

doi:10.3969/j.issn.1001-358X.2016.01.019

无人机航测技术在大比例尺地形图更新中的应用*

韩立钦

(甘肃工业职业技术学院 测绘学院,甘肃 天水 741025)

摘要:大比例尺地形图是指导、规划城镇化建设的基础和前提,文中提出利用无人机航测方法对大比例尺地形图进行更新,从无人机航测技术中的飞控系统、地面控制系统、航线及像控点布设方法和空三测量展开,并给出了地形图更新的具体方法,最后详细论述了地形图更新后的精度评定问题,本研究对区域大比例尺地形图快速更新做出了有益探索。

关键词:摄影测量;地形图;数据更新;精度评定

中图分类号:P231 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-358X(2016)01-0064-03

随着经济社会的快速发展,特别是城镇化发展进程的加快,大比例尺地形图更新一直是城市规划、市政管理、土地管理和房产管理等部门面临的难题^[1],如何在城镇快速变化中保证地形图的时效性是各职能部门顺利开展工作的前提。目前,利用高分辨率航天遥感影像进行测图和更新地形图已有较多应用,但基本都集中于中小比例尺地形图中,大规模航空摄影测量能很好地测制大比例尺地形图^[2-3],但较短时间内反复组织航测是不现实的,而低空航测无人机具有机动灵活、方便快捷的特点,对于小区域作业时效性强。因此,本文利用低空航测无人机的优势对大比例尺地形图更新问题开展研究,满足经济社会发展对大比例尺地形图高时效性的需求。

1 无人机航测技术体系

1.1 无人机飞控系统

飞控系统主要由机载部分和地面部分组成,其中机载飞控系统主要包括飞控、电台、RC 接收机、电池组、GPS 天线、通讯天线、空速管。飞控系统可与 GPS、北斗、GLONASS 等进行组合导航,通过预设的航带参数,进行等距离、定点拍摄^[4]。

1.2 地面站控制系统

地面站控制系统包括数传电台、地面站软件和便携式计算机。控制系统通过控制软件实时显示飞行器飞行数据和定位信息,在获得飞行数据和获取坐标的同时,借助计算机的地面站软件得到飞行航迹和参数,实现无人机遥控导航盲飞,无人机能实现

定高自动驾驶,可预先输入航迹,实现自动按航线飞行执行任务,也可随时更改航迹任务。

1.3 航线及像控点布设

采用区域网法布设,平地的第一条航线和最后一条航线布点的基线数跨度不大于 8、微丘陵地区基线数不大于 12、重丘陵地区基线数不大于 16、中间航线布点基线数跨度不大于 15,航线之间布点按照隔航线布点。整个网的四角及不规则网端点应布点,四角偶点应是双点。网内像控点在目标不易选择时,少部分可以改为高程点。像控点的高程采用 GPS 水准测量方法拟合,分段拟合时要进行充分检验^[5]。

像控点选刺时必须选在影像清晰的明显地物上,一般可选在交角良好的细小线状地物交点、明显地物折角顶点、影像小于 0.2 mm 的点状地物中心。刺点目标尽可能是房角或围墙拐角,电线杆、弧形(如路弧形拐角、田地的弧形拐角)、阴影或高程变化较大的地方不应作为选点目标。

区域网采用九点法的布点方案,不规则区域、相邻平高点间隔 20 条基线以上时应在中间布一个平高点,布点示意图如图 1 所示。

1.4 空中三角测量

空中三角测量采用全数字加密方法,以像片上量测的像点坐标为依据,采用严密的数学模型,按最小二乘法原理用少量地面控制点为平差条件,采用光束法为测图解求可靠的定向点,以 1:1000 地形图测制为例。

1.4.1 相对定向精度

连接点上下视差中误差:1/3 像素;

* 基金项目:甘肃省高校科研项目(2015B-155)。

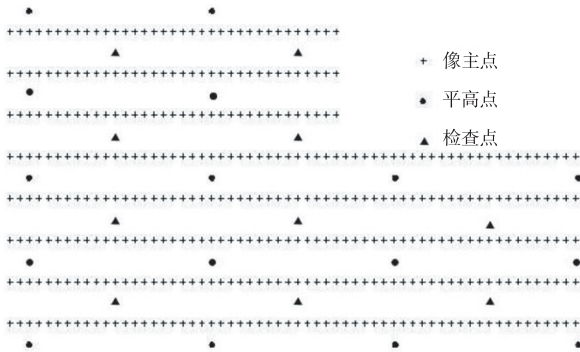


图1 像控点布点示意图

连接点上下视差最大残差: $2/3$ 像素;

模型连接较差计算式:

$$\Delta S \leq 0.06 \cdot M \cdot 10^{-3/2}$$

$$\Delta Z \leq 0.04 \cdot \frac{M \cdot f}{b} \cdot 10^{-3/2}$$

式中: ΔS 为平面位置较差, 单位 m; ΔZ 为高程较差, 单位 m; M 为像片比例尺分母; f 为航摄影仪焦距, 单位 mm; b 为像片基线长度, 单位 mm。

1.4.2 绝对定向精度

大地定向后, 定向点残差、检查点的不符值及公共点较差如表1所示。

表1 绝对定向精度要求

地形类别		平地		丘陵地	
		等高距(m)		0.5	1
定向点残差	平面(mm) 1:1000	0.25	0.25		
	高程(m) 1:1000	—	0.25		
多余野外控制点不符值	平面(mm) 1:1000	0.44	0.44		
	高程(m) 1:1000	—	0.44		
区域网内公共点较差	平面(mm) 1:1000	0.56	0.56		
	高程(m) 1:1000	—	0.56		
区域网间公共点较差	平面(mm) 1:1000	0.70	0.70		
	高程(m) 1:1000	—	0.70		

2 地形图更新方法

2.1 地形图更新流程

地形图更新中首先应判断航测影响分辨率是否能够满足对应比例尺的地形图更新要求^[6], 航测生产的DLG精度应不低于已有地形图精度, 其次, 图面更新并不是简单的缩编关系, 作业时应适当进行综合取舍, 既要保证图面清晰、负载合理, 又不允许图面失真, 再次, 地形图所使用的符号库、线型库要保持一致, 层、色、线型、线宽等要按相应技术规范进行转换。

如图2所示, 对已有地形图或航测数据进行图

幅纠正和坐标转换, 使其投影一致, 根据地形图中更新检测信息, 室内判读, 生产更新区域的线划数据, 对已有地形图和更新数据进行整理、编辑, 检查验收, 合格, 则完成更新, 否则重新进行编辑、检查。

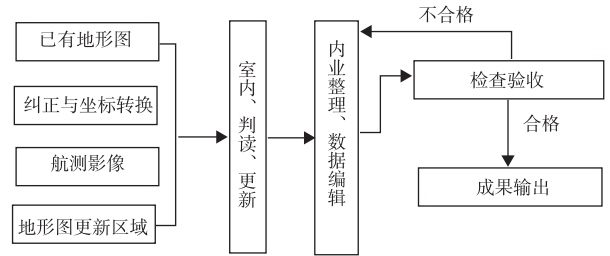


图2 地形图更新流程

2.2 地形图更新方法

由内业在立体模型下修测地物变化的区域补测新增地物区域, 然后由外业进行调绘和补测。采用先内后外的成图方法, 不进行像片调绘, 即首先由内业根据立体模型进行全要素修测采集, 采集完成后打印两套(一套供现场调绘, 一套供清绘)采集原图, 由外业调绘员带到野外现场巡视调绘。外业巡视调绘时, 要对所有地物地貌进行定性, 补测隐蔽、新增和漏测地物, 纠正内业采集在定性、定位方面的错误和丢漏。内业采集在模型上不清或不能肯定时所做的标记“A”, 需要外业确认、补调或补测的区域, 外业调绘处理后将“A”打×, 对标“A”的地物与新增地物调绘无法用栓距或截距法定位的采用全站仪测量必要的定位点。

点状地物, 如测量控制点凡经等外水准以上精度联测的, 注至0.01 m, 其他注至0.1 m。位于居民地内的测量控制点, 如果影响居民地的表示时, 其点名和高程注记可省略。

线状地物, 如单线河流可以适当取舍, 按0.3 mm单线表示; 双线河流宽度小于0.5 mm时, 图上用0.3 mm单线表示; 双线河流宽度大于0.5 mm时, 双线依比例表示; 单线干河床(时令河)可以适当取舍, 按0.3 mm单虚线表示; 双线干河床(时令河)宽度小于0.5 mm时, 图上用0.3 mm单虚线表示; 双线干河床(时令河)宽度大于0.5 mm时, 双虚线依比例表示。宽度大于3 mm的河床内应表示等高线及相应的土质符号。双线时令河要注意加注有水月份。

面状地物, 如一般的普通房屋, 凸凹部分大于图上0.5 mm时, 真实表示房子外形, 小于0.5 mm时,

按取多、舍少的原则处理;凹凸部分相当的以房角为准取舍。居民地外围的独立房要逐个表示,在表示不下时,可舍小房,留大房,街区口要注意特征的表示。

3 精度评定

影响地形图成图精度的具体因素,包括无人机航测影响的几何处理,像控点测量精度、更新要素的数字化误差和更新要素的综合取舍与表达等^[7]。本文选取分布均匀的15个同名点进行原图和更新数据的坐标精度比较,求取点位横、纵坐标。

$X' =$; 公式一:求取横坐标均值;

$y' =$ 公式二:求取纵坐标均值;

$r =$ 公式三:精度均值;

检查点的坐标误差由两部分构成,检查点在更新地形图上的误差和在实地测得的同名点坐标误差。如果区域范围较大且地物较为密集的地区,精度会降低,经估算定位误差在要求的范围内,才能达到地形图更新要求。对于地势起伏较大的地区,则需采用更为严密的共线方程等纠正方法控制数据精度。

4 结 语

本文利用无人机航空摄影方法更新大比例尺地形图,发挥了无人机航测机动灵活、方便快捷的优势,满足了相关部门对大比例尺地形图高时效性需求,并对无人机航测作业技术体系进行了详细阐述,

给出了大比例尺地形图更新的具体做法,并对更新的精度评定问题给出了具体的解决方法。但必须指出的是,无人机航测方法对于局部数据更新是高效、可行的,对于大范围地形图数据更新更依赖于大规模航空摄影或高分卫星影像测图方式。

参考文献:

- [1] 厉彦玲,梁勇,杜艺.基于高分辨率遥感影像的1:2000地形图更新[J].测绘通报,2010(1):39-41.
- [2] 赵敏,陈卫东,王海燕.基于遥感影像变化检测技术的地形图更新[J].测绘通报,2013(4):65-66.
- [3] 简灿良,阮红利.利用高分辨率的遥感卫星影像更新1:10000比例尺数字地形图的研究[J].测绘科学,2006(1):52-53.
- [4] 王小平,王根泽.测绘无人机的智能化设计[J].测绘技术装备,2011(3):60-62.
- [5] 李兵.无人机影像数据快速配准和自动拼接系统的设计与实现[D].中国地质大学,2014.
- [6] 谢士杰.南京市大比例尺地形图的动态更新和维护研究[J].测绘通报,2008(1):46-47.
- [7] 王妍,孔祥仲,贾世真,等.无人机航空摄影测量系统在农村土地确权中的应用[J].测绘与空间地理信息,2015(8):116-117.

作者简介:韩立钦(1983-),男,汉族,河南濮阳人,讲师,现主要从事测绘与地理信息方面的教学与科研工作。

(收稿日期:2015-12-04)

(上接第26页)

3 小 结

采用概率积分法预测了开采工作面上方轨道上山巷道的移动变形情况,提出采用1193、1195、1197工作面全采但在保护上山两侧各25m范围内不放顶煤的开采方案,为矿井安全开采和回风大巷的保护提供了科学依据。

参考文献:

- [1] 国家煤矿安全监察局.建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程[M].北京:煤炭工业出版社,2000.

- [2] 何国清,杨伦,凌赓娣,等.矿山开采沉陷学[M].徐州:中国矿业大学出版社,1994.
- [3] 周国桢,崔继宪,刘广容,等.建筑物下采煤[M].北京:煤炭工业出版社,1983.

作者简介:郑江海(1974-),男,河北沙河市人,测量工程师,冀中能源股份有限公司显德汪矿地测科,主要从事矿山测量工作。

(收稿日期:2015-11-27)