

Analysis of the Impact of Maintenance Operation Acceptance Standards on Railway Operation Safety

Jian Wang

Jilin Engineering Section, Jilin, Jilin, 132000, China

Abstract

This paper explores the mechanisms by which maintenance operation acceptance standards affect railway operation safety. Using a case study from the Jilin Engineering Section, it examines the consistency of quality and the implementation of responsibilities from the perspective of acceptance standards. By analyzing typical cases of non-compliant maintenance, the impact of deviations in acceptance standards on the structural safety of railway lines is illustrated. A 'standard-execution-feedback' influence chain model is constructed to analyze the critical points where operation acceptance plays a key role in preventing railway accidents and managing potential hazards. Based on practical work scenarios, the paper concludes that the adoption of a data-driven dynamic evaluation mechanism, differentiated standard refinement measures, and the implementation of intelligent acceptance methods can effectively reduce the risk of accidents such as structural deformation and operational interruptions, thereby providing technical support for optimizing China's railway maintenance standards and enhancing operational safety.

Keywords

Railway line maintenance; Operation acceptance standards; Operational safety; Intelligent acceptance

工务线路维修作业验收标准对铁路运行安全的影响分析

王健

吉林工务段, 中国·吉林 吉林 132000

摘要

为工务线路维修作业验收标准于铁路运行安全所具作用机理展开探究,以吉林工务段线路维修工作实例为依据,自验收标准这个角度针对质量一致性与责任落实状况进行深入剖析。基于典型的不合格维修案例之上,有关验收标准偏差对线路结构安全产生的影响得以阐述。借由构建起“标准—执行—反馈”这样一种影响链路模型,对作业验收在铁路事故预防,以及隐患治理当中所起到关键作用的节点加以分析,并且结合实际工作情形总结得出。数据驱动之下的动态评价机制采用、差异化的标准细化措施运用,还有智能验收方式的实施,能够对结构变形、运营中断等事故发生风险概率起到有效降低作用,从而为我国铁路维修标准优化连同运行安全提供一定技术支持。

关键词

铁路线路维修; 作业验收标准; 运行安全; 智能化验收

1 引言

铁路线路是保证列车行车安全的基础性设施,线路设备的结构稳定性和几何尺寸状态直接关系到运输效率和运行风险。受铁路运输需求不断增加的影响,工务维修作业频次大幅提高,工作质量和检修验收过程的质量是运行保障的重要组成部分。验收标准作为验证维修作业质量的技术判据,不仅决定了检修作业技术上的工作范围,而且对于明确权责归属,落实隐患排查制度都有着十分重要的意义。目前,许多验收标准无法实时获取或者更新,在执行过程中也有一

定的尺度差异等实际问题存在,影响了维修作业的安全效能。基于吉林工务段某典型线路维修实例展开工务线路维修作业验收标准对运行安全影响机理的研究,具有十分重要的现实意义和工程价值。

2 工务线路维修作业验收标准体系概述

2.1 铁路工务维修作业的基本内容与分类

铁路工务维修作业基本内容包括铁路线路、轨道、道床结构、桥涵、隧道、隧道构件和各种配套设施的运行巡检、状态维护、结构修理和功能更新等。维修作业按时间周期、故障类型和线路等级细化分类,形成以“预防为主、修复为辅、应急保障”的作业体系。目前,吉林工务段将线路维修分成四类,分别是:日常养护、计划维修、重点整治、应急抢修,主要为常态状态维持、周期性问题的治理、结构性隐患排解和突发性故障抢修。日常养护是对线路上所出现的问题

【作者简介】王健(1980-),男,中国吉林吉林人,本科,工程师,从事铁路工务线路维修、施工安全、作业防护、车间班组安全管理研究。

进行高频度巡视检查、小修轻修、临近指标调修等一系列不干扰正常运营业务的作业，即要达到的目的就是在高频度、少用工量、点多面广的前提下进行精准作业，从而使准确度和精度得到保证。

2.2 当前线路维修作业验收标准结构与指标体系

铁路线路维修作业的验收标准体系是，确保施工作业结果质量可控性与运行状态安全性的制度依据，依据《普速铁路线路修理规则》及各集团公司工务系统各单位的技术补充文件形成标准化、数字化、流程化的复合框架体系。标准结构层面主要由“技术条款+参数限值+工序流程+质量记录”四类构成，形成从操作层到监督层再到管理层的多

维约束链。吉林工务段在执行过程中将验收项目分为：轨道几何尺寸、钢轨、轨枕、联结零件、轨道加强设备、护轨、道床、路基、道口、标志标记等；验收标准为轨道动、静态几何不平顺容许偏差管理值中，线路设备大修、计划维修和临时补修作业的质量检查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。根据不同线路等级与运营场景，如重载干线、高寒地区、地质活跃区等，采用多级标准体系对控制值实施区段分级限定。如表 1 所示（其中一项）：

表 1 吉林工务段主要线路维修验收技术指标控制表

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				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（45 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

2.3 标准执行对作业质量一致性与责任落实的影响

吉林工务段成立以“作业验收—计划维修—临时补修—限速管理”为主线的四级标准执行体系，保证了从各级维修标准控制全过程开展。验收之前，按各级验收标准进行交底，让作业人员熟知标准、认清界限；作业过程中设置质量督导岗全程盯控重点验收质量，并利用电子化记录系统采集参数实行动态化监控。验收作业完成后进行上报分析组，上传过程数据至平台端，生成数字化质量档案，并通过将标准量化指标与作业记录系统关联、质量责任体系与绩效评价模型挂钩，实现了将技术规范转化为实际的操作执行过程。从而形成了人机数标之间的联动闭环，实现了从验收作业人员到现场负责人到车间主管人员的全链条质量责任锁定。运用平台化验收管理系统对现场出现异常情况报警、对线路状态复测和相关问题复现分析，及对事故预警追责和故障定责提供了有力的技术支持和法律支撑。

3 作业验收标准对铁路运行安全的影响机制

3.1 不合格维修作业对线路结构稳定性的风险

不合格维修作业对线路结构稳定的风险铁路线路结构是，承重高速负荷的重要结构化系统，而它的稳定性完全依

靠于工务维修作业的质量来保证。若维修过程中存在技术规范有误、无作业过程或验收不合格等问题，则可能导致线路的轨距失稳、轨底松动、道床出浆等问题的发生，进而会导致线路的强度冗余、应力扩散能力的不足。

3.2 作业验收标准在预防安全事故中的预控作用

作业验收标准的预控作用是在对施工每个工艺或关键指标进行系统评价的基础上，识别出潜在偏差，并加以校正处理，构建起“指标控制—缺陷识别—响应干预”的闭环，同时吉林工务段实行“验收节点前移”，即在作业中加入过程验收、阶段复核的措施，能大幅度降低工后缺陷的补修量。在 2023 年春融期间线路维稳的关键区段通过提前设置验收关口、验收标准和验收时间，在随时对动态变化情况进行掌握的前提下，可以做到把管内路基基床轨枕间隙、枕木碾压稳定度、碎石回填厚度都纳入管控范畴之内，并及时校正管控。而预控是将作业验收由尾部倒追推向全过程，其优势就在于要赋予标准“验后纠偏”的效能变为“前控预防”的逻辑前提。

3.3 标准缺陷与实际执行偏差对安全控制的影响

在安全控制这一方面，由标准缺陷以及实际执行偏差所产生的那种影响，其验收标准是依靠科学性、具备可执行

性以及实施过程里的一致性,以此来决定究竟能否有效服务于运行安全之目标,倘若由于标准内容没有及时更新进而去匹配新型结构、材料又或者施工工艺,且在执行之时出现诸如人为简化、验收流程缩水之类的行为,在安全控制当中的实际作用便会被削弱。吉林工务段针对道岔验收标准中,未对道岔框架标准验收问题,这种情况使得部分道岔在作业后验收时难以做到准确判定,从而进而形成安全盲区。与此同时,在现场管理当中,部分作业组以“经验作业”替代“标准执行”这种做法,导致道岔转辙部件间隙调整未能做到位等一系列问题频繁地发生,最终致使隐患不断积累却难以做到及时干预。

4 提升验收标准执行效能的路径建议

4.1 基于数据驱动的动态验收评价机制构建

基于数据驱动的动态验收评价机制的构建采用数据驱动方式,全过程采集作业过程中的测量数据、轨道状态指标、人员操作行为等数据,并对其进行分析,使验收评价指标体系具有可量化、可回溯、可预测的特点。吉林工务段以“工务安全管理系统”为基础,融合轨检车、轨检仪、车载晃车、人体晃车等资源,结合吉林工务段各线路参数化标准建立动态验收标准,并将轨距波动率、道床沉降曲线、扣件紧固力矩等关键验收参数指标列入“作业质量评分考核标准”,同时设定验收预警阈值及指标偏离判别算时对动态验收情况进行预警,并进行多参数、多状态的交叉验证。研究结果表明,其可以将异常作业位置验收时间由原来的48小时缩减到6小时以内,大幅度提高了验收反馈响应速度和故障预防能力。

4.2 作业人员技能标准化培训与责任闭环管理

目前很多施工单位仍然存在技能培训只做表面文章、作业随意为之、责任未落实到位,以致于不能严格按照标准去实施。为此,吉林工务段通过“岗位模块化+作业标准化+实训场景化”的人岗匹配技能培训的方式,以对所有检查验收人员具体作业流程的关键操作技能点及判断准则进行季度考核。在职责上实行“作业包干制”及“验收签名制”,每一项作业都对应到了具体的个人身上,形成了“作业—验收—复核”的责任链条。通过验检、验修、验验等项目、验收记录及异常处置全流程记录,实现人员操作数据及责任路径的闭环追责。该种管控模式应用于2023年至2024

年秋季设备整修时,达到了有效的作业验收结果,预防作业组相互交叉作业产生错漏的目的,提高了设备一次验收合格率,极大提高了执行力的一致性和控制力。

4.3 区域线路差异化标准细化与智能验收技术应用

铁路线路的结构类型、地理环境与运行条件具有显著区域差异性,单一标准体系在实际应用中易出现匹配偏差与控制盲区,需推进标准差异化细化与技术手段融合。吉林工务段辖区内存在高寒隧道段、山地小曲线段与重载干线段等多类型线路结构,对轨道结构稳定性、扣件抗疲劳性能与道床排水能力提出差异化要求。在标准优化方面,制定多版本“区域维养验收补充细则”,依据线路等级、地质条件与历史缺陷类型动态调整验收控制参数,提升标准适配能力。在技术应用方面,引入轨检车、轨检仪、电子道尺、全站仪等等智能化手段实现对作业过程与作业后状态的动、静态采集与精准判定。通过构建多源数据联动的“工务安全管理系统”,实现对线路运行状态的实时映射与趋势预测。

5 结论

工务线路维修作业的验收标准不仅是铁路基础设施运行安全的技术底线,也是作业质量统一性的体现和责任性落实的依据。同时不合格维修作业形成的结构性安全隐患还会给后续维修带来持续性的风险,因此构建和完善系统科学的标准缺陷管理和验收体系至关重要。标准缺陷与执行偏差现象问题突出,需要建立基于数据驱动的动态化评价、人员技能标准化培养和智能技术创新相结合的方式,实现落实标准缺陷与验收偏差,检验业务执行的效果。以吉林工务段经验为例说明,差异化细化、闭环管理在强化验收刚性和运维绩效方面的现实效果以及典型性、普适性,为进一步规范铁路线路维修标准体系建设奠定了良好基础,并提出了相应的建议。

参考文献

- [1] 朱新伟.高速铁路线路维修关键技术指标优化[J].铁道建筑,2025,65(03):21-25.
- [2] 王康.面向铁路线路维修的数字化智能分析软件研发与应用[J].铁路技术创新,2025,(01):106-113.
- [3] 赵梦辉.山区铁路无缝线路小半径曲线养护维修探讨[J].铁道工务,2024,2(04):9-13.
- [4] 魏伟.专用线铁路线路病害整治及养护维修研究[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2024,23(01):7-9+15.