

## 内 容 提 要

《铁道工程》是为铁路高等学校非铁道工程专业（诸如铁道运输管理工程、物资管理工程、技术经济、铁路桥梁、铁路隧道、铁道航空测量、铁路工程地质等专业）编写的试用教材。由于各专业的要求不同，故将《铁道工程》教材分为《铁路工程建筑物构造》、《铁路工程施工》、《铁路选线设计原理》三册出版。每册的教学时数为40学时左右。

本册为《铁路工程建筑物构造》，共分三篇十二章。内容有：第一篇轨道，主要介绍轨道的组成、几何图形、道岔、无缝线路及线路的维修和大修等基本知识；第二篇路基，主要介绍路基横断面、路基的稳固性、路基排水与防护工程，以及特殊路基与路基病害的防治等基本知识；第三篇铁路桥隧建筑物，主要介绍铁路桥梁的基本技术要求、桥跨结构的基本类型及构造、涵洞及地道桥的类型，以及铁路隧道的基本知识等。

高等学校试用教材

### 铁路工程建筑物构造

北方交通大学 曹大维 关燧如 主编

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 李云国 封面设计 刘景山

北京市华东印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：16.5 字数：250千

1987年11月 第1版 第1次印刷

印数：0001—4,000册 定价：1.80元

## 目 录

绪 论	1
第一篇 轨 道	4
第一章 轨道的组成	4
第一节 钢 轨	4
第二节 轨 枕	8
第三节 钢轨联结扣件	12
第四节 道 床	14
第五节 道 口	15
第六节 轨道发展趋势	17
第二章 轨道几何图形	19
第一节 直线轨道	19
第二节 曲线轨道	23
第三节 轨道加强与安全设备	31
第三章 道 岔	33
第一节 道岔的作用与类型	33
第二节 单开道岔构造	35
第三节 单开道岔总布置图	41
第四节 其它道岔	51
第四章 无缝线路	53
第一节 无缝线路基本原理	53
第二节 无缝线路结构设计概述	60
第三节 特殊地段无缝线路	65
第五章 线路维修与大修	67
第一节 概 述	67
第二节 线路维修	68
第三节 线路大修	72
第二篇 路 基	76
第六章 路基横断面	76
第一节 路基横断面形式	76
第二节 路基的组成	77
第三节 路基设计的分类	81
第七章 路基的稳固性	83
第一节 影响路基稳固的因素	83
第二节 强化路基	87

第八章 路基排水与防护加固工程.....	89
第一节 路基排水.....	89
第二节 路基防护.....	92
第三节 路基加固.....	98
第九章 特殊路基与路基病害防治 .....	102
第一节 特殊条件下的路基 .....	102
第二节 路基病害与防治 .....	107
第三篇 铁路桥隧建筑物 .....	112
第十章 铁路桥梁 .....	112
第一节 基本技术要求 .....	112
第二节 桥跨结构基本类型及构造 .....	118
第三节 桥梁墩台与基础 .....	137
第十一章 涵洞与地道桥 .....	141
第一节 涵 洞 .....	141
第二节 地道桥 .....	147
第十二章 铁路隧道 .....	148
第一节 铁路隧道 .....	148
第二节 明 洞 .....	155
第三节 铁路隧道附属建筑物 .....	156

## 绪 论

铁路运输是交通运输系统中的主干，对国民经济的发展及现代化建设具有极其重大的意义。

铁路工程建筑物是铁路运输最主要的基本技术设施，为列车的运行提供最基础的条件。铁路的线路必须具备一定的几何状态，按照此几何状态填筑路基，铺设轨道；跨越河流沟谷，必须修建桥梁、涵洞；穿越山岭，必须开凿隧道。为了列车的会让、越行、旅客上下、货物装卸以及调车、机车摘挂等作业，必须修建车站，在地质不良、地形陡峻的地区，为保证路基的稳定，还须修建挡墙及加固防护设施。为了保证铁路运输昼夜畅通无阻，这些工程建筑物除了具有足够的强度外，还必须经常保持坚固、稳定、耐久、适用。这些建筑物的修建，需要耗费大量的人力、物力和财力，其结构构造、设计、施工及养护维修必须具有最大的科学性及经济合理性，因此，已经形成多种独立的专门学科。

铁路是为国民经济发展服务的，铁路线的选定必须满足政治、经济、国防等方面的要求。铁路线路建筑于地面，自然条件千变万化，铁路线的选定，要求在工程及运营方面是经济合理的，在技术上是先进可靠的。因此在铁路修建之前，必须进行详细的勘测设计，确定铁路线的意义、作用、将要承担的运输任务、应具备的能力及采用的技术标准等，经济合理地选定铁路线的位置，绕避各种平面障碍及高程障碍，确定沿线各项工程建筑物的位置及规模，保证在总体上的合理性及最佳的经济效益。然后才能进行个体建筑物的设计，并按照设计图纸进行施工。

既有铁路在不能满足运输要求时，即需进行技术改造，扩大其能力。对既有线的改造，如改建平纵断面，增建第二线等，也须进行必要的勘测设计。

铁路线路在平面内由直线及曲线所组成，在纵断面内由平道及各种坡道所组成，其几何形态必须满足一定速度及质量的列车安全运行，并能适应地形、地质、水文等自然条件的变化，使工程及运营最为经济合理。决定线路几何形态最重要的因素是最小曲线半径及最大坡度，最小曲线半径决定列车的最高速度，最大坡度控制列车的质量，都对工程数量有很大的影响。在铁路勘测设计时须慎重研究确定。

轨道是由钢轨、轨枕、道床、联结零件（包括防爬设备）及在轨道分支处的道岔所组成。钢轨承托并引导机车、车辆的车轮，直接承受车轮的压力，并传于轨枕，再由轨枕传于道床，经道床而散布于路基顶面。

路基承受着由轨道传来的压力，保证整个轨道的坚实与稳定。为了使路基稳定，必要时须修建挡土墙等支护建筑物。

桥梁是在铁路架空的部位承托轨道。桥梁由上部结构及下部结构组成，上部结构为桥跨，下部结构为桥墩、桥台及墩台基础。轨道传来的力，通过桥跨、墩台及基础，逐次传递至基底面上。涵洞是设在路基下的过水建筑物，除了承受通过路基传来的动力荷载外，还要承受路基土体的土压力。

隧道是铁路穿越山岭所开凿的地下孔道，其底部承托着轨道，其四周承受着围岩的压

力，是地下的工程结构。也有以隧道代替桥梁，从河道或海峡下面穿过，称为水下隧道。

一定速度及质量的列车在线路上行驶，机车、车辆的车轮作用于钢轨上的力，除重力外，还有由于弹簧结构的振动，由于轨道及车轮的不平顺，由于往复运动构件的未被平衡的惯性力，由于制动和其他原因所产生的纵向水平力，以及由于列车摇摆和在曲线上运行所产生的横向水平力。这些力都是随时在变动的。因此铁路工程建筑物承受着各种各样的重力、振动、冲击和各种方向的动力作用。一般普通铁路仅车轮踏面与钢轨的接触应力即高达 $70\sim 90\text{kN/cm}^2$ ，钢轨的绕曲应力高达 $18\sim 20\text{kN/cm}^2$ 。这些力对铁路工程建筑物起着极大的破坏作用，因此要求铁路工程建筑物的各个部件具有足够的强度及耐久性。

铁路工程建筑物暴露在大自然界，经常受到气象、气候、地质和水文地质等因素的影响，如风吹、日晒、雨淋、洪水、冰冻、高温、地震、地质不良、地下水的侵蚀等，这些因素对铁路工程建筑物也起着极大的破坏作用。所以，铁路工程建筑物是在极其复杂的条件下进行工作的工程结构，要求具有足够的坚固性。

铁路工程建筑物是一个整体的工程结构，其各组成部分是由不同材料所制成，并共同一致的工作，任何一个组成部分的结构和强度的改变，将会引起其他组成部分和整个铁路工作的改变，将会引起机车车辆与轨道之间相互作用的变化，造成恶性循环，加速被破坏的速度，为了保证安全、迅速、不间断的行车，除了保证铁路工程建筑物的结构设计、施工技术和工程质量外，还必须进行维修和修理，经常保持其正常工作的完好状态。

现代铁路行车速度日益提高，列车的质量日益加大，行车密度日益增加。对铁路工程建筑物的技术要求也越来越高。目前世界上高速客运铁路的速度已达 $260\text{km/h}$ ，试验的速度已达 $380\text{km/h}$ ，并在研究试验 $500\text{km/h}$ 的超高速磁浮铁路。重载货运铁路的列车质量，一般在 $20000\text{t}$ 左右，试验的最大质量达 $48000\text{t}$ 以上。铁路的最大货运密度已超过每年、每公里1亿吨公里。随着科学技术的不断发展，铁路工程技术也在不断提高，包括工程结构设计、新型工程材料，施工新技术与新方法等。高速铁路的最小曲线半径，当时速为 $210\text{km/h}$ 时，要求 $2500\text{m}$ ；当时速为 $350\text{km/h}$ 时，要求为 $7000\text{m}$ 。最大的钢轨质量已达 $77\text{kg/m}$ ，并制成了耐磨耗、耐腐蚀钢轨，道岔号码已达33号以上。广泛采用预应力钢筋混凝土轨枕、无缝线路、弹性扣件，并设计试制新型轨下基础，轨道的强度大为提高。采用土工纤维布或薄膜以加固和保护路基面，疏导基面积水和加强路基土壤承压能力得到重视，品种不断增加。线路养护维修机械化程度越来越高，在有些国家已达到90%左右。铁路桥梁的结构设计、施工技术也有极大的发展，箱形梁、斜拉桥技术性能好，跨越能力大，用料及造价节省，日本东北新干线第二武隈川桥采用 $5\times 105\text{m}$ 预应力混凝土箱形连续梁。阿根廷卜拉格拉尔岗（BragaLargon）公铁两用钢斜拉桥，主跨 $340\text{m}$ 。西德第二美茵（Main）河铁路预应力混凝土斜拉桥，主跨 $148\text{m}$ 。隧道的建设也有长足的进展，世界上已建成的最长的隧道为日本穿越海峡的青函隧道，全长 $53.85\text{km}$ 。隧道施工技术已实现开挖→支护→衬砌→弃碴等作业综合机械化，效率高，进度快。

建国三十多年来，铁路工程建设也有很大的发展。但由于我国多山，平原只占全国总面积 $1/3$ ，铁路修建十分困难。迄今全国铁路网总长度只有 $52000\text{km}$ ，其中，建国三十多年来，修建新线约 $30000\text{km}$ ，复线约 $8000\text{km}$ ，电气化里程约 $3000\text{km}$ ，无缝线路 $10000\text{km}$ ，铺混凝土轨枕 $30000\text{km}$ ，试铺了一些宽轨枕、整体道床及 $60\text{kg/m}$ 钢轨。在路基的加固与防护方面，采用了柳定板挡墙，用钻孔桩及挖孔桩整治路基的坍塌滑动，以节省钢材、木材、木泥、人力和资金。

在桥梁建设方面进展较快, 成绩显著。对于中小跨度的桥梁, 广泛采用钢筋混凝土及预应力混凝土简支梁, 工厂预制, 现场吊装。五十年代修建了很多石拱桥, 跨度达38m, 太焦线丹河钢筋混凝土拱桥跨度达88m, 武汉长江大桥为三联 $3 \times 128\text{m}$ 连续钢桁梁, 全长1670.4m。六十年代, 预应力混凝土箱形截面梁, 无碴无枕梁及无碴有枕梁有了新的发展。成昆线一线天跨度54m的空腹石拱桥, 创世界铁路无铰石拱桥最大跨度纪录。丰沙二线七号桥是跨度150m钢筋混凝土系杆拱桥。钢桥方面采用了栓焊桁梁, 最大跨度达128m, 南京长江大桥, 正桥10孔, 北岸一孔为128m跨度简支钢桁梁, 其余为三联 $3 \times 160\text{m}$ 连续钢桁梁, 桥的上层为四车道公路, 下层为双线铁路, 正桥长1557m, 铁路桥全长6772m。七十年代在广西红水河建成预应力混凝土斜拉桥, 主跨96m, 两边跨各48m。在墩台基础方面, 墩台由实体重型向空心轻型发展, 并积极发展了柔性墩和空心高墩。在基础方面, 广泛采用桩基础, 沉井基础, 管柱基础, 钻(挖)孔灌注桩基础, 沉井管柱组合基础等。沉井施工中采用泥浆套或空气幕等新技术。

由于我国是一个多山的国家, 铁路工程隧道比重较大, 我国现有运营铁路中共有隧道3475座, 总长1435km, 为世界上铁路隧道总长最多的国家。隧道比重最大的襄渝线, 线路全长824km, 隧道总长286km, 占34%; 其次是成昆线, 线路全长1083km, 隧道总长340km, 占31%。我国已建成的隧道中最长的为京原线驿马岭隧道, 长7032m。正在施工中的京广复线大瑶山隧道, 长14,295m。在隧道施工方面, 机械化程度有很大提高, 如适用于黄土地区的隧道掘进机, 适用于软弱土层的施工盾构, 全断面开挖的一系列机械设备。在施工技术方面采用了光面爆破, 预裂爆破, 喷锚支护, 全断面开挖, 大大提高了施工进度及工程质量, 改善了劳动条件, 提高了生产效率。

另外对铁路工程各种建筑物的设计、施工及养护维修已制定了一系列的规程、规范、细则、手册等。总结了建国三十多年来铁路勘测设计、施工、养护维修的经验, 在理论研究、计算技术、计算方法等各个方面, 都有新的成就, 同时还制定了铁路发展的技术政策。

预测2000年铁路客货运量将分别达到25亿人次及25亿吨, 为1980年铁路客货运量的2.5倍。目前我国铁路运输的现状是运量与运能的矛盾十分尖锐, 客运严重超员, 货运大量积压。造成这些现象的原因在于我国铁路长度少, 技术装备陈旧落后, 经营管理水平低。要满足面临成倍增长的运输任务, 必须修建必要的新线, 对既有线的主要干线进行技术改造, 增加复线及电气化的里程, 强化轨道结构, 增加机车车辆, 采用先进的信联闭设备, 依靠新技术, 大力提高列车质量, 积极增加行车密度, 适当提高行车速度, 实现经营管理现代化。只有这样, 才能适应新形势的需要。这是一个很艰巨的任务, 有待于我们共同努力。

# 第一篇 轨 道

## 第一章 轨道的组成

钢轨、轨枕、联结零件、道床、道岔

铁路，通常是对轨道、路基、桥梁、隧道以及车站与其它各种附属设备的总称。

轨道是铁路的一个主要组成部分。它由钢轨、轨枕、联结零件、道床、道岔及防爬设备等构成。轨道是行车的基础，是铁路运输的一项重要技术设备。

根据运量和最高行车速度等主要运营条件，在保证足够的强度与稳定前提下，国家标准《铁路线路设计规范》（以下简称《线路规范》）规定，我国的正线轨道划分为特重型、重型、次重型、中型和轻型五种类型，见表1-1。在选型时，应本着由轻到重逐步加强的原则进行选择。

### 2. 轨道类型

正线轨道类型

表 1-1

条 件	项 目	单 位	特 重 型	重 型	次 重 型	中 型	轻 型		
运 营 条 件	年通过总重密度	Mt·km/km	>60	60~30	30~15	15~8	<8		
	最高行车速度	km/h	≥120	≥120	120	100	80		
轨 道	钢 轨	kg/m	≥70	60	50	43	43~38		
	轨枕根数	混凝土枕	根/km	1840~1760	1760	1760~1680	1680~1600	1600~1520	
		木 枕	根/km	1840	1840	1840~1760	1760~1600	1600	
结 构	道床厚度	非渗水土路基	面层	cm	30	30	25	20	20
			垫层	cm	20	20	20	20	15
		岩石、渗水土路基	cm	35	35	30	30	25	

轨道应为运行列车提供一条安全、平顺的走行线路。因此，它不但应该具备足够的强度，而且应该具备足够的稳定性。此外，还应当经济、适用，具有合理的大修周期以及便于维修养护等特点。

## 第一节 钢 轨

### 一、钢轨的功用与断面形状

钢轨是轨道的最主要组成部分。它的功用在于：支承和引导车轮；为车轮滚动提供阻力较小的表面；承受车轮的诸力并传布于轨枕；在电气化铁路和自动闭塞区段，同时作为轨道电路使用等。

为了充分发挥钢轨的上述功能，它应当满足下列要求：①具有足够的刚度，以抵抗由动荷载引起的弹性挠曲变形；②具有一定的韧度，以防止在动荷载作用下，发生折断或损坏；

③具有足够的硬度，以防止被车轮压陷或磨损太快；④其顶面应具有一定的粗糙度，以利实现机车的粘着牵引力与制动力；⑤制造容易、造价低、经久耐用。

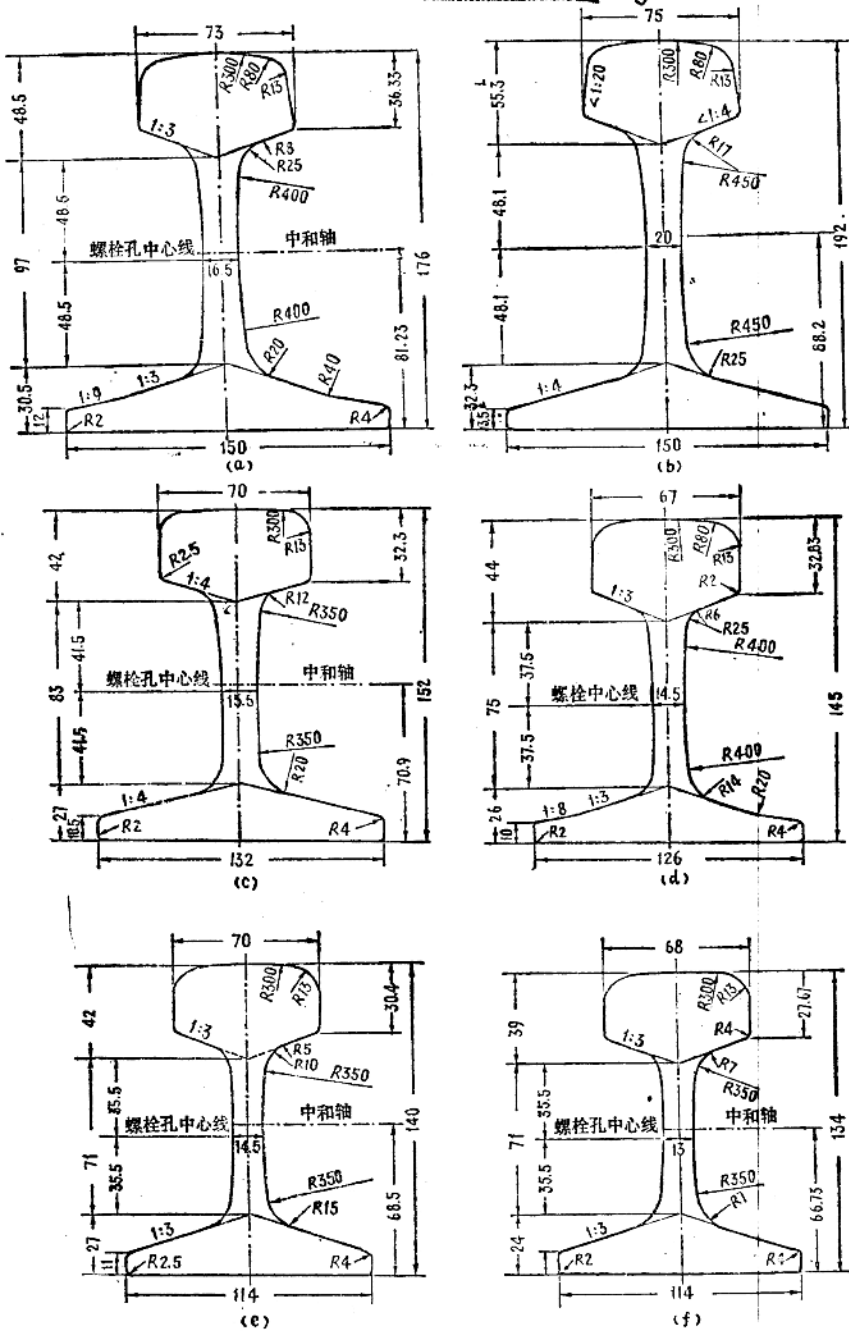


图 1-1 标准钢轨断面

(a) 60kg/m, (b) 75kg/m, (c) 50kg/m, (d) 45kg/m, (e) 43kg/m, (f) 38kg/m.



为了使钢轨能够很好地承受动荷载的作用，目前普遍是把它的面作成抵抗挠曲性能最好的工字型。整个断面由轨头、轨腰和轨底三部分组成。直接承受车轮作用的轨头，为适应车轮滚动和抵抗压陷、磨耗，作的既大又厚，而轨底作的较宽，这样不但有利于在水平方向增大刚度、保证钢轨稳定，而且也便于跟轨枕联结；因为轨腰既不与车轮接触，又不与轨枕相联，故截面最小。从强度和稳定综合考虑，钢轨底宽与高度的合理比值，一般应在0.81~0.87之间。

图1-1为我国使用的几种标准钢轨的断面形状。图中轨头顶面呈现凸起圆弧，其目的在于使车轮压力集中于钢轨中轴线上；为了减少局部应力和满足生产工艺上的要求，钢轨外表拐角处均以圆弧连接；轨头下颚与轨底上部，应当具有一定的坡度与宽度，以便扩大对夹板的支承面，使钢轨和夹板牢固相联。

## 二、钢轨的种类与材质

钢轨种类是按每米质量进行区分的；而钢轨的质量是根据轴重、行车速度及通过总重等综合因素确定的。我国主要使用的钢轨有60、50、43、38kg/m等类型，其质量和主要尺寸见表1-2。

钢轨的质量与特征尺寸

表1-2

钢轨型号	质量 (kg/m)	截面积 (cm <sup>2</sup> )	轨高 (mm)	轨底宽 (mm)	轨头宽 (mm)	轨头高 (mm)	轨腰厚 (mm)
75	74.41	95.07	192	150	75	55.3	20.0
60	60.64	77.45	176	150	73	48.5	16.5
50	51.51	65.3	152	132	70	42	15.5
45	45.11	57.61	145	126	67	44	14.5
43	44.65	57.3	140	114	70	42	14.5
38	38.73	49.5	134	114	68	39	13.0

此外，根据道岔等的特殊需要，还有专门轧制的特种断面钢轨（图1-2）。按其高度，与基本轨等高者称为高型，较低者称为矮型。无论高型或者矮型的特种断面尖轨，其跟端都要加工成普通的钢轨断面形状，以便于进行联结。

钢轨的物理力学性能除了与它的断面形状、生产工艺及热处理的质量等有关外，最重要的就是取决于它的材质。钢轨的主要成分是铁，此外还有碳、锰、硅、磷、硫等元素。碳是铁以外的最主要成分，它起着增加钢轨强度、硬度和耐磨性的作用；碳含量不可过多，否则会引起钢轨脆性以及其它缺陷。锰能提高钢轨的强度与韧性，同时可以减轻硫的有害作用。硅可以除去钢液中的氧与汽泡，从而起到增加钢的密实度作用。磷含量过多会使钢轨具有冷脆性，而含硫会使钢轨具有热脆性，二者都是有害物，应尽量除去。

目前我国生产的钢轨主要有普通碳素钢轨与低合金钢轨，它们的化学成分与力学性能列于表1-3中。表中的U71Mn、U71Cu、U70MnSi和U71MnSiCu等钢轨，由于提高了Mn、Cu等某些化学成分，因而比以前的普通碳素钢轨延长了使用寿命。

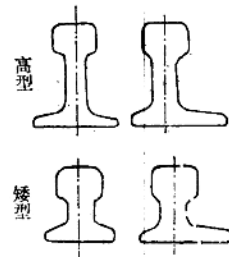


图1-2 特种断面钢轨

钢轨的化学成分与力学性能

表1—3

序号	钢号	化 学 成 分 (%)						抗拉强度 (N/mm <sup>2</sup> )	伸长率 (%)
		C	Mn	Si	Cu	P	S		
						不大于			
1	U71	0.64~0.77	0.60~0.90	0.13~0.28		0.04	0.05	800	10
2	U74	0.67~0.80	0.70~1.00	0.13~0.28		0.04	0.05	800	9
3	U71Cu	0.65~0.77	0.70~1.00	0.15~0.30	0.10~0.40	0.04	0.05	800	9
4	U71Mn	0.65~0.77	1.10~1.50	0.15~0.35		0.04	0.04	900	8
5	U70MnSi	0.65~0.75	0.85~1.15	0.85~1.15		0.04	0.04	900	8
6	U71MnSiCu	0.65~0.77	0.80~1.20	0.70~1.10	0.10~0.40	0.04	0.04	900	8

因为钢轨顶部受车轮磨压，尤其是接头处受车轮冲击严重，磨耗更甚；为了减少钢轨顶面压陷和增强接头处的抗磨性能，在普通钢轨两端顶面20~70mm范围或者轨顶全长范围进行淬火处理，其深度为10~12mm。

U70MnSi与U71MnSiCu钢轨属于低合金轨。这两种钢轨主要使用在小半径曲线、陡坡及长隧道地段，以便充分发挥其耐磨、耐压、耐腐蚀的性能。它们的使用期限一般为普通钢轨的2倍以上。

钢轨长度 (m) 表1—4

钢轨(kg/m)	标准轨	缩短轨	标准轨	缩短轨
75			25	24.96 24.92 24.84
	60		25	24.96 24.92 24.84
		50	12.5	12.46 12.42 12.38
43			12.5	12.46 12.42 12.38
	38		12.5	12.46 12.42 12.38

### 三、钢轨的长度及接头构造

我国的厂制标准钢轨(以下简称标准轨)长度有25与12.5m两种。此外，尚有用于曲线里股的厂制标准缩短轨(以下简称缩短轨)。标准轨与缩短轨的尺寸见表1—4所列的数值。

普通轨道的接头通常用螺栓、夹板等联结。为了适应钢轨的热胀冷缩，铺轨时在钢轨接头处须预留轨缝。轨缝的大小应满足两个条件：①高温时不因钢轨膨胀形成连续瞎缝或发生胀轨跑道；②低温时不因钢轨收缩形成太大的缝隙、从而增大列车冲击力或把接头螺栓拉弯拉断。计算轨缝的公式为：

$$\delta = 0.0118(t_{max} - t)L - C \quad (1-1)$$

式中  $\delta$ ——计算轨缝尺寸 (mm)；

0.0118——钢轨的线膨胀系数，即当轨温升、降变化1℃时，每米钢轨伸、缩0.0118mm；

$t_{max}$ ——最高轨温(当地历年最高气温加20℃)；

$t$ ——铺轨时的钢轨温度(℃)；

$L$ ——钢轨长度(m)；

$C$ ——由阻力限制的钢轨伸缩量(mm)。12.5m钢轨使用普通螺栓  $C$ 为1~

2mm; 25m钢轨使用高强螺栓C为7mm, 使用普通螺栓C为3~4mm。

铺轨时, 预留轨缝应略大于计算轨缝, 以便适应铺轨后轨道顺直时钢轨伸长的需要。

钢轨接头按其于轨枕的相对位置, 可以分为悬空式与承垫式两种, 如(图1-3(a))所示。悬空式弹性好, 但受挠曲大; 承垫式刚性大, 但弹性较差, 多用于绝缘接头处。钢轨接头按在两股轨线上的相互位置, 可以分成对接与错接式(图1-3b)。对接式不但可以减少列车对轨道的冲击次数, 并且具有可使用机械化铺轨等优点, 故为世界广泛采用。我国采用悬空支承、相对接头作为标准的接头形式。除了上述普通接头之外, 根据用处还有一些特殊形式与构造的接头, 主要有: ①导电接头; ②绝缘接头; ③异形接头; ④尖轨接头(温度调节器); ⑤冻结接头等(图1-3)。

近年来, 国内外都在积极研究、使用钢轨胶接绝缘接头。我国从1975年开始, 先后在京广、京山等线路上试铺了以环氧树脂为主胶剂的绝缘接头。根据实践经验, 胶接绝缘接头不但具有绝缘性能好、机械强度高、抗腐蚀、耐老化等特点, 而且提高了钢轨的连续性, 使列车运行平稳, 大大减少了接头病害及接头维修工作量。

#### 四、钢轨的轧制与标记

钢轨可以用平炉钢、转炉钢或电炉钢制造。平炉钢含磷低, 杂质少, 冷脆性低, 质量较好, 被世界各国广泛采用。

各种类型的钢轨均是在钢厂轧制而成。出厂的钢轨, 都被切割成规定的标准长度。其腰部轧有凸起的钢轨标记, 用以标明制造厂家、钢轨类型、钢种、制造年月等。图1-4a中的图案与数字表示: 该钢轨是鞍山钢厂轧制, 质量为50kg/m, 钢号为含碳量0.71%, 于76

年10月轧制。在热态下, 钢轨上同时打出凹印数字, 以显示熔炼年月、炉号、班组等。通过钢轨标志, 既可了解钢轨生产厂家、生产年月、钢轨品种等, 也可以由此检查钢轨的使用寿命与产品质量等。

包钢、武钢、重钢和攀枝花钢厂生产的钢轨其商标如图1-4b所示。

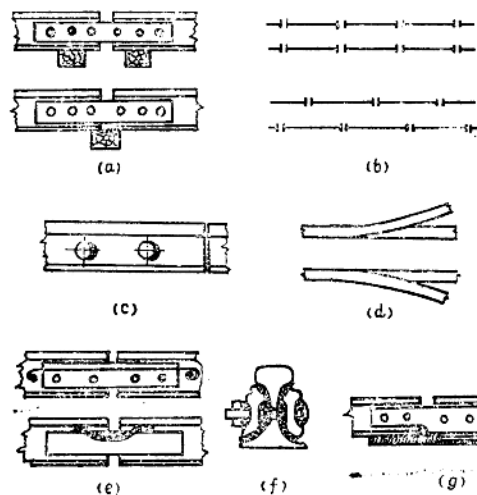
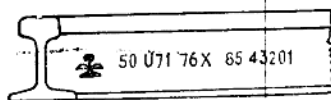


图1-3 钢轨接头  
(a) 悬空与承垫式; (b) 对接与错接式; (c) 冻结接头; (d) 尖轨接头; (e) 导电接头; (f) 绝缘接头; (g) 异型接头。



(a) 钢轨标记



(b) 生产厂商标

图1-4 钢轨标记与生产厂商标

### 第二节 轨 枕

轨枕是钢轨的基础, 它的功用是承受钢轨的垂直力与水平力, 并将这些力传布给道床和

路基，同时它还起着保持钢轨方向、位置以及轨距的作用。为充分发挥轨枕的上述功能，它应当坚固耐久、具有弹性、造价低廉、制造维修方便。

轨枕按其材质分，主要有木枕与钢筋混凝土枕（以下简称混凝土枕）两种。此外，在欧洲个别地区还残存有金属枕。从轨枕的结构形式看，除了一般的横向轨枕之外，还有纵向轨枕、宽轨枕等。

### 一、木 枕

木枕仍然是当今世界采用最多的一种轨枕。木枕的优点是：富有弹性，造价低，加工方便，运输、铺设、维修及更换容易，绝缘性能好，与钢轨联结简便等。但是木枕强度较低，使用期限短，耗费木材量大。木枕所用的主要树种是红松、落叶松、马尾松、云杉、榆木、桦木等。

根据不同处所的需要，木枕分为普通木枕、岔枕与桥枕三种，各类木枕的标准尺寸列于表 1—5 中。普通木枕按其四面、三面及上下两面的加工情况有甲乙丙三种断面形式，根据每种断面尺寸，又分为 I II III 类(图 1—5)。I 类适用于主要干线，II 类用于次要干线及站线，III 类用于地方线和专用线。

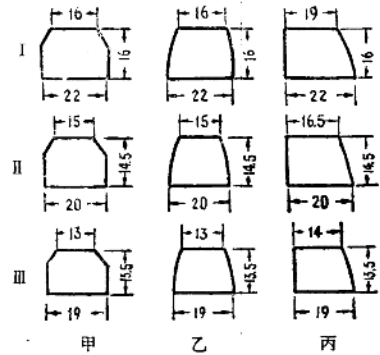


图 1—5 普通木枕断面

腐朽、磨损及裂缝是缩短木枕使用期限的主要因素。目前采取延长使用寿命的主要措施是对木枕进行防腐处理。为了防止磨损及裂缝，木枕应预先钻出钉孔，并且在木枕上面铺设垫板；如果使用中发生裂缝，应及时捆扎，以免扩展而影响使用期限。为节省木材，有时通过胶合的方法进行拼接与镶补，制成胶合木枕使用。

标准轨距木枕分类与尺寸

表 1—5

类 型	枕木长 (m)	枕木厚 (cm)	枕面宽 (cm)	枕底宽 (cm)	侧面高 (cm)	
普通木枕	2.5	I 类	16	16~22	22	11~16
		II 类	14.5	15~20	20	10~14.5
		III 类	13.5	13~19	19	9~13.5
岔枕	2.6~4.85	16	16	22	11~16	
桥梁木枕	3.0	宽×高 20×22, 20×24, 20×26				
	3.2	宽×高 22×28, 24×30				
	3.4	宽×高 24×30				

### 二、混凝土枕

混凝土枕在我国轨道中正在迅速地发展，越来越多的木枕被它所代替。目前我国已铺设混凝土枕的轨道，占总长度的一半以上。混凝土枕与木枕相比，其特点是：①重量大、阻力好、稳定性强；②材料来源丰富，可以节省大量木材；③耐火、耐腐蚀、不怕虫蛀；④弹性均匀、耐压好。由于混凝土枕具有较高的强度和较大的纵向及横向阻力，所以它可以满足对轨道高速、重载列车运行的需要；尤其对提高无缝线路的稳定性是十分有利的。混凝土枕的

缺陷是重量大、弹性差、易脆裂。因此，轨枕上面需要铺设胶垫以增加轨道弹性；在搬运、维修工作中，避免摔碰，以防伤损。

根据不同场合的用途，混凝土枕分为普通枕、岔枕与桥枕三种类型。

我国目前制造采用的普通混凝土枕类型主要是 $\phi 3$ 、 $\phi 5$ 的“弦69型”预应力钎弦混凝土枕与“筋69型”预应力高强度钢筋混凝土枕(图1—6)。“弦69型”混凝土枕外形尺寸等结构比较合理，受力条件比较适宜；“筋69型”混凝土枕，其钢筋采用低合金高强度钢筋，与钢弦相比，不但生产工艺简单、强度好，而且可选用较大石料，使水泥的耗用量显著减少。“弦69型”与“筋69型”混凝土枕，可以满足轴重23t、列车速度为120km/h的运行要求。现在生产的“弦81”和“筋81”普通混凝土枕采用的是600号混凝土。轨枕的两端设计为平头，以利行走；由于配筋增多、强度提高，使中间截面承载能力增大。该种轨枕可以满足25t轴重、速度为140km/h的列车运行，年通过总重容许达到3000wt以上。

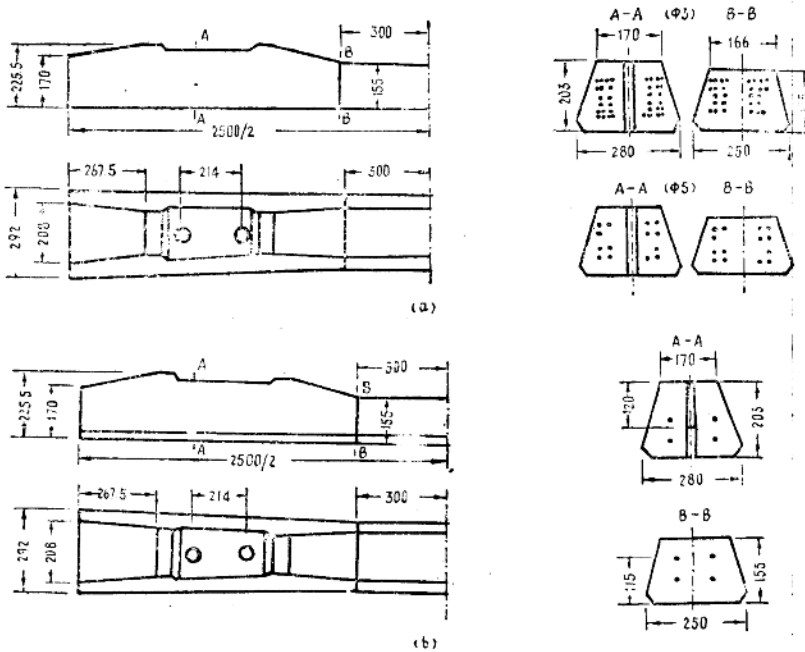


图1—6 预应力混凝土枕  
(a) 弦69型； (b) 筋69型。

实践证明用混凝土岔枕代替木枕既可提高强度与稳定性，又可以节省大量木材。但混凝土岔枕联结时比木枕复杂。另外由于重量大，在搬运、安装、维修时较为困难。

混凝土桥枕由于存在着护轨联结等问题，故目前还没推广使用。

### 三、轨枕布置与铺设

每千米配置的轨枕根数由年通过总重、速度及线路等级条件决定，力求在最经济的条件下确保轨道具有足够的强度与稳定性。当遇到下列情况时，正线轨道应予以加强，混凝土枕每公里增加80根，木枕每公里增加160根。

1. 在混凝土枕轨道曲线半径  $R \leq 600$  米和木枕轨道、电力机车牵引  $R \leq 800$  米的曲线地段连同两端缓和曲线全长；

2. 大于12%的下坡制动地段；

3. 长度  $\geq 300$  米的隧道内。

如果上述条件重复出现，轨枕只增加一次。

轨枕间距根据钢轨类型、长度及接头方式、夹板型号等因素确定。钢轨接头处因受冲击力较大，故接头间距  $c$  值应当比中间的间距  $a$  值为小， $c$  与  $a$  之间设置过渡间距  $b$ ，即  $a > b > c$  (图 1-7)。

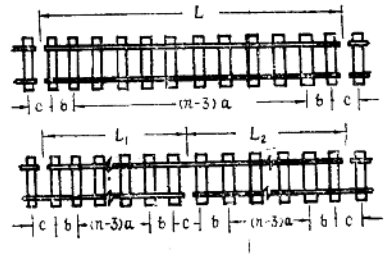


图 1-7 轨枕间距

$$a = \frac{L - c - 2b}{n - 3} \quad (\text{mm}) \quad (1-2)$$

计算时，先用  $b = \frac{a+c}{2}$  代入式 (1-2) 求得：

$$a = \frac{L - 2c}{n - 2} \quad (\text{mm}) \quad (1-3)$$

由式 (1-3) 求出的  $a$  值取整，然后把取整的  $a$  值与规定的  $c$  值代入式 (1-2) 求取  $b$  值：

$$b = \frac{L - c - (n-3)a}{2} \quad (\text{mm}) \quad (1-4)$$

式中  $L$ ——每节钢轨长度 (含一个轨缝)；采用错接时， $L$  视为  $L_1$  或  $L_2$  (mm)；

$b$ —— $c$  与  $a$  之间的过渡间距 (mm)；

$c$ ——接头轨枕间距 (mm)， $a$ 、 $b$ 、 $c$  值见表 1-6。

轨枕布置

表 1-6

钢 轨 (kg/m)	钢轨长度 (m)	每 km 轨 枕根数	每节轨的 枕根数	$c$ (mm)		$b$ (mm)		$a$ (mm)	
				木枕	混凝土枕	木枕	混凝土枕	木枕	混凝土枕
50	12.5	1600	20	440	520	594	597	640	635
		1760	22	440	520	524	532	580	575
		1840	23	440	520	534	544	550	545
		1920	24	440	—	469	—	530	—
	25.0	1600	40	440	520	537	589	635	630
		1760	44	440	520	497	559	575	570
		1840	46	440	520	459	527	550	545
		1920	48	440	—	472	—	525	—
43	12.5	1600	20	500	500	564	564	640	640
		1760	22	500	500	541	541	575	575
		1840	23	500	500	504	504	550	550
		1920	24	500	—	491	—	525	—

表 1-6 是我国标准轨的轨枕间距尺寸。间距的容许误差与偏斜不应超过 40mm。对于无缝线路，其轨枕间距可采用平均值。

在铺设轨枕时应当把同一类型的轨枕集中连续铺设。木枕要使树心面向下方，在钢轨接头处应用优质、标准尺寸的轨枕以利加强。因为混凝土枕刚性大、弹性差、要求路基条件



三者同时联结起来(图1—10c)。混合式扣件零件少,安装方便,但扣紧力不如分开式大。分开式扣件是将垫板分别与轨枕和钢轨单独扣紧(图1—10a)。这种扣紧方式扣压力大,可以有效地防止钢轨的纵横向位移,同时便于安装与更换;但扣件零件多,用钢量大,通常只在个别线路或者钢桥上采用。

此外,在临时线、矿山线等有时采用简易式扣件(图1—10b)。

目前木枕一般使用普通道钉,在道岔或桥梁上根据需要用螺纹道钉。道钉用钢制造,以求具有足够的强度与韧性。

我国60、50、43、38kg/m钢轨所用的垫板均为5孔双肩式垫板。垫板通常用含铜量较大的钢料轧制而成,其顶面呈现1:40的坡度,使钢轨自然形成适当的轨底坡;其底面边缘为半径5mm的圆弧,用以减少对木枕的切割作用。

铺轨时,在半径 $R \leq 800m$ 的曲线地段连同两端的缓和曲线,应当钉足5个道钉;其它情况下均钉4个道钉。当遇到3孔或4孔的垫板时,道钉应内侧2个外侧1个,以防钢轨向外倾覆;当不铺垫板时,钢轨内外侧各钉一个道钉。道钉位置应当正确,并与钢轨切实密贴。

### (二) 混凝土枕扣件

混凝土枕扣件除了上述按结构和弹性特征区分之外,还根据挡肩情况分为有挡肩扣件和无挡肩扣件。前者通过挡肩承受钢轨传来的水平力,后者由螺纹道钉来承受。我国大量使用不分开式有挡肩的扣件,其形式主要有弹性扣件和扣板式扣件。

弹性扣件有弹片式与弹条式两种类型(图1—11)。弹片式扣件系由螺纹道钉、螺母、平垫圈、弹片、轨距挡板等部件组成。该扣件适用于标准轨距、50与43kg/m钢轨、混凝土枕的场合。弹片不宜安装太松或太紧,以防止扣压力不足或者产生折损变形等;螺母的拧紧力矩一般在 $100 \sim 120N \cdot m$ 为宜。在整体道床与混凝土枕地段,采用弹条扣件是比较理想的,此类扣件弹性好、扣压力大,有利于保持轨道的稳定性。使用弹条扣件在调整轨距时,通过挪动与互换楔形轨距块方法实施。调整轨距量在直线上为 $-16 \sim +16mm$ ,在曲线地段里股为 $+8mm$ ,外轨为 $-20mm$ 。此外,通过扣件调高垫板还可对超高进行适当调整,其调高量可达到40mm。

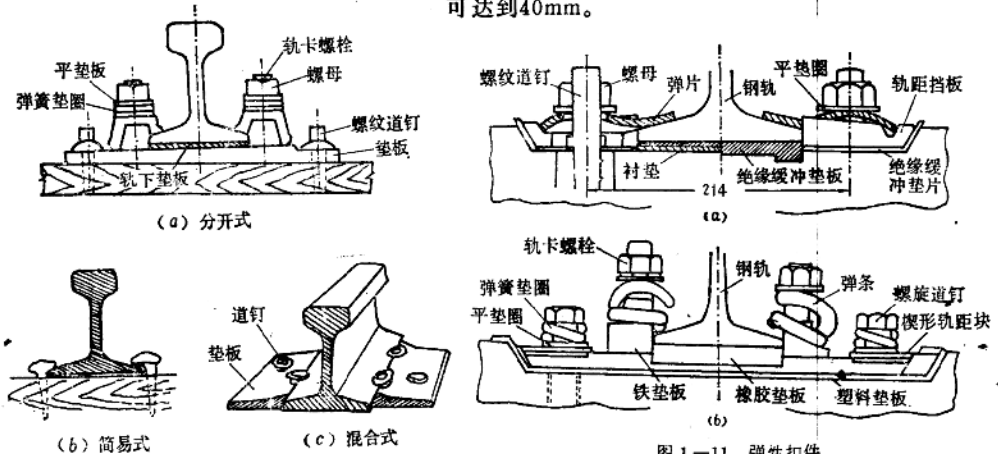


图1—10 木枕扣件

图1—11 弹性扣件  
(a) 弹片式, (b) 弹条式。

扣板式扣件由螺纹道钉、螺母、扣板、平垫圈、弹簧垫圈与铁座等部件组成(图1—



12)。此类扣件适用于标准轨距直线与半径  $R \geq 300\text{m}$  的曲线混凝土枕地段，可用于50、43、45、38kg/m等不同类型的钢轨。安设扣板时，先按规定号码把一股钢轨上的扣板安装好，然后再安装另一股钢轨上的扣板；如果轨距超过要求，可通过更换相邻号码扣板或轨距调整片进行调整。在正线上，当半径  $R \leq 600\text{m}$  和站线半径  $R \leq 400\text{m}$  的曲线地段，包括两端缓和曲线，在钢轨外侧应使用加宽的铁座和绝缘缓冲垫片。

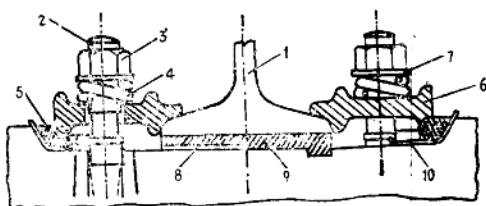


图 1—12 扣板式扣件  
1—钢轨；2—螺纹道钉；3—螺母；4—弹簧垫圈；5—铁座；6—扣板；7—平垫圈；8—衬垫；9—绝缘缓冲垫板；10—绝缘缓冲垫片。

## 第四节 道 床

### 一、道床的功用与材料选择

道床介于轨枕与路基之间，是轨道的重要组成部分。按照道床的构成情况可以分成碎石道床、整体道床、沥青道床等各种不同的形式。我国使用最广泛的是碎石道床。

道床的主要功用是：①把机车车辆传递下来的荷载比较均匀地传布在路基面上；②阻止轨道在列车动力作用下发生纵、横向位移，从而确保轨道的稳定性；③利于排水，使轨枕及路基面保持干燥状态；④起弹性作用，缓和列车的冲击；⑤便于矫正线路平、纵断面，给线路的铺设、维修等工作带来方便。

为了充分发挥上述道床的功用，在选择道床材料时应当注意使其具备以下性能：①质地坚硬、耐压、耐磨、具有弹性；②容易排水，吸水度小；③不容易被风化、浸蚀；④遇水或受冻不应降低其强度。根据对道床材料的这些性能要求，我国目前选用的道床材料有碎石、筛选卵石、天然级配卵石、粗砂中砂、熔炉矿滓等。

新建铁路和改建铁路的正线、到发线及有碴桥梁上均采用碎石道碴；中型轨道当碎石选用困难时，可采用筛选卵石；轻型轨道以及站线等可以就地选用上述其它的道床材料。

### 二、道床横断面

道床的厚度( $h$ )、顶面宽度( $b$ )及边坡坡度( $i$ )是道床横断面的三个基本要素(图 1—13)。道床横断面中的基本尺寸受到轨道类型、路基土质、道碴材料以及线路平面条件的影响。

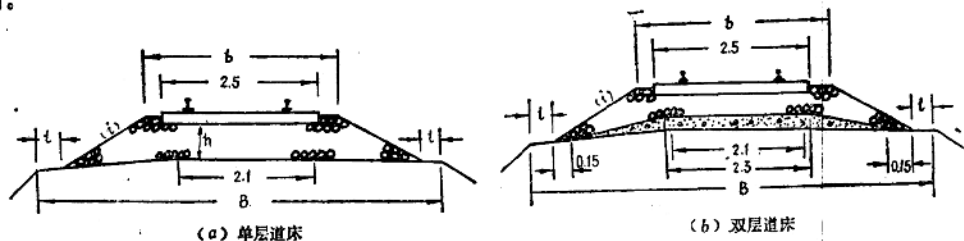


图 1—13 道床横断面

我国混凝土枕及木枕轨道的正线其道床断面尺寸如表 1—7 所列。在有碴桥梁上、隧道