

主 编 黄守刚

副主编 宋 剑 赵德宽 王 俊

铁路与 城市轨道工务

TIELU YU CHENGSHI GUIDAO GONGWU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

铁路与城市轨道工务

主 编 黄守刚
副主编 宋 剑 赵德宽 王 俊
主 审 王明生 牛学勤



机械工业出版社

随着中国经济的不断强大,交通基础设施建设不断加快,铁路及城市轨道交通进入了大发展阶段,伴随铁路第六次大提速的实施,动车组的开行,高速铁路网的形成及城际铁路的修建,运输技术装备、运输生产布局、运输组织方式、经营管理模式、运输安全管理水平及旅客舒适度等都发生着一系列深刻的变化,新理念、新技术、新装备得到广泛运用。本书追踪我国铁路发展前沿,充分吸收新知识、新技术,对铁路与城市轨道交通由浅入深地展开介绍,既注重技术,又注重理论与实践的充分结合。

全书共分九章:第一章 工务组织机构与修程修制;第二章 工务检查与检测技术;第三章 轨道养护维修与管理;第四章 线下工程养护维修与管理;第五章 高速铁路轨道修理;第六章 工务技术与生产管理;第七章 工务安全管理;第八章 防灾减灾与应急处理;第九章 工务信息化管理。

本书可作为高等学校本科、专科教材,也可供从事铁路与城市轨道交通工务工作的技术人员和管理人员作参考和职业技术培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路与城市轨道交通工务/黄守刚主编. —北京:机械工业出版社,
2010.6

ISBN 978-7-111-30554-5

I. ①铁… II. ①黄… III. ①铁路工程②城市铁路-铁路工程
IV. ①U2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第079255号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:薛俊高 责任编辑:薛俊高

版式设计:张世珍 责任校对:任秀丽

封面设计:路恩中 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2010年6月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张·402千字

标准书号:ISBN 978-7-111-30554-5

定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

我国铁路正处于大发展阶段，随着高速铁路网的形成，铁路技术装备、运输生产布局、运输组织方式、经营管理模式、运输安全管理水平等都发生着一系列深刻变化，新理念、新技术、新装备得到广泛运用。另一方面，我国城市化进程的加快，使铁路轨道交通的作用愈发突出。到目前为止，已有北京、上海、广州、南京、武汉等 10 多个城市建成轨道交通线路并投入运营，此外，沈阳、成都、南京、武汉、西安等城市轨道交通线路也即将投入运营。高速铁路与城市轨道交通线路的大量建成运营，必然需要大批高素质的管理养护人才。

本书追踪我国铁路与城市轨道交通发展前沿，在传承传统技术的基础上，着重阐述铁路与城市轨道工务先进技术与管理方法。本书配有大量图表，其目的是化繁为简，让读者以直观的方式了解复杂的工务工程与管理工作，使其能系统地掌握铁路与城市轨道工务的基本知识和先进的管理理论。

本书编写分工如下：第一章，第二章，第三章第一节、第二节，第六章第一节，第七章第三节～第七节由石家庄铁道大学黄守刚编写；第三章第三节～第六节、第六章第二节、第四节由朔黄铁路发展有限责任公司赵德宽编写；第四章第一节～第三节由石家庄铁道大学张慧丽编写；第四章第四节、第五节由石家庄铁道大学温少芳编写；第五章由铁道部工程管理中心宋剑编写；第六章第三节、第七章第一节、第二节，第九章由神华集团神朔铁路分公司王俊编写；第八章第一节由郑州铁路局郑州工务段张申洁编写；第八章第二节～第四节由石家庄铁道大学四方学院程素丽编写；第八章第五节、第六节由石家庄铁道大学康拥政编写。

全书由黄守刚、宋剑统稿。本书在编写过程中，得到了北京铁路局衡水工务段陈文帅、上海铁路局新长工务段黄福林、北京铁路局丰台工务段周亮、胡伟松、神华集团神朔铁路分公司工务段刘党军、北京铁路局石家庄工务段李志军的大力支持。石家庄铁道大学赵慧丽、张晓东、吕希奎、王建西、刘博航、王兴举、王志臣、孙海龙、陈队永、刘润芬、王丽娟、周小平、闫小勇、吴景龙、姚胜永、王扬参与了书稿的讨论和编校等工作。在此一并表示诚挚的谢意。

在撰写本书的过程中，参考了大量国内外文献和资料。由于所参考的文献和资料较多，只能将主要的文献列于书后。在此谨向所有文献和资料的作者表示衷心感谢和敬意。

限于时间和编者的水平，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 工务组织机构与修程修制	1
第一节 工务养护管理工作概述	1
第二节 工务系统的组织机构及其职能	3
第三节 国内外铁路工务修程修制	4
第二章 工务检查与检测技术	10
第一节 轨道部件常见病害与状态检测	10
第二节 轨道质量动态检测	23
第三节 轨道质量静态检测	35
第四节 无缝线路检测	41
第五节 路基基床病害调查与检测	44
第六节 新建线路竣工验收交接	51
第三章 轨道养护维修与管理	54
第一节 轨道不平顺	54
第二节 线路养护维修技术	59
第三节 无缝线路维修与管理	79
第四节 道岔维修	86
第五节 曲线养护	105
第六节 线路大修设计	109
第四章 线下工程养护维修与管理	112
第一节 路基养护维修与管理	112
第二节 桥梁养护维修与管理	120
第三节 隧道常见病害及维修方法	123
第四节 涵渠养护作业	127
第五节 城市轨道交通线路结构维护 与管理	129
第五章 高速铁路轨道修理	133
第一节 高速铁路轨道结构	133
第二节 国外高速铁路轨道管理	139
第三节 我国高速铁路不平顺管理	141
第四节 CPⅢ轨道控制网与无砟轨道 精调设备	146
第五节 高速铁路变形观测	151

第六节 扣件系统调整轨道几何形位	152
第七节 无砟轨道修理作业	165
第八节 无砟道岔修理技术	171
第九节 既有线提速 200 ~ 250km/h 线路 轨道管理	174
第六章 工务技术与生产管理	177
第一节 工务技术管理	177
第二节 线路质量评定	186
第三节 班组生产劳动管理	190
第四节 规范化管理	195
第七章 工务安全管理	198
第一节 概述	198
第二节 施工防护	200
第三节 人身安全及伤亡事故预防	205
第四节 工务设备安全	206
第五节 工务安全现代化管理	207
第六节 城市轨道交通安全风险管控	211
第七节 工务安全五字诀	218
第八章 防灾减灾与应急处理	223
第一节 防洪管理	223
第二节 地质灾害防治	227
第三节 风沙灾害防治	233
第四节 地震灾害减灾	235
第五节 冰雪灾害应急管理	236
第六节 桥涵防凌	239
第九章 工务信息化管理	241
第一节 工务信息化管理技术	241
第二节 信息化管理的主要内容及功能 要求	245
第三节 工务信息化管理系统应用概况	249
第四节 高速铁路防灾监控系统	253
参考文献	256

第一章 工务组织机构与修程修制

第一节 工务养护管理工作概述

铁路设备结构复杂、技术性强、修建困难、造价较高，而且常年暴露在大自然中，在风雨冻融和列车荷载的作用下（图 1-1），轨道几何形位不断变化，路基及道床不断变形，钢轨、联结零件及轨枕不断磨损导致其技术状态不断变化。为保证铁路线路质量状态良好，使列车能够按规定速度安全、平稳、不间断运行并延长线路各部分的使用寿命而进行的各项工务养护作业统称为工务养护，也称为养路。

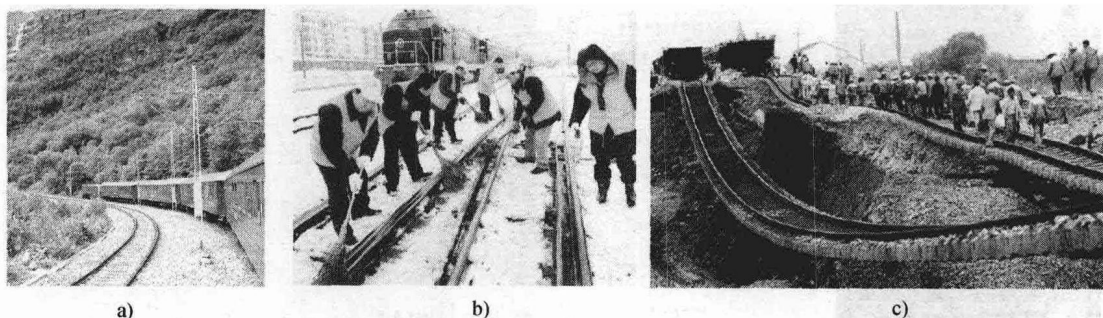


图 1-1 铁路线路设备裸露大自然

a) 裸露在大自然 b) 雪中铁路 c) 路基下沉

工务养护的基本任务是：以铁路运输为中心，在技术上，最大可能地减小永久变形的积累，经常保持线桥设备状态的均衡完好，保证列车能按规定的最高容许速度，安全平稳和不间断地运行；在经济上，以最少的人力、物力和财力获得最佳的经济效益，最大限度地延长大中维修周期和设备使用寿命。工务养护工作必须以“保证行车安全”为主要目标，遵循“设备质量保安全”的指导思想，达到每座设备“基础牢固，结构良好，状态均衡，设备改善，保证安全”，同时还要增强抗洪、抗震能力，充分发挥使用效能。

由于铁路的特殊性，工务养护工作具有如下特点：

(1) 减少消耗，降低成本，最大限度地延长线桥设备使用寿命，这是工务养护的主要职责。

(2) 线桥隧设备是固定的，既无大量备用，也不可能撤离行车现场，必须边使用边检修并确保列车安全运行。

(3) 线桥设备分布在沿线，工务养护工作线长点多、露天作业，必须冒着风霜雪雨、严寒酷暑，必要时还需与自然灾害作艰巨的斗争，工作条件十分艰苦。

(4) 在服务于运输的前提下，利用有限的预留施工天窗点完成养护维修作业，及时恢复运输条件。

(5) 必须提报养护维修作业计划，经运输部门批准后，方可实施维修作业。

工务养护要满足铁路运输发展和行车安全的需要,而大部分施工作业是在行车条件下对既有设备进行拆除、恢复或修理更换。因此,工务养护必须讲求科学合理、安全可靠,在作业手段、管理水平等方面应遵循以下主要原则:

(1) 全面贯彻落实铁道部及各铁路局相关的维修与安全措施,结合实际需要和具体条件,制订工务养护维修工作规划目标。

(2) 严格执行各种大修维修规则规定的技术条件、技术标准、设备检查和管理制度等要求,同时还应遵照铁道部颁布的《铁路技术管理规程》(目前为2007年版,图1-2a所示,以下简称《技规》)、《铁路线路修理规则》(目前为2006年版,图1-2b所示,以下简称《修规》)、《铁路桥隧建筑物大修维修规则》(目前为2000年版,图1-2c所示,以下简称《桥隧大维规》)、《铁路工务安全规则》(目前为2006年版,图1-2d所示,以下简称《安规》)、《既有线提速200~250km/h线桥设备维修规则》(目前为2007年版,图1-3)等其他有关规章、规范、标准的规定,并将它们作为工务养护维修的基本法则。

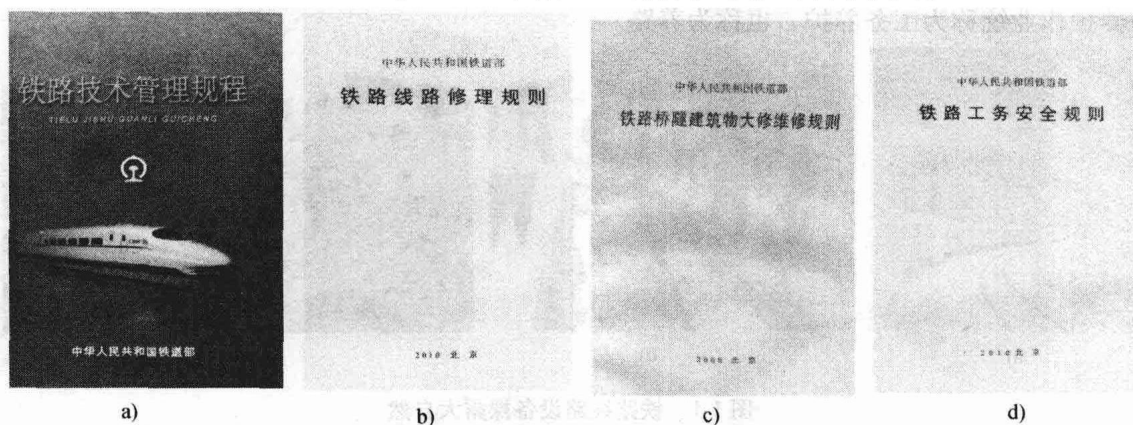


图1-2 与工务有关的部分规范

a) 技规 b) 修规 c) 桥隧大维规 d) 安规

(3) 工务养护工作应根据铁路运输的需要和设备技术状态,按照“预防为主,预防与整治相结合”的原则,有计划地整治重大病害,加固改造设备,防止病害发生和发展,及时消除危及行车安全的处所,保持工务设备经常处于均衡完好的状态,提高整体结构强度。

(4) 工务养护工作业,应特别注意行车和人身安全,正确处理施工与运输的关系,在保证安全和质量的前提下,尽量减少中断行车和限制行车速度的时间。

(5) 积极依靠科技进步,全面实行现代化管理,大力发展机械化,不断提高工作效率和经济效益,逐步实现结构现代化和管理科学化。

工务管理的内容包括全面质量管理、技术管理、安全生产管理、财务管理、物资管理、旧轨料管理、养路机械设备管理和工区班组管理等。随着管理现代化的逐步发展

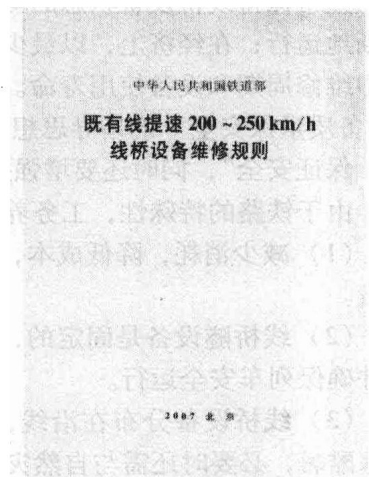


图1-3 既有线提速200~250km/h线桥设备维修规则

和完善以及全面质量管理的开展,工务质量管理的重点已从“事后检查”转移到“事前预防”上来,并尽可能地使组织管理、专业技术和数理统计方法有机地结合,尤其是工务信息系统的建设与推广,全面提高了工务管理的水平。

第二节 工务系统的组织机构及其职能

一、组织机构

铁路机构主要包括运输、机务、工务、电务、车辆五大业务系统。其中,工务系统是铁路运输的一个子系统。线桥设备(包括轨道、路基、桥梁、隧道、涵渠等)既是铁路运输从事物质生产的“劳动资料(工具)”,又是工务系统的“劳动对象”。铁道部运输局设基础部,各铁路局设工务处对工务进行管理;直接从事工务设备养护维修工作的是工务段、工电大修段、客专维修基地、领工区、工区。我国现行铁路工务系统组织机构如图 1-4 所示。

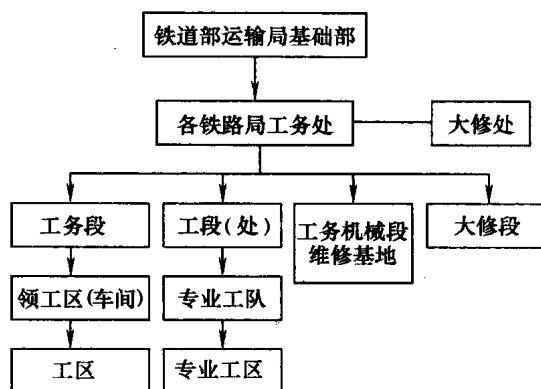


图 1-4 工务组织机构

二、各级机构的职能

1. 运输局基础部

1998 年铁道部机构改革,在运输指挥中心(运输局)单独成立基础部,具体参见图 1-5。

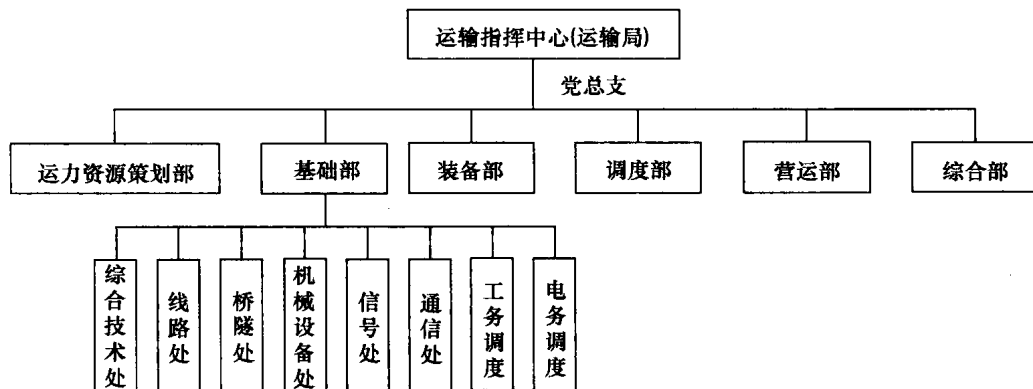


图 1-5 运输局基础部

运输局基础部主要负责提出线路、路基、桥隧、专用通信、信号等基础设备及养护手段现代化发展战略、规划意见,承担拟定铁路主要技术政策、技术标准、技术管理规程的有关工作,提出工务、信号修理制度和生产布局调整方案;拟定设备修理技术标准和维护管理办法,并监督实施;承担铁路设计、施工、验收规范拟定和铁路基本建设大中型项目设计文件审查及竣工验收的有关工作,等。

2. 工务处

工务处是铁路局工务系统业务主管部门,内设线路、桥隧、综合、安全道口、施工技术等多个科室,主要负责全局线桥设备大维修计划的编制,线桥规章及标准制定和落实,大修施工质量监察及工程验收、防洪、林业绿化以及工务设备等其他日常管理工作。

铁路设备的日常检查与保养由工务段完成,为了保证线、桥设备大修工作的顺利进行,铁路局还成立线路工程(大修)段、桥隧工程(大修)段。为了保证特大桥的维修保养,可设桥工处(段)或管理处。另外,铁路局还设有轨检车(检查线路设备病害,指导线路维修工作的专用车)、桥梁鉴定队、工务勘测设计所、大修设计组、轨道车和钢轨探伤组、机械化养路段、长轨段、石场、林业管理所、工务设备修理厂等机构负责专项工作。工务处是以上单位的归口管理部门。

3. 工务段

工务段是工务部门的基层生产单位,其主要任务是经常保持线桥设备处于完整和良好状态,保证铁路运输的安全畅通。因此,工务段的主要职责是切实掌握线桥设备的变化规律,制定有效的改善措施,安排好整治病害、综合维修和紧急养护。同时按计划完成规定的线路中修和大修任务,以改善和提高线桥设备状态,保持设备质量的均衡良好。

随着铁路的全面提速和管理体制的改革,线路修理将逐步实行养、修分开,工务段主要负责线路的检查、保养和临修,线路大、中、维修由路局工务处安排,施工由养路机械段承担。

工务段根据设备情况和管理方式,一般在段机关设技术(或分别设线路、桥隧、路基、道口)、计财、材料、人劳、安全(或调度)、教育、基建、保卫等业务科室,并设有企业管理办公室或行政办公室、党务办公室、工会等行政、党群科室。此外工务段内还设有机修车间,以修理钢轨联结零件、道岔部件、维修工具和养路机具等;同时还设有物资仓库,分别储存线路配件、机电、五金、木材、杂品、低值易耗品等,并有危险品库,专门储存油脂和其他危险品。必要时,还设有修旧利废仓库。

4. 领工区和工区

工务段下设的养护维修机构有:线路领工区、桥梁领工区、综合领工区、探伤领工区(部分铁路局已将领工区改称为车间),每一线路领工区下设若干个工区(部分铁路局已将工区改称为班组)或机械化维修工队,分别负责管辖范围内的线路维修检查、保养工作;桥梁领工区下设若干个桥梁工区;对有人看守道口数量较多且比较集中的地区,设道口领工区或设由养路领工区管辖的道口工区;探伤领工区下设探伤工区;对专业性较强且工作量较大的工作,应设由工务段直接领导的专业工队;对有大隧道和隧道较多的工务段,还应设置隧道通风和照明工区;山区铁路可设路基领工区和路基工区,负责路基维修和路基病害的整治工作,而由养路工区负责整修路肩、清除杂草和疏通侧沟工作;其他铁路不设路基工区时,按照《铁路路基大修维修规则》的规定,由养路工区负责路基维修、检查和巡守工作。

第三节 国内外铁路工务修程修制

一、中国铁路工务修程修制

1. 两级修程制度

线桥设备在一定的运输强度和自然环境下,根据其结构强度的不同,存在一定的变化规

律。养路工作就是根据这个变化规律,有计划地消除永久变形的积累,整治各种设备病害,更新和加强原有设备。养路工作根据其性质可以划分为维修、中修(部分铁路局正逐步取消)和大修(含线路大修和单项大修)三大类;根据工作内容可划分为线路、路基、桥梁、涵渠、隧道维修。

(1) 线路大修 即根据运输需要及线桥设备损耗规律,周期性地、有计划地对损耗部分更新和修理,以恢复和提高设备强度,延长设备使用寿命,恢复和增强轨道承载能力。当钢轨运营累计通过总重达到《修规》规定的标准或钢轨疲劳伤损累计数达到2根/km时,必须进行线路大修。

线路大修以全面更换新钢轨或再用钢轨为基本内容,同时矫正线路,改善轨枕、道床、道岔、路基以及道口的状态,使轨道质量恢复到初始标准或达到更高标准。也有单项大修,是有计划的技术改造或整治自然灾害而进行的工程,其不存在明显的周期性,但单项大修中的成段更换混凝土枕,成段铺设混凝土宽枕,成段更换混凝土枕扣件和成组更换新道岔,应尽量结合线路大修同步进行。图1-6为正在进行的换轨大修施工。

大修的目的是解决运输上薄弱环节和设备上薄弱地段,消灭列车动力作用所造成的一切永久变形的积累,恢复设备原有的技术标准,或提高轨道结构强度。线路大修施工的内容包括:矫正并改善线路的平面和纵断面;全面更换或抽换、修理钢轨;更换或补充轨枕;清筛和更换道床,补充道砟,全面起道并捣固、改善道床断面;整治路基和安装防爬设备等。线路经过大修后,其质量标准应符合设计要求或得到明显加强。

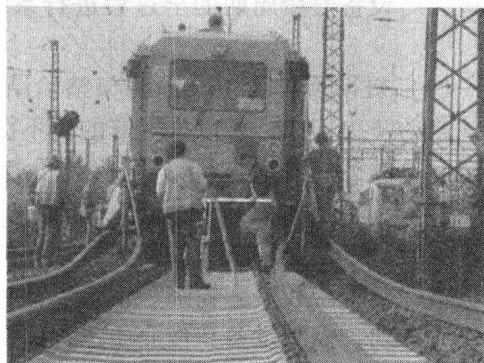


图1-6 换轨大修施工

(2) 线路维修 以保持轨道几何形位和轨面平顺为主,通过起道、捣固、改道、拨道等作业,使轨距、水平、方向、高低等达到维修标准的良好状态;保养轨道各组成部分,包括更换个别伤损和磨耗超限的部件;维修工作还包括巡查线路和检测轨道状态。

维修的目的是消除轨道的不平顺、改善轨道的弹性、整治设备病害和整修设备零部件,使线桥设备质量保持平稳性、均匀性和一致性。因此,线路维修的决定因素,主要是轨道的几何尺寸、钢轨接头的状态。

铁路线路维修又分为综合维修、经常保养和临时补修。综合维修是指根据线路变化的规律和特点,以全面改善轨道弹性、调整轨道几何尺寸和更换、整修失效零部件为重点,以大型养路机械为主要作业手段,按周期、有计划地对线路进行的综合性维修,以恢复线路完好技术状态。经常保养是指根据线路变化情况,以养路机械为主要作业手段,对全线进行有计划、有重点的经常性养护,以保持线路质量处于均衡状态。临时补修是指以小型养路机械为主要作业手段,及时对线路几何尺寸超过临时补修容许偏差管理值及其他不良处所进行的临时性整修,以保证行车安全和平稳。

铁路线路大修周期应按照《修规》中规定的线路累计通过总重确定,并可根据各线的实际设备状况、线路条件(如小半径曲线、大坡道或隧道等集中地段)、运输条件(如煤、砂、矿建等散装货物运输集中地段)和自然条件(如风砂危害地段)等具体情况调整。

2. 状态修

所谓状态修,就是在设备状态检测的基础上,运用数理统计方法,通过定量分析,找出线桥设备状态的变化规律和临界状态,制定什么状态要修、怎样修、修到什么状态的标准,同时,运用全面质量管理的各类管理图,控制作业质量,使线桥设备的整体质量保持均衡、完好、等强。为了强化线桥设备管理,我国铁路工务系统运用设备综合管理学和全员生产维修的原理,根据线桥设备状态的变化规律(包括轨道沉落量、钢轨接头变形程度、道床脏污板结速率、零部件失效率等)全面推行“状态修”。状态修的主要特点如下:

(1) 按照不同的轨道结构类型(包括钢轨类型、轨枕种类、道床状态)、运输强度(包括列车的运行密度、速度、轴重)、线路平纵断面(坡度、曲线半径)以及自然环境,合理地确定不同的综合维修周期。

(2) 在综合维修作业中强调做到,全面调整轨道几何状态,全面改善轨道弹性,全面整修钢轨及零部件,从重轨面转变为重结构。

(3) 以设备寿命周期(换轨大修周期)为研究对象,从投入和产出两个方面通过综合分析,对设备寿命周期的全过程进行系统管理,实行优化,寻求最佳的经济效益和综合效能。

(4) 贯彻预防为主、预防与整治结合、养护与检修并重的原则,做到该修的及时修,不该修的坚决不修,可以推迟修的决不提前修,把有限的人力、物力用在刀刃上,从而防止线桥设备的失修或“过剩修”,保持设备的整体质量处于均衡、完好、等强状态。

(5) 专业技术管理和全员参加管理相结合,在不同层次实行分级负责,控制设备状态和作业质量。铁路局负责线路大修计划的审批,着重抓好设备的等强和设备质量的均衡,同时负责综合维修和道床轮筛、钢轨焊补打磨计划的审批;工务段负责合理安排综合维修和单项作业计划,控制设备和作业质量,保持设备状态的均衡完好。

3. 天窗修

(1) 概念、用途及使用原则 天窗是指铁路列车运行图中,不铺划列车运行线而为施工和维修作业预留的时间。即行车设备管理单位及其他施工作业单位,在运营线上进行不同性质施工和日常检(维)修作业时所需的某一区段所能利用的时间。天窗修是指利用天窗进行设备施工、维(检)修的作业方式,即行车设备管理单位及施工作业管理单位,在天窗时间进行一切影响行车设备正常使用的施工和检(维)修作业。

天窗按用途分为施工天窗、维修天窗、故障天窗。施工天窗主要用于设备大修,技术改造,大型养路机械施工及设备管理单位,工程部门在既有线上的施工作业;维修天窗主要用于设备管理单位日常对设备进行维(检)修作业。在列车基本运行图中所确定的维修天窗内不得铺划客、货列车运行线,计算区间通过能力时,须将维修天窗按最低时间标准扣除,临时由于突发性设备故障或状态不良危及行车安全需要停用抢修或灾害等意外情况下的设备紧急抢修,应请求临时封锁进行作业,即申请故障天窗。

凡在既有线影响设备稳定、设备使用和行车安全的施工、维修作业,必须纳入天窗,不准利用列车间隔进行。为提高天窗的利用效率,各有关部门要密切配合,减少天窗的空费时间,并应对天窗进行充分的综合利用,集中力量采取平行作业方式安排多项作业,减少对运输的影响。利用天窗修作业必须满足四个基本条件:①施工或维修作业开始前及结束后列车不慢行;②施工或维修作业时不影响邻线正常行车;③施工或维修作业开始前及结束后不影

响信号使用；④天窗点内能够完成相关工作内容。

(2) 天窗修的组织实施

1) 施工天窗作业计划的提报与安排。施工天窗作业计划按月度施工方案的程序提报，并按正常施工组织实施。

2) 设备维（检）修天窗作业的配合及协调。凡设备维（检）修作业需要其他部门配合时，在周计划提报前，必须提前与配合单位协商同意；维（检）修及配合单位均须在作业前到达现场，其中一方未到，另一方不得作业，影响作业时影响方承担相应责任；维（检）修及配合单位须分别在车站行车室（信号楼）设驻站联络员；设备管理单位以外的其他单位需要维（检）修作业时，应向作业所涉及的设备管理单位提报计划，并由设备管理单位按规定办理。

3) 天窗作业程序。天窗修计划每周申报一次。工区于规定时间（如每周二 12:00 前）向领工区汇报下周的天窗修工作安排；领工区审核汇总后于规定时间（如每周二 18:00 前）向工务段主管部门申报；工务段主管部门审核汇总后于规定时间（如每周四上午 8:00 前）上报路局工务处；工务段主管部门在收到工务处审核批复的周计划后，于规定时间（如每周五 10:00 前）将加盖本单位公章的周计划电传至相关的直属站及车务段，并于当晚 20 时前将路局批准的下一周综合维修天窗计划电传至各领工区，同时在设备示意图上揭挂，流程如图 1-7 所示。

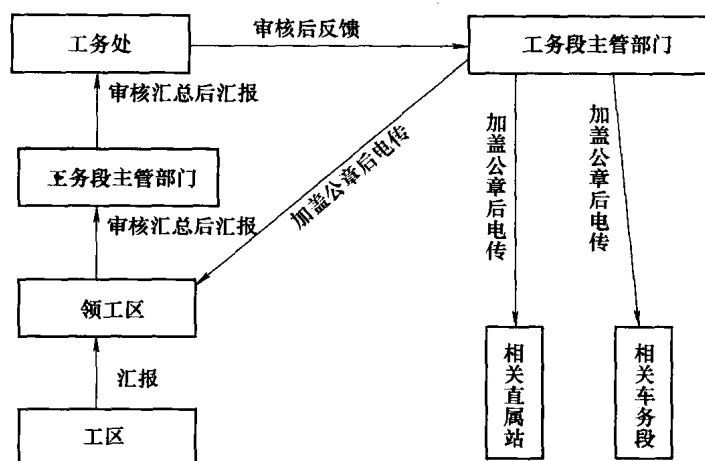


图 1-7 天窗作业程序流程图

工区以天窗区间提报周作业计划，在批准的天窗区间内的具体作业地点、作业项目、使用机具、作业负责人等，只需提前一天向工务段调度汇报并得到批准即可。需电务配合的综合维修天窗作业计划，提报前必须征得电务部门的同意（书面回复）。天窗修周计划上报并确认反馈后，需临时变更计划且内容需其他单位配合的，必须在实施前两日通知配合单位，并取得同意配合的书面答复后方可实施该项目内容。由于特殊情况，需取消已批准的天窗点，工区必须在前一日的 11 时前到指定要点车站登记取消。

4. 养修分开维修模式

我国铁路的线路维修管理组织，主要有修养分开和修养合一两种形式。修养合一组织形式即由养路领工区领导的 3~4 个机械化工区或 6~8 个手工操作为主的养路工区，负责全面

线路维修工作,有大站时,可设站线养路工区、道岔工区。而修养分开组织形式则由工务段直接领导的跨养路领工区的机械化维修队,负责综合维修,养路领工区和养路工区负责经常保养和临时补修;或者由养路领工区领导的跨养路工区的机械化工队负责综合维修,养路工区负责经常保养和临时补修。

随着铁路深化改革和工务系统“线桥结构现代化、施工作业机械化、企业管理科学化”的发展,工务系统如何解决和协调设备整修投入与整修工作量之间的矛盾,目前提出的对策主要是实行“养修分开”和大型养路机械线路维修,突出“集中修,专业修,机械修”,严格遵守“施工不行车,行车不施工”的原则,积极推进天窗修制度,杜绝有害作业,减少无效劳动,不断提高线路养修质量。

5. 等级修

等级修是以达到线路设备质量均衡为目的而进行的线路修理工作,即对正线线路和正线道岔,通过季度状态评定划分为甲、乙、丙三个等级,遵循“保甲、促乙、主攻丙”的原则,实现设备质量滚动提高的目的。

二、国外铁路工务修程修制

轨道的修程修制即轨道的养护维修体制,是指管理模式、管理内容、维修方式、维修周期和作业手段等。国外列车运行模式大致分三种类型:①以日本和西欧为代表的快速客运专线;②以美国、加拿大、澳大利亚为代表的货运重载运输;③以俄罗斯、我国为代表的客、货共线。不同的运行模式,其修程修制也不相同。

1. 以日本、西欧为代表的快速客运专线

(1) 日本新干线修理制度 新干线的维修工作均是由非铁道部门的专业承包商以承包方式进行作业,它主要分大规模施工和小规模施工两大类。大规模施工主要包括更换道床、钢轨、钢轨伸缩调节器和道岔等作业。小规模施工主要是针对线路的整修,整修的内容与要求主要依据新干线的“轨道几何不平顺管理目标值”。

(2) 日本新干线线路维修周期

1) 更换钢轨。曲线钢轨1~1.5年更换1次,直线钢轨通过总重为5~6亿吨(或7~8年)更换1次。

2) 更换道岔及钢轨伸缩调节器。原则上与更换钢轨同步,但由于其结构较为复杂、易于损坏,实际比钢轨的更换周期要短,一般根据其具体状态确定。

3) 更换道床。道床一般11~12年更换1次,目前主要由道床状态检查结果确定,主要检查道床板结和道砟磨损情况。

4) 轨道维修。轨道维修根据轨检车每10d检测1次的具体资料确定工作量。由于新干线为客运专线,轴重轻(原来轴重15t,现减小到11t),板式轨道比重大(板式轨道占53%),故轨道几何尺寸变化较小,相应的轨道养护维修工作量大大减少。

2. 以美国为代表的货运重载运输线路修程修制

(1) 修程按大修、维修设置,不采用定期维修。根据检测状态实施修理,即“状态修”。

(2) 修理方式。线路大修、维修不采用发包形式,直接由工务段专业工队承担,线路的日常养护由工务段工区承担。

(3) 线路检测。采用动态检查为主并辅以人工巡查,轨检车动态检查每年4~6次。徒

步巡查每周2次,钢轨由探伤车每年检查1~2次。

(4) 作业手段。以中小型机械为主,养护维修机械化程度较高,注重实用,但仍有部分手工作业。

(5) 管理体制。为力求减少层次,线路较少的铁路公司由总部的工务工程部门直接管理基层单位。

3. 以俄罗斯为代表的客、货混运重载快速线路修程修制

(1) 俄罗斯线路修程按大修、中修、维修设置。大修、中修、综合维修的周期均按通过的总重划定。年通过总重超过 $50\text{Mt} \cdot \text{km}/\text{km}$ 的线路,大修周期为 $600 \sim 700\text{Mt} \cdot \text{km}/\text{km}$,中修周期 $350 \sim 400\text{Mt} \cdot \text{km}/\text{km}$,综合维修周期为 $125 \sim 200\text{Mt} \cdot \text{km}/\text{km}$ 。

(2) 修理方式。由路内的工务段和大修段(机械化段)承担。工务段负责轨道结构和轨面几何状态的日常养护,大修段(机械化段)承担线路的大修、中修、综合维修。

(3) 线路检测。以每月工区静态检测和轨检车动态检测相结合的方式进行。钢轨探伤以小型超声波探伤仪人工检查为主,并辅以探伤车检查。

(4) 作业手段。俄罗斯线路大修、中修、维修均采用大型高效率养路机械开“天窗”进行,工区的日常养护采用小型养路机械。

(5) 管理体制。管理组织结构纵向分为部、路局、基层单位(工务段等)3级,生产率较低。

第二章 工务检查与检测技术

工务设备的检查与检测是轨道能科学地养护维修与管理的基础，同时也为轨道结构设计、病害原因分析及维护标准制订等提供试验依据。工务检查与检测从内容上可分为轨道部件状态检测、轨道几何形位检查、路基检查与检测、桥梁检查与检测、隧道检查与检测、涵渠检查、无缝线路检测及行车平稳性检测；从检测方式上可分为静态检测和动态检测。下面分别简要介绍轨道部件状态检测、轨道质量的动静态检测、无缝线路检测和路基基床病害调查与检测。

第一节 轨道部件常见病害与状态检测

一、钢轨伤损与状态检测

1. 钢轨伤损的定义

钢轨伤损是指钢轨在使用过程中发生钢轨折断、钢轨裂纹以及其他影响和限制钢轨使用性能的伤损。出现下列任何一种情况，都可以认为钢轨被折断，这些情况包括：钢轨全截面断裂（图 2-1）；裂纹贯通整个轨头截面；裂纹贯通整个轨底截面；允许速度不大于 160km/h 区段钢轨顶面上有长度大于 50mm 且深度大于 10mm 的掉块；允许速度大于 160km/h 区段钢轨顶面上有长度大于 30mm 且深度大于 5mm 的掉块（图 2-2）。钢轨折断直接威胁行车的安全，折断的钢轨应立即更换。钢轨裂纹是指除上述情况之外，钢轨部分材料发生分离形成的裂纹。

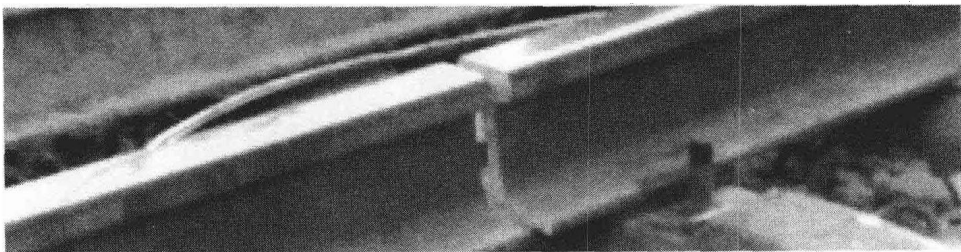


图 2-1 钢轨断成两部分

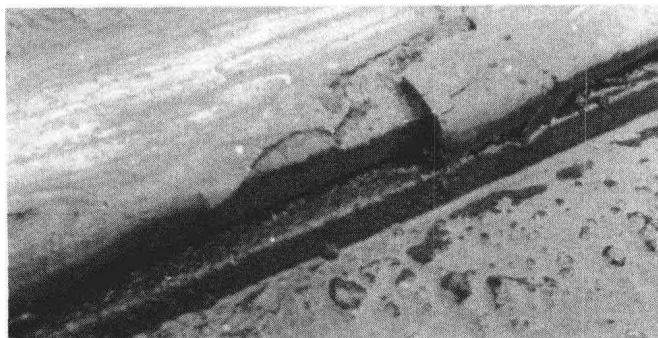


图 2-2 钢轨掉块

2. 钢轨伤损分类

为便于统计和分析钢轨伤损,需对钢轨伤损进行分类。分类用两位数编号进行,十位数表示伤损在钢轨断面的位置和伤损状态,个位数表示造成伤损的原因。钢轨伤损共有9类32种,该分类便于工务部门根据不同的伤损种类和成因,采取相应的措施加以治理,从而保证行车安全并提高钢轨的使用效能。

3. 典型钢轨伤损

(1) 钢轨磨耗 钢轨磨耗是指钢轨与车轮接触面表层发生磨损,主要包括波浪形磨耗(简称波磨)和侧面磨耗(简称侧磨)。而垂直磨耗在一般情况下是正常的,它会随着轴重和通过总重的增加而加大。如果轨道几何形位设置不当,会加快垂直磨耗的速率,这是要防止的。总磨耗=垂直磨耗+1/2侧面磨耗,垂直磨耗在钢轨顶面宽1/3处(距标准工作边)测量,侧面磨耗在钢轨踏面(按标准断面)下16mm处量取。图2-3为垂直磨耗和侧面磨耗示意图。

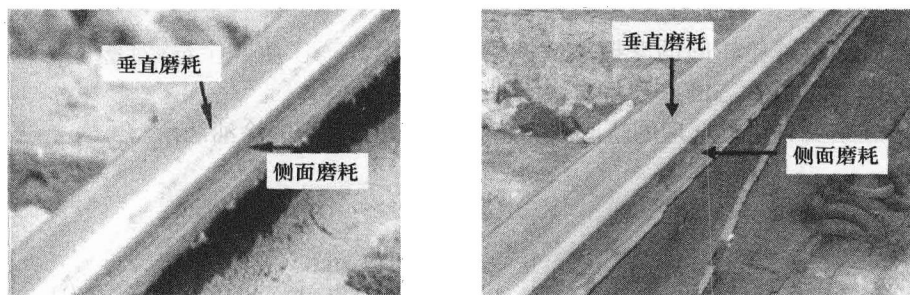


图 2-3 垂直磨耗和侧面磨耗示意图

对钢轨磨耗情况,每年结合秋检全面检查一次。对因磨耗而接近轻伤或重伤程度的钢轨(含道岔),由养路领工区每季度(不含第三季度)至少组织检查一次。钢轨磨耗测量如图2-4所示,辙叉磨耗测量如图2-5所示。

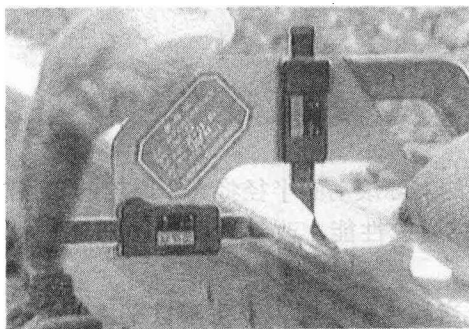


图 2-4 钢轨磨耗测量

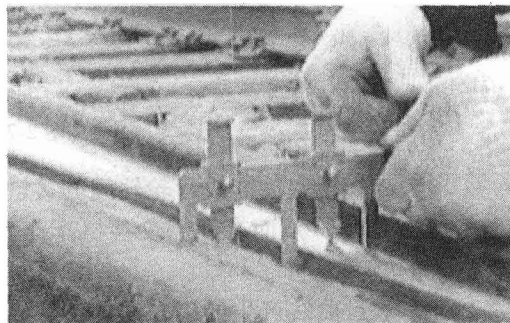


图 2-5 辙叉磨耗测量

1) 波磨。波磨是钢轨踏面出现规律性高低不平的类似波浪形状的一种不平顺现象(轨头下颏和整个断面保持平直),它是出现于轨道线路上的一种轨头表面缺陷。波磨按其波长分为短波(或称波纹,如图2-6所示)和长波(或称波浪)两种。短波波长约50~100mm,波幅0.1~0.4mm的周期性不平顺;长波波长100~3000mm,波幅2mm以内的周期性不平顺。

波磨成因理论大致可分为两类：第一类称为动力类成因理论；第二类称为非动力类成因理论。动力类成因理论认为轮轨系统振动使波磨产生，引起波磨的振动可分为自激、共振和反馈振动三类，波磨波长与轮轨系统中某一或某几种振动形式相关联。非动力类成因理论即接触疲劳理论则认为，即使轮轨作用力为常值，也会因为不均匀塑性流动或磨损等原因形成波磨，波磨的波长是随机的。

2) 侧磨。分曲线侧磨和直线区间钢轨交替不均匀侧磨。

曲线钢轨侧面磨耗（图 2-7）主要是由轮缘与钢轨侧面之间的滑动摩擦造成的，在轨道方面的影响因素有曲线半径、外轨超高、曲线轨距加宽、轮轨间的摩擦系数、轮轨游间以及曲线轨道状态的好坏等。减缓曲线侧磨的措施主要有设置合理的轨底坡、超高、轨距和科学的涂油润滑。

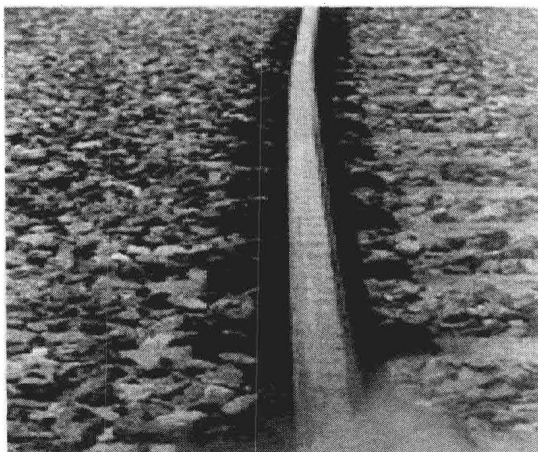


图 2-6 短波波磨

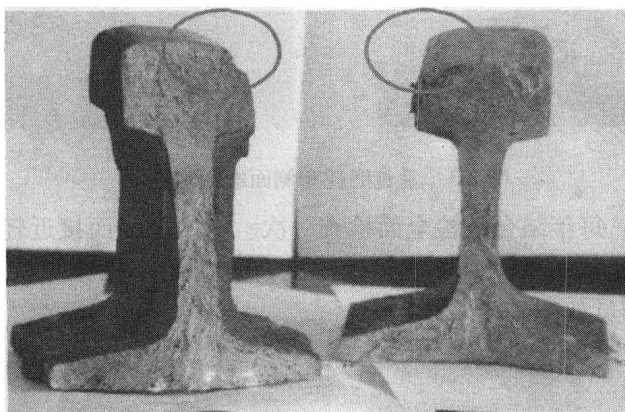


图 2-7 侧面磨耗

①增大内轨轨底坡能改善轮轨间的接触，外轮的实际滚动圆半径将大于内轮的实际滚动圆半径（图 2-8），从而有利于改善机车车辆的曲线通过性能，改善转向架径向通过性能，减缓钢轨侧磨。

②列车通过曲线产生的离心力促使外轨磨耗。当超高偏小时，产生未被平衡的离心力，迫使转向架的后轴甩向外侧，从而减小导向轮的轮缘与外轨间的冲角，由此相应减少轮轨间的相对滑动及摩擦功，对减缓外轨的侧磨有利。

③从轮轨接触几何学观点分析，轨距愈小，其等效斜度与接触角参数愈大，这有利于机车车辆的曲线通过性能，减缓钢轨侧磨。

④轮轨润滑可采取间断涂油法，即：当钢轨表面出现鱼鳞纹和小掉块时，则停止涂油一段时间，待鱼鳞纹被磨掉以后再开始涂油，以确定最佳涂油间隔。