

# 现代民航气象业务进展

■ 周建华 林彩燕

民用航空气象，作为我国航空运输系统的重要组成部分，是民航安全、快速、持续和有效发展的重要保障。伴随中国民航（在本文的论述中不包括港澳台地区）60年的发展历程，中国民航气象事业由诞生到成长，随着社会、经济环境的变化，不断发展壮大。今天，虽然与航空有关的各类技术飞速发展，但天气仍然是影响航空安全、正常与效率的最重要因素之一。

我国民航气象业务隶属于中国民用航空局管理，接受中国气象局的行业管理与业务指导，与军事气象等其他行业气象在业务、科研、培训等各方面保持密切的合作，与大学及科研院所在科研、培训与应用技术研究等领域也保持密切的合作。在全球范围内，民航气象由国际民航组织（ICAO）和世界气象组织（WMO）两个政府间组织共同管理，前者提出服务需求与技术标准，后者组织实施和提供技术支持。我国民用航空气象情报主要通过北京区域飞行气象情报交换中心参与国际交换。国内外的总体组织框架如图1和图2所示。

## 一、民用航空气象目前整体发展状况

风、能见度和云底高度是机场最低运行标准的主要指标，不同的机场、不同的跑道、不同的机型、不同的机长都有不同的标准，只有在所有标准都符合最低运行标准时，飞机才能起飞或者降落。因此每个机场都必须设置气象台或者气象站，提供机场观测、机场预报和服务。

### 1. 我国民航业发展概况

新中国成立以来，我国民用

航空运输业不断发展，航线网络不断拓展，运输能力持续增强。从新中国民航创立之初的40个小型简易机场、12架小型飞机和12条短程航线，年旅客运输量仅1万人次，发展到今天的183个运输机场、1850多架运输飞机和2290条（截至2011年底）遍布全球的定期航班航线，年旅客运输量达到2.9317亿人次。首都机场已经成为亚洲最大的机场，全国航空运输总量世界排名从1978年的第37位上升到目前的第2位。

### 2. 民用航空气象业务运行体系

航空气象业务随着民航业发展的需要而不断发展变化。从1950年代开始，随着机场的开航设置气象台；90年代随着飞行量的增加，为了加强资源共享、减少重复劳动、提高工作效率，开始设置地区气象中心；2008年，随着民航运行管理、航空公司集中运行控制、流量管理、协同决策等各方面的需要，设置了民航气象中心。民航气象业务单位包括1个民航气象中心、7个地区气象中心和160多个机场气象台（站），还建立了9个国际航空

气象监视台（地区气象中心或机场气象台兼任），1个中国民航飞行气象情报交换中心（民航气象中心信息室兼任）。目前已基本形成了“民航气象中心—地区气象中心—机场气象台”自上而下的逐级运行管理、业务指导与技术支持的“一体化”运行模式。

从业务发展的角度看，1950—1970年代，主要以人工观测为主，信息传递采用人工发报的方式；到1980年代，引入自动观测系统，显著提高了机场运行标准；1990年代初期，引入多普勒天气雷达；进入21世纪，随着民航体制改革和规范化管理的需要建立法规标准体系；2004年，随着民航强国与气象强国的发展需要开始承担国际义务，2010年，民航气象中心与国家气象中心共同建立的亚洲航空气象服务网站业务化运行。2010年开始，随着服务格局的变化调整服务方式，建立了分级区域预警预报与服务模式，并建立了国际航路监视业务。2011年，民航气象中心承担了亚洲重要气象情报咨询试验中心的工作。

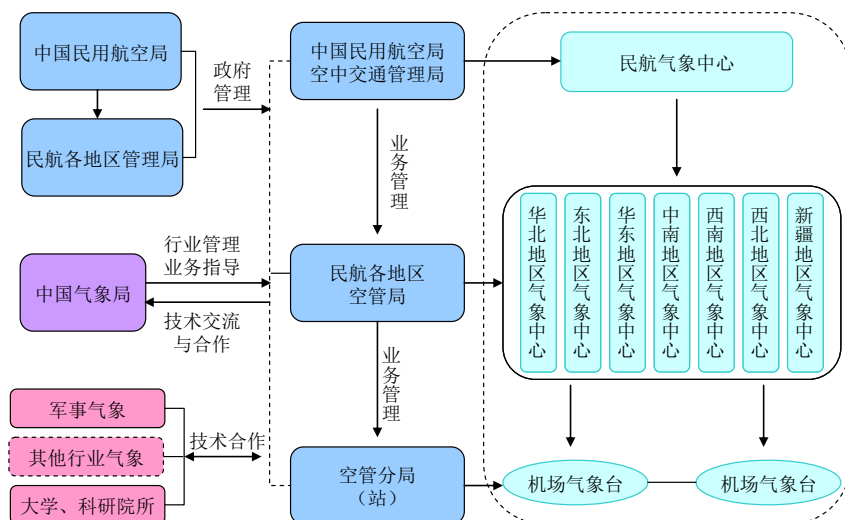


图1我国民用航空气象的国内业务合作组织框架示意图

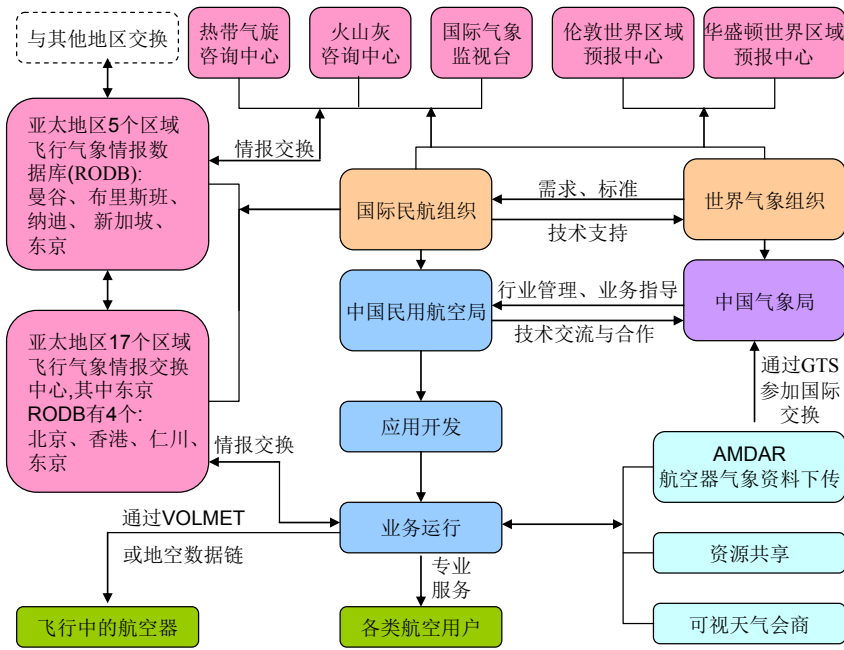


图2 民用航空气象的国际组织框架示意图

作，目前正在积极争取成为亚洲重要气象情报咨询中心。

### 3. 民用航空气象业务流程

民用航空气象工作的基本任务是探测、收集、分析、处理气象资料，制作发布航空气象产品，及时、准确地提供民用航空活动所需的气象信息，为飞行安全、正常和效率服务。对飞行安全造成威胁的天气现象除了日常可见的低云、低能见度、大风、降雨、冰雪、雷电、台风等以外，还有飞行才能遭遇的颠簸、积冰、低空风切变与火山灰云。

**地面观测和探测。**民用航空气象地面观测是指对机场及视区范围，尤其是机场跑道和飞机进近着陆地带及起飞爬升区域的气象状况及其变化过程进行系统、连续地观察和测量。航空气象地面观测每一小时（或半小时）发布一次。航空气象地面观测由机场气象观测员借助安装在跑道附近的气象自动观测系统等设备发布。

航空气象探测目前主要依靠卫星、天气雷达、风廓线雷达等，对影响航空运输的强对流、风、低云、雾、沙尘等强天气现象和要素

进行探测。民航系统拥有的70多部天气雷达用于对机场及终端区的强对流天气进行探测。另外，目前的商用飞机上大都装备了气象雷达。

航空器探测是高空气象探测的重要手段。航空器空中天气报告分数据和话音两种方式。航空器气象资料下传（AMNDAR）是近年来航空气象业务上应用的一种重要的探测手段，飞机经过位置报告点时，通过地空数据链自动向地面报告实时风向、风速、温度等气象要素值，是数据形式的航空器空中天气报告。2003年3月，中国的AMNDAR资料正式加入到世界气象组织的全球交换系统（GTS）中，填补了中国航空器探测气象资料的空白。

**预警预报与产品制作。**针对不同的用户及不同的需求，航空天气预报的种类分为：机场预报、着陆预报、起飞预报、航路预报、区域预报、重要气象情报、机场警报和风切变警报等。预报和警报的主要天气和要素包括风、能见度、云、强对流天气、沙尘、颠簸、积冰等，并根据用户的不同需求制作不同的产品。

航空天气预报的理论一般与天气预报别无二致，但是航空天气预报的内容与要求却与一般天气预报有较大区别。一是精细化，它通常包括云量、云状、云高、能见度、风向风速、天气现象的出现时间和它们随时间的变化，以满足用户定时、定量、定点的要求；二是范围广，地理区域通常包括飞行航路和区域的所有高度层，需要预报的内容除了日常可见的危险天气，还包括航空飞行活动才能遭遇的积冰、颠簸、低空风切变等天气现象。

**飞行气象情报国内国际交换。**航空气象的信息传递主要依靠民航气象数据库系统，该系统覆盖国内100多个机场。民航各地区气象中心根据各自的职责将从国内获取的气象资料经过计算机加工处理转发给民航气象中心，再由民航气象中心向民航地区气象中心和机场气象台（站）进行广播。目前，我国有30多个机场的天气报告和预报通过航空固定电信网（AFTN）参加国际飞行气象情报交换。

**专业服务。**航空气象服务的对象主要有航空公司、空中交通管理部门、机场及其他与航空有关的部门。为航空公司提供的气象服务主要有以下两个方面：一是为航空公司的运行控制部门提供气象信息；二是在飞机起飞前，为机组人员提供气象服务。

另外，当开辟新航线时，需要充分考虑该航线上盛行风向、对流层顶高度、高空急流等气象因素的影响，充分利用气象资源，选择最经济的飞行高度和航线，不但可以提高飞行安全系数，而且有助于提高航空公司的经济效益。当新建机场时，在机场选址、跑道方向确定和飞行程序设计时，都必须充分考虑当地的气象条件，趋利避害，以最大限度地提高机场的利用率。

## 二、民航的发展对航空气象业务与服务的新需求

发达国家的经验告诉我们，当航空运输业发展到一定的水平时，天气将成为影响其发展的重要因素。目前我国35%以上的航班延误是由于天气原因造成的，流量控制造成的延误中也有许多是天气原因造成的。随着我国民航运输业持续快速发展，空中交通管理部门、航空公司、机场等航空气象用户无论从飞行安全，还是从社会效益和经济效益等角度，都对民航气象情报分发的及时性、预警预报的准确率、信息资源的集约化、气象产品的精细化、气象服务的决策辅助能力和集中统一程度等方面提出了日益增长的需求，这是民航气象系统现有业务格局所不能满足的。

### 1. 增进航空安全

据美国运输安全委员会(NTSB)的事故报告，许多航空事故都与天气有关。NTSB所报告的民用航空事故40%都与天气有关。天气或是事故的直接原因或是其中的影响因素。遗漏的、不及时的、费解的和错误的气象情报有可能导致机组、签派、空管人员对天气状况的错误认识，在气象情报及时、准确时，如果机组、签派、空管人员对气象知识的掌握程度不足和气象产品的使用能力不够也会对天气状况产生错误的理解，这些错觉导致了与天气有关的错误决策，从而引发航空事故。因此，危险天气的准确观测与预警预报、信息的及时可靠传送和直观易懂的显示对空管人员、签派人员和最先进入危险区域的机组至关重要。

### 2. 提高运行效率

随着中国民航运输业的飞速发展，不断增加的航班量使得在计划的时间和空域中实施航班计划有越来越多的困难，与天气有关的改航

和地面延误决策势必随之增加，航班计划的更改将会愈来愈频繁。为了提高运行效率，航空公司、空管部门、机场必须更精确地了解空域容量的紧张将出现在何时何地，同时也不得不更准确地预测与天气有关的改航决策在何时何地最可能出现，以便高效地使用空域，灵活地计划航班，以适应时间和空域分配上的不足。

## 三、未来十年民航气象业务发展

随着全球经济一体化，航空运输对经济的发展将起到越来越重要的作用。为了积极应对航空运输业未来发展所面临的机遇和挑战，美国、欧洲先后提出了面向航空运输业快速发展的“下一代航空运输系统(NextGen)”综合计划和“单一天空计划(SESAR)”，并在21世纪初陆续开始研究与实施。

近年来，中国民航全行业持续快速发展，民航大国的规模已经形成。2009年中国民航提出了建设民航强国的目标：到2020年，满足旅客运输量约7亿人次的市场需求，民航开始成为大众化的出行方式，基本建立空中客运快线系统；到2030年，满足旅客运输量约15亿人次的市场需求。这个目标对航空运输系统提出了更高的要求，需要构建更先进的航空运输系统，从根本上解决航空运输各个环节的服务保障能力与快速增长的需求之间的矛盾。民航气象服务必然是其中不可或缺的系统之一。

### 1. 适应民航发展的民用航空气象总体技术目标

根据航空运输业发展的要求，运行协调决策机制、流量管理、航空公司集中运行控制、通用航空(低空飞行)对航空气象服务提出了严峻挑战。民航的运行与管理，是一个多部门协同合作的复杂过程，需要各航空公司、空管部门、

机场部门建立共同的情景意识，其中共同的天气情景意识是重要的基础，但是，目前有关各部门具有共同的天气情景意识存在许多限制。因此，民用航空气象未来总体技术目标是：唯一权威气象信息资料来源、气象参与飞行全过程决策、气象信息与决策工具高度融合。

唯一权威气象信息资料来源。目前航空用户使用的气象信息来自各种渠道。有时，航空运行决策接收到来自不同渠道的气象信息，用户很难判断哪个更准确，或者不同用户在对同一事件进行处理时由于使用不同的气象信息而得出不同的结论。为了保证提供给用户的气象信息的一致性和连续性，使用户具有共同的天气情景意识，民航气象系统提供的气象信息将收集、融合、处理成唯一的权威信息资料来源，并由统一的气象信息共享网络来分发气象信息。唯一权威信息源是政府和用户共同决策过程中使用的主要信息。目前气象信息源的点对点连接的复杂构架将被一个所有用户都能访问的唯一路径替代。

气象参与飞行全过程决策。气象参与飞行全过程决策是指气象服务贯穿于飞行决策的始终，满足不同的决策系统的需要。如气候资料用于机场选址、跑道方向的选择；气象信息从飞行前数周甚至数月开始用于编制和分析所有飞行计划，供飞行员和签派员选择基于天气和有关联的约束条件的飞行计划；所需预报时段涵盖飞行前的天、周、月甚至年，预报种类包括临近预报、短时预报、短期预报、中长期预报、气候预测；满足飞行过程中空中交通管制不同阶段的需要，提供天气报告、警报、临近预报、短时预报等；对系统能力有重大影响的天气预报可以用概率预报，用以评估风险。

(下转75页)

## 五、NWS结构调整将带来新的风貌

MAR项目在1990年代实施的一个重要内容，是NWS组织结构的调整。其中，最引人注目同时也是难度巨大的调整，是将NWS原来的二级基层结构，即204个天气服务站和52个天气预报办合并，变为122个天气预报办的一级结构。而后者的管辖范围，打破了州的行政边界，主要依据新一代天气雷达的覆盖范围以及中尺度模式的范围而划定。而新的天气预报办的办公地点，也多从居民区转移到相对偏远的雷达塔附近。

然而，上述在MAR期间建立的，与雷达站覆盖拼图吻合的NWS地方机构，主要反映的是1990年代天气、水和气候事业的功能。当时设计的能几乎一直向美国本土提供服务的地方机构网，在广泛的意义上被很好地实现了。而目前新的变化需要我们重新思考，例如，技术，包括通信和计算机预报模式的改进，已经改变了NWS目前组织结构中的很多逻辑关系。例如，在MAR的计划时代让台站要位于或在NEXRAD雷达站附近的主要原因，是宽带通信费用，但现在低价宽带通信放宽了台站与NEXRAD站之间距离要近的限制。今天计算机预报模式显著的改进和模式输出转化成公众预报效率的提高，能够让NWS的气象学家把注意力更多集中在高影响天气事件和做出快速反应上。另一方面，NWS台站远离社区，使NWS与应急管理者和社区其他关键相关者之间的交流难度加大，而这种交流的必要性，随着天气异常的频繁和社区脆弱性的增加愈显重要。因此，NWS基层台站地点的新调整，也将因为技术进步和服务重点的改变被提上议事日程。

## 六、小结

马克·吐温说过一句话，“历史从不重复，但常常押韵”。现代化最先产生在西方，包括气象事业在内的现代化，其内容无疑是个规范的动态变量，但其发生肯定会显示出一定的周期性。NWS面对今天的各种挑战，需要在未来10年或更长的时间里发生改变，而MAR无疑是一个起点。如果说MAR成功地让NWS在12年前实现了机构的现代化，那么未来，NWS更重要的使命，是引领整个事业共同体的进步，向国家气象事业的整体现代化迈进。

(作者单位：中国气象局气象干部培训学院)

(上接63页)

气象信息与决策工具高度融合。目前的气象信息没有很好地与自动决策支持工具整合在一起，需要用户解释和人工整合。未来气象信息将同化和整合到人工决策程序与自动化决策工具中，无需用户对气象信息进行更多的分析和解释。比如当与运行有关的天气状况参数超标时，能自动产生天气对运行影响的信息并传递给相关部门。随着自动化程度和气象信息与决策工具融合技术的日益成熟，一些以人为主的决策将变成自动化支持或完全自动化。

### 2. 新一代航空气象系统建设

新一代航空气象系统的业务系统建设大致可分为四个方面：探测系统、预报业务系统、气象信息综合平台和决策支持辅助系统。

**探测系统。**加强机场终端区立体监测网的建设，努力提高探测

资料的时空分辨率。要充分利用现有民航系统的台站网，依托全国气象部门的台站网，加强机场终端区及航路立体监测系统的建设，实现资源共享；充分利用地空数据链资源，加大对飞行中的航空器的气象数据的收集和应用研究，同时加大对飞行中的航空器的服务内容。

**预报业务系统。**加强客观天气预报业务系统建设，建设航空数值天气预报模式、航空重要天气预报预警系统，通过合作建设等方式，进一步提高从机场终端区到航路飞行的航空气象预警预报水平。

**气象服务综合平台。**加强部门间的合作与资源共享，在目前初步建立航空气象服务综合平台基础上不断完善。同时，提高航空气象信息的准确率和传输的及时性，加强并加速天气信息的整合与分发，建立四维天气资料库，供用户协同决策使用。

**决策支持辅助系统。**根据用户需求，开发流量管理工具、尾流预测工具等不同形式的决策支持辅助系统，实现运行决策系统与气象资料的高度融合，提供给决策者清晰的判断依据，为科学决策、飞行安全、提高容量与效率做贡献。

建设中国民航新一代航空气象系统，应满足航空运输业的发展需求，还应与国家气象的发展保持同步，遵循国家气象“公共气象、安全气象、资源气象”的发展理念，借助国家气象的整体资源共同发展；还应具有国际专业领域的影响力，提升我国在航空气象领域的国际地位，为维护国家安全和国家利益作贡献。建设一个满足航空运输系统性能需求的新一代航空气象系统，为中国民航从民航大国迈向民航强国的跨越式发展做出积极的贡献。

(作者单位：中国民航气象中心)