

工程测量误差来源及防控对策

王全胜

沂水县伟业勘察测绘有限公司 山东 临沂 276400

摘要: 工程测量是工程建设的核心基础工作, 测量误差直接影响施工质量、成本与安全。本文立足工程测量误差基础理论, 阐述误差的定义、特性与分类, 系统剖析人为操作、测量设备、作业环境及测量流程四大维度的误差成因, 结合工程施工实际工况, 针对性提出人员管控、设备运维、环境优化、流程完善的全方位防控对策, 旨在有效缩减测量误差, 提升测量数据精准度, 保障工程建设高质量推进。

关键词: 工程测量; 误差来源; 防控对策

引言: 在各类工程建设全过程中, 工程测量是把控施工精度、保障工程质量的关键前置工作。受各类客观与主观因素影响, 测量误差无法彻底消除, 各类误差问题频发, 易引发施工偏差、成本增加、安全隐患等一系列问题, 制约工程建设有序开展。为精准管控测量精度, 降低误差负面影响, 本文深入探究工程测量误差的核心来源, 结合行业规范与现场作业特点, 制定科学可行的误差防控策略, 为工程测量作业标准化开展提供参考。

1 工程测量误差基础理论概述

1.1 工程测量误差的定义与特性

(1) 误差定义: 在工程测量全过程中, 受测量设备、环境条件、人为操作等多重因素影响, 最终获取的观测数值与工程真实数值之间会产生一定差值, 该差值即为工程测量误差。误差是测量工作中普遍存在的客观现象, 无法被完全消除, 贯穿工程勘察、施工、验收全流程, 是影响测量数据精准度的核心因素。(2) 核心特性: 工程测量误差具备四大核心特性。一是普遍性, 所有测量作业都会产生误差, 不存在绝对精准的测量数据; 二是不可消除性, 误差无法彻底清零, 仅能通过技术手段优化缩减; 三是规律性, 各类误差的产生和变化存在一定规律, 可通过数据分析总结把控; 四是差异性, 不同施工场景、测量设备和操作方式产生的误差, 在数值大小、影响范围上均存在明显区别^[1]。

1.2 工程测量误差的分类

(1) 系统误差: 由固定、常态化因素引发, 如设备未校准、固定环境干扰、固定操作习惯等。该类误差的大小、正负方向具备稳定规律性, 重复性较强, 可控性较高, 可通过设备校准、公式修正、优化作业流程等方式有效削弱、抵消。(2) 偶然误差: 由温度波动、微小震动、瞬时风力等随机突发因素导致, 无固定变化规律, 误差大小、方向随机不定, 无法提前预判和完全规避, 行业

内主要通过多次重复观测、整合优化观测数据的方式降低其负面影响。(3) 粗差: 属于异常超大误差, 多由人为读数失误、操作不规范、设备故障损坏等问题引发, 属于可完全避免的违规性误差。严格落实设备课前检查、规范化作业、多重数据复核, 可彻底杜绝粗差产生。

1.3 工程测量误差的危害

(1) 对施工质量的危害: 测量误差会直接导致工程结构尺寸、标高、定位出现偏差, 造成构件错位、贴合度不足等问题, 导致施工质量不达标, 破坏工程结构完整性, 大幅缩短工程整体使用寿命。(2) 对工程成本的危害: 各类测量偏差引发的施工返工、现场整改, 会额外消耗人工、建材、机械设备资源, 增加工程施工成本, 造成资源浪费, 降低项目经济效益。(3) 对施工安全的危害: 严重的测量误差易引发建筑结构失衡、管线错位、基础沉降不均等隐患, 不仅威胁现场施工人员安全, 还会大幅提升工程后期运维阶段的安全风险。

2 工程测量主要误差来源分析

2.1 人为因素引发的测量误差

(1) 专业能力不足: 测量工作具备较强专业性, 部分测量人员专业知识储备薄弱, 对工程测量规范、技术标准掌握不透彻, 且现场实操技能不够熟练。在使用各类测量仪器、开展放线、测距、标高观测等作业时, 无法严格按照标准流程操作, 极易出现读数错误、数据记录遗漏、放线偏移等问题, 直接产生测量误差。(2) 职业素养欠缺: 部分测量人员工作责任心不足, 缺乏严谨的作业态度, 现场测量过程中敷衍了事, 不严格执行多次观测要求。同时存在随意篡改、拼凑测量数据、省略复核步骤等违规行为, 人为放大测量偏差, 降低测量数据真实性与准确性, 是造成人为误差的重要诱因。(3) 感官与操作偏差: 受人体生理条件限制, 测量人员肉眼读数时会产生固有视差, 无法完全精准判读数值。此

外,仪器架设时整平、对中操作不精准,观测姿势、站位不规范等常态化操作问题,会持续产生基础性操作误差,影响测量精度^[2]。

2.2 测量设备引发的测量误差

(1) 设备自身精度误差:水准仪、全站仪、GPS测量仪等核心测量设备,出厂时均存在不可避免的固有精度偏差,属于设备基础误差。同时,若选用的设备精度等级偏低,无法匹配高精度工程的测量需求,会从硬件层面产生持续性测量误差。(2) 设备校准与维护不当:测量设备长期投入现场使用,未按周期开展校准、检修与保养,会出现零件磨损、仪器参数偏移、镜头灵敏度下降等问题。老化失准的设备无法保证测量稳定性,直接导致观测数据失真,产生规律性测量误差。(3) 设备选型不合理:不同工程场景对测量设备要求差异较大,若未结合施工现场地形、测量精度需求、作业范围合理选型,在复杂工况下使用普通测量设备,会大幅降低测量适配性,放大各类原始测量误差。

2.3 环境因素引发的测量误差

(1) 自然气候环境影响:户外测量作业受气候条件影响极大,强光、大风、雨雪、高低温等天气,会遮挡、折射观测视线,干扰仪器光学系统与电子元件运行稳定性,造成观测数据波动,产生随机测量误差。(2) 地形地质环境影响:山区、陡坡、低洼、松软地基等复杂地形,难以保障仪器架设的平整性与稳固性,容易出现仪器晃动、偏移等情况,引发整平、对中偏差,大幅增加测量误差出现概率。(3) 施工现场环境影响:施工现场扬尘弥漫、施工机械持续震动、周边建筑物遮挡、电磁设备干扰等因素,会阻碍观测视线、扰动仪器稳定运行、干扰设备信号传输,严重影响测量作业精度^[3]。

2.4 测量方法与流程误差

(1) 测量方案不合理:部分测量工作未结合工程实际工况、地形特点制定专属测量方案,测量点位布设疏密不当、观测顺序混乱、测量频次不足,不符合行业规范要求,导致测量数据缺乏全面性与准确性。(2) 数据处理不规范:在测量数据整理、运算、汇总阶段,工作人员易出现计算失误、数据取舍随意等问题,且未严格落实误差修正、平差处理等标准化流程,进一步放大测量误差。(3) 作业流程不标准:测量作业全流程存在漏洞,前期准备、现场观测、后期复核校验等关键环节缺失,未严格执行双人复核、多次观测、交叉校验制度,流程不规范导致误差无法及时发现与剔除。

3 工程测量误差防控对策

3.1 强化人员管理,规避人为误差

(1) 完善人员培训体系:人为操作误差是工程测量中最常见的误差类型,提升作业人员专业能力是防控误差的基础手段。施工单位需建立常态化、系统化的培训机制,定期组织测量人员开展专业理论、仪器实操、行业规范及新技术应用培训。培训内容需贴合现场施工工况,重点讲解全站仪、水准仪、GPS测量设备的标准化操作流程,同时针对常见操作误区、误差产生原因进行专项讲解。所有参训人员需通过理论与实操双重考核,考核合格后方可上岗作业,从源头提升测量队伍专业水平,减少技能不足引发的测量误差。(2) 健全岗位责任制度:为杜绝人员疏忽、敷衍作业带来的误差,需搭建完善的岗位责任体系,明确每位测量人员的岗位职责、作业范围及工作标准。全面落实测量数据终身责任制,将测量成果质量与岗位考核、绩效评级直接挂钩,让工作人员充分认识测量工作的重要性。通过制度化约束,杜绝数据造假、随意观测、省略作业流程等违规行为,强化人员严谨作业的责任意识,有效规避主观人为误差^[4]。

(3) 规范现场操作行为:统一施工现场测量作业标准,细化读数、数据记录、现场放线、点位标定等各工序操作要求,杜绝不规范操作行为。严格落实关键测量工序双人交叉复核制度,由两名测量人员对同一测点进行重复观测、数据核对,相互校验、相互监督,及时发现并修正读数偏差、操作失误等问题,最大限度降低人为操作带来的测量误差。

3.2 规范设备管控,降低设备误差

(1) 科学选型匹配设备:测量设备精度直接决定测量数据的准确性,需根据工程精度等级、施工场景、作业范围科学选型。严格选用符合国家计量标准、性能达标的正规测量设备,结合普通土建工程、高精度市政工程、野外复杂工程等不同场景,匹配对应精度、量程的仪器设备。坚决杜绝低精度设备替代高精度设备、设备超量程、超工况使用的情况,从硬件层面规避设备适配性不足引发的基础误差。(2) 建立设备校准维护机制:构建常态化的设备校准、检修、保养管理制度,明确各类测量设备的校准周期、检修标准。定期送至专业计量机构进行精准校准,修正设备参数偏差;日常作业前对设备进行全面调试校验,检查仪器灵敏度、参数准确。及时更换磨损、老化、故障的零部件,对精度偏移严重的设备暂停使用、维修复检,杜绝设备失准引发的系统性测量误差。(3) 规范设备存放与使用:测量仪器属于精密设备,需做好全周期防护管理。设立专用存放库房,做好防潮、防震、防尘、防撞击防护,避免设备长期存放出现零件锈蚀、参数偏移。在设备搬运、架

设、使用过程中规范操作,杜绝剧烈震动、磕碰挤压,防止设备因外力损伤造成精度损耗,持续保障设备运行的稳定性与精准性^[5]。

3.3 优化作业环境,削弱环境误差

(1) 合理选择测量作业时间:自然气候是引发随机环境误差的主要因素,作业时需密切关注天气变化,合理规划测量工期与作业时段。主动规避大风、暴雨、浓雾、高温暴晒、低温霜冻等恶劣天气,优先选择视线清晰、温度恒定、气候平稳的时段开展测量作业,减少气流、光照、温度变化对仪器观测视线和设备运行的干扰,降低气候带来的误差。(2) 改善现场测量作业条件:针对施工现场复杂地形与作业环境,提前做好场地优化处理,对凹凸不平、松软的架设点位进行平整、夯实,保证仪器架设稳固。同时规避施工机械震动、建材遮挡、周边电磁设备干扰等不利因素,必要时可临时清理作业区域障碍物、远离震动源与电磁源,为测量作业创造稳定、良好的作业环境。(3) 采用环境适配测量方式:面对山区、高空、复杂管线周边等特殊作业环境,常规测量方式误差较大,需因地制宜选用抗干扰、高精度的测量技术与作业方法。通过增加观测次数、多点位重复测量,取多次观测数据平均值的方式,抵消环境因素带来的随机误差,有效提升复杂环境下的测量成果精度。

3.4 完善作业流程,优化误差管控体系

(1) 优化专项测量方案:正式开展测量作业前,需结合工程施工工况、地形地质特点、精度要求,制定精细化、针对性的专项测量方案。合理规划测量路线、科学布设测量点位,明确观测顺序、测量频次与作业标准,杜绝方案笼统、点位布设不合理、观测流程混乱等问题,让测量作业全程标准化、规范化。(2) 规范数据处理与平差:严格遵循行业规范开展测量数据记录、

计算、整理工作,杜绝数据涂改、随意取舍、计算失误等问题。依托专业测量软件对原始观测数据进行误差平差、修正处理,剔除异常数据,抵消系统性偏差,提升测量数据的准确性与严谨性,保障数据成果符合工程施工标准。(3) 建立全程复核管控机制:搭建测量前审核、测量中监督、测量后复核的全流程管控体系,实现误差动态管控。作业前审核方案与设备状态,作业中实时监督操作规范性,作业后严格复核数据成果。同时建立误差台账,详细记录误差类型、成因与整改措施,对超标误差及时整改、复盘总结,持续优化工程测量误差管控体系。

结束语

综上所述,工程测量误差源于人员、设备、环境、流程多方面,且对工程建设质量、成本、安全存在多重危害。精准把控测量误差是工程建设的重点工作,唯有从源头规范作业、强化管控,落实全方位、全流程的误差防控措施,才能有效削弱各类误差影响,提升测量数据准确性。未来需持续优化测量技术与管控体系,规避测量偏差,为工程建设的稳定性与高品质发展筑牢基础。

参考文献

- [1]赵卫国,李娟.工程测量数据处理误差控制及优化路径[J].中国测绘,2024,8(6):78-81.
- [2]吴强国.现代工程测量技术及其精度提升策略[J].测绘与地理信息,2021,46(10):97-101.
- [3]赵建明,李艳.工程测量误差来源及精度控制策略研究[J].工程勘察,2024,52(5):67-70.
- [4]王丽萍,张磊.建筑工程测量中的误差分析与精度控制措施[J].工程建设与设计,2024,26(11):245-247.
- [5]陈明远,刘敏.工程测量中仪器误差的影响及校准措施[J].测绘通报,2024,10(7):123-126.