

铁路职工岗位培训统编教材

线路工

(高级)

张正江 主编

铁道部工务局
铁道部教育司 审定

U216
015

铁路职工岗位培训统编教材

线 路 工

(高 级)

张正江 主编
张汉良 主审

中 国 铁 道 出 版 社

1999年·北 京

(京)新登字 063 号

图书在版编目(CIP)数据

线路工：高级/张正江主编. —北京：中国铁道出版社，
1999.2

铁路职工岗位培训统编教材

ISBN 7-113-01711-8

I. 线… II. 张… III. 铁路养护-技术培训-教材 IV.D
216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 01402 号

书 名：线路工 (高级)

著作责任者：张正江

出版·发行：中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策 划 编 辑：傅希刚

责 任 编 辑：傅希刚

封面设计：翟 达

印 刷：北京市燕山联营印刷厂

开 本：787 mm×1 092 mm 1/32 印张：8.625 字数：195 千

版 本：1994 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 3 次印刷

印 数：45 001~48 000 册

书 号：ISBN 7-113-01711-8/TU·366

定 价：14.20 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请与本社发行部调换。

前 言

“岗位培训是对从业人员按照岗位需要在一定政治、文化基础上进行的以提高政治思想,工作能力和生产技能为目的的定向培训。”

岗位培训的专业教材应具有针对性和实用性。针对性,就是要从岗位的实际需要出发,教材的内容应当包括岗位职责要求,技术装备现状和生产管理要求;实用性,就是从培训对象的实际出发,教材所给的知识含量是必备的,而且要体现以提高技能为中心。

为了给铁路运营系统主要工种的工人岗培提供一套适用性较好、可读性较强的教材,以进一步提高培训的质量和效益,更好地为铁路运输安全生产服务,根据铁道部教育司、劳资司教职[1991]38号文件精神,由铁道部各业务局和教育司共同牵头组织统编铁路运营系统工人岗位培训教材。

这套教材包括或覆盖铁路运输(车务、客运、货运、装卸)、机务、车辆、工务、电务部门的133个工种(职名),计划在“八五”期间基本完成。这次统编教材是以新颁《铁路工人技术标准》为依据,以专业知识为主要内容,本着针对性强、实用性好、

并突出技能训练的原则组织编写的。它既可以作为工人新职、转岗、晋升的规范化岗位培训教材,适用于各级职工学校、站段教育室教学,也可以作为适应性岗位培训的选学之用,还可以作为职工自学的课本,同时,每章后面列复习、思考、练习题,作为考工的参考题。总之,这套教材的出版,力图促进培训、考工一体化的目标得以逐步实现。

本书由张正江、沙秉武、初宝林、刘君等同志共同编写的。第一、二、三、七章由张正江编写,第四、六章由沙秉武编写,第五章由初宝林、刘君编写,张正江统稿并任主编,铁道部工务局张汉良任主审。在大纲论证和书稿定稿中,徐志康、王志军、蒋继成等同志做了许多有益的工作。书稿完成后,经1992年12月西宁定稿会议对其框架结构,初、中、高三本《线路工》教材的衔接及其相关章节“度”的把握上,与会专业人员进行了深入的探讨并提出若干修改意见,由作者进行了修正和调整。经铁道部工务局、教育司审定,作为全路运营系统线路工的培训、考核依据。

铁道部工务局

铁道部教育司

一九九三年九月

目 录

第一章 轨道结构	(1)
第一节 轨道结构及其作用	(1)
第二节 轨道的种类及铺设标准	(8)
第三节 钢轨伤损分类及检测	(13)
第四节 轨道加强	(16)
第五节 新建改建线路的验收标准	(18)
第二章 无缝线路	(32)
第一节 无缝线路的种类及特点	(32)
第二节 无缝线路基本原理	(34)
第三节 无缝线路应力放散	(43)
第三章 曲 线	(50)
第一节 曲线超高的计算	(50)
第二节 曲线轨距加宽原理	(57)
第三节 曲线缩短轨配置及成段更换钢轨 ...	(61)
第四节 曲线拨道计算	(68)
第五节 竖曲线的设置及计算	(98)
第四章 道 岔	(117)
第一节 影响道岔通过速度的因素	(117)
第二节 道岔导曲线支距计算	(126)
第三节 道岔设置与更换	(129)
第四节 道岔加强	(141)
第五章 路 基	(145)

第一节	路基土壤分类及特征	(145)
第二节	路基防护设备	(156)
第三节	路基验收标准	(176)
第六章	测量基本知识	(197)
第一节	水准测量	(197)
第二节	线路中线测量	(210)
第三节	道岔铺设施工放样	(227)
第七章	全面质量管理	(233)
第一节	方针目标管理和质量保证体系	(233)
第二节	网络计划技术	(249)
第三节	安全系统工程	(256)

第一章 轨道结构

铁道线路由路基、桥隧建筑物和铁路轨道所组成。它是一个由不同材料组成的整体工程结构，共同一致地发挥其功用，任何一个组成部分的改变或损坏，都会影响线路的整体功能。铁路轨道是处在极复杂条件下的轨道结构。铁路轨道由钢轨、轨枕、联结零件、道床、防爬设备及道岔等主要部件组成。它的作用是引导机车车辆运行，直接承受由车轮传来的巨大压力，并把它传布给路基或桥隧建筑物。轨道必须坚固稳定，并具有正确的几何形位，就是轨道各部分应有正确的几何形状、相对位置和基本尺寸，以确保机车车辆的安全运行。

第一节 轨道结构及其作用

一、钢轨的作用

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车轮前进，承受车轮的巨大压力，并传递到轨枕上。钢轨必须为车轮提供连续、平顺和阻力最小的滚动表面。在电气化铁道或自动闭塞区段，钢轨还可兼供轨道电路使用。

钢轨的工作条件十分复杂。车轮施加于钢轨上的作用力，其大小、方向和位置都具有很大的随机性。这些都和机车车辆与轨道的相互作用有关。除轮载外，气候及其它因素对钢轨受力也有影响，特别是在无缝线路上，轨温的变化可以使钢轨内部产生很大的温度力。

钢轨是作为一根支承在连续弹性基础或点支承上的无限长梁进行工作的。它主要承受轮载作用下的弯曲应力，也必须

有能力承担轮轨接触点上的接触应力,以及轨腰与轨头或轨底连接处可能产生的局部应力和温度变化作用下的温度应力。在轮载和温度力的作用下,钢轨产生压缩、伸长、弯曲、扭转、压溃、磨耗等复杂的变形。

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、韧性和耐磨性能。

机车牵引列车前进,依靠其动轮与钢轨顶面间的摩擦,这就要求钢轨顶面相当粗糙,使车轮与钢轨间产生足够的摩擦力。但对车辆来说,摩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,以提高机车动轮与钢轨间的粘着力。

钢轨受车轮压力,会发生挠曲。为抵抗轮载作用下的弹性弯曲,钢轨本身须有相当刚度。但由于钢轨所受的力并非静压力,而是冲击动力,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耗太快,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,又要求钢轨具有一定的韧性。

钢轨所受的力,除竖直力外,尚有水平力;除弯曲力外,尚有扭转力。这些力还随时变动,情况非常复杂。为此,要求改进钢轨材质,改善钢轨断面,加强和改进轨道结构,提高线路养护维修质量,以延长钢轨的使用寿命。

二、轨枕的作用

轨枕的主要功能是固定钢轨的位置,支承钢轨,承受自钢轨通过中间联结零件传来的竖直力和横向水平力,并把力分布于道床,保持钢轨的方向和轨距。所以轨枕应能持久可靠地保持轨道的几何形位,具有足够的强度、一定的弹性和耐久性,不会因列车的作用而发生纵横向移动。

轨枕种类,按其构造及铺设方法分为横向轨枕、纵向轨枕及短枕等。横向轨枕与钢轨垂直间隔铺设,是一种最常用的轨枕。纵向轨枕一般仅用于特殊需要的地段。短枕是在左右两股钢轨下分开铺设的轨枕,常用于混凝土整体道床。轨枕按其使用目的分为用于一般区间的普通轨枕,用于钢轨接头部分的接头轨枕,用于无碴桥梁上的桥枕,以及用于道岔部分的岔枕。轨枕按其制造材料可分为木枕、混凝土枕和钢枕。

混凝土轨枕和木枕相比,具有重量、硬度、脆性大和寿命长的特点。各类型混凝土枕应按适用范围使用。比如 S—1 型轨枕是按 21t 轴重和 85km/h 速度设计的,不适用于运量大、速度高的区段,否则大量裂损是不可避免的。

各类混凝土枕的截面,采用上窄下宽的梯形,是为了增加轨枕的支承面积和能在轨枕下部配置较多的钢筋以抵抗正弯矩。在轨枕的中间部分长度为 600mm 范围内,采用相同的枕底宽度,600mm 范围外至枕端逐渐增加枕底宽度,并在枕底做出一些凹槽,以提高道床阻力。轨枕的厚度在全长范围内并不一致,承轨槽部分厚,中间部分薄。在轨枕内采取全长直线配筋,并利用钢筋对混凝土施加预应力,以提高混凝土枕的抗裂性能。

三、道岔的作用

道岔是使机车车辆由一条线路转往另一条线路的设备。道岔的结构复杂,零件较多,是线路上部建筑的薄弱环节之一。道岔种类很多,大量采用的是单式普通道岔。它的结构简单,对掌握其他类型的道岔以及线路连接与交叉的一般规律,具有代表性。

普通道岔由转辙器、辙叉与护轨以及连接部分组成。转辙器是由两根基本轨、两根尖轨、各种联结零件以及转辙机械等组成的。转辙器是引导机车车辆行驶方向的设备。承受来自机车车辆的竖直压力,并传于岔枕;承受来自机车车辆的水平压力;引导列车车轮运行。

辙叉设置于道岔的直股钢轨和曲股钢轨的相交处。辙叉由辙叉心和翼轨组成。两翼轨作用边的最窄距离称为咽喉,从咽喉至实际尖端之间空隙称为有害空间。列车通过有害空间时,引导车轮方向主要依靠护轨。护轨的作用是迫使车轮轮缘在护轨轮缘槽内通过,控制对侧的车轮轮缘不致碰撞辙叉尖或进入异股,保证查照间隔应有的尺寸。

道岔连接部分是将转辙器和辙叉连接起来的设备。连接部分的钢轨尺寸及配置主要是根据绝缘接头的位置以及满足钢轨接头对接的要求考虑的。连接部分的曲股称为导曲线,导曲线上股作用边到直股上股作用边的垂直距离称为导曲线支距,不同道岔有不同支距,正确的支距反映导曲线正确的圆度。

导曲线上无超高,在离心力的作用下,不可避免地出现里股高于外股的情况,因此可根据实际需要决定,在导曲线上设置适量超高。考虑到尖轨跟部高于基本轨 6mm 的条件,故规定对导曲线可根据需要设置 6mm 的超高。即将高度为 6mm

的顺坡,由导曲线前部转移至导曲线后部。

四、联结零件的作用

联结零件是联结钢轨或联结钢轨和轨枕的部件。其作用是长期有效地保证钢轨与钢轨或钢轨与轨枕间的可靠联结,尽可能地保持钢轨的连续性与整体性,阻止钢轨相对于轨枕的纵横向移动,确保轨距正常,并在机车车辆的动力作用下,充分发挥缓冲减振性能,延缓线路残余变形的积累。

钢轨联结可分为接头联结和中间联结两种。接头联结为在钢轨接头处钢轨和钢轨的联结,其目的在于保证钢轨在接头范围与完整的钢轨一样承受弯矩和横向力,同时也使轨端能因温度升降而伸缩时作纵向移动。中间联结为钢轨和轨枕的扣紧,其目的在于保证钢轨在轨枕上的稳定位置,阻止钢轨的倾复和纵横向移动。

在轨道整体结构中,接头夹板是主要联结零件,对保持轨道的整体性起重要作用。用接头夹板和接头螺栓将钢轨联结起来,使接头部位同其他部位一样承受弯矩和横向力。并利用夹板和钢轨之间的摩阻力,限制钢轨一定的伸缩量,将轨缝控制在一定的限度内。

我国现行标准采用双头夹板,全长断面一致,用优质钢轧制,并经过热处理,具有较高的强度。在旧型夹板中,有平直夹板和鱼尾型夹板。接头夹板的构造强度,与钢轨相比仍较低,在机车车辆荷载反复作用下,易在弯矩最大的中央部位产生裂纹。

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。接头螺栓对保持钢轨接头的整体性和强度,保证轨缝的应有尺寸和均匀,起着十分重要的作用。每个接头螺栓均应达到和保持规定的扭矩值。

中间联结零件,通称扣件,利用扣件将钢轨扣紧于轨枕上。在木枕线路上,通常安设五孔双肩铁垫板,利用道钉与木枕扣紧。外侧道钉主要是抵抗水平力,阻止挤大轨距。内侧道钉主要是抵抗拔力,防止钢轨向外倾斜轨距扩大,并阻止轨距缩小。在半径较小的曲线上,行车时横向力较大,为防止钢轨向外倾斜,需增加道钉的抗拔力,所以内侧加钉一个道钉。铁垫板与木枕的联结道钉,主要作用是固定铁垫板位置,防止铁垫板移动和歪斜,并避免行车时铁垫板跳动,加剧木枕机械磨损。

我国铁路目前使用的混凝土枕扣件,主要有弹条 I 型扣件、70 型扣板式扣件和 67 型拱型弹片扣件。其中 67 型拱型弹片扣件,因扣压能力差已停止发展,既有者仍可继续使用。弹条 I 型扣件的弹性好,扣压力损失率小,联结比较牢固,一般使用于 60kg/m 及以上钢轨和 50kg/m 正线钢轨。70 型扣板式扣件,虽初始扣压力较高,但在荷载作用下扣压力损失率较大,主要适用于 43kg/m 钢轨。

混凝土枕扣件由一根螺旋道钉及其他配件组成为一组,在一组扣件里的各个配件都应保持良好状态,任何一个配件不良都影响到整组扣件的作用。在各种扣件中,螺旋道钉均不直接承受横向水平力。水平力主要由挡板座、铁座等传递到混凝土枕的挡肩上。弹条 I 型扣件挡板座的宽度大,适用于直线及曲线。70 型扣板式扣件有普通铁座和加宽铁座两种,加宽铁座适用于较小半径曲线两股钢轨的外侧,以防止混凝土枕挡肩破损。大胶垫对保持轨道弹性有很重要的作用,厚度不足或损坏必然降低弹性,应结合综合维修及经常保养有计划地更换。

五、道床的作用

道床为轨枕的基础,其主要功用归纳起来有以下几点:

一是将列车荷载以大幅度减小了的单位压力均布于路基面上,起着保护路基的作用。

二是提供抵抗轨排纵横向位移的阻力,保持轨道的正确几何形位,这对无缝线路尤为重要。

三是由于道床材料的可透水性和道床断面便于排水的特点,提供了良好的排水性能。这对减轻轨道的冻害和提高路基的承载能力非常重要。

四是道碴具有缓冲和减振的弹性特征。这是因为道碴承受施加于其上的荷载时,原来嵌合在一起的粒状颗粒能作少量的移动,从而提供了一定的弹性。

五是便于轨道养护维修作业。轨道不平顺可以通过捣固枕下道碴加以找平,轨道方向错乱可以通过拨道予以调整。

从轨枕传到道床上的压力是不均匀的。沿轨枕方向,钢轨下压力大,轨枕中部和两端压力小。沿线路方向,轨枕中线下压力最大,轨枕边缘下压力几乎等于零。越向下,道床传至路基面的压力越均匀,单位面积压力值也越小。道床中的压力分布,与道碴颗粒的形状和道碴表面的粗糙度有关。为此,保持道床一定厚度,使路基承受比较小而均匀的压力是必要的。

铁路碎石道碴技术条件规定的级配,不仅可以更好地控制道碴产品的颗粒组成,而且因为宽级配道碴具有抗剪强度高、振动密实性好、颗粒粉化慢等优点,在道碴的生产和使用方面将会带来较好的经济效益。对一级道碴首先应集中使用到繁忙干线上,以尽量改善干线的道床状态,减少维修工作量。并应积极鼓励开发一级道碴,逐步实现全路道碴材质的普遍提高。

道床的稳定性、弹性和排水性能,对轨道技术状态的好坏,各零部件使用寿命的长短,以及养护维修工作量的大小,在很大程度上起决定作用。因此,要注意做好道床的养护维修,有计划地清筛道床和补充道碴,经常保持道床应有的横断面、一定的弹性和排水性能。同时,道床还应经常保持均匀和整齐,并与平整的路肩相配合,使整个线路具有良好的外观。

第二节 轨道的种类及铺设标准

一、轨道的分类

根据《中华人民共和国铁路法》的规定,把全国所有铁路分为国家铁路、地方铁路、专用铁路和铁路专用线。国家铁路就是铁道部管理的铁路,在铁道部管理的铁路中,绝大多数是1435mm标准轨距铁路,在我国边境地区,有少部分非标准轨距的国家铁路,如600mm、1000mm和1520mm等,仅占国家铁路的1%左右。

轨道类型的划分有两种方法,一是按铁路等级划分,另一是按运营条件划分。按铁路等级划分的轨道类型要求同一级的铁路,必需采用同一种类型的轨道。但实际上,同属一个等级的铁路,由于近期运量及其增长速度不同,因而会造成轨道使用的不合理。

按运营条件划分轨道类型,可以同一级的线路,采用不同类型的轨道。同样,不同等级的线路,也可以采用同一类型的轨道。俾使轨道类型与运营条件相适应。按运营条件将轨道类型划分为特重型、重型、次重型、中型和轻型五种。

轨道各组成部件均产生应力和变形。不同的轨道构造其各部件的应力和变形有很大的差异。为使各部件不超过本身容许值,必须确定各类型轨道的钢轨重量、轨枕配置根数及道床厚度等铺设标准,以保证各类型轨道在规定的运营条件下,

具有足够的强度和稳定性。

在轨道构造中,钢轨是最主要的部件。在划分轨道类型时,首先要根据运营条件选定钢轨重量,然后确定相应的轨枕配置根数、道床材料和断面尺寸,使结构各组成部分互相配套,充分发挥各自的性能。选定钢轨重量的主要因素是运量和行车速度、最大轴重、合理的大修换轨周期和养护维修工作量。

轨枕配置标准应与运营条件相适应,并与轨道各部件综合考虑,合理配套,以求在最经济的条件下,保证轨道具有足够的强度和稳定性。

道床应有足够的厚度,使由钢轨、轨枕传下来的车轮压力经过道床的扩散而大大减小,以使在列车重复荷载作用下,所产生的道床下沉,道碴和路基面应力均不超过容许值,以保证轨道不发生永久变形。所以在确定道床的厚度时,必须考虑机车车辆荷载的大小,钢轨、轨枕的类型,轨枕间距,道碴的粒径和级配对压力传递的特征,以及路基面的容许承载能力。

二、轨道等级与通过运量的关系

根据《铁路技术管理规程》的规定,铁路线路分为正线、站线、段管线、岔线及特别用途线。正线是指连接车站并贯穿或直股伸入车站的线路。站线是指到发线、调车线、牵出线、货物线及站内指定用途的其他线路。段管线是指机务、车辆、工务、电务等段专用并由其管理的线路。岔线是指在区间或站内接轨,通向路内外单位的专用线路。特别用途线是指安全线和避难线。

新建和改建铁路或区段,应根据其在铁路网中的作用、性质和远期客货运量确定。铁路等级划分为三级:

I 级铁路,铁路网中起骨干作用的铁路,远期年客货运量

大于或等于 15Mt 者。

Ⅰ级铁路,铁路网中起骨干作用的铁路,远期年客货运量小于 15Mt;或铁路网中起联络、辅助作用的铁路,远期年客货运量大于或等于 7.5Mt 者。

Ⅱ级铁路,为某一区域服务具有地区运输性质的铁路,远期年客货运量小于 7.5Mt 者。

年货运量为重车方向,每对旅客列车上下行各按 0.7Mt 年货运量折算。各级铁路旅客列车最高行车速度,应符合规定,Ⅰ级铁路为 120km/h,Ⅱ级铁路为 100km/h,Ⅲ级铁路为 80km/h。

线路平面的最小曲线半径,应根据铁路等级并结合行车速度和地形等条件比选确定,其数值不得小于表 1-1 的规定。

最小曲线半径(m)

表 1-1

铁 路 等 级	一 般 地 段	困 难 地 段
Ⅰ	1000	400
Ⅱ	800	350
Ⅲ	600	300

以货运为主的Ⅰ级铁路,一般地段的最小曲线半径可采用 800m。特殊困难条件下的个别曲线,经技术经济比选和鉴定审批,可采用小于表 1-1 规定的最小曲线半径,但Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级铁路分别不应小于 350m、300m、250m。改建既有线或增建第二线时,最小曲线半径应结合既有线标准比选确定。困难条件下,对按上述标准改建将引起巨大工程的个别小半径曲线可予保留。

线路的限制坡度应根据铁路等级、地形条件、牵引种类和