



鸟撞防范概论

An Introduction to
Precaution of Bird-strike

赛道建 孙 涛 编著



科学出版社

内 容 简 介

本书共分 11 章,系统介绍鸟撞、鸟情、驱鸟等鸟撞防范安全的相关内容。通过鸟撞鉴定与鸟情规律研究,加强机场鸟情监测,收集保存真实而准确、科学的原始资料,编制鸟情物候日历,进行科学的统计分析找出规避鸟撞事件的规律,开展智能化机场鸟撞防范预报和联动,以及根据飞行鸟情制定相关防范对策,选择最佳的驱鸟时机,指导机场布控和开展科学驱鸟,因地制宜地采取适用的技术方法开展科学的鸟撞防范工作。

本书突出鸟撞防范工作的实用性与操作性,有助于指导相关人员研究鸟撞防范工作,创新理念,提升机场鸟撞防范安全保障的科学水平。

本书可作为各类航空、飞行院校机场管理相关专业和驱鸟人员培训的教科书,也可作为鸟撞防范研究与组织管理人员必备的指导书、参考书。

图书在版编目(CIP)数据

鸟撞防范概论/赛道建,孙涛编著. —北京:科学出版社,2012

ISBN 978-7-03-035036-7

I. ①鸟… II. ①赛… ②孙… III. ①飞机-鸟撞击-安全防护-研究
IV. ①V328.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 135281 号

责任编辑:丛 楠 王国栋 贺密青 / 责任校对:陈玉凤
责任印制:阎 磊 / 封面设计:谜底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市农林科学院有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张:14 1/4 彩插:8

字数:248 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《鸟撞防范概论》编委会

主 编：赛道建 孙 涛

编 委（以姓氏笔画为序）：

卫 伟	王汉伟	吕 涛	孙 涛
李 峰	兰晓霄	邵增珍	沈 超
张月侠	邹兴江	杨昭海	赵红京
赛道建			

图片编辑：邵 芳

前 言

随着人类环境保护意识的增强、生态环境的改善，鸟类数量急剧增加。同时，现代农业、电力行业、高铁和卫星发射，特别是航空业的飞速发展，飞行器的种类、数量和性能大增，使鸟类的飞翔路线与航线纵横交错，造成机、鸟之间发生激烈的空间竞争，致使鸟撞问题日益突出。据不完全统计，全世界每年发生 2 万多起鸟撞事件，造成高达 26 亿多美元的直接损失以及难以估量的间接损失，故国际航空联合会已将鸟撞列为 A 级空难，成为困扰世界航空界的一大难题。

在航空业快速发展的今天，机场驱鸟已经成为一种职业，成为防范鸟撞、保障飞行安全的一项重要工作。作为鸟撞防范工作者及其组织领导者必须知道鸟撞、鸟情及二者间相关性变化的基本规律，明白驱鸟工作的基本原理，具有扎实的专业知识和熟练的相关技能，具有极大的工作热情和较强的科研工作能力。只有这样，才能做好鸟撞防范工作。

开展科学的鸟撞防范工作，需要站在保障国家和人民生命财产安全的高度从整体考虑鸟撞防范相关工作，如设计、统筹安排鸟情、驱鸟与飞行发生鸟撞规律的研究等；需要从专业角度上用科学的态度做好每一项观察、记录和统计分析，做好鸟撞、鸟情、驱鸟研究等与测报有关的具体工作，为飞机的设计制造和材料的选择、开展科学的鸟情预报和驱鸟提供科学分析的准确数据；需要用科学的态度、发展的眼光对待鸟撞、鸟情、驱鸟研究，监控、测报鸟情，熟练运用各种驱鸟设备和技术；需要改进观念，创新方法，有效提升机场鸟情预测预报和鸟撞防范的科学水平。

同世界鸟撞形势类似，近年来我国军航、民航的鸟撞事件也呈明显上升趋势。鸟撞给国家和人民的生命财产造成巨大损失，严重影响航空安全，影响军航的日常训练和战斗力的提高。防范鸟撞已经成为机场一项长期的综合性日常工作，成为机场飞行安全保障工作中的重点和难点，已经引起有关部门的高度重视。但由于我国军航、民航鸟撞防范工作起步较晚，专业理论和基本技能薄弱，多数驱鸟人员没有受过系统的专业培训，大大制约了鸟撞防范工作的科学开展。因此，急需一本理论系统、技术指导实用性强的教科书，以解决为什么驱鸟，怎样科学驱鸟，以及驱鸟与防范鸟撞等与飞行安全保障有关的问题，以便指导相关人员进行系统的鸟撞防范专业理论学习，总结实践经验并上升到理论高度，用科学规律指导鸟撞防范工作，克服单纯工作型驱鸟的思想观念，主动用创新思维的方式开展防范工作，不断提升机场鸟撞防范工作的科学水平。

20 世纪 90 年代，笔者曾参与新建机场对鸟类影响的环境评估工作，其后，一

直在不同机场对机场鸟情、驱鸟与鸟撞进行了长时间而广泛的研究，并培训、指导机场鸟情研究和驱鸟工作，举办了多场针对管理人员、驱鸟人员和飞行员在内的各种类型的鸟撞防范知识讲座。为适应我国鸟撞防范严峻形势的需要，本书以不断提升机场鸟撞防范工作的科学水平为目的，以组织鸟情驱鸟员科学地做好工作为目标，设计、构建鸟撞防范知识体系，并根据多年的机场鸟撞、鸟情调研工作经验和指导鸟情与驱鸟调研的实际情况，利用多年的讲稿结合相关资料和参考文献编写而成。全书由赛道建、孙涛统稿定稿。希望本书的出版能对指导机场鸟撞防范工作的科学化、规范化和深入开展鸟撞防范工作发挥积极作用。

吕艳、鲍连艳等研究生和王秀璞参与了机场鸟情研究并收集资料，中国科学院院士郑光美教授对本书的编写提出了指导意见，本书受济南军区空军后勤部和山东省科技发展计划项目(机场区域智能化鸟撞预警防范系统的研制, 2011YD01099)的大力支持，科学出版社对本书的编辑出版也给予了大力帮助，特表衷心谢意！

由于鸟撞防范研究工作在我国起步较晚，作者经验不足，资料收集不全，不当之处，敬请读者提出宝贵意见。

赛道建

2012年3月14日于泉城

目 录

前言

第 1 章 绪言	1
1.1 概念	1
1.2 鸟撞防范是日常飞行安全的保障工作	2
1.3 鸟撞防范研究进展	5
复习思考题	13
第 2 章 鸟撞研究	14
2.1 鸟撞因素	14
2.2 鸟撞的基本特点	19
2.3 鸟撞的基本规律	22
2.4 鸟撞研究的重要性	32
复习思考题	34
第 3 章 鸟撞分析与鉴定	35
3.1 鸟撞的分析与处理	35
3.2 鸟撞记录	38
3.3 鸟撞鉴定程序	43
复习思考题	45
第 4 章 鸟情研究	46
4.1 鸟情研究的重要性	46
4.2 机场鸟情研究的内容	48
4.3 机场鸟情的调查方法	52
4.4 机场鸟情数据的统计分析	63
复习思考题	72
第 5 章 机场鸟类的识别	73
5.1 鸟类观察的设备	73
5.2 鸟类观察识别的基本方法	73
5.3 根据形态特征识别鸟类	74
5.4 根据行为特征识别鸟类	78
5.5 根据鸣叫声识别鸟类	80
5.6 生境类型结合形态特征识别鸟类	81

5.7 鸟类的综合观察识别	83
5.8 机场常见的鸟类	83
复习思考题	102
第6章 鸟类标本的采集鉴定与制作保存	103
6.1 标本的重要性	103
6.2 整体标本的采集	104
6.3 拍摄照片、制作录像	106
6.4 羽毛标本与鸟撞物种鉴定	106
6.5 鸟情与鸟撞鉴定室建设	111
复习思考题	112
第7章 鸟情、鸟撞与驱鸟的关系	113
7.1 鸟撞发生的相关性	113
7.2 鸟撞物种鉴定	120
7.3 机场鸟撞风险的评估	127
复习思考题	133
第8章 数据库的建设与应用	135
8.1 数据库建设的意义	135
8.2 鸟情数据库的构建	137
8.3 鸟情数据库的应用	138
复习思考题	139
第9章 鸟情分析测报	140
9.1 鸟情的观测数据与预报	140
9.2 鸟情观察点选择	141
9.3 鸟情测报依据	141
9.4 鸟情测报的类型	144
9.5 鸟情物候日历的编制	146
9.6 鸟情物候日历与机场鸟情预报	150
9.7 机场鸟情预报的基本程序和要求	157
9.8 鸟情监控是测报防范的基础	159
复习思考题	161
第10章 鸟撞防范策略	162
10.1 鸟撞防范原则	162
10.2 鸟撞防范的基本对策	163
10.3 新机场的选址建设	172
10.4 人才培养和管控系统建设	175
10.5 鸟撞防范管理评估体系	175

复习思考题.....	179
第 11 章 机场科学驱鸟	180
11.1 科学驱鸟.....	180
11.2 科学驱鸟需要解决的主要问题.....	182
11.3 驱鸟的技术设备.....	189
11.4 合理选择驱鸟时机.....	196
11.5 驱鸟技术方法的选择.....	199
11.6 驱鸟方法的实施.....	208
11.7 制度性驱鸟.....	209
复习思考题.....	212
参考文献.....	213

彩图

第 1 章 绪 言

本章提要：鸟类危害在农林业、城市建筑、卫生防疫及电业中广泛存在，采取各种手段进行驱鸟可减少因鸟害造成的损失。在航空领域，鸟类与飞行器相撞常造成重大灾难性的生命及财产损失，使鸟撞防范成为航空界一项重要的综合性安全保障科研工作和日常工作。

1.1 概念

在自然演化的过程中产生了占领天空并自由飞翔的鸟类。随着人类社会的发展，人们意识到保护环境和保护鸟类对维护自然生态平衡的重要性，并开始实施各种保护工程。毫无疑问，环境保护和保护鸟类对人类和自然生态平衡是件大好事！

随着鸟类数量的增加，生境选择和竞争作用使鸟类从其适宜的生境向机场附近扩散，或因机场周边人文经济环境的急剧变化，“恶化”的自然环境迫使鸟类选择较为适宜的机场环境，使机场鸟类的种类、数量增加，迁徙途经机场的鸟类数量也随之激增。于是，鸟类构成了威胁飞机飞行安全环境的重要组成部分。与此同时，随着科学技术的发展，人类制造的各种飞行器进入天空，飞行速度越来越快，静音强度加大，飞行频率越来越高。

机、鸟的种类和数量的急剧增加致使空间竞争加剧，飞机在飞行时与天空中飞翔的鸟相撞，就造成机鸟相撞的事件，简称“鸟撞”（bird strike）；鸟撞引起飞机损伤、飞行动力装置受损而失去动力，进一步引发飞行失控，在起飞、着陆阶段造成飞行中断、偏离或冲出跑道，在飞行时甚至造成飞机坠毁的事故等。虽然鸟撞在高速行驶的列车上也有可能发生，但由于“高铁”运行开始不久，且因鸟撞给高铁造成的危害较小而尚未引起重视，现在，鸟撞一般是指飞行器发生的机、鸟撞击事件。

一只飞鸟与飞机相撞，就像炮弹一样可产生巨大的撞击力，如一只 1.8kg 的鸟与速度 650km/h 的飞机相撞，可产生 33 870kg 的撞击力！一只小鸟“炮弹”以柔克刚，使巨大的钢铁飞机受损，空难事故发生，损失惨重，甚至是机毁人亡，给国家财产和人民的生命安全造成严重威胁（2.4.2 节）。飞鸟已成为飞行安全的重要杀手之一，这是人类在制造飞机的过程中，无论怎样设计和进行抗撞材料的选择都无法解决的问题。鸟撞已成为世界密切关注的严重威胁航空安全保障的问题，国际航空联合会已把鸟撞升级并确定为“A”类安全灾难。

于是,人们意识到了驱鸟对保障飞行安全的重要性。飞行安全^①是一种“无危险的状态”,其定义是鸟类的活动不会对人、机产生伤害,不会导致风险,不造成损失。安全的基本目标是阻止或消除鸟撞风险变成危险的可能性;风险则是发生鸟撞危险的可能性,当危害超出允许的界限时,风险就变成了危险,也就是鸟撞防范不安全,即长时间没有发生鸟撞,并不等于不发生鸟撞,无事并不等于没有事,没有事并不等于飞行安全有保障。安全与否的关键在于飞行状态是否存在危险因素,存在危险因素就是不安全。衡量一个国家、地区和机场鸟撞防范安全的主要指标是事故、事故征候和空难发生的比例,这都可能由鸟撞造成的。因此,机场必须实施驱鸟以消除鸟撞风险因素,科学开展鸟撞防范工作以便迫使鸟类离开航线、机场,保证航空飞行系统处于无危险的安全状态。

驱鸟的经验和鸟撞、鸟情规律的研究表明,防范鸟撞、保障飞行安全绝不仅仅是简单地“驱鸟”,鸟撞防范是一种综合性、专业性很强的飞行安全保障工作。机场鸟撞防范不仅需要驱鸟与鸟情调研人员的参与,而且是需要空勤、地勤等多方面人员共同参与才能完成的飞行安全保障工作。在鸟撞防范已成为机场日常安全保障工作重要任务的今天,只有进行机场鸟撞、鸟情规律变化的相关性及其与驱鸟之间关系的研究,才能不断提升鸟撞防范工作的科学水平,这也是研究机场如何保证飞行安全工作的重要课题。因此,鸟撞与鸟情的规建及其相关性、驱鸟设备的研制与技术的应用等科学研究便应运而生,形成了一门全新的飞行安全保障综合性学科——鸟撞防范学(bird-strike precautionology),以便系统研究鸟撞防范的经验教训,同安全防范理论指导机场鸟撞防范技术的开发应用,提升飞行安全保障的科学水平。

1.2 鸟撞防范是日常飞行安全的保障工作

基于鸟撞事件发生所造成的损失日益严重,许多机场都有驱鸟员在进行驱鸟,所采用的方法是用稻草人、鸟网、风车、锣鼓、鞭炮、猎枪及驱鸟车等,甚至是采用高新技术手段驱鸟,然而,“十八般武艺”都用上了,单纯驱鸟的效果始终不能令人满意。面对现实,人们不得不重新考虑驱鸟、鸟撞防范与飞行安全保障工作的关系。

1.2.1 鸟撞发生的三要素

鸟撞由人、机、鸟三要素组成。飞机在特定的环境中飞行,人、机、鸟及其他环境因素间信息的及时传递、处理与反馈构成了互相关联、制约、协同互动的复杂系统。在实现飞行安全的最佳组合中,人是主导因素,是鸟撞防范系统中的核心。

人类设计制造的飞机需要符合空气动力学的规律才能飞行。作为一种飞行工

^① 本书的飞行安全指鸟撞防范安全。民航、军航其他方面的航空安全不在本书讨论范围。

具,其结构性能、特性、环境适应性和操作性等直接影响飞行安全,而且飞机的设计需要适合人的特点和心理要求,飞机设计符合人的特点,才能通过选拔与训练使人适应飞行的特点,达到人、机协调的最优化,保证并提高飞行性能。

鸟类作为飞行环境的重要组成部分,在许多情况下,通过驱鸟可使鸟类成为可控的飞行安全环境因素,也是航空安全管理需要重点关注的鸟撞防范工作。鸟撞防范涉及鸟类学、生态学、航空飞行、空管和雷达探测等多方面的内容。例如,飞机的安全设计不仅需要考察部件材料硬度的应用、空气动力学原理,还需要考虑最大限度地减少鸟撞所造成的影响;根据预知的鸟类活动基本规律,设计制订航线和飞行计划,飞行过程中采取适当的规避措施;如何驱鸟使其离开航线、机场,降低风险、避免鸟撞发生;等等。

鸟撞防范不仅需要对飞行过程及其调度指挥、鸟情变化和驱鸟技术研究,而且需要进行飞行、鸟情和驱鸟相互关系方面的研究;需要研究、掌握鸟撞的发生规律、特点及其危害程度,并对危害程度进行科学评估,弄清楚事故发生的基本原因,从而制定并采取科学的规避措施,避免发生鸟撞;需要对飞行相关鸟情进行研究,建立鸟情数据库,为长期飞行安全保障提供有用、有效的科学信息;需要研究、探讨鸟情与飞行之间的关系,即鸟类(日、季节性、迁徙等)活动规律与鸟撞的关系,以及鸟类的生境、生态分布与鸟撞的关系,鸟种与鸟撞危害的关系等。驱鸟是鸟撞防范工作中重要的组成部分,需要研究适用的高新科学驱鸟技术及使用方法,研究驱鸟与飞行、鸟情、实施各种新技术方法的关系,会用、用好高新技术,取得良好驱鸟效果,全面提升科学驱避鸟类、共保飞行安全的科学水平。

只要有机、鸟飞行,就有可能发生鸟撞。鸟撞防范是机场一项长期、艰苦、复杂、多学科的系统工程,是一项综合性、专业性很强的飞行安全保障科学工作,需要调度指挥、空勤、地勤、鸟情和驱鸟等多方面人员的参与,是只有具有一定专业技能的多方面人员团结协作、进行深入研究才能共同完成的飞行安全保障工作。同时,鸟撞防范作为一个综合性跨学科工程,需要建立一套科学的、分工明确的、高效率的预警防范系统,利用计算机网络技术配合数码相机和摄像机,建立一个高效、专业、系统的鸟撞预警防范管理网络,实现鸟情信息共享,发布鸟撞风险预警信息,组织实施鸟撞防范工作。

1.2.2 鸟撞防范工作

要做好鸟撞防范工作就必须进行鸟撞发生、趋势变化规律的研究,进行鸟撞危害及其损失程度的研究评估,进行机场鸟情的研究,进行鸟情变化与鸟撞相关性和如何科学驱避鸟类的研究,进行驱鸟技术与方法的研究。通过科学研究,总结掌握规律,制定科学有效的防范对策、措施,并应用到具体的驱鸟工作中去,使空勤、地勤与驱鸟人员密切协作,实现科学驱鸟、避鸟,共同保障飞行安全。

1.2.2.1 科学驱鸟

科学驱鸟需要航空运营单位加强对机组人员和鸟情驱鸟员的模拟培训和实际培训,掌握航线飞行阶段的鸟情,进行科学的鸟情预报,指导驱鸟研究工作,及时提醒机组人员提高警惕,注意观察规避危险鸟情。

科学驱鸟需要根据鸟情预测预报和航班时间,实施飞行相关性驱鸟,需要在无飞行时的“日常驱鸟”加强机场鸟情规律的调查研究。依不同季节的鸟情及鸟撞发生概率的评估,确定驱鸟的强度和重点区域、方法,通过有效驱鸟措施,防止飞行期间鸟类,特别是鸟撞重点防范鸟种进入机场,禁止鸟类靠近航线,或者使即将靠近飞行航线、进入机场的鸟尽快离开。通过驱鸟,最起码要保证航线飞行时处于净空状态,才能保障飞行安全。当机场鸟撞概率评估达到70%~80%或80%以上,重点鸟撞防范鸟种又占较大比例时,应报请飞行主管采取飞行避让措施,如临时中止飞行或改变航线等方法避免鸟撞发生。鸟情预测预报将为飞行管理和指挥机构提供准确的鸟情信息,也会告诉驱鸟员应该怎样驱鸟,引导鸟撞防范日常工作向着或沿着正确方向发展。

总之,科学驱鸟需要防范人员进行鸟撞与鸟情变化规律的研究,进行鸟撞危害的评估,进行鸟情及其与鸟撞相关性的预测、预报,进行驱鸟的技术、方法研究及其效果评估,充分认识鸟撞的严重危险性,认真做好鸟撞防范的各项工作。

1.2.2.2 请鸟让路

随机驱鸟由于没有研究、明确驱鸟与飞机飞行之间的时空关系,鸟类也就因不知道人们驱鸟的真实目的而达不到驱鸟预期的目标。由于机场食物、空间因素对鸟类具有强烈的吸引力,被驱赶的鸟类会因容易获得食物而随时重返机场,成为潜在的鸟撞风险因素。

机场要根据操作性条件反射的基本原理,用与动物行为心理有关的飞行相关驱鸟措施发出“飞行危险信号”。通过信号“告知危险”的方式有助于让鸟类“了解、适应、掌握”机场的飞行规律。熟悉机场飞行环境和飞行规律的鸟类在得到危险信号后,进入机场的鸟类,在飞行前接受到“飞行危险”信号会提前主动地撤离机场,或采取藏匿不动的行为策略避让飞机,从而避免了因慌不择路闯入航线而发生鸟撞;没有进入机场的鸟类“主动”到其他环境去觅食。由于飞行相关驱鸟措施是向鸟类告知飞机的飞行状态,如航线方向、机型、航班时间等,使鸟类“知道”飞行的飞机是一种致命性危险,直接危险警告驱鸟措施具有信号不断“强化”的作用,鸟类形成条件反射后就不易消退,从而与机场、飞机保持有效的安全距离(7.1.7节),而对机场环境陌生的鸟类则容易进入飞行禁区而发生鸟撞。

在飞行前,发出飞机起飞的信号或将要进行伤害性驱鸟的信号,在飞行结束后发出飞行和驱鸟活动终止信号,飞行状态结合危险信号的告知会让鸟“了解、适

应”机场飞行规律，鸟类采取主动避让行为躲避鸟撞。通过这样的驱鸟方式，请鸟类主动避让，减少、防止鸟类在“飞行危险”信号状态时进入机场航线。当鸟类形成条件反射并养成良好习惯时，鸟类（如经常在机场活动的喜鹊）就会在飞机准备起飞前离开机场，飞行结束时返回机场觅食，鸟类主动躲避飞行将有效避免鸟撞的发生（11.1.2节）。

1.2.2.3 飞行避让

机场的选址、建设要根据鸟情条件决定，要避开鸟类的迁徙路线，选择鸟情简单、不适宜于鸟类生存的地方。机场建成后，就要根据鸟情预报和鸟撞规律，设计飞行航线、安排飞行计划，对机场飞行时段、高度、频率、航线进行适当调整（10.3节）；一旦发现威胁严重的鸟情，应立即加强飞行阶段的驱鸟强度，等鸟情改变后飞行。

飞行鸟撞防范不仅需要厂商按国家规定的高标准要求对飞机的防撞设计、选材与制造，提高飞行器的抗撞击能力、减少撞击力，而且需要在安排飞行计划时，除了考虑天气条件外，也必须高度注意、重视严重鸟情出现的预报。鸟情预报有提醒飞行注意空域、鸟种以及采取某种驱鸟措施的作用，也有助于机组人员在飞行时多看一眼及时发现鸟情，保障飞行安全，利用平日模拟的鸟撞事故培养各种应急情况的处理能力和经验，按照安全操作规程冷静处置险情，避免（包括机组人员安抚乘客）焦躁情绪，保障飞机和人身安全。鸟撞防范要求飞行员掌握精湛的驾驶技术，能根据鸟情预报注意观察，就像发现敌机那样及时发现危险鸟情，借助他人的经验教训和防范预案，采取应急飞行避让措施避免鸟撞的发生。

在众多空难致灾因素中，鸟撞虽然不是最主要的因素，但却是构成航空事故链中重要的一环，已经成为非常严重的致灾因素。以上三方面是与飞行安全息息相关的鸟撞防范重要工作，偏废任一方面都可能危及飞行安全。

1.3 鸟撞防范研究进展

为了增加飞机的抗撞能力，减少撞击穿透力，防止鸟撞时对机体造成损伤，科学的鸟撞防范工作除了做好飞行器的设计制造和材料的选择外，还需要进行与鸟撞发生基本规律相关的研究工作，以便为飞机的设计制造、机场建设和驱鸟提供科学依据。

早期，当人们认识到鸟撞发生造成的严重危害后，采取的措施是对机场飞行区内所有鸟类进行无针对性，甚至是致死性“驱鸟”，结果是无辜鸟类深受其害；为获得食物，有些鸟竟与驱鸟员玩起了“捉迷藏”的游戏，驱鸟员则疲于奔命。可见，采用静态、固定的被动驱鸟方式是不科学的，也不可能把鸟网支起来就万事大吉了！

随着军机和各种大型、高速、安静航空器的采用及航班量的增长，世界各地鸟

撞事故的发生概率呈明显上升趋势,重大鸟撞事故屡有发生,造成严重的财产和生命损失,已经引起防范鸟撞相关部门的高度重视。有组织、有目的、有对象地开展鸟撞防范研究,将减少鸟撞事故和生命、财产的损失。防治成本高低、效果是否显著是检验防范工作的重要指标。

因此,开展鸟撞防范相关课题的研究攻关,依据动物行为心理进行非致死驱逐性驱鸟,依据“野生动物保护法”保护珍稀鸟类,保障航空安全,已成为摆在世界航空业面前的当务之急的重要任务。

1.3.1 国外鸟撞防范研究概况

第二次世界大战期间,欧美国家的防鸟撞工作就已经开始,但重点是放在飞机的抗撞性能和防止发动机吸入鸟的问题上,以便选择重量轻、耐撞等综合性能好的透明材料,用以改变飞机的整体结构,使其受力状况发生改变,提高抗鸟撞标准。

20世纪60年代后,国际重大鸟撞事故不断发生,一些国家相继成立“国家鸟撞委员会”,1963年,在法国巴黎召开了第一次“国际鸟撞会议”,研究减少和避免鸟撞事故的对策;西欧、北美国家或地区几乎全是“欧洲鸟撞委员会”(Bird Strike Committee Europe, BSCE)的成员,该委员会是1966年在德国法兰克福成立的,主要任务是召开会议、交流鸟撞研究及防鸟技术进展信息的交流,下设机场组、鸟类遗物鉴定组、雷达遥感组、飞机结构和发动机组、鸟类活动研究组和分析组6个工作组,协调各国研究计划的实施,并编辑出版了《不同国家用于机场周围减轻鸟撞危险的措施》等书籍。

国际民航组织(ICAO)所属《国际鸟撞信息系统》主管鸟撞事务,收集和交换有关鸟撞的信息,举行国际鸟撞研讨会,1977年在巴黎召开了世界鸟撞会议;1987年在墨西哥城召开了“减少鸟类威胁研讨会”。加拿大国家鸟撞委员会每年召开两次会议。1991年成立的美国鸟撞委员会每两年至少召开一次年会,出版会议论文集,也出版关于鸟撞防治的专著,如《鸟类对飞机的危害》、《鸟撞防治的生物学基础》(俄文)、《野生动物控制手册》等,德文杂志有《鸟类与航空》,每年两期。

20世纪70年代后,新机型设计就贯彻了抗鸟撞设计标准。例如,在螺旋桨、进气道、机翼、尾翼、挡风玻璃等的研制上,规定了一系列抗鸟撞设计标准,如飞机平飞时,风挡及机翼与一只1.8kg重的飞鸟(绝大部分鸟不超过此重量)相撞,不会产生危及飞行安全的损坏。美国航空条例规定,发动机制造厂商必须保证吸入1.8kg鸟后,不仅不能引起发动机起火爆炸,而且发动机与机体结构连接部位不得超过规定负荷;英国航空公司应用钛合金制成的空心风扇叶片,减少了飞鸟碎片进入发动机的概率,前风挡及气泡式气密座舱的设计已由平板型改为整体圆弧形,把硬连接过渡到软连接,以便鸟撞发生后鸟撞载荷能分散在飞机的整体结构上。采用轻质耐撞材料改善受力情况,提高抗鸟撞指标,使飞机能够经受强烈冲击力的干扰而继续飞行

并安全着陆。许多国家在军用、民用飞机研制时都有自己的抗鸟撞标准。

20 世纪 80 年代,美国空军使用避鸟模型(BAM),利用对鸟类活动的探测数据与历史数据,对飞行机组提供鸟类警告信息。通过 BAM,将鸟类密度覆盖在标准美国地图上,指出了每平方千米特定的鸟撞风险值。BAM 提供了 60 种对航空器低空飞行最危险的鸟类数据,通过计算机程序来访问,用户可获得不同地理位置、不同季节、一天中的不同时间、选定航路的鸟情信息。通过比较不同飞行计划的相关风险,用户能提前 24h 选择最安全的飞行时间和位置。

1998 年,美国 Geo-Marine 公司鸟类研究实验室在空战指挥总部的资助下,开发了鸟类危险咨询系统(AHAS)。AHAS 利用改进型气象雷达(NEXRAD)提供的的数据,采用图像处理和神经网络等模式识别的算法,从雷达数据中准确地将生物学目标同其他目标区别开来,并实时地将雷达数据转变为鸟情信息。由于避鸟模型的设计考虑鸟类活动的历史数据、鸟类活动与天气状况的关系以及特定鸟类的撞击率等因素,能监控和预报美国 48 个州的鸟类活动,将雷达数据转变为鸟情信息。该雷达网提供的数据被用于追踪迁徙鸟群,在防范鸟撞的许多方面减少了鸟撞发生的可能性。但由于 AHAS 从 NEXRAD 气象雷达网上获取数据,气象雷达距离机场较远,受角度的限制而无法探测到机场低空飞行的鸟类,于是,机场区域鸟情探测成为人们研究的热点。

目前,该系统基于美国新安装的“下一代雷达”(NEXRAD)—WSR-88D 气象雷达网,通过研发的算法软件让 WSR-88D 雷达能“在没有人的干预下,对雷达接收到的鸟的回波进行处理、测定数量和发布实时的鸟情信息”,每 20~35min 更新一次鸟撞风险的信息。该雷达网覆盖所有美国地区和加拿大南部地区,具有较强的探测弱目标的功能。为此,美国航空局(FAA)开发了机场终端区域鸟类危险咨询系统(TAHAS),利用两套雷达系统——终端多普勒气象雷达(TDWR)和机场监视雷达(ASR-9)监控机场鸟类活动。两套雷达系统具有探测生物目标的能力,可监控机场附近的鸟类活动,信息更新速度快而持续,能确定机场附近栖息和觅食的鸟群位置并估算其数目,通过空中交通管理控制系统或者直接的数据链向正在着陆和起飞的驾驶员发出实时鸟类活动状态警告,采取适当的防范措施,规避鸟撞事故的发生,但预警级别的准确程度和频率将直接影响驾驶员的飞行心理以及采取的防范措施。该雷达也可探测、记录全国范围内的鸟类活动规律和机场终端区域的鸟类活动状况,进而通过数据的积累、分析和预测,提供持续更新的信息,为减少鸟击事件提供科学的指导。

加拿大国家鸟撞研究会提出,应从各学科角度考虑鸟撞问题,基于生态学防鸟撞方面的考虑,开始对鸟撞展开了基础性的研究,被忽略的机场及周边环境管理被提到鸟撞防范工作的日程上来,在世界性鸟撞防范研究领域开拓了一个新的思路、方法。

总之,鸟撞防范研究已从提高飞机抗撞性能扩展到鸟类群落生态、气象和环境

治理等多个方面,并在采用雷达跟踪,计算机模拟迁徙预测、预报等方面取得了一定的进展,有效降低了鸟撞事故的发生率。

1.3.2 国内鸟撞防范研究概况

我国的鸟撞防范研究工作虽然起步较晚,但有一定的国内外经验可供借鉴,鸟撞防范的各方面工作发展迅速。

1994年,我国成立了鸟撞委员会,组织鸟类学家、生物学家和航空技术专家等开展鸟撞防治研究。1997年10月17日,中国民航总局下发了《关于进一步加强机场鸟害防治工作的通知》,要求机场成立管理机构,以一名主管为组长的鸟害防治领导小组,认真研究制定鸟害防治工作计划,并负责组织实施;要求机场成立驱鸟队,从早晨第一个航班飞机起飞或到达前30min到日落时间段内,进行连续性巡逻驱鸟。1999年,军航开始重视鸟撞防范工作,并与地方院校、科研部门合作,陆续开展卓有成效的机场鸟情研究和驱鸟工作。2000年8月,在第一次北美世界鸟撞大会上,清华大学的席葆树教授率团参加,并在会上作了《中国的鸟撞形势与对策》的报告,介绍了中国鸟撞和驱鸟产品的研制开发情况,受到与会代表的极大关注。

近年来,我国先后制订了《飞机鸟撞试验要求》、《民用飞机结构抗鸟撞设计与试验要求》标准,分别对军机、民机的风挡、机翼、尾翼的抗鸟撞设计指标、鸟重、验证方法等做了具体规定。另外,《飞机风挡设计规范》、《军用飞机强度和刚度规范其他载荷》、《飞机座舱盖设计》等对抗鸟撞要求也有明确规定,飞机前风挡及机翼在设计飞行速度、尾翼与鸟相撞时,均不应产生危及本航次飞行安全的损伤或破坏。民航局制定了《民用机场运行安全管理规定》、《民用航空安全信息管理规定》、《民用机场鸟害防范工作评估手册》、《中国民航鸟击防范工作指导手册》、《民用机场鸟情生态环境调研指南》等。2009年4月13日,温家宝总理签署了《民用机场管理条例》,从制度上对机场的安全和运营管理,特别是对机场安全环境保护和机场鸟撞防范工作做出了详细而具体的规定。规定自1998年1月1日起,凡在机场围界内或在起飞阶段高度100m以内、降落阶段高度60m以内发生鸟撞飞机,构成事故征候的,其责任和责任单位划定为机场管理机构,如上述范围之外发生鸟击飞行事故征候,其责任划定为“意外”;明确要求机场管理机构在鸟撞发生24h内将有关信息上报鸟撞防范信息网。

近年来,中国民航、军航加强了同地方科研部门的合作,进行了大量鸟撞防范研究,目前已经完成了一些相关的计算机软件系统,“中国民航鸟类快速查询系统”是其中重要的组成部分。该系统拥有800多种鸟类图像资料,包括各种鸟的形态、生态习性、迁徙时间、种群大小的详细信息,以及对航空安全可能造成的危险等数据。我国刚刚起步施行的“鸟撞雷达探测系统”和“智能预警联动系统”正在利用

信息网络技术,规划探鸟雷达和智能信息的采集、应用发展的方向,试图将探鸟雷达获得的信息及时传递给飞行员、飞行调度员,以便决策、采取规避措施,降低鸟撞风险。同时,把鸟情信息快速传递给驱鸟员或监测网络,雷达直接与驱鸟设备相连组成一个强大鸟情数据库,实时共享鸟类监测、防控信息,争取尽早采用高科技手段,实现测、控、驱全天候的自动联动鸟撞防范系统。这些信息为机场鸟情研究提供了基础性支持,便于对机场鸟情的查询,同时,可结合机场鸟撞的具体情况,开展具有针对性的鸟撞防范研究。

结合我国民航、军航机场驱鸟的实际情况研发快速反应平台(图1-1),其报警器由执勤的驱鸟员操作或采用红外感应器,通过无线方式发送区域内的鸟情信息(包括报警点的地理坐标、鸟的飞翔方向、类型等),在电子地图上给予声光报警。根据声光报警级别,系统操作员可通过平台启动合理布控在机场对应区域的驱鸟设备,或通过系统建立起来的报警信息与驱鸟设备的联动关系,自动启动联动设备,保证时间上的实时性、空间上的全方位性,从而有效提高驱鸟效果。

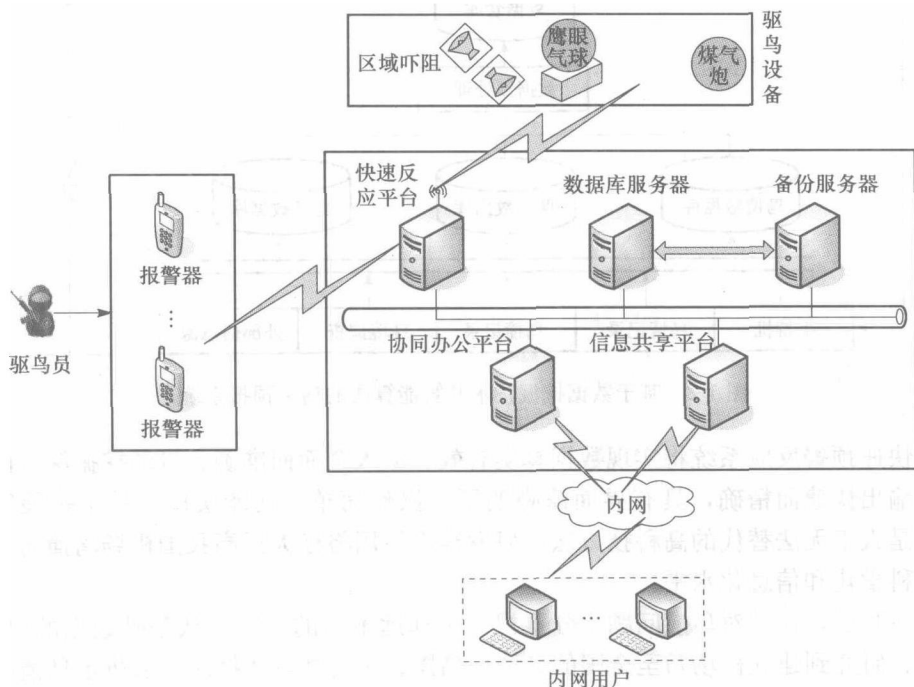


图 1-1 机场预警系统平台示意图

获得真实有效的标准鸟情数据资源后,可基于数据挖掘技术(图1-2)对系统进一步完善,开发基于统计学及人工神经网络技术的鸟撞预警防范系统;利用先进的人工神经网络技术和数据挖掘技术,结合统计学方法及最优化理论,建立机场和