

UDC

中华人民共和国行业标准

TB

P

TB 10638-20XX

JXXXX-20XX

铁路专用线设计规范

Code for Design of Railway Industrial Siding

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

国 家 铁 路 局 发 布

中华人民共和国行业标准

# 铁路专用线设计规范

Code for Design of Railway Industrial Siding

**TB 10638—20XX**

**JXXXX-20XX**

(征求意见稿)

主编部门：中国铁路设计集团有限公司

批准部门：国家铁路局

施行日期：20XX 年 XX 月 XX 日

中国铁道出版社有限公司

20XX 年 · 北京



## 前　　言

本规范在《铁路专用线设计规范（试行）》TB 10638—2019 的基础上，全面总结了近年来我国铁路专用线在工程建设、运营管理方面的实践经验，充分吸纳了有关科研成果，经审查修订而成。

本规贯彻落了安全优先原则，强化了质量安全、节约能源资源、环境保护以及综合交通运输等技术要求，借鉴了铁路专用线的成熟经验，合理确定了不同等级铁路专用线的技术标准，突出了标准的系统性、经济性和适用性，体现了铁路专用线不办理客运、货物品类固定、设计速度低的特点。

本规范由 18 章组成，其内容包括：总则、术语和符号、基本规定、运输组织、线路、轨道、路基、桥涵、隧道、站场、电力牵引供电、电力、通信与信息、信号、机务与车辆设备、给水排水、房屋建筑及暖通空调卫生设备、环境保护。

本次修订的主要内容如下：

1. “总则”章明确了设计年度，修订了设计使用年限、设计荷载等技术要求。
2. “基本规定”章增加了铁路专用线分级、设计速度分级、混凝土结构设计使用年限要求，修订了接轨站设计标准、接轨方案、接轨方式、主要技术标准、线路方案、房屋配置方式等技术要求。
3. 新增“运输组织”章节，明确了运营管理、行车组织等技术要求。
4. “线路”章修订了最小曲线半径、缓和曲线长度、限制坡度、最大坡度差、竖曲线半径、站坪坡、道口间距等技术要求。
5. “轨道”章修订了专用线轨道类型技术要求，增加了小半径曲线轨枕、无缝线路砟肩堆高等技术要求。
6. “路基”章增加了“特殊路基”节，明确特殊路基设计原则；增加了各级专用线路基面宽度计算方法及取值；修订了填料标准、各级专用线基床标准、填料压实度标准、路基排水、支挡及防护形式、防护栅栏设置等技术要求。
7. “桥涵”章修订了各级专用线桥涵洪水频率要求；增加了荷载要求及无缝线路情况下，墩台顶纵向水平线刚度技术要求。
8. “隧道”章修订了养护方式、隧道预留变形量、电缆敷设等技术要求。
9. “站场”章增加了“场站布置”节，明确各类货运场站布置及铁水联运铁路装卸场布置原则；增加了各类货运设施、装卸机械技术要求；修订了主要建筑物和设备至线路中心线的距离、车站线间距、最小曲线半径等技术要求。
10. “电力牵引供电”章增加了新建开闭所或开关站、谐波预测计算、牵引变电所

布置、调度系统设置等技术要求。

11. “电力”章修订了外部电源要求，增加了变、配电所采用 AIS 设备等技术要求。
12. “通信与信息”章增加了“信息”节，明确信息系统构成及其设置要求；修订了通信系统构成及其设置等技术要求。
13. “信号”章增加了信号安全原则、干扰防护与防雷接地技术要求；修订了地面固定信号、运输调度指挥、闭塞、联锁、信号集中监测、信号电源系统设备等技术要求。
14. “机务与车辆设备”章增加了边修线设置要求、机检代替人检及设备小型化要求；修订了机车检修设施技术要求。
15. “给水排水”章修订了生活供水站（点）的贮水设备技术要求。
16. 新增“房屋建筑及暖通空调卫生设备”章节，明确了房屋建筑及暖通空调卫生设备的设置原则及节能、防火设计等技术要求。
17. “环境保护”章修订了规定了选址、选线的环保要求及噪声、振动污染防治等技术要求。

在执行本规范的过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见和有关资料寄交中国铁路设计集团有限公司（天津自贸试验区（空港经济区）东七道 109 号，邮政编码：300308），并抄送中国铁路经济规划研究院有限公司（北京市海淀区北蜂窝路乙 29 号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本规范由国家铁路局科技与法制司负责解释。

**主编单位：**中国铁路设计集团有限公司

**参编单位：**中国铁路经济规划研究院有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中铁工程设计咨询集团有限公司

**主要起草人：**

**主要审查人：**

## 目 次

<b>1 总 则</b>	1
<b>2 术语和符号</b>	5
2.1 术语	5
2.2 符号	5
<b>3 基本规定</b>	6
3.1 一般规定	6
3.2 主要技术标准	8
3.3 系统及接口设计	12
<b>4 运输组织</b>	14
4.1 一般规定	14
4.2 运营管理	14
4.3 行车组织	15
4.4 行车设备	16
<b>5 线 路</b>	16
5.1 线路平面	16
5.2 线路纵断面	27
5.3 交叉及附属设施	39
<b>6 轨 道</b>	43
6.1 一般规定	43
6.2 轨道类型	44
6.3 钢轨及配件	46
6.4 轨枕及扣件	48
6.5 道 床	49
6.6 轨道附属设备	50

<b>7 路 基 .....</b>	<b>51</b>
7.1 一般规定 .....	51
7.2 路基面形状与宽度 .....	51
7.3 基 床 .....	54
7.4 路 堤 .....	56
7.5 路 壑 .....	58
7.6 路基排水 .....	59
7.7 路基支挡及防护 .....	60
7.8 特殊路基 .....	61
7.9 路基接口与防护 .....	67
<b>8 桥 涵 .....</b>	<b>68</b>
8.1 一般规定 .....	68
8.2 孔径及净空 .....	69
8.3 结 构 .....	70
8.4 材 料 .....	72
8.5 桥面布置及养护维修设施 .....	72
<b>9 隧 道 .....</b>	<b>74</b>
9.1 一般规定 .....	74
9.2 洞门及衬砌建筑材料 .....	76
9.3 洞门与洞口段 .....	77
9.4 隧道衬砌和明洞 .....	78
9.5 附属构筑物 .....	82
9.6 防水与排水 .....	83
9.7 运营通风 .....	85
9.8 辅助坑道 .....	85
<b>10 站 场 .....</b>	<b>87</b>

10.1	一般规定	87
10.2	站线平面	90
10.3	站线纵断面	92
10.4	场站布置	94
10.5	货运设备	103
10.6	装卸机械	106
10.7	站场路基、排水及其他	108
10.8	站线轨道	109
11	<b>电力牵引供电</b>	111
11.1	牵引供电	111
11.2	牵引变电	112
11.3	接触网	112
12	<b>电 力</b>	114
13	<b>通信与信息</b>	116
13.1	通信	116
13.2	信息	117
14	<b>信 号</b>	119
14.1	一般规定	119
14.2	地面固定信号	119
14.3	运输调度指挥	119
14.4	闭塞	119
14.5	联锁	119
14.6	信号集中监测	120
14.7	信号电源系统设备	120
14.8	干扰防护、雷电防护与接地	120
14.9	其他	120

<b>15 机务与车辆设备</b> .....	<b>121</b>
15.1 机务设备 .....	121
15.2 车辆设备 .....	121
<b>16 给水排水</b> .....	<b>123</b>
16.1 一般规定 .....	123
16.2 给水工程 .....	123
16.3 排水工程 .....	124
<b>17 房屋建筑及暖通空调卫生设备</b> .....	<b>125</b>
17.1 房屋建筑 .....	125
17.2 暖通空调卫生设备 .....	125
<b>18 环境保护</b> .....	<b>127</b>
<b>本规范用词说明</b> .....	<b>129</b>

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范铁路专用线工程设计,使铁路专用线设计符合安全可靠、经济适用的要求,制定本规范。

**条文说明** 《铁路专用线设计规范(试行)》TB 10638-2019发布实施以来,指导了一批铁路专用线建设,为实现铁路干线运输与重要港口、大型工矿企业、物流园区等的高效联通和无缝衔接,畅通“微循环”,“公转铁”、铁水联运等结构调整提供了重要技术支撑。

目前铁路专用线设计技术已日趋成熟,完成了大量工程实践,通过工程实践总结,也发现了现行铁路专用线设计规范存在适用范围覆盖面不足和经济性有待提升等问题,主要表现为:

(1) 现行规范覆盖面不足,未明确重载铁路接轨专用线相关要求,缺少装卸场站布置相关规定,导致设计中需要参照行业规范设计,易提高设计标准。

(2) 现行规范未对铁路专用线进行分级,不同运量水平的专用线均按照同一标准设计,低运量专用线经济性较差。

(3) 现行规范个别条文技术经济性有待进一步提升,对于平交道口设置、路基防护形式、混凝土耐久性、隧道断面等标准要求总体偏高。

为贯彻中央和国家关于降低全社会物流成本要求,在总结近年铁路专用线设计、施工和运营经验基础上,结合铁路专用线的特点,进一步优化铁路专用线主要技术标准、选址选线、场站布局、工程措施及设备配置等设计要求,完善进码头、进园区,进厂矿等设计内容,提升铁路专用线设计的技术经济性。

**1.0.2** 本规范适用于与国家铁路或其他铁路接轨、仅办理货运作业、设计速度不大于80km/h的新建及改建标准轨距铁路专用线设计。

**条文说明** 条文中“国家铁路”包括国家铁路及国家铁路控股合资铁路,“其他铁路”包括地方铁路、地方或其他单位控股合资铁路、专用铁路等。

**1.0.3** 铁路专用线设计年度宜分为近、远两期。近期为交付运营后第五年,远期为交付运营后第十年。近、远期均采用预测运量。

基础设施及不易改、扩建的建筑物和设备应按远期或最大运量设计。

易改、扩建的建筑物和设备可按近期运量设计,并预留远期发展条件。

随运输需求变化增减的运营设备视运量情况按需增设。

**条文说明** 设计年度决定着铁路专用线各期技术装备的规模和能力,对适应各期运输能力,节约各期投资具有重大意义。确定设计年度的主要依据是铁路专用线分年度运量,而分年度运量是一个动态的发展过程,是随着企业生产经营状况变化而逐渐变化的。铁路专用线建筑物和设备的能力需与运量相适应,以满足企业对铁路的运输要求。因此,铁路专用线建设既要考虑分阶段运量加强以节约各期投资,提高经济效益,又要考虑对

线下基础设施和不易改、扩建的建筑物和设备按能适应一定时期的运输需求一次建成，以适应企业长远发展的需要，避免频繁改造、增加废弃工程和对运营的干扰。

设计年度分期多可减少建筑物和设备能力的富余量，有效节约工程投资，但为适应运量增长，改建频繁，增加施工费用和施工对运营的干扰，影响铁路专用线的正常运输效率。相反，设计年度分期少，必然增加建筑物和设备能力的富余量，增大工程投资，但可减少施工费用和施工与运营的相互干扰。可见，设计年度划分不宜过多，也不宜过少。

我国历次《规范》对铁路设计年度规定如下：

1952 年版《蒸汽机车单线铁路设计规范（草案）》规定，设计年度为 3 期，即交付运营后第 2、5、10 年（初、近、远期）。

1956 年版《标准轨距新建铁路设计技术规范》的规定同 1952 年规程，但 1958 年局部修改时取消了初期。

1961 年版《标准轨距铁路设计技术规范》恢复了设计年度按 3 期的规定，但初期改为交付运营后第 3 年，近、远期仍为第 5、10 年。

1974 年版《铁路工程技术规范》取消了初期，并将远期改为 10 年以上。修改的主要原因是第 3 年和第 5 年相距太近，技术装备改扩建时造成施工、运营相互干扰。远期按 10 年以上可为基本技术装备留有一定能力储备，并减少远景改扩建的困难。

1986 年版《铁路线路设计规范》维持了 1974 年规范中近、远期的规定，但为避免远期 10 年以上期限过长，造成技术装备配置规模过大而影响初期投资，将远期 10 年以上改为第 10 年。

1999 年版《铁路线路设计规范》维持了 1986 年规范中近、远两期的规定，但为避免新建铁路运量调查的可靠性差，而造成铁路能力闲置，浪费投资，增加了初期为交付运营后第 3 年的规定。铁建设〔2003〕76 号《新建客货共线铁路设计暂行规定》做了较大的变动，设计年度分为近、远两期，近期为交付运营后第 10 年，远期为交付运营后第 20 年。

后续 2006 版国家标准修订、2017 版铁道行业标准《铁路线路设计规范》TB 10098-2017 以及《III、IV 级铁路设计规范》GB50012-2012 等均遵照了这一原则，即规定设计年度分为近、远两期，近期为交付运营后第 10 年，远期为交付运营后第 20 年。

原《工业企业标准轨距铁路设计规范》GBJ 12-87 中提及工业企业铁路建筑物和设备的类型能力及技术标准根据运输性质设计运量（包括货运波动量）以及与路厂的发展互相配合确定。一般对易于改变的按近期设计运量（包括货运波动量）进行设计，并考虑将来发展扩建的可能，对不易改变的根据工业企业远期或最大设计能力所承担的运量确定。对既有建筑物和设备，考虑充分利用，不轻易大拆大改；对过渡性或限期使用的建筑物和设备，采用简易型式，满足运营期间需要。

原《地方铁路设计准则》铁基〔1987〕1297号明确规定，地方铁路设计年度分为初、近、远三期。初期为正式交付运营后第2年，近期为正式交付运营后第5年，远期为正式交付运营后第10年。初、近期均采用调查运量，远期采用调查或规定运量。

综上所述，我国铁路设计年度曾分为2、5、10年三期或3、5、10年三期，后来演化为10、20年两期，均是适应不同时期经济和社会发展的产物。

原规范考虑到专用线的性质、规模、功能等差别较大，实际服役时间和设计使用年限要求也不尽相同，故对设计年度没有具体规定，设计时可根据企业生产经营状况、运输需求、发展规划，结合国家、行业政策和发展规划因地制宜，灵活确定。并规定不易改建、扩建的建筑物和设备，按远期运量设计，可逐步改建、扩建的建筑物和设备，按近期运量设计，并预留远期发展条件。随运输需求变化增减的机车、车辆等运输设备，可按分年度运量进行设计。

细化设计年度分期，可减少设施设备能力的富余，有效控制分期投资。考虑铁路专用线以企业为主投资建设，主要服务于特定企业的产品或货物运输，铁路专用线设计年度同企业自身生产经营状况密切相关，与国家铁路差别较大，设计年度不宜期限过长。因此本次修订设计年度分期沿用《铁路线路设计规范》TB 10098-2017以及《III、IV级铁路设计规范》GB 50012-2012的设计分期，即规定设计年度分为近、远两期。设计年度年限参照原《工业企业标准轨距铁路设计规范》GBJ 12-87，规定铁路专用线设计年度分为近、远两期，近期为交付运营后第5年，远期为交付运营后第10年。

结合“双碳”目标，铁路专用线可能存在远期运量减少的情况，因此规定不易改建、扩建的建筑物和设备，按远期或最大运量设计；可逐步改建、扩建的建筑物和设备，可按近期运量设计，并预留远期发展条件。考虑铁路专用线极少自备机车、车辆，本次修订取消机车、车辆设计要求，调整为随运输需求变化增减的运营设备，视运量情况按需增设。

**1.0.4** 铁路专用线设计使用年限应根据其服役时间、各类工程特性等因素综合确定。混凝土结构设计使用年限应与铁路专用线设计设用年限相匹配。

**条文说明** 设计使用年限是确定混凝土结构耐久性、建筑结构可靠度的重要依据。根据《铁路工程基本术语标准》GB/T 50262-2013的规定，“设计使用年限是指设计人员用以作为结构耐久性设计依据并具有足够安全度或保证率的目标使用年限。”

服役时间是确定设计使用年限的重要依据。铁路专用线的服役时间是指专用线主体结构、构件在正常维护条件下能保持其使用功能不需进行大修加固而为企业提供正常运输服务的时限，需根据企业的发展规划、资源储量和开采计划、生产经营状况和运输需求等综合分析确定。服役时间原则上要与企业从事生产经营活动的周期相匹配，设计时要充分调查企业对专用线服役时间的需求，经济合理地确定专用线的设计使用年限，并据此计算确定结构耐久性、强度等级、可靠度等参数设计要求。专用线设计使用年限不

能小于其服役时间。

本次修订为进一步提升技术经济性，明确混凝土结构设计使用年限与铁路专用线设计设用年限相匹配。

**1.0.5** 铁路专用线建筑物和设备的限界应符合《标准轨距铁路机车车辆限界》GB 146.1、《标准轨距铁路建筑限界》GB 146.2等的相关规定。

**条文说明** 《标准轨距铁路机车车辆限界》GB 146.1-2020、《标准轨距铁路建筑限界》GB 146.2-2020是对铁路建筑物和设备、机车车辆外形尺寸的限制。考虑到铁路专用线与既有路网接轨，与普通铁路能够互连互通，可增加运输的灵活性及路网兼容性，同现行国家标准统一而明确了本条规定。

**1.0.6** 铁路专用线列车荷载应根据接轨铁路运输性质、运行机车车辆类型等合理选择，宜采用ZKH荷载或ZH荷载。

**条文说明** 原规范考虑全国路网干线以客货共线铁路为主，规定铁路专用线列车荷载一般采用ZKH荷载。随着重载铁路接轨的铁路专用线日益增多，本次修订为提高规范覆盖面，规定铁路专用线列车荷载根据接轨铁路运输性质、运行机车车辆类型等合理选择，宜采用ZKH荷载或ZH荷载。

**1.0.7** 铁路专用线设计应根据项目需求，在满足货物运输功能、设备维护、保障运输安全前提下，结合项目特点和所处环境，对主要技术标准、设计方案和工程措施进行技术经济论证。

**1.0.8** 新建、改建铁路专用线应充分利用既有设施和设备。

**1.0.9** 铁路专用线设计应遵循适度超前、不过度超前的原则，集约使用土地，合理控制建设规模，符合国家节地、节能、节水、节材、环境保护和水土保持等相关要求。

**1.0.10** 铁路专用线设计采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，应符合国家及行业有关规定。

**1.0.11** 铁路专用线设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 铁路专用线 industrial siding

由企业或者其他单位投资建设的与国家铁路或者其他铁路线路接轨的岔线。

#### 2.1.2 重载铁路专用线 heavy-haul industrial siding

与重载铁路接轨的铁路专用线。

#### 2.1.3 ZKH 荷载 ZKH load diagram

中华人民共和国客货共线铁路设计列车荷载标准的简称。

#### 2.1.4 ZH 荷载 ZH load diagram

中华人民共和国重载铁路设计列车荷载标准的简称。

#### 2.1.5 轴重 axle load

机车车辆在载重状态下，每条轮轴分担的载重量，以吨计。

### 2.2 符号

$\Delta i_r$  ——曲线阻力引起的坡度减缓值（‰）

$R$  ——曲线半径（m）

$l$  ——坡段长度（m）

$h$  ——外轨超高（mm）

$v_{\max}$  ——设计速度（km/h）

$\alpha$  ——曲线偏角（°）

$e$  ——天然孔隙比

$I_P$  ——土的塑性指数

$\omega_L$  ——土的液限含水率

$D_r$  ——相对密度

$K$  ——压实系数

$K_{30}$  ——地基系数（MPa/m）。

### 3 基本规定

#### 3.1 一般规定

**3.1.1** 铁路专用线设计应统一规划、系统设计、逐步深化，以总体设计统筹专业设计，科学合理地实现建设意图。

**3.1.2** 铁路专用线总体设计应充分研究项目需求和各种相关因素的基础上，准确把握项目功能定位，通过多方案比选合理选定主要技术标准、线路走向和建设方案，并明确工期、投资和其他控制目标。

**3.1.3** 铁路专用线与新建铁路或改建既有铁路接轨时，宜与接轨铁路同步规划、同步设计、统筹建设。

**3.1.4** 铁路专用线接轨站设计标准应与其接轨铁路的设计标准相协调。接轨站改建应按照保证运输安全、满足运输必需的原则，充分利用既有设备和车场能力，做好设施衔接共用，减少改建工程。接轨站到发线能力不满足运输需求时，可增加到发线。

**条文说明** 本次修订为进一步提升技术经济性，增加了保证运输安全、满足运输必须的原则，并规定接轨站设计需要做好设施衔接共用，在接轨站到发线能力不满足运输需求时，可增加到发线。

**3.1.5** 铁路专用线接轨点选择应结合企业装卸场站的位置与接轨铁路车站就近接轨，就近接轨工程实施困难或工程代价较大时，应与相邻车站接轨方案、区间接轨方案进行技术经济比选。特殊情况需在区间内接轨时，接轨点应符合接轨铁路运输企业的相关规定。

**条文说明** 根据国铁集团《铁路专用线接轨管理办法》(铁发改〔2023〕178号)规定“需在区间设车站（线路所）或设辅助所接轨的情况应取得国铁集团同意”。本次修订取消新建铁路专用线不应在区间与正线接轨的规定。

**3.1.6** 铁路专用线接轨方式应根据接轨铁路的等级、繁忙程度及专用线运量确定。咽喉区通过能力满足近期运量需求时，应采用平面引入；咽喉区通过能力不满足近期运量需求时，应采用立交疏解。

**条文说明** 不同铁路专用线的运量差异很大，其接轨铁路的繁忙程度也不同，这些是确定专用线引入方式的重要因素。考虑大部分专用线运量不大，所以规定了专用线与接轨铁路接轨一般情况下采用平面引入。对于运量较大或者与路网繁忙干线接轨时，需综合运输安全、咽喉通过能力、工程代价等因素，充分论证后确定是否设置疏解线，确需设置时要明确疏解线方案。

接轨方式与接轨站咽喉区通过能力、专用线行车量关系密切，对应不同咽喉区通过能力及专用线行车量的建议接轨方式见说明表 3.1.6，供设计者参考。

说明表 3.1.6 铁路专用线建议接轨方式

接轨站咽喉区通过能力	专用线行车量			
	<=5 对	5~10 对	10~20 对	>20 对
65%以下	平面	平面	平面或立交	立交
65%~80%	平面	平面或立交	立交	立交
80%~95%	平面或立交	立交	立交	立交
95%以上	平面或立交	立交	立交	立交

**3.1.7** 铁路专用线宜采用人工或小型养路机械养护维修，维修机构应充分利用既有维修机构。

**条文说明** 铁路专用线养护方式直接影响主要建筑物和设备至线路中心线的距离、隧道断面等，为减少投资，规定铁路专用线一般采用人工或小型养路机械养护维修，并充分利用既有维修机构。

**3.1.8** 铁路专用线选线设计应符合下列规定：

- 1 应符合地方国土空间规划、综合交通规划、土地利用规划。
- 2 应符合环境保护、水土保持、土地集约及文物保护的要求。
- 3 绕避重大不良地质地段，无法绕避时，应采取安全可靠的工程措施，做好防灾减灾工作。
- 4 应结合沿线地形地貌、地质条件，统筹考虑与接轨线的衔接、减少征拆等因素，做好工程方案比较，合理选择工程类型，减少桥隧比例，降低工程投资。

**条文说明** 关于铁路专用线选线设计的说明如下：

1 铁路专用线工程选线与地方国土空间规划、综合交通规划、土地利用规划相协调，做到布局合理。与地方规划有机结合，可以避免相互冲突或干扰，为地方规划与发展预留良好的建设条件。

2 选线要绕避环境敏感区，包括自然保护区、名胜风景区、饮用水源保护区、国家重点文物保护单位等；难以绕避环境敏感区时，要采取适宜的减缓不利影响的工程措施；通过城市或居民集中地区时，采用适宜的降噪减振措施，满足国家环境保护标准和要求；充分利用既有交通走廊，以减少对城市分割，节约土地资源。

3 考虑到各区域地质条件差异较大，无法做到完全绕避各类不良地质，在尽量绕避各类不良地质体基础上，对于难以绕避的不良地质体在详细地质勘察的基础上做好工程整治措施，确保运营安全。

4 选线根据确定的厂矿、园区和接轨点，区间线路走向力求短、顺、直，以缩短线路长度，节省工程投资。要统筹考虑桥梁、隧道、路基工点长度，优化线路平、纵断面，做好工程方案比较，合理确定工程类型。

## 3.2 主要技术标准

**3.2.1** 铁路专用线主要技术标准应根据运输需求和工程条件等因素，经综合比选确定。

主要技术标准应包含下列内容：

- 铁路等级；
- 正线数目；
- 设计速度；
- 最小曲线半径；
- 限制坡度；
- 到发线（或货物装卸线）有效长度；
- 闭塞类型；
- 牵引种类；
- 机车类型；
- 牵引质量；
- 设计轴重。

**条文说明** 本规范针对铁路专用线的特点，列出了铁路等级、正线数目、设计速度、最小曲线半径、限制坡度、到发线（货物装卸线）有效长度、闭塞类型、牵引种类、机车类型、牵引质量、设计轴重共 11 项主要技术标准，均与铁路专用线的方案选择、运营效率、运行安全和经济效益关系较大，并影响到其他标准的确定，故条文规定根据铁路专用线的实际运输需求和工程条件等因素，经综合比选确定。

铁路等级是其他技术标准确定的前提和基础，只有铁路等级确定后，在此基础上确定其他标准，通过分析拟建项目在预测货运量、设计轴重及牵引质量情况，并结合服务类型和企业需求等合理选定。本次修订为进一步提升技术经济性，在铁路专用线主要技术标准中增加铁路等级。

考虑部分专用线不设置到发线，本次修订将到发线有效长度调整为到发线（或货物装卸线）有效长度。

**3.2.2** 新建、改建铁路专用线的等级应根据设计年度远期或最大年货运量，结合运输方式、服务对象等因素确定，并符合下列规定：

- 1 专I级应为远期或最大年货运量大于 10.0Mt 者；
- 2 专II级应为远期或最大年货运量小于等于 10.0Mt 且大于 5.0Mt 者；
- 3 专III级应为远期或最大年运量小于等于 5.0Mt 且大于 1.0Mt 者；
- 4 专IV级应为远期或最大年运量小于等于 1.0Mt 者。

**条文说明** 原规范考虑到专用线按性质为货运专线，年运量覆盖范围广，从几万吨至上

千万吨甚至几千万吨不等，不适合参照现行客货共线 I、II、III、IV 级铁路等级划分的方式，故条文取消了专用线铁路等级的规定。

对于铁路专用线，如果不分级，都按最高运量制定技术标准和选取技术装备，对于较低运量的专用线来说，就存在投资积压问题，影响项目的整体效益。等级划分得越多，能力储备就越小，投资积压越小，经济效益越好。然而，分级过多，级间运量和意义、作用差别不大，导致等级难以准确确定，且随着运量增长，等级变更频繁；等级划分过少，又会造成投资加压，经济效益不佳。因此，划分铁路专用线等级的原则应该有利于专用线运输能力在满足年运量或业主需要的输送能力前提下，既不可因储备过大而造成大量的投资积压，也不致因储备不足而引起频繁的扩能改造。本次修订按照货运量对铁路专用线进行等级划分，并参考客货共线铁路采用四级划分。

1999 年版《铁路线路设计规范》和原《工业企业标准轨距铁路设计规范》GBJ 12-87、原《地方铁路设计准则》铁基〔1987〕1297 号均规定远期为交付运营后第 10 年，铁路等级根据远期运量划分。2006 年及之后各版《铁路线路设计规范》及《III、IV 级铁路设计规范》均规定近期为交付运营后第 10 年，远期为交付运营后第 20 年，考虑远期运量受各方面因素影响较大、预测结果有较多不确定性、根据远期运量确定铁路等级可能会使建设标准偏高，因此规定铁路等级根据近期运量划分。以上两种等级划分均根据交付运营后第 10 年运量，本次修订与历次《规范》保持一致。结合“双碳”目标，铁路专用线可能存在远期运量减少的情况，因此规定铁路专用线等级根据远期或最大年货运量确定。

划分各级铁路的临界运量参考客货共线 III、IV 级铁路标准并强化对小运量专用线规范指导和建设成本管控，将铁路专用线分级的年货运量分界值确定为 10Mt、5Mt 和 1Mt。

**3.2.3** 铁路专用线正线数目应根据运输需求、工程条件等因素，结合牵引质量、限制坡度、机车类型等技术标准的选择，经技术经济比选确定。

**条文说明** 新建铁路一般按单线设计，单线不能满足需要时，可考虑一次修建双线。

**3.2.4** 铁路专用线设计速度应结合运输需求、地形、地质条件等因素确定，根据工程条件可分段确定设计速度。I、II 级铁路专用线宜按 80km、60km、40km/h 划分选用，III、IV 铁路专用线宜按 60km、40km、20km/h 划分选用。采用调车作业办理的铁路专用线，车列运行速度不应超过 40km/h。

**条文说明** 设计速度是铁路运输质量的重要标志之一，关系到铁路的运输能力等一系列运营指标，也关系到工程投资、列车能耗、运输成本、投资效益等一系列经济指标。行车速度受移动设备，线路平、纵断面，信联闭及列控系统设备水平，运输调度，行车组织等一系列因素的制约，也对这些设备标准产生影响。最高设计速度是确定线路平面最小曲线半径、缓和曲线长度、夹直线和圆曲线最小长度以及竖曲线半径等标准的主要技

术参数，也是确定移动设备、信联闭及列控系统设备的主要依据。因此，设计速度是铁路专用线重要的技术标准。

原规范未明确铁路专用线设计速度，仅规定铁路专用线设计速度应结合运输需求、地形、地质条件等因素确定，根据工程条件可分段确定设计速度。

本次修订为进一步提升技术经济性，对应铁路专用线分级明确各级铁路专用线设计速度。

### 3.2.5 铁路专用线最小曲线半径及限制坡度应根据设计速度、运行安全等因素确定。

**条文说明** 最小曲线半径是线路主要设计标准之一。根据铁路专用线不办理客运的特点，最小曲线半径仅与设计速度、内外钢轨均磨耗、抗倾覆安全要求、经济最小曲线半径有关。

坡度大小对线路走向、长度、工程投资、运营费用、牵引质量及输送能力，都有较大的影响。因此，限制坡度的选择，是铁路专用线的主要技术标准之一。铁路专用线大多采用机车牵引，线路最大坡度首先需满足运输需求和列车运行安全，其次要与工程条件、接轨线所采用的技术标准相适应，还要与牵引种类、机车类型和台数、牵引质量等因素相协调。线路最大坡度一般情况下用限制坡度或加力牵引坡度表示。曲线地段和隧道地段考虑曲线半径和隧道引起的坡度折减。

**3.2.6 铁路专用线到发线（或货物装卸线）有效长度应根据运输需求、牵引质量、机车车辆类型等因素计算确定，并符合下列规定：**

1 车站到发线有效长度应根据输送能力要求、机车类型及列车长度、地形条件及与接轨线路到发线有效长度的协调等因素确定，并预留进一步发展的条件。有直达列车到发的车站，部分到发线的有效长度应与衔接线路相匹配。

2 办理补机或加力牵引地段的车站，到发线有效长度应增加相应台数的机车长度。

3 货物装卸线的有效长度应按货运量、货物品类、作业性质、取送车方式以及一次装卸车数量等因素确定。

**条文说明** 铁路专用线到发线有效长度直接影响货物列车牵引质量，从而影响列车对数、运输能力，并对工程投资、运输成本等经济指标有较大影响。影响到发线有效长的主要因素有：运输需求主要指运能要求，当列车对数一定时，运能要求大的线路牵引质量大，列车长度长，故到发线有效长度长；列车长度包括机车长度和车列长度，与机车类型、车辆类型、限制坡度有关；接轨线路到发线有效长度，如与接轨线路到发线有效长度协调，可减少换重作业和停留时间，减少货物在途时间和相关费用。

**3.2.7 铁路专用线区间闭塞根据运输需要可采用电话闭塞、半自动闭塞、自动站间闭塞或自动闭塞。**

**条文说明** 区间闭塞根据运输需要确定，目前我国干线铁路闭塞类型主要为自动闭塞、

自动站间闭塞、半自动闭塞。自动站间闭塞及半自动闭塞与单线铁路能力比较适应，投资也较省，因此单线铁路专用线一般采用自动站间闭塞或半自动闭塞。双线铁路采用自动闭塞，列车可追踪运行，提高通过能力，因此双线铁路专用线采用自动闭塞。对于运量较小、长度较短的铁路专用线，可采用电话闭塞。

**3.2.8** 铁路专用线牵引种类应根据接轨线路牵引种类、本线路特征、沿线自然条件及动力资源分布情况合理确定。

**条文说明** 牵引种类的选择从以下几个方面考虑：

(1) 根据接轨线路的牵引种类进行选择。与接轨线路牵引种类保持统一，可灵活的调配运用机车，并利于机车检修。

(2) 根据牵引种类的性能和线路的具体条件选择。电力牵引具有牵引力大、起动加速快、制动性能好的特点，还有环境污染小、热效率高、节省能源等优点，故在运量大的铁路专用线上优先采用电力牵引。对于线路长度较短、采用调车办理的铁路专用线，为节省投资，可采用内燃牵引。

(3) 设计电力牵引的铁路专用线若采用内燃牵引过渡时，可视过渡年限的长短，本着临时和永久相结合的原则，设计临时或永久性的建筑物和设备，以减少以后升级改造时的废弃工程量。

**3.2.9** 铁路专用线机车类型应根据牵引种类、牵引质量、设计速度等运输需求，按照与线路平、纵断面技术标准相协调的原则，结合接轨线路机车类型，经技术经济比选确定。

**条文说明** 机车类型选择主要考虑以下因素：

(1) 牵引种类。不同的牵引种类有不同的机车类型系列，机车的技术参数也不同，所产生的技术经济效果也不同。

(2) 运输需求。机车类型对牵引定数、运输能力和行车速度有直接影响，因此，机车类型的选择需考虑铁路专用线的运量、设计速度及接轨线路的牵引定数等运输需求的影响。

(3) 线路平、纵断面技术标准。在要求一定的运输能力时，不同类型机车所能适应的限制坡度、到发线有效长度是不同的，经济效果也是不同的；反之，当限制坡度、到发线有效长度一定时，不同类型机车所能达到的运输能力是不同的，其经济效果也不同。

**3.2.10** 铁路专用线牵引质量应根据接轨线路牵引质量、运输需求、限制坡度、机车类型、行车组织等因素，经技术经济比选确定。

**条文说明** 铁路专用线列车的牵引质量与牵引种类、机车类型、线路平纵断面条件等因素密切相关，直接影响铁路输送能力，并对工程投资、运输成本等经济指标有较大影响，是铁路主要技术标准之一。影响牵引质量的主要因素有：

(1) 运输需求。运量大的铁路专用线采用较大的牵引质量，以减少列车对数，提

高运输能力，充分发挥铁路设备的效率，取得较好的经济效益。

(2) 与接轨线路牵引质量相协调。与接轨线路牵引质量相协调，可减少换重作业，加速机车车辆周转，降低运输成本，提高运输效率。

**3.2.11** 铁路专用线设计轴重应根据接轨线条件、货物品类和流向、运输组织方案、工程经济性等因素，经技术经济比选确定。

**条文说明** 铁路专用线设计轴重的选择主要考虑以下因素：

(1) 与接轨线设计轴重相协调。铁路专用线设计轴重与接轨线设计轴重相协调，不大于接轨线设计轴重。

(2) 货物品类。当货物为煤炭、矿石等密度大的货物时，大轴重可有效提高列车牵引总重，从而提高运输能力。因此，货物品类为煤炭、矿石等货物时，采用较大的轴重。

(3) 列车开行方案。当货物在接轨线具有稳定的货源和固定的流向，如煤炭、矿石从矿山流向港口，或去往电厂、炼钢（铁）厂，便于组织货物直达列车，采用较大的轴重。反之，货物通过路网衔接其他线路时，轴重选择还需要结合相邻路网线路技术标准统筹考虑。

(4) 工程经济性。轴重的选择除考虑上述因素外，还需要考虑采用较大轴重增加的工程投资和取得的经济效益进行综合分析，合理确定轴重大小。

### 3.3 系统及接口设计

**3.3.1** 铁路专用线设计应以实现系统功能优化为目的，各专业系统的标准、接口设计、固定和移动设施应匹配协调，接口设计应系统优化。

**3.3.2** 生态保护和污染防治工程应与铁路专用线主体工程同时设计，并符合环境影响评价和水土保持方案及其批复意见的要求。

**3.3.3** 用于计算桥隧和其他永久性建筑物净空的轨道高度应按远期运量和运营条件确定。

**条文说明** 铁路建成后，线下工程改建难度大，后期改造工程投资大，故对建成后不易改动的技术标准，如线路平面和纵断面、桥梁计算荷载和洪水频率、隧道内轮廓等根据远期标准确定。

**3.3.4** 铁路专用线排水应结合水文、气象、地形、地质等条件合理规划、布局，并与地方排水设施相衔接，形成完善、畅通的排水系统。

**3.3.5** 铁路专用线路肩高程应根据洪水位或潮水位、特殊土和不良地质条件等因素确定。路肩高程受洪水位或潮水位控制时，设计洪水频率应采用 1/50，设计潮水位重现期应采用 50 年一遇。

**条文说明** 依据铁路专用线的特点，路基高程受洪水位或潮水位控制时，设计洪水频率采用 1/50，设计潮水位采用 50 年一遇。

地下水位高、常年有地面积水、季节性冻土、风沙及雪害等特殊地区或特殊条件路基，低路堤容易引起翻浆冒泥等病害，路肩高程需要满足最小路堤高度的要求。

改建既有线与增建第二线的路肩高程，可根据多年运营和水害情况确定。

**3.3.6** 桥涵、隧道、路基、轨道等主体混凝土结构设计使用年限应根据专用线设计使用年限确定，并符合下列规定：

1 专用线设计使用年限大于 60 年时，主体结构设计使用年限应按 100 年设计。

2 专用线设计使用年限小于等于 60 年、大于 30 年时，主体结构设计使用年限应按 60 年设计。

3 专用线设计使用年限小于等于 30 年时，主体结构设计使用年限应按 30 年设计。

**条文说明** 为铁路专用线明确规定混凝土结构设计使用年限，不仅是业主和用户的需要，也是结构设计经济合理的必要环节。原规范中对桥涵、隧道、路基、轨道等主体混凝土结构没有明确的设计使用年限要求。本次修订为进一步提升技术经济性，结合《铁路工程结构可靠性设计统一标准》GB 50216-2019、《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005-2010 中的铁路混凝土结构设计使用年限分级，明确了铁路专用线不同设计使用年限对应的桥涵、隧道、路基、轨道等主体混凝土结构设计使用年限。

**3.3.7** 生产生活房屋及相关设施设备应根据实际需要配置，并充分利用园区、厂矿既有房屋。改建铁路应充分利用既有房屋。

**条文说明** 本次修订为进一步提升技术经济性，规定生产生活房屋及相关设施设备充分利用园区、厂矿既有房屋，改建铁路充分利用既有房屋。

**3.3.8** 办理危险货物运输的铁路专用线设计应符合《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第 591 号）、《铁路安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第 639 号）等国家有关法律、法规及铁路运输的相关管理规定。办理集装箱运输的铁路专用线设计应符合集装箱运输管理的有关规定。

**3.3.9** 施工过渡设计方案应确保施工安全，方便生产运营，减少行车干扰，降低过渡工程费用。

## 4 运输组织

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 运输组织设计应与路网干线、接轨站以及企业自身的生产工艺流程、总体布局和未来发展相协调。

**4.1.2** 车站分布应与工业企业建设和生产发展相适应，并满足输送能力、货运作业和技术作业需要。

### 4.2 运营管理

**4.2.1** 铁路专用线交接方式应结合办理品类、场站条件采用货物交接或车辆交接，并与接轨铁路运输企业协商确定。

**条文说明** 货物交接是用铁路机车直接将车辆送到企业专用线内进行装卸，由路企双方在企业站或装卸线上对车内装载的货物办理交接。车辆交接则为路企双方在交接线或指定的到发线上连车带货一并办理交接手续，由企业自备机车将车辆送往企业车站或装卸区。

具备下列条件，一般采用车辆交接的方式：

- (1) 专用线内装卸作业量大、同时调车作业复杂，调机台数需要量大。
- (2) 专用线生产运输过程中，车辆为企业自备。
- (3) 铁路专用线设备设施维修检查由专用线企业自理。
- (4) 其他原因，如企业要求采用车辆交接等。

对于装卸量小，或装卸量虽大但调车作业相对简单，企业自备机车无法得到充分利用，且可能还需为之配备一整套检修设备及定员、购置备用机车等，投资增加而设备利用率低，经济上显然不利者，一般采用货物交接。

货物交接与车辆交接的采用，不一定是截然划分的，需结合办理品类、场站条件分析，并与接轨铁路运输企业协商确定。

**4.2.2** 运营管理方式可采用委托运营管理或自营管理，委托运营管理交接方式宜由路企双方在企业站或装卸线办理货物交接，自营管理交接方式宜由路企双方在交接线或指定的到发线上办理车辆交接。

**条文说明** 委托运营管理模式即企业不组建运输管理机构，专用线运输组织、调度指挥、运输设施养护、维修全部委托铁路部门进行管理，双方通过签订专用线委托运输管理协议建立企业与铁路部门责权利益关系。受托方抽调专业技术人员和职工，组建专业队伍，按国铁铁路技术标准和作业要求，对专用线行车设备进行全面检修，统一指挥运输作业，

编组运送企业货物，确保铁路运输环节畅通无阻和运输生产安全。该运营管理模式使用国铁机车、车辆，不设交接场。受托方根据委托协议确定的运输综合单价和完成的专业管理任务清算各项费用以取得收入。企业主要负责资产经营、监管工作及主业生产经营的控制、实施。

自营业管理模式是企业独立承担运输专业管理和生产经营管理任务，组建独立的运营管理机构，配备设备检修、行车调度及货运作业等技术力量，一方面负责行车设备的日常养护与维修，保证运输安全，另一方面负责运输生产，与铁路办理交接，确保货物的到达与发送。铁路部门仅仅作为行业监管部门承担其运输安全监督管理和行政许可的审查。该运营模式公司与相邻路局之间以协议的方式实现过轨联运，需设交接场，企业需要自备机车。

不同运营管理各具特点，运输组织方式、工程规模及投资、设备维修以及企业组织机构及人员设置均存在较大差异，设计中必要时进行论证并与有关部门协商确定。

### 4.3 行车组织

**4.3.1** 重车流应根据具体货物品类计算分析，并考虑货运不平衡系数。

**4.3.2** 专用线宜考虑车种代用。

**4.3.3** 集装箱运输应考虑入箱货物的品类，按照分箱型（主要为 20、40 英尺箱）计算箱流和车流，不同箱型不应代用。

**条文说明** 根据现状分品类、分箱型铁路集装箱运量统计，可以得到现状年分品类 20 英尺、40 英尺箱运量占比及平均载重情况，见说明表 4.3.3。

说明表 4.3.3 现状集装箱分品类、分箱型运量及平均载重 (t)

品类编号	品类名称	20 英尺			40 英尺		
		箱量	运量占比	平均载重	箱量	运量占比	平均载重
1	煤	1277738	99.89%	28	3418	0.11%	13
2	石油	62478	97.94%	24	1307	2.06%	25
3	焦炭	259705	99.99%	24	35	0.01%	23
4	金矿	610236	99.99%	28	81	0.01%	20
5	钢铁	1392308	99.50%	28	9686	0.50%	20
6	非矿	171679	99.25%	28	1527	0.75%	25
7	磷矿	58245	99.94%	27	40	0.06%	25
8	矿建	690089	99.35%	28	12439	0.65%	18
9	水泥	264503	99.98%	28	75	0.02%	17
10	木材	11108	8.98%	18	87046	91.02%	25
11	粮食	301028	99.34%	28	2028	0.64%	27
12	棉花	12	0.17%	17	2792	99.83%	26

13	化肥	116278	99.90%	28	156	0.10%	21
14	盐	40097	99.92%	27	38	0.08%	26
15	化工	703101	90.96%	26	135008	9.04%	20
16	金属	58648	82.08%	25	39302	17.92%	17
17	工机	51515	21.91%	17	151742	76.99%	19
18	电气	10396	10.16%	19	109140	89.84%	15
19	农机	713	50.66%	21	997	49.34%	16
20	鲜活	27681	55.36%	20	21573	40.68%	25
21	农副	35656	61.48%	17	11875	38.52%	21
22	食烟	326171	53.20%	21	175592	46.61%	25
23	纺织	34092	18.69%	14	78674	81.31%	21
24	文教	19536	12.88%	17	56798	87.12%	22
25	医药	14011	53.39%	22	10329	46.61%	25
26	其他	1405619	54.86%	10	658490	45.14%	10

受货物特点及装载安全要求，目前我国重质货物以使用 20 英尺箱运输为主，轻泡货物以 40 英尺箱运输为主。

**4.3.4** 运送煤、矿石、原油等大宗货物的专用线，宜组织整列装卸、直通运输；可考虑组织固定车组的循环直达列车。零散货物可与接轨站或相邻技术站间组织小运转列车运输。

**4.3.5** 行车方式可分为行车办理和调车办理，整列运输时宜采用行车办理。

**4.3.6** 系统能力核定应综合考虑接轨站衔接能力、专用线正线通过能力、专用线内场站作业能力等，并留有一定储备。

## 4.4 行车设备

**4.4.1** 专用线需要设置调机时，调机台数应根据专用线取送车作业、解编作业、摘挂作业及其他辅助作业等因素确定，并留有一定储备。

**4.4.2** 专用线列尾设置应与接轨线路协调一致，根据专用线作业办理情况选择列尾作业地点。

# 5 线 路

## 5.1 线路平面

**5.1.1** 线路平面曲线半径应结合设计速度、工程条件、运营养护条件等因素，因地制宜、合理选用。

曲线半径宜采用整百米的倍数，困难条件下，可采用 10m 整倍数的曲线半径。

**条文说明** 曲线半径采用 4000m、3500m、3000m、2800m、2500m、2000m、1800m、1600m、1400m、1200m、1000m、800m、700m、600m、550m、500m、450m、400m、

350m、300m、250m 和 200m 系列值。

**5.1.2** 平面最小曲线半径应符合表 5.1.2 的规定。特殊困难条件下，经技术经济比选可选用表 5.1.2 中个别最小曲线半径。专用线改建时，困难条件下，可保留既有曲线半径。

**表 5.1.2 最小曲线半径 (m)**

设计速度 (km/h)		80	60	40 及以下
最小曲线半径	一般	600	500	400
	困难	500	300	250
	个别	400	250	200

**条文说明** 在地形困难地段，小半径曲线能更大程度适应地形，减少工程及投资。较《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012，本次增加了个别最小曲线半径及“在特殊困难条件下，经技术经济比选可采用个别最小曲线半径”的规定，主要考虑到以下原因：

(1) 满足设计速度方面的要求计算的最小曲线半径  $R_K$ ，需满足下列不等式：

$$R_K \geq 11.8 \frac{v_{\max}^2}{h_{\max} + h_{qy}} \quad (\text{说明 5.1.2-1})$$

式中  $R_K$ ——列车最高行车速度要求的曲线半径 (m)；

$v_{\max}$ ——列车最高行车速度，采用设计速度，分别为 80km/h、60km/h、40km/h；

$h_{\max}$ ——最大超高 (mm)，单线铁路取 125mm，双线铁路取 150mm；

$h_{qy}$ ——允许欠超高 (mm)，一般取 70mm，困难取 90mm。

按上式计算的  $R_K$  值见说明表 5.1.2。

(2) 满足内外钢轨均磨条件要求的最小曲线半径  $R_{sj}$ ，需满足下列不等式：

$$R_{sj} \geq 11.8 \frac{v_{\max}^2 - v_h^2}{h_{qy} + h_{gy}} \quad (\text{说明 5.1.2-2})$$

式中  $R_{sj}$ ——均磨半径 (m)；

$v_h$ ——货物列车低速经过曲线时的速度，与设计速度分别对应，取 50km/h、

40km/h、20km/h；

$h_{gy}$ ——允许过超高值 (mm)，一般取 30mm，困难取 50mm。

按上式计算的  $R_{sj}$  值见说明表 5.1.2。

(3) 安全要求。

保证运行在曲线上的列车具有一定的抗倾覆安全系数的最小半径。我国对列车在曲线上运行时的抗倾覆安全系数没有明确规定，参考国外资料取 3。保证此条件下的曲线半径满足下列不等式：

$$R_a \geq \frac{[2n(as + \Delta\phi h) - hs]v^2}{3.6^2 g [s^2 - 2ns(\Delta\phi \pm W_c \mu b \pm \varepsilon) - 2nah]} \quad (\text{说明 5.1.2-3})$$

或

$$R_a \geq \frac{11.8v^2}{h + \frac{s^2}{2na} - h_f - h_z} \quad (\text{说明 5.1.2-4})$$

式中  $R_a$  ——抗倾覆安全系数要求的最小曲线半径 (m);

$n$  ——抗倾覆安全系数, 取 3。

$v$  ——行车速度 (km/h);

$h$  ——曲线超高 (mm);

$s$  ——内外股钢轨中心线距离 (mm), 取 1500mm;

$g$  ——重力加速度 ( $9.81\text{m/s}^2$ );

$\varepsilon$  ——轮对中心点与轨距中点的偏距 (mm), 轮缘贴外轨时取正号;

$\Delta$  ——簧上部分重心与轮对中点的偏距 (mm);

$\phi$  ——簧上部分质量与全部质量之比;

$W_c$  ——风力 ( $\text{N/m}^2$ ), 按七级风计算;

$\mu$  ——车辆侧面受风面积与车辆重心之比 ( $\text{m}^2/\text{N}$ );

$a$  ——车辆重心高度 (mm);

$b$  ——风合力高度 (mm);

$h_f$  ——风力当量超高 (mm);

$h_z$  ——车辆横向振动当量超高 (mm)。

上述参数根据列车速度、车辆类型、重车等条件, 按铁科院 1981 年 1 月《时速 160km 铁路曲线最大允许超高的研究》及 1978 年 10 月《车辆静态临界倾覆超高实验报告》中的试验数据限值。

根据上式计算, 其抗倾覆安全最小曲线半径  $R_a$  值见说明表 5.1.2。

#### (4) 经济最小曲线半径。

《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 通过对已建成山区铁路进行分析, 得出了经济最小曲线半径  $R_{jj}$  的范围见说明表 5.1.2。

说明表 5.1.2 最小曲线半径及计算参数

设计速度 (km/h)	80	60	40	20
货物列车低速经过曲线时的速度 (km/h)	50	40	20	10

$h_{qy}$ (mm)	一般	70	70	70	70
	困难	90	90	90	90
$h_{gy}$ (mm)	一般	30	30	30	30
	困难	50	50	50	50
$R_K$ (m)	一般	350	200	90	30
	困难	320	180	80	20
$R_{sj}$ (m)	一般	460	240	150	40
	困难	330	170	110	30
$R_a$ (m)		340	200	100	50
$R_{jj}$ (m)		450~500	300~400	200~300	无

从说明表 5.1.2 可以看出，当设计速度 80km/h 时曲线半径 350m，设计速度 60km/h 时曲线半径 200m，设计速度 40km/h 时曲线半径 100m，即能满足行车速度和安全要求，结合经济最小半径要求，增加了个别最小曲线半径的规定。考虑到设计速度 20km/h 时满足行车速度和安全要求的曲线半径过小，不利于养护维修，最小曲线半径参照设计速度 40km/h 标准执行。

#### (5) 专用线改建及增建第二线时的最小曲线半径。

专用线改建及增建第二线时，在满足铁路运输能力的情况下，为充分利用原有线路，避免大改大拆，本条规定：在困难条件下，按上述标准改建将引起巨大工程时，个别小曲线半径可予保留。

### 5.1.3 直线与圆曲线间应以缓和曲线连接，缓和曲线设计应符合下列规定：

1 缓和曲线长度应根据曲线半径，并结合设计速度和地形条件，按表 5.1.3 选用。有条件时，宜采用较长的缓和曲线。

改建专用线困难条件下，可在同一曲线的两端采用不等长的缓和曲线。

表 5.1.3 缓和曲线长度 (m)

设计速度 (km/h) 工程条件	80		60	40
	一般	困难		
曲线半径 (m)	4000	20	20	20
	3500	20	20	20
	3000	20	20	20
	2800	20	20	20
	2500	20	20	20
	2000	20	20	20
	1800	20	20	20
	1600	30	20	20
	1400	30	20	20
	1200	30	30	20

设计速度 (km/h) 工程条件	80		60	40
	一般	困难		
1000	40	30	20	20
	50	40	20	20
	50	40	20	20
	60	50	30	20
	60	50	30	20
	60	50	30	20
	80	60	40	20
	90	70	40	20
	-		40	20
	-		50	30
	-		60	30
	-		-	40

2 采用表 5.1.3 规定的缓和曲线长度将引起较大工程时，可采用较短的缓和曲线，其长度可按超高顺坡率不大于 2‰计算确定，并取 10m 的整倍数，特殊困难条件下可取整至 1m，且不应小于 20m。

3 设计速度小于 30km/h 的路段，其曲线半径大于或等于 700m 时，可不设缓和曲线；小于 700m 时，应设 20m 的缓和曲线，但外轨超高不足 10mm 时，亦可不设。

**条文说明** 缓和曲线长度需保证列车运行安全。

1 缓和曲线标准与设计速度、实设超高及超高时变率、欠超高及欠超高时变率、超高顺坡率等因素有关。一般按照以下条件与方法计算，并取其大者：(1) 超高顺坡不致使车轮脱轨；(2) 超高时变率不引起司乘人员不适；(3) 欠超高时变率不引起司乘人员不适。铁路专用线运输性质为货运，对舒适性要求不高，缓和曲线长度计算可只满足条件(1)，其计算公式为：

$$l \geq h / (i \times 1000) \quad (\text{说明 5.1.3-1})$$

式中  $l$ ——缓和曲线长度 (m)；

$i$ ——不使车轮脱轨的临界超高顺坡率 (‰)，考虑铁路专用线仅办理货运对舒适性要求不高的特点，一般时取 1.4‰，困难时取 2‰；

$h$ ——圆曲线实设超高 (mm)。

为使铁路专用线曲线内外轨磨耗均匀，实设超高  $h$  按下式计算：

$$h = 11.8 \frac{V_{jf}^2}{R} = 11.8 \frac{\beta^2 V_{\max}^2}{R} \quad (\text{说明 5.1.3-2})$$

式中  $h$ ——实设超高 (mm)；

$V_{jf}$ ——各种列车的均方根速度 (km/h)；

$\beta$ ——速度系数， $\beta = \frac{V_{jf}}{V_{\max}}$ ，参照《重载铁路设计规范》TB 10625-2017， $\beta$  取

0.80。

由此计算的铁路专用线缓和曲线长度，按进整为10m、不足20m者取为20m的要求，得出缓和曲线长度见说明表5.1.3。

**说明表 5.1.3 缓和曲线长度计算表**

工程条件		原专用线规范				修订专用线规范			
		一般		困难		一般		困难	
设计速度 $V_{max}$	曲线 半径 R	超高顺 坡率 i	缓和曲 线长 l	超高顺 坡率 i	缓和曲 线长 l	超高顺 坡率 i	缓和曲 线长 l	超高顺 坡率 i	缓和曲 线长 l
km/h	m	%	m	%	m	%	m	%	m
80	4000	1/9 $V_{max}$	20	1/7 $V_{max}$	20	1.4	20	2	20
	3500		20		20		20		20
	3000		20		20		20		20
	2800		20		20		20		20
	2500		20		20		20		20
	2000		30		20		20		20
	1800		30		20		20		20
	1600		40		20		30		20
	1400		40		20		30		20
	1200		40		30		30		30
	1000		40		30		40		30
	800		50		40		50		40
	700		50		40		50		40
	600		60		50		60		50
	550		60		50		60		50
	500		60		60		60		50
	450		80		70		80		60
	400		90		80		90		70

本次规范修编将设计速度80 km/h时，困难条件下i取值放宽至最大值2‰；设计速度60 km/h、40 km/h、20 km/h时，i取值均按2‰进行计算。

### 3 关于设计速度不超过30km/h的铁路缓和曲线问题

根据检算，当 $V < 30 \text{ km/h}$ 、 $R \geq 700 \text{ m}$ 时，外轨超高小于10mm可不设缓和曲线，外轨超高大于10mm需设置缓和曲线。

#### 5.1.4 圆曲线和夹直线的最小长度不应小于表5.1.4的规定。

**表 5.1.4 圆曲线和夹直线的最小长度 (m)**

设计速度 (km/h)		80	60	40
工程条件	一般	50	40	25
	困难	30	25	20

注：既有线改建困难条件下不得小于14m。

**条文说明** 圆曲线和夹直线最小长度依据《III、IV级铁路设计规范》GB 50012-2012确定。

改建既有线如一律按表 5.1.4 标准势必引起大量的废弃工程，尤其是反向曲线地段，或受桥隧建筑物等限制的条件下，按上述标准引起巨大工程时，可采用较短的圆曲线或夹直线长度，但不小于 14m。

**5.1.5** 双线区间直线并行地段的线间距不应小于 4m；区间直线地段为最小线间距时，曲线地段的线间距加宽应符合表 5.1.5 的规定。有双层集装箱运输需求的线路，曲线加宽尚应根据双层集装箱运输限界计算确定。

**表 5.1.5 区间直线地段为最小线间距时曲线线间距加宽值 (mm)**

线别间		双线间			其他情况
内、外侧线路曲线超高设值情况		外侧线路曲线超高大于内侧线路曲线超高时		40	其他情况
设计速度 (km/h)		80	60		
曲线半径 (m)	4000	40	35	30	20
	3500	50	35	30	25
	3000	65	40	35	30
	2800	65	55	35	35
	2500	70	60	40	35
	2000	95	80	50	40
	1800	100	75	60	45
	1600	115	90	65	55
	1400	125	110	75	60
	1200	135	120	95	70
	1000	155	150	110	85
	800	190	180	145	105
	700	210	200	170	120
	600	235	220	205	140
	550	255	230	220	155
	500	280	250	245	170
	450	335	275	265	190
	400	365	305	290	210
	350	410	345	320	240
	300	--	395	360	280
	250	--	470	415	340
	200	--	--	485	425

**条文说明** 本条文按设计速度和行车要求制订双线曲线线间距加宽值，双线包括新建双线和增建第二线的情况。

### (1) 区间直线地段最小线间距

区间直线地段双线间最小线间距依据《III、IV级铁路设计规范》GB 50012-2012 确定。

### (2) 区间曲线地段线间距加宽值

设计速度 80km/h 各曲线半径对应的曲线地段线间距加宽值依据《III、IV级铁路设计规范》GB 50012-2012 确定，补充了设计速度 60km/h 及 40km/h 各曲线半径对应的曲

线地段线间距加宽值。计算方法如下：

区间曲线双线并行地段线间距：

《标准轨距铁路建筑限界》GB 146.2-2020 中曲线上建筑限界加宽公式如下：

$$\text{曲线内侧加宽值 } W_1 = \frac{40500}{R} + \frac{H}{1500} h \text{ (mm)} \quad (\text{说明 5.1.5-1})$$

$$\text{曲线外侧加宽值 } W_2 = \frac{44000}{R} \text{ (mm)} \quad (\text{说明 5.1.5-2})$$

式中  $R$  —— 曲线半径；

$H$  —— 轨面至机车车辆限界计算点的高度 (mm)，取 3850mm；

$h$  —— 曲线外轨超高 (mm)。

外侧线路实设超高 ( $h_w$ )，等于或小于内侧线路实设超高 ( $h_n$ ) 时，车体内倾不影响线间距，故曲线线间距加宽值  $W$  为：

$$W = \frac{40500}{R} + \frac{44000}{R} = \frac{84500}{R} \text{ (mm)} \quad (\text{说明 5.1.5-3})$$

规范表 5.1.5 “其他情况” 栏内数值即按此公式计算。

外侧线路实设超高大于内侧线路实设超高时，外侧线路上车体内倾距离大于内侧线路上车体内倾距离，故曲线线间距加宽值  $W$  为：

$$\begin{aligned} W &= \frac{40500}{R} + \frac{44000}{R} + (h_w - h_n) \frac{H}{1500} \\ &= \frac{84500}{R} + 2.56(h_w - h_n) \text{ (mm)} \end{aligned} \quad (\text{说明 5.1.5-4})$$

式中  $h_w$  —— 外侧线路曲线计算超高 (mm)；

$h_n$  —— 内侧线路曲线计算超高 (mm)。

故本规范根据曲线超高允许设置范围，以超高上界作为外侧线超高 ( $h_{\text{sup}}$ )，下界作为内侧线超高 ( $h_{\text{inf}}$ )，且若  $h_{\text{sup}} - h_{\text{inf}} \leq h_{\text{sup}} / 2$ ，并令  $h_{\text{sup}} - h_{\text{inf}} = \frac{1}{2}h_{\text{sup}}$ ，则曲线线间距加宽值按下式计算：

$$W = \frac{84500}{R} + \max \left\{ 2.56(h_{\text{sup}} - h_{\text{inf}}), 1.28h_{\text{sup}} \right\} \text{ (mm)} \quad (\text{说明 5.1.5-5})$$

式中  $h_{\text{sup}}$  —— 曲线超高上界，计算公式见式 (说明 5.1.5-6) 和 (说明 5.1.5-8)，取值见

说明表 5.1.5;

$h_{\text{inf}}$  —— 曲线超高下界, 计算公式见式(说明 5.1.5-7)和(说明 5.1.5-9), 取值见

说明表 5.1.5;

当  $R \geq R_{\min 1} = 11.8 \frac{v_{\max}^2 - v_h^2}{h_{qy1} + h_{gy1}}$  时,

$$h_{\text{sup}} = \max \left\{ \min \left( 11.8 \frac{v_h^2}{R} + h_{gy1}, 11.8 \frac{v_{\max}^2}{R}, h_{\max} \right), h_{\min} \right\} \quad (\text{说明 5.1.5-6})$$

$$h_{\text{inf}} = \min \left\{ \max \left( 11.8 \frac{v_{\max}^2}{R} - h_{qy1}, 11.8 \frac{v_h^2}{R}, h_{\min} \right), h_{\max} \right\} \quad (\text{说明 5.1.5-7})$$

当  $R_{\min 1} > R \geq R_{\min 2} = 11.8 \frac{v_{\max}^2 - v_h^2}{h_{qy2} + h_{gy2}}$  时,

$$h_{\text{sup}} = \max \left\{ \min \left( 11.8 \frac{v_h^2}{R} + h_{gy2}, 11.8 \frac{v_{\max}^2}{R}, h_{\max} \right), h_{\min} \right\} \quad (\text{说明 5.1.5-8})$$

$$h_{\text{inf}} = \min \left\{ \max \left( 11.8 \frac{v_{\max}^2}{R} - h_{qy2}, 11.8 \frac{v_h^2}{R}, h_{\min} \right), h_{\max} \right\} \quad (\text{说明 5.1.5-9})$$

说明表 5.1.5 制定曲线地段线间距加宽用曲线超高值 (mm)

$R$ (m)	设计速度 $v_{\max}$ (km/h)			
	60		40	
	货物列车低速经过曲线时的速度 $v_h$ (km/h)			
	$h_{\text{sup}}$	$h_{\text{inf}}$	$h_{\text{sup}}$	$h_{\text{inf}}$
4000	10	5	5	5
3500	10	5	5	5
3000	10	5	5	5
2800	15	5	5	5
2500	15	5	5	5
2000	20	5	5	5
1800	20	10	10	5
1600	25	10	10	5
1400	30	10	10	5
1200	35	15	15	5
1000	40	15	15	5
800	50	20	20	5

700	55	25	25	5
600	60	30	30	5
550	60	30	30	5
500	65	35	35	5
450	70	40	40	10
400	75	45	40	10
350	80	55	40	10
300	90	75	45	15
250	105	100	45	15
200	--	--	50	25

#### 5.1.6 区间线路线间距变更及其相关的平面标准应符合下列规定：

- 1 专用线车站两端和桥隧地段线间距变更应利用附近曲线完成。条件不具备时，可在第二线上采用反向曲线完成。
- 2 相邻两线采用反向曲线变更线间距时，如受最小圆曲线长度限制，可不设缓和曲线，但圆曲线半径不得小于表 5.1.6 规定的数值。

表 5.1.6 采用反向曲线变更线间距可不设缓和曲线的最小圆曲线半径

设计速度 (km/h)	80	60	40
不设缓和曲线的最小圆曲线半径 (m)	3000	2000	1000

#### 5.1.7 明桥面钢桥的平面不应设在反向曲线上，不宜设在缓和曲线上。

**条文说明** 明桥面钢桥需设在直线上。如设在曲线上，则线路很难固定，轨距不易保持，影响运营安全，在换铺轨枕时，曲线超高也难于处理。明桥面钢桥上曲线超高靠桥枕调整，或将墩台支承垫石做成部分超高，其余超高仍需桥枕调整。当桥枕高度不够时，还需将两根桥枕重叠做到楔形。同一座桥梁如在反向曲线上，列车过桥时，将产生剧烈摆动，影响运营安全。同时，由于线路养护维修拨道不易正确就位，梁上产生偏心，对桥梁受力不利。尤其明桥面钢桥超高更难调整，故对于各类桥面均尽量避免设在反向曲线上，特别是明桥面钢桥不能设在反向曲线上。同时考虑到若明桥面钢桥设在缓和曲线上，因外轨超高逐渐变化，给施工、养护和维修增加更大困难，故明桥面钢桥一般不设在缓和曲线上。

#### 5.1.8 专用线车站正线的平面设计应符合下列规定：

- 1 专用线车站宜设在直线上。困难条件下必须设在曲线上时，专用线车站平面最小圆曲线半径不应小于表 5.1.8 规定的数值。

表 5.1.8 车站平面最小圆曲线半径 (m)

设计速度 (km/h)	80	60	40
一般	600	500	400
困难		400	

**2** 改建车站有充分技术经济依据时，可保留既有曲线半径。

**3** 横列式车站不应设在反向曲线上；纵列式车站设在反向曲线上时，每一运行方向的线路有效长度范围内不应有反向曲线。

**4** 车站咽喉区范围内的正线应设在直线上。

**5** 车站的站坪长度应根据车站种类、布置形式和到发线有效长度计算确定。

**条文说明** 车站平面设计需考虑以下因素：

**1** 车站设在曲线上造成站内瞭望条件不良，给车站各项作业带来困难，影响作业安全，降低作业效率；此外，还增加列车起动阻力；对作业繁忙的车站尚需增加定员，因此车站尽可能设在直线上。

困难条件下，车站的最小曲线半径，主要从满足车站作业、设计速度、运营养护维修的要求和技术经济合理性等因素考虑，对于有技术作业和装卸作业较多的车站，尽量减少曲线偏角和采用较大的曲线半径，以利于作业、保证安全。

改建车站如受既有设备和建筑物的控制，为充分利用既有设备，减少废弃工程和节省投资，困难时允许保留原有曲线半径。

**2** 车站设在反向曲线上时将更加恶化瞭望条件，使车站的各项作业更感困难，不但作业效率降低而且容易酿成事故。因此横列式车站和纵列式车站每一运行方向的有效长度范围内均不设反向曲线。

**3** 减小车站曲线的偏角，可使车站曲线长度尽量缩短，有利于车站值班员对车站两端的瞭望。

**4** 道岔设在曲线上有严重的缺点，可导致尖轨不密贴且磨耗严重，道岔导曲线和直线部分不好连接，轨距复杂不好养护，列车通过时摇摆厉害且易脱轨，道岔需要特别设计和制造，因此车站咽喉区范围内的正线，无论新建或改建均需设在直线上。

**5** 专用线车站的站坪长度根据车站种类、布置形式和到发线有效长度计算确定，并不小于说明表 5.1.8 规定的数值。说明表 5.1.8 是按不同的车站布置形式和远期到发线有效长度，采用 9 号道岔和单机牵引的情况推算求得，不包括两端竖曲线长度和有其他铁路接轨或作业需要等情况。改建车站如受两端桥、隧工程或线路条件等控制扩展站坪有困难时，为减少工程量，站坪长度按实际需要确定。

**说明表 5.1.8 站坪长度 (m)**

车站种类	车站布置形式	远期到发线有效长度						
		1700	1050	850	750	650	550	450
	单线	单线	单线	单线	单线	单线	单线	单线

会让站	横列式	2000	1350	1150	1050	950	850	750
中间站	横列式	2150	1500	1300	1200	1100	1000	900

注：1 站坪长度指在正线上为满足车站布置所需的长度。

2 多机牵引时，站坪长度根据机车数量及长度计算确定。

3 会让站和中间站站坪长度系按正线上全部采用9号道岔确定的。条件不同时，站坪长度按实际需要计算确定。

4 复杂中间站的站坪长度按实际需要计算确定。

5 双线车站的站坪长度参照相关标准执行。

## 5.2 线路纵断面

**5.2.1** 限制坡度应根据铁路等级、地形条件、牵引种类和运输要求等因素确定，与接轨铁路的牵引质量相协调，且符合下列规定：

1 限制坡度不得大于表 5.2.1 规定的数值。

表 5.2.1 限制坡度最大值（‰）

铁路等级	牵引种类	
	内燃	电力
专 I 级	20	25
专 II 级	25	30
专 III 级、专 IV 级	30	30

注：到发线有效长大于 1050m 时，限制坡度可根据运输组织模式、到发线有效长度综合计算确定。

2 采用相同类型的机车加力牵引时，各种限制坡度相应的加力牵引坡度可通过计算确定。

3 专用线列车采用直通运输时，限制坡度应满足直通运输要求。

**条文说明** 限制坡度是影响铁路全局的主要技术标准之一。它不仅对线路走向、长度和车站分布有很大影响，而且直接影响运输能力、行车安全、工程费和运营费。

(1) 影响限制坡度选择的主要因素如下：

——地形类别：限制坡度适应地形时，线路长度短，工程投资省。否则需额外增加展线，增大工程费和运营费。

——牵引种类和机车类型：电力牵引比内燃牵引的计算牵引力大，计算速度高，牵引定数大，满足相同运能要求时的限制坡度比内燃牵引的大。大功率机车的牵引力、牵引定数大，满足相同运能要求的限制坡度比小功率机车的大。

——运输需求：其他条件相同时，货运量大的线路要求较小的限制坡度。

——邻线的牵引定数：限制坡度选择需考虑使设计线与邻接铁路的牵引定数相协调。统一牵引定数可避免列车换重作业，加速机车车辆周转，提高运营指标并增加运输的机

动性。牵引定数统一，协调的方法可采用与邻接线路相同的限制坡度和机型，也可采用与邻接线路不同的限坡，用不同的机型来调整。

因为影响限制坡度选择的因素众多，采用不同限坡的经济效益出入甚大，且限制坡度在线路建成后不易改动，故要根据地形类别、牵引种类和运输需求比选确定。铁路经由地区的地形类别差异较大时，可在地形困难地段采用加力牵引坡度，也可分若干区段选择不同的限制坡度，用调整机型的方法统一、协调全线的牵引定数。

## (2) 限制坡度最大值

本规范限制坡度最大值是根据以下条件确定的。

### 1) 与我国地形条件相适应

我国系多山国家，山区占国土总面积的 65%。铁路专用线专 I 级用能要求大，电力和内燃牵引限制坡度分别取 25‰ 和 20‰；专 II 级铁路运能要求一般，电力和内燃牵引限制坡度分别取 30‰ 和 25‰；铁路专用线专 III 级、专 IV 级铁路运能要求小，电力和内燃牵引限制坡度均取 30‰，能够适应我国的地形条件。更大的限制坡度除不易满足运能要求外，也不安全、经济，此时，采用加力牵引坡度更为有利。

### 2) 与要求的运能相适应

设计线能满足需要的运输能力。线路的运输能力由牵引种类、机车类型、限制坡度、到发线有效长和控制区间距离及闭塞方式决定。本规范确定限制坡度最大值时是根据下列条件计算能力的。

①牵引种类：采用电力和内燃。

②机车类型：电力机车采用 HXD 系列、内燃机车采用 HXN 系列和 DF 系列的铁路专用线常用机型。

③到发线有效长：根据计算确定，但铁路专用线不大于 1050m。

④控制区间距离：本说明采用 10km、12km、14km 进行计算。

⑤闭塞方式：新建单线采用半自动闭塞。

电力和内燃牵引的可能输送能力如下表：

说明表 5.2.1-1 电力和内燃牵引可能输送能力 (Mt/年)

限制坡度 $I_x$ (%)	机型 站间距 $S_k$ (km)	电力牵引						内燃牵引		
		HXD <sub>1</sub>	HXD <sub>1B</sub>	HXD <sub>2</sub>	HXD <sub>2B</sub>	HXD <sub>3</sub>	HXD <sub>3B</sub>	HXN <sub>3</sub>	HXN <sub>5</sub>	DF <sub>4</sub>
15	10	24.27	19.79	24.48	21.38	18.20	24.28	21.13	19.50	9.75
	12	21.60	17.71	21.73	19.13	16.20	21.44	18.53	17.10	8.55
	14	19.47	16.04	19.53	17.33	14.60	19.38	16.25	15.00	7.50
18	10	20.48	16.63	20.77	18.21	15.17	20.37	17.33	16.25	8.13
	12	18.23	14.88	18.43	16.29	13.50	17.98	15.20	14.25	7.13
	14	16.43	13.48	16.57	14.76	12.17	16.25	13.33	12.50	6.25
20	10	18.20	15.04	18.54	15.83	13.65	18.02	15.71	14.63	7.04

限制坡度 $I_x$ (%)	机型 站间距 $S_k$ (km)	电力牵引						内燃牵引		
		HXD1	HXD1B	HXD2	HXD2B	HXD3	HXD3B	HXN3	HXN5	DF4
25	12	16.20	13.46	16.46	14.17	12.15	15.91	13.78	12.83	6.18
	14	14.60	12.19	14.79	12.83	10.95	14.38	12.08	11.25	5.42
30	10	14.41	11.88	14.83	12.67	10.62	14.10	12.46	11.38	5.96
	12	12.83	10.63	13.17	11.33	9.45	12.45	10.93	9.98	5.23
	14	11.56	9.63	11.83	10.27	8.52	11.25	9.58	8.75	4.58
30	10	11.38	9.50	11.87	10.29	8.34	11.75	10.29	9.75	4.06
	12	10.13	8.50	10.53	9.21	7.43	10.38	9.03	8.55	3.56
	14	9.13	7.70	9.47	8.34	6.69	9.38	7.92	7.50	3.13

由上表可知，采用本规范所列的限制坡度最大值，能够满足各级铁路专用线的运量需求。

### 3) 保证行车安全

列车在坡道上运行满足上坡启动和运行时均不断钩，下坡有充分制动力的安全要求。

#### (3) 加力牵引坡度最大值

本规范采用相同类型的机车加力牵引时的加力牵引坡度根据《III、IV级铁路设计规范》GB 50012-2012 和《铁路线路设计规范》TB 10098-2017 确定，加力牵引坡度采用情况见说明表 5.2.1-2。

说明表 5.2.1-2 电力和内燃牵引的加力牵引坡度 (%)

限制坡度	双机牵引坡度		三机牵引坡度		
	电力	内燃	电力	内燃	
4.0	9.0	8.5	14.0	13.0	
5.0	11.0	10.5	16.5	15.5	
6.0	13.0	12.5	19.0	18.5	
7.0	14.5	14.5	21.5	21.0	
8.0	16.5	16.0	24.0	23.5	
9.0	18.5	18.0	26.5	25.0	
10.0	20.0	20.0	29.0		
11.0	22.0	21.5			
12.0	24.0	23.5			
13.0	25.5	25.0	30.0		
14.0	27.5				
15.0	29.0				
16.0	30.0				

**5.2.2** 轻、重车方向货流显著不平衡，将来也不致发生巨大变化，且分方向采用不同的限制坡度有显著经济价值时，可分方向选择限制坡度。

**5.2.3** 最大坡度一般条件宜按下列规定进行减缓或折减，困难条件下可根据计算确定：

**1** 平面曲线范围内曲线阻力引起的坡度减缓应按下式确定：

1) 曲线长度大于或等于货物列车长度时：

$$\Delta i_r = \frac{600}{R} \quad (5.2.3-1)$$

2) 曲线长度小于货物列车长度时：

$$\Delta i_r = \frac{10.5 \sum \alpha}{l} \quad (5.2.3-2)$$

式中  $\Delta i_r$  ——曲线阻力引起的坡度减缓值（‰）；

$R$  ——曲线半径（m）；

$l$  ——坡段长度，其大于货物列车长度时采用货物列车长度（m）；

$\alpha$  ——减缓坡段长度或货物列车长度内平面曲线偏角（°）。

**2** 电力牵引铁路，长大坡道上小半径曲线范围内，机车粘着系数降低时，应进行坡度减缓，其减缓值应采用表 5.2.3-1 规定的数值。

表 5.2.3-1 各类型电力机车小半径曲线粘降坡度减缓值 (%)

机型 (轴重)	曲线半径 (m)	最大坡度							
		4	6	9	12	15	20	25	30
SS <sub>3</sub>	350	0.15	0.2	0.29	0.37	0.45	0.59	0.73	0.86
	300	0.32	0.44	0.61	0.79	0.97	1.26	1.56	1.85
	250	0.50	0.68	0.95	1.22	1.50	1.95	2.41	2.87
	200	0.67	0.91	1.28	1.65	2.01	2.63	3.24	3.85
SS <sub>4</sub>	400	0.11	0.15	0.21	0.27	0.32	0.42	0.52	0.62
	350	0.28	0.38	0.53	0.68	0.83	1.08	1.33	1.59
	300	0.45	0.61	0.85	1.09	1.34	1.74	2.15	2.55
	250	0.62	0.84	1.18	1.52	1.86	2.42	2.98	3.55
	200	0.79	1.07	1.50	1.93	2.36	3.08	3.80	4.51
SS <sub>6B</sub>	450	0.16	0.21	0.30	0.39	0.47	0.61	0.76	0.90
	400	0.32	0.43	0.61	0.78	0.95	1.24	1.53	1.82
	350	0.48	0.65	0.91	1.18	1.44	1.87	2.31	2.75
	300	0.64	0.87	1.22	1.57	1.92	2.50	3.09	3.67
	250	0.80	1.10	1.54	1.98	2.42	3.15	3.89	4.62
	200	0.96	1.32	1.84	2.37	2.90	3.78	4.66	5.54
8G	500	0.11	0.15	0.21	0.27	0.33	0.43	0.53	0.63
	450	0.27	0.37	0.51	0.66	0.81	1.05	1.29	1.54
	400	0.42	0.58	0.81	1.05	1.28	1.67	2.06	2.44
	350	0.58	0.80	1.11	1.43	1.75	2.29	2.82	3.35
	300	0.74	1.01	1.42	1.82	2.23	2.90	3.58	4.26
	250	0.90	1.23	1.73	2.22	2.72	3.54	4.37	5.19
	200	1.06	1.45	2.03	2.61	3.19	4.16	5.13	6.10
HXD <sub>1</sub> (23t)	500	0.12	0.16	0.22	0.28	0.33	0.43	0.53	0.63
	450	0.28	0.38	0.53	0.67	0.82	1.06	1.30	1.55
	400	0.45	0.61	0.84	1.07	1.30	1.69	2.07	2.46
	350	0.62	0.83	1.15	1.47	1.79	2.31	2.84	3.37
	300	0.79	1.06	1.46	1.87	2.27	2.94	3.61	4.29
	250	0.96	1.28	1.77	2.26	2.75	3.57	4.38	5.20
	200	1.13	1.51	2.08	2.66	3.24	4.19	5.15	6.11
HXD <sub>3</sub> (23t)	500	0.12	0.16	0.22	0.28	0.34	0.44	0.54	0.63
	450	0.29	0.38	0.53	0.67	0.82	1.06	1.31	1.55
	400	0.45	0.61	0.84	1.07	1.30	1.69	2.08	2.46
	350	0.62	0.83	1.15	1.47	1.79	2.32	2.85	3.38
	300	0.79	1.06	1.46	1.87	2.27	2.94	3.62	4.29
	250	0.96	1.28	1.77	2.26	2.75	3.57	4.39	5.20
	200	1.13	1.51	2.09	2.66	3.24	4.20	5.16	6.12
HXD <sub>1</sub> (25t)、 HXD <sub>3A</sub> (25t)	500	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.14	0.17	0.20
	450	0.20	0.27	0.38	0.49	0.59	0.77	0.94	1.12
	400	0.37	0.50	0.69	0.88	1.08	1.40	1.72	2.04
	350	0.54	0.72	1.00	1.28	1.56	2.03	2.50	2.96
	300	0.70	0.95	1.32	1.68	2.05	2.66	3.28	3.89

机型 (轴重)	曲线半径 (m)	最大坡度						
		4	6	9	12	15	20	25
250	0.87	1.18	1.63	2.08	2.54	3.30	4.05	4.81
	200	1.04	1.40	1.94	2.48	3.02	3.93	4.83
HXD <sub>1B</sub> (25t)	600	0.12	0.16	0.22	0.28	0.34	0.43	0.53
	550	0.29	0.38	0.52	0.66	0.80	1.04	1.27
	500	0.45	0.60	0.82	1.04	1.27	1.64	2.00
	450	0.62	0.82	1.13	1.43	1.73	2.24	2.74
	400	0.79	1.04	1.43	1.81	2.20	2.84	3.48
	350	0.95	1.27	1.73	2.20	2.66	3.44	4.21
	300	1.12	1.49	2.03	2.58	3.13	4.04	4.95
	250	1.29	1.71	2.34	2.96	3.59	4.64	5.69
	200	1.46	1.93	2.64	3.35	4.06	5.24	6.42
HXD <sub>1C</sub> (25t) 、 HXD <sub>2C</sub> (25t) 、 HXD <sub>3</sub> (25t)	500	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.17
	450	0.20	0.27	0.38	0.49	0.59	0.77	0.94
	400	0.37	0.50	0.69	0.89	1.08	1.40	1.72
	350	0.54	0.72	1.01	1.29	1.57	2.03	2.50
	300	0.71	0.95	1.32	1.68	2.05	2.66	3.28
	250	0.87	1.18	1.63	2.08	2.54	3.30	4.05
	200	1.04	1.40	1.94	2.48	3.03	3.93	4.83
HXD <sub>2</sub> (25t)	550	0.11	0.14	0.20	0.25	0.31	0.40	0.50
	500	0.27	0.36	0.50	0.64	0.78	1.01	1.24
	450	0.43	0.58	0.80	1.02	1.24	1.62	1.99
	400	0.59	0.79	1.10	1.41	1.71	2.22	2.73
	350	0.75	1.01	1.40	1.79	2.18	2.83	3.48
	300	0.91	1.22	1.70	2.17	2.65	3.44	4.22
	250	1.07	1.44	2.00	2.56	3.11	4.04	4.97
	200	1.23	1.66	2.30	2.94	3.58	4.65	5.72
HXD <sub>2B</sub> (25t)	600	0.52	0.69	0.95	1.21	1.47	1.91	2.34
	550	0.67	0.90	1.23	1.57	1.90	2.46	3.02
	500	0.82	1.10	1.51	1.92	2.33	3.02	3.70
	450	0.98	1.30	1.79	2.27	2.76	3.57	4.39
	400	1.13	1.50	2.07	2.63	3.19	4.13	5.07
	350	1.28	1.70	2.34	2.98	3.62	4.69	5.75
	300	1.43	1.91	2.62	3.34	4.05	5.24	6.43
	250	1.58	2.11	2.90	3.69	4.48	5.80	7.11
	200	1.73	2.31	3.18	4.04	4.91	6.35	7.80
HXD <sub>3B</sub> (25t)	600	1.02	1.37	1.90	2.43	2.95	3.83	4.71
	550	1.16	1.55	2.15	2.74	3.34	4.33	5.32
	500	1.29	1.73	2.39	3.06	3.72	4.82	5.93
	450	1.42	1.91	2.64	3.37	4.10	5.32	6.54
	400	1.55	2.09	2.89	3.69	4.49	5.82	7.15
	350	1.69	2.26	3.13	4.00	4.87	6.32	7.76
	300	1.82	2.44	3.38	4.32	5.25	6.81	8.37

机型(轴重)	曲线半径(m)	最大坡度						
		4	6	9	12	15	20	25
	250	1.95	2.62	3.63	4.63	5.63	7.31	8.98
	200	2.08	2.80	3.87	4.95	6.02	7.81	9.59
								10.66
								11.38

3 长度大于400m的内燃牵引铁路隧道、电力牵引铁路单洞单线隧道内的线路坡度，不得大于最大坡度乘以表5.2.3-2规定的系数所得的数值。

表5.2.3-2 电力和内燃牵引铁路的隧道线路限制坡度折减系数

隧道长度L(m)	电力牵引	内燃牵引
$400 < L \leq 1000$	0.95	0.90
$1000 < L \leq 4000$	0.90	0.80
$L > 4000$	0.85	0.75

长度大于1000m的电力牵引铁路单洞双线隧道内的线路坡度，不得大于最大坡度减去表5.2.3-3规定的减缓值所得的数值。

表5.2.3-3 电力牵引铁路单洞双线隧道内线路最大坡度减缓值

隧道长度(m)	$1000 < L \leq 5000$	$5000 < L \leq 15000$	$15000 < L \leq 25000$	$L > 25000$
坡度减缓值(%)	0.29	0.53	0.62	0.66

4 位于曲线地段的隧道，应先进行隧道坡度减缓(折减)，再进行曲线坡度减缓。

5 内燃机车牵引列车通过长度小于或等于1000m的隧道时，最低运行速度不得小于机车的最低计算速度 $v_{j\min}$ ，隧道长度大于1000m时不得小于 $v_{j\min}+5\text{km/h}$ ；达不到上述要求时，应在隧道外设计加速缓坡。

6 专用线改建按上述规定减缓或折减将引起巨大工程时，经技术经济比较可保留原标准。

**条文说明** 最大坡度减缓或折减根据《铁路线路设计规范》TB 10098-2017确定。

**5.2.4** 最小坡段长度不宜小于表5.2.4的规定。困难条件下可缩短至200m，特殊困难条件下可采用100m的坡段长度，应满足设置竖曲线的要求。

表5.2.4 最小坡段长度

远期到发线有效长度(m)	1700	1050	850	750	650	$\leq 550$
最小坡段长度(m)	400	400	350	300	250	200

**条文说明** 列车经过变坡点时要产生附加力和附加速度，从行车平稳的要求出发，并考虑施工和养护的方便，尽可能设计较长的坡段或不小于列车长度的坡段。然而在一定的地形条件下，较短的坡段比较能适应地形的自然起伏而减少工作量。因此需综合考虑确

定坡段长度。

(1) 本规范将远期到发线减去 150m 后折半, 作为一般情况下最小坡段长度不小于半个列车长度的标准列入条文(见本规范表 4.2.4), 其中远期到发线有效长度 1050m 及以上对应的最小坡段长度均取 400m, 这样适应性更广泛一些。

(2) 200m 及 100m 短坡长度的确定。为了更好的适应地形条件节省工程量, 在保证列车运行平稳的条件下, 可以有限制采用 200m、100m 的理由是保证相邻两竖曲线不互相重叠。按本规范最大坡度差和竖曲线半径的标准计算, 对应竖曲线长 ( $L$ ), 分别为:  $L = 2T = 2 \times 2.5 \times 30 = 150\text{m}$  ( $T$  为竖曲线切线长度),  $L = 2T = 2 \times 1.5 \times 30 = 90\text{m}$ , 与分别采用的 200、100m 的短坡段长比较, 竖曲线既不重叠, 且相隔一定距离, 有利于维修。

(3) 200m 及 100m 最小坡段长度的限制条件如下:

因坡度减缓或折减形成的坡段, 指曲线坡度减缓、小半径曲线“粘降”坡度减缓和隧道折减的坡度, 以及为保证内燃机车进入隧道时须达到规定速度而设置的加速缓坡, 并包括紧坡地段的坡段间所夹的中间坡段。这些坡段间的坡度差一般不大, 坡段长度可以缩短。

缓和坡段, 指为缓和坡度差和改善运营条件而设置在同向坡段间的坡度, 不包括分坡平段。两端货物列车以接近计算速度运行的凸形纵断面的分坡平段(不完全是平道, 包括为隔开两边大上坡而采用的小坡度的坡段), 列车通过这种地段时, 车钩为拉紧状态, 附加力和附加加速度的变化较小, 可以用较短的坡段长度。但不包括凹形纵断面的分坡平段和自由坡地段连续小起伏的凸形分坡平段, 因这种地段列车通过时车钩受力情况较复杂, 一般行车速度较高, 为减少变坡点的个数及降低其影响, 不能采用最短坡段。

为有利于排水, 对长路堑内的分坡平段, 可改用不小于 2‰ 坡度的向中间凸起的两个短坡段代替。

枢纽线路疏解区内的坡度, 因行车速度较低, 且一般因跨线需迅速升高(或降低)线路高程, 可设计较小的坡段长度。

专用线改建和增建第二线的坡段, 因受既有线路条件的限制, 如按规定延长坡段长度引起大量改建工程或改建困难时, 可采用不小于 100m 的坡度, 但需满足设置竖曲线的标准。第二线绕行时, 因已远离既有线, 则仍按新线标准设计。

**5.2.5** 相邻坡段宜设计为较小的坡度差, 一般及困难条件下最大不得超过表 5.2.5 的规定, 特殊困难条件下可根据车钩强度要求计算确定。专用线改建及增建第二线, 有充分依据时, 其相邻坡段的坡度差可保留。

表 5.2.5 相邻坡段的最大坡度差(‰)

工程条件	远期到发线有效长度(m)						
	1700	1050	850	750	650	550	450

一般情况下							
I 、 II 级	8	10	12	15	18	20	25
III 、 IV 级	-	-	-	18	20	25	25
困难条件下							
I 、 II 级	10	12	15	18	20	25	30
III 、 IV 级	-	-	-	20	25	30	30

**条文说明** 相邻坡段的最大坡度差需保证不断钩、不脱轨、不脱钩及行车平稳的要求。实践与理论的分析证明，相邻坡段的最大坡度差变化对后三者的影响不明显，故目前规范中关于相邻坡段的坡度差的数值，都是以保证列车不断钩来计算得到的，即取决于车钩和连接车辆两端的前后从板座的强度所允许的列车纵向力。按车钩强度确定的相邻坡段的最大坡度差考虑因素较多，计算复杂，可参见《铁路线路设计规范》TB 10098-2017相关内容。

### (1) 一般及困难条件

远期到发线有效长度 1050m 及以下的相邻坡段的最大坡度差根据《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 确定，其中铁路专用线 I 、 II 级铁路相邻坡段的最大坡度差数值采用《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 中 III 级铁路标准； III 、 IV 级铁路相邻坡段的最大坡度差数值采用《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 中 IV 级铁路标准。远期到发线有效长度 1700m 的相邻坡段的最大坡度差采用《重载铁路设计规范》TB 10625-2017 中的规定。

### (2) 特殊困难条件

线路纵断面的坡度差对列车纵向冲动的影响基本是线性的，随着坡度差的增加列车的纵向冲动基本成正比例增加。列车最大纵向力主要决定于列车牵引质量、长度、机车类型、操纵工况、车辆缓冲器和制动机特性以及线路纵断面形式。根据牛国新在《相邻坡段坡度差对列车纵向冲动影响研究》中的成果，通过对纵向动力学计算程序分析，即使是对列车纵向冲动最不利的列车和线路条件，最大车钩力和纵向车体加速度均没有超过现行规范中车钩强度所允许纵向力的建议标准，并且随着机车车辆装备水平的发展，其性能必将越来越优秀。而且从目前我国的铁路运营经验来看，根据对 610 起既有线列车断钩事故的统计分析，断钩的主要原因是紧急制动或操纵不当引起的，尤其在凹形线路纵断面上更为严重，没有调查到在坡度变化点断钩的事例。由此也说明坡度变化引起的附加纵向力变化不太显著。

此外，在阚叔愚、王连子、曾学贵主编《铁路设计理论和技术》（北京：中国铁道出版社，1993，ISBN 9787113013950）、中国铁设《客货共线铁路线路专业主要设计参数优化研究报告》（中国铁设科结字（2024）XZ04 号）等文献针对相邻坡段最大坡度差的计算结果都表明，目前《铁路线路设计规范》TB 10098-2017 中对相邻坡段坡度差规定过于严格，可将相邻坡度的最大坡度差的限制放宽至重车方向最大限制坡度可形成的

坡度差，即相邻坡段允许最大坡度差可以取为两倍重车方向的限制坡度。

### 5.2.6 竖曲线应采用圆曲线型竖曲线。竖曲线的设置应符合下列规定：

1 设计速度 80km/h、60km/h，相邻坡段的坡度差大于 4‰时；设计速度 40km/h、20km/h，相邻坡段的坡度差大于 5‰时，应设置竖曲线。最小竖曲线半径宜为 3000m，困难条件下可为 2000m。

2 竖曲线与缓和曲线、明桥面桥、正线道岔不得重叠设置。

3 专用线改建和增建第二线时，如既有坡段采用抛物线型竖曲线连接时，可保留不低于本条第 1 款要求的竖曲线与既有线连接。困难条件下，竖曲线可不受缓和曲线的限制。

**条文说明** 竖曲线半径的设置规定依据如下：

1 设置竖曲线的相邻坡段代数差及竖曲线半径采用的一般值根据《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 确定。

困难条件下，竖曲线半径确定方法如下：

(1) 满足不脱钩要求

列车在变坡点处，由于相邻车辆的相对斜倾，使相邻车钩的中心线上下错动，如超过限定的数值时，就容易引起上下脱钩。

《铁路技术管理规程》规定，车钩允许的上下活动量货车为 75mm。在该允许值中造成相邻车钩中心线上下错动的因素有：

——空、重车相邻连接差 20mm；

——车轮踏面的允许磨耗，货车不能大于 9mm；

——轮对轴颈允许磨耗值 10mm；

——轴瓦、轴瓦垫、转向架上下心盘允许磨耗 24mm；

——轨道维修的水平差所引起上下位移，货车为 1mm。

综合以上最不利因素，即两相邻车体一为新的空车，另一为各方面都磨耗到限的旧车，且轨道水平养护误差也是最大时，相邻车钩中心线上下位移值为：

货车： $\sum f = 20 + 9 + 10 + 24 + 1 = 64\text{mm}$

则变坡点处相邻车辆相对倾斜引起的车钩中心线上下位移允许值为：

货车： $f_R = 75 - 64 = 11\text{mm}$

列车通过竖曲线时，由于相邻车辆相对斜倾引起的车钩中心线上下位移值，经过化简后，相应竖曲线半径近似公式为：

$$R_v = \frac{(L+d)d}{2f_R} (\text{m}) \quad (\text{说明 5.2.6-1})$$

式中  $R_v$ ——竖曲线半径；

$L$  ——车辆两转向架中心距;

$d$  ——转向架中心至车钩中心距。

式(说明 5.2.6-1)中代入车辆的最长 $L$ 和 $d$ 值,以及 $f_R$ 的允许值,可计算出保证不脱钩条件的最小竖曲线半径,如说明表 5.2.6-1。

说明表 5.2.6-1 保证不脱钩条件的最小竖曲线半径 (m)

车辆类型	$L$	$d$	$f_R$	$R_v$
P <sub>13</sub> (60t 棚车)	11.50	2.471	0.011	1569
C <sub>50</sub> (50t 敞车)	9.800	2.121	0.011	1149
K <sub>4</sub> (60t 自翻车)	8.686	2.189	0.011	1087

## (2) 满足行车平稳要求

列车通过变坡点时产生竖直离心力和离心加速度 $a_v$ ,竖曲线半径 $R_v$ (m)与行车速度 $v$ (km/h)及 $a_v$ (m/s<sup>2</sup>)的关系见下式:

$$R_v = \frac{v^2}{3.6^2 a_v} \quad (\text{说明 5.2.6-2})$$

根据国外经验,当 $a_v$ 值在0.3 m/s<sup>2</sup>~1.0 m/s<sup>2</sup>范围内时,不致引起司乘人员的不舒适感觉。考虑到本规范适用的铁路专用线仅运行货车,舒适度方面的要求可以适当降低,参照《重载铁路设计规范》TB 10625-2017,  $a_v$ 值一般取0.5m/s<sup>2</sup>困难取1.0 m/s<sup>2</sup>,计算结果见说明表 5.2.6-2。

说明表 5.2.6-2 满足行车平稳要求的最小竖曲线半径

设计速度	80	60	40	20
一般条件	988	556	247	62
困难条件	494	278	123	31

综合以上分析,考虑列车不脱钩和行车平稳要求,并考虑一定的安全冗余量,本规范规定,最小竖曲线半径一般条件采用3000m、困难条件采用2000m。

## 2 竖曲线不能与缓和曲线重叠的问题

缓和曲线范围内,外轨轨面高程一般以不大于2‰的超高递减坡度逐渐升高,在竖曲线范围内的轨面按一定的变率圆顺地变化,若两者重叠时,将有如下影响:

(1) 内轨轨面维持竖曲线的形状,而外轨轨面则由于超高改变了坡度,在一定程度上改变了竖曲线和缓和曲线在立面上的形状。

(2) 给养护维修带来一定困难。外轨短坡变率因平、竖曲线重叠而有所变化。如果做成理论要求的形状,则对养护工作要求过高。目前养护以“目视圆顺”为准,不易做

成理论要求的形状，且也难于保持。

鉴于上述情况，竖曲线不能与缓和曲线重叠。

### 3 专用线改建和增建第二线的竖曲线标准

专用线改建和增建第二线时，一般采用本条规定的标准，但考虑到既有铁路存在两种类型的竖曲线，因此，在不低于本规定相应标准的条件下，可保留原有竖曲线类型，主要指保留既有抛物线型竖曲线，以减少改建工程。在困难条件下，竖曲线可不受缓和曲线位置的限制，而与之重叠，目的也是为了减少改建工程。

**5.2.7** 道口处两线不宜有轨面高程差。困难条件下，两线轨面高程差不应大于 10cm。线间距大于 5m 的并肩道口，相邻两线轨面高程差形成的坡度不应大于 2%。

**条文说明** 道口处两线一般不要有轨面差，以便各种车辆能迅速顺利地通过道口，避免由于道口有坡度而停车引发意外事故。

对于难以完全避免道口处有轨面高程差，以及其他原因又不能改移道口位置，在线间距不大于 5m 时，允许有不大于 10cm 的轨面高程差，以保证各种车辆顺利通过铁路。但线间距大于 5m 的并肩道口，在不增大平台坡度的条件下，允许按比例加大两线轨面高程差。

**5.2.8** 隧道内坡道可设置为单面坡道或人字坡道，坡度不宜小于 3‰。

**条文说明** 隧道的坡型有单面坡和人字坡两种形式。单面坡道有利于紧坡地段争取高度和长隧道的运营通风；人字坡道则有利于从隧道两端同时施工时排水、出渣。设计时，结合隧道所在地段的线路纵断面、隧道长度、牵引种类、地形、工程地质与水文地质、施工条件等具体情况，全面考虑，合理选择。位于紧坡地段的隧道，尽可能设计为单面坡道；位于自由坡度地段的隧道，则可根据地形、地质条件及其他因素设计为单面坡道或人字坡道。隧道洞身坡度一般情况下不小于 3‰。

**5.2.9** 路堑地段线路坡度不宜小于 2‰，深长路堑地段可适当加大坡度；困难条件下，可根据施工及排水等需求，经过技术经济比选确定。

**条文说明** 深长路堑地段的侧沟，在下游地段由于汇集的流量增大，常规的标准断面侧沟已不能满足流量的要求，暴雨季节可能造成水溢道床，因此需要侧沟具有一定的坡度，确保侧沟排水通畅并保持一定的流速，避免淤塞和路堑积水。

### 5.2.10 专用线车站站坪坡度应符合下列规定：

1 到发线有效长度范围的正线宜设在平道上。困难条件下，可设在不大于 1.0‰的坡道上；特殊困难条件下，有充分技术经济依据时，会让站、越行站可设在不大于 6‰的坡道上，但不应连续设置。专用线改建车站在特殊困难条件下，有充分技术经济依据时，可保留既有坡度，应采取防溜安全措施。

2 咽喉区的正线坡度，宜与到发线有效长度范围内的坡度相同。特殊困难条件下，咽喉区的正线坡度不应大于限制坡度减 2‰，中间站、会让站、越行站咽喉区的正线坡

度不应大于 10‰，并应满足车站技术作业要求。

**3** 咽喉区外的个别道岔和渡线可设在不大于限制坡度的坡道上。

**4** 专用线改建车站的咽喉区，特殊困难条件下，有充分技术经济依据时，可设计为不大于限制坡度或双机牵引坡度的坡道，中间站、会让站、越行站咽喉区的坡度分别不应大于 15‰，并应满足车站技术作业要求。

**5** 车站的站坪坡度均应保证列车的起动。

**条文说明** 根据《铁路线路设计规范》TB 10098-2017 有关内容确定。

### 5.3 交叉及附属设施

**5.3.1** 专用线与其他铁路、高速公路、一级公路、二级公路和城市中的快速路交叉时，应设置立体交叉。专用线与二级以下公（道）路交叉可设置平面交叉，但应采取保障安全的可靠措施。

**条文说明** 为减少意外人身事故，确保行车安全，规定铁路专用线与其他铁路交叉，需设置立体交叉。

《公路工程技术标准》JTG B01-2014 规定：“高速公路为专供汽车分方向、分车道行驶，全部控制出入的多车道公路。高速公路的年平均日设计交通量宜在 15000 辆小客车以上；一级公路为供汽车分方向、分车道行驶，可根据需要控制出入的多车道公路。一级公路的年平均日设计交通量宜在 15000 辆小客车以上；二级公路为供汽车行驶的双车道公路。二级公路的年平均日设计交通量宜为 5000~15000 辆小客车。”《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012 规定：“快速路应中央分隔、全部控制出入、控制出入口间距及形式，应实现交通连续通行，单向设置不应少于两条车道，并应设有配套的交通安全与管理设施。”高速公路、一级公路和城市里的快速路都是交通功能强、服务水平高、交通量大的骨干道路，进出口执行全控制或部分控制。铁路和这些道路交叉采用平面交叉，当道口处于开放状态时，汽车通过道口需限速行驶，影响道路的交通功能；当道口处于关闭状态时，会造成严重的交通堵塞。故规定铁路与高速公路、一级公路和城市快速路交叉，需立体交叉。二级公路交通量虽没有一级公路大，但随着国民经济的发展也会很快增长，所以在正常情况下，铁路与二级公路交叉也需立体交叉。

**5.3.2** 专用线与其他铁路、公（道）路立体交叉应遵循下列原则：

**1** 专用线与其他铁路立体交叉时，宜采用下穿的方式；困难条件下经技术经济比选采用上跨方式时，须对其他铁路采取防止异物侵入等安全可靠的防护措施。

**2** 专用线与公（道）路立交时，宜避免对公（道）路平纵断面进行改建；不可避免时，应进行改建公路下穿专用线或上跨专用线方案的技术经济比较。

**条文说明** 专用线与其他铁路、公（道）路交叉跨越是线路选线和工程设计以及影响铁

路运营安全的重要因素，铁路建设也影响相关设施的运营，因此，线路设计时需协调处理好相互之间的影响关系，避免存在安全隐患。本条规定了专用线与其他铁路、公（道）路交叉通常遵守的相关规定。

**1** 铁路专用线不办理客运业务且运行速度较低，依据铁路工程设计线路交叉跨越的相关规定，从减少意外事故、降低事故损失，最大程度保障人民生命财产安全、运输安全角度考虑，铁路之间的立体交叉，需根据工程条件、线路安全性要求、施工对运营干扰等因素，尽可能选择较高等级线路上跨通过。因此规定专用线与其他铁路交叉时，专用线尽可能采用下钻的方式，因条件困难不得已上跨其他铁路时，需对其他铁路采取防止异物侵入等保障安全的可靠措施。

**2** 与铁路专用线相比，高速公路、一级公路、二级公路和城市中快速路等高等级公（道）路的造价较高，为降低专用线的工程投资尽量避免对公（道）路平纵断面进行改建，困难条件，需进行改建公路下穿专用线或上跨专用线方案的技术经济比较。

**5.3.3** 专用线与其他铁路、公（道）路立交桥的净高和净宽应满足相关铁路、公（道）路建筑限界的要求。专用线铁路立交桥下的乡村道路净高、净宽，应根据通道种类和交叉条件与有关单位协商确定。

**5.3.4** 专用线上跨公（道）路时，铁路桥跨设置应满足相应道路对净空和停车视距的要求，立交净空不足 5.0m 时，应设置限高标志及限高防护架。

**条文说明：5.3.3、5.3.4** 均是根据《铁路线路设计规范》TB 10098-2017 有关内容确定。

**5.3.5** 专用线与公（道）路交叉设置平交道口应符合下列规定：

**1** 道口宜设在瞭望视距不小于表 5.3.5-1 规定数值的地点。

**表 5.3.5-1 火车司机最小瞭望视距和机动车驾驶员侧向最小瞭望视距**

设计速度 (km/h)	火车司机 最小瞭望视距 (m)	机动车驾驶员侧向 最小瞭望视距 (m)
80	850	270
60	800	230
40	400	180
调车办理的联络线	30	300
	20	150
		100

注：机动车驾驶员侧向最小瞭望视距为机动车在距道口相当于该级道路停车视距并不小于 50m 处，应能看到两侧铁路上火车的范围。

**2** 在车站内，桥梁、隧道两端及进站信号机外方 100m 范围以内不应设置道口；铁路曲线地段不宜设置道口。

**3** 通过道口的道路平面线型应为直线。从最外侧钢轨算起的道路最小直线长度不应小于 50m，困难条件下不应小于表 5.3.5-2 规定的数值。

表 5.3.5-2 道口每侧道路的最小直线长度 (m)

道 路 种 类	道路计算行车速度 (km/h)		
	80	60	≤50
公路、城市道路	40	40	30
乡村道路		20	

4 道口平台的长度不应小于 16m。紧接道口平台的道路纵坡不应大于 3%，困难条件下不得大于 5%。

5 道口两侧的道路上除应根据规定设置护桩外，还应按照道路交通管理有关规定设置交通标志、路面标线、立面标志，并根据需要设置栅栏。电气化铁路的道口应在公（道）路上设置限界架及限高标志，其通过高度不得超过 4.5m。

6 有人看守道口应设置道口看守房和电力照明以及栏木或电动门、通信（有线和无线）、道口自动通知、道口自动信号、遮断信号等安全预警设备。无人看守道口应设置警示标志，并根据需要设置道口自动信号和道口监护设施。

**条文说明** 道口潜伏着道口事故的隐患，铁路与道路交叉优先考虑设置立体交叉。没有立交条件时，合理合并道路后设置平面交叉，减少道口数量，提高道口的安全防护设备水平和管理水平降低道口事故率。过于密集的立交设置，对铁路线路纵断面影响较大，不利于降低铁路专用线建设成本，此外考虑到铁路专用线货车运行速度低、运量小，相应的交通安全风险较低，可综合公路、铁路交通量情况综合评估设置平交道口的必要性。

国家建委、国家计委 1981 年曾颁发了《铁路、公路、城市道路设置立体交叉的暂行规定》(81) 建发交字 532 号，其中规定了：铁路、公路、城市道路交叉，昼间 12 小时内通过交叉道口的火车列数、换算标准载重汽车辆数分别达到说明表 5.3.5-1 规定标准时，可设置立体交叉。有调车作业的铁路、公路、城市道路交叉，昼间 12 小时内交叉道口封闭累计时间、换算标准载重汽车辆数分别达到表 5.3.5-2 规定时，可设置立体交叉。

说明表 5.3.5-1 基于通过的火车列数、换算标准载重汽车数的立交设置条件

火车 12 小时列车数 (列/12h)	20	25	30	35	40	50	60	70
汽车平均 12 小时 交通量 (辆/12h)	4500	4300	4100	3900	3700	3500	3300	3100
火车 12 小时列车数 (列/12h)	80	90	100	110	120	130	140	
汽车平均 12 小时 交通量 (辆/12h)	2900	2700	2500	2300	2100	1900	1700	

说明表 5.3.5-2 基于道口封闭时间、换算标准载重汽车数的立交设置条件

12 小时累计 封闭道口时间	3 小时 30 分	3 小时 45 分	4 小时	4 小时 15 分	4 小时 30 分	4 小时 45 分	5 小时
12 小时汽车交通 (辆)	2500	2300	2100	1900	1700	1500	1300

住建部 2010 年发布的《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152-2010 规定：当铁路道口的年平均日折算小客车交通量与铁路通过火车列数的乘积达到说明表 5.3.5-3 规定标准时，应设置立体交叉。

说明表 5.3.5-3 设置立体交叉的道口折算交通量（万辆次）

铁路路段旅客列车 设计行车速度 (km/h)	120	100	$\leq 80$
道口侧向视距	6.0	12.0	16.0
良好	3.0	6.0	8.0
不良			

综上所述，针对公铁交通量较小的道口，可依据上述方法计算，若计算结果没有达到立交设置条件，即可以设置平交道口。故本次专用线规范修编删除了“道口间的距离不应小于 2km”的相关规定。

**5.3.6** 改建既有道口困难条件下，经运营实践能保证安全者，可保留原状，并根据需要设置安全防护措施。

**5.3.7** 区间线路及车站用地界应埋设标桩。标桩埋设在铁路地界线和地界拐点处，直线地段间距宜为 150m、曲线地段间距宜为 40m。

**条文说明** 为减少纠纷，确定及维护土地使用权，保障铁路合法权益，区间线路及车站用地界需埋设标（桩），加强管理。本条规定了用地标的通常设置原则。

## 6 轨道

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 轨道类型应根据专用线的特点、年通过总质量等合理选用。

**6.1.2** 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150mm，单线铁路最大超高不应超过125mm。

**6.1.3** 钢轨的轨底坡应采用1:40。

**6.1.4** 小半径曲线地段的轨距，应按表6.1.4规定的数值进行轨距加宽，并应在缓和曲线内递减完成。

表6.1.4 曲线轨距加宽值

曲线半径(m)	加宽值(mm)	轨距(mm)
$R \geq 295$	0	1435
$245 \leq R < 295$	5	1440
$195 \leq R < 245$	10	1445
$R < 195$	15	1450

**条文说明** 在曲线地段，机车车辆的走行部分由几个轮对组成一个转向架，这就构成一定长度的固定轴距。几个轮对固定在一个转向架上，这几个轮对的轴又始终保持平行不变。为了适应这种构造特点，使机车车辆能顺利通过小半径曲线，轨距就需要比直线地段加宽。轨距加宽数值，根据曲线半径、机车车辆等因素确定：曲线半径愈小，加宽值就愈大；固定轴距愈大，加宽值亦愈大。

(1) 我国制定曲线轨距加宽时的原则如下：

——FD(菲德)型机车最大固定轴距为6.5m时，需保证最小运营半径条件。

——客货车辆转向架最大固定轴距为2.7m时，需满足动力自由内接条件。

——需保证车轮踏面在轨头上的覆盖量不小于30mm，最大加宽量不超过20mm。

(2) 通过动力试验和试铺表明：

——在内燃、电力机车牵引地段，按缩小轨距加宽可确保行车安全。

——旧的加宽值和新的缩小加宽值两种标准的钢轨磨耗无显著差异。

——轨距加宽缩小后，轨距检查和轨道评分均良好。

——轨距加宽缩小后，可减少行车摇晃，线路方向也易于保持，并可减少养护工作量(特别是改、拨道量)。

**6.1.5** 线路有砟轨道静态平顺度应符合表6.1.5的规定。

表6.1.5 线路有砟轨道静态平顺度(mm)

项目	高低	轨向	水平	扭曲(基长 6.25m)	轨距
V≤80km/h 及到发线	4	4	4	4	+6 -2
其他站线	5	5	5	5	+6 -2
测量弦长	10m			—	

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)不得超过 1456mm。

2 轨向偏差和高低偏差为 10m 弦测量的最大矢度值。

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 6.25m。

### 6.1.6 道岔有砟轨道静态平顺度应符合表 6.1.6 的规定。

表 6.1.6 道岔有砟轨道静态平顺度 (mm)

项目	高低	轨向		水平	轨距	
		直线	支距		尖轨尖端	其他
V≤80km/h 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	10m			—		

### 6.1.7 有砟轨道曲线静态圆顺度应符合表 6.1.7 的规定。

表 6.1.7 有砟轨道曲线静态圆顺度 (mm)

曲线半径 R (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≤250	6	7	12	18
250<R≤350	5	6	10	15
350<R≤450	4	5	8	12
450<R≤800	3	4	6	9
800<R≤1600	3	4	4	7
1600<R≤2800	2	3	4	6
2800<R≤3500	2	3	4	5
R>3500	1	2	3	4
测量弦长	20m			
测量位置	钢轨头部内侧面下 16mm 处			

## 6.2 轨道类型

### 6.2.1 专用线有砟轨道设计标准应根据养护维修机械配置、项目特点等综合确定, 可按表 6.2.1 选用。

表 6.2.1 专用线轨道类型

运 营 条 件	远期或最大年通过总质量		Mt	-		>15	15~8	8~4	<4
	轴重			t	30	27	≤25		
轨道结构	钢轨		kg/m	60	60	50 或再用 60 及以上			
	混凝土枕	轨枕类型	-	IVa	IIIa	新 II	新 II	新 II	新 II
	土枕	轨枕数量	根/km	1667	1667	1680	1600	1520	1440
	扣件		-	弹条 VI	弹条 II	弹条 I 或 II 型			
	道床厚度	土质路基(非渗水)双层道砟	cm	30	25	25	20	20	15
		底层道砟	cm	20	20	20	20	15	15
	道床厚度	土质路基(渗水)单层道砟	cm	35	30	30	25	25	25
		硬质岩石、级配碎石或级配砂砾石路基、隧道、桥梁单层道砟	cm	35	30	30	25	25	25

注：扣件及配套轨枕可根据项目情况，经技术经济比选后合理确定。

**条文说明** 制定轨道类型需满足输送能力要求。轨道部件选用时，按年通过总质量密度及列车轴重等因素确定，细化各等级轨道部件选用规定，并补充列车轴重 25t 以上专用线轨道部件选用要求。

目前，国外重载铁路普遍采用 60kg/m 及其以上钢轨，我国重载铁路轨型以 60kg/m 和 75kg/m 钢轨为主，均取得了良好的使用效果。结合以上分析，对于运行 30t、27t 轴重列车的铁路专用线，考虑到轴重较大，采用 60kg/m 钢轨。

考虑轨枕设计荷载承受能力，运行 30t 轴重列车的铁路专用线采用 IVa 型轨枕，配套采用弹条 VI 型扣件。对于运行 27t 轴重列车的专用线，采用 IIIa 型轨枕，配套采用弹条 II 型扣件可满足要求。

道床厚度系指直线或曲线内轨枕底面至路基面的道床高度，是根据机车车辆荷载、钢轨和轨枕类型、轨枕间距、道砟粒径和级配对压力传递的特征，以及路基间的容许承载力等条件确定的。由于道床内的应力分布比较复杂，因此，设计道床厚度只要使相邻轨枕的压力传递到路基面上相互重叠即可。

在专用线正线、调车运行的联络线上普遍采用双层道床。因垫层可以更均匀的分布荷载，防止面砟压入路基而引起翻浆冒泥，并具有反滤作用，防止面砟被路基土污染。只有在垫层材料供应困难的情况下，才可采用单层道床。其他行车速度低、相应的荷载较轻的线路上，采用单层道床。

硬质岩石、级配碎石或级配砂砾石路基、隧道、桥梁等地段下部基础承载力较强、较稳定，且能起到某些道床作用，故采用单层道床，并适当减薄厚度、抬高路基面保持

轨面高程。

## 6.3 钢轨及配件

### 6.3.1 专用线钢轨选型应符合下列规定:

- 1 专用线钢轨可按表 6.2.1 选用，再用轨使用应符合相关规定。
- 2 同一线路宜铺设同一类型钢轨，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。调车线上采用铁鞋制动范围内，不得铺设不同类型钢轨。
- 3 铺设不同类型的钢轨时，应采用异型钢轨连接。

**条文说明** 为保持行车平稳、方便施工和养护，规定同一线路要铺设同一类型钢轨。考虑到专用铁路轨源较复杂，常配有杂型钢轨和大量旧轨，困难时为节省轨料，在满足运输需要的原则下，可采用不低于该线标准的不同类型钢轨，但要集中铺设。

为便于调车作业时安放铁鞋及其滑行平顺，在调车线上采用铁鞋制动范围内需铺设同一类型钢轨。在特别困难时，需铺设轨头宽度相近的钢轨，并保持轨面在设计的高程上。

### 6.3.2 专用线钢轨铺设应符合下列规定:

- 1 应铺设 25m 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。曲线地段内轨应按表 6.3.2 配置短轨。

表 6.3.2 短轨配置标准

曲线半径 (m)	缩短轨的长度 (m)			
	25m 钢轨		12.5m 钢轨	
4000~1000	24.960	24.920	12.460	—
800~500	24.920	24.840	12.460	12.420
450~250	24.840	—	12.420	12.380
200	—	—	12.380	—

注：1 宜选用缩短量较小的短轨。

2 在曲线尾应按实际需要插入个别相应短轨。

2 铺设再用轨或铺设非标准长度的新轨时，专用线正线、调车运行联络线的钢轨长度不得小于 9m。每种同长度同类型的钢轨应集中连续铺设。

3 铺设再用轨或非标准长度的新轨采用对接有困难时，可采用错接。曲线上两轨缝相错应大于 3m，绝缘接头处的两轨缝相错不应大于 2.5m。

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

**条文说明** 钢轨接头采用对接，是为了便于机械铺轨，减少行车冲击次数，改善运营条件。

在曲线地段由于内轨接头较外轨接头超前，为保持接头对接，曲线内股要用缩短轨与标准长度轨配合使用，以调整钢轨接头位置。

(1) 曲线缩短长度按下式计算：

$$\Delta l = \frac{\alpha \pi S}{180} \quad (\text{说明 6.3.2—1})$$

式中  $\Delta l$  ——曲线内股缩短长度 (mm)；

$\alpha$  ——曲线偏角 ( $^{\circ}$ )；

$S$  ——曲线两钢轨中心距，一般按 1500mm 计。

(2) 短轨根数按下式计算：

$$N = \frac{\Delta l}{K} \quad (\text{说明 6.3.2—2})$$

式中  $N$  ——需用缩短轨根数 (小数取整)；

$K$  ——采用单根短轨的缩短量 (mm)。

在实际使用中，铺旧轨或非标准长度钢轨时，采用相应的缩短轨调整接头位置有困难的曲线地段，接头可用错接，如采用接头的两曲线间直线长度短于 300m 时，可连续采用错接。

采用错接时，为了减少额外的冲击作用，增加行车的平顺性，规定其错开距离大于 3m (一般常用车辆轴距小于 3m)。为防止车辆停于轨道电路的两钢轨绝缘接头的错开距离 (死区段) 出现错误信号显示或道岔转换而造成行车事故，要求该距离小于车辆最小固定轴距。目前客货车中二轴守车的固定轴最少为 2.7m，所以规定绝缘接头两轨缝相错不大于 2.5m。

为了保证轨道强度和行车平稳，铺设再用轨或铺设非标准轨时，专用线正线、调车运行的联络线等钢轨长度不能小于 9m，并规定同长度的钢轨集中使用。

### 6.3.3 专用线正线及调车运行联络线上个别插入短轨时，插入短轨长度不得小于 6m。

**条文说明** 轨道插入短轨是薄弱环节，不可避免时，为保证轨道强度和行车平稳，对插入短轨要有所限制。考虑到合理使用 12.5m 标准长度钢轨，使锯下的剩余钢轨，既能充分利用又不致因轨道缝过多而影响行车，所以规定轨道上个别插入短轨时，专用线正线及调车运行的联络线上长度不能小于 6m。

### 6.3.4 下列位置不应有钢轨接头，不可避免时应将其焊接或胶接：

- 1 明桥面小桥的全桥范围内。
- 2 桥梁端部、拱桥温度伸缩缝和拱顶等处前后 2m 范围内。
- 3 设有钢轨伸缩调节器钢梁的温度跨度范围内。

**4** 钢梁的横梁顶上。

**5** 道口范围内。

**条文说明** 增加轨枕数量的因素如下：

**1** 曲线加强。列车通过曲线时，钢轨受水平力和垂直力偏心的作用，使轨底和轨头边缘弯应力增大，其值与曲线半径大小成反比。实测资料表明，横向水平力系数  $f$  值（为均衡速度下轨底边缘纤维应力与轨底中心纤维应力之比），在  $R > 600m$  时与直线接近；在  $R < 400m$  递增率明显变大。钢轨磨耗指数曲线上， $R > 600m$  时较平缓， $R < 400m$  时较陡。养护工作中，曲线半径小，轨道方向不易保持，拨道工作量增加， $R > 600m$  与  $R < 400m$  有很大差别，此外，考虑到由于电力机车走行部分没有导轮和车辆没有横动量的特征，机车对钢轨的侧压力较蒸汽机车要大，曲线上外轨侧面磨耗，电力牵引铁路比内燃牵引铁路约大 2.5 倍。因此，曲线轨道加强半径定为：混凝土枕轨道，电力牵引铁路为 600m 及以下；内燃牵引铁路为 400m 及以下。

**2** 大坡道加强。在坡度大于 15‰ 的地段，为了增加轨道的抗爬力，需加密轨枕。

## 6.4 轨枕及扣件

**6.4.1** 专用线宜采用混凝土枕，可采用再用混凝土枕。设有护轨的地段应铺设混凝土桥枕。

**6.4.2** 同种类型的轨枕应集中连续铺设。

**6.4.3** 轨枕加强地段及增加轨枕的铺设数量，应符合下列规定。

**1** 下列地段应增加轨枕铺设数量，重叠时只可增加一次：

1) 混凝土枕轨道，在电力牵引铁路半径为 600m 及以下或内燃牵引铁路在半径 400m 及以下的曲线地段（含两端缓和曲线全长）；

2) 坡度大于 15‰ 的地段。

**2** 每千米铺设混凝土枕最多应为 1760 根。铺设III型混凝土枕的线路不应增加轨枕铺设根数。

**6.4.4** 混凝土枕应采用弹性扣件，轨下橡胶垫板应与扣件配套使用。

**6.4.5** 曲线半径小于 300m 的地段应铺设小半径曲线用混凝土枕。

**条文说明** 半径小于 300m 的曲线地段需要轨距加宽，普通轨枕难以满足使用要求，为此需要采用专门的小半径曲线用混凝土枕。近年来，国内研发了小半径曲线用混凝土枕，经运营实践检验取得了较好的效果，技术已较成熟，因而规定小半径曲线地段应铺设小半径曲线用混凝土枕。

## 6.5 道 床

**6.5.1** 碎石道床材料可采用一级道砟或二级道砟，一级道砟的技术要求应符合《铁路碎石道砟》TB/T 2140 的规定，二级道砟的技术要求应按相关规定执行。

**条文说明** 道床是轨枕的基础，有以道砟组成的弹性道床和混凝土灌注的刚性道床两种。目前我国铁路采用最多的是碎石道床。

碎石道砟采用坚韧的花岗岩、玄武岩、砂岩、石灰岩做成。其抗压强度约为天然级配卵石的 1.7 倍，其抵抗轨道移动的阻力为砂子道砟的 1.5 倍。碎石道砟还有排水性能好的特点。使用碎石道砟可以提高轨道的强度和稳定性，并可减少养护工作量。碎石道砟脏污的速度比其他道砟慢，清筛和更换道砟的周期长。虽然初期投资较高，但由于具有上述优点，故规定采用碎石道砟。

**6.5.2** 单线道床顶面宽度应按表 6.5.2 取值。有缝线路曲线半径小于 400m、无缝线路曲线半径小于 800m 的地段，曲线外侧道床顶面宽度应增加 0.1m。

表 6.5.2 单线道床顶面宽度

远期或最大年货运量	有缝线路轨道	无缝线路轨道
$\geq 5\text{Mt}$	3	3.4
$< 5\text{Mt}$	2.9	3.4

**条文说明** 道床顶面宽度主要取决于各种线路的行车速度。为了提高轨道的横向阻力，阻止道砟从枕端下面挤出，保证线路必要的轨道强度，以及考虑到今后以混凝土枕为主型轨枕，规定了正线的道床顶面宽度，经多年运营表明是可行的。

**6.5.3** 远期或最大年货运量大于或等于 5Mt 的铁路道床边坡应采用 1:1.75，远期或最大年货运量小于 5Mt 的铁路道床边坡应采用 1:1.5。底层道砟边坡坡脚距道床边坡坡脚应为 0.15m。底层道砟顶宽应为 2.3m。

**6.5.4** 桥梁地段应采用单层道砟，道床厚度不宜小于 25cm，困难条件下，可减至 20cm。

**条文说明** 桥梁上道砟槽内轨枕下面道床厚度，要求有足够的弹性，一般是比照石质路基的道床厚度来考虑的，同时考虑逐渐发展养桥机械化对道床厚度的要求，故规定道床厚度一般不小于 25cm，当梁部结构设计有困难时可减至 20cm。

**6.5.5** 隧道内道床厚度不宜小于 25cm，道床砟肩至边墙或高侧水沟间应以道砟填平。

**条文说明** 隧道内由于宽度有限，照明条件差，隧道技术检查和轨道的维修养护比较困难。为此道床两侧不做边坡，而将其砟肩至边墙（或高侧水沟）间以道砟填平，便于洞内维修养护人员工作和行走，以及待避列车时便于进入避车洞，确保列车运行和人身安全。

**6.5.6** 轨枕端头至隧道侧沟、电缆槽间的道砟宽度不应小于 20cm。

**6.5.7** 无缝线路道床砟肩应使用碎石道砟堆高 15cm。

**条文说明** 碎肩堆高是提高轨枕横向阻力，提高线路横向稳定性最经济、最有效的手段。根据砟肩堆高与横向阻力关系的测量结果，以及多年的实践经验，砟肩高后横向阻力一般能增加 20%左右。根据《铁路轨道设计规范》TB 10082-2017，无缝线路道床砟肩使用碎石道砟堆高 15cm。实践表明这一堆高值在增强道床横向阻力、保持无缝线路稳定性的同时，也便于保持及养护维修，因此，增加采用无缝线路时的道床砟肩设置规定，砟肩堆高 15cm。

## 6.6 轨道附属设备

**6.6.1** 曲线地段轨距杆或轨撑设置应符合下列规定：

**1** 电力牵引区段曲线半径小于或等于 600m 和其他牵引区段半径小于或等于 350m 地段，应按表 6.6.1 的规定设置轨距杆或轨撑。

**表 6.6.1 轨距杆或轨撑安装数量**

曲线半径 (m)	轨距杆 (根)		轨撑 (对)	
	25m 轨	12.5m 轨	25m 轨	12.5m 轨
R≤350	10	5	14	7
350<R≤450	10	5	10	5
450<R≤600	6~10	3~5	6~10	3~5

**2** 轨道电路区段轨距杆应采用绝缘轨距杆。

**条文说明** 车轮作用在钢轨上的横向水平力有：车辆通过曲线时的离心力和转向力；车辆在直线地段由于蛇行运动产生的水平力；由于轮缘急剧冲击钢轨而产生的水平冲击力。

其中以转向水平力最大，通常约为轮重的 35%，在较大横向水平力的作用下，有可能发生钢轨横移和向外倾斜。在小半径曲线地段，轨距杆或轨撑的作用是为提高轨道结构稳定性，防止轨距扩大，保障行车安全，延长设备使用寿命，减少养护维修工作量。当既有线改建困难条件下保留小半径曲线时，需按表 6.6.1 要求设置轨距杆或轨撑。

**6.6.2** 跨越铁路、重要公路、城市交通要道的铁路桥梁以及明桥面钢梁桥应设置护轨。

**条文说明** 考虑到列车脱轨掉落桥下对社会公共安全的影响程度，在跨越铁路、重要公路、城市交通要道的铁路桥梁设置护轨是必要的。明桥面钢梁上没有道砟防护，与混凝土梁相比，列车脱轨对钢梁结构安全影响较大，因此明桥面钢梁设置护轨也是必要的。

**6.6.3** 线路信号标志的设置可参照相关规范执行。

## 7 路 基

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 路基工程应满足设计使用年限内强度、稳定性及耐久性要求，并符合环境保护、水土保持、文物保护等相关规定。

**7.1.2** 路基工程宜避免高填、深挖，绕避严重不良地质条件的地段。进行路基和桥梁、隧道工程比选时，应从技术条件、施工条件、占用土地、可能造成的环境和社会影响、城镇建设规划、建设投资与运营养护费用等方面综合分析，确定工程类型。

**7.1.3** 路基永久边坡稳定安全系数不应小于 1.10，临时边坡不应小于 1.05。

**7.1.4** 路堤填筑应充分利用路堑挖方、隧道弃渣或桥涵弃土。有条件时，路基填筑选用煤矸石、钢渣、铁矿渣、粉煤灰等厂矿弃料或建筑垃圾，应考虑其对生态及周边环境的影响。

**条文说明** 公路工程在废旧工程材料再生和综合利用方面已取得成功经验，如内蒙古包茂高速包头至东胜段改扩建工程包钢高炉矿渣、西安绕城高速利用建筑垃圾及宁夏乌玛高速煤基固废（粉煤灰、炉渣等）利用，并发布了安徽省地方标准《公路煤矸石路堤设计与施工指南》DB 34/T 2376—2015、内蒙古自治区地方标准《煤矸石路基设计与施工技术规范》DB15/T 3725-2024、交通运输部行业标准《公路工程利用建筑垃圾技术规范》JTG/T 2321-2021 等相关标准或规范。铁路行业在宝成复线江油车站利用长钢钢渣、荷日复线工程利用煤矸石等亦有成功经验，因此有条件时推荐优先选用厂矿弃料、煤矸石、钢渣、铁矿渣、粉煤灰或建筑垃圾。

**7.1.5** 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。

**7.1.6** 路基工程应有完整、系统、通畅的排水设施，并与铁路桥涵、隧道、站场及地方排水系统合理衔接。

**条文说明** 根据铁路运维经验，排水不畅是造成路基病害和承载能力下降的主要原因，因此路基排水设计要妥善衔接其他结构及地方排水，形成完整通畅的排水系统。

### 7.2 路基面形状与宽度

**7.2.1** 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。

**7.2.2** 新建铁路的路肩宽度不应小于 0.4m。

**条文说明** 依据铁路运营经验，路肩宽度是影响安全避车、路基维修养护和路基本体尤其是边坡稳定性的重要因素。原《工业企业标准轨距铁路设计规范》GBJ 12-87、《地方

铁路设计准则》(铁基〔1988〕54号)规定路堤路堑最小路肩宽度为0.4m;《铁路路基设计规范》TBJ1-85、TBJ1-96及TB 10001-99中规定的III级铁路的路堤路堑最小路肩宽度为0.4m,本条综合考虑线路货运量、专用线分级、速度目标值、压实质量等因素,结合路基安全避车、维修养护和稳定性要求确定路堤路堑最小路肩宽度。

**7.2.3** 区间直线地段路基面宽度应根据远期或最大运量的轨道类型、道床标准、路肩宽度和正线数目及线间距计算确定。

**7.2.4** 直线地段标准路基面宽度计算方法应符合下列规定:

1 单线标准路基面宽度应按下式计算,如图7.2.4-1所示。

$$B=A+2x+2c \quad (7.2.4-1)$$

$$x = \frac{h + \left(\frac{A}{2} - \frac{1.435+g}{2}\right) \times 0.04 + e}{\frac{1}{m} - 0.04} \quad (7.2.4-2)$$

式中  $B$ —路基面宽度(m);

$A$ —单线地段道床顶面宽度(m);

$m$ —道床边坡坡率,正线道床一般取1.5;

$h$ —钢轨中心的轨枕底以下的道床厚度(m);

$e$ —轨枕埋入道砟深度(m),III型混凝土轨枕取0.185m,II型混凝土轨枕取0.165m;

$g$ —轨头宽度(m),60kg/m轨取0.073m,50kg/m轨取0.070m;

$c$ —路肩宽度(m);

$x$ —砟肩至砟脚的水平距离(m)。

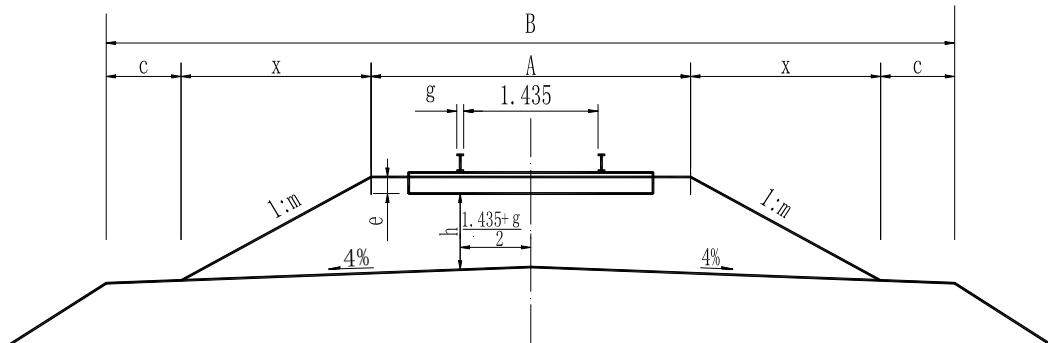


图7.2.4-1 单线铁路直线地段标准横断面示意图

2 双线标准路基面宽度应按下式计算,如图7.2.4-2所示。

$$B=2(c+x+\frac{A}{2})+D \quad (7.2.4-2)$$

$$x = \frac{h + (\frac{A}{2} + \frac{1.435 + g}{2}) \times 0.04 + e}{\frac{1}{m} - 0.04} \quad (7.2.4-3)$$

式中  $D$ ——双线线间距 (m);

$h$ ——靠近路基面中心侧的钢轨中心处轨枕底以下的道床厚度 (m)。

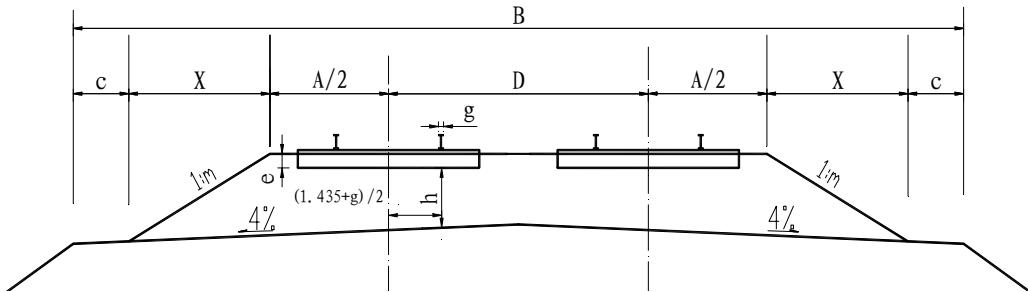


图 7.2.4-2 双线铁路直线地段标准横断面示意图

7.2.5 常用区间直线地段路基面宽度应按表 7.2.5 取值。

表 7.2.5 区间直线地段路基面宽度 (m)

铁路 专用 线等 级	单线						双线					
	土质路基 (双层道砟)			岩石、渗水土路基 (单层道砟)			土质路基 (双层道砟)			岩石、渗水土路基 (单层道砟)		
	道床	路基面宽度	道床	路基面宽度	道床	路基面宽度	道床	路基面宽度	道床	路基面宽度	道床	路基面宽度
	厚度	路堤	路堑	厚度	路堤	路堑	厚度	路堤	路堑	厚度	路堤	路堑
I、II 级	0.45	6.20	6.20	0.30	5.60	5.60	0.45	10.20	10.20	0.30	9.60	9.60
	0.40	6.00	6.00	0.25	5.40	5.40	0.40	10.00	10.00	0.25	9.40	9.40
	0.35	5.80	5.80	—	—	—	0.35	9.80	9.80	—	—	—
III、IV 级	0.30	5.20	5.20	0.20	5.00	5.00	0.30	9.20	9.20	0.20	9.00	9.00
重载 铁路 专用 线	0.50	6.40	6.40	0.35	5.80	5.80	0.50	10.40	10.40	0.35	9.80	9.80
	0.45	6.20	6.20	0.30	5.60	5.60	0.45	10.20	10.20	0.30	9.60	9.60

注: 1 表中路基面宽度按照下列条件确定, 如有变化, 应计算调整路基面宽度:

(1) 轨枕采用新 II 型混凝土枕, 轨枕埋入道砟深度 0.165m, 60kg/m 钢轨。

(2) I、II 级铁路专用线按照有缝线路, 道床顶宽 3.0m, 道床边坡坡率 1:1.75; III、IV 级铁路专用线按照有缝线路, 道床顶宽 2.9m, 道床边坡坡率 1:1.50; 重载铁路专用线按照有缝线路, 道床顶宽 3.0m, 道床边坡坡率 1:1.75。

2 路堑自线路中心沿轨枕底部水平至路堑边坡的距离(曲线地段指曲线外侧), 不宜小于 3.5m。

3 区间直线地段双线线间距按照 4.0m 取值。

4 表中路基面宽度未考虑预留加宽。

**条文说明** 对于专用线而言, 其铁路等级及运行速度均较低, 电缆沟槽及接触网支柱设置于路肩, 路基面宽度将较宽, 造成路基填料及用地等增加, 对经济性不利, 因此路基面宽度计算时不再考虑接触网支柱基础及电缆沟槽等的宽度, 可节省路基填料、节约用

地及减少投资。

**7.2.6** 区间曲线地段路基面应在曲线外侧加宽，加宽值应按表 7.2.6 采用。

表 7.2.6 曲线地段路基外侧加宽值

曲线半径 R (m)	加宽值 (m)
250 < R ≤ 300	0.4
300 < R ≤ 400	0.3
400 < R ≤ 600	0.2
600 < R ≤ 1200	0.1

## 7.3 基 床

**7.3.1** 路基基床应由表层和底层组成，基床结构应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 基床结构

铁路专用线等级	基床厚度 (m)	基床表层 (m)	基床底层 (m)
I、II 级	1.2	0.5	0.7
III、IV 级及站线	1.2	0.3	0.9
重载铁路专用线	2.5	0.6	1.9

**条文说明** 路基基床受列车动应力作用和水文气候变化影响较大，其状态直接影响列车平稳运行，其中路基面以下 0.5m 以内动应力最大，以下 1.0m 左右动应力约为路基面动应力的 1/3。水和气候对路基面影响深度，在南方多雨地区一般都不大于 1.0m。因此本条规定基床结构高度为 1.2m。

基床分为表层和底层两部分。I、II 级铁路专用线基床表层 0.5m，III、IV 级铁路专用线及站线基床表层 0.3m，重载铁路专用线基床表层 0.6m，主要考虑 I、II 级铁路专用线行车速度高，密度大，因此基床表层厚度也相应增厚。重载铁路专用线由于列车轴重大，基床动应力影响较大，为避免运维后期基床病害，基床厚度基床厚度采用 2.5m，基床表层采用 0.6m，基床底层采用 1.9m。

**7.3.2** I、II、III、IV 级铁路专用线及站线路堤基床表层填料颗粒粒径不应大于 150mm，路堤基床表层可选用 C 组及以上填料。采用 C 组填料，细粒土含量大于 30% 的碎石土、砾石土、砂类土，低液限粉土，年平均降水量大于 500mm 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%。重载铁路专用线路堤基床表层应采用 B 组及以上的填料。

**条文说明** 产生路基基床病害的内因是基床土的性质，外因是水与动应力。本条考虑铁路专用线列车运行速度较低、动应力作用较小，困难条件下采用 C 组填料（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 500mm 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%。）可保证列车正常运营，产生路基病害较少，并可有效降低前期工程造价等因素，规定基床表层可有条件选择 C 组填料。

通过调研大秦、朔黄等重载铁路，由于基床填料不良，路基存在较大沉降或不均匀沉降。同时考虑重载铁路专用线速度较低，运量较小，因此推荐重载铁路专用线基床表层填料采用 B 组及以上填料。

**7.3.3 I、II、III、IV 级铁路专用线及站线路堤基床底层可选用 C 组及以上的填料。困难条件下采用 D 组填料时，应采取改良或加固措施。重载铁路专用线路堤基床底层应采用 A、B、C1、C2 组填料。**

**条文说明** D 组填料遇水易于崩解软化、强度剧烈降低，如为膨胀土时还具有吸水膨胀、失水干缩和反复变形的特点。困难条件下基床底层采用 D 组填料时，除采用防止地表水和地下水侵入路堤的措施外，还需要根据其填料特性掺入石灰或水泥等材料改良。

**7.3.4 基床填料的压实标准应符合表 7.3.4 的规定。**

**表 7.3.4 基床填料的压实标准**

铁路 专用 线等 级	层位	填料类别	细粒土、粉砂	改良土	细砂、中砂、粗砂、砾砂	碎石类土
		压实指标				
I、 II、 III、IV 级铁 路专 用线	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 饱和无侧限抗压 强度 (kpa)		≥250		
		相对密度 $D_r$	—		≥0.7	—
重载 铁路 专用 线	表层	压实系数 K	—	≥0.95	—	—
		地基系数 $K_{30}$ (MPa/m)	—	—	≥110	≥150
		7d 饱和无侧限抗压 强度 (kpa)	—	≥500 (700)		
		相对密度 $D_r$	—	—	≥0.80	—
	底层	压实系数 K	≥0.93	≥0.93	—	—

	地基系数 $K_{30}$ (MPa/m)	$\geq 100$		$\geq 100$	$\geq 130$
	7d 饱和无侧限抗压强度 (kpa)	—	$\geq 350$ (550)		
	相对密度 $D_r$	—		$\geq 0.75$	—

注：1  $K$  为重型击实试验的压实系数，年平均降水量小于 400mm 地区， $K$  值可按表列数值减小 0.05。

2  $K_{30}$  为 30cm 直径荷载板试验得出的地基系数，一般取下沉量为 1.25mm 的荷载强度。

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。

**条文说明** 本规范的路肩宽度较《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 规定的路肩宽度小，填料标准低，如果路基本体的压实标准较低，将引起路基本体沉降量大，后期养护成本增加；另外，考虑采用该压实标准对施工成本基本无影响，故本规范基床底层和基床以下路基填筑压实标准采用了《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 中 III 铁路的规定。

调研既有浩吉、瓦日等重载铁路，均采用客货共线 I 级铁路标准，因此重载铁路专用线压实标准采用《铁路路基设计规范》TB 10035-2016 中 I 级铁路的规定。

**7.3.5** 高度小于 1.2m 的低路堤，基床厚度范围内天然地基的土质应符合第 7.3.2、7.3.3 条的规定，其密实度应符合表 7.3.4 的规定。

**条文说明** 低路堤、浅路堑地表土往往松软，不满足基床土土质、密实度的要求，为了减少这些地段路基基床病害的发生，一般采取换填、改良或加固等措施。

**7.3.6** 路堑基床表层土的密实度应符合表 7.3.4 的规定。年平均降水量大于 500mm 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，基床表层应采取换填、土质改良等措施。

## 7.4 路 堤

**7.4.1** 路堤填料应符合下列规定：

1 路堤基床以下部位填料宜选用 C 组及以上填料，如采用 D 组填料时应采取包心、隔离或加固等措施。

2 路堤浸水部位，宜采用渗水土或水稳定性好的填料，或采取封闭隔水措施。

**条文说明** 路基填料浸水软化、强度降低，易导致路堤自身发生沉降或局部边坡发生溜塌病害，因此一般要求采用渗水土或水稳定性好的渗水土。对于在渗水土或水稳定性好的填料匮乏地区，可采用一般土填筑，但要采取设置护道、封闭隔水及边坡防护等措施。

**7.4.2** 路堤基床以下部位填料的压实标准应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2 基床以下部位填料的压实标准

铁路专用线等级	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
			≥0.86	≥0.86	—	—
I、II、III、IV级铁路专用线	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 饱和无侧限抗压强度 (kPa)	—	≥350 (550)	—	—
		相对密度 $D_r$	—	—	≥0.7	—
重载铁路专用线	不浸水部分	压实系数 K	≥0.90	≥0.90	—	—
		地基系数 $K_{30}$ (MPa/m)	≥80	—	≥80	≥110
		7d 饱和无侧限抗压强度 (kPa)	—	≥200	—	—
		相对密度 $D_r$	—	—	≥0.70	—
	浸水部分及桥涵缺口	压实系数 K	≥0.93	≥0.93	—	—
		地基系数 $K_{30}$ (MPa/m)	≥100	—	≥100	≥130
		7d 饱和无侧限抗压强度 (kPa)	—	≥350 (550)	—	—
		相对密度 $D_r$	—	—	≥0.75	—

注：1 年平均降水量小于 400mm 的地区，压实系数可按表列数值减小 0.05。

2 桥梁缺口指桥台背后上方长度不小于桥台高度加 2m 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。

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。

**条文说明** 本规范的路肩宽度较《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 规定的路肩宽度小，填料标准低，沉降标准根据工程具体情况确定，如果路基本体的压实标准较低，将引起路基沉降量大，后期养护成本增加，故本规范基床底层和基床以下路基填筑压实标准采用了《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 中 III 铁路的规定。

**7.4.3 路堤边坡坡率** 应根据荷载、填料的物理力学性质、边坡高度和工程地质条件等确定。地基条件良好时，可按表 7.4.3 采用。

表 7.4.3 路堤边坡坡率

填料种类	边坡高度 (m)			边坡坡率		
	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

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
硬块石	8	-	-	1:1.3	-	-
	20	-	-	1:1.5	-	-

注: 1 有可靠的资料和经验时, 可不受本表限制。

2 软块石的边坡坡率应根据其胶结物质成分、风化程度等确定。

3 路基浸水或填料为粉细砂、膨胀土、盐渍土等时, 其边坡形式和坡率应符合《铁路特殊路基设计规范》TB 10035 的相关规定。

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

**7.4.5** 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 1.10。

**7.4.6** 路堤边坡高度大于本规范表 7.4.3 所列数值时, 应根据填料、边坡高度等加宽路基面, 其每侧加宽值应按下列公式计算确定:

$$\Delta b = C \cdot H \cdot m \quad (7.4.6)$$

式中  $C$ ——路堤填料的沉降比, 细粒土取 0.01~0.02, 粗粒土取 0.005~0.015, 硬块石为 0.005~0.01, 软块石为 0.015~0.025;

$H$ ——路堤边坡高度 (m);

$m$ ——道床边坡坡率。

**条文说明** 路堤沉降的原因, 除与地基条件有关外, 还与路堤高度、填料种类、压实标准等有密切关系, 为保证高路堤施工后的路肩宽度满足要求, 保证列车安全运营, 特提出本条规定。

## 7.5 路 壑

**7.5.1** 路堑边坡形式及坡率应根据工程地质、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 7.5.1 确定。边坡高度大于 20m 时, 边坡坡率应结合边坡稳定分析计算确定。

表 7.5.1 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
	硬质岩	未风化、微风化 1:0.1~1:0.3

别		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：1 有可靠的资料和经验时，可不受本表限制。

2 特殊土路堑边坡形式和坡率应符合《铁路特殊路基设计规范》TB 10035 的相关规定。

**条文说明** 影响路堑边坡稳定性的因素很多，设计需综合考虑自然和施工的因素，重视对当地稳定边坡的调查和分析，采用适宜的边坡型式及坡率。较厚土层下覆为岩层时，要检算其顺岩层顶面下滑稳定性。

**7.5.2** 土质和易风化软质岩路堑侧沟外侧宜设置平台，宽度不宜小于 0.5m。硬质岩及边坡设置防护加固工程时可不设侧沟平台。

**7.5.3** 路堑边坡宜在土石分界、透水与不透水层交界处设置边坡平台，平台宽度不宜小于 1.5m。年平均降水量小于 400mm 的地区，平台宽度不宜小于 1.0m。

**条文说明** 依据现场调查，土与风化岩地层组成的较深路堑，由于坡面水流较大，在土石交接处及坡脚部位易被冲刷掏空，导致边坡坍塌。另外高边坡也不利于养护作业。因此规定设置边坡平台，并尽可能铺砌以减少冲刷和渗漏。

土和风化岩石组成的路堑，如土只是很薄的一层覆盖层，平台则不一定设置土石分界处，以设在边坡中部为宜。

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

## 7.6 路基排水

**7.6.1** 对路基有危害的地水面和地下水，应采取拦截、引排、疏干、降低等措施，以保证路基稳定和安全。

**7.6.2** 地面横坡明显地段，路堤的排水沟或路堑天沟可在上方一侧设置。地面横坡不明显时，路堑天沟及高度小于 2.0m 的路堤的排水沟宜在两侧设置。

路堑应在路肩两侧设置侧沟。

**条文说明** 在地面横坡不明显的平坦地带，当路堤高度小于 2m 时，由于地面积水和局部地表径流，可能使路基基床受水浸泡或受毛细管水的作用而影响路基稳定性，在路基两侧均设置排水沟；当路堤高度大于 2m 时，由于路堤较高，短期内的浸泡还不致影响基床部分，也可只在路堤上方单侧设置排水沟。如虽路堤高度小于 2m，但经调查确认下侧不会有积水或形成地表径流可能时，也可只在上方单侧设置排水沟。

同样，为了防止地面水流入路堑内，地面横坡不明显地段，在堑顶外两侧设置天沟；当地面横坡明显时，仅在上方设置。

**7.6.3** 路堑天沟内边缘至堑顶距离不宜小于 5.0m，沟内采用加固防渗措施时，距离不应小于 2.0m。

**条文说明** 为满足排水通畅、减少淤塞的要求，水沟纵坡一般不小于 2‰；地面平坦或反坡排水地段，为避免过多加大工程量，水沟纵坡可减至 1‰。

**7.6.4** 地面排水设施的纵坡不宜小于 2‰。地面平坦或反坡排水困难等条件下，纵坡可减至 1‰。

**7.6.5** 侧沟、天沟和排水沟可采用梯形或矩形横断面，应有足够的过水能力。不需要按流量计算时，断面尺寸应符合下列规定：

- 1 宜采用底宽 0.4m，深度 0.5m~0.6m。
- 2 年平均降水量小于 400mm 的地区或岩石路堑中，深度可减至 0.4m。
- 3 位于反坡排水地段或小于 2‰坡道的侧沟，其分水点的沟深可减至 0.2m。

**7.6.6** 需按流量设计的侧沟、天沟、排水沟，降雨重现期宜按照 25 年计算，沟顶应高出设计水位 0.15m。

**7.6.7** 路堑基床换填时，侧沟底宜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。

**条文说明** 路堑基床换填地段，为顺畅排出基床表层滞水，减少路基病害，一般要求侧沟底低于基床表层底面不少于 0.1m。

**7.6.8** 侧沟、天沟及排水沟圬工材料可采用混凝土、浆砌片石等，石料丰富地区宜采用浆砌片石。

**7.6.9** 对路基有危害的地下水，应根据地下水类型、含水层埋藏深度、地层的渗透性等条件及对环境的影响，采用加深明沟、渗水暗沟、渗井、仰斜排水孔等地下排水设施。

**7.6.10** 渗水暗沟纵坡不宜小于 5‰，困难条件下不应小于 2‰。

**条文说明** 渗水暗沟的纵坡，根据地下水埋藏深度及纵坡、地层情况、出水口位置的高程等综合考虑确定。为了迅速排出地下水和防止淤积，渗水暗沟底部纵坡一般不小于 5‰，在困难情况下可减小至 2‰。当采用 2‰时，加强其他防淤措施，如加强反滤层、加大渗水暗沟的排水孔尺寸或缩短检查井的间距等。

## 7.7 路基支挡及防护

**7.7.1** 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、拆迁及工程投资等因素综合确定，一般地区支挡结构设置应符合下列规定：

**1** 铁路路堑设置支挡结构宜选择重力式挡土墙、土钉墙、桩板式挡土墙、抗滑桩、预应力锚索、锚杆挡土墙等结构型式。

**2** 铁路路堤设置支挡结构宜选择重力式挡土墙、悬臂式和扶壁式挡土墙、桩基托梁挡土墙、桩板式挡土墙、加筋土挡土墙、抗滑桩等结构型式。

**7.7.2** 对受自然因素作用易产生破坏的边坡坡面，应根据边坡的土质、岩性、水文地质条件、边坡坡率与高度、环境保护、水土保持要求等，选用适宜的防护措施，并符合下列规定：

**1** 坡面适宜进行植物防护，且能保证边坡的稳定，应采用植物防护，可采用撒草籽、植草、铺草皮、种植灌木、喷混植生或客土植生防护。

**2** 对植物不易生长的边坡，可采用喷护、挂网喷护、骨架护坡、孔窗式护坡、孔窗式护墙或锚杆框架等坡面防护措施。

**7.7.3** 弱风化硬质岩等不易产生破坏的边坡坡面可不防护。

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

**7.7.5** 重力式挡土墙、护坡骨架、护墙等圬工材料可采用混凝土、浆砌片石等，石料丰富地区宜采用浆砌片石。

**条文说明** 上世纪 50~90 年代浆砌片石曾广泛应用于重力式挡土墙、护坡骨架、护墙等砌体工程中，但在上世纪 90 年代末由于出现过严重质量事故，导致之后浆砌片石的使用被严格限制。根据调研，很多修建于 50~60 年代的铁路，采用浆砌片石砌筑的圬工砌体目前尚能正常使用，状况良好，说明工程质量缺陷的原因主要是施工方面的，主要是由于浆砌片石作业人员没有经验造成的。因此对石料丰富地区、有浆砌片石作业经验人员的地区，没有必要限制其使用；同时考虑专用线一般运量不大，且部分铁路使用年限相对较短，采用浆砌片石结构可降低投资。因此，规定了重力式挡土墙、护坡骨架、护墙等圬工材料可采用浆砌片石。

## 7.8 特殊路基

**条文说明** 特殊路基包括位于软土、膨胀岩土（岩）、黄土、盐渍土等特殊土（岩）地段的特殊土（岩）路基和位于滑坡、危岩、落石、崩塌、风沙、岩溶等不良地质地段的特殊条件路基。

**7.8.1** 软土路基设计应符合下列规定：

**1** 软土地段路基宜采用路堤形式，其高度不宜小于基床厚度。

**2** 软土天然地基上修筑路堤，应根据地基与填土的物理力学性质或填筑试验确定临界高度。

**3** 软土路基地基加固应满足路堤稳定要求，软土地段路堤与地基的整体滑动稳定安全系数不应小于 1.05，稳定检算应符合《铁路特殊路基设计规范》TB 10035 的有关规定。

**4** 软土地基加固应根据软土厚度及特性、埋深、成层情况、软土底面横坡、路堤高度、施工工期、机具设备、填料及环境条件等因素，经技术、经济比较后，合理选择换填、碾压片石、反压护道、砂垫层、砂井、塑料排水板、铺设土工合成材料加筋、堆载预压、复合地基等加固措施。

**5** 对于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。

**6** 软土路堤填筑中心沉降每昼夜不应大于 15mm，边桩水平位移每昼夜不应大于 5mm。

**7** 路基面应预留路基工后沉降加宽，每侧加宽值应根据工后沉降量与道床边坡坡率计算确定。

**条文说明** 软土地区，地下水位较高。如以路堑通过，工程费用大，施工、养护困难，需尽量避免；软土地区路堤过低时，在列车荷载冲击震动的影响下，将导致软土强度降低，而在动荷载直接作用下的反复变形又影响基底稳定。因此规定软土地区路基一般采用路堤形式，且高度不小于基床厚度。

考虑铁路专用线行车密度、列车运行速度、运营维护等特点，软土地基加固处理要满足路堤稳定要求，对允许工后沉降量不做规定，可根据具体工程的建设、运营维护成本综合考虑。在适用条件与工期允许情况下，采用换填、碾压片石、反压护道、砂垫层、铺设土工合成材料加筋等处理地基既经济又有效。如需加大、加速施工期的沉降，满足工后沉降和工期的要求，可采用砂井、塑料排水板或结合堆载、真空预压、复合地基等措施。

### 7.8.2 黄土路基设计应符合下列规定：

**1** 黄土填筑的路堤，应采取碾压或强夯追密、铺设土工合成材料等综合措施，以消减堤身后期压缩变形。

**2** 黄土路堑基床表层应换填，基床表层底部应采取封闭隔水措施。

**3** 湿陷性黄土地基宜采取碾压、换填、封闭、隔水等措施处理。

**4** 对危及路基安全的黄土陷穴，应根据其埋藏深度和大小采用回填夯实、灌浆、灌砂等措施。

**条文说明** 黄土基床变形主要是由于夯填土抗变形能力差和夯后黄土湿陷所致，当基床土用老黄土或古土壤填筑时，在多雨地区更易产生基床变形，为减少基床变形所带来的危害，因此黄土路堑基床表层需换填，并做好隔水防渗措施。

### 7.8.3 膨胀土（岩）路基设计应符合下列规定：

**1** 膨胀土（岩）路基路基边坡，应遵循缓坡率、宽平台、加固坡脚和适宜的坡面防护相结合的原则。

**2** 膨胀土路堑基床表层应换填，基床表层底部应采取封闭隔水措施。

**3** 地下水发育的路堑基床应采取降低或加深侧沟及纵横向排水盲沟、渗管等防排地下水设施。

**4** 弱膨胀（岩）土可作为路堤填料，基床底层采用中弱膨胀土、路堤采用中强膨胀土作为填料时，应采取包芯、封闭隔水及土质改良等措施。

**条文说明** 膨胀土（岩）路堑基床处理主要考虑到以下情况：

在既有线路基出现的各种病害中，基床病害所占的比例远大于其他部位的病害。

膨胀土（岩）在胀限状态下的无侧限抗压强度一般为  $15 \text{ kPa} \sim 30 \text{ kPa}$ ，远小于列车换算荷载  $50 \text{ kPa} \sim 60 \text{ kPa}$ 。如果用 膨胀土（岩）作为基床材料，显然路基面的承载力是不足的。

膨胀土（岩）的液限大于 32%、塑性指数大于 12，不能满足路基填料的要求。

用膨胀性粘土填筑路堤时，破坏了膨胀土原有的裂隙性，经人工碾压，虽使其重塑而改变了部分性质，但干缩湿崩的性质并未彻底改变，久旱收缩裂隙发展，雨水深入路堤内仍会造成路堤变形。因此需加强加固及防排水措施，一般可采用非膨胀土“包边法”的路堤断面形式。包边宽度要满足机械化施工要求。

**7.8.4** 盐渍土路基设计应符合下列规定：

**1** 路基基床表层不应采用盐渍土作为填料。

**2** 基床表层以下采用盐渍土做填料时，应采取封闭、隔水、提高压实度、改良等措施，路基面应适当加宽，每侧加宽不宜小于 0.4 m。

**3** 地下水位较高地段，应设置渗水土、复合土工膜、毛细型或复合型防排水板等土工合成材料毛细水隔断层。

**4** 地基和天然护道的表土含盐量较高时应予以铲除，设隔断层时可不铲除。

**5** 含溶蚀空洞的盐壳层可采取重型机械碾压、挖除换填、卵砾石填塞或卤水泥浆回填等处理。

**条文说明** 在盐渍土地区防止路堤再盐渍化的措施有抬高路堤、设置毛细隔断层及降低地下水位等。

盐渍土的含盐程度和含盐性质是影响路堤质量的重要因素。当盐渍土路堤地基和天然护道的表层土大于填料的容许含盐量时，需要铲除，从而减少路堤填土的再盐渍化，增强地基的稳定性。但气候干旱、蒸发强烈的西北内陆盆地地区（年平均降水量小于 60mm，干燥度大于 50，相对湿度小于 40%），当无地表水浸泡时，地基和天然护道可不受氯盐含量的控制。

**7.8.5** 多年冻土地区路基设计应符合下列规定：

**1** 多年冻土地区路基宜以路堤通过。少冰冻土、多冰冻土地段，可按一般地区路基设计。

**2** 富冰冻土、饱冰冻土或含土冰层地段应采取保护多年冻土的措施。保护冻土的路堤最小高度，东北地区应采用 1.5m~2.0m，西北地区应采用 1.0m~1.5m。

**3** 路基面宽度应根据工后沉降量预留加宽值。

**条文说明** 在多年冻土地区，采用路堤通过时，不但不会破坏地基冻层，而且路堤土体也能起保温作用，有利于保护地基多年冻土的冻结状态。当采用路堑通过时，地层开挖后，改变了多年冻土的原来状态，往往会削弱路基的稳定性，增加处理的难度和费用，并且不容易彻底根治。

多年冻土地区路基受施工期间扰动、排水不良及全球气温变暖等影响极易产生融沉病害，因此需结合设计使用年限、工后沉降等因素考虑加宽。

#### **7.8.6** 季节性冻土地区路基设计应符合下列规定：

**1** 路基通过地势低洼、平坦、地下水位较高地段时，宜采用路堤形式。

**2** 土质路堑基床表层应换填，基床表层底部应采取封闭隔水措施。

**3** 路基基床表层宜采用粒径小于 0.075mm 的颗粒含量不大于 15% 的碎（卵）石，砾石、粗、中砂或粒径小于 0.075mm 的颗粒含量不大于 10% 的细砂填筑。

**条文说明** 统计数据表明，表层冻胀的比例及危害均较大，为减小养护维修工作量及降低后期养护维修费用，规定路基基床表层换填微冻胀土。

黑龙江省满洲里地区专用线及同江市中俄铁路大桥工程均采用微冻胀土填筑，防冻胀效果良好。

#### **7.8.7** 滑坡地段路基设计应符合下列规定：

**1** 滑坡地段路基应根据滑坡的类型、规模、滑坡体岩土性质、水文地质条件、滑坡形成与发展条件，分析其对工程的危害程度，并应采取绕避或整治措施。

**2** 滑坡防治应遵循“一次根治、不留后患”的原则，采取截排水与减载或反压、支挡等相结合的工程措施综合治理。

**3** 滑坡稳定性可根据工程地质类比法和力学平衡计算综合分析确定，安全系数可采用 1.10~1.25。计入临时荷载时，可适当降低，不应小于 1.05。

**条文说明** 线路通过滑坡地段时，查明和掌握滑坡的发生条件、发展趋势，滑坡性质和所属类型，对滑坡的稳定性作出正确的评价，进行绕行与整治方案的比较。

滑坡一经发现，要及早整治，争取主动，以求取得事半功倍的效果，防止病害蔓延恶化，造成处理困难，甚至发展至难以处理的地步。但对规模大、性质复杂、滑坡缓慢以及短期内难以查明其性质的滑坡，在确保线路安全的前提下，采取全面规划，分期综合整治的原则。

安全系数的取值，要根据滑坡规模大小、变形的快慢以及危害程度，综合滑坡的发

展阶段、滑面岩土抗剪强度、工程的重要性及建筑物的重要性、永久性以及修复的难易程度。综合考虑，一般取1.10~1.25。对于危害小的滑坡，且资料可靠以及属于附属或临时工程，安全系数可取小值，反之取大值；稳定检算考虑临时荷载时，安全系数可适当降低。特殊情况经必要的论证后可酌情增减。

#### 7.8.8 危岩、落石和崩塌与岩堆地段路基设计应符合下列规定：

1 线路应绕避大范围危岩、落石发育地段或大规模崩塌地段。对局部危岩、落石和中小规模的崩塌地段，绕避困难时，应根据病害类型及危害程度等，合理地选择线路位置及防治措施。

2 危岩、落石及崩塌防治应综合考虑地形和地质条件、植被生长情况、稳定状态、规模及冲击能量等因素，宜采用清除、加固工程措施。采用清除和加固措施难以实施或彻底整治时，应结合拦挡、引导、遮挡等采用综合防治措施。

3 岩堆地段，应根据岩堆的规模和物质组成、下伏岩土的性质和陡度、地下水的活动情况等，分析判断岩堆的稳定性。对不稳定岩堆地段路基，应采取抗滑支挡等综合措施。临河的岩堆应做好冲刷防护。

**条文说明** 崩塌落石、错落与岩堆等不良地质路基地段，加强地质勘察与调查，查明病害类型、范围、规模及其发展，判明其稳定性 以及对铁路危害程度，综合考虑防治措施。

#### 7.8.9 岩溶与人为坑洞地段路基设计应符合下列规定：

1 岩溶地段路基，应根据岩溶地表形态、地表径流、地下水动态、隐伏岩溶的分布及其大小，以及引起地面塌陷等因素，分析判断其对路基的危害程度，采取相应措施。

2 路基位于封闭的溶蚀洼地时，应做好地面排水设施，并应将地面水引入邻近沟谷或对路基无危害的落水洞中。有积水不能排泄时，应采用岩块或粗粒土填筑，并应高出积水位0.5m。

3 路基通过大型封闭溶蚀洼地且地表水与地下水连通时，基底可采用无纺土工布包裹高强度双向土工格栅垫层，增强路堤稳定性。

4 对危及路基稳定的隐伏岩溶，应根据顶板厚度及其坚固完整程度，溶洞的走向、位置、形状、大小和溶洞的充填物及其密实程度等，采用回填、挖除换填、柔性路基、洞内支顶加固、梁板或桩板结构跨越、注浆加固等处理措施。

5 对矿洞、墓穴、枯井、掏砂坑、坎儿井（地下渠道）等人为坑洞，应根据情况采取开挖回填、夯实、灌浆及增设衬砌等防止坍塌的措施。

6 采矿区的路基，应根据矿区规划和调查资料，采取防止坍陷、预留足够的沉降量、加宽路基、控制开采边界及保证安全距离等措施。

**条文说明** 岩溶地区溶洞及岩溶水对路基的危害，一般为溶洞顶板坍塌引起的路基下沉和破坏；岩溶地面坍塌对路基稳定的破坏，岩溶地下水渗流掏蚀浸泡路基的基底，引起

路基沉陷，突发性的地下涌水冲毁路基等。在查明岩溶发育规律的基础上，评价岩溶对路基的危害程度，慎重确定线路的走向和位置。视其岩溶发育特征有针对性地采取相应措施进行处理，如堵塞、疏导、截围、清爆、注浆加固等方法，以保证路基稳定。

铁路路基无法绕避小型采空区，要通过坑洞顶板稳定性的力学计算，对变形影响区域进行稳定性评估，以确定地基处理范围及加固深度。

#### 7.8.10 风沙地区路基设计应符合下列规定：

1 风沙地区宜以路堤通过，路堤高度不宜小于 1.0m。浅短路堑地段，应根据沙源、风向及一次最大积沙量情况，路堑坡脚处设置宽度不小于 3m 的积沙平台。风向与线路的交角较大，宜采用展开式路堑。

2 风沙地区宜利用沿线粉细砂作为路基填料，填料不满足要求时，应按照路基各部位填筑的要求进行改良。

3 粉、细砂路基的路肩和边坡部分，应根据当地情况，选用卵石、砾石、黏性土（塑性指数  $Ip > 7$ ）、混凝土或水泥砂浆板块护坡等措施。

4 风沙防治工程应结合铁路项目需求、风沙特征及危害程度等因素，因地制宜采用植物防沙、工程防沙，或植物防沙和工程防沙相结合的工程措施。

**条文说明** 铁路产生沙害的直接原因是路基工程改变了原微地形地貌，导致风沙流平衡状态发生改变，产生风蚀和风积现象。与路堑和零断面相比，合理的路堤高度可以大幅度减轻线路沙害。当风沙经填方地段时，过流断面减小，气流被压缩，路堤顶面风速增大，气流携沙能力增强，路堤顶面不易积沙，人工清沙也较容易，同时风沙流主要在路基坡脚积沙，一次强风沙天气不容易掩埋铁路路基。因此，为避免积沙而言，路堤是一种最好的断面形式。

粉细砂作为填料，其颗粒表面较圆滑，孔隙率高，表面松散、无粘聚性使得该类土难以压实，压实含水率不易控制，压实后表面松散，难以达到较高的压实度，或者压实后强度不高。粉细砂填筑需通过调整施工工艺、施工设备及控制最优含水量等满足压实要求，施工工序较为繁杂。如上述措施尚无法满足时，可通过物理或化学改良填筑，如掺拌粗颗粒或掺水泥等。

#### 7.8.11 雪害地区路基设计应符合下列规定：

1 雪害地段路基应避免低填浅挖及深、长路堑。路堤高度宜大于平均积雪深度的 3 倍，且不得小于 1.5 m；路堑深度宜为 2.0 m~6.0 m。不可避免时，应采用不易积雪的断面，并采取适宜的防护措施。

2 雪害地区路基可在迎风一侧设置固定式或活动式防雪栅栏、防雪堤（墙）、防雪沟或导风板等设施，并与主导风向垂直。

3 防雪栅栏位置可距路堑堑顶或路堤坡脚外 30 m~50 m；防雪堤（墙）距路堑堑顶或路堤坡脚外 20 m~30 m；下导风板应设置在路基迎风侧路肩处；侧导风板距路堑

堑顶或路堤坡脚外的距离不小于 15 m。

**条文说明** 在路堤的迎风边坡上，因路堤的屏障作用，气流的流线加密，在坡脚处使风速减小，而坡脚至路肩则风速又逐渐增大，到路肩增至最大，翻越路堤后，气流再度扩散，使背风边坡的风速从路肩至坡脚逐渐减小，坡脚处风速减至最小，在降低至起动风速以下的区域中，便产生积雪。因此，当风雪流在较高路堤上面绕越时，由于路基面处于增速区域，故路基面上无积雪，只在减速区的坡脚和边坡上积雪。而对较矮的路堤，由于增速作用小，在路肩和部分路面上也产生积雪。为避免这一雪害，一般将路堤高度提高到多年平均积雪深度的 3 倍以上，同时不小于 1.5 m 为宜。

#### 7.8.12 浸水路基设计应符合下列规定：

1 路基设防高程应根据铁路等级、路基类型、防洪标准及安全高度等综合确定，并符合《铁路特殊路基设计规范》TB 10035 的规定。

2 路堤浸水部位应根据浸水条件、地基条件、填料来源和性质等因素，结合路堤稳定分析，宜采用水稳定性好的填料。

3 防护高程以上路基边坡坡率应与非浸水路基相同，防护高程以下应放缓一级。防护高程处宜根据浸水深度及时间、路堤稳定及养护要求等因素设置边坡平台或护道，宽度不宜小于 1.5m。

4 路基坡面受水流冲刷时，可根据路堤高度、填料性质、流向、流速、水深、地基等，采用植物防护、干砌片石护坡、浆砌片石护坡、混凝土护坡、抛石、格宾、石笼、大型砌块、浸水挡土墙、土工合成材料沉枕、土工膜袋等边坡防护加固措施。

**条文说明** 被水浸泡的路基种类繁多，主要包括对路基安全影响较大的水塘、内涝地段、河滩、滨河、滨海及水库地段，需满足不同地段的设防高程要求。浸水部位填料的水下强度及变形、渗流性能等水稳定性对路基稳定性和沉降影响较大，故要求采用水稳定性好的填料填筑。

### 7.9 路基接口与防护

#### 7.9.1 电缆宜直埋并夯填密实，宜从路堤坡脚护道或路堑侧沟平台通过。

**条文说明** 从近几年来铁路现场施工情况来看，电缆沟槽在已压密成型的路基本体或路肩上重新开挖回填，并埋设电缆槽盒，对路基完整性和稳定性造成了不良影响，易造成排水不畅，产生路基边坡溜塌等病害，因此本条规定电缆尽量直埋并夯填密实。

7.9.2 采用小型机械化养路时，应在路基一侧或两侧每隔 500m 左右设置作业平台一处。

7.9.3 城镇、车站人流密集地段可采用金属网片栅栏，一般地段可采用刺丝栅栏，山区人流较少地段可不设置防护栅栏。

## 8 桥 涵

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 桥涵结构应简洁实用，便于施工及养护维修。

**8.1.2** 桥涵结构的工程材料应根据结构类型、受力状态、使用要求及环境条件等选用。

**8.1.3** 桥梁结构型式应综合考虑桥梁的使用功能、环境条件、轨道类型及施工方法等因素确定。常用跨度简支梁宜采用简支T梁，也可根据工程需要采用低高度梁和明桥面钢梁。

**条文说明** 站场附近的桥梁、立交桥的跨线桥孔、软土地区桥梁等为降低路堤高度，减少填方，节约农田，可采用低高度梁。

**8.1.4** 桥涵结构应具有规定的强度、刚度、稳定性和耐久性。

**8.1.5** 排洪桥涵可按表 8.1.5 的洪水频率标准进行设计。

表 8.1.5 桥涵洪水频率标准

专用线等级	设计洪水频率		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
	桥梁	涵洞	
I 级	1/100	1/100	1/300
II 级	1/100	1/50	1/100
III、IV 级	1/50	1/50	1/100

注：铁路专用线设计使用年限低于表中设计洪水频率对应的重现期时，可按设计使用年限确定洪水频率标准。

**8.1.6** 桥涵应根据需要设置。路基与桥梁的分界应通过技术经济比较综合确定。

**条文说明** 桥涵布置需切实掌握河流的特性、地形、地质等自然条件和人类经济活动等因素综合考量后设置。在经济发达、土地资源稀缺地区，设计时要节约用地，充分利用荒地、瘠地，少占农田，不占菜地、园地及经济效益高的土地，通过技术经济比较确定是否以桥代路。

**8.1.7** 跨越河流的桥梁，其孔跨、高程及桥长应根据水文计算确定，并需满足防洪及通航要求。桥梁的孔跨布置应进行技术经济比选后确定。

**8.1.8** 墩台类型及材料应根据桥址地形、地质、水文、线路、上部结构、施工条件和经济等因素综合选定。墩型可采用实体墩台、钢筋混凝土板式墩及空心墩。桥墩受车、船、筏、漂流物撞击、磨损等作用时，受撞击力作用高度以下部分，不得采用空心墩身。

**8.1.9** 桥梁基础类型应根据水文、地质、地形、沉降控制要求、上部结构、荷载、材料供应和施工条件等合理选用。地质条件较好时，优先选用明挖基础；地质条件较差时可选用其他基础类型。

### 8.1.10 涵洞应结合地形、灌溉、交通等工程实际需要合理设置。

**条文说明** 有排洪、立交、灌溉等需要时，要优先考虑设置涵洞，并根据地质条件、路基填料、涵长、占地等因素，进行设桥或设涵的技术经济比选。

**8.1.11** 涵洞可采用框架涵、圆涵、盖板箱涵或其他适宜的结构型式。灌溉涵洞宜选用圆涵。

**8.1.12** 涵洞顶高程控制线路纵断面设计时，涵洞顶不宜超过路肩顶面。困难条件下，涵洞顶可高于路肩且满足梁桥段落轨道结构高度要求，斜交涵洞的斜交角度不宜大于 $45^{\circ}$ 。圆涵最小填土高度不应小于1.0m。

**8.1.13** 采用ZH荷载设计的铁路专用线，结构设计应符合《重载铁路设计规范》TB 10625及《铁路桥涵设计规范》TB 10002的相关规定。

## 8.2 孔径及净空

### 8.2.1 桥梁孔径设计应符合下列规定：

- 1 设计桥梁孔径时，应考虑河床变迁影响，不宜改变水流天然状态。
- 2 河床容许冲刷系数（桥下需要过水面积与供给面积之比）不宜大于表8.2.1中的规定。

表8.2.1 河床容许冲刷系数

河流类型		冲刷系数	附注	河流类型		冲刷系数	附注
山区	峡谷区	$\leq 1.2$	无滩	山前区	稳定河段	$\leq 1.4$	—
	开阔区	$\leq 1.4$	有滩		迁徙性河段	按地区经验确定	—
平原区		$\leq 1.4$	—				

注：平原宽滩河流的平均水深小于或等于1.0m时，容许冲刷系数按地区经验确定。

**3** 平原地区桥孔按冲刷系数计算后，应检算桥前壅水对上游村镇、农田的影响。有危害时，需放大桥孔。

- 4 人工渠道上的桥孔不宜压缩，并应减少中墩桥墩设置。
- 5 泥石流地区的桥孔应按沟谷通过地段的基本河宽合理设计。
- 6 位于水库影响范围的桥孔设计，除应考虑河流的天然状况外，尚应考虑水库引起的河流状况变化。

**8.2.3** 与铁路、公（道）路等交叉跨越时，桥上应按相关规定设置安全防护设施。

**8.2.4** 通行机动车的道路下穿铁路立体交叉时，桥下净空不足5.0m，应设置限高防护架。

**8.2.5** 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宜按实际调查资料确定。

## 8.2.6 各式涵洞的长度应根据其功能及净高 $h$ (或内径) 而定，并应符合以下规定：

- 1 排洪涵洞的孔径不应小于 1.25m。
- 2  $h$  为 1.25m 时，长度不宜超过 25m； $h$  不小于 1.5m 时，长度可不受限制。
- 3 采用 0.75m 孔径，若  $h$  小于 1.0m 时，长度不宜超过 10m；若  $h$  不小于 1.0m 时，长度不宜超过 15m。
- 4 位于城市或车站范围内有污水流入或易淤积的涵洞，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，可视具体情况确定。

## 8.3 结 构

**8.3.1** 专用线采用 ZKH 荷载设计时，简支梁由于列车竖向静活载所引起的竖向挠度不应超过跨度的 1/800。有砟轨道桥梁，由恒载及静活载引起的竖向挠度等于或小于 15mm 或跨度的 1/1600 时，可不设上拱度，宜用调整道砟厚度的办法解决；大于上述数值时应设上拱度，其曲线与恒载及一半静活载所产生的挠度曲线基本相同，但方向相反。

**条文说明** 对梁式桥跨结构容许挠度的规定，主要是为了适应列车安全平稳运行的要求，并考虑挠度对结构本身的影响。本规范专用线采用 ZKH 荷载设计时，采用的挠度限值不超过跨度的 1/800，挠度限值主要是根据以前实车测试数据总结出来的。

**8.3.2** 采用 ZH 荷载设计的铁路专用线，列车竖向静活载所引起的竖向挠度应满足《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的相关要求。

**条文说明** 重载铁路专用线采用 ZH 荷载设计时，荷载较 ZKH 荷载大，列车竖向静活载所引起的竖向挠度满足《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017 相关要求。

**8.3.3** 墩台身应检算强度、整体纵向弯曲稳定、墩台顶弹性水平位移。基底应检算压应力、合力偏心、基底倾覆稳定和滑动稳定等。

**条文说明** 墩台沉降采用《铁路桥涵设计规范》TBJ 2-85 的规定。

**8.3.4** 墩台沉降应按恒载计算，并应符合下列规定：

1 有砟轨道桥梁，对于外静定结构，其总沉降量与墩台施工期间沉降量之差不得超过表 8.3.4 中规定的限值。

表 8.3.4 有砟轨道外静定结构墩台基础工后沉降限值 (mm)

沉降类型	限 值
墩台均匀沉降量	$20\sqrt{L}$
相邻墩台沉降量之差	$10\sqrt{L}$

注： $L$  为相邻跨中较短桥跨的跨度，单位为 m， $L < 24m$  时，按 24m 计算。

2 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。

**条文说明** 铁路专用线桥墩刚度按本条执行。计算墩台顶弹性水平位移时，需包括墩台身和基础的弹性变形及地基弹性变形的影响。关于桥墩横向水平位移限值：墩台刚度是影响车桥耦合振动体系的关键因素之一，我国既有设计规范制定时参照苏联规范，多以墩台顶水平位移静力计算值衡量墩台刚度。1975年版《铁路工程技术规程（第二篇）桥涵》规定：顺桥向及横桥向墩台顶面的弹性水平位移应满足 $\Delta \leq 5\sqrt{L}$  和 $\Delta \leq 4\sqrt{L}$ ，《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1-99（以下简称《99桥规》）在此基础上有所放宽，顺、横桥向弹性水平位移统一按 $\Delta \leq 5\sqrt{L}$ 。《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1-2005（以下简称《05桥规》）相关条文制定时，墩柱横向刚度限值采用水平折角的表达形式，规定“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，当桥跨小于40m时，不得超过1.5‰；当桥跨等于或大于40m时，不得大于1.0‰”。本规范参考了上述各标准等级规范的制定依据，并经整合归纳，考虑根据以往经验货车运行时有横向振幅超限的情况，出于安全考虑，桥墩横向水平位移仍按《05桥规》采用。

**8.3.5** 涵洞基础工后沉降量不应大于相邻路基工后沉降量。立交及排洪涵洞应考虑沉降影响。

**8.3.6** 墩台的纵向及横向刚度应满足列车行车安全性要求，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的控制应符合下列规定：

1 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（如图8.3.6所示），桥跨小于40m时，不得超过1.5‰；桥跨等于或大于40m时，不得超过1.0‰。

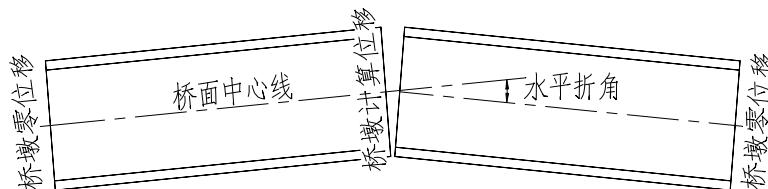


图 8.3.6 水平折角示意图

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。

墩台横向水平位移限值，桥梁跨度小于20m时，采用桥梁跨度20m的墩台横向水平位移限值。

2 墩台顶面顺桥方向的弹性水平位移不应超过表8.3.6中规定的限值。

表 8.3.6 墩台顶的弹性水平位移限值 (mm)

方 向	限 值
顺桥向限值	$5\sqrt{L}$

注：L为相邻跨中较短桥跨的跨度，单位为m，当L<24m时，按24m计算。

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  $E_o I$ ，钢筋混凝土墩台的抗弯刚度取为  $0.8E_o I$ ， $E_o$  为墩台身的受压弹性模量。

**8.3.7** 位于无缝线路固定区的混凝土简支梁，墩台顶纵向水平线刚度应由梁-轨共同作用分析确定，不做梁-轨共同作用分析时，应符合《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的相关规定。

**8.3.8** 桥墩位于反向曲线夹直线段且夹直线段长度小于一列车长度时，桥墩设计应考虑反向曲线影响。

**条文说明** 同一座桥梁如设在反向曲线上，列车过桥时，由一曲线进入另一曲线，耦合振动加剧，直线段桥梁横向受力不利，且由于线路养护拨道不易正确就位，梁上产生偏心，故设在反向曲线直线段上的桥梁要考虑反向曲线的影响。

**8.3.9** 活载作用下墩台基底的倾覆稳定系数不得小于 1.5，滑动稳定系数不得小于 1.3；施工荷载作用下墩台基底的倾覆稳定系数和滑动稳定系数均不得小于 1.2。

## 8.4 材 料

**8.4.1** 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等合理地选用，并应符合下列规定：

1 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。

2 桥梁下部结构可采用混凝土或钢筋混凝土结构。

3 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。

**8.4.2** 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宜低于 C30，其他结构混凝土强度等级不宜低于 C20。

## 8.5 桥面布置及养护维修设施

**8.5.1** 道砟桥面宽度应根据运量、货物种类、设计使用年限等综合评估确定。道砟桥面的道砟槽顶面外缘宽度不应小于 3.9m。采用大机清筛时，道砟桥面线路中心至道砟槽内侧净宽不应小于 2.2m。

**条文说明** 道砟桥面轨底需高出挡砟墙顶不小于 0.02m。桥上要铺设碎石道砟，轨下枕底道砟厚度不要小于 0.25m。

**8.5.2** 桥上人行道及栏杆的设置应符合下列要求：

1 桥面应设置双侧带栏杆的人行道。

**2** 桥上线路中心至人行道栏杆内侧的最小净距应按表 8.5.2 确定。个别情况下，桥上允许非养护人员通过时，线路中心至人行道栏杆内侧净距应根据具体需要确定，并在人行道与线路之间采取可靠的安全分隔措施。

**表 8.5.2 直线桥上线路中心至人行道栏杆内侧的最小净距 (m)**

桥面形式	线路中心至人行道栏杆内侧的最小净距
混凝土桥面	3.00
钢梁明桥面	2.45

注：1 曲线桥梁线路中心至人行道栏杆内侧的净距应考虑曲线加宽影响。

2 钢梁明桥面应考虑线路维护及施工误差的影响。

### **8.5.3 桥涵养护维修设施应结合线路具体情况设置。**

**条文说明** 桥上避车台、墩台围栏、吊篮、检查梯，桥涵路堤检查台阶等养护维修设施可结合专用线具体情况及养护模式进行设置，不需完全参照现有铁路相关养护维修要求，避免过度设置。

## 9 隧道

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 隧道设计应依据地形、地质特征及周边环境因素，综合考虑技术标准、施工和运营条件，经风险评估与技术、经济比较分析确定，隧道设计方案和建筑结构应符合安全适用、经济合理和环境保护的要求。

**条文说明** 铁路隧道埋置于地下，受所穿越山体的地形、地质及周边环境条件影响较大，工程建设过程中潜在的风险种类多，合理选择线位，规避主要不良地质及环境敏感点，有效降低施工风险，减少对周边环境的影响。

铁路专用线隧道服务于货物运输，其相关配套工程的设置满足运营要求的前提下，需考虑安全、经济、适用等原则。

洞内外排水工程、洞外弃渣工程及辅助坑道的设置可能对地表环境造成较大影响，需采取妥善措施进行处理，切实做到保护环境；铁路隧道是永久性的大型建筑物，工程大、投资多、建成后不易改建和扩建，其建筑结构、材料选择需充分考虑结构设计年限内长期承载及安全的需要。综上所述因素，本条文提出了铁路专用线隧道设计的理念。

**9.1.2** 隧道内轮廓应根据建筑限界、隧道内股道数和线间距、轨道结构形式及其养护方式、牵引种类、设备空间及结构受力条件等因素综合研究确定。

车站内隧道的内轮廓尚应符合站场设计的规定。

开行双层集装箱列车的隧道内轮廓应满足双层集装箱限界的要求。

有砟轨道隧道可采用人工养护形式，也可采用机械进行养护。隧道内采用机械养护时，隧道内轮廓应根据机械尺寸、作业空间等综合研究确定。

**条文说明** 关于新建铁路隧道的内轮廓，本条文作了符合现行限界标准、轨道结构型式及其维护方式、牵引种类、设备空间及结构受力条件要求等原则规定。这是考虑到：铁路采用何种牵引方式，需在具体线路的设计任务书中予以规定；隧道建筑限界未涉及轨面以下部分，而轨下部分与选用何种轨道类型对确定隧道内轮廓有直接关系；隧道轮廓与轨道维护方式相关，当采用有砟轨道时，需根据项目具体情况确定是否满足大型养路机械作业要求；对于新建铁路隧道轨顶面以上净空横断面面积的规定，未考虑双层集装箱运输条件；位于车站上的隧道，由于站场有其特殊的规定和要求，如净空较区间的为大，故作出相应规定。普速铁路内轮廓中线路中线至水沟或电缆槽边缘距离为1450mm或1500mm（Ⅱ型枕或Ⅲ型枕），不能满足大机养护作业需要，根据项目特点，当确定采用大机养护时，衬砌内轮廓需要进行优化。

**9.1.3** 隧道设计应根据地质调查、测绘和勘探、试验的成果，对隧道围岩体作出评价和划分围岩级别。围岩级别的划分应符合《铁路隧道设计规范》TB 10003的有关规定。

**条文说明** 准确判定围岩分级是决策隧道设计、施工中各种问题的基础。铁路隧道围岩分级是在总结我国 30 多年来修建铁路隧道经验的基础上，参考国内外有关围岩分级的成果，从围岩稳定性出发，根据岩石坚硬程度和岩体完整程度两个基本指标确定，而后按照围岩初始地应力和地下水状态进行修正。具体参见《铁路隧道设计规范》TB 10003-2016 的相关规定。

**9.1.4** 隧道衬砌结构应具有规定的强度、稳定性，应能适应设计年限内安全运营和方便维修的需要，并设置必要的安全防护设施和养护条件。

**条文说明** 隧道建筑物需在设计年限内长期保持正常状态，满足正常运营要求，则洞口要设置洞门、洞内要设置衬砌等，而这些结构设计需具有规定的强度、稳定性等。

为达到运营安全适用的目的，隧道需设置为安全和方便养护维修工作所需的设施，如避车洞、通信、信号、供电、电力、照明及防治有害气体的设施，洞门检查设备以及兼作人行使用的水沟盖板等。

**9.1.5** 隧道改建方案应根据技术标准、运输要求，结合地形、地质、线路条件、运营情况和既有隧道现状，通过技术经济比较确定。隧道改建标准可采用新建铁路有关规定；改建条件困难，可根据具体情况，采用满足运输要求、符合技术条件的改建标准。

**条文说明** 隧道改建内容包括调整线路平面、纵断面，扩大隧道净空，增设洞内建筑物或对隧道局部损坏地段的补强与修复。

隧道改建的目的是提高技术标准，适应列车速度的提高或货运量的增加。改建中，在满足运输要求的前提下，尽量利用既有工程及设备，减少改建工程量。

**9.1.6** 隧道施工应根据工程地质、水文地质及周边环境条件，以及隧道跨度、结构形式，采用合适的施工方法。

**9.1.7** 隧道弃渣应注意节约用地，并应保护农田水利和自然环境，满足环境保护、水土保持的要求。

**条文说明：9.1.6、9.1.7** 隧道开挖的大量渣土，首先要考虑充分利用，对不能利用的弃渣，需规划弃渣场地，减小隧道工程对农业、环境的不利影响，注意不占农田或少占农田，防止弃渣堵塞河道沟渠，当无法避免时，采取可靠的处理或补救措施。

**9.1.8** 新建和改建铁路专用线隧道位置的选择、平纵断面设计、衬砌和洞门结构、建筑材料规格、结构计算和荷载、防水和排水、辅助坑道、运营通风、监控量测、风险评估以及隧道穿越特殊岩土和不良地质地段等，本设计规范未作规定时，结合铁路专用线类型，选择合适的技术标准。

**条文说明** 铁路专用线由于列车运行速度较低，不同项目设计年限差别较多，且只有货物运输，因此，新建和改建铁路专用线隧道位置的选择、平纵断面设计、衬砌和洞门结构、建筑材料规格、结构计算和荷载、防水和排水、辅助坑道、运营通风、监控量测以及隧道穿越特殊岩土和不良地质地段等，结合所建设铁路专用线类型、特点，同时参照

《铁路隧道设计规范》TB 10003-2016 及《III、IV 级铁路设计规范》GB 50012-2012 有关规定选择合适的技术标准。

## 9.2 洞门及衬砌建筑材料

**9.2.1** 隧道衬砌及洞门建筑材料的强度等级应根据建筑物使用年限及结构安全进行计算确定。

**条文说明** 由于铁路专用线隧道的使用年限与该项目对应工、企业发展和所进行的资源开发、运输等直接相关，因此，隧道衬砌及洞门建筑材料的强度等级等需与建筑物使用年限相匹配。

隧道衬砌及洞门建筑材料的强度等级不低于说明表 9.2.1-1 和 9.2.1-2 的规定，且需符合相关规定。

说明表 9.2.1-1 衬砌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	喷射混凝土	
			喷锚衬砌	初期支护
拱 圈	C20	C25	C25	C20
边 墙	C20	C25	C25	C20
仰 拱	C20	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	—	—

说明表 9.2.1-2 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	
			M10 水泥砂浆砌块石或 C20 片石混凝土	M10 水泥砂浆砌粗料石
端 墙	C20	C25	M10 水泥砂浆砌块石或 C20 片石混凝土	M10 水泥砂浆砌粗料石
项 帽	C20	C25	M10 水泥砂浆砌块石	M10 水泥砂浆砌粗料石
翼墙和洞口挡土墙	C20	C25	M10 水泥砂浆砌片石	M10 水泥砂浆砌粗料石
侧沟、截水沟	C15	—	M7.5 水泥砂浆砌片石	M7.5 水泥砂浆砌粗料石
护 坡	C15	—	M7.5 水泥砂浆砌片石	M7.5 水泥砂浆砌粗料石

**9.2.2** 喷锚支护采用的材料，应符合下列要求：

- 1 喷射混凝土应优先采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。
- 2 锚杆杆体材料应符合国家、行业相关标准的规定。
- 3 钢筋网材料可采用 HPB300，直径宜为 6~8mm。

**条文说明** 关于喷锚支护的材料说明如下：

**1** 喷射混凝土优先选用普通硅酸盐水泥，是因为它含有较多的C<sub>3</sub>A和C<sub>3</sub>S，凝结时间较快，特别是与速凝剂有良好的相容性。关于粗骨料粒径，目前国内的喷射机可使用最大粒径为25mm，但为了减少回弹和管路堵塞，条文规定喷射混凝土中的骨料粒径不大于16mm。

**2** 根据锚杆受力特征，钢质锚杆杆体的直径一般为16mm~32mm，一般选用HRB400钢更经济合理。

**3** 钢筋网的钢筋不能太粗，否则喷层易产生裂纹，故采用钢筋直径不大于8mm。

### 9.3 洞门与洞口段

**9.3.1** 隧道洞口位置应根据地形、地质、水文等条件，结合隧道仰坡和边坡的稳定性，同时尚应结合洞外相关工程、施工条件、便线引入、妥善处理弃渣及施工干扰等因素，经分析研究确定。隧道宜早进洞晚出洞。

洞口应避开不良地质、排水困难的沟谷低洼处，不能避开时，应采取有效的工程措施。

**条文说明** 合理选择洞口位置，是保护环境和保证顺利施工、安全运营及节省工程造价的重要条件，如隧道洞口所处的地质条件较差，则洞口施工或路堑开挖时将山体原有的平衡状态破坏，极易产生坍塌、顺层滑动或古滑坡复活等现象。因此不能单纯强调经济或工期，不分地形、地质条件，不考虑安全片面地缩短隧道长度，增加仰坡开挖高度招致发生坍方事故，故条文提出“隧道宜早进洞晚出洞”、“结合隧道仰坡和边坡的稳定性”。

对洞口桥隧相连工程、洞口便道的引入、洞口弃渣处理等与进洞的施工干扰问题，需结合实际情况进行处理，避免影响洞口正常施工，甚至造成改移洞口，所以，洞口位置的选择需综合考虑。

洞口设在不良地质处时，不但施工困难，工程量大，而且很不安全。而沟谷低洼处往往是地质薄弱地方，不仅排水和施工非常困难，如果处理不好会遗留后患，甚至造成洪水灌入隧道，给运营带来危害。为此条文中强调“洞口应避开不良地质、排水困难的沟谷低洼处，当不能避开时，应采取有效的工程措施。”

**9.3.2** 洞口应设置洞门。洞门构造应符合下列规定：

**1** 洞门端墙顶墙背至仰坡坡脚的水平距离不宜小于1.5m，端墙顶宜高出仰坡坡脚0.5m，端墙顶水沟沟底至衬砌拱顶外缘的高度不宜小于1m。

**2** 铺设有砟轨道的地段，洞口有翼墙或挡土墙时，沿轨枕底面水平方向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3.5m。

**条文说明** “洞口应设置洞门”。这是因为在一般情况下，洞口围岩多呈风化破碎状态，气温变化大，自然条件不利，地质条件较差，修建隧道时，开挖边仰坡又破坏了山体原有的平衡。洞门的作用在于支撑隧道边仰坡、拦截仰坡面的小量剥落、掉块，并将仰坡

的水引离隧道，以稳固洞口，保证洞口的线路安全。

同时，条文对洞门结构构作了规定，原因如下：

- (1) 根据实践经验，为防止洞顶土石塌落危及轨道和衬砌安全提出的要求。
- (2) 为便于维修抽换轨枕而制定的。

**9.3.3** 洞门端墙、翼墙、挡土墙的基础应置于稳固的地基上，并应埋入地面下一定深度。土质地基埋入深度不应小于 1m；冻胀性土上设置基础时，基底应置于冻结线以下 0.25m，或采取其他处理措施。

**条文说明** 这是因为通常洞口地形、地质比较复杂，有的半硬半软，有的全为松散堆积体所覆盖，有的地面倾斜陡峻，还有河岸冲刷，个别的还存在软弱面或滑动面等；为了保证洞口建筑物的安全稳定，基础需置于稳固地基上，这不仅指加深基础，亦包括清除基底虚渣或采取加固措施等来达到基础稳固，除此，洞门墙基础及两侧要嵌入地面一定深度，以保证端墙的稳定，基础嵌入深度依地质条件而定。

冻胀性土壤的特点是冻胀时土壤隆起，膨胀力大，而解冻时由于水溶作用，土壤变软又沉陷，容易造成建筑物断裂或破损。本条文根据铁路工程一般设置基础的经验，要求基底设置于冻结线以下 0.25m。

**9.3.4** 洞门及其洞门墙基础设计除满足上述要求外，还应符合《铁路隧道设计规范》TB 10003 安全及稳定性的有关规定。

## 9.4 隧道衬砌和明洞

**9.4.1** 隧道衬砌的结构形式及尺寸可根据围岩级别、工程地质及水文地质条件、周边环境、埋置深度、结构工作特点，结合施工条件等，通过工程类比和结构计算确定。衬砌计算应符合《铁路隧道设计规范》TB 10003 的有关规定。

**条文说明** 隧道衬砌结构类型和强度，需能在设计年限内长期承受围岩压力等荷载作用，而围岩压力等作用又与围岩级别、工程地质、水文地质、埋置深度、结构工作特点等有关，因此在选定时，可根据以上情况考虑。因其结构计算和计算荷载内容较多，不便一一列出，所以按《铁路隧道设计规范》TB 10003-2016 的有关规定办理，鉴于地下结构的工作状态极为复杂，影响因素又多，单凭理论计算还不能完全反映实际情况，为了使理论与实践相结合，使选用的衬砌更为合理，还要通过工程类比来确定结构类型和尺寸。

**9.4.2** 位于曲线地段的隧道，断面加宽应根据直线地段衬砌内轮廓、建筑限界、曲线半径、线间距检算确定。缓和曲线部分加宽可分两段，自圆曲线至缓和曲线中点，并向直线方向延长 13m，应采用圆曲线加宽断面；其余缓和曲线，自直缓分界点向直线段延长 22m，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，如图 9.4.2 所示。



图 9.4.2 曲线地段隧道加宽示意图

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。

**条文说明** 曲线隧道的缓和曲线部分仍沿用过去标准，分两段加宽，对于新建铁路隧道可保证运营净空要求，又便于施工，无需过多变动拱架模板；其缺点是缓和曲线上各点衬砌加宽断面一般均略大于限界要求，增加了工程量，如果按缓和曲线率计算加宽值或分几段直线变化插入，则可减少工程量，但施工不便；为了减少施工困难，保证施工质量，采用《铁路隧道设计规范》TB 10003-2016 的加宽办法。

对于改建隧道缓和曲线部分的加宽可按《铁路隧道设计规范》TB 10003-2016 的有关规定办理。

位于曲线车站上的隧道及区间曲线地段的双线隧道，其断面内、外侧加宽同单线隧道，相邻两线路线间距的加宽，则根据站场、线路设计要求进行计算确定。

#### 9.4.3 隧道应设衬砌，根据围岩稳定性可采用复合式衬砌、喷锚衬砌和整体式衬砌。

隧道采用喷锚衬砌，内部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 100mm 作必要时补强。

不设仰拱的地段应设底板，底板厚度不应小于 25cm。

**条文说明** 铁路隧道为永久性建筑物，为避免洞内岩体日久风化及水的侵蚀而发生落石掉块，危及行车安全；建成后能适应长期运营需要；避免运营中做衬砌的困难，故规定隧道需设衬砌。

喷锚衬砌，实践证明，是一种加固围岩，抑制围岩变形，积极利用围岩自承能力的衬砌形式。它具有及时支护、柔性、密贴等特点，在受力条件上比模筑衬砌优越，对加快施工进度、节约劳力及原材料、降低工程成本等效果显著，亦能保证行车安全，要予以推广。故条文规定在确保围岩安全、稳定的情况下可采用喷锚衬砌。

不设仰拱的隧道，若又无底板，由于地基在长期列车动载作用及地下水侵蚀的影响，岩石易破碎松散，日趋泥化，往往产生地基沉陷，道床翻浆冒泥等病害，不但增加养护

维修工作量，而且影响运营安全，严重时需进行翻修重作。因此不设仰拱的隧道，需做厚度不小于 25cm 的底板，且要求加设钢筋。

#### 9.4.4 隧道衬砌背后的空隙应回填密实，隧道超挖部分应采用同级混凝土回填。

**条文说明** 为了使衬砌顶紧围岩，防止因围岩松散而导致地层压力的增长，保证衬砌结构的安全稳定，隧道拱墙背后的空隙需回填密实，超挖部分进行回填。规范允许超挖部分一般用同级喷射混凝土回填，对于大于规范允许的超挖部分，采用二次衬砌同级混凝土回填。这样可以增加围岩与衬砌的黏结力，对防止拱圈下沉及墙脚的稳定有明显效果。

#### 9.4.5 复合式衬砌由初期支护和二次衬砌组成。初期支护由锚杆、喷混凝土、钢筋网和钢架等的单一支护或组合支护形式，二次衬砌应采用模筑混凝土。

复合式衬砌各级围岩隧道预留变形量值可根据围岩级别、开挖跨度、埋置深度、施工方法和支护条件，采用工程类比法确定；无类比资料时，可按表 9.4.5 的规定取值。

表 9.4.5 预留变形量 (cm)

围岩级别	小跨 (5~8.5m)	中跨 (8.5~12m)	大跨 (12~14m)
II	—	0~3	3~5
III	1~3	3~5	5~8
IV	3~5	5~8	8~12
V	5~8	8~12	12~17
VI	特殊设计	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。

2 有明显流变、原岩应力较大和膨胀性围岩应根据量测数据反馈分析确定。

**条文说明** 复合式衬砌是采用新奥法理论进行设计和施工的，在我国的地下工程中已广泛采用，在这一施工方法中，监控量测是重要的一环。

隧道开挖后，净空变形量是随围岩条件、隧道宽度、埋置深度、支护刚度、施工方法等影响而不同，一般 I ~ II 级围岩变形量小，并且开挖多有超挖，所以不预留变形量；而 III ~ VI 级围岩及浅埋隧道则有不同程度的变形量，特别是软弱围岩的情况复杂，要确定标准的预留变形量是困难的，需通过实地监控量测，得出结果加以分析研究才能确定。在设计中先设定预留变形量，再在施工过程中通过量测结果修正。

#### 9.4.6 明洞可用于洞顶覆盖层薄和受坍方、落石、泥石流等威胁的地段以及有立交等特殊需要的地段。

**条文说明** 洞顶覆盖薄，难以用钻爆法修建隧道，是修建明洞的先决条件，但不是决定因素，有些地质情况较好的 I 、 II 级围岩，洞顶厚度仅 1m，采用钻爆法施工而建成了隧道。但也有些地质情况较差，覆盖虽在 10m 以上，以钻爆法施工出现了坍方，也只有修建明洞。

明洞是防坍建筑物，对防御坍方、落石有明显的效果。

山区铁路，常有泥石流的危害，其防治原则，一般是上游采取水土保持，中游设坝

拦截，下游修建桥渡、导流堤、急流槽及渡槽等措施排泄。当上述方法修建有困难或不经济时，可采用明洞渡槽引渡，避免对线路的危害。

当公路、铁路、河沟、灌溉渠等跨越线路时，由于受地形、地质以及线路条件的限制，修建立交桥或过水渡槽有困难，可以修建明洞，但需有技术经济比较，说明其合理性。

**9.4.7** 明洞的结构类型应根据地形、地质、安全、经济以及施工条件等因素，经综合比较确定。

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、崩坍的需要而设的明洞，填土的厚度不宜小于1.5m。设计填土坡度宜为(1:1.5)～(1:5)。

山坡有严重的危石、崩塌威胁时，应予以清除、防护或加固处理。

**条文说明** 明洞有为防御落石、崩塌而设的，也有因公路、铁路、沟渠在铁路上方通过而修建的，还有受泥石流等危害而建明洞的。由于明洞的用途不同，洞顶回填土的厚度和坡度也不一样。因此，在确定明洞顶回填土的厚度、坡度时，根据明洞的用途和要求确定。

洞顶回填土横向坡度（简称填土坡度），以能顺畅排除坡面水为原则。加大填土坡度时，只能增加偏侧恒载，对拱圈受力不利。因此，在满足排水的原则下，填土坡愈缓愈好；但考虑山坡崩坠的石块，受雨水冲刷而带来的泥石，以及坡面零星的坍塌，多堆积于坡脚附近，因而设计填土坡较实际填土适当加大，作为安全储备，以往设计时，根据防护落石、崩塌和支撑边坡稳定等需要，对填土坡作了如下的要求：

- (1) 为满足洞顶排水的需要，设计回填土坡度不小于2%。
- (2) 在一般落石、坍塌的情况下，采用设计填土坡(1:5)～(1:3)，实际填土坡(1:10)～(1:5)。
- (3) 为支撑边坡稳定或防护山坡可能发生大量塌方、泥石流、滑坡时，采用设计填土坡(1:3)～(1:1.5)，实际填土坡(1:5)～(1:3)。

根据既有明洞的调查，填土坡多为(1:5)～(1:10)来看，上述设计要求比较切合实际，因此规定：设计填土坡一般为(1:1.5)～(1:5)。

明洞一般适用于建成后山体基本稳定，只有少量塌方落石情况，如山坡存在有严重的危石或坍塌威胁时，为了确保明洞完好和施工、运营安全，需结合具体情况予以清除、防护或加固处理。

**9.4.8** 隧道通过松散堆积层、流沙层及软弱、膨胀性围岩、黄土地层、岩溶、洞穴及含瓦斯等特殊地层时，隧道衬砌均应采取相应的特殊处理措施。

**条文说明** 隧道衬砌采取的特殊处理措施一般为：

(1) 通过松散堆积层、流砂层及软弱、膨胀性围岩的隧道、由于围岩压力较大，开挖后易变形坍塌，甚至造成衬砌开裂、下沉等情况，衬砌不但受垂直压力，而且有较大

的侧压力与底压力，因此衬砌要采用曲墙带仰拱的结构。同样通过黄土地层的隧道，一般采用曲墙带仰拱的衬砌。

(2) 穿越岩溶、洞穴的隧道，若空穴小且干燥，可采用浆砌片石或干砌片石堵塞封闭；若洞穴大且有水不适合采取封堵时，可采取梁、拱跨越；对与隧道周围接触的空穴岩壁，若强度不够或不稳定时，可采用填砌、支顶、锚固等措施。

(3) 对通过瓦斯地层的隧道，一般采用有仰拱的封闭式衬砌或复合式衬砌，以及混凝土整体衬砌，并提高混凝土的密实性和抗渗性，以防止瓦斯逸出。同时，向衬砌背后压注水泥砂浆沥青及其他化学浆液，使在衬砌背后形成一个帷幕，以隔绝瓦斯的通路。必要时，可采用较大压力的深孔注浆，封堵死岩缝及节理，减少瓦斯的出路。此外，在衬砌表面敷设内帖式或外贴式防瓦斯层，也是行之有效的方法之一。

(4) 对溶洞水的处理要因地制宜，采取截、堵、排相结合的治理措施进行处理。

## 9.5 附属构筑物

**9.5.1** 隧道两侧边墙上应交错设置避车洞，大避车洞之间应设小避车洞，其间距和尺寸应按表 9.5.1 规定办理，并应符合下列规定：

表 9.5.1 避车洞的间距和尺寸 (m)

名 称	单侧间距	尺 寸		
		宽度	深度	中心高度
大避车洞	有砟轨道 300	4.0	2.5	2.8
小避车洞	根据养护维修方式及设备洞室统筹考虑	2.0	1.0	2.2

1 隧道长度为 300~400m 时，隧道中部可设一个大避车洞；长度小于 300m 时，可不设大避车洞。

2 洞口紧接桥或路堑，桥上无避车台、路堑侧沟无平台时，避车洞应一并布置。

3 衬砌断面变化处或变形缝处不应设置避车洞。

4 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。

5 全封闭、实施大机养护、采用综合维修线路上的隧道及隧道特殊衬砌结构地段，可不设置小避车洞。

**条文说明** 关于大避车洞的间距，通过实践证明规范中所规定的距离是恰当的。大避车洞主要是存放施工小车、机具和材料；小避车洞是巡道工作人员避车用。铁路专用线列车运行一般不会太密集，且运行速度较慢，小避车洞间距可根据列车运行速度、养护维修方式及设备洞室统筹考虑，在满足安全的情况下可适当减少小避车洞个数。

隧道内一般均有程度不同的地下水，而避车洞又要长期处于稳定状态，故避车洞需衬砌。

大小避车洞底面与道床、人行道或侧沟盖板顶面齐平，便于轻型小车和行人躲避列车，杜绝不安全事故的发生。

**9.5.2** 通信、信号和电力电缆等通过隧道，应设置电缆槽。电缆槽应设盖板，盖板顶面应与避车洞底面或道床顶面平齐。电力电缆可沿隧道墙壁架设，但应有必要的防护措施。

隧道长度大于 500m，设电缆槽同侧的大避车洞内应设置余长电缆腔，其间距可采用 420m 或 600m。

**条文说明** 通信、信号电缆同属弱电线路，相互无干扰影响，因此可敷设在一个电缆槽内，电力电缆为强电线路，与通信、信号电缆有干扰影响，需分槽敷设。

为了减少圬工，节省投资，电力电缆可在基本建筑限界之外沿隧道墙壁架设，但要有必要的防护措施。

## 9.6 防水与排水

**9.6.1** 隧道防排水设计方案应结合隧道洞身水环境要求和水文地质条件确定。隧道防排水应采取“防、排、截、堵相结合，因地制宜、综合治理、保护环境”的原则。

铁路专用线隧道拱墙可采用二级防水等级要求，做到电气化铁路隧道拱墙、内燃牵引铁路隧道拱墙、安装一般电气设备的洞室、置放无防潮要求器材物料的洞室等衬砌不漏水，道床不积水、冻害地段隧道的拱部和边墙不渗水、衬砌背后不积水、排水沟不冻结等。

**条文说明** 隧道的防排水原则，是多年来我国隧道防治水的经验总结。

**防：**即要求隧道衬砌结构具有一定防水能力，防止地下水渗入。如采用防水混凝土或防水层防水等。

**排：**隧道要有排水设施并充分利用，以减少渗水压力和渗水量。但要注意大量排水后引起的后果，如围岩颗粒流失，降低围岩稳定性或造成当地农田灌溉和生活用水困难等，需事先采取妥善措施。

**截：**隧道顶部如有地表水易于渗漏处所或有坑洼地积水，需设置截、排水沟和采取清除积水的措施。

隧道防排水工作需结合水文地质条件、施工技术水平、工程防水级别、材料来源和成本等，因地制宜，选择适宜的方法，以达到防水可靠、经济合理的目的。

**堵：**在隧道施工过程中有渗漏时，可采用注浆、喷涂等方法堵住。运营后渗漏水地段也可采用注浆、喷涂，或用嵌填材料、防水抹面等方法堵水。

**9.6.2** 隧道复合式衬砌初期支护与二次衬砌之间宜设置防水层，并设盲管（沟）、排水板等排水系统。

**9.6.3** 隧道内应设纵向排水沟，横向应设排水坡。纵向排水沟坡度宜与线路坡度一致。位于分坡平坡段和车站内的隧道，纵向排水沟坡度不应小于1‰。隧底横向排水坡宜为2%，但不应小于1%。

**条文说明** 隧道设纵向排水沟，把洞内水排出洞外，设横向排水坡是为了防止隧道积水，为了排除汇集衬砌背后的围岩地下水，可在围岩地下水出露处设置各种盲沟，或在衬砌外预埋排水管及在衬砌内预留排水槽引排。

隧道内线路坡度“不宜小于3‰”的规定考虑了洞内排水的需要，因此本条文提出“纵向排水沟坡度应与线路坡度一致”的要求。

隧道中分坡平道多设于隧道中间坡顶地段，长度不长，水的流量又小，结合减少坡顶水沟的深度，规定在隧道中分坡平道范围内排水沟底部需设不小于1‰的坡度（含车站内设在平道上的隧道）。

为了防止隧底积水漫流，加快隧底水流的排水而规定“隧底横向排水坡宜为2%，不应小于1%。”

**9.6.4** 隧道内宜设置双侧纵向排水沟，地下水量小、隧道较短时，可设置单侧纵向排水沟。单侧纵向排水沟应设在地下水来源一侧，若地下水来源不明时，曲线隧道宜设在曲线内侧。纵向排水沟的侧面应设置泄水孔，地下水发育地段间距不宜大于3m。水沟过水断面应根据水量大小确定。

双线隧道必要时设置中心排水沟，寒冷及严寒地区需设置保温措施。

**条文说明** 隧道内单侧水沟，可降低隧道工程造价，在无仰拱的隧道中，两侧边墙不等也不会有太大的影响，但在有仰拱的单线隧道中采用单侧水沟时，衬砌是不对称结构，在有水沟一侧，边墙与仰拱结合处是锐角，其结果在衬砌及围岩中引起应力集中，成为结构中的薄弱环节。因此条文中规定“隧道内宜设置双侧纵向排水沟”。

为了拦截地下水，便于养护维修，保证建筑物的安全稳定，对侧沟位置规定“单侧纵向排水沟应设在地下水来源的一侧，如地下水来源不明时，曲线隧道宜设在曲线内侧。”

条文中要求“水沟的侧面应设有足够的泄水孔”，是指采用侧沟的水沟型式而言，目的是使衬砌外及隧底地下水尽快引入水沟排走。其中，靠边墙侧进水孔间距为4m~10m；靠道床侧进水孔间距为1m~3m。

在洞内一般水量不大的情况下，水沟通常按标准断面设置；但当洞内水量较大，标准断面不能满足需要时，一般采取扩大水沟断面或设双侧水沟，故条文中提出“水沟过水断面应根据水量大小确定”。

**9.6.5** 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纵向和竖向盲沟，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，隔水层应优先选用黏土，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。

**条文说明** 明洞建筑于露天空旷地区，受地表径流的影响，如不设法截、拦、排走，容易引起冲刷坡面，产生坍塌，或流入回填土体内部，浸泡回填料，增加明洞负荷。为保障建筑物的安全稳定，条文中要求“明洞顶部应设置必要的截、排水系统”。

对衬砌背后有地下水来源时，条文中提出“靠山侧墙边顶或边墙后应设置纵向和竖向盲沟，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”，外贴式防水层防水效果显著，对于明洞来说，更具有施工方便的特点。

明洞与暗洞交接处往往是渗漏水的薄弱环节，因此条文中要求“明洞与暗洞交接处应做好防水处理”。

为防止洞顶地表水的渗透，条文规定回填土表面尽可能铺设黏性土隔水层或复合防水层，以减少或隔断水流的通路。回填土与边坡的搭接处往往是水流的良好通道，由于水流的渗透软化作用，易产生回填土体的滑移，故要求回填土与边坡搭接良好。

**9.6.6** 隧道洞口应设置截、排水沟。洞外路堑的水不宜流入隧道，出洞方向路堑为上坡时，宜将洞外侧沟做成与线路坡度相反的反坡排水，其坡度不应小于2‰。

**条文说明** 为了防止地表水冲刷洞口边仰坡和流入隧道，条文中提出“隧道洞口应设置截、排水沟”和洞外路堑反坡排水问题。

## 9.7 运营通风

**9.7.1** 运营通风设计应根据牵引种类、隧道长度、工程地质条件、洞内环境的影响、线路平面与纵断面、道床类型、行车速度和密度、气象条件及两端洞口地形条件等因素综合确定。

**条文说明** 条文主要引自《铁路隧道运营通风设计规范》TB 10068-2024，参见相应条文说明。

对于地层中会释放出有害气体的、洞内存在煤炭装运等特殊工况的情况还需根据具体情况分析确定，采用相应的处理措施。

## 9.8 辅助坑道

**9.8.1** 横洞、平行导坑、斜井、竖井、泄水洞等隧道辅助坑道的选择，应根据隧道长度、施工期限、地形、地质、水文等条件，结合施工和运营期间通风、排水及弃渣等的需要，通过技术经济比较确定，并应符合下列规定：

1 傍山、沿河隧道需设辅助坑道时，宜采用横洞，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宜为40°~45°，并应有向洞外不小于

3‰的下坡。

**2** 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1/100的水位至少0.5m;如设于山沟低洼处,应采取防洪措施。

**3** 斜井和竖井在建井和使用期间,应有相应安全措施,并在适当位置设严防溜车的挡车设备。倾角15°以上的斜井应有轨道防滑措施,竖井还应设置可靠的防坠器。

**条文说明** 傍山、沿河的隧道,如需设辅助坑道时,尽可能采用施工方便实用的横洞。斜井施工设备和施工技术较简单,而竖井施工需要专门的一套设施,施工进度慢、排水困难,造价高,安全性也差。实践证明,平行导坑对解决施工通风、排水、运输和减少施工干扰都能起到一定的作用,对加快施工进度有利,并能起探明地质的作用。但其成本较高,一般约占隧道造价的30%左右,因此无特殊要求时,采用平行导坑施工是不经济的。

**9.8.2** 辅助坑道的断面尺寸应根据用途、运输要求、地质条件、支护类型、设备外形尺寸及技术条件、人行安全及管路布置等因素综合确定。

**9.8.3** 辅助坑道支护结构可采用喷锚衬砌;软弱破碎围岩、挤压性围岩、新黄土地段等特殊地质地段,洞(井)口段、岔洞段、与正洞交叉段及有特殊要求地段可采用复合式衬砌。兼做运营服务使用的辅助坑道应按永久工程进行结构和防排水设计,设计使用年限应根据建筑物使用年限及结构安全确定。

# 10 站 场

## 10.1 一般规定

**10.1.1** 车站线路的直线地段，主要建筑物和设备至线路中心线的距离应符合表 10.1.1 的规定。

表 10.1.1 主要建筑物和设备至线路中心线距离 (mm)

序号	建筑物和设备名称			高出轨面的距离	至线路中心线的距离
1	跨线桥柱、接触网支柱、照明杆、皮带通廊柱、管道支架柱、桥式起重机柱、渡槽柱等边缘	位于专用线正线或站线一侧		≥1100	≥2440
		位于站线间	通行超限货物列车时	≥1100	≥2440
			不通行超限货物列车时	≥1100	≥2150
		位于站场最外站线的外侧		≥1100	≥3000
		位于最外梯线或牵出线一侧		≥1100	≥3500
2	高柱信号机边缘	位于专用线正线或通行超限货物列车的到发线一侧		一般 改建困难	≥2440 2100 (保留)
		位于不通行超限货物列车到发线一侧		一般 改建困难	≥2150 1950 (保留)
		普通站台		1100	1750
		高站台		≤4800	1850
4	清扫房、扳道房、围墙边缘	一般		≥1100	3500
		改建困难		≥1100	3000 (保留)
5	起吊机械固定杆柱或走行部分附属设备边缘至货物装卸线		≥1100		≥2440
6	跨线式装车仓等建筑物边缘	装车线中心线的一侧		≤5000	2440
		装车线中心线的另一侧		≤5000	2000
7	装卸油品栈台边缘	装卸线中心线靠栈台一侧		>3000 ≤3000	1850 2000
		装车线中心线的另一侧		≤5000	3500
		有调车人员随车出入		≤3000	≥3200
8	装卸场机车车辆出入的大门和栅栏大门边缘	超限货车进出		≤3000	≥2440

9	货位边缘		$\geq 2440$
---	------	--	-------------

注:1 表列序号1,有大型养路机械作业时,各类建筑物内侧边缘至专用线正线中心线的距离不应小于3100mm。

2 表列以外的其他建筑物和设备至相邻线路中心线的距离,不应小于《标准轨距铁路限界第2部分:建筑限界》GB 146.2的有关规定。

3 有敞车在货物站台上进行装卸作业的区域,货物站台边缘顶面可高出轨面0.9~1.0m。

**10.1.2** 铁路专用线两相邻线路中心线的线间距应满足线间作业及设备布置需要,并满足铁路建(构)筑物和设备至线路中心线距离要求。直线地段线间的最小距离应符合表10.1.2的规定。

表 10.1.2 车站线间距 (mm)

序号	名称			线间最小距离			
1	车站	站内正线	—	5000			
		站内正线与相邻到发线间	无列检作业	5000			
			有列检作业	一般 5500 改建特别困难 5000 (保留)			
		到发线间, 调车线间	一般	5000			
			铺设列检小车通道	5500			
			改建特别困难	4600 (保留)			
		装有高柱信号机的线间	相邻两线均通行超限货物列车	5300			
			相邻两线只一线通行超限货物列车	5000			
		牵出线与其相邻线间	调车作业频繁	6500			
			仅办理摘挂取送作业	5000			
		调车场各线束间					
		调车场设有制动员室的线束间					
				6500			
				7000			
2	铁路装卸场	集装箱	一般	5000			
			有接发车条件	铺设列检小车通道 5500			
			采用集装箱正面吊运车并设移动接	6500			
		长大笨重货物	一般	5000			
			有接发车条件	铺设列检小车通道 5500			
		成件包装货物	相邻装卸线间无站台	5000			
			相邻装卸线间有站台	结合站台宽度确			
		干散堆装货物	装载机	无列检作业 5000			
				有列检作业 5500			
商品汽车				5000			
a 其他设备结合型号确定线间距。							

注:表列序号1有列检作业的正线与相邻到发线间,车站为尽端式车站时,可采用5000mm。

**条文说明: 10.1.1、10.1.2** 根据《铁路车站及枢纽设计规范》TB 10099-2017、《标准轨距铁路限界第2部分:建筑限界》GB 146.2-2020及站场作业要求制定。结合铁路专用线的性质特点,删除了客运作业有关的内容。

**10.1.3** 车站线路的曲线地段，各类建筑物和设备至线路中心线的距离及线间距，应按《标准轨距铁路建筑限界》GB 146.2 的有关规定加宽。

**10.1.4** 车站宜采用横列式图型。规模较大的车站应根据运量、作业性质和当地条件可采用横列式、纵列式或混合式图型。

**条文说明** 车站采用横列式图型，具有站坪短、占地少、设备集中、管理方便等优点。对大站则需根据多种因素采用其他合理图型。

**10.1.5** 进港铁路专用线宜设置港口站，港口站到发场与调车场可合并设置，分开设置时宜采用横列布置型式；港口站可设置机车、车辆设施及牵出线、机待线、存车线、机车整备线、边修线等其他站线。

**条文说明** 港口站的到发场与调车场横列布置的主要优点是设备集中、管理方便，布置紧凑，能充分利用有效面积以节省用地，但同时要注意根据远期运量和发展规划留出必要的用地，以适应发展的需要。

**10.1.6** 车站到发线和调车线的数量可按交付运营后远期或最大年运量和运输性质计算确定，并预留进一步发展条件。会让站到发线宜设 1 条，越行站应设 2 条到发线。

**10.1.7** 车站宜利用正线或其他线调车。单线铁路平行运行图列车对数大于 24 对且调车作业量较大，或平行运行图列车对数不大于 24 对但调车作业量很大时，应设置牵出线。

**条文说明** 车站牵出线的设置，是按平行运行图列车对数和调车作业量两种因素考虑的，前者决定区间正线平均空闲时间（尚需另加后续列车到站前停止调车的安全间隔时间），后者决定调车所需总时间（即以摘挂列车在站连续调车 2 钩为“简单”，4 钩为“较大”，6 钩及以上为“很大”），如调车作业时间大于正线空闲及附加时间，则需设置牵出线，否则就能利用正线调车。

**10.1.8** 站线的有效长度应符合下列规定：

1 调车线和其他线的有效长度应根据作业量和作业要求确定。

2 工业站、企业站等车站牵出线的有效长度应与到发线有效长度相匹配。调车作业量较小时，牵出线的有效长度可按到发线有效长度的 1/2 设计，困难条件下，不应小于 200m。

3 大宗、散堆装货物装卸线宜按整列布置，其有效长度宜根据计算确定。

**条文说明** 大宗货物是指煤、矿石（粉）、油品等。办理大宗货物的车站，为加速货物周转，缩短车辆停留时间，要尽量组织直达列车。

**10.1.9** 安全线的设置应符合下列规定：

1 专用线与接轨铁路正线或到发线接轨，应符合《铁路车站及枢纽设计规范》TB 10099 中线路接轨及安全线设置的有关规定。

2 进站信号机外制动距离内进站方向为超过 6‰下坡道时，专用线车站接车线末端应设置安全线；接车线末端有其他站线或岔线可作为隔开设备时，可不另设安全线。

**3** 专用线车站内调车进路直接与专用线正线接轨处应设安全线，有平行进路及隔开道岔并有联锁装置时可不设安全线，调车进路与调车办理的专用线接轨处可不设安全线。

**4** 安全线的有效长度不应小于 50m，其纵坡应为平道或面向车挡的上坡道。

**10.1.10** 引入尽端式车站的正线应按到发线标准设计。

**10.1.11** 专供车站工作人员走行的平过道宽度可采用 1.5m；通行非机动车辆的平过道宽度，可采用 2.5m，通行机动车辆的平过道宽度不应小于 3.5m。

## 10.2 站线平面

**10.2.1** 进出站线路的平面应符合专用线正线的规定。站线最小曲线半径不宜小于 250m，困难情况下可采用 200m。不通行正规列车的其他站线的曲线半径不应小于 200m，困难条件下，不应小于 180m。

**10.2.2** 站线可不设缓和曲线和曲线超高。

**10.2.3** 站线圆曲线及两曲线间夹直线长度不应小于 15m，困难条件下，可不小于 10m。

**10.2.4** 道岔至曲线间的直线段长度应符合下列规定：

**1** 正线上咽喉区最外道岔及其他单独道岔至曲线超高顺坡终点之间的直线段长度不宜小于 14m；困难条件下，曲线设有缓和曲线时，可不插入直线段。

尽端式车站正线道岔直向至曲线超高顺坡终点之间的直线段长度可按到发线标准设计。

**2** 站线道岔前后至曲线的直线段长度，应根据曲线半径、道岔结构、曲线轨距加宽等因素计算确定，并符合表 10.2.4 的规定。

**3** 采用混凝土岔枕时，道岔后最小直线段长度应符合表 10.2.4 的规定；道岔后曲线半径大于或等于 295m 时，道岔后直线段长度可为道岔跟端至末根岔枕的距离。与道岔前后连接的曲线设有缓和曲线时，可不插入直线段。

表 10.2.4 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		困难	
			轨距加宽递减率 2‰		轨距加宽递减率 3‰	
			岔前	岔后	岔前	岔后
1	R ≥ 295	0	2	0+L'	0	0+L'
2	295 > R ≥ 245	5	2.5	2.5+L'	2	2+L'
3	245 > R ≥ 195	10	5	5+L'	3.5	3.5+L'
4	R < 195	15	7.5	7.5+L'	5	5+L'

注：1 L'为道岔跟端至末根岔枕的距离。

2 困难条件下，道岔后直线长度可采用道岔跟端至末根长岔枕的距离 L'长替代表 9.2.4 中 L'后的计算长度。

**4** 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。

**条文说明** 本条文第1款是按货车固定轴距14m取值，困难条件下，当曲线设有缓和曲线，可以不插入直线段。

**10.2.5** 牵出线宜设在直线上。设在曲线上时，曲线半径一般不小于600m，困难条件下，不小于500m；仅供列车转线及取送作业的牵出线可设在半径不小于300m的曲线上。III、IV级专用线的牵出线，困难条件下可布置在半径不小于300m的曲线上，仅供列车转线及取送作业的牵出线，可设置在半径不小于250m的曲线上。

牵出线不应设在反向曲线上。改建车站特别困难条件下，调车作业量较小时，可保留牵出线的反向曲线及既有曲线半径。

**条文说明** 牵出线设在直线上，调车机车与调车人员联系方便、瞭望条件好、作业安全，且钢轨磨耗和阻力均比在曲线上少，因此，牵出线尽可能设在直线上，对办理解编作业的调车牵出线，因作业比较复杂繁忙，曲线尽量采用较大半径。在困难条件下，可以设在半径不小于500m的曲线上。仅供列车转线及取送作业的牵出线，因作业比较简单可以设在半径不小于300m的曲线上。对于III、IV级专用线，年运量较少，牵出线作业量小，采用小半径可以提升专用线建设经济性，因此规III、IV级专用线的牵出线，困难条件下可布置在半径不小于300m的曲线上，仅供列车转线及取送作业的牵出线，可设置在半径不小于250m的曲线上。

**10.2.6** 货物装卸线宜设在直线上。困难条件下，可设在半径不小于500m的曲线上；不靠站台的装卸线（易燃、易爆、危险货物的装卸线除外）可设在半径不小于300m的曲线上，如无车辆摘挂作业可设在半径不小于200m的曲线上。罐车装卸线应为尽头式平直线，线路直线段的始端至装卸栈桥第一鹤管的距离不应小于罐车长度的1/2；困难条件下，可设在半径不小于600m的曲线上。

**条文说明** 装卸线设在直线上利于装卸作业和货物堆放，若设在曲线上，因线路中心线至站台边缘的距离需按规定考虑曲线建筑物加宽，致使车辆底板至站台边缘之间的空隙增大，特别是采用较小曲线半径时，此空隙更大，影响搬运作业安全，因此各种装卸线均尽可能设在直线上。曲线上两连挂车辆的车钩中心偏离线路中心线，曲线半径越小偏移量越大，使车辆的摘挂越困难。因此，在困难条件下，设在曲线上的装卸线，其半径不能小于500m；不靠站台的装卸线（可燃、易燃、危险品的装卸线除外），可设在半径不小于300m的曲线上，不致引起车辆摘挂困难；如在曲线上无车辆摘挂作业，则装卸线可设在半径不小于200m的曲线上。罐装货物装卸线为平直线，既便于装卸油品栈桥的修建和输油管道的敷设与维修，又便于罐车的安全停放、防止溜车事故的发生以及油品的准确计量和装满卸空。装卸线设在平直线上确有困难时，设在半径不小于600m的曲线上也能进行作业，由于车辆距栈桥的空隙较大，使罐装货物装卸作业不方便，同时，罐车相邻的车钩中心线相互错开，车辆的摘挂作业困难，也不便于装卸栈桥的修建和输

油管道的敷设与维修。如果装卸线直线段始端至栈桥第一鹤位的距离小于采用罐车长度的1/2，第一鹤位的罐车部分停在曲线上，不利于罐车的对位和插取鹤管操作。

#### 10.2.7 装卸车环线平面曲线半径不宜小于300m，困难条件下不应小于250m。

**条文说明** 专用线装（卸）站多设在装车量大的矿区或者卸车量大的港口，修建大半径的环形装（卸）线，压覆资源和占压土地较多，而修建较小半径的环形装（卸）线又会增加工务维修工作量。为此，结合工务维修要求及混凝土轨枕所能适应的最小曲线半径，规定环形装（卸）线曲线半径一般不小于300m，困难情况下不小于250m。

### 10.3 站线纵断面

**10.3.1** 进出站线路的纵断面应符合专用线正线的规定。仅为列车单方向运行的疏解线路，可设在大于限制坡度的下坡道上，其最大坡度不应大于本规范规定的限制坡度最大值。相邻坡段的坡度差应符合表5.2.5的规定。

**条文说明** 对单方向下坡的最大坡度（不考虑曲线折减）及相邻坡段的坡度差，均不大于本规范规定的最大值。当线路在综合维修期间需利用该线作反向运行时，则需作动能闯坡检算。

**10.3.2** 办理解编作业的牵出线，宜设在不大于2.5‰的面向调车线的下坡道或平道上。平面调车的牵出线，在咽喉区范围内应设在面向调车场的下坡道上，但坡度不应大于4‰。办理其他作业的牵出线，宜设在不大于1‰的坡道上，困难条件下，可设在不大于6‰的坡道上。

**条文说明** 牵出线的纵断面根据不同的调车方式采用不同的规定。办理解编作业的牵出线，往往采用溜放或者大组车调车，为确保解体作业的安全和效率，牵出线一般设在不大于2.5‰的面向调车场的下坡道上或平道上。平面调车的调车线道岔区坡度，规定为面向调车场的下坡道且不大于4‰，便于溜放调车以及作业车列回牵时的启动和克服道岔阻力。其他厂、段、货场或物流基地的牵出线一般采用摘挂、取送调车，牵引辆数不多，作业量也较少，但考虑有利用牵出线存放车辆的可能，牵出线的坡度一般不大于1‰，如为节省工程，在困难条件下，允许将牵出线设在不大于6‰的坡道上。

**10.3.3** 货物装卸线宜设在平道上，困难条件下，可设在不大于1‰的坡道上。液体货物、危险货物装卸线和漏斗仓线应设在平道上。货物装卸线起讫点距离凸形竖曲线始、终点不宜小于15m。

**条文说明** 货物装卸线如设在坡道上，车辆受外力影响易于溜动，影响作业安全，因此规定货物装卸线设在平道上，仅在困难条件下，可以设在不大于1‰的坡道上。液体货物装卸线：考虑到车辆测重、测量容积、液体流动致使重心改变容易造成车辆溜逸，影响停车安全等因素，因此规定设在平道上。危险货物装卸线主要装卸易燃、易爆、放射性等危险货物，要特别注意防止车辆受外力影响而溜逸，造成事故，因此设在平道上。

**漏斗仓范围的线路：**为使装卸作业时车辆不致因受外力影响而溜逸，保证作业效率和安全，简化漏斗仓的设计和施工，因此设在平道上。

货物装卸线起讫点距离凸形竖曲线始、终点一般不小于 15m，是考虑留出一辆货车的长度，增加安全距离，提高安全保障。

**10.3.4** 装车环线简仓后有效长度范围内坡度不应大于 1‰；困难条件下可适当加大，但应保证车列的启动和控速。翻车机前、后宜设在平道上，困难条件下坡度不应大于 1‰。

**条文说明** 其他简仓装车方式，如车列为有动力牵引，可以参照此规定执行。

**10.3.5** 进出站线路和站线的坡段长度及连接应符合下列规定：

1 进出站线路和到发线的坡段长度宜符合本规范第 5.2.4 条的规定，专用线改建困难条件下可采用 100m 的坡段长度。不通行列车的站线，可采用不小于 50m 的坡段长度，但应保证竖曲线不相互重叠。

2 进出站线路竖曲线的设置应符合本规范第 5.2.6 条的规定。站线相邻坡段的坡度差大于 5‰时，竖曲线半径可采用 3000m，困难条件下可采用 2000m。设立交的机车走行线，困难条件下，其坡度不应大于 30‰，且可采用 1500m 半径的竖曲线。

3 两相邻线路有轨面高差时，应根据正线限制坡度、站坪坡度、路基面横向坡度和道床厚度等因素设计线路的顺接坡道。顺接坡道范围宜为道岔普通岔枕后至警冲标或货物线装卸有效长度起点。顺接坡道的相邻坡度差不宜大于 5‰，坡段长度不宜小于 30m。落差不满足顺接坡道要求时，根据车站的具体情况，可采用减缓路基面横向坡度、加厚道床、铺设双层道床、将顺接坡道适当深入线路有效长度范围内等措施予以调整。

**条文说明** 关于进出站线路和站线的坡段长度及连接说明如下：

1 本条款要求与区间线路一致。

2 本条款考虑到专用线进出站线路及站线列车通行速度均不高，故采用本规范第 5.2.6 条的规定。

3 本条款考虑到咽喉区两相邻线路受路基横坡和道床厚度不同影响，会造成两相邻线路轨面不等高。当用道岔连接两线路时，需设计道砟顺接坡道，顺接坡段的坡度及范围需根据正线限制坡度、站坪坡度、路基面横向坡度和道床厚度等因素决定。道岔全长范围内，其直股和侧股线路的轨面高度和坡度要保持一致。顺接坡道长度在咽喉区范围内坡段长度一般不小于 50m。顺接坡道落差不满足顺接坡道要求时，可以采取下列办法调整：

1) 减缓路基面横向坡度。在干旱地区，路基面横向坡度，可以采用平坡，以减少相邻两线路之间的高差，从而节省道砟。

2) 加厚道床，但需增加投资。

3) 铺设双层道床。如当地道床垫层材料较丰富而道砟材料较少时，可以采用双层道床从而节省投资。

4) 顺接坡道可以深入到发线有效长度范围内 30m 左右，因到发线有效长包含 30m 附加制动距离。

5) 适当降低顺接坡道长度为 30m，是为了有效的降低轨面高差，节省道砟。

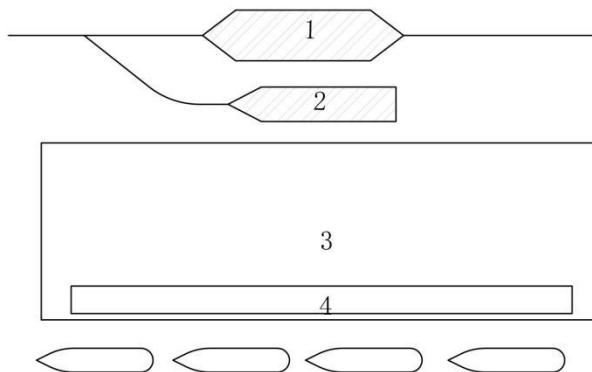
**10.3.6** 道岔不应布置在竖曲线范围内，困难条件下，站线道岔范围内的竖曲线半径不应小于 5000m。

**条文说明** 道岔是轨道的薄弱环节之一，结构较复杂，为使列车经过道岔时保持较好的平稳性及减少对道岔的冲击力，一般要求正线及站线上的道岔与竖曲线和变坡点不能重叠设置，且要求有一定的距离。为了减少工程，在困难条件下，对于行车速度较低的站线上的道岔可以设在竖曲线范围内，但需设置较大的竖曲线半径。

## 10.4 场站布置

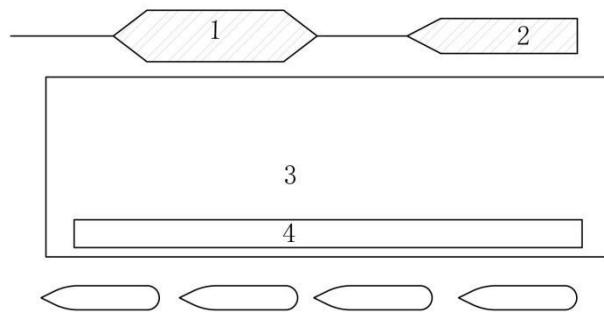
**10.4.1** 专用线车站布置图型根据运转车场和装卸场的布置关系可分为横列或纵列布置形式。进港铁路专用线港口站与铁水联运作业区铁路装卸场可采用横列式或纵列式布置。

**条文说明** 专用线装卸站的运转车场和装卸场按相互配置关系分横列式和纵列式两种。横列式的优点是设备集中、管理方便，但调车作业不利；纵列式则反之。设计时可以根据当地地形和作业条件选择。进港铁路专用线港口站与铁水联运作业区铁路装卸场布置示意图如说明图 10.4.1-所示。



说明图 10.4.1-1 港口站与铁水联运作业区铁路装卸场横列式布置示意图

1-港口站；2-铁路装卸作业区；3-码头堆场；4-码头前沿



说明图 10.4.2-1 港口站与铁水联运作业区铁路装卸场纵列式布置示意图

1-港口站；2-铁路装卸作业区；3-码头堆场；4-码头前沿

#### 10.4.2 装卸站（场）作业区布置形式可采用贯通式、尽端式或混合式；

**条文说明** 装卸线采用尽端式（说明图 10.4.2-1）、贯通式（说明图 10.4.2-2）和混合式（说明图 10.4.2-3）布置形式。

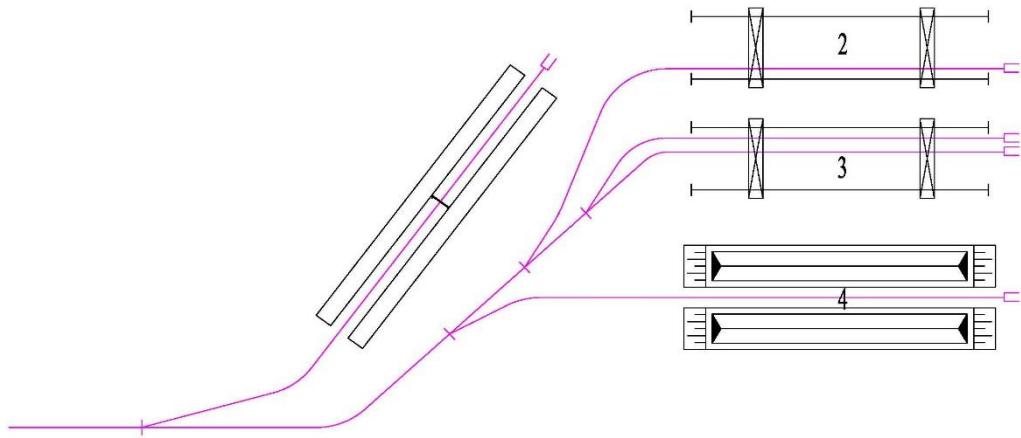
尽端式装卸线线路较短、占地少、投资较小，场内道路与装卸线交叉干扰小，易于结合地形特点布置、与城市国土空间规划结合较好。但作业集中在一端咽喉区进行，该端咽喉区负担较重，只有一个方向具备整列到发条件。

贯通式装卸线两个方向均具备整列到发条件，但铁路线路较长、占地大、投资大，场内道路与装卸线交叉干扰大，不易结合地形特点布置及与国土空间规划衔接。

由于商品车装卸一般采用单层或升降式双层尽端式站台，商品车装卸线采用尽端式布置图型。

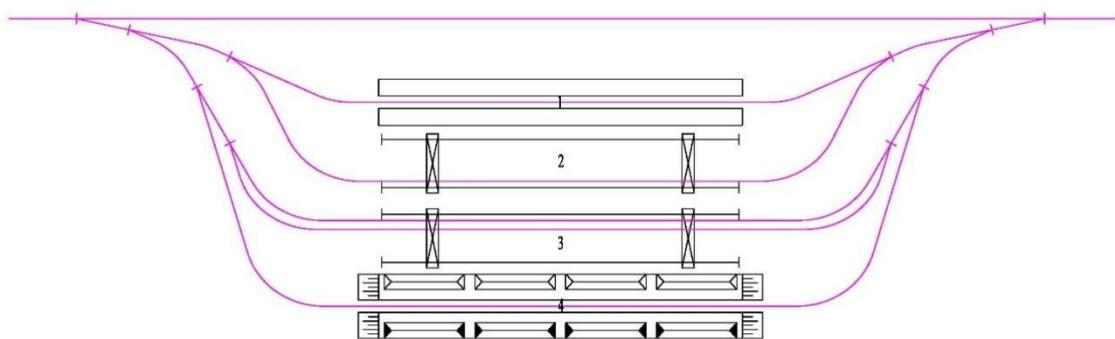
装卸线平行布置时，用地省，布置紧凑，便于货物装卸及搬运作业，有利于实现装卸、搬运作业机械化，便于排水和道路布置；装卸线平行、贯通式布置，并采用到发线标准，可以办理货物列车直接接发车作业，减少调车环节，提高作业效率，适用于货运量大的专用线装卸场。

专用线装卸站（场）货运量较小，或者是品类分散时，取送车作业一般由摘挂列车的本务机车担当，为缩短调车作业时间，减少列车停站时分，装卸线可以采用部分平行、放射形的尽端式、混合式布置。



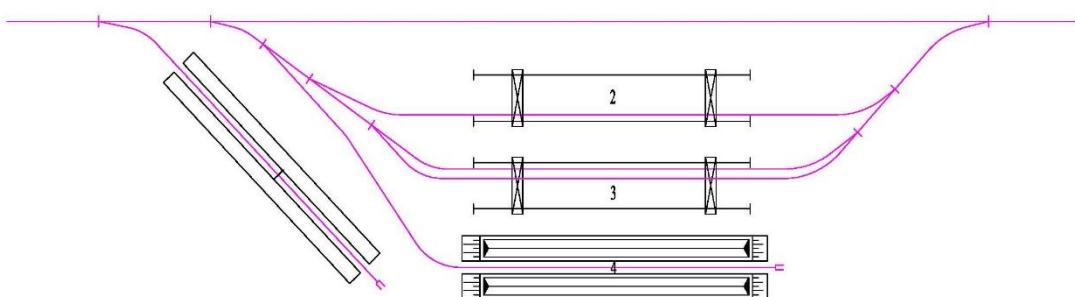
说明图 10.4.2-1 专用线装卸站（场）装卸线尽端式图型

1-散堆装货物功能区；2-长大笨重货物功能区；3-集装箱功能区；4-包装成件货物功能区



说明图 10.4.2-2 专用线装卸站（场）装卸线贯通式图型

1-散堆装货物功能区；2-长大笨重货物功能区；3-集装箱功能区；4-包装成件货物功能区



说明图 10.4.2-3 专用线装卸站（场）装卸线混合式图型

1-散堆装货物功能区；2-长大笨重货物功能区；3-集装箱功能区；4-包装成件货物功能区

**10.4.3** 商品车装卸线宜采用尽端式图型；装卸线可采用平行布置、部分平行布置或放射形布置。

**10.4.4** 集装箱装卸线束可采用横列、纵列布置图型。

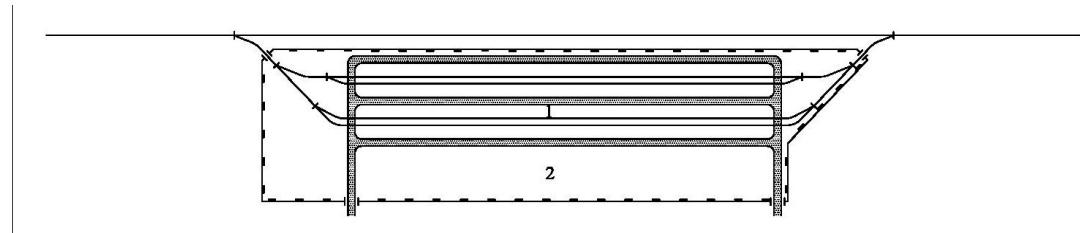
**条文说明** 关于专用线装卸站（场）装卸线束间的布置说明如下：

集装箱装卸线束“横列式、纵列式”与专用线车站等所指车场间横列式、纵列式不

同。

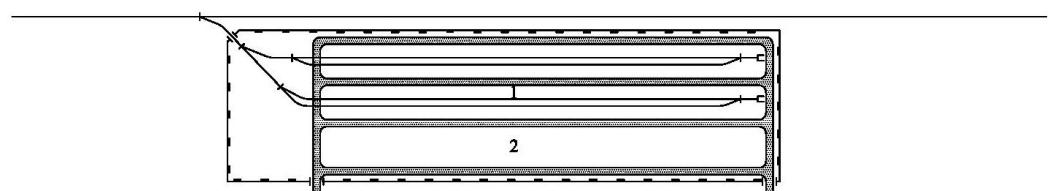
装卸线采用与正线贯通的形式，可以满足集装箱列车整列到发的需要。为减少列车在站停留时间，装卸线具有直接接发车、直接接车或直接发车的条件。但装卸线直接接发车，则需在装卸线进行列车技术作业，场内作业人员较多，不便于箱场管理，影响装卸机械作业效率。因此，在工程量影响不大的情况下，将装卸线与正线贯通，可以增加车站作业的灵活性。车站具体操作时，在考虑不影响装卸机械作业效率的前提下，可以在装卸线进行接发集装箱列车作业。

集装箱装卸线束各类图型的选用，需根据具体情况分析，进行方案技术经济比较后确定。装卸线束如说明图 10.4.4-1～说明图 10.4.4-4 所示。

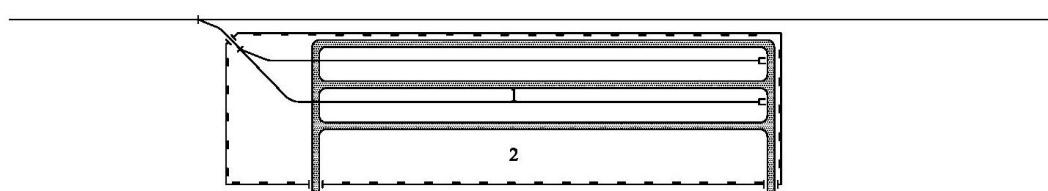


说明图 10.4.4-1 集装箱装卸线束横列贯通式图型

1-主箱场；2-辅助箱场及其它作业区



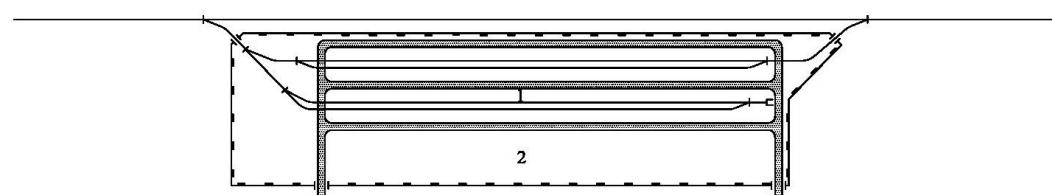
(a)



(b)

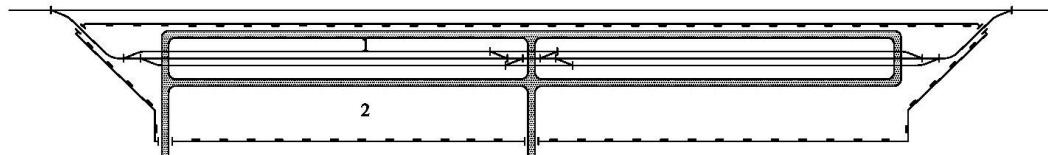
说明图 10.4.4-2 集装箱装卸线束横列尽端式图型

1-主箱场；2-辅助箱场及其它作业区



说明图 10.4.4-3 集装箱装卸线束横列混合式图型

1-主箱场；2-辅助箱场及其它作业区



说明图 10.4.4-4 集装箱装卸线束纵列贯通式图型

1-主箱场；2-辅助箱场及其它作业区

横列贯通式图型的优点是装卸线两端与正线全部贯通，装卸线可以直接办理集装箱列车到、发作业和集装箱装卸作业，减少由到发及调车场经牵出线的转场作业，缩短铁路车辆在站停留时间，提高作业效率；站坪长度短、设备集中、管理方便、有利于远期发展。缺点是站内道路与装卸线交叉较多，对站内流动装卸机械和运输机械行驶有一定影响。

当专用线装卸站（场）为尽端站（场），或地形条件特别困难，装卸线与正线贯通改建工程量巨大，且单方向车流较大，或装卸作业量较小，不需要整列装卸作业时，可以采用横列尽端式图型。与横列贯通式图型比较，横列尽端式图型的优点是用地较少，工程投资较小，站内道路与装卸线交叉较少，安全性较好；缺点是装卸线有效长度为整列长度时，装卸线只一端具有直接接发车条件，另一端到发集装箱列车需转场才能进入装卸线，作业时间较长，对作业效率有一定影响，对远期运量增长适应性较差。

集装箱作业量大、装卸线束较多时，占地很大，为充分利用场地，便于各装卸线束布置，可以将靠主箱场外侧的部分装卸线布置成尽端式，其它装卸线仍为贯通式的横列混合式布置图型。当装卸场受地形条件限制，装卸线与正线全部贯通引起较大工程，且车站两端接发车不均衡的情况下，经过技术经济比较后明显节省投资时，可以采用横列混合式布置图型。与横列贯通式图型比较，横列混合式布置图型的优点是占地较少，工程投资较小，站内道路与装卸线交叉较少；缺点是仅部分装卸线与正线两端贯通，灵活性较差。

纵列贯通式图型的优点是可以充分利用场地条件，装卸线可以直接接发列车，减少调车转场作业时间，作业效率较高；缺点是站坪较长、设备分散、管理不方便，站内道路与装卸线交叉较多，对站内流动装卸机械和运输机械行驶有一定影响。

#### 10.4.5 包装成件和长大笨重装卸场宜采用横列式图型。

#### 10.4.6 散堆装货物装卸场布置应符合下列规定：

- 1 采用移动装车、卸车设备时，装卸线与到发线宜采用横列布置。
- 2 采用定量装车设备装车时，装卸场宜采用纵列布置或环形布置，采用环形布置时，装车设备可设置于环线中部或靠近重车线一端。
- 3 采用翻车机卸车时，装卸场可采用横列式、纵列式或环形布置。

**4** 有多个装车、卸车区域时，可采用混合式布置图型。

**条文说明** 根据装、卸车工艺的不同，散堆装货物功能区有横列式、纵列式、环形式及混合式等布置图型，可以根据产业布局规划、地形条件、作业性质、装车工艺等因素合理选用。

采用移动式装车机、装载机及抓料机配站台、平货位时，散货装车作业区一般采用横列式或纵列式图型。采用定量装车设备装车时，散货装车作业区一般采用纵列式或环形式图型。环形式图型的定量装车系统可以设在环形装车线中部或靠近重车到发线一侧；定量装车系统设于中部时，尽量使定量装车系统前后的线路满足一个列车长度，这种布置可以使到达空车尽快转线至环形装车线装车，腾空到发线。当矿区或港口有多个装车作业区，可以采用混合式图型。

采用抓料机配平货位和扒料机配低货位时，散货卸车作业区布置一般采用横列式图型。采用翻车机卸车，散货卸车作业区一般采用横列式、纵列式或环形式图型。横列式图型一般布置为1条重车线、1条空车线及1条走行线或2条重车线、2条空车线及1条走行线的形式，到发线端部布置翻车机，这种图型适用于场地短、运量较小时的作业区。纵列式图型一般布置为重车线、空车线分设于翻车机两端，或者到发线、卸车线分设于翻车机两端等形式，这种图型适用于狭长的场地。环形式图型一般布置为到达场、出发场分设于环形卸车线两端，出发场与到达场横列设置，翻车机设在环形卸车线中部或靠近重车到发线一侧，这种站型列车到发作业顺畅，但占地多，适用于运量较大的作业区。采用底开门自卸车时，其图型可以参照纵列式翻车机图型布置，将卸车设备由翻车机改为卸煤地沟。当有多个卸车作业区时，可以根据需要采用混合式图型。

#### **10.4.7 集装箱作业场装卸线数量及有效长度应符合下列规定：**

**1** 装卸线数量应根据作业量、公铁直接换装比例、装卸机械类型、到发中转箱在站存留时间、列车在站停留时间、中转运量等因素综合确定。

**2** 集装箱作业量较小的装卸线束每一装卸线束宜设1条装卸线，集装箱作业量较大的装卸场每一装卸线束宜设2条及以上装卸线。

**3** 办理整列装卸作业的装卸线有效长度应与到发线的有效长度一致；不办理整列装卸作业的装卸线有效长度宜为到发线有效长度的1/2。

**条文说明** 关于集装箱作业场装卸线数量和有效长的说明如下：

**2** 每一装卸线束布置2条装卸线，当采用集装箱正面吊运起重机装卸时，可以满足当一条装卸线进行装卸作业时，另一条装卸线可以办理接发车作业或技术作业；当采用轨道式集装箱门式起重机装卸时，中转箱可以在两装卸线间直接“过车”作业，减少集装箱装卸次数，有利于提高车辆周转率和铁路货运场站作业效率。中转作业量较大时，采用轨道式集装箱门式起重机装卸工艺。

在作业量较大的货运场站，为充分利用主箱区轨道式门式起重机的装卸能力，不设

置集装箱存放区（可以临时存放特殊箱），集装箱装卸后直接通过集卡车短倒至辅助箱场，目前宁波北仑港铁路货运场站主箱场跨内设置3条铁路装卸线和2条汽车通道的布置形式，6条半列装卸线，4台门式起重机作业能力40~50万TEU/年。



说明图 10.4.7 宁波北仑港铁路货运场站布置

**3** 办理整列装卸作业的铁路货运场站，其装卸线的有效长度需根据牵引质量和到发线有效长度综合考虑，按计算后的车列长度确定。一般情况下，按牵引质量计算的车列长度大于等于按到发线有效长度计算的车列长度，也就是说在满长的情况下，并不超重。当到发线有效长度为1050m时，最大车列长度能达到980m，牵引质量小于等于5000t；当到发线有效长度为850m时，最大车列长度能达到780m，牵引质量小于等于4000t。因此，办理整列装卸作业的装卸线，其有效长度与到发线的有效长度一致。

不办理整列装卸作业的装卸线，其有效长度可以为到发线有效长度的一半，集装箱列车可以分两次进行取送。

综上分析，装卸线装卸有效长度需根据车列长度计算确定，且装卸线的总装卸有效长度不小于主箱区存放集装箱所需的场地总长度。

说明表 10.4.7 集装箱运输车辆主要参数表

车型	X <sub>6A</sub>	X <sub>6B</sub>	X <sub>2k</sub>	X <sub>2h</sub>	X <sub>4k</sub>	X <sub>6k</sub>	BX <sub>70B</sub>
载重(t)	50	60	78	78	72	61	68
自重(t)	18.2	22.2	22	22	21.8	17.5	
总重(t)	68.2	82.2	100	100	93.8	78.5	
轴重(t)	21	21	25	25	23、25	21	
车辆长度(mm)	13938	16338	19466	19466	19416	13230	26366
车体长度(mm)	13000	15400	18500	18500	18400	12300	25400
车辆定距(mm)	9300	10920			14200	8900	
车辆宽度(mm)	3180	3170	2920	2920	2870	2850	

地板面高(mm)	1160	1166	290	290	1140	1140	
----------	------	------	-----	-----	------	------	--

**10.4.8** 长大笨重货物装卸线设计应符合下列规定:

- 1 装卸线可设置为贯通式、尽端式。
- 2 装卸线宜与仓储区、配送区、流通加工作业区邻近布置。
- 3 装卸线线间距离应按照装卸机械、货位布置、作业方式、汽车通道等确定。
- 4 装卸线长度应根据货物品类、年铁路到发量、车辆平均净载重、单位面积堆货量、货物占用货位时间、货位排数、货位宽度及每天取送车次数等因素计算确定。
- 5 作业量较小时可设1条装卸线，作业量较大时装卸线宜分线束设置，每线束可设2条及以上装卸线。
- 6 办理整列装卸作业时，装卸有效长度不应小于车列长度；不办理整列装卸作业，装卸有效长度不应小于半个车列长度。

**条文说明** 关于长大笨重货物装卸线设计的说明如下：

2 为了减少加工配送货物的倒运距离，便于流通加工、仓储区、配送等作业区装卸设备进行货物的转送和装卸，有效减少货物、车辆流线交叉干扰，提高作业效率，加工、仓储、配送区与装卸场相邻垂直布置，装卸线采用门式起重机，加工配送区采用桥式起重机或其它装卸机械。

**4** 长大笨重货物装卸线长度按下式计算：

$$L = \max\left\{\frac{T}{n}, \frac{1}{C}\right\} \frac{Qal}{365q} \quad (\text{说明 10.4.8})$$

当取送周期 $\frac{1}{c}$ 大于 $\frac{1}{n}$ 时，公式中 $\frac{1}{n}$ 以 $\frac{1}{c}$ 替代。

式中  $L$ ——货物装卸线的装卸有效长度(m)；

$Q$ ——年到发货运量(t)，当设备按到发分开使用时，分别为到达或发送货运量；

$a$ ——货物到发不平衡系数，大、中型货场采用1.1~1.3，小型货场采用1.3~1.5；

$l$ ——货车平均长度(m)，采用14m；

$q$ ——货车平均静载重(t)；

$T$ ——货物占用货位时间(d)；

$n$ ——货位排数，即一个车长范围内所容纳的货位个数(个)；

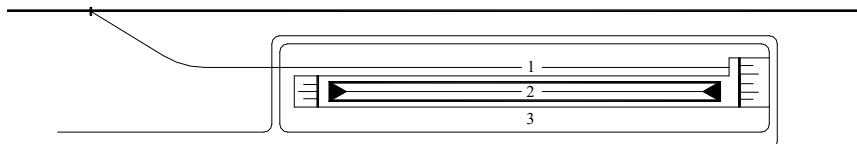
$C$ ——每天取送车次数(次)。

5 长大笨重货物在作业区内均采用机械装卸，为提高作业场地、设备利用率，1线束设2条装卸线，当1线满足作业量时，预留1装卸线。

**10.4.9** 包装成件货物装卸线每个线束装卸线与站台的布置可采用两台夹一线、一台一线、两台夹两线、两台一平货位夹两线等型式。装卸线的装卸有效长度应根据年铁路到发运量、各类货物车辆平均静载重、单位面积堆货量、货物占用货位时间、货位排数、货位宽度和每天取送车次数等因素计算确定。包装成件货物装卸线装卸有效长度不宜小于车组最大长度。

**条文说明** 包装成件货物装卸线束内装卸线和站台数量及相互位置根据作业量、作业性质确定。

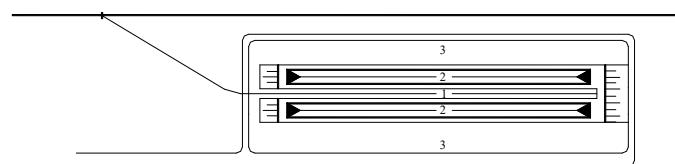
(1) 作业量小的装卸线束，可以采用一台一线的布置型式，一台一线布置具有布置简单，适应性强的特点，如说明图 10.4.9-1 所示。



**说明图 10.4.9-1 一台一线布置图型**

**1—装卸线 2—站台及仓库 3—站台道路侧作业场地**

(2) 作业量较大且到发大致平衡，货源又稳定的装卸场，可以采用两台夹一线的布置形式，如说明图 10.4.9-2 所示。

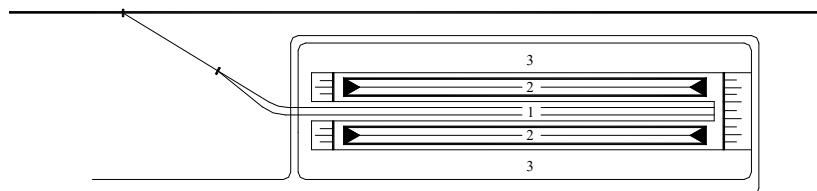


**说明图 10.4.9-2 两台夹一线布置图型**

**1—装卸线 2—站台及仓库 3—站台道路侧作业场地**

两台夹一线的布置型式，布置简单，卸后可以同台就近立即组织装车，缩短车辆在站时间，但线路排水设施设置困难，需设跨线雨篷，线路换枕不便，无法直接列检，电气化线路接触网柱设置困难。

(3) 到发作业量较大时，也可以采用一台一线的组合，即采用两台夹两线的布置形式，如说明图 10.4.9-3 所示。

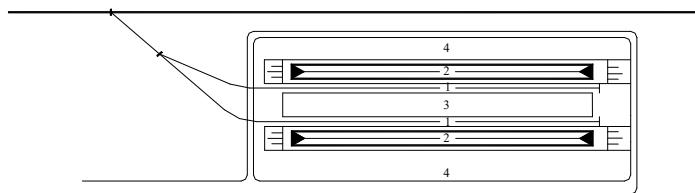


**说明图 10.4.9-3 两台夹两线布置图型**

**1—装卸线 2—站台及仓库 3—站台道路侧作业场地**

两台夹两线的布置型式，具有适应性强、用地省、线路排水及接触网柱设置方便、线路换枕容易、可以在一侧进行列检作业、调车方便等优点。但存在不能直接利用卸后空车，需调车转线的缺点。

(4) 作业量较大，且货源稳定，能组织公铁快速换装的装卸场，可以采用两台一平货位夹两线的布置形式，如说明图 10.4.9-4 所示。



说明图 10.4.9-4 两台一平货位夹两线布置图型

1—装卸线 2-站台及仓库 3-平货位 4-站台道路侧作业场地

两台一平货位夹两线布置型式，可以满足当靠站台侧车门无法打开时，在平货位一侧进行装卸作业，还能适应货源稳定，作业量较大的情况下，组织公铁快速换装作业。

#### 10.4.10 散堆装货物装卸线设计应符合下列规定：

1 装卸线长度应按照年铁路到发运量、车辆平均静载重、单位面积堆货量、货物平均占用货位时间、货位宽度和每天取送车次数等因素确定。

2 货物装卸有效长度应与站台、堆货场长度相匹配。大宗煤炭、矿石等散堆装货物装卸线宜按整列到发或取送。

3 装卸线宜分线束布置，每束宜设 2 条。

4 装卸线间距离应按照装卸机械、货位布置、汽车装卸作业区、作业方式、场内道路等因素确定。

**条文说明 3** 散堆装货物装卸线一般为大宗货物。为节省用地，提高装卸线利用率，品类较多，满足作业量时，每线束设置 2 条装卸线。当品类单一，满足作业量时，设置 1 条装卸线。

## 10.5 货运设备

#### 10.5.1 专用线货运装卸设施应根据货运量、货物品类、作业性质、企业生产工艺流程等，结合地形条件配置，原则上应满足下列要求：

1 根据需要配置专业化、自动化装卸机具。大宗散堆装货物宜采用筒仓、装卸机、翻车机等设备；易产生扬尘污染的煤炭等货物应配套建设抑尘等环保设施；罐装液体货物应设置装卸栈桥、鹤管等固定设施；包装成件货物应设置货物仓库（货棚）。

2 根据需要配置轨道衡、汽车衡、超偏载检测装置等货运计量安全检测设备及车号识别等系统。

#### 10.5.2 普通货物站台边缘顶面，靠铁路侧宜高出轨面 0.95m~1.1m，靠场地侧宜高出场坪 1.1m~1.3m，并根据需要设置可调节高度的升降平台。

**条文说明** 关于站台高度说明如下：

普通货车站台边缘顶面，靠铁路侧需高出轨面 1.1m。据调研，很多车站在以敞代棚的情况下，会发生车门打不开的情况，不得已采取敲掉站台帽石或将车门在站台外打开

的做法，影响作业效率。从说明表 9.4.3 可以看出，铁路货运车辆车底板距轨面高度的最小值为 1.053m（C<sub>76B</sub>、C<sub>76C</sub>），最大值为 1.490m（N<sub>15</sub>）。目前我国主型敞车 C<sub>62A</sub> 和 C<sub>64</sub> 的车底板距轨面高度分别为 1.083m 和 1.082m。其车门低于车底板 0.035m，根据转向架的不同，满载时比空载时低 0.020m~0.040m，因此为满足满载打开车门需要，考虑转向架压缩量最大，站台高出轨面不大于 1.007m，考虑到敞车出现变形的情况，因此建议铁路侧站台高度为 0.95m~1.1m，设计时可以根据铁路运输企业的实际情况确定。

**说明表 10.5.2 铁路主要货运车辆车底板距轨面高度（单位：mm）**

序号	车型代码	高度	序号	车型代码	高度	序号	车型代码	高度	序号	车型代码	高度
1	P <sub>60</sub>	1144	22	C <sub>5D</sub>	1083	43	C <sub>65</sub>	1073	64	N <sub>17G</sub>	1211
2	P <sub>61</sub>	1072	23	C <sub>61</sub>	1083	44	C <sub>70</sub>	1083	65	N <sub>17GK</sub>	1211
3	P <sub>62</sub>	1141	24	C <sub>61K</sub>	1090	45	C <sub>70H</sub>	1083	66	N <sub>17GT</sub>	1211
4	P <sub>62N</sub>	1141	25	C <sub>61T</sub>	1087	46	C <sub>76</sub>	1055	67	N <sub>17K</sub>	1211
5	P <sub>62NT</sub>	1141	26	C <sub>61Y</sub>	1083	47	C <sub>76A</sub>	1055	68	N <sub>17T</sub>	1209
6	P <sub>62T</sub>	1141	27	C <sub>61YK</sub>	1090	48	C <sub>76B</sub>	1053	69	N <sub>60</sub>	1170
7	P <sub>64</sub>	1143	28	C <sub>62</sub>	1082	49	C <sub>76C</sub>	1053	70	N <sub>17</sub>	1211
8	P <sub>64A</sub>	1143	29	C <sub>62A</sub>	1083	50	C <sub>76H</sub>	1055	71	NX <sub>17A</sub>	1211
9	P <sub>64AK</sub>	1143	30	C <sub>62B</sub>	1083	51	C <sub>80</sub>	1055	72	NX <sub>17AK</sub>	1212
10	P <sub>64AT</sub>	1143	31	C <sub>62AK</sub>	1090	52	C <sub>80H</sub>	1055	73	NX <sub>17AT</sub>	1216
11	P <sub>64GK</sub>	1143	32	C <sub>62AT</sub>	1087	53	C <sub>80A</sub>	1059	74	NX <sub>17B</sub>	1211
12	P <sub>64GT</sub>	1143	33	C <sub>62BK</sub>	1090	54	C <sub>80AH</sub>	1059	75	NX <sub>17BK</sub>	1214
13	P <sub>64T</sub>	1143	34	C <sub>62BT</sub>	1087	55	C <sub>80B</sub>	1059	76	NX <sub>17BT</sub>	1216
14	P <sub>65</sub>	1130	35	C <sub>62M</sub>	1290	56	C <sub>80BH</sub>	1059	77	NX <sub>17BH</sub>	1207
15	P <sub>70</sub>	1136	36	C <sub>63</sub>	1061	57	CF	1086	78	NX <sub>17K</sub>	1212
16	TP <sub>64GK</sub>	1143	37	C <sub>63A</sub>	1061	58	N <sub>6</sub>	1163	79	NX <sub>17T</sub>	1216
17	P <sub>66K</sub>	1124	38	C <sub>64</sub>	1082	59	N <sub>15</sub>	1490	80	NX <sub>70</sub>	1216
18	P <sub>66H</sub>	1124	39	C <sub>64A</sub>	1082	60	N <sub>16</sub>	1210	81	NX <sub>70H</sub>	1216
19	P <sub>70A</sub>	1136	40	C <sub>64K</sub>	1082	61	N <sub>17</sub>	1209	82		
20	C <sub>16</sub>	1079	41	C <sub>64H</sub>	1082	62	N <sub>17AK</sub>	1211	83		
21	C <sub>16A</sub>	1093	42	C <sub>64T</sub>	1082	63	N <sub>17AT</sub>	1211	84		

道路侧货物站台距场坪的高度需考虑汽车和其他短途运输工具装卸作业的方便，以减轻劳动强度，提高效率。我国使用最广泛的半挂车如解放、东风、黄河等品牌，其空车底板末端高度为 1.2m~1.32m，重载时一般下降 0.1m~0.15m。小型配送货车的底板高度为 0.8m~1.1m。升降平台的升降幅度为  $\pm 0.3m$ ，因此道路侧站台的建议高度为 1.10m~1.30m。各铁路物流中心根据实际情况设置道路侧站台高度。

### 10.5.3 有大量散堆装货物装卸的场站装卸方式应符合下列规定：

- 1 散堆装货物装车站的装车方式应根据车站运量、地形条件、环保要求等因素，对环线筒仓、牵出线筒仓、站台装载机等装车方式进行技术经济综合比选后确定。
- 2 散堆装货物卸车站的卸车方式应根据车站运量、地形条件、环保要求等因素，对翻车机、卸料坑、低货位（栈桥式卸车线、路堤式卸车线）等卸车方式进行技术经济

综合比选后确定。

**条文说明** 散堆装货物（煤、矿石等）装卸车场的装卸方式，在符合国家环保政策、优先满足环保要求的前提下，统筹考虑企业生产需要、装卸作业量、工程代价等比选确定。

**10.5.4 抑尘和防冻、解冻设施的配置应符合下列规定：**

1 使用敞口运输工具装运粒度在35mm及以下的散装煤炭时，煤炭装车点应配置移动式抑尘剂喷洒设备或建造固定式抑尘剂喷洒设施。

2 冬季气温经常性在零度以下的较冷地区，矿石（粉）和煤炭装车点应配置防冻液喷洒设施；散装货物和液体货物的卸车点宜根据企业实际需求配置解冻设施。

**10.5.5 安装轨道衡、铁路货车超偏载检测装置、定量装车系统、翻车机等设备的线路平、纵断面设计应符合下列规定：**

1 轨道衡应安装在场站货车集中出入线路无道岔的直线段上，称量区两端引轨区内长度不应小于25m，引轨区外的直线段长度不宜小于50m，困难条件下，引轨区外的直线长度可根据车辆长计算，并不应小于25m。轨道衡安装的上述长度范围线路宜设在平道上，困难条件下，固体计量时，坡度不应大于2.0‰。

2 铁路货车超偏载检测装置应安装在货车集中出入线路的直线上，通过速度不大于60km/h时，检测区前后直线段长度各不应小于50m，通过速度大于60km/h时，检测区前后直线段长度各不应小于100m，检测区与道岔间的距离不应小于50m。铁路货车超偏载检测装置安装线路坡度不应大于2‰。

3 定量装车系统溜槽前后平直段长度各不宜小于50m，且装车过程所经线路坡度应满足车列控速及正、反向起动条件。

4 采用折返式布置的翻车机前线路直线段长度不宜小于75m，采用贯通式布置的翻车机前后线路直线段长度不宜小于50m，并满足重联翻车机及接触网架设的要求。翻车机范围线路应设在平道上，翻车机范围外线路，困难条件下，可设在不大于1‰坡度上。

**条文说明** 关于安装轨道衡、铁路货车超偏载检测装置、定量装车系统、翻车机等设备的线路平、纵断面的说明如下：

1 由于车辆在曲线上运行，轨道除纵向、竖向受力外，还有因曲线影响产生的横向受力，受力状态复杂，轨道衡计量难以保证计量精度；由于道岔岔心存在有害空间，车辆通过时将产生振动，影响计量精度。因此，规定轨道衡称量区每端有不小于75m的平直道，困难条件下，称量区外直线长可以按3个车辆长度计算，并规定不小于50m。轨道衡有液体计量时，由于液体在坡道上存在流动及晃动，影响计量精度，因此规定轨道衡及前后上述长度范围线路线路设在平道上；只有固体计量时，在保证计量精度的前提下，线路可以设在坡度不大于2.0‰的同一个坡道上。

2 安装铁路货车超偏载监测装置的线路平、纵断面要求，系根据《铁路货车超偏载

检测装置》TB/T 3096-2023 第 5.3 条确定。由于曲线上车辆中心将偏离线路中心，车辆重心、车辆中心、线路中心随曲线标准和车辆在曲线上所处位置的不同而发生变化，为设备制造、安装、检测带来困难；由于道岔心存在有害空间，车辆通过时将产生振动，导致车辆重心偏移，也难以保证检测精度。

3 定量装车系统设在线路的直线地段，可以使定量装车系统的移动式伸缩溜槽中心与车辆中心保持一致，降低控制的难度，提高控制的精度，并满足铁路限界要求。定量装车系统前后线路直线段长度不小于 50m，也是为了达到筒仓的移动式伸缩溜槽中心与车辆中心保持一致，不致因线路曲线导致车辆中心线偏离。按照曲线加宽理论，不利情况下，车辆在曲线前 22m 产生偏离，单节车辆长 14m，车辆不产生偏移的线路中心线的最小直线段长度为 36m，考虑装车过程中，车辆需匀速运动，车钩间无附加应力，使装车中的车辆处于相对压紧状态，前后按 3 辆货车考虑，7 辆车需要的长度为 98m，因此规定定量装车系统溜槽前后线路直线段长度各不小于 50m。为使装卸作业时车辆不致因受外力影响而溜逸，保证作业效率和安全，简化定量装车系统的设计，因此，规定定量装车系统溜槽前后各不小于 50m 范围线路设在平道上。

4 翻车机是将车辆整体翻转的大型卸车设备。由于系统复杂，轨旁设备较多，在曲线上布置时，导致设备制造及控制、施工控制及设备安装复杂，因此，规定翻车机设在直线上。

折返式布置的翻车机，翻车机前一般要求有 5 个车辆长度的直线段，以便供物料化验的采样机、重车拨车机走行轨等设备相对集中布置，因此，规定翻车机前线路直线段长度不小于 75m。

贯通式布置的翻车机，空、重车拨车机在翻车机平台两端布置，按 3 个车辆长度考虑，规定翻车机前后线路直线段长度不小于 50m。

翻车机重联（双翻、多翻）布置时，翻车机前后的直线段最小长度需要满足一次翻卸车组的长度另加 22m 的要求，电气化铁路时，还需要满足弓网架设及防护等要求。

包括采样机、翻车机房、拨车机的整个翻车机系统范围规定设置在平道上。贯通式翻车机外环线为保证卸车后的车列不溜行，其纵断面一般采用平坡，困难情况下，在车列长度范围内，规定坡度不大于 1‰。

## 10.6 装卸机械

**10.6.1** 装卸机械配置应综合考虑货物的品类、装卸作业量、运营费用、场地条件、企业需求等因素，并符合下列规定：

1 严寒地区室外作业的装车机、起重机等大型机械设备的金属结构件应采用镇静钢。

- 2 高海拔地区专用线货场应选用适合高原地区的设备。
- 3 沿海、岛屿及常年湿度高地区应提高装卸机械设备防腐等级要求。
- 4 装卸机械应配置相应安全防护装置。
- 5 用于易燃、易爆危险区域的装卸设备应具有防爆功能。
- 6 宜采用电力等清洁能源作为动力源。

#### 10.6.2 集装箱装卸机械的选用应符合下列规定：

- 1 集装箱主箱场装卸机械类型应根据作业量、集疏运方式、箱场布置、用地情况、运营费用等因素确定，宜选用轨道式集装箱门式起重机、集装箱正面吊运起重机或其它专用的集装箱装卸机械。集装箱装卸机械应具备超偏载检测、空重箱报警功能。
- 2 集装箱辅助箱场宜采用集装箱正面吊运起重机、集装箱空箱堆垛机、集装箱叉车。
- 3 集装箱掏装箱作业应配备集装箱箱内作业叉车。

**条文说明** 关于集装箱功能区设备选用的说明如下：

2 集装箱辅助箱场装卸作业量较主箱场少，选用机动灵活的流动机械，既能装卸作业，又能短途运输。目前重箱装卸作业的装卸机械主要采用集装箱正面吊运起重机，空箱装卸作业主要采用空箱堆垛机和集装箱叉车，或由集装箱正面吊运起重机兼顾空箱装卸作业。

3 集装箱箱内作业叉车是最大轮压小于标准集装箱底板允许轮压值，并可以安全地进入集装箱内部进行作业的叉车。

#### 10.6.3 长大笨重货物装卸机械类型应根据作业量、集疏运方式、单次装卸货物质质量、货物布置、用地情况、运营费用等因素确定，可选用轨道式门式起重机、桥式起重机、流动式起重机等装卸设备，并宜配备原木抓、原木夹、抓斗、C型钩、卷板夹、钢坯吊具、电磁铁、电动卷板翻转夹钳等专用索具。

**10.6.4** 包装成件货物宜使用叉车、带式输送机、滚柱输送机等装卸搬运设备，并配备托盘、推出（拉）器、夹包器、集装袋、集装网、集装笼等专用工属具。

**10.6.5** 商品汽车装卸机械应根据作业量、站场布置形式等因素确定，宜选用升降式双层站台或移动式装卸爬梯进行商品汽车滚装作业。

**条文说明** 汽车装卸场采用尽端式布置且仅设单层货物站台时，配备移动式装卸爬梯；采用贯通式布置时，可以配合铁路平车进行作业，并配备移动式装卸爬梯。

**10.6.6** 散堆装货物装卸机械应根据作业量、集疏运方式、物料特征、货物布置、用地情况、运营费用及环境保护要求等因素选用，并符合下列规定：

- 1 散装煤炭、矿石等年装车量  $400 \times 10^4 t$  及以下时，可选用装载机、抓斗装卸机械等装卸设备；年装车量  $400 \times 10^4 t$  以上时，宜采用自动定量装车系统或移动装车机装车。
- 2 散装煤炭、矿石等年卸车量  $300 \times 10^4 t$  及以下时，可选用抓斗（或铲斗）等装卸

机械；年卸车量  $300 \times 10^4$ t 以上时，宜选用翻车机。

**3** 散粮装车宜采用自动定量装车系统、带式输送机、装载机、吸粮机等设备，卸车宜根据装载方式采用带式输送机、吸粮机等设备。

**4** 散装水泥装车宜采用全封闭式筒仓装车系统，卸车宜采用气力管道输送系统。

**条文说明** 抓斗装卸机械包括桥式抓斗起重机、门式抓斗起重机、抓料机、扒料机、轮胎式抓斗起重机等。

#### 10.6.7 其它辅助作业设备的配置应符合下述要求：

**1** 运输集装箱、包装成件、长大笨重、散堆装等货物的进、出站汽车通道应根据工艺需求设置电子汽车衡；电子汽车衡的量程应根据工艺需求确定，且不宜小于 120t。

**2** 散堆装货物装卸应根据物料性质配置抑尘设备设施，可配置防冻设备设施；散堆装货物装卸作业区宜配套设置散料平整装置。

## 10.7 站场路基、排水及其他

#### 10.7.1 站线路基设计应符合下列规定：

**1** 站线中心线至路基边缘的宽度：车场最外侧线路不应小于 3m；有列检作业的车场最外侧线路不应小于 4m，困难条件下，采用挡砟墙时不应小于 3m；最外侧梯线和平面调车牵出线有调车人员上、下车作业的一侧，不应小于 3.5m。

**2** 站内联络线、机车走行线等单线的路基面宽度，土质路基不应小于 5.6m，硬质岩石路基不应小于 5m。

**3** 车站内最外侧线路最小路肩宽度，路堤不应小于 0.6m，路堑不应小于 0.4m。

**4** 站线路基填料、压实标准与区间路基相同。站场路基面横向坡度不宜小于 2%。

#### 10.7.2 站场排水设计应符合下列规定：

**1** 车站路基面应设有倾向排水系统的横向坡度，可设计为一面坡、两面坡或锯齿形坡。路基面的横向坡度不宜倾向正线。

**2** 路基面横向坡度及一个坡面的最大线路数量可按表 10.7.2 确定。

表 10.7.2 路基面横向坡度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)等	<600	2	4
		≥600	2	3
2	细粒土、粉砂、改良土等	<600	2	3
		≥600	2~3	2

**3** 排水沟、槽材质应根据当地建材情况，按照因地制宜、就地取材的原则选用。

#### 10.7.3 车站内应设置道路系统，并应与城镇或地方道路有方便的联系。

线路跨越站内主要道路的跨线桥，其净空应满足消防和运输车辆通行的要求。

## 10.8 站线轨道

**10.8.1** 站线轨道类型应根据其用途按表 10.8.1 选用。

表 10.8.1 站线轨道类型

线 别		到发线		其他站线		
轨 道	钢轨 (kg/m)			再用轨或 50kg/m 新轨		
	轨枕 (根/km)	混凝土枕		1440	1440	
	道床厚度 (cm)	土质 路基	双层 道砟	表层道砟 15	-	
			底层道砟	15	-	
	单层道砟			25	25	
	硬质岩石路基、级配碎石或级配 砂砾石基床单层道砟			20	20	

注： 站线可采用单层道床。路基土质不良地段或多雨地区的到发线，宜采用双层道床。

**10.8.2** 站线不同类型的钢轨应采用异型钢轨连接。

**10.8.3** 站线轨枕可采用再用新 II 型枕或 III 型枕；半径为 300m 以下的曲线地段，应铺设小半径曲线用混凝土枕；设护轨的桥或路肩挡土墙，应铺设混凝土桥枕。

**10.8.4** 站线宜采用弹条 I 型扣件。

**10.8.5** 站线轨道的道床设计应符合下列规定：

1 道床可采用一级道砟或二级道砟。

2 站线轨道的道床应按单线轨道设计，经常有调车和列检等作业的调车线、牵出线、到发线、调车作业繁忙的咽喉区的轨道间及其外侧，应采用渗水材料填平至轨枕底下 3cm。

3 站线道床顶面宽度应为 2.9m，曲线外侧不加宽。调车线和有列检作业的到发线道床肩宽应为 1.5m。

4 站线道床边坡坡度应为 1:1.5。

5 道岔区的道床厚度、肩宽、边坡应与连接的主要线路一致。

**10.8.6** 有调车和列检等作业的调车线、牵出线、到发线间及其外侧(距线路中心线 3.0m)应设 1.0m 宽硬化通道，硬化通道路面与轨底面平齐。

**10.8.7** 专用线正线上的道岔，其轨型应与正线轨型一致。站线上的道岔，其轨型不应低于该站线的轨型，高于该站线轨型时，道岔前后应各铺长度不小于 6.25m 的异型轨，困难条件下不应小于 4.5m，并不应连续铺设。

**10.8.8** 车站正线、到发线及其他线路上宜采用 9 号单开道岔，可采用交叉渡线，困难

条件下到发线及其他线路可采用复式交分道岔。

#### 10.8.9 车站正线、到发线及其他线路上的道岔应采用混凝土岔枕道岔。

**条文说明** 原铁道部颁布的铁建设〔2005〕73号文中已废止使用木岔枕道岔。由于混凝土岔枕道岔，能提高道岔的稳定性、延长其使用寿命、减少养护维修工作量，故规定新建铁路采用混凝土岔枕道岔。改建铁路困难条件下，到发线之外的站线可以保留或利用既有木枕道岔。

#### 10.8.10 相邻单开道岔间插入钢轨的最小长度，应符合表 10.8.10-1 和表 10.8.10-2 的规定。

表 10.8.10-1 两对向单开道岔间插入钢轨的最小长度  $f$  (m)

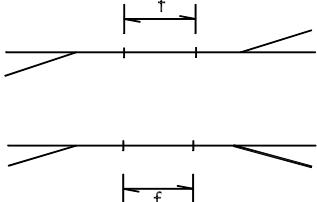
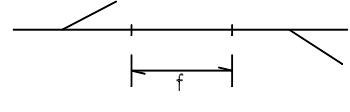
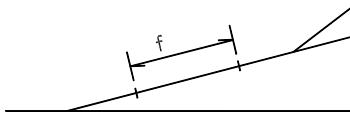
道岔布置	线 别	有列车同时通过两侧线时	无列车同时通过两侧线时
	正线	6.25	6.25
	到发线	4.5	0
其他站线	-		0

表 10.8.10-2 两顺向单开道岔间插入钢轨的最小长度  $f$  (m)

道岔布置	线 别	木岔枕道岔	混凝土岔枕道岔
	正线	6.25	6.25
	到发线	4.5	
	其他站线	0	
	到发线	4.5	
	其他站线	0	

注：1 两顺向单开道岔间插入钢轨的最小长度除应符合表 10.8.10-2 中混凝土岔枕单开道岔的一般规定外，尚应按道岔结构的要求适当调整。

- 2 相邻两道岔轨型不同时，插入钢轨宜采用异型轨。
- 3 其他站线上，木岔枕与木岔枕相接，且一组道岔后顺向并连两组 9 号单开时，其中至少一个分路的前后两组道岔间应插入不小于 4.5m 长的钢轨。
- 4 两道岔连接，正线上应采用同种类岔枕，站线上宜采用同种类岔枕。站线上采用不同种类岔枕时，对向连接插入钢轨长度不应小于 6.25m，顺向连接插入钢轨长度不应小于 12.5m。

# 11 电力牵引供电

## 11.1 牵引供电

**11.1.1** 牵引网供电方式宜采用直接供电方式或带回流线的直接供电方式，经技术经济比较可采用其他供电方式。

**条文说明** 关于牵引供电方式选择说明如下：

当与专用线接轨的干线线路牵引变电所为 AT 供电方式且铁路专用线过长时，为满足牵引网电压要求，经技术经济比较后可采用 AT 供电方式。

**11.1.2** 专用线应充分利用既有牵引供电设施供电能力供电，宜由既有牵引变电所或开闭所馈出独立馈线供电；不具备独立馈线供电条件，且专用线需要和干线铁路分区供电时，应新建开闭所或开关站。

**条文说明** 按照“根据接的铁路支线和专用线应分单元供电”的规定，利用既有牵引供电设施为铁路专用线供电时，由牵引变电所或开闭所馈出独立馈线供电。在不具备独立馈线供电条件，且专用线需要和干线铁路分区供电时，需新建开闭所，确保在专用线故障时，降低对干线铁路运行的影响。为降低工程投资和施工周期，也可以采用 27.5kV 柱上式开关站来实现开闭所功能。对于规模较小、不需要分区供电的专用线，可不新建开闭所。此外，往往在专用线和既有接触网间安装电分段，减小专用线故障对干线铁路供电系统可靠性的影响。

**11.1.3** 专用线需新建牵引变电所时，外部电源电压等级宜采用 110kV 电压。根据专用线的负荷情况，也可选择其他电压等级的电源供电。

**11.1.4** 牵引变压器设计应符合下列规定：

1 结合电源条件、企业生产性质，满足电能质量指标要求下宜选用单相接线或三相 V,v 接线型式，困难条件下可选其他可以满足供电要求的接线型式。

2 牵引变电所可采用单路电源和单台牵引变压器；根据牵引负荷的重要性，也可接引两路电源、两台牵引变压器，互为备用。

**条文说明** 关于牵引变压器设计说明如下：

1 牵引变压器接线型式首选容量利用率高的单相接线或三相 V,v 接线。困难时可采用三相-二相平衡接线等其他能满足供电要求的接线。

2 当铁路专用线电力牵引按二级负荷设计能够满足用户需求时，牵引变电所采用单路电源能够明显降低工程建设和运营维护费用、减少用地。根据牵引负荷的重要性，可以差异化地选择牵引变电所的电源数量和牵引变压器数量，为能够通过投切牵引变压器来灵活地适应负荷变化提供条件，以便获得较好的经济效益。

**11.1.5** 牵引变电所的进线应和相邻牵引变电所进行相序轮换。

**11.1.6** 牵引变电所牵引负荷对电力系统的谐波影响，应进行谐波预测计算。

**条文说明** 电气化铁路的谐波限值可参考《电磁兼容限值中、高压电力系统中畸变负荷发射限值的评估》GB/Z 17625.4-2000、《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549-1993 中的相关内容。

## 11.2 牵引变电

**11.2.1** 专用线变电工程主接线应符合下列规定：

- 1 专用线利用既有牵引变电所、开闭所供电时，主接线宜与既有接线协调一致。
- 2 新建牵引变电所的主接线应根据供电方式，并结合引入牵引变电所的电源进线回路数等因素确定。

**条文说明** 专用线利用既有牵引变电所、开闭所时，为方便运营维护管理，同时考虑与既有设备的接口衔接等因素，新增的牵引供电设施尽可能与既有牵引变电所、开闭所接线统一。

**11.2.2** 利用既有牵引变电所（开闭所）接引专用线供电回路时，专用线供电回路宜设置独立的计费装置。

**条文说明** 本条提出根据专用线和其接引的牵引变电所（开闭所）产权单位的归属情况设置计费装置需求。为方便提供运营结算的依据，分属不同产权单位时，专用线馈线一般要设独立计费装置，归属相同产权单位时可不设。

**11.2.3** 牵引变电所布置宜利用地形，紧凑合理，并保证运行安全可靠。

**11.2.4** 专用线牵引供电调度和远动系统的设置应根据运营管理模式、调度指挥模式确定。

**条文说明** 考虑企业专用线的运营维护管理模式、调度指挥方式不尽相同，因此要求牵引供电调度及远动系统的设置需根据运营管理模式、调度指挥模式确定。

## 11.3 接触网

**11.3.1** 接触网的系统设计应符合下列规定：

- 1 接触悬挂类型宜采用全补偿简单链形悬挂，经技术经济比较后，隧道内可采用刚性悬挂。
- 2 承力索、接触线宜采用铜合金材质。
- 3 承力索、接触线截面应根据供电计算确定。
- 4 腕臂装置宜采用绝缘旋转平腕臂结构，腕臂材质宜选用钢材质。
- 5 隧道外结构高度宜与接轨处接触网正线的结构高度一致，隧道内及跨线建筑物处结构高度可降低，但应满足吊弦安装要求。
- 6 受电弓动态包络线左右最大摆动量为200mm，最大抬升量为100mm。

**条文说明** 关于接触网的系统设计说明如下：

**1** 不少专用线（如矿山专用线）位于山区，隧道、尤其长隧道内采用刚性悬挂可显著减小隧道断面，降低整个专用线建设投资。故经技术经济分析比较后，隧道内可采用刚性悬挂。

**2** 经综合比较，若满足系统要求，本着节省投资的角度，接触线、承力索亦可采用铝包钢芯铝绞线、钢铝接触线。

**5** 为考虑工程造价和施工维护方便，专用线实际工程设计中常选取与接轨处接触网正线结构高度一致的结构高度。按照铜合金绞线整体吊弦结构特点和疲劳寿命实验资料，最短吊弦长度不要过短。

#### **11.3.2** 接触网的平面设计应符合下列规定：

**1** 双边补偿时锚段长度不宜大于  $2 \times 900\text{m}$ 。

**2** 接触网支柱跨距应根据悬挂类型、曲线半径、导线最大受风偏斜值和运营条件等综合确定，锚段关节宜采用 3 跨或 4 跨形式。

**3** 道岔处接触网宜采用交叉布置方式。

**4** 接触网支柱侧面限界应根据建筑限界、轨道养护方式等因素综合研究确定。

**条文说明** 关于接触网的平面设计说明如下：

**1** 在考虑设计温差范围内的补偿装置的行程、腕臂偏转的极限要求、张力差以及经济性等综合因素后，双边补偿时锚段长度一般不大于  $2 \times 900\text{m}$ 。

**3** 运营经验表明：线岔处是否安全主要取决于线岔始触区的设置及调整是否合适。对于小号码道岔，通过速度一般较低（ $80\text{km/h}$  及以下），采用交叉布置方式即能满足运行要求。

#### **11.3.3** 主要装备的选型应符合下列规定：

**1** 附加悬挂宜采用钢芯铝绞线或铝包钢芯铝绞线。

**2** 支柱选型根据工程情况经技术经济比较确定，腕臂柱宜采用横腹杆式预应力混凝土支柱，软横跨支柱、供电线支柱宜采用混凝土支柱。

**3** 混凝土支柱宜采用直埋式基础；接触网悬挂下锚及附加导线下锚宜采用实体基础。隧道内安装基础可采用预埋结构或后植结构。

**4** 接触悬挂下锚宜采用滑轮补偿装置，路基段及桥梁段宜采用混凝土坠砣。

**条文说明** 主要装备的选型需结合运营情况及经济性等情况综合选取。

#### **11.3.4** 接触网电分相宜采用器件式分相，电分相位置应进行行车检算。

## 12 电 力

**12.0.1** 用电负荷分级应根据铁路专用线的负荷特点、用电要求确定。

**条文说明** 铁路专用线的情况较为多样化，停电所造成的人身安全和经济损失的影响程度在不同项目、不同企业的评估结果呈现各自的差异性，各项目根据铁路专用线的负荷特点、用电要求合理确定为宜。参考《铁路电力设计规范》TB 10008-2015 条文说明 4..1.1 中典型的确定为一级负荷的案例。

**12.0.2** 一级负荷应由双重电源分别供电至用电设备或低压双电源切换装置处。

**条文说明** 考虑一级负荷供电可靠与否对安全有较大影响，故对此做出规定。其他等级负荷供电可靠性产生的影响主要体现在效益方面，在此不做特别规定。

**12.0.3** 外部电源应充分考虑所在公共电网现状、建设及规划情况，并应结合铁路专用线的产权企业电源工程或既有电源条件统筹考虑。宜合理、充分地利用企业内部电力资源。

**条文说明** 利用企业电源，一般情况下电源线路明确可行，且不确定性小，利于控制造价，可作为优先考虑的方案。

**12.0.4** 接轨站宜统筹利用既有铁路供电设施为铁路专用线接轨站的用电负荷供电；靠近接轨站位于铁路专用线区间的负荷，可由接轨站引出电源供电。

**12.0.5** 区间供电应根据用电负荷的分布情况以及周边电源条件，采用贯通、区间馈线、分散、利用接触网电源等方式或各方式组合的方案。

**条文说明** 本条给出多样化的区间供电方式，意在为设计者和业主提供更利于采取因地制宜措施的尺度，提升项目的技术经济水平。

**12.0.6** 不同产权单位的供、用电设施之间应合理设置接口，不同产权单位应分别设置计费装置。

**条文说明** 不同产权单位的供、用电设施之间的接口主要是指开关等用于管理分界的设备。当存在共享设备或系统时，需考虑单向的或双向的计费装置，以利于成本核算。

**12.0.7** 变、配电所可采用组合式集中布置，可采用 AIS 设备；室外变电设施宜采用杆架式变电台。

**条文说明** “组合式集中布置”是相对于分室布置而言，即将高压开关柜、变压器、低压配电柜等设备在同一房间内按电源并排紧密布置的一种形式，能有效避免因隔墙和其他公共空间需求而增加建筑面积；选用 AIS 设备有利于降低设备造价；本条规定均有利于节省综合工程投资。

**12.0.8** 接轨站的电力远动系统应与正线相协调，专用线的电力远动系统应根据运营管理模式、调度指挥方式确定。

**条文说明** 根据对目前铁路专用线现状的调查和分析，专用线线路长度普遍较短，对电力设施的远程操作需求不高，因此出于经济性及专用线管理模式的多样性考虑，本标准

规定远动系统的设置与否及采用什么方案需结合专用线的运营管理模式及行车调度方式综合确定。

**12.0.9** 电力线路采用的形式应结合供电方案，桥、隧分布，地形、地质、气候条件等因素综合确定，地形条件许可时，宜采用架空线路。

**条文说明** 本条核心意义在于引导设计优先采用架空线路，合理确定电力线路采用的形式，以节省投资。

**12.0.10** 全长 3000m 以上的隧道必要时可设置固定照明及检修插座。

**条文说明** 隧道照明的造价和维护成本均较高，故规定铁路专用线隧道达到全长 3000m 以上且确有必要时，才考虑设置固定照明及检修插座。

**12.0.11** 铁路专用线站场照明设计应符合下列规定：

1 装卸场，有夜间地面人员作业的到发场、调车场、牵出线，站场主干道路等场所，应设置照明，其他场所根据需要分析确定是否设置。

2 站场照明宜采用灯塔或灯柱照明，8 股道及以上的到发场及有夜间地面人员作业的其他车场可采用灯桥。

3 牵出线、调车线的照明设施应设置在调车人员走行的一侧。

4 灯桥高度应满足铁路建筑限界、与接触网最高导线的安全距离及与铁路线上作业机械的安全距离等要求。

# 13 通信与信息

## 13.1 通信

**13.1.1** 铁路专用线通信工程设计应符合铁路运输生产和经营管理中的话音、数据和图像通信业务要求。

**13.1.2** 铁路专用线通信工程设计应根据铁路专用线等级、业务需求和设备维护管理需要，合理设置通信线路、传输、接入、电话交换、数据通信网、有线调度通信、移动通信、视频监控、应急通信、时钟同步、时间同步、电源设备、电源及设备房屋环境监控、设备防雷及接地等系统。

**条文说明** 不同铁路专用线等级、不同铁路运输企业、不同运营维护模式，对通信系统有不同的需求，因此铁路专用线通信工程设计根据需求，合理设置通信系统。

**13.1.3** 铁路专用线通信系统宜与接轨站铁路通信系统互联互通。

**13.1.4** 通信线路设计应符合下列规定：

- 1** 通信线路应优先选择光缆。
- 2** 根据需要可设置长途通信线路、地区及站场通信线路。
- 3** 光缆和电缆的类型、容量、条数、敷设方式应符合业务需求和网络可靠性要求。

**条文说明** 可以根据承载业务的需求，合理选择长途光缆是否需要不同径路的保护。

**13.1.5** 传输系统设计应符合下列规定：

- 1** 传输系统应采用光纤数字传输技术。
- 2** 传输系统的传输速率、系统容量应根据业务量、网络冗余和网络保护方式进行选择和配置，并预留发展条件。
- 3** 传输系统宜采用单层结构，可采用汇聚层、接入层两层结构。

**13.1.6** 接入网宜优先考虑由运营商提供，可新设接入网。

**13.1.7** 数据通信网设计应符合下列规定：

- 1** 可设置数据通信网。
- 2** 未设置数据通信网时，可采用传输系统提供的以太网专网。
- 3** 链路带宽应根据网络流量确定，应符合业务近期需求并预留一定余量。
- 4** 数据通信网设备应支持 IPv6。

**13.1.8** 电话交换网设计宜利用既有网络资源或运营商资源，也可新设 IP 电话交换设备。

**13.1.9** 有线调度通信系统设计应符合下列规定：

- 1** 有线调度通信系统组网应符合调度指挥要求。
- 2** 有线调度通信系统应提供调度电话、车站（场）电话、站间行车电话、其他专用电话业务，可提供多媒体业务。
- 3** 有线调度通信系统应与铁路移动通信系统互联。

**条文说明** 根据专用线作业需求，可设置列检、商检、车号等系统。如专用线采用行车作业方式，根据作业需求，可设置无线调车灯显设备。

**13.1.10 移动通信系统设计应符合下列规定：**

- 1 移动通信系统应满足专用线行车指挥及控制和运营维护的需求。
- 2 专用线行车采用行车办理方式时，移动通信系统制式宜与接轨站正线相同，可采用列车数字无线调度通信系统。
- 3 专用线行车采用调车办理方式时，应设置无线调车灯显设备。利用调车机车调车时，调车机车应设置固定式机控器。利用本务机车调车时，宜设置便携式机控器。
- 4 根据专用线作业需要，可设置调车、车号、货检、列检等站场无线通信系统。
- 5 设置有列车尾部安全防护系统时，列车尾部信息传送系统及设备应符合《列车尾部安全防护装置及附属设备》TB/T 2973 等有关标准的规定。
- 6 移动通信系统无线覆盖范围应符合承载的业务和系统维护要求。

**13.1.11 视频监控系统设计应符合下列规定：**

- 1 根据需要可设置视频监控系统，视频监控系统可与信息专业视频监控系统合并设置。
- 2 视频采集点设置应满足调度指挥、运营维护、灾害监测、抢险救援和治安防范等视频监控需求。
- 3 视频编码协议应支持 H.265，视频图像分辨率应不低于 1080P。

**13.1.12 应急通信宜利用公众移动通信、卫星通信、互联网等通信手段，根据需要可设置专用应急通信设备。**

**13.1.13 时钟及时间同步系统应采用主从同步方式，新设时钟设备应采用北斗卫星授时系统作为基准时间源。**

**13.1.14 通信电源应采用-48V 高频开关电源及蓄电池组，可设置 UPS，蓄电池组的备用时间应根据运营维护需要确定。**

**13.1.15 通信设备房屋应设置电源及设备房屋环境监控系统。**

**13.1.16 通信设备防雷及接地设计应符合《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343、《铁路防雷及接地工程技术规范》TB 10180 等有关标准的规定。**

## 13.2 信息

**13.2.1 信息系统应与运营管理模式相适应，满足货运组织、现场作业需求，具备接轨站及专用线货运组织、生产管理、系统管理、安全管理等功能。**

**13.2.2 铁路专用线车站应设置铁路货运管理信息系统，可设置货运管控平台。铁路货运管理信息系统接入铁路综合信息网，应与企业信息网络物理隔离。**

**13.2.3 专用线场站作业区域宜设置货场视频监控系统。石油、天然气、化学品等危险**

品专用线场站作业区域应设置货场视频监控系统，重点易燃易爆区域视频监控应采用防爆设备，符合安全要求，满足特殊货品运输、装卸及储存相关规范标准规定。

**条文说明** 《铁路危险货物运输安全监督管理规定》（中华人民共和国交通运输部令2024年第24号）、《铁路危险货物办理站、专用线（专用铁路）货运安全设备设施暂行技术条件》（铁运〔2010〕105号）规定，危险货物装卸、储存场所和设施应当配置相应的监控等安全设施设备，危险货物装卸作业应当在装卸管理人员的现场指挥或者监控下进行。《石油库设计规范》（GB 50074-2014）第15.2.1条规定，石油库应设置火灾报警电话、行政电话系统、无线电通信系统、电视监视系统。因此，规定石油、天然气、化学品等危险品专用线场站作业区域应设置货场视频监控系统。

《危险化学品重大危险源安全监控技术规范》（GB 17681-2024）第10.1.4条规定，摄像监控设备的选型和安装要符合相关技术标准，有防爆要求的应使用防爆摄像机或采取防爆措施。《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）根据不同区域的爆炸风险，规定了相应的电气设备选型要求，包括防爆摄像机的选型。因此规定重点易燃易爆区域视频监控应采用防爆设备，符合相关安全规范标准规定。

**13.2.4** 国家铁路与专用线交接点宜设置货车装载监视系统。货车装载监视系统应具备专用线交接车辆及货品合规性监视功能，宜具备专用线交接、车辆进出时间记录、车辆占用计费等功能。

**13.2.5** 铁路专业线对接物流园可根据工业企业信息化需求在交接场站设置货运场站智能作业管理平台及配套应用系统。

## 14 信 号

### 14.1 一般规定

**14.1.1** 涉及行车安全的铁路信号系统及电路设计应符合铁路信号“故障—安全”原则。

### 14.2 地面固定信号

**14.2.1** 信号机应采用色灯信号机，信号机显示应为常态点灯。

**14.2.2** 铁路专用线设置联锁系统时，车站应设置进站信号机、出站信号机。仅有调车作业的车站，可仅设置调车信号机。

**14.2.3** 铁路专用线与国家铁路接轨处的调车信号机应用红色灯光代替蓝色灯光。

### 14.3 运输调度指挥

**14.3.1** 行车组织采用列车作业方式时，纳入国家铁路网的铁路专用线运输调度指挥宜采用列车调度指挥系统，其他铁路专用线可采用电话调度指挥方式。

**条文说明** 《铁路工程基本术语标准》GB 50262-2013 中第 2.0.3 条对国家铁路网规定如下：

“2.0.3 国家铁路网 national railway network

“主要由各级国家铁路和一部分具有路网意义的其他铁路联成的网状运输系统。”

**14.3.2** 专用线铁路采用列车调度指挥系统或调度集中系统时，应与相邻铁路运输调度系统交换相邻车站的行车信息。

### 14.4 闭塞

**14.4.1** 区间闭塞根据运输需要可采用电话闭塞、半自动闭塞、自动站间闭塞或自动闭塞。

**14.4.2** 自动站间闭塞区间列车占用检查装置可采用计轴轨道检查装置或轨道电路。

### 14.5 联锁

**14.5.1** 车站设置联锁系统时，应采用集中联锁。

**14.5.2** 集中联锁宜采用计算机联锁系统（CBI），并符合《铁路车站计算机联锁技术条件》TB/T 3027 的有关规定。

**14.5.3** 道岔转辙装置的类型应根据道岔类型、型号合理选择。

## 14.6 信号集中监测

**14.6.1** 车站设置联锁系统时，铁路专用线宜设置信号集中监测系统（CSM）。

**14.6.2** 信号集中监测系统宜设置网络，并将监测信息传输至电务运维机构。

## 14.7 信号电源系统设备

**14.7.1** 车站设置联锁系统时，信号设备宜采用智能电源屏供电，可设置 UPS。

**14.7.2** 有电务维护人员值守处所 UPS 蓄电池供电时间不宜小于 30 min，无电务维护人员值守处所 UPS 蓄电池供电时间不宜小于 2h。

## 14.8 干扰防护、雷电防护与接地

**14.8.1** 电力牵引供电区段，室外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 范围内的信号设备的金属结构件应接地。

**14.8.2** 铁路专用线范围贯通地线设置应符合下列规定：

1 电力牵引供电区段，车站范围室外信号设备宜设置专用贯通地线，接地端子处接地电阻不应大于 1 Ω。

2 自动闭塞区段应全线设置专用贯通地线，接地端子处接地电阻不应大于 1 Ω。

3 其他铁路专用线，可采用分散接地系统，接地电阻不应大于 4 Ω，困难时不应大于 10 Ω。

**14.8.3** 室内信号设备防雷接地应采用共用接地系统，共用接地装置的接地电阻值按接入设备中要求的最小值确定。

## 14.9 其他

**14.9.1** 道口信号设计应符合《铁路信号设计规范》TB 10007 的有关规定。

**条文说明** 《铁路信号设计规范》TB 10007-2017 第 13 章道口信号中规定了道口信号设计的相关要求。

**14.9.2** 信号电缆的布设应符合下列规定：

1 集中联锁车站的信号设备控制电缆宜分缆设置，距信号楼较远时可合用信号电缆。

2 区间路基地段无电缆槽防护时，可采用直埋方式；区间隧道地段无电缆槽防护时，可采用挂壁明敷方式。

## 15 机务与车辆设备

### 15.1 机务设备

**15.1.1** 机车交路应根据运营管理模式、机车类型、车流性质、机务设备布局及路网规划等因素综合确定。

**15.1.2** 机务设备设计应充分利用相邻铁路既有机务设施，新建机车、车辆检修设施宜统筹设置，铁路专用线场（站）可设置机车整备待班线、机待线等线路。

**条文说明** 车辆边修线为处理临时故障车而设置，考虑其使用率较低，与调机整备线合设，可节约场地及投资。调机整备设施包括燃油卸发存储、冷却水、油脂发放和储砂等设施，由于调机燃油用量较小，铁路专用线场（站）一般不设燃油库，调机加油可采用汽车油罐车加油方式。

**15.1.3** 铁路专用线场（站）可根据需要设置乘务员公寓和出退勤设施。

**15.1.4** 机车检修宜利用既有设施。

**15.1.5** 救援设备宜利用临近既有救援设施。

### 15.2 车辆设备

**15.2.1** 车辆设备设计应充分利用相邻铁路既有车辆设备，可根据运营管理方式、机车交路、运输组织方案等需要，设置列检作业场、技术交接作业场。列检作业场、技术交接作业场设计应符合下列规定：

1 技术交接作业场应设置在有翻车机、解冻库的铁路专用线，或实际装卸车数量每昼夜平均 300 辆及以上的铁路专用线接轨车站。

2 列检作业场、技术交接作业场应设置值班室、交接班室等房屋，房屋宜集中设置在到发场外侧中部，并宜与所在车站的信号等运转房屋合设。

3 列检作业场、技术交接作业场的作业线路应设置具有安全防护功能的固定脱轨器。

4 列检作业场应配置铁路货车技术管理信息系统（HMIS）运用子系统。

5 列检作业场所在车站无站修作业场时，可设置直线段有效长度不小于 60m 的边修线 1 条及相关设施。

**15.2.2** 车辆运行安全监控系统及铁路车号地面自动识别设备设计应符合下列规定：

1 车辆运行安全监控系统及铁路车号地面自动识别设备，应综合考虑路网、线路技术条件、通信系统等因素确定设计方案。

2 车辆轴温探测系统探测站的设置应结合接轨点车站与前后方轴温探测站的距离和专用线线路技术条件等因素综合确定。轴温探测信息宜纳入铁路车辆轴温智能探测系

统。

**3** 铁路车号地面自动识别设备探测站应设置在铁路专用线接轨点车站附近。

**4** 专用线与地方铁路和国家铁路的接轨站可设置货车故障轨旁图像检测系统(TFDS)。

# 16 给水排水

## 16.1 一般规定

**16.1.1** 铁路专用线给水排水及室外水消防工程应结合工业企业给水排水及室外水设施布局和规划统筹设计。

**条文说明** 合理选择和使用水源，污水达标排放，积极节约土地资源，是推行可持续发展战略的重要组成部分。现代城市及工业企业，特别是大型联合企业，一般都有较为完善的给水排水系统，量小而分散的铁路给水排水工程纳入市政或工业企业给水排水系统统一规划，无论在经济或技术上都是合理的。

**16.1.2** 铁路专用线改建工程应充分利用既有给水排水设施。

**16.1.3** 给水排水设备应采用节能型产品。同一管辖范围内的给水排水设备类型宜统一。

**条文说明** 给排水设备选型时不仅要满足高效、低能耗的要求，同时还要具备运行可靠、维护简便、安全经济的特点。

在同一管辖范围内尽量减少设备类型，目的在于减少备用设备和零配件的种类，便于检修和配件加工。

## 16.2 给水工程

**16.2.1** 给水站及生活供水站（点）供水水源宜采用当地市政或工业企业自来水。自来水接管点距离车站较远时，应经技术经济比较后合理选择水源方案。

**条文说明** 由于长距离输水方案的投资大，施工及运营管理复杂，因此需要技术经济比较确定水源方案。

**16.2.2** 设置洒水抑尘系统的煤炭、矿石等堆场，洒水频率和强度应根据货物性质和气候条件确定，夏秋季每天宜洒水2~3次，冬春季每天宜洒水3~4次，多雨季节可适当减少；煤炭堆场喷洒强度可取 $2.0\sim3.0L/m^2\cdot次$ ，矿石堆场喷洒强度可取 $1.0\sim2.0L/m^2\cdot次$ 。

**条文说明** 本条参照《煤炭矿石码头粉尘控制设计规范》JTS-T 156-2024第6.2.5条、第8.2.4条和第8.2.5条，关于煤炭、矿石堆场粉尘控制配套设施的标准制定。

**16.2.3** 采用市政自来水水源且供水可靠时，生活供水站（点）贮水设备有效容积可按车站最高日用水量的20%~25%确定。水源条件可靠性较低或采用地下水水源时，生活供水站（点）的贮水设备容量不宜小于设计最高日用水量。

**条文说明** 生活供水站（点）用水量小，无备用水源，当水源设备停电或出现故障，无条件马上修复时，会出现供水中断的情况。为此本条规定对于水源可靠性较低的生活供水站（点），其贮配水设备的容量不小于设计最高日用水量。严寒地区不适合使用高架

水箱。

**16.2.4** 压力管道穿越铁路应符合下列规定：

- 1** 管道不宜从铁路专用线咽喉区、区间穿越，必须穿越时，压力管道外应设防护涵。
- 2** 管道穿越站场范围内线路时，压力管道外应设防护套管，防护套管管径应为该管道的2~3倍，防护套管宜采用金属管或钢筋混凝土管。
- 3** 管道防护涵、防护套管外顶部距钢轨轨底的距离不宜小于1.2m，至路基面的距离不得小于0.70m。

**条文说明** 关于压力管道穿越铁路的说明如下：

**1** 压力管道如果直接铺设在铁路咽喉区、区间正线路基中，管道一旦出现漏水则会危及铁路路基和行车安全，也不便于管道的修复，所以压力管道穿越铁路咽喉区、区间正线时设防护涵。

**2** 在站场范围内的线路上列车速度较低，受振动也较小，因此压力管道穿越时可以设防护套管。

**3** 为保证铁路路基和行车安全提出本条规定。

### 16.3 排水工程

**16.3.1** 生产污水排水量和变化系数应根据排水设备种类、设备性能、运营管理模式等工艺特点，并结合国家、行业现行规定确定。

**16.3.2** 生产和生活污水的排放应符合《污水综合排放标准》GB 8978 和所属地的有关规定。

**16.3.3** 位置偏僻独立，无法纳入当地工业企业和市政排水管网的生活供水站（点），其排水应设置化粪池贮存，并应定期运至环保部门指定的地点。

**条文说明** 生活供水站、点排放的污水量较小，地点分散偏僻，当取得当地环保部门同意后，可不设专门的处理设备，采用化粪池贮存，定期运至环保部门指定的地点。

## 17 房屋建筑及暖通空调卫生设备

### 17.1 房屋建筑

**17.1.1** 房屋建筑除应符合安全、适用、经济和卫生等要求外，还应合理确定建筑规模和建筑型式。

**17.1.2** 生产房屋的建筑规模应根据设计年度的运输业务量、技术装备等因素确定。办公和生活房屋规模应按近期设计年度确定。性质相近的房屋宜统筹规划、整合建设。

**条文说明** 为贯彻国家节约土地、节约资源、节约能源的要求，车站的通信、信号、房建、工务、水电、装卸等房屋可以合并设置，修建综合建筑。此举有利于集中供水供暖，改善站容及工作条件。

**17.1.3** 铁路房屋选址应符合以下规定：

- 1 宜选择地势较高、平坦、排水通畅、有利发展、交通方便地段；
- 2 不应设在泥石流、滑坡、断层等严重地质不良地段；
- 3 应避开产生大量粉尘、煤烟、散发有害物质等污染地段和储存危险化学品和放射性物品等不安全地段；
- 4 不应设在高压电力线路走廊和地下工程及管道上。

**条文说明** 本条是对选址的基本要求。基地选址要求场地相对平整，不易积水。为避免各种地址危害和污染源的有害影响，基地选址避开严重地质不良地段和污染源产生的地段，并符合相关标准的规定。

**17.1.4** 邻近线路设置的铁路生产房屋及构筑物，其限界和间距应符合《标准轨距铁路建筑限界》GB 146.2 和《铁路工程设计防火规范》TB 10063 的有关规定。

**17.1.5** 房屋建筑的抗震设计应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 的有关规定。

**17.1.6** 铁路房屋建筑节能设计除应符合《铁路工程节能设计规范》TB 10016 和相关节能标准的有关规定外，尚应符合所在地区的能源政策和充分利用当地的资源条件。

**17.1.7** 铁路房屋屋面防水设计应符合《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的有关规定。

**17.1.8** 改建铁路应充分利用既有房屋建筑设施。

**条文说明** 铁路设计本着节约投资的原则，改建铁路充分利用既有房屋。

### 17.2 暖通空调卫生设备

**17.2.1** 通风空调与供暖方案应根据建筑规模、建筑形式、环境气候、能源条件、国家以及当地节能减排政策等综合确认。

#### **17.2.2** 采暖系统设计应符合下列规定：

- 1** 生产房屋室温达不到生产工艺要求时应设置采暖设施；
- 2** 累年日平均温度稳定低于或等于 5℃的日数大于或等于 90 天的地区，应设置供暖设施；
- 3** 集中供暖或区域供暖宜采用热水作供暖介质；
- 4** 建筑宜采用集中供暖，无法集中供暖或采用集中供暖不经济时，可采用分散式供暖。
- 5** 间歇性供暖的建筑应设置值班供暖，且供暖热负荷应对围护结构耗热量进行间歇附加。仅白天使用的建筑物，间歇附加率可取 20%，对不经常使用的建筑物，间歇附加率可取 30%。

**条文说明** 建筑采暖系统设计需综合考虑环保性，经济性，可行性等综合确认，采暖方案需根据推荐优先级比选确认，选出可行方案中经济环保的最优方案。

#### **17.2.3** 通风设计应符合下列规定：

- 1** 排除生产过程中散发的余热和水蒸汽时，通风设计应利用有组织的自然通风；自然通风达不到要求时，应辅以机械通风；
- 2** 生产过程中散发有害气体和粉尘时，通风设计应采用局部通风和净化处理设备。

**条文说明** 通风系统的设计需结合生产或生活的需要确定，自然通风可以充分利用室外自然风满足室内环境需求，因此优先采用。

#### **17.2.4** 空气调节设计应符合下列规定：

- 1** 生产工艺对温度、湿度有要求的车间、机房等场所，空气调节设计应设置工艺性空气调节设备；
- 2** 消控室、运转室等存在特殊设备散热的房间，应根据设备散热量配置必要的空调设施。

#### **17.2.6** 室内给水排水及卫生设备应符合下列规定：

- 1** 给排水系统应根据应用场景以及使用环境采取必要的防冻措施；
- 2** 热水供给热源应采用太阳能等清洁能源。

## 18 环境保护

**18.0.1** 选址、选线应绕避国家公园的核心保护区、自然保护区核心区和缓冲区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区的核心景区、饮用水水源一级保护区。饮用水水源二级保护区不应设置排放污染物的生产设施。自然保护区实验区不应设置污染环境、破坏资源的生产设施。选线、选址应符合当地的生态保护红线管理规定和生态功能区划、环境保护规划。

**条文说明** 2022年6月1日，国家林业和草原局颁布了《国家公园管理暂行办法》（林保发〔2022〕64号），根据该办法，国家公园划分为核心保护区和一般控制区，实行分区管控。国家公园核心保护区原则上禁止人为活动。

根据《中华人民共和国水污染防治法》第六十六条，在饮用水水源二级保护区不得建设排放污染物的生产设施。根据《中华人民共和国自然保护区条例》，在自然保护区实验区不得建设污染环境、破坏资源或景观的生产设施，如车站等。

线路确需经过本条中提到的环境敏感区其他区域或其他环境敏感区时需进行方案比选论证，并符合国家有关主管部门管理要求。

**18.0.2** 铁路主体工程、大型临时工程、弃渣（土）场等应采取水土保持和生态恢复措施，并与自然景观相协调。

**18.0.3** 污染物排放应符合国家和地方现行的所属地排放标准及环境管理的要求。

**条文说明** 本条中所指的国家和行业有关标准包括《铁路边界噪声限值及其测量方法》GB 12525-90、《环境空气质量标准》GB 3095-2012、《水土保持工程设计规范》GB 51018-2014、《铁路工程环境保护设计规范》TB 10501-2016等。

**18.0.4** 噪声污染防治设计应符合《铁路边界噪声限值及其测量方法》GB 12525、《声环境质量标准》GB 3096、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348的规定。

**条文说明** 由铁路专用线引起敏感点环境噪声超标时，可从降低噪声源强、阻隔声传播途径和受声点防护等方面提出工程治理或综合防护措施，包括铺设无缝长钢轨、局部路段限速、设置声屏障、安装隔声窗或居住房屋功能置换等。

**18.0.5** 由列车运行引起敏感点环境振动超过《城市区域环境振动标准》GB 10070的规定时，可采取铺设无缝长钢轨、局部路段限速等振动防治措施。列车运行列数大于20列/日，应执行《铁路边界噪声限值及其测量方法》GB 12525中铁路干线两侧标准。

**18.0.6** 采暖地区的车站其冬季采暖应纳入城市集中供热系统，不具备集中供热的条件时，应采用清洁能源供热。产生扬尘的散堆装货物的装卸、堆放应按照国家及地方要求采取抑尘降尘措施。

**18.0.7** 污水排放应符合《污水综合排放标准》GB 8978的规定。当地方标准严于国家标准时，应执行地方标准。

**18.0.8** 工业固体废物、生活垃圾、危险废物应分类收集、贮存、处置；收集、转运设备或设施应根据固体废物的种类及产生量设置；工业固体废物和危险废物贮存设施应采取防雨淋、防渗、防漏等措施。

## 本规范用词说明

执行本规范条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

(1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

(4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

