

铁路轨道施工与修理

TIELU GUIDAO SHIGONG YU XIULI

● 主编 周国英



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

铁路轨道施工与修理

主编 周国英

主审 高 勇



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

铁路轨道施工与修理/周国英主编. —武汉:武汉大学出版社,2015.4
ISBN 978-7-307-15491-9

I. 铁… II. 周… III. ①轨道(铁路)—铁路施工 ②轨道(铁路)—维修
IV. U215

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 066034 号

责任编辑:刘小娟

责任校对:方竞男

装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:虎彩印艺股份有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:420千字

版次:2015年4月第1版 2015年4月第1次印刷

ISBN 978-7-307-15491-9 定价:42.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

在知识经济和科学技术迅猛发展的时代,新技术、新工艺、新材料层出不穷,职业岗位变化也相应频繁,社会发展变化对职业岗位能力有了更高的要求。现代职业教育不仅要求学生学会某项技能,更需要培养学生的学习能力、团队合作能力和专业能力,增强学生进一步自我发展的能力,以适应市场经济下的职业变迁。

本教材是根据我校(凉山州职业技术学校)推行国家示范学校建设课程改革的要求,通过对中铁八局建筑公司、遂宁工务段和本专业毕业学生岗位能力的调研,结合以往的教学实践经验编写而成。本教材的编写得到了李勇、姚小军、勾中华三位企业专家的大力支持。结合当代中职学生思维灵活、较为感性、喜欢动手的普遍特点,本教材本着够用、实用的原则进行编排,大幅度地削弱了理论知识,极大地减轻学生的理论学习负担;同时,以模块化的形式重点突出了施工工艺、方法方面的内容,便于教师进行“理实一体化教学”,让学生在实际行动的过程中学习知识,掌握技能。

目前,铁道施工与养护专业毕业生的就业选择主要分为两个方向:一是工程建设单位,主要从事铁路建设施工,如果只具备维修方面的知识和技能,就不能完全胜任施工工作。二是铁路局工务部门,这些单位的主要工作虽属于维修,但还是会参与一些既有线铁路轨道的大修施工作业,而施工作业就必须掌握施工知识与技能。本教材在原有《线路工》教材的基础上,增加了铁路轨道施工方面的知识与技能,使学生在掌握基本的施工知识与技能的基础上,能够更好地从事维修工作,基础更为扎实,既满足铁路工程建设部门的岗位需求,又能满足铁路运营养护部门的岗位需求。

本教材在“理实一体化教学”运用中,简单的施工技能可通过学校的线路实习基地进行教学;复杂的施工工艺和技能,可通过学校与软件公司合作开发的CAI课件进行教学,课件的教学可让学生有身临其境的感觉,能生动形象地把施工场所和施工工艺、施工方法展现在学生面前,让学生更容易掌握专业技能,同时能激发学生学习的积极性和主动性,为校内专项实习和校外综合实习打下坚实的基础,更好地开阔学生视野、创新思维,培养学生学习能力、团队合作能力和专业能力。

本教材中的施工工艺及施工方法是目前施工单位和维修养护单位普遍采用的技术,也是目前生产一线先进、成熟的技术。熟练掌握这些知识与技能,完全能够满足企业岗位技能需求,使学生一毕业就能上岗,可以极大地减少企业对新进员工的培养时间和成本。

本教材由凉山州职业技术学校周国英担任主编,凉山州职业技术学校校长高勇对本书内容进行了审阅。

由于编者水平有限,本书错误和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2015年1月

目 录

项目一 铁路线路	(1)
模块一 铁路线路概述	(1)
模块二 铁路线路平面和纵断面	(6)
模块三 线路标志	(13)
思考题	(14)
项目二 轨道施工作业	(15)
模块一 道床铺设作业	(15)
模块二 轨道铺设作业	(26)
模块三 无缝线路铺设作业	(36)
模块四 道岔铺设作业	(46)
思考题	(55)
项目三 线路大中修施工作业	(56)
模块一 成段更换轨枕施工作业	(56)
模块二 无缝线路换铺钢轨大修施工作业	(61)
模块三 成组更换道岔施工作业	(65)
模块四 曲线绳正法拨道	(75)
思考题	(88)
项目四 线路维修作业	(89)
模块一 道床作业	(89)
模块二 线路起、拨、改作业	(93)
模块三 捣固作业	(98)
模块四 轨枕作业	(103)
模块五 钢轨作业	(109)
模块六 无缝线路应力放散作业	(113)
模块七 道岔作业	(114)
模块八 更换夹板及夹板螺栓涂油作业	(124)
思考题	(125)
项目五 轨道日常保养及病害检查	(127)
模块一 识读轨检车波形图	(127)

模块二 钢轨探伤作业·····	(140)
模块三 线路设备静态检查·····	(161)
模块四 L形轨道卡尺检查高速道岔·····	(168)
思考题·····	(171)
项目六 线路作业非正常情况应急处理·····	(172)
模块一 胀轨跑道处理·····	(172)
模块二 钢轨折断处理·····	(173)
模块三 夹板折断处理·····	(175)
模块四 道口故障处理·····	(177)
模块五 XYD-2型液压捣固机故障处理·····	(179)
模块六 高速铁路线路设备应急处理·····	(182)
思考题·····	(188)
项目七 高速铁路线路设备修理作业·····	(189)
模块一 高速铁路线路设备检查·····	(189)
模块二 高速铁路线路设备维修主要作业要求·····	(200)
模块三 高速铁路线路设备维修作业·····	(212)
模块四 高速铁路线路设备检查与维修作业案例·····	(238)
思考题·····	(244)
项目八 安全防护·····	(246)
模块一 防护员作业·····	(246)
模块二 线路发生危及行车安全故障时的防护方法·····	(254)
模块三 高速铁路线路修理安全管理·····	(255)
模块四 人身安全·····	(259)
思考题·····	(262)
参考文献·····	(264)

项目一 铁路线路

学习目标

(1) 了解铁路勘测设计各个阶段的工作、铁路等级及主要技术标准,掌握道岔、无缝线路、高速铁路的基本知识。

(2) 了解铁路线路平面和纵断面的基本概念;掌握铁路线路的平面和平面图,以及铁路线路的纵断面和纵断面图。

(3) 了解线路标志的作用,掌握线路标志的类型及设置地点。

学习重点

(1) 道岔、无缝线路、高速铁路的基本知识。

(2) 铁路线路平面图和纵断面图。

(3) 线路标志的类型及设置地点。

学习方法和学习目的

在规定的时间内,按照老师提出的任务,围绕模块学习,通过学习收集资料,完成任务,对照资料自我检查,通过同学和老师的评价,找出自己的不足,最终提高个人的学习能力。

模块一 铁路线路概述

一、铁路的勘测设计

在修建一条铁路之前,必须进行调查研究和勘探工作,并从若干个可供比较的方案中选出一个最优方案来进行设计。铁路建设分为三个阶段。

(1) 前期工作阶段:主要进行方案研究、初测和初步设计工作。

(2) 基本建设阶段:主要进行定测、技术设计和施工图设计工作,最后进行工程施工、竣工验收。

(3) 投资效果反馈阶段:铁路运营若干年后,由建设单位会同有关部门,对工程质量、技术指标和经济效益等考查验证,以评价设计和施工质量。

二、铁路等级及主要技术参数

1. 铁路等级

铁路等级见表 1-1。

表 1-1 铁路等级

等级	铁路在路网中的意义	远期年客货运量
I 级铁路	在路网中起骨干作用的铁路	$\geq 20\text{Mt}$
II 级铁路	1. 在路网中起骨干作用的铁路	$< 20\text{Mt}$
	2. 在路网中起联络、辅助作用的铁路	$\geq 10\text{Mt}$
III 级铁路	为某一区域服务,具有地区运输性质的铁路	$< 10\text{Mt}$

2. 铁路线路

铁路线路是为了进行铁路运输所修建的固定路线,是铁路固定基础设施的主体。其分为正线、站线及特别用途线。正线是连接并贯穿分界点的线路。站线包括到发线、调车线、牵出线、装卸线、段管线等。特别用途线包括站内和区间的安全线、避难线及到企业厂矿砂石场等地点的岔线。根据线路意义及其在整个铁路网中的作用,铁路线路划分为以下三个等级。

(1) I 级铁路:保证全国运输联系,具有重要政治、经济、国防意义和在铁路网中起骨干作用的铁路,远期国家要求的年输送能力大于 800 万吨;

(2) II 级铁路:具有一定的政治、经济、国防意义,在铁路网中起联络、辅助作用的铁路,远期国家要求的年输送能力大于等于 500 万吨;

(3) III 级铁路:为某一地区服务,具有地方意义的铁路,远期国家要求的年输送能力小于 500 万吨。

3. 铁路主要技术参数

铁路主要技术参数包括:正线数目、限制坡度、最小曲线半径、牵引种类、机车类型、机车交路、车站分布、到发线有效长度和闭塞类型等。这些参数是确定铁路能力大小的决定因素,一条铁路选用不同的参数对设计线的工程造价和运营质量有重大影响,同时是确定设计线的工程标准和设备类型的依据。

三、道岔概述

道岔是一种使机车车辆从一股道转入另一股道的线路连接设备,通常在车站、编组站大量铺设。有了道岔,可以充分发挥线路的通过能力。即使是单线铁路,只要铺设道岔,修筑一段大于列车长度的叉线,就可以对开列车。因为道岔具有数量多、构造复杂、使用寿命短、限制列车速度、行车安全性低、养护维修投入大等特点,所以其与曲线、接头并称为轨道的三大薄弱环节(目前采用无缝道岔和无缝线路解决道岔、接头的薄弱环节)。

它的基本形式有三种,即线路的连接、交叉、连接与交叉的组合。常用的线路连接有各种类型的单式道岔和复式道岔,交叉有直交叉和菱形交叉,连接与交叉的组合有交分道岔和交叉渡线等。双开道岔为 Y 形,即与道岔相衔接的两股道向两侧分岔。三开道岔如同 Ψ 形,同时衔接三股道,由两组转辙机械操纵两套尖轨。复式交分道岔像 X 形,实际上相当于四组单开道岔和一副菱形交叉的组合。除此之外,还有一种交叉设备,通常使用的称为菱形交叉。它由两组锐角辙叉和两组钝角辙叉组成,但没有转辙器,所以股道之间不能转线。如果将复式交分道岔 X 形的上面两点和下面两点分别连接起来,就是交叉渡线。它不但能开通较多的方向,而且占地不多,所以经常在车站采用。道岔的基本形式如图 1-1 所示。

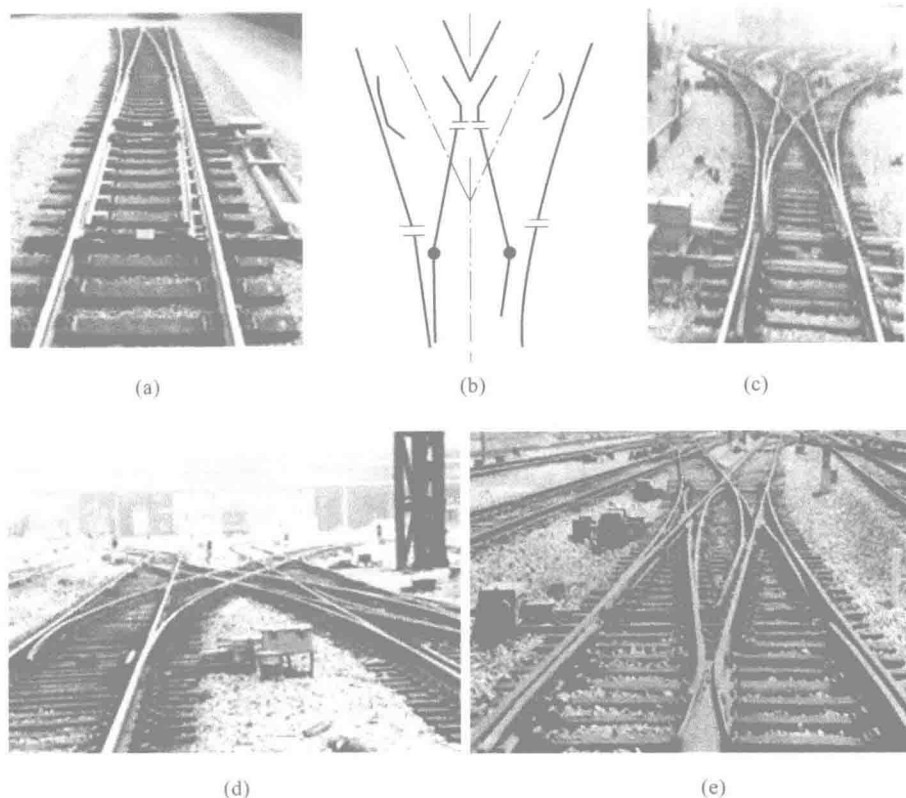


图 1-1 道岔的基本形式

(a)普通单开道岔;(b)对称道岔;(c)三开道岔;(d)交叉渡线;(e)交分道岔

单开道岔由转辙器、连接部分、辙叉及护轨组成,如图 1-2 所示,单开道岔以它的钢轨每米质量及道岔号数区分类型。目前我国的钢轨有 75kg/m、60kg/m、50kg/m、45kg/m 和 43kg/m 等类型,标准道岔号数(用辙叉号数来表示)有 6 号、7 号、9 号、12 号、18 号、24 号等,并以 9 号及 12 号最为常用。在侧线通过高速列车的地段,则需铺设 18 号、24 号等大号码道岔。

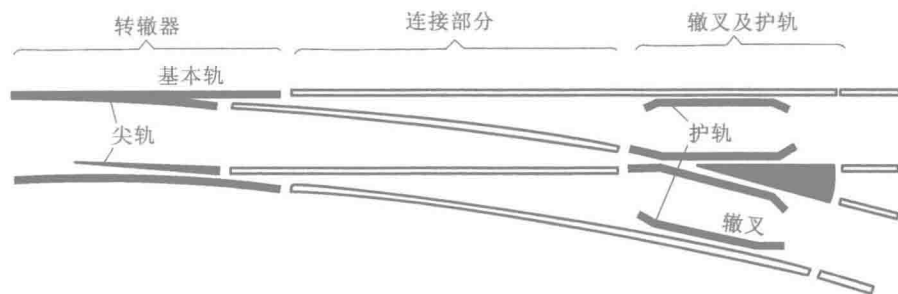


图 1-2 单开道岔

目前,我国铁路干线上大量使用 60kg/m 钢轨固定型辙叉的 12 号单开道岔。为适应既有线路提速改造的要求,我国自行设计、制造的新型 60kg/m 钢轨 12 号提速道岔已基本达到了国际先进水平,是我国高速道岔的雏形。

1. 转辙器

转辙器包括基本轨、尖轨和转辙机械。当机车车辆要从 A 股道转入 B 股道时,操纵转辙机械使尖轨移动位置,尖轨 1 密贴基本轨 1,尖轨 2 脱离基本轨 2,这样就开通了 B 股道,关闭了 A 股道,机车车辆进入连接部分沿着导曲线轨过渡到辙叉和护轨单元。这个单元包括固定辙叉心、翼轨及护轨,作用是保护车轮安全通过两股轨线的交叉之处。

(1) 基本轨。

基本轨是用一根 12.5m 或 25m 标准断面的普通钢轨制成的,主股为直线,侧股按转辙器各部分的轨距在工厂事先弯折成规定的折线或曲线型。通常,道岔中不设轨底坡,为改善钢轨的受力条件,提速道岔中基本轨设有 1:40 轨底坡。基本轨除承受车轮的垂直压力外,还与尖轨共同承受车轮的横向水平力。为防止基本轨的横向移动,可在其外侧设置轨撑。为了增加钢轨表面硬度,提高耐磨性并保持其与尖轨良好的密贴状态,基本轨头顶面一般还要进行淬火处理。

(2) 尖轨。

尖轨是转辙器中的重要部件,依靠尖轨的扳动,将列车引入正线或侧线方向。尖轨在平面上可分为直线型和曲线型。我国铁路的大部分 12 号及 12 号以下的道岔,均采用直线型尖轨。直线型尖轨制造简单,便于更换,尖轨前端的刨切较少,横向刚度大,尖轨的摆度和跟端轮缘槽较小,可用于左开或右开,但这种尖轨的转辙角较大,列车对尖轨的冲击力大,尖轨尖端易于磨损和损伤。我国新设计的 12 号、18 号道岔直向尖轨为直线型,侧向尖轨为曲线型。这种尖轨冲击角较小,导曲线半径大,列车进出侧线比较平稳,有利于机车车辆高速通过。

(3) 转辙器上的零、配件。

①滑床板。在整个尖轨长度范围内的岔枕面上,有承托尖轨和基本轨的滑床板。滑床板有分开式和不分开式两类。不分开式用道钉将轨撑、滑床板直接与岔枕联结;分开式是先用垂直螺栓将轨撑与滑床板联结,再用道钉或螺纹道钉将垫板与岔枕联结。尖轨放置于滑床板上,与滑床板间无扣件联结。

②轨撑。轨撑可以防止基本轨倾覆、扭转和纵横向移动,安装在基本轨的外侧。它用螺栓与基本轨相连,并用两个螺栓与滑床板联结。轨撑有双墙式和单墙式之分。提速道岔中由于扣件扣压力足够大,未设轨撑。

③顶铁。尖轨刨切部位紧贴基本轨,而在其他部位则依靠安装在尖轨外侧腹部的顶铁,将尖轨承受的横向水平力传递给基本轨,以防止尖轨受力时弯曲,并保持尖轨与基本轨的正确位置。

④各种特殊形式的垫板。如铺设在尖轨之前的辙前垫板和之后的辙后垫板,铺设在尖轨尖端和尖轨跟端的通长垫板,为保持导曲线的正确位置而设置的支距垫板等。

⑤道岔拉杆和连接杆。道岔拉杆连接两根尖轨,并与转辙设备相连,以实现尖轨的摆动,故又称转辙杆。连接杆为连接两根尖轨的杆件,其作用是加强尖轨间的联系,增强尖轨的稳定性。

⑥转辙机械。最常用的道岔转换设备的种类有机械式和电动式。若按操纵方式分类,则有集中式和非集中式两类。机械式转换设备可以为集中式或非集中式,电动式转换设备则为集中式。道岔转换设备必须具备转换(改变道岔开向)、锁闭(锁闭道岔,在转辙杆中心处尖轨与基本轨之间不允许有 4mm 以上的间隙)和显示(显示道岔的正位或反位)三种功能。

2. 辙叉及护轨

辙叉是使车轮由一股钢轨越过另一股钢轨的设备。辙叉由叉心、翼轨和联结零件组成,按

平面形式分,辙叉有直线辙叉和曲线辙叉两类;按构造类型分,辙叉有固定辙叉和活动辙叉两类。在单开道岔上,直线式固定辙叉最为常用。

3. 连接部分

连接部分是转辙器和辙叉之间的连接线路,包括直股连接线和曲股连接线(也称导曲线)。

四、无缝线路概述

1. 铺设无缝线路的意义

所谓无缝线路,就是把不钻孔、不淬火的 25m 长的钢轨,在基地工厂用气压焊或接触焊的方法,焊接成 200~500m 的长轨,然后运到铺轨地点,再焊接成 1000~2000m 的长轨,铺到线路上就成为一段无缝线路。

无缝线路问世之前的普通线路是由 12.5m 或 25m 的钢轨铺设而成的。普通线路上的钢轨接头,既是轨道结构不可缺少的组成部分,又是轨道结构的薄弱环节。无缝线路又称长钢轨线路,近年来,在提速工程的带动下,超长无缝线路发展迅速,长轨条连续焊接的长度可达数百千米。据有关部门方面统计,与普通线路相比,无缝线路至少能节省 15% 的经常维修费用,延长 25% 的钢轨使用寿命。此外,无缝线路还具有减小行车阻力、降低行车振动及噪声等优点。

2. 无缝线路的类型和结构

无缝线路分为温度应力式和放散温度应力式两类,温度应力式为无缝线路的基本结构形式。

(1) 温度应力式无缝线路包括伸缩区、固定区和缓冲区三部分。

无缝线路伸缩区长度根据计算确定,一般为 50~100m;固定区长度根据线路及施工条件确定,最短不得小于 50m;缓冲区一般由 2~4 对标准轨或厂制缩短轨组成,有绝缘接头时为 4 对,采用胶结绝缘接头时为 3 对或 5 对。

温度应力式无缝线路由焊接长钢轨及其两端若干根标准钢轨组成,用夹板及螺栓联结。其构造简单,铺设维修方便,但钢轨要承受很高的温度力,一般适用于常年轨温变化不大于 90℃ 的地区,也可铺设在大于这一轨温变化的地区,但要在一定轨温条件下,定期放散钢轨内部过高的温度应力。

(2) 放散温度应力式无缝线路分为定期放散式和自动放散式两种。

定期放散式无缝线路在每年春秋季节适当温度下,更换不同长度的缓冲区钢轨,调节钢轨温度应力。其结构形式与温度应力式相同。

在温差较大的地区和特大桥梁上,为了消除和减少钢轨温度力对钢梁伸缩的影响,采用自动放散温度应力式无缝线路。自动放散式无缝线路是在焊接长钢轨间,设置桥用钢轨伸缩调节器,用以释放温度应力。

五、高速铁路概述

高速铁路是世界铁路的一项重大技术成就,集中反映了一个国家铁路牵引动力、线路结构、高速运行控制、高速运输组织和经营管理等方面的技术进步,也体现了一个国家的科技和工业水平。高速铁路是社会经济发展和运输市场竞争的需要,它促进了地区经济发展和城市化进程,在经济发达、人口密集地区的经济效益和社会效益尤为突出。

高速铁路轨道比普通铁路轨道具有如下特点:轨距都是 1435mm,高速铁路上的动车组

可以被普通机车头从生产厂经过普通铁路牵引到高速铁路上(由于信号系统不兼容,高速铁路上的高速动车组不能在普通铁路上独立运行,要靠牵引)。两条铁路之间的线间距有差异,铁路线间距是指两条铁路中心线间的距离(以直线为准,曲线按规定加宽),国内一般 4.4m 对应 200km/h,4.6m 对应 250km/h,4.8m 对应 300km/h,5m 对应 350km/h,车速小于等于 160km/h 的线间距是 4m,而且只能有正误差,不得出现负误差。此外,高速铁路为了保证轨道的平顺性与列车运行的安全性,一般都采用无砟轨道板,普通铁路就没有这样的要求;在高速铁路上,由于列车运行速度高,对线路建筑标准要求也高,包括最小曲线半径、缓和曲线、外轨超高等线路平面标准,坡度值和竖曲线等线路纵断面标准,以及高速行车对线路构造、道岔等的特定要求。

高速线路比一般线路修建与养护标准高,且要保持更严格的允许误差,因此为了确保行车安全,提高旅客列车运行的平稳性和舒适度,线路维修工作必须坚持“预防为主,防治结合,检重于修”的原则,按照线路设备的技术状态及其变化发展规律,结合维修工作的季节性和周期性的特点,适时安排线路维修保养工作,有效地预防和遏制线路病害的发生及发展,有计划地补偿线路设备损耗,尽可能延长其使用寿命。

模块二 铁路线路平面和纵断面

一、基本概念

1. 铁路线路在空间的位置

铁路线路在空间的位置是用它的中心线来表示的,见图 1-3。

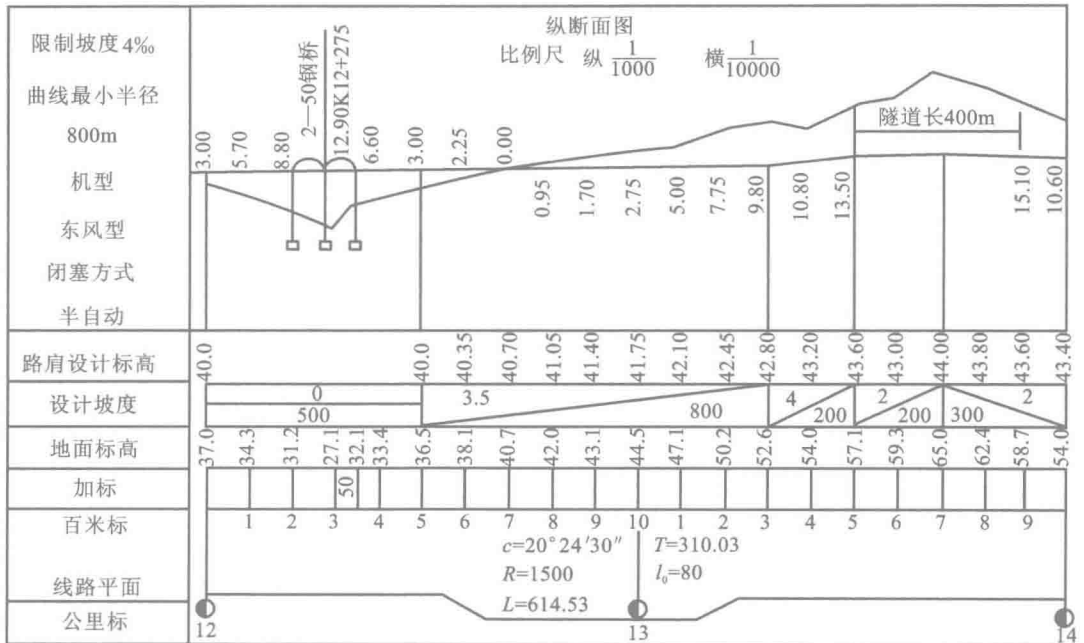


图 1-3 铁路线路在空间的位置(单位:m)

2. 线路中心线

线路中心线是指距外轨半个轨距的铅垂线 AB 与两路肩边缘水平连线 CD 交点 O 的纵向连线,如图 1-4 所示。

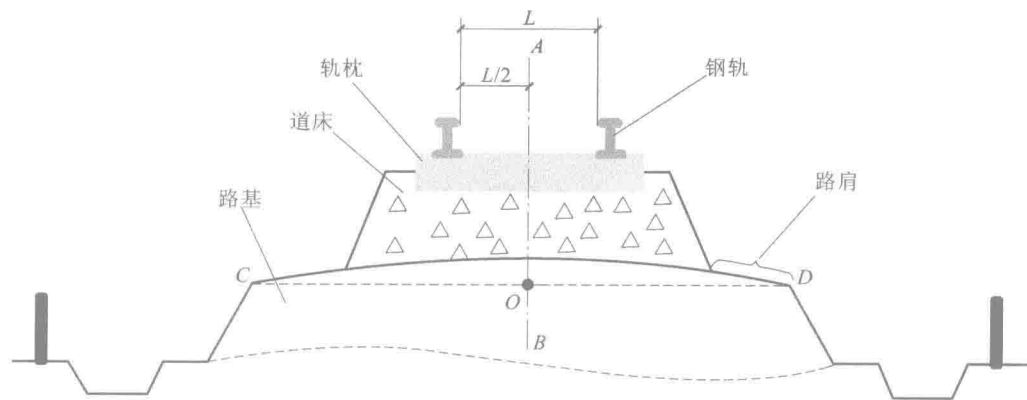


图 1-4 线路中心线

3. 铁路线路的平面和纵断面

(1) 线路中心线在水平面上的投影,称为铁路线路的平面(俯视),表明线路的直、曲变化状态。

(2) 线路中心线展直后在铅垂面上的投影,称为铁路线路的纵断面(侧视),表明线路的坡度变化。铁路线路的平面和纵断面如图 1-5 所示。

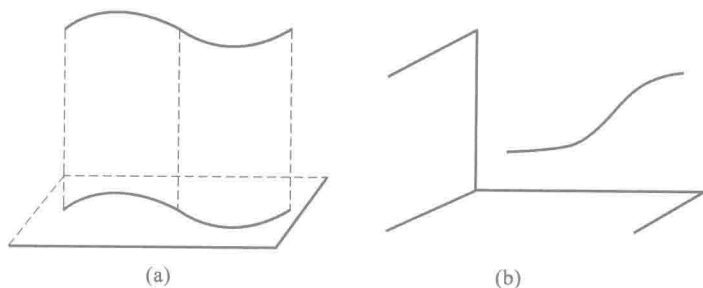


图 1-5 铁路线路的平面和纵断面

(a) 平面;(b) 纵断面

二、铁路线路的平面及平面图

铁路线路的平面由直线、曲线(圆曲线及缓和曲线)组成。

1. 曲线要素

圆曲线是铁路线路在转向处所设的曲线,圆曲线基本组成要素为曲线半径 R 、曲线转角 α 、曲线长度 L 、切线长度 T ,如图 1-6 所示。

缓和曲线是直线与圆曲线之间的过渡线,长度为 L_0 。

2. 曲线(圆曲线)的计算

不考虑缓和曲线时,如图 1-6 所示,直接根据数学公式可以得出以下参数。



图 1-6 圆曲线的基本组成要素

切线长度为：

$$T = R \tan \frac{\alpha}{2} \text{ (m)}$$

曲线长度为：

$$L = \pi R \frac{\alpha}{180} \text{ (m)} \quad \pi = 3.14$$

缓和曲线长度为：

$$L_0 = \pi \frac{R}{180} \text{ (m)} \quad \pi = 3.14$$

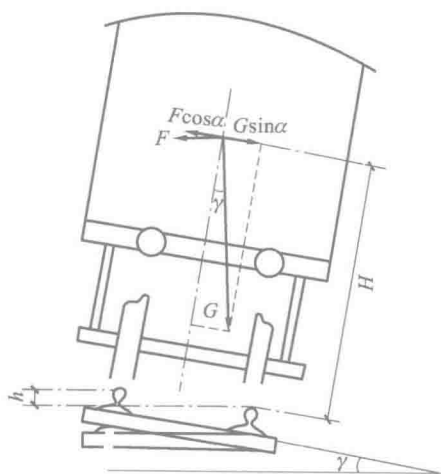


图 1-7 外轨超高

F —离心力； h —外轨超高； G —车体重量

3. 曲线地段的特点

(1) 外轨超高。

为了平衡离心力，使内外两股钢轨受力均匀，垂直磨损均等，旅客不因离心加速度而感到不适，将外轨抬高一定程度，如图 1-7 所示。

图中离心力为：

$$F = m \frac{v^2}{R}$$

外轨超高为：

$$h = 11.8 \frac{v^2}{R}$$

式中 h ——外轨超高，mm；
 v ——平均行驶速度，km/h；
 R ——曲线半径，m；
 m ——车体质量。

(2) 轨距加宽。

为防止轮对被轨道楔住或挤翻钢轨，对于小半径曲线的轨距要适当加宽 ($R \leq 350\text{m}$ 时，轨距加宽值小于等于 15mm)，以使机车车辆能顺利通过曲线，并使钢轨与车轮间的横向力最小，减少轮轨间的磨损，见图 1-8。

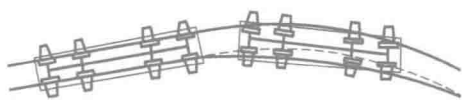


图 1-8 轨距加宽

4. 缓和曲线

(1) 设置缓和曲线的原因, 见图 1-9, 离心力直接由 0 变化到 mv^2/R 或直接由 mv^2/R 变化到 0, 不利于列车安全运行。

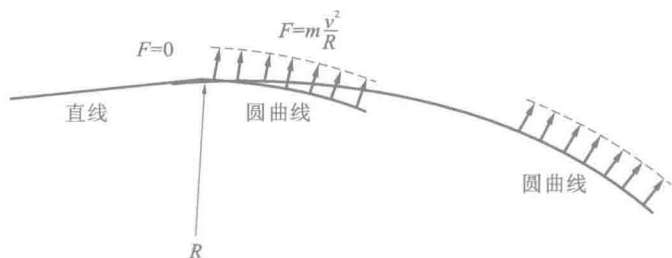


图 1-9 设置缓和曲线

为了使列车安全、平顺地由直线运行到圆曲线(或由圆曲线运行到直线)而在直线与圆曲线之间设置一个曲率半径逐渐变化的曲线, 称为缓和曲线。

(2) 缓和曲线的特点, 见图 1-10。

- ① 缓和曲线半径从 $\infty \rightarrow R$ (或 $R \rightarrow \infty$);
- ② 运行中列车的离心力逐渐增大(或减小);
- ③ 缓和曲线轨距加宽逐渐增大(或减小);
- ④ 缓和曲线外轨超高逐渐增大(或减小)。

5. 曲线路段对运营的影响

曲线路段对运营的影响, 见图 1-11。

由 $h = 11.8v^2/R$ 可得

$$v = \sqrt{\frac{hR}{11.8}}$$

从上式和图 1-11 中不难看出, 曲线限制了列车运行速度, 增加了轮轨磨耗、轨道设备, 以及轨道养护、维修费用。

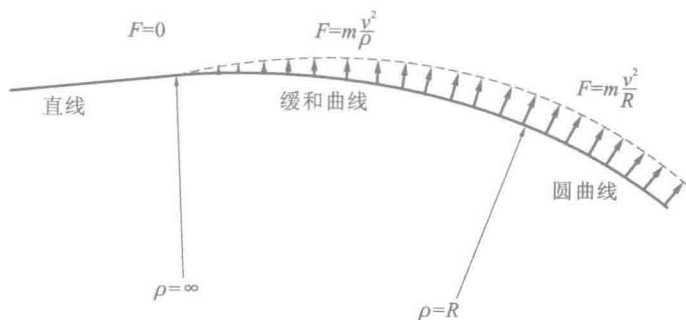


图 1-10 缓和曲线的特点

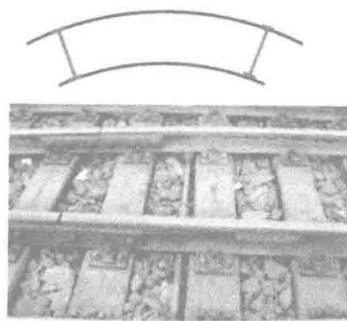


图 1-11 曲线路段对运营的影响

6. 曲线附加阻力

机车车辆在曲线上运行时的阻力大于同样条件下直线上运行的阻力, 其增大部分称为曲线附加阻力, 简称曲线阻力。

产生原因:机车、车辆在曲线上运行时,轮轨间的纵向和横向滑动、轮缘与钢轨内侧面的摩擦增加,同时,由于转向架转向和侧向力作用,上下心盘等部分摩擦加剧。

单位曲线阻力可根据以下公式计算:

$$w_r = \frac{600}{R}$$

式中 w_r ——单位曲线阻力, N/KN;

R ——曲线半径, m;

600——据实验得出的数据。

7. 铁路线路平面图

用一定的比例尺,将线路中心线及其两侧的地面情况投影到水平面上,就是铁路线路平面图,如图 1-12 所示。

铁路线路平面图和纵断面图是铁路勘测设计、施工和运营的重要文件。

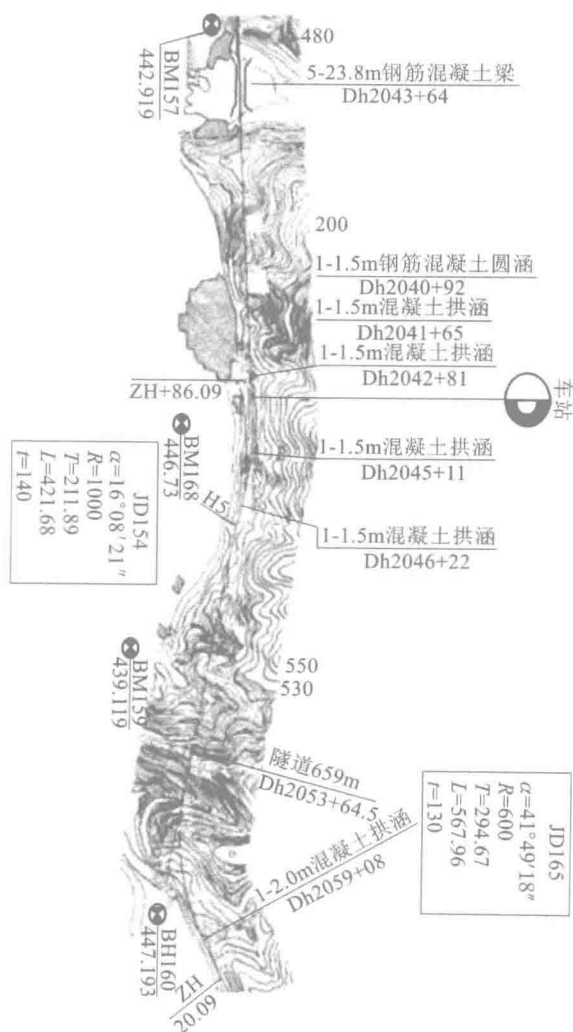


图 1-12 铁路线路平面图

三、铁路线路的纵断面及纵断面图

线路纵断面由平道、坡道及设于变坡点处的竖曲线组成。

1. 变坡点、竖曲线、坡度

变坡点和竖曲线见图 1-13。

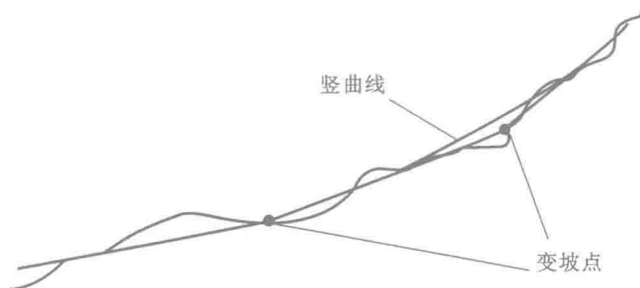


图 1-13 变坡点和竖曲线

坡度是指坡段终点对起点的高差与两点之间水平距离的比值,用 $i\%$ 表示。

2. 坡道附加阻力

坡道附加阻力是机车、车辆的重力沿轨道下坡方向的分力,如图 1-14 所示。

3. 限制坡度、加力牵引坡度及动能坡度

(1) 限制坡度。

在限制坡度上,一台机车牵引列车连续上坡运行时,列车运行速度最终能够稳定在机车计算速度的水平上。

限制坡度的选定,需要考虑以下问题:第一,要确保列车运行速度不能过低。第二,需考虑铁路等级、地形条件、牵引种类、运输要求、邻线牵引定数。

(2) 加力牵引坡度。

在一条铁路线路的全线范围内,地形是不相同的。有一般地段,有困难地段,还可能有特殊困难地段(如跨越山岭地段)。在特殊困难地段,线路纵断面的设计有两个方案。

① 修建隧道穿过山岭。

② 利用高坡(坡度值大于限制坡度数值的坡段)跨越山岭。在这个坡段上,列车必须以双机牵引或多机牵引。这种坡段称为加力牵引坡段。例如,我国京张铁路的关沟段和宝成铁路的宝凤段,都采用了加力牵引坡段。

(3) 动能坡度。

机车牵引按限制坡度计算的列车质量,利用列车的牵引力和积累的动能,以不低于机车的计算速度所闯过的、大于限制坡度的坡度称动能坡度。

4. 铁路线路纵断面图

线路纵断面图是用一定的比例尺(水平方向为 1:10000、垂直方向为 1:1000)和规定的符号,将平面图上的线路中心线展直后投影到铅垂面上,并注有线路平面和纵断面有关资料的图,如图 1-15 所示。

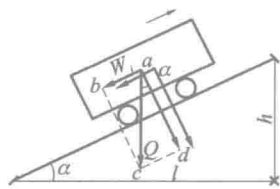


图 1-14 坡道坡度及坡道附加阻力示意图