

ADS-B技术在空管自动化系统中的应用

柏丽银

民航贵州空管分局

[摘要]为解决部分地区繁杂的地貌自然环境以及监视系统更加精细化的要求,完成雷达数据信号全面覆盖,达到日益增加的空中交通管制要求,国际民航组织以及有关我国与别的国际经济组织达成共识,将ADS-B技术性作为将来全世界空中交通监控方式的具体发展前景。文中详细介绍了ADS-B技术的基本原理,并且论述了ADS-B在空管自动化系统中的设计方案和运用。

[关键词]ADS-B技术;导航;空管自动化系统;应用与管理

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.1153

近些年,中国民航空中交通管制和监控系统具备了很强的保障工作能力。据不彻底统计分析,2016年,全国民航运输机场完成起降架次 923.8万架次;2017年,全国民航运输机场完成起降架次1024.9万架次;2019年,全国民航运输机场完成起降架次1166.05万架次。应用传统的空中交通监视方式,东线在部分地区基本上可以完成二倍或三倍的雷达信号覆盖,但民用航空货运量与日俱增,拥挤情况日益显著。中西部地区由于地形地貌繁杂多变,数据信号遮盖不全,在航路和飞机场无法基本建设传统的雷达监控系统,维护保养成本相对较高。因而,为达到民航运输要求,填补传统监管方法的不足,寻找更效率的监管方法,中国民航总局大力开展ADS-B基本建设和实验工作,执行了一系列ADS-B关键技术的运转检测和认证新项目。根据前沿技术的应用,可以减小航行间距和航线容积,缓解空中管制员的工作量,提升管制监控运作的系数和效率。

一、ADS-B原理概述

广播式自动相关监视(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, ADS-B),它界定了一种新的监管方法,利用地-空、空-空数据通信完成空中交通监视和飞行航空器信息的传递[1]。根据ADS-B机载设备获取全球卫星导航系统(GNSS)、惯性导航系统(INS)、飞行管理系统(FMS)等其他机载传感器的实时数据,如飞机的呼号、地理位置、高度、速度、驾驶员输入的信息等航空器信息,通过数据链的方式对外进行广播[2]。ADS-B技术数据链主要有1090MHz扩展电文模式、通用访问收发机模式以及甚高频数据链路4模式。

ADS-B机载设备功能主要分为两类,分别为发送(OUT)和接收(IN)。ADS-B OUT,主要是航空器向外发送自身相关信息,ADS-B IN,主要是航空器接收其他航空器发出的信息和地面设备发送的信息。ADS-B监视系统主要运用于航线,提供对总体目标的监视,提升航空安全性。ADS-B是ADS技术的一种,是将来完成随意航行定义的主要保障技术。

ADS-B有下述特性:(1)自动(Automatic):24小时运作,无监管、无需地面询问;(2)依赖全球卫星导航系统(GNSS)、惯性导航系统(INS)、飞行管理系统(FMS)等给予的精确数据信息;(3)监管:根据监管获得航班信息、地理位置、高度、速率等信息;(4)广播不用回应:机载ADS-B设备发送的信息,并不仅仅是一对一的传送,而且还会连续周期性地信息广播给通信范围内航线任意一个有有关设备的航空器或地面站,即只需在合理区域内,安装了ADS-B L波段系统的航空器以及地面站,就可以不受限地接收到航空器发送的ADS-B数据链信息。

综上所述,ADS-B的基本原理便是机载设备接收器接收机载定位导航系统发过来的信息,位置报告刷新率可达0.5秒每次,全自动的将信息传送给通信范围内的地面站和其他航空器,与此同时,航空器自身也接收航线中其他航空器广播的飞行数据信息。

二、ADS-B系统组成原理

机载ADS-B设备将获取的4D轨迹信息以及速度等飞行数据信息广播到空中和地面,地面接收站将信息传送给数据中心处理站处理,然后送给空管自动化系统处理,最后供管制使用;航空器接收到其他航空器发送的飞行相关数据信息后,对其进

行处理和分析,为自身飞行安全提供保障。它不但可以完成对航空器的监视,还能够完成航空器之间的互相监视,使航空器在避免空中冲突从被动转为主动,大大地提高了航空器的飞行安全。除此之外,该系统将降低云和可见度的限定,提高飞机场情景的监视与控制能力。

ADS-B的关键信息是航空器的4D轨迹信息(经度、纬度、高度、时间)、航空器飞行数据信息(飞行员输入的信息、航空器轨迹信息以及航迹转折点等)以及相关机载设备信息(呼号,24位地址码等)。除此之外,它还很有可能包含一些别的额外信息,如飞机的前进方向、风力、风频和外部温度等。ADS-B的信息传送安全通道选用ADS-B报文格式的方式,根据空对空和空对地开展广播。

ADS-B的信息处理和输出主要包含4D轨迹信息以及其他飞行数据信息的获取、处理和合理优化算法,生成清楚直接的空中交通趋势图,包含背景和轨迹、数据信息块标识、主要参数对话框和信息对话框等。ADS-B的构成基本原理如下图1所显示。

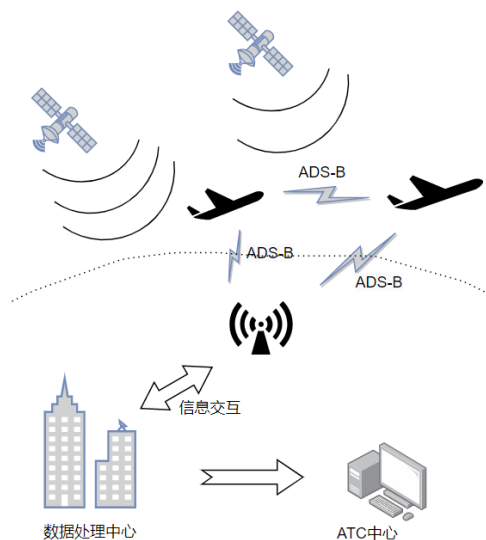


图1. ADS-B工作原理图

ADS-B系统由多个ADS-B地面站和机载ADS-B设备构成,以网状和点对多点的方法实现消息远程传输。ADS-B运用L波段获得航空器准确的空中位置信息和速率信息,并由机载设备按时广播航空器的呼号、空中位置、速度等主要参数。ADS-B地面站收到信息后,将信息传输给二级数据处理中心处理,最后送给空管自动化系统,完成地空监视。装有ADS-B接收机的航空器还能接收其他航空器广播的信息,完成对空监视。

三、ADS-B原理简介

ADS-B系统的信息更新速率比较快,它是一个可以实时监视航空器运行状态的信息系统。主要由信息输入源、信息传输以及信息信号处理与显示组成,同时具备通信与监视的能力。ADS-B地面站的两个消息输入通道为:(1)飞机中的机载设备从全球卫星导航系统获取自己的位置信息,然后机载设备把位置信息加上自身的其它飞行数据信息通过1090 ES数据

链广播出去, ADS-B 地面站和其他飞机装载的设备接收ADS-B 广播信息; (2)地面雷达检测。飞机在飞行时,地面雷达也会检测到航空器的信息,并将雷达监视信息通过地面建设的通信网送给交通信息服务广播服务器,最后发送给ADS-B地面站。ADS-B 地面站将接收到的消息进行处理打包成标准格式后发送给管制中心。信息采用报文格式的方式传送。信息信号处理与显示主要包括空中位置信息以及其他的飞行数据信息,最后生成清楚直接的背景、运动轨迹、空中交通条件、主要参数对话框和信息对话框等,以伪雷达探测图像即时给予给用户。

ADS-B技术是新一代集卫星导航、机载设备和地面监视与一体的通信监视技术。它使空中交通监视更加高效、安全、监视覆盖范围扩大。该技术能有效提高空中交通的运行安全水平、空域容量以及运行效率。

四、ADS-B应用的关键技术

ADS-B技术在目前民航空管自动化系统中运用时,系统软件应用主要有下列一些问题必须考虑到:

(一) 监视源数据的多元性

现阶段在我国民航空管应用的监视方法有三种:独立监视、协同监视和相关监视。图2展示了现阶段空中监视方式的归类。

与雷达监视对比,全自动监视具备监视精度高、不会受到区域限定等优势,但也有显著的局限。例如,监控的实际效果一切在于被监控航空器的主动发送数据信息;监视与控制精度在于总体目标独立精准定位的精度;监控工作能力(总体目标总数)受所适用的数据链接工作能力等的限定。

在现阶段民航空管系统中,监控方法一般不可能选用单一方式,各种各样的监视系统会长期共存。在检测精密度和处理速度层面,广播式自动相关监视系统比一次监视雷达具备显著优点。一次雷达的单独和非协同式监视特点是空中交通管制监视不可替代的,但是一次雷达作用距离和覆盖范围有限,而且工作功率高。广播式自动相关监视系统将适用于监视深海和荒漠地域。二次雷达是一种独立的协同式监视,它是我国目前航空器监视的主要设备手段,且作为雷达管制的主要监视技术,实施雷达管制的空域应实现雷达持续可靠覆盖。因而,目前的民航空管自动化系统应具有解析和处理来源于各种各样监视信息数据的能力。广播式自动相关监视系统与二次监视雷达相比,其具有建设运维成本低、精度高、航迹数据更新率快、等优点。

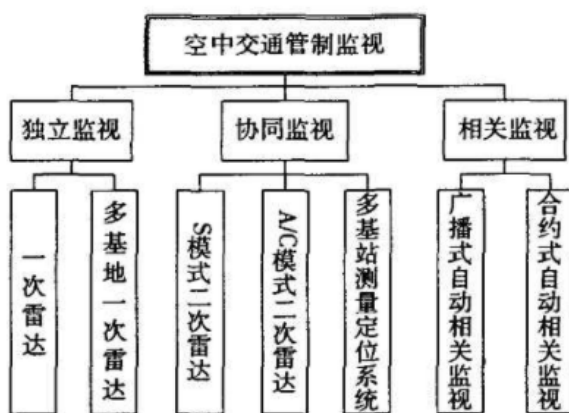


图2. 空中交通管制监视方式分类图

(二) ADS-B报文分析

ADS-B的消息传递采用报文格式的方式,以空对空、空对地的1090 ES数据链方式进行广播。采用脉冲相位编码,目前使用DF17和DF18下行格式来传输数据。位置信息和速度信息每0.4到0.6秒更新一次。ASTERIX是EUROCONTORL组织为监视数据的传输和交换而定义的标准。ASTERIXCAT021是ADS-B的信息报告。一些信息文件格式的事例如表1所示。表格中的110项数据

为航空器航迹意图图4D显示报告,该数据项的第一个字节数由8位构成,最大位为航空器航迹意图数据开关;第七位为航空器航迹意图数据是否有效;最小位为是否扩展数据项,如果是1,扩展数据项。

表1. ADS-B报文格式

序号	数据项	数据项描述	长度
...	
22	I021/020	发射器种类	1
23	I021/220	气象报告	1+
24	I021/146	中间高度	2
25	I021/148	终止高度	2
26	I021/110	飞行意图	1+N*15
27	-	空余位设为零	-
28	-	空余位设为零	-
扩展位	-	字段扩展标识位	-

五、ADS-B在AirNet自动化系统中的运用

(一) 数据信号接入控制模块

监视数据前置处理服务器(SDFP)是AirNet自动化的前端服务器,给予ADS-B、雷达和别的监视数据的接收和预处理。ADS-B数据前置处理子系统(AFP)主要用来接收和处理ADS-B数据。系统对各监视源的原始数据以及数据所包含的信息可靠性进行实时监控,并进行通道数据比选。ADS-B接口不仅支持HDLC协议,还支持网络(组播)方式。系统适用的ADS-B数据文件格式为ASTERIXCat021。

(二) 多雷达航迹融合控制模块

主监视数据处理服务器(MSDP),主要对雷达数据、ADS-B数据、多源监视数据融合处理以及QNH异步串行数据接收及处理。ADS-B数据处理子系统(ADP)主要对ADS-B数据融合处理。单监视源数据处理主要包括航迹生成,航迹保持,航迹更新,航迹终结。监视数据处理能完成ADS-B的数据的处理,并将数据用于航迹计算、告警、相关等系统功能的增强和优化。航迹保持是判断当前数据与航迹是否满足关联规则;如果满足,则航迹保持。系统将不同监视源报告的同一目标的数据进行融合跟踪处理。由于不同类型监视源跟踪精度,更新周期不同,先将雷达数据、ADS-B数据和MLAT数据根据监视源进行单独融合并进行跟踪,每种监视源输出一路融合航迹,最后将所有监视源的融合航迹汇聚成系统航迹。单一监视数据异常或中断不影响系统融合监视航迹,其主要涉及对目标位置,高度,速度矢量,爬升率等数据项的融合。

六、结语

作为一项新的技术,ADS-B将对民航空管自动化系统产生重大影响。现阶段,ADS-B技术在我国还处在科学研究环节。进一步加速ADS-B技术性的科学研究,并使其普遍使用于民航空管自动化系统,将缓解在我国日益突出的空中交通管制工作压力。我国在检测系统基本建设层面大大滞后于资本主义国家,ADS-B技术在中国有较大的未来发展空间。发展此项技术是我国民航空管完成跨越式发展的有效途径。

参考文献:

[1]程凌舟. ADS-B技术在杭州空管自动化系统中的应用[J]. 民航学报, 2021, 5(05): 37-40.
 [2]魏全坤. 浅谈ADS-B在空中交通管制中的应用实践[J]. 通讯世界, 2020, 27(06): 117-118.