

铁路轨道铺设施工工艺与精度控制

谢雷杰 柴磊

中铁七局集团郑州工程有限公司

DOI:10.32629/bd.v9i6.4530

[摘要] 铁路轨道铺设、施工工艺与精度控制是影响轨道服役性能的关键因素。施工时,要严格遵循特定原则,在完成全面细致的前期准备后,有序开展轨枕铺设、钢轨连接等核心工序。精度控制面临诸多挑战,轨距、水平等是核心指标。通过实施施工全流程管控、运用偏差调整技术,并采取提升人员素质、引入先进技术等优化策略,能有效保障轨道铺设精度,确保轨道稳定,助力铁路安全高效运营。

[关键词] 铁路轨道; 铺设工艺; 精度控制; 轨道施工; 服役性能

中图分类号: U213.2 **文献标识码:** A

Railway Track Laying Construction Technology and Precision Control

Leijie Xie Lei Chai

Zhengzhou Engineering Co., Ltd. of China Railway Seventh Group

[Abstract] In railway track laying, construction technology and precision control are key factors affecting track service performance. During construction, specific principles must be strictly followed. After comprehensive and detailed preliminary preparations, core processes such as sleeper laying and rail connection are carried out in an orderly manner. Precision control faces many challenges, with gauge and level being core indicators. By implementing whole-process construction control, applying deviation adjustment techniques, and adopting optimization strategies such as improving personnel quality and introducing advanced technologies, the precision of track laying can be effectively ensured, track stability can be guaranteed, and safe and efficient railway operation can be supported.

[Key words] railway track; laying technology; precision control; track construction; service performance

引言

铁路作为国家重要的基础设施,其轨道铺设质量直接影响铁路运输的安全与效率。铁路轨道铺设是一项复杂且系统的工程,涉及众多施工工艺环节,每个环节的施工质量都与轨道最终的服役性能紧密相连。而精度控制贯穿于轨道铺设的全过程,是确保轨道达到设计要求、保障列车平稳运行的关键。深入探讨铁路轨道铺设施工工艺与精度控制,对于提升铁路建设质量、推动铁路事业发展具有重要意义。

1 铁路轨道铺设施工基础工艺

铁路轨道铺设施工需遵循“先基础后轨道、先下部后上部”的原则,统筹衔接各工序流程,确保施工过程有序推进。施工前需完成前期准备工作,包括施工区域勘察、材料检验、设备调试及技术交底,其中材料检验重点核查钢轨、轨枕、扣件等核心构件的规格参数与力学性能,确保符合设计要求;设备调试针对铺轨机、捣固机、精调设备等进行性能校准,保障施工过程中设备运行稳定。基础准备完成后,依次开展轨枕铺设、钢轨连接、扣件安装、道床捣固等核心工序,各工序需严格遵循技术规范,注

重工序间的衔接质量,避免因流程脱节影响轨道整体铺设效果。施工中需同步做好现场管控,及时排查工艺执行中的偏差问题,为后续精度控制奠定基础^[1]。

2 铁路轨道铺设核心施工工艺

2.1 轨枕铺设工艺

轨枕作为钢轨的支撑载体,其铺设精度与稳固性直接影响轨道整体平顺性。施工中需根据轨道设计参数,精准控制轨枕的间距、垂直度及高程,避免出现偏移、倾斜等问题。有砟轨道轨枕铺设前,需对道床进行初步平整与压实,确保道床承载力均匀;铺设过程中采用定位装置校准轨枕位置,相邻轨枕间距偏差控制在允许范围之内,同时保证轨枕与道床贴合紧密,无悬空现象。无砟轨道轨枕多采用预制装配式施工,铺设前需对底座板表面平整度进行检测,清除杂质并涂抹界面处理材料,增强轨枕与底座板的粘结力;铺设时通过专用吊装设备平稳安放轨枕,借助精调仪器校准位置后,及时进行固定处理,防止后续施工产生位移。

2.2 钢轨连接工艺

钢轨连接分为焊接连接与机械连接两种方式,需根据铁路运营需求与施工条件选择适配方式。焊接连接多用于无缝线路施工,核心工艺包括钢轨除锈、预热、焊接、焊后热处理及接头打磨,其中除锈需彻底清除钢轨端面与表面氧化层,避免影响焊接质量;预热环节需控制升温速率与预热温度,确保钢轨接头区域温度均匀,减少焊接应力;焊后热处理需通过保温、降温等措施,消除焊接残余应力,防止接头区域出现裂纹;接头打磨需保证接头表面平顺,与钢轨本体过渡流畅,避免形成台阶差。机械连接适用于临时轨道或特殊路段施工,连接时需确保接头夹板、螺栓等构件安装到位,螺栓紧固力矩达标,同时检查接头缝隙是否符合要求,防止列车运行中产生振动异响或接头松动。

2.3 扣件安装工艺

扣件作为连接钢轨与轨枕的核心构件,其安装质量直接影响轨道的约束性能与稳定性。施工中需根据钢轨型号与轨枕类型,选用适配的扣件规格,安装前核查扣件构件的完整性与表面质量,剔除破损、变形构件。安装过程中需控制扣件的安装位置,确保扣件与钢轨、轨枕贴合紧密,无松动、偏移现象;对于弹性扣件,需严格控制扣压力,兼顾钢轨的约束稳定性与弹性调节能力,避免扣压力过大导致钢轨变形,或扣压力不足影响轨道整体性。安装完成后需逐一检查扣件状态,对松动、偏移的扣件及时调整紧固,确保每一组扣件均能发挥有效约束作用^[2]。

2.4 道床处理工艺

道床作为轨道结构的下部支撑体系,其处理质量直接决定轨道的承载能力与稳定性。有砟道床施工包括道砟铺设、捣固、稳定等工序,道砟铺设需控制铺设厚度与级配,确保颗粒均匀、分布合理;捣固环节通过专用设备对道砟进行压实,增强道床密实度,减少轨道沉降变形;稳定工序需结合轨道高程与平顺性要求,对道床进行精细化调整,确保道床支撑力均匀。无砟道床施工需注重底座板与地基的适配性,底座板浇筑前需对地基进行压实处理,控制地基沉降量;浇筑过程中需控制混凝土浇筑速度与振捣质量,防止出现裂缝、空鼓等缺陷;养护阶段需严格控制温湿度条件,确保混凝土强度达标,避免因养护不当影响道床性能。

3 铁路轨道铺设精度控制技术

3.1 精度控制影响因素分析

轨道铺设精度受多种因素综合影响,可分为人为因素、设备因素、材料因素与环境因素四大类。人为因素主要体现在施工人员的操作规范性与技术熟练度,操作过程中的细微偏差若未及时纠正,会逐步累积影响轨道整体精度;技术交底不充分、操作流程不规范等问题,也会导致精度偏差。设备因素包括施工设备与检测设备的性能稳定性,铺轨机、捣固机等施工设备的定位精度不足,会直接导致轨枕、钢轨铺设位置偏差;检测设备未及校准,会影响精度检测结果的准确性,无法为精度调整提供可靠依据。材料因素主要表现为构件自身精度偏差,钢轨、轨枕、扣件等构件的规格参数若超出设计允许范围,会直接影响轨道铺设精度,且难以通过后续调整弥补。环境因素包括温度、湿度、

风力等自然条件,温度变化会导致钢轨热胀冷缩,产生变形偏差;风力过大可能影响吊装过程中构件的定位精度;潮湿环境可能导致构件锈蚀、道床沉降,间接影响轨道精度稳定性^[3]。

3.2 精度控制核心指标

轨道铺设精度控制核心指标包括轨距、水平、高程、方向及平顺性,各指标的管控质量直接决定轨道整体性能。轨距指两根钢轨头部内侧之间的距离,需严格按照设计标准控制,偏差过大会导致列车轮对与钢轨接触不良,增加运行风险;偏差过小会增加轮轨磨损,影响轨道使用寿命。水平指两根钢轨顶面的相对高差,需确保同一截面内两根钢轨顶面处于同一水平面上,避免出现高低差过大,否则会导致列车运行中产生倾斜振动,影响舒适性与稳定性。高程指钢轨顶面相对于设计基准面的高度,需控制在允许偏差范围内,高程偏差过大不仅会影响轨道平顺性,还可能导致道床受力不均,加速道床沉降变形。方向指钢轨的平面走向,需与设计线路一致,避免出现曲线偏移、直线弯折等问题,否则会导致轮轨横向作用力增大,加剧钢轨磨损与轨道变形。平顺性指钢轨顶面纵向的平滑程度,需控制钢轨接头、焊接部位及纵向延伸的平顺过渡,避免出现台阶差、波浪形变形等问题,确保列车运行过程中轮轨接触平稳,减少振动冲击。

3.3 施工全流程精度管控措施

前期准备阶段的精度管控是核心基础,需精准完成施工区域基准测量,搭建含平面与高程控制网的完整测量体系,保障数据精准且定期复核校准,为后续施工提供可靠定位依据。材料进场时强化核心构件精度筛查,逐一对照钢轨、轨枕、扣件的规格参数及几何尺寸开展检测,杜绝偏差超标构件投入使用。设备调试需覆盖施工与检测两类设备,校准铺轨机、捣固机的定位精度,定期检定水准仪、全站仪等检测设备,确保运行与检测数据双可靠。

施工过程中推行“实时检测、及时调整”模式,将管控贯穿各工序。轨枕铺设时,依托专用定位装置与检测仪器同步校准位置、间距及高程,逐组检测并即时纠正偏差。钢轨连接环节,焊接接头需经仪器检测平直度并精细化打磨,机械连接则严控接头缝隙与螺栓紧固力矩,防范钢轨位移。扣件安装同步核验扣压力与安装位置,保障约束效果,避免钢轨横纵向偏移;道床处理中,有砟道床通过捣固控制密实度及高程平整度,无砟道床严控底座板浇筑精度与养护质量,规避底座板变形影响。

施工完成后需开展全面精度复核,覆盖轨距、水平、高程、方向及平顺性等核心指标,采用分段检测与整体复核相结合的方式,标记偏差部位并制定方案整改,整改后二次复核确保达标。同时建立完整精度检测档案,记录测量数据、偏差情况及整改措施,为后续轨道养护提供数据支撑^[4]。

3.4 精度偏差调整技术

针对施工过程中出现的精度偏差,需结合偏差类型与严重程度,采用科学的调整技术,确保偏差得到有效纠正,同时避免对已完成工序质量造成影响。轨距偏差调整需根据偏差大小,通过调整扣件位置、更换适配扣件等方式实现,对于偏差较大的

部位,需检查轨枕位置是否偏移,同步调整轨枕位置后再校准轨距。水平偏差调整分为局部调整与整体调整,局部偏差可通过调整道床高度实现,有砟道床可通过补充或剔除道砟调整高程,无砟道床可通过注浆、打磨等方式微调;整体偏差需重新复核测量基准,调整轨道整体高程与水平。

高程与方向偏差调整需结合测量控制网数据,采用精细化调整手段。高程偏差调整需以高程控制网为基准,通过调整道床或底座板高度实现,确保钢轨顶面高程符合设计要求;方向偏差调整需通过牵引、顶推等方式调整钢轨位置,同时校准轨枕间距与位置,避免调整后出现新的偏差。平顺性偏差调整重点针对接头、焊接部位及纵向变形区域,接头处可通过打磨、更换垫板等方式消除台阶差,纵向变形区域可通过捣固、稳定等设备调整道床密实度,或通过钢轨拉伸、加压等方式矫正变形,确保钢轨纵向平顺。

调整过程中需注重同步检测,每调整一个部位,立即通过检测设备复核精度指标,避免调整过度或调整不到位。同时,需关注调整对相邻工序的影响,对调整区域周边的轨道结构进行二次检测,确保轨道整体精度协调一致,无局部偏差累积现象。

3.5 精度控制优化策略

优化施工人员技术水平是精度控制的关键,需加强施工人员的专业培训,提升操作规范性与技术熟练度,明确各工序的精度控制要求与操作要点。定期开展技术考核,确保施工人员具备独立处理精度偏差问题的能力,同时建立岗位责任制,将精度控制责任落实到个人,减少人为因素导致的精度偏差。

引入先进的施工与检测技术,提升精度控制的智能化与精细化水平。采用自动化铺轨设备替代传统人工铺轨,减少人为操作偏差,提升铺轨定位精度;运用高精度检测仪器,如轨道精调机器人、激光水准仪等,实现精度指标的实时检测与数据自动记录,提高检测效率与准确性。同时,借助信息化技术建立轨道铺设精度管控平台,整合施工过程中的测量数据、偏差情况、整改记录等信息,实现数据可视化管理,便于及时发现问题、追溯原因,为精度控制优化提供数据支撑。

优化施工工艺参数,结合不同轨道类型与施工环境,调整工艺流程与参数设置。针对温度变化对钢轨变形的影响,合理安排施工时间,避开高温、低温极端时段,或采取遮阳、保温等措施减少温度影响;对焊接工艺参数进行优化,根据钢轨材质调整预热温度、焊接速度、焊后热处理参数,减少焊接残余应力导致的精度偏差。同时,加强工序间的协同配合,明确各工序的衔接节点与质量要求,避免因工序衔接不当导致精度偏差累积。

建立常态化精度复核机制,不仅在施工完成后进行全面复核,还需在轨道铺设后的一定周期内进行跟踪检测,监测轨道精度的稳定性。针对轨道运行过程中可能出现的沉降、变形等问题,提前制定预防措施,通过定期养护、精准调整,维持轨道精度长期稳定,延长轨道使用寿命^[5]。

4 结束语

铁路轨道铺设施工工艺与精度控制是一个综合性课题,涉及施工各个环节与众多影响因素。从基础工艺的规范执行,到核心工艺的精准操作,再到精度控制技术的全面应用,每一步都至关重要。通过分析精度控制的影响因素、明确核心指标、采取全流程管控措施、运用偏差调整技术以及实施优化策略,能够有效提升轨道铺设精度,保障轨道的服役性能。未来,还需不断探索创新,推动铁路轨道铺设技术迈向新高度。

[参考文献]

- [1]高强.铁路工程中轨道铺设施工技术的运用研究[J].河南科技,2021,40(26):118-120.
- [2]衣志伟.铁路轨道铺设施工技术探讨[J].运输经理世界,2021(10):67-69.
- [3]高龙.高速铁路无砟轨道施工技术难点分析[J].建筑工程技术与设计,2021(14):78.
- [4]张隽.地铁轨道铺设施工方法与安全措施分析[J].居舍,2021(36):86-88.
- [5]扈晓楠.地铁轨道铺设施工方法与安全措施分析[J].工程技术研究,2021,6(07):131-132.