

IMU/DGPS 辅助航空摄影测量地面测量的实施

张奇¹, 黄平¹, 郭丽秋²

(¹ 辽宁省第三测绘院, 辽宁 沈阳 110034; ² 辽宁省第二测绘院, 辽宁 沈阳 110034)

摘要 本文以石保沧摄区为例, 介绍 IMU/DGPS 辅助航空摄影测量地面测量的实施方法, 描述了每个工序中应注意的问题及最终成果整理时应注意的问题。

关键词 IMU/DGPS GPS 辅助空三 基准站 检较场 检查区

中图分类号: P231.2, P232

文献标识码: B

文章编号: 1672-4097(2006)06-0033-04

1 引言

IMU/DGPS 辅助航空摄影测量是指利用装在飞机上的 GPS 接收机和设在地面上的一个或多个基站上的 GPS 接收机同步而连续地观测 GPS 卫星信号, 通过 GPS 载波相位测量差分定位技术获取航摄仪的位置参数, 应用与航摄仪紧密固连的高精度惯性测量单元(IMU, Inertial Measurement Unit)直接测定航摄仪的姿态参数, 通过 IMU、DGPS 数据的联合后处理技术获得测图所需的每张像片高精度外方位元素的航空摄影测量理论、技术和方法。

摄影测量的原理就是摄影光束相交得到地面点的点位。确定投影光束(像片)的姿态需要有三个线元素和三个角元素(合称外方位元素)。传统航测成图的方法利用地面控制点并通过空三加密反求光束的外方位元素, 该方法严重依赖地面控制点。在测区无法涉足(如中国西南部一些地区)或找不到合适的地面控制点(如沙漠、戈壁、森林及大草原)的地区, 该成图方法受到了严重限制。同时, 传统航空摄影测量中像控测量的工作量和费用占很大的比重。因此直接获取投影光束(像片)的外方位元素, 无需大量的野外控制测量, 一直是摄影测量工作者孜孜以求的目标。自 80 年代后期, GPS(全球定位系统)应用于航空摄影测量后, GPS 辅助空三方法可直接测量出投影光束的三个线元素, 通过空三的方法进而获取角元素, 部分实现了直接获取。而为了获取相片的外方位元素, 地面测量是不可或缺的一步。本文以石保沧摄区为例, 谈一下 IMU/DGPS 辅助航空摄影测量地面测量的实施的方法及实施过程中应注意的问题。

2 项目基本情况

石保沧摄区位于河北省中部, 东部为华北平原, 西临太行山, 北跨内蒙古自治区部分区域, 摄区总面积为 44 726 km², 摄区内地形以平地为主、少部

分丘陵和山地。主要任务为地面测量, 包括基站点布设及观测、控制点(地标点)布设及观测、水准测量、大地点联测、检查区的选区及测量。

3 设计方案的实施

3.1 基准站

3.1.1 基准站的选择

本摄区共选择基准站三点, 第一个在石家庄附近, 点号为“SHJJZ”; 第二个在定兴附近, 点号为“DINX”; 第三个在沧州附近, 点号为“CAZH”。这些点均选在基础稳定、不易破坏和利于长期保存, 点位交通便利, 生活工作方便, 供电、通讯情况良好, 远离大功率无线电发射源, 选点完毕后均按照要求绘制了点之记。

3.1.2 基准站的观测

基准站的观测时, 同时进行控制点的联测。根据设计要求, 在基准站联测和控制点联测时的数据采样率分别为 30 秒、15 秒, 为了顾及到控制点的采样率, 因此在基准站观测时采样率设为 15 秒, 但在转化为 rinex 格式时, 转化为 15 秒和 30 秒两种采样率的数据, GPS 天线高在每个观测时段各量取三次, 读数读至毫米, 最后采用其平均数作为其天线高, 观测时间为 UTC 时间 00:05 至 23:45, 本次作业一共观测了两个时段日期分别为 2005 年 10 月 2 日和 5 日。

3.1.3 基准站的选择和观测时特别注意的问题

在本次作业中, 在基准站的选址和观测时, 除了满足技术上的要求之外, 还特别注意了以下几点:

3.1.3.1 基准站的站址选择在供电及交通方便之处, 此次选择在一处招待所平房房顶之上, 因为房顶上观测条件好、便于值守人员生活、供电状况也较好;

3.1.3.2 基准站联测时, 时刻注意保持主机的不间断供电, 更换电池时应特别注意, 防止更换电池

过程中电池断电;

3.1.3.3 基准站联测时特别注意了开关机时间,因为时间段不可跨年积日,如果跨年积日后会给后期数据处理带来很多不必要的麻烦。

3.1.3.4 基准站联测时各小组同步进行,作业人员之间随时保持通讯畅通,方便组织协调。

3.2 检校场

3.2.1 检较场的布设

按照设计要求在 1:10 万图幅 10—51—17 的西侧和 10—51—18 的东侧各布设两个控制点,摄区预计布设四点,分别位于在琉璃河(CZ01)、河西务(CZ02)、三合屯(CZ03)、西辛庄(CZ04),这四点目标均清晰可辨,且周围无大功率无线电发射源,交通便利,有利于观测。

3.2.2 检较场的联测

为了确定检较场控制点坐标,采用 Leica530 型双频 GPS 与基站点之间进行静态联测,于 2005 年 10 月 2、3、4、5 日分别对 CZ02、CZ01、CZ04、CZ03 进行了联测,但其中 CZ03 点在航摄前地面目标被破坏掉了,航片上找不到目标,因此在 2006 年 6 月 10 日进行了补测。

3.2.3 检较场的联测时特别注意了以下问题

3.2.3.1 检校场的控制点选择时按照设计坐标,利用手持 GPS 接收机进行导航选择,这样保证了控制点能满足设计要求;

3.2.3.2 检校场的控制点选择在反差较明显且目标足够大的地物或地貌;

3.2.3.3 如果设计的位置没有明显地物,应按要求布设地标,本次作业均选择在明显地物处;

3.2.3.4 检校场的控制点联测时应与航摄部门沟通好,最好在航摄前几天进行,如果提前时间太长,有可能所选控制点或所布设的地标点被破坏而导致不必要的损失,本次作业就应为提前的时间过长 CZ03 点被破坏导致返工;

3.2.3.5 如果能保证设计位置有明显地物,检校场控制点的施测也可在航摄相片冲洗出来之后进行;

3.3 检查区

3.3.1 检查区检测点的布设

按照设计要求,在石家庄附近选择一幅 1:10 万图作为检查区,该图图幅号为 10—50—74,该区位于石家庄市东南方向,地形以平原为主,交通方便。布点按照区域网布点的方法选择了五条航线,共布设像控点 30 个,所覆盖区域略大于该 1:10 万图范围。

3.3.2 检测点的联测

为了确定检测点坐标,联测的已知点有国家二等三角点北浪头、国家 C 级 GPS 控制点 C148、C158,基站点石家庄(SHJZ),其中 1980 年西安坐标系成果已知的有“北浪头”,WGS84 坐标系坐标成果已知的有 C148、C158,可计算出 WGS84 坐标系坐标成果的点有基站点石家庄(SHJZ),观测时按照每天选用以上所列点位中的两点作为固定站,其它仪器为流动站的方法进行。观测采用的仪器为 Trimble R7 型双频 GPS 接收机,天线类型为 Zephyr,数据采样率为 15 秒,观测时间均大于 2 小时,高度截至角为 13 度,天线高量取方式为斜高(点位至天线槽口顶部),每天均对数据进行了备份,最后数据采用 TGO1.62 转换为 RINEX 格式。

3.3.3 检测点的联测特别注意的问题

3.3.3.1 按照要求检测点应联测水准,但如果测区内具有大地水准面精化成果,则可以利用,本测区检测点就是利用了该成果代替水准测量,从而减少了部分工作量;

3.3.3.2 选取已知点时尽量选择了国家 C 级以上的 GPS 点,因为这些点施测时间距现在不长,成果精度可靠,如果没有国家 C 级以上的 GPS 点或其数量不够,也可选择国家三等以上的三角点,本次作业就选则了一个国家二等点和和一个基站点石家庄(SHJZ);

3.4 大地点联测

3.4.1 大地点联测

为了将基站点及控制点转换到 1980 年西安坐标系中,本摄区联测了 6 个大地点,每个基站点附近有两个,大地点联测采用 Leica530 型双频 GPS 进行,天线类型为 AT502,联测时间不低于三小时,天线高量取至毫米,测量前后各量取三次,取平均数作为天线高量取方式手簿上均有记录。联测时间为 2005 年 10 月 5 日—7 日,采样率为 15 秒;

3.4.3 大地点联测特别注意的问题

3.4.3.1 国家大地点联测在基准站联测时同步进行,这样减少部分工作量;

3.4.3.1 国家大地点在整个测区分布均匀,保证了整个网的精度;

3.5 水准联测

3.5.1 基站点四等水准联测

本次观测使用索佳数码水准仪,标尺为专用条码尺,量高尺为 50 m 钢尺,最小刻度为 1 mm。按四等水准要求施测,共施测四等水准 45.88 km,手簿为水准仪自动记录,平差按四等水准精度平差。对于位于房顶上的基站点采取测定楼底固定点高

程然后加上房高的方式求取该基站点高程的方式。其水准点的使用情况如下:

点名	点号	起闭线路	闭合差(m)	限差(m)
石家庄	SHJZ	SX3-SHJZ-SX1	0.044 00	0.071 99
定兴	DINXJS38	DINX-JS37	-0.010 1	0.056 78
沧州	CAZHCJ3	CAZH-HC21	-0.027 9	0.099 73

3.5.2 控制点等外水准联测

控制点高程测量采用等外水准测量的方法,采用闭合水准路线施测,共施测等外水准 57.74 km。本次观测使用索佳数码水准仪,标尺为专用条码尺。手簿为水准仪自动记录,平差按等外水准精度平差。

水准点使用情况如下:

点名	点号	起算点	闭合差(m)	限差(m)
琉璃河	CZ01	I 良涿 9	-0.001	0.054
河西务	CZ02	I 京津 23	0.011	0.146
三合屯	CZ03	I 京石 27	0.000 7	0.167 63
西辛庄	CZ054	II WQ029	-0.039 8	0.199 83

3.5.3 水准计算

水准计算采用清华山维平差软件进行,基站点高程按照四等水准精度平差计算,控制点高程按照等外水准精度平差,其结果均符合规范要求,本项目提供水准观测记录及平差成果及项目文件。

3.6 观测数据的存储和管理

由于整个测区观测数据较多,因此数据再整理时应按照一定的规则进行,同时对数据应附加说明文档,以便解算者方便应用。

3.6.1 观测数据文件命名

为了区分不同点的数据,对每个点每时段的观测数据均以该点点号为名建立一个文件夹,该文件夹中存放该点的原始数据和 RINEX 数据,并分别以原始数据和 RINEX 为文件夹名存放。

3.6.2 观测数据转换

观测数据下载后,进行了相应的格式转换,将其转换为标准的 RINEX 格式,转换后文件的格式为:SSSSDDDA.YYT

其中:SSSS表示测站(测点)名称,4个字符,唯一的点名

DDD表示年积日,3个字符

A——表示时段号,1个字符

YY——表示年份,2个字符

T——表示文件类型,1个字符,是“O”或“N”

“O”表示是观测数据

“N”表示是星历数据

3.6.3 观测数据存储

本摄区 GPS 观测数据按照类别进行存储,总目录为“GPS 观测数据”,按类别分五个文件进行存储,各子文件又以日期为文件夹名存放各点数据,其结构图如下:

另外,为便于 GPS 数据处理,提交野外观测成果资料的同时,还按要求提供一套完整的观测数据光盘,以观测日期(年月日)为目录,目录下内容包括所有的当日内 GPS 观测点数据(基准站、地标点、检测点、大地点),数据文件名采用标准的 RINEX 文件名(观测数据文件、导航星历文件),没有再建其他子目录。同时,内附 GPS 观测数据说明文件,说明基准站、地标点、检测点和大地点灯观测的具体日期、时间,并说明观测时的观测点数(以列表方式说明)。

4 结束语

本文通过石保沧摄区 IMU/DGPS 辅助航空摄影测量地面测量的实施的过程进行说明,并将作业过程中应注意的问题与广大测绘工作人员进行交流,如有不妥之处,请予批评指正。

The Method of IMU/DGPS Supporting the Aerial Photogrammetry

Zhang Qi¹, Huang Ping¹, Guo Liqiu²

(¹ No. 3 Surveying and Mapping Institute of Liaoning Province, Shenyang 110034

² No. 2 Surveying and Mapping Institute of Liaoning Province, Shenyang 110034)

Abstract According to Shi Bao Cang area as the example, this paper introduces the operations of IMU/DGPS supplemental aerial photogrammetry and describes the problems that should pay attention to in each of processes and final results.

Key words IMU/DGPS; Base station; Calibration venues; Inspection area