

Analysis of Airport Operation Support Capacity under Snowy Weather

Jiaming Zhang

Taiyuan International Airport Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

In winter, the operational efficiency of airports in northern China is greatly affected by snowfall weather. While airport management agencies seek to improve operational efficiency, they lack the basis for resource allocation and evaluation of airport operational support capabilities. The paper mainly analyzes the constraints on the efficiency of runway de icing and aircraft de icing work, establishes a simple evaluation model to analyze the airport's operational support capacity under winter snowfall weather, and proposes several suggestions to improve operational support efficiency from the aspects of airport operation mode and resource scheduling by limiting weather conditions and operational support resources. The aim is to provide reference for airport management and decision-makers, and promote the continuous development of winter aircraft apron operation in northern China towards high efficiency and safety.

Keywords

aircraft; clearing ice and snow on the runway; de icing and anti icing; guarantee capability; control command

降雪天气下的机场运行保障能力探析

张家铭

太原国际机场有限责任公司, 中国·山西太原 030000

摘要

冬季, 中国北方机场运行效率受降雪天气影响较大, 机场管理机构在寻求提升运行效率的同时, 缺乏资源配置和对机场运行保障能力评估的依据。论文主要通过到场道除冰雪和航空器除防冰工作效率的制约因素进行分析, 建立简单评估模型分析冬季降雪天气下的机场运行保障能力, 并通过限定天气条件和运行保障资源, 从机场运行模式和资源调度方面提出了提升运行保障效率的若干建议, 旨在为机场管理人员和决策人员提供参考, 推动中国北方机场冬季航空器机坪运行不断向高效、安全的方向发展。

关键词

航空器; 场道除冰雪; 除防冰; 保障能力; 管制指挥

1 引言

降雪天气下的机场运行保障是一项变量因素繁杂, 并由多部门协同配合完成的保障工作。工作过程中可能出现机场跑道道面状况评估不满足起降标准或滑行道中线、停机位进位线等标识被积雪覆盖需要场道除冰雪的情况, 同时大量出港航空器需要执行除防冰工作程序, 极大地增加了机场运行保障压力。从日常工作经验来看, 降雪天气下的机场运行保障能力的主要制约因素为天气条件、可用资源和运行调度模式, 具体工作体现在场道除冰雪工作效率和航空器除防冰工作效率上。

2 保障能力和制约因素

2.1 场道除冰雪工作效率

影响场道除冰雪工作效率的主要因素包括天气条件、场道除冰雪面积、运行调度模式以及场道除冰雪设备配置数量等。

假设某机场天气条件及运行调度模式一定, 除雪设备的有效作业宽度 W (米)、需要除雪的总面积 S (平方米)、除雪作业速度 V (米/分) 和除雪车配置数量 (辆) N 。根据场道除冰雪区域可以进行以下划分: ①跑道除雪作业时间为 T_r ; ②滑行道除雪作业时间为 $T_t=St/(Wt \times Vt \times Nt)$; ③站坪停机位除雪作业时间为 $T_p=Sp/(Wp \times Vp \times Np)$ 。其中, Sp 为高峰小时进港飞机占用的机位面积之和 (平方米), 而 T_p 则应保证机场持续开放时间运行的要求。另假设从 T 时开始对跑道进行除雪作业, n 为 Sp 所对应面积的平均除雪次数; $T+T_r$ 为跑道开放时刻; 从 T 时开始对滑行道进行除雪

【作者简介】张家铭 (1989-), 男, 中国陕西渭南人, 本科, 工程师, 从事机坪管制、航空器机坪运行指挥研究。

作业, + T_1 为滑行道适用或满足运行要求的区域适用的时刻; 从时开始对机位进行除雪作业, + T_p/n 为所需机位满足运行要求的时刻。

我们可以根据以往同等保障资源、天气条件下的站坪机位除雪速度, 结合每小时站坪除冰雪设备的实际适用情况, 来确定不同雪情条件下的高峰小时进港架次, 即 $F=(Wp \times Vp \times Np \times 60)/Sa$ 。其中, Sa 为单个机位的平均面积。

2.2 航空器除防冰工作效率

影响航空器除防冰工作效率的主要因素包括机场天气条件、保障机型比例、除冰作业方式、相应时间参数以及航空器除冰设备配置数量等。

假设某机场除冰车配备(辆)为、调度时间(分)为 T_0 、除防冰作业时间(分)为 T_i 、提前到位时间(分)为 T_d 、单位设备必要调整补充时间(分)为 T_s 、设备维保系数 M 、A、B、C、D、E、F类机型保障占比分别为 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 ; 一架次保障所需的设备数量和平均作业时间分别为 Y_1 和 T_1 、 Y_2 和 T_2 、 Y_3 和 T_3 、 Y_4 和 T_4 、 Y_5 和 T_5 、 Y_6 和 T_6 。

以航空器除防冰工作效率测算, 该机场冬季高峰小时保障的出港架次(架次) = $60 \times [M \times]$ 。其中, T_s = (除冰车补液往返时间 + 等待时间 + 除冰液补液时间) / 一辆除冰车平均保障架次、 $M=1+$ 日均维修保养设备数 / 设备总数。

2.3 评估模型的建立

机场运行过程中所接触到的气象预警信息多为空管局气象台所发布的, 小雪为能见度大于 1000 米的降雪天气, 中雪为能见度大于 500 米而小于 1000 米的降雪天气, 大雪为能见度小于 500 米的降雪天气, 而实际场道除冰雪和航空器除防冰工作效率与 24 小时降雪量或地面积雪深度有很大关系。作为机场管理机构应根据 24 小时降雪量和地面积雪深度, 主动建立评估模型, 分析机场实际保障能力, 并做出相关决策。

假设场道除冰雪和航空器除防冰资源一定、运行模式一定的情况下, 评估过程如下:

①场道除冰雪工作效率与 24 小时降 T_i 雪量有关的因素是 Vp , 而航空器除防冰工作效率与 24 小时降雪量有关的因素 T_i 和 T_s (见表 1)。

表 1 场道除冰雪效率与雪量关系表

	小雪	中雪	大雪
24 小时降雪量	0.1 mm -2.4 mm	2.5 mm -4.9 mm	5.0 mm -9.9 mm
地面积雪深度	< 3 cm	3 cm ≤ h < 5 cm	≥ 5 cm
变量	Vp	Vp_1	Vp_2
	T_i	T_{i1}	T_{i2}
	T_s	T_{s1}	T_{s2}

①各机场管理机构可根据不同天气条件下的降雪保障情况对所涉及的变量参数进行统计, 以平均数值来对变量参数进行替换, 达到测算评估的目的。

③高峰小时进港架次 $F=(Wp \times Vp \times Np \times 60)/Sa$, 高峰小时出港架次 = $60 \times [M \times]$ 。当 $<$ 时, 高峰小时保障能力应由场道除冰雪工作能力来确定, 当 $F >$ 高峰小时保障能力应由航空器除防冰工作能力来确定。

④此外, 我们还需要明确若跑道开放, 但所需的滑行道、站坪机位尚未开放时, 航空器无法正常进入停机位或推出离港, 机场的运行保障能力远低于正常水平, 无任何实际参考意义, 故机场管理机构在进行场道除冰雪作业时能确保跑道和必要的滑行道、站坪机位同时开放, 即 $\approx \approx +/n$ 。

3 提升运行效率的有效手段

一方面, 机场管理机构作为经营性企业, 在保障运行安全的同时还要兼顾经营管理效能, 应该尽可能优先通过整合站坪资源, 优化场道除冰雪和航空器除防冰工作模式, 减少不必要的等待时间; 另一方面, 场道除冰雪设备和航空器除冰车作为机场冬季运行保障的重要倚仗, 机场管理机构应根据《民用运输机场航班保障专用设备配置指南(试行)》(AC-139-CA-2015-01)中的相关建议, 定期对专用设备数量进行测算, 并进行动态调整^[1]。其中关于如何整合站坪资源、优化运行模式将根据本文中的评估测算模型来进行具体分析。

3.1 场道除冰雪

①通过评估测算模型, 我们不难发现地面积雪深度对场道除冰雪速度 V 有较大影响。机场管理机构应根据不同天气条件编写“飞行区场道除冰雪工作预案”, 不能一概而论, 而应针对不同雪情, 调整不同区域的除冰雪资源。确保在跑道开放期间, 对所需的滑行道、站坪停机位进行不间断除冰雪作业, 保证进出港航空器滑行顺畅。

②关于站坪停机位除冰雪作业区域, 我们可以把其看作即将进港航空器所要停放的位置。当地面积雪深度 < 5cm 时, 机场管理机构在保障资源有限的条件下对调度协调时间不需要有过高的要求, 但当地面积雪深度 ≥ 5cm 时, 应尽可能减少协调调度时间, 尽可能将预计落地航空器停机位根据落地时刻和站坪除冰雪情况集中安排, 方便站坪机位除冰雪工作的集中开展。

当然, 也可以在保障资源充足和技术手段完善的条件下, 对站坪机位除冰雪设备进行编组。指定了区域的编组小队可根据航空器落地时刻及推出、开车时间, 自行掌握道面适用性和站坪机位除冰雪的时机。如此一来, 能够做到区域单一、责任明确、指挥便捷, 以最短的调度协调时间完成保障任务。

③日常工作中存在飞行区场道除冰雪工作人员、机务接机人员以及航空器驾驶员对滑行道、站坪机位的适用性观点不一致, 或是判断机位适用性的时间节点存在偏差, 导致机位进位线被积雪再次覆盖等情况的发生, 造成航空器无法正常进入指定机位。各保障单位应形成保障共识, 机务接机

人员到位时刻应较日常更为提前,为可能发生的站坪机位二次除冰雪预留时间。

3.2 航空器除防冰

关于如何提高航空器除防冰工作效率方面,从评估测算公式 $=60 \times [M \times]$ 中分析得出,在气象条件和除冰车数量一定的情况下,我们可以通过减少日均维修保养设备数量、减少调度时间 T_0 、减少提前到位时间 T_d 以及减少单位设备必要调整补充时间 T_s , 都可以提高评估测算的高峰小时出港架次。

下面主要从上述四个方面具体展开分析。

①减少日均维修保养设备数量,提高除冰车有效利用率。笔者认为在日常保障工作中 M 数值应维持在合理可控的水平范围,各机场管理机构应根据本场运行的实际情况和往年天气情况特点,制定符合客观规律且满足运行需求的考核指标。

②调度时间可以理解为可用于除防冰工作的除冰车因指挥或运行模式原因跨区域前往指定除冰区域而浪费的时间。各机场管理机构应转变思路,根据使用跑道方向,设置相对固定集中的除冰区域,减少除冰车的来回调配。

③提前到位时间是指除冰车到位后因航空器拖曳、推出、开车导致除冰车无法在到位后第一时间开展除防冰作业。这里不少机场管理机构已经探索出了许多新的运行模式。例如,设置更多的自滑除冰机位,减少航空器推出、开车对除冰机位的占用时间;使用廊桥机位开展除防冰作业,减少航空器拖曳及二次推出时间;因地制宜,组织实施航空器慢车除防冰工作程序。

④减少单位设备必要调整补充时间主要是指减少除冰车补液往返时间,有条件的机场可以在集中除冰机位附近设置加液站,快速便捷。

3.3 其他方面

①机场管理机构应明确航空器除防冰指挥部与场道除冰雪指挥部的工作内容和要求,建立积极有效的信息传递流程。雪情影响较大时,应组织成立冬季降雪天气运行指挥部,联席办公,统筹安排航空器除防冰和场道除冰雪事宜。

②一些机场除冰车库、除冰车加液站均与集中除冰站坪相距较远或除冰机位分布较为分散,无法实现车辆的高效机动调度,这里建议机场管理机构可以通过建立数学模型,利用遗传算法、贪婪算法或计算机仿真模拟,寻求除冰车调

度指挥新模式^[2]。

③关于航空器除防冰工作,大多数机场采用的是“先要先保障”的原则,假设两个相邻除冰机位的航空器均需要除防冰作业,但除冰车数量无法满足两架次航空器同时开展作业,如何通过技术手段建立航空器出港排序的信息传递流程就显得尤为重要了。

④运行管理委员会办公室可根据机场运行保障资源和雪情大小,通过评估测算得出本场实际的运行保障能力,向航空公司提出调减航班的相关建议,发布本场每小时接收进港航空器数量限制的航行通告,并主动承担受限航班的协调工作,建立与空管部门日常与特殊情况下的沟通协调机制,尽可能保障航班起飞与放行正常率。

⑤机坪管制工作移交机场管理机构以来,机场对整合站坪资源,提高航空器机坪运行效率有了更为有力的抓手。所以在提高冬季降雪天气下的机场运行保障工作中,机坪管制员应充分发挥主观能动性,在大型车辆指挥调度、除冰雪资源的掌握和分配上应主动思考,努力提高专业技术能力,在保障资源有限的条件下探寻发展的新思路,避免航空器因管制原因造成的二次除冰,保障航空器机坪运行的高效顺畅。

4 结论

降雪天气下的机场运行保障是一项多因素影响、多部门协同完成的复杂工作。极端降雪天气下,充足的除冰资源投入比资源使用方式优化更能有效提升保障能力,小雪及无降雪(除霜)天气下,航班时刻编排不合理可能导致与除冰资源投入和利用无关的保障压力,除冰资源投入量及使用限制程度共同影响航空器除冰保障能力^[3]。作为机场管理机构,在日常保障工作中应根据降雪情况,对本场的运行保障能力主动开展评估测算工作,在保障资源满足运行要求的基础上,进一步优化运行指挥调度模式,努力提高航空器运行保障效率。

参考文献

- [1] 民用运输机场航班保障专用设备配置指南(试行)(AC-139-CA-2015-01)[Z].
- [2] 王兴隆,丁俊峰.机场飞行区航空器与除冰车协同优化调度方法[J].科学技术与工程,2023,23(10):4440-4447.
- [3] 崔婷,韩树清,张燕.非调度因素对航空器除冰保障能力的影响分析[J].中国安全科学学报,2018,28(2):6.