

# 试谈1:500航测成图的质量控制

钟世松

(铁一院西安分院)

## 提 要

本文在总结城市1:500航测地形图实践经验的基础上,从管理和技术两方面,探讨了确保成图质量的关键问题,提出了改进的建议,旨在促使这一新开发出来的1:500航测成图技术日趋完善和规范化。

随着我国经济建设的飞速发展,特别是城市建设的发展及地籍测量的广泛开展,进行1:500大比例尺测图的传统的地面测量方法已难以适应新形势的需要。与此同时,摄影测量由于高质量摄影机和精密的量测仪器的出现,加上计算机的迅猛发展,软件不断完善,其量测精度显著提高,并可提供完全的、瞬时的三维空间信息。因此,利用航空摄影测量方法进行大比例尺测图,在铁路、公路、电力等线路的选线测量、地质矿区建设测量、城市规划建设测量以及地籍测量中得到广泛应用。

目前,我国已有100多个城市利用航测技术进行大面积的地形图测制或更新,最大成图比例尺为1:500。在各项工程建设中,采用航测进行1:500地形图的测绘热方兴未艾。

本文就1:500航测成图实施中的质量控制问题,从管理和技术两个方面与同行们共同进行探索与研究,以便使这新开发出的大比例尺航测成图技术和方法,不断完善与趋向成熟,在我国“八五”计划、十年规划、以至今后的四化建设中,发挥更大的作用。

一、精心组织生产,实行科学管理,是确保成图质量的基础

五六十年代,我国的航测主要用来测制

中小比例尺国家基本地形图,随着社会主义建设事业的发展,逐渐扩大应用于大比例尺工程测图领域。而用航测方法测绘1:500比例尺地形图,则是近几年才开发出来的新成果,大多处于试验或试生产阶段,因而航测工作者,对此均感到陌生,缺少生产1:500航测图的实践经验,且无章可循。作为航测生产的具体组织管理人员,对这一现实情况,应引起高度重视,与广大作业人员一起,共同努力,刻苦学习,深入研究,不断探索,以求适应这一新形势发展的要求,同时更要科学地精心地做好生产技术管理与组织工作,以确保1:500航测成图质量。

1.深入实际调查研究,详尽掌握有关资料,是制订成图技术方案的前提

对于所收集的测绘资料、航摄成果、测区情况等均需详细了解,认真研究,其中尤应注意以1:500航测成图的新观念做好测区踏勘工作。然后,根据测区的实际情况,结合设备性能及人员的技术素质,按1:500航测成图的要求,提出相应的技术措施,组织好生产。

2.从实际出发,因地制宜地选择相应的航测成图方法

航测大比例尺测图的方法,目前国内主要有精密立体测图仪测图、解析测图仪测图、像片平面图测图以及航测大比例尺机助制图等多种。无疑,采用解析测图仪和精测

仪测绘1:500地形图属最佳方案,然而在城镇中建筑物稀疏的平坦地区的1:500成图采用航测综合法,具有误差均匀、精度稳定、图面直观等优点,只要认真细致的进行投影差和屋檐改正,图上地物点的平面精度不亚于精测法的成果。对于大多数中小测绘单位来说,缺少价格昂贵的解析测图仪和精测仪,采用微机与立体坐标量测仪联机通讯,进行机助制图,亦是一种行之有效的方法。

3.综合各种因素,全面仔细研究,以拟订出切实可行的成图技术方案

采用何种布点方案、是否需要进行电算加密;用何种成图方法;是用放大片调绘,还是用铅笔原图调绘等等,总体成图方案的确定,将对成图质量与效率起着极为重要的作用,必须根据任务要求、资料(测绘、航摄)情况、测区特点、仪器设备、技术力量等具体条件,充分发挥参谋班子的作用,综合研究、反复筛选,从而拟订出既符合要求,又切实可行的正确、合理、经济的成图技术方案和作业流程,这不仅可确保成图质量,且会收到事半功倍的效果。

4.先行试点,再全面铺开作业

航测1:500成图,既无现成模式,又少实践经验。因此,必须采取慎重的态度,先行试点,取得经验,再按阶段全面铺开作业。当成图技术方案确定后,先在测区内选择有代表性的典型地区进行小范围的试验,其目的:一是检验技术方案的可行性和科学性;二是取得重点和难点的技术实施的经验;三是通过试点进一步对成图技术方案进行修改、补充和完善;四是使全员对1:500航测成图,心里初步有个底。从而为全面开展生产作业创造了良好的条件,并确立必胜的信心,防止由于盲动而出现不必要的反复。

尤其是最近几年来大中城市中新建的各种高大建筑物,式样新颖,形态各异,格调不一,如何将其正确地表示在图上,就需要通

过试验研究,寻求正确的表示方法,从而拟出编辑指示书,作为生产作业的具体依据,使成图质量满足要求。

5.制订明确的技术质量标准,专人负责,统一管理。

用航测方法测制1:500地形图,各行业标准中均无明确的规定,国家标准中亦仅有部份规定,极不完善,因而在正式生产作业前,应根据任务要求和实际情况制订生产作业技术标准(规定)、成果成图质量检验评定标准。对于一般航测大比例尺成图生产作业不同的部份,更应有明确和具体的技术要求,合适的质量评定标准(如各工序作业中差、错、漏的具体含义及其优、良、可成果的具体要求等),便于作业人员思想明确,有章可循,严格作业,确保质量。

对于1:500航测成图,应按测区设技术负责人或技术组,专门负责该测区的技术管理工作。如拟订技术标准,按统一规定的技术标准及时、正确地处理生产过程中出现的各种技术问题,并应坚决防止因人而异,朝令夕改,前后不一的混乱现象发生。同时应设专职质量检查员或检查组,根据技术标准及成果成图质量检验评定标准负责对成果成图质量进行检查验收,并评定其质量等级。

6.及时进行精度检测,按阶段做好外业复查工作。

精度检测一般是在成图结束后进行。但是1:500航测成图尚处于探索阶段,作业过程中可能会发生事先预料不到的问题而影响成图质量,故在成图过程中,应有计划地安排进行精度检测工作,以不断加深对这一成图规律的认识,发现问题,分析原因,研究对策、进行质量讲评,以便迅速得到纠正和提高。

在每一阶段成图验收之前,进行全面的外业复查是非常重要的。尽管在成图中经过自校、互查、组检以至队查等过程,但由于1:500城市成图的图面负载量大、地物繁杂,

要求详尽,取多舍少,难免仍存在差、错、漏现象。同时在外业复查中还可对生产组织管理及作业流程的科学性进行研究与探索,以求进一步完善。某测区在成图后组织的一次外业复查中,还发现存有各种大小不同的问题,平均每幅有2.7处错误,多的一幅达6处。由此可见这项复查工作的必要性。

7.强化质量意识、实行全员、全过程、全面质量管理。

在尚处于开发性探索阶段的1:500航测成图过程中,开展全面质量管理,显得十分重要。自接受任务时起,就要对全员进行质量教育,强化质量意识,随着生产的深入开展,及时组织成果检查、质量讲评、经验交流、现场观摩、成果展览以及评比质量先进……等活动,促使职工人人精心作业,道道工序严把质量关,上下工序间及时进行质量信息反馈。要广泛发动职工,根据各自岗位特点,选定攻关专题,成立QC小组,并按照TQC原理和方法,积极开展活动,以进行全过程的质量控制。总之,使质量第一的意识,深入全体职工心里,落实到每个生产岗位和每道工序的作业流程中,最终目的是获得优质的成果成图。

8.参与验收,组织回访,全面总结经验认真商讨对策,使1:500航测成图工艺趋于完善。

队、组的技术和质量管理人员和生产作业人员要参与用户的验收活动,之后还要专门组织回访。这样做,既可深入全面掌握成图的质量信息,又可听取用户对图的质量的反映和建议。在此基础上召开成图质量分析研讨会,实事求是地提出问题,对成图质量作出客观的正确的评价,同时深刻检查存在的问题,从而进行深入的研究与讨论,拟订出更为完善和合理的成图技术方案和作业流程,藉以推动1:500航测成图朝着成熟的道路上前进!

## 二、切实有效的技术措施,是确保1:500航测图质量的关键

生产1:500航测图与生产其他常规比例尺航测图在技术方面有许多不同之处,其原因在于1:500航测成图、由于比例尺特大,尤其是城市建设图,图面负载量大,精度要求高,因而必需做好技术保障工作,在技术方面采取与其要求相适应的一系列有效措施,同时要求参加生产的每个人员必须坚持做到严(严格要求)、精(精益求精)、细(作业仔细)。这样采取慎重的态度,一丝不苟,经过全员的通力合作,辛勤劳动,才能取得较为满意的结果。

### (一)、做好航空摄影的技术设计,以取得高质量的航摄资料

我国民航服务公司有卅多年从事航空摄影生产实践的丰富经验,拥有适合进行大比例尺航摄的低速、低航高、性能稳定的航摄飞机和属世界先进水平的航摄仪(如RC-10、RC-10A及RC-20等,其中RC-20具有像移自动补偿装置,能获得十分清晰的航摄像片),又有性能优良的航摄软片。因而,只要我们根据1:500航测成图的需要,切实做好航摄的技术设计,与民航服务公司积极合作,就完全有可能获得符合1:500航测成图要求的高质量的航摄资料。

#### 1.选择恰当的航摄比例尺

影响航摄比例尺的因素很多,从国内外1:500航测成图的试验研究与生产实践的资料来看,航摄比例尺一般在1:2000~1:3000之间,个别也有采取1:4000,甚至1:5000的,其成图放大倍数以4至6倍为宜,尤其是用来测制1:500城市建设用图。

#### 2.选择合适的航摄仪焦距

航摄仪焦距的大小,与航摄比例尺的选择有关,且受安全航高的制约,须综合各有关因素考虑确定。1:500航测成图宜选择长

焦距的航摄影摄影,可采用300毫米或200毫米焦距的航摄影,摄取1:2000~1:3000比例尺的像片,使航高在500米~800米之间,这样飞行既安全又较稳定,摄影质量才有可靠保证。同时采用长焦距航摄影摄影,还可减小因建筑物高度引起的投影差及其阴影遮挡相邻低矮建筑物而对成图带来的影响,对提高成图的平面精度有利。

### 3. 选择良好的摄影季节和摄影时间

摄影季节的选择,主要考虑摄区的地理纬度因素及摄区内植被生长的繁茂程度。对于地物繁杂,高大建筑如林、绿化覆盖面积较大的城市更应引起注意。如选择不当,而在植物密茂、绿树成荫季节摄影,将不可避免地遮挡着众多房屋、道路、电杆……等,特别是树下的矮小地物,致使像片上无影像或其影像模糊,内业立体测绘困难,不仅增大野外补测工作量,且将严重影响成图的精度和效率。

摄影时间的选择,与考虑摄区地理纬度因素一样,既要保证有足够的光照度,又要避免产生过大的阴影。主要是为了使摄影时太阳有足够的高度角,防止由于太阳高度角过小,使建筑物及树木的阴影过多地投射到邻近矮小地物上,从而扩大了摄影死角的范围,给内业测绘带来困难,必然增加外地物补测工作量和作业难度,影响成图质量。

选择能见度好的天气进行航摄,因为好天气大气尘埃少,对光的散射作用小,且应在中午前后(10时至16时)太阳光穿过大气厚度薄,散射现象弱。这在冬季和高纬度地区航摄时,尤应注意,以确保摄影的影像清晰,反差适中。

选择良好的摄影季节和摄影时间,这似乎是人人皆知的常识,然而往往由于某种原因而被忽视,以致给航测内外业生产工作带来严重的且完全可以避免的困难。这在1:500航测成图的试验及生产中已经出现了的问题,应当引以为戒,万万不可轻视!

此外,为保证地形图信息的现势性,应力求航摄与成图时间衔接紧密。否则将会因为现代城市建设发展速度快,面貌日新月异而显著加大外业地物补测工作量。

## (二)、认真、详尽地进行外业刺点和像片调绘

像控点坐标及注记点高程的测量工作,由于目前我国大量使用光电测距仪进行作业,精度较高,只要合理地拟订出联测的技术要求,明确规定技术作业方法,通常是比较容易达到预定的质量指标,只是像控点的标刺工作较常规要严格,须仔细辨认才行。1:500成图像片调绘的内容较为丰富,主要是图的比例尺大,要求高,须进行屋檐改正及地物补测工作,不仅量大,且较繁杂,稍有不慎,就会产生差、错、漏,故作业时应做到:耐心细致、认真详尽、一丝不苟、严格要求。

### 1. 确定合理的像控点布点方案

1:500航测图采用电算加密控制点时,必须根据具体条件,认真估算精度,以确定合理的像控点布点方案。一般有:

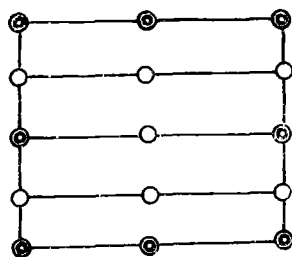
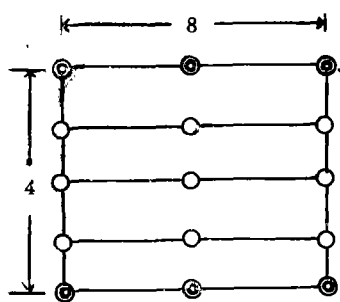
1)、像片平面图测图时,采用按四条航线八条基线为一个区,平高点分别按六点法或八点布设,每条航线上保证有六个高程点(含平高点)。如图1。

2)、精测法,一般按四~五条航线,九至十二条基线为一个区,在每条航线上布八个平高点。如图2。当测区呈狭长状时,亦可采用二条航线六条基线为一个区,按周边六点法布设。如图3。

3)、单模型全野外布点,由于其外业工作量大,只在特殊情况下使用。

由试验及生产实践得知,外业像控点按航线法布设,内业采用区域网平差,则是较为稳妥和理想的作业方案。

建筑区和平坦地区的铺装地面的高程注记点则采用野外测注的方法,以保证其相对于邻近图根点的高程中误差不超过 $\pm 0.07$ 米



⊙ — 平高点

○ — 高程点

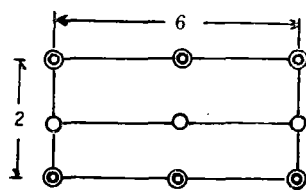
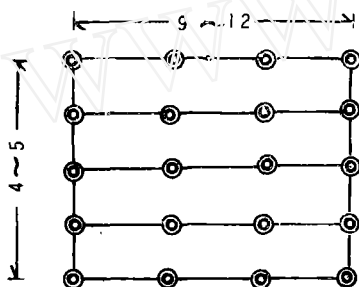


图2

图3

的要求。

### 2. 布设高程散点

为了防止在成图过程中由于放大倍数较大而局部产生偶然性的系统误差,影响成图质量,于外业像控点联测时,在测区内适当布设一些高程散点(像片上能辨认其位置),供内业测图定向时进行检查或强制符合,以消除或削弱偶然性系统误差的影响。

### 3. 像控点的标刺

有条件时,于摄影前按像控点布设要求在市区主要街道、楼角等布设地面标志,这是确保点位准确和成图精度的最佳方案。

一般则是选定良好的地面目标进行刺点的方法来标出像控点的实地位置。在1:500航测成图时,以刺点位置来表示其像控点的

概略位置,而以刺点略图和刺点说明来显示其精确位置。具体应注意:

1)、刺点目标应选在影像清晰的明显地物的几何交角点位置,点位实地辨认误差应不大于0.1米。

2)、为了提高在像片上判读影像目标的分辨率,应在高倍(5~10倍)的放大镜下刺点,尽量保证刺点位置的准确性。

3)、刺点略图要依放大影像的真实情况,清晰绘出。点位说明则应简练、确切,不得含糊其词,似是而非。当点位附近有高差时,可以断面图辅助说明。

4)、实行两人独立对刺,第三人检查,以确保无误。

### 4. 像片调绘

如先调绘后成图,则要求采取放大像片进行全野外全要素调绘,并应十分详尽、准确,以防止遗漏。如是先测图后调绘,则要求在室内立体测图时应尽量详细,房屋则尽量测绘其墙基位置。这样外业调绘时,可依铅笔原图进行,除正常调绘外,还应随时检查室内成图中的疑点和已测地物的准确性,全面巡视检查地物要素及其取舍是否合理,有无遗漏、误判等,发现问题,及时纠正。

在1:500航测成图的像片调绘中,除按通常方法进行调绘作业外,还有屋檐改正和地物补测这两个工作量大且极易出错的项目。

屋檐改正,要求量取精度为实地5厘米,改正精度为图上0.15毫米。作业中必须实地逐边进行屋檐投影,用尺子准确量取,耐心操作,正确表示,防止出错,千万不可粗心大意或轻视此项工作,不可随意用目估法进行屋檐改正。

地物补测应注意补测方法及其发展次数,大面积的地物补测需用仪器测绘,补测工作须及时进行检核。补测对象一是新增地物;二是阴影部份的地物;三是因高大建筑物的投影差而引起的死角部份的地物;四是像片上未能显示其影像或室内无法测绘的而图上必须表示的细小地物。

高程注记点一般采用外业直接测定的方法,点位判刺于放大调绘片上由室内立测转标或在室外直接标注于原图上。

像片调绘、屋檐改正、地物补测等等,理论上好说,技术性难度并不很大,但要做好它,并非一件容易的事情。主要问题是量大、类多、繁杂、琐碎,极易发生差、错、漏而直接影响成图质量。因此要求作业时必须认真、仔细、耐心、勤快,一丝不苟,精心作业。各测区的地物不尽类同,情况各异,工作时还需动脑筋,想办法,达到详尽、准确地表示出当地各种地物的形态及其相互间的关系。

### (三)、正确使用测标,精心立体测绘

1:500航测成图,虽然摄影比例尺大,在室内立体测图仪器建立的模型比例尺更大,可使测绘的成图获得较高的精度,然而其成图要求亦是很高的,不仅地理精度要求高,且数学精度更难以达到,所以在室内立体测图时,还须精益求精,仔细认真才行,千万不可疏忽大意。

#### 1. 仪器必须进行严格检校

用于1:500成图的航测室内立体测绘的仪器都是属于世界先进水平的高精度的航测仪器,如解析测图仪BC2、C130等,精密立体测图仪如A10、AMH、F型、G型等。虽说性能完备,由于1:500成图要求高,必须在正式作业前,对参加作业的所有仪器进行严格的全面的检校,使其处于完好状态。

#### 2. 正确使用测标

在成图与像片比例尺间的放大倍数较小时进行室内立体观测,测标可看成是一个几何点,无大小的概念,但当其放大倍数较大时进行立体观测,测标就不能再作为一个点来看待了,此时有了大小的概念了,可看成是一个立体的“球”。测标覆盖地面的大小与像片比例尺成反比,像片比例尺愈小,其覆盖面积就愈大。所以,在这种条件下进行立体观测时,一定要用这种立体“球”心去进行量测,即用测标中心,而不能用测标边缘去切准目标。否则将会给所测目标的平面和高程的量测值带来明显的系统误差,而影响成图的精度。

3. 电算加密的定向点,不转刺,只转标,采用判测法量测

像控点室内不转刺,只转标,以免影响判读。

电算加密立体观测定向点时,按刺点片上的刺点位置,尤其是刺点略图和点位说明在立体观察条件下精确判定点位,再用测标一立体“球”心去切准量测,方可保证量测

精度。

如果需要,亦可逐片测算像片的变形焦距,并逐片改正。

4.立体测图像片定向时:尤应注意检查并消除偶然性系统误差

1)、内部定向时须认真配赋归心差,并逐片安置经变形改正的焦距。

2)、大地定向残差合理配赋,可大部消除相对定向带来的误差影响。

3)、利用外业增测的高程散点进行检查,并使之强制符合,就可消除或削弱偶然性系统误差。

4)、当成图比例尺与像片比例尺间放大倍数过大时,可先进行全像对大地定向,以排除错误点,再行分块局部置平,以保证成图精度。

#### 5.精心立体测绘

地物采用立体照准切点式量测方法进行,并在测绘过程中,经常用切点量测检查。如按常规用测标沿地物立体模型跟踪测绘,则所测地物依比例在图上的显示就可能放大、缩小、甚至变形。

矩形建筑物与几何形状规整的地物均应用测点连线的方法进行。

测绘房屋时,尽量观测其墙基角,这样外业可不必再进行屋檐改正,测时注意用记号区分测墙基角与测房檐的房边,以免混淆,在进行屋檐改正时而产生错误。

另外,由于地表低矮植物的覆盖,或由于作业人员眼睛的关系,有时会产生浮切和深切的现象,这也可引起系统误差或变形,测绘时应注意防止。

1:500成图各种地物测绘采用外业定性,内业立体模型定位,并经实地检测补绘是保证地物精度的较好方法。

### 三、结论与建议

几年来经试验、试生产及批量生产的实践表明:只要实事求是,从实际出发采取切实可行的有效措施,充分发挥现有人力物力的作用,精心组织、精心作业,采用航空摄影测量的方法进行1:500成图的电算加密控制点及用综合法、精测法测制1:500城市建设用图,是完全可以取得较为满意的预期效果。这是我国广大航测工作者思想解放、勇于创新、开拓进取、辛勤劳动的成果。1:500航测成图获得成功,使航测替代传统的地面测量而成为工程建设测绘用图的主要手段,大大丰富了现代工程测量的内容。

建议尽快筹备、组织召开全国性的1:500航测成图经验交流并研讨会,从理论和实践上进一步总结提高,使其稳步健康地发展。

建议国家测绘局西安标准化研究所,建设部尽快组织修改国家标准GB7931—87及GB7930—87 1:500、1:1000、1:2000地形图航空摄影测量外业规范及其内业规范、城乡建设部标准CJJ·8—85城市测量规范以及有关行业的专业测量规范,吸收已被实践证明行之有效的新经验,增补用航测方法进行1:500电算加密像控点及测制地形图的新内容,使其标准化、规范化,以推动航测大比例尺成图在各工程建设中的应用,并不断扩大其应用范围。