

# 机场净空测量方法探讨

张陆锋<sup>1,2</sup> 倪志明<sup>1,2</sup>

1.宁波上航测绘有限公司 浙江宁波 315200; 2.中交水利水电建设有限公司 浙江宁波 315200

**摘要:** 为了满足飞行安全和机场管理的需要,要对机场净空区域内超高障碍物的位置和高程进行测量。本文介绍了机场净空区区域划分依据及净空区障碍物限制要求,障碍物判断依据,详细介绍了使用 RTK 联合全站仪快速测定障碍物的方法,并通过实例分析使用 CORS 网络进行净空测量的方法及最终成果,为机场相关部门准确决策提供参考。

**关键词:** 机场净空、障碍物判定、控制测量、三角高程

Discussion on the airport clearance measurement method

Lufeng Zhang<sup>1,2</sup>, Zhiming Ni<sup>1,2</sup>

1. Ningbo Shanghang Surveying and Mapping Co., LTD., Ningbo Zhejiang 315200;

2. CCCC Water Resources and Hydropower Construction CO., LTD., Ningbo Zhejiang 315200

**Abstract:** In order to meet the needs of flight safety and airport management, the position and elevation of the ultra-high obstacles in the airport clearance area should be measured. This paper introduces the airport clearance area division basis and the clearance obstacle limit requirements, obstacle judgment basis, detailed the use of RTK joint all station rapid measuring obstacles method, and through the example analysis using CORS network clearance measurement method and the final results, provide reference for the airport department accurate decision.

**Key words:** airport clearance, obstacle determination, control measurement, triangle elevation

## 1 概述

为了保证飞机飞行安全,通常要在在机场周围划定一个区域,在此区域内障碍物高度要满足限制要求,这个区域就是机场净空区,通常是指以飞机跑道的中心为中心,在半径 20km 范围内限制障碍物高度的区域<sup>[1]</sup>。在此区域内,保证飞机飞行不会受到障碍物的影响,其限制高度是根据飞机的飞行航迹线,并保留足够的的安全距离来确定,其关系如图 1 所示。

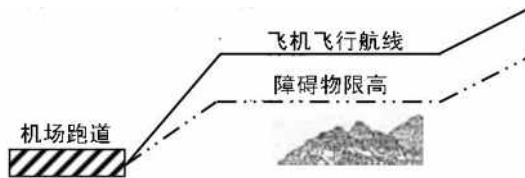


图 1 障碍物限高关系图

## 2 机场净空区

机场净空区不同区域对障碍物的高度限制不同,要确定障碍物是否会否对飞机飞行安全造成不利影响,首先要确定障碍物所在的具体区域。机场净空区一般由升降带、端净空区和侧净空区 3 部分组成<sup>[2]</sup>,其范围及规格要根据机场等级来确定,国内机场一般按照 4 级机场的标准来确定各个区域的范围。

升降带是指为了保证飞机起降和滑跑的安全,以机场跑道为中心在其周围划定的一个区域,通常是由跑道两侧与跑道相距 100m 的平行线和跑道中线水平延长线距跑道两端 100m 处的垂直线所构成的区域,用以保障飞机着陆或者滑行时的安全,升降带上不应有危害飞机飞行安全的物体<sup>[3]</sup>。升降带示意图如图 2 所示。

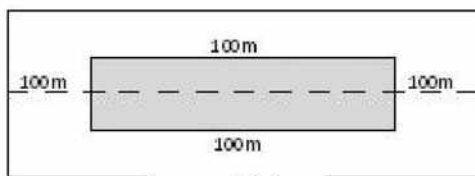


图 2 机场升降带示意图

端净空区是指从升降带两端开始,与升降带边线水平延长线以水平面 15% 的扩展角延伸至 3000m,并以此宽度延伸到机场净空区边缘所构成的限制障碍物高度的区域,障碍物限制面以飞机跑道临近一端中点的高程作为起算高程,此区域相对高差以此为依据进行计算。端净空区示意图如图 3 所示。

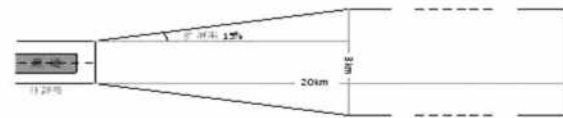


图 3 机场端净空区示意图

侧净空区是指从升降带和端净空区的边线开始,到机场净空区边线所围成的区域,此区域的障碍物限制面主要由过渡面、内水平面、锥形面和外水平面组成。侧净空区示意图如图 4 所示。

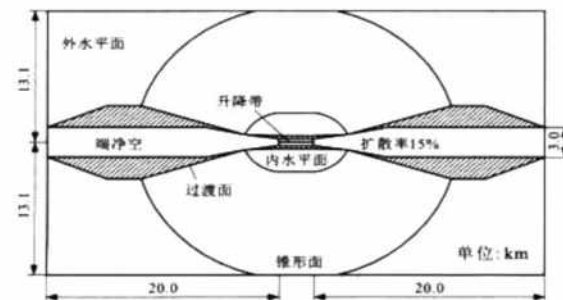


图 4 机场侧净空区示意图

## 3 净空区障碍物的判定

由于机场净空区范围较大,测区内障碍物复杂多样,给测量带来极大的困难。为了保证作业效率,减少不必要的成本投入与人工浪费,作业时要遵循先判定再测量的步骤,根据已有资料判断测区内障碍物的位置和高度,据此制定测量计划。

净空区障碍物的判定分为两个方面:一是判定疑似障碍物的高度,根据目标点与机场起算基准点之间的高程差,确定疑似障碍物相对机场的高差。二是判定疑似障碍物与机场的位置关系,确定目标物所在位置的限制面高度<sup>[4]</sup>。再根据第一步的结果确定障碍物是否超过限制高度。

## 4 净空区障碍物测量

在外业测量开始之前应进行障碍物的预判定,通过先期搜集的地形图或者影像图找出超高建筑及天然地物,划定重点区域,为外业测量提供指导,然后进行障碍物测量。由于机场净空区范围大,障碍物分布广,测量难度大,利用 RTK 联合全站仪测量的方法既能满足测量精度要求又能提高作业效率。

### 4.1 控制点测量

机场净空区范围通常较大,控制点的布设要能够覆盖整个测区,控制点应选在坚固稳定的地方,为方便测量考虑,平面控制点与高程控制点应合并布设,组成控制网,精度应满足测量要求,使用全站仪测量或校正 RTK 后能直接用来测量目标的三维坐标。

#### 4.2 障碍物测量

(1) 对于可以直接到达的障碍物采用 RTK 技术直接测量其三维坐标。使用 1+1 模式的 RTK 测量应在控制点上架设基准站,移动站应校正后使用,测量过程中与基准站之间的距离不能大于 10km;使用 CORS 网络可在连接 CORS 网络信号,等信号稳定后直接测量。无论使用那种方法,测前测后都应在控制点上验证其测量误差<sup>[5-7]</sup>。

(2) 无法直接到达的障碍物,应在其周围布设控制点,使用全站仪无棱镜模式直接测量其平面坐标,为了保证精度,应在两个以上的控制点上测量并进行较差验证<sup>[8]</sup>。障碍物高程采用三角高程法测量,同样需要在两个以上的控制点进行测量并验证较差。两控制点与障碍物组成的三角形三边应大致相当,如下图所示。

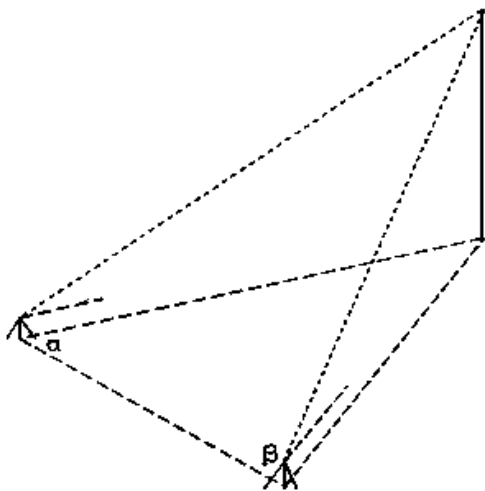


图 5 障碍物测量

### 5 实例分析

#### 5.1 项目来源及目的

为福建泉州某扩建项目拟建高压火炬建设机场净空控高申报需要,需要对拟建高压火炬及附属设施进行净空测量工作,以获得相关数据供管理部门决策使用。项目位于福建省泉州市惠安县某工业区内,须对项目范围及建筑物的平面坐标和高程进行测量,并制作相对位置关系图,以供管理部门审批参考。

#### 5.2 控制点布设

在项目周围均匀布设 5 个 GPS 控制点,组成工程控制网,控制点平面坐标采用 E 级 GPS 控制网精度要求进行观测,高程采用四等水准测量引测高等级水准点获得,采集获得的数据进行基线解算和网平差处理,作为控制点成果使用,如图 6 所示。



图 6 控制点示意图

#### 5.3 现场测量实施

本工程为拟建高压火炬申报所用,高压火炬及其附属设施均未开工建设,因此本工程测量建设项目所在位置的地面高程,加上设计高度作为拟建建筑的高程供相关部门审批参考。本工程所有建筑都可到达,因此采用 RTK 技术直接测量其三维坐标,使用开通福建省连续运行参考站系统(FJ CORS)的华测 X92 RTK 测量。现场实时动态获取目标 CGCS2000 平面及高程坐标;通过核测工程区附近控制点,验证福建省 CORS 提供数据的可靠性。数据采集时,保持测杆垂直。测量作业时,在手簿的点测量模式中进行测量,采样时间为 20 秒,采样间隔为 5 秒,取 4 个采样结果的平均值作为该点的测量结果并进行存储。

#### 5.4 测量成果整理

本项目主要为满足拟建高压火炬建设机场净空控高申报需要,高压火炬未开始施工,因此需在现场采集地面基础坐标加上火炬设计高度作为火炬高度进行比较,同时为了确定火炬所在的具体净空区域,以计算障碍物限制高度,需要计算其相对于机场跑道中心的水平估算距离和垂直估算距离,并制成相对位置关系图,如图 7 所示。



图 7 相对位置关系图

### 6 结语

机场净空测量对于机场管理和飞行安全有着重要的意义,机场净空区域的确定是机场净空测量和超高障碍物判断的前提。由于机场净空区域范围大,障碍物多,在障碍物测量之前应对该区域进行调查,确定重点区域和疑似超高障碍物,制定外业测量工作计划。采用 RTK 联合全站仪测量障碍物的方法有效的提高了工作效率,保证了测量精度,有条件的区域应采用开通 CORS 网络的 RTK 进行测量,可以进一步提高测量速度,减少项目成本。

#### 参考文献:

- [1]蔡良才,邵斌,郑汝海,等.机场净空区范围确定方法[J].交通运输工程学报,2004,4(4):40-43.
- [2]吴述龙.上海浦东国际机场第四跑道净空障碍物测量[J].科技资讯,2017,15(28):85-87.
- [3]中国民用航空局.民用机场飞行区技术标准[M],2013
- [4]郭永强,邵斌,王观虎,杨鑫,张晓义,张小小.基于 AutoCAD VBA 的直升机场净空评定方法[J].大地测量与地球动力学,2014,(第 4 期)
- [5]郝君,方星栋.机场净空区域障碍物高度规划控制方法的研究与应用[J].科技创新导报,2018,(第 5 期)
- [6]CH/T 2009-2010 全球定位系统实时动态(RTK)测量技术规范,国家测绘局
- [7]安治国,黄曲红,陈金龙等.机场净空区障碍物测量方法与精度分析[J].测绘地理信息,2016,41(01):54-56+60.
- [8]龚真春,陈胤璇,李燕军,等.RTK 联合全站仪在机场净空区障碍物测量中的应用[J].全球定位系统,2015,40(2):92-95.