

机场一线人员培训教材丛书



机场 道面除冰雪管理

Jichang

主编 高建树

Daomian Chubingxue Guanli



中国民航出版社

Jichang

Daomian Chubingxue Guanli

机场 道面除冰雪管理

机场一线人员培训教材丛书

- 机场场道维护管理
- 机场目视助航设施管理
- 机场净空管理
- **机场道面除冰雪管理**
- 机场野生动物管理
- 机场运行指挥
- 机场应急救援

责任编辑：王迎霞

封面设计：



GONGHE·J

ISBN 978-7-80110-849-4



9 787801 108494 >

定价：46.00 元

机场一线人员培训教材丛书

机场道面除冰雪管理

高建树 主编



中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机场道面除冰雪管理/高建树主编. —北京: 中国民航出版社, 2008. 6
ISBN 978-7-80110-849-4

I. 机... II. 高... III. 机场 - 除雪消冰 - 设备
IV. V351.392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 078040 号

责任编辑: 王迎霞

机场道面除冰雪管理

高建树 主编

出版 中国民航出版社
地址 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)
排版 中国民航出版社照排室
印刷 北京京师印务有限公司
发行 中国民航出版社 (010) 64297307、64290477
开本 787 × 1092 1/16
印张 15.5
字数 354 千字
印数 2000 册
版本 2008 年 11 月第 1 版 2008 年 11 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-80110-849-4
定价 46.00 元

(如有印装错误, 本社负责调换)

“机场一线人员培训教材丛书” 编审委员会

主 任：杨国庆

副主任：张光辉 刁永海 邵道杰

委 员：（以姓氏笔画为序）

王云岭	王 维	王维华	任仕利	刘增禹	佟岱山
李龙海	李 敬	李满仓	汪光弟	张伟东	张 宏
张积洪	张献民	张德贵	杨仁亮	杨太东	陈 烨
周 影	赵勇军	赵欣如	钟全昌	徐焕然	高 飞
高建树	高洪江	高淑玲	康 明	曹亚敬	曹 先
章亚军	黄 刚	谢志道	韩兆起		



“机场一线人员培训教材丛书”
《机场道面除冰雪管理》编审小组

负责人：黄 刚

编 委：（以姓氏笔画为序）

王立文 王冰峰 田鲁军 冷广武 张小峰
张长安 周 影 高建树 徐焕然 韩永刚



丛书序言

机场是民用航空运输系统中重要的组成部分，也是民航保证安全和正常运输的重要环节。随着民航事业的快速发展，国内很多机场进入了繁忙机场的行列，对民航机场一线人员的技术水平和整体素质提出了更高要求。机场行业的很多工种都具有很高的技术含量，从事这些工种的机场一线人员是生产的直接实施者，他们的管理和技术水平的高低，将直接影响到机场的安全运行和服务质量。因此，加强对民航机场一线人员的教育培训，提高他们的管理和技术水平，是民航机场正常运行的重要保证。

由中国民用航空总局机场司组织编写、中国民航出版社编辑出版的“机场一线人员培训教材丛书”，现在与读者见面了。这套丛书的出版，将填补民航教育培训中的一个空白，对于提高机场一线人员的整体素质和业务能力，加强机场的规范管理，改善机场运行的安全水平，无疑具有重要的指导意义。

本套丛书的最大特点在于专业性、针对性、操作性强，包含了机场一线工作人员应知应会的、急需和最需掌握的、与其业务直接相关的知识和技能要求。在每个方面，编者在进行专业理论概括和实际操作程序剖析的过程中，都列举了相关的案例分析和研究成果，并提供了有关法律法规和大量的有价值的数据资料。在每一个知识重点后，编者还提供了一些思考题，以方便学习者对该知识点进行自学、复习或提炼。总之，本套丛书既是机场一线人员的辅导和培训教材，又为机场具体工作提供了丰富的相关知识与资料。

飞行安全是民航工作的立足之本，而进行职业培训，提高人员综合素质，则是安全管理的根本之道。在我国民航快速发展的形势下，我们所有的民航机场工作人员，只有不断加强和提高自身的业务能力，开拓创新，与时俱进，持续改进和完善机场管理工作，才能始终保证航空安全的需要，才能始终保持民航的持续健康发展，为祖国和谐社会的建设事业贡献民航人的力量。

中国民用航空局副局长

— 杨国庆

前 言

本书是按照民航局相关领导的指示，根据中国民航运行和行业发展的需要为机场一线职工日常学习而编写的教材。编写过程中，作者遵循所叙述的内容既要结合生产实际又有利于生产运行和职工理论、技术水平提高的要求，在书中没有进行大量的数学推导和理论计算，而是采用通俗易懂的文字，配以实物照片和示意图，方便职工对书中内容的学习和掌握。

本书结合国内外民航冬季服务运行的特点和现状，铺垫了民航冬季冰雪的相关知识，提出了机场冬季运行管理的策略和程序，说明了除冰雪的工艺要求、运行方式和设备、物资的配备要求，介绍了冬季服务中涉及到的主要设备的性能和原理，单独介绍了飞机除冰雪的相关知识和设备原理、操作的要点，最后简要介绍了冬季除冰雪操作和环境保护之间的关系。

本教材的编写得到了民航局机场司、北京首都国际机场、哈尔滨太平国际机场、天津滨海国际机场、新疆乌鲁木齐机场，民航东北、西北、西南管理局等单位的大力支持；同时邵道杰、曹先、赵洪元、贾治国等领导和同志提供了大量的素材和建议，参与了大量的工作，其中张小峰、张长安、田鲁军、徐焕然分别参加了第2章、第3章、第5章、第6章的编写，为本书的编写提供了质量保证，在此表示感谢。另外，还要感谢中国民航大学地面特种设备研究基地同仁们的支持和协作。由于本人水平有限，在编写的教材中难免存在不当和谬误，恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年10月

目 录

丛书序言

前言

第一章 绪 论	1
第一节 概 述.....	1
第二节 积雪积冰对航班运行的影响.....	8
第三节 除冰雪工作发展的趋势	13
第二章 冰雪的相关知识	15
第一节 影响飞行安全的气象条件	15
第二节 冰雪的形成条件	17
第三节 积雪结冰	21
第四节 融冰与融雪	22
第五节 飞机结冰对飞行性能的影响	24
第三章 场道除冰雪工作的管理	35
第一节 除冰雪作业标准	35
第二节 机场除冰雪的组织管理	36
第三节 除冰雪设备和材料的种类	38
第四节 除冰雪工作的通讯和指挥	40
第五节 推荐作业流程	42
第六节 冰雪情通报、雪情检查.....	51
第七节 机场关闭、开放程序.....	57
第八节 除冰雪预案的设计	59
第九节 除冰雪工作人员的培训与演练	63
第四章 场道除冰雪的方法及设备	67
第一节 除冰雪方法概述	67
第二节 机械式物理除雪法	72

第三节	机械式化学制剂除雪法	88
第四节	热力除雪法	89
第五节	化学制剂除雪法	91
第六节	人工清扫法	92
第七节	机械式除冰法	92
第八节	化学制剂除冰法	97
第九节	撒砂法	108
第十节	机械式热能除冰法	109
第十一节	物理和机械组合式道面除冰设备的介绍	110
第十二节	道面结冰预警系统	113
第十三节	除冰雪作业时的注意事项	113
第十四节	××机场除冰雪预案	114
第五章	除冰雪设备的运行及维护	122
第一节	涡喷(WP-5)吹雪车	122
第二节	扫雪车	146
第三节	摩擦系数测试设备	153
第六章	飞机除冰/防冰	165
第一节	飞机的除冰/防冰	165
第二节	除冰/防冰液的使用	173
第三节	飞机除冰设备和设施	182
第四节	飞机除冰车系统结构	190
第五节	飞机除冰车的日常维护	202
第六节	飞机除冰设备发展	210
第七章	冬季除冰雪与环境保护	226
第一节	化学制剂对环境和设备的影响	226
第二节	设备设施的防腐技术理论	228
第三节	除冰液的回收利用	231

第一章 绪 论

第一节 概 述

中国民航运输业在国民经济中的地位越来越重要,运行质量和安全水平直接影响着行业的顺利发展,受气候条件制约的民航运输业的冬季运行条件更是至关重要。中国民航的高级管理层要求各民航单位加大力度,广泛开展调研、学习,吸取国外先进的技术和管理方法,搞好民航冬季服务工作,提高冬季服务质量最大限度地减少冬季冰雪对民航运输业的不良影响。各民航相关单位和部门在消化外部资料后积极挖潜,从技术上、人员上和作业工艺上采取了很多可行、有效的办法,已经在各方面有了很大的提高。

民航冬季服务是一项系统性工作,涉及到机场所在地气象的预测和预报、地面除冰雪/飞机除冰雪设备的运行管理、方法预案的制定和实施、地面除冰雪/飞机除冰雪操作方式、所用除冰雪制剂的选择以及除冰雪制剂使用后对飞机、设备设施腐蚀、污染的防护防治等一系列工作内容。同时搞好此项工作还要遵守国际、国内、地方的法律法规,协调好国内外民航运送单位之间的关系,各项措施要与地方的国计民生和经济发展保持一致。

我国幅员辽阔,纬度上跨越很大,南北气候气温差异很大,相当一部分地区冬季气候寒冷,有降雪或雨夹雪天气出现,特别是我国东北、华北、西北和西南地区常有冰雪灾害性天气发生。整体由南向北、由东向西呈现气温下降、降雪量和次数增加的趋势,具有一定规律,但是地球气候的异常变化如厄尔尼诺现象、拉尼娜现象的影响有时也增加天气变化的不确定性。我国现有机场 137 个,分布从南到北、从东到西,以东部地区密度较大,5 年内有降雪预报和记录的机场数量 77 个,占总数的 56%;其中东北、华北和西北地区的半数以上机场冬季降雪频率高、强度大,常因为机场道面特别是跑道积雪或结冰而延误航班,甚至临时关闭机场;中部地区像河南、安徽、湖南、湖北、江苏、贵州等地的机场也有冬季降雪影响航班飞行的事件发生。

随着中国民航的快速发展,航空客货运运量大幅增加,航班密度加大,机群扩大,机场的日开放时间一再延长,在不久的将来不少繁忙机场会出现昼夜连续开放的现象。民航对机场的技术保障能力和响应时间的要求在提高,虽说已经在技术上和设备上有很

大改进，但是在调研中发现对于冬季降雪天气的应急处理能力、措施上还有不小的缺陷，在除冰雪作业的管理和应急系统运行上与国外一些繁忙机场存在很大差距，尤其是在冬季服务专用设备方面和运行管理方式上存在着更大的差距。

为提高冬季机场的地面保障能力，本书将介绍国内外各民航机场使用的除冰雪设备的相关技术，运行模式和管理办法以及实际的经验、教训，希望能为今后机场地面和飞机的除冰雪、防冰冻工作提供一些参考。

一、国内现状

影响机场除冰雪能力的因素包括机场拥有的设备类型、数量、作业模式及作业管理模式、人员数量和操作技能水平等。现在我国各机场完好设备的数量和除冰雪的能力与中国民航机场的航班需求还存在着不小差距，各机场配备的设备情况如图 1.1 所示。数据统计截至 2004 年底。

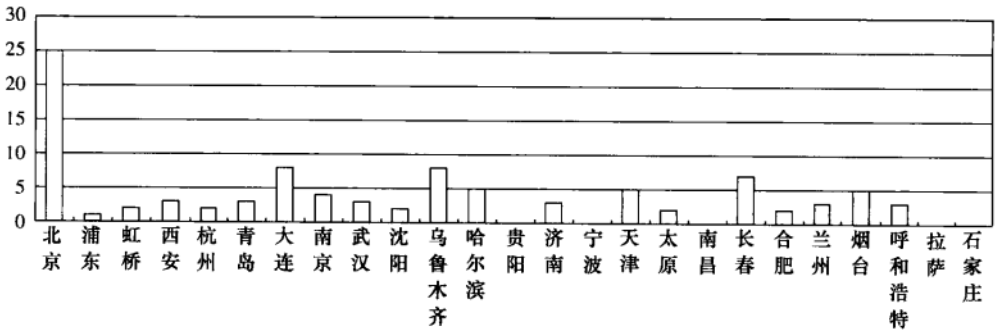


图 1.1 国内机场场道除冰雪专业设备数量统计（单位：台套）

全国民航机场所使用的除冰雪专业类型设备中，吹雪车占总数的一半，吹雪车中大部分是国产的热吹设备。除冰雪专用设备中中国产设备占 23%，进口设备占 77%。

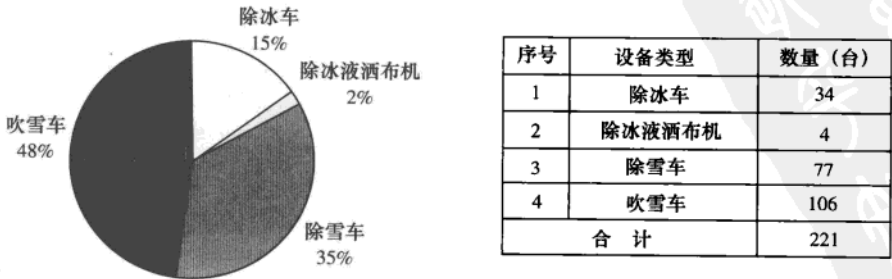


图 1.2 全国场道除冰雪设备类型比例

从2004年底的民航设备普查结果中发现,中国民航除冰雪设备还存在着数量严重不足、老化情况严重、设备类型单一、平均效率低等问题,并且还有人工采用扫把、铁锹等简易设备进行大面积除冰雪作业的现象。

飞机除冰雪设备普查表明:在设备维护方面一般采用两种方式,一部分新购置的进口设备,其维护工作由生产商负责,超出合同约定期限后改为自己维修;另一部分主要是国产设备,多为机场或者航空公司内部的工作人员维护,遇到疑难问题厂家上门解决。形成的局面是进口设备厂家的维修人员不能及时到位时,设备只能停在车库中,自己的维护人员苦于没有接受足够深度的培训或缺乏足够的技术资料支持而无能为力。对国产设备的维修也不能达到深层维修程度,修不好的设备很多情况下可能要等待报废。这种现象和状态对民航除冰工作来讲是很大的资源浪费。

在运行模式上,场道除冰雪作业多采用单机作业,作业方式上以吹雪为主,没有形成功能齐备、优势互补、结构合理的保障装备系统,不能在紧急时刻形成强有力的、高效的、有机配合的运行方式去解决冬季冰雪造成的跑道技术参数不达标或机场临时关闭等问题,所以在大面积冰雪天气下经常造成大量旅客的滞留、大量航班的延误和取消。飞机除冰雪作业方面除北京首都机场之外全部采用机位分散式作业,不但效率低、消耗大,还不能可靠地保证飞机除冰质量,也造成对周边环境的污染。在首都机场的集中除冰工作初见成效的基础上,相信会有一批机场也采用这种新技术,带动提高中国民航整体的冬季服务保障能力。

总体来讲我国的除雪(冰)机械虽然有了很大的发展,但其总体水平与发达国家相比,产品品种及性能还有很大的差距,适应不了我国航空公司、机场和公路高速发展的需求,主要体现在以下几个方面:

1. 技术水平低。除雪(冰)机械在结构设计、制造工艺、零部件供应和使用管理等方面都存在技术水平低的问题,致使除雪(冰)机械可靠性差、故障多、寿命短。

2. 功能单一。清冰除雪具有典型的季节性,如果功能单一,只是用作除冰雪专用,那么机器一年中大部分时间将处于闲置状态,大大增加了除冰雪作业的成本,加重了航空公司、机场、公路部门养护部门的负担。

3. 品种类型不全。与国外相比,现在有不少种类除雪(冰)机械在我国还是一片空白,而现有的除雪(冰)机械,无法满足高速公路和机场的作业要求。

二、国外现状

(一) 飞机除冰雪情况

国外有除冰雪任务的大型机场多采用专业服务公司的运行模式,机场指派其和要服务的航空公司签订服务合同,服务公司自行管理,机场或专业机构负责检查监督,一般不涉及到操作细节,而是从作业效果、管理体制等宏观方面提供支持和监督。

机场设置集中专用除冰坪,采用集中方式除冰已经是国外机场的基本除冰方式,如图1.3所示。在跑道端头或跑道附近建设了与机场的飞机除冰任务相符的集中除冰坪,

每个除冰坪有多个除冰位。可以保障飞机在除冰结束后尽快进入跑道，基本避免了二次除冰操作。集中除冰还便于除冰车的集中调度和除冰液的回收。机位除冰作为辅助作业方式，主要用于飞机除霜、吹雪作业、小飞机作业及应急情况下的使用。除个别机场的个别机位要求关闭发动机状态除冰外，其余各集中除冰坪都采取了发动机怠速除冰模式。数字化运行调度管理系统保证了数据交换、指令下达、信息反馈和调度的实时性，提高了作业效率，减少了事故和事故征候的发生次数。

出于环保和经济性方面的考虑，多数除冰作业量较大的机场对除冰液都进行回收处理，并向再利用方向发展。慕尼黑机场除冰液回收加工系统不但起到了环保的作用，还创造了很大的经济效益。



图 1.3 飞机集中除冰作业场景

各机场根据其年起降架次配备了相应数量的高性能飞机除冰车，有很强的除冰作业能力。车上都装备了数据采集系统、数据传输系统、除冰液计量检测系统等。除冰车驾驶员和除冰调度中心及飞行员间有可靠的通讯能力。

除冰公司与签约的航空公司每年夏季组织会议征求各航空公司对除冰收费情况和操作规程的意见和建议。做到合理可行，改进方案让各方接受。

德国的慕尼黑（Munich）机场的冬季飞机除冰是由 EFM 除冰股份公司负责，该公司由汉莎航空公司（Lufthansa）和慕尼黑机场合资组建。该公司 1993 年开始运行，主要业务是飞机拖拽、飞机除冰和除冰液的回收再利用加工，雇员 121 人，其中 109 人是司机/除冰操作员，负责慕尼黑机场全部除冰业务。公司以除冰坪集中除冰为主要作业

模式,慕尼黑机场设置了4个集中除冰坪,共12个独立的除冰位,2004年集中除冰占总架次的95%,除冰能力68架次/小时,高峰时期除冰雪428架次/天。以一架飞机为例:除霜3分钟,除雪6~15分钟。一般发生二次除冰的事件每年不超过10次,2004年仅3次。机场配备了24台单人操作的除冰车。

加拿大多伦多(Toronto)机场由完全私营的GlobalGround公司负责,飞机除冰是该公司的主要业务之一。公司与80家航空公司签订飞机除冰业务,1997年建第一个集中除冰坪,目前共有6个除冰位,除冰能力800架次/天,计划增加到1400架次/天。公司成员约150人,其中80个除冰车操作人员,20人为除冰管制人员,4个行政管理人人员,8个机械维护人员。公司每年夏季进行新人员的业务培训,每个人需要培训5周。机场设有场道除冰雪指挥控制中心,冬季24小时值班,并采用了大规模的数字化信息采集、处理与传输系统,以集中除冰方式为主,机位进行除霜和吹雪作业。各类型除冰车共34辆。

为了使读者有更直观的了解,现将国外几个大型机场2004年冬季后的除冰雪数据情况对照于表1-1中。

表 1-1 国外机场除冰雪基本情况对照

项 目	法兰克福	慕尼黑	蒙特利尔	多伦多	温哥华
旅客吞吐量(万人)	5110	2680	1000	2900	1600
年起降架次	477475	370534	228000	400000	290000
日起降架次	1300~1400	1000~1200	633~696	1100~1300	800~1100
降雪期(天)	134	140	212	120	120
实际年降雪天数	25~26	30	83	25~28	4
年除冰雪架次	7600	10000	6282	14300	2823
除冰车数量(台)	36	24	20	34	18
二次除冰(架次)	<6	<10	几乎没有	几乎没有	几乎没有
A380除冰	可以	可以	可以	可以	可以
除冰模式	集中除冰+机位除冰	集中除冰+机位除冰	集中除冰+机位除冰	集中除冰+机位除冰吹雪	集中除冰+机位除冰
集中作业方式	2~4车定点	2~4车定点	2~4车定点	2~4车定点	2~4车定点
集中除冰雪比例(%)	90	95	99.9	99.9	17
跑道数量(条)	3	2	3	5	3
集中除冰环境	1个除冰坪	4个除冰坪,12个除冰位	1个除冰坪,5个除冰位	1个除冰坪,6个除冰位	2个除冰坪,10个除冰位
除冰液种类	IV型	I型、IV型	I型、IV型	I型、IV型	I型、IV型
除冰液年用量	30万升	200万升	2096882升	I型混液6000吨 IV型纯液1000吨	—

续表

项 目	法兰克福	慕尼黑	蒙特利尔	多伦多	温哥华
除冰液回收再利用	回收处理， 达标排放	回收并再利用	回收并计划 再利用	回收处理	回收处理
除冰液收费标准	按固定成本 和变动成本	按固定成本 和变动成本	按固定成本 和变动成本	机场每年付给 GlobalGround 公司 50 万元	—
负责除冰部门	N * ICE 公司 (机场合资的 股份公司)	EFM 专门 除冰股份公司	Aero Mag 2000 公司 独立经营	GlobalGround 公司独立经营	机场负责场地 调度，航空公司 负责设备与操作
飞机集中除冰 作业管理部门	集控中心	集控中心	集控中心	集控中心	集控中心
部门间信息	数字化网络	数字化网络	数字化网络	数字化网络	数字化网络
飞机除冰 工作人员	固定 10 人， 可扩 220 人	员工 121 人	固定 10 人， 可达 66 人	员工 143 人	—

上表所列的国外 5 个机场中前 4 个机场年吞吐量较大，降雪期较长，实际降雪天数达到 30 天左右。温哥华（Vancouver）机场降雪天数和旅客吞吐量与我国的首都机场接近。所列机场都配备了充足的除冰车，配备数量与其飞机的年起降架次密切相关。如图 1.4 和 1.5 所示。

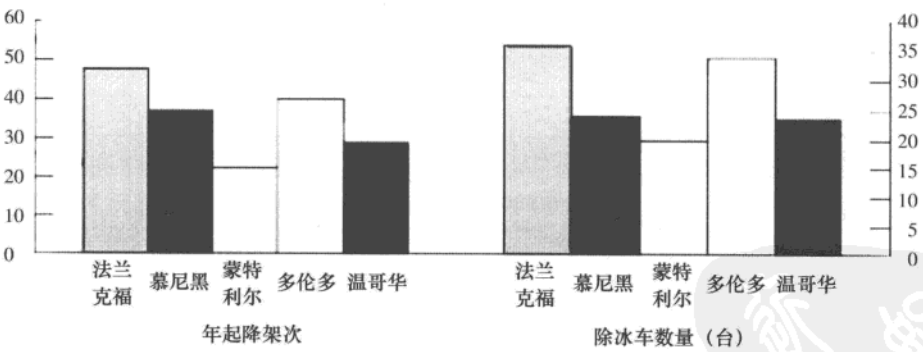


图 1.4 国外几大机场飞机的年起降架次和除冰车数量

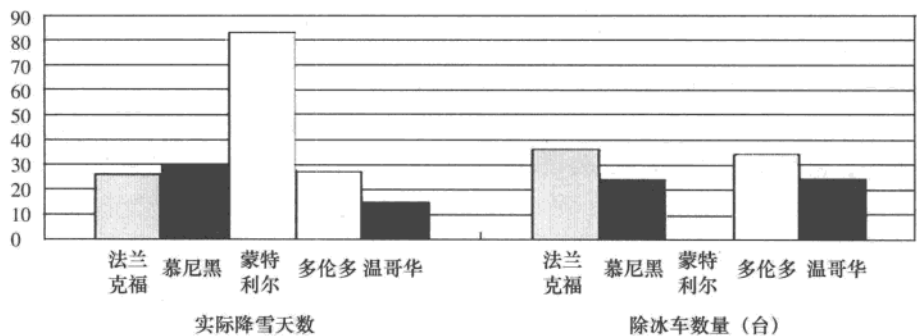


图 1.5 国外几大机场的年降雪天数和除冰车数量

(二) 场道除冰雪情况

冬季降雪量较大的国际枢纽机场非常重视机场道面除冰雪工作，可体现在设备配置、人员配备、培训和组织管理上。

每个机场都设有场道除冰雪指挥控制中心，冬季 24 小时值班。采用大规模的数字化信息采集、处理与传输系统，航班状态、跑道的摩擦系数、天气气象信息、冰雪警报系统及各个作业车辆的参数等实时信息都收集在大型数据库系统中，方便相关部门的查询统计。除冰业务都由机场下属的一个部门或公司负责，上级监管部门对部门具体工作进行不定期和针对具体事件的检查，每年雪季检查 4~5 次。机场除冰雪部门拥有跑道、滑行道与机坪除冰雪的大中小型设备，可完成推、扫、铲、抛、运和喷撒液、固体除冰材料的各项作业，作业效率高。多伦多机场一般情况下 12 分钟即可清出一条跑道。通过多条跑道的作业切换，都保持了多年不关闭机场的记录。除冰设备上不仅可以获得全场的作业状态的调度、天气信息及作业命令等，还可以将自身位置、场道环境参数及设备的作业参数实时发布到指挥调度中心的数据公告牌上。

场道除冰雪部门都有固定的工作人员，进入冬季前注重新来人员培训，每年的 9~10 月份对临时人员进行培训。将新老队员组合一起参加系统的训练，选拔优秀人员，进行优化组织。

高效率的场道除冰雪保障能力加上这些大型国际枢纽机场都有两条或以上的跑道，可以轮换使用和除冰雪作业，使其能够实现不停航除雪，关闭跑道而不关闭机场。即使在极其恶劣的情况下，也至少保证一条跑道正常运行。

年旅客吞吐量 3000 多万人次的加拿大多伦多机场，有 5 条跑道，起降飞机 40 万架次，涉及业务的航空公司 100 家。除冰雪工作由机场当局（GTAA: Greater Toronto Airport Authority）下的一个场道除雪部门负责。42 个全职驾驶员，6 个业务监查员，7 个经理，冬季时再聘请 56 个临时人员。临时人员中每年更换率为 10%。大型集成多功能设备和小型专用设备齐全，数量充足。中雪天气下对一条跑道除雪仅需要 12