

山东省工程建设标准

DB

DB 37/T 5153-2019

J15000 - 2020

中运量跨座式单轨交通系统设计规范

Code for design of medium capacity of straddle monorail transit

2019-12-31 发布

2020-05-01 实施

山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

中运量跨座式单轨交通系统设计规范

Code for design of medium capacity of straddle monorail transit

DB37/T 5153-2019

住房和城乡建设部备案号：J15000-2020

主编单位：比亚迪勘察设计有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

施行日期：2020年5月1日

2020 济南

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省质量技术监督局《关于印发〈关于 2018 年第一批山东省工程建设标准制修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2018〕9 号）要求的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规范。

本规范的主要内容是：总则、术语、运营组织、车辆、限界、线路、车站建筑、车站结构、轨道桥梁工程、道岔、支座、地下结构、工程防水、通风、空调与采暖、给水与排水、供电系统、通信、信号、自动售检票、火灾自动报警、环境与设备监控、综合监控、门禁、运营控制中心、车辆基地、防灾与救援、环境保护、道岔类型及技术参数、限界图表、轨道梁的精度要求等。

执行本规范的过程中如有意见或建议，请寄送比亚迪勘察设计有限公司（地址：广东省深圳市坪山区比亚迪路 3009 号，邮编：518118，联系电话：0755-89888888，邮箱：lrtgongyong@byd.com），以便今后修订。

本规范主编单位： 比亚迪勘察设计有限公司

本规范参编单位： 比亚迪汽车工业有限公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

中铁工程设计咨询集团有限公司

山东省济宁市建设工程标准造价管理站

济宁市建筑设计研究院

深圳市市政设计研究院有限公司

济南轨道交通集团有限公司

中铁十四局集团有限公司

本规范主要起草人员：	曾 浩	张宏杰	阮惠强	沈守田
	王 乐	刘 俊	刘 华	吕英康
	朱君卿	孟庆云	王同刚	伍国甜平
	谢建良	许留记	张晋毅	周艳敏
	肖志春	杜智亮	李 罡	韦钧贵
	王庆祝	周范文	陈永志	李 虎
	高晓霞	孙保亚	姜 涛	

本规范主要审查人员：	徐明杰	陈燕申	方新涛	许伯彦
	刘俊岩	黄旭红	孙 杰	黄 舰
	孟 伟			

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	运营组织	4
3.1	一般规定	4
3.2	系统运营规模	4
3.3	行车组织	4
3.4	运营速度	5
3.5	运营管理	5
4	车 辆	6
4.1	一般规定	6
4.2	车辆型式与列车编组	6
4.3	车体	8
4.4	转向架	8
4.5	制动系统	8
4.6	电气系统	9
4.7	安全设施与应急措施	9
5	限 界	11
5.1	一般规定	11
5.2	基本参数	11
5.3	设备、建筑限界	12
6	线 路	14
6.1	一般规定	14
6.2	线路平面	14
6.3	线路纵断面	20
6.4	配线设置	20
7	车站建筑	22
7.1	一般规定	22
7.2	车站总体布置	22
7.3	车站平面	22
7.4	车站出入口	23
7.5	人行楼梯、自动扶梯、电梯	24
7.6	站台门	24
7.7	无障碍设施	25
7.8	车站最小高度、最小宽度	25
7.9	车站环境设计	26
7.10	设备用房	26
8	车站结构	27
8.1	一般规定	27
8.2	荷载	27
8.3	设计要求	27
9	轨道桥梁工程	29
9.1	一般规定	29
9.2	设计荷载	29

9.3 设计原则与要求	30
9.4 构造要求	32
10 道 岔	34
10.1 一般要求	34
10.2 道岔类型	34
10.3 道岔设备	34
10.4 道岔系统设计原则	35
11 支 座	36
11.1 一般规定	36
11.2 支座的选型与布置原则	36
11.3 抗拉支座	37
12 地下结构	38
12.1 一般规定	38
12.2 抗震设计	38
12.3 耐久性设计	38
12.4 构造设计	38
13 工程防水	39
13.1 一般规定	39
13.2 明挖法、浅埋暗挖法、盾构法施工的地下工程防水	39
13.3 高架结构防水	39
14 通风、空调与采暖	40
14.1 一般规定	40
14.2 地面部分的通风、空调系统	40
14.3 地下部分的通风、空调系统	40
15 给水与排水	42
15.1 一般规定	42
15.2 给水系统	42
15.3 排水系统	42
15.4 给水排水系统的控制和运营	43
16 供电系统	44
16.1 一般规定	44
16.2 供电	44
16.3 变电所	45
16.4 接触轨	47
16.5 动力与照明	48
16.6 电力监控	49
16.7 接地	50
17 通 信	51
17.1 一般规定	51
17.2 传输系统	51
17.3 无线通信系统	52
17.4 电话系统	52
17.5 视频监视系统	54
17.6 广播系统	55
17.7 时钟系统	55

17.8	办公自动化系统	55
17.9	乘客信息系统	56
17.10	集中告警系统	56
17.11	公安通信系统	56
17.12	通信用房要求	57
17.13	电源、防雷及接地	57
18	信 号	59
18.1	一般规定	59
18.2	系统要求	59
18.3	列车自动监控系统	61
18.4	列车自动防护系统	62
18.5	列车自动运行系统	65
18.6	车辆基地信号系统	66
18.7	其他	67
19	自动售检票系统	70
19.1	一般规定	70
19.2	售、检票设备与功能	70
19.3	系统与网络架构	71
19.4	车票与票务管理	71
19.5	设备布置与管线原则	72
19.6	供电与接地	72
19.7	设备维护	72
20	火灾自动报警系统	73
20.1	一般规定	73
20.2	系统组成及功能	73
20.3	消防联动控制	74
20.4	火灾探测器与报警装置的设置	74
20.5	消防控制室	74
20.6	供电、防雷与接地	75
20.7	布线	75
21	环境与设备监控系统	76
21.1	一般规定	76
21.2	系统设置原则	76
21.3	系统基本功能	76
21.4	硬件设备配置	76
21.5	软件基本要求	77
21.6	系统网络结构与功能	77
21.7	系统布线、供电、防雷及接地	77
22	综合监控系统	78
22.1	一般规定	78
22.2	系统设置原则	78
22.3	系统基本功能	78
22.4	硬件基本要求	79
22.5	软件基本要求	80
22.6	系统性能指标	80

22.7 其他	81
23 门禁系统.....	82
23.1 一般规定	82
23.2 安全等级和监控对象	82
23.3 系统构成及功能	82
23.4 其他	82
24 运营控制中心.....	83
24.1 一般规定	83
24.2 功能分区与总体布置	83
24.3 建筑与装修	84
24.4 布线	85
24.5 供电、防雷与接地	85
24.6 照明与应急照明	85
24.7 通风、空调与采暖	86
24.8 消防与安全	86
25 车辆基地.....	87
25.1 一般规定	87
25.2 车辆基地的功能、规模及总平面设计	87
25.3 车辆运用整备设施	88
25.4 车辆检修设施	91
25.5 车辆段设备维修与动力设施	92
25.6 综合维修中心	92
25.7 物资总库	93
25.8 培训中心	93
25.9 救援设施	93
25.10 站场	93
25.11 其他	94
26 防灾与救援.....	95
26.1 一般规定	95
26.2 建筑防火	95
26.3 消防给水与灭火	96
26.4 防烟、排烟与事故通风	98
26.5 疏散平台	99
26.6 防灾通信	99
27 环境保护.....	100
27.1 一般规定	100
27.2 环境保护规划	100
27.3 工程环境保护	100
27.4 环境保护措施	101
附录 A 道岔类型及技术参数.....	103
附录 B 限界图表.....	107
附录 C 轨道梁的精度要求	113
本规范用词说明.....	114
引用标准名录.....	115
附：条文说明.....	118

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 Operation Organization	4
3.1 General Provisions	4
3.2 System Operation Scale	4
3.3 Traffic Organization	4
3.4 Operating Speed.....	5
3.5 Operation Management	5
4 Vehicle	6
4.1 General Provisions.....	6
4.2 Vehicle Type and Train Formation.....	6
4.3 Car Body.....	8
4.4 Bogie.....	8
4.5 Braking System.....	8
4.6 Electrical System	9
4.7 Safety Facilities and Emergency Measures	9
5 Gauge	11
5.1 General Provisions.....	11
5.2 Basic Parameters.....	11
5.3 Equipment and Construction Gudge.....	12
6 Line.	14
6.1 General Provisions.....	14
6.2 Line Plane	14
6.3 Line Profile	20
6.4 Guidelines Settings	20
7 Station Building	22
7.1 General Provisions.....	22
7.2 General Layout of Station.....	22
7.3 Station Plane	22
7.4 Station Entrance and Exit	23
7.5 Pedestrian Stairs,Escalators, Elevators	24
7.6 Platform Door	24
7.7 Wheelchair Accessible.....	25
7.8 Minimum Height and Width of Station	25
7.9 Station Environment Design.....	26
7.10 Installation Room.....	26
8 Station Elevated Structure	27
8.1 General Provisions.....	27
8.2 Load.....	27
8.3 Design Requirement	27
9 Rail Beam Bridge	29
9.1 General Provisions.....	29
9.2 Design Load.....	29

9.3 Design Principles and Requirements	30
9.4 Structural Requirements	32
10 Turnout.....	34
10.1 General Provisions.....	34
10.2 Turnout Type	34
10.3 Turnout Equipment.....	34
10.4 Design Principle of Turnout System.....	35
11 Adminicula.....	36
11.1 General Provisions.....	36
11.2 Selection and Arrangement Principle of Bearing	36
11.3 Tensile Bearing.....	37
12 Undergroud Structure	38
12.1 General Provisions.....	38
12.2 Seismic Design	38
12.3 Durability Design.....	38
12.4 Structural Design	38
13 Engineering Waterproof.....	39
13.1 General Provisions.....	39
13.2 Waterproofing of Underground Engineering Constructed by Ppen Excavation, Shallow Buried Excavation and Shield Method	39
14 Ventilation,Air conditioning and Heating equipment	40
14.1 General Provisions.....	40
14.2 Ventilation and Air Conditioning System of Ground Part.....	40
14.3Ventilation and Air Conditioning System of Underground Part.....	40
15 Water supply and Draining equipment.....	42
15.1 General Provisions.....	42
15.2 Water Supply System	42
15.3 Drainage System	42
15.4 Control and Operation of Water Supply and Drainage System	43
16 Power Supply system	44
16.1 General Provisions.....	44
16.2 Power Supply.....	44
16.3 Substation	45
16.4 Contact Rail	47
16.5 Power and Lighting.....	48
16.6 Power Monitoring.....	49
16.7 Earthing	50
17 Communication	51
17.1 General Provisions.....	51
17.2 Transmission System	51
17.3 Wireless Communication System.....	52
17.4 Telephone System.....	52
17.5 Video Monitoring System.....	54
17.6 Broadcasting System	55
17.7 Clock System.....	55

17.8 Office Automation System	55
17.9 Passenger Information System.....	56
17.10 Centralized Alarm System	56
17.11 Public Security Communication System	56
17.12 Requirements for Communication Room	57
17.13 Power Supply, Lightning Protection and Grounding.....	57
18 Signal	59
18.1 General Provisions.....	59
18.2 System Requirements.....	59
18.3 Automatic Train Monitoring System	61
18.4 Automatic Train Protection System.....	62
18.5 Automatic Train Operation System	65
18.6 Vehicle Base Signal System	66
18.7 Other	67
19 Automatic Fare Collection System.....	70
19.1 General Provisions.....	70
19.2 Ticketing and Checking Equipment and Functions	70
19.3 System and Network Architecture	71
19.4 Ticket and Ticket Management	71
19.5 Equipment Layout and Pipeline Principle	72
19.6 Power Supply and Grounding.....	72
19.7 Equipment Maintenance	72
20 Automatic Fire Alarm System.....	73
20.1 General Provisions.....	73
20.2 System Composition and Function	73
20.3 Fire Fighting Linkage Control	74
20.4 Setting of Fire Detector and Alarm Device	74
20.5 Fire Control Room.....	74
20.6 Power Supply, Lightning Protection and Grounding.....	75
20.7 Wiring.....	75
21 Building Automatic System	76
21.1 General Provisions.....	76
21.2 System Setting Principle	76
21.3 Basic Functions of the System.....	76
21.4 Hardware Device Configuration.....	76
21.5 Basic Software Requirements.....	77
21.6 System Network Structure and Function	77
21.7 System Wiring, Power Supply, Lightning Protection and Grounding.....	77
22 Integrated Supervisory and Control System.....	78
22.1 General Provisions.....	78
22.2 System Configuration Principle.....	78
22.3 Basic Functions of the System.....	78
22.4 Basic Hardware Requirements.....	79
22.5 Basic Software Requirements.....	80
22.6 System Performance Index	80

22.7 Other	81
23 Access Control	82
23.1 General Provisions.....	82
23.2 Safety Level and Monitoring Object.....	82
23.3 System Composition and Function	82
23.4 Other	82
24 Operations Control Center	83
24.1 General Provisions.....	83
24.2 Functional Zoning and General Layout	83
24.3 Construction and Decoration	84
24.5 Wiring.....	85
24.5 Power Supply, Lightning Protection and Grounding.....	85
24.6 Lighting and Emergency Lighting	85
24.7 Ventilation, Air Conditioning and Heating.....	86
24.8 Fire and Security	86
25 Vehicle Base.....	87
25.1 General Provisions.....	87
25.2 Function, Scale and General Layout Design of Vehicle Base	87
25.3 Vehicle Supporting Facilities.....	88
25.4 Vehicle Maintenance Facilities.....	91
25.5 Vehicle Base Equipment Maintenance and Power Facilities.....	92
25.6 Comprehensive Maintenance Center	92
25.7 General Repository	93
25.8 Training Center.....	93
25.9 Rescue Facilities	93
25.10 Station Yard.....	93
25.11 Other	94
26 Disaster Prevention and Rescue	94
26.1 General Provisions.....	95
26.2 Structural Fire Precaution	95
26.3 Fire Water Supply and Extinguishing.....	96
26.4 Smoke Prevention,Exhaust and Accident Ventilation	98
26.5 Evacuation Platform	99
26.6 Disaster Prevention Communication	99
27 Environmental and Protection	99
27.1 General Provisions.....	100
27.2 Environmental Protection Planning.....	100
27.3 Engineering Environmental Protection.....	100
27.4 Environmental Protection Measures.....	101
Appendix A Switch Types and Parameters	102
Appendix B Graph of Gauge.....	106
Appendix C Accuracy Requirements of Track Beam	112
Explanation of Wording in This Standard.....	113
List of Quoted Standards.....	114
Explanation of Provisions	117

1 总 则

- 1.0.1 为合理设计中运量跨座式单轨交通工程，使其符合安全可靠、绿色高效、经济适用、功能完善、技术先进、节能环保等要求，制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于轨道梁宽度 700mm，车辆最高运行速度为 80km/h 的全封闭运营的跨座式单轨交通新建工程设计。
- 1.0.3 中运量跨座式单轨交通线路的功能定位、服务水平、系统运能及起讫点、车辆基地选址、主变电站及控制中心等资源共享，应依据规划总体线网规划确定。与其他交通系统间的衔接，应做到层次分明、衔接有序、换乘安全便捷。
- 1.0.4 工程的设计年限应分为初期、近期、远期。初期按建成通车后第 3 年确定，近期按建成通车后第 10 年确定，远期按建成通车后第 25 年确定。
- 1.0.5 工程建设规模、系统容量及设施用地应按预测的客流控制期客流量、系统能力确定，可分期建设的工程和可分期配置的设备，宜扩建和增设。
- 1.0.6 主体工程结构，以及因结构损坏或大修时对系统运营产生重大影响的其他工程结构应按 100 年的设计使用年限设计。
- 1.0.7 中运量跨座式单轨交通设计除应遵循本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。
- 1.0.8 中运量跨座式单轨交通的设计应本着绿色、节能的原则，减少对周边环境的影响。各系统排放的废气、废水、废物等应符合国家现行相关标准的规定。

2 术语

2.0.1 单轨交通 monorail transit

采用电力牵引列车在一条轨道梁上运行的中低运量轨道交通系统。根据车辆与轨道梁之间的位置关系，单轨交通可分为跨座式单轨交通和悬挂式单轨交通两种类型。

2.0.2 中运量跨座式单轨交通 medium capacity of straddle monorail transit

单轨交通的一种，车辆采用橡胶车轮跨行于梁轨合一的轨道梁上。单向客运能力为每小时1~3万人次，车辆除走行轮外，在转向架的两侧尚有导向轮和稳定轮夹行于轨道梁的两侧，保证车辆沿轨道平稳运行。

2.0.3 旅行速度 operation speed

正常情况下，列车从起点站发车至终点站停车的平均运行速度。

2.0.4 最高运行速度 maximum running speed

列车在正常运营状态下所达到的最高速度。

2.0.5 超高率 superelevation rate

用以平衡列车在曲线区段运行时产生的离心力的作用，以轨道梁绕其中心旋转后角度正切函数的百分比表示。

2.0.6 轨道梁 track beam

是承载列车荷载和车辆运行导向的结构，也是供电、信号、通信等缆线的载体。跨座式单轨交通的轨道梁，通常采用预应力混凝土制成，常称PC梁，特殊区段也可采用钢梁或几种材料组成的复合梁体。

2.0.7 轨道梁桥 track beam bridge

跨座式单轨交通轨道梁与直接支承轨道梁的桥墩、台及基础组成的桥梁体系，包括组合桥、道岔桥。

2.0.8 组合桥 combined bridge

采用将标准断面的轨道梁、道岔架设在桥梁上，形成桥上桥的重叠结构。其上部为轨道梁或道岔。组合桥特指其下部支承轨道梁、道岔的桥梁结构。由较大跨度的组合断面轨道梁组成的桥梁结构也称为组合桥。

2.0.9 疏散平台 walkway

位于区间两线之间或单线一侧，车辆运行过程中遇紧急情况无法驶入车站时，供车上人员紧急撤离至安全地带的走道。

2.0.10 关节型道岔 joint turnout

关节型道岔的梁体由数节钢制轨道梁铰接组成，由台车支撑，采用电力等动力驱动，道岔梁一端固定，转辙时道岔梁整体移动并使道岔梁的活动端与另一条线路轨道梁衔接形成岔道，转换列车行驶路线。关节型道岔转辙后道岔梁纵向呈折线状。

2.0.11 关节可挠型道岔 joint flexible turnout

关节可挠型道岔的梁体由数节钢制轨道梁铰接组成，由台车支撑，其梁两侧装有导向面板和稳定面板，转辙时道岔梁一端固定，梁整体移动并使梁的活动端与另一条线路轨道梁衔接形成岔道，转换列车行驶路线，转辙时挠曲装置在挠曲电机驱动下，将导向面板和稳定面板挠曲成设定的曲线面，能使列车以较高的速度平稳地通过道岔。道岔梁呈直线时，侧面的导向面板和稳定面板恢复成直线状。

2.0.12 梁替换型道岔 beam replacement turnout

梁替换型道岔由二根道岔梁构成，道岔梁可以由直梁+曲梁或曲梁+曲梁组成，梁间通过连杆连接，由台车支撑，转辙时道岔梁以转轴为回转中心，通过驱动装置使道岔梁整体转动，完成道岔梁的替换，实现与相邻线路的轨道梁连接，从而改变车辆行驶线路。

2.0.13 枢轴型道岔 pivot turnout

枢轴型道岔由一根道岔直梁构成，由台车支撑，转辙时道岔梁以一端为回转中心，通过驱动装置使道岔梁整体转动，以折线方式实现与相邻线路的轨道梁连接，从而改变车辆行驶线路。

2.0.14 平移式道岔 translational turnout

平移式道岔梁体由一根直线梁和一根曲线梁构成，由台车支撑，当列车需要转线时，道岔梁在驱动装置的驱动下，沿与直线梁成90°方向的定位机构直线移动，实现过渡线与相邻轨道梁对接形成直线或曲线，从而改变车辆行驶线路。道岔梁为整体式，曲线线形流畅。

2.0.15 车辆基地 vehicle base

跨座式单轨交通系统中提供车辆运用、检修和设备、设施的维修、保养以及材料、物资供应和技术培训等服务的综合性基地。

3 运营组织

3.1 一般规定

- 3.1.1 中运量跨座式单轨运营组织应满足客流控制期的客流量需求。
- 3.1.2 中运量跨座式单轨线路宜为双线全封闭线路，列车必须在安全防护系统监控下运行。
- 3.1.3 中运量跨座式单轨的运营模式应包括正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态，系统运营必须在保证乘客、工作人员以及系统设施安全的情况下实施。
- 3.1.4 车辆最高运行速度为 80km/h，其旅行速度不宜小于 30km/h。
- 3.1.5 列车运营组织服务标准宜采用车厢乘客有效站立面积为 4 人~6 人/m²。
- 3.1.6 运营线路的南北向线路应以由南至北为上行方向，反之为下行方向；东西线路应以由西向东为上行方向，反之为下行方向；环形线路应以外侧线路为上行方向，内侧线路为下行方向。
- 3.1.7 运营开行方案设计应结合客流情况，合理设置列车交路，提高区间的列车满载率，以利用节能。

3.2 系统运营规模

- 3.2.1 设计运输能力应以预测客流数据为基础，根据各线路区间的乘客出行特征、客流断面分布、客流变化风险等多种因素综合确定，设计能力应满足各设计年限预测的单向高峰小时断面客流量。
- 3.2.2 系统的设计能力应满足各设计年限的运输能力的需求，系统设计远期最大能力宜满足行车密度不宜小于 24 对/小时，实际行车密度应根据具体客流情况确定。
- 3.2.3 全线各折返站的折返能力应根据道岔的转辙时间、列车通过道岔速度、列车长度、信号控制时间和停站时间等因素综合确定。
- 3.2.4 中运量跨座式单轨车辆初期编组方式宜与近期编组方式一致。当远期车辆编组数与初、近期不同时，应按远期车辆的扩编要求预留条件。

3.3 行车组织

- 3.3.1 中运量跨座式单轨行车组织应采用统一集中调度制度，正线宜采用双线、右线行车制。
- 3.3.2 为保证运营系统的服务水平，列车最小行车间隔应根据预测高峰小时断面客流量确定。在初期高峰小时列车最小行车间隔不宜大于 6min，非高峰时段的最小发车间隔时间不宜大于 10min。
- 3.3.3 列车停站时间应根据上下车乘客量、列车的发车间隔时间、列车车门数量和开关门时间等综合因素确定，列车停站时间不宜少于 25s，在换乘站及折返站列车停站时间不宜少于 30s。

3.4 运营速度

3.4.1 在线路系统无故障和制动系统无故障的前提下，救援列车推送事故列车速度不应大于 30km/h。

3.4.2 当站台设置站台门时，不停车过站速度不宜大于 60km/h。

3.4.3 列车在平面上的运行速度应按曲线半径大小进行计算，列车在正线运行时，未被平衡的离心力加速度不宜大于 0.3m/s^2 。

3.4.4 列车在正线曲线上的运行速度应根据曲线半径确定，曲线设计的速度按下式计算：

$$\text{一般：} \quad v_{\max} = 3.91\sqrt{R} \quad (3.4.4-1)$$

$$\text{困难：} \quad v_{\max} = 4.21\sqrt{R} \quad (3.4.4-2)$$

式中： $v_{\max}$ ——列车通过曲线最大速度，km/h；

R ——曲线半径，m。

3.5 运营管理

3.5.1 列车运行组织应集中管理、统一调度指挥。车站设备应采用智能化监控管理，由控制中心和车站两级管理或控制中心、车站、就地三级控制。

3.5.2 每条线路的运营管理总人数的定员指标为 25 人/km~40 人/km，首条运营线路的系统运营人员定员不宜超过 40 人/km。后续每条线路的运营定员指标可适当减少。

3.5.3 车站内应有明显的导向标志，保障客流路径畅通，并具有足够的紧急疏散能力。

3.5.4 有人驾驶时，列车乘务制度宜采用单司机、轮乘制。

3.5.5 运营模式优先采用全自动运行模式，保留有人值守的自动运行模式及人工驾驶模式功能。

4 车 辆

4.1 一般规定

4.1.1 车辆应保证在寿命期间内正常运行时的行车安全与人身安全；同时应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆的救助条件。

4.1.2 车辆应在 8 级风（风速 17.2 m/s ~20.7m/s）缓行，9 级风（风速 20.8 m/s~24.4m/s）停运，12 级风（风速 32.6 m/s~36.9m/s）时能保持停放稳定。

4.1.3 车辆内部噪声应符合以下要求：

1 车辆以 60km/h $\pm$ 5%速度运行时，驾驶室内噪声不应大于 70dB(A)，客室内噪声不应大于 72dB(A)；

2 车辆内部噪音测试方法应符合《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》GB 14892 的规定。

4.1.4 车辆外部噪声应符合以下要求：

1 列车在露天地面水平直线区段自由声场内，以 60km/h $\pm$ 5%速度运行时，测得连续等效噪声值不应大于 72dB(A)；

2 列车在露天地面水平直线区段自由声场内停放，辅助设备正常工作时，测得的连续等效噪声值不应大于 70dB(A)；

3 车辆外部噪音测试方法应符合《声学 轨道机车车辆发射噪声测量》GB/T 5111 的规定。

4.1.5 列车应具备以下故障运行及救援能力：

1 列车在超员(AW3)载荷和在丧失 1/2 动力的情况下，应具有在正线最大坡道上启动和运行到最近车站的能力；

2 列车处于超员（AW3）状态，车辆应具备依靠车载动力电池可运行至就近车站的能力；

3 空载列车应具有在正线线路的最大坡道上牵引相同编组超员载荷的无动力列车运行至下一车站的能力。

4.1.6 车辆系统设计、材料选择等均应结合“绿色节能”的理念。

4.2 车辆型式与列车编组

4.2.1 车辆型式应当按下列规定分类：带有驾驶室的动车(Mc 车)，无驾驶室的中间动车(M 车)。

4.2.2 列车编组可由不同型式的车辆根据客流预测、设计运输能力、线路条件、环境条件及运营组织等要素综合确定。一般编组宜采用 2Mc+若干个 M 车。

4.2.3 不同编组列车应通过车钩等连接装置进行连挂及扩编；连挂及扩编应操作简便、易行。

4.2.4 中运量跨座式单轨车辆类型及技术参数如表 4.2.4 所示：

表 4.2.4 车辆类型及技术参数

序号	名称	车辆类型		备注
		Mc 车	M 车	
1	轨道梁断面尺寸 (mm)	700		宽
2	车体长度 (mm)	14050	10930	2
3	贯通道长度 (mm)	950		——
4	车辆定距 (mm) (转向架中心距)	9150		——
5	车顶距轨面高度 (mm)	3020		——
6	车辆总高度 (mm)	4220		车辆最高点到车辆最低点
7	车辆最大宽度 (mm)	3165		——
8	地板面高度处最大宽度 (mm)	3160		——
9	地板面距轨道面高度 (mm)	470		AW3
10	车内净高 (mm)	2100		——
11	每辆车单侧车门数量 (个)	2		——
12	车门开度 (mm)	1300		——
13	车门净高 (mm)	1850		——
14	座席数量 (个)	15	18	
15	定员人数 (人)	135	145	
16	超员人数 (人)	195	208	
17	车辆自重 (t)	≤14.5	≤14	
18	轴重 (t)	<14	<14	
19	最高构造速度 (km/h)	90		——
20	最高运行速度 (km/h)	80		——
21	转向架类型	单轴		——
22	起动平均加速度 (m/s^2)	≥1.1		AW3
23	制动平均减速度 (m/s^2)	≥1.1		AW3, 常用制动
24	紧急制动平均减速度 (m/s^2)	≥1.5		综合制动
25	平稳性指标(横向)	≤2.5		V=60km/h
26	平稳性指标(竖向)	≤2.5		V=60km/h
27	横向加速度 y (m/s^2)	≤1		——
28	竖向加速度 z (m/s^2)	≤2		——
29	纵向冲击率 (m/s^3)	≤0.75		——
30	应急续驶里程 (km)	≥3		AW3

4.3 车体

4.3.1 车体应采用铝合金材料或其他轻质材料。在使用期限内承受正常载荷时不应产生永久变形和疲劳损伤。

4.3.2 车辆的结构材料、内部设施宜采用环保、绿色的不燃性材料，困难情况下采用无卤、低烟的阻燃材料。

4.3.3 车体的主体结构设计寿命不应低于 30 年。

4.3.4 车体的内外墙体之间，以及底架与地板之间，应敷设吸湿性小，膨胀率低，性能稳定的隔热、隔声材料。

4.4 转向架

4.4.1 转向架采用单轴结构。由构架、牵引机构、走行轮、导向轮、稳定轮、电动总成、二系悬挂系统及其他零部件组成，其结构和主要尺寸应与轨道梁相匹配。

4.4.2 转向架轮胎采用充氮气的橡胶轮胎，轮胎应设计有应急保护装置，每套轮辐均有应急安全轮，且所有轮胎均应设置胎压监测报警装置。

4.4.3 转向架悬挂系统应采用二系悬挂，车体与转向架构架之间应安装减振器，并设置限位装置。

4.4.4 转向架相关部件在允许磨损限度内，应保证有足够的强度和刚度，确保列车能以最高速度安全平稳地运行。在悬挂或减振系统发生故障时，应能确保车辆在轨道梁上安全运行至邻近车站，清客后空车返回车辆段。

4.4.5 转向架构架的设计寿命不应低于 30 年。

4.5 制动系统

4.5.1 列车制动系统由常用制动、紧急制动、安全制动、保持制动和停放制动组成。制动系统应包括指令装置、电气及控制装置、执行操作装置、自诊断装置等。

4.5.2 常用制动应优先使用再生制动，应充分利用电制动功能。电制动与机械制动协调配合，应具有冲击率限制，并应符合以下规定：

- 1 当电制动力不足时，机械制动能按总制动力的要求补充不足的制动力，电制动与机械制动能够平滑转换；

- 2 机械制动应具有相对独立的制动能力，即使在牵引供电中断或电制动故障情况下，也应能保证发挥作用，使列车安全停车。

4.5.3 列车在实施电制动时，制动能量应能被地面或站台的再生制动能量吸收装置吸收。

4.5.4 列车出现意外分离等严重故障影响列车安全时，应能立刻自动实施安全制动，并使控制中心人员或司机便于识别。安全制动的模式优先采用机械制动。

4.5.5 停放制动系统应保证列车最大载荷情况下停放在线路最大坡度处不发生溜车。

4.5.6 制动系统应具有良好的密封性能。管路宜采用不锈钢或铜质材料，安装前应做防锈、防腐和清洁处理。

4.6 电气系统

4.6.1 列车设计有 750V 或 1500V（牵引）、220V（方便插座）、110V 及 24V(辅助设备负载)多种电压。

4.6.2 辅助电源系统由辅助变流器、蓄电池等组成，且应符合以下规定：

- 1 辅助变流器容量应能满足车辆在各种工况下的使用需求；
- 2 列车头尾各设置一组蓄电池，额定电压 110V。

4.6.3 蓄电池容量可供列车在故障情况下的应急照明、外部照明、空调紧急通风、车载安全设备、开关门一次、广播、通讯等系统工作不小于 45min 的要求。

4.6.4 车载动力电池应具有应急驱动功能。动力电池容量可供列车进行自救援。

4.6.5 动力电池的安全性能应符合 GB/T 7404.1《轨道交通车辆用铅酸蓄电池》和 GB/T 31485《电动汽车用动力蓄电池安全及试验方法》的规定。

4.6.6 牵引电机应符合《铁路机车车辆用电子变流器供电的交流电动机》TB/T 3001 的规定，牵引电器应符合《铁路应用 机车车辆电气设备 第 1 部分：一般使用条件和通用规则》TB/T 1333.1 和《铁路应用 机车车辆电气设备 第 2 部分：电工器件 通用规则》TB/T 1333.2 的规定，电子设备应符合《铁道机车车辆电子装置》TB/T 3021 的规定，电抗器应符合《铁路应用 机车车辆牵引变压器和电抗器》TB/T 1680 的规定。

4.6.7 牵引系统宜采用直流永磁同步电机传动系统。

4.6.8 列车应设置避雷装置，高压线路正负极应设置避雷器。

4.6.9 列车应优先选用一级能效的空调和风机设备。

4.6.10 列车应优先采用 LED 照明灯具，以利于节能。

4.7 安全设施与应急措施

4.7.1 列车应设置报警装置，客室内应设置乘客紧急报警装置，乘客紧急报警装置应具有乘务员和乘客双向通信功能。当采用无人驾驶运行时，报警装置应符合现行国家标准《城市轨道交通技术规范》GB 50490 的规定。

- 4.7.2 有人驾驶时，驾驶台应设置有紧急停车装置和警惕按钮。
- 4.7.3 驾驶室内应设置有客室侧门开闭状态显示和车载信号显示装置，并便于司机观察。
- 4.7.4 车辆应设有安全逃生设备、设施。
- 4.7.5 车辆应有可靠的乘客与中心通信的无线通信联络设备。
- 4.7.6 车体应设置防漏电保护装置，车辆内各电气设备应有可靠的接地保护。
- 4.7.7 客室、驾驶室应配置适合电气装置与油脂类的灭火器具，安放位置应便于取用并有明显标识，并满足《消防安全标志 第 1 部分：标志》GB 13495.1、《安全信息识别系统 第 1 部分：标志》GB/T 31523.1。灭火材料在灭火时产生的气体不应对人体产生危害。驾驶室应设烟火显示报警装置。
- 4.7.8 客室车门系统应设置安全联锁，应确保车速大于 5km/h 时不能开启，车门未完全关闭时不能启动列车。车门应具有安全解锁功能。

5 限 界

5.1 一般规定

5.1.1 限界包括车辆限界、设备限界和建筑限界。

5.1.2 车辆限界为车辆在平直轨道线上正常运行状态下形成的最大动态包络线。车辆限界分为区间车辆界及车站车辆限界。

5.1.3 设备限界用以限制设备安装位置的控制线，其设计要求如下：

1 直线段设备限界是在车辆限界基础上，根据车轮系统和悬挂系统故障状态的影响因素综合确定；

2 曲线地段设备限界应在直线地段设备限界的基础上，按平面曲线不同半径、超高率和车辆参数等因素计算确定。

5.1.4 建筑限界应在设备限界的基础上，考虑设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。

5.1.5 中运量跨座式单轨交通选用的车辆应符合本规范第 5.2 节的规定。当选用与本规范不同的车辆时，应重新核算车辆限界、设备限界和建筑限界。

5.2 基本参数

5.2.1 制定限界的车辆基本参数应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 制定限界的车辆基本参数

序号	名称		车辆类型		备注
			Mc 车	M 车	
1	车钩连接面间长度（mm）		14525	11880	1
2	地板距轨道面高度（mm）		470	470	2
3	支撑弹簧中心距（mm）		2020	2020	3
4	每辆车乘客室门数（个）		2	2	4
5	车辆重心位置（Z 向距轨道面）（mm）	AW0	696		5
		AW1	720		
		AW2	894		
		AW3	946		
6	最高构造速度（km/h）		90		——
7	转向架主要尺寸	走行轮固定中心距（mm）	342		——
		走行轮自由直径（mm）	1000		——
		走行轮接触面积(cm ²)	584		——
		导向轮轴距（mm）	1440		——

续表 5.2.1

序号	名称		车辆类型	备注
7	转向架主要尺寸	导向轮自由直径 (mm)	537	——
		导向轮接触面积(cm ²)	159	——
		稳定轮自由直径(mm)	730	——
		稳定轮接触面积(cm ²)	238	——

5.2.2 制定限界的其他参数和要求应符合下列规定：

- 1 制定限界的正线平面最小曲线半径为 60m；
- 2 轨道梁断面尺寸（宽×高）为 700×1500mm；
- 3 轨道梁最大横坡为 9%；
- 4 轨道梁顶面与导向面、稳定面间制造公差（直角度）为 $\pm 5/1000\text{rad}$ ；
- 5 高架及地面线风荷载为 400N/m^2 ；
- 6 过站限速 60km/h，区间最大限速 80km/h。

5.3 设备、建筑限界

5.3.1 建筑限界的坐标系采用二维基准坐标系。该坐标系的坐标原点为轨道梁计算横截面顶面中点，通过坐标原点与设计轨道梁顶面平行相切方向为 X 坐标（横坐标），与设计轨道梁顶面垂直方向为 Y 坐标（纵坐标）。

5.3.2 车站直线地段设备限界应满足下列要求：

- 1 站台面至轨道梁顶面高度为 $470\pm 10\text{mm}$ ；
- 2 站台计算长度内的站台边缘距轨道中心线的距离为 $1680\pm 10\text{mm}$ ；
- 3 站台计算长度外的站台边缘距离轨道中心线的距离，按设备限界另加不宜小于 50mm 的安全间隙确定；
- 4 站台门或安全栅栏轨道侧最外突出点（含弹性变形量）至车辆限界之间的安全距离不应小于 25mm；
- 5 车站范围内的其他部分的建筑限界，按区间建筑限界的规定确定。

5.3.3 建筑限界确定的原则如下：

- 1 设备和设备限界之间宜留出 50mm 的安全间隙；
- 2 当建筑侧面和顶面没有设备或者管线时，建筑限界和设备限界的间隙不宜小于 200mm，困难条件下不得小于 100mm；
- 3 建筑限界中不包括测量误差值、施工误差值、结构沉降量和位移变形量。

5.3.4 相邻的两线无墙、柱及其他设备时，两设备限界之间的安全间隙不得小于 100mm。

5.3.5 车站曲线段的建筑限界应在车站直线段的建筑限界的基础上，根据曲线半径计算后进行水平加宽。

5.3.6 直线段车站站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙不得大于 100mm，曲线车站站台边缘与车门踏板处之间的间隙不得大于 180mm。

5.3.7 道岔区的建筑限界，应在直线地段建筑限界的基础上，根据不同类型道岔的曲线半径加宽。

5.3.8 轨道梁周围特殊限界主要用以校核导电轨、静电轨的安装位置，影响因素主要包括各类制造误差、超高率、车辆故障等。

5.3.9 车辆基地内建筑限界或设备应满足下列要求：

- 1 车辆基地内信号机边缘至轨道梁中心线的距离应按照车辆轮廓加安全量确定；
- 2 车库内高架检修平台建筑限界，可按车辆轮廓加 50mm~100mm 的安全量确定；
- 3 车辆基地库外连续建筑物至设备限界的净距不应小于 600mm。

5.3.10 限界相关图表见附录 B。

6 线路

6.1 一般规定

6.1.1 线路基本走向应根据城市总体规划和轨道交通线网规划研究确定。线路平面位置和高程应综合考虑城市现状与规划的道路、地面建筑、管线和其他构筑物、文物古迹和环境保护要求、地形地貌、工程和水文地质、采用的结构类型与施工方法以及运营要求等因素，经技术经济比较后确定。

6.1.2 线路纵断面设计应结合线路平面、行车速度、自然条件、施工方法，桥、隧、站建（构）筑物，以及障碍物及管线等因素合理确定。

6.1.3 中运量跨座式单轨交通线路分为正线、辅助线和车场线。辅助线包括折返线、渡线、联络线、停车线、存车线及出入线。

6.1.4 中运量跨座式单轨交通线路敷设方式应符合下列规定：

- 1 线路敷设方式应优先选用高架线；
- 2 地面线应按全封闭设计，应满足内涝和防洪要求，并应设置防侵入设施；
- 3 在局部特殊地段，经技术经济比较后，可采用地面线或地下线，并做好过渡段的安全防护。

6.1.5 全线车站、区间及车场应设置线路、信号及控制测量等标志、标线。

6.1.6 线路应符合工程实施安全原则，宜规避不良地质地段。

6.2 线路平面

6.2.1 平面曲线设计应符合下列规定：

- 1 线路最小平面曲线半径如表 6.2.1 所示：

表 6.2.1 圆曲线最小平面曲线半径

线别		最小半径（m）
正线	一般	100
	困难	60
出入线、联络线	一般	100
	困难	60
车场线	一般	75
	困难	50

- 2 车站宜设置在直线上，困难条件下需设于曲线上时，其平面曲线半径不应小于 300m；
- 3 圆曲线最小长度不应小于 15m。在困难情况下，不应小于一节车辆的全轴距；
- 4 在双线平行地段的平面曲线宜按同心圆设计。

6.2.2 缓和曲线设置应符合下列规定：

- 1 在正线上除道岔区外，在直线与半径不大于 1700m 的圆曲线间应采用三次抛物线型缓和曲线连接；
- 2 缓和曲线长度应根据曲线半径、曲线限速以及工程条件等按不小于表 6.2.5 中规定值选用；
- 3 特殊困难条件下，可采用不小于按 1m 整数倍的缓和曲线长度计算值；
- 4 特别困难条件下线路平面采用复曲线线型时，两圆曲线间插入的缓和曲线长度不应小于分别按两圆曲线半径求得的缓和曲线长度差值，且不宜小于 15m。

6.2.3 超高率设计应符合下列规定：

- 1 正线上圆曲线超高率设置应符合以下原则：
 - 1) 正线上的圆曲线(除道岔附带曲线外)，超高率不宜大于 9%，困难情况下不宜大于 12%；
 - 2) 正线列车以最大设计速度通过曲线时，欠超高率不宜大于 3%；
 - 3) 正常运行条件下，当列车需要以较低速度通过曲线时，过超高率不宜大于 3%。
- 2 道岔区曲线一般不设置超高率，载客通过的道岔区段，欠超高率不宜大于 5%；
- 3 超高过渡方式及过渡段长度：
 - 1) 当设置缓和曲线时，应在缓和曲线全长范围内完成；
 - 2) 当不设置缓和曲线时，应通过直线段设超高过渡段完成；
 - 3) 新建线路原则上不采用复曲线，当采用复曲线线型时，应从大半径曲线向小半径曲线方向过渡，过渡段长度按下列公式计算：

$$L_c = L_1 - L_2 \quad (6.2.3)$$

式中： L_c ——超高过渡段长度（m）；
 L_1 ——小半径圆曲线所需缓和曲线长（m）；
 L_2 ——大半径圆曲线所需缓和曲线长（m）。

6.2.4 线间距设计应符合下列规定：

- 1 正线直线地段最小线间距为 3.8m；
- 2 曲线半径大于 300m 的曲线地段最小线间距不需加宽，曲线半径小于等于 300m 的曲线地段最小线间距需进行加宽。

表 6.2.4 线间距加宽表

R(m)	45	50	60	80	100	150	200	300
线间距加宽量（mm）	450	400	350	300	250	200	150	100

6.2.5 曲线间夹直线应符合下列规定：

- 1 夹直线最小长度不应小于 15m。在困难情况时，不应小于 10m；
- 2 道岔附带曲线间的夹直线长度不宜小于 10m。

表 6. 2. 5 曲线超高与缓和曲线长

R (m)	V (km/h)	80		75		70		65		60		55		50		45		40		35		30		25		20		15	
		一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难
1500	L	25	20	20	20	15	15																						
	H	3%		3%		3%																							
1200	L	30	25	25	20	20	20	15	15																				
	H	4%		4%		3%		3%																					
1000	L	35	30	30	25	25	20	20	15	15	10																		
	H	5%		4%		4%		3%		3%																			
800	L	45	40	40	30	30	25	25	20	20	15	15	10																
	H	6%		6%		5%		4%		4%		3%																	
700	L	50	45	45	35	35	30	30	25	20	20	15	15	10	10														
	H	7%		6%		6%		5%		4%		3%		3%															
650	L	55	45	45	40	40	30	30	25	25	20	20	15	15	10	10													
	H	8%		7%		6%		6%		5%		4%		4%		3%													
600	L	60	50	50	40	40	35	35	30	25	20	20	15	15	10	10													

续表 6.2.5

R (m)	V (km/h)	80		75		70		65		60		55		50		45		40		35		30		25		20		15	
		一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难
600	H	8%		7%		6%		6%		5%		4%		3%		3%													
550	L	65	55	55	45	45	40	35	30	30	25	20	20	15	15	10	10												
	H	9%		8%		7%		6%		5%		4%		4%		3%													
500	L	75	60	60	50	50	40	40	30	30	25	25	20	20	15	15	10												
	H	9%		9%		8%		7%		6%		5%		4%		3%													
450	L	80	70	65	55	55	45	45	35	35	30	25	20	20	15	15	10	10											
	H	9%		9%		9%		7%		6%		5%		4%		4%		3%											
400	L			75	60	60	50	50	40	40	30	30	25	20	20	15	15	10	10										
	H			9%		9%		8%		7%		6%		5%		4%		3%											
350	L					70	60	55	45	45	35	35	30	25	20	20	15	15	11	10	10								
	H					9%		9%		8%		7%		6%		5%		4%		3%									
300	L							65	55	50	40	40	30	30	25	20	20	15	15	10	10								
	H							9%		9%		8%		7%		5%		4%		3%									

续表 6.2.5

R (m)	V (km/h)	80		75		70		65		60		55		50		45		40		35		30		25		20		15	
		一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难	一 般	困 难
250	L									60	50	50	40	35	30	25	20	20	15	10	10	10							
	H									9%		9%		8%		6%		5%		4%		3%							
200	L											60	50	45	40	33	30	25	20	15	15	10	10	10	10				
	H											9%		9%		8%		6%		5%		4%		3%					
150	L															45	35	30	25	20	20	15	10	10	10	10			
	H															9%		8%		6%		5%		3%					
100	L																	45	40	30	25	20	15	10	10	10	10		
	H																	9%		9%		7%		5%		3%			
75	L																			40	35	25	20	15	10	10	10	10	10
	H																			9%		9%		7%		4%		3%	
60	L																					35	25	20	15	10	10	10	10
	H																					9%		8%		5%		3%	
50	L																					40	30	20	20	10	10	10	10

续表 6.2.5

R (m)	V (km/h)	80		75		70		65		60		55		50		45		40		35		30		25		20		15	
		一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难	一般	困难
50	H																					9%		9%		6%		3%	
45	L																							25	20	15	10	10	10
	H																							9%		7%		4%	

6.3 线路纵断面

6.3.1 线路纵断面应结合线路平面、行车速度、自然条件、线路敷设方式、周边建筑物、道路、环境质量以及工程条件进行设计。

6.3.2 区间正线、配线最大坡度不宜大于 60%，困难情况下，不载客运行区段最大坡度不宜大于 100%。
车场出入线最大坡度不宜大于 100%。

6.3.3 线路坡段长度应符合下列规定：

- 1 最短坡段长度不应小于远期列车编组长度；
- 2 当纵坡等于或大于 30%时，根据线路平纵断面、气候条件、车辆编组、牵引和制动的动力性能以及故障运行能力计算对坡段长度进行限制。

6.3.4 竖曲线设置应符合下列要求：

- 1 相邻坡段的连接宜设计为较小的坡度差，当相邻坡度代数差大于等于 5‰时，均应设置圆曲线型竖曲线连接，竖曲线半径不应小于 2000m，困难不应小于 1000m；
- 2 车站站台计算长度和道岔范围内不得设置竖曲线，竖曲线距离站台端部和道岔端部均不应小于 5m；
- 3 两相邻竖曲线端部之间的距离不宜小于 15m；
- 4 竖曲线与缓和曲线不宜重叠。

6.4 配线设置

6.4.1 联络线设置应符合下列规定：

- 1 联络线与正线的接轨点宜靠近车站设置；
- 2 两线间采用同层平行换乘时，两线间宜设置渡线。

6.4.2 车辆基地出入线设置应符合下列规定：

- 1 出入线宜在车站端部接轨，并应具备停车再启动条件；
- 2 出入线应按双线双向运行设计；规模较小的停车场，若其工程实施确因受条件限制时，在不影响功能前提下，可采用单线双向设计；出入线可根据车辆基地位置、与正线接轨条件，设置与正线平面交叉的八字形出入线。

6.4.3 折返线与停车线设置应符合下列规定：

- 1 正线宜每隔不大于 13km~15km 的距离设置故障停车线，渡线宜每相隔 4 座~6 座车站或不大于 6km~8km 进行设置；
- 2 尽头式折返线、停车线有效长度宜按远期列车长度加 40m 计（不含车挡长度）；
- 3 贯通式折返线、存车线、停车线有效长度宜按远期列车长度加 10m 计（不含车挡长度）。

6.4.4 道岔区线型设置应符合下列要求：

- 1 道岔应设在直线地段，道岔端部至平面曲线起点的距离不宜小于 3m，车辆基地线可减少到 2m；
- 2 道岔宜靠近车站设置，道岔端部至车站站台计算长度端部的距离不应小于 5m；
- 3 道岔应设在平坡上，在困难条件时，允许设在不大于 3‰的坡道上；
- 4 道岔的附带曲线半径：
 - 1) 正线不宜小于 90m，配线不宜小于 60m；
 - 2) 道岔与道岔之间应设置衔接梁，衔接梁长度不应小于 2m。

6.4.5 正线及配线、试车线、牵出线的终端宜采用缓冲滑动式车挡。车挡应能承受列车定员状态下以 15km/h 速度撞击的冲击荷载。特殊情况可根据车辆、信号等要求计算确定；车场线终端宜采用固定式车挡。

7 车站建筑

7.1 一般规定

- 7.1.1 车站设计宜优先采用高架车站，在困难情况时，可设置地面车站及地下车站。
- 7.1.2 车站总体布局应符合城市规划、交通规划、环境景观和城市景观的要求。
- 7.1.3 车站设计规模应满足该站预测远期超高峰小时客流需求，超高峰小时客流量为该站预测远期高峰小时客流量或客流控制期的高峰小时客流量乘以 1.1~1.4 超高峰系数。
- 7.1.4 车站应结合周边环境设置卫生间。
- 7.1.5 设于城市主干道中或无地面过街条件的车站宜考虑运营时段兼顾过街客流的功能。
- 7.1.6 高架车站及地面车站站台宜设安全栏栅或站台门。站台门系统的绝缘材料、密封材料和电线电缆等应采用低卤、低烟的阻燃材料。地下站应采用无卤、低烟阻燃材料。
- 7.1.7 车站应设置无障碍设施。
- 7.1.8 车站装修材料应满足绿色、环保等要求，机电设备选型应结合“绿色、环保”的理念。
- 7.1.9 车站建筑应考虑建筑节能，地上车站的设备及管理用房，其建筑维护结构热工设计应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189。
- 7.1.10 车站周边有物业开发的宜结合实施或预留衔接条件。

7.2 车站总体布置

- 7.2.1 车站总体布置应根据周边环境条件设置地面、高架、地下等多种形式。
- 7.2.2 车站及出入口应远离加油站、加气站等其他危险场地，其距离应符合现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156 的要求。

7.3 车站平面

- 7.3.1 站台计算长度应按远期列车编组辆数的有效使用长度加停车误差计算。计算长度应符合下列规定：
- 1 有效使用长度——司机室与客室通过门之间的距离；
 - 2 停车误差——ATP 控车宜为 $\pm 0.5\text{m}$ ，ATO 控车宜为 $\pm 0.3\text{m}$ 。
- 7.3.2 站台宽度应按下列公式计算，并不得小于本规范表 7.8.2 中的取值：
- 岛式站台宽度：

$$B_b = 2b + n * z + t \quad (7.3.2-1)$$

侧式站台宽度：

$$B_c = b + z + t \quad (7.3.2-2)$$

$$b = Q_{\text{上}} * \rho / L + b_a \quad (7.3.2-3)$$

或

$$b = \frac{Q_{\text{上、下}} * \rho}{L} + M \quad (7.3.2-4)$$

式中：b——侧站台宽度（m）；

n——横向柱数；

z——横向柱宽（含装饰层厚度）（m）；

t——每组人行梯与自动扶梯宽度之和（含与柱间所留空隙）（m）；

$Q_{\text{上}}$ ——远期或客流控制期每列车高峰小时单侧上车设计客流量，（换乘车站含换乘客流量）；

$Q_{\text{上、下}}$ ——远期或客流控制期每列车高峰小时单侧上、下车设计客流量，换乘车站含换乘客流量（换算成高峰时段发车间隔内的设计客流量）（人）；

ρ ——站台上人流密度（0.33 m²/人~0.75m²/人）；

L——站台有效使用长度（m）；

M——站台边缘至安全栏栅或站台门的立柱内侧距离（m）；

b_a ——站台安全防护宽度取 0.4m，采用站台门时以 M 替代 b_a 。

7.3.3 当站台计算长度小于 100m，且自动扶梯和人行楼梯不侵入站台计算长度时，则岛式站台宽度不宜小于 4m；侧式站台宽度不宜小于 2m。

7.3.4 高架车站站台层，除设置垂直电梯外，其他设备及管理用房不宜设于站台层。设在岛式站台层两端的设备，可伸入站台计算长度内，但不应侵入侧站台计算宽度，且与最近梯口距离不应小于 5m。

7.3.5 设于站台层人行楼梯和自动扶梯的总量布置，除应满足上、下乘客的需要外，还应按站台层的事故疏散时间不大于 4min 进行验算。

7.3.6 付费区与非付费区的分隔栏栅门宽度需考虑无障碍要求，并不应小于 1.2m，门的疏散能力应满足事故疏散要求。

7.3.7 出站检票口与出入口通道边缘的间距不宜小于 4m，与楼梯的距离不宜小于 4m，与自动扶梯基点的距离不宜小于 6m，进站检票口与楼梯口的距离不宜小于 4m，与自动扶梯基点的距离不宜小于 6m。

7.3.8 如需设置安检设施，参照相关标准执行。

7.4 车站出入口

- 7.4.1 车站出入口的数量应根据分向客流和疏散要求设置,但每座车站直达地面的出入口设置不得少于 2 个。
- 7.4.2 出入口兼作过街通道时,出入口通道宽度、自动扶梯、人行楼梯的通过能力及站厅相应部位应计入过街客流量,同时应设置夜间停运时的隔离措施。
- 7.4.3 设于道路两侧的出入口宜平行或与主客流方向一致。当出入口开向城市主干道时,出入口前宜设集散场地。
- 7.4.4 车站地面出入口的建筑形式,应根据所处的具体位置和周边规划要求确定。

7.5 人行楼梯、自动扶梯、电梯

- 7.5.1 乘客使用的人行楼梯宜选用不大于 26° 34′ 倾角。楼梯宽度应符合建筑模数。
- 7.5.2 楼梯宽度应符合人流股数和建筑模数。每个梯段不应超过 18 级,且不应少于 3 级。直跑楼梯休息平台长度宜为 1.2m~1.8m,折跑楼梯休息平台宽度不应小于梯段宽。
- 7.5.3 车站出入口自动扶梯及步梯的设置不应低于表 7.5.3 中的要求。分期建设时应预留后期建设的自动扶梯位置。

表 7.5.3 自动扶梯与步行梯设置

提升高度 H (m)	上行	下行	备用
H≤10	宜设扶梯	步行梯	
10<H≤12	自动扶梯	步行梯（或扶梯）	当上下行均设自动扶梯时,应加设步行梯或自动扶梯为备用
12<H≤19	自动扶梯	自动扶梯	增加备用步行梯（或扶梯）
H>19	自动扶梯	自动扶梯	增加备用自动扶梯

注： H 指地面到站厅的提升高度。无站厅时,指站台至地面的高度；

- 7.5.4 自动扶梯扶手带外缘与平行墙装饰面或楼板开口边缘装饰面的水平距离,不得小于 80mm,相邻交叉或平行设置的两梯（道）之间扶手带的外缘水平距离,不应小于 160mm。当扶手带外缘与任何障碍物的距离小于 400mm 时,应设防碰撞安全标识。
- 7.5.5 两台相对布置的自动扶梯工作点间距宜大于 24m,在困难情况时,不得小于 12m。自动扶梯工作点至影响通行的障碍物间距宜大于 12m,在困难情况时,不得小于 6m。自动扶梯与人行楼梯相对布置时,自动扶梯工作点至楼梯第一级踏步的间距宜大于 15m,在困难情况时,不得小于 9m。
- 7.5.6 自动扶梯的位置应避开结构诱导缝和变形缝。

7.6 站台门

- 7.6.1 站台门的设置应满足限界 1720mm 的要求。

- 7.6.2 站台门应以站台计算长度中心线为基准对称纵向布置。滑动门应与列车门一一对应。滑动门的开启净宽度 1800mm。
- 7.6.3 站台门及栏杆的净高度不应小于 1500mm。
- 7.6.4 对于呈坡度的站台面，站台门应随坡度设置，并应垂直于站台面。
- 7.6.5 沿站台长度方向应设向内侧开启的应急门，每侧不得少于两扇。
- 7.6.6 站台门应有明显的安全标识和使用标识。
- 7.6.7 当不设站台门时，车站距站台边缘 400mm 处应设 80mm 宽的安全线。

7.7 无障碍设施

- 7.7.1 车站为乘客服务的各类设施，均应满足无障碍通行要求，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。
- 7.7.2 车站无障碍设施可采用电梯、斜坡道、导盲带或其他措施。
- 7.7.3 当从站厅至站台采用电梯供老、弱、病、孕和管理人员兼用时应设于付费区，检票处应满足该类人群通行尺寸和功能要求。
- 7.7.4 无障碍电梯门前等候区深度不应小于 1.8m，当条件困难时等候区梯门可正对轨行区，但门前等候区不得侵入站台计算长度内的侧站台宽度。
- 7.7.5 户外无障碍电梯井地面部分应采取防淹措施。电梯平台与室内外高差处应设置坡道，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。
- 7.7.6 当车站内设置厕所时，应加设无障碍厕所。
- 7.7.7 导盲带可采用埋入式和后帖式。站台导盲带应铺设在侧站台内侧。

7.8 车站最小高度、最小宽度

- 7.8.1 车站各部位的最小高度应符合表 7.8.1 的规定。

表 7.8.1 车站各部位的最小高度（m）

名称	最小高度
站厅层公共区	2.8
高架车站底层净空	4.5（注）
高架车站站台公共区	2.6
站台、站厅管理用房（地面装饰面至吊顶面）	2.4
通道或天桥（地面装饰面至吊顶面）	2.4
人行楼梯和自动扶梯（踏步面沿口至吊顶面）	2.3

注：车站设于城市快速路、主干路上方时应满足 5.0 米净空高度要求；设于次干路、支路处上方，满足 4.5 米净空高度要求；设于非机动车道、行人处不应小于 2.5 米净空高度要求。

7.8.2 车站各部位的最小宽度应符合表 7.8.2 的规定。

表 7.8.2 车站各部位的最小宽度 (m)

名称	最小宽度
岛式站台	4
岛式站台的侧站台	2
侧式站台的侧站台	2 (注)
通道或天桥	2
单向公共区人行楼梯	1.8
双向公共区人行楼梯	2.4
消防专用楼梯	1.2
站台至轨道区的工作梯 (兼疏散梯)	1.1

注：侧式站台最小宽度不含楼扶梯宽度。

7.9 车站环境设计

7.9.1 车站环境设计包括内部环境和外部环境。

7.9.2 高架车站雨篷及出入口天桥通道宜考虑防飘雨雪、防风措施。

7.9.3 寒冷地区的高架车站站台层宜设供老、弱、病、残、孕等乘客使用的空调候车室。

7.9.4 车站装修应采用防火、防潮、防腐、耐久、易清洁的环保材料，地面材料应防滑耐磨。

7.9.5 照明应选用节能、耐久的灯具，并应便于更换、清洁、保养。地面、高架车站应选用防尘、防潮、抗风的灯具。

7.9.6 车站内应设置各种导向、事故疏散、服务乘客的标志标识。

7.9.7 车站公共区内 (含出入口通道) 设彩色灯箱广告时，其位置、色彩不得干扰导向、事故疏散、服务乘客的标志，且不应侵入乘客疏散空间。广告箱尺寸应模数化。

7.10 设备用房

7.10.1 高架车站应因地制宜地尽可能减小体量和具有良好的通透性。车站内的设备及管理用房应集约布置，面积合理化，并充分利用车站地面层及地下面积。

7.10.2 根据设备用房的类型，车站应分为设备集中站与非集中站设计。条件允许时应采用设备集中站布置。

7.10.3 对于同步实施的换乘车站，车站内用房、设备和设施等资源应共享。

7.10.4 车站内的通信、信号等设备用房宜集中布置。弱电井宜靠近设备用房。

7.10.5 车站内变配电室宜靠近负荷中心。

7.10.6 车站设备用房应采取有效的防水、防潮、防尘、防火、防鼠等措施。

8 车站结构

8.1 一般规定

8.1.1 高架车站结构形式应保证结构安全可靠、构造简洁、经济合理。

8.1.2 地面车站及地下车站结构设计应符合现行国家标准《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458。

8.1.3 车站结构应按使用阶段进行强度、刚度和稳定性计算，并应进行施工阶段强度验算，保证有足够的承载力、刚度和稳定性。高架车站结构设计除本章规定外，尚应符合现行国家标准《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458 相关规定。

8.2 荷载

8.2.1 列车荷载应按本规范第 9 章有关规定取值。

8.2.2 车站在站厅、站台、楼梯、天桥的活荷载标准值应采用 4.0kPa；设备用房的活荷载应根据设备的重量、安装运输要求及工作状态等确定，不得小于 4.0kPa；其他用房的活荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定取值。

8.3 设计要求

8.3.1 高架车站轨道梁下的墩顶应满足横桥向、顺桥向位移要求，并应满足轨道交通墩顶位移的规定。

8.3.2 独柱式带长悬臂“桥—建”组合结构体系，在恒载、列车活载、人群荷载、预应力效应及风荷载最不利组合下，悬臂端计算挠度的限值应为 $L_0/600$ ， L_0 为悬臂构件的计算跨度。

8.3.3 高架车站抗震设防分类为乙类，结构安全等级为一级。高架车站纵向柱距宜取 10 m~20m。

8.3.4 横向单柱或双柱的高架车站墩柱结构，应按现行国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB50909 的规定进行抗震设计、抗震设防类别应划为 B 类。可采用单柱或双柱的单墩力学模型，站台层、站厅层可只计质量影响；宜可采用车站整体结构模型，计入站台层、站厅层的刚度影响。

8.3.5 站台层、站厅层结构及与墩柱、横梁的连接，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定进行抗震设计及设防。

8.3.6 材料、地基容许应力和单桩轴向容许承载力的提高，应符合现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的规定。

8.3.7 横梁、节点和基础宜作为能力保护构件，按能力保护原则参照行业标准《城市桥梁抗震设计规范》设计。

8.3.8 站台层结构设计时应考虑桥墩盖梁的竖向位移和相对纵横向水平位移的影响。

8.3.9 站台层、站厅层现浇板厚度不宜小于 120mm，并宜双层双向配筋。独柱车站站台层、站厅层现浇楼板厚度不宜小于 150mm，并宜双层双向配筋。站台悬挑的最小厚度不宜小于 200mm。

8.3.10 对于“桥建合一”高架车站结构体系，导轨梁及其支撑结构除应按照本规范第 9 章的有关规定进行结构设计外，独柱、双柱高架车站其余构件及三柱及以上高架车站尚应按照现行建筑结构设计规范进行结构设计。

8.3.11 独柱、双柱高架车站的墩柱、盖梁、承台、基础耐久性设计应符合现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 的有关规定；独柱、双柱高架车站其余构件及三柱及以上高架车站结构耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定。

8.3.12 车站站台与站厅层大跨度纵向框架梁在施工时应预先起拱，并按国家现行有关规范控制其挠度和裂缝宽度值。

8.3.13 高架独柱、双柱车站的布置，既应顾及道路现状交通，又要考虑远期道路按规划道路红线实施的可能，并采取防撞措施。

8.3.14 高架车站结构宜采用钢筋混凝土结构或预应力混凝土结构；当主体采用钢结构形式时宜优先采用钢管混凝土组合结构。

8.3.15 钢结构构件应做好防锈、防腐、防火处理。钢结构构件防腐涂装宜按照国家规范进行涂层耐久性设计。

8.3.16 设计钢结构时，荷载的标准值、荷载分项系数、荷载组合值系数等应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

8.3.17 铸钢件采用的铸钢材质应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 的规定。

9 轨道桥梁工程

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于轨道梁、轨道梁桥、道岔桥及道岔平台的结构设计。

9.1.2 钢结构、钢混组合结构的防腐按不小于 20 年设计使用年限设计。

9.1.3 当采用地面敷设时，线路两侧应设置防护栅栏。轨道梁下净空高度应考虑轨道梁及其附属设施的检修要求，并应做好排水设计。

9.1.4 当采用地下敷设时，应结合地下结构的施工方案，选择合理的跨径和支承方式，在保证满足建筑限界要求的前提下，尽可能减少地下结构的开挖断面。

9.1.5 墩位布置应符合城市规划要求。跨越铁路、道路时，桥下净空应满足铁路、道路限界要求并预留结构沉降量、铁路抬道量或路面翻修高度；跨越排洪河流时，应根据跨越河床的轨道梁桥长度按国家现行标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 确定设计洪水位频率；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。

9.1.6 轨道梁桥工程设计除本章规定外，尚应符合现行标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002、《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234 以及《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 有关规定。

9.2 设计荷载

9.2.1 中运量跨座式单轨交通轨道梁桥结构设计，应根据结构的特性按表 9.2.1 所列的荷载，就其可能出现的最不利组合情况进行计算。荷载组合参考《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458 相关要求。

表 9.2.1 轨道梁桥荷载分类表

荷载分类		荷载名称	荷载分类	荷载名称
主力	恒载	结构自重 附属设备和附属建筑自重 预加应力 混凝土收缩及徐变影响 基础变位的影响 土压力 静水压力及浮力	附加力	列车制动力或牵引力 风力 流水压力 温度影响力
	活载	列车竖向静活载 列车竖向动力作用 列车离心力 列车横向摇摆力 人群荷载	特殊荷载	施工荷载 地震力 车档的影响 船只或汽车的撞击力

- 注：1 如杆件的主要用途为承受某种附加力，则在计算此杆件时，该附加力应按主力计算；
2 流水压力不与制动力或牵引力组合；
3 地震力与其他荷载的组合应符合现行国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111的规定；
4 计算中要求考虑的其他荷载，可根据其性质，分别列入上述三类荷载中。

9.2.2 列车竖向动力作用时，列车竖向静活载应乘以动力系数 $(1+\mu)$ ，混凝土梁 μ 值取 $20/(50+L)$ ，钢轨道梁或钢-混凝土结合轨道梁的 μ 值取 $25/(50+L)$ ， L 为桥梁跨度。

9.2.3 轨道梁设计时，应考虑超高率设计后离心力产生的影响。

9.2.4 列车横向摇摆力应按列车设计荷载单轴重的25%计算，一列车以一个水平集中荷载取最不利位置，作用在垂直于轨道梁侧面导向轮中心处。

9.2.5 区间高架结构风荷载强度应按国家现行标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002的规定取值。

9.2.6 温度变化的作用及混凝土收缩的影响，应符合国家现行标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002的规定。

9.2.7 列车制动力或牵引力作用于车辆重心位置，应按列车竖向静活载的15%计算。

9.2.8 制动力或牵引力在固定支座和活动支座的分配应按下列公式计算：

$$\text{固定端： } P_1 = T - \mu_f \times R \quad (9.2.7-1)$$

$$\text{活动端： } P_1 = \mu_f \times R \quad (9.2.7-2)$$

式中： P_1 ——作用于支座固定端的水平荷载；

P_2 ——作用于支座活动端的水平荷载；

T ——作用于梁跨内的水平荷载；

R ——作用于支座上的荷载反力；

μ_f ——活动支座摩擦系数，一般取0.1。

9.2.9 中运量跨座式单轨交通线路终端的轨道梁及轨道梁桥、应考虑车挡装置的影响。车挡装置对结构的冲击荷载，应根据车挡对列车冲撞荷载的吸收原理，考虑列车的速度及空车状态列车的荷载计算。

9.3 设计原则与要求

9.3.1 钢筋混凝土、预应力混凝土、钢结构，应按容许应力设计。其材料、容许应力、结构安全系数、结构计算方法及构造要求应符合国家现行标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092、《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091的规定。

9.3.2 预应力混凝土结构进行使用阶段各项应力验算时，各项应力限值的采用应符合国家现行标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092的规定。

9.3.3 轨道梁

- 1 中运量跨座式单轨交通轨道梁的基本型式和截面基准尺寸应与所选车型相匹配并符合车辆限界

的要求；

2 轨道梁设计应符合以下基本要求：

- 1) 中运量跨座式单轨交通轨道梁各部分尺寸应满足列车走行轮、导向轮和稳定轮走行要求，同时应保证通信信号及供电系统环网电缆、接触轨在梁体上的安装要求；
 - 2) 轨道梁结构应具有足够的竖向、横向和抗扭刚度，并保证结构的整体性和稳定性；
 - 3) 受轨道梁截面宽度尺寸的限制，PC 轨道梁跨度不宜超过 30m。如需要采用 30m 以上跨距时，可采用钢-混凝土结合梁或钢轨道梁跨越；
 - 4) 在列车静活载作用下，轨道梁竖向挠度不应超过其跨度的 $1/800$ ；
 - 5) 预应力混凝土轨道梁的徐变上拱值应严格控制。轨道梁架设后，后期徐变上拱值不宜超过 $L/1800$ ；
 - 6) 轨道梁应设置预拱度，预拱度值取恒载与 $1/2$ 静荷载所产生的挠度之和，并应考虑混凝土收缩及徐变的影响。预应力混凝土结构尚需考虑预加应力的作用。
- 3 线路终端轨道梁结构和构造应符合超程缓冲器或车挡的设置要求；
- 4 预应力及钢筋混凝土轨道梁应进行弯剪扭的强度设计。

9.3.4 轨道梁桥

1 高架轨道梁桥的布置应符合下列原则：

- 1) 高架结构应具有足够的刚度，并保证结构的整体性和稳定性；
- 2) 轨道梁桥的布置应充分考虑沿线桥墩、基础布设条件、桥下净空要求及桥下空间景观协调性要求；
- 3) 高架结构宜采用轨道梁直接支承在桥墩上的轨道梁桥布设方式。直线区段轨道梁桥宜按等跨布置，曲线段轨道梁桥应根据曲线半径对轨道梁跨度的合理限制确定跨径。当桥墩布置受到限制时，可采用 T 构纵向悬臂墩配以标准跨度简支轨道梁的布置方式。当跨度较大时，可采用简支钢轨道梁（或钢-混凝土结合轨道梁）、连续钢轨道梁；
- 4) 当采用连续轨道梁桥时，连续跨数应满足固定支座的适应能力要求；当采用连续刚构式轨道梁桥时，连续跨数应满足结构对温度变化的适应能力要求；
- 5) 高架结构中预应力混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C50；钢筋混凝土上部结构及其他钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C30。

2 轨道梁桥下部结构的设计应符合下列要求：

- 1) 区间桥梁应满足列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。结构除应满足规定的强度外，应有足够刚度，并应保证结构的整体性和稳定性；
- 2) 轨道梁桥桥墩的混凝土强度等级不宜低于 C40；支承垫石混凝土强度等级不应低于 C50；
- 3) 轨道梁桥墩顶的弹性水平位移在列车荷载、横向摇摆力、离心力、风力和温度力的作用下，横桥方向由桥墩横向水平位移差引起的轨道梁端水平折角不得大于 2‰。顺桥方向应按下式计算：

$$\Delta \leq 5\sqrt{L} \quad (9.3.4)$$

式中：L——为跨度（m），当不等跨时采用相邻跨中的较小跨度；当L<25m时，L按25m计；

Δ——桥墩顶面处顺桥方向水平位移（mm），包括由于墩身和基础的弹性变形及基底土弹性变形的影响。

- 4) 轨道梁独柱式桥墩应按压弯构件进行斜截面校核，并应进行抗扭计算；
- 5) 进行基础的沉降量计算时，只需考虑恒载的作用。轨道梁系统线形调整完成后的工后沉降应符合以下要求：

- (1) 对于简支体系轨道梁桥，其总沉降量与施工期末沉降量之差不应大于 50mm；
- (2) 对于连续体系轨道梁桥，同一联内各轨道梁支点不均匀沉降量差的容许值尚应根据沉降对轨道梁及下部结构产生的附加影响确定。

3 轨道梁桥基础设计应符合国家现行标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093 的规定；

4 轨道梁桥桥墩应满足轨道梁安装要求，并应满足信号及供电系统缆线和低压配电系统及避雷接地的安装要求；

5 应考虑由沉降导致的横向构件角度变形的限制。

9.3.5 道岔桥与道岔平台

1 道岔桥及道岔平台的设计应符合下列要求：

- 1) 根据道岔系统对道岔桥变形的要求，道岔桥由于挠度产生的梁端竖向折角不应大于 $1/1250\text{rad}$ ；
- 2) 道岔桥和道岔平台平面应满足道岔区布置要求，梁部（平台）结构构造应满足道岔及其控制装置和轨道梁支座台座布置要求，同时应预留安装接口；
- 3) 道岔桥桥面应与区间疏散平台良好衔接，保证通道畅通；
- 4) 道岔平台宜设置照明设施。

2 道岔桥桥面（平台）应设置纵横向排水坡，并沿周边设置排水槽，通过排水管将桥面雨水引到桥下市政排水系统。道岔桥桥面四周应设置栏杆。桥面防水可参照铁路桥梁桥面防水的要求设计；

3 高架区间道岔桥宜靠近车站设置，应预留车站与道岔桥面的人行通道。当确需远离车站设置，且无法设置由车站通向道岔区各区域的通道时，应在道岔桥范围设置跨线天桥。

9.4 构造要求

9.4.1 轨道梁之间应设伸缩缝，伸缩缝除保证梁体能自由伸缩外，还应保证车辆走行轮、导向轮、稳定轮的走行面平顺连接，并应避免伸缩缝之间积水，保证整体符合耐久性要求。伸缩缝的锚固件应在轨道梁预制时埋入。

9.4.2 轨道梁表面特别是钢制轨道梁及梁间接头的金属配件表面应采取防止车轮打滑和空转的措施。

9.4.3 轨道梁和轨道梁桥应满足抗拉力支座的埋设要求,组合桥的梁部结构和道岔桥上宜设置抗拉支座的台座。抗拉力支座上摆的锚固构件应在轨道梁预制时埋入,轨道梁桥、组合桥的梁体结构和道岔桥上的支座台座处应预留更换支座时顶梁的位置;支座下支撑垫石设置应符合国家现行标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的规定。

9.4.4 轨道梁桥桥墩盖梁顶面和组合桥梁部结构顶面、道岔桥和道岔平台应设置性能良好的排水设施,使其表面无积水。排水设施应便于检查、维修与更换。

9.4.5 钢筋混凝土、预应力混凝土轨道梁上敷设信号、供电环网电缆和接触轨等系统应在轨道梁制作时埋入预埋管和预埋件;钢轨道梁宜在结构上预留信号、供电环网电缆等系统通道和接触轨安装接口板。

9.4.6 轨道梁桥桥墩、组合桥梁部结构及其桥墩、道岔桥和道岔平台上的信号、通信、供电环网电缆系统、牵引供电接触轨系统和动力照明配电系统的安装,应采用在相应土建施工时埋入预埋管道和预埋件的方式。

9.4.7 道岔桥和道岔平台平面应满足道岔区布置要求,并应满足道岔及其控制装置和轨道梁支座布置要求,同时应预留安装接口。

9.4.8 轨道梁桥构造应便于检查和维护。

9.4.9 轨道梁桥结构的截面尺寸应能保证混凝土灌注及振捣质量。预应力钢筋或管道表面与结构表面之间的混凝土保护层应符合国家现行标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 的规定。

9.4.10 预应力混凝土梁的封锚及接缝处,应在构造上采取防水措施,防止雨水渗入。管道压浆材料和压浆工艺应严格控制,确保压浆密实。

9.4.11 设于路面的桥墩受雨水侵蚀的混凝土部位的高架结构等,应能满足国家现行标准《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的规定。

9.4.12 轨道梁的精度要求见附录 C。

10 道 岔

10.1 一般要求

10.1.1 为实现车辆行驶中的转线、折返运行及车辆基地内调车作业，应根据需要在中运量跨座式单轨交通正线、辅助线和车辆基地内设置道岔。

10.1.2 道岔设备在高架线路段应安装在道岔桥上，在地面线路段安装在道岔专用平台。

10.1.3 道岔设备的设计和安装必须符合中运量跨座式单轨交通系统的限界要求。

10.1.4 道岔应满足车辆技术条件和参数的要求。

10.1.5 道岔在锁定状态下应能承受车辆竖向荷载、横向荷载、纵向荷载、离心力及风荷载等荷载的反复作用，具有足够的强度、刚度以及抗倾覆的能力。

10.1.6 道岔的转辙时间应包括从信号出发、解锁、转辙、锁定、信号回馈全过程。

10.1.7 道岔设备的供电应采用一级负荷。

10.1.8 道岔设备接地电阻值应小于 4Ω ，防雷接地电阻值应小于 10Ω 。

10.1.9 道岔线型应满足列车过岔舒适度、侧向允许列车通过速度及限界要求。

10.1.10 道岔处于直线状态时，列车通过速度应与线路匹配；当道岔处于曲线或者折线状态时，应限速运行。

10.1.11 道岔转辙时，各节点应位移同步、定位准确、锁定牢固。

10.2 道岔类型

10.2.1 道岔按其结构特点、转折后的线型、分岔功能分为关节型、关节可挠型、枢轴型、梁替换型和平移型等类型。

10.2.2 关节型道岔可分为单开、对开、三开、五开等线型，参数如附录 A。

10.2.3 关节可挠型道岔按线型可分为单开、对开等线型。

10.2.4 枢轴型道岔按照功能分为单开、对开、三开、四开等线型。

10.2.5 梁替换型道岔按照功能分为单开和单渡线等线型。

10.2.6 平移型道岔按照功能分为单开、对开和三开等线型。

10.3 道岔设备

10.3.1 道岔设备应由机械装置、驱动装置和控制装置等组成，道岔梁两侧应安装车辆牵引供电接触轨。

10.3.2 安装在道岔梁两侧的牵引供电接触轨应满足道岔的功能和要求，并使车辆取流器能顺利地取流，不应影响道岔控制信号和安全运行。

10.3.3 道岔设备的结构形式应便于操作、检查维护及设备润滑。

10.3.4 安装在道岔梁上的信号设施的设置应满足信号系统要求且不影响道岔运行。

10.3.5 道岔主体结构的设计使用年限为 100 年。

10.4 道岔系统设计原则

10.4.1 道岔系统设计应满足正线运营、乘客舒适度、折返时间以及列车出入车辆段和段内调车的需要。

10.4.2 道岔系统设计时应根据线路条件和运营要求选择道岔设备的基本线型、道岔梁几何尺寸、转辙距离、转辙时间以及衔接梁型式及尺寸和可动式避让梁、道岔桥或道岔平台的最小尺寸及道岔安装凸台位置。

10.4.3 设置的道岔在定位或反位及渡线时，应保障车辆运行通过时平稳、安全、可靠。

10.4.4 设置的道岔应设有防止车轮打滑和空转的措施。

10.4.5 控制系统具有 3 种控制方式，按操作优先级由高到低为：集中控制方式、现场控制方式、手动控制方式，后两种控制方式需要通过集中授权和确认，集中控制、现场控制、手动控制方式由逻辑控制单元实现，人工手动方式在断电和设备故障时使用。道岔控制系统同一时间的道岔控制方式必须保证唯一性。

10.4.6 道岔控制系统关键回路采取冗余设计，即主回路冗余设计，在保证安全性下尽可能简单化，以提高可靠性和可维修性。

10.4.7 道岔控制装置应具有对各个机构的控制和监测功能，并能将道岔位置表示信号，以及联锁信号、故障诊断信号快速准确地反馈到信号系统并应与信号系统之间设有授权、授权联锁电路。

10.4.8 道岔控制装置具有完善的电气安全保护系统，如缺相、过流等保护功能，并有故障显示，在检测出故障后，能够切断供电，使设备受到保护。

10.4.9 继电联锁控制需采用安全型继电器，控制系统需满足继电联锁要求，并且具有一定的安全性和可靠性，联锁控制中使用的继电器需满足道岔使用环境要求。

10.4.10 安全控制器方案应满足继电联锁及故障安全原则，具有广泛的环境适应性，便于维护、检修，具有监控和诊断功能，控制系统的安全等级为 SIL4。

11 支 座

11.1 一般规定

11.1.1 中运量跨座式单轨支座适用于城市交通轻轨列车轨道梁的支承，应满足车辆、轨道梁、建筑限界的要求。

11.1.2 支座应适应由活荷载和温度变化产生的上部结构水平位移和挠度产生的支点转角变位。

11.1.3 支座应具有足够的承载能力，以保证安全可靠地传递上部结构荷载，并使梁体位置稳定。

11.1.4 支座对轨道梁变形的约束应尽可能小，以适应梁体自由伸缩和转动的需要。

11.1.5 支座应能抵抗规定抗震设防等级下的地震力。

11.1.6 支座的结构形式应具有便于安装、检查、维护、设备润滑和更换的特性。

11.1.7 支座应进行恰当的定期维护管理，以保持支座性能的长期稳定。

11.1.8 支座应符合室外及隧道内的使用条件，金属构件表面应进行防腐处理。

11.1.9 支座宜为可更换支座。当支座结构不可更换时，其设计使用年限应与桥梁相同，钢结构防腐涂层设计使用寿命不应低于 20 年。

11.1.10 支座设计、制造应符合现行国家标准《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458、现行行业标准《铁路桥梁钢支座》TB/T 1583、《铁路桥梁球型支座》TB/T 3320、《城市轨道交通桥梁球型钢支座》CJ/T 482、《铸钢结构技术规程》JGJ/T 395 的相关规定。

11.1.11 支承垫石的设计应符合现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 第 5.4.11 条的相关规定。

11.2 支座的选型与布置原则

11.2.1 支座的选型应满足下列要求：

- 1 支座的承载力应能满足梁体支反力要求；
- 2 当梁体有抗拉需求时，应选用抗拉支座；
- 3 支座的设计位移量应大于梁体的伸缩量；
- 4 支座的转角应保证梁体自由下挠；
- 5 支座结构需适应线路纵坡和超高率要求；
- 6 简支梁用支座应具备纵向、横向和竖向调整功能。

11.2.2 支座的布置原则应满足下列要求：

- 1 单线简支轨道梁一端设置固定支座，另一端设置活动支座；
- 2 在坡道上，固定支座应设于较低一端。

11.3 抗拉支座

11.3.1 常用抗拉支座为铸钢拉力支座,其为拉压一体结构,可提供跨座式单轨轨道梁所需的抗倾覆力矩,使梁体结构保持稳定。

11.3.2 铸钢拉力支座按轨道梁种类分为 PC 梁铸钢拉力支座和钢梁铸钢拉力支座,按轨道梁线形分为直线梁支座和曲线梁支座,按变位特征分为固定支座和活动支座。活动支座位移量根据梁体伸缩量的大小取值,主要有 15mm、25mm、45mm 和 60mm 四种类型,分类如表 11.3.2 所示。

表 11.3.2 铸钢拉力支座分类

轨道梁种类	轨道梁线形	支座	位移量 (mm)
PC 梁、钢梁	直线	固定端	——
		活动端	15、25、45、60
	曲线	固定端	——
		活动端	15、25、45、60

11.3.3 铸钢拉力支座配合不同的基座板可用于砗盖梁和钢盖梁。

11.3.4 铸钢拉力支座结构组成:

- 1 上摆: 支座与轨道梁连接的部件,其通过锚固钢筋预埋连接 PC 轨道梁、或通过螺栓连接钢轨道梁;
- 2 下摆: 支座与盖梁连接的部件,通过锚固螺栓与基座板连接;
- 3 铰(辊)轴: 铰轴用于支座固定端上摆与下摆的连接与传力;辊轴用于支座活动端上摆与下摆的连接与传力、通过滚动实现支座的纵向位移;
- 4 承压板: 耐磨、高强度部件,用于支座活动端、与辊轴接触传力并实现纵向位移;
- 5 止脱板: 用于保持铰轴在上、下摆轴孔中的位置,防止铰轴松脱;
- 6 压板: 用于限制支座活动端辊轴与承压板的横向位移,并防止辊轴歪斜;
- 7 定位板: 使辊轴在与承压板的接触面上同步滚动;标示辊轴在轴孔中的位置,方便架梁时的支座位置调整;
- 8 凸轮: 安装在下摆与基座板之间,下摆与凸轮的线接触副利于轨面超高率的调整;
- 9 活动板: 通过增减厚度来调整轨面的高度及超高率的部件;
- 10 板: 安装在活动板与基座板之间,用于封闭基座板锚固螺栓过孔的部件;
- 11 座板: 分砗盖梁基座板和钢盖梁基座板;砗盖梁基座板通过锚固钢筋预埋在砗盖梁中,钢盖梁基座板用焊接工艺安装在钢盖梁上;
- 12 紧块: 架梁过程中,用来调整支座水平位置并与基座板配合传递水平剪力;
- 13 锚固螺栓: 连接支座下摆与盖梁上的基座板,提供抗倾覆力。

12 地下结构

12.1 一般规定

12.1.1 地下结构的设计应结合中运量跨座式单轨轨道梁的运输、安装和受力特点，以地质勘察资料为依据，根据现行国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307 和不同设计阶段的任务和目的确定工程勘察的内容和范围，考虑不同施工方法对地质勘探的特殊要求，通过施工中对地层的观察和监测反馈进行验证。

12.1.2 地下结构设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

12.1.3 地下结构设计除本章规定外，尚应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 相关规定。

12.2 抗震设计

12.2.1 地下结构抗震设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《地铁设计规范》GB 50157、《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 和《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909 的规定。

12.2.2 地下结构抗震设计，应符合下列要求：

- 1 抗震设防类别的划分应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的规定，地下结构应划为重点设防类（乙类建筑）；
- 2 地下结构抗震设计应符合《地下结构抗震设计标准》GB/T 51336 相关规定。

12.3 耐久性设计

12.3.1 地下结构耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476、《工业建筑防腐设计标准》GB/T 50046 的规定。

12.3.2 地下结构耐久性设计应重点确定混凝土碳化引起内部钢筋的锈蚀（I：一般环境）、海水氯盐引起的钢筋锈蚀作用（III：海洋氯化物环境）和地下水、土对混凝土的化学腐蚀作用（V：化学侵蚀环境）。

12.4 构造设计

12.4.1 地下结构混凝土结构设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

12.4.2 地下结构应预留安装轨道梁支座台座安装接口。当地下结构采用仰拱时，轨道梁支座台座宜直接设置在仰拱结构上；当地下结构采用钢筋混凝土底板时，轨道梁支座宜穿过底板设置基础，但轨道梁台座应与底板浇合，不设施工缝。

13 工程防水

13.1 一般规定

13.1.1 防水设计应遵循“以防为主，刚柔结合，多道设防，因地制宜，综合治理”的原则，采取与其相适应的防水措施。

13.1.2 高架结构桥面应设置耐动荷载的柔性防水层，并应设置通畅的排水系统。

13.1.3 车辆基地的建筑屋面、上盖物业平台的结构防水应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》和现行行业标准《种植屋面工程技术规程》等规范标准的规定。

13.1.4 防水设计除本章规定外，尚应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 相关规定。

13.2 明挖法、浅埋暗挖法、盾构法施工的地下工程防水

13.2.1 明挖法施工、浅埋暗挖法施工及盾构法施工的地下工程防水应符合《地铁设计规范》GB50157 和《地下工程防水技术规范》GB 50108 中相关内容。

13.3 高架结构防水

13.3.1 高架桥面应设置连续、整体密封、耐久的防水层。防水层材料可根据环境条件和不同的工程部位选定。

13.3.2 桥面应设置畅通的排水系统，排水设施应便于检查、维修。

13.3.3 伸缩缝应根据构造型式设置桥梁专用变形缝止水带及其金属固定装置，并宜嵌填密封材料形成多道防线。

13.3.4 地漏、落水管等疏排水装置与桥面混凝土结构的接口应加强密封防水，并应便于检查、修复。

14 通风、空调与采暖

14.1 一般规定

14.1.1 通风、空调系统应为乘客提供适宜的环境，为工作人员和设备提供良好的工作和运行环境。

14.1.2 通风、空调机房按照就近服务和邻近新、排风道的原则灵活布置，以尽量缩短空气的输送距离、减少运行费用。

14.1.3 通风、空调系统设计和设备配置应充分考虑运营节能需求，宜充分利用自然冷源。

14.1.4 通风、空调系统应按远期运营条件进行设计，设备应考虑近期和远期分期实施的可能性或采用不同的近期和远期运行模式。

14.1.5 通风、空调系统的设备、管道及配件布置应为安装、操作、测量、调试和维修预留空间位置。

14.1.6 设计应为大型通风和空调设备预留运输、安装通道及孔洞，并应能装设起吊设施。

14.1.7 通风、空调系统应采用运行安全、技术先进、可靠性高、节省空间、便于安装和维护、高效节能且自动控制性能高的设备。

14.2 地面部分的通风、空调系统

14.2.1 地面车站站厅应设可开启外窗，非空调季节宜采用自然通风，火灾时宜采用自然排烟。

14.2.2 通风和空调系统应根据当地的气候条件、跨座式单轨交通的热负荷情况及变化规律，制定科学、合理的运营模式，以满足人员正常需要和设备正常运转的要求，并充分实现系统的运营节能。

14.2.3 地面车站站台宜按开敞式设计，应满足自然通风和自然排烟要求。

14.2.4 地面车站室外空气计算参数可参照现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 执行。

14.2.5 地面车站设备与管理用房室内空气设计参数可参照现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 执行。

14.2.6 地面变电所宜采用自然通风降温，当自然通风不能满足设备对环境要求时，可采用机械通风系统或设置空调系统。

14.2.7 地面车站通风空调系统宜设就地控制、车站控制的两级控制。

14.3 地下部分的通风、空调系统

14.3.1 区间隧道正常通风应采用活塞通风，当活塞通风不能满足排除余热要求或布置活塞通风道有困难时，应设置机械通风系统。

14.3.2 当需要设置区间通风道时，通风道应设于区间隧道长度的 1/2 处，在困难情况下，其位置可移至距车站站台端部的距离不小于该区间隧道长度的 1/3 处，并不宜小于 400m。

14.3.3 地下车站宜在列车停站时的发热部位设置排风系统。

14.3.4 地下车站公共区采用通风系统时，每个乘客需供应的新鲜空气量不应小于 $30\text{m}^3/\text{h}$ ；地下车站公共区采用空调系统时，每个乘客需供应的新鲜空气量不应小于 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，且空调系统新风量不应小于总送风量的 10%。

14.3.5 地下车站设备与管理用房每个工作人员需供应的新鲜空气量不应小于 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，且空调系统新风量不应小于总送风量的 10%。

14.3.6 地下部分通风、空调系统的室内、室外空气计算参数可参照现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 执行。

15 给水与排水

15.1 一般规定

15.1.1 给水排水系统应根据当地的气候条件、结合城市地形变化规律和中运量跨座式单轨交通的土建规模，制定科学、合理的运营模式，提供合理的服务水平，以满足人员和设备要求，并应充分实现系统的运营节能。

15.1.2 工程的给水系统必须满足生产、生活和消防用水对水量、水压、水质的要求，并考虑节约用水和综合利用的措施。

15.1.3 工程的排水系统，应根据运营排水的水质、市政管网的排水体制和接纳水体的环保目标，实现分质达标排放。

15.2 给水系统

15.2.1 用水量定额应符合《地铁设计规范》GB 50157 的要求。

15.2.2 生活饮用水和生活杂用水水质应分别满足《生活饮用水卫生标准》GB 5749 和《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 的要求，并采取相应的水质保证措施。

15.2.3 给水系统的设计应结合建筑物的竖向设计，优先利用城镇给水管网的水压直接供应，当城镇给水管网的水压水量不足时，设置储水调节和加压装置。

15.2.4 给水管网的布置除满足配水点水量水压要求外，还应考虑布水的均匀性和运营维护的易用性、便利性。

15.2.5 车辆维修基地给水设计应考虑区域集中供水系统，若涉及到其他商业开发功能，给水系统应与之相互独立。车辆维修基地给水系统的相关参数可参考《地铁设计规范》GB 50157 执行。

15.2.6 给水管材、附件应满足《建筑给水排水设计规范》GB 50015 及《地铁设计规范》GB 50157 的要求。

15.3 排水系统

15.3.1 排水量标准应符合《地铁设计规范》GB 50157 的要求。

15.3.2 工程的排水设计应采用雨污分流的排水体制。

15.3.3 室外雨水系统设计应考虑地表径流控制的配套措施。

15.3.4 工程外排原水不达标时，应设置相应的处理装置，处理后达标排放，排放标准执行《污水排入城镇下水道水质标准》。

15.3.5 车辆维修基地应在满足当地对环保、海绵城市的相关规定的前提下，经技术经济比较后确定污水、雨水的回用需求、规模和设置形式。

15.3.6 排水管材、附件应满足《建筑给水排水设计规范》 GB 50015 和《地铁设计规范》 GB 50157 的要求。

15.4 给水排水系统的控制和运营

15.4.1 给水排水设备的自动化程度，应根据运营管理的需要，结合当地具体情况，经过技术经济比较确定。

15.4.2 系统设备宜设就地控制、车站控制的两级控制系统。

16 供电系统

16.1 一般规定

16.1.1 供电系统包括电源系统、牵引供电系统、动力照明系统、电力监控系统（SCADA）和防雷接地系统。电源系统包括外部电源、主变电所（或电源开闭所）、中压供电网络和自备电源；牵引供电系统包括牵引变电所和牵引网。

16.1.2 牵引用电负荷宜为一级负荷。动力照明等用电负荷可分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

16.1.3 下列电源可作为应急电源：

- 1 供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路；
- 2 蓄电池；
- 3 独立于正常电源的发电机组。

16.1.4 牵引网宜采用接触轨供电，正、负极均不应接地，牵引网电压等级采用 DC1500V。

16.1.5 在车辆基地应设置供电工区，对供电设备进行管理与维护。

16.1.6 各系统电气设备应满足无自爆、低能耗、低噪声等要求。

16.1.7 中运量跨座式单轨宜设置综合接地系统，接地电阻不应大于 1Ω 。供电系统及其设备的功能性接地、保护性接地等应纳入综合接地系统。

16.1.8 供电系统设计应结合“绿色，节能，因地制宜”的理念，有条件时可采用绿色能源作为供电系统的外部电源或补充电源。

16.1.9 牵引供电应考虑制动回馈能量的再利用。

16.2 供电

16.2.1 中运量跨座式单轨交通应从城市公共电网取得电源，外部电源供电方案应结合城市轨道交通线网和城市电网现状及规划、城市规划进行设计，可采用集中式供电、分散式供电或混合式供电，并充分考虑资源共享。

16.2.2 供电系统应满足供电安全、可靠、经济、适用的基本要求，供电系统的规模和设计容量应按远期高峰小时的用电负荷要求进行设计，可按一次建成或分期建设的方式实施。电源系统设计应根据建设要求，从可行性研究阶段开始会同城市电力部门确定下列各项：

- 1 外部电源供电方案和主变电所（或电源开闭所）设置；
- 2 供电系统的一次接线方案；
- 3 近、远期外部电源容量和电压偏差范围；

- 4 电能计量要求;
- 5 城市电网近、远期的规划资料及系统参数;
- 6 城市电网变电所馈出线继电保护与供电系统进线继电保护的设置和时限配合;
- 7 电力调度的要求和管理分工。

16.2.3 主变电所的主变压器台数和容量应根据远期负荷计算确定,并在一台主变压器退出运行时其余主变压器能负担供电范围内的一、二级负荷。主变电所宜采用有载调压变压器。

16.2.4 中压供电网络的电压等级可采用 35kV、20kV 和 10kV。对于集中式供电方案,中压网络的电压等级应根据用电容量、供电距离、城市电网现状及规划等因素,经技术经济综合比较确定;对于分散式供电方案,中压网络的电压等级应与城市电网相一致。

16.2.5 供电系统的中压供电网络接线应简单、统一,便于运行管理。中压供电网络宜采用单环网接线方案,网络末端的电压损失不宜超过 5%。

16.2.6 全线供电系统可采用两路及以上的外部单电源引入,且相邻的外部引入电源两两互为备用。不同电源应引自不同变电所或引自同一变电所的不同母线。当一路电源退出时,相邻电源应满足本供电区间及退出运行区段的全部一、二级负荷的要求。

16.2.7 在满足各种负荷供电要求的情况下,同一车站内或车辆基地内的各种功能变电所应尽量合建。

16.2.8 牵引负荷应根据线路条件、高峰时段的运行交路、行车密度、车辆编组和车辆性能等计算确定。

16.2.9 直流牵引系统及非线性用电设备所产生的谐波引起的电网电压正弦波型畸变率应满足电磁兼容要求,必要时应采取抑制谐波的措施。其通过外部电源接入点注入电力系统的谐波量应满足《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 的规定。

16.2.10 牵引变电所设备容量选择时,只考虑相邻一座牵引变电所解列的情况。当一座牵引变电所解列时,由相邻牵引变电所实现越区供电。牵引变电所的布点和容量应满足远期高峰小时的负荷需求。

16.2.11 牵引整流机组的台数和容量宜按远期负荷确定。当一座牵引变电所退出运行时,由相邻的牵引变电所分担其供电分区的牵引负荷。牵引变电所内宜设置一台牵引整流机组。

16.2.12 供电系统中宜设置列车再生制动能量利用装置,用于吸收列车制动时的回馈能量。

16.2.13 主变电所的主变压器二次侧中性点宜采用小电阻接地方式,低压动力照明系统宜采用 TN-S 供电方式。

16.2.14 无功补偿应按整体平衡的原则考虑,对于在各降压变电所 0.38kV 侧分散就地补偿和在主变电所集中补偿的方案,应根据供电系统实际情况经技术经济比较后确定。

16.3 变电所

16.3.1 变电所可分为主变电所、电源开闭所、牵引变电所、降压变电所。当牵引变电所与降压变电所同时设置在同一车站时，宜合建成牵引降压混合变电所。

16.3.2 变电所的选址应符合下列要求：

- 1 应靠近负荷中心；
- 2 应便于电缆线路引入、引出；
- 3 应便于设备运输；
- 4 不应设置经常积水场所的正下方，且不宜与厕所、泵房等场所相贴邻；
- 5 应与城市规划、周边景观相协调。

16.3.3 供电系统正线变电所宜优先选用箱式变电所，并按无人值守设计。当场坪条件允许时，可采用房屋式布置方式，并应与城市规划、周边景观相协调。

16.3.4 变电所的设备选择应安全可靠、技术先进和经济适用，应选用小型化、无油化、自动化、免维护或少维护、质量优良的产品，要适合于无人值班的运行条件。在地下变电所使用的电气设备及材料除满足以上要求外，还应选用无卤、低烟、阻燃、低损耗、低噪声、防潮、无自爆型产品。设备选型应立足于国产化产品。

16.3.5 变电所一次接线应在可靠的基础上力求简单。牵引变电所的直流侧母线宜采用单母线接线。降压变电所可采用两台配电变压器接于同一段中压母线的方案，交流 0.4kV 侧采用单母线分段方式。

16.3.6 降压变电所设置两台配电变压器时，配电变压器的容量应满足在一台配电变压器退出运行、另一台配电变压器应能负担其供电范围内的一级和二级负荷。

16.3.7 牵引变电所的直流馈线回路应设置能分断最大短路电流和感性小电流的直流快速断路器。

16.3.8 牵引变电所直流负母线应设接地漏电保护装置。

16.3.9 变电所的直流操作电源屏宜采用成套装置，正常运行时蓄电池处于浮充状态。蓄电池容量应满足交流停电情况下连续供电 2 小时的需要。

16.3.10 变电所对供电系统路的各种故障或异常运行应设置相应的保护，继电保护装置应力求简单，并应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

16.3.11 变电所直流馈线应设置具有线路检测功能的自动重合闸装置。

16.3.12 变电所综合自动化系统应具备下列基本功能：

- 1 保护、控制、信号、测量；
- 2 与 SCADA 系统良好的接口；
- 3 程序操作控制；
- 4 开放的通信协议及接口；

5 系统在线故障自检。

16.3.13 过电压保护应符合《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的有关规定，并满足：

- 1 变电所中压母线设置避雷器；
- 2 变电所的低压母线应设置避雷器或电涌保护器；
- 3 地上牵引变电所正、负母线应设置避雷器。

16.3.14 变电所牵引整流机组负荷特性应满足以下要求：

- 1 100%额定负荷——连续；
- 2 150%额定负荷——2h；
- 3 300%额定负荷——1min。

16.3.15 预装式变电所内设备靠壁安装时，柜后箱体宜设置检修门。

16.4 接触轨

16.4.1 接触轨应由正极接触轨和负极接触轨组成。正极接触轨和负极接触轨应分别通过上网电缆和回流电缆与牵引变电所的正负极母排连接。

16.4.2 接触轨采用侧部授流方式，载流导体应采用钢铝复合轨。

16.4.3 接触轨绝缘支持装置应通过预留的槽道或套筒固定于轨道梁上，跨距不宜大于 5m。

16.4.4 接触轨锚段长度应根据环境温度、导体载流温升、线胀系数、最大允许膨胀量确定。

16.4.5 每个锚段中部设置中心锚结。

16.4.6 两个锚段之间宜采用膨胀接头连接，膨胀接头额定载流量不低于接触轨 1.2 倍，并可以使集电靴平滑过渡。

16.4.7 接触轨断轨处及线路终端应设置端部弯头。

16.4.8 电分段采用分段绝缘器或接触轨断口形式。

16.4.9 接触轨的安装位置及安装误差应满足接触轨限界的要求。

16.4.10 车辆集电靴与接触轨在相对运动中应可靠接触。

16.4.11 接触轨材料及截面的选择应满足远期高峰小时牵引所故障运行模式下载流量和最低网压的要求。

16.4.12 支持绝缘装置及其配套零件的强度安全系数，不应低于国家现行标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 的有关规定。

16.4.13 牵引变电所直流快速断路器至正线接触轨间应设置隔离开关。

16.4.14 上网电缆、回流电缆的根数及截面，应根据大双边供电方式下的远期负荷计算确定，每个回路的电缆根数不得少于两根。

16.4.15 接触轨的电分段宜设在下列各处：

- 1 牵引变电所的上网点处；
- 2 车辆基地内不同功能线路衔接处；
- 3 待避线与正线衔接处。

16.4.16 待避线、停车线接触轨宜单独分段，并通过隔离开关与正线连接。

16.4.17 车辆段停车列检库、检修库、静调库、试车线若设置接触轨，接触轨宜由牵引变电所直接馈电。

16.4.18 当车辆基地牵引变电所故障解列时，车辆基地内的接触轨应由正线支援供电。

16.4.19 接触轨设计的气象条件，应符合国家现行标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 中的规定。

16.4.20 DC1500V 系统接触轨带电部分和轨道梁、车体之间的最小静态空气绝缘间隙为 100mm，在任何极端工况下的绝对最小动态值为 60mm。

16.4.21 在车站线路、车辆基地、正线待避线、停车线等有人员上下车的区段，应设置车体接地轨；车体接地轨应使车体可靠接地，接地电阻不应大于 4Ω 。

16.4.22 户外线路，在馈线上网处、隧道口处，以及不大于 500m 的位置处的正、负极接触轨上均应设置避雷器，避雷器的工频接地电阻值不应大于 10Ω 。

16.4.23 在车站线路正极侧、距地面小于 3 米的线路正极侧，宜设置防护板。防护板的电气性能与物理性能应满足相关技术要求。

16.5 动力与照明

16.5.1 动力照明设计应符合国家现行标准《低压配电设计规范》GB 50054 的有关规定。

16.5.2 动力照明设计应考虑节能、计量措施。

16.5.3 照明照度标准应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T 16275 和《建筑照明设计标准》GB 50034 的有关规定。

16.5.4 当电气装置采用接地故障保护时，车站、区间、控制中心、车辆基地内的单体建筑等应设置包括建筑物或构筑物结构钢筋在内的总等电位联结。

16.5.5 地上车站与区间、控制中心、车辆基地的建筑物及其他户外设施的防雷设计，应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。

16.5.6 照明系统设计时应结合“绿色、节能”的理念优先选用 LED 新型节能光源，光源效率应采用符合国家标准规定的节能评价价值。

16.6 电力监控

16.6.1 中运量跨座式单轨交通供电系统应配置电力监控系统。电力监控系统的设备选型、系统容量和功能配置应能满足运营管理以及无人值守的需要。

16.6.2 电力监控系统应包括主站、子站及专用数据传输通道。当设置综合监控系统时，电力监控系统主站应集成到综合监控系统中。

16.6.3 电力监控系统主站的设计，应包括主站的位置、系统构成、设备的选型，以及系统功能、容量、监控范围等。

16.6.4 电力监控系统子站的设计，应确定子站设备的位置、容量、功能、选型。

16.6.5 电力监控系统通道的设计要求，应包括通道的结构形式、主/备通道的配置方式、通道的接口形式和性能要求等。

16.6.6 监控对象应包括遥控对象、遥信对象和遥测对象三部分。

16.6.7 电力监控系统的结构宜采用 1 个主站监控 N 个子站的方式。

16.6.8 主机应按照双重冗余系统的原则进行配置。

16.6.9 子站设备应具备下列基本功能：

- 1 远动控制输出；
- 2 现场数据采集（包括数字量、模拟量、脉冲量等）；
- 3 远动数据传输；
- 4 可脱离主站独立运行。

16.6.10 子站远动终端的通信规约应对用户完全开放。

16.6.11 不间断电源设备的容量，应满足交流电源失电后，维持系统供电时间不少于 30min。

16.6.12 远动数据传输通道宜采用通信系统的数据通道。在设计中应向通信设计部门提出对远动数据传输通道的技术要求。

16.6.13 电力监控系统的主要技术指标应符合下列规定：

- 1 遥控命令传送时间不应大于 1s；
- 2 遥信变位传送时间不应大于 2s；
- 3 遥控正确率不应小于 99.9%；
- 4 遥信正确率不应小于 99.9%；

- 5 遥信分辨率（子站）不应大于 10ms；
- 6 遥测综合误差不应大于 0.5%；
- 7 站间 SOE 分辨率不应大于 15ms；
- 8 双机自动切换时间不应大于 30s；
- 9 画面调用响应时间不应大于 0.5s；
- 10 数据传输通道通信传输速率不应小于 100Mbps；
- 11 设备平均无故障工作时间不应小于 50000h；
- 12 设备平均修复时间不应大于 1h；
- 13 系统可利用率不应小于 99.8%。

16.7 接地

16.7.1 供电系统中电气装置与设施的外露可导电部分除有特殊规定外均应接地。

16.7.2 当供电系统与其他系统共用接地装置时，其综合接地电阻不应大于 $1\ \Omega$ 。

16.7.3 变电所接地装置应能降低接触电位差和跨步电位差，并应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。

16.7.4 变电所应利用车站结构钢筋或变电所结构基础钢筋等自然接地极作为接地装置，并宜敷设以水平接地极为主的人工接地网。自然接地装置和人工接地网间应采用不少于两根导体在不同地点相连接。自然接地极与人工接地网的接地电阻值应能分别测量。

16.7.5 接地装置至变电所的接地线的截面，不应小于系统中保护地线截面的最大值。

16.7.6 配电变压器低压侧中性点应直接接地。

16.7.7 直流牵引供电系统应为不接地系统，牵引变电所中的直流牵引供电设备需绝缘安装，绝缘电阻值应大于 $1.5\text{M}\Omega$ 。

17 通 信

17.1 一般规定

17.1.1 通信系统应适应运输效率、保证行车安全、提高现代化管理水平和传递语音、数据、图像等各种信息的需求，系统应安全可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用，绿色时尚。

17.1.2 通信系统应满足新建线路运营和管理要求，且应符合线网规划和建设标准及资源共享的要求，应与已建线路通信系统实现必要的互联互通，并为后续其他线路的接入预留条件。

17.1.3 通信系统宜由专用通信系统、公安通信系统和民用通信基础预留组成。

17.1.4 专用通信系统宜由传输系统、无线通信系统、“公专合一”电话系统、视频监视系统、广播系统、时钟系统、办公自动化系统、乘客信息系统、电源系统、集中告警系统、设备防雷及接地等子系统组成。

17.1.5 专用通信系统应满足正常运营方式和灾害运营方式的通信需求。在正常运营方式时，应为运营管理提供信息；在灾害运行方式时，应为防灾、救援和事故处理的指挥提供保证。

17.1.6 公安通信系统应满足公安部门的通信需求，并应在突发事件发生时，为公安部门的应急调度指挥提供保证。

17.1.7 通信系统车载设施严禁超出车辆限界，地上设施不得侵入设备限界。

17.1.8 通信系统设备应符合电磁兼容性的要求，并应具有抗电气干扰性能。

17.1.9 通信系统设备应满足国家现行有关过电压、过电流指标及端口抗扰度试验标准的规定。

17.1.10 通信系统设备的接地系统设计，应做到确保人身、通信设备安全和通信设备的正常工作。

17.1.11 区间干线光缆应采用低烟、无卤、阻燃型，并应具有抗电磁干扰的防护层。

17.1.12 系统可根据需要采取必要的信息安全保护措施。

17.2 传输系统

17.2.1 传输系统应以光纤通信为主，满足专用通信各子系统和信号、自动售检票、电力监控、火灾自动报警、环境与设备监控、门禁与安防、公安通信等系统信息传输的要求。

17.2.2 传输系统应采用基于光同步数字传输制式或其他宽带光数字传输制式，并应满足各系统接口的需求。传输系统容量应根据各系统对传输通道的需求确定，并应留有余量。

17.2.3 采用基于光同步数字传输制式的专用通信传输系统宜利用网同步设备作为外同步时钟源，并应采用主从同步方式实现系统同步。

17.2.4 传输系统宜利用不同径路的两条光缆构成自愈保护环。

17.2.5 干线光缆应采用单模光纤，光缆容量应满足通信、信号等系统对光纤容量的需求，并结合远期发展预留余量。

17.2.6 光缆网的建设应根据线网规划和建设需求，统筹规划光缆数量、容量和光缆径路。

17.2.7 通信电缆、光缆在地下区段，区间隧道内宜采用沿隧道壁架设或槽道敷设方式，进入车站宜采用隐蔽敷设方式；高架区段宜敷设在区间轨道梁下或设有疏散通道的通信槽道内或托板托架上；地面区段的敷设宜采用管道、槽道或直埋敷设方式。

17.2.8 通信电缆、光缆应与强电电缆分开敷设。光缆与电力电缆同径路敷设时，宜采用非金属加强芯。

17.2.9 通信光、电缆管道埋深应符合《地铁设计规范》GB 50157 的要求。

17.2.10 通信光、电缆管道和其他地下管线及建筑物间的最小净距、沿墙架设电缆、光缆与其他管线的最小净距应符合《地铁设计规范》GB 50157 的要求。

17.2.11 光缆接头两侧的金属护套及金属加强件应相互绝缘，光缆引入室内应做绝缘处理，并应做光缆终端。

17.3 无线通信系统

17.3.1 无线通信系统应提供运营控制中心调度员、车站（车辆基地）值班员等固定用户与列车司机、防灾、维修等移动用户之间的通信手段。

17.3.2 无线通信系统应统一规划、分期实施，线网无线通信系统宜实现网络互联互通及资源共享。

17.3.3 无线通信系统采用的工作频段及频点应由当地无线电管理部门批准。无线通信系统宜采用数字集群移动通信系统，工作频段及频点应经当地无线电管理部门批准后使用。

17.3.4 无线通信系统应采用有线、无线相结合的传输方式。中心无线设备应通过光数字传输系统或光纤与车站、车辆基地的无线基站连接，各基站应通过天线空间波传播或经漏缆的辐射构成与移动台的通信。

17.3.5 无线通信系统可设置行车调度、防灾环控调度、综合维修调度、车辆基地调度等用户群。

17.3.6 无线通信系统应具有选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先级权限等调度通信功能，并应具有全网语音存储、监测功能等。

17.3.7 无线通信系统空间波覆盖的时间地点概率不应小于 90%，漏泄同轴电缆辐射电波的时间地点概率不应小于 95%。

17.3.8 无线通信系统车载台应防撞击、耐震动，并应在司机室进行合理布置。

17.3.9 无线通信系统应能承载运营控制中心调度员对列车进行广播的通道。

17.4 电话系统

17.4.1 公务电话系统用于运营等部门间进行公务通话及业务联系。线网规模较小地区可不独立建设公务电话系统，充分利用城市公用电话网。

17.4.2 公务电话交换网络应统一规划、分期实施。

17.4.3 公务电话交换网与公用网本地电话局的连接方式宜采用全自动呼出、呼入中继方式，并应纳入本地公用网的统一编号。

17.4.4 公务电话系统应具备综合业务数字网络功能，并宜预留数据信息业务功能等。

17.4.5 公务电话系统宜设置计费管理系统。

17.4.6 公务电话交换设备的容量应根据机构设置、新增定员、通信业务等因素确定，并应为发展预留余量。

17.4.7 专用电话系统应为运营控制中心调度员、车站（车辆基地）值班员组织指挥行车、运营管理及确保行车安全而设置的电话系统设备。

17.4.8 专用电话系统应包括调度电话、站间行车电话、车站（车辆基地）专用直通电话及区间电话。区间电话功能宜由无线通信系统实现。

17.4.9 专用电话系统应由中心交换设备、车站（车辆基地）交换设备、调度电话值班台、各种调度电话分机、录音装置及网管设备等组成。

17.4.10 调度电话应为运营控制中心调度员与各车站（车辆基地）值班员，以及与办理行车业务直接有关的工作人员提供调度通信，主要应包括行车、电力、防灾环控、维修等调度电话组。采用全自动运行模式时，宜设置车辆、乘客调度电话组。

17.4.11 运营控制中心调度台宜设置在运营控制中心调度大厅内，行车调度电话分机应设置在各车站（车辆基地）行车值班员等处所。电力、防灾环控、维修调度电话分机应设置在各相关值班人员所在的处所。

17.4.12 调度电话应符合下列要求：

- 1 调度电话终端可选呼、组呼和全呼分机，任何情况下均不应发生阻塞；
- 2 调度电话分机对调度值班台应可实现一般呼叫和紧急呼叫；
- 3 运营控制中心调度电话终端之间应有台间联络等功能；
- 4 应具有召集固定成员电话会议和实时召集不同成员的临时会议的能力；
- 5 采用全自动运行模式时，车载紧急呼叫按钮对调度值班台应可实现紧急呼叫。

17.4.13 站间行车电话应提供相邻车站值班员间办理有关行车业务联系。

17.4.14 车站专用直通电话应提供行车值班员或站长与本站内运营业务有关人员进行通话联系。站区管辖内的道岔处可设置与车站值班员间的直通电话。车辆基地专用直通电话可根据作业性质设置行车指挥电话、乘务运转电话、段内调度指挥电话、车辆检修电话等。

17.4.15 公务电话系统和专用电话系统可采用合设方式，并应保证调度专用功能。

17.5 视频监视系统

17.5.1 视频监视系统应为运营控制中心调度员、各车站值班员、列车司机等提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面的视觉信息。

17.5.2 系统可按运营需求分为中心级和车站级/列车级两级监视，并应符合下列规定：

- 1 中心级监视应在运营控制中心行车调度员、电力调度员、防灾环控调度员等处所设置监视终端。各调度员应能任意地选择全线摄像机的图像；
- 2 车站级监视应在车站行车值班员、防灾环控值班员等处所设置监视终端。车站值班员应能任意地选择本车站中任一组或任一摄像机的图像；列车司机可利用驾驶室內的监视终端或站台上设置的监视终端监视乘客上下车情况；
- 3 列车级监视应在驾驶室内设置监视终端。列车司机应能任意地选择本列列车中任一组或任一摄像机的图像。

17.5.3 车站视频系统应在站厅、上下行站台、自动扶梯、电梯、进出站（换乘）通道及道岔区等场所设置摄像机，变电设备用房、票务室、售补票处、进出站闸机、自动售票机等场所也可根据需求设置。采用全自动运行模式时，在车控室设置监视器供车站值班员观看站台门关闭情况。电梯内视频设备及配线宜由电梯配套设置。

17.5.4 列车视频系统应在车辆客室设置摄像机，司机室也可根据需求设置。列车视频系统宜通过车地无线通道上传不少于 2 路视频图像至运营控制中心。采用全自动运行模式时，车头、车尾宜设置用于监视线路区间的摄像机。列车视频设备宜由车辆配套设置。

17.5.5 系统的摄像机、监视终端应采用符合国家广电标准的制式。摄像机宜采用高清制式，并应具有本机录像存储功能。

17.5.6 系统应具备监视、控制优先级、循环显示、任意定格与锁闭、图像选择、不间断实时录像、摄像范围控制、字符叠加、远程电源控制等功能。

17.5.7 图像数字化编解码技术应采用标准通用的数字编码格式。

17.5.8 公安部门重点关注的图像存储时间应为 90 天，其他图像为 15 天。

17.5.9 视频监视系统宜兼顾公安视频需求。

17.6 广播系统

17.6.1 广播系统应保证运营控制中心调度员和车站值班员向乘客通告列车运行及安全、向导、防灾等服务信息，并应向工作人员发布作业命令和通知，发生灾害时可兼做救灾广播。

17.6.2 系统应由正线运营广播系统、车辆基地广播系统和列车广播系统组成。

17.6.3 正线运营广播系统在运营控制中心和车站均应设置行车和防灾广播控制台，运营控制中心广播控制台可对全线选站、选路广播，车站广播控制台可对本站管区内选路广播。

17.6.4 正线运营广播系统行车和防灾广播的区域应统一设置。防灾广播应优先于行车广播。

17.6.5 列车进站时车站可自动广播乘客导乘信息，列车进站信息宜由信号系统提供。

17.6.6 正线运营广播系统在车站站台宜设置供客运服务人员随时加入本站广播系统作定向广播的装置。

17.6.7 正线运营广播系统车站负荷区宜按站台层、站厅层、出入口通道、与行车直接有关的办公区域等进行划分。负荷区各点的声场均匀度及混响指标应保证广播声音清晰、稳定。

17.6.8 车辆基地广播系统应能提供车辆基地内行车调度指挥人员向与行车直接有关的生产人员发布作业命令及有关安全信息等。车辆基地广播系统可接入运营广播系统。

17.6.9 广播系统功放设备总容量应按所有广播负荷区额定功率总和及线路的衰耗确定。功率放大器应按N+1的方式热备用，系统应有功放自动检测倒换功能。

17.6.10 列车广播设备宜与车辆配套设置。列车广播设备应兼有自动和人工播音模式，接受运营控制中心调度员（通过无线通道）和司机对列车客室的语音广播。

17.7 时钟系统

17.7.1 时钟系统应为运营等部门提供统一的标准时间信息，并应为其他各系统提供统一的时间信号。

17.7.2 时钟系统应由一级母钟、二级母钟和时间显示单元（子钟）组成。运营控制中心宜设置一级母钟，一级母钟的设置宜满足多条线路的共享。各车站、车辆基地可根据需要设置二级母钟。

17.7.3 中心调度室、车站综合控制室、牵引变电所值班室及其他与行车直接有关的办公室等处所可设置子钟。站台、站厅等处宜利用乘客信息系统显示终端显示时钟信息。

17.7.4 一级母钟应能接收外部北斗卫星导航系统、全球卫星定位系统基准信号和同步系统提供的标准时间信号。

17.7.5 一级母钟自走时精度应在 10^{-7} s/d 以上，二级母钟自走时精度应在 10^{-6} s/d 以上。

17.7.6 一级母钟、二级母钟应配置数字式及指针式多路输出接口，一级母钟应配置数据接口。

17.8 办公自动化系统

17.8.1 办公自动化系统应为运营和管理提供电子办公、信息发布、日常运作和管理、资源管理、人员交流的信息平台。

17.8.2 办公自动化平台建设宜结合线网规划统一规划和实施。

17.8.3 办公自动化系统可在各线路运营控制中心、车站、车辆基地设置数据网络设备，在与运营相关办公场所应设置用户终端设备。

17.8.4 办公自动化系统宜利用传输系统作为主干传输网络，用户终端设备宜通过综合布线系统接入网络设备，也可根据需要利用光纤单独组网。

17.8.5 办公自动化系统应设置完善的网络安全措施。

17.9 乘客信息系统

17.9.1 乘客信息系统根据需求设置，以方便乘客在乘车过程中能够及时获取相关信息。

17.9.2 系统显示内容应包括列车达到动态信息、时间信息、乘客乘车须知等运营相关信息。

17.9.3 系统对于预制信息应具备根据节目列表定时自动播出功能；对于来自外部接口直播的视频信息，应具备自动延时缓存播出的功能。

17.9.4 系统宜分为运营控制中心子系统、车站子系统、车载子系统、网络子系统、广告管理子系统等子系统。

17.9.5 终端显示设备宜设置于车站的站厅、站台（含设有空调候车区）、出入口通道、换乘通道，以及车辆的客室内等公共区域。夜间停运期间仍兼顾市政过街天桥（地道）的出入口通道、非付费区的换乘通道不宜设终端显示设备。

17.9.6 系统的传输网络宜由通信系统构建，无线网络宜满足列车运行时的无缝切换。

17.10 集中告警系统

17.10.1 集中告警系统可根据需求设置。

17.10.2 系统设备宜设置于运营控制中心或维护中心，并可实现故障监测、安全管理等功能。

17.10.3 系统与通信各子系统的网络管理系统间应采用标准、通用的硬件接口和通信协议。

17.10.4 系统应利用通信各子系统具有的自诊断功能，采集通信各子系统的设备故障信息，并应进行记录和告警。

17.11 公安通信系统

17.11.1 公安通信系统可根据当地公安部门的需求设置。

17.11.2 公安通信系统宜由公安视频监视系统、公安无线通信引入系统、消防无线系统、公安数据网络、公安有线电话、公安电源系统等组成。

17.11.3 公安视频监视系统应满足公安分局、派出所、车站公安值班室等部门对车站范围监视的需要。公安视频监视系统宜利用专用通信视频监视系统。

17.11.4 公安无线通信引入系统应覆盖地下车站及隧道空间,满足公安系统内部地面与地下的移动通信要求,并应实现与既有城市公安无线通信系统的兼容及互连互通。公安区间漏缆宜共用专用无线通信系统漏缆。

17.11.5 消防无线系统应覆盖地下车站及隧道空间,满足消防系统内部地面与地下的消防通信。

17.11.6 公安数据网络应能满足公安分局、派出所及车站公安值班室间的数据传输需求,并可接入城市公安数据网络。

17.11.7 公安有线电话应满足轨道交通公安人员与其它公安部门之间进行公务联络。公安有线电话宜利用专用通信公务电话系统。

17.11.8 公安通信电源宜采用交流不间断电源方式,并宜利用专用通信电源。

17.11.9 干线光缆应采用单模光纤,并宜采用不同径路敷设。光缆容量应满足公安数据网络对光纤容量的需求,并结合远期发展预留余量。公安通信光缆宜与专用通信光缆合设。

17.12 通信用房要求

17.12.1 通信设备用房应根据设备合理布置的原则确定机房及生产辅助用房的面积。

17.12.2 通信设备用房的面积应按远期容量确定,宜与 AFC、门禁、BAS 等系统合设设备用房,并根据需要提供民用通信设备、公安通信设备设置的用房。

17.12.3 通信设备用房的位置安排,除应做到经济合理、运转安全外,尚应做到缆线引入方便、配线最短和便于维修等方面的因素。

17.12.4 通信设备用房的设计,应根据通信设备及布线的合理要求预留沟、槽、管、孔。

17.12.5 通信设备机房的工艺要求应符合表 17.12.5 的规定,其他辅助用房应按一般办公用房工艺要求设计。

表 17.12.5 通信设备机房工艺要求

内容	要求
室内最小净高 (m)	2.8 (不含架空地板和吊顶的高度)
地面均布荷载 (kg/m ²)	通信专业提供机架重量和平面布置,建筑和结构专业计算荷载值

17.13 电源、防雷及接地

17.13.1 电源系统应保证对通信设备不间断、无瞬变地供电。电源系统宜采用交流不间断电源方式集中供电。

17.13.2 通信电源系统宜与其他专业集中设置。

17.13.3 通信电源系统应具有集中监控管理功能。

17.13.4 电源设备容量配置应符合下列要求：

- 1 交流配电设备的容量应按远期负荷配置；
- 2 不间断电源的容量应按近期配置；
- 3 蓄电池组的容量应按近期负荷配置，并应保证连续供电不少于 1h；
- 4 交流不间断电源设备的蓄电池宜设一组。

17.13.5 防雷接地措施不得降低被防护设备的电气性能，不得影响被防护设备的正常运行。

17.13.6 设备雷电防护应按照分区、分级、分设备防护原则，结合设备所处空间的雷电电磁环境，在相应雷电防护区交界处合理设置浪涌保护器。浪涌保护器设置应符合下列规定：

- 1 室内数据传输线在 50m 以内时可不设置浪涌保护器，50m~100m 时在设备房屋内设备接口处设置浪涌保护器，大于 100m 时，应在两端设备接口处设置浪涌保护器；
- 2 室外数据传输线宜在设备端设置浪涌保护器；
- 3 浪涌保护器应可靠接地。

17.13.7 系统接地应接入综合接地系统，接地电阻不应大于 1Ω 。独立设置的保护接地及防雷接地电阻值不应大于 10Ω ，不同接地体间距离均应大于 20m。

17.13.8 机柜、金属管、槽、桥架、光电缆金属外皮、浪涌保护器等应作等电位连接并接地。

18 信 号

18.1 一般规定

18.1.1 信号系统应满足运营管理模式和行车组织方式的要求，保证列车运行安全，提高行车效率。

18.1.2 信号系统应由行车指挥和列车运行控制设备组成，并应设置必要的故障监测和报警设备。

18.1.3 信号系统采用的器材、设备和技术指标应符合国家现行相关标准的规定。

18.1.4 涉及行车安全的系统、设备及电路应符合故障导向安全的原则。采用的安全系统、设备应经过安全认证。

18.1.5 信号系统应按行车最大能力要求设计。宜采用完整的 ATC 系统。

18.1.6 双线区段宜按双方向运行设计；单线区段应按双方向运行设计。

18.1.7 信号系统必须满足环保要求并具有良好的电磁兼容性。

18.1.8 信号系统的车载设备严禁超出车辆限界，信号系统的地面设备严禁侵入设备限界。

18.1.9 根据需求，系统可采取必要的信息安全保护措施。

18.1.10 信号系统应满足现代化维护管理的需求。信号设备应便于维修、测试及更换。在满足运营需求、保证行车安全和系统功能需求的情况下，轨旁设备可适当简化配置。

18.1.11 除本规范规定外，中运量跨座式单轨交通信号系统的设计，应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 的有关规定。

18.2 系统要求

18.2.1 信号系统应包括列车自动控制（ATC）系统及车辆基地信号系统。ATC 系统应包括下列子系统：

- 1 列车自动监控（ATS）子系统；
- 2 列车自动防护（ATP）子系统；
- 3 列车自动运行（ATO）子系统。

18.2.2 信号系统按所处地域划分可包括以下子系统：

- 1 控制中心系统；
- 2 地面设备系统；
- 3 车载设备系统；
- 4 车辆基地系统。

18.2.3 信号系统按闭塞方式可包括以下制式：

- 1 移动闭塞；

- 2 准移动闭塞；
- 3 固定闭塞。

18.2.4 ATC 系统选择应符合下列规定：

- 1 ATC 系统应采用安全、可靠、成熟、先进的技术装备，并应具有较高的性价比；
- 2 ATC 系统应满足运行能力；
- 3 ATC 系统应满足在自身系统设备、通信、供电等相关系统设备故障条件下行车安全的需要。ATC 系统应能降级运用，实现故障弱化处理，同时应具有故障复原的能力；
- 4 ATC 系统应适应中运量跨座式单轨工程运用环境要求，便于系统工程实施及维护管理。

18.2.5 ATC 系统设计能力应满足下列要求：

- 1 ATC 系统的监控范围应结合线路和站场规模设计。系统能力应与线路规模、运行能力相适应；
- 2 ATC 系统监控和管理的列车数量按最小追踪间隔能力所需列车数量设计，并留有不小于 30% 余量。新线设计时，车载信号设备配备数量，宜按初期配属列车数量计，根据需要可适当增加；
- 3 列车通过能力应按设计远期最大能力确定，折返能力应与之相适应。

18.2.6 ATC 系统应与车辆、通信、电力监控、防灾报警、环境监控、乘客信息、站台门、道岔和车辆基地设备等系统接口。

18.2.7 ATC 系统应具备控制中心自动控制、控制中心人工控制、车站自动控制、车站人工控制四种控制功能。控制等级应遵循车站人工控制优先于控制中心人工控制，控制中心人工控制优先于控制中心自动控制或车站自动控制。

18.2.8 列车驾驶模式应满足下列要求：

- 1 驾驶模式可包括全自动运行模式(FAM 模式)、司机监督驾驶的列车自动运行模式(AM 模式)、司机人工驾驶的列车自动防护模式(CM 模式)、限制人工驾驶模式(RM 模式)以及非限制人工驾驶模式(EUM 模式)；
- 2 列车驾驶模式转换应满足下列要求：
 - 1) ATC 系统控制区域与非 ATC 系统控制区域的分界处，设驾驶模式转换区，转换区信号设备的配置应与正线信号设备一致；
 - 2) 驾驶模式转换可采用自动方式或人工方式，并应予以记录。当采用人工方式时，其转换区域的长度应大于最大编组列车的长度。当采用自动方式时，应根据 ATC 系统的性能特点确定转换区域的设置方式；
 - 3) 为保证行车安全，在 ATC 控制区域内使用非限制模式时应有破铅封、记录或授权指令要求等技术措施；
- 3 出入车辆基地的列车不应影响正线列车的运行。

18.2.9 ATC 系统应采用连续式列车控制方式。ATC 系统应以确定的系统规模为最高配置水平等级，并作为正常运用模式。

18.2.10 根据运营需求，正线非设备集中站可不设置 ATS 工作站、DCS 交换机等信号室内设备。

18.2.11 根据运营需求，DCS 子系统信号 ATS、ATP/ATO 和 MSS 等设备的有线网络，可对网络设备进行优化配置。

18.3 列车自动监控系统

18.3.1 ATS 系统构成应满足下列要求：

- 1 ATS 系统设备主要应包括控制中心、车站和车辆基地等 ATS 设备；
- 2 控制中心 ATS 设备主要应包括服务器、工作站、网络设备、接口设备、打印等设备。工作站应包括调度员工作站、调度长工作站、时刻表编辑工作站、维护工作站和培训工作站等；
- 3 车站 ATS 设备主要应包括服务器/工作站、终端和网络设备、发车计时器/指示器等设备；ATS 终端宜与 ATP 系统终端合设，但不应影响 ATP 系统的安全性；
- 4 ATS 系统构架和配置应满足下列要求：
 - 1) 网络拓扑结构宜采用冗余方式；控制中心至车站的通信通道宜采用双通道热备方式；
 - 2) 主要服务器采用双机热备方式；当主机故障时，主备机切换应确保连续的正确显示及控制功能；
 - 3) 调度员工作站的数量，根据在线列车对数、线路长度和车站数量等因素合理配置；各调度工作站应互为备用，调度工作站的多个显示器输出控制应相对独立。

18.3.2 ATS 系统应具有下列主要功能：

- 1 列车自动识别、跟踪、车次号显示；
- 2 列车运行和设备状态自动监视；
- 3 自动径路和自动信号的控制；
- 4 运行图编制及管理；
- 5 列车运行自动调整；
- 6 操作与数据记录、输出及统计处理；
- 7 计划与实际运行图的描绘；
- 8 系统故障时降级使用及故障复原处理；
- 9 列车运行模拟及培训、培训和运行数据回放。

18.3.3 ATS 系统应符合下列基本要求：

- 1 ATS 系统可监控一条或多条运营线路。监控多条运营线路时，应保证各条线路具有独立运营和

混合运营的监控能力；

2 运营线路上的车站、站间、折返线等应全部纳入正线 ATS 系统监控范围，涉及行车安全的应急控制宜由车站办理；

3 控制中心宜采用显示屏、液晶显示器与鼠标的组合设备，车站宜采用液晶显示器与鼠标的组合设备；

4 ATS 系统应满足列车运行交路的需要,凡具有折返条件的车站均应按具有折返作业处理；

5 系统故障或车站作业需要时，经控制中心调度员与车站值班员办理手续后，可实现站控与遥控转换；车站值班员也可强行办理站控作业；站控与遥控转换过程中，不应影响列车运行；

6 列车出入车辆段及停车场的的能力应与正线能力相适应；

7 列车进路控制可以联锁表为依据，根据运行图和列车识别号等条件实现自动控制；或基于轨旁 ATP 检查进路条件，并生成移动授权进行进路控制；

8 在车站端头应设置用以提示发车时刻的发车指示设备；

1) ATS 系统应具有实时控制性能。系统处理能力、设备空间等应留有余量；

2) ATS 系统数据传输应满足下列要求：

(1) 系统容量、传输速率和传输距离应满足系统实时监控的需要、满足行车指挥的要求；

(2) 数据传输应具有差错控制能力；

(3) 数据传输网络应具有冗余措施，主备通道应能实现自动和人工切换。

18.3.4 ATS 系统应具备与下列主要系统接口的条件：

1 ATS 系统应与 ATP、ATO 等系统接口；

2 ATS 系统应与无线通信、广播、乘客信息等系统接口；

3 ATS 系统应从通信时钟系统获取标准时钟信息；

4 ATS 系统可与电力监控、防灾报警和环境监控等系统接口；

5 ATS 可提供与中运量跨座式单轨交通线网监控系统的接口。

18.4 列车自动防护系统

18.4.1 列车自动防护（ATP）系统应具有下列基本功能：

1 检测列车位置，实现列车间隔控制和进路的正确排列；

2 监督列车运行速度，实现列车超速防护控制；

3 防止列车误退行等非预期的移动；

4 为列车车门、站台门的开闭提供安全监控信息；

5 记录司机的操作和设备运行状况。

18.4.2 运营列车首尾两端宜各设一套 ATP 车载设备，ATP 车载设备宜采用热备冗余结构。

18.4.3 列车自动防护（ATP）系统应符合下列规定：

- 1 ATP 系统应由列车自动防护的轨旁设备、车载设备和控制区域内的联锁设备组成；
- 2 ATP 系统应按双方向运行设计；
- 3 中运量跨座式单轨交通必须配置 ATP 系统，其系统安全完善度等级应满足 SIL4 级标准；ATP 系统内部设备之间的信息传输通道也应符合故障导向安全原则；
- 4 闭塞分区的划分或列车运行安全间隔，应通过列车运行模拟确定。在安全防护地点运行方向的后方应设安全防护距离并留有余量，安全防护距离应通过计算确定；
- 5 司机监控下的列车自动运行模式及全自动运行模式下，ATP 系统应采用连续式速度控制方式，信息传输和列车位置检测可采用环线、计轴、无线、应答器等方式实现；
- 6 根据线路运行和维护的需要，可对特定范围设置临时限速；
- 7 在车站站台上及车站控制室应设置紧急停车按钮，当启动紧急按钮时，应切断车站一定范围内的全部速度命令，且应切断地面信号机的信号开放电路，以确保列车在一定范围内的紧急停车。

18.4.4 ATP 车载设备应符合下列规定：

- 1 应以导致列车停车为最高的安全准则，任何地对车通信中断、列车超速、列车的非预期移动等均应导致安全性制动；
- 2 执行紧急制动时，应切断列车牵引，列车停车过程中不得中途缓解；
- 3 车门控制应在满足列车正确停站后才允许发出只有靠站台侧车门的开门命令；
- 4 车载设备应具有自检功能，一旦发现有危及行车安全的故障，立即给出紧急制动指令；
- 5 采用全自动运行模式时，车载设备应采用三取二或二乘二取二结构。

18.4.5 基于通信的 ATP 车站及轨旁设备应满足下列要求：

- 1 车地通信系统应保证在列车高速移动时的漫游切换，不应影响地面 ATP 设备对列车控制的连续性；
- 2 基于无线通信方式的车地通信系统尚需满足下列要求：

车地无线通信系统宜采用标准的通信设备；

- 1) 车地无线通信系统应采用冗余覆盖设计，保证无线场强覆盖；当一套网络故障时，应确保信号系统车地传输的连续性；
- 2) 信号系统应确保车地传输信息的安全，防范非法入侵，具备网络加密、认证、识别和防火墙等信息的安全防护功能；
- 3) 信号系统车地的无线通信应与其他系统、其他运营线路所用无线通信统一规划无线频点；

4) 车地无线通信设备的安装设计和测试应便于运营维护和检修。

18.4.6 ATP 系统采用降级运行时应满足下列要求:

- 1 降级运行时的设计运行能力不宜低于线路运营设计初期运行交路的间隔能力要求;
- 2 降级运行模式建立和退出应自动或人工操作完成, 并应有明确表示。

18.4.7 联锁设备应符合下列基本要求:

- 1 车站、车辆段和停车场均应采用计算机联锁, 计算机联锁设备应能实现站控;
- 2 联锁设备必须符合“故障-安全”的原则, 应采用必要的冗余和安全技术, 并应具有故障诊断和报警能力;
- 3 确保进路上的道岔、信号机和区段的联锁正确, 一旦联锁条件不符时, 禁止进路开通。敌对进路必须互相照查, 不得同时开通;
- 4 联锁设备应能实现进路锁闭、区段锁闭及人工锁闭。并应能实现道岔的单独操纵和进路选动。影响行车效率的联动道岔宜采用同时启动方式;
- 5 有引导信号的信号机当信号不能开放时, 应能通过引导信号实现列车的牵引作业;
- 6 进路控制宜采用进路的始终端控制方式, 根据需要联锁设备可实现车站有关进路、交路折返站折返进路的自动排列;
- 7 联锁设备的操纵选用显示器加键盘鼠标, 车辆基地可根据运营需要设置单元控制台。

18.4.8 联锁与道岔的接口应满足下列要求:

- 1 信号联锁设备与道岔的接口分界点为道岔控制柜的外线端子;
- 2 信号联锁设备提供控制道岔的目标转辙信号, 道岔系统提供与实际相符的道岔位置表示、道岔设备故障信号;
- 3 信号联锁设备负责提供道岔现场办理条件及其他必要的道岔接口信息;
- 4 信号联锁设备与道岔的接口电路应相互协调, 并满足与道岔接口电路的要求。道岔动作、表示电路接口应采用安全型继电器接口。

18.4.9 地面信号机设置和显示应符合下列原则:

- 1 设置原则应符合以下规定:
 - 1) 信号机宜采用 LED 光源构成的色灯式信号机;
 - 2) 信号机应设置在列车运行方向的右侧, 若右侧安装确有困难或由于曲线、桥梁、隧道等影响信号显示距离时可设置在左侧;
 - 3) 车站应设正向出站信号机, 道岔应设信号机防护, 可根据运营需要设置其他类型的信号机;
 - 4) 车辆段、停车场应设进、出车辆段或停车场的信号机, 有调车作业的区域应设调车信号机;
 - 5) 具有出站性质以外的道岔防护信号机应设引导信号。

- 2 按地面信号显示行车时，其显示距离应符合下列要求：
 - 1) 行车信号和道岔防护信号不宜小于 400m；
 - 2) 调车信号不应小于 200m；
 - 3) 因线路曲线或其他建筑物遮挡影响司机瞭望距离时，应采取满足本条第 1)、2) 款要求的措施。

18.4.10 ATP 除与 ATS、ATO 等系统接口外，尚应具有下列主要安全接口：

- 1 与车辆基地联锁的接口；
- 2 与站台门的接口；
- 3 与综合后备盘（IBP）的接口；
- 4 与联络线的接口；
- 5 与车辆接口；
- 6 采用全自动运行模式时，与列车障碍物检测系统、库门、SPKS 按钮及站台车门关闭按钮等接口。

18.5 列车自动运行系统

18.5.1 ATO 系统构成应由车站及轨旁设备和车载设备组成。ATO 车站及轨旁设备应主要包括轨旁定位设备、ATO 地面接口等设备。ATO 可利用 ATP 系统的轨旁设备，但不应影响 ATP 系统的安全性。车载 ATO 设备主要包括 ATO 车载计算机及相关接口等设备。采用全自动运行模式的车载设备应采用热备冗余结构。

18.5.2 列车自动运行（ATO）系统应具有下列主要功能：

- 1 站间自动运行；
- 2 车站定点停车；
- 3 在折返站或线路进行有人或无人驾驶自动折返；
- 4 列车运行自动调整；
- 5 列车运行节能控制；
- 6 列车车门开关的自动控制。

18.5.3 列车自动运行（ATO）系统应具有下列基本要求：

- 1 ATO 系统必须在已装备有 ATP 系统的条件下安装使用；
- 2 ATO 系统可分为司机监控下的列车自动运行模式和全自动运行模式；
- 3 根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等实现列车速度自动控制；列车在区间停车后，在条

件具备的情况下实现列车的自动启动；列车在车站停站后，发车时间到，列车可自动启动或由司机操作启动；

4 ATO 应能提供多种区间运行模式，满足不同行车间隔的运行要求，适应列车运行调整的需要；

5 ATO 应能自动精确对位停车，停车精度应满足停站、折返和存车作业的要求；安装有站台门的车站列车停车精度宜结合运营需求确定；

6 ATO 控制过程应满足舒适度、快捷性和准时的要求；

7 ATO 应能控制列车实现车站通过作业。

18.5.4 采用全自动运行模式时，ATO 系统应满足下列要求：

1 系统应采用冗余措施，并应具有高可靠性、可用性和安全性；

2 根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等，实现列车速度自动控制；列车在区间停车应接近前方目的地。区间停车后，在允许信号的条件下列车自动启动。车站发车时，列车启动由系统自动控制；

3 车载 ATO 应能将故障诊断与报警信息实时传输给 ATS 系统；

4 系统应能接收控制中心或车站值班室的停车、临时限速等控制。

18.6 车辆基地信号系统

18.6.1 车辆段及停车场的信号系统应包括下列主要设备：

1 车辆段及停车场 ATS 分机；

2 计算机联锁设备；

3 试车线信号设备；

4 信号培训设备；

5 日常维修和检查设备。

18.6.2 车辆段及停车场信号系统应满足以下基本要求：

1 车辆段设进、出车辆段信号机，根据需要设调车信号机；进、出车辆段信号机以显示禁止信号为定位；停车场各种信号机的设置，应根据其运营要求和控制方式等确定；

2 停车场可部分或全部纳入 ATC 控制范围，其各种信号机的设置，应根据运营要求和控制方式等确定；车辆段不宜全部纳入 ATS 监控；

3 试车线信号系统地面设备应与正线信号系统的设备相同，其布置应满足信号车载设备等双向试车的需要；

4 列车在段内宜按调车进路控制，联锁设备可根据段内运营作业特点实现联锁条件的检查。

18.6.3 车辆基地信号系统采用全自动运行模式时，应满足下列要求：

- 1 实现列车出入车辆段、停车场、正线运行、折返等全部运行作业的无人自动驾驶；
- 2 车辆段内应根据作业性质可分为无人驾驶区域和有人驾驶区域；
- 3 停车场宜全部设定为无人自动驾驶区域；
- 4 车辆段及停车场内自动作业应包括：唤醒列车启动自检、启动列车、列车送至正线、列车送至预先分配的停车线、列车休眠等。

18.6.4 车辆基地可设计算机监测系统，并满足下列要求：

- 1 实现信号机状态、主灯丝断丝报警等监测；
- 2 实现轨道区段状态监测；
- 3 实现电缆绝缘状态监测；
- 4 实现电源漏流检测；
- 5 相关数据进行存储、回放和分析。

18.6.5 在车辆基地，为了防止列车司机误认信号闯入道岔端梁，宜设置“误出发”控制设备。

18.6.6 试车线信号系统应满足下列要求：

- 1 进行试车作业时，试车线操作员应与车辆综合基地值班员交接控制权。车辆段与试车线的接口设计应保证试车作业与车辆综合基地作业互不影响；
- 2 试车线应能完成正线 ATP/ATO 车载系统功能的测试和试验；
- 3 试车线配置的车地无线通信设备，不应干扰正线列车的运行。

18.6.7 培训设备应满足下列要求：

- 1 培训设备应能提供一定的运行环境模拟、故障设定及仿真功能；
- 2 配置的车地无线通信设备不应干扰或影响运营设备的运行；
- 3 培训设备的配置应基于线网范围内资源共享的原则。

18.6.8 车辆基地维修及检修设备应满足下列要求：

- 1 停车列检库内宜设置日检设备，保证列车在投入运营前完成自检；
- 2 信号系统应设置维修网络，并应在维修中心内设置维修计算机终端，实时远程监测信号系统的设备运行状态；
- 3 维修中心应配备专用维修器具、测试工具及仪器仪表。

18.7 其他

18.7.1 轨旁设备安装应符合下列要求：

- 1 无线 AP 箱及轨旁信号设备箱盒宜利用疏散平台下方空间安装；

- 2 信号机及无线天线利用预埋件宜在轨道梁侧面或检修疏散通道上方进行固定安装;
- 3 应答器应结合车辆接收天线安装情况确定安装位置;
- 4 需预留安装条件的计轴设备应在轨道梁内预埋感应磁头的安装件和线缆通道。

18.7.2 信号系统应由两路独立的电源供电, 供电质量应符合本规范第 16 章的有关规定。

18.7.3 信号系统采用集中电源和分路馈电方式, 其专用交、直流电源应对地绝缘。

18.7.4 电源电压波动超过用电设备正常工作范围时, 应采取稳压和滤波等措施。

18.7.5 车载设备电源应采用车上直流电源或经变流设备供电, 并应设过压和过流保护。

18.7.6 信号系统应采用专用的电源屏及配电屏供电, 并应具有主、副电源自动和手动切换装置, 切换时不得影响用电设备正常工作。

18.7.7 计算机系统应采用不间断电源, 并由专用的电源屏供电。控制中心、车站及轨旁设备子系统的不间断电源、后备电源供电时间不应小于 30min。

18.7.8 电磁兼容应满足下列要求:

- 1 信号系统及设备应保证电磁干扰不影响其安全性和可靠性, 并应采用屏蔽、滤波、接地、隔离、平衡以及其他技术措施, 保证设备具有良好的电磁兼容性能;
- 2 消除电磁辐射、感应、传导和静电释放等干扰因素对信号设备的正常工作产生影响; 信号设备及部件也应防止对其他系统、运营范围内以及附近系统的正常工作产生电磁干扰;
- 3 信号设备在正常工作时间向设备外部可能发射的电磁干扰, 应符合电源和机箱端口试验项目有关规定的电磁发射限值要求。

18.7.9 信号系统防护应符合下列规定:

- 1 信号设备与供电接触轨之间应留有安全距离。信号电缆线路与强电线路应分开敷设, 交叉敷设时信号系统的电线路应采取防护措施, 敷设间距按照供电专业相关规定执行;
- 2 室外信号设备与外线连接的室内设备应具有雷电防护措施, 并应保证设备受雷电干扰时不得错误动作。

18.7.10 信号设备的接地系统应满足下列要求:

- 1 信号设备室内应设综合接地箱; 当采用综合接地时, 应接入综合接地系统弱电母排, 接地电阻不应大于 1Ω ;
- 2 室外设备、电缆屏蔽层和防雷器等宜通过电缆以最短的距离接入综合接地系统;
- 3 车辆基地信号设备分散接地时, 分散接地工作地线电阻值应小于 4Ω ; 分散接地防雷地线电阻值应小于 10Ω 。

18.7.11 信号系统电线路应符合下列要求:

1 地下线路应采用无卤、低烟、阻燃型综合护套电缆；地上线路宜采用低卤、低烟、抗老化的综合护套电缆；

2 电缆芯线或芯对应有备用量，其中普通信号电缆的备用芯线数应符合下列规定：

- 1) 9 芯以下电缆备用 1 芯；
- 2) 12 芯~21 芯电缆备用 2 芯；
- 3) 24 芯~30 芯电缆备用 3 芯；
- 4) 33 芯~48 芯电缆备用 4 芯；
- 5) 52 芯~61 芯电缆备用 5 芯。

3 音频电缆应成对备用芯线；当电缆芯线完全使用时，应根据电缆使用数量和特点备用整根同类型电缆；

4 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施防火、防堵封堵。

18.7.12 信号系统设备用房应满足下列要求：

1 信号设备室面积应留有适当余量；

2 信号设备室面积满足设备运用的要求，并应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的有关规定；

3 信号设备室内布置间距应符合表 18.7.12 的规定。

表 18.7.12 信号设备室内布置距离 (m)

设备名称	用途	净距离要求 (m)
机柜间	走道	≥ 1.0
控制台、机柜与墙	主走道	≥ 1.2
	次走道	≥ 1.0
	尽端架	≥ 0.8
电源屏与其他机柜	净距	≥ 1.5
电源屏与墙	净距	≥ 1.2

19 自动售检票系统

19.1 一般规定

19.1.1 跨座式单轨交通自动售检票系统应优先采用技术先进、设备成熟的互联网售检票设备，减少实体单程票设施，降低单程票使用比例。

19.1.2 跨座式单轨交通自动售检票系统的线路中心功能应满足本线售检票业务需求、具备与其它交通模式互联互通的条件，兼容城市“一卡通”功能要求。

19.1.3 清分中心应发行和处理各类售检票业务，包含储值票业务、互联网售检票业务、账务、财务、输出各类表报等。

19.1.4 清分中心应能够对售检票设备与系统进行运维管理、数据灾备、培训、测试。

19.1.5 自动售票机应支持现金、移动支付、银联卡等多元方式购买车票。

19.1.6 售检票系统应能处理城市“一卡通”车票。售检票系统应能利用互联网技术与第三方支付平台对接，在线出售二维码单程票，扫码进出站，亦可考虑采用在线式实时扫码闸机、人脸识别等先进技术和装备。

19.1.7 车站自动售票机应按近期超高峰小时单程票购票客流量计算确定；自动检票机应按远期超高峰小时进、出站客流量预留设备安装空间，按近期高峰小时进、出站客流量设置。

19.1.8 车站售检票设备与火灾自动报警系统之间设置联动功能，检票机接收火灾自动报警系统的火灾报警信号后应能自动开启闸机门。自动检票机应设置禁止控制按钮，并应与火灾自动报警系统实现联动；当车站处于紧急状态或设备失电时，自动检票机阻挡装置应处于释放状态。

19.1.9 票务系统应纳入山东地方轨道交通票务系统。

19.2 售、检票设备与功能

19.2.1 跨座式单轨车站应根据票务管理需要设置售、检票设备，包括自动检票机、自动售票机、互联网售票机等。根据票务需要应在大客流车站设置半自动售票机、人工售票机、充值机、验票机、查询机、自助票务终端等设施。条件允许时功能宜合设。

19.2.2 自动售票机出售单程票，应能接收硬币和纸币功能。自动售票机上设置触屏式显示和操作界面，乘客可一次性购买单张或多张单程票。

19.2.3 自动检票机应采用非接触式 IC 卡、二维码等检票方式，闸机门型式可根据客流通过能力需要选择“扇门式”。

19.2.4 半自动售票机能出售和处理各类车票，包括单程票补票、储值票充值、车票故障处理等。

19.2.5 充值机、验票机、查询机等可根据售检票系统功能需要灵活设置，硬件设备应尽量合设。

19.2.6 售、检票机应选择小型化设备，检票机应选用闸机宽度薄的小型产品，检票机宜兼容多种读卡技术、具有扩展功能。

19.2.7 无人值守或不设无客服中心的车站应设置自助票务终端设备。

19.2.8 互联网售票机应能提供在线售票、扫码支付、单程票取票、凭条打印等功能。

19.3 系统与网络架构

19.3.1 跨座式单轨交通应设清分中心级系统、线路中心级系统，是否设置车站级系统可根据售检票系统业务量确定。不设车站级系统时，本地售检票业务功能由车站售、检票终端设备提供。

19.3.2 中心级系统与车站级系统或设备的链路由专用通信传输网提供。

19.3.3 中心级系统应提供外部接口条件，连接城市轨道交通线网中心或城市一卡通清分中心系统。

19.3.4 中心级系统应能提供以下功能：

- 1 客流统计、收益清分；
- 2 运营模式、票价表、黑名单、密钥管理；
- 3 单程票处理与分发；
- 4 灾备系统；
- 5 设备管理。

19.3.5 运营模式包括正常运营模式和非正常运营模式。

1 正常运行模式指 AFC 系统在正常运营模式下运行，包括：正常服务模式、关闭服务模式、暂停服务模式、设备故障模式、维修模式和离线运行模式；

2 非正常运营模式指在运营过程中出现列车故障、火灾、电力供应中断等意外故障时，可通过线路中心级系统下达命令，将某个车站或者全部车站设置为非正常的运营模式，包括：列车故障模式、进出站次序免检模式、乘车时间免检模式、车票日期免检模式、车费免检模式、紧急放行模式等。

19.3.6 为了系统可靠性，线路中心级系统宜设灾备系统。灾备系统可全面接管线路中心系统的功能，主要将数据进行备份，接管部分线路中心级系统功能。

19.3.7 车站售检票设备采用工业级以太网标准。

19.4 车票与票务管理

19.4.1 应采用非接触式 IC 车票。

19.4.2 智能卡单程票具有多种车票设置功能，应配置单程票回收处理和重复利用装置。

19.4.3 票制可分为单一票制、计程、计次、计时、区域等多种类型。

19.4.4 储值票的发行由城市“一卡通”公司负责，客服中心半自动售票机可处理储值票故障。

19.4.5 清分中心应配置必要的单程票发放与处理设备，配备票务人员和用房。

19.5 设备布置与管线原则

19.5.1 车站自动检票机按组设置，进站检票机与出站检票机宜分开布置，进站客流与出站客流无交叉。

19.5.2 检票机应与客流顺向布置，不宜垂直于客流方向，不得反向布置。

19.5.3 多台检票机并排布置横向空间不足时宜纵向错开布置。

19.5.4 每座车站进站检票机组和出站检票机组均不少于 1 组，每组检票机数量不宜少于 3 通道。

19.5.5 在时段客流方向明显的车站，宜采用标准通道双向自动检票机。

19.5.6 自动售票机宜采用嵌墙式安装，采用后维护方式的自动售票机背面应位于设备用房内。

19.5.7 售检票机组至设备用房之间的配线可采用地面暗敷或电缆桥架高位敷设，售检票机组内部配线应采用地下线槽形式。

19.5.8 车站宜预留互联网售检票设备安装位置。

19.5.9 售检票系统线缆应采用低烟、无卤、阻燃型。

19.6 供电与接地

19.6.1 车站售检票设备应采用二级负荷集中供电，每台检票机宜配置免维护蓄电池和电池集中监测装置。售检票系统具备 24 小时不间断供电能力，系统核心设备后备电池容量满足 2 小时需要。

19.6.2 售检票设备应采用分组供电，每组设备的单个设备采用独立配电回路，并宜设置漏电保护和可靠接地等装置。

19.6.3 220V 交流供电的售、检票设备外壳应设保护接地，接地电阻不大于 4Ω 。

19.6.4 站内电缆桥架、金属线槽等安装配件应与保护地线可靠连接。

19.7 设备维护

19.7.1 自动售、检票系统具有独立发售、循环使用单程票功能，配备相关单程票处理设施，系统应兼容城市“一卡通”储值票功能。

19.7.2 跨座式单轨交通应设置售、检票设备与系统维护队伍，履行日常集中维护职责。

20 火灾自动报警系统

20.1 一般规定

20.1.1 车站、区间隧道、变电所、控制中心、车辆基地应设置火灾自动报警系统。

20.1.2 高架车站、地面车站可根据其建筑规模及消防设施的设置情况选择相应的火灾自动报警系统形式和监管模式。

20.1.3 火灾自动报警系统的设计除了应符合本规范的规定外，还应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定。

20.2 系统组成及功能

20.2.1 火灾自动报警系统应由设置在控制中心的中央级监控管理系统、车站和车辆基地的车站级监控管理系统、现场级监控设备及相关通信网络等组成。

20.2.2 火灾自动报警系统的中央级监控管理系统宜由操作员工作站、打印机、通信网络、不间断电源和显示屏等设备组成，并应具备下列功能：

- 1 接收全线火灾灾情、设备设施运行信息，实现全线消防集中监控管理；
- 2 发布火灾涉及车站消防设备的控制命令；
- 3 接收并储存全线消防报警设备主要的运行状态；
- 4 与各车站及车辆基地等火灾自动报警系统进行联络；
- 5 火灾事件历史资料存档管理。

20.2.3 火灾自动报警系统的车站级应由火灾报警控制器、消防控制室图形显示装置、打印机、不间断电源和消防联动控制器手动控制盘等组成，并应具备下列功能：

- 1 与火灾自动报警系统中央级监控管理系统及本车站现场级监控系统间进行通信联络；
- 2 管辖范围内实时火灾的报警，监视车站管辖内及与车站、车辆基地联建的建筑物火灾灾情；
- 3 采集、记录火灾信息，并报送火灾自动报警系统中央监控管理级；
- 4 显示火灾报警点，防、救灾设施运行状态及所在位置画面；
- 5 控制消防救灾设备的启、停，并显示运行状态；
- 6 接受中央级火灾自动报警系统指令或独立组织、管理、指挥管辖范围内的救灾；
- 7 发布火灾联动控制指令。

20.2.4 火灾自动报警系统现场控制级应由输入输出模块、火灾探测器、火灾声光警报器、手动报警按钮、消防电话及现场网络等组成，并应具备下列功能：

- 1 监视车站管辖范围内火灾灾情，采集火灾信息；
- 2 监视消防泵的低频巡检信号、运行状态、设备故障、管压力信号；
- 3 监视消防电源的运行状态；
- 4 监视防火门的状态；
- 5 监视车站所有消防救灾设备的工作状态；
- 6 监视与车站、车辆基地联建的建筑物火灾灾情，采集火灾信息，并将车站、车辆基地火灾信息传送给对方。

20.3 消防联动控制

20.3.1 消防联动控制系统应实现消火栓系统、自动灭火系统、防烟排烟系统，以及消防电源及应急照明、疏散指示、防火卷帘、电动挡烟垂帘、消防广播、售检票机、站台门、门禁、电梯、防火门等系统在火灾情况下的消防联动控制。

20.3.2 换乘车站分线路设置的各线路火灾自动报警系统之间，以及与车站、车辆基地联建的建筑物火灾自动报警系统之间，应通过互设信息模块、信息复示屏和消防电话分机或消防电话插孔的形式实现信息互通及消防联动。

20.3.3 消防联动控制应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 及《地铁设计规范》GB50157 的要求。

20.4 火灾探测器与报警装置的设置

20.4.1 火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置。

20.4.2 报警区域应根据防火分区和设备配置划分。

20.4.3 火灾探测器的设置部位应与保护对象的等级相适应。

20.4.4 在有爆炸危险的场所，应选用防爆型火灾探测器和警报器。

20.4.5 吸气式感烟火灾探测器、线型火灾探测器的探测区域应与防、排烟工况作用范围一致。

20.4.6 在设置火灾自动报警系统的场所应设置火灾声光警报器。

20.4.7 消防应急广播与普通广播或背景音乐广播合用时，应具有强制切入消防应急广播的功能。

20.5 消防控制室

20.5.1 火灾自动报警系统中央级监控管理系统应设置在控制中心调度大厅内，并宜靠近行车调度。

20.5.2 换乘车站的消防控制室宜集中设置。按线路设置的消防控制室之间应能相互传输、显示状态信息，但不宜相互控制。

20.5.3 车站消防控制室应与车站综合控制室结合设置。消防控制室应设置火灾报警控制器、消防联动控制器、消防控制室图形显示装置。

20.5.4 在仅设置区域火灾自动报警系统的区域，可不设置消防控制室。

20.5.5 消防控制室的功能及信息显示应满足《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 及《地铁设计规范》GB50157 的要求。

20.6 供电、防雷与接地

20.6.1 火灾自动报警系统应设有主电源和直流备用电源；主电源的负荷等级与工程最高负荷等级保持一致。

20.6.2 火灾自动报警系统直流备用电源宜采用专用蓄电池或集中设置的蓄电池组供电，其容量应保证主电源断电后在火灾状态同时工作负荷条件下连续供电不应小于 3h。采用集中设置蓄电池时，火灾报警控制器供电回路应单独设置。

20.6.3 火灾自动报警系统图形显示装置、打印机、消防通信设备等的电源宜由 UPS 电源装置供电，UPS 后备供电时间不应小于 3h。

20.6.4 火灾自动报警系统防雷应满足《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343 的规定。

20.6.5 火灾自动报警系统接地应满足《地铁设计规范》GB50157 的要求。

20.7 布线

20.7.1 火灾自动报警系统的布线应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的要求。地下车站、地下区间等地下区域应采用无卤、低烟的阻燃电线和电缆。

21 环境与设备监控系统

21.1 一般规定

21.1.1 地下车站、半地下车站、地下区间及车辆基地应设置环境与设备监控系统，地面车站、高架车站可结合实际情况集中设置环境与设备监控系统。

21.1.2 环境与设备监控的设置应遵循分散控制、集中管理、资源共享的基本原则。

21.1.3 环境与设备监控系统在全线车站（包括换乘站）及区间宜按同一时间只发生一次火灾的原则设定救灾模式。

21.2 系统设置原则

21.2.1 环境与设备监控系统宜采用分层、分布式计算机控制系统，宜由中央监控管理级、车站监控级、现场控制级和相关通信网络组成；地面车站、高架车站宜简化车站监控级。

21.2.2 当设置综合监控系统时，环境与设备监控系统宜由综合监控系统集成，环境与设备监控系统车站级及中央级监控功能由综合监控系统实现。

21.2.3 环境与设备监控系统与火灾自动报警系统的接口及联动控制应满足《地铁设计规范》GB50157的要求。

21.2.4 环境与设备监控系统的监控对象应符合《地铁设计规范》GB50157的要求。

21.3 系统基本功能

21.3.1 环境与设备监控系统应能提供设备运行状态、环境参数，并将数据集中存储、分析，实现设备运行管理自动化、设备节能运行管理与控制，系统维护等。

21.3.2 环境与设备监控系统按照线路的运行模式应分为正常模式、阻塞模式、故障模式、防灾模式，具备自动及手动执行防灾和阻塞模式功能。

21.3.3 环境与设备监控系统应满足运营实际需要，并应符合《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458、《智能建筑设计标准》GB 50314的要求。

21.4 硬件设备配置

21.4.1 环境与设备监控系统设备应选择具备可靠性、可用性、可维护性的工业级控制产品；事故通风与排烟设备的监控应采用冗余措施。

21.4.2 环境与设备监控系统的硬件设备配置应符合《地铁设计规范》GB 50157 的要求，地面车站、高架车站可根据车站建筑规模、机械防烟排烟系统、运营管理模式简化配置。

21.5 软件基本要求

21.5.1 软件系统应与硬件系统配置相适应，应在成熟、可靠、开放的监控系统软件平台的基础上，按照中运量跨座式单轨交通系统的运营需求开发应用软件。

21.5.2 软件系统应具备节能控制功能；当单独设置节能控制系统，其应具备与节能控制互联条件。

21.5.3 软件系统应符合《地铁设计规范》GB 50157 的要求。

21.6 系统网络结构与功能

21.6.1 环境与设备监控系统应包括中央级监控局域网、车站级监控局域网、现场总线控制网络，以及连接中央级与车站级、车站级与现场级的传输网络；地面车站、高架车站可结合硬件配置情况简化车站级监控局域网和现场总线控制网络。

21.6.2 环境与设备监控系统网络功能、性能应符合《地铁设计规范》GB50157 的要求。

21.7 系统布线、供电、防雷及接地

21.7.1 环境与设备监控系统应采用 UPS 电源装置供电，UPS 后备供电时间不宜小于 1h；参与消防联动控制的环境与设备监控系统设备的 UPS 后备供电时间不应小于 3h。

21.7.2 参与消防联动控制的环境与设备监控系统的供电线路应采用耐火铜芯电线电缆。地下车站、地下区间等地下区域采用无卤、低烟的阻燃电线和电缆。

21.7.3 环境与设备监控系统布线、接地应符合《地铁设计规范》GB50157 的要求。

21.7.4 环境与设备监控系统防雷应符合《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的要求。

22 综合监控系统

22.1 一般规定

22.1.1 中运量跨座式单轨宜设置综合监控系统，并应满足行车指挥、防灾安全和乘客服务等现在运营管理需求。

22.1.2 综合监控宜为实时监控与事务数据管理相结合的系统。

22.1.3 综合监控系统宜采用集成和互联方式构成，并根据运营管理集成度要求来设置集成互联对象，包括电力监控，火灾自动报警、环境与设备监控、站台门、广播、视频监控、乘客信息、时钟、自动售检票、门禁等系统。

22.1.4 中运量跨座式单轨综合监控系统宜集成信号 ATS，可建成以行车指挥系统为核心的综合监控系统。

22.1.5 综合监控系统应为线网运营控制中心（如设）提供必要的信息。

22.2 系统设置原则

22.2.1 综合监控系统的构建应以运营管理需求为基础。

22.2.2 综合监控系统宜设置中央级综合监控系统和车站/车辆基地级综合监控系统，并应通过网络设备将全线各车站/车辆基地级综合监控系统与中央级综合监控系统连接构成完整综合监控系统；现场级应由被集成或互联的子系统现场设备组成。

22.2.3 车站控制室宜设置综合后备盘；综合后备盘盘面的设置应根据设备故障或火灾等情况下功能的重要性及车站控制室工作人员位置由近及远设置。

22.2.4 综合监控系统的骨干网应利用通信系统传输网络组网。

22.2.5 综合监控系统应根据国家信息安全有关规定考虑相应的网络信息安全措施。

22.2.6 综合监控系统应设置网络管理系统和培训管理系统，并可以根据需要设仿真测试平台。

22.3 系统基本功能

22.3.1 综合监控系统应具备对被集成系统的监控和管理，以及对互联系统的监控和联动控制功能。

22.3.2 综合监控系统应具备运营数据统计、操作员培训和决策支持等运营辅助管理功能。

22.3.3 综合监控系统应具备群组控制、模式控制和点动控制功能。

22.3.4 综合监控系统应具备下列主要基本功能：

- 1 控制功能；

- 2 监视功能;
- 3 报警功能;
- 4 趋势分析;
- 5 报表生成;
- 6 权限管理;
- 7 系统组态;
- 8 档案管理;
- 9 系统维护和诊断。

22.3.5 综合监控系统集成电力监控、环境与设备监控、火灾自动报警、站台门、列车自动监控系统情况下，各集成子系统功能应按本规范相关章节有关规定执行，在满足要求的基础上增加其他功能。

22.3.6 综合监控系统应具备下列主要联动功能：

- 1 正常工况，启动日常广播和列车进站广播、开关站广播、车站乘客信息临时发布、车站日常场景视频监控、门禁设备报警联动、自动售检票设备上线/下线服务联动等功能；
- 2 火灾工况，火灾防排烟模式控制、火灾消防应急广播、火灾场景的视频监控和乘客信息系统的火灾信息发布功能；
- 3 紧急工况，启动信息共享、应急联动等功能。

22.3.7 综合后备盘（IBP）应支持在设备故障或火灾等情况下车站的关键手动控制功能。IBP 盘宜具备下列功能：

- 1 站台紧急停车；
- 2 站台扣车与放行功能；
- 3 通风排烟系统的紧急模式控制；
- 4 自动检票机释放功能；
- 5 门禁释放功能；
- 6 电扶梯停止控制功能；
- 7 站台门开门控制功能；
- 8 其他根据运营需求可增加的功能。

22.4 硬件基本要求

22.4.1 综合监控系统设备应选择可靠、可维护、易扩展的工业级网络及控制产品。

22.4.2 中央级硬件应按下列要求配置：

- 1 应配置冗余服务器组及相关存储设备。
- 2 应配置调度员工作站；
- 3 可配置维护工作站；
- 4 应配置功能打印机；
- 5 应配置网络设备；
- 6 应配置弱电系统集中在线式不间断电源；
- 7 可配置模拟屏或大屏幕显示系统。

22.4.3 车站级硬件应按下列要求配置：

- 1 可根据线路特点，多个车站合设一套冗余服务器或与中央级合设服务器；
- 2 宜配置操作员工作站；
- 3 宜配置功能打印机；
- 4 应配置网络设备；
- 5 宜配置一套综合后备盘（IBP）；
- 6 宜设置弱电系统集中在线式不间断电源。

22.5 软件基本要求

22.5.1 综合监控系统软件应符合下列要求：

- 1 应采用分层分布式软件架构；
- 2 应采用模块化结构；
- 3 应为一个开放系统，应采用标准的编程语言和编译器，并应支持多种硬件构成，应具有对不同制造商产品的集成能力（包括接口协议、数据、工作模式等）；
- 4 应提供有效的冗余设计；单个模块/部件故障甚至部分交叉故障不应引起数据的丢失和系统的瘫痪；
- 5 应具有标准化、实用化、可复用和易扩展的特征，并应支持综合监控系统多专业集成和互联，以及支持综合监控项目分专业、分包和分期实施。

22.6 系统性能指标

22.6.1 系统监控应符合下列规定：

- 1 控制命令的传输时间不应大于 2s；
- 2 设备状态变化反映时间不应大于 2s。

22.6.2 系统平均无故障时间（MTBF）不应小于 10000h。

22.7 其他

22.7.1 综合监控系统电线和电缆应符合下列规定：

- 1 采用的电线和电缆应符合本规范的规定；
- 2 管线敷设应采取抗电磁干扰措施。信号线与电源线不应共用一条电缆，也不应敷设在同一根金属管内。采用屏蔽线缆时，应保持屏蔽层的连续性，屏蔽层宜一点接地；
- 3 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处应实施阻燃封堵。

22.7.2 综合监控系统宜与供电最高等级保持一致。综合监控系统宜选用不间断电源（UPS）设备和免维护蓄电池设备。控制中心、车站综合监控设备的 UPS 电池后备时间不宜小于 1h。

22.7.3 综合监控系统设备的接地系统应符合下列规定：

- 1 系统设备室内应设综合接地箱；综合监控系统应接入综合接地系统弱电母排，接地电阻不应大于 1Ω ；
- 2 计算机设备宜根据相应产品或系统的要求一点接地或浮空，现场机柜应接地。

22.7.4 设备用房设置应符合下列规定：

- 1 弱电系统设备用房宜集中设置，房间面积可留有适当余量；
- 2 系统设备用房环境应满足设备运用的要求，并应符合现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 的规定。

23 门禁系统

23.1 一般规定

23.1.1 门禁系统应根据实际需求设置，且应设置在涉及安全的重要设施的通道门、设备用房门及管理用房门等处。

23.1.2 门禁系统应具有出入口监控和安全管理等功能。

23.1.3 门禁系统应按集中管理、分级控制的方针设计。应统一管理合法持卡人的访问权限，并宜根据运营管理的需要集中设置授权工作点。

23.1.4 门禁系统规模应与整体线网规划相适应，并应确定线路、车站和监控对象的数量，以及监控对象的安全等级、授权人数及发卡量，并应留有余量。

23.1.5 门禁系统设计除本章规定外尚应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 相关规定。

23.2 安全等级和监控对象

23.2.1 系统设计应明确监控管理的对象和安全等级。各安全等级配置及监控对象的安全等级应符合《地铁设计规范》GB 50157 相关规定。

23.2.2 门套门（如有）可只在一个门上设置门禁；当一个房间设有多个门时，可只在一个常用门处设置门禁。

23.3 系统构成及功能

23.3.1 门禁系统由中央级系统、车站级系统、现场级系统和终端设备、传输网络和电源及门禁卡等组成。

23.3.2 门禁系统应采用通信传输网路实现车站与中央的网络连接。

23.3.3 系统和设备应具有 7×24h 不间断工作能力；系统应采用不间断电源供电，后备时间不应小于 1h。

23.3.4 开门应采用出门按钮及紧急开门按钮，当出门按钮失效时，可采用紧急开门按钮。

23.4 其他

23.4.1 系统应采用无卤、低烟、阻燃的电线和电缆。

23.4.2 电子锁的安装应选在门体受力最合适的位置，当外力作用在门扇时，门扇的变形应最小。

23.4.3 门禁系统和设备宜与供电最高等级保持一致。系统宜选用不间断电源（UPS）设备和免维护蓄电池设备。

24 运营控制中心

24.1 一般规定

24.1.1 为确保跨座式单轨交通列车安全、可靠和高效地运行，对运营过程实施全面的集中监控和管理，应建立运营控制中心（OCC）。

24.1.2 控制中心可单条线路建设，也可多条线路合建或与城市其他的轨道交通线路合建。

24.1.3 控制中心的总体布置应考虑安全可靠，操作、维修及管理方便，运营成本低廉等，并应根据运营管理模式、控制线路的数量及线路长度、系统配置、设备类型及设备数量等，经济合理地确定控制中心的规模及装修标准，且应适当预留未来发展的余地。

24.1.4 控制中心的位置宜选择在靠近城市道路干线、中运量跨座式单轨交通车站附近和接近监控对象的中心地带，以方便运营管理及各系统的连接。当与其他轨道交通线路合建时，宜选择在能兼顾多条线路的地方。

24.1.5 控制中心应具有对中运量跨座式单轨交通全线的列车运行、电力供给、环境状况及车站设备、票务运行等全过程进行集中监控、统一调度指挥和管理的功能。

24.1.6 控制中心应兼做防灾和应急指挥中心，并应具备防灾和应急指挥功能。

24.1.7 控制中心应由中央控制室、系统中央级设备用房及其维护管理用房、附属设备用房、运营管理及生活用房等组成。

24.1.8 控制中心应具有高度的安全性和可靠性，宜单独修建，当与其他用房合建时，应满足其安全性和可靠性的要求。

24.1.9 控制中心的建筑、装修及辅助设备应满足各系统设备的工艺要求，为各系统和设备、调度及运营管理人员提供良好的运行环境和工作环境。

24.2 功能分区与总体布置

24.2.1 控制中心按功能可划分为运营监控区、设备区、运营管理区、维修区及辅助设备区。各功能区的设置应与运营管理体制和运行模式相适应。

24.2.2 运营监控区应靠近设备区和运营管理区，设备区应集中设置且与维修区宜相邻。

24.2.3 中央控制室和设备区不宜设在高层建筑物的屋顶和地下。

24.2.4 根据运营需要可设置参观室，参观室应与中央控制室相邻设置，宜设在中央控制室后方、后上方夹层或楼层上。参观室与中央控制室之间宜用玻璃隔断。

24.2.5 运营监控区设中央控制室，并应作为独立安全分隔区，进入中央控制室前应设缓冲区，并应配置安防设施。中央控制室各系统设备的布置及设计应满足下列要求：

- 1 室内只设置与运营有关的系统和设备，与运营、管理和安全无关的系统和设备不宜进入，并不得安装大功率电器设备及其他动力设备；
- 2 室内设备布置应整齐、紧凑、便于观察、操作和维修，并便于调度人员行动和疏散。调度台的布置不能遮挡住正常观察模拟屏的视线；
- 3 室内总体布置应以行车指挥为核心进行各调度台和模拟显示屏的布置，应便于各调度之间的信息沟通；
- 4 中央控制室应具备紧急事件指挥中心的功能，宜在中央控制室设置运营决策和应急处理工作区域或在中央控制室邻近设置应急事件指挥室；
- 5 各系统模拟屏宜统一考虑，模拟屏的屏前和屏后、调度台的台前和台后应留有足够的操作和维护作业空间；
- 6 当中央控制室的规模按多条线路设计时，宜按调度岗位划分功能区，也可按线路划分功能区。

24.2.6 设备区各系统设备用房的布置和设备房内设备的布置及设计应满足下列要求：

- 1 设备区设备房的布置，根据运营管理模式，可按系统划分或按线路划分；
- 2 设备区各系统设备房的布置宜以方便运营管理、体现安全性和重要性为原则；
- 3 大功率的强电设备不得与弱电设备混合安装和布置；除自动灭火系统外，各电气系统设备用房不得有水管穿过，风管穿过时应避免管道凝露滴到电气设备上；
- 4 设备布置应使设备之间的连线短，外部管线进出方便。

24.2.7 运营管理区宜根据中央运营管理的需要配置相应的运营管理用房。

24.2.8 维修区根据运营需要设置系统维修、测试、备品备件及工器具等用房。维修区上述用房各系统可共用或分设。

24.3 建筑与装修

24.3.1 控制中心的建筑布局应符合下列规定：

- 1 控制中心的建筑应满足工艺设计要求，并力求安全、实用、经济、简洁、美观；
- 2 控制中心建筑分类为多（高）层一类公共建筑、耐火等级为一级，屋面防水为一级；
- 3 中央控制室的室内净高应结合房间面积大小及视线的要求进行设计，不宜小于 4m；
- 4 中央控制室内各调度台之间宜设有通道，中央控制室应设不少于 2 个出入口与外部相连，且应至少有 1 个门净宽不小于 1.2m，净高不小于 2.3m，通道设置应符合国家现行消防规范的规定；

5 控制中心与其他建筑合建时，应具有独立性、安全性和可靠性，同时应设置独立的进出口通道，并应满足紧急情况下的疏散要求。

24.3.2 控制中心的装饰装修在满足工艺要求的同时应符合下列规定：

1 建筑装饰装修工程所用材料应符合建筑装饰装修材料的有害物质限量标准和防火、防腐、防虫等的规定；

2 中央控制室宜设吊顶，以满足敷设通风管道和管线的要求；

3 地面宜装设防静电活动地板，并应设置各调度台的系统管线接口及电源插座，设备不应直接安装在活动地板上；

4 室内装修与照明综合效果不应再模拟盘上产生眩光。

24.3.3 控制中心建筑和结构设计应满足建筑节能的要求。

24.4 布线

24.4.1 控制中心应有序敷设管线，并宜采用综合布线和综合管线敷设方式。

24.4.2 综合布线和综合管线应为检修、更新改造预留空间；综合布线和综合管线应具有防火、防水和防鼠等安全功能。

24.4.3 电缆的选择和管线的敷设过程应满足强电、弱电和消防等专业的要求。管线敷设宜做到线路短、交叉少。

24.4.4 竖向布线宜采用电缆井敷线方式，并应满足强电、弱电和消防等专业要求。

24.4.5 水平布线宜采用电缆夹层敷设方式，并应根据夹层的具体情况，分层分区设置电缆桥架或汇线槽。动力电缆和弱电电缆应分开敷设。

24.4.6 中央控制室内的电线、电缆和管线宜隐蔽敷设。

24.5 供电、防雷与接地

24.5.1 控制中心防雷接地应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。

24.5.2 控制中心应设统一的强、弱电系统综合接地系统，总的接地电阻不应大于 1Ω ，并应满足各系统总的散流要求。

24.6 照明与应急照明

24.6.1 控制中心应设正常照明和应急照明。照明灯具应选择节能型、散射效果良好、使用寿命长及维修更换方面的灯具；灯具的布置宜与装饰装修和设备布置相协调。

24.6.2 中央控制室照明设计应符合下列要求：

1 中央控制室的照明应柔和均匀，应无眩光，并应满足操作台面和通道的照度要求，在操作台面不应有阴影；室内照明均匀度不宜小于 0.7，并应采用分区调光；

2 当中央控制室采用不同模拟屏时，应设置不同照度：

- 1) 当中央控制室采用马赛克式模拟屏时，模拟屏前区和操作台面距地面 0.8m 处的照度宜为 150lx~200lx；
- 2) 当中央控制室采用投影式模拟屏时，模拟屏前区光线宜暗，操作台面距地面 0.8m 处的照度宜为 100lx~150lx，操作台宜设置局部照明。

24.6.3 控制中心应急照明的照度不应低于正常照度的 10%，中央控制室的应急工作照明不应低于正常照明的 30%，应急照明的持续时间不应小于 1h。

24.7 通风、空调与采暖

24.7.1 控制中心应采用通风和空调系统进行室内环境控制。如无特殊要求，中央控制室内环境温度宜控制在 16℃~27℃，中央控制室和各系统设备房每小时温度变化不宜超过 3℃，各系统设备机房应按照现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 的规定设置，并宜按不低于 B 级要求设计。

24.7.2 模拟屏前后的温差不宜超过 3℃。

24.7.3 中央控制室及各系统设备房应维持正压。

24.7.4 中央控制室、运营管理区、设备区的空调系统应分开设置。

24.8 消防与安全

24.8.1 控制中心应设置火灾自动报警、环境与设备监控、火灾事故广播、自动灭火、水消防、防排烟等系统。多线路中央控制室应设置自动灭火系统。

24.8.2 控制中心应设置保安值班室和消防控制室，其应合并设置。

24.8.3 控制中心各分区出入口、主要通道和重要房间应设置闭路电视监视系统和门禁系统等安防设施。

24.8.4 控制中心应设置给排水系统和消防设施。

25 车辆基地

25.1 一般规定

25.1.1 车辆基地建筑设计使用年限为 50 年。

25.1.2 中运量跨座式单轨交通系统的车辆基地设计时应考虑对城市资源的集约利用,宜结合功能进行综合开发利用。

25.1.3 中运量跨座式单轨交通系统的车辆基地应包括车辆段(停车场)、综合维修中心、物资总库、培训中心和其他生产、生活、办公等配套设施。

25.1.4 车辆基地的设计应按初期、近期、远期统筹考虑,统一规划,分期实施。车辆的配备应按初期运营需要配置。站场线路、房屋建筑和机电设备等应按近期需要设计;用地范围应按远期规模并在远期线路和房屋布置规划的基础上确定。

25.1.5 车辆基地设计应结合“绿色、节能”的理念对所产生的废气、废液、废渣和噪声等进行综合治理。

25.1.6 环境保护设施应与主体工程同时设计、施工、投产。

25.1.7 车辆基地设计应有完善的消防设施。总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的规定。

25.2 车辆基地的功能、规模及总平面设计

25.2.1 车辆基地的功能、规模及总平面设计应根据其在线网中的地位和集中检修原则,合理确定车辆及其他系统设备检修范围及功能。

25.2.2 车辆检修宜采用日常维修和定期检修相结合的预防性检修制度,逐步向状态修过渡,并宜实行换件修。修程和检修周期应根据车辆技术条件和线路技术条件以及车辆制造商的建议制订,设计时可按表 25.2.2 的规定确定。

表 25.2.2 车辆检修周期表

类别	检修种类	检修周期		检修时间
		里程(万公里)	时间	
定期检修	全面检修	60	6 年	30 天/列
	重点检修	30	3 年	20 天/列
日常维修	年检	12	1 年	5 天/列
	三月检	3	3 月	2 天/列
	列检	——	4 天	3h/列

25.2.3 车辆段各修程工作量计算时应考虑检修不平衡系数,检修不平衡系数宜采用下列数值:

- 1 三月检修取 1.2;

2 定期检修取 1.1。

25.2.4 车辆段应按下列作业范围设计：

- 1 列车停放、编组、日常维修、一般故障处理、清扫洗刷及定期消毒等日常维护保养；
- 2 车辆的定期检修；
- 3 车辆的临时故障检修；
- 4 车辆段检修设备、机具的维修和牵引车、工作车等的停放、运用、整备及维修；
- 5 根据运营管理模式要求，必要时负责列车的乘务作业。

25.2.5 车辆段出入线的设计，应符合下列要求：

- 1 出入线应与车站接轨，并宜选在线路的终点站或折返站；
- 2 出入线宜按双线、双向运行设计，并应避免切割正线；
- 3 规模等于或小于 12 列位的停车场出入线可按单线设计；
- 4 出入线设计，应根据行车和信号的要求，留有必要的信号转换作业长度。

25.2.6 车辆段生产房屋的布置应以运用及检修厂房为核心，各辅助生产房屋应根据生产性质按系统布置；与运用和检修作业关系密切的辅助生产房屋宜分别布置在相关厂房的侧跨内或附近，性质相同或相近的房屋宜合建；生活、办公房屋宜集中布置。

25.2.7 车辆基地的空气压缩机间、变配电所、给水所和锅炉房等动力房屋，宜靠近相关的负荷中心布置。

25.2.8 检修车间产生的有害气体、粉尘、废液等应按国家现行《城市环境卫生设施规划规范》GB 50337 的规定处理达标后排放。

25.3 车辆运用整备设施

25.3.1 车辆运用整备设施包括停车库（棚、场）、列检、月检库和列车清洁洗刷设备及相应线路等设施，并根据生产需要配备办公、生活房屋。

25.3.2 停车库（棚、场）和列检、月检库宜合建组成运用库。列检、三月检线进行换轮作业。

25.3.3 运用库的规模应按近期需求综合确定。并预留远期发展条件。

25.3.4 运用库各库线的列位设置应根据车库型式确定。停车库（棚、场）和列检、月检库宜为尽端式，每条库线停车不宜大于两列位，困难时，停车线可按三列位设计。

25.3.5 运用库内可不设导电轨装置。若在运用库各种库线内设置导电轨装置时，应在库内加装安全防护设施，库前应设置隔离开关或分段器，并应设有送电时的声响警示及醒目的信号灯显示。

25.3.6 月检库的线路应设车辆车顶作业平台，并设安全防护设施。根据作业需要，可设置起重设备。

25.3.7 各车库的长度应分别按下列相应公式计算,并结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求适当调整,但不宜小于下列公式计算值。

1 停车库(棚、场)计算长度如下式所示:

$$L_{tk} = (L+2) \times N_t + (N_t-1) \times d + 12 \quad (25.3.7-1)$$

式中: L_{tk} ——停车库(棚、场)计算长度(m);

L ——列车长度(m);

N_t ——每条线停车列位数;

2——停车误差(m);

d ——两列位之间距离(m),宜不小于6米,采用无人驾驶时,还应结合信号系统调整安全距离;

12——前端列车距端墙(3m)、后端列车至车档安全距离(3m)、车档距端墙(6m)之和。

2 列检、月检库计算长度如下式所示:

$$L_{ly} = (L+2) \times N_j + (N_j-1) \times d + 21 \quad (25.3.7-2)$$

式中: L_{ly} ——列检、月检库长度(m);

N_j ——每条线列检、月检列位数;

2——停车误差(m);

d ——两列位之间距离(m),人工驾驶取宜不小于6米,无人驾驶宜不小于20米,困难情况下宜不小于15米;

21——前端列车距端墙(3m)、后端列车至车档安全距离(3m)、车档距端墙(15m)之和。

若采用无人驾驶,还应结合信号系统调整两列位间的安全距离。

25.3.8 车辆段宜设机械洗车机设施,配属列车超过12列的独立停车场可设置机械洗车设施。机械洗车设施应包括洗车线、洗车机和生产房屋,其设计应满足下列要求:

1 洗车机应采用通过式,其功能宜满足车辆两侧和端部(驾驶室前侧)的洗刷要求,并应具有清水清洗及化学洗涤剂功能;

2 洗车线有效长度应按下列公式确定:

1) 尽端式洗车线有效长度如下式所示:

$$L_{sj} = 2L + L_s + 10 \quad (25.3.8-1)$$

式中: L_{sj} ——尽端式洗车线有效长度(m);

$2L$ ——洗车机设备前后各一列车长度(m);

L_s ——洗车机长度（包括联锁设备）（m）；

10——线路终端安全距离（m）。

2) 贯通式洗车线有效长度如公式所示：

$$L_{st}=2L + L_s+10 \quad (25.3.8-2)$$

式中： L_{st} ——尽端式洗车线有效长度（m）；

$2L$ ——洗车机设备前后各一列车长度（m）；

L_s ——洗车机长度（包括联锁设备）（m）；

12——信号设备设置附加长度（m）。

3 洗车线应根据洗车设备的要求配备辅助生产房屋。

25.3.9 车辆段应根据其布置和作业需要设牵出线，其数量应根据作业量确定。当工程量较小时可考虑不设置牵出线。牵出线的有效长度应按下式计算：

$$L_q=L_{qc}+L_n+10 \quad (25.3.9)$$

式中： L_q ——牵出线有效长度（m）；

L_{qc} ——通过牵出线列车总长度（m）；

L_n ——牵引车长度（m）；

10——牵出线终端距安全距离（m）。

25.3.10 车辆段各种车库内的通道宽度和车库大门等部位的最小尺寸应符合表 25.3.10 的规定。

表 25.3.10 车辆段各种车库部位最小尺寸（m）

项目	停车棚	列检月检库	检修库	油漆库	工作车库
车体之间通道宽度（无柱）	1.8	（3.5/5.0）	5.0	2.5	2.0
车体与侧墙之间的通道宽度	1.5	2.0	4.0	2.5	1.7
车体与柱边通道宽度	1.3	1.8	3.2	2.2	1.5
库内后部通道净宽	6.0	15.0	15.0	15.0	6.0
车体至库前大门距离	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
车库大门净宽	B+0.6	B+0.6	B+0.6	B+0.6	B+0.6
车库大门净高	H1+H2+0.4	H1+H2+0.4	H1+H2+0.4	H1+H2+0.4	H1+H2+0.4

注：1 B——车辆限界的宽度；

2 H1——轨面高度；

3 H2——轨面上车体高度；

4 3.5/5.0 表示正常情况下车体之间通道宽度（无柱）取 5.0m，困难情况下取 3.5m。

1 运用库应根据列车日常运用维修和列检、月检作业的需要，在其边跨内或邻近地点设置车辆车载设备维修、列车内部清扫、洗刷、消毒、工具存放、备品贮存和工作人员更衣休息等生产、办公、生

活房屋。

2 车辆段内列车运转调度、检修调度与防灾调度宜合并设置。

3 在列检、月检库横向地下通道内两侧宜设动力及安全照明插座。地下通道内固定照明灯具不影响作业。

4 人工驾驶时，车辆段内宜设乘务员休息室。同时宜配备检修人员休息室，其规模根据实际情况确定。

25.4 车辆检修设施

25.4.1 车辆段检修设施可根据其功能和检修工艺要求设置下列主要的生产厂房和房屋：

1 检修库、转向架间、电机间、电子电器间、车钩缓冲器间、制动设备间、空调间、车门窗间、车体电气管间、蓄电池间及相应的辅助生产房屋；

2 换轮库。

25.4.2 检修库规模应根据检修工作量和检修时间确定，其设计应符合下列规定：

1 车辆检修宜采用定位作业，并以列位为计算单位，列位的长度可按列车解钩的作业设计；

2 检修库宽度应符合本规范表 25.3.10 的规定；

3 检修库长度可按下式计算确定：

$$L_{jk} = L + (N_l - 1) \times d + L_0 \quad (25.4.2)$$

式中： L_{jk} ——检修库长度（m）；

L ——列车长度（m）；

N_l ——列车编组辆数；

d ——列车解钩后车钩检修作业所需距离，取 $d=1.0$ （m）；

L_0 ——保证停车和检修距离（m）。

25.4.3 换轮库及其线路的设计应符合下列规定：

1 换轮线的有效长度应满足列车所有车辆的轮胎换修作业的要求；

2 换轮库应结合工艺流程和厂房组合情况合理布置，可单独设置，也可与检修厂房合并设置，且可在车内实现换轮作业。

25.4.4 车辆段应配备工作车和车库，车库内应有必要的检修设施。

25.4.5 转向架间要求如下：

1 转向架间一般在检修库内设置，也可毗邻检修库；

- 2 转向架间规模和检修台位应依据转向架检修任务量、作业方式和检修时间确定；
 - 3 转向架间应设有转向架检修及零部件的检修、清洗、试验及探伤设备和轮胎拆装、充气及存放设备。
- 25.4.6 电机间应邻近转向架间设置，间内应根据作业需要配备电机检测、清扫设备，以及起重运输设备。
- 25.4.7 蓄电池间设计应符合下列要求：
- 1 蓄电池间的规模应满足车辆蓄电池检修和充电需要，并宜兼顾牵引机车、工作车和蓄电池搬运车的检修和充电；
 - 2 蓄电池间应设有电源室、蓄电池检修室、充电室、电解液储存室和值班室；
 - 3 检修室和充电室应有通风、排水和防腐设施；
 - 4 酸性蓄电池充电室应为防酸地面，并应与其他房屋隔断和采取防爆措施。
- 25.4.8 车辆段应设材料、备品间。当物资总库不设在基地内时，应设独立物资库，并配备必要的起重和运输设备。

25.5 车辆段设备维修与动力设施

- 25.5.1 车辆段设备车间包括设备维修间和相应管理部门，其工作范围应包括下列内容：
- 1 全段机电设备的管理和中、小修程的检修工作；
 - 2 全段各种生产工具的维修和管理工作。
- 25.5.2 生产设备应实行统一管理、集中检修。设备的大修宜对外委托或与有关单位协作进行。
- 25.5.3 设备维修应根据基地内机电设备和动力设施维护、检修的需要配备必要的电焊、气焊设备，电气检测设备，管道维修设备和起重运输设备等。检修车间的通用机加工设备与设备间的通用机加工设备应合并设置。
- 25.5.4 各种室外管线应根据管线的性质和走向，结合总平面的布置进行管线综合设计，力求安全、经济、合理和便于管理维修。

25.6 综合维修中心

- 25.6.1 综合维修中心是各种设备和设施的维修和管理单位，其功能应满足全线轨道梁、路基、涵洞、隧道、房屋建筑和道路设施的维修、保养工作，以及供电、通信、信号、道岔、机电设备和自动化设备的维修和检修工作的需要。
- 25.6.2 综合维修中心应结合所在城市的具体情况，逐步实行社会化服务，最大限度地实现资源共享。

25.6.3 综合维修中心宜根据各专业的性质分设工务建筑、供电、通信、信号、道岔、机电和自动化等车间。

25.6.4 综合维修中心应根据生产的需要配备生产房屋、仓库和必要的办公、生活房屋。各类房屋应根据作业性质结合总平面布局的具体情况合理布置，其生产房屋宜合并设置。

25.7 物资总库

25.7.1 中运量跨座式单轨交通系统应设物资总库，担负材料、配件、设备和机具及劳动用品等的采购、存放、发放和管理工作的。

25.7.2 物资总库应设有各种仓库、材料棚和必要的办公、生活房屋，以及材料堆放场地。

25.7.3 各种仓库的规模应根据所需存放材料、配件和设备的种类和数量确定。材料堆放场地应采用硬化地面。

25.7.4 不同性质的材料和设备宜按分库存放设计，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的规定。

25.7.5 物资总库、物资分库和材料库应根据需要配备起重设备和汽车、蓄电池车等运输车辆。

25.8 培训中心

25.8.1 培训中心应负责组织和管理职工的技术教育和培训工作，应根据轨道交通系统的实际需要设置，当已设有培训中心时，应考虑共用。

25.8.2 培训中心宜设于车辆基地范围内的适当地点。

25.9 救援设施

25.9.1 车辆基地内宜设有救援办公室，并应配备相应的救援设备和设施。救援办公室受控制中心指挥。

25.9.2 救援用的轨道车辆宜利用车辆段的综合维修中心的车辆，并应根据救援需要设置专用工程车。

25.10 站场

25.10.1 车辆基地的场坪高程应根据基地附近内涝水位和周边道路高程设计。沿海或江河附近地区车辆基地场坪高程应按不低于 1/100 洪水频率设计。

25.10.2 各车库内下方，根据作业和安全需要，宜设横向地下人行通道。

25.10.3 车辆基地站场的配备应满足功能及工艺要求，车场内线间距、站场长度根据工艺及结构的要求具体确定，站场平面及纵断面设计应符合本规范第 6 章的规定。

25.10.4 车辆基地道岔布置方式应符合本规范第 10 章的规定。

25.10.5 车辆基地的给水和排水设计应符合本规范第 15 章的规定。

25.11 其他

25.11.1 车辆基地应根据生产、生活的需要设置完善的通信系统，其设计应符合本规范第 17 章规定。

25.11.2 车辆基地应根据作业要求设置完善的信号系统，其设计应符合本规范第 18 章的规定。

25.11.3 车辆基地应根据本规范第 20 章的规定，配套设置防灾报警设备和设施。

25.11.4 车辆基地内应设置计算机信息管理系统，综合管理车辆运用、维护、检修、人员和设备的各种信息，并留有与控制中心传输的通道。

26 防灾与救援

26.1 一般规定

26.1.1 中运量跨座式单轨交通应具有对火灾、冰雪、风灾、地震、雷击、停电和停车事故等灾害的预防设施。

26.1.2 防火灾应贯彻“预防为主、防消结合”的方针。同一条线路按同一时间内发生一次火灾考虑。

26.1.3 车站站厅的乘客疏散区域及站台不得设置商业用房。车站内的商店及车站周边连体开发的商业服务设施等公共场所应设置防火灾装置，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

26.1.4 与中运量跨座式单轨交通相连接的商业等建筑物，必须采取防火分隔设施。

26.1.5 车站及区间应配备防灾救护设施，车辆基地应配备防灾救援设施。

26.1.6 控制中心应具备全线防灾及救援的调度指挥，以及和上一级防灾指挥中心联网通信的功能。

26.2 建筑防火

26.2.1 各建（构）筑物的耐火等级应符合下列规定：

1 地面出入口、风亭等附属建筑，地面车站、高架车站及高架区间的建、构筑物，耐火等级不低于二级；

2 控制中心耐火等级为一级；

3 车辆基地内建筑的耐火等级应根据其使用功能确定，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

26.2.2 车辆基地、控制中心的防火分区的划分、应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

26.2.3 车站安全出口设置应符合下列规定：

1 车站每个站厅公共区安全出口数量应经计算确定，且应设置不少于 2 个直通地面的安全出口；

2 单层侧式站台车站，每侧站台安全出口数量应经过计算确定，地下车站不应少于 2 个直通地面的安全出口；

3 有人值守的防火分区应有 1 个安全出口直通地面；

4 安全出口应分散设置，当同方向设置时，两个安全出口通道口部之间净距不应小于 10m；

5 竖井、爬梯、电梯、消防专用通道不宜作为安全出口；

6 两侧式站台之间的过轨地道不应作为安全出口。

26.2.4 两个防火分区间应采用耐火极限不小于 3h 的防火墙和甲级防火门分隔,在防火墙设有观察窗时,应采用甲级防火窗;防火分区的楼板应采用耐火极限不小于 1.5h 的楼板。

26.2.5 车站的装修材料应符合下列规定:

1 高架车站公共区的墙面、顶棚的装修材料及垃圾箱,应采用 A 级不燃材料,地面应采用不低于 B1 级难燃材料。设备与管理用房区内的装修材料,应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定;

2 车站公共区的广告灯箱、导向标识、售检票机等固定服务设施的材料,应采用不低于 B1 级难燃材料。

26.2.6 站台和站厅公共区内任一点,与安全出口疏散的距离不得大于 50m。

26.2.7 车站的地面出入口、风亭、车辆基地出入线敞口段、区间和附属建筑物与相邻建筑的防火间距和消防车道的设置,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

26.2.8 车站站台公共区的楼梯、自动扶梯、出入口通道,应满足当发生火灾时 6min 内将远期或客流控制期超高峰小时一列进站列车所载的乘客及站台上的候车人员全部撤离站台到达安全区的要求,具体计算参照 GB 50157《地铁设计规范》。

26.2.9 防火卷帘与建筑物之间的缝隙,以及管道、电缆、风管等穿过防火墙、楼板及防火分隔物时,应采用防火封堵材料将空隙填塞密实。

26.2.10 重要设备用房应以耐火极限不小于 2h 的隔墙和耐火极限不小于 1.5h 的楼板与其他部件隔开。

26.3 消防给水与灭火

26.3.1 消防给水水源应采用城市自来水,当无城市自来水时,可采用其他可靠的消防给水水源。

26.3.2 消防给水系统的设计,应符合本规范第 15 章的规定。

26.3.3 消火栓给水系统用水量定额应符合下列规定:

1 地面车站、高架车站、车辆基地及控制中心消火栓用水量应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定;

2 地下车站(含换乘站)室内消火栓用水量不应小于 20L/s,室外消火栓用水量应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定;

3 地下区间、人行通道及折返线消火栓用水量不应小于 10L/s。

26.3.4 消防给水系统应结合给水水源等因素按下列要求确定:

1 当供水量充足而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,当地消防和供水部门许可时,可不设消防水池,从市政管网直接引水;

2 当供水量不能满足消防用水量的要求时，应设消防增压、稳压设施和消防水池，且设置应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定；

3 换乘车站消防给水系统宜采用一套系统；

4 地面和高架车站消火栓给水系统采用消防泵加压供水时，应设置稳压装置及气压罐，可不设高位水箱。

26.3.5 消火栓设置应满足下列要求：

1 消火栓的布置应保证每一个防火分区同层有两支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位，水枪充实水柱应满足《消防给水及消火栓系统技术规范》的要求，消火栓间距应按计算确定，但单口单阀消火栓间距不应大于 30m，双口双阀消火栓间距不应大于 50m；

2 消火栓口径应为 DN65，水枪喷嘴直径应为 19mm，每根水带长度应为 25m，栓口距地面高度应为 1.1m，出水方向宜向下或垂直于墙面；

3 除站台设单口消火栓有困难时可设双口双阀消火栓外，其他场所宜设单口消火栓；

4 车站站厅、站台和人行通道内宜设大型消火栓箱，箱内宜设自救消防卷盘一套和灭火器；

5 双口双阀消火栓内可配一根 25m 的水龙带；

6 消火栓栓口的水压应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定；

7 设有消防泵的消火栓给水系统的消火栓箱内或区间消火栓口处应设消火栓按钮；

8 消火栓设置场所应为站厅层、站台层、设备及管理用房区域、超过 20m 的人行通道。除空调及冷冻机房消火栓箱和区间消火栓口明装外，其他场所消火栓应暗装。

26.3.6 车站的消防给水系统应根据需求设置消防水泵接合器，并应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定。

26.3.7 室内、室外消防给水管道的布置及室外消火栓设置应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定。

26.3.8 自动灭火系统的设置应符合下列规定：

1 控制中心通信及信号机房、综合监控设备室、自动售检票机房、计算机数据中心，应设置自动灭火系统；

2 地面车站、高架车站及车辆基地自动灭火系统的设置，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；

3 设置在地下的通信及信号机房（含电源室）、变电所（含控制室）、综合监控设备室、蓄电池室和主变电所，应设置自动灭火系统；

4 自动灭火系统保护房间内宜配置空气呼吸器。

26.4 防烟、排烟与事故通风

26.4.1 中运量跨座式单轨交通必须设置有效的防烟、排烟与事故通风系统。

26.4.2 地面和高架车站宜采用自然排烟方式，当无条件采用自然排烟方式时，应设机械排烟系统。

26.4.3 下列场所应设置机械排烟设施：

- 1 最远点到车站公共区的直线距离超过 20m 的内走道；
- 2 连续长度大于 60m 的地下通道和出入口通道；
- 3 同一个防火分区内的地下车站设备与管理用房的总面积超过 200m² 时，或面积超过 50m² 且经常有人停留的单个房间应设置机械排烟。

26.4.4 连续长度大于 60m，但不大于 300m 的区间隧道和全封闭车道宜采用自然排烟；当无条件采用自然排烟时，应设置机械排烟。

26.4.5 防烟、排烟系统与事故通风，并应具有下列功能：

- 1 当区间隧道发生火灾时，应背着乘客主要疏散方向排烟，迎着乘客疏散方向送风；
- 2 当地面或高架车站发生火灾时，应具备排烟功能；
- 3 当设备与管理用房发生火灾时，应具备防烟、排烟、通风功能。

26.4.6 当防烟、排烟系统和事故通风、正常通风空调系统合用时，通风空调系统应符合防烟、排烟系统的要求，并应具备发生火灾事故时能够快速转换至防烟、排烟功能。

26.4.7 地面和高架车站公共区和设备与管理用房排风机应保证 280℃ 时能连续有效工作 0.5h，烟气流经的风阀及消声器等辅助设备应与风机耐高温等级相同。

26.4.8 地面和高架车站公共区、全封闭车道采用自然排烟时，有效排烟面积及排烟口位置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251 的相关要求。

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

26.4.10 在事故状态下需要开启或关闭的设备，启、闭所需的时间不应超过 30s。

26.4.11 排烟口风速及排烟干管应符合现行国家规范《建筑设计防火规范》GB 50016 及《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251 的相关要求。

26.4.12 通风空调系统下列部位应设置防火阀：

- 1 风管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 穿越变形缝且有隔墙处。

26.5 疏散平台

26.5.1 线路设置乘客可由车门直接到达的疏散平台的疏散设施,乘客由车门通过可移动爬梯到达疏散平台疏散。

26.5.2 疏散平台应设有安全疏散扶梯。

26.5.3 高架疏散平台分为单线和双线两种形式。

26.5.4 平台的结构形式应能满足疏散平台面和电缆架桥的设计要求。

26.5.5 疏散平台宜按区间贯通方式设置，并在两端与车站有效衔接。

26.5.6 疏散平台结构应轻便，且应具有通透性。

26.5.7 疏散平台的杆件宜采用型钢，并应充分考虑运输、架设及后期维护的简便性。

26.5.8 疏散平台的结构可采用轨道梁或桥墩盖梁支撑。

26.5.9 疏散平台材料应选不燃材料，燃料性能等级不低于 A2 级。

26.5.10 疏散平台的支撑宜采用薄壁型钢结构，并应涂有防火材料和进行防腐处理。

26.5.11 侧式站台端头应设置由疏散平台通往车站的相关设施。

26.6 防灾通信

26.6.1 中运量跨座式单轨交通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;同时,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。

26.6.2 控制中心应设置防灾无线控制台,列车驾驶室应设置无线通话台,车站控制室、站长室、保安室及车辆基地值班室应设置无线通信设备。

26.6.3 控制中心应设置防灾广播控制台,车站控制室、车辆基地值班室应设置广播控制台。

26.6.4 控制中心和车站控制室应设置监视器。

26.6.5 防灾调度电话系统应在控制中心设总机,在车站控制室、车辆基地设分机。

26.6.6 通信系统应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

27 环境保护

27.1 一般规定

27.1.1 中运量跨座式单轨交通环境保护工程的设计应符合国家、省、市有关环境保护法的要求。

27.1.2 中运量跨座式单轨交通工程选址选线应与城市发展规划、交通规划、环境规划相符合。

27.1.3 环境保护设施的设计标准、服务范围、设计规模宜按近期设置，远期预留实施。

27.1.4 环境保护措施应包括轨道桥梁、车辆、环控设备及各种动力设备的减振、降噪措施、车站建筑的声学处理等，还包括车站、车辆基地、停车场的生活污水、生产废水处理、大气污染防治和电磁辐射防护等。

27.2 环境保护规划

27.2.1 中运量跨座式单轨交通规划应符合城市与区域环境保护等规划，并按环境保护要求，合理规划线路走向和线位布局。

27.2.2 中运量跨座式单轨交通规划设计应根据规划环境影响报告书的结论及其审查意见确定线路、车站、车辆基地、停车场的选线、选址，宜避开自然保护区、饮用水水源保护区、生态功能保护区、风景名胜區、基本农田保护区、文物保护单位等需要特殊保护的地区。

27.2.3 中运量跨座式单轨交通规划线路穿越中心城区、外围组团中心或已建、拟建居住、医疗、文教区时，线路宜沿城市既有道路或规划道路布置，并预留环境防护距离。

27.2.4 中运量跨座式单轨交通规划设计应以延续土地利用规划和工程环境影响报告书确认的环境噪声等标准为依据，其线位、站位、车辆基地、停车场、控制中心与地面变电所与环境敏感建筑之间的距离，应满足噪声、振动、电磁防护的要求。

27.2.5 已建成的线路两侧进行城市规划时，在中运量跨座式单轨交通噪声、振动、电磁防护距离范围内不宜规划建设居住、文教、医疗、科研等环境敏感建筑。需要规划建设居住、文教、医疗、科研等环境敏感建筑时，建设单位必须采取减轻和避免噪声、振动、电磁环境影响的措施。

27.2.6 中运量跨座式单轨交通规划设计应根据不同地段环境状况、城市景观特点，充分考虑绿化与景观效果。

27.3 工程环境保护

27.3.1 中运量跨座式单轨交通噪声污染的防治，应遵循《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096、《工业企业厂界噪声标准》GB 12348 的规定。

27.3.2 中运量跨座式单轨交通列车运行所引起的环境振动污染防治设计应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 中相应振动限值的规定。

27.3.3 地面设置的 110kV 及以上电压等级的变电所宜远离居民区等敏感建筑，其边界与敏感建筑物的水平间距宜大于 30m，且不应小于 15m。

27.4 环境保护措施

27.4.1 中运量跨座式单轨交通环境保护措施应包括噪声与振动控制、电磁防护、污水处理、生态保护等措施。

27.4.2 中运量跨座式单轨交通环境保护措施设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。

27.4.3 中运量跨座式单轨交通环境保护措施设计目标值应根据当地环境功能区划或环境影响报告书的环境质量标准和污染排放标准确定。

27.4.4 中运量跨座式单轨交通环境保护措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，并应符合环境保护设施竣工验收的要求。

27.4.5 中运量跨座式单轨交通声环境保护措施包括车辆等应采取的降噪措施、对高架线列车运行噪声影响采取的降噪措施、对地下车站风机、冷却塔采取的消声措施等。

27.4.6 声环境保护措施如下：

1 地下段风亭、冷却塔设备选型应选用符合国家现行标准《工业通风机噪声限值》JB/T8690 和《玻璃纤维增强塑料冷却塔》GB 7190.1 的噪声限值的风机和冷却塔的规定；

2 风亭进、排风口应背向噪声敏感建筑；

3 风亭噪声防护距离不满足要求时，应采取加长消声器等措施；

4 冷却塔噪声防护距离不能满足要求时，应采取消声、隔声等综合降噪措施；

5 风亭、冷却塔的噪声防护距离应按照《地铁设计规范》GB 50157 进行控制。

27.4.7 中运量跨座式单轨交通减振措施应使振动环境保护目标达到现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的规定。

27.4.8 车站、车辆基地等产生的污水排放执行《水污染物排放限值规范》等地方的有关标准和规定。

27.4.9 车辆基地洗车废水经处理后建议可做到循环利用，循环利用的冲洗用水水质应符合城市污水再生利用水质标准。

27.4.10 中运量跨座式单轨交通大气污染防治设计应遵循《中华人民共和国大气污染防治法》的规定，并应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554、《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 和《饮食业油烟排放标准》GB 18483 的规定。

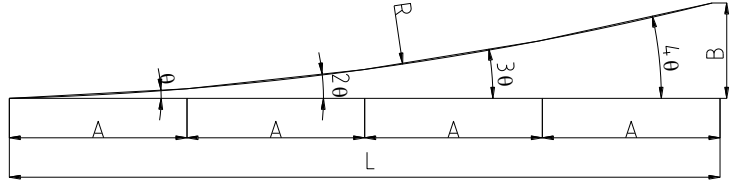
27.4.11 车辆基地固体废物的收集、处置应符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599 的规定。

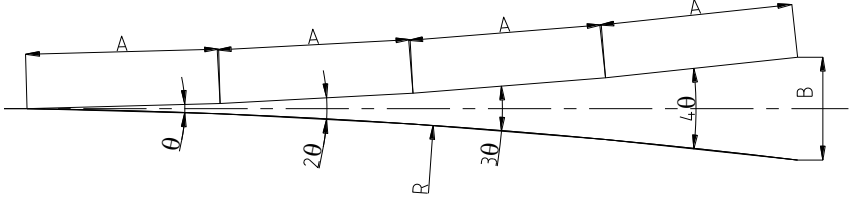
27.4.12 中运量跨座式单轨交通建议可采用可回收的环保材料，正常运营时产生的废弃物应当得到妥善回收和利用。

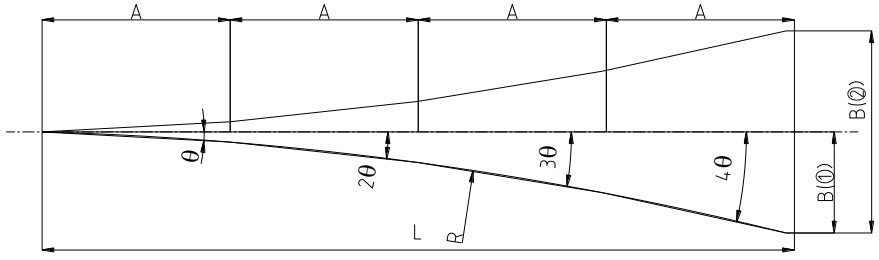
27.4.13 中运量跨座式单轨交通电磁防护措施应根据环境影响报告书及环境主管部门的批复意见，进行电磁防护措施的设计。

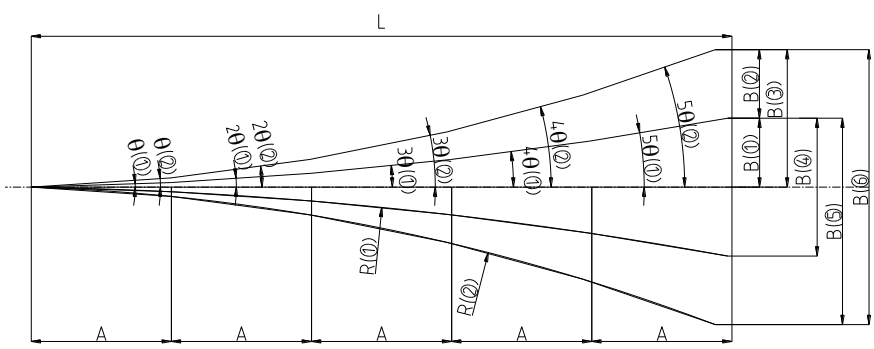
27.4.14 地面及高架线区间、车站、车辆基地与停车场，以及变电所征地范围内可绿化地段，宜采取植树绿化等生态保护措施。

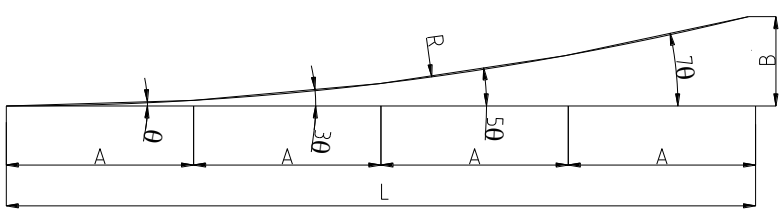
附录 A 道岔类型及技术参数

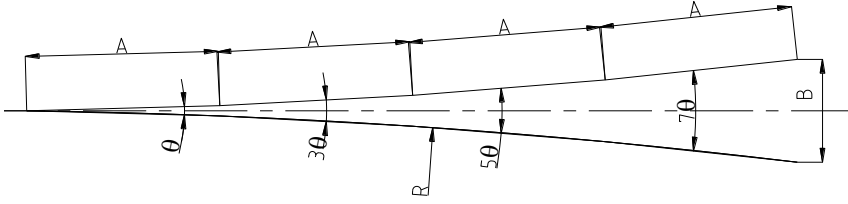
关节单开道岔						
道岔全长 L(mm)	19400	20440	21200	22400	23400	24200
转辙量 B(mm)	2600					
θ 角 (°)	3.086	2.928	2.822	2.670	2.555	2.470
转辙时间(s)	≤13					
附带曲线半径 R(m)	90	100	110	120	130	140
侧向允许列车通过速度(km/h)	15	18	19	20	21	22

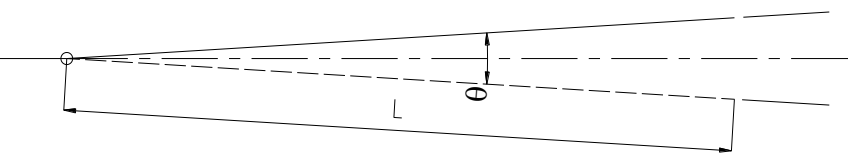
关节对开道岔						
道岔全长 L(mm)	19400	20440	21200	22400	23400	24200
转辙量 B(mm)	2600					
θ 角 (°)	3.0752	2.9184	2.8136	2.6626	2.5486	2.4642
转辙时间(s)	≤13					
附带曲线半径 R(m)	180	200	220	240	260	280
侧向允许列车通过速度(km/h)	34	37	38	41	43	45

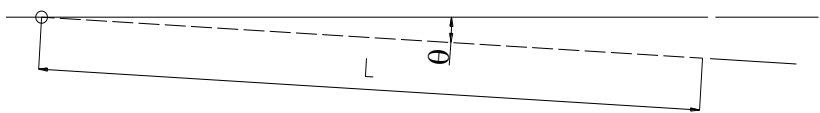
关节型三开道岔					
道岔全长 L(mm)	20440	21200	22400	23400	24200
转辙量 B(mm)	①2600 ②5200				
θ 角 (°)	2.928	2.822	2.670	2.555	2.470
转辙时间(s)	①≤13 ②≤22				
附带曲线半径 R(m)	100	110	120	130	140
侧向允许列车通过速度(km/h)	18	19	20	21	22

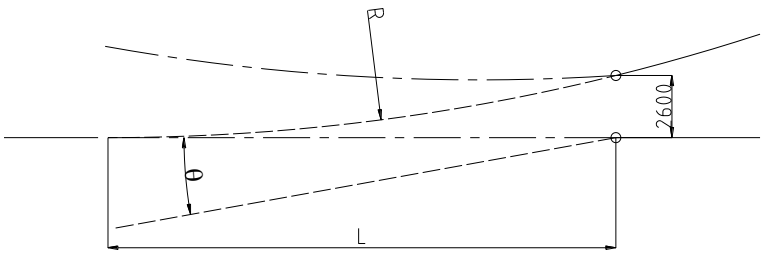
关节型五开道岔					
道岔全长 L(mm)	26500	28000	29500	32250	35000
转辙量 B(mm)	①2600 ②2585 ③5185 ④5200 ⑤7785 ⑥10370				
θ 角 (°)	①1.879 ②3.778	①1.778 ②3.571	①1.687 ②3.386	①1.543 ②3.093	①1.421 ②2.847
转辙时间(s)	① ≤ 13 ② ≤ 13 ③ ≤ 22 ④ ≤ 22 ⑤ ≤ 31 ⑥ ≤ 40				
附带曲线半径 R(m)	80/160	90/180	100/200	120/240	140/280
侧向允许列车通过速度(km/h)	13/33	14/36	15/38	17/41	19/45

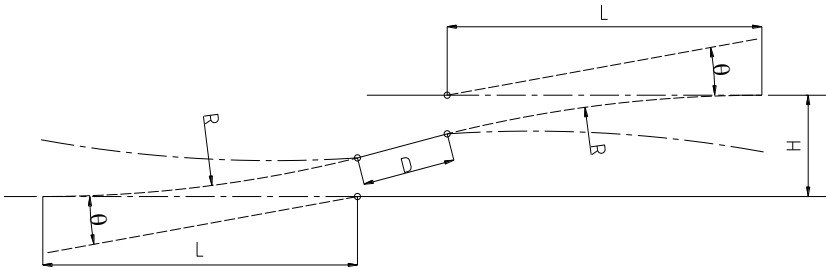
关节可挠型单开道岔						
道岔全长 L(mm)	21800	23000	24000	25000	26000	27000
转辙量 B(mm)	2600					
θ 角 (°)	1.716	1.626	1.5577	1.495	1.437	1.3835
转辙时间(s)	≤ 15					
曲线半径 R(m)	90	100	110	120	130	140
侧向允许列车通过速度(km/h)	22	23	25	26	27	28

关节可挠型对开道岔						
道岔全长 L(mm)	21800	23000	24000	25000	26000	27000
转辙量 B(mm)	2600					
θ 角 (°)	1.7104	1.621	1.5532	1.491	1.4336	1.3804
转辙时间(s)	≤ 15					
曲线半径 R(m)	180	200	220	240	260	280
侧向允许列车通过速度(km/h)	31	33	35	36	37	38

枢轴型对开道岔					
道岔全长 L(m)	35300	23600	17700	14200	11800
转辙角度 θ	4°	6°	8°	10°	12°
转辙时间(s)	≤ 15				
侧向允许列车通过速度(km/h)	37	22	16	12	5

枢轴型单开道岔					
道岔全长 L(mm)	70500	47000	35400	28300	23600
转辙角度 θ	2°	3°	4°	5°	6°
转辙时间(s)	≤ 15				
侧向允许列车通过速度(km/h)	37	22	16	12	5

梁替换型单开道岔					
直线道岔全长 L(mm)	19300	21800	24100	25200	28100
转辙角度 θ	15 °	14°	12°	12°	11°
转辙时间(s)	≤15				
曲线半径 R(m)	70	90	110	120	150
侧向允许列车通过速度(km/h)	18	22	25	26	29

梁替换型单渡道岔					
直线道岔全长 L(mm)	19300×2 组	21800×2 组	24100×2 组	25200×2 组	28100×2 组
衔接梁长度 D (mm)	9333	10644	10725	12457	12741
线间距 H (mm)	7720	7740	7758	7779	7774
道岔数量(组)	2				
转辙角度 θ	15 °	14°	12°	12°	11°
转辙时间(s)	≤15				
曲线半径 R(m)	70	90	110	120	150
侧向允许列车通过速度(km/h)	18	22	25	26	29

附录 B 限界图表

B.1 区间直线地段车辆轮廓线、车辆限界和设备限界

B.1.1 区间直线段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界如图B.1.1所示。

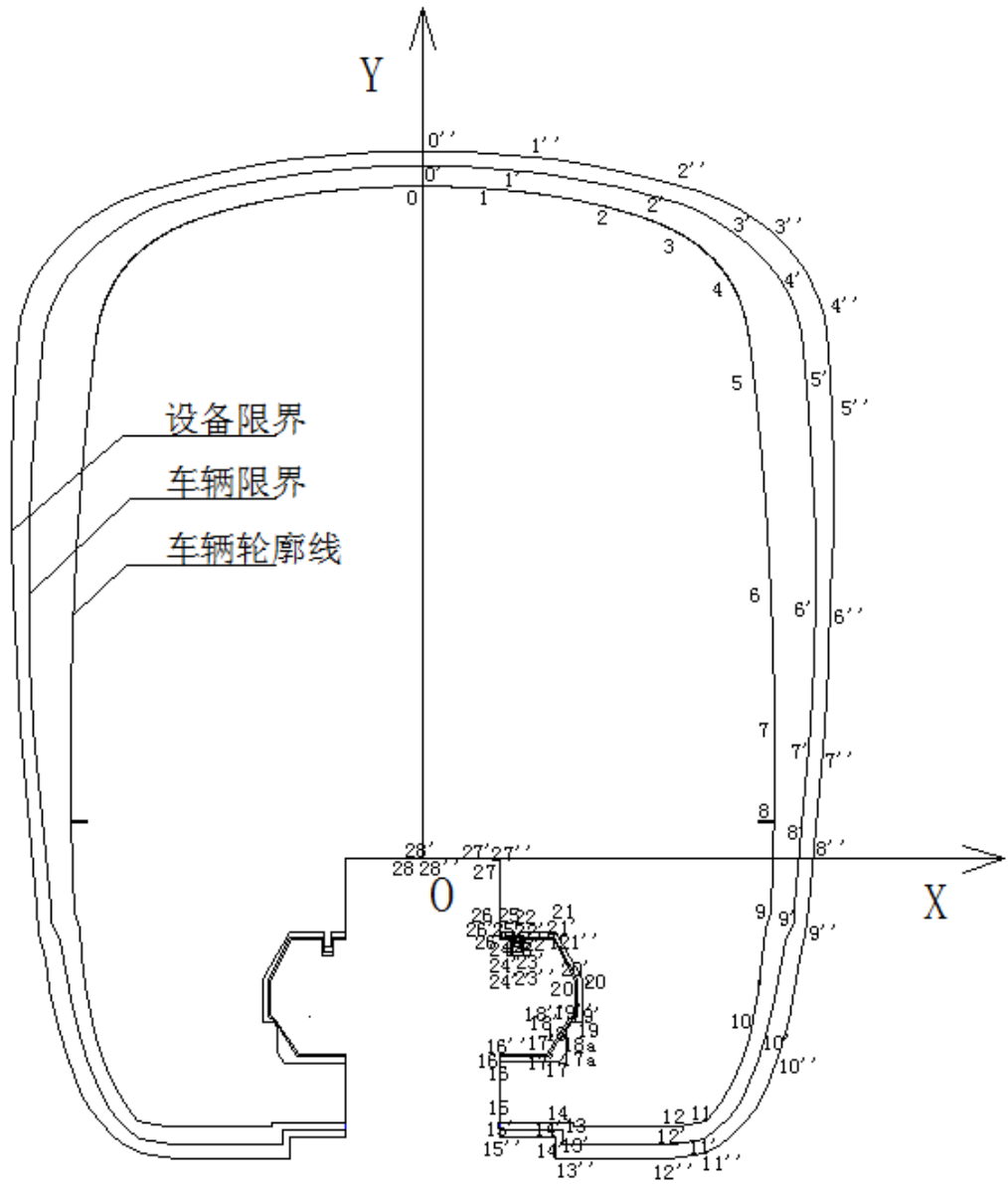


图 B.1.1 区间直线段车辆轮廓线、车辆限界、设备限界图

B.1.2 车辆轮廓线坐标、高架区间直线地段车辆限界坐标、表区间直线地段设备限界坐标分别如表B.1.2-1～表B.1.2-3所示。

表 B.1.2-1 区间直线段车辆轮廓线坐标表（单位 mm）

坐标点	0	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	325	865	1170	1386	1490	1565	1582	1579
Y	3020	3006	2918	2800	2588	2165	1190	582	165
坐标点	9	10	11	12	13	14	15	16	17
X	1565	1482	1279	1157	680	680	350	350	617
Y	-242	-750	-1178	-1200	-1200	-1184	-1184	-905	-905
坐标点	17a	18	18a	19	20	21	22	23	24
X	650	667	650	716	716	597	455	455	425
Y	-864	-734	-767	-734	-535	-326	-326	-394	-394
坐标点	25	26	27	28					
X	425	350	350	0					
Y	-326	-326	0	0					

表 B.1.2-2 高架区间直线地段车辆限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
X	0	400	995	1359	1640	1731	1770	1740	1705
Y	3111	3093	2989	2841	2542	2105	1125	508	113
坐标点	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'
X	1668	1528	1271	1127	630	630	350	350	568
Y	-281	-837	-1252	-1280	-1280	-1214	-1214	-885	-885
坐标点	18'	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'
X	662	695	695	593	459	459	420	420	350
Y	-730	-710	-541	-354	-354	-419	-419	-354	-354
坐标点	27'	28'							
X	350	0							
Y	0	0							

表 B.1.2-3 高架区间直线地段设备限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0 "	1 "	2 "	3 "	4 "	5 "	6 "	7 "	8 "
X	0	519	1142	1561	1800	1837	1835	1794	1756
Y	3178	3150	3027	2820	2450	2042	1075	440	29
坐标点	9 "	10 "	11 "	12 "	13 "	14 "	15 "	16 "	17 "
X	1723	1581	1270	1106	600	600	350	350	557
Y	-336	-936	-1324	-1345	-1345	-1250	-1250	-875	-875

续表B.1.2-3

坐标点	18 "	19 "	20 "	21 "	22 "	23 "	24 "	25 "	26 "
X	657	685	685	586	465	465	415	415	350
Y	-726	-700	-547	-364	-364	-434	-434	-364	-364
坐标点	27 "	28 "							
X	350	0							
Y	0	0							

B.1.3 车辆轮廓线坐标、高架区间直线地段车辆限界坐标、表区间直线地段设备限界坐标分别如表B.1.3-1～表B.1.3-3所示。

表 B.1.3-1 地下区间车辆轮廓线坐标表（单位 mm）

坐标点	0	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	325	865	1170	1386	1490	1565	1582	1579
Y	3020	3006	2918	2800	2588	2165	1190	582	165
坐标点	9	10	11	12	13	14	15	16	17
X	1565	1482	1279	1157	680	680	350	350	617
Y	-242	-750	-1178	-1200	-1200	-1184	-1184	-905	-905
坐标点	17a	18	18a	19	20	21	22	23	24
X	650	667	650	716	716	597	455	455	425
Y	-864	-734	-767	-734	-535	-326	-326	-394	-394
坐标点	25	26	27	28					
X	425	350	350	0					
Y	-326	-326	0	0					

表 B.1.3-2 地下区间直线地段车辆限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
X	0	321	935	1305	1588	1689	1737	1715	1687
Y	3105	3080	2971	2820	2531	2078	1113	497	107
坐标点	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'
X	1653	1528	1260	1127	630	630	350	350	568
Y	-275	-837	-1242	-1280	-1280	-1214	-1214	-885	-885
坐标点	18'	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'
X	662	695	695	593	459	459	420	420	350
Y	-730	-710	-541	-354	-354	-419	-419	-354	-354
坐标点	27'	28'							
X	350	0							
Y	0	0							

表 B.1.3-3 地下区间直线地段设备限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0 "	1 "	2 "	3 "	4 "	5 "	6 "	7 "	8 "
X	0	436	1081	1502	1747	1817	1815	1764	1731
Y	3177	3134	3007	2800	2423	2021	1057	430	22
坐标点	9 "	10 "	11 "	12 "	13 "	14 "	15 "	16 "	17 "
X	1703	1566	1259	1106	600	600	350	350	557
Y	-326	-927	-1311	-1345	-1345	-1250	-1250	-875	-875

续表 B.1.3-3

坐标点	18 "	19 "	20 "	21 "	22 "	23 "	24 "	25 "	26 "
X	657	685	685	586	465	465	415	415	350
Y	-726	-700	-547	-364	-364	-434	-434	-364	-364
坐标点	27 "	28 "							
X	350	0							
Y	0	0							

B.2 车站直线地段车辆轮廓线、车辆限界

B.2.1 车站直线地段车辆轮廓线、车辆限界如图B.2.1所示。

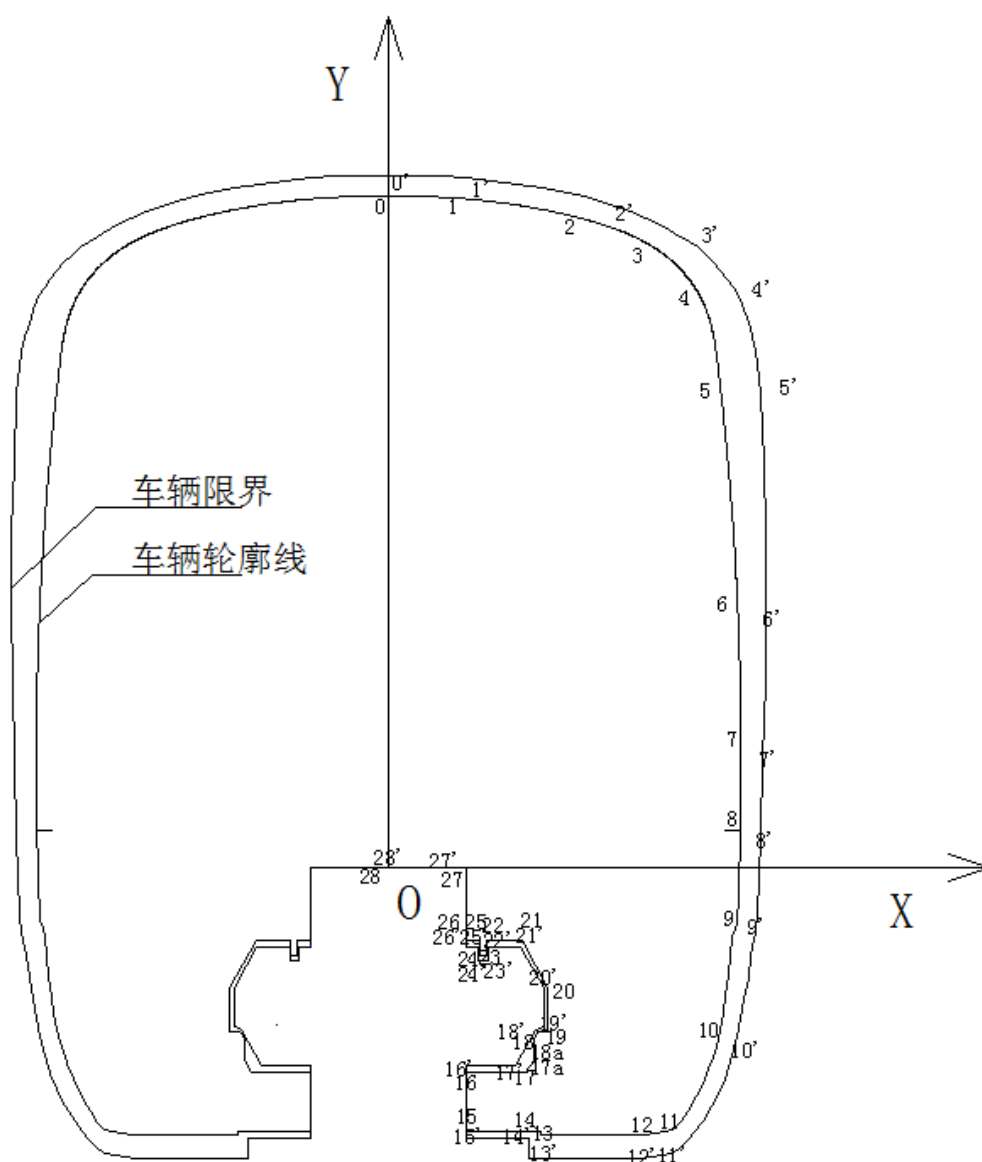


图 B.2.1 车站直线地段车辆轮廓线、车辆限界图

B.2.2 车站车辆轮廓线坐标、高架车站直线地段车辆限界坐标如表B.2.2-1、表B.2.2-2所示。

表 B.2.2-1 高架车站车辆轮廓线坐标表（单位 mm）

坐标点	0	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	325	865	1170	1386	1490	1565	1582	1579
Y	3020	3006	2918	2800	2588	2165	1190	582	165
坐标点	9	10	11	12	13	14	15	16	17
X	1565	1482	1279	1157	680	680	350	350	617
Y	-242	-750	-1178	-1200	-1200	-1184	-1184	-905	-905
坐标点	17a	18	18a	19	20	21	22	23	24
X	650	667	650	716	716	597	455	455	425
Y	-864	-734	-767	-734	-535	-326	-326	-394	-394
坐标点	25	26	27	28					
X	425	350	350	0					
Y	-326	-326	0	0					

表 B.2.2-2 高架车站直线地段车辆限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
X	0	400	995	1343	1588	1671	1695	1683	1668
Y	3111	3093	2983	2818	2523	2100	1060	531	113
坐标点	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'
X	1647	1544	1276	1130	630	630	350	350	568
Y	-291	-845	-1283	-1303	-1303	-1214	-1214	-885	-885
坐标点	18'	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'
X	662	695	695	593	459	459	420	420	350
Y	-730	-710	-541	-354	-354	-419	-419	-354	-354
坐标点	27'	28'							
X	350	0							
Y	0	0							

B.2.3 车站车辆轮廓线坐标、地下车站直线地段车辆限界坐标如表B.2.3-1、表B.2.3-2所示。

表 B.2.3-1 地下车站车辆轮廓线坐标表（单位 mm）

坐标点	0	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	325	865	1170	1386	1490	1565	1582	1579
Y	3020	3006	2918	2800	2588	2165	1190	582	165
坐标点	9	10	11	12	13	14	15	16	17
X	1565	1482	1279	1157	680	680	350	350	617
Y	-242	-750	-1178	-1200	-1200	-1184	-1184	-905	-905
坐标点	17a	18	18a	19	20	21	22	23	24
X	650	667	650	716	716	597	455	455	425
Y	-864	-734	-767	-734	-535	-326	-326	-394	-394
坐标点	25	26	27	28					
X	425	350	350	0					
Y	-326	-326	0	0					

表 B.2.3-2 地下车站直线地段车辆限界坐标表（单位 mm）

坐标点	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
X	0	322	935	1286	1545	1628	1658	1658	1658
Y	3101	3073	2963	2800	2503	2078	1043	515	97
坐标点	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'
X	1632	1534	1265	1130	630	630	350	350	568
Y	-280	-841	-1272	-1303	-1303	-1214	-1214	-885	-885
坐标点	18'	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'
X	662	695	695	593	459	459	420	420	350
Y	-730	-710	-541	-354	-354	-419	-419	-354	-354
坐标点	27'	28'							
X	350	0							
Y	0	0							

附录 C 轨道梁的精度要求

项目	施工基准公差		备注
	梁	轨道	
梁宽	端部: $\pm 2\text{mm}$ 中间部: $\pm 4\text{mm}$	——	——
梁长	$\pm 10\text{mm}$	——	——
走行面直角度	$\pm 5/1000\text{rad}$	——	——
梁端面倾斜	$\pm 5/1000\text{rad}$	——	——
总水平度	$\leq L/2500\text{mm}$	——	正偏差 L: 梁长/mm
总高低度	$\leq L/2500\text{mm}$	——	——
局部水平度	$\leq 3\text{mm}/4\text{m}$	$\leq 5\text{mm}/4\text{m}$	4m 弦长正偏差变形量
局部高低度	$\leq 3\text{mm}/4\text{m}$	$\leq 5\text{mm}/4\text{m}$	——
水平	——	$\leq 7/1000\text{rad}$	——
游隙	——	$30\text{mm} \pm 10\text{mm}$	——
阶梯状	——	$\leq 3\text{mm}$	——
伸缩接头阶梯座	$\pm 2\text{mm}$	——	——
伸缩接头间阶梯座	——	$\pm 2\text{mm}$	——
梁端面相互的扭转	$\leq 5/1000\text{rad}$	——	——
轨道中心距	——	+25mm 0mm	——
局部凹凸	2mm 以下	——	——
轨道梁表面	应具有有效的防滑处理措	——	含轨道梁之间的锚固构

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：

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：

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：

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，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《声环境质量标准》GB 3096
- 2 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 3 《城市区域环境振动标准》GB 10070
- 4 《工业企业厂界噪声标准》GB 12348
- 5 《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271
- 6 《消防安全标志 第1部分：标志》GB 13495.1
- 7 《恶臭污染物排放标准》GB 14554
- 8 《城市轨道交通列车 噪声限值和测量方法》GB 14892
- 9 《饮食业油烟排放标准》GB 18483
- 10 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599
- 11 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 12 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 13 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 14 《建筑给排水设计规范》GB 50015
- 15 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 16 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 17 《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045
- 18 《低压配电设计规范》GB 50054
- 19 《建筑防雷设计规范》GB 50057
- 20 《人民防空工程设计防火规范》GB 50098
- 21 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 22 《铁路工程抗震设计规范》GB 50111
- 23 《声学 轨道机车车辆发射噪声测量》GB/T 5111
- 24 《轨道交通车辆用铅酸蓄电池》GB/T 7404.1
- 25 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
- 26 《内河通航标准》GB 50139
- 27 《加油加气站设计及施工规范》GB 50156
- 28 《地铁设计规范》GB 50157
- 29 《数据中心设计规范》GB 50174
- 30 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 31 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 32 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 33 《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》GB 50307

- 34 《城市环境卫生设施规划规范》 GB 50337
- 35 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343
- 36 《屋面工程技术规范》 GB 50345
- 37 《跨座式单轨交通设计规范》 GB 50458
- 38 《城市轨道交通技术规范》 GB 50490
- 39 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB50736
- 40 《无障碍设计规范》 GB 50763
- 41 《城市轨道交通结构抗震设计规范》 GB 50909
- 42 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB 50974
- 43 《一般工程用铸造碳钢件》 GB/T 11352
- 44 《电能质量公用电网谐波》 GB/T 14549
- 45 《城市轨道交通照明》 GB/T 16275
- 46 《城市污水再生利用城市杂用水水质》 GB/T 18920
- 47 《电动汽车用动力蓄电池安全及试验方法》 GB/T 31485
- 48 《安全信息识别系统 第 1 部分：标志》 GB/T 31523.1
- 49 《工业建筑防腐蚀设计标准》 GB/T 50046
- 50 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》 GB/T 50064
- 51 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065
- 52 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476
- 53 《城市轨道交通桥梁设计规范》 GB/T 51234
- 54 《地下结构抗震设计标准》 GB/T 51336
- 55 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》 JTG 3362
- 56 《种植屋面工程技术规程》 JGJ 155
- 57 《铸钢结构技术规程》 JGJ/T 395
- 58 《工业通风机噪声限值》 JB/T 8690
- 59 《城市轨道交通桥梁球型钢支座》 CJ/T 482
- 60 《铁路桥涵设计规范》 TB 10002
- 61 《铁路隧道设计规范》 TB 10003
- 62 《铁路电力牵引供电设计规范》 TB 10009
- 63 《铁路桥梁钢结构设计规范》 TB 10091
- 64 《铁路桥涵混凝土结构设计规范》 TB 10092
- 65 《铁路桥涵地基与基础设计规范》 TB 10093
- 66 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》 TB 10005
- 67 《铁路应用机车车辆电气设备第 1 部分：一般使用条件和通用规则》 TB/T 1333.1
- 68 《铁路应用机车车辆电气设备第 2 部分：电工器件通用规则》 TB/T 1333.2

- 69 《铁路桥梁钢支座》TB/T 1583
- 70 《铁路应用机车车辆牵引变压器和电抗器》TB/T 1680
- 71 《铁路机车车辆用电子变流器供电的交流电动机》TB/T 3001
- 72 《铁道机车车辆电子装置》TB/T 3021
- 73 《铁路桥梁球型支座》TB/T 3320

山东省工程建设标准

中运量跨座式单轨交通系统设计规范

DB 37/T 5153—2019

条 文 说 明

制订说明

《中运量跨座式单轨交通系统设计规范》，经山东省住房和城乡建设厅、山东省质量技术监督局《关于印发<关于 2018 年第一批山东省工程建设标准制修订计划>的通知》（鲁建标字〔2018〕9 号）进行立项，后经山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局 2019 年 12 月 31 日以鲁建标〔2019〕33 号文件批准、发布。

本规范制订过程中，编制组进行了跨座式单轨轨道交通的调查研究，总结了我国现有跨座式单轨交通的设计经验，通过研究分析取得了相关技术标准、参数等。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《中运量跨座式单轨交通系统设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则.....	123
2	术 语.....	124
3	运营组织.....	125
3.1	一般规定	125
3.2	系统运营规模	126
3.3	行车组织	127
3.4	运营速度	128
3.5	运营管理	128
4	车 辆.....	130
4.1	一般规定	130
4.2	车辆型式与列车编组	130
4.3	车体	131
4.4	转向架	131
4.6	电机系统	131
4.7	安全设施与应急措施	131
5	限 界.....	132
5.1	一般规定	132
5.2	制定限界的主要技术参数	132
5.3	制定建筑限界的原则	132
6	线 路.....	134
6.1	一般规定	134
6.3	线路纵断面	136
6.4	配线设置	136
7	车站建筑.....	138
7.1	一般规定	138
7.3	车站平面	138
7.4	车站出入口	138
7.5	人行楼梯、自动扶梯、电梯	138
7.6	站台门	138
7.7	无障碍设施	139
7.9	车站环境设计	139
7.10	设备用房	139
8	车站结构.....	140
8.1	一般规定	140
8.3	设计要求	140
9	轨道梁桥工程.....	141
9.1	一般规定	141
9.2	设计荷载.....	141
9.3	设计原则	148
10	道 岔.....	150
10.2	道岔类型	150

11	支 座.....	156
11.1	一般规定	156
11.2	支座选型与布置原则	156
11.3	拉力支座	156
12	地下结构.....	158
12.4	耐久性设计	158
13	工程防水.....	159
13.1	一般规定	159
13.3	高架结构防水	159
14	通风、空调与采暖.....	160
14.3	地下部分的通风、空调与采暖	160
15	给水与排水.....	161
16	供电系统.....	162
16.1	一般规定	162
16.2	供电	162
16.3	变电所	162
16.4	接触轨	162
16.6	电力监控	162
17	通 信.....	163
17.1	一般规定	163
17.7	时钟系统	163
18	信 号.....	164
18.1	一般规定	164
18.2	系统要求	164
18.6	车辆基地信号系统	164
19	自动售检票.....	165
19.1	一般规定	165
19.2	售、检票设备与功能	165
19.3	系统与网络架构	165
19.4	车票与票务管理	165
19.5	设备布置与管线原则	165
19.6	供电与接地	165
20	火灾自动报警.....	166
20.1	一般规定	166
20.3	消防联动控制	166
20.4	火灾探测器与报警装置的设置	166
20.5	消防控制室	166
20.7	布线	166
21	环境与设备监控.....	167
21.1	一般规定	167
21.7	系统布线、供电、防雷及接地	167
22	综合监控.....	168
22.1	一般规定	168
22.2	系统设置原则	168

22.3	系统基本功能	168
22.4	硬件基本要求	168
22.7	其他	168
23	门 禁	169
23.1	一般规定	169
23.2	安全等级和监控对象	169
24	运营控制中心	170
24.1	一般规定	170
24.2	功能分区与总体布置	170
24.3	建筑与装修	171
24.4	布线	171
24.6	动力与应急照明	172
24.7	通风、空调与采暖	172
24.8	消防与安全	172
25	车辆基地	173
25.1	一般规定	173
25.2	车辆基地的功能、规模及总平面设计	173
25.3	车辆运用整备设施	174
25.4	车辆检修设施	174
25.5	车辆段设备维修和动力设施	174
25.9	救援设施	174
26	防灾与救援	175
26.1	一般规定	175
26.2	建筑防火	175
26.3	消防给水与灭火	176
26.4	防烟、排烟与事故通风	176
26.5	疏散平台	177
26.6	防灾通信	177
27	环境保护	178
27.1	一般规定	178
27.2	环境保护规划	178
27.3	工程环境保护	178
27.4	环境保护措施	178

1 总 则

1.0.1 单轨系统为城市轨道交通系统之一，跨座式单轨是车体及转向架走行在轨道梁、道岔梁上的一种单轨形式。跨座式单轨系统以其胶轮走行（包含导向及稳定），梁轨合一，桥梁结构载荷小，车辆灵活编组，车体轻量化等技术要素，具有运能适应性广、爬坡能力强、转弯半径小、环境景观好，投资造价省，建设速度快等优点。以高架线路为主，中运量的定位，在特大城市的辅助走廊、大城市及中等城市应用及成网运营已成为一种轨道交通的合理选择方式。为突出及规定中运量跨座式单轨交通工程的特点，使其符合安全可靠、绿色高效、经济适用、功能完善、技术先进、节能环保等要求，制定本规范。

1.0.2 跨座式单轨梁轨合一，目前国内外有不同的车辆系统，其车辆转向架的设计有较大不同，采用的轨道梁宽度和结构形式也不同。本规范为突出适用范围，针对系统最大高峰小时断面客流量不大于 3 万人次中运量系统，考虑到城市内轨道交通网络的多条线路标准统一及互联互通等要求，结合比亚迪、庞巴迪等跨座式单轨低地板车辆特点，根据车辆构造及桥梁体系在满足设计标准的情况下精巧适用，将轨道梁断面宽度定义为 700mm。根据中运量系统的适用范围，车辆最高运行速度定义为 80km/h，线路为全封闭运行。

1.0.3 中运量跨座式单轨系统应根据规划总体线网规划，落实其功能定位及作用，特别是处理好与其他层次轨道交通线路的关系，落实影响运输功能和运营服务水平的问题，需要在规划和线路前期设计中考虑和处理好，保证线路可持续发展。

1.0.4 参照《地铁设计规范》GB50157 执行。

1.0.5 考虑到经济适用，为节省初、近期投资和避免后期使用的设备长期闲置，对于可以分期建设的工程及可分期配置的设备，应分期扩建、增设。对于后期扩建难度巨大或施工对运营或周围环境会带来极不利影响的工程，以及行车需要一次建成的工程，应一次建成。

1.0.6 设计使用年限 100 年是指在一般维护条件下，能保证主体结构及因无法更换或因更换会严重影响运营的土建工程正常使用的最低时段，如地下车站、地下区间隧道、高架梁桥及运营控制中心等。

2 术 语

本章对中运量跨座式单轨交通系统的一些重要术语进行了定义，所列术语和定义中旅行速度、最高运行速度与《地铁设计规范》GB 50157 相同，所列术语和定义中单轨交通、跨座式单轨交通、轨道梁、轨道梁桥、组合桥、车辆基地与《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458 相同。

3 运营组织

3.1 一般规定

3.1.1 运营规模是工程建设规模和运营管理规模的基础,包含运输能力、系统能力、列车编组、运行速度等。合理地确定运营规模,不仅能够满足线路运输功能的需要,还能降低工程建设投资和将来长期的运营管理成本。因此,运营规模的确定,一定要考虑充分利用线路能力,提高线路的使用效率。由于客流预测具有一定的不确定性,因此系统能力能够满足适当的客流变化范围内的波动,并留有一定的扩展余地。中运量跨座式单轨列车行车组织与运营管理的基本任务为:科学的组织客流,经济合理地使用车辆及运输设备;挖掘运输能力,提高运行效率和经济效率,组织与运输有关部门紧密配合、协同合作,确保实现列车运行图;为城市经济建设和人民生活服务。

3.1.3 跨座式单轨运营模式不仅要考虑正常的运营模式,还需考虑系统发生故障时的非正常运营状态和出现突发事件时的紧急运营状态。

非正常运营模式包括列车晚点、区间堵塞、线路故障、信号故障、道岔故障等情况,这些事故超出了正常运营模式,但不会对乘客生命、财产造成威胁。

紧急运营模式是指直接对乘客或工作人员的生命安全产生了威胁的严重自然灾害或系统内部重大事故,系统运营不能正常维持。造成紧急运营模式的主要因素包括火灾、地震、列车运行事故以及设备重大事故。

3.1.4 中运量跨座式单轨车辆最高运行速度80km/h是指在线路条件满足的情况下,正常运行时列车在区间可以连续使用80km/h的速度,并在实际运行过程中可以使用80km/h作为正常运行速度。列车设计速度90km/h是指列车按最高运行速度80km/h运行时还有10km/h的余量,保证列车连续使用80km/h时车辆的安全。

影响列车旅行速度的主要因素有线路条件和车辆性能。列车性能包括列车最高运行速度、站间距和列车加减速性能。中运量跨座式单轨适用于各种地形城市,中运量跨座式单轨交通正线线路半径一般不小于100m,最大纵断面坡度一般不大于60‰,人口集中的市中心车站密度较高,市外区域车站密度相对较小。相对而言,中运量跨座式单轨的运营线路条件要比地铁列车运营线路条件要苛刻,因此旅行速度难以达到地铁规范规定的35km/h的指标。考虑到中运量跨座式单轨运营管理系统和设备技术不断发展、中运量跨座式单轨列车的加减速性能要优于地铁车辆和列车运行时实际操作过程中的各种因素影响,确定中运量跨座式单轨车辆的旅行速度不小于30km/h。

3.1.5 决定车辆定员的一项重要指标是单位面积上的乘客站立人数,其与车厢内的座位数量成反比,当前,国外对单位面积上的站立人数没有统一的标准,各国根据国情有较大的差距。根据北京、上海、香港、南京、西安等城市的实际运营统计,站立标准实现不了6人/m²。统计得到高峰时段的站立人数广州为5.12人/m²,上海为5.4人/m²。综合104—2008《城市轨道交通工程项目建设标准》车辆内站立人员密度评价标准,将乘客站立密度确定为5人/m²~6人/m²。车内乘客站立人员密度评价标准如表3-1所示。

表3-1 车内乘客站立人员密度评价标

站立密度	乘客拥挤情况	评价标准
3人/m ²	乘客可以自由流动，十分宽松	舒适
4人/m ²	平均每位乘客占有0.5m×0.5m的空间，有较大自由度，乘客可以看书报。	良好
5人/m ²	平均每位乘客占有0.5m×0.4m的空间，有一定自由度，部分乘客可以看书报。	良好
6人/m ²	平均每位乘客占有0.5m×0.33m的空间，感受不拥挤，不宽松稍可活动，是舒适度临界状态。	临界状态 (定员标准)
7人/m ²	平均每位乘客占有0.47m×0.3m空间，感受有些拥挤。	有些拥挤
8人/m ²	平均每位乘客占有0.42m×0.3m空间，身体有接触，需错位，感受到比较拥挤。	比较拥挤
9人/m ²	平均每位乘客占有的空间非常拥挤，需突破站席，此情况偶有可能出现（车辆制造强度必须满足）。	非常拥挤 (超员标准)
10人/m ²	乘客突破站席范围，极为拥挤，难以忍受，影响上、下车行为和总时间，属极端情况。	难以忍受

3.1.6 本条文规定了一般情况下中运量跨座式单轨系统确定线路上、下方向的方法。

3.2 系统运营规模

3.2.1 系统的运输能力，是指列车在定员情况下中运量跨座式单轨高峰小时单向输送能力，单位为“人/h”。系统的运输能力应能满足各设计年限内不同的高峰小时单向最大断面客流量的需求。并且运输能力在满足高峰小时单向最大断面客流量的需求的前提下有一定的运能余量。

3.2.3 折返站的能力是轨道交通线路能力的关键环节，影响列车折返能力的因素主要有列车编组长度、信号控制时间等，编组越长列车折返时间越长。折返能力直接影响着全线的通过能力，限制线路能力的有效发挥。列车通过道岔的速度受到道岔的附带曲线半径大小影响，附带曲线半径越大通过性能越好，通过速度越大。为满足系统的客流运输量，列车通过速度不宜过小。两种常用折返道岔关节型道岔与关节可挠型道岔不同附加曲线半径列车通过道岔速度如下表3-2所示：

表3-2 关节型道岔技术参数

技术参数 \ 型号	R90	R100	R120	R130	R140
节段长(mm)	4850	5110	5600	5850	6050
节段数	4				
道岔全长(mm)	19400	20440	22400	23400	24200
转辙量(mm)	2600				
转辙时间(s)	≤13				
附带曲线半径(m)	90	100	120	130	140
侧向允许列车通过速度(km/h)	15	18	20	21	22
适用范围	不载客区段				
节段长(mm)	5450	5750	6250	6500	6750
节段数	4				
道岔全长(mm)	21800	23000	25000	26000	27000

续表3-2

技术参数 \ 型号	R90	R100	R120	R130	R140
转辙量(mm)	2600				
转辙时间(s)	≤15				
附带曲线半径(m)	91.065	101.32	119.779	129.597	139.785
侧向允许列车通过速度(km/h)	22	23	26	27	28
适用范围	正线载客运行区段				

3.2.4 车辆的编组数与列车载客能力和系统的运输能力息息相关，同时关系到工程的土建规模，考虑到初、近期运行时间间隔不长，初期、近期的车辆编组方式一致尽可能的避免了因列车重新组合带来的车辆浪费，同时也避免了因新旧车检修时间不一致，列车检修造成的不便，实现了资源优化配置，到达了系统费用最小目的。如果远期运营规模与初期、近期的客流规模相差较大，则可以考虑远期车辆编组与初期、近期不同，为确保车辆在远期的改造的可实施性，初、近期车辆应预留相应的技术条件。

3.3 行车组织

3.3.3 影响列车停站时间包括开门时间、乘客上下车时间和关门时间。

1 开门时间：列车进站停稳，到列车车门和屏蔽门打开时间；

列车开门过程由一系列动作组成，列车停稳后，ATO向列车和站台屏蔽门发出开门指令，控制系统首先检查车速是否为零、停站位置是否准确，在经过电器传动时间，车门才能打开。

2 乘客上下车时间：

乘客上下车时间，主要取决于上、下车人数、列车的车门数量、车门高度、车门宽度、乘客到达的不均衡系数，以及乘客上下车速度。车站上下车人数，取最大方向数值，乘客上下车速度参照国内地铁经验，按每个乘客上下 0.6 秒/人计算。

3 关门时间：

从最后一名乘客走进车厢，到车门、站台屏蔽门全部关闭的一段时间。

实际列车停站时间可以根据单向乘客人次（上下乘客的人数）等因素确定。

$$t_{ST}=t_0+[(\text{乘客人次})\times t_{AB}\times\varphi]/(L\times D\times T_h)+t_{CL}+t_{BDP} \quad (4)$$

式中， t_0 ——列车停稳至车门开启的时间，可取3s；

t_{CL} ——车门开启和关闭时间，可取6s；

t_{BDP} ——车门关闭到列车驶离时间，可取3s。

t_{AB} ——每位乘客上下车所需时间，按每车门通道0.6s计算；

φ ——车门乘客和站台候车乘客分布不均造成的影响系数，可取1.7；

D ——列车车门数；

L ——车门通道数，中运量跨座式单轨交通车辆车门宽度一般可设两条通道；

T_h ——该方向每小时开行列车数。

根据以上公式计算线路各站停站时间。停站时间取值按计算值取5s的整倍数，不足25s的按25s取值。另外，线路起终点、换乘站的最小停站时间按30s取值。

3.4 运营速度

3.4.1 中运量跨座式单轨车辆发生事故需要列车救援时，为尽快将故障列车送出正线，既要提高适当提高速度，为后方车恢复跟踪运行创造条件，又要保证故障车及推行车的安全。若事故列车未发生爆胎状况，对救援列车推送救援方式的限速为 30km/h；当事故列车一个轴上的两个轮胎发生爆胎时，为保证安全推送限速不大于 10km/h；当事故列车轴上的一个轮胎发生爆胎时，推送限速为 15km/h。

3.4.2 中运量跨座式单轨线路一般设置在高架上，离地面较高，同时轨道梁两侧都安装有带电的接触轨，本着以人为本的思想，为保证乘客安全，要求单轨线路应设置站台门。由于车站设置站台门时，列车不停车过站速度则应该根据站台门结构强度、车站形式及设备的限界要求等因素综合确定。一般考虑限界、经济方面的因素，列车运行速度不宜超过60km/h。

3.4.3 根据《地铁设计规范》GB50157的规定：在设定轨道超高的基础上，允许未被平衡横向加速度 0.4m/s^2 是乘客舒适度的基本临界点。由于中运量跨座式单轨交通线路适应的地形比较复杂，弯道多且弯道半径小，运行时为保证乘客的舒适性，未平衡离心力不宜大于 0.3m/s^2 。

在瞬间情况下，允许短时出现未平衡横向加速度可大于 0.5m/s^2 。

3.4.4 列车在曲线上的运行速度：

1 限界条件允许的情况下，轨道梁的超高率设置应满足列车通过曲线的限速条件，若线路控制条件较多，影响正常的超高率设置时，应根据实设超高率对速度进行限制。

2 曲线

$$v^2 = 12.96(h_{\max} + h_{qy})Rg \quad (5)$$

式中：v——通过曲线的运行速度，km/h；

R——曲线半径，m；

g——重力加速度，取 9.81m/s^2 ；

$h_{\max}$ ——允许最大超高率（%），取9%；

h_{qy} ——允许最大欠超高率（%），取3%。

根据上述公式，可以得出车辆在不同曲线半径下的最高运行限速。此时限速公式为：

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{12.96(h_{\max} + h_{qy})Rg} \\ &= 3.91\sqrt{R} \end{aligned} \quad (6)$$

3 在特殊情况下，为保证列车的线路及运营需求可以适当增大弯道处限速，此时允许最大欠超高率可设为 5%。

3.5 运营管理

3.5.1 中运量跨座式单轨交通系统是一个复杂的、技术密集的公共交通系统，它具有高度集中和各个工

作环节紧密配合、协同合作的特点，必须实行集中管理、统一指挥的原则。中运量跨座式单轨行车调度工作有调度控制中心实施,实行高度集中统一指挥，以使各个环节紧密配合，协调工作，保证列车安全、正点地运行。

集中指挥的基本任务如下：

- 1 组织指挥各部门、各工种严格按照列车运行图工作；
- 2 监控列车到达、出发及途中运行情况，确保列车运行个正常秩序；
- 3 当列车运行秩序出现紊乱时，及时调整运行方式，尽快恢复正常运行状态；
- 4 随时监控各车站的客流情况，合理的调整列车运行方案；
- 5 及时、准确的发现并处理运营系统的不正常情况，防止故障的发生；
- 6 当运行系统发生事故时，按规定程序及时向上级主管部门汇报，并采取措施防止事故扩大，积极参与组织救援工作。

3.5.2 由于跨座式单轨交通线路大多以高架敷设的方式，相对地铁的隧道线路机电设备简单，相应的维修人员也随之减少。跨座式单轨交通运营管理人员总额的规定较现行国家标准《地铁设计规范》低，通常首条线路需要为后续线路培养骨干人员，在后期的运营线路可适当减少运营管理人员。在《地铁设计规范》GB50157中规定首条地铁运营线路的系统运营人员定员不宜超过80人/km，后建的每条线路运营定员指标不宜大于60人/km；在《跨座式单轨交通设计规范》GB50458中规定每条线路的运营管理总人数控制在平均每公里80人以下。而中运量跨座式单轨交通的运量比地铁相对要小，运营管理需求人数也相应的比地铁小。因此规定中运量跨座式单轨交通首条线路运营管理人员不宜大于40人，后续每条线路的运营定员指标可适当减少。

3.5.4 中运量跨座式单轨列车驾驶员是中运量跨座式单轨交通行车组织的关键公众之一。列车运行时，驾驶员负责对列车和乘客安全的重要责任。因此，合理安排乘务员作息时间、制定值乘方案、分配人员、教育培训及安全监督显得尤为重要。轮乘制是指列车的值乘驾驶员不固定，由各个驾驶员轮流值乘。采用轮乘制有利于合理安排驾驶员的作息时间，以较少的驾驶员完成乘客输送任务，这既有利于提高劳动生产效率，也有利于提高车辆可靠性。

4 车 辆

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定“车辆应确保在寿命周期内正常运行时的行车安全和人身安全”，“正常运行”的条件主要指的是：

- 1 载荷从空车到超员范围内；
- 2 车辆通过曲线、缓和曲线时速度在规定设计速度范围内；
- 3 车轮的磨耗量在规定的范围内；
- 4 除灾害性天气以外的气候条件；
- 5 车辆、轨道、信号等维保工作均按规定要求进行。

本条还规定“同时应具备故障、事故和灾难情况下对人员和车辆的救助条件”，这些条件指的是：车上应装有灭火器、事故广播装置、救援设施等。

4.1.4 测试依据 GB/T 5111-2011 《声学 轨道机车车辆发射噪声测量》，测试车速均为最高车速的 75% $\pm$ 5%；在行车过程中，如果噪声过大，会对乘务人员造成不利影响，特别对于司机而言，如果影响过大可能会产生不利于行车安全的因素。因此司机室内噪声要求会相应比客室高。轨道梁一般架设在绿化带上，该测试条件模拟的情况为列车停放或以一定速度通过时，与列车相隔一条公路的行人听到的噪音值。

4.1.5 本条规定了列车在最不利的情况下发生的三种可能发生的故障时运行的能力。目的是在列车发生故障时实现妥善的应急处理，不致导致系统混乱。

第 3) 款本款规定考虑的是在电网故障情况下，列车应当能通过车载动力电池应急驱动返回最近的车站清客。线路设置的最大坡度为 6%，即车辆能在最大坡度上运行 500m。两站之间的距离一般不小于 2000m，因此车辆应能保证应急驱动 2000m 为宜。同时跨座式单轨属于轻轨的范畴，运量相对较低，应急驱动所需电量相对较小，因此电池电量能满足应急驱动的需求。运行速度不小于 15km/h 考虑的是列车通过弯道时，要具有一定的速度，否则会增大轮胎受力，增加行车危险因素。

4.2 车辆型式与列车编组

4.2.4 表中最高运行速度指的是列车在实际运营中采用的最大运行速度。最高设计车速指的是列车实际能达到的最高运行速度。根据以往成熟的设计经验，最高设计车速不应小于最高运行速度的 1.1 倍，及最高运行速度取 80km/h，最高设计速度取 90km/h。车辆运行的平稳性指标按标准 GB 5599 中对客车运行平稳性的要求，要求新造客车平稳性指标为优，即平稳性指标小于 2.5。冲击率指的是加速度的变化率。相关研究表明，冲击率是影响乘客舒适性的主要因素之一。在列车加速或减速过程中，如果冲击率过大，会发生乘客摔倒等安全事故，因此必须限定该数值。规范中取值参照标准 CJT 287 跨座式单轨交通车辆通用技术条件，如业主有更高要求，可由业主承包商双方协商，写入合同中。

4.3 车体

4.3.3 车体结构是指车体的钢结构或车体铝合金结构，应有足够长的寿命。但若要求的寿命过长，则会造成重量过重，体积过大等不利影响。根据以外列车车体设计经验，本条规定车体寿命不低于 30 年，该设计寿命不包括其他部件。

4.4 转向架

4.4.3 本条所述的“悬挂系统”指一系悬挂和二系悬挂，其中一系悬挂指的是轮胎，包括走行轮，导向轮，稳定轮。二系悬挂指的是空气弹簧或沙漏簧。均应有相应的安全措施，当悬挂损坏时，也能确保车辆运行到终点。这些安全措施如下：导向轮、稳定轮应设置安全轮，发生爆胎时起临时支撑作用；走行轮应设置 ACM 支撑装置，在发生爆胎时起临时支撑作用；如二系悬挂采用空气弹簧，则应带有减振橡胶堆，在失气后承担减振作用，且每个转向架还应设置空气弹簧差压阀，当两个空气弹簧压力差达到一定值时用以均衡两边压力，防止车辆过度倾斜；如设置沙漏簧，则应在转向架安装沙漏的位置设置限位装置，防止车辆过度倾斜。

4.4.5 转向架是列车的总要组成部分之一，应有足够长的寿命。但若要求的寿命过长，则会造成重量过重，体积过大等不利影响。根据行业内列车转向架设计经验，本条规定车体寿命不低于 30 年，该设计寿命不包括其他部件。

4.6 电机系统

4.6.7 牵引系统宜采用直流永磁同步电机传动系统，其转换效率高、可靠度高。

4.7 安全设施与应急措施

4.7.4 此处的安全逃生设置包括安全锤、列车紧急开关门按钮等设施。

5 限 界

5.1 一般规定

5.1.2 本规范定义直线地段车辆限界

车辆限界时车辆在平直轨道上正常运行状态下的最大动态包络线，所谓正常的运行状态指的是：沙漏簧（或空气弹簧）、走行轮、导向轮、稳定轮等充气元件在正常的弹性范围内，易损件磨损不超过限定要求值，车辆各个部件无故障，并考虑车辆基本制造、装配误差。部件故障工况如沙漏簧失位（或空气弹簧）、轮胎爆胎等情况不在车辆限界的考虑范围内。各项参数取值应根据设计制造与施工及应用和维护检修限度等因素按最不利原则确定。

车辆限界分为区间车辆限界及车站车辆限界。车站站台区域与车辆作用所确定的安全距离遵循的原则应为：

- 1 车辆状态正常，并处于正常运行工况，可按设计确定的越站速度通过；
- 2 车辆处于非正常运行工况时，必须限速、慢速通过，限速大小应根据具体情况确定。

车辆脱轨后的安全性不属于本标准限界考虑的范畴。

车站其具体计算方法应符合国家现行标准《跨座式单轨设计规范》GB 50458 有关限界的章节中对车辆限界的计算。

5.1.3 设备限界是车辆在运行途中由于沙漏簧或空气弹簧（过度变形而失位）、走行轮（失气）、导向轮（失气）、稳定轮（失气）四类部件中瞬间失效影响车辆偏移量最大的一种故障产生的动态控制线，不考虑失效组合。

5.1.4 在设备和设备限界之间，宜留出 50mm 安全间隙，主要考虑因素有设备安装误差和限界检测车检测误差。根据轨道交通主体结构工程设计使用年限为 100 年的规定，建筑限界和设备限界之间的间隙，当无设备和管线时，不宜小于 200mm。

5.2 制定限界的主要技术参数

5.2.1 限界计算车辆长度为 10930mm，车辆定距 9150mm。头车在形状上会往轨道梁中心缩减，经确认计算长度取中间车的数值即可。

5.2.2 第 1 款最小曲线半径 45m 为车辆实际能通过的最小曲线半径。实际计算时应根据具体线路条件确定。

第 3 款 在限界计算时按最大超高率 9%进行校核。

第 5 款 风荷载计算取值参照《地铁设计规范》GB 50157 5.5.2（3）9 级风计算所得值。

5.3 制定建筑限界的原则

5.3.8 转向架两侧有集电靴作为集电装置，轨道梁两侧各架设正极和负极接触轨，正极接触轨向集电装置授电，负极接触轨回流。为了保证乘客在车站上下车时的安全，车站内轨道梁负极接触轨侧设置静电轨，列车停运时车辆上的接地装置与静电轨连通，形成接地回路。

5.3.9 车库内高架检修平台建筑限界直接按车辆轮廓加安全余量制定，主要是考虑了车辆入库速度较低，可以相应缩小间隙，以利于工人上下的安全。

6 线 路

6.1 一般规定

6.1.5 为了列车安全运行，利于行车操作、运营管理、维修及公共安全，应在全线区间、车站及车场等处设置必要的线路、信号等标志和标线，除特殊规定外，线路标志及标线可参照表 6-1 设置。

表 6-1 线路标志及标线

序号	标志标线名称	设置位置	备注
1	公里标	轨道梁内侧下部	标线
2	半公里标	轨道梁内侧下部	标线
3	车站中心标	轨道梁内侧下部	标线
4	坡度标	轨道梁内侧下部坡度起终点处	标线
5	曲线标	轨道梁内侧下部曲线起终点处	标线
6	闭塞区分界标	轨道梁顶面	标线
7	限速标	轨道梁顶面	标线
8	限速解除标	轨道梁顶面	标线
9	站内标	轨道梁顶面	标线
10	出发标	轨道梁顶面	标线
11	停车位置标	轨道梁顶面	标线
12	列车停车标	站台端部	标志
13	折返线停车位置标	轨道梁顶面	标线
14	车挡标	固定于车挡上方	标志
15	车辆停止标	轨道梁顶面	标线
16	平面、高程控制点	地面、盖梁	标志、标线

6.2.1 第 1 款 为提高乘客舒适度，减小轮胎磨耗，提高正线线形标准，正线上的平面曲线希望尽量采用大半径曲线。曲线半径的选定与线路性质、车辆性能、行车速度、地形地物等条件有关，其选定是否合理会直接对城市轨道交通的工程造价、运行速度、乘客舒适度及运营成本等产生很大影响。最小曲线半径是根据跨座式单轨车辆对曲线的适应能力，并结合国内外单轨线路工程实践经验，综合考虑技术经济因素后提出的。以 100m 作为线路平曲线半径一般性控制值是国内外各类单轨车型和线路设计的普遍要求，但在实际工程中针对具体车型，也有不少线路正线采用了小于 100m 的半径，如冲绳单轨正线多处采用了小于 100 的半径，最小半径为 62m，圣保罗单轨 15 号线正线最小半径为 90m，利雅得单轨正线最小半径为 46m。本标准根据中运量跨座式单轨车辆特点及其应用情况，给出最小曲线半径一般值和困难值。困难情况的取值是在保证乘客舒适度及车辆承载力的情况下综合确定曲线半径。一般困难情况是指线路由于特殊情况无法避开的路段要求曲线半径较小时的情况。

第 2 款 限界设计规定车辆车门踏板处与站台边缘之间的距离最大不超过 180mm，按跨座式单轨交通车辆参数计算，车站段线路曲线半径不应小于 300m。

第3款 圆曲线最小长度规定为不小于一节车辆长度,目的是避免一节车辆同时跨越在三种线型上,造成车辆运动轨迹过渡不顺畅。从运行安全性考虑,故规定圆曲线长度不小于15m。对于困难地段,允许减少到一节车辆的全轴距,一般可用在非正线、低速运行地段,尽量不要出现在正线上。

6.2.2 第1款 缓和曲线线型:国外单轨资料显示缓和曲线一般采用回旋线。考虑到国内铁路和包括单轨在内的轨道交通线路设计中均采用三次抛物线,而且对比计算表明三次抛物线与回旋线的计算差值极小,故规定缓和曲线采用三次抛物线。

第2款 缓和曲线使用范围:缓和曲线是根据曲线半径R、列车通过速度V以及曲线超高率h等三种要素确定的。正线速度高、为保证运营安全和舒适,需设置缓和曲线。而在曲线半径大于1700m时,按最高速度80km/h计算,欠超高率不大于3%,即使不设超高率和缓和曲线,也基本不影响舒适度。如果曲线段设置超高率,亦可通过在直线段设置超高率过渡段实现超高过渡,从而简化轨道梁的线形。鉴于此,规定曲线半径大于1700m时,可不设缓和曲线。在道岔区设置缓和曲线有一定困难,且列车过岔速度较低,故可不设置;配线和车场线,能设缓和曲线是较为理想的,但可能会由于工程、环境等条件的限制难以实现,且这些线路并不是载客线路,车辆走行速度较低,一般也可以不设。缓和曲线长度:缓和曲线长度通常是越长越好,若太短,则给乘车舒适度和车辆稳定性带来显著的影响。为使乘客舒适,故设定的离心加速度变化率为0.03g/s,按其圆曲线有关规定及车辆运行速度来规定缓和曲线最小长度。以下为缓和曲线长度公式:

$$L = \frac{V^3}{0.3 \times 3.6^3 \times R} \approx \frac{V^3}{14R} \quad (9)$$

式中:L——缓和曲线长度(m),按三次抛物线考虑;

V——列车设计运行速度(m/s);

R——曲线半径(m)。

困难情况下缓和曲线长度可按 $V^3/17R$ 计算。最终采用的缓和曲线长度还需要进行车辆的稳定性演算。

第3款一般情况下,缓和曲线长度算式中的速度是指在其曲线区段车辆的运行速度。但是,在项目前期方案设计阶段,可能还未进行牵引计算,暂不能确定列车通过曲线的速度,则一般以各种曲线所分别具有的最高允许速度(曲线限制速度)计算缓和曲线长度。

第4款由于选线条件限制,在同方向的两个圆曲线十分接近,而不能设置各个圆曲线独立的缓和曲线时,则往往采用与两个圆曲线相适应的一段缓和曲线与之衔接,即设计成复曲线形式。但复曲线存在设计、制作难度大,列车运行平稳性和乘客舒适性较差的缺点,因此一般不采用复曲线线形,标准中仅作为有此情况列入。

6.2.3 轨道线路的超高率设置,主要是为了实现车辆自身重力的分力提供转向的向心力去平衡离心力。单轨不存在翻车的情况,因此可以设置较大的超高率值。但是曲线上也有临时停车的可能,考虑到临时停车时乘客的舒适度,规定最大不得大于9%。根据现行地铁规范,对于横向加速度的舒适度指标,基本上在 $0.50\text{m/s}^2 \sim 0.65\text{m/s}^2$ 为“有些不舒适感觉,但可以忍受”的感觉范围,据此计算,为使欠超高率尽量不影响乘客舒适度,单轨欠超高率不应大于5%。但考虑到车辆的动力学稳定性,故规定正线欠超高

率坡度不宜大于 3%。载客运行区段道岔区由于没有设置超高率，可设置不大于 5%的欠超高率。当道岔区曲线半径为 100 米时，设计欠超高率为 5%过岔速度大于 25km/h，满足可挠性道岔的过岔速度要求。在非载客运行区段道岔区，最大允许欠超高率坡度可不大于 6.5%，以利车辆以较高速度通过曲线。但过岔速度除考虑欠超高率外，还应考虑道岔构造特点和车辆通过时的冲击影响，应结合道岔和车辆要求合理控制。为使过超高率尽量不影响乘客舒适度和车辆的动力学稳定性，故规定最大允许过超高率坡度 3%。

6.2.5 夹直线最小长度规定为不小于一节车辆长度，目的是避免一节车辆同时跨越在三种线型上，造成车辆运动轨迹过渡不顺畅。从运行安全性考虑，故规定夹直线长度不小于 15m。对于困难地段，允许减少到一节车辆的全轴距，一般可用在非正线、低速运行地段，尽量不要出现在正线上。

6.3 线路纵断面

6.3.2 线路最大坡度主要根据地形条件和车辆性能取舍。中运量跨座式单轨交通车辆采用橡胶轮胎，粘着力大，爬坡能力强。参照国内外已建线路的相关标准和运营情况，确定最大坡度采用 60‰。

6.3.3 第 1 款 为了一列车的运行线路不会出现两种以上坡段、坡度及竖曲线，保证列车的运行条件，故规定最小坡段长度不应短于远期列车编组长度。

第 2 款 当坡度较大时，是否需要限制最大坡长及如何计算最大坡长与车辆自重、载重及牵引系统特性有关。对于本型车，由于其车辆自重轻，且采用全动力转向架，一般情况下可不对坡长进行限制。

6.4 配线设置

6.4.1 第 1 款联络线接轨点规定：与正线的接轨点宜靠近车站，这是基本要求。在实际设计中，往往是联络线一端靠近车站接轨，另一端若与车站接轨，联络线线路过长，不尽合理，只能在区间接轨，这是根据上述联络线运行条件确定的。

第 2 款在两线同站台平行换乘站，仅需相邻线路之间宜设置单渡线，即可实现联络线功能。工程简单，管理方便，是对线网资源利用的经济性原则。

6.4.2 第 2 款《地铁设计规范》GB 50157 规定车辆基地出入线应避免与正线平面交叉，主要考虑地铁线路是超大城市、特大城市及 I 型大城市的骨干线路，运量大，行车密度高，能力要求高。而中运量跨座式单轨一般作为上述城市的辅助线路或 II 型大城市、中等城市的骨干线路，运量适中，行车密度和能力需求相对地铁线路略低，另外高架线路的出入段若采用立交疏解，也对城市景观影响较大，而国外日本、巴西的跨座式单轨也已经有采用平面交叉的案例，因此特殊情况下可设置与正线平面交叉的八字形出入线。

6.4.3 第 1 款 考虑跨座式单轨交通由于道岔设置的特殊性以及道岔造价高、城市景观影响、中运量定位等因素，配线的设置密度要低于钢轮钢轨交通系统，由于中运量跨座式单轨平均旅行速度不小于 30km/h，因跨座式单轨适应城市及线路等级，对城市的影响面不大，不必要求必须满足 30min 救援时间要求。因此正线上两故障车停留线的距离不大于 15km 较为经济合理。

6.4.4 由于道岔结构特殊，分别由移动台车支撑，若安装在坡道上，势必对道岔的受力状况及安装精度提出更高要求，因此规定当线路条件能满足时应尽可能将道岔设置在平坡上，当地形条件影响确有困难时，宜设在不大于 3‰的坡道上。

6.4.5 考虑到停车时车速较低，且为了减少工程量，高架线终端车挡能承受列车以 15km/h 速度撞击的冲击荷载为宜。

7 车站建筑

7.1 一般规定

7.1.4 考虑到中运量跨座式单轨一般行驶在市中心区域，当车站与商业区连接较近时，可不设公共厕所或公共厕所与工作人员厕所通用统一厕所，乘客可以下车后步行至邻近商业中心厕所，从而减小车站面积，节省资源与成本。

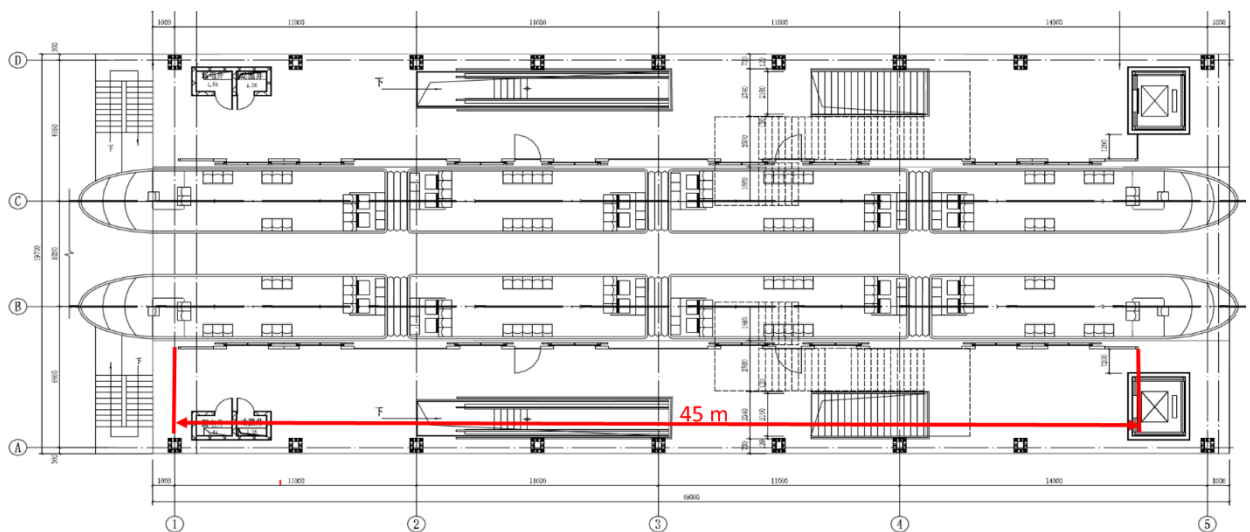
7.1.5 本条应注意避免过街客流与乘客人流冲突。

7.1.6 跨座式单轨交通的车站一般以高架站为主，且高架车站行车轨道区底部封闭，故安全防护措施可采用安全栏栅、站台门。当不设安全栏栅或站台门时，需在距站台边缘安全距离处设警示线。

7.3 车站平面

7.3.1 停车误差的确定与人工驾驶时司机操作的熟练程度或采用自动停车设备的先进程度有关。一般采用停车不准确距离为 $1\text{m}\sim 2\text{m}$ ，当采用站台门时停车误差应控制在 $\pm 0.15\text{m}$ 内。

有效长度以四编组为例：



7.4 车站出入口

7.4.1 本条规定“每个出入口宽度应按远期分向设计客流量乘以 $1.1\sim 1.25$ 的不均匀系数”，此系数与出入口数量有关，出入口数量多取上限值，出入口少取下限值。

7.5 人行楼梯、自动扶梯、电梯

7.5.4 此条规定自动扶梯设置标准是最低标准，必须满足。随着经济的发展，可根据各城市的财力相应提高标准。

7.6 站台门

7.6.6 目前国内外采用的屏蔽门均采用金属框和安全玻璃构成，为了乘客使用方便和安全，通常在安全玻璃上标识此门是活动门、应急门和固定门。

7.7 无障碍设施

7.7.4 位于站台上的电梯门一般情况下不应正对轨道向。当正对轨道向布置时，则门前应设栏栅遮挡。但栏栅不得侵入侧站台宽度内。

7.9 车站环境设计

7.9.2~7.9.6 这几条总的要求是：高架车站如何从景观角度考虑，尽可能减少车站的体量和具有良好的通透性；充分利用站台板下夹层空间，减少设于站厅层的设备、管理用房；减少设于路中高架车站站厅层的面积；改善高架站台层乘客候车环境；雨篷形式应采取半敞开式，达到遮阳、避雨等目的。

7.10 设备用房

7.10.1 跨座式单轨交通车站，一般为路中高架，因此为了不影响城市景观，站台应通透、轻量化，故车站内设备及管理用房应尽可能放置在道路红线以外或者站台下夹层。

7.10.4~7.10.5 这两条说明相关用途的设备用房应集中布置。

8 车站结构

8.1 一般规定

8.1.1 钢结构罩棚、天桥、附属结构的设计使用年限均为100年。

8.3 设计要求

8.3.2 该规定一般用于独柱侧式站台车站设计,岛式站台车站建议采用悬臂端计算挠度限值为 $L_0/400$ 。

8.3.3 高架车站的纵向柱距取 10 m~20m,主要为方便设计、简化构造考虑,当柱距大于 20m 时,站台、站厅的纵向梁设计相当困难。

8.3.4 城市轨道交通车站设计使用年限按 100 年考虑,故抗震设防类别应划为乙类。

8.3.10 “建桥合一”结构形式是指轨道梁直接支承在车站横梁上,支承轨道梁的墩柱及基础受到列车动荷载很大影响的车站结构形式;“桥建分离”结构形式是指高架区间桥在车站范围内连续,并与车站结构(站台和站厅的梁、板、柱及基础)完全脱开,各自形成独立的结构受力体系的车站结构形式。

9 轨道梁桥工程

9.1 一般规定

9.1.1 跨座式单轨交通采用梁轨合一的结构，全线铺设轨道梁，一般地段采用轨道梁桥结构，设置道岔的高架区段应采用道岔桥。为满足轨道梁的安装要求，轨道梁桥和组合桥上需要预埋支座锚箱及锚箱排水管道。由于轨道梁支座为抗拉力支座，在预埋支座锚箱时还应布置抗拉力钢筋，部分轨道梁桥上要布置机电控制柜和信号盒，区间的避雷接地也需要在轨道梁桥上预埋管道。

道岔桥一般采用预应力混凝土连续结构，道岔区应保证布置在一联内，道岔桥竖向刚度应保证道岔系统不均匀沉降要求。

道岔桥和道岔平台上应根据道岔要求预留道岔和控制机柜安装凸台基坑或预留连接钢筋，并应根据道岔要求布置供电及通信、信号系统电缆沟槽。

9.1.2 附属钢结构及疏散平台防腐按不小于 20 年设计使用年限设计。

9.2 设计荷载

9.2.1 荷载按其性质和发生几率划分为主力、附加力和特殊荷载。

主力是经常作用的；附加力不是经常发生的，或者其最大值发生几率较小；特殊荷载是暂时的或者属于灾害性的，发生的几率是极小的。

条文中将混凝土的收缩和徐变的影响列为恒载，因混凝土的收缩和徐变是必然产生的，其作用也是长期的，尤其对刚构、拱等超静定结构有显著影响。此外还将基础变位的影响也列为恒载。

桥梁因温度变化而收缩，因列车荷载作用而发生挠曲。

在轨道梁不平度的影响下，在车辆与桥梁耦合作用的过程中，会产生横向的振动，横向摇摆力可依据车桥耦合振动的方程进行求解

车辆单元质量矩阵、阻尼矩阵、刚度矩阵由 Lagrange 方程求得：

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} + \frac{\partial V}{\partial q_k} + \frac{\partial Q}{\partial \dot{q}_k} = 0 \quad (14)$$

上式中，V、T、Q 分别为车辆单元的总弹性势能、总动能、阻尼总耗散能量。

车辆振动的总能量：

$$T = \frac{1}{2}[M_c(\dot{Y}_c^2 + \dot{Z}_c^2) + J_{c\theta}\dot{\theta}_c^2 + J_{c\varphi}\dot{\phi}_c^2 + J_{c\psi}\dot{\psi}_c^2 + \sum_{i=1}^2 \frac{1}{2}[M_{ti}(\dot{Y}_{ti}^2 + \dot{Z}_{ti}^2) + J_{ti\theta}\dot{\theta}_{ti}^2 + J_{ti\varphi}\dot{\phi}_{ti}^2 + J_{ti\psi}\dot{\psi}_{ti}^2]] \quad (15)$$

M_c 、 $J_{c\theta}$ 、 $J_{c\varphi}$ 和 $J_{c\psi}$ 分别为 1 节车厢体的质量、车厢体质量绕 x 轴、y 轴和 z 轴的转动惯量：

M_{ti} 、 $J_{ti\theta}$ 、 $J_{ti\varphi}$ 和 $J_{ti\psi}$ 分别为每节第 i 个转向架的质量、转向架绕 x 轴、y 轴和 z 轴的质量惯性矩。

总弹簧变形势能：

$$V = \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} & \sum_{i=1}^2 K_{1i11} (Y_c - Y_{ti} - h_1 \theta_c + \eta_i s_i \psi_c - h_2 \theta_{ti})^2 \\ & + \sum_{i=1}^2 \sum_{n=1}^2 K_{2i1n} (Z_c - Z_{ti} - \eta_n b_2 \theta_c + \eta_n b_2 \theta_{ti} + \eta_n s_1 \varphi_c)^2 \\ & + \sum_{i=1}^2 \sum_{n=1}^2 K_{3i1n} (Z_{ti} - V_{3ijn} - \eta_n b_4 \theta_{ti} + \eta_j s_3 \varphi_{ti})^2 \\ & + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{n=1}^2 K_{4i1n} (Y_{ti} - V_{4ijn} + \eta_j s_2 \psi_{ti} - h_3 \theta_{ti})^2 \\ & + \sum_{i=1}^2 \sum_{n=1}^2 K_{5i1n} (Y_{ti} - V_{5ijn} - h_4 \theta_{ti})^2 \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

其中， X_{1i11} 、 X_{2i1n} 、 X_{3i1n} 、 X_{4i1n} 和 X_{5i1n} 分别表示空气弹簧横向变形、空气弹簧竖向变形、走行轮轮胎变形、导向轮轮胎变形和稳定轮轮胎变形； X_{3ijn} 、 X_{4ijn} 、 X_{5ijn} 分别表示走行轮、导向轮和稳定轮与轨道面接触轨道梁的位移。i 表示转向架悬浮在车体的位置，i=1 和 i=2 分别代表前转向架位置和后转向架位置；j 表示轮胎在转向架上的前后位置，j=1 和 j=2 分别代表一个转向架上的前轮胎和后轮胎；n 表示轮胎在转向架上的左右位置，n=1 和 n=2 分别代表一个转向架上的左轮胎和右轮胎。 η_i 是表示转向架的位置，当转向架处于车体的前部时， $\eta_i=1$ ，处于车体的后部时， $\eta_i=-1$ ， η_j 是表示轮对的前后位置，当轮对处于转向架的前部时， $\eta_j=1$ ，当轮对处于转向架的后部时， $\eta_j=-1$ ， η_n 是表示轮对的左右位置，当轮对处于转向架的左边时， $\eta_n=1$ ，当轮对处于转向架的右边时， $\eta_n=-1$ 。

阻尼耗散的总能量：

$$Q = \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} & \sum_{i=1}^2 C_{1i11} \left(\dot{Y}_c - \dot{Y}_{ti} - h_1 \dot{\theta}_c + \eta_i s_i \dot{\psi}_c - h_2 \dot{\theta}_{ti} \right)^2 \\ & + \sum_{i=1}^2 \sum_{n=1}^2 K_{2i1n} \left(\dot{Z}_c - \dot{Z}_{ti} - \eta_n b_2 \dot{\theta}_c + \eta_n b_2 \dot{\theta}_{ti} + \eta_n s_1 \dot{\phi}_c \right)^2 \\ & + \sum_{i=1}^2 \sum_{n=1}^2 K_{3i1n} \left(\dot{Z}_{ti} - \dot{V}_{3ijn} - \eta_n b_4 \dot{\theta}_{ti} + \eta_j s_3 \dot{\phi}_{ti} \right)^2 \\ & + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{n=1}^2 K_{4i1n} \left(\dot{Y}_{ti} - \dot{V}_{4ijn} + \eta_j s_2 \dot{\psi}_{ti} - h_3 \dot{\theta}_{ti} \right)^2 \\ & + \sum_{i=1}^2 \sum_{n=1}^2 K_{5i1n} \left(\dot{Y}_{ti} - \dot{V}_{5ijn} - h_4 \dot{\theta}_{ti} \right)^2 \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

由以上求得的车体总动能、总弹性势能和阻尼总耗散能量方程，将其带入 Lagrange 方程式中，从而分别求得车体和转向架各个自由度方向的运动方程。

车体的横摆运动, $Y_c = \dot{q}_k$

$$\begin{aligned} M_c \ddot{Y}_c + \sum_{i=1}^2 k_{1i11} (Y_c - Y_{ti} - h_1 \theta_c - h_2 \theta_{ti}) + \\ \sum_{i=1}^2 c_{1i11} \left(\dot{Y}_c - \dot{Y}_{ti} - h_1 \dot{\theta}_c - h_2 \dot{\theta}_{ti} \right) = 0 \end{aligned} \quad (18)$$

转向架的横移振动 $Y_{ti} = \dot{q}_i$

$$\begin{aligned} M_{ti} \ddot{Y}_{ti} + k_{1i11} (Y_{ti} - Y_c - \eta_i s_1 \psi_c + h_1 \theta_c + h_2 \theta_{ti}) + \sum_{n=1}^2 k_{5i1n} (Y_{ti} - V_{5ijn} - h_4 \theta_{ti}) \\ + \sum_{j=1}^2 \sum_{n=1}^2 k_{4ijn} (Y_{ti} - V_{4ijn} - h_3 \theta_{ti}) + c_{1i11} \left(\dot{Y}_{ti} - \dot{Y}_c - \eta_i s_1 \dot{\psi}_c + h_1 \dot{\theta}_c + h_2 \dot{\theta}_{ti} \right) \\ + \sum_{n=1}^2 c_{5i1n} \left(\dot{Y}_{ti} - \dot{V}_{5ijn} - h_4 \dot{\theta}_{ti} \right) + \sum_{j=1}^2 \sum_{n=1}^2 c_{4i1n} \left(\dot{Y}_{ti} - \dot{V}_{4ijn} - h_3 \dot{\theta}_{ti} \right) = 0 \end{aligned} \quad (19)$$

根据动力学原理，桥梁子系统的动力方程为：

$$M_B \ddot{X}_B + C_B \dot{X}_B + K_B X_B = F_B \quad (20)$$

上式中的 M_B 、 C_B 、 K_B 为桥梁子系统的总体质量矩阵、总体阻尼矩阵、总体刚度矩阵，由有限元计算而得， $\ddot{X}_B$ 、 $\dot{X}_B$ 、 X_B 为有限分别为桥梁离散单元节点的加速度、速度和位移矩阵， F_B 为速度和节点等效荷载矩阵，这里节间荷载等效于节点。

为保证求解过程的收敛性，计算中将车辆子系统方程和桥梁子系统方程联立求解。

$$\begin{bmatrix} \mathbf{M}_{vv} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{M}_{bb} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{\mathbf{X}}_v \\ \ddot{\mathbf{X}}_b \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{vv} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{bb} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{X}}_v \\ \dot{\mathbf{X}}_b \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{K}_{vv} & \mathbf{K}_{vb} \\ \mathbf{K}_{bv} & \mathbf{K}_{bb} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{X}_v \\ \mathbf{X}_b \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \mathbf{F}_v \\ \mathbf{F}_b \end{Bmatrix} \quad (21)$$

此处 F_v 、 F_b 由不平顺产生，为不平顺附加力向量。质量矩阵 M_{vv} 、 M_{bb} 即为车辆方程、桥梁方程中的质量矩阵，阻尼矩阵 C_{vv} 、 C_{bb} 即为车辆方程、桥梁方程中的阻尼矩阵。

当车辆在桥上行驶时，各轮胎的位置不断地改变，因此整个系统组成为一个时变系数的二阶线性微分方程组。利用时程分析算法求解车辆子系统方程和桥梁子系统方程联合起来的方程，求解车辆与桥梁的横向振动加速度，继而通过牛顿第二定律公式得到列车对桥梁的横向摇摆力。

《99 桥规》认为，当风力或离心力较大时，风力和离心力将会阻碍列车横向摇摆，因此列车的横向摇摆力减为很小，所以规定列车横向摇摆力不与最大离心力、风力同时组合，也就是说摇摆力值不与最大离心力值、风力值同时计算。但《铁路桥涵设计规范》TB 10002 中，经过铁道科学研究院的试验验证，列车横向摇摆力与离心力时同时存在的。德国铁路桥梁及其工程结构物规范 DS804 第 17A 条中规定：求算水平折角用的荷载组合时，列车横向摇摆力与离心力、风力的组合，并将列车横向摇摆力列入主力活载中。

在有流冰的河流上，流水压力比流冰压力小得多，因此流水压力一般可以忽略不计。检算桥墩受冰压力作用时，一般为桥上无车控制，而且与列车制动力同时发生的机会甚少，因此可不考虑与制动力或牵引力的组合。

船只或汽车撞击墩台发生的几率很小，地震力发生的几率更小，故将船只或汽车撞击力、地震力化为特殊荷载，规定不与其他附加力同时计算。施工荷载只是暂时的，还可以采取临时措施来保证安全，因而均列为特殊荷载，以免有过多的安全储备。

9.2.2 简支梁上的移动载荷是由移动车轮的质量 M_1 、簧上质量 M_2 、弹簧 k_1 、和阻尼器 C_1 组成的体系。

设梁的动挠度为 $y(x,t)$ ，簧上质量 M_2 的动位移为 $Z(t)$ ，并假设簧下质量 M_1 沿梁长移动而不脱离梁体，则其位移与其所在位置梁段的挠度一致，可以表示成 $y(Vt,t)$ 。

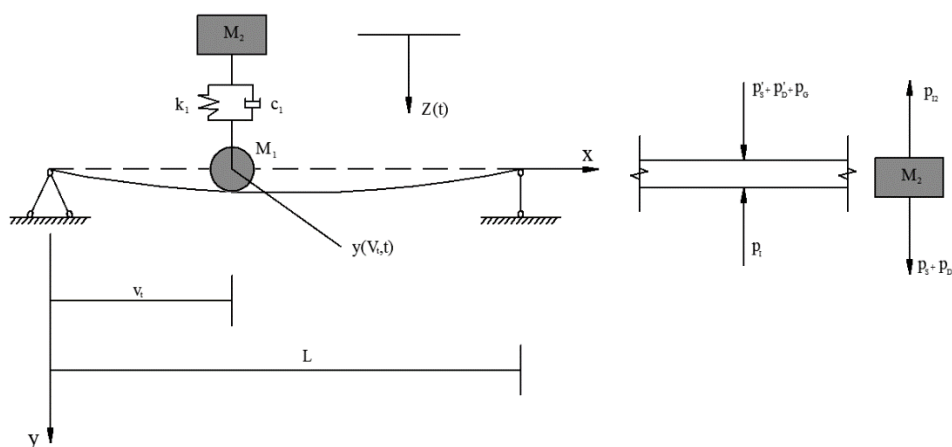


图 9-1 移动车轮加上簧上质量作用下的简支梁模型

作用在簧上质量 M_2 上的力有惯性力 $P_{I2} = M_2 \ddot{Z}_t$ 、弹簧由于 M_2 和体系所在位置梁的相对位移而产生的弹性力 $P_s = k_1[y(x,t) - Z(t)]|_{x=Vt}$ 、阻尼器由于 M_2 和体系所在位置梁的相对速度差而产生的阻尼力

$P_D = c_1 \left[\frac{dy(x,t)}{dt} - \dot{Z}(t) \right] \Big|_{x=Vt}$ 。 M_2 动力平衡方程推倒如下

$$M_2 \ddot{Z}(t) + k_1[Z(t) - y(x,t)]|_{x=Vt} + c_1 \left[\dot{Z}(t) - \frac{dy(x,t)}{dt} \right] \Big|_{x=Vt} = 0 \quad (22)$$

按照与前面同样的假定，体系以匀速 V 在梁上通过时，作用于梁的载荷包括：移动质量的重力；簧下质量的惯性力；弹簧由于 M_2 和体系所在位置梁的相对位移而产生的弹性力 $P_G = (M_1 + M_2).g$ ；

簧下质量 M_1 的惯性力 $P_1 = M_1 \cdot \frac{d^2 y(x,t)}{dt^2} \Big|_{x=Vt}$ ，弹簧由于 M_2 和体系所在位置梁的相对位移而产生的弹性力 $P'_s = k_1[Z(t) - y(x,t)]|_{x=Vt}$ ，阻尼器由于 M_2 和体系所在位置梁的相对速度差而产生的阻尼力

$P'_D = c_1 \left[\dot{Z}(t) - \frac{dy(x,t)}{dt} \right] \Big|_{x=Vt}$ 。因此有：

$$\begin{aligned} P(x,t) &= \delta(x - Vt)[P_G - P_1 + P'_s + P'_D] \\ &= \delta(x - Vt)[(M_1 + M_2).g - M_1 \cdot \frac{d^2 y(x,t)}{dt^2} \\ &\quad + k_1[Z(t) - y(x,t)] + c_1 \left[\dot{Z}(t) - \frac{dy(x,t)}{dt} \right]] \end{aligned} \quad (23)$$

因此，移动载荷作用下简支梁的动力平衡方程为

$$\begin{aligned} EI \frac{\partial^4 y(x,t)}{\partial x^4} + \bar{m} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} + c \frac{\partial y(x,t)}{\partial t} \\ = \delta(x - Vt) \left\{ (M_1 + M_2).g - M_1 \cdot \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} + \right. \\ \left. k_1[Z(t) - y(x,t)] + c_1 \left[\dot{Z}(t) - \frac{\partial y(x,t)}{\partial t} \right] \right\} \end{aligned} \quad (24)$$

按照振型分解法，梁的动挠度的表达式为

$$y(x,t) = \sum_{i=1}^{\infty} q_i(t) \cdot \phi_i(x) \quad (25)$$

式中 $q_i(t)$ 为广义振型坐标， $\phi_i(x)$ 为主振型函数；

将式 24 每一项乘以第 n 个振型函数 $\phi_n(x)$ ，沿梁的全长积分，并考虑到振型的正交特性，左边为

$$\frac{L}{2} \bar{m} \frac{d^2 q_n(t)}{dt^2} + \frac{L}{2} c \frac{dq_n(t)}{dt} + \frac{L}{2} \frac{n^4 \pi^4}{L^4} EI q_n(t) \quad (26)$$

右边为

$$\begin{aligned} P_n(t) &= P_{n1}(t) + P_{n2}(t) \\ P_{n1}(t) &= (M_1 + M_2) \cdot g \sin \frac{n\pi Vt}{L} - M_1 \sum_{i=1}^{\infty} \ddot{q}_i(t) \sin \frac{i\pi Vt}{L} \sin \frac{n\pi Vt}{L} \\ P_{n2}(t) &= [k_1 Z(t) + c_1 \dot{Z}(t)] \sin \frac{n\pi Vt}{L} - \sum_{i=1}^{\infty} [k_1 q_i(t) + c_1 \dot{q}_i(t)] \sin \frac{i\pi Vt}{L} \sin \frac{n\pi Vt}{L} \end{aligned} \quad (27)$$

联立可得

$$\begin{aligned} &[\ddot{q}_i(t) + \frac{2M_1}{\bar{m}L} \sum_{i=1}^{\infty} \ddot{q}_i(t) \sin \frac{i\pi Vt}{L} \sin \frac{n\pi Vt}{L}] + [2\xi_n \omega_n \dot{q}_n(t) + \frac{2c_1}{\bar{m}L} \sum_{i=1}^{\infty} \ddot{q}_i(t) \sin \frac{i\pi Vt}{L} \sin \frac{n\pi Vt}{L}] \\ &+ [\omega_n^2 q_n(t) + \frac{2k_1}{\bar{m}L} \sum_{i=1}^{\infty} \ddot{q}_i(t) \sin \frac{i\pi Vt}{L} \sin \frac{n\pi Vt}{L}] - \frac{2}{\bar{m}L} [k_1 Z(t) + c_1 \dot{Z}(t)] \sin \frac{n\pi Vt}{L} \\ &= \frac{2}{\bar{m}L} (M_1 + M_2) \cdot g \sin \frac{n\pi Vt}{L} \end{aligned} \quad (28)$$

结合上式得到简支梁与移动车轮加弹簧（阻尼器）加簧上质量体系的系统动力平衡方程组，这是一个无穷多自由度联立的方程组，利用矩阵方法表示，采用逐步积分的数值方法求解，可以表示简支梁在移动车轮加弹簧（阻尼器）加簧上质量体系的系统作用下的动挠度。

列车荷载竖向作用产生的最大响应 S_{dy} 可以根据系统动力平衡方程组来进行求解，列车竖向动力系数通常以列车在桥梁上通过时因列车荷载竖向作用产生的最大响应 S_{dy} （譬如简支梁跨中央处产生的最大挠度或最大弯矩）与列车在桥上静止时因列车荷载竖向作用产生的最大响应 S_{st} 的比值来表示，用来描述 S_{dy} 相对于 S_{st} 的增长率， S_{dy} 在数值上等于 S_{st} 与列车运行时桥梁因列车竖向动力作用（列车运行速度较高、线路轨道面不平整、车辆内部引起的竖向振动、轮缘缺陷等均使列车产生竖向动力作用）产生的竖向最大响应 S'_{dy} 之和，即 $S_{dy} = S_{st} + S'_{dy}$ ，所以

$$\text{动力系数} = \frac{S_{dy}}{S_{st}} = \frac{S_{st} + S'_{dy}}{S_{st}} = 1 + \frac{S'_{dy}}{S_{st}} = 1 + \mu \quad (29)$$

由于列车在运行中列车对桥梁产生的竖向荷载 P_{dy} （即列车竖向静活载 P_{st} 与列车竖向动力作用 P'_{dy} 之和）与列车竖向静活载 P_{st} 之比可认为

$$\frac{P_{dy}}{P_{st}} \approx \frac{S_{dy}}{S_{st}} = 1 + \mu \quad (30)$$

因此规范规定列车在桥上通过时考虑列车竖向动力作用在内等代的列车竖向活载 P_{dy} 为

$$P_{dy} = (1 + \mu)P_{st} \quad (31)$$

跨座式单轨交通由于采用胶轮混凝土梁的轮轨走行系统，相比铁路车辆的钢轮钢轨走行系统，能充分缓和车桥间的动力冲击，因此其动载系数相比于铁路车辆要小。根据中运量跨座式单轨 24m 轨道梁的试验结果，在车辆 AW3 载荷下，不同车速的 μ 值介于 0.17~0.2 之间。根据中运量跨座式单轨车桥耦合仿真验算的结果，车辆 AW3 载荷在不同长度桥梁上以不同车速通过时， μ 的仿真值介于 0.1~0.2 之间，且并不完全随桥梁跨度的增大而减小。

关于 μ 值和桥梁长度之间的关系，根据车桥耦合振动的研究，动力系数在中、高速时并不一定随跨度的增大而减小。桥梁跨度减短使桥梁刚度增大，从而使桥梁的基频增大，而桥梁第一阶竖向频率是影响动力系数的最主要因素，桥梁基频若增大，动力系数拐点速度后移，运营速度范围内的动力系数则是减小的。

9.2.3 为保证车辆行驶安全，跨座式单轨交通在曲线轨道梁上设置了超高率以平衡离心力。对于轨道梁，作用的离心力只考虑欠超高率即可，并且该值需考虑乘以冲击系数。《铁路桥涵设计规范》TB 10002 关于离心力计算规定如下：

位于曲线上的梁跨结构与墩台，当通过列车时，离心力的数值为：

$$C \cdot W = W \cdot V^2 / g_n R \quad (32)$$

式中： g_n ——标准自由落体加速度，为 9.80m/s²；

R ——曲线半径 (m)；

W ——物体重力 (kN)；

C ——离心力率；

V ——本线设计最高列车速度 (km/h)。

若 V 以 km/h 计，则得：

$$C = V^2 / 9.8 \times 3.6^2 R = V^2 / 127 R \quad (33)$$

关于离心力的计算方法，可以采用支点反力或换算均布活载的计算方法。其物理意义为相应于实际的各个竖向静活载(轴重或均布活载)各有其相应的离心力(集中的或均布的)。“支点反力法”将梁部竖向静活载的支点反力乘以离心力率即为由梁部传至墩台的离心力，台顶部分按实有的竖向静活载乘离心力率得台顶部分的离心力，这符合上述物理意义，一般可采用此法。在某些情况下按跨中换算的均布活载来计算也是可以的。

离心力是作用在车辆的重心处，并由曲线中心向外的水平力。

9.2.5 高架中运量公交系统由于不存在轨距加宽，所以车辆蛇行运动非常小，且因为采用橡胶轮胎，所以，水平力的冲击作用也很小。在 GB 50458 中，横向摇摆力取一列车辆设计荷载轴重的 25%，但 GB 50458 是基于重庆单轨的双轴转向架车辆制定，考虑到中运量跨座式单轨车辆单轴转向架，所以该条规定不再适用。以中运量跨座式单轨车辆转向架为单位计算，对其来说，单节车前后转向架的横向摇摆力大小相等，方向相反。所以对于轨道梁来说，其最不利荷载作用情况是前后转向架的横向摇摆力无法相

互抵消的情况，因此将荷载减半，根据试验实测数据，该车横向加速度最大不超过 0.15g，故横向摇摆力取值一般为 20KN 以内。

9.2.7 高架中运量公交系统单轨列车启动和制动时，对应其加速度的反作用力作用于轨道梁上形成列车纵向力，力的大小取决于制动或启动加速度。在 GB 50458 中，重庆跨座式单轨交通最大制动力或牵引力是车辆荷载的 15%。根据中运量跨座式单轨车辆启动和紧急制动试验实测数据，最大启动和紧急制动加速度均不超过 0.15g，当最大启动和紧急制动加速度大于 0.25g 时，该条规定不再适用，本标准将列车制动力或牵引力取为 15% 的列车静荷载。

9.2.9 对单轨线路终端结构体，必须设置车挡装置作为安全设备。一般车挡装置的构造体是采用由弹簧压缩来吸收单轨车辆冲撞的能量。对于位移和吸收力(缓冲力)的关系按式 36 计算。

$$F = KX \quad (36)$$

式中：F——吸收力(t)；

K——弹簧系数(t/cm)；

X——弹簧位移(cm)。

另外，冲撞能量和弹簧位移能量相等，按下式计算。

$$\frac{1}{2} \frac{W}{g} \left(\frac{V}{36} \right)^2 = \frac{1}{2} KX^2 \quad (37)$$

式中：W——单轨车辆的重量(t)；

V——冲撞速度(km/h)；

g——重力加速度。

因而：

$$X = \frac{WV^2}{3.6^2 Kg} \quad (38)$$

弹簧的位移吸收力即车挡装置的缓冲力，按照 37、38 式计算。

$$F = K \frac{WV^2}{3.6^2 Kg} = \frac{V\sqrt{KW}}{11.276} \quad (39)$$

单轨车辆上因设有自动列车停车装置，故不会对车挡装置产生冲撞，冲撞的可能性是在车辆调车，入库时，从站台处驶向车挡装置的时候。而且，这时速度非常低，3km/h~4km/h 以下，单轨车辆荷载也只是空车荷载。

因而，车挡装置给结构带来影响的冲击荷载应根据安全设备，按照单轨车辆的速度及空车时单轨车辆的荷载计算，也可按照式 39 计算。

9.3 设计原则

9.3.3 轨道梁

2 经过计算研究,标准 PC 轨道梁的跨径分别为 20m、25m、30m、且尽量采用 3 孔一联的连续刚构体系。曲线半径 $\geq 1000\text{m}$ 时,采用 30m 轨道梁;曲线半径 $\geq 400\text{m}$ 且 $< 1000\text{m}$ 时,采用 25m 轨道梁;曲线半径 $\geq 100\text{m}$ 时,采用 20m 轨道梁。GB 50458 中对轨道梁竖向挠度不应超过其跨度的 $1/800$,该值是根据日本《单轨构造设计指南》和重庆试验结果确定的。《跨座式单轨交通设计规范》GB50458 中对轨道梁架设后,后期徐变上拱值不应超过 12mm ,但重庆已建成单轨的标准跨度为 22m ,若标准跨度增加后,后期徐变上拱值必然增加。鉴于中运量跨座式单轨系统轨道梁的截面尺寸和梁跨均发生了变化,在无试验数据支持下,很难给出具体数值,建议采用 $L/1800\text{mm}$ 更合适,L 为跨度 (m)。关于后期徐变的控制限值,还需在今后的工程实践中进一步研究。

10 道 岔

10.2 道岔类型

道岔类型如下分析所示

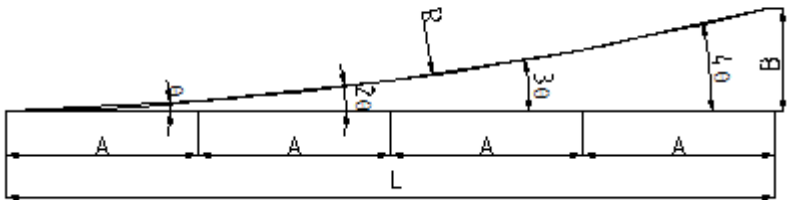


图 10-1 关节型单开道岔

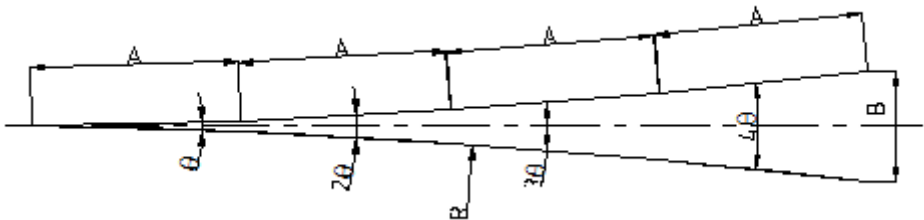


图 10-2 关节型对开道岔

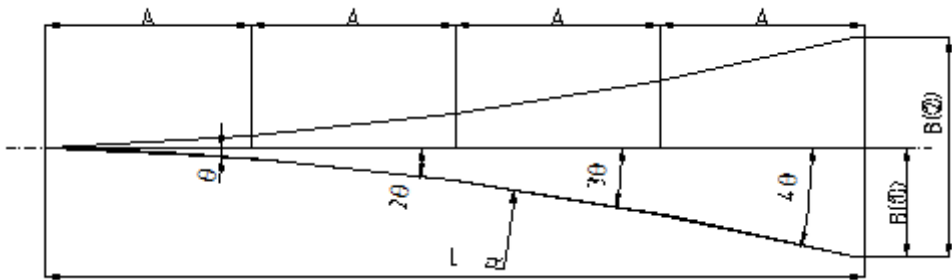


图 10-3 关节型三开道岔

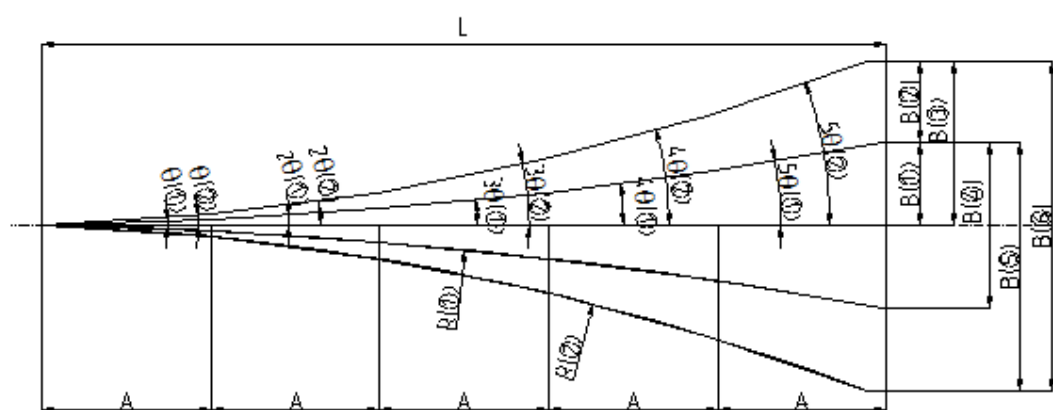


图 10-4 关节型五开道岔

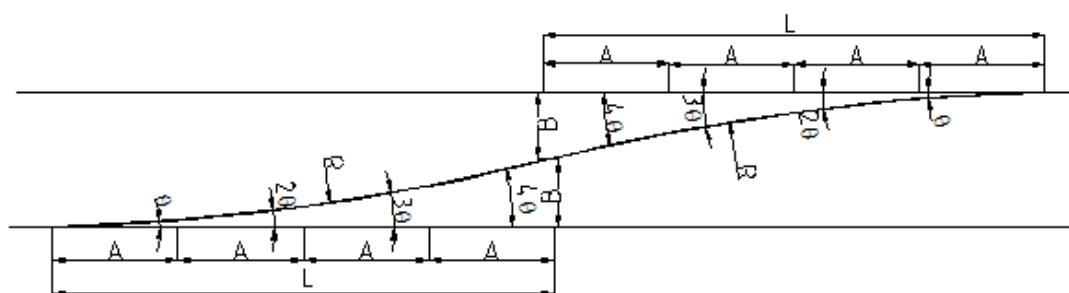


图 10-5 关节型单渡线道岔

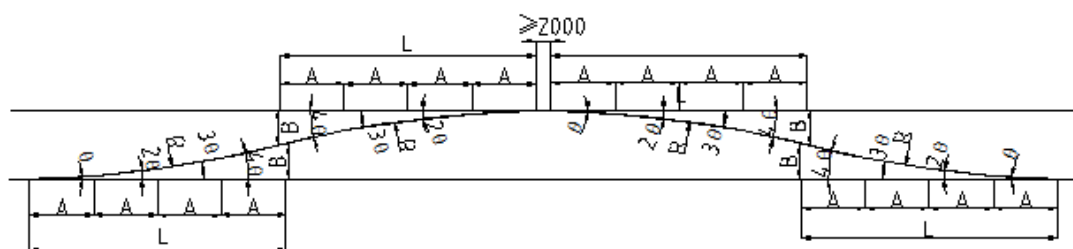


图 10-6 关节型双渡线道岔

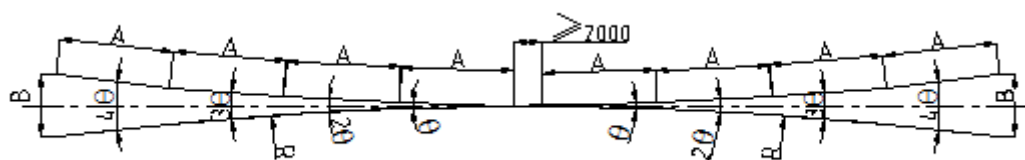


图 10-7 关节型交叉渡线道岔

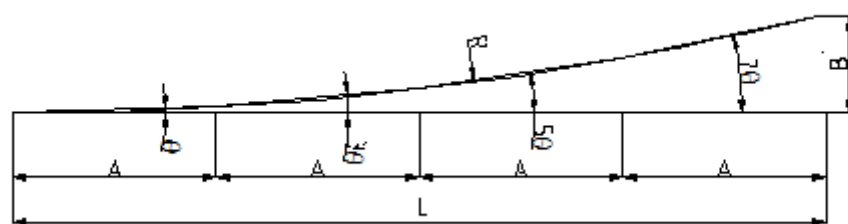


图 10-8 关节可挠型单开道岔

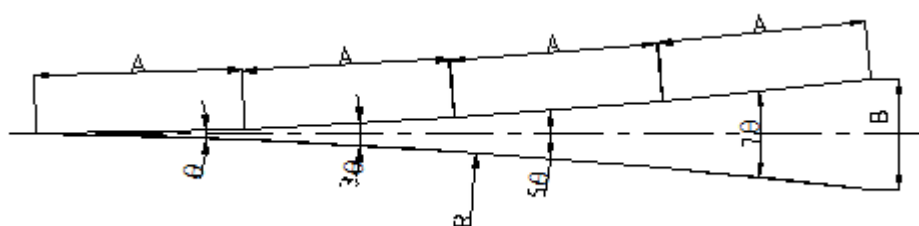


图 10-9 关节可挠型对开道岔

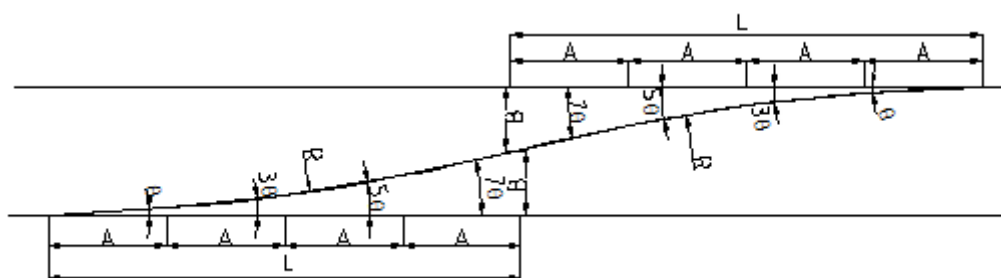


图 10-10 关节可挠型单渡道岔

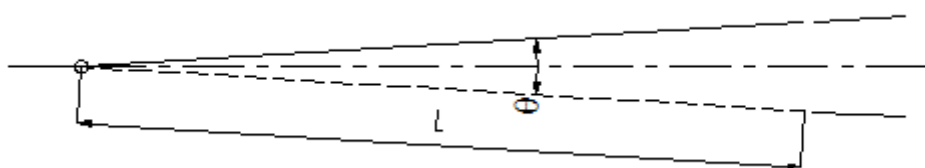


图 10-11 枢轴型对开道岔

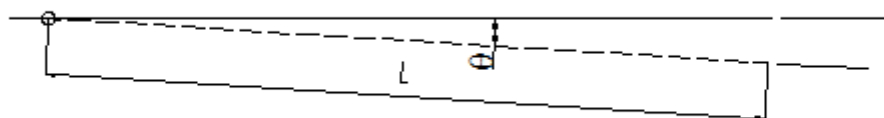


图 10-12 枢轴型单开道岔

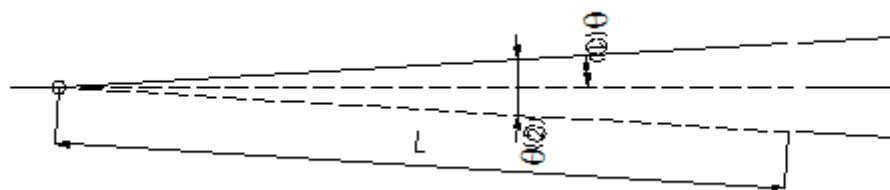


图 10-13 枢轴型三开道岔

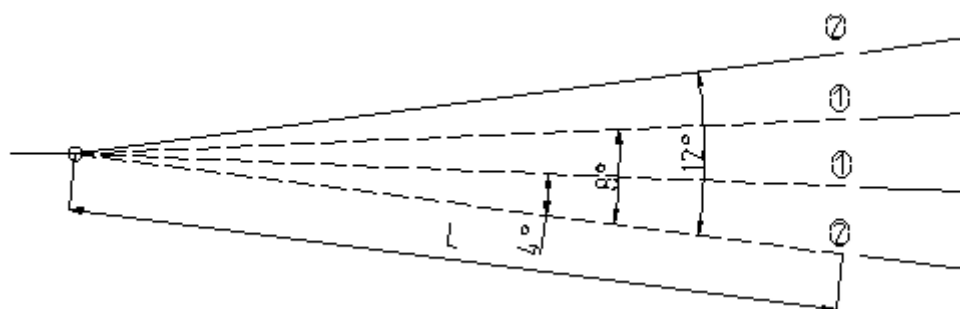


图 10-14 枢轴型四开道岔

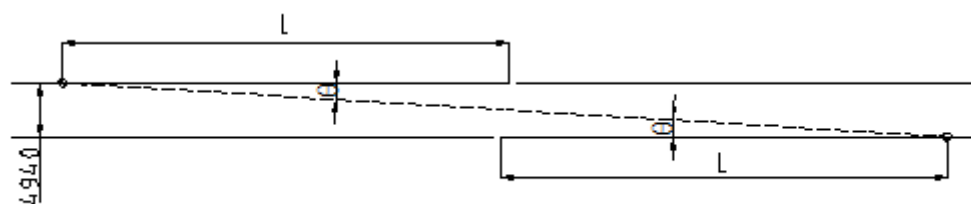


图 10-15 枢轴型单渡道岔

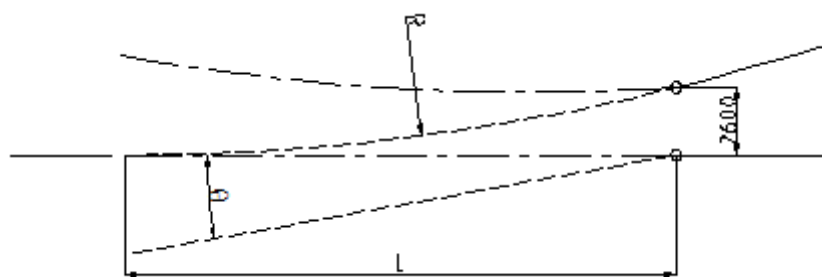


图 10-16 梁替换型单开道岔

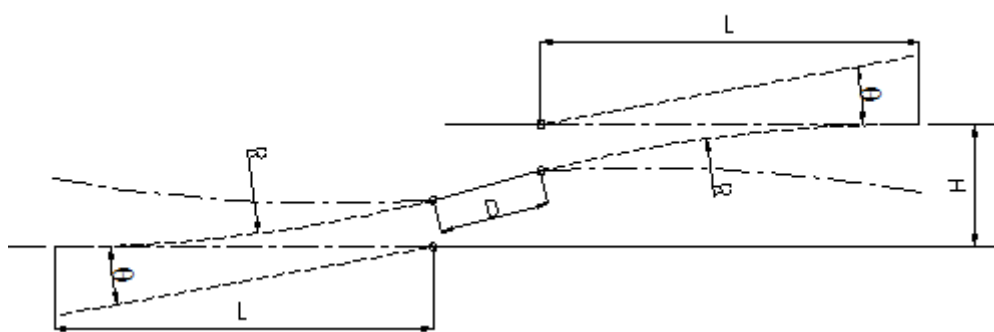


图 10-17 梁替换型单渡道岔

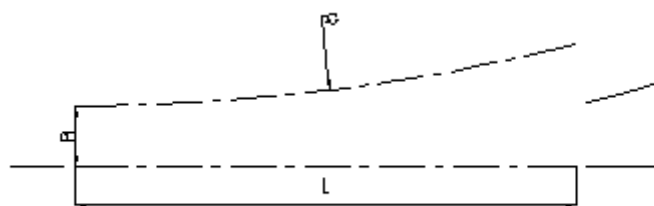


图 10-18 平移型单开道岔

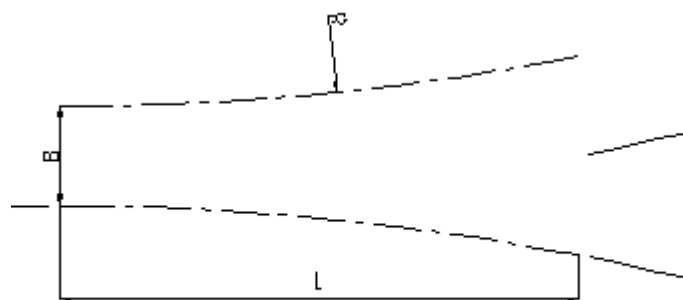


图 10-19 平移型对开道岔

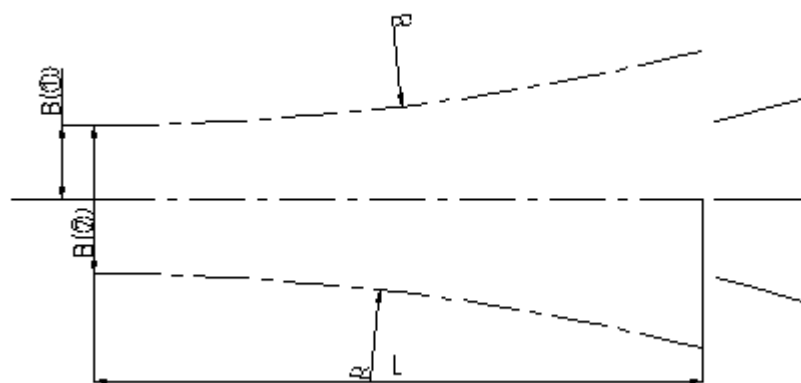


图 10-20 平移型三开道岔

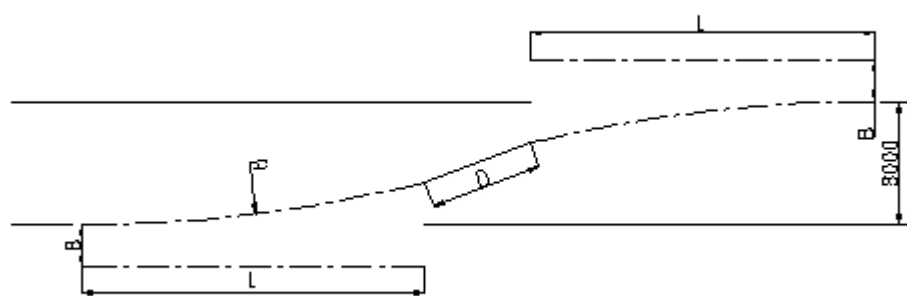


图 10-21 平移型单渡道岔

11 支 座

11.1 一般规定

11.1.2 单线有抗拉需求的轨道梁采用铸钢拉力支座；用横梁连为一体的双线钢结构轨道梁没有抗拉需求，采用球型钢支座。

11.1.5 跨座式单轨轨道梁是列车的导向机构，不允许其横向摇摆，抗震只能靠抵抗地震力的方式实现。

11.2 支座选型与布置原则

11.2.1 第 1 款所指支反力包括竖向力、横向水平力、纵向水平力以及横向扭矩；

第 6 款轨道梁作为列车的导向装置，轨道梁接缝处梁顶面与侧面的面差需小于 2mm 方能保证列车的舒适性要求，由于现有施工水平无法满足此要求，支座需具备调整轨道梁线形的功能。

11.3 拉力支座

11.3.4 铸钢拉力支座示意图如图 11-1、11-2 所示

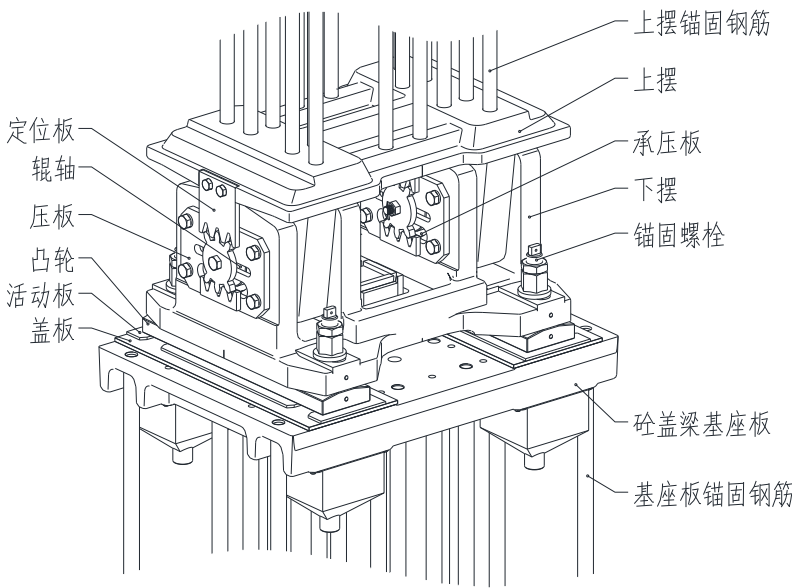


图 11-1 PC 轨道梁活动支座配砟盖梁基座板

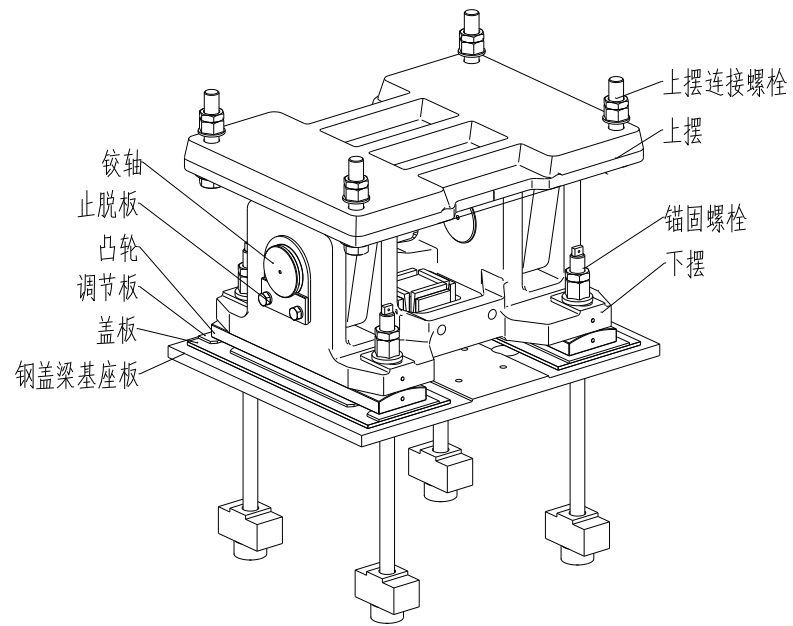


图 11-2 钢梁固定支座配钢盖梁基座板

12 地下结构

12.4 耐久性设计

12.4.2 由于地下结构形式和施工方法的复杂性，完全按照目前可靠度方法进行设计还存在一些问题。因此，在国家现行标准《公路隧道设计规范》JTGD 70 和《铁路隧道设计规范》TB10003 中保留或部分保留了按破损阶段法设计的规定。设计中采用与实际工作特点相符的设计方法和规范是确保工程安全、可靠的重要保证。

13 工程防水

13.1 一般规定

13.1.2 隧道工程时大型构筑物，长期处于地下，时刻受地下水的渗透作用，防水系统成败直接影响结构耐久性和安全运营，因此提倡“以防为主”。“刚柔结合”主要从材料角度要求在工程中，刚性材料与柔性材料结合使用，互有所长；“多道设防”是针对中运量跨座式单轨交通系统工程的特点和要求，通过材料和构造措施，发挥各自作用，以确保工程的防水防腐要求。因此目前地铁防水采用了防水混凝土结构自防水，并在结构迎水面设置柔性防水层的措施。重庆地区地质条件特殊，穿越山岭的区间隧道仅采用防水措施难以满足工程要求，因此提出了限量引排的观点，但需满足贫水稳定地层、围岩渗透系数小、排水不会对周围环境及地面建筑物造成影响和破坏，不会形成不均匀沉降。“因地制宜，综合治理”，是指勘察、设计、施工、管理和维护保养等各环节均要考虑防水要求。防水方案应根据水文地质条件和地方特点制定。

13.3 高架结构防水

13.3.1 桥面所处的环境通常受大气降水、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。用于桥面防水层的材料品种较多，以耐老化、耐振动荷载的涂料为优。

13.3.2 桥面应充分利用排水的便利，以排为主，有序、畅通排放。

14 通风、空调与采暖

14.3 地下部分的通风、空调与采暖

14.3.4 《地铁设计规范》GB50157 规定公共区空调人员新风量不小于 $12.6\text{m}^3/\text{h}$ ，但《公共场所集中空调通风系统卫生规范》WS 394 要求候车室集中空调系统人员新风量不小于 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，取上述两者大值，故本条人员新风量取不小于 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。

15 给水与排水

15.3.5 室外雨水系统的设计中，应按照当地政策和地区条件，统筹考虑建设项目的低影响开发雨水系统构建。

16 供电系统

16.1 一般规定

16.1.9 本条属于再生制动能量的利用。

16.2 供电

16.2.1 中运量跨座式单轨交通的远期建设将呈网络状，因而中运量跨座式单轨交通外部电源方案的确立，不应局限在某一条线路，而应该结合轨道交通线网进行统筹考虑。外部电源方案还直接受到城市电网的现状条件及规划的影响，包括建设时序能否合理衔接等。外部电源方案尤其是采用集中式供电，其主变电所或电源开闭所的位置及线路走廊也应符合城市规划的要求。

16.2.2 这些条件是供用电双方必须明确并互提资料的内容，经双方确认后作为设计及运营的依据。中运量跨座式单轨交通供电的一次接线方案与城市电网相互联结，与双方安全运行有着密切关系，因此一次接线方案应征得城市电力部门同意。

16.3 变电所

16.3.5 因采用金属铠装封闭式开关柜或SF6气体绝缘柜，母线故障率极低，母线故障可不考虑。

16.3.9 结合变电所采用无人值守方式，直流操作电源供电时间为2h。

16.4 接触轨

16.4.1 中运量跨座式单轨交通接触轨采用负极接触轨为回流电路，由牵引变电所直流快速断路器柜至正极接触轨间的直流电缆称为上网电缆，由负极接触轨至牵引变电所负极柜间的直流电缆称为回流电缆。

16.6 电力监控

16.6.13 本条内容参照《地铁设计规范》GB 50157和《跨座式单轨交通设计规范》GB 50458的相关规定编制而成。部分指标，如“双机自动切换时间：不应大于30s”与目前实际采用值相差较大，设计中可根据目前实际装备水平合理取值。

17 通 信

17.1 一般规定

17.1.3 目前轨道交通民用通信系统建设模式由中国铁塔公司投资建设，轨道交通的通信系统设计不再考虑民用通信系统的系统设计，只考虑预留系统引入地下空间的基础条件。名称由民用通信系统改为民用通信基础预留。

17.1.4 乘客信息系统不单独成章，纳入专用通信系统。电源系统与接地章节分成电源系统和接地二部分。接地部分与增加设备防雷内容组成设备防雷及接地。

17.7 时钟系统

17.7.4 接受北斗与GPS标准时间信号，可弥补GPS作为唯一同步时钟源而存在的系统风险。

18 信 号

18.1 一般规定

18.1.1 中运量跨座式单轨交通信号系统必须适应运营管理需求，但与地铁项目不同，不再强调满足大运量、高密度行车运营要求。

18.2 系统要求

18.2.3 目前国内外跨座式单轨已开通运营线路信号系统主要为移动闭塞和固定闭塞两种闭塞方式。从条文应提供闭塞方式类型的完整性考虑，准移动闭塞也做为可选择的一种闭塞方式纳入条文。

18.2.4 中运量跨座式单轨交通采用混凝土梁和钢梁，车轮采用橡胶轮胎，信号系统工程运用环境与传统地铁钢轮钢轨项目存在一定差别。信号ATC系统需要与之相适应，系统设备选择及应用同时还要满足维护管理要求，轨旁设备便于安装和维护。

18.2.8 根据IEC 62290-1《城市轨道交通管理与控制系统 —第1部分：系统原则和基本概念》，国际公共交通协会（UITP）将列车运行的自动化等级（GoA）划分如下表所示5级：

表18-1 列车运行自动化等级

自动化等级	列车运行方式	驾驶模式
GOA0	目视下列车运行	非限制人工驾驶模式、限制人工驾驶模式。
GOA1	非自动列车运行	司机人工驾驶的列车自动防护模式。
GOA2	半自动列车运行	司机监督驾驶的列车自动运行模式。
GOA3	有人值守下列车自动运行	全自动运行模式。
GOA4	无人值守下列车自动运行	

18.2.9 中运量跨座式单轨交通作为解决城市旅客出行的正常运营线路时，其运营能力要求相对较高，信号ATC系统正常运营采用连续式列车控制方式是必要的。对于非城市运营线路(如旅游观光等线路)，在参照本要求时可根据情况适当放宽。

18.6 车辆基地信号系统

18.6.5 中运量跨座式单轨交通采用特殊的轨道形式，即使在车辆基地，道岔非接通位置也是悬空的。因此，必须采取特殊的措施，防止列车错误出发。在国内开通运营的单轨中，分别采用了不同的信号制式，但是在车辆基地内均不实现基于电子图的列车保障下的控制。由于列车在场、段内均未载入电子地图，如未能读取到有效的信息，例如环线或者应答器设备本身故障的情况出现，会致使列车不能收到有效的制动信息而且列车无法获知自己没有收到信息的事实。考虑到防止误出发对中运量跨座式单轨的重要性，故车辆基地一般情况下应设置“防误出发”设备。

19 自动售检票

19.1 一般规定

19.1.2 建设独立的清分中心系统主要考虑跨座式单轨交通系统能够对本线进行灵活的票务及数据管理。当跨座式单轨交通为城市第一条轨道交通线路时，清分中心的任务是承担本线路全部自动售检票业务和对外部城市“一卡通”接口功能；当跨座式单轨交通仅为已运营城市轨道交通线网中的后续一条线路时，新建独立的清分中心将承担本线自动售检票业务与票价策略，对外部城市“一卡通”接口功能由上一级清分中心系统负责。

19.1.7 自动售、检票机数量的计算按照近期高峰小时客流量计算布置，基本能够满足线路开通运营后近 10 年的客流量增长需要。随着自动售检票设备技术的不断更新换代，作为中小客运量的跨座式单轨交通，可以考虑引入新的自动售检票模式来提高设备利用率和通过率。

19.2 售、检票设备与功能

19.2.6 检票机应能够或预留处理轨道交通网络中的所有车票种类，包括 IC 卡车票、手机 SIM 卡车票，NFC 及二维码等不同种类的支付方式或设备。

19.2.7 自助票务终端由乘客自行操作，可进行购票、补票、查询、提供票务向导等功能。

19.3 系统与网络架构

19.3.1 单轨交通客流量较小的车站，票务处理需求简单，可不设车站级系统。售检票实时业务由本站终端负责处理，非实时业务由中心级系统承担。

19.3.7 采用企业级线路中心设备和专用以太网传输链路是提高售检票系统数据管理效率和系统可靠运作的基本要求。

19.4 车票与票务管理

19.4.5 城市新建第一条单轨交通时应考虑完善的单程票采购、发放、处理流程，配备相关设备和用房。单程票处理设备及用房宜集中设置在维护中心。

19.5 设备布置与管线原则

19.5.6 自动售票机嵌墙式安装时，机柜后部维修空间宜与车站其它售检票设备合用。

19.5.7 无吊顶的车站站厅售检票设备线缆应采用暗敷方式，有吊顶时应优先采用电缆桥架高位敷设。

19.6 供电与接地

19.6.1 检票机配置免维护蓄电池可确保外部电源丢失时刷卡交易数据的完整性。

20 火灾自动报警

20.1 一般规定

20.1.2 中运量跨座式单轨交通系统以高架车站为主，车站建筑规模较小，当车站采用自然排烟时，宜设置区域火灾报警系统，可采用车站群组或控制中心集中监管模式。

20.3 消防联动控制

20.3.2 中运量跨座式单轨车站设置在其他建筑物内或与其他建筑物直接连通时，车站控制室及控制中心应监视其火灾灾情发展，采取措施防止火灾扩散到车站内；当无法避免时，有助于提前做好疏散应急准备。

20.4 火灾探测器与报警装置的设置

20.4.5 在车辆基地等高大空间区域，当采用吸气式感烟火灾探测器、线型火灾探测器时，探测区域范围应与机械防烟排烟的防烟分区范围一致，避免探测区域范围超过防烟分区范围，同时启动多个防烟分区的防、排烟工况，影响防、排烟效果。

20.5 消防控制室

20.5.4 当地面车站、高架车站规模较小，且未设置有需要消防联动控制的机械排烟防烟系统、气体灭火系统时，可仅设置区域火灾自动报警系统，该区域火灾自动报警系统应接入区域集中车站控制室或控制中心统一监控、管理，简化建筑规模较小地面车站、高架车站的火灾自动报警系统，降低投资。

20.7 布线

20.7.1 由于火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路需要在火灾时继续工作，应具有相应的耐火性能，因此规定此类线路应用导线或电缆的要求。

21 环境与设备监控

21.1 一般规定

21.1.1 地面车站、高架车站所监控设备较少，可采取与信号系统集中站与非集中站一样的管理模式，选择位于线路中间位置的地面车站、高架车站、地下车站或信号系统集中站作为该区域的环境与设备监控系统集中站，在该车站设置车站级环境与设备监控系统，相邻地面车站、高架车站仅设置现场级系统，通过现场总线或工业以太网接入相邻环境与设备监控系统集中站的车站级，由该集中站统一监控和管理；当线路的车站较少且为高架车站、地面车站时，也可只设置中央级环境与设备监控系统，高架车站、地面车站仅设置现场级系统，通过现场总线或工业以太网直接接入中央级，由中央级系统统一监控和管理。

21.7 系统布线、供电、防雷及接地

21.7.1 车站、车辆基地兼用防烟、排烟风机一般由环境与设备监控系统监控，在火灾时，火灾自动报警系统向环境与设备监控系统发送防烟、排烟模式指令，由环境与设备监控系统直接控制现场设备启动或停止，按《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 中 10.1.5 条的规定，火灾自动报警及联动控制系统在火灾状态时应能连续工作 3h 以上，环境与设备监控系统采用 UPS 供电，一般不单独配置蓄电池，因此，规定参与消防联动的环境与设备监控系统设备的 UPS 后备供电时间不应小于 3h。

21.7.2 由于参与消防联动系统的供电线路、消防联动控制线路需要在火灾时继续工作，应具有相应的耐火性能，因此规定此类线路应用导线或电缆的要求。

22 综合监控

22.1 一般规定

22.1.3 所谓对系统集成是指将接入子系统的全部信息都由综合监控系统传输，子系统车站级和中央级功能由综合监控系统实现。子系统没有自己单独的信息传输网络。所谓对子系统互联则是被联子系统具有自己单独的信息传输网络，是独立系统。但综合监控系统与它在不同的网络级别接口，接入综合监控系统所需的信息，实现对这些子系统的监控功能。在具体实施时，集成互联的范围可根据各地的运营管理需求进行调整。

22.1.4 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，由于跨座式单轨系统以高架为主，需要监控机电设备数量偏少。如设置综合监控系统以行车调度为核心集成 ATS。

22.2 系统设置原则

22.2.1 综合监控系统应充分考虑运营管理需求构建系统，既要满足对车站设备的监视和控制要求，同时也要满足基本的维修维护要求。

22.3 系统基本功能

22.3.6 综合监控系统应根据正常、火灾和紧急等不同工况，联动广播系统、视频监控系统、乘客信息系统、自动售检票系统、站台门等系统，满足各类工况下客流组织、乘客服务、安全保障和防灾救灾等各类需要。

22.4 硬件基本要求

22.4.3 由于跨座式单轨系统应高架为主，高架部分机电设备监控量较少，因此车站级综合监控系统设备可优化配置，以区域多个车站为单位集中设置服务器或与中央级合设服务器。

22.7 其他

22.7.1 综合监控系统电线和电缆的选型应考虑电缆运用安全，以及防止火灾情况下引燃电缆产生有害气体危及人身安全和健康，以及为保障系统正常工作。

23 门 禁

23.1 一般规定

23.1.2 门禁系统出入口安全管理功能是指安全监控管理、授权管理、黑名单管理、发卡管理等，也可根据运营管理的需要设置出入口通道门控制、考勤、人员调度管理、巡更等功能，并进行系统配套设计。

23.1.3 统一授权应遵循统一的系统标准和接口标准，根据其功能划分五个安全等级：一级为线网级，最高权限，拥有进入线网所有的设备和管理用房及通道门的权限；二级为线路级，拥有进入某条线路内所有的设备和管理用房及通道门的权限；三级为车站级，拥有进入车站所有设备和管理用房及通道门的权限；四级为专业或部门级，拥有进入全线或部门所有相同性质的设备或管理用房及通道门的权限；五级为个人级，只有进入车站或公司个人的办公管理用房及通道门的权限。

23.2 安全等级和监控对象

23.2.1 门禁系统设计应明确监控对象和安全等级。一级应设双向读卡器，进门侧应设密码键盘或其他识别装置，并应与闭路电视监控系统联动监控；二级应设双向读卡器，进门侧应设密码键盘或其他识别装置；三级应设双向读卡器或设单项读卡器，进门侧应设密码键盘或其他识别装置；四级应设单项读卡器；进入中央控制室的通道门应设一级门禁，总调度台上应设门铃、开门控制按钮及对讲电话，进入中央控制室的双层通道门宜设门禁联动控制，即外层门关闭后，才可以用卡刷内层门的读卡器开内层门，在两层门之间还应设闭路电视监控。

24 运营控制中心

24.1 一般规定

24.1.1 随着跨座式单轨交通现代化和自动化技术的发展,运营管理水平不断提高,运营过程中被监控对象之间的关系越来越复杂,运营过程中的监视、控制、操作和管理渐趋集中,运营的安全性、可靠性越来越受到重视。为了确保列车和各系统安全、可靠和高效的运行,方便运营操作人员对运营过程实施全部的集中监控和管理,在建设时需要建立一个具有适当环境、条件及规模的运营指挥、调度和控制的运营控制中心,简称控制中心。

24.1.2 随着城市轨道交通向网络化建设的发展,为方便轨道交通网的运营管理、节约城市土地资源,在满足控制中心功能要求的前提下,根据城市轨道交通线网规划,控制中心可单条跨座式单轨交通线路单独建造,也可多条线路合建或跨座式单轨交通线路与地铁、轻轨等其他城市轨道交通线路合建。

24.1.3 跨座式单轨交通控制中心的设计应与工程条件和运营需求相适应,总体布置应考虑安全可靠、操作方便、维修方便、管理方便及运营成本低廉等。在工程实施时应从工程的实际出发,根据运营管理体制、控制线路的数量及线路长度、系统配置、设备类型及设备数量等,经济合理地确定控制中心的规模及装修标准。考虑到线路延伸、投入运营后可能出现新的运营需求以及新系统、新设备的推广应用等,控制中心宜适当预留将来发展的余地,以适应可能的发展和变化。

24.1.4 控制中心的位置宜选择在靠近城市道路干线、离线路较近、靠近车站、接近监控管理对象的中心地带,方便全线运营管理及各系统的连接,方便与城市其他线网连接,并能兼顾多条线路的场所,缩短与线路的距离,降低工程和管线投资及运营管理费用,便于在紧急情况下组织事故抢修及事件的处理。

24.2 功能分区与总体布置

24.2.2 运营操作区应靠近设备区和运营管理区,以便设备间的电气连接、减少管线敷设的距离、便于运营管理;设备区和维修区宜相邻设置,以便设备的维护管理。

24.2.3 考虑到防止雷电干扰等,中央控制室和设备区不宜设在建筑物的最顶层,也不宜设置在地下。

24.2.5 运营操作区应具有全线运营监视、操作、控制、协调、指挥、调度、管理及值班等功能,宜设中央控制室、紧急事件指挥室、总调度长室、值班主任室、值班休息室及男女卫生间等功能房间。其中总调度长室、值班主任室、值班休息室为一般的办公室;运营操作区应作为独立的安全分隔区,宜考虑配置保安设施;在安全分隔区内,宜考虑单独设置男女卫生间,减少调度人员中途离岗时间;进入中央控制室应设缓冲区。中央控制室各系统设备的布置及设计应满足下列要求:

第2款室内设备布置和造型应力求整齐、紧凑、美观大方,便于观察、操作和维修,有利于通风、采光,为操作人员和运行设备创造一个良好的工作和运行环境,并便于调度人员行动和疏散。设备布置还应使设备之间的连线短,外部管线进出方便。

第5款,各系统模拟屏宜统一考虑,调度台和模拟屏宜呈弧形布置,模拟屏的屏前和屏后、调度台的台前和台后应留有足够的操作和维护作业空间,并预留近期和远期发展位置。通道宽度应满足工作人员进出、联络、维修设备进出的需要。

24.2.6 第1款设备区设备房有多种布置方式,可按系统划分或按线路划分,可采用封闭式布置或通透开放,集中式布置或分散式布置,也可按上述各种方式的混合式布置,具体布置方式需根据管理体制、运营模式等情况确定。

第2款设备区各系统设备房的布置楼层或位置宜以方便运营管理、体现安全性和重要性为原则,即直接为行车指挥服务的信号系统设备房,包括ATS设备室、运行图编辑室和打印室应靠近中央控制室,其次为通信系统设备室、电力监控系统设备室、火(防)灾主动报警系统及环境与设备监控系统房,最后是通信电缆引入室和其他系统设备用房。

24.2.7 运营管理区应具有跨座式单轨交通中央级运营技术管理和生产管理等功能,宜设置主任室、运营管理技术室、运行图编辑室、运营生产管理室等管理功能房间,配置必要的办公、管理和生活设施。上述用房可根据实际需要设置或合并设置。

24.3 建筑与装修

24.3.1 控制中心的建筑布局应满足工艺要求,同时应符合以下规定:

第1款控制中心作为运营管理核心,建筑布局应满足工艺要求,以功能、安全、节能、环保为控制要素。从实际出发,经济合理地确定规模水平及装修标准,建筑装修应简洁、实用,色彩与光环境应适应操作人员日常工作舒适、轻松的要求。

第4款中央控制室应设两个出入口与外部相连,门的大小应考虑操作人员和室内设备及维修设备的进出搬运方便,一般至少有一个门的宽度为1.2m、高度为2.3m,门扇向外开,不设门槛,要严密防尘防鼠,并符合现行消防规范、规定的要求。

第5款控制中心与其他建筑合建时,控制中心应设独立的进出口通道(包括电梯等)以及消防通道。中央控制室和各系统设备房不宜与不明使用功能的建筑用房直接相邻,其间应有一定的隔离形成缓冲带或者隔离带,必须设置可靠的防火防爆隔离设施,确保控制中心的独立性、安全性和可靠性。

24.4 布线

24.4.3 建筑物常用的布线方式和敷线方式有明管布线、汇线槽布线、墙体和地面埋线、电缆井布线、电缆走廊或电缆通道布线、架空布线、夹层布线、电缆沟布线、电缆隧道布线等敷线方式,采用何种敷线方式,应视具体情况而定。电缆的选择和管线的敷设过程应符合消防规范和防火要求。管线敷设应尽量做到线路短、交叉少、敷设整齐美观,便于调试、查线和补线,方便维护管理;管线敷设应把不同用途种类的电缆和管线分别敷设在不同层次的支架上,强电电缆和弱电电缆应分开敷设,防止强电对弱点的干扰或互相干扰。

24.4.4 控制中心不同楼层之间采用竖向布线，竖向布线宜采用电缆井敷线方式，强电和弱电电缆宜分别使用不同的电缆井分开敷设，并相隔一定的距离。每层的电缆井都应该满足人员进入、工程施工、维修检查、防火隔离及火灾自动报警系统探头安装、维护工作的要求。

24.4.5 控制中心同层之间采用水平布线，水平布线宜采用电缆夹层敷线方式(电缆楼层夹层、吊顶夹层、活动地板夹层),应根据夹层的具体情况，分层分区设置电缆桥架或汇线槽，将强电动力电缆和弱点电缆分开敷设，并相隔一定的距离。当采用电缆(楼层)夹层布线时，宜将通风系统、自动灭火系统等辅助系统设备设置在电缆夹层内。

24.6 动力与应急照明

24.6.1 控制中心应设置正常照明与应急照明，宜采用集中控制方式控制。中央控制室、设备房屋及管理用房应多设电源插座，以解决检修、检修局部照明等临时用电;照明灯具宜选择节能型、散射效果好、使用寿命长及维修更换方便的灯具;灯具的布置宜与建筑装饰和设备布置相协调。

24.7 通风、空调与采暖

24.7.4 控制中心各类设备和管理用房性质不一，室内环境要求不同，为减少调节和运行管理的困难，同时为减少空调能耗，强调应根据使用要求来划分空调系统。

24.8 消防与安全

24.8.1 控制中心应设置火灾自动报警装置、环境与设备监控、火灾事故广播、自动灭火、水消防、防排烟等消防系统;宜根据需要设置自动水喷淋灭火系统；重要的电器设备房宜使用自动灭火系统，不得使用自动水喷淋灭火系统；防排烟自动联动宜由环境与设备监控系统实现。

24.8.2 控制中心应设置消防控制室，将火(防)灾自动报警系统、环境与设备监控系统及火灾事故广播系统等的操作台或工作站设置在消防控制室，24 小时值班，对大楼消防安全进行监控管理。消防控制室宜设置在控制中心首层主要出入口，并与中央控制室设专用的消防电话。

24.8.3 控制中心作为城市轨道交通的重要场所，宜根据需要设置闭路电视监视系统和安保门禁系统等保安系统；对各分区出入口、房间和主要通道进行监视和自动录像;宜设置不同形式的自动门，通过身份钥匙或密码开启;重要房间宜设置报警检测装置，以防非法闯入。

25 车辆基地

25.1 一般规定

25.1.3 中运量跨座式单轨交通系统的车辆基地应全部或者部分包括车辆段（停车场）、综合维修中心、物资总库、培训中心和其他生产、生活、办公等配套设施，车辆段为列车的基地；综合维修中心承担各项机电设备、工务、建筑设施、供电、通信、信号、接触轨等固定设施的日常巡检、保养和维修任务；物资总库承担各种材料、机电备件、通信信号和自动化器材等的采购、保管和发放；培训中心是员工技术培训的基地。

25.1.4 本条规定车辆基地的设计应按初期、近期、远期统筹考虑，由于车辆基地属于大型建设工程，投资大，且大都是地面工程，因此可在总规划的前提下实行分期实施。一般站场股道、房屋建筑和机电设备等应按近期需要设计，用地范围应按远期规模确定。由于车辆基地近、远期工程联系密切，因此要求确定远期用地范围时应将其股道和主要房屋进行规划和布置，保证工程建设的可持续发展。

25.1.7 车辆基地的消防设施包括总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用等应符合国家和地方现行有关防火规范的规定，并有完善的消防设施。

25.2 车辆基地的功能、规模及总平面设计

25.2.1 为提高检修质量和检修设备利用率，车辆基地应根据其在线网中的地位和集中检修的原则，合理确定合理确定车辆及其他系统设备检修范围及功能。

25.2.2 本条规定车辆日常维修周期是根据比亚迪园区试验线运营经验、制造厂商建议等综合因素考虑制定的。定期检修周期根据日本交通运营情况确定。设计时可根据线路条件、运营经验作合理调整、由于换轮作业工作量较大，故宜将换轮作业与车辆的定期检修相结合，减轻作业量。

其中列检主要对车辆行车安全相关的部分进行日常性技术检查；

三月检主要进行车辆的重点部件及系统状态检查，部件清洁、润滑，更换磨损件。对车辆伊苏部件进行检查更换；对牵引、制动、控制系统进行全面检查、调试；对蓄电池进行检查和更换；

年检主要进行车辆的各种系统状态检查、检测；各部件全面检查、清洁、润滑以及部分部件额定修理及车辆的调试。轮胎磨损情况进行全面检查及更换；

重点架修主要对车辆的重要部件，特别是走行部进行分解，全面检查、修理，并更换部分部件。对车辆各系统进行全面检测、调试及试验。对转向架、集电靴、空调、牵引电机、制动系统、车钩缓冲装置、车门、座椅和各种电气控制装置等部件进行分解、检查、修理、更换，对仪表仪器进行校验，对车体及其余部件的技术状态进行检查修理。检修后对车辆进行静、动态调试。

全面检修是指对车辆包括车体在内进行全面的分解、检查及整修，结合技术改造对部分系统进行全面更换，对车辆各系统进行全面检测、调试及试验。

25.2.3 本条参照现行国家标准《跨座式单轨交通设计规范》 GB 50458 相关规定。

25.2.4 车辆段作业主要包括管理、运用、日常维修和定期检修四个部分。

25.2.5 车辆段出入线是确保列车进入正线正常运行的首要条件，还担负着工程车辆夜间进出正线为沿线维修作业、运送机具材料和工作人员的任务。出入线的设计应保证安全、可靠、迅速、合理、经济。

25.3 车辆运用整备设施

25.3.3 车辆段的停车能力是衡量设计规模的重要指标，停车能力设计应满足本线车辆段所有列车的停放要求。

25.3.5 如若在运用库内设置导电轨，由于导电接触轨布置在轨道梁两侧，其高度在人可接触到的范围内，为保证库内作业人员的安全，必须加装安全防护设施，库前均应设置隔离开关或分段器并应设有送点时的信号显示或音响。

25.3.6 由于月检的检修内容包括车顶空调及其他部件的检查，故需设置车顶作业平台或升降台，故可根据作业需要设置起重设备。

25.3.7 本条规定各车库的计算长度。

第1款考虑到信号安装要求将停车列位之间通道宽度设为6m，列车前端距端墙3m是考虑到司机室可以产生端墙上的信号，车档距端墙6m是考虑通行运输车辆存放部分设备的需要。

第2款为了同行运输车辆、存放部分台架工具和临时存放检修部件等，列检月检库后端距端墙设置为15m，也可根据房屋建筑模数的柱距要求和车库检修工艺要求进行调整。

25.3.9 本条规定车辆段应设机械洗车设施，对停车场则需配属车超过12列才可设，主要是考虑成本及机械洗车通常每班可洗刷列车8列~12列，对任务量不大的停车场可不设机械洗车设施。

25.4 车辆检修设施

25.4.2 检修库规模应根据检修库工作量和检修时间确定，其附加长度车档至端墙17m是考虑存放设备用品和零部件等其可根据房屋建筑模数的柱距要求和车库检修工艺要求进行调整。

25.4.8 为减少大部件的运输，一般可将转向架间设置在检修库内，且应设有转向架的检修、清洗、试验等设备存放空间。

25.5 车辆段设备维修和动力设施

25.5.3 中运量跨座式单轨交通车辆基地的机械加工量较少，故车辆段和设备维修车间的通用机械加工设备应根据具体情况统一设置。

25.9 救援设施

25.9.1 为便于全线集中管理，确保及时、准确地处理事故，车辆基地宜设置救援办公室。

26 防灾与救援

26.1 一般规定

26.1.1 根据有关数据统计,我国交通系统可能发生的灾害事故有火灾、冰雪、水淹、地震、冰雹、冰雪、风灾、雷击、停电等,一旦发生事故将会造成人员伤亡和经济损失。由于中运量跨座式单轨交通系统主要为高架结构,故在高架结构路段将不会有水淹造成灾害,故对中运量跨座式单轨交通系统宜只在地下区间有对水淹的预防设施。

26.1.2 本条规定防灾应贯彻“预防为主,防消结合”,要求工程设计、建设和消防监督部门的人员密切配合。应在工程建设中正确处理好运营与安全的关系,合理设计与建立科学的防火管理体制,做到防患于未然。提高运营系统的安全性,保障人员生命安全;“同一条线路按同一时间内发生一次火灾考虑”,是根据轨道交通建设及多年运营经验确定的。

26.1.3 车站站厅的乘客疏散区域、站台及疏散通道是供乘客平时进出车站和事故状态下紧急疏散的重要通道,为保证事故状态下乘客疏散的顺利进行,故不允许在疏散通道区域设置商业用房。在车站内可设置商店和商业服务设施的公共场所,由于商业用房可能存在可燃物,火灾危险性较大,其消防设施标准与站厅存在较大差异,故需保证事故状态下站厅与商业用房的有效分离,根据不同火灾状况采取相应的消防措施。且商业用房的防灾设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。

26.2 建筑防火

26.2.1 第1款本条规定参照《建筑设计防火规范》GB 50015 和《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 的规定。

第2款控制中心属于中运量跨座式单轨交通重要生命线工程,其控制一条或几条轨道交通线路运营和应对灾害的调度指挥,故将控制中心耐火等级设为一级。

26.2.3 第1款对于车站设置分离式的2个或多个站厅时,每个站厅应分别设置2个直通地面的出口,以防一个出口在火灾中被烟火封堵时,另一个出口可逃生,减少人员伤亡。

第2款此条规定地下车站设备与管理用房区域安全出口不少于2个,因为若只设一个出口,一旦出口在火灾中被烟火封住易造成严重的伤亡事故;且有人防火分区宜设置一处直通地面的安全出口,兼顾救援作用,无人值守的防火分区,2个安全出口通向另一个防火分区即可。

第4款本条对同向安全按出口做了距离规定,主要避免两个出入通道口部之间净距太近造成疏散人员拥堵现象。

第5款火灾时,竖井、爬梯、电梯疏散能力过低,已发生堵塞和踩踏等安全事故,不能作为安全疏散出口使用;消防专用通道需提供消防人员进入车站进行火灾扑救,不能作为安全出口。

第6款本条规定地下换乘车站的换乘通道不宜作为安全出口,因为一般情况下,地下车站的换乘通道不设置直通室外的安全出口,并且通过换乘通道疏散对通道另一侧的乘客疏散造成较大冲击。

26.2.4 本条规范参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 第 5.1.1 的规定，耐火等级为一级的建筑防火墙耐火极限为 3h，防火分区楼板耐火极限不小于 1.5h。

26.2.5 车站装修材料分级规定目的是将车站内火灾可能性降到最低，最大限度地避免火灾发生和蔓延。

26.2.6 本条根据项目情况可参照现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 第 28.2.7 或《建筑设计防火规范》第 5.5.17 条的规定。

26.2.8 对于疏散能力中的客流预算，一般情况下按远期预测客流作为计算疏散设施的通过能力，但对某些建成运营线路，当路网未建成时，会出现近期客流超过远期预测客流的现象，此时，应选择近期客流作为计算依据，故本条规定应按近期或客流控制其超高峰小时的客流进行计算。疏散时间 6min 是指除反应时间 1min 外，余下时间按最不利的情况下，站台轨道区列车上最后一名乘客能疏散到安全区的时间。车站工作人员应按驻留在车站个岗位上以指挥、协助、引导乘客疏散和进行初期灭火自救的原则，将站台服务人员不计在内。

26.3 消防给水与灭火

26.3.4 第 1 款从市政管网直接吸水的消防水泵，水泵扬程除应按市政给水压力的最低值计算外，还应按市政最高供水压力对水泵的工况和消防给水管网的压力情况进行复核。

第 2 款本条规定当城市自来水管网为枝状管网时，其消防供水可靠性较差，若在火灾时供水中断，将不利于消防队员及时施救，此时设置消防水池储存足够的消防用水是必要的。

第 3 款本条规定换乘车站按一次火灾进行设计，换乘车站消防给水系统宜采用一套给水系统，且应完善与火灾自动报警系统的设计接口，保证该方案的可实施性。

第 4 款中运量跨座式单轨系统的地面或高架车站一般位于路中或路侧，其屋顶多采用轻钢结构形。

26.4 防烟、排烟与事故通风

26.4.1 轨道交通发生火灾时造成人员伤亡一般是由于烟气熏到、中毒、窒息所致。所以必须设置有效的防烟、排烟与事故通风系统进行及时救援。较好的排烟方法是使人、烟分向流动。用机械排烟设备使烟气顺着—个方向流动并排出地面，人员从另—个方向撤离。

26.4.3 参照《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的规定：统一防火分区内的地下车站设备与管理用房的总面积超过 200m² 时应设置机械排烟设施。但是，同—个防火分区内的地下车站设备与管理用房的总面积的计算应根据房间的实际使用情况加以考虑，不能讲防火分区内的所有设备与管理用房的面积简单地相加。

26.4.5 区间隧道、车站站厅和站台、车站设备与管理用房是可能发火灾的三个主要区域。地下车站的站厅或站台发生火灾时，应组组织机械排烟，并保证出入口为正压新进风，乘客向地面疏散；

当列车阻塞在区间隧道时，由于列车停止行驶而失去了活塞效应的通风，车辆的空调器也难以运行，使空气温度上升，乘客难以忍受。必须通过机械通风的方法对事故地点送排风，以降低隧道内空气温度，保证车辆的空调正常运行；地面及高架车站发生火灾时，由于站厅或站台与外界联系较为密切，可以通

过有效的排烟和自然补风保证烟气的排出和人员疏散平台处于无烟区；当设备与管理用房发生火灾时，应能组织机械排烟。对用气体灭火的房间设排风及送风系统。

26.4.6 为了节省空间，减少不必要的管道设置，降低布置难度，实际工程中，往往将防烟、排烟系统与事故通风和正常的通风与空调系统合用。此种情况下，为安全起见，确保火灾发生时能及时有效地满足防烟、排烟和事故通风的要求，就需要通风与空调系统采取可靠的防火措施，且应符合防烟、排烟系统所需达到的各项要求，必须设计一套可靠的控制系统，确保发生火警时能从正常通风与空调模式快速转换为防烟、排烟运行模式。

26.5 疏散平台

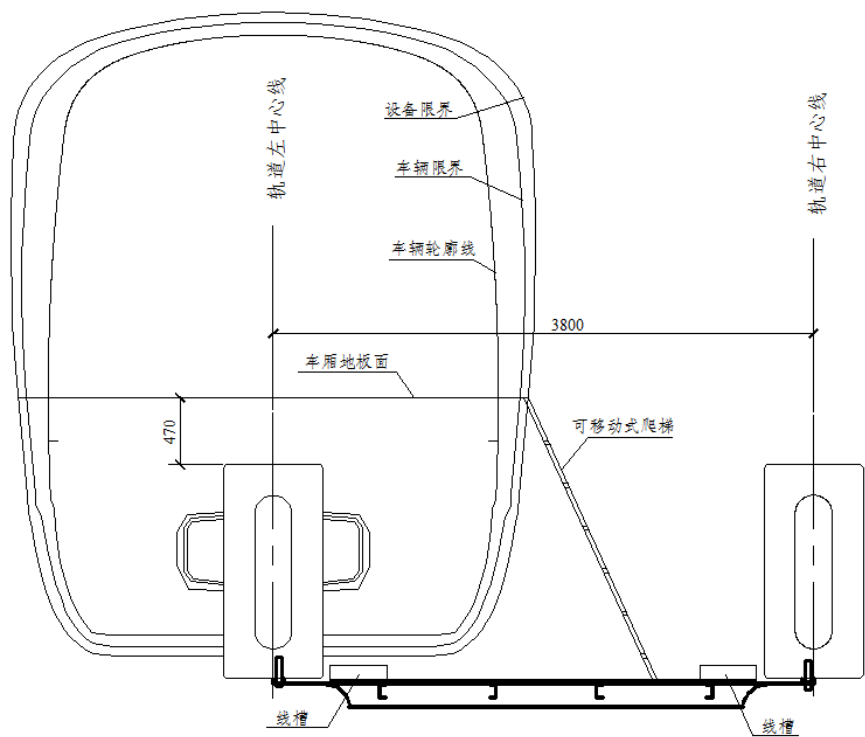


图 26-1 疏散平台示意图

26.6 防灾通信

27.6.1 公务电话系统本身具有与市话网的联通功能，灾害情况必须确保与报警电话 119 的快速顺畅联络，并及时报告和处理灾害。专用无线通信系统，公安和消防无线通信系统可以提供救灾人员流动情况下的通信联络，确保救灾现场人员之间的救灾现场与后台指挥之间的通信。

26.6.5 防灾调度电话正常时作为环控调度使用，灾害时作为防灾调度使用，可为中心调度员和车站值班员之间以及车辆基地调度员之间提供防灾调度通信手段，确保中心、车站、车辆机电之间的防灾调度通畅。

27 环境保护

27.1 一般规定

27.1.1~27.1.4 中运量跨座式单轨交通系统建设期与运营期应贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》等相关国家法律法规，依照《中华人民共和国环境影响评价法》开展环境影响评价。根据环境影响报告书及其批复意见，按照相关环境标准的要求，明确环境保护目标，进行环境保护设计。

27.2 环境保护规划

27.2.2 中运量跨座式单轨交通线路规划应符合城市轨道交通建设规划，并根据轨道交通建设规划环境影响报告书的结论及其审查意见，工程选线地址应当避开自然保护区、饮用水源保护区、生态功能保护区、风景名胜区、基本农田保护区以及文物保护建筑等需要特殊保护的地区，并应避让文教区、医院、敬老院等特别敏感的社会关注区，地下线路应尽量避免下穿环境敏感建筑物。

27.2.4 本条规定中运量跨座式单轨交通应根据工程项目确定的系统制式、轨道线路形式、车辆与设备选型及其噪声、振动源以及型车组织计划，按照当地环保部门确认的环境噪声、振动执行标准，环境影响报告书根据计算对噪声、振动防护距离提出的要求，经国家环境保护部门批复确认后，工程中关于线站位、风亭、冷却塔、变电所等的设计应按照该防护距离执行。

27.2.5 环境影响报告书提出的噪声、振动防护要求为工程沿线用地提供依据，同时也是沿线城市规划的依据。

27.3 工程环境保护

27.3.1~27.3.3 本规范参考《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

27.4 环境保护措施

27.4.1 针对地下线路、地面和高架线路的区间、车站、变电所、车辆基地、停车场，其中包括列车及设备以及附属设施所产生的噪声、振动、水污染、生态保护等工程治理措施，以减振、降噪、污水处理措施为主。

27.4.3 建设项目的初步设计，应当按照环境保护设计规范的要求，编制环境保护篇章。根据建设项目环境影响报告书结论及其环境保护主管部门的批复意见，明确环境保护目标，落实环境保护措施设计。

27.4.4 根据《建设项目环境保护管理条例》的规定，建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。环境保护设施必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门进行施工验收，并且合格后，该建设项目方可投入使用。分期建设、分期投入使用的建设项目，其相应的环境保护设施应当分期验收。

27.4.8 对于车辆基地及停车厂含油废水，必须经过污水处理装置达到地方和国家标准规定后再排放，避免对环境造成污染。