

技术方法

飞机场设施 CGCS2000 坐标测量方法设计与研究

尹成玉,毛志强,郑来亮,刘国琦

(淄博市国土调查测绘院,山东 淄博 255000)

摘要:针对飞机场各种设施测量实际,通过几种方案的分析、比较、融合,设计了一种高效的中国民航机场设施 CGCS2000 坐标测量的方案,在民航机场 CGCS2000 坐标测量中得到了有效验证。

关键词:CGCS2000;测量;机场;中国民航

中图分类号:P226.3;P228

文献标识码:B

长期以来,我国航空部门的标准参考系是地球局部参考系 BJS54,随着区域导航(RNAV)技术和导航设备的不断发展,BJS54 坐标系已经表现出了很大的局限性,尤其在精密阶段,难以达到导航设备对地理坐标的精度需求。在 2000 中国大地坐标系(CGCS2000,在 cm 级上与 WGS-84 等同)已正式启用的大背景下,对我国民航机场坐标基准进行 CGCS2000 改造,使我国航空标准与国际航空标准接轨^[1-2],是民航部门必须完成的任务。该文是在进行全国飞机场各种设施测量实践的基础上总结出来的。

1 测量方案

按照常规大地测量作业模式,中国民航进行 CGCS2000 坐标过渡,有 2 种解决方案。

方案一:利用 CGCS2000 和 BJS54 坐标系的转换参数,通过转换,直接得到 CGCS2000 坐标,该方案简单易行,不需要现场实测,效率高,基本满足精度要求。

方案二:在一定范围(如机场或更大范围)内,通过大地控制测量建立 CGCS2000 基础控制框架,再通过联测的方式得到 CGCS2000 坐标,该方案程序严格,精度高。

针对民航坐标过渡任务实际,进行反复探讨与论证,发现这两种方法都存在明显的不足,可行性较

低。

方案一:首先是全国范围内的转换参数难以获得。其次是即使获得了转换参数,也存在下列问题,一是由于坐标转换参数对个别地区的敏感性较差,转换精度很难保证。二是部分机场点位由于年代久远及一些新建、扩建点位,无法提供准确的 BJS54 坐标及其来源、方法、精度等细节,造成无法保证坐标转换的精度和强度。

方案二:由于机场分布较为分散,单个机场作业范围小,开展这样的作业,野外测量工期超长,人力、物力耗费巨大,效率较低。

取长补短,设计了一种新型技术方案。主要表现在:采取现场实测与坐标转换相结合的方式,单个机场作业不联测已知大地点、水准点,降低了野外作业难度,采用事后坐标转换与建立机场高精度高程异常模型的方法,得到 CGCS2000 坐标成果及 1985 国家高程基准成果,事实证明这种方案有效可行,既保证了精度,又提高了效率。

具体技术路线:

(1)单个机场按照国家 C 级网要求,建立包含至少 3 个大地点的首级控制网,建立机场局部坐标框架。

(2)在机场局部坐标框架下,利用 GPS-RTK 技术或前方交会测量等方法,确定设施点坐标。

(3)利用测区周围 GNSS 参考站以及地壳运动观测网络数据与机场控制网联合解算,将机场坐标

收稿日期:2013-08-25;修订日期:2014-05-26;编辑:王秀元

作者简介:尹成玉(1956—),男,山东莱芜人,高级工程师,主要从事测量生产管理及科研工作;E-mail:yinchengyu1103@163.com。

框架纳入CGCS2000坐标框架。

(4)利用机场控制网的局部坐标框架成果与CGCS20004成果,建立机场坐标转换模型,将机场局部坐标系成果转换到CGCS2000坐标系下。

(5)利用所得大地高成果与机场高精度高程异常模型,得到机场1985国家高程基准正常高成果。

2 测量方法

在现场测量过程中,民航机场除了跑道、停机坪等能够直接利用GNSS-RTK技术进行测量的设施外,还有一些比如雷达、全向信标台、下滑台等无法直接测量的设备。针对这些点位有别于常规大地点的特点,设计了针对机场特殊大地点位的测量方法。

2.1 全向信标测量

在VOR周边均匀布设3个测量控制点,对测量目标水平张角≤15°,对测量部位垂直角≤15°;测量控制点间须两两通视,至少有一点可与其他两点通视(图1)。

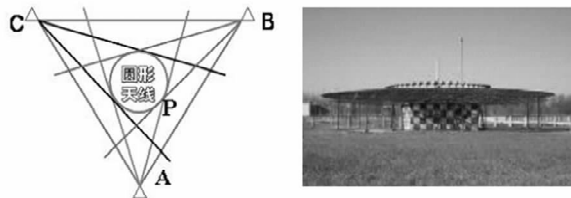


图1 全向信标测量示意图

测量方法:在A点架设全站仪,以B点或C点为0方向,用全圆方向法分别观测测量目标圆形最外缘切线位置(图1)。分别在B点和C点架设仪器,按以上步骤进行观测。

计算方法:根据角度前方交会方法,依据2个已知点及其对未知点边长、角度观测值,可求的未知点的平面位置,通过三角高程计算出P点的高程。后根据外接圆原理便可求取天线中心坐标。

精度估计:待测点坐标应用前方交会的方法求得,故测量精度可参照前方交会测量精度。考虑到测量目标距离无明显照准目标所损失的精度,相对于CGCS2000坐标框架的绝对测量精度应优于1m。

2.2 雷达测量

从不同方向测量球形天线罩直径最大的圆形的切线位置,根据三角形内切圆的特点进行求解三角

形,从而确定天线罩球心坐标。

测量方法:在目标周围设置2个观测点(图2中A,B两点),两点相对于目标中心张角∠AOB应在120°左右,尽量不小于90°;两点与目标中心位置距离尽量相等;分别在A,B两点上观测雷达罩最外缘切线位置与另一测点的夹角,如图2中的∠ABD,∠BAE,∠BAC,∠ABF,每个方向值应观测一个测回以上;根据观测量计算目标圆心O的坐标,完成测量。可在待测目标周围均匀布设3个测点进行观测,从而产生1个多余观测进行简单的检测与平差计算。

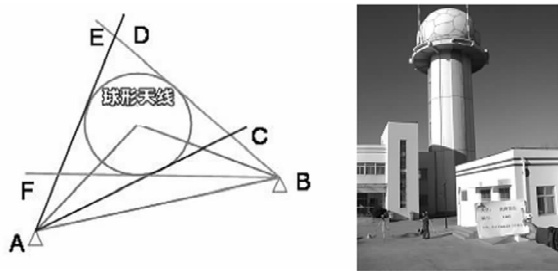


图2 气象雷达测量

计算方法:如图2所示,已知量为观测角∠ABD,∠BAE,∠BAC,∠ABF;A,B两点的坐标。根据A,B两点的坐标可求得边AB的长度以及方位角。

由三角形内切圆的特性可知∠OAC=∠OAE,∠OBF=∠OBD,从而可求得,边长AB已知,解三角形即可求得圆心O的坐标。

计算公式:

$$X_0 = (X_a \times ctanb + X_b \times ctana(Y_b - Y_a)) / (ctana + ctanb)$$
$$Y_0 = (Y_a \times ctanb + Y_b \times ctana(X_a - X_b)) / (ctana + ctanb)$$

式中:a=∠OAB,b=∠OBA。

精度估计:测量误差主要来源于角度测量误差引起的误差:由于角度测量过程中照准目标不精确等方面引起的误差。由于测量目标没有精确的照准部分,故角度测量过程中估计最大误差可达1',在100m的距离上引起的测量误差约为100×sin(1'')≈0.03m,此项误差随距离的增加而减少。

2.3 下滑台测量

标高测量采用悬高测量的方法进行。测量数据为仪器至测量目标的平距、仪器至地面点O、测量点A的垂直角(图3)。

测量方法:①距离观测目标大于100m安置仪

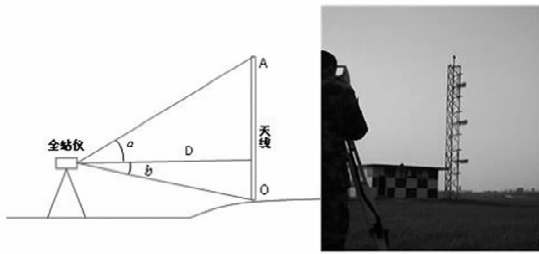


图3 下滑台标高测量

器,仪器对观测目标高度角一般应小于 15° ,对于较高目标仪器距离应适当加大;②在观测目标中心位置放置棱镜进行平距 D 测量。对于中心位置无法直接放置棱镜的,可采用测量目标形状求取几何中心的方法来计算仪器至测量目标的平距;③分别测量观测目标地面点 O 、测量点 A 的垂直角,观测进行一个测回,测回指标差限差 $15''$ 。

计算方法:由于距离较近,不用考虑地球弯曲差的影响,基本计算公式为:

$$h = D \times \tan a + \tan b$$

精度估计:高差绝对值优于 10 cm 。

Design and Research on CGCS 2000 Surveying Scheme for Airport Installations

YIN Chengyu, MAO Zhiqiang, ZHENG Lailiang, LIU Guoqi

(Zibo Land Surveying and Mapping Institute, Shandong Zibo 255000, China)

Abstract: Aiming at the surveying of airport, through analyzing, comparing and fusing of some different plans, an effective scheme which has been used in the plan of CGCS 2000 coordinate surveying of Civil Aviation of China has been designed. It has gained an effective results in application.

Key words: CGCS 2000; measurement; airport; Civil Aviation of China

3 结语

该测量方案、方法的高效性在全国民航机场测量任务的具体实践中得到了有效验证,为民航系统CGCS2000坐标过渡任务提供了足够精度的坐标、高程成果,为该项任务的顺利完成奠定了坚实基础,并期待这些方案、方法也能够为将来新、改、扩建机场测量及其他相关应用提供有价值的参考。

参考文献:

- [1] 中国民航局空中交通管理局译印(国际民航组织文件 Doc9674 - AN/946). 世界大地测量系统—1984(WGS - 84)手册(第二版)[S]. 2002.
- [2] 中华人民共和国民用航空行业标准(MH/T4015 - 2003). 世界大地测量系统—1984(WGS - 84)民用航空应用规范(第二版)[S]. 2003.
- [3] GB/T15314. 全球定位系统(GPS)测量规范[S]. 2001.
- [4] 许其凤. 空间大地测量学[M]. 北京:解放军出版社,2001.
- [5] 郭群长,李仲勤,李辉. 大地测量学概论[M]. 成都:西南交通大学出版社,2009.