

公路工程施工测量常见问题应对策略

张民

四川公路桥梁建设集团有限公司机械化施工分公司，四川成都，610000；

摘要：施工测量是公路工程建设的核心基础环节，其精度直接决定工程线性、结构安全与使用功能。本文针对公路工程施工测量易出现的精度偏差、管理漏洞等问题，结合公路建设实践，先剖析施工测量对工程质量、成本与安全的重要性，再系统梳理仪器精度不足、人员操作不规范、环境干扰、数据管理混乱四类常见问题及成因，最后从仪器管理、人员培训、环境应对、数字化管控四方面提出优化策略，旨在为公路工程质量提升提供参考借鉴。

关键词：公路工程；施工测量；常见问题；应对策略；测量精度

DOI：10.69979/3029-2727.25.08.060

引言

公路工程作为交通基础设施的重要组成，其建设质量直接关系区域经济发展与民生出行安全。施工测量贯穿公路工程从路基开挖、路面铺设到桥梁涵洞施工的全流程，是把控工程线性参数、结构尺寸、标高控制的关键技术手段。当前，部分公路项目因施工测量环节存在疏漏，导致路基边坡坡度偏差、路面平整度不达标、桥梁墩柱轴线偏移等问题，不仅增加工程返工成本，还埋下安全隐患^[1]。随着公路建设向山区、复杂地形延伸，施工测量面临的环境干扰更复杂，对测量精度与管理水平的要求更高。因此，系统分析公路工程施工测量的常见问题，提出针对性应对策略，对保障公路工程建设质量、提升施工效率、降低成本损耗具有重要现实意义。

1 公路工程施工测量的重要性

1.1 保障工程结构安全稳定

公路工程结构安全依赖精准的施工测量数据支撑，无论是路基压实度控制、路面基层厚度铺设，还是桥梁支座安装、涵洞轴线定位，均需以测量数据为依据。若路基开挖时边坡坡度测量偏差，易导致边坡坍塌；桥梁墩柱施工中轴线测量误差超过规范范围，会使墩柱受力不均，长期运营易出现裂缝；涵洞进出口标高测量不准，会引发排水不畅，加剧路基水毁风险。精准的施工测量可确保各结构构件尺寸、位置符合设计要求，避免因参数偏差引发结构安全隐患，为公路工程长期稳定运营奠定基础。

1.2 控制工程线性与使用功能

公路工程的线性参数（平面线形、纵断面坡度、横断面宽度）直接影响行车舒适性与安全性，而这些参数的把控完全依赖施工测量。平面线形测量偏差会导致路

线转折突兀，增加驾驶员操作难度；纵断面坡度测量不准可能出现陡坡或凹陷，影响车辆行驶平顺性；横断面宽度测量不足会缩小行车道宽度，易引发交通拥堵或事故。此外，公路附属设施如护栏、交通标志的安装位置测量，也需依托精准的测量数据，确保其功能正常发挥。施工测量通过对线性参数的动态监控与调整，保障公路使用功能符合设计标准，满足行车安全与舒适需求^[2]。

1.3 降低工程成本与损耗

施工测量失误是导致公路工程返工的主要原因之一，若测量数据偏差未及时发现，待路基填筑、路面浇筑完成后再整改，需拆除已施工结构，造成原材料、人力与时间的大量浪费。例如，某二级公路项目因路面标高测量偏差 5cm，导致已铺设的 200m 沥青路面全部铣刨重铺，额外增加成本超 30 万元；某桥梁项目因墩柱中心坐标测量误差 10cm，需对墩柱进行凿除重建，延误工期 20 天。精准的施工测量可提前规避参数偏差，减少返工频次，同时通过优化测量流程、合理调配仪器与人员，提升测量效率，降低施工成本损耗，保障工程按期竣工交付。

2 公路工程施工测量常见问题

2.1 测量仪器精度不足或校准缺失

测量仪器是保障测量精度的核心设备，当前部分公路项目存在仪器选型不当、老化失准或校准不及时的问题。一是仪器选型与工程需求不匹配，如在山区公路高填方路段测量中，选用精度较低的普通水准仪，无法满足高程控制要求；二是仪器长期使用后部件磨损，如全站仪望远镜镜头老化、水准仪水准管气泡偏移，导致测量数据偏差；三是未按规定定期校准，部分项目为节省成本，将超过校准周期（通常 3-6 个月）的仪器投入使

用,如某项目全站仪未校准达8个月,在路基边坡测量中误差达15mm,远超规范允许的5mm范围。此外,仪器存放不当也会影响精度,如将水准仪暴露在高温、潮湿环境中,导致电子元件故障,影响测量数据准确性。

2.2 测量人员专业能力欠缺

测量人员的操作规范性与专业素养直接影响测量结果,当前公路工程施工中存在人员能力不足的问题。一方面,部分测量人员未系统掌握专业知识,对全站仪、GNSS接收机等设备的操作流程不熟悉,如在GNSS静态测量中,未按要求设置观测时间、采样间隔,导致基线解算精度不足;另一方面,操作流程不规范,如水准测量中未进行前后视距相等调整,导致视差误差。此外,数据处理能力薄弱,对测量数据的检核、修正方法不掌握,如未对横断面测量数据进行闭合差调整,直接用于路基施工,导致路基宽度偏差。

2.3 外界环境干扰因素影响

公路工程施工环境复杂,外界因素易对测量精度产生干扰,主要体现在三方面:

(1)地形地貌干扰,在山区公路测量中,树木遮挡、地形起伏导致GNSS信号接收不稳定,出现信号失锁现象,影响平面坐标测量精度;(2)在河谷路段测量时,水面反射易导致水准仪视准线偏移,引发高程测量误差。二是气象条件影响,高温天气导致钢尺热胀,测量距离偏大;暴雨天气造成地面沉降,使已布设的测量控制点位移;大风天气影响全站仪对中精度,导致角度测量偏差。(3)施工交叉干扰,公路施工中土建、机电等多工序同步进行,重型机械碾压易破坏测量控制点,运输车辆通行遮挡测量视线,导致测量工作中断或数据偏差。

2.4 测量数据管理混乱

测量数据的规范管理是确保数据有效性与可追溯性的关键,当前部分项目存在数据管理混乱问题。第一,数据记录不规范,采用纸质记录时字迹潦草、关键信息缺失,电子记录未及时备份,因设备故障导致数据丢失;第二,数据传递流程不清晰,测量数据从现场采集到内业处理,未经过多级检核,直接提交施工班组使用,如某项目将未检核的路基标高数据用于施工,导致路面厚度偏差;第三,数据存储无序,不同路段、不同工序的测量数据混杂存放,未按“路段-工序-时间”分类归档,后续查阅或复核时需耗费大量时间^[3];四是数据共享不足,测量部门与施工、监理部门之间数据传递滞后,施工班组未及时获取更新后的测量数据,仍按旧数据施工,引发工程参数偏差。

3 公路工程施工测量问题优化完善

3.1 构建仪器全生命周期管理体系

针对仪器精度不足与校准缺失问题,需建立从选型、校准、使用到存放的全生命周期管理机制。一是科学选型,根据公路等级与施工场景确定仪器精度等级,如高速公路平面控制测量选用Ⅱ级及以上全站仪,山区路段高程测量选用电子水准仪;二是规范校准流程,制定仪器校准计划表(如表1),明确不同仪器的校准周期、精度要求与责任部门,委托具备资质的机构定期校准,校准合格后方可投入使用,校准报告存档备查;三是加强仪器使用管理,操作人员需熟悉仪器操作规程,使用前进行外观检查与精度试测,如全站仪使用前需进行2C值、指标差检校;四是规范仪器存放,设置专用仪器库房,控制温湿度(温度15~25℃,湿度40%~60%),定期对仪器进行维护保养,避免部件老化。

表1 公路工程施工测量仪器校准管理表

仪器类型	校准周期	精度要求	校准机构	责任部门	校准后验收指标
全站仪	3个月	测角中误差 $\leq 2''$, 测距中误差 $\leq 2\text{mm}+2\text{ppm}$	省级计量院	测量部	2C值 $\leq 8''$, 指标差 $\leq 10''$
电子水准仪	2个月	每公里往返高差中误差 $\leq 0.3\text{mm}$	市级计量所	测量部	往返闭合差 $\leq \pm 2\sqrt{L}\text{mm}$ (L为测距km)
GNSS接收机	6个月	平面定位中误差 $\leq 5\text{mm}$	专业测绘机构	测量部	静态基线解算精度达标率100%
钢尺	1个月	长度偏差 $\leq 0.5\text{mm/m}$	项目试验室	测量部	与标准钢尺比对偏差 $\leq 1\text{mm}$

3.2 强化测量人员能力培育与考核

提升测量人员专业能力需从培训、考核、激励三方面入手。一是完善培训体系,定期组织专业培训,内容涵盖仪器操作、数据处理、规范解读,邀请行业专家或资深工程师授课,结合案例讲解常见问题处理方法;二

是严格考核机制,实行“岗前考核+定期考核”,岗前考核不合格者不得上岗,定期考核成绩与绩效挂钩,考核内容包括仪器操作熟练度、数据处理准确性、规范掌握程度,如考核全站仪操作时,要求在30分钟内完成对中、整平、角度测量与数据记录,误差需在规范范围

内；三是建立激励机制，对测量精度高、未出现数据偏差的人员给予奖金或荣誉表彰，对因操作失误导致测量问题的人员进行问责与再培训，提升人员责任意识与专业素养。

3.3 建立外界环境干扰应对机制

针对地形、气象、施工交叉干扰，需制定针对性应对策略。一是地形干扰应对，在山区树木遮挡路段，采用 GNSSRTK 与全站仪结合的方式，无信号区域使用全站仪进行边角测量；在河谷路段水准测量中，选用带有补偿功能的电子水准仪，减少水面反射影响，同时增加测站数量，通过多次观测取平均值降低误差。二是气象干扰应对，制定气象监测预案，高温天气测量时采用钢尺温度修正公式（ $\Delta L = \alpha L \Delta t$ ， α 为钢尺线膨胀系数）对测量距离进行修正；暴雨天气后及时复核测量控制点，检查是否存在位移；大风天气（风速超 5m/s）暂停全站仪角度测量，待风力减弱后再进行作业。三是施工交叉干扰应对，对测量控制点进行加固保护，设置警示标志，禁止重型机械碾压；与施工班组协调作业时间，避开运输车辆通行高峰进行测量，必要时安排专人疏导交通，确保测量视线畅通，同时采用动态测量方法，对施工干扰区域进行实时监测，及时调整测量方案。

3.4 构建数字化测量数据管理系统

依托数字化技术规范数据管理流程，需以“全流程可控、数据可追溯”为核心，重点强化数据采集的规范性与检核的严谨性。在数据采集环节，应统一配备具备定位与参数关联功能的电子记录设备，设备需支持自动抓取仪器编号、测量时间、现场环境参数，并按《公路勘测规范》预设标准化数据表格，表格字段涵盖测站编号、观测次数、原始数据、计算结果等，避免人工记录时的信息缺失或字迹潦草问题；针对山区等网络信号薄弱区域，设备需具备离线缓存功能，待联网后自动同步数据至管理平台，同时生成数据上传日志，确保采集环节可追溯。在多级检核机制构建上，现场人员自检需聚焦基础数据有效性，如水准测量需即时计算闭合差，确保符合 $\pm 2\sqrt{L}$ mm（ L 为测段长度，单位 km）的规范要求，自检不合格需立即重新测量；测量部门负责人复检需重点核查数据逻辑一致性，如比对同一路段不同测站的高程数据，排查异常波动值；监理单位抽检需按不低于 30% 的比例抽取关键测段数据，采用交叉计算法验证结果准确性，三级检核均需在系统中签署意见并留存记录，未通过检核的数据不得进入后续流程^[4]。

在数据存储与共享环节，需搭建兼具安全性与便捷

性的云端管理平台，实现数据价值最大化。存储层面，平台应采用分布式存储架构，按“公路项目-路段编号-施工工序-测量日期”建立四级文件夹体系，自动对上传数据进行分类归档，同时开启定时备份功能，并在异地设置灾备服务器，防止因硬件故障导致的数据丢失；权限管理需实行分级控制，测量部门拥有数据编辑与上传权限，施工班组仅开放数据查阅权限，监理单位可查看检核记录与抽检结果，确保数据不被随意篡改^[5]。共享与应用层面，平台需支持实时数据推送，施工班组可通过手机端 APP 接收最新测量数据，系统自动标注数据更新时间，提醒班组避免使用旧数据施工；同时，平台应嵌入数据可视化功能，将测量数据转化为线性图表、高程曲线图等，直观展示工程参数偏差情况，当数据超出规范允许范围时，系统自动触发预警，便于管理人员及时排查问题。

4 结语

施工测量是公路建设工程的“眼睛”，其精度与管理水平直接决定工程质量、安全与成本。本文通过分析公路工程施工测量的重要性，梳理出仪器精度不足、人员能力欠缺、环境干扰、数据管理混乱四类常见问题，从仪器全生命周期管理、人员培育、环境应对、数字化数据管控四方面提出优化策略，其中仪器管理表格为实践应用提供量化依据。在公路工程向复杂地形、高标准建设发展的背景下，施工测量需进一步融合 GNSS、BIM 等数字化技术，提升测量精度与效率。未来，公路建设者需重视施工测量环节，将优化策略落地实践，减少测量问题引发的工程隐患，推动公路工程建设质量与效益双提升，为交通基础设施高质量发展提供技术保障。

参考文献

- [1] 蒙俞霖. 公路工程施工阶段测量技术要点及控制措施[J]. 建材发展导向, 2024, 22(04): 55-57.
- [2] 刘朋. 测量在高速公路工程施工中的重要性分析[J]. 运输经理世界, 2023, (02): 19-21.
- [3] 郭敏. 论公路工程施工阶段测量技术要点及控制措施[J]. 科学技术创新, 2022, (23): 132-135.
- [4] 孙绍鑫. 公路工程建设中的隧道施工测量及其质量管理研究[J]. 运输经理世界, 2022, (10): 127-129.
- [5] 王龙蕊, 陈建, 陈志林. 三角高程中间测量法在公路工程施工测量中的应用与探索[J]. 科技和产业, 2021, 21(11): 259-263.