

如是 RS10 测量系统在风电场 1:500 微地形测绘中的应用

李旷建 沈江 王涛

中国电建集团吉林省电力勘测设计院有限公司 吉林长春 132000

摘要: 通过工程实例,分析了上海华测导航技术股份有限公司新研制的“如是 RS10 全新测量系统”在黑龙江华电佳木斯汤原一期 200MW 风电项目工程中的具体应用,分享该系统在风电场施工图设计中变电站、风机位(吊装平台)及风机道路设计所需的 1:500 比例尺微地形测量数据信息的测设方法,及其同常规的作业方法比较具有的高效率、高精度、丰富的成果数据信息内容、可实现可视化设计等优势特点,意在为同类工程项目更好地应用该测量系统提供借鉴和指导。亦从一小小的专业技术应用处着眼,关注当前行业专业内卷化这一严峻问题,试图通过专业技术知识的融合学习和技术发展,通过充分利用好现代化的高新技术工具手段,不断提高专业生产技能和能力,快速高效完成专业生产任务从而避免和减轻因人员数量少,专业生产任务重而无法满行业对电力勘测专业信息数据的业务生产需求造成的行业内卷的不利影响,主张力求加大自身的技术、工具的投资和引进,提高劳动生产能力、提高劳动生产率和作业效率,从而为继续实现专业的健康良好发展创造新局面。

关键词: 如是 RS10 测量系统; 吊装平台; 微地形测量; 可视化; 内卷化

概述

当前,既要通过技术创新突破效率瓶颈,又要避免低水平重复竞争减轻内卷化是行业面临的两大核心任务。随着现代测绘技术、设备、软件的快速发展,对于勘测生产而言使得快速高效地自动化、场景化、多成果信息数据采集成为了可能,而测绘新技术设备、软件的发展乃至同 AI 的技术融合发展必将成为行业专业创新发展的源泉和动力驱动所在。低空无人机航测、机载激光雷达、三维激光扫描技术已广泛应用于项目生产中,全天候获取厘米级乃至更高精度的地形数据已成为可能,同时可快速生成立体模型。这些技术突破不仅提升了生产效率,更重要的是与人工智能结合后,正在催生智能化的测绘新范式——从数据采集到三维模型构建的自动化完成。如何将测绘新技术、新设备、新软件应用至测绘生产实践实现高效率的生产作业实践,如何通过技术融合应用、生产流程再造、成果价值延伸从而高效完成这两大核心任务是我们电力勘测人需要认真思考的问题。只有当技术升级与生产模式创新形成合力时,才能既实现产值倍增,又为行业创造增量价值空间。

1 如是 RS10 测量系统简介^[1]

1.1 如是 RS10 测量系统

如是 RS10 是激光雷达与 RTK 深度融合的全新测量系统,

以高精度 RTK 定位结果为基准,实现 SLAM 深融合解算,保证在各种复杂环境下能够实现 5cm 测量精度,并且可以实时解算,现场即可出成果。同时 RS10 采用 RTK 坐标系统,室外到室内坐标系统统一,免去坐标转换繁琐流程。



图 1 RS10 测量系统

1.2 如是 RS10 测量系统的特点

(1) 高精度 RTK 与 SLAM 深融合,精度就是高

如是 RS10 采用了高精度 RTK 圆盘天线,采用市面上最主流的高精度激光雷达,经过华测的标定算法优化,测距精度可以优于一个厘米,确保了高精度的数据采集。其 RTK 解算结果实时参与整个 SLAM 解算过程,与激光 SLAM 和视觉 SLAM 进行深度融合,使得在室外复杂环境下精度可以控制在 5cm 以内,保证了高精度的定位与地图建模。

(2) 路径规划自由, 实时精度提醒, 不返工

如是 RS10 通过将 RTK 的定位信息实时校准 SLAM 的位姿, 取代了传统 SLAM 扫描仪靠路径回环来校准 SLAM 姿态的方式, 因此实现了免路径回环, 大大提高了作业效率。且 RS10 新增 SQC 精度评估算法, 通过红、黄、绿不同的颜色来提醒作业人员, 当前 SLAM 的测量精度, 如果发现精度有变差的趋势, 需要作业人员尽快走到室外环境固定, 而后可以返回作业现场继续作业, 或在红色轨迹区域直接布设控制点, 将控制点的位置记录到刚才采集的数据当中, 后续通过 copre 软件导入控制点坐标提升精度, 避免了传统 SLAM 扫描仪回去解算以后发现精度不满足要求, 防止二次返工。

(3) 创新 SFix 技术, 没有信号也能测

如是 RS10 创新的 SFIX 技术采用如是 RS10 上的那颗 32 万点频的高性能激光器所带来的测距信息并融合 SLAM 解算后的角度约束信息, 然后通过已测地物的这个空间坐标, 反算当前的坐标信息。从而保证在没有信号的地方, 也能够得到这个测量坐标。

(4) Vi-LiDAR 无接触测量新模式, 全新体验

如是 RS10 采用全新的 Vi-LiDAR 技术。它的测量流程总共分为三步, 瞄准待测区来进行拍照; 在照片上直接选择待测点; 以 RTK 的起点与图片上选择的点来构建一个测量射线, 这个射线与 SLAM 解算形成的点云相交, 所形成的交点就是这个待测点的坐标。从而实现 RTK 也可以像全站仪一样瞄准测量。同时如是 RS10 全新的 ViLiDAR 作业模式带来了全新的无接触测量体验。可以说如是 RS10 彻底解决了传统的无接触测量模式常见的目标看不清、手抖测不准、后处理等待时间长、失败率高、精度不稳定等问题, 带来了全新的无接触测量模式, 是一款可以真正用起来非接触测量新设备。具体体现为:

①即时测量: 想测哪里拍哪里, 只需拍一张照片, 在照片上选好点以后即刻获取坐标, 不需要任何等待。

②精度保障: 传统的一些无接触测量模式, 因为手抖、图像匹配等问题导致测量精度得不到保障。而如是 RS10 使用的是射线穿刺 SLAM 点云的方式来获取这个坐标, 精度非常的稳定, 有效测程范围内可以保证 5 厘米的测量精度。

③传统的无接触测量模式需要对图像进行空三匹配, 因此会存在空三失败的问题, 无法保证 100% 测点成功率, 而如是 RS10 不需要空三解算, 从根本上避免了这个问题。

1.3 如是 RS10 测量系统的应用

基于如是 RA10 的技术特点和其全新的作业模式, 自其研发问世以来已应用于多种场景, 包括施工放样、工程勘察、城市修测、老旧小区改造、矿山测量、地下管廊、电力巡检、林业资产管理、堆体测量、房产测绘、智慧城市、竣工测量等, 为各行业提供了广泛的应用可能。笔者根据其无接触快速数据采集的特点尝试将其应用于风电场变电站、风机位(吊装平台) 1: 500 比例尺微地形测量中, 取得了良好的效果。

2 如是 RS10 测量系统在风电场变电站、风机位(吊装平台) 1:500 比例尺微地形测量中的应用

目前, 风电场变电站、风机位(吊装平台)及风机道路等的大比例尺 1:500 微地形图测设, 因其测量精度要求较高, 测图面积小且位置分布较为零散, 利用无人机航空摄影测量及机载激光雷达等测量手段, 无论从其所能达到的精度、作业环境条件及经济效益等方面均不适宜, 只能采用传统 RTK 作业模式来完成。如是 RS10 测量系统在风电项目生产中的实际应用如下:

2.1 如是 RS10 测量系统在风电场变电站及风机位(吊装平台)测量中的作业流程

(1) 如此简便快捷的外业数据采集测量方式

在设备开机后, 确保移动终端和 RS10 采集设备实时连接且有固定解的状态下, 通过移动终端内置软件系统的界面显示和命令执行, 按移动终端中显示的范围界限从测区某一起点开始沿一定的路线平稳走动至扫描完全覆盖测绘区域止即可完成数据的自动化采集。无需规划航线, 仅需在移动终端屏幕实时显示的扫描区域内确保扫描有效距离要求, 且适宜范围叠加无漏洞即可。通常有手持模式、胸托支架模式和对中杆模式三种作业模式, 同时可同常规 RTK 设备一样使用。采集到的数据除实时拍摄的像片外, 主要是激光点云数据。



图 2 外业现场

(2) 高效的数据后处理和多成果信息数据的输出

利用《CoPre2.0 三维数据智能解算软件》高效智能处理外业采集到的信息数据, 全功能一体化自动解算, 可输出多种成果数据。



图3 全功能——体化数据处理流程



图4 多成果输出

(3) 数字线划图的生产

将 CoPre2.0 三维数据智能解算软件解算得到的模型数

据导入 DasViewer 输出正射成果 DOM, 利用南方测绘的《iData 数据工厂》软件系统的基础模块, 将输出的 DEM 和 DOM 导入生产 DSM 进而完成数字线划图的生产。

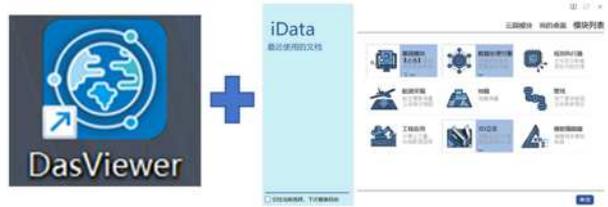


图5 DasViewer+iData 数字线划图成图

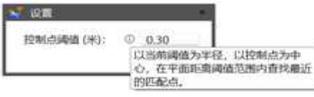
2.2 S10 测量系统同传统测设方法的比较及其优点

同低空无人机航空摄影测量及机载激光雷达测量相比, 通常受空域的限制外, 还要受作业环境比如天气状况、测区周边有无高大建筑物等的限制且具有一定的作业风险, 尽管现在的无人机摄影测量技术设备自动化程度较高, 且很难达到 1:500 比例尺对高程精度的要求。而如是 RS10 测量系统完全不受以上条件的限制, 可随时进行外业的数据采集, 尤其对于作业条件比较困难的环境更显灵活和可操作性。且能够到达大比例尺 1:500 乃至更大比例尺地形图高程精度要求。

同 GPS RTK 测量相比, 其获取的仅为离散的坐标数据, 且作业效率低、成果数据也仅限于数字线划图。而如是 RS10 测量系统获取的数据除现场的影像数据外, 更重要的是获取了高密度的点云数据, 其作业效率更是成倍甚至成几倍的提高, 输出的成果数据更是丰富多彩的。笔者就黑龙江华电佳木斯汤原一期 200MW 风电项目工程中一“230m × 215m”的变电站地形图测量进行实际的作业效率对比, 现场采用两套 GPS RTK 同时实施数据采集, 用时约 50 分钟, 而采用 RS10 测量系统进行同样边界范围的现场实施数据采集仅用时约 20 分钟。由此可见其作业效率成几倍的增加, 大大提高了作业效率, 且其获取的数据信息更加丰富多样。对比两个作业条件比较困难(大坑)的风机位(吊装平台)的数据采集, 同样获得了高于传统 RTK 测量模式几倍作业效率。

2.3 测量成果精度的比较与分析

表 1 RTK 实测高程数据成果与点云自动匹配高程数据成果比较表

| 点号 | RTK(X) | RTK(Y) | RTK(Z) | 匹配 (X) | 匹配 (Y) | 匹配 (Z) | dz | |
|---|------------|-------------|---------|------------|-------------|---------|----------------|-------|
| 86 | 558605.584 | 5166975.807 | 115.671 | 558605.36 | 5166975.842 | 115.726 | -0.055 | |
| 107 | 558616.427 | 5166959.326 | 116.611 | 558616.412 | 5166959.338 | 116.589 | 0.022 | |
| 89 | 558617.837 | 5166959.427 | 116.665 | 558617.824 | 5166959.435 | 116.646 | 0.019 | |
| 238 | 558608.103 | 5166960.936 | 115.84 | 558608.289 | 5166960.872 | 115.949 | -0.109 | |
| 88 | 558618.022 | 5166955.361 | 116.69 | 558618.02 | 5166955.364 | 116.658 | 0.032 | |
| 198 | 558622.619 | 5166955.782 | 116.895 | 558622.621 | 5166955.778 | 116.899 | -0.004 | |
| 197 | 558623.214 | 5166953.819 | 116.772 | 558623.198 | 5166953.822 | 116.778 | -0.006 | |
| 109 | 558627.046 | 5166956.117 | 117.239 | 558627.047 | 5166956.115 | 117.207 | 0.032 | |
| 112 | 558641.77 | 5166956.411 | 117.635 | 558641.762 | 5166956.407 | 117.92 | -0.285 | |
| 113 | 558655.467 | 5166959.649 | 117.834 | 558655.47 | 5166959.643 | 117.81 | 0.024 | |
| 193 | 558666.566 | 5166957.939 | 117.468 | 558666.559 | 5166957.938 | 117.504 | -0.036 | |
| 237 | 558665.152 | 5166974.419 | 117.408 | 558665.164 | 5166974.445 | 117.451 | -0.043 | |
| 116 | 558671.812 | 5166965.929 | 117.89 | 558671.81 | 5166965.93 | 117.871 | 0.019 | |
| 115 | 558671.83 | 5166961.83 | 117.819 | 558671.827 | 5166961.837 | 117.797 | 0.022 | |
| 194 | 558661.32 | 5166947.183 | 117.559 | 558661.326 | 5166947.299 | 117.579 | -0.02 | |
| 117 | 558685.463 | 5166961.894 | 117.536 | 558685.463 | 5166961.895 | 117.903 | -0.367 | |
| 192 | 558679.554 | 5166960.564 | 117.507 | 558679.562 | 5166960.572 | 117.512 | -0.005 | |
| 1 | 558687.581 | 5166980.276 | 117.228 | 558687.498 | 5166980.319 | 117.296 | -0.068 | |
| 159 | 558699.061 | 5167133.733 | 117.501 | 558699.06 | 5167133.732 | 117.501 | 0 | |
| 158 | 558703.506 | 5167135.831 | 117.538 | 558703.501 | 5167135.836 | 117.54 | -0.002 | |
| 154 | 558698.112 | 5167158.164 | 117.571 | 558698.13 | 5167158.128 | 117.576 | -0.005 | |
| 59 | 558540.347 | 5167067.567 | 114.662 | 558540.336 | 5167067.596 | 114.706 | -0.044 | |
| 57 | 558530.972 | 5167111.486 | 114.615 | 558531.183 | 5167111.465 | 114.608 | 0.007 | |
| 58 | 558535.703 | 5167089.201 | 114.667 | 558535.707 | 5167089.204 | 114.637 | 0.03 | |
| | | | | | | | | |
| 211 | 558539.252 | 5166950.337 | 115.553 | 558539.337 | 5166950.33 | 115.553 | 0 | |
|  | | | | | | | 最小差值 | 0 |
| | | | | | | | 最大差值 | 0.367 |
| | | | | | | | 平均误差 | 0.043 |
| | | | | | | | 中误差 | 0.068 |
| 制表人: 潘强 | | | | | | | 2025 年 4 月 1 日 | |

对以上匹配数据进行精度对比知超出 1:500 地形图对 1/3 等高距精度要求的粗差点位 4 个, 分别为点号 24: -0.154 米; 112: -0.285 米; 117: -0.367 米; 249: -0.218 米, 分析原因为 112 和 117 号测点为电杆, 匹配点位捕捉到电杆上而非电杆底部; 24 和 249 号为实测点位为垄沟捕捉的点位为垄台而造成的粗差。通过计算含粗差在内的平均高程误差为 0.043 米, 高程中误差为 0.068 米, 完全满足 1:500 比例尺地形图对高程精度的要求。由此可知其完全可以应用于多场景的 1:500 比例尺微地形测设中。

2.4 丰富多样的测绘成果信息数据内容



图 6 33 号风机—三维模型

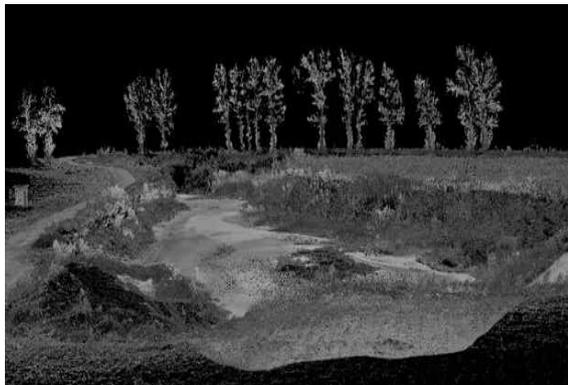


图 7 33 号风机—彩色点云

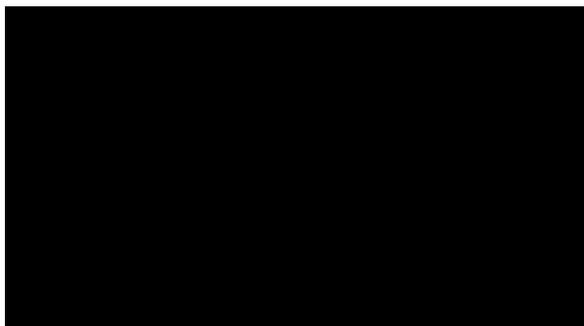


图 8 33 号风机—解算后点云

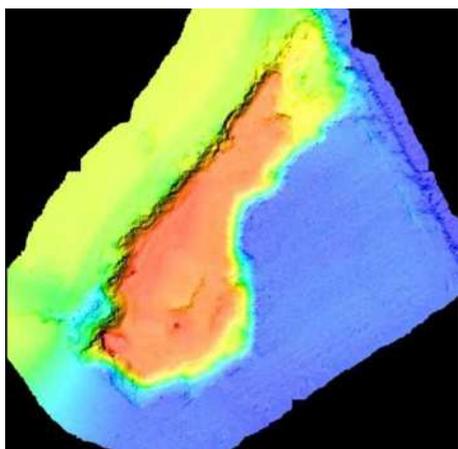


图 9 33 号风机—DEM

3 如是 RS10 测量系统在电力勘测中多场景的更为广泛应用

通过以上的项目生产作业尝试,可深入推广该技术设备在电力勘测生产中的更多应用场景,诸如风机道路的测设、风电场集电线路的平断面图测设、高压输电线路工程的可研方案中的典型钻(跨)等测设、塔位地形图及塔基断面图的测设等,同样可取得高效的生产作业和高精度的测绘成果。未来随着数字化的实现和广泛应用,真三维模型的构建作为数字化、信息化的载体,对诸如如是 RS10 这样的信息数据

采集系统将会为实现由模型构建所带来的设计、生产、运营维护于一体的全要素信息化服务,将成为催生出更好的更有效的方式和手段。

4 由如是 RS10 测量系统的实现应用及现代测绘技术的迅猛发展所带来的行业发展思考

4.1 技术发展对行业竞争格局的重构及催生的差异化竞争趋势

新技术如无人机、三维激光扫描、机载激光雷达、遥感技术的应用,实现了智能工具的降本增效,正大幅度提高劳动生产率和劳动效率,改变行业生产的现有作业模式和催生新模式。同时也正加剧竞争,因为新技术的应用门槛降低,更多企业可以进入市场,进一步压低价格,将会打破多年来我们的行业保护壁垒。高附加值的差异化生产服务又因技术门槛高、存在技术壁垒等使得一些企业难以进入,只能进入技术同质化的低端市场,进而形成内卷化。我们只有通过技术发展带来的效率提升来帮助行业摆脱低价竞争,转向高附加值服务才能在激烈的行业市场竞争中取得竞争优势。

4.2 低水平低价竞争的发展趋势及行业内卷化的影响

价格战加剧下的低价中标常态化导致企业利润压缩甚至亏损,进而将形成“低技术—低利润—低创新”的恶性循环。部分企业限于人员和技术力量不足,甚至通过转包、降低数据质量维持生产,加剧行业服务质量下滑。当前测绘行业的内卷化本质是传统生产力过剩与新兴需求未被充分激活的矛盾。技术发展既可能加剧低价竞争(如智能设备普及降低入门门槛),也可通过创造新需求(如数字孪生、自动驾驶)推动行业升级。只有实现从“劳动密集型”转向“技术密集型”,实现行业高质量发展,才是我们应努力奋斗实现的目标,倘若我们不能足够认识这些低价竞争和即将发生的内卷化对行业专业生产的严重影响,终将面对内卷化的严重破坏而带来的结果。

5 结语

今天我们正处于又一次工业革命的新的历史时期,我们不单要从传统的生产作业模式和观念去看待我们的行业和专业技术的变革发展,更要结合人工智能 AI 的深度探索技术等去理解、探索和再造行业专业生产的新模式,不断加大技术、设备和人才的引进,不断提升专业技术人员快速捕捉和获取新技术和新工具运用的能力,不断提高劳动生产率和劳动效率,防止和减轻专业生产的内卷化对专业未来发展

的不利影响,保护好多年来电力勘测行业队伍取得的成果,营造更好的发展环境和氛围,维护行业专业的发展利益和我们自身的切身利益,希望广大电力勘测工作者特别是年轻一代深刻认识和意识行业内卷化的危害和影响,乃至对行业专业技术、经济、发展等多方的破坏,才能从根本上去应对和找到问题的根源所在。

参考文献:

^[1]上海华测导航技术股份有限公司. 如是 RS10 标准化作业规范 [K]. 2024.

作者简介:李旷建(1971—),男,汉族,大学本科,高级工程师,注册测绘师,中国电建集团吉林省电力勘测设计院有限公司。