

文 / 台宏达 (中国民航大学)

NextGen网络化航空气象服务 研究进展及启示

Progress of studies on NextGen networking aeronautical meteorological service and its enlightenment

引言

当前,随着各国的航空运输业飞速发展,天气原因已经变成了各国航班延误和取消的重要原因。据估计到2025年,航空运输需求将会增加2~3倍。所以必须要对天气数据信息进行研究和处理,以减少其对航空运输业的影响。

一、美国下一代航空运输系统NextGen

为了应对目前航空运输业面临的巨大挑战,谋划航空运输业的未来变革,在FAA的倡导下,美国政府于2003年提出了建设旨在满足未来航空运输需求,安全、高效的新一代航空运输系统(next generation air transportation system,简称NGATS,后改称为NextGen)。NextGen更关注于使用卫星进行导航和监控,使用数字化和网络化进行信息处理和传输,为空中交通提供现代化的、革命性的技术支持,以期达到减少航班延误、提升安全性、缩短飞行时间和减少对环境影响的目标。

NextGen系统能够顺利实施运行的关键,就是控制好天气因素对航空运行的影响。据粗略统计,美国目前约70%的航班延误是由于天气原因所导致的。因此,FAA

的联合规划与发展办公室(joint planning and development office,简称JPDO)号召创建网络化的天气服务系统。航空运行各相关部门可以通过该系统检索、过滤、传播天气观测和预报信息,从而尽可能的减少天气因素对航空运行的影响。

二、网络化的航空气象服务系统

在目前的航空气象业务运行中,观测数据信息和预报数据信息的提供是相互分离的;另外,各种地基、空基和天基的气象传感器也是相互分离的,各自提供其探测到的气象信息;并没有一个系统能够将这些气象信息整合到一起。因此,NextGen提出了网络化的气象服务系统的概念,并计划从4个方面开展研究工作。

(一) 观测

为了给全国各与航空气象相关的用户提供单一的、持续的、综合的、开放的天气数据信息,需要将来自于众多有效的数据源,由不同类型的气象数据信息集合在一起。这些天气数据信息必须是完整、准确的,包括云高、闪电、卫星云图、积冰、颠簸等各种信息;而且这些信息是向各种用户开放访问的。NextGen网络化的气象服务系统提出,要让在美国西海岸的

一个天气服务工作人员与国防部的员工一样,都能够看到东海岸的实时和预报的天气情况。

(二) 预报

要能够对当天的天气情况提供精确到分钟的观测报告,同时还需要内容丰富的短期和长期的天气预报。

(三) 发布

建立1个四维的天气数据立方体,方便、广泛地向各种用户进行发布气象信息。由于不同的用户可能会使用不同的软硬件设备来读取访问系统中的气象数据,因此,天气数据立方体的设计必须建立在面向服务的架构(service oriented architecture,简称SOA)上。

(四) 集成

由于天气数据信息众多,NextGen不仅能将成千上万的观测信息和预报信息进行过滤、整合,也会将相关的数据集成到NextGen的其他系统中,例如集成到空中交通管制员所使用的进离场管理工具中。也正因为如此,各机构所提供的天气数据信息必须要符合工业标准的格式。

NNEW(NextGen network enabled weather)是FAA一个的基金项目,用于研究提供灵活的、可行的、开放的技术标准

和规范, 基于SOA架构来无缝整合天气数据和服务, 实现上面所描述的“发布”方面的工作, 支持建立FAA所承担建立的天气数据立方体。

三、四维天气数据立方体

所谓的四维天气数据立方体 (4-D Wx data cube), 其实可以认为是一个虚拟的数据仓库, 仓库内存有航空运行所需要的相应时间和地点的天气观测和预报信息。所谓的“四维”, 其实是指的天气数据本身: 1个特定地点的天气信息被按照4个维度存储, 分别是3个空间维度——经度、纬度和海拔高度, 还有1个时间维度, 用于记录观测或者预报所对应的时间。

四维天气数据立方体中的观测数据来自于卫星、雷达、飞机、地面观测系统和探空数据等, 预报信息来自于数值预报模型和专家预报系统。其主要包括的气象要素有: 对流天气、强风暴、湍流、风切变、结冰、能见度、火山灰、空间天气以及航空运行对天气的影响等。所有的这些数据信息都会由自动化的系统或者美国国家气象局 (national weather service, 简称NWS) 的预报员进行质量控制。

四维天气数据立方体的一个关键的特性是: 它其实是虚拟存在的。事实上, 数据仍然分布在不同的数据源处。但是NNEW的软件系统通过网络把这些数据进行了协调和整理, 建立起来一个虚拟的数据立方体。四维天气数据立方体的组成结构示意图如图1所示, 每1个小立方体代表了四维天气数据立方体的1个数据来源。

虽然这些气象数据事实上还存在于各自的数据源处。但是NextGen的用户只需要按照标准的数据格式去连接到四维天气数据立方体, 查询所需要的天气信息。NNEW系统便会将相应的信息反馈给用户。

在四维天气数据立方体的内部, 还有1个单一的、权威的小立方体数据源(single authoritative source, 简称4-D Wx SAS)。

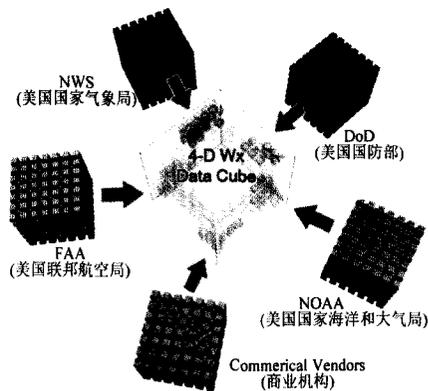


图1 四维天气数据立方体数据来源示意图

4-D Wx SAS是一个经过了优化的, 可以直接被空中导航来使用的天气信息的集合。其中所包含的气象要素由航空服务提供者 (ANSP) 指定, 而数据则来自于各个数据源处并进行了优化。随着NextGen系统的发展, 4-D Wx SAS中的内容也会随着ANSP的需要而发生变化。美国国家气象局与空军部队天气服务部门还会进行协调, 来商讨决定什么样的天气信息能够满足ANSP的需要。4-D Wx SAS数据信息来源的原则是, 不管气象信息来自于国家部门还是来自于其他部门, 包括商业机构, 只要是能够免费的向所有用户开放, 都可以被用来放入到4-D Wx SAS中。详情如图1所示。

4-D Wx SAS也会向所有的用户开放网络访问, 同时也是空中交通管理机构进行决策的唯一的天气信息来源。但是, 它并不是其他用户, 比如飞行员或签派员的唯一天气信息来源。

四、天气数据信息的流向

NextGen系统中天气数据信息的流向如图2所示。各种天气数据信息会首先经过观测、分析和预报, 然后进入四维天气数据立方体中。之后, 四维天气数据立方体将会通过一个符合NNEW相关标准的、网状的架构来管理和发布这些数据。

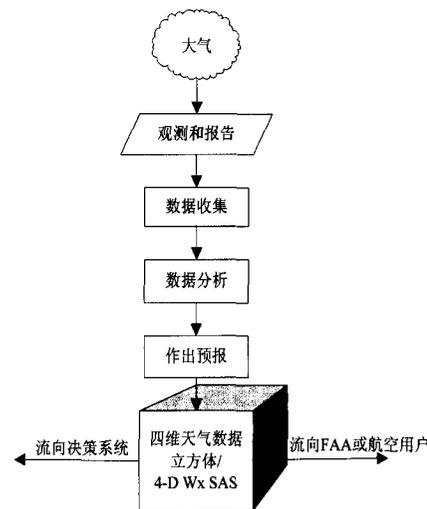


图2 NextGen中的天气数据信息流向

四维天气数据立方体发布的气象数据信息会有2个流向: 一是流向条件评估和阈值界定系统, 数据经过这些系统之后将会发布到与空中交通管理系统等相集成的运行决策系统之中; 二是会直接流向FAA或者其他航空用户, 供这些用户在规划航路或者指定飞行计划时使用。

NNEW的研究是基于SOA概念的, 各种数据的格式和传输服务都是通过一系列的模块所组成。气象数据在处理和提取时, 可以通过分布在不同数据源处的注册表而被动态的发现。数据的访问服务则是通过对时间和空间要素进行滤波而得到。四维天气数据立方体系统能够满足大量数据进行智能传输的需要, 并会尽可能地减少对带宽的需要。同时, 由于使用了SOA的网络架构, NextGen的各个用户在访问和使用四维天气数据立方体时, 可以仍然使用现有的软硬件设备, 实现数据的交互访问需要。

五、相关研究进展

目前, NNEW已经推出了若干评估演示程序, 包括功能演示、Web服务演示和其他的一些演示程序等。其中一个功能评估演示程序如图3所示。

该软件使用的数据采用了开放的

统一的标准。数据来源于NOAA的地球系统研究实验室、NCAR的研究应用实验室、MIT的林肯实验室以及NOAA的国家天气服务。系统载入后,会在屏幕上显示一个地图;通过点击菜单栏上的“Dashboard”,可以显示NNEW的一些关键的数据流,选择相应的产品之后,软件会通过使用NNEW的服务和标准来接收数据;数据接收完成后会显示在地图上。

四维天气数据立方体的研究和发展需要多个部门进行努力和协调。

(一) 观测方面

NextGen于2009年和2010年完成了总体规划,优化了天气传感器并完成了在机场终端区、航路等区域的地基传感器和空中传感器的数据差距识别。计划在2013~2015年,将来自地基、空基和天基的、支持现有观测和预报处理平台的完整的天气信息,包括天气雷达、气象卫星、飞机(机载传感器和飞行员报告)、传统的字母数字化的天气报告(如TAF报和METAR报)、地面观测和数值预报模型输出产品等都包含到四维天气数据立方体中;另外还会包括一些在FAA管辖空域之

外的天气信息。2011~2015年还会发展自适应传感器的概念,提升火山灰传感优化策略,并启动太空天气的研究。

(二) 预报方面

NextGen对强对流天气进行了预报演示,并且计划于2011~2015年开发、测试在FAA系统决策工具中空管部门所需求的0~8h对流天气预报。在未来的几年内,伴随着四维天气数据立方体中传感器类型的增加、预报准确度的改进和数值预报模型的更新变革,四维天气数据立方体还将支持概率分析和预报,同时会与决策支持系统相配合,对预报进行验证。

(三) 数据标准的开发研究方面

NextGen系统于2009年公布了天气数据标准和网页服务指导手册,对各机构之间共享四维天气数据立方体的数据和相互协作能力进行了演示。在2010年,通过演示程序检验了相互协作的数据标准和网页服务,并计划于2012~2015年完成主要天气系统的服务适配器的开发,确保其与四维天气数据立方体数据的兼容。

NextGen计划于2025年,实现所有的与四维天气数据立方体相关的天气数据、

服务、4-D W x S A S和预报验证等工作。

六、对中国民航气象系统发展的启示

通过前文对NextGen的NNEW项目以及四维天气数据立方体的介绍,我们可以看到,标准化、网络化、集成化是NextGen气象系统研究和发展的主题。

(一) 标准化

由于目前民

航各机构部门使用不同的软硬件系统获取气象信息,为了能够让各个部门机构都能够正常使用四维天气数据立方体的数据,NNEW项目研究基于SOA架构的网络,研究标准化的数据标准和服务规范,去使得各个部门机构都能基于现有的软硬件设施,访问四维天气数据立方体,得到所需要的数据。另外,NextGen不仅在天气数据和服务标准的共享与统一启动NNEW项目进行研究,更是启动FTI项目对各个机构的远程通讯设施的标准化进行研究,启动SWIM项目对一般性数据的输入输出进行标准化研究等。

目前我国民航气象系统也同样存在有类似的问题,各机场气象台和气象中心使用不同的硬件系统获取气象信息,很多气象台开发有自己的软件系统。这就为各气象中心和气象台之间的数据共享与协同分析设置了较大的障碍。伴随着我国航空运输业的发展,这种矛盾也将会愈发的明显。因此,有必要对气象台和气象中心所提供的气象数据和服务的格式建立统一标准,对各种设备的观测数据的格式(例如气象雷达观测数据的格式、自动观测系统数据格式)、各地航空气象信息服务系统的数据接口格式等进行统一标准化,从而可以更好的提供观测和预报服务,并为未来航空强国的发展做好铺垫。

(二) 网络化

四维天气数据立方体的数据并没有真实的存在于一个数据库之中,而是分别存放与各个气象服务机构处。用户需要得到所需要的气象信息时,会通过NNEW所提供的SOA架构的标准化的网络得到相应的数据。这有些类似于目前在计算机和互联网领域正在蓬勃发展的云计算。目前在我国,已经基本上建立起了由民航气象中心、地区气象中心和各级航站构成的多层次、分布式的民航气象数据库系统。可以在现有的基础之上,将民航气象中心和各地区气象中心建设成为8个大型航空气象数据分析、计算、存储 (下转第45页)

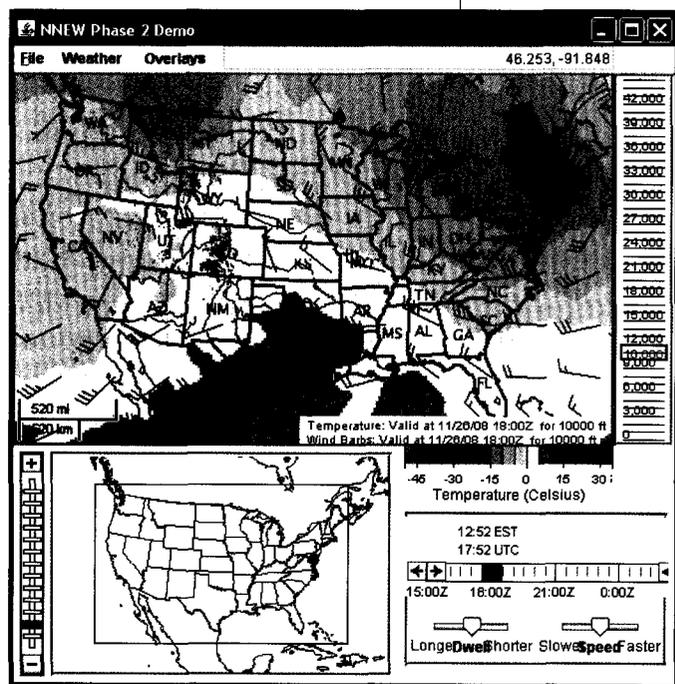


图3 NNEW功能评估演示软件

通常有其他低云伴随。例如它有时在浓积云的发展或消退阶段,存在于二者之间,高度上二者大抵相同;有时也与层积云出现在同一个高度,其云底高度常在900~1800m之间,产生降水时云底较低,底下常飘着松碎的碎雨云,虽然碎雨云移动比较明显,但是高度高于冬季,其云底高常在200~500m中间。

三、冬、春两季直接危及飞行安全的低云

北京首都机场冬春季节本场的低云雾天气,是指弱冷空气过后,降温不强,增湿明显,地面有积雪,在近地面层有较深厚的辐射逆温层,在逆温层顶下,空气湿润,烟雾漂浮,低云多且云高很低,能见度不良,严重影响飞行的正常运行。

(一) 本场常出现的低云种类

北京首都机场低云出现的频率以夏季雷雨季节和冬季为最多,冬春季节北京首都机场大于或等于4/8的低云主要是层云、碎层云、低而厚的雨层云和层积云这4种,其中以层积云出现的最多,当天气系统过境时,本场一般先出现层积云,系统强时演变为雨层云,然后又演变为层积云或中云。系统结束,层积云是本场的主要云系。在初冬时节的层积云中,有时会有积冰的出现,对于中、小型飞机的航路飞行及着陆进近过程有影响。

(二) 低云常出现的云底高度

冬季的北京首都机场没有产生降水,层积云云底较高,一般在900~2000m之间;当产生降水以后,高度开始降低,可在500~800m之间;有长时间降水后往往演变为雨层云而云高会更低,云层厚度在600~800m。层云是冬春出现的次多云状,层云是一种布满天空低而均匀的幕状云,云高一般只有200~300m,最低的只有几十米,它往往生成于夜间和凌晨,维持时间较长,最长可达4天,中午前后云变薄升高,云量逐渐减少而演变为碎层云,碎层云与层云和雾是互为因果的,即雾多层云多,反之亦然。在很多情况下,层云接地就是雾,雾的抬升就是层云,而弥漫的大雾则是本场造成航班不正常的最主要最常见的复杂不适航天气。相对而言雨层云在本场出现的较少,经常是一些系统性的天气过境,伴有持续时间长,强度较大的降水,在它的下面飘动的碎雨云,其高度很低,同时它清晨生成辐射层云,对于云高较高的层积云(云高远远大于150m)来说基本上对飞行不会造成威胁。

四、做好低云下安全飞行的防范工作

傍晚是北京首都机场强对流云出现的高峰期,而这个时段又正好是航班回港的时间。本场对流云一般来自西,西北方

向,对于观测员来说,应注意西,西北方向云的演变,其次应注意本场气象要素如风、气压等的变化,对流天气强烈时随时做好特殊天气报告的发布准备。对飞行员而言,一是要做好心理准备选好备降场,做好备降的准备,二是飞行员要做好技术准备,尽量避开或者采用绕飞等方法降低强对流云对航班造成不正常影响。

五、结束语

在低空飞行时,云中有限的能见度是飞行复杂化和影响飞行安全的主要气象因素,对本场而言,在冬季这种影响更为严重。

(1) 由于有低云,飞行员看不清地标而迷航;

(2) 飞行员由于心理上的压力并产生云中错觉,引起操纵错误;

(3) 着陆中由于有低云看不清跑道,使飞机偏离跑道或过早、过迟接地。飞行安全也经常受到云(尤其是积雨云)及与之相伴的降水的影响。

而低云以及与之相伴随的天气往往也成为危及安全的重要因素,如浓雾、雷击、冰雪等恶劣天气无疑成为飞行事故的罪魁祸首,可见低云伴随的灾害性天气直接危及航空飞行的安全,所以做好低云的预报和测报工作至关重要。☛

(张远晖 编校)

(上接第43页)和发布中心,全国民航气象系统共享航空气象的观测数据和预报结论,对外提供权威的、统一的、开放的、网络化的航空气象服务,则不仅将会可以充分利用目前地区中心的资源,而且会降低各中小机场气象台的资源配置负担,提高整个民航气象系统观测和预报水平,从而为民航提供更好气象服务。

(三) 集成化

四维天气数据立方体中的数据不仅仅直接为FAA或者其他航空用户所使用,还

会流向条件评估和阈值界定系统。数据经过这些系统之后将会发布到与空中交通管理系统等相集成的运行决策系统之中。目前在我国,航空气象服务系统与空中交通管理系统并没有紧密的结合在一起。例如可以将机场气象雷达的数据进行条件评估和阈值界定,并重新进行编译和反演,与雷达管制程序结合在一起,从而可以使管制员更加直观方便的了解积雨云的位置和高度信息,引导飞行员进行绕飞或调整高度等操作。

七、结束语

美国NextGen对航空气象服务提出了很高的要求,并且通过NNEW等诸多项目进行研究,以尽可能的减少气象因素对航空运行的影响。我国的民用航空运输业正值蓬勃发展时期,只有不断的跟随世界先进技术的步伐,借鉴国外先进理念,研究适合我国国情的航空气象服务系统,才能更好的保障航空运输安全、高效的运行,促进我国早日实现民航强国的宏伟蓝图。☛

(张远晖 编校)