

# 应用航测技术测制伊犁河谷 1:5 000 土地利用现状地形图的探索与实践

高永甲, 干犁军

(新疆航天经纬测绘技术有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:**论述了数字航测技术应用于新疆伊犁河谷测制 1:5 000 土地利用现状图的技术流程和作业方法,重点阐述了在立体模型上测绘图斑地类界线制作外业调绘底图开展土地详查的作业流程和方法,以及采用此方法对于提高土地详查工作的作业效率、成果质量和提高成果的数字化水平所具有的突出优势。

**关键词:**航测技术; 立体模型; 土地利用现状; 地形图; 作业流程

**中图分类号:**TP79      **文献标识码:**B      **文章编号:**1672-5867(2011)05-0255-03

## Explore and Practice of Producing 1:5 000 Landuse Relief Map of Yili Stream Valley using Photogrammetry Technology

GAO Yong-jia, GAN Li-jun

(Xinjiang Aerospace Jingwei Mapping Technology Co., Ltd., Urumqi 830000, China)

**Abstract:** This paper demonstrated the technique flow and operating method of producing 1:5 000 landuse relief map of Yili stream valley using photogrammetry technology, and specifically explained the operating flow and method of land survey using field work annotation base map produced from stereo model. Experiment results showed that this method could improve the working efficiency of land survey, result quality and the result digitization level.

**Key words:** photogrammetry technology; stereo model; landuse status; relief map; operating flow

### 0 引言

党的“十六届三中全会”明确提出要实行最严格的耕地保护制度,保证国家粮食安全,为土地开发整理工作提出了新的、更高的要求。

所谓土地整理是指:在一定区域内,按照土地利用总体规划的要求,采取一定的措施和手段,对田、水、路、林、村进行综合整治,优化土地利用结构,提高耕地质量,增加有效耕地面积,提高土地资源的利用效率和产出率,确保经济、社会、环境三大效益的良性循环的工程技术措施。<sup>[1]</sup>而为了实现对土地进行更加科学的管理和利用这一总体目标,必须针对土地利用现状调查工作,研究新的技术方法,探索新的作业流程,其中采用较大比例尺的外业调绘工作底图已势在必行。然而目前的卫星影像资料,因受到诸多技术因素的限制,难以制作出符合精度要求的更大比例尺(如 1:5 000, 1:2 000)的影像图。此外,对卫星影像数据的再加工也在一定程度上受到限制。那

么采用何种手段制作更大比例尺的、信息丰富的、精度满足规范要求且清晰易读的外业调绘工作底图,就成为土地整理工程中需要认真考虑的问题。

### 1 伊犁河谷 1:5 000 土地利用现状图测绘任务概述

新疆伊犁河谷地土地开发整理工程是《全国土地开发整理规划》确定的七大工程之一,合理开发利用伊犁河谷地土地资源,是实现土地开发整理的经济、社会和生态效益的重要方式,也是实现全国耕地总量动态平衡,确保国家粮食安全,促进经济发展,保障边疆稳定,繁荣边疆经济的重大举措。

为满足伊犁河谷地土地开发整理重大项目规划设计的需要,利用该地区已有的 ADS 40 数字航空摄影数据及激光雷达扫描数字地面模型数据,完成 1:5 000 现状(地形)图的测绘。

伊犁河谷地土地开发整理重大工程项目区主要分布

收稿日期:2010-09-01

作者简介:高永甲(1978-),男,河南永城人,工程师,主要从事航测遥感、工程测量以及测绘管理工作。

在伊犁河谷地、特克斯河谷、巩乃斯河谷、喀什河谷以及昭苏盆地,项目区面积约 4 063 km<sup>2</sup>,范围如图 1 所示。

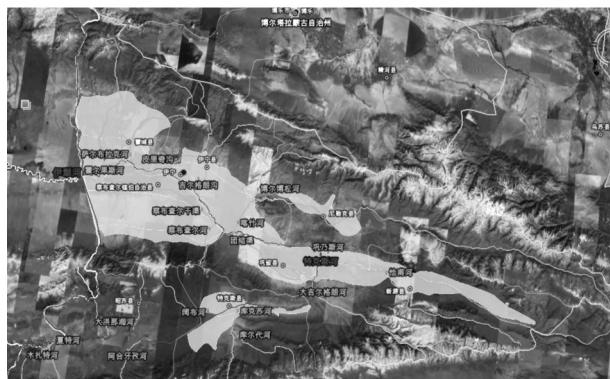


图 1 测区范围图

Fig.1 Study area

测区共分 13 个灌区: ①伊犁河谷南岸干渠灌区; ②伊犁河拦河枢纽及北岸干渠灌区; ③团结渠灌区; ④跃进渠灌区; ⑤察布查尔县大河灌区; ⑥特克斯中下游、北山沟灌区; ⑦特克斯县萨尔库甫灌区; ⑧喀什河中游灌区; ⑨喀什河下游灌区; ⑩伊宁北山沟灌区; ⑪霍城县北山沟灌区; ⑫新源县那拉提灌区; ⑬巩乃斯河南北岸、卡甫河灌区。总面积约 4 036 km<sup>2</sup>。

## 2 数字航测技术的发展为测制土地利用现状图提供了有效途径

随着数字航空摄影测量技术的飞速发展,在目前的技术和经济条件下,将航测技术应用于测制大面积土地利用现状调查图不但可行,而且必将成为土地整理工作的主要技术手段。这是因为: 第一,航测设备成本大大降低。现代航测成图已由原来的模拟测图、解析测图发展到了全数字测图,其作业设备由原来昂贵的机械光学设备发展为摄影测量工作站,即计算机硬件加专用软件系统。这就使得一般的生产单位都能配置航测设备,从而使航测技术的普及应用有了社会基础。第二,作业效率高。航测成图法较之其他成图方法而言,具有更高的工作效率,因而可以缩短生产周期。这对于重视现势性的土地整理工作来说无疑是有益的。第三,航摄影像资料信息量大、信息丰富、清晰易读。航摄像片比例尺可以达到 1:5 000 甚至 1:2 000,其影像的清晰度极高,地面各种信息反映齐全,因此有利于开展外业地类调查。第四,全数字摄影测量工作站可以对航摄数据资料进行多种用途的再加工,从而能够生产出更多的数字测绘产品。

与卫星影像资料相比,航测技术应用于土地整理工作的最大缺陷是航空摄影费用较高。但是土地整理工作一般来说面积都比较大(以县为单位,一般在 1 000 km<sup>2</sup> 以上),对于大面积的航摄而言,其单位面积的航摄费用也随之降低。

## 3 航测技术用于测制土地利用现状图的技术流程

将航测技术应用于土地整理项目,并不是简单地利用航摄像片制作出像片图作为外业调绘的工作底图,而应该充分利用现代数字航测技术的特点,尽可能地优化土地利用现状图的作业流程,提高土地整理的质量。根据数字航测的技术特点结合土地详查工作的技术要求,应采用以下主要作业流程,其技术路线流程如图 2 所示。

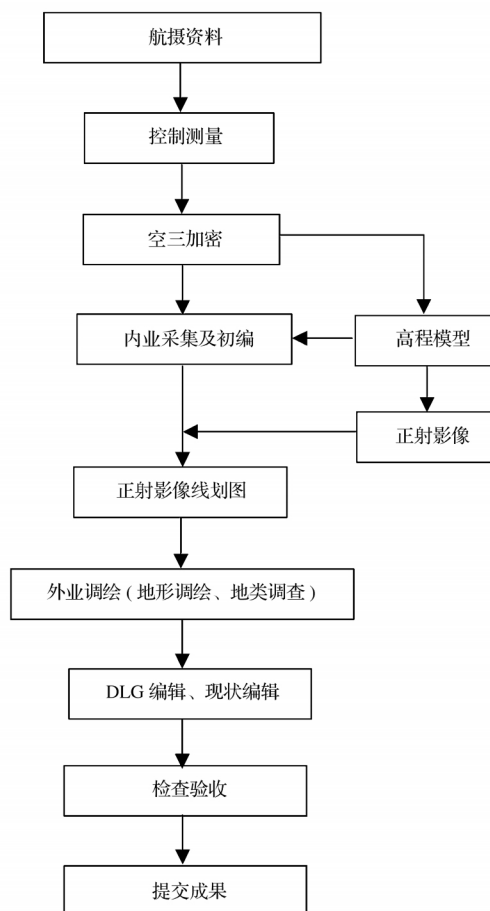


图 2 航测技术测制土地利用现状图的作业流程

Fig. 2 Operating flow of mapping land use status map using photogrammetry technology

### 1) 航空摄影

是由具有航空摄影资质的专业公司完成的。目前数码航摄技术已得到比较普遍的应用,它是利用数码航摄仪(DMC)直接获得被摄物体(地面)的影像数据信息,无须进行像片扫描,且影像清晰度高,易于判读。

### 2) 像片控制测量

随着全球卫星定位系统(GPS)技术的发展,GPS 实时动态定位技术(RTK)已被广泛应用于测量领域。采用 RTK 进行像片控制测量,较之传统的作业方法(全站仪测量法)具有作业效率高、受外界因素影响小、定位精度能

够满足相关规范要求等优点,特别是对于大面积测区的像片控制测量来说,其优势更加突出。

### 3) 空三加密与 DOM 制作

在全数字摄影测量工作站上,空三加密及制作正射影像图的工作更加快捷(高性能计算机的运算速度更快),同时由于航摄影像资料质量较高,因而制作出的 DOM 更加清晰易读。

### 4) 立体测图

这是航测技术应用于土地详查业务的一个关键环节,也是本文强调的重点。这里所说的立体测图,并不是常规意义上的测绘地形图,而是从土地详查作业的需要入手,将在立体模型下能够准确分辨和定位的各种地类边界线(图斑界线)以及能够分辨清楚的各种线状地物(沟、渠、路、林带等)测绘出来,形成地类图斑界线图,为外业的调绘和标注提供良好的条件。由于有部分地类图斑和线状地物在立体模型上难以分辨清楚或不能准确定位,还需要在外业调绘时加以核实和标注,因此称这种在立体模型下测绘的图斑界线和线状地物图为不完整的图斑界线线划图(简称线划图)。

### 5) 绘制外业调绘底图

将测绘的线划图与制作好的正射影像图套合(数据叠加),形成带有图斑地类界线的影像图,通过绘图仪绘制在像片纸或背胶纸上(也可绘制在普通图纸上),作为外业调绘的工作底图。这与采用卫星资料制作的正射影像图或航摄像片图有着本质的区别。

### 6) 外业调绘标注

外业调绘时,一是核对内业所测图斑界线的正确性,同时调查各图斑的地类类别,将地类代码标注在相应的图斑内;二是对内业没有测绘完全的地类图斑界线进行现场调查标注,可采用 0.15 mm 的绘图笔将图斑界线描绘在工作底图上。此外还应进行线状地物宽度丈量、零星地类调绘等。

### 7) 内业编辑

形成详查成果图并建立详查数据库外业调查结束后,形成了全要素的调绘图,对内业没有测绘出的图斑界线也已在调绘图上作了准确标绘。此时由内业作业人员根据调绘底图在立体模型下(不是在影像图上)进行图斑界线和线状地物补测,形成完整的地类图斑界线图。同时将各地类图斑的编号及地类代码进行标注,最终形成包括行政界线和土地权属界线在内的完整的土地利用现状图,并在此基础上,按照有关标准,建立土地利用现状数据库。

## 4 利用航测技术制作土地利用现状图的突出优点

理论和实践证明,利用航测技术制作土地利用现状图,开展土地整理工作,具有以下突出优点:

1) 图斑界线位置准确,即定位精度高。在立体模型下,大部分的图斑(地类)都能观测到其边界线的位置,利用航测成图软件采集的图斑界线,其精度可达到图上

0.35 mm,这相对于采用卫片资料外业手工描绘图斑界线而言,其精度可提高近 1 倍。这样就使得土地面积计算和汇总工作的准确度提高了一个档次。应该注意的是,对于立体下采集不到准确位置的地类界线(如被植被遮挡或被云雾烟尘覆盖的地类界线),不要盲目采集,应做好标记,留待外业调绘时现场调绘标注。

2) 外业调绘工作效率高,劳动强度低。由于在内业立体下已经测绘了大部分的图斑界线和线状地物(约 80% 以上),并清楚地标绘在调绘底图上,对明显的无疑义的地类还标注了地类代码,甚至对明显的线状地物还量测了宽度,这就使得外业调绘工作变得比较简单和快捷,其工作重点是查清(或核实)每个图斑的地类性质这与采用卫片资料作为外业调绘底图的作业模式比较无疑极大地提高了作业效率。此外,由于采用了航测成图技术,使得原来需要在野外现场完成的图斑地类界线标绘工作变成了内业工作,从而使外业调绘人员的劳动强度大大减轻,这也是工作效率提高的因素之一。但应注意的是,对于内业无法测绘的地类界线,实地应认真调绘标注,以保证此类图斑的准确性。

3) 适用性强。随着土地管理工作的进一步数字化和规范化,对土地详查资料的现势性和准确性要求将进一步提高。这样原来一直沿用的 1:10 000 比例尺工作底图已难以适用,需要将调绘工作底图的比例尺适当放大(全国许多地方已采用 1:5 000 或 1:2 000 比例尺工作底图)目前的卫星像片资料因受到诸多技术因素的限制,难以制作出更大比例尺的影像图。而航空摄影测量则可以根据成图比例尺的要求,通过调整航摄比例尺(航高)来获得所需的影像资料,从而能够更好地适应土地利用现状调查工作的需要。

笔者曾先后在国内不同地区,应用航测技术,按照上述技术流程完成过 1:5 000 和 1:2 000 比例尺的土地利用现状调查工作,充分体会到在土地详查工作中应用航测技术的种种优越性。

## 5 结束语

科学技术的不断发展带来了生产活动的不断变化,航测理论和设备的进一步发展和完善,使传统的航测技术具有了新的活力。在目前的技术水平条件下,在经济发达地区,采用数字航测技术,在立体模型下测绘地类图斑线划图,与正射影像图叠加制作外业调绘底图,能够有效地提高土地利用现状调查业务的工作效率(缩短作业周期),明显提高成果质量和成果的数字化水平,与采用航摄放大片或卫星影像图作为外业调绘底图、内业扫描量化的作业模式相比,具有突出的先进性和科学性。

## 参考文献:

- [1] 国土资源部土地整理中心. 土地开发整理标准 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2000.

(下转第 260 页)

其中,权  $P_i = S_i/S$ ; 距离  $d_i = \int (h - f(x, y)) / S_{ii} f(x, y); h$  是全站仪中心所在的垂直平面的坐标。

以房屋拐角为例,其测量原理如图 3 所示。从图 3 中可以看出,在测量墙角时,实际测量距离等效于测站  $P$  到平面  $L$  的距离,实际距离相差一个距离  $DL$ ,  $DL$  的大小随着激光束入射角度的不同而变化。

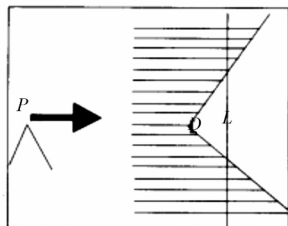


图 3 无棱镜墙角测量示意

Fig. 3 The non-reflect wall corner surveying

在测量圆柱表面和正对测量房屋拐角时,计算距离和测量距离仅差 3~5 mm,这个差值和测量距离、瞄准、入射角度有密切的关系。实验测量结果见表 5。

表 5 TCRA 1101 全站仪无棱镜测距的实验数据和分析(单位:米)

Tab. 5 The experimental data and analysis of non-reflect distance measuring by TCRA1101 (Unit:m)

| 目标 1     | 目标 2   | 平均值    | 两目标中心  | 差值    |
|----------|--------|--------|--------|-------|
| 1 22.257 | 25.782 | 24.169 | 24.166 | 0.003 |
| 2 22.559 | 25.782 | 24.170 | 24.164 | 0.006 |
| 3 22.560 | 25.783 | 24.171 | 24.167 | 0.004 |
| 4 22.558 | 25.783 | 24.170 | 24.169 | 0.001 |
| 5 22.560 | 25.783 | 24.171 | 24.167 | 0.004 |

### 3 实验结论

1) 测距随着气象条件、反射物体的稳定性和表面的光滑程度而变化;一般的情况下,无棱镜测距的最大测程在 60 m 左右;

2) 反射物体表面光滑程度对无棱镜的测量精度的影响不明显;

3) 在合作目标光滑、稳定和浅颜色相同的条件下,无棱镜测距的精度和有棱镜测距的精度基本相当;

4) 在进行边缘点测量时,应该让激光束全部在边缘点所在的平面上,从而避免因其他物体的反射而降低测量精度;

5) 无棱镜测距对角度测量的精度无显著影响;

6) 无棱镜测距和反射物体表面的颜色有很大关系,颜色越浅测量精度越好。

### 4 结束语

符合免棱镜测量条件的地方,都可以直接测量,不需要施测人员到达特征点放置棱镜,大大节省了人力物力,节省了时间,提高了工作效率,降低了测量人员的劳动强度,能快速、准确地提供测量成果。作业人员应充分了解此新技术的特性,采取必要的措施,扬长避短,才能更好地发挥先进技术设备的优势,取得良好的观测成果。

### 参考文献:

- [1] 岳建平,高永刚,谢波. 无反射棱镜全站仪测距性能测试[J]. 测绘工程,2005,14(2):35-37.
- [2] 赵洛成,聂金华,张强. 无反射棱镜测距的目标特性研究[J]. 测绘信息与工程,2005,30(5):33-35.
- [3] 朱顺平,薛英. 无反射棱镜全站仪及其测试[J]. 测绘通报,2001(3):41-45.

编辑:胡雪

(上接第 257 页)

- [4] (德国)施通姆普夫. 乡村土地整理中的技术和程序[M]. 武汉:武汉测绘学院出版社,1985.
- [5] 张祖勋,张剑清. 数字测量学[M]. 武汉:武汉大学出版社,1997.
- [6] 张剑清,潘励,王树根. 摄影测量学[M]. (第2版). 武汉:武汉大学出版社,2008.
- [7] 宁津生,陈俊勇,李德仁,等. 测绘学概论[M]. (第2版). 武汉:武汉大学出版社,2008.
- [8] 王树根. 摄影测量原理与应用[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,2009.

- [9] 李德仁,王树根,周月琴. 摄影测量与遥感概论[M]. (第2版). 北京:测绘出版社,2008.
- [10] 邹晓军. 摄影测量基础[M]. 郑州:黄河水利出版社,2008.
- [11] 汤国安,张友顺,刘咏梅,等. 遥感数字图像处理[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [12] 孙家柄. 遥感原理与应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2005.
- [13] 乔瑞亭,孙和利,李欣. 摄影与空中摄影学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2008.

编辑:栾丽杰