

机场净空规定过渡面范围的计算确定

蔡良才, 邵斌, 郑汝海, 种小雷, 王观虎

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:针对机场净空条件评定工作中常遇到的问题,对端净空区和侧净空区之间的过渡面范围作了详细的计算与分析,指出了各地段过渡面的形状,计算了关键点坐标,提出了过渡面与内水平面、锥形面和外水平面交线上各点的计算方法,为准确确定机场净空区内障碍物的位置与高程以及超高值提供了理论基础。

关键词:道路与铁道工程;机场;机场净空;过渡面

中图分类号: V35 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2007)01-0011-03

在机场净空评定的实际应用过程中,对于净空区范围内大多数障碍物位置确定与超高值计算比较容易。但许多单位反映通常会遇到2个突出的问题:一是当障碍物位于端净空区外侧附近时,障碍物位置落在哪个区域很难确定;二是当障碍物处在跑道端高程较低一端的侧净空区时,障碍物超高值计算常常有误。造成这些情况的主要原因是由于侧净空区障碍物限制面中过渡面的复杂性和其起始高程以跑道端高程较高端为基准而端净空区起始高程以跑道各端高程为基准所引起的。因此,在进行机场净空评定中,当障碍物处于端净空区外侧附近时,出现障碍物位置处在哪个区域很难确定的情况。本文对过渡面的范围进行分析与计算,供实际应用参考。

1 升降带两侧过渡面

这一范围的过渡面从升降带边线即距跑道中线 100 m 开始,按 1/10 的坡度向上向外倾斜,与内水平面相交^[1-2]。不同等级的机场,其内水平面的障碍物限制高度不同,显然这部分过渡面的范围也不一样。该过渡面范围通过确定升降带端线外的过渡面与内水平面交点和交线位置确定。

1.1 升降带端线外过渡面与内水平面交点的确定

一、二级机场内水平面障碍物限制高度为 60 m,其起算高程采用跑道两端中点高程较高者^[1,3],见图 1。由于升降带端线高程是以相应的跑道端中点高程为准,那么,升降带较高端的端线端点(C点)外的过渡面,与内水平面交点在平面上的投影点(D点)到该端点的距离 $d_1 = 60 \times 10 = 600$ m,到跑道中线延长线与升降带端线交点(A点)的距离 $d_2 = 600 + 100 = 700$ m。三、四级机场内水平面障碍物限制高度为 50 m,那么, $d_1 = 500$ m, $d_2 = 600$ m。而升降带较低端的端线端点(B点)外的过渡面,与内水平面交点在平面上的投影点到该端点的距离需要根据跑道两端中点高差的实际情况来确定。假如跑道两端中点的高差为 5 m,那么,上述距离对于一、二级机场应该是: $d_1 =$

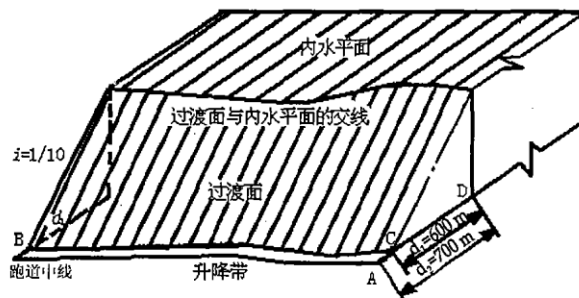


图1 升降带两侧过渡面

收稿日期:2006-06-26

基金项目:军队科研基金资助项目

作者简介:蔡良才(1960-),男,浙江宁波人,教授,博士生导师,主要从事机场工程研究。

$(60 + 5) \times 10 = 650, d_2 = 750 \text{ m}$,其他情况均可以这样确定。

1.2 升降带两侧过渡面与内水平面交线的确定

升降带两侧过渡面起算点的高程是采用跑道中线上距该点最近的高程^[1]。由于跑道纵向通常具有一定坡度,多数为多段坡组成,跑道中线上各点高程是不同的,在立面投影上为一条斜线或折线,所以,升降带两侧过渡面与内水平面的交线在水平面上的投影是一条与跑道坡度变化相对应的折线,而非直线,见图1。

升降带两侧的过渡面与内水平面交线上任一点位置的确定方法如下:首先根据跑道两端中点的高程和跑道各段的纵坡值,推算计算点在跑道上对应点的高程;然后根据跑道较高端高程与该点高程的高差值 Δh 来计算交点的水平距离 $d = (h + \Delta h) \times 10$,其中: h 为内水平面障碍物限制高度。这里要注意一点,当计算点高程高于跑道较高端高程时, Δh 取负值。

2 端净空区两侧过渡面

端净空区两侧过渡面与内水平面、锥形面和外水平面相交。由于端净空区障碍物限制面是由几个不同坡长和坡度的面组成,各级机场其坡段的数量和各坡段的坡长、坡度又不相同,使得形成的过渡面范围不尽相同^[4],需要逐一计算确定。而计算的重点是确定几个关键点的位置,其余的点可根据同样的方法计算确定。为便于计算,设立一个坐标系 xoy ,以升降带端线中点为原点 o ,沿着跑道中线延长线方向为 x 坐标,垂直方向为 y 坐标,任一计算点至原点的距离为 R ,见图2、图3。

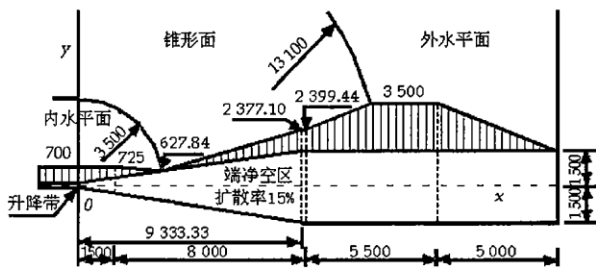


图2 二级机场净空区平面图(单位:m)

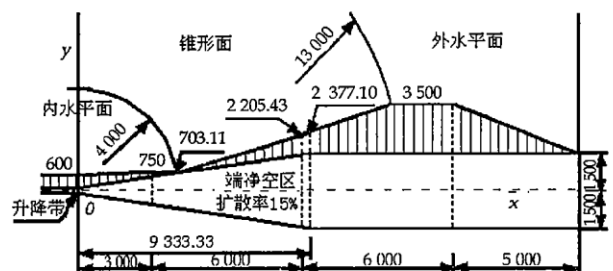


图3 三、四级机场净空区平面图(单位:m)

2.1 端净空区两侧过渡面与内水平面相交

端净空区两侧过渡面与内水平面的交线均为直线段,在端净空区第一段障碍物限制面结束处,过渡面与内水平面交点是一个拐点。

2.1.1 端净空区第一段障碍物限制面结束处过渡面与内水平面交点的确定

一、二级机场端净空区第一段长 1500 m ,坡度为 $1/75$,末端高度为 20 m ^[1-3]。以跑道端高程较高端为例, $x = 1500 \text{ m}$ 处对应的端净空区边线上点的高度也是 20 m ,比内水平面障碍物限制高度 60 m 低 40 m ,按 $1/10$ 的过渡面坡度计算,该处过渡面与内水平面的交点到端净空区边线的水平距离 $d_3 = 40 \times 10 = 400 \text{ m}$,那么, $y = 400 + 0.15 \times 1500 + 100 = 725 \text{ m}$,见图2。三、四级机场端净空区第一段长 3000 m ,坡度为 $1/100$,末端高度为 30 m ^[1,3]。同样计算可得 $d_3 = 200 \text{ m}, y = 200 + 0.15 \times 3000 + 100 = 750 \text{ m}$,见图3。对于跑道端高程较低端,根据跑道两端中点高差值,可以按内水平面限制高度加该高差值来进行计算。

2.1.2 端净空区两侧过渡面与内水平面外边线圆弧交点的计算

对于一、二级机场和三、四级机场,其内水平面的圆弧半径分别为 3500 m 和 4000 m ,那么:

$$\text{一、二级机场} \begin{cases} x^2 + y^2 = 3500^2 \\ (x - 1500)/50 + (y - 0.15x - 100)/10 + 20 = 60 \end{cases}$$

$$\text{三、四级机场} \begin{cases} x^2 + y^2 = 4000^2 \\ (x - 3000)/50 + (y - 0.15x - 100)/10 + 30 = 50 \end{cases}$$

解方程得:一、二级机场(见图2)的交点 $(x, y) = (3443.23 \text{ m}, 627.84 \text{ m})$,该交点到端净空区边线的水平距离 $d_3 = 11.35 \text{ m}$;三、四级机场(见图3)的交点 $(x, y) = (3937.72 \text{ m}, 703.11 \text{ m})$, $d_3 = 12.46 \text{ m}$ 。

2.2 端净空区两侧过渡面与锥形面相交

因为锥形面是一个曲面,过渡面是一个平面,其交线是一条曲线,投影也是曲线。需要计算3个主要点:

端净空区第二段障碍物限制面结束处过渡面与锥形面交点,端净空区自升降带端线端点起以15%的扩散率扩展到总宽度3 000 m处过渡面与锥形面交点,及端净空区两侧过渡面与锥形面外边线圆弧的交点。交线上其余点都可以按相同的方法计算确定。

2.2.1 端净空区第二段障碍物限制面结束处过渡面与锥形面交点的确定

一级机场端净空区第二段障碍物限制面结束处过渡面与锥形面没有相交,这里只计算二级机场和三、四级机场的情况。端净空区第二段障碍物限制面结束处二级机场 $x = 9\ 500\ \text{m}$,三、四级机场 $x = 9\ 000\ \text{m}$,列方程解得:二级机场的交点 $(x, y) = (9\ 500.00\ \text{m}, 2\ 399.44\ \text{m})$, $R = 9\ 798.33\ \text{m}$, $d_3 = 899.44\ \text{m}$;三、四级机场的交点 $(x, y) = (9\ 000.00\ \text{m}, 2\ 205.43\ \text{m})$, $R = 9\ 266.28\ \text{m}$, $d_3 = 755.43\ \text{m}$ 。

2.2.2 端净空区宽度3 000 m起始处过渡面与锥形面交点的确定

端净空区是从升降带端线两端开始,与升降带边线水平延长线以水平面15%的扩散率扩展至3 000 m^[1,3],此处距升降带端线的距离是 $(3\ 000\ \text{m} \times 1/2 - 100\ \text{m}) \div 15\% = 9\ 333.33\ \text{m}$,即交点的 $x = 9\ 333.33\ \text{m}$,列方程解得:二级机场的交点 $(x, y) = (9\ 333.33\ \text{m}, 2\ 377.10\ \text{m})$, $R = 9\ 631.29\ \text{m}$, $d_3 = 877.10\ \text{m}$;三、四级机场的交点 $(x, y) = (9\ 333.33\ \text{m}, 2\ 377.10\ \text{m})$, $R = 9\ 631.29\ \text{m}$, $d_3 = 877.10\ \text{m}$,与二级机场相同。

2.2.3 端净空区两侧过渡面与锥形面外边线圆弧交点的确定

一级机场锥形面外边线圆弧半径为6 500 m,外边线高度为210 m,解方程得该交点 $(x, y) = (6\ 187.69\ \text{m}, 1\ 990.62\ \text{m})$, $d_3 = 962.46\ \text{m}$ 。

二级机场锥形面外边线圆弧半径为13 100 m,高度380 m,端净空区该处为水平段,高度180 m,则相应的 $d_3 = (380 - 180) \times 10 = 2\ 000\ \text{m}$,端净空区宽度一半为1 500 m,所以, $y = 2\ 000 + 1\ 500 = 3\ 500\ \text{m}$, $x = \sqrt{13\ 100^2 - 3\ 500^2} = 12\ 623.79\ \text{m}$,见图2。

三、四级机场锥形面外边线圆弧半径为13 000 m,高度350 m,端净空区该处也为水平段,高度150 m,同样, $d_3 = (350 - 150) \times 10 = 2\ 000\ \text{m}$, $y = 3\ 500\ \text{m}$, $x = \sqrt{13\ 000^2 - 3\ 500^2} = 12\ 519.98\ \text{m}$,见图3。

2.3 端净空区两侧过渡面与外水平面相交

一级机场端净空区过渡面与外水平面相交,其交线也为直线段,其中在 $x = 9\ 333.3\ \text{m}$ 处存在一个拐点,由于端净空区第三段为水平段,高度为210 m,与外水平面同高,不需要过渡面,在该段起始处的端净空区边线上相交。这里只需计算拐点的坐标,该处端净空区高度是 $20\ \text{m} + (9\ 333.33\ \text{m} - 1\ 500\ \text{m})/50 = 176.67\ \text{m}$,外水平面高度是210 m,此处高差为33.33 m,按过渡面坡度1/10计算, $d_3 = 33.33 \times 10 = 333.3\ \text{m}$,那么, $y = 1\ 833.3\ \text{m}$ 。

二、三、四级机场端净空区两侧过渡面与外水平面的交线同样是直线段,其中在 $x = 15\ 000\ \text{m}$ 处存在一个拐点。由于过渡面与锥形面外边线圆弧的交点至 $x = 15\ 000\ \text{m}$ 处过渡面与外水平面的交点之间,端净空区障碍物限制面为水平面,因此,该范围内过渡面与外水平面的交线为平行于端净空区边线的水平直线。并且拐点处高差均为200 m,按过渡面1/10计算, $d_3 = 2\ 000\ \text{m}$,那么, $y = 3\ 500\ \text{m}$ 。另外,由于外水平面高程采用跑道两端高程较高者,按规定端净空区较高端的末端高程与外水平面高程一致,因此,过渡面与外水平面交线的另一段直线可以直接把 $x = 15\ 000\ \text{m}$ 处过渡面与外水平面的交点与端净空区较高端边线的末端相连接,见图2、图3。

较低端的端净空区两侧过渡面计算时,把侧净空区的内水平面、锥形面和外水平面的限制高度相应抬高跑道两端的高差值即可。

3 结束语

机场净空状况的好坏直接影响飞机的飞行安全,因此,机场净空评定是机场管理中一项重要的、经常性的业务技术工作。随时掌握和准确确定机场净空区内障碍物的状况,对保证飞机的飞行安全、正确处理机场与周围单位、居民之间的关系具有十分重要的意义。本文针对机场净空评定工作中经常遇到的问题,对端净空区和侧净空区之间的过渡面范围作了详细的计算与分析,指出了各地段过渡面的基本形状,计算了关键点的坐标,提出了过渡面与内水平面、锥形面和外水平面交线上各点的计算方法,为准确确定机场净空区内障

(上接第13页)

障碍物的位置与高程以及超高值提供了理论基础。备用跑道净空区的内、外过渡面范围亦可参照本文介绍的方法进行确定^[5]。

参考文献:

- [1] 蔡良才. 机场规划设计[M]. 北京:解放军出版社,2002.
- [2] 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):30-32.
- [3] 蔡良才,种小雷,郑汝海,等. 机场净空障碍物限制面的确定[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2005,6(6):1-3.
- [4] 蔡良才,王声,郑汝海,等. 飞机起飞着陆航迹测试与分析[J]. 东南大学学报(自然科学版),2002,32(2):264-267.
- [5] 邵 斌,蔡良才,王亦斌. 备用跑道净空要求分析[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2003,4(6):23-25.

(编辑:姚树峰)

Calculation of Confirmation to Transitional Surface Range in the Airfield Clearance Rules

CAI Liang - cai, SHAO Bin, ZHENG Ru - hai, CHONG Xiao - lei WANG Guan - hu
(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

Abstract: In view of the regular problems in the airfield clearance condition evaluation, the paper calculates and analyzes the transitional surface range between terminal clearance zone and side clearance zone in detail. The paper indicates the shapes of the transitional surfaces in various zones, calculates the coordinates of the key dots, and puts forward a method of calculating the various dots in the line between transitional surface and inner level surface, and between conical surface and outer level surface. All these have provided a theoretical basis for determining exactly the position, the elevation and the superfluous height of obstacle in the airfield clearance zone.

Key words: road and railway engineering; airfield; airfield clearance; transitional surface