

铁道行业高技能人才培养系列教材
高等职业院校“十四五”铁道运输类规划教材

铁道线路养护 与维修

主 编 林宝龙 王新娜

副主编 高 莹 李麦罗

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁道线路养护与维修 / 林宝龙, 王新娜主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2022.1
铁道行业高技能人才培养系列教材 高等职业院校“十四五”铁道运输类规划教材
ISBN 978-7-5643-8584-2

I. ①铁… II. ①林… ②王… III. ①铁路养护—高等职业教育—教材②铁路线路—维修—高等职业教育—教材 IV. ①U216.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 004507 号

铁道行业高技能人才培养系列教材
高等职业院校“十四五”铁道运输类规划教材

Tiedao Xianlu Yanghu yu Weixiu

铁道线路养护与维修

主编 林宝龙 王新娜

责任编辑 韩洪黎

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 成都蜀通印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 20

字数 499 千

版次 2022 年 1 月第 1 版

印次 2022 年 1 月第 1 次

定价 59.80 元

书号 ISBN 978-7-5643-8584-2

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

PREFACES

近年来，随着我国铁路事业的快速发展和路网规模的不断扩大，工务设备结构、技术标准、维修体制和维护技术等方面均发生了巨大变化，原有的教材已不能满足教学工作和工务工作的需要。为此，石家庄铁路职业技术学院铁道工程系组织有关人员编写了本教材。

本书以最新的技术规范、标准为依据，按照轨道线路设备“检、养、修”分开的基础框架，结合中国国家铁路集团有限公司修程修制的需要，坚持“综合维修一体化管理”改革方向，充分利用当前工务“四新”技术，从九个方面进行论述。本书主要介绍了铁道线路养护与维修认知、线路检查检测、线路设备维护作业、线路设备维修作业，详细论述了铁路曲线整正技术和方法、道岔的养护维修以及无缝线路的维修作业特点，并结合我国高速铁路和城市轨道交通线路的发展现状，系统介绍了高速铁路钢轨、扣件、道岔等设备的养护维修方法，以及城市轨道交通线路养护维修的相关内容。

本书由石家庄铁路职业技术学院林宝龙、王新娜担任主编，中国铁路北京局集团有限公司李麦罗、石家庄铁路职业技术学院高莹参加了本书的编写工作。具体分工为：王新娜编写了项目 1、项目 5、项目 6；李麦罗编写了项目 2；高莹编写了项目 3、项目 4，林宝龙编写了项目 7、项目 8、项目 9。

本书在编写过程中参考了诸多文献资料，在此谨向文献资料的作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，恳请广大读者和有关专家批评指正。

编者

2021 年 7 月

目 录

CONTENTS

项目 1 铁路线路养护与维修认知	001
任务 1.1 工务修程修制认知	001
任务 1.2 线路设备修理工作内容及管理组织	004
任务 1.3 工电供房维修一体化认知	009
项目 2 线路检查检测	012
任务 2.1 线路静态检查	012
任务 2.2 线路动态检查	021
任务 2.3 钢轨状态检查与探伤分析	036
任务 2.4 线路质量与状态评定	061
项目 3 线路设备维护作业	062
任务 3.1 工务安全学习	062
任务 3.2 一日作业标准化流程认知	076
任务 3.3 线路设备维护作业	077
项目 4 线路设备维修作业	085
任务 4.1 线路设备检查与常用修理机具设备	085
任务 4.2 线路单项基本作业	088
任务 4.3 钢轨修理作业	104
项目 5 曲线养护	109
任务 5.1 曲线养护认知	109
任务 5.2 曲线整正计算与拨道作业	114
任务 5.3 曲线病害整治	141

项目 6 道岔养护维修	148
任务 6.1 道岔养护维修认知	149
任务 6.2 道岔常见病害分析与整治	162
任务 6.3 道岔静态检查作业	175
任务 6.4 道岔设备养护维修	183
任务 6.5 可动心轨辙叉道岔及钢轨伸缩调节器作业	217
项目 7 无缝线路养护与维修	226
任务 7.1 无缝线路与维修认知	226
任务 7.2 铺设无缝线路施工作业	230
任务 7.3 无缝线路维修作业	232
项目 8 高速铁路线路养护与维修	244
任务 8.1 高速铁路线路养护维修认知	244
任务 8.2 无砟轨道扣件维修及轨道几何尺寸调整作业	246
任务 8.3 无砟道床维修作业	260
任务 8.4 无缝线路作业	273
任务 8.5 钢轨修理	284
项目 9 城市轨道交通线路养护与维修	293
任务 9.1 城市轨道交通线路养护与维修认知	293
任务 9.2 城市轨道交通线路养护维修的内容	304
参考文献	313

任务 1.1 工务修程修制认知

1.1.1 铁道线路养护与维修修程修制的必要性

随着川藏铁路和高速铁路的建设和运营，我国铁路已经进入了快速发展的新阶段，工务基础设施也发生了巨大的变化。铁路工务基础设施养护技术升级改造已经成为常态，铁路路网规模、运营速度、轨道结构、检测技术、维修策略、作业手段等方面的发展也都在不断创新和进步。

近年来，工务维修体制改革和相关科研课题研究成果不断投入实际应用。为提高线路设备修理的科学性、经济性，就必须总结吸纳各铁路局集团公司线路维护管理经验，在确保安全生产的前提下，按照设备分级管理以及周期修与状态修相结合的原则，对设备修程修制、维护标准、检查评价等进行优化调整。

1.1.2 工务修程修制的发展历程

我国工务修程修制的发展大致经历了六个阶段：

第一阶段：解放初期的“事后修”。这是一种设备坏了再修理的维修方式，是当时设备结构、运营条件、装备技术手段的历史局限性的产物，其结果是设备大量失修，病害逐年增加，难以保障列车平稳和安全运行，设备的使用寿命也较低。

第二阶段：20 世纪 50 年代中期开始“一年一遍的定期性综合维修”。初期这种维修体制不考虑线路的实际状态，无论该不该修，一律一年修一次，浪费人力和物力。后来演变为根据不同轨道结构，以累计通过总重为依据来确定轨道大、中、综合维修周期。运量不同，轨道结构不同，维修周期也不同，大约一至三年维修一遍。

第三阶段：20 世纪 80 年代中期开始推行“按不同轨道结构、通过总重划分一年一遍或几年一遍的综合维修”，即根据轨道实际状态实施预防性计划维修。由于铁路线路的速度等级相对简单，线路设备数量也较少，线路设备主要采用的养修合一的维修管理模式。设备大维修大多建立在现场养修经验的基础上，通常根据某些养修实验单位的养修实践，适当考虑列车通过总重和线路设备的轨道结构类型，规定一个统一的大维修周期。另外，铁道部对主要

的设备也规定了统一的综合维修周期和保养周期。维修保养的内容相对固定，维修、保养均由设备管理单位来完成，属于“养修合一”的固定周期维修策略。

前三个阶段可以概括为经验修、固定周期修、人工作业。

第四阶段：预防修、机械修。1994年开始，随着铁路的多次大提速和重载发展，生产力布局的调整，车间、工区整合变大，生产定编精简，线路设备数量激增，原来的维修管理模式已不能适应铁路发展的需要，于是“养修分开”“检养修分开”等维修管理思维开始萌芽、发展，各种模式在全路得到了有益的实践和探索。同时，大型养路机械装备开始大量装备到现场使用，一些主要干线的大修和部分的维修由专门的机械化维修单位承担，站段层次的养修分开在局部干线开始萌芽和探索。随着列车速度和密度的提高，利用列车间隔的修理方式已经不适应日常维修，天窗修也开始出现并逐渐推广。轨检车为主的各类先进检查检测设备逐步配备并发挥作用，成为指导维修工作的重要工具，预防性计划维修开始发挥作用。

但是大提速也打破了传统的工务维修体制，由制度性、规律性的维修转向阶段性、运动型的活动，围绕“晃车”转的维修作业方式长期存在，源头修理、结构修理等科学修理方式一度退居次席。结构性的问题相继出现，比较突出的就是立螺栓锈蚀，给行车带来很大的安全隐患，单纯围绕晃车修理已经不可持续。同时，由于安全的压力、精养细修的压力，单纯只用晃车来指导生产的方式也走到了尽头。

第五阶段：集中修、状态修、检养修分开。2006年后，随着大提速完成、大规模铁路建设开始、大量高铁开通，大量新建线路设备投入使用，大型养路机械运用检修段渐趋成型，线路的维修在主要干线基本由大型养路机械运用检修段和工务机械段来完成，设备管理单位在维修上只做一些机械不能完成的配合和辅助工作。由此而生的多工种联合作业的“集中修”“天窗修”逐步成为主要干线设备维修的主要模式。同时，轨检车大量运用和其他检查检测设备的发展，使设备的全面覆盖检查成为可能。注重设备的检查和监控，强化线路检测监控力量配备，“检修分开”“以检为主”“精检细修”“严检慎修”等设备维修观念逐渐确立。特别是高速铁路高可靠性、高平顺性的要求，使得这种思想在高速铁路上得以较好贯彻。铁路线路预防性维修、状态修成为现代铁路维修管理的方向，计划性维修和状态修相结合的模式得以成型。

第六阶段：检养修分开、信息化。随着六次铁路大提速的进展，高铁的发展，给工务带来了更加困难的生产条件和环境，更加繁重的任务，更多的行车及人身安全事故，意味着传统的维修管理体制和模式难以适应迅速发展变化的形势，工务维修改革势在必行。2013年，为进一步适应铁路工务技术和装备的发展，加强和改进工务普速线路维修工作，在总结全路维修管理创新经验的基础上，中国铁路总公司发布了《关于加强和改进工务普速线路维修管理工作的通知》（铁总运〔2013〕60号），要求深入推进工务维修检、养、修分开，大力推进专业化、机械化修理。进一步优化设备修程修制，推进设备等级管理，实行周期修与状态修相结合的修程，延长设备修理周期。围绕天窗修，积极开展集中修理，提高作业效率和作业质量。以世界先进维修理念为引领的维修体制改革拉开序幕。在近几年的维修实践中，现代信息技术、互联网、物联网、大数据、人工智能、北斗全球定位系统等先进手段逐渐用于工务维修管理。线路设备质量评估体系已开始逐步建立，钢轨打磨评估分析、钢轨伤损评估分析以及捣固质量评估等技术开始运用。工务维修管理从经验管理向科学管理转变。

1.1.3 修程修制改革和发展过程

2006年铁道部发布的《铁路线路修理规则》(铁运〔2006〕146号)(简称“旧修规”)在指导第六次提速后线路修理,保证线路质量,确保铁路运输安全生产起到了重要作用。随着铁路体制的变化,工务修程修制改革的发展、线路设备强度及其修理技术发生了重大的变化,原有的《铁路线路修理规则》已经不能适应改革的发展和设备维修的需求。重新修订“新修规”主要有以下几方面的原因:

一是铁路政企分开,开始了企业化改革,总公司及所属集团公司制改革逐步推进和深化。

二是2007年“4·18”大提速以来随着快速和重载列车的运行,为了适应铁路的发展,铁路管理体制发生了较大的变化,工务“线桥结构现代化、施工作业机械化、企业管理科学化”取得了长足进步,工务维修体制改革收到了显著成效,生产力布局进行了较大调整,车间组织生产、检养修分开、设备等级管理以及天窗修、集中修全面推行。

三是线路设备管理能力和修理水平大幅提升,信息化管理水平明显提高,逐步建立了完善的检测监测体系,基本实现了全覆盖机械化作业,通过科学修理提升了设备质量,延长了设备使用寿命。

四是为贯彻落实“强基达标、提质增效”工作主题,不断提高普速铁路线路维护管理水平,提升线路设备质量和设备修理的技术经济效益。

2015年,当时的中国铁路总公司运输局工务部启动了《铁路线路修理规则》的修订前调研工作,组织编写组编写了规则的征求意见稿,征求了各局意见,并根据征求意见进行了修改,形成了送审稿。

2016年5月,运输局工务部组织专家对送审稿进行了审查。编写组根据专家审查意见又进行了修改,修改后再次征求各铁路局意见,编写组对征求的意见进行了梳理,进一步修改完善了送审稿。

2016年11月,运输局工务部再次组织专家对规则进行了审查,根据审查意见编写组又做了进一步的修改和完善,形成了比较完善的报批稿。在此基础上,为进一步贯彻落实铁路总公司“强基达标、提质增效”的工作主题,体现线路等级修理的理念,提高线路设备修理的科学性、经济性,减少过渡修,针对修订过程中专家和各铁路局提出的普速铁路轨道动静态几何尺寸管理值、道岔查照间隔限值不合理两个问题,工电部会同科信部组织开展了有针对性的专项科研课题研究,形成的成果通过了技术评审,为规则的修改提供了技术支撑。编写组据此对普速铁路轨道动静态几何尺寸管理值、道岔查照间隔限值进行了修改,形成了最终的报批稿。

中国铁路总公司工电部组织对报批稿进行多次研讨、审核,并于2018年11月通过了工电部部务会议的审议,并更名为《普速铁路线路修理规则》(2019年4月1日执行)。

总之,“旧修规”在当前工务发展中,已不能更好地指导普速铁路养护与维修工作,为了进一步深化工务维修体制改革的要求,在实行检养修分开、车间组织生产、设备分级管理以及开展“集中修、专业修、机械修”的精神指导下,充分利用信息化的发展,使铁路工务工作在两级管理体制下,真正做到铁路线路养护与维修的科学性和经济性。

任务 1.2 线路设备修理工作内容及管理组织

1.2.1 铁道线路设备修理原则和基本要求

铁道线路设备是铁路营运最基础的设备。大量的数据统计和分析表明，铁路网基础设施生命周期费用 65%~70%发生在运营以及维护上（图 1.1）。在运营以及维护费用中，轨道占 29.1%、道岔 25.9%。因此，做好铁路线路养护和维修工作，对降低运营成本具有重要意义。

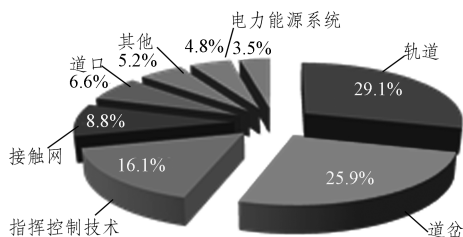


图 1.1 铁路轨道系统养护维修占比

根据“强基达标，提质增效”工作主题，一要坚持抓基础、强基本、重基层。“三基工作”是坚持各项工作的标准和规范，完善管理制度和 workflow，明晰管理权责，强化职工教育培训，构建科学严密的考核评价体系，切实筑牢铁路事业发展的坚实基础。二要坚持以提高发展质量和效益为中心，确立提质增效鲜明的目标导向，加快转变铁路发展方式，深化改革创新，推动铁路发展从规模型向质量型转变，从运输生产型向运输物流型企业转型，全面提升铁路建设质量、运输质量、服务质量、工作质量，实行全面预算管理，增收节支，努力提高企业经营效益。

铁道线路设备修理的基本任务是通过科学合理和经济的维修策略，保持和恢复线路设备安全性、可靠性。

为实现线路设备安全性、可靠性、平顺性和不断提高线路设备修理经济性的基本任务，根据线路设备技术状态的变化规律，将线路设备修理分为线路设备大修和维修。

线路设备大修是为全面恢复和提高线路设备固有可靠度而对线路进行的大规模修理。应按照“运营条件匹配、轨道结构等强、修理周期合理、线路质量均衡”和“全面规划、适度超前、区段配套”原则，根据运输需要及线路设备变化规律，及时对线路设备进行更新和修理，恢复和提高线路设备强度。线路设备大修项目原则上应按周期安排，并可根据设备状态评价结果合理调整。线路设备大修应由专业大修设计、施工队伍承担。

线路设备维修是根据线路设备变化规律，维持列车以规定速度安全和不间断地运行而对线路进行的日常维护和小规模修理。线路设备维修应坚持“预防为主、防治结合、修养并重、严检慎修”原则，根据线路设备变化规律，合理安排计划维修与临时补修，有效预防和整治线路病害，有计划地补偿线路设备损耗，保持线路设备完整和质量均衡，延长设备使用寿命，以取得较好的技术经济效益。线路设备维修项目原则上按状态评价结果安排修理。

总之，线路设备修理采用“周期修”与“状态修”相结合。线路设备大修以周期修为主，日常维修以状态修为主。大修7亿吨每周期，维修按照年度来划分，一般1年一个周期、或者2年一个周期。

为体现线路分级管理的理念，提高线路设备修理的科学性、经济性，减少过度修。线路设备修理应贯彻“修理标准与线路等级匹配、投入产出经济合理”的理念，实行线路分级管理。为优化劳动组织，实行检、养、修分开，大力推进检测、修理专业化建设；积极推行工务、电务、供电等专业日常维修一体化管理，促进专业管理和综合管理融合。

线路修理工作必须进入天窗作业，严禁天窗外作业。无论是大修还是维修，所有的作业项目都要纳入天窗内，从而真正保证行车安全和职工人身安全。线路设备修理实行天窗修制度，铁路局集团公司应安排足够数量的天窗，以满足线路设备修理的需要。大力推广“集中修”施工作业组织模式，“天窗修”和“集中修”相结合是提高作业效率的必要条件，也体现了施工有计划、有组织的现代企业的管理模式，从而彻底改变以往的无计划、无组织的粗放管理模式。

在线路修理工作中积极推行机械化，采用新技术、新设备、新材料、新工艺，改善劳动条件，提高作业效率，保证作业质量。积极推进信息技术与线路设备修理管理的融合，提高数据的积累分析、提高设备状态的实时监控功能，实现台账的管理、数据的分析、安全的监控等。利用信息技术实现设备的维修管理、精准修理（“精准修”）和发展规划，采用大数据指导维修、提供决策、应急抢险。

积极推进机械化、标准化、信息化，提高修理质量和作业效率，确保作业安全。同时，在铁路工务工作中推进道岔统型化、钢轨和道岔无缝化，加快薄弱和老化设备改造，提高轨道结构强度和可靠性。积极推广应用钢轨保护技术，改善轮轨关系，从源头上减少轮轨动力作用对轨道的影响，延长钢轨使用寿命和线路维修周期。

1.2.2 线路设备修理工作内容

1. 线路设备大修

线路设备大修是恢复或提高轨道结构强度的修理作业。根据线路设备各部件状态变化规律的不同，线路设备实行按部件进行大修，分为：① 钢轨大修；② 道岔大修；③ 轨枕大修；④ 道床大修；⑤ 线路中修；⑥ 扣件大修；⑦ 道口大修；⑧ 其他大修（以上未涵盖的线路设备大修项目列其他大修）。

2. 线路设备维修

线路设备维修分为计划维修与临时补修。

计划维修是指根据线路及其各部件的变化规律，依据维修周期、结合设备状态评价，以大型养路机械为主要作业手段，全面调整和改善轨道空间线形线位，消除轨道结构病害，恢复道床弹性，更换失效轨枕和联结零件，调整轨道几何尺寸，消除钢轨轨头病害，达到钢轨目标廓形，以及其他各结构部件的修理等为主要内容的单项或多项修理，以恢复线路完好技术状态。

临时补修是指以小型养路机械为主要作业手段，对轨道几何不平顺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。

计划维修主要内容：

(1) 大型养路机械捣固维修。

① 对线路、道岔(调节器)平面和纵断面进行测设及优化,通过全面起道、拨道、改道、捣固、稳定,调整几何形位,改善道床弹性。混凝土枕地段,捣固前撤除所有调高垫板。

② 调整道岔(调节器)各部尺寸,拨正曲线,调整超高。

③ 整治道床翻浆冒泥,清筛枕盒和边坡不洁道床,补充道砟,整理道床。

④ 更换、方正和修理轨枕。

⑤ 调整轨缝,整修、更换和补充轨道加强设备,整治爬行,锁定线路、道岔。

⑥ 矫直、焊补、打磨钢轨,综合整治接头病害。

⑦ 全面整修、更换和补充联结零件并除锈涂油。

⑧ 全面整修护轨。

⑨ 整平路肩,清理弃土,清除道床杂草和路肩大草。

⑩ 整修道口及其排水设备。

⑪ 补充、修理并刷新标志、标记,回收旧料。

⑫ 其他病害的预防和整治。

(2) 钢轨打磨及列车打磨。

钢轨(包括道岔和调节器)打磨分为预打磨、预防性打磨和修理性打磨。

预打磨是对铺设上道后新钢轨的打磨,去除脱碳层,消除焊缝不平顺和运输、施工中产生的初始缺陷。

预防性打磨是对钢轨进行的周期性打磨,按目标廓形打磨钢轨,消除已产生的表面裂纹,减缓曲线钢轨侧面磨耗,预防波磨产生,剥离掉块、肥边等病害,延缓滚动接触疲劳裂纹的产生和发展。

修理性打磨(或铣磨)是对已产生病害钢轨进行修理,减缓波磨,消除钢轨表面的擦伤、肥边和表面裂纹等病害。

打(铣)磨列车对成段钢轨或整组道岔(调节器)进行修理;小型钢轨打磨机对焊缝、道岔(调节器)打磨列车打磨受限区等进行打磨修理,并做好廓形平顺连接。

(3) 扣件维修。

对扣件进行全面检查、整正、紧松补缺、除锈涂油、螺旋道钉改锚等。

(4) 有砟轨道精调整理。

根据轨道动、静态几何尺寸检测数据,成段对有砟轨道几何尺寸进行调整。

(5) 无砟轨道精调整理。

根据轨道动、静态几何尺寸检测数据,对无砟轨道进行全面、系统的调整,使轨道静态几何状态符合标准要求。

(6) 无砟道床维修。

无砟道床维修主要是对无砟道床伤损进行修补和道床结构损坏进行修复。

(7) 整治道床翻浆冒泥,均匀道砟,整理道床。

(8) 整治绝缘接头病害。

(9) 调整轨缝,修理、补充轨道加强设备,锁定线路。

(10) 焊补钢轨、高锰钢辙叉，采用小型养路机械打磨钢轨、焊缝、尖轨、辙叉，整治钢轨接头病害。

(11) 无缝线路应力放散、调整、锁定。

(12) 更换伤损钢轨、道岔（调节器）轨件，钢轨焊复。

(13) 曲线上股钢轨侧面润滑及钢轨顶面摩擦控制。

(14) 更换、修理轨枕。

(15) 成段整修护轨。

(16) 修补达到Ⅱ级及以上伤损的无砟道床。

(17) 整修防沙设备，整治冻害。

(18) 整修道口，清除道床杂草和路肩大草。

(19) 补充、修理并刷新标志、标记。

(20) 季节性工作及其他工作。

临时补修主要内容：

(1) 整修轨道几何不平顺超过临时补修容许偏差管理值的处所。

(2) 更换或处理折断、重伤钢轨及焊缝。

(3) 更换达到更换标准的伤损夹板，更换折断的接头螺栓、道岔护轨螺栓、可动心轨凸缘与接头铁联结螺栓、可动心轨咽喉和叉后间隔铁螺栓、长心轨与短心轨联结螺栓、钢枕立柱螺栓等。

(4) 处理不良绝缘接头。

(5) 调整严重不良轨缝。

(6) 更换或整治失效无砟道床。

(7) 整修严重不良的道口设备。

(8) 处理线路其他故障。

(9) 其他需要临时补修的工作。

1.2.3 线路设备修理管理组织和工作计划

线路设备修理要逐步建立健全信息管理系统，运用大数据分析，掌握设备变化规律，预测设备发展趋势，科学指导设备修理，合理控制设备修理成本。

1. 线路设备大修管理组织与工作计划

线路设备大修施工必须认真贯彻执行“安全第一、预防为主”的方针，严格执行各项施工作业标准，科学组织施工，确保施工安全、质量和进度。大修施工必须编制年度和月度施工计划。

(1) 施工单位应按照设计文件、有关技术标准和施工工艺流程组织施工，合理控制施工和慢行长度。

(2) 施工负责人应加强施工管理，落实安全责任制。

(3) 线路设备大修施工实行安全监督制度。负责设备管理的工务段，必须派人常驻施工工地，加强与施工单位的联系，相互配合，密切协作，协助检查施工安全和施工质量。工务

段应对施工全过程进行监督，发现施工安全隐患及质量问题时应责令施工单位立即纠正，危及行车安全时有权责令其停止施工。

(4) 施工单位必须建立以下制度：

① 施工三检制：在每次开工前、施工中和线路开通前，施工负责人应组织有关人员分别按分工地段对施工准备、施工作业方法、线路设备状态和线路开通条件进行检查。

② 巡查养护制：施工现场应设置巡养人员，对施工地段进行巡查和养护，发现并及时消除危及行车安全的处所。

③ 工序交接制：前一工序应给后一工序打好基础，在前一工序完成后，应由施工负责人组织工序负责人进行交接。

④ 隐蔽工程分阶段施工制度：每阶段完成后，施工单位应会同接管单位共同检查，并填写记录，确认符合设计要求，方准开始下一阶段施工。

⑤ 岗前培训制度：职工上岗前必须经过安全教育和技能培训，经考试考核合格，并取得岗位培训合格证书后，方可上岗；采用新工艺、使用新设备时，必须首先制定安全保证措施和操作规程，并对职工培训后方准进行操作和调试。

⑥ 安全检查分析制度：施工安全工作应抓早、抓小、抓苗头、抓薄弱环节，应定期加强检查，重点加强季节性、节假日和工地转移前后的检查，及时消除隐患；应组织开展事故预想活动，预防事故的发生；对事故苗头和事故应及时分析、处理，吸取教训。

2. 线路设备维修管理组织与工作计划

(1) 线路设备维修管理组织。

线路设备维修管理组织，从上到下有工务段、线路车间和工区。具体如下：

工务段的管辖范围：正线线路延展长度不宜超过 1 500 km，特殊情况下由铁路局集团公司规定；山区铁路、管辖范围内有编组站或一等及以上车站时，管辖正线长度可适当减少。

线路车间的管辖范围：正线延展长度单线以 60 ~ 80 km 为宜，双线以 100 ~ 120 km 为宜。

工务段下设安全生产调度指挥中心和线路车间、重点维修车间、综合机修车间、探伤车间等。线路车间下设检查工区、维修工区、线路工区。

支线铁路可只设车间，不设或少设工区。

线路设备维修实行检养修分开制度。检养修分开的基本原则是实行独立检查以及专业化、机械化集中修理。

安全生产调度指挥中心负责指挥和监控全段日常生产，掌握作业和设备安全信息；汇总分析设备检查、监控数据，跟踪设备病害和缺陷的调查、复核及处理情况；掌握全段日作业计划，对日作业计划进行审核、协调和过程监控；跟踪掌握工电自轮运转特种设备、专用车辆运行状态和路料运输情况；指挥、处理突发情况等。

线路车间作为组织维修生产的主体，组织制订车间年、月生产计划，周天窗维修计划以及日作业计划；组织设备检查、维护、验收；定期分析评价设备质量，跟踪考核维修、日常保持状态等。工区作为最基层的生产单位退出了历史舞台，改为车间为生产组织单位。工务不再管辖设备，车间直接管辖设备。

(2) 工作计划。

工务段应根据铁路局集团公司线路设备维修工作安排，编制年度分月维修计划（年度计划含各项技术指标），下达各车间。

线路设备状态和线路日常保持状态的主要技术指标：

- ① 线路设备状态评定合格率。
- ② 线路日常保持状态评定合格率。
- ③ 道岔日常保持状态评定合格率。
- ④ 调节器日常保持状态评定合格率。
- ⑤ 轨道检查车检测质量合格率。

线路车间、重点维修车间应根据工务段下达的年、月维修计划和各项技术指标，编制月、周、日维修计划。其主要内容包括：

- ① 维修主要项目、数量、地点、材料和人工数。
- ② 工作量调查、设备检查、验收的人工数。
- ③ 日常巡检的主要内容、材料和人工数。
- ④ 临时补修人工数。
- ⑤ 天窗计划。

探伤车间应根据有关规定和要求编制月度检查计划。其主要内容包括：

- ① 检查的项目、范围、数量及时间。
- ② 使用的仪器、量具、材料和人工数。

任务 1.3 工电供房维修一体化认知

铁路线路修理作业在“天窗修”和“集中修”相结合的原则下，综合维修一体化管理是今后铁路工务改革的长远方向。

“集中修”是指以“集约化生产”为主题，采取“大兵团、大天窗、集中会战”的施工组织模式，按照“工电供房结合、施工与维修结合、设备管理单位与建设施工单位结合”的原则，围绕中国国家铁路集团有限公司（以下简称“国铁集团”）管理的集中修线路轮廓，编制以工务和建设系统施工为框架的各种施工方案，排摆全年各线施工。通过大力优化施工组织、集中人力机械的组织方式，达到提高天窗利用效率、提升设备质量、延长检修周期的目的。

铁路线路修理作业推行集约化生产从宏观意义上主要体现在以下几个方面：

- (1) 符合中央关于深化国企改革的要求。
- (2) 适应生产力发展的必然选择。
- (3) 符合国铁集团“强基达标、提质增效”工作主题要求。
- (4) 推动铁路线路修理加快转型发展的内在需要。

具体来讲，推行工电供房维修一体化管理，可以实现资源综合、专业强化、集中管理的科学生产组织模式。在实际线路设备修理中，工电供房三个系统都是管理固定设备，属于成本单位，没有利润和产出，具体生产是为保证设备平稳、安全、不间断运行而做出的努力。

推行工电供房维修一体化可以从以下几个方面进行改革和完善：

(1) 完善工电供房维修生产一体化管理运作机制。

综合维修生产一体化管理作为生产关系，是适应生产力发展要求的一项改革，围绕“共用天窗、联合作业、高效协作”，从运作机制入手，把各专业的力量有机整合在一起。

① 细化一体化制度体系。重点针对结合部管理、专业管理等方面存在的不足，制定各项制度。

② 规范一体化生产流程。一是规范天窗计划管理流程。安排专人负责一体化天窗计划管理，组织召开月、周天窗计划编制会，合理安排天窗计划，满足各专业生产需求。日天窗计划由主体专业提报，相关单位、业务处室会签，调度所审批。二是规范作业方案管理流程。每日由主体专业组织编制联合作业方案，遇开行作业车时，主体专业根据专业共用需求编制作业车开行方案，将人工作业区域与作业车作业、运行区域进行时间、空间隔离，安全、高效利用天窗资源。三是规范作业布置安排流程。车间（工区）每日召开联合作业预备会，研究布置“两图三表”，即作业车运行图、作业分布图、联合作业方案表、防护联络表、登销记内容确认表。

③ 建立一体化考核机制。明确考核标准，制定考核实施细则，将计划管理、例会质量、联合作业等重点，细化为具体考核项点。加强考核组织，每月对各车间（工区）开展平推检查，公布检查结果。

(2) 强化专业联合解决问题。一是针对结合部设备管理界面不清晰的问题，组织各专业专题研究，明确桥面防护墙、隧道内通信信号电缆槽、道岔辘轮等设备管理主体，消灭了设备管理死角。二是针对结合部设备管理标准不明确的问题，组织各专业技术人员联合攻关，对照专业管理标准，共同制定轨面标准线、电源相位相序等7类结合部设备的日常检修流程和标准。三是针对结合部设备病害多的问题，组织开展专项整治，工务电务共同制定道岔工电联整管理办法，各车间成立道岔联整小组，工务段、电务段每月召开例会，联合评价结合部设备质量，实施专项考核。四是针对固定设备结合部病害没有集中管理、病害整治计划性不强、信息化程度不高等问题，在工务安全生产管理信息系统基础上，积极运用工电供综合维修生产管理信息系统，建立结合部病害数据库，把结合部设备检修与周、日计划关联，用电子作业工单代替纸质配合通知单，实现联合检查、联合诊断、联合作业、联合验收的闭环管理。五是针对降雪后各专业限（提）速范围、时间、速度不一致问题，协商统一三方限（提）速申请，从而既可缩短限速命令批复时间，又可减少对运输秩序的干扰。

(3) 着眼资源共享主动解决问题。一是建立一体化联合调度室。将各专业调度和数据分析人员集中在一起，将各个管理信息系统集成在一起，对系统资源充分挖掘，实现EOAS（动车组司机操控信息分析系统）、信号集中监测等9个系统数据多专业共享。各专业应用系统共同分析数据，更为精准地指导生产和应急处置。发生设备故障时，工务、电务、供电专业共同使用信号集中监测系统，能够在道岔失表时准确确定故障牵引点，在轨道电路红光带时能够预判是a轨还是b轨，缩小检查范围，提高处置效率。二是推进一体化办公。着眼坐在一起才能更好地干在一起，改变原有各专业单独办公的模式，各专业主任（副主任）、党总支书记、工长分别集中在同一房间内办公，拉近距离，方便沟通，减少隔阂。三是推进生产用车一体化管理。按照“统一安排、统一使用、统一管理”的原则，共同研究日用车方案，实现一次派车满足多个专业需求。工务、供电联合开行轨道车，其他专业人员同乘一台作业车前

往作业地点。制定工务、供电专业作业车组作业管理办法，连挂开行，同步检测轨道、接触网设备，提高天窗利用率。四是实施线路所工电联合值守。每个线路所工务、电务专业值守人员各由 2 人减至 1 人，上线作业、应急处置时互为防护。五是共建共享培训设施。建立多媒体网络教室，满足各专业职工培训教育需求。建立综合实训基地和点评室，将工务道岔、各类型轨道结构、信号转辙机、轨道电路和供电接触网、分段绝缘器等设备集成在一起，各专业职工同学同练、模拟应急、回放点评，实现实训及演练一体化。

总之，维修一体化改革不可能一步到位，需要各铁路局集团公司和相关科研管理单位积极研究创新，做好经验总结。重点针对道岔工区等专业修机构成立与运作，以及专业化检修、综合维修、委托维修等情况，结合现场开展相关课题攻关，才能最终做到“安全更可控、设备更优质、管理更高效”的工作目标。

线路检查检测是进行铁路线路质量状态评估并科学合理地制订维护计划的重要手段和基础，同时也能对线路病害原因分析及线路维护等提供重要的实测数据。铁路线路检测应积极采用先进的线路检查设备，提高线路检查质量，加强线路设备状态分析，指导线路养修工作。

任务 2.1 线路静态检查

2.1.1 静态检测项目

1. 轨道几何尺寸静态检查

轨道几何尺寸是指轨道的几何形状、相对位置和基本尺寸。静态检测利用检测工具沿线路逐点进行，包括线路和道岔几何形位检测。线路几何形位检测的主要项目有：轨距（含曲线轨距加宽）、水平（含曲线外轨超高、线路扭曲或三角坑）、轨向（含曲线圆顺程度）、高低及轨底坡。道岔几何形位的检测项目主要有：道岔各部分轨距、水平、高低、导曲线支距、查照间隔、尖轨与基本轨的密贴程度等。

轨道几何尺寸正确与否，对行车安全、平稳及设备使用寿命有直接关系。同时，也直接影响养护维修的工作量。

2. 轨道静态检测标准

我国铁路对各类不同的轨道几何尺寸都规定了标准。但是，由于施工和作业精度的限制，以及受列车荷载和自然条件的变化作用，轨道几何尺寸不能时时处处都为标准值。所以，在保证行车安全、平稳和线路质量均衡的前提下，规定了轨道静态几何尺寸容许偏差管理值。

（1）线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值见表 2.1、表 2.2。

表 2.1 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值（混凝土枕线路） 单位：mm

项目	160 km/h < v _{max} 正线				120 km/h < v _{max} ≤ 160 km/h 正线				80 km/h < v _{max} ≤ 120 km/h 正线及到发线				v _{max} ≤ 80 km/h 正线及到发线				其他站线				
	作业验收	计划维修	临时补修	限速 (160 km/h)	作业验收	计划维修	临时补修	限速 (120 km/h)	作业验收	计划维修	临时补修	限速 (80 km/h)	作业验收	计划维修	临时补修	限速 (80 km/h)	作业验收	计划维修	临时补修	封锁	
轨距	+2 -2	+4 -3	+6 -4	+8 -6	+4 -2	+6 -4	+8 -6	+14 -7	+6 -2	+7 -4	+14 -7	+16 -8	+6 -2	+7 -4	+16 -8	+19 -9	+6 -2	+9 -4	+19 -9	+21 -10	
水平	3	5	8	10	4	6	10	14	4	6	14	17	4	6	17	20	5	8	20	22	
高低	3	5	8	11	4	6	11	15	4	6	15	19	4	6	19	22	5	8	22	24	
轨向 (直线)	3	4	7	9	4	6	9	12	4	6	12	15	4	6	15	18	5	8	18	20	
三角坑	缓和曲线	3	4	5	6	4	5	6	7	4	5	7	8	4	6	8	9	5	7	9	10
	直线和圆曲线	3	4	6	8	4	6	8	11	4	6	11	13	4	6	13	15	5	8	15	16

注：① 轨距偏差含曲线上按规定设置的轨距加宽值，但最大轨距（含加宽值和偏差值）不得超过 1 456 mm；
 ② 轨向偏差和高低偏差值为 10 m 弦测量的最大矢度值；
 ③ 三角坑偏差含曲线超高顺坡造成的扭曲量；检查三角坑时基长，采取轨道检查仪应为 3 m，采用轨距尺时为 6.25 m，但在延长 18 m 的距离内无超过表列的三角坑；
 ④ 段管线、岔线按其他站线办理。

表 2.2 轨道静态几何不平顺容许偏差值（木枕线路） 单位：mm

项目	120 km/h < v _{max} ≤ 160 km/h 正线			80 km/h < v _{max} ≤ 120 km/h 正线及到发线			v _{max} ≤ 80 km/h 正线及到发线			其他站线			
	作业验收	计划维修	临时补修	作业验收	计划维修	临时补修	作业验收	计划维修	临时补修	作业验收	计划维修	临时补修	
轨距	+4 -2	+6 -4	+8 -4	+6 -2	+7 -4	+8 -4	+6 -2	+8 -4	+9 -4	+6 -2	+9 -4	+10 -4	
水平	4	6	8	4	6	9	4	6	10	5	8	11	
高低	4	6	8	4	6	9	4	6	10	5	8	11	
轨向 (直线)	4	6	8	4	6	9	4	6	10	5	8	11	
三角坑	缓和曲线	4	5	6	4	5	6	4	6	7	5	7	8
	直线和圆曲线	4	6	8	4	6	8	4	6	9	5	8	10

注：① 轨距偏差含曲线上按规定设置的轨距加宽值，但最大轨距（含加宽值和偏差）不超过 1 456 mm；
 ② 轨向偏差和高低偏差为 10 m 弦测量的最大矢度值；
 ③ 三角坑偏差含曲线超高顺坡造成的扭曲量；检查三角坑时基长，采取轨道检查仪应为 3 m，采用轨距尺时为 6.25 m，但在延长 18 m 的距离内无超过表列的三角坑；
 ④ 段管线、岔线按其他站线办理。

(2) 道岔轨道静态几何尺寸容许偏差管理值见表 2.3。

表 2.3 道岔轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

单位：mm

项目	120 km/h < v _{max} ≤ 160 km/h 正线			80 km/h < v _{max} ≤ 120 km/h 正线及到发线			v _{max} ≤ 80 km/h 正线及到发线			其他站线			
	作业 验收	计划 维修	临时 补修	作业 验收	计划 维修	临时 补修	作业 验收	计划 维修	临时 补修	作业 验收	计划 维修	临时 补修	
轨距	+3 -2	+4 -2	+6 -2	+3 -2	+5 -3	+6 -3	+3 -2	+5 -3	+6 -3	+3 -2	+5 -3	+6 -3	
水平	4	5	8	4	6	8	4	6	9	6	8	10	
高低	4	5	8	4	6	8	4	6	9	6	8	10	
轨向 (直线)	4	5	8	4	6	8	4	6	9	6	8	10	
三角坑	缓和 曲线	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
	直线和 圆曲线	4	6	8	4	6	8	4	6	5	3	8	10

注：① 支距偏差为现场支距与计算支距之差；
 ② 导曲线下股高于上股的限值：作业验收为 0，计划维修为 2 mm，临时补修为 3 mm；
 ③ 三角坑偏差含曲线超高顺坡造成的扭曲量；检查三角坑时基长，采取轨道检查仪应为 3 m，采用轨距尺时为 6.25 m，但在延长 18 m 的距离内无超过表列的三角坑；
 ④ 轨距偏差含构造轨距加宽值，尖轨尖处轨距作业验收的容许偏差管理值为 ±1 mm；
 ⑤ 段管线、岔线道岔按其他站线道岔办理。

2.1.2 线路检测要求

1. 静态检查要求

线路设备周期性检查内容及周期：

(1) 正线线路检查。

轨道检查车每月检查的正线：无砟轨道、混凝土枕线路轨道结构及几何状态每季检查不少于 1 次（轨道结构未检查的月份，当月设备巡检不少于 1 次）；轨道检查车未检查的月份，线路轨道结构及几何状态当月检查不少于 1 次。木枕线路轨道结构及几何状态每月检查不少于 1 次，轨道结构薄弱地段、重点地段应增加检查次数。

轨道检查车每季检查的正线：线路轨道结构及几何状态每月检查不少于 1 次。

(2) 正线道岔、调节器检查。

正线混凝土枕道岔、混凝土枕或明桥面调节器轨道结构及几何状态每月检查不少于 1 次，正线木枕道岔、有砟木枕调节器轨道结构及几何状态每月检查不少于 2 次。

(3) 站线线路和道岔检查。

一般每 6 个月不少于 1 次，其中到发线、客车径路道岔检查比照正线道岔检查周期，具体由铁路局集团公司规定。

(4) 曲线正矢检查。

正线、到发线、客车径路曲线及岔后连接曲线正矢检查每季不少于 1 次，其他线路曲线正矢检查每 6 个月不少于 1 次。

(5) 无缝线路位移观测。

每6个月不少于1次，原则上春、秋季各1次，进行影响无缝线路稳定的作业后，应及时进行观测。

对严重线路病害地段和薄弱处所，应加强检查。根据线路速度等级、闭塞类型、设备条件、列车对数等情况，合理确定线路设备巡检要求。具体办法由铁路局集团公司规定。

2. 静态检测方法

除添乘列车检查线路质量和用轨道检查车检查线路质量外，线路检查制度规定的其他检查项目均为静态检查，表2.4~表2.10为轨道静态检查结果记录簿。

(1) 标准股的确定。

① 检查水平时标准股的确定：直线线路顺里程方向以左股为标准股，左股水平比右股水平高时，记录为“+”，反之记录为“-”。

② 曲线线路：曲线以下股（曲线内股）为基准股，曲线上股（曲线外股）水平比规定的外股超高值大时，记录为“+”，反之记录为“-”。

③ 道岔标准股：以导曲线上股及外侧直股为标准股，标准股比内股高时，记录为“+”，反之记录为“-”（含辙叉部分）。

(2) 检查前的准备工作。

① 记录簿上的表头应事先填好，如里程、股道、钢轨编号、曲线半径、超高、加宽、顺坡率、车站名、道岔类型、道岔编号、线别等，以方便记录人员使用，防止漏查漏记。

② 检查前，一切量具须由检查人员确认无误方准使用。道尺和支距尺等须在校验期内使用，严禁使用非标量具上道检查。检查量具和用品包括：道尺、支距尺、方尺、弦线、木折尺（或小钢尺）、石笔、安全防护用品等。

③ 参加检查人员应掌握设备检查操作要领，熟知线路基本知识、技术要求、作业标准和轨道静态几何尺寸容许偏差管理值。

(3) 上道检查。

① 轨距、水平检查。

a. 全面检查时，25 m轨应均匀检查8处，12.5 m轨应均匀检查4处。

b. 重点检查时，25 m轨应均匀检查4处，12.5 m轨应均匀检查2处。

c. 接头必须检查。

d. 发现超过计划维修和临时补修允许速度的轨距、水平，应查出超限处所的起终点，并在轨底划上拆垫、捣固、改道的标志。

e. 检查及划撬时，应该注意轨枕空吊板对水平的影响、轨距递减率对水平加速度的影响及超高顺坡率对垂直速度的影响。

f. 为使全面检查的轨距、水平记录与重点检查的轨距、水平能进行相应的核对，全面检查轨距、水平的记录应一上一下，从左至右，依次填记。

g. 轨距、水平记录应该按线路计算里程的方向依次填写，每个轨号的第一格记录值，都应是该轨号钢轨接头处的轨距、水平。

表 2.4 线路检查记录簿

正线_____km 至_____km 站线_____股道 曲线半径_____m 超高_____mm 顺坡终点_____%

检查日期	检查项目	钢轨编号																
		接头	中间	中间	接头	接头	中间	中间	接头	接头	中间	中间	接头	接头	中间	中间	接头	
	轨距																	
	水平、三角坑																	
	轨向、高低及其他																	
	临时补修日期及内容																	
	轨距																	
	水平、三角坑																	
	轨向、高低及其他																	
	临时补修日期及内容																	

表 2.5 道岔检查记录簿

站名_____ 道岔编号_____ 型号_____

检查日期	检查项目	转辙部分				导曲线中						辙叉部分						支距	记事					
		前顺坡终点	尖轨尖端处	尖轨根端		直线			曲线			叉心前		叉心中		叉心后				查找间隔		护背距离		
				直	曲	前	中	后	前	中	后	直	曲	直	曲	直	曲			直	曲	直	曲	
	轨距																							
	水平			×											×	×			×	×	×	×		
	轨向、高低及其他																							
	临时补修日期及内容																							

表 2.6 交分道岔检查记录簿

站名 _____ 道岔编号 _____ 型号 _____

检查日期	部位 项目		前锐角辙叉				前双转辙器				钝角辙叉						后双转辙器				后锐角辙叉					
			叉后端	叉心中	查照间隔	护背距离	顺坡终点	尖轨尖	尖轨中	尖轨跟		可动跟	可动中	短中轴	导曲线中	曲线外矢	可动心		尖轨跟	尖轨中	尖轨尖	顺坡终点	查照间隔	护背距离	叉心中	叉后端
										直股	曲股						中间	中间								
	甲股	轨距																								
		水平	×	×	×			×			×					×			×				×	×	×	
	乙股	轨距											×													
		水平	×	×	×			×			×	×				×			×				×	×	×	
其他临时补修日期																										
	甲股	轨距																								
		水平	×	×	×			×			×				×			×				×	×	×		
	乙股	轨距																								
		水平	×	×	×			×			×				×			×				×	×	×		
其他临时补修日期																										

表 2.7 菱形道岔检查记录簿

站名 _____ 道岔编号 _____ 型号 _____

检查日期	部位 日期		前锐角辙叉					钝角辙叉							后锐角辙叉				记事					
			叉后端	叉心中	叉前端	查照间隔	护背距离	前半部			后半部				查照间隔	护背距离	叉前端	叉心中					叉后端	
								叉前端	叉心中	查照间隔	护背距离	查照间隔	护背距离	叉心中										叉后端
	甲股	轨距																						
		水平		×		×	×		×	×	×	×	×	×		×	×		×					
	乙股	轨距																						
		水平		×		×	×		×	×	×	×	×	×		×	×		×					
其他临时补修日期																								
	甲股	轨距																						
		水平		×		×	×		×	×	×	×	×		×	×		×						
	乙股	轨距																						
		水平		×		×	×		×	×	×	×	×		×	×		×						
其他临时补修日期																								

表 2.10 可动心轨单开道岔检查记录簿（18 号及以上）

站名 _____ 道岔编号 _____ 型号 _____

检查日期	检查项目		转辙部分							导曲线中					辙叉部分					支距	记事		
			尖轨前顺坡终点	尖轨尖端处	尖轨中前部	尖轨中前部*	尖轨中部	尖轨中后部	尖轨中后部*	尖轨跟端	前部	中前部	中部	中后部	后部	辙叉前部	辙叉中部	查照间隔	辙叉中后部			辙叉中后部*	弹性可弯曲中心后部
	轨距	直															×						
		曲	×	×																			
	水平	直																×					
		曲	×	×														×					
	轨向、高低及其他																						
临时补修日期及内容																							
	轨距	直																×					
		曲	×	×																			

- 注：① “*” 指该项在道岔号为 30 号及以上时应该查。
 ② 18 号及以上号码的可动心轨道岔在尖轨中与尖轨尖端、尖轨跟端之间增加了对尖轨中前部、尖轨中后部的检查，具体位置应根据道岔类型均匀布置。
 ③ 18 号及以上号码的可动心轨道岔在导曲线部分增加了对导曲线部分中前部、中后部的检查，具体位置应根据道岔类型均匀布置。
 ④ 辙叉中部指可动心轨辙叉长心轨轨顶宽 20 mm 左右处。
 ⑤ 弹性可弯中心后部指在长心轨弹性可弯中心后第一间隔铁处及侧股对应位置。
 ⑥ 18 号及以上号码的可动心轨道岔在辙叉中部与弹性可弯中心后部之间增加了对辙叉中后部的检查，具体位置应在辙叉中部与弹性可弯中心后部之间道岔类型均匀布置。

② 三角坑检查。

线路三角坑是指检查 18 m 范围内的轨道水平扭曲状况，即水平误差变化量。在检查时按前后水平的相对差来掌握线路的扭曲状况，对三角坑不再另行检查。发现 18 m 范围内有超限的三角坑时，应查出超限的起终点，并注明超限值，划好撬，将超限值记在三角坑栏内。对轨道检查车动态检查时发现的三角坑超限处所，在进行线路整修之前，应进行复检。复检时的三角坑基长应按轨道检查车检测的基长 2.4 m 量取。

③ 轨向检查。

直线方向，以 10 m 弦不定点检查；曲线方向，以 20 m 弦检查中央点矢值，除缓和曲线应定点检查外，圆曲线部分可定点或不定点检查；道岔导曲线方向采用支距法检查；岔后连接曲线方向以 10 m 弦定点或不定点检查正矢值。

曲线检查时要注意观看是否存在接头支嘴、反弯或鹅头（反弯是指曲线头或尾部的直线线路存在与曲线方向相反的弯曲；鹅头是指曲线头或尾偏离应有的平面位置，向曲线外侧凸出，越出直线方向，状似鹅头），并设法量出反弯或鹅头的数值，在曲线头或尾部的轨底上注明。检测正矢应选择晴天或无风的天气，弦线与测尺均应放在钢轨顶面下 16 mm 处，读数时，测尺、弦线、视线应互相垂直。轨向的超限值应记在记录簿上轨向一栏的相应轨号处。

④ 高低检查。

- a. 高低以 10 m 弦不定点检查。
- b. 划高低撬时，应该注意前后水平及三角坑情况，该合并的要合并，以避免混乱。
- c. 高低的超限值记录在检查记录簿的高低一栏内，并与轨距、水平超限处所相对应，以便和水平、三角坑进行对照分析。
- d. 捣固的工作量记录在检查记录簿的捣固栏内，拆垫的工作量记录在拆垫栏内，不能混记，以便准确统计工作量，编制月、日计划。

⑤ 道岔检查。

- a. 在尖轨接头轨距顺坡终点开始，至辙叉曲股前止。
- b. 各项轨道几何尺寸均应按规定定点检查。
- c. 道岔连接曲线按线路检查要求，记录在线路（曲线）检查记录簿上。

⑥ 现场划撬。

各铁路局对现场划撬各有规定，以下划撬方法可做参考。

- a. 高低、水平划撬： $><$ 。
- b. 改道划撬： $|\uparrow\downarrow|$ 。
- c. 接头错牙划撬：—，水平方向划在接头夹板上部。
- d. 拨道划撬： \rightarrow ，顺轨枕纵向划。
- e. 失效轨枕标记： $|$ ，划在轨枕中部。
- f. 方正轨枕标记：方 \uparrow 或 \downarrow ，划在要方轨枕的一端。
- g. 检查出的轨距、水平数值记录：如 +3，-2。
- h. 其他现场划撬符号可由工区自行设定。

（4）注意事项。

① 现场防护员负责瞪望列车，在接收到驻站联络员的来车信号后，及时督促职工下道避车，并注意工具是否随人下道。

② 区间或站内邻线有列车通过时，应停止在本线检查线路，预防本线同时来车。

③ 下道避车应站在距钢轨 2 m 以外的路肩上，面对列车，防止车上坠物伤人。

④ 每月对无缝线路长轨条位移情况的检查和每季对管内曲线正矢的检查，以及每季对普通线路爬行情况的检查，均可在增加 1 人和携带弦线、钢板尺的情况下，与线路检查同时进行。

⑤ 为了实行科学管理，合理地安排线路维修工作，每季要有一次比较细致的线路检查，利用积累数据和统计分析，掌握设备技术状态的变化规律。

3. 制定轨道静态几何尺寸容许偏差管理值的依据

线路容许速度越高，轨道静态几何尺寸容许偏差就越小，这样的规定才能满足高速列车运行平稳和安全的需要。轨道类型应与线路容许速度相适应，在相同运量和线路容许速度的

情况下，轨道静态几何尺寸变化的幅度和速度与轨道类型有密切关系，轨道类型越重，其变化越小。

轨道静态几何不平顺容许偏差管理值中，作业验收管理值为线路设备大修、计划维修和临时补修作业的质量检查标准；计划维修管理值为安排轨道维修计划的质量管理标准；临时补修管理值为应及时进行轨道整修的质量控制标准；限速管理值为保证列车运行平稳性和舒适性，需立即限速并进行整修的质量控制标准；封锁管理值为保证列车运行平稳性，需立即封锁并进行整修的质量控制标准。

任务 2.2 线路动态检查

线路动态不平顺是线路不平顺的动态质量反映，主要通过轨道检查车进行检测。轨道检查车除检测轨道几何形位外，还可以从轮轨相互作用和行车平稳性等方面对轨道状态做出综合评价。

我国轨道检查车经过长期不断的探索和发展，在轨道检查车领域取得了一定的成就。经过我国研究人员几十年的积极探索、不断创新和改进，国内使用的车型有 GJ-4、GJ-4(G)、GJ-5 和 GJ-6，4 种不同的检测设备分别对应一代人的心血和汗水，截至目前我国轨检测动态监测技术被广泛应用到 18 个铁路局集团公司，技术已经相当成熟，目前最为常见的有 GJ-4、GJ-5 型检测车，GJ-6 型轨道检查车也在不断普及，现在的轨道检查车采用激光光电伺服跟踪系统和激光摄像技术，国内的轨道动态设备的精度已经赶上世界先进的轨道检查车，测速已达到 200 km/h。

2.2.1 轨道检查车的基本原理

轨道检查车发展的两大基础原理有弦测法和惯性基准法。

1. 弦测法（日本 East-i 综合检测列车）

East-i 综合检测车采用了弦测法进行检测。弦测法利用车体及三个轮对，建立测量的基准线，可以进行轨道高低、方向测量，前后两轮与轨道接触点的连线作为测量的基准线，中间轮与轨道接触点，偏离基准线的大小作为高低不平顺的测量结果，如图 2.1 所示。这种测量方法与人工测量较为接近，现场更容易符合这种方法测量的结果，因此也易于为现场接受。20 世纪 70 年代以前，国内外都采用这种方法进行高低和轨向的测量。

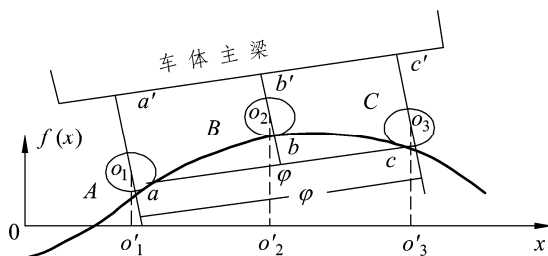


图 2.1 弦测法原理

2. 惯性基准法（世界主流技术）

惯性基准就是当轴箱的上下运动很快时（即底座振动频率远高于系统的自振频率），质量块 B 不能追随而保持静止的位置，这个静止位置即为质量弹簧系统的“惯性基准”或称“惯性零位”，其原理图如图 2.2 所示。

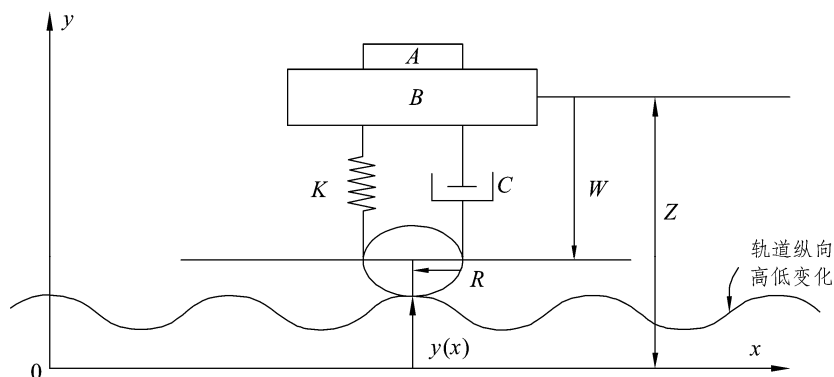


图 2.2 惯性基准原理

惯性基准法建立测量基准线，是由质量弹簧系统中质量块的运动轨迹给出的。以轨道高低为例，图 2.7 中 B 为车体质量， K 、 C 分别表示其弹簧和阻尼。轨道高低不平顺 y 的计算公式如式（2.1）所示。

$$y = Z - W - R \quad (2.1)$$

采用惯性基准法的高低、方向测量，对车速下有限制，这是采用惯性基准法一个显著的特点，停车时不能进行测量。轨道检查车高低检测要求车速下限为 5 km/h，轨向要求速度下限应大于 24 km/h。

2.2.2 轨道检查车的检测项目

国内 GJ-4 型和 GJ-5 型车较为常见，这两种车型的检测项目基本相同，GJ-5 型轨道检查车还可以检测轨底坡和钢轨断面等。

当前广泛使用的 GJ-4 型和 GJ-5 型轨道检查车的检测项目有：轨距、轨向、水平、高低、三角坑、曲率、车体垂向振动加速度、车体横向振动加速度、轨距变化率、复合不平顺、动力学指标等。

1. 轨 距

轨距：钢轨头部踏面下 16 mm 范围内两股钢轨工作边之间的最小距离，如图 2.3 所示。

直线轨距标准为 1 435 mm，曲线防止卡住车轮需要设置加宽，新修规曲线轨距按表 2.4 规定加宽。

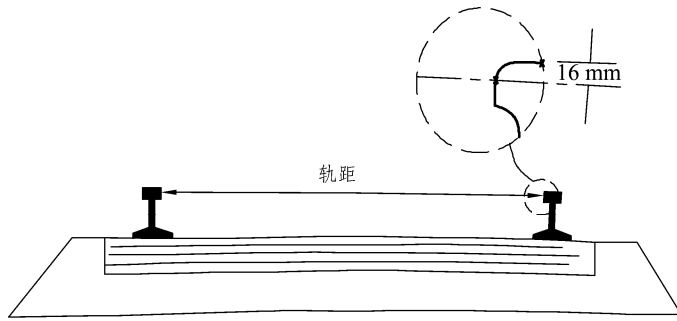


图 2.3 轨距示意图

2. 轨 向

轨向：指钢轨内侧，钢轨头部踏面下 16 mm 处沿轨道延长方向的横向凹凸不平顺，如图 2.4 所示。

3. 水平（超高）

水平：同一横截面上左右轨顶面相对于水平面的高度差，但不含曲线上按规定设置的超高值及超高顺坡量。

超高：同一横截面上左右轨顶面相对于水平面的高度差。

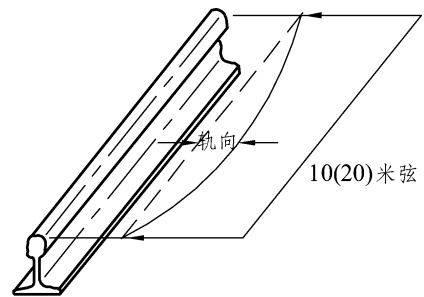


图 2.4 轨向示意图

4. 高 低

高低：钢轨顶面沿延长方向的垂向凹凸不平顺，如图 2.5 所示。

5. 扭曲（三角坑）

扭曲：左右两轨顶面相对于轨道平面的扭曲。用相距一定基长水平的代数差表示（注：三角坑包含缓和曲线超高顺坡量）。一定基长 2.5 m 是指车辆的轴距或心盘距，如图 2.6 所示。

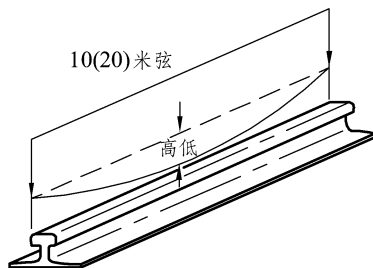


图 2.5 高低示意图

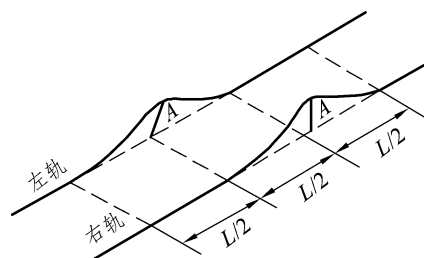


图 2.6 三角坑示意图

6. 曲 率

曲率：为一定弦长的曲线轨道（如 30 m）对应的圆心角 θ ($^{\circ}/30\text{ m}$)。度数大，曲率大，半径小。反之，度数小，曲率小，半径大。轨道检查车通过曲线时（直线亦如此），测量车辆每通过 30 m 后车体方向角的变化值，同时测量车体相对两转向架中心连线转角的变化值，

即可计算出轨道检查车通过 30 m 曲线后的相应圆心角 θ 变化值。也可以说是曲线半径的另一种算法。两者关系：曲线半径 = 1 000/曲率值。

7. 垂向振动加速度和水平振动加速度

水平加速度分为直线段水平加速度和曲线上的水平加速度。直线段上的水平加速度就是水平方向上速度的变化和时间的比值。而在曲线上存在过超高或欠超高，还要考虑离心加速度。

垂向加速度为垂直方向上速度的变化和所用时间的比值。

8. 轨距变化率

轨距变化率是以 2.5 m 基长轨距测量值的差值与基长的比值，用“‰”表示。

9. 复合不平顺

复合不平顺指水平和轨向逆向复合不平顺，按水平和 1.5 ~ 42 m 轨向代数差计算，避免出现连续多波不平顺。

10. 动力学指标

在综合检测列车上安装有测力轮对，用于测量轮轨力，主要有两个评价指标。

轮重减载率：轮重减载率是指列车在动态时，车轮作用在钢轨上的垂向力与车辆在静态时车轮对钢轨的垂向力的差与车辆在静态时车轮对钢轨的垂向力的比。当这个比值达到 0.8 及以上时定义为超限。

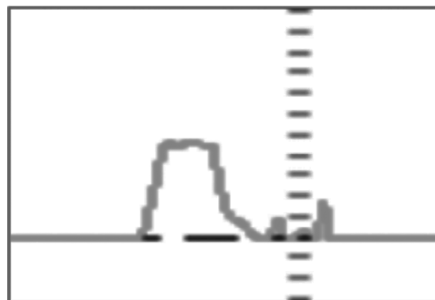
脱轨系数：是根据运动的列车横向力与垂向力的比值计算出来的，当这个比值达到 0.8 及以上时定义为超限。

11. 地面标志 ALD

地面标志 ALD 自动测量：轨道检查车的检测梁上安装着电磁涡流传感器，当运行的车辆感应到轨道上的磁场环境改变（如线路中部有金属物时），检测梁上的地面标志传感器检测到轨道中心位置的金属物时，会产生磁场变化进而产生电压变化，会形成有特征的波形，该波形会和其他检测项目同时出现在波形图上，根据 ALD 波形特征可以判断道岔、道口、桥梁的位置，可以根据病害距离这些特殊位置的相对位置准确找出病害，该检测项目是轨道检查车进行里程校正病害复核的重要依据。地面标志对应关系如图 2.7 所示。



(a) 单开道岔



(b) 单开道岔波形图