

铁路职业教育铁道部规划教材

铁路轨道与修理

TIELUGUIDAOYUXIULI

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

何奎元 主编

中专

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(中专)

铁路轨道与修理

何奎元 主 编

荣佑范 主 审

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书为铁路职业教育铁道部规划教材。全书共八章。主要介绍铁路轨道构造,各组成部分的作用和要求;直线轨道和曲线轨道的几何形位;无缝线路基本原理;线路设备的检查和养护维修作业方法;线路作业安全;线路维修质量评定以及线路大、中修的有关知识。

本书为铁道工程专业中专层次的教学用书,也可供铁路铁路相关专业现场技术人员参考。

(中)

图书在版编目(CIP)数据

铁路轨道与修理/何奎元主编. —北京:中国铁道出版社, 2008. 2

铁路职业教育铁道部规划教材. 中专
ISBN 978-7-113-08591-9

I. 铁… II. 何… III. 轨道(铁路)-修理-职业教育-教材 IV. U213. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005972 号

书 名:铁路轨道与修理
作 者:何奎元 主编

责任编辑:刘红梅 金锋 电话:010-51873134 电子信箱:mm2005@tom.com

封面设计:陈东山

责任校对:孙 玫

责任印制:金洪泽

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号,100054)

印 刷:河北新华印刷二厂

版 次:2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16¹ 印张:11.5 字数:282千

书 号:ISBN 978-7-113-08591-9/TU·922

定 价:22.00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

随着铁路建设的现代化，对从事铁路线路养护维修的工程技术人员提出了更高的要求，为适应铁路建设和管理的需要、培养适合铁路现代化发展需要的专业技术人才，我们组织编写了《铁路轨道与修理》教材，作为铁道工程及相关专业的教学用书。

本书为铁路职业教育铁道部规划教材，是根据铁路中专教育铁道工程专业教学计划“铁路轨道与修理”课程教学大纲编写的。根据目前铁路轨道结构的发展状况和学生的培养目标，本教材在确保基本概念、基本理论和基本知识的前提下，注重现场的实用性、适应性和先进性，对铁路的新技术、新规章作了较详细的介绍，对线路养护维修作业方法和作业要求作了重点阐述。

本书由湖南交通工程职业技术学院何奎元主编，天津铁道职业技术学院荣佑范主审。湖南交通工程职业技术学院何奎元编写第一、二、三章（其中第一章第七节由邓昌大编写），张庆海编写第四章，秦立朝编写第五、六、七、八章。在编写过程中得到了许多专家的指点帮助，在此谨表谢意。

由于作者学术水平、教学经验和写作能力有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2008年1月

目 录

第一章 轨道构造	1
第一节 钢 轨	1
第二节 轨 枕	11
第三节 中间联结零件	17
第四节 道 床	22
第五节 爬行及防爬设备	24
第六节 道 口	27
第七节 道 岔	30
复习思考题	47
第二章 轨道几何形位	48
第一节 直线轨道几何尺寸	48
第二节 曲线轨道特点	52
第三节 曲线外轨超高	54
第四节 曲线轨距加宽	58
第五节 缓和曲线	60
第六节 曲线缩短轨的配置	61
第七节 曲线轨道方向检查和要求	63
复习思考题	64
第三章 无缝线路	65
第一节 概 述	65
第二节 无缝线路基本原理	67
第三节 无缝线路稳定性与应力放散和调整	75
复习思考题	77
第四章 线路设备检查与维修计划	78
第一节 线路维修与线路设备大修概述	78
第二节 线路设备检查	84
第三节 线路维修工作计划	94
复习思考题	100

第五章 线路作业.....	101
第一节 线路施工作业安全措施.....	101
第二节 线路维修的基本作业.....	110
复习思考题.....	124
第六章 特殊轨道线路养护维修.....	125
第一节 无缝线路养护维修.....	125
第二节 曲线养护维修.....	135
第三节 道岔养护维修.....	137
复习思考题.....	149
第七章 维修验收及线路质量评定.....	150
第一节 综合维修验收.....	150
第二节 线路设备保养质量评定与线路设备状态评定.....	155
复习思考题.....	159
第八章 线路大、中修.....	160
第一节 线路大、中修计划.....	160
第二节 大修的测量与调查.....	161
第三节 线路大、中修施工.....	164
第四节 线路大、中修验收.....	170
复习思考题.....	175
参考文献.....	176

第一章

轨道构造

第一节 钢 轨

一、钢轨的功用及要求

钢轨是铁路轨道的主要组成部件。它的功用在于引导机车车辆的运行，承受车轮的巨大压力并传递到轨枕上，为车轮提供连续、平顺和阻力较小的滚动表面，在电气化铁路或自动闭塞区段，钢轨还兼做轨道电路之用。

为使列车能够安全、平稳和不间断地运行，钢轨除必须充分发挥上述诸功能外，还应保证在轮载和轨温变化作用下，应力和变形均不超过规定的限值。这就要求钢轨具有足够的强度、韧性和耐磨性。

机车依靠其动轮与钢轨顶面之间的摩擦牵引列车前进，这就要求钢轨顶面粗糙，使车轮与钢轨之间产生足够的摩擦力。但对车辆来说，摩擦阻力太大会使行车阻力增加，这就又要求钢轨有一个光滑的滚动表面。从这一矛盾的主要方面出发，钢轨仍应维持其光滑的表面，必要时，可用向轨面撒砂的方法提高机车动轮与钢轨之间的黏着力。

钢轨依靠本身的刚度抵抗轮载作用下的弹性弯曲，但是为了减轻车轮对钢轨的动力冲击作用，防止机车车辆走行部分及钢轨的折损，又要求钢轨具有必要的弹性。

车轮与钢轨之间接触面积很小，而来自车轮的压力却十分巨大，为使钢轨不致被压陷或磨损太快，钢轨应具有足够的硬度。但硬度太高，钢轨又容易受冲击而折损，因此，要求钢轨具有一定的韧性。

此外，还应考虑到在我国的铁路建设事业中，每年需要大量的各种类型钢轨，因此，钢轨必须设计合理，价格低廉，轻重兼备，自成系列。

为满足上述这些要求，在设计和制造钢轨时，对其材质、断面形状、重量、强度、韧性和耐磨性能等都应充分考虑。

二、钢轨的断面及类型

(一) 钢轨断面

作用于钢轨上的力主要是垂直力，其结果是使钢轨挠曲。钢轨可视为弹性基础上的连续长梁，而梁抵抗挠曲的最佳断面形状为工字形。因此，钢轨采用由轨头、轨腰和轨底三部分组成的宽底式工字形断面，如图 1-1 所示。

钢轨断面应满足下列要求：

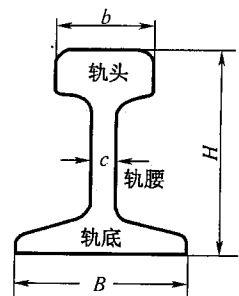


图 1-1 钢轨断面形状

1. 钢轨头部是直接和车轮接触的部分。为改善轮轨接触条件，提高其抵抗压陷和耐磨的能力，轨头宜大而厚，并有足够的面积以备磨耗，其几何形状应适合轮轨的接触。

2. 为使钢轨有较大的承载能力和抗弯能力，钢轨腰部必须有足够的厚度和高度。轨腰与钢轨头部及底部的连接，必须保证夹板能有足够的支承面，并使断面的变化不至于太突然，以免产生过大的应力集中。

3. 钢轨底部直接支承在轨枕顶面上。为保持钢轨稳定，轨底应有足够的宽度和厚度，并具有必要的刚度和抵抗锈蚀的能力。

4. 钢轨的头部顶面宽(b)、轨腰厚(c)、轨身高(H)及轨底宽(B)是钢轨断面的四个主要参数。钢轨高度应尽可能大一些，以保证有足够的惯性矩及断面系数来承受竖直轮载的动力作用。但钢轨愈高，其在横向水平力作用下的稳定性愈差。轨身高与轨底宽之间应有一个适当的比例，一般采用 $H/B=1.15 \sim 1.20$ 。

(二) 钢轨类型

钢轨的类型以每米长度钢轨的质量(kg/m)来表示。目前，我国铁路的钢轨类型主要有 75、60、50、43、38 kg/m 等五种。60、75 kg/m 钢轨的断面尺寸如图 1-2 所示。钢轨各部分的尺寸及特征见表 1-1。

随着机车车辆轴重的加大和行车速度的提高，钢轨正在向重型发展，目前世界上最重型的钢轨已达到 77.5 kg/m。我国钢轨的标准长度有 12.5 m 及 25 m 两种。另外，还有用于曲线轨道内股比 12.5 m 标准轨缩短 40、80、120 mm 和比 25 m 标准轨缩短 40、80、160 mm 的六种标准缩短轨。

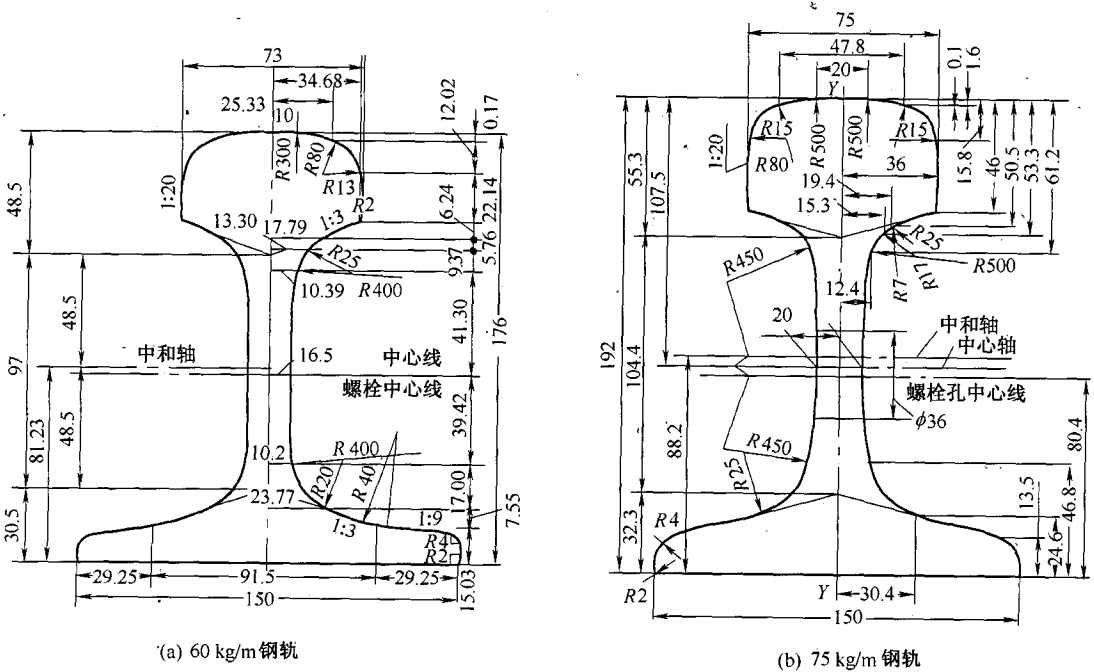


图 1-2 60、75 kg/m 钢轨断面尺寸(单位:mm)

表 1-1 常用钢轨断面尺寸及特征

项 目	单 位	类型(kg/m)				
		75A	60	50	43	
每米质量	kg	74.414	60.640	51.514	44.653	
断面积 F	cm ²	95.037	77.45	65.8	57.0	
钢轨高度 H	mm	192	176	152	140	
轨头宽度 b	mm	75	73	70	70	
轨底宽度 B	mm	150	150	132	114	
轨腰厚度 c	mm	20	16.5	15.5	14.5	
螺栓孔直径	mm	31	31	31	29	
轨端至 1 孔中心距	mm	76	76	60	56	
1 孔至 2 孔中心距	mm	140	140	150	110	
2 孔至 3 孔中心距	mm	130	140	140	160	
垂直轴的惯性矩 I_y	cm ⁴	665	524	377	260	
水平轴的惯性矩 I_x	cm ⁴	4 489	3 217	2 037	1 489	
轨头断面系数 $w_{头}$	cm ³	432	339	251	208	
轨底断面系数 $w_{底}$	cm ³	509	396	287	217	
钢轨垂直磨耗 3(mm)	I_x	cm ⁴	4 328	3 069	1 946	1 409
	$w_{头}$	cm ³	420	318	242	200
	$w_{底}$	cm ³	496	385	283	211
钢轨垂直磨耗 6(mm)	I_x	cm ⁴	4 089	2 879	1 827	1 317
	$w_{头}$	cm ³	405	291	230	189
	$w_{底}$	cm ³	482	375	275	205
钢轨垂直磨耗 9(mm)	I_x	cm ⁴	3 898	2 690	1 702	1 220
	$w_{头}$	cm ³	390	264	216	176
	$w_{底}$	cm ³	470	363	264	197

三、钢轨的化学成分

钢轨的强度、耐磨性及韧性在很大程度上取决于钢轨的材质。钢轨材质的内部组织和机械性能，主要由轧制钢轨的化学成分决定。因此，化学成分是钢轨质量的第一个特征，严格控制钢的化学成分，是保证钢轨质量的一个主要因素。

钢轨除含铁(Fe)外，还含有碳(C)、锰(Mn)、硅(Si)及磷(P)、硫(S)等元素。

钢的含碳量高，可提高其抗拉强度、硬度和耐磨性。但含碳量过高，也会使钢轨的塑性和韧性明显下降，还会使钢轨内部产生白点形成极微小裂纹，诱发钢轨断裂，危及行车安全。目前，普遍认为钢含碳量的极限值为 0.82%。为了进一步提高钢轨的耐磨性能和强度，可对钢轨进行全长淬火或采用合金钢轨。如在钢轨的化学成分中增加铬(Cr)、镍(Ni)、钼(Mo)、铌(Nb)、钒(V)、钛(Ti)和铜(Cu)等元素，制成合金钢轨，可提高钢轨的抗拉和疲劳强度以及耐磨和耐腐蚀的性能。

锰可以提高钢的强度和韧性。锰含量一般为 0.6%~1.0%。锰含量为 1.1%~1.5% 时称为中锰钢，有较高的抗磨性能。

硅易与氧化合，能除去钢中气泡而使钢轨材质致密。其含量一般为 0.15%~0.3%。提高钢的含硅量，能提高钢轨的耐磨性能。

磷、硫都是有害成分。磷含量大于 0.1% 时，会使钢轨具有冷脆性，在寒冷地区易突然断裂。硫会使金属在 800~1 200 ℃ 时发脆，在轧制及热加工时易出现裂纹。所以，磷、硫的含量必须严格加以控制。

四、钢轨接头及轨缝

在普通线路轨道上，钢轨与钢轨之间用夹板联结，其联结处称为钢轨接头。

(一) 钢轨接头分类及结构形式

1. 钢轨接头按其相对轨枕的位置，分为悬空式和承垫式两种。

钢轨接头悬于两根轨枕之间，为悬空式接头。目前我国铁路上均采用悬空式接头，如图 1-3 所示。实践证明，这种接头形式的受力条件较好，结构简单，便于维修和养护。

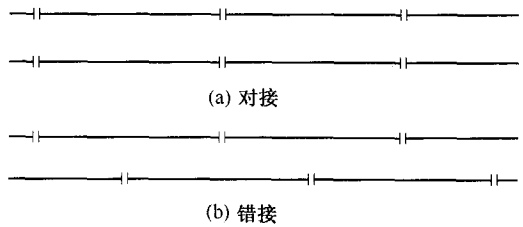


图 1-3 接头相对形式

钢轨接头压于轨枕之上，为承垫式接头。

承垫式接头又分为单枕承垫式和双枕承垫式两种。单枕承垫式接头当列车通过时会使轨枕左右摇动，不稳定，故很少采用。双枕承垫式接头如图 1-4 所示。承垫式接头主要用于需要加强线路接头的地方(如联结两种不同类型钢轨的异型接头)，以保证接头有足够的强度和位置稳定。

2. 钢轨接头按其相对在两股轨线上的相互位置，分为相对式和相互式两种。

相对式接头也叫对接，即两股钢轨的接头左右相对，如图 1-3(a) 所示。相互式接头也叫相错式接头或错接，即一股钢轨的接头与另一股钢轨的接头错开布置，如图 1-3(b) 所示。实践证明，采用相对式接头能使左右钢轨受力均匀，且有利于机械化铺轨(铺轨排)和提高旅客舒适度。因此，我国广泛采用对接形式，只有在专用线上铺设非标准长的钢轨(或再用轨)时才采用相错式接头，并规定相错式接头的接头错开距离应不小于 3.0 m。

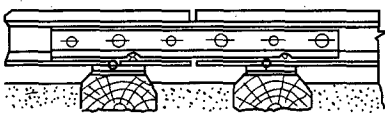


图 1-4 普通接头

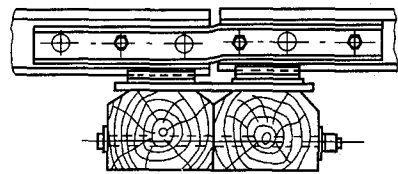


图 1-5 异型接头

3. 钢轨接头按其用途和性能可分为普通接头、异型接头、绝缘接头、导电接头、伸缩接头、冻结接头、胶结绝缘接头等。

(1) 普通接头：即同类型钢轨铺设时的正常联结接头，如图 1-4 所示。

(2) 异型接头：即不同类型钢轨互相联结的接头。在异型接头处，应使用异型夹板，如图 1-5 所示。

(3) 导电接头：用于自动闭塞及电力牵引区段，供传导轨道电流或作为牵引电流回路

之用。轨间传导连接装置用两根 5 mm 左右镀锌铁丝组成，如图 1-6 所示。

(4) 绝缘接头：在钢轨、夹板与螺栓之间，螺栓孔四周以及轨端之间用尼龙绝缘套管和尼龙绝缘垫片将电流隔断，用于自动闭塞分区两端使信号电流不能从一个闭塞分区传到另一个闭塞分区的钢轨接头，如图 1-7 所示。

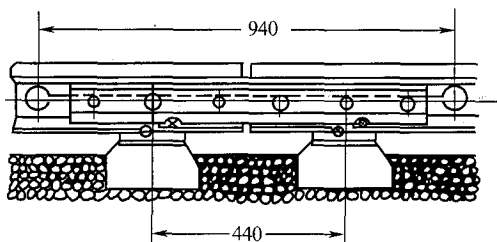


图 1-6 导电接头(单位:mm)

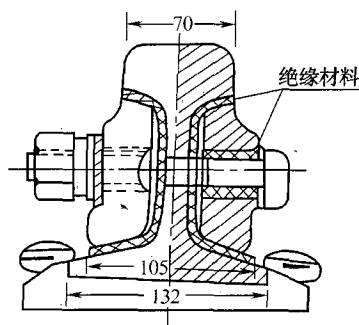


图 1-7 绝缘接头(单位:mm)

(5) 伸缩接头：也称尖轨接头或温度调节器，是将接头以尖轨的形式联结，用于联结轨端伸缩量较大的轨道，如无缝线路或温度跨度大于 100 m 的两跨钢梁活动端的钢轨接头，如图 1-8 所示。

(6) 冻结接头：用月牙垫片填塞螺栓孔的方法，阻止钢轨自由伸缩的接头，如图 1-9 所示。

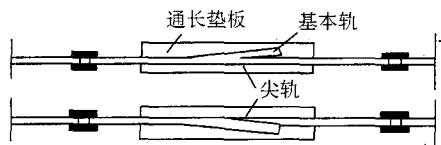


图 1-8 伸缩接头

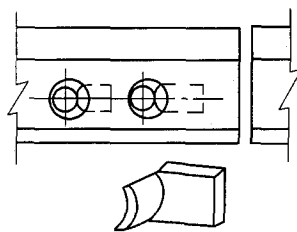


图 1-9 冻结接头

(7) 胶结绝缘接头：是用高强度绝缘胶黏剂将钢轨和夹板胶合成一整体的接头。

(二) 接头联结零件

钢轨接头联结零件包括夹板、螺栓、螺母、垫圈等组成部分。其作用是联结钢轨，保持轨线的连续性，并传递和承受弯矩和纵、横向作用力。

1. 钢轨夹板

夹板是承受弯矩、传递纵向力、阻止钢轨伸缩的重要部件。目前我国标准钢轨使用的夹板主要为双头式夹板，如图 1-10 所示。

这种夹板具有较大的垂直和水平刚度，且上下两面均设计为斜坡，使其能楔入轨腰空间，但不贴住轨腰。这样，当夹板稍有磨耗，以致联结松弛时，可重新拧紧螺栓，保持接头联结的牢固。每块夹板上有 6 个螺栓孔，圆形孔与长圆孔相间。为避免装、卸夹板或螺栓时互相干扰，螺栓方向要里外相间。圆形螺孔的直径较螺栓直径略大，长圆形螺栓孔的长径较螺栓头下突出部分的长径略大。依靠钢轨螺栓孔直径与螺栓直径之差，以及夹板圆形螺栓孔直径与螺栓直径之差，就可以使钢轨在预留轨缝值范围内随轨温变化而伸缩。各种双头式夹板的尺寸见表 1-2。

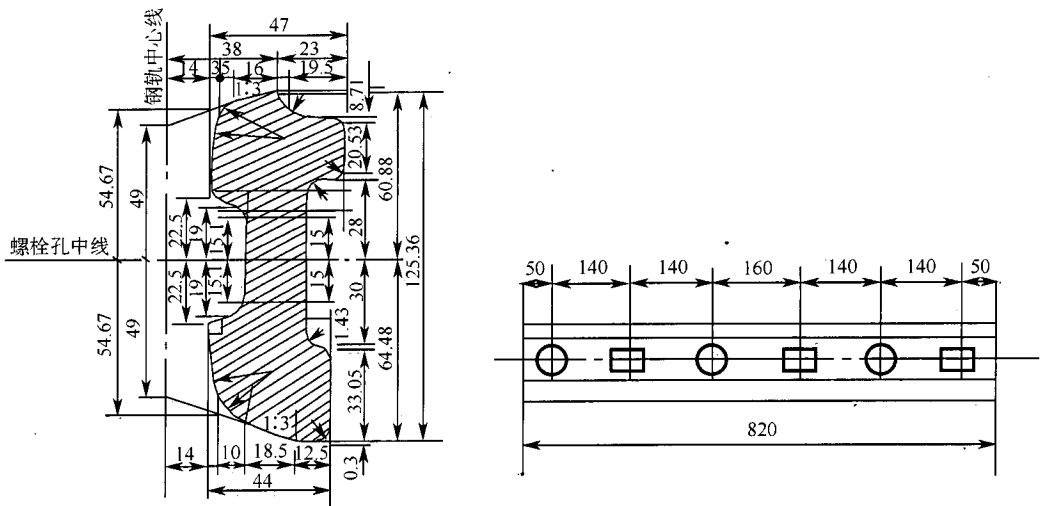


图 1-10 双头式夹板(单位:mm)

表 1-2 双头夹板尺寸(mm)

适用钢轨类型(kg/m)	夹板长	1~2孔距 5~6	2~3孔距 4~5	3~4孔距	圆孔直径	长圆孔半径	长圆孔直线长
75	1 000	130	210	220	26	13	8
60	820	140	140	160	26	13	8
50	820	140	150	140	26	13	8
43、38	790	160	110	120	24	12	8

2. 接头螺栓、螺母及垫圈

接头螺栓、螺母是钢轨接头处用以夹紧夹板和钢轨的配件，使夹板与钢轨联结牢固可靠，贴合紧密，但又必须保证在气温变化时轨端能在两夹板间作部分纵向移动。螺栓的直径愈大，紧固力愈强，但加大螺栓直径必然要加大钢轨及夹板上的螺栓孔径，从而削弱钢轨与夹板的强度。因此，螺栓宜采用高碳钢制造和经过热处理的高强度螺栓。接头螺栓外形如图 1-11 所示。

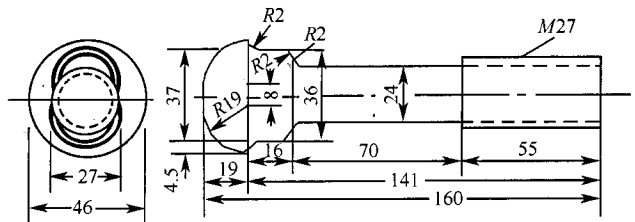


图 1-11 60 kg/m 钢轨用夹板螺栓(单位:mm)

螺栓由螺栓头、颈和杆组成，螺杆的长度和直径与钢轨型号相适应，各种螺杆的尺寸见表 1-3。接头螺栓根据机械性能分级，我国标准《钢轨用高强度接头螺栓、螺母》(GB 5098—85)中规定：螺栓分 10.9 和 8.8 两级(相当于抗拉强度为 10.9、8.8 kg/mm²)，10.9 级螺栓直径为 24 mm，8.8 级螺栓直径分为 24 mm 和 22 mm 两种。接头螺栓主要机械性能见表 1-4。

表 1-3 接头螺栓各部分尺寸(mm)

螺栓等级	螺杆长	带螺纹部分		无螺纹部分杆径	长圆径	螺帽厚	螺母厚	适用范围
		杆长	纹径					
10.9	160	66	24	20.051	32	16	24	75 kg/m 钢轨
	135	60	24	22.051	32	16	24	60 kg/m 钢轨
	145	60	24	22.051	32	16	24	50 kg/m 钢轨
8.8	145	60	24	22.051	32	16	24	同上
	135	50	22	20.376	30	15	22	43、38 kg/m 钢轨

表 1-4 接头螺栓主要机械性能

螺栓等级	抗拉强度 σ_b (N/mm ²)	屈服极限 σ_s (N/mm ²)	洛氏硬度 HRC (min/max)	伸长率 σ_s (%)	螺栓等级标志
10.9	1 040	940	34/41	9	螺帽为平锥头
8.8	830	660	25/35	12	螺帽为半球球头, 加两圈凸棱

螺母由 A5 钢制造, 高强度螺母在 30° 倒角面制出高和宽各 1 mm 的凸圈, 普通螺母不作标记。高强度螺母均为 10 级, 其载荷应力为 1 060 MPa。

垫圈是为了防止螺母松动, 普通线路用弹簧垫圈(单圈), 其断面形状有圆形和矩形两种。在无缝线路上还应当加设高强度平垫圈。

3. 联结零件的使用条件

(1) 接头夹板伤损达到下列标准应及时更换: ①折断; ②中间两螺栓孔范围内裂纹: 正线、到发线有裂纹; 其他站线平直及异型夹板超过 5 mm, 双头及鱼尾型夹板超过 15 mm; ③其他部位裂纹发展到螺栓孔。

(2) 接头螺栓应齐全, 作用良好, 缺损时应及时补充和更换。普通线路接头螺栓拧紧扭矩应达到表 1-5 的规定值, 并保持均匀。当扭矩不足时, 不得低于规定值 100 N·m 以上。

表 1-5 普通线路接头螺栓扭矩标准

项 目	单 位	25 m 钢轨						12.5 m 钢轨	
		最高、最低轨温差 > 85 °C			最高、最低轨温差 ≤ 85 °C				
钢轨	kg/m	60 及以上	50	43	60 及以上	50	43	50	43
螺栓等级	—	10.9	10.9	8.8	10.9	8.8	8.8	8.8	8.8
扭矩	N·m	700	600	600	500	400	400	400	400
C 值	mm	6			4			2	

注: ① C 值为接头阻力及道床阻力限制钢轨自由伸缩的数值。

② 小于 43 kg/m 钢轨比照 43 kg/m 钢轨办理。

③ 高强度绝缘接头螺栓扭矩不小于 700 N·m。

(3) 接头螺栓及垫圈损伤达到下列标准, 应及时更换: ①螺栓折断, 严重锈蚀、丝扣损坏或杆径磨耗超过 3 mm 不能保持规定的扭力矩; ②垫圈折断或失去弹性。

(三) 轨 缝

普通线路钢轨接头, 应根据钢轨长度, 轨温变化及钢轨伸缩规律预留轨缝, 预留轨缝的条件是:

(1) 当轨温达到当地最高轨温时轨缝大于或等于零, 轨端不受顶力。

(2) 当轨温达到当地最低轨温时轨缝小于或等于构造轨缝, 接头螺栓不受剪力。

预留轨缝计算公式:

$$a_0 = \alpha L(t_z - t_0) + \frac{1}{2}a_g \quad (1-1)$$

式中 a_0 ——更换钢轨或调整轨缝时的预留轨缝, mm;

α ——钢的线膨胀系数, 为 0.011 8, mm/(m·°C);

L ——钢轨长度, m;

t_z ——更换钢轨或调整轨缝地区的中间轨温, °C, 其计算公式为

$$t_z = \frac{1}{2}(T_{\max} + T_{\min})$$

其中 T_{\max} , T_{\min} ——当地历史最高和最低轨温, °C;

t_0 ——更换钢轨或调整轨缝时的轨温, °C;

a_g ——构造轨缝, 均采用 18 mm。

最高、最低轨温差小于 85 °C 地区, 在按上式计算以后, 亦可根据具体情况, 将轨缝值减小 1~2 mm。

对 25 m 长的钢轨, 只允许铺设在当地历史最高、最低轨温差为 100 °C 以下的地区, 否则应个别设计。

12.5 m 钢轨地段, 更换钢轨或调整轨缝时的轨温不受限制。对于 25 m 钢轨地段, 更换钢轨或调整轨缝时的轨温限制范围为 $(t_z - 30\text{ °C}) \sim (t_z + 30\text{ °C})$; 最高、最低轨温差小于 85 °C 地区, 如将轨缝值减小 1~2 mm, 轨温限制范围相应地降低 3~7 °C。特殊情况下, 在轨温限制范围以外更换的 25 m 钢轨, 必须在轨温限制范围以内时调整轨缝, 使其符合以上规定的标准。

轨缝应设置均匀, 每千米轨缝总误差: 25 m 钢轨地段不得大于 80 mm; 12.5 m 钢轨地段不得大于 160 mm。绝缘接头轨缝不得小于 6 mm。

(四) 接头使用规定

1. 钢轨接头应采用对接, 曲线内股应使用厂制缩短轨来调整钢轨接头位置。直线地段接头相错量不得超过 20 mm; 曲线地段不超过 20 mm 加缩短轨缩短量的一半。

2. 曲线上铺设旧轨或非标准轨时, 如果铺成对接式有困难, 允许用错接式。采用相错式接头的两曲线之间的夹直线长度小于 300 m 时, 该直线段也可用错接式。

3. 下列位置不应有钢轨接头, 如不可避免时, 应将其焊接或冻结:

(1) 明桥面小桥的全桥范围内。

(2) 钢梁端部、拱桥温度伸缩缝和拱顶等处前后各 2 m 范围内。

(3) 设有温度调节器的钢梁的温度跨度范围内。

(4) 钢梁的横梁顶上。

(5) 平交道口铺面范围内。

(五) 接头病害及整治措施

1. 接头病害

钢轨接头是铁路轨道的薄弱环节，它的存在在很大程度上破坏了轨线的连续性，当车轮通过钢轨接头时，产生剧烈的冲击和振动，造成接头处病害丛生。接头病害主要有：钢轨低接头、钢轨鞍形磨耗、剥落掉块、夹板弯曲或断裂、混凝土枕损坏及道床板结、溜塌、翻浆冒泥等等。实践表明，在钢轨接头处，轨道的破坏远较其他部位大而快，据统计，钢轨接头处的破损约占轨道全部破损的一半以上，接头下混凝土枕的失效数约为其他部位的3~5倍，接头处的道床振动加速度也比其他部位大几倍。为整治接头病害而耗费的工作量约占维修总工作量的35%~50%。除此之外，钢轨接头的存在还大大降低了行车的平稳性和旅客的乘坐舒适度。

2. 接头病害的整治措施

- (1) 加强线路的防爬锁定，经常上紧接头螺栓保持接头紧固，防止轨缝拉大或顶严。
- (2) 加强接头捣固，经常保持接头范围内的道床饱满密实。
- (3) 及时清筛接头范围内的脏污道床，及时清理道床翻浆，使道床保持应有的弹性。
- (4) 做好路基和道床排水，保持道床和路基面干燥。
- (5) 及时消灭钢轨接头错牙，提高行车的平稳性。
- (6) 及时更换接头处失效的轨枕，且两根轨枕必须同时更换，以保持弹性均匀。

五、钢轨伤损及延长钢轨使用寿命的措施

(一) 钢轨伤损

钢轨伤损是铁路上一个比较突出的问题，钢轨在极其复杂的条件下使用，不可避免会产生各种伤损。其伤损的原因，既有钢轨在冶炼过程中出现的缺陷，又有在运输、使用过程中出现的破损。钢轨伤损对行车的安全威胁很大，因此，及时发现钢轨伤损，摸清钢轨伤损规律，进而加强对钢轨的管理工作，对铁路工务部门是极为重要的。钢轨伤损种类很多，有折断、锈蚀、磨耗、剥落掉块、裂纹、核伤等等。我国铁路将钢轨伤损根据其在钢轨断面上的位置、伤损外貌及伤损原因等分为9类32种，用两位数编号，十位数表示伤损的部位和状态，个位数表示造成伤损的原因。这里只介绍几种主要的伤损。

1. 锈蚀

钢轨锈蚀主要发生在隧道内及易受盐碱侵蚀地段的线路。在摸清锈蚀情况、特征、规律和成因的基础上选用合适的防锈材料和采用严格的施涂工艺，能够取得良好的效果。故锈蚀不是决定钢轨使用寿命的主要因素。

2. 折断

钢轨因折断而更换的数量，虽然不超过更换总数的1%~2%，但它是在运营中突然发生，对行车安全威胁极大。造成钢轨折断的主要原因：一是钢轨材质问题，钢轨在生产过程中存在缺陷(如裂纹、气泡等)，这些缺陷在钢轨使用过程中发展扩大导致钢轨折断；二是钢轨在巨大重复动荷载作用下造成疲劳伤损，随着行车速度的提高和机车车辆轴重的增加，钢轨折断发生的几率更大。此外，因钢材具有冷脆性，在气候寒冷季节钢轨更容易折断，特别是在无缝线路地段，到了低温季节会在长钢轨内部产生巨大的温度拉力，在综合因素作用下导致钢轨折断。

3. 磨耗

钢轨磨耗是轮轨间滚动摩擦和滑动摩擦作用的结果。滑动摩擦产生的原因是列车制动时轮轨间产生的滑动；同一轮对的两个车轮摇摆而引起的滑动；曲线上由于内外两轮的行程差，迫使内轮向后的滑动；列车通过曲线时外轮对外轨侧面的摩擦等。

由于列车不间断地运行，钢轨的磨耗是不断发生发展的。因此，钢轨的磨耗是决定钢轨使用寿命的最主要因素。为确保行车安全，我国铁路对不同等级的线路规定了不同的磨耗限度。

我国铁路把钢轨伤损按其轨头的磨耗程度分为轻伤和重伤两类，见表 1-6 和表 1-7。轨头的磨耗指标有垂直磨耗、侧面磨耗和总磨耗三项。

表 1-6 钢轨头部磨耗轻伤标准

钢轨类型 (kg/m)	总磨耗 (mm)				垂直磨耗 (mm)				侧面磨耗 (mm)			
	$v_{\max} > 160 \text{ km/h}$ 正线	$160 \text{ km/h} \geq v_{\max} > 120 \text{ km/h}$ 正线	$v_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$ 正线及到发线	其他 站线	$v_{\max} > 160 \text{ km/h}$ 正线	$160 \text{ km/h} \geq v_{\max} > 120 \text{ km/h}$ 正线	$v_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$ 正线及到发线	其他 站线	$v_{\max} > 160 \text{ km/h}$ 正线	$160 \text{ km/h} \geq v_{\max} > 120 \text{ km/h}$ 正线	$v_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$ 正线及到发线	其他 站线
75	9	12	16	18	8	9	10	11	10	12	16	18
75(不含)~60	9	12	14	16	8	9	9	10	10	12	14	16
60(不含)~50			12	14			8	9			12	14
50(不含)~43			10	12			7	8			10	12
43(不含)以下			9	10			7	7			9	11

注：① 总磨耗 = 垂直磨耗 + $\frac{\text{侧面磨耗}}{2}$ 。

② 垂直磨耗在钢轨顶面宽 1/3 处(距标准工作边)测量。

③ 侧面磨耗在钢轨踏面(按标准断面)下 16 mm 处测量。

表 1-7 钢轨头部磨耗重伤标准

钢轨 (kg/m)	垂直磨耗 (mm)			侧面磨耗 (mm)		
	$v_{\max} > 160 \text{ km/h}$ 正线	$160 \text{ km/h} \geq v_{\max} > 120 \text{ km/h}$ 正线	$v_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$ 正线、到发线 及其他站线	$v_{\max} > 160 \text{ km/h}$ 正线	$160 \text{ km/h} \geq v_{\max} > 120 \text{ km/h}$ 正线	$v_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$ 正线、到发线 及其他站线
75	10	11	12	12	16	21
75 以下 ~ 60	10	11	11	12	16	19
60 以下 ~ 50			10			17
50 以下 ~ 43			9			13
43 以下			8			13

更换伤损钢轨，应根据钢轨的伤损程度及其位置而定。重伤钢轨应立即更换，轻伤钢轨应加强检查，但在桥上和隧道内的轻伤钢轨，为保证行车安全，亦应及时更换。

(二) 延长钢轨使用寿命的措施

钢轨是轨道设备极为重要的组成部分，投资大，耗钢多。因此，如何避免钢轨折断，减

轻钢轨磨耗以延长钢轨的使用寿命,具有重要意义。

钢轨的使用寿命通常以其铺入后至更换前累计通过的总重量表示。把这一累计通过的总重量除以年平均通过的总重量即为钢轨使用寿命(年数)。铺设后通过的总重量达到一定数值时,应及时更换,如普通线路上 60 kg/m 钢轨为 6.0 亿 t、50 kg/m 钢轨为 4.5 亿 t。钢轨的使用寿命主要由磨耗决定,铺设后达到磨耗超限才更换,以延长钢轨的使用寿命。延长钢轨使用寿命的措施有:

1. 采用合金钢轨或铺设重型轨。
2. 轨顶全长淬火,以提高钢轨耐磨和抗压性能。
3. 加强和改进线路结构,提高线路维修质量,以改善钢轨的工作条件。
4. 小半径曲线外轨内侧应定期涂油以减少侧面磨耗。
5. 对有伤损的钢轨及时焊补、修理或改铺到次要线路上。

第二节 轨 枕

一、轨枕的功用和种类

轨枕承受来自钢轨的各向压力,并弹性地传布于道床,保持钢轨的位置、方向和轨距。因此,轨枕应具有必要的坚固性、弹性和耐久性,并应便于固定钢轨,造价低廉,制作简单,铺设及养护方便。

轨枕的种类,按材料分有木枕、混凝土枕和钢枕;按用途分有普通轨枕、岔枕和桥枕等。

二、木 枕

木枕又称枕木。它具有弹性好,易于加工制作,运输、铺设、养护维修方便,与钢轨的联结较简便,绝缘性能好,成本低等优点。但也存在着容易腐朽、磨损,使用寿命短,弹性不一致,轨道几何形位不易有效保持等缺点。制作木枕的树种,要求坚韧而富有弹性,并且必须具有较高的抗腐蚀能力。

1. 木枕的分类及断面尺寸

木枕按用途分为普通木枕、道岔木枕和桥枕等几种。国家标准规定的普通木枕分为 I、II 两类, I 类木枕多用于正线, II 类木枕用于站线。道岔木枕不分类。

木枕的断面一般为矩形,尺寸根据轨距、轨道结构、运营条件及养护维修作业等条件加以确定。普通木枕的标准长度为 2.5 m,各种木枕的长度与断面尺寸见表 1-8,断面形状如图 1-12 所示。

表 1-8 木枕尺寸

类 型	分 类	长度 (cm)	顶宽 (cm)	底宽 (cm)	厚度 (cm)	使用范围
普通木枕	I	250	16	22	16	正线中型
	II	250	15	20	14.5	轻型、站线
岔 枕		260~480 以 20 进级	18	24	16	