

中等专业学校教材

**铁 路 轨 道**

天津铁路工程学校 刘秉玺 主编

中 国 铁 道 出 版 社

1987年·北京

# 修订前言

《铁路轨道》自1978年出版以来，作为铁路中专铁道工程专业统编教材，应用已逾五年之久，对稳定教学秩序、提高教学质量以及培训技术干部、工人等方面起了一定的作用。

为了进一步提高教材质量，使之不断适应现代化铁路建设的需要，在广泛听取各中专、职工学校，以及现场有关部门的意见和要求；在部教育局1983年组织的评书会评议意见的基础上，对本书进行了全面修订。

这次修订是按照部“专业课教材编审原则”文件精神，和1981年修订的“铁路轨道教学大纲”规定的教学内容与时数进行的。修订中取消了原“轨道铺设”一章，增加“轨道强度计算”一章，并设于无缝线路一章之前，以保持本课程的系统性。设置该章的目的是培养学生具备在既定的轨道类型、机型速度条件下，进行轨道各组成部分的应力检算或选择合理的轨道类型的能力。

随着我国铁路运输量的日益增长，列车行驶速度的不断提高和轴重的日趋加大，对轨道结构提出了更高的要求。因此，这次修订教材既注意删除陈旧落后和繁琐的内容，同时又注意增加反映近年来我国在轨道结构方面的部分新技术、新设备、新理论等科技成果。如对重型轨及弹性扣件的应用，新型轨下基础（宽轨枕、板式轨道及整体道床）的构造特点，新型道岔（可动心轨辙叉道岔、钢筋混凝土岔枕道岔及三开道岔）的结构特征及尺寸等皆有适当介绍。此外，还增加了无缝线路稳定性计算和轨道设计，以及胶接接头和小型移动气压焊机，改写了缓和曲线、曲线轨距和曲线整正计算等内容。

根据中专学生的培养目标和加强“三基”的要求，在书中除系统介绍必要的基本理论、基本知识和计算方法外，还适当增加了有关轨道的设计、施工及养护维修的组织方法和工作步骤等内容。希望结合参观教学、现场实习，力求逐步提高学生的生产组织管理能力。

本书于每章前有“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，启发学生复习思考和掌握重点。书后有附录，将与各章有紧密联系的数字、图表等技术资料列入其中，供实际应用或查阅参考。

编者

一九八四年

## 内 容 简 介

本书系根据铁道部1981年修订的《铁路轨道教学大纲》编写的，为中等专业学校铁道工程专业用教材。

全书共分六章，主要讲述轨道构造类型、曲线、道岔、轨道强度计算、无缝线路设计计算理论和铺设、养护，以及线路维修和大中修的作业组织、方法和要求等内容。

参加本书编写人员有：

包头铁路工程学校 程绍明（第一章）；

齐齐哈尔铁路工程学校 李卉新（第二章）；

天津铁路工程学校 刘秉玺（第三章）、杜国生（第五章）；

衡阳铁路工程学校 吴跃庭（第四章）、申国祥（第六章）。

全书由关钟礼主审。

中等专业学校教材

### 铁 路 轨 道

刘秉玺 主编

中国铁道出版社出版、发行

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：18.25 字数：443千

1985年8月 第1版 1987年3月第2次印刷

印数：5,001—7,500册 定价：2.70元

# 目 录

第一章 轨道构造	1
第一节 轨道组成部分	1
第二节 列车在轨道上的运行特点	33
第三节 直线轨道	36
第二章 曲线轨道	40
第一节 曲线轨道构造	40
第二节 曲线方向整正	61
第三节 曲线养护维修	80
第三章 道  岔	85
第一节 概述	85
第二节 普通单开道岔	88
第三节 特殊道岔	151
第四节 轨道的连接组合	168
第四章 轨道强度计算	176
第一节 概述	176
第二节 计算前提及参数	176
第三节 钢轨静力计算	177
第四节 钢轨动力计算	179
第五节 轨道各部分的应力计算和强度条件	181
第六节 算例	184
第五章 无缝线路	188
第一节 概述	188
第二节 无缝线路的基本概念	189
第三节 无缝线路稳定性计算概念	197
第四节 无缝线路轨道设计	201
第五节 无缝线路铺设	206
第六节 应力放散与调整	209
第七节 无缝线路的养护维修及故障处理	215
第八节 特殊地段的无缝线路	219
第六章 线路维修及大修	225
第一节 概述	225
第二节 线路维修	226
第三节 线路设备大修	237
第四节 线路工作的安全	254
附  录	262

# 第一章 轨道构造

## 内容提要

本章包括轨道组成部分、列车在轨道上的运行特点及直线轨道三个方面的内容。

轨道组成部分除对组成轨道的道岔另列一章讲述外，将对钢轨、轨枕、连接零件、道床、防爬设备及道口等的作用要求、类型特征、主要尺寸和发展趋势作较系统的阐述，以建立轨道各组成部分的完整概念，以及轨道为一整体性工程结构，在不同的运营条件下，运用部分与整体、技术与经济的辩证观点，合理选择轨道类型。

在介绍列车在轨道上的运行特点中，将讲述机车车辆走行部分的主要尺寸和轮轨间的作用关系。

此外将阐述直线轨道的轨距、水平、方向、高低、轨底坡及其技术标准。

## 第一节 轨道组成部分

### 一、钢 轨

#### (一) 钢轨的功用、要求、断面及类型

钢轨是支承机车车辆的荷重，引导其车轮运行，并将来自车轮和其它方面的力传给轨枕，为车轮的滚动提供阻力最小的踏面，在电力牵引或自动闭塞区段，还兼作轨道电路之用。

为使机车主动轮能够牵引车辆前进，要求轨头顶面具有必要的粗糙，以保证轮轨间产生足够的粘着力，然而为了减少车辆运行阻力和轮轨间的磨耗，又要求轨头顶面应相当光滑。同时，钢轨在荷载作用下会产生弹性挠曲，为了抵抗弹性挠曲变形，还要求钢轨具有足够的刚度。但为了保证在荷载作用下不会导致列车各部分及钢轨的损伤，又要求钢轨具有一定的可挠性。由于轮轨接触面积很小，为使钢轨不致被巨大的压力压溃或磨耗太快，要求钢轨具有足够的硬度。但硬度过大，钢轨又容易被车轮的动力冲击所折断，因此要求钢轨应具有一定的韧性。此外，还要求造价低廉，以降低铺设和养护的费用。

为了满足上述要求，在设计和制造钢轨时，对其材质、断面形状、重量、强度、韧性和耐磨性等都应充分注意。

实践证明，具有最佳抗弯性能的钢轨断面是由轨头、轨腰及轨底三部分组成的宽底式工字形断面，如图 1—1。

为使钢轨更好地承受来自各方面的外力，和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，故须大而厚和有足够的面积。为便于与钢轨基础扣紧和保证稳定性，轨底应有足够的宽度 $B$

厚度。为能抵抗因受荷载而产生的弯曲，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，各连接圆弧的半径应尽可能大。为增加钢轨抵抗横向力而保持其稳定性，要求轨底宽B和轨高H的比值在0.81~0.87之间。

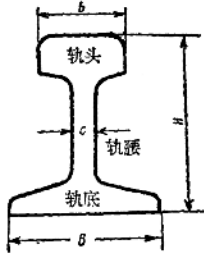


图 1-1

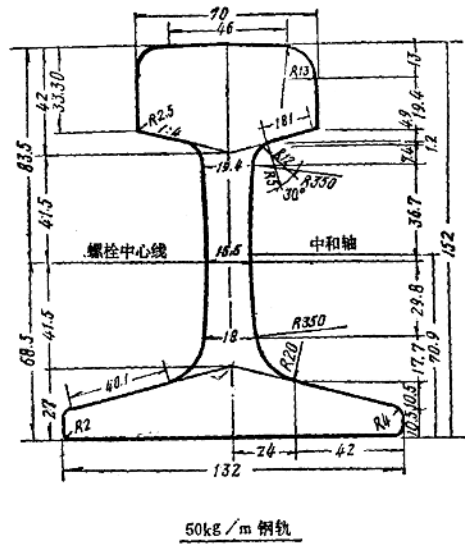


图 1-2

钢轨的类型是按每米长的重量 (kg/m) 表示。我国目前定型生产的标准轨有 60kg/m、50kg/m、43kg/m (图 1-2)。为了适应运量、速度和轴重提高的需要，还拟采用 75kg/m 的钢轨。上述钢轨类型、特征和尺寸列于附录 1-1。

我国标准钢轨的长度规定为 12.5m 及 25m 两种。还有用于曲线上的标准缩短轨，即比 12.5m 标准轨分别短 40、80 及 120mm，及比 25m 标准轨分别短 40、80 及 160mm 各三种。

此外，我国还生产有专供道岔及温度调节器用的特种断面钢轨，将在道岔一章中讲述。

### (二) 钢轨的化学成分、金属组织及热处理

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，也即取决于钢轨钢的化学成分、金属组织以及生产工艺过程和热处理的质量。

钢轨钢的材质中除含大量的铁 (Fe) 外，还含有碳 (C)、锰 (Mn)、硅 (Si)、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，还会使钢中产生白点形成的微小裂隙，导致钢轨断裂，危及行车安全。当含碳量大于 0.82% 后，轨钢的抗拉强度和耐磨等特性已不再显著增加，所以目前钢轨中的含碳量最高为 0.82%。

锰能提高钢的强度和韧性，并可除去钢中有害的氧化铁和硫夹杂物。锰含量为 0.6~1.0%。钢的含锰量超过 1.2% 时称为中锰钢，其抗磨性能很高。

硅易与氧化合，能除去钢中气泡而使轨钢密实细致。其含量为 0.15~0.30%。

磷、硫都是有害成分。磷含量大于 0.1% 时，使轨材具有冷脆性，在寒冷气候条件下，钢轨容易发生突然折断。硫会使金属在 800~1200°C 时发生热脆，在轧制及热加工时易出次品，故应严格控制磷、硫的含量。如在钢轨的化学成分中增加铬 (Cr)、镍 (Ni)、钼

(Mo)、铌(Nb)、钒(V)、钛(Ti)或铜(Cu)等元素,制成合金钢轨,可提高钢轨的抗拉强度和疲劳强度,以及耐磨和耐腐蚀的性能。

我国生产的普通钢轨和合金钢轨的化学成分见附录1—2。

钢轨的金属组织分低倍组织和显微组织。检验低倍组织时可将试件磨光并置于50%的盐酸水溶液中,加热至70~75°C,经20分钟后取出略加放大检验,其组织应是纯净、均匀的细粒结构,没有杂质、气泡、裂纹及其它缺陷。显微组织的检验是将试件放大100倍以上摄影判断,根据显微组织来确定钢内非金属的夹杂情况,晶粒大小和珠光体的数量分布。珠光体是一种比较硬、韧而不脆的金属组织,它在钢内的数量愈多,分布愈均匀,层次愈薄,则钢轨的抗拉强度愈高,晶粒愈小,钢轨的强度及抗磨性能也愈好。

为了提高轨端头部的抗磨性,以保证钢轨全长上的磨耗均匀,除用于焊接长轨条或道岔等特殊用途的钢轨外,均在轨端头部顶面长20~70mm,深8~12mm范围内,用中频电流加热喷水淬火热处理。这样,可使表面硬度从原来HB250°左右提高到300~350°,但仍保留较高的塑性和冲击韧性。

### (三) 钢轨伤损及延长钢轨使用期限的措施

运营的实践表明,钢轨的伤损不外是折损、腐蚀和磨耗。对于腐蚀来说,只有铺在隧道、盐渍土地区线路上的钢轨才会产生,故决定钢轨使用期限的主要因素是折损和磨耗。因折损及损伤而更换的钢轨数量,一般虽然不超过更换钢轨总数的1~2%,但从保证行车安全的观点来说,钢轨的折损则是一个重要的问题。造成钢轨疲劳伤损的原因,除因钢轨材质差,在气候寒冷季节而更突出外,主要是随着行车速度的提高和运量的增长,钢轨受到更大的冲击动力作用的结果。

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。

显然,钢轨的磨耗取决于通过钢轨的运量。一般钢轨从铺入时起,至通过运量10~20百万t之前,由于轨顶面有一定厚度的脱碳层以及顶面尚未磨光,所以磨耗特别快。随后,轨顶面在摩擦过程中发生了硬化冷锻作用而比较坚固耐磨(一般会增加到原强度的15~20%)。

此外,线路的平纵断面情况;列车重量和运行速度;机车车辆类型和状态;钢轨材质和制造工艺过程;车轮材质;轮轨接触面的状态和光洁度等也会影响钢轨的磨耗。

由此可见,钢轨的磨耗是决定钢轨使用期限的最主要因素。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 $h_{max}$ ,可由下列条件来决定:

1. 用轨头容许磨耗面积计算钢轨的垂直磨耗量。轨头容许磨耗面积为:

$$w_0 = bh_0 - a \quad (1-1)$$

式中  $w_0$  —— 轨头容许磨耗面积 ( $\text{mm}^2$ );

$b$  —— 轨头宽度 (mm);

$h_0$  —— 容许垂直磨耗量 (mm);

$a$  —— 轨头转角圆弧与矩形面积之差,当磨耗达到6—9mm时, $a$ 以70 $\text{mm}^2$ 计。

2. 用几何条件确定容许磨耗量。由钢轨接头断面图(图1—3)可知,在任何情况下,车轮轮缘不应碰撞夹板。从接头构造的几何条件所控制的容许最大垂直磨耗量 $h_m$

下式计算：
$$h_{max} = (P - D) - f \quad (1-2)$$

式中  $P$ ——从未经磨耗的轨头顶面至夹板螺栓孔中心的距离 (mm)；  
 $D$ ——双头式夹板螺栓孔中心至夹板上部凸缘的距离 (mm)；  
 $f$ ——车轮踏面达到容许最大磨耗时，轮缘最大高度 (mm)。

根据上述两个条件求得的  $h_{max}$ ，取其最小者作为轨头极限磨耗深度。

《铁路工务规则》对钢轨磨耗限值的规定，如表 1—1。

钢轨磨耗限值表 (mm)

表 1—1

伤损类别 磨耗量 kg/m	轻 伤 钢 轨						重 伤 钢 轨	
	总 磨 耗		垂 直 磨 耗		侧 面 磨 耗		垂 直 磨 耗	侧 面 磨 耗
	正到发线	其它线	正到发线	其它线	正到发线	其它线		
≥50	12	14	8	虽超过左 限但短期 内不致影 响行车安 全者	12	虽超过左 限但短期 内不致影 响行车安 全者	10	18
50以下~43	10	14	7		10		9	15
43以下~38	9	14	7		9		9	13

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

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。

钢轨是轨道设备的极为重要的部分，投资大、耗钢多。因此如何避免钢轨折损，减轻钢轨磨耗以延长钢轨的使用期限，对节约国家资财具有巨大的意义。

为此，除加强车辆部门对机车车辆的保修和工务部门对线路的经常维修外，还应采取以下措施以延长钢轨的使用期限：

1. 轧制高硅、含铜含铬或含其它化学元素的耐腐蚀及抗磨性能好的合金钢轨；
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，以改善钢轨的工作条件；
4. 小半径曲线上的钢轨，应定期涂油以减少磨耗；
5. 对有伤损的钢轨及时进行焊补、修理、或改铺到次要线路上使用。

(四) 钢轨连接

普通轨道是用夹板和螺栓将标准轨轨端依次连接而成。连接处称为接头。

接头是轨道结构的薄弱环节之一。据统计，在铺设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%。

常用的钢轨接头连接形式为悬空式，如图 1—4。

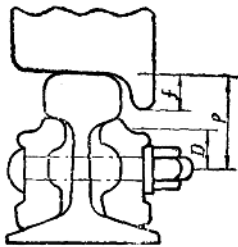


图 1—3

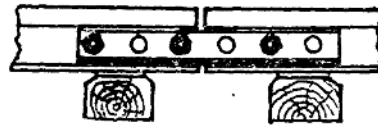


图 1—4



钢轨接头按其两股轨线上的相互位置，有相对式和相互式两种，如图 1—5。我国铁路根据运营实践，规定采用相对式接头。这是因为：

1. 车轮对钢轨接头的冲击次数比相互式少一半；
2. 相互式的冲击力是偏心的，时左时右，而相对式则不存在；
3. 便于基地组装轨排和广泛采用机械化铺拆轨排。

钢轨的接头按其用途及工作性质有以下几种类型：

1. 普通接头：如上述的悬空式接头。
2. 异型接头：即用异型夹板连接两种不同类型的钢轨的接头，如图 1—6。

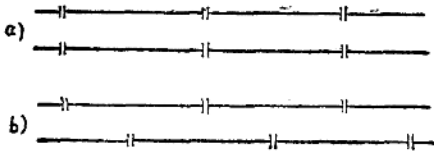


图 1—5

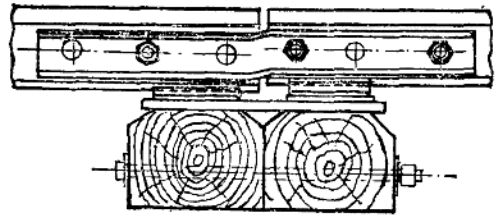


图 1—6

3. 导电接头：用于自动闭塞区段的接头。即在普通接头处加两根直径5mm的镀锌铁丝，插于两轨端轨腰的圆孔内组成，如图 1—7 a)；在电力牵引区段上，则用断面为 $100\text{mm}^2$ 的铜丝索插于两轨端头部外侧的套子中组成，如图 1—7 b)。

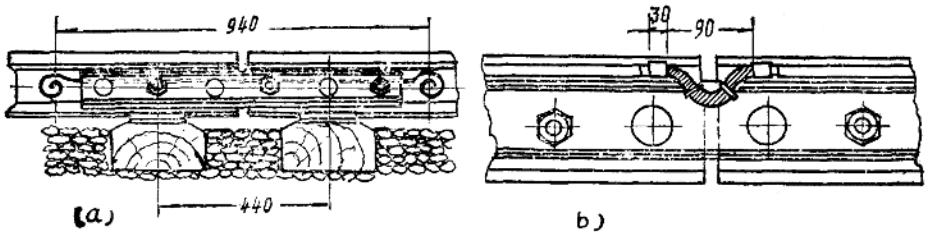


图 1—7

4. 绝缘接头：如图 1—8。用于自动闭塞区段以分割闭塞分区。它是在钢轨与夹板、夹板与螺栓头和螺帽、钢轨螺栓孔四周以及两轨端之间，填以绝缘材料，以阻止电流的通过。

5. 尖轨接头（又名温度调节器）：用于连接轨端伸缩量相当大的轨道或温度跨度大于100m的明桥活动端轨道的钢轨接头。由刨切的尖轨同基本轨相贴固定在大垫板上，如图 1—9。

6. 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。这种接头有足够的机械强度，可以增大接头刚性，并能保持行车安全、平稳。

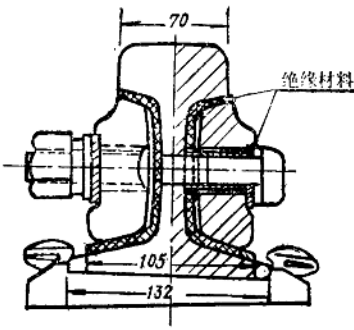


图 1-8

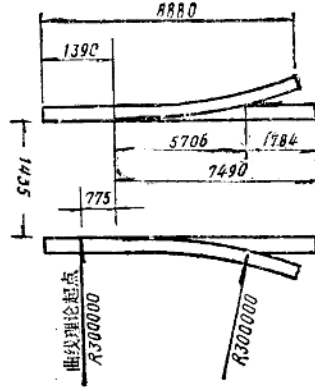
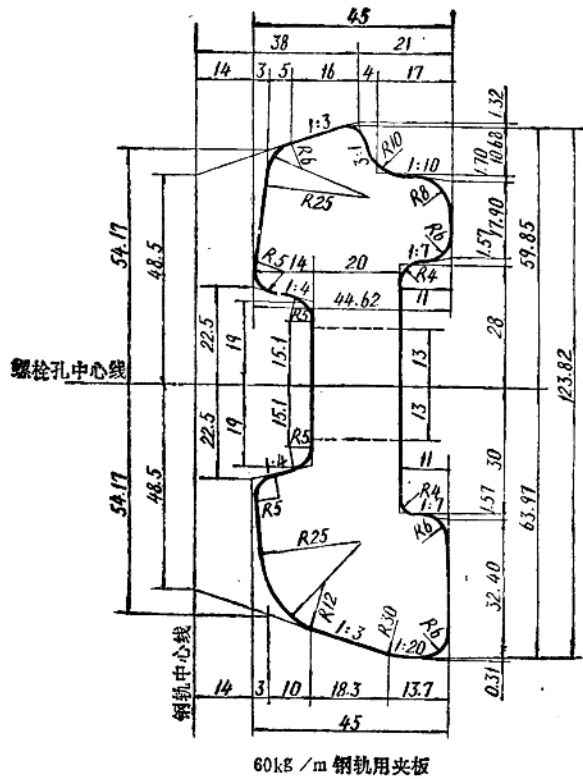


图 1-9

7. 冻结接头： 是用特制垫片塞入钢轨螺栓孔空隙中，不留缝隙地将两轨端连接起来，使钢轨在气温变化时轨端在两夹板间不能作纵向移动。图 1—10 为用于圆形螺栓孔带尾的垫片示意图。

连接钢轨接头所用的夹板、螺栓和弹簧垫圈，称为接头连接零件。其作用是保持轨线的连续性，传递和承受钢轨的挠曲力。因此，要求夹板及螺栓有足够的强度并便于安装和拆卸。

目前，我国标准钢轨用夹板均为双头式。图 1—11 为 60kg/m 钢轨用夹板的尺寸。



60kg/m 钢轨用夹板

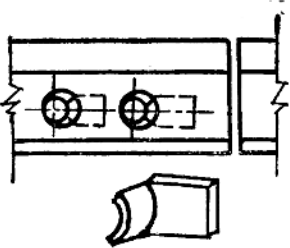


图 1-10

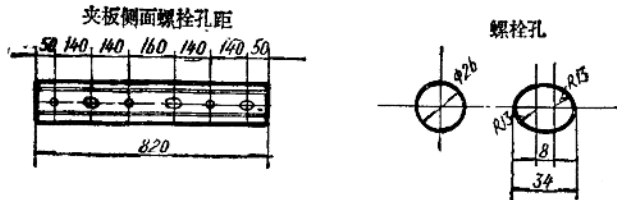


图 1-11

夹板上下两面均有斜坡，以便当夹板楔入部分有磨损时，还可重新上紧螺栓，将夹板进而楔紧，以保持接头连接的牢固。夹板上有6个螺栓孔，圆形孔与长圆形孔相间。为避免上、卸夹板或螺栓时互相干扰或车轮万一在接头处脱轨时，不致把全部螺栓头截断，上螺栓时螺栓头方向要里外相间。

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，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，我国铁路的桥上轨道和无缝线路上已采用高强螺栓。为防止螺帽因列车的重复振动作用而松弛，在螺帽下设有弹簧垫圈，如图1—12。

螺栓材料、机械性能、使用范围，及螺栓、螺帽和弹簧垫圈的尺寸列于附录1—3。

普通轨道为适应钢轨的热胀冷缩，在钢轨接头处，应预留轨缝。预留的轨缝不应太小，以免在高温时钢轨膨胀而无伸长余地，使线路造成连续瞎缝，甚至胀轨跑道；但也不宜过大，以免增大列车通过时的冲击作用和低温时钢轨缩短而把接头螺栓拉弯或拉断。

轨缝尺寸可按下列公式计算：

$$\delta = 0.0118(T_{\max} - t)L - C \tag{1-3}$$

式中  $\delta$ ——计算轨缝 (mm)；

$T_{\max}$ ——最高轨温，其值一般为当地历年最高气温 + 20°C；

$t$ ——铺轨时轨温 (°C)；

$L$ ——钢轨长度 (m)；

$C$ ——接头及钢轨基础阻力限制钢轨自由伸缩的数值，当采用12.5m标准轨使用三级螺栓时， $C$ 取1~2mm；25米标准轨使用二级螺栓时， $C$ 取7mm；使用三级螺栓时， $C$ 取3~4mm；

0.0118——钢轨的膨胀系数，即当轨温升降1°C时，每米长的钢轨将伸缩0.0118mm。

铺轨时，预留轨缝应略大于计算轨缝，其增大值为12.5m标准轨加2mm，25m标准轨加3~4mm，这是为了防止夏季轨缝挤严和考虑到铺轨后轨道顺直钢轨伸长。

轨缝要求均匀，与计算轨缝的误差大于4mm或小于6mm者不得超过15%，并不得有连续三个以上的瞎缝。在任何情况下，都不得超过构造轨缝。求算构造轨缝的方法参见附录1—5。

此外，绝缘接头的轨缝在最低气温时应不小于6mm，以保护绝缘材料不被挤坏。轨道电路的绝缘接头原则上不得设置在异型接头处。

凡不符合上述规定的轨缝，都应有计划地进行轨缝调整。

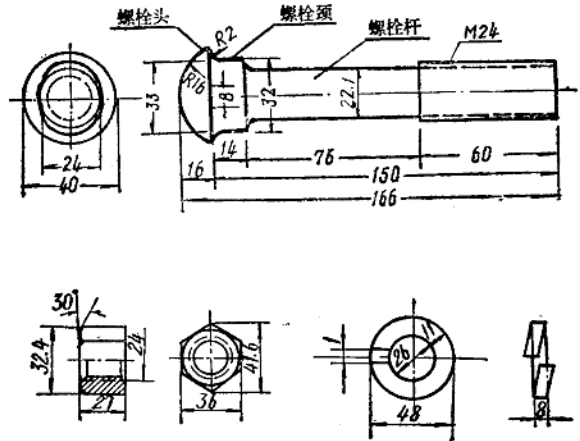


图 1—12

必须指出，普通轨道的接头虽然保证了钢轨在一定范围内的胀缩，但却在很大程度上破坏了轨线的连续性。当列车通过接头时产生额外的冲击动力，使接头部分轨道的破坏和发展，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；接头处道床振动加速度，也比中间部分大好几倍，道床变形发展特别快。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%。因此对普通轨道的接头病害，要采取预防和整治的措施，及时减小接头的不平顺和消灭永久变形，切实加强接头，通常采取如下措施：

1. 锁定线路预防爬行，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。

## 二、轨 枕

### (一) 轨枕的功用和种类

轨枕的功用在于有效地保持钢轨的位置、方向和轨距，并将来自钢轨的竖向垂直力、横向和纵向水平力弹性地分布于道床。因此轨枕应具有相当的坚固性、耐久性和弹性，同时应具有足够的位移阻力，以免在列车作用下发生横向移动。

轨枕的种类按材质分，有木枕和混凝土枕；按用途分，有普通轨枕、岔枕和桥枕。

### (二) 木枕和混凝土枕

#### 1. 木枕

木枕通称枕木。具有弹性好，易于加工制作，运输、铺设、养护及修理方便，与钢轨的连接较简便，绝缘性能好，成本低等优点。缺点是易腐朽和产生机械磨损而使用期限短。由于制作木枕的树种、材质不一，加工成型的尺寸不一，并因铺入线路的时间不同，每根枕木的弹性和强度也不一样，从而会造成轨道的不平顺，增大对线路的动力冲击作用。

普通木枕的断面形式如图 1—13。

I类用于正线中型及以上的轨道；II类用于轻型及站线；III类用于岔线。

各类木枕规格列于附录 1—4。

木枕失效的原因，主要是腐朽、机械磨损及裂缝。裂缝和机械磨损会促使木枕腐朽，腐朽也会加剧机械磨损和裂缝扩大。为此在延长木枕使用期限的措施中，应加以综合考虑。

防腐处理是延长木枕使用期限的主要措施，其目的是防止枕木内腐朽菌类的生长。一般是在防腐工厂将枕木中菌类赖以生殖的养料即有机汁液抽去，再压入足够的防腐剂如水溶性的氯化锌或氟化钠，油质的克鲁苏油等制成防腐枕木。其次是减轻机械磨损如扩大垫板面积，减小木枕表面的单位压力；在木枕上预钻道钉孔；垫板与木枕之间的连接应有单独的连

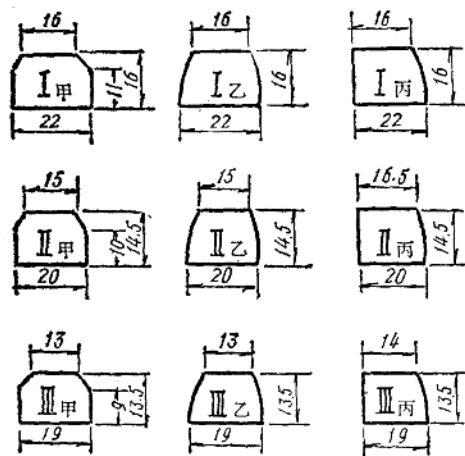


图 1—13

接零件，尽量减少垫板的振动；垫板与木枕间的空隙应添设防腐处理过的木垫板或经压制的沥青麻布，以防污物，水或砂侵入。严格控制防腐处理前的含水量，对防止木枕开裂有很大的作用。已形成的小裂缝，可先用防腐浆膏灌入并夹紧，再用铁线捆扎，将裂缝紧合。

在铺设木枕时，应成段将尺寸、强度及耐久性能相同的木枕铺在一起。接头处尽量选用尺寸标准、材质优良者。注意树心朝下，有圆角则大面朝下。

在养护维修时，轨底两侧各400mm范围内应加强捣固并合理抽换失效枕木。

## 2. 混凝土枕

混凝土枕的优点是料源丰富，能保证尺寸一律，轨道弹性均匀，重量大，道床阻力高，铺用于无缝线路时，尤能提高其横向稳定性，且不受气温、腐朽、虫蛀及失火的影响，使用期限长，故已广泛采用。我国从1957年起，即有计划地制造和铺设预应力混凝土枕。目前，我国设计生产有整体式先张法预应力钢弦和预应力高强钢筋混凝土枕。预应力钢弦混凝土枕采用直径3mm的高强碳素钢丝为配筋材料。其最新型号为79型和81型。图1—14为79型的外形尺寸和配筋，较过去生产的混凝土枕，已有很大的改进。

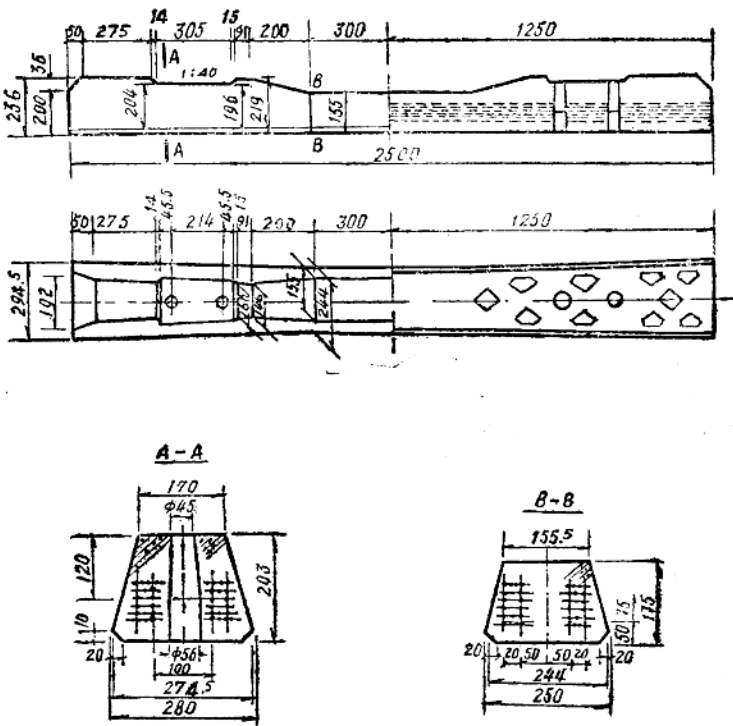


图 1—14

使用79型轨枕时，由于轨枕的刚性大，中间部分支承在道砟上，当承受压力时，中间部分会受到来自道床的支承反力而产生负弯矩，因此在铺设时一般将其中间60cm范围内的道床架空，使道床顶面低于枕底3cm。但是81型轨枕由于改用了高标号混凝土和高强度预应力钢筋，象筋81型采用了45Si<sub>2</sub>Cr10mm热处理钢筋作为预应力钢筋，并在枕两端增加了两个( $\phi 6A_3$ )箍筋，不但提高了轨下截面的承载能力，也提高了中间截面的承载能力，使轨枕在

铺设时中间不必再串空道碴。81型轨枕在外形上的改进是将69型轨枕端头的斜坡改为平头，中间截面高度由155mm改为175mm。

混凝土枕的弹性比木枕差，在同等荷载作用下，它所受的力要比木枕约大25%，冲击作用也较木枕为大，为提高轨道的弹性、减小振动力，使用中，要在钢轨底部加设弹性缓冲垫层。所以，临时便线，冻害、翻浆冒泥严重、路基不稳固地段，半径300m以下的曲线、明桥面及正线为砂道床地段，均不宜铺设混凝土枕。

混凝土枕铺设初期，一般道床不稳定，线路发生不均匀下沉，扣件易松动，方向难保持。这时线路应以捣固、紧扣件和拨方向为主，使线路尽快地稳定下来，然后再进行计划的维修和补修。

混凝土枕线路容易出现轨枕开裂、扣件松动、道床板结等病害。在钢轨接头处，这些病害尤为突出。为了防止和减少病害的发生，维修时应着重注意：

1) 混凝土枕的特点是重、硬、脆和刚度大。故在装卸和起道作业时，都应轻起轻放，防止轨枕碰裂；

2) 捣固作业要在轨枕承面全长范围内均匀捣固，使承面受力都一致，以免下沉不均。捣固质量的好坏，直接影响到轨枕的使用期限，如图1—15由于捣固不均，导致轨枕开裂的情况。其中图15—*a*)为钢轨内侧捣固硬，外侧捣固松软，或枕端因列车振动而松塌造成的轨枕上挠裂纹；图15—*b*)为捣固后中部未按规定串空，或压实后在轨枕两端出现下沉，造成中部受力过大，使轨枕产生的上挠裂纹；图15—*c*)为钢轨外侧捣固过硬，或内侧捣固长度不足，造成两枕端受力过大而中部出现下挠裂纹；

3) 清筛道床，防止轨下道床板结和翻浆冒泥，以提高轨道的弹性；

4) 经常拧紧扣件，保证扣件位置正确，顶严、扣压紧密，防止钢轨爬行。

宽轨枕为连续性轨下基础，是混凝土枕的另一种形式，因其比混凝土枕宽，故名宽轨枕，亦称为轨枕板，是继我国大量推广混凝土枕后新发展起来的轨道结构。它的优点有：

1) 支承面积大（宽度约为混凝土枕的一倍），道床所受应力小，变形小，能防止道床脏污，减少清筛次数；

2) 重量大，每块重约500kg，枕底摩擦力大，可提高轨道横向稳定性，如铺于无缝线路上，既能保持行车平稳，又可增加抵抗胀轨跑道的能力；

3) 维修工作量少而线路质量高（轨距、水平、方向变化小），一般比混凝土枕的维修工作量少1/2~2/3，且外表整齐美观；

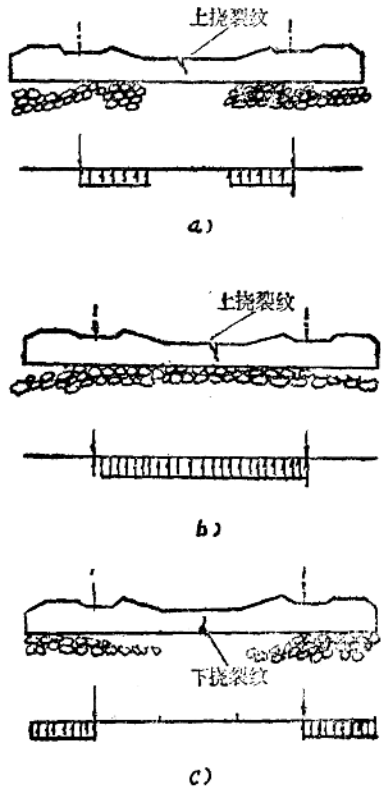


图 1—15

4) 在新线隧道内铺设时, 可比浇筑整体道床减少施工干扰和缩短工期。

图 1-16 为“筋-82”预应力钢筋混凝土宽轨枕的结构形式。外形尺寸长 2500mm, 宽 542mm, 轨下高 170mm, 中部高 155mm, 纵向配筋为重 8.2mm、 $\sigma_p=1500\text{MPa}$  的预应力钢筋 8 根。横向配筋为 3 号钢、直径 6mm 箍筋 10 根, 每块重量为 520kg。

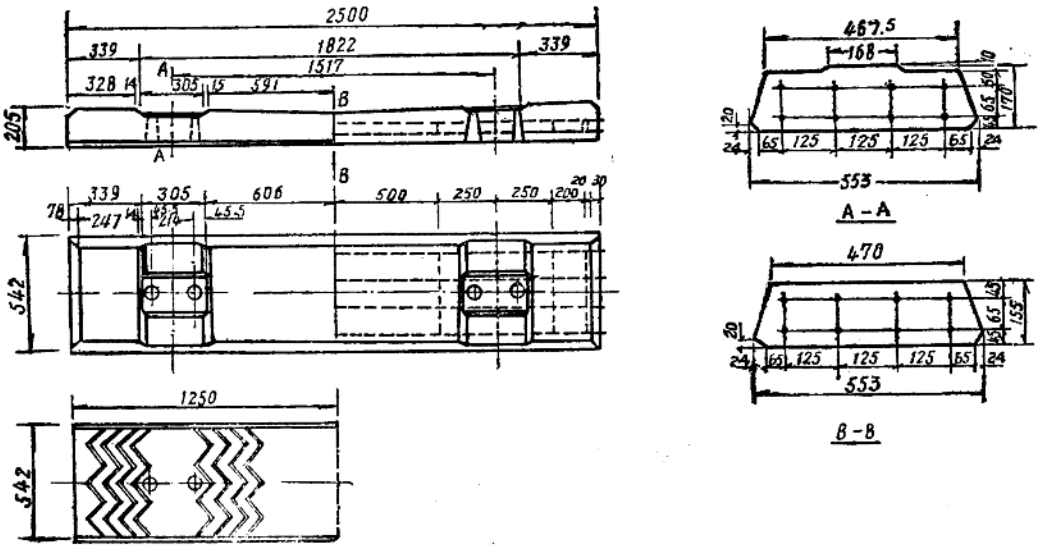


图 1-16

宽轨枕的制造工艺基本上与混凝土枕同, 只要更换钢模, 就能利用原有流水线进行宽轨枕的生产。由于宽轨枕系直接铺设在预先压实的道床上, 故应在灌注中严格控制其厚度, 以免因轨枕厚薄不一而给铺设带来困难。

宽轨枕需用扣压力较大且弹性好的扣件, 如  $\omega$  形扣件和厚度为 10mm 的橡胶垫板。

宽轨枕的铺设主要为密铺式。底宽 54.2cm, 每块间隔约为 2.6cm, 每公里铺 1760 根, 两相邻轨枕的中心距为 56.8cm。

宽轨枕的应用范围很广, 只要曲线半径不小于 400m, 路基坚实稳定、排水良好的线路都可铺设。铺设前, 也可先在铺轨基地将宽轨枕组装成轨排, 由铺轨列车运到工点, 用龙门架吊铺。不过, 由于轨排重量大, 12.5m 长的轨排需用 4 片龙门架, 25m 长的轨排需用 7 片龙门架同时作业。一般封锁 3 小时可换铺线路长 250~375m。

换铺前的道床需清筛洁净并经压实, 道碴质量应符合技术要求。在新线路堤地段铺设时, 路堤应进行充分压实, 以免换铺后路堤下沉量过大, 造成维修和养护困难。

为保持道床清洁, 在铺设三个月至一年, 轨道初步稳定后, 须将轨枕间的缝隙用沥青混凝土“合缝”。在隧道内应将宽轨枕端头与挡碴墙之间的道床面封填。

宽轨枕轨道的维修养护工作一般分为:

#### 1) 初期维修

新铺设的宽轨枕, 由于整平道床作业中的误差及轨枕厚度制造上的公差, 使轨面高低不平。维修时应以起道垫碴为主, 并进行拨正方向, 紧固扣件, 直至完全消除了铺设时的线路超限为止, 需时约三个月。

2) 巩固提高

经过初期维修的轨道，虽能消除线路超限，但还未达到良好状态而需继续巩固提高。这一时期的工作量虽然不大，但要求工作更加深入细致，主要是枕底垫砟与枕上垫木板相结合，并进行方向细拨及轨距细调，需时约1~2年。

3) 稳定阶段

由于道床已趋稳定，垫砟作业量少，仅需在枕上进行少量调整及扣件涂油防锈工作。

(三) 轨枕的配置

除宽轨枕外，每公里配置轨枕的根数与运营条件有关。轨枕密一些，则路基面、道床、钢轨和轨枕本身受力都会小一些，并使轨距、方向易于保持，这对高速行车的线路，尤其重要。但也不能过密，过密既不经济，且净距过小不易捣固，反而影响轨道质量。一般按《铁路工务规则》规定的轨枕铺设标准配置，如表1—2。但符合下列条件之一的正线轨道应予加强：

表 1—2

1. 曲线地段的木枕轨道半径 $\leq 800\text{m}$ ，混凝土枕轨道半径 $\leq 600\text{m}$ ；
2. 陡于12%的下坡制动地段；
3. 长度 $\geq 300\text{m}$ 的隧道。

钢轨类型 (公斤/米)	每公里轨枕根数
$\geq 60$	1840
$\geq 43$	1760~1840
$< 43$	1600~1760

加强办法是：混凝土枕加80根/km；木枕加160根/km。条件重合时只增加一次，但每公里最多铺设混凝土枕为1840根，木枕为1920根。

当每公里铺设的轨枕根数确定后，每节钢轨下轨枕的间距并不完全是平均分布而应进行配置计算，这是因为在普通轨道上，悬空式接头处轨枕的间距  $c$  要比钢轨中部轨枕的间距  $a$  为小，而  $a$  与  $c$  之间还有一个过渡的轨枕间距  $b$ 。一般  $a > b > c$ ，如图1—17所示。其值可按下列公式计算：

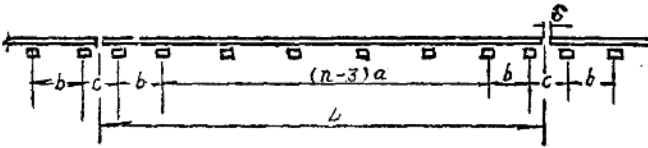


图 1—17

$$a = \frac{L - c - 2b}{n - 3} \tag{1-4}$$

式中  $b$  ——过渡间距，一般可假定  $b = \frac{a + c}{2}$ ；

$L$  ——每节钢轨连同个轨缝之长；

$c$  ——接头轨枕间距，我国规定：50kg/m钢轨木枕  $c$  取440mm；混凝土枕取520mm；43kg/m钢轨木枕  $c$  取500mm，混凝土枕取500mm；

$n$  ——每节钢轨下铺设轨枕根数。

将  $b = \frac{a + c}{2}$  代入式 (1—4) 可化简成

$$a = \frac{L - 2c}{n - 2} \tag{1-5}$$



最后将算出的  $a$  值进整为 5mm 的倍数，再代入式 1—4 反求  $b$  值，即

$$b = \frac{L - c - (n - 3)a}{2} \quad (1-6)$$

《铁路工务规则》规定的轨枕间距如表 1—3。

标准钢轨轨枕间距表

表 1—3

钢轨类型 (kg/m)	钢轨长度 (m)	每公里轨枕根数 (根)	每节钢轨下轨枕根数 (根)	c (mm)		b (mm)		a (mm)	
				混凝土枕	木枕	混凝土枕	木枕	混凝土枕	木枕
50	25	1600	40	520	440	589	537	630	635
		1680	42	520	440	544	487	600	605
		1760	44	520	440	559	497	570	575
		1840	46	520	440	527	459	545	550
		1920	48	—	440	—	472	—	525
	12.5	1600	20	520	440	597	594	635	640
		1680	21	520	440	549	544	605	610
		1760	22	520	440	532	524	575	580
		1840	23	520	440	544	534	545	550
		1920	24	—	440	—	469	—	530
43 或 38	25	1440	36	500	500	621	621	705	705
		1520	38	500	500	617	617	665	665
		1600	40	500	500	599	599	630	630
		1680	42	500	500	554	554	600	600
		1760	44	500	500	569	569	570	570
		1840	46	500	500	537	537	545	545
		1920	48	—	500	—	509	—	522
	12.5	1440	18	500	500	604	604	720	720
		1520	19	500	500	604	604	675	675
		1600	20	500	500	564	564	640	640
12.5	1680	21	500	500	559	559	605	605	
	1760	22	500	500	541	541	575	575	
	1840	23	500	500	504	504	550	550	
	1920	24	—	500	—	491	—	525	

对于无缝线路可按平均值配置轨枕间距。

此外，如为混凝土枕的轨道，在距木岔枕道岔，或无碴桥的挡碴墙和有护轮轨的有碴桥面两端，应各铺木枕15根（混凝土枕与木枕分界处如遇有钢轨接头，须保持木枕或混凝土枕延至钢轨接头外5根以上）作为过渡段，以保证轨道的弹性与上述处所的轨道结构弹性一致。

#### （四）中间连接

钢轨与轨枕之间的连接称为中间连接。所用扣件通称中间扣件，它应具有足够的强度、耐久性和弹性，使能长期地保证钢轨与轨枕连接的可靠性，阻止钢轨作相对于轨枕的纵横向移动，持久地保持其稳固位置，并能在动力作用下充分发挥其缓冲及减震性能，以减缓轨道残余变形积累的速度。扣件的构造应简单和易于安装及拆卸。

由于木枕和混凝土枕的材质不同，故与钢轨连接的形式和所用的扣件也不相同。目前，