

但该板材表面材料应为不燃材料，内部填充材料的燃烧性能不应低于 B<sub>1</sub> 级。

24.2.14 区间纵向辅助疏散平台应采用不燃烧体，耐火极限不应低于 1.00h。

24.2.15 地下、地上车站建筑内的房间隔墙不得采用难燃烧体。

24.2.16 车辆综合基地内厂（库）房建筑的火灾危险性分类应符合下列规定：

- 1 易燃品库、酸性蓄电池充电间为甲类；
- 2 油漆库为乙类；
- 3 停放内燃机车的车库为丙类；
- 4 厂修库、架修库、临修库和附属车间、静调库、吹扫库和不落轮镗库以及综合维修基地的维修厂房为丁类；
- 5 停车库、列检库、月检库和洗车库以及碱性蓄电池室为戊类。

24.2.17 车辆综合基地内同一座厂房或厂房的任一防火分区内有不同火灾危险性生产以及同一座仓库或仓库的任一防火分区内储存不同火灾危险性物品时，该厂房（仓库）或防火分区内的火灾危险性分类应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.18 车辆综合基地的厂房上部进行物业开发时，厂房与物业开发的分隔楼板以及其他承重构件的耐火极限应在现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 一级耐火等级的基础上提高 0.50h。

24.2.19 车站内的吊顶应采用不燃材料，其耐火极限不限。

### III 防火分区、防火分隔及防烟分区

24.2.20 地下车站和站台设于站厅上面的地上车站，站台、站厅公共区应划分为一个防火分区；站台设于站厅下面的地上车站，站台和站厅应划分成不同的防火分区。车站设备管理用房区应与公共区划分成不同的防火分区。

24.2.21 车站设备管理用房区的防火分区最大允许建筑面积应符合下列规定：

- 1 地下车站设备管理用房区每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 1500m<sup>2</sup>；
- 2 建筑高度不大于 24m 的地上车站，设备管理用房区每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 2500m<sup>2</sup>；建筑高度大于 24m 的地上车站，设备管理用房区每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 1500m<sup>2</sup>；
- 3 消防泵房、污水和废水泵房、厕所、盥洗、茶水间等房间，其面积可不计入防火分区面积之内；
- 4 地下车站风道等部位应与其他设备房间用防火墙分隔。

24.2.22 建筑高度不大于 24m 的地上车站，站厅公共区和站台层每个防火分区的最大允许建筑面积应符合下列规定：

- 1 当站厅公共区和站台层的自然排烟口净面积和设置要求符合本规范第 24.4.15 条第 1 款和第 24.4.16 条规定，公共区室内装修符合本规范第 24.2 节第 VI 部分的有关规定时，站台设于站厅上面的地上车站，站厅公共区和站台层的防火分区最大允许建筑面积不应大于 10000m<sup>2</sup>，其中站厅公共区的建筑面积不应大于 5000m<sup>2</sup>。站台设于站厅下面的地上车站，站厅公共区或站台层每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 5000m<sup>2</sup>；

- 2 当站厅公共区和站台层外墙（屋顶）的敞开面积超过本层所在场所四周墙体总面积的 25%、且自然排烟口与最不利排烟点的距离符合本规范第 24.4.16 条规定时，每个防火分区的最大允许建筑面积可在本条第 1 款的基础上增加 1 倍。

24.2.23 地上车站设备管理用房设于地下时，防火分区、防烟分区、安全出口等要求应符合地下车站设备管理用房的有关规定。

24.2.24 车辆综合基地厂房上部进行物业开发时，两者应划分成不同的防火分区。

24.2.25 除本规范另有规定外，控制中心建筑以及车辆综合基地内各建筑的防火分区最大允许建筑面积

应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。主变电所每个防火分区的最大允许建筑面积应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

**24.2.26** 地下换乘车站共用一个站厅时，站厅公共区的最大允许建筑面积不应超过 5000m<sup>2</sup>。超过时，应符合下列规定：

- 1 站厅公共区内不得设置商业；
- 2 站厅应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙或防火卷帘将站厅分隔成建筑面积不大于 5000m<sup>2</sup> 的防火分隔区。防火卷帘和防火隔墙的比例可不受限制；
- 3 每个防火分隔区内任意一点到安全出口的最大距离及安全出口数量等应符合本规范第 24.2.44 条的有关规定；
- 4 站厅应采用镂空率大于 30% 的吊顶；
- 5 站厅的防烟和排烟应符合本规范第 24.4 节的有关规定。

**24.2.27** 车站公共区的下列部位应进行防火分隔：

- 1 上下重叠平行站台的地下车站，下层站台穿越上层站台至站厅的楼扶梯，应在上层站台楼扶梯四周的开口部位用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙与其他部位隔开。上、下层站台之间的联系楼扶梯，应在下层站台楼扶梯四周的开口部位进行防火分隔；
- 2 地下车站站台位于站厅层上面时，站台至站厅的楼扶梯应在站厅层楼扶梯四周的开口部位进行防火分隔；站台楼扶梯四周的开口部位应设档烟垂壁；
- 3 端头厅形式的地下车站，除公共区楼扶梯开口处外，站厅与站台、站厅与轨道区的连通处应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙等分隔；
- 4 站台和站厅同层的地下一层侧式站台车站，站台进入站厅公共区临界面上的安全出口之间应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙或防火卷帘分隔，且洞口之间的净距不应小于 10m，安全出口应设档烟垂壁；
- 5 地上车站站台位于站厅下面时，站台至站厅的敞开楼扶梯应在站台层楼扶梯四周的开口部位进行防火分隔；
- 6 高架车站的出入口天桥与相邻建筑物连接的门洞处，宜设防止火势蔓延的分隔设施；
- 7 车站公共区疏散楼扶梯穿越设备层或设备管理用房时，应在被穿越层楼扶梯四周的开口部位用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙与其他部位分隔；
- 8 车站公共区内的自动扶梯穿越楼板的下底坑，应用耐火极限不低于 1.50h 的楼板与其他部位隔开，机械传动部分等应用不燃材料包裹与其他部位隔开。车站公共区自动扶梯下设房间时，房间应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和不低于 1.50h 的楼板与扶梯及其他部位分隔，开向公共区的门应采用甲级防火门；
- 9 地下车站站厅公共区内布置设备管理用房时，应用防火墙与公共区分隔，房间开向公共区的门窗，应设常闭的甲级防火门和不可开启的甲级防火窗；
- 10 地下、半地下车站出入口与相邻建筑合建时，车站出入口通道和楼梯间应与相邻建筑的地下室及首层用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙和不低于 1.50h 的楼板与相邻建筑分隔并直通室外；
- 11 除本规范另有规定外，车站公共区需进行防火分隔的楼扶梯四周的开口部位，应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙或防火卷帘与其他部位分隔，楼扶梯口应设防火卷帘。

**24.2.28** 地下车站站台端部和配线区的设备管理用房以及外挂设备管理用房应与站台公共区和轨道区进行防火分隔，并应符合下列规定：

- 1 站台端部的设备管理用房应用防火墙与站台公共区或轨道区分隔；当防火墙上必须开门时，应设常闭的甲级防火门，防火门应符合本规范第 24.2.67 条的有关规定；

2 站台和站台门端门以外的同层空间不应设置火灾危险性为甲、乙、丙类的库房，以及与车站无关的商业、库房和商业设备等用房。必须设置商业设备用房时，应用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙与轨道区分隔，防火墙上不得开设门窗洞口。

24.2.29 地下换乘车站应根据不同的换乘方式对换乘楼扶梯四周的开口部位和通道口进行防火分隔，并应符合下列规定：

1 T 字型、十字型、L 型等节点换乘车站，应在下层站台换乘楼扶梯四周的开口部位用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙等分隔，楼扶梯口应设防火卷帘；

2 多线同站台平行换乘车站以及同层多条并列线路各自从站台经站厅换乘的线路之间，应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙等分隔，并延伸至站台计算长度外各 10m；

3 通道换乘的车站应在换乘通道内用耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘分隔。

24.2.30 站台和站厅付费区以及站厅非付费区和出入口通道内影响乘客疏散的区域严禁设置商业和其他非轨道交通用房。

24.2.31 车站内的商业以及与车站相联的商业等物业开发应符合下列规定：

1 车站内的商业不得设置在地下三层及三层以下；

2 商业等物业开发与站厅非付费区同层相接时应划分成不同的防火分区，两者之间宜采用通道连接的方式，通道口应设两道耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘，由轨道交通和物业开发分别控制。当防火墙上采用防火卷帘分隔时，防火卷帘的宽度和设置要求应符合现行国家标准《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 的有关规定；

3 地下车站站厅非付费区或出入口通道不应与超过 20000m<sup>2</sup> 的地下商业相连。无法避免时，连接口部应采取可靠的防火分隔措施，并应符合现行国家标准《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；

4 车站站厅、站台公共区与商业等物业开发之间严禁采用中庭形式；

5 商业等物业开发与站厅非付费区设置联系楼扶梯时，应分别在商业层和站厅层的楼扶梯四周开口部位用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙等分隔，楼扶梯口应设防火卷帘，由轨道交通和商业开发分别控制；

6 车站公共区疏散楼扶梯穿越商业等物业开发层时，应在被穿越层的楼扶梯四周开口部位用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙与其他部位分隔，防火墙上不得开设门窗洞口；

7 车站非付费区内的商业不得经营和储存火灾危险性为甲、乙类和丙类 1 项储存物品属性的商品；

8 地下车站配线上层的商业开发区内设库房时，每个防火分区内的丙类 2 项库房最大允许建筑面积不应大于 100m<sup>2</sup>，丁类物品库房的最大允许建筑面积不应大于 200m<sup>2</sup>，并应用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙和不低于 2.00h 的楼板与其他部位分隔，隔墙上的门应为常闭甲级防火门。

24.2.32 车站非付费区内设置小商铺应符合下列规定：

1 站厅非付费区面积较大时，在不影响乘客疏散和聚集的部位，可设置方便乘客的零售小商铺和其他服务设施，小商铺前应留有足够的集散空间和通过能力；

2 小商铺经营物品的火灾危险性等级应符合本规范第 24.2.31 条第 7 款的规定；

3 车站小商铺与设备、管理用房区应用防火墙分隔，并应用耐火极限不低于 2.00h 的隔墙与非付费区的其它部位隔开，铺面开口处防火卷帘的耐火极限不应低于 2.00h。地下车站小商铺应设火灾自动报警系统和灭火设施；

4 地下车站小商铺的总面积不宜大于 100m<sup>2</sup>，每处商铺的面积不宜大于 50m<sup>2</sup>；

5 小商铺的内装修材料及货架、售货柜台等设施的燃烧性能等级应符合本规范第 24.2.73、24.2.74 及 24.2.76 条的有关规定。

24.2.33 地下车站公共区设置中庭时,应符合下列规定:

- 1 中庭层数不宜超过二层;
- 2 除站台通向站厅的楼扶梯开口处外,环廊、站厅公共区与中庭开口边缘交界处应设耐火极限不低于 1.00h、火灾时能自动降落的防火卷帘或其他防火设施分隔;
- 3 中庭回廊内不得设置商业;
- 4 中庭区域内的上部空间应具有蓄烟空间;
- 5 站台至站厅的楼扶梯开口部位应采取措施满足人员疏散要求或设置防烟楼梯间满足疏散要求,且站台乘客疏散至出入口通道内的时间不得大于 6.0min;
- 6 中庭应按本规范第 19.3 节及 24.4 节的有关规定分别设置火灾自动报警系统和机械排烟设施。

24.2.34 控制中心内的调度大厅及设备用房应符合下列规定:

- 1 调度大厅应远离高压配电室和电源室等火灾危险性大的房间,室内不宜穿越与指挥调度无关的管线;
- 2 调度大厅、应急指挥室、票务处理、票务储藏和发放以及系统设备用房和楼宇设备机房,应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和 1.50h 的楼板与其他部位分隔;
- 3 应急指挥室与调度大厅之间设置观察窗时,应设不可开启的甲级防火窗分隔。

24.2.35 地上车辆综合基地的物资仓库内设置办公室、休息室,以及车辆运用、检修、综合维修等厂(库)房内设置办公室、休息室和材料库等附属用房时,防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.36 车辆综合基地内的油漆库宜独立设置,其承重结构宜采用钢筋混凝土或钢框架、排架结构。当符合下列条件时,可设在单层检修厂房靠外墙一侧的泄压设施附近。

- 1 油漆库应用防火墙和甲级防火门与车库分隔,并应有直接对外的安全出口;
- 2 漆工间、油漆存放间、干燥间等房间之间应用防火墙和甲级防火门分隔;
- 3 有爆炸危险的设备宜避开厂房的梁、柱等承重构件布置;
- 4 库内不得设置办公、休息、更衣等用房;
- 5 地面应采用不发火花材料;
- 6 库内设检修坑时,坑内应采取降低气雾浓度措施;
- 7 上述房间应设置泄压设施,泄压面积和泄压设施以及其他防火、防爆等要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.37 车辆综合基地内的易燃品库、酸性蓄电池充电间应符合下列规定:

- 1 易燃品库应独立修建,并按不同火灾危险性等级分库存放;
- 2 酸性蓄电池充电间应单独设置,当与其他建筑合建时,应靠外墙单层设置,并用防火墙与其它部位分隔。充电间与相邻的值班室、配电室之间不得开设门窗洞口,必须设置时,应采用甲级防火门、窗,并设独立的对外出口;
- 3 防火、防爆等要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.38 车辆综合基地不宜设在地下。用地条件困难,可将火灾危险性小的车辆运用整备设施厂房设在地下,但应符合下列规定:

- 1 消防车道应用防火墙与车库分隔,防火墙上设置防火门、窗或防火卷帘时,应符合本规范第 24.2 节第 V 部分的有关规定。车道内应设火灾自动报警系统和防烟、排烟系统;
- 2 停车库、列检库、月检库、洗车库应用防火墙和甲级防火门、窗与辅助用房分隔成不同的防火分区;
- 3 在不影响车库作业的条件下,停车库、列检库、月检库和洗车库可沿线路方向用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙分隔,隔墙上可开设高度不大于 6m 的门洞,并在门洞处设耐火极限不低于 2.00h 的

防火卷帘分隔；

4 咽喉区应用耐火极限不低于 2.00h 的防火卷帘或防火分隔水幕与车库分隔；

5 咽喉区宜采用自然排烟，顶盖或外墙上部的开口净面积不应小于咽喉区建筑面积的 5%，并应符合本规范第 24.4 节的有关规定；

6 各车库及辅助用房应划分防烟分区，档烟设施距地的高度不得大于 6m。机械排烟系统的排烟量应符合本规范第 24.4 节的有关规定；

7 各车库及辅助用房应设火灾自动报警系统、自动喷水灭火系统和防烟、排烟系统；

8 人员安全疏散距离要求应符合本规范第 24.2.58 条的规定。

24.2.39 需设置机械排烟设施且室内净高不大于 6.0m 的场所应划分防烟分区，并应符合下列规定：

1 地下车站站台、站厅公共区每个防烟分区的最大允许建筑面积不宜超过 2000m<sup>2</sup>，设备、管理用房区不宜超过 750m<sup>2</sup>；地上车站公共区和设备管理用房区采用机械排烟时，每个防烟分区的最大允许建筑面积不宜超过 500m<sup>2</sup>；

2 防烟分区分界处应采用隔墙、顶棚下凸出不小于 500mm 的结构梁以及顶棚或吊顶下凸出不小于 500mm 的不燃烧体等档烟垂壁进行分隔。设有吊顶的地下车站，档烟垂壁应从吊顶下突出不小于 500mm 且升至结构板底；

3 站厅设于站台上部的地下车站，应在站台层楼扶梯四周的开口部位设档烟垂壁（或垂帘）；

4 车站公共区内的电梯井道采用安全玻璃作围护结构时，位于下层的电梯井四周应设档烟垂壁；

5 站台设于站厅上部的地上车站，应在站厅层楼扶梯四周的开口部位设置档烟垂壁；

6 档烟垂壁应采用不燃材料，并符合公安部行业标准《档烟垂壁》GA 533 的有关规定；

7 防烟分区不得跨越防火分区。

#### IV 安全疏散

24.2.40 车站公共区站台至站厅、站台至其他安全区的疏散楼、扶梯和疏散通道的通过能力，应保证远期或客流控制期超高峰小时一列进站列车所载乘客及站台上的候车乘客能在 6min 内全部疏散至站厅或其他安全区域，乘客从站台楼扶梯口或通道口通过全部疏散设施的时间不应大于 4min。

24.2.41 地下车站乘客从站台疏散到站厅或其他安全区的时间应按下列公式计算：

$$T_z = \frac{(Q_1 + Q_2)\alpha}{A_s N_s + [0.75(N_x - 1) + B_1] A_l} \leq 4 \text{ min} \quad (24.2.41-1)$$

$$T_1 = 1 + t_1 + T_z + \Delta t_1 \leq 6.0 \text{ min} \quad (24.2.41-2)$$

$$\Delta t_1 = \frac{L_z}{V_z} \quad (24.2.41-3)$$

式中  $T_z$ ——疏散乘客从站台楼扶梯口或通道口通过所有疏散设施所需时间；

$T_1$ ——最后一名乘客从站台撤离到站厅或其他安全区所需时间；

$\Delta t_1$ ——最后一名乘客从站台自动扶梯下的水平梯级口或楼梯口（疏散通道口）疏散到站厅或其他安全区所需时间；

$Q_1$ ——远期或客流控制期高峰小时行车间隔内一列进站列车的客流断面流量（人）；

$Q_2$ ——远期或客流控制期高峰小时行车间隔内站台上候车乘客总数（人）；

$\alpha$ ——超高峰系数；

$A_s$ ——上行自动扶梯的通过能力（人/min·m）；

$A_l$ ——楼梯的通过能力（人/min·m）；

$N_s$ ——上行自动扶梯总数；

$N_x$ ——下行自动扶梯总数；

$B_1$ ——站台上人行楼梯的总宽度 (m);

$t_1$ ——离站台自动扶梯或楼梯(疏散通道)最近的列车车门口的第一名乘客走到该自动扶梯水平梯级口或楼梯口(疏散通道口)所需的时间;

$L_z$ ——自动扶梯上基点与扶梯下第一步水平梯级之间的水平投影长度 (m);

$V_z$ ——自动扶梯的名义速度 (m/min)。

注: 1. 人行楼梯宽度按扶手中心线之间的水平距离计算, 并按每股人流核算(每股人流宽度为 0.55m);

2. 站台乘客平均步行速度为 60m/min;

3. 站台上只设上行自动扶梯时, 上行自动扶梯总数需减去一台检修扶梯, 检修扶梯不参加疏散。

24.2.42 站台设于站厅上部的地上车站, 站台紧急疏散时间应按下列公式计算:

$$T_z = \frac{(Q_1 + Q_2)\alpha}{[A_{zt}(N_z - 1) + A_1 B_1 + A_{dm} B_{dm}]} \leq 4 \text{ min} \quad (24.2.42-1)$$

$$T_1 = t_1 + T_z + \Delta t_2 \leq 6.0 \text{ min} \quad (24.2.42-2)$$

$$\Delta t_2 = \frac{L_1}{V_1} \quad (24.2.42-3)$$

式中  $T_z$ ——疏散乘客从站台楼扶梯口或站台门端门口通过所有疏散设施所需时间;

$T_1$ ——最后一名乘客从站台撤离到站厅或其他安全区所需时间;

$t_2$ ——离站台楼梯最近的列车车门口的第一名乘客走到该楼梯口所需的时间;

$N_z$ ——站台至站厅的上、下行自动扶梯总数;

$A_{zt}$ ——上、下行自动扶梯停止运行作为楼梯使用的通过能力 (人/min · m);

$A_{dm}$ ——站台门端门的通过能力 (67 人/min · m);

$B_{dm}$ ——站台门端门的总宽度 (m);

$\Delta t_2$ ——最后一名乘客从站台楼梯口疏散到站厅所需时间;

$L_1$ ——楼梯的水平投影长度;

$V_1$ ——步行楼梯水平速度 (0.5m/s)。

注: 1. 地上车站的上下行自动扶梯在火灾时停运。自动扶梯角度为  $30^\circ$  时, 停运的自动扶梯通过能力  $A_{zt}$  按下行楼梯通过能力的 0.75 折算; 角度为  $27.3^\circ$  时, 按下行楼梯通过能力的 0.85 折算。

2. 疏散楼梯  $B_1$  宽度为站台至站厅以及站台至地面的楼梯总宽。楼梯通过能力按下行楼梯计算, 并按每股人流核算。

24.2.43 车站站厅付费区和非付费区之间的栅栏应在不同方向设置疏散门, 疏散门应采用向疏散方向开启的平开门; 自动检票机和栅栏疏散门的通过能力不应低于楼扶梯的通过能力, 并按下列公式计算:

$$A_{jm} N_j + B_m A_m \geq A_s N_s + [0.75(N_x - 1) + B_1] A_1 \quad (24.2.43-1)$$

$$A_{jm} N_j + B_m A_m \geq A_{zt}(N_z - 1) + A_1 B_1 \quad (24.2.43-2)$$

式中  $N_j$ ——自动检票机的数量;

$A_{jm}$ ——每台自动检票机门打开时的通行能力 (人/min · 台);

$A_m$ ——栅栏疏散门的通行能力 (人/min · m);

$B_m$ ——栅栏疏散门的净宽总和 (m), 宽度按每股疏散人流 0.55m 的整倍数计算。

注: 1. 公式 24.2.43-1 适用于地下车站, 公式 24.2.43-2 适用于站台设于站厅上部的地上车站;

2. 每个门扉式自动检票机按开放后的通过能力 37 人/min 计算。

24.2.44 车站公共区的安全出口应符合下列规定:

1 站台公共区内任意一点到安全出口的最大距离不得大于 50m, 站厅公共区内任意一点到安全出口的最大距离不得大于 60m;

2 单线车站站厅公共区直通地面的安全出口数量不应少于 2 个。安全出口应分向均匀布设，相邻两个安全出口边缘之间的水平距离不应小于 10m；

3 端头厅型式的车站，每端站厅安全出口数量不应少于 2 个；

4 换乘车站共用一个站厅公共区时，安全出口数量应按每条线不少于 2 个设置。地下车站当共用站厅建筑面积超过 5000m<sup>2</sup> 时，防火分隔后的每个区域，其直通地面的安全出口数量不应少于两个，且分布在不同方向，疏散距离应满足本条第 1 款要求；

5 每个站台的安全出口数量不得少于 2 个；

6 站台和站厅同层的地下一层侧式站台车站，当站台与站厅公共区之间不设防火分隔时，每侧站台任意一点到站厅出入口楼扶梯口或其它安全出口的距离不得大于 50m，且疏散到室外的时间不应超过 6min；

7 站厅设于站台上层的地下车站，当自动扶梯符合本规范第 24.2.69 条规定时，上行自动扶梯可作为站台火灾工况下的安全出口；

8 地下车站站厅设于站台上部的下行自动扶梯和站厅设于站台下部的上、下行自动扶梯，以及地上车站站厅设于站台下部的上、下行自动扶梯，当自动扶梯符合本规范第 24.2.69 条规定，且能远程监视、就地控制停运、并对乘客发出警告信号功能时，停止后的自动扶梯可作为疏散楼梯用；

9 地下侧式站台车站，当上、下行线路之间用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙等分隔、且防火隔墙延伸至站台计算长度外各 10m 时，站台之间的过轨地道可作为安全出口。站台设于站厅下面的地上侧式站台车站，当站台层自然排烟口的有效面积和设置要求符合本规范第 24.4 节的有关规定，且上下行线路之间设置阻止线路间烟气流动设施时，站台之间的过轨地道可作为安全出口；

10 节点换乘地下车站站台之间的换乘楼扶梯和上下重叠站台之间的联系楼扶梯不得作为站台的安全出口；

11 地下车站公共区通向避难走道或下沉式广场的疏散出口可作为该防火分区的安全出口，避难走道或下沉式广场的设置要求应符合现行国家标准《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 的有关规定；

12 采用站厅通道换乘的地下车站，当换乘通道采取满足人员安全疏散的措施时，换乘通道可作为车站公共区的安全出口。地上车站换乘通道内部用不燃材料装修，并具有自然通风、排烟条件时，可作为车站的安全出口；

13 出入口通道的疏散路线应各自独立，当两个出入口通道汇集成同一个通道出地面时，应作为一个安全出口；

14 只设两个出入口的地下车站，当既有过街地道通行设施能力和防淹等技术要求不符合本规范第 9.6 和 9.7 节有关规定时，连接过街地道的出入口不得作为车站的安全出口；

15 站台设于站厅下部的地上车站，站台通向站厅的敞开楼扶梯不得作为车站公共区的安全出口；

16 车站上跨轨道的天桥不得作为站台的安全出口；

17 地上车站与站厅连接的天桥，具有天然采光和自然通风，结构采用不燃烧体，内部装修采用不燃材料，天桥内无商业经营设施并能直通地面时，该天桥可作为连接站厅的安全出口；

18 站台设于站厅上部的地上车站，当站台门端门和站台至站厅的疏散楼扶梯能力不满足紧急疏散时间要求时，站台应增设直达地面的疏散楼梯间或直通室外的安全出口。疏散楼梯应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；

19 车站安全出口与商业等物业开发的安全出口应各自独立设置，两者的联通口和上下联系的楼扶梯以及出入口通道内的连接口不得作为相互间的安全出口；

20 车站地面出口不应采用带有迂回曲折的导向栏杆作为乘客疏散诱导设施。

24.2.45 地下车站设备管理用房区的安全出口应符合下列规定：

1 有人值守的设备管理用房区内，每个防火分区的安全出口数量不应少于两个；当平面上有 2 个

或 2 个以上防火分区相邻布置时，每个防火分区可利用防火墙上 1 个通向相邻分区的甲级防火门作为第 2 个安全出口，但每个防火分区必须有一个直通室外的安全出口；

2 无人值守或经常停留人数不超过 3 人的设备管理用房区，每个防火分区的安全出口数量不得少于 2 个，通向相邻防火分区防火墙上甲级防火门或其它防火分区的楼梯间可作为安全出口。当防火分区的建筑面积不大于  $500\text{m}^2$  时，可只设 1 个通向相邻防火分区防火墙上甲级防火门作为安全出口；

3 设备管理用房区内的消防专用通道可作为该设备管理区人员的安全出口；

4 设在站台和站厅层之间的设备管理用房区不得利用公共楼梯休息平台作为安全出口；

5 地下车站的风道可利用防火墙上 1 个通向相邻防火分区的甲级防火门作为安全出口，但设备管理用房防火分区不得利用通向风道的防火门作为安全出口；

6 位于站台计算长度外的设备管理用房区，通向站台门端门外的走道可作为设备管理用房区的疏散走道。当防火分区内经常有人的管理用房数量超过 2 间，且每间使用面积大于  $15\text{m}^2$  时，宜采用内走道方式与通向另一个防火分区的楼梯间连通。

**24.2.46** 建筑高度不超过 24m 的地上车站，设备管理用房区的安全出口应符合下列规定：

1 车站层数不超过三层，且经常停留人数不超过 3 人的设备管理用房区，当每层防火分区的建筑面积不大于  $500\text{m}^2$  时，可只设一个与相邻公共区防火墙上甲级防火门作为安全出口；

2 有人值守的设备管理用房区内，每个防火分区、一个防火分区的每个楼层，其安全出口的数量不应少于 2 个。当防火分区建筑面积不大于  $1500\text{m}^2$  时，可只设一个直通地面的安全出口，相邻防火分区防火墙上甲级防火门可作为第 2 个安全出口。

**24.2.47** 地下分离岛式车站在站台公共区内，应至少设两个净宽不小于 3.5m 的横向联络通道，联络通道中心之间的水平净距不宜大于 60m。

**24.2.48** 车站每侧站台门的应急门数量应符合本规范第 18.1 节第 III 部分的有关规定，应急门宜避开柱子，门扇开足时的侧站台净宽不得小于 1.2m。

**24.2.49** 车站出入口通道长度不宜超过 100m，超过时应采取满足人员安全疏散的措施。

**24.2.50** 除本规范另有规定外，地下车站设备管理用房区内，建筑面积不大于  $200\text{m}^2$  无人值守的设备用房以及建筑面积不大于  $50\text{m}^2$  且经常停留人数不超过 15 人的房间，可设置一个疏散门。

**24.2.51** 车站设备管理用房区内直通疏散走道的房间疏散门至最近安全出口的距离应符合下列规定：

1 当房间疏散门位于两个安全出口之间时，其疏散门至最近安全出口的最大距离不应大于 40m。当房间位于袋形走道两侧或尽端时，其疏散门至最近安全出口的距离不应大于 22m；

2 设备房间内任意一点到该房间直接通向疏散走道的疏散门之间的直线距离不应大于 22m；

3 风道内任意一点距安全出口的距离不宜大于 60m。

**24.2.52** 车站的疏散楼梯、疏散通道和疏散门的最小净宽应符合本规范第 9.3 和 9.5 节的有关规定。

**24.2.53** 地下车站设备管理用房区内的楼梯间，除通向消防专用通道的错位疏散楼梯外，楼梯间在各层的平面位置不宜改变。

**24.2.54** 大于、等于 3 层的地下车站设备管理用房区内的楼梯间以及室内地饰面与室外出入口地坪高差大于 10m 的消防专用通道内的楼梯间应为防烟楼梯间。建筑高度不大于 24m 的地上车站，设备管理用房区内的楼梯间应为封闭楼梯间。

**24.2.55** 载客运营区间的安全疏散应符合下列规定：

1 区间隧道和高架区间应具备纵向紧急疏散条件，区间轨道中心道床面（或中心水沟）应作为应急疏散主通道，供乘客在火灾时沿线路撤离至安全地区；

2 区间隧道宜设置纵向连续的疏散平台作为乘客的辅助疏散通道，当联络通道距离小于 300m 时，



可不设疏散平台；

3 区间隧道的道床面应平整、连续、无障碍物，配线区道床面应铺设宽度不小于 700mm 的连续通道与正线连接；

4 两条单线载客运营区间隧道长度超过 600m 时，应设横向联络通道。横向联络通道可作为本区间的安全出口，相邻两个联络通道之间的距离不应大于 600m；

5 横向联络通道内应设并列反向开启的甲级防火门，门扇开直后不得侵入限界并不得阻挡人员疏散；

6 两条单线区间隧道之间存在高差时，联络通道的坡度不宜大于 1:8；

7 单洞双线区间隧道的上下行线路间应设置耐火极限不小于 3.00h 的防火墙，防火墙上每隔 300m 应设并列反向开启的甲级防火门作为区间的安全出口。上下行线路间不设防火墙分隔时，应在区间隧道内每隔 800m 设置直通地面的疏散通道或竖井作为安全出口，竖井内应设防烟楼梯间；

8 长大区间隧道内设中间风亭时，风井内应设直通地面的防烟楼梯间作为安全出口；

9 地下车站站台端部应设区间通向车站的疏散楼梯，开向公共区的站台门端门可作为区间疏散的安全出口；

10 地上车站站台端部设有通向区间的楼梯，或站台与区间纵向辅助疏散平台连通时，双向开启的站台门端门可作为站台或区间的安全出口，端门净宽不得小于 1.1m；

11 高架区间长度超过 2000m 时，宜设置直通地面的垂直铁梯。

24.2.56 列车各节车厢之间应贯通，列车端部车辆应急疏散设施以及车辆防火、报警、灭火等安全与应急设施应符合本规范第 4.5.1 条和第 4.6 节的有关规定。

24.2.57 控制中心调度大厅内的设备布置应方便人员逃生，其安全出口数量不应少于 2 个。

24.2.58 车辆综合基地地下停车库、列检库、月检库和洗车库室内最远一点至疏散楼梯间或其他安全出口的距离不应超过 120m。

24.2.59 车辆综合基地厂（库）房和上盖物业开发建筑的安全出口应分别独立设置；上盖物业开发建筑的人员不应通过车辆综合基地厂（库）房疏散。

24.2.60 车辆综合基地、控制中心的建筑物安全疏散除本规范另有规定外，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

## V 建筑构造

24.2.61 车站、控制中心建筑以及车辆综合基地各建筑内的防火分区之间应用防火墙分隔，防火墙上不应开设门、窗、洞口，必须开设时，应设置不可开启的甲级防火窗和常闭的甲级防火门，或火灾时能自行关闭的甲级防火门、窗。防火墙上必须设置防火卷帘时，防火卷帘的耐火极限不得低于 3.00h。防火墙的构造和设置要求以及管线穿越防火墙的防火封堵等要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.62 综合控制室、消防控制室、通风空调机房、排烟机房、变电所、配电室、通信机房、信号机房、固定灭火装置设备室、消防泵房、蓄电池室等火灾时需要运作的设备房间，以及可燃物存放量平均值超过 30kg/m<sup>2</sup> 火灾荷载密度的房间，应用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和不低于 1.50h 的楼板与其他部位隔开。地下车站上述房间隔墙上的门应采用常闭的甲级防火门，窗应采用不可开启的甲级防火窗。地上车站、控制中心和车辆综合基地内各建筑的上述用房，除本规范另有规定外，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.63 电缆井、管道井等竖向井道应符合下列规定：

1 电缆井、管道井等竖向井道应独立设置。地下车站上述井道的井壁耐火极限不应低于 1.50h，井壁上的检查门应为乙级防火门；地上车站、控制中心建筑和车辆综合基地各建筑内的电缆井、管道井等

井壁的耐火极限不应低于 1.00h，井壁上的检查门应为丙级防火门；

2 电缆井、管道井等竖向井道的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.64 车站、控制中心建筑和车辆综合基地各建筑内的防、排烟风管和通风、空气调节系统中的管道以及建筑内的其他管道穿越防火隔墙、楼板和防火分区时的孔隙应采用防火封堵材料封堵。其防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.65 车站内专用设备吊装孔在设备吊装后，应进行防火封堵，并达到楼板的耐火极限要求。

24.2.66 车站变形缝应符合下列规定：

1 变形缝构造基层应采用不燃烧材料；

2 电线、电缆穿越变形缝时，应在穿越处加设不燃材料制作的套管或采取其他防变形措施，其空隙应采用防火封堵材料封堵。

24.2.67 防火门、窗的设置应符合下列规定：

1 设于地下车站风道、区间联络通道和区间风井内以及车站站台端门外的设备管理用房外墙上的防火门，应有可靠的连接措施，防火门在过往列车及隧道通风的正、负压力作用下不应自动开启；

2 平时需要控制人员随意出入的防火门和设有门禁系统的防火门，应保证火灾时不需要使用钥匙等任何工具即能易于打开，并应在显著位置设置标识和使用提示；其他部位的防火门应能在其内外两侧手动开启；

3 消防专用通道内的人防门不能替代楼梯间的防火门；人防门的设置不应影响防火门的开闭；

4 除本规范另有规定外，防火门、窗的设置要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.68 地下车站的防烟楼梯间、防火间隔、避难走道前室以及区间联络通道等处的防火门应为甲级防火门。地上车站以及控制中心建筑、车辆综合基地内各建筑的疏散楼梯除本规范另有规定外，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.69 车站用于安全疏散的自动扶梯应符合下列规定：

1 自动扶梯应按一级负荷供电；

2 自动扶梯应由不燃和难燃材料制造；

3 自动扶梯的倾斜角度不应大于 30°；

4 应采用公共交通型自动扶梯。停止运转的自动扶梯，其承载力应能满足人员疏散要求；

5 自动扶梯应设紧急停止开关；

6 自动扶梯四周开口部位的防火分隔应符合本规范第 24.2.27 和 24.2.31 条的有关规定；

7 地下车站出入口自动扶梯与楼梯相邻的侧面透空部分和楼扶梯之间的空隙需用不燃板材或砌体封堵；

8 其他要求应符合本规范第 18.2 节的有关规定。

24.2.70 防火分隔部位设置防火卷帘时，应符合下列规定：

1 防火卷帘的耐火极限不应低于本规范对所设置部位的耐火极限要求；

2 防火卷帘的下降路线上不应有其他物体遮挡；

3 防火卷帘应在卷帘两侧设置启闭装置，并应具有自动、手动功能。需火灾时自动降落的防火卷帘，应具有二级停滞和信号反馈功能；

4 除本规范另有规定外，防火卷帘的设置要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 的有关规定。

24.2.71 地下车站钢管柱等承重构件的表面及节点外露部位应采取防火保护措施，且经防火保护后的耐火极限不应低于相应构件的耐火极限。地上车辆综合基地厂（库）房采用钢结构等承重构件时，应符合

现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.72 区间设置纵向辅助疏散平台时，应符合下列规定：

- 1 靠隧道壁的墙上应设置靠墙扶手；
- 2 联络通道口部前的纵向疏散平台应用楼梯连接；
- 3 疏散平台最小宽度和平台高度等其他要求应符合本规范第 5.2 节和 5.4 节的有关规定。

## VI 内部装修

24.2.73 下列部位的顶棚、墙面、地面装修应采用 A 级不燃材料：

- 1 地下车站公共区的站台、站厅、疏散楼梯、疏散楼梯间、疏散通道和安全出口的门厅，以及避难间、避难走道、区间联络通道和区间风井内的防烟楼梯间等乘客疏散部位；设备和管理用房区的内走道、楼梯间及消防专用通道；
- 2 地下车站内的垃圾储存间和控制中心内的票务储藏间等房间；
- 3 综合控制室、变电所、配电室、消防泵房、排烟机房、固定灭火系统钢瓶室、通信和信号机房、环控电控室、通风和空调机房、站台门控制室、蓄电池室等设备房间；
- 4 车辆综合基地内的易燃品库、油漆库、酸性蓄电池充电间等火灾危险性大的房间；
- 5 主变电所和地下区间变电所；
- 6 地下车站非付费区内的商业、小商铺；
- 7 地上车站、控制中心和车辆综合基地建筑内的无窗房间。

24.2.74 下列部位的顶棚、墙面装修应采用 A 级不燃材料，地面应采用不低于 B<sub>1</sub> 级的难燃材料：

- 1 地上车站公共区的站台、站厅、疏散通道、安全出口的门厅、疏散楼梯或疏散楼梯间等乘客疏散部位；
- 2 地上车站非付费区内的小商铺；
- 3 车辆综合基地内的地上车辆运用、检修、综合维修等厂（库）房和停放内燃机车的车库，以及储存物品为丙类和丁、戊类的物资库；
- 4 地下停车库、列检库、月检库、洗车库和辅助用房等厂（库）房；
- 5 控制中心内的调度大厅、应急指挥室和票务发放等房间，以及火灾时不需要运作的系统设备用房。

24.2.75 车站内的休息室、更衣室、会议室、值班室等有人房间的顶棚应采用 A 级不燃材料，墙面和地面应采用不低于 B<sub>1</sub> 级的难燃材料。

24.2.76 地下车站小商铺内和配线区上部商业内的货架、售货柜台应采用 A 级装修材料，地上车站小商铺内的商业货架、售货柜台应采用不低于 B<sub>1</sub> 级的装修材料。

24.2.77 地上、地下车站公共区的垃圾箱应采用不燃材料，客服中心、补票亭、座椅、电话亭、售检票机、广告灯箱、导向标志等应采用不低于 B<sub>1</sub> 级的装修材料。

24.2.78 车站和区间隧道内不得采用石棉等有害人体健康的制品及塑料类等火灾时能产生大量有毒气体和烟气的制品。

24.2.79 控制中心的调度大厅、应急指挥室和票务发放等房间内的隔断、调度台椅、窗帘以及其他装饰材料应采用不低于 B<sub>1</sub> 级的装饰材料。

24.2.80 车站建筑内部装修不应遮挡消防设施和疏散指示标志及安全出口，并不应妨碍消防设施和疏散走道的正常使用，以及减少安全出口、疏散出口和疏散走道所需的宽度。

24.2.81 变形缝、照明灯具应符合下列规定：

- 1 变形缝（包括沉降缝、伸缩缝、抗震缝等）两侧的基层应采用 A 级材料。地下车站变形缝的表面装修应采用 A 级材料，地上车站应采用不低于 B<sub>1</sub> 级的装修材料；
- 2 照明灯具应采用不燃材料、灯饰的燃烧性能等级不应低于 B<sub>1</sub> 级。

24.2.82 车站内部消火栓应有明显标志,消火栓的门不应被装饰物遮掩,消火栓四周的装饰材料颜色应与消火栓门的颜色有明显区别。

24.2.83 车站公共区及出入口通道内不得采用具有镜面效果的装修饰面及假门。

24.2.84 车辆内部设施和装修材料应采用不燃或低烟、无卤的阻燃材料,并不得采用燃烧时会产生大量有毒气体和烟气的材料和制品。车体和其他隔热、隔声材料应采用不燃材料,地板结构应具有防火屏障功能。

24.2.85 除本规范另有规定外,地上车站、控制中心建筑和车辆综合基地内的办公楼、培训中心、司机公寓等公共建筑的室内装修应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

## VII 消防安全疏散标志

24.2.86 消防安全疏散标志应符合下列规定:

1 消防安全疏散标志应采用“安全出口”作为指示标志的内置灯光指示,并应采用不燃材料制成的保护罩;

2 消防安全疏散标志应设在醒目位置,疏散标志的字型、颜色、大小应醒目、简洁、明确,清晰可辨,表达方式应统一;

3 消防安全疏散标志除本规范另有规定外,其要求应符合现行国家标准《消防安全标志》GB 13495、《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 和北京市地方标准《消防安全疏散标志设置标准》DBJ 01—611 的有关规定。

24.2.87 车站下列部位应设置电光源型疏散标志:

1 车站公共区:站台和站厅公共区、自动扶梯和疏散楼梯口,出入口通道及其转角处,安全出口和避难走道;

2 设备管理区:疏散走道、封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室、消防专用通道、安全出口、环控机房以及变电所等处;

3 区间:地下或地上区间的入口处,以及地下区间横向联络通道洞口和区间风井内的防烟楼梯间等安全出口处。

24.2.88 电光源型疏散标志应符合下列规定:

1 站台、站厅乘客疏散区以及疏散楼梯口部的疏散标志应设置在柱面或墙面上,标志上边缘距地面高度不应大于 1.0m,间距不应大于 10m;

2 设置在顶棚下的疏散标志,其下边缘距地面的高度不应低于 2.2m 且不宜高于 2.5m,间距不应大于 20m;

3 安全出口和疏散门处的疏散标志,其位置应在安全出口和疏散门的正上方,标志的下边缘距门的上边缘不宜大于 30cm;

4 沿疏散走道、出入口通道设置的疏散标志,应设置在疏散走道、出入口通道、通道交叉口及其转角处的墙面上,标志上边缘距地面高度不得超过 1.0m,且间距不应大于 10m;在走道转角处,间距不应大于 1.0m;

5 地下区间的横向联络通道口以及区间风井的防烟楼梯间、安全通道等安全出口处的疏散标志应为双面标识,且垂直于行车方向安装,标志下边缘宜与洞口上部齐平。

24.2.89 车站公共区的站台、站厅乘客疏散路线和疏散通道的地面上、疏散楼梯台阶侧立面应设置蓄光型疏散标志,在地面上宜沿疏散路线的中心线布置,并保持视觉连续性,间距不应超过 1.2m。除本规范另有规定外,蓄光型疏散标志的设置要求应符合现行北京市《消防安全疏散标志设置标准》DBJ 01—611 的有关规定。

24.2.90 控制中心及车辆综合基地内的建筑,电光源型疏散标志的设置要求应符合现行北京市《消防安全疏散标志设置标准》DBJ 01—611 的有关规定。

24.2.91 地下区间应在距道床面 1.5m 高度处的墙面上设置蓄光型标志牌,标志牌应用箭头指向相邻车站、相邻联络通道口或隧道口,并标明之间的距离,标志牌设置的间隔距离不应大于 50m。

24.2.92 地下区间蓄光型标志牌应设在应急照明灯具附近,其表面照度不宜低于 50lx。

## 24.3 消防给水和灭火设施

24.3.1 消火栓用水量定额应符合下列规定:

- 1 地下车站(含换乘车站)消火栓用水量不应小于 20L/s;
- 2 地下车站出入口通道、折返线及地下区间隧道消火栓用水量不应小于 10L/s;
- 3 地上车站、控制中心、车辆综合基地消防用水量应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 及《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定;

- 4 消火栓系统火灾延续时间不应小于 2h。

24.3.2 消防给水系统的选择应符合下列规定:

- 1 消防给水水源应采用城市自来水,当沿线无城市自来水时,可采用其他可靠的消防给水水源;
- 2 当车站周围城市自来水管网为枝状管网或城市自来水的供水量不能满足消防用水量要求时,应设消防增压、稳压设施和消防水池;
- 3 当车站周围城市自来水管网为环状管网且能提供两根给水引入管,但供水压力不能满足消防用水压力的要求时,应设消防增压、稳压设施;消火栓给水系统宜从市政管网直接吸水,不设消防水池。当市政供水压力满足最不利点消火栓的静压要求时,可利用市政自来水压力直接稳压;
- 4 当车站周围城市自来水管网为环状管网但只能提供一根给水引入管时,应设消防增压、稳压设施和消防水池,地下车站也可采用邻站消防水源作为备用水源;
- 5 换乘车站消防给水系统宜采用一套系统;
- 6 地下车辆综合基地除水泵房、卫生间和不宜用水扑救的部位外,均应设置自动喷水灭火系统;
- 7 地下车站设置的商铺总面积超过 500m<sup>2</sup> 时,应按照现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的要求设置自动喷水灭火系统,并应设置消防增压、稳压设施;当地下车站站厅层非付费区设置小商铺时,应在商铺内设置局部应用系统;
- 8 地上车站消火栓给水系统采用临时高压给水系统时,应设置稳压装置及气压罐,可不设高位消防水箱;
- 9 地下车站及连接的地下区间、长度大于 20m 的出入口通道、长度大于 500m 的独立地下区间应设室内消火栓给水系统;
- 10 地上车站非供暖区域的室内消火栓系统,可采用干式系统,但在进水管上应设置快速启闭装置,管道最高处应设置自动排气阀;
- 11 当车辆综合基地消防给水系统采用临时高压给水系统时,应在车辆综合基地内建筑物最高处设置消防水箱,消防水箱的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的有关规定。

24.3.3 管道布置、附件及管材应符合下列规定:

- 1 地下车站和地下区间的室内消火栓给水系统应设计为环状管网;地下区间上下行线应各从地下车站引入 1 根消防给水管,并宜在区间中部联络通道处连通,且在车站端部与车站环状管网相接;
- 2 消防给水引入管应按照现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的要求设置倒流防止

器；

- 3 车站室内消火栓环状管网应有 2 根进水管与城市自来水环状管网或消防水泵连接；
- 4 消防枝状管道上设置的消火栓数量不应超过 4 个；
- 5 地下车站连接地下区间的消防给水立管上应设置电动和手动阀门，其位置应便于操作；
- 6 当消火栓系统由消防水泵加压供给时，消火栓处应设水泵启动按钮；
- 7 当消防给水系统管网存在超压可能时，应采取防超压措施；
- 8 消防给水管道最高点应设置排气阀，最低点应设置泄水阀；
- 9 消防泵及消防泵房的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；
- 10 消防给水系统其他管段上阀门的设置，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 及《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定；
- 11 消防给水管穿越变形缝时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置；
- 12 消防水泵吸水管上宜采用闸阀，其他管段宜采用双向承压蝶阀，阀门均应常开，并有明显启闭标志；
- 13 地下区间消防给水管固定应采用混凝土支墩或支架固定，支架的固定锚栓应固定在道床或主体结构上；
- 14 地下区间消防给水管接口宜采用柔性连接方式，并在转弯处设置固定设施或采用法兰接口；
- 15 地下区间消防给水干管宜设在接触轨的对侧，若必须与接触轨同侧，则管道与接触轨的最小净距不应小于 150mm；
- 16 地下车站站台板下，地下区间消防给水管宜采用球墨铸铁给水管，其他位置消防给水管应采用热镀锌钢管，当采用其他新型管材时，必须符合国家现行的相关标准，并经国家固定灭火系统质量监督检验测试中心检测合格；
- 17 室外埋地给水管道应采用球墨铸铁给水管；
- 18 过轨敷设的管道宜采用球墨铸铁给水管、厚壁不锈钢管和无缝钢管等耐腐蚀、防杂散电流性能较好的管材。

#### 24.3.4 消火栓的设置应符合下列规定：

- 1 室内消火栓口径均为 DN65，水枪喷嘴直径为 19mm，每根水龙带长度为 25m，栓口距地面装修完成面或道床面高度宜为 1.1m；
- 2 车站站厅、侧式站台和设备用房宜设单栓消火栓，岛式站台可设双栓消火栓；
- 3 地下区间隧道内的消火栓，应设不带消火栓箱的消火栓口，但应将水龙带放在邻近车站站台端部专用消火栓箱内，箱内配备衬胶水龙带和水枪。专用消火栓箱应有专用标识；
- 4 消火栓的布置应保证每个防火分区同层有两只水枪的充实水柱同时到达室内任何部位；
- 5 地下车站水枪充实水柱长度不应小于 10m，地上车站水枪充实水柱长度应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；
- 6 消火栓的间距应按计算确定，但单栓消火栓不应超过 30m，双栓不应超过 50m。地下区间隧道内消火栓的间距不应超过 50m；
- 7 消火栓口的静水压力和出水压力应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关要求；
- 8 车站消火栓与灭火器宜共箱设置，且采用薄型消火栓，箱内配备衬胶水龙带和水枪、自救式消防软管卷盘和灭火器；
- 9 车站消防给水系统应设水泵接合器，并在距水泵接合器 15m~40m 范围内设置室外消火栓或消防水池取水口；
- 10 室外消火栓、阀门及水泵接合器应采用地下式，并设置永久性固定标识；

11 车辆综合基地室外消火栓的间距不应大于 120m；

12 车站公共区、出入口通道和设备用房走道的消火栓均应暗装。

#### 24.3.5 自动灭火系统的设置应符合下列规定：

1 设置在地下车站和地下区间的通信设备室、信号设备室、高压开关柜室、低压开关柜室、变电所控制室、再生能源控制室、综合监控设备室、UPS 电源整合室、蓄电池室和主变电站应设置自动灭火系统；

2 自动灭火系统保护房间内宜配置空气呼吸器。

#### 24.3.6 灭火器的配置应符合下列规定：

1 车站、车辆综合基地和控制中心的灭火器配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定；

2 主变电所的危险等级和灭火器的配置应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

#### 24.3.7 给排水及消防系统保温应符合下列规定：

1 地下车站出入口通道、风道、隧道出洞口及区间风井附近、不设供暖设施地上车站的生活和消防给水管道、阀门、消火栓口及主废水泵房的压力废水管等应设置电保温；

2 地下车站出入口通道、风道的压力污水管，地下车站站厅吊顶内的生产、生活给水管及消防给水管，地上车站设备用房走道、卫生间的生活给水管、消防给水管和排水管及管道上的阀门、消火栓口等应设置常规保温；

3 地下车站站台和设备用房吊顶内的生产、生活给水管应设防结露保温；

4 室外水泵房、消防水池、消防水箱应采取防冻保温措施。

### 24.4 防烟、排烟与事故通风

#### 24.4.1 地下车站及区间隧道内必须设置防烟、排烟与事故通风系统。

24.4.2 防烟、排烟与事故通风系统应与车站周围以及配线上层的商业等物业开发空间的系统独立分开设置。

24.4.3 不具备自然排烟条件时，防烟楼梯间及其前室应设置机械防烟设施。

24.4.4 不具备自然排烟条件时，下列场所应设置机械排烟设施：

1 地下车站的站厅和站台；

2 长度大于 300m 的区间隧道和全封闭车道；

3 同一个防火分区内的地下车站设备及管理用房的总面积超过 200m<sup>2</sup>，或面积超过 50m<sup>2</sup> 且经常有人停留的单个房间；

4 最远点到车站公共区或安全出口的直线距离超过 20m 的封闭内走道，连续长度大于 60m 的地下通道和出入口通道；

5 地上车站的站厅和站台；

6 地上车站设备及管理用房内经常有人停留或可燃物较多，且面积大于 300m<sup>2</sup> 的房间；

7 车辆综合基地位于地下或上盖进行物业开发的戊类厂房。

24.4.5 当防烟、排烟系统与事故通风系统和正常通风与空调系统合用时，通风与空调系统应采用可靠的防火措施，且应符合防烟、排烟系统的要求和具备事故工况下的快速转换功能。

24.4.6 防烟、排烟系统与事故通风系统应具有下列功能：

1 当区间隧道发生火灾时，应能背着乘客疏散方向排烟，迎着乘客疏散方向送新风；

2 当车站的站厅、站台或设备及管理用房发生火灾时，应具备防烟、排烟和通风功能；

3 当列车阻塞在区间隧道时，应能对阻塞区间进行有效通风。

24.4.7 地下车站的公共区与设备及管理用房应划分防烟分区，且防烟分区不得跨越防火分区。防烟分区面积和挡烟垂壁设置要求应符合本规范第 24.2 节的有关规定。

24.4.8 地下车站站台、站厅火灾时的最小机械排烟量，应根据一个防烟分区的建筑面积按  $1\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$  计算。当排烟设备需要同时排除两个或两个以上防烟分区的烟量时，其设备能力应按排除所负担的防烟分区中两个最大的防烟分区的烟量配置。当车站站台发生火灾时，应保证站厅到站台的楼梯和扶梯口处具有能够有效阻止烟气向上蔓延的气流，且向下气流速度不应小于  $1.5\text{m/s}$ 。

24.4.9 地下车站中庭应划分为独立的防烟分区，并应设置机械排烟系统。当中庭体积小于等于  $17000\text{m}^3$  时，最小机械排烟量应采用按中庭体积 6 次/h 换气和按中庭建筑面积  $1\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$  计算的最大值；当中庭体积大于  $17000\text{m}^3$  时，最小机械排烟量应采用按中庭体积 4 次/h 换气和按中庭建筑面积  $1\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$  计算的最大值，且不应小于  $102000\text{m}^3/\text{h}$ 。中庭排烟口与疏散楼梯的水平距离应大于 5m。

24.4.10 地下车站的设备及管理用房、内走道、长通道和出入口通道等需设置机械排烟时，最小机械排烟量应根据一个防烟分区的建筑面积按  $1\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$  计算，排烟区域的补风量不应小于排烟量的 50%。当排烟设备负担两个或两个以上防烟分区时，其设备能力应根据最大防烟分区的建筑面积按  $2\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$  计算的排烟量配置。

24.4.11 车辆综合基地的戊类厂房设置机械排烟系统时，最小机械排烟量应根据一个防烟分区的建筑面积按  $0.5\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$  计算。消防车道需设置机械排烟系统时，其每个防烟分区的建筑面积不宜超过  $2000\text{m}^2$ ，最小机械排烟量应按换气次数不小于 6 次/h 计算确定。

24.4.12 区间隧道火灾的机械排烟量，应按单洞区间隧道断面的排烟流速高于计算的临界风速确定，但最低不应小于  $2\text{m/s}$ ，排烟流速不得大于  $11\text{m/s}$ 。

24.4.13 区间隧道、车站站厅、站台、设备及管理用房排烟风机应保证在  $250^\circ\text{C}$  时能连续有效工作 1h。烟气流经的风阀及消声器等辅助设备应具有与排烟风机相同的耐火性能。

24.4.14 列车阻塞在区间隧道时的送风量，应按区间隧道断面风速不小于  $2\text{m/s}$  计算，并按控制列车顶部最不利点的隧道温度低于  $45^\circ\text{C}$  校核确定，但风速不得大于  $11\text{m/s}$ 。

24.4.15 采用自然排烟时，其自然排烟口的净面积应符合下列规定：

1 地上车站站台、站厅公共区外墙上部或屋顶可开启自然排烟口的有效排烟面积以及设备和管理用房、内走道可开启排烟窗的有效排烟面积，不应小于该场所建筑面积的 2%；

2 区间隧道和全封闭车道采用自然排烟时，排烟口有效排烟面积不应小于顶部投影面积的 5%。

24.4.16 自然排烟口宜设置在公共区、隧道、房间的顶部或靠近顶部的外墙上，并应有方便开启的装置。排烟口与最不利排烟点的水平距离不应超过 30m。

24.4.17 防烟、排烟系统中的风管耐火极限应不小于 1h。

24.4.18 排烟口的风速不宜大于  $10\text{m/s}$ 。当排烟干管采用金属管道时，管道内的风速不应大于  $20\text{m/s}$ ，采用非金属管道时不应大于  $15\text{m/s}$ 。

24.4.19 在事故工况下参与运转的设备，从静止状态转换为事故工况状态所需的时间不应超过 30s，从运转状态转换为事故工况状态所需的时间不应超过 60s。

24.4.20 在事故工况下需要开启或关闭的设备，启、闭所需的时间不应超过 30s。

24.4.21 通风与空调系统下列部位风管应设置防火阀：

- 1 穿越防火分区的防火墙及楼板处；
- 2 每层水平干管与垂直总管的交接处；
- 3 穿越变形缝处，且该处又是防火分区的分隔处时，应在两侧各设置一个；
- 4 穿越站厅局部商业用房的隔墙处。



## 24.5 电 气

**24.5.1** 火灾自动报警系统设备、环境与设备监控系统设备、消防泵、喷淋泵、地下车站及区间的废水泵、专用通信系统设备、公安通信系统设备、防排烟风机及相关风阀、事故疏散兼用的防火卷帘、电动挡烟垂壁/帘、自动灭火系统设备、事故疏散兼用的自动扶梯、应急照明等消防用电设备的电源供电负荷应为一级负荷，其中火灾自动报警系统设备、应急照明、专用通信系统设备、公安通信系统设备应为一级负荷中的特别重要负荷。

**24.5.2** 消防用电设备应采用专用的供电回路，其配电设备应有明显标志，并应符合以下条件：

- 1 车站、区间以及控制中心大楼的消防用电设备的电源应直接取自变电所低压母线；
- 2 车辆综合基地的消防用电设备的电源应直接取自变电所低压母线或本建筑物内配电室。

**24.5.3** 车站动力配电系统宜采用以下形式：

- 1 车站内同一防火分区事故风机、防排烟风机及相关风阀等设备设施宜设置共用双重电源自动切换柜（箱）、单回线路放射式供电；
- 2 对于防火卷帘、电动挡烟垂壁/帘、自动灭火等容量较小的消防设备设施，宜设置共用双重电源自动切换柜（箱）、单回线路放射式供电；
- 3 当供电距离超过车站长度一半时，应由降压变电所直接供电，并应在最末一级配电箱处进行自动切换。

**24.5.4** 专用消防设备不得采用变频调压调速装置。兼正常使用功能的非专用消防设备采用变频调压调速装置时，火灾下应转为工频控制模式。

**24.5.5** 车站及控制中心变电所低压侧应设置漏电火灾报警系统，电流探测设备宜设置在变电所低压馈出端。

**24.5.6** 车站公共区的地面疏散照明照度不应小于 5.0 lx，其上限值不应超过正常照明照度的 5%；楼扶梯、检票口、疏散通道转角处地面疏散照明照度宜加强，但不宜超过正常照明的 10%；区间隧道道床面、具备消防疏散使用的区间风井地面疏散照明照度不应小于 3.0 lx。

**24.5.7** 地下车站、地下区间及地下车辆综合基地备用照明的设置应满足以下要求：

- 1 车站综合控制室、消防控制室、消防水泵房、喷淋水泵房、气瓶室、站长室、低压配电室、专用通信机房、防烟与排烟机房以及发生火灾时仍需正常工作的其他场所备用照明照度不应低于正常照明照度，备用照明的应急电源火灾时连续供电时间不应少于 120min；
- 2 其余设置备用照明场所照度不应低于正常照明照度的 10%，备用照明的应急电源火灾时连续供电时间不应少于 60min。

**24.5.8** 地上线路、控制中心、车辆综合基地的应急照明的应急电源连续供电时间应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《高层建筑设计防火规范》GB 50045 的规定。

**24.5.9** 应急照明电源应符合以下条件：

- 1 应急照明配电装置应采用双重电源供电；
- 2 应急电源宜采用蓄电池，当市电中断后，蓄电池组投入切换时间不应超过 1.5s；
- 3 照明型应急电源装置（EPS）输出端以下的分配电箱可采用单回线路供电。

**24.5.10** 区间应急照明宜设置分配电箱。

**24.5.11** 应急照明支线回路不得跨越防火分区。

**24.5.12** 应急照明应采用瞬时点亮光源。

**24.5.13** 备用照明和疏散照明不应由同一分支回路供电。

**24.5.14** 应急照明回路不得设置插座。

**24.5.15** 消防安全疏散标志应符合本规范第 24.2 节第 VII 部分的有关规定。

24.5.16 备用照明、疏散照明、消防安全疏散标志应选用耐热、耐寒、耐振动光源。

24.5.17 电线电缆的选择应符合下列规定：

1 地下车站及地下区间电力电缆应采用无卤、阻燃、低烟、铜芯电力电线电缆，独立在地上敷设时应采用低卤、阻燃、低烟、铜芯电力电线电缆。车站、车辆综合基地及控制中心与民用建筑合建时除满足上述要求外，尚应符合民用建筑电线电缆选择规定。

2 火灾时需要保证供电的配电线路应采用 A 类阻燃、耐火铜芯电缆或矿物绝缘类不燃性铜芯电缆。

3 火灾时需要保证供电的电线应采用 B 类阻燃、耐火、低烟、铜芯电线。

24.5.18 设在建筑物内、外的配电变压器，高、低压侧各相应安装避雷器或浪涌保护器（SPD）。

24.5.19 设在地上及相邻洞口地下的牵引变电所，上网开关下口、直流馈出开关下口及负极母线应设置直流避雷器。

24.5.20 地面建筑物防雷接地应与电气装置共用接地装置。

24.5.21 高架区间应采取防雷措施。采用接触轨的线路，宜利用桥面上金属构筑物（如栏杆、路灯、声屏障）做接闪器，兼做回流的走行轨通过放电间隙与防雷引下线电气连接，桥墩内结构钢筋宜兼做防雷引下线，桥墩桩基结构钢筋宜兼做自然接地体，防雷引下线间距不宜大于 300m。

24.5.22 车辆综合基地高杆塔灯宜兼顾整体防雷功能。高杆灯基础周围应有防止跨步电压危害的措施。

24.5.23 路灯及高杆灯的配电箱进线端应设置浪涌保护器。

24.5.24 防雷的其他要求应符合现行国家及行业标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《建筑物电子信息防雷技术规范》GB 50343、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T 620 的规定。

## 24.6 防 灾 通 信

24.6.1 公务电话交换机应具有火警时能自动转换到市话网“119”的功能，应配备在发生灾害时供救援人员进行地上、地下联络的无线通信设施。

24.6.2 控制中心应设置防灾无线调度台，列车司机室设置的无线车载台应能与防灾无线调度台通信，车站综合控制室、站长室、保安室及车辆综合基地值班室应设置无线通信设备。

24.6.3 控制中心应设置防灾广播控制台，车站综合控制室、车辆综合基地值班室应设置防灾广播控制盒。

24.6.4 控制中心和车站综合控制室应设置视频监控终端，供防灾调度员监视。

24.6.5 应设防灾专用调度电话，防灾调度电话系统应在控制中心设调度电话总机，在车站及车辆综合基地设防灾分机。

24.6.6 专用通信系统的设计，应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能，可配置紧急情况下、断电时的区间抢修通信设施及设备。

## 24.7 其他灾害预防和报警

24.7.1 车站出入口、敞口低风井开口部位的防淹要求应分别符合本规范第 9.7 节、9.8 节和 14.3 节的有关规定。

24.7.2 地下区间隧道出洞口的防淹要求应符合本规范第 6.1 节、14.3 节的有关规定。

24.7.3 高架线跨越排洪河流、通航河流时，其桥下净空要求应符合本规范第 6.1.4 条规定。跨越河流的桥梁防洪频率应符合本规范第 10.1.17 条的有关规定。

24.7.4 露天折返道岔、车场线咽喉区道岔的融雪装置或防雪设施应符合本规范 7.7 节的有关规定。

24.7.5 高架车站、车辆综合基地等地面建筑物和地上线路的防雷击措施应符合本规范第 15.4、16.15、17.7、19.1、19.2、19.3、20.5、24.5 节的有关规定。

- 24.7.6 轨道交通杂散电流腐蚀防护要求应符合本规范第 15.9 节的有关规定。
- 24.7.7 地上线路的架空接触网接触线应考虑风偏影响。
- 24.7.8 地上车站、区间以及地下车站结构的抗震设计应分别符合本规范第 10 和 11 章的有关规定。
- 24.7.9 暴露在室外的自动扶梯上下平台应具有防冰雪措施，并符合本规范第 18.2 节的有关规定。
- 24.7.10 轨道交通应具备接收北京市气象部门的气象预报功能。
- 24.7.11 轨道交通应具备接收北京市地震预报部门的电话报警或网络通信报警功能。

## 25 环境保护

### 25.1 一般规定

25.1.1 城市轨道交通设计应遵守国家环境保护法律、法规和技术规范，采取必要的环境保护措施，达到国家及北京市的各项环境保护标准的要求。

25.1.2 环境保护设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。

25.1.3 城市轨道交通设计应根据建设项目环境影响报告书以及环境保护主管部门批复文件，落实环境保护目标及其污染防治要求。

25.1.4 线路走向及车站、车辆综合基地的位置宜避开自然保护区、饮用水源保护区、生态功能保护区、风景名胜区、文物保护区以及地震观测台。如无法避开时，应采取降低环境影响的相应措施。

25.1.5 环境保护设计应包括噪声与振动控制、废水处理、大气污染防治以及电磁防护等。

25.1.6 污染防治设施应根据工程设计年限，按远期或控制期预测客流量和最大通过能力设计，并与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

### 25.2 环境保护标准

25.2.1 列车及设备运行对外部环境的噪声影响应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定；车辆综合基地的厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

25.2.2 列车内部噪声应符合现行国家标准《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》GB 14892 的有关规定。

25.2.3 车站站台噪声应符合现行国家标准《地下铁道车站站台噪声限值》GB 14227 的有关规定。

25.2.4 列车运行对外部环境的振动影响应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的有关规定。

25.2.5 列车运行引起的建筑物振动与二次辐射噪声应符合现行行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170 的有关规定。

25.2.6 生产废水和生活污水的排放应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 及北京市地方标准《水污染物排放标准》DB11/307 的有关规定。

25.2.7 车辆综合基地的冲洗用再生水应符合现行国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920 的有关规定。

25.2.8 锅炉废气排放应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 及北京市地方标准《锅炉污染物综合排放标准》DB11/139 的有关规定。

25.2.9 工频电场、工频磁场等电磁辐射应符合现行行业标准《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》HJ/T 24 和《电磁辐射环境保护管理办法》（国家环保总局第十八号局令）的有关规定。

25.3 环境保护措施

I 噪 声

25.3.1 噪声防护主要针对列车运行噪声及风机、冷却塔噪声，并应采取控制距离、隔声及消声等噪声控制措施。

25.3.2 线路穿越城市中心区时宜采用地下敷设方式。

25.3.3 地上线路穿越居住、医疗、文教等敏感区域时，线路两侧敏感点环境噪声应达到表 25.3.3 规定的环境噪声限值标准。当不能满足标准要求时，应采取噪声控制措施。

表 25.3.3 地上线敏感点的环境噪声限值

声环境功能区类别	各环境功能区敏感点	噪声限值 (dBA)	
		昼间	夜间
0 类	康复疗养区等特别需要安静的区域的敏感点	50	40
1 类	居住、医疗、文教、科研区的敏感点	55	45
2 类	居住、商业、工业混合区的敏感点	60	50
3 类	工业区的敏感点	65	55
4a 类	轨道交通两侧区域 (地上线) 的敏感点	70	55

25.3.4 风亭、冷却塔与敏感点之间的噪声防护距离宜按表 25.3.4 的规定控制，并达到环境噪声标准的要求。当不能满足防护距离或噪声标准要求时，应采取噪声控制措施。

表 25.3.4 风亭、冷却塔距敏感点的噪声防护距离

声环境功能区类别	各环境功能区敏感点	风亭、冷却塔边界与敏感建筑物的水平间距 (m)	噪声限值 (dBA)	
			昼间	夜间
1 类	居住、医疗、文教、科研区的敏感点	≤30	55	45
2 类	居住、商业、工业混合区的敏感点	≤20	60	50
3 类	工业区的敏感点	≤10	65	55
4a 类	轨道交通两侧区域 (地上线路) 的敏感点	≤10	70	55

25.3.5 对于地上线路沿线既有的声环境保护目标，列车运行噪声预测超标时，应设置声屏障；对于沿线规划的声环境保护目标，应根据噪声预测结果预留声屏障的设置条件。

25.3.6 声屏障设计应符合下列规定：

1 声屏障设计应符合现行行业标准《声屏障声学设计和测量规范》HJ/T 90 的有关规定，并应符合声学性能、安全性、稳定性及耐候性等要求；

2 声屏障设计目标值（声屏障插入损失）应由声环境保护目标处运营时段的列车运行噪声昼间、夜间等效声级预测值（不含背景噪声）与所在环境功能区昼间、夜间噪声限值的差值来确定；

3 声屏障的形式应根据设计目标值、线路、桥梁结构及敏感点特征确定，可采用直立形、折板形、弧形、T 形、半封闭或全封闭等形式；

4 声屏障的总长度应覆盖相应的声环境保护目标，并不应小于远期列车编组长度。声屏障两端的附加延伸长度应使其对声环境保护目标具有与声屏障设计插入损失相匹配的声衰减，每端的延伸长度应按式（25.3.6）计算，且不小于 50m；

$$b=0.15d\Delta L \tag{25.3.6}$$

式中  $b$ ——声屏障附加长度 (m)；

$d$ ——线路到接收点的距离 (m)；

$\Delta L$ ——声屏障插入损失 (dB)。

5 声屏障的设置位置应符合限界要求；

6 声屏障声学构件的隔声性能应符合现行国家标准《建筑隔声测量规范》GBJ 75 的有关规定，100Hz~3150Hz 的 1/3 倍频带中心频率的隔声指数（或隔声量）宜为 25dB（A）~30dB（A）；

7 声屏障朝向声源一侧应设置吸声结构。吸声结构的吸声性能应符合现行国家标准《混响室法吸声系数测量规范》GBJ 147 的有关规定，200Hz~2500Hz 的 1/3 倍频带中心频率的吸声系数应大于 0.5；

8 声屏障的材质应能防止其受到撞击后破碎坠落。声屏障主体结构应采用 A 级不燃材料；吸声板应采用 B<sub>1</sub> 级及以上的材料；其他材料应采用 B<sub>2</sub> 级及以上的材料；

9 声屏障的吸声构件应具有不吸水、不渗水的防水（潮）性能，并应设置排水措施；

10 声屏障设计应避免由于阳光或灯光照射而造成对周围环境的眩光影响；声屏障的形式、材料、色彩等设计应与沿线城市景观相协调；

11 声屏障设计应采取避免措施避免由于环境温度变化引起声屏障变形和脱落，并应采取防止由于列车运行振动及钢结构变形导致钢结构连接节点松脱的措施；

12 声屏障的结构及基础设计应符合现行国家相关标准的有关规定；

13 声屏障的钢结构立柱、钢结构连接件和声学构件防腐处理应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的有关规定；

14 声屏障主体结构的设计使用年限应不小于 50 年；吸、隔声材料设计使用年限应不小于 15 年，且应易于更换。

#### 25.3.7 风亭、冷却塔噪声防治应符合下列规定：

1 设备选型应选用符合国家标准要求的低噪声风机和冷却塔；

2 当风亭不能满足噪声防护距离或噪声标准要求时，应采取提高风机产品噪声限制标准、加长消声器等措施，使噪声影响符合环境噪声限值标准的规定；

3 当冷却塔不能满足噪声防护距离或噪声标准要求时，应采取提高冷却塔产品噪声限制标准、设置消声、隔声等综合降噪措施，使噪声影响符合环境噪声限值标准的规定。

## II 其 他

25.3.8 当地下线路穿越居住、医疗、文教等敏感区域，振动环境保护目标不能符合现行国家及行业相关标准的相关规定时，应采取距离控制、轨道减振、结构隔振等振动控制措施。轨道减振及结构隔振设计应执行本规范第 7.6 节及第 10 章的相关规定。

25.3.9 在设置声屏障的高架线路地段，应采取轨道减振、结构隔振等振动控制措施。

25.3.10 生活污水和生产废水的水质处理、回收利用或排放应符合本规范第 14 章的有关规定。

25.3.11 地面设置的 110kV 及以上变电站与敏感建筑物的间距宜大于 30m，且不应小于 15m。

## 26 节 能

### 26.1 建筑节能

- 26.1.1 地上车站公共区和管理用房应采用天然采光和自然通风，设备用房宜采用自然通风。
- 26.1.2 地上车站需设置空调或供暖系统的设备管理用房，其围护结构传热系数应符合现行北京市《公共建筑节能设计标准》DB11/687 丙类建筑的有关规定，遮阳系数应符合乙类建筑的有关规定。
- 26.1.3 地上车站站厅公共区每个朝向外窗（包括透明幕墙）的窗墙面积比不应大于 0.70，设备管理用房区不宜大于 0.50。
- 26.1.4 地上车站应对西向和东向外窗采取遮阳措施。
- 26.1.5 地上车站站台雨篷应采取隔热措施，屋顶透明部分的面积不应大于屋顶总面积的 15%。
- 26.1.6 地上车站站厅公共区单一朝向外窗的实际可开启面积，不应小于本层公共区同朝向外墙总面积的 5%，单一朝向透明幕墙的实际可开启面积不应小于本层公共区同朝向透明幕墙总面积的 5%。设备管理用房区的有人房间单一朝向外窗或透明幕墙的实际可开启面积，不宜小于所在房间外墙面积或透明幕墙面积的 5%。无人值守的设备用房外窗宜设置可开启窗。
- 26.1.7 车站的灯具应采用节能型光源和灯具。
- 26.1.8 地下车站出入口地面亭的开口方向和通向站厅的通道宜垂直布置。
- 26.1.9 地下车站变电所应靠近车站负荷中心设置。
- 26.1.10 控制中心建筑和车辆综合基地内的办公楼、培训中心、公寓、食堂等公共建筑的围护结构热工设计应符合现行北京市《公共建筑节能设计标准》DB11/687 的有关规定。

### 26.2 设备节能

#### I 供 电

- 26.2.1 供电系统应选择节能型设备，并应合理选择变压器容量与导线截面。
- 26.2.2 供电系统设计应符合北京市相关的能量管理规定。
- 26.2.3 牵引变电所的一套牵引整流机组退出时，另一套牵引整流机组与相邻牵引变电所两套牵引整流机组应满足双边供电的要求。
- 26.2.4 配电变压器的台数和容量应根据负荷性质、季节负荷特征、用电容量、运行方式和用户发展等因素综合考虑确定，宜留有 15%~25% 的裕量。
- 26.2.5 配电变压器应采用节能型，并应采用 Dyn11 接线组别。
- 26.2.6 电缆截面选择除符合技术条件外，宜按经济电流选择电缆截面。
- 26.2.7 再生制动吸收装置的选择，应满足节能、环保、供电系统设备安全可靠运行及检修要求。
- 26.2.8 动力设备宜采用变频调压调速控制技术。
- 26.2.9 提高自然功率因数时，宜采取就地无功自动补偿措施；大型风机采用调压调速变频控制技术时，应就地采取滤波措施；变电所低压母线宜采用有源滤波技术。
- 26.2.10 照明应采用节能型光源，照明灯具功率因数不应低于 0.9。
- 26.2.11 地上车站站台站厅公共区正常照明、车辆综合基地及地上区间路灯宜随室外天然光的变化自动调节人工照明的照度。地下车站公共区正常照明宜采用智能照明控制技术。

26.2.12 照明照度取值应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034、《城市轨道交通照明》GB/T 16275、本规范第 15 章及第 24 章的规定。

26.2.13 车辆综合基地正常照明电源宜采用光伏发电技术。

II 通风、空调与供暖

26.2.14 通风、空调与供暖系统的室内设计计算温度、最小新风量取值不宜高于本规范第 13 章的标准。

26.2.15 通风空调与供暖系统宜采用自然冷、热源。

26.2.16 事故风机兼做平时通风空调风机时，应使风机通风空调工况处于风机特性的高效工作区。

26.2.17 通风、空调与供暖系统的风机、水泵等设备宜采用变频调速等节能控制技术。

26.2.18 空调系统采用土建风道作为空调送风道时，应采取可靠的防漏风和绝热措施。

26.2.19 通风、空调与供暖系统的主要设备能效等级应符合下列规定：

1 通风空调系统风机的能源效率等级不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761 中 2 级的标准；

2 空气调节系统冷水机组在额定制冷工况和规定条件下，制冷性能系数（COP）不应低于表 26.2.19 的规定；

表 26.2.19 冷水机组制冷性能系数

类 型		额定制冷量（kW）	性能系数（W/W）
水 冷	活塞式/涡旋式	<528	4.40
		528~1163	4.70
		>1163	5.10
	螺杆式	<528	4.70
		528~1163	5.10
		>1163	5.60
	离心式	<528	5.00
		528~1163	5.50
		>1163	6.10
风冷或蒸发冷却	活塞式/涡旋式	≤50	2.80
		>50	3.00
	螺杆式	≤50	3.00
		>50	3.20

3 多联分体空调机组的能源效率等级不应低于现行国家标准《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》GB 21454 中 2 级的标准；

4 空调与供暖系统水泵的能源效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19762 中的节能评价；

5 车辆综合基地采用燃油、燃气锅炉供热时，锅炉热效率不应低于现行国家标准《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500 中 2 级的标准；

6 分体空调器的能源效率等级不应低于现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 12021.3 中 2 级的标准。

26.2.20 车站公共区空调系统应具备最小新风运行、全新风运行及变风量运行的条件。

26.2.21 车站冷水机组宜采用机组群控方式，通过优化组合确定设备运行台数。



### III 给水与排水

26.2.22 城市轨道交通工程应利用市政水压直接供水，生产、生活给水加压设备宜采用叠压或变频调速供水等节能设备。

26.2.23 公共卫生间的卫生器具及配件应采用节水型卫生器具并符合现行行业标准《节水型生活卫生器具标准》CJ164的有关规定，卫生洁具应采用非接触式或感应式冲洗装置。

26.2.24 车辆综合基地内部冲厕、绿化及地面冲洗水给水水源宜采用城市再生水。当车辆综合基地周围无城市再生水时，基地内生产废水或生活污水宜经过处理达标后作为中水回用。

26.2.25 洗车库的废水应就地经过处理后重复利用。

26.2.26 车辆综合基地绿化浇洒应采用喷灌、微灌等高效节水方式。

26.2.27 车辆综合基地内公共浴室、食堂、司机公寓等热水系统宜采用太阳能热水系统。

# 附录 A A 型车限界图

A.0.1 区间或过站直线地段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界（图 A.0.1）的坐标值，应按表 A.0.1-1～表 A.0.1-7 选取。

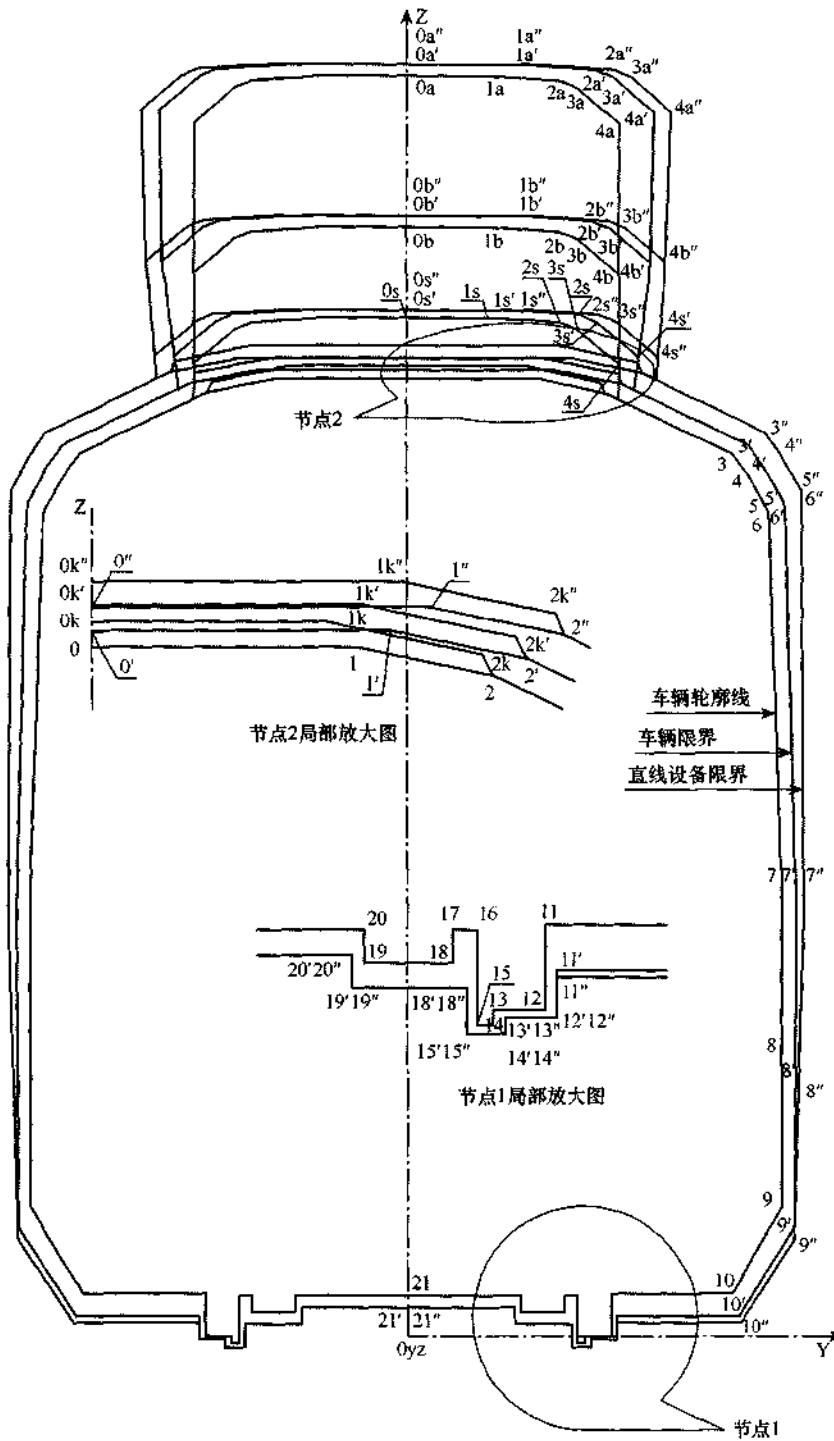


图 A.0.1 区间或过站直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界

表 A.0.1-1 车辆轮廓线坐标值 (mm)

点号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	525	798	1300	1365	1444	1450	1500	1500	1500
Z	3800	3800	3745	3504	3416	3277	3231	1800	1130	520
点号	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Y	1294	811.5	811.5	708.5	708.5	676.5	676.5	626	626	450
Z	170	170	0	0	-28	-28	160	160	95	95
点号	20	21	0k	1k	2k	0s	1s	2s	3s	4s
Y	450	0	0	467	777	0	325	615	687	850
Z	160	160	3850	3850	3787	4040	4040	4022	3992	3856
点号	0a	1a	2a	3a	4a	0b	1b	2b	3b	4b
Y	0	325	615	687	850	0	325	615	687	850
Z	5000	5000	4982	4952	4816	4400	4400	4382	4352	4216

注：表中第 0~9 点是车体上的控制点；第 10、11 点是转向架上的控制点；第 12~15 点是车轮上的控制点；18、19 两点为连结在车轴上的齿轮箱点；16、17、20 点为连结在转向架构架上的信号接受设备的最低点；第 0s、1s、2s、3s、4s 点为隧道内受电弓控制点；第 0a、1a、2a、3a、4a 点为隧道外受电弓（高度 5000m）控制点；第 0b、1b、2b、3b、4b 点为隧道外受电弓（高度 4400m）控制点。

表 A.0.1-2 车辆限界坐标值（隧道内区间直线地段）(mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	593	866	1366	1430	1508	1514	1555	1552	1549
Z	3832	3833	3778	3538	3450	3311	3265	1722	1050	440
点号	10'	11'	12'	13'	14'	15'	18'	19'	20'	21'
Y	1321	835	835	732	732	654	654	425	425	0
Z	80	80	-15	-15	-47	-47	45	45	110	110
点号	0k'	1k'	2k'				—	—	—	—
Y	0	536	845				—	—	—	—
Z	3882	3883	3820				—	—	—	—
点号	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'	—	—	—	—	—
Y	0	403	693	765	927	—	—	—	—	—
Z	4071	4071	4053	4023	3887	—	—	—	—	—

表 A.0.1-3 设备限界坐标值（隧道内区间直线地段）(mm)

点号	0''	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
Y	0	672	943	1438	1500	1575	1579	1586	1566	1548
Z	3878	3879	3824	3584	3496	3357	3311	1668	996	386

表 A.0.1-3 设备限界坐标值 (隧道内区间直线地段) (mm) (续)

点号	10"	11"	12"	13"	14"	15"	18"	19"	20"	21"
Y	1329	835	835	732	732	654	654	425	425	0
Z	53	53	-15	-15	-47	-47	45	45	110	110
点号	0k"	1k"	2k"	—	—	—	—	—	—	—
Y	0	616	924	—	—	—	—	—	—	—
Z	3928	3929	3866	—	—	—	—	—	—	—
点号	0s"	1s"	2s"	3s"	4s"	—	—	—	—	—
Y	0	486	775	846	1005	—	—	—	—	—
Z	4071	4071	4053	4023	3887	—	—	—	—	—

表 A.0.1-4 车辆限界坐标值 (隧道外区间直线地段) (mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	635	906	1403	1467	1543	1548	1570	1557	1552
Z	3832	3840	3789	3555	3468	3331	3285	1702	1030	420
点号	10'	11'	12'	13'	14'	15'	18'	19'	20'	21'
Y	1322	835	835	732	732	654	654	425	425	0
Z	72	75	-15	-15	-47	-47	45	45	110	110
点号	0k'	1k'	2k'	—	—	—	—	—	—	—
Y	0	580	889	—	—	—	—	—	—	—
Z	3882	3889	3830	—	—	—	—	—	—	—
点号	0a'	1a'	2a'	3a'	4a'	0b'	1b'	2b'	3b'	4b'
Y	0	468	758	829	989	0	455	745	816	976
Z	5044	5044	5026	4996	4860	4444	4444	4426	4396	4260

注: 第 0a'、1a'、2a'、3a'、4a' 点及 0b'、1b'、2b'、3b'、4b' 点分别为隧道外两种不同高度受电弓车辆限界坐标。

表 A.0.1-5 设备限界坐标值 (隧道外区间直线地段) (mm)

点号	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"
Y	0	691	962	1455	1517	1590	1595	1592	1567	1551
Z	3878	3882	3829	3591	3504	3365	3319	1656	990	384
点号	10"	11"	12"	13"	14"	15"	18"	19"	20"	21"
Y	1329	835	835	732	732	654	654	425	425	0
Z	53	53	-15	-15	-47	-47	45	45	110	110
点号	0k"	1k"	2k"	—	—	—	—	—	—	—
Y	0	635	943	—	—	—	—	—	—	—
Z	3928	3931	3870	—	—	—	—	—	—	—

表 A.0.1-5 设备限界坐标值（隧道外区间直线地段）（mm）（续）

点号	0a''	1a''	2a''	3a''	4a''	0b''	1b''	2b''	3b''	4b''
Y	0	542	831	902	1060	0	520	809	880	1038
Z	5044	5044	5026	4996	4860	4444	4444	4426	4396	4260

注：第 0a''、1a''、2a''、3a''、4a'' 点及 0b''、1b''、2b''、3b''、4b'' 点分别为隧道外两种不同高度受电弓设备限界坐标。

表 A.0.1-6 车辆限界坐标值（隧道内过站直线地段）（mm）

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	584	857	1358	1422	1500	1506	1546	1544	1543
Z	3832	3833	3778	3537	3450	3311	3265	1770	1051	441
点号	10'	11'	12'	13'	14'	15'	18'	19'	20'	21'
Y	1320	834	834	731	731	655	655	426	426	0
Z	80	81	-15	-15	-47	-47	45	45	110	110
点号	0k	1k	2k	—	—	—	—	—	—	—
Y	0	527	836	—	—	—	—	—	—	—
Z	3882	3882	3820	—	—	—	—	—	—	—
点号	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'	—	—	—	—	—
Y	0	393	683	754	917	—	—	—	—	—
Z	4071	4071	4053	4023	3887	—	—	—	—	—

表 A.0.1-7 车辆限界坐标值（隧道外过站直线地段）（mm）

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	605	877	1376	1440	1517	1523	1555	1547	1544
Z	3832	3836	3783	3546	3459	3320	3275	1840	1044	434
点号	10'	11'	12'	13'	14'	15'	18'	19'	20'	21'
Y	1321	834	834	731	731	655	650	426	426	0
Z	76	78	-15	-15	-47	-47	45	45	110	110
点号	0k'	1k'	2k'	—	—	—	—	—	—	—
Y	0	548	857	—	—	—	—	—	—	—
Z	3882	3886	3825	—	—	—	—	—	—	—
点号	0a'	1a'	2a'	3a'	4a'	0b'	1b'	2b'	3b'	4b'
Y	0	455	745	816	977	0	444	734	805	966
Z	5044	5044	5026	4996	4860	4444	4444	4426	4396	4260

注：第 0a'、1a'、2a'、3a'、4a' 点及 0b'、1b'、2b'、3b'、4b' 点分别为隧道外两种不同高度受电弓车辆限界坐标。

A.0.2 车站直线地段停站车辆轮廓线、车辆限界（图 A.0.2）的坐标值，应按表 A.0.2-1～表 A.0.2-3 选取。

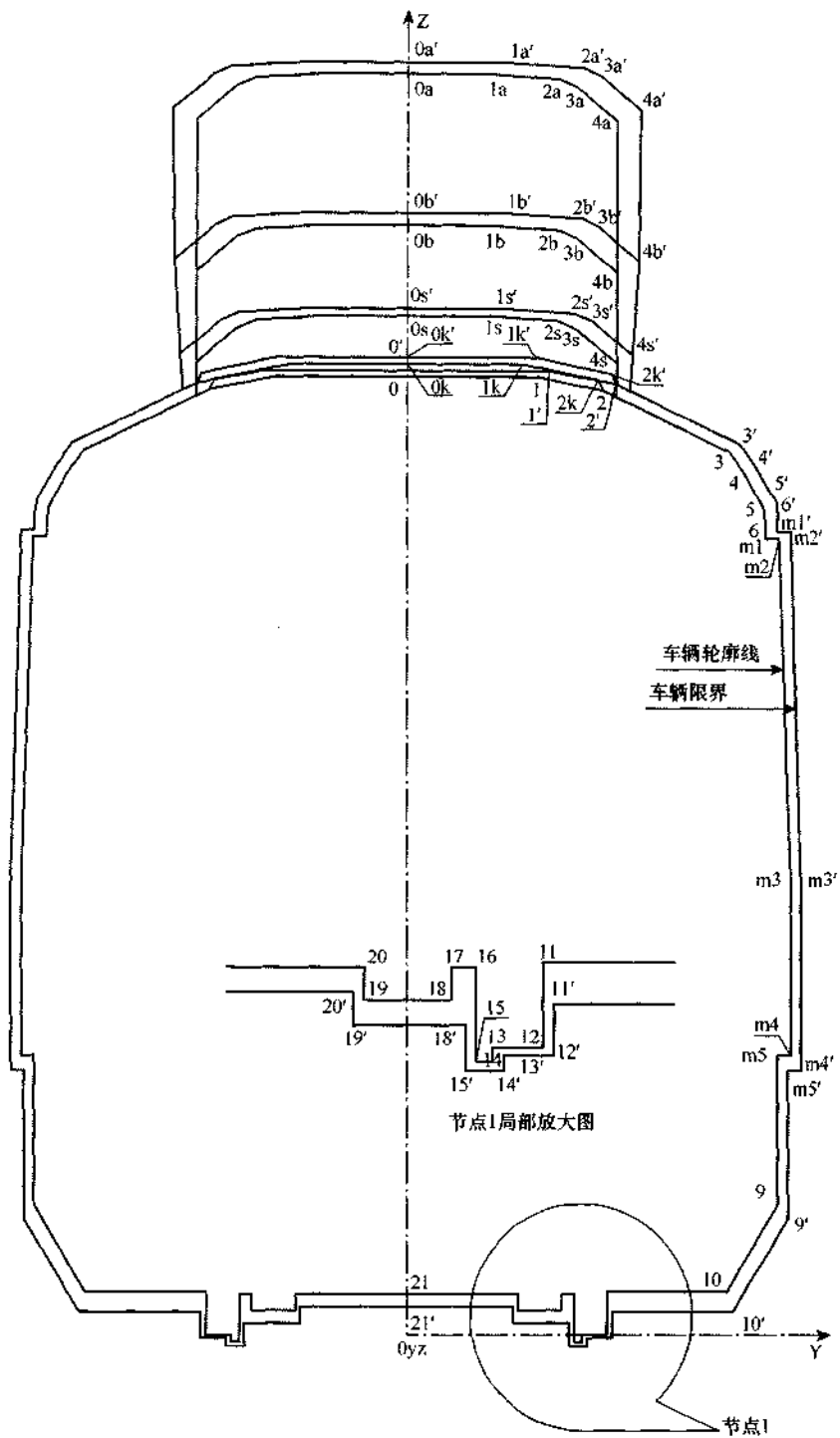


图 A.0.2 停站直线地段车辆轮廓线和车辆限界

表 A.0.2-1 车辆轮廓线坐标值 (mm)

点号	0	1	2	3	4	5	6	m1	m2	m3
Y	0	525	798	1300	1365	1444	1450	1453	1505	1552
Z	3800	3800	3745	3504	3416	3277	3231	3160	3160	1801
点号	m4	m5	9	10	11	12	13	14	15	16
Y	1552	1500	1500	1294	811.5	811.5	708.5	708.5	676.5	676.5
Z	1110	1110	520	170	170	0	0	-28	-28	160

表 A.0.2-1 车辆轮廓线坐标值 (mm) (续)

点号	17	18	19	20	21	0k	1k	2k	—	—
Y	626	626	450	450	0	0	467	777	—	—
Z	160	95	95	160	160	3850	3850	3787	—	—
点号	0s	1s	2s	3s	4s	0a	1a	2a	3a	4a
Y	0	325	615	687	850	0	325	615	687	850
Z	4040	4040	4022	3992	3856	5000	5000	4982	4952	4816
点号	0b	1b	2b	3b	4b	—	—	—	—	—
Y	0	325	615	687	850	—	—	—	—	—
Z	4400	4400	4382	4352	4216	—	—	—	—	—

注：表中第 0~6、9 点是车体上的控制点；m1~m5 点是开门状态下车门控制点；第 10、11 点是转向架上的控制点；第 12~15 点是车轮上的控制点；18、19 两点为连结在车轴上的齿联轴点；16、17、20 点为连结在转向架构架上的信号接受设备的最低点；第 0s、1s、2s、3s、4s 点为隧道内受电弓控制点；第 0a、1a、2a、3a、4a 点为隧道外受电弓（高度 5000mm）控制点；第 0b、1b、2b、3b、4b 点为隧道外受电弓（高度 4400mm）控制点。

表 A.0.2-2 车辆限界坐标值（隧道内停站直线地段）(mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	m1'	m2'	m3'
Y	0	575	848	1349	1413	1492	1498	1505	1557	1597
Z	3825	3825	3771	3530	3443	3304	3258	3181	3181	1744
点号	m4'	m5'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	18'
Y	1594	1542	1540	1318	834	834	731	731	655	648
Z	1048	1049	459	90	90	-13	-13	-45	-45	47
点号	19'	20'	21'	0k	1k	2k	—	—	—	—
Y	428	428	0	0	523	833	—	—	—	—
Z	47	112	112	3875	3875	3813	—	—	—	—
点号	0s	1s	2s	3s	4s	—	—	—	—	—
Y	0	389	679	751	914	—	—	—	—	—
Z	4071	4071	4053	4023	3887	—	—	—	—	—

表 A.0.2-3 车辆限界坐标值（隧道外停站直线地段）(mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	m1'	m2'	m3'
Y	0	596	868	1367	1432	1509	1515	1522	1574	1604
Z	3825	3829	3776	3539	3452	3314	3268	3191	3191	1733
点号	m4'	m5'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	18'
Y	1597	1545	1542	1319	834	834	731	731	655	648
Z	1039	1040	450	86	88	-13	-13	-45	-45	47
点号	19'	20'	21'	0k'	1k'	2k'	—	—	—	—
Y	428	428	0	0	545	854	—	—	—	—
Z	47	112	112	3875	3878	3818	—	—	—	—
点号	0a'	1a'	2a'	3a'	4a'	0b'	1b'	2b'	3b'	4b'
Y	0	423	712	784	946	0	416	706	777	939
Z	5044	5044	5026	4996	4860	4444	4444	4426	4396	4260

注：第 0a'、1a'、2a'、3a'、4a' 点及 0b'、1b'、2b'、3b'、4b' 点分别为隧道外两种不同高度受电弓车辆限界坐标。

附录 B B<sub>1</sub>型车限界图

B.0.1 区间或过站直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界（图 B.0.1）的坐标值，应按表 B.0.1-1～表 B.0.1-7 选取。

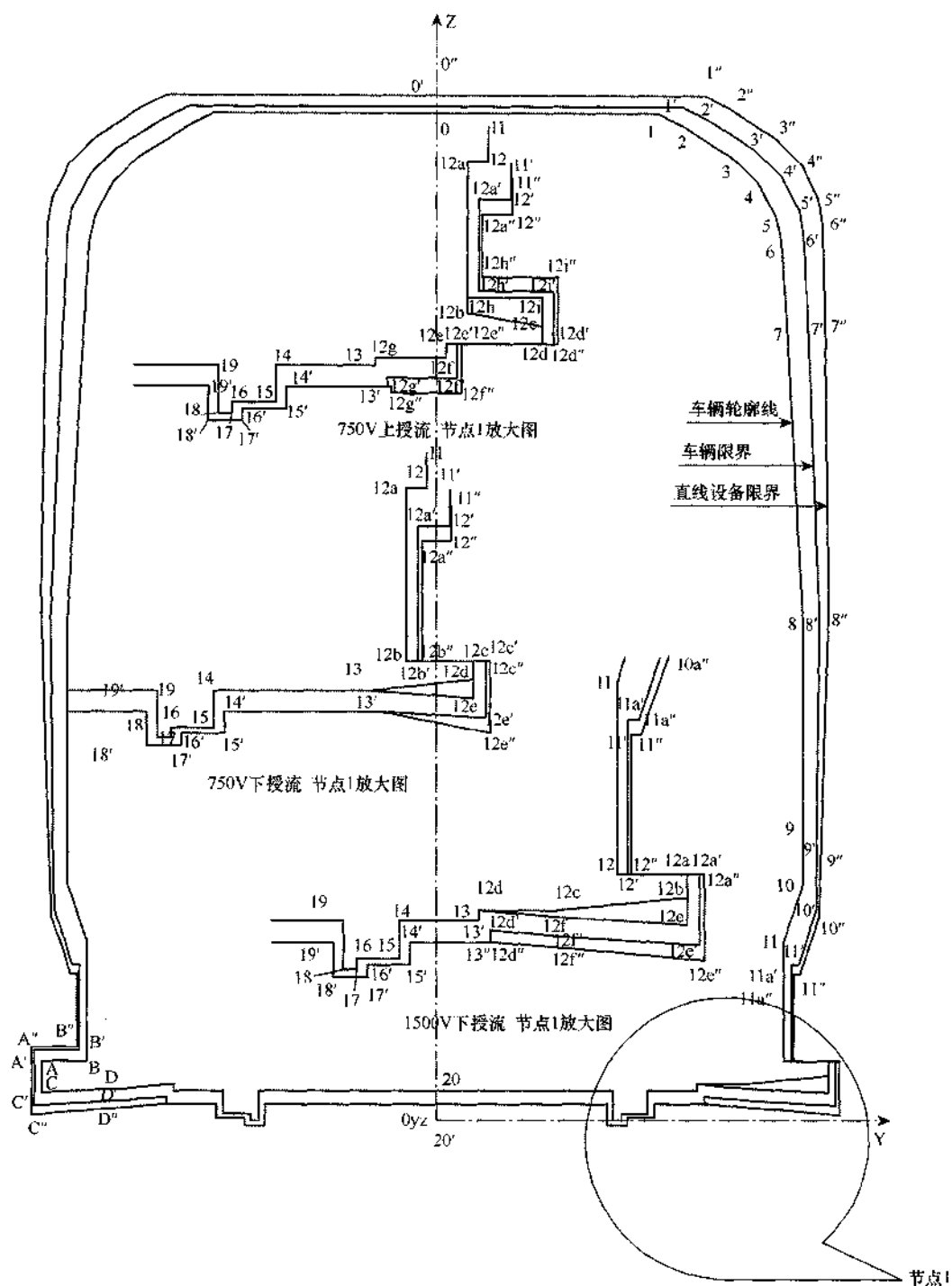


图 B.0.1 区间或过站直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界



表 B.0.1-1 车辆轮廓线坐标 (mm)

点号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—	—	备注
Y	0	850	950	1129	1229	1299	1318	1341.5	1400	1400	—	—	车体控制点
Z	3800	3800	3750	3636	3538	3406	3315	2975	1860	1100	—	—	
点号	10	11	m1	m2	m3	m4	m5	m6	—	—	—	—	
Y	1400	1330	1332	1384	1393.5	1452	1452	1400	—	—	—	—	
Z	870	655	3113	3113	2975	1860	1087	1087	—	—	—	—	
点号	13	14	15	16	17	18	19	20	—	—	—	—	其他控制点
Y	1000	811.5	811.5	708.5	708.5	676.5	676.5	0	—	—	—	—	
Z	88	88	0	0	-25	-25	88	88	—	—	—	—	
点号	12	12a	12b	12c	12d	12e	12f	A	B	C	D	—	1500V 下授流
Y	1330	1500	1500	1184	1000	1500	1184	-1500	-1330	-1500	-1184	—	
Z	200	200	145	114	114	80	98	260	260	80	98	—	
注：表中第 0~11 点是车体上的控制点；13、14 点是轴箱簧下控制点；15、16 点是车辆踏面控制点；17、18 点是轮缘控制点；19、20 点是齿轮箱控制点；m1~m6 点点是开门状态车门控制点；第 12~12d 点是受电靴工作状态控制点，12e、12f 是受电靴脱靴状态控制点；A~D 受电靴非工作状态控制点。其中 11 点水平方向对受流器及车体分别计算，并增加控制一个点，竖向按车底悬挂物计算；13 点水平按照受流器计算，竖向按照簧下部分计算。													

点号	11	12	14	15	16	17	18	19	20	—	—	—	750V 下授流
Y	1318	1318	811.5	811.5	708.5	708.5	676.5	676.5	0	—	—	—	
Z	655	570	88	0	0	-25	-25	88	88	—	—	—	
点号	12a	12b	12c	12d	12e	13	A	B	C	D	—	—	
Y	1270	1270	1431	1431	1431	1184	-1431	-1270	-1431	-1184	—	—	
Z	570	160	160	115	70	88	220	220	70	88	—	—	
注：表中第 0~12 点是车体上的控制点；14 点是轴箱簧下控制点；15、16 点是车辆踏面控制点；17、18 点是轮缘控制点；19、20 点是齿轮箱控制点；m1~m6 点是开门状态是车门控制点；第 12a~12d、13 点是受电靴工作状态控制点，12e 是受电靴脱靴状态控制点，A~D 是受电靴非工作状态控制点。其中 12a 点计算时水平按照受流器，竖向按照车体底部悬挂物；13 点水平按照受流器计算，竖向按照簧下部分计算。													

点号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	12a	12b	750V 上授流
Y	1318	1318	1050	811.5	811.5	708.5	708.5	676.5	676.5	0	1270	1270	
Z	655	570	88	88	0	0	-25	-25	88	88	570	211	
点号	12c	12d	12e	12f	12g	12h	12i	A	B	C	D	—	
Y	1448	1448	1218	1218	1050	1270	1448	-1448	-1270	-1448	-1050	—	
Z	180	140	140	105	105	247	247	247	247	110	105	—	
注：表中第 0~12 点是车体上的控制点；12g、13、14 点是轴箱簧下控制点；15、16 点是车辆踏面控制点；17、18 点是轮缘控制点；19、20 点是齿轮箱控制点；m1~m6 点点是开门状态车门控制点；第 12a~12g 点是受电靴工作状态控制点，12g、12h 是受电靴脱靴状态控制点，A~D 受电靴非工作状态控制点。其中 12a 点计算时水平按照受流器，竖向按照车体底部悬挂物；13 点水平按照受流器计算，竖向按照簧下部分计算。													

表 B.0.1-2 车辆限界坐标值 (隧道内区间直线地段) (mm)

车体控制点												备注
点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
Y	0	942	1041	1218	1317	1385	1402	1421	1464	1456	1454	车体
Z	3826	3826	3777	3664	3566	3435	3344	3004	1889	1010	779	
其他控制点												备注
点号	11'	11a'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	
Y	1385	1357	1027	836	836	733	733	652	652	0	—	1500V 下授流
Z	565	565	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12'	12a'	12d'	12e'	12f'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1357	1527	1027	1527	1211	-1527	-1357	-1527	-1211	—	—	
Z	200	200	67	32	51	275	274	32	51	—	—	
点号	11'	12'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	—	750V 下授流
Y	1374	1374	836	836	733	733	652	652	0	—	—	
Z	565	480	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	—	
点号	12a'	12b'	12c'	13'	12e'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1297	1297	1458	1211	1458	-1458	-1297	-1458	-1211	—	—	
Z	480	160	160	37	23	234	234	23	41	—	—	
点号	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	750V 上授流
Y	1374	1374	1077	836	836	733	733	652	652	0	—	
Z	565	480	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12a'	12d'	12e'	12f'	12g'	12h'	12i'	A'	B'	C'	D'	
Y	1297	1475	1245	1245	1077	1297	1475	-1475	-1297	-1475	-1077	
Z	480	140	140	58	58	262	262	232	233	63	58	

表 B.0.1-3 设备限界坐标值 (隧道内区间直线地段) (mm)

车体控制点												备注
点号	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	
Y	0	1028	1126	1300	1396	1460	1476	1485	1500	1472	1464	车体
Z	3868	3868	3818	3705	3607	3475	3384	3044	1929	978	745	
其他控制点												备注
点号	11"	11a"	13"	14"	15"	16"	17"	18"	19"	20"	—	
Y	1389	1365	1039	836	836	733	733	652	652	0	—	1500V 下授流
Z	530	530	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12"	12a"	12d"	12e"	12f"	A"	B"	C"	D"	—	—	
Y	1365	1535	1038	1539	1222	-1534	-1364	-1539	-1222	—	—	
Z	200	200	44	-5	23	311	306	-5	23	—	—	
点号	11"	12"	14"	15"	16"	17"	18"	19"	20"	—	—	750V 下授流
Y	1377	1377	836	836	733	733	652	652	0	—	—	
Z	530	445	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	—	

表 B.0.1-3 设备限界坐标值（隧道内区间直线地段）（mm）（续）

其他控制点												750V 上 授流
点号	12a''	12b''	12c''	13''	12e''	A''	B''	C''	D''	—	—	
Y	1307	1307	1468	1223	1470	-1466	-1305	-1470	-1223	—	—	
Z	445	160	160	37	-13	269	264	-13	13	—	—	750V 上 授流
点号	11''	12''	13''	14''	15''	16''	17''	18''	19''	20''	—	
Y	1377	1377	1088	836	836	733	733	652	652	0	—	
Z	530	445	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12a''	12d''	12e''	12f''	12g''	12h''	12i''	A''	B''	C''	D''	
Y	1304	1485	1255	1256	1088	1304	1485	-1482	-1304	-1486	-1088	
Z	445	140	140	22	22	296	296	296	291	27	31	

表 B.0.1-4 车辆限界坐标值（隧道外区间直线地段）（mm）

车体控制点												备注
点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
Y	0	1030	1128	1302	1397	1461	1476	1484	1495	1464	1455	
Z	3841	3841	3792	3679	3582	3450	3359	3020	1905	1905	746	车体
其他控制点												1500V 下授 流
点号	11'	11a'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	
Y	1391	1358	1029	836	836	733	733	652	652	0	—	
Z	531	531	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	1500V 下授 流
点号	12'	12a'	12d'	12e'	12f'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1358	1528	1029	1529	1213	-1528	-1358	-1529	-1213	—	—	
Z	200	200	64	27	47	280	279	27	47	—	—	750V 下授 流
点号	11'	12'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	—	
Y	1381	1381	836	836	733	733	652	652	0	—	—	
Z	524	440	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	—	
点号	12a'	12b'	12c'	13'	12e'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1297	1298	1459	1213	1460	-1459	-1298	-1460	-1213	—	—	
Z	439	160	160	37	18	239	239	18	37	—	—	750V 上授 流
点号	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	
Y	1381	1381	1079	836	836	733	733	652	652	0	—	
Z	524	440	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12a'	12d'	12e'	12f'	12g'	12h'	12i'	A'	B'	C'	D'	
Y	1297	1477	1247	1247	1079	1298	1477	-1476	-1298	-1477	-1079	
Z	440	140	140	54	54	266	266	266	266	58	54	

表 B.0.1-5 设备限界坐标值 (隧道外区间直线地段) (mm)

车体控制点												备注
点号	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	
Y	0	1101	1198	1369	1463	1524	1537	1538	1525	1478	1464	车体
Z	3871	3871	3822	3708	3611	3479	3389	3049	1934	973	740	
其他控制点												备注
点号	11"	11a"	13"	14"	15"	16"	17"	18"	19"	20"	—	
Y	1394	1365	1039	836	836	733	733	652	652	0	—	1500V 下授流
Z	526	526	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12"	12a"	12d"	12e"	12f"	A"	B"	C"	D"	—	—	
Y	1365	1535	1038	1539	1222	-1534	-1364	-1539	-1222	—	—	
Z	200	200	44	-5	23	311	306	-5	23	—	—	
点号	11"	12"	14"	15"	16"	17"	18"	19"	20"	—	—	
Y	1383	1383	836	836	733	733	652	652	0	—	—	750V 下 授流
Z	526	441	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	—	
点号	12a"	12b"	12c"	13"	12e"	A"	B"	C"	D"	—	—	
Y	1299	1307	1468	1223	1470	-1466	-1305	-1470	-1223	—	—	
Z	441	160	160	37	153	269	264	-13	13	—	—	
点号	11"	12"	13"	14"	15"	16"	17"	18"	19"	20"	—	
Y	1383	1383	1088	836	836	733	733	652	652	0	—	750V 上 授流
Z	526	441	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12a"	12d"	12e"	12f"	12g"	12h"	12i"	A"	B"	C"	D"	
Y	1299	1485	1255	1256	1088	1304	1485	-1482	-1304	-1486	-1088	
Z	441	140	140	188	188	296	296	296	291	27	31	

表 B.0.1-6 车辆限界坐标值 (隧道内过站直线地段)

车体控制点												备注
点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
Y	0	927	1027	1204	1303	1371	1389	1409	1455	1447	1445	车体
Z	3842	3843	3793	3679	3582	3450	3359	3019	1904	1007	777	
其他控制点												备注
点号	11'	11a'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	
Y	1376	1357	1027	836	836	733	733	652	652	0	—	1500V 下授流
Z	561	561	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12'	12a'	12d'	12e'	12f'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1357	1527	1027	1527	1211	-1527	-1357	-1527	-1211	—	—	
Z	200	200	67	32	51	275	274	32	51	—	—	
点号	11'	12'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	—	
Y	1364	1365	836	836	733	733	652	652	0	—	—	750V 下 授流
Z	561	476	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	—	

表 B.0.1-6 车辆限界坐标值（隧道内过站直线地段）（续）

其他控制点											750V 下 授流
点号	12a'	12b'	12c'	13'	12e'	A'	B'	C'	D'	—	
Y	1297	1297	1458	1211	1458	-1458	-1297	-1458	-1211	—	
Z	476	160	160	37	23	234	234	23	41	—	750V 上 授流
点号	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	
Y	1364	1356	1079	836	836	733	733	652	652	0	
Z	561	482	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	
点号	12a'	12d'	12e'	12f'	12g'	12h'	12i'	A'	B'	C'	D'
Y	1297	1475	1245	1245	1077	1297	1475	-1475	-1297	-1475	-1077
Z	482	140	140	58	58	262	262	262	222	63	58

表 B.0.1-7 车辆限界坐标值（隧道外过站直线地段）

车体控制点												
点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	备注
Y	0	972	1070	1246	1343	1410	1426	1441	1470	1451	1446	车体
Z	3854	3854	3806	3694	3598	3467	3376	3037	1923	986	756	
其他控制点												
点号	11'	11a'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	备注
Y	1379	1358	1029	836	836	733	733	652	652	0	—	1500V 下授流
Z	541	541	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12'	12a'	12d'	12e'	12f'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1358	1528	1029	1529	1213	-1528	-1358	-1529	-1213	—	—	
Z	200	200	64	27	47	280	279	27	47	—	—	
点号	11'	12'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	—	
Y	1367	1369	836	836	733	733	652	652	0	—	—	750V 下授流
Z	541	456	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	—	
点号	12a'	12b'	12c'	13'	12e'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1297	1298	1459	1213	1460	-1459	-1298	-1460	-1213	—	—	
Z	456	160	160	37	18	239	239	18	37	—	—	
点号	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	
Y	1367	1360	1029	836	836	733	733	652	652	0	—	750V 上授流
Z	541	462	37	37	-15	-15	-44	-44	38	38	—	
点号	12a'	12d'	12e'	12f'	12g'	12h'	12i'	A'	B'	C'	D'	
Y	1297	1477	1247	1247	1079	1298	1477	-1476	-1298	-1477	-1079	
Z	462	140	89	54	54	266	266	266	266	58	54	

B.0.2 车站直线地段停站车辆轮廓线和车辆限界（图 B.0.2）的坐标值，应按表 B.0.2-1～表 B.0.2-2 选取。

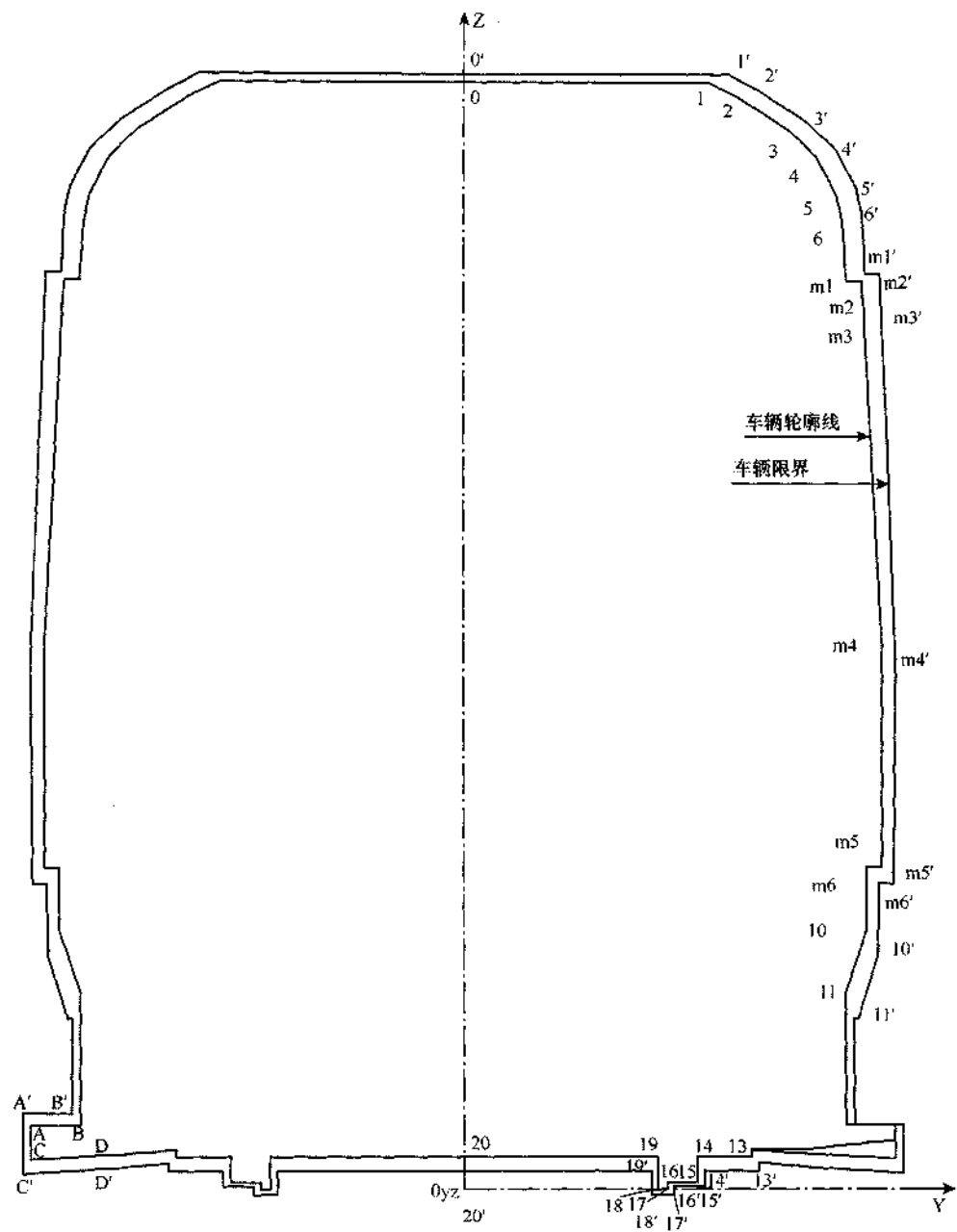


图 B.0.2 停站直线地段车辆轮廓线和车辆限界

表 B.0.2-1 车辆限界坐标值（隧道内停站直线地段）

车体控制点												备注
点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	m1'	m2'	m3'	m4'	
Y	0	921	1021	1198	1297	1366	1384	1395	1447	1455	1503	车体部分 m1 至 m6
Z	3825	3826	3776	3662	3565	3433	3342	3140	3140	3002	1809	
点号	m5'	m6'	10'	—	—	—	—	—	—	—	—	点坐标参 见表 C.0.2-1
Y	1495	1443	1441	—	—	—	—	—	—	—	—	
Z	1031	1032	811	—	—	—	—	—	—	—	—	

表 B.0.2-1 车辆限界坐标值（隧道内停站直线地段）（续）

其他控制点												备注
点号	11'	11a'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	
Y	1373	1357	1027	834	834	731	731	654	654	0	—	1500V 下 授流
Z	596	596	39	39	-13	-13	-42	-42	35	35	—	
点号	12'	12a'	12d'	12e'	12f'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1357	1527	1027	1527	1211	-1527	-1357	-1527	-1211	—	—	
Z	200	200	67	32	51	275	275	32	51	—	—	
点号	11'	12'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	—	750V 下授 流
Y	1373	1361	834	834	731	731	699	699	0	—	—	
Z	600	511	39	-13	-13	-17	-17	35	35	—	—	
点号	12a'	12b'	12c'	13'	12e'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1297	1297	1458	1211	1458	-1458	-1297	-1458	-1211	—	—	
Z	511	160	160	39	23	234	234	23	41	—	—	
点号	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	750V 上授 流
Y	1318	1361	1077	834	834	731	731	699	699	0	—	
Z	655	511	39	39	-13	-13	-17	-17	35	35	—	
点号	12a'	12d'	12e'	12f'	12g'	12h'	12i'	A'	B'	C'	D'	
Y	1297	1475	1245	1245	1077	1297	1475	-1475	-1297	-1475	-1077	
Z	511	140	140	58	58	262	262	262	262	63	58	

表 B.0.2-2 车辆限界坐标值（隧道外停站直线地段）

车体控制点												备注
点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	m1'	m2'	m3'	m4'	
Y	0	965	1064	1240	1337	1404	1421	1429	1481	1487	1518	车体部分 m1 至 m6 点坐 标参见表 C.0.2-1
Z	3838	3838	3789	3678	3582	3451	3360	3158	3159	3022	1787	
点号	m5'	m6'	10'	—	—	—	—	—	—	—	—	
Y	1499	1447	1442	—	—	—	—	—	—	—	—	
Z	1009	1010	790	—	—	—	—	—	—	—	—	
其他控制点												备注
点号	11'	11a'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	
Y	1376	1358	1029	834	834	731	731	654	654	0	—	1500V 下授 流
Z	576	576	37	39	-13	-13	-42	-42	35	35	—	
点号	12'	12a'	12d'	12e'	12f'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1358	1528	1029	1529	1213	-1528	-1358	-1529	-1213	—	—	
Z	200	200	64	27	47	280	279	27	47	—	—	
点号	11'	12'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	—	750V 下授流
Y	1364	1365	834	834	731	731	699	699	0	—	—	
Z	576	491	39	-13	-13	-42	-42	35	35	—	—	

表 B.0.2-2 车辆限界坐标值（隧道外停站直线地段）（续）

其他控制点												
点号	12a'	12b'	12c'	13'	12e'	A'	B'	C'	D'	—	—	
Y	1297	1298	1459	1213	1460	-1459	-1298	-1460	-1213	—	—	
Z	491	160	160	39	18	239	239	18	37	—	—	
点号	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	—	
Y	1364	1365	1079	834	834	731	731	699	699	0	—	
Z	576	491	39	39	-13	-13	-42	-42	35	35	—	
点号	12a'	12d'	12e'	12f'	12g'	12h'	12i'	A'	B'	C'	D'	750V 上授流
Y	1297	1477	1247	1247	1079	1298	1477	-1476	-1298	-1477	-1079	
Z	491	140	140	54	54	266	266	266	266	58	54	



附录 C B<sub>2</sub>型车限界图

C.0.1 区间或过站直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界（图 C.0.1）的坐标值，应按表 C.0.1-1～表 C.0.1-7 选取。

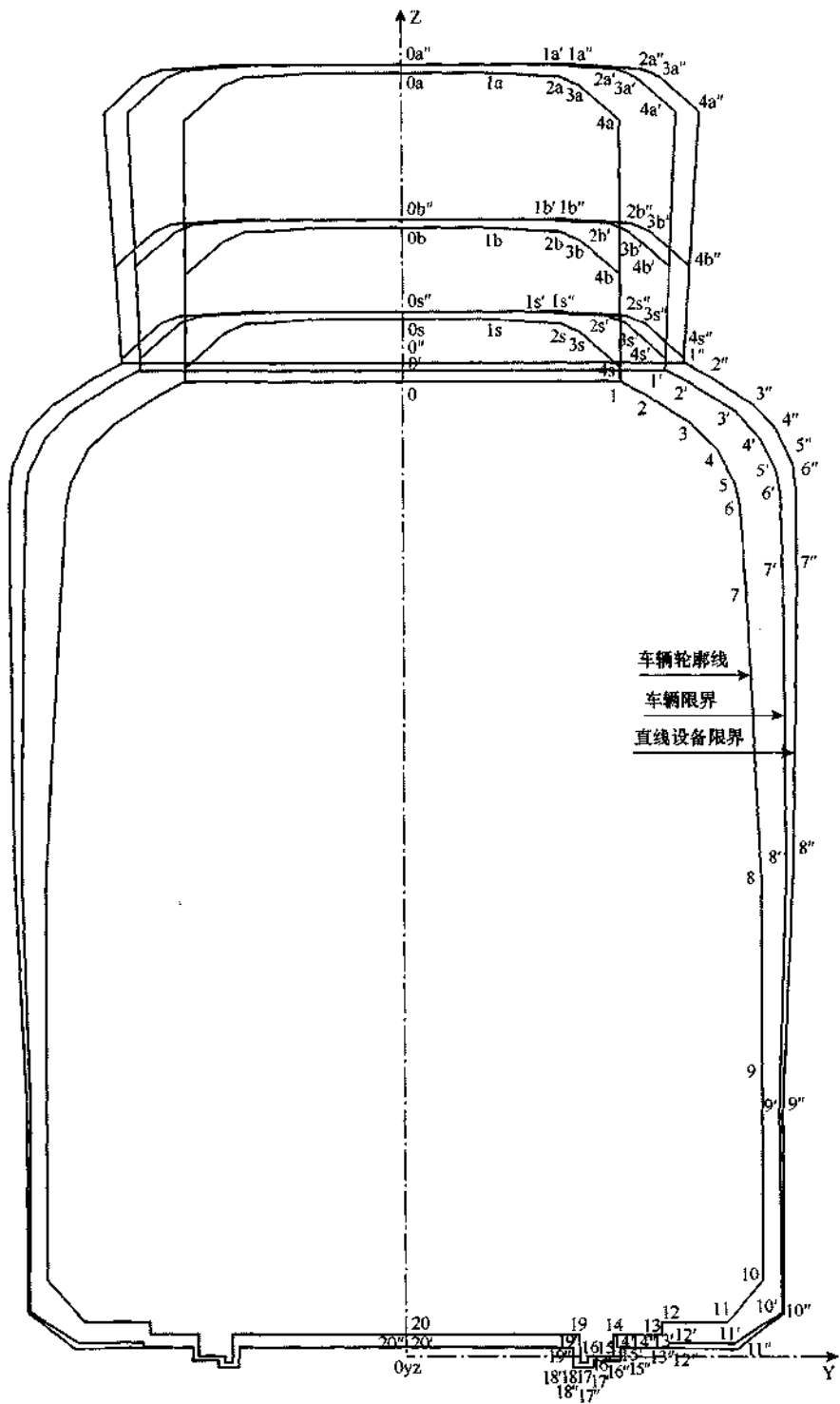


图 C.0.1 区间或过站直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界

表 C.0.1-1 车辆轮廓线坐标

点号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	850	950	1129	1229	1299	1318	1341.5	1400	1400
Z	3800	3800	3750	3636	3538	3406	3315	2975	1860	1100
点号	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Y	1400	1255	1000	1000	811.5	811.5	708.5	708.5	676.5	676.5
Z	300	135	135	88	88	0	0	-25	-25	88
点号	20	0s	1s	2s	3s	4s	0b	1b	2b	3b
Y	0	0	325	615	687	850	0	325	615	687
Z	88	4040	4040	4022	3992	3856	4400	4400	4382	4352
点号	4b	0a	1a	2a	3a	4a	—	—	—	—
Y	850	0	325	615	687	850	—	—	—	—
Z	4216	5000	5000	4982	4952	4816	—	—	—	—

注：表中第 0~10 点是车体上的控制点；第 11、12 点是转向架上的控制点；13、14 和 19、20 点是轴箱簧下控制点；15、16 点是车辆踏面控制点；17、18 点是轮缘控制点；0s~4s、0a~4a、0b~4b 点是受电弓控制点。

表 C.0.1-2 车辆限界坐标值（隧道内区间直线地段）（mm）

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	942	1041	1218	1317	1385	1402	1421	1464	1456
Z	3826	3826	3777	3664	3566	3435	3344	3004	1889	1010
点号	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
Y	1458	1281	1026	1025	836	836	733	733	652	652
Z	210	59	59	37	37	-15	-15	-44	-44	38
点号	20'	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'	—	—	—	—
Y	0	0	415	705	777	937	—	—	—	—
Z	38	4071	4071	4053	4023	3887	—	—	—	—

表 C.0.1-3 设备限界坐标值（隧道内区间直线地段）（mm）

点号	0''	1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''
Y	0	1028	1126	1300	1396	1460	1476	1485	1500	1472
Z	3868	3868	3818	3705	3607	3475	3384	3044	1929	978
点号	10''	11''	12''	13''	14''	15''	16''	17''	18''	19''
Y	1463	1291	1036	1025	836	836	733	733	652	652
Z	178	29	36	37	37	-15	-15	-44	-44	38
点号	20''	0s''	1s''	2s''	3s''	4s''	—	—	—	—
Y	0	0	507	796	867	1025	—	—	—	—
Z	38	4071	4071	4053	4023	3887	—	—	—	—

表 C.0.1-4 车辆限界坐标值（隧道外区间直线地段）（mm）

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	1030	1128	1302	1397	1461	1476	1484	1495	1464
Z	3841	3841	3792	3679	3582	3450	3359	3020	1905	977
点号	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
Y	1473	1283	1028	1025	836	836	733	733	652	652
Z	177	55	56	37	37	-15	-15	-44	-44	38

表 C.0.1-4 车辆限界坐标值（隧道外区间直线地段）（mm）（续）

点号	20'	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'	0b'	1b'	2b'	3b'
Y	0	0	511	800	870	1027	0	527	816	887
Z	38	4071	4071	4053	4023	3887	4431	4431	4413	4383
点号	4b'	0a'	1a'	2a'	3a'	4a'	—	—	—	—
Y	1044	0	555	844	915	1071	—	—	—	—
Z	4247	5031	5031	5013	4983	4847	—	—	—	—

表 C.0.1-5 设备限界坐标值（隧道外区间直线地段）（mm）

点号	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"
Y	0	1101	1198	1369	1463	1524	1537	1538	1525	1478
Z	3871	3871	3822	3708	3611	3479	3389	3049	1934	973
点号	10"	11"	12"	13"	14"	15"	16"	17"	18"	19"
Y	1477	1291	1036	1025	836	836	733	733	652	652
Z	173	29	36	37	37	-15	-15	-44	-44	38
点号	20"	0s"	1s"	2s"	3s"	4s"	0b"	1b"	2b"	3b"
Y	0	0	587	876	946	1100	0	611	900	970
Z	38	4071	4071	4053	4023	3887	4431	4431	4413	4383
点号	4b"	0a"	1a"	2a"	3a"	4a"	—	—	—	—
Y	1124	0	651	940	1010	1164	—	—	—	—
Z	4247	5031	5031	5013	4983	4847	—	—	—	—

表 C.0.1-6 车辆限界坐标值（隧道内过站直线地段）

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	928	1027	1204	1303	1372	1389	1409	1455	1447
Z	3825	3825	3775	3661	3564	3432	3341	3001	1886	1013
点号	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
Y	1449	1281	1026	1025	836	836	733	733	652	652
Z	213	59	59	37	37	-15	-15	-44	-44	38
点号	20'	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'	—	—	—	—
Y	0	0	408	697	769	930	—	—	—	—
Z	38	4071	4071	4053	4023	3887	—	—	—	—

表 C.0.1-7 车辆限界坐标值（隧道外过站直线地段）

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
Y	0	972	1070	1246	1343	1410	1426	1441	1470	1451
Z	3847	3847	3799	3690	3595	3463	3372	3033	1918	991
点号	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
Y	1457	1282	1027	1025	836	836	733	733	652	652
Z	191	57	58	37	37	-15	-15	-44	-44	38
点号	20'	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'	0b'	1b'	2b'	3b'
Y	0	0	455	745	816	975	0	465	755	826
Z	38	4071	4071	4053	4023	3887	4431	4431	4413	4383
点号	4b'	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	985	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Z	4247	—	—	—	—	—	—	—	—	—

C.0.2 车站直线地段停站车辆轮廓线和车辆限界（图 C.0.2）的坐标值，应按表 C.0.2-1～表 C.0.2-3 选取。

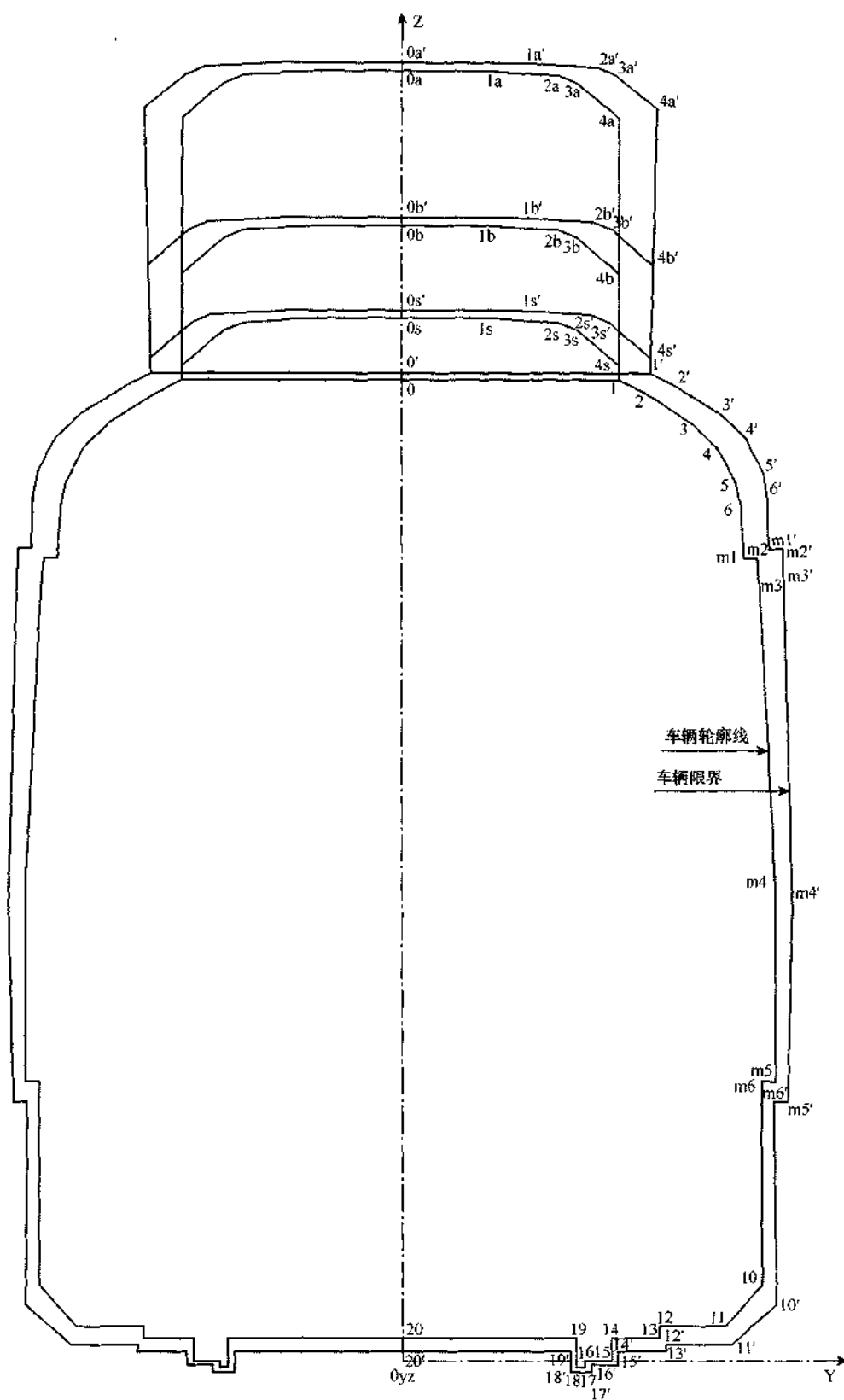


图 C.0.2 停站直线地段车辆轮廓线和车辆限界

表 C.0.2-1 车辆轮廓线坐标 (mm)

点号	m1	m2	m3	m4	m5	m6
Y	1332	1384	1393.5	1452	1452	1400
Z	3113	3113	2975	1860	1087	1087

注：表中第 m1~m6 点是车门的控制点；其余各点坐标值参见表 C.0.1-1。

表 C.0.2-2 车辆限界坐标值（隧道内停站直线地段）(mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	m1'	m2'	m3'
Y	0	921	1021	1198	1297	1366	1384	1395	1447	1455
Z	3825	3826	3776	3662	3565	3433	3342	3140	3140	3002
点号	m4'	m5'	m6'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'
Y	1503	1495	1443	1446	1279	1024	1025	836	836	733
Z	1809	1031	1032	243	64	64	37	37	-15	-15
点号	17'	18'	19'	20'	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'	—
Y	733	652	652	0	0	402	692	764	925	—
Z	-44	-44	38	38	4071	4071	4053	4023	3887	—

表 C.0.2-3 车辆限界坐标值（隧道外停站直线地段）(mm)

点号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	m1'	m2'	m3'
Y	0	965	1064	1240	1337	1404	1421	1429	1481	1487
Z	3838	3838	3789	3678	3582	3451	3360	3158	3159	3022
点号	m4'	m5'	m6'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'
Y	1518	1499	1447	1454	1279	1024	1025	836	836	733
Z	1787	1009	1010	221	62	62	37	37	-15	-15
点号	17'	18'	19'	20'	0s'	1s'	2s'	3s'	4s'	0b'
Y	733	652	652	0	0	450	739.5	811	970	0
Z	-44	-44	38	38	4071	4071	4053	4023	3887	4431
点号	1b'	2b'	3b'	4b'	0a'	1a'	2a'	3a'	4a'	—
Y	459	749	820	980	0	325	615	687	850	—
Z	4431	4413	4383	4247	5000	5000	4982	4952	4816	—

附录 D 曲线地段车辆限界和设备限界计算方法

D.0.1 曲线地段车辆限界或设备限界应在直线地段车辆限界或设备限界基础上加宽和加高。

D.0.2 曲线地段车辆限界或曲线地段设备限界应按平面曲线或竖曲线引起的几何偏移量、过超高或欠超高引起的限界加宽和加高量、曲线轨道参数及车辆参数变化引起的限界加宽量计算确定，并应符合下列规定：

1 平面曲线或竖曲线引起的车体几何偏移量可按表 D.0.2-1～表 D.0.2-2 选取；

表 D.0.2-1 A 型车车体几何偏移量

符号	定 义	R100	R150	R200	R250	R300	R350	R400	R500
Ta	曲线外侧 (mm)	295	196	147	118	98	84	74	59
Ti	曲线内侧 (mm)	316	211	158	126	105	90	79	63
符号	定 义	R600	R700	R800	R1000	R1200	R1500	R2000	R3000
Ta	曲线外侧 (mm)	49	42	37	29	25	20	15	10
Ti	曲线内侧 (mm)	53	45	39	32	26	21	16	11

表 D.0.2-2 B 型车车体几何偏移量

符号	定 义	R100	R150	R200	R250	R300	R350	R400	R500
Ta	曲线外侧 (mm)	247	165	123	99	82	71	62	49
Ti	曲线内侧 (mm)	205	136	102	82	68	58	51	41
符号	定 义	R600	R700	R800	R1000	R1200	R1500	R2000	R3000
Ta	曲线外侧 (mm)	41	35	31	25	21	17	12	8
Ti	曲线内侧 (mm)	34	29	26	20	17	14	10	7

2 过超高或欠超高引起的车辆限界加宽或加高量可按表 D.0.2-3 确定；

表 D.0.2-3 过超高或欠超高引起的车辆限界加宽或加高量

过超高或 欠超高值 (mm)	横向偏移量 (mm) $\Delta Y_{Qs}$ 或 $\Delta Y_{Qi}$						竖向偏移量 (mm) $\Delta Z_{Qs}$ 或 $\Delta Z_{Qi}$					
	A 型车		B 型车				A 型车		B 型车			
	Aw0	Aw3	无扭杆		有扭杆		Aw0	Aw3	无扭杆		有扭杆	
			Aw0	Aw3	Aw0	Aw3			Aw0	Aw3	Aw0	Aw3
13	2	4	8	7	2	3	±0.8	±1.6	±3	±3	±1	±1
21	3	6	12	11	3	5	±1.3	±2.7	±5	±5	±1	±2
28	4	8	16	15	4	7	±1.7	±3.5	±7	±7	±2	±3
38	5	10	22	20	5	9	±2.4	±4.8	±10	±9	±2	±4

注：1. 横向偏移量计算值，按车顶处  $Z=3800\text{mm}$  计算，车底架下边梁处加宽量为 0，其余各控制点的偏移量采用插入法计算；

2. 竖向偏移量计算值，按车体肩部处的横坐标值计算：A 型车取  $1450\text{mm}$ ，B 型车取  $1318\text{mm}$ ；当采用过超高时，曲线内侧求得的竖向偏移量为负值，曲线外侧求得的竖向偏移量为正值；当采用欠超高时，曲线外侧求得的竖向偏移量为负值，曲线内侧求得的竖向偏移量为正值。

3. 本表只适用于计算站台计算长度内的曲线车辆限界值。

3 过超高或欠超高引起的设备限界加宽或加高量可按表 D.0.2-4 确定；

表 D.0.2-4 过超高或欠超高引起的设备限界加宽或加高量

过超高 或欠超 高值 (mm)	横向偏移量 (mm) $\Delta Y_{Qa}$ 或 $\Delta Y_{Qi}$						竖向偏移量 (mm) $\Delta Z_{Qa}$ 或 $\Delta Z_{Qi}$					
	A 型车		B 型车				A 型车		B 型车			
	$A_{w0}$	$A_{w3}$	无扭杆		有扭杆		$A_{w0}$	$A_{w3}$	无扭杆		有扭杆	
			$A_{w0}$	$A_{w3}$	$A_{w0}$	$A_{w3}$			$A_{w0}$	$A_{w3}$	$A_{w0}$	$A_{w3}$
13	0.8	1.1	2.6	3.9	1.0	1.2	$\pm 0.4$	$\pm 0.5$	$\pm 1.2$	$\pm 1.8$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$
21	1.3	1.8	4.2	6.3	1.7	2	$\pm 0.65$	$\pm 0.9$	$\pm 1.9$	$\pm 2.8$	$\pm 0.7$	$\pm 0.9$
28	1.7	2.4	5.6	8.4	2.2	2.6	$\pm 0.9$	$\pm 1.2$	$\pm 2.5$	$\pm 3.8$	$\pm 1.0$	$\pm 1.2$
38	2.3	3.2	7.6	11.4	3	3.6	$\pm 1.2$	$\pm 1.6$	$\pm 3.4$	$\pm 5.1$	$\pm 1.4$	$\pm 1.6$
45	2.8	3.8	9	13.5	3.6	4.2	$\pm 1.4$	$\pm 1.9$	$\pm 4.0$	$\pm 6.0$	$\pm 1.6$	$\pm 1.9$
52	3.2	4.4	10.4	15.7	4.1	4.9	$\pm 1.6$	$\pm 2.2$	$\pm 4.7$	$\pm 7.0$	$\pm 1.9$	$\pm 2.2$
61	3.8	5.1	12.2	18.4	4.9	5.7	$\pm 1.9$	$\pm 2.6$	$\pm 5.5$	$\pm 8.2$	$\pm 2.2$	$\pm 2.6$

4 曲线轨道参数及车辆参数变化引起车体及转向架车辆限界或设备限界加宽量，可按下列公式计算：

1) 曲线外侧：

$$\Delta Y_{ca} = 3 + 300/R + \Delta_{de} + \Delta_w + \Delta_q \quad (D.0.2-1)$$

$$\Delta Y_{ca} = 1000/R + 3 + 300/R + \Delta_{de} + \Delta_w + \Delta_q \quad (D.0.2-2)$$

2) 曲线内侧：

$$\Delta Y_{ci} = 300/R + \Delta_{de} + \Delta_w + \Delta_q \quad (D.0.2-3)$$

$$\Delta Y_{ci} = 1000/R + 300/R + \Delta_{de} + \Delta_w + \Delta_q \quad (D.0.2-4)$$

式中  $\Delta_{de}$ ——钢轨横向弹性变形量，曲线与直线差值 (mm) 取 1.4 (mm)；

$\Delta_w$ ——车辆二系弹簧的横向位移，在曲线与直线的差值取 15 (mm)；

$\Delta_q$ ——车辆一系弹簧的横向位移，在曲线与直线的差值取 4 (mm)；

$R$ ——平面曲线半径 (m)。

5 车辆限界和设备限界偏移量总和，可按下列规定计算：

1) 车体横向加宽和过超高（或欠超高）偏移方向相同时，可按下列公式计算：

$$\Delta Y_a = T_a + \Delta Y_{Qa} + \Delta Y_{ca} \quad (D.0.2-5)$$

$$\Delta Z_a = -\Delta Z_{Qa} \quad (D.0.2-6)$$

$$\Delta Y_i = T_i + \Delta Y_{Qi} + \Delta Y_{ci} \quad (D.0.2-7)$$

$$\Delta Z_i = -\Delta Z_{Qi} \quad (D.0.2-8)$$

2) 车体横向加宽和过超高（或欠超高）偏移方向相反时，可按下列公式计算：

$$\Delta Y_a = T_a - \Delta Y_{Qa} + \Delta Y_{ca} \quad (D.0.2-9)$$

$$\Delta Z_a = \Delta Z_{Qa} \quad (D.0.2-10)$$

$$\Delta Y_i = T_i - \Delta Y_{Qi} + \Delta Y_{ci} \quad (D.0.2-11)$$

$$\Delta Z_i = \Delta Z_{Qi} \quad (D.0.2-12)$$

D.0.3 曲线地段车辆限界或设备限界各点坐标值应由相应的直线地段车辆限界或设备限界各点坐标值加上  $\Delta Y_a$  ( $\Delta Y_i$ ) 和  $\Delta Z_a$  ( $\Delta Z_i$ ) 值后得到。

## 附录 E 缓和曲线地段建筑限界的加宽计算公式

E.0.1 缓和曲线引起的几何加宽量,可按下列规定计算:

1 缓和曲线内侧加宽量可按下列公式计算:

$$\text{A 型车} \quad e_{p\text{内}} = 31592 \frac{x}{C} \quad (\text{E.0.1-1})$$

$$\text{B 型车} \quad e_{p\text{内}} = 20450 \frac{x}{C} \quad (\text{E.0.1-2})$$

2 缓和曲线外侧加宽量可按下列公式计算:

$$\text{A 型车} \quad e_{p\text{外}} = \frac{1}{C}(30240x + 222768) \quad (\text{E.0.1-3})$$

$$\text{B 型车} \quad e_{p\text{外}} = \frac{1}{C}(25280x + 160107) \quad (\text{E.0.1-4})$$

式中,  $e_{p\text{内}}$ ,  $e_{p\text{外}}$ ——缓和曲线引起的曲线内、外侧限界加宽量 (mm)。

E.0.2 轨道超高引起的加宽量可按下列公式计算:

$$h_{\text{缓}} = h \times \frac{x}{L} \quad (\text{E.0.2-1})$$

$$e_{h\text{内}} = Y_1 \cos \alpha + Z_1 \sin \alpha - Y_1 \quad (\text{E.0.2-2})$$

$$e_{h\text{外}} = Y_2 \cos \alpha - Z_2 \sin \alpha - Y_2 \quad (\text{E.0.2-3})$$

$$\sin \alpha = \frac{h_{\text{缓}}}{1500} \quad (\text{E.0.2-4})$$

$$C = L \times R \quad (\text{E.0.2-5})$$

式中  $e_{h\text{内}}$ ,  $e_{h\text{外}}$ ——轨道超高引起的曲线内、外侧限界加宽量 (mm);

$x$ ——为计算点距离缓和曲线起点的距离 (m);

$L$ ——缓和曲线长度 (m);

$R$ ——圆曲线半径 (m);

$h$ ——圆曲线段轨道超高值 (mm);

$h_{\text{缓}}$ ——缓和曲线上计算点处的超高值 (mm);

$(Y_1, Z_1)$  及  $(Y_2, Z_2)$ ——计算曲线内、外侧限界加宽的设备限界控制点坐标 (mm)。

E.0.3 引起加宽量的其他因素可包括欠超高或过超高引起的加宽量和曲线轨道参数及车辆参数变化引起的建筑限界加宽量。其他因素引起的加宽量值,车站地段应取 10mm,区间地段应取 30mm。

E.0.4 缓和曲线上限界加宽总量可按下列公式计算:

$$1 \text{ 曲线内侧:} \quad E_{\text{内}} = e_{p\text{内}} + e_{h\text{内}} + e_{\text{其他}} \quad (\text{E.0.4-1})$$

$$2 \text{ 曲线外侧:} \quad E_{\text{外}} = e_{p\text{外}} + e_{h\text{外}} + e_{\text{其他}} \quad (\text{E.0.4-2})$$

式中  $e_{\text{其他}}$ ——其他因素引起的加宽量值 (mm),应按本规范第 E.0.3 取值。

E.0.5 缓和曲线段建筑限界加宽 (见图 E.0.5) 应分为内侧加宽和外侧加宽。



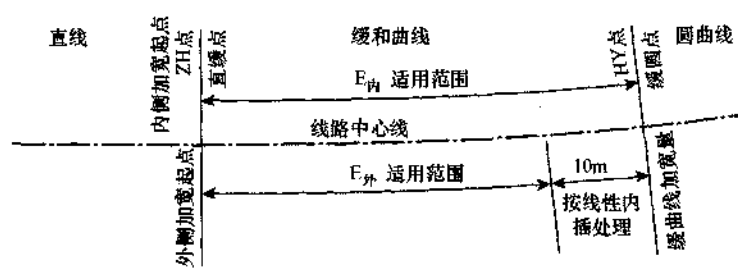


图 E.0.5 缓和曲线段建筑限界加宽适用范围示意

## 附录 F 车站功能评价指标计算公式

**F.0.1** 换乘车站内的换乘设施超高峰饱和度应按下列公式计算：

$$S_c = \frac{Q_{hc} \times \alpha}{W_c} \quad (\text{F.0.1-1})$$

$$S_r = \frac{Q_{hr} \times \alpha}{W_r} \quad (\text{F.0.1-2})$$

式中  $S_c$ ——换出设施的超高峰饱和度；

$S_r$ ——换入设施的超高峰饱和度；

$Q_{hc}$ ——远期或客流控制期高峰小时换乘设施服务的换出客流量（人/h）；

$Q_{hr}$ ——远期或客流控制期高峰小时换乘设施服务的换入客流量（人/h）；

$\alpha$ ——超高峰系数；

$W_c$ ——换出设施的通过能力（人/h）；

$W_r$ ——换入设施的通过能力（人/h）。

注：1. 换乘设施服务的换出、换入客流量中，包括上下行方向一对列车通过各组设施换出或换入客流，同时也包含可能使用该设施出站或进站的客流；

2. 该指标的评价对象含盖了整个换乘路径中的所有换乘设施，包括换乘楼扶梯和楼扶梯一侧的侧站台。

**F.0.2** 换乘车站换乘路径中各部位换乘设施的不均衡系数应按下列公式计算：

$$K_c = \frac{S_{xc}}{S_{pc}} \quad (\text{F.0.2-1})$$

$$K_r = \frac{S_{xr}}{S_{pr}} \quad (\text{F.0.2-2})$$

式中  $K_c$ ——换乘路径上各部位换出通行设施的不均衡系数；

$K_r$ ——换乘路径上各部位换入通行设施的不均衡系数；

$S_{xc}$ ——换出设施最大饱和度；

$S_{xr}$ ——换入设施最大饱和度；

$S_{pc}$ ——换出设施平均饱和度；

$S_{pr}$ ——换入设施平均饱和度。

**F.0.3** 换乘车站换乘设施端部前的最大拥堵人数应按下列公式计算：

$$D = \frac{Q_h \times \alpha \times \beta}{n} - \frac{(L_m - L_n) \times W_l}{V_r} \quad (\text{F.0.3-1})$$

$$W_l = A_z N_{z1} + A_1 B_{11} \quad (\text{F.0.3-2})$$

$$\beta = \frac{W_l}{W_i} \quad (\text{F.0.3-3})$$

式中  $D$ ——该组换乘设施端部前的最大拥堵人数；

$Q_h$ ——远期或客流控制期高峰小时换乘设施服务的客流量（人/h）；

$\alpha$ ——超高峰系数；

$n$ ——远期或客流控制期高峰小时列车发车对数；

$\beta$ ——该组换乘设施通过能力和全部换乘设施通过能力的比值;

$L_m$ ——该组换乘设施端部到相对最远的列车车门间的距离 (m);

$L_n$ ——该组换乘设施端部与最近的列车车门间的距离 (m);

$W_1$ ——该组换乘设施的通过能力 (人/h);

$W_i$ ——全部换乘设施的通过能力 (人/h);

$V_r$ ——乘客在站台的平均步行速度 (3600m/h);

$A_z$ ——自动扶梯的通过能力 (人/h);

$N_{z1}$ ——该组自动扶梯数量;

$A_l$ ——人行楼梯的通过能力 (人/h·m);

$B_{l1}$ ——该组人行楼梯的总宽度 (m)。

**F.0.4** 换乘车站乘客的平均换乘时间应按下列公式计算:

$$T_s = 0.5 (T_{s1} + T_{s2}) \leq T_p \quad (\text{F.0.4-1})$$

$$T_{s1} = \sum_i T_i = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_i \quad (\text{F.0.4-2})$$

$$T_{s2} = T_a + T_b + T_c \quad (\text{F.0.4-3})$$

式中  $T_s$ ——节点换乘车站台、台和台、厅、台的平均换乘时间 (min)

$T_{s1}$ ——乘客从本线站台经站厅换乘到另一条线路的平均换乘时间 (min);

$T_{s2}$ ——站台到站台的平均换乘时间 (min);

$T_1$ ——站台上相对最远车门和最近车门分别到各组换乘楼扶梯梯口 (换乘通道口) 的平均行走时间 (min);

$T_2$ ——乘客通过上行 (下行) 换乘楼扶梯所需的时间总和 (min);

$T_3$ ——乘客在站厅上的平均行走时间 (min);

$T_4$ ——换乘通道行走时间 (min);

$T_5$ ——离换入车站最近的下行换乘楼扶梯的下梯口到最近车门之间的行走时间 (min);

$T_i$ ——其他路径的行走时间 (min);

$T_p$ ——换乘评价时间 (min);

$T_a$ ——站台上相对最远车门和最近车门分别到各组换乘楼扶梯梯口之间的平均行走时间 (min);

$T_b$ ——换入车站换乘楼扶梯下梯口到最近车门之间的行走时间 (min);

$T_c$ ——乘客通过换乘楼扶梯所需的时间 (min)。

注: 1. 换乘行进路线上楼梯的垂直速度为 0.25m/s; 名义速度 0.65m/s 的自动扶梯垂直速度为 0.375m/s, 0.50m/s 的自动扶梯垂直速度为 0.289m/s;

2. 站台、站厅 (或通道) 的步行速度为 (60m/min);

3. 换乘通道内如设有楼扶梯和自动步道时, 应分段计算。

**F.0.5** 换乘车站超高峰时段在站台上的滞留人数应按下列公式计算:

$$Q_{bz} = \frac{Q_{hs} \times \alpha}{n} - \left[ p - \left( \frac{Q_d \times \alpha}{n} - \frac{Q_x \times \alpha}{n} \right) \right]$$

式中  $Q_{bz}$ ——远期或客流控制期超高峰时段在站台滞留人数 (人);

$Q_{hs}$ ——远期或客流控制期高峰小时在站台一侧上车 (包括进站和换乘) 总人数 (人/h);

$Q_d$ ——远期或客流控制期高峰小时站前线路的客流断面流量 (人/h);

$Q_x$ ——远期或客流控制期高峰小时该列车的下车 (包括出站和下车换乘) 人数 (人/h);

$p$ ——一列车的定员人数 (人)。

**F.0.6** 具有清客功能的小交路折返站或故障停车功能的车站, 清客工况下超高峰时段列车间隔内在站台

上的滞留人数应按下列公式计算：

$$Q_{hz} = \frac{(Q_d - Q_{qc}) \times \alpha}{n} + \frac{(2Q_{js1} + Q_{js2}) \times \alpha}{n}$$

注：公式中  $Q_{qc}$  为远期或客流控制期高峰小时清客线路一侧出站人数， $Q_{js1}$  为远期或客流控制期高峰小时清客线路一侧进站上车人数， $Q_{js2}$  为远期或客流控制期高峰小时站台另一侧线路上车人数。

## 附录 G 工程安全风险分类和分级方法

**G.0.1** 新建地下工程安全风险主要有自身风险和环境风险两类。自身风险是指轨道交通地下工程本身的实施风险，关注重点为地下工程实施的难易程度；环境风险是指因地下工程实施引起临近设施（环境风险源）的风险，关注重点为地层变形对临近设施的影响。

**G.0.2** 与工程自身风险有关的因素包括结构规模的大小、施工方法及采取措施的适宜性、施工引起地层变形的大小以及地层中是否存在影响施工安全的不良地质等因素。

地下工程各工法自身工程风险相关的因素见表 G.0.2-1。北京地区主要的不良地质因素见表 G.0.2-2。

表 G.0.2-1 地下工程各工法自身风险的主要相关因素

序号	工法	主要相关因素
1	明挖法、盖挖逆作法	工程地质和水文地质条件、基坑开挖宽度、基坑开挖深度、地下水处理措施等。
2	矿山法	工程地质和水文地质条件、结构断面的复杂程度、地下结构的层数和跨度、开挖方法、结构受力转换的合理性、地下水及不良地质处理措施等。
3	盾构法	地质条件的适宜性、盾构隧道相互之间的空间位置关系等。

表 G.0.2-2 北京地区常见的不良地质因素

序号	类别	可能的风险
1	人工填土	填土由于其松散性和不均匀性，往往给地基、基坑边坡和围岩的稳定性带来风险。
2	人工空洞	城市地区浅表层受人类工程活动影响，易形成人工空洞。人工空洞对地下工程的施工带来潜在风险。容易形成空洞的地段一般包括，雨污水管线周边、深基坑工程附近、地下水位动态变化较大地段、原有空洞部位（菜窖、墓穴、鼠洞等）、砂土复合地层结构地段等。
3	卵石、漂石地层	卵石、漂石地层中的漂石会给支护结构施工、管棚和小导管等超前支护施工以及盾构掘进带来困难和风险，卵石、漂石地层的高渗透性也会给工程降水和注浆带来困难。
4	饱水砂层透镜体	饱水砂层透镜体由于其分布的随机性，详细勘察阶段不容易被发现，施工时易造成隧道涌水和流砂。
5	上层滞水	上层滞水分布具有随机性和不稳定性，且由于详勘阶段距实际施工的时间较长、变数大，不易查清，可能给施工带来一定风险。
6	高承压水、高压裂隙水	软土地层的高承压水易导致地下工程涌水和失稳等风险，岩石地层的高压裂隙水易造成地下工程的突水风险。
7	有害气体	赋存于地层中的可燃或有毒气体易造成隧道施工中的爆燃或施工人员的中毒等风险。
8	活动地震断裂带	活动断裂带活动变形风险。
9	液化地层	液化地层中的轨道交通结构易在地震和列车运行振动作用下出现基底变形下沉风险。
10	粉细砂地层	含水的粉细砂地层易产生流砂等风险，且加固效果不好。

**G.0.3** 与环境风险有关的因素主要包括邻近设施与建设工程的相对位置关系、地层沉降及不均匀沉降的影响、地层变形或卸载对邻近设施承载能力的影响、邻近设施现状以及耐受地层变形的能力等。

**G.0.4** 轨道交通沿线常见的环境风险源见表 G.0.4。

表 G.0.4 各类常见环境风险源

序号	类别	环境设施
1	地面铁路、轨道交通	地面铁路、城市轨道交通和采用轨道运输系统的工程设施等。
2	地面建（构）筑物	紧邻或在工程影响区域范围内的地面建筑物、其他构筑物（烟囱、水塔、油库、加油站、汽罐、高压线铁塔、厂房、车库等）。
3	地下构筑物	地下道路、交通隧道、地下商业、人防工程、地下过街道等。
4	市政桥梁	高架桥、立交桥、匝道桥、人行天桥等。
5	市政管线	雨污水管、自来水管、中水管、燃气管、电信（力）管、热力管以及各类军用管线等。
6	城市道路	各等级城市道路工程设施
7	水体	江、河、湖、一般水塘和小河沟等。
8	绿化、植物	重要的和受保护的树木等。

注：当轨道交通地下结构与上述各类设施构成上跨、下穿、紧邻和连通等关系，工程实施期间和运营期间可能产生影响时，可将上述设施作为环境安全风险源。

G.0.5 地下工程各工法自身风险分级宜参照表 G.0.5 的规定执行。

表 G.0.5 地下工程各类工法自身风险分级表

风险基本分级	工法	自身风险工程	级别调整
一级	明挖法、盖挖逆作法	地下四层或深度超过 25m（含 25m）的深基坑	
	矿山法	地下双层及以上的暗挖车站和类似结构；开挖宽度超过 16m 的单层隧道；开挖高度超过 18m 的单跨隧道	
	盾构法	较长范围处于非常接近状态（隧道净距 $L \leq 0.3D$ ）的并行或交叠盾构隧道	
二级	明挖法、盖挖逆作法	地下三层或深度 15m~25m（含 15m）的深基坑	宽度大于 35m 超宽基坑、复杂平面基坑、偏压基坑等，风险等级可上调一级
	矿山法	开挖宽度在 7m~16m（含 16m）的单层隧道；较长范围处于非常接近状态（隧道净距 $L \leq 0.5B$ ）的并行或交叠区间隧道	断面复杂、偏压、受力体系多次转换的暗挖工程，风险等级可上调一级
	盾构法	较长范围处于接近状态（ $0.3D < \text{隧道净距} L \leq 0.7D$ ）的并行或交叠盾构隧道；盾构区间的联络通道；盾构始发、到达区段	
三级	明挖法、盖挖逆作法	地下二层或一层或深度 5m~15m（含 5m）的基坑	基坑平面复杂、偏压基坑等，风险等级可上调一级
	矿山法	一般断面矿山法区间隧道或同体量隧道；较长范围处于较接近状态（ $0.5B < \text{隧道净距} L \leq 1.5B$ ）的并行或交叠隧道	断面复杂、偏压、受力体系多次转换的暗挖工程，风险等级可上调一级
	盾构法	一般的盾构法区间隧道	

B—矿山法隧道毛洞设计宽度，D—盾构法隧道设计外径。

注：在自身风险工程基本分级的基础上，当遇到以下情况时可进行调整：

- ① 当工程地质及水文地质条件复杂时风险等级可上调一级；
- ② 当新建轨道交通工程采用与工程施工安全有关的新技术、新工艺、新设备、新工法施工时，风险等级可上调或下调一级；
- ③ 结合新建轨道交通工程风险因素的识别和深入分析，确有需要调整时。

G.0.6 环境风险源的分级宜根据环境设施的重要程度、环境设施状况、环境设施与轨道交通工程的接近程度等因素，依据轨道交通建设对环境设施的影响程度大小综合确定。

G.0.7 环境设施的重要性可按表 G.0.7 的规定执行。

表 G.0.7 各类环境设施的重要性划分表

环境设施 类型 重要性等级	建（构）筑物	地下管线	桥梁	城市道路
极重要	重要保护性的文物古建，国家城市 标志性建筑，地面铁路，轨道交通。			机场跑道及 停机坪。
重要	近代优秀建筑物，重要的工业建筑 物，10 层以上高层或超高层民用建 筑物，地下道路，交通隧道。	直径大于 0.6m 的燃气总管， 市政热力干线，雨、污水管总管， 自来水总供水管。	交通节点高架桥、立 交桥主桥连续箱梁。	城市快 速 路，高速路。
较重要	较重要的工业建筑物，7~9 层中 高层建筑物，地下商业，人防工程， 地下过街道等。	自来水干管	城市高架桥、立交桥 主桥连续箱梁。	城 市 主 干 路、次干路。
一般	一般工业建筑物，1~3 层的低层 民用建筑物，4~6 层的多层建筑物， 7~9 层的中高层民用建筑物，一般 地下构筑物。	自来水支管，燃气管支，市政 热力支线，雨、污水支管。	立交桥主桥简支 T 梁、异形板、立交桥匝 道桥，人行天桥。	城市支路， 人行道，广场。

G.0.8 不同工法条件下环境设施接近程度划分见表 G.0.8。

表 G.0.8 不同工法条件下环境设施接近程度划分表

施工方法	接 近 关 系		
	接近	较接近	一般
明（盖）挖法	基坑周边 $0.4H$ 范围内	基坑周边 $0.4H \sim 0.6H$ 范围内	基坑周边 $0.6H \sim 1.0H$ 范围内
矿山法	隧道正上方 $0.7B$ 范围内；隧道外 侧 $0.5B$ 范围内	隧道正上方 $0.7B \sim 1.5B$ 范围内； 隧道外侧 $0.5B \sim 1.0B$ 范围内	隧道正上方 $> 1.5B$ ；隧道外侧 $1.0B \sim 2.0B$ 范围内
盾构法	隧道正上方 $0.5D$ 范围内；隧道外 侧 $0.3D$ 范围内	隧道正上方 $0.5D \sim 1.0D$ 范围内； 隧道外侧 $0.3D \sim 0.7D$ 范围内	隧道正上方 $> 1.0D$ ；隧道外侧 $0.7D \sim 1.0D$ 范围内

 $H$ —基坑开挖深度， $B$ —矿山法隧道毛洞宽度， $D$ —盾构法隧道外径。

G.0.9 环境风险分级结合环境设施的重要程度和接近关系，可参考表 G.0.9 进行风险分级。

表 G.0.9 环境风险分级参考表

	环境设施重要性	接 近 关 系			
		接近	较接近	一般	不接近
环境分级	极重要	特级	特级	一级	三级
	重要	一级	一级	二级	三级
	较重要	二级	二级	三级	—
	一般	三级	三级	—	—

注：1. 对以下情况，可上调一级：

- (1) 地质条件复杂；
- (2) 对保护标准要求高的古建、国家城市标志性建筑；
- (3) 经鉴定状况不佳的危险建筑。

2. 对以下情况，可下调一级：

- (1) 采用盾构法施工；
- (2) 当环境对象在建时与新建地铁工程设计有过相关配合，或预留了一定的穿越条件。

## 本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 本规范中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。



## 引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 4 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 5 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 6 《钢结构设计规范》GB 50017
- 7 《城镇燃气设计规范》GB 50028
- 8 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 9 《人民防空地下室设计规范》GB 50038
- 10 《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045
- 11 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
- 12 《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050
- 13 《供配电系统设计规范》GB 50052
- 14 《低压配电设计规范》GB 50054
- 15 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 16 《电力工程继电保护及自动装置设计规范》GB/T 50062
- 17 《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084
- 18 《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086
- 19 《人民防空工程设计防火规范》GB 50098
- 20 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 21 《铁路工程抗震设计规范》GB 50111
- 22 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
- 23 《内河通航标准》GB 50139
- 24 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 25 《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156
- 26 《地铁设计规范》GB 50157
- 27 《电子信息系统机房设计规范》GB 50174
- 28 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
- 29 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 30 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 31 《人民防空工程设计规范》GB 50225
- 32 《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229
- 33 《城市电力规划规范》GB 50293
- 34 《综合布线系统工程设计规范》GB 50311
- 35 《建筑物电子信息防雷电技术规范》GB 50343
- 36 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 37 《民用建筑设计通则》GB 50352
- 38 《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446
- 39 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476

- 40 《民用建筑节能设计标准》GB 50555
- 41 《无障碍设计规范》GB 50763
- 42 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 43 《污水综合排放标准》GB 8978
- 44 《环境电磁波卫生标准》GB 9175
- 45 《城市区域环境振动标准》GB 10070
- 46 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 12021.3
- 47 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
- 48 《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271
- 49 《消防安全标志》GB 13495
- 50 《地下铁道车站站台噪声限值》GB 14227
- 51 《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》GB 14892
- 52 《钢筋混凝土用钢第 1 部份：热轧光圆钢筋》GB 1499.1
- 53 《钢筋混凝土用钢第 2 部份：热轧带肋钢筋》GB 1499.2
- 54 《建筑用安全玻璃》GB 15763.2
- 55 《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899
- 56 《计算机信息系统安全保护等级划分准则》GB 17859
- 57 《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945
- 58 《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761
- 59 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
- 60 《多联式空调热泵机组能效限定值及能源效率等级》GB 21454
- 61 《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500
- 62 《面板、架和柜的基本尺寸系列：第二部分》GB 3047.1
- 63 《声环境质量标准》GB 3096
- 64 《标志用公用信息图形符号》GB/T 10001
- 65 《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758
- 66 《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549
- 67 《城市轨道交通照明》GB/T 16275
- 68 《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920
- 69 《地铁车辆通用技术条件》GB/T 7928
- 70 《混响室法吸声系数测量规范》GBJ 147
- 71 《建筑隔声测量规范》GBJ 75
- 72 《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》HJ/T 24
- 73 《声屏障声学设计和测量规范》HJ/T 90
- 74 《电气设备外壳容器保护 IP 等级国际标准》IEC 60529
- 75 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
- 76 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 77 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 78 《种植屋面工程技术规程》JGJ 155
- 79 《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170
- 80 《公路路线设计规范》JTG D20
- 81 《公路桥涵设计通用规范》JTG D60

- 82 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》 JTG D62
- 83 《公路桥梁抗震设计细则》 JTG/T B02—01
- 84 《轨道交通工程人民防空设计规范》 RFJ 02
- 85 《数字集群移动通信系统体制》 SJ/T 11228
- 86 《铁路路基设计规范》 TB 10001
- 87 《铁路桥涵设计基本规范》 TB 10002.1
- 88 《铁路桥梁钢结构设计规范》 TB 10002.2
- 89 《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》 TB 10002.3
- 90 《铁路桥涵地基和基础设计规范》 TB 10002.5
- 91 《铁路隧道设计规范》 TB 10003
- 92 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》 TB 10005
- 93 《铁路路基支挡结构设计规范》 TB 10025
- 94 《铁路特殊路基设计规范》 TB 10035
- 95 《铁路碎石道砟》 TB/T 2140
- 96 《铁路碎石道床底砟》 TB/T 2897
- 97 《铁路后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件》 TB/T 3192
- 98 《机车车辆用车轮踏面外形》 TB/T 449
- 99 《节水型生活卫生器具标准》 CJ 164
- 100 《城市道路设计规范》 CJJ 37
- 101 《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》 CJJ 49
- 102 《城市人行天桥与人行地道技术规范》 CJJ 69
- 103 《水污染物排放标准》 DB11/307
- 104 《锅炉污染物综合排放标准》 DB11/139
- 105 《地铁工程监控量测技术规程》 DB11/490
- 106 《重型自动扶梯、自动人行道技术要求》 DB11/T 705
- 107 《公共建筑节能设计标准》 DB 11-687
- 108 《城市轨道交通无障碍设施设计规程》 DB11/T 690
- 109 《北京市城市道路工程施工技术规程》 DBJ 01—45
- 110 《消防安全疏散标志设置标准》 DBJ 01—611
- 111 《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》 DBJ 11—501
- 112 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》 DL/T 620
- 113 《架空送电线路设计技术规程》 DL/T 741
- 114 《挡烟垂壁》 GA 533

北京市地方标准

# 城市轨道交通工程设计规范

DB11/995—2013

条文说明

2013 北京

## 目 次

1 总则 .....	263
3 运营组织 .....	266
3.2 运营规模 .....	266
3.3 行车组织 .....	266
3.4 配线 .....	267
3.5 列车运行管理 .....	268
3.6 运营管理 .....	268
5 限界 .....	269
5.1 一般规定 .....	269
5.2 制定限界的基本参数 .....	269
5.3 建筑限界 .....	269
5.4 轨行区管线设备布置原则 .....	271
6 线路 .....	272
6.1 一般规定 .....	272
6.4 配线 .....	274
7 轨道 .....	276
7.1 一般规定 .....	276
7.2 基本技术要求 .....	276
7.3 轨道部件 .....	277
7.4 道床结构 .....	277
7.5 无缝线路 .....	277
7.6 轨道减振 .....	278
7.7 轨道安全设备及附属设备 .....	278
8 路基 .....	280
8.1 一般规定 .....	280
8.2 路基断面 .....	280
8.3 基床 .....	280
8.5 路堑 .....	281
8.6 工后沉降 .....	281
8.12 路基变形观测 .....	281
9 车站建筑 .....	282
9.1 一般规定 .....	282
9.2 车站分类、分级 .....	282
9.3 车站设计标准 .....	283
9.4 车站总平面布局 .....	284
9.5 车站平面 .....	285
9.6 车站垂直交通设施 .....	287
9.7 车站出入口 .....	288

9.8	风亭与冷却塔 .....	289
9.9	车站无障碍设施 .....	289
9.11	车站管线综合 .....	290
9.12	换乘车站 .....	290
10	高架结构 .....	293
10.1	高架桥梁结构 .....	293
10.2	车站高架结构 .....	297
11	地下结构 .....	300
11.1	一般规定 .....	300
11.2	施工方法和结构型式 .....	301
11.3	荷载 .....	301
11.4	明挖法、盖挖逆作法结构设计 .....	303
11.5	矿山法结构设计 .....	306
11.6	盾构法结构设计 .....	316
11.7	地下结构抗震设计 .....	319
11.8	地下结构耐久性要求 .....	328
11.9	构造设计 .....	328
11.11	安全风险工程设计 .....	329
11.12	监控量测 .....	330
12	工程防水 .....	331
12.1	一般规定 .....	331
12.2	混凝土结构自防水 .....	331
12.4	高架结构防水 .....	331
12.5	明挖法结构防水 .....	332
12.6	矿山法结构防水 .....	332
12.7	细部构造防水 .....	332
13	通风、空调与供暖 .....	333
13.1	一般规定 .....	333
13.2	地下线通风、空调与供暖 .....	334
13.3	高架、地面线通风、空调与供暖 .....	337
13.4	车辆综合基地、控制中心通风、空调与供暖 .....	338
14	给水与排水 .....	339
14.1	一般规定 .....	339
14.2	给水 .....	340
14.3	排水 .....	340
14.4	车辆综合基地给水与排水 .....	341
15	供电 .....	343
15.1	一般规定 .....	343
15.2	外电源与中压网络 .....	343
15.3	变电所 .....	345
15.4	牵引网 .....	346
15.5	继电保护、测量及自动装置 .....	347

15.6	电力监控系统 .....	348
15.7	动力与照明配电 .....	348
15.8	供配电线路敷设 .....	348
15.9	杂散电流腐蚀防护与接地 .....	349
16	通信 .....	351
16.1	一般规定 .....	351
16.2	传输系统 .....	351
16.3	无线通信系统 .....	352
16.4	公务电话系统 .....	352
16.5	专用电话系统 .....	352
16.6	视频监控系統 .....	352
16.7	广播系统 .....	353
16.9	办公自动化系统 .....	353
16.10	通信电源系统及接地 .....	353
16.11	集中告警系统 .....	353
16.13	公安通信系统 .....	353
16.14	政务通信系统 .....	354
16.15	通信系统防雷要求 .....	354
16.16	通信用房要求 .....	354
17	信号 .....	355
17.1	一般规定 .....	355
17.2	列车自动监控子系统 .....	356
17.3	列车自动防护子系统 .....	356
17.4	列车自动运行子系统 .....	357
17.5	计算机联锁子系统 .....	357
17.6	车辆综合基地信号系统 .....	358
17.7	其他 .....	358
18	车站运营设备 .....	359
18.1	站台门 .....	359
18.2	自动扶梯和自动人行道 .....	360
19	机电设备监控与火灾自动报警 .....	361
19.1	综合监控系统 .....	361
19.2	环境与设备监控系统 .....	361
19.3	火灾自动报警系统 .....	362
20	乘客信息 .....	364
20.1	一般规定 .....	364
20.2	系统构成 .....	364
20.3	系统功能 .....	364
21	自动售检票与门禁 .....	365
21.1	自动售检票系统 .....	365
21.2	门禁系统 .....	366
22	车辆综合基地 .....	367

22.1	一般规定 .....	367
22.2	车辆综合基地分类及功能 .....	367
22.3	车辆定检标准及设施规模 .....	367
22.4	车辆综合基地选址及总图设计 .....	368
22.6	车辆检修设施 .....	368
22.7	车辆综合基地站场线路 .....	368
23	控制中心 .....	369
23.1	一般规定 .....	369
23.2	控制中心设置 .....	369
23.5	建筑与结构 .....	369
23.6	附属设施 .....	369
24	防灾 .....	370
24.1	一般规定 .....	370
24.2	建筑防火 .....	370
24.3	消防给水和灭火设施 .....	384
24.4	防烟、排烟与事故通风 .....	386
24.5	电气 .....	388
25	环境保护 .....	391
25.1	一般规定 .....	391
25.2	环境保护标准 .....	391
25.3	环境保护措施 .....	391
26	节能 .....	393
26.1	建筑节能 .....	393
26.2	设备节能 .....	393



## 制 订 说 明

《城市轨道交通工程设计规范》是在广泛调查研究和缜密总结分析技术发展及已有经验后进行编制的。

本规范共分 26 章和 7 个附录。主要内容包括总则、术语、运营组织、车辆、限界、线路、轨道、路基、车站建筑、高架结构、地下结构、工程防水、通风空调与供暖、给水与排水、供电、通信、信号、车站运营设备、机电设备监控与火灾自动报警、乘客信息、自动售检票与门禁、车辆综合基地、控制中心、防灾、环境保护和节能等。

为便于广大设计、施工、科研和高校有关人员在使用本规范时，能正确理解和执行条文规定，《城市轨道交通工程设计规范》编制组按章、节、条、款顺序编制了条文说明，供使用者参考，但条文说明不具有规范条文的效力。在使用过程中如发现本条文说明有不妥处，请将意见或建议发至：北京城建设计研究总院有限责任公司（地址：北京市西城区阜成门北大街 5 号，邮编：100037）。

# 1 总 则

1.0.1 为适应城市公共客运需求,缓解交通拥堵局面,北京市将城市轨道交通建设作为重点,通车线路逐年增加,客运量屡创新高,城市轨道交通网络已经初步形成。网络化发展给城市轨道交通建设和运营提出了新的问题。对多年城市轨道交通建设、运营中积累的经验和教训进行总结和固化,有利于提升北京城市轨道交通的建设和运营水平。在新阶段的城市轨道交通建设中,北京市对城市轨道交通建设应体现“人文、绿色、科技”三大理念,实现“安全型、服务型、环境友好型、节能型、快捷高效型、国产化、网络化、标准化”等八项主题提出了更高的要求。

国家标准《地铁设计规范》GB 50157 作为全国通用的城市轨道交通设计规范,对指导国内城市轨道交通工程设计起到了重要作用。然而由于中国地域广阔,各地在工程地质和水文地质条件、环境和气候条件、适用的施工方法、城市的人文环境和发展水平等方面存在差异,无法在《地铁设计规范》中一一对应,详尽规定,因此结合北京特点编制适用于北京地区的城市轨道交通工程设计的规范,就显得尤为重要。

本规范的特点主要体现在以下几个方面:

## 1 体现北京的地区特点

包括工程地质和水文地质条件、施工方法、环境条件和气候条件等;

## 2 体现北京的城市特点

包括对首都在建设和服务水平方面、北京城市客流特征以及城市老龄化的考虑等,总体上采用了较高的标准;

## 3 体现北京城市轨道交通网络化运营管理特点

包括北京城市轨道交通网络特点和网络化关键问题的解决(如换乘站问题、交通衔接问题、车站规模问题等)、网络化建设与运营管理成果的固化和网络化条件下的其他设计要求等;

## 4 体现多年城市轨道交通建设、运营的经验教训

为促进城市轨道交通建设水平的不断提高,本规范编制过程中重点关注了以往建设、运营中的经验和教训,并在条款中尽量有所体现,有利于提高今后城市轨道交通建设的水平;

5 对国家标准《地铁设计规范》GB 50157 条款的细化和落实,对北京地区常用的内容进行了补充、细化和落实,提高规范对设计工作的指导性。

1.0.2 本规范主要用于指导北京的城市轨道交通工程设计,与此同时,由于本规范大量吸取了北京市多年来在设计、建设和运营管理中的经验和教训,因此可在一定程度上服务于其他阶段的工作。在本规范目前适用于钢轮钢轨系统和全封闭线路、采用 A 型或 B 型车辆和设计最高运行速度不大于 100km/h 的情况下,定名为《城市轨道交通工程设计规范》而非《地铁设计规范》主要考虑了以下因素:

1 本规范将作为北京城市轨道交通工程设计的主规范,目前规范的内容能覆盖北京绝大部分线路和近期规划线路的制式;

2 在实际工程设计中,当预测高峰客流断面小于“地铁”概念定义的客流界限时,仍有不少线路也采用地铁车辆,此时本规范规定的各项技术条款仍能够适用;

3 本版规范在界定适用条件时,暂只纳入了应用普遍、技术成熟度高、车辆设备有统一标准和有本地成熟运用经验的制式,其他各制式的内容有待在时机成熟后补充纳入;

4 国内其他城市的地方标准在同样适用条件下一般也采用了“城市轨道交通”的称谓(如上海等)。

线路的最高运行速度确定应本着效率和效益相结合的原则合理确定,应与线路条件相适应,并考虑运行的经济性。设计时宜充分考虑线路长度、线路条件、平均站间距、运营时间和运营能耗等因素。

1.0.7 城市轨道交通线路设计在遵循线网规划的前提下,应重点关注和解决好与网络上其他线路之间的衔接及换乘关系,认真分析换乘节点的换乘量级(等级)、客流特点、实施难度以及预留方式等,确定合理的换乘方案。

城市轨道交通与城市和城际交通形式的有效衔接,有利于提高城市各种交通方式的整体效率和提高城市交通体系的服务水平。一般情况下,城市轨道交通宜与沿线的其他方式(尤其是与非并行方向的其他交通方式)形成有效衔接,必要时,应配合城市轨道交通线路的建成运营对与之衔接的其他交通方式站点进行调整。对分布于城市轨道交通沿线的城际站点及其他重要客流集散点,宜进行一体化的考虑。

1.0.9 城市轨道交通工程建设投资大,使用年限长,运营期客流增长的不确定性大,因此设计时应从发挥工程整体投资效益和提高系统能力的角度,确定建设内容和工程的建设规模,不能因工程局部功能配置不充分而影响城市轨道交通的整体运营效率水平,尤其对于直接影响运营效率的车站、配线、辅助线以及必要的设备系统等后期不易改造和调整的内容,至少应满足不小于 30 对/小时的行车能力要求,设计时还应考虑预留 10%~15%的行车能力扩充空间。

从提高运营期的效益出发,实际运营组织方案应根据设计年限的客运需求进行安排,可小于系统的实际设计能力。

由于城市轨道交通各设备系统的使用年限小于土建工程的使用年限,对于有条件分期配置的设备系统,并不要求在工程初期就按照系统最大能力配备,宜采用分期实施的方案,以利于节约设备系统的初投资规模,避免浪费。

1.0.10 北京以往线路设计列车的载客量时,采用国标规定的车厢内有效空余地板面站立乘客 6 人/m<sup>2</sup>的标准,实际运营中普遍出现了高峰时间列车车厢内拥挤不堪、列车载客能力不足的现象。为了有效解决当前城市轨道交通高峰时间列车上和车站内人员拥挤的状况,抵御客流风险,提高城市轨道交通的服务水平,经专题论证,本规范对国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的立席人员密度标准进行了调整,采用 4.5 人/m<sup>2</sup>~5 人/m<sup>2</sup>的标准,具体操作时可按以下原则执行:

- 1 通常情况下宜采用 5 人/m<sup>2</sup>的立席密度标准计算列车的载客量;
- 2 当高峰时间全线超过 20%的区段呈现出高客流断面的情况下,可适当降低立席密度;
- 3 当线路长度超过 35km,且预测的乘客平均运距超过 12km 的情况下,可适当降低立席密度。

为进一步提高线路抗客流风险的能力,本规范提高了设计运能裕量,由原来的 5%~10%提高到 15%~20%。

1.0.11 出于节约资源和可持续发展的需要,以及对城市轨道交通重要结构工程进行修理、拆除所带来的巨大经济损失和运营干扰的考虑,尽量提高结构设计使用年限有利于充分发挥投资效益和提高社会及环境效益。国际上对于重要基础设施项目的设计使用年限也有进一步延长的趋势。我国混凝土原材料资源目前已面临短缺,客观上更需要避免大规模的修理、拆除与重建。因此,尽可能提高结构物的安全与耐久性质,延长结构物的使用年限,应作为结构设计的重要指导原则之一。

本规范对混凝土结构工程设计使用年限的规定主要参照国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 等规范对有关结构的耐久性要求而制定。

根据国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476—2008 第 3.3.1 条的规定,大型桥梁、隧道、重要的市政设等混凝土结构的设计使用年限应不低于 100 年,因此本规范提出城市轨道交通工程的主体结构、路基和道床结构以及损坏或维修会严重影响运营的其他结构工程设计使用年限为 100 年的规定。

本条设计使用年限是指在一般维护条件下,能保证结构工程正常使用的最低时段。

除主体结构外,如车站内部的钢筋混凝土楼板、站台板等,以及地铁运营控制中心等一些地面的重要建筑物,当破坏或大修时会危及安全或严重影响正常运营时,其设计使用年限也应采用 100 年,具体保证措施应符合本规范的有关规定。其他结构工程的设计使用年限及技术要求,应按照现行相关国家标

准的规定执行。

各类城市轨道交通混凝土结构的设计使用年限按表1的规定执行。

表1 各类混凝土结构构件的设计使用年限

结构类型	构 件	最低设计 使用年限 (年)
地下结构	主体结构及附属结构的梁、板、柱、墙、基础桩；矿山法隧道二次衬砌；盾构法隧道管片	100
	车站内部构件，包括站台板、楼扶梯、电梯井、轨道区下楼板和设备夹层等构件	100
	地下区间应急疏散平台结构的混凝土构件	50
高架及 桥梁结构	主梁、墩柱、框架结构、基础	100
	车站桥面结构构件，包括站台板、楼扶梯、设备层等构件	100
	兼作接触网立柱基础或声屏障基础的高架桥栏杆	60
	其他普通高架桥栏杆	30
	高架区间乘客疏散平台结构的混凝土构件	50
道床结构	各类混凝土整体道床、碎石道床的混凝土轨枕	100
路基支挡结构 和过水结构	挡土墙、涵洞	100
附属地面 建筑结构	控制中心的梁、板、柱、墙、基础	100
	地下车辆综合基地的地下主体结构	100
	坐落于地下车辆综合基地上方的开发建筑物 车辆基地的地下构筑物，包括检查坑、暖气沟、电缆隧道等构件	50
	其他普通房屋建筑的梁、板、柱、墙、基础	50

1.0.15 城市轨道交通工程防灾设计应坚持“以人为本，预防为主，防消结合”和“自救为主，内外结合”的原则，并以预防火灾为主。

城市轨道交通可能发生的灾害事故有火灾、水淹、地震、冰雪、风灾、雷击、停电、停车事故及人为事故等灾害，设计时应有针对性的采取措施。

据统计，轨道交通发生最多、人员伤亡和经济损失最严重的事故是火灾，所以应把防止城市轨道交通火灾事故放在首要地位，采用比较全面、先进和可靠的防火灾设施和措施。

地下线路发生水淹事故同样会对设备和正常运营造成较大影响，国内已经有不少教训。城市轨道交通的防淹标准一般均高于城市防洪设防标准，设计中除保证正常情况下充足的排洪能力外，还应对超过标准暴雨强度情况下的应急防范采取措施，出入口应配备防淹栏板，占地多、汇水面积较大的车辆综合基地等宜设置隔离城市雨涝积水的屏障等。

城市轨道交通结构应具备抵御设计地震作用的能力，并且在高于设计地震烈度1度的罕遇地震作用下结构不出现严重破坏和快速恢复正常运营。虽然地下结构在地震荷载作用下的震害要小于同等震级作用下的地面结构震害，但鉴于城市轨道交通工程结构，尤其是地下结构受震害损坏后修复困难，并有可能长时间影响正常运营，因此要求城市轨道交通结构的抗震设防水平按高于地面结构的水平考虑。

风灾主要是指超过一定级别的强风对地面和高架线路产生的影响。主要应关注两个方面的问题：

- 1 强风对列车安全行驶的影响；
- 2 强风对城市轨道交通设施的影响，如对接触网的影响等。

冰雪对地面及高架线路会产生较大的影响，设计时应应对线路设施的防冰雪采取必要的措施，如在露天设置的岔线区设置融雪装置或设防雪棚，由地下转到地面线路的出洞口的防冰雪问题，坡道的适用坡度和防冰雪问题等。

城市轨道交通地面工程应采取防止雷击的避雷措施。

### 3 运营组织

#### 3.2 运营规模

3.2.1 由于北京轨道交通线路里程增长的幅度低于城市总体发展的规模,近几年新开通的线路出现客流爆发性增长、突破设计运能的情况,在相当长的时间内,轨道交通的发展仍然无法满足人们出行的需求,因此,在新设计的轨道交通工程中,系统运输能力在满足预测的客流需求的条件下,需要特别关注高峰小时内客流最密集的 15min,在此基础上多留出 15%~20%以应对实际客流与预测客流之间的误差。

3.2.2 轨道交通是高效、快捷的交通方式,为了充分发挥运输效率、提高服务水平,行车间隔应尽量缩短。考虑北京的城市发展状况以及轨道交通设施设备水平、运营管理方式等因素,并在一定程度上具备适应客流变化风险的能力,同时考虑到现阶段信号系统及配线设置方式所能提供的条件,在保证安全运营的基础上,规定远期系统设计能力不小于 30 对/h,计算折返能力应在此基础上留有 10%左右的余量。

3.2.3 根据新修订的《北京城市轨道交通线网规划》,从资源共享的角度,新建的北京轨道交通系统的车辆以 A 型车和 B 型车为主,列车编组也相对固定为 A 型车 8 辆编组、6 辆编组和 B 型车 6 辆编组、4 辆编组。

#### 3.3 行车组织

3.3.1 双线线路、右侧行车是我国城市轨道交通的统一制式。上、下行方向的划分与既有北京轨道交通的划分一致,以后的线路均应按上述规定进行划分,以保持线网的一致性,便于调度指挥。斜向线路、L 型、U 型线路参照上述标准根据实际情况确定。

3.3.2 由于两条共线运行的线路在客流、线路长度、运行时间等方面的差异,造成列车不均匀到达。为了避免一条线路列车运营对另一条线路的影响,交汇点设在车站并设置单独的进站线路能够保证安全运行,两线列车进站时各行其道、互不干扰,然后按发车时序出站,进入共线运行。既保证运行安全,又提高运行效率。

3.3.3 当沿线客流不均衡时,为了减少车辆的配置数量,增加车辆的使用效率,在客流量较大的区段开行区间列车。当线路长度小于 20km 时,开行小交路的效果并不明显。

3.3.4 第 1 款:轨道交通工程投资大、运输效率高,为了充分发挥其作用,同时尽量控制投资,规定在城市建成区,旅行速度不低于 35km/h,即控制平均站间距在 1.2km 左右,人口密度低的郊区站间距应加大,提高旅行速度。

第 2 款:列车进站速度的高低,不仅影响到列车运行的效率,同时也取决于乘客的舒适度。进站速度过低,列车的区间运行时间就会加长,占用车站区段的时间也会加长,影响后续列车的追踪;进站速度过高,则进站制动的减速度就会加大,乘客舒适度会降低,不利于提高服务水平。因此,表中的数据是参考实际运行情况和经验计算,采用进站 ATO 控制,一次停车制动,进站制动减速度在 0.8~0.9 之间的情况下,提出了列车在进站过程中实际速度控制的参考数值。

第 3 款:为了提高列车的运行效率,发挥城市轨道交通快速的优势,同时考虑到列车在运营过程中调整间隔的需要,在站间距及线路条件允许的情况下,区间直线和不限速地段应该允许列车按照车辆设计允许的最高运行速度运行。

第 4 款:列车正常运行时在曲线区段的运行速度是以允许的未被平衡加速度不超过  $0.4\text{m/s}^2$  为前提的,是保证乘客舒适度的标准。当曲线超高和欠超高分别为 120mm、61mm,限速计算公式为:

$$V_{\text{lim}} = [(h+h_0) R/11.8]^{1/2} = 3.9R^{1/2} \quad (1)$$

式中  $R$ ——曲线半径 (m);

$(h+h_0)$ ——曲线超高和欠超高 (mm)。

第 5 款: 折返站的折返能力要求不小于 30 对/h, 而列车进出折返线的运行时间是限制折返能力的主要因素。按照 B6、A6 编组的列车计算, 如果列车侧向过岔的实际运行速度低于 30km/h, 则很难保证 30 对/h 的折返能力。为了缩短运行时间, 要求列车通过折返道岔的速度不宜小于 30km/h。当列车为 A8 编组时, 应根据需要选择折返道岔, 进一步提高过岔速度。

3.3.5 列车牵引计算是轨道、信号专业的设计基础资料, 提供最高运行速度和正常运行速度的牵引曲线是便于相关专业设计参考。在实际运行中, 受各种不定因素的干扰, 列车很难按照设计的牵引计算运行, 在设计时需考虑一定的余量。一般情况下, 正常运行速度应在区间最高运行速度的基础上留有 5%~10% 的余量。

3.3.6 列车间隔时间的长短反映了系统服务水平的高低, 是对乘客吸引力的重要参数。根据相关研究的结果, 客流量随着行车间隔的减小而增加, 但增长量变化逐渐减小, 行车间隔 4 分钟左右时客流量弹性系数最大。为了提高轨道交通的效能和作用, 必须提高初期的服务水平, 同时考虑线网换乘匹配的要求, 确定初期行车间隔不宜大于 4min, 远期间隔应与系统能力相对应。

3.3.7 列车停站时间包括乘客上下车时间、列车开关门及附加时间、屏蔽门延时。乘客上下车时间按 0.6s/人计算, 开门 3s、关门 (含预告时间) 6s、各车门上下客不均衡延误 3s、关门后列车启动反应时间 2s、站台门延时 3s, 共计 17s, 考虑到初期设备磨合增加 2s。由于北京地铁客流量大, 一般车站的停站时间为 30s, 换乘站为 45s。

3.3.10 列车折返时在折返线需要转换驾驶方向, 换向时间的长短也是影响折返能力的重要因素, 为了达到折返能力 30 对/h 的要求, 经计算分析, 换向时间不宜大于 15s。

### 3.4 配 线

3.4.1 折返线是列车运行的必备设施。站后折返线上的折返列车运行对正线列车运行干扰小、安全性好。但当折返列车占用正线清客时间较长时, 在高峰小时高密度运行的时段, 可能会延误后续列车进站, 此时应设站内折返线, 采用站前折返形式。

3.4.2 列车在运行中出现故障需要下线处理时, 为了减小对正常运营的影响, 应就近待避或转线。故障列车停车线的间距按故障列车以限制人工驾驶模式运行, 运行时间控制在 20min 左右, 故障列车下线处理时间控制在 30min, 停车线间距大约 8km~10km。

而当车辆段与停车场相距较远时, 故障列车回段需要很长时间, 对正线运营干扰很大, 为了使故障列车尽快下线, 规定线路中部设停车线。而一线两列位的停车线对于后车救援故障车的连挂列车的停放更方便。

3.4.3 车辆综合基地出入线与正线接轨一般应接在车站站端, 以免影响线路通过能力。设置两条出入线主要考虑出入列车平行进路和互为备用。出入线应具备双向运行的功能, 并考虑可以向正线双方向发车的便利条件, 为运营调度提供方便。有条件时设计为“八”字线形式可以兼顾列车调头。

3.4.4 为了保证列车方便地进入正线和返回车辆综合基地, 出入线应该连通上下行正线。由于平面交叉会对正线运行的列车进路产生影响, 使区间或车站的通过能力降低, 因此当出入线与正线交叉时宜采用立交。

3.4.5 进入正线前设一度停车条件主要考虑列车可在此处暂停, 条件具备时快速进入正线, 提高正线通车效率。为避免列车冒进信号, 一度停车区域与正线间需满足信号系统列车控制对防护距离的要求, 否则应设安全线。

3.4.6 线网规划中明确了每条线路的功能定位及与其他线路的关系，根据资源共享的原则，为线网中电动客车提供方便过轨条件，并考虑到大型工务维修车辆的资源共享，确定了线网内各线路之间的联络线分布。

### 3.5 列车运行管理

3.5.2 城市轨道交通系统站间距短、列车运行密度高，列车与列车之间的距离很近，为保证运行安全，投入运营的载客列车必须配备安全防护系统。正常运行时由防护系统监控，保证载客列车安全运行。非正常情况或无安全防护系统的其他车辆应由监控设备或人工确认安全后才能下线运行。

### 3.6 运营管理

3.6.2 北京轨道交通系统已渐成网络，对于运营管理已经有相当成熟的经验，也有资源共享的基础，国家标准《地铁设计规范》GB 50157 规定第一条线路的综合定员不超过 100 人/km，对于以后新线运营管理定员宜适当降低。参考近期设计的线路定员，确定定员指标为 80 人/km。

3.6.3 目前北京已经运营的线路均采用站区管理模式，为了统一标准，以后的新线建设也采用相同的模式。为了加强车站内各岗位工作人员的联系，应配备必要的通讯设备。

3.6.4 车站管理用房是保证车站正常运转、维护乘车秩序、保证正常运营必不可少的设施。用房的数量和面积应根据不同功能确定，中心站是站区管理机构所在地，应适当增加功能用房。

## 5 限 界

### 5.1 一 般 规 定

5.1.1 限界的形状大小由各控制点及其连接线组成，为了统一确定各控制点的准确位置、方便计算，需规定限界设计的基准坐标。在设置曲线超高地段，限界坐标不随超高角旋转。

5.1.2 车辆限界的计算需综合考虑车辆制造公差、轮轨磨损、车辆运行时的动态偏移及轨道状态对车辆偏移等因素。隧道内外区域划分主要是考虑车辆在隧道内、外所受风力不同，由此引起的车辆限界偏移量也不同，隧道外（有风）车辆限界大于隧道内（无风）车辆限界；按列车运行区域划分主要是考虑车辆的运行速度不同，不同速度及不同道床引起的车辆限界偏移量也不同。

5.1.3 建筑限界是永久性建筑结构物（隧道、桥梁、声屏障等）的最小尺寸，是建筑结构物在除去测量误差、施工误差、结构沉降和位移变形等因素后必需保证的净空。各种误差由土建设计等相关专业在建筑限界之外给予考虑。

5.1.4 最小线间距应大于设备限界加不小于 100mm 安全间隙及必要的设备（如接触轨等）维修空间，本条规定的最小线间距参照了北京在建线的实际标准和运营维护的空间需求。

5.1.5 本条为新增规定，目的在于保证疏散通道的畅通及无障碍通行。对中心排水沟道床面可考虑设置水沟盖板，对于突出道床面（两轨之间）的轨旁设备（如信标等）可考虑设置坡道相接。

5.1.6 进入线路运行的其他运营车辆及各种工程车辆的车辆限界均不应突破正线运行车型的车辆限界，目的在于保证上线车辆运行的安全以及建筑物和周边管线设备的安全。

5.1.7 列车最高运行速度 80km/h~100km/h，对车辆限界及设备限界取值影响较小，同时也采用了限制速度 85km/h~105km/h 进行了核算，结果差异不大，故采用同一限界有利设计。

### 5.2 制定限界的基本参数

5.2.2 纵向辅助疏散平台平时供维修人员行走，在紧急情况下可作为疏散乘客的辅助通道，其设置位置主要从方便行走、方便上下行线之间的沟通联络、方便区间与车站的衔接以及疏散人流的组织考虑。

纵向辅助疏散平台的最小宽度主要考虑了人员行走的最小有效宽度及各种结构断面的形状影响；高度既要方便车内乘客下到平台，又要满足平台下安装电缆支架的要求；与设备限界之间的间隙既要保证行车安全，又要方便车内乘客下到平台。总结北京近年新建线的设计实践提出了统一规定。

### 5.3 建 筑 限 界

5.3.1 直线地段矩形隧道建筑限界以直线地段设备限界为计算基础，此外还需考虑执行区周边所布置的各种设备及管线所需的空间及安全间隙；曲线地段建筑限界以曲线地段设备限界为基础，同时需考虑轨道超高的影响，其他与直线地段相同。缓和曲线地段由于曲率半径及超高是一个变数，实际上每一点的建筑限界都不同，方便土建工程的实施，此处参照行业标准《铁路隧道设计规范》TB 10003—2005 规定的方法，并按地铁车辆的相关参数核算，计算了缓和曲线地段建筑限界加宽范围及加宽值并取整。

5.3.2 圆形隧道建筑限界直径是北京多年来一直使用的标准。

5.3.3 双线大盾构圆形隧道建筑限界，不设置中隔墙时，两线间设置纵向辅助疏散平台，直线段平台宽



度按照 1m 设置。考虑线路的平顺性，线间距直、曲线段一致，曲线段通过调整平台宽度及适当移动桥梁或隧道中心线的方法满足限界要求。本条规定综合考虑了管线设备布置及车辆肩部、消防水管等建筑限界控制点的要求，同时结合国内其他城市大盾构隧道的实践情况确定。

5.3.4 正线地段的最小平面曲线半径一般都大于等于 300m，对于单线马蹄形隧道而言，直线地段建筑限界和曲线地段建筑限界的断面尺寸差别不大，为了简化设计，方便采用一种模板台车进行施工，全线宜按规定运行速度、用最小曲线半径和最大超高值计算的曲线设备限界以及设备安装尺寸、误差等因素来设计马蹄形隧道建筑限界；单洞双线马蹄形隧道一般出现道岔区及线间距较小（不足以设中隔墙）处，其断面控制尺寸应根据本条要求及设备布置的需要拟定。

5.3.5 在无设备或管线安装的建筑表面，要求建筑限界与设备限界之间的最小间隙不宜小于 200mm（100mm），主要考虑建筑结构在使用寿命区内可能发生的变形及结构内衬修补所需空间。

5.3.6 轨道超高造成设备限界倾斜，使之与建筑限界之间的空隙分配不均。为充分、合理的分配建筑限界空间，推导建立了隧道中心线横向位移公式（5.3.6-1）和竖向位移公式（5.3.6-2）。实际设计计算表明，竖向位移量只在毫米级变化，为了简化施工，竖向位移可忽略不计。在马蹄形隧道横向偏移量的计算中，圆心位置应取隧道顶部弧线的圆心。

5.3.7 隧道外的区间建筑限界，包括高架区间、地面区间和 U 形槽过渡段，均按照隧道外设备限界设计。隧道外区间多为双线地段，设置纵向辅助疏散平台时，线间距按设备限界（直线地段采用直线设备限界、曲线地段采用曲线设备限界）加纵向辅助疏散平台宽度以及安全间隙 50mm 计算确定。安全间隙规定 50mm 有利于调节线间距（当纵向辅助疏散平台宽度为定值时）或纵向辅助疏散平台宽度取整（当曲、直线线间距相同时）。建筑限界宽度参照矩形隧道建筑限界制定方法确定。

接触网支柱和声屏障的设置，本条只作原则规定，应由接触网专业和声屏障专业具体设计。

建筑限界高度：对于采用受电弓受流的 A 型车和 B<sub>2</sub> 型车，建筑限界高度为受电弓工作高度〔注：不大于 4600mm（自轨顶面）〕与接触网系统结构高度之和。

对于采用受流器受流的 B<sub>1</sub> 型车，应按车辆设备限界高度另加不小于 200mm 的安全间隙。

5.3.8 道岔区建筑限界加宽量，是指列车在道岔侧股上运行时产生的内外侧加宽量，它由曲线几何加宽量、列车以过岔速度运行时产生的欠超高、道岔区轨距加宽量、钢轨磨耗量以及一、二系悬挂在过岔时的横向位移量等数值相加而成。通常可根据道岔总平面图采用图解及计算相结合的方法确定道岔区建筑限界加宽量。

电缆过道岔，通常都由隧道顶部通过。A 型车和 B<sub>2</sub> 型车，电缆桥架或支架与接触网带电体之间应保持 150mm 净距，一般不必加高建筑限界高度；B<sub>1</sub> 型车，若车辆设备限界顶部至电缆桥架或支架的净空不足 200mm 时，应采取局部加高建筑限界高度。

5.3.9 第 1 款：站台面高度以走行轨（新轨）顶面、新车轮、空车状态下的车厢地板面高度作为计算基准，车厢地板面在任何情况下（轮轨磨耗、车体下垂、弹簧变形等）不得低于站台高度。

第 2 款：站台计算长度内的站台边缘至轨道中心线的距离除考虑列车停靠的最大安全间隙外还应考虑列车不停车过站安全运行需求。

第 3 款：站台门至车辆限界之间的安全间隙不小于 25mm 的规定，考虑了北京既有车型的动态限界及现行车辆的实际车辆限界情况确定，具有一定包容性。

第 5 款：本条规定，综合考虑道岔内、外侧限界加宽及管片起点位置施工沉降普遍偏大、调坡调线困难因素综合确定。岔心至盾构管片起点的最小距离指的是道岔尖轨方向。

5.3.10 曲线站台边缘至车门门槛之间的最大间隙值，参见表 2。

表 2 为直线站台边缘至车门门槛净距 100mm 基础上进行加宽的计算值。无论车站曲线内是否设置超高，曲线站台边缘至车门门槛的间隙是相同的。

表2 曲线站台边缘至车门门槛最大间隙值

线路曲线半径 (m)	站台形状	曲线站台边缘至车门门槛最大间隙值 (mm)	
		A 型车	B 型车
800	凹形	179	159
	凸形	162	138
1000	凹形	163	148
	凸形	151	130
1200	凹形	154	141
	凸形	142	126
1500	凹形	144	134
	凸形	134	121
2000	凹形	131	122
	凸形	125	115
3000	凹形	125	119
	凸形	118	111

5.3.11 防淹门和人防隔断门建筑限界内除架空接触导线外的一切管线都需在门框以外通过。考虑空气动力学因素,规定门框高度应与区间矩形隧道的限界高度一致。

5.3.12 射流风机、风管、道岔转辙机等设备体量较大,有的还需要一定的动作空间,所以必需对其限界进行检算。

5.3.13 第1款:车辆综合基地库外车场线一般采用碎石道床,列车运行工况为:空车、速度 25km/h 及以下,为简化设计,此处规定库外线限界执行区间限界是偏于安全的。

第2款:车辆综合基地库内高架双层检修平台的高平台及安全栅栏的建筑限界按空车在整体道床轨道上以 5km/h 及以下速度运行进行设计。此时车辆转向架一、二系弹簧不变形,只产生轮轨间隙的随机变化,车体和转向架之间横动量的随机变化。故车体轮廓线和高平台(安全栅栏)之间按 80mm 间隙进行建筑限界设计是安全的,这个间隙也能有效防止工人高空作业时出现安全事故。

第3款:车库大门宽度已在车辆综合基地条文中规定,B<sub>1</sub>型车的车库大门高度与矩形隧道建筑限界高度相同;A型车和B<sub>2</sub>型车的车库大门高度应根据接触网进库与否分别规定。

5.3.14 设置道岔警冲标的目的是控制列车的停车位置,需保证岔后一线停车,另一线能正常过车的要求。

## 5.4 轨行区管线设备布置原则

5.4.1 本条规定的目的在于保证列车在带故障状态运行时不会与轨行区的管线、设备擦碰,以及限界检测车的顺利通过。

5.4.2 强电主要指 10kV 或 35kV 环网电缆,弱电主要指通信、信号电缆。电缆路由需考虑减少过轨、方便与相关设备连接等因素。强电电缆一般宜布置在轨行区行车方向的左侧(减少过轨),弱电电缆一般布置在轨行区行车方向的右侧(方便与信号机、通信直放站等设备连接)。动照电缆一般布置在轨行区行车方向左侧或与纵向辅助疏散平台同侧,以方便与区间照明灯连接。维修电源插座箱及其电缆宜布置在弱电电缆侧。轨行区两侧的各种管线应排列有序,保持顺直,避免频繁过轨或交叉。道岔区转辙机、信号机的安装位置应根据信号系统的布置确定。

5.4.3 由于地铁采用右线行车制,所以信号机安装在行车方向的右侧,道岔区则根据信号的设计要求布置。

## 6 线 路

### 6.1 一 般 规 定

6.1.4 第1款：高架线桥下净空应满足铁路、道路限界要求并预留结构沉降量、铁路抬道量或公路路面翻修高度；对于铁路，桥下最小净空依据行驶机车类型、设计速度等不同而限值不同；对于公路，桥下最小净空宜不小于5.0m；对于市内道路，桥下最小净空依据行驶车辆种类不同而限值不同，其中对于通行机动车的道路，桥下最小净空宜不小于5.0m；同时，为防止通过桥下的机动车辆，因装载过高而危害桥梁安全和造成车辆行车事故，应在立交桥两侧设置限高标志和限高防护架；对于轨道交通线路，桥下最小净空依据轨道交通受电方式不同而限值不同。具体详见表3的要求。

表3 桥下净空的要求 (m)

铁路	客运专线铁路建筑限界 ( $200\text{km/h} \leq v \leq 350\text{km/h}$ )			7.25	
	客货共线铁路建筑限界 ( $v \leq 160\text{km/h}$ )	蒸汽及内燃牵引区段		5.50	
		电力牵引区段		6.55 (6.20)	
	客货共线铁路建筑限界 ( $160\text{km/h} < v \leq 200\text{km/h}$ )	蒸汽及内燃牵引区段		5.50	
		电力牵引区段		7.50 (7.22)	
	客货共线铁路双层集装箱运输建筑限界	内燃牵引区段		6.05	
		电力牵引区段	弹性悬挂	200km/h	7.96
				$\leq 160\text{km/h}$	7.56
刚性悬挂			$6.86+h_1$		
公路	高速公路、一级公路、二级公路			5.0	
	三级公路、四级公路			4.5	
城市道路	机动车	有轨电车		5.5	
		无轨电车		5.0	
		各种汽车		4.5	
	非机动车	自行车、行人		2.5	
		其他非机动车		3.5	
城市轨道交通	接触轨			5.0 (4.2)	
	接触网 (不含接触网杆高)			$6.0+h_2$	

表3中，括号内数值为困难条件下取值； $h_1$ 为刚性悬挂条件下接触网结构高度，取值应另行计算； $h_2$ 为接触网杆高与建筑限界顶部高差，当线路由接触网立杆处跨越时，应考虑杆高的影响；线路跨越铁路时，可参考《铁路技术管理规程》(铁道部令第29号)相关规定，表内数值为铁路基本建筑限界，线路跨越内燃牵引区段时应考虑改造为电力牵引的可能，限界应适当加高；线路跨越公路时，可参考现行行业标准《公路路线设计规范》JTG D20 相关规定，考虑三、四级公路走行车辆的不确定性较强，建议统一按照净空5.0m控制；线路跨越城市道路时，可参考现行行业标准《城市道路设计规范》CJJ 37 相关规定；

第2款：高架线跨越排洪河流时，桥下净空应根据计算水位(设计水位计入壅水、浪高等)或最高流冰水位加安全高度确定。当河流有形成流冰阻塞的危险或有漂浮物通过时，应按实际调查的数据，在

计算水位的基础上，结合当地具体情况酌留一定富余量，作为确定桥下净空的依据。对于有淤积的河流，桥下净空应适当增加。在非通航亦无流筏的桥孔，其桥下最小净空应符合表 4 的规定。

表 4 非通航河流桥下最小净空（m）

桥梁部位		高出设计洪水频率水位+Δh 后的 最小净高	高出检算洪水频率水位 +Δh 后的最小净高	高出最高流冰面的 最小净高
梁底	洪水期无大漂流物	0.25	0.25	0.75
	洪水期有大漂流物	1.00	1.00	□

表 4 参考现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 和《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1 相关规定制定；Δh 系表示根据河流具体情况，分别考虑壅水、浪高、河弯超高、河床淤积、局部股流涌高等影响的高度；跨越通航河流时，其桥下净空应根据航道等级，满足现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的要求。

第 3 款：高架线桥墩与道路路侧的最小安全距离，应满足表 5 的要求。

表 5 高架线桥墩与道路路侧的最小安全距离

分 类		中间带			两侧带		
城市道路	计算速度（km/h）	80	60， 50	40	80	60， 50	40
	机动车道的最小安全距离（m）	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	非机动车道的最小安全距离（m）	—	—	—	0.25	0.25	0.25
公路	计算速度（km/h）	>100	≤100	—	—	—	—
	机动车道的最小安全距离（m）	0.5	0.25	—	—	—	—

表 5 参考现行行业标准《城市道路设计规范》CJJ 37 和《公路路线设计规范》JTG D20 的相关规定制定，本表中最小安全距离是指安全带宽度，即按此规定高架线桥墩可不侵入道路限界，但为防止机动车对高架线桥墩的冲撞，应设置必要的隔离防撞设施。

第 4 款：区间及车站建筑与架空电力线之间的最小水平（表 6）和垂直距离（表 7），可参考现行行业标准《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220 和《架空送电线路设计技术规程》DL/T 741 的相关规定确定。

表 6 区间及车站建筑与架空电力线之间的最小水平距离（m）

边导线电压值	车站建筑（凸出部分）	区间（轨道中心至杆塔外缘）
10kV 及以下	1.5	平行：杆高加 3.0 交叉：5.0m
35kV	3.5	平行：最高杆高加 3.0 交叉：30m
66kV~110kV	3.5	
154kV~220kV	4.0	
330kV	5.0	
500kV	6.0	

表 7 区间及车站建筑与架空电力线之间的最小垂直距离（m）

边导线电压值	车站建筑（顶端）	区间（电力线至轨顶）
10kV 及以下	3.0	7.5
35kV	4.0	7.5
66kV~110kV	5.0	11.5
154kV~220kV	6.0	12.5
330kV	7.0	13.5
500kV	9.0	16.0

6.4 配 线

6.4.3 第 4 款：折返线、故障列车停车线有效长度（不含车挡长度）应按照远期列车长度+安全距离+信号设备安装距离计算。贯通式折返线和停车线长度（两组前端对向布置道岔的尖轨尖端之间距离）不宜小于远期列车长+24m（图 1）；尽端式折返线和停车线长度（尖轨尖端至车挡前）不宜小于远期列车长+60m（图 2），其中远期列车长度指远期列车停车点间距离。

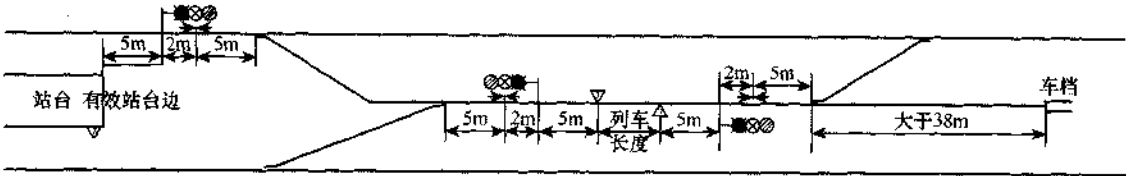


图 1 贯通式折返线、停车线信号机布置示意图

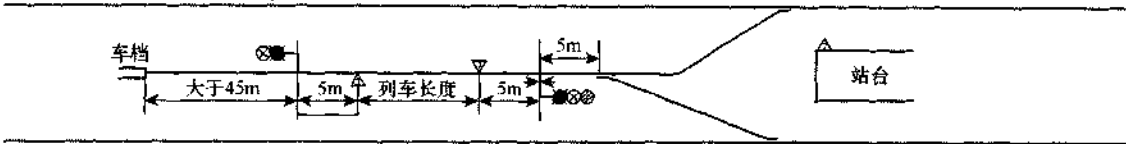


图 2 尽端式折返线、停车线信号机布置示意图

6.4.5 第 1 款：支线与正线接轨的车站应设置平行进路；支线在站内接轨，当与正线间为岛式站台，出站方向接轨点道岔处的警冲标至站台端部距离，需由信号系统核算确定，若小于安全距离应设置安全线（图 3）；若为侧式站台，支线与正线间距较近，应设置安全线（图 4）。

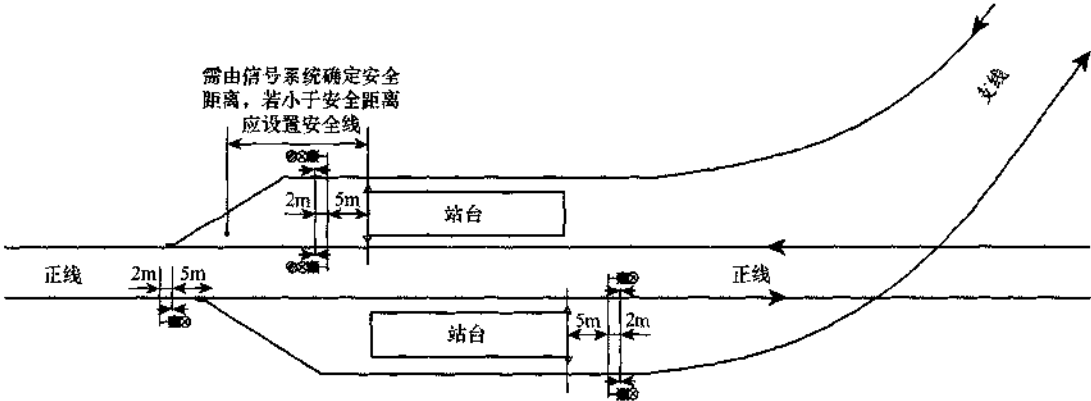


图 3 岛式车站岔线接轨形式

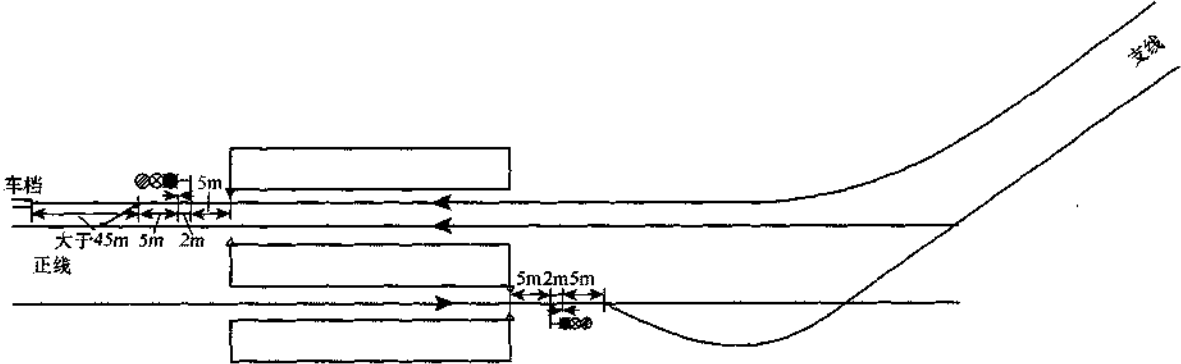


图 4 侧式车站岔线接轨形式

第2款：车辆综合基地出入线，在车站接轨点前，应由信号系统核算停车点至警冲标之间距离，若小于安全距离应设置安全线（图5）。采用“八”字型布置在区间与正线接轨时，应设置安全线（图6）。

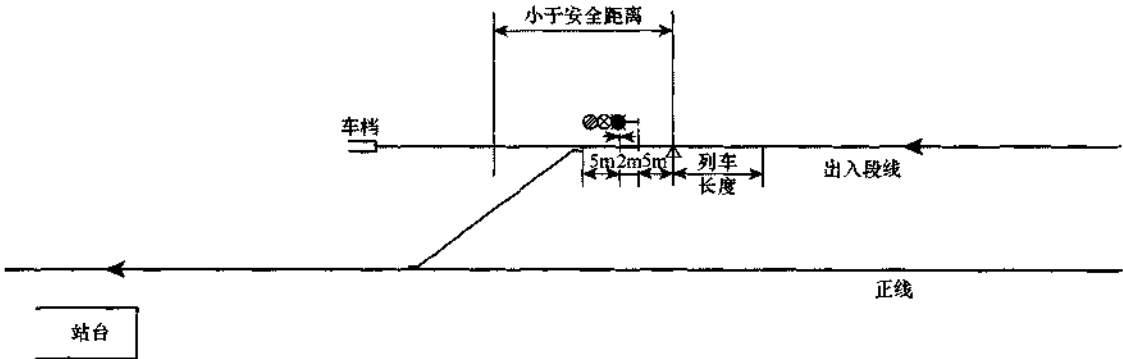


图5 出入段线在车站与正线接轨形式

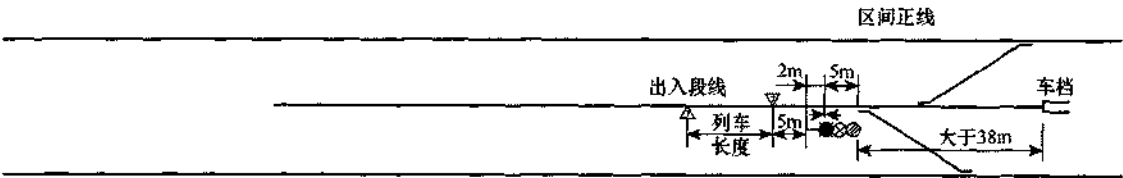


图6 出入段线在区间与正线接轨形式

第3款：列车折返线及停车线末端均应设置安全线（图7），安全线自列车停车点至车挡前长度不宜小于50m（不含车挡）。在特殊情况下，可采取限速和增加阻尼措施，缩短长度。

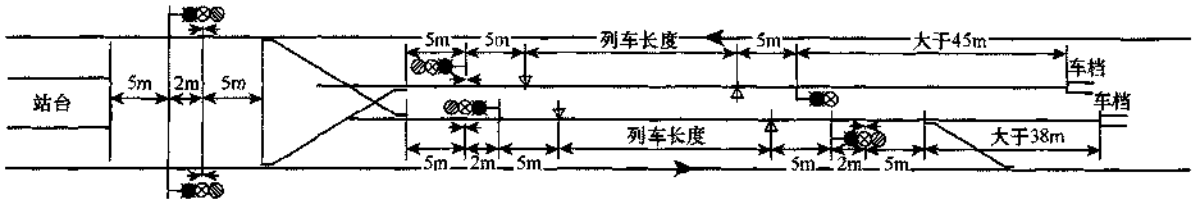


图7 折返线末端接正线形式。

## 7 轨 道

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 轨道结构是列车运行的基础，直接承受列车的动荷载并传递给隧道桥梁或路基等轨下基础，因此应具有足够的强度、稳定性和耐久性，并留有一定的安全储备。钢轨是列车牵引用电回流电路，轨道结构应满足绝缘要求，同时减少泄漏电流对结构、设备的腐蚀。轨道结构还要有适量的弹性，以降低对周边环境的振动噪声影响。

7.1.2 轨道各部件的精度、使用寿命等应合理配套，提高整体水平，才能充分发挥轨道结构各部件强度，延长设备的维修周期。轨道设计应与地铁的养护维修条件相适应，尽量采用少维修、可维修的设备。

7.1.3 应考虑线网各线轨道部件的标准化、系列化，力求统一标准，在一定时期内保持相对稳定，以减少部件种类，方便运营管理。延伸线工程轨道产品宜与一期工程一致。

7.1.4 轨道结构处于不利的运营状态时，在轨道技术要求、轨道结构设计时应采取加密轨枕等加强措施。

7.1.5 考虑无砟轨道道床维修较为困难，且影响正常运营，其设计使用年限应与地铁结构设计使用年限一致，即 100 年。无砟轨道道床中的钢筋、混凝土按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中规定的设计使用年限要求进行设计。

7.1.7 轨道新产品、新材料及新工艺应按照《建设领域推广应用新技术管理规定》、《建设部推广应用新技术管理细则》以及建设管理公司的有关规定，履行必需的程序后方能在工程中应用。

### 7.2 基本技术要求

7.2.1 钢轨轨底坡的取值应根据轮缘踏面坡度与轨顶踏面轮廓线的匹配情况、轨道设备情况具体确定。目前北京地铁已运营线路均按 1/40 设置轨底坡，轮轨接触面的磨耗光带多数偏向钢轨工作边，说明轨底坡设置偏小，但使用状况尚可。西安地铁等城市的按 1/30 设置轨底坡，直线地段光带偏向钢轨中部，使用效果较好。北京地铁 6 号线等新线也采用了 1/30 的轨底坡。

7.2.3 曲线实设超高值应以运营阶段的列车运行速度计算。设计时应以不同设计阶段的列车牵引计算速度、信号系统的速度曲线为基础，并逐步调整到以最接近运营的运行速度值进行计算。控制车站站台有效长度范围内曲线超高最大值，以满足车站站台限界的要求。

7.2.4 超高设置方式及其顺坡率对车体垂向动力响应（车体垂向加速度及垂向平稳性指标）影响较大。当设置全超高时，应尽量采用较小的超高顺坡率，以减缓超高变坡点处钢轨不平顺。车场线曲线为避免反超高，可设置 5mm~10mm 超高。

7.2.5 本表根据北京地铁既有线轨道结构高度的取值确定，可根据工程接口条件及道床受力情况调整车场库内道床的轨道结构高度按与检查坑结构接口确定。

7.2.6 国外地铁的扣件及轨枕铺设数量一般均为 1600 对/km~1680 对/km，且有减小的趋势。对于无缝线路，轨枕间距宜调整为每根轨排的扣件及轨枕数为整数，以方便轨排组装。对于洗车库道床、柱式检查坑道床，应根据车辆检修的要求、立柱的具体形式调整扣件节点间距。

7.2.7 新线开通时，钢轨和轮对有一定的磨合期，在此磨合期内，轮轨磨耗较为严重。通过轮轨走行的磨合，轮轨逐渐吻合，钢轨光带逐渐稳定成型，磨耗相对均匀。由于北京地铁运营初期即按 4min 间隔

运营,宜对正线钢轨进行预打磨,使轮轨接触面的磨合期大大缩短,减少了磨合期内轮轨的异常磨耗,保证初期运营的平顺性,并延长轮轨使用寿命。

### 7.3 轨道部件

7.3.1 钢轨材质随制造技术的进步,也在不断提高,为此提出钢轨抗拉强度应大于 880MPa。钢轨材质的选择应根据运营、线路、车辆、减振轨道设计条件等因素综合考虑,一般情况下,钢轨强度不宜过高,以易于打磨,并保持钢轨的平顺性。但在曲线地段,钢轨磨耗和疲劳伤损是控制钢轨使用寿命的主要因素,根据国铁试验统计,在正线曲线半径小于 700m 地段,钢轨侧磨率增长较快。钢轨通过热处理,可提高其各项机械性能,是我国目前较易实现钢轨强韧化的措施。

7.3.2 本条规定的 DTVI 型(包括 DTVI1 型扣件、DTVI2 型扣件及 DTVI3 型扣件等)、DTVII 型(包括 DTVII2 型扣件等)和 DJK 型系列(包括 DJK5-1 型扣件等)扣件,均为经北京地铁多年使用和不断完善形成的系列化扣件,适合地铁特点、经济适用,有利于北京地铁全线网主要扣件及其备件的资源共享。

7.3.3 接触轨与走行轨一体设计,可提高接触轨的安装速度和精度,节省工程量。对于道岔等接触轨机械分段地段,也可采用将接触轨单独固定于道床的形式。

7.3.4 道岔是轨道的薄弱环节,关键部件使用寿命较其他设备短,现场养护维修工作量大,因此对道岔的主要零部件如钢轨、扣件、轨枕均需结合工程条件,采用通用的部件。一般情况应采用北京地铁京建线系列道岔,如城轨 237、城轨 238、城轨 241 及城轨 252 等。

隧道沉降缝或梁缝处出现差异沉降将引起道岔关键部位的几何形位改变,造成安全隐患。

7.3.5 钢轨伸缩调节器主要铺设在大跨度桥梁的轨道上。桥上设置钢轨伸缩调节器的位置,应根据桥梁墩台、支座及线路条件经计算合理确定。

### 7.4 道床结构

7.4.1 宜优先选用无砟道床,以减小维修工作量、降低轨道高度。但应注意道床基础的工后沉降控制能满足轨道平顺性的要求。

7.4.2 目前北京地铁的无砟道床种类有很多,以解决个别地段的特殊问题。本规范仅就一般地段的道床进行规定。对于特殊道床结构如浮置板道床、弹性短枕式无砟轨道、梯形轨枕轨道等道床型式的构造要求可参考本规范,结构设计应根据受力工况具体设计。

7.4.3 有砟道床的技术参数按一次性铺设无缝线路的要求确定。

7.4.4 无砟道床与有砟道床间设置过渡段起到协调变形和弹性过渡作用,宜采用在有砟道床一侧设置钢筋混凝土道碴槽或平板扩大基础及道砟厚度渐变的方法,过渡段长度不宜小于车辆定距。

不同支撑刚度的无砟轨道结构之间,一般在动态下沉量较大的减振结构地段内进行与两侧道床的弹性过渡。

### 7.5 无缝线路

7.5.1 无缝线路设计包括确定锁定轨温、轨条布置、强度计算、稳定性计算、伸缩区和缓冲区设计、布置位移观测桩等内容,本条只给出无缝线路设计的一般原则。

应尽量扩大无缝线路铺设范围,其他特殊地段铺设无缝线路时应进行特殊设计。

7.5.2 有砟道床一次铺设无缝线路,避免了换铺作业,可降低建设成本并尽快稳定线路。一次铺设无缝线路必须采用大型养路机械进行起道、拨道、捣固和动力稳定整道。



7.5.3 根据北京地铁既有高架线的计算结果,锁定轨温宜为  $22^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。地下线温度变化较小,可适当放宽锁定轨温范围,以方便施工及维护。

7.5.4 无缝线路在道岔两端设置缓冲轨,便于维修部门更换道岔钢轨件。地下线轨温差较小,设置一根缓冲轨可满足使用要求。如铺设跨区间无缝线路,必须采用无缝道岔。无缝道岔应考虑维修便利,优先选用冻结接头。无缝道岔的尖轨、心轨相对位移,限位器、间隔铁等部件的强度均应检算,并满足跨区间无缝线路的设计要求。

7.5.5 高架线无缝线路设计是与梁跨布置递进式的设计过程,应根据桥梁所在无缝线路各个区段的位置,合理调整轨条和梁跨布置,控制梁轨作用力。

## 7.6 轨道减振

7.6.1 减振地段和减振等级是影响轨道建设投资和运营期环境影响的重要因素。应根据线路与沿线振动敏感点的关系,按环境影响报告和补充环境影响报告的要求慎重确定。同时应跟踪各设计阶段线路平纵断面的调整,分析与振动敏感点之间的变化,及时提出减振地段的调整方案,在施工图设计阶段进一步确认减振地段的里程和减振等级。

在尚无工程环境影响报告书的设计阶段,可按《环评导则》进行估算,最终仍需按环境影响报告书确认。

7.6.2 根据工程沿线的减振要求,在轨道结构上采取分级减振措施,既能达到沿线不同地段的环境保护标准,又能节省轨道工程投资。

本条减振级别划分与现行地方标准《地铁噪声与振动控制规范》DB/11T 838—2011 第 6.2 条的规定相一致。结合北京地铁应用的减振轨道结构类型和具体工程振动敏感点超标情况,减振级别也可另行划分,如将减振级别划分为三级,即将四级减振中的相邻两种合并,对应采取三种减振轨道结构。

7.6.3 除被保护振动敏感点对应线路长度外,减振措施设置长度尚应考虑其过渡段长度等因素,并避开普通轨道结构的振动影响范围。线路条件也是减振地段和减振措施选择需考虑的因素之一,宜与线路等专业协调避免在线路条件较差地段采取减振措施。

7.6.4 减振轨道结构对轨道系统的稳定性均有一定程度的削弱,体现在轨道几何形位变化增大、轨道结构内力增大等问题,将导致安全系数降低。因此应选用北京地铁已成功应用的减振轨道结构。其中扣件类的减振措施对轨道的几何形位影响最大,且容易引起轮轨共振等导致轨道发生异常病害,故应慎用扣件类减振措施。

7.6.5 采用预制轨枕可确保扣件预埋套管安装精度。控制轨下空间,以保证良好的轨道几何状态。

## 7.7 轨道安全设备及附属设备

7.7.1 在轮重减载率较大地段及列车脱轨将产生严重影响地段设置护轨或护轮设备,以防止列车意外脱轨或控制列车脱轨后事故扩大。

7.7.2 车挡是保证列车停车的最后一道技术防线。缓冲滑动式车挡利用滑动距离耗散列车动能,迫使失控列车安全停车。经运营线路多年使用,缓冲滑动式车挡技术成熟,性价比较为合理。据各工程的信号控制技术、列车重量等因素综合比选确定车挡主要技术要求和规格。车挡占用轨道长度应根据撞击荷载、允许冲撞速度、制动减速度等设计参数计算确定,一般地面线和地下线为 12.5m 或 15m,高架线不大于 25m。当长度受限时,应进行缓冲滑动式车挡与固定式液压等车挡形式的比选。

7.7.4 钢轨涂油是减少曲线钢轨磨耗和啸叫噪声的有效措施之一。北京地铁线路公司研制了用于小半径曲线上的钢轨涂油器,可减少小半径曲线地段的钢轨磨耗。地面钢轨涂油器宜设置在行车方向的直缓点处,如曲线长度超过 400m,每隔 300m~400m 增加设置一台。

7.7.7 根据北京地铁运营维修的需要，车站宜设置工务维修用房 1 间～2 间，每房间面积  $10\text{m}^2\sim 20\text{m}^2$ ，宜在站台层布置，以便于及时维修和抢修。

7.7.8 车辆段应设置不小于  $1500\text{m}^2$  工务料场，其中设不小于  $600\text{m}^2$  的料棚并设 5t 天吊，料场及料棚宜跨材料线设置。停车场应设不小于  $1000\text{m}^2$  工务料场，料场宜跨线或临线设置。料场地面应硬化处理，四周设围栏封闭。料场应有消防设施及用水。各料场应同时具备公路运输条件，道路宽度及转弯半径满足钢轨等大件运输要求。

## 8 路 基

### 8.1 一 般 规 定

8.1.1 在设计和施工时充分考虑对土工结构物产生影响的各种因素，包括：地质条件、列车荷载、路基自重、水流作用、气候及与其他交通、河流、管道等交叉时的影响等，土工结构物在设计年限内应具有足够的强度、稳定性和耐久性。

8.1.4 路基工程作为土工结构物，是轨下基础工程的重要部分。路基主体工程一旦破坏，对于运营的影响大。其地基处理、基础结构及直接影响路基稳定与安全的支挡等工程必须具有足够的强度、稳定性和耐久性，其设计使用年限不应小于 100 年。

8.1.5 路基工程的荷载与车辆及轨道型式相关，应根据具体的工程条件计算确定。支挡结构物的荷载应分别按照恒载、活载换算土柱加载计算。

### 8.2 路 基 断 面

8.2.1 路肩高程的确定关乎路基的强度、稳定性及耐久性，应重视水文影响，必要时采取相应的排水、支挡等措施，如在路基与 U 型槽过渡地段，应综合考虑地表积水水位或地下水位的影响，应合理确定路基与 U 型槽的分界。路基的地下水位应低于路基面 1.5m，地下水位高于轨顶以下 1.5m 时，一般不宜规划无砟轨道线路。

8.2.3 路基面宽度应考虑路基稳定、养护维修、安全、线间距、轨道结构型式、曲线超高设置、通信信号和电力电缆槽布置、接触网立柱基础位置、声屏障基础等因素的影响。

无砟轨道路基应根据轨道型式、管线布置方式进行确定，应满足限界要求，其路基面宽度应与相邻桥梁（或桥台）宽度相匹配。

### 8.3 基 床

8.3.2 无砟轨道的基床结构体系是为满足上部轨道结构的要求而确定的。无砟轨道路基基床结构中主要的受力结构为无砟轨道支承层和基床表层，支承层下垫层的作用是为无砟轨道支承层服务，满足其施工便利、质量可控的要求。

轨道板、无砟轨道支承层、路基可简化为弹性地基上的等价双层叠合梁模型进行计算，在结构分析时，保证道床板和支承层在荷载作用下的弯曲拉应力不大于相应的疲劳强度允许值。

列车动应力由轨道、道床传至路基本体，然后沿深度逐渐衰减，一般将动应力影响较大的部分定义为路基基床。压实土的动三轴试验表明，当动应力与自重应力之比在 0.2 以下时，加载 10 万次产生的塑性累积变形在 0.2% 以下，而且很快能达到稳定。因此，一般将动应力与自重应力之比 0.2 作为确定基床厚度的依据。

基床表层厚度的确定方法按满足以下两种条件进行控制：一是列车荷载作用下路基顶面变形量不超过 3.5mm 为限值；二是列车荷载作用下作用在填土上的动应力不大于填土允许应力。

填土的允许应力值可通过填土的动三轴试验确定。试验表明填土存在一个临界动强度，即在小于该临界动强度的荷载作用下，土样的塑性累积应变接近于零。否则，土的塑性应变就会不断累积、发展，直至破坏。

在受冻胀影响的地区，路基基床结构设计应满足抗冻胀要求。

**8.3.4** 根据高速铁路的有关研究及会议讨论，现行行业标准《高速铁路设计规范》TB 10621 对基床底层、基床以下部位的压实标准采用压实系数作为物理标准，但考虑到相关配套的试验等尚在完善之中，为此压实标准中仍可沿用现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 中的相对密度、孔隙率，压实系数作为选用标准。

**8.3.5** 厂拌二灰砂砾应具有产品质量合格证及石灰活性氧化物含量、粒料级配、混合料配合比及 7d、28d 龄期强度标准值。7d、28d 无侧限抗压强度  $R_7 \geq 0.7\text{MPa}$ ， $R_{28} \geq 2.0\text{MPa}$ 。

基床表层级配碎石粒径级配应符合表 8 规定。其不均匀系数  $C_u$  不得小于 15，0.02mm 以下颗粒质量百分率不得大于 3%。

表 8 基床表层级配碎石粒径级配

方孔筛孔边长 (mm)	0.1	0.5	1.7	7.1	22.4	31.5	45
过筛质量百分率 (%)	0~11	7~32	13~46	41~75	67~91	82~100	100

级配砂砾石填料的级配应符合表 9 要求，用方孔筛时，采用 2~3 号级配，用圆孔筛时采用 1~3 号级配。

表 9 级配砂砾石的级配范围

级配编号	通过筛孔重量百分率 (%)								
	50	40	30	20	10	5	2	0.5	0.075
1	100	90~100		65~85	45~70	30~55	15~35	10~20	4~10
2		100	90~100	75~95	50~70	30~55	15~35	10~20	4~10
3			100	85~100	60~80	30~50	15~30	10~20	2~8

## 8.5 路 堑

**8.5.2** 不良地质、软土地质及受地下水影响的地段，其路肩高程应严格控制，以保证路基的干湿状态，因此一般应采用填方的形式，路基的地下水位应低于路基面 1.5m，应避免采用路堑方式。

## 8.6 工 后 沉 降

**8.6.2** 不均匀沉降变形降低了轨道几何不平顺和行车舒适性，有时出现较大的附加动力荷载，对系统的动力稳定性产生影响，为此控制路基的沉降变形是无砟轨道路基的关键。

路桥过渡段从轨道高低不平顺的角度，10m 弦测量误差为 6mm，考虑铺轨过程中 2mm 允许施工误差，采用 10m 弦测量误差 4mm 作为路基差异工后沉降的设计控制标准，换算为折角即为 1.6‰。

## 8.12 路基变形观测

**8.12.2** 不良地质、软土地基地段的无砟轨道路基应设置观测点，路基两侧埋设沉降、位移等观测设施，其控制标准应满足设计要求。

## 9 车站建筑

### 9.1 一般规定

9.1.3 静态功能评价方法适用于轨道交通网络中所有换乘车站,通过建立定量为主与定性的指标体系对换乘车站进行评价。静态评价的突出特点是指标简化、透明、快速、可操作强。评价内容包括:通行设施能力的适应性,站台短时的冲击性,换乘设施的便捷性和运能的匹配性。为了确保换乘车站正常运营,提高车站的服务水平,以及超高峰时段乘客的出行安全,本规范要求北京新建轨道交通换乘车站在设计时进行车站静态功能评价。通过评价换乘设施的能力和服务水平,针对存在问题,调整站台宽度、增加换乘设施数量和宽度,优化付费区布局,缩短换乘时间,改进车站设计。

9.1.4 一般换乘车站可通过静态功能评价来判断车站的合理性,转乘特级和甲级城际交通客运站的换乘车站,三线换乘及三线以上的换乘车站,线网中原非换乘车站改造成的换乘车站,以及静态换乘功能评价有突出问题的换乘车站,还需通过动态仿真模拟评价分析车站存在问题。

动态仿真模拟评价具有直观、具体、清晰再现客流使用效果。通过动态模拟评价,找出车站存在问题的症结。并通过调整车站客流组织和自动售票机、安检设施、检票机、换乘楼扶梯位置和方向,解决客流交织和设施不均衡状况;通过增加楼扶梯数量、调整设施规模和疏散空间,改善车站通行能力和拥堵状况,最终达到优化车站设计。

9.1.5 临近集会性质的大型体育场馆、会展中心及大型社会活动中心这一类场所的车站,会产生瞬时间突发客流,一般比较容易掌握其规模与动态,是可预期的。因此可以根据冲击规模与冲击强度,在地面上进行有组织的限流和提供必要的缓冲空间。

9.1.6 小交路折返站和设有列车故障停车线的车站具有清客功能。清客时,站台会出现拥堵现象,因此应对清客工况下站台滞留乘客的人流密度和紧急疏散时间进行校验。

为确保清客车站的乘车和疏散安全,清客工况下在站台上的滞留人数应为:远期(客流控制期)超高峰小时清客线路站前断面客流减去下车客流、加上2个列车间隔内清客线路一侧的进站客流和1个列车间隔内另一侧线路的进站客流,可由附录 F.0.6 中的公式计算。因此,无论岛式还是侧式车站,均需对侧站台和站台中跨区域的人流密度予以验算。站台人流密度为清客时站台短时间的人流总量除以站台有效面积。站台有效面积为站台门以内扣除各车门宽度范围内的侧站台乘降区面积及楼扶梯、电梯、柱子等无法供乘客通行和等待后的面积。评价标准为侧站台乘降区人流密度不宜大于 $2\text{人}/\text{m}^2$ ,站台中跨区域的人流密度不应大于 $1.2\text{人}/\text{m}^2$ 。

9.1.7 具有潮汐客流的车站,早高峰和晚高峰的客流量差别相当大,侧式站台会因早晚客流方向不同、存在一侧站台闲置问题,而岛式站台具有应对潮汐客流不均的优点,且车站规模要比侧式站台小。因此,对于具有潮汐客流的车站,宜采用岛式站台,并采取加大楼扶梯一侧的侧站台宽度、增加楼扶梯和双向检票机等措施提高通行能力,以适应早晚高峰时段客流不均衡要求。

9.1.10 根据规划条件,当车站综合利用地上、地下空间进行一体化设计以及出入口与周边物业开发、地下通道、过街天桥连接时,应有明确的物业界面,以利管理。

### 9.2 车站分类、分级

9.2.1、9.2.2 车站的分类、分级体系与车站周边的环境功能定位有关。车站周边环境并不是一个静态的概念,其变化主要是由两方面因素决定的:其一,随着站点密度的增加,车站的服务半径会相应收缩,

周边环境的功能定位会愈加清晰，反之亦然；其二，城市发展中因人为干预可能会导致环境功能定位发生较大变化和人群规模出现剧烈波动。由于环境功能定位变化具有较长的历史性周期，从环境功能定位的变化与车站的实际使用年限来看，前者的历史性周期更加长久，所以，按照车站服务区域内的环境功能定位来辨别其主导客流行为特征是可行的，在设计过程中也便于操作。

不同的客流构成具有不同的行为特征和需求，对车站设施设计参数与配置标准的影响程度也不同，会对车站建筑设计产生较大的影响。如转乘城际交通的车站，乘客携带物品较多，对车站环境较为陌生，通行速率较低，平均心理距离及物理空间较大，对人工服务需求比例较高，对建筑空间环境有视觉通畅及空间尺度上的物质需求。另外，转乘城际交通的车站和市郊铁路首末站、市域公交枢纽、市内公交枢纽同样是交通枢纽，但其行为特征却有着较大的差异，这种差异并不是来源于规模量级，而是出行目的，转乘城际交通的车站是以旅行为目的，后者是以通勤为目的。对于以通勤为主的车站，乘客对车站环境较为熟悉，能够较快适应局部设施故障，携带物品很少，通行速率较高，对车站辅助功能需求较低，对车站空间的文化氛围无特殊的要求。因此上述两类车站对车站通行服务设施的需求是不同的。

本规范提出的分类分级方法，是建立在通用分类分级体系基础上，按照具体问题相关性提炼出的分类或分级体系，他既不同于以预测客流规模为依据的分级方式，也不同于相关各行业自身的分级分类方法（如城市规划、交通规划等）。在满足基本建设标准与设计规范的前提下，按照其服务区域环境功能定位、车站主导客流行为特征及其对车站设施设计参数与配置标准的影响程度分为A类旅行和B类休闲、集会以及C类通勤三大类，并根据客流构成类型广泛性与客流规模风险影响度相结合的原则，按照主导客流对车站基本功能使用要求的差异性进行分级。

车站分类分级体系以及在此基础上制定的相关标准，有助于推行车站建筑的差异化设计，降低了车站设施配置规模风险，加强了设施配置标准制定的科学性，提高了车站设施配置效率和综合服务水平。

表 9.2.2 中，在车站环境特征分析中，最终等级的确定应以对车站使用要求最显著的客流构成为依据。

### 9.3 车站设计标准

**9.3.2 车站各部位最小净宽和最小净高** 表 9.3.2 中：管理用房、出入口通道的高度为地饰面至吊顶的高度；消防专用通道的高度为地饰面至结构顶板底面的高度。公共区楼梯最小净高为踏步前缘线量至上方向吊顶或结构等障碍物下缘的垂直高度；设备管理用房区的楼梯高度为梯段净高。楼梯宽度为扶手中心线或墙饰面至扶手中心线之间的水平距离。设备管理用房门的最小尺寸为门扇的净尺寸，洞口宽度需加 0.10m，洞口高度需加 0.05m。

**9.3.3 北京是全国的首都，是政治、经济、文化中心，作为一座特大型城市以及在地区、国家的地理与交通架构中的特殊位置，北京不仅是常规意义上的三大中心，也是重要的交通中心。北京与其他城市相比较，有大型交通枢纽、世界文化遗产旅游观光区和举办国际性聚会活动的场所，以及国家级风景名胜区、著名商业区和国家级商务中心，这与北京所特有的首都功能是密不可分的。上述功能在轨道交通网络日渐成熟的过程中，都面临着如何充分发挥轨道交通优势、提高衔接效率与综合服务水平的问题。根据北京在建和运营线路经验和风险控制要求，本规范根据北京特点按不同等级对非换乘车站最小站台宽度和侧站台的宽度做了规定，其标准理应比现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 高。**

表 9.3.3 中，各级岛式站台侧站台最小宽度同侧式站台长向范围内设楼扶梯或结构柱的侧站台乘降区最小宽度。侧站台乘降区宽度为楼扶梯或柱子装修面至站台边缘的宽度。无柱岛式车站的最小站台宽度不得小于 8.0m。暗挖车站以及端头厅车站可在同标准下加宽站台宽度，满足侧站台和楼梯最小宽度要求。对于站厅设在地下一层的三层双柱岛式车站，站台至站厅的楼扶梯往往采用上下行扶梯夹楼梯的形式，为使楼梯净宽满足特种履带式消防车通过要求，因此规定站台最小宽度不应小于 13m。

**9.3.5** 自动扶梯通过能力是设计的重要基础参数,它会直接影响车站服务设施的评价指标和紧急疏散时间的计算结果。目前车站设计中各设施通过能力是采用现行国家标准《地铁设计规范》(GB 50157—2003)的推荐取值,但经北京、广州等地调查结果表明,扶梯实际使用的通过能力与设计推荐值相差较大。通过实际的调查数据,本规范对自动扶梯的能力进行了修整,并与现行国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899 取得一致。即倾角  $30^\circ$ 、名义速度  $0.65\text{m/s}$ 、 $1\text{m}$  宽的自动扶梯通行能力按  $7300$  人次/h 做为推荐值,以提高通行设施的抗风险能力。

计算出入口通道和换乘通道宽度时,通道宽度宜与人流股数匹配,并按人流股数核算,平时使用一股人流宽度可按  $700\text{mm}$  计算,通道宽度需加上每侧  $300\text{mm}$  的余量。即  $6$  股人流的通道净宽度为  $[(6 \times 0.70) + (2 \times 0.30)] = 4.8\text{m}$ ,加上装修厚度后,结构宽度约为  $5.1\text{m}$ 。 $8$  股人流的通道净宽度为  $6.2\text{m}$ ,加上装修厚度后,结构宽度约为  $6.5\text{m}$ 。 $10$  股人流的通道净宽度为  $[(10 \times 0.70) + (2 \times 0.30)] = 7.6\text{m}$ ,加上装修厚度后,结构宽度约为  $8\text{m}$ ,因此结构宽度  $8\text{m}$  的换乘通道只能按  $10$  股人流计算。

在计算出入口通道通过能力时,还需根据不同类型的车站,乘以折减系数。如近郊客运中心的车站,通道净宽为  $4.8\text{m}$ ,每股人流按  $0.7\text{m}$  计,可按  $6$  股人流计算,通过能力需乘以  $0.7$  的折减系数,通道总的通过能力为:  $6 \times (4000 \times 0.7 \times 0.7) = 11760$  人/h。

**9.3.6** 不同行为特征的主导客流对车站基本功能使用要求存在一定的差异性,如转乘城际交通和近郊客运中心车站的客流,往往携带物品较多,对车站环境较为陌生,通行速率较低。而以通勤为主的主导客流,携带物品很少,对车站环境较为熟悉,通行速率较高。以休闲(旅游和商业)为主的主导客流,会携带少量物品,对车站环境介于熟悉和陌生之间,有充足的时间和心理准备确认通行路径、学习使用各种设施,通行速率也较低。由此可见,对不同行为特征的主导客流,不能采用统一的标准。本规范根据各种类型车站主导客流的的不同行为特征,对自动扶梯、楼梯、检票机和出入口通道等站内通行设施能力进行了折减,目的是为了提高通行设施的抗风险能力。

**9.3.7** 地下车站受工程水文地质、施工工法、线路敷设条件、地下管线和构筑物,以及车站综合管线影响,车站公共区空间为扁平空间,吊顶高度一般较低。尤其是站台宽度较大的车站,空间压抑,如果设计对不同站台宽度的公共区吊顶高度采用同一标准,显然是不合理的。为了改善公共区的空间效果,本规范对站台宽度不同的地下车站公共区以及出入口通道吊顶的最小高度做了规定。以满足不同行为特征的客流对车站空间、视觉和文化的需求。

## 9.4 车站总平面布局

**9.4.4** 本条主要针对地上车站的站位设置做了具体规定:

第1款:设在道路红线外的地上车站,有单独修建的,也有和其他开发建筑合建或贴建的,但应根据车站主客流进出方向在车站和道路红线之间留出集散广场,避免出站客流冲击人行道,影响人员集散。一般情况下,车站端部与垂直道路红线之间的距离不宜小于  $20\text{m}$ ,与平行道路红线的距离不宜小于  $10\text{m}$ 。

列车振动产生的噪声频谱特性属于中、低频,其传输的距离较远,对开发建筑影响较大,因此车站和开发建筑合建或贴建时,需采取隔振等措施防止固体声对开发建筑的影响。

第2款:在十字路口和丁字路口一侧设于道路中央的高架车站,如果车站端部的建筑轮廓线离道路红线交叉点的距离太近时,会对路口的交通视线产生干扰,其景观也较差。尤其是车站端部桥墩与道路红线交叉点贴近时,对路口的交通组织干扰更大。因此要求车站离道路红线交叉点的距离不能太近,桥墩的设置要避免对路口视线的干扰和对今后道路渠化的影响。

第3款:高架线路横穿铁路和公路桥时,其站位应远离铁路和公路桥,尤其是在立交桥起坡点前设站,两者的干扰较大,因此应远离立交桥匝道和进出主桥的辅路路口,避免影响道路交通。

**9.4.8** 体育场馆、影剧院、展览馆、游乐场和居住小区、幼儿园、托儿所、中小学等场所的进出口是人

员集中场所，为了减小车站出入口在高峰时段对上述部位的干扰，以及紧急疏散、消防扑救时的干扰。车站出入口、消防专用出入口需离开上述建筑物进出口一定距离。尤其是体育场馆、影剧院、展览馆、游乐场的客流对车站具有一定冲击性，适当拉开两者之间的距离，对减小车站冲击是有益的。

**9.4.13** 根据以往轨道交通建设经验，出入口和风亭等附属建筑往往是控制车站建设工期的关键因素，由于附属建筑受结合建筑的建设期影响，车站后期不得不修改设计，或取消出入口，致使车站工期不能得到保证，影响车站开通。因此车站周边规划条件成熟的地块，风亭与地块建筑结合时，应同步设计、同步施工，同期实施。如建设时序不同，附属建筑应单独修建，避免因结合建筑延期施工或停建耽误通车，但出入口结构可预留衔接条件，以方便今后相邻建筑需要时接通使用。对于预留出入口以及分期建设的换乘车站地面出入口和风亭，应统一规划、合理布局、预留接口，并在总图中用虚线显示，以便规划控制用地。

**9.4.15** 设配线的明挖车站，当车站设在道路红线内时，应充分利用配线上部的富裕空间布设设备用房，而不应再将车站设备用房外挂于车站主体建筑外，增加车站面积。尤其是设在道路红线外的车站，风口和出入口可从顶板直出，少占开发用地。另外，也可将富裕面积尽量留给非付费区，为乘客服务。

**9.4.16** 出入口地面亭前是乘客进出车站的必经之地，因此，需规划一定面积的人流集散场地，其用地应结合周边环境和出入口的开口方向合理确定。对于以通勤为主的车站，出入口附近应在主客流方向设置自行车停车场地，进出站客流较大时，宜在不同方向设置，并与出入口同步实施。条件允许时，可在出入口附近规划一定面积的便民服务用房，方便乘客。

## 9.5 车站平面

### I 车站站厅

**9.5.2** 车站非付费区是乘客进出站的场所，在非付费区会布置售票、问询、自助零售、小商铺、安检等乘客服务设施，为了合理布置上述设施，确保人流通畅，对于 6B 编组的标准车站规定纵向长度不宜小于 16m。对于 6 节以上编组的 A、B 型车站，非付费区长度宜适当加长。对城市轨道交通枢纽、近郊客运中心、市郊铁路首末站和市域公交枢纽为主导客流的车站，旅游观光、商业购物为主导客流的车站，以及短时会产生突发客流的车站，应根据主导客流行特征和车站服务区域环境功能定位，酌情加大站厅非付费区纵向长度。对具有过街功能的非付费区，也需适当加长非付费区长度。

**9.5.4** 第 5 款：售票机的布置应符合乘客进站流线，售票机前应留有乘客购票的集聚空间。当售票排队方向与出入口进出站客流行进方向垂直、且售票机设在设备管理用房区靠外墙中跨布置时，售票机外侧 2.0m 范围不宜侵入出入口通道投影线内；当售票机设在设备管理用房区靠外墙边跨布置时，其外侧 3.0m 范围不宜侵入出入口通道投影线内。当售票排队方向与客流行进方向平行、且售票机设在设备管理用房区靠外墙边跨布置时，售票机外侧与出入口通道的距离不得小于 1.2m。

### II 车站站台

**9.5.8** 侧站台宽度是乘客等候上车的区域，也是乘客下车出站的必经之路，本公式是基于北京新线车站全部设置站台门，并在侧站台的每个站台门两侧划出上车排队等候区，列车到达时，采取先下后上原则。因此计算侧站台宽度公式中扣除了列车车厢门的总宽度，其余部分作为上车等候区考虑。

侧站台计算公式中的  $Q_{cs}$  是车站远期或客流控制期高峰小时的单侧站台上车客流量，岛式站台宽度计算中，取站台上车客流量大的一侧计算。

站台宽度计算中，每组楼梯和自动扶梯宽度应含扶梯之间的安装和装修层宽度、楼梯和扶梯之间的装修和施工间隙宽度。一般车站自动扶梯一侧不受柱宽控制，而是底纵梁宽度控制。逆作法施工的车站，钢管柱立柱法兰盘或柱帽往往控制楼扶梯宽度，因此，公式中的  $d$  应由上述构件控制，计算时需考虑楼



扶梯一侧底纵梁或钢管柱的法兰盘突出柱子的宽度,以及装修层的厚度和施工间隙。特殊情况下车站可能存在不等跨现象,横向柱宽和纵梁宽度不一定相等,此时,需分别相加。

扶梯穿越楼层时,扶手带与纵梁装修面之间的距离应满足 9.6.7 条最小安全距离要求,因此,应加上两者之间的最小距离。当外盖板上方设置垂直防碰撞挡板警示标志时,应加上装修厚度和施工间隙。

因此,站台宽度为侧站台宽度和每组楼扶梯宽度以及纵梁或柱的宽度之和,其中包含扶梯之间、楼扶梯之间以及楼扶梯与纵梁间的装修厚度和施工间隙,并考虑扶梯扶手带与纵梁装修面之间的安全距离。

在以往建设过程中,站台立柱施工误差较大,装修时,为了使纵向柱子对齐,装修厚度会较大,因此设计中应考虑立柱施工误差对侧站台宽度的影响。

**9.5.11** 地上车站非付费区设在车站中部时,站台至站厅的楼扶梯往往采用倒八字布置,如果楼扶梯梯口离站台计算长度端部的距离偏小,站台中部乘客需绕行楼扶梯,在侧站台形成瓶颈,尤其是侧式站台,严重影响了车站正常运营。因此站台楼扶梯布置要尽量均衡,并加大楼扶梯口与站台端部距离。侧式站台宜采取外挂楼扶梯、加大楼扶梯处侧站台宽度,或在楼扶梯前设置乘客聚集的扩大空间等措施防止人员拥堵。

**9.5.12** 车站设计中往往利用站台两端设备管理用房伸入站台计算长度来缩短车站长度,减小车站规模。考虑到北京列车编组数均在 6 节以上,而本规范对站台宽度不同的侧站台最小宽度均有所提高,因此允许伸入长度可以超过半节车厢长度。

第 2 款:现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 规定,伸入站台的设备管理用房端墙到自动扶梯梯口距离不应小于 8m,其距离是以扶梯下基点计算的,扣除扶梯下基点和扶手带转向端之间的长度后,设备管理用房端和扶手带转向处距离一般在 6m 左右,长度偏小,客流大时,会在此形成拥堵。因此本规范将两者的距离改为离自动扶梯扶手带转向处距离不小于 8m,目的是为了加大两者之间的距离,防止端部设施前的拥堵,这与民用建筑判断扶梯与障碍物之间距离的方法是一致的。

第 3 款:对于上下车客流量大的车站,当伸入站台计算长度内的设备管理用房超过半节车厢长度时,在左右侧站台之间增加横向联络通道,可以缓解侧站台拥堵。

**9.5.13** 站台门端门外的设备用房外走道宽度应为栏杆扶手中心至墙体装饰面的水平距离,由于扶手立杆与站台边有一定的安装距离,侧墙也有装修厚度,因此走道净宽需扣除侧墙装修面层厚度和栏杆立柱中心到站台边缘的距离。本规范要求栏杆扶手中心至墙体装饰面的水平净距不小于 1.2m,因此,一般情况下站台板边缘至结构墙的距离不应小于 1.3m。

**9.5.16** 在以往车站设计中,由于设计疏忽,发生过车站底纵梁和外挂风道侵入区间限界的多起事故,对即将开通运营的车站进行不必要的改造,严重影响车站开通。因此要求设计认真核对设有配线或进入曲线段的站台板、结构墙、柱、底纵梁等构筑物以及转辙机等设备边缘是否侵入限界。

### III 设备管理用房

**9.5.19** 设备及管理用房区的走道宽度以及是否顺直将关系到上部设备管线的敷设和检修能否正常进行,如果走道宽度偏小、曲折多变,大型风管在转折处需增加弯头,不仅增加了空气阻力,而且安装和维修也很困难。根据新线建设的经验,本规范增加了两侧开门的主通道宽度,其目的是满足走道上部综合支吊架的安装和维修空间需要。

**9.5.20** 变电所和通信、信号等用房是车站重要的设备用房,消防泵房、厕所、盥洗室以及冷冻机房等场所是有水房间,如果将这些有水用房布置在上述电气用房的正上方,一旦楼面防水破损,渗漏水会直接影响设备的正常运行,导致系统停运,因此车站平面布置时,应特别注意。另外,有水用房的楼面应有可靠的防渗漏措施,其上下水管不应穿越变电室。

**9.5.21** 本条文主要对地下车站变电所设置要求做了具体规定:

第1款：冷冻机房以及通风设备用房是车站用电大户，变电所设在车站负荷中心一端，有利节约电能和电缆。变电所内有牵引整流机组、高低压配电柜等设备，房间跨变形缝，不利上述设备布置。牵引变电所设在车站线路纵坡的高端，可远离废水泵房，减少杂散电流对结构钢筋的腐蚀。

第2款：变电所内的设备需要水平安装，当楼板面和线路纵坡一致时，设备底部槽钢需保持水平，此时，槽钢外露部分与楼板会出现高度不等，对美观有一定影响。另一种处理方法可将变电所的楼板保持水平，为了使变电所两侧的外走道地面标高和外门口标高保持一致，外走道需在外门两端设置坡道。

第3款、第4款：设于站台层的变电所，将变电所的牵引整流机组、直流开关柜设在站台层靠近区间一端，主要考虑区间电缆进出方便。电缆夹层的板下空间应满足电缆敷设和改造要求，以往设计由于板下净高偏低，敷设电缆时需弯腰施工，甚至爬行过电缆，极不方便，因此规定板下净空不得小于1700mm，梁下净空不应低于1500mm，以满足人员能够站直施工。

牵引变电所在条件受限分层布置时，由于牵引整流机组很重，运输和更换不便，因此要求设在站台层。变电所的其他设备设可在楼层，宜采用沟盖板或电缆上进、上出敷设方式，降低电缆夹层高度和车站层高，减小车站规模，有利结构施工。电缆上进、上出敷设时，电缆井位置需紧贴变电设备用房，可方便电缆敷设。

第6款：车站受外部条件制约时，变电所可采用外挂形式，但电缆不宜采用下穿结构底板的电缆沟敷设方式。因为电缆沟内需设集水坑，局部结构底板会很深，施工时对结构降水和施工不利，尤其是暗挖车站，风险就更大。

9.5.22 第3款：地下车站变、配电室采用气体灭火，要求相邻的设备用房联通门不得漏气，由于防火门不能双向开启，设备维修时，不能满足维修人员的安全要求。采用高压部分向低压方向开启的常开甲级防火门，平时发生事故时，人员可以方便撤离；火灾事故下，常开甲级防火门会自动关闭，能满足气灭的要求。地上车站变电所因无气灭要求，故各房间的联通门可采用双向开启的钢板门。

#### IV 其 他

9.5.38 本条主要对车站和各类建筑设计的墙体材料和构造做了明确规定。

第1款：为了防止耕田减少、节约土地资源、避免环境污染，根据北京市发布的限制和淘汰建材产品的有关规定，本规范对车站和各类建筑的墙体材料做了明确规定。设计时，除了非承重墙体材料不应采用以粘土、页岩为原料的空心砖和陶粒制品外，承重墙也不得采用粘土砖和页岩砖。

第4款、第5款：车站和车辆综合基地内的厕所、盥洗间、消防泵房、冷冻机房、水泵房、浴室、食堂制作间、洗车机库等用房，极易受水侵蚀，房间处于高湿度环境下，墙面经常处于干湿交替状态；其他建筑外墙在±0.00以下会被水浸泡。如果上述墙体采用加气混凝土砌块等吸湿性强的墙体材料，会影响砌体强度，减少结构寿命，因此上述环境下的房间不宜采用吸湿性强的材料，而应采用吸湿性低的、耐水性好的墙体材料，墙面应有防潮措施。厕所、水泵房等直接被水淋的墙体或处于高湿度环境下的房间墙体应做防水隔离层。对于室内加气混凝土砌块等吸湿性强的非承重墙的墙体根部，因易受地面水侵，故规定墙体根部，应用C15混凝土或吸湿性低的实体砌块做条带隔水，并高出地饰面不小于100mm。

第7款：地上车站的设备用房和站房的外墙装修采用幕墙时，幕墙内侧的墙体如果采用加气混凝土墙等吸湿性高的墙体材料，即使砌体不裸露，也有可能因雨水侵入墙体，使房间受潮、降低砌体强度和破坏室内装修，影响设备正常运营，因此必须采取防雨水侵入和防潮的抹灰处理。

### 9.6 车站垂直交通设施

9.6.1 第5款：目前北京市消防部门配置的特种履带式消防车的尺寸为2.30m×1.35m×2.00m（长×宽×高），自重为1.90T。车站出入口通常均采用直跑楼梯，因此特种履带式消防车很容易进入站厅。站厅至站台不同层时，应设一部净宽不小于1.65m的直跑楼梯（楼梯净宽为扶手带中心线之间的水平距离），

满足特种履带式消防车进入站台扑救要求。如果折跑楼梯的休息平台尺寸能够满足消防车拐弯要求时，可做为特种履带式消防车进入站台扑救的楼梯。

**9.6.2** 车站公共区的自动扶梯在以往设计中一般采用  $30^\circ$  倾角，当扶梯和楼梯并列设置时，因两者坡度不同，起终点很难对其，装修较难处理。因此本规范提出倾角为  $27.3^\circ$  的扶梯，设计人员可根据实际情况选用。

自动扶梯名义速度可根据交通流量及倾斜角度进行设定，轨道交通是公共性交通建筑，通常情况下扶梯名义速度可采用  $0.50\text{m/s}$  和  $0.65\text{m/s}$ 。对于名义速度为  $0.50\text{m/s}$  的扶梯，上下水平运行梯级数不得少于三块；名义速度为  $0.65\text{m/s}$  的扶梯，上下水平运行梯级数不得少于四块。

室外自动扶梯和自动人行步道宜加设顶棚和围护装置，主要是从防雨雪考虑，避免因雨雪侵入、滑到乘客。

**9.6.4** 站台至站厅的楼扶梯数量和布局会直接影响车站服务水平和疏散安全，因此本条对车站公共区站台至站厅的楼扶梯设置做了明确规定。

第1款：根据北京新开通运营的车站实际调查，地下二层车站以及站厅设于地下二层的三层车站，列车编组为6节B型车时，如果站台只设两组八字梯，站台中部的下车乘客需绕行楼扶梯一侧的侧站台，高峰时段乘客需用较长时间才能出站，对车站运营影响较大。对于6B或6A编组、站台到站厅的提升高度只有一层的地下车站，是有条件设三组楼扶梯的，因此宜在站台中部电梯旁增设一部楼梯或扶梯，使中部乘客尽快离开站台，有利运营和疏散。

楼梯是乘客进出站台的工具，具有平时调节上下客流、免维护和疏散可靠、安全等优点，因此，规定站台至站厅提升高度为一层的地下车站，楼梯数量不宜少于2部。

第2款：随着我国经济发展和物质水平提高以及老龄化的到来，对于站台至站厅提升高度大于、等于  $5.1\text{m}$  的车站，设上、下行自动扶梯是提高乘客服务水平、方便老年人采取的一种措施，也是提升北京城市形象的需要。

第3款：与一部上行或者下行自动扶梯平行设置的楼梯，当自动扶梯发生故障时，双向通行的楼梯可以满足乘客上下车的需要，因此作此规定。

## 9.7 车站出入口

**9.7.2** 利用过街通道作为车站出入口时，过街通道的通过能力不应按双向混行  $4000\text{人/h}$  计算。现行国家标准《城市道路交通规划设计规范》GB 50220 中规定，车站码头、天桥、地道  $0.9\text{m}$  宽度的通行能力为  $1400\text{人/h}$ ，即  $1556\text{人/h}\cdot\text{m}$ ；现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ69 中规定，其通行能力为  $1850\text{人/h}\cdot\text{m}$ ，因此利用过街通道作为车站出入口的通行能力建议按  $1556\text{人/h}\cdot\text{m}$  核算。

**9.7.3** 车站出入口是人员进出的场所，出入口地面亭的布置和开口方向与道路关系密切，应综合确定。

第6款：为增加道路交叉口的通行能力，城市规划部门将根据城市道路等级对主要交叉口的道路红线进行抹角拓宽，以增加右转的车道数。《北京地区建设工程规划设计通则》规定，城市主干道交叉路口的道路渠化宽度为  $5\text{m}$ ，道路红线抹角宽度一般为  $20\text{m}$ 。因此，对设在交叉路口的出入口地面亭，应优化调整其位置，设在道路红线抹角范围以外。条件困难无法满足时，需与规划部门沟通。

**9.7.4** 本条主要对地下车站出入口的防淹要求做了规定：

第1款：出入口地面亭的位置不仅要有利于吸引客流，而且不得设置在地势低洼处。地势低洼处在雨季易受暴雨积水侵入，影响车站正常运行，因此没有特殊情况不要将地面亭设置在地势低洼处。必须设置时，地面亭周围的地面应设排水设施，并需加高地面亭口部的平台标高，地面亭开口处其他部位的外墙应采用实体墙，开口部位需设防水挡板，高于防淹标高。

第2款：出入口地面亭平台标高要根据规划道路标高确定，不能根据现状地面高度确定，地面亭周

围场地应进行竖向设计, 免得规划道路实现时, 出入口处于低洼处, 受雨水侵入, 影响车站运营。

出入口平台高度建议取 3 级踏步, 每步高 135mm、宽 350mm, 平台高于室外地坪 405mm, 符合室外踏步尺度和防淹要求。

第 3 款: 车站附近有地下过街道时, 如出入口与地下过街道连通, 则要求过街道的口部防淹标准与出入口一致, 否则, 一旦过街道受淹, 雨水就会侵入出入口, 影响车站运营。

第 4 款: 出入口地面亭进出口平台处的开口高程如果不满足防淹要求时, 应加设防淹闸槽。闸槽高度可根据车站所在区域的最高积水位确定。

## 9.8 风亭与冷却塔

9.8.5 第 1 款: 顶面开口的低风亭即敞口低风亭。其不同性质的风口朝向相同, 与侧面开口的高风亭比较, 更容易产生气流短路的现象。因此, 规定加大进风亭口部与其他风亭口部、出入口的距离。

第 3 款~第 5 款: 顶面开口的低风亭无上盖, 风亭内部容易受到外部污染物的影响, 既影响通风质量, 又增加了运营维护难度, 因此, 不宜大量采用顶面开口低风亭。当地面条件受限采用顶面开口的低风亭时, 应使其处于城市绿地中, 并满足安全防护的最小高度和防淹要求。

9.8.6 第 1 款: 规定风亭风口之间间距的主要目的是: 在正常运行时, 防止进、排风气流短路, 影响进风品质; 在火灾情况下, 防止火灾排烟与进风短路, 形成烟气倒灌。组合高风亭、分散设置的高风亭以及与地面建筑结合设置的高风亭风口通常采用侧面开口形式, 侧面开口形式是上述类型风亭区别于顶面开口的敞口低风亭的主要特征。侧面开口与顶面开口风亭在气流流场分布特征方面有明显的区别, 因此对风口间距分别进行规定。第 9.8.5、9.8.6 条是对风亭在非火灾工况下的规定。

风亭口部方向错开是指风亭口部不朝向同一方向或不相对布置。当风亭口部方向无法错开且高度相同时, 与顶面开口风亭情形类似, 需执行相同的规定。

第 2 款: 为避免其他建筑物对风口遮挡, 影响通风效果, 规定风亭口部 5m 范围内不应有影响通风效果的障碍物, 如冷却塔、电梯、其他建筑物等。

9.8.7 火灾时需完成补风功能的进风亭, 为避免烟气倒灌, 应按本规定执行; 若进风亭没有补风功能, 则不需执行本条规定。

火灾时, 出入口既是人员疏散的路径, 也是排烟补风的路径, 为避免排烟风亭对人员疏散产生影响和烟气倒灌, 需执行本条规定。

9.8.8 本条对风亭与地块建筑结合做了明确规定:

风亭与地块建筑结合时, 应考虑结合建筑的平面布局, 风亭的位置要避开主入口, 避免影响结合建筑使用功能和立面处理; 风亭设置在结合建筑物的转角处, 风井可以相对独立, 对开发建筑的平面布局和立面处理影响较小。

车站火灾工况下, 风亭的排风口排出的烟气会影响结合建筑, 为了尽可能减小风亭排风口的烟气对结合建筑窗口的影响, 规定建筑物在车站风口四周 5m 以内不得开设门、窗洞口。如果结合建筑在风口四周设置不可开启的或火灾时能自行关闭的乙级防火窗时, 其间距不限。

## 9.9 车站无障碍设施

9.9.2 在奥运前修建的车站中, 由于条件所限, 在出入口楼梯靠墙一侧设置了轮椅升降机。轮椅升降机使用时, 需由站内服务人员帮助, 极不方便, 并侵占楼梯宽度, 影响出入口的正常通行。无障碍电梯不仅可供残疾人使用, 也可供老、弱、病、孕者使用, 服务对象广, 新建车站也有条件设置, 因此本规范要求新建车站的出入口不得采用轮椅升降机。

城市快速路和主、次干道的宽度一般在 40m~55m 之间, 道路宽度大。乙级以上的各类车站以及换

乘车站一般地处重要区域，因此规定至少在 2 个主客流方向设置无障碍电梯。

9.9.4 本条对车站无障碍电梯设置要求和数量等做了规定：

第 1 款：站台与站厅间的无障碍电梯设置位置一直是业界争论的焦点，无障碍电梯设在付费区便于管理，但影响站台中部楼扶梯布置和车站空间效果，残疾人和老、弱、病、孕者在站台中部与进出站人流交叉，互相影响，干扰极大。在站厅两端设备管理用房区和非付费区界面处设置无障碍电梯，采用宽闸机检票进出站，可以避免站台上人员集中处，有利站台楼扶梯布置，使车站公共区空间更通透，且站台端部车门前地面可以局部抬高设坡，更方便轮椅者自行进出车厢，并可减少站台上的盲道设置，其优点是显而易见的。因此本规范对电梯设在付费区内未作强行规定，设计者可以根据全线的标准自行选择。

第 7 款：在三层车站中，无障碍电梯经过设备管理层，也可兼作车站内部工作电梯使用，为了避免乘客误入设备层，应在设备层电梯前设前室，并设门禁系统，确保设备管理用房安全。

## 9.11 车站管线综合

9.11.1 车站内的各种管线布置应满足安装和维修要求，风管或其他平行布设的管线宽度小于、等于 1.20m 时，可从单侧进行维、检修；管线排列宽度大于 1.20m 时，应在两侧预留安装、维护和检修空间。维、检修空间宽度不应小于 0.6m，条件困难时，最小宽度不得小于 0.45m。各管线之间（包括水平和垂直间距）应留有足够的安装和检修空间

9.11.4 设备管理用房区的走道内采用综合支吊架时，管线之间和叠落管线上下宜留有一定的安装和检修空间。叠落管线宜一端对其，以便管线与墙体之间留出安装和检修空间。综合支吊架结构及其吊杆截面尺寸、间距和螺栓直径等要求应满足管线满载、水管加压情况下的最大荷载要求。

## 9.12 换乘车站

9.12.5 建立换乘车站功能评价体系，对于指导新建线路换乘站的设计以及既有线路换乘车站的改造、避免运营风险具有重要的现实意义。通过评价可以分析和判断车站换乘路径上各部位的楼扶梯和其他通行设施能力是否满足要求；换乘路径上站台楼扶梯端部的拥堵程度和对端部设施冲击大小及换乘的安全性；换乘方式以及通行设施和辅助设施配备的完善程度对换乘行走时间影响。

换乘车站功能评价中能力适应性评价分为良好、一般和差，规范给出了对应的指标值，便于设计人员操作。

9.12.6 换乘车站在换乘全路径中各部位通行设施能力的适应性通常用超高峰饱和度和设施利用均衡性指标来评价。换乘设施能力应满足高峰小时需求，同时必须考虑到高峰小时客流分布的不连续、不均衡特性。不连续是指换乘客流随列车到达的脉冲式分布，不均衡是指高峰小时内不同列车的换乘客流量有所差异（车站设计中通常乘以超高峰系数）。从乘客出行心理角度看，前一批客流应在下一批客流到达时被疏散完，即换乘设施对一批客流的疏散时间应小于高峰小时发车间隔。借用交通工程学原理，可用超高峰饱和度来反映设施能力的利用状况。附录 F.0.1 中给出了换出设施的超高峰饱和度  $S_o$  和换入设施的超高峰饱和度  $S_i$  的计算公式，为了提高对客流风险的抵抗力，公式中高峰小时换乘设施服务的客流量为远期或客流控制期客流，应按换出客流和换入客流分别计算。换乘设施的超高峰饱和度小于 0.8 时，能力有富裕；在 0.8~1.0 之间时，短时会出现拥堵，但能力基本满足需求；超过 1.0 时，将会持续拥堵，车站基本处于瘫痪状态，是绝对不允许的。

设施利用均衡性指标反映了整个换乘路径中不同设施能力利用的均衡性。通过该指标的评价，一方面可以对设施规模进行评价，判断换乘路径中各设施能力是否匹配，从而提高换乘的顺畅性，减少瓶颈点（如：柱子或楼扶梯一侧的侧站台乘降区通道应避免过窄；换乘通道内的楼扶梯应与通道能力相适应等）。另一方面，通过评价可以对设施布置和组织等提出优化建议（如：站台上的楼扶梯位置是否均衡，

扶梯的上下行组织以及换乘通道是采用单向还是双向布置等)。由于通道往往不是能力制约点,且相同宽度情况下能力大于楼梯,因此重点评价站台与站厅之间以及换乘通道内的楼扶梯设施利用的均衡性。附录 F.0.2 给出了换乘车站在换乘路径中各部位换乘设施的不均衡系数计算公式。换乘路径上各部位换乘设施的不均衡系数  $K$  分为换出设施的不均衡系数  $K_o$  和换入设施的不均衡系数  $K_i$ , 需分别计算。

9.12.7 换乘车站的两端站台,当人流密度较高时,乘客会产生心理上的不安,同时影响乘客的正常行走,一旦有突发事件发生,易造成安全事故。因此换乘客流量大的车站,站台宽度应适当加大,尤其是加大楼扶梯前的等候空间,以满足乘客适宜的安全空间和通行需求。为简化计算、并考虑一定的抗风险能力,站台人流总量为站台两侧列车同时到达时静态状况下的所有客流量,包括本线上下行换出的换乘客流、相交线路换乘到本线站台的换乘客流和本线进出站客流的总和。

换乘客流的不连续性在短时间内必然会对换乘设施形成冲击,造成换乘设施前的客流拥堵。尽管满足发车间隔内对一批客流的换乘要求,当拥堵人数较多时,会直接影响站台的其它功能,使不同性质客流和不同方向客流间形成干扰,降低了车站舒适度,并带来安全隐患。尤其在下行换乘楼梯口前,乘客的快速急行极易造成冲撞危险(北京复兴门换乘车站,为提高安全性,在2号线换乘1号线站台的换乘楼梯口设置了护栏);同时,当拥堵人数较高、持续时间较长时,会蔓延至站台上的其它区域,从而影响其他客流的正常通行或候车(如雍和宫车站2号线换乘5号线的端部换乘楼梯前,明显存在高峰时段拥堵,并与内环方向的候车乘客形成冲突)。

一般情况下,短时冲击主要发生在换乘路径中的端部瓶颈设施,如站台上的换乘楼扶梯。反映短时冲击性主要用换乘路径中端部瓶颈设施前的最大拥堵人数来表示。其最大拥堵人数与换乘客流量、设施疏散能力有关,还与换乘客流的聚集速度有关,即距离该组端部设施最远车门乘客在设施前的等待时间有关。节点换乘车站,评价台、台单向换乘楼梯前的拥堵人数可用附录公式 F.0.3-1 计算,公式中的  $Q_o$  为远期或客流控制期高峰小时本线上下行方向一对列车通过换乘设施换出的换乘客流;通过台、厅、台单向换乘的另一个车站,也可参照附录公式 F.0.3-1 计算, $Q_o$  不仅包括本线上下行方向一对列车通过各组设施换出的换乘客流,同时也包含使用楼扶梯进、出站的客流。

为便于计算楼扶梯前的拥堵人数,乘客到达各设施的速度可按平均速度 60m/min 计算,而当距离端部设施最远车门的乘客到达时,拥堵人数最大。对于十字或 T 型岛式节点换乘车站,台、台单向换乘楼梯会分设两侧,如果两侧换乘楼梯宽度不同, $\beta$  值应分别计算,如果相同, $\beta$  则为 0.5。

9.12.8 换乘是否便捷是判断换乘车站服务水平的又一重要指标,方便、快捷的换乘条件提高了换乘效率,也是“以人为本”的体现。尤其在线路成网条件下,换乘车站的换乘效率决定了整个网络的运转效率。因此,换乘便捷性对于提高轨道交通服务水平,节省出行时间和成本具有重要意义。

反映换乘便捷性最直观的指标为换乘时间,他与换乘方式、换乘距离和换乘设施密切相关,可通过本规范附录 F.0.4 中给出的公式 F.0.4-1~F.0.4-3 进行计算。

适宜的换乘时间为换乘乘客的主观感觉,可通过调查问卷得到,除去上下车和候车时间,适宜的换乘平均行走时间为 3.0min。本规范规定的同站台换乘的行走时间不应超过 1.0min,节点换乘方式的平均行走时间不宜超过 3.0min,这一标准与国外地铁发达城市制定的同站台换乘时间不超过 60s,非同站台节点换乘行走时间不超过 3.0min 基本一致。需要明确的是:节点换乘车站的平均行走时间标准是针对 6B 和 6A 车而言,其换乘平均时间  $T_s$  为单向台、台和台、厅、台换乘时间的平均值。对于 T 型和 L 型节点换乘的 8B 和 8A 车站的平均换乘时间  $T_s$  可能会超过 3min,但不宜超过 3.5min。

对于通过站厅换乘的车站,当站台上设有多组换乘楼扶梯时,公式中的  $T_1$  为站台上各个车门乘客走到最近的换乘楼扶梯口行走时间的平均值。为简化起见,可按相对最远车门和最近车门的乘客分别到各组换乘楼扶梯口行走时间的平均值计算。相对最远车门指列车两端尽头车门以及各组换乘楼扶梯梯口之间的中间车门;最近车门指离该组换乘楼扶梯最近的列车车门。

对于 L 型台、台换乘车站, $T_s$  为列车最远车门和最近车门乘客分别到换乘楼扶梯梯口行走时间的平

均值。对于 T 型或十字型台、台换乘车站，如果换乘楼梯分设两侧， $T_a$  计算方法和  $T_1$  相同。

公式中的  $T_3$  为乘客在站厅上的平均行走时间。即各组上行换乘楼扶梯的上梯口分别到换入车站最近的下行换乘楼扶梯梯口之间的平均行走时间，或各组上行换乘楼扶梯的上梯口到换乘通道口的平均行走时间和换乘通道另一端到换入车站最近的下行换乘楼扶梯梯口的行走时间总和；

换乘车站乘客的平均换乘时间不包括乘客在楼扶梯前的等候时间。

**9.12.9** 换乘车站是两条相交线路的换乘点，换乘车站的正常运营需要相交线路的运输能力与换乘客流需求相匹配，否则，将会导致换乘客流滞留在站台，当滞留站台人数过多时，就必然导致站台拥挤，危及乘客安全。对于普通车站可以通过站外限流的方式来缓解站台的拥堵；对于换乘站，换乘是在付费区内进行，只要线路正常运营就必然有换乘客流进入，因此对运输能力的匹配性要求更高。对于新线接入预留换乘节点的既有车站，很有可能因两线列车的运行间隔不同、换乘线路列车编组数和车辆运输能力不同而引发换乘客流滞留在站台的现象发生，因此必须引起设计者的高度重视。换乘车站超高峰时段在站台上的滞留人数可由附录 F.0.5 中给出的公式计算。

新建线路与既有开通线路换乘时，需对既有换乘站进行运能匹配性校核。超高峰时段要求在定员情况下将一批该线进站上车客流和由另一条线路换入客流拉走；若在超员情况下拉走，表明服务水平降低，停站时间延长；如果在超员情况下仍有客流滞留，是不允许的。在计算中，按定员人数校核，按超员人数控制，超出定员人数即为滞留人数，所以，富裕运能按超员人数与定员人数差值计算，为定值。站台滞留人数评价标准中的 400 人是对应 6 节 B 型车的评价标准，其中超员人数为 1860 人（按站立人数 8 人/m<sup>2</sup> 计），定员人数为 1460 人（按站立人数 6 人/m<sup>2</sup> 计），两者相差 400 人，即为一列车的富裕能力；而 6 节 A 型车超员人数为 2368 人（按站立人数 8 人/m<sup>2</sup> 计），定员人数为 1860 人（按站立人数 6 人/m<sup>2</sup> 计），两者相差 508 人，即为一列车的富裕能力。如果考虑轨道交通实际客流的波动性、与预测客流的差异性，避免高峰时间列车上乘客过分拥挤，乘客的站席拥挤度按 5 人/m<sup>2</sup> 计算，6 节 B 型车的人数为 1260 人，超员按站立人数 7 人/m<sup>2</sup> 计为 1660 人，一列车的富裕能力仍为 400 人；6 节 A 型车站立人数按 5 人/m<sup>2</sup> 计算为 1606 人，超员按站立人数 7 人/m<sup>2</sup> 计为 2114 人，一列车的富裕能力仍为 508 人。

**9.12.10** 节点换乘车站的端部交通设施前是乘客聚集的地方，为了避免在此形成拥堵，本规范对十字型岛式台、台双向换乘的最小站台宽度和无障碍电梯的位置，以及 T 型、L 型岛式站台节点处台、台换乘楼梯的总宽度和楼梯下端距站台安全门端门外的距离做了具体规定。

**9.12.12** 同站台换乘车站，如果两条线路的行车密度一样，站台人流总量为远期高峰小时发车间隔内两侧列车同时到达时所有客流量，即相交线路换乘总量和进、出站客流总和。当站台两侧线路行车密度不等时，应以行车密度低的列车间隔内的换乘客流量以及进、出站客流量之和对站台人流密度和紧急疏散时间进行验算。如 A 侧线路行车间隔为 2.5min，另一侧线路 B 为 5min，则站台上总客流为：2A 换乘客流+1B 换乘客流+1A 进站客流+1A 出站客流+2B 进站客流+1B 出站客流。

**9.12.14** 新建线路车站与既有线换乘时，因建设时序不同，两线的运能有可能不同，如采用便捷的换乘方式，就会造成既有车站站台乘客滞留问题，即存在一定的换乘运能风险。换乘运能风险也就是通常所说的“换乘运能不匹配”。因此，对建设时序不同、换乘客流冲击大的车站宜选择换乘客流冲击小的换乘方式，采取适宜的疏导措施。如：采取通道换乘方式适当加长换乘时间，即运营组织中的“时间换空间”的疏导措施。

## 10 高架结构

### 10.1 高架桥梁结构

#### I 一般规定

10.1.1~10.1.3 城市轨道交通工程中的“高架结构”包括车站之间的区间高架桥及高架车站。高架桥承受列车荷载；高架车站从功能而言是房屋建筑，但从受力而言，当行驶列车的轨道梁与车站其他建筑构件有联系时，车站结构的构件分成两大类，一类是受列车荷载影响较大的构件如轨道梁、支承轨道梁的横梁、支承横梁的柱以及柱下基础等；另一类是受列车荷载影响小以致不受影响的一般建筑结构构件如站台梁、一般纵梁等。由于列车荷载与建筑荷载有较大的不同，在目前我国规范分类及研究水平的情况下，把高架车站中的第一类构件和区间桥梁归在一起，按本章的规定进行结构设计；车站结构中的第二类构件按现行建筑规范进行结构设计。因此，本部分（I）“高架桥梁结构”适用于城市轨道交通高架桥及高架车站中的第一类结构构件的结构设计。

城市轨道交通高架线与城市高架道路相同，不仅要满足城市道路规划的需要，还应充分重视对城市环境的影响，这包括城市景观上的要求、对城市环境的保护（如噪声、振动防治等）。

10.1.4 高架桥梁结构，要求在制造、运送、安装和运营过程中，必须具有规定的强度、稳定性、刚度和耐久性，以保证施工、运营安全，使用耐久。

10.1.5 根据耐久性的要求，规定桥梁结构的主体结构应按 100 年正常使用要求设计。为达到设计使用年限 100 年的要求，高架桥关于混凝土配合比和普通钢筋保护层等相关规定按照《铁路混凝土结构耐久性设计规范》执行。

10.1.14 为防止被交桥梁上的车辆驶出桥外造成二次重大事故或二次特大事故，参照现行行业标准《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》JTG D80—2006 及《公路交通安全设施设计细则》JTG/T D81—2006 中的相关条目，将被交桥梁的防撞护栏等级提至最高级。

10.1.15 本条目的制定主要针对桥梁跨径在 30m 以内的简支梁结构，为简化设计，限定主梁的后期徐变上拱值在 10mm 以内。对于跨径大于 30m 的桥梁结构，其后期徐变拱度或挠度值应满足轨道运营的要求。

#### II 设计荷载

10.1.20 上海地铁总公司、同济大学桥梁系“城市高架轨道交通桥梁结构设计主要参数研究(中间报告)”中收集了国内外 14 种城市轨道交通车辆和 7 种轻轨车辆的轴重资料。城市轨道交通车辆轴重从 98.5kN（英国伦敦）~182.1kN（法国巴黎）不等，轻轨车辆轴重从 78.0kN（中国拟制的 8 轴车）~110kN（中国上海）不等。鉴于地铁轻轨列车种类的多样性并考虑到车辆构造发展将从不锈钢转向铝合金，意味着自重只会减少，而乘客载重不会变化。因此规定列车竖向活载可按本系统实际运行的列车最大轴重及最大编组确定，轴重上可不必留更多的余量。

对于双线桥，规定竖向荷载不折减。这是考虑到城市轨道交通、轻轨列车行车密度高、轴重一致的特点。以 30m 梁跨为例，按 3 分钟间隔、全天运行 17 小时计，两车在桥上相遇的机率约为 382 次/年。对一般铁路而言，当采用内燃和电力机车牵引时，满载货物列车与机车荷载相近；也以同样条件计，两车在桥上相遇的机率约 57 次/年。显然，轨道交通列车在桥上两车相遇的机率大得多。国外的一些规范如日本铁路结构设计标准、英国 BS5400（铁路列车）、美国 AREA—1977（铁路列车）、德国 DS804（铁



路列车)等双线桥加载都不折减。

关于动力系数,从理论上分析,城市轨道交通与轻轨列车荷载较之一般铁路荷载小许多,因此,桥梁带载自振频率与梁的自振频率比较接近,从而远远高于列车荷载引起的强迫振动频率,因此,动力系数要较一般铁路荷载小些。上海地铁运营公司和原上海铁道大学进行了明珠线 30m 梁的车桥耦合振动计算并在桥上进行了实测,两者结果相接近(当  $V=60\text{km/h}$  时,理论计算  $1+\mu=1.121$ ,实测  $1+\mu=1.145$ ),这两个值,分别是按现行铁路桥规动力系数公式计算的 0.605 和 0.725。据此,本规范规定动力系数按铁路桥规公式计算后乘以 0.8。

#### 10.1.23 关于制动力取值:

1 列车制动力可分成作用于轨面的制动力和桥墩承受的制动力值。当桥梁长度短,通过钢轨传至路基的制动力部分就多,桥墩承受的制动力就较少些,反之亦然。铁路桥规经多年试验研究,并根据一般桥梁长度(几十米至 1~2 公里)确定桥墩承受的制动力为梁上列车竖向静活载的 10%,这个值,是指紧急制动时发生的值。

2 轨道交通列车制动系统均为电气指令式,减速度要较铁路列车大,前者约为  $-1.2\text{m/s}^2 \sim -1.5\text{m/s}^2$ ,后者约为  $-1.08\text{m/s}^2 \sim -1.23\text{m/s}^2$ ,因此,紧急制动时,轨道交通列车作用于轨面的制动力值要大些。另一方面,城市轨道交通高架桥一般都是长大桥,传至桥墩部分的制动力也就要大些,因此,本规范规定区间高架桥制动力采用竖向静活载的 15%。

3 国外如北美洲的一些城市轨道交通与轻轨系统,作用于轨面的列车制动力采用值如下表:

表 10 国外采用列车制动力值

国 名	城市轨道交通名称	作用于轨面的制动力
美国	旧金山城市轨道交通系统(BART)	0.21gL
美国	芝加哥市城市轨道交通系统(CTA)	0.15gL
美国	亚特兰大地铁(MARTA)	0.21gL
美国	华盛顿地铁(WMATA)	0.15gL
加拿大	多伦多地铁(TTC)	0.25gL
加拿大	加拿大轻轨系统(CLRV)	0.25gL

4 车站及附近桥梁由于列车进出站频繁发生制动和起动,因此双线桥按双线制动力考虑,但由于一般都不是紧急制动,因此每线制动按 10%计。

10.1.24~10.1.26 无缝线路伸缩力,是指因温度变化、桥梁与长钢轨相对位移而产生的纵向力;挠曲力,是列车荷载作用下,挠曲引起的桥梁与长钢轨相对位移而产生的纵向力;断轨力,是因长钢轨折断,引起桥梁与长钢轨的相对位移而产生的纵向力。上述纵向力的大小,与轨道扣件阻力、梁跨度及桥墩刚度以及是否设钢轨伸缩调节器有关。

无缝线路断轨力  $T_3$  按单股钢轨在梁上最不利的位置折断考虑,可采用下式简化计算:

$$T_3 = Q \times L \quad (\text{N}) \quad (2)$$

式中  $Q$ ——线路纵向阻力 ( $\text{N/cm}$ );

$L$ ——简支梁梁长 ( $\text{cm}$ ) (连续梁不设置钢轨伸缩调节器时,  $L$  为连续梁的联长),当  $L$  大于无缝线路断轨时钢轨伸缩的长度时,  $L$  取断轨时钢轨伸缩的长度。

在连续梁的跨中设置钢轨伸缩调节器时,则断轨力按下式计算:

$$T_3 = Q \times L/2 \quad (\text{N}) \quad (3)$$

式中符号同上。

线路纵向阻力由无缝线路设计提供。

伸缩力和挠曲力计算应通过建立梁、轨共同作用的计算模型求得。

10.1.31 本规范规定的汽车撞击荷载标准值参考国外相关规范。为防止或减少因撞击而产生的破坏,对易受到汽车撞击的结构构件的相关部位应采取相应的构造措施,并增设钢筋或钢筋网。如果有防撞设施,汽车撞击力的标准值可根据防撞设施的防撞能力予以折减,如英国 BS5400 规范规定,通过安全护栏撞向结构构件的撞击力为 150KN。

## V 结构设计

### 10.1.44 一、关于梁竖向挠度的容许值

1 铁路和公路桥都有梁的竖向刚度的限值,目的是使桥梁长期使用不致变形太大造成不良后果影响正常使用。

城市轨道交通高架桥是行车密度很大的客运专线,而且一般是长大高架桥梁,因此其走行性即安全性和舒适性问题尤为重要。从这一角度考虑,对梁的竖向刚度提出了更高的要求。

由西南交通大学和原上海铁道大学进行的列车过桥动力分析的结果表明,当挠跨比小于  $1/1800$  ( $L < 24\text{m}$ ) 或  $1/1500$  ( $L > 24\text{m}$ ) 时,等跨布置的多跨简支结构均能满足列车的行车安全和乘客的舒适度要求。西南交通大学同时还建议梁的竖向自振频率不宜小于  $4.5\text{Hz}$ ,以避免结构振动过大。

2 预应力混凝土梁的徐变上拱度会影响轨道的平整度,城市轨道交通高架桥一般采用无缝线路无碴轨道结构,扣件的调高量仅  $30\text{mm} \sim 40\text{mm}$ 。因此,梁的后期徐变必须严格限制。对于  $25\text{m} \sim 30\text{m}$  跨度的梁,线路铺设后的结构徐变上拱限值不大于  $10\text{mm}$ 。

根据“九五”国家重点科技攻关课题铁科院高速铁路线桥结构与技术条件的研究报告,后期徐变拱度与挠跨比关系较大。 $L=32\text{m}$ 、 $L=24\text{m}$  梁张拉二个月加二期恒载,当挠跨比在  $1/2000 \sim 1/3000$  之间时,后期徐变上拱度在  $12\text{mm} \sim 24\text{mm}$  之间。为此,该研究报告建议高架结构梁的挠跨比不宜小于  $1/3000$ 。

3 城市轨道交通高架结构一般采用无缝线路和无碴轨道结构,梁的刚度直接影响到无缝线路挠曲力的大小,加大梁的刚度对减少无缝线路的挠曲力有明显作用。

4 上海轨道交通明珠线高架桥是按挠跨比  $1/3000$  的要求设计的。通车近二年来,运行情况良好。用经过实测验证的理论计算算得标准跨  $30\text{m}$  梁后期徐变上拱度为  $3\text{mm}$ 。采用“城市轨道交通走行性分析”课题组成果 RTV 程序进行分析,最大脱轨系数  $0.42$ 、减载率  $0.05$ ,都远小于容许值,说明安全性良好;斯佩林指标横向  $2.6$ 、纵向  $2.2$ ,均达到国际上平稳性一级即优的要求。总结明珠线的实践,表明刚度限值还可适当放宽些。

5 对于钢梁或钢—混凝土结合梁等其他结构体系,可参照混凝土梁的挠度限值。

### 二、关于梁横向挠度的容许值

本条目参照现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1 第 5.1.3 条执行。

### 三、关于桥墩的纵向刚度

城市轨道交通高架桥一般均铺设无缝线路,而且大多数采用无碴(刚性)轨道结构。这样,轨、梁成为统一的整体,梁体结构在温度变化、竖向活载及制动力作用下出现的位移和变形会使钢轨产生附加应力,引起梁轨相互作用的特殊问题。相互作用产生的附加应力大小,在很大程度上取决于桥墩的纵向水平刚度。过大的附加应力甚至会使钢轨断裂而影响行车安全。

我国高速铁路线桥结构与技术条件的研究报告指出,列车制动时产生的钢轨附加应力随下部结构纵向水平刚度的降低而增大;伸缩力挠曲力产生的附加应力随下部结构刚度降低而减少。但是,刚度对制动附加应力的影响要较之对伸缩附加应力和挠曲附加应力的影响要大得多;另一方面,钢轨附加制动力、附加挠曲应力和附加伸缩应力均随跨度增大而增加,且几近线性关系。因此,需对桥墩刚度制定出限值,而且跨度不一样,限值也不一样。

钢轨容许附加应力为拉应力  $81\text{MPa}$ ,压应力  $61\text{MPa}$ ,铁科院高速铁路线桥结构与技术标准研究报告进行了相关的理论计算,并建议跨度  $40\text{m}$  以下简支梁高架结构下部结构纵向刚度取  $500\text{kN/cm}$  (双线)。

根据这一研究结论,参考“京沪高速铁路设计的暂行规定”,再考虑到轨道交通列车制动力较高速铁路列车制动力小的特点(以30m梁为例,前者制动力为后者的60%),适当放宽了墩顶水平线刚度的限值,制定了本条的限值。本条主要适用于无缝线路固定区的一般跨度简支梁,对于连续梁,可参考“京沪高速铁路设计暂行规定”中的有关条文。

本条所指墩顶线刚度包括由墩身和基础组成的综合刚度,但不包括支座。

## VI 抗震设计

**10.1.54** 高架桥梁若处于断层地带,要分析断层的性质,如为非活动断层,宜将墩台基础设置在同一盘上。高架桥梁如需跨越断层地带,上部结构主梁宜采用简支结构。

桥位应尽量避免选择在有溶洞、滑坡和泥石流的地段。

**10.1.56** 刚度和质量平衡是桥梁抗震理念中最重要的一条。对于上部结构连续的桥梁,各桥墩高度宜尽可能相近。对于相邻桥墩高度相差较大导致刚度相差较大的情况,水平地震力在各墩间的分配一般不理想,刚度大的墩将承受较大的水平地震力,影响结构的整体抗震能力。刚度扭转中心和质量中心的偏离会在上部结构产生转动效应,加重落梁和碰撞等破坏。美国《AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design》规范明确给出了连续梁桥墩间刚度要求,本条款直接引用。

**10.1.53~10.1.63** 自从进入2010年以来,世界各地的大震更是频发不断:1月12日的海地发生7.0级地震;2月27日智利发生8.8级地震,3月14日日本东北部发生6.6级地震,4月14日在中国玉树地区发生7.1级地震。这些都进一步表明地球已经进入地震活跃区。在中国境内,2008年的四川汶川地震和2010年青海玉树地震造成了大量的人员伤亡和城市经济损失。同时在4月9日在河北唐山发生的4.1级地震,也让人们开始担忧京津地区发生地震的可能性。北京做为国家的首都,是政治,经济和文化的中心,地处燕山地震带南华北平原中部地震带的交汇口,有紧邻汾渭地震带和郯庐深大断裂地震带,是个多震区,历史上曾遭受过多次强烈地震的破坏和影响,其中以1679年马坊地震和1730年西郊地震的影响最大。如何确保在大震来临时北京的交通系统,尤其是已经成为北京市主要交通工具的轨道桥梁的建设,能有效地发挥其必要的功能,为城市功能的快速恢复提供有力的保障,就成为目前北京市交通系统建设单位和设计、施工单位共同关心的一个重要问题。

目前,我国未制定专门的城市轨道桥梁抗震设计规范,城市轨道桥梁抗震设计均参照现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111和现行行业标准《公路桥梁抗震设计细则》JTG/T B02—01进行。上述设计规范虽然在近些年不断地进行修订,但在具体设计操作上仍存在诸多问题,而且城市轨道桥梁在结构构造、荷载以及功能需求上与铁路及公路桥梁也存在较大差别,导致上述规范对城市轨道桥梁的适用性较差,不能满足城市轨道交通建设的需要。在具体实施过程中,设计单位为了满足桥梁抗震性能要求,盲目的增大墩柱截面尺寸及配筋率,这不仅造成了工程浪费、增加了施工难度,而且对桥梁整体抗震性能并无帮助,甚至造成不利影响。因此,迫切需要在借鉴相关规范与先进设计经验的基础上,确立科学合理并具有实际可操作性的轨道桥梁抗震设计理念、分析思路、设计方法。

桥梁抗震应首先进行抗震概念设计,确定桥梁是否采用减隔震措施,对于不采用减隔震措施桥梁,判定是否采用延性设计。采用减隔震措施桥梁,应进行专题研究;不采用减隔震措施、不采用延性设计桥梁,直接按现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111之规定进行强度验算;采用延性设计桥梁,应根据现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111的7.3.3条规定验算罕遇地震下结构位移响应。

现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111给出了能力保护构件的概念,但未提供具体验算方法,因此本规范推荐参考现行行业标准《公路桥梁抗震设计细则》JTG/T B02—01的相关规定执行。

常规城市轨道交通梁式桥梁延性设计可参照本规范10.6.10条提供的设计流程进行,特殊桥梁应专题研究。

采用截面有效刚度的反应谱法计算桥墩在罕遇地震作用下的弹塑性变形时,可参照现行行业标准《公路桥梁抗震设计细则》JTG/T B02-01 中 6.1.6、6.7.6、7.4.3 条的规定执行。

10.1.64 本条参考美国公路桥梁设计规范 5.13.4.6.3d 条的相关规定制定的。

## X 附属结构设计

10.1.84 现行行业标准《铁路混凝土桥面防水层技术条件》TBT 2965 中规定防水层的保修期限从交付运营之日起计算,不少于 10 年。现行行业标准《城市桥梁桥面防水工程技术规程》CJJ 139 中规定防水等级为 1 级时防水层使用年限不得小于 15 年。考虑到桥梁的耐久性和减少运营后养护的工作量,桥面防水等级划分标准质量要求参见现行行业标准《城市桥梁桥面防水工程技术规程》CJJ 139 中的相关条目执行。

10.1.87 根据现行行业标准《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 第 3.0.2 条的规定,铁路混凝土设计使用年限分 100、60、30 年三个等级,此规范规定了对应不同的设计年限,在各种环境作用下的混凝土配比和钢筋保护层的要求,具有可操作性。北京地区高架桥的栏杆主要为混凝土栏杆,根据栏杆的重要性,比如有接触网或声屏障立柱,属于次要建筑构件,因此可采用 60 年作为附属结构栏杆的设计使用年限等级。如果没有接触网立柱和声屏障立柱的栏杆,属于可更换构件,设计使用年限等级可以定为 30 年。

## 10.2 车站高架结构

### I 一般规定

10.2.1 当行车道结构与车站其他部分结构相互独立时,形成“桥-建”分离式车站结构,此时,行车道结构可作为区间高架结构的一部分来考虑,而车站其余部分结构则可执行现行建筑结构设计规范。

10.2.2 随着大城市规模的不断发展,路网密度不断增加,离建筑物越来越近,环境振动和噪声的影响日益显著,对环境的影响越来越大,城市轨道交通运行的环境振动和噪声影响越来越受到公众的关注。

列车运行中振动及噪声对周边建筑的影响程度主要与车辆特性、轨道、道床、地质条件以及建筑物与城市轨道交通间距离等因素有关。当高架车站距离既有建筑较近时,应综合考虑上述因素,主要采取振源控制手段,并辅以振动传播途径控制以及建筑、结构方面的控制措施,综合治理。高架车站不推荐采用钢结构,也是从减振降噪的要求考虑的。

当行车道结构与车站其他部分结构合为一体时,形成“桥-建”组合结构。目前高架车站结构多为横向双柱、三柱形式,《地铁设计规范》中也提出了独柱车站的结构形式,国内个别地区(如重庆、南京)也建成了横向独柱的高架车站结构。但目前对独柱结构抗震能力缺乏系统的研究,一般不建议采用,尤其是高烈度地区,因此,在北京地区不建议采用这种结构形式,当必须采用时,应进行专门的结构抗震研究,在取得充分研究成果并确认其抗震能力的基础上方可采用。

10.2.4 设计使用年限的要求按现行国家标准《地铁设计规范》的相关条文要求执行。

### II 设计荷载

10.2.5 对于“桥-建”分离式车站结构,行车道结构的荷载取值按本章第 10.1 节的要求,车站其余结构按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 的要求。对于“桥-建”组合结构,由于列车荷载较复杂,应根据不同的荷载工况对整体结构的影响分别考虑。由于车站结构一般建于直线段或曲线半径较大段,故列车的离心力、横向摇摆力对整体结构的影响较小,尤其是高烈度地区,与地震作用相比不起控制作用,故可不考虑,但独柱高架车站应考虑。

### III 结构设计

10.2.10 关于横向三柱两跨、横向双柱单跨结构以及独柱结构，详见 10.2.21 条、10.2.2 条的条文说明。

10.2.12 独立轨道梁指的是轨道梁与框架主体结构之间采用桥梁支座相连，此时，轨道梁参与主体结构共同受力，与主体结构之间按铰接处理。

10.2.13 本条所指的情况为：除 10.2.14 条的情况外，框架结构主梁、次梁均为整体现浇结构并在轨道对应位置设置沿轨道方向的框架梁或次梁时，这种情况一般为除横向框架梁外，沿轨道方向单向布置框架梁和次梁的站台层楼盖结构。

10.2.14 本条所指的与列车荷载“关系密切的构件”除包含 10.2.14、10.2.15 条所指的情况外，还包含当楼盖结构为双向布置时，即垂直于轨道方向布置框架梁或次梁并与沿轨道方向的梁形成双向受力楼盖的情况。

10.2.16 本条主要考虑按《建筑抗震设计规范》和《高层建筑混凝土结构技术规程》的相关规定对车站结构的平面规则性作出要求。

由于高架车站外露构件较多，受温度影响比一般建筑结构更明显，因此，提出了比一般建筑结构室内构件稍严的要求。但设缝太多，造成的漏水现象就严重，据实际运营情况，大多数设缝车站或多或少地存在着“有缝必漏”的现象。根据目前高架车站的实际情况，设缝距离均超过此要求，以北京昌平线高架车站为例：高教园站、沙河站和巩华城站三座高架站，长度均在 120m 左右，只设中间一道伸缩缝，建成至今，未发现超长带来的裂缝等问题。国内目前有不设缝的高架车站已经建成，因此，在采取适当措施的情况下，上述规定是可以有所突破的。一般对超长结构可从设计、施工等方面加以考虑，即：设计中考考虑温度、混凝土收缩和徐变的作用，并通过混凝土强度控制、设置通长配筋、预应力、外加剂、甚至纤维混凝土等手段加强结构的抗温度变化的能力；施工中注意混凝土的养护、混凝土的配比、并设置后浇带，注意结构合拢温度等手段。上述措施宜根据不同的超长情况、环境因素等选择采用。总之，超长结构防止温度变形不利影响的治理方法是综合多方面因素制定的。

### IV 抗震设计

10.2.20、10.2.21 根据《地铁设计规范》相关条文的要求，对横向双柱的高架车站结构应按现行《铁路工程抗震设计规范》进行抗震设计。但从目前高架车站结构设计的实际情况来看，《铁路工程抗震设计规范》主要是针对铁路桥梁、隧道等结构的，并不适用于现浇钢筋混凝土框架结构，故根据实际情况，可以按《建筑抗震设计规范》进行抗震设计，使得设计工作能够推进。同时，由于两种规范体系不同，难以同时兼顾，实际设计中还是以《建筑抗震设计规范》为主，只是对某些指标如：结构位移、挠度、裂缝控制等级等，要求按两者中更严的指标控制。

本条针对“桥-建”组合结构，《建筑抗震设计规范》第 6.1.5 条规定：乙类建筑“不应采用单跨框架结构”，因此，条件允许时应尽量采用横向三柱两跨结构。由于目前横向双柱单跨结构形式较普遍，因此，在采用时应按《建筑抗震设计规范》的要求，对结构进行抗震性能化设计，并满足本章第 10.2 节的相关条文的要求。对于独柱车站结构，虽然目前国内已经有一些工程实例，但对此种结构形式的研究尚不充分，因此，不建议采用这种形式，尤其是在高烈度地区，在没有充分论证及专门研究的情况下，不应采用。

考虑到目前地铁车站高度均较小，故表 10.2.22 中没有列入高度大于 60m 的情况。

10.2.24 长悬臂指的是悬臂跨度大于 2m 的结构。

### V 构造要求

10.2.30 根据目前高架站的使用情况，普遍反映结构维护、清洁、构件更换等施工困难，特别对于曲面及复杂形式的屋顶无法进行日常维护，主要是没有预留人员进行这些操作所必要的条件，因此，设计时

应考虑在适当位置增加锚钉等设施，便于维修时进行安全设施的绑定，也可根据需要对车站结构、顶棚结构设置易于维修人员通行的铁爬梯、滑爬梯、临时锚固件等设施。

## VI 高架车站结构材料要求

10.2.33、10.2.34 由于《混凝土耐久性设计规范》为推荐性规范，因此，可根据实际情况采用，本条不做强制性要求。

## VII 车站顶棚及出入口结构

10.2.40 车站顶棚结构一般要求大跨度，也是建筑专业变化较多的地方，建筑形式多样，相应的结构变化也多，且上下结构的刚度有突变，因此，结构设计应尽量与建筑专业配合，采取对结构受力更有利的方案。

10.2.41 这里所指的钢-混凝土组合结构也包括采用钢筋混凝土竖向构件和钢结构水平构件顶棚结构的情况。

10.2.45 顶棚结构与下部结构同为连成一体的结构，且顶棚结构与下部结构之间存在结构刚度突变，应做整体结构分析才能反映出相互之间的影响。对于两部分结构分别考虑的做法是不妥当的。

车站主体结构外露构件较多，尤其是顶棚结构及当结构分缝距离超长时，受温度影响较严重，计算分析时应予以考虑，并结合工期考虑结构合拢时的温度。

## 11 地下结构

### 11.1 一般规定

11.1.1 北京地区地下结构常用的施工方法主要为明挖法、盖挖逆作法、矿山法及盾构法。从目前北京轨道交通已建、在建和规划项目的竖向埋深来看,其地下结构绝大部分位于第四纪全新世(Q4)各时期形成的一般沉积土和新近沉积土中,地层围岩级别基本为IV、V、VI级。北京地区第四纪沉积层分布广、且厚度大。城区厚度一般为40m~120m,往东北到天竺一带,厚度大于600m;大兴隆起顶部第四系沉积厚度约50m~60m,其东南边缘则达300m~400m,仅有局部范围的少量基岩突起。因此对于极少出现的I、II、III级围岩中的地下结构设计按现行的有关规范执行,本规范不另辟章节给出具体规定。

11.1.2 第2款:北京市轨道交通工程设计中,明挖法、盖挖逆作法结构荷载作用较为明确,按以概率理论为基础的极限状态法设计基本得到认可。矿山法、盾构法结构设计在不同时期应用过三种设计计算方法,一是《混凝土结构设计规范》GB 50010 极限状态法(简称建规极限状态法)、另外两个是《铁路隧道设计规范》TB 10003 极限状态法和破损阶段法(简称铁规极限状态法和铁规破损阶段法)。通过对相同型式和尺寸的隧道结构进行不同地质条件下的深、浅埋等多种工况的计算分析,可得到构件配筋量的基本规律如下:

① 无论深、浅埋,水土合算工况下:铁规极限法>铁规破损法>建规极限法;配筋量的差距根据地下水位、地质条件不同而变化,变化范围约在5%~20%;

② 无论深、浅埋,水土分算工况下:铁规极限法>建规极限法>铁规破损法;配筋量的差距根据地下水位、地质条件不同而变化,变化范围约在5%~17%。

注:铁规破损法无法进行裂缝验算,此计算的配筋量均指承载力配筋。

从上面的初步分析可知,无论何种情况,铁规极限法设计的结构配筋率较大,而建规极限法和铁规破损法较适中。根据我国城市轨道交通地下永久承载结构的设计标准要求,结构构件不仅要进行极限状态承载能力计算,而且要进行正常使用极限状态验算,满足裂缝宽度的限值,显然铁规破损法难以满足此标准的要求。经调研,近年来北京及与北京地层相类似的其他城市的轨道交通工程建设中,基本上采用的设计方法均为建规极限法。通过多年的建设、运营实际情况的验证,采用建规极限法虽然在荷载统计等方面欠周密,但能满足工程安全的要求。为了能更好地与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 设计体系相衔接,故本规范规定地下结构按以概率理论为基础的极限状态法设计。

第3款:本规范地下结构采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以可靠指标度量结构构件的可靠度,采用分项系数的设计表达式进行设计。根据国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定,混凝土结构的极限状态设计包括承载能力极限状态和正常使用极限状态。承载能力极限状态:结构或结构构件达到最大承载力、出现疲劳破坏、发生不适于继续承载的变形或因结构局部破坏而引发的连续倒塌;正常使用极限状态:结构或结构构件达到正常使用的某项规定限值或耐久性能的某种规定状态。因此,本规范特别强调地下结构应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。同时,对于轨道交通地下结构,无论是明挖法、盖挖逆作法还是矿山法,也不论是永久构件还是临时构件,随着施工的不断进行,直至施工完毕后的使用阶段,其荷载作用、结构受力状况都在不断地发生变化,地下结构应分别按施工阶段和使用阶段进行强度、刚度、稳定性计算,对于一些构件还应进行裂缝宽度和变形的验算,以满足结构极限承载能力、正常使用极限状态和耐久性的设计要求,在保证工程自身安全的同时,还要保证建设过程中周边环境的安全。因此,本规范特别规定

地下结构计算应根据各施工和使用过程的结构实际受力状况、以及在结构上可能同时出现的荷载,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合,并应取各自的最不利荷载效应组合进行包络设计,并应考虑各过程之间结构变形和受力的延续性。

第4款:关于最大裂缝宽度限值。本款对于钢筋混凝土构件表面最大裂缝宽度限值的规定,主要依据现行《混凝土结构设计规范》GB 50010和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476的相关规定,并结合北京地区地下结构的环境条件确定的。

根据北京轨道交通地下车站和区间结构的环境作用情况,依据《混凝土结构耐久性设计规范》,混凝土结构的环境类别一般情况下为一般环境(Ⅰ类),处于0.8m冰冻线以上的顶板、侧墙等构件为冻融环境(Ⅱ类)。从初步调查情况来看,北京地区一年四季洞内的潮湿程度变化较大,通常在20%~80%之间,夏季相对湿度大于60%。对于一般环境下的车站和区间内部结构构件,如中楼板、中间立柱、站台板、内部楼梯等,其环境条件可视为洞内干燥环境作用和低湿度,规定最大裂缝宽度限值为0.3mm。而对于与地下水、土接触的混凝土构件,主要指顶板、底板和侧墙等构件,由于构件本身均有混凝土结构自防水的要求,依据《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476—2008的相关规定,其表面裂缝计算宽度不应超过0.2mm;就其环境条件而言,由于构件长期与地下水、土接触,即使是背土侧,其表面湿度也较内部构件大许多,无论是潮湿环境、长期湿润环境或干湿交替环境,还是冻融环境,依据《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010的相关规定,其最大裂缝宽度的限值也为0.2mm;从目前北京轨道交通已建、在建和规划项目的竖向埋深来看,此范围地下水位变化频繁,地下结构很难处于静水浸没环境。因此,本规范给出与地下水、土接触并有自防水要求的混凝土构件,其背土侧和迎土侧的表面裂缝计算宽度均不应超过0.2mm的规定。

此标准与以往的实际工程技术标准相比,仅将与地下水、土接触的混凝土构件的背土侧的最大裂缝宽度限值由0.3mm提高到0.2mm,其他标准不变。由于地下框架结构周边构件尺寸的确定一般情况下受周边构件迎土侧的内力控制,所以此标准的提高一般不会影响到结构构件尺寸的大小,仅对背土侧的配筋率有所调整。另外,对于一般环境下的地下水、土接触的混凝土构件,除了干湿交替环境作用外,本规范给出的最大裂缝宽度限值0.2mm也较国家规范《地铁设计规范》GB 50175—2003给出的0.3mm的标准要高,由于北京地区的特殊性及耐久性要求,总体上符合地方标准高于国家标准的原则。

第11款:地下结构钢结构及钢连接件防锈及防腐采用的涂料、表面的除锈等级及防腐对钢构件的构造要求等,应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046和《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923的相关规定。

## 11.2 施工方法和结构型式

11.2.2 第3款:轨道交通的地下结构,除了行车隧道区域外,其他的一般性结构,包括车站、出入口、风道等,其净空尺寸仅需要满足建筑使用功能的要求、并考虑施工工艺的影响则可。而地下结构的行车隧道区域,主要指车站站台层行车区域和区间行车隧道,由于列车安全运行所需要的净空限界的严格控制,同时建筑限界的确定不包括施工误差、结构变形及后期沉降等因素,因此本规范就行车隧道不同的施工工法和结构型式给出相应的建筑限界外的净空裕量取值。

## 11.3 荷 载

11.3.1 混凝土收缩及徐变影响:超静定或截面厚度较大的结构应考虑混凝土收缩的影响。《铁路隧道设计规范》TB 10003—2005中规定,混凝土收缩的影响可用降低温度的方法来计算。对于整体浇筑的钢筋混凝土结构相当于降低温度15℃;对于分段浇筑的钢筋混凝土结构相当于降低温度10℃;对于装配式钢筋混凝土结构相当于降低温度5℃~10℃。

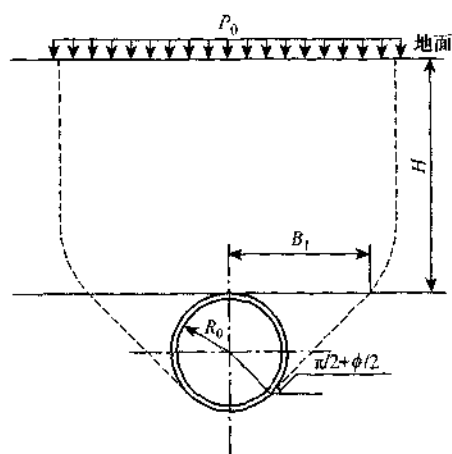


温度变化影响：通常认为，外露的超静定结构及覆土小于 1.0m 或位于严寒地区受外界气温影响较大的洞口段的地下结构应考虑温度影响，但通过近年来对运营期间的一些明挖车站的观测发现，即使具备 2.0m~3.0m 的覆土，由于季节温度变化引起的伸缩缝或诱导缝宽度的变化也是明显的。轨道交通地下结构因温度变化而引起的内力与构造措施、施工方法、施工措施等多因素有关，尚无较完善的计算方法，但当浅埋结构在较长的距离内不设变形缝时，应充分研究温度变化对其纵向应力造成的影响，必要时应采取相关的试验验证。

11.3.2 根据《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 的规定，对于正常使用极限状态，钢筋混凝土构件应按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响进行裂缝宽度和变形验算，对于准永久组合的可变荷载准永久值系数，现行的《建筑结构荷载规范》GB 50009 没有给出地铁类建筑的取值，在无统计数据的情况下，结合北京轨道交通工程的实际情况，本规范采用现行《建筑结构荷载规范》GB 50009 给出的各类建筑中准永久值系数较大的值 0.8 作为可变荷载准永久值系数。

本章第 11.1.2 节地下结构主要设计原则和技术标准中规定，地下结构进行稳定性验算时应采用总安全系数法，因此，在地下结构的倾覆、滑移或漂浮等稳定性验算时不考虑荷载分项系数。

11.3.3 第 1 款：针对北京的地质特点，对于采用矿山法和盾构法施工的区间、出入口通道、单层风道及施工通道等单洞隧道结构，建议隧道深、浅埋的限值（即临界覆土厚度）按  $2D$ （ $D$  为隧道开挖跨度）考虑，当隧道覆土  $\leq 2D$  时，按全土柱计算；超过此厚度宜考虑卸载拱作用的影响，可按泰沙基公式或普氏公式计算，当计算塌落拱高度  $< 2D$  时取  $2D$ 。《隧道标准规范（盾构篇）及解说》（<日>土木学会编—朱伟译）提出的泰沙基计算公式如下：



泰沙基垂直土压力计算公式如下：

$$\sigma_v = \frac{B_1(\gamma - c/B)}{K_0 \tan \varphi} \left[ 1 - e^{-K_0 \tan \varphi H / B_1} \right] + p_0 e^{-K_0 \tan \varphi H / B_1} \quad (4)$$

$$B_1 = R_0 \cot \left( \frac{\pi/4 + \varphi/2}{2} \right) \quad (5)$$

式中  $\sigma_v$ ——泰沙基松弛土压力；

$K_0$ ——水平土压力与垂直土压力之比（一般取  $K_0=1$ ）；

$\varphi$ ——土的内摩擦角；

$\gamma$ ——土的重度；

$C$ ——土的粘聚力；

$H$ ——覆土厚度；

$R_0$ ——圆形隧道半径；

$p_0$ ——地面超载。

深、浅埋隧道如何界定一直困扰设计人员,经调研北京地铁5号线、10号线1期和机场线等项目,相似地层中盾构隧道每环管片的配筋量最大可相差190kg,原因主要在于不同设计人员对隧道深浅埋如何界定、竖向覆土荷载如何取值等问题的理解差别较大。如:部分设计人员按现行《铁路隧道设计规范》TB 10003相关规定,当隧道洞顶覆土达20.0m时仍考虑为全土柱荷载。《隧道标准规范(盾构篇)及解说》(日本)对土质隧道的竖向荷载做了如下规定:在砂性土中,当覆土厚度大于 $1D \sim 2D$ 时多采用松弛土压力;在粘性土中,如果是由硬质粘土( $N \geq 8$ )构成的良好地基,当覆土厚度大于 $1D \sim 2D$ 时多采用松弛土压力;对于中等固结的粘土( $4 \leq N < 8$ )或软粘土( $2 \leq N < 4$ ),将隧道的全覆土重量作为土压力考虑的实例比较常见。当垂直土压力采用松弛土压力时,考虑到施工时的荷载以及隧道竣工后荷载的变动,多设定一个土压力的下限值。垂直土压力的下限值会根据隧道的使用目的有所不同,在下水道、电力及通讯隧道中一般考虑 $2D$ 的覆土厚度的土压力值,铁道隧道为 $1D \sim 1.5D$ 或采用 $200\text{kN/m}^2$ 。北京地铁5号线、10号线部分盾构区间实测数据显示,隧道的竖向土压力在 $1.6D \sim 1.7D$ (即塌落拱高度在此范围内),因此本规范根据上述情况建议了 $2D$ 的临界覆土厚度。

第2款:盖挖逆作法、洞桩(柱)逆作法和一次扣拱法施工期间均采用各层结构板作为水平支撑构件,其刚度大,支护桩变形小,结构承受的水平土压力宜按静止土压力计算。

11.3.4 1 作用在地下结构上的水压力,原则上应采用孔隙水压力,但孔隙水压力的确定比较困难,从实用和偏于安全考虑,设计水压力一般按静水压力计算;当地下水渗流时,宜按渗流理论计算水压力和土的竖向有效应力;当存在多个含水层时,应分别计算各含水层的水压力。

#### 2 确定设计地下水位时应注意的问题:

(1) 由于季节和人为的工程活动(如邻近场地工程降水影响)等都可能使地下水位发生变动,所以在确定设计地下水位时,不能仅凭地质勘察取得的当前结果,必须估计到将来可能发生的变化。尤其近年来对水资源保护的力度加大,需要考虑结构在长期使用过程中城市地下水位上升的可能性;

(2) 在进行地下结构的抗浮稳定性验算时,应取地下水抗浮设防水位。

11.3.6 轨道交通列车的动力作用参数,可参照现行行业标准《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1关于动力参数的计算公式来取值,并乘以0.8的折减系数。当轨道铺设在结构底板上时,车辆荷载对结构应力影响不大,并且为有利作用,车辆荷载及其动力作用的影响可略去不计。

11.3.9 地面车辆荷载按现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60第4.3.1条相关规定选取。地面车辆荷载对地下结构作用标准值的计算方法参考了现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332附录C的相关规定,按车辆最不利荷载计算,地面车辆简化为 $20\text{kPa}$ 的均布荷载的临界覆土厚度为 $1.49\text{m}$ ,故本规范作出了相应的规定。

## 11.4 明挖法、盖挖逆作法结构设计

11.4.1 第1款:基坑变形控制等级由基坑开挖深度和周边环境条件两个因素确定,本规范特别强调地面最大沉降量及支护结构水平位移控制值除了满足表11.4.1-1中给出的基本要求外,还应与基坑周边环境安全控制标准相协调,取两者较小值作为基坑变形控制值。支护结构最大水平位移是指基坑开挖、地下水下降、地下水渗流等造成基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路等损坏或影响其正常使用的支护结构位移和土体变形。变形控制值参考各地设计规范,并结合北京已建和在建的各条轨道交通线路的技术标准和工程经验确定的,能满足工程安全、经济合理的要求。地下两层明挖车站基坑深度一般在 $16.0\text{m} \sim 20.0\text{m}$ ,通过北京地铁多年的工程实践,已积累了较丰富的经验,当周边环境安全无特殊要求时,基坑深度为 $16.0\text{m} \sim 20.0\text{m}$ 的变形控制等级定为二级是安全可靠、经济合理的。

第3款:基坑工程稳定性验算内容及方法,各种基坑规范或规程不尽相同,安全系数的取值也具有较大的地区性和经验性。本规范主要依据北京市地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB11/489—2007

及国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012, 同时结合北京市轨道交通的工程经验给出不同支护型式的基坑需要进行稳定性验算的内容及安全系数取值。

本规范制定的基坑设计安全控制标准是以变形控制为目标, 即地面最大沉降量及支护结构水平位移控制值为基坑安全控制标准, 并以此变形标准给出基坑变形控制等级, 因此稳定性验算安全系数的取值是唯一的, 不再根据变形控制等级进行取值。各稳定性验算要求如下:

1 整体滑动稳定性验算, 除了多支点内支撑桩、墙支护结构不需要进行整体稳定性验算外, 其他型式的基坑支护结构均需要进行整体稳定性验算。

(1) 放坡设计应进行边坡整体稳定性验算, 稳定性验算方法及计算公式按北京市地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB11/489—2007 第 4.3 节的相关规定执行, 安全系数的取值为 1.2。

(2) 土钉墙整体稳定性验算按国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 第 5.1.1 条的相关规定执行, 安全系数的取值为 1.3。

(3) 悬臂、单支点或锚杆多支点桩、墙支护结构, 其整体稳定性验算按国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 第 4.2.3 条的相关规定执行, 安全系数的取值为 1.35。

2 悬臂及单支点桩、墙支护结构倾覆稳定性验算, 即支护结构嵌固稳定性验算, 按国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 第 4.2.1 条和第 4.2.2 条的相关规定执行, 安全系数的取值为 1.25。

3 桩、墙支护结构墙底隆起稳定性, 指支护结构墙底端平面下土的隆起稳定性, 其稳定性验算可按国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 第 4.2.4 条第 1 款的相关规定执行, 安全系数的取值为 1.6; 或执行北京市地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB11/489—2007 第 5.1.4 条的相关规定, 按公式 (5.1.4-1)、(5.1.4-2)、(5.1.4-3) 进行计算。

4 桩、墙支护结构坑底隆起稳定性, 即以最下层支点为轴心的圆弧滑动稳定性, 其稳定性验算按国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 第 4.2.5 条的相关规定执行, 安全系数的取值为 1.9。

5 抗承压水稳定性验算, 基坑开挖面以下有水头高于坑底的承压水含水层, 且未用止水帷幕隔断时, 承压水作用下的坑底突涌稳定性验算按国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 附录 C 第 C.0.1 条的相关规定执行, 安全系数的取值为 1.1。

6 地下水渗流稳定性验算, 按国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 附录 C 第 C.0.2 条的相关规定执行, 安全系数的取值为 1.6。

7 基坑坑底以下为级配不连续的砂土、碎石土含水层时, 应进行土的管涌可能性判别。

第 4 款: 北京地区地下水资源缺乏, 地下水资源的管理和保护越来越引起政府部门的重视, 因此, 本规范特别提出, 在进行基坑工程设计时, 地下水处理方案应进行施工降水和帷幕止水方案的技术经济比选。

11.4.3 第 1 款: 对于单一土钉墙支护, 根据北京市地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB11/489—2007 的相关规定, 本规范给出了基坑深度不宜超过 10.0m 的规定。但从近年来北京地区的工程实际情况来看, 仅地铁工程就有不少单一土钉墙支护基坑开挖深度达到 12.0m 的工程实例, 地层条件较好时也有少量达到 15.0m 的工程实例。尤其对于一般正常埋深情况下的地下车站, 其出入口和单层风道基坑深度一般在 10.0m~12.0m (局部集水坑深 14.0m) 范围, 在工程地质条件和周围环境条件允许的情况下, 采用土钉墙支护在工程造价和施工速度上有较大优势。但应注意土钉墙的适用条件及地下水的处理, 土钉墙基坑要求地下水位低于基坑底面或可经人工降水措施降低地下水位, 影响范围内无重要建(构)筑物和地下管线, 地下空间允许施作土钉。对于开挖深度达到 15.0m 的基坑应慎重采用单一土钉墙支护。

11.4.5 第 3 款: 关于钢支撑的长细比, 各种规范对钢支撑长细比的规定不尽相同, 国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 规定钢支撑受压杆件的长细比不应大于 150; 广东省地方标准《建

《建筑基坑支护工程技术规程》DBJ/T 15-20—97 规定钢支撑长细比不宜大于 150；湖北省地方标准《基坑工程技术规程》DB 42/159—2004 规定主要受力杆件长细比不应大于 100，次要受力杆件长细比不得大于 150；冶金部行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB 9258—97 规定支撑长细比不应大于 75；深圳市地方标准《深圳市基坑支护技术规范》SJG 05—2011 规定钢支撑构件的长细比不应大于 75。

总结北京市轨道交通工程的建设经验，当基坑宽度小于 25m 时，通常不设置中间立柱，采用  $\phi 609$  或  $\phi 630$  的钢管支撑能够满足强度和稳定性设计要求；也有基坑宽度达到 31m 时采用  $\phi 800$  的钢管支撑，不设中间立柱的经验。通过计算分析， $\phi 609$ 、 $\phi 630$  钢支撑计算长度为 25m、 $\phi 800$  钢支撑计算长度为 33m 时，钢支撑长细比约为 120，此值用于北京地区轨道交通工程能达到安全、经济、实用的目的，因此，本规范规定钢支撑长细比不宜大于 120。由于北京地区地质条件较好，当基坑开挖宽度较大时，支撑体系是否设临时立柱，应通过技术经济比选后确定。

钢支撑构件的拼接应满足截面等强度的要求，连接应采用高强螺栓或焊接，钢支撑与腰梁的连接可按铰接考虑。

第 4 款：关于钢筋混凝土支撑长细比，冶金部行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB 9258—97 规定支撑构件长细比不应大于 75；广东省地方标准《建筑基坑支护工程技术规程》DBJ/T 15-20—97 规定混凝土支撑长细比不宜大于 80。北京市轨道交通工程基坑较少采用钢筋混凝土支撑，本条参考冶金部行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB 9258—97，规定混凝土长细比不宜大于 75。

第 9 款：横向支撑水平方向的挠度对立柱会产生水平方向的作用力，因此立柱柱列之间宜设置剪刀撑或其他形式的构件，以保证立柱纵向的整体稳定性，否则在立柱设计中应考虑水平力产生的弯矩。

11.4.7 第 1 款、第 5 款：底板下布置有抗拔桩时，当地基土在固结沉降作用下有可能脱离底板而形成仅由抗拔桩支撑底板的工况时，在结构及抗拔桩的设计中应考虑这种工况的影响。

11.4.8 第 2 款：盖挖逆作法柱下基础采用条形基础时，地基基础设计按本规范第 11.5.7 条第 5 款的相关规定执行，立柱下柱脚设计宜采用端承式形式。

第 5 款、第 6 款：盖挖逆作法中间立柱与顶梁的连接可有两种形式，一种为端承式形式，见图 8；一种为插入式形式，见图 9。通常情况下，不论是钢管柱还是型钢柱，立柱上柱脚与顶梁的连接宜采用端承式形式，柱与顶梁之间的约束作用视为铰接。而立柱下柱脚一般需插入钻孔灌注桩基础内一定深度，并采取一定的构造措施将柱子予以锚固，为插入式形式，柱与桩基础之间的约束作用视为刚接。由于柱脚与桩基础之间力的传递是以钢管柱或型钢柱与混凝土间的粘着力为主，而栓钉等构造仅作为辅助措施，因此，下柱脚应进行插入深度的计算。

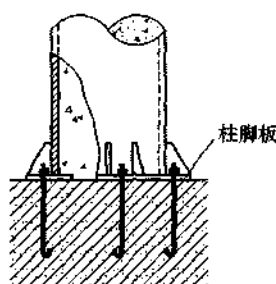


图 8 端承式柱脚

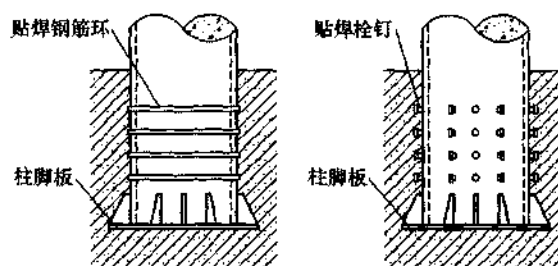


图 9 插入式柱脚

第 7 款：目前地下结构盖挖逆作法和矿山法工程中大量采用了钢管混凝土柱，为了提高钢管混凝土柱与永久结构纵梁的连接刚度，建议无论钢管混凝土柱柱端的局部受压承载力是否满足设计要求，均在钢管混凝土内配置竖向短钢筋笼，分别锚入钢管混凝土及纵梁结构内，并按配有竖向钢筋笼的钢管混凝土进行局部受压承载力计算，其配筋率要求不小于构造配筋率，与其他工程在柱脚配置螺旋筋加强的作法有所不同。

第 8 款：钢管柱或型钢柱与现浇中楼板梁的连接形式有多种选择，考虑到轨道交通地下车站箱型框

架结构的受力特性，及纵向中楼板梁尺寸和配筋均较地面建筑结构大的特点，建议采用环形牛腿+双梁的结构形式，此形式不仅构造简单、受力明确、施工质量易于控制，而且不损伤钢管套箍或型钢腹板和翼缘板的完整性，较适用于地下工程。图 10 为环形牛腿及双梁结构示意。

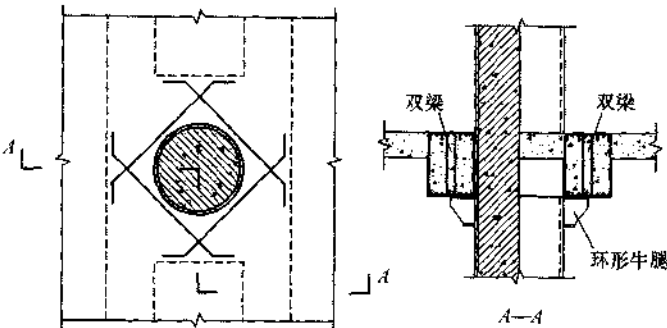


图 10 环形牛腿及双梁结构

第 9 款：盖挖逆作法顶板结构施工完成并覆土后，立柱就开始与边桩共同承担所有的竖向荷载作用，随着地下各层土体的开挖，在中楼板和底板结构还未施作之前的各施工阶段，应是立柱承载力设计时可能出现的最不利工况，在确定其计算长度时，应根据各施工过程各层结构对柱子的约束情况及柱身的实际工作状态确定。当立柱下为桩基础时，在柱子插入桩基础后，柱周边的孔隙需要回填，但要想缩短柱的计算长度，使下部未开挖部分出现不动点，就必须把握回填土的性状，正确选择回填材料及回填方法，以满足立柱的计算长度所假定的土的密实度和变形要求，但应注意这一措施在实际工程中实施较难，需要作详细设计。

11.5 矿山法结构设计

11.5.2 第 2 款：各分部开挖法施工步序示意参见表 11。洞桩（柱）逆作法的定义及施工步序示意参见 11.5.7 条文说明，一次扣拱法的定义及施工步序示意参见 11.5.8 条文说明。

表 11 矿山法结构分部开挖法施工步序示意

单洞隧道施工步序			
全断面法		留核心土法	
中隔壁法		台阶法	
交叉中隔壁法		双侧壁导坑法	

表 11 矿山法结构分部开挖法施工步骤示意（续）

单层三连拱隧道施工步骤		双层三连拱隧道施工步骤	
中洞法		中洞法	
侧洞法		侧洞法	
柱洞法		柱洞法	

11.5.3 第 5 款：车站结构、复杂大断面区间或风道结构，宜进行必要的数值模拟分析，以确定合理的开挖步骤、施工参数和施工对周边环境的影响程度和影响范围，为工程设计、风险控制提供参考依据。

11.5.7 洞桩（柱）逆作法是在盖挖逆作法的基础上演绎形成的，将盖挖逆作法需要在地面完成的竖向承载构件和顶拱结构转到地下进行，即在暗挖形成的导洞内分别完成，图 11 和图 12 分别为盖挖逆作法和洞桩逆作法（简称洞桩法）结构示意图，当边桩或中柱下采用条形基础时为洞桩逆作法（简称洞桩法），见图 13。表 12 为地下车站两层三跨框架结构盖挖逆作法和洞桩逆作法施工步骤示意。洞桩（柱）法虽为浅埋暗挖法范畴，但结构体系的受力特点与盖挖逆作法没有本质的区别，包括荷载作用、受力分析及相关技术要求等均应满足盖挖逆作法结构设计的基本原则和要求。

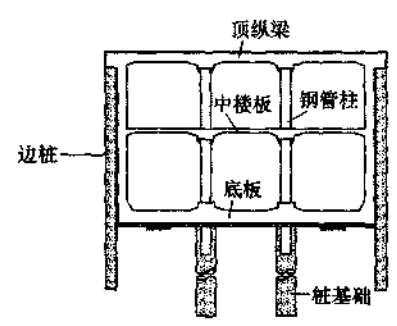


图 11 盖挖逆作法

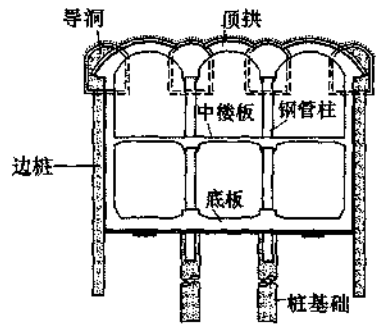


图 12 洞桩逆作法

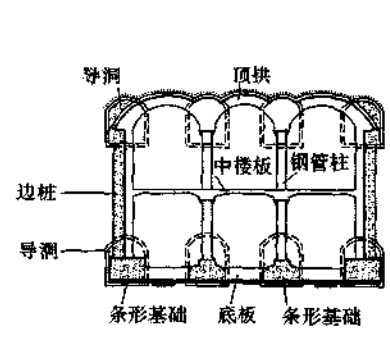


图 13 洞桩逆作法

表 12 地下车站两层三跨框架结构盖挖逆作法和洞桩逆作法施工步序示意

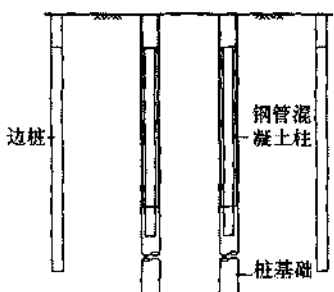
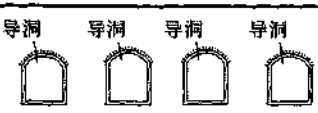
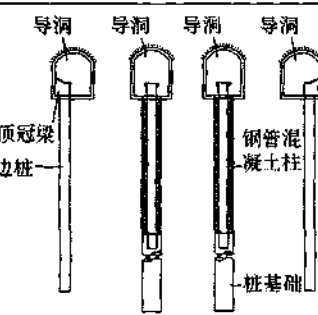
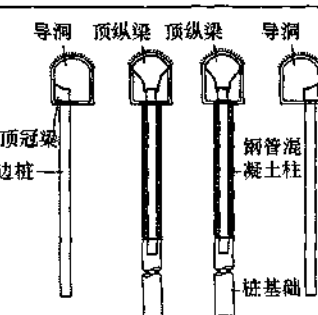
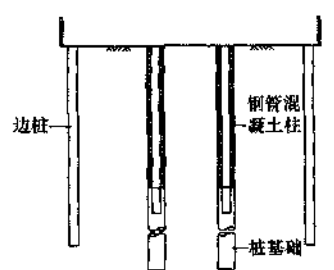
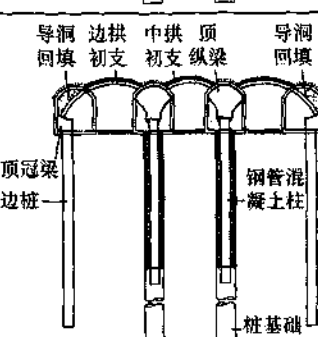
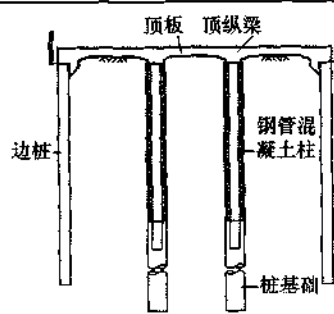
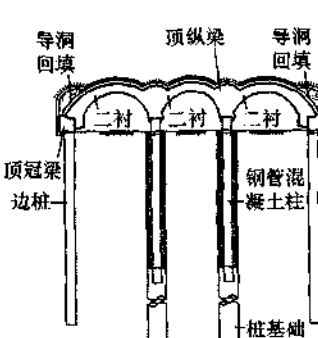
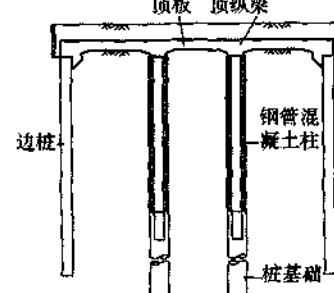
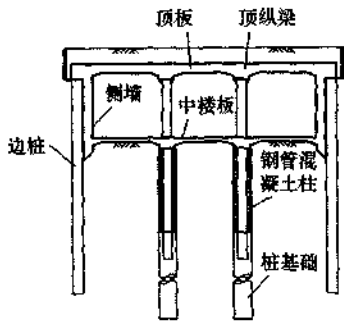
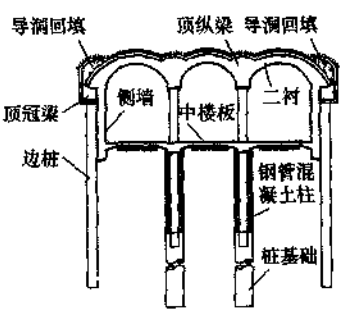
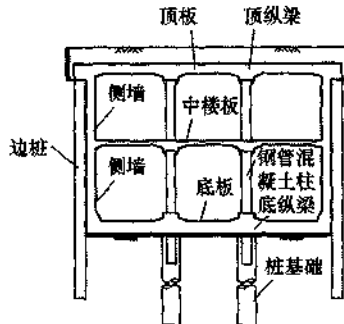
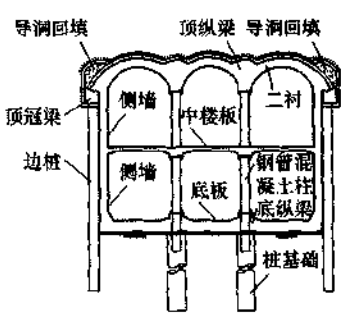
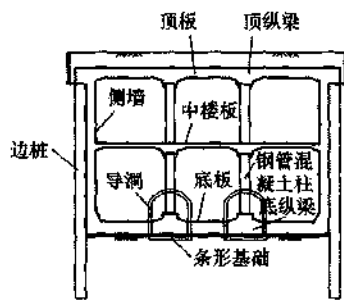
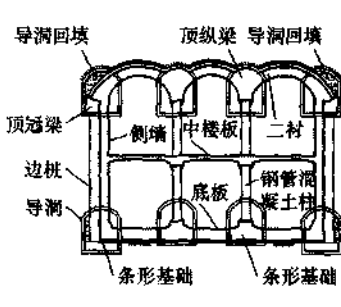
工法	盖挖逆作法		洞桩逆作法	
竖向承载构件形成过程	步序 1: 边桩、中间桩基和立柱施作 (在地面施作)		步序 1: 导洞开挖	
			步序 2: 边桩、中间桩基和立柱施作 (在导洞内施作)	
			步序 3: 顶纵梁施作 (在导洞内施作)	
顶板 (或顶拱) 结构形成过程	步序 2: 顶板以上浅基坑开挖		步序 4: 各跨开挖及顶拱初支施作	
	步序 3: 顶板和顶纵梁施作		步序 5: 各跨顶拱二衬施作	
	步序 4: 顶板覆土回填及路面恢复			

表 12 地下车站两层三跨框架结构盖挖逆作法和洞桩逆作法施工步序示意（续）

工法	盖挖逆作法		洞桩逆作法	
结构逆作形成过程	步序 5: 上层土体开挖及中楼板、侧墙施作		步序 6: 上层土体开挖及中楼板、侧墙施作	
	步序 6: 下层土体开挖、底板和底纵梁、侧墙施作		步序 7: 下层土体开挖、底板和底纵梁、侧墙施作	
注: 当边桩下或中间桩基采用条形基础时的结构型式	确有技术、经济依据时, 中柱下基础也可采用条形基础		当边桩或中柱下采用条形基础时为洞桩逆作法	

第 3 款: 盖挖逆作法为了减小中间桩基的荷载、控制边桩与中间桩基的相对升沉, 同时考虑工程的经济性, 车站顶板覆土厚度应尽量小, 通常情况下取 2.0m~3.0m。而对于具有相同承载特点的洞桩（柱）逆作法结构, 由于其主要承载构件是在浅埋暗挖导洞内形成的, 因此, 其除了需要满足盖挖逆作法相关的技术要求外, 还要考虑浅埋暗挖技术的特点, 合理确定车站结构的覆土厚度。

分析北京地区已建的地铁工程情况, 线路所穿越的地层基本为第四纪全新世 (Q4) 各时期形成的一般沉积土和新近沉积土, 以粉质粘土、粉土、砂性土、圆砾卵石为主, 基底持力层地基承载力标准值  $f_{ak}$  一般在 250kPa~400kPa, 少数密实圆砾卵石能达到 400kPa~600kPa, 不仅承载力有限, 而且由于地层大多以互层形式分布, 并非地层埋深越大承载力越高。通过大量的理论数值和工程实践分析, 一般一座 12.0m 或 14.0m 宽岛式站台标准车站, 地下二层三跨结构, 为了较好的控制施工引起的地面沉降, 其拱部覆土不宜小于 6.0m。随着埋深的加大, 虽然地表沉降会随之减小, 但由于覆土重量的增加使基础的压力急剧加大, 在基底持力层的地基承载力  $f_k$  增长有限的情况下, 过大的埋深将增加基础的设计难度和工程风险, 设计时应根据工程地质条件、通过详细的计算分析后确定车站的合理埋深。在满足隧道开挖引起的地面沉降要求的情况下, 洞桩（柱）法结构宜浅埋, 以满足桩基础或导洞条形基础的承载力、变形以及稳定性要求。

第 4 款: 洞桩法中间立柱采用桩基础时, 其设计原则和技术标准同盖挖逆作法, 桩基承载力可根据计算或现场原位静载试验结果按变形要求控制。不同的是洞桩法的中间桩基是在上部小导洞内施作, 由



于作业环境的限制,使得桩基的应用受到极大的制约。一般情况下洞桩法结构较盖挖逆作法结构的覆土厚度大许多,单桩承载力设计值均较大,如果桩端没有很好的持力层,使得桩直径和长度都超常规大,目前在  $4.0\text{m} \times 5.0\text{m}$  大小的导洞内能施作的钻孔灌注桩直径一般不大于  $1.5\text{m}$ ,能作扩底桩的设备也很少能在大小有限的导洞内施工。另外,对于桩基础,钢管柱在导洞内的吊装和准确定位亦困难重重。鉴于上述原因,中间立柱基础形式应进行多方案的技术、经济比较后确定。

第5款:边桩和中间立柱下基础均可采用条形基础,条基在下导洞内施作,可有效避免桩基础在小导洞内施工所带来的一系列问题。条基有两种设置方式,一种是条形基础作为底板结构的一部分,底板结构封闭前,条基独立承担施工过程的荷载作用,待底板结构封闭后,兼作永久结构的底纵梁及部分底板使用,见图13。第二种是设置在底板结构以下,与底板结构完全脱离,条基仅在施工过程发挥其承载力的作用,见图14。显然,第一种方式底板结构不能一次性施作,存在较多的施工缝,影响结构的整体性和防水性。第二种方式的主要问题是工程废弃量大,不够经济,且钢管柱与底纵梁的连接较难处理。实际工程中应根据具体情况合理选择。

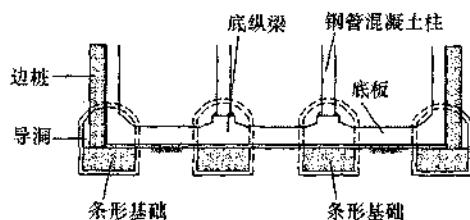


图14 条基脱离底板设置形式

#### 1) 关于地基承载力及稳定性问题

影响地基承载力大小的因素很多,除土的性质外,还与基础的形式、大小、埋深及荷载作用等因素有关。根据载荷试验、查承载力表或原位试验的经验统计等确定的地基承载力标准值,考虑的是对应于标准条件或基本条件下的值,对于具体工程,还应考虑承载力极限状态的基本组合,计入基础宽度和埋深的影响,即地基承载力标准值应进行宽深修正。目前地基承载力的理论研究及设计规范均基于明挖条件下施作的基础结构,而对于洞柱法或其他浅埋暗挖法隧道内的地基承载力方面的研究和试验还是空白,尤其基础深度修正对地基承载力的影响尚有待进一步研究,明挖和暗挖结构主要不同点如下:

##### a. 施作工序对地基应力变化的影响:

明挖基础过程:挖方→基础施作→加载→填方(即基础埋深)→加载;暗挖基础过程:导洞开挖→基础施作→加载→挖方(即基础埋深)。明挖基础是在地基原始应力100%释放的情况下施作的,随着上部结构荷载的增加,基础反力不断加大,随之地基应力不断变化和加大,直至达到极限承载力。而洞柱法基础是在暗挖导洞内形成,拱部结构一旦形成,拱顶以上土层压力通过竖向构件传至基础,转换成基底压力,在地基原始应力少量释放(仅导洞开挖)的情况下,基底压力基本达到最大值,随着基坑内土体的开挖,基础埋深才逐渐减小,直至底板结构封闭前,地基应力释放达到最大,此状态为最不利工况。

b. 明挖基础一般情况埋深较浅,基础周边土体的侧限较弱;而洞柱法基础埋深通常较大,周围土体的侧限作用强,应力水平较高,对提高地基承载能力有益。

c. 洞柱法的小导洞由于随挖随支,地层的应力释放受到限制,条基形成时附近地层仍保持了较高的应力状态,这种状态有利于提高地基的承载能力。

目前实际工程中对基础深度修正所采用的深度值有多种做法,有的从地面标高算起,有的取隧道覆土厚度,有的干脆不修正,比较混乱。为满足当前开展设计工作的需要,本规范建议洞柱法条形基础埋深 $d$ 的确定,执行《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ 11—501的相关规定,对于边桩条基,取 $d=(d_1+d_2)/2$ ,对于中间条基取 $d=(3d_1+d_2)/4$ ,( $d_1$ —自基坑内标高算起、 $d_2$ —自地面标高算起),这一规定符合地基承载力确定的原理,且综合考虑了基坑内、外未开挖土体的侧限影响,对于洞柱法形

成的结构更趋于合理。

对于条形基础，如果竖向荷载过大，将导致地基深层的整体滑移破坏而失稳。而边桩下的条形基础，其作用和受力形态将发生变化，除了承受竖向荷载作用外，还承受基坑外不平衡水平侧压力的作用，在底板结构封闭之前，如果此水平侧压力过大，其引起的地基失稳是沿基底产生的表面滑移破坏。因此，边桩条基尚应进行以上两方面的地基稳定性分析。

## 2) 关于有效提高基坑开挖稳定性和地基承载力的技术措施

当土体强度不足时，下导洞条基往往难于满足基坑开挖稳定性和地基承载力的要求，目前工程设计中较常采用的措施是在纵向下导洞之间、间隔一定的距离设置一座横向导洞，在横导洞内再施作横向条基，以形成桩、柱下十字条形基础，有效提高了基坑开挖稳定性和地基承载力。

但横导洞措施带来的相关问题不容忽视，例如施工环节的增加、底板结构施工缝的增多、作业空间狭小、工程质量难于控制及工程造价的提高等。尤其在纵向条基地基承载力能满足要求的情况下，仍采用横导洞设置边桩支撑的作法应是不经济合理的作法。提高基坑开挖稳定性和地基承载力的措施很多，如边桩下导洞下移嵌固、边桩锚索、加大边桩插入深度、V 字形土体开挖、地基加固等等。因此，工程设计中应进行多方案的技术、经济比选。

中洞法、侧洞法或一次扣拱法中的底板和底纵梁结构是所有二衬承载体系中最先形成的构件，作为结构的承载基础，其作用面积大、稳定性高，就北京地区的地质条件而言，在后续的开挖和浇筑等各施工工序中，均不应存在地基承载力和稳定性问题，这点是洞桩（柱）逆作法与中洞法、侧洞法或一次扣拱法的最大不同点之一，在工程设计和施工中应引起重视。

第 6 款：洞桩法边桩入土深度的确定不仅要考虑底板封闭之前的各施工阶段的竖向承载力及变形要求，而且还应满足基坑开挖时的稳定性要求。洞桩法结构的覆土厚度远大于盖挖逆作法结构，导致外围结构承受的水平 and 竖向压力均较大。在施工阶段，尤其基坑开挖至基底设计标高处、而底板结构尚未封闭时的这一工况，如果边桩入土深度偏小，边桩内外竖向压差较大，可能导致桩端或坑底土体向上隆起，尤其当土体强度较差时，这些稳定性问题尤其突出，实际工程设计中应多加关注。当中间立柱下为条形基础时，洞桩法基坑稳定性验算时可计入条形基础作用于地基上的竖向基底压力的有利作用。

在保证桩间土体稳定的前提下，边桩设计宜采用大直径和大间距，以改善成桩的作业环境并减少对导洞支护的破坏，桩间土一般用挂网喷射混凝土封闭。

第 7 款：洞桩（柱）逆作法的另一大不同点是边跨拱部初期支护的形成过程和受力方式较为复杂，风险较大，不同于普通隧道的初支结构或侧洞法和一次扣拱法边跨初支结构，洞桩（柱）法边跨初支结构一定是要支承在边桩冠梁上，并通过边桩承载受力，而另一端支承在顶纵梁上，通过中间立柱受力。因此，边跨拱部开挖之前，在小导洞内部需先架设部分钢拱架，此钢拱架钢筋穿过小导洞的初支结构、在外侧甩下钢筋连接头，在边拱开挖过程中将导洞内、外初期支护的钢筋连接，见图 15。

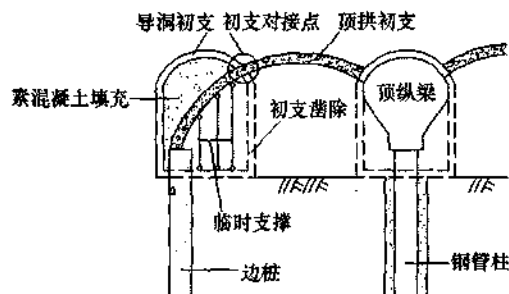


图 15 拱部作法示意图

为了保证拱部支护的整体承载性和稳定性，应注意以下几点：

(1) 在小导洞内，钢拱架下方架设模板，将钢拱架后面的空间用素混凝土回填后，方可开挖边跨拱部土体及连接内外初支，形成边跨初期支护体系。

(2) 由于导洞内钢拱架与回填混凝土为一重量较大的实体, 且不稳定, 因此在拱部二衬浇筑之前, 尽量不要拆除钢拱架下的模板支承构件。

(3) 严禁小导洞内的素混凝土回填不到位, 或先开挖拱部土体、后回填的作法。

(4) 严禁将拱部初支直接搁在小导洞外的初支结构上, 与内部钢拱架不发生连接的作法。

(5) 如果拱部开挖跨度较大, 需要设置临时中隔壁时, 应注意中隔壁的稳定性, 中隔壁最好与小导洞初支有可靠、稳定的拉结。

(6) 在边拱二衬浇筑时, 需要破除小导洞初支、内部模板支承构件及中隔壁构件等, 应注意承载体系受力可靠、稳定的转换。应特别注意, 不同于普通隧道初支结构的受力特点, 由于边拱初支结构为直接支承在桩顶冠梁和中部顶纵梁上的大跨简支承构件, 应核算其承载能力是否满足要求, 必要时应采取可靠的措施进行受力转换。

(7) 无论是洞桩逆作法还是洞柱逆作法, 边桩上部冠梁不仅要支承拱部初期支护的作用, 还要支承拱部二次衬砌的作用, 因此, 桩顶冠梁平面尺寸应足够大, 保证二衬拱角局部承载力的要求。

第 8 款: 洞桩(柱)逆作法边跨拱部二衬浇筑时, 需要破除中间小导洞初支结构, 此时应注意中跨拱部土体的开挖和初支应施工完成, 否则中间小导洞将失去稳定; 同样中拱二衬浇筑时, 需要破除中间小导洞初支结构, 此时应注意边跨拱部的开挖和初支应施工完成。即应在各跨拱部初期支护架设完成后, 方可破除上部各导洞的初期支护及浇筑各跨拱部二次衬砌。由于此工况下各跨拱部均已开挖且仅靠初支承载(见表 12 洞桩逆作法施工步序示意步序 4), 不仅要注意初支结构的承载性及其两端支撑点连接的可靠性, 也要注意初支和竖向构件的整体稳定性。此工况与其他暗挖工法不同, 中洞法、侧洞法或一次扣拱法是在中跨或侧跨二衬承载结构体系完整形成后, 才进行相邻跨的开挖和衬砌, 结构承载性和稳定性较高, 相应施工风险较低。

11.5.8 一次扣拱法是在传统浅埋暗挖交叉中隔壁法和侧洞法的基础上提出的一种用于修建大型地下空间结构的暗挖施工新技术。该技术核心是在分离式暗挖导洞内由下至上依次施作底拱、边桩或立柱、顶拱等受力构件, 一次性整体完成框架结构的主要承载体系, 在其支承作用下实现隧道内大面积土体开挖和衬砌作业。图 16 为一次扣拱法技术要点示意。

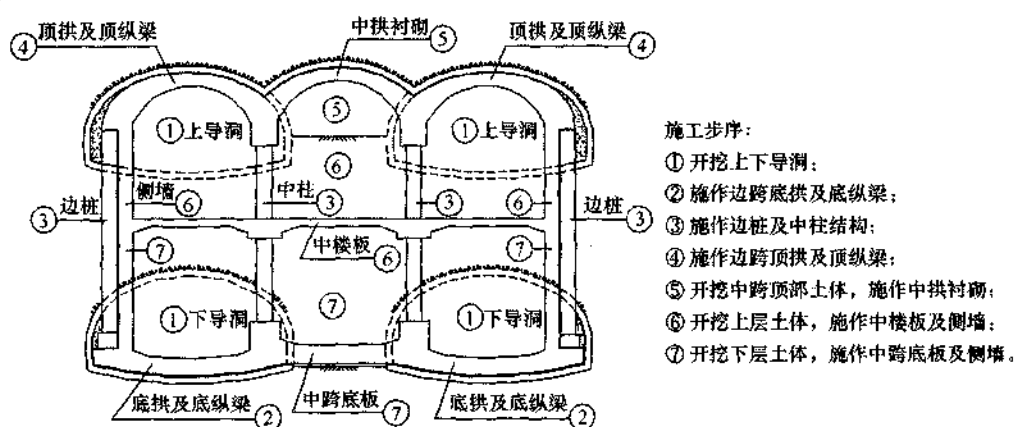


图 16 一次扣拱法技术要点示意

一次扣拱法是在浅埋暗挖分部开挖法技术的基础上演绎形成的一种新的隧道开挖技术, 无论是隧道初期支护的形成过程和承载特性, 还是二次衬砌的形成过程和承载特性, 基本继承了分部开挖法的特点和特性, 因此, 对于一次扣拱法隧道的设计和施工, 从导洞形式的确定和开挖、初支与二衬之间的受力转换、隧道承载结构的受力和稳定性分析等, 基本与分部开挖法类似。如单跨结构, 一次扣拱结构体系与交叉中隔壁法结构的特性类似; 而多跨结构体系则与侧洞法的特性类似。表 13 为地下车站两层三跨框架结构一次扣拱法和传统侧洞法施工步序示意。一次扣拱法虽为新技术, 但其结构形成工序简单、结构受力和转换明确、各工况结构体系稳定, 结构设计较为简单, 本规范没有作过多的规定。

表 13 地下车站两层三跨框架结构一次扣拱法和侧洞法施工步骤示意

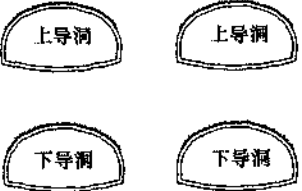
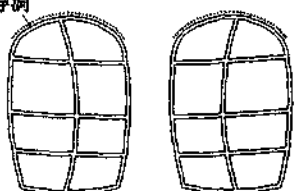
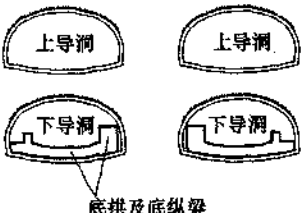
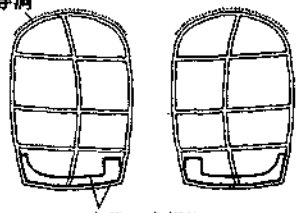
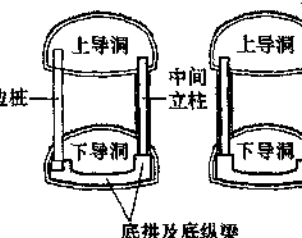
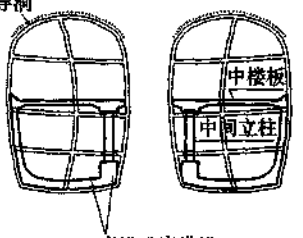
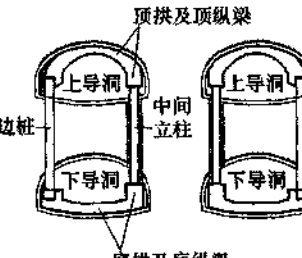
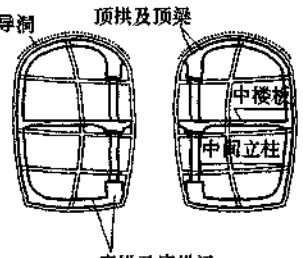
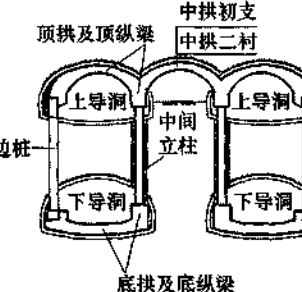
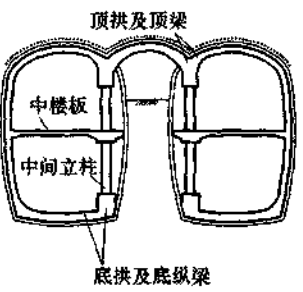
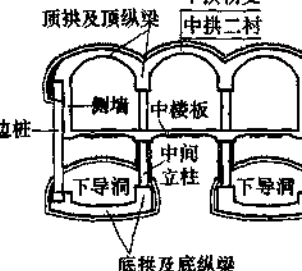
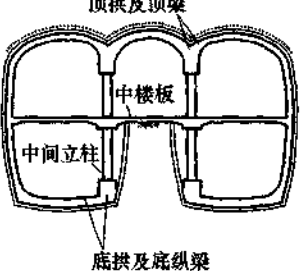
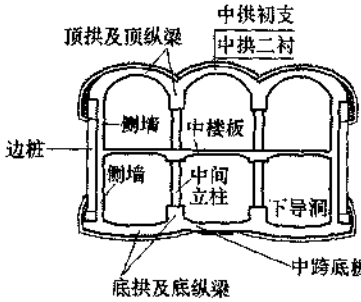
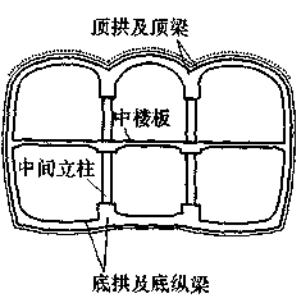
工法	一次扣拱法		侧洞法	
侧跨导洞形成过程	步骤 1: 导洞开挖		步骤 1: 导洞开挖	
	步骤 2: 底拱和底纵梁施作		步骤 2: 底拱和底纵梁施作	
侧跨框架结构顺作形成过程	步骤 3: 边桩和中间立柱施作		步骤 3: 边桩、中间立柱和中楼板施作	
	步骤 4: 顶拱和顶纵梁施作		步骤 4: 顶拱和顶纵梁施作	
中跨结构逆作形成过程	步骤 5: 中跨开挖及顶拱衬砌施作		步骤 5: 中跨开挖及顶拱衬砌施作	
	步骤 6: 上层土体开挖及中楼板、侧墙施作		步骤 6: 上层土体开挖及中楼板施作	

表 13 地下车站两层三跨框架结构一次扣拱法和侧洞法施工工序示意（续）

工法	一次扣拱法	侧洞法
中跨结构逆作形成过程	<p>步骤 7：下层土体开挖及中跨底板、侧墙施作</p> 	<p>步骤 7：下层土体开挖及中跨底板施作</p> 

一次扣拱法承载体系形成的出发点同侧洞法，即在开挖中拱前，先将边跨二衬框架结构承载体系整体形成。不同点是一次扣拱法边跨承载体系是在分离式导洞内形成的，且仅完成基础底板、竖向构件和顶拱二衬等主要受力构件。一次扣拱法边跨拱部初期支护在导洞开挖过程形成，导洞初支即为边拱初支，其既不支承在边桩顶的冠梁上，也不支承在中部顶纵梁上，不是独立的单跨简支承载构件，而是隧道结构的一部分，整个施工过程均靠封闭隧道结构自身的承载能力和稳定性满足设计要求。边拱二衬底板和顶拱结构浇筑时的受力转换需要考虑导洞中隔壁拆除时的转换，与普通隧道的作法一样。

由于一次扣拱法隧道内的大部分土体是在周边承载结构完成后进行开挖，因此，在地面沉降控制方面一次扣拱法优于传统分部开挖法，理论研究和实际工程表明，同样的隧道结构，在相同地层、相同埋深情况下，一次扣拱法引起的地面沉降比分部开挖法可减少 50% 以上。一次扣拱法施工过程引起的地面沉降 65% 以上发生在导洞开挖过程，导洞开挖是控制地面沉降的关键。

而与洞桩（柱）逆作法相比，从形式上看两者均通过导洞形成承载体系，但在结构承载体系的形成过程和完整性及结构受力特点方面存在本质的区别。洞桩（柱）逆作法通过导洞仅形成竖向构件，而各跨拱部初期支护是在二次开挖过程同步形成，各跨底板结构是在所有上部结构完成后最后形成，其结构承载体系的形成过程和受力特点和盖挖逆作法基本相同。而在地面沉降控制方面，一次扣拱法和洞桩（柱）逆作法基本原理和出发点是一致的，即隧道内的大部分土体是在周边承载结构完成后进行开挖，所以一次扣拱法与洞桩（柱）逆作法在控制地面沉降方面均具有优势，当一次扣拱法上导洞采用中隔壁法、分两次开挖时，其引起的地面沉降与洞桩（柱）逆作法基本相当，差值在 10% 以内；而当一次扣拱法上导洞采用双侧壁导坑法、分三次开挖时，在控制地面沉降方面具有较大优势。

一次扣拱法除地面沉降控制显著外，在其他方面的优势主要有：施工工序简捷、作业效率高、工期短，结构受力转换少、稳定性高、施工风险低，结构施工缝少、作业环境好、工程质量易保证，工程造价较低等。

第 1 款：确定一次扣拱法上、下导洞形式和大小的基本原则是，根据框架结构的边跨形式和跨度，要求上导洞的拱部与边跨结构的拱部、下导洞的底部与边跨结构的底部基本相拟合。也就是说，导洞的开挖形式和开挖跨度完全由框架结构的形成和净空尺寸决定，这一点与浅埋暗挖分部开挖法一样。如果车站覆土厚度受到限制或因地下障碍物、使车站顶板无法起拱时，上导洞也可以是矩形隧道，此时可将车站结构设计成多层多跨矩形框架结构。上、下导洞的开挖高度以满足洞内施工作业的要求为前提，上导洞除了要进行拱部二次衬砌外，还要进行边桩和中间立柱的作业，净高  $\geq 4.0\text{m}$  为宜；下导洞主要用于底板结构的浇筑，净高可适当减小。

第 2 款：根据北京地区的工程地质条件以及地下车站的结构型式和净空大小，结合一次扣拱法施工工艺要求，上、下导洞宜采用中隔壁法或双侧壁导坑法施工，如图 17 所示，双侧壁导坑法在地面沉降控制方面较中隔壁法更有利，一般情况下，建议采用“上导洞中隔壁法+下导洞双侧壁导坑法”的组合

模式。在地质条件较好或地面沉降要求不高的情况下,为了加快施工进度、控制造价,通过分析计算后也可采用“上导洞中隔壁法+下导洞中隔壁法”的组合模式。当地质条件较差或地面沉降要求较高时,宜采用“上导洞双侧壁导坑法+下导洞双侧壁导坑法”的组合模式,但由于双侧壁导坑1、2号侧导洞空间较小,不利于边桩和中间立柱的作业,因此,如果上导洞确实需要采取双侧壁导坑法施工时,应借助隔壁上的施工孔洞及3号中间导洞作为另一施工通道,以增加作业空间、提高作业效率。另外,为了更好的控制地面沉降、减少投资,建议上、下导洞的开挖采用先下后上的步骤。



图 17 导洞开挖方法示意

第 4 款:边桩与顶拱和底板结构的连接有两种处理方式(见图 18),一种是固接,即将边桩的钢筋直接锚入顶拱和底板结构内;第二种是铰接,即在边桩顶端和底端各设纵向拉梁,顶拱和底板结构的连接节点处通过短肢侧墙形成单向沟槽,边桩顶、底拉梁嵌入其中。实践证明,采用这种槽口式铰接形式不仅能保证结构体系的稳定性,而且能较好的形成完整的结构外全包防水层,保证了外包防水层的连续性,有效地提高了暗挖结构的整体防水效果。

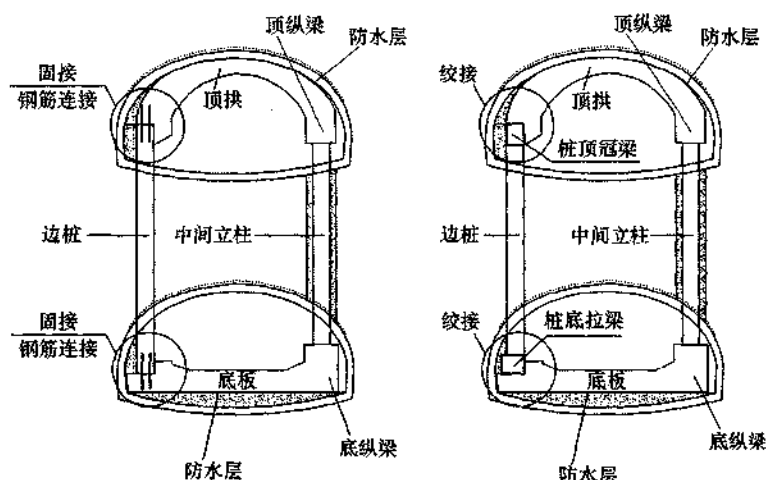


图 18 边桩与顶拱和底板连接节点示意

11.5.9 矿山法中间立柱由于承载较大且受施工工艺的限制,一般采用钢管混凝土柱,设计应结合各工法实际施工过程和受力特点,满足施工和使用期间各阶段的强度、刚度及稳定性要求。

第 3 款:钢管柱定位是施工中的一大难点,应严格控制其定位精度,并在柱的承载力计算中考虑施工允许偏差的影响,同时还应计及地下车站结构跨度不均或施工偏载产生的柱顶弯矩的影响。

洞柱逆作法和一次扣拱法在钢管柱定位前,应在上导洞内采用机械钻孔或人工挖孔形成吊装孔,将钢管柱生根于下导洞内的条形基础或底纵梁上,吊装孔直径宜大于环形牛腿 200mm 左右,尽量避免牛腿构件现场接长。洞柱逆作法钢管柱的定位和吊装同盖挖逆作法,不同的是这些作业是在小导洞内进行,施工难度较大。

第 5 款:由于作业空间的限制,钢管柱的吊装需分段进行,钢管的接长建议采用带孔的法兰盘和螺栓连接,并应满足等强度要求。考虑到钢管柱需分段接长,且作业环境较差,为提高中间立柱的承载安全性,建议钢管柱内混凝土设置适当的通长构造钢筋,并与上、下纵梁或条形基础锚固。由于地铁车站的中间立柱数量少,设置构造钢筋的用钢量也有限,对工程造价几乎不产生影响。

## 11.6 盾构法结构设计

**11.6.1 第1款：**漂石是指粒径大于200mm的大卵石，具有硬度大、粒径变化大、分布不规律、可能局部富集的特点。当漂石粒径大到一定程度时便对盾构机掘进造成巨大困难，主要表现在盾构机刀盘、刀具磨损严重，刀座变形，螺旋输送机阻塞，地层阻力增大，盾构机负荷增加等，严重时可能造成盾构机停机、主轴承或密封破坏或盾构机姿态改变等。

**第2款：**隧道覆土厚度及近距离隧道之间的净距是盾构隧道设计的重要参数，对地表沉降、隧道间的群洞效应、地层扰动程度影响较大。相关工程经验表明，当隧道覆土厚度及隧道之间的净距满足本条规定的数值时，地表沉降及隧道之间的相互影响一般可以控制在可接受的范围内，当不能满足时，宜做加强设计。

**第4款：**区间联络通道往往结合区间排水泵站一起设置，在满足泵站集水坑设计容积的前提下，宜尽量减小集水坑的深度，以减小排水泵站集水坑的施工风险。

**11.6.2 第2款：**联络通道等区段的特殊环管片通常有两种方式：①采用加强的钢筋混凝土管片，通过切割部分钢筋混凝土并后浇环梁结构形成联络通道开洞。该方式设计与施工较简单，耐久性好，适用于地层条件较好、衬砌受力较小的情况；②全环或半环采用钢管片，通过拆除部分钢管片并后浇环梁形成联络通道开洞，联络通道施工完成后在钢管片格腔内填充混凝土形成复合管片。该方式对接口处管片做了加强，可通过钢管片预埋孔方便地层注浆或冷冻作业，有利于接口管片的快速拆除或封闭，适用于地层条件较差、地下水位高及衬砌受力较大的情况。根据北京轨道交通建设的经验，一般情况下可优先采用切割混凝土管片。

钢管片及钢-钢筋混凝土复合管片应采取防腐蚀和防火措施，常用的防腐蚀措施有环氧涂层、镀铬涂层等。

**第3款：**隧道管片衬砌环可分为标准环和楔形环两种类型。两个环面相互平行的衬砌环称为标准环，主要用于直线段管片衬砌排版；两个环面相互不平行的衬砌环称为楔形环，主要用于曲线段管片衬砌排版，或直线段管片衬砌纠偏。楔形环一般又分为左楔形环和右楔形环，左、右楔形环分别与标准环组合可拟合左、右转弯曲线。在保证错缝拼装的基础上，楔形环与标准环的数量之比（即楔标比）及其排列方式决定了衬砌排版所拟合的曲线半径及拟合误差。通过标准环与楔形环不同组合的普通环方式可模拟直线及不同半径的曲线隧道。根据工程的具体条件也可全部采用楔形环进行衬砌环排版的通用环方式。北京轨道交通区间隧道常用的衬砌排版楔标比见表14：

表14 北京轨交通常见线路半径的衬砌排版楔标比

曲线半径 (m)	300	400	500	600	800	1000
楔标比	1 : 1	3 : 5	3 : 7	1 : 3	3 : 13	3 : 17

注：衬砌排版拟合误差一般应控制在10mm~20mm以内。

**第4款：**衬砌环楔形量的确定与衬砌环排版方式、管片分块方式、衬砌环宽度、纵向螺栓数量及线路最小曲线半径等因素有关。以北京轨道交通正线区间隧道为例，线路最小曲线半径一般为300m，为满足在最小曲线半径线路上盾构机纠偏要求，盾构管片普通环方式的楔形量按在300m半径曲线上1:1布置标准环和楔形环确定，楔形量计算公式为：

$$\Delta = \frac{2BD}{R_{\min}} \quad (6)$$

式中  $\Delta$ ——普通环楔形量，一般平分两部分，对称设置于楔形环的两侧环面；

$B$ ——标准环环宽，或楔形环中心处环宽；

$D$ ——管片环外径；

$R_{\min}$ ——线路最小曲线半径。

通用环在线路曲线段的排版形式较灵活,楔形量的确定也较灵活,衬砌环旋转不同角度可获得不同的空间偏移量,可实现三维排版(同时拟合平面曲线和竖曲线)。

从减小管片衬砌环排版拟合误差、隧道蛇行及管片错台等方面考虑,管片环楔形量一般不宜过大,单线隧道不宜大于 60mm,双线隧道不宜大于 120mm。

第 8 款:封顶块管片一般在其他管片均拼装就位后安装,采用搭接部分环宽并纵向插入的拼装方式有利于管片接头受力及衬砌环的稳定,并可降低对盾构机千斤顶行程的要求,进而可减小盾构机长度。对于双线盾构隧道,由于管片环的厚度及宽度均较大,为实现搭接部分环宽,可适当加大封顶块的接头角度(即管片接头与径向之间夹角,一般不宜大于  $8^\circ$ )和纵向插入角度。

11.6.4 第 4 款:本规范推荐的等效匀质圆环模型即为日本盾构隧道设计规范中的修正惯用法所采用的计算模型,衬砌环全环采用直梁或曲梁单元模拟,梁单元采用相同的截面及整体刚度,考虑管片接头的存在对管片整体刚度进行适当折减。该模型适用于错缝拼装盾构隧道,环间剪力传递作用通过弯矩传递系数进行模拟。

等效匀质圆环法进行管片内力计算时,通过降低全环整体弯曲刚度的方式近似模拟管片接头影响,降低后的圆环整体弯曲刚度为  $\eta_{EI}$  ( $\eta \leq 1$ ),计算简图参见图 19。

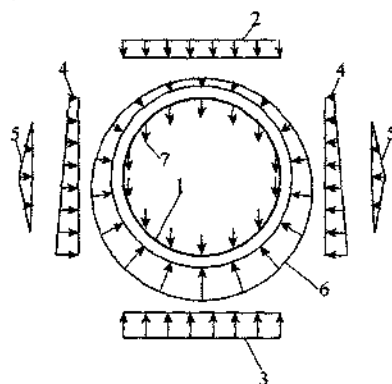


图 19 等效匀质圆环模型

1—衬砌环(整体弯曲刚度为  $\eta_{EI}$ ); 2—竖向土压力(含地面超载); 3—地层竖向反力;

4—侧向土压力; 5—地层水平抗力; 6—水水压; 7—管片自重

作用于隧道上的水土压力计算应符合本规范第 11.3 节的规定。

接头处的计算弯矩往往大于接头实际可承受的弯矩,故错缝管片接头弯矩需要向两侧管片进行传递分配。错缝拼装衬砌环在接头处的接头弯矩按下式进行修正:

$$M_1 = (1 - \xi)M \quad (7)$$

与接头位置对应的相邻管片截面弯矩按下式进行修正:

$$M_2 = (1 + \xi)M \quad (8)$$

式中  $\xi$ ——弯矩传递系数 ( $\xi = 0.2 \sim 0.4$ );

$M$ ——等效匀质圆环模型的计算弯矩;

$M_1$ ——修正后的管片接头弯矩;

$M_2$ ——修正后的管片截面弯矩。

第 5 款:梁-弹簧模型是将两环或三环管片进行整体建模,每环管片采用弹性铰模型,各环间采用剪切弹簧模拟纵向螺栓作用,是与管片衬砌实际情况较接近的计算模型,除可计算得到管片和纵缝的内力与变形外,还可得到纵向螺栓的内力及变形,即已自动计入了环间剪力传递作用。与梁-弹簧模型类似的是梁-接头模型,该模型将管片接头用可发生相对变形的两个独立节点进行模拟,并采用接触面单元模拟地层与管片间的相互作用,通过计算除可得到管片及螺栓的内力及变形外,尚可获得管片接头张开量等结果,理念较为先进,在专业计算软件的支持下也可适用于北京轨道交通盾构隧道设计。



梁-弹簧模型建模时可沿隧道纵向取出相邻两个半环或一个整环+两个半环管片,将环向接头模拟为回转弹簧,环间接头模拟为剪切弹簧,计算简图参见图 20 (地基弹簧略,详见本条第 6 款规定)。接头刚度的大小直接影响管片的总体刚度,从而影响管片的内力响应。接头刚度可根据接头构造进行理论推导,或采用管片接头试验进行直接测定。

一般来说,环向接头回转刚度  $K_{\theta}$  的取值通常为  $10000\text{kN}\cdot\text{m/rad}\sim 100000\text{kN}\cdot\text{m/rad}$ ,  $K_{\theta}$  增大时弯矩响应随之增大。回转弹簧的正向回转刚度  $K_{\theta+}$  与负向回转刚度  $K_{\theta-}$  宜取不同值,根据北京地铁 5 号线的单线区间隧道盾构管片接头试验,当管片厚度为 300mm 且采用弯螺栓连接时,接头刚度的实测数据: $K_{\theta+}=30000\text{kN}\cdot\text{m/rad}$ ;  $K_{\theta-}=15000\text{kN}\cdot\text{m/rad}$ 。

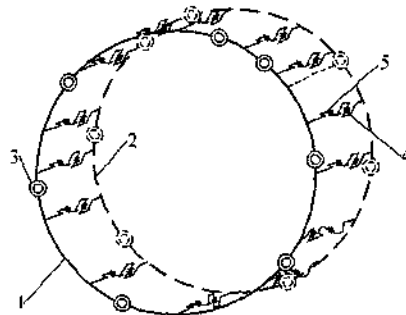


图 20 梁-弹簧模型 (荷载作用等效质圆环模型)

1—衬砌环 A; 2—相邻衬砌环 B; 3—环向接头回转弹簧; 4—环间径向剪切弹簧; 5—环间切向剪切弹簧

第 6 款: 关于地基弹簧法: 常用的地基弹簧法一般有全周弹簧模式和局部弹簧模式, 参见图 21。

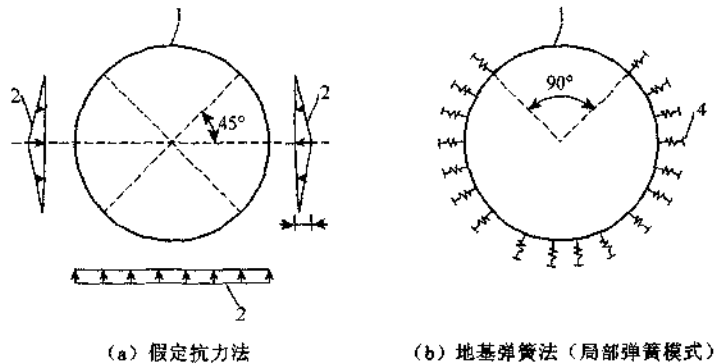


图 21 地层抗力计算方法

1—衬砌环; 2—地层水平抗力; 3—地层竖向反力; 4—地基弹簧

全周弹簧模式在欧美国家应用较多,适用于稳定性较好的地层,可考虑衬砌与结构的变形协调条件自动折减部分土压力,以获得较经济的设计。考虑到北京地层的稳定性较差,本规范推荐采用局部弹簧模式进行管片结构计算,拱顶 90 度范围内认为是地层压力主动作用区,不考虑其地层抗力,其他区域用自动弹簧进行模拟,弹簧受拉后自动退出计算,最终由剩余的受压弹簧来共同模拟地层抗力区域。法向地层弹簧刚度可由地层的水平和垂直基床系数推算得出,切向弹簧刚度一般可忽略。

第 7 款: 盾构隧道一般采用预制拼装管片衬砌,隧道纵向抗弯剪刚度较小,隧道穿越不均匀地层或地面超载差别较大时以及地震时,隧道可能产生较大的纵向弯曲及剪切变形,衬砌接头可能产生一定的张开,为确保管片衬砌的强度及稳定,以及管片接头防水的有效性,本条规定了应进行纵向计算的情形。

盾构隧道纵向计算可采用基于弹性地基梁理论的梁-地基弹簧模型或有限元模型,隧道衬砌的刚度应考虑接头的存在适当降低。

第 8 款: 为满足隧道净空要求,本条给出了盾构隧道的收敛变形限值。管片接缝允许张开值应与接头弹性橡胶垫设计相适应,确保接头防水能力,对于单线隧道一般为 4mm~6mm,双线隧道为 8mm~

10mm。

11.6.7 根据盾构机施工作业类型的不同，盾构工作井一般分为始发井、接收井和调头井。工作井净空长度应综合考虑盾构机长度、反力装置尺寸、初始掘进出土进料施工空间和净空裕量等因素后确定。工作井净空宽度一般按盾构机宽度加上两侧各 1.0m 作业空间确定。工作井净空高度确定时应综合考虑盾构机高度、盾构机下方焊接作业空间、井内排水设施所需空间和净空裕量等因素后确定。

单线区间隧道利用车站端头作为盾构工作井时，工作井作业空间尺寸的一般要求见表 15。结构顶板及楼板预留盾构吊装孔应对称于线路中心线布置，吊装孔尺寸一般为 11.5m（长度）×7.5m（宽度）。始发井端墙后方约 80m 处宜设盾构出土孔，出土孔尺寸一般为 7.5m（长度）×5.0m（宽度）。

表 15 盾构工作井最小净空尺寸

结构类型	长度	宽 度	高 度
始发工作井	13.0m	线路中心线距边墙不小于 4.0m，距中柱边缘不小于 3.8m（盾构过站时不小于 4.55m）	轨顶面以下不小于 2.2m（当采用浮置板道床或底板设凹槽时可适当调整），轨顶面以上不小于 5.3m
接收工作井	11.0m	同始发工作井	同始发工作井
调头工作井	13.0m	同始发工作井，左右线工作井之间不设中柱或中柱后作	同始发工作井
区间工作井	14.0m（始发） 11.0m（接收）	8.5m	7.5m

当盾构始发井或接收井偏离正线设于线路一侧时，应设置盾构机平移通道，平移通道净空宽度及高度应满足盾构机解体、转向及平移作业要求。

11.6.8 盾构始发或接收前对洞门外土体进行加固或设置素混凝土桩的目的是为了保证凿除洞门后土体的稳定和避免地下水的涌入，本条文中规定的地层加固范围为一般地质条件下的经验尺寸，设计时应根据洞门的实际地质情况经验算后确定最终地层加固范围。洞门位于地下水位以下时，应采取降水措施或加固后的土体满足止水要求，加固后土体的渗透系数不应大于  $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。

北京地区地下结构基本位于第四纪沉积层，盾构机刀盘和刀具的设计以适应此软弱松散土层为主，当洞门处为玻璃纤维筋支护桩时，刀盘直接切割支护结构，对盾构刀盘和刀具的损坏较大，一般情况下不提倡洞门处采用玻璃纤维筋支护结构。另外，对于泥水盾构的始发和接受，无论地层是否有地下水，洞门处采用玻璃纤维筋支护结构的工作井端头土体均需要采取加固措施。

11.6.9 随着北京地铁建设进入网络时代，地铁小净距隧道也越来越多，例如北京地铁 10 号线某区间左右线盾构隧道平行最小净距达 1.7m，地铁 6 号线某区间左右线叠落隧道竖向最小净距达 1.8m，多处新线隧道下穿或上跨既有地铁车站或区间隧道，最小净距已达零距离。小净距隧道由于隧道间距离较近，各隧道间施工影响较大，地层塑性区相互重叠，地层变形及衬砌受力均较大，应综合考虑隧道所处的工程地质及水文地质条件和周围环境情况，充分分析隧道间的相互影响，合理确定隧道的净距和施工顺序，必要时采取洞内洞外辅助施工措施，确保结构安全。

11.7 地下结构抗震设计

11.7.1 根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 附录 A 的规定，北京市属区县中除昌平区、门头沟区、怀柔区和密云县的抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，设计地震分组为第二组外，其余区县抗震设防烈度均为 8 度，设计基本地震加速度值均为 0.20g，设计地震分组均为第一组。

11.7.2 1995 年日本阪神地震中，神户市内多座地铁车站及区间隧道均发生严重的破坏。其中大开站最

为严重，一半以上中柱完全坍塌，随之导致顶板破坏和上覆土层的沉降，最大沉降量达 2.5m。地铁建筑的破坏，造成了极其严重的经济损失，也给神户市的震后恢复重建工作带来严重的影响。

阪神地震表明，地震作用可能引起地层发生较大的变形和位移，从而导致地铁等地下结构出现严重的震害，而且这种震害往往破坏规模较大且难以修复。

北京市各区县大部分位于 8 度设防区，轨道交通地下结构可能承受较大的地震作用或在地震中发生一定程度的损坏。为避免地下结构在地震中发生超出预期的较大破坏，并由此造成大量人员伤亡及巨大的社会经济损失，本条文规定轨道交通工程地下结构应进行抗震设计，为强制性条文，应严格执行。

**11.7.3 第 1 款：**现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008 第 5.3.7 条的规定，城市轨道交通的地下隧道、枢纽建筑及其供电、通风设施，抗震设防类别应划为重点设防类（乙类）。

**第 2 款：**本规范规定的轨道交通地下结构抗震设防目标与住房和城乡建设部发布的《市政公用设施抗震设防专项论证技术要点（地下工程篇）》（建质〔2001〕13）保持一致。

轨道交通地下结构与地面结构不同，主要表现在：

- （1）轨道交通为城市生命线工程，地震时应避免发生较大破坏且需尽快恢复；
- （2）轨道交通工程投资大，地下结构维护维修困难；
- （3）轨道交通建筑内人流密度大，一旦产生震害后果特别严重。

鉴于轨道交通地下结构的以上特点，有必要适当提高其抗震设防标准。在参考日本、美国和国标隧协相关标准的基础上，本规范提出了以上的抗震设防规定，可概括为“小震、中震不坏，大震可修”。

**第 3 款：**轨道交通工程地下结构抗震设计需要的地震动参数一般有水平峰值加速度及水平峰值位移两大类。不同概率水准的地震动参数取值也不同。本规范中的设计地震（即中震）对应的地震重现期为 475 年，罕遇地震（即大震）对应的地震重现期为 2450 年。

关于地震安全性评价，中华人民共和国《防震减灾法》规定，重大建设工程和可能发生严重次生灾害的建设工程，应当按照国务院有关规定进行地震安全性评价，并按照经审定的地震安全性评价报告所确定的抗震设防要求进行抗震设防。轨道交通工程属于重大工程，在可行性研究阶段均应进行地震安全性评价。

地震安全性评价报告中一般会提供各车站场区在不同概率水准下的地表水平峰值加速度、基底水平峰值加速度及加速度反应谱等设计参数。在核实其不小于表 11.7.3-1 中相应概率水准的地表水平峰值加速度后，可将其作为地下结构抗震设计的依据。地震安全性评价报告中若未提供地表峰值位移，可按本规范表 11.7.3-2 取值。

表 11.7.3-1 中地表水平峰值加速度的取值参考了现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定，表 11.7.3-2 中地表水平峰值位移的取值参考了国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》（报批稿）的相关规定。

**第 4 款：**地下车站主体结构一般由板、墙及梁柱体系构成，为方便参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50010 进行抗震构造措施设计，本规范直接给出了各种类型地下结构的抗震等级。与地面建筑相比，地下结构造价较高且不易维修，地下结构中的梁柱体系为抗震薄弱部位，地震时可能首先遭到破坏，需要重点加强抗震构造措施，以增加其延性性能，故对于存在梁柱体系的地下结构，抗震等级应适当提高。

当地下结构与地面建筑结构合建时，地下结构相当于地面建筑的附建地下室，《建筑抗震设计规范》GB 50010 规定地下一层的抗震等级应与上部结构相同。考虑到轨道交通地下结构的重要性，本规范规定整个地下结构的抗震等级均与上部建筑抗震等级一致，且应不低于地下车站主体建筑结构设防烈度 7 度时为三级，设防烈度 8 度时为二级；地下车站出入口通道、风道等附属建筑结构及区间隧道为三级的相关规定。

**11.7.4** 地震作用时场地条件恶化也是造成地下结构破坏的常见原因，例如地震引起地表地层的错动与

开裂,地基不均匀沉陷、滑坡和粉土、砂土液化等。因此轨道交通线路选线阶段应尽量避免不利地段建设轨道交通线路。

一般说来,北京市区地形较平坦、地层分布较均匀,地质构造较单一,因而抗震稳定性较好。抗震不利地段主要包括局部分布的地质断裂破碎段、可液化地层、软硬不均地层等,选线时应避开这些地区,或以最短距离穿越这些地区,并采取充分的抗震措施。

**11.7.5** 研究表明,地震作用下地下结构地震响应的规律与结构布置的规则性关系密切,形状不规则常可导致个别构件的动内力剧烈增加,从而成为结构体系抗震承载能力的薄弱环节。因而地下结构的布置,在纵向和横剖面上都应同时注意形状变化的平顺性,避免刚度和承载力突然变化。

体形明显不规则的地下结构,如隧道断面突变处、隧道与竖井相接处、不同工法结构分界处等宜设置变形缝,使缝两侧的结构单元相对规则,避免地震时遭受破坏。

结构体系及构件应设计为可适应地震时地层反应变形的延性结构,结构体系在发生较大变形的同时保持承载力不明显降低,从而达到消耗地震能量的作用。延性结构一般可通过采用合理的结构体系和抗震构造获得。

**11.7.6** 第1款:按本规范第10.7.3条第2款,当遭受相当于本工程抗震设防烈度的设计地震 $E_2$ 影响时,地下结构不损坏或仅需对非重要结构部位进行一般修理,因而设计地震 $E_2$ 作用下的内力和变形分析是地下结构抗震设计的最基本的要求。与此相应,结构处于正常使用状态,从抗震分析角度,结构可视为弹性体系,设计地震 $E_2$ 作用下结构的地震反应的计算方法、截面抗震验算以及层间弹性位移的验算都以线弹性理论为基础。

关于抗震反应计算方法:

惯性力法、反应位移法和时程分析法都是常用的震反应计算方法。惯性力法和反应位移法一般用于弹性反应计算,时程分析法既适用于弹性反应计算也可适用于弹塑性反应计算。

惯性力法,有文献亦称地震系数法、震度法等,即现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111中的静力法。惯性力法沿用了地面建筑物的抗震设计思路,将地震动引起的结构及地层的惯性力作为主导因素,在各结构构件上作用自身质量引起的惯性力,覆土惯性力简化为作用于结构顶部的集中力。地震土压力增量借鉴了挡土墙地震主动土压力公式,引入了地震角的概念(墙背土楔形体重力和惯性力合力与垂直方向的夹角,地下水位以下的部分采用水下地震角),按库伦土压力公式计算。

反应位移法,也有文献称之为地震位移法、应答位移法、应答变位法等。反应位移法认为地震时支配地下结构地震反应的是地层变形,而不是结构物的惯性力。用地震时周围土层的反应变形作为主要地震作用,这符合地下结构地震时的振动特点,并且该方法操作简单,在弹性范围内的计算,可优先考虑该方法。

时程分析法,也称动力分析法、直接积分法等,是由结构基本运动方程输入地震加速度记录进行积分,求得整个时间历程内结构地震作用效应的一种结构动力计算方法,可以考虑非线性,适用范围较广,被认为是可靠度和精度较高计算方法。但由于进行动力分析需要工程师具有地震动力学等多方面专业知识和技能,要求较高且操作繁杂,对其计算结果的评价也较复杂,因此一般只在确有特殊需要时才使用该方法。

相关文献采用有限元程序进行框架抗震分析的结果表明,框架结构中柱最易遭受地震损害,其平均开裂位移角约为 $1/800 \sim 1/400$ ,考虑到地铁地下结构100年的使用年限要求,同时保证结构的变形处于弹性范围内,车站弹性位移角限值可取 $1/600$ ,相当于中震弹性的抗震要求。

第2款:根据本规范第11.7.3条第2款,当遭受高于本工程抗震设防烈度的罕遇地震 $E_3$ (高于设防烈度1度)影响时,地下结构主要结构体系不应发生严重破坏且便于修复,此时结构局部进入弹塑性工作阶段,结构的非弹性变形或结构体系的损坏应控制在可修复的范围。为此,对于受力复杂或断面较大的地下结构,如位于地层软硬显著变化区域或体形不规则且具有明显薄弱部位的地下结构,以及非共

构并列式换乘站和交叉换乘站宜进行设计地震 E3 作用下弹塑性变形分析并将此变形限制在允许的范围。对于结构形式较简单的其他地下结构，在满足设计地震 E2 作用下的强度及变形验算基础上，并按本规范规定采取相应的抗震构造措施后，一般可自动满足罕遇地震 E3 作用下的弹塑性变形限制。

地下结构在罕遇地震作用下的弹塑性变形验算，可采用静力弹塑性分析法（即 pushover 分析法）或时程分析法等，也可采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 5.5 节的简化方法，混凝土结构弹塑性层间位移角不宜大于 1/300。

第 3 款：常用的地下结构抗震计算模型有两类：荷载结构模型和地层结构模型。

在荷载结构模型中，地下结构采用梁单元模拟，地层及地下水对结构的主动作用以荷载的形式施加于结构单元上，地层对结构的支承及与结构的动态相互作用采用地层弹簧模拟，参见图 22。地层在地震时的反应变形可采用强制变形或等代荷载的方式施加于地层弹簧或结构单元上，从而得到地震工况下的结构内力。

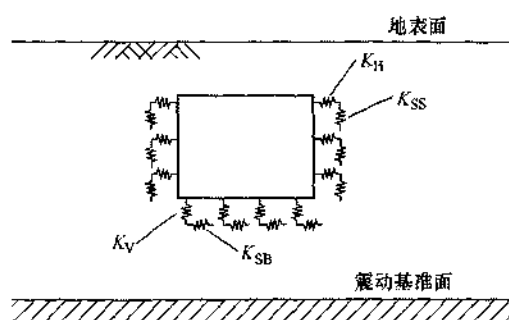


图 22 荷载结构计算模型

$K_V$ —竖向弹簧刚度； $K_{SB}$ —底板切向弹簧刚度； $K_H$ —水平弹簧刚度； $K_{SS}$ —侧墙切向弹簧刚度

在地层结构模型中，除将结构模拟为框架梁单元或板壳单元外，还将周边地层也模拟为二维平面单元或三维实体单元，结构单元与地层单元之间变形协调，这样地层与结构间的动态相互作用便可自动计算。通常地层单元需选取地下结构周边较大的范围，以避免边界条件的存在对计算精度的影响，参见图 23、图 24。该模型经常被用来进行地层及地下结构的动力时程分析。



图 23 二维地层结构模型

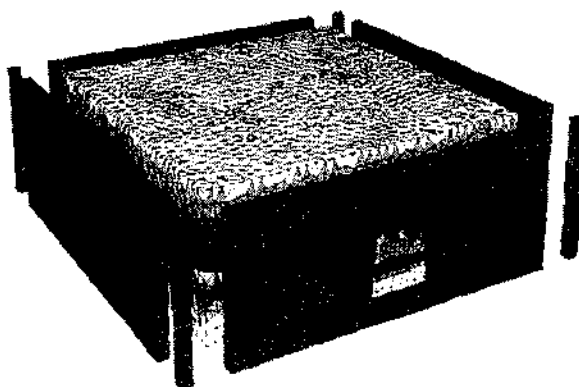


图 24 三维地层结构模型

第 4 款：地铁车站一般均为大断面地下构筑物，为抵抗较大的水土压力以及人防等荷载，衬砌结构

构件尺寸均较厚重,为满足使用功能要求,沿横截面方向几乎没有横墙,致使结构的横向抗侧向变形能力较弱。另外,大部分车站纵梁跨度较大,梁柱节点处无法形成“强柱弱梁、强剪弱弯”的延性结构,地震发生较大横向变形时,容易形成震害,所以横向水平地震作用计算及构造设计是地下车站抗震设计的重点。

大部分地铁车站及区间隧道均属于纵向长度很长、断面形式基本相同的线形结构,一般都可按平面应变问题进行抗震计算,结构形式和地基土性质不同的部位应分别计算。

地下结构的静力计算一般采用荷载结构模型,应用通用的有限元计算程序进行计算,地震组合是结构设计中多种荷载组合其中之一。为尽量简化地下结构抗震计算过程,对于大量的具有标准断面的线状地下结构,本规范规定均应按平面荷载结构模型进行横向水平地震作用计算。

采用荷载结构模型具有如下优点:

1. 保持了常载静力计算时的计算模型,便于将地震工况的计算结构与其他工况的计算结果进行组合,计算结果易于评价并应用于构件验算;
2. 可以应用通用有限元分析程序进行分析计算,不需另购其他专业程序进行接力计算,避免了计算中在多种计算模型间来回切换,避免了复杂的动力分析过程。

第5款:本条款中所列均为空间效应明显的结构,为真实反应其在地震作用下的地震反应及各结构部位间的相互影响,本条规定按空间地层结构模型并采用时程分析法进行地震反应计算。

第6款:区间隧道的长度远大于其断面宽度及高度,为典型的线状结构。线状地下结构在地震波作用下,与周边地层一同发生变形,各横断面间存在相位差,隧道沿纵向受到弯曲应力及拉压应力的复合作用。反应位移法可考虑以上各因素的综合影响,且避免了采用空间地层结构模型带来的巨大计算量,为本规范推荐的隧道纵向抗震计算方法。

第7款:一般地下车站可只进行水平地震作用计算,竖向地震不控制车站设计,原因如下:

1. 竖向地震动的峰值加速度一般均小于水平地震动峰值加速度,约为水平地震动峰值的  $1/2 \sim 2/3$ 。
2. 地下结构体系一般均具有较强的竖向承载力,而水平侧向承载力较小,这就使得水平地震作用更具威胁性。
3. 震中区竖向地震加速度很大,随震中距的加大,竖向地震波衰减很快,所以大部分地区都是只感觉有水平地震作用。

当浅埋地下结构中存在大跨或长悬臂等构件时,结构对竖向地震作用相对较敏感,故本规范对高烈度区(相对较接近震中区)的以上地下结构提出了竖向地震作用计算的要求。

11.7.7 第1款:在进行常载工况下的地下结构设计计算时通常采用荷载结构模型,该模型计算原理明确、计算过程简洁、计算结果可方便应用于构件设计。为便于地震工况与常载工况进行荷载组合或荷载效应组合,本规范推荐采用荷载结构模型进行抗震分析计算。

反应位移法计算模型中引入地基弹簧(包括压缩弹簧和剪切弹簧)来反映结构周围土层与结构的相互作用,土层的地震反应变形通过地基弹簧以等效静荷载的形式作用在结构上,同时在结构上施加周边地层剪力以及结构自身的惯性力,采用弹性力学的方法计算结构的地震反应,适用于设计地震 E2 作用下的结构内力及变形计算。

第2款:1. 关于地层反应变形

地震时产生的地震波主要有纵向压缩波和横向剪切波组成,抗震计算时通常仅需考虑横向剪切波的作用,因为它传递了大部分的地震能量。

根据《城市轨道交通结构抗震设计规范》报批稿,对于刚度较均匀的成层分布地层,可将地层的地震反应变形简化为图 11.7.7-1 所示形式,假定由震动基准面向上变形逐渐增大,地表达达到峰值变形。

假定地层变位法地层反应变形的具体数值可由下式计算:

$$U(z) = U_a \left[ 1 - \frac{1}{3} \sin \left( \frac{\pi z}{2H} \right) \right] \quad (9)$$

式中  $U(z)$  ——深度  $z$  处的地层水平位移 (m);

$U_a$  ——地表峰值水平位移 (m), 按表 11.7.3-2 取值;

$z$  ——深度 (m);

$H$  ——覆盖层厚度 (m), 即震动基准面埋深, 按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 4.1.4 条确定; 同时震动基准面埋深不应小于地面以下 25m 和地下结构底面以下 10m。

对于地层分布不均匀且刚度差异较大地层, 地层反应变形可以采用动力有限元等数值方法进行计算, 目前可供选择的较为成熟的一维土层地震反应分析程序有 SHAKE91、EERA 等, 也可以采用通用有限元分析软件进行计算。

## 2. 关于结构等效荷载

地层强制位移转化为结构等效荷载的计算简图见图 25, 转化公式见式 10。

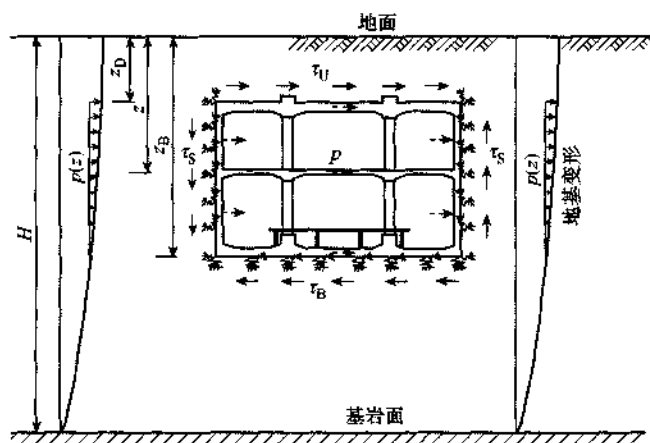


图 25 反应位移法计算简图

$$p(z) = k[U(z) - U(z_B)] \quad (10)$$

式中  $p(z)$  ——深度  $z$  处等效水平荷载 (kPa);

$k$  ——地层动弹簧刚度 (kN/m), 确定方法详见本条文说明“关于地基动弹簧刚度”;

$U(z)$ 、 $U(z_B)$  ——分别为深度  $z$ 、 $z_B$  处的地层水平位移 (m)。

## 3. 关于周边地层剪力

假定地层变位法周边地层剪力可由下式计算:

$$\tau(z) = \frac{\pi}{2H} G_D U_a \sin \left( \frac{\pi z}{2H} \right) \quad (11)$$

$$\tau_S = \frac{\tau_U + \tau_B}{2} \quad (12)$$

式中  $\tau(z)$  ——深度  $z$  处单位面积作用的周边地层剪力 (kPa);

$G_D$  ——地层动剪切模量 (kPa), 可依据地震安全性评价报告取值;

$\tau_U$ 、 $\tau_B$ 、 $\tau_S$  ——分别为结构顶板、底板、侧墙处地层剪力。

## 4. 震动基准面的确定

在理想的情况下, 地震动基准面应选取基岩顶面, 但实际应用时, 基岩面有时会很深, 同时基岩以上地层相对刚度可能也较大, 建筑抗震设计规范规定, 建筑场地的覆盖层厚度 (即地震动基准面埋深)

应符合以下要求:

(1) 一般情况下应按地面至剪切波速大于 500m/s 的土层顶面的距离确定;

(2) 当地面 5m 以下存在剪切波速大于相邻上层土剪切波速 2.5 倍的土层且其下卧岩石的剪切波速均不小于 400m/s 时可按地面至该土层顶面的距离确定;

(3) 剪切波速大于 500m/s 的孤石透镜体应视同周围土层。

《铁路工程抗震设计规范》规定, 一般情况下震动基准面深度不小于地面以下 25m, 也不小于结构物基础底面以下 10m, 本规范引用了该规定。

#### 5. 关于地基动弹簧刚度

地震时地基动弹簧刚度的计算有很多方法, 一般通过二维平面有限元方法进行计算得出, 可适用于复杂的地基条件或不同的隧道构造条件, 同时宜考虑地层刚度在不同应变水平下的刚度退化。

二维平面有限元方法计算时, 将不包含结构的空洞地基用二维平面应变模型进行模拟, 在空洞边界上施加单位强制变形, 通过计算得到的地基反力可以反算出地基动弹簧刚度。也可将单位荷载沿着欲求解地基弹簧刚度的方向作用在模型上进行静力计算, 通过其方向上荷载与变形之间的关系计算出地基动弹簧刚度数值。

简化计算时, 地基动弹簧刚度可采用下式计算:

$$k = K_d B l \quad (13)$$

式中  $k$ ——地层法向动弹簧刚度 (kN/m), 切向动弹簧刚度可取法向动弹簧刚度的 1/3;

$K_d$ ——地层动基床系数 (kN/m<sup>3</sup>);

$B$ ——计算单元宽度 (m);

$l$ ——相邻计算单元长度平均值 (m)。

地基动基床系数 可由地层动剪切模量推算得出:

$$K_d = 3G_d \quad (14)$$

式中  $G_d$ ——与地层应变水平对应的地层动剪切模量 (kN/m<sup>2</sup>), 可从地震安全性评价报告获得。

#### 6. 关于惯性力

惯性力为地下结构质量乘以结构位置处的峰值加速度 (或结构重量乘以地震系数) 而求得。日本川岛一彦等编著的《地下构筑物的耐震设计》对反应位移法的计算结果进行了分析, 地层强制变形、地层周边剪力和结构惯性力对地下结构截面弯矩影响比例分别约为 50%、50%和 0%, 认为地层周边剪力与地层强制变形的影响相当, 惯性力对计算结果的影响非常小, 可以忽略不计。

第 3 款: 常载组合计算模型中, 一般将地下车站沿纵向一定间距排列的中柱, 根据压缩刚度或抗弯刚度相等的原则等效为一堵纵向连续的薄墙, 该等效中墙的截面厚度往往不足 0.1m, 与相邻的各层结构板、边墙构件截面尺寸反差较大, 从而使中柱的弯矩、剪力的计算结果小到几乎可以忽略。该模型在进行常载工况计算时, 柱的侧向变形不大, 柱的弯矩和剪力本身就比较小, 所以计算误差也不大; 但在进行地震工况计算时, 由于整体框架明显地发生了侧移变形, 该模型仍然无法算出柱端弯矩及剪力, 误差较大且偏于不安全。

为较真实地反映地震作用下中柱的压弯剪受力状态, 本规范规定, 对于存在纵梁-柱体系的地下结构, 不应采用“延米框架”模型计算结构的地震反应, 而应按“等代框架”模型进行地震反应分析, 即中柱按真实截面尺寸建模, 各层结构板和侧墙构件截面宽度取纵梁相邻跨度各一半之和, 形成柱及柱上板带加墙带的计算模型。这样, 在地层强制变形作用下, 柱端可得到较真实的弯矩和剪力计算结果, 并且往往对中柱的配筋起控制作用。

第 4 款: 根据统计资料, 一般竖向地震峰值加速度为水平地震峰值加速度的 1/2~2/3 左右。

竖向地震作用计算可采用惯性力法, 即将覆土在地震时产生的竖向惯性力作用于结构顶板上, 并将结构自重惯性力作用于各构件中心线上。



竖向惯性力可采用下列公式计算：

$$q_{EV} = A_{gv} m \quad (15)$$

式中  $q_{EV}$ ——竖向惯性力 (kN/m)；

$A_{gv}$ ——竖向峰值加速度 ( $m/s^2$ )，可取水平向峰值加速度的 2/3；

$m$ ——覆土或结构构件质量 (t)。

11.7.8 第 1 款：反应位移法认为，地震时支配地下结构地震反应的是地基变形，所以用弹性地基梁来模拟区间隧道，用地层弹簧模拟地层与区间隧道间的相互作用，同时将地震时地层的位移当作已知条件作用在弹性地基梁上，求解梁上产生的应力和变形，从而计算地下结构的地震反应。

地基弹簧刚度可由地层动基床系数乘以作用面积求得（详见下式），地层动基床系数取值参见 11.7.7 条文说明。

$$k = K_d D l \quad (16)$$

式中  $D$ ——隧道直径或宽度 (m)。

第 2 款：反应位移法认为地震剪切波使地层产生相对于波动轴线的横向正弦波式的位移。地震时地层沿深度方向和水平方向的假定变形模式如图 11.7.7-1 所示。

沿竖直方向和水平方面传播的地震剪切波引起的地层反应变形分别由式 9 和式 17 表示。

$$U(x, z) = U(z) \sin\left(\frac{\pi x}{2L}\right) \quad (17)$$

$$L = \frac{2L_1 L_2}{L_1 + L_2} \quad (18)$$

$$L_1 = T_s V_{SD} \quad (19)$$

$$L_2 = T_s V_{SB} \quad (20)$$

式中  $U(x, z)$ ——深度  $z$  沿隧道纵向地层水平位移；

$x$ ——隧道纵向坐标；

$L$ ——地震波波长 (m)；

$L_1$ ——地表地震波波长 (m)；

$L_2$ ——基岩地震波波长 (m)；

$T_s$ ——场地特征周期 (s)，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 5.1.4 条取值；

$V_{SD}$ ——地表平均剪切波速 (m/s)，按地勘报告取值；

$V_{SB}$ ——基岩平均剪切波速 (m/s)，按地勘报告取值。

采用反应位移法进行盾构隧道纵向的抗震计算时，将隧道假定为弹性地基梁，通过地基弹簧模拟地层与隧道间的相互作用。考虑接头的存在对隧道的抗弯和抗拉压刚度的影响，计算时应采用经折减后的等效抗弯和抗压及抗拉刚度。通过把隧道中心处土层的地震动位移作为强制位移，作用在地基弹簧的末端，并忽略隧道本身的惯性力作用，从而求出沿隧道纵向的最大地震反应内力。

剪切波传播方向与隧道轴线夹角是  $\theta$  时，沿隧道纵向的反应变形可按下式计算：

$$U(x, z) = U(z) \cos \theta \sin\left(\frac{\pi x}{2L'}\right) \quad (21)$$

$$L' = \frac{L}{\sin \theta} \quad (22)$$

式中  $L'$ ——沿隧道纵向剪切波长 (m)。

根据相关研究成果，剪切波传播方向与隧道轴线夹角是  $0^\circ$  时，隧道所受弯矩最大，剪切波传播方

向与隧道轴线夹角是  $45^\circ$ ，隧道所受的拉压轴力最大，应分别进行计算。

**11.7.9 第1款：**在地层结构模型中，将地下结构模拟为框架梁单元或板壳单元，将周边地层模拟为平面应变单元或空间实体单元，结构单元与地层单元之间变形协调，地层与结构间的动态相互作用可自动考虑。地下结构沿纵向断面变化不大且地层较均匀时宜尽量采用平面地层结构模型进行计算，如近距离隧道的地震反应、成层地层中地下结构的地震反应等。对于换乘车站节点、地下结构与地面建筑共建等空间效应明显的情况宜采用三维地层结构模型进行计算。

**第2款：**地下结构周边为半无限空间的岩土体介质，采用动力时程法计算时，计算模型通常需选取地下结构周边较大的一片有限区域作为计算范围。同时，为满足计算精度的要求，结构单元及周边地层单元尺寸不宜太大，一般不宜超过 1.0m，远离结构处地层单元尺寸可适当增大，以减小单元数量和计算量。

关于震动基准面的确定，参见 11.7.7 条文说明。为避免震动基准面距离结构底板较近带来较大计算误差，本规范对两者间的距离作了适当限制。

**第3款：**为避免地震波在有限区域侧面计算边界处的反射对计算结果的不利影响，应对侧面边界进行合理的建模与处理。

一种方法是采用与地下结构距离足够远的远置边界（该距离往往要求达到数百米至上千米），使地震波的反射最小化，具有处理技术简单、精度高等优点，但是计算量过大，一般工程不可接受。另一种较实用的方法是采用人工边界模拟半无限空间的自由场效果。常用的人工边界有粘性人工边界、粘弹性人工边界和自由场边界等。

粘性人工边界就是在模型边界的法向和切向分别加一个独立的阻尼器，以吸收传来的地震波，避免其反射回计算区域，该边界模型物理意义清晰，处理方法相对简单。粘弹性人工边界就是在边界处设置一系列由线性弹簧和阻尼器组成的简单力学模型，同时模拟半无限地基的能量辐射效应和弹性恢复能力，该边界模型计算精度较高，计算结果较稳定。自由场边界就是强迫模型两侧边界保持与计算区域同步的自由场运动，避免地震波在边界处反射造成失真，该边界模型对真实半无限空间自由场的模拟度较高，计算结果较可靠。

**第4款：**进行时程分析时，输入不同地震加速度时程计算结果也不同。选择输入地震加速度时程时要满足地震动三要素的要求，即频谱特性、有效峰值和持续时间均要符合规定。地震动频谱特性可用地震影响系数曲线（或地震加速度反应谱曲线）表征，根据本工程所处的场地类别和设计地震分组等因素确定，地震动峰值加速度应根据地震安全性评价报告选用并不得小于与本地区抗震设防烈度对应的峰值加速度，地震加速度时程曲线的持续时间一般取结构基本周期的 5 倍～10 倍。

**11.7.10** 在计算地下结构的抗震组合设计值时，应将地震作用效应与永久荷载和可变荷载等相它荷载或作用效应进行组合，具体规定参见现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 5.4.1 条的规定。在进行截面抗震验算时，结构构件承载力设计值应除以抗震调整系数，具体规定参见现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 5.4.2 条的规定。

**11.7.11 第1款：**鉴于地铁地下结构的重要性及抗震设计的复杂性，衬砌结构均要求采用现浇钢筋混凝土结构，除特殊情况外，一般不允许采用素混凝土结构。盾构隧道可采用预制装配式管片衬砌，但管片间应用螺栓可靠连接。对于盾构隧道与车站端墙接口、盾构隧道扩挖车站等情形，应将管片结构与现浇钢筋混凝土结构可靠连接。

**第2款：**地铁车站结构一般为箱型框架结构，可参照地面框架结构进行抗震构造设计。车站框架梁、框架柱抗震等级的确定可参见本规范第 11.7.3 条第 4 款规定及条文说明，应采取的抗震构造措施主要包括钢筋锚固长度、构件截面尺寸、主筋配筋率、箍筋加密、柱轴压比及体积配箍率等，应视抗震等级的不同按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 6.3 节的规定执行。

**第3款：**1995 年日本阪神地震中，多座地铁车站遭到严重破坏，其中大开站 50% 以上完全坍塌，主

3) 分析地下结构可能的施工方法和估计地下结构的埋深;

4) 有效的规避可能影响工程实施的重大风险源。

第4款: 环境控制指标主要用于对风险工程进行监测, 由于地下工程的工法多种多样, 工程地质和水文地质条件千变万化, 因此很难给出环境控制的准确指标, 目前工程上基本采用工程类比加数值分析的方法预估此指标。施工期间采用信息化设计方法, 不断研究现场反馈的监测数据及其发展趋势, 并及时调整控制指标是十分重要的。施工附加影响分析可采用数值模拟、反分析、工程类比等方法, 预测分析地下结构施工对工程环境所造成的附加荷载和附加变形影响, 评价环境风险的安全性, 判断施工方法、加固措施等能否满足工程环境所允许的剩余承载能力和变形的要求, 为环境风险工程施工图设计、环境监控量测控制指标的制定、环境安全保护的施工提供充分依据。

## 11.12 监控量测

本节对城市轨道交通地下工程在施工阶段开展工程监测工作进行了要求。工程监测是反应施工期间地下结构及周边环境状态的最直接手段, 也是了解工程风险状况和采取相应措施的重要依据。城市轨道交通地下工程建设安全主要涉及承载结构、周围岩土体以及建(构)筑物、地下管线等周边环境对象, 轨道交通地下结构工程施工期间必须对这些对象进行工程监测。

工程监测应按施工图设计的监测要求实施, 并在过程中对监测数据进行分析, 动态掌握施工控制情况, 必要时调整优化施工方案或设计参数, 以符合工程自身安全保障和周边环境保护要求。

## 12 工程防水

### 12.1 一般规定

12.1.3 地下车站主体、人行通道和机电设备集中区段对防水的要求较高，因此这些部位的防水等级定为一級，从目前国内地铁隧道建设和使用情况看，基本上是符合实际的；区间隧道及连接通道等一般的附属工程结构的防水等级确定为二级，主要是根据现行国家标准《地下工程防水技术规范》中地下工程的防水等级标准的规定确定的。

从定级中可知，一级只有定性要求；二级既有定性要求，又有定量指标。定量指标不仅规定了整个工程的渗水量值，也规定了工程任一局部的渗水量值。

防水等级为一级的工程，其结构内壁并不是没有地下水的渗透现象，而是因墙面渗水与墙面蒸发散失两种现象同时存在，当渗水量小于正常人工通风系统的蒸发散失量[约  $0.012\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 0.024\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ]时，则墙表面无湿渍现象，从表面上看，可以认为墙体是“不透水”。由于渗水量极小，测量极为困难，因此，对一级标准没有规定定量指标；

防水等级为二级的工程的渗漏量在规范中给了定性要求和定量指标。20世纪90年代德国 STUVA 隧道防水等级规定处于基本干燥的隧道其容许渗水量为：10m 区间为  $0.1\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，100m 区间为  $0.05\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，由毛细管现象产生湿迹的隧道，即在衬砌内壁可见局部明显渗水现象，但无水珠滴落现象时，其容许渗漏水量为：10m 区间为  $0.2\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，100m 区间为  $0.10\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。上述德国标准中的渗水量的量值和我国防水等级为二级时的量值基本上是一致的，但由于这一量值仍然较小，难以准确检测，如以这一量值作为标准将给工程验收带来一定困难。上海地区曾对工程渗水量大小与工程表面的湿迹大小进行了长期观测，尽管由于工程通风与否，风量大小、季节、湿度、温度等环境条件对湿迹的状态影响甚大，但经过大量观测数据的分析，在通风不好、工程内部湿度较大的情况下，也得到了一些有价值的数 据：每 5 滴~6 滴水约为 1mL，每分钟 2 滴~3 滴的渗水量约与  $0.06\text{m}^2$  湿迹相当。因此，铁道、隧道等部门在判断一个工程是否达到二级标准时，采用测量任意  $100\text{m}^2$  防水面积上的湿迹总面积、单个湿迹的最大面积、湿迹个数的办法来判断，已得到了工程界的认可。因此，修订时规定了工程结构内壁任意  $100\text{m}^2$  防水面积上湿迹总面积值、单个湿迹最大面积值及湿迹个数作为判断工程是否达到二级标准的量化指标。

### 12.2 混凝土结构自防水

12.2.6 轨道交通工程主体结构的耐久性要求高于一般地下工程，而防水混凝土的耐久性与混凝土的抗渗等级和氯离子扩散系数密切相关，因此除了混凝土的抗渗等级要求外，参考了现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50467 的相关条款，提出了对防水混凝土处于氯化物环境（环境作用等级为 E 级）中的氯离子扩散系数指标和电通量指标，包括现浇混凝土和装配式混凝土对氯离子扩散系数和电通量的要求，氯离子扩散系数一般采用外加电场加速离子迁移的标准试验方法（DRCM）测试混凝土的 28d 氯离子扩散系数。

### 12.4 高架结构防水

12.4.1 桥面所处的环境通常受大气降水、北方地区冬季降雪的影响，化冰盐水、氧气、二氧化碳等均是危害桥面结构耐久性的因素，如果能将上述物质与桥面结构隔离开，则桥面结构的耐久性就会提高。

而在桥面设置连续、整体密封、耐久的附加防水层便提供了这种可能性。用于附加防水层的材料品种较多,较为适合桥面防水材料有高聚物改性沥青防水涂料、聚氨酯防水涂料、水泥基渗透结晶型防水材料、水乳型阳离子氯丁橡胶沥青防水涂料等。

## 12.5 明挖法结构防水

**12.5.3** 明挖法结构的顶板、侧墙和底板防水层应封闭,形成外包防水体系,并根据防水层种类和设置部位的不同,选择合理的防水层临时或永久保护措施。而车站和出入口通道、通风道以及区间隧道的接口部位的防水层甩槎容易在后续浇筑内衬混凝土和破除围护结构时出现破损,造成车站和附属结构之间防水层接槎困难,因此应对该处防水层甩槎采取合理的保护措施以及防水加强措施。而车站和附属结构以及区间隧道由于工法不同,采用的防水层材料种类有可能不同,不同防水层材料应采取合理措施做到密封过渡,使防水层形成连续封闭的防水体系。

## 12.6 矿山法结构防水

**12.6.3** 矿山法施工的隧道结构防水措施,通常采用复合衬砌全包防水构造。复合式衬砌除采用防水混凝土外,还需做夹层柔性防水层。

目前矿山法隧道柔性防水材料通常采用塑料类,如乙烯—醋酸乙烯共聚物(EVA)、乙烯—醋酸乙烯共聚物沥青(ECB)、聚氯乙烯(PVC)等。工程实践证明,在铺设塑料防水板、绑扎钢筋和浇筑振捣混凝土时,容易出现破损。而塑料防水板与二衬混凝土之间通常不密贴,地下水从防水层破损部位进入防水层与结构迎水面之间,并到处流动,导致“窜水”现象,这就给后期堵漏维修带来困难。而设置注浆系统是解决塑料防水板窜水问题的关键。

注浆系统包括焊接在防水板表面的注浆底座和穿过二衬的注浆导管组成,注浆底座是为了确保浇筑二衬混凝土时水泥等细颗粒不会进入注浆底座并流出。注浆导管与底座相连,主要起到成孔并引导浆液进入的作用。二衬结构施工完毕后,利用注浆导管进行回填注浆处理,注浆材料一般采用1:0.8~1的水泥浆液,并添加8%~10%的膨胀剂或其他添加剂。注浆的目的是为了使浆液凝固后填充防水板与二衬迎水面之间的窜水通道,同时也利用浆液将结构迎水面的裂缝、孔洞封堵严密,达到提高结构自防水能力的作用。

分区系统主要包括与防水板同材质的外贴式止水带,将外贴式止水带用专用焊接设备焊接在防水板表面,止水带的凸起齿条与二衬混凝土密实咬合,人为将隧道划分成各自独立的防水区域。但从工程实践证明,隧道顶板(顶拱)部位的混凝土浇筑不易密实,同时阴阳角部位止水带齿条容易倒伏,止水带接头部位不易焊接严密等,导致分区效果不好。因此提出宜在变形缝部位进行分区,不提出分区面积的具体要求。

## 12.7 细部构造防水

**12.7.1** 第4款:逆作法结构包括盖挖逆作法、洞桩(柱)逆作法及一次扣拱暗挖法,其逆作的墙体施工缝、新旧结构接头部位的环向施工缝、车站主体结构与附属结构、车站主体结构与区间隧道结构、盾构隧道后浇环梁两侧的环向施工缝等极易出现渗漏水,主要是因为该部位两侧混凝土浇筑的时间间隔较长,后浇筑的混凝土收缩导致该部位环向施工缝张开量较大;该部位的柔性防水层甩槎保护困难、接槎施工难度大,防水层难以完全封闭;现浇混凝土浇筑质量不易保证。该部位的环向施工缝难以设置止水带,而单独设置遇水膨胀橡胶条(胶)的方法无法保证施工缝的防水质量。通过大量工程实践证明,在该处环向施工缝预埋注浆管,后期进行回填注浆的方法可有效保证该部位的防水效果。注浆材料一般采用环氧树脂浆液、聚氨酯浆液等,具体情况应根据现场情况确定。

## 13 通风、空调与供暖

### 13.1 一般规定

13.1.3 根据城市轨道交通的特点,明确指出了通风、空调与供暖系统应具备的功能。第2款~第4款为强制条文。

城市轨道交通为一种现代化的交通系统,速度快、运量大,运行时消耗大量的电能,这些电能将转变为热能,若不及时排除,其内部的空气温度就会升高。此外,乘客也散发热量和湿量,同时周围土壤通过围护结构的渗湿量也较大,若不加以排除,其内部的空气温度和湿度会增大,这些都会使得乘客无法忍受。同时,巨大的客流集中在城市轨道交通内部,还必须补充足够的新鲜空气,以保证内部空气环境在规定标准范围内。

城市轨道交通列车非火灾事故阻塞在区间隧道内时,因为没有活塞效应的作用,停留在车厢内的乘客及向安全地点疏散的乘客,会因为没有足够的新鲜空气而难以忍受。此外,由于列车设置空调,要维持车厢空调正常运转,因此,需要对列车阻塞处进行有效的通风。

城市轨道交通内火灾时有发生。据报道,城市轨道交通内火灾的伤亡中绝大部分系烟熏所致,现在城市轨道交通已把防烟排烟系统设计放在了重要地位。

13.1.4 通风与空调系统的确定。通风系统包含列车活塞通风、自然通风和机械通风等形式。根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157的规定,在夏季当地最热月的平均温度超过 $25^{\circ}\text{C}$ ,且地铁高峰时间内每小时的行车对数和每列车车辆数的乘积不小于180时,可采用空调系统。北京地区的最热月月平均温度为 $26.4^{\circ}\text{C}$ ,考虑到北京地区的经济发展水平,以及本规范要求高峰小时的行车对数不小于30对的设计原则,规定每列车车辆数大于或等于6辆时,应采用空调系统。

13.1.5 按照城市轨道交通行业的传统分类方式,地下线路空调系统的制式分为闭式空调系统和屏蔽门式空调系统两种。闭式空调系统与屏蔽门式空调系统的主要区别是:闭式空调系统车站设置非封闭站台门(安全门)或不设置站台门,车站与隧道之间的空间联通,车站空调需负担车站和隧道的全部负荷;屏蔽门式空调系统车站设置封闭站台门(屏蔽门),车站与隧道之间的空间不联通,车站空调只负担车站负荷,隧道负荷由隧道通风系统负担。在夏季空调季节,屏蔽门式空调系统的系统负荷小,与闭式空调系统相比具有节能的优势;但在非空调季节,由于设置封闭站台门(屏蔽门)后无法利用列车活塞风对车站进行自然通风,使得其通风能耗高于设置非封闭站台门(安全门)的车站。由此可见,空调系统制式是否节能与空调负荷的大小及空调季节的长短密切相关。由于不同线路决定空调负荷大小的运力、隧道长度等因素不尽相同,直接影响着与之相关的系统运行及维护费用的大小;同时,线路服务对象不同也会有不同的人员舒适度要求,因此空调系统制式应结合上述因素进行综合技术经济比较确定。

随着技术的发展,近年来国内出现了一种新型的封闭/非封闭可转换站台门,可以根据需要实现两种不同形式站台门的功能,与之相对应的空调系统制式即为闭式/屏蔽门式可转换空调系统。在北京地区,夏季空调季节站台门可转换为封闭站台门,节省空调能耗;非空调季节站台门可转换为非封闭站台门,节省通风能耗,从而实现了通风空调系统全年节能的目的。

13.1.6 通风、空调与供暖系统设计能力的确定。由于存在线网分流等因素,城市轨道交通预测最大客流量不一定出现在远期,因此系统设计时除远期客流外,还需考虑是否存在更大的控制期客流量。

13.1.9 大型通风与空调设备运输、安装条件的要求。应具备将冷水机组、大型轴流风机、电动开启式表冷器等大型通风与空调设备从室外或轨行区运输至安装位置的条件,以便于设备安装与日后的维护更

换。根据北京运营单位的经验,额定功率大于 15kW 的水泵电机上部宜设置吊钩,额定功率大于 45kW 的风机上部宜设置吊梁。

13.1.10 对车站空调通风系统的卫生质量检测结果显示,由于内壁积尘、军团菌滋生,超标的地方多为空气处理设备及风系统管道内部。根据国家卫生部颁布的《公共场所集中空调通风系统卫生规范》的有关规定,要求上述部位具备清洗、消毒的条件。

13.1.11 通风与空调系统材料的燃烧性能等要求。国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624—2006 于 2006 年 6 月 19 日发布,2007 年 3 月 1 日正式实施。由于该标准新版 GB 8624—2006 与旧版 GB 8624—1997 在原理、分级结构、试验方法等方面有较大差异,为确保新旧标准体系的平稳过渡,公安部就有关问题下发了“关于实施国家标准 GB 8624—2006《建筑材料及制品燃烧性能分级》若干问题的通知”(公消[2007]182 号)。根据上述通知,按 GB 8624—2006 检验判断为 A<sub>1</sub> 级和 A<sub>2</sub> 级的,对应于相关规范和 GB 8624—1997 的 A 级;按 GB 8624—2006 检验判断为 B 级和 C 级的,对应于相关规范和 GB 8624—1997 的 B<sub>1</sub> 级。国家标准《地铁设计规范》GB 50157 现行及修编版报批稿中的材料燃烧性能均按旧版标准分级编制,因此本规范仍采用旧版标准。

## 13.2 地下线通风、空调与供暖

### I 室内外设计参数

13.2.1~13.2.4 室外空气计算温度的确定。本章节中的各种室外空气计算参数取自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736—2012 以及北京既有线路设计过程中搜集的气象参数资料。对于隧道及车站公共区的夏季通风室外空气计算温度,根据《地铁设计规范》GB 50157 的取值方法,本规范采用了正在编制的国家标准《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计规范》的相关研究成果。

13.2.5 区间隧道内部夏季的最高温度的确定。本规范车辆章节已明确规定列车车厢均设置空调设施,因此本节未对非空调车情况进行规定。

13.2.6 区间隧道内部冬季温度要求。根据相关资料,北京地区地层的自然温度约为 12℃。

13.2.7 地下车站公共区夏季温湿度要求。

第 1 款:根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157,当车站采用通风系统时,公共区夏季室内空气计算温度不宜高于室外空气计算温度 5℃,且不应超过 30℃。北京室外空气计算温度为 26.4℃,因此采用 30℃。

第 2 款:根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157,当车站采用空调系统时,公共区中站厅的空气计算温度应比空调室外空气计算干球温度低 2℃~3℃,且不应超过 30℃;公共区中站台的空气计算温度比站厅的空气计算温度低 1℃~2℃。北京空调室外空气计算干球温度为 32.0℃,考虑到北京地区的经济发展水平与既有线的运营情况,本规范站厅的空气计算温度采用 29℃,站台的空气计算温度采用 27℃。

13.2.10 地下车站内的设备及管理用房的室内参数要求。根据电气专业要求,室内设有电池的配电室与没有电池的配电室的室内设计标准有所区分。为延长电池的使用寿命,电池室的室内设计标准也较现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 有所提高。

13.2.11 人员新风量标准。根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的条文说明,乘客最小新风量标准参照商场、博物馆、体育馆等建筑的最少新风量标准制定。现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189—2005 中的商场、博物馆、体育馆新风量标准为每人每小时 20m<sup>3</sup>,《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736—2012 为每人每小时 15m<sup>3</sup>~19m<sup>3</sup>,因此本规范的乘客最小新风量标准相应提高。

13.2.13 车站设备及管理用房 CO<sub>2</sub> 浓度参数参照现行国家标准《室内空气质量标准》GB 18883 制定。

13.2.14 车站设备及管理用房空气中可吸入颗粒物浓度参数参照现行国家标准《室内空气质量标准》GB 18883 制定。

## II 区间隧道通风系统

13.2.17 区间通风道及设备的设置条件。区间隧道发生火灾时，若采用纵向通风排烟方式，需迎着人员疏散的方向送新风，从人员疏散的反方向排烟，保障人员迎着新风安全疏散。对于同时存在两列车的区间隧道，若在两列车之间不设置区间通风道，当前方列车车尾发生火灾时，须向后方列车方向排烟，则后方列车将会受到烟气的威胁。因此，火灾情况下同时存在两列车是区间隧道设置区间通风道的重要判别条件。

13.2.18 区间通风井设置要求。根据北京既有线实施经验，区间通风井设于区间隧道长度的 1/2 处的要求过于严格而难以实现，且必要性不大，因此本规范将其放宽至区间隧道长度的 1/3 处。

13.2.19 活塞风道设置要求。地下车站站台设封闭站台门时，车站需要设置活塞风道。一方面隧道机械通风时作为自然进风通道，另一方面隧道利用列车活塞作用自然通风时作为与室外换气的通道。通常车站每端对应上下行隧道分别设置活塞风道，但对于地面规划条件困难的车站，往往难以实现。根据相关研究成果，当车站每端只设置一条活塞风道时，若活塞风道连接出站隧道，则有利于将室外空气更多的引入区间隧道，对其内部实施有效换气，其通风效率高于将活塞风道连接进站隧道的方案。

13.2.20 迂回风道设置要求。地下车站站台不设封闭站台门时，为减小列车活塞风对站台的冲击、减小出入口风速，在单洞单线区间隧道的车站端部上、下行线路之间应设置活塞风迂回风道。当隧道采用盾构法施工时，隧道之间的通道施工非常困难，因此迂回风道可设在车站的最端部，结合车站的开挖同时建成。若隧道采用其他方法施工时，迂回风道应设在隧道内邻近车站的位置。迂回风道的断面面积不宜小于  $25\text{m}^2$ ；为实现火灾及阻塞工况下上下行隧道的分隔，迂回风道中还应设置电动立转门或组合风阀。

## III 车站公共区通风与空调系统

13.2.26~13.2.27 地下车站的出入口及换乘通道的温度标准。根据北京近期开通的新线运营反馈，较长的地下车站出入口及换乘通道内部温度过高是乘客投诉的热点之一。本规范参考国家标准《地铁设计规范》GB 50157（修编报批稿）对其内部温度进行了规定。由于换乘通道内的客流不均匀性较大，在空调系统设计时应考虑其对空调负荷的影响。

13.2.28 风机合用的相关规定。公共区通风机或车站排热风机与区间隧道风机合用的集成通风空调系统是北京城市轨道交通常用的通风空调系统方案。集成系统中的区间隧道风机一机多用，须满足不同工况下不同的风量与风压要求。若采用定转速风机，需按照最大的风量、风压（事故工况）选择风机，会导致正常工况下的风量、风压都高于设计值，运行时需通过风阀的调节进行节流，造成一定的浪费。而采用风机变频调速技术，通过改变风机的特性曲线，满足不同的风量、风压要求，具有良好的节能效果。

## IV 地下车站设备及管理用房通风与空调系统

13.2.30 重要设备用房的备用空调系统规定。车站综合控制室、综合监控设备室、信号设备室、通信设备室、民用通信设备室、公安通信设备室、变电所控制室、站台门设备室、电源及蓄电池室属于重要的设备用房，若空调系统失效，可能导致较高的运营风险。根据北京地铁新线暖通空调专业标准化成果文件《北京地铁地下线路车站备用空调系统的设计要求》，在上述房间应设置备用空调系统。由于多联分体空调系统具有制冷效果好、占用空间小、控制灵活等优点，因此推荐采用。该备用空调系统还可以用于夜间运行。

13.2.31 多联分体空调系统室外机设置要求。室外机应尽可能设置在室外，以保证良好的散热。当受到规划条件限制无法设置在室外时，可将其设置在迂回风道或排风道靠近排风井处。此时，应确保室外机周围空气流通顺畅，在室外机进风口处安装防尘装置，并在附近设置防尘装置的清洗及排水设施。



**13.2.33 空调送风口、阀门及室内机的布置要求。**空调送风口及室内机在运行过程中有产生凝结水的风险；另外，阀门及室内机等设备存在检修的要求，为避免影响下部电气设备的正常工作，要求上述通风空调设施避开电气设备上方布置。

**13.2.34 厕所、污水泵房通风系统规定。**污水泵房与厕所类似，也会产生异味，因此规定单独或与厕所一并设置独立的机械通风系统。

**13.2.35 设置气体灭火的房间通风要求。**灭火气体释放时，需房间保持密闭状态，以达到良好的灭火效果。因此，要求房间内的通风、空调风道口部能受控自动关闭，亦可通过通风、空调风道上的阀门实现封闭功能。

## V 空调冷源及水系统

**13.2.37 空调冷源设计规定。**

第2款：电动压缩式冷水机组是传统的城市轨道交通空调冷源方式，在北京既有大量采用。根据近期的相关研究成果，在北京地铁9号线六里桥东站采用的电动压缩式直接蒸发空调机组可节能20%左右，且满足各项系统运行要求，可在北京推广使用。

第4款：根据北京既有运营经验，车站公共区与设备及管理用房的空调系统冷源分别独立设置有利于夜间及过渡季节小冷量运营条件下的系统稳定与节能。另外，系统冷源分别独立设置即指冷水机组、循环水泵及系统管路均独立设置。

第5款：根据相关研究成果，同期建设、开通期相差2年以内的换乘车站空调水系统可共享设置，以利于降低系统及土建投资。为方便先期开通线路的运营管理，规定共享的冷冻机房应设置在先期开通的线路范围内；为避免后期开通线路对先期开通线路产生过多影响，在先期开通的线路范围内的服务于后期线路的管线宜在先期实施。

**13.2.39 冷冻水系统设计的规定。**

第5款：城市轨道交通工程专业众多，施工时交叉作业频繁，冷冻水管保温层外部设置金属保护层有利于成品保护。另外，土建风道内部及轨行区的风速较高，也有必要设置金属保护层以确保保温层的使用寿命与效果。

**13.2.40 冷却水系统设计的规定。**

第5款：根据北京城市轨道交通内部温度标准及室外设计参数，冷却水在输送过程中可以不考虑热量损失的问题，因此规定冷却水管可不采取保温措施。

**13.2.41 冷却塔的设置规定。**

第3款：当结合室外地面建筑设置冷却塔时，为保证运营维护工作的人员安全，应设置安全防护措施。根据运营要求，当塔体距离楼顶边缘的距离不足3m时，护栏高度应超过塔顶2m。同时，还应设置避雷装置、排水设施和检修电源。

## VI 机房、风道及风亭

**13.2.44 土建风道内布置设备的规定。**受地面道路状况及规划条件的限制，不少车站的土建风道较长。如果不加以利用，浪费严重。北京城市轨道交通常用的集成通风空调系统方案，充分利用较长的土建风道内部空间布置通风与空调系统设备，可以大大压缩车站内部的机房土建规模，“节地”效果明显。

**13.2.45 冷冻机房内的设备布置规定。**根据《全国民用建筑工程设计技术措施-暖通空调·动力》，对冷水机组四周最小操作与维修空间进行规定，个别部位要求较以往的规定有所提高。

**13.2.47 冷冻机房及通风空调机房排水设施的规定。**分集水器泄水管、水处理器反冲洗泄水管、冷冻及冷却水系统冬季泄水管的泄水流量较大，若直接接入机房排水沟，由于机房排水沟通常较浅，会出现排水外溢形成地面漫流的现象，为此要求将上述大流量泄水管直接引至废水泵房集水池或设有防外溢措施的泄水槽内。

**13.2.48 通风空调机房的防水措施。**为防止地面积水流至下层用房,影响运营安全,根据工程经验及《建筑设备施工安装通用图集》(91SB)的有关要求,在风管穿越楼板处设置高于地面面层不小于 200mm 的挡水台,水管穿越楼板处设置高于地面面层不小于 200mm 的套管。

**13.2.49 表冷器的冬季维护要求。**北京冬季气候寒冷,表冷器应考虑防冻问题。根据既有运营经验,防冻需经过泄水、吹干、加注防冻液等步骤,因此系统设计及设备选择应为上述运营维护流程创造条件。

**13.2.50 风机安装方式选择的规定。**根据运营单位反映,电机功率大于 30kw 的风机重量大,若采用吊挂方式安装,对吊架体系的强度要求高,运营过程中维护与更换零配件的难度也比较高,因此规定不宜采用吊挂方式安装,宜采用落地安装方式。

**13.2.51 一体式消声器的安装要求。**若一体式消声器与大型轴流风机扩散筒直接相连,风机检修只能通过扩散筒上的检修口进行,不便于对风机的运营维护。根据运营单位要求,一体式消声器需设置抽出式活动组片,供检修人员进出使用;同时风机扩散筒与消声器需留有大于 2m 的检修空间。

## Ⅶ 供 暖

**13.2.56 人员房间的供暖规定。**根据北京的气候条件,特别是运营初期的冬季,有供暖需求的地下车站房间主要是那些有工作人员的车站管理用房,如售票室、车站综合控制室、站长室、值班室等。局部电加热供暖既可以采用电暖气供暖方式,也可采用热泵多联分体空调方式。

## 13.3 高架、地面线通风、空调与供暖

### I 室内外设计参数

**13.3.1~13.3.2 地上车站室外空气计算温度标准。**本章节中的各种室外空气计算参数取自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736—2012。

**13.3.3 地上车站站厅夏季通风空气计算温度。**根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157,站厅采用通风系统时,站厅内的夏季计算温度不应超过室外计算温度 3℃,且最高不应超过 35℃。北京夏季通风室外计算温度为 29.7℃,因此设计标准采用 32℃。

### II 通风与空调

**13.3.9 地上变电所通风的规定。**由于北京多沙尘天气,根据供电专业的要求,通过在自然进风口设置滤尘设施及调节阀,阻止大量尘土在极端气候情况下进入变电所。

**13.3.10 地上车站设备及管理用房空调系统形式的规定。**多联分体空调系统因其设备布置灵活、管线占用吊顶空间小、室外机集中建筑立面效果好、分室温度调节节省能耗等优点,在北京既有有线地上车站的设备及管理用房中已广泛使用。

对于发热量大的设备用房,其空调的制冷时间往往与管理用房的空调要求不一致,特别是冬季和春秋季节。为了适应不同的需求,这两类房间的空调系统应分别设置。

**13.3.11 局部设置分体空调器的规定。**当局部设置分体空调器时,应注意处理室外机的摆放、凝结水的排放满足建筑装修及系统功能要求。

**13.3.12 高架和地面区间通风的规定。**北京既有线的部分高架和地面线路设置了全封闭声屏障,由于温室效应,夏季全封闭声屏障内部的温度非常高,严重影响了乘客及工作人员的舒适度。因此,本条规定全封闭声屏障内部应采取有效的自然通风措施。自然通风宜结合火灾排烟措施一并考虑。

### III 供 暖

**13.3.13 地上车站公共区冬季供暖规定。**根据现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157,地上车站的站台不设供暖装置,对于最冷月份室外平均温度低于-10℃的严寒地区,站厅可设供暖系统。北京最冷月

份室外平均温度为 $-3.6^{\circ}\text{C}$ ，因此公共区可不设置冬季供暖系统。

**13.3.15 供暖热源的规定。**地上车站通常远离市中心，一般附近不具备热网条件。从北京地铁5号线开始，地上车站基本都采用热泵型多联分体空调系统进行冬季供暖，对于未设置空调系统的房间（如厕所），采用局部电暖气供暖。从运行效果看，可以满足使用功能要求。

**13.3.16 局部电热供暖设备的防盗及防护措施。**根据运营单位反馈，既有线设置在公共部位（如厕所）的移动式局部电热供暖设备有损坏与丢失情况。因此，宜采用壁挂固定式的设备。

## 13.4 车辆综合基地、控制中心通风、空调与供暖

**13.4.1 车辆综合基地的大库供暖及通风规定。**现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 未对停车库、列检库、洗车库、月检库等运用和检修生产设施库室的冬季供暖室内设计温度做具体规定，根据工艺要求及北京既有线工程经验，本规范将上述库室的设计温度定为 $12^{\circ}\text{C}$ 。

在实际工程中，有些库室不具备自然通风条件，夏季需设置机械通风系统。这些库室的虽然体量巨大，但内部发热量却很小，采用较大换气次数不利于运行节能。根据现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定及北京既有线的工程经验，制定通风量设计标准。

**13.4.3 控制中心内各条线路的设备机房空调设计规定。**根据工艺要求，控制中心内各条线路的设备机房应执行现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 中 B 级机房的技术要求，而且北京轨道交通控制中心的设备机房是按不同线路分室设置的，因此要求各线设置独立的机房专业空调。

**13.4.4 控制中心的调度大厅、网管室、电源室等房间的空调设计规定。**根据工艺要求，控制中心的调度大厅、网管室、电源室等设备及管理用房应执行现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 中 C 级机房的技术要求。考虑到上述房间内部有工作人员的因素，相对湿度标准由 $35\%\sim 75\%$ 调整为 $35\%\sim 65\%$ 。

## 14 给水与排水

### 14.1 一般规定

14.1.2 北京市地方标准《水污染物排放标准》是一本适用于北京市辖区内水污染物排放管理的标准，该标准对污染指标的控制总体水平严于现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978。因此，北京市城市轨道交通工程各类污废水的排放应以执行北京市地方标准为主，同时应满足各线《环境影响报告》的要求。

14.1.3 北京的水资源非常紧张，缺水的问题已经变成了常态，目前北京水资源利用量的 2/3 都来自于地下水，水资源缺乏已成为制约首都发展的一个瓶颈。《北京市节约用水办法》已作为一个立法项目在北京市执行，因此，城市轨道交通工程给排水设计也应采取相应的措施提高水资源的利用率，如采用节水型卫生器具及中水回用技术等，具体参照现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555 的要求执行。

14.1.6 给排水管道不宜穿越结构伸缩缝、变形缝及沉降缝，当必须穿越时，应设置补偿管道伸缩及剪切变形的装置。给水管道的伸缩补偿器装置，应根据管道长度、管材的线胀系数、环境温度和管内温度变化等因素设计确定。

14.1.7 城市轨道交通工程的杂散电流对金属管道有一定的腐蚀性，因此，给排水管道应采取防杂散电流腐蚀措施。具体包括：生产、生活及消防给水管当采用金属管道时，应在管道出室外之前设置绝缘接头，并在室外设置 1m 长的非金属管段；过轨管道与其他管道连接时应设置绝缘接头；金属管道与金属支托架或支墩之间应设置绝缘橡胶垫片；暗装于墙体或垫层内的金属管道及过轨管道外壁应采用涂刷环氧树脂等外绝缘处理等措施。

14.1.8 室外给排水管道的覆土深度，除应考虑车辆荷载、管道材质和管道交叉等因素外，还应考虑冻土深度的影响。北京地区冬季较寒冷，冻土层深度约为 0.8m~1.0m，一般来说，给排水管道应敷设在冻土层以下，管顶最小覆土深度不应小于土壤冰冻线以下 0.15m。当管道受地形或其他条件影响，布置确实有困难时，生活排水接户管道埋深不得高于土壤冰冻线以上 0.15m，当生活排水接户管采用排水塑料管时，管道埋深不得高于土壤冰冻线以上 0.5m，但排水接户管道的覆土深度均不宜小于 0.3m。

14.1.9 为便于车站运营维修管理，给排水及消防系统管道的最外面统一采用色环标识，色环宽 150mm，间距 8m，在管道的起点、终点、交叉点、转弯处、阀门和穿墙孔两侧等处应有色环。色环旁设识别符号和水流方向箭头，管道识别符号为管道类型的拼音字母，字体大小不应小于 80mm；箭头方向与水流方向一致，如果管道内的水流为双向，则以双向箭头表示，箭头长度不应小于 250mm，宽度为 50mm，识别符号与箭头的颜色均与管道色环颜色相同。色环、识别符号及水流箭头均采用喷涂方式施工。管道标识如下表：

表 16 管道标识表

管道名称	字母名称	色环颜色	管道名称	字母名称	色环颜色
生产、生活给水管	JS	艳绿	冷却水供水管	LQG	紫
消防给水管	XS	大红	冷却水回水管	LQH	紫
压力污水管	YW	中黄	冷冻水供水管	LDG	棕
压力废水管	YF	淡蓝	冷冻水回水管	LDH	棕

## 14.2 给 水

14.2.4 第4款：北京轨道交通网络发达，换乘站点多，换乘客流量也较大。城市轨道交通车站有“T”型换乘、“L”型换乘、“十”字型换乘、同站台换乘和通道换乘等多种形式。车站生产、生活给水水源一般采用市政自来水为给水水源，为减少车站与市政自来水管网的接管数量，节省工程投资，换乘车站先建线车站给水水源接管设计应综合考虑后建线的设计用水量，接市政自来水给水管管径应为后建线车站预留足够的给水能力。为减少换乘站不同线路之间管道检修的相互干扰，换乘车站生产、生活给水系统宜采用水源共享的形式，各线在市政引入管总水表后设置分支管道，并设置水表单独计量，先建线应将后建线水源管敷设至两线土建装修分界点处。采用通道换乘的换乘站由于换乘距离过远，换乘的各线生产、生活给水水源可单独从市政管网引入，不采用给水水源共享的方式。

14.2.5 第5款：城市轨道交通车站面积较大，车站内给水管道较长，若阀门设置数量不够，一旦管道或阀门等需要检修而关闭相关阀门，将造成车站范围大面积断水从而影响到车站的使用功能。因此，城市轨道交通车站有必要在满足现行国家标准《建筑给排水设计规范》GB 50015的基础上，适当增设阀门以满足运营管理部门快速有效抢险的要求。

根据北京城市轨道交通运营管理的要求，给水总管接男、女公共卫生间、残疾人卫生间的给水支管上均应分别设置检修阀门。除卫生间以外，车站其他生产、生活给水管段上阀门的设置宜保证每4个配水点设置一个检修阀门。

## 14.3 排 水

14.3.3 第3款：北京城市轨道交通地下车站一般在车站站台层设置公共卫生间，除真空排水系统外，污水泵房均利用站台板下空间布置。由于站台板下空间高度较小，为避免污水泵房局部结构降板或减小结构降板的深度，应尽量减小厕所重力流排水管的重力坡降，因此，车站站台污水泵房与厕所应尽量相邻布置。

14.3.4 第4款：在保证水泵安装要求和启停水位等有效水位要求的前提条件下，区间隧道主废水泵站集水池的有效容积应尽量利用地下区间联络通道的面积，通过扩大集水池的面积来减小集水池的深度，从而减小结构施工的风险。区间隧道主废水泵站集水池的有效容积按不小于最大一台排水泵 15min~20min 的出水量进行计算，区间主废水泵的排水流量一般为  $25\text{m}^3/\text{h}\sim 40\text{m}^3/\text{h}$ ，因此，区间主废水泵房的集水池有效容积为  $8\text{m}^3\sim 15\text{m}^3$  左右，考虑到适当增加集水池的调节容积以提高区间主废水泵站抗区间水灾的能力，区间隧道最低点线路排水沟沟底至集水池池底的深度也不应大于 3m。

第5款：北京地铁1号线、2号线、4号线、5号线及八通线的地下车站污水泵房污水泵采用卧式泵。由于卧式泵的水泵电机未浸泡在水中，维护检修方便，一直以来在北京城市轨道交通的工程中都得到了推广应用。

随着城市轨道交通客流量的增长，地下车站的公共厕所污水量大、污物多，污水泵房内易出现水泵堵塞、污水池污水溢流等现象，对车站环境造成了较大影响。因此，从北京地铁大兴线开始，新型污水提升装置真空排水系统开始得到应用，北京地铁6号线、10号线则采用了密闭式污水提升装置。密闭式污水提升装置的水箱和真空排水系统真空罐的调节容积均较小，因此密闭式污水提升装置的排水泵每小时启停次数要求达到20次甚至更高，而真空排水系统的水泵采用凸轮泵，水泵每小时启停次数也不受6次的限制。所以，当新型污水提升装置的排水泵在每小时启动次数超过6次仍可满足水泵电机的性能要求时，则排水泵选型可不受本条文的限制。但排水泵采用立式泵、卧式泵或潜水泵时，排水泵的每小时启停次数仍不应超过6次。

14.3.5 第6款：当废水泵站的排水泵采用立式泵时，由于水泵电机位于水池上方，电机漏水的危害几率减小，水泵维护检修非常方便，立式排水泵在北京地铁1号线、2号线等已建线工程中被广泛应用。

但由于立式泵的电机在集水池上方安装，需要占据一定空间，因此，其使用范围受到一定限制。

地下区间主废水泵站一般与联络通道合建，区间主废水泵站兼顾人员疏散通道功能要求，若采用立式泵的安装方式，为满足联络通道疏散宽度要求，需要增加联络通道宽度从而增加土建施工难度和工程投资。所以，与区间联络通道合建的主废水泵房、出入口通道处等局部排水泵房的排水泵应优先选用潜水泵，而具备水泵安装条件的车站主废水泵房、区间洞口雨水泵房以及与区间风井合建的主废水泵房，其排水泵则优先选用立式泵。

**14.3.6** 同 14.3.4 第 5 款。

**14.3.7** 第 4 款：为保证水泵在设定液位下的安全启停及报警功能，根据北京城市轨道交通的运营经验，地下车站和区间局部排水泵房内采用安装方式较灵活的投入式液位传感器，而在污染物较多的地下车站污水泵房和重要的车站、区间主废水泵房和区间雨水泵房则优先采用适用范围较广、性能更好的超声波液位计。由于洞口雨水泵房地位重要，水泵在暴雨期间能否安全启动将直接影响到城市轨道交通的行车安全；且其位于洞口位置，工作人员不宜迅速到达，因此，宜在雨水泵房集水池内增加一个浮球液位仪作为超高水位报警的备用措施，一旦超声波液位计失灵，则就近车站车控室工作人员可通过接收超高水位报警信号，远程启动洞口雨水泵，以及时解除洞口水淹的险情。

第 5 款：北京地区冬季寒冷，地下车站风道和出入口通道的管道均有冬季冻结的危险；北京地下水位较深，因此，出入口通道等局部排水泵房的集水池内冬季水位较浅。为了减少管道保温的设置范围并降低工程投资，局部排水泵房的排水管应设置泄水管便于运营单位冬季放空管道。

第 6 款：通风空调机房设备和管道放空、以及清洗设备的瞬时排水量均较大，当通风空调机房及新风道表冷器与车站主废水泵房同侧布置时，其排水应尽量直接接入车站主废水泵房。

第 7 款：地下车站通风空调机房、新风道及站台板下等需要排水的位置均应设置排水沟形成有组织的排水。应根据排水量的要求，对排水沟的断面尺寸及坡度进行核算，以保证排水沟的排水顺畅。同时，有排水的房间地面和排水沟均应做好防水处理。

第 11 款：当通风空调机房、风道表冷器及站厅、站台的生产废水及结构渗漏水排水管距离车站主废水泵房较远，无法接入主废水泵房时，这部分排水可通过管道接至线路排水沟，其排水管必须接至线路排水沟内，不得在道床面散流排放。线路排水沟还应加强防水措施，以减少水沟积水对轨行区杂散电流腐蚀的影响。

## 14.4 车辆综合基地给水与排水

**14.4.2** 第 2 款：北京是个严重缺水的城市，为节约有限的水资源，北京正在大力发展市政中水系统。当城市轨道交通车辆综合基地位于市政中水覆盖范围，车辆综合基地内的冲厕、冲洗地面和浇花均宜直接利用市政中水。当车辆综合基地周围无可直接利用的市政中水时，车辆综合基地内的生产废水和生活污水也可经过处理后作为中水回用。由于中水与城市自来水处理后的水质标准不同，为避免中水污染自来水，中水系统与自来水供水系统应采用完全独立的两套给水系统，并分别设置计量装置进行单独计量。

第 3 款：当市政自来水水压不能满足车辆综合基地内部分建筑的生产、生活用水要求时，车辆综合基地生产、生活给水系统加压装置可采用叠压供水装置或变频调速供水装置。叠压供水装置直接利用市政自来水水压供水，且避免了生活调节水池的二次污染，较变频调速供水装置有一定的优势，但其能否使用应经过北京市或当地自来水公司的认可。

**14.4.3** 第 4 款：车辆综合基地内运用库和检修库的屋面面积较大，一般都能达到几千甚至几万平方米，屋面暴雨期间雨水流量较大，为减少库内排水立管的设置数量，其屋面雨水系统应优先采用虹吸压力流雨水系统。车辆综合基地内其他建筑的屋面面积较小，宜采用重力流排水系统以节约工程投资。但部分

车辆综合基地的某些建筑如物资库的体积较大，其屋面面积达到将近  $2000\text{m}^2$ ，对于此类建筑，屋面雨水系统是采用重力流还是压力流雨水系统，应进行技术经济比较确定。

14.4.4 第 7 款：本条根据北京市住房和城乡建设委员会颁布的《北京市推广、限制和禁止使用建筑材料目录（2010 年版）》中的推广应用技术第 39 款——建筑小区内各类检查井推荐采用塑料检查井，以及限制第 29 款——住宅小区和市政管网用的埋地排水工程限制采用平口混凝土排水管（含钢筋混凝土管）确定。因此，车辆综合基地内室外排水管优先采用塑料管，室外检查井优先采用塑料检查井。

## 15 供 电

### 15.1 一 般 规 定

**15.1.2** 轨道交通线网内部共享包含线路之间主变电所或电源开闭所共享、换乘车站降压变电所共享。

轨道交通线路与地区用户共享是指因城市轨道交通工程而建设的 110kV 主变电所，当中压网络电压等级采用 10kV 时，可以同时为轨道交通线路、地区其他用户提供 10kV 电源。北京地铁 4 号线甘石桥 110kV 主变电所、5 号线宋家庄 110kV 主变电所在这个方面做了尝试，取得工程建设经验。

当轨道交通线路中压网络电压等级采用 35kV 时，110kV 主变电所可通过三线圈主变压器或分设两线圈主变压器，同时输出 10kV 和 35kV 两个不同电压等级。在征得电力部门认可的前提下，35kV 电压用于城市轨道交通线路，10kV 电压用于地区其他用户。

**15.1.5** 轨道交通是客运量远大于地面公交的交通工具。随着轨道交通规模化、网络化运营工作的展开，客运量占全市出行量的比例将越来越重。某条线路一旦停运，对地面公交造成很大冲击，甚至导致地面交通的管理混乱，因此对运营的安全提出了更高的要求。

本规范执行了《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第 3.0.2 条、第 3.0.3 条的规定。

**15.1.6** 车站二级负荷配电原则执行了《地铁设计规范》GB 50157 的规定，增补了车辆综合基地二级负荷的配电规定。

第 1 款：车站及区间内的 400V 供电线路的长度较短（个别区间情况除外），采用专用通道明敷设，供电线路故障时宜较快查找故障点。因此，车站及区间二级负荷供电方式执行《地铁设计规范》GB 50157 的规定，可以满足目前北京市轨道交通运营管理的需要。

第 2 款：车辆综合基地的地面作业活动较多，对电力电缆造成意外损坏的几率高于车站及区间；占地面积大，电力电缆敷设长度较长，增加了电力电缆的故障率；电力电缆敷设方式多样化，尤其是埋地敷设形式，电力电缆检修难度较大，恢复送电时间较长，对车辆综合基地的正常管理与使用影响较大，因此当变电所不在单体建筑物内时，车辆综合基地建筑物二级负荷宜采用双回线路供电。

按照城市轨道交通的负荷等级为一级的原则，变电所中压进线为双重电源，配电变压器至少设置两台，并分挂在不同中压母线，400V 母线分段且设置断路器。考虑城市轨道交通的重要性、民用建筑常规做法以及工程造价等综合因素影响，推荐车辆综合基地建筑物二级负荷采用双重电源，建筑物第一个受电点配电装置实施双重电源自动切换功能，接线形式与一级负荷做法相同，但在供电系统电力调度管理上是有区别的。首先可以保障在供电系统正常运行下二级负荷电源可靠性，其次符合上级一个电源退出、供电系统应满足全部一、二级负荷的原则。

**15.1.13** 杂散电流腐蚀防护措施属于城市轨道交通长期管理行为，而安全隐患的发生存在不确定性。因此，制定杂散电流腐蚀防护措施时，应满足安全的相关要求。

**15.1.14** 当前，国内城市轨道交通供电系统的建设规模及造价越来越庞大，为提高供电效率，做出此规定。

### 15.2 外电源与中压网络

**15.2.3** 北京市轨道交通系统在公共交通领域的作用随网络化、规模化运营而日益突出，随之对供电系统电源可靠性提出了较高要求，专线电源的可靠性高于其他的电源引入形式。本规范规定“主变电所、



电源开闭所进线电源应为专线电源”，是基于北京电力部门已将轨道交通列为重要用户，为主变电所、10kV 电源开闭所电源专线引入提供了工程实施条件。

15.2.5 分散式供电采用了与城市电网电压等级相同的 10kV 电压制式。10kV 线路供电负荷力矩较小，若相邻电源开闭所电源引自城市电网同一座变电所，当该变电所退出时，将影响线路供电系统的供电能力和电压质量，因此做出此规定。

15.2.9 北京电力部门将北京地铁列为特别重要用户，重视外电源接入方案。近年北京城市轨道交通建设中，相关单位对主变电所、电源开闭所的越区供电方式及能力有些争议，为此，结合北京电网现状及建设规划的可靠性水平以及运营需求，做出此规定。此规定基本遵循了《城市电力网规划设计导则》Q/GDW156 的相关要求，即“当送电网网中任一条送电线路，或一台主变压器，或地区发电厂内一台最大机组因计划检修或事故时，应能保持向所有用户正常供电”。

第 1 款：110kV 电源可靠性较高，35kV 供电线路的供电能力较强，可以认为 110kV 主变电所解列退出的故障几率很低。自上海地铁一号线一期工程（采用集中式供电）1992 年通车以来，结合国内其他城市的运营情况，得到验证。15.2.4 条规定，主变电所进线电源来自城市电网两座不同主变电站，或来自具有两回及以上进线的同一座主变电站的不同母线，可以充分保障外电源的可靠性。如 110kV 主变电所解列退出，已经不局限于对轨道交通的影响，而是对城市或城郊局部区域的影响，此时仅要求轨道交通电源的可靠性已经脱离实际。某一座主变电所退出时，相邻主变电所越区提供支援电源，承担退出运行的主变电所供电范围内的部分一级负荷，以保障线路防灾系统、线路最低运输能力或列车进站停运的基本用电需求。此时，主变电所间的安装容量如按冗余考虑，将导致供电系统效率低下，且无很大的实际意义。从 110kV 电源与中压网络结构的电源可靠性高以及提高供电系统效率出发，做出此规定。

第 2 款：对于分散供电方案，10kV 进线电源取自线路附近的城市电网，其单个电源的可靠性较差，一条线路因 10kV 负荷力矩较小而引入的 10kV 外电源点则较多。一旦 10kV 电源开闭所解列退出，则对线路的正常运营构成较大影响。基于北京地铁多年来的运营经验，10kV 电源开闭所分布密度较大，一座 10kV 电源开闭所退出时，可以通过相邻的 10kV 电源开闭所保障线路正常运输能力以及运营安全。因此，某一座 10kV 电源开闭所退出时，相邻的 10kV 电源开闭所越区供电，与该线路相邻的电源开闭所共同承担供电范围内的全部一、二级负荷，以保障线路正常运输能力。

所以，对主变电所和电源开闭所提出不同的支援能力要求。

15.2.10 跟随式降压变电所为降压变电所主接线简化后的一种类型，一般为末端型降压变电所，中压接线形式为线路-变压器组，多用于车站和车辆综合基地。本条所指“跟随式降压变电所”用于车站的需要，“其他变电所”主要是指区间变电所。根据地下区间通风等系统用电的需要，经技术经济综合比较后，设置了降压变电所。从用电需求以及运营维护角度，此类降压变电所与传统意义上的降压变电所没有差异，且位于中压网络电缆经过的通道旁边，基于降低工程造价、利于区间电缆敷设等因素，因此，区间变电所接入中压网络是合理的。

15.2.14 “15.2.14 条文规定相关联的不同线路间宜构成电源联络，构建线路之间电源紧急支援关系”，目的是在某线路供电系统异常运行方式下，依托另一相关线路的主变电所或电源开闭所正常设计容量与实际用电负荷之间的余量，尽量满足本线路车站及区间一级负荷的用电需求，尤其是防灾系统的用电需求以及正线运输能力的牵引用电需求。供电系统异常运行方式下，本规范对需满足的正线运输能力大小不做具体规定，根据运营实际情况而定。

网络化运营规模及程度越高，对供电系统电源可靠性的要求则越高。尤其是分散式供电，有条件时，有关联的不同线路之间建立电源联络关系，彼此提供紧急电源，可以有效地提高网络化运营下的电源可靠性，较好地满足网络化运营需求。

## 15.3 变 电 所

15.3.4 同站台换乘车站的空调、照明等机电设备服务于多条线路，对于机电系统的设计等同于一个车站，为机电系统提供低压电源的降压变电所无法按线路拆分。为满足不同运营主体下的经济管理需要，共用机电设备的配电回路宜设置电度表计。

15.3.6 城市轨道交通的主变电所为单条线路供电时，采用分段单母线接线可以满足轨道交通工程运行要求。

当共享主变电所中压侧采用分段单母线时，共享主变电所的后续线路设置电源开闭所的目的是减少主变电所中压的出线间隔，并且在共享主变电所退出的时候，可操作本线路电源开闭所进线开关断开，作为隔离点，以便各条线路的相邻外电源点分别对故障区段进行供电支援，方便各条线路的运营管理。考虑到规划线路建设时序以及线路走向的不确定性，可以减少主变电所出线间隔的闲置率。当车站有条件时，电源开闭所宜设置在车站内。

15.3.11、15.3.16 纵联开关是实现大双边供电的重要设备。从运营情况分析，上网纵联开关的选型是解决牵引网快速恢复送电问题的关键。当纵联开关采用隔离开关时，大双边实施过程中需要一定的时间，尤其是北京市对运营停电时间的要求较为严格。上网纵联开关选用直流断路器，减少了电力调度环节，可以快速实现邻站不断电操作下的快速送电，明显节省了恢复送电时间。

纵联开关采用直流断路器，相对于牵引变电所直流接线形式（备用母线+纵联电动隔离开关）和联锁关系，降低了工程造价和设备维护成本。

15.3.22 本条款针对降压变电所设置两台配电变压器（分接两段母线）做出了规定。实际工程中，可能会出现以下设置两台以上的配电变压器情况。

1) 控制中心。三级负荷很大时，尤其是空调系统为季节性负荷，考虑到全年节能的需要，可能需要设置空调系统专用配电变压器。

2) 车辆综合基地。车辆综合基地规模导致单台配电变压器容量很大时，可能需要设置两台以上的配电变压器，正常运行下向全部负荷提供电源。

3) 换乘车站。随着规划建设线路的分布密度加大，会出现三条线路的换乘车站，车站建筑规模较大，可能出现类似车辆综合基地的情况。

因此，降压变电所配电变压器的容量选择应遵循一台配电变压器退出运行时，其余配电变压器能承担供电范围内远期一、二级负荷的用电需求。

15.3.24 变电所低压开关柜改造时，面对着低压用户的不断电需求，尤其是特别重要负荷，低压开关柜一般采用分段改造。低压开关柜双排面对面排列，为分段改造创造了条件，降低了工程改造风险。

15.3.25 工作人员维护、测试和检修变电所低压母线分段开关室时，有可能触及带电部位，为保证工作人员的安全而作此规定。当低压开关柜不存在上述情况时，可以不设置低压母线隔离柜和隔离电器。

15.3.26 开关极数的确定取决于系统保护配置、设备维护等需求。当保护配置确实需要断开工作中性线时，则开关极数需要选用四级。设备维护对工作中性线是否断开没有特殊要求，国内相关的电气设备维修规程执行的仍是带电维修方式，工作人员持证上岗作业。

对于四极开关，开关应具备合闸前先合零相、分闸时后断零相等功能，低压用电设备的安全依赖于开关的可靠性，因此开关选用四级应该慎重。

15.3.28 由于供电系统运行方式的需要，电力调度中心将对三级负荷开关进行远方操作，其配电回路应具备远程控制功能，如配置电动操作机构或接触器。采用分回路控制方案利于提高三级负荷运行的灵活性，提高变电所低压配电系统电源的可靠性。北京地铁多年来的运营经验表明，采用分回路控制方案（不设置三级负荷总开关）是合理的。

15.3.35 《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 6.5.5 条规定,“地下变电站直流系统的设计应符合 DL/T 5044 和 DL/T 5120 的规定和要求”。《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044 第 4.2.1-1 条规定,“专供控制负荷的直流系统宜采用 110V”。

直流操作电源供电的对象为变电所交、直流断路器和微机保护装置,目前断路器的操作机构多采用弹簧操作机构,合分闸电流约几个安培。采用 DC110V 电压与 DC220V 电压相比可减少蓄电池的数量,导线或电缆截面也不会增加,降低蓄电池组正常运行下的能耗。交流高压、中压、低压以及直流设备的操作机构具备 DC110V 接入条件。因此,推荐变电所直流操作电源的电压采用 DC110V。

## 15.4 牵 引 网

15.4.9 2001 年以来,北京城市轨道交通建设工程多次出现电缆与走行轨焊接时,出现损伤走行轨的情况,为今后的行车安全构成隐患,原因有施工方法不当、焊接工艺要求复杂等。载流螺栓连接方式可以有效避免上述问题,但存在固定点长时间受振动后导致载流螺栓脱落、连接点接触电阻过大而烧毁电缆等潜在隐患。焊接和栓接方式在国外城市轨道交通工程都有应用,本规范不对电缆与走行轨的连接形式作出要求,只规定连接牢固可靠的基本要求。

15.4.15 车辆综合基地牵引变电所设置框架保护功能,当直流开关柜发生框架保护电流动作时,全部直流馈出回路退出运行。按通常做法,邻近的牵引变电所将越区向车辆综合基地提供直流牵引备用电源。车辆综合基地各供电分区之间通过联络隔离开关,可以实现邻近的牵引变电所提供直流牵引备用电源的功能。

15.4.16 本条文架空接地线是指架空接触网以及金属支架固定式接触轨设置的接地线,设置目的是收集接触网的直流泄漏电流。城市轨道交通系统目前为直流牵引供电形式,杂散电流腐蚀问题不能忽视。架空接地线通过单向导通装置与牵引变电所负极母线连接,为正极接触网的泄漏电流提供一个回到负极母线的通路,可以降低杂散电流扩散到结构主体钢筋的总量,规避或降低杂散电流对结构主体钢筋的腐蚀程度,符合防止杂散电流向线路外界泄漏的防护原则。

经调研,目前广州地铁运营线路的架空接地线与变电所接地母排电气连接,排流柜通过“单向导通回路”将接地母排与牵引变电所负极母排电气连接。从电气回路上讲,与“架空接地线通过单向导通装置与牵引变电所负极母线连接”的规定一致。经调研,尚未因污秽、雨天等环境因素引起的架空接触网爬电,未造成牵引变电所直流馈出开关故障跳闸。

### I 接 触 轨

15.4.27 一般情况下,区间折返线、车辆综合基地等场所的隔离开关位置距牵引变电所较远,且工作环境较牵引变电所恶劣,通过牵引变电所内部设置的框架电流保护有一定困难。针对这种情况,本规范规定了相应对策。

整体道床段隔离开关柜外壳宜可靠等电位接地。当隔离开关正极碰壳时,相当于正极电压完全施加在隔离开关柜体上,建议隔离开关柜体与基础钢筋电气连接。一般情况下,为保证隔离开关的安装稳定性,其基础钢筋与主体结构钢筋或道床钢筋绑扎,如此处理,相当于接触网发生接地故障,促使牵引变电所跳闸。基于等电位的概念,也保障了维修人员的安全。

碎石道床段隔离开关柜外壳宜直接接地,或与牵引变电所的接地母排直接连接。碎石道床场所,往往没有主体结构钢筋可以利用,为此需要设置接地体,隔离开关柜优先利用基础钢筋做自然接地体,接地电阻不做具体规定,原理同整体道床段隔离开关做法。当隔离开关无基础钢筋或无条件设置接地体时,也可以将隔离开关金属外壳接至牵引变电所的接地母排,同样能起到保护效果。

15.4.28 当采用钢支架时,爬电距离相对复合材料支架形式较短,设置贯通的接地线可以为保护绝缘子击穿或闪络后、通过对应牵引变电所内直流快速断路器的增量保护动作跳闸提供一定条件。接地线应固

定于接触轨金属支架上，并与金属支架电气连接。

## II 架空接触网

**15.4.30** 实际工程中，地上线路因下穿高架桥等地段，柔性架空接触网的安装高度不够，可以考虑采用局部刚性架空接触网。刚性架空接触网与柔性架空接触网的过渡段的弹性较差，对弓网关系产生一定影响，因此具体应用时应关注过渡段接触网弹性问题。

**15.4.34** 在高度变化的始端和终端加进一个具有半个坡度的过渡跨距，可以避免变坡点处的接触线角度变化过大时，发生局部偏磨现象，设置过渡跨距也有利于受电弓在接触线上平滑通过。

**15.4.35** 接触线拉出值的确定与车辆高度、接触线高度、轨道偏差、受电弓工作宽度、受电弓摆动幅度等问题相关，地上区段还应考虑风偏问题，而城市轨道交通采用的车辆、受电弓工作宽度虽然并不唯一，但是受电弓的有效宽度均不低于 800mm。为达到受电弓磨损均匀的目的，在考虑各种因素并实现安全运行的前提下，做此规定。工程中的拉出值确定应结合各种条件经计算确定。

**15.4.39** 根据已通车采用架空接触网的某城市地铁的实际运营经验，且结合北京局部区域多雷的实际情况，在《地铁设计规范》GB 50157—2003 第 14.3.22 条规定的基础上，由 500m 间距调整为 300m。

**15.4.42** 洗车库内接触网平面布置方案有两种：①接触网仅一端为电源端，车辆单方向进出洗车库；②接触网两端均为电源端，车辆可双方向进出洗车库。

对于第一种方案，应在洗车库的出入口处设置接触网绝缘分段。对于第二种方案，则应在洗车库的两端出入口处设置接触网绝缘分段。

## 15.5 继电保护、测量及自动装置

**15.5.1** 《3~110kV 电网继电保护装置运行整定规程》DL/T 584—2007 规定：

“1.4 3~110kV 电网继电保护的整定应满足选择性、灵敏性和速动性的要求，如果由于电网运行方式、装置性能等原因，不能兼顾选择性、灵敏性和速动性的要求，则应在整定时，保证基本的灵敏系数要求，同时，按照如下原则合理取舍：

- a. 地区电网服从主系统电网；
- b. 下一级电网服从上一级电网；
- c. 保护电力设备的安全；
- d. 保重要用户供电。”

截止目前，现行国家标准或电力行业标准均未提出继电保护配置应满足各种运行方式下的可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

本规范对供电系统正常运行下的继电保护配置做出规定，目的是通过减少中压供电分区数量，降低中压开关及电缆造价，便于区间电缆敷设。

**15.5.2** 本条文提出中压网络主保护采用线路差动保护或数字通信电流保护，是基于目前的成熟技术和产品，不限于采用其他形式的安全、可靠、成熟的技术和产品。

**15.5.7** 电源开闭所中压系统设置合环选跳保护是北京市轨道交通供电设备维护的一个特点，合环操作可以实现在电源手动转换过程中不间断供电、保证用电设备电源持续性的目的。合环选跳投入、出现合环电流时，自动选择应该分闸的断路器，使供电系统继续正常运行。

**15.5.9** 第 8 款：城市轨道交通实际工程中，牵引整流机组外壳开门保护推荐跳闸方案。本条款同样适用于外壳封闭式配电变压器。

外壳开门保护属非故障类保护，为便于本规范的使用，将其纳入本条文。

**15.5.20** 框架保护动作意味着牵引变电所的直流供电设备（如整流器、直流开关柜等）发生了漏电，不仅造成杂散电流泄漏，严重的是直流供电设备的外壳将带有较高直流电位，存在对设备、人员的安全隐

患。因此牵引变电所框架保护动作不能远方复位，避免远方复位后操作相关断路器合闸而产生人身安全问题。

## 15.6 电力监控系统

**15.6.6** 车辆综合基地牵引变电所的管理模式与正线的牵引变电所不同，在夜间停运正线的牵引网应处于断电状态，以保证线路检修、巡视的安全。正线牵引变电所的操作服从电力调度中心的管理。车辆综合基地牵引变电所的操作服从车辆综合基地调度的管理，根据车辆综合基地夜间检修、作业的情况，车辆综合基地部分牵引网处于断电状态，部分会带电运行。

**15.6.8** 当线路设置综合监控系统时，本条文内容应纳入综合监控系统范围，为便于电力监控系统内容的完整性，条文内容仍在本款予以体现。

**15.6.10** 车站和车辆综合基地跟随式降压变电所的自动化不作为单独的站级管理层接入电力监控网络，而是作为间隔层设备接入本车站或车辆综合基地牵引降压混合变电所的站级管理层。为减少接入站级管理层的通信电缆数量和长度，在跟随式降压变电所设置控制单元。而其他变电所设置冗余的控制单元是为了提高变电所自动化系统的可靠性。

## 15.7 动力与照明配电

**15.7.2** 城市轨道交通做为大量人员集中的公共场所，电源突然中断会给正常运营、行车、乘车秩序等造成严重混乱，用电设备的负荷根据因事故中断供电造成的损失或影响的程度、区分其对供电可靠性的要求进行分级。

规范中规定的一级负荷中的特别重要负荷、一、二、三级负荷，其供电方案应满足最低要求，在设计中可以根据各负荷特点确定安全、可靠的供电方案。

**15.7.4** 低压配电系统的配电级数为三级，例如从变电所 400V 低压开关柜至配电室分配电屏，由分配电屏至动力配电箱，由动力配电箱至终端用电设备，可视为低压配电级数为三级。

**15.7.12** 电动机启动时，电动机对起动转矩有机械上的要求，同时对其他机电设备的工作有一定影响。电动机直接启动的功率大小与配电变压器容量关系密切。城市轨道交通工程为地上线路时，配电变压器容量一般为  $315\text{kV}\cdot\text{A}\sim 400\text{kV}\cdot\text{A}$ ；为地下线路时，配电变压器容量一般为  $500\text{kV}\cdot\text{A}\sim 1250\text{kV}\cdot\text{A}$ ；车辆综合基地配电变压器一般为  $800\text{kV}\cdot\text{A}\sim 1600\text{kV}\cdot\text{A}$ 。工程经验表明，直接启动的电动机功率一般不超过配电变压器的 20%，多采用 10%~15%指标。方案阶段，推荐采用 10%设计指标，目的是便于控制工程造价。

**15.7.15、15.7.16** 区间配电箱的位置与车站端部电缆的敷设形式、线路敷设形式、辅助疏散平台、牵引网形式、地下区间断面形式有关。

工程设计中，应结合现场的具体情况，选择合理可行的方案，在不侵入设备限界、疏散通道范围前提下，满足运营管理的需求。

**15.7.26** 近年来，设计人员疏忽了灯具位置对维修的影响，如车站轨行区上方、出入口步行梯或扶梯上方、高大厂房等场所设置了吸顶式灯具，给灯具的检修造成很大困难。基于工程建设现状，做出规定。

## 15.8 供配电线路敷设

**15.8.4** 近年来，国内城市轨道交通运营线路区间电缆频繁发生被盗事件，给轨道交通的正常运营造成影响，为此推荐地面线路的区间电缆敷设在电缆沟槽内。地面线路的电力电缆与控制电缆敷设在电缆沟内有利于防盗、防晒、美观。若地面线路电缆在支架上敷设时应考虑防盗措施，并考虑对电缆载流量产

生的影响。

## 15.9 杂散电流腐蚀防护与接地

15.9.1 当前,国内工程的杂散电流腐蚀防护方案均设置了道床排流网,部分工程将主体结构钢筋用于辅助排流网,个别工程将外引接地体通过单向导通装置与牵引变电所负极母排电气连接。多个运营线路反映主体结构钢筋中的杂散电流量较大,约 20A~150A 不等。

台北都会区大众捷运系统(简称台北捷运)对道床排流网的排流效率做了测试研究,研究表明,随着杂散电流泄漏量的增加,排流网的效率在下降。杂散电流泄漏量较大时,排流网的效率约 30%;当杂散电流泄漏量渐小时,排流网的效率由约 30%变化为 50%;当杂散电流泄漏量较小时,排流网的效率约 50%以上。测试数据表明,排流网的作用是有限的。

杂散电流腐蚀防护应从源头解决,提高回流轨对地过渡电阻值,降低回流轨对地电位,以降低杂散电流泄漏量,解决方案虽然较多,但应综合利用。施工质量也是影响杂散电流腐蚀防护措施的关键因素。

15.9.6 本条目的是避免杂散电流通过主体结构钢筋向外界泄漏,同时降低主体结构钢筋被电腐蚀的风险。

15.9.8 线路正常运行的任何情况下,道床内排流网或多或少存在杂散电流。当排流网与结构钢筋、金属管线、接地装置电气连接时,杂散电流将通过排流网遍布结构钢筋、金属管线以及接地装置,导致杂散电流向外界泄漏,因结构钢筋、金属管线以及接地装置彼此之间非良好的电气连接,结构钢筋、金属管线被电腐蚀的几率大大增加,对轨道交通工程的主体结构工程和道床结构 100 年设计使用寿命产生影响;线路周边的市政管线也将面临被电腐蚀的危险。

15.9.10 《城市轨道交通技术规范》GB 50490—2009 第 8.1.13 条规定“车站应具有总等电位联结或辅助等电位联结”,如利用主体结构钢筋或金属管线做排流网,将导致杂散电流在保护线及设备金属外壳乱窜。而且,接地装置成为了排流网中的一部分,意味着杂散电流通过车站外的接地体在线路外界流动,违背了防止杂散电流向外界泄漏的原则。

1990 年 1 月,台北都会区大众捷运系统(简称台北捷运)对南港-板桥线的钢轨电位与杂散电流的关系进行了测试研究,研究表明,当设置道床排流网以及利用主体结构钢筋兼做辅助排流网时,与不设置排流网相比,系统最大杂散电流泄漏量总值增大 4 倍左右;外引接地装置如与牵引变电所负极电气连接时,系统最大杂散电流泄漏量总值增大 300 倍左右。

本规范遵循杂散电流腐蚀防护的根本原则,做出了规定。

15.9.11 为使测防端子的位置及做法不影响乘客安全疏散而做出本规定。关于道床测防端子距离道床面的高度要求,是基于目前普遍采用道床面设置测防端子方案,测防端子容易造成乘客脚下碰磕、刷蹭等不良现象,影响乘客的安全疏散或造成次生灾害。对于矩形隧道,隧道的测防端子宜嵌入隧道壁内,端头不应突出隧道面,并便于接线。

15.9.12 《城市轨道交通技术规范》GB 50490—2009 第 8.1.12 条,“在正常运营条件下,正线回流轨与地间的电压不应超过 DC 90V”;《城市轨道交通直流牵引供电系统》GB/T 10411—2005 第 7.4.2 条,“利用走行轨回流,且在最大负载时,轨上任意一点对地电位差应不大于 90V”。本条规定未完全采纳上述国家标准规范。

《铁路应用—固定装置 第一部分:有关电气安全保护规定和接地》IEC 62128—1—2003 第 4.2.1 条规定,高于 DC 120V 间接防护电压时应采取防护措施。

英国标准《铁路应用—固定设施 第一部分:电气安全与接地的防护条款》BS EN 50122—1:1998 第 7.3.3 条款规定,可允许电压不得超过 DC 120V,除非有人经常工作的场所不得超过 DC 60V。

《建筑物电气装置的电压区段》GB/T 18379—2001 第 4 条规定,不接地或非有效接地系统直流极间

电压区段 I 的上限值不得大于 120V。电压区段 I 是指在某些条件下,依据电压值提供电击防护装置。

上述标准规范中均以 DC 120V 为界,作为是否采取直接防护或间接防护的依据。

在解决人员对钢轨的接触电压防护措施同时,应考虑杂散电流腐蚀防护问题,本款引用国内外相关标准,将正常运行方式下、正线兼做回流的走行轨对地电位不得超过 DC 90V 提高到 DC 120V。

**15.9.13** 目前,钢轨电位限制装置的启动条件取决于钢轨对地电位和时间,钢轨对地电位长期高于设定值时,杂散电流将持续注入接地网,不利于杂散电流腐蚀防护。将车站列车停留状态作为钢轨电位限制装置的启动条件之一,在保障乘客上下车的基本安全同时,可以缓解杂散电流对结构钢筋及金属管线的腐蚀程度。

**15.9.15** 等电位联结是保护人身安全最有效措施之一,车站内人身安全与接地电阻大小无关。城市轨道交通低压配电系统的接地型式基本采用 TN 系统,《城市轨道交通技术规范》GB 50490—2009 第 8.1.13 条,“车站应具有总等电位联结或辅助等电位联结”。供电系统与其他系统共用接地装置时,根据现行相关国家标准规范,一般要求接地电阻值不应大于接入设备中要求的最小值,工频接地电阻不大于  $1\Omega$  可以满足各方面的需求。

IEC 标准未对强弱电共用接地装置的接地电阻值做出规定。作为弱电系统设备的逻辑接地,追求的是本系统的同一参考电位,非本系统以外的接地电阻,共用接地装置反映的是高频接地阻抗,而不是工频接地电阻。因此,为保持与现行相关国家标准规范的一致性,供电系统与其他系统共用接地装置时,规定工频接地电阻不得大于  $1\Omega$ 。

**15.9.18** 变电所独立于建筑物外面,建筑物设置总等电位情况下,总等电位系统内的地下基础结构钢筋和金属管线以及电缆金属外铠都是量大面广的自然接地体,能起到良好的接地极作用,其接地电阻通常在  $1\Omega$  甚至  $0.5\Omega$  以下。这些自然接地体(特指结构钢筋)被基础水泥包裹,与酸性或碱性的泥土接触而有轻微腐蚀,其寿命等同于建筑物使用寿命,不需定期检验或更换接地极,可节省大量维护工作和费用。因此就防电击而言,无需再实施人工接地极来作接地或重复接地。

本规范虽然规定了 TN 系统重复接地的工频接地电阻不得大于  $10\Omega$  的要求,但在总等电位的建筑物内, TN 系统可以不设置重复接地。

**15.9.19** 对于采用接地故障保护的低压配电系统,总等电位联结可以有效地解决人身触电安全、降低电气火灾发生几率。

## 16 通 信

### 16.1 一 般 规 定

16.1.1 通信各系统采用技术应尽可能符合技术成熟、可靠，且短时间内不会被淘汰；符合国际、国家以及行业标准。

16.1.2 随着北京市轨道交通的快速发展，形成了覆盖市郊的轨道交通线网。在轨道交通网形成后，各线路已不再是孤立的运营线路，为了轨道交通网络中各条线路能够有效地协调运作，北京市建立了北京市轨道交通指挥中心，在各线路控制中心系统的基础上建设指挥中心综合调度指挥系统，建立了北京市轨道交通清分中心，对各线路进行统一的清分清算，对各线路自动售检票系统进行统一的信息管理。因此，通信系统的建设，亦应适应线网的通信需求，除了满足各线路自身的通信需求，还应满足北京市轨道交通指挥中心自身的通信需求以及北京市轨道交通指挥中心、轨道交通清分中心与各线路之间的通信需求。

16.1.5 轨道交通越是在发生事故和灾害时越是需要迅速及时的通信联系，如果在常规通信系统之外再设置一套防灾救护通信系统，势必要增加很多投资，而且长期不使用的设备难以保持良好状态。所以，通信系统设计应在正常情况下为运营管理、指挥、监控提供迅速及时的联系，为乘客提供周到、方便的服务；在突发灾害或事故的情况下作为应急处理、抢险救灾的手段。

16.1.14 通信系统的传输系统、无线系统、调度电话等系统担负着很重要的通信功能，这些设备应根据不同设备的情况，考虑关键设备的冗余配置。

16.1.15 区间隧道内为确保车辆行驶的安全和设备设施的安全，设置了严格的设备限界和车辆限界，本条明确了在隧道内的通信设备设施必须满足的限界要求。

16.1.17 通信系统的设置地点较为复杂，很多设备安装在区间隧道和露天，对于这部分设备的设计要达到环境使用要求，应考虑防尘、防水的相关措施。

16.1.21 所有设置在轨道交通内的设备和线缆，虽然建设主体和建设方式可能有所不同，但应该满足本规范对轨道交通环境下线缆和设备的统一要求，以确保系统安全和轨道交通环境的安全。

### 16.2 传 输 系 统

16.2.3 从目前通信传输技术发展水平来看，光纤通信以其大容量、低成本、标准化及高可靠性等明显优势，成为通信传输的主要手段。因此，为满足地铁各种信息传输的要求，应建立以光纤通信为主的传输系统网络。传输设备制式呈多样化发展，基于 SDH 的多业务承载平台、IP 光传输都有所应用。因此，应根据地铁各种信息传输的要求，结合通信技术的发展，设置相应的传输系统网络。

16.2.5 由于轨道交通各系统的不断发展和功能的不断增加，传输系统的容量和接口板卡都有一定的预留，可为日后增加的应用提供传输条件，预留接口不只是设备板卡，也应将其相应板卡需如实配置并背板出线、配线至配线架。

16.2.8 鉴于轨道交通的各种行车安全信息及控制信息将通过传输系统来传送，为从根本上提高光缆的可靠性，防止由于一条光缆因故中断而造成信息传送大通道的完全中断，宜利用轨道交通自身建设的有利条件，利用不同路径分别敷设光缆，通过信息传送构成自愈保护环，以大幅度提高网络的安全性。

16.2.9 根据北京市轨道交通的线网规划，在小营设置多条线路的控制中心，为了资源共享和方便实施，各线路与控制中心的联络通道需进行统一规划和建设，其中包括光缆网的建设，北京市轨道交通指挥中



心光缆网的建设分阶段进行，独立实施，各线路的光缆工程在设计时要从光缆的容量、数量和径路方面满足北京市轨道交通指挥中心的统一规划要求，避免资源浪费，满足通信需求。

光缆作为通信网建设的物理层基础设施，具有一次建设、长期使用、不易扩容的特点。随着地铁各机电系统的技术发展和建设需要，对光纤的需求量增长速度很快。因此，地铁的光缆容量除了应满足现阶段的需求外，还应充分考虑容量的预留，以适应远期发展需要。

**16.2.10** 地铁隧道内的电缆光缆必须无卤、阻燃、低烟，是为了在火灾情况下，线缆能够尽量避免产生对人身有害的物质，并能有效地防止燃烧。地下隧道环境潮湿，电磁环境复杂，因此，线缆要求防腐蚀和具有抗电气化干扰的防护层。

**16.2.12~16.2.14** 光、电缆的敷设方式，是线路建设中的一主要技术要求，直接关系到系统安全、工程量和投资。本条文是参照原邮电部的规定并结合地铁特点制定的。

**16.2.15** 光纤本身不受外界强电磁场的影响，且光缆金属护套均为厚度小于 0.1mm 的钢外套，对电磁波的屏蔽作用很小。为保证金属加强及金属护套上的纵向感应电势不积累，故要求光缆接头两侧的金属护套和金属加强件应相互绝缘。为保证感应电流不进入车站影响设备及人身安全，当用光缆引入时，应做绝缘接头。

## 16.3 无线通信系统

**16.3.3** 北京轨道交通针对线网的需求，对无线通信系统做了统一规划，在规划中对无线集群交换机的设置原则和各线路的共享原则进行了规划，并提出阶段性建设指导意见，无线通信网络规划应在后续建设中，不断完善无线网络规划。各线路建设时，应参照该时期的无线通信网络规划要求进行系统设计，达到无线通信系统线网层资源共享的目的。

**16.3.10** 由于无线通信系统车载台安装在车辆上，环境较为复杂，因此，本条对其提出明确的设备要求和安装要求。

## 16.4 公务电话系统

**16.4.2** 由于北京市轨道交通指挥中心的统一建设，在北京市轨道交通指挥中心设置的公务交换设备可以集中解决各线路在控制中心所在地的大量用户接入，北京市轨道交通指挥中心的交换机亦作为统一各线路的统一中继设备。因此，各线路的公务电话系统的设计一般不在北京市轨道交通指挥中心所在地的控制中心再设置汇接交换设备，而是在车辆综合基地等用户较为集中的地点设置。并应考虑与北京市轨道交通指挥中心交换设备的中继连接，达到公务通信系统线网层通信和设备资源共享的目的。

## 16.5 专用电话系统

**16.5.5~16.5.7** 各个调度分机主要为调度员和值班员所使用，应根据使用人员所在地设置，一般来说，行车调度电话分机一般设置在各车站综合控制室、车辆综合基地信号楼、车辆综合基地运转室。

**16.5.13** 区间电话一般可以使用公务电话的号码，可以与公务电话网内用户进行通话。

## 16.6 视频监视系统

**16.6.8、16.6.9** 视频监视系统与公安视频通信系统存在大量相同的设备和相近的功能，因此，为了方便建设和运营管理，实现设备资源共享，在这两个系统的建设时，应尽量合并考虑，但合并建设的系统应同时满足运营视频监控和公安视频监控各自的需求。

## 16.7 广播系统

16.7.12、16.7.13 可根据其确定的车站、隧道的结构形式、建筑装饰材料等条件参照本条文进行广播网的方案设计。有条件时应进行现场声场试验。

现场扬声设备的选择应考虑建筑布局和装修条件。一般具有装修吊顶的处所宜设吸顶式扬声器；没有装修吊顶的处所，宜设壁挂或吊挂式音箱；室外露天处所宜设扬声式声柱或音箱。

广播系统的功放与负荷之间通过切换控制柜连接，负荷与功放不固定接续，根据实际工程情况，可按照每  $N$  台功放设置 1 台备用机（ $N$  小于等于 4）、自动切换方式设计。功放  $N$  备 1 是指在一台标准的 19 英寸机架上，设置  $N$  台主用功放、1 台备用功放及自动检测切换装置。自动检测切换装置实时监测机架上功放设备的工作状态，发现故障自动倒换主、备功放。

## 16.9 办公自动化系统

16.9.1~16.9.5 本章节对办公自动化系统的基本功能和设置进行规定，在此基础上，各线路办公自动化的建设时应尽量与北京地铁各运营单位或部门沟通需求，综合考虑建设规模。

## 16.10 通信电源系统及接地

16.10.2 近几年来，北京轨道交通建设中设置了综合电源系统，对通信、信号、综合监控、自动售检票等弱电系统的交流不间断电源进行统一整合，电源整合后，包括通信系统在内的各系统不再单独配置交流不间断电源设备，但仍要配置配电设备和高频开关电源设备。因此，无论是否进行电源整合，为实现减少维护人员和无人值守的目标，地铁通信电源设备必须具有集中监控管理功能。

16.10.3 由于通信系统担负着电力、信号、环控等重要信息的传输任务，并确保正常运营和防灾救援时的通信功能，因此，通信电源是各个通信系统能正常运行的重要保障。本条款明确指出通信设备的用电等级要求。

16.10.4 通信设备的数字化使传输、交换及其他通信设备的用电基本要求趋于同一化。-48V 作为直流基础电压符合国际、国内标准以及数字通信的实际情况，故明确规定“直流基础电压为-48V”。

16.10.8、16.10.9 分设接地和合设接地两种接地方式可因地制宜采用。按分设接地方式设置的接地体之间应保持一定距离，防止产生地线之间的串扰所造成的不安全因素。

## 16.11 集中告警系统

16.11.1~16.11.3 由于通信子系统较多，并都配置了网络管理系统，运营人员面对多台网管终端，不太方便对告警和设备状态改变的统一监视，因此，在有条件的情况下，可以利用集中告警系统帮助运营人员进行集中监视，提高维护效率。

## 16.13 公安通信系统

16.13.3~16.13.9 公安视频监视系统的建设目的是满足市公安部门对车站内的监控需求。随着公安反恐等要求的逐步提高，对公安视频监视的覆盖范围要求和系统功能需求也在不断扩展和提升，因此，在公安视频系统建设的时候，既要应根据市公安部门发布的相关标准或明确要求，也应结合轨道交通的实际情况进行设计。

## 16.14 政务通信系统

**16.14.1** 北京市政务通信系统是市政府相关职能部门调度联络的无线通信系统,是市政府各相关单位间无线通信的重要保障,目前也是北京市公安专用无线系统的重要组成部分。无线政务网还作为北京市轨道交通指挥中心的无线指挥系统和在灾害情况下对轨道交通进行指挥的应急系统。目前北京市政务通信网络由正通公司负责建设,轨道交通无线政务专网的建设采用在市无线政务网的基础上扩容,将政务网的地面功能延伸到地下区间和车站。

## 16.15 通信系统防雷要求

**16.15.7** 加装浪涌保护器可防止雷电感应过电压对广播设备的侵害。

**16.15.1~16.15.9** 轨道交通的通信系统防雷是非常重要的,防雷设计主要参照如下的技术标准及规范:

- (1)《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343—2004;
- (2)《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》YD 5098—2005。

通信系统防雷设计应参照规范,并针对各系统的具体情况进行防雷设计。

## 16.16 通信用房要求

**16.16.1~16.16.7** 通信机房的设置由通信设计单位向土建和装修专业提出用房工艺要求,在提出要求的时候,应特别注意工程中的一些实际问题,以确保本章中的要求得以保证,例如避免机房地面过低导致建设中进水,机房面积考虑远期预留,便于运营使用和后期设备改造的需要等。

## 17 信 号

### 17.1 一 般 规 定

17.1.3 信号系统中计算机联锁子系统和 ATP 子系统是涉及行车安全的关键子系统，在子系统发生故障时也必须保证运行安全，其设备及电路必须符合故障 - 安全的原则，其子系统的研发、选型应遵循经安全检测、认证并批准后方可采用的原则。

17.1.4 信号系统是与行车效率直接相关的系统，通常最大客运输送能力处于远期，但随着线网的形成，最大客流量也可能处于其他时期，需引起注意。此外，客流量大、突发客流强度大是其客运特点，根据不同运营阶段客流增长的需求，根据线路客流分布不均的特点，信号系统必然要适应大运量客流、高密度行车、不同列车编组以及行车交路变化的要求。

17.1.7 为满足列车运行安全和运行设备安全的需要，信号系统的车载设备遵循车辆限界，信号系统的地面设备遵循设备限界。

17.1.9 城市轨道交通具有列车运行速度相对较高、站间距短、线路坡度与曲线变化大的特点，造成列车起停频繁，致使司机劳动强度高而极易疲劳，易出现行车安全问题；城市轨道交通客流量大、乘客拥挤度变化大，行车规律易于破坏，致使调度操作频繁，而陷入单一事务，难于从事较高级的调度业务。同时，考虑到城市轨道交通列车的节能运转、规范运行秩序、实现运行调整、提高运行效率、减少司机和调度员的劳动强度等的实际需求，城市轨道交通正线信号 ATC 系统包括 ATS、ATP、ATO 及 CI 各子系统，解决了城市轨道交通列车运行中的实际问题，起到了提高行车效率、保证行车安全的作用。

17.1.10 地面系统主要包括车站设备和轨旁设备。

17.1.11 城市轨道交通具有客流量大、行车密度高的特点，而准移动闭塞式和移动闭塞式 ATC 系统，可实现较大的通过能力，对于客运量变化具有较强的适应性，可提高线路利用率，具有高效运行、节能等作用。并且控制模式与列车运行特性相近，能较好的适应不同列车的技术状态。其技术水平较高，具有较大的发展前景。虽然固定闭塞式 ATC 系统技术水平相对较低，但由于可满足 2min 通过能力的行车要求，且价格相对低廉，因此也可选用。

17.1.14 城市轨道交通信号系统必须采用连续式列车控制方式，是城市轨道交通高密度行车与安全运行的需求。信号系统正常运用模式应以系统规定的最高配置水平等级，即连续通信级。连续式列车控制方式属于实时控制系统，其可达行车间隔通常小于 110s，满足城市轨道交通的客运量需求。而非连续式系统，如点式列控系统，其可保证的行车间隔，多大于 180s。点式信息的获取方式与连续式信息获取方式相比具有很大不同，系统所需原始信息的自修正能力差异性很大。因此，大运量、高密度运行的城市轨道交通线路，均选用连续式列车控制系统。

17.1.15 第 1 款：自动驾驶模式和无人驾驶模式可提高列车行车效率，实现列车运行自动调整，维护列车运行秩序，减少司乘人员劳动强度和人员配备的数量。然而，由于无人驾驶涉及站线配置、车辆、行车组织、车辆段配置等多种因素，我国又无运用经验，故无人驾驶系统宜在探索经验后，可根据用户需要逐渐采用。

17.1.16 信号系统降级运用系指系统由自动控制降级为人工控制，由中心控制变为车站控制，由实现全部功能至仅完成部分功能等；对于 ATC 系统，可能存在系统设备故障导致较大运营混乱。在当前技术状态下，尤其是采用 CBTC 系统时，若系统无降级模式，将不利于系统故障时的安全行车和故障后运营的恢复，因此类似的系统可考虑多层次的系统后退运行方式。降级及其具体要求应根据用户需要，系统设

备的可靠性、可用性和安全性等因素确定。降级模式的行车效率较低,根据降级模式水平等级的不同,行车间隔一般可达 3min~6min。由于点式系统存在信息不连续的缺憾,不易实现列车连续实时控制,在行车组织与安全监督管理等方面更应予以强化。故障复原系指系统发生不同层次的故障,经修复后,系统能尽快恢复列车追踪及控制的能力,以提升系统全功能的利用率,并保证行车的安全。

17.1.17 第 3 款:列车通过能力应依据客流按最大行车能力设计;信号系统除具有保证行车安全的重要作用外,也是与行车组织最相关的专业之一,是对行车效率影响最重要的专业,其设计需满足运营要求。为增强信号系统对于客流变化的适应性、增加列车运行的调整能力,信号系统应按最大行车能力设计,并核算相关能力。考虑到系统的扩展能力及实时响应能力,系统管理列车的数量,应留有充分余地。能力核算应包括系统降级运行模式下的能力。

17.1.19 信号系统的配置水平既要考虑建设成本,又要考虑系统故障后的影响范围和降级运营组织的实施。

第 3 款:若 ATP 设备与联锁设备一体化设计,ATP 控制区域所辖车站数目应按照第 2 款联锁控制区域所辖车站数目的规定实施。

17.1.23 信号设备包括在高架线路上保证维护人员安全的防护设施,其设备、设施考虑与城市景观相协调。

## 17.2 列车自动监控子系统

17.2.1 第 3 款:ATS 工作站与联锁系统工作站的合设不应影响联锁系统的安全性。

17.2.3 第 1 款:随着计算机技术及控制技术的发展并考虑到不同城市轨道交通线路的同时建设或改造、扩建,ATS 系统可多运营线路共用,实现相关线路的统一指挥,并且也有利于实现资源共享。

第 5 款:ATS 系统的列车进路控制功能是 ATS 的主要功能。联锁表以进路为主体,表中列出与列车运行相关的全部进路及进路与进路、进路与道岔、信号机之间的关系。该表的生成应满足运营要求,也是联锁设备设计的重要依据。而运行时刻表和列车识别号是正确处理列车经路、实现正确列车进路控制的依据。

## 17.3 列车自动防护子系统

17.3.6 列车两端车载设备自成系统应做到一端的车载终端设备控制不依赖于另一端的终端设备。当列车首尾两端各设置一套三取二或二乘二取二结构的车载 ATP 计算机设备时,列车首尾两端车载设备可不作冗余设置。当列车首尾两端设置的车载 ATP 计算机设备不是三取二或二乘二取二结构时,首尾两端车载设备须满足完全冗余的要求。

17.3.8 第 1 款:城市轨道交通运行速度快、间隔短,为保证乘客的人身安全,防止列车超速等各种危及行车安全事件的产生,必须配置 ATP 系统,以实现城市轨道交通的安全、高效的目标。ATP 系统的安全完整性等级 SIL4 级按欧标定义取  $10^{-8}/h \sim 10^{-9}/h$ 。

第 2 款:闭塞分区的划分或列车运行的安全间隔,应通过列车运行模拟确定,并经列车实际运行校验。安全防护距离涉及信号系统控制方式及其技术指标及列车速度、车辆性能和线路状态等多种因素。其主要取值是在一定的速度条件下,设定的紧急制动距离和有保证的(最不利的条件下)紧急制动距离之差。在列车跟踪运行的情况下,采用基于轨道电路的安全防护距离应增加车尾后部车轴可能不被检出的附加距离。

17.3.10 第 1 款:ATP 系统的超速防护或 ATP 系统故障造成列车停车属安全行为。列车超速,车地连续通信中断、列车完整性电路断路、列车的非预期移动等故障是涉及行车安全的重要故障,通过强迫性制动实现停车,属行车过程的安全性措施,此项要求是为了保证乘客的人身安全,设计中必须严格执行。

第2款：城市轨道交通ATP系统是以设备为安全防护主体的控制系统，车载设备的车内信号是ATP车载设备的重要组成部分。ATP模式是司机操控下的运行安全防护模式，由于车内信号为司机提供准确无误，且符合故障导向安全的信息显示，而被定义为主体信号。

第3款：ATP执行的强迫停车控制，包括全常用制动或紧急制动控制等不同方式，但最终控制模式应为紧急制动控制。考虑到行车安全，要求停车过程不得中途缓解。并应在列车停车后，司机履行一定的操作手续，列车方能缓解。

第5款：本款适用于列车于站间或站内停车的各种防护状态。

## 17.4 列车自动运行子系统

17.4.7 第2款：在保证列车舒适度的要求，即列车纵向冲击率不大于 $0.75\text{m/s}^3$ 的前提下，列车在车站站台的停车精度为 $\pm 0.3\text{m}$ 时，列车停在该停车精度范围内的概率为99.99%。

第3款：ATO控制过程满足舒适度的要求主要是指牵引、惰行和制动控制，以及各种工况之间的转换控制过程的加、减速度的变化率。快捷性主要是指控制过程的时间宜短，以减少对站间运行时分的影响和提高运行质量。

## 17.5 计算机联锁子系统

17.5.1 为保证城市轨道交通的列车安全运行，计算机联锁子系统是最为基础、核心的设备，不可缺少，是涉及行车安全的系统设备，其产品应通过独立的安全认证机构的认证或认可，并经过安全检测、运用试验。

17.5.3 计算机联锁设备为信号系统核心安全设备之一，为保证计算机联锁设备安全性及可靠性，考虑到二乘二取二的冗余结构较三取二的冗余结构具有更高的可靠性，因此计算机联锁设备采取二乘二取二的冗余结构。

17.5.5 第4款：引导信号属于利用信号显示，导引列车向信号显示方向移动的一种类似于手信号的行车信号，用于维系列车运行。

第5款：通过联锁地面设备检测闭塞分区空闲，进路闭塞的范围为两架顺向信号机之间，在规定的驾驶模式下列车根据信号指示行车。

17.5.6 第2款：进路正常解锁方式包括分段解锁和一次性解锁，为缩短列车追踪间隔，城市轨道交通信号系统宜采用分段解锁方式；进路的解锁除正常解锁外，根据列车是否在进路的接近区段上，也可通过办理取消进路和延时解锁方式解锁进路。

第4款：站台紧急关闭按钮主要用于防止站内轨道及其上方出现影响行车安全或危及人员安全状况时，需要操作的应急按钮，以尽可能的阻止列车进站，防止危险事件发生，属安全概念与行为，其控制电路的设计必须遵循故障导向安全的原则。

第7款：联锁控制台上应设有意义明确的各种表示，用以监督线路及道岔区段占用、进路锁闭及开通、信号开放和挤岔等。

17.5.7 第1款：城市轨道交通设有ATP系统，自动闭塞的通过信号机已失去主体信号的作用，所以一般可不设通过信号机。当ATP车载设备故障时，为便于司机掌握列车运行位置，可结合系统特点设置必要的地点标志，根据需要也可设置通过信号机。

第3款：城市轨道交通属城市交通客运系统，采用右侧行车制，按传统需求信号机也设于行车方向的右侧。如因设备限界、其他建筑物或线路条件等影响信号机的装设时也可设于线路的其他方位。

## 17.6 车辆综合基地信号系统

17.6.2 第2款：停车场是部分或是全部纳入ATC控制范围，应根据停车场的规模和作业性质而定，停车场部分或全部纳入ATC控制范围，可提高列车于正线的运行能力。根据需要停车场也可仅纳入ATS系统的监控范围。

17.6.6 当进出库线的进路存在列车和调车两种进路方式时，停车场/车辆段内调车信号机采用矮柱蓝、白两灯位信号机构，当进出库线的进路存在调车一种进路方式时，停车场/车辆段调车信号机采用矮柱红、白两灯位信号机。

## 17.7 其 他

17.7.2 第1款：信号系统是保证行车安全，提升运营效率，与行车指挥关系密切的系统。信号设备的供电应持续、稳定、可靠。

17.7.7 第1款：基于电缆运用安全、人身安全及其可用性等要求，而规定的条款。

第3款：作为原则信号电线路应与电力线路分开敷设，但鉴于城市轨道交通的线路条件，信号电线路与电力线路无论是交叉敷设或是平行敷设，很难保证较大的间距，已为实践证明；由于信号系统技术水平、安全防护技术的不断提高和强化，抗干扰能力也有大幅提升，信号电线路与电力线路分开敷设的间距可参照本规范通信章节的规定执行。

17.7.8 第1款：信号设备室面积应留有适当余量，原则上机柜之间按照2m间距进行设计，以备设备增加、更新倒换；设备布置应尽量做到合理紧凑；集中站单独设置电池间，与信号设备室相邻。

17.7.9 第1款：信号设备原则上属非高频类设备，通常采用一点接地方式，设综合接地箱可保证多条接地线一点接地、接地线连接的强度及施工、维护的便利。

17.7.10 第1款：洞口车站洞口侧轨旁设备及与洞口车站洞口侧轨旁设备连接的室内信号设备应具有雷电防护措施。

17.7.11 第2款：无线通信设备的安装设计应与声屏障、供电、轨道等专业配合，利于相关专业设备的维修方便。

17.7.13 第4款：本条是从规范城市轨道交通信号系统发展出发，提出的原则性规定。涉及行车安全的系统设备，应通过独立的安全认证机构（如常设的安全认证机构或政府组织的、由有关专家组成的技术鉴定委员会）的认证或认可。

第5款：SIL4级： $10^{-9}/h \leq THR < 10^{-8}/h$ ，本规范信号系统安全失效率指标取 $10^{-9}/h$ 。

17.7.14 道岔在不同工况下，定位/反位的转换所需时间不同，若电动转辙机失去定/反位表示状态的允许时间小于13s，实际应用中将出现错误的“挤岔报警”现象，降低了系统的可用性。

## 18 车站运营设备

### 18.1 站 台 门

#### I 一般规定

18.1.2 关于名称的说明,目前国内在用的名称有“屏蔽门”和“安全门”,在现行行业标准《城市轨道交通站台屏蔽门》CJ/T 236—2006中统一采用“屏蔽门”,即分为“全高屏蔽门”和“半高屏蔽门”。但在实际应用中存在不同意见,有的观点认为“半高屏蔽门”的叫法不合适,从而出现了“安全门”。又有的观点认为此种站台边缘设置的安全防护措施并不能确保安全,叫“安全门”也不合适。所以目前两种名称并存,即“屏蔽门”和“安全门”,意见不统一,给实际工程使用带来不便。在本次规范编制过程中,经编制组讨论,认为作为站台边缘设置的防护措施,统一采用“站台门”较为合适,既可以概括“全高屏蔽门”又可包括“半高屏蔽门”。根据门体高度的不同分为“全高站台门”和“半高站台门”,根据上部密封程度的不同分为“全高封闭型站台门”和“全高非封闭型站台门”。

18.1.3 有的线路既有地下车站又有少量地上车站或反之。从安全、美观等多方面考虑,地下车站宜设置全高站台门,地上车站宜设置半高站台门。但是由于两种站台门结构型式的差异,在实际工程中需要进行两种门体的设计和生产,并制造两种样机,进行两种样机的相关测试,给实际工程的实施带来诸多不便,也增加了工程的投资和后期维护保养的工作量。在这些线路可以结合所设置地上或地下车站的具体特点,在不影响通风空调系统设置的条件下,考虑全线采用相同的站台门系统。

18.1.6 站台门门体结构设计时所应考虑荷载包括地下车站活塞风荷载(地上车站风荷载)、人群荷载(挤压荷载和冲击荷载)以及地震作用等,具体见18.2.3相关要求,门体结构应在上述各重荷载的最不利组合作用下变形后满足限界的要求。

站台门安装在站台边缘,是最靠近列车运行位置的设施和装置,其安装位置必须不能影响列车的运营,因而必须确保满足限界的要求,故将此条作为强制性条文。

18.1.8 限界设置已尽量缩小站台门与列车车体之间的间隙,以保证乘客安全,因此原则上站台门按照限界要求安装即可。根据各工程具体实施情况,必要时也可考虑采取安全防护措施,如在滑动门轨道侧安装防夹挡板,或在站台门与列车车体之间设置红外或激光探测装置。

18.1.14 传统站台门门体材质采用普通安全玻璃和钢材,门扇采用隐框结构,并设置有橡胶和毛刷,故原则上站台门不得作为防火分隔设施。根据某些特定工程的需要,如果确实需要站台门作为防火隔离设施,则门体相关部分包括玻璃、橡胶等必须进行相应调整,改为采用消防部门许可的结构型式和材质。

18.1.17 站台门系统的时钟信息原则通过站台门系统与综合监控系统的接口实现。根据工程具体情况,如与综合监控系统的接口不能提供时钟信息,则站台门系统还应增加与时钟系统的接口条件。

#### II 主要技术参数

18.1.26 测试条件可按以下进行:离开站台门门体1m,高度1.5m(半高站台门在距离地面0.5m)处,全封闭站台门、全高站台门门体顶箱/半高站台门固定侧盒盖板面板关闭情况下,在运行中测试的噪音目标值应 $\leq 70\text{dB(A)}$ 快速响应。

#### III 系统基本构成

18.1.29 第4款:从安全性和快速疏散角度考虑,应急门宜对应每辆车各设置一樘,以便在发生灾情或事故需要时,可以减少乘客在车内行走的距离,以使乘客能尽快通过应急门走出车厢。但是应急门的设



置位置又往往受到站台两端及楼扶梯区段疏散通道的影响。因此困难情况下可适当减少应急门的设置数量,但最少不得少于远期列车编组数的二分之一。

**18.1.31 第2款:**此条文对应整列站台门而不是每道滑动门的控制优先级。

**第4款:**当一座车站设置多侧站台多个站台门设备室(如4侧站台,2个站台门设备室)时,站台门监视系统宜以站台门设备室为单位独立设置,并与综合监控系统进行接口。

**18.1.32 第7款:**此处用“宜”主要是考虑不同轨道交通制式的情况。有的轨道交通系统,如APM胶轮系统,其站台门门体与列车车厢无等电位连接需求,即不需要与钢轨采用等电位连接。但是对于目前北京轨道交通常规采用的钢轨作为供电回流轨的轨道交通系统,其站台门门体与列车车厢应保持等电位。

## 18.2 自动扶梯和自动人行道

### I 一般规定

**18.2.1** 在现行国家标准《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899—2011中规定了公共交通型自动扶梯(自动人行道)的定义:“a)是公共交通系统包括出口、入口处的组成部分,b)高强度地使用,每周运行不应少于140h,且在任何3h的间隔内,其荷载达100%制动载荷的持续时间不少于0.5h”。城市轨道交通属于公共交通系统,应采用公共交通型自动扶梯(自动人行道)。根据城市轨道交通客流特点,车站自动扶梯和自动人行道设备基本处于持续重载的工况下,为确保自动扶梯和自动人行道设备在如此高强度的工况下的运行安全,在国家标准的基础上结合北京市地方标准《重型自动扶梯、自动人行道技术要求》DB/11T 705—2010相关规定,对设备的荷载条件提出更高的要求。

**18.2.2** 根据轨道交通车站实际运营情况,无法确保自动扶梯停止时(特别是紧急情况下)乘客不从停止的扶梯上通过,同时根据北京市地方标准《重型自动扶梯、自动人行道技术要求》DB/11T 705—2010相关规定,对于自动扶梯设备应具备在停止时可作为固定楼梯使用的能力。

**18.2.4** 由于北京地区冬季平均气温在零度以下,为确保设备正常运行和乘客乘梯安全,建议在设备机仓、控制柜、梳齿板等处配置加热装置;对于完全暴露在露天环境下的设备,建议配置梯路和扶手带加热装置。

**18.2.5** 对于自动扶梯和自动人行道的视频监视,除要求监视设备的整个梯路范围外,还应将设备端部急停按钮、钥匙开关等纳入监视范围。

### III 主要部件要求

**18.2.15** 由于大提升高度的自动扶梯,其梯级链和梯级滚轮需承受更大的荷载,为确保设备和乘客安全,减轻设备维保压力,当自动扶梯提升高度大于13m应采用梯级滚轮外置方式。

**18.2.16** 由于自动扶梯在停止时需作为固定楼梯使用,为避免自动扶梯停止时发生梯级逆转或倒溜情况,要求其配置的附加制动器在安全回路断开、急停按钮动作、钥匙开关停梯后必需动作。

**18.2.18** 商用梯采用的扶手带驱动方式,由于其驱动装置安装在梯路以下扶梯桁架外侧,后期维护难度较大,同时其驱动力也较小。考虑到设备的维护方便以及扶手带驱动力要求,建议扶手带采用上端部驱动方式,并采用与该驱动方式配套的“V”形扶手带。

### IV 其他要求

**18.2.24** 由于自动扶梯和自动人行道与BAS间的信息传输量不大,因此采用硬线接口方式更可靠。对于实际工程有需要的,也可采用通讯接口方式,但涉及到设备的消防控制等接口必需采用硬线方式。

**18.2.25** 在车站设备用房面积紧张时,可考虑与其他机电系统的维修工区用房合并设置。

## 19 机电设备监控与火灾自动报警

### 19.1 综合监控系统

#### I 一般规定

19.1.2 综合监控系统应实现行车和行车指挥、机电设备监控、供电系统设备监控、乘客服务、系统维修和管理等功能、为以上各岗位服务；系统功能应与城市轨道交通现代运营管理模式相适应，主要应满足列车有效运行、设备良好运转、对乘客周到服务等运营监控管理整体功能的需求。

19.1.4 综合监控系统集成的电力监控系统和环境与设备监控系统是综合监控系统的主体。火灾自动报警系统是否集成到综合监控系统主要与北京消防管理部门协调沟通确定。将列车自动监控系统集成到综合监控系统是技术发展的趋势，但应视工程的客观条件是否成熟决定集成。

19.1.5 综合监控系统与北京轨道交通指挥中心的系统接口，应按照北京轨道交通指挥中心相关规定，设计与北京轨道交通指挥中心的系统接口。可上传线路供电系统、环境与设备监控系统、火灾自动报警系统等监控的相关系统信息。

#### II 系统构成

19.1.9 综合监控系统中的培训管理系统、设备维护管理系统是宜选系统，线路成网后可综合考虑设置整个线网的培训管理系统、设备维护管理系统，使资源的利用更趋向合理，以减少系统的投资。

#### X 系统性能

19.1.57 对于集成、互联系统，本条所规定时间是指 FEP 从与相关系统的接口接收到数据开始，到显示操作站屏幕更新为止的时间。

19.1.58 本条所规定的时间是从操作员发出控制和指令操作传送到 FEP、进行处理和激活控制点或信息的时间。

19.1.59 系统切换时间应从软件或硬件被检测出故障开始算起，到综合监控系统完全可用为止。

### 19.2 环境与设备监控系统

#### I 一般规定

19.2.2 对于轨道交通环境与设备监控系统，应采用集散型监控系统，与过去传统的计算机控制方式相比较，它的控制功能尽可能分散，管理功能相对集中，提高了控制系统的可靠性，结构灵活、组态方便、布局合理，降低系统成本。

19.2.3 针对轨道交通的特点，为确保车站、区间、车辆综合基地等场所安全运行，应设置环境与设备监控系统，地上车站、车辆综合基地被控设施较少，宜结合设备的设置情况考虑设置环境与设备监控系统。对车站、区间等机电设备进行实时监控，为应急工况等提供模式控制；为保证机电设备正常、节能运行提供必要监控条件。

19.2.6 轨道交通车站空调通风兼备火灾排烟功能的风机设备，模式控制应由环境与设备监控系统执行，以保证同一被控设备控制指令的唯一性，避免火灾紧急情况控制方式的转换；对于专用排烟风机设备由火灾自动报警系统直接控制。

## 19.3 火灾自动报警系统

### I 一般规定

19.3.2 按照重要性、火灾危险性、疏散和扑救难度等方面进行综合比较,将地下车站和地下区间、控制中心划为一级保护对象,同时本条文参照《火灾自动报警系统设计规范》将设有集中空调系统或每层封闭的建筑面积超过 2000m<sup>2</sup>,但不超过 3000m<sup>2</sup>的地上车站,保护等级为二级,超过 3000m<sup>2</sup>的保护等级为一级。停车场和车辆段为地面建筑,保护等级应参照现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》设计。

19.3.3 轨道交通是一个机电设备繁杂的建筑,同时轨道交通又是人员密集,火灾时扑救难度大,而轨道交通各系统都与轨道交通时钟校时。为了便于防灾事件的可追溯性,火灾自动报警系统设置与轨道交通时钟接口。

19.3.4 随着北京轨道交通的建设发展,线路的增加,换乘站数量越来越多。为了方便管理并及时有效的救援,换乘站的系统宜按共享原则设置,但对于通道换乘的车站,火灾自动报警系统可独立设置,但需互通信息。

### II 系统构成

19.3.7 考虑到北京轨道交通线路比较长,轨道交通车站分布比较分散,为了便于防灾管理和运营维护、以及与外部接口方便,全线宜设置中心-车站两级管理的系统形式。

19.3.8 轨道交通由于控制系统较多,大多都通过通信传输系统实现全线的信息传输,为了考虑资源的合理利用,火灾自动报警系统可通过通信传输系统实现火灾自动报警系统信息至中心传输,也可通过通信光纤独立组网。

### III 系统功能

19.3.9 考虑到北京轨道交通线路较多,换乘站也比较多,为了实现资源共享和火灾信息及时获知,避免更大的灾害,线路间可接受换乘站的火灾信息。同时车辆段或停车场作为站级火灾自动报警系统宜纳入全线系统统一管理。

19.3.10 采用换乘通道换乘的车站间的换乘通道防火设施应考虑由换乘通道实施车站纳入其火灾自动报警系统进行监控,同时对换乘通道的防火设施状态信息与换乘通道相关的车站应实现共享。此外随着轨道交通的发展,与轨道交通结合的建筑越来越多,而轨道交通人员密集,疏散较难,因此,要及早了解相关结合建筑物的火情,做到及时发现,尽快处理,减小对轨道交通的影响。火灾设备信息应与火灾信息区别显示,以便及时处理。

### IV 消防联动控制

19.3.15 轨道交通中防排烟和正常通风兼用设备较多,由环境与设备监控系统来联动完全能满足火灾自动报警系统的联动要求,为了避免重复控制,减少投资造价,可由环境与设备监控系统联动执行,但执行联动的环境与设备监控系统设备应符合《火灾自动报警系统设计规范》的相关规定。

另外,轨道交通若设置综合监控系统,环境与设备监控系统可集成于综合监控系统,也可由综合监控系统接受指令。

19.3.16 轨道交通防排烟模式复杂,除直接控制风机,相关的风阀需配合风机连锁,为了方便紧急情况下快速响应,要求设置手动模式控制。

19.3.19 轨道交通中自动扶梯分为两类:疏散用自动扶梯和非疏散用自动扶梯,对于疏散用自动扶梯,在火灾时需向疏散方向运行,非疏散用自动扶梯在火灾时要切断其电源,为了保证乘客的乘梯安全,以免引起不必要的惊慌和事故,规定对于非疏散用自动扶梯不应在运行状态下自动切断自动扶梯的电源;

需在自动扶梯停止后切除电源，而对于疏散用自动扶梯在火灾时不应自动控制自动扶梯的反向运行。

#### V 火灾探测器与报警装置的设置

**19.3.33** 为避免引起乘客的慌乱，保证乘客在灾情下有序疏散，公共区域不宜设置警报音响，但需设置消防广播。消防广播可与行车广播合用，火灾时强切。

## 20 乘客信息

### 20.1 一般规定

20.1.1 乘客信息系统作为轨道交通运营的一个辅助系统，各轨道交通可结合经济情况设置性价比高的乘客信息系统。

20.1.2 乘客信息系统关键设备选择宜电信级设备，保证其设备的可靠性，系统在对外接口时宜配置网络安全设备，保证系统不受干扰，同时乘客信息系统软件应能具备信息过滤的安全性（如非法字段的限制等功能），同时系统应从使用权限上加以对使用用户的限制。

20.1.4 乘客信息系统终端显示设备考虑系统设备发展情况，可选择技术先进、运行可靠、安全性高的设备，对于地上车站的设备要考虑高温散热、低温启动的相关技术措施。

20.1.5 为了保证乘客使用方便，可考虑轨道交通车站的其他区域设备乘客信息系统终端显示设备，但均能纳入系统进行相关控制。

20.1.7 乘客信息系统与北京轨道交通指挥中心系统接口，应按照北京轨道交通指挥中心相关规定，设计与北京轨道交通指挥中心的系统接口。可接收北京轨道交通指挥中心信息，在指定的时间、地点、显示区域将北京轨道交通指挥中心信息发布到乘客信息系统显示终端。

### 20.2 系统构成

20.2.1 乘客信息系统中的广告管理子系统是可选的系统，广告管理子系统可根据轨道交通的实际需求与广告媒体公司共同建设，在保证运营使用信息的前提下，增加广告管理子系统，为轨道交通乘客提供相关的出行咨询与相关的信息。

20.2.3 乘客信息系统站台层设置的设备应考虑乘客的视线要求，根据站台层有效站台的长度适当增加终端设备的数量。同时地上车站要考虑减少太阳光直射至终端显示设备的角度问题。

20.2.5 乘客信息系统要根据实际运营的需求及广告管理子系统的播出方式，计算出乘客信息系统的带宽需求，合理选用乘客信息系统的组网方案。

### 20.3 系统功能

20.3.2 乘客信息系统应能具备处理多种类型媒体处理格式文件，做到媒体文件模式的兼容性，满足系统运营商的不同需求。

## 21 自动售检票与门禁

### 21.1 自动售检票系统

#### I 一般规定

21.1.3 随着北京市轨道交通自动售检票系统的联网运营以及线路中心系统采用共享的方式进行建设，要求线路自动售检票（AFC）系统必须按照统一的业务规则、业务流程和系统各业务层之间的接口进行建设，否则不能接入自动售检票系统清分中心系统（ACC）和多线路共用线路中心系统（MLC）。

21.1.4 采用多线路共享的方式设置线路中心系统是为了方便运营管理和节约资源，但如果线路运营单位与共享线路中心的运营单位不是一家，则线路可根据需要自建线路中心系统。

21.1.5 同站厅、同站台换乘站结合较为紧密，换乘距离较短，管理界面不易明确划分，为便于车站的统一管理和信息的统计，宜采用共享的方式设置车站计算机系统，车站终端设备亦需根据车站布局和客流组织进行统一布置。

21.1.9 在车站出现紧急情况时，自动检票机均应开放阻挡装置，使乘客可自由通行。此种情况的控制，由车站综合控制室的紧急按钮实现。同时考虑到火灾疏散的及时性，需与火灾自动报警系统实现联动，联动采取硬线连接方式，FAS 向 AFC 发送经人工确认的联动信号。因本条款涉及安全，所以作为强制性条款。

21.1.11 统一乘客服务界面是为了缩短新线开通时乘客熟悉设备使用的时间，进而体现城市轨道交通的服务水平。统一工作界面是为了缩短运营人员熟悉设备使用的时间，为减少培训成本、实现运营单位人力资源共享创造条件。

21.1.14 结合环境条件和目前设备的运行情况，应采取相关措施，避免设置于地上车站的售检票终端设备受到温度、直射的阳光和粉尘的影响，以提高设备运行的可靠性。这些措施包括设置加热装置、提高设备耐高低温等级、提高设备 IP 防护等级和与相关专业协调避免阳光直射设备。

#### II 票务管理

21.1.22 单程类车票指单程票、往返票等乘客购买并由出站检票机回收的不可充值的车票。

#### III 系统构成

21.1.26 为便于车票管理及多线路资源整合，线路票务管理分中心宜设置在换乘站。

#### IV 系统及设备主要功能

21.1.41 第 3 款：在车站出现紧急情况时，自动检票机均应开放阻挡装置，使乘客可自由通行，以提高疏散能力。当设备失电时，为保证乘客进出车站，自动检票机同样应开放阻挡装置。因本条款涉及安全，所以作为强制性条款。

#### X 车站售检票终端设备

21.1.64 第 6 款：设备包括 2 台自动售票机，2 台半自动售票机，4 通道自动检票机（为 1 通道进站、1 通道出站、1 通道普通双向和 1 通道宽双向，且 2 个通道为一组，由 3 台单机组成）。

#### XI 线路设备用房

21.1.69 AFC 设备与通信设备一般由一家单位维护，因此可与通信专业的用房统一设置。

21.1.70 由于 AFC 的大多数设备均设置于站厅公共区，因此 AFC 设备室和 AFC 配线间应靠近公共区设置，这样可以减少管线用量。AFC 配线间是设置在非车站综合控制室端，与 AFC 设备室不在车站同一端，是为了方便非车站综合控制室端的设备布置和减少管线用量。AFC 票务室与车站综合控制室相邻近，并位于同一走廊的要求是为了方便运营人员的日常工作。

21.1.71 由于北京轨道交通采用集中设置控制中心的方式，因此为了方便线路内车票的调配和降低物流成本，应在车站设置车票分拣室。

## 21.2 门禁系统

### I 一般规定

21.2.5 火灾时，可手动开门，保证火灾情况下，人员疏散顺利。

21.2.6 考虑北京轨道交通的环境及机电设备电磁辐射问题，门禁系统设备宜按工业级标准进行设计。

### III 系统功能

21.2.15 轨道交通地下空间狭小，人员密集，一旦发生火灾，极易发生严重后果，而电子锁具有断电释放的功能，使人员疏散顺利。

## 22 车辆综合基地

### 22.1 一般规定

22.1.1 本条规定了车辆综合基地的设计范围，明确了“车辆综合基地”的定义。

车辆综合基地是保证城市轨道交通正常运营的后勤基地，包括车辆段、综合维修、物资总库和培训中心以及必要的生活设施等，为满足城市轨道交通运营的需要，确保行车安全，轨道交通应设车辆综合基地。

22.1.2 本条结合北京城市轨道交通步入网络化运营的特点做出相关规定，目的是在线网研究的基础上充分考虑资源共享，避免功能过剩或不足，力求布局和设施的合理配置，避免重复建设造成浪费。

22.1.3 车辆综合基地属大型建设工程，投资较大，且轨道交通工程的设计年限较长，因此某些设施和设备在今后扩建不影响正常生产和周围环境的情况下，应分期实施，以避免搁置多年不用而造成浪费。同时由于车辆综合基地近、远期工艺联系密切，故基地用地应按远期最大运营规模将其股道和主要房屋进行一次规划和布置，确保用地使用条件。

根据北京轨道交通客流量需要，本条规定了初期配属车辆数标准，以满足运营要求。远期随着车辆运用、检修经验的丰富，车辆检修、备用指标适当调减。

### 22.2 车辆综合基地分类及功能

22.2.2 根据北京城市轨道交通车辆检修采用厂、段修分修制的检修模式，本条规定了车辆综合基地按停车场、车辆段、车辆厂三类进行功能定位和任务划分。

22.2.3 根据北京城市轨道交通车辆的定检标准，本条规定了车辆段作为车辆检修的基本单位，每条线路均应设置，按承担的任务范围具体划分为架修车辆段和检修车辆段。架修车辆段承担车辆的架修及其以下各修程的检修任务以及配属车辆的停放、运用、整备和日常检查任务；检修车辆段承担车辆的月检及临修检修任务以及配属车辆的停放、运用、整备和日常检查任务。停车场可根据实际运营需要增设。

22.2.4 根据北京城市轨道交通线路分期建设和分段运营的特点，结合停车场规模和运营要求，本条规定了停车场可增加月检或临修及综合维修等作业内容，并增设相应配套设施。

22.2.5 根据北京城市轨道交通网络化运营的特点，结合已建设车辆段和线网规划车辆段的功能定位，从节约占地，提高设备使用率，降低工程投资的角度出发，本条规定了架修车辆段应按资源共享合理布设，检修车辆段应每条线设置，并具备月检和临修等功能。

22.2.6 根据北京城市轨道交通车辆检修采用厂、段修分修制的检修模式，车辆厂独立设置。本条规定了车辆厂的基本功能和设施要求，重点强调其选址应具备各线车辆方便送修的联络条件。

### 22.3 车辆定检标准及设施规模

22.3.4 车辆检修修程和检修周期的确定，主要取决于车辆的结构性能和质量、运行线路的技术条件、车辆的使用环境条件、检修人员的技术素质和经验等。条文结合北京城市轨道交通的运营经验，根据实际情况进行分析、比较，确定了车辆检修周期的各项指标，供工程设计参考使用。



## 22.4 车辆综合基地选址及总图设计

22.4.3 车辆综合基地属于工业企业单位，其总平面设计应执行现行国家标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的有关规定。根据轨道交通系统中车辆综合基地生产工艺的要求，本规范 22.4.3~22.4.8 条文分别对总平面设计、房屋和设备的布置做了原则性的规定。

22.4.3 的第 1 条款引自国家标准《地铁设计规范》GB 50157。

## 22.6 车辆检修设施

22.6.14 车辆综合基地各车库有关部位最小尺寸（表 22.6.14）是根据现有轨道交通车辆检修、整备作业所需的最小尺寸确定的，设计时不宜小于表中尺寸要求。如由于车辆构造或作业方式有较大变化时，可根据实际需要适当调整。

## 22.7 车辆综合基地站场线路

22.7.7 试车线为经定期检修后的列车和新购列车验收时进行全面动态性能检测而设置，其长度主要与列车的性能，包括运行速度、制动性能和参数以及试车综合作业要求有关，各参数应以车辆厂商提供的数据为依据。条件具备情况下，试车线长度应满足列车高速运行性能试验要求；在困难条件下，因段址用地长度不足，试车线长度可按中速运行试验要求设置。

## 23 控制中心

### 23.1 一般规定

23.1.1 城市轨道交通普遍采用了现代化和自动化技术，各专业系统通过设置中央监控级实现其在运营过程中的监视、控制、操作和管理，各系统运营的安全性、可靠性越来越受到重视，为了确保轨道交通运营安全、可靠和高效的运行，方便各系统操作人员对轨道交通运营过程实施全面的集中监控和管理，必须建立一个具有适当环境、条件及规模的运营调度、指挥和控制的运营控制中心（OCC），简称控制中心。

23.1.11 北京轨道交通指挥运营控制体系已基本建立，在轨道交通线网层面建设有指挥中心，线路层面建设有控制中心；各线路应接受其控制中心的运营监管外，也应根据相关规定接受指挥中心的指挥、协调和管理，保证轨道交通线网运营的协调、顺畅和高效。

23.1.12 为统一协调轨道交通线网的运营管理，在紧急情况下的应急指挥和轨道交通线网的数据统计和分析，指挥中心需要采集各线路的相关数据，为此市相关部门编制了有关技术规定，各线路控制中心应根据规定在本线路各系统设计时与指挥中心进行沟通，为指挥中心提供所需要的线路信息、数据。

### 23.2 控制中心设置

23.2.2 控制中心是轨道交通运营管理的重要机构之一，同时又是各职能部门分工明确地设施组合建筑，应具有高度的安全性和可靠性。考虑到控制中心的整体安全，其他部门及设施不得影响控制中心日常的运营管理工作；因此本条款明确与控制中心运营、管理和安全无关的系统、设备不应纳入控制中心设施范围内或设施用房内。

23.2.4 北京轨道交通控制中心采用全集中模式，所有控制中心统一设置在轨道交通指挥中心内。为实现资源共享、减少各线路接入其控制中心的复杂程度、减少线缆数量，指挥中心进行了接入指挥中心的骨干光缆环网的统一规划并予以了实施，各线路系统接入其控制中心时应遵循骨干光缆网的统一规划。同时，为保障各线路的接入安全，应根据骨干光缆环网的规划选择单点故障能够形成自愈的方式接入。

### 23.5 建筑与结构

23.5.1 控制中心因其功能上的要求，在建筑用房、层高、线缆布线及安全管理上有一些特出要求。目前，轨道交通控制中心的设计在建筑上尚无相关的设计规范和标准，由于控制中心主要由电子信息设备及相关附属设施构成，因此本规范提出宜按现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 进行设计，除此之外，建筑的防火、节能、环保等重要方面还应符合国家规范和地方标准的有关规定。

### 23.6 附属设施

23.6.1 因北京轨道交通各线路控制中心集中设置，从安全保障和管理的角度出发，各线路的机房设施应按照现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 中所规定的 B 级要求设计。

## 24 防 灾

### 24.1 一 般 规 定

24.1.1 地震、冰雪、风灾和雷击是自然界不可抗拒的灾害，在同一时间的一条线路上，各车站、区间以及车辆综合基地等处均存在同时发生灾害的可能。对于火灾，本规范所述的保护方法前提是“单一火源”，其假设是参考美国 NFPA130《固定式导轨传输和客运铁路系统标准》中“单一火源假设”的规定。即一条线路仅考虑同一时间内在某处发生一次火灾。也就是说，某区间火灾时，假设相邻车站和区间在同一时间不会发生火灾；站台公共区发生火灾时，假设站厅公共区不会同时发生火灾；车站公共区火灾时，假设设备管理区不会同时发生火灾；相反，设备管理区发生火灾时，假设公共区也不会同时发生火灾。换乘车站及相邻区间也只按同一时间发生一次火灾考虑。但“单一火源”的假设不适用车站内的商业开发和与车站相连的商业开发，因为两者分属完全独立的消防系统，因此不能与车站按同一时间发生一次火灾考虑。

24.1.8 地下车站发生火灾时，会产生大量的烟气，空间能见度差，烟气产生的热作用高，扑救难度极大。特种消防车是一种履带式消防车，可从出入口进入车站灭火，目前北京市消防部门配置的特种履带式消防车尺寸为  $2.30 \times 1.35 \times 2.00\text{m}$ （长×宽×高），自重为 1.90T。因此，车站出入口和站厅至站台的楼梯形式和净宽、结构承载力，以及分隔付费区与非付费区栅栏上的栅栏门净宽，应满足特种履带式消防车进入站内扑救的要求。

### 24.2 建 筑 防 火

#### I 总平面布局和平面布置

24.2.3 本条对地上车站、车辆综合基地、主变电所和控制中心等建筑物的消防车道设置做了明确规定：

第 1 款：地上车站长度与车型和编组长度有关，8 节 B 型车和 7 节 A 型车的车站长度均超过 150m，由于轨道交通车站的特殊性，很难满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中关于消防车道穿越车站的设置要求，考虑到地上车站为多层建筑，高度较小、建筑进深不大，车站沿道路一侧用地内设站时，消防扑救难度相对较小，因此本规范对列车编组长度超过 150m、设于道路红线外的地上车站，只要求设置环形消防车道满足消防扑救要求。对于设置环形车道确有困难的车站，可沿车站的两个长边方向设置消防车道。

第 2 款：高架区间线路两侧无道路时，消防救援难度较大，本条是参考了美国 NFPA130《固定式导轨传输和客运铁路系统标准》中长大区间每隔 762m（2500 英尺）需设置穿越区间道路的规定，并对穿越长度做了适当调整。

第 3 款：车辆综合基地内的车辆运用、检修、综合维修等厂（库）房，一般长度和深度均大于 150m，以往设计通常套用《建筑设计防火规范》GB 50016 民用建筑部分的规定，要求在厂房内两列列车之间的通道处设置穿越车库的消防车道，由于上述厂房的火灾危险性分类为丁、戊类，火灾危险性很低，要求设置横穿建筑的消防车道势必会增加建筑长度和规模。为了便于消防扑救，本规范要求上述厂房设置围绕车库建筑物的环形消防车道，与现行国家规范《建筑设计防火规范》GB 50016 关于工厂、仓库区设置消防车道的有关规定取得一致。

第 4 款：车辆综合基地内的线路咽喉区和出入线，列车进出频繁，消防车道与其平面相交干扰极大，

因此要求消防车道尽量避开出入段线和咽喉区。对于受调件限制必须平交的消防车道，要求增设备用车道，并对两个车道的间距做了规定。

**24.2.6** 地下车站配线上层空间可用于商业开发，但歌舞厅、录像厅、放映厅、游艺厅、卡拉 OK 厅、快餐厅、网吧等场所人员密集，其火灾危险性大，消防扑救困难，一旦发生火灾，会危及人员生命安全，并影响车站运营。为了避免火灾对车站运营造成影响，本规范规定了在地下车站配线上层空间内严禁设置火灾危险性大的歌舞娱乐放映游艺场所。

**24.2.8** 控制中心是北京线网的行车、电力、环控、维修调度和防灾调度以及票务、电能质量、乘客动态、信息管理中心，其重要性是不言而喻的。因此，必须具有高度的安全性，保证相关用房和管理上的独立性，规定控制中心建筑宜独立修建，并应避开易燃、易爆场所，与运营、管理和安全无关的系统和部门不得纳入控制中心。控制中心建筑与其他建筑合建时，规定出入口不得合用，两者应各自设置独立的进出口；各层平面应划分独立的防火分区，防火墙上不得开设门窗洞口，其目的是为了控制中心的安全。控制中心和轨道交通办公楼合建，如两者确需局部水平或垂直连接时，不应在防火墙上直接开设防火门连通，而应采取防火间隔、避难走道或防烟楼梯间等措施满足消防要求。

## II 耐火等级

**24.2.10、24.2.11** 这两条规定了车站及其附属结构、控制中心、主变电所建（构）筑物以及车辆综合基地等建筑的耐火等级分级要求。地下车站和区间以及地下停车库、列检库、月检库、洗车库和辅助用房等厂房是封闭空间，火灾危险性大，一旦火灾发生，扑救难度大、火灾延续时间长，且修复地下结构难度极大，因此规定地下结构的耐火等级为一级。控制中心、地下主变电所建（构）筑物耐火等级定为一主要是考虑其重要性，而车辆综合基地内的易燃品库、油漆库的火灾危险性大，因此也定位一级。与上部物业开发结合的厂（库）房由于厂房结构支撑着上盖开发结构或上部开发结构立柱设在厂房内，厂房发生火灾时，会直接影响上部结构，因此将此类厂房耐火等级定为一。

地上车站和区间，地下车站的出入口地面亭、风亭等地面建（构）筑物，以及车辆综合基地内的地上厂（库）房等生产性建筑和办公楼、培训中心、公寓、食堂等公共建筑，属地上建筑，火灾扑救较地下建筑难度小、且易修复，因此将其耐火等级定为二级。

**24.2.13** 站台设于站厅上部的地上车站，屋面可起到防雨雪和隔绝太阳辐射热作用。由于车站跨度较大，设计往往采用钢屋架和轻质屋面板材。考虑到地上车站的站台采用天然采光和自然通风，屋面较高、空间通透，火灾危险性较小，车站造型和构造均需要采用轻质屋面材料，因此对使用轻质复合屋面板的表面材料和内部填充材料的燃烧性能做了规定。

**24.2.18** 车辆综合基地厂房上盖开发时，业主为了达到开发利益的最大化，往往在厂房上盖周边布置高层建筑和商业用房，厂房上盖布置多层建筑，厂房的承重梁、柱和分隔楼板是上部开发建筑结构的支撑体。由于厂房被开发建筑包围，天然采光和自然通风条件极差，需在顶板开设采光、通风井，因此两者关系密切。如：郭公庄车辆综合基地周边有一半空间被商业建筑和高层建筑包围，厂房视同于半地下，天然采光和自然通风条件很差；北京复八线车辆综合基地上盖开发的多层建筑采用隔振垫，建筑直接设在厂房结构的顶板上；五路车辆综合基地将部分厂房设在地下，其结构也是上部开发建筑结构的承重部分。

车辆综合基地的厂房上部进行物业开发时，要求其结构柱、屋顶承重构件及分隔楼板的耐火极限在现行国家标准一级耐火等级的基础上提高 0.5h，是考虑两者体量大、火灾扑救难度较大、火灾延续时间长，且修复结构有一定难度，会直接影响厂房的工作和线路运营。由于截面尺寸 370mm×370mm 的现浇钢筋混凝土柱，耐火极限可以达到 5.00h；楼板和屋顶承重构件采用板厚 120mm、保护层厚度 10mm 的现浇整体式梁板时，其耐火极限能达到 2.50h。因此，能够满足本规范规定的耐火极限要求，这对提高车辆综合基地厂房的防火安全是必要的。

### III 防火分区、防火分隔及防烟分区

**24.2.21** 本条对地下、地上车站设备管理区的防火分区面积做了明确规定。

第1款：车站设备管理用房区是设备集中的区域，区域内有火灾时需运作的设备用房，因此应和公共区划分成不同的防火分区。其防火分区可以将不同楼层的设备用房划分为一个防火分区，但总面积不得超过本规范规定的限值，规范中指的地下车站建筑面积为扣除主体结构外墙厚度后的面积。

第2款：地上车站设备管理用房防火分区面积为围护结构外墙包围的面积，指标取值和现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016一致。

第3款：消防泵房、污水和废水泵房、厕所、盥洗、茶水等房间可燃物甚少，不易产生火灾危险，在划分防火分区时，可将此类房间面积扣除，不计入防火分区面积之内。

第4款：地下车站位于车站主体结构内的风道，其楼板上设有风阀等孔洞与站台轨道区联通，因此，此部分需与设备用房用防火墙进行防火分隔。

**24.2.22** 第1款：设于地上的单线车站或同站台换乘车站，当站台设于站厅上部时，站台和站厅的上下楼扶梯连通，且为敞开楼扶梯，故防火分区面积应按上下层连通的面积叠加计算，并应划分为一个防火分区。对于站台设在站厅下面的地上车站，只要在站台层敞开楼扶梯四周的开口部位进行防火分隔，站台、站厅可分隔成不同的防火分区。站台层是指站台公共区和轨道区。

地上车站的站台层空间大，轨道区两端与室外贯通，站厅公共区和站台层外墙（屋顶）可开设较多面积的自然排烟口，火灾发生时能较快地将烟气排到室外，且公共区装修材料为不燃和耐燃材料，火灾危险性小。站厅公共区出入口及站台端门可直通室外，有利人员疏散。因此根据地上车站特点，采取相应的安全措施后，将站厅公共区或站台层的防火分区最大允许建筑面积做了适当调整。

**24.2.26** 随着北京市轨道交通建设的高速发展，线网中将出现多线换乘车站，共用站厅面积越来越大，如宋家庄车站的站厅公共区面积约 17000m<sup>2</sup>，西客站的站厅面积约 18000m<sup>2</sup>，其面积均大大超过了现行国家标准《城市轨道交通技术规范》GB 50490 中规定的不应超过单线标准车站站厅公共区面积的 2.5 倍，为此，上述车站均进行了消防性能化设计。为了设计便于操作，本规范将共用站厅面积标准“2.5 倍”量化为 5000m<sup>2</sup>。对于采用站厅通道换乘的车站，由于各线站厅在换乘通道内进行了防火分隔，因此可分别计算站厅面积，不再叠加。如：三线换乘的 H 型通道换乘车站，各线站厅面积不再叠加。

根据西客站和宋家庄站的性能化消防设计评估报告结论，本规范对共用站厅面积大于 5000m<sup>2</sup> 的换乘车站的防火分隔、安全疏散、防排烟、商业设置以及吊顶形式等做了规定。

第1款：共用站厅面积大于 5000m<sup>2</sup> 的地下换乘车站，高峰小时客流量一般均较大，在非付费区内设置商业，商铺内可燃物较多，一旦发生火灾，对乘客的安全疏散影响较大，为了确保乘客的安全，作此规定。

第2款：对大于 5000m<sup>2</sup> 的地下共用站厅进行防火分隔，可以有效分隔空间，起到防止火势蔓延和阻止烟气扩散，提高楼扶梯口风速，有利乘客安全疏散。由于共用站厅和各线站台互相连通，防火卷帘只起到防火分隔作用，因此将防火卷帘的耐火极限定为不低于 2h。考虑到共用站厅的视觉空间要求，防火卷帘和分隔墙的比例可不受限制，但对于防火分隔处有条件设置墙体的地方，设计应尽量采用实体墙分隔。为了确保火灾时能有效的起降，运营单位应对防火卷帘进行定期维修和保养。

第3款：地下共用站厅采取防火分隔措施后，规定每个分隔区内直达地面的安全出口数量不得少于 2 个、任意一点到安全出口的距离不应大于 60m，这对控制站厅面积无限制的扩大有一定的制约作用，也是确保乘客安全疏散需要。

第4款：站厅地饰面到结构顶板底的高度受地下空间限制，一般较低，采用平板封闭吊顶，烟气上升受吊顶限制，下降速度较快，对乘客疏散能见度影响较大。规定站厅应采用镂空率大于 30% 的吊顶，主要考虑烟气能较快地进入吊顶内，增加站厅层的蓄烟空间，对乘客疏散有利，这在西客站和宋家庄站性能化消防设计的烟气模拟中得到了验证。

**24.2.27 第1款：**上下重叠的地下车站是指一条线路上行和下行线分设在上、下层的平行侧式站台车站，以及两条线路上、下平行设置的岛式或侧式站台的换乘车站。无论哪种车站，下层站台穿越上层站台到站厅的楼扶梯，均需在穿越楼层的楼扶梯四周开口部位用耐火极限不低于 2.00h 的实体墙与其他部位隔开，其目的是防止被穿越层发生火灾时，能确保下层站台乘客的疏散安全。至于上、下站台间设置的楼扶梯，只能作为平时功能需要相互联系，火灾工况下不允许互为安全出口，因此需在下层站台的楼扶梯四周的开口部位进行防火分隔。

**第2款：**对于站厅位于站台层下面的地下车站，站厅楼扶梯四周的开口部位应用耐火极限不低于 2h 的防火隔墙或防火卷帘与其他部位分隔，并在楼扶梯口的侧面设甲级防火门。当站厅发生火灾时，站厅楼扶梯开口部位的防火卷帘落下，可隔断站厅火势、防止烟气扩散和阻止火焰蔓延到上部站台层，站厅乘客可通过出入口疏散，滞留在站台乘客可乘车前往下一个车站疏散。当站台层发生火灾时，由于烟气向上扩散，下层站厅层为安全区，站台乘客可下到站厅从出入口疏散，个别滞留乘客可通过楼扶梯口侧面的防火门进入站厅安全区，但站台楼扶梯四周的开口部位应设挡烟垂壁阻止烟气进入楼扶梯疏散区域。这与美国 NFPA130《固定式导轨传输和客运铁路系统标准》中对设在站台下部的中央大厅（站厅）可作为安全区是一致的。

**第3款：**端头厅形式的地下车站，楼扶梯两侧的站厅与站台、站厅与轨道区的连通处应用耐火极限不低于 2h 的实体墙等分隔，其目的是防止站台火灾蔓延到站厅，并阻止烟气向站厅扩散，确保楼扶梯开口处的向下风速，对站台乘客疏散至站厅有利。

**第5款：**对于站台位于站厅下面的地上车站，当站台层发生火灾时，站台至站厅的敞开楼扶梯口不具备阻止烟气向上蔓延措施，由于烟气上升速度较快，且烟气与乘客疏散方向一致，为了隔断站台火势、防止烟气扩散到上部站厅层，因此，站台层敞开楼扶梯四周的开口部位应进行防火分隔，乘客不得利用站台通向站厅的敞开楼扶梯进行疏散。

**第7款：**车站公共区内的楼扶梯是乘客紧急疏散的主要工具，对于设有中间设备层的地下三层车站，站台楼扶梯会穿越设备层的设备用房；对于出入口设在站厅主体结构内的地下车站，出入口楼扶梯往往会穿越设备管理区内的变电室、消防泵房及环控电控室等重要设备用房。由于中间设备层、站厅设备管理用房区和车站公共区分为不同的防火分区，因此，楼扶梯四周的开口部位应与中间设备层、站厅设备用房用防火墙进行分隔。对于站台设在站厅上面的地上车站，站台至站厅的楼扶梯穿越设备管理用房时，也应和地下车站一样采取防火分隔。

**第8款：**出入口设在站厅主体结构内或上下重叠平行站台等地下车站，自动扶梯的下底坑通常会穿透楼板，规定穿越楼板的自动扶梯下底坑以及外露的机械传动部分等与其他部位进行防火分隔，是为了发生火灾时确保乘客的疏散安全。当公共区自动扶梯下部空间设房间时，由于房间发生火灾时，不易被发现，因此规定自动扶梯下的房间隔墙和楼板应与其他部位分隔。

**第9款：**地下车站站厅公共区内布置设备管理用房时，设备管理用房应用防火墙与公共区分隔，各房间的门不宜直接开向公共区，一般可设内部走道与站厅公共区连通，走道两端设甲级防火门，方便管理。

**第10款：**车站和相邻建筑合建时，由于两者为不同性质的建筑，且为不同的防火分区，因此规定车站出入口通道和楼梯间在地下部分和首层应用耐火极限不低于 3h 的防火墙和不低于 1.5h 的楼板分隔，并直通室外。

**24.2.28** 本条文主要对地下车站设在站台门端门外和配线区的设备用房以及外挂设备用房的防火分隔做了具体规定：

**第1款：**车站配线区和轨道区是行车的重要部分，对于设在站台门端门外的变电所等设备用房，用防火墙和轨道区隔开，可有效阻止火势蔓延，将火灾控制在一定空间内。因疏散需要，在防火墙上设置常闭的甲级防火门时，其门框和墙体应有可靠的链接，并能承受列车活塞风正负压力的作用下不会自动

开启。由于设备运输需要,靠轨道区一侧的外墙上通常会采用防火卷帘门分隔,防火卷帘门虽能满足耐火极限要求,但因受列车活塞风正负压力的长期作用,门体极易受损、脱离滑轨。因此,无论是防火门还是防火卷帘,除门体强度需满足长期使用要求外,还应有可靠的构造和连接措施。为了克服防火卷帘长期受活塞风的影响破损而失去防火作用,设计采用易拆除的墙体材料进行封堵也是可行的。

对于设在站台门外的污水泵房、废水泵房,因房间内无可燃物,房门可采用内开的钢板隔声门。

第2款:地下车站配线区是列车行车的重要地区,利用配线区中的富裕空间设置火灾危险性为甲、乙、丙类的库房,以及商业、仓库和商业设备等用房,火灾危险性极大,一旦发生火灾,会直接影响车站运营。另外,在配线区中的富裕空间设置商业,很难满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016关于安全疏散等要求。因此,车站配线区不允许设商业、仓库和商业设备用房。有些车站,因条件所限,必须利用配线区富裕空间时,可将部分商业设备用房设置在配线区富裕空间内,但应用耐火极限不低于3.00h的防火墙与轨道区隔开,防火墙上不得开设门窗洞口,这是车站防火安全要求。需要注意的是,设在配线区内的部分商业设备用房还需满足安全疏散要求。

24.2.29 第3款:换乘通道长度较长时,需在防火卷帘一侧增设甲级防火门,以免防火卷帘落下时,通道内的乘客受阻。因此要求防火卷帘一侧增设甲级防火门,受阻乘客可通过防火门疏散到另一个非火灾站厅。

24.2.30 车站公共区的付费区内布置了上下楼扶梯、电梯等乘客交通服务设施,非付费区内布置有售票机、安检等乘客服务设施,站厅是乘客进出站的必经之地,站台是乘客上下车和候车区域,空间较小。由于上述部位和出入口通道内进出站乘客较多,如在此处布设商业,火灾发生时会影响乘客疏散,因此规定站台和站厅付费区以及站厅非付费区和出入口通道内影响乘客疏散的区域严禁设置商业和其他非轨道交通用房,以确保乘客疏散安全。

24.2.31 本条文对车站内的商业开发以及与车站相联的商业等物业开发的防火分隔做了具体规定:

第1、2款:车站内的商业可以设在地下二层及以上楼层是指设在道路红线外一般覆土深度较浅的地下车站,不适用埋置深度较深的地下车站和深埋车站。地下或地上车站与地块开发结合时,地块商业为了吸引顾客,要求车站非付费区和商业连接的墙体全部开通,形成开敞空间,这是不可取的。由于商业内的可燃物多,火灾危险性大,因此两者必须用防火墙分隔。根据近年来火灾案例,在防火墙上开设连续的防火卷帘是不可靠的,有群死、群伤在防火卷帘处的案例教训,因此商业可以采用通道和车站非付费区连通,或按现行国家标准的规定设置一定比例的防火卷帘。考虑到商业和车站的消防系统各自独立,为安全起见,要求各自设置防火卷帘,分别控制。

第3款:随着地下空间开发的需要,车站出入口和相邻的地下商业连通,对吸引客流和商业经营均有利,但地下开发面积超过20000m<sup>2</sup>时,连接口部应有可靠的防火分隔措施,如:设置下层广场、防火间隔、避难走道、防烟楼梯间等措施,并符合现行国家标准《人民防空工程设计防火规范》GB 50098的有关规定。

第4款:商业和地下、地上车站的站厅重叠时,无论商业设在站厅上部还是下部,商业层和车站各层必需划分为独立的防火分区。两者采用中庭方式,会使商业和站厅完全连通,即使中庭开口部位采用防火卷帘分隔,由于商业内可燃物多,火灾危险性大,一旦发生火灾,很难保证开口部位的防火卷帘会全部落下,如果不能全部落下,烟气会很快窜入上层站厅或导致烟层高度下降危及乘客疏散,对站厅公共区是极不安全的,乘客安全疏散难以得到保证,因此规定两者严禁采用中庭形式。

第5款:作为平时功能需要,商业等物业开发和车站站厅非付费区可采用楼扶梯连接,但在楼扶梯上、下层开口四周应设防火墙或防火卷帘分隔(梯洞口设防火卷帘),能有效防止火势蔓延、阻止烟气扩散。两者的联系楼扶梯宜设在车站主体建筑外或靠外墙设置,防火分隔较易处理,对车站站厅非付费区影响也较小。

第6款:车站公共区疏散楼扶梯穿越商业等物业开发层时。由于商业内可燃物多,火灾危险性大,

商业发生火灾时,为了确保乘客疏散安全,因此规定穿越商业层的疏散楼梯应在商业层的楼梯四周开口部位用耐火极限不低于 3h 的防火墙分隔,防火墙上不得开设门窗洞口,也不得用防火卷帘分隔。

第 7 款:本条文是参考现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 制定的,规定在车站配线上方和车站非付费区内的商业开发除了不得经营和储存火灾危险性为甲、乙类商品外,也不得经营丙类 1 项储存物品属性的商品,其要求比现行国家标准严。

第 8 款:地下车站配线上方商业开发区内设库房时,一旦发生火灾,室内气温高,烟气浓度高,毒性大,对商业和车站影响大。本条比现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 要求严,其目的是限制车站配线上方商业库房的面积,减小火灾危险性。

24.2.32 第 1 款:车站非付费区内,设置一定面积的小商铺可方便乘客,但小商铺的位置应设在不影响乘客疏散和聚集的部位,小商铺前须留有足够的集散空间和通过能力,尤其是在出入口附近站厅一侧设置小商铺时,应至少后退出入口通道以外 2.5m,以免影响站厅乘客通行。地下车站出入口和地下过街道合用时,地下过街道内不得设置商业;地上车站过街天桥内也不应设置商业。

第 4 款:限制地下车站小商铺面积是为了控制商铺规模,减小公共区的火灾危险性。地上车站小商铺面积可适当增加,但防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

24.2.33 普通的地下二层通厅式标准车站,车站公共区装修采用不燃材料,火灾危险性小,站台和站厅由中楼板分隔,在车站公共区和连通上下层的楼梯开口处,采取了可靠的防排烟措施,对控制火灾蔓延,阻止烟气扩散、保证乘客疏散是行之有效的。中庭式车站使站台和站厅完全连通,是火灾竖向蔓延的主要通道,当站厅层火灾时,烟和热气流会迅速上升,侵入上层站厅,对站台乘客疏散和火灾扑救带来一系列的困难。

第 1 款:根据烟气控制理论,烟气上升速度为  $3\text{m/s} \sim 4\text{m/s}$ ,因此在  $3\text{s} \sim 4\text{s}$  就可以蔓延至 12m 高度。站台空间是一个狭长空间,当中庭层数超过二层时,因烟气浮升羽流的阻碍或在中庭中形成预分层,烟气会很快窜入上层站厅或影响烟控效果,导致烟层高度下降影响楼梯口的疏散。另外,狭长、细高的中庭空间形如教堂,空间效果很差,也是不可取的。规定中庭层数不宜超过 2 层,主要考虑站台到站厅的提升高度较小,对疏散有利,因此做此规定。

第 2 款:环廊、站厅公共区与中庭相通,对中庭相通的开口部位进行防火分隔,其目的是隔断烟气和火势向站厅蔓延,并提高楼梯处的向下风速,有利乘客疏散。对于设在中庭开口边缘的设备和管理用房,无论是站厅还是中间设备层,均不得向中庭开窗,其目的也是防止烟气和火焰蔓延到相邻区域。其他防火分隔设施是指防火玻璃,但防火玻璃与其固定部件整体的耐火极限不应低于 1.00h。

第 3 款:中庭环廊是两端站厅联系通道,也是环廊内乘客疏散的通道,要有效地进行中庭控烟,就必须限制与中庭相连通空间内的可燃物数量。环廊内设置商业,火灾危险性大,对环廊疏散影响极大,因此限制在环廊内设置商业。

第 4 款:要求中庭区域内的顶板或吊顶高于环廊和站厅公共区吊顶,其目的是增加顶板的蓄烟空间,有利排烟风口的设置。当中庭采用吊顶时,吊顶的镂空率应大于 30%。

第 5 款:北京地铁 1、2 号线为端头厅式车站,2 号线车站站台空间形式与中庭式车站相似,根据北京地铁 1、2 号线消隐改造工程防火设计安全研究和车站现场热烟试验对消防性能化研究结果验证表明,1 号线车站楼梯除开口处外,当楼梯两侧为封闭墙面,与轨道区连通的站厅处进行封堵,两端出入口均匀布置时,楼梯口风速均大于  $1.5\text{m/s}$ ;2 号线车站,站台楼梯两侧的站厅开口处以及站厅与轨道区的连通处采取了封堵措施,除换乘车站外,车站楼梯口的风速均超过  $1.0\text{m/s}$ 。当楼梯口的风速不低于  $1.0\text{m/s}$  时,其防烟效果较好;当楼梯口的防烟风速小于  $1.0\text{m/s}$  时,因风速降低、防烟效果变差。另外,车站两端出入口的数量不等时,站台两端排烟阻力存在一定的差异,会造成一侧楼梯口的风速偏低。因此,站厅出入口需尽量均匀布置,条件允许时应增加站厅出入口的数量,满足对称设置的条件。



中庭式车站，当站台层火灾时，由于人员疏散方向与烟气流动方向相同，且存在烟气蔓延速度大于人员疏散速度的可能，因此中庭式车站应使楼梯口有一定的向下气流，并保持一定的风速，满足乘客疏散要求；或在站台端部设置防烟楼梯间作为火灾时的安全出口，敞开楼梯间仅作为平时使用。

由于站厅出入口通道内的迎面风速大，人员的疏散条件好，为了安全起见，因此规定出入口通道为安全区，全部人员撤离到站厅出入口内的时间不得大于 6.0min。

**24.2.35** 车辆综合基地内的物资总库会储存劳保用品等丙类物资，火灾危险性较大，如在物资总库内设置办公室和休息室，车辆运用、检修、综合维修等厂（库）房内设置办公室、休息室和材料库，一旦发生火灾，会殃及整个仓库和厂房，伤害员工生命，因此依据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定作此规定。要注意的是，上述厂（库）房内严禁设置员工宿舍。

**24.2.38** 随着北京市轨道交通的飞速发展，以及城市化的进展，车辆综合基地的用地条件越来越困难，充分利用地下空间、在车辆综合基地内的车辆运用整备设施（停车库、列检库、月检库、洗车库和辅助用房）厂房上部进行物业开发是节约土地资源的一种有效方法。如：6 号线和 10 号线在五路共建车辆综合基地，6 号线的停车列检库设在地下一层，10 号线停车列检库、月修库、临修库等工艺用房和分管管理用房设在地上一层，上盖修建住宅；焦化厂车辆综合基地利用环保换土挖方空间和地形高差，也将车辆运用整备设施厂房设在地下；郭公庄车辆综合基地受地区开发和出入段线的条件限制，厂房处于半地下。

停车库、列检库、月检库和洗车库火灾危险性分类属于戊类，火灾危险性小，但存在面积超大、受工艺制约和车辆上部有接触网等条件限制、划分防火分区困难，以及工作人员受列车阻隔的安全疏散等问题。地上车辆综合基地上盖开发的厂房虽与大气相通，但平台下覆盖面积超大、超长，其内部环境较差。因此，本规范针对设在地下的车辆运用整备设施厂房的防火设计作了具体规定。

第 1 款：消防车道是消防车进入车库进行消防扑救的通道，因此要求地下、半地下车库内的消防车道应设置火灾自动报警系统和防烟、排烟系统，并与车库进行防火分隔。当地下车库消防车道上部顶盖或者侧墙上部有条件开窗时，消防车道宜采用自然排烟。

第 2 款：停车库、列检库、月检库、洗车库与辅助用房之间用防火墙等进行防火分隔，可防止火灾蔓延，有利消防扑救，这在工艺上是允许的，因此作此规定。

第 3 款：车库发生火灾时，为了减小火灾蔓延速度，阻隔热辐射，防止烟气扩散，在不影响平时作业的条件下，可沿线路方向设置耐火极限不低于 2.00h 的纵隔墙，纵隔墙上可根据作业需要设置一定数量、距地高度不大于 6m 的门洞作为联系通道，门洞口设防火卷帘分隔；并在车库中部两列列车之间的横向通道两侧设置距地高度不大于 6m 的档烟垂壁等措施，对车库防排烟和阻隔热辐射、人员逃生是有利的。

第 4 款：咽喉区是列车进入车库的要道，在其进入车库的部位设置防火卷帘或防火分隔水幕与车库分隔，只要采取一定措施，平时不会影响车库正常作业，火灾发生时，可以有效阻止火势蔓延和防止烟气扩散。

第 5 款：咽喉区上部修建房屋，需设大量柱子，由于该区段线路较多，且均为曲线，在此设大量不规则的柱子会影响司机视线，因此该区段上部不宜进行开发，可在其顶部设置采光、通风孔，少设柱子，这对咽喉区的作业和排烟是有利的。由于咽喉区滞留列车很少，火灾风险较库区小，因此，对于顶盖设置一定面积天然采光、自然通风的天井，不再要求设置自动喷水灭火系统。而排烟设计主要考虑列车发生火灾滞留在咽喉区域不能驶出的情况。

第 6、7 款：车辆运用整备设施厂房内的空间高大，其顶板高度一般在 8m 左右，通常可沿线路方向设置耐火极限不低于 2.00h 的纵隔墙，并在车库中部两列列车之间的横向通道两侧设置距地高度不大于 6m 的档烟垂壁等措施来划分防烟分区。由于车库的面积大，发生火灾后如不能在早期进行补救，会给后期救援造成较大困难。因此，根据车库的特点，采用相应的报警系统，早期发现火情，早期报警，尽

早将火灾控制在萌芽状态就显得十分必要。从控制火灾风险,满足人员安全疏散要求,为消防扑救提供救援条件,规定车库应设置火灾自动报警系统、自动喷水灭火系统和防烟、排烟系统。

**24.2.39 第3款:**站厅设于站台上层的地下车站,站台层发生火灾时,站台至站厅的楼扶梯是乘客逃生的工具,由于人员疏散方向与烟气流动方向相同,因此,楼扶梯口应有一定的向下气流,并保持一定的风速,确保乘客能在规定时间内疏散到站厅安全区。因此,无论是通厅式的地下车站还是端头厅形式的地下车站,站台至站厅的楼扶梯开口四周应采取档烟措施。

#### IV 安全疏散

**24.2.40、24.2.41** 美国《固定式导轨传输和客运铁路系统标准》NFPA130对站台疏散时间、安全区、站台疏散人数和用于疏散的自动扶梯做了如下规定:

1 规定站台上的疏散设施能力应满足乘客从站台撤离时间不大于4min,即高峰时段该站台上的候车乘客和进站列车所载乘客通过楼扶梯、疏散通道等安全出口的时间不得超过4min,这是考核站台上所有安全出口通行设施能力的规定。并规定离站台疏散设施最不利点的乘客撤离到安全区时间不应大于6min(包括从站台最远点到最近的楼扶梯或通道口的行走时间,以及在站台楼扶梯前或通道口的等待时间和楼扶梯提升所需时间总和),疏散总时间不考虑乘客反映时间。

2 安全区是指:封闭车站配备了事故通风系统的中央大厅以及能为站台乘客疏散提供保护的场所。如果地下车站站厅配备了事故通风系统,站厅可作为安全区。

3 站台疏散乘客包括高峰时段列车间隔内在站台两侧的候车乘客和站台两侧进站列车载客量总和。

4 具备一定条件的自动扶梯可以作为疏散用,其中一部扶梯检修停运不参加疏散。

鉴于2003年2月韩国大邱市地铁火灾事故以及大深度地铁车站的出现,日本国土交通省在2004年12月27日发布的“国铁技第124号”省令中就“铁道技术标准省令条文的部分修正”对第二十九条(地铁车站等设备)、即《地铁火灾对策标准》做了修改,并由“地铁火灾对策工作组”编制了条文解释。在计算列车发生火灾工况时,要求按大火源火灾情况下进行站台层烟气浓度疏散安全性检查,烟气浓度不得大于允许烟浓度,逃生时间不得大于影响乘客安全疏散的烟气下降时间。即通过烟气扩散模型计算一般火灾下的站台烟气浓度(减光系数)或根据烟气扩散容积进行疏散安全性检查,以及计算大火源火灾下的烟气下沉高度对疏散影响。这是一种性能化设计的方法,比较接近实际,但计算过程较为繁琐。其总体思路是:①分析不同工况下每个车站疏散路径组成部分,通过计算,确定逃生路径上所需的步行时间和楼扶梯口、检票机等处的滞留所需时间。②通过地铁车站高峰时段列车的乘车率和站台上乘客数量的实地调查,规定了三大都市圈以内的车站“乘车率”按200%、三大都市圈以外的车站按150%作为疏散总人数。但采用的列车定员数较低(10节车厢列车定员数为1500人,每节车厢约150人)。③规定一侧线路列车火灾时,站台另一侧的列车不允许停站,按继续开行到下一个车站再疏散乘客。④规定站台楼梯下设置了防火卷帘门的上部站厅可作为疏散场所。⑤当自动扶梯装有防止踏板下落装置时向着疏散方向移动或静止的自动扶梯可作为疏散用。上述规定与美国规范有一定的相似之处,但更注重细节计算。

现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157规定:提升高度不超过三层的车站,乘客从站台层疏散到站厅公共区或其他安全区的疏散时间不应大于6min,并按下列公式计算。

$$T = 1 + \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N-1) + A_2B]} \leq 6 \text{ min} \quad (23)$$

公式中:

1 上行自动扶梯参加疏散,下行自动扶梯停止后转为上行扶梯也参加疏散,但需扣除一部检修扶梯不参加疏散。疏散设施需乘以0.9的折减系数(0.65m/s的自动扶梯疏散能力为8190人/m·h,折减后

为 7371 人/m·h)。

2  $Q_1$  为远期或客流控制期超高峰小时一列进站列车最大断面客流通过量,  $Q_2$  为站台两侧的候车乘客总数。

3 公式中 6min 疏散时间考虑了 1min 的反映时间。

可以看出:上述公式只适用于提升高度不超过三层的地下车站,扣除乘客 1min 的反映时间后,剩下 5min 是疏散乘客从站台楼扶梯口全部通过楼扶梯的时间,这是考核疏散楼扶梯能力的公式,未考虑最近处的车门到楼扶梯的行走时间,也未考虑最后一名乘客从楼扶梯下提升到站厅的时间。

安全区的定义和美国《固定式导轨传输和客运铁路系统标准》NFPA130 一样。

每个站台的列车载客量按一侧站台计,和美国 NFPA130 按站台两侧列车载客量的总和有一定差别。一部扶梯检修停运不参加疏散和美国 NFPA130 一致。根据上述分析,本规范在美国 NFPA130 和日本《地铁火灾对策标准》基础上,对现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的疏散时间计算公式做了如下修改。

1 疏散乘客从站台楼扶梯口、疏散通道口通过所有疏散设施的时间按不大于 4min 验算,和美国 NFPA130 标准一致,比现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 要严。

2 本规范总的疏散时间考虑了离上行自动扶梯、楼梯或疏散通道口最近的列车车门处的第一名乘客走到自动扶梯或楼梯口的疏散时间  $t_1$ ,计算方法和日本《地铁火灾对策标准》一致,而现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 不含此项。

考虑疏散时间  $t_1$  的理由是:疏散开始时,离上行自动扶梯、楼梯或疏散通道口最近的列车车门处的第一名乘客首先到达自动扶梯或楼梯口,因此总的疏散时间必须加上  $t_1$ 。由于楼扶梯是疏散瓶颈,后续大部分乘客需在楼扶梯前等候,乘客在楼扶梯前等候的时间往往大于站台最远处的乘客走到楼扶梯前的时间,因此最远处的乘客在站台上的行走时间并不控制站台的疏散总时间。

对于地下一层站厅与站台同层的侧式站台车站,如果站台和站厅连接处采取了防火分隔措施, $t_1$  为离检票口最近的列车车门到检票机的行走时间。因为检票机如同多层车站的楼扶梯一样,是控制站台疏散时间的瓶颈,旅客需在检票机前滞留,因此需核算旅客通过检票机的时间是否满足疏散要求。

3 由于地下车站站厅配备了事故通风系统,站厅可作为安全区。站台到站厅或安全区的疏散时间按不大于 6min 验算,其中考虑了 1min 的反映时间,和现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的规定一致。实际疏散时间为 5min,比美国 NFPA130 疏散时间不大于 6min 要严。

4 本规范总的紧急疏散时间中考虑了最后一名乘客从站台楼扶梯口提升到站厅安全区所需时间  $\Delta t_1$ 。对层数超过三层的车站以及大深度的地下车站,由于楼扶梯提升时间对疏散总时间影响较大,因此必须考虑最后一名乘客从站台提升到站厅的时间  $\Delta t_1$ ,而《地铁设计规范》GB 50157 不含楼扶梯的提升时间。

5 规定列车火灾时,站台另一侧的列车不允许停站,按继续行走走到下一个车站再疏散乘客,与日本《地铁火灾对策标准》和《地铁设计规范》GB 50157 规定一致。

6 车站紧急疏散人数考虑了高峰时段的超高峰系数,即在远期或客流控制期高峰小时一列进站列车的客流断面流量和站台两侧候车乘客总和基础上再乘以 1.1~1.4 的超高峰系数,与我国现行国家标准《地铁设计规范》取得一致。

7 本规范 24.2.69 条规定:自动扶梯应采用公共交通型扶梯,停止运转的扶梯,其承载力应能满足人员疏散要求。因此,地下车站上行自动扶梯继续运行,下行自动扶梯在紧急疏散时停止运转,停运后可作为上行楼梯使用,与日本《地铁火灾对策标准》中关于用做安全疏散自动扶梯的规定一致,其要求比现行国家标准《地铁设计规范》严。这主要考虑火灾发生时,下行扶梯停止再向反方向启动时,会对乘客造成一定的危险。

8 名义速度 0.65m/s 上行自动扶梯的通过能力按 7300 人/m·h 计算,下行扶梯停运、能力按楼梯

75%折减,并对转乘城际交通以及商业、旅游等不同类型的车站再乘以小于1的折减系数,比《地铁设计规范》要求严。

综上所述:本规范的安全疏散和计算公式要比现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 严。

**24.2.42** 现行国家标准《民用建筑设计通则》GB 50352 中规定,自动扶梯不得做为安全出口,只能作为平时使用,其原因是运行中的下行自动扶梯用于疏散极易发生人身安全,尤其是老人和行动不便者,踏上流动的水平梯级前,一般会小心翼翼、行动较滞缓,这部分人员极易因后面人员推挤而摔倒,产生不必要的次生灾害。由于轨道交通车站用于疏散的自动扶梯为公共交通型扶梯,停止运转的扶梯踏步承载能力能够满足人员疏散要求。因此,本规范规定地上车站倾角为 $30^\circ$ 的上、下行自动扶梯在紧急疏散时全部停止运转,并按下行楼梯能力的75%进行折减,计入疏散宽度中。

地上车站站台发生火灾时,一部分乘客可以通过站台端门疏散到车站外部的轨道区,由于轨道区是敞开空间,烟气不会对乘客造成危害,因此端门可作为安全出口。但采用三轨供电的区间,相邻区间应停电,确保乘客安全。

美国 NFPA130 规定门的疏散能力为 $89.3 \text{ 人/min} \cdot \text{m}$ ,日本《地铁火灾对策标准》为 $90 \text{ 人/min} \cdot \text{m}$ 。现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定地上三层建筑疏散门的疏散能力为 $66.7 \text{ 人/min} \cdot \text{m}$ ,因此本规范将疏散门的疏散能力定为 $67 \text{ 人/min} \cdot \text{m}$ 。

**24.2.43** 本条对地下和地上车站站厅付费区的自动检票机和疏散栅栏门的疏散能力做了规定。站台或列车发生火灾时,乘客通过楼扶梯或安全出口疏散到站厅后,应立即通过检票机和栅栏门从出入口疏散到地面,如果检票机和栅栏门的疏散能力小于楼扶梯能力,乘客会滞留在付费区内,因此规定付费区和非付费区之间的自动检票机和栅栏疏散门的通过能力不应低于楼扶梯的通过能力。

火灾发生时,自动检票机会紧急释放,因此紧急疏散计算按每个检票机开放后通过能力 $37 \text{ 人/min}$ 计算,栅栏疏散门和楼扶梯净宽应按每股人流 $0.55\text{m}$ 的整倍数计算。楼扶梯宽度为扶手带中心线之间的水平距离, $1.00\text{m}$ 宽的自动扶梯扶手带中心线之间的水平距离大于 $1.10\text{m}$ ,因此紧急疏散时的停运扶梯可按2股人流计算, $0.60\text{m}$ 宽的自动扶梯只能按1股人流计算。

**24.2.44** 安全出口是乘客逃生的出口,本条对地下、地上车站以及换乘车站安全出口数量、疏散距离等做了规定。

第1款:站台至站厅的楼扶梯、疏散通道和站厅出入口是车站公共区的安全出口。站台疏散距离为站台门内任意一点至楼梯踏步口、自动扶梯梯口或疏散通道口之间的直线距离。对于从车站主体结构顶板直出的出入口,如果楼扶梯两侧设置防火隔墙,口部设置档烟垂壁时,可计算到楼扶梯前的通道口。站台、站厅同层的地下侧式站台车站,当站台安全出口符合本规范第24.2.27条第4款要求时,安全疏散距离可计算到站台与站厅临界面的安全出口处;不符合时,安全疏散距离应计算到站厅出入口楼扶梯下。北京新线采用了8A编组车站,站厅付费区布置了一部电梯和4组楼扶梯,公共区长度约在 $120\text{m}$ ,两个出入口中点之间的距离一般为 $106\text{m}$ ,对于站台宽度 $16\text{m}$ 的车站,站厅宽度约为 $24\text{m}$ ,因此站厅公共区中心点到出入口中点的疏散距离约为 $54\text{m}$ 。

8A编组的双岛四线换乘车站共用站厅如果按不大于 $5000\text{m}^2$ 控制, $120\text{m}$ 长的站厅公共区宽度约为 $41.7\text{m}$ ,站厅公共区中心点到出入口中点的距离约为 $57\text{m}$ ,如果要求站厅任意一点到安全出口的疏散距离不大于 $50\text{m}$ ,就必需在站厅增设紧急疏散出口,对于设在城市建成区的地下车站,势必会增加工程难度。另外,由于站厅公共区装修全部采用不燃材料燃,车站设置了防排烟设施,站厅公共区为安全区,故做此规定。

第2款:对于人员密集的交通建筑,如果出入口距离太近,在2个出入口之间易产生拥堵,发生次生灾害。对于只设2个出入口的车站,出入口不应布置在站厅一端,也不宜布置在站厅的同一侧,宜采取对角布置方式,有利疏散。

第3款:端头厅型式的车站和通厅式车站不同的是两端的站厅分离、不连通,站厅分为2个不同的

区域。当站台层发生火灾时，站台乘客和通厅式车站样一，可通过两端楼扶梯疏散到站厅安全区、经出入口疏散到地面。本规范规定两端站厅均应设置 2 个出入口，其理由是：当其中一个站厅通道口发生火灾时，该站厅的乘客可通过另一个出入口疏散到地面，滞留在站台乘客可从另一个站厅疏散到地面。如果站厅只设 1 个出入口，当该通道口发生火灾时，乘客将无法从该出入口疏散。

在地面条件所限，某个站厅无法设置 2 个出入口时，其中一个可设紧急疏散楼梯间直通室外，这是在站厅出入口无法在初、近期实施时的一种临时措施，但设计仍需预留出入口，并在总图中显示，作为规划控制，条件一旦允许，仍需实施。

第 9 款：地下车站过轨地道是平时作为两侧站台乘运方向出错的联系通道，通常是不能作为安全出口的。如果在上、下行线路之间设置防火分隔设施，当一侧站台或列车发生火灾时，就能够阻止线路间的烟气流动和火势蔓延，确保非火灾轨道区和对面站台安全，因此过轨地道可作为站台的安全出口。

对于站台设于站厅下面的地上车站，只要站台具备自然排烟条件，并在上、下行线路之间的顶板下设置距站台面高度不大于 2m 的挡烟垂壁，防止烟气蔓延到另一侧站台，过轨地道也可作为一侧站台发生火灾时的安全出口。对于站台设于站厅上面的地上车站，站台空间大，自然通风和排烟条件更好，烟气能较快排到室外，因此线路间可不设挡烟设施，过轨地道也可做为站台间的安全出口。

第 10 款：节点换乘车站的台、台换乘楼梯是 2 线换乘的工具，上下重叠站台的联系楼梯是误乘乘客的联系楼梯，为了减少火灾对其他线路的影响，换乘楼梯四周的开口部位需进行防火分隔，火灾时，口部防火卷帘会落下，因此不应互为车站的安全出口。

第 16 款：车站上跨轨道的天桥会受上升烟雾影响，烟气流动方向和疏散方向一致，会危及疏散，因此不得作为站台的安全出口。

第 19 款：商业开发为了吸引更多的乘客，开发商要求车站公共区与商业联通，由于商业内的可燃物多，火灾危险性大，为了防止商业火灾危及车站安全，本规范规定商业等物业开发与站厅非付费区应用防火墙等划分成不同的防火分区，防火墙上的联通口、商业与车站出入口通道的连接口应设两道耐火极限不低于 3h 的防火卷帘。商业设在站厅非付费区上层或下层时，两者间的联系楼扶梯，是平时使用需要，但上层和下层楼扶梯四周的开口部位应分别设置耐火极限不低于 3h 的防火墙或防火卷帘分隔，上层和下层楼扶梯的梯口处应设耐火极限不低于 3h 的防火卷帘，商业发生火灾时，由轨道交通和物业开发分别控制，落下防火卷帘，隔绝火焰和烟气，来确保车站的安全，因此对于设置防火卷帘的上述联通口不得做为相互间的安全出口。规定商业和车站的安全出口应各自独立设置，是为了保证商业火灾时两者的人员能通过各自的安全出口进行疏散，如果让大量商业顾客疏散到车站，会引起车站混乱，影响正常运营，故作此规定。

对于站厅设置多个直通地面出入口的车站，可将其中某个出入口归商业用，该出入口与站厅连接处设两道耐火极限不低于 3.00h 的防火卷帘与公共区分隔，但车站必须有 2 个独立出地面的出入口，并满足站厅任意一点到安全出口的疏散距离不大于 60m 的要求，另外，出入口还需满足疏散能力要求。

**24.2.45** 本条对地下车站设备管理区的安全出口做了具体规定。

第 1 款：利用相邻防火分区防火墙上的防火门作为安全出口时，开向相邻防火分区的防火门，只能作为该防火分区的安全出口，而不能同时作为相邻防火分区的安全出口。如：相邻防火分区的防火墙上只设 1 个走道连通时，走道上开向另一个防火分区的防火门，只能作为该防火分区的安全出口，而不能作为另一个防火分区的安全出口；当相邻防火分区防火墙上设有 2 个走道连通时，2 个走道上的防火门要分别开向不同的防火分区，方可作为各自防火分区的安全出口。

第 6 款：位于站台两端的设备区，当布置较多管理用房时，宜采用内走道方式，与通向站厅的楼梯间连接，方便管理人员上下联系，并可减少设备用房一侧走道上的外开门。

**24.2.49** 车站出入口是站内乘客逃生的通道，出入口通道长度大于 100m 时，从站厅口部疏散到出入口地面亭楼扶梯下的时间大约需要 2.00min，会增加人员疏散时间和逃生难度。通道内发生火灾时，危险

就更大。因此，可在通道适当位置增设安全出口进行疏散，满足疏散距离要求，楼梯间的设置要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。地面条件所限、无法设置安全出口时，应设火灾自动报警系统和自动喷水灭火系统，满足安全疏散要求。

**24.2.53** 地下车站的站位一般设在道路红线内，车站设备管理用房内的楼梯不可能直接通向路面，需通过内走道转至一侧的消防专用通道经楼梯间外出，因此不能和地上建筑一样要求，楼梯间在各层的平面位置不能改变。除此之外，设备管理用房内的楼梯间的位置在各层不宜改变，并尽量靠近消防专用通道，这有利于消防队员进入站台和区间灭火。

**24.2.54** 地下车站消防专用通道一般设在设备管理用房有人区靠外墙一侧，通道内的楼梯间可以直通室外，如果室内地面与室外地坪高差不超过10m、楼梯间地面采取天然采光和自然通风时，消防专用通道内的楼梯间可按封闭楼梯设计。当室内外高差大于10m时，应按防烟楼梯间设计。

地下车站设备管理用房有人区内的楼梯间是内部工作人员上下的联系工具，也是消防队员进入区间灭火救援的通道。对于地下二层车站，主要设备管理用房区设在地下一层，而站台层端门外的设备用房基本为无人值守，平时与上层设备区的联系人员很少，区间发生火灾时，站台端门外的个别工作人员可以通过站台端门疏散，考虑到消防队员进入区间灭火时，会佩戴防毒面具，因此地下二层车站设备管理用房区内的联系楼梯可采用封闭楼梯间。对于大于、等于三层的地下车站，设备管理用房区一般设在地下一层或地下一层，管理人员不仅平时需要通过楼梯与站厅联系，火灾时也需要与设在站厅层的车站综合控制室联系，且室内外高差大于10m，因此内部联系楼梯应按防烟楼梯间设计。

**24.2.55** 本条对区间的安全疏散做了具体规定。

第1款～第3款：载客运营的区间隧道和高架区间道床面是列车火灾在区间失去动力时，供乘客沿线路撤离至安全地区的疏散通道，为了避免乘客在疏散过程中受伤，要求道床面平整、连续、无障碍物。为了保证疏散通道的连续性，车站配线区也应铺设宽度不小于700mm的连续通道与正线连接。

区间纵向辅助疏散平台是为乘客提供疏散的辅助通道，疏散平台在区间联络通道前应设楼梯与联络通道连接。列车头尾节车厢应设专用端门和配置下车设施，区间设置纵向辅助疏散平台时，仍应在区间轨道中心道床面设置步行路面作为应急疏散通道。

第4款、第5款：两条单线载客运营区间隧道以及上下行线路间设置防火墙的单洞双线区间隧道，能有效地阻隔火灾和烟气蔓延，当其中一条隧道内的列车发生火灾失去动力时，乘客可通过联络通道或中隔墙上的防火门通向另一条隧道疏散。横向联络通道之间的距离是指联络通道中心之间的距离，联络通道中心至车站或隧道开口处之间的距离。

两条单线载客运营区间隧道之间的横向联络通道和上下行线路间设置防火墙的单洞双线区间隧道上的防火门应采用抗风压防火门，防火门应反向开启，满足不同区间隧道的人员疏散。

第8款：长大区间内同时存在2列列车时，应设置区间风井。当区间风井内设置直通地面的防烟楼梯间时，可作为乘客疏散的安全出口。

第9款、第10款：地下车站站台端部设备区的外走道是区间疏散的通道，因此要求站台设备用房外走道端部设置疏散楼梯，站台门端门向车站公共区方向开启。地上区间与大气相通，列车火灾失去动力时，乘客可下到道床或通过疏散平台疏散到车站；车站站台火灾时，两端乘客也可以向区间疏散，考虑到区间疏散需要，因此要求站台门端门为双向开启，并在端部设置疏散楼梯。对于设置疏散平台的区间，疏散平台宜与站台端部连接。

**24.2.56** 行驶于地下区间的列车，当列车在区间隧道内发生火灾失去动力无法牵引到邻近车站时，乘客需通过列车头尾节车厢专用端门的下车设施下到道床面疏散，或通过纵向辅助疏散平台疏散。因此各节车厢之间应贯通、并在列车的车头和尾节车厢设置应急疏散专用端门和下车设施。

**24.2.58** 本条疏散距离是结合轨道交通车辆综合基地内的运用整备设施厂房的工艺特点，并参考五路地下停车库的消防性能化设计评估报告制定的。地下停车库、列检库、月检库和洗车库属戊类生产厂房，

火灾危险性远比汽车库小。厂房内设防排烟系统、火灾自动报警系统和自动喷水灭火系统，车库内的工作人员较少，且对周围环境熟悉，厂房的高度和空间也比一般厂房和汽车库大得多，火灾时，对于高度约 8m 的地下车库，启动排烟风机，烟气下降到距地 2.5m 以下的时间较长，如按疏散时间不大于 5min（含疏散开始时间和行动时间 1.5min）、人员快速行进速度为 1.2m/s 计算，工作人员疏散到防烟楼梯间和其他安全区域的时间远小于人员疏散危险来临时间。因此，本规范规定地下停车库、列检库、月检库和洗车库室内最远一点至疏散楼梯间或其他安全出口的距离不应超过 120m。

## V 建筑构造

**24.2.62** 本条对车站、控制中心和车辆综合基地内建筑物防火分隔墙和楼板的耐火极限和防火门窗做了具体规定。

综合控制室、消防控制室、通风空调机房、排烟机房、变电所、配电室、通信和信号机房、固定灭火装置设备室、消防泵房、蓄电池室等房间是火灾时需运作房间，火灾发生时，这些房间是保障工程内防火、灭火的关键部位；存放可燃物的房间，也是火灾危险场所。因此必须提高隔墙和楼板的耐火极限，以便在火灾时发挥他们应有的作用。

规定地下车站上述设备用房防火隔墙上应采用甲级防火门、窗，这与现行国家标准《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 的要求是一致的。

**24.2.63** 地下车站中的垂直管道井、电缆井等竖向管井是烟火竖向蔓延的通道，必须采取防火分隔措施。设计中往往将管道井与设备用房紧贴，因此，适当提高地下车站竖向管井的井壁耐火极限和防火门的等级，对隔断火灾蔓延是有利的。对于管道井和设备用房合用的防火分隔墙，其耐火极限仍需达到 2.00h。

**24.2.67** 本条规定了防火门、窗的有关设计要求。

第 1 款：地下区间联络通道和区间风井内的防火门以及站台门外的设备用房外墙上的防火门和车站风道内的防火门（包括主体建筑外挂设备用房开向轨道区的防火门），因受过往列车活塞风和隧道通风的正、负压力作用，门扇会自动开启，并常常松动，甚至出现门体掉落现象，危及行车安全。美国 NFPA130 对地下区间内的防火门做了如下规定：防火门应能承受过往列车以及隧道通风系统的正、负压力作用下不会自动开启。

因此，区间等受正、负压力作用的防火门应采用专用的抗风压防火门，并有可靠的连接措施，确保行车安全。

**24.2.69** 本条对车站用于安全疏散的自动扶梯做了具体规定。

第 1 款～第 5 款：美国 NFPA130《固定式导轨传输和客运铁路系统标准》规定：参加疏散用的自动扶梯应由不燃材料制造。日本《地铁火灾对策标准》对参加疏散用的自动扶梯也做了明确规定，当自动扶梯装有防止踏板下落装置时向着疏散方向移动或静止的自动扶梯可作为疏散用。

规定疏散用的自动扶梯按一级负荷供电、采用不燃和难燃材料制作、倾角不得大于 30°，以及设紧急停止开关是为了确保乘客疏散安全。停止运营的自动扶梯作为疏散用时，乘客会集中在自动扶梯上，造成自动扶梯超载时对乘客造成危害，因此规定自动扶梯要采用公共交通型扶梯，停止运转的自动扶梯，其承载力应能满足人员疏散要求。

为确保乘客疏散安全，防止反向自动扶梯停止后再启动运行对乘客造成危害。本规范规定：站厅设在站台上方的地下车站，向疏散出口方向的上行自动扶梯允许继续运行，而背向疏散出口方向的下行自动扶梯要求在现场对乘客发出警告信号功能后，由工作人员用手工操作停止运行，停运后的自动扶梯可作为火灾初期的疏散楼梯用。对于站台设于站厅上部的地下车站和地上车站，规定上下行自动扶梯全部停运、停运后的自动扶梯可作为火灾初期的疏散楼梯用是为了确保乘客安全。

**24.2.70** 第 2 款、第 3 款：防火分隔部位设置防火卷帘可以隔断来自火场的烟气和火焰，需火灾时自动降落的防火卷帘，应具有停滞和信号反馈功能，即第一段落下高度为地面上 2m，对烟气形成阻隔，



然后再下落到地面，整个过程由信号反馈给车站综合控制室。为了确保防火卷帘能有效隔断来自火场的烟气和火焰，规定在防火卷帘导轨两侧不得堆放物品或摆放设备，是为了防止卷帘受阻不能正常下落，不能隔断火焰。

## VI 内部装修

**24.2.73** 本条对车站、控制中心和车辆综合基地等建筑内的装修材料燃烧性能等级做了规定。

第1款～第5款：地下车站公共区的站台、站厅、疏散通道和安全出口门厅、疏散楼梯（楼梯间）、避难间、避难走道，区间联络通道和风井内的防烟楼梯间等乘客疏散部位是火灾中人员逃生的通道；设备管理用房的疏散走道和楼梯间以及消防专用通道是消防队员进入车站扑救的主要通道；车站综合控制室内设有消防控制和监控系统，主变电所、变配电所等重要设备用房以及火灾时需运作的房间是设备正常运转必须保证的用房，这些房间对火灾监控和扑救是非常重要的。因此，要求人员逃生通道、消防扑救通道和上述火灾时需运作的设备用房内全部采用不燃材料装修。车辆综合基地内的油漆库、易燃品库和酸性蓄电池充电间等用房以及车站内的垃圾储存间和控制中心内的票务储藏间，火灾危险性大。因此，对其房间内的装修材料的燃烧性能要求较高。

第6款：地下车站内配线上方的商业和站厅非付费区内设置的小商铺允许经营丙类2项的可燃物品，由于可燃物多，火灾危险性大，因此要求商业和小商铺各部位装修采用A级材料，这和现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222的要求是一致的。

第7款：地上车站、控制中心和车辆综合基地建筑内的用房采用双走道布置时，中间的用房为无窗房间。无窗房间发生火灾时，在火灾初期不易发觉，发现起火时，火势往往已较大，室内烟雾不能及时排出，消防人员施救也较困难，因此要求无窗房间的装修材料应全部采用不燃材料。

**24.2.74** 第1款：地上车站公共区的站台、站厅、疏散通道、安全出口的厅、疏散楼梯或楼梯间等乘客疏散部位是火灾中人员逃生的通道，因此，对上述涉及安全疏散部位的顶棚、墙面装修材料的燃烧性能要求较高。

**24.2.84** 日本“铁道技术标准省令条文部分修正”附属资料1“与电气设备及车辆有关的火灾对策标准”第八十三条（车辆的火灾对策）中对列车车辆地板、车顶、车壁等装修材料进行了严格规定。其中第3款规定，旅客列车车体，必须采用能够防止火灾发生和延燃的结构及材质。“旅客列车的火灾对策表”规定：车厢的车顶应采用金属或具有金属同等以上的不燃材料，车顶上安装的设备和金属器具必须与车体绝缘。车厢应采用不燃材料，表面涂装也应采用不燃材料；客室顶棚、侧墙和衬板材料及表面涂装应采用不燃材料；车厢坐席衬垫和饰面应采用难燃材料；车体其他隔热和隔声材料也应采用不燃材料。车厢地板应采用火焰和烟气难以通过的结构，地板上的铺设物应采用难燃材料，地板下面应采用不燃材料或表面用金属板材覆盖。

本条是参考日本标准制定的。

## VII 消防安全疏散标志

**24.2.87** 电光源疏散标志，能指示旅客尽快撤离到地面或安全区，使消防人员迅速进入车站、区间扑救。在火灾烟气较浓时，电光源型消防疏散标志除具有指示功能外，还有照明作用和良好的烟雾穿透性。因此，在车站旅客疏散行进路线上和安全出口、楼梯口等处，设备管理用房的疏散通道、楼梯间等处，环控机房、变电所等重要的设备用房处，以及区间的入口处、区间隧道的横向联络通道口、区间风井的防烟楼梯间和区间疏散通道等安全出口处应设置电光源型消防疏散标志。

**24.2.88** 第5款：区间隧道的横向联络通道和风井处的防烟楼梯间以及区间直通地面的疏散通道是旅客逃生通道，要求区间隧道联络通道洞口等处的电光源疏散标志为双面标识并垂直于行车方向安装是为了不同方向旅客均能看清疏散标志，有利疏散。

**24.2.91** 美国 NFPA130 和日本《地铁火灾对策标准》均对区间隧道设置表示车站或出口方向的标志做



了规定。美国 NFPA130 要求每隔 25m 就要设置 1 个指明车站或出口方向的标志牌；日本《地铁火灾对策标准》要求隧道内标志牌必须设在靠近利用应急电源的应急照明灯具附近，标志牌的高度为距疏散路面 1.5m 高，间隔必须小于 100m，并用箭头标明到达相邻车站或隧道口的距离。本条是参考日本标准制定的，隧道内各标志牌需用箭头分别指向该区间两端的车站，并标明该标志牌与区间两端车站之间距离，对于设联络通道的区间，还需标明该标志牌距相邻联络通道口的距离。

## 24.3 消防给水和灭火设施

**24.3.2 第 1 款：**城市轨道交通工程沿线一般均有可直接利用的城市自来水，但部分线路延伸到城市郊区，个别车站或车辆综合基地周围现状无城市自来水管网，城市轨道交通工程建设及设计单位应尽早积极与北京市或当地自来水公司和规划部门沟通协商，以实现规划的城市自来水管网敷设与城市轨道交通工程建设时序同步的目标，同时尽快稳定车站给水方案。若确实无法实现同步实施，城市轨道交通车站给水水源在经过技术经济比较后，可采用邻站供水或设自备井的方案；而车辆综合基地的用水量较大，给水水源不宜从就近车站供给，宜采用设自备井或利用其他水源的方案（如北京地铁 5 号线车辆段就采用了设自备井的方案），以上方案均需取得城市规划部门和自来水公司的认可。

**第 4 款：**北京城市轨道交通已建线车站周围城市自来水管网为环状管网，但由于环状管网的管段距离城市轨道交通车站较远，室外给水管线施工困难或其他原因，自来水公司只能从环状管网上接出一根给水引入管作为车站给水水源，当该站相邻两个车站周围的城市自来水管网为枝状管网时，本站不可采用邻站水源作为备用水源，应在车站内设置消防水池和消防增压、稳压设施，本站消防供水范围应根据消防泵加压、邻站及相邻区间消防水压要求及管道、阀门承压要求等情况经过技术经济比较后确定，可为一个车站含相邻各半个区间，一个车站含相邻一个区间或一个车站含相邻车站等方案。当该站相邻车站周围的城市自来水管网为环状管网时，本站可利用邻站消防给水水源作为备用水源，形成邻站消防水源互为备用的方案，本站可不设消防水池。

**第 5 款：**换乘车站及其相邻区间按一次火灾进行设计，因此，换乘车站消火栓给水系统采用一套系统是合理的，也能充分实现资源共享。

但有两类换乘车站消防给水系统不宜采用一套系统，一类是采用通道换乘的车站，由于两个车站基本上各为独立车站且换乘距离较长，车站机电系统的设计和管理完全独立，各线车站应分别从市政管网引入给水水源，形成各自独立的消防给水系统。另一类换乘车站各线分别由不同的运营管理部门管理，消防给水系统的共享将造成设备及管道维护管理上的不便，此类车站各线消防给水系统宜独立，消防给水设备单独设置，但在有条件的情况下，应与相关建设和运营部门协商，尽可能实现消防水源共享以节约工程投资。

**第 7 款：**车站站厅非付费区设置零散商铺且商铺总面积不超过 500m<sup>2</sup> 时，商铺内应增设局部应用系统，局部应用系统的设置应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的要求。

**第 10 款：**城市轨道交通工程地面和高架车站站厅、站厅公共区与出入口、轨行区直接连接，冬季公共区气温较低，且无供暖设施，冬季公共区的消防给水管道容易冻结，北京城市轨道交通已建线工程公共区的消防给水管道均设置了电保温系统。公共区消防给水管道较长，数量也较多，因此电保温设置范围较大，造价较高，同时也增加了运营维护检修的难度。本条参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 确定，旨在减少车站电保温的设置范围，降低工程造价。

但为了保证消防给水系统的安全可靠性，高架车站即使采用了干式系统，除冬季外，其他季节运营期间应保证消防给水管道充水处于满水状态，仅在冬季气温较低有冻结危险时才放空管道。

**24.3.3 第 5 款：**地下区间消防给水管与车站环状管网连通，为便于在紧急状态下及时切断地下区间的消防给水水源，在车站接区间的消防给水管上应串联安装电动和手动蝶阀，阀门的位置宜设置在设备用

房区域、风道等工作人员容易到达操作的位置,不宜布置在轨行区内。

第7款:为防止消防给水系统超压,消防给水系统应采取防超压措施,如采用水泵流量—扬程曲线比较平缓的恒压消防泵,或者在消防泵房水泵扬水管上设置超压卸载装置。

第15款:北京城市轨道交通工程供电系统一般采用750V接触轨受电方式,为保证接触轨供电的安全,区间消防干管不宜与接触轨采用同侧敷设的方式,若消防干管必须与接触轨同侧敷设,给排水及消防管道与接触轨的最小距离不应大于150mm。若城市轨道交通列车采用接触网的受电方式,则地下区间给排水及消防管道可设置在隧道的任一侧。

第16款:北京城市轨道交通在球墨铸铁管的应用上有成熟的经验。北京城市轨道交通既有工程城市轨道交通列车均采用接触轨的受电方式,对区间管道的防杂散电流腐蚀性能提出了较高要求。北京地铁1、2号线区间采用灰铸铁给水管胶圈接口,已运行将近43年仍未更换,由此可证明,铸铁管在防杂散电流腐蚀和管道的整体防腐功能上具有良好的性能。

从北京地铁5号线开始,北京城市轨道交通地下区间消防管开始采用较灰铸铁给水管各项性能指标更优的球墨铸铁给水管,但由于球墨铸铁管质量较重,因此,仅在具备安装条件的地下区间和地下车站站台板下继续推广使用,车站其他位置的消防管应采用内外热镀锌钢管。目前,市场上的新型管材较多,如CPVC及内外涂环氧钢管等,其管材在使用、安装和经济上各有优缺点。无论采用哪种新型管材,均应进行技术经济比较,该管材必须经国家固定灭火系统质量监督检验测试中心检测合格,同时兼顾到地下车站和区间通风排烟条件较差,人员疏散困难的特点,新型管材应保证在火灾高温的情况下,不能产生对人员造成伤害的有害气体。

24.3.4 第8款:车站公共区建筑装饰采用在结构墙上外挂装饰材料的装修方式,为保证车站公共区的疏散宽度,装饰层的厚度一般都较薄,为200mm~250mm不等。车站消火栓应尽量采用薄型消火栓箱,给排水专业应根据消火栓箱的厚度与装修专业协商确定装饰层的厚度,保证站厅公共区消火栓采用明装的安装方式,避免在站厅主体结构墙上开槽留洞,以减少结构设计及施工的难度。

第12款:车站公共区、出入口通道和设备用房走道的消火栓若采用明装的安装方式,将对车站公共区和设备用房走道的疏散造成一定影响,因此,位于上述位置的消火栓箱均应采用暗装方式。而车站内通风机房、风道等人员较少且不应影响人员疏散的位置,消火栓则可明装。

24.3.5 第1款:根据蒙特利尔公约的要求,1301和1211灭火系统已禁止使用。国内地铁工程电气设备用房大部分都采用了IG541或七氟丙烷气体灭火系统替代1211和1301气体灭火系统。随着研究的深入和发展,高压细水雾灭火系统作为一种新的替代系统也逐渐在城市轨道交通工程及相关工程中得到了应用,如上海轨道交通11号线和广州珠江新城集运系统的电气设备用房均采用了高压细水雾灭火系统。

高压细水雾灭火系统的灭火介质为水,与气体灭火系统相比具有冷却、隔绝辐射热、排烟、环保、持续灭火能力较强等优点,但由于其灭火介质为水,受电气设备用房室内环境及其他不可预见因素影响,高压细水雾灭火系统喷放后对电气设备的水渍损失值得关注。设计人员应对高压细水雾灭火系统的控火、灭火性能,水渍损失及经济等方面进行充分的论证分析,在确认其合理、可靠且取得北京消防部门及运营管理部门认可的基础上,城市轨道交通工程电气设备房间的自动灭火系统也可采用高压细水雾灭火系统。

24.3.7 第1款:地下车站出入口通道、风道、地下区间的区间风井、隧道出洞口均直接与外界连通,地上车站站厅、站台公共区未设供暖设施,以上区域冬季气温较低,生产、生活给水管道及消防给水管道容易冻结,需要采取一定的保温措施。根据近几年的工程经验,生活给水管道内的水虽然处于流动状态,但由于夜间用水量较少,仍有冻结危险,因此应设置电保温系统;生产给水管如冷却水补水管冬季不使用,应采用冬季放空方案不设置保温;消防给水系统采用干式系统时,可不设电保温,若采用湿式系统管道内长期有水且处于不流动状态极易冻结,应设置电保温系统。北京近几年冬季寒冷,位于风道

或出入口通道的压力废水管长期处于非流动状态，已出现了管道冻胀现象。由于车站及区间主废水泵房排水管道承担了防灾功能，因此，风道和出入口通道主废水泵房压力废水管应设电保温系统。

第2款：地下车站出入口通道、风道内设置的压力污水管设置常规保温可满足使用要求。北京地下水位较深，冬季局部排水泵房集水池的结构渗漏水量较少，排水泵大部分时间处于不工作状态，因此，北京城市轨道交通运营单位在已建工程局部排水泵房的排水管道均采用了冬季放空方案，以减少管道冻结的危害。受城市轨道交通活塞风的影响，地下车站出入口通道与车站站厅连接处的冬季温度均较低，为防止消防给水管道冻结，位于地下车站站厅吊顶内的消防给水管应设常规保温。

地面和高架车站公共卫生间使用人数较多，卫生间的门开启次数较多，且保洁人员在冬季经常开启卫生间外窗以保持卫生间的良好通风，因此卫生间虽然设置了供暖设施，但卫生间内的实际环境温度较低。目前，北京城市轨道交通已建线工程已出现了卫生间管道冻结情况，因此地面和高架车站卫生间的给排水管道均应设置常规保温，同时应加强运营的管理，减少冬季卫生间开窗次数。在非供暖区域范围外不应设置公共卫生间需要设置给排水管道的公共盥洗室，以减少管道冻结的危险。

## 24.4 防烟、排烟与事故通风

24.4.1 防烟、排烟与事故通风系统设置范围的规定。强制条文。有效的防烟、排烟与事故通风是城市轨道交通火灾及事故救援的重要组成部分。因此，必须强调地下车站及区间隧道要具备防烟、排烟系统和事故通风系统。

24.4.2 商业等物业开发空间的火灾危险性较大，一般要求与城市轨道交通空间通过设置不同的防火分区进行分隔。若系统合设，势必会通过管道将不同的防火分区连通，形成防止火灾蔓延的薄弱环节，因此要求城市轨道交通的防烟、排烟与事故通风系统与车站周围以及配线上层的商业等物业开发空间的系统独立分开设置。

24.4.3 防烟楼梯间及其前室的加压送风防烟系统可采用前室不送风仅对防烟楼梯间送风或防烟楼梯间采用自然排烟仅对前室送风的方式。具体做法应执行现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

24.4.4 机械排烟系统具体设置范围的规定。

第2款：全封闭车道指地面或高架区间的全封闭声屏障、全封闭防护罩等将车道与外界除车道两端外完全隔绝的路段。对于长度小于300m的区间隧道和全封闭车道只要两端口部都具备自然排烟条件，即可不设置机械排烟系统。

第3款：在判断设备及管理用房是否需要设置机械排烟时，以下面积不计入总面积的计算：①设备及管理用房内走道的排烟要求已有专门的规定，其面积不计入总面积；②消防泵房、污水泵房、厕所、盥洗室、茶水室等房间因不易发生火灾，不计入防火分区面积，且平时没有人员经常停留，其面积不计入总面积；③气瓶室、储藏室和折返线维修用房由于平时无人停留，其面积不计入总面积；④通风空调机房、冷冻机房一般靠近送排风道，当机房面积超过200m<sup>2</sup>时，排烟系统单独设置，其面积不计入总面积；若面积不超过200m<sup>2</sup>时，因其内部平时无人经常停留，其面积也不计入总面积；⑤用气体灭火的房间，其面积不计入总面积。

第6款：地上车站设备及管理用房设置机械排烟系统的条件。本条文参考《建筑设计防火规范》GB 50016关于公共建筑中地上房间的规定制定。

第7款：车辆综合基地的停车库、列检库、月检库等车辆运用整备设施库室一般为戊类厂房，根据《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定，不需设置排烟设施。但是，对于位于地下或上盖进行物业开发的上述库室，根据北京消防部门的要求，需设置排烟设施。

车辆综合基地内丙、丁类厂（库）房的防烟与排烟系统设计应执行《建筑设计防火规范》GB 50016

的有关规定。

**24.4.9** 地下车站中庭将站台、站厅连通,发生火灾时会同时影响站台和站厅,因此规定中庭划分为独立的防烟分区,防止中庭火灾时烟气向其他区域蔓延。疏散楼梯位于中庭内部,发生火灾时,应避免烟气侵入到人员疏散的路线上,因此规定了中庭排烟口与疏散楼梯的水平距离。根据工程经验,地下车站的中庭净空高度较大,受到烟气上升过程中的“层化”现象影响,自然排烟不能满足要求,因此规定中庭应设置机械排烟系统。中庭最小机械排烟量参考《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 规定。

**24.4.11** 根据北京既有线消防性能化设计的经验,车辆综合基地的停车库、列检库、月检库等戊类厂房依照本规范第 24.4.4 条的规定设置机械排烟系统时,鉴于其内部可燃物较少,最小机械排烟量可按  $0.5\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$  计算。此类厂(库)房的防烟分区划分宜结合土建条件、防火分区、工艺布置及排烟设备容量等因素确定。

消防车道的机械防排烟设计执行现行国家标准《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB 50067 的有关规定。

**24.4.12** 临界风速是指在纵向排烟过程中能有效防止烟气逆流的隧道断面风速。根据以往工程经验,临界风速一般小于  $2\text{m/s}$ ,但是对于特殊断面及大坡度隧道,应在系统设计时核算临界风速。临界风速可按下式计算:

$$v_c = K_1 K_g \left( \frac{gHQ}{\rho c_p A T_f} \right) \quad (24)$$

$$T_f = \frac{Q}{\rho c_p A v_c} + T \quad (25)$$

$$K_g = 1 + 0.0374 \text{grade}^{0.8} \quad (26)$$

式中  $v_c$ ——临界风速,  $\text{m/s}$ ;

$K_1$ ——系数, 0.606;

$K_g$ ——坡度修正系数;

$g$ ——重力加速度,  $\text{m/s}^2$ ;

$H$ ——隧道顶高度,  $\text{m}$ ;

$Q$ ——火灾规模,  $\text{MW}$ ;

$\rho$ ——空气密度,  $\text{kg/m}^3$ ;

$c_p$ ——空气定压比热,  $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$ ;

$A$ ——隧道面积,  $\text{m}^2$ ;

$T_f$ ——平均热空气温度,  $\text{K}$ ;

$T$ ——环境温度,  $\text{K}$ ;

grade——隧道坡度。

**24.4.17** 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 规定,防火风管的耐火极限应符合设计规定。防火风管包括火灾排烟和正压送风风管,耐火极限一般可分为 1h、2h、4h 等不同级别。对于一般金属风道,根据有关规范通过规定材料的厚度等措施即可达到防火要求;但对于新型非金属风道,选用前需要由供货商提供风道耐火极限的检测报告。

**24.4.21** 风管设置防火阀的规定。

第 4 款: 为方便乘客,不少车站在站厅层设置了局部商业用房,这些用房一般采用防火卷帘与其他区域分隔。由于该区域的火灾危险性较其他区域高,因此规定在风管穿越隔墙处设置防火阀。

## 24.5 电 气

**24.5.2** 根据《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 第 11.1.4 条、《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045—95 第 9.1.3 条、《人民防空工程设计防火规范》GB 50098—2009 第 8.1.3 条等内容作出此规定。

城市轨道交通属于人员密集的场所，当消防设备的配电线路不可靠、不能保证消防用电设备的安全供电时，对人员安全和财产安全将造成很大的潜在危害，例如韩国大邱地铁火灾的教训是惨痛的。因此，消防用电设备应该采用专用供电回路。

关于专用供电回路。

1) 北京地铁现状。消防用电设备的供电回路有两种情况：消防用电设备（如消防水泵、排烟风机等）的电源直接取自变电所低压母线；消防用电设备（如防火卷帘等）的电源取自照明配电室内的小动力总配电箱。沿用北京地铁现状。

2) 《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045—95 第 9.1.3 条文说明描述，“消防用电设备必须采用单独回路，电源直接取自配电室的母线”，“本条规定的供电回路，系指从低压总配电室（包括分配电室）至最末一级配电箱”。《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 第 11.1.4 条文说明也有同类描述。对于地上民用建筑群（如住宅小区等），每座楼内不会均设置变电所，楼内分配电室可以满足消防用电设备的电源可靠性和管理使用要求。而对于城市轨道交通的车站及控制中心大楼，则均设置了变电所，消防用电设备的电源直接取自变电所，利于火灾下的电源管理。车辆综合基地情况和地上民用建筑相同。

**24.5.5** 城市轨道交通是人员密集的场所，尤其是地下车站，一旦发生火灾，救灾难度大，人员及财产损失严重。据统计，国内 30% 以上的火灾来自于电气。国外普遍要求建筑物设置漏电火灾报警系统，《建筑设计防火规范》GB 50016—2006、《交通建筑电气设计规范》JGJ 243—2011 也做了规定。

漏电火灾报警系统应能实现剩余电流监测、分析、预警及报警功能，但不对线路或设备进行电源控制。考虑到城市轨道交通的特征，值班人员根据漏电火灾报警系统的预警、报警信息，通过控制室必要的摄像监视系统或现场确认，决定是否切除电源。

车辆综合基地的单体建筑物的类型、规模以及使用性质差异较大，本规范不提具体要求，建议结合《交通建筑电气设计规范》JGJ 243—2011 以及工程具体情况决定是否设置漏电火灾报警系统，如办公楼、维修中心等。

**24.5.6** 轨道交通具有人员密集、空间狭小等特点，易影响疏散速度，本规范规定车站公共区地面疏散照明照度不应小于 5lx，已高于《建筑照明设计规范》GB 50034—2004 第 5.4.2 条规定要求，与《城市轨道交通照明标准》GB/T 16275—2008 的规定内容保持一致。

日本建筑法和消防法对地下建筑疏散照明的照度规定为不低于 10lx，考虑到国内车站公共区正常照明照度一般为 150lx~200lx 以及节能需要，规定车站公共区地面疏散照明照度上限值不应超过正常照明照度的 5%。

当前，国内工程将应急照明灯具和值班照明灯具工作状态设计为常明，国内普遍将公共区疏散照明兼做值班照明，存在疏散照明照度过高现象，按正常照明照度的 10% 取值，约为 20lx~30lx，增加了照明型应急电源装置（EPS）的蓄电池组容量，导致工程造价和蓄电池组能耗的增加。地面照度 5lx 的疏散照明兼做值班照明时，建议值班照明照度不足部分由正常照明系统提供，可通过正常照明配电箱向值班照明灯具提供电源。

**24.5.7** 备用照明照度值规定结合了《建筑设计防火规范》GB 50016 及《城市轨道交通照明》GB/T 16275 的相关规定内容。根据使用性质的不同，火灾时仍需正常工作的场所备用照明照度值执行《建筑设计防火规范》GB 50016 规定，其余场所则执行《城市轨道交通照明》GB/T 16275 规定。

第 1 款：地下车站及区间火灾下的救灾难度以及损失程度相比民用建筑高，备用照明的照度以及应急电源火灾时持续供电时间显得非常重要。火灾时仍需正常工作的场所备用照明服务于消防救灾设备的

运行、维护等需求，当相关人员继续工作完成并撤离后才熄灭备用照明，因此，要求备用照明的应急电源供电时间较长。

《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 仅对疏散照明的应急电源供电时间提出了要求（不少于 30min），未涉及工程中的备用照明要求。《民用建筑电气设计规范》JGJ 16—2008 第 13.8.6 条提出了备用照明不少于 180min 的要求。北京市轨道交通正线工程不具备设置自备发电机的条件，实际工程中，备用照明的应急电源均采用照明型应急电源装置（EPS）。因此 180min 的供电时间对于 EPS 装置而言，蓄电池数量将很大，工程造价高，维护费用大，且正常运行能耗不符合非火灾时的国家节能政策。参考香港等地铁线路，确定备用照明的备用电源火灾时连续供电时间不应少于 120min。

备用照明的应急电源火灾时连续供电时间是指蓄电池组连续有效放电的时间，截止蓄电池使用寿命结束而更换时，蓄电池组的容量仍能维持本规范规定的火灾时连续供电时间。

**24.5.11** 标准地下车站一般将站台层、站厅层公共区作为一个防火分区，车站两端附属用房单独划分为防火分区。应急照明配电室基本上设置于车站附属用房区域，同时为两个相邻防火分区灯具提供应急电源，当该配电室远离车站公共区时，应急照明支线回路容易出现跨越防火分区的较长路径，应急照明的可靠性得不到保障。因此，应急照明配电室设置于车站附属用房区域时，该配电室应贴邻车站公共区，可以视作应急照明支线回路未跨越防火分区。

**24.5.14** 应急照明回路不得设置插座，目的是防止应急照明回路受到干扰而降低其电源可靠性。应急照明回路设置插座时，使用过程中容易出现被非消防设备/设施利用，使用过程中会因过负荷跳闸，或使用完毕后因移动线缆扯拉、摩擦而发生接地故障，影响应急照明的正常使用。

在应急照明灯具电源需要的情况下，允许设置应急照明灯具自用插座。

**24.5.16** 本规范中的轨道交通属于钢轮钢轨系统，轮轨摩擦、撞击产生的振动传至主体结构上，对光源及灯具提出了耐振动的要求。

车站、车辆综合基地、控制中心及地下区间均属于半封闭或全封闭建筑空间，火灾时大量烟气产生的高温将传导至建筑物顶部或侧墙，对光源及灯具提出了耐热的要求。对于地上半封闭建筑，应考虑冬季的温度对光源启动的影响。

当前，LED 作为新型节能光源被广泛应用。目前国内外生产的 LED 光源弊端之一是耐温性能较差。较大功率（30W 及以上）LED 光源散热量较大，安全工作温度为 45℃ 及以下，目前没有好的解决方案，且发热后亮度会明显降低，LED 光源多用于路灯照明。火灾时，光源处烟气温度将远高于 45℃，疏散照明以及装在顶部的疏散标志光源采用 LED 时，LED 光源将被烧毁，应急照明失去了作用。疏散指示标志如安装于不高于地饰面 1m 处，可采用 LED 光源。因此，在 LED 光源克服自身性能缺陷前，应慎重采用。

**24.5.17** 本规范执行了《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 对阻燃、耐火电缆的选用提出：采用符合国家标准《电线电缆耐火特性试验》GB 12666.6—90 的耐火电缆能提高消防配电线路的耐火能力，但在模拟实体火灾试验中，普通电缆、阻燃电缆、阻燃隔氧层电缆及耐火电缆，在明敷及穿钢管并施防火涂料保护时，其持续供电时间均未达到 30min。这对于消防控制室、消防水泵、消防电梯、防排烟设施等供电时间较长的消防设备供电是不利的。此外，明敷时不能承受火灾中重物坠落和喷淋水冲击的影响。因此，设计时对一些重点建筑或场所或某些重要供电线路宜采用矿物绝缘铜护套电缆。

基于上述模拟火试验结果，本规范提出火灾时需要保证供电的电缆采用 A 类阻燃、电线采用 B 类阻燃，虽然 A 类电缆价格高于 B 类，但对于人员密集、救灾难度大的轨道交通而言，保证救灾设备设施的电源可靠性更为必要。另外，国内城市轨道交通工程应急照明电源系统均采用照明型应急电源装置（EPS），火灾风险集中在 EPS 电源装置和照明支线上，一旦照明支线出现故障，对应急照明影响很大，因此规定电线采用 B 类阻燃是必要的。

24.5.21 国内在高架桥防雷方面尚无相关规定及设计规范。国内跨河、跨海大桥的防雷设计基本参考了《建筑物防雷设计规范》，城市轨道交通工程的防雷设计经验尚在探索中。

东海大桥起始于上海浦东，跨越杭州湾北部海湾，直达浙江省小洋山，大桥全长 31.1km。主斜拉桥跨度为 830m，部分斜拉桥跨度为 610m。采用二级防雷措施。为防止直击雷，主塔上设置了 4m 高的避雷针。利用主塔桥墩结构钢筋做引下线，桥墩结构钢筋做自然接地体。接地电阻指标 $\leq 1\Omega$ ，实测 $\leq 0.4\Omega$ 。采用等电位及设置各级避雷器，对供电系统、弱电系统（电视监视、收费、信号、控制、数据传输）等进行雷击防护。

番禺大桥是连接广州与番禺主干道上的一座斜拉索桥，全长 4874m。主跨 380m，边跨均为 161m（其间设一辅助墩）。采用二级防雷措施。利用桥墩结构钢筋做引下线，桥墩结构钢筋做自然接地体。接地电阻指标 $\leq 4\Omega$ 。

杨浦大桥主桥是一座双塔空间双索面全漂浮体系结合梁斜拉桥。主桥全长 1172m，其中由斜拉索支承部分为 1088m。大桥主跨 602m。利用桥墩结构钢筋做引下线，桥墩结构钢筋做自然接地体。

北京地铁八通线为 DC 750V 接触轨授电制式，高架区间位于北京东部落雷带上，按二级防雷设计。桥两侧的护栏、声屏障作为接闪器，桥墩结构钢筋兼做自然接地体，设置防雷端子箱。桥面所有金属构件与防雷端子箱直接电气连接，上下行走行轨通过各自的等电位连接器分别与防雷端子箱电气连接。设置专用防雷引下线。桥墩跨度以 35m 为主，引下线间距为 400m 左右。经调研，截止目前，尚无高架桥雷击事故报告。

广州地铁 4 号线为 DC 1500V 接触轨授电制式，高架区间构筑物按三类防雷设计。间隔 30m 将桥护栏顶上的避雷带与另一侧护栏上设置的避雷带用热镀锌扁钢连接。桥墩跨度为 25m~35m，利用桥墩结构钢筋作引下线，每个桥墩都做引下，接地电阻要求小于  $10\Omega$ 。接触轨与走行轨通过 DC 1500V 避雷器分别接地，引下线间距为 200m。弱电设备就地设置避雷针。经调研，截止目前，尚无高架桥雷击事故报告。

对于接触轨线路，列车顶部高于桥面最高点（无声屏障时），列车遭到雷击时，雷击能量通过列车外壳传导至走行轨，防雷措施具有一定的特殊性。参照工程具体事例以及架空接触网避雷器设置距离（一般间隔 300m），规定防雷引下线间距不宜大于 300m。

## 25 环境保护

### 25.1 一般规定

25.1.3 环境保护目标及其污染防治措施设计的依据。《环境影响评价法》第二十四条规定：建设项目的环评文件经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环评文件。因此，当线路走向、敷设方式或沿线敏感目标等发生重大变动时，应按重新报批的建设项目环评文件开展设计。

25.1.6 由于存在线网分流等因素，城市轨道交通预测最大客流量不一定出现在远期，因此污染防治设施设计还需考虑是否存在更大的控制期客流量。对于远期规划的敏感区域，其污染防治设施可以远期实施，但应预留可行的实施条件。

### 25.2 环境保护标准

25.2.1 车辆综合基地除了厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348外，其周边的噪声敏感点的声环境质量也应符合《声环境质量标准》GB 3096的要求。

25.2.9 根据《城市轨道交通环境影响评价技术导则》HJ 453—2008，城市轨道交通的电磁环境影响主要涉及110kV及以上电压等级的变电所。由于国内尚无110kV及以上电压等级环评的相关标准，实际工作中一直参照现行《500kV超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》HJ/T24执行。目前该规范正在修订之中，修订后将更名为《环境影响评价技术导则输变电工程》HJ/T24，适用范围覆盖了110kV及以上电压等级的交、直流输变电工程。该规范修订版正式发布、实施后，应按新规范的规定执行。

### 25.3 环境保护措施

#### I 噪 声

25.3.2 由于城市中心区的建筑密集、用地紧张、道路狭窄，实践证明地面及高架线路的列车运行噪声影响满足相关标准要求的难度大，因此本规范规定线路穿越城市中心区时宜采用地下敷设方式。

25.3.3 本规范参考《地铁设计规范》GB 50157（修订报批稿）的条文，用噪声限值控制标准代替了以往规范中的防护距离控制标准。通过这一变化，将允许实际工程根据自身的具体情况采取有针对性的降噪措施达到噪声限值要求，缩小线路与噪声敏感点的距离。这样的规定既有利于初投资和运营费用较低的地面及高架线路能够更多的推广应用，也能够鼓励各方研发各类新型降噪技术的积极性。

25.3.4 地面风亭、冷却塔噪声防护距离是以风机采用常规消声设计、冷却塔采用低噪声冷却塔为前提计算的。当不能满足防护距离或噪声标准时，需按本规范25.3.7的规定采取相关措施。

25.3.6 第2款：声屏障设计目标值的确定。重新修订的《声环境质量标准》GB 3096的规定：以昼间、夜间环境噪声源正常工作时段等效声级作为评价噪声敏感建筑物户外（或室内）环境噪声水平，判断是否符合所处声环境功能区的环境质量要求的依据。因此，对于学校教室、科研办公室等夜间无住宿的声环境敏感点，仅需根据昼间等效声级预测值及昼间标准确定声屏障的设计目标值；对于居民区等夜间有住宿的声环境敏感点，还需根据夜间运营时段等效声级预测值及夜间标准来确定声屏障的设计目标值。



第4款：声屏障设置长度的规定。工程实践证明，声屏障长度与其降噪效果密切相关。本规范参考《联邦德国环境保护手册》，根据声屏障插入损失值及与线路的距离计算声屏障两端的附加延伸长度，同时对声屏障最小长度进行规定。

第5款：符合限界要求是保障安全运营的基本条件。

第8款：声屏障的透明部分在受到撞击后容易破碎，如果坠落到高架桥下可能给桥下的行人与车辆带来危险。因此应采用夹胶玻璃、夹筋亚克力板、聚碳酸酯板等安全材料。

声屏障材料防火性能要求主要参考《公路声屏障材料技术要求和检测方法》JT/T 646—2005及《铁路声屏障声学构件技术要求和测试方法》TB/T 3122—2005制定。国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624—2006于2006年6月19日发布，2007年3月1日正式实施。由于该标准新版GB 8624—2006与旧版GB 8624—1997在原理、分级结构、试验方法等方面有较大差异，为确保新旧标准体系的平稳过渡，公安部就有关问题下发了“关于实施国家标准GB 8624—2006《建筑材料及制品燃烧性能分级》若干问题的通知”（公消〔2007〕182号）。根据上述通知，按GB 8624—2006检验判断为A<sub>1</sub>级和A<sub>2</sub>级的，对应于相关规范和GB 8624—1997的A级；按GB 8624—2006检验判断为B级和C级的，对应于相关规范和GB 8624—1997的B<sub>1</sub>级；按GB 8624—2006检验判断为D级和E级的，对应于相关规范和GB 8624—1997的B<sub>2</sub>级。《地铁设计规范》GB 50157现行及修编版中的材料燃烧性能均按旧版标准分级编制，因此本规范仍采用旧版标准。

第11款：声屏障设计应采取措施解决在桥梁变形缝处由于桥梁温度变形带来的问题。另外，根据运营单位反馈情况，由于列车运行振动、钢结构变形等原因造成声屏障钢结构连接螺栓脱落的现象较多，给运营造成安全隐患。因此，应采用自锁螺栓连接等措施保证连接可靠性。

第14款：目前工程中采用的金属或透明声屏障板材料的使用年限一般低于钢结构主体框架，在主体结构的寿命期内会面临多次更换声屏障板材料的问题，因此，声屏障工艺设计应充分考虑这一因素，既要保证构件连接牢固、紧密，也要便于维修与更换。另外，声屏障声学构件的金属部件的防腐蚀年限也不应小于15年。

## II 其 他

25.3.9 根据对北京、上海地铁高架线路的噪声测试数据，列车通过高架线路时的等效声级高于路堤线路约3dB(A)~4dB(A)，桥梁结构振动引起的二次辐射噪声不容忽视。因此，在经过噪声敏感区域且设置声屏障的城市轨道交通高架路段，应对桥梁或轨道结构采取相应的减振与阻尼措施，既降低桥梁及轨道结构的振动影响，又保证声屏障的隔声降噪效果。

## 26 节 能

### 26.1 建筑节能

**26.1.2** 地上车站一般由站厅、站台公共区和设备管理用房区组成,设备管理用房区由变电所、弱电等机房和管理用房组成。根据北京市的气候特点和设备系统特征,目前站厅、站台公共区不设空调和供暖系统,仅在设备管理用房区的弱电机房和有人房间设多联分体空调系统,对于未纳入多联分体空调系统的站台值班室和变电所控制室会设置局部分体空调器。由于变电所面积占设备管理用房的比例约在30%左右,设备的发热量大,一般采用机械排风、自然进风的通风方式,外围护结构应有利于向外散热,因此只需做好通风和东西向外窗遮阳。弱电系统设备机房的设备发热量大,空调负荷以设备发热为主,围护结构传热所占比重较小,全年大部分时间需要进行降温处理。由于北京地区夏季气温较高的时段仅有4~5个月,总体上讲,提高围护结构的保温性能并不一定有利于降低全年能耗。与弱电系统设备机房相比,管理用房数量少,且面积小,冬、夏季均需保温。为方便实际工程操作,结合两类建筑的围护结构全年传热特征,本规范规定其传热系数应统一按照现行北京市《公共建筑节能设计标准》DB 11/687 丙类建筑的有关规定执行。同时,为了减少房间的太阳辐射得热,其围护结构遮阳系数应按照乙类建筑的有关规定执行。

站厅公共区由于不设空调和供暖系统,因此未规定围护结构各部位的传热系数限值,仅对其窗墙面积比和可开启窗面积做了规定。如果站厅公共区设空调系统,公共区应按现行北京市《公共建筑节能设计标准》DB 11/687 的有关规定执行。

**26.1.3** 北京已建的部分地上车站,采用了大面积的玻璃幕墙。由于地上车站公共区不设空调,尤其是站厅公共区,大面积透明玻璃幕墙受夏季太阳直射或辐射热的影响,加之可开启窗面积偏小,通风差,极易产生温室效应,使室内气温很快升高,乘客和工作人员难以承受,因此,必须限制站厅层公共区的窗墙面积比。设备用房区设多联分体空调系统,如果采用大面积的玻璃幕墙,势必会加大空调能耗,是极不可取的,因此规定窗墙面积比不宜超过0.5。

**26.1.5** 地上车站站台上的雨篷受夏季太阳辐射强度最大,且透明雨篷不易清洁。为了减少夏季太阳辐射热对站台影响以及屋顶清洁维护难度,对车站雨篷采用透明材料的比例做了规定。要求透明部分的面积不应大于屋顶总面积的15%,比现行北京市《公共建筑节能设计标准》DB 11/687 中规定不大于20%略严。

**26.1.6** 弱电设备用房,因北京气候特点和设备洁净要求,不能开启更多的外窗,因此未规定可开启窗比例,但有条件开启外窗的设备用房,宜尽量设置可开启外窗。

**26.1.10** 控制中心建筑和车辆综合基地内的办公楼、培训中心、公寓、食堂等建筑属于公共建筑,因此此类建筑物的围护结构热工设计应按现行北京市《公共建筑节能设计标准》DB 11/687 的有关规定执行。

### 26.2 设备节能

#### I 供 电

**26.2.3** 双边供电有利于降低牵引网能耗、提高接触网电压质量、降低杂散电流泄漏量,因此规定单机组与相邻牵引变电所双边供电时,通过VI级重牵引负荷特性,满足远期高峰小时的运力需求。

**26.2.4** 国内城市轨道交通车站降压变电所一般均设置两台配电变压器。北京地区夏季空调季节从5月

底到9月初,全年连续时间为4个月。这意味着降压变电所设置两台配电变压器时,全年三分之二时间里负荷率比较低。变压器经济负荷率因其不同型号、不同容量而有所不同,甚至差别很大。因此,北京地区设置中央空调专用配电变压器可以作为一种选择,尤其是控制中心。

近年来,北京市轨道交通运营情况表明,建设过程中未知的低压用电负荷增长比较快,个别车站或线路运营几年就面临着变压器增容问题;其次,面临今后不可预知或预知(如安防系统、金融等增值服务)的因素。规定变压器容量留有15%~25%的裕量,目的是减少非使用寿命因素下变压器更换的几率,利于运营安全和服务水平保障与提高。

**26.2.9** 就地设置无功自动补偿装置,可以有效地达到节能效果。国内运营线路的调研情况表明,变电所低压侧设置集中式无功补偿装置,容易产生过补现象,因此不再设置集中式无功补偿装置,或变电所低压侧有源滤波装置预留无功补偿功能。

调压调速变频控制装置、牵引整流机组、照明光源(白炽灯除外)、计算机等属于非线性设备,运行中将产生大量谐波。近年来,国内对谐波引起的能耗有了较深的认识,有的地方明文规定了变电所低压侧应设置有源滤波装置的要求。工程设计中,应根据就地无功补偿后的变电所低压侧功率因数改善效果,决定有源滤波装置是否配套无功补偿元件及控制回路。

**26.2.11** 地上车站站台站厅、车辆综合基地(如列检库、运用库等)室内天然采光随室外天然光的强弱变化,当室外光线强时,室内的人工照明应按照人工照明的照度标准,自动关掉一部分或全部灯,利于节约能源。

随客流量多少、节假日以及运营时间,地下车站公共区正常照明的照度要求有一定的差异。客流量多或者逢节假日时,车站公共区正常照明的照度一般为设计值;其他情况下,可以关掉车站公共区正常照明的一部分灯,利于节电。采用智能照明控制技术,能降低工作人员的劳动强度,并提高节能效果。

**26.2.13** 太阳能属绿色能源。光伏发电技术日趋成熟,国际上应用广泛,国内城市道路以及公园路灯也在大力推广。车辆综合基地的停车库、列检库、运用库等大型建筑物、路灯具备安装太阳能电池板的条件,建议车辆综合基地适当采用光伏发电技术,贯彻国家节约能源的政策。地上车站及路灯有条件时,也应考虑采用光伏发电技术。

## II 通风、空调与供暖

**26.2.14** 室内设计温湿度取值的高低,与能耗多少有密切关系,在加热工况下,室内计算温度每降低1℃,能耗可减少5%~10%;在冷却工况下室内计算温度每升高1℃,能耗可减少8%~10%。为了节省能源,应避免冬季采用过高的室内温度,夏季采用过低的室内温度。

新风量的大小不仅与能耗、初投资和运行费用密切相关,而且关系到保证人体的健康。本规范给出的新风量,结合了国内现行有关规范和标准的数据,并综合考虑了众多因素,一般不应随意增加或减少。

**26.2.16** 风机合用的相关规定。公共区通风机或车站排热风机与区间隧道风机合用的集成通风空调系统是北京城市轨道交通常用的通风空调系统方案。由于集成系统中的区间隧道风机一机多用,既有正转又有反转,一台风机对应多个不同的管路特性曲线。在非集成系统中,由于可逆风机仅作为事故风机使用,因此在设备选型时,一般要求正转风量、风压与反转风量、风压基本相等,正转效率约等于反转效率。这样,风机的效率较普通的单向轴流风机有所降低。但是,对于集成通风空调系统,风机的正向为正常运转状态,反向为事故运行状态,如果仍然沿用非集成系统的风机选型原则,会造成风机正常运转时的效率较低,不利于节能。为了解决此问题,选择风机时,应尽量保证正转的风机效率,对于反向的事故工况效率可适当降低,以保证系统节能目标的实现。同样,在正转的各种工况中,也应保证正常工况的风机效率处于较高的水平,而适当损失事故工况效率。

**26.2.18** 《公共建筑节能设计标准》GB 50189不建议将土建风道作为空调送风道使用,主要原因是土建风道容易出现比较突出的漏风问题,造成冷量浪费;另外,土建风道墙体的蓄热量大,没有绝热层的

土建风道会吸收大量的送风能量，影响空调效果。对于城市轨道交通工程，由于受到土建条件限制，无法完全避免土建风道形式的空调送风道，因此要求加强封堵等防漏风措施和风道墙体内部的绝热措施。

**26.2.19 通风、空调与供暖系统的主要设备能效等级规定。**目前制定通风空调设备能源效率等级判定方法的目的是配合我国能效标识制度的实施。能源效率等级划分的依据：一是拉开档次，鼓励先进；二是兼顾国情，以及对市场产生的影响；三是逐步与国际接轨。根据我国能效标识管理办法（征求意见稿）和消费者调查结果，建议依据能效等级的大小，将产品分成1、2、3、4、5五个等级。能效等级的含义：1等级是企业努力的目标；2等级代表节能型产品的门槛（最小寿命周期成本）；3、4等级代表我国的平均水平；5等级产品是未来淘汰的产品。为响应积极国家节能减排的号召，对于具有公共投资背景的城市轨道交通项目更应采用节能型产品。

对于冷水机组，从科学合理的角度出发，考虑到不同压缩方式的技术特点，对其制冷性能系数分别作出了不同要求。活塞/涡旋式采用第3级，螺杆式采用第2级，水冷离心式采用第1级。根据国家标准《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组工商业用和类似用途的冷水（热泵）机组》（GB/T 18430.1—2001）中的规定，确定名义工况时的参数：①使用侧：制冷进/出口水温 12/7℃；②热源侧（或放热侧）：水冷式冷却水进出口温度 30/35℃，风冷式制冷空气干球温度 35℃，蒸发冷却式空气湿球温度 24℃；③使用侧和水冷式热源侧污垢系数  $0.086\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{kW}$ 。

**26.2.20 夏季空调系统采用小新风工况运行可以降低新风负荷，过渡季节采用全新风工况运行可以充分室外自然冷源为室内降温。**车站公共区空调负荷随运营时段的不同具有明显的差异性，实践证明，在低负荷工况下采用变风量运行具有明显的节能效果。

**26.2.21 机组群控是车站空调水系统节能运行的一种有效方式。**例如，螺杆式冷水机组在某些部分负荷范围运行时的效率高于设计工作点的效率，因此简单地按容量大小来确定运行台数并不一定是最节能的方式；在大多数工程中，采用了多台冷水机组搭配的设计方案，这时采用群控方式，合理确定运行模式对节能是非常有利的。本规范只是原则上提出群控的要求。具体设计时，应根据负荷特性、设备容量、设备的部分负荷效率、控制系统功能以及投资等多方面进行经济技术分析后确定群控方案。同时，也应该将冷水机组、水泵、冷却塔等相关设备综合考虑。

北京市地方标准  
城市轨道交通工程设计规范  
DB11/995—2013

2013 年 11 月第一版

\*

北京市城乡规划标准化办公室  
北京南礼士路 19 号建邦商务会馆三层南段  
标准服务站电话：68010409 68011408  
标准服务站地址：北京市西城区南礼士路 62-1 号  
邮政编码：100045  
网 址：[www.hbbb.net](http://www.hbbb.net)  
邮箱地址：[bjbb3000@163.com](mailto:bjbb3000@163.com)  
工 本 费：160.00 元

版权专有 侵权必究