

# 民航空管应用 ADS-B 的关键问题分析

姚清洋

西北地区空中交通管理局空管中心区域管制中心, 陕西 西安 710000

**[摘要]**对 ADS-B 的基本概念和发展状况进行了阐述, 并着重于对我国的民用及发展企业应用 ADS-B 系统时, 在空管导航、通信数据链路和地面站、管制程序等方面, 所必须考虑的问题进行了分析与研究, 并列举了若干可实际解决的基本思路与参考方式。

**[关键词]**民航; 空管; ADS-B

DOI: 10.33142/sca.v5i2.6176

中图分类号: V355.1

文献标识码: A

## Analysis of Key Problems of ADS-B Application in Civil Aviation Air Traffic Control

YAO Qingyang

Area Control Center of Air Traffic Control Center of Northwest Air Traffic Management Bureau, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

**Abstract:** This paper expounds the basic concept and development status of ADS-B, and focuses on the analysis and research on the problems that must be considered in air traffic control navigation, communication data link, ground station and control procedure when applying ADS-B system to civil and development enterprises in China, and lists some basic ideas and reference methods that can be solved practically.

**Keywords:** civil aviation; air traffic control; ADS-B

### 引言

保障航线上飞行的飞机能够安全、健康、有计划的在空中进行飞行就是空中交通管理最为根本的目标, 相关工作人员需要实时监测管制公域内飞机的飞行状态。在以往工作的过程中, 都会采用跟传统的雷达监视手段进行监管, 其工作方式是应当和询问。但是站在长期的角度进行考量, 这种传统的雷达技术中有着很多的局限, 受限于雷达波段的垂直传递, 这种技术出现了众多的缺陷, 一些荒漠和海域地带难以充分覆盖。整个雷达在工作的实践, 数据刷新量不断的提升, 监视的境地受到了严重的影响。在这种情况下, 航班的预计航程、速度以及状态数据难以无法获取。因此, 发展新一代的电子监控手段有着十分重要的作用与价值。

广播式的自动相关监控 ADS-B, 即飞行飞行器采用主动广播由机载星基引导和位置形成的客户位置消息, 而地面设施和一些飞行器则利用飞行数据链接受此消息, 而运载火箭控制系统、飞行器和地面信息系统则使用高速数据链展开对太空、天空和陆地一体化的合作监督和控制。由于 ADS-B 的监控精确度以及数据更新的效率都要高于相对传统的雷达技术, 除了定位信号之外, ADS-B 还提示了其他信号, 还有车速和飞机意向等, 尤其适用于山地等过于偏远且无法建立起雷达通讯的地区, 同时也非常适合针对密度过高的飞机场展开监控工作, 因此该系统也是未来监控体系完善和发展过程中的必要结构和发展方向。

### 1 ADS-B 的构成

广播式自动相关监控单元(ADS-B)是一项通过雷达卫星位置和使用空地、空空数据链通信进行道路监控和信息的空管监控技术, 该控制系统无需人工操纵或是询问, 能够手动地(每一秒 1 次)由相应的车载装置中得到参数, 并向周围任何航空器以及当地车站播报航空器的方位、高度、时速、航线、识别号码等数据, 以供管理官对周围航空器状况实施监控, 也就为机组提供了更精确的周围航空器情况数据, 从而提高了机组的方位认识和对空中交通情况认知, 从而改善了航班的安全性管理水平, 提高了飞机工作效能, 优化了航线结构。机上的 ADS-B 按应用功能, 可分成发射(ADS-BOut)和接受(ADS-BIn)两种类型, ADS-BOut 是 ADS-B 的最基本功能, 本章将重点介绍中国民航机队 ADS-BOut 的现状<sup>[1]</sup>。

### 2 发展趋势分析

随着 ICAO(国际民航组织)全球统一运营概念的运行, 在全球各地都实施了相应的工程项目用以支撑 ADS-B 技术的研发与运用, 比较有代表性和深远影响的工程项目有: 南美洲的 CAPSTONE 规划、欧盟的 CASCADE 规划, 以及澳洲的 UAP 工程项目<sup>[2]</sup>。ICAO 目前已开始积极的推动 ADS-B 技术的应用与实践, 并陆续制定了引导 ADS-B 体系建立与运营的规范与建议举措, 同时也在其实现路径图中对支撑未来 ATM(空中交通管理)业务的电子监视装置和关键技术的发展方向做出了预测。研究成果表明: 在未来的十多年里, 已配备了 ADS-B 车载设施的航空器将愈来愈多。目

前 ADS-B 地面站的建设规模正在不断扩大,而对于密度相对较低的空域来说,ADS-B 甚至可以成为唯一监控地面的方式。ADS-B 技术目前正逐步形成飞机检测单元的发展潮流。而中国民用部目前也已经实施了 ADS-B 应用监测工程、军航十一工程等大型项目,并将在“十一五”期间我国的经济发展规划上将 ADS-B 技术发展成为中国航空监测单元系统未来发展的重点。二零零六年,中国民航颁布了《ADS-B 技术政策》,使 ADS-B 的技术发展开始形成了我国飞机电子监视系统发展的最新态势。

在这样的技术体系下(增加了“第三方服务”成本),尽管在中低密度航线上,采用 ADS 监视技术的空中交通业务和航线运营管理都可以进行,但高昂的运营成本也使空管部门和民航公司等使用者望而却步,对飞机已配备的现代化车载设施、已配合建立的空-天空数据信息链、地-空中数据信息链,以及地面应用设施等也只好束之高阁。

### 3 民航空管在应用 ADS-B 时产生的问题

#### 3.1 对导航相关问题的探索和研究

当前 ADS-B 系统所获取到的一切定位数据信息内容都来源于全球定位系统的接收机,而 GPS 接受机也在提交定位数据信息内容的时候,还提出了水平保护准则(HPL)用作证明定位数据信息内容品质与可靠性的规范标准重要依据<sup>[3]</sup>。HPL 是一个以计算出来飞行器的实际方位为圆心的小椭圆的零点五径曲线,当飞行飞行器实际方位以 1~10 的概率落在圆周运动方向内时,为减小飞机广播参数的变化总量和距离,系统采用了 ADS-B 车内装置将 HPL 数据转换成了航空器实际飞行速度的不确定量种类(NUC),同时还对方位和速度各有一个 NUC 指标,由系统根据 NUC 的大小选择所要执行的管理操作。NUC 是一个从 0~9 的整数,如果超过等于五就应该实行类雷达管理。NUC 参数综合反应了 ADS-B 位置消息的准确度和完整性,基本可以适应于目前的监管应用情况。但由于空中监控单元对定位消息准确度和完备性的更高需求,所以 RTCA DO242A 规范中也在二零零二年提出了 GPS 定位准确度类别(NAC)、GPS 定位完好性类型(NIC)和跟踪完好性等级(SIL)的定义。目前设想通过机载信息系统 FMS 来接受各类数据信息源(惯性控制系统、GPS、VOR、DME 或者 Galileo、“北斗”等)的引导信号。但是,因为在目前使用的 FMS 系统中还无法进行通过计算评估 ADS-B 数据正确性和完好性的 HPL 值,所以并没有指引和管制。所以,必须对所有的设备进行更换与升级。

#### 3.2 通信数据链选择及存在的问题

支撑任何 ADS-B 操作系统的 S 模式应答机,都需要具有完备的 S 模式数据链网络通信协议,包含了数据通信-A 协定、数据通信-B 协定、数据通信 U/V 协定、信息-应答协同协议,以及多站消息监听协定等。在 DO-181C 规范中还规定了,112 位的长报文需要在 100!S 时限内通过完成数据通信协商来确认上传报文,而五十六位的短报文中也

有在 115S 时限内通过完成来确认上传报文。另外,为了能够最大程度地保证信息的完整性,S 模式数据信息链路中还采用了错误的自动编码和离散寻址等技术手段。个中最主要的技术主要问题,是:当由于采用了 1090ES 数据链,并因此使得 ADS-B 和二次雷达均采用了 1090MHz 频段时,就可能产生了信息链路的拥挤阻塞现象。但当阻塞时也会产生丢报现象,因此产生了大量随机的短报文时延问题。可综合采用更有效的编解码工艺技术和更先进的多址链路工艺技术,并研究设计与 ADS-B 和雷达协同工作的协议算法和协议栈,以克服这一主要问题。也不采用变速度报文的传输方式:但对于自动更新速度相对而言较大的报文,如位置消息等,我们可选用相应更多的传送频次(2 次/秒);自动更新频率相对较小的消息,如速度消息等,用在相对较小的发送频率上(5 次/秒)<sup>[5]</sup>。但是因为目前的 ADS-B 还不能使用到所有地面终端区段上,该问题影响暂时而言还并不大,所以在具体使用时,仍然需要选择适当降低地面雷达数据段的使用数量,使得 ADS-B 在 1090MHz 频率上达到更大的数据宽度。并且,尽管目前 1090ES 设备已可以选择更高效的编解码方法、调制方法以及协议体系,但由于目前 SSR 使用的 S 模式 1090 设备尽管已经建立了标准体系,并且也已应用,但一旦要调整将会比较繁琐,并且由于链路的阻塞等问题也还不能完全改变,导致了目前的 S 模式 1090 地面设备已经基本不具有对农产品品牌竞争力以及上行链路广播的能力,从而导致了目前 1090ES 的应用范围也受到限制了。而因为目前 UAT 与 VDLM 四各自具备的技术优势,所以,三个数据链设备目前都存在着一定的目标消费者群体。美国空军目前规划并在所有商业飞机采用了 1090ES 系统,并在所有通用航空器上都采用了 UAT 数据链路系统,而世界其他的一些国家也一直在积极开展对 UAT 系统的测试与评估工作;而在欧盟目前也规划主用 1090ES,并选择通过 VDLM 四处理场面监控问题(VDLM4 不用作航路监控)。如果使用更多数据链路,就必须构建多链路网关体系,来完成各种数据链路中间的互连;还有,如果使用 TIS-B 网关完成 ADS-B 与 SSR 中间的互连,也就能够完成航路上各种监控模块的协作,从而完成了由单一的消费者群体向统一的监控群体的转换<sup>[6]</sup>。不过同样是由于上面所表达的各方面因素,目前这种模式同样能够确保实现 UAT 客户群体对于其他模式用户群体的单向可视,而且还必须要全面考虑到 TIS-B 通信中所设计到被 SSR 检测的 ADS-B 目标产生的信息冗余等问题。不过后者也可以应用 ADS-B 目标的地面站来针对 TIS-B 目标互联网网关的监测信息进反馈,以确保针对 SSR 信号展开信息冗余的性能测试,并且进行一定的过滤。

#### 3.3 ADS-B 系统和地面站的相关问题

ADS-B 的地上车站系统在相对于严苛的气候和定罪条件下能够具有高效地持续上班的技术能力,功耗相对较

小,并且同时还可利用太阳光供电系统,而且还可以同时在低温和高热的环境下正常上班,并且同时拥有了无人看守、手动双机热备、远程监视和远程软件更新功能的特点能力<sup>[7]</sup>。而问题就在于:因为ADS-B地上站点很可能将工作在比自然环境要求还要恶劣的地区,这样从地上站点到管制中心间的数据传输,就变成了确定ADS-B能否使用在地区内的关键因素。外国国家(如澳大利亚)目前采用了传统的地下道路系统,而中国现在也已经开始使用卫星通信链路实现地下传送信息,与传统地下运输道路形成了相对独立地的双备系统。但由于充分考虑了中国当前国情,在工程建设时仍可借鉴澳大利亚的成功经验。

### 3.4 对管制程序的影响 ADS-B 的应用

对于ADS-B数据挖掘功能和雷达分析数据中能够相互兼容和使用问题的解决方法,目前通常会利用两种方式进行解决,也就是优选法和融合法。目前对于我国来说主要还是以优选法为主,对于融合法的使用依然处于研究以及实验阶段。当然我国在使用融合法时可以考虑对其他国家的经验进行借鉴和分析,但是在采用优选法的时候必须要考虑到如下问题:首先是必须在原本的ATC控制系统中加入了ADS-B数据分析和雷达数据分析信息不相同的报警功能,以及ADS-B审计风险信息 and 航行规划不一样的报警功能;其次则是要求对ADS-B所监控的目标航空器之间的短期传统进行警告,其中包含着对ADS-B所监控的目标航空器以及雷达所要监控的目标航空器中间是STCA;第三则是需要处理航空器在跨越雷达扫描范围以及ADS-B监控范围中的跳点情况<sup>[8]</sup>,不过要满足以上需求的航空轨迹警告系统需要高昂的价格,而且还容易出现对ADS-B和雷达的数据造成影响的风险

在发达国家当中,例如澳大利亚基本采用了优选法,同时目前同样在对更加具有融合效果的方法进行研究并且落实到实践工作当中,因此我国在对这类解决方法进行使用的过程中也需要借鉴相应的经验。毕竟ADS-B系统是非常具有发展前途的监控技术,ADS-B必然会对各个国家的民用航空管制系统带来极大的改变,虽然目前在实际的应用和发展过程中依然面临着许多难以解决的问题,但ADS-B系统毕竟是未来监控体系的主要发展趋势,因此加强对该系统的研究和应用是非常重要的。中国西南部区域虽然具有大量的无雷达技术覆盖区域,但随着我国西部大发展战略的提出,飞机运输量仍保持着连续高增长率,必须要对下一代技术进行研究和发展的,确保能够有效攻克这一难题:我国的东部地区会受到传统雷达技术的局限性,造成依然会出现部分雷达覆盖盲区,因此必须要对新式的盲区弥补手段进行研究,并改善在飞机流量较高密度区域的服务功能。中国在航空管制监控体系的建设相比于目前大多数的发达国家来说依然呈现出了落后的情况,加上我国的投资资金受到了严重的约束,因此很难去大规模打造完善的雷达控

制体系,因此因此该技术在我国国内的市场前景依然具有非常广阔的发展和生存的空间,所以我国必须要对ADS-B技术进行深入的研发和探究,这也是不断加强我国空域管制以及地面监控和管理工作的关键内容之一。

### 4 结束语

目前ADS-B系统作为一项新的监测技术,其发展必然会对我国民用航空管制发展产生促进性的作用。不过在目前的应用过程中,我国依然面临着必须要解决的技术问题,毕竟ADS-B目前已经成为了我国监控单元技术的主要发展趋势,因此必须要解决相应的问题,才能促进该系统的落实和发展。目前中国西南部区域仍然具有较大规模的无雷达技术覆盖区域,但是随着我国西部大发展战略的提出,飞机运载量仍保持着不断高速增加的趋势,因此我国必须要加强对新一代技术的研究来对相关问题展开攻克,也就是针对我国东部区域的雷达覆盖盲区研究新式的盲区弥补技术,并改善飞机流量在高密度区域的服务特性是主要发展方向。我国目前在空管系统和监控单元建造方面仍大大滞后于世界其它的先进国家,再加上受财政投入的约束,在中国国内根本就无法大规模投入资金建造雷达控制体系,因此该技术在我国国内的市场前景依然具有非常广阔的发展和生存的空间,所以我国必须要对ADS-B技术进行深入的研发和探究,这也是不断加强我国空域管制以及地面监控和管理工作的关键内容之一<sup>[9]</sup>。

#### [参考文献]

- [1]李林奔. 民航空管远程办公系统的研究与应用[J]. 中国航务周刊, 2021(43): 58-59.
- [2]张兆宁, 蔡庆庆. 基于系统科学和协同学视角下军民航空管系统融合评价研究[J]. 系统科学学报, 2022(3): 45-49.
- [3]曹驰健. 民航空管通信导航监视设施设备防雷关键技术研究[J]. 电子技术与软件工程, 2021(19): 13-14.
- [4]徐如兰, 潘云飞. 基于开场测试的民航空管无线电信号监测与分析系统应用[J]. 中国新技术新产品, 2021(18): 43-46.
- [5]包励. 民航空管系统异地容灾NCE-T网管改造设计[J]. 长江信息通信, 2021, 34(9): 91-93.
- [6]徐翔, 韩珂. 高可用及负载均衡技术在民航空管信息服务中的应用[J]. 中国高新科技, 2021(15): 104-105.
- [7]侯敬, 王鸿锋. 当民用航空导航测距仪(DME)地面设备被无线电干扰后的操作与措施[J]. 中国航班, 2021(16): 104-107.
- [8]邱文. 民航空管自动化系统中飞行电报自动化处理措施[J]. 中国航班, 2021(11): 9-12.
- [9]戴睿. 民航空管如何更好地融入经济社会发展[J]. 民航管理, 2021(4): 47-49.

作者简介: 姚清洋(1989.7-)男, 西安市雁塔区, 汉族,

大学本科学历，中国民用航空西北地区空中交通管理局- 工程师，从事空中交通管制工作。