

基于 GNSS 与 CORS 融合的农村建筑测量技术研究

文 / 张 贵 四川地星科技发展有限公司

摘要：随着乡村建设和土地管理数字化进程的推进，农村建筑测量对定位精度与数据实时性的要求显著提高。传统测量方法受地形遮挡、气候干扰和人工操作等因素限制，难以满足现代建设精度需求。基于全球卫星导航系统（GNSS）与连续运行参考站系统（CORS）的融合测量技术，能够通过实时差分改正实现厘米级定位精度，有效提升农村建筑测量的效率与可靠性。本文通过分析 GNSS 与 CORS 的融合原理，探讨其在建筑定位、施工放样、竣工测绘及地形测量中的应用路径，并结合实际工程数据进行精度对比与误差分析。研究结果表明，GNSS 与 CORS 融合技术在农村复杂环境下表现出显著的稳定性与抗干扰能力，为农村建筑测量的信息化与智能化提供了技术支持。

关键词：GNSS；CORS；农村建筑；测量精度；融合技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.23.114

引言

农村建筑测量作为城乡建设与土地管理的重要基础环节，长期依赖传统全站仪、水准仪等方法，其作业效率和精度易受地形复杂性、气候条件及人为因素影响。随着北斗系统的完善和空间信息技术的普及，高精度卫星测量手段开始在农村地区得到推广。GNSS 技术通过卫星信号实现定位与导航，具备广域覆盖和高效率特点，而 CORS 系统通过差分改正数据弥补单机 GNSS 定位的误差，使高精度实时定位成为可能。二者的融合不仅突破了地形遮挡和信号延迟等技术瓶颈，也实现了测量作业的标准化与智能化，为农村建筑规划、施工监测及后期竣工验收提供了可靠的数据基础。这一技术的推广应用，标志着农村建筑测量正从传统人工测绘向自动化、数字化转型。

一、GNSS 与 CORS 技术融合的理论基础

（一）GNSS 测量技术的工作原理与局限性

全球卫星导航系统（GNSS）是一种利用卫星信号进行定位和测距的空间信息技术，能够在全局范围内实现连续导航与测量^[1]。GNSS 通过接收多颗卫星的信号，利用时间差计算测站的三维坐标，实现实时空间定位。当前主流系统包括 GPS、GLONASS、北斗和 Galileo，多系统联合使用可增加卫星数量与信号冗余度，从而提升定位稳定性与可靠性。

在建筑测量中，GNSS 以高精度、作业灵活和全天候运行的优势被广泛应用。然而在农村地区，复杂地形、植被遮挡及通信条件限制易引发信号多路径效应、电离层延迟和对流层折射等问题，导致测量精度下降。尤其在山区或村落密集区，单一 GNSS 定位难以满足厘米级的建筑放样与竣工测绘要求。因此，需借助差分技术与地面增强系统进行精度补偿，以实现高精度、稳定的测量结果。

（二）CORS 系统的差分原理与融合优势

连续运行参考站系统（CORS）是基于 GNSS 的高精度增强网络，由多个固定基准站组成。系统通过实时接收卫星信号并计算差分改正参数，再将改正数据传输给流动站进行误差修正，可有效消除轨道误差及电离层、对流层延迟，达到厘米级定位精度。CORS 的核心优势在于提供高精度、连续、统一的区域坐标基准，实现长期稳定的空间定位服务。

当 GNSS 与 CORS 技术融合使用时，测量精度和实时性显著提升。融合系统利用多基准站数据进行动态差分计算，保持长时间作业下的坐标稳定性与误差可控性。在农村建筑测量中，CORS 网络的引入解决了信号不稳与基准点稀疏等问题，使放样、测绘与监测更加精准高效。依托北斗系统的多频信号支持，融合定位具备更强的抗干扰与环境适应能力，为农村地区构建统一、高效的测量坐标系提供了可靠技术途径。这一融合模式推动测绘作业向自动化、智能化方向发展，成为农村建筑测量技术革新的重要基础。

二、GNSS 与 CORS 融合在农村建筑测量中的技术应用

（一）融合测量系统的设备构成与软件平台

GNSS 与 CORS 融合测量系统由基准站、流动接收机、通信模块、测量软件及数据处理平台组成。基准站接收卫星信号并生成差分改正信息，流动站通过通信网络实时获取数据，实现高精度定位。系统采用网络 RTK 模式，可在多台设备间共享改正信息，满足分布式建筑测量需求。测量软件具备坐标解算、误差分析与成果管理功能，能够与 GIS 系统对接，实现数据导入与空间可视化。

在农村地区，通信与供电条件相对薄弱，融合系统通过 4G 与北斗短报文双通道技术保障信号稳定，并配备长效电源以适应野外长时作业。以某丘陵村镇测绘项目

为例，技术团队在 3 平方公里范围内布设多个基准点，较传统方法测绘效率提升近一倍，平面误差控制在厘米级范围。实践证明，融合系统在复杂地形中依旧保持良好的信号稳定性，为农村建筑测绘提供了高可靠性支撑。

（二）融合技术在建筑定位与放样中的应用流程

在农村建筑施工环节，定位与放样是保证建筑布局精准实施的关键^[2]。GNSS 与 CORS 融合技术通过实时动态差分定位方式，将规划设计图中的坐标数据直接导入接收机终端，实现现场自动化放样（如图 1）。操作人员只需在测点附近移动设备，即可获得实时坐标偏差提示，从而迅速确定建筑基点位置，避免传统人工测距引起的累计误差。

融合系统的数据处理软件支持坐标系统自动转换与多模式放样，如边线放样、曲线放样及高程放样，能够适应农村建筑多样化的基础类型。例如，在某新农村安置房建设项目中，施工团队利用 GNSS+CORS 系统完成基础放线工作，通过实时数据监控比对发现，融合测量的高程误差较传统方法降低了约 45%。现场操作员通过平板终端可即时校核坐标偏移，实现了放线全过程的可追溯与数据留存，显著提高了施工质量与工程管理水平。

融合放样的另一优势在于对大面积建设的高效性。对于村镇道路、农产品交易市场等场地，传统测量往往需要多组人员配合完成，工期较长。采用 GNSS+CORS 系统后，仅需一组作业人员即可在短时间内完成放样与复核任务，既提高了劳动效率，又降低了人力成本。该技术的高精度、可视化、快速反馈特征，使农村建筑施工的精准度和规范性得到显著提升。

（三）融合技术在竣工测绘与建筑监测中的应用

竣工测绘是农村建筑工程质量验收的重要环节。融

合测量技术通过多频卫星信号与差分改正数据的联合处理，可在短时间内完成建筑外轮廓、屋顶结构及附属设施的精确测定，生成高分辨率的三维坐标模型。与传统静态测量相比，其作业时间缩短一半以上，数据完整性和可视化效果显著提升。

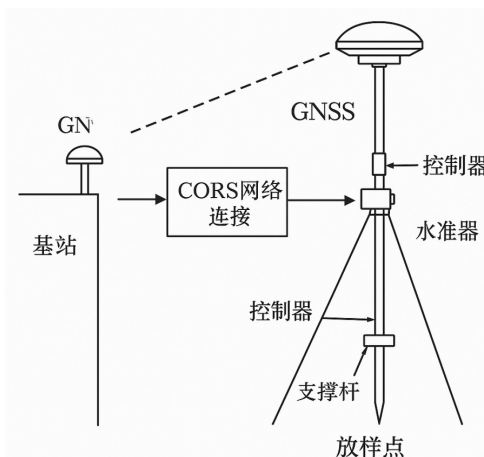


图 1： GNSS+CORS 融合测量系统现场自动化放样简略图

在建筑物形变监测中，融合系统可通过周期性测量监控建筑结构沉降与变形趋势，结合 CORS 连续观测数据实现毫米级精度控制。例如，在某山区教学楼安全监测项目中，工程人员通过设立永久参考点，利用 GNSS+CORS 系统进行连续数据采集，监测周期内高程变化控制在 ±3 毫米范围内。监测数据上传至云端平台后，系统自动生成变形趋势曲线，为校舍安全评估提供实时数据支撑。

表 1 为融合测量技术在不同作业场景下的精度与效率对比。通过分析可见，在地形复杂、遮挡严重的农村环境中，融合技术仍保持较高的精度与作业效率，充分体现了其适应性与可靠性。

表 1：不同测量方式的精度与效率对比

测量方式	平面精度 (cm)	高程精度 (cm)	单位作业面积 (ha/h)	通信稳定性
传统全站仪	±5.0	±4.5	0.6	一般
单机 GNSS	±3.5	±3.0	1.5	较好
GNSS+CORS 融合	±2.0	±1.8	2.9	优秀

数据对比表明，融合技术在平面与高程测量方面均显著优于传统方法，特别是在通信稳定性与大面积作业效率方面优势突出。

（四）融合测量在农村地形测绘与基础设施建设中的延伸

融合测量技术的应用范围已从建筑放样扩展至地形

测绘与基础设施建设管理。农村地区的道路、排水系统及农田水利工程通常分布广、环境复杂，对测绘精度要求高。GNSS 与 CORS 的融合测量能够在短时间内完成大范围坐标数据采集，并通过后端平台实现三维地形模型的自动生成。

在某农村道路改造工程中，测绘团队利用融合技术完成长达 12 公里的道路中心线与两侧边坡测量。通过实时差分定位，数据采集精度达到厘米级，作业周期由原来的七天缩短至两天。项目团队基于测量成果建立了数字地形模型，为道路排水设计与结构优化提供精确的空间数据支撑。

在土地确权与农田整治项目中，融合系统同样表现出良好的适应性。工作人员可利用便携式接收机进行连续边界点采集，系统自动生成地块矢量边界，确保地籍数据的准确性与可追溯性。以某省农村地籍测绘为例，应用 GNSS+CORS 技术后，地块边界平均误差由 ± 0.35 米降低至 ± 0.06 米，显著提升了土地管理的科学化水平。

融合测量的推广使农村基础设施项目具备更高的数字化和精细化程度^[3]。通过将测量数据接入地理信息系统与智慧乡村管理平台，管理者能够直观掌握建筑分布、道路结构和土地利用情况，实现动态更新与统一监管。这种技术融合不仅提升了工程建设质量，也促进了农村规划与管理方式的现代化转型。

三、融合测量技术的优化策略与未来发展

(一) 融合算法与误差修正模型的优化

GNSS 与 CORS 融合测量的进一步提升，关键在于算法优化与误差控制模型的完善。融合系统在数据处理过程中涉及多源卫星信号的联合解算，任何微小的系统偏差都可能影响最终结果的稳定性。通过改进双差观测模型与权重分配机制，可以有效降低噪声影响，使定位结果更加平滑可靠。融合算法的优化方向正朝向多频信号加权与动态滤波演进，卡尔曼滤波与自适应滤波技术的引入，使实时数据处理具备了预测与自校正功能。未来的系统将更多采用智能融合模型，通过引入机器学习方法实现误差来源识别与自动校准，从而提升系统的自适应能力与环境适应性。

在农村建筑测量中，地形遮挡与信号衰减是影响精度的主要因素。优化后的算法可对卫星信号的多路径效应进行识别与剔除，增强系统在复杂地形下的抗干扰性能。参考站的布设策略也将更加科学，利用地理信息分析确定最佳位置，以保证差分信号覆盖的均匀性与稳定性。通过这些优化手段，融合系统在实时定位、动态测

量及高程解算等方面的精度将进一步提升，为农村建筑工程提供长期可靠的空间基准。

(二) 智能化与系统集成的发展趋势

融合测量技术的发展趋势正在由单一定位服务向综合智能平台转变。随着信息技术与人工智能的深度融合，测量系统正朝着智能化、自主化和可视化方向演进。融合系统不仅承担数据采集功能，更能实现数据的实时分析、自动检测与结果优化。测量数据在采集完成后可自动生成三维可视化模型，为建筑规划、施工管理及后期维护提供直观的数据支持。通过与建筑信息模型 (BIM) 及地理信息系统 (GIS) 的深度对接，形成多维度信息共享平台，实现从测量到管理的全链条数字化闭环。

在农村建设领域，融合技术的智能化应用将推动空间信息服务体系的升级^[4]。系统可通过云端平台实现数据的同步上传与共享，为不同部门提供统一的地理数据接口。智能终端的普及使测量人员能够在移动设备上完成数据采集与成果校验，显著提高作业灵活性。未来，随着北斗系统的持续完善与数据通信技术的进步，GNSS 与 CORS 融合测量将在农村建筑规划、土地管理、生态修复及基础设施监测等方面发挥更为重要的作用。该技术体系的完善，不仅体现了测绘手段的革新，也预示着农村建设管理正迈向精准化与智能化的新阶段。

结语

GNSS 与 CORS 融合测量技术的成熟应用，推动了农村建筑测量从传统人工化向高精度、智能化阶段的跨越。该技术以稳定的定位性能和高效的数据处理能力，强化了工程建设的科学性与可控性，为农村规划、施工监管及地籍管理提供了坚实的技术支撑。融合系统在提升测量精度的同时，也实现了信息资源的高效共享和成果的可视化管理，为乡村建设的数字化治理奠定基础。随着北斗系统、云计算与人工智能的持续发展，融合测量技术将在更广阔的领域展现价值，成为促进农村空间治理现代化和高质量建设的重要引擎。

参考文献

- [1] 安悦东, 于亦龙, 姜玉龙, 等. 基于北斗 GNSS 的超高层测量归心改正技术研究 [J]. 测绘通报, 2025, (S1): 50-54.
- [2] 龚必浪. 基于 GNSS 与 RTK 技术的工程项目实时测量精度优化研究 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, (15): 54-56.
- [3] 田庆立. GNSS 静态测量在超高层建筑施工测量中的应用研究 [J]. 工程机械与维修, 2025, (05): 152-154.
- [4] 杨延朋. 测绘新技术在新农村建设建筑工程测量中的应用 [J]. 农家参谋, 2022, (18): 28-30.