

高标准农田建设中土地平整精度控制技术应用

李毅山

和田开元建筑安装工程有限责任公司 新疆 昆玉 848116

【摘要】：土地平整是农田建设的重要组成部分，其精度对后期灌溉效率、作物产量及机械化水平有一定的影响。新疆地区地形复杂，干旱少雨，对土地平整提出更高的要求。文章结合新疆地区的实际情况，探讨高标准农田建设中土地平整精度控制技术的应用策略，并结合南方 RTK 测量在阿克苏市、昌吉州等区域高标准农田建设中的作用，为类似干旱高标准农田的平整提供参考，以提高当地的农业生产水平。

【关键词】：高标准农田建设；南方 RTK；土地平整；精度控制技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.080

新疆是我国粮食、棉花的主产地，但其耕地面积较大，且以沙漠、戈壁为主，存在坡度不均匀、田块零散、平整度差等问题，严重影响了灌溉的效率与机械化水平。高标准农田建设是解决以上问题的重要途径，而土地平整作为农田建设管理的重要组成部分，其精确程度关系到水资源的利用率，甚至可能影响农作物的最终产量及生产质量^[1]。但是传统土地平整精度控制主要依靠水准仪、经纬仪，测量精度较低，误差超过 5cm，且工作效率较低。而南方 RTK 作为一种实时动态差分定位技术，可提高测量的精度，减少误差，为高标准农田建设提供了技术保障。

1 南方 RTK 技术原理及在新疆地区的适用性分析

1.1 南方 RTK 技术原理

南方 RTK 测量也叫实时动态差分定位技术，是一种由全球导航卫星系统（GNSS）发展而来的定位技术，主要由基准站、流动站、数据传输系统组成^[2]。基准站与已知坐标控制点相连接，不断地接收卫星信号，并利用数据链实现与流动站的实时传输；流动站接收基准站的观测数据和参考台的差分数据后，利用系统的算法动态化输出三维坐标，可以将平面精度精确到±1cm，高程精准到±2cm，大大提高了测量的精度。与传统测绘方法相比，南方 RTK 不需要通视，可以 24 小时连续工作，大大提高了数据收集效率，并可直接获取数字地形图，为土地平整方案设计、施工监测、竣工验收等工作提供精确的数据支持。

1.2 新疆地区适用性分析

新疆地广人稀，大部分耕地分布在绿洲和山麓，传统遥感观测方法容易受到地形遮挡、通视条件等因素的影响，观测结果误差较大。南方 RTK 具有以下优势：其一，新疆风沙大，

日照强，卫星信号稳定，传输成功率高；其二，作业范围广，单个基准站的观测范围可以达到 10-15 公里，适用于新疆大面积的、集中的耕地的测量作业；其三，操作便利，只需要 1-2 个人即可完成土地平整精度的测量工作，可以很好的解决新疆地区劳动力紧缺的问题。其四，南方 RTK 还可以与田间平整器械相结合，对整个施工过程进行实时精度控制，满足新疆大规模高标准农田建设的需求。

2 南方 RTK 在新疆高标准农田土地平整精度控制中的应用流程

2.1 前期准备

土地平整前的准备工作是保证土地平整精度的前提，因此，应该建立高精度、高可靠性的测绘控制网，为整个作业流程提供可靠的支持。在实际工作中，应该收集基础资料，并进行现场勘测，收集项目区 1:1000 地形图和西安 80、2000 国家坐标系，为后期的测量提供基础保障。同时还应该结合新疆勘测设计院的区域地质地貌报告，确定山麓与绿洲两个区域的土层分布差异，以消除地形特征差异带来的测量误差。收集资料后，应该根据新疆耕地多沿绿洲带分布的特点，科学布置基准站，按照“沿灌区渠系”的原则，选取视野开阔、无电磁干扰的田埂高地或渠堤，保障基准站与高压线有 50 米以上的距离，且距离与通信基站 100 米以上，以减少信号干扰^[3]。各基准站采用静态测量方法连续观测 2-3 小时，采样时间设为 10s，并利用南方测绘 CORS 数据处理软件对控制点坐标进行解算，保证高程中误差小于 1cm。考虑到南疆、北疆高程异常值差异大的事实，应该引入 2020 版新疆似大地水准面精细化模型，将相应区域的高程异常值输入其中，如玛纳斯地区（-32 米），阿克苏地区（-25 米），以减少误差。然后开展观测试验，保

证观测卫星数量在 8 颗以上，数据传输成功率控制在 98% 以上，为下一步观测打下坚实的基础。

2.2 测绘放样

测绘放样是连接设计和施工的重要步骤，直接影响到整个农田建设的整体布局与精度控制。针对新疆绿洲农田零星分布、沟渠交错的特点，建议采取“全域覆盖+重点标记”的测量思路，利用南方 RTK 流动站，采用 5 米×5 米的网格分布，灌溉干渠、支渠交界面、田埂拐角等重要特征点以 2 m×2 m 分布为宜，同步记录土层厚度、地下水埋深等影响施工的参数。在南方 CASS9.1 绘图软件中导入采集的地形点数据，结合新疆地区农田滴灌为主的特点（滴灌要求坡面坡度≤0.5%，坡面与灌水流向相同），在设计土地平整方案过程中应该遵循“削高填低，就近平衡”的原则，利用软件土方量计算模块准确计算出挖方量、填方量等数值，以保证土地的平整精度^[4]。设计出方案后，还应该进行野外放样工作，利用南方 RTK 流动站对田块边界线、高程控制点和挖填分区线进行放样，沿边界线每隔 50m 布置一根水泥桩，按照“十字交叉法”布设高程控制点，每个控制点标注设计高程、挖填深度及坡度要求。如果挖填深度超过 50 cm，该区域应该单独划分警戒区并设置红色警示桩。值得注意的是，完成绘制放线成果图后，应该及时与施工团队进行技术交底，确保施工人员精准掌握作业要求。

2.3 施工监控

针对新疆地区大范围集中建设的特点，可采用“设备联动+手工抽查”的双控制模式，以保证平整精度，减少返工。搭建“南方 RTK+平地机”联动控制系统，将东方红 1204 型拖拉机与南方 RTK 型牵引车相匹配的激光平地机导航系统进行无缝对接，并将目前施工点的三维坐标、设计高程和差分等信息实时显示在车载显示屏上，当高程偏差大于 1.5cm 时，系统会发出声光警报。司机按照提示，精确调节刮土板的高度与角度，以保证土地的平整度。为解决新疆地区频繁发生的风沙灾害，可采用“定期巡视+动态调整”的方法，即以“梅花形”布置抽样点，且每个抽样点距离不超过 10 米，每隔 20 分钟随机检测施工区域的坡度变化。测量期间尤其关注地块边角和坡度差异较大地块的数据采集，实时记录到《土地平整施工精度监测表》中，并及时将相关数据上传到工程管理平台^[5]。完成每日施工工作，还应该注意精度分析，将当天的测量结果和设计值进行比较，计算出高程偏差的标准差，如果偏差在 1.2cm 以上，应该进行原因分析，并及时调整相关施工参数。

2.4 竣工验收

竣工验收应该参考《高标准农田建设通则》（GB/T

30600-2014）、《新疆高标准农田建设技术规范》等技术要求文件，采取“网格点位+全面检查”的验收模式，以检验土地的平整质量^[6]。按照地块面积划分监测点的数量，5000 亩以上的地块按照每亩设定 3 个监测点，3000-5000 亩的地块每亩设置 4 个监测点。采用南方 RTK 流动站对每个检测点进行高程测量，同时记录测点的田面坡度、平整度等指标。取得测量结果后，还应该采用“三级审核”的方法进行数据审核，即测量人员先统计分析测高与设计高的差异，并计算出合格率和平均值；然后由技术人员对土方工程量的计算结果进行校核，以确保核算结果准确无误。监测人员进行终审，抽取 10% 的检测点，重新测量，以保证数据的准确性和可靠性。验收期间，应该明确必检项目和参照项，其中必检项目应该包括高度偏差（不超过 2cm）、地面坡度（不超过 0.5%）、平坦度（不超过 3cm/2m）；参照项包括灌溉水利用系数、土方平衡率等。如果发现不符合要求的区域，应发出整改通知，明确整改范围、精度要求和时间。整改结束后，还应该采取“重点复查+随机抽查”的方法复查，直到所有各项指标都达到标准为止。

3 南方 RTK 在新疆地区高标准农田建设土地平整中的应用实践

3.1 阿克苏市温宿县高标准农田建设实例

该项目位于阿克苏市温宿县托甫汗镇，土地面积 5000 多亩，为绿洲灌区。原有坡地坡度最大为 3.2%，平面度误差 8-12cm，灌区水利用系数只有 0.52，是一个典型的小流域。项目建设中以东方红 1204 型拖拉机与激光平地机相匹配，利用南方 RTK（型号：南方 S86）来进行土地平整度的精度控制。

工程建设前，根据土地面积与地形地貌布设 3 个基准站，精准坐标通过静态测量的方法获得，其高程中误差为±0.8cm。在测绘放样过程中，采集项目中 125000 个样点的数据，地面设计坡度设定为 0.3%，目标高程误差设置为 2cm，生成三维地形模型。采用现场取样方法对 1500 个测点进行了现场测量，发现高程误差控制在 2cm 以内的有 1482 个，合格率高达 98.8%。在验收阶段，共设置 15000 个检测点，具体数据如下：

表一 温宿县高标准农田 15000 个检测点的测量数据

探测指数	设计条件	测量平均数	合格率	比常规工艺提高幅度
仰角误差	±2cm	±1.2cm	99.2%	42.3%
地面坡度	≤0.5%	0.32%	100%	36.7%
灌溉量系数	≥0.65	0.68	100%	30.8%
亩产玉米	≥600kg	685kg	100%	14.2%

平整度控制实施后,每亩农田每年可节水约 120m³, 5000 亩每年可节水约 60 万 m³; 且玉米亩产量大大提高, 为该地区创造了更多的经济效益。

3.2 玛纳斯县昌吉州实践

昌吉州玛纳斯县高标准农田建设工程占地 3000 多亩, 分为 A 区、B 区, 其中 A 区用南方 RTK 进行精度控制, B 区使用常规水准仪法进行精度控制, 对比两种精度控制技术的使用效果。工程原地块的平整度误差在 7-10cm 之间, 设计指标偏差小于±2cm。在建造完毕之后, 在这两个地区进行了主要指标的测试, 见表二:

表二 玛纳斯县昌吉州两种测绘技术结果对比

地区	测绘技术	仰角平均误差	合格率	建造效率 (英亩/d)	人工成本 (元/公顷)
A 区	南方 RTK	±1.3cm	98.9%	50	85
B 区	水准仪	±4.8cm	72.3%	22	156
差异	-	±3.5cm	26.6%	28	-71

结果表明, 在精度、效率和成本上, 南方 RTK 技术具有明显的优越性: 平均高程误差比水准仪缩小 72.9%, 合格率提高了 26.6%; 工程的施工效率提高 127.3%, 而人工成本降低 45.5%。其中, A 区灌溉水利用系数为 0.66, 比 B 区 (0.55) 提高 20%, 充分显示了该技术在新疆的推广应用前景。

4 南方 RTK 应用中的关键技术要点及注意事项

4.1 关键技术

基准站设置应该科学、合理: 新疆部分地区存在电磁干扰,

参考文献:

- [1] 杨叶静,杨绍萍.高标准基本农田建设区域划定的原则与策略[J].农村科学实验,2025,(22):77-79.
- [2] 杨茜,武舜臣,李乾.高标准农田建设对农户农地转出行为的影响——基于中国乡村振兴综合调查数据[J].南京农业大学学报(社会科学版),2025,25(06):123-136.
- [3] 姜辰法.无人机遥感技术在高标准农田建设全流程监管中的应用[J].种子科技,2025,43(18):192-194.
- [4] 冯立忠.高标准农田建设中农田水利配套设施存在的问题及优化策略[J].农业产业化,2025,(10):129-131+135.
- [5] 文斌,袁丽华,曹云刚,王辉,苏祺.遥感与人工智能技术在高标准农田建设中的应用与进展[J].航天返回与遥感,2025,46(05):147-157.
- [6] 王伟辉.金昌市金川区高标准农田建设工程思路及措施探讨[J].农业与技术,2025,45(19):54-58.

基准站要与高压线、通信基站保持一定的距离, 并保证观测范围内有 5 颗以上的观测卫星。

定期进行高程异常的校正: 新疆各地区的高程异常值相差很大, 例如: 新疆北部-40 至-20 m, 南疆-30 至-10 m, 需要对其进行精细的校正, 以减少高程测量的误差。

动态调整仪器的频率: 当新疆有沙尘暴时, 要将取样检查的时间缩短到 15 分钟, 并对 RTK 仪器的天线进行定期的清洗, 保证信号的稳定性。

4.2 注意事项

在设备的使用上, 需要对施工工人进行系统性的训练, 提高专业能力, 确保其能够完成参数设定、数据采集、故障排除工作, 避免因人为的错误而造成的测量误差。在数据管理上, 为了避免数据的丢失, 应该实时备份, 采取“云端+本地”的双备机方式, 避免数据的遗失; 新疆部分边远地区的网络信号不佳, 需要事先下载区域坐标系统和似大地水准面模型。值得注意的是, 还要密切注意天气的变化, 尽量不要在沙尘暴、暴雨等极端的天气下作业, 以保证仪器的安全性和测试的准确性。

5 结语

总而言之, 土地平整精度控制是实现新疆高标准农田建设的核心要求, 直接影响该地区农田用水效率和粮食产量安全。南方 RTK 测量精度与作业效率高, 环境适应能力强, 能够很好地适应新疆复杂地形和规模建设的需求。文章结合新疆阿克苏、昌吉州农田建设中南方 RTK 的应用实例, 体现出现代化技术在农田建设中的应用价值。未来, 应该将无人机、大数据等技术与南方 RTK 技术相结合, 扩大土地平整精度技术的应用范围, 进一步提高水资源的利用率, 推动我国农业的现代化、自动化, 为我国的粮食安全提供更多的保障。