

民航气象服务的现状与展望

苏艳华

(中国民用航空局空中交通管理局航空气象中心, 北京 100122)

摘要: 近年来,我国民航运输业的飞速发展,航班量激增,航空器的性能不断完善,进一步加剧了重要天气对航班运行安全和效益的影响,使重要天气对航班运行的影响更为显著。简要阐述民航气象系统的三级服务机构设置,详细介绍了航空气象服务的用户,并从航空气象探测、资料收集与处理、预警预报产品、飞行气象情报的发布与国内外国际交换和服务方式角度,介绍航空气象服务的现状;经过民航气象几代人不懈的努力和付出,基于现有的服务基础,构想航空气象服务的未来。

关键词: 民航气象, 服务, 现状, 展望

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2017.01.010

Current Status and Outlook of the Aviation Meteorological Service in China

Su Yanhua

(Aviation Meteorological Center, Air Traffic Management Bureau, CAAC, Beijing 100122)

Abstract: In recent years, China's civil aviation transportation develops rapidly, the performance of Aircraft improves obviously, the flights increasing rapidly. These lead the influence of some important weather on flight operation safety and benefit intensifying, and the flight operation is effected by the weather obviously. This paper briefly describes the aviation meteorology service system and their users in detail, including aviation meteorological observation and detection, data collection and processing, forecast products and warning, flight meteorological information release and exchange. An outlook for the future is suggested in order to promote the service capability.

Key words: aviation meteorological service, service, current status, outlook

0 引言

随着我国民航运输业的持续快速发展,航空器的性能日臻完善,其自动化和集约化程度不断提高。与此同时,航班量和航线的迅猛增加,部分机场的流量接近或已达到饱和,持续保持高架次运行状态,进而加剧了航空运输的脆弱性,以及天气对航班运行正常、安全和效益的影响。重要天气的出现过程中,尤其在运行高峰时段,航班运行的正常率很难保证,2016年雷雨季节(6—8月)天气对航班运行的影响占60%以上,其中6月天气原因占到75.3%,天气因素成为影响航班正常最主要的原因。

航空气象服务就是指为航空活动提供的气象服务。民航气象服务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、准确地提供民航活动所需的气象信息,为飞行安全、

正常和效率服务。此外,也为旅客提供间接服务,航空器安全运行是旅客出行的基础,提高运行效率,可以使旅行更加便捷和高效。

1 民航气象服务现状

1.1 民航气象服务机构

目前,我国已经形成了基本完整的民航气象系统,该系统隶属中国民用航空局,接受中国气象局的行业管理和业务指导,民航气象系统由民航气象中心、民航地区气象中心、机场气象台(站)三级气象服务机构承担。三级气象服务机构包括民航气象中心、7个地区气象中心和200多个机场气象台(站),9个国际航空气象监视台(由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(民航气象中心兼任)。在业务运行体系方面,已基本形成了一体化的资源共享、优势互补、协调高效与分级服务的“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。民航气象系统先后建立了运行

收稿日期: 2016年10月18日; 修回日期: 2016年11月24日
作者: 苏艳华(1980—), Email: suyanhua@atmb.net.cn

信息通报机制、质量监控机制、天气会商与协调机制、技术装备维护维修技术支持机制、系统应急联动机制和用户反馈机制，建立了分级预警预报与服务模式，初步形成了一体化的运行机制。

空管系统共有航空气象观测人员、航空气象预报人员、设备和信息维护维修人员2000多人，以本科学历为主，近年来硕士研究生的比例呈现逐年增加的趋势，但博士研究生所占的比例仍然较少。

1.2 民航气象服务用户

1.2.1 航空公司

航空公司是航空气象部门的主要用户之一，航空气象部门向航空公司的运行签派和飞行机组提供气象服务。运行签派部门利用相关的气象信息做飞行前计划、飞行中的重新计划以及飞行机组成员离场前的准备。飞行前，其为机组提供飞行文件，以便机组了解起飞、目的地、各降机场的天气，以及航路的天气概况；也需要为航空公司提供航空气象的专项培训，主要用于帮助运行签派人员和飞行员更好地理解和使用航空气象服务产品，从而最大发挥气象预报和服务产品的效能。此外，航空公司开辟航线和航班时刻制定也需要气象信息的支持。

1.2.2 空中交通管制部门

空中交通管制部门是航空气象部门的另一主要用户，从地面到高空、从机场到航路依次被分为塔台管制、进近管制、区域管制和流量管理，各管制部门指挥航空器飞行过程中的不同阶段，对航空气象服务的需求也有所差异，航空气象服务参与航空器运行的全过程。塔台管制部门用户需要本场范围内900m以下高度的天气情况，需要为其提供实时的自动观测数据（表盘和数字形式）和天气雷达，特别是跑道两端和中间点的风向、风速、气压等。进近管制部门用户需要飞机离地后或落地前低空1800~6400m高度、半径120km范围内进近区域内的天气，为其提供进近范围内对流天气、颠簸、积冰、乱流以及本场重要天气。区域管制部门用户需要了解6400m以上高空航路上飞行的天气情况，尤其是区域内雷暴或强降水的范围和发展趋势以及本场影响航班起降天气的发展状况、持续时间等，以便在预定落地机场天气不好时选择有利的各降场。流量管理部门需要24h或更长时效的精细化气象预报产品，为大面积航班延误响应机制（MDRS）提供科学的运行管理决策依据^[1]。

1.2.3 机场

机场也是航空气象部门的用户，关注雷暴、大风、冰雹、降雪等恶劣天气的演变信息。在沿海地

区，夏季台风影响时，尤为关注雷暴、降水和大风等相关航空气象信息，确保外场设施和停放航空器的安全，最大可能地确保航班运行安全和效率。冬季，尤其是在北方降雪季节，机场有关部门需要提前了解相关降雪信息，制定保障预案，做好除冰除雪准备，减少航班延误。近年来，随着机场的改、扩建和新建，机场面积越来越大，跑道数量也在增加，机场范围的气象要素更加复杂，需要更加精细化的气象服务。今后飞机地面滑行工作也将由机场有关部门负责指挥，从而机场对航空气象服务的服务内容和方式也会更加多样化。

1.2.4 通用航空

通用航空飞行一般在高空3000m以下的空中飞行，尤其在600m以下的低空空域飞行所占比例较大。因该空域天气变化剧烈，受地形环境因素较大，加上航空器体积小、飞行速度慢，受气流影响较大，故重要天气对其产生的影响较大。目前，针对通用航空飞行的天气特征提供的服务产品较少^[2]。

1.2.5 航空旅客

目前，为旅客提供的航空气象服务产品较少。在“世界气象日”时会在机场候机楼发放一些航空气象服务的宣传卡片。另外，民航气象中心和一些地区气象中心开发一些手机app，但还没有很好地推广使用。

1.3 民航气象服务业务

民航气象系统按照《中华人民共和国民用航空法》、《中华人民共和国气象法》、《国际民航组织公约》附件3——《国际航空气象服务》的规定，依据制定的一系列规章、标准和规范性文件，开展航空气象服务，为用户提供相关的航空气象服务产品。产品种类较为丰富，主要以电码格式、图形格式或者明语缩写形式发布，其发布标准按照相关规定或者与相关航空气象用户协商确定，在国际情报交换和航班运行管理中发挥着不可替代的作用。

1.3.1 航空气象探测

我国主要机场已经实现跑道实况天气的有效监测，自动气象观测系统数据、天气雷达、卫星云图、风廓线雷达等，对影响航空运输的强对流、风、低能见度、低云、雾、沙尘等强天气现象和要素进行探测，部分产品已经实现与管制等运行数据融合。目前民航气象系统44个机场分局（站）均配有自动气象观测系统，北京、天津、沈阳、哈尔滨、上海虹桥、杭州、南京、合肥、南昌、广州、郑州、武汉、长沙、深圳、汕头、桂林、海口、成都、昆明、贵阳、西安、兰州、乌鲁木齐共23个大中型机场配备多普勒天气雷达，部分机场应用数字化天气雷达或通过引接国

家气象部门的天气雷达终端，获取机场及其附近强对流天气的探测资料。近几年，北京、上海浦东、广州、昆明、西安和乌鲁木齐共6个机场安装了风温廓线雷达，实现机场固定位置上各高度层的风场监测。

自动气象观测系统自动采集跑道周围的风向、风速、天气现象、跑道视程（RVR）、云量云高、温度、露点、气压等数据，为用户提供机场的天气实况，直接作为机场运行标准调整变化和运行决策管理的量化参考依据。天气雷达为监视雷雨天气系统的云体结构、移动方向和速度等提供不可替代的工具。近年来，民航气象系统加强与中国气象局的资料共享，获取雷达基数据资料，与航路航线整合，实现部分区域的拼图显示，华北地区气象中心、东北地区气象中心、华东地区气象中心和中南地区气象中心已经实现0~2h逐6min或者10min外推，为用户提供了更加直观、易辨识的产品，用户给予很高的评价。2016年开始，民航气象系统引进日本葵花8号卫星（Himawari-8）的图像产品，分辨率可达0.5km，且10min一张全球图，与天气雷达互补，可以监控到更大范围的气象信息。

此外，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（AMDAR）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。数据形式的航空器空中天气报告分为例行空中报告和在任何阶段进行的特殊空中报告。由于探测手段有限，此类报告为航空气象预报人员提供了非常重要的发布相关预警信息的依据，尤其风切变预警。

1.3.2 资料收集与处理

建成民航气象数据库备份系统，部分地方机场接入民航气象数据库系统及华北、西南地区自动气象观测数据联网。整合现有气象资源，实现气象信息快速交换和共享，统一服务模式，建立民航气象信息共享与服务系统。从中国气象局获取共享资料，包括天气雷达资料、自动气象站资料、雷电探测等资料。

1.3.3 预警预报产品

航空气象服务是基于对航空运行有影响的分级分类的预报与服务模式，我国已经实现无缝隙的航空气象预报和服务。预报预警产品的主要天气和要素包括风、能见度、云、雷暴、降雪、沙尘、颠簸和积冰等，并根据用户的不同需求制作不同的产品。

从时间范围来看，包括实况探测资料；1h预报（机场逐时气压和温度预报）；2h预报（趋势预报、

天气雷达外推或者与航路融合产品、机场警报、终端区预警和区域预警）；6h预报（起飞预报、机场警报、终端区预警和区域预警、重要天气预告图、高空风和温度预告图、低空飞行的区域预报）；9h预报（有效时间为9h的机场预报，FC）；24h预报（有效时间为24h的机场预报，FT；机场天气趋势通报；火山灰和热带气旋信息）；48h预报（机场天气趋势通报）；未来一周天气趋势；国家重大活动或者部分国家法定节假日的航空天气趋势预测；冬季和夏季气候趋势预测。

从空间覆盖范围来看，已经实现从点（机场）到线（航线）和到面（终端区或者区域）的覆盖范围。针对点的气象预报和服务产品包括机场天气报告、机场预报、机场警报、自动气象观测系统数据、机场逐时气压和温度预报；针对线的气象预报和服务产品包括航路预报和航路剖面图；针对面的气象预报和服务产品包括终端区预警、区域预警、重要天气预告图、高空风和温度预告图、低空飞行的区域预报。

从要素来看，已经覆盖航空气象所关注的全部要素，包括风向、风速，主导能见度，RVR，天气现象，云量、云高，温度，露点，气压等数据。2010年，冰岛火山喷发，给飞往或者飞经相关区域的航班运行造成了较大的影响，根据航空公司等用户需求，民航气象系统开始对全球范围内的火山灰咨询信息的监视，并提供相关的预报预警产品。2014年，新版《中国民用航空气象工作规则》正式实施，民航气象系统发布的起飞预报更加规范，可用性进一步增强。

通过统计和分析国内外机场的天气报告，总结机场的气候特征和天气特点，为用户选择航班时刻和航路航线提供重要的参考依据。民航气象中心为部分航空公司制作并提供过相关产品，总体服务效果较好。

1.3.4 飞行气象情报的发布与国内国际交换

气象的信息传递主要依靠民航气象数据库系统，实现飞行气象情报的收集、处理、分发、交换和存储。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。

1.3.5 航空气象服务方式

1) 机场内设局域网。为便于驻场用户及时获取航空气象信息，根据航空气象部门与相关用户的协商，为驻机场内的用户安装显示终端。大多数地区气

象中心和部分机场气象台已经建立内部局域网，为用户提供航空气象服务。

2) 对航空气象广播、航站自动情报服务和地空数据链。对航空气象广播是在华北地区气象中心和中南地区气象中心进行，广播内容包括主要机场最新的机场例行天气报告、趋势预报和机场预报。航站自动情报服务(ATIS)，是管制部门采用专用的甚高频(VHF)为着陆和起飞的航空器提供航空气象服务。在华北地区气象中心和中南地区气象中心建立两个独立运行的地空数据链(D-VOLMET)信息服务中心，通过D-VOLMET实现在任何时间、飞行于任何空域的飞机均可要求地面提供气象信息。

3) 现场气象服务。通过在航空气象用户的相关部门设立气象席位或用户到气象部门所在地获取气象信息服务。民航气象中心、华北地区气象中心、华东地区气象中心和中南地区气象中心都在相应区域管制中心设立气象服务岗位，每天定时和不定为用户面对的讲解天气。华北地区气象中心在中国国际航空公司也设立了气象服务席位。

4) 视频天气咨询讲解。通过互联网，实现与用户远程视频天气讲解，为航空公司、管制部门和机场提供航空气象信息，重点介绍强对流和雷雨天气距机场的方位、距离、移动方向、移动速度、云顶高度和强度等信息，低能见度预计转好时间，降雪强度、维持时间等。民航气象中心通过航空气象综合服务平台为山东航空公司讲解天气，每天两次例行讲解，在出现或者预期出现重要天气时，根据公司需要进行天气讲解。为海南航空公司提供不定时的天气讲解，今后也将进一步完善和固化讲解程序。部分地区气象中心或机场气象台由于人员限制，不能设立相应的席位，则通过提前录制好的PPT为用户进行未来6、12、24h内或用户指定时间范围内的天气讲解。

5) 电话、短信、微信公众号、微博。根据服务协议，通过分组群发手机短信、微信公众号、微博、自助语音气象服务电话等方式提供气象信息。民航气象中心和部分地区气象中心已经建立的微信公众号，便于为航空气象用户和公众提供更加专业、更加便捷的航空气象服务。

6) 互联网服务平台服务方式。用户可以通过互联网浏览所需机场、区域、航路上的气象信息，可以有移动客户端、PC机版等。2014年，民航气象中心牵头建立的航空气象综合服务平台正式业务化运行，平台集合了现有的航空气象产品，汇总了全国机场气象

台实时提供的气象信息，同时显示全球主要机场的气象信息，具有很强的时效性。为满足不同客户群的使用需求，该平台分为专业版和公众版，平台已有500多个单位用户。平台还提供航空天气的在线咨询，为相关用户提供及时的天气咨询服务。

2 展望

随着民航运输业的飞速发展，未来运输量每年以10%左右的速度增长，需要及时解决运输量快速增长和服务保障能力之间的矛盾。用户对预报服务产品的及时性、准确性、精细化程度、决策辅助能力等方面提出了日益增长的需求，这是现有的民航气象系统现有业务格局所不能满足的。

2006年，中国民航提出建设新一代民航运输系统，作为民航大国向民航强国跨越战略目标的实施方略。中国民航新一代航空气象系统作为新一代民航运输系统的重要组成部分，与国家气象的发展保持同步，借助国家气象的整体资源共同发展，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^①。从以下几个主要方面提升航空气象服务能力。

1) 提高探测能力。进一步完善机场、终端区基本探测设施，建设满足航班运行需求的高精度、高可靠性机场气象雷达等相关探测资料；依托中国气象局天气雷达探测网，结合卫星探测和航空器空中气象探测，全面提高航路及区域天气监测和探测能力。应用探测新技术，实现从进近到着陆阶段、起飞到进近阶段的全程风场监测预警；在飞行密度较大且大雾天气多发的机场开展探测大雾和低云天气的应用；在雷电多发枢纽机场开展雷电探测新技术的应用。利用中国气象局的探测资料，结合卫星探测资料、AMDAR资料等，初步建设区域及航路天气综合探测信息平台，实现区域及航路危险天气自动化告警^①。

2) 提高预报准确性。准确性是航空气象预报和服务的核心，通过引进国内外成熟的数值预报产品，依托中国气象局数值预报业务系统，实现数值预报航空气象释用业务化，实现基于集合预报的概率预报，逐步发展航空气象数值预报，完成在航空重要天气预报、航空气象数值预报释用、短时临近预警预报、气象信息融合、航空天气综合探测、航空气象信息管理等方面的技术开发。建设对流、低云、低能见度、冰雪等航空高影响天气预报业务系统，提高预警预报产品制作发布的便捷性，提高预警发布的提前量，提升预报准确率、时空分辨率、更新频率。融合多种探测资料，开发重要天气综合分析集成显示系统，进一

① 中国民用航空局空中交通管理局航空气象专项发展规划(2016—2025年)。

步提升预报员在关键性转折天气中的分析预报能力。建设风、颠簸、积冰等预报业务系统。加快引进人才竞争机制，提升科研和技术创新能力。在民航气象预报、气象服务、气象观测、气象装备保障、气象信息技术等专业重点领域，形成一定人才优势。增加领军人才数量，提高人员质量。

3) 提高航空服务产品的精细化程度。随着协同运行决策机制(CDM)从2014年开始建立至今，经历从无到有不断完善的过程，民航气象系统为MDRS提供具有更高准确性、精细化和及时性的气象信息；为管制运行和流量管理部门提供时间范围更长、提前量更大的航空气象服务，对于雷雨和低能见度天气的预报提前量达到3h以上，贴近满足用户的定时、定量和定点的精细化需求^[4]。为用户提供机场、终端区、区域和航路强对流等重要天气的开始和结束时间，强度及其具体范围，以及其未来2、6和12h的精细化预报信息。量化天气对航空运行、空中交通流量的影响，建立天气对运行的影响指数，逐步完善区域综合天气系统和扇区流量模型。

4) 增进服务产品与用户系统的融合程度。民航气象系统的各级服务机构将提供统一产品内容和格式，并增进产品之间及提供产品平台之间的兼容性。打破现有提供产品以电码、缩写明语或者图形格式为主的局面，以航空气象用户的需求为导向，基于天气对航空运行的影响，将气象信息纳入空管、航空公司、机场等用户的决策系统，向用户提供针对特定机场、扇区、航路、区域的个性化气象服务，实现气象信息与航空用户运行决策系统的全面集成。为管制用户开发CDM和MDRS等不同类型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，实现管制一气象信息一体化。为航空公司集中运行控制、签派放行、飞行机组和机场提供机场自动观测、天气雷达探测、闪电定位等资料和高空风温度预报、逐时次或者更小时间尺度的温度(高原机场、高温情况下)预报、RVR预报、风预报等气象产品。为航空公司集中运行控制提供不同时间尺度和空间尺度的标准化数据格式的信息融合和决策支持产品，为飞行前、飞行中提供动态的、全航程的气象预警预报信息，提供极地飞行的空间天气产品，提供全球航空气候资料以及全球重要天气跟踪告警信息。力争为机场建立气象服务席位，提供机场范围内精细化的气象信息。

5) 提高信息传递的及时性。依托高速通信网络，架构信息资源高度集约、计算资源动态调度和设施设备统一管理的综合性信息平台，支持资源集约、海量存储和大数据挖掘，将民航气象信息系统建设成

为信息收集、融合、处理的唯一权威信息源，实现全国民航各级气象服务机构内部的信息快速同步，实现对政府、空中交通管理部门、航空公司、机场、通用航空等用户的信息自动化共享，实现与中国气象局、国际间的信息交换。各类气象信息应以标准化数据格式实现在各航空气象业务系统内的高速传输、充分共享和集中存储，确保用户及时、高效地获取航空气象服务信息。在具体重要天气出现或者预期出现的服务过程中，机场气象台、地区气象中心和民航气象中心提供给用户的相关气象信息一致，从而使塔台、进近、区域、流量管理部门、航空公司和机场建立统一的天气情景意识。

6) 加强与用户的沟通和交流。航空气象服务专业性较强，造成部分相关用户对气象产品的理解困难和使用率不高。如MDRS气象概率预报中，对于重要天气出现的30%~40%概率和大于70%概率的理解，用户之间存在较大的差异，对于这些重要天气对应的概率来源和含义都比较模糊。在运行管理过程中，是否需要展示自动气象观测系统采集的全部信息，也有待与运行管理部门进一步商榷。在不同气象信息中对于同一航空气象要素的含义理解也存在一定的误解，如RVR，在电码格式的机场天气报告和缩写明语格式的机场天气报告中的取值差异，用户不能全面理解和正确使用。需要加强与用户的沟通和交流，提高用户对航空气象服务的认识和理解，提高对气象服务产品的应用能力。

实现“全面、系统地提高观测和预报能力，大大减少天气对飞行的影响”的服务目标，以及“唯一权威气象信息资料来源、气象服务参与飞行全过程决策、气象信息与决策工具的高度融合”的技术目标，全面提高我国航空气象服务质量。未来我国民航气象服务必将呈现丰富性、准确性和精细化程度更高的产品，也将是一个更加开放、更加融合的航空气象服务体系，从用户需求出发，不断改进服务质量，为航班运行的正常、安全和效益做出更大的贡献，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^[5]。

参考文献:

- [1] 申红喜, 沈宏彬, 刘丽霞. 我国多跑道运行下的航空气象服务. 中国民航飞行学院学报, 2014, 25(2): 50-52.
- [2] 靳学梅, 王振飞. 浅析我国通航气象服务现状及需求. 江苏航空, 2016(1): 33-35.
- [3] 周建华, 林彩燕. 现代民航气象业务进展. 气象科技进展, 2012, 2(5): 61-63.
- [4] 孙耀南. 浅谈华东地区协同式气象服务的探索与实践. 才智, 2016, (11): 248-249.
- [5] 汤绪. 气象服务发展框架方向与青年人的参与——基于WMO气象相关战略及计划的分析与思考. 气象, 2014, 40(3): 261-268.