

既有铁路线路测绘中既有资料与实测数据一致性问题研究

江强强

中图智绘科技有限公司 江西 南昌 330009

【摘要】既有铁路线路测绘中既有资料与实测数据的一致性，是保障线路维护、改造及安全运营的核心要素。当前部分测绘工作因既有资料时效滞后、保管缺失，实测受环境干扰、流程不规范，以及两者衔接存在漏洞等问题，导致数据差异频发，影响工程决策科学性。识别差异成因、构建核查体系、制定处理策略，可有效提升数据匹配度，为测绘成果准确性提供支撑，对优化铁路测绘流程、降低工程风险具有重要实践价值。

【关键词】既有铁路测绘；资料与实测数据；数据一致性；核查方法；处理策略

DOI:10.12417/2705-0998.25.19.004

引言

既有铁路线路测绘是运营维护、扩能改造及病害整治的基础环节，其成果质量直接取决于既有资料与实测数据的匹配程度。长期运营中，线路可能因地质变化、周边改造及资料保管不当，导致原始图纸、勘察报告等与实际状况脱节。实测过程中，地形遮挡、电磁干扰、气候影响及作业不规范等因素，进一步加剧数据偏差。此类差异若未妥善处理，易引发参数计算错误、施工偏差，甚至威胁行车安全。深入剖析一致性问题，梳理差异产生环节，建立科学处理路径，能够为测绘工作提供精准技术指引，推动铁路线路管理水平提升。

1 既有资料与实测数据特征及协同关系

1.1 既有资料的类型划分及核心特性

既有铁路线路测绘依赖的既有资料，包含线路原始设计图纸、历次改造技术档案、地质勘察报告、设备台账及历史测绘成果等。原始设计图纸是测绘基础参照，但易因保存久破损、信息模糊且变更未补，时效性不足；改造档案格式不统一、参数不全，增加核对难度；地质报告因环境演变数据易失效，灾害区更明显；设备台账若更新滞后维护进度，也会产生资料与实际偏差。

1.2 实测数据的获取流程及关键属性

实测数据获取需遵循严谨的作业规范，先依据任务需求确定测量范围与精度标准，选取适配的技术方法与仪器，常见的有全站仪测量、GNSS 定位、三维激光扫描等。作业前需完成仪器校准检定与控制网布设复测，为测量建立统一基准。现场采集阶段需按预设路线布点，采集线路坐标、高程、轨道几何参数及周边地形信息，同时避开列车高峰时段并做好安全防护。采集后的数据需经过格式转换、异常值剔除、精度检验等预处理，再通过专业软件解算分析形成成果。实测数据具有实时性与精度可控的优势，但易受环境干扰，恶劣天气会降低观测精度，高压电缆等电磁源会影响 GNSS 信号，操作流程不规范也会直接导致数据误差。

1.3 两者在测绘中的协同作用方式

既有资料与实测数据在测绘中形成互补支撑的协同机制。测绘初期，借助既有资料可快速掌握线路走向、关键控制点位置及历史背景，为实测方案制定提供依据，减少现场作业的盲目性。通过分析设计图纸中的曲线参数，能合理规划实测点位分布，对参数变化区域进行加密测量，提升采集针对性。实测过程中，既有资料可作为实时比对参照，将初步采集数据与资料参数核对，能及时发现仪器故障、操作失误等导致的异常，便于调整测量方案。成果整理阶段，需整合两者信息，通过差异分析甄别资料错误与过时内容，用实测数据修正补充，形成准确成果。合格的实测数据还可更新资料体系，为后续工作提供支撑，形成良性循环。

2 数据一致性差异的主要成因解析

2.1 既有资料自身质量缺陷的影响

既有资料自身质量问题也是数据不一致的重要根源，集中体现在时效、完整、精度三方面。时效上，运营久的铁路经多次改造、设备更换与地质变化，相关资料未同步更新，部分支线曲线优化后图纸未归档，测绘仍用旧图致差异。完整度上，历史资料因保管不当缺失破损，或关键信息记录不全，无法全面反映实际。精度层面，早期测绘技术落后使资料精度低，与当前高精度实测设备存在标准差距，资料转录人为失误还会进一步加剧问题。

2.2 实测过程外部干扰因素的作用

实测过程中的外部干扰直接影响数据质量，进而导致与既有资料的偏差。地形与环境干扰尤为突出，铁路穿越山地、城市建成区等区域时，树木、建筑物会遮挡全站仪视线，或导致 GNSS 接收机信号失锁、产生多路径效应，降低数据精度。城市建筑群周边的 GNSS 信号反射会使实测坐标与资料设计值出现明显偏差。气候条件同样带来影响，暴雨导致的积水干扰水准测量，大风造成仪器晃动，极端温度影响电子元件性能，均会引发数据漂移。铁路运营状况也形成干扰，实测与列车计划协调不当会导致作业中断，人员为赶进度简化流程，减少测回

数或省略检核步骤,这些不规范操作直接降低数据质量,引发一致性问题。

2.3 资料与数据衔接流程的漏洞问题

资料与数据衔接环节的流程缺陷同样造成不一致。资料整理阶段缺乏标准化筛选核查流程,易将无效、重复或错误资料纳入参考体系,如混淆不同线路图纸、采用作废技术标准,为后续比对埋下隐患。数据传递中,格式转换与交接制度的缺失会导致信息丢失错乱,纸质图纸扫描分辨率不足或角度偏差会使参数提取不准,实测数据格式转换未遵循映射规则会造成参数失真,阻碍正常比对。成果比对环节无科学判定标准与处理流程,操作人员易因依据模糊产生主观误判,无法区分真实差异与偶然误差,对发现的差异未深入调查,简单归咎于测量误差,既不修正资料也不核查实测问题,导致不一致问题持续存在。

3 数据一致性的精准核查方法构建

3.1 关键控制点双向比对核查方式

关键控制点双向比对核查以线路上位置稳定、参数明确的点位为核心参照。需从既有资料中筛选线路起点、曲线交点、桥梁桥台中心点、隧道进出口等关键控制点,这些点位参数清晰且受外界影响小。梳理资料中各控制点的坐标、高程、里程等信息,建立专属数据库。实测时采用 GNSS 静态测量或全站仪精密边角测量等方法,获取控制点的实测数据,与资料数据库参数进行双向比对。计算实测值与资料值的偏差,若在规范允许范围内则判定一致;超出范围时,先核查实测仪器与操作流程,重新测量验证,复测仍有偏差则进一步检查资料的时效性与完整性,通过双向追溯定位差异根源,为处理提供方向。

3.2 线路参数关联性系统核查途径

线路参数关联性核查利用各参数间的内在逻辑关系进行全面校验。铁路线路的平面线形、纵断面坡度、轨道几何参数等相互关联制约,曲线半径与缓和曲线长度需满足几何关系,纵断面坡段参数需符合设计规范,轨道参数也与线路线形存在对应关系。基于这种关联性,可对资料中的参数进行逻辑验证,若存在矛盾或不符合规范,则说明资料存在质量问题。将实测参数代入同样的关联逻辑进行验证,与资料验证结果比对,若实测参数合规而资料存在矛盾,可确认资料偏差;若两者均合规但数值有差异,需结合运营情况分析是否因线路变形等导致。还可通过交叉验证,如用实测曲线参数反算转向角并与资料比对,排查问题环节。

3.3 信息化自动化核查工具的应用

信息化工具可显著提升核查效率与准确性,核心在于资料数字化与系统构建。通过扫描、OCR 识别、矢量化等技术,将纸质图纸、文档转化为结构化数据,提取线路坐标、设备型号等关键信息,建立标准化数据库,同时按统一格式导入实测数

据以保障兼容。在此基础上搭建基于 GIS 等技术的自动化核查系统,实现两者可视化叠加展示,直观呈现空间位置与几何形态差异,快速定位不一致区域。系统内置核查算法与判定规则,依据测绘规范设定允许偏差范围,自动计算参数偏差并生成报告、标注超差点位与可能成因,还支持数据实时更新与动态核查,保障结果时效性。

4 一致性差异的针对性处理策略

4.1 既有资料缺陷的修正补充方案

针对资料缺陷需制定分类处理的修正补充方案。对于时效不足的资料,需追溯线路改造、维护记录与变更文件,梳理未更新原因与内容。若因改造档案未归档,协调相关部门补充完善,将改造后的参数录入资料体系;若因线路自然变形,结合实测数据修正资料中的坐标、高程等参数,确保与实际相符。面对完整性缺失问题,通过实地调研、走访运维人员、查阅文献等方式补充信息,缺失地质数据可在实测时同步开展补充勘察,完善勘察报告;遗漏的设备信息通过现场清点检测补全台账。对于精度偏差大的早期资料,结合实测精度水平进行校准,采用专业方法转换参数格式,或标注精度等级与适用范围,为比对提供清晰参考。

4.2 实测干扰因素的优化控制措施

应对实测干扰需从方案、设备、流程三方面优化控制。测量方案制定前充分调研测区环境,结合线路地形地貌设计针对性方案,地形复杂区域采用全站仪与 GNSS 组合测量,电磁干扰强的区域选用抗干扰接收机或差分定位技术。与运营单位密切沟通,将作业安排在列车通行少的夜间或天窗期,减少运营干扰。设备管理上建立完善的检定校准制度,实测前全面检定仪器,作业中定期校准,如迁站后检查全站仪视准轴误差,确保设备性能稳定;实测后及时维护保养,延长使用寿命。制定详细作业指导书,明确各环节操作标准,规范全站仪测回数、GNSS 观测流程等,通过标准化操作减少人为误差。

4.3 衔接流程漏洞的完善解决办法

完善衔接流程需针对资料整理、数据传递、成果比对三个关键环节建立规范。资料整理阶段构建标准化分类核查体系,明确资料筛选、验证的操作流程,对收集的资料进行有效性甄别,剔除无效、重复内容,确保参考资料的准确性。数据传递环节建立统一的格式标准与交接制度,规范纸质资料数字化流程,明确扫描分辨率、角度等要求,保证参数提取完整;制定实测数据格式转换规则,确保关键参数在格式转换中不失真,实现资料与数据的兼容对接。成果比对环节制定科学的判定标准与处理流程,明确不同参数的允许偏差范围,规范差异调查方法,要求对超差情况逐一核查资料与实测环节,形成闭环处理机制,确保差异根源得到解决。

5 数据一致性管控的实践应用保障

5.1 标准化作业体系的建立与执行

标准化作业体系是数据一致性管控的基础支撑,需覆盖资料管理、实测操作、数据衔接全流程。资料管理方面,制定统一的资料收集、筛选、归档、更新标准,明确不同类型资料的保管要求与更新频率,建立资料质量抽检制度,定期核查资料的完整性与时效性。实测环节依据铁路测绘规范,结合不同测区环境制定专项作业标准,对仪器选用、控制网布设、数据采集、预处理等环节进行细化规定,明确各步骤的质量控制点。数据衔接环节出台资料数字化、格式转换、成果比对的操作规范,统一数据编码与传递流程,确保各环节衔接顺畅。同时建立标准执行监督机制,通过现场巡查、成果复核等方式保障标准落地。

5.2 技术人员专业能力的培育提升技术人员的专业素养直接影响数据一致性管控效果,需构建系统的培育体系。

开展针对性的技能培训,内容涵盖既有资料识别与分析、高精度测量仪器操作、信息化核查工具应用等,结合典型案例讲解差异成因与处理方法,提升实操能力。组织标准规范专题培训,确保人员熟练掌握资料管理、实测作业、数据衔接等环节的标准要求,避免因操作不规范引发问题。建立技能考核与交流机制,定期开展实操考核与案例研讨,鼓励人员分享工作经验与技术心得,促进专业能力提升。强化质量意识教育,强

调数据一致性对铁路安全运营的重要性,培养严谨细致的工作作风。

5.3 全流程质量监管机制的构建

全流程质量监管机制能实现数据一致性问题的早发现、早处理。事前监管聚焦资料准备与方案制定,核查资料的有效性与完整性,审核实测方案的合理性与针对性,确保作业基础可靠。事中监管覆盖实测全过程,通过旁站监督、随机抽查等方式检查仪器校准情况、作业流程规范性,实时比对初步数据与资料参数,及时发现并纠正偏差。事后监管重点开展成果核查与复盘,对实测数据质量、资料修正情况进行全面检验,评估一致性处理效果。建立质量问题追溯机制,对发现的问题明确责任主体与整改要求,形成监管记录存档。同时引入信息化监管工具,实现各环节质量信息的实时记录与追踪,提升监管效率。

6 结语

本文围绕既有铁路线路测绘中既有资料与实测数据一致性问题展开研究,明确两者协同关系,剖析资料缺陷、实测干扰、流程漏洞等差异成因,构建多维度核查方法,提出针对性处理策略,并从标准化体系、人员培育、全流程监管建立保障机制。这些研究成果可有效提升数据匹配度,为测绘成果准确性提供支撑,助力优化铁路测绘流程,为铁路运营维护与改造工程提供可靠技术保障,推动铁路线路管理水平提升。

参考文献:

- [1] 杨云洋李梦琪.轨道交通测绘数据一致性核查技术研究[J].测绘工程,2023,32(4):28-34.
- [2] 饶雄周禹昆.铁路实测数据与历史资料协同校验方法[J].铁道标准设计,2023,67(7):145-151.
- [3] 陈起金张君珏.既有铁路资料数字化与精度校准技术[J].工程勘察,2024,52(2):56-62.
- [4] 王元昌林晓峰.GNSS 测量干扰因素控制与数据修正研究[J].测绘通报,2024,(9):78-83.
- [5] 赵思远陈雨薇.铁路测绘全流程质量监管机制构建[J].铁道建筑,2025,65(3):189-194.