

(京) 新登字063号

内 容 简 介

本书是铁路工务技术手册的一个分册。书中全面汇集了目前正在使用的除道岔外的所有铁道线路上部结构材料和部件的技术数据，同时也介绍了一些有关设备的养护维修作业标准和具体作业方法。与原版相比，书中除更新了大部分技术数据外，还详细阐述了轨道强度计算和无缝线路方面的内容。

本书可供铁路工务部门工程技术人员、管理干部和技术工人查阅。

铁路工务技术手册
轨 道
(修订版)
铁道部工务局组织编写
中国铁道出版社出版、发行
(北京市东单三条14号)
责任编辑 傅希刚 封面设计 翟达
各地新华书店经售
中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092mm1/16 印张：29.25 字数：620 千
1979年12月 第1版
1993年6月第2版 第2次印刷
印数：5001—10000册

ISBN7-113-01204-3/TU·264 定价：21.95元

目 录

第一章 轨道结构.....	1	第四节 钢轨接头及轨缝.....	95
第一节 轨道组成及类型.....	1	一、钢轨接头.....	95
一、轨道组成.....	1	二、钢轨接头分类及结构型式.....	95
二、轨道各部件的作用.....	1	三、钢轨接头使用规定.....	102
三、轨道类型.....	2	四、轨 缝.....	105
四、铁路等级划分.....	2	第五节 缩 短 轨.....	112
第二节 线路平面和纵断面.....	4	一、曲线内股缩短量计算.....	113
一、线路平面.....	4	二、缩短轨需要量的计算.....	113
二、线路纵断面.....	10	三、缩短轨铺设规定.....	114
第三节 直线轨道几何尺寸.....	13	第六节 钢轨损伤分类.....	114
一、轨 距.....	13	第七节 钢轨及其联结零件使用规定.....	114
二、水 平.....	14	一、新建和改建铁路使用钢轨的规定.....	114
三、方 向.....	15	二、旧轨使用、整修技术条件.....	114
四、高 低.....	15	三、钢轨使用规定.....	118
五、轨 底 坡.....	15	四、钢轨检查规定.....	119
第四节 曲线轨道几何尺寸.....	16	五、钢轨联结零件使用规定.....	120
一、曲线轨距加宽.....	16	第三章 轨枕及扣件.....	121
二、曲线外轨超高.....	18	第一节 木 枕.....	121
三、缓和曲线.....	23	一、木枕树种及尺寸.....	121
第五节 曲线轨道行车条件.....	25	二、木枕尺寸公差及断面形状.....	122
一、脱轨条件.....	25	三、木枕的枕面铺轨范围.....	122
二、曲线最高和最低列车速度的确定.....	27	四、木枕材质缺陷限度.....	122
第二章 钢轨及联结零件.....	29	五、木枕材积计算.....	123
第一节 钢轨类型及尺寸.....	29	六、防腐木枕标准 (GB154—85)	123
一、钢轨类型及尺寸.....	29	七、胶合再生木枕标准	
二、钢轨横断面及侧面尺寸允许偏差.....	34	(TB1338—78)	126
三、钢轨计算数据及理论质量、金属		第二节 木枕扣件.....	128
分配.....	35	一、木枕扣件联结形式.....	128
四、旧轨类型及尺寸.....	36	二、道 钉.....	128
五、钢轨标记.....	48	三、垫 板.....	131
第二节 钢轨的材质和机械性能.....	53	第三节 混凝土枕.....	137
一、钢轨的化学成分及机械性能.....	53	一、混凝土枕的规格尺寸.....	137
二、钢轨的热处理.....	53	二、混凝土岔枕的规格尺寸.....	140
第三节 钢轨联结零件.....	54	三、混凝土桥枕.....	145
一、夹 板.....	54	第四节 混凝土枕扣件.....	150
二、接头螺栓、螺母及弹簧垫圈.....	69	一、弹条扣件.....	150
三、异型夹板.....	73	二、扣板式扣件.....	161

三、拱形弹片式扣件	172
四、弹片Ⅰ型调高扣件	179
五、螺纹道钉锚固	187
第五节 混凝土宽枕及扣件	189
一、混凝土宽枕类型及规格尺寸	189
二、混凝土宽枕扣件	189
三、混凝土宽枕铺设要求	189
四、混凝土宽枕轨道与其它结构形式轨道的连接	193
五、混凝土宽枕铺设主要技术条件	194
第六节 轨枕及扣件铺设使用规定	194
一、轨枕铺设规定及使用条件	194
二、轨枕铺设数量	195
三、轨枕配置	196
四、轨枕失效标准	196
五、旧轨枕分类及处理	199
六、轨枕扣件使用规定及伤损标准	199
第四章 道 床	200
第一节 道床的功用和性能	200
一、道床的功用	200
二、道碴的性能	200
三、道碴材料及其技术条件	200
第二节 道床横断面	203
一、道床横断面尺寸	203
二、各种线路条件下的道床横断面图	206
第三节 道床变形和道床病害	212
一、道床变形	212
二、道床病害及其整治措施	213
第四节 整体道床	215
一、概 述	215
二、整体道床的类型	216
三、钢筋混凝土支承块式隧道整体道床	216
四、运营线隧道整体道床施工要点	224
五、整体道床轨道的养护和维修	225
第五节 沥青道床	226
一、概 述	226
二、正线混凝土宽枕沥青道床	226
三、隧道宽枕沥青道床	226
四、站线宽枕沥青道床	227
五、沥青道床混凝土宽枕铺设根数	227
六、沥青道床混凝土宽枕轨道扣件	227
七、混凝土宽枕轨道与其它轨道的连接	227
八、轨道板沥青道床	227
第五章 轨道强度检算	229

第一节 概 述	229
第二节 轨道强度特征参数	230
一、钢轨支座刚度 D	230
二、钢轨基础弹性模量 u	230
三、道床系数 C	231
第三节 轨道结构静力计算	232
一、连续支承法	232
二、点支承法	234
第四节 轨道结构动力计算	234
一、轨道动荷载参数	234
二、轨道结构动力计算	235
第五节 轨道强度检算	235
一、钢轨应力检算	235
二、轨枕承载能力检算	236
三、道床顶面压应力检算	237
四、路基基床表面压应力检算	238
第六节 算 例	239
附 1 我国铁路机车计算资料	243
附 2 μ 、 η 值	247
附 3 弹性支座连续梁的弯矩、支座下沉影响系数 M' 、 η'	248
第六章 无缝线路	272
第一节 基本原理	272
一、温度力和温度应力	272
二、无缝线路结构型式	273
三、钢轨温度及锁定轨温	274
四、各种线路阻力	274
五、温度力图	278
第二节 无缝线路稳定性计算	280
一、概 述	280
二、前提条件和有关参数	281
三、稳定性计算公式	282
四、稳定性计算公式的应用	283
第三节 路基无缝线路设计	285
一、设计基本要求及轨道结构标准	285
二、强度及稳定性条件允许的轨温变化幅度	286
三、无缝线路类型及锁定轨温的确定	287
四、路基无缝线路结构计算	289
五、路基无缝线路设计算例	291
第四节 中跨度桥上无缝线路设计	295
一、附加伸缩力计算	295
二、附加挠曲力计算	297
三、桥上无缝线路设计步骤	299

第五节 特殊地段无缝线路设计特点	304
一、小半径曲线无缝线路	304
二、长大坡道无缝线路	305
三、大跨度桥上无缝线路	305
四、长大隧道无缝线路	306
五、寒冷地区无缝线路	307
第六节 无缝线路钢轨焊接与铺设	307
一、无缝线路钢轨焊接	307
二、无缝线路铺设	311
第七节 无缝线路养护维修	313
一、基本要求	313
二、维修计划安排	313
三、养护维修作业要求	314
四、单项维修作业要求	315
五、特殊地段无缝线路养护维修的特点	316
六、无缝线路的应力放散与调整	317
七、无缝线路故障处理	318
附 长钢轨和标准轨一端伸缩量表	319
第七章 轨道加强及轨道附属设备	324
第一节 轨道加强设备	324

一、防爬设备	324
二、曲线加强设备	331
第二节 护 轨	338
一、护轨的类型及铺设规定	338
二、护轨铺设技术要求	341
第三节 车 挡	341
一、土堆式车挡	341
二、竖壁土堆式车挡	341
第四节 线路标志及工务有关信号标志	343
第八章 道 口	344
第一节 道口铺设有关规定	344
第二节 道口铺面	345
一、钢筋混凝土铺面板	345
二、石铺面板	384
第三节 道口防护设备	384
附录一 标准轨距铁路限界	386
附录二 线路标志和信号标志	392
附录三 轨道材料常备数量标准及规定	457
附录四 无缝线路常备材料、工具数量标准	458

第一章 轨道结构

第一节 轨道组成及类型

一、轨道组成

轨道是线路设备的重要组成部分，它直接承受着机车车辆荷载的作用并引导机车车辆运行，一般由钢轨、轨枕、道床、道岔、联结零件及防爬设备组成。

轨道是运输设备的基础，机车车辆作用于轨道上的力有垂直压力、横向水平力、纵向水平力以及因温度变化所产生的温度附加力等。所以，要求轨道结构有足够的强度和稳定性，各组成部分的结构要合理，尺寸及材质要相互配合，等强配套，以保证列车按规定的速度安全、平稳和不间断地运行。

二、轨道各部件的作用

1. 钢轨是轨道最重要的组成部件，它直接承受列车的荷载，依靠钢轨头部内侧面和机车车辆轮缘的相互作用，引导列车运行，依靠它本身的刚度和弹性把机车车辆荷载分布开来，传递给轨枕。由于机车车辆轴重的逐渐增大，行车速度的不断提高，钢轨所承受的压力也在不断增加。目前，国产机车轴重一般为23t，韶山₄型电力机车轴重已达25t，最高运行速度已达120km/h，轮轨间的接触应力可达700~900MPa，轨底边缘的挠曲应力可达180~240MPa，因此对钢轨的材质和强度有更高的要求。

2. 轨枕的作用是一方面承受钢轨传下来的机车车辆的各种力，并把它分布给道床；另一方面是通过扣件把钢轨固定在规定的正确位置上，以保持轨距、轨底坡、曲线超高等，防止钢轨产生位移和爬行。

3. 道床的作用是固定轨枕的位置，防止轨枕纵、横向位移并把轨枕所承受的压力传递给路基，同时道床还起到排水的作用，可防止路基翻浆冒泥和木枕腐朽。

4. 道岔作用主要是引导列车从一条线路转向另一条线路。

5. 联结零件分接头联结零件和中间联结零件。接头联结零件有钢轨夹板和螺栓等，用于钢轨和钢轨、钢轨和道岔之间的联结，要求其有足够的强度，以承受车轮通过钢轨接头处时所产生的巨大冲击力、纵向力、横向水平力以及因温度变化钢轨所产生的温度附加力等。中间联结零件有道钉、垫板（用于木枕线路）、混凝土轨枕用螺旋道钉、扣件、橡胶垫板等。中间联结零件的作用是固定钢轨的位置，阻止钢轨的纵、横向位移，防止钢轨翻转，并将钢轨所受的力传递给轨枕。近几年来，有的工务段在混凝土轨枕地段钢轨接头两侧2~4根轨枕下增铺枕下大胶垫，用以减缓接头的冲击力，防治接头病害，起到了良好效果。

6. 防爬设备由防爬器和防爬支撑组成，用以增加钢轨和轨枕的联结，增加线路抵抗钢轨爬行的能力。对于使用弹条I型扣件的线路，由于其扣压力较大，弹性较好，因此可以不用防爬设备。

三、轨道类型

正线轨道类型分特重型、重型、次重型、中型和轻型。在选型时，应根据要求的运输条件、年通过总重密度、最高行车速度，本着由轻到重逐步加强的原则，结合近期调查运量、最高行车速度等主要运营条件确定。

1. 新建和改建铁路正线轨道类型（GBJ90—85）

正线轨道类型应按表 1—1—1 所列标准选用。

正 线 轨 道 类 型 表 1—1—1

条件	项 目	单 位	特 重 型	重 型	次 重 型	中 型	轻 型
运营条件	年通过总重密度	Mt·km/km	>60	60~30	30~15	15~8	<8
	最高行车速度	km/h	≥120	≥120	120	100	80
轨道结构	钢 轨	kg/m	≥70	60	50	43	43~38
	轨枕根数						
	预应力混凝土枕（混凝土枕，下同）	根/km	1340~1760	1760	1760~1680	1680~1600	1600~1520
	木 枕	根/km	1840	1840	1840~1760	1760~1680	1600
	道床厚度	非渗水土路基					
		面层	cm	30	25	20	20
		垫层	cm	20	20	20	15
	岩石渗水土路基	cm	35	35	30	30	25

注：① 计算年通过总重，应包括净载、机车和车辆的质量，并将旅客列车的质量计算在内。每对旅客列车上下行各按0.7Mt年货运量折算。单线应按往返总重计算，双线应按每一条线的通过总重计算。
② 重型及以上轨道宜采用预应力混凝土宽枕（混凝土宽枕，下同）。混凝土宽枕每千米配置根数为1760根。
③ 非渗水土路基宜采用双层道床，只有在垫层材料供应困难，且不致造成路基病害的情况下，方可采用单层道床。其厚度比照岩石、渗水土路基增加5cm。

根据实践经验，Ⅰ级铁路应采用次重型及以上轨道，Ⅱ级铁路可采用中型轨道，Ⅲ级铁路可采用轻型轨道。

2. 新建和改建铁路站线轨道结构

站线轨道结构应根据各类站线的用途，按表 1—1—2 所列标准选用。

3. 线路大修采用的轨道标准应符合表 1—1—3 的规定。

四、铁路等级划分

在新建铁路和既有线改造以及日常工作中，经常遇到铁路等级问题。《铁路线路设计规范》规定铁路等级划分为三级。规定如下：

Ⅰ级铁路——铁路网中起骨干作用的铁路，远期年客货运量大于或等于15Mt者；

Ⅱ级铁路——铁路网中起骨干作用的铁路，远期年客货运量小于15Mt；或铁路网中起联络、辅助作用的铁路，远期年客货运量大于或等于7.5Mt者；

Ⅲ级铁路——为某一区域服务具有地区运输性质的铁路，远期年客货运量小于7.5Mt者。

注：年货运量为重车方向，每对旅客列车上下行各按0.7Mt年货运量折算。

各级铁路旅客列车最高行车速度，应符合下列规定：

Ⅰ级铁路——120km/h，

Ⅱ级铁路——100km/h，

Ⅲ级铁路——80km/h。

站线轨道结构

表 1—1—2

项 目				单 位	到发线 (包括编发线, 下同)	驼峰溜放线	其它站线及次要站线
钢 轨				kg/m	比正线轻一级新轨或与正线同级旧轨	≥ 43	≥ 38
混 凝 土 枕				根/km	≥ 1250	≥ 1520	≥ 1440
木 枕				根/km	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1440
道 床 厚 度	非 渗 水 土 路 基	无 垫 层	特 重 型	cm	35	35	25 (其它站线) 20 (次要站线)
			重 型				
			次 重 型				
			中 型				
			轻 型				
		有 垫 层	特 重 型	cm	20 (面层)	25 (面层) 20 (垫层)	—
			重 型		20 (垫层)		
			次 重 型		15 (面层)		
			中 型		15 (垫层)		
			轻 型				
	岩石、渗水路基		特 重 型	cm	25	30	20
			重 型				
			次 重 型				
			中 型				
			轻 型				

注: ① 其它站线系指调车线、牵出线、机车走行线及站内联络线, 次要站线系指除到发线及其它站线以外的站线。

② 驼峰溜放线系指峰顶至调车线第一脱鞋器 (减速器) 末端的一段线路。

③ 道岔的道床厚度不应小于连接的主要线路的道床厚度。

线路大修轨道标准

表 1—1—3

五年内年计划通过总重密度 Mt·k m/k m			> 60	60 ~ 30	30 ~ 15	< 15
钢轨类型 (kg/m)			75	60	50	< 50 ~ 43
道床总厚度 (mm)	无垫床的碎石道床厚度	一般路基	450	450	400	350
		不易风化的岩石、碎石、卵石及纯净粗中砂	350	350	300	250 (木枕) 300 (混凝土枕)
	有垫床的碎石垫床厚度		$\frac{300}{200}$	$\frac{300}{200}$	$\frac{250}{200}$	$\frac{250}{200}$
	有碴桥面上的碎石道床厚度		200 (木枕) 250 (混凝土枕)			
	轨枕配置根数	木枕、混凝土枕 (根/k m)	1840	1840	1840 ~ 1760	1760

注: ① 道床厚度原则上应按轨型确定, 如遇轨型较轻而运量较高时, 应按运营条件并考虑近期可能更换的新轨型确定。

② 在运量很小, 行驶轻型机车或行车速度较低的线路上和在隧道车站范围内, 确因受建筑物限制时, 可以酌情降低道床厚度, 但在正线上, 木枕地段碎石道床厚度不得低于 200~250 mm, 混凝土枕地段不得小于 300 mm。站线上碎石道床厚度不得低于 200 mm。

③ 在大中修清筛起道时, 无垫层的碎石道床, 其枕下清筛厚度不得少于 300 mm, 道床总厚度不足 300 mm 者, 应全部清筛。

第二节 线路平面和纵断面

一、线路平面

线路平面是指线路中心线在水平面上的投影，由直线和曲线组成。曲线一般又分圆曲线和缓和曲线。

1. 直线

列车在直线上运行时条件最好，在同样的坡度下，列车运行阻力最小，行车最平稳，速度不受限制。因此，线路平面应尽量多采用长直线。

2. 圆曲线

曲线的组成如图 1—2—1 所示。

(1) 圆曲线的基本要素

- ① 曲线中心角 (α) 和曲线交角相等；
- ② 曲线半径 (R)；
- ③ 曲线的切线长 (T)；
- ④ 曲线外矢距 (E)；
- ⑤ 曲线长度 (C)；
- ⑥ 缓和曲线长度 (l)。

图中虚线为无缓和曲线时的情况，实线为有缓和曲线时的情况。

(2) 圆曲线基本要素之间的关系

一个曲线，知道其半径 (R) 和转向角 (α) 之后，其它各要素均可计算出来。

如图 1—2—1 所示，

$$C = R \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$E = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

在实际运用中，可根据曲线半径和转向角从《既有铁路曲线测设用表》中查得其它数值。曲线半径越大，转向角越小，列车运行条件越好，列车允许速度越高。所以最小曲线半径的大小是铁路等级的重要标志。

(3) 铁路曲线半径系列

我国铁路曲线半径采用以下数值：4000、3000、2500、2000、1500、1200、1000、800、700、600、550、500、450、400、350 和 300m。特殊困难条件下，可采用上列半径间 10m 整倍数的曲线半径。

(4) 最小曲线半径的确定

铁路的最小曲线半径应根据铁路等级并结合行车速度和地形等条件比选确定。

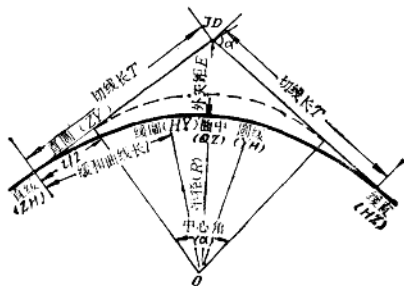


图 1—2—1 曲线各要素

ZV——单圆曲线始点(直圆点); YZ——单圆曲线终点(圆直点); ZH——缓和曲线始点(直缓点); HZ——缓和曲线终点(缓直点); HY——缓和曲线接圆曲线之点(缓圆点); YH——圆曲线接缓和曲线之点(圆缓点); QZ——整个曲线的中央点(曲中点)。

① 对高速客运专线, 最小曲线半径应保证旅客列车以最高速度通过时, 欠超高不超过允许值:

$$\text{即 } R_{\min} = \frac{11.8V_{\max}^2}{h_{\max} + \Delta h_{\text{欠}}} \quad (\text{m})$$

② 我国绝大多数铁路是客货共线, 客货列车的行车速度和实设超高是确定最小曲线半径的基本依据。

$$\begin{aligned} \Delta h_{\text{欠}} &= \frac{11.8V_{\max}^2}{R_{\min}} - h = \frac{11.8V_{\max}^2}{R_{\min}} - \frac{11.8V_p^2}{R_{\min}} = \frac{11.8(V_{\max}^2 - V_p^2)}{R_{\min}} \\ \Delta h_{\text{过}} &= h - \frac{11.8V_{\min}^2}{R_{\min}} = \frac{11.8V_p^2}{R_{\min}} - \frac{11.8V_{\min}^2}{R_{\min}} \\ &= \frac{11.8(V_p^2 - V_{\min}^2)}{R_{\min}} \end{aligned}$$

整理上式得:

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{11.8(V_{\max}^2 - V_p^2)}{\Delta h_{\text{欠}}} \quad (\text{m}) \\ R_{\min} &= \frac{11.8(V_p^2 - V_{\min}^2)}{h_{\text{G}}} \quad (\text{m}) \\ R_{\min} &= \frac{11.8(V_{\max}^2 - V_{\min}^2)}{\Delta h_{\text{欠}} + \Delta h_{\text{过}}} \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

式中 $V_{\max}$ ——最高行车速度 (km/h);

$V_{\min}$ ——最低行车速度 (km/h);

V_p ——平均速度 (km/h);

$\Delta h_{\text{欠}}$ ——欠超高 (mm);

$\Delta h_{\text{过}}$ ——过超高 (mm);

h ——实设超高 (mm);

$R_{\min}$ ——最小曲线半径 (m)。

③ 《铁路技术管理规程》(1992年9月1日起实行) 规定各级铁路的最小曲线半径如表 1-2-1。

特殊困难条件下的个别曲线, 经技术经济比选和鉴定审批, 可采用小于表 1-2-1 规定的最小曲线半径。

改建既有线路或增建第二线时, 最小曲线半径应结合既有线路标准比选确定。困难条件下按上述标准改建将引起巨大工程的个别曲线, 原有曲线可予保留。

增建第二线时, 两线间距离不变的并行地段的曲线, 应设计为既有线的同心圆曲线。改建既有线路和增建第二线的曲线半径可为零数。

3. 缓和曲线

为了使列车从直线进入圆曲线时不致因离心加速度和垂直加速度突然发生而使旅客产生不适, 同时也不致因曲线外轨超高突然增加而使列车产生颠覆, 要求直线与圆曲线间有一个曲率渐变的过程。直线与圆曲线间应采用缓和曲线连接。缓和曲线长度 (m) 一般应不小于 $9 \times \text{超高度 (m)} \times \text{容许最高行车速度 (km/h)}$, 特别困难地段不小于 $7 \times \text{超高度 (m)} \times \text{容许最高行车速度 (km/h)}$, 计算结果取 10m 整数。如原线路的缓和曲线标准较高时, 应采用原线路标准。

两缓和曲线间圆曲线最小长度，太短就会使一辆客车同时跨越圆曲线两端的缓和曲线，引起振动加剧，影响行车平稳，故要求中间圆曲线长度不小于全轴距的长度。我国客车全轴距22型为19.4m、25型为20.4m、双层客车为20.9m，故《铁路线路设计规范》规定不小于20m。

4. 曲线正矢

为使列车行车安全和平稳，曲线应保持圆顺。在线路养护维修工作中，衡量曲线是否圆顺，常用测量和检查曲线正矢的办法，要求实量缓和曲线正矢与计算正矢之差、圆曲线正矢连续差和圆曲线正矢最大最小值差不能超过规定的数值。否则，说明曲线方向不良，将影响行车平稳和安全，并能引起其它线路病害，必须马上进行拨正。

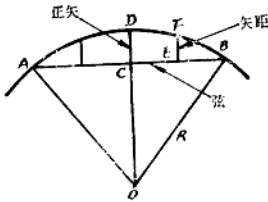


图 1—2—2 曲线正矢图

最小曲线半径 (m) 表 1—2—1

铁路等级	一般地段	困难地段
I	1000	400
II	800	400
III	600	350

注：不符合上述规定的须经铁道部批准。

曲线半径、弦长和正矢之间的关系如图 1—2—2 所示。

图中：AB为弦长，用C表示 (m)，CD为正矢，用f表示 (mm)，AO、BO为半径，用R表示 (m)。

曲线半径 (R)、弦长 (C) 和正矢 (f) 之间的关系如下式：

$$f = \frac{C^2}{8R}$$

当弦长为20m时，

$$f = \frac{20^2}{8R} = \frac{50}{R} (\text{m}) = \frac{50000}{R} (\text{mm})$$

当弦长为10m时，

$$f = \frac{10^2}{8R} = \frac{12.5}{R} (\text{m}) = \frac{12500}{R} (\text{mm})$$

为使用方便，对不同半径的曲线，分别计算出弦长20m和10m的正矢，列表如 1—2—2。

为了经常保持曲线圆顺，用20m弦在钢轨踏面下16mm处测量的正矢，其误差不超过表 1—2—3 的规定。

5. 复曲线

一个由不同半径的曲线段所组成的曲线叫复曲线。因为复曲线上各曲线段的圆心不是一个，所以也叫复心曲线。

设计曲线时应尽量考虑采用单曲线，仅在困难条件下保留复曲线。复曲线相邻两个圆曲线间应用缓和曲线连接，其长度按计算确定，且不短于20m。如因条件困难不能设缓和曲线时，两个圆曲线的曲率差不应大于 1/2000，且每个圆曲线的长度不得短于50m。

6. 曲线间的夹直线

圆曲线正矢表

表 1—2—2

曲线半径 R (m)	正矢 f (mm)		曲线半径 R (m)	正矢 f (mm)	
	弦长20m	弦长10m		弦长20m	弦长10m
200	250.0	62.5	800	62.5	15.6
250	200.0	50.0	850	58.8	14.7
300	166.7	41.7	900	55.6	13.9
350	142.9	35.7	950	52.6	13.2
400	125.0	31.2	1000	50.0	12.5
450	111.1	27.8	1200	41.7	10.4
500	100.0	25.0	1500	33.4	8.4
550	90.9	22.7	1800	27.8	7.0
600	83.3	20.8	2000	25.0	6.2
650	76.7	19.2	2500	20.0	5.0
700	71.5	17.9	3000	16.7	4.2
750	66.7	16.7	4000	12.6	3.1

曲线正矢误差限度

表 1—2—3

曲线半径 (m)	缓和曲线正矢与计算正矢之差 (mm)		圆曲线正矢连续差 (mm)		圆曲线正矢最大最小值差 (mm)	
	正线及到发线	其它线	正线及到发线	其它线	正线及到发线	其它线
250及以下	7	8	14	16	21	24
251~350	6	7	12	14	18	21
351~450	5	6	10	12	15	18
451~650	4	5	8	10	12	15
651及以上	3	4	6	8	9	12

注：在复心曲线大小半径连接处，实测正矢与计算正矢的容许差，按大半径曲线的缓和曲线规定办理。缓和曲线与直线连接处，不得有反弯或“鹅头”。

(1) 两相邻曲线转向方向相同的曲线叫同向曲线，如图 1—2—3。

(2) 两相邻曲线转向方向相反的曲线叫反向曲线，如图 1—2—4。

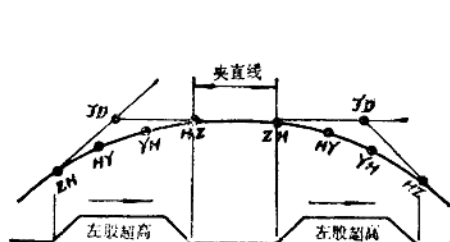


图 1—2—3 同向曲线示意图

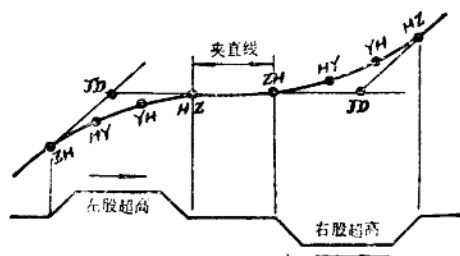


图 1—2—4 反向曲线示意图

(3) 为了使列车运行平稳，防止列车由于突然转向而引起摇摆和震动，就必须在相邻

曲线或缓和曲线间设置一段直线，这段直线就叫夹直线。夹直线要有一定的长度，如夹直线太短，则列车通过时，因频繁转换方向，列车对钢轨的横向推力加大，线路正确位置不易保持。维修实践证明，夹直线长度不宜短于2~3节钢轨长，即50~75m，困难条件下也不应少于1节轨长，即25m。客车从第一个曲线进入第二个曲线时，因二曲线超高不同，未被平衡的横向加速度频繁变化，将引起车辆左右摇晃，反向曲线路段更为严重。为保证行车平稳，旅客舒适，延缓其摇摆过程，夹直线长不宜短于2~3节客车长度。我国最大客车全长为26.6m，故夹直线长度不宜短于53.2~79.8m。

客车通过夹直线时要跨越2个直缓点，直缓点处轮轨冲击加剧，引起转向架弹簧振动。为了保证2个直缓点产生的振动不致叠加，保证旅客舒适，夹直线应有足够长，以使客车通过夹直线的时间不小于弹簧振动消失的时间。因此列车速度120km/h时夹直线长为70m，列车速度为100km/h时夹直线长为62m，列车速度为80km/h时夹直线长为54m。根据以上分析，我国铁路规定夹直线的最小长度如表1—2—4。

夹直线最小长度 (m) 表 1—2—4

铁路等级	一般地段	困难地段
I	80	40
II	60	30
III	50	25

线路大中修时，两曲线间的夹直线长度，原则上应不低于原线路标准。

7. 线间距离的标准规定

我国铁路区间及站内两相邻线路中心线间的标准距离规定如下。

(1) 直线部分线间距离标准 (见表 1—2—5)

线间距离的标准规定

表 1—2—5

顺序	线 路 中 心 线 间 距		线间最小距离 (mm)	备 注
1	双 线 区 间		4000	两侧机车车辆限界，加两侧灯宽加两侧安全量 $2 \times 1700 + 2 \times 100 + 2 \times 200 = 4000$ 一线通过一级超限货物，另一线通过一般货物加侧灯加富裕量 $1900 + 1700 + 100 + 300 = 4000$
2	三线及四线区间的第二线至第三线		5300	两个建筑限界半宽加信号机最大宽度 $2 \times 2440 + 410 = 5290 \approx 5300$
3	站内正线、到发线与其相邻线		5000	正线、到发线通过超限货物列车限界，（采用建筑限界2400）另一线安装信号机限界（2150）加信号机宽 $2440 + 2150 + 410 = 5000$
4	相邻两股道均需通行超限货物列车	线间装有高柱信号机	5300	与第2项同 两线均通行超限货物列车（建筑限界 2×2400 加水鹤最大宽550加防寒层厚60） $2440 \times 2 + 550 + 60 = 5490 \approx 5500$
		线间装有水鹤	5500	
5	相邻两股道只有一股通过超限货物列车	线间装有高柱信号机	5000	与第3项同 一侧通行超限货物（建筑限界2440），另一侧可通行超限货物，加水鹤最大宽度及防寒层厚 $2440 + 2150 + 550 + 60 = 5150 \approx 5200$
		线间装有水鹤	5200	
6	铺设列检小车轨道的两到发线		5500	
7	换 装 线		3600	机车车辆限界加侧灯宽 $1700 \times 2 + 200 = 3600$
8	编组站、区段站的站修线与其相邻一条线		6000	考虑站修作业方便及安全
9	牵出线与其相邻线		6500	
10	其它站线		4600	机车车辆限界加侧灯宽加列车摆动及行人安全限界 $1700 \times 2 + 100 \times 2 + 1000 = 4600$

表 1—2—5 所列的是线间距标准规定, 现有站内线间距不符规定的, 应逐步改造。在未改造以前如需在线间装设高柱信号机时, 其限界暂准在正线、到发线上为 2100mm。

(2) 曲线部分线间距加宽

列车在曲线上行驶时, 由于车体不能随曲线弯曲, 车体两端突出曲线外侧, 中部偏入曲线内侧, 因而两相邻曲线上行驶列车的净空就要减小, 如图 1—2—5。另外如果外侧曲线的超高大于内侧曲线的超高, 外侧车体的倾斜度大于内侧曲线车体的倾斜度, 车体间的净空也要减小, 如图 1—2—6。

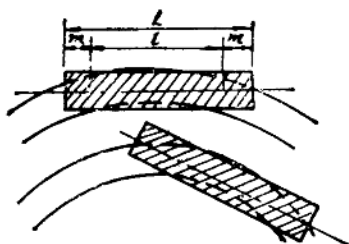


图 1—2—5 曲线线间距加宽平面示意图

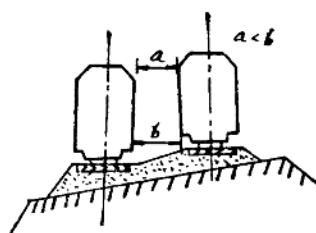


图 1—2—6 曲线线间距加宽横断面示意图

为了保持两相邻曲线上的车体与邻近建筑物间有一定净空, 曲线地段线间距需要另行加宽。

① 曲线内侧加宽量计算, 车体内移量计算公式如下:

$$f = \frac{l^2}{8R}$$

式中 f —— 车体偏入曲线内侧的距离;

l —— 车体两转向架中心销间的距离;

R —— 曲线半径。

在计算最大加宽量时, 车体长度采用 26m 转向架中心销间的距离 l 采用 18m, 代入上式得,

$$f = \frac{18^2}{8R} \times 1000 = \frac{40500}{R} \text{ (mm)}$$

由于曲线地段外轨需设超高, 从而引起车体内倾, 曲线内侧所需加宽量 x 可据图 1—2—7 来计算。

$$x = \frac{H}{1500} \times h$$

式中 x —— 车体内倾所需线路内侧加宽量;

H —— 车体高度, 我国采用 $H = 3600\text{mm}$;

h —— 曲线外轨超高;

1500 —— 两股钢轨中心距离。

因此曲线内侧所需总加宽量 $W_{\text{内}}$ 为

$$W_{\text{内}} = f + x = \frac{40500}{R} + \frac{H}{1500}h \text{ (mm)}$$

② 曲线外侧加宽量计算

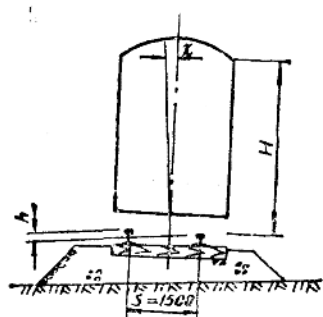


图 1—2—7 曲线外轨超高所需内侧限界加宽示意图

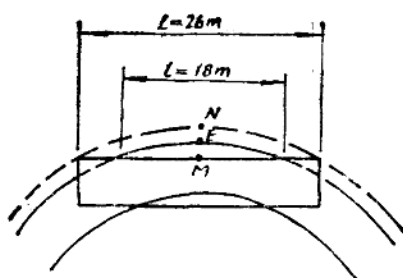


图 1—2—8 曲线外侧加宽示意图

据图 1—2—8，曲线外侧所需加宽量 $W_{外}$ 的计算公式为

$$W_{外} = NE = NM - EM$$

$$= \frac{26^2}{8R} \times 1000 - \frac{18^2}{8R} \times 1000 = \frac{4400}{R} (\text{mm})$$

根据各种曲线半径计算出的线路中心线间所需加宽量列于表 1—2—6 中。

曲线间距加宽数值 (mm)

表 1—2—6

曲线半径 (m)	外侧线路曲线超高大于内侧线路曲线超高时	其它情况	曲线半径	外侧线路曲线超高大于内侧线路曲线超高时	其它情况
4000	55	20	600	335	140
3000	75	30	550	345	155
2500	90	35	500	360	170
2000	115	45	450	380	190
1500	150	55	400	405	210
1200	185	70	350	435	240
1000	225	85	300	475	280
800	280	105	250	530	340
700	315	120			

注：采用中间曲线半径时，曲线线间距加宽值可用插入法求得，并取整至 5 mm。

二、线路纵断面

线路纵断面是指线路中心线展开后在纵向垂直面上的投影，它由许多平直线段、斜直线段和坡段连接处所设竖曲线组成。线路纵断面图上标有线路坡度、坡长及相邻坡段的连接。

1. 坡度

纵断面各相邻直线段起终点的标高差与其水平距离之比，就叫该直线的坡度。我国铁路纵断面的坡度用千分数表示，其符号为 $i\%$ ，见图 1—2—9。

$$i = \frac{H_2 - H_1}{L} = \frac{\Delta H}{L} \times 1000$$

式中 i ——坡度；

H_1, H_2 ——两变坡点的标高；

L ——两变坡点的水平距离；

ΔH ——两变坡点的标高差。

上坡用 (+)，下坡用 (-)，平坡用 (0) 表示。

(1) 限制坡度和最大坡度

限制列车牵引定数的坡度，其数值根据铁路等级、地形条件、牵引种类和运输要求比选确定，并应考虑和邻接铁路牵引定数相协调。

各级铁路的限制坡度不得超过下列数值：

I 级铁路，一般地段 6‰，困难地段 12‰；

II 级铁路，12‰；

III 级铁路，15‰。

新建铁路的最大坡度，在单线牵引地段为

限制坡度；用一台以上的机车地段为加力牵引

坡度；上、下行两方向采用不同限制坡度时为分方向限制坡度。

由于下坡制动条件的限制，加力牵引坡度不宜过大。各级铁路，加力牵引坡度最大值为 20‰。加力牵引坡度地段，可以采用多机重联牵引，有时受车钩限制，需采用补机推送。

列车的牵引重量是以列车在最大坡道上，以计算速度作为等速运行条件计算得到的。满载货物的列车在运行过程中，其速度不得低于计算速度，因此在任何地段，加算附加阻力均不得超过最大坡道阻力，即加算坡度均不得超过最大坡度。因此，当最大坡度与曲线、隧道重合时，机车粘着系数下降，粘着牵引力降低，列车不能保持以计算速度运行。此外，蒸汽机车通过隧道时，要求提高过洞速度。为此，都必须减缓坡度，满足速度的要求，这就是最大坡度的折减。

曲线地段最大坡度的折减值与曲线半径成反比，在隧道地段，与隧道长度成正比。运营实践表明，当隧道长小于 400m 时，不必折减。

在改建既有线时，如果因坡度减缓引起工程量巨大，可以不必折减，保持原标准。

2. 坡段长度

线路纵断面宜设计为较长的坡段。运营实践证明，为了列车的平稳运行和车钩附加力不致过大，一列列车不能同时跨越两个以上的变坡点，即一个坡段长度不应小于远期货物列车长度的一半。坡段长度不宜小于表 1—2—7 的规定。因坡度减缓（或折减）而形成的坡段、缓和坡段、坡度代数差很小、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和路堑内代替分坡平段的人字坡段，列车运行速度又较低时，均可减小至 200m。

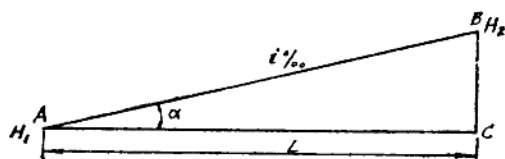


图 1—2—9 线路纵断面示意图

坡 段 长 度 (m)

表 1—2—7

远期到发线有效长度	1050	850	750	650	550
坡段长度	500	400	350	300	250

改建既有线和增建第二线时，困难条件下，可采用 200m 的坡段长度。

线路大修时，应尽可能改善原有坡度，且不应超过原线路的限制坡度和最大坡度。尽可

能设计长的坡段，一般不短于该区段到发线有效长的一半，个别困难地段，每段坡长应不短于200m。

3. 相邻坡段的连接

(1) 相邻坡段的连接宜设计为较小的坡度差，最大不得超过重车方向的限制坡度值。

改建既有线，原限制坡度变更或改为双机牵引坡度时，如有充分依据，其相邻段的坡度差可保留原数值。当相邻坡段的坡度代数差超过一定数值时，坡段就必须用竖曲线连接。

(2) 竖曲线设置的有关规定

在线路纵断面上，列车通过变坡点，产生车辆振动和局部加速度，将引起旅客不舒适。当蒸汽机车重心未过变坡点而使导轮悬空，悬空高度超过导轮轮缘高度时，就可能脱轨。当相邻车辆连接的车钩处于变坡点时，车钩上下错动超过允许值就可能引起脱钩。所以，当相邻坡段的坡度代数差超过一定数值，在变坡点处就要用竖曲线将相邻坡段连接。铁路线路采用的竖曲线，按其形状可分为圆曲线形竖曲线、抛物线形竖曲线和连续短坡形竖曲线三种。

《铁路线路设计规范》规定：I、II级铁路相邻坡段的坡度代数差大于3‰，III级铁路大于4‰时，应以竖曲线连接。竖曲线半径：I、II级铁路应为10000m，III级铁路应为5000m。

《铁路线路设备大修规则》规定：相邻坡段的坡度代数差大于3‰时，须设圆曲线型竖曲线；相邻坡段的坡度代数差大于2‰时，须设抛物线型竖曲线。

线路大修时，应按原线路标准设计为抛物线型或圆曲线型竖曲线。

采用抛物线型竖曲线时，每20m竖曲线长度的变坡率，凸型应不大于1‰，凹型应不大于0.5‰。

抛物线型竖曲线最好设在缓和曲线之外，仅在困难条件下允许重叠，不受缓和曲线的限制。

在竖曲线范围内，轨面标高以一定的曲率在变化；缓和曲线范围内，外轨标高以一定的坡度在升高。二者重叠，一方面轨道铺设和养护困难，另一方面外轨的直线超高顺坡和抛物线型竖曲线叠加，线型改变，影响行车平稳。

抛物线型竖曲线不能设在无碴桥梁上。因若无碴桥面上设置竖曲线时，其曲率变化要用桥枕高度来调整，而每根桥枕厚度都不一样，这将给施工和养护维修带来困难。

采用圆曲线型竖曲线时，竖曲线半径应根据运营条件，在10000m~20000m之间选用，困难条件下也不得小于5000m。同抛物线型竖曲线一样，圆曲线型竖曲线不应侵入缓和曲线、道岔和无碴桥上。困难条件下必须与道岔重叠时，竖曲线半径不应小于10000m。改建既有线和增建第二线时，如既有线路采用抛物线型竖曲线，在不小于上述规定的条件下，可保留既有线路连接标准。困难条件下，竖曲线可不受缓和曲线位置的限制。

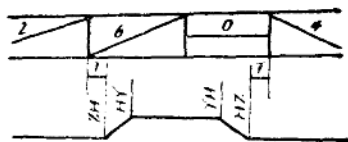


图1—2—10 缓和曲线不能与竖曲线重合示意图

为了保证行车平顺和安全，并便于线路维修、线路大修，应把缓和曲线全部放在一个坡段上，不要与竖曲线重叠，见图1—2—10。

因为在缓和曲线内，外轨既要按规定进行超高递减顺坡，又要按曲线进行弯曲，这样外轨就必须做成一条复杂的空间曲线，这实际上是做不到的。若道岔内和无碴桥上有圆曲线型竖曲线，则必然引起道岔和桥梁构件在竖直面上的弯曲，这也是不允许的。因此规定圆曲线

型竖曲线不得侵入缓和曲线、道岔和无碴桥上。

抛物线型竖曲线线型最好，行车平稳。圆曲线型竖曲线，头尾坡度变化较陡，对于行车条件来说，不如抛物线型竖曲线好。由于连续短坡各短坡段坡度变化较大，养护困难，行车平稳性又差，所以实际工作中，应尽量避免采用。连续短坡，只能在困难条件下采用。

4. 两线高差的规定

在既有线改造和线路大修中，两线路中心距离不大于5m时，其轨面高度原则上应设计为同一水平，仅在困难条件下保留个别超限坡段，或其它较低标准。因两线桥梁结构不同而在桥梁或桥头引线上出现轨面标高差时，标高差不应大于300mm。易受雪埋地段的轨面差不允许大于150mm，道口处轨面高差不允许大于100mm。

第三节 直线轨道几何尺寸

一、轨 距

轨距为线路上钢轨头部顶面下16mm范围内两股钢轨作用边之间的最小距离。

因为钢轨头部为不同半径的复曲线所组成，同时线路上铺设的钢轨有轨底坡，钢轨向内倾斜车轮轮缘与钢轨侧面接触点在钢轨顶面下10~16mm间，所以规定轨距测量部位在钢轨顶面下16mm处，如图1—3—1。

目前世界上的铁路轨距，分为标准轨距、宽轨距和窄轨距三种。标准轨距尺寸为1435mm，大于标准轨距的为宽轨距，如1520mm、1600mm、1670mm等，小于标准轨距的为窄轨距，如1000mm、1067mm、762mm、610mm等。

我国铁路轨距绝大多数为标准轨距，仅在云南省境内有1000mm轨距，台湾省铁路采用1067mm轨距，海南省境内和部分地方铁路采用窄轨距。

一个国家应尽可能采用一种轨距，以避免货物倒装和旅客换乘次数增加。

轨距用道尺或其它工具（如轨道检查车、轨距水平小车）测量。

轨距变化应和缓平顺，其变化率，正线、到发线不应超过2‰（规定递减部分除外），站专线不得超过3‰，即在1m长度内的轨距变化；正线、到发线不得超过2mm，站专线不得超过3mm。

为使机车车辆能在线路上两股钢轨间顺利通过，机车车辆的轮对宽度应小于轨距宽度。当轮对的一个车轮轮缘紧贴钢轨的作用边时，另一个车轮轮缘与钢轨作用边之间就有一定的空隙，这个空隙就叫游间，如图1—3—2。

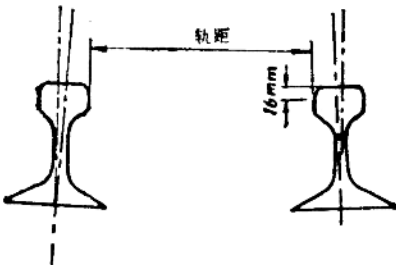


图 1—3—1 测量轨距示意图

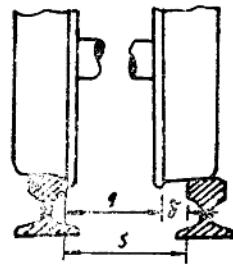


图 1—3—2 游间示意图