

大型养路机械职工培训系列丛书

铁路线路与铁路信号

程立 龙孟秋 毛必显 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路线路与铁路信号 / 程立, 龙孟秋, 毛必显主编.

成都: 西南交通大学出版社, 2004.6

(大型养路机械职工培训系列丛书)

ISBN 7-81057-875-8

. 铁... . 程... 龙... 毛... . 铁路
线路 - 技术培训 - 教材 铁路信号 - 技术培训 - 教材

. U21 U284.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 049450 号

铁路线路与铁路信号

程立 龙孟秋 毛必显 主编

*

责任编辑 王 旻

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 14.5

字数: 347 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 7-81057-875-8/U · 072

定价: 22.50 元

图书如有印装问题, 本社负责退换

版权所有, 盗版必究, 举报电话: (028) 87600562

《大型养路机械职工培训系列丛书》

编写委员会

主任委员

郑中立

副主任委员

董朝兴 许建明 王尊贤

编委

于家和 胡跃进 马云昆 江河

沈德明 张宝明 毛必显

主编

程立 龙孟秋 毛必显

前 言

随着科学技术的迅猛发展和我国社会主义市场经济体制的建立与深入,整个工业生产对现代化设备的需求和依赖程度愈来愈高。实践表明,工业企业生产设备的技术状态对劳动生产率、产品质量、生产成本、安全和环保等,在一定意义上可以说有着决定性的作用,这也是现代科学技术和社会经济互相渗透、互相促进、互相结合的一种必然趋势。

铁路行业也不例外。自1984年从国外引入大型养路机械进行线路维修、大修以来,铁路工务系统的作业方式和维修体制已经发生了根本性的变革,线路养护修理的质量、效率得到极大的提高,施工与运行的矛盾得到很大程度的缓解,施工生产中的事故明显减少。特别是在铁路四次大提速工程中,大型养路机械更是发挥出了不可替代的作用,已成为确保线路质量,提高既有线路效能,保证高速、重载、大密度铁路运输必不可少的现代化装备。

正是由于大型养路机械设备为铁路建设事业的发展做出的巨大贡献,所以,大型养路机械事业正以飞跃的速度向前发展。全路大型养路机械设备的品种和装备数量快速增加,大型养路机械使用人员的队伍正不断壮大。由此,在管理、安全、生产、使用等各方面又带来许多问题。大型养路机械是资金密集、技术密集的现代化设备,具有结构复杂、生产率高、价格昂贵等特点,并且,大型养路机械使用集运行、施工、检修于一身,所以,如何用好、管好、修好这些设备,不仅关系到设备本身的寿命,而且直接关系到大型养路机械施工企业的生产计划、施工质量、市场信誉、经济效益,甚至关系到企业的兴衰成败。要用好、管好、修好大型机械设备,人的因素是最关键的,这在铁道部、铁路局、机械化段都有着同样的共识和紧迫感。要得到与大型养路机械运用相适应的高素质职工队伍,需要得到不断的培养和教育,所以对各种培训的需求与日俱增,培训的要求也越来越高。面对文化程度相对较低、专业知识匮乏、基本素质参差不齐的人员队伍,不仅要开展一时一项、短期的各种培训,诸如新进人员的岗前培训、工班长的提高培训、技术人员的专业培训、检修人员的技术培训、管理人员的业务培训,更应该进行长期的、系统的、全面的基础培训和技能培训,以提高从业人员的综合素质和技术水平,发挥大型机械设备的最佳效能。

然而，迄今还没有一套系统、全面、完整的培训教材，这无疑给各种培训工作的开展带来一定的困难。为此，昆明中铁大型养路机械集团有限公司、铁路大型养路机械培训中心根据大型养路机械发展的需要，结合大型养路机械设备的技术及使用人员的基本情况，组织技术人员陆续编写出一套大型养路机械职工培训丛书，以填补这方面的空白，从而为推动大型养路机械事业的向前发展做出贡献。

本书由铁路大型养路机械培训中心程立、毛必显高级工程师、兰州铁路局武威大型养路机械段龙孟秋段长主编。在编辑过程中得到了许多同仁的支持和帮助，在此表示感谢。

限于我们的知识水平和实践能力，书中难免有纰漏和错误，恳请专家与读者批评指正。

大型养路机械职工培训丛书编写组
2004年5月

目 录

第一章 铁道线路概述	1
第一节 线路分类	1
第二节 线路的平面和纵断面	3
第三节 线路标志	7
第四节 线路区间	11
第二章 轨道的基本结构	12
第一节 钢 轨	13
第二节 轨 枕	22
第三节 连接零件	29
第四节 道 床	33
第五节 轨道附属设备	39
第三章 轨道的几何形位	46
第一节 轮轨间的作用关系	46
第二节 轨道几何形位的基本要素	48
第四章 曲线轨道	52
第一节 曲线轨道的几何形位	52
第二节 缓和曲线	61
第三节 缩短轨设置与线间距	64
第四节 曲线轨道加强	66
第五节 曲线轨道方向整正	68
第六节 曲线主要病害及其整治	72
第七节 曲线轨道养护维修	74
第五章 道 岔	77
第一节 普通单开道岔的构造	78
第二节 普通单开道岔的主要尺寸	89
第三节 单开道岔的铺设	95
第四节 特殊道岔	100
第五节 道岔病害整治与养护	103

第六节	禁止使用的道岔	109
第七节	列车通过道岔的过岔速度	111
第六章	钢轨接头	114
第一节	钢轨接头的结构	114
第二节	接头轨缝及其调整	119
第三节	接头病害与整治	122
第七章	无缝线路	127
第一节	无缝线路的基本概念	127
第二节	无缝线路的结构形式	132
第三节	无缝线路的稳定性	133
第四节	无缝线路的铺设	135
第五节	应力放散与调整	138
第六节	无缝线路的养护维修及故障处理	142
第七节	特殊地段的无缝线路	147
第八节	超长无缝线路	149
第八章	线路状态检查与线路质量评定	152
第一节	线路设备状态检查	152
第二节	春秋季线路设备检查	159
第三节	线路设备质量评定	160
第九章	线路维修与大修	165
第一节	铁道线路维修	165
第二节	大型养路机械作业	168
第三节	线路维修作业验收	171
第四节	综合维修验收	172
第五节	线路设备大修	178
第六节	线路大、中修技术标准	182
第七节	线路大、中修施工验收	186
第十章	铁路信号	192
第一节	铁路信号概述	192
第二节	固定信号及显示	195
第三节	信号表示器与信号标志	213
第四节	移动信号	219
第五节	听觉信号	221
参考文献		224

第一章 铁路线路概述

铁路线路是列车运行的基础，是铁路最重要的设备之一。铁路线路由路基、桥隧建筑物（见图 1-1）及轨道三部分组成，路基是轨道的基础，它承受轨道的重量和列车的作用力，并将这些力传递到地基上；桥隧建筑物是铁路线为跨越沟河及穿越山岭而修建的，用于减少工程量或避免修建过长的迂回线；轨道则用以引导列车沿着指定的方向运行，直接承受车轮的动载荷，并将其传递到路基面上。由此可见，铁路线路是一项综合性的、整体的工程结构，其各个组成部分的质量如何，都会影响到整个线路的质量。

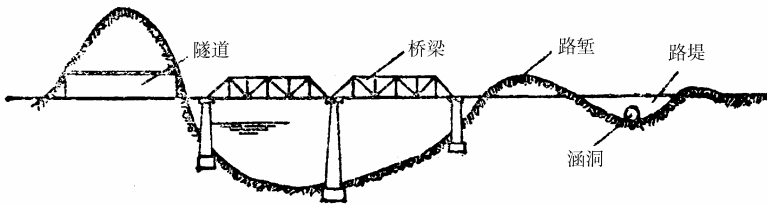


图 1-1 路基和桥隧建筑物

修筑新线时，设计部门和工程部门必须精心设计、准确施工，确保线路的工程质量。交付运行后，工务部门必须使线路经常保持良好状态，保证列车按规定的最高速度平稳、安全和不间断地运行。大型养路机械使用人员，担负着线路的机械化养护工作，因此，有必要了解和掌握有关线路的基本知识。

第一节 线路分类

铁路线路按其等级、轨距、区间线路数量及用途等的不同可分成不同的种类。

一、按线路等级分类

每一条铁路，对国家的政治、经济和国防上的意义不尽相同，在路网中所起的作用和所担负的运输任务也有差别，据此，我国《铁路线路设计规范》中把铁路划分为三个等级：一级铁路、二级铁路和三级铁路，具体的划分条件如表 1-1 所示。

表 1-1 铁 路 等 级

铁路等级	铁路在路网中的作用	远期年客货运量
	铁路网中起骨干作用的铁路	15 Mt
	铁路网中起骨干作用的铁路	< 15 Mt
	铁路网中起联络、辅助作用的铁路	7.5 Mt
	为某一区域服务，具有地区运输性质的铁路	< 7.5 Mt

铁路的等级不同，线路设计标准就不一样。我国铁路的有关标准规定了各级铁路线路的最小曲线半径、最大限制坡度，如表 1-2 所示。

表 1-2 最小曲线半径及最大限制坡度

铁路等级	最小曲线半径 (m)		最大限制坡度 (‰)	
	一般地段	困难地段	一般地段	困难地段
I	1 000	400	6	12
II	800	400	12	
III	600	350	15	

二、按线路轨距分类

铁路线路按轨距的不同可以分为：

- (1) 准轨铁路——具有标准轨距为 1 435 mm 的铁路。
- (2) 宽轨铁路——轨距大于标准轨距的铁路，例如，轨距为 1 676 mm 或 1 524 mm。
- (3) 窄轨铁路——轨距小于标准轨距的铁路，例如，轨距为 1 067 mm、1 000 mm 或 762 mm。

我国铁路大多采用标准轨距，但也有例外。在二连、满洲里、绥芬河分别与蒙古及俄罗斯接轨的铁路为 1 542 mm 的宽轨距；台湾省和海南省的部分铁路为 1 067 mm 的窄轨距；云南省和地方铁路有一部分则采用 1 000 mm 或 762 mm 的窄轨距。

三、按线路用途分类

铁路线路按用途的不同可以分为：

- (1) 正线——连接车站并贯穿或直股伸入车站的线路。
- (2) 站线——为满足车站有关作业而配置的线路。
- (3) 段管线——由机务段、车辆段、工务段、电务段等业务段专用并由其管理的线路。
- (4) 岔线——在区间或车站内接轨，通向有关单位的专用线路。
- (5) 特别用途线——专为行车安全而设置的安全线和避难线等。

四、按线路正线数目分类

铁路线路按正线数目的不同可以分为：

- (1) 单线铁路——区间内只有一条正线的铁路线路。
- (2) 双线铁路——区间内有两条正线的铁路线路。

(3) 部分双线铁路——在一个区段内只有部分区间为双线的铁路线路。

(4) 多线铁路——区间内有三条以上正线的铁路线路。

五、按钢轨的连接方式分类

铁路线路按钢轨连接方式的不同可以分为：

(1) 普通线路——钢轨与钢轨间用夹板等连接零件进行连接，各接头处留有缝隙。

(2) 无缝线路——将若干根标准长度的钢轨，焊接成 1 000 m ~ 2 000 m 的长钢轨，在每节线路全长内无缝隙。

六、按行车速度分类

铁路线路按行车速度可分为：

(1) 常速铁路——最高运营速度为 80 km/h ~ 120 km/h。

(2) 快速铁路——最高运营速度为 120 km/h ~ 160 km/h。

(3) 准高速铁路——最高运营速度为 160 km/h ~ 200 km/h。

(4) 高速铁路——最高运营速度为 200 km/h ~ 400 km/h。

(5) 超高速铁路——最高运营速度为 400 km/h 以上。

第二节 线路的平面和纵断面

从经济的合理性及工程的方便性方面考虑，铁路线路一般都是随自然地形而起伏变化的，因此，铁路线路在空间的位置就显得复杂多样，对铁路行车的平稳与安全也将产生极大的影响。

例如，某线路要从 A、B、C 三点经过，如图 1-2 所示，若是用线段连接（图中虚线），虽然长度最短，但在 AB 线段上要两跨河流，在 BC 线段上要穿越山岭，从而增大工程量和工程难度，加大工程造价。经过技术经济比较，现用折线 ADB 和 BEC 来代替 AB 和 BC，在折线的转角处则用曲线连接，使线路绕避障碍，适应地面的变化，既减少了工程量，又降低了成本。

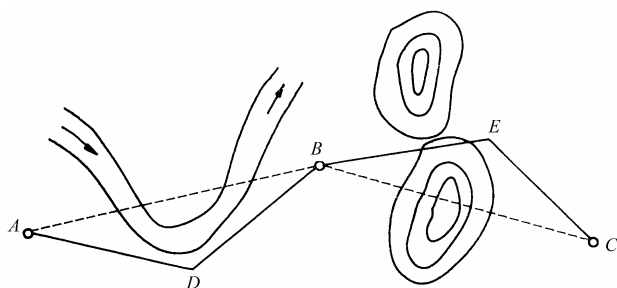


图 1-2 铁路线路绕避地形障碍示意图

铁路线路在空间的位置一般用线路中心线来表示，如图 1-3 所示。线路中心线是指距外

轨半个轨距的铅垂线 AB 与路肩边缘连线 CD 的交点 O ，在线路纵方向上的连续线。

为了分析复杂多变的线路形状，往往将铁路线路的中心线在水平面和垂直面上进行投影，分别得到线路的平面与纵断面。线路的平面可反映线路的曲直变化和走向；线路的纵断面则反映线路的坡度变化和高程。

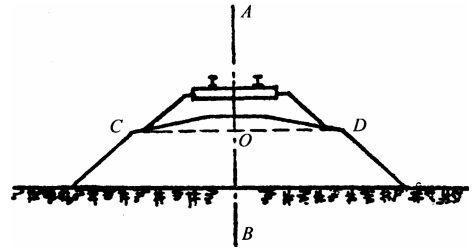


图 1-3 线路中心线位置

一、线路的平面

线路的平面由直线和曲线所组成。线路改变方向时，为了列车运行的平顺和安全，两相邻不同方向的直线间必须用合适的曲线相连接。

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，运行速度不受限制。因此，线路平面应尽量多采用长直线。

2. 曲线

线路上的曲线包括圆曲线和缓和曲线。

圆曲线由一定半径的圆弧构成，按其半径的数目不同可分为单曲线和复曲线，如图 1-4 所示。单曲线只有一个半径，是铁路上最常用的曲线；复曲线有两个半径，往往用于地形困难地段。

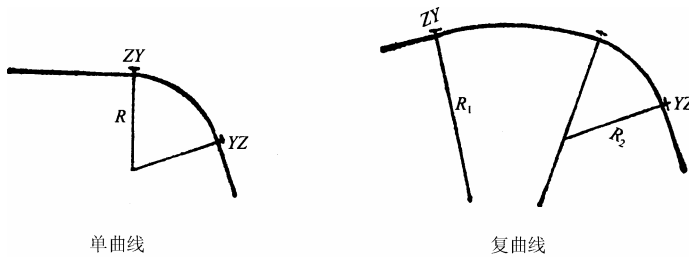


图 1-4 圆曲线

缓和曲线是设在直线与圆曲线之间曲率逐渐变化的曲线，如图 1-5 所示。缓和曲线与直线的连接点处，其曲率半径为无限大，随之逐渐减小，直至圆曲线的始点与圆曲线曲率半径相同。

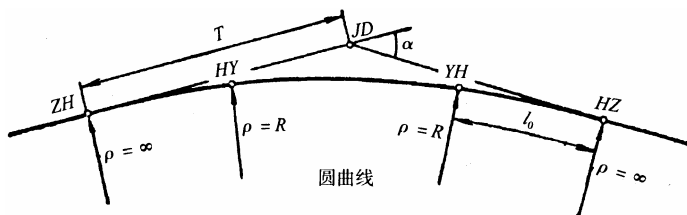


图 1-5 缓和曲线

3. 两相邻曲线间的夹直线

相邻两曲线因其转向不同，铁路曲线又有同向曲线和反向曲线之分。相邻两曲线转向相同的为同向曲线，如图 1-6 所示；相邻两曲线转向相反的为反向曲线，如图 1-7 所示，反向曲线即通常所说的“S”形曲线。为使列车运行平稳，防止列车由于突然转向而引起摇摆和振动，就必须在相邻曲线或缓和曲线间设置一段长度适宜的夹直线。

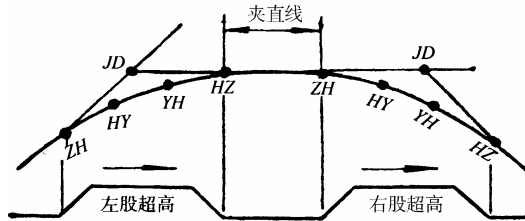


图 1-6 同向曲线示意图

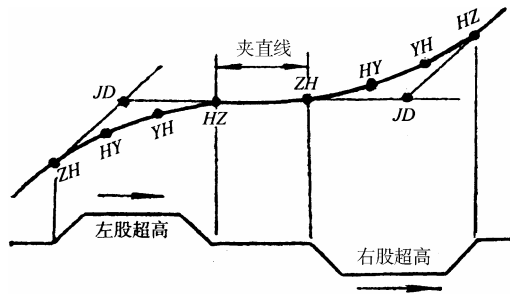


图 1-7 反向曲线示意图

若夹直线太短，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，线路的正确位置就不易保持。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。

4. 字母标记的意义

在铁路曲线上，下面的一些字母标记所代表的意义必须搞清楚：

ZY——直线与圆曲线的交点，即圆曲线的起点，简称直圆点。

YZ——圆曲线与直线的交点，即圆曲线的终点，简称圆直点。

ZH——直线与缓和曲线的交点，即缓和曲线的起点，简称直缓点。

HZ——缓和曲线与直线的交点，即缓和曲线的终点，简称缓直点。

HY——缓和曲线与圆曲线的交点，即圆曲线的起点，简称缓圆点。

YH——圆曲线与缓和曲线的交点，即圆曲线的终点，简称圆缓点。

二、线路的纵断面

线路的纵断面由平道、坡道和竖曲线组成。

1. 坡道

坡道常用坡度来表征，坡度是坡道段始点和终点的标高差与两点间的水平距离之比值，如图 1-8 所示。

铁路上坡度的大小通常用千分率($i‰$)来表示,上坡为(+),下坡为(-),平坡为(0)。坡度的计算公式为:

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

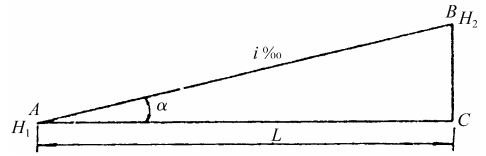


图 1-8 坡道坡度

式中 i ——坡度值(‰);

ΔH ——坡道段始点与终点的高差(m);

H_1 ——坡道段始点的标高(m);

H_2 ——坡道段终点的标高(m);

L ——坡道段始点与终点的水平距离,其近似值为坡段长度(m)。

每一铁路区段都是由数量众多的平道和坡道所组成。坡道的坡度不同,它们对列车牵引重量的影响也不一样。在一个区段上,限定列车牵引重量的最大坡度,叫做限制坡度。一般情况下,限制坡度的大小往往和区段内陡长上坡道的最大坡度相当。

限制坡度是使用一台机车牵引规定重量的货物列车,以规定的计算速度做等速运行所能爬上的最大坡度。一条线路的限制坡度愈小,机车牵引重量愈大,运行效率愈高。但采用过小的限制坡度,往往会造成工程量过大,线路造价提高。根据我国地形条件,《铁路技术管理规程》规定:一级铁路的限制坡度,一般地段为6‰,困难地段为12‰;二级铁路均为12‰;三级铁路均为15‰。

较长的铁路,经过地区的地形可能变化很大,如线路跨越山岭,在越岭地段地面急剧隆起,如图 1-9 所示。由于限制坡度是按全线一般地段选定的,在困难的越岭地段,如按限制坡度设计线路,将会引起大量工程及大量展长线路,为此,在困难的越岭地段采用更大的坡度,在牵引重量不变的条件下,用双机或多机牵引,这样的坡度称为加力牵引坡度。

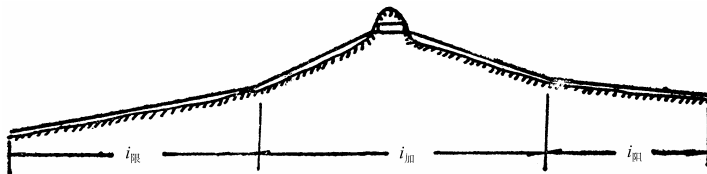


图 1-9 加力牵引坡度

在加力牵引坡度地段,可采用多机重联牵引,但有时受车钩强度的限制,需采取补机推送。又由于制动条件的限制,加力牵引坡度不可过大。坡度过大会产生下列缺点:下坡长时间施行制动,闸瓦发热过度,制动力降低,易于造成列车失控;闸瓦与轮箍磨耗剧烈,运行费增加;甚至由于剧烈摩擦,产生火花,引起车底板着火;在加力牵引的起、终点车站需配置机车,设置补机整备设备,由于补机摘挂,列车停站时间加长等。根据我国铁路运营经验规定:加力牵引坡度的最大值,蒸汽机车牵引不超过20‰,内燃机车牵引不超过20‰,电力机车牵引不超过30‰。

2. 竖曲线

平道与坡道、坡道与坡道的交点,叫做变坡点,在线路纵断面的变坡点处,形成一个

立面角。当坡度变更过大，机车在凸形地点通过而尚未越过变坡点时，机车导轮将有一瞬间的悬空，悬空高度超过导轮轮缘高度及在曲线上运行时，就有可能使机车脱轨；机车在凹形地点通过时，相邻车辆连接的车钩上下错动，错动量超过允许值时就可能引起脱钩，如图 1-10 所示。所以，为了保证列车通过变坡点处的平顺与安全，当相邻坡段的坡度代数差超过一定数值时，就需采用半径相当大的圆曲线把两个坡段连接起来。在变坡点处设置的曲线，叫做竖曲线。

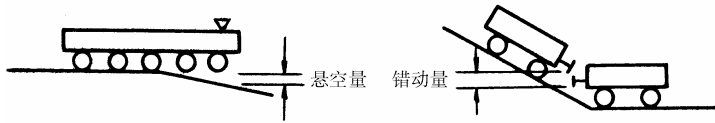


图 1-10 机车车辆通过变坡点的情况

我国《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 10 000 m，Ⅲ级铁路应为 5 000 m。

纵断面上竖曲线的形状如图 1-11 所示。

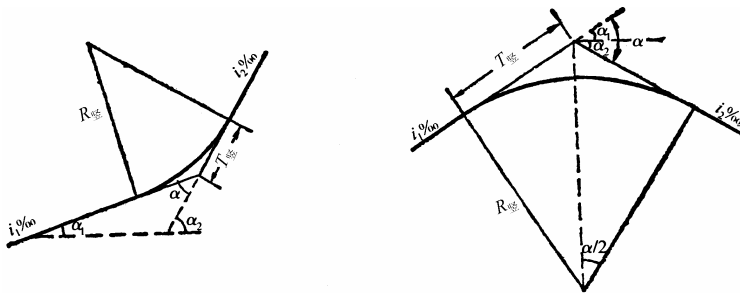


图 1-11 竖曲线的形状

在线路上，纵断面的竖曲线不应与平面上的缓和曲线相重叠。因为竖曲线使轨面标高以一定曲率在变化，而缓和曲线的外轨以一定的坡度递增（或递减）升高（顺坡），如两者重叠起来，外轨就成一条复杂的空间曲线，不但使轨道的铺设和养护不易控制，而且也会改变竖曲线的形状，降低行车的平稳性。为了不使竖曲线与缓和曲线相重叠，变坡点应设置在离开缓和曲线起点及终点最少一个竖曲线切线长度的位置。

第三节 线路标志

根据行车及线路养护维修的需要，在铁路沿线设有各种表示铁路建筑物及线路设备位置或状态的标志，其中常见的线路标志有：公里标、半公里标、百米标、曲线标、圆曲线与缓和曲线始终点标、桥梁标、坡度标及管界标等，如图 1-12 所示。

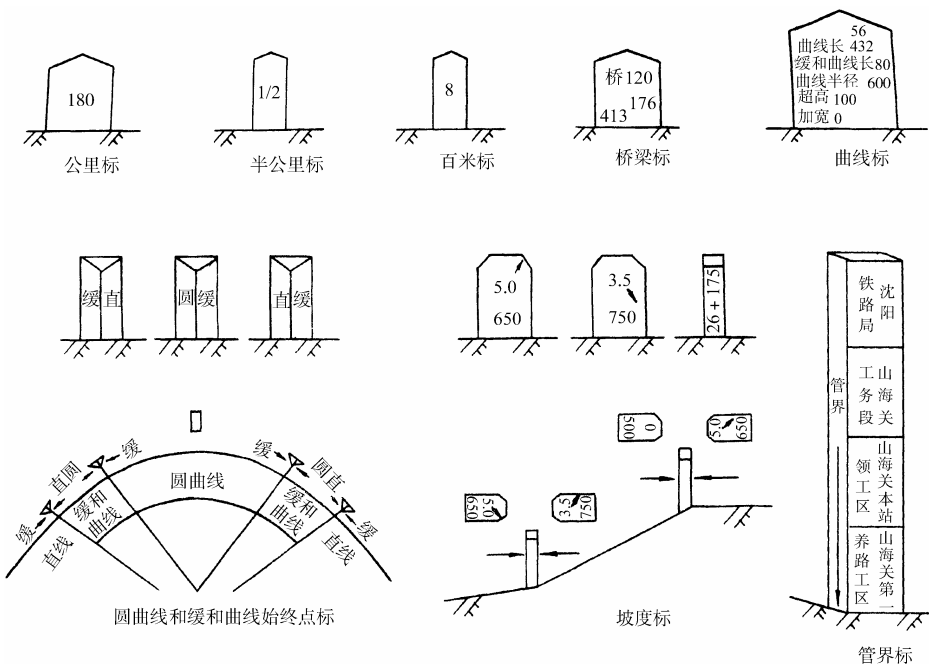


图 1-12 线路标志示意图

一、里程标

公里标、半公里标和百米标均为里程标。公里标表示从铁路线起点开始计算的连续里程，每公里设一个如图 1-13 所示；相邻两个公里标中间设一个半公里标；百米标则设于相邻公里标之间线路的每百米处。

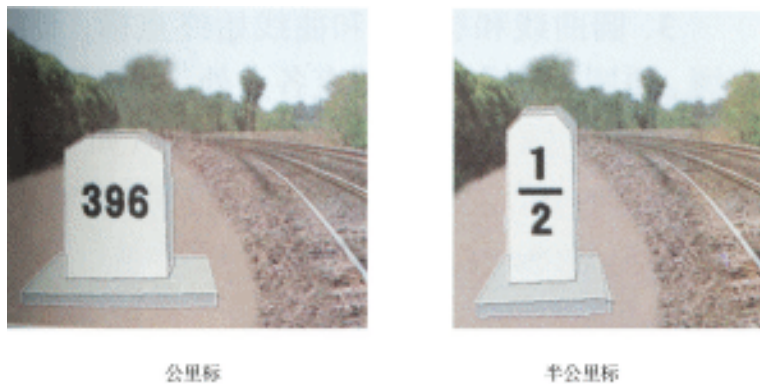


图 1-13 里程标

二、曲线标

曲线标为曲线的技术参数标。曲线标设在曲线中点处，其上标明了曲线的有关要素，如曲线长度、缓和曲线长度、曲线半径、外轨超高和轨距加宽等参数，如图 1-14 所示。曲线标的侧面标有曲线中点里程。



图 1-14 曲线标

三、桥梁标

桥梁标一般设于线路里程增加方向左侧的桥头，标明桥梁编号和桥梁中心里程，如图 1-15 所示。



图 1-15 桥梁标

四、坡度标

坡度标设在线路坡度的变坡点处，标的两面分别表示其所向方向的坡度和坡段长度。箭头向上斜为上坡，箭头向下斜为下坡，横线为平道。箭头尾部的数字表示坡度的千分数，下面数字表示坡段长度，如图 1-16 所示。标的侧面数字为变坡点所在的里程。

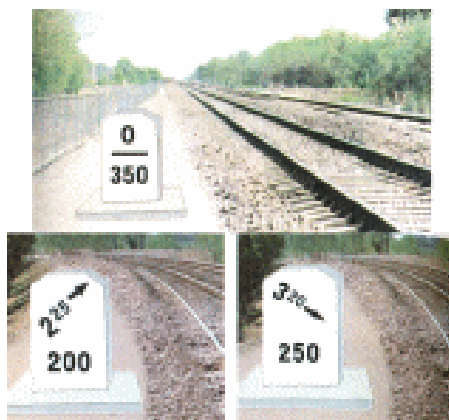


图 1-16 坡度标

五、圆曲线与缓和曲线始终点标

圆曲线与缓和曲线始终点标设于直线与缓和曲线、圆曲线与缓和曲线的连接处，表明缓和曲线、圆曲线的起点和终点。标的断面为三角形，侧面分别写有缓圆、圆缓或直缓、缓直等字样，表明它们所对应的方向是直线、缓和曲线或圆曲线，如图 1-17 所示。



图 1-17 圆曲线与缓和曲线始终点标

六、管界标

铁路局、工务段、领工区、养路工区及供电段、水电段的管界标设于各单位管辖地段的分界处，两侧分别标明所面向单位的名称，如图 1-18 所示。

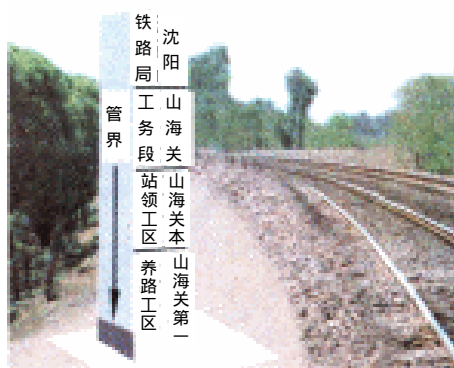


图 1-18 管界标

我国铁路采用左侧行车制，并且原则上规定以开往北京方向为上行方向，背离北京方向为下行方向，因此，线路标志一般应设置在线路里程增加方向的左侧，双线区段需另设线路标志时，应设在该线路列车运行方向的左侧。