

房屋建筑工程测量全过程质量控制体系构建与实践

陈弘隽

(城乡院(广州)有限公司, 广东 广州 511300)

摘要 为构建房屋建筑工程全生命周期测量质量管理框架, 研究以“策划—执行—反馈—优化”为核心环节, 设计包含要素维度与控制策略的三维体系。通过引入误差传递理论、控制网闭合差评估及偏差量化方法, 对基准设定、轴线投测、标高引测以及垂直度监控等关键工序进行系统化解析, 并结合实际工程案例验证其可行性, 结果显示, 各阶段测量数据均符合现行规范要求, 整体精度与可靠性显著提升, 形成了动态闭环的质量监管机制。研究表明, 偏差溯源分析、多点复核检验及实时校正措施可保障房屋建筑工程质量稳定, 建议推广基于量化指标的PDCA管理模式, 进一步完善施工过程中的精准管控能力。

关键词 房屋建筑工程; 质量控制体系; 测量精度; 误差传播; 全过程管理

中图分类号: TU198

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.35.042

0 引言

房屋建筑工程对测量精度的要求贯穿项目全过程, 基准点不稳、标高传递误差和垂直度偏差等问题仍是影响工程质量的关键因素。现行测量作业存在流程衔接、误差约束与数据校核的断层, 特别是在房产测绘相关环节, 如产权边界测量、房屋面积计算和房产信息更新等, 需要高精度的测量与数据支持。现有质量控制体系未能覆盖全过程, 缺乏系统化的控制框架。本文提出构建可量化、可追溯的全过程测量质量控制体系, 确保从基准建立到成果应用的各阶段数据一致性与精确性。基于“四阶段流程—五类要素—三层控制”模型, 结合误差传播、控制网复测及偏差量化方法, 对房屋建筑工程测量过程进行全面分析, 验证该体系在实际工程中的有效性, 并为后续房产测绘及建筑项目提供技术路径与管理框架。

1 房屋建筑工程测量全过程质量控制体系的构建

1.1 测量全过程的识别与划分

房屋建筑工程测量按作业顺序可划分为准备、实施、成果应用与反馈改进四个阶段, 各阶段以作业任务、控制节点与数据链路作为划分依据, 形成连续、可校核的技术流程链。准备阶段重点完成仪器精度检校、控制网复测与测量基准点稳定性确认, 确保后续测设基准具备一致性与可追溯性^[1]。实施阶段围绕轴线投测、标高传递、构件定位与结构垂直度监测开展工作, 通过重复观测、交叉校核与误差平差保持测量数据的

内部一致性, 并在关键节点配置双向复核机制以控制累计偏差。成果应用阶段将测量结果用于模板复核、结构校正与沉降监测模型更新, 形成设计—施工—校核的闭环信息链, 实现测量数据在施工活动中的即时调用与修正。反馈改进阶段依据实测偏差源进行误差溯源分析, 对控制网参数、观测方法及现场环境干扰进行校正, 形成持续优化的测量作业流程。各阶段任务相互衔接, 构成可执行、可核验的工程测量全过程结构。

1.2 质量控制要素的确立

房屋建筑工程测量质量管控的核心在于构建以“人、机、法、环、数”五要素为主体的质量保障体系, 其中误差源辨识、操作流程规范及数据处理链条是关键环节。人力资源管理着重于作业资质审核、岗位职责划分以及复核机制的设计与执行, 确保轴线投测、标高传递和沉降观测工作由具备标准化规程的技术人员完成, 并通过交叉验证减少个人差异带来的影响。仪器设备的选型需综合考虑其精度参数、检定周期以及环境适应性, 在投入使用前须对其核心部件进行校准测试, 从而保证量测基准的一致性和可靠性^[2]。方法要素涉及控制网布局、观测路径规划以及平差模型选择, 通过优化基准点分布、提升观测冗余度并科学选取平差策略, 增强测量数据的稳定性与可复现性。环境要素聚焦温度梯度变化、风速波动、光照条件及施工振动等外部干扰因素的影响, 运用温控调节技术、

防风遮蔽手段和减振装置实现对外界影响的有效抑制。数据要素则注重规范原始记录格式、执行外业到内业的一致性检验，并建立全程追溯机制以确保信息链条完整可靠。上述五类核心要素相互关联，共同构建了后续工作开展的技术支撑体系。

1.3 质量控制体系的构建

质量控制体系由流程、该模型基于三维结构框架设计，以误差传播机制作为量化依据。在流程维度上，系统划分为准备、执行、结果运用及反馈改进四个阶段，并通过时间序列整合各环节为连续链条^[3]。要素维度涵盖人员、设备、方法、环境和数据五大核心控制因子，将操作规程、仪器标定、观测技术与平差方案、干扰源防控以及数据分析质量纳入统一管控体系。控制维度则包含制度保障、技术支撑与信息管理三个层次，借助复审程序、冗余检测及结论验证构建多重约束网络。体系核心采用误差传播模型对成果量精度进行量化计算，如式（1）所示：

$$\sigma_f^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \sigma_{x_i}^2 \quad (1)$$

式（1）中，成果量 f 的合成标准差 σ_f ，各观测量 x_i 的标准差 σ_{x_i} 按其敏感系数 $\frac{\partial f}{\partial x_i}$ 加权传播得到，反映了不同观测量对最终结果的影响程度，为体系实现可计算化精度控制提供基础。

2 测量全过程质量控制的实践

2.1 测量工作准备阶段的质量控制

测量准备阶段的任务在于建立统一且稳定的测量基准，主要包括仪器精度检校、控制网复测与观测环境适应性处理^[4]。控制网复测通过对既有控制点进行方位与距离核查，利用平面闭合差检验网形的一致性，其计算式见式（2）：

$$f = \sqrt{(\Sigma \Delta X)^2 + (\Sigma \Delta Y)^2} \quad (2)$$

式（2）中，闭合差 f 用于量化控制网整体的几何偏差，是判断基准是否可靠的关键指标； $\Sigma \Delta X$ 与 $\Sigma \Delta Y$ 为完整观测路线 X 、 Y 中方向的累计坐标增量，用以反映观测过程是否存在系统性偏移。当 f 超出规范限值时，说明控制点可能发生位移或观测步骤存在缺陷，需要重新检校或调整网形；当满足限值要求，则控制网可作为施工测量的有效基准。

在仪器方面，通过对全站仪、水准仪及激光垂准仪进行角度、距离与补偿精度检校，可减少系统误差对后续观测链路的影响^[5]。在环境方面，通过温度适应、选取低风速窗口及避开振动源，使基准建立过程中的外界扰动保持在可控范围内，为实施阶段提供稳定起点。

2.2 测量实施阶段的质量控制

测量实施阶段的控制重点在于保证轴线投测、标高传递与结构垂直度监测的精度一致性，通过冗余观测、交叉校核与动态复测减少过程性偏差。结构垂直度或层高传递误差可按式（3）进行量化判定：

$$\delta = \frac{h_1 - h_2}{H} \times 100\% \quad (3)$$

式（3）中：偏差率 δ 用于反映不同测站或不同方法获取的观测值在楼层高度 H 中的相对差异程度； h_1 与 h_2 为两次独立测得的标高或垂直度值，其差值体现观测链路的内部协调性。当 δ 超出控制阈值时，需立即进行复测并检查控制点稳定性，以避免累计偏差在结构高度方向上持续放大。

在轴线定位与构件放样过程中，通过正反向观测、多测站重复测量以及仪器自动整平补偿等技术手段，可显著降低偶然误差的引入概率。针对关键节点位置，则采取双人独立复核并同步记录原始数据的方式，进一步增强信息传递环节的数据可靠性^[6]。为评估实施阶段控制措施的效果，对主要定位点的轴线偏差、标高误差及剪力墙垂直度偏差进行了系统性统计分析，具体结果详见表 1。经检验发现，三类核心指标的最大值、最小值和平均偏移量均符合相关规范要求，充分体现了该体系在实际工程中的稳定性和精确性特征。

表 1 施工测量关键点偏差实测统计表

| 测量项目 | 规范允许偏差 | 实测最小值 /mm | 实测最大值 /mm | 平均偏差 /mm | 合格率 /% |
|----------|--------|-----------|-----------|----------|--------|
| 轴线位移偏差 | ±5 | 0.8 | 3.6 | 2.4 | 100.0 |
| 楼层标高误差 | ±3 | 0.4 | 2.8 | 1.7 | 98.6 |
| 剪力墙垂直度偏差 | ≤ 8 | 1.2 | 6.9 | 4.1 | 96.5 |

2.3 测量成果应用阶段的质量控制

测量成果运用环节的核心控制目标在于确保观测数据在结构校验、构件定位以及变形监测中的可靠性与协调性，保障前期构建的基准体系能在工程实践中实现闭环管理。针对模板支撑与钢筋布置工作，需将轴线投测及标高传递的数据融入现场放样流程，并通过比较设计坐标与实测值之间的差异来确定构件安装偏差范围，进而指导模板调整与钢筋复核操作，防止局部误差向整体结构扩散。对于垂直度和平整度控制，则应基于各施工区段的实际检测结果与预设参考点进行精确配准分析，及时发现并消除潜在累积偏差隐患，

在后续工序中采取针对性纠偏措施予以解决。

在沉降监测领域，通过定期复测各监测点并对比新旧数据序列，绘制出反映沉降速率与发展趋势的曲线图，以此评估结构是否存在非均匀变形现象。若检测到异常偏移，则需及时开展补充观测以确认趋势稳定性^[7]。对于竣工测量结果，可通过将其与设计模型或BIM基准进行配准分析，精确量化主要构件的实际偏差范围，并验证前期控制体系的有效性。建立基于数据分析、动态监控及误差修正的技术框架后，可实现施工全过程至成品验收阶段的数据闭环管理目标。

3 测量全过程质量控制体系的评价与改进

3.1 质量控制体系的监测与评价

质量控制体系的监测与评价以量化指标体系为核心，通过对观测精度、数据一致性与成果稳定性进行综合计算，判断全过程控制链条的有效性。为实现可计算化的评价模式，将控制点精度、施工偏差与成果完整性构建为三个核心指标，并采用加权评分方式进行综合量化，其计算式见式（4）：

$$Q = \alpha A + \beta B + \gamma C \quad (4)$$

式（4）中：综合评价值 Q 用于表征全过程测量质量的整体水平；指标 A 表示控制网与关键控制点的精度评价结果，反映基准体系的稳定性；指标 B 为施工过程中的轴线偏差、标高误差与垂直度偏差的综合评价，用于衡量实施阶段的控制效果；指标 C 则由成果完整性、数据连续性及外业—内业一致性构成，用于检验测量成果是否满足应用要求。权重系数 α 、 β 、 γ 根据工程特性与关键控制需求设定，使评价结果更符合实际测量重点。

结合表1的实测偏差数据，可对各指标进行量化赋值，并通过构建时间序列对 Q 进行动态监测，从而识别不同阶段控制效果的变化趋势。当 Q 出现波动或下降时，可借助偏差来源分析定位问题环节，为后续的误差溯源与控制策略调整提供依据，使质量控制体系在监测—评价—修正的循环中保持稳定运行。

3.2 质量控制体系的持续改进

质量管理体系的持续优化主要聚焦三个关键维度：偏差追踪、流程审核以及标准更新。通过构建闭环反馈机制，融合监测数据与评估结果，在多轮迭代中达成系统性改进目标。基于第3.1节生成的整体评价指数及各指标的时间序列特征，可识别潜在薄弱环节（如控制网络稳定性不足、垂直传递误差波动或成果一致性降低），并开展根源分析以明确问题成因。借助原始观测记录、复测信息和设备状态对比等方式实施精

准溯源工作，深入探究误差产生的可能原因（包括仪器漂移、操作偏差或外部干扰因素），为后续精细化调整提供科学依据。

在流程复核环节，通过对数据链路中的准备、执行及应用三个阶段进行系统化梳理，可精准识别冗余或薄弱节点，并对观测路径规划、复测频次安排以及校验点设置提出针对性优化建议，确保数据传输与控制指令的一致性。在此基础上，将修订后的操作规范、参数设定及相关典型误差案例整合成标准化文件，建立经验共享平台以供后续项目参考借鉴。借助PDCA循环机制推动持续改进工作，促使测量质量管理从单一静态约束向动态调节模式转变，从而实现管理体系的长效稳定发展并提升工程适应能力。

4 结束语

全过程质量控制体系依托流程分解、要素约束与量化评估构建系统框架，通过误差传播模型、复测网络技术及偏差定量分析工具，实现从基准建立、数据采集到成果检验的全链条闭环管理。实证研究表明，在该体系支撑下，轴线定位、标高设定及垂直度检测等核心指标表现出优异的稳定性，观测一致性大幅提升，结果精确可靠，充分彰显其在复杂工况环境中的应用潜力与发展前景。质量控制的有效性依赖偏差溯源、动态复测与数据校核的协同运行，通过PDCA机制持续调整流程节点与观测策略，在多轮迭代中保持体系稳定。在房屋建筑工程测绘领域，建议引入自动化观测技术、实时数据校核与数字化测量模型，通过智能化监测与高精度保障推动房屋建筑工程测量数据的更新与应用，推动全过程测量质量管理向模型驱动与数据驱动方向深化。

参考文献：

- [1] 何开俊.房屋建筑工程智能建造技术应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(30):65-67.
- [2] 徐晶,丛晓辉.高周转理念下的房屋建筑工程管理技术[J].城市建设理论研究(电子版),2025(30):38-40.
- [3] 张斌.浅谈影响房屋建筑工程质量的主要因素及控制方法[J].产品可靠性报告,2025(09):172-173.
- [4] 王棋.绿色节能技术在房屋建筑工程中的应用分析[J].中国建筑装饰装修,2025(18):90-92.
- [5] 龚毅.房屋建筑工程施工质量与安全管理对策[J].城市开发,2025(18):106-108.
- [6] 蔡小柳.住宅房产测绘技术方案优化与质量控制要点探讨[J].居舍,2025(31):153-156.
- [7] 冯敏.基于现代数字房产测绘的房屋建筑面积核实方法[J].测绘技术装备,2025,27(03):14-18.