

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 2001—2025

窄轨旅游轨道交通设计规范

Specification for design of narrow gauge tourist railway

2025 - 04 - 18 发布

2025 - 05 - 17 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 总体要求 2

5 客流预测 3

6 运营组织 4

7 线路 4

8 轨道 7

9 路基 14

10 桥涵 19

11 隧道 29

12 站场 36

13 电力牵引供电 44

14 电力 46

15 机务和车辆设备 48

16 给水排水 50

17 通信 51

18 信号 54

19 信息 56

20 房屋建筑及暖通空调卫生设备 57

21 环境保护 58

附录 A （规范性） 机车车辆限界及各建筑构筑物限界 60

参考文献 63

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则—第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由陕西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西省铁路集团有限公司、中铁二院昆明勘察设计研究院有限责任公司、中铁一局集团有限公司、中铁宝桥集团有限公司、西安铁路职业技术学院。

本文件主要起草人：蔡鹏宏、许智明、朱启勇、祁晓强、邹毅、刘海涛、徐涛、赵建明、李育朝、吉敏廷、连义平、和建全、毛云霄、聂文峰、周昆、殷洪波、何隆云、李健华。

本文件为首次发布。

本文件由陕西省铁路集团有限公司负责解释。

联系信息如下：

单位：陕西省铁路集团有限公司

电话：029-89801097

地址：陕西省西安市东长安街420号陕铁大厦

邮政编码：710199

窄轨旅游轨道交通设计规范

1 范围

本文件规定了窄轨旅游轨道交通设计总体要求、客流预测、运营组织、线路、轨道、路基、桥涵、隧道、站场、电力牵引供电、电力、机务和车辆设备、给水排水、通信、信号、信息、房屋建筑及暖通空调卫生设备、环境保护的要求，描述了对应证实方法。

本文件适用于新建 1000 mm 轨距，采用钢轮钢轨，最高运行速度不超过 100 km/h 的旅游轨道设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋
- GB 1499.2 钢筋混凝土用热轧带肋钢筋
- GB 3096 声环境质量标准
- GB 10070 城市区域环境振动标准
- GB 12348 工业企业场界环境噪声排放标准
- GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
- GB 12525 铁路边界环境噪声限值及其测量方法
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- GB 50060 3~110kV高压配电装置设计规范
- GB 50074 石油库设计规范
- GB 50111 铁路工程抗震设计规范
- GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准
- GB 50423 油气输送管道穿越工程设计规范
- GB 51251 建筑防烟排烟系统技术标准
- GB 55036 消防设施通用规范
- GB 55037 建筑防火通用规范
- CJJ 110 建筑与小区管道直饮水系统技术规程
- DL/T 5352 高压配电装置设计规范
- TB 10003 铁路隧道设计规范
- TB 10005 铁路混凝土结构耐久性设计规范
- TB 10009 铁路电力牵引供电设计规范
- TB 10011 铁路房屋建筑设计标准
- TB 10015 铁路无缝线路设计规范

TB 10025 铁路路基支挡结构设计规范
TB 10035 铁路特殊路基设计规范
TB 10056 铁路房屋供暖通风与空气调节设计规范
TB 10068 铁路隧道运营通风设计规范
TB 10092 铁路桥涵混凝土结构设计规范
TB 10093 铁路桥涵地基和基础设计规范
TB 10501 铁路工程环境保护设计规范
TB 101106 铁路工程地基处理技术规程
TB/T 2140 铁路碎石道砟
TB/T 2493 线路及信号标志
TB/T 2975 铁路钢轨胶接绝缘接头技术条件
YD/T 1012 VB5.2接口技术规范
YD/T 5089 数字同步网工程设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

旅游轨道 tourist rail

采用轨道交通运输形式，满足景区内外游客运输功能的交通工程。

3.2

路段 section

在设计线中，受功能定位、地形地貌、地质条件或环境条件因素影响，采用不同设计速度的段落。

3.3

路段设计速度 section design speed

各路段用于确定与行车速度有关的建筑物和设备标准的设计速度。

4 总体要求

4.1 一般规定

4.1.1 旅游轨道设计时应根据不同的功能需求，制定适合游线组织的列车开行方案，确定合理的技术标准与工程规模。

4.1.2 路段设计速度应以旅游轨道的主要功能定位、旅游规划、旅游组织、建设条件因素确定。以交通需求为主要功能的旅游轨道，设计速度可分为 80 km/h、100 km/h 两级；以观光需求为主要功能的旅游轨道，设计速度分为 30 km/h、60 km/h 两级。

4.1.3 建筑限界轮廓及基本尺寸应结合选取的机车车辆，按计算确定，见附录 A（规范性）中图 A.1 至图 A.6 的规定。

4.1.4 旅游轨道线路，应符合政府主管部门批准的旅游景区总体规划和旅游景区的交通规划。

4.1.5 旅游轨道总体设计应充分研究项目需求，准确把握项目功能定位，合理选定主要技术标准，结合游线组织选定线路走向，确定建设方案，工期、投资和其他控制目标。

4.1.6 旅游轨道的主要技术标准，应根据旅游轨道的功能定位、景区旅游规划、旅游产品设计、环保要求、景观要求、运输需求以及机车车辆技术条件综合比选确定：

- 设计速度；
- 正线数目；
- 最小平面曲线半径；
- 最大坡度；
- 牵引种类；
- 机车车辆类型；
- 到发线有效长度；
- 闭塞类型；

4.1.7 牵引种类可采用电力牵引，也可采用符合景区环保要求的其他牵引方式。

4.2 综合选线

4.2.1 旅游轨道选线设计应按照下列规定执行：

- a) 结合景区规划布设在适合游客观赏景观的路线上，应尽量减少对周围环境和景观的影响；
- b) 符合环境保护、文物保护、水土保持及土地节约的要求；
- c) 绕避各类不良地质体，无法绕避时应结合特殊岩土、不良地质的特性，做好工程整治措施，保障运营安全。

4.2.2 旅游轨道平纵断面应符合下列规定：

- a) 平纵断面应结合自然条件、景观要求及工程条件确定；
- b) 线路空间曲线应按列车运行速度设计，同时要考虑与周边环境有机融合。

4.2.3 旅游轨道车站选择应按照下列规定执行：

- a) 车站分布应根据景点分布、游线组织规划、设计输送能力及养护维修、救援技术作业要求，结合工程条件因素综合研究确定；
- b) 车站选址应满足游线组织及运输需求，并考虑地形地质条件、景观要求因素比选确定；
- c) 旅游景区区域外的始发站与既有或轨道交通规划客站、机场、城市综合交通枢纽同址，旅游景区内的始发站与景区游客集散中心同址。

4.3 系统设计

4.3.1 旅游轨道车站建筑规模应根据客流预测、车站功能布局、交通设施衔接方式、建筑构成和候车模式因素综合分析确定，车站建筑外观效果应与景区和谐一致。候车模式可采用站台候车，必要时可在车站外设置游客排队等候的区域。

4.3.2 旅游轨道生产房屋及设备选址时应考虑地形地质、道路交通、拆迁工程以及防洪要求因素。

4.3.3 旅游轨道工程临时用地与永久用地相结合。

5 客流预测

5.1 客流预测以轨道建成运营年为基准，可分为初、近、远三期，初、近、远分别为运营后的第3年、第10年及第25年。

5.2 客流预测应以景区旅游规划、游客历史数据及相关资料为基础，历史游客数据采用近几年连续数据，对于新建景点缺历史数据时应采取收集及调研同类景点作为基础。

5.3 客流预测基于景区总体规划中交通规划及游客容量按确定年度分淡旺季工作日、周末分别进行预测，预测内容包括：

- a) 线路客流预测：预测淡旺季日和高峰小时客运量、平均运距及客流负荷强度，并预测年平均日客运量、平均运距及开通年至远期客流成长曲线；
- b) 车站客流预测：预测淡旺季日和高峰小时的各车站上下行的乘降客流、站间断面流量及上下行站间最大断面客流日分时段比例关系；结合基础数据以景区对节假日突发客流进行风险分析，并给出站点及站间最大断面客流超高峰小时系数；
- c) 站间 OD 客流预测：预测淡旺季日、高峰小时各车站站间 OD。

5.4 换乘客流预测：预测淡旺季日和高峰时段的各换乘车站的换乘客流量及占比。

6 运营组织

6.1 运输组织方案应结合线路设计、景点分布、客流特征、车型选择综合确定。设计内容应包括：功能定位、车辆编组、列车发车间隔、列车时刻表、列车旅行速度、停靠站点方面。

6.2 以交通为主要功能的线路列车旅行速度为 50 km/h~80 km/h；以观光为主要功能的线路列车旅行速度为 20 km/h~30 km/h。

6.3 车辆编组应依据线路客流预测结果及服务水平综合确定。

6.4 发车间隔应根据线路长度、车速、列车停靠点、客流各时段分布、运营期情况确定。

6.5 旅游轨道运营模式可分为委托运营、自运营两种模式。

6.6 运营控制中心

6.6.1 控制中心应满足运营管理的要求。

6.6.2 控制中心设置在靠近线路或车辆段、接近监控管理对象的中心地带。

6.6.3 控制中心应实现对运营线路集中监控和管理，以现代化技术实现列车调度指挥、提高调度管理水平和运输效率、改善调度指挥人员工作条件。

6.6.4 调度指挥系统应以行车指挥为核心，体现综合集成调度的理念，具备行车调度、电力调度、环控调度、防灾调度、维修调度、应急指挥调度功能。

6.6.5 控制中心根据需要可设置综合监控系统，实现电力监控、火灾自动报警、环境与设备监控、广播、视频监控、乘客信息、自动售检票、信号各系统间的信息互通与资源共享，提高工作效率。

6.6.6 调度指挥系统应配置必要的网络安全防护系统。预留与其他系统的接口，实现与其他系统信息共享。

6.6.7 控制中心除满足设备功能需求外，建筑风格应与当地规划要求相适应。

7 线路

7.1 一般规定

7.1.1 线路平纵断面应符合景区规划，使旅游轨道成为景区景观的有机组成部分，提高游客乘坐体验。

7.1.2 车站的选址应与景区景点配合，满足景观与乘降要求。

7.2 线路平面

7.2.1 设计线路平面的圆曲线半径应结合工程条件、路段设计速度、运营养护条件因素，因地适宜、合理选用。

- 7.2.2 曲线半径采用 4000、3000、2000、1800、1500、1200、1000、800、700、600、550、500、450、400、350、300、250、200、150、100 序列值，在地形、地质困难条件下，可采用上列半径间 10m 整倍数的曲线半径。
- 7.2.3 线路平面的最小曲线半径应根据路段设计速度、车辆类型、工程条件以及运输性质和运输需求比选确定，但不小于表 1 的规定。

表 1 最小曲线半径

路段设计速度(km/h)	100	80	60	30
最小曲线半径（m）	600	400	200	100
注：特殊困难情况下，经技术经济比较后，并经批准可使用比本表更小的曲线半径。				

- 7.2.4 双线轨道两线线间距不变的并行地段的平面曲线，设计为同心圆。
- 7.2.5 新建轨道不应采用复曲线。
- 7.2.6 直线与圆曲线之间应采用三次抛物线形缓和曲线连接。缓和曲线的长度应符合下列规定：
- a) 缓和曲线长度应根据曲线半径、路段设计速度和工程条件确定，并不小于表 2 规定的数值；

表 2 最小缓和曲线长度

路段旅客列车设计行车速度（km/h）		100		80		60		30
工程条件		一般	困难	一般	困难	一般	困难	
曲线半径（m）	4000	30	20	30	20	30	20	0
	3000	30	20	30	20	30	20	0
	2000	40	30	30	20	30	20	0
	1800	40	30	30	20	30	20	0
	1500	40	30	30	20	30	20	0
	1200	50	40	30	20	30	20	0
	1000	50	40	40	30	30	20	0
	800	80	70	40	30	30	20	0
	700	80	70	50	40	30	20	0
	600	80	70	50	40	30	20	0
	500			60	50	30	20	20
	450			60	50	30	20	20
	400			60	50	40	30	20
	350					40	30	20
	300					40	30	20
	250					50	40	20
	200					50	40	20
	150							20
	100							20

- b) 采用反向曲线变更线间距，且受最小圆曲线长度限制，可不设缓和曲线，但最小圆曲线半径不得小于表 3 规定。

表 3 采用反向曲线变更线间距时不设缓和曲线的最小圆曲线半径

路段设计速度(km/h)	100	80	60	30
最小圆曲线半径 (m)	4000	3000	2000	600

7.2.7 圆曲线和夹直线长度不应小于表 4 规定的数值。

表 4 圆曲线和夹直线最小长度

路段旅客列车设计行车速度（km/h）		100	80	60	30
圆曲线或夹直线最小长度（m）	一般	60	50	40	20
	困难	40	30	25	20

7.2.8 区间线路线间距及加宽应符合下列规定：

a) 直线线间距不得小于表 5 规定的数值；

表 5 区间线间距表

单位为：mm

顺序	名 称		线间最小距离	
			采用值	备 注
1		窄轨与准轨时	3900	
2	区间双线	窄轨与窄轨时	3600	

b) 曲线地段的线间距加宽值可按表 6 选用。

表 6 曲线地段线间距加宽值

单位为：mm

曲线半径 (m)	加宽值 (mm)	曲线半径 (m)	加宽值 (mm)
4000~3000	0	500	150
2000	40	450	160
1800	40	400	180
1500	50	350	180
1200	60	300	180
1000	80	250	180
800	90	200	230
700	110	150	250
600	120	100	490

7.2.9 特大桥、大桥及隧道设在直线上。困难条件下必须设在曲线上时，采用较大的曲线半径。7.2.9 车站的站坪长度应根据列车编组、正线数目和车站布置形式条件确定。

7.2.10 车站平面布置按下列规定执行：

- a) 车站设在直线上。困难条件下设在曲线上时，曲线半径不应小于相应路段设计速度的最小曲线半径，且不应小于 200 m；
- b) 车站道岔咽喉区范围的正线应设在直线上。

7.3 线路纵断面

7.3.1 区间正线的最大坡度可按照选定的机车车辆类型经牵引计算后确定。

- 7.3.2 纵断面长度不小于远期列车长度，并满足相邻竖曲线间的夹直线长度不小于 50 m 的要求。
- 7.3.3 两相邻坡段的代数差等于或大于 4 ‰时，应设圆曲线型的竖曲线连接，竖曲线半径应符合表 7 的规定，特别困难条件下，设计速度 30 km/h 时，竖曲线半径可采用 2000 m。

表 7 竖曲线半径表

单位为 m

线别	一般情况	困难情况
区间	5000	3000
联络线、出入线	2000	
车场线	2000	

- 7.3.4 竖曲线不应与缓和曲线、正线道岔重叠设置，当不设平面缓和曲线时，竖曲线不得与超高顺坡重叠。
- 7.3.5 隧道内坡道可设置为单面坡或人字坡，隧道内及路堑地段线路坡度不小于 3 ‰。
- 7.3.6 正线两线并行时，两线轨面高程按等高（曲线地段为内轨面等高）设计。增建的第二线与既有线在共同路基上且线间距不大于 5 m，两线轨面高程按等高（曲线地段为内轨面等高）设计。
- 7.3.7 车站站坪坡度应符合下列规定：
- a) 到发线有效长范围内的正线设在平坡上。困难条件下，可设在不大于 1‰的坡道上；
 - b) 车站咽喉区的正线坡度，与到发线有效长范围内的坡度一致，困难情况下可设在不大于 10‰的坡度上。

7.4 线路封闭与交叉

路段设计速度在80 km/h及以上者，按全封闭、全立交设计；路段设计速度在60 km/h时，结合线路途经地区的人员聚集密度和道路交通流量分段考虑是否进行封闭、立交设计；路段设计速度在30 km/h时，可按开放式设计，与道路交叉时，结合列车开行密度和道路交通流量考虑是否进行立交设计。

8 轨道

8.1 一般规定

- 8.1.1 轨道结构应具有足够的强度、稳定性、耐久性、绝缘性和适量弹性，并满足运营要求。
- 8.1.2 轨道结构设计应根据车辆运行条件确定轨道结构的承载能力，并应符合质量均衡、弹性连续、结构强、合理匹配的原则。
- 8.1.3 轨道结构部件选型应在满足使用功能的前提下，实现少维修、标准化、系列化，且统一全线轨道部件。

8.2 基本技术要求

- 8.2.1 轨底坡应为 1:40。在无轨底坡的两道岔间不足 50 m 地段，不设置轨底坡。
- 8.2.2 直线地段两股钢轨头部顶面下 16 mm 处内侧间距应为 1000 mm，小半径曲线地段应考虑轨距加宽设计，加宽值应根据车辆技术参数确定。轨距加宽应在缓和曲线范围内递减，无缓和曲线或其长度不足时，应在直线地段递减，递减率正线不应大于 2 ‰，站线不应大于 3‰。轨距误差不得超过+6 mm，-2 mm。
- 8.2.3 直线地段两股钢轨顶面应水平。曲线地段外轨应设超高，最大超高不应大于 85 mm。曲线地段外轨超高应按式 1 计算，并应根据道床结构进行设置。

$$h=\frac{8.4v_{\max}^2}{R}$$

..... (1)

式中：

h ——超高

v_{\max} ——路段设计最高行车速度，单位为公里每小时（km/h）

R ——曲线半径

- 8.2.4 曲线超高应在缓和曲线全长范围内递减顺接，无缓和曲线或其长度不足时，可按不大于 2 ‰的顺坡率在直线段顺坡。
- 8.2.5 最大允许欠超高一般情况下不应大于 40 mm，困难情况下不应大于 60 mm。
- 8.2.6 竖曲线不应与缓和曲线、正线道岔重叠设置，当不设平面缓和曲线时，竖曲线不得与超高顺坡重叠。
- 8.2.7 线路有砟轨道静态平顺度应符合表 8 的规定。

表 8 线路有砟轨道静态平顺度

单位为 m

项目	高低	轨向	水平	扭曲（基长 6.25m）	轨距
正线及到发线	4	4	4	4	+6 -2
其他站线	5	5	5	5	+6 -2
测量弦长	10 m		—		
注1：轨距偏差不含曲线上按规定设置的轨距加宽值，但最大轨距（含加宽值和偏差）不应超过1021 mm； 注2：高低偏差和轨向偏差为10 m弦测量的最大矢度值； 注3：三角坑偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量，检查三角坑时基长为6.25 m。					

- 8.2.8 有砟轨道道岔静态平顺度应符合表 9 的规定。

表 9 道岔有砟轨道静态平顺度

单位为 mm

项目	高低	轨向		水平	轨距	
		直线	支距		尖轨尖端	其他
正线及到发线	4	4	2	4	±1	+3 -2
其他站线	6	6	2	6	±1	+3 -2
测量弦长	10 m		—			

- 8.2.9 有砟轨道曲线静态圆顺度应符合表 10 的规定。

表 10 有砟轨道曲线静态圆顺度

单位为 mm

曲线半径（m）	实测正矢与计算正矢差		圆曲线正矢 连续差	圆曲线最大最小 正矢差
	缓和曲线	圆曲线		
$R \leq 250$	6	7	12	18
$250 < R \leq 350$	5	6	10	15
$350 < R \leq 450$	4	5	8	12
$450 < R \leq 800$	3	4	6	9
$800 < R \leq 1600$	2	4	4	6
$1600 < R \leq 2800$	2	3	4	6
$2800 < R \leq 3500$	2	3	4	5
$3500 < R$	1	2	3	4
测量弦长	20 m			

8.3 轨道类型

8.3.1 正线、站线轨道类型，应根据旅游轨道性质、特点、运行等级和用途综合确定，可按表 11 的规定选用。

表 11 轨道类型表

项 目		线 别			
		正 线		到发线	其他站线及 次要站线
		≤ 100 km/h	≤ 30 km/h		
钢轨(kg/m)		50 或再用 60 及以上	50 或再用 60 及以上	43 或再用 50 及以上	43 或再用 50 及以上
轨枕(根/km)	混凝土枕	1600	1520	1520	1440
道床厚度（cm）		25	25	20	20

8.4 钢轨及配件

8.4.1 正线钢轨应按表 11 的规定选用，到发线、其他站线及次要站线可使用再用轨，再用轨使用应符合规定。同一线路铺设同一类型钢轨，困难时可采用不低于该线路标准的不同类型钢轨，但应集中使用。不同类型的钢轨应采用异型钢轨连接。

8.4.2 采用有缝线路时，应铺设 2.5m 标准长度钢轨，困难条件下可采用 12.5m 长度钢轨，接头应采用对接，曲线内轨应采用缩短轨调整钢轨接头的位置。两股钢轨接头相对偏差直线不应大于 40 mm，曲线不应大于 40 mm 加缩短量的 1/2。曲线地段内轨应按表 12 配置短轨。半径不大于 200 m 的曲线地段钢轨接头应采用错接，错接距离不应小于 3 m。

表 12 钢轨长度及厂制缩短轨

曲线半径 (m)	缩短轨长度			
	25 m 轨		12.5 m 轨	
4000~1000	24.96	24.92	12.46	—
800~500	24.92	24.84	12.46	12.42
450~250	24.84	—	12.42	12.38
250~100	—	—	12.38	—

8.4.3 绝缘接头的轨缝不应小于 6 mm，不同类型钢轨的连接处不得设置轨道电路绝缘接头。

8.4.4 轨道上个别插入短轨时，正线插入短轨不得小于 6 m；其他线路不得小于 4.5 m。

8.4.5 无缝线路钢轨绝缘接头应采用胶接绝缘接头，有缝线路钢轨绝缘接头采用胶接绝缘接头。胶接绝缘接头应符合 TB/T 2975 的规定。

8.5 轨枕和扣件

8.5.1 轨枕采用混凝土枕，设有护轮轨的地段应铺设桥枕。

8.5.2 下列地段不铺设混凝土枕：

- 铺设木枕的道岔前后两端各 15 根轨枕，其中后端包括辙叉跟端以后的岔枕；
- 铺设木枕的有砟桥和无砟桥的桥台挡碴墙范围内及其两端各不少于 15 根轨枕，当桥梁铺设护轨时应延至梭头外不少于 5 根轨枕。
- 半径小于 200 m 的曲线可铺设Ⅱ及Ⅲ型混凝土轨枕。

8.5.3 同种类型的轨枕应集中连续铺设，木枕与混凝土枕分界处，如遇钢轨接头，须保持木枕或混凝土枕延至钢轨接头外 5 根及以上。同一岔区道岔与道岔之间应铺设与过渡枕同规格的轨枕。

8.5.4 轨枕加强地段及增加轨枕的铺设数量，应符合下列规定：

- 下列地段应增加轨枕铺设数量，重叠时可只增加一次：
 - 半径为 200 m 及以下的曲线地段，曲线含两端缓和曲线全长；
 - 大于 17 ‰的下坡制动地段；
 - 坡度大于 17 ‰，长度大于 4 km 及以上连续坡道上；
 - 长度 100 m 及以上的隧道内。

- 在原有轨枕铺设密度基础上每千米增加 80 根，每千米轨枕最多铺设 1680 根。

8.5.5 混凝土枕应采用弹性扣件，50 轨配套采用弹条Ⅰ型扣件，60 轨配套弹条Ⅱ型扣件，轨下橡胶垫板应与扣件配套使用。

8.6 道床

8.6.1 正线应根据设计速度、轴重、线下工程条件、环境条件及养护维修要求，经技术经济论证选择道床结构类型。

8.6.2 有砟道床结构符合下列规定：

- 应采用一级道砟，碎石道砟材料应符合 TB/T 2140 的规定；
- 碎石道床最小厚度应符合表 11 要求；
- 正线无缝线路地段有砟道床的肩宽不应小于 400 mm，有缝线路地段道床肩宽不应小于 300 mm。站线有缝线路地段道床肩宽不应小于 200 mm。正线无缝线路曲线半径小于 800 m、有缝线路曲线半径小于 600 m 的地段，站线曲线半径不大于 300 m 的地段，曲线外侧道床肩宽应加宽 100 mm；
- 道床边坡应不陡于 1:1.5；

- e) I型混凝土枕中部道床应掏空，其顶面低于枕底不得小于 20 mm，长度应为 200 mm~400mm；II型和III型混凝土枕中部道床应填平，并不高于轨枕顶面；
 - f) 桥梁地段应采用单层道床，道床厚度不小于 25cm，困难条件下，可减至 20cm。
- 8.6.3 无砟道床结构应符合下列规定：
- a) 无砟轨道主体结构的设计使用年限应为 60 年；
 - b) 应采用钢筋混凝土结构，并应满足承载能力要求。轨枕与道床联结应采取加强措施。

8.7 道岔

- 8.7.1 旅游轨道应优先采用混凝土岔枕道岔。
- 8.7.2 正线道岔钢轨类型应与相邻区间钢轨类型一致，并不得低于相邻区间钢轨的强度等级及材质要求。
- 8.7.3 道岔结构符合下列规定：
- a) 技术性能应符合道岔产品技术条件的规定；
 - b) 道岔转辙器和辙叉部位不应设在隧道变形缝或梁缝上；
 - c) 道岔结构不应跨越不同道床结构或在轨道结构过渡区段布置；
 - d) 道岔直向允许通过速度不应小于区间设计速度；
 - e) 正线上不采用交分道岔，在困难条件下，需要采用时，不应小于 10 号。
- 8.7.4 道岔的扣件类型应与连接线路的扣件类型相同。
- 8.7.5 相邻单开道岔间插入钢轨的最小长度，应符合表 13 和表 14 的规定。

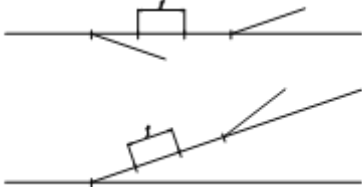
表 13 两对向单开道岔间插入钢轨的最小长度

单位为：m

道岔布置	线别	有正规列车同时通过两侧线时		无正规列车同时通过两侧线时
		一般情况	特殊情况	
	正线	6.25	4.5	4.5
	到发线	4.5	4.5	
	其他站线和次要站线	—	—	0

表 14 两顺向单开道岔间插入钢轨的最小长度

单位为：mm

道岔布置	线别	木岔枕道岔	混凝土岔枕道岔
	正线	6	12.5
	到发线	4.5	8.0
	其他站线和次要站线	0	

8.8 无缝线路

8.8.1 无缝线路设计应根据线路条件、运营条件、气候条件及轨道类型因素进行强度、稳定性、断缝安全性检算，并确定锁定轨温。

8.8.2 严寒地区铺设无缝线路时，应采取轨道加强措施。

8.8.3 直线和曲线半径不小于 400 m 的地段，轨道按无缝线路设计，并扩大无缝线路的铺设范围。曲线半径小于 400 m 时，铺设无缝线路时应进行特殊设计并采取加强措施。

8.8.4 正线有砟道床地段按一次铺设无缝线路设计。

8.8.5 铺设无缝线路桥梁的桥跨布置及结构设计应考虑无缝线路纵向力的作用。桥上无缝线路铺设应按照下列规定执行：

- a) 桥上无缝线路设计应计算伸缩力、挠曲力、断轨力等，并应进行钢轨断缝检算。钢轨折断允许断缝值，无砟轨道应取 100 mm，有砟轨道应取 80 mm；
- b) 大跨度连续梁桥应根据计算布置钢轨伸缩调节器；
- c) 联合接头距桥梁边墙的距离不应小于 2 m。

8.8.6 无缝线路应设置位移观测桩，设置的基础应牢固稳定。钢轨伸缩调节器和道岔均应按一个单元轨节设置位移观测桩。

8.8.7 无缝线路的其他要求应符合 TB 10015 的规定。

8.9 有缝线路

8.9.1 有缝线路钢轨接头应符合 8.4.2 的规定。

8.9.2 有缝线路轨道设计时钢轨接头轨缝按 8 mm 取值。铺设钢轨时的预留轨缝值，应根据钢轨长度与钢轨温度进行计算。

8.9.3 轨缝应均匀设置，25 m 钢轨地段每千米轨缝总偏差不得大于 80 mm。钢轨绝缘接头轨缝不得小于 6 mm。

8.9.4 采用不同类型钢轨铺设有缝线路轨道时，同一类型钢轨设计长度不小于 200 m。

8.9.5 下列位置不应有钢轨接头，特殊困难时，应将钢轨接头焊接、胶接或冻结：

- a) 明桥面小桥的全桥范围内；
- b) 桥梁端部、拱桥温度伸缩缝和拱顶处前后 2 m 范围内；
- c) 设有钢轨伸缩调节器钢梁的温度跨度范围内；
- d) 钢梁的横梁顶上；
- e) 道口范围内。

8.10 轨道附属设备

8.10.1 曲线地段设置轨距杆或轨撑，应按照下列规定执行：

- a) 铺设木枕时，正线曲线半径为 500 m 及以下的曲线，站线半径为 300 m 及以下，按表 15 的规定安装。半径为 200 m 及以下的曲线和道岔导曲线，可根据需要同时安装轨距杆和轨撑两种加强设备；

表 15 轨距杆或轨撑安装数量表

曲线半径(m)	轨距杆(根)			轨 撑 (对)			备注
	25m 钢轨	12.5m 钢轨	10m 钢轨	25m 钢轨	12.5m 钢轨	10 m 钢轨	
$R \leq 150$	10	5	4	14	7	7	
$150 < R \leq 300$	8	4	3	10	5	5	
$300 < R \leq 500$	6	3	3	8	4	4	

- b) 照表 15 安装，或采用保持轨距能力强的弹性扣件；
- c) 铺设轨道电路的线路应设置绝缘轨距杆。

8.10.2 防爬设备的设置应按照下列规定执行：

- a) 铺设木枕的正线和到发线，应根据线路条件，列车运行情况，按表 16 的规定安装防爬设备。其他站线、道岔应根据爬行情况，适当安装防爬设备。对有正规列车通过的道岔、绝缘接头、桥梁前后 50 m 的轨道上，应增加防爬设备数量；

表 16 木枕轨道正线穿销式防爬器安装数量和方式

非制动地段(对)		制动地段(对)	
25 m 钢轨	12.5 m 钢轨	25 m 钢轨	12.5 m 钢轨
4	2	6 / 4	4 / 2
<p>注1：在制动地段，分子表示制动方向安装对数，分母表示另一方向安装对数；</p> <p>注2：到发线比照正线办理，其他站线参照表16减1对防爬器和3对防爬支撑进行安装；</p> <p>注3：非标准长度钢轨，可比照上表安装；</p> <p>注4：木枕轨道，对有正规列车通过的道岔、绝缘接头、桥梁前后50m的轨道上每根钢轨长12.5m，应增加穿销式防爬器2对(即4个)，防爬支撑3对（即6个）；</p> <p>注5：制动地段应根据牵引计算确定；</p> <p>注6：钢筋混凝土枕轨道需要安装防爬设备可按表16办理。</p>			

- b) 铺设钢筋混凝土枕并采用弹性扣件的混凝土轨枕的线路、道岔可不设防爬设备；采用非弹性扣件的混凝土枕轨道，当线路坡度在 12 ‰及以下时，也可不设防爬设备；但坡度大于 12 ‰的制动地段、有正规列车的道岔、绝缘接头、桥梁前后各 50 m 的轨道上，应设置防爬设备；
- c) 道岔铺设木岔枕时，一般均应设置防爬设备；铺设钢筋混凝土岔枕时均可不设防爬设备。正线、到发线道岔，防爬设备安装于尖轨跟后及辙叉趾前范围内。

8.10.3 护轮轨设置应按照 TB 10002 和 TB 10025 的规定执行。

8.10.4 线路、信号标志包括下列内容：

- a) 公里标、半公里标、曲线标、圆曲线和缓和曲线始终点标、桥涵标、隧道标、坡度标、用地界标及养路工区界标线路标志；
- b) 警冲标、站界标、预告标、引导员接车地点标、放置响墩地点标、司机鸣笛标、作业标、减速地点标、机车停止位置标、电气化区段断电标预告标、合电预告标、接触网终点标、准备降下受电弓标、降下受电弓标和升起受电弓标，以及除雪机用的临时信号标志信号标志。

8.10.5 线路和信号标志的设置按照下列规定执行：

- a) 线路标志应设置在线路计算里程方向左侧，双线区段需另设线路标志时，应设置在列车运行方向左侧；

- b) 信号标志应设置在列车运行方向左侧;
 - c) 线路标志(用地界标除外)、信号标志(警冲标除外)应设置在距钢轨头部外侧不小于 2 m 处,不超过钢轨顶面的标志,可设置在距钢轨头部外侧不小于 1.35 m 处;
 - d) 用地界标应设置在旅游轨道两侧用地界上,直线每 200 m、曲线每 50 m 及地界转角处,均应设置用地界标;
 - e) 警冲标应设置在两会合线路间距为 3.46 m 的中间,有曲线时应按限界加宽办法加宽。设有轨道电路的线路,警冲标应设置在距信号机外侧 3.5 m~4 m 处;
 - f) 线路及信号标志应采用反光标志,并应符合现 TB/T 2493 的规定。
- 8.10.6 轨道的尽端应设置车挡,并符合下列要求:
- a) 正线及配线的尽端应采用缓冲滑动式车挡;
 - b) 站线尽端采用固定式车挡,但可根据需要采用土堆式及浆砌片石式车挡。

9 路基

9.1 一般规定

- 9.1.1 路基工程应按土工结构物进行设计,确保其满足强度、稳定性和耐久性的要求,并符合环境保护、水土保持、文物保护的要求。
- 9.1.2 路基工程应通过地质调绘、综合勘探、试验和分析,查明路基基底、路堑边坡、支档结构地基岩土结构及物理力学性质,查明填料性质和分布,在取得可靠的地质资料基础上开展设计。
- 9.1.3 路基工程应尽量避免高填深挖。困难地段应从施工、运营、环境保护、技术、经济方面综合考虑,通过与桥梁、隧道方案比较确定。
- 9.1.4 路肩高程应结合洪水位、特殊土和不良地质条件因素确定。路肩高程受洪水位控制时,设计洪水频率采用 1/50,限期使用的可采用 1/25。
- 9.1.5 路基防护优先采用有利于环保的绿色防护,并结合圬工、土工合成材料其它防护措施进行防护,减少对天然植被和山体的破坏,防止诱发地质灾害。
- 9.1.6 路堤填筑应充分利用路堑挖方、隧道弃碴或桥涵弃土。厂矿弃料、煤矸石、钢渣或粉煤灰作为路堤填料时,应考虑其对周边环境的影响。
- 9.1.7 路基表层填料与道床碎石、路基各层填料的颗粒粒径应满足 $D_{15}<4D_{85}$ 的要求,不能满足时应设置反滤或隔离层。
- 9.1.8 路基工程应有完整、系统、通畅的排水设施,并与桥涵、隧道、站场及地方排水系统合理衔接。
- 9.1.9 轨道和车辆荷载应根据轨道结构型式及车辆的轴重、轴距参数计算确定。
- 9.1.10 路基边坡稳定性计算方法符合 TB 10001 的规定,最小稳定安全系数符合表 17 的要求。

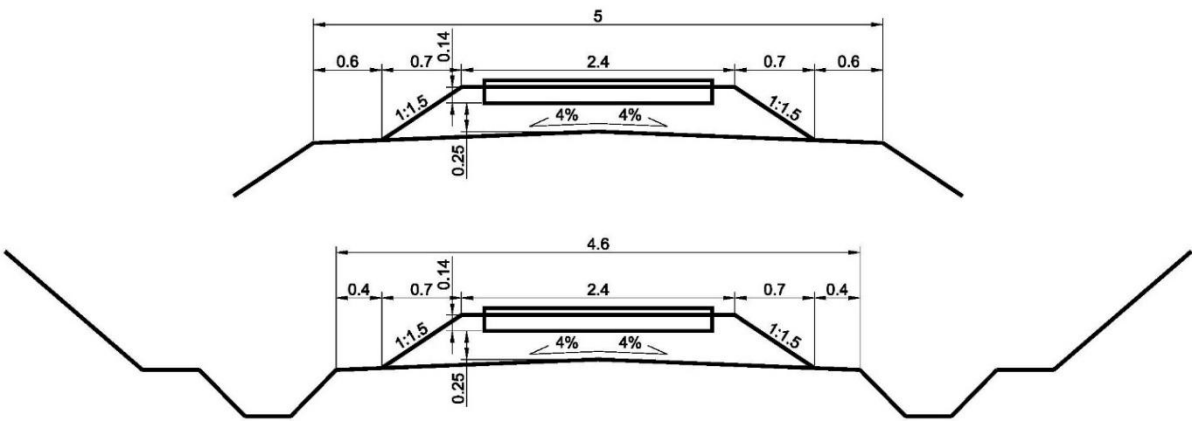
表 17 路基边坡最小稳定安全系数

设计工况	永久边坡	临时边坡
一般工况	1.10~1.25	1.05~1.1
地震工况	1.05~1.1	

- 9.1.11 路基设计应推广采用安全可靠的新技术、新结构、新材料和新工艺。
- 9.1.12 特殊路基及其附属工程应参考 TB 10025、TB 10035、TB 101106 要求。

9.2 路基面形状和宽度

- 9.2.1 路基面形状应为三角形路拱，自线路中心向两侧应设 4 % 横向排水坡。路基面加宽时，应保持三角形。
- 9.2.2 路肩宽度应根据路段设计速度、边坡稳定性、路肩上设备设置要求、养护维修条件综合确定，路堤不应小于 0.6 m，路堑不应小于 0.4 m。
- 9.2.3 区间直线地段路基面宽度应根据轨道类型、道床标准、路肩宽度、正线数目、线间距、养路形式及站后设备设置因素计算确定，一般标准路基横断面见图 1。



注：图中路基宽度主要依据轨道要求的碴顶宽 2.4 m、道床厚 0.25 m、混凝土轨枕及 4%路拱、路堤路肩宽度 0.6 m，路堑路肩宽度 0.4 m 计算而得。

图 1 一般区间单线直线地段标准路基面宽度 (m)

- 9.2.4 区间曲线地段的路基横断面宽度，单线应在曲线外侧，双线应在外股曲线外侧加宽，加宽值在缓和曲线范围内应线性递减，加宽值的计算可按照 GB 50157 的规定执行。
- 9.2.5 路基面宽度应根据路堤高度、填料特性、软土地基工后沉降预留加宽。

9.3 基床

9.3.1 基床结构应符合下列规定：

- a) 路基基床结构应由表层和底层组成，表层厚度为 0.5 m，底层厚度为 0.7 m，总厚度为 1.2 m；
- b) 基床底层的顶面和基床以下填料的顶面应设不小于 4%的人字排水横坡。

9.3.2 路堤基床应符合下列规定：

- a) 路堤基床表层填料颗粒粒径不应大于 150 mm，路堤基床表层可选用 C 组及以上填料。当采用 C 组填料时，细粒土含量大于 30 %的碎石土、砾石土、砂类土，低液限粉土，在年平均降水量大于 500 mm 的地区，其塑性指数不应大于 12，液限不应大于 32 %；低液限黏土，其塑性指数不应大于 12，液限不应大于 32 %；
- b) 路堤基床底层可选用 C 组及以上的填料。在困难条件下采用 D 组填料时，应采取改良或加固措施；
- c) 基床填料的压实标准应符合表 18 的规定；

表 18 基床土的压实标准

层位	压实指标	填料类别			
		细粒土、粉砂	改良土	细砂、中砂、粗砂、砾砂	碎石类土
表层	压实系数 K	≥0.91	≥0.91	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥90		≥100	≥120
	7d 饱和和无侧限抗压强度 (kpa)		≥350 (550)		
	相对密度 D_r	—		≥0.75	—
底层	压实系数 K	≥0.89	≥0.89	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥80		≥80	≥100
	7d 饱和和无侧限抗压强度 (kpa)		≥250		
	相对密度 D_r	—		≥0.7	—
注1: K为重型击实试验的压实系数, 在年平均降水量小于400 mm地区, K值可按表列数值减小0.05; 注2: K_{30} 为30 cm直径荷载板试验得出的地基系数, 一般取下沉量为1.25 mm的荷载强度; 注3: 括号内数值为严寒地区化学改良土考虑冻融循环作用所需要强度值。					

d) 高度小于基床厚度的低路堤, 基床厚度范围内天然地基的土质应满足 9.3.2 条规定, 密实度应符合表 18 的规定。基床底层厚度范围内天然地基的静力触探比贯入阻力 P_s 值不应小于 1.0 MPa, 或天然地基基本承载力 σ_0 不小于 0.12 MPa, 否则应进行换填、改良或加固处理;

e) 填料分类标准参照 TB 10001。

9.3.3 路堑基床应符合下列规定:

a) 路堑基床表层土的密实度应符合表 20 规定。在年平均降水量大于 500 mm 的地区, 对易风化的泥质岩石及塑性指数大于 12, 液限大于 32%的低液限黏土及低液限粉土, 基床表层应全深度采取换填、土质改良措施;

b) 基床底层厚度范围内天然地基的静力触探比贯入阻力 P_s 值不应小于 1.0 MPa, 或天然地基基本承载力 σ_0 不小于 0.12 MPa, 否则应进行换填、改良或加固处理;

c) 不易风化的硬质岩石基床, 路基面应设 4%人字形排水坡, 凹凸不平处应以混凝土或级配砂砾石、级配碎石填平。

9.4 路堤

9.4.1 填料符合下列规定:

a) 路堤基床以下部位填料选用 C 组及以上填料, 如采用 D 组填料时应采取包心、隔离或加固措施;

b) 路堤浸水部位, 采用渗水土或水稳性好的填料, 或采取封闭隔水措施, 长期浸水部分应采用渗水土填料;

c) 用不同填料填筑路堤时, 应分层填筑, 每一水平层全宽应以同一种填料填筑。当渗水土填在非渗水土上时, 非渗水土层顶面应向两侧设 4 %的人字排水坡; 当上下两层填料的颗粒大小相差悬殊时, 应在分界面上设置隔离垫层或采取其它措施;

d) 填料的粒径不应大于摊铺厚度的 2/3，且不应大于 300 mm。

9.4.2 路堤基床以下部位填料的压实标准应符合表 19 的规定。

表 19 基床以下部位填料的压实标准

填筑部位	压实指标	填料类别			
		细粒土、粉砂	细粒改良土	细砂、中砂、粗砂、砾砂	碎石类土
不浸水部分	压实系数 K	≥0.86	≥0.86	—	—
	地基系数 K ₃₀ (MPa/m)	≥70		≥70	≥80
	7d 饱和和无侧限抗压强度 (kPa)		≥200		
	相对密度 D _r	—		≥0.65	—
浸水部分及桥涵缺口	压实系数 K	≥0.89	≥0.89	—	—
	地基系数 K ₃₀ (MPa/m)	≥80		≥80	≥100
	7d 饱和和无侧限抗压强度 (kPa)		≥350 (550)		
	相对密度 D _r	—		≥0.7	—
<p>注1：在年平均降水量小于400 mm地区，压实系数可按表列数值减小0.05；</p> <p>注2：桥梁缺口指桥台背后上方长度不小于桥台高度加2 m的范围，涵管缺口指涵管两侧每边不小于涵管孔径2倍的范围；</p> <p>注3：括号内数值为严寒地区化学改良土考虑冻融循环作用所需要强度值；</p> <p>注4：高路堤采用基床底层的压实标准。</p>					

9.4.3 边坡坡率和形式应符合下列规定：

- a) 路堤边坡坡率和形式应根据填料的物理力学性质、边坡高度、轨道和列车荷载及地基工程地质条件确定。当地基条件良好，边坡坡率和形式可按表 20 采用；

表 20 路堤边坡坡率和形式

填料名称	边坡高度 (m)			边坡坡率			边坡形式
	全部高度	上部高度	下部高度	全部坡率	上部坡率	下部坡率	
一般细粒土	20	8	12	-	1:1.5	1:1.75	折线型
漂石土、卵石土、碎石土、粗粒土 (细砂、粉砂、粉土除外)	20	12	8	-	1:1.5	1:1.75	折线型
硬块石	8	-	-	1:1.3	-	-	直线型
	20	-	-	1:1.5	-	-	直线型
<p>注1：如有可靠资料和经验时，可不受本表限制；</p> <p>注2：软块石的边坡坡率应根据其胶结物质成分、风化程度确定。</p>							

- b) 路堤边坡高度大于表 20 的数值时，边坡坡率和形式应根据填料的性质由稳定分析计算确定，最小稳定安全系数应符合本文件 9.1.10 条规定，边坡形式用阶梯型。

9.4.4 地基表层为软弱土层时，应根据土层的性质、厚度、含水率、地表积水深度，采用排水疏干、挖除换填、抛填片石或填砂砾石地基加固措施。

9.4.5 陡坡路堤沿基底及基底下软弱层滑动稳定安全系数不小于 1.2。

9.4.6 软土地基加固采用排水固结、堆载预压措施处理，并应满足路基稳定的要求。软土地基路堤填土速率应符合下列规定：

- a) 天然地基及采用排水固结法处理的地基，填筑时间不应小于地基抗剪强度增长需要的固结时间；
- b) 路堤中心沉降每昼夜不得大于 15 mm，边桩水平位移每昼夜不得大于 5 mm。

9.4.7 湿陷性黄土地基采取碾压、换填、封闭、隔水措施处理。

9.5 路堑

9.5.1 边坡坡率与形式符合下列规定：

- a) 路堑边坡坡率及形式应根据工程地质、水文地质条件、岩性、坡高、施工方法，并结合岩体结构、结构面产状、风化程度、自然稳定边坡和当地经验综合确定。边坡高度小于 20m 时，边坡坡率可按表 21 确定；

表 21 路堑边坡坡率

土的类别	黏土、塑性指数大于 3 的粉土		1:1~1:1.5
	中密以上的中砂、粗砂、砾砂		1:1.5~1:1.75
	卵石土、块石土、碎石土、圆砾土、角砾土	胶结和密实	1:0.5~1:1.25
		中密	1:1~1:1.5
岩石类别	硬质岩	未风化、微风化	1:0.1~1:0.3
		弱风化、强风化	1:0.3~1:0.75
		全风化	1:0.75~1:1.25
	软质岩	未风化、微风化	1:0.3~1:0.75
		弱风化、强风化	1:0.5~1:1
		全风化	1:0.75~1:1.5

注：有可靠的资料和经验时，可不受本表限制。

- b) 边坡高度大于 20 m 时，其边坡坡率与形式应结合边坡稳定性分析计算确定，最小稳定安全系数应符合 9.1.10 条规定；
- c) 土质和易风化软质岩路堑侧沟外侧设置平台，宽度不小于 0.5 m。硬质岩及边坡设置防护加固工程时可不设侧沟平台；
- d) 路堑边坡在土石分界、透水与不透水层交界处设置边坡平台，平台不小于 1.5 m。在年平均降水量小于 400 mm 的地区，边坡平台可不设截水沟，平台宽度不小于 1.0 m。

9.5.2 较高土质边坡和软弱松散岩石路堑，应根据工程地质条件、岩层风化及节理发育程度，结合施工工艺，采用分层开挖、分层稳定和坡面、坡脚预加固技术。

9.6 路基排水

9.6.1 路基防排水设计应合理布局，重视环境保护，减少占地，并与当地排灌系统和水土保持工程相协调，完善出水口处理，避免水土流失和水资源污染。

9.6.2 路基防排水水文计算应根据各段落的汇水面积、表面形状、周边地形、地质条件、气候特点，结合当地的地区经验选取合理的参数和方法。

9.6.3 路基排水设施截面应根据流量计算确定，路基排水设施设计降雨重现期采用 25 年。

9.6.4 地面排水设施设计按照下列规定执行：

- a) 排水沟沟顶应高出设计水位 0.15 m；
- b) 排水沟的横断面，底宽可采用 0.4 m，深度可采用 0.4 m~0.6 m，分水点处可采用 0.2 m；

- c) 纵坡不小于 2 ‰，困难条件下可采用 1 ‰。

9.6.5 路堑基床换填时，侧沟底低于基床表层底面以下 0.1m，且靠线路侧沟壁应预留出水孔。

9.7 路基支挡及防护

9.7.1 支挡结构的设置及型式应结合地形地质条件、周围环境、征地、拆迁及工程投资因素综合确定。

9.7.2 路基边坡应结合边坡的岩土性质、地质构造、水文地质条件、气候环境、边坡朝向、边坡坡率和高度采用绿色防护或绿色防护与工程防护相结合的措施，符合下列规定：

- a) 土质路基边坡采用植物防护，坡面较高时，可增设骨架；
- b) 软质岩及强风化硬质岩层破碎或节理发育时，边坡采用骨架护坡、空窗式护墙防护；
- c) 弱风化硬质岩可不防护，或当景观要求较高时采用生态修复。

9.7.3 沿河或浸水地段路基，当受水流冲刷时，应根据河流特性、水流性质、河道地貌、地质因素，结合路基位置，选用适宜的坡面防护措施。

9.7.4 重力式挡土墙、护坡骨架、护墙圬工材料可采用混凝土、浆砌片石。

9.8 接口设计

9.8.1 路基工程设计应考虑安全防护设施及养护维修条件。

9.8.2 路基工程设计应按要求预留站后设备工程实施的条件。

9.8.3 路基上的各种预埋设备及基础应与路基填筑进行系统设计，合理规划、分步实施，避免影响路基强度及稳定。

10 桥涵

10.1 一般规定

10.1.1 桥梁的分类按照下列规定执行：

- a) 特大桥桥长为 500 m 以上；
- b) 大桥桥长为 100 m 以上至 500 m；
- c) 中桥桥长为 20 m 以上至 100 m；
- d) 小桥桥长为 20 m 及以下。

注：桥长—梁桥系指桥台挡砟前墙之间的长度；拱桥系指拱上侧墙与桥台侧墙间两伸缩缝外端之间的长度；刚架桥系指刚架顺跨度方向外侧间的长度。

10.1.2 桥涵设计时，应详细调查河流的历史和现状，研究其发展趋势，考虑桥涵与水利、航运、环保及工农业的相互关系，认真探明地质情况，据以确定正确的设计方案。

10.1.3 桥涵结构应构造简洁、美观、力求标准化、便于施工和养护维修。桥梁设计应结合环境，考虑造形美观，桥梁结构形式可采用钢结构、钢筋混凝土结构、预应力钢筋混凝土结构及钢混组合梁结构形式。

10.1.4 桥涵结构在设计、制造、运输、安装和运营过程中，应具有规定的强度、刚度、稳定性和耐久性。

10.1.5 桥涵主体结构的设计使用年限应为 100 年。

10.1.6 桥梁结构设计为正交。

10.1.7 桥涵应按以下的洪水频率标准进行设计或检算：

- a) 设计洪水频率：桥梁 1/100，涵洞 1/50；
- b) 检算洪水频率：特大桥（或大桥）属于技术复杂、修复困难或重要者按 1/300 检算。

- 10.1.8 平坦、漫流地区应按分片泄洪合理布置桥涵。
- 10.1.9 天然河道不应轻易改移。如确能改善桥涵工作状况或有显著经济效益时，方可改移河道或裁弯取直，但应考虑由此而产生的河流水力条件变化的影响，并进行行洪论证。
- 10.1.10 导治建筑物设计按照下列规定执行：
- a) 不没水的导治建筑物顶面，应高出桥梁设计洪水频率的水位（考虑水面坡度）至少 0.25 m，必要时尚应考虑壅水高、波浪侵袭高、局部股流涌高、斜水流局部冲高、河弯超高、河床淤积影响；
 - b) 没水的导治建筑物顶面高出常水位；
 - c) 不没水导治建筑物迎水面应全高防护。没水导治建筑物的两侧及顶面均应防护。各种导治建筑物的防护标准，视其可能遭受水流、波浪、流冰、流木、漂流物的冲击而定。坡脚的设计，应考虑冲刷的影响。
- 10.1.11 桥涵应进行安全保护标志、警示标志、防护设施的设计。
- 10.1.12 桥涵基础应避免设置在滑坡、岩溶、岩堆、泥石流不良地质地段，不可避免时，要有切实保障结构安全的处置措施。

10.2 桥涵孔径及净空

- 10.2.1 桥涵孔径应满足设计（检算）频率洪水安全通过的要求，并应考虑壅水、冲刷对上下游的影响，确保桥涵附近路堤的稳定，便于养护与维修。
- 10.2.2 设计桥梁孔径时，应注意河床变迁，不严重改变水流天然状态。
- 10.2.3 桥梁冲刷应计算桥下一般冲刷及墩台附近局部冲刷，并考虑洪水时河床变迁及河道天然下切的影响。水坝下游的桥梁尚应考虑坝下的局部冲刷和清水冲刷的影响。
- 10.2.4 新建旅游轨道大中桥下不应采用桥下河床铺砌。
- 10.2.5 不通航亦无流筏的桥孔，其桥下净空应符合表 22 的规定。

表 22 桥下净空高度

序号	桥的部位	高出设计洪水频率水位加 Δh 后的最小高度(m)	高出检算洪水频率水位加 Δh 后的最小高度(m)
1	梁底（洪水期无大漂流物时）	0.50	0.25
2	梁底（洪水期有大漂流物时）	1.50	1.00
3	梁底（有泥石流时）	1.00	—
4	支承垫石顶	0.25	—
5	拱肋和拱圈的拱脚	0.25	—
<p>注1：表列的“设计(或检算)频率水位”系指相应于第10.1.8条中的设计(或检算)洪水频率的水位；“Δh”系根据河流具体情况，分别考虑壅水、浪高、河弯超高、河床淤积，局部股流涌高影响的高度；</p> <p>注2：洪水期无大漂流物通过的河流，实腹式无铰拱桥(拱圈或拱肋)的拱脚，允许被“设计频率水位+Δh”后的水位淹没，但此水位不应超过矢高之半，且距拱顶的净高亦不应少于1.0m；</p> <p>注3：有严重泥石流或钢梁下在洪水期有大漂流物通过时，应根据具体情况，采用大于表列的净空高度。</p>			

- 10.2.6 通航与流筏的桥孔，桥下净空和设计航行水位应与相关部门协商确定。有流冰或流木的桥下净空按实际调查资料确定。
- 10.2.7 旅游轨道与道路立体交叉应按下列规定执行：
- a) 旅游轨道与道路立体交叉的道路的建筑限界应符合相应道路的标准和规范；
 - b) 通行机动车的道路下穿旅游轨道的立体交叉，且旅游轨道为桥跨布置时，道路视线长度应满足停车视距的要求；

- c) 下穿旅游轨道桥梁、涵洞的道路，当净空高度小于 5.0 m 时，应设置车辆通过限高标志及限高防护设施；
 - d) 跨越旅游轨道的道路桥梁应设置防止车辆及其他物体坠入旅游轨道线路的安全防护设施。
 - e) 季节性的排洪桥涵，在确保行人及车辆安全时，可兼做立交桥使用。
- 10.2.8 涵洞顶至轨底的填方厚度一般不小于 1.2 m。困难条件下不应小于 0.6 m。
- 10.2.9 涵洞设计为无压涵。无压涵洞洞内顶点高出洞内设计频率水位的净空高度应按表 23 确定。

表 23 涵洞净空高度

涵洞类型 涵洞结构净高 H(m)	圆 涵	拱 涵	矩形涵
≤3	≥H /4	≥H /4	≥H /6
>3	≥0.75m	≥0.75m	≥0.5m

- 10.2.10 涵洞的长度应根据净高（或内径）h 确定，并符合下列规定：
- a) h=1.0m 时，长度不超过 15m；
 - b) h=1.25m 时，长度不超过 25m；
 - c) h≥1.5m 时，长度可不受限制。
- 10.2.11 排洪涵洞的最小孔径不应小于 1.25 m，位于城市或车站范围内有污水流入的涵洞，可根据需要加大孔径。为路基或站场排水而设的无天然沟槽的涵洞孔径，可根据具体情况确定。

10.3 桥涵构造

- 10.3.1 同一区段内桥涵的孔径与式样应力求简化。桥跨结构的类型，除通航和特殊需要外，同一座桥采用等跨及相同类型的桥跨结构。
- 10.3.2 泥石流或水流含砂石较多的河沟、多年冻土地区，以及水库淹没范围内均设桥，不设涵。
- 10.3.3 桥涵应具备良好的排水、通风条件和必要的维修工作空间。桥梁防排水设施应根据轨道形式、布置方式确定，并应符合下列规定：
- a) 梁端或梁缝应采取有效防水措施；
 - b) 梁部、墩台的表面形状应有利于排水，合理设置排水坡。
- 10.3.4 新建旅游轨道道砟桥面的道砟槽挡砟墙内侧距线路中心不应小于 1.66 m，轨下枕底道砟厚度不小于 0.25 m，困难条件下，可减至 0.20 m。桥上应铺设碎石道砟，道砟桥面枕底应高出挡砟墙顶不小于 0.02 m。
- 10.3.5 对于温度跨度大于 100 m 的钢梁，每一温度跨度应安设一副温度调节器。对于其它桥，应根据具体情况设置温度调节器。
- 10.3.6 在下列情况下，桥上基本轨的内侧应铺设护轨：
- a) 特大桥及大中桥；
 - b) 桥长等于和大于 10 m 的小桥，当曲线半径小于或等于 600 m，或桥高（轨底至河床最低处）大于 6 m 时；
 - c) 跨越铁路、重要公路、城市交通要道的立交桥；
 - d) 双线桥各线均应铺设护轨。三线及以上的桥，当各线的桥面分别设于分离式的桥跨结构上时，各线均应铺设护轨；当各线铺于同一桥跨结构（如整体刚架桥）上时，可仅对两外侧线铺设护轨。桥上护轨采用不小于 38 kg/m 的钢轨；
 - e) 护轨顶面不应高出基本轨顶面 5 mm，也不应低于基本轨顶面 25 mm。
- 10.3.7 桥上人行道及栏杆的设置应按照下列规定执行：
- a) 桥面应设置双侧带栏杆的人行道；

- b) 桥上线路中心至人行道栏杆内侧的最小净距应按表 24 确定。对于人行道宽度有特殊要求的特大桥，其净距根据具体情况确定；

表 24 桥上线路中心至人行道栏杆内侧的最小净距

类 别		线路中心至人行道栏杆内侧的最小净距 (m)
		直线上的桥
设计时速≤100 km/h 的旅游轨道	道砟桥面	2.71

- c) 有砟桥面人行道优先采用整体桥面，并根据桥位具体情况和养护维修不同要求考虑维修通道的设置。

10.3.8 在两台尾之间，单线桥应在两侧人行道上按 30 m 左右间隔交错设置避车台。双线桥及多线桥，应在每一侧人行道上各相距 30 m 左右设置避车台。线路中心至避车台内侧的净距不小于 3.81 m。

10.3.9 桥梁顺桥向固定支座的布置按照下列规定执行：

- a) 在坡道上设在较低一端；
- b) 在车站附近设在靠车站一端；
- c) 相邻两孔梁的固定支座不设在同一桥墩上；
- d) 上述条件相互抵触时，应优先满足坡道上的要求。

10.3.10 通信、信号线路可采用在桥上设置通信、信号电缆槽的方式过桥。预留电力牵引的旅游轨道上，直线区段桥长超过 40 m 时桥墩需预留接触网支柱安装支架。线路中心线距接触网支柱内侧最小距离不应小于 2.6 m。

10.4 桥头引线及桥上线路

10.4.1 特大桥和大中桥桥头引线的路肩高程应至少比桥梁设计洪水频率水位（考虑水面坡度）加壅水高、波浪侵袭高、局部股流涌高、斜水流局部冲高、河弯超高、河床淤积等影响值之和高出 0.5 m。小桥涵路肩高程应至少比设计洪水频率水位加壅水高之和高出 0.5 m。

10.4.2 桥台与路基连接处应符合下列规定：

- a) 台尾上部伸入路肩不小于 0.75 m；
- b) 锥体坡面距支承垫石顶面后缘不小于 0.3 m；
- c) 锥体坡脚浸水时，锥体顺桥台坡脚不伸出台前缘；
- d) 锥体顺线路方向的坡度应按不陡于表 25 所列值；

表 25 桥台锥体顺线路方向坡度

填土高度 (m)	设防烈度		
	≤7 度	8 度	9 度
0~6	1:1	1:1.25	1:1.5
6~12	1:1.25	1:1.5	1:1.75

- e) 钢筋混凝土刚架桥的锥体坡面顺线路方向的坡度不陡于 1:1.5。

10.4.3 台后路桥结合部的设计及填料和压实标准符合本文件路基设计的规定，保证该区段的线路稳定。

10.4.4 锥体填方坡面应全高防护，并根据水流流速、流冰、流木情况合理选择防护方式；护坡坡脚垂裙顶面应在一般冲刷线以下不少于 0.25 m。涵洞路堤坡面应铺砌防护，上、下游防护高度分别在设计洪水频率水位以上加 0.25 m，且不低于锥坡高度。

- 10.4.5 大中桥设在直线上。困难条件必须设在曲线上时，选用较大曲线半径，标准跨度简支梁设置在半径大于 350 m 的曲线上；跨度大于 40 m 或桥长大于 100 m 的钢桥，设在半径大于 1000 m 的曲线上。
- 10.4.6 钢桥设在平坡上。确有困难，应有充分的技术经济论证，但纵坡不大于 12 ‰。

10.5 养护设施

- 10.5.1 为保证维修养护人员的正常工作及操作安全，桥涵应设必要的检查设备，并满足下列规定：
- a) 当梁跨大于 10 m，墩台顶帽面至地面的高度大于 4 m，或经常有水的河流，墩台顶应设围栏、吊篮（桥墩设双侧）；桥面下至墩台顶应设梯子；检查墩台侧面可设移动的梯子或小船；
 - b) 梁、拱应根据结构形式和需要，分别安装吊篮、检查板、活动检查小车、动力检查小车、栏杆和梯子；
 - c) 长大与重要的桥梁应根据构造特点和需要，设置专门的检查设备；
 - d) 当桥涵处路堤高度超过 3.0 m 时，应在路堤边坡上设置简易台阶。
- 10.5.2 通航桥梁应与航运部门协商，设置必要的航标助航设施。

10.6 结构

- 10.6.1 桥涵结构设计应根据结构物的特性，按表 26 所列的荷载就其可能的最不利组合情况进行计算。

表 26 桥涵荷载

荷载分类		荷载名称
主力	恒载	结构构件及附属设备自重、预加力 混凝土收缩和徐变的影响 土压力 静水压力及水浮力 基础变位的影响
	活载	列车竖向静活载 公路（城市道路）活载 列车竖向动力作用 离心力 横向摇摆力 活载土压力 人行道人行荷载 气动力
附加力		制动力或牵引力 支座摩擦阻力 风力 流水压力 冰压力 温度变化的作用 冻胀力 波浪力
特殊荷载		列车脱轨荷载 船只或排筏撞击力、汽车撞击力 地震力、施工临时荷载 长钢轨纵向水平力(伸缩力、挠曲力、断轨力)
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，该附加力应按主力考虑；		
注2：流水压力不与冰压力组合，两者也不与制动力或牵引力组合；		
注3：船只或排筏撞击力、汽车撞击力以及长钢轨断轨力，只计算其中的一种荷载与主力相组合，不与其他附加力组合；		

注4: 列车脱轨荷载只与主力中恒载相组合, 不与主力中活载和其他附加力组合;

注5: 地震力与其他荷载的组合见GB 50111的规定;

注6: 无缝线路纵向作用力不参与常规组合, 其与其他荷载的组合, 按TB 10015的规定办理。

10.6.2 桥面计算恒载包括钢轨(基本钢轨 护轮轨)、轨枕、道砟、人行道、避车台荷载。

10.6.3 桥梁设计时, 应仅考虑主力与一个方向(顺桥或横桥方向)的附加力相组合。

10.6.4 桥梁设计应根据各种结构的不同荷载组合, 将材料基本容许应力和地基容许承载力乘以不同的提高系数。预应力混凝土结构中的强度及抗裂性计算应采用不同的安全系数。

10.6.5 列车竖向静活载: 旅游轨道采用专用的旅游列车荷载, 列车竖向静活载图式应按本线列车的最大轴重、轴距及编组确定; 综合国内既有运营线列车荷载的实际情况及窄轨的使用功能, 列车的最大轴重不大于 14t。

10.6.6 同时承受多线列车活载的桥梁, 其列车竖向活载对主要杆件双线应为两线列车活载总和的 90%, 三线及三线以上应为各线列车活载总和的 80%; 对承受局部活载的杆件, 则均应为该活载的 100%; 各线均假定采用同样情况的最不利列车活载。

10.6.7 列车竖向活载包括列车竖向动力作用, 该列车竖向活载等于列车竖向静活载乘以动力系数, 其动力系数应按下列公式计算:

a) 简支或连续的钢桥跨结构和钢墩台:

$$1+\mu = 1 + \frac{28}{40+L} \dots\dots\dots (2)$$

b) 钢与钢筋混凝土板的结合梁:

$$1+\mu = 1 + \frac{22}{40+L} \dots\dots\dots (3)$$

c) 钢筋混凝土、混凝土、石砌的桥跨结构及涵洞、刚架桥, 其顶上填土厚度 $h \geq 1\text{m}$ (从轨底算起) 时不计竖向动力作用, $h < 1\text{m}$ 时,

$$1+\mu = 1 + \alpha \left(\frac{6}{30+L} \right) \dots\dots\dots (4)$$

式中: $\alpha = 4(1-h) \leq 2$

式 2、式 3、式 4 中的 $L(\text{m})$, 除承受局部活载杆件为影响线加载长度外, 其余均为桥跨长度。

d) 空腹式钢筋混凝土拱桥的拱圈和拱肋:

$$1+\mu = 1 + \frac{15}{100+L} \left(1 + \frac{0.4L}{f} \right) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

L ——拱桥的跨度(m);

λ ——计算桥跨结构的主要杆件时为计算跨度, 单位为米 (m), 在只承受局部活载的杆件上, 则按其计算图式为一个或数个节间长度, 单位为米 (m);

f ——拱的矢高(m)。

e) 支座的动力系数计算公式与相应的桥跨结构计算公式相同。

10.6.8 曲线上的桥梁,列车离心力按水平向外作用在轨顶面上 2 m,离心力的大小等于竖向静活载(不包括动力作用)乘以离心力率 C, C 值按式 6 计算,但不应大于 15%:

$$C = \frac{v^2}{127R} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

v——设计行车速度,单位为公里每小时(km/h);

R——曲线半径,单位为米(m)。

10.6.9 列车横向摇摆力应取 65 kN,作为一个集中荷载取最不利位置,以水平方向垂直线路中心线作用于钢轨顶面。多线桥梁只计算任一线上的横向摇摆力。空车时应考虑横向摇摆力。

10.6.10 列车制动力或牵引力计算应按照下列规定执行:

- a) 制动力或牵引力应按竖向静活载(不包括动力作用)的 10% 计算。但当与离心力或竖向动力作用同时计算时,制动力或牵引力应按列车竖向静活载的 7% 计算;
- b) 双线桥应采用一线的制动力或牵引力;三线或三线以上的桥应采用两线的制动力或牵引力;
- c) 车站内的桥梁应根据其结构形式考虑制动和起动同时发生的可能进行设计;
- d) 桥头填方破坏棱体范围内的列车竖向活载所产生的制动力或牵引力可不计算;
- e) 采用特种活载时,不计算制动力或牵引力;
- f) 制动力或牵引力作用点在轨顶以上 2 m 处,但计算桥墩台时作用点移至支座中心处,计算台顶活载的制动力或牵引力时移至轨底,计算刚架结构时移至横杆中线处,均不计算移动作用点所产生的竖向力或弯矩。

10.6.11 设计人行道的竖向静活载应符合下列规定:

- a) 设计桥梁人行道时,道砟桥面人行道竖向静活载采用 4 kPa;
- b) 人行道板还应按竖向集中荷载 1.5 kN 检算。检算栏杆立柱及扶手时,水平推力按 0.75 kN / m 考虑。对于立柱,水平推力作用于立柱顶面处。立柱和扶手还应按 1.0 kN 集中荷载检算;
- c) 设计主梁时,人行道竖向静活载不与列车活载同时计算;但在特殊情况下,为了允许城镇居民通行而加宽的人行道部分,其竖向静活载应与列车活载同时计算,采用数值可按实际情况确定。

10.6.12 在通航和有排筏的河流上,设计桥梁墩台时应考虑船只或排筏的撞击力,可按式 7 计算:

$$F = \gamma \bullet V \bullet \sin \alpha \sqrt{\frac{W}{C_1 + C_2}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

F——撞击力,单位为千牛(kN);

γ ——动能折减系数,单位为米每秒的二分之一一次方(s / m^{1/2}),当船只或排筏斜向撞击墩台(指船只或排筏驶近方向与撞击点处墩台面法线方向不一致)时可采用 0.2,正向撞击(指船只或排筏驶近方向与撞击点墩台面法线方向一致)时可采用 0.3;

V——船只或排筏撞击墩台时的速度,单位为米每秒(m / s),此项速度对于船只采用航运部门提供的数据,对于排筏可采用筏运期的水流速度;

α ——船只或排筏驶近方向与墩台撞击点处切线所成的夹角,应根据具体情况确定,如有困难可采用 20°;

W——船只或排筏重(kN);

C_1 和 C_2 ——船只或排筏的弹性变形系数和墩台圬工的弹性变形系数，单位为米每千牛(m / kN)，

缺乏资料时一般假定 $C_1+C_2=0.0005$ 。

撞击力的作用高度，应根据具体情况确定，缺乏资料时，可采用通航水位的高度。

10.6.13 桥墩有可能受到汽车撞击时，应考虑汽车的撞击力。撞击力顺行车方向应采用 1000 kN，横行车方向应采用 500 kN，两个等效力不同时考虑，作用在路面以上 1.20 m 高度处。

10.6.14 结构物在制造、运输、吊装及各施工阶段，应考虑可能出现的临时荷载：如自重，人群重，风载，脚手架、架桥机、吊机及其机具材料重，拱桥在建造过程中承受单侧推力。在计算中尚应考虑各种荷载产生冲击力的影响。

10.6.15 梁式桥跨结构在计算荷载最不利组合作用下，横向倾覆稳定系数不应小于 1.3。钢筋混凝土悬臂梁式桥跨结构在相应于应力超过容许值 30 %时的竖向活载作用下的纵向倾覆稳定系数不应小于 1.3。

10.6.16 梁式桥跨结构由于列车竖向静活载所引起的竖向挠度，不应超过表 27 的容许值。

表 27 梁式桥跨结构竖向挠度容许值

桥跨结构		挠度容许值
简支钢桁梁		$L/900$
连续钢桁梁	边跨	$L/900$
	中跨	$L/750$
简支钢板梁		$L/900$
简支钢筋混凝土和预应力混凝土梁		$L/800$
连续钢筋混凝土和预应力混凝土梁	边跨	$L/800$
	中跨	$L/700$
注：表中的L为简支梁或连续梁检算跨的跨度		

10.6.17 梁体的横向刚度应按梁体的横向自振频率和梁体的水平挠度进行控制。

a) 不同结构类型桥梁的横向自振频率 f 应满足表 28 容许值的要求；

表 28 不同结构类型桥梁的横向自振频率 f 容许值

结构类型	适用跨度 $L(m)$	横向自振频率 f 容许值 (Hz)
上承式钢板梁	24~40	$>60/L^{0.8}$
下承式钢板梁	24~32	$>55/L^{0.8}$
半穿式钢桁梁	40~48	$>60/L^{0.8}$
下承式钢桁梁	48~80	$>65/L^{0.8}$
预应力混凝土梁	24~40	$>55/L^{0.8}$

b) 在列车摇摆力、离心力和风力的作用下，梁体的水平挠度应小于或等于梁体计算跨度的 1/4000。对温度变形敏感的结构，尚应根据实际情况考虑温度作用的影响。

10.6.18 新建旅游轨道不采用上承式钢桁梁。

10.6.19 墩台应检算墩台顶弹性水平位移。对于混凝土实体墩台应检算墩台身偏心、整体纵向弯曲稳定性和强度、基础设计应按照 TB 10093 的规定执行。

10.6.20 墩台基础变位及刚度限值应符合下列规定：

a) 墩台基础的沉降应按恒载计算。对于外静定结构，有砟桥面工后沉降量不得超过 80 mm，相邻墩台均匀沉降量之差不得超过 40 mm；对于外超静定结构，其相邻墩台均匀沉降量之差的容许值，应根据沉降对结构产生的附加应力的影响而定；

- b) 墩台的纵向及横向水平刚度应满足列车行车安全性和旅客乘车舒适度的要求,并对最不利荷载作用下墩台顶的横向及纵向计算弹性水平位移进行控制;
- 1) 桥上铺设无缝线路且无钢轨伸缩调节器的双线及多线简支梁桥,桥墩的墩顶纵向最小水平线刚度限值应根据梁轨共同作用计算确定,当不作计算时,其桥墩的墩顶纵向最小水平线刚度限值,可按表 29 的规定取值。

表 29 桥墩墩顶纵向水平线刚度限值

桥墩/桥台	跨度 L(m)	最小水平线刚度 (kN/cm)	
		双线	单线
桥墩	L≤20	145	90
	20<L≤25	220	140
	25<L≤30	255	160
	30<L≤35	325	200
	35<L≤40	415	255
桥台		3000	1500

- 2) 在列车竖向静活载、横向摇摆力、离心力、风力和温度作用下,墩顶横向水平位移引起的桥面处梁端水平折角见图 2 并应符合:当桥跨小于 40 m 时,不得超过 1.5 ‰;当桥跨等于或大于 40 m 时,不得超过 1.0 ‰。

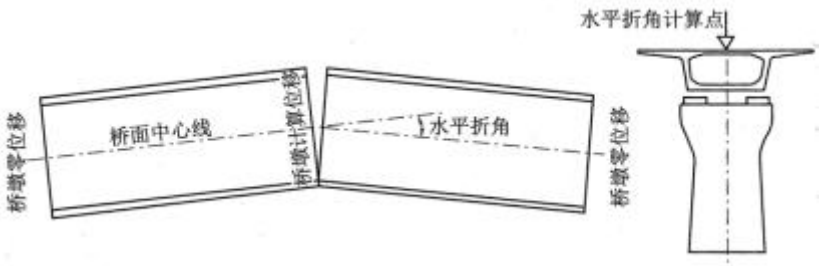


图 2 由墩台横向水平位移差引起的相邻结构物桥面处轴线间的水平折角

- 其荷载组合为:竖向静荷载;曲线上列车的离心力;列车的横向摇摆力;列车、梁及墩身风荷载或 0.4 倍的风荷载与 0.5 倍的桥墩温差组合作用,取较大者;水中墩的水流压力作用;地基基础弹性变形引起的墩顶水平位移。
- 3) 墩台横向水平位移限值,当桥梁跨度小于 20 m 时,采用桥梁跨度 20 m 的墩台横向水平位移限值。

- c) 简支梁桥墩台顶帽面顺桥方向的弹性水平位移应符合下列规定:

$$\Delta = 5\sqrt{L} \dots\dots\dots (8)$$

式中

L—— 桥梁跨度,单位为米 (m):当L<24m时, L按24m计算; 当为不等跨时, L采用相邻中较小跨的跨度;

Δ—— 墩台顶帽面处的水平位移,单位为毫米 (mm),包括由于墩台身和基础的弹性变形,以及基底土弹性变形的影响。

d) 计算混凝土、石砌及钢筋混凝土墩台水平变位时,截面惯性矩 I 按全截面考虑,混凝土和石砌墩台的抗弯刚度取为 E₀₁,钢筋混凝土墩台的抗弯刚度取为 0.8E₀₁,E₀为墩台身的受压弹性模量。

10.6.21 实体墩台可不计列车竖向动力作用。空心柱式、板式墩台的顶帽及其位于地面或局部冲刷线以上的墩台身，应计列车竖向动力作用，其列车竖向动力可采用支座的列车竖向动力。

10.6.22 桥涵钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构设计应按 TB 10092 的规定执行。钢筋的混凝土保护层厚度应符合 TB 10005 的规定。

10.6.23 支座计算应按 TB 10092 的规定执行。

10.6.24 地震区桥涵结构的抗震措施、地震作用计算及抗力计算应按照 GB 50111 的规定执行。

10.6.25 涵洞基础应计算工后沉降，其工后沉降量不应大于 100 mm。涵洞的工后沉降量不满足上述要求时，应进行地基处理。

10.6.26 墩台明挖基础和沉井基础的基底埋置深度应满足承载与防护安全的要求，其最小值应符合下列规定：

- a) 除不冻胀土外，对于冻胀、强冻胀和特强冻胀土应在冻结线以下不小于 0.25 m；对于弱冻胀土，不应小于冻结线深度；
- b) 在无冲刷处或设置有铺砌防冲时，不应小于地面以下 2.0 m，特殊困难情况下不应小于 1.0 m；
- c) 在有冲刷处，基底应在墩台附近最大冲刷线下不小于下列安全值；对于一般桥梁，安全值为 2.0 m 加冲刷总深度的 10%；对于特大桥（或大桥）属于技术复杂、修复困难或重建者，安全值应为 3 m 加冲刷总深度的 10%，应符合表 30 的规定。建于抗冲性能强的岩石上的基础，基础埋置可不满足安全值加冲刷总深度的 10% 的规定。对于抗冲性能较差的岩石，应根据冲刷的具体情况确定基底埋置深度；

表 30 基底埋置安全值

冲刷总深度（m）			0	5	10	15	20
安全值 （m）	一般桥梁		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	特殊桥（或大桥）						
	属于技术复杂、修 复困难或重要者	设计频率流量 检算频率流量	3.0 1.5	3.5 1.8	4.0 2.0	4.5 2.3	5.0 2.5

注：冲刷总深度为自河床面算起的一般冲刷深度和局部冲刷深度之和。

d) 处于天然河道上的特大、大排洪桥不采用明挖基础。

10.6.27 涵洞基础除设置在不冻胀地基土上者外，出入口和自两端洞口向内各 2 m 范围内的涵身基底埋深，应符合下列规定：

- a) 对于冻胀、强冻胀和特强冻胀土应在冻结线以下 0.25 m；对于弱冻胀土，不应小于冻结深度。涵洞中间部分的基底埋深可根据地区经验确定；
- b) 严寒地区，当涵洞中间部分的埋深与洞口埋深相差较大时，其连接处应设置过渡段；
- c) 冻结较深的地区，也可将基底至冻结线以下 0.25 m 处的地基土换填为粗颗粒土，粗颗粒土包括碎石类土、砾砂、粗砂、中砂，但其中粉黏粒含量应小于或等于 15 %，或粒径小于 0.1 mm 的颗粒应小于或等于 25 %。

10.6.28 湿陷性黄土地区采用桩基础时，桩基应穿透湿陷性黄土层，并应符合下列规定：

- a) 在非自重湿陷性黄土场地，桩端应支撑在较低的非湿陷性黄土层中；
- b) 在自重湿陷性黄土场地，桩端应支撑在可靠的岩（土）层中。

10.6.29 在湿陷性黄土场地，应根据工程要求、场地湿陷类型、湿陷性黄土层厚度、桩端持力层的土质情况、施工条件和场地周围环境因素确定适用的桩基类型，可采用钻（挖）孔灌注桩、打入桩。

10.7 材料

10.7.1 桥涵结构混凝土和砌体结构应根据水文、地质、地形、上部结构、荷载、材料供应和施工条件合理选用，并应符合下列规定：

- a) 桥梁梁部可采用钢筋混凝土和预应力混凝土结构，也可根据工程需要采用钢结构；
- b) 桥梁下部结构可采用混凝土或钢筋混凝土结构；
- c) 涵洞主体结构可采用混凝土或钢筋混凝土结构，石料丰富地区，可采用片石混凝土。涵洞附属工程可采用浆砌片石。

10.7.2 预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C40，钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不低于 C30，其他结构混凝土强度等级不低于 C20。

10.7.3 混凝土桥涵结构的耐久性设计应满足窄轨旅游轨道工程设计使用年限的要求。

10.8 接口设计

10.8.1 桥梁结构设计时应考虑轨道的要求和梁轨相互作用。

10.8.2 桥上应根据环保要求考虑各种防护屏障基础设置条件。

10.8.3 桥梁设计应根据需要设置接地装置的条件。

10.8.4 桥梁设计应根据需要设置电缆槽道、电缆上下桥设备、接触网支柱设施的条件。

10.8.5 桥隧、桥路接口段应统筹考虑排水、危岩落石和边坡防护设计。

10.8.6 救援疏散通道的设置应和桥下维修通道、声屏障安全通道及地面道路统筹考虑。

11 隧道

11.1 一般规定

11.1.1 隧道分类按下列规定执行：

- a) 全长 10000 m 以上为特长隧道；
- b) 全长 3000 m 以上至 10000 m 为长隧道；
- c) 全长 500 m 以上至 3000 m 为中长隧道；
- d) 全长 500 m 及以下为短隧道。

11.1.2 隧道设计应依据地形、地质条件和生态环境特征，结合运营及施工条件，进行技术、经济比较和分析，隧道设计方案和建筑结构应与景区建设标准相匹配，符合安全适用、经济合理和环境保护的要求。

11.1.3 隧道的位置选择、平纵断面设计、围岩级别、衬砌和洞门结构、建筑材料规格、结构计算和荷载、避车洞设置要求、防水和排水、辅助坑道、以及隧道穿越特殊岩土和不良地质地段，在本文件中未作规定时，可按 TB 10003 的规定办理。

11.1.4 隧道衬砌内轮廓应符合建筑限界、设备安装、使用空间和结构受力要求，并根据拟采用机车车辆尺寸及牵引方式进行检核。位于车站内隧道的内轮廓尚应符合站场作业及设备安装要求。

11.1.5 隧道衬砌结构应具有规定的强度、稳定性和耐久性，应能适应运营和方便养护维修的需要。

11.1.6 隧道设计应根据地质调查、测绘、勘探及试验的成果，对隧道围岩作出评价和划分级别。

11.1.7 隧道施工应根据工程地质、水文地质条件，以及隧道跨度、结构形式，采用合适的施工方法。隧道弃碴应注意节约用地，并应保护农田水利和自然环境，满足环保、水保要求。

11.2 洞门与衬砌建筑材料

11.2.1 隧道衬砌及洞门建筑材料的强度等级应满足设计年限耐久性要求，并不应低于表 31 及表 32 的规定。

表 31 衬砌建筑材料的强度等级

材料种类 工程部位	混凝土	钢筋混凝土	喷射混凝土	
			喷锚衬砌	喷锚支护
拱圈	C25	C25	C25	C20
边墙	C25	C25	C25	C20
仰拱	C25	C25	C25	C20
底板	—	C25	—	—
仰拱填充	C20	—	—	—
水沟、电缆槽	C20	—	—	—
水沟、电缆槽盖板	—	C25	—	—

表 32 洞门建筑材料的强度等级

工程部位	材料种类		
	混凝土	钢筋 混凝土	砌体
端墙	C20	C25	M10 水泥砂浆砌块石或 C20 片石混凝土
顶帽	C20	C25	M10 水泥砂浆砌细凿石
翼墙和洞口挡土墙	C20	C25	M10 水泥砂浆砌块石
侧沟	C15	—	M7.5 水泥砂浆砌片石
截水沟、护坡	C15	—	M7.5 水泥砂浆砌片石
注1：护坡材料也可采用C20喷射混凝土；			
注2：最冷月平均气温低于-15℃的地区，表列水泥砂浆强度应提高一级。			

- 11.2.2 建筑材料的选用符合下列规定：
- a) 建筑材料应符合结构强度要求，同时满足 TB 10005 的抗冻、抗渗、抗侵蚀和抗腐蚀要求；
 - b) 混凝土选用低水化热、低 C3A 含量、低碱含量的水泥和矿物掺和料、引气剂；
 - c) 当环境水具侵蚀性时，所用建筑材料应具有相应的抗侵蚀性能；
 - d) 最冷月平均气温低于-15℃的地区和受冻害影响的隧道，混凝土强度等级应适当提高。
- 11.2.3 隧道混凝土的碱含量应符合 TB/T 3054 的规定。混凝土和砌体所用的材料应符合下列要求：
- a) 混凝土不应使用碱活性骨料；
 - b) 钢筋混凝土构件中的钢筋应符合 GB 1499.2、GB 1499.1 的规定；
 - c) 片石强度等级不应低于 MU40，块石强度等级不应低于 MU60；有裂缝和易风化的石材不应采用；
 - d) 片石混凝土内片石掺用量不应大于总体积的 20%。
- 11.2.4 喷锚支护采用的材料，除符合 11.2.1~11.2.3 的规定外，尚需符合下列要求：
- a) 喷射混凝土应优先采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；
 - b) 粗骨料应采用坚硬耐久的碎石或卵石，不得使用碱活性骨料；喷射混凝土中的骨料粒径不大于 16 mm，喷射钢纤维混凝土中的骨料粒径不大于 10 mm；骨料采用连续级配，细骨料应采用坚硬耐久的中砂或粗砂，细度模数大于 2.5；

- c) 钢质锚杆杆体的直径为 16 mm~32 mm, 实心锚杆体钢筋牌号采用 HRB400 或 HRB500; 杆体断裂延伸率不小于 1%, 中空锚杆体钢材牌号采用 Q345 钢, 杆体断后伸长率不小于 21%, 锚杆端头应设垫板, 垫板可采用 Q235 钢;
 - d) 砂浆锚杆用的水泥砂浆强度等级不应低于 M20;
 - e) 钢筋网材料可采用 HPB300, 直径为 6 mm~8 mm。
- 11.2.5 混凝土和喷射混凝土中可根据需要掺加外加剂, 其性能应满足下列要求:
- a) 对混凝土的强度及其与围岩的粘结力基本无影响; 对混凝土和钢材无腐蚀作用;
 - b) 对混凝土的凝结时间影响不大 (除速凝剂和缓凝剂外);
 - c) 不易吸湿, 易于保存; 不污染环境, 对人体无害。
- 11.2.6 喷射钢纤维混凝土中的钢纤维采用普通碳素钢制成, 并满足下列要求:
- a) 钢纤维可采用方形或圆形断面, 等效直径为 0.3 mm~0.5 mm;
 - b) 长度为 20 mm~25 mm, 并不得大于 25 mm;
 - c) 抗拉强度不得小于 600 MPa, 并不得有油渍和明显的锈蚀;
 - d) 掺量为混合料重量的 3.0%~6.0%。
- 11.2.7 初期支护的钢架用钢筋、工字钢、H 形型钢或钢轨制成, 也可用钢管或 U 形型钢制成。
- 11.2.8 常用建筑材料的重度应按表 33 的规定采用。

表 33 建筑材料的标准重度或计算重度

材料名称	混凝土	片石混凝土	钢筋混凝土 (配筋率在 3% 以内)	钢材	浆砌片石	浆砌块石	浆砌粗料石
重度 (kN/m ³)	23	23	25	78.5	22	23	25
注: 钢筋混凝土配筋率大于 3% 时, 其重度为混凝土自重 (扣除钢筋体积的混凝土重量) 加钢筋自重。							

11.3 洞门与洞口段

- 11.3.1 洞口位置应根据地形、地质、水文条件, 同时结合环境保护、洞外工程及施工条件、运营要求, 通过综合分析比较确定。隧道应早进洞、晚出洞, 同时符合下列要求:
- a) 隧道洞口的设置, 应减少对原有坡面的破坏;
 - b) 当洞口处有坍方、落石、泥石流威胁时, 应尽早进洞;
 - c) 线路跨沟或沿沟进洞时, 应结合防排水工程, 确定洞口位置;
 - d) 漫坡地形的洞口位置, 结合弃碴的处理、填方利用、排水以及有利施工因素, 综合分析确定;
 - e) 洞口段应结合地形、地质条件和施工方法确定加固措施, 必要时可采取地表注浆预加固措施。
- 11.3.2 洞门结构形式应根据洞口的地形、地质条件确定, 并符合下列要求:
- a) 采用斜交洞门时, 其端墙与线路中线的交角不应小于 45°; 在松软地层中不采用斜交洞门;
 - b) 位于城镇、风景区、车站附近的洞门, 考虑建筑景观及环境协调要求;
 - c) 有条件时可采用新型洞门结构。
- 11.3.3 洞门设计按照下列规定执行:
- a) 当洞顶仰坡土石有剥落可能时, 仰坡坡脚至洞门端墙背的水平距离不小于 1.5 m; 洞门端墙顶高出仰坡坡脚不小于 0.5 m; 洞门顶水沟的沟底至衬砌拱顶外缘的高度不小于 1 m;
 - b) 当洞口有翼墙或挡土墙时, 沿轨枕底面水平由线路中线至邻近翼墙、挡土墙的距离, 至少有一侧(曲线地段系曲线外侧)不应小于 3.0 m;
 - c) 洞门墙应根据地基情况设置变形缝, 墙身应设置泄水孔。

11.3.4 洞门墙基础的设置应按照下列规定执行：

- 基础必须置于稳固的地基上，并埋入地面下一定深度，土质地基埋入的深度不应小于 1 m，岩质地基埋入的深度不应小于 0.5m，并应低于洞口沟槽的基底；
- 在冻胀性土上设置基础时，基底应置于冻结线以下 0.25 m，或采取其他工程措施；
- 在松软地基上设置基础，当地基承载力不足时，应结合具体条件采取扩大基础措施。

11.3.5 洞口其他设施的设置，应遵守下列规定：

- 洞口边、仰坡周围应设置排水、截水设施，并与路堑排水系统一并布置；
- 当洞口边仰坡局部土石失稳时，应结合地形、地质特点，采取清刷、设置支挡建筑物措施根治，不留后患；
- 洞口仰坡和边坡土石有剥落可能时，其坡面应予以加固；有条件时应优先采用绿色护坡；
- 当洞口段路基基床为土层或遇水易软化的软弱岩层时，应采取铺砌、硬化或其他处理措施；
- 洞口应设置必要的检查设备及标志。

11.4 隧道衬砌和明洞

11.4.1 隧道衬砌的结构形式及尺寸应根据围岩级别、水文及地质条件、埋置深度、结构工作特点，并结合施工条件，通过工程类比和结构计算综合确定，衬砌计算应按照 TB 10003 的规定执行。

11.4.2 隧道应设衬砌，并采用复合式衬砌。复合式衬砌初期支护及二次衬砌的设计参数可采用工程类比并经理论分析验算确定。

- I、II级围岩地下水不发育的中短隧道可采用喷锚衬砌。当采用喷锚衬砌时，内轮廓应比复合式衬砌适当放大，除应计算施工误差和位移量外，应预留不小于 100 mm 净空作必要时补强；
- III~VI级围岩地段应采用曲墙式带仰拱衬砌。不设仰拱的地段应设钢筋混凝土底板，厚度不应小于 250 mm，其钢筋保护层不应小于 30 mm。

11.4.3 隧道洞口段衬砌应加强，加强段长度应根据地质、地形条件确定，且不小于 5m。围岩较差地段的衬砌应向围岩较好地段延伸，延伸长度为 5 m~10 m。

11.4.4 位于曲线地段隧道断面的加宽，除圆曲线部分应按规定办理外，缓和曲线部分可分两段加宽。自圆曲线至缓和曲线中点，并向直线方向延长半个车体长度，应采用圆曲线加宽断面；其余缓和曲线，自直线分界点向直线段延长半个车体长度加转向架中心间距一半的距离，应采用缓和曲线中点加宽断面，其加宽值取圆曲线加宽值的一半见图 3。位于曲线地段车站上的隧道及区间曲线地段的双线隧道，断面加宽值应根据站场及线路具体情况计算确定。

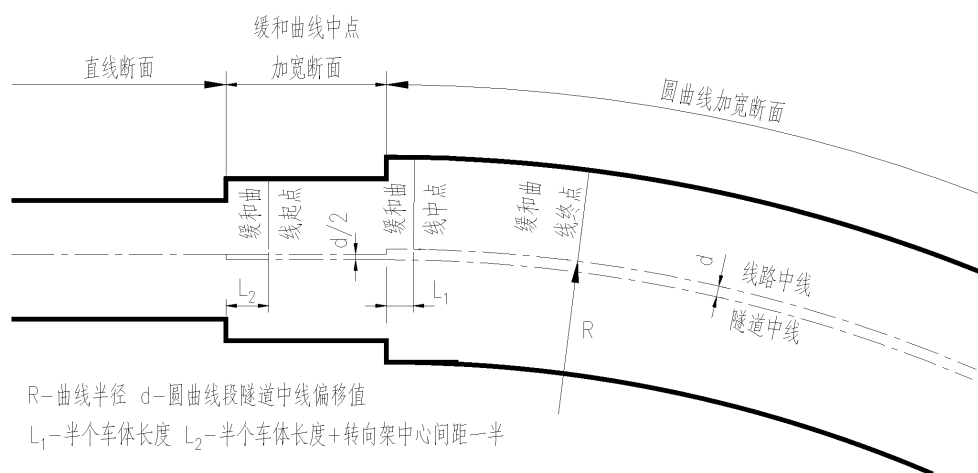


图 3 曲线地段隧道加宽示意

- 11.4.5 隧道衬砌后空隙应回填密实，拱部范围与拱脚以上 1.0 m 范围内的超挖，应用同级混凝土回填；其余部位的空隙，可根据围岩稳定情况和空隙大小，回填混凝土或片石混凝土。
- 11.4.6 复合式衬砌由外层的初期支护和内层的二次衬砌组成。初期支护应采用喷混凝土、锚杆、钢筋网和钢架的单一支护或组合支护形式，二次衬砌应采用模筑混凝土。确定软弱围岩开挖断面尺寸时，应满足隧道净空要求并预留变形量，变形量可选用表 34 的数值。

表 34 预留变形量

单位为cm

围岩级别	单线隧道	双线隧道
II	—	1 ~ 3
III	1 ~ 3	3 ~ 5
IV	3 ~ 5	5 ~ 8
V	5 ~ 8	8 ~ 12
VI	特殊设计	特殊设计
注1：深埋、软岩隧道取大值，浅埋、硬岩隧道取小值； 注2：有明显流变、原岩应力较大和膨胀性的围岩应根据量测数据反馈分析确定。		

- 11.4.7 当隧道通过松散堆积层、流沙层及软弱、膨胀性围岩、黄土地层、洞穴及含瓦斯特殊地层时，隧道衬砌均应采取相应的特殊处理措施。
- 11.4.8 明洞的设置应满足下列条件：
- a) 洞顶覆盖薄，难以采用暗挖法修建隧道的地段；
 - b) 受坍方、落石、泥石流威胁的地段；
 - c) 公路、铁路、沟渠必须在旅游轨道上方通过，又不宜修建立交桥或渡槽的地段；
 - d) 为了减少隧道工程对环境的破坏，保护环境和景观，洞口段需延长者。
- 11.4.9 明洞的结构类型应结合地形、地质、安全、经济及施工条件因素，经综合比较确定。
- 11.4.10 明洞结构设计应按照下列规定执行：
- a) 明洞拱圈和路堑式明洞边墙、半路堑式明洞内墙可参照隧道整体式衬砌设计，半路堑式明洞外墙适当加厚；
 - b) 棚式明洞盖板采用 T 形截面构件，内边墙采用重力式结构，当岩层坚固完整、无水时，可采用锚杆式边墙；外侧支承结构根据坍方落石和地基情况可选用墙式、柱式或刚架式类型。特殊情况下也可采用悬臂结构；
 - c) 气温变化较大的地区，应根据具体情况设置变形缝。
- 11.4.11 明洞基础设计应按照下列规定执行：
- a) 拱形明洞位于软弱地基上或两侧边墙地基软硬不均时，应采取设置仰拱、整体式基础、桩基和加深基础措施；
 - b) 外边墙基础深度超过路基面以下 3 m 时，设置横向拉杆或用锚杆锚固于稳定的岩层内，当为棚式明洞的立柱，加设纵撑与横撑；
 - c) 明洞受河岸冲刷影响地段，应根据情况设置防护；
 - d) 外墙基础趾部距外侧稳固地层的边缘，应保持适当的水平距离。当地基坚硬完整时，基础可做成台阶状；
 - e) 局部地段外墙基础设置困难时，可采用拱、梁跨越。
- 11.4.12 明洞顶回填土的厚度和坡度，应根据明洞的用途和要求确定。为防御落石、崩塌而设的明洞，回填土的厚度不小于 1.5 m，填土坡度为 1:1.5~1:5。

11.4.13 明洞边墙背后回填，应根据明洞类型、围岩级别、设计要求和施工方法按下列要求确定：

- a) 衬砌设计考虑了围岩弹性反力作用时，边墙背后超挖部分应用混凝土或浆砌片石回填；
- b) 衬砌设计只计墙背地层（或回填土）主动土压力时，边墙背后回填料的内摩擦角，不应小于地层的计算摩擦角或所用回填料的计算摩擦角。

11.4.14 明洞顶上的过水渡槽，其过水断面的设计，应满足排洪、灌溉的要求，并注意泥石流的影响。

11.5 轨道

11.5.1 隧道内的轨道类型应与隧道外线路的轨道标准一致。在长度大于 1000 m 的隧道内，应采用与隧道外轨道同级的耐腐蚀钢轨。

11.5.2 隧道内铺设道床应按照下列规定执行：

- a) 采用单层道床时，其厚度应按隧道外石质、渗水土路基的标准铺设；
- b) 道床砟肩至边墙（或高式水沟）应用道砟铺平；
- c) 轨枕端头至侧沟、电缆槽间的道砟宽度不应小于 20 cm，靠近道床一侧的侧沟墙身应增设构造钢筋。

11.6 附属构筑物

11.6.1 在隧道两侧边墙上应交错设置避车洞，大避车洞之间应设置小避车洞，其间距和尺寸应按表 35 的规定执行，并结合下列规定：

表 35 避车洞的间距和尺寸

单位为m

名称	一侧间距	尺寸		
		宽度	深度	中心高度
大避车洞	300	4.0	2.5	2.8
小避车洞	60	2.0	1.0	2.2

注：双线隧道小避车洞每侧间距按30 m设置

- a) 隧道长度为 300 m~400 m 时，可在隧道中部设置一个大避车洞；长度小于 300 m 时可不设置大避车洞；
 - b) 洞口紧接桥或路堑，当桥上无避车台、路堑侧沟无平台时，避车洞应一并布置；
 - c) 避车洞不应设置在衬砌断面变化处或变形缝处；
 - d) 避车洞应采用与隧道衬砌类型相同的衬砌类型，其底面应与道床、人行道或侧沟盖板顶面平齐。
- 11.6.2 当通信、信号和电力电缆通过隧道时，应设置电缆槽。电缆槽应设置盖板，盖板顶面应与避车洞底面或道床顶面平齐。特殊情况下，电力电缆也可沿隧道墙壁架设，但应有必要的防护措施。
- 11.6.3 当隧道长度大于 500 m 时，应结合电缆槽同侧的大避车洞内设置余长电缆箱，其间距为 500 m；隧道长度为 500 m~1000 m 时，可只在隧道中部设置一处。

11.7 防水与排水

11.7.1 遵循“防、排、截、堵结合，因地制宜、综合治理”的原则。

11.7.2 隧道防水应满足下列要求：

- a) 隧道衬砌不漏水、安装设备的孔眼不渗水；
- b) 道床不积水；
- c) 电力牵引的隧道拱部不渗水；

d) 冻害地段隧道的拱部和边墙不渗水、衬砌背后不积水、排水沟不冻结。

11.7.3 隧道衬砌混凝土的抗渗等级不应低于 P6，防水混凝土的抗渗等级不应低于 P8。衬砌的施工缝、变形缝应采取可靠的复合防水措施。围岩破碎、渗水、易坍塌地段采用注浆防水。复合式衬砌初期支护与二次衬砌之间应铺设防水板，并应设系统盲管（沟），必要时应在边墙脚加设泄水孔及在仰拱底部增设排水盲管。

11.7.4 隧道内应设纵向排水沟，横向应设排水坡。纵向排水沟坡度应与线路坡度一致。位于分坡平坡段和车站内的隧道，纵向排水沟纵坡不应小于 1‰。隧底横向排水坡为 2%，但不应小于 1‰。

11.7.5 明洞顶应设置必要的截、排水系统；靠山侧边墙顶和边墙后应设置竖向和纵向盲沟，并应将水引至边墙泄水孔排出；衬砌外缘应铺设外贴式防水层。明洞与暗洞交界处应做好防水处理。明洞结构回填土表面均应铺设隔水层，隔水层选用黏土，当黏土取材困难时，可选用复合隔水层，隔水层应与边坡搭接良好。

11.7.6 隧道洞口应设置截、排水沟，洞外路堑的水不流入隧道，当出洞方向路堑为上坡时，将洞外侧沟做成与线路纵坡相反的反坡排水，其坡度不应小于 2‰。

11.8 运营通风

11.8.1 运营隧道内空气的卫生标准应符合下列规定及 TB 10068 的要求：

- 列车通过隧道后 15min 以内，空气中一氧化碳浓度应小于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物（换算成 NO_2 ）浓度应小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ；
- 电气化运营隧道内，隧道湿度应小于 80%，温度应低于 28°C ，臭氧浓度应小于 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ，含有 10% 以下游离二氧化硅的粉尘浓度应小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ；
- 瓦斯隧道运营期间，必须进行瓦斯检测。在任何时间、任何地点，隧道内的瓦斯浓度均不应大于 0.5%。

11.8.2 瓦斯隧道运营期间的机械通风应在列车进入隧道前或在列车出隧道后进行，列车在隧道内运行时不应进行通风。瓦斯隧道运营通风的最小风速不应小于 1.0 m/s 。当隧道内瓦斯浓度达到 0.4% 时，必须启动风机进行通风。

11.8.3 运营隧道机械通风的设置，应根据牵引种类、隧道长度、隧道平面与纵断面、道床类型、行车速度和密度、气象条件及两端洞口地形条件因素综合确定。内燃机车牵引的长度在 2 km 以上的单线隧道及有特殊要求的隧道设置机械通风。

11.8.4 隧道运营机械通风采用射流通风或洞口风道式通风。当采用射流通风时，采用洞口集中布置式。通风机供给的洞内风速不应大于 8 m/s 。

11.8.5 隧道通风设备的配置应按 TB 10068 的规定执行。

11.9 辅助坑道

11.9.1 辅助坑道的选择，应根据隧道长度、施工期限、地形、地质、水文条件，结合施工和运营期间的通风、排水、防灾救援、疏散及弃碴的需要，通过技术经济比选确定，并按照下列规定执行：

- 傍山、沿河隧道需设辅助坑道时，采用横洞，其位置应根据施工需要和施工主攻方向确定。横洞与隧道中线连接处的平面交角为 $45^\circ\sim 90^\circ$ ，并应有向洞外不小于 3‰ 的下坡；
- 4000 m 以上的隧道，当不采用横洞时，可采用斜井或竖井，瓦斯隧道应优先采用平行导坑；
- 斜井和竖井井口不得设在可能被洪水淹没处，井口应高出洪水频率为百年一遇的水位至少 0.5 m，井口设于山沟低洼处时，应采取防洪措施；
- 斜井和竖井在建井和使用期间，应有相应的安全措施，并在适当位置设严防溜车的挡车设备。倾角在 15° 以上的斜井应有轨道防滑措施，竖井还需设置可靠的防坠器。

- 11.9.2 辅助坑道的断面尺寸应根据用途、运输要求、支护类型、设备外形尺寸及技术条件、人行安全及管路布置因素综合确定。
- 11.9.3 辅助坑道洞口、辅助坑道岔洞处及与正洞连接处衬砌应予以加强。有特殊用途的辅助坑道应按设计要求设计内净空和衬砌；不予利用时，应妥善处理。

12 站场

12.1 一般规定

- 12.1.1 车站设计应满足系统功能要求和运输需要，便于运营管理，方便旅客乘降，并应根据需要预留进一步发展条件。
- 12.1.2 车站可分为乘降所、中间站、始发站。
- 12.1.3 车站到发线按双方向进路设计。
- 12.1.4 车站内线路直线地段的主要建筑物和设备至线路中心线的距离应符合表 36 的规定：

表 36 主要建筑物和设备至线路中心线的距离

单位为mm

建筑物和设备名称		高出轨面距离	至线路中心线的距离	备注
旅客站台边缘	位于正线一侧	客车车厢底板面以上	1600	
	位于站线一侧		1550	
跨线桥柱、天桥柱、雨棚柱和电力照明杆杆柱边缘	位于正线一侧		≥1880	
	位于站线一侧		≥1830	
	位于站场最外线路的外侧		≥2500	
接触网支柱边缘	位于正线一侧或站场最外线路的外侧		≥2500	
	位于站线一侧		≥1830	
连续墙体、栅栏、声屏障边缘	位于正线或站线外侧（无人员通行）		路基面外	

- 12.1.5 车站内线路曲线地段的各类建筑物和设备（包括站台）至线路中心线的距离应按规定加宽。位于曲线地段车站的站台，如线路设有外轨超高时，应降低站台高度，降低的数值为 0.6 倍外轨超高值。
- 12.1.6 车站内两相邻线路中心线间距应符合下列规定：
- a) 两正线间无渡线时，线间距应与区间正线相同；
 - b) 相邻两线路间无建筑物或设备时，正线与到发线间、到发线间、到发线与其它线间不应小于 4.30 m，曲线地段可不加宽；
 - c) 两相邻线路中心线间的距离，应符合线间建筑接近限界的规定，保证行车安全及人身安全。在线路直线地段上，站内两相邻线路中心线的线间距应符合表 37 的规定，曲线地段按规定加宽。

表 37 车站线间距

单位为mm

线别	线间设施/条件	最小线间距（mm）
正线间	无渡线	同区间正线
	有渡线	4300
正线与相邻到发线间	无	4300
	接触网支柱	3710+结构宽
	雨棚柱	4330+结构宽
到发线间或到发线与其它线间	无	4300
	有站台	3100+站台宽
	接触网支柱	3660+结构宽
	雨棚柱	3660+结构宽
正线与其它线间	无	4300
牵出线与相邻线间	无	4600
客车车底停留线间	一般	4600
	困难条件下	4200
客车整备线间	线间无照明及通信电杆	5600
	线间有照明及通信电杆	6600

12.1.7 线路接轨及安全线设置按照下列规定执行：

- a) 联络线、走行线在站内接轨。与站内正线接轨时应根据列车运行方向设置安全线，与站内到发线接轨时可不设安全线。困难条件下在区间内与正线接轨时，应在接轨处设置线路所，并根据列车运行方向设置安全线；
- b) 停车线应在站内接轨，并在接轨处设置安全线；
- c) 维修工区（车间）段管线应在站内与到发线、其它站线或车辆基地内接轨，并在接轨处设置安全线；
- d) 接车线末端、接轨处能利用其它站线及道岔作为隔开设备并有联锁装置时，可不设安全线。

12.1.8 出入线设置双线；车辆基地规模较小、工程实施困难时，在不影响功能和通过能力的前提下，可采用单线。按行车办理时，其平、纵断面设计标准同正线标准；按调车办理时，其平、纵断面设计标准采用站线标准。

12.1.9 车站内平过道的设置按照下列规定执行：

- a) 当站内设置平过道时，对于设有中间站台的车站，中间站台与基本站台间在车站两端设置一处平过道相连接；
- b) 客车段所应在存车线及整备线的两端或一端设置平过道。当设两处平过道时，其间的距离不应小于动车组或客车车底全长，在技术整备线上，尚应另加 10 m 的拉钩检查距离；
- c) 其他场、段、所可根据需要在适当地点设置平过道；
- d) 平过道宽度应根据其使用情况确定。专供车站工作人员行走时，可采用 1.5 m；通行非机动车辆时，可采用 2.5 m；通行机动车辆时，不应小于 3.5 m；
- e) 站场内平过道应与站外道路和人行道路断开，禁止社会车辆、非工作人员通行。

12.1.10 车站及存车场的线路根据机车、车辆动力形式考虑架设接触网。

12.2 车站布置

12.2.1 车站平面布置应根据引入线路数量、线路输送能力、车站作业量及旅客列车开行方案、车站性质及运营要求因素确定，采用横列式布置图型按下列图形布置：

a) 乘降所；

1) 单线旅游轨道乘降所布置见图 4。

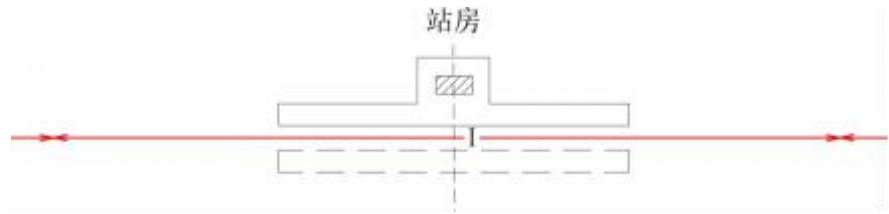


图 4 单线乘降所布置形式

2) 双线旅游轨道乘降所可以根据地形条件、工程量大小采用侧式布置见图 5 或岛式布置见图 6，有条件时车站两端各预留 1 条渡线。

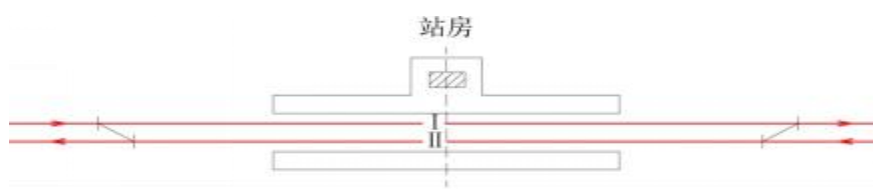


图 5 侧式布置形式

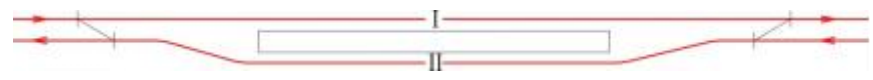


图 6 岛式布置形式

b) 中间站；

1) 中间站应采用横列式图型。单线旅游轨道布置见图 7。

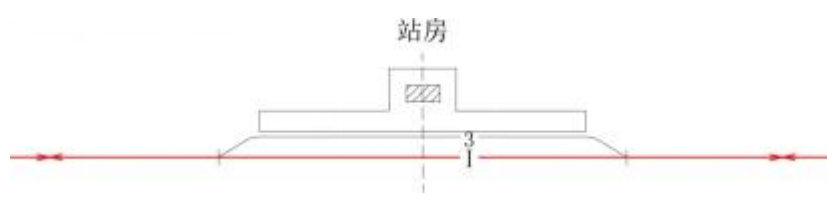


图 7 单线中间站图型

2) 双线旅游轨道布置见图 8、图 9，两端咽喉的两正线间应各设 1 条渡线，有条件时每端可再预留 1 条渡线。

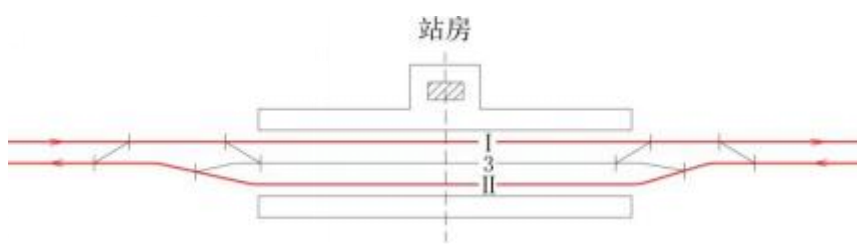


图 8 双线中间站图型

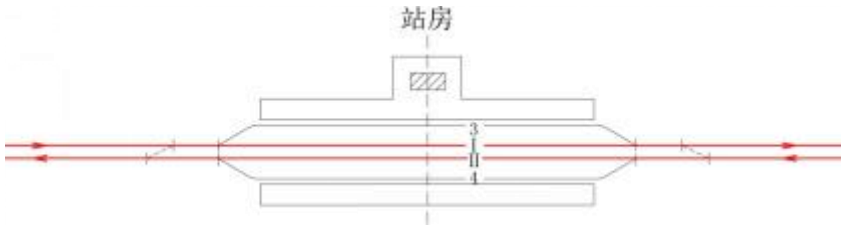


图 9 双线中间站图型

- c) 始发站；
- 1) 始发站可采用通过式、尽端式图型，也可根据具体条件采用到发线纵列的箭翎式布置。通过式始发站图型布置见图 10。

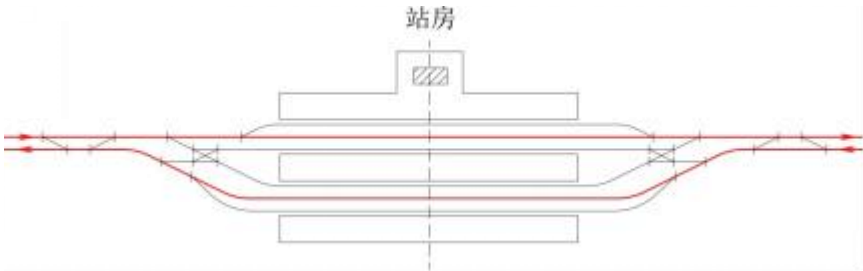


图 10 通过式始发站图型

- 2) 尽端式始发站图型布置见图 11。

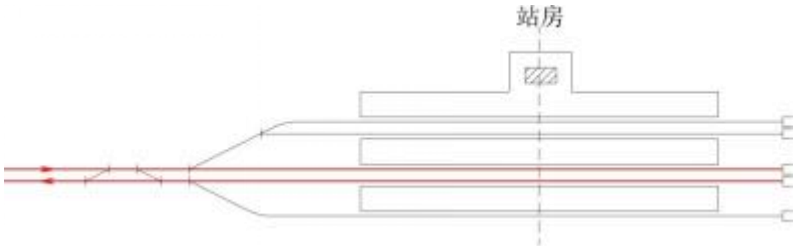


图 11 尽端式始发站图型

- 3) 箭翎式布置始发站图型布置见图 12、图 13。

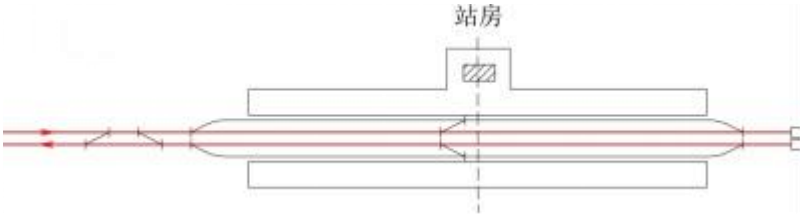


图 12 双线旅游轨道箭翎式布置图型

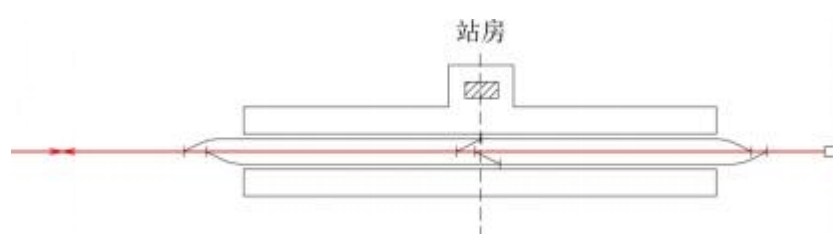


图 13 单线旅游轨道箭翎式布置图型

- 12.2.2 车站到发线的数量符合下列规定：
- a) 中间站设 1 条～2 条到发线；
 - b) 始发站的到发线数量应根据车站高峰时段办理的旅客列车对数及其性质、旅客列车开行方案、引入线路数量和车站技术作业过程因素确定。
- 12.2.3 车站到发线有效长度应按远期列车编组长度和列控系统要求计算确定。
- 12.2.4 车站咽喉区布置应满足车站接发车能力要求，并减少正线上的道岔数量。如车站还需办理机车、车辆出入、段、所、存车场作业，引入端咽喉区布置应满足平行作业数量的要求。
- 12.2.5 办理折返列车作业的中间站、始发站，应在折返端设置折返进路，在接车方向末端设置或预留折返线。
- 12.2.6 存车场靠近车站设置，可采用与车站横列式或纵列的布置，根据需要预留发展条件。
- 12.2.7 维修车间（工区）靠近车站设置并纵列布置于车站的Ⅰ、Ⅲ象限，困难条件下可布置于车站其他合适的位置。
- 12.2.8 正线上道岔的直向通过速度不应小于路段设计速度。

12.3 站线平、纵断面

- 12.3.1 列车到发进路上的曲线半径应与相邻道岔规定的侧向通过速度相匹配。
- 12.3.2 站线的曲线可不设曲线超高。
- 12.3.3 站线的曲线可不设缓和曲线。站内两相邻曲线间应设置不小于 16m 的直线段，困难条件下，不通行正规列车的站线可设置不小于 10 m 的直线段。
- 12.3.4 道岔至曲线间的直线长度应符合下列规定：
- a) 位于正线上的车站内每一咽喉区两端最外道岔及其他单独道岔直向至曲线超高顺坡终点之间的长度，不应小于 16 m；在困难条件下，困难条件下岔后直线段不小于道岔跟端至末根岔枕的距离 L' （困难时为 L' 长）与超高顺坡所需长度之和；
 - b) 站线上的道岔前后至曲线的直线段长度，应根据曲线半径、道岔结构、曲线轨距加宽和曲线超高因素，按表 38 的规定选用；

表 38 道岔前后至圆曲线最小直线段长度

序号	道岔前后圆曲线半径 R（m）	轨距加宽（mm）	最小直线段长度（m）	
			一般	
			岔前	岔后
			混凝土岔枕	混凝土岔枕
1	$R>500$	0	0	0
2	$500\geq R>250$	5	2	2
3	$250\geq R>150$	15	3.5	3.5
4	$R\leq 150$	15	5	5

- c) 道岔后的连接曲线半径应与相邻道岔规定的侧向通过速度相匹配。
- 12.3.5 进出站线路和站线的坡段长度及连接，应按照下列规定：
 - a) 进出站线路的坡段长度应符合相邻路段正线的规定。车站应尽可能将其全长设计为一个坡段；
 - b) 通行列车的站线，其坡段长度不应小于远期列车长度；不通行列车的站线和段管线，可采用不小于 50 m 的坡段长，但应保证竖曲线不相互重叠；
 - c) 到发线上相邻坡段的坡度差大于 4 ‰时，应采用竖曲线连接，竖曲线半径可采用 2000 m。竖曲线和缓和曲线不应重叠。
- 12.3.6 道岔不应与竖曲线或变坡点重叠。
- 12.3.7 咽喉区线路的轨面有高差时，轨面高差的顺接应根据路基面横向坡度和道床厚度因素设计。到发线的顺接坡道范围应为道岔前后普通轨枕至出站信号机。
- 12.3.8 安全线设计应按照下列规定：
 - a) 安全线的有效长度不小于 50 m；
 - b) 邻靠正线和到发线的安全线采用远离相邻正线和到发线的曲线型布置，并应设置双侧护轮轨。
 - c) 安全线的纵坡应设计为平道或面向车挡的上坡道；
 - d) 安全线尾部不设置在桥梁上和隧道内；
 - e) 安全线应设置双侧护轮轨，尾部应设置车挡和缓冲装置，路基地段安全线尾部还应设置止轮土基。
- 12.3.9 折返线应结合车站站台形式，可采用站前折返或站后折返布置形式，并应满足列车折返能力要求。
- 12.3.10 存车场、维修车间（工区）内的线路应设在平坡上，困难条件下，咽喉区线路可设在不大于 10‰的坡道上。列车出入线的坡度可按照选定的机车车辆类型经牵引计算后确定。
- 12.4 客运设备
 - 12.4.1 车站应按客流量设置旅客服务设施。
 - 12.4.2 旅客站台按下列规定设置：
 - a) 站台应布置在车站车场居中位置；
 - b) 站台设在直线地段，困难条件下可设在不小于 300 m 的曲线上，特别困难条件下，曲线半径不小于 200 m。站台可伸入曲线地段。
 - 12.4.3 站台的设计应按照下列规定：
 - a) 站台的长度应根据列车编组数的有效长度和停车误差计算确定。有效长度按首末两节车辆驾驶室门外侧之间的长度，停车误差取 1 m～2 m；
 - b) 站台高度应与客车车厢底板面平齐；
 - c) 站台的宽度应根据车站性质、客流密度、安全退避距离、站台出入口宽度和站台上建筑物计算确定，但应符合表 39 的规定；

表 39 旅客站台宽度

单位为m

站台类型	始发站	中间站	乘降所
基本站台、侧式站台（无站台出入口）	3	3	3
基本站台、侧式站台（设站台出入口）	4.5-5.5	3.5-4.5	3.5-4.5
岛式中间站台	6~10	6	6
注1：站房或建筑物范围以外地段的基本站台宽度不应小于侧式站台宽度； 注2：设站台出入口的侧式站台、岛式中间站台宽度已包含一条（座）最小2.4 m双向混行的通道或天桥的宽度； 注3：站台位于曲线地段时，站台端部最小宽度不小于3 m。			

d) 站台面横坡不应大于 1%。

12.4.4 旅客进出站通道的设置应根据旅客站房设计、旅客进出站流线情况综合考虑，并按照下列规定执行：

- a) 车站旅客进出站通道根据行车量、地形、工程量因素综合考虑，可选择天桥、地道或者平过道作为旅客疏散通道；
- b) 如设置进出站通道，通道最小宽度应根据高峰时段客流量计算确定。可按表 40 采用；

表 40 旅客进出站通道最小宽度

单位为m

始发站	中间站	乘降所
4~6	3~4	3

c) 地道的净高不应小于 2.5 m；

d) 旅客站台的出入口宽度应根据具体要求计算确定。可按表 41 采用。

表 41 旅客站台出入口宽度

单位为m

站台类型	始发站	中间站	乘降所
基本站台、侧式站台	2.4	2.4	2.4
岛式站台	3.5	2.4~3	2.4~3
注1：旅客站台的出入口设为双向混行； 注2：通道出入口设有自动扶梯或升降电梯时，其宽度应根据升降设备的数量和要求加宽。			

12.4.5 靠线路侧旅客站台边缘至站台出入口或建筑物边缘的距离不应小于 1.5 m。

12.4.6 旅客站台设置雨棚，并且雨棚长度与站台长度一致。

12.4.7 有上水和卸污作业要求的车站，应在相关的到发线旁设置客车给水栓和卸污设施，设置给水栓和卸污设施的到发线数量应根据要求确定。

12.5 站场路基、排水及其他

12.5.1 站线中心线至路基边缘的宽度应符合下列规定：

- a) 车场最外侧线路的中心至路基面边缘的距离不应小于 2.5 m；
- b) 梯线及牵出线的中心至路基面边缘的距离不应小于 3.0 m；
- c) 车站线路中心线至路基面边缘的距离还应根据接触网柱的位置及基础宽度、电缆槽的位置及宽度因素计算确定。

- 12.5.2 站场路基基床应按照下列规定设计：
- a) 站内正线应与区间正线相同；
 - b) 到发线与正线处于同一路基时应与站内正线相同；
 - c) 到发线与正线间设有纵向排水槽、站台设施时，到发线路基可与正线路基分开设置。分开设置时，到发线的路基基床表层厚度可采用 0.3 m，基床底层厚度可采用 0.9 m，基床总厚度可采用 1.2 m；
 - d) 到发线以外的站线、动车段（所、存车场）及维修车间（工区）内的线路路基基床表层厚度可采用 0.3 m，基床底层厚度可采用 0.9 m，基床总厚度可采用 1.2 m。
- 12.5.3 站场路基填料及压实标准应符合下列规定：
- a) 站内正线、与正线处于同一路基的到发线应与区间正线相同；
 - b) 与正线路基分开设置的到发线、存车场、维修车间（工区）站线应按设计行车速度 $\leq 60\text{km/h}$ 的正线路基标准设计；
 - c) 在路基上修建排水沟、站台墙建筑物和设备时，路基的回填应符合其相应部位的填料和压实标准；
 - d) 旅客站台填土应按设计行车速度 $\leq 60\text{ km/h}$ 的正线路路基基床底层的标准设计。
- 12.5.4 车站排水按照下列规定设计：
- a) 车站路基面应设有倾向排水系统的横向坡度。根据路基面宽度、股道数量、排水要求和路基填挖情况设计成单斜面、人字坡或锯齿形坡。路基面横向坡度不倾向正线；
 - b) 站线路基面排水横坡应结合各地区年降雨量具体确定，且不小于 2 %；
 - c) 路基面横向坡度及一个坡面上的最大线路数量，可按表 42 的规定确定；

表 42 路基面横坡及一个坡面的最大线路数量

序号	基床表层岩土种类	地区年平均降水量 (mm)	横向坡度 (%)	一个坡面的最大线路数 量（条）
1	块石类、碎石类、砾石类、砂类土（粉砂除外）	<600	2	4
		≥ 600	2	3
2	细粒土、粉砂、改良土	<600	2	3
		≥ 600	2~3	2

- d) 侧沟、天沟、排水沟的横断面底宽应为 0.4 m，深度应为 0.6 m，干旱少雨地区或硬质岩石地段深度可减少至 0.4 m，位于分坡点处可减少至 0.2 m。纵横排水槽底宽不应小于 0.4 m，深度大于 1.2 m，其底宽应适当加宽。需按流量设计的侧沟、天沟、排水沟横断面，应 1/50 洪水频率流量进行计算，沟顶应高出设计水位 0.2 m；
 - e) 排水沟、槽的纵断面不应小于 2 ‰，困难条件下不应小于 1 ‰。穿越线路的横向排水槽不就小于 5‰，特别困难条件下可根据具体情况确定；
 - f) 车站范围内天沟不应向路堑侧沟排水；受地形限制需要排入侧沟时，应设置急流槽，并根据天沟流量调整下游侧沟截面尺寸。
- 12.5.5 车站到发线在路桥（涵）、路隧、堤堑连接处应设置过渡段。
- 12.5.6 车站用地宽度符合下列规定：
- a) 路堤地段，排水沟、护道或坡脚矮挡墙边缘外宽度应采用 3 m；
 - b) 路堑地段，天沟外宽度采用 2 m，无天沟时，距路堑顶边缘外宽度采用 5 m；
 - c) 桥梁地段，桥下设检查通道一侧距离线路中心线宽度采用 7 m，另一侧距线路中心线宽度采用 5.5 m。

12.6 接口设计

- 12.6.1 站场范围内的柱、网及综合管线布局应系统设计、综合考虑，并与站场布置相协调。
- 12.6.2 站内路基与区间路基接口处设计宽度应相互衔接，车站与区间路基防护及绿化标准应协调统一。
- 12.6.3 站内与区间、路基地段与桥梁或涵洞地段电缆槽，应根据电缆槽铺设的技术要求合理衔接。
- 12.6.4 电缆沟槽、管线过轨、检查井站后设施应与站场路基同步设计、同步施工。
- 12.6.5 站场排水接口应按照下列规定设计：
- a) 站场排水应与区间排水设施衔接；
 - b) 站场排水系统应结合桥涵设置、排水管网、城市排水系统综合设计；
 - c) 站场排水引入桥涵时，入口高程应高于桥涵处的排水出口高程；
 - d) 接触网及雨棚支柱设置在站内有排水槽（沟）的线间时，支柱基础与排水槽（沟）应统一设计。
- 12.6.6 道岔不应设置在路堤与桥台连接处，正线道岔不设在路桥（涵）、路隧、堤埕过渡段上。
- 12.6.7 旅客进出站通道应与站内路基统一设计，通道的位置及高程应满足设置站内排槽、电缆槽管线铺设的技术要求。

13 电力牵引供电

13.1 供电系统

- 13.1.1 供电系统应适应工程环境条件，具备一定抗风、雨、雪、雷电自然灾害的能力。
- 13.1.2 供电系统应结合供电能力、车辆选型、环境条件因素选择与项目相适应的牵引供电制式，可采用单相工频交流（25 kV）或直流牵引供电制式，也可采用混合供电制式；单相工频交流牵引供电制式采用带回流线的直接供电方式。
- 13.1.3 交流供电制式变电所包括牵引变电所、分区所、开闭所及其相关变配电设备；直流供电制式变电所包括主变电所、牵引变电所、牵引降压混合变电所、降压变电所、降压跟随所及其相关配电设备。
- 13.1.4 外部电源可采用集中式供电、分散式供电或混合式供电，应结合电网现状及规划、城乡规划，根据供电制式比选后确定。
- 13.1.5 牵引供电负荷等级应不低于二级负荷。
- 13.1.6 牵引供电系统应按不同制式根据相应规范确定接地方案；交流牵引供电系统采用综合接地方式，直流牵引供电系统需采取杂散电流腐蚀防护措施。

13.2 牵引变电所

- 13.2.1 变电所的主接线应结合外部电源条件确定，采用分支接线或线路变压器组接线。
- 13.2.2 变电所选址应综合考虑下列因素：
- a) 应与景区规划相协调，尽量避开旅游风景点；
 - b) 不占或少占农田；
 - c) 便于架空或电缆的引入和引出；
 - d) 具有适宜的地质条件及地基承载力，并避开危岩、流砂、滑坡、落石地质不良地带；并不设在高土壤电阻率地区；
 - e) 牵引变电所、主变电所的所址标高在 100 年一遇的高水位或最高内涝水位之上；山区变电所的防洪、排洪设施应满足泄洪要求；
 - f) 牵引变电所、主变电所所址距机场、导航台、地面卫星站、军事设施、通信设施以及重要的天文、气象、地震观察设施的距离应符合现行国家标准的规定。变电所与所外的建筑物、易燃易爆、储油设施、地下管道设施之间的距离应符合现行国家标准的规定；

- g) 牵引变电所的围墙，距最近股道的线路中心，不小于 10 m；
 - h) 牵引变电所与所外的建筑物、堆场、储罐之间的防火净距，应符合 GB 50016 及 TB 10063 的规定。
- 13.2.3 交流制式变电所应设置独立场坪；直流制式变电所除主变电所应设置独立场坪外，其它所可与车站建筑物合建，变配电所与牵引变电所合建。变电所可采用房屋布置或箱式布置，位于隧道内时采用箱式布置。
- 13.2.4 变电所平面设计应充分考虑安装、检修、试验和运行维护需要，保证正常运行、检修、短路和过电压情况下人身和周围设备安全，并应做到近远期结合。
- 13.2.5 单独设置的变电所进所道路应满足设备安全运输要求，所内道路布置应满足设备安全运行、检修、安装要求，所内外道路应符合消防规定。
- 13.2.6 屋内外配电装置符合下列规定：
- a) 屋内外配电装置应符 DL/T 5352、GB 50060 及 TB 10009 的规定；
 - b) 110 kV 及以上电压等级配电装置在山区选址困难或重污秽地区采用组合电器布置；地震烈度为 9 度及以上地区的配电装置采用气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）。
- 13.2.7 变电所具有远动终端功能的综合自动化系统。综合自动化系统应由当地监控及通信处理单元、保护测控单元组成，并应有与交直流系统监控其他智能设备接口功能，通过远动通道实现远程监控。
- 13.2.8 变电所的继电保护和自动装置设置应按照 GB/T 50062 及 GB/T 14285 的规定执行。
- 13.2.9 变电所交、直流系统采用两路电源，变电所蓄电池组容量应满足全所事故停电 2 小时的放电容量以及放电末期最大冲击负荷容量的要求。
- 13.2.10 变电所采用独立避雷针作为室外电气设备防止直击雷的过电压保护装置。当变电所采用室内布置时，直击雷防护应纳入房屋建筑防雷统筹考虑。变电所的防雷设计应按照 GB / T 50064 及 GB 50057 的规定执行。
- 13.2.11 变电所各电压等级的进线侧及馈线侧、变压器低压侧装设金属氧化物避雷器作为过电压保护装置。
- 13.2.12 变电所应设置以水平接地体为主的网格式接地装置；变电所设置在车站建筑物内时，应纳入房屋建筑接地统筹考虑。
- 13.2.13 牵引变电所不同用途和不同电压的电气设备，应共用一个接地网，其接地电阻应符合其中最小值的要求。牵引变电所内接触电位差和跨步电位差、其接地装置的接地电阻应符合 GB/T 50065 的规定。
- 13.2.14 牵引变电所内防火要求应按照 GB 50229 及 GB 50016 的规定执行。

13.3 接触网

- 13.3.1 接触网系统设计的气象条件应符合 TB 10009 的规定。
- 13.3.2 接触网系统授流方式应根据供电制式、电压等级经技术经济比较后确定，应与景区规划相协调。
- 13.3.3 架空接触网的悬挂类型采用全补偿简单链形悬挂，其余悬挂类型由技术经济及运营条件综合比较确定；接触轨授流方式采用下部授流方式，应设防护罩。
- 13.3.4 架空接触网应采用铜合金接触线，接触线的张力不小于 10 kN；承力索采用铜合金绞线，承力索的张力应根据接触网跨距、结构高度、吊弦形式因素综合确定。
- 13.3.5 接触轨采用钢铝复合材料低电阻率产品。在同一线路上采用同一材质的接触轨。接触轨跨距应根据行车速度、支持结构形式、道床形式、轨枕间距确定。
- 13.3.6 架空接触线工作支悬挂点距轨面的高度应根据车辆选型、空气绝缘距离、工务维修、施工误差以及受电弓的工作范围因素综合确定；站场和区间接触线距轨面的高度取一致。

13.3.7 架空接触线设计应满足机车车辆限界和受电弓动态包络线的要求,受电弓动态包络线左右摆动量 200 mm,抬升量 100 mm。

13.3.8 接触轨授流面应与走行轨轨顶面连线平行,接触轨中轴线与轨面连线中垂线应等距。接触轨的安装位置及其安装误差应根据车辆受电靴与接触轨相对运动中的可靠接触确定。

13.3.9 架空接触网、接触轨的绝缘水平应根据供电制式、电压等级、污秽情况确定,高程大于 1000 m 的地区应按海拔高度变化的绝缘参数修正公式进行修正。

13.3.10 架空接触网系统防雷、接地应按不同供电制式确定。

13.3.11 接触轨供电系统设独立的接地线,固定支持接触轨的非带电金属体应与接地线相连接,接地线应引至牵引变电所接地装置;接地线采用铜或铝材质。

13.3.12 架空接触网支柱采用单腕臂柱形式。支柱类型应进行经济比较,考虑环境腐蚀因素的影响;接触轨支持结构采用整体绝缘支架形式。

13.3.13 架空接触网、接触轨零部件应耐腐蚀、耐疲劳、强度高,紧固件应采用有效的防松措施。

13.3.14 隧道内架空接触悬挂类型采用全补偿简单链形悬挂。隧道内接触悬挂类型应根据隧道净空高度、隧道内气象条件和各项空气绝缘间隙确定。当经技术经济比较合理时,可采用刚性悬挂。

13.4 电力监控

13.4.1 供电系统设置电力监控系统,其系统构成、监控对象、功能要求,可根据供电系统的特点、运营要求、通道条件确定。

13.4.2 电力监控系统的设备选型、系统容量和功能配置,应满足系统扩展的需要。

13.5 供电检修

13.5.1 供电检修设施的设置、检修范围、规模应满足牵引供电设备检修、抢修和运营管理的需要。

13.5.2 供电检修设施配备必要的检修、抢修、检测车辆和设备。

13.6 电磁干扰防护

13.6.1 牵引供电系统对既有通信设施的危险影响、杂音干扰影响的计算方法及容许值,应符合 GB 6830 的规定。

13.6.2 与机场导航台、对空情报雷达站及地震台无线电台站之间的净空、距离、信噪比或干扰电压应符合 GB 6364、GB 13618、GB/T 19531 及 GB/T 24338.2 的规定。在计算分析时,并需综合考虑列车不同运行速度时的电磁辐射强度。

13.6.3 牵引供电系统对油气管道的电磁影响、交叉要求,与油库、液化气库易燃易爆品库之间的安全距离,应符合 TB/T 2832、GB 50423、GB 50074、GB 50156 及 GB 50028 的规定。

14 电力

14.1 电源、电力负荷及供电方式

14.1.1 电力供应应就近采用公用电网电源;当地区供电条件困难时,经技术经济比较,可采用柴油发电机组其他自备电源。

14.1.2 电力负荷等级:信号设备、通信设备及其配置的空调,机车、车辆检修及整备设备、给水所、消防设备用电设备为二级负荷,其余为三级负荷。

14.1.3 各级负荷的供电方式:

- a) 二级负荷由两路线路供电；在负荷较小或地区供电条件困难时，二级负荷可由一回专用回路供电，并由用电设备自备不间断电源作为应急电源。当专用电力回路采用架空线路时，可为一回架空线路供电；当采用电缆线路时，采用主备电缆供电或设置备用电缆通道，其中备用电缆应能负载 100% 的二级负荷；
- b) 三级负荷可由一路电源供电。

14.1.4 结合地区供电条件进行经济技术比较，可采取分散供电或在沿线设置电力贯通线供电。设有电力贯通线时，应设置变、配电所。

14.1.5 电力抢修、检修机具的选择和配置应满足运输生产对电力日常检修和事故抢修的要求。

14.2 变、配电设备

14.2.1 变、配电所的所址应靠近负荷中心，并应便于电力线路进出线；所区地坪高程位于 50 年一遇高水位以上，并不应设在地势低洼和积水的场所。独立设置的变、配电所主设备间距最近股道线路中心不小于 10 m。

14.2.2 变、配电所的电气主接线应根据负荷及电源情况采用简单可靠的接线。引入两路电源的变、配电所，采用单母线分段接线。

14.2.3 室外变电所的设置，应根据用电负荷状况和周围环境选择杆架式变电台、箱式变电站形式。

14.2.4 变、配电设施应做到占地小、操作简便。

14.2.5 在 TN 及 TT 接地系统的低压配电系统中，变压器及接线组别选用 D_ynl1 接线组别的三相变压器。

14.2.6 变、配电所采用微机保护、电力监控、电力远动技术。

14.3 电力远动系统

14.3.1 电力远动系统结合管理运营需要进行设计。

14.3.2 电力远动系统应安全可靠、经济适用，并便于扩展。

14.3.3 电力远动系统设计包括监控主站、远动终端及远动通道，必要时可增设复示终端。电力远动系统应具有遥控、遥测、遥信、遥调的基本功能。

14.4 架空线路

14.4.1 架空线路路径选择应按照下列规定执行：

- a) 路径选择应根据运行、施工、交通条件和路径长度因素确定，并应做到经济合理、安全适用；
- b) 路径选择应与总体规划相结合，并应与各种管线和公用设施相协调，线路杆塔位置应与城镇环境相适应；
- c) 路径选择不应占或少占农田，少砍伐树木；
- d) 路径选择应避开低洼地、易冲刷地带、不良地质区段森林区和影响线路安全运行的其他地段。
- e) 通过城镇及规划区域应配合建设单位取得有关部门同意；
- f) 路径应避开生产和储存易燃易爆的建筑物和仓库区域及危险品站台；
- g) 与火灾危险性生产厂房、库房、易燃易爆材料场以及可燃或易燃易爆液（气）体储罐的防火间距，不应小于杆塔高度的 1.5 倍。路径选择不应妨碍信号瞭望或调车作业。

14.4.2 架空线路的导线截面应按电流载流量、电压损失及机械强度中最不利因素确定，电源线路应按经济电流密度校验。导线按机械强度选择截面时，不应小于表 43 规定的导线最小允许截面的规定。

表 43 导线最小允许截面

单位为mm²

导线种类	架空电力线路电压(kV)				
	贯通线路（10）	0.38	10(6)		35
			居民区	非居民区	
铝绞线	-	25	35	25	35
钢芯铝绞线	50	25	25	16	35
注1：人口密集地区； 注2：非居民区指居民区以外的其他地区；时常有车辆、行人或农业机械通行但未建房屋或房屋稀少的地区，也属于非居民区。					

14.4.3 架空电力线路设计还应按照 GB 50061 的规定执行。

14.5 电缆线路

电缆线路设计应按照GB 50217的规定执行。

14.6 低压配电

14.6.1 配电方式一般情况采用树干式供电；容量大、重要负荷或集中布置采用放射式供电，也可采用放射干式与树干式相结合供电方式；容量小的次要用电负荷，可采用链式供电，但每一回路设备不超过 5 台，其总容量不超过 10 kW。

14.6.2 与行车密切相关的通信、信号、信息用电设备，分别采用单独的配电回路，并设置独立的配电箱。

14.6.3 低压计量装置应根据当地供电部门的要求设置，生产与生活用电、不同经济核算部门和单位应分别计量。

14.6.4 爆炸和火灾危险环境的低压配电设计，还应按照 GB 50058 的规定执行。

14.7 电气照明

隧道可结合当地旅游文化因素，适当设置以景观为主要功能的隧道照明。

14.8 防雷及接地

电力装置防雷、接地设计，应按照GB 50057、GB/T 50064、GB/T 50065、TB 10180的规定执行。

15 机务和车辆设备

15.1 一般规定

15.1.1 机务、车辆设备应结合路网规划机务、车辆设备的分布情况、运输组织方式因素综合分析确定。遵循运用分散、集中修、换件修、状态修技术政策合理确定机务车辆布局。

15.1.2 机车、车辆的定期检修可采用委外修理或自行修理方式。

15.1.3 机辆段（所）废气、废水、废渣和噪声应进行综合治理，排放应符合国家和地方现行的排放标准。

15.1.4 机车、车辆设备设计应贯彻节约能源的方针，机具、设备应采用国家标准系列产品，专用设备应采用标准设计。

- 15.1.5 当旅游轨道租用机车担当作业时，根据需要设置整备设备，可不设机车检修设备。
- 15.1.6 救援设备根据旅游路网规划合理配置。

15.2 机辆段

- 15.2.1 机辆段功能定位及任务范围：配属机车、车辆，承担机车运用、整备、小（辅）修、客车运用、段（临）修、动车组一、二级修及整备工作。
- 15.2.2 机辆段段址选择应按照下列规定执行：
 - a) 机辆段应设在客运工作量大、有编组作业且便于扣车的车站上，站段配置有利于行车，并使使机车、车辆出入段对车站作业的交叉干扰最小；
 - b) 机辆段应避免不良地段和排水困难的低洼地，并应符合城镇规划。
- 15.2.3 机辆段总平面布置按照下列规定执行：
 - a) 机辆段的总平面布置应满足生产工艺、防火、卫生、安全、通风、采光、环境保护要求，力求布置紧凑、节约用地，并应预留发展条件；
 - b) 产生噪声、震动的车间应避免影响其他车间；机车整备场及产生粉尘有害物质的车间布置在全年最小频率风向的上风侧；
 - c) 段内线路、道路及厂房的布置应便于机车、车辆的进出、作业顺畅；
 - d) 段内房屋布置应按功能分区布置；
 - e) 动力车间应邻近负荷中心，其房屋建筑单独设置；
 - f) 检修厂房及转车盘、油罐基础大型建筑物，应设在地形、地质较好的位置，并应避免高填土；
 - g) 机辆段高程应基本一致。生产、办公房屋的室内地坪高程不低于近邻线路的轨面高程。
- 15.2.4 机辆段检修设施设计按照下列规定执行：
 - a) 机车和车辆定期检修台位可按一班制考虑，并根据所担当机车交路区段行车量及规定的检修周期和检修占用库线时间计算确定；
 - b) 机车、车辆检修台位共库时，库内机车、车辆检修线分线设置；
 - c) 机辆段内可设修车线、存车线，并根据需要设牵出线 and 机车走行线；
 - d) 机辆段设置机车、车辆检修库及辅助生产车间、配件材料库、变（配）电所、压缩空气站、及办公生活房屋；
 - e) 机车、车辆检修库可根据检修工作量并结合地形条件采用贯通式或尽头式布置。并应符合下列规定：
 - 1) 检修库跨度及起重机走行轨面至库内线路高度应符合表 44 的规定；

表 44 检修库跨度及高度

库型	项目	
	跨度	高度
三线库	27	6.5~7.1
二线库	18	6.5~7.1

- 2) 机车车辆检修库的起重机吨位按工艺需要吊装最大部件的重量确定；
- 3) 车库长度应根据机型及机车车辆检修工艺流程确定；
- 4) 检修库内应设架车及机车落轮设备。

15.3 机车、车辆运用设施

- 15.3.1 机车运用整备规模应根据机车整备工作量确定。

- 15.3.2 机车整备应根据需要设置供给燃油、润滑油脂、冷却水、砂及转向、检查设备。
- 15.3.3 机车整备台位和待班台位设于同一线路，并根据具体情况合并设置。台位数量根据每日整备机车台次，每日整备作业时间因素确定。
- 15.3.4 机车整备工作量参考 TB 10004 的规定。
- 15.3.5 客车技术整备所在站场的位置应便于取送车底，出入所在的线路应避免切割正线，并减少与游客站的列车到发进路的干扰。
- 15.3.6 客车（动车组）整备结合机车整备统筹设置，并参考 TB 10029、TB 10028 的规定。
- 15.3.7 机车所用主要润滑油的贮存量应按 30 d 的用油量设计，来源近时可按 10d 的贮量设计。寒冷地区应设加热设备。

15.4 救援设备

- 15.4.1 为保障行车安全及时处理行车事故，起复机车车辆，清除线路障碍，需设置事故救援设备。
- 15.4.2 救援列车停留线上方严禁设高压接触线。
- 15.4.3 救援列车停留线设置轨道起重机。
- 15.4.4 救援列车停留线设在机辆段内，两端连通，附近设必要的生产、办公生活设施。
- 15.4.5 救援方式应根据旅游轨道功能并结合社会资源开展。

16 给水排水

16.1 一般规定

- 16.1.1 给排水设计应结合景区给排水系统设施、城镇给排水系统的现状及规划，并符合节约资源、保护环境政策，合理选择供水方案和污水排放方案。
- 16.1.2 给排水设计应采用成熟、安全、可行的新技术、新工艺、新材料、新设备。
- 16.1.3 给排水设计应同时进行消防设计。

16.2 给水

- 16.2.1 供水水源优先选用城镇自来水，当需自建水源时，应进行水资源勘察，并按国家规定进行水资源论证。
- 16.2.2 旅游轨道的给水设计，需满足生产、生活及消防对水质、水量、水压的用水要求。
- 16.2.3 设计用水量应包含下列各项：
 - a) 综合生活用水（包含职工生活用水和公共建筑用水）；
 - b) 旅客列车运输用水；
 - c) 生产用水；
 - d) 浇洒道路、绿地和冲洗用水；
 - e) 管网漏失水量；
 - f) 未预见水量；
 - g) 消防用水。
- 16.2.4 给水管道的走向和位置应符合景区的规划要求，尽可能沿现有道路或规划道路敷设，以利施工和维护。
- 16.2.5 在景区内敷设安装的给水管道路浅埋或暗敷，尽可能与周边环境协调。
- 16.2.6 给水管道路不从咽喉区、区间正线穿越，当必须穿越时集中布置、垂直通过，且应设防护套管或防护涵；防护套管及防护涵的外顶部距离钢轨轨底不小于 1.2 m，距离路基面的距离不小于 0.7 m。

16.2.7 新建的贮、配水构筑物应充分利用自然地形地貌、结合景观规划要求来布置，并尽可能埋地或在室内设置。在寒冷和严寒地区新建贮、配水构筑物及敷设安装的给水管道时应采取防冻保温措施。

16.2.8 旅客车站直饮水系统设计应按照 CJJ110 规定执行。

16.2.9 给水系统应设置计量装置。

16.3 排水

16.3.1 排水工程设计应根据排水水质、水量、排出口位置、受纳水体功能要求和附近区域排水系统现状及规划，经技术经济比较后确定。

16.3.2 污水排放应满足环评要求，统一规划、合理布局。生产污水应与生活污水分流设计。污水处理工程应与主体工程同时设计。

16.3.3 污水排入城镇排水管网。无城镇排水管网或无条件排入城镇排水管网的地区，污水应经过处理，排水水质应符合国家和地方排放标准的规定。

16.3.4 排水管道不从咽喉区、区间正线穿越，当必须穿越时集中布置、垂直通过，压力管道应设防护涵，重力流管道设防护涵。

16.3.5 检查井盖应采取防坠落、防盗措施，且应安装牢固。

16.3.6 对景区内的生产污水和生活污水，应结合当地的实际情况和用水量要求，设置适宜的再生水利用系统。

16.3.7 隧道洞口雨水泵站排水能力应按不小于当地重现期为 50 年的暴雨强度公式计算，集流时间为 5 min~10 min。

16.4 给水排水设备监控

给水排水工程设计应根据工程规模、工艺流程、构筑物组成、运行管理要求，设置适的监测和控制设备与系统。

16.5 室内给水排水及卫生设备

16.5.1 旅游轨道沿线各站的建筑物应设置完善的室内给水排水系统和卫生设备。

16.5.2 室内给水排水及卫生设备符合下列规定：

- a) 给水系统设计应采取防止水质污染和变质的措施；
- b) 污水排放应采用雨水、污水分流制；
- c) 热水供应优先采用太阳能制备，经济合理时可采用热泵辅助加热；
- d) 各用水点入口应设置计量设施；
- e) 室内卫生设备应采用节水型水暖设备。

16.5.3 室内给水排水系统采用自动控制或自动调节措施。

16.5.4 室内消防设施的设置应按照国家现行防火规范的规定及当地消防部门的要求执行。

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，做到系统可靠、功能合理、设备成熟、经济实用。

17.1.2 通信系统设计总体方案及系统容量时，应将近期建设规模和远期发展规划相结合。

17.1.3 通信系统根据需要可设置传输系统、无线通信系统、公务电话系统、专用电话系统、视频监控系统、车站广播系统、乘客信息系统、时钟同步系统、综合布线系统、通信线路、电源系统及接地及其他必要的业务和支撑系统。

17.1.4 通信系统应符合电磁兼容性的要求,并应具有抗电气干扰性能。

17.1.5 通信系统应对有线及无线调度重要语音录音,录音设备集中设置。

17.1.6 通信系统采用的设备和线缆应满足国家对环境、安全要求。

17.2 传输系统

17.2.1 传输系统作为各种业务信息基础承载平台,其功能是为通信系统的各子系统以及其它自动控制、管理系统提供信息传输通道。

17.2.2 传输系统可采用以太网交换技术,利用汇聚及接入交换机组建车站与控制中心的以太网保护环网;也可由光纤同步数字系统构成,可采用 1+1 复用段保护方式或自愈环结构,系统容量应根据各业务系统的需求确定,并应留有升级扩容的条件。

17.2.3 传输系统设置网管系统,系统应具有配置管理、性能管理、故障管理、安全管理功能。

17.3 无线通信系统

17.3.1 无线通信系统提供移动语音和数据通信服务。

17.3.2 无线通信系统可采用自建或租用公众无线网络方式。

17.3.3 无线通信系统自建采用的工作频段及频点应由当地无线电管理部门批准

17.4 公务电话系统

公务电话系统为全线调度、管理、运营、维修部门的工作人员之间提供一般性公务联络,利用既有电话网或公众电话网。

17.5 专用电话系统

17.5.1 专用电话系统应为控制中心调度员、车站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。

17.5.2 专用电话系统应包括调度电话。

17.6 视频监控系统

17.6.1 视频监控系统实现控制中心调度值班员对车站重点区域的视频监控。

17.6.2 车站在票务室、售检票处、游客候车厅公共场所设置监视摄像设备。

17.6.3 视频监控系统采用全高清视频制式,数字高清摄像机按照 1080 P 图像分辨率、H.265 格式的视频流传输。

17.6.4 视频监控系统在控制中心设置控制、存储及图像显示装置设备,采用集中存储方式,存储时间不少于 30 d。中心调度员应能任意地选择全线摄像机的图像,并应切换至相应监视终端上。

17.7 车站广播系统

17.7.1 车站广播系统主要用于控制中心向各车站的运营管理、维护人员播发相关公务信息,向乘客播报各种公告信息,包括列车运营信息、乘客服务信息。

17.7.2 广播系统采用全数字 IP 网络广播技术。

17.7.3 各车站广播系统由扬声器和广播控制设备组成。

17.8 乘客信息系统

17.8.1 乘客信息系统向乘客提供醒目、直观的综合服务信息，主要包括列车到发、换乘列车运行信息、相关的交通信息、新闻、生活服务信息和广告信息。

17.8.2 乘客信息系统由线路中心子系统、车站子系统、网络子系统组成。

17.8.3 乘客信息系统应具有信息处理能力，并可通过系统外部接口进行数据交换，以及将获得的数据经系统处理后，向乘客提供信息服务。

17.9 时钟同步系统

17.9.1 时钟同步系统应为传输、无线通信系统提供基准频率同步信号。

17.9.2 钟同步系统按基准时钟、大楼综合定时供给设备（BITS）二级结构组网。系统应采用主从同步方式，通过传输系统链路逐级传送。

17.9.3 时钟同步系统的功能及性能应符合 YD/T 5089、YD/T 1012 的规定。

17.10 综合布线系统

17.10.1 综合布线系统应采用开放式网络拓扑结构，承载语音、数据信息。

17.10.2 各车站建筑、其他生产房屋建筑及生产附属房屋可根据需要设置综合布线系统。

17.11 通信线路

17.11.1 光、电缆可采用自建或者租用运营商的方式。

17.11.2 光、电缆自建时，通信线路可根据需要采用光、电缆或光缆+电缆的方式。

17.11.3 通信光电缆的容量应根据业务要求确定，并应预留发展的需要。

17.12 电源系统及接地

17.12.1 电源系统应保证对通信设备不间断、无瞬变地供电。通信电源设备应满足通信设备对电源的要求。

17.12.2 通信设备供电为二级负荷。

17.12.3 直流供电的通信设备，采用高频开关电源方式集中供电。直流电源基础电压应为-48V，其他种类的直流电源电压可通过直流变换器供电。

17.12.4 交流供电的通信设备，采用交流不间断电源方式集中供电。

17.12.5 电源设备容量配置按照下列规定执行：

- a) 蓄电池组的容量应按近期负荷配置，并保证连续供电不少于 2 h；
- b) 直流供电设备蓄电池设置两组并联，每组容量应为总容量的 1/2。交流不间断电源设备的蓄电池设一组。

17.12.6 通信设备的接地系统设计应满足人身安全要求和通信设备的正常运行。

17.12.7 通信设备房屋所属建筑物的接地体接地电阻值不应大于 1Ω ；通信设备独立设置接地装置时，接地电阻值不应大于 4Ω ，困难时不应大于 10Ω 。

17.13 通信用房及要求

17.13.1 通信和信息房屋合建。

17.13.2 设备用房的面积应按远期容量确定，房屋装修应满足通信设备的防尘、防潮及防止静电要求。

17.13.3 设备机房的工艺要求应符合表 45 的规定。

表 45 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（kN/m ² ）	8

18 信号

18.1 一般规定

- 18.1.1 信号系统的选择应满足旅游列车行车组织和运营管理的实际要求。一般由行车调度指挥、列车运行控制、联锁、电源和信号集中监测设备组成。
- 18.1.2 涉及旅游列车行车安全的信号系统，应满足故障导向安全的要求。
- 18.1.3 信号系统应具有电磁兼容性和雷电防护装置。

18.2 地面固定信号

- 18.2.1 信号机应采用可靠光源的通用机构，同一车站（场）应采用同一类型的信号机。车站信号机设置应按照下列规定执行：
- a) 进站信号机应设在距进站最外方道岔尖轨尖端（顺向为警冲标）不少于 50 m 的地点，若因调车作业或制动距离的要求，一般不超过 400 m；
 - b) 出站信号机应设在每一发车线的警冲标内方（对向为尖轨尖端外方）适当地点。特殊情况下，车站可仅设调车信号机。
- 18.2.2 进站及接车进路信号机应装设引导信号。
- 18.2.3 设有分歧道岔的线路所应设通过信号机，其机构外形和显示方式应与进站信号机相同，引导灯光封闭。
- 18.2.4 在有人看守的较大桥梁和隧道及可能危及行车安全的塌方落石地点，可根据需要设遮断信号机和遮断预告信号机。遮断预告信号机距离防护地点不得少于 50 米。
- 18.2.5 非自动闭塞区段，进站信号机应设预告信号机或接近信号机。
- a) 当列车运行速度不超过 60 km/h 的线路，预告信号机与其主体信号机的安装距离不得小于 600 m，当预告信号机显示距离不足 300 m 时，其安装距离不得小于 800 m；
 - b) 列车运行速度超过 60 km/h 的线路，应设接近信号机，其安装位置应根据牵引计算确定。
- 18.2.6 出站信号机有两个及以上的运行方向，而信号显示不能分别表示进路方向时，应在信号机上装设进路表示器。发车进路兼出站信号机可装设进路表示器。
- 18.2.7 进站、出站、进路信号机及线路所通过信号机，因受地形、地物影响，达不到规定的显示距离时，应装设复示信号机。设在车站岔线入口处的调车信号机，达不到规定的显示距离时，应设置复示信号机。
- 18.2.8 信号机应设在列车运行方向的左侧或其所属线路的中心线上空。
- 18.2.9 信号机应采用高柱信号机，设于下列处所时可采用矮型：
- a) 无通过进路的到发线上的出站、发车进路信号机；
 - b) 道岔区内的调车信号机。

18.3 显示要求

- 18.3.1 各种信号机及表示器在正常情况下的显示距离应符合下列规定：

- a) 进站、通过、接近、遮断信号机，不得小于 800 m；
- b) 高柱出站、高柱进路信号机，不得小于 300 m；
- c) 预告信号机，不得小于 300 m；
- d) 调车、矮型进站、矮型出站、矮型进路、复示信号机、引导信号及各种表示器，不得小于 200 m。在地形、地物影响视线的地方，进站、通过、预告、接近、遮断信号机的显示距离，在最坏条件下，不得小于 100 m。

18.3.2 除预告、遮断、复示信号机外，同方向相邻两架列车信号机之间的距离小于规定列车制动距离时，前架信号机应采取降级或重复显示的措施。

18.3.3 当信号设备及其电路发生故障时，信号显示应自动转为关闭状态。预告及复示信号机当其主体信号机关闭信号时，应自动恢复定位。

18.3.4 信号机机构、灯光配列方式及显示应符合 TG/01-2014 及 TB 10007 的规定。

18.4 车站联锁

18.4.1 站内联锁应采用集中联锁。

18.4.2 与列车进路（集中联锁故障引导接车除外）有关的道岔均应与防护该进路的信号机联锁。

18.4.3 站内联锁设备中，敌对进路间必须相互照查，不得同时开通。

18.4.4 站内联锁设备应保证车站（场）值班人员对进路及信号机开放与关闭的控制。

18.4.5 进站、进路、出站及调车信号机，在信号关闭后，不经再次办理，不得重复开放信号。

18.4.6 集中联锁车站的列车和调车进路均应设接近锁闭，列车接近锁闭区段的长度应根据列车运行速度确定。

18.4.7 集中联锁车站的列车和调车进路、车站接近区段应设轨道检查装置。

18.4.8 轨道检查装置可分为轨道电路和计轴轨道检查装置，轨道电路应采用闭路式。

18.4.9 相邻轨道电路之间应采取绝缘破损防护措施。

18.4.10 站内轨道电路的设置，应保证轨道电路可靠工作、排列平行进路的要求和便于车站作业。

18.4.11 转辙机及其安装装置应根据道岔类型进行选择。

18.5 区间闭塞

18.5.1 区间闭塞包括自动闭塞、半自动闭塞或自动站间闭塞，闭塞类型选择应根据运营组织方案确定。

18.5.2 自动闭塞应选择符合机车信号作为行车凭证要求的制式和设备。

18.5.3 调度集中区段应采用自动闭塞或自动站间闭塞。

18.5.4 区间内正线上的道岔必须与有关信号机或闭塞设备联锁。

18.6 行车调度指挥

18.6.1 行车调度指挥系统应根据项目的实际情况及运营管理的要求合理设置。

18.6.2 行车调度指挥系统应具备与列车运行控制系统、联锁系统、监测系统、无线通信系统、电力监控系统、时钟系统接口功能，并采用时钟系统提供的时间信息统一信号各子系统的时钟标准。

18.7 机车信号与列车超速防护

18.7.1 采用机车信号设备与列车运行监控记录装置结合使用，或采用列车超速防护系统。

18.7.2 自动闭塞区段，应采用连续式机车信号。自动站间闭塞和半自动闭塞区段，应采用接近连续式机车信号。

18.7.3 机车信号运用在交流电力牵引区段，应能防护牵引电流的干扰。

18.7.4 站内电码化的设计应保证机车信号车载设备可靠地接收地面信息。正线电码化主要设备采取冗余措施。

18.8 区间道口信号

18.8.1 位于区间的旅游轨道与道路平交的道口,根据交通繁忙程度,可采用不同类型的道口信号设备。

18.8.2 有人看守的道口,可采用下列方式的道口信号设备:

- a) 道口自动通知;
- b) 道口自动信号;
- c) 道口自动通知及道口自动信号。

18.8.3 区间道口应采用列车接近一次通知的方式。列车接近通知时间及接近距离应根据计算确定。

18.9 信号集中监测

18.9.1 车站应设信号集中监测系统。监测的对象应包括行车指挥系统、区间闭塞、车站联锁、道岔转辙机、轨道电路、电码化、电源设备,以及信号机灯丝状态、熔断器、电缆对地绝缘。

18.9.2 信号集中监测系统联网,并将监测信息传送到维修及管理部门。

18.9.3 信号集中监测系统应保证不因其本身故障而影响信号设备的正常工作。

18.10 其它

18.10.1 信号系统传输线路应采用铜芯铠装电缆,也可采用光缆或光电综合缆。车站内的主干电缆应采用综合护套或铝护套信号电缆,有特殊要求的设备也可采用专用电缆。

18.10.2 信号电(光)缆的敷设经过特殊地段时,需采取必要的防护措施。

18.10.3 调度中心及自动闭塞区段信号设备的供电级按一级负荷。信号电源设备应可靠工作。

18.10.4 信号设备房屋面积应根据设备制式、规模及远期发展因素设计,并应考虑设备大修倒换和更新改造倒替的需要确定。

18.10.5 信号室内外设备的防火应按照 TB 10063 的规定执行。信号设备的室内配线应采用阻燃型电线、电缆。对可能产生干扰和易受干扰部分的配线应采用屏蔽电线,必要时单独走线。

18.10.6 信号设备防雷应根据防护需要,采用改善机房电磁环境、电位连接、机房和线路屏蔽、设置防雷器材综合防雷措施。

18.10.7 室外信号设备的金属箱盒、壳体应接地。严禁用钢轨代替地线。

18.10.8 电力牵引区段,信号设备外缘距接触网带电部分的距离不应小于 2 m。距接触网带电部分 5 m 范围内的金属结构物应接地。电力牵引供电区段轨道电路应保证牵引电流回流畅通。

18.10.9 交流电力牵引区段,室外信号电缆钢带(金属护套)应采用分段单端接地方式,单端接地的电缆长度不得超过 1000 m。

19 信息

19.1 一般规定

19.1.1 信息系统设计应符合安全、可靠、先进、可扩展的要求。

19.1.2 信息系统的架构应与旅游轨道运营管理模式相适应。

19.1.3 旅游轨道设置电子票务系统和办公自动化系统。

19.2 电子票务系统

- 19.2.1 电子票务系统应满足旅游轨道运营管理需要。
- 19.2.2 电子票务系统应选用方便快捷、经济适用的票制。
- 19.2.3 电子票务系统支持车站窗口、自动售票、互联网、电话订票多种售票方式。
- 19.2.4 车站售检票终端数量应综合考虑旅客日发送量、高峰客流量、设备处理能力、售票建筑空间布局、检票模式、候乘空间布局因素确定。
- 19.2.5 电子票务系统的设计应以可靠性、安全性、可维护性和可扩展性为原则，保证数据的完整性、保密性和一致性。
- 19.2.6 内网系统与外网互联采用安全隔离和访问代理机制实施隔离。

19.3 办公自动化系统

- 19.3.1 办公自动化系统应为旅游轨道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。
- 19.3.2 办公自动化软件平台建设根据景区管理单位的需求，统一规划和实施。
- 19.3.3 办公自动化系统局域网根据规模及设备终端分布，采用分层组网。
- 19.3.4 办公自动化系统应设置完善的网络安全措施。

19.4 运行环境

信息与通信设置联合机械室，并与相关用途的房屋合建。

20 房屋建筑及暖通空调卫生设备

20.1 房屋建筑

- 20.1.1 房屋建筑包括车站建筑，其他生产房屋建筑及生产附属房屋。
- 20.1.2 房屋建筑除应符合安全、适用、经济和绿色要求外，还应根据旅游观光的特点，合理确定建筑规模和建筑形式，车站站房的建筑形式应体现地域特色和时代风貌，建筑风格应与当地历史、文化、人文特征和地理自然环境相结合。
- 20.1.3 房屋选址应结合该地区总体规划和交通体系规划，将房屋建筑规划与当地旅游规划有机衔接融合，满足地区规划对站区所在地块的交通、旅游功能要求。总平面布置、竖向设计、综合管线、道路、排水、绿化应符合国家及当地建设及旅游规划发展要求。
- 20.1.4 生产房屋的建筑规模应根据设计年度的运输业务量、人员配置、技术装备因素确定。办公和生活房屋规模应接近期设计年度确定。性质相近的房屋合建。
- 20.1.5 邻近线路设置的旅游轨道生产房屋及构筑物，其限界和间距应符合国家现行标准及限界要求，并符合 TB 10063 的规定。
- 20.1.6 房屋建筑的抗震设计应符合 GB 50011、GB 50111 和 GB 55002 的规定。
- 20.1.7 节能与绿色建筑
 - a) 房屋建筑节能设计除应符合现行国家标准和 TB 10016 的规定外，还应符合所在地区的能源政策和充分利用当地的资源条件；
 - b) 房屋建筑属于民用建筑的部分，在满足旅游轨道运输使用功能的前提下，结合建筑所在地的气候、环境、资源及文化特点，提倡被动式绿色建筑设计。其中建筑面积大于 1000 m²（含）的旅客站房应对建筑的全寿命期内节能、节地、节水、节材、保护环境性能，按 TB/T 10429 进行综合评价，最低应达到一星级的等级。
- 20.1.8 生产办公房屋、生产附属房屋的配备以及平面布置可参照 TB 10097 的规定。

20.1.9 车站建筑设计中,在满足安保和消防要求的前提下,结合旅游观光铁路建筑的服务客流特点和要求,可考虑设置旅游咨询、旅游购物及餐饮服务空间。

20.1.10 抗震设防烈度 8 度及以上地区的桥-建”合一结构体系的承轨梁、柱构件应设定适当的抗震性能目标,进行抗震性能化设计。

20.1.11 旅游轨道高架站房风荷载的基本风压值取 100 年重现期的基本风压。

20.1.12 旅游轨道高架站房结构,抗震设防烈度类别应按照重点设防类,结构安全等级应为一。

20.1.13 旅游轨道旅客车站无障碍设计应按照 GB 50763 的规定执行。

20.2 暖通空调

20.2.1 当生产房屋内室温达不到生产工艺要求时,应设置供暖设施。

20.2.2 对生产过程中散发的余热和水蒸汽应首选自然通风排除,当自然通风达不到要求时,应采用机械通风排除;对生产过程中散发的有害气体和粉尘应采用局部通风和净化处理设备。

20.2.3 对旅客乘降及生产工艺有一定温度、湿度、洁净度要求的车间和工作室及有特殊要求的场所,应设置空气调节设备。

20.2.4 采暖、通风、空调的设置标准可按照 TB 10056、TB 10011 的规定执行。

20.2.5 防烟、排烟设置应按照 GB 55036、GB 55037、GB 51251 的要求执行。

21 环境保护

21.1 一般规定

21.1.1 旅游轨道设计应遵循节地、节能、节水、节材、保护环境的基本原则,优先采用清洁可再生能源。

21.1.2 环境保护措施应包括噪声和振动防护、污水处理、废气和粉尘治理、固体废物储运、电磁防护、生态保护。

21.1.3 环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

21.2 生态环境保护

21.2.1 旅游轨道设计必须遵循环保选线原则,减少对生态环境的负面影响,应按照下列规定执行:

- a) 应充分调查沿线的工程地质、地形地貌、气候条件、植被覆盖率、水土流失现状,采用生物防护和工程防护相结合的环保策略;
- b) 选线应满足绕避风景名胜、自然保护区、水源保护区、文物保护单位、地下文物丰富地段和国家重点保护的野生动植物区的要求;
- c) 旅游轨道选线应绕避储藏量大且有开采价值的矿区。

21.2.2 旅游轨道应减少破坏旅游轨道沿线的地貌、地形、天然林和建筑物,少占耕地,尽量避免高填深挖。

21.2.3 桥涵及隧道设计应按照下列规定执行:

- a) 桥梁的设计应造型美观,与周边景观协调;
- b) 隧道选址应注重地表水源及地下水保护,避开储水结构层和储水层,并应综合考虑接线设计、洞内外排水系统、弃渣处理及弃渣场防护,并采取必要的环保措施。

21.2.4 旅游轨道通过特殊路段工程应按照下列规定执行:

- a) 路基边坡、隧道边仰坡应采取植物措施或必要的工程防护措施,景观绿化应与当地自然景观相协调;

- b) 当必须通过冲沟、陷穴发育、地下水出露及强湿陷性黄土地段时,应避免长大高填深挖,必要时应采取的措施,防止陷穴发展,减轻工程对周围生态环境的破坏。

21.3 污染防治

21.3.1 水污染防治设计应按下列规定执行:

- a) 设计应对地表水、地下水、生活饮用水源、自然水体进行环境保护设计;
- b) 水污染防治应遵循节水减排、源头控制的基本原则。应采用雨污分流,对施工、生产、运营过程中产生的污水水质分类收集,集中处理后达标排放;
- c) 污水处理应结合水质特点,优先采用废水生物化学处理法;
- d) 禁止向 I 类水体和饮用水源保护区需要保护的水体排放污水、废水。

21.3.2 大气污染防治应按下列规定执行:

- a) 应根据当地气候和土壤特点,在靠近旅游轨道两侧,特别是环境敏感区附近密植乔木、灌木,减少粉尘污染并改善旅游轨道域景观;
- b) 站、段热水供优先采用清洁可再生的太阳能、空气能。

21.3.3 噪声及振动防治设计应按下列规定执行:

- a) 噪声、振动污染防治设计,应遵循《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定,符合 GB 12525、GB 12348、GB 12523 及 GB 3096、GB 10070 的要求;
- b) 新建旅游轨道选线,应结合地方城镇规划,绕避既有或规划的噪声、振动敏感建筑物集中区域和重要敏感建筑物。线路在城市市区或噪声敏感建筑物集中区域,当旅游轨道噪声不满足相应国家标准要求时,应采取防治措施。采用的隔声屏方案应与景观相协调。

21.3.4 固废污染防治设计应按下列规定执行:

- a) 应配套设置固体废弃物分类收集设施,并符合《陕西省固体废物污染环境防治条例》的规定;
- b) 国家及省级自然保护区、风景名胜区、生活饮用水水源地不应设立垃圾堆放场和垃圾处理场。

21.3.5 电磁污染防治。电气化旅游轨道对沿线有线电信、电信线路、电视接收的影响和机场中波导航台天线、短波无线电测向台、对空情报雷达站的间距应符合 TB 10501 的规定。

附录 A
(规范性)
机车车辆限界及各建筑物限界

图A.1～A.6规定了机车车辆、基本建筑 and 不同牵引方式下桥梁、隧道轮廓在不同轨顶高度处距离线路中心的距离。

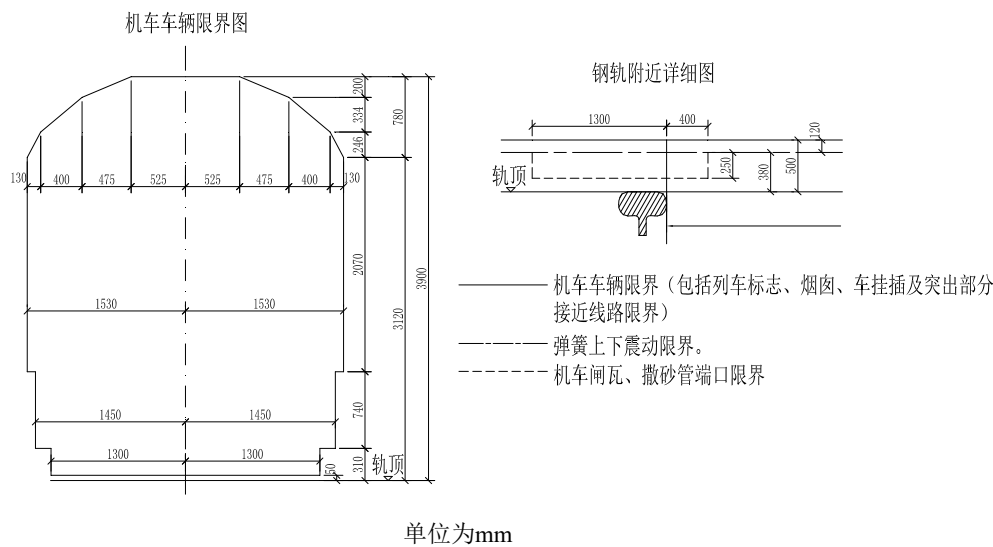


图 A. 1 机车车辆限界图

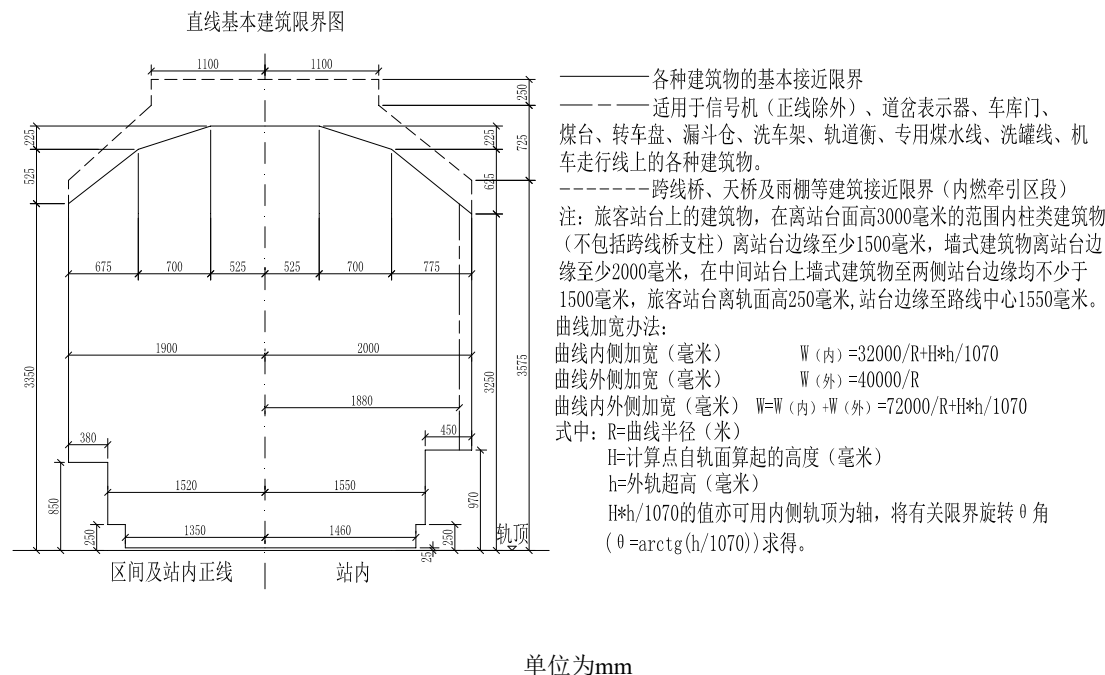


图 A. 2 建筑接近限界图

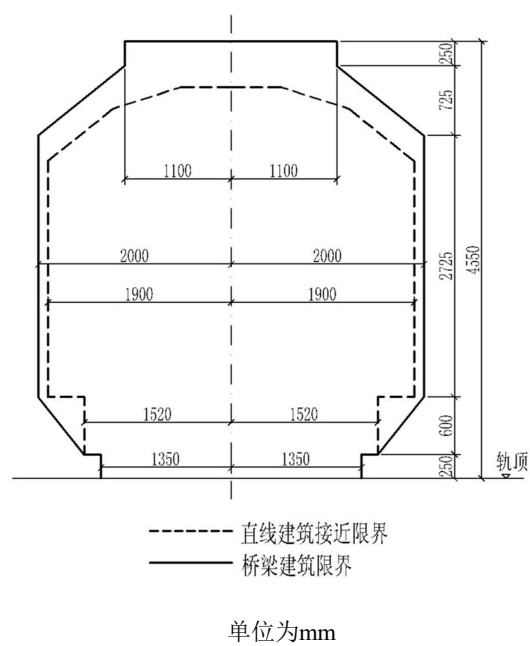


图 A. 3 桥梁建筑限界图（内燃牵引区段）

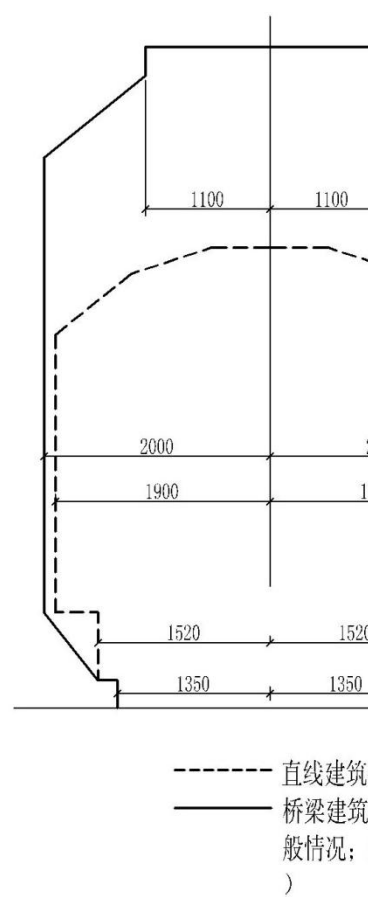


图 A. 4 桥梁建筑限界图（电力牵引区段）

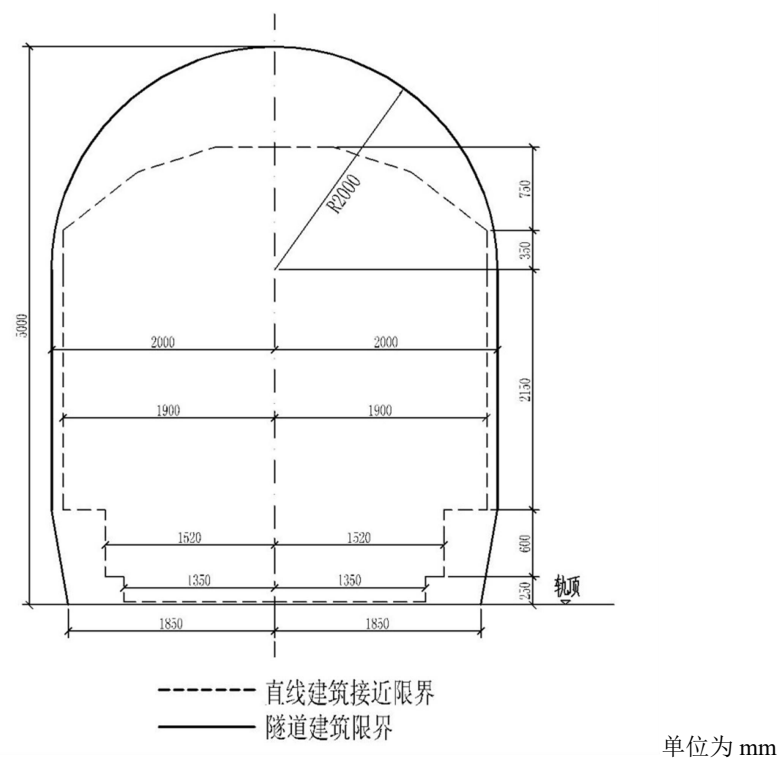


图 A.5 隧道建筑限界图（内燃牵引区段）

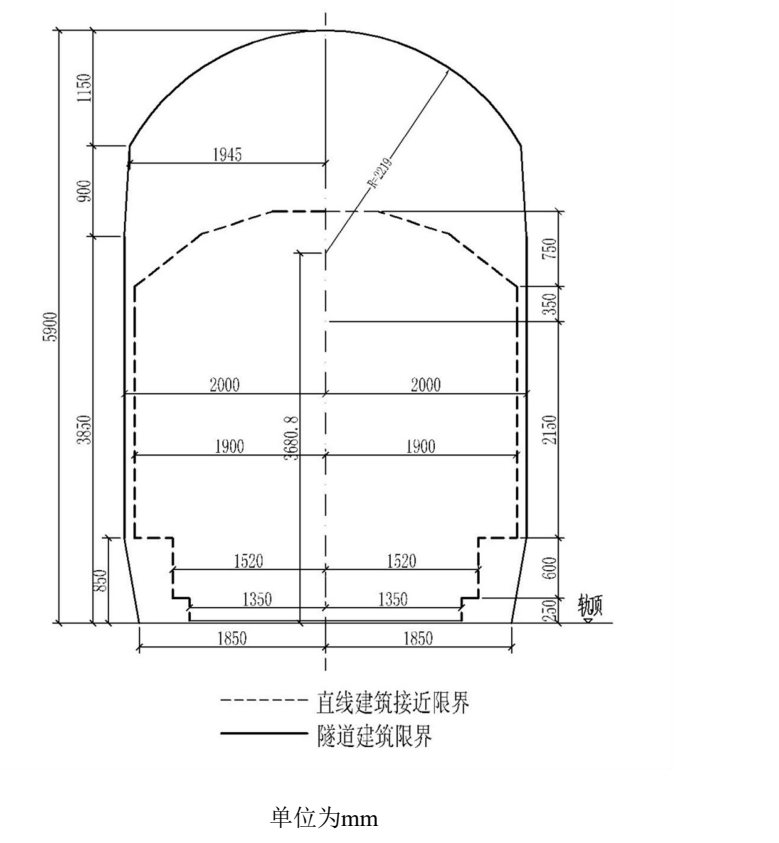


图 A.6 桥梁建筑限界图（电力牵引区段）

参 考 文 献

- [1] GB 146.2 标准轨距铁路建筑限界
- [2] GB/T 1499.1-2017 钢筋混凝土用钢第 1 部分•热轧光圆钢筋
- [3] GB/T 1499.2-2018 钢筋混凝土用钢第 2 部分•热轧带肋钢筋
- [4] GB 3096 -2008 声环境质量标准
- [5] GB/T 5223 预应力混凝土用钢丝
- [6] GB/T 5224-2014 预应力混凝土用钢绞线
- [7] GB 6364 航空无线电导航台（站）电磁环境要求
- [8] GB 6830 电信线路遭受强电线危险影响的容许值
- [9] GB 10070-1998 城市区域环境振动标准
- [10] GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准
- [11] GB 12523-2011 建筑施工场界环境噪声排放标准
- [12] GB 12525-1990 铁路边界噪声限值及其测量方法
- [13] GB 13618 对空情报雷达站电磁环境保护要求
- [14] GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- [15] GB/T 19531 地震台站观测环境技术要求
- [16] GB/T 24338.2 轨道交通 电磁兼容 第 2 部分：整个轨道系统对外界的发射
- [17] GB 50015-2019 建筑给水排水设计标准
- [18] GB 50016 建筑设计防火规范
- [19] GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- [20] GB 50028 城镇燃气设计规范
- [21] GB 50034 建筑照明设计标准
- [22] GB 50052 供配电系统设计规范
- [23] GB 50054 低压配电设计规范
- [24] GB/T 50056 交流电气装置的接地设计规范
- [25] GB 50057 建筑物防雷设计规范
- [26] GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- [27] GB 50060 3~110kV 高压配电装置设计规范
- [28] GB 50061 66kV 及以下架空电力线路设计规范
- [29] GB/T 50062 电力装置继电保护和自动装置设计规范
- [30] GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范
- [31] GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- [32] GB 50074 石油库设计规范
- [33] GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
- [34] GB 50108 地下工程防水技术规范
- [35] GB 50157-2013 地铁设计规范
- [36] GB 50217 电力工程电缆设计标准
- [37] GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火规范
- [38] GB 50423 油气输送管道穿越工程设计规范
- [39] GB 50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范

- [40] GB 50974-2014 消防给水及消火栓系统技术规范
 - [41] GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
 - [42] DL/T 5352 高压配电装置设计技术规程
 - [43] HJ/T 90-2004 声屏障声学设计和测量规范 [49] TB 10063 铁路工程设计防火规范
 - [44] TB 1912 铁路运营隧道空气中内燃机车废气容许浓度
 - [45] TB/T 2832 交流电气化铁路对油（气）管道干扰的防护
 - [46] TB/T 3054 铁路混凝土工程预防碱-骨料反应技术条件
 - [47] TB 10004 铁路机务设备设计规范
 - [48] TB 10008 铁路电力设计规范
 - [50] TB 10089 铁路照明设计规范
 - [51] TB 10091-2017 铁路桥梁钢结构设计规范
 - [52] TB 10029 铁路客车车辆设备设计规范
 - [53] TB 10056 铁路房屋暖通空调设计标准
 - [54] TB 10180 铁路防雷及接地工程技术规范
-