

机场最小起降带的计算机辅助优选

许巍, 岑国平

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:通过对机场最小起降带位置选择影响因素的研究分析,建立了以工程量为主要依据的道面区位置优选方法,开发了最小起降带辅助优选软件。实例表明此方法和软件可用于机场抢修实践。

关键词:机场;最小起降带;辅助优选

中图分类号:V351 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2003)02-0020-04

机场受袭破坏后,必须要在最短的时间内完成抢修工作,恢复机场的运行能力。其首要目标是在最短的时间内由被破坏的飞行区域中确定出一块抢修工程量较小,可满足飞机短期飞行使用要求的最小起降带(Minimum Operating Strip,简称MOS)。

最小起降带的大小远小于一般机场的起降区域,各机场在可能遭受袭击破坏的情况也有很大不同,加上修建时间要求、体系配套完整性等因素的影响,对同一受袭机场来说,最小起降带的规划选择就可能会有多种不同的方案,如果不能从中迅速确定出最优的位置方案,势必会增加抢修时间,甚至会对事态发展造成影响。

机场最小起降带的选择,是一个受多种影响条件制约的综合评价问题^[1]。而在研究过程中发现,实际的优选过程,不仅要考虑众多因素的影响,更需要处理大量的弹坑数据,以估算出不同方案的抢修时间。对一个遭受过敌军破坏的机场来说,其起降区分布的弹坑数量将从几个到几十个不等,大量数据资料的记录、标注、分析及相应的工程量计算如果全部由人工完成,将会非常耗时耗力,也不利于抢修工作的迅速进行。针对此问题,我们开发了最小起降带辅助优选软件。

1 最小起降带辅助优选软件的开发

1.1 软件的主要设计思路

本软件的主要功能是根据工作人员统计、分析后的各种数据,包括飞机参数、弹坑参数、方案评价指标权重等,快速准确地进行最小起降带的尺寸确定;自动计算不同方案对应的工程量大小,估算抢修时间;利用评价指标体系(见图1)求出最优方案或方案的最优排序;同时能够以图形方式展示最终的优选结果及弹坑分布情况,以帮助工作人员快速、准确地确定最小起降带的优选方案。软件的流程框图见图2。

1.2 最小起降带尺寸确定

飞机起飞、着陆所需要的滑跑距离与使用机种、起飞着陆质量及当时的气象条件有很大关系。一般情况下,跑道最小起降带长度不少于1500m;宽度不小于20m但这只是较笼统的规定,实际计算分析发现,如采用上述规格作为最小起降带尺寸,不能很好适应不同作战任务、不同飞机类型所需要的最小起降滑跑距离。因此,在软件中编制了跑道长度计算模块,采用正常情况下飞机起降的滑跑距离公式对实际情况进行验证,更加合理地确定出所需最小起降带的尺寸。

收稿日期:2002-04-09

作者简介:许巍(1978-),男,吉林德惠人,硕士生,主要从事机场规划设计;

岑国平(1962-),男,浙江慈溪人,教授,博士生导师,主要从事机场规划设计、机场排水设计。

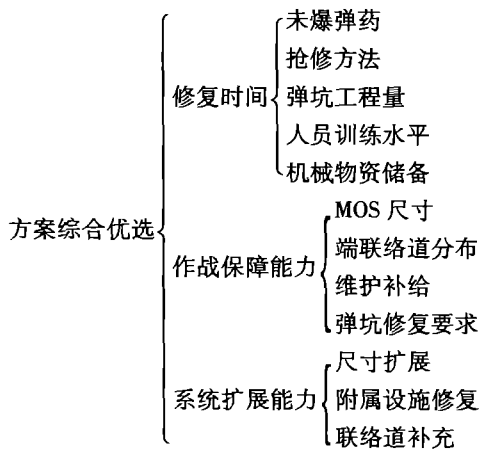


图 1 最小起降带方案评价指标体系

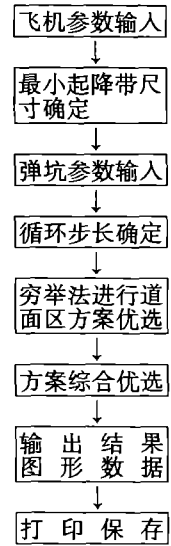


图 2 方案确定流程框图

1.3 弹坑工程量计算

机场被炸后,弹坑的形状是多种多样的,但基本形式有明坑、暗坑、洞坑 3 种,出于简化计算的考虑,将 3 种弹坑的工程量计算统一按明坑方式处理。一般炸弹明坑的形状像碗形,实际情况相当复杂,为了简化计算,将其简化成截顶圆锥体,简化的计算图形见图 3。

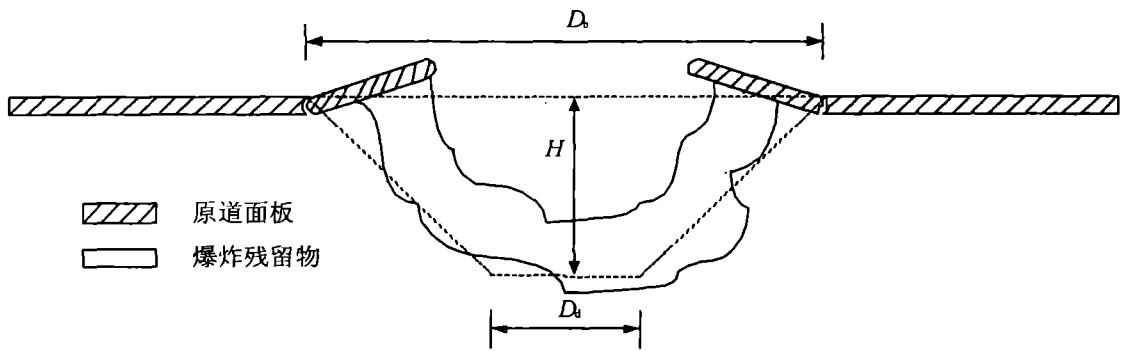


图 3 简化的弹坑计算图形

选取弹坑面层体积及弹坑底部体积为控制变量,计算公式如下:

1)弹坑体积的计算公式为 $V = \frac{1}{3} \pi \cdot H \left(\frac{D_b^2}{1} + \frac{D_d^2}{4} + \frac{D_b \cdot D_d}{2} \right)$ 。式中: V 为弹坑体积 (m^3); H 为弹坑深度 (m),坑底残留物移除后至道面表面的平均距离; D_b 为弹坑口部直径 (m),表面散落物移除后,弹坑口部内边缘间的平均距离; D_d 为弹坑底部直径 (m),坑底散落物移除后,弹坑底部内边缘间的平均距离。

2)由于弹坑抢修分为弹坑底部填补和铺筑面层材料两部分工作,需要分别计算其工程量。弹坑面层的形状近似于圆柱体,其体积为 $V_M = \pi \frac{D_b^2}{4} h$ 。式中: h 为面层厚度。

3)弹坑底部填补的体积为 $V_D = V - V_M$ 。

4)考虑到面层和底层施工时在材料、抢修方法上的不同,采用面层折算系数 δ 将面层积量换算成底层工程量,因此最终的计算工程量 V_j 用下式表示 $V_j = V_D + \delta V_M$ 。式中: δ 为面层折算系数,其值根据现场抢修试验数据统计,通常为 1.5 ~ 2.0。

程序中采用上述公式分别计算不同位置方案对应的工程量,以其为判断因素进行最小起降带的初步优选,作为决策人员的参考方案。

1.4 最小起降带的优选

优选的主要目的是确定起降带中心点的坐标,使包含在起降带内的弹坑抢修工程量尽可能小,其它需要考虑的因素包括:排除未爆炸物所需时间;联络道位置(可确保飞机从其掩体或停机坪顺利滑进最小起降带

的起飞线);最大程度利用原有导航设备;减少最小起降带的起降标志喷涂工作量;利用原有飞机拦阻装置的可能性等。

机场位置坐标按如下方法表示:原跑道左下角点为坐标原点,沿跑道长度方向为 x 轴,垂直跑道长度方向为 y 轴。道面区方案优选采用穷举法,从原跑道左下角开始,以某一步长(一般为1 m)向右向上移动,每移动1次,计算包含在起降带内的抢修工程量,最后得出最小抢修工程量时的起降带位置。方案综合优选则采用多目标决策模糊优选理论^[2-3],通过对评价指标体系的综合分析得出优选结果。

1.5 起降方向对位置优选影响

最小起降带应尽量与原跑道起降方向平行,以利用原有导航设备及机场标志,但有时适当偏转最小起降带的角度,可以避开部分弹坑,减小抢修工程量。最大偏转情况见图4,可用 $\alpha = \arcsin \frac{B_r - B_m}{L_m}$ 计算。式中: α 为最大偏转角, B_r 为原跑道宽度, B_m 为最小起降带宽度, a 为最小起降带长度。最大偏转角一般只有 $1^\circ \sim 2^\circ$ (B_r 通常为40 m~50 m,最小起降带规格一般为1 500 m×25 m),不会影响净空和导航设备的使用,但对飞行员驾驶可能会有一定影响,因此是否考虑偏转可以任选。

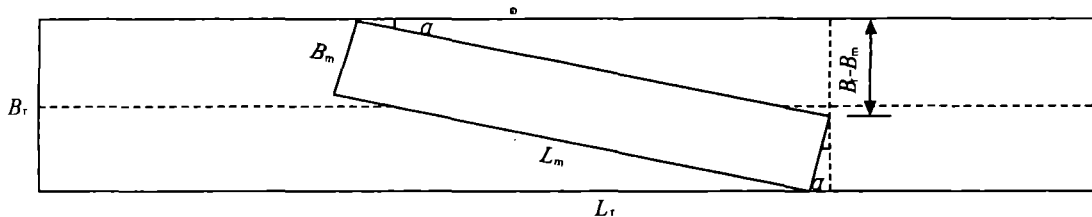


图4 偏转方案示意图

1.6 最小起降带位置变化影响分析

最小起降带位置通常在原跑道道面区选取,但在特殊情况下,可考虑利用滑行道或备用跑道作为参考方案。道面区内的最小起降带位置应尽量利用原跑道的中心线,或者从原跑道的一端开始选择,以利于飞机起降;如原跑道中心线不能利用,可以选择与其平行的方案。位置变化对目视导航设备没有影响,但对塔康系统有一定要求。此外,最小起降带联络道过少,位置不合理,必将降低起降保障率。

1.7 软件的特点

本计算程序使用 Visual C++6.0 进行开发,充分地利用了 C++ 语言作为面向对象程序设计语言的优点,使得程序本身封装性和可移植性更好,便于程序的合作开发,提高编程效率;有利于将来对程序的修改。为了用户对方案结果能有一个直观的理解,我们将优选方案示意图直接绘制在程序视图中,这样就不需其他软件的支持,便于用户使用。同时通过程序处理,用户可对方案视图及计算结果进行打印或文件存储。

2 实例

以某机场为例^[4]:其原始跑道尺寸为2 200 m×45 m,面层厚度为0.25 m;当月气温平均值为 $t = 10^\circ\text{C}$,当月气压平均值为 $p = 100\ 129\ \text{Pa}$ (海拔100 m);飞机最大起飞重量28 295 kg,正常起飞重量24 770 kg,最大着陆重量21 130 kg;风速为0,跑道纵坡为0;破坏情况为假设的10组弹坑数据(见表1),进行计算验证。

表1 弹坑数据表

弹坑序号	弹坑坐标/m (x, y)	弹坑上部直径/m	弹坑底部直径/m	底层深度/m	弹坑序号	弹坑坐标/m (x, y)	弹坑上部直径/m	弹坑底部直径/m	底层深度/m
1	(50,10)	4	2	1.0	6	(880,15)	8	5	1.8
2	(150,35)	5	2	1.5	7	(1 240,40)	16	7	3.5
3	(330,40)	7	4	2.0	8	(1 500,25)	4	2	2.2
4	(445,20)	4.5	3.3	2.0	9	(1 850,35)	5	2.5	2.3
5	(680,25)	8.5	3	1.0	10	(2 150,19)	8	3.5	3.5

1)最小起降带尺寸确定。长度需要:起飞——正常起飞重量(开加力)需869 m,着陆——最大着陆质量

(使用阻力伞)需 1 441 m。长度确定为 1 450 m。宽度需要:只考虑单机起飞作战需要,宽度确定为 20 m。
2) 优选结果示意图 5(道面区,循环步长为 1 m)。

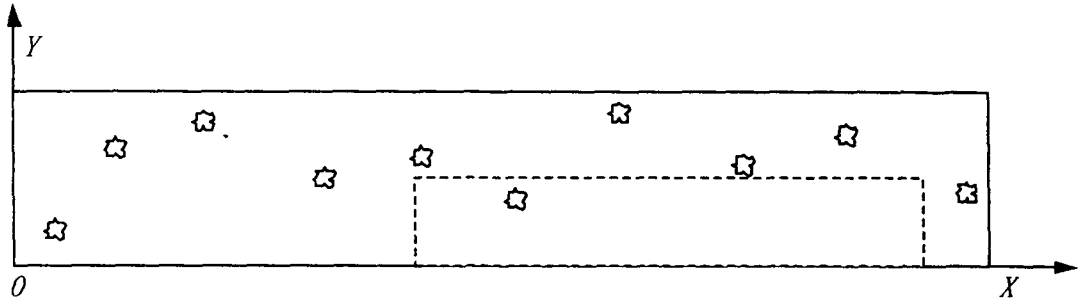


图5 最小起降带优选实例(图中以统一形状示意弹坑位置,不代表其真实大小及形状)

3) 优选方案坐标及相关工程量。最小起降带:中心横坐标为 1 347.50 m,中心纵坐标为 10.00 m。总工程量为 167.27 m^3 ,面层工程量为 12.57 m^3 ,底层工程量为 154.70 m^3 。方案中涉及弹孔:第 6 个弹孔横坐标为 880.00 m,纵坐标为 15.00 m。

3 结论

战时机场抢修中最小起降带的优选问题,是机场抢修方案制定过程中一个非常重要的组成部分,只有在对方案优选的各种因素指标进行综合衡量后,才能对选择方案做出科学合理的决策。针对实际方案制定过程中,数据处理量大、计算过程繁琐、优选方案不直观等不足之处,我们开发了机场最小起降带辅助优选软件,可缩短机场抢修方案的制定时间,提高优选结果的准确性、合理性。

参考文献:

- [1] 陈守煜. 多目标决策系统模糊优选理论、模型与方法[J]. 华北水利水电学院学报, 2001, (3): 136 - 140.
- [2] 李远富, 薛波, 邓域才. 铁路选线设计方案多目标决策模糊优选模型及其应用研究[J]. 西南交通大学学报, 2000, (5): 35 - 40.
- [3] 高虹霓, 杨建军, 曹泽阳. 基于模糊 AHP 的道路选优评价方法研究[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2001, 2(2): 82 - 84.
- [4] 蔡良才. 机场规划设计[M]. 西安: 空军工程学院, 1997.

(编辑: 姚树峰)

Optimum Selection of Airfield MOS with Computer

XU Wei, CEN Guo - ping

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China)

Abstract: By analyzing the factors that influence optimum selection of MOS in the procedure of airfield repair, the theory of MOS selection based on the fretting degree is established and the optimum auxiliary software for MOS is developed. The example shows that this theory and the software can be applied to the practical repair work of airfield.

Key words: airfield repair; minimum operating strip; optimum selection