

# 我国低空飞行气象服务产品的需求及现状

胡 壮<sup>1</sup>, 茅成铮<sup>2</sup>, 姜 楠<sup>2</sup>, 袁淑杰<sup>2</sup>, 张 碧<sup>2</sup>

<sup>1</sup>民航西南空管局, 四川 成都

<sup>2</sup>成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都

收稿日期: 2022年8月1日; 录用日期: 2022年8月26日; 发布日期: 2022年9月2日

## 摘 要

近年来我国开始实行有序开放、管放结合的差异化管理方式, 对低空空域进行开放。通航飞行主要集中在低空空域的范围, 因此, 低空飞行的主要对象是通用航空。低空气象要素变化剧烈, 低云、雷暴、低空风切变、云蔽山、低能见度、地形颠簸、积冰等对低空飞行安全造成严重威胁。目前我国低空气象服务无论是体制还是技术设备, 都不能与通航飞行发达国家相比, 低空飞行气象服务手段单一, 专用气象产品缺乏。通用航空任务不同、气象条件差异大, 飞行人员对气象信息的关注点和运用水平各不相同, 对气象服务的内容和要求有很大差异, 要求空管气象保障的内容、形式及提供气象信息的方式等都必须具备很强的针对性。与目前军民航空管气象保障相比, 低空飞行需要气象部门提供时空密度更大、精细化程度更高、航空要素更全、手段方式更灵活的气象保障服务; 在面向管制人员、飞行服务专家和飞行员提供气象服务的同时, 还要向通航用户提供气象信息和气象咨询。

## 关键词

低空飞行, 气象产品, 服务

# Demand and Current Situation of Low-Altitude Flight Meteorological Service Products in China

Zhuang Hu<sup>1</sup>, Chengzheng Mao<sup>2</sup>, Nan Jiang<sup>2</sup>, Shujie Yuan<sup>2</sup>, Bi Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Southwest Bureau of Air Traffic Management, Chengdu Sichuan

<sup>2</sup>Atmospheric Science College, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

Received: Aug. 1<sup>st</sup>, 2022; accepted: Aug. 26<sup>th</sup>, 2022; published: Sep. 2<sup>nd</sup>, 2022

## Abstract

In recent years, China has begun to implement the differentiated management mode of orderly

文章引用: 胡壮, 茅成铮, 姜楠, 袁淑杰, 张碧. 我国低空飞行气象服务产品的需求及现状[J]. 气候变化研究快报, 2022, 11(5): 631-642. DOI: 10.12677/ccrl.2022.115066

opening, combining management and release, and open to the low-altitude airspace. Navigation flight is mainly concentrated in the range of low-altitude airspace, so the main object of low-altitude flight is general aviation. Low-altitude meteorological elements change dramatically, and low clouds, thunderstorms, low-altitude wind shear, cloud covering mountains, low visibility, bumpy terrain, and ice accumulation pose a serious threat to the safety of low-altitude flight. At present, neither the system nor the technical equipment of China's low-altitude meteorological service cannot be compared with the navigable flight developed countries, including the low-altitude flight meteorological service with a single means and a lack of special meteorological products. General aviation has different missions, different meteorological conditions, flight personnel have different concerns and application levels of meteorological information, and the content and requirements of meteorological services are very different. It requires that the content and form of air traffic control meteorological support and the way of providing meteorological information must be highly targeted. Compared with the current military-civilian aviation meteorological support, low-altitude flight requires meteorological support services with greater space and time density, higher refinement, more complete aviation elements, and more flexible means; providing meteorological services for controllers, flight service experts and pilots, and meteorological information and consultation to navigation users.

## Keywords

Low-Altitude Flight, Meteorological Products, Service

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

低空飞行用户在飞行前、飞行作业、返航降落等各阶段的不同区域对气象信息的需求不同，对航空重要天气的气象服务需求也不同。在飞行准备工作中，需要了解起飞和降落机场、作业区、航路、航线或区域的天气情况和变化趋势。飞行作业中，需要提供作业区和航路、航线或区域天气等信息；在返航降落阶段主要关注区域和机场天气。各阶段对机场气象信息需求包括风、能见度、气温等气象要素，以及大风、暴雨、低空风切变等天气现象的实况和短临预报。此外，对于处于规划、计划阶段的低空飞行任务，气候类的气象信息也显得尤为重要，因为，选择天气良好的日期飞行，比在恶劣天气中选择适合的天气时段要容易的多，也安全的多。此外，不同的部门和岗位对气象服务的需求也有很大差异，如签派类比飞行类更在乎的是恶劣天气的持续时间、强度、位置等，侧重预报类产品，而飞行员更关心天气的高度、位置、类型等实况信息，侧重实况和短临预报类气象服务。

## 2. 低空飞行气象服务产品现状

### 2.1. 我国低空飞行特点、气象特点

#### 2.1.1. 我国低空飞行的特点

我国低空飞行的通用航空器种类多、体积小、重量轻，大多没有安装气象探测设备，飞行中不能监测空中大气并适时避让，受天气的影响较大，并且由于我国低空飞行刚刚兴起，飞行人员、地面保障人员以及相关管制、签派人员业务能力并不强，尚处于起步摸索阶段[1]。

- 1) 空气密度高，速压大

飞机在低空飞行时, 由于空气密度大, 机体结构可承受的速压强度与滞止温度有限, 因此各型飞机都有低空最大允许速压和表速的限制, 如果超过规定值, 飞机结构就会出现永久变形甚至撕裂。

#### 2) 碰撞概率大

目前我国大量的通用航空器与运输航空器同场运行, 当通用航空器数量增多后, 在有限的空域中飞行活动繁忙, 这可能会导致频繁的飞行冲突。此外由于低空飞行视觉误差增大、易受天气、地形地貌等因素的影响, 飞行员难以维持飞行状态, 与地面和地面建筑物相撞的概率增大。

#### 3) 活动范围广, 涉及面宽

我国低空飞行在作业上往往呈现出点多、线长、面宽, 流动性大, 高度分散的特点。

#### 4) 目视飞行, 任务紧急

在执行紧急任务时, 临时起降区没有导航设备, 飞行路线是临时的, 我国的飞行人员通常采用罗盘地标与卫星导航相结合的方法, 因此需要始终保持目视飞行。在低空, 能见度低, 目视判断困难, 不同地形和天气条件也会引起判断失真, 多数事故都与飞行员的判断错误有关。

### 2.1.2. 我国低空飞行气象特点

由于我国幅员辽阔, 地形和气候差异巨大, 在具有国外低空飞行气象的风切变和晴空颠簸影响明显、气流的不规则运动影响多、低云和低能见度影响视程、结冰影响飞行性能等特点外, 还具有以下特点:

1) 温湿梯度大、对流发展旺盛、下冲气流影响明显; 2) 局地背风波和地形波的影响多; 3) 低云和云蔽山概率大和过冷水滴层厚且高度低造成气压分布梯度大, 难以预测。基于以上特点, 对风速、风向、温度、湿度、气压、低云、低能见度、风切变、对流天气等气象信息的监测就显得尤为重要, 这些气象信息的监测是低空飞行安全气象保障系统的重要组成部分, 对低空飞行计划的制定和飞行器事故的规避与救援起着至关重要的作用[1]。但我国针对低空飞行的监测系统还未形成体系。因此, 难以及时获取低空天气信息或缺乏低空天气信息不仅增加了国内低空飞行的成本, 还影响了飞行的安全和效率, 成为我国通用航空低空飞行发展的障碍。

## 2.2. 我国低空气象服务产品的需求及现状的研究必要性

### 2.2.1. 建立气象服务保障体系是低空空域改革的必然要求

近年来, 通用航空产业发展迅速, 通航飞行服务保障体系逐渐完善。国务院、中央军委于 2010 年印发《关于深化我国低空空域管理改革的意见》, 有效促进了我国低空空域管理改革的有序进行和不断完善[2]; 国务院于 2016 年颁发《关于促进通用航空业发展的指导意见》, 进一步指出了当前国内扩大低空空域开放、科学规划空域、优化飞行服务、提高审批效率的需求。民航局于 2018 年印发的《低空飞行服务保障体系建设总体方案》中, 计划于 2022 年初步建成三级低空飞行服务保障体系。低空空域作为通用航空主要空域, 其气象条件复杂、多变, 严重影响了低空飞行的安全、高效, 因此对低空飞行气象服务产品的现状分析和对未来发展的思考是十分必要的。2019 年中国民航局召开了通用航空发展工作专题会, 明确了要加大“放管服”工作力度, 鼓励通用航空业安全、有序、健康发展, 促进我国通用航空“飞起来”, 为实现中国民航强国战略目标奠定坚实基础。

### 2.2.2. 低空安全飞行亟需完善的气象产品和服务

目前, 我国民航航班延误近 30%是由天气原因造成的, 因天气原因导致的航班计划取消、流量控制、备降返航等情况大量出现。对通用航空飞行而言, 最关键的影响因素就是气象情况, 因此做好气象服务保障至关重要。目前, 由于国内配套的通信、导航、气象监测的落后或缺乏, 我国低空飞行还存在不少薄弱环节, 飞行稳定性低、风险性高的问题比较突出。因此, 优化低空区域内的航空飞行气象情报产品,

精简气象服务流程，开发低空气象预报模块和气象信息平台，有助于推动低空飞行健康、持续发展[2]。

### 3. 我国低空飞行目前现有基础气象产品与探索实例

#### 3.1. 目前现有基础气象产品

基于以上低空飞行特点和低空气象特点，现有航空气象服务体系也形成了一些基础的低空气象产品，但较为粗糙[3]，如下：

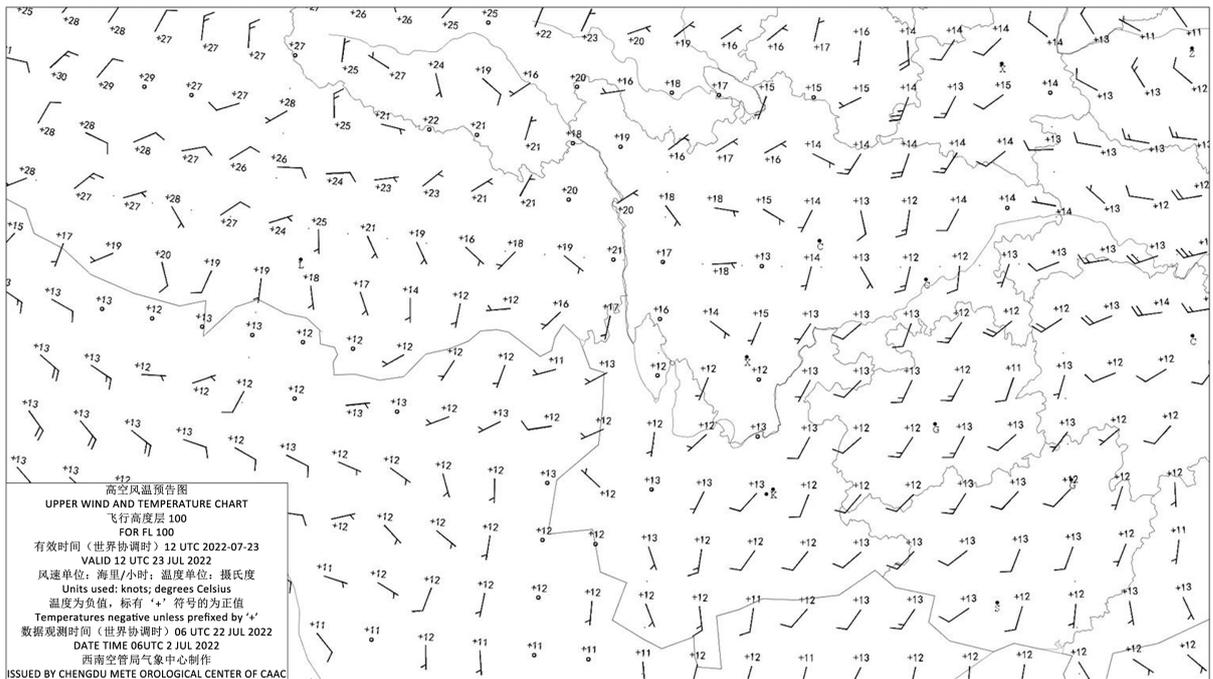


Figure 1. Trailer picture of high-altitude air temperature  
图 1. 高空风温预告图

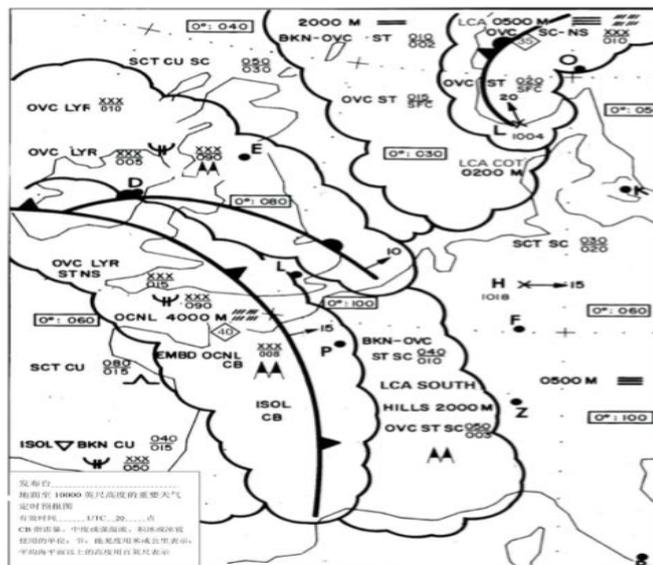


Figure 2. Low-altitude important weather preview picture  
图 2. 低层重要天气预告图

### 1) 预期的区域内的高空风、高空温度的情报

目前提供的高空风、高空温度预告图(图 1)的层次为 925 hPa (FL020/600 米)、850 hPa (FL050/1500 米);根据业务运行需要,选择发布 0000、1200 时次(标准探测时间)有效时段为 12、18、24 和 30 小时的预报。

### 2) 预期的区域内的重要天气现象情报

低层重要天气预告图(SWL) (图 2)由所需要预告天气地区的气象中心制作并发布,其预报层次为 FL100 (3000 米以下)。

### 3) 起飞机场、目的地机场和备降机场的机场天气报告

通用航空临时起降点及作业区域往往远离机场,由于探测手段的缺乏,特别是作业区域的天气状况情报很难准确提供,仅可以通过民航数据库系统(图 3)查询附近民航机场天气报告。

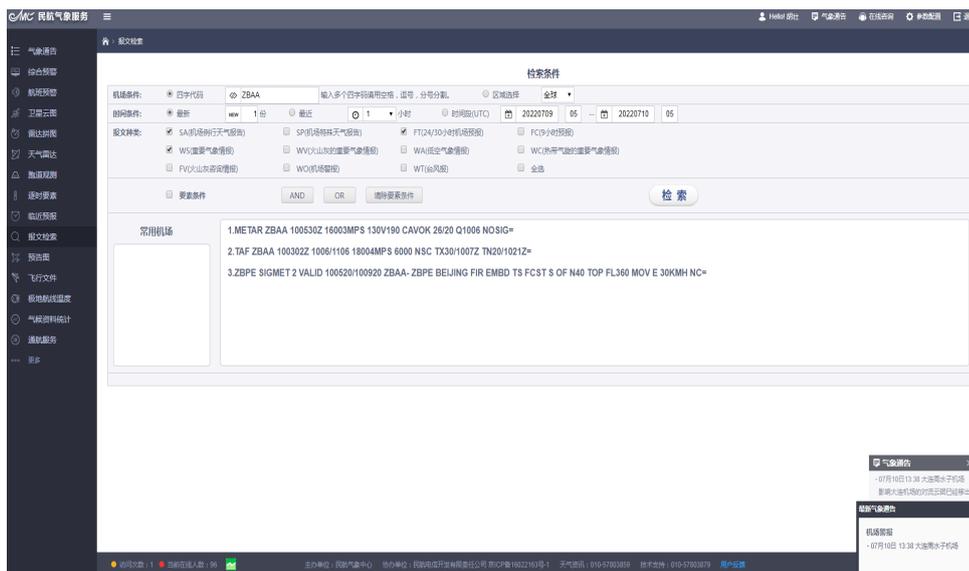


Figure 3. Civil aviation database system

图 3. 民航数据库系统

### 4) 重要气象情报、低空气象情报和与整个航路有关的尚未编入重要气象情报电报的航空器观测报告

重要气象情报(SIGMET)一般供高空飞行使用,低空气象情报(AIRMET)供低空飞行使用,是低空飞行的区域预报的补充,有效时段不超过 4 小时,但其目前发布量极少,几乎处于零发布状态。而航空器空中观测报告针对固定航路、航线上发现的天气现象,对于作业区域的航空器观测,目前还没有获取的条件。实际上,航空器报告对低空飞行尤为重要,无论是对后续低空飞行的其他航空器,还是对气象资料及飞行经验的累积,都至关重要。

以上产品均可从民航气象中心网站获取,也可以从地区气象中心或空管气象台站数据库系统获取。但上述产品,往往范围宽泛,精度低,时效性差,很难满足低空飞行的需求[3]。

## 3.2. 我国国内对于低空飞行气象产品及服务的探索实例

低空飞行数据量在迅猛增加,低空飞行的气象需求也在不断提高,因此,国内从民航气象中心到各个地区、分局台站,再到气象服务公司等,也都在一定程度上进行着低空飞行气象服务的研究和探索[3]。

### 3.2.1. 民航气象中心

民航气象中心在发布基础气象产品之外,也对通用航空的气象服务进行了一定程度的摸索,提供

了如通用航空机场逐小时要素预测、区域天气预测(图 4(a)、图 4(b))、自定义航路剖面生成(图 5)等产  
品。

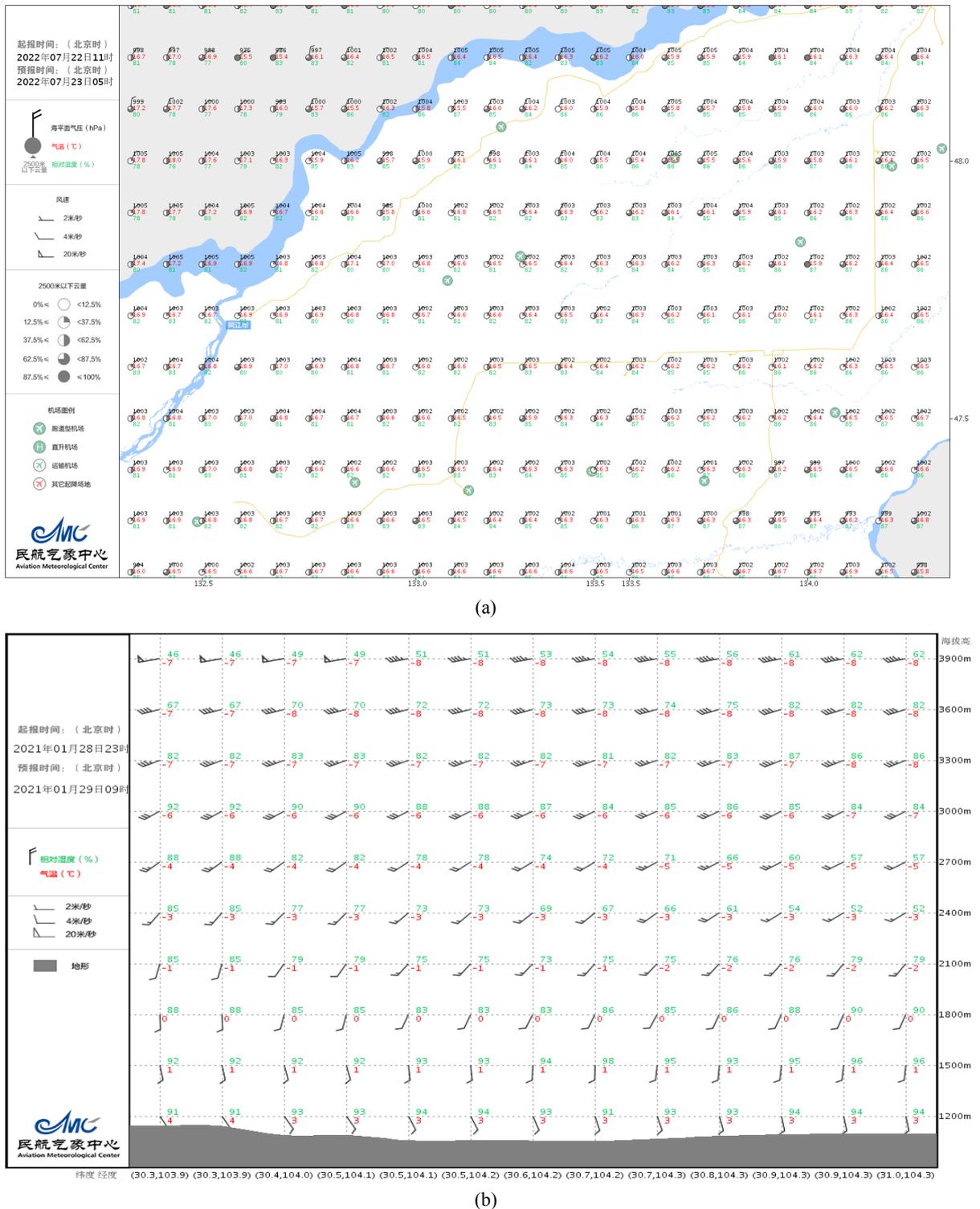


Figure 4. (a) Hour-by-hour factor forecast; (b) Regional weather forecast

图 4. (a) 逐小时要素预测; (b) 区域天气预测



Figure 5. Custom air route profile generation interface

图 5. 自定义航路剖面生成界面

### 3.2.2. 华东通用航空服务中心

华东通用航空服务中心在民航华东管理局与上海市气象局指导下，开发了“飞易天——低空气象平台”。

“飞易天”平台实时提供全国气象雷达反射合成图(图 6)、两千多个气象站点的实时气象信息，最小时间分辨率精细到 10 分钟、两百多个运输机场气象站点实时气象信息和气象报文。平台数据可与华东通用航空服务中心其他运行产品融合，并可提供客户化定制服务。



Figure 6. National meteorological radar reflection synthesis map

图 6. 全国气象雷达反射合成图

### 3.2.3. 青海气象服务中心

青海省气象服务中心于2020年设计开发的“趋势预报辅助系统”，旨在向相关民航部门提供更具指向性的专业气象服务，以保证西宁曹家堡机场安全运作。该系统主要关注风切变、雷暴等对会严重影响飞机起飞、降落的灾害性天气，综合运用机场自动观测设备，气象部门地面观测得到的雷达、闪电等资料，采用卷积神经网络和深度学习等人工智能技术，针对机场作业区周边未来2 h 逐10 min 风向、风速、能见度、气压和气温等要素建立预报模型，研发出进近管制区各航路未来2 h 雷暴天气的监测预警产品，并对相关各类产品进行集中化可视化展现，为机场业务人员提供同一的、实操性强的辅助平台。

### 3.2.4. 深圳南头直升机场

深圳南头直升机场在公司内网“飞行运营管理系统”为飞行机组提供本场预报(TAF)、本站实况(METAR)、航路预报(ROFOR)、备降场预报(深圳、珠海、潮汕)；对机场、航路及作业区的天气保持不间断监视，并与塔台保持联系，及时向机组发布天气实况与预报负责向飞行机组提供并解释飞行气象文件；按民航规范观测、记录机场基本气象要素，并对记录作长期保存，观测记录时间为00~08 UTC；负责及时、准确的进行气象数据录入、校核、发布工作；负责进行AOC气象播报：早班进场前一个小时，由预报员对重大天气实况进行实时发布。

### 3.2.5. 扎兰屯机场

扎兰屯机场通导机务员自主开发了“AWOS 500+”小程序，进一步提升机场气象设备智慧化、信息化维护水平。小程序还具有资料下载功能，此模块汇集所有气象产品说明书、设备维护手册及法律法规制度等内容，并由后台维护人员进行数据实时更新，确保模块内容更全面、准确地服务于用户。

### 3.2.6. 易天气

2020年2月，在抗击新冠肺炎疫情的关键阶段，为了弥补低空气象保障体系，丰富低空气象产品及其应用场景，为疫情期间的物资运输及救援等通航运输保驾护航。在中国民用航空中南地区管理局组织领导下，易天气(北京)科技有限公司参建了全国唯一的“疫情防控通用航空气象服务平台”。此后，易天

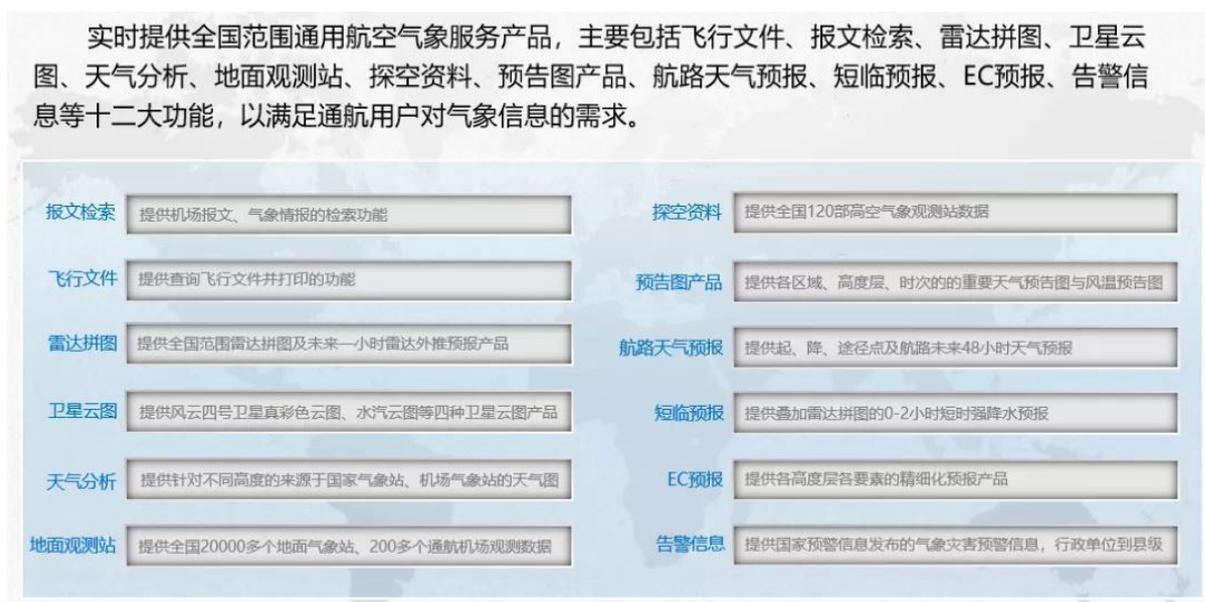


Figure 7. Easy weather “cloud on the meteorological observatory” twelve major functions

图 7. 易天气“云上气象台”十二大功能

气(北京)科技有限公司积极响应智慧通航建设,对该平台不断迭代升级,形成目前基于专业级通航气象技术和产品的创新通航气象服务平台——“云上气象台”。“云上气象台”包含三大模块:通航气象信息系统,气象情报制作中心,预报员云上服务平台。平台参与方包含通航机场,通航公司,被委托服务的气象部门以及航空气象部门。

通航气象信息系统综合运用 AI 人工智能、多源航空气象数据融合及多模式集成等技术,提供全国范围的多种精细化数值预报产品和飞行文件、报文检索、雷达拼图、卫星云图、天气分析、地面观测站、探空资料、预告图产品、航路天气预报、短临预报、EC 预报、告警信息等十二类专业级低空飞行气象产品(图 7、图 8),能为通航企业提供多起降点、任意飞行航路、任意飞行作业区的天气实况和未来 24 小时天气预报,特别是大风、颠簸、积冰等影响通航安全的危险天气的监测预报产品,实时推送全国气象灾害预警信息。

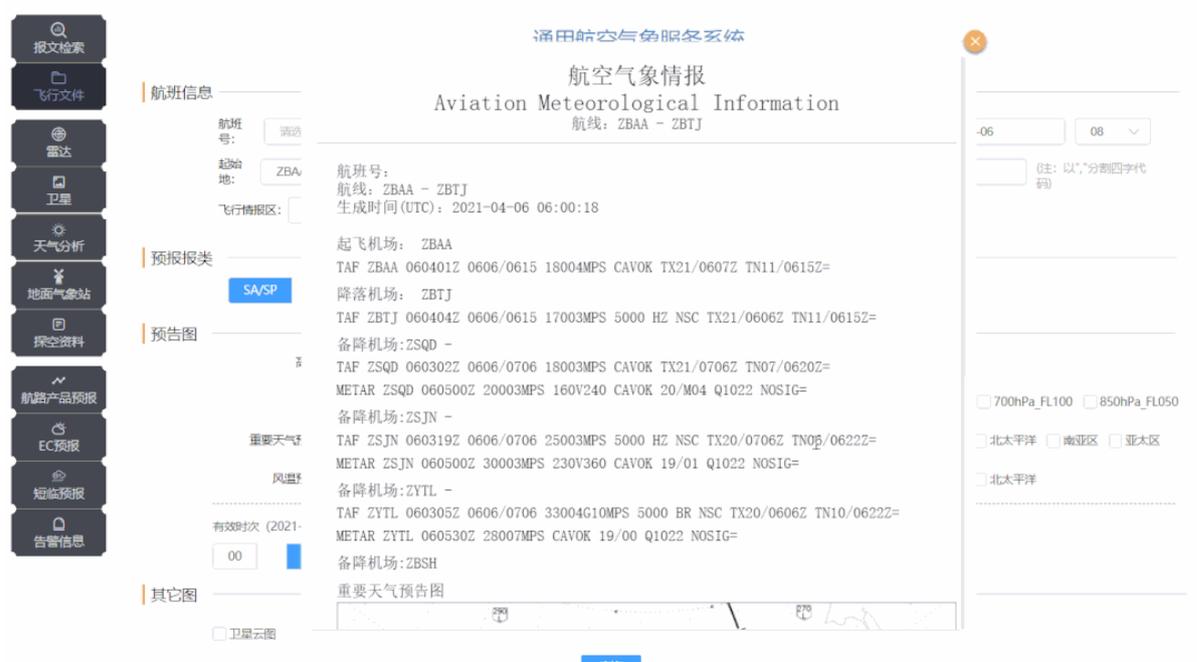


Figure 8. Easy weather general aviation weather service system  
图 8. 易天气通用航空气象服务系统

## 4. 当前通用航空发展形势下我国低空飞行气象服务的不足之处及未来发展方向与措施

### 4.1. 当前不足之处

通过对我国目前通航体系建设情况的研究,发现与上述通航发达国家相比,我国低空气象服务存在明显的不足[4],主要表现为:

#### 1) 气象资料和产品缺乏

当航空器在低空空域内从事飞行活动时,没有高度层可以与之匹配,飞行员也不能与管制员进行有效沟通,在飞行中航空器较难获取及时准确的航行情报;缺少可视化和文字化的气象产品,不利于飞行员理解使用。国内针对于低空飞行,并没有专门的气象卫星、天气雷达、数值预报产品、实况产品、与管制相关的辅助产品、与气象签派相关的计划产品、与低空飞行相关的临近预报产品。目前基本上采用的是运输航空为主的气象产品和服务体系。

### 2) 低空飞行气象产品格式不统一

不同用户都面临获取低空飞行气象数据的问题。在获取某一地点相关气象信息的过程中，每次作业都要通过各种渠道重新获取相关气象信息，获取的气象信息质量难以保证。问题是能否获取该区域的历史气象数据对比相关时间，能否获取不同天气条件下的飞行制导经验辅助信息。整个气象信息比较分散，缺少可靠的综合渠道整合相关信息。

### 3) 气象服务体制不完善

目前国内通用航空活动气象保障在实际操作过程中普遍存在规范化程度低、效率差、管理不到位、通航机场严重缺乏航空气象配套设施设备、专业人员短缺甚至空缺等许多问题[4]，研究气象探测设备的布局，将独立的气象探测信息通过建立气象信息传输网络，建立高素质的气象队伍，制作有效的产品，通过丰富的形式向广大低空飞行用户发布，是保障低空飞行的有利措施，对加快空域开放意义重大。

目前我国航空气象通过参与民航运行协调决策过程，初步实现了航空气象服务对运行决策的支持。民航气象服务系统和气象部门共同为民航提供航空气象服务，增加了航空气象服务对空管部门运行决策的支持能力，但多种气象资料的集成程度低，也尚未形成针对终端区和航路的综合航空气象探测网，天气预报和服务能力与用户需求仍有差距。天气对航空运行的量化影响、天气预报集成到航空运行决策支持系统的技术缺少研究，天气信息未能与航空运行决策进行有效的融合，提供的航空气象产品与服务对航空运行决策的支持程度较低。

## 4.2. 发展方向

### 1) 观测数据要更加丰富

数据是天气预报和服务的基础，欧洲航空气象部门不仅有常规的地面、高空观测、雷达、卫星、飞机报等资料，还有居民私家的自动气象探测数据，以及网络摄像头观测数据[4]。尤其需要一提的是，应用网络摄像头比较广泛，比我国要实用的多，这首先建立在数据的互联互通的基础上，而我国各种设施虽然配备较多，但是隶属于不同部门不同单位，摄像头数据格式也是五花八门，应用起来难度极大。

### 2) 航空气象产品要更为精细

以通用航空飞行产品相关的低空飞行气象产品为例，瑞典采用了分区形式，将国土及近海航空区域分为四个大区，每个大区有若干个子区，并一一编号，在发布气象产品时，避免了过多的描述语言，直接用区号定位，简洁、精确、明了。

### 3) 预报工作平台要更加流畅

丹麦、瑞典作为气象学挪威学派的主要代表，依旧保持着分析经典天气图的传统，但是，传统不代表守旧和落后，在天气分析上，两国预报员在锋面系统尤其是锢囚锋、冷锋的分析上，更加细致和精确，虽然这建立在丰富的探测资料和辅助系统的基础上，但预报员对实况天气的把握功底绝对值得我国预报员去学习[4]。

最为惊讶的是，瑞典丹麦两国的预报员工作平台对于气象数据的调用极为顺畅，令人叹为观止。两国预报员可以在互联网上随意调用欧洲中心、丹麦、瑞典和临近国家如芬兰、英国的气象数值预报产品，平台系统的响应速度非常快，不存在任何内外网网段、国别限制、安全限制、权限限制等方面的阻碍[4]，正所谓“工欲善其事必先利其器”，我国航空气象预报员受限于网络因素，地区气象中心间的网络传输都极为不畅，更别提分局、航站、属地化机场之间的数据传输了。此外我国航空气象受限于体制因素，与地方气象部门、军方气象部门之间的数据共享有限，在传输速度、产品丰富度以及经验交流、会商协同上均有较大的提升空间。北欧航空气象部门的预报工作平台的使用非常流畅，不同国家间尚且能融合的如此之好，值得我们学习。

#### 4) 数值预报产品要更加丰富

多样的航空气象产品的一个重要的基础就是数值预报产品的丰富程度。欧洲气象中心产品一直是我国预报员进行中短期预报的首选,美国的 WRF 模式在气象领域也是声名显赫,日本气象厅的各种传真图也有着悠久的历史 and 享誉亚洲的精准度。我国目前在气象模式预报上虽然已经有了长足的进步,已经从 T213 模式到 T639 模式到 GRAPES 全球和区域模式,但目前针对航空气象尤其是低空飞行的产品少之又少,这一方面要求数值模式本身的精准度和精细度,另一方面也要求数值模式的释用产品更加贴近飞行,贴近保障,贴近用户。

#### 5) 区域间协同要更加普遍顺畅

北欧几个国家人口规模虽然均不大,但整体上均经济发达,国与国之间差别小,航空气象的发展均处于同一水平线上,这给各国之间的协同提供了便利的基础。

北欧各国的协同存在于方方面面,如:瑞典南部 5 个机场的 TAF 由丹麦气象局发布;瑞典和芬兰、挪威分不同时段分别运行相同的区域数值预报模式,共享形成集合预报。虽然不同国家的飞行情报区气候特点有差异,但基于共同的数值预报基础和天气分析功底,北欧各国之间预报员的天气协同也更加顺畅。而目前我国不但地方气象部门与民航气象部门之间的合作有着巨大的行业鸿沟[4],即使是在民航气象部门之间的跨区域协作也尚处于原始阶段,民航气象中心主导的亚洲危险天气咨询中心虽然在 SIGMET 协同上迈出了一步,但未来,在低空飞行的区域协同上,我国尚有很长的路需要走。

#### 6) 通航及低空飞行人员气象素养要更加提高

通用航空飞行量决定着对气象产品的需求程度,低空飞行气象产品市场成熟的成熟度,必然会催动飞行员、签派、地服以及空管人员的航空气象知识以及对气象产品的理解力也更好。在一个层面理解问题,在一个情景意识交互交流,这是气象产品真正得到有效利用的前提。

### 4.3. 应对措施

随着我国航空事业不断发展,空中飞行量与日俱增,中国一跃成为全球第二大航空大国。作为民航安全保障体系的组成单位,各级气象部门凝心聚力、共克时艰,为确保民航持续安全做出贡献。

中国和欧洲诸国国情不同,与美国国情也大不相同,在民航发展尤其是低空飞行发展的历史和背景有很大差异,航空气象业务体制和运行环境也各有优劣,我们了解了欧美等发达国家在低空飞行气象方面的现状和规划,也更需要反思中国低空飞行气象服务未来的发展之路,从而制定对应的发展措施[4]。

#### 1) 优化机场探测网建设,加大资料共享力度

打破当前机场探测设备的建设常规,根据机场的天气和地形特点及其繁忙程度,尤其是针对低空飞行,起降点多种多样,应采取分级配备策略,灵活开展机场探测设备的规划和建设工作。

完善机场基本气象探测设施,建设高精度综合气象探测网。加强包括与中国气象局在内的共享资料力度,提高各种气象探测资料应用水平,提高机场终端区、航路及区域天气监测能力,将地方气象各种探测数据根据需求纳入探测网络,建设完整统一的气象探测资料应用平台。

#### 2) 增加民航气象科技投入,提高研发水平

科研创新是技术进步和能力提升的核心动力。特别是在深化空管体制改革的大背景下,应加大气象研究经费的投入,提高民航气象技术人员的整体专业素质,培养航空气象自身的科研队伍;建立或培养专业的航空气象研究机构,形成科技研究、成果转化、评估检验、业务运行、总结提升的良好机制,让科技的“第一生产力”有效促进航空气象特别是低空飞行气象服务水平的提升。

#### 3) 加强基础研究,发展航空数值预报和释用技术

加强基础研究工作,集中系统力量分级开展航空数值预报系统和释用的研究,在国家层面已经建成

和民航气象中心即将建成的全球及亚太数值预报基础上, 实现探测资料的快速循环同化处理 and 数值预报的客观化释用。另外区域短期集合预报也应进行相应的研究, 它可能是提高预报效能的一种有效方式。

#### 4) 建立气象数据管理和量化标准

气象服务是一个庞大的系统工程, 其数据涉及探测、预报、产品信息等各种类型, 数据的采集、处理、应用、输出和交换过程复杂, 不同系统之间气象信息融合存在困难。要更好挖掘气象数据中有价值的信息, 需要规范数据格式、统一数据接口、量化工具标准, 为信息共享、融合、协同决策奠定基础, 也为统一的系统研发提供标准。

#### 5) 加强技术合作与资源共享

加强与中国气象局、科研院所、高等院校在航空气象、信息应用等相关领域开展技术合作和资源共享工作[4]。我们应在加强技术合作的同时, 积极推动民航气象与部门外和部门间的技术资源整合, 推进探测数据、产品资料、设施设备、科技成果、技术人才等资源共享, 使科技资源和成果发挥出最大效益。

## 5. 结论

2021年3月24日, 民航局印发《通用航空空管运行管理办法》, 明确A类通航机场须提供机场实况、预报服务及区域情报服务, 并提出服务可委托气象部门或航空气象部门, 通航机场须将本场气象情报和信息与通航服务站及地区通航服务中心及时交换。在法规的指导下, 通航机场气象服务保障将日趋成熟, 这也必将是低空飞行气象服务保障的趋势之一, 我们预测, 专业级、轻量级、委托服务、精细化服务是未来通航气象和低空飞行气象保障的大势所趋。

目前通航气象和低空飞行气象保障存在“气象情报获取难, 渠道有限不及时”、“缺乏专业级低空气象服务产品”、“极缺专业人才, 缺乏气咨询服务”、“系统建设成本高”四大痛点问题[5]。同时, 地方气象部门、航空气象部门、专业气象公司也都在跃跃欲试, 对低空飞行和通用航空气象保障都有所规划, 但却迟迟不见有完全针对低空飞行的气象服务和产品, 大家都处于摸索阶段, 处于用户不知道要什么, 气象部门不知道提供什么, 既像盲人摸象, 又像管中窥豹。

时不我待, 低空飞行气象服务体系建设, 必将给我国带来社会、经济和军事等多方面的综合效益。一是提供及时准确的气象信息, 为飞行计划制定等提供支持, 防止由于空管气象信息掌握不准而影响低空飞行的活动, 促进通航产业发展; 二是为飞行中计划变更提供支持, 能有效避免因气象原因造成的飞行意外航空事故, 提高低空飞行活动的安全性; 三是能有效利用有利天气, 避开不利天气, 进一步优化低空空域规划手段和方法, 提高空域的利用率; 四是能有效利用航空危险天气预警信息, 减少灾害性天气给低空飞行带来的破坏和造成的经济损失; 五是在军航、抢险救灾等重要飞行活动中, 提供有力的气象信息保障[5]。在低空改革的背景下, 通用航空迎来大发展的可能, 对于飞行安全至关重要的气象服务必须满足通航的发展要求。

## 参考文献

- [1] 胥川桂, 李洪伟. 低空飞行气象服务技术研究[J]. 电子世界, 2020(2): 158-159.
- [2] 颜玉倩, 张杰, 朱克云. 我国低空气象飞行服务需求分析与思考[C]//第32届中国气象学会年会 S14 第五届气象服务发展论坛——气象服务与信息化. 天津: 中国气象学会, 2015: 670-672.
- [3] 梁薏, 王阳洋, 王跃. 浅析通用航空低空气象服务产品与需求[J]. 民航管理, 2019(11): 74-78.
- [4] 范琪, 蒋瑛, 张杰. 国外低空气象服务体系方法对我国的启示和借鉴[C]//第33届中国气象学会年会 S22 青年论坛. 西安: 中国气象学会, 2016: 36-37.
- [5] 常卫乐, 丁海涛, 卢杨. 低空开放对空管的影响及对策分析[J]. 科技创新导报, 2019(20): 244-246.