

21世纪高等职业技术教育规划教材——城市轨道交通运营管理

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG YUNSHU SHEBEI

# 城市轨道交通

## 运输设备

主编 刘婉玲

主审 翟士述



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

21 世纪高等职业技术教育规划教材——城市轨道交通运营管理

# 城市轨道交通运输设备

主编 刘婉玲

主审 翟士述

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

-----  
**图书在版编目 ( C I P ) 数据**

城市轨道交通设备 / 刘婉玲主编. —成都:  
西南交通大学出版社, 2010.7

21 世纪高等职业技术教育规划教材. 城市轨道交通运营  
管理

ISBN 978-7-5643-0760-8

I. ①城… II. ①刘… III. ①城市轨道交通—交通运输工  
具—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 145075 号  
-----

21 世纪高等职业技术教育规划教材——城市轨道交通运营管理

**城市轨道交通设备**

主编 刘婉玲

\*

责任编辑 刘婷婷

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>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 11.875

字数: 295 千字

2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0760-8

定价: 22.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

近些年来，随着城市化进程的加快和经济的飞速发展，我国城市轨道交通发展迅速，并且将在未来拥有较大的发展空间。行业发展带来相应的人才需求，目前我国城市轨道交通行业在设计、施工、运营管理领域，存在大量的人才缺口，因此也带来了高等院校相关专业的蓬勃发展。各高职院校近几年相继开设了城市轨道交通运营管理专业，并有更多院校在相关专业中开设了城市轨道交通类课程。同时，高职教育改革正在逐步深化，专业建设、课程建设、教材建设、培养模式面临较大变化，国家示范校重点建设专业和教改试点专业也正不断推动专业向前发展。为全面加强高职城市轨道交通运营管理专业建设及教材建设，切合深化职业教育教学改革、提高高职院校办学水平和办学质量的需要以及高职院校的实际需求，从而推动该专业的教育水平提升，培养出适应新时期企业需求的新型人才，2009年5月中国职业技术教育学会轨道交通委员会在西南交通大学出版社组织召开了《21世纪高等职业技术教育规划教材——城市轨道交通运营管理》编写研讨会，本教材就是根据这次会议精神编写的。

城市轨道交通运输设备包括线路及站场、车辆、牵引供电系统、信号设备、车站设备及其他设备，是城市轨道交通正常运营的物质基础和技术基础。本教材主要介绍以上各种设备的作用、组成、基本原理和使用方法，其中信号设备单独成书。

本教材由辽宁铁道职业技术学院刘婉玲主编、辽宁铁道职业技术学院翟士述主审，全书分为城市轨道交通线路及站场、城市轨道交通车辆、城市轨道交通牵引供电系统、城市轨道交通车站设备和城市轨道交通其他设备共五章。编写分工如下：第一章第一、二、三、四、五节由辽宁铁道职业技术学院刘婉玲编写，第六、七节由西安铁路职业技术学院于巧燕编写；第二章由辽宁铁道职业技术学院吴明华编写；第三章由辽宁铁道职业技术学院鲁宝安编写；第四章第一、三节由广州铁路职业技术学院张治文编写，第二节由广州铁路职业技术学院吴静编写；第五章第一、二节由湖南铁路科技职业技术学院朱文浩编写，第三节由湖南交通工程职业技术学院高双喜编写。

由于我国城市轨道交通正处于迅速发展阶段，设备制式纷杂，而且新设备不断推出，很难将所有资料搜集齐全。另外也受编者水平所限，教材中难免不当和疏漏，热诚欢迎各位同行及读者批评指正，我们将努力改进，使教材水平不断提高，为我国城市轨道交通职业教育事业的发展尽绵薄之力。

编者

2010年4月

# 目 录

<b>第一章 城市轨道交通线路及站场</b> .....	1
第一节 路 基 .....	1
第二节 轨道结构 .....	5
第三节 道 岔 .....	18
第四节 线路的平面和纵断面 .....	29
第五节 站 场 .....	35
第六节 桥隧建筑 .....	47
第七节 车站建筑 .....	57
复习思考题 .....	62
<b>第二章 城市轨道交通车辆</b> .....	63
第一节 城市轨道交通车辆概述 .....	63
第二节 城市轨道交通车辆的机械部分 .....	69
第三节 城市轨道交通车辆的电气牵引传动系统 .....	98
第四节 直线电机车辆 .....	104
第五节 跨座式单轨铁路车辆 .....	105
复习思考题 .....	106
<b>第三章 城市轨道交通牵引供电系统</b> .....	108
第一节 概 述 .....	108
第二节 牵引变电所的供电方式与接线方式 .....	113
第三节 牵引网及供电方式 .....	118
第四节 远动系统 .....	131
复习思考题 .....	133
<b>第四章 城市轨道交通车站设备</b> .....	135
第一节 自动售检票设备 .....	135
第二节 屏蔽门系统及紧急停车按钮 .....	155
第三节 电、扶梯系统 .....	161
复习思考题 .....	169

<b>第五章 城市轨道交通其他设备</b> .....	170
<b>第一节 环控系统</b> .....	170
<b>第二节 灾害防护系统</b> .....	172
<b>第三节 给排水及照明系统</b> .....	178
<b>复习思考题</b> .....	182
<b>参考文献</b> .....	183

# 第一章 城市轨道交通线路及站场

具有大运量、快捷、准时、舒适、低污染特点的地铁、轻轨交通，是国内外广泛采用的城市轨道交通形式。近年来我国大城市的地铁、轻轨建设快速发展，对解决城市地面交通拥挤、堵塞问题和促进城市建设可持续发展起到了重要作用。

城市轨道交通线路铺设方式可分为地下、地面（含路堑、路堤）和高架三种。地铁、轻轨正线应为右侧行车的双线线路。

## 一、地下线

这种方式的线路置于地下隧道中，与地面交通完全分离，且不占城市地面与地上空间，是线路在交通繁忙路段和市区内繁华地段主要采用的铺设形式，也是对城市环境影响最小的一种线路铺设方式。

地下线埋置深度应根据地质情况和地下构筑物情况而定，选线时要探明地下市政管线，合理确定线位和站位，尽量减少管线拆迁改移；当线路经过有桩基的建筑物时，要探明桩基类型和深度，以确定采用的施工方法和安全距离，并根据建筑物性质采用合理的加固保护措施，确保工程安全。另外，隧道体不要侵入道路两侧的地块，避免影响两侧土地的开发利用。

## 二、高架线

这种方式的线路设在高架桥梁上，对地面交通无干扰，桥梁净空一般由沿线所跨越的道路通车高度及河流通航高度的要求来确定。

高架线的突出特点是运营噪声大，在线路距离楼房较近的地段，可考虑设置隔声屏，并采用减振效果好的道床。

## 三、地面线

这种方式的线路采用与普通铁路相似的路基作为轨道基础的线路形式，也是造价最低的一种铺设方式。地面线一般设计成封闭线路，防止行人与车辆进入，与城市道路相交时一般应采用立交的形式。

地面线的缺点是隔断线路两侧的交通，使线路两侧难以沟通，不利于两侧土地的商业开发利用，同时运营时噪声较大。此外，地面线的沉降变化较大，多采用碎石道床，运营后的养护维修工作量较大，因此不宜设置在市区内，多在偏远市郊路段采用这种形式。

## 第一节 路基

地铁及轻轨线路一般由上部建筑和下部基础组成：上部建筑是指轨道部分；下部基础主要指路基、桥梁及隧道。

路基是铺设轨道的基础，直接承受轨道和列车的荷载，并将其传递至地基，它的状态如

何直接关系到线路的质量，并会直接影响到列车运行的速度和行车安全。路基必须具备足够的强度、稳定性和耐久性。

### 一、路基横断面形式

垂直于线路中心线的路基断面，称为路基横断面。路基主要有路堤和路堑两种形式，如图 1-1 和图 1-2 所示。

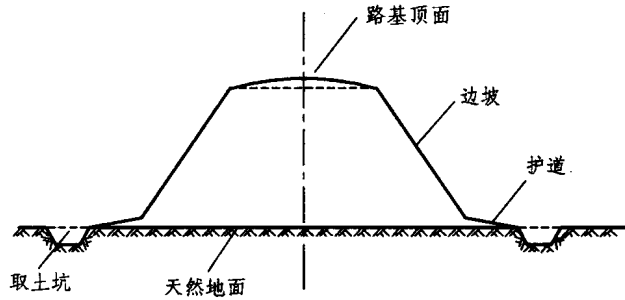


图 1-1 路堤

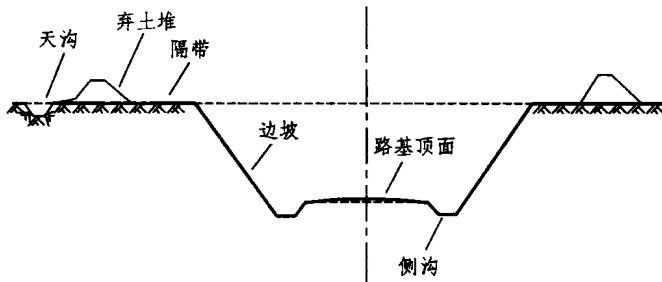


图 1-2 路堑

地铁和轻轨的路基以路堤更为常见。

### 二、路 肩

路肩是指路基顶面两侧无道砟覆盖的部分，其作用是增强路基的稳定性，防止道砟滚落至路基面外，设置有关设备，便于人员避车，暂放维修材料和机具等。当路肩埋有设备时，路堤及路堑的路肩宽度不得小于 0.4 m。

当线路通过地下水位高或常年有地面积水的地区，路堤过低容易引起基床翻浆冒泥等危害，路肩设计高程应高出线路通过地段的最高地下水位和最高地面积水水位，并应加毛细水强烈上升高度和有害冻胀深度或蒸发强烈影响深度，再加 0.5 m。若采取降低水位、设置毛细水隔断层等措施，可不受此限制。

滨河、河滩、水库路堤路肩设计高程应高出设计水位（洪水频率标准 1/100）加波浪侵袭高加壅水高，再加 0.5 m，并符合《铁路路基设计规范》（简称《设规》）的有关规定。

### 三、路基顶面形状

路基顶面，即铺设轨道的工作面，按形状可分为有路拱和无路拱两种形式。路拱的作用是迅速排除道床下的积水，以保持路基顶面的干燥。

路基顶面应根据基床填料的种类确定是否需要设置路拱。不易渗水的填料必须设置路



拱，路拱的形状为三角形，由中心向两侧按大约 4% 的排水坡确定，单线路拱高 0.15 m，双线路拱高 0.2 m，底宽等于路基面宽度。渗水性好的填料能较快地向下渗水，故不需要设置路拱，即渗水土和岩石（年平均降水量大于 400 mm 地区的易风化泥质岩石除外）的路基面为平面。

#### 四、路基顶面宽度

路基顶面宽度应根据正线数目、配线情况、线间距、轨道结构尺寸、路基面形状、路肩宽度等计算确定。

(1) 单线非渗水土路基顶面宽度如图 1-3 所示。

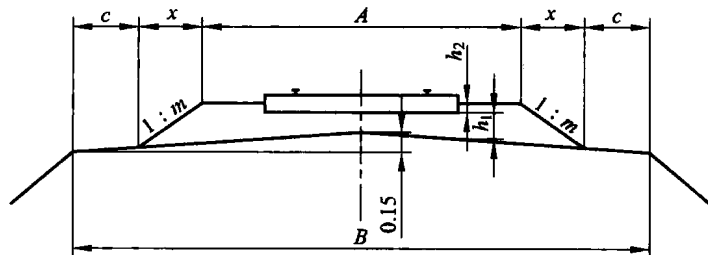


图 1-3 单线非渗水土路基顶面宽度

$B$ —路基顶面宽度； $A$ —道床顶面宽度； $c$ —路肩宽度； $m$ —道床边坡坡率；  
 $h_1$ —钢轨处轨枕下道床厚度； $h_2$ —轨枕埋入道床深度

当采用混凝土枕碎石道床（厚度 0.45 m，路肩宽 0.6 m、砟顶面宽按无缝线路 3.3 m）时，路基顶面宽度为 7.0 m。

非无缝线路地段，由于其道床顶面宽度减小 0.2 m，故路基顶面宽度可相应减小。

整体道床地段的单线路基顶面宽度根据整体道床断面宽度（一般为 2.4 m）加两侧路肩宽度计算确定，双线地段再加线间距。

(2) 单线岩石、渗水土路基顶面宽度如图 1-4 所示，图中各符号含义同图 1-3 所示。

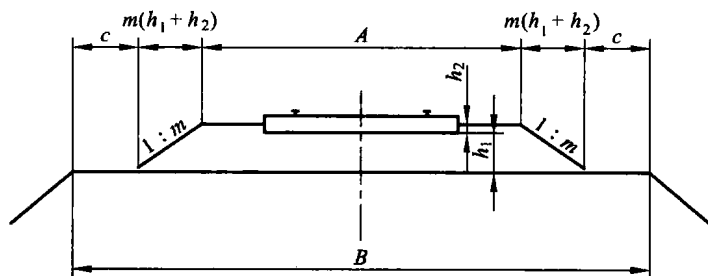


图 1-4 单线岩石、渗水土路基顶面宽度

当采用混凝土枕碎石道床（厚度 0.3 m，路肩宽 0.6 m，砟顶面宽按无缝线路 3.3 m 计算）时，路基顶面宽度为 6.2 m。

(3) 双线非渗水土路基顶面宽度如图 1-5 所示。

地铁正线多为双线，其线间距常因布置道岔需要有所不同。常用线间距的直线地段双线路基顶面宽度如表 1-1 所示。

(4) 双线岩石、渗水土路基顶面宽度为单线岩石、渗水土路基顶面宽度加  $D$ 。

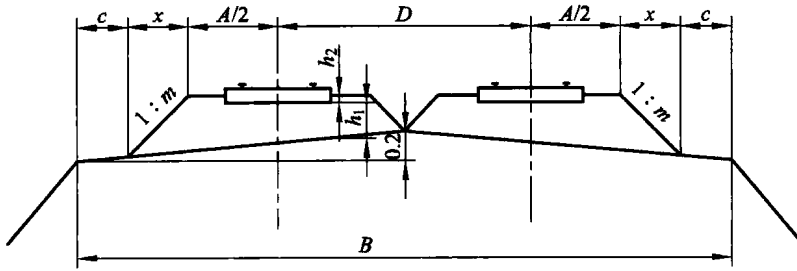


图 1-5 双线非渗水土质路基顶面宽度

$D$ —双线的线间距，其值不应小于 3.6 m； $h_1$ —靠路基中心的钢轨处轨枕下道床厚度

表 1-1 直线地段双线路基顶面宽度

轨道类型	线间距/m	道床厚度/m	非渗水路基	道床厚度/m	岩石、渗水土路基/m
混凝土碎石道床无缝线路	3.6	0.45	10.8	0.30	9.8
	3.8		11.0		10.0
	4.0		11.2		10.2
	4.3		11.4		10.5
	4.6		11.7		10.8
	4.8		11.9		11.0
	5.0		12.1		11.2

## 五、路基边坡

路基边坡即路肩边缘外两侧的斜坡，其作用是增强路基的稳定性。路基边坡的坡度应根据填料或土质的物理力学性质、边坡高度、列车荷载和地基工程地质条件确定。地铁地面线路一般多为低路堤，其边坡坡度一般取 1/1.5。

## 六、路堤护道

护道是指路堤坡脚与取土坑（或排水沟）之间的部分，其作用是保持路基边坡的稳定，防止雨水冲刷坡脚造成边坡塌方。地铁路堤护道宽度不小于 1.0 m，并应向外做成规定坡度的排水坡。

## 七、路基排水

地铁全线应有完善的排水系统，并宜利用市政排水设施。排水设施应布置合理，当与桥涵、隧道、车站等排水设施衔接时，应保证排水畅通。地面线路路基排水必须使降水能顺利排走，同时阻止路基范围外的地表水流入路基，确保路基干燥稳固。

路堤应在护道外设置单侧或双侧排水沟。路堑应于路肩两侧设置侧沟，堑顶外应设单侧或双侧天沟，天沟内侧边缘至堑顶距离不宜小于 5 m。

排水沟的横断面应按流量及用地情况确定，并确保边坡稳定。排水沟断面形式一般采用梯形，两侧边坡根据土质及边坡高度确定，黏性土一般采用 1/1~1/1.5 的坡度，底宽采用 0.4 m 或 0.6 m，深度采用 0.6 m。排水沟的纵向排水坡不应小于 2%。

对路基有危害的地下水，应根据地下水类型、含水层的埋藏深度、地层的渗透性等条件，设置暗沟（管）、渗沟、检查井等地下排水设施。

## 八、路基防护

对受自然因素作用易产生损坏的路基边坡坡面，应根据边坡的土质、岩性、水文地质条件、边坡坡度与高度以及周围景观等，选用适宜的防护措施。

地铁地面线路地处城市外围、郊区，大多地形平坦，线路路基一般为 2~5 m 的土质低路堤，坡面防护可选用铁路路基常用的一般防护措施。

一般地段，在适宜于植物生长的土质边坡上应优先选用植物防护，如采取种草或喷植草、铺草皮、种植灌木等防护方式，同时也可绿化环境、美化路容。

沿河地段路堤的坡面防护工程常用类型有植物防护，如铺草皮、种防护林，干砌片石护坡，浆砌片石护坡，混凝土护坡。线路穿过郊区水塘、鱼塘的常年浸水路堤，一般采用浆砌片石护坡。

## 第二节 轨道结构

轨道结构是地铁和轻轨交通的重要组成部分，一般由钢轨、轨枕、连接零件、道床、道岔及其他附属设备组成。

### 一、钢 轨

#### （一）基本要求

不管城市轨道交通采用何种类型、何种形式的轨道结构，钢轨都是其重要的组成部分。钢轨与机车车辆的车轮直接接触，钢轨质量的好坏直接影响到行车的安全性和稳定性。为了使线路能按照设计速度保证列车运行，钢轨必须具备以下几方面的功能：

1. 为车轮提供连续、平顺及阻力最小的滚动面，引导机车车辆前进

车辆要求钢轨表面光滑，以减小轮轨阻力；而机车要求轮轨之间有较大的摩擦力，以发挥机车的牵引力。

2. 钢轨要承受来自车轮的巨大垂向压力，并以分散的形式传给轨枕，在轨面要承受极大的接触应力

除垂向压力外，钢轨还要承受横向力和纵向力，在这些力的作用下，钢轨要产生弯曲、扭转、爬行等变形，轨头的钢材还要产生塑性流动、磨损等。因此，要求钢轨有足够的强度、韧性及耐磨性。

3. 兼作轨道电路，为轨道电路提供导体

如上所述，钢轨既要有足够的强度，以延长其使用寿命，又要具有一定的塑性，以防脆性折断；钢轨需要有一定的硬度以增加其耐磨性，又要有适当的韧性；要有相当的刚度，抵抗挠曲，又要有可挠性，以减轻轮轨冲击；钢轨踏面应粗糙，以增加轮轨间的黏着力，又要光滑，以减少行车阻力。以上矛盾使钢轨的设计及制造成为一个非常复杂的问题。

通常可以把钢轨视为弹性地基上的连续梁，作用于其上的力主要为垂直力，其结果是使

钢轨挠曲，而抵抗挠曲的最佳截面为工字形。因此，一般将钢轨截面设计成工字形，由轨头、轨腰和轨底三部分组成。我国的钢轨标准断面如图 1-6 所示。

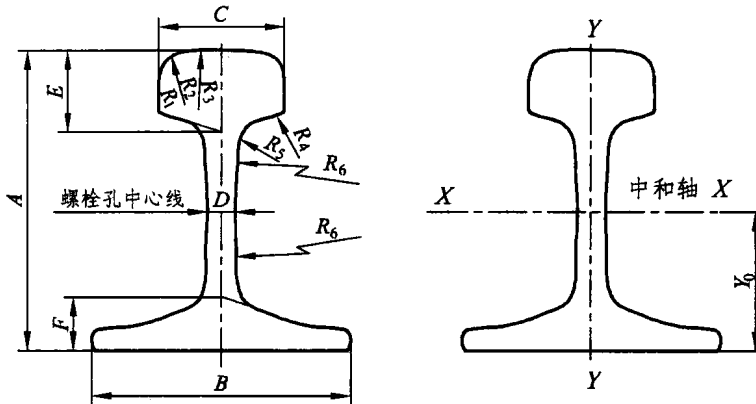


图 1-6 钢轨断面

轨头宜大而厚，并具有与车轮踏面相适应的外形，以改善轮轨接触条件，提高抵抗压陷的能力，同时具有足够的支撑面积，以备磨耗。

轨腰必须有足够的厚度和高度，具有较大的承载能力和抗弯能力。

轨底直接支承在轨枕顶面上，为保持钢轨稳定，应有足够的宽度和厚度，并具有必要的刚度和抗锈蚀能力。

### (二) 钢轨的类型

钢轨的类型是按每延米大致重量来区分的，我国现行的主要钢轨类型有 38 kg/m、43 kg/m、50 kg/m、60 kg/m、70 kg/m 等，60 kg/m 以上为重型钢轨。钢轨的标准长度为 25 m 和 12.5 m。钢轨的主要形式尺寸如表 1-2 所列。

表 1-2 钢轨的主要形式尺寸

钢轨类型/(kg/m)	75	60	50	43	38
钢轨高度 $A$	192	176	152	140	134
轨底宽度 $B$	150	150	132	114	114
轨头宽度 $C$	75	73	70	70	68
轨腰厚度 $D$	20	16.5	15.5	14.5	13.0
轨头高度 $E$	55.3	48.5	42	42	39
轨底厚度 $F$	32.3	30.5	27	27	24
轨头侧坡	1 : 20	1 : 20	—	—	—
$R_1-R_2-R_3$	15-80-500	13-80-300	13-300	13-300	13-300
$R_4-R_5$	7-17	8-25	5-12	5-10	7-7
$R_4$	450	400	350	350	350

### (三) 钢轨的选型

目前在国内尚无城市轨道交通的钢轨选型标准，现行城市轨道交通系统的设计一般可参考国家铁路的钢轨选型标准，即“年通过总重量在 15~30 Mt (Mt 为百万吨) 时，采用 50 kg/m

钢轨；在 30~60 Mt 时，采用 60 kg/m 钢轨”。

国内外城市轨道交通有选用重型钢轨的趋势，从技术性能上分析，60 kg/m 钢轨重量只比 50 kg/m 钢轨增加 17.7%，而允许通过的总重量可增加 50%。重型钢轨不仅能增加轨道的稳定性，减少养护维修工作量，而且还能增加回流断面，减少杂散电流。

表 1-3 是根据有关资料整理出来的 60 kg/m 钢轨与 50 kg/m 钢轨的性能比较。

表 1-3 60 kg/m 钢轨与 50 kg/m 钢轨的性能比较

性能指标	与 50 kg/m 钢轨比较
钢轨抗弯强度	+34%
弯曲应力	-28%
使用年限	+50~200%
疲劳破坏造成的更换率	-83.3%
列车冲击振动	-10%

综上所述，城市轨道交通在经济条件允许时，无论地面线、地下线或高架线，运营正线都宜选用重型钢轨。对车场线来说，由于主要是供空车运行且速度又低，考虑到经济性，选用 50 kg/m 或 43 kg/m 钢轨均是可行的。

道岔是轨道的薄弱环节，其钢轨强度不应低于一般轨道的标准，《地铁设计规范》（以下简称《设规》）规定：正线上道岔的钢轨类型应与正线的钢轨类型一致。

## 二、轨 枕

轨枕是轨下基础的部件之一。它的功能是支承钢轨，保持轨距和方向，并将钢轨对它的各向压力传递到道床上。因此，轨枕除要有一定的坚固性、弹性和耐久性，便于固定钢轨，抵抗轨道框架结构的纵向和横向位移外，还应具有价格低廉、制造简单、易于铺设养护的特点。

### （一）轨枕的类型

轨枕依其构造及铺设方法分为：横向轨枕、纵向轨枕、短轨枕和宽轨枕。横向轨枕与钢轨垂直间隔铺设；纵向轨枕沿钢轨方向铺设；短轨枕是在左右两股钢轨下分开铺设，常用于混凝土整体道床上；宽轨枕底面积比横向轨枕大，减少了对道床的压力和道床的永久变形。

轨枕按其使用部位可分为：用于区间线路的普通轨枕、用于道岔上的岔枕及用于无砟桥上的桥枕。

轨枕按材质不同可分为：木枕、预应力钢筋混凝土轨枕（简称混凝土枕）及钢枕等。

轨枕类型随轨距、道床种类、使用处所不同而异。地铁正线隧道内线路一般采用短轨枕或无轨枕的整体钢筋混凝土道床；车场线采用普通预应力钢筋混凝土轨枕，在道岔范围内少数区段采用木枕；高架轻轨线适合采用新型轨下基础，这种新型的轨枕结构不同于传统的道砟道床上铺设木枕或混凝土的轨下基础，而是以混凝土道床为主的构造形式。如上海明珠轻轨高架线，其采用的是承轨台、支撑块整体式道床。

### （二）轨枕铺设数量

地铁轨枕铺设数量根据《设规》规定应符合表 1-4 标准。

表 1-4 轨枕铺设数量

序号	道床形式	轨枕铺设数量			
		正线 50 kg/m、60 kg/m 钢轨		辅助线	车场线
		直线及 $R > 400$ m 或坡度 $i < 20\%$	$R \leq 400$ m 或坡 度 $i \geq 20\%$		
1	枕式整体道床[根 (对)/km]	1 600~1 680	1 680	1 600	1 440
2	减振轨道枕式整体 道床[根(对)/km]	1 600~1 680	1 680	1 600	1 440
3	混凝土枕碎石道床/ (根/km)	1 600~1 680	1 680	1 600	1 440
4	无缝线路混凝土枕 碎石道床/(根/km)	1 680~1 760	1 760~1 840	1 680~1 760	—
5	木枕碎石道床/ (根/km)	1 680~1 760	1 760~1 840	1 680	1 440

### 三、连接零件

连接零件分为接头连接零件和中间连接零件两种。

#### (一) 接头连接零件

接头连接零件由夹板、螺栓和垫圈等组成，如图 1-7 所示，通过它们把钢轨连接起来，使钢轨接头部分具有与钢轨一样的整体性，以抵抗弯曲和移位，并满足热胀冷缩的要求。

夹板是用来夹紧钢轨的。目前，我国标准钢轨采用斜坡支承双头对称型夹板（简称双头式夹板），如图 1-8 所示。

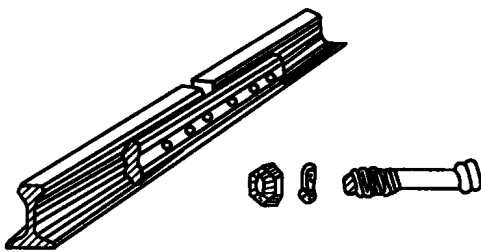


图 1-7 接头连接零件



图 1-8 双头式夹板

这种夹板的优点，是在垂直荷载作用下具有较大的抵抗弯曲和横向位移的能力。夹板上、下两面的斜坡能楔入轨腰空间，但又不贴住轨腰，当夹板稍有磨损连接松弛时，可以重新拧紧螺栓，保持钢轨连接的牢固。每块夹板都要用 4 枚或 6 枚螺栓上紧，且为防止车轮在接头部位脱轨时，车轮轮缘将所有的螺栓剪断，螺栓帽的位置在钢轨的内外侧相互交错。

在城市轨道交通中已基本上采用了无缝线路结构，接头连接零件的数量大大减少，但在无缝线路的缓冲区、轨道电路的绝缘区、有道岔的线路区段中，接头连接零件还是不能缺少的。

钢轨接头按其其在两股钢轨上的相互位置分为对接和错接，如图 1-9 所示；按其与其与轨枕的位置分为悬接和垫接，如图 1-10 所示。目前我国铁路上均采用悬接又对接的形式，这种形式可减少列车对钢轨的冲击次数，改善运营条件，受力条件较好，又便于维修。城市轨道交通正线、辅助线的钢轨接头常采用对接，而辅助线和车场线半径等于及小于 200 m 的曲线地段的钢轨接头应采用错接，错接的距离不应小于 3 m。

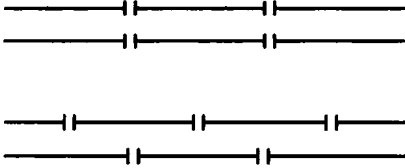


图 1-9 对接、错接

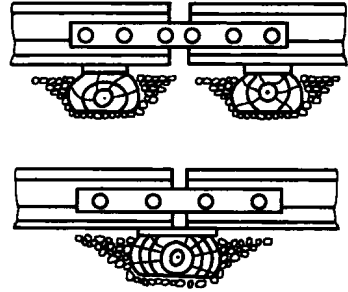


图 1-10 悬接、垫接

当前后两根钢轨的类型不同时，应采用异型接头。异型接头使用的是异型夹板，异型夹板的一半应与该端钢轨断面吻合，另一半应与另一端钢轨断面吻合，且应使两钢轨作用边及顶面相互对齐，如图 1-11 所示。

在自动闭塞区段及电力牵引区段的钢轨接头处，为了传导信号电流或作为牵引电流的回路，应采用导电接头。钢轨接头处的轨间导电装置为两根直径 5 mm 左右的镀锌铁丝，铁丝两端插入截头锥形的镀铅插销中，插销则插入轨腰上的圆孔中，如图 1-12 所示。

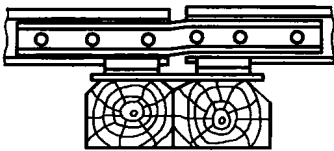


图 1-11 异型夹板

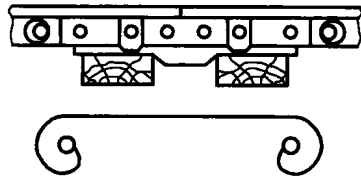


图 1-12 钢轨导电接头

在自动闭塞分区两端的钢轨接头处，为保证轨道电流不能从这一闭塞分区传到另一闭塞分区，应采用钢轨绝缘接头。图 1-13 为绝缘接头断面，在夹板与螺栓间、钢轨螺栓孔四周及两根钢轨的接缝处，均使用绝缘材料隔断电流。

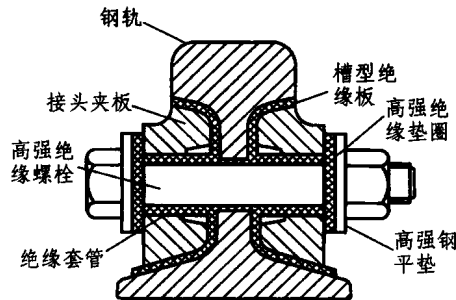


图 1-13 钢轨绝缘接头

## (二) 中间连接零件

中间连接零件又称轨枕扣件，扣件是钢轨与轨枕或其他轨下基础连接的重要连接件，它的作用是把钢轨与轨枕或其他类型的轨下基础连接在一起，固定钢轨的正确位置，阻止钢轨纵向和横向位移，防止钢轨倾覆，还能提供适当的弹性，起到缓冲和减振作用，并将钢轨承受的力传给轨枕或道床承轨台。

### 1. 对扣件性能的要求

(1) 扣件应具有足够的强度和扣压力。

(2) 扣件应具有良好的弹性，以减小列车荷载的冲击，使钢轨承受的荷载能均匀地传递到道床上，特别是整体道床因其刚度大更需要高弹性扣件，以求更好地减振降噪，使减振性能相当或超过有砟轨道。

(3) 扣件应具有适量的轨距、高低调整量，高架桥上整体道床的扣件需较大的调整量，以适应预应力梁的徐变和桥墩的不均匀下沉。

(4) 扣件应具有良好的绝缘性能，以减少杂散电流，其绝缘部件工作电阻应大于  $10^8\Omega$ 。

(5) 扣件结构力求简单，尽量标准化，通用性好且造价低，便于安装和拆卸，养护维修量小。

(6) 扣件金属部件应作防腐处理。

### 2. 扣件的类型

扣件按不同的分类方式可有不同的形式，如按其与钢轨、轨枕的连接方式，可分为不分开式和分开式两种：不分开式扣件是用道钉将钢轨、垫板同时连接于轨枕上；分开式扣件是把钢轨与垫板、垫板与轨枕分别连接。

按扣件的弹性性能分为：全弹性扣件（垂直和水平方向都具有一定弹性）；半弹性扣件（仅考虑垂直方向的弹性）。

按混凝土枕有无挡肩又可分为有挡肩扣件和无挡肩扣件。

按轨枕的类型可分为木枕扣件和混凝土枕扣件。

下面对其中的几种进行介绍。

#### (1) 木枕扣件。

木枕扣件主要由道钉、垫板组成，如图 1-14 所示。

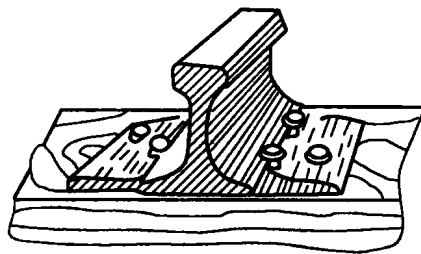


图 1-14 木枕扣件

垫板为钢轨与木枕间插入的钢板，它可将钢轨传来的压力传递给较大的木枕支撑面，减少对木枕的压力，从而有效地防止轨底切入木枕的支撑面而引起的机械磨损，延长木枕的使用寿命。同时，垫板的双肩抵住轨底侧面，可以使钢轨两侧道钉共同起抵抗横向力的作用，确保轨距稳定和防止钢轨向外侧倾斜。垫板上设有向线路中心倾斜的坡度，使钢轨形成 1 : 40



的轨底坡，以保持钢轨中部受力。

道钉扣件的缺点是扣压力不足，也易于松动。

(2) 预应力混凝土枕（简称 PC 轨枕）扣件与无砟轨道道床扣件。

PC 枕扣件经历了扣板式扣件、拱形弹片式扣件、I 型弹条扣件、II 型弹条扣件及 III 型弹条扣件的发展阶段。

扣板式扣件由螺纹道钉、螺母、平垫圈、弹簧垫圈、扣板、铁座、橡胶垫板（绝缘缓冲垫板）、垫片及衬垫等零件组成。用硫磺锚固法把螺纹道钉固定在轨枕上预留的孔内，再装上扣板，拧上螺帽，使扣板压紧轨底。轨底与轨枕之间设有绝缘缓冲垫板，用以增加轨道弹性和作为绝缘垫层，如图 1-15 所示。

螺纹道钉用硫磺水泥浆锚固在 PC 轨枕预留的孔中，这是我国独创的一种工艺流程，螺纹道钉的抗拔力可达 588 kN 以上，耐久性也很好。

扣板式扣件与弹条 I 型扣件的不同之处在于扣板是刚性的，所以又称为刚性扣件。这种扣件因弹性较差，故只适用于 50 kg/m 及以下的钢轨。

弹条式扣件与扣板式扣件基本相同，只是用弹条代替了扣板，改善了钢轨与混凝土枕联结的弹性，增强了扣压力，如图 1-16 所示。

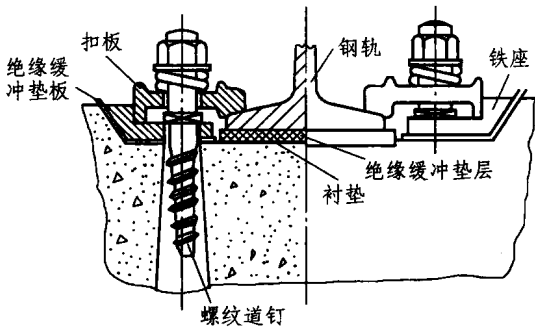


图 1-15 扣板式扣件

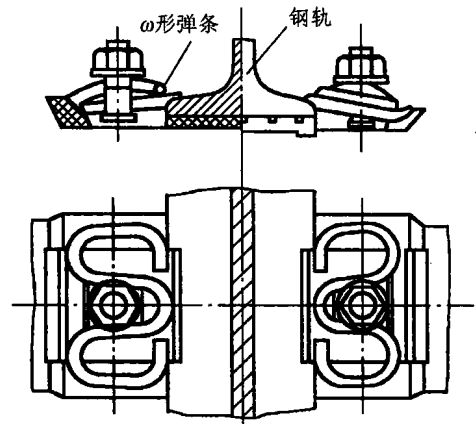


图 1-16 弹条式扣件

随着运量和速度的提高，扣板式扣件和拱形弹片式扣件已不能满足使用要求，正在逐渐被淘汰。

弹条 I 型扣件由  $\omega$  弹条、螺纹道钉、轨距挡板、挡板座及弹性橡胶垫板组成：① 弹条是用来弹性地扣压钢轨，应具有足够的扣压力；② 轨距挡板用来调整轨距和传递钢轨承受的横向水平力；挡板座用来支撑轨距挡板，保持和调整轨距并将轨距挡板承受的横向水平力传递至轨枕的挡肩上，它应具有足够的强度。此外，还应具有一定的绝缘性能以防止漏电；③ 橡胶垫板是缓冲轮轨间的振动冲击作用和提供垂直弹性的主要零件，垫板的弹性靠压缩变形而获得。

I 型弹条分 A、B 两种，A 型用于 50 kg/m 钢轨，B 型用于 60 kg/m 钢轨。轨距挡板的作用是传递横向力和调整轨距，所以也有多种号码，以满足轨距调整的需要。

弹条 II 型扣件除采用新材料重新设计外，其余部件与 I 型弹条扣件通用。弹条 II 型扣件具有扣压力大、强度安全储备大、残余变形小等优点，适用于 II 型和 III 型混凝土枕的 60 kg/m