

工程测量中全站仪自动化测量技术研究

郭晓芳 130426198410185222

摘要

全站仪自动化测量技术是当前工程测量领域的核心技术革新方向，相较于传统人工全站仪测量模式，其在测量精度、作业效率与数据处理自动化程度上均实现了本质提升。本文首先梳理全站仪自动化测量技术的基本原理与系统构成，进而分析该技术在不同工程测量场景中的应用优势，探讨当前技术应用过程中存在的环境适应性、设备成本与人员操作能力等问题，最后提出针对性的优化方向，为工程测量领域推广应用全站仪自动化测量技术提供参考。

关键词

工程测量；全站仪；自动化测量；测量精度

一、引言

工程测量是工程建设全生命周期中的基础性工作，从前期勘察设计到中期施工管控再到后期运营监测，测量数据的准确性与获取效率直接影响工程建设的质量与安全。传统工程测量中，全站仪测量依赖人工完成测点对准、读数、记录等全流程操作，不仅作业效率低，还容易因人工误差出现数据偏差，难以适配大规模、高频率的现代工程测量需求。随着电子信息技术与自动化控制技术的发展，全站仪自动化测量技术逐步成熟，通过集成自动目标识别、自动跟踪、数据自动传输存储等功能，大幅降低了人工参与度，提升了测量作业的标准化程度，已经逐步应用于变形监测、地形测绘、施工放样等多个工程测量场景。因此，对全站仪自动化测量技术的应用特点与优化方向开展研究，具备较强的实践价值。

二、全站仪自动化测量技术的基本原理与系统构成

2.1 基本原理

全站仪自动化测量技术以传统全站仪的角度、距离测量原理为基础，整合了自动目标识别（ATR）技术、图像识别技术与自动伺服控制技术实现

全流程自动化。系统首先通过内置 CCD 传感器捕获测量区域的影像信息，自动识别棱镜目标的位置，随后驱动伺服电机调整全站仪的水平轴与竖直轴转动，将视准轴精准对准棱镜中心，完成角度与斜距的测量后，自动计算出目标点的三维坐标，并将测量数据通过无线传输模块发送至终端处理设备，整个过程无需人工干预即可完成。相较于传统人工测量，全站仪自动化测量的目标对准精度可控制在 1 秒以内，距离测量误差可控制在毫米级，精度提升明显。

2.2 系统构成

完整的全站仪自动化测量系统主要由三个部分构成，第一是自动化全站仪本体，集成了角度传感器、距离传感器、CCD 图像传感器、伺服驱动模块与无线通信模块，是完成测量作业的核心硬件；第二是数据传输与控制终端，通常为安装了配套测量软件的计算机或移动终端，负责发送测量指令、接收测量数据并完成数据处理与成果输出；第三是辅助设备，包括固定或移动棱镜组、供电设备、稳定支架等，为自动化测量提供稳定的作业基础。针对不同的应用场景，系统还可以扩展变形监测自动预警功能，当测量数据超出预设阈值时，终端软件自动发送预警信息，实现测量监测的全自动化闭环管理。

三、全站仪自动化测量技术在工程测量中的应用优势

3.1 大幅提升测量作业效率

传统人工全站仪测量单站点测量需要测量员完成对中、整平、对准、读数、记录多个步骤，单个测点的测量时间通常需要 1 到 3 分钟，而全站仪自动化测量完成单个测点测量仅需要 5 到 10 秒，作业效率提升超过 10 倍。对于需要高频次重复测量的工程变形监测场景，比如大坝变形监测、高层建筑沉降监测、基坑边坡变形监测等，自动化测量系统可按照预设时间周期自动完成全测点测量，无需测量人员现场作业，不仅降低了人力成本，还避免了恶劣天气、复杂作业环境对测量人员安全的威胁。在地形测绘场景中，自动化全站仪配合移动棱镜车，可快速完成大比例尺地形数据采集，数据直接导入成图软件自动生成地形图，省去了人工录入数据的环节，大幅缩短了测绘工期。

3.2 有效降低人为测量误差

传统人工测量过程中，目标对准偏差、读数错误、记录错误等人为误差难以完全避免，根据工程测量领域的统计数据，人工全站仪测量的人为误差占总测量误差的比例超过 30%，容易对工程决策造成误导。全站仪自动化测量从对准到数据存储全流程由系统自动完成，消除了人为操作带来的误差，测量结果的稳定性与一致性大幅提升。同时，自动化系统自带数据自检功能，当测量数据超出合理误差范围时，系统会自动重新测量，避免了异常数据流入成果库，进一步提升了测量成果的可靠性。

四、全站仪自动化测量技术应用存在的问题

4.1 复杂环境适应性不足

全站仪自动化测量依赖 CCD 传感器识别棱镜目标，当测量区域存在雾霾、扬尘、强光遮挡，或是测点周围存在大面积玻璃、反光金属等强反射干扰物时，容易出现目标识别失败、识别错误的问题，导致测量中断。在多棱镜同时作业的场景中，系统也容易出现目标混淆的问题，需要人工介入调整，影响自动化作业的连续性。此外，在山区、林区等植被遮挡较多的区域，视线遮挡问题也会影响自动化测量的正常开展。

4.2 设备与技术成本较高

当前高端自动化全站仪的市场价格通常是普通人工全站仪的 2 到 3 倍，对于中小型工程测量企业来说，一次性采购多台设备的资金压力较大，限制了该技术的推广应用。此外，全站仪自动化测量系统需要配套专业的处理软件，部分厂商的软件需要每年缴纳授权费用，进一步增加了使用成本。同时，自动化测量系统的维护保养也需要专业技术人员，相较于传统设备，维护成本更高。

4.3 从业人员操作能力不足

全站仪自动化测量技术涉及测量学、电子信息技术、软件操作等多个领域的知识，部分传统测量从业人员对自动化技术的接受度较低，缺乏系统的操作技能培训，难以充分发挥自动化测量技术的优势，甚至会因操作不当导致测量成果出现错误。部分企业过于依赖自动化系统，忽略了测量成果的人工复核，也容易引发质量问题。

五、全站仪自动化测量技术的优化方向

针对当前应用存在的问题，首先需要提升复杂环境下的目标识别能力，通过优化 CCD 传感器性能、引入人工智能图像识别算法，提升系统对干扰环境的抗干扰能力，区分棱镜目标与其他反射物，降低目标识别错误率。其次，需要推动技术的平民化，降低自动化全站仪的生产成本，开发适配中小工程企业需求的轻量化自动化测量系统，配套免费开源的基础数据处理软件，降低技术应用门槛。最后，需要加强从业人员的技术培训，建立完善的技能培训体系，让测量从业人员掌握自动化测量系统的操作技能与异常问题处理方法，同时建立标准化的测量成果复核制度，保障测量成果的质量。

六、结论

全站仪自动化测量技术是工程测量领域的重要技术革新，其在提升作业效率、降低人为误差、实现数据一体化处理等方面具备显著优势，已经逐步成为工程测量的主流技术方向。尽管当前该技术在复杂环境适应性、成本、人员能力等方面还存在一定不足，但随着技术的不断发展与行业应用体系的逐步完善，这些问题将逐步得到解决，未来全站仪自动化测量技术将在更多工程领域得到推广应用，为工程建设的高质量发展提供支撑。

参考文献

- [1] 李青岳. 工程测量学[M]. 北京: 测绘出版社, 2018: 124-136.
- [2] 张正禄. 变形监测数据处理[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2016: 45-52.
- [3] 王健, 刘成龙. 自动化全站仪测量技术及其在工程变形监测中的应用[J]. 测绘工程, 2020, 29(3): 68-72.
- [4] 赵刚, 李军. 全站仪自动测量系统的原理及工程应用[J]. 工程勘察, 2019, 47(8): 61-65.