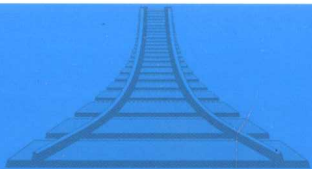


# 铁路 曲线轨道

陈知辉 编著

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# TIELU QUXIAN GUIDAO



**中国铁道出版社**

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

地址：北京市宣武区右安门西街8号

邮编：100054

网址：<http://www.tdpress.com>

ISBN 978-7-113-10494-8



9 787113 104948 >

定价：18.00 元

# 铁路曲线轨道

陈知辉 编著

中国铁道出版社

2009·北京

## 内 容 简 介

本书从铁路轨道线路日常养护维修的实际出发,根据《铁路线路修理规则》以及《新建时速200公里客货共线铁路设计暂行规定》的要求,从曲线半径、轨距加宽原理、超高设置检算、缓和曲线定长顺坡及铁路曲线的维修养护等方面,对铁路曲线轨道进行了介绍。

本书实用性强,可作为工务系统一线职工的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

铁路曲线轨道/陈知辉编著. —北京:中国铁道出版社,  
2009. 11

ISBN 978-7-113-10494-8

I. 铁… II. 陈… III. 曲线-轨道(铁路) IV. U213.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第153871号

书 名:铁路曲线轨道  
作 者:陈知辉

---

责任编辑:洪学英 电话:市(010)51873656 路(021)73656  
封面设计:冯龙彬  
责任校对:张玉华  
责任印制:郭向伟

---

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)  
网 址:<http://www.tdpress.com>  
印 刷:北京市兴顺印刷厂  
版 次:2009年11月第1版 2009年11月第1次印刷  
开 本:787mm×1092mm 1/32 印张:6.125 字数:138千  
书 号:ISBN 978-7-113-10494-8/U·2559  
定 价:18.00元

## 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

# 前 言

铁路曲线,是铁路轨道线路中技术含量较高、维修养护难度较大的重要组成部分之一,因此也成为铁路轨道线路中比较薄弱的环节。加强并不断提高铁路曲线的维修保养质量,为铁路运输的高速、重载提供基础保证,既是确保铁路运输安全的迫切要求,也是铁路工务系统广大技术人员和一线职工的不懈追求。

《铁路曲线轨道》从铁路轨道线路日常养护维修的实际出发,根据《铁路线路修理规则》、《新建时速200公里客货共线铁路设计暂行规定》以及《既有线提速200~250 km/h线桥设备维修规则》的要求,从平面曲线半径、轨距加宽原理、超高设置检算、缓和曲线定长顺坡的管理标准及铁路曲线的维修养护等方面进行了介绍,旨在为工务生产一线职工提供一些可供参考的学习资料。

本书受益于许多教材,在此感谢原教材作者。限于编者水平,书中错误之处在所难免,恳请读者批评指正。编者邮箱为 [wllczh@sohu.com](mailto:wllczh@sohu.com)。

编 者  
2009.7

# 目 录

第一章 概 述 .....	1
第一节 铁路的诞生和发展 .....	1
第二节 铁路线路及轨道 .....	4
第二章 曲线要素及半径 .....	7
第一节 曲线要素 .....	7
第二节 曲线半径确定 .....	8
复习思考题 .....	10
第三章 曲线轨距加宽 .....	11
第一节 曲线轮轨形位 .....	11
第二节 曲线轨距加宽 .....	13
第三节 曲线轨距加宽顺坡 .....	18
复习思考题 .....	20
第四章 曲线轨道外轨超高 .....	21
第一节 设置曲线外轨超高的目的及方法 .....	21
第二节 曲线外轨超高度的计算 .....	21
第三节 曲线未被平衡的超高度和未被平衡的加速度 .....	24
第四节 曲线外轨最大超高的允许值 .....	29
复习思考题 .....	34
第五章 缓和曲线 .....	35
第一节 缓和曲线的特征 .....	35
第二节 缓和曲线长度 .....	36
复习思考题 .....	42
第六章 曲线超高顺坡 .....	43

复习思考题 .....	49
<b>第七章 曲线轨道上的超高限速 .....</b>	<b>50</b>
复习思考题 .....	55
<b>第八章 圆曲线或夹直线最小长度 .....</b>	<b>56</b>
复习思考题 .....	59
<b>第九章 曲线限界加宽 .....</b>	<b>60</b>
复习思考题 .....	64
<b>第十章 曲线缩短轨的配置 .....</b>	<b>65</b>
第一节 曲线里股缩短轨配置的计算 .....	65
第二节 曲线缩短轨的配置 .....	67
第三节 曲线换轨的空、搭头计算 .....	71
复习思考题 .....	73
<b>第十一章 曲线轨道方向整正 .....</b>	<b>75</b>
第一节 曲线正矢 .....	75
第二节 绳正法整正曲线 .....	78
第三节 (流水拨道法)计算及计算表的运用 .....	88
第四节 岔后连接曲线整正 .....	115
复习思考题 .....	126
<b>第十二章 竖曲线 .....</b>	<b>128</b>
第一节 竖曲线设置规定 .....	128
第二节 竖曲线设置计算 .....	133
复习思考题 .....	155
<b>第十三章 曲线轨道养护维修及病害防治 .....</b>	<b>157</b>
第一节 轨道平顺度的监控管理标准 .....	158
第二节 检测方式和方法 .....	162
第三节 作业方法 .....	172
第四节 曲线轨道病害的预防整治 .....	185
复习思考题 .....	190

# 第一章 概 述

## 第一节 铁路的诞生和发展

18 世纪下半叶,瓦特发明了蒸汽机,开始了第一次产业革命。1807 年出现了蒸汽机驱动的轮船。1825 年,世界上第一条以蒸汽机牵引的铁路在英国建成,揭开了现代交通运输的序幕。其后法国在 1828 年建成第一条铁路;德国在 1835 年建成第一条铁路;美国在 1830 年建成第一条铁路;印度在 1853 年建成第一条铁路;日本在 1872 年建成第一条铁路。中国在 1876 年,由英国怡和洋行擅自修建了上海至吴淞的 15 km 窄轨铁路(轨距为 762 mm,清政府出资 28.5 万两白银将铁路赎回并拆除);1881 年,中国清政府同意英国商人在唐山至胥各庄之间修建了第一条 9 km 长的唐胥铁路;1909 年,中国人自己设计建设的铁路是京张铁路;至 1949 年,中国铁路总营业里程为 2.18 万 km。新中国成立至 2009 年,中国铁路总营业里程达到 8 万 km,增建 5.82 万 km。

目前,全世界铁路总里程约 120 万 km。其中,美国铁路为 22.6 万 km,排第一;俄罗斯铁路为 8.6 万 km,排第二;中国铁路总营业里程 8 万 km,居世界第三位。但我国的人均拥有铁路网仅 5.5 cm,为印度的 2/3,日本的 1/3,英国的 1/5,法国的 1/10,美国的 1/15,人均路网数量严重不足。

中国铁路营业里程现状如图 1—1 所示。

随着市场经济的发展,铁路的行车速度也在不断的提高。

世界第一条高速铁路,是日本的东海道新干线(东京—大阪,全长 515.4 km),1964 年 10 月 1 日投入运营,最高运行速





度 210 km/h;法国的第一条高速铁路是 TGV 东南线(巴黎—里昂,全长 417 km),1983 年 9 月全线通车,最高运行速度 270 km/h;德国的第一条高速铁路是汉诺威—维尔茨堡线(全长 327 km),1991 年 6 月 2 日开通运营,最高运行速度 250 km/h。截止 2007 年底,全世界已运营高速铁路约 8 260 km,分布在 11 个国家和地区。日本高速铁路规模最大,达 2 176 km;法国居第二位,达 1 859 km;西班牙为第三位,达 1 570 km;德国为第四位,达 964 km。

1988 年,德国 ICE1 试验速度达到 406.9 km/h。

1993 年 12 月,日本 Star21 试验动车速度达 425 km/h。

1990 年 5 月,法国 TGV 动车组试验速度达到 515.3 km/h。

2007 年 4 月,法国 TGV 动车组试验速度达到 574.8 km/h。

中国铁路建设,经过 2007 年 4 月 18 日的第六次大提速后,120 km/h 及以上线路延展里程 2.4 万 km;160 km/h 及以上提速线路延展里程 1.6 万 km;200 km/h 线路延展里程达到 6 227 km,其中 250 km/h 延展里程 1 019 km。有 140 对“和谐号”动车组投入运行。中国铁路始终是推动中国经济发展的重要运输方式,是国民经济的大动脉,交通运输体系的骨干。2007 年,铁路完成了全社会 33.4% 和 45.2% 的客、货周转量。

中国铁路建设发展迅速,目前,已经建成或开工建设的客运专线有 18 条,分别是武广(972 km)、郑西(484.5 km)、石太(188.4 km)、合武(356.2 km)、合宁(166.4 km)、甬台温(282.4 km)、温福(298.4 km)、福厦(272.8 km)、广深港(105 km)、广珠(147 km)、长吉(122 km)、九昌(92 km)、哈大(904 km)、胶济(362.5 km)、海南东环(308 km)、京石(269.7 km)、石武(838 km)、京沪(1 381 km)、沪杭(158.5 km),合计总长 7 708.7 km。

中国《中长期铁路网建设规划》已于2008年10月31日经国家正式批准实施。根据这个建设规划,到2020年,全国铁路营业里程将达到12万km以上,其中客运专线及城际铁路将达1.6万km。铁路网规划见图1—2所示。

## 第二节 铁路线路及轨道

铁路线路由路基、桥隧建筑物和铁路轨道所组成。

路基是铁路轨道的基础,它直接支承轨道,承受通过轨道传递过来的列车荷载。作为基础,路基结构应保证其刚度、稳定和平顺性要求。

桥隧建筑物是跨越山谷和穿越山体,承载或支护轨道的基础。桥梁的主要功能是为运行列车提供平顺、稳定的桥上线路。桥上线路与路基上、隧道中的线路不同,由于桥梁结构在列车活载通过时产生变形和振动,并在风力、温度变化、日照、制动、混凝土徐变等因素作用下产生各种变形,桥上线路平顺性也随之发生变化。所以,每座桥梁都是对线路平顺的干扰点,尤其是大跨度桥梁。因此,桥梁的建构,不但必须满足其本身的强度,同时还要满足桥上线路的稳定性和平顺性要求。

隧道设计是由限界、构造尺寸、使用空间和缓解及消减运行列车,特别是高速列车进入隧道诱发的空气动力学效应两方面的要求确定的。研究表明,以上两方面要求中,后者起控制作用。在设计和修建时,要充分考虑到净空面积对安全的影响和微压波对环境的噪声影响。

铁路轨道,按其结构形式可分为有砟轨道和无砟轨道。

铁路轨道是一个由不同材料组成的整体工程结构,是一个处在极其复杂条件下的受力载体。它的稳定性和平顺度(包括它的正确几何形位)影响到列车的运行安全和运行速



度。特别是曲线轨道的几何形位,直接控制列车运行速度和影响运行安全。有关统计资料显示,1981年~1991年间,我国有五个铁路局所辖正线共发生的列车脱线重大、大事故186件,其中发生在曲线上的事故就有134件,占事故总数的72%。

在我国铁路营业路网总里程中,曲线里程总数约占路网总里程的40%。所以,重视曲线轨道不同于直线轨道的特性,能使我们更好地养护维修好曲线轨道,保证提速和高速列车的安全运行。

## 第二章 曲线要素及半径

### 第一节 曲线要素

由于地势地形的影响,铁路列车不可能永远成两点间的直线运行。当列车因地势地形影响,由一个方向转向另一个方向时,列车不可能在两直线成折角的线路上运行,必须在两直线间用一定长度的弧线来连接,这种改变列车成折角运行而连接两直线间的弧线称为平面曲线。

平面曲线只有一个半径的,称为单曲线;由两个或两个以上不同半径组成的曲线称为复心曲线;转向角偏向一个方向的称为同向曲线;转向角相反的称为反向曲线。

平面曲线还包括道岔的导曲线及岔后的连接曲线。

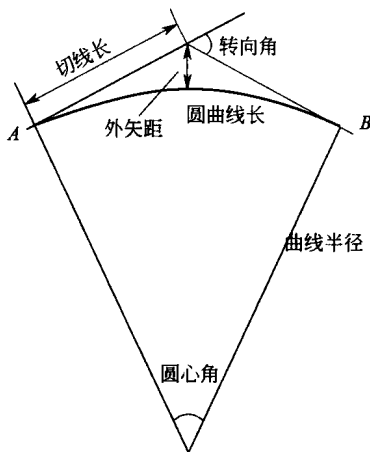


图 2—1 曲线要素

一个圆曲线包含有曲线半径、转向角、切线长、曲线长以及外矢距等,如图 2—1 所示。其中曲线半径、转向角和曲线长度称为曲线的三要素。

## 第二节 曲线半径确定

曲线要素之一是曲线半径。客运专线和客货共线圆曲线最小半径可由下式计算:

### 1. 客运专线圆曲线最小半径

$$R_{\min} = 11.8 \frac{v_{\max}^2}{[H + H_g]} \quad (2-1)$$

式中  $R_{\min}$ ——圆曲线最小半径(m);

$v_{\max}$ ——旅客列车最高行车速度(km/h);

$[H + H_g]$ ——最大超高和最大过超高之和的允许值,其值为 220 mm。

### 2. 客货共线圆曲线最小半径

$$R_{\min} = 11.8 \frac{v_{\max}^2 - v_h^2}{[H_q + H_g]} \quad (2-2)$$

式中  $R_{\min}$ ——圆曲线最小半径(m);

$v_{\max}$ ——旅客列车最高行车速度(km/h);

$v_h$ ——货物列车平均速度(km/h);

$[H_q + H_g]$ ——欠、过超高之和的允许值(mm),

$$[H_q + H_g] = [H_q] + [H_g] - \Delta H$$

其中  $[H_q]$ ——欠超高允许值(mm),一般情况取 70 mm,特殊困难条件下取 90 mm,

$[H_g]$ ——过超高允许值(mm),一般情况下取 40 mm,特殊困难条件下取 60 mm,

$\Delta H$ ——设置超高与计算超高的差值(mm),一般情况下取 10 mm,特殊困难条件下取 20 mm。

依据上述条件,欠过超高之和的允许值 $[H_q + H_g]$ 的取值,一般情况时取 100 mm,特殊困难条件下时取 130 mm。

### 【例题 1】

某区段线路,旅客列车最高速度  $v_{\max} = 96 \text{ km/h}$ ,货物列车平均速度  $v_h = 65 \text{ km/h}$ ,取困难条件下的欠过超高允许之和  $[H_q + H_g] = 130 \text{ mm}$ ,求该区段曲线最小半径。

解:已知  $v_{\max} = 96 \text{ km/h}$ ,  $v_h = 65 \text{ km/h}$ ,  $[H_q + H_g] = 130 \text{ mm}$ ,根据公式(2-2)得:

$$R_{\min} = 11.8 \frac{v_{\max}^2 - v_h^2}{[H_q + H_g]} = 11.8 \frac{(96^2 - 65^2)}{130} = 453 (\text{m}),$$

整为 450 m

### 【例题 2】

200 km/h 客货共线区段,旅客列车最高速度  $v_{\max} = 200 \text{ km/h}$ ,货物列车平均速度按  $v_h = 100 \text{ km/h}$  匹配,欠超高允许值  $H_q$  一般情况取 70 mm,特殊困难条件下欠超高允许值  $H_q$  取 90 mm;过超高允许值  $H_g$  一般情况取 40 mm,特殊困难条件下过超高允许值  $H_g$  取 60 mm;欠过超高之和的允许值  $[H_q + H_g]$  一般情况时取 100 mm,特殊困难条件下时取 130 mm,求两种情况下的曲线最小半径。

解:(1)按一般情况,由式(2-2)得:

$$R_{\min} = 11.8 \frac{v_{\max}^2 - v_h^2}{[H_q + H_g]} = 11.8 \frac{(200^2 - 100^2)}{100} = 3540 (\text{m}),$$

整为 3500 m

(2)按特殊困难条件,由式(2-2)得:

$$R_{\min} = 11.8 \frac{v_{\max}^2 - v_h^2}{[H_q + H_g]} = 11.8 \frac{(200^2 - 100^2)}{130} = 2723 (\text{m}),$$

整为 2800 m

《铁路技术管理规程》规定:考虑到设计和维修工作方



便,低速线路的曲线半径一般采用 4 000 m、3 000 m、2 500 m、2 000 m、1 500 m、1 200 m、1 000 m、800 m、700 m、600 m、550 m、500 m、450 m、400 m。未改造的线路,允许保留 350 m 和 300 m 的曲线半径。

曲线半径并非越大越好,运营实践和理论分析表明,曲线半径大到一定程度,线路养护维修十分困难,线形难以保持,因此,需要对曲线半径给予一定的限定。我国规定,最大曲线半径不宜大于 12 000 m。

### 复习思考题

1. 曲线三要素指的是什么?
2. 时速 200 km 线路的曲线最小半径(一般情况下)应取多少?为什么?