

1:1000 地形图测绘生产项目技术概述

王 阳

江苏省徐州市自然资源和规划局贾汪分局, 江苏 徐州 221000

[摘要]针对地形图的不完整性, 需要进行地形图采取局部航测和局部补测两种方式更新贾汪区地形图, 完善基础资料库。按照省市两级关于推进地理信息公共服务平台建设相关要求, 搭建覆盖全域的电子地图, 保持基础数据的现势性。

[关键词]基础测绘; 新型采集数据方式; 无人机测绘; 智慧软件成图

DOI: 10.33142/sca.v5i8.8150

中图分类号: P207

文献标识码: A

Technical Overview of 1:1000 Topographic Mapping Production Project

WANG Yang

Jiawang Branch of Jiangsu Xuzhou Natural Resources and Planning Bureau, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract: Due to the incompleteness of the topographic map, it is necessary to update the topographic map of Jiawang District through local aerial survey and local supplementary survey, and improve the basic database. According to the relevant requirements of promoting the construction of geographic information public service platforms at the provincial and municipal levels, establish electronic maps covering the entire region to maintain the current status of basic data.

Keywords: basic surveying and mapping; new data acquisition methods; UAV mapping; intelligent software mapping

引言

基础测绘是指建立全国统一的测绘基准和测绘系统, 进行基础航空摄影, 获取基础地理信息的资料, 更新区域基本比例尺地图、影像图和数字化产品, 建立、更新基础地理信息系统, 在政府决策、规划建设、资源管理、生态保护和民生服务等方面发挥了基础性的保障作用。全力推进新型测绘服务体系, 加快推进生态文明建设的攻坚期, 测绘地理信息事业迎来了新的机遇和挑战。

1 测区概况

为满足城市建设与发展的需要, 对修补区域约范围进行 1:1000 地形图测绘, 修测区域东西相距 39 千米, 南北相距 27 千米。总面积 690 平方千米。测区内遍布着大量居民区、水系、交通、植被、工矿企业及旅游景区, 地物地貌密度大, 外业测量、内业编辑难度大; 山体占整个测区面积的 70% 以上, 困难等级定义为三类。基础地形图数据资料大部分数据为 2017 年更新的基础地形图数据, 现势性较差, 成图质量较差; 少部分数据为每年新做任务更新数据, 现势性较好, 成图质量较好, 以上基础数据可作为基础地形图更新测量底图使用。

2 项目任务划分及完成情况

项目采用无人机低空摄影测量结合全外业数字采集方式完成项目需求的 1:1000 数字线划图 (DLG) 生产, 具体流程如下: 首先根据最新的卫星影像图通过对比、外业踏勘等途径确定重点变化区域, 然后依照重点变化区域进行区域划分。外业组依照划分区域进行数据采集及内业编辑, 质检合格后, 内业组对提交的成果进行编辑整理、数

据接边, 经数据质检合格后, 将数据进行数据库的更新。

区域划分: 将每个区域按照固定尺寸 (1.5km*1.6km 或 1.5km*1.8km) 划分子区, 进行单独内业编辑处理。命名规则为测区编号+子区流水号, 子区流水号按自上而下, 自西向东进行排列。

像控外业: 安排 4 组共计 8 人按上述区域划分对整个区域进行像控布点, 每个子区布设 3 个像控点, 精度满足设计书要求。像控点的布设应满足 GB/T 7931-2008《航外规范》区域网布点的规定要求, 为提高像控加密的精度, 要求在区域网的两端中部位置各增加一个平高点区域网之间的像控点应尽量选择在上、下航线的重叠的中间, 相邻区域网尽量公用。区域网区域单元大小采用 4 条航线, 每条航线的基线数不超过 12 条。平高点的航向跨度为 2 条航线, 航向跨度不超过 4 条基线 (如图 2)。不规则区域网, 应在凸角处增补平高点, 凹角处增补高程点。但当凹凸角之间距离超过 2 条基线时, 凹角处亦应布平高点。

航飞外业: 分 4 组每组 2 人进行航飞外业。

航摄像片内业处理: 安排 2 人专门进行模型处理, 将每天航飞的外业数据进行三维建模, 同时进行数字正射影像的生成。

内业编辑及质量检查: 共计投入 10 人进行内业编辑及质量检查, 其中 8 人为内业编辑人员, 2 人为专职检查员。

数据基础: 平面坐标系统采用 2000 国家大地坐标系, 高斯-克吕格投影, 3° 分带, 中央子午线为东经 117°; 高程系统采用 1985 年国家高程基准。航飞技术指标及规格, 地面分辨率: 优于 3.0 (厘米/像素)。像片重叠度:

航向 80%，旁向 75%。像片倾角一般不大于 5° ，最大不超过 12° ；像片旋角一般不大于 15° 。摄区覆盖保证：航摄区旁向覆盖超出测区边界线不少于像幅的 50%，航向超出摄区边界至少两条基线。航高保持：同一航线上相邻像片的航高差小于 30m，最大与最小航高差不超过 50m，实际航高与预定航高差小于 50m。

成图精度：图上地物点相对于邻近平面控制点的平面位置中误差不大于图上 $\pm 0.5\text{mm}$ ，相邻地物点间距中误差不大于图上 $\pm 0.4\text{mm}$ ，建筑物密集区、隐蔽地区和大范围新增地物地区在上述规定的基础上放宽 0.5 倍。取平面中误差的 2 倍为最大误差。平坦地区、居民地、铺装路面高程注记点需野外实测，精度相对于邻近高程控制点中误差不大于 0.15m。

摄影测量及模型生产：从气候条件、空域条件、地形地貌条件等综合分析，该地区较难实施航空摄影。根据测区的成图比例尺要求、提供的范围及地形、地貌分布情况，结合测图的技术要求，按照国家规范进行合理的航飞设计，完成满足本项目设计要求的航空摄影任务，并进行航空摄影成果质量检查，为后续工作的开展提供合格的影像资料。为确保成图精度，需特别注重影像质量，在使用瞰景 Smart3D 2021 实景建模软件进行空三数据准备时，启用颜色一致性调整，软件将自动对影像清晰度、饱和度等信息进行调整，以保持影像数据的一致性。

像控点测量：由于大疆经纬 M300 RTK 四旋翼无人机航测系统集成全新 RTK 模块，拥有强大的精准定位能力，可提供实时厘米级定位数据，提升图像元素数据的绝对精度，可大幅减少传统航测中所需的地面控制点。因此使用上述设备原则上可实现免像控作业，航线规划采用大疆 DJI Pilot App 控制软件进行，具体布设如下：（1）航高控制：由于摄区内山体较多，且山体上多建有风力发电设备（离地高度约 100m），对高差变化超过 50m 的地区采用仿地飞行或提高飞行高度的方法。（2）航线方向：经卫星影像结合现场踏勘可知，摄区内建构筑物大多坐南朝北，航线设计沿南北方向布设，并采用搭载短焦镜头（35mm）相机进行航飞作业。（3）边界控制：航摄区旁向覆盖超出测区边界线 2 条航线。航摄内业处理：本次作业航摄内业处理的基本流程如下：先进行三维倾斜模型生产，再通过模型编辑软件将三维倾斜模型转换为数字正射影像。上述操作的主要原因是在进行数字线划图生产过程中，三维倾斜模型更易于绘制遮挡下的地物及灯杆等点状地物。

外业补测：（1）距离交会法：对少量新增地物和个别独立地物采用本方法补测。从内业立体采集的两个以上明显地物点量取到新增地物的间距，来交会出新增地物的平面位置。外业丈量数据直接标注在调绘图上，内业补测上图。交会角应控制在 $30^\circ \sim 150^\circ$ 之间，用于定位的明显地物点必须经检查符合精度要求，距离交会时对最终的推算点应进行距离检合。（2）全站仪补测：大面积新增地物距离交会补测不能达到要求时，需采用全站仪解析法采集，

解析法采集的测站点坐标可采用 GPS 以图根点精度测定，当新增地物补测量少于实地 5000 平方米时，也可采用明显地物点交会法测定。（3）GPS-RTK 补测新增地物：当新增地物建筑高度较低且建构筑物分布密度较低时，可采用 GPS-RTK 补测新增地物。外业数据处理得到的坐标点展绘到内业采集的线划图上，再进行连线编辑处理、图廓整饰，最后得到线划图成果。

通过软件，先对生成的三维倾斜模型进行模型修复、重建、整饰、裁切，再通过软件自带的文件格式转换工具进行转换，最终输出需要的数字正射影像。数字线划图生产立体测图，将三维倾斜模型成果导入清华山维（EPS）立体测图平台进行地形立体要素数据采集。内业测绘时根据影像上地物的构像所形成的各自的几何特性和物理特性，如形状、大小、色调、阴影和相互关系等，来识别地物内容和实质，确定所有地物的轮廓特征。对立体判读有疑问的影像要加注说明，尽量为下工序提供准确、可靠、完整的数据。要求在最后提交的采集初编图中，测定的点状地物要在其几何位置中心，线状地物要连续，面状地物的外围边线要求连续且使图斑封闭。外业调绘要利用内业采编好的线划图，到实地进行定性调绘，对内业采编中因影像不清、判测错误、遗漏和航摄后新增的地物，均要在图上标出大概位置。调绘的内容包括地形图上的所有要素及其属性。调绘时认真核对图上各要素的相对位置、注记（楼层、结构、各类名称、材料、植被、符号、高程、方向），确保其正确性和一致性。内业数据编辑，DLG 数据的内业生产、加工、编辑统一使用清华山维（EPS）软件来进行。编辑时使用程序自带的线型库、符号库、字库做内业处理，编码对照以《基础地理标准 2021.mdt》模板为准。DLG 成果以转换输出 edb（清华山维）格式为最终成果。外业调绘结束后，进行以下整理：房檐改正，按照外业调绘量测的房檐宽度进行改正；添加各种注记，包括建筑的结构和层数、村名及单位名称、道路名称及路面材料、水系名称、植被符号及名称等；编辑整理补测地物、添加硬质道路外业实测高程，叠加外业检测高程，检核航测高程精度，如果精度不能满足《设计书》要求的，及时反馈给外业作业组；对地形图进行全面的整理整饰，形成符合《设计书》和《图式》要求的标准地形图。

3 质量保证措施

为了确保本项目成果的质量，在各项工作的全过程实行全面的质量控制和保证。本项目实施过程中将严格按照 ISO9001 质量管理体系文件和各项管理规章制度的要求执行。建立、健全本项目的组织管理机构，明确各级管理职责，加强本项目实施全过程的监督检查和成果审核工作，做到人员、设备、管理三到位，精心组织施工，创造优质工程，确保本工程的工期、质量和安全。

3.1 组织保障

（1）建立健全项目运行各级组织机构。由队级领导

牵头，成立项目领导小组和项目部，设立各工序作业组、质检组和联络组，确定各级责任人员；(2) 确保足够的人员及设备投入，安排责任心强、技术水平高、工作经验丰富的人员参与本项目工作，建立严格的奖惩制度；(3) 明确各自的工作职责和要求，依据有关法律法规和项目实施方案开展工作。

3.2 技术保障

(1) 切实执行委托方认可的项目实施方案及实施细则。根据项目情况，在作业开始前认真进行技术设计，我方也将加强与业主方的汇报及技术和经验交流，提高本单位的技术能力和服务水平，高效地完成本项目工作。

(2) 做好技术培训工作，统一技术标准和要求。对项目的全体作业人员进行技术培训和质量意识教育，全面领会本项目的技术要求和作业方法，树立覆盖每一个作业人员、每一个作业环节的质量意识，确保成果质量。

3.3 质量保障

依据 ISO 9001-2008 质量保证体系和本次项目工作的内容与特点，建立覆盖项目作业全过程的严格的质量管理与控制制度，并加以实施。

在仪器设备和作业人员的使用上，应使用先进的性能优良的仪器设备，所使用的各类测绘仪器均须在法定单位检定合格且在有效使用期内，逾期的需重新检定，作业人员应选用本单位合格的上岗人员进行作业。

严格落实检查机制：检查参照《测绘成果质量检查与验收》执行，实行两级检查、一级验收制度，各个生产环节的成果必须符合该成果相应标准、规范的技术要求。具体检查包括内业检查和外业检查两个部分。在作业组自查互校的基础上，作业部门要进行 100% 的过程检查，对质检员应进行最终检查，检查验收根据《测绘成果质量检查与验收》(GB/T 24356-2008)，对抽检样本内的单位成果进行详查，对样本以外的单位成果根据需要选取重要检查项进行概查，或者对样本内发现的普遍性问题、倾向性问题进行概查。如一次检验未通过，退回作业小组处理，重新二次抽样复检。合格后，对测区的成果、成图质量进行综合评价，形成最终检查报告。

4 新技术、新工艺、新方法的采用

将每个区域按照固定尺寸 (1.5km*1.6km 或 1.5km*1.8km) 划分为子区，进行单独内业编辑处理。这样划分子区的好处有两点，第一，在计算机性能允许的情况下尽量扩大单个作业区域的编辑面积，减少图幅接边；第二，充分发挥无人机外业航测的单次作业效率，避免因测区小且多，导致频繁更换电池带来的效率降低。航飞外业组在航飞前，统一拷贝作业区域范围线，所进行作业区域范围、飞航高度、像片重叠度等指标严格按照设计书要求进行。作业区域范围线应保证至少重叠 2 条航线，以避

免出现后期数字正射影像生成时存在缝隙的情况。在区域外业航飞时，为了克服建成区建筑物密度大、地表植被遮挡严重等问题，外业航测采用大疆 M300 RTK 四旋翼无人机搭载禅思 P1 相机，航线规划采用大疆 DJI Pilot App 控制软件进行智能摆动拍摄，以获得更好的侧面纹理效果；在区域外业航飞时，为克服测区高程落差大，地形起伏不定等因素，采用分区航飞的方法，每个航飞区域严格控制高程落差值，以满足倾斜模型生产中纹理及精度的要求。使用实景三维编辑软件 SVSMeshEditor 对模型进行后处理操作，该软件操作简单，自动化程度高，可处理大部分模型生成问题，包括地形压平、悬浮物删除、约束删除及修补漏洞、纹理编辑、立面编辑、模型裁剪拼接等，摆脱了传统修模软件入门门槛高，操作复杂等问题，大大提高了模型后处理效率及模型成果质量。使用实景三维编辑软件 SVSMeshEditor 可直接利用已制作好的实景三维模型进行格式转换，无损制作数字正射影像，且数据质量检查可在实景三维模型阶段进行，免去后期数据质量问题。使用清华山维 EPS6.0 平台化、定制化作业，利用清华山维软件特有的工作台定制功能对所能涉及到的符号、注记及绘图规则进行定制，例如地物符号绘制，只需在工作平台中点取相应符号名称，即可进行绘制，其相关符号代码、颜色、线型、图层将自动进行更新校准；再如注记，最容易产生代码混乱和随意使用，通过对工作台面注记词典的定制，将所能使用到的注记统一添加进词典，需要哪个点取哪个，注记的字体、大小、图层、代码将会自动进行更新校准。

通过以上技术手段，在制图过程中大大减少了错误符号、线型及注记的使用，保证了不同技术水平人员、不同时期作图成果的一致性和规范性。为了克服上述问题，使立体测图更快速、准确、提高工作效率，通过脚本二次开发技术，编写脚本程序，控制线划图随高程进行起伏变化，并排除需要真实高程值的地物地貌 (如等高线、高程注记点等)，使线划图处理后紧贴着模型进行显示，方便编辑与处理。

【参考文献】

- [1] 杨震, 孟祥武, 唐顺均, 等. 室内移动测量系统在新型基础测绘中的应用[J]. 测绘通报, 2023(1): 149-153.
 - [2] 付红波, 彭尧. 新型基础测绘存量 DLG 修复系统研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(12): 65-68.
 - [3] 任攀虹, 曾致. GPS 测量技术在地籍基础测绘中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2022, 7(21): 79-81.
 - [4] 叶程. 基础测绘地理信息数据库更新方法研究[J]. 经纬天地, 2022(5): 72-74.
 - [5] 邹志平, 王娟. 三调成果在省级基础测绘中的应用研究[J]. 测绘标准化, 2022, 38(3): 19-24.
- 作者简介: 王阳 (1976.5-), 女, 江苏省徐州市自然资源和规划局贾汪分局, 本科。