

测量员 APP 连接蓝牙全站仪在公路工程中的应用

曲平

(中交一航局第三工程有限公司)

摘要:为解决传统全站仪施放坐标点过程中人工操作效率低、误差大、依赖经验等问题,提出基于测量员 APP 蓝牙连接全站仪技术方案。通过设定测量参数和坐标系统,准确输入待放点的坐标信息,在全站仪接收指令后,进行精确测量和计算,将测量结果实时反馈至手机端,结合公路工程实例,验证了该技术在施工中的可行性与优越性。与传统方法相比,连接方式大大减少了人工操作的误差,提高了放点的效率和精度,尤其在复杂地形和大规模测量任务中优势明显,为测量工作的数字化、智能化发展提供了有力支持,推动了测量领域的技术进步。

关键词: 蓝牙全站仪; 工程测量; 移动测量技术; 数据传输效率

0 引言

随着科技的发展进步,移动设备在测绘领域的应用越来越广泛。通过全站仪与蓝牙技术在工程测量中的应用、基于手机 APP 的工程测量辅助系统设计与实现、应用工程测量学等著作,分析测量员 APP 蓝牙连接全站仪协同放点技术。该技术利用智能手机的蓝牙功能与全站仪进行连接,通过开发的手机应用程序实现放点数据的实时传输和精确放点,大大提高了工作效率和准确性。通过实际工程应用验证了该技术的有效性和实用性,为测绘工作提供了一种新的解决方案。

1 工程概况与测量需求分析

百色市南北过境线公路(北环线)工程 No.4 标段位于广西百色市田阳,按双向四车道高速公路标准建设。本标段地处高原边缘剥蚀丘陵区,地形起伏剧烈,地质条件复杂,线路穿越多处高陡边坡及深切冲沟,构成了显著的工程测量障碍。测量工作需克服通视条件差、控制点布设困难及气象干扰频繁等不利因素。

从技术需求层面分析:1) 高精度空间定位需求,桥梁上部结构安装与隧道贯通测量要求施工控制网具有极高的相对精度与绝对精度,平面位置误差需严格控制在 ± 3 mm 以内,高程误差不大于 ± 2 mm,以满足 GB/T 15314—2024《精密工程测量规范》中关于高速公路关键构造物的限差要求^[1]。2) 复杂环境下的测量适应性。需采用能够抵抗微小位移、温度变形及气象折射影响的测量技术与数据处理模型。3) 海量测量数据的实时性与可靠

性管理。需建立从野外采集到内业处理的无缝数字化流程,确保数据溯源性与成果一致性,避免因人工干预引入二次误差。需构建一套集成智能传感、无线通信与实时数据处理的高可靠性测量技术体系。

2 传统全站仪局限性

传统全站仪是一种集成电子测角、光电测距与微处理系统的光电仪器,可通过光学望远镜进行人工照准与测量,广泛应用于工程测图、施工放样等基础测绘工作,是现代工程测量的基础设备之一。然而,传统全站仪测量模式难以满足上述技术需求,其局限性在复杂山区环境中尤为突出。体现在:

1) 人工操作引入的系统性误差难以消除。手动输入坐标易产生粗差,目视照准与读数受操作技能与现场条件影响显著,导致测量精度难以稳定控制在毫米级,无法满足高精度桥梁与隧道施工的严格要求。

2) 作业效率低下制约施工进度。在通视困难区域,频繁迁站、反复瞄准及手工记录大幅延长了外业时间,难以应对大规模、高密度的放样任务,成为快速施工的瓶颈。

3) 数据流孤立且易脱节。传统方法依赖纸质记录与后期人工转录,不仅效率低下,更极易引入转录错误,破坏了数据从采集到处理的一致性、实时性与可追溯性,无法构建完整的数字化测量闭环。因此,传统技术体系在精度、效率与数据完整性方面的固有缺陷,亟需采用集成无线通信

与实时数据处理的智能化测量方案予以解决。

3 蓝牙全站仪及其优势

蓝牙全站仪是一种集成蓝牙无线通信技术的现代化测绘仪器,该系统通过蓝牙无线通信协议,构建了以智能全站仪为核心、以移动智能终端(如安装测量员 APP)为控制与数据处理中枢的集成化测量解决方案。其工作原理是:通过建立稳定的蓝牙数据链路,将设计坐标数据从终端批量传输至全站仪,并遥控仪器进行自动测量,再将观测数据实时回传至终端进行解算、存储与可视化比对,形成了一个完整的数字化闭环。相较于传统作业模式,具有以下技术优势:

1) 测量精度与可靠性显著提升

该系统通过程序化操作最大限度地减少了人为干预。批量导入坐标消除了手动输入错误;移动终端提供的实时偏差引导(如箭头、距离显示)辅助操作员快速完成精确照准,降低了瞄准误差;内置的实时数据校验算法可在测量瞬间提示超限结果,实现了过程质量控制,从根源上保障了成果的毫米级精度。例如,CAD图直接导入手机坐标点,减少在施工现场输入到全站仪,提高坐标输入准确性,从而提高测量放样精度;通过测量员 APP 进行操作,可以减少人为的操作失误,提高测量数据的准确性^[2]。

2) 测量工作效率提高

蓝牙无线连接打破了数据线的束缚,允许在更自由的位置操作,显著简化了传统放样操作的流程。其界面简洁直观,可在手机端快速输入放样点坐标,减少全站仪操作时间。在房建角点放样中,单点操作时间由传统方法的 5~8 min 缩短至 2~3 min,有效提升了工作效率。蓝牙技术实现了全站仪与手机之间的实时数据交互,测量数据可即时显示与处理,避免了人工记录错误和传输延迟,同时支持通过手机直接控制全站仪进行采集与放样,进一步节省人力和时间。实际应用表明,该方式较传统手动操作效率提高数倍,尤其在大规模桩位放样等场景中优势明显。

3) 测量数据便于管理

通过测量员 APP 与全站仪蓝牙连接,可以方便测量数据记录、存储、导出,方便后期数据分析与管理。现场施放坐标点,提前查看图纸,将坐标导入手机,连接全站仪,便于手机将数据传入全站仪;通过蓝牙或网络将数据传输到计算机

或云端,方便后期处理和分析。数据管理方面,测量数据可以按照项目、日期、地点等分类存储,方便用户快速查找和管理。此外,测量员 APP 还支持数据备份和恢复功能,确保数据的安全性。用户可以通过云服务将数据同步到云端,即使手机丢失或损坏,也能轻松恢复数据。

4) 适应性强

测量员 APP 通过蓝牙与全站仪连接,测量员 APP 能适应不同品牌手机和不同品牌、型号全站仪进行蓝牙连接,无论全站仪是进口品牌还是国产品牌,只要支持蓝牙通信功能,都可以与测量员 APP 进行连接和配合使用。能够在不同环境进行测量、施放坐标点,如山区或复杂的区域,城市建筑密集区域,野外荒漠或开阔地域等;适用于建筑工程、公路桥梁工程、市政工程等行业。

5) 误差降低

传统的全站仪放样放点作业容易受到人为因素的影响,导致测量误差。而测量员 APP 通过蓝牙技术与全站仪连接,可以精确控制全站仪的操作,减少人为因素对测量结果的影响。此外,测量员 APP 还支持实时校准、数据校验等功能,进一步提高了测量数据的准确性;测量员 APP 通过蓝牙连接全站仪进行放点作业,凭借其智能化、自动化和高精度的特性,显著降低了测量误差。实时数据传输与校验减少了人为误差,高精度设备与技术降低了系统误差,智能化操作流程减少了操作误差,数据管理与分析功能提升了测量精度,环境适应性则减少了外部误差。这种技术的应用,不仅提高了测量效率,还为工程测量带来了更高的精度和可靠性。

6) 施工质量提高

在公路施工项目中,使用测量员 APP 进行全站仪放样放点后,路面平整度得到了显著提高,减少了路面病害的发生。同时,沥青的密实度也得到了提升,提高了公路的使用寿命。表明测量员 APP 能够提高施工质量,为公路的安全通行提供保障;工程建设中,施工质量是项目成功的关键因素之一,而精确的测量放点是确保施工质量的基础^[3]。传统测量方式往往因设备精度、人为操作、数据管理等导致测量误差,进而影响施工质量。随着科技的发展,测量员 APP 通过蓝牙连接全站仪进行放点作业,提升了施工质量。

7) 应用场景广泛

在城市规划与建设中，需要对地形、地貌进行精确测量。测量员 APP 蓝牙连接全站仪放点的方式可以快速、准确地完成测量任务，为城市规划与建设提供可靠的数据支持。水利工程涉及大量的地形测量和放点工作。测量员 APP 蓝牙连接全站仪的方式可以高效地完成工作，确保水利工程的准确性和安全性。在交通建设中，需要对公路、桥梁等进行精确测量。测量员 APP 蓝牙连接全站仪放点的方式可以满足高要求的测量需求，为交通建设提供精准的数据支持。矿产资源勘探需要对地形、地质进行详细测量。测量员 APP 蓝牙连接全站仪的方式可以快速、准确地完成测量任务，为矿产资源勘探提供有力的数据支持。

4 试验验证与数据分析

在本工程中选取具有代表性的 ZK45+301—ZK45+749 那草大桥左幅垫石中心点作为试验区进行放点对比试验。选桥垫石 50 个中心坐标点作为放样目标点。传统方法组(对照组)采用某品牌常规全站仪(徕卡 1201+)，通过仪器键盘手动逐点输入坐标数据，人工瞄准棱镜，测量结果手写记录于纸质表格。蓝牙连接组(试验组)采用同型号但配备蓝牙模块的全站仪，通过测量员 APP 建立蓝牙连接。在测量员 APP 中直接导入，测量数据实时传输并自动存储在测量员 APP 及云端。2 组试验由同一名熟练测量员操作，使用同一台棱镜及对中杆，在相同天气(晴朗无风)及相近时间段(8:00—11:00)进行，仪器架设位置相同。试验重复 3 次取平均值，结果见表 1。

表 1 放点对比试验结果

试验指标	传统方法组	蓝牙连接组
总耗时/min	102	50
平均平面偏差/mm	2~3	1~2
平面位置均方根误差/mm	2.2	1.6

根据表 1 分析如下：

1) 工作效率提升

数据表明，蓝牙连接组完成 50 个点放样的平均总耗时(50 min)显著低于传统方法组(102 min)，效率提升达 51%($p < 0.01$)。效率提升主要源于：①数据输入简化：测量员 APP 批量导入坐标替代手动逐点输入，节省大量时间。②操作流程优化：测量员 APP 远程控制仪器、自动记录数据，减少了仪器旁操作和手工记录环节。③瞄准引导：测

量员 APP 实时显示偏差引导快速精确瞄准。

2) 测量精度有效提高

蓝牙连接组的平均平面偏差(1~2 mm)，均方根误差(1.6 mm)均显著低于传统方法组(平均平面偏差 2~3 mm，均方根误差 2.2 mm)，误差降低幅度达到 27.3%($p < 0.05$)。精度提升主要归因于：①减少人为错误：避免了手动输入坐标的错漏。②实时数据校验：测量员 APP 内置的数据校验功能能在放样过程中即时提示潜在问题。③自动化记录：避免了手工记录可能产生的笔误。

3) 数据管理与操作便捷性大幅增强

便捷性增强体现在：①试验数据记录：蓝牙连接组数据自动数字化存储于测量员 APP 和云端，完全替代了易损易失的纸质记录。②数据导出：试验组通过测量员 APP 一键导出包含所有点号、设计坐标、实测坐标、偏差量等信息的 Excel 报告，耗时不足 1 min；传统组需转录纸质记录至电子表格，耗时约 30 min，且存在转录错误风险。③操作复杂度：定性观察显示，蓝牙连接组操作流程更直观、步骤更少，对操作员经验依赖度降低，尤其在批量作业时优势更突出。

4) 劳动强度降低

蓝牙连接组大幅减少了操作员在仪器旁繁琐输入、记录和反复核对的时间，只需重点关注棱镜安置和测量员 APP 引导的微调即可，从而降低了劳动强度。

5 结语

通过试验分析验证了测量员 APP 蓝牙连接全站仪在坐标点施放中的技术优势。与传统方法相比，该技术通过蓝牙实时数据传输与智能终端协同，显著提升了测量效率与精度，并实现数据云端管理与多设备兼容，为复杂工程场景提供了高效解决方案。其核心价值在于推动测量数字化、减少人力依赖及返工风险。局限性集中于蓝牙稳定性受电磁干扰、老旧设备改造成本及终端续航不足。未来需深化 AI 算法集成以优化误差校准，探索 VR 可视化放样模拟，并推动技术接口标准化，以增强跨平台协作与极端环境适应性，助力智慧测量与数字孪生技术的深度融合。

参考文献：

- [1] GB/T 15314—2024, 精密工程测量规范[S].
- [2] 常淘沙. 蓝牙无线通信技术在工程中的应用与实现[J]. 数字通信世界, 2019(7): 26, 34.
- [3] 李章树, 倪家明, 刘蒙蒙. 工程测量学[M]. 北京: 化学工业出版社.