



轨道车与接触网作业车

专业知识培训教材

GUIDAOCHE YU JIECHUWANG ZUOYECH
ZHUANYE ZHISHI PEIXUN JIAOCAI

主编 胡跃进 李志锋
主审 任天德



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

轨道车与接触网作业车 专业知识培训教材

主 编	胡跃进	李志锋	主 审	任天德
副主编	叶贤东	蒋红晖		
	张运兴	文小燕		

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

轨道车与接触网作业车专业知识培训教材 / 胡跃进,
李志锋主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2011.1
ISBN 978-7-5643-1035-6

I. ①轨… II. ①胡…②李… III. ①轨道车—驾驶员—技术培训—教材②接触网—检查车—驾驶员—技术培训—教材 IV. ①U216.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 009581 号

轨道车与接触网作业车专业知识培训教材

主编 胡跃进 李志锋

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 墨创文化

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: 028-87600564

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

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 17.875 插页: 1

字数: 445 千字

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1035-6

定价: 30.00 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

前 言

为适应铁路轨道车、接触网作业车驾驶理论培训的需要，结合《铁路轨道车（接触网作业车）驾驶理论培训大纲》，我们组织编写了《轨道车与接触网作业车专业知识培训教材》。教材内容主要突出了：（1）轨道车与接触网作业车行车基础知识；（2）轨道车与接触网作业车基本构造、工作原理和运用检查保养知识；（3）轨道车与接触网作业车安全操作。本教材编写目的明确，既可供参加轨道车与接触网作业车驾驶理论培训的学员使用，也可供轨道车与接触网作业车驾驶人员、运用管理人员学习参考。

全书共9章，包括轨道车与接触网作业车行车基础知识，主要车型概述，柴油机，电气系统，传动系统，制动系统，车体构造，安全操作，复轨器及起复救援等。内容涉及轨道车与接触网作业车司机应知应会的行车基础知识，司机需重点掌握的基本结构、工作原理、操作方法、维护保养等专业知识，以及行车操纵和检查保养等技能知识。

本书由铁道部运输局胡跃进、李志锋主编，铁道部劳卫司任天德主审；西南交通大学叶贤东、文小燕，柳州铁路局蒋红晖，成都铁路局张运兴任副主编。参加本书编写的还有成都铁路局黄宁、彭承忠，西南交通大学殷世波、杜海若及研究生王杨、文平等。昆明铁路局魏达德参与了审稿工作并提供有关参考资料。在编辑过程中，还得到许多同仁的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

编 者

2010年12月

目 录

第一章 行车基础知识	1
第一节 线路基础知识	1
第二节 高速铁路基础知识	12
第三节 铁路信号设备	16
第四节 行车安全设备	22
第二章 轨道车与接触网作业车概述	61
第一节 分类及组成	61
第二节 型号与功率	64
第三节 主要运用技术参数	67
第四节 轨道车与接触网作业车的发展	69
第三章 柴 油 机	71
第一节 柴油机的工作原理	71
第二节 柴油机的构造与运用	74
第三节 柴油机的性能指标与型号	98
第四章 电 气 系 统	101
第一节 电 源	101
第二节 照明装置及辅助装置	109
第三节 仪表及信号显示	110
第四节 控制装置	112
第五章 传 动 系 统	114
第一节 传动系统的功用与组成	114
第二节 机 械 传 动	116
第三节 液力传动装置	130
第四节 电 传 动	138
第六章 制 动 系 统	141
第一节 制动基础知识	141
第二节 JZ-7 型空气制动机	153
第三节 H6 型空气制动机	171
第七章 轨道车与接触网作业车车体构造	187
第一节 轨道车车体	187

第二节	车钩牵引装置	189
第三节	走行系统	196
第四节	轨道平车车体构造	206
第五节	接触网作业车车体构造	216
第六节	轨道起重机	223
第八章	轨道车与接触网作业车安全操作	227
第一节	轨道车安全操作	227
第二节	接触网作业车安全操作	237
第三节	轨道起重机安全操作	244
第四节	轨道平车的装载与加固	247
第五节	安全操作呼唤应答标准	257
第六节	非正常行车操作	261
第九章	复轨器和救援起复	266
第一节	顶复法	266
第二节	拉复法	274
第三节	吊复法	275
第四节	起复索具	276
第五节	救援起复方案	278
参考文献		279

第一章 行车基础知识

第一节 线路基础知识

一、线路标志

为了司机掌握线路状况及工务部门维修、养护等工作的需要，在线路沿线设有各种线路标志。其中常见的有公里标、半公里标、曲线标、圆曲线与缓和曲线始终点标、桥梁及坡度标等，如图 1.1 所示。

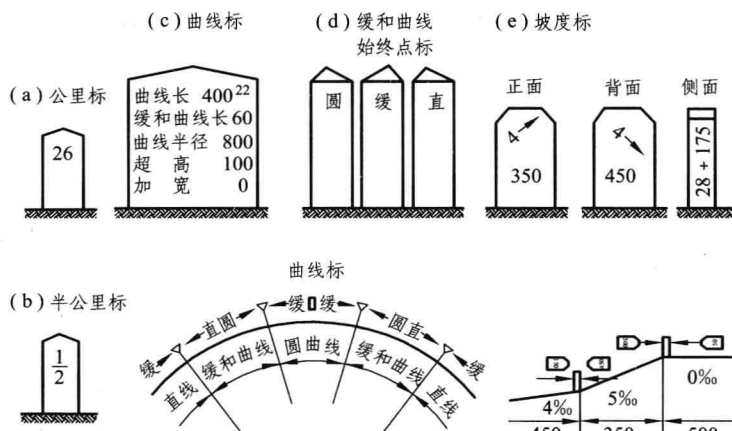


图 1.1 线路标志

公里标、半公里标是线路的里程标。公里标从铁路线路的起点开始计算连续里程，每公里设一个。半公里标设于线路的每半公里处。

曲线标为曲线的技术参数标。其上标明了曲线的有关要素（曲线的长度、缓和曲线长度、曲线半径、超高、加宽等）。该标设于曲线的中部。

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，表明缓和曲线的起点与终点。在该标上分别写有直缓、缓圆、圆缓、缓直字样。

坡度标设于变坡点处。它的正面和背面分别表示两边的坡度和坡段长度，并用箭头表示上坡或下坡，侧面则标明它所在的里程。

线路标志应埋设在计算里程方向的线路左侧。

二、轨道的基本组成

轨道由钢轨、轨枕、联结零件、道床、防爬设备及道岔等组成，如图 1.2 所示。它起着

机车车辆运行的导向作用，直接承受由车轮传来的巨大压力，并把压力传递给路基或桥隧建筑物，同时利用轮轨间的摩擦力产生纵向牵引、制动力。

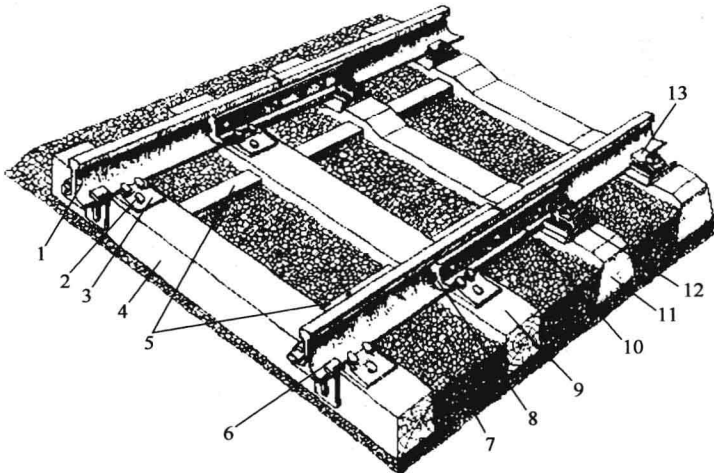


图 1.2 轨道的基本组成

- 1—钢轨；2—普通道钉；3—垫板；4, 9—木枕；5—防爬撑；6—防爬器；7—道床；8—双头夹板；
10—螺栓；11—钢筋混凝土轨枕；12—扣板式中间联结零件；13—弹片式中间联结零件

轨道是一个整体性工程结构，经常处于列车运行的动力作用下，所以它的各组成部分均应具有足够的强度和稳定性，以便保证列车按照规定的最高速度，安全、平稳和不间断地运行。

（一）钢 轨

钢轨的作用是支持并引导车轮的运行方向，一方面直接承受来自车轮的垂向质量压力和运行冲击力，另一方面将机车（动车）纵向轮周牵引力（或制动力）转化成列车前进（加速）或减速（停车）的动力，并将各种作用力传于轨枕，以及为车轮的滚动提供摩擦阻力最小的表面。在电气化铁道系统，钢轨可作为牵引供电回路的地线使用；在自动闭塞区段（信号联锁区域），钢轨还是轨道电路的重要组成部分。

为了使钢轨具有最佳的抗弯性能，钢轨的断面形状采用“工”字形，如图 1.3 所示，由轨头、轨腰和轨底组成。为增加钢轨的耐磨性，轨头表面均使用高频淬火以增加硬度。

在我国，钢轨的类型或强度以每米长度的大致质量（千克数）表示。现行的标准钢轨类型有：75 kg/m、60 kg/m、50 kg/m、43 kg/m 等。

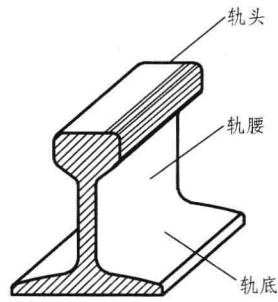


图 1.3 钢轨断面形状

钢轨的长度较长时，可以减少钢轨接头的数量，使列车运行平稳，并可节省接头零件和线路的维修费用。但是由于加工条件和运输条件的限制，一根钢轨的轧制长度是有限的。目前，我国钢轨的标准长度有 12.5 m、25 m 和 100 m 三种。长轨是由若干条标准轨根据需要焊接而成。此外，还有专供曲线地段铺设内轨用的标准缩短轨若干种。

(二) 轨 枕

轨枕的作用是支承、固定钢轨，并将钢轨传来的各向作用力弹性地传布于道床，同时还可有效地保持轨道的轨距、方向和位置。

轨枕按照制作材料进行分类，主要有钢筋混凝土枕和木枕两种，木枕具有弹性良好、加工容易、重量轻、铺设和更换方便等优点。主要缺点是消耗大量木材，使用寿命较短。经过防腐处理的木枕，一般可用 15 年左右，最多不会超过 30 年。为了保护生态平衡和森林资源，木枕的使用越来越受到限制。混凝土枕主要优点是使用寿命长、纵向和横向阻力较大、稳定性高、养护工作量小，加上材料来源较广，所以在铁路上得到广泛采用。混凝土枕不仅可以节省大量木材，还有利于提高轨道的强度和稳定性，满足铁路高速和大运量的要求。在长大隧道和客运专线上已逐步采用钢筋混凝土整体道床。

我国目前线路上使用的混凝土枕主要有 I 型混凝土枕、II 型混凝土枕、新 II 型混凝土枕、III 型混凝土枕和特种混凝土枕。I 型混凝土枕包括弦 15B、弦 II 61A、弦 61A、筋 69、弦 69、弦 79(以上长 2 500 mm、重量 235~240 kg)，弦 65B、弦 81 和筋 81(以上长 2 500 mm、重量 250 kg) 等。II 型混凝土枕包括 Y II -F 型和 TKG-2 型，均为长 2 500 mm、重量 251 kg。新 II 型混凝土枕长 2 500 mm、重量 273 kg。III 型混凝土枕(见图 1.4)长 2 600 mm、重量 320 kg。

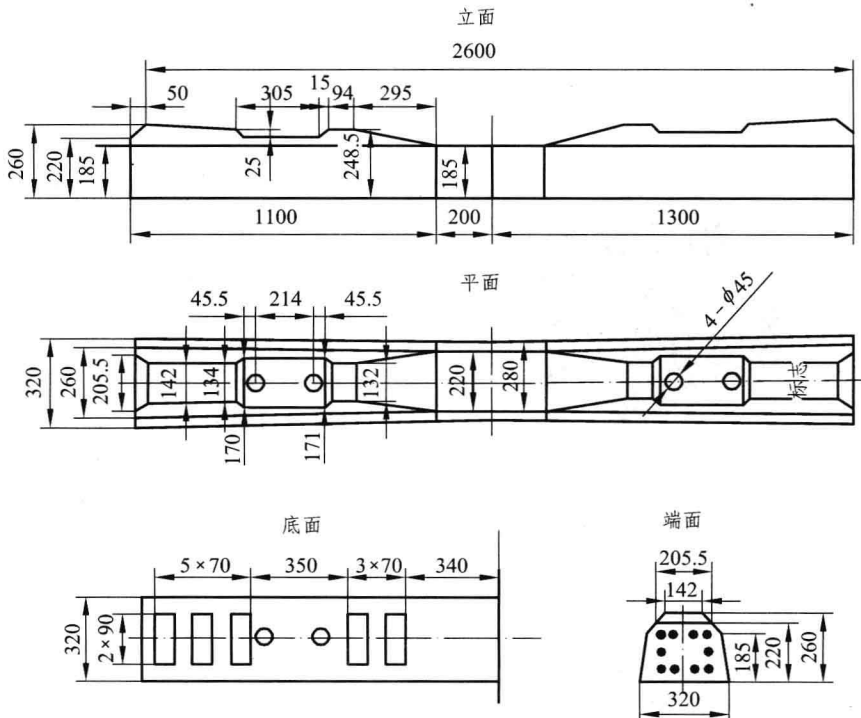


图 1.4 有挡肩 2.6m 长 III 型混凝土轨枕

特种混凝土枕包括混凝土宽枕、混凝土岔枕、钢纤混凝土枕和混凝土桥枕。道岔用的岔枕和钢桥上用的桥枕，其长度有 2.6~4.85 m 多种。

每公里线路上铺设轨枕的数量，应根据运量、行车速度及线路的设备条件等决定，并结

合钢轨及道床等综合考虑，一般应在 1 440~1 840 根之间。轨枕密一些，道床、路基面、钢轨以及轨枕本身受力都可以小些。同时，使轨距、方向易于保持，这对行车速度高的地段尤其重要。但是也不能过密，过密则不经济，而且净距过小（混凝土轨枕每公里 1 840 根时仅 25 cm），则会影响工务部门捣固作业。

（三）联结零件

联结零件分为接头联结零件和中间联结零件两类。

接头联结零件是用来联结钢轨与钢轨间的接头的，它包括双头夹板（又称鱼尾板）、螺栓、螺帽和弹性垫圈等。钢轨接头处必须保持一定的缝隙，这一缝隙叫做轨缝。当气温发生变化时，轨缝可满足钢轨的自由伸缩。钢轨接头是线路最薄弱的环节，它使行车阻力和线路维修费用显著增加，因此它是线路维修工作的重点对象。

中间联结零件（又称扣件）是钢轨与轨枕之间的联结零件，它应具有足够的强度、耐久性及适当的弹性，在自动闭塞区段还应具有良好的绝缘性。其主要功用是能长期保证钢轨和轨枕的可靠联结，阻止钢轨作相对于轨枕的纵、横向移动，持久保持稳固位置。

中间联结零件因轨枕的不同，有钢筋混凝土枕用的扣件和木枕用扣件两类。木枕用扣件包括普通道钉和垫板等。垫板置于轨底与木枕之间，其目的在于增加木枕与轨底的接触面积，使木枕经久耐用。同时，由于它的顶面做成 1:40 的斜度，使线路上的钢轨具有适当的内倾度（又叫轨底坡），有利于防止和减轻轮对的蛇行运动。钢筋混凝土用的扣件有扣板式、拱形弹片式和 ω 型弹条式三种。 ω 型弹条式扣件（见图 1.5）比前两种使用的零件少，结构简单，而且弹性好，扣压力最大，因此在主要干线上大量采用。



图 1.5 ω 型弹条式扣件

（四）道 床

道床是铺设在路基面上的石碴（道碴）垫层。主要作用是支承轨枕，把从轨枕上部的压力均匀地传递给路基；固定轨枕的位置，阻止轨枕纵向或横向移动；缓和机车车辆轮对对钢轨的冲击。

道床的材料应当具有：构造均匀、坚硬、耐风化、冲击韧性好、富有弹性、有利于排水等特点。我国铁路上常用的道床材料有碎石和筛选卵石。天然级配卵石、矿渣和砂也可用作道床材料，但质量较差，除用粗砂、中砂作垫床外，很少采用。

道床的断面呈梯形，其顶面宽度、边坡坡度及道床厚度等按轨道的类型而定。

在新建高速客运专线、大型客运车站或长大隧道中，现已大量采用无砟整体轨道。

(五) 防爬设备

因列车在牵引、制动运行时所产生纵向力的作用，使钢轨产生纵向移动，有时甚至带动轨枕一起移动，这种现象叫轨道爬行。轨道爬行经常出现在单线铁路的重车方向（运量大的方向）、复线铁路的行车方向以及长大下坡道上和进站前的制动距离内。

轨道爬行往往引起轨枕位置歪斜、间隔不正和轨缝不匀等线路病害，对轨道的破坏性极大，严重时还会危及行车安全。为防止轨道爬行，根本措施在于提高轨道抵抗纵向移动的阻力。通常的做法是，一方面加强夹板和螺栓的夹紧力、钢轨与轨枕间的扣压力和道床阻力等；另一方面是设置防爬设备（防爬器和防爬撑）。常用的防爬器为穿销式防爬器和弹簧防爬器，在我国，广泛采用穿销式防爬器。

(六) 道岔

道岔是一种使机车车辆能从一股轨道转入另一股轨道的线路连接设备，是铁路轨道的重要组成部分。根据用途和平面形状，道岔分为普通单开道岔、单式对称道岔、三开道岔、交叉渡线、交分道岔和转叉心道岔等。在车站上大量铺设、最常见的是普通单开道岔。

1. 普通单开道岔

普通单开道岔由转辙器、辙叉及护轨、连接部分所组成，如图 1.6 所示。

1) 转辙器

包括两根尖轨、两根基本轨和转辙机械。尖轨是转辙器的主要部件，通过连接杆与转辙机械相连，操纵转辙机械可以改变尖轨的位置，确定道岔的开通方向。

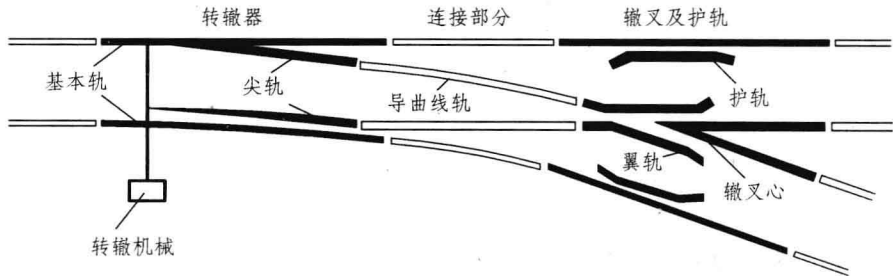


图 1.6 普通单开道岔组成示意图

2) 辙叉及护轨

辙叉及护轨包括辙叉心、翼轨及护轨。它的作用是保证车轮安全通过两股轨线的相互交叉处，图 1.7 为活动心轨辙叉。

从两翼轨最窄处到辙叉心实际尖端之间，存在着一段轨线中断的空隙，叫做辙叉的有害空间。当机车车辆通过辙叉有害空间时，轮缘有走错辙叉槽而引起脱轨的可能，因此，必须设置护轨，对车轮的运行方向实行强制性的引导。

道岔上的有害空间是限制列车过岔速度的一个重要因素。为了消灭有害空间，适应列车高速运行的要求，国内外都发展了各种活动心

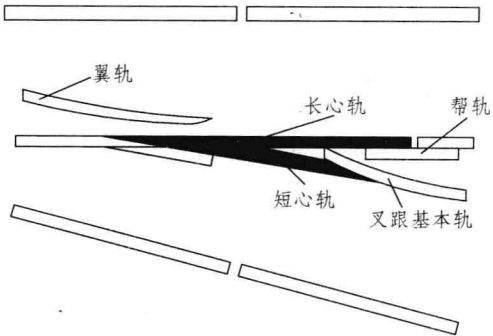


图 1.7 活动心轨辙叉

轨道岔。一般来说，辙叉心轨和尖轨是同时被扳动的，当尖轨开通某一方向时，活动心轨的辙叉心轨就与开通方向一致的翼轨密贴，与另一翼轨分开，从而消灭了有害空间。运营实践证明，由于消灭了有害空间，活动心轨道岔具有行车平稳、直向过岔速度限制较少等优点，因此适合运量大、高速行车的线路使用。

3) 连接部分

连接部分是连接转辙器和辙叉及护轨的部分，使之成为一组完整的道岔，包括两根直轨和两根导曲线轨。在导曲线上一般不设缓和曲线和超高，所以列车在侧向过岔时，速度要受到限制。

2. 道岔号数

道岔因其辙叉角的大小不同，有不同的道岔号（ N ），道岔号数表明了道岔各部分的主要尺寸。对于道岔号我们习惯用辙叉角（ α ）的余切值来表示，如图 1.8 所示。

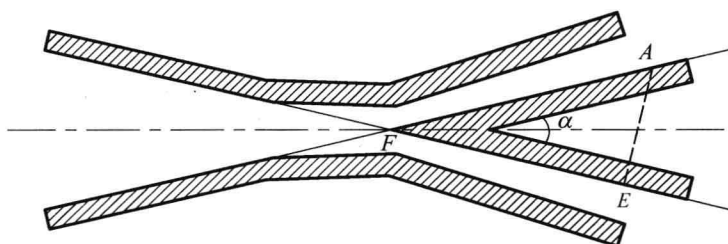


图 1.8 道岔号数计算图

$$N = \cot \alpha = \frac{FE}{AE} \quad (1.1)$$

由此可见，辙叉角 α 越小，道岔号数（ N 值）就越大，导曲线半径也越大，机车车辆侧向通过道岔时就越平稳，允许的侧向过岔速度也就越高。所以，采用大号码道岔对于列车运行是有利的。然而，道岔号数越大，道岔全长就越长，铺设时占地就越多。因此，采用几号道岔来连接线路，要根据线路的用途来决定。

目前，我国铁路线路上使用的主要有 9、12、18、30 号等型号的道岔，它们所允许的侧向通过速度一般分别为 30、45、80、140 km/h。

三、轨道钢轨的相互位置

为了确保行车安全，轨道除了应具有合理的组成外，还应保持两股钢轨的规定距离和轨顶面的相对水平位置。

（一）直线部分的轨距和水平

1. 轨 距

按中华人民共和国铁道部《铁路技术管理规程》（以下简称《技规》）的规定：“轨距是两股钢轨轨头踏面下 16 mm 范围内两钢轨工作边之间的最小距离。直线轨距标准规定为 1 435 mm。”

验收线路时，线路、道岔轨距相对于上述标准的静态允许偏差规定：允许速度 $v \leq 120$ km/h 的线路轨距误差不大于 6 mm，不小于 2 mm；允许速度 $120 \text{ km/h} < v \leq 160 \text{ km/h}$ 的线路轨距误差不大于 4 mm，不小于 2 mm；允许速度 $160 \text{ km/h} < v \leq 200 \text{ km/h}$ 的线路、道岔轨距误差不超过 2 mm。

从机车车辆轮对和直线地段钢轨的相互位置（见图 1.9）可以看出：

轨距 S_0 = 轮对宽度 q + 活动量（或间隙） δ (1.2)

钢轨与轮缘之间存在间隙，可以保证车轮被轨道所楔住，减少行车阻力和钢轨及车轮的磨耗。但是，超过一定限度，就会产生相反的效果。因为间隙越大，车辆行驶时蛇行运动的幅度越大，作用于钢轨上的横向力也越大。行车速度越高，影响也越严重。所以，为提高行车的平稳性和线路的稳固性，间隙应限制于一个最小的必要数值，特别是在高速铁路上。目前，有些国家的铁路已把原来的标准轨距缩小 2~6 mm，以减小间隙。

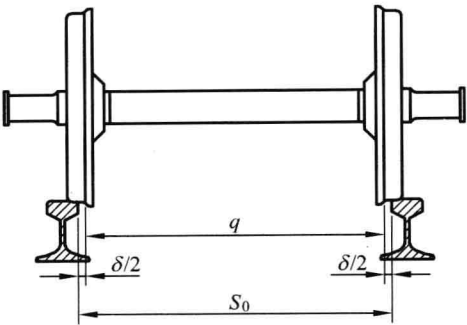


图 1.9 轮对与钢轨的相互位置

2. 水 平

在直线地段，线路两股钢轨的顶面应保持在同一水平，使它们均匀承担负荷，保证车辆平稳行驶。

钢轨水平静态允许偏差：在允许速度 $v \leq 160 \text{ km/h}$ 的正线、到发线及道岔上不大于 4 mm；在允许速度 $v \leq 120 \text{ km/h}$ 其他线不大于 6 mm；在允许速度 $160 \text{ km/h} < v \leq 200 \text{ km/h}$ 的正线、到发线及道岔不大于 3 mm。

(二) 曲线部分的轨距和水平

1. 轨距加宽

机车车辆走行部中只能保持平行而不能作相对运动的车轴中心线间的最大距离，叫固定轴距 (L)。由于机车车辆具有固定轴距，当通过曲线时，转向架的纵向中心线与曲线轨道中心线不能重合，因而引起转向架前一轮对的外侧车轮轮缘和后一轮对的内侧车轮轮缘压挤钢轨的状况，此时转向架在曲线上的轮轨相接形式称为“自由内接”，如图 1.10 所示。为防止固定轴距较大的轮对被轨道楔住或挤翻钢轨，对于小半径曲线的轨距应适当地予以加宽，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，减少轮轨间的侧面磨耗。

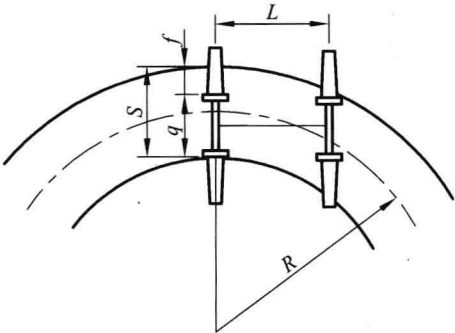


图 1.10 钢轨自由内接

曲线轨距加宽的大小与曲线半径、机车车辆的固定轴距等有关。

为了使机车车辆顺利地通过曲线，《技规》规定曲线轨距加宽如表 1.1 所示。

表 1.1 曲线轨距加宽

曲线半径 R (m)	加宽值 (mm)
$R \geq 350$	0
$350 > R \geq 300$	5
$R < 300$	15

2. 外轨超高

当机车车辆以一定速度在曲线上运行时，由于离心力的作用，使得外侧车轮轮缘挤压外轨，造成两股钢轨磨耗不均，同时，车体向外倾斜，使旅客感到不舒适，货物移位，严重时还会导致列车倾覆或脱轨。因此，为了平衡离心力，保证列车顺利通过曲线，通常是使外轨适当抬高（见图 1.11），使机车车辆内倾，产生一个向内的水平分力（向心力）来抵消离心力的作用。这种外轨与内轨的高差，叫做曲线外轨超高。

由此可知，曲线设置外轨超高的目的是：

(1) 防止机车车辆通过曲线时向外侧倾倒。

(2) 使内外两股钢轨所受的垂直压力大致相等，垂直磨耗均匀。

(3) 使列车安全平稳通过曲线，增加旅客舒适度。

曲线的外轨超高量是根据列车通过曲线时产生离心力的大小确定的。离心力和列车速度的平方成正比，和曲线的半径成反比，所以，曲线半径越小，行车速度越高，离心力就越大，需要设置的外轨超高量也就越大。通常，曲线的外轨超高量 h 可用下列公式计算：

$$h = 7.6 \frac{v_{\max}^2}{R} \quad (1.3)$$

式中 h —— 外轨超高量 (mm)；

$v_{\max}$ —— 该段线路的最大行车速度 (km/h)；

R —— 曲线半径 (m)。

外轨超高和轨距加宽的设置办法，都是从缓和曲线的起点开始，逐渐增加，到圆曲线起点时，超高和加宽都达到规定的数值。

3. 曲线最大超高限度

曲线超高要有一个最大限度。因为曲线上设置超高过大，当机车车辆以低速通过或因故在曲线上停车时，必会产生一个较大而又未被平衡的向心力，造成车体倾斜，装载的货物可能发位移，严重时将导致机车车辆倾覆。因此，必须限定超高最大值。

《技规》规定：“曲线地段的外轨超高，应按铁道部规定的办法和标准确定。最大实设超高：双线地段不得超过 150 mm，单线地段不得超过 125 mm。”这是考虑到双线地段和单线地段行车条件的不同，双线地段按上下行分开行车，同一曲线上的行车速度相差较小，因而最大超高可以大一些；单线地段由于两方向上的运量不同，以及线路坡度的影响，上行和下行的行车速度往往相差较大，故外轨超高最大值应小一些。

四、轨道无缝线路

钢轨接头是轨道的薄弱环节之一。由于接头的存在，列车通过时发生冲击和振动，影响行车的平稳，使钢轨和联结零件的磨耗和伤损加剧，养护维修费用增加。在运营方面，钢轨接头增加机车车辆行驶阻力，使机车车辆的使用寿命降低。此外，接头的存在又是钢轨发生爬行的主要原因之一。

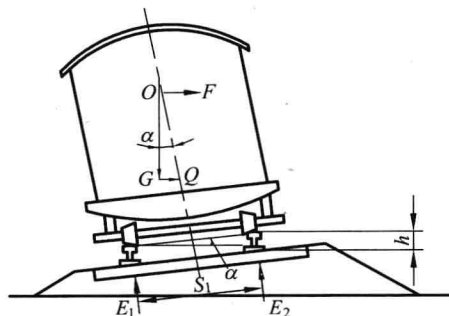


图 1.11 曲线外轨超高

因此,世界各国都在设法寻找最大限度地消灭钢轨接头的方法。由于现代焊接技术的发展以及对钢轨的胀缩和稳定性进行了大量实验研究的结果,就出现了将若干根标准长度的钢轨焊接成为一定长度的长钢轨而铺设的无缝线路(或称焊接长钢轨线路)。通常是在焊轨厂将标准轨焊接成 100~500 m 的长轨条,再运到施工现场焊接后铺设。

与普通线路相比,无缝线路在其长钢轨段内消灭了轨缝,从而消除了车轮对钢轨接头的冲击,具有使列车运行平稳、旅客舒适、节省接头材料、降低线路维修费用、延长线路设备和机车车辆的使用寿命等优点,能适应高速行车的要求,是铁路轨道的发展方向。

铺设无缝线路的关键是设法克服长钢轨因环境温度的变化,导致钢轨温度变化而产生的温度力(内应力)问题。为此,无缝线路上长钢轨的两端是用钢轨联结零件和防爬设备加以强制性固定的,其他部分也是采用强度大的中间联结零件和防爬设备使之紧扣于钢筋混凝土轨枕之上,称为锁定线路。锁定时(即铺设或维修时)的钢轨温度称为锁定轨温。当温度变化时,钢轨不能自由伸缩,只能在钢轨内部产生应力,这个力是由轨温变化引起的,叫做温度力,它均匀地作用在钢轨的全长上。夏天轨温升高,钢轨内部产生压应力;冬天轨温降低,钢轨内部产生拉应力。

钢轨内部的温度应力为:

$$N = E \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot F \quad (1.4)$$

式中 N ——钢轨温度应力;

E ——钢轨的弹性模量;

α ——钢轨的线膨胀系数;

Δt ——轨温变化度数;

F ——钢轨横截面面积。

由式(1.4)可知,温度应力只和轨温变化 Δt 有关。可见,选择适当的锁定轨温,对无缝线路的强度和稳定性具有很大影响。

选择锁定轨温时,应使钢轨在冬季和夏季所受到的最大温度力尽量接近,一般采用稍高于本地区的中间轨温作为锁定轨温比较适宜。例如,北京地区最高轨温为 62.6 °C,最低轨温为 -22.8 °C,中间轨温为 19.9 °C,而设计时的锁定轨温一般采用 34 °C。

无缝线路在 19 世纪 30 年代开始出现,50 年代以后逐步得到推广。我国自 1957 年开始铺设无缝线路,经过几十年的运营实践,在设计、施工和养护维修方面积累了不少经验,无缝线路这一轨道结构形式在我国得到了广泛应用。我国京广、京沪、京哈、陇海等主要干线均已铺设无缝线路,至 2003 年底全国铁路无缝线路长度达到 38 980 km,至 2008 年底已超过 50 000 km。

五、轨道电路基础知识

轨道电路是利用铁路的两条钢轨作为导体所构成的电气回路。它可以反映线路和道岔区段是否有车占用,钢轨是否完整,监督线路占用情况,以及将列车运行与信号显示联系起来。

轨道电路是铁路信号基础设备(如自动闭塞、电气集中等)的基础,借助它可以监控列车在线路上的运行情况,也可传递与行车有关的各种信息。常用的轨道电路由送电端、钢轨线路和受电端三部分组成,如图 1.12 所示。

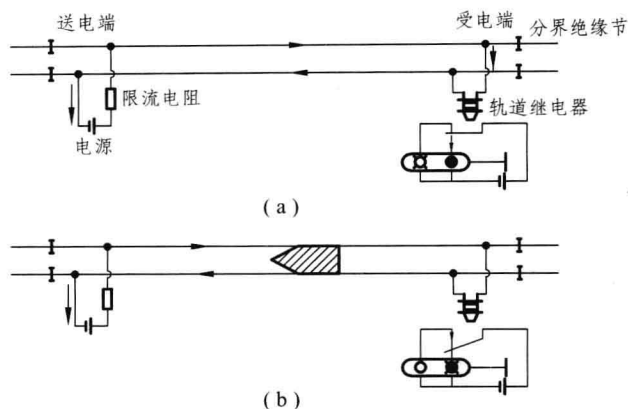


图 1.12 直流轨道电路示意图

(一) 直流轨道电路

采用直流电源的轨道电路叫做直流轨道电路。

在直线段上，直流轨道电路主要由分界绝缘节、轨道电源、限流电阻、轨道继电器等组成。分界绝缘节安装在轨道电路分界处，以保证相邻轨道电路间互不影响。

两个分界绝缘节之间的钢轨线路（即从送电端到受电端之间），成为轨道电路的控制区段，也就是轨道电路的长度。轨道电路的长度要受轨道电路工作状态的制约，不同类型的轨道电路长度不同。

当列车未进入轨道电路，即线路控制区段空闲时，电流从轨道电路电源正极经过钢轨进入轨道继电器，再经另一股钢轨回到电源负极。这时因轨道继电器衔铁吸起，使其后接点断开、前接点闭合，信号机的电路就通过前接点闭合绿灯电路，使信号机亮绿灯，允许列车进入轨道，如图 1.12 (a) 所示。

当列车进入轨道电路，即线路控制区段有车占用时，电流同时流过机车车辆轮对和轨道继电器线圈。由于轮对的电阻比轨道继电器线圈电阻小很多，可以认为轨道电路从列车轮对处被短路，轨道继电器衔铁被释放，用它的后接点闭合信号机的红灯电路，信号机点亮红灯，表示轨道有车占用，向后续列车发出停车信号，以保证列车在该轨道电路区段内运行的安全，如图 1.12 (b) 所示。钢轨折断时的情况与有车占用时相同。采用这种轨道电路，当轨道电路的任一部分发生故障时，均能导致轨道继电器失磁落下，使信号机点亮红灯，从而保证了行车的安全。

(二) 道岔区段轨道电路

道岔区段的轨道电路如图 1.13 所示。

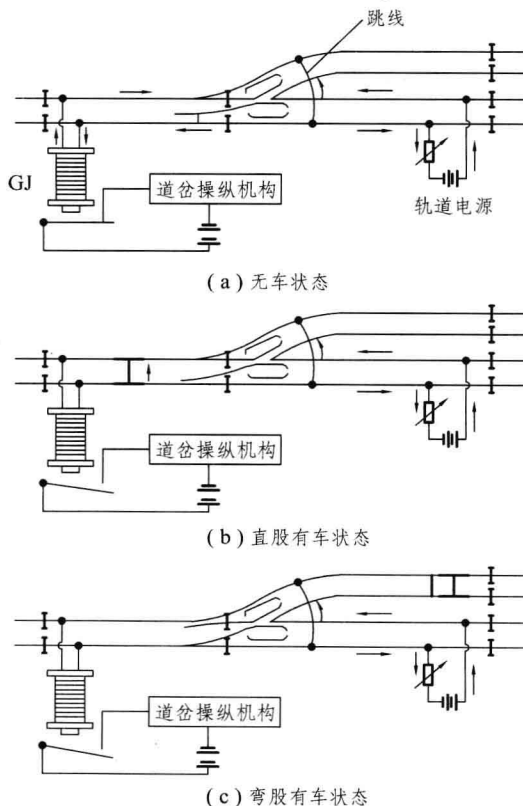


图 1.13 道岔区段轨道电路

当道岔区段无车时，轨道继电器（GJ）有电励磁，以其前接点闭合道岔操纵机构电路，道岔可以转换；当直股或弯股有车时，轨道电路被短路，轨道继电器失磁，衔铁释放，切断了道岔操纵机构的电路，道岔也就不能转换位置了。

目前铁路现场普遍采用的是交流轨道电路，其工作原理和直流轨道电路相同，只是受电端的轨道继电器可采用交流继电器或带整流器的直流无极继电器。

（三）无绝缘轨道电路

近年来，随着高速铁路线路不断增加，为了适应高速铁路的需要，各国研制了无绝缘轨道电路。

1. 无绝缘轨道电路构成基本原理

无绝缘轨道电路系统构成如图 1.14 所示。其工作原理是，发送端的发送器发出的移频信号经过电缆通道传送到匹配变压器及调谐单元（由电感和电容串联谐振电路构成），从轨道电路的送电端传送到接收端的调谐单元（构成同发送端），再经过接收端的匹配变压器，电缆通道将信号输入到接收器。接收器对移频信号进行限幅、放大及解调后，使轨道继电器吸起，以轨道继电器的吸起和落下来检测轨道的空闲和占用。

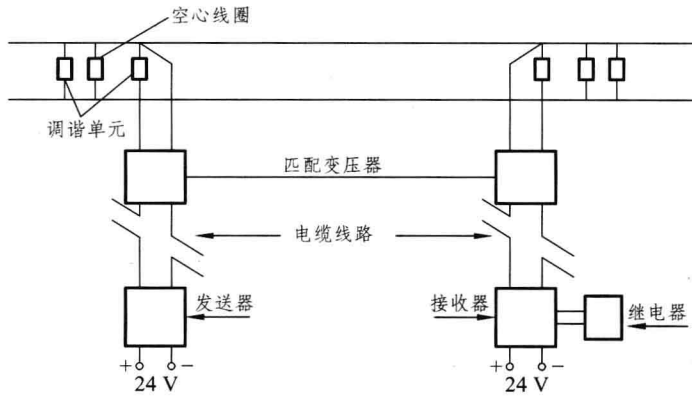


图 1.14 无绝缘轨道电路系统

2. 电气分隔接头的基本原理

无绝缘轨道电路要求相邻轨道电路采用不同载频。电气分隔接头的主要作用是对相邻轨道电路的频率起电气隔离作用。如图 1.15 为电气分隔接头的简单示意图。

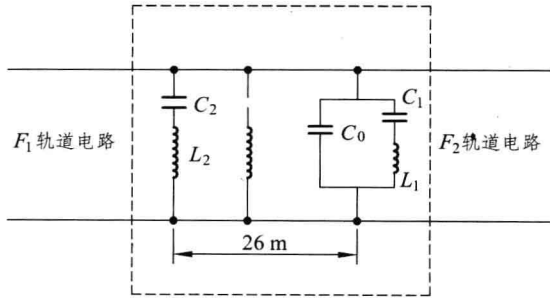


图 1.15 电气分隔接头示意图