

建筑工程测量技术及测量要点

冯 杰

宁夏新斐测绘有限公司 宁夏 固原 756200

摘 要：本文全面探讨了建筑工程测量技术及其关键点。从传统经纬仪、水准仪到现代全站仪、GPS、GIS及数字成像测量技术的应用，测量技术不断进步，提升了工程测量的精度与效率。文章详细分析了平面控制测量、高程控制测量、建筑物定位与放线等测量要点，并强调了测量误差的来源、分类及质量控制措施。通过建立完善的测量工作质量控制体系，确保测量成果符合设计要求，为建筑工程的精准施工与安全运营提供坚实保障。

关键词：建筑工程；测量技术；测量要点

引言：建筑工程测量是确保施工精度与结构安全的基础工作。随着科技的飞速发展，测量技术已从传统的经纬仪、水准仪逐步向现代化、自动化方向转型。全站仪、GPS、GIS及数字成像等先进技术的应用，不仅极大地提高了测量精度与效率，更为复杂地形与大型工程的精准施工提供了有力支持。本文旨在深入剖析建筑工程测量的关键技术及其要点，为工程实践提供理论指导，保障建筑工程的测量质量与安全实施。

1 建筑工程测量技术概论

1.1 测量技术分类

(1) 传统测量技术以经纬仪、水准仪为核心，是建筑工程测量的基础手段。经纬仪主要用于角度测量，通过水平度盘和垂直度盘实现精确的方位角与竖直角观测，广泛应用于建筑物轴线定位；水准仪则专注于高差测量，借助水准管气泡校准水平视线，为场地平整、高程控制提供数据支撑。这类技术操作相对繁琐，依赖人工读数与计算，适用于精度要求较低的小型工程。(2) 现代测量技术呈现多元化发展。全站仪整合了角度、距离测量功能，能实时计算三维坐标，大幅提升野外作业效率；GPS测量技术利用卫星定位系统，实现全天候、大范围的点位放样与控制网布设，尤其适合大型建筑群或跨区域工程；GIS技术通过空间数据管理与分析，为工程规划提供可视化决策支持；数字成像测量技术则借助无人机航测、三维激光扫描等手段，快速获取建筑物三维模型，在变形监测、竣工测量中优势显著。

1.2 测量技术的选择与应用

(1) 根据建筑工程特点合理选择测量技术需综合考虑工程规模、精度要求、地形条件等因素。高层建筑施工中，全站仪与GPS结合可满足轴线投测的高精度需求；山区公路建设则优先采用无人机航测技术，快速获取地形数据；而小型民用建筑的场地平整，传统水准仪即可

完成高程控制。(2) 测量技术在不同阶段的应用场景各有侧重。规划设计阶段，GIS与遥感技术用于地形测绘和选址分析；施工阶段，全站仪负责结构构件定位，GPS指导大型设备安装；运营维护阶段，三维激光扫描与自动化监测系统实时追踪建筑物变形，保障使用安全^[1]。

1.3 测量技术发展趋势

(1) 智能化、自动化测量技术的发展成为主流。无人测量船、全自动全站仪等设备减少人工干预，实现数据自动采集与传输；机器学习算法优化数据处理流程，提升变形预测精度，推动测量工作向“少人化”“无人化”转型。(2) 测量技术与信息技术的融合不断深化。5G技术保障实时数据传输，云计算实现海量测量数据的集中处理，数字孪生技术将测量数据与建筑信息模型(BIM)结合，构建虚拟仿真系统，为工程全生命周期管理提供精准的数据支撑。

2 建筑工程测量要点分析

2.1 平面控制测量

(1) 平面控制网的设计与布设原则需遵循“从整体到局部、由高级到低级”的原则。设计时需结合工程规模确定控制等级，大型工程采用一级导线或二等三角网，小型工程可采用二级导线。布设应保证控制点分布均匀，覆盖整个施工区域，相邻点间距满足通视要求，一般为100-300米。同时，控制点需选在地基稳固、不易受施工干扰的位置，且与国家或地方坐标系联测，确保坐标系统统一，为后续测量提供可靠基准。(2) 导线网测量通过测角和量边确定点位坐标，观测时采用全站仪按测回法进行，水平角观测2-4测回，距离测量往返各2测回，适用于城市建筑密集区或地形复杂区域，在住宅小区施工中可高效完成楼栋定位。三角网测量利用三角形边角关系推算坐标，要求三角形内角在30°-120°之间，通过观测三角形内角和基线长度获取数据，适用于开阔场

地如大型厂房建设,能实现大范围高精度控制^[2]。

2.2 高程控制测量

(1) 高程控制点的选择与布设需选在地势较高、不易沉降的位置,如永久性建筑物基础或坚固岩石上。布设成闭合或附合水准路线,平原地区点间距1-2公里,山区加密至500-1000米。控制点应设置明显标识,并有详细点之记,记录点位位置、高程及周边环境,便于后续使用和校核。(2) 水准测量使用水准仪按“后前前后”顺序观测,DS3型水准仪每公里高差中误差 $\leq 10\text{mm}$,往返测高差较差不超过 $\pm 20\sqrt{L}$ (L 为路线长度,以公里计),是高程测量的主要方法,适用于平坦地区。三角高程测量通过全站仪测竖直角和斜距计算高差,需进行地球曲率和大气折光改正,公式为 $h = S \times \sin\alpha + (S^2 \times \cos^2\alpha) / (2R) - i + v$,适用于山区,竖直角观测2测回,较差 $\leq 15''$ 。

2.3 建筑物定位与放线

(1) 建筑物定位原则是依据设计总平面图,将建筑物轴线与控制网精确对应,确保平面位置符合规划。常用方法有:直角坐标法,从控制点沿坐标轴方向量距定位,适合矩形建筑;极坐标法,用全站仪按角度和距离直接放样,精度高;角度交会法,通过两个控制点的角度交汇确定点位,适用于不便量距场景。(2) 定位放线注意事项:放线前复核控制点,使用经校验仪器;放线时预留偏差富裕量,关键部位多测几次。误差处理:若误差超限,从起点重测,分析原因,严禁局部调整,必要时采用平差法分配误差,确保轴线偏差符合规范(一般 $\leq 5\text{mm}$)^[3]。

2.4 施工过程中的测量控制

(1) 基础工程测量要点:基坑开挖测设边界线和高程点,控制开挖深度误差 $\leq \pm 50\text{mm}$;桩基定位偏差 $\leq 50\text{mm}$,成桩后测桩顶高程,误差 $\pm 10\text{mm}$ 内。主体施工测量:用激光垂准仪传递轴线,竖向偏差 $\leq 3\text{mm}$;钢尺传递标高,每层设2个以上控制点,层高偏差 $\leq \pm 5\text{mm}$,全高 $\leq \pm 30\text{mm}$ 。(2) 测量数据记录要及时准确,注明工程部位、仪器、时间等,数字保留至毫米,不得涂改。数据处理用专业软件平差,剔除粗差,平面中误差 $\leq 15\text{mm}$,高程 $\leq 20\text{mm}$ 。校核流程实行“三检制”:测量员自检、班组互检、技术负责人终检,关键数据存档至工程保修期满。

3 先进建筑工程测量技术的应用

3.1 GPS测量技术在建筑工程中的应用

(1) GPS测量原理基于全球卫星定位系统,通过接收至少4颗卫星的信号,利用三角定位原理计算接收机所在的三维坐标。其技术特点显著:全天候作业,不受天气

影响;定位精度高,静态测量精度可达毫米级,动态测量精度达厘米级;操作便捷,无需通视条件,能快速完成大范围点位测量;可实时提供三维坐标、速度和时间信息,满足动态监测需求。(2) GPS在建筑工程中的实际应用案例广泛。在大型住宅小区建设中,利用GPS建立首级平面控制网,实现各楼栋轴线的精准定位,相比传统导线测量效率提升40%;在桥梁施工中,采用GPS实时动态(RTK)技术监测桥墩沉降与位移,数据更新频率达1次/秒,确保施工过程安全;在深基坑工程中,通过GPS连续监测基坑周边地表沉降,为支护结构优化提供数据支持,成功控制最大沉降量在规范限值内。

3.2 GIS测量技术在建筑工程中的应用

(1) GIS技术的基本原理是通过地理信息系统对空间数据进行采集、存储、管理、分析和展示,将地理位置与属性信息关联,形成可视化的空间信息模型。其核心功能包括空间查询与分析、地图制图、数据可视化等,能整合多源测量数据,实现数据的高效管理与深度挖掘。(2) GIS在建筑工程测量中的优势在于:实现海量数据的集成管理,便于工程各参与方共享信息;通过空间分析功能优化施工布局,如在场地规划中模拟材料堆放区与施工道路的最优组合;支持工程进度与测量数据的联动分析,为决策提供直观依据。应用场景包括:城市综合体项目中,利用GIS构建三维地形模型,辅助土方量计算与场地平整设计;在旧区改造工程中,整合建筑测绘数据与管线信息,生成综合管线图,避免施工时的管线冲突^[4]。

3.3 数字成像测量技术的应用

(1) 数字成像测量技术的基本原理是通过数码相机、无人机或三维激光扫描仪获取物体的数字影像,利用摄影测量学原理提取影像中的几何信息,重建物体的三维模型。其核心是通过影像匹配技术确定同名点,结合相机内参数和外方位元素,计算点位坐标,实现非接触式测量。(2) 数字成像技术在复杂地形测量中的应用极具优势。在山区公路勘察中,采用无人机航测获取高分辨率影像,快速生成数字高程模型(DEM)和等高线图,相比传统全站仪测量效率提升80%,且能覆盖人员难以抵达的陡峭区域;在古建筑修复工程中,利用三维激光扫描技术采集建筑外立面细节,生成毫米级精度的点云模型,为修复方案设计提供精确数据;在矿山工程中,通过数字近景摄影测量监测边坡变形,及时预警滑坡风险,保障生产安全。

4 建筑工程测量质量控制

4.1 测量误差的来源与分类

(1) 系统误差由测量仪器精度限制、环境因素恒定影响等产生,具有规律性和可重复性,如水准仪视准轴偏差导致的读数误差、钢尺温度膨胀引起的量距偏差。这类误差可通过仪器校准、修正公式或对称观测法消除。随机误差则源于观测者感官差异、外界偶然干扰等,表现为数值随机波动,如读数时估读毫米数的偏差、风力对全站仪瞄准的轻微影响,其分布符合正态分布规律,可通过多次测量取平均值削弱影响。(2) 误差对测量结果的影响显著:系统误差若未修正,会导致测量结果整体偏离真值,如未进行温度修正的钢尺量距,可能使建筑物轴线累计偏差超过规范限值;随机误差虽单个数值无规律,但大量误差累积可能引发偶然超限,例如高层建筑垂直度测量中,多次观测的随机偏差叠加可能导致结构倾斜风险。两者共同作用时,可能破坏工程结构的几何精度,影响施工安全与使用功能。

4.2 测量质量控制措施

(1) 测量仪器校验需严格执行周期检定制度,全站仪、水准仪等每年至少经法定计量机构校准1次,施工前需进行现场检校(如全站仪2C值、指标差检测)。操作规范要求测量人员按仪器说明书流程作业,例如水准仪观测时需按“粗平—瞄准—精平—读数”步骤操作,避免跳步导致的误差;雨天作业时需为仪器加装防雨罩,减少水汽对测量精度的影响。(2) 测量人员的专业素质包括:熟悉工程图纸与测量规范,能准确解读设计坐标与高程要求;掌握仪器操作技能,可应对复杂地形的观测需求;具备误差分析能力,能识别异常数据并采取处理措施。企业需定期开展技能培训,考核合格后方可上岗。(3) 测量数据的复核与处理流程实行“二级复核制”:作业人员自检数据的完整性与计算正确性,专职质检员复核观测方法与成果精度,关键部位(如桩基定位、钢结构安装)需第三方测量单位抽检。数据处理采用专业软件(如CASS、南方测绘软件),自动剔除超限差的观测值,通过平差计算获取最优结果,并生成纸质与电子档案存档^[5]。

4.3 建立测量工作质量控制体系

(1) 质量控制体系的组成包括组织架构、管理制度、技术标准三部分:组织架构明确项目经理、测量组长、作业人员的职责分工;管理制度涵盖仪器管理、数据审核、责任追究等内容;技术标准则结合工程特点细化国家规范要求(如《工程测量规范》GB50026)。其核心功能是通过流程化管理预防测量错误,确保成果精度符合设计要求。(2) 质量控制体系的实施需制定专项方案,明确各施工阶段的测量控制点与精度指标,例如基础工程轴线偏差控制在 $\pm 10\text{mm}$ 内,主体结构标高偏差 $\leq \pm 5\text{mm}$ 。监督机制包括日常巡检(检查仪器状态、记录完整性)、阶段性考核(评估测量成果与设计的吻合度),对发现的问题开具整改单,跟踪验证至合格,同时将测量质量纳入工程质量评优指标,激励全员参与质量控制。

结束语

综上所述,建筑工程测量技术作为确保施工精度与安全的关键环节,其重要性不言而喻。从传统测量技术到现代先进技术的应用,每一步发展都见证了工程测量领域的革新与进步。通过深入探讨平面控制测量、高程控制测量、建筑物定位与放线等要点,不难发现,精准的测量工作是建筑工程质量与安全的重要保障。未来,随着智能化、自动化测量技术的不断普及,我们有理由相信,建筑工程测量将迈向更加高效、精准的崭新阶段,为建筑行业的持续健康发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]高健.测绘工程中测量技术的发展和应[J].中国建筑装饰装修,2022,(06):63-64.
- [2]徐静.浅谈精度控制在建筑工程测量技术中的应用[J].地产,2023,(14):136-137.
- [3]蒲璐.建筑工程测量技术在实际应用中存在问题及应对策略[J].工程建设,2023,(12):142-144.
- [4]蒙俞霖.建筑工程测量技术及测量要点探析[J].建材发展导向,2024,(04):40-42.
- [5]柴子飞.探讨工程测量技术要点与控制措施[J].砖瓦,2021,(10):76-77.