

重载铁路小半径曲线换铺无缝线路施工举措探讨

宋沛林

国能朔黄铁路发展有限责任公司肃宁分公司 062350

【摘要】重载铁路作为我国铁路运输的关键构成部分，其线路养护质量对于运输安全有着至关重要的影响。小半径曲线无缝线路换铺是重载铁路线路养护维修的关键处所，有关键的工程价值。本文以重载铁路小半径曲线换铺无缝线路施工为切入点，剖析了施工空间受限、钢轨温度应力控制难度较大、线路几何状态控制要求较高以及施工工期较为紧张等技术难点，给出了施工准备与技术验证、换铺施工质量控制、焊接工艺与探伤检测、轨温控制与线路锁定等关键技术举措，以此来提升重载铁路小半径曲线换铺施工的质量与效率。

【关键词】重载铁路；小半径曲线；无缝线路；换铺施工；质量控制

Discussion on construction measures of seamless track replacement in small radius curve of heavy-haul railway

Song Peilin

Shuining Branch of Guoneng Shuohuang Railway Development Co., LTD 062350

【Abstract】As a critical component of China's railway transportation, the quality of track maintenance for heavy-haul railways is crucial to transport safety. The replacement of small-radius curve seamless tracks is a key area in the maintenance and repair of heavy-haul railway lines, with significant engineering value. This paper focuses on the construction of small-radius curve seamless tracks in heavy-haul railways, analyzing technical challenges such as limited construction space, difficulty in controlling rail temperature stress, high requirements for track geometry control, and tight construction schedules. It provides key technical measures including construction preparation and technical verification, quality control of replacement construction, welding techniques and flaw detection, rail temperature control, and track locking, to enhance the quality and efficiency of small-radius curve replacement construction in heavy-haul railways.

【Key words】heavy-haul railway; small radius curve; seamless line; track replacement construction; quality control

我国重载铁路运输需求呈现出持续增长的态势，线路养护维修所面临的任务也日益变得繁重起来。重载铁路无缝线路作为铁路基础设施的关键构成部分，小半径曲线在长时间的运营进程中会出现如钢轨磨耗、扣件失效这类病害，需要及时开展换铺施工，小半径曲线换铺施工面临着众多挑战，比如怎样在有限的空间范围之内完成高质量的换铺任务，怎样保证施工过程当中的温度应力得到有效控制，怎样保证换铺之后线路几何状态可达到标准等，这些都已然成为当前迫切需要解决的技术难题。探索出一套科学合理的施工技术措施，对于保障重载铁路的运营安全以及提高线路维修效率而言，具有关键的现实意义以及工程价值。

一、重载铁路小半径曲线换铺无缝线路的技术难点

（一）施工空间受限

重载铁路小半径曲线进行换铺无缝线路施工时，会面临极为严重的空间受限状况。施工现场时常会受到曲线地段地形条件的限制，可利用的作业面积十分狭小，根本难以契合

大型养路机械以及施工设备的布置要求^[1]。在隧道、桥梁等特殊线位之处，施工设备以及人员的活动空间受到的限制更为明显，这对施工效率造成了严重影响。换轨车组在曲线段运行过程中，因为受到曲率半径的影响，新旧钢轨的调运以及更换作业难度增大，施工人员的操作空间变得局促，很容易引发安全隐患。鉴于作业空间有限，材料堆放以及临时设施布置都面临着困境，这增加了施工组织以及现场管理的难度，这些空间受限因素会影响施工进度，还可能致使换铺质量达不到标准，在施工方案设计时要充分考虑空间布局的合理性，采取针对性的技术措施来加以解决。

（二）钢轨温度应力控制难度大

重载铁路小半径曲线的钢轨温度应力控制面临着严峻的挑战。曲线段钢轨所受的力较为复杂，其内外轨存在十分突出的温度差异，再加上昼夜温差的变化，导致钢轨的纵向力和横向力呈现出非线性分布的特征。在换铺施工进程当中，新旧钢轨的温度应力释放不充分，容易致使钢轨出现局部变形，对线路的几何状态产生影响^[2]。在锁定温度控制这一环节，如果无法准确把握钢轨实际锁定轨温与设计锁定轨

温之间的关系,很容易引发钢轨失稳以及轨缝病害,焊接接头处的温度应力集中效应更为突出,要是处理不当,会使焊缝强度降低,影响线路的使用寿命。这些温度应力控制方面的难题,给施工质量给予了严重的威胁,需要借助精确的测量手段以及科学的应力释放工艺,以此来保障换铺质量。

(三) 线路几何状态控制要求高

重载铁路小半径曲线对于线路几何状态的控制有着十分严格的要求。曲线地段的轨距、超高、方向以及高低等几何参数彼此相互关联,形成复杂的空间曲线,这对换铺施工的精度提出了极高要求。在重载运输状况下,线路的动态载荷明显增大,给轨道几何状态的稳定性带来了更为严峻的考验。换铺施工期间,新铺设的钢轨与既有线路的顺接关系会对行车平顺性产生直接影响,需要精确控制过渡段落的轨道几何尺寸。对于小半径曲线段而言,内外轨的相对位置关系更为敏感,一旦出现些许偏差就有可能导致超限或者失稳,这些严苛的几何控制要求致使传统的施工放样以及测量方法难以契合精度方面的需求,故而要采用先进的测量手段和调整技术,以此保证换铺后的线路几何状态可契合设计标准。

(四) 施工时间要求紧

重载铁路小半径曲线换铺施工同样也面临着严格的时间限制,重载铁路运输任务繁重使得施工天窗期极为有限,同时受轨温影响,往往要在夜间开展集中作业。在短暂施工时间里,要完成新旧钢轨更换以及扣件系统安装等基础工序,又得进行焊接、探伤、轨温控制等专业性较强技术工序,复杂的施工环境和紧张的施工时间构成尖锐矛盾,给施工组织以及质量控制带来巨大压力。碰到恶劣天气或者设备故障等突发情况时,时间的紧迫性愈加明显,这就要求施工单位需精心组织,优化工序衔接,合理调配人员和设备,保证在有限施工时间内保障施工质量,又能按期完成换铺任务,保证线路安全准点开通。特别是在重载铁路集中运输期间,天窗时间往往被压缩至4—6小时,施工单位必须采用流水作业方式,科学配置人员和设备,建立快速应急响应机制,确保各工序有序衔接,提高施工效率。同时要加强与运输部门的沟通协调,合理安排天窗计划,最大限度地利用好每个施工时间窗口。

二、施工关键技术要点与过程控制

(一) 施工准备与技术验证

重载铁路小半径曲线换铺施工之前的准备工作,对施工质量以及效率有着直接影响。施工单位要借助全站仪、水准仪这类精密测量设备,针对现场环境展开详细的勘察工作,

精准测量曲线半径、超高值、缓和曲线长度等关键几何参数,利用轨道检查仪对有线路的轨距、轨向、高低、水平等病害状况进行全面检测评估,建立病害数据库^[3]。依据现场条件科学编制施工组织设计,在狭小空间里合理规划新轨存放区、废旧钢轨存放区、机具设备停放区,以此保证换轨车组、焊接设备、打磨设备等大型机具的运行通道。在技术验证阶段,要对新钢轨的硬度、直度、端部平整度等质量指标开展检测,严格把控气温焊接工艺参数,像预热温度、焊接电流、焊接速度等,并且借助超声波探伤来保证焊缝质量。同时要组织全体施工人员进行实操培训,让每位作业人员熟练掌握扣件安装、焊接操作、打磨技术等具体工序的操作规程以及质量验收标准,经过严格的施工准备与技术验证,为后续换铺施工的顺利开展奠定坚实基础。

(二) 换铺施工质量控制

重载铁路小半径曲线的换铺施工质量控制,贯穿于整个施工流程之中。拆除既有线路扣件时,要运用液压扳手等专业工具,以此避免轨枕预埋件受到损伤,换轨过程中,需严格把控换轨车运行速度,使其不超过5km/h,保证新轨可平稳就位,新轨入槽时应采用防倾覆装置,用来防止钢轨出现侧翻情况,同时利用轨距尺实时检测轨距值,借助水准仪控制超高值。扣件系统安装环节,弹条扣压力与扣件螺栓紧固扭矩要控制在合理的范围内,施工现场应配备轨温测量仪,每隔50米测量一次钢轨温度,以保证锁定轨温符合设计规定,线路几何状态调整时,采用测量基距8米的轨检小车进行动态检测,保证各项几何参数契合验收标准。借助全面的质量控制举措,保证换铺施工质量达到设计要求^[4]。

(三) 焊接工艺与探伤检测

重载铁路小半径曲线的钢轨闪光焊接工艺有着十分严格的要求,要精确把控各项工艺参数。焊接前必须对钢轨端部进行精细打磨处理,确保表面洁净度和平整度符合规范要求。闪光焊接过程中需严格控制电流、电压等焊接参数,确保其始终维持在规定的技术标准范围内。焊接完成后待轨温降至100℃以下进行超声波探伤检测,探头角度选用70°,扫查灵敏度不低于54dB,对焊缝内部缺陷展开全方位的检测,焊缝表面质量检验会采用精度为0.02mm的直尺和精度为1mm的塞尺,严格控制焊缝错边量不超过0.4mm,咬边深度不大于0.3mm,发现不合格焊缝时,必须立即采取锯断处理措施并重新焊接,经再次探伤检测合格后方可使用,确保每个焊接接头都能满足技术标准的质量要求。

(四) 轨温控制与线路锁定

重载铁路小半径曲线的轨温控制以及线路锁定属于保障线路稳定的关键要点。在施工现场要选用精度达到±1℃及以上的轨温计,于钢轨轨腰遮阳面每隔50米测量一处,

连续测量 3 次并取平均值,要是实测轨温比设计规定轨温低,就得采用“撞轨配合拉伸法”来调整轨温,撞轨器间距控制在 300 至 500 米,拉伸力矩严格依照设计值执行。线路锁定的时候,要在钢轨下每隔 6 至 8 米设置竖向滚筒,配合扣件系统分段锁定,避免应力集中,内轨锁定采用专用防倾覆装置,外轨运用轨距尺实时检测,保证曲线轨距值处于设计范围内,锁定完成后要严格按照技术规范要求控制扣件螺栓紧固扭矩和弹条抵抗纵向力,确保各项参数达到设计标准,从而保障线路的整体稳定性。

三、施工安全保障措施

(一) 施工安全风险分析

重载铁路小半径曲线段进行换铺施工时存在着多种安全风险隐患,在设备运行方面,换轨车组于曲线段行进过程中存在侧翻的风险。在新轨吊装过程中,重心出现偏移就有可能致使设备失稳,对于施工机具而言,气压焊机、打磨机等大型设备在狭小空间内开展操作,很容易发生碰撞或者触电事故。人员作业的环境较为复杂,夜间施工存在照明不足以及视线受限等情况,在高温焊接和重物吊装过程中容易出现烫伤、砸伤等人身伤害,钢轨温度应力若释放不当,可能会引发钢轨突然扭转或者弹性回跳,对现场作业人员的安全构成威胁。除此之外,施工现场在临时用电、气瓶储存、易燃物管理等方面同样存在安全隐患,针对这些风险源,需要建立健全安全管理制度,落实分级管控措施,以此来保证施工安全。

(二) 安全防护设施配置

重载铁路小半径曲线段进行换铺施工时施工现场要配备齐全完善的安全防护设施,施工区域的两端要设置非常醒目的警示标志以及防护栏。在夜间施工时要配置功率大的 LED 照明灯组,以此保证作业面的照度不低于 200lx,换轨车组一定要安装防倾覆装置以及限位装置,在吊装区域设置钢丝绳防护网,避免重物出现坠落情况。焊接作业区要配备 4kg 干粉灭火器以及消防水带,气瓶存放区设置专用防护笼

和防倾倒链条,在触电防护方面,施工现场要设置漏电保护器,接地电阻不超过 4 欧姆,电焊机要配备二次侧防触电保护装置,作业人员要穿戴符合标准的安全帽、绝缘手套、防护眼镜、防砸安全鞋等劳动防护用品。现场还需要配备医药箱、担架等应急救援设备,以及便携式气体检测仪等安全监测设备,构建全面的安全防护体系。

(三) 应急处置预案

重载铁路小半径曲线段换铺施工需要制定周全的应急处置预案。在发生钢轨断裂情况时,应根据断裂程度采取相应的应急处置措施,对于较小断缝可采用冻结夹板加固并安装跨接线进行处理,而较大断缝则需采用插入短轨的方式进行应急处理,确保线路安全^[5]。对于设备故障,换轨车组出现故障的时候要在安全位置临时固定钢轨,然后启用备用设备继续施工。焊接作业发生火灾时,现场人员得立刻切断电源和气源,利用消防设备去扑救,还要及时疏散无关人员,发生人员伤亡事故时,要马上启动应急救援程序,组织医护人员在现场救治,同时保持事故现场,恶劣天气致使施工没办法继续时,要做好线路临时固定,保证行车安全,施工单位需定期组织应急演练,保证全体施工人员熟练掌握应急处置流程,提升突发事件的快速反应和处置能力。

结束语

综上,重载铁路小半径曲线段换铺无缝线路施工属于系统工程。该工程技术要求较高且安全风险较大,在施工过程中会面临诸多技术难题,比如施工空间受到限制、温度应力控制较为复杂以及几何状态要求严格等情况,对此施工单位需要强化施工准备工作,优化施工工艺,严格把控质量,构建完善的安全保障体系。借助科学的施工组织方式、精细的过程管控手段以及规范的技术措施,可切实保证换铺施工质量,提高施工效率,保证重载铁路运营安全,而这些施工技术以及管理经验的积累与推广,对于提升我国重载铁路线路养护水平有着关键的实践指导价值。

参考文献

- [1]杨庆勇.重载铁路小半径曲线换铺无缝线路施工技术[J].铁道建筑,2011(6):132-134.
- [2]胡波.既有铁路小半径曲线换铺无缝线路施工工艺研究[J].中华民居,2011(4):286-286.
- [3]郭飞.重载铁路小半径曲线换铺无缝线路的施工技术探讨[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(11):3925-3926.
- [4]荣啸天.重载铁路小半径曲线换铺无缝线路施工技术[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(5):487-488.
- [5]高琦.小半径曲线铺设无缝线路适应性研究[J].铁道建筑,2012(5):145-147.

作者简介:宋沛林(1994.02-)男,甘肃泾川人,大学本科,助理工程师,研究方向:铁路工务专业。