

信息技术支持下数字化测绘技术在建筑施工中的应用

李艳 王栋

滨州国投测绘有限公司

摘要: 在建筑施工领域,信息技术和数字化测绘技术的结合正在重塑工程测量的范式。研究聚焦于这些技术如何助力降低成本、提升测量精度与直观性,以及在具体建筑实践中的应用。分析覆盖地面测绘、原图数字化处理、项目监测及高效数据采集等关键领域,并探讨了数字摄影技术在拓展工程测量范围方面的作用。研究表明,数字化测绘技术对现代建筑施工效率影响较大,是提高效率,保障质量的关键。

关键词: 建筑工程; 测量技术; 应用措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.121

前言: 随着信息技术的迅猛发展,数字化测绘技术已成为建筑施工领域的关键工具。此技术的应用可优化测量流程,还可显著提高施工项目的准确性。在建筑施工的各个阶段,从初步测量到项目监控,数字化技术的引入使得工程管理更为高效、精确。

一、建筑工程测量技术内涵

建筑工程测量技术是建筑施工领域的核心环节,主要依赖于地理和空间数据获取与分析。该技术包括地形测绘、施工现场布置、建筑物定位以及后期结构监测等多个方面。在实施过程中,广泛应用各类高精度测量仪器和技术,例如全站仪、差分全球定位系统(DGPS)、三维激光扫描仪及无人机航测技术。而这些技术与工具可为建筑工程测量领域提供高精度、高效率的数据采集,为建筑设计、施工提供基准。近年来,随着信息技术的快速发展,数字化测绘技术在建筑工程中的应用日趋广泛。例如,建筑信息模型(BIM)技术的应用,

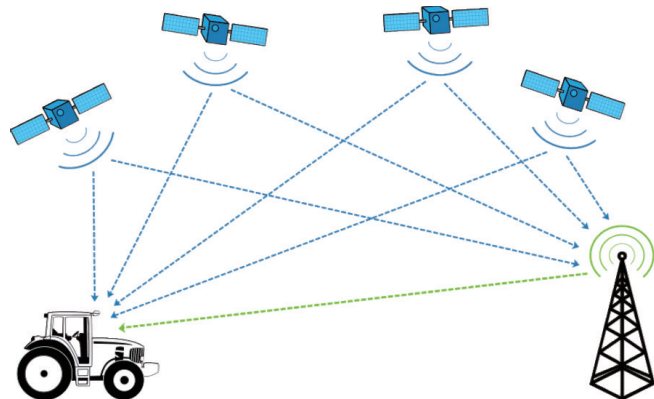


图1: 差分全球定位系统(DGPS)

可以将测绘得到的数据与建筑设计深度融合,形成动态的、可视化的建筑模型,从而实现设计与施工的无缝对接。

二、信息技术支持下数字化测绘技术应用的重要性

(一) 实现成本降低

在信息技术支持下的数字化测绘技术中,成本优化可通过集成高效的数据采集方法和自动化处理流程,以此减少人力资源和时间投入,从而降低整体项目成本。例如,无人机(UAV)测量技术和远程感应技术在大范围和复杂地形的数据采集,相较传统方法显示出更高的成本效益。数字化技术还通过提供精准、即时的数据处理和分析,减少因数据误差或重复作业导致的额外成本。

(二) 提升测量准确性

采用精密测量设备如差分全球定位系统(DGPS)、三维激光扫描技术等,可实现极高的测量精确度,对建筑工程的质量控制和安全性具有重要意义。例如,三维激光扫描技术可生成极其精确的现场模型,为工程设计和施工提供可靠基础。此外,数字化测绘技术支持实时数据的更新和共享,确保了工程项目各阶段信息的一致性,有效避免了由于数据不一致导致的设计和施工误差。在特别复杂或规模庞大的建筑项目中,这种高精度测量技术的应用尤为关键。数字化测绘技术的应用,可提升测量的准确性,还可加强整个建筑施工过程的监控和质量管理,可保障项目按照既定标准和规范顺利进行。



图2: 无人机(UAV)

(三) 测量直观性高

通过先进的可视化工具和软件,如三维建模和建筑信息模型(BIM),数字化测绘技术能够将复杂的地理和结构数据转化为易于理解的视觉表示。这种可视化可

便于测量数据分析，例如，通过三维激光扫描获取的数据可以生成精确的三维模型，使得项目团队能够在虚拟环境中对建筑项目进行详细的审查，这种直观性在检测潜在的设计冲突、优化空间布局以及提前识别施工难题方面发挥着关键作用。此外，BIM技术结合数字化测绘数据，还为其提供了动态的、多维度的项目视图，且允许多方利益相关者协同工作，实时更新和共享信息，从而提高决策工作的有效性。

三、信息技术支持下数字化测绘技术在建筑施工中的实际应用

（一）做好地面测绘工作，为工程建设提供数据支撑

（1）精确地形数据采集

利用数字化测绘技术，如差分全球定位系统（DGPS）和三维激光扫描，一般是以±2厘米的高精度采集地形数据。例如，无人机（UAV）配备高分辨率摄像头，可以从空中以1:1000的比例捕捉地表特征。三维激光扫描器能生成点云数据，每平方米包含超过50万个数据点，从而构建高达1厘米精度的地形模型。这些技术可以详细描绘地貌，如坡度变化、地面平整度等，为工程设计提供重要参数。例如，在设计道路时，利用这些数据可以精确计算坡度和最小转弯半径，或在规划排水系统时考虑到具体的地面倾斜角度。

（2）施工前准备和规划

在施工前准备和规划阶段，数字化测绘技术可提升工程规划的准确性。例如，精确到毫米级的测量数据可帮助工程师计算出土石方体积，误差控制在5%以内，从而准确预估开挖和填充的成本^[1]。此外，地形分析可以指导排水系统的设计，确保在不同的降雨条件下，排水系统可有效运作，降低洪水风险。

数字化测绘数据还支持高效的场地利用，比如，通过准确数据支持，项目设计可以优化建筑物的定位，降低对周边环境的影响，同时保证建筑的功能性和美观性。在施工进度规划方面，依据精确的地形和环境数据，项目团队可合理安排施工顺序和时间表，如分阶段完成的百分比（例如，每月完成的施工进度为10%），以及预设的关键节点日期，确保项目按期完成。

（二）原图数字化技术，缩减扫描时间

（1）高效率的图纸处理

建筑施工中的原图数字化技术涉及将传统纸质工程图纸转换为数字格式，此过程包括高精度扫描、图像处理、数据格式转换及集成四个关键步骤。

在扫描阶段，采用的是分辨率高达600dpi的扫描

仪，可精确捕捉A1（841mm × 594mm）等规格图纸的细节，包括尺寸标注和细微图案。标准尺寸图纸通过此类扫描设备的处理时间通常在1至2分钟内，生成高质量的数字图像。

图像处理阶段，应用OCR（光学字符识别）等先进技术，实现图纸上文字与数字的自动识别和转换。此阶段可提升数据可用性、准确性。例如，软件可准确识别并转换图纸中的尺寸数据和注释，有效减少手动输入的工作量和可能的误差。

数据格式转换阶段，涉及将图纸数据转换为如DWG或PDF等特定文件格式，以实现与建筑设计和项目管理软件的兼容性。例如，数字化后的平面图可直接导入到BIM软件中，实现与项目其他数字资产的无缝集成。

集成阶段，则是将这些数字化图纸整合入项目管理系统，例如通过云存储平台实现图纸的共享和协作。在此阶段，项目管理人员可在云平台上实时访问、更新和共享图纸，确保所有团队成员均可接触到最新的设计信息。



图 3: OCR（光学字符识别）

（2）即时更新和共享

通过数字化技术，一旦设计图纸经历更改或更新，这些更改则会被应用到项目的所有相关文档中。例如，当建筑元素的尺寸在设计图纸上被修改时，相关的数字化图纸可以在几分钟内更新，并自动同步到所有相关部门的系统中。这种高效的更新机制避免了传统手动更新方式中的时间延误和信息不一致的问题。此外，数字化的图纸易于在不同的项目团队成员和利益相关方之间共享。通过云存储和在线协作平台，如BIM系统，团队成员可以随时随地访问最新的图纸，进行评论、标注或进一步的编辑。这种即时的信息共享可促进跨专业团队之间的协作，也加强了客户、承包商和供应商等外部利益相关方的参与。例如，使用数字化图纸，项目管理人员可在云平台上发布最新的施工计划，所有团队成员均可实时查看和根据最新的计划调整自己的工作^[2]。

（三）设置项目监测工作，做好变形监测工作

首先，变形监测的核心是利用精密的测量仪器，如

差分全球定位系统 (DGPS) 和电子全站仪, 这些设备可以提供毫米级 (通常精度为 $\pm 2\text{mm}$) 的测量精度。例如, 在一座高层建筑的施工过程中, 通过在关键结构点设置监测标志, 并使用电子全站仪定期测量这些点的位移, 可准确跟踪建筑的垂直和水平变形。

其次, 通过收集的数据, 结合专业分析软件, 如结构分析和地质统计软件, 工程师可以对建筑的变形趋势进行量化分析。例如, 通过对连续几周内每日收集的数据进行比较, 可确定结构的变形速率, 如每周 0.5mm 的位移速率, 从而及时识别潜在的结构问题^[3]。

再次, 还可通过实施监测和报警系统, 使这些系统可以根据预设的安全阈值 (如位移量超过 5mm), 自动触发报警, 提醒工程团队及时采取措施。而这种即时反应机制, 可有效预防严重的结构问题 and 安全事故。除此之外, 变形监测数据还需要与项目的其他部分协同。例如, 通过将变形监测数据与施工进度和负载分布图整合, 工程师可以更准确地评估施工活动对建筑结构的影响。如施工期间, 楼层负载增加 (每平方米增加 200公斤), 通过对比变形数据, 可以评估额外负载对结构的影响。此外, 长期的变形监测对于建筑物的后期维护和管理也更为关键。例如, 对一座桥梁进行长达数年的监测, 可以收集到关于季节性温度变化 (温度范围 -20°C 至 40°C) 和交通流量 (日均车流量约 10000 辆) 对结构的长期影响的数据^[4]。

(四) 高效采集数据, 增加外观美观度

首先, 通过使用三维激光扫描技术和无人机 (UAV) 测绘, 工程师可快速且精确地收集现场数据, 包括地形特征、周边环境和现有建筑结构。例如, 无人机能够在短时间内 (如每次飞行持续 30 分钟) 覆盖大范围区域, 捕捉高分辨率图像 (分辨率可达到每像素 1cm), 为设计师提供详尽的现场信息。

其次, 可合理运用此类数据, 使其可在设计阶段准确地模拟建筑与周围环境的协调性, 如通过对周围环境的高精度图像和数据分析, 可以选择与周围景观和谐相融的外观材料和颜色。此外, 精确的地形数据还有助于在设计中考虑自然光线和风向, 增强建筑物的自然美感和舒适度。进一步地, 通过集成这些数据到高级建筑设计软件如BIM中, 设计团队可在虚拟环境中对建筑的外观进行多角度调整。例如, 建筑师可通过模拟不同的立面设计, 比较各种材料 (如玻璃、金属或石材) 和色彩方案对建筑外观的影响。通过对比不同设计方案下建筑在不同时间 (如日出、正午和日落) 的光影效果, 可以选择最优的设计方案, 以增强建筑的视觉吸引力和环境

适应性^[5]。此外, 通过高效数据采集和分析还支持可持续设计的实践。例如, 通过对太阳路径和周围建筑物的影响进行分析, 可优化建筑的能源效率, 如通过合理的窗户布局和遮阳设施来最大限度地利用自然光照, 同时减少能耗。这不仅增加了建筑的外观美观度, 也提升了其环境友好性、功能性。

(五) 数字摄影技术应用, 扩大建筑工程测量范围

首先, 通过使用像素密度高达每平方厘米数千像素的高分辨率相机, 数字摄影技术可以捕获极为详细的建筑和地形图像。例如, 一张覆盖 1 平方公里区域的高分辨率航拍图像, 可以提供足够的细节来识别建筑特征、地面材质甚至道路标线。其次, 该技术还可结合图像处理软件, 以便通过照片生成三维模型和精确的地形图。此过程称为光学测量, 通过分析多个角度拍摄的照片, 可以重建建筑物和地形的三维结构。例如, 通过处理一系列从不同角度拍摄的建筑物照片, 可以生成该建筑的详细三维模型, 精度可以达到几厘米, 这对于历史建筑的修复、城市规划和建筑设计提供了极为重要的参考。在数据处理方面, 数字摄影技术可快速将图像数据转换为可用的工程信息。通过自动化的图像处理软件, 如结构从运动算法, 可以从静态图像中提取动态数据, 实现对建筑物和地形的快速而精确的测量。

结束语: 综上所述, 在信息技术的支持下, 建筑工程测量领域的发展更为先进, 从地面测绘到原图的数字化处理, 再到项目监测和数据的高效采集, 这些技术的应用优化了建筑施工的各个环节, 是推动我国建筑行业的可持续发展的关键所在。

参考文献

- [1] 殷美霞. 数字化地图测绘技术在建筑工程测量中的应用[J]. 建筑·建材·装饰, 2022 (16): 169-171, 186.
- [2] 杨虹. 浅析地籍测量工程中数字化测绘技术的要点[J]. 华北自然资源, 2022 (3): 86-88.
- [3] 张峰. 数字化测绘技术在水利工程测量中的应用研究[J]. 科技资讯, 2022, 20 (16): 81-83.
- [4] 武兴. 工程测量中GIS技术和数字化测绘技术的应用[J]. 中国住宅设施, 2022 (3): 91-93.
- [5] 张康. 数字化测绘技术在城镇地籍测量中的应用[J]. 智能城市, 2022, 8 (4): 23-25.

作者简介: 李艳 (1984.8-), 女, 汉族, 山东滨州, 大学本科, 工程师, 研究方向: 工程测绘、房产测绘。