

中等专业学校教材

铁 路 轨 道

(第二版)

衡阳铁路工程学校 申国祥 主编
天津铁路工程学校 马宝兰 主审

中 国 铁 道 出 版 社

1996 年·北京

前 言

本书是在 1985 年出版的《铁路轨道》(原天津铁路工程学校刘秉玺主编)教材的基础上修订的。原教材的选材符合当时的教学需要,在教学和培养中级技术人才工作中起到了积极作用。随着科学技术的发展、国家和铁道部有关标准的修订,原教材显得不能满足要求,为满足铁路现代化建设的需要,根据铁道部中等专业学校铁道工程及桥梁、隧道专业教学指导委员会的建议,经铁道部教育司的批准,对 1985 年版《铁路轨道》教材进行修订。

本书在修订过程中,对原教材中一些陈旧繁琐的内容进行了必要的删除,同时增加了能反映近年来我国在轨道结构方面的新技术、新设备、新理论等科技成果。如增加了重型钢轨、高速铁路轨道知识、曲线轨道最高行驶速度及外轨最大超高以及 60kg/m 钢轨 AT 型可弯尖轨 12 号单开道岔、电气化铁路养护维修等内容。改写了轨缝计算、道碴粒径级配、曲线方向整正、无缝线路温度力分布图、线路状态检查等。使教材在系统性、科学性、先进性等方面有了很大的改进和提高。

教材编写内容是针对中等专业学校学生的培养目标和加强“三基”的要求,在书中系统介绍了轨道基本知识、基本理论和基本计算方法,同时还编写了有关轨道设计、施工及养护维修方面的内容,使之能够结合生产实习进行现场教学,以提高学生的组织能力和操作技巧。书中每章前有“内容提要”,扼要介绍本章的主要内容和重点,章末附有复习思考题,以启发学生复习思考和掌握重点。

本书由衡阳铁路工程学校中国祥主编,天津铁路工程学校马宝兰主审。参加编写的有中国祥(编写第四、六章)、包头铁路工程学校林德基(编写第一、五章)、齐齐哈尔铁路工程学校张建农(编写第二、三章)。

在教材编写过程中,得到了部教育司、各铁路局和分局及兄弟学校的大力支持与帮助,在此谨表示谢意。

编 者

1994 年 8 月

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是铁路中等专业学校铁道工程专业的统编教材。内容包括:轨道构造、轨道强度计算、曲线轨道、无缝线路、道岔以及线路的维修与大修。主要介绍轨道的组成及其合理配套,以及运行条件与轨道结构的关系;曲线轨道的特点(外轨超高、轨距加宽、缓和曲线、缩短轨、限界加宽、轨道加强等)及其设计计算原理和方法,曲线方向整正;还介绍了作用于轨道上的力及其计算理论和方法;对无缝线路的温度应力及其稳定性、无缝线路的结构设计,以及无缝线路的铺设、应力放散与调整、养护维修及故障处理也作了阐述;对于道岔部分,介绍了道岔的种类、普通单开道岔、特殊道岔、轨道连接;还对线路维修与大修中,轨道的养护及其修理的工作内容和方法、工务的安全工作及有关的各种防护办法作了介绍。

本教材除作为中等专业学校铁道工程专业教学用书外,还可供铁道工程、桥隧专业的技术人员参考。

中等专业学校教材

铁 路 轨 道

(第二版)

衡阳铁路工程学校 中国祥 主编

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 刘桂华 封面设计 马 利

中国铁道出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:18.5 字数:443 千

1985 年 第 1 版 1996 年 3 月 第 2 版 第 6 次印刷

印数:18001—24000 册

ISBN 7-113-02201-4/TU·482 定价:14.50 元

目 录

第一章 轨道构造	1
第一节 钢 轨	1
一、钢轨的功用、断面及类型	1
二、钢轨的化学成分	3
三、钢轨接头	3
四、钢轨伤损及延长钢轨使用寿命的措施	9
第二节 轨下基础	11
一、轨 枕	11
二、道 床	24
第三节 爬行及防爬设备	30
一、轨道的爬行	30
二、防爬设备	31
第四节 道 口	32
一、道口的分类及设置条件	33
二、道口防护设备	34
三、道口铺面结构	34
第五节 轨道与运量及行车速度的关系	35
一、轨道与运量、轴重和行车速度的关系	35
二、高速铁路	36
三、轨道类型	37
第六节 轨道几何尺寸	38
一、列车在轨道上的运行特点	38
二、轨道几何尺寸	41
复习思考题	44
第二章 曲线轨道	46
第一节 曲线外轨超高	46
一、设置外轨超高的原理和计算方法	46
二、容许未被平衡欠超高	47
三、曲线轨道的最大外轨超高	48
四、曲线轨道的最高行车速度	49
五、曲线外轨超高的设置方法	49
第二节 小半径曲线轨距加宽	51
一、轨距加宽计算的原理和方法	51
二、曲线轨距的最大值	53
三、曲线轨距加宽的标准及方法	54
第三节 缓和曲线	55
一、设置缓和曲线的目的	55

二、常用缓和曲线	56
三、缓和曲线的长度	58
第四节 曲线缩短轨的配置	59
一、曲线铺设缩短轨的目的和要求	59
二、曲线里股轨线应有缩短量的计算	60
三、曲线缩短轨的配置	60
四、曲线成段更换钢轨的空搭头计算	63
第五节 曲线限界加宽	64
一、建筑接近限界	64
二、曲线上建筑接近限界的加宽	66
第六节 曲线轨道加强	68
一、铺设耐磨合金轨或较重型轨	68
二、增铺轨枕和加强扣件	68
三、增大曲线外侧道床的肩宽	68
四、安设轨距杆和轨撑	68
第七节 曲线轨道方向整正	69
一、曲线方向的检查及其圆顺标准	69
二、曲线整正的基本前提及原理	69
三、曲线计划正矢的计算	72
四、确定曲线主要桩点的位置	77
五、拨量计算	79
六、拨量修正	84
七、拨量分析	90
八、曲线拨道	97
第八节 曲线养护维修	99
一、曲线养护方法	99
二、曲线病害及其防治	100
三、曲线养护中的技术管理	102
复习思考题	102
第三章 轨道强度计算	104
第一节 概 述	104
第二节 轨道强度计算的基本假设和基础参数	106
一、基本假设	106
二、轨道基础参数	106
第三节 轨道强度的静力计算	107
一、连续弹性点支承梁的弯矩和变形	107
二、荷载作用下钢轨弯矩、挠度和轨枕反力的计算	108
第四节 轨道强度的动力计算	112
一、轨道的动荷载	112

二、动载系数	113
三、钢轨动弯矩、动挠度及轨下动压力的计算	114
第五节 轨道各部分的应力计算	114
一、钢轨应力	114
二、轨枕的抗弯强度及承压应力	115
三、道床及路基顶面应力	116
第六节 算例	118
一、轨道有关计算资料	118
二、轨道各部位强度计算	119
三、轨道各部分的应力检算	120
四、结 论	120
复习思考题	120
第四章 无缝线路	122
第一节 概 述	122
第二节 基本原理	123
一、钢轨内的温度应力与温度力	123
二、锁定轨温	124
三、轨道纵向阻力	126
四、温度力纵向分布图	128
第三节 缓冲区的设置与轨缝计算	132
一、缓冲区的设置	132
二、预留轨缝的计算	133
第四节 无缝线路的稳定性	136
一、基本概念	136
二、影响稳定性的因素	136
三、计算公式	137
第五节 无缝线路轨道设计	140
一、轨道各部分的条件	140
二、锁定轨温的计算	140
三、长钢轨的布置	141
四、伸缩区长度与防爬设备的布置	142
五、缓冲区预留轨缝计算	142
六、压力峰检算	142
七、算 例	143
第六节 特殊地段的无缝线路	148
一、小半径曲线上的无缝线路	148
二、长大坡道上的无缝线路	149
三、隧道内的无缝线路	149
四、桥上无缝线路	149

第七节 无缝线路的铺设	150
一、长钢轨的焊接	150
二、长钢轨的运输与铺设	152
第八节 应力放散与调整	153
一、应力放散的应用	153
二、应力放散方法	155
三、应力放散计算	156
四、应力放散施工步骤	158
五、应力调整	159
第九节 无缝线路的养护维修及故障处理	159
一、养护维修的特点	159
二、胀轨、跑道的防止及处理	161
三、断轨的防止及处理	162
复习思考题	164
第五章 普通单开道岔	165
第一节 概述	165
一、道岔的用途	165
二、道岔的分类	165
三、道岔的构成特征	165
第二节 普通单开道岔的构造	166
一、转辙器	167
二、辙叉及护轨	171
三、连接部分	174
四、岔枕	175
五、道岔轨道电路	178
第三节 普通单开道岔的计算	181
一、道岔各部分的轨距	181
二、道岔各部分的槽宽及间隔	182
三、直线尖轨、单开道岔的主要尺寸、配轨及导曲线支距的计算	187
四、曲线尖轨、单开道岔的主要尺寸、配轨及导曲线支距的计算	193
五、岔枕布置与总布置图	197
第四节 普通单开道岔的铺设与养护	200
一、单开道岔的铺设	200
二、单开道岔的更换	209
三、单开道岔的养护维修	213
第五节 列车过岔速度的提高	216
一、过岔速度和提高过岔速度的措施	216
二、可动心轨道岔	220
三、大号码道岔	222

复习思考题.....	226
第六章 特殊道岔	228
第一节 特殊道岔.....	228
一、对称道岔	228
二、交 叉	230
三、复式交分道岔	233
第二节 轨道的连接.....	238
一、渡 线	238
二、梯 线	239
复习思考题.....	241
第七章 线路维修及大修	242
第一节 概 述.....	242
第二节 线路维修.....	244
一、线路维修工作的管理机构	244
二、线路维修的工作内容和方法	244
三、电气化铁路线路维修作业要求	247
四、线路维修工作计划	249
五、线路状态检查	250
六、线路综合维修验收办法	259
七、线路质量评定	260
第三节 线路设备大修.....	260
一、线路设备大修的工作范围	260
二、线路大修设计	262
三、线路大修施工	271
四、线路大修移交验收	277
第四节 工务安全工作.....	277
一、行车安全	277
二、人身安全	282
复习思考题.....	283

第一章 轨道构造

内 容 提 要

本章包括钢轨、轨下基础、爬行及防爬设备、道口、轨道类型、轨道几何尺寸等几个方面的内容。分别对其作用、要求、类型特征、主要尺寸和发展趋势作较系统的阐述,以建立轨道构造的完整概念,以及轨道作为整体性工程结构,在不同的运营条件下,合理组成轨道类型。在阐述轨道几何尺寸时,将阐述机车车辆走行部分的构造和轮轨间的相互关系,从而阐述轨道几何尺寸的轨距、水平、轨向、高低、轨底坡等的技术标准。

第一节 钢 轨

一、钢轨的功用、断面及类型

(一)钢轨的功用

钢轨是铁路轨道的组成部件,其功用在于引导车轮运行的方向,承受车轮的压力并传给轨枕,为车轮的滚动提供阻力最小的踏面。在电气化铁道或自动闭塞区段,钢轨还可兼作轨道电路之用。

为使列车能够安全、平稳和不间断地行车,钢轨除必须充分发挥上述诸功能外,还应保证在轮载和温度变化作用下,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、韧性和耐磨性能。

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

(二)钢轨的断面

作用于直线轨道钢轨上的力主要是竖直力,其结果使钢轨挠曲。因为钢轨被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,钢轨采用工字形断面,由轨头、轨腰及轨底三部分组成,如图 1—1 所示。

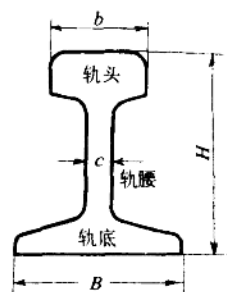


图 1—1

为使钢轨更好地承受来自各方面的外力,并将这些力传递给更多的轨枕,以保证必要的强度,钢轨应有足够的高度 H 。其轨头几何形状应适合轮轨的接触,应能抵抗压溃和耐磨,故须大而厚,并具有足够的面积。为便于与轨枕扣紧,保证其稳定性,轨底应有足够的宽度 B 和一定的厚度。为能抵抗因受荷载而产生的臃曲,腰部 c 不宜太薄。轨头、轨底及轨腰空间应保证与夹板的牢固连接。

为使钢轨轧制后冷却均匀,不产生局部应力集中,要求轨头、轨腰及轨底的面积分配比例

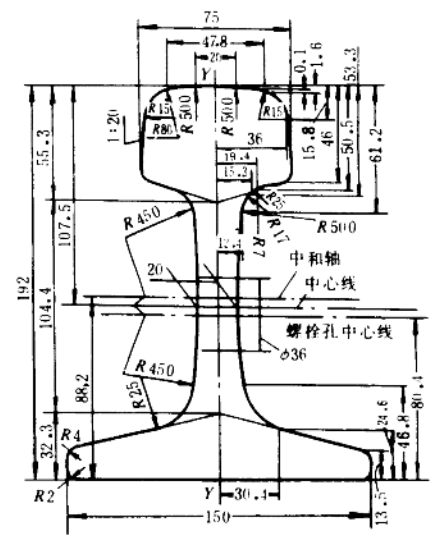
适当,各连接圆弧的半径尽可能大。钢轨高度也尽可能大一些,以保证有足够的惯性矩及断面系数来承受轮载的竖直动力作用。但钢轨愈高,其在横向水平力作用下的稳定性愈差。轨高 H 与轨底宽 B 之间应有一个适当的比例。一般, $H/B=1.15\sim 1.20$ 。

(三)钢轨的类型

钢轨的类型,以每米长的重量(kg/m)表示。目前,我国铁路钢轨类型有75、60、50、43及38kg/m等五种。75kg/m钢轨的断面尺寸如图1—2所示,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,钢轨正在向特重型发展,目前世界上特重型的钢轨已达到77.5kg/m重轨,我国正在试铺75kg/m重轨,以加强运输特别繁忙的干线。

我国标准钢轨长度为12.5及25m两种。另外,还有用于曲线轨道上比12.5m标准轨缩短40、80、120mm和比25m标准轨缩短40、80、160mm的六种标准缩短轨。



75 kg m钢轨

图 1—2

表 1—1 钢轨断面尺寸及特征

项 目		单位	类 型(kg/m)			
			75	60	50	43
每米重量		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	4489	3217	2037	1489
轨头断面系数 $W_{\text{头}}$		cm ³	432	339	251	208
轨底断面系数 $W_{\text{底}}$		cm ³	509	396	287	217
钢轨垂直磨耗3(mm)	I_x	cm ⁴		3069	1946	1409
	$W_{\text{头}}$	cm ³		318	242	200
	$W_{\text{底}}$	cm ³		385	283	211

续上表

项 目		单位	类 型(kg/m)			
			75	60	50	43
钢轨垂直磨耗 6(mm)	I_x	cm ⁴		2879	1827	1317
	$W_{\text{头}}$	cm ³		219	230	189
	$W_{\text{底}}$	cm ³		375	275	205
钢轨垂直磨耗 9(mm)	I_x	cm ⁴		2690	1702	1220
	$W_{\text{头}}$	cm ³		264	216	176
	$W_{\text{底}}$	cm ³		363	264	197

二、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,即取决于钢轨的化学成分。化学成分是钢轨质量的第一个特征。严格控制钢轨的化学成分,是保证钢轨质量的主要途径之一。

轨钢除含铁(Fe)外,还含有碳(C)、锰(Mn)、硅(Si)及磷(P)、硫(S)等元素。轨钢的含碳量高,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,还会使钢轨中产生白点形成的极微小发裂,诱发导致钢轨断裂,危及行车安全。目前,普遍认为轨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,可采用钢轨全长淬火以及合金钢轨的途径。

锰可以提高钢的强度和韧性。锰含量一般为 0.6%~1.0%。锰含量超过 1.2%时称为中锰钢,其抗磨性能很高。

硅易与氧化合,故能除去钢中气泡而使钢轨材质致密。其含量一般为 0.15%~0.30%,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,使钢轨具有冷脆性,在寒冷地区易突然断裂。硫会使金属在 800~1200℃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。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。

三、钢轨接头

在轨道上,钢轨与钢轨之间用夹板连接,称为钢轨接头。

接头是轨道结构的薄弱环节之一。据统计,在铺设普通 12.5m 标准轨的线路上,整治接头病害的费用占线路维修费用的 40%;增加行车阻力约 25%。

(一)接头联结形式

我国钢轨接头的形式,从基本结构来分:有普通接头和尖轨接头两种。

1. 普通接头:它是我国普通线路、无缝线路普遍采用的接头联结形式,可分为三种形式。

(1)按其相对于轨枕的位置,可分为悬空式和双枕承压式两种,如图 1—3、图 1—4 所示。

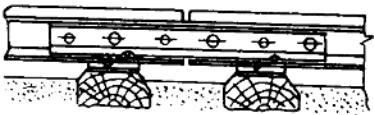


图 1—3

(2)按两股钢轨接头相互位置分为相对式和相错式两种,如图 1—5 所示。

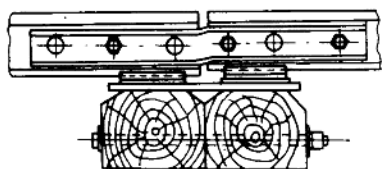


图 1—4

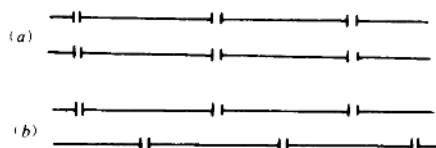


图 1—5

(3)按其用途可分为普通接头、异形接头、导电接头、绝缘接头、冻结接头、胶结绝缘接头等。

①异形接头:用于连接不同类型断面的不同钢轨,如图 1—4 所示。

②导电接头:用于自动闭塞区段及电力牵引地段,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 $\phi 5\text{mm}$ 左右镀锌铁丝组成,如图 1—6 所示。

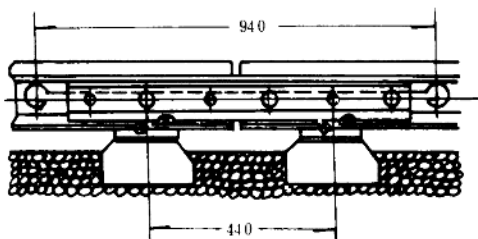


图 1—6

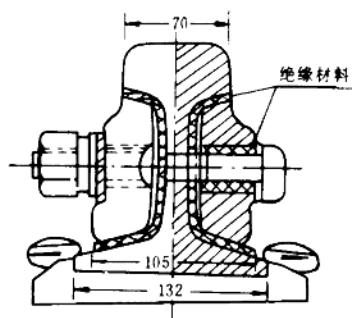


图 1—7

③绝缘接头:用于自动闭塞区段闭塞分区两端的钢轨接头。使钢轨、夹板与螺栓之间,螺栓孔四周以及轨端之间均用尼龙绝缘套管和尼龙绝缘垫片,将电流隔断,如图 1—7 所示。

④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—8 所示。

⑤胶结绝缘接头:是用高强度胶粘剂,将钢轨和夹板胶合成一整体的接头。胶合层由胶粘剂与玻璃布组成,具有粘结和绝缘性能。

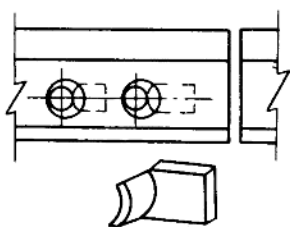


图 1—8

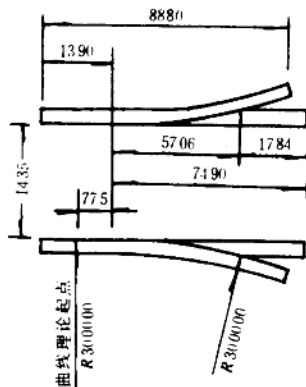


图 1—9

2. 尖轨接头:是指接头用尖轨和弯折基本轨组成的联结形式,如图 1—9 所示,是用于特大钢桥上无缝线路的尖轨接头。它允许接头处钢轨随轨温变化有较大的伸缩。我国设计的尖轨接头最大伸缩量可达 1000mm,因此,这种接头又称伸缩接头或温度调节器。在我国铁路上除在温度跨度大于或等于 100m 的钢桥上使用外,寒冷地区自动的放散应力式无缝线路也曾使用过,以适应接头处有较大的伸缩量。

(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。

1. 钢轨夹板

夹板的作用是夹紧钢轨。目前我国标准钢轨使用的夹板均为双头式。适用于 60kg/m 钢轨的夹板,如图 1—10 所示。

夹板的上下两面均有斜坡,使能楔入轨腰空间,但不贴住轨腰。这样,当夹板稍有磨损,以致连接松弛时,即可重新拧紧螺栓,保持接头连接的牢固。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,车轮万一在接头一侧处脱轨时切割全部螺栓头,因此,螺栓方向要里外相间。圆形螺栓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。

2. 接头螺栓

螺栓应使夹板与钢轨连接牢固可靠,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纵向移动。螺栓的直径愈大,固紧力愈强,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,螺栓宜用高碳钢制造和热处理的高强度螺栓。目前,在我国铁路的钢桥上,轨道和无缝线路均采用高强度螺栓。

(1)接头螺栓组成

接头螺栓是钢轨接头构造的主要零件,由螺栓、螺母和垫圈组成。夹板所用螺栓如图 1—11 所示。

(2)接头螺栓扭矩

接头螺栓拧紧扭矩应达到表 1—2 的规定值,并应保持均匀。当扭矩不足时,不得低于规定值 $100N \cdot M$ 以上。

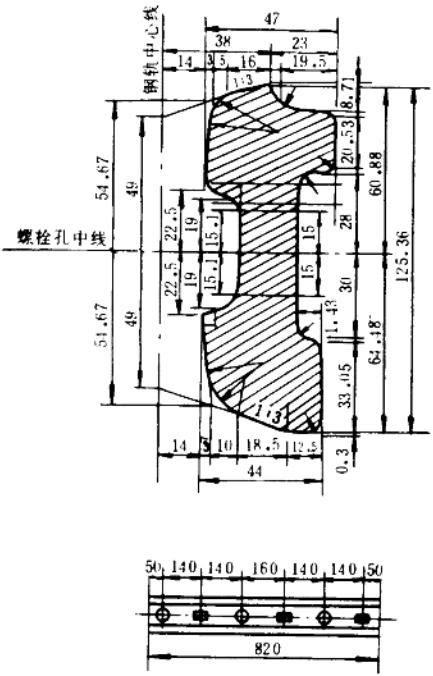
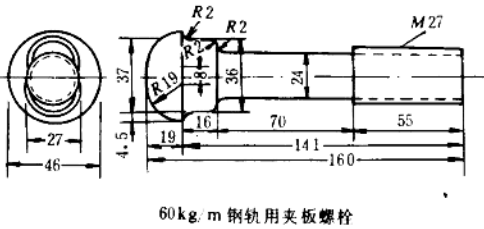


图 1—10



60kg/m 钢轨用夹板螺栓

图 1—11

表 1—2

接头螺栓扭矩

项 目	25m 钢轨						12.5m 钢轨	
	最高最低轨温差 ＞85℃			最高最低轨温差 ≤85℃				
轨重(kg)	60	50	43	60	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：①c 值为接头阻力及基础阻力限制钢轨自由伸缩的数值。
②无缝线路缓冲区接头螺栓扭矩按《维规》第 3.9.5 规定。
③小于 43kg/m 的钢轨，比照 43kg/m 钢轨办理。

(3)接头螺栓等级

我国标准 GB5098—85《钢轨用高强度接头螺栓、螺母》中规定：螺栓分 10.9 和 8.8 两级，10.9 级螺栓直径为 24mm，8.8 级螺栓直径分为 24mm 和 22mm 两种，螺母均为 10 级。

(4)接头螺栓各部分的尺寸见表 1—3。

表 1—3

接头螺栓各部分的尺寸(mm)

螺栓等级	螺栓杆长	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	75kg/m 钢轨
	135	60	24	22.051	32	16	24	60kg/m 钢轨
	145	60	24	22.051	32	16	24	50kg/m 钢轨
8.8	145	60	24	22.051	32	16	24	同上
	135	50	22	20.376	30	15	22	43、38kg/m 钢轨

(5)接头螺栓主要机械性能见表 1—4。

表 1—4

接头螺栓主要机械性能

螺栓等级	抗拉强度 $\sigma_b(N/mm^2)$	屈服极限 $\sigma_s(N/mm^2)$	洛氏硬度 HRC (min/max)	伸长率 $\sigma_s(\%)$	螺栓等级标志
10.9	1040	940	34/41	9	螺帽为平锥头
8.8	830	660	25/35	12	螺帽为半圆球头，加两圈凸棱。

(三)轨缝

普通轨道为适应钢轨热胀冷缩的需要，钢轨接头处必须留有一定的缝隙——轨缝。预留的轨缝不应太小，以免在高温时钢轨伸长而无伸长余地，使轨缝顶严，造成向上或向旁臃出，严重时发生胀轨跑道；但也不宜过大，以免在低温时钢轨缩短，把接头螺栓拉弯或拉断。轨缝的数值要限制在构造轨缝以下。预留轨缝的尺寸按下列公式计算：

$$\delta=aL(t_2-t_0)+\frac{1}{2}\delta_s$$
 (1—1)

式中 δ ——计算轨缝(mm)；
 a ——钢轨线膨胀系数为 0.0118(mm/m℃)；

L ——钢轨长度(m);

t_2 ——更换钢轨或调整轨缝地区的中间轨温($^{\circ}\text{C}$);

$$t_2 = \frac{1}{2}(T_{\max} + T_{\min})$$

其中 $T_{\max}$ ——最高轨温,其值为当地历史最高气温 $+20^{\circ}\text{C}$;

$T_{\min}$ ——最低轨温($^{\circ}\text{C}$);

t_0 ——更换钢轨或调整轨缝时的轨温($^{\circ}\text{C}$);

δ_g ——构造轨缝(mm),75kg/m 钢轨为 20mm;60、50、43kg/m 钢轨均为 18mm。

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 1~2mm。

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

对于 25m 长的钢轨地段,在更换钢轨或调整轨缝时,其轨温限制范围为 $t_2 + 30^{\circ}\text{C} \sim t_2 - 30^{\circ}\text{C}$;最高最低轨温差小于 85°C 地区,如将轨缝值减小 1~2mm,则轨温限制范围相应地降低 $3 \sim 7^{\circ}\text{C}$ 。在轨温限制范围以外 25m 长的钢轨地段,必须在轨温限制范围以内调整轨缝,使其符合上述规定。

(四)调整轨缝

轨缝应设置均匀,每千米轨缝的总误差:25m 长的钢轨地段不得大于 $\pm 80\text{mm}$;12.5m 长的钢轨地段不得大于 $\pm 160\text{mm}$ 。

按轨缝平均值计算,如单个轨缝大于 $\pm 2\text{mm}$,即视为“不均匀”。如在连续 20 个轨缝中,大于 2mm 者占一半及以上,或一部分偏大,另一部分偏小,即视为“严重不均匀”。为避免有连续三个以上的瞎缝或轨缝大于构造轨缝,对严重不均匀的轨缝,要及时进行调整。在自动闭塞区段,绝缘接头的轨缝不应小于 6mm。如因轨道爬行量大于 20mm 时及在轨温限制范围以外更换的钢轨地段,或轨缝总误差大于规定的地段,都要按标准及时进行调整,并在春秋二季进行。

需要调整轨缝的地段,应进行全面检查接头错距,测量现有轨缝。检查时,以两股钢轨接头对准处为起点,选定其中标记齐全的一股为基准股,每隔 4~5 节钢轨,以轨端头部为准,量取两股钢轨的接头错距,非基准股超前时,取为正值,反之为负值。

把上述调查结果,分别记入“调整轨缝”计算表(见表 1—5)的第 3、6 两栏。在表的备注栏内,应注明调查时的轨温、气温、钢轨长度和道口、绝缘接头及桥隧建筑物的位置等,然后分别算出计划轨缝累计和基准股现有轨缝累计,如表 1—5 第 2、4 两栏所示。

把现有轨缝累计和计划轨缝累计相比较,就可以定出分段进行调整轨缝的范围。当现有轨缝累计值和计划轨缝累计值相等时,如表上的第 0、15、27、30 等接头处,钢轨不需要串动。在两个不需要串动的接头之间,为一个调整区,该区内钢轨往一个方向串动。在任何一个接头处,钢轨串动量等于计划轨缝累计与现有轨缝累计的差数。负号表示钢轨应向编号的始点串动,正号表示应向相反方向串动。非基准股的串动量按下式计算:

$$\text{非基准股串动量} = \text{基准股串动量} - \text{接头错距}$$

两股钢轨串动后的接头错距,在直线上,相错不应超过 40mm;在曲线上,不应超过 40mm 加缩短量的一半。如果超过规定,在一股上或两股钢轨之间用钢轨公差进行调整,不准用增减轨缝尺寸的方法调整接头的相错量。

钢轨串动后,轨枕间距的误差和偏斜,正线及到发线不得超过 50mm,站线和专用线不得超过 60mm,超过这个数值时,应进行方正轨枕工作。

表 1—5 调整轨缝计算表

接头编号	计划轨缝 累 计 (mm)	基本股现 有轨缝 (mm)	基本股现有 轨缝累计 (mm)	基准股 串动量 (mm)	非基准股 接缝错距 (mm)	非基准股 串动量 (mm)	备 注
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	
1	6	0	0	6			
2	12	1	1	11			
3	18	0	1	17			
4	24	1	2	22			
5	30	0	2	28	0	28	
6	36	7	9	27			
7	42	8	17	25			
8	48	1	18	30			
9	54	1	19	35			
10	60	7	26	34	11	23	
11	66	22	48	18			
12	72	13	61	11			
13	78	8	69	9			
14	84	12	81	3			
15	90	9	90	0	-8	8	
16	96	19	109	-13			
17	102	19	128	-26			
18	108	0	128	-20			
19	114	2	130	-16			
20	120	15	145	-25	-33	8	
21	126	3	148	-22			
22	132	0	148	-16			
23	138	2	150	-12			
24	144	1	151	-7			
25	150	7	158	-8	-25	17	
26	156	2	160	-4			
27	162	2	162	0			
28	168	11	173	-5			
29	174	7	180	-6			
30	180	0	180	0	0	0	

(五)接头病害及整治措施

1. 接头病害

必须指出,由于钢轨接头的存在是先天不足,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,产生剧烈冲击和振动,造成接头病害丛生,如低接头、钢轨鞍形磨耗、钢轨伤损、夹板弯曲或断裂、混凝土枕损坏或破裂、道床板结、溜坍、翻浆冒泥等等。接头处轨道的破坏和发展,远较其它部分大而快。据统计,钢轨在接头处的破损约占全部破损的一半以上;接头下混凝土枕的失效数为其它部分的3~5倍;接头处的道床振动加速度,也比钢轨中间部分大几倍。运营中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%。接头对行车的平稳性影响最大。更严重的是接头伤损的破坏直接威胁行车的安全。在铁路线上,只要有一个接头严重破坏而未及时修理好,就有可能引起重大事故。

2. 整治措施

减小接头的不平顺,及时消灭永久变形,切实加强接头,通常采取如下措施:

- (1)锁定线路防止爬行,经常上紧螺栓,保持接头紧固不使轨缝拉大;
- (2)加强接头捣固,保持道床丰满坚实;
- (3)及时清筛接头范围的脏污道床,减少道床翻浆,使道床保持应有的弹性;
- (4)做好路基排水,防止路基发生永久变形。

四、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,这对铁路工务部门是极为重要的。钢轨伤损分为折断、锈蚀和磨耗。

1. 锈蚀

钢轨的锈蚀,只有铺在隧道、盐渍土地地区线路的钢轨才会产生,故决定钢轨使用寿命的主要因素是折断和磨耗。

2. 折断

钢轨因折断而更换的数量,一般虽然不超过更换总数的1%~2%,但它是在行车中突然发生,对行车安全威胁极大,因此,钢轨的折断则是一个重要的问题。造成钢轨折断主要是疲劳伤损的原因,除因钢轨材质差外,在气候寒冷季节更为突出,主要是随着行车速度的提高,在高速重载条件下,钢轨折断更为严重。

3. 磨耗

钢轨的磨耗,主要是轮轨间滚动摩擦和滑动摩擦作用的结果。其滑动摩擦产生的原因:有列车制动时轮轨间产生的滑动;直线上由于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等。通过这些滑动引起的摩擦而加剧了钢轨的磨耗。

由此可见,钢轨的磨耗是决定钢轨使用寿命的最主要因素。为保证行车的安全,对不同等级的线路规定了不同的磨耗限度。

钢轨磨耗的极限值 $h_{\max}$,可由下列条件决定: