



信息通告

中国民用航空局飞行标准司

编 号: IB - FS - 2008 - 002

下发日期: 2008 年 9 月 8 日

广播式自动相关监视(ADS - B) 在飞行运行中的应用

目 录

1. 概述	3
2. 基本原理	4
2.1 ADS - B	4
2.1.1 ADS - B OUT	4
2.1.2 ADS - B IN	5
2.2 ADS - A/ADS - C	7
3. 应用领域	8
3.1 ADS - B OUT	8
3.2 ADS - B IN	9
4. 机载设备	10
4.1 机载系统组成	10
4.2 数据链系统	10
4.2.1 频段分配	10
4.2.2 1090ES	11
4.2.3 UAT	12
4.2.4 VDL Mode 4	12
4.2.5 几种数据链的比较	12
4.3 GNSS 接收机	13
4.4 CDTI	13
4.5 机载设备配置	14
4.5.1 1090ES 系统	14
4.5.2 UAT	14
5. 发展状况	15
5.1 ICAO	15
5.2 澳大利亚	15

5.3	美国	17
5.4	加拿大	17
5.5	欧洲	18
5.6	泰国	19
5.7	中国	19
5.8	制造厂商	19
5.8.1	波音公司	19
5.8.2	空客公司	20
5.8.3	其他厂商	20
附录一	缩写参考	21
附录二	ADS-B 相关标准	23
附录三	澳大利亚 ADS-B 运行要求	25
1.	机载设备要求	25
2.	运行规则	25
(1)	航空器编码	25
(2)	航空器识别信息	26
(3)	飞行计划	26
(4)	ATC 对 ADS-B 的使用	26
3.	对飞行员的要求	26
(1)	紧急代码	27
(2)	管制服务	27
(3)	空中交通情景意识	27
4.	人为因素	28
(1)	对驾驶舱设备的熟悉	28
(2)	显示数据的可读性	28
(3)	数据输入	29
(4)	工作量	29
(5)	信息处理	29
5.	陆空通话用语	30

广播式自动相关监视(ADS-B)

在飞行运行中的应用

1. 概述

广播式自动相关监视(ADS-B)是利用空地、空空数据通信完成交通监视和信息传递的一种航行新技术。国际民航组织(ICAO)将其确定为未来监视技术发展的主要方向,国际航空界正在积极推进该项技术的应用,一些国家已投入实用。

与雷达系统相比,ADS-B能够提供更加实时和准确的航空器位置等监视信息,建设投资只有前者的十分之一左右,并且维护费用低,使用寿命长。使用ADS-B可以增加无雷达区域的空域容量,减少有雷达区域对雷达多重覆盖的需求,大大降低空中交通管理的费用。

ADS-B可为航空器提供相关交通信息,传送天气、地形、空域限制等飞行信息,使机组更加清晰地了解周边的交通情况,提高情景意识,并可用于航空公司的运行监控和管理,为安全、高效的飞行提供保障。

ADS-B还可以用于飞行区的地面交通管理,是防止跑道侵入的有效方法。

ADS-B的应用将是保障飞行安全、提高运行效率、增大空中

交通流量、减少建设投资的重要手段,也是我国向民航强国迈进的标志之一。

2. 基本原理

2.1 ADS - B

广播式自动相关监视(ADS - B, Automatic Dependent Surveillance - Broadcast),是航空器或者在飞行区运行的车辆定期发送其状态向量和其他信息的一种功能。ADS - B 包含了以下几层含义:

自动(Automatic):数据传送无需人工干预;

相关(Dependent):航空器的设备决定了数据的可用性,数据发送依赖于机载系统;

监视(Surveillance):提供的状态数据适用于监视的任务;

广播(Broadcast):采用广播方式发送数据,所有用户都可以接收这些数据。

根据相对于航空器的信息传递方向,机载 ADS - B 应用功能可分为发送(OUT)和接收(IN)两类。

2.1.1 ADS - B OUT

ADS - B OUT 是指航空器发送其位置信息和其他信息。机载发射机以一定的周期发送航空器的各种信息,包括:航空器识别信息(ID)、位置、高度、速度、方向和爬升率等。OUT 是机载 ADS - B 设备的基本功能。

地面系统通过接收机载设备发送的 ADS - B OUT 信息,监视

空中交通状况,起到类似于雷达的作用。

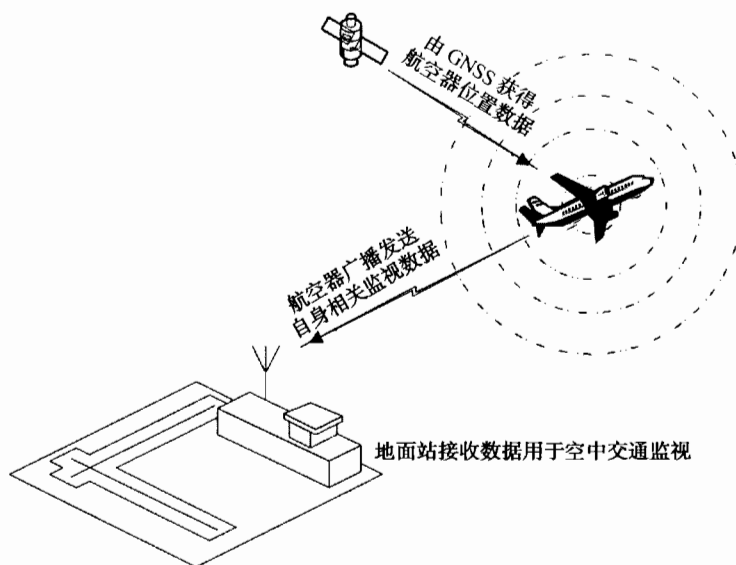


图1 ADS-B OUT

ADS-B 发送的航空器水平位置一般源于 GNSS 系统,高度源于气压高度表。GNSS 的定位决定着 ADS-B 的定位。由于 GNSS 使用 WGS-84 坐标系,所以 ADS-B 系统中水平位置的表达是以 WGS-84 为基准的,这与我国 2008 年 7 月 1 日启用的中国 2000 坐标系是一致的。目前 GNSS 系统的定位精度已经达到了 10 米量级,因此 ADS-B 的定位分辨率也可达到 10 米量级。而雷达设备因为固有的角分辨率限制,监视精度相对较低,且无法分辨距离过近的航空器。

2.1.2 ADS-B IN

ADS-B IN 是指航空器接收其他航空器发送的 ADS-B OUT 信息或地面服务设备发送的信息,为机组提供运行支持。

ADS-B IN 可使机组在驾驶舱交通信息显示设备(CDTI)上“看

到”其他航空器的运行状况,从而提高机组的空中交通情景意识。

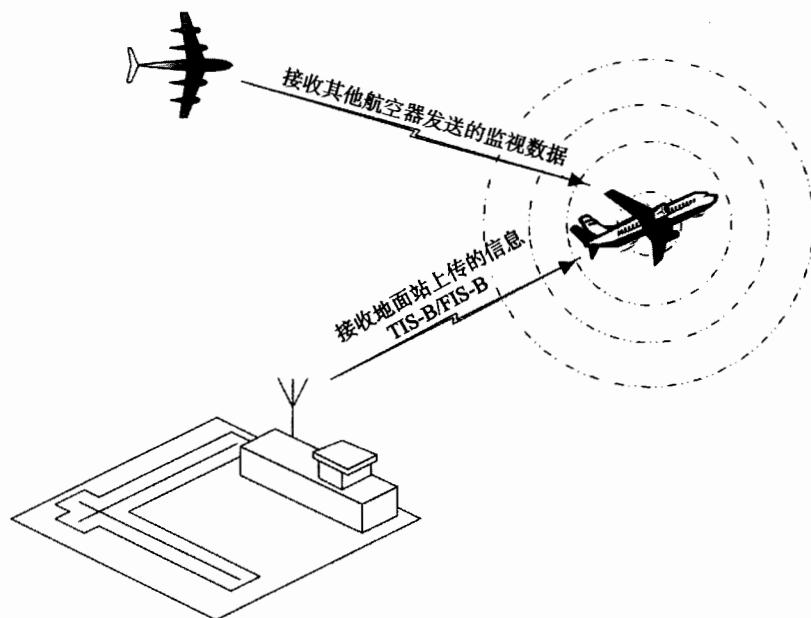


图2 ADS-B IN

ADS-B地面站也可以向航空器发送信息,具体分为两类:空中交通情报服务广播(Traffic Information Service - Broadcast ,TIS-B)和飞行信息服务广播(Flight Information Services - Broadcast,FIS-B)。

TIS-B:ADS-B地面站接收航空器发送的ADS-B位置报文,将这些数据传递给监视数据处理系统(Surveillance data processing system,SDPS),同时SDPS也接收雷达和其他监视设备的数据,SDPS将这些数据融合为统一的目标位置信息,并发送至TIS-B服务器。TIS-B服务器将信息集成和过滤后,生成空中交通监视全景信息,再通过ADS-B地面站发送给航空器。这样机组就可以获得全面而清晰的空中交通信息。TIS-B的应用可以使

ADS - B 不同数据链类型的用户获得周边的空域运行信息,从而做到间接互相可见。

FIS - B:ADS - B 地面站向航空器传送气象、航行情报等信息。这些信息可以是文本数据,也可以是图像数据。文本格式的气象信息包括日常报(METAR)、特选报(SPECI)、机场天气预报(TAF)等。图像格式的信息包括雷达混合图像、临时禁飞区域和其他航行信息。FIS - B 使机组可以获得更多的运行相关信息,及时了解航路气象状况和空域限制条件,为更加灵活而安全的飞行提供保障。

2.2 ADS - A/ADS - C

ADS - A 和 ADS - C 是等同的概念。ADS - A(自动相关监视 - 寻址式)是 Automatic Dependent Surveillance - Addressed 的简称,ADS - C(自动相关监视 - 合同式)是 Automatic Dependent Surveillance - Contract 的简称。

ADS - C 的工作方式与 ADS - B 有本质上的不同。ADS - C 基于点对点模式的航空电信网(ATN)数据链信道,ADS - C 需要数据收发双方约定通信协议,如使用航空器通信寻址与报告系统(Aircraft Communication Addressing and Reporting System, ACARS)。ADS - B 采用广播式方案,收发双方不需要另行约定通信协议。

正常情况下,ADS - C 监控一般由地面站发起。空中交通服务部门(ATS)通过 ATN 通信网络,一般是卫星通信(SATCOM)或

VHF,向航空器发送监控报文。机载设备接收报文后,通过 ATN 数据链按照 ATS 和航空器约定的通信协议将航空器的位置信息发送给 ATS。ATS 接收航空器回复的信息,将其显示在监视设备上,从而达到对空中交通进行监视的目的。

ADS - C 一般应用在海洋和内陆边远等没有监视的区域,或者应用在航空交通流量较小的空域。一般情况下,ADS - C 采取卫星通讯,通信周期为 5 分钟,紧急情况下通信周期为 1 分钟。

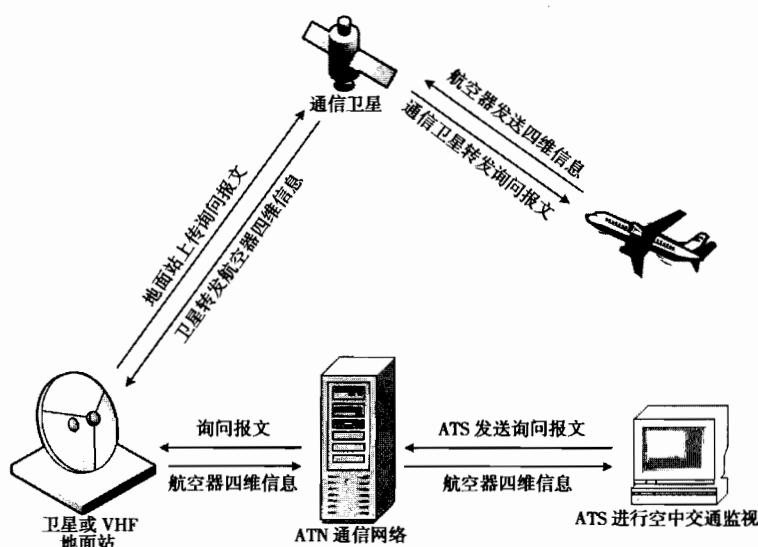


图 3 ADS - A/ADS - C

3. 应用领域

3.1 ADS - B OUT

ADS - B OUT 通过广播航空器自身位置的方法向 ATC 或其他航空器提供监视信息。目前 ADS - B OUT 监视主要用于以下三个方面:

(1) 无雷达区的 ADS - B 监视(ADS - B NRA)。ADS - B OUT

信息作为唯一的机载监视数据源用于地面对空中交通的监视,以减小航空器的间隔标准,优化航路设置,提高空域容量。

(2) 雷达区 ADS-B 监视(ADS-B RAD)。地面监视同时使用雷达和 ADS-B OUT 作为监视信息源。目的是缩小雷达覆盖边缘区域内航空器的最小间隔标准,并且减少所需要的雷达数量。

(3) 机场场面监视(ADS-B APT)。只使用 ADS-B OUT 或者综合使用 ADS-B 和其他监视数据源(比如场监雷达、多点定位),为机场的地面交通监控和防止跑道入侵等提供监视信息。

3.2 ADS-B IN

ADS-B IN 的具体应用还在发展之中,目前预计有以下几个方面:

(1) 提高机组情景意识。ADS-B IN 可以帮助机组全面了解空中或者机场场面的交通状况,为安全有效地管理飞行做出正确决策。

(2) 保持间隔。保持航空器空中间隔目前仍是 ATC 的责任,适用的最小间隔标准可能不会改变。但在具有 ADS-B IN 功能时,机组可能履行以下职责:

i) 指定间隔(Delegated Separation): ATC 要求机组与指定的航空器保持间隔。保证空中最小间隔的责任由 ATC 转移至机组。该应用要求确定使用条件、机动飞行的限制、适用的空中最小间隔标准和应急程序等。

ii) 自主间隔 (Self Separation): 机组按照规定的最小空中间隔标准和适用的飞行规则与其他航空器保持间隔。这种运行类似于现有的目视飞行规则运行。

(3) 获取飞行信息。ADS - B IN 为机组获取飞行运行支持信息提供了新的渠道。

4. 机载设备

4.1 机载系统组成

与 ADS - B 功能有关的主要机载设备包括数据链系统、GNSS 接收机和 IN 功能所需要的 CDTI 等。虽然一些二次监视雷达 (SSR) 的机载应答机可以用于发送 ADS - B 信号, 但不包含 SSR 应答机功能、独立的 ADS - B 机载电子系统也可以满足 ADS - B 的功能要求。

4.2 数据链系统

ADS - B 的 OUT 和 IN 的功能都是基于数据链通信技术。共有三种数据链路可供 ADS - B 用户选择使用: S 模式的基于异频雷达收发机的 1090ES 数据链、通用访问收发机 (UAT) 和模式 4 甚高频数据链 (VDL - 4)。

4.2.1 频段分配

UAT 所用的频段处于 DME (X) 波段内; 1090ES 直接使用 SSR 应答机的 1090MHz; VDL - 4 使用频率为 118MHz - 137MHz, 波道频宽 25KHz。

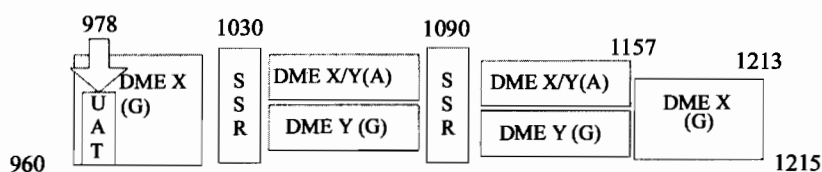


图4 L波段民用航空频率分配(MHz)

4.2.2 1090ES

1090ES 是基于 SSR 的 S 模式扩展电文(ES)的功能。

A/C 模式二次雷达应答机的数据传输内容非常有限,而 S 模式应答机具有较强的数据传输能力。装有 S 模式应答机的航空器,都有自己单独的编码,对地面询问信号采用标识本机编码来回答。S 模式的上下行数据链可以用于地空或空空双向数据交流。S 模式应答机地址码数量可达 1677 万个,足以实现全球一机一码。S 模式应答机,其询问信号和应答信号都包含有 56 位比特(短报文)或 112 位比特(长报文)的数据块,其前 24 位为飞机地址码,其他的数据位可用于传送所需的飞机参数。1090ES 就是基于 S 模式长报文的一种技术。

1090ES 的下行频率为 1090MHz。1090ES 传送的数据包括 24 比特飞机地址码、位置、高度、呼号等。1090ES 传送的位置信息每 0.5 秒更新一次。

目前一些商业化的 S 模式二次雷达应答机,已经能够满足 ADS-B OUT 对机载系统性能的需求。1090ES 接收机目前装备在 TCAS 系统上。

4.2.3 UAT

UAT 是 FAA 提出的一种数据链路格式,工作在 978MHz,双向传输。UAT 模式的机载收发机为专用的通用访问收发机(UAT),机载和地面收发机均采用 978MHz 的收发频率。

目前,成熟的 UAT 产品是接收和发送为一体的集成设备。

4.2.4 VDL Mode 4

是瑞典民航局于 1994 年提出的数字数据链路。VDL-4 数据通信与 ATN 完全兼容。目前 Eurocontrol 正在致力开发用于通信、监视服务的 VDL-4。

4.2.5 几种数据链的比较

1090ES、UAT 和 VDL-4 三种数据链互不兼容。

1090 数据链目前在 TCAS、SSR 等领域得到了广泛的应用,技术比较成熟,但是现有的 S 模式地面设备基本不具备上行数据传输能力。FAA 考虑到 1090 要支持 TCAS 防撞系统、MDL 多点定位系统、SSR 二次雷达等多项业务,1090 链路比较拥挤,而美国通用航空约占全美总飞行流量的 1/3,非常需要动态、实时的信息服务,FAA 为通用航空飞行选择了 UAT 链路。

为解决 1090ES 与 UAT 互不兼容的缺点,国际上一些厂商推出了双数据链结构的接收设备,这些设备一般工作在 UAT 数据格式下,当接收到 1090ES 数据时,其内部电路将 1090ES 数据转换为 UAT 数据格式。这种设备虽然做到了全面兼容 1090ES 数据链和 UAT 数据链,但是造价也相应增加,使这种双频接收机在通用航

空领域的应用受到了一些影响。

VDL-4 现在还缺乏实际应用经验和实例。

4.3 GNSS 接收机

ADS-B 系统采用的航空器位置信息理论上可以来自于飞行管理系统(FMS)、惯性系统(INS/IRS)和卫星导航系统(GNSS),但目前成熟的产品和技术规范都将 GNSS 作为 ADS-B 的唯一位置信息来源。所以 GNSS 是 ADS-B 机载设备的另一个重要组成部分。GNSS 直接关系到 ADS-B 的定位准确性和可信性。如果 GNSS 失效,ADS-B 将无法提供航空器位置。目前 GNSS 基本是使用美国的 GPS 系统。

ADS-B 对 GNSS 的完好性提出了明确要求。所有接收机都要求具有接收机自主完好监视 RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring)功能。在 ADS-B 新的技术规范中要求在电文报告中包含 GNSS 完好性参数。

4.4 CDTI

具有 IN 功能的 ADS-B 设备还需要安装与之交联的 CDTI。CDTI 直观地为飞行员提供各种信息,帮助飞行员了解周围的交通情况。CDTI 可以是手持式显示器,也可借用机载的 ACAS/TCAS 的显示设备或仪表板上已有的显示设备,并且通常以移动地图作为显示背景。

ADS-B 信息可以与地形数据、地面气象雷达数据、ACAS/TCAS 和其他数据整合到一起,显示在 CDTI 上,从而使 ADS-B 可

以支持一些更高级的运行功能。

4.5 机载设备配置

4.5.1 1090ES

如仅需要 ADS-B OUT 功能,则要求两个主要电子组件:

(1)S 模式 1090ES 应答机

(2)GNSS 接收机

具备 ADS-B OUT 和 IN 功能的综合收发系统要求 4 个主要电子组件:

(1)S 模式 1090ES 应答机

(2)GNSS 接收机

(3)1090 接收机。目前唯一用来接收并解码 1090MHz 信息的电子设备安装在 TCAS 接收机上。未来,根据性能要求,ADS-B IN 接收机也可能安装在飞机其他组件上。

(4)CDTI。根据飞机设备认证要求,CDTI 可以是驾驶舱的一个固定或组合部分,也可以是便携式设备。

4.5.2 UAT

机载设备由两部分组成:

(1)通用访问收发机(UAT)。机载的 UAT 通过内置的 GPS 接收机定时采集飞机位置等数据,自动广播飞机识别代码等相关数据,从而建立空空、空地双向数据链。

(2)CDTI。飞行人员使用该设备来监视周围空域的飞机。

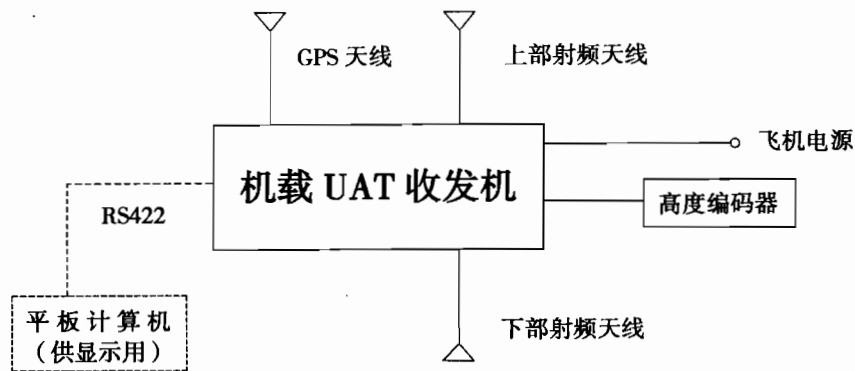


图5 UAT 系统框架图

5. 发展状况

5.1 ICAO

ICAO 推荐基于 1090ES 的 ADS-B OUT 系统。为了更好的配合 ADS-B 的应用,ICAO 的间隔和空域安全专家小组(SASP)已经在 DOC 4444 中推出了关于 ADS-B 间隔标准。对于 1090ES 数据链、GNSS 接收机等设备,ICAO 附件 10 中有详细的规定。ICAO DOC 9871 中对 S 模式雷达应答机的标准进行了说明。这些文件是各国发展 ADS-B 的重要规章依据。

ICAO 亚太地区办公室计划在东南亚建立 ADS-B 监视网络,在无雷达覆盖区域使用 ADS-B OUT 系统进行监视。

5.2 澳大利亚

澳大利亚已实施 ADS-B OUT 运行,提供空中监视服务。澳大利亚计划使用 ADS-B 覆盖其无雷达区域,并逐步扩展到大部分有雷达覆盖的繁忙空域。

澳大利亚已完成了 11 个地面台站的建设,可以完全覆盖 30000 英尺以上的高空;在 2008 年完成 28 个地面台站建设,覆盖 10000 英尺以上的空域;计划在 2012 年前完成全部 39 个地面台站建设,强制实施 ADS-B 监视,航路完全取代二次雷达。

通过使用 ADS-B,澳大利亚可将原来的航空器最小间隔标准由程序管制下的 10 分钟(约为 80 海里)缩小到 5 海里,大大增加空域容量,实现主动监视,提高运行安全水平。

在目前飞往澳洲的国际航班中,40% 的飞机已具有 ADS-B 机载设备能力。在强制实施 ADS-B 之前,空管部门将为具备 ADS-B 能力的飞机提供优先服务。我国的国航、东航和南航三家公司已经获得在澳大利亚运行 ADS-B 的资格。

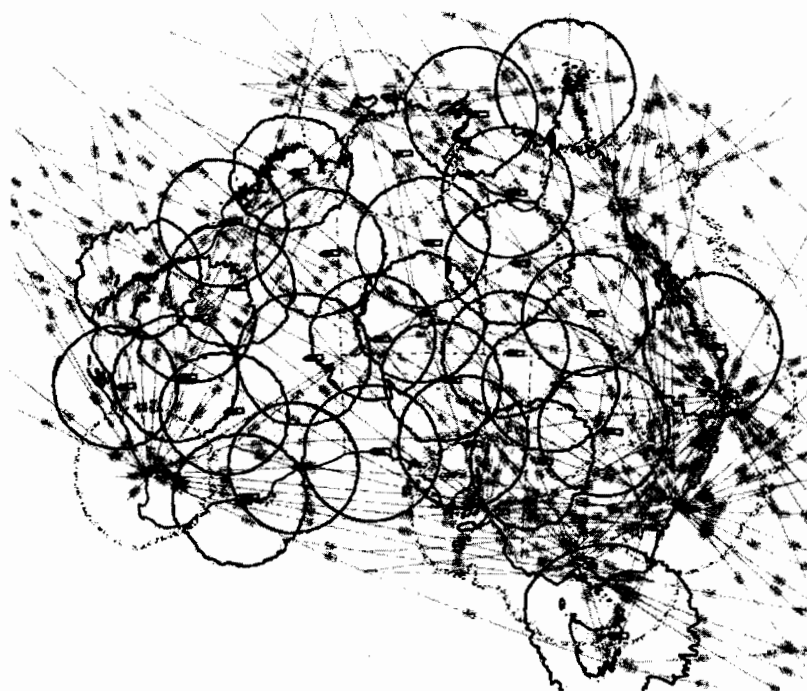


图6 澳大利亚 ADS-B 基站在 30000 英尺高度上的监视覆盖区域

澳大利亚选择 1090ES 标准,同时适用于运输航空和通用航空。

在规章制定方面,CASA 颁布了 CAO 20.18 号适航指令,对机载设备标准作了详细的规定。此外 CASA 颁布的 AC21-45 对 ADS-B 运行相关设备提供了指导,AC21-45 的附件 D 部分对符合要求的设备进行了不完全列表。

5.3 美国

FAA 将 ADS-B 确定为下一代空中交通运输系统(NGATS)的基石之一,以期减少航班延误,提高系统运行的安全性。

由于美国国内空管设施完善,运输航空一般都处于雷达覆盖范围之内,FAA 决定在通用航空领域首先推行 ADS-B。FAA 拟要求运输航空使用 1090 ES,通用航空使用 UAT。按照 FAA 的计划,ADS-B 将在 2010 年具有可用性,在 2013 年实现全美覆盖。ADS-B 将为机组提供图形化的气象、地形和飞行信息。

FAA 已经在阿拉斯加建设了 ADS-B 地面台站,完成了运行试验。美国 UPS 公司已经将该公司的 107 架航空器进行了 ADS-B 改装。

FAA 的飞行标准司(AFS)正在针对新的机载设备和运行程序制定操作使用指导文件,而空中交通组织部门(ATO)则为空域应用 ADS-B 开发新的管制程序。

5.4 加拿大

加拿大计划在不具备雷达覆盖的哈德森湾进行 ADS-B OUT 运行实验,要求从 2008 年 11 月 20 日起,飞越哈得森湾地区的飞机必须安装 ADS-B OUT 设备。该实验采用 1090ES 数据链,飞行

高度层为 FL330 至 FL370,将来扩展到 FL290 以上。使用 ADS-B 技术后,有望实现将程序管制间隔标准缩小为使用 ADS-B 的 5 海里的最小间隔标准,并可优化航路结构,缩短飞行时间,减少燃油消耗。不具备 ADS-B 能力的营运人可能会被限制使用最佳的飞行路线或高度。

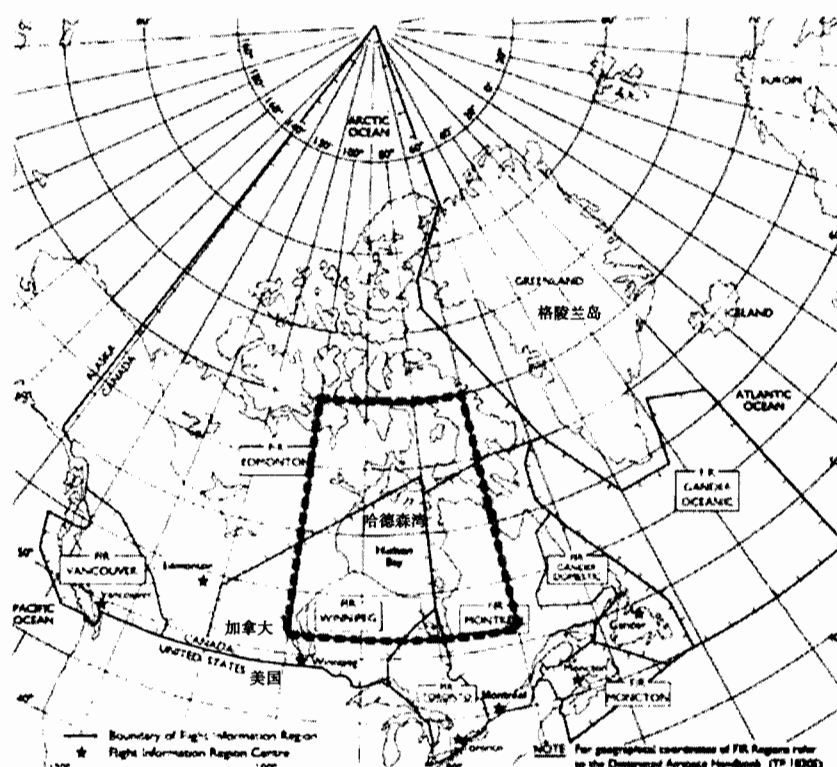


图7 哈德森湾 ADS-B 运行范围

5.5 欧洲

2006 年, Eurocontrol 启动了 CASCADE ADS-B 项目。近期目标为:在欧洲为现有的 1090ES 应答机在无雷达区域的 ADS-B 应用取得适航许可。

EASA 于 2008 年 5 月发布了 AMC20-24《关于在无雷达区域应用 ADS-B 监视的 1090 ES 合格审定》,目的是为了明确 ED126

(DO-303)规定的无雷达区域 ADS-B 应用,并解决不同供应商之间的地面设备差异问题。Eurocontrol 计划在完成适航批准阶段后进行运行应用试验。

5.6 泰国

泰国近期开始了 ADS-B 地面设施建设,应用 OUT 功能实现空中交通的地面监视。其地面监视网络不但可以覆盖泰国全部领空,而且可以监视周边的空中交通情况。

5.7 中国

从 2005 年开始,民航飞行学院开始使用 UAT 系统,完成了六种机型近 200 架飞机的机载设备加装。目前已经能完成对本场训练的初、中级教练机进行实时、准确的跟踪监控,飞机之间也可以互相了解对方的位置和高度,提高了飞行训练的安全性,为 UAT 系统在我国通用航空的使用进行了有意义的探索。

民航局空管局在成都双流机场、九寨机场各安装了一套 ADS-B 地面试验设备。计划在成都至九寨航路将实现全程 ADS-B 监视。该试验采用 1090ES,用于验证 ADS-B 的精度和可靠性。空管局还计划在西部一些航路实施 ADS-B 监视。

5.8 制造厂商

5.8.1 波音公司

波音近期目标是机载设备符合 DO260A 标准,实现 ADS-B OUT 功能。最终目标则是支持完全的 ADS-B IN 功能。

波音 787 系列和 747-8 系列飞机将完全支持 DO 260A。波音

计划为所有还在生产的系列航空器提供 ADS - B 1090ES 升级服务,并进一步提供 DO 260A 升级服务。航空器进行的升级包括以下三项:GPS 升级为 MMR 或 GPSSU;机载数据传输设备升级为 S 模式应答机;TCAS 软件版本的升级。

5.8.2 空客公司

A380 飞机是空客公司第一种满足 EASA NPA - 2007 - 05 标准、可在无雷达覆盖地区进行 ADS - B OUT 运行的航空器。A320、A330、A340 系列在无雷达覆盖区域的 ADS - B OUT 运行能力也得到了 EASA 的认证。在无雷达覆盖区域进行 ADS - B OUT 运行,上述空客系列飞机如使用符合 DO 260 标准的电子设备,只要更新 AFM 就可以达到要求。

空客认为未来机载设备应符合 DO 260A 的要求。空客计划在 2009 年展开 TCAS 接收数据与 ADS - B 机载设备融合的认证,并对不同机型制定相应的改装计划。

5.8.3 其他厂商

一些机载设备厂商已经交付了许多符合 DO 260 标准的 S 模式二次雷达应答机。如澳大利亚 Mircoair 公司主要为通用航空提供 ADS - B 机载设备,其产品包括一台机载应答机,一台编码器,两支信号发送天线,同轴电缆和集线器并且提供安装服务。

对于 ADS - B 进一步的发展,这些厂商认为从技术上是容易实现的,只需要统一设备标准,就可以提供相应产品对航空器进行快速改装和升级。

附录一 缩写参考

ACAS: 航空器防撞系统

ACARS: 航空器通信寻址与报告系统

ADS: 自动相关监视

ADS - A: 寻址式自动相关监视

ADS - B: 广播式自动相关监视。

ADS - C: 合同式自动相关监视

AFM: 飞机飞行手册

AFMS: 航空器飞行手册补充件

AFTN: 航空固定电信网

AIP: 航行资料汇编

AMC: 可接受的符合性方法

ANSP: 空中导航服务提供者

ATC: 空中交通管制

ATN: 航空电信网

ATS: 空中交通服务

CDTI: 驾驶舱交通信息显示

CASA: 澳大利亚民航局

CASCADE: 欧洲 ATS 监视和通信应用合作

CNS/ATM: 通讯、导航和监视/空中交通管理

EASA: 欧洲航空安全局
ES: 扩展电文
FAA: 美国联邦航空局
FIS - B: 广播式飞行情报服务
FLTID: 航班识别号
FMS: 飞行管理系统
GNSS: 全球导航卫星系统
GPS: 美国全球定位系统
ICAO: 国际民航组织
MDL: 多点定位监视系统
RAIM: 接收机自主完好性监测
RTCA: 美国无线电技术委员会
SATCOM: 卫星通信
SDPS: 监视数据处理系统
TCAS: 交通预警和防撞系统
TIS - B: 广播式交通情报服务
TSO: 技术标准指令
UAT: 通用访问收发机
VDL: 甚高频数据链

附录二 ADS - B 相关标准

RTCA DO - 242A: ADS - B 的最低航空系统性能标准

RTCA/DO - 249: ADS - B 应用的开发实施计划指南

RTCA/DO - 259: 初步应用飞行座舱显示器(CDTI)的应用描述

RTCA DO260: 1090MHz ADS - B 最低运行性能标准

RTCA DO - 260A: 1090MHz ADS - B 和 TIS - B 的最低运行性能标准

RTCA DO - 263: 空中防撞管理应用: 发现、预防 and 解决

RTCA DO - 282A: 基于 UAT 的 ADS - B 设备最低性能要求

RTCA DO - 286A: TIS - B 最低航空系统性能标准

RTCA DO - 289: 航空器监视应用(ASA)最低航空系统性能标准(MASPS)

RTCA DO - 303: NRA 的 SPR 文件

FAA TSO C - 166A: 1090MHz 无线电频率使用扩展电文 ADS - B 和 TIS - B 设备

FAA AC120 - 86: 航空器监视系统 and 应用

SAE ARP5365: 座舱飞行显示器人机界面标准

ICAO 附件 10 IV 卷

JAA 建议增补通知(NPA)20 - 12A/ACJ20X11 增强监视 S 模式应答机系统的认证

JAA 指导材料第 18 号:增强监视 S 模式应答机系统认证

CASA AC 草稿 21-45(0)

CASA NPRM: ADS-B 机载航空电子设备的安装与使用

EASA AMC 20-24:关于在无雷达区域应用 ADS-B 监视的

1090 ES 合格审定

附录三 澳大利亚 ADS - B 运行要求

1. 机载设备要求

(1) ADS - B 发射机必须满足：

2004 年 9 月 20 日生效的 TSO - C166；或

2006 年 12 月 21 日生效的 TSO - C166a；或

2003 年 10 月 2 日生效的 ATSO - C1004；或

2004 年 12 月 22 日生效的 ATSO - C1005；或

CASA 颁布的其他标准。

(2) 在 2012 年 6 月 28 日以后，必须由符合 2002 年 9 月 19 日生效的 TSO - C145a 或者 TSO - C146a 或者 CASA 认证的其他系统来提供航空器的地理位置信息。

(3) 气压高度应由符合 1983 年 8 月 18 日生效的 TSO - C88a 或者 2003 年 10 月 24 日生效的 ETSO - C88a 或者 CASA 认证的其他设备提供。

(4) 在飞行过程中 ADS - B 设备的开关必须可由飞行员控制，并广播航空器编码。

2. 运行规则

(1) 航空器编码

在进行 ADS - B 运行之前，首先应取得航空器 24 比特的编码。这些编码由 CASA 颁发给航空器所有者，由航空公司的持照

航空器维护工程师(LAME)输入。这些编码可以以2进制编码,或16进制编码格式表示。如果航空器在CASA没有注册,可以向CASA为航空器申请编码。

(2) 航空器识别信息

航空器识别信息(FLTID)等同与航空器呼号,既可应用于S模式SSR,也可以应用于ADS-B。呼号由机组设置,最长7个字符。在CDTI上FLTID以标签的形式显示。为了使FLTID与飞行计划关联,FLTID必须与飞行计划第7项的航空器识别信息相一致。在澳大利亚运营的航空公司在飞行计划中必须使用ICAO的三字码而不是IATA的二字码。

(3) 飞行计划

在ICAO飞行计划第10项设备项中,还没有ADS-B的指定字母。需要在第18项备注项中填写“RMK/ADSB”。

(4) ATC对ADS-B的使用

ATC部门使用监视信息的优先顺序为雷达、ADS-B、ADS-C和航迹推测。因为ADS-B是基于GNSS定位报告,ATC将使用GNSS预测系统来预知ADS-B的服务性能。机载ADS-B设备所发送的位置完好性信息将决定管制部门提供何种管制服务。

3. 对飞行员的要求

在进行ADS-B运行之前,应该明确飞行员必需的准备工作。通常情况下,飞行员需完成的ADS-B OUT准备工作非常少,因为ADS-B OUT基本上是自动化的。飞行员应当对ADS-B有一定

了解,以便执行 ATC 的指令。ATC 可能要求飞行员改变 FLTID。或者在 ATC 发现问题,比如发现高度数据有误时,ATC 可以要求飞行员关闭 ADS-B 系统。如果无法满足 ATC 的要求,要及时与 ATC 报告。

(1) 紧急代码

除了通常的紧急情况、非法干扰和通信失效信息外,ADS-B 还可能包括低燃油、医学报警等紧急情况代码。当然,不是所有的航空器都支持这些报警代码。紧急情况代码与机载设备有关。飞行员在进行 ADS-B 运行之前应当了解机载设备情况。

(2) 管制服务

飞行员可能不知道自己处于雷达管制还是 ADS-B 管制之下。通常飞行员仅仅被告知航空器已被“识别”。当然,通过 ATC 的一些特殊术语,飞行员可以了解管制手段。飞行员应当保证 ADS-B 机载设备和 SSR 机载设备都处于工作状态,以此满足管制要求。

(3) 空中交通情景意识

在飞行之前,飞行员应掌握 CDTI 的作用,并学会如何借助该设备建立空中交通情景意识。CDTI 无法显示不符合 ADS-B 要求的航空器,在实际运行中应注意这一限制。不要因为 CDTI 的显示而忽略 ATC 的指令。不要使用 CDTI 来保持间隔或擅自进行机动飞行。CDTI 的应用是为了提高情景意识,在现有的管制和程序的基础上更加有效地保障飞行安全,而非取代 ATC。

4. 人为因素

ADS-B 为飞行引入了新的设备和技术,但同时也会引起人为因素的一些问题。

(1) 对驾驶舱设备的熟悉

部分航空器拥有 CDTI。为了使机组能熟练使用 CDTI,必然将增加机组的训练量。当前 CDTI 还没有形成统一的标准,因此机组在使用不同的 CDTI 设备时也许会出现问题。某些 CDTI 更加精巧,比如有些 CDTI 可以将地面交通单独滤出,特别显示。除非非常熟悉手持式的 CDTI,并且视野良好,否则手持式的 CDTI 可能分散飞行员的注意力。固定托架可以防止手持式 CDTI 的脱落和分散注意力。飞行员应当了解不同 CDTI 之间的差别。虽然相比于其他航空电子设备,CDTI 的显示更加简单易懂,但是也有可能使飞行员在错误的时间按下错误的按钮。飞行员应在地面上熟悉 CDTI。

ADS-B OUT 系统也存在同样的问题。ADS-B OUT 系统可能只有一个开关,或者需要飞行员输入 FLTID,操作起来更加简单,但是飞行员也应熟悉这些设备,特别是在使用不同的 ADS-B OUT 设备时。

(2) 显示数据的可读性

不同的 CDTI 设备差异会很大。有些 CDTI 仅仅显示空中交通情况,界面上只有其他航空器的位置信息。有些 CDTI 不仅包括这些航空器信息,而且还包括地形信息、导航信息,并且支持移动地

图。这些功能有可能使 CDTI 上的信息看起来比较凌乱。应根据显示数据的情况,将 CDTI 放在合适的位置。维修人员应当参考机组意见进行 CDTI 的安装和调试。

(3) 数据输入

LAME 人员输入的 24 比特编码也非常重要。如果在输入过程中出现错误,ATC 将出现识别错误,有可能将其识别为另一架拥有同样编码的航空器。因此 LAME 人员应当对这些输入码进行交叉检查。

ATC 依靠飞行计划和 FLTID 来提供管制服务。如果数据输入有误,ATC 将不能正确识别航空器。在某些情况下 ATC 要求飞行员变更 FLTID,飞行员应当对 FLTID 的输入进行交叉或重复检查。

(4) 工作量

自动化设备改变了飞行员的工作方式,减少了一些工作,同时也增加了另一方面的工作。例如 CDTI 的应用减少了寻找其他航空器所花费的时间,但也增加了低头看设备显示的时间。ADS-B 服务减少了地空通信报告位置的时间,减少了飞行员和管制员的工作量,但飞行员仍需要监听无线电通话和监视 CDTI,从而有可能增加工作量。

(5) 信息处理

飞行员每次能够处理的信息数量有限。在没有压力的情况下,飞行员对周围环境有充分的了解。但是,当工作量增大时,例如进行 IFR 进近或者遇到紧急情况,飞行员处理信息的能力将会

降低,有可能对信息无法做出有效的判断。

ADS-B 和 CDTI 的应用,使得飞行员的信息获取能力得到了很大程度的提高。CDTI 的应用表面上增加了机组的工作量,但是与无线电位置报告相比,更准确地获取交通信息,最终将降低机组的工作量。

需要强调的是,熟悉系统和遵守运行程序有助于降低工作量和建立情景意识,当前仍需保留传统的无线电通信和“看见-避让”理念。

5. 陆空通话用语

ADS-B 服务和雷达服务使用特殊术语和通用术语。

需要区分两种服务时使用专门术语。例如,在 ADS-B 服务中使用“发送 (TRANSMIT)”,而雷达服务使用“应答 (SQUAWK)”。不需要区分两种服务的字段使用通用术语。例如,在 ADS-B 和雷达服务中都使用术语“识别 (IDENTIFIED)”,同时各种引导指令也是一样的。

具体术语见下表:

通话情景	雷达通话术语	ADS - B 通话术语
Termination of radar and/or ADS - B service 终止雷达和/或 ADS - B 服务	IDENTIFICATION TERMINATED (instructions) DUE (reason)	
Radar or ADS - B ground equipment un-serviceability 雷达或 ADS - B 地面设备失去服务能力	SECONDARY RADAR OUT OF SERVICE (appropriate information as necessary) or PRIMARY RADAR OUT OF SERVICE (appropriate information as necessary)	ADS - B OUT OF SERVICE (appropriate information as necessary)
To request the aircraft's SSR or ADS - B capability 要求确认航空器的 SSR 或 ADS - B 能力	ADVISE TRANSPONDER CAPABILITY	ADVISE ADS - B CAPABILITY
To advise the aircraft's SSR or ADS - B capability 通报航空器的 SSR 或 ADS - B 能力	TRANSPONDER (ALPHA, CHARLIE or SIERRA as shown in the Flight Plan) or NEGATIVE TRANSPONDER	ADS - B TRANSMITTER (TEN NINETY DATALINK) or ADS - B RECEIVER (TEN NINETY DATALINK) or NEGATIVE ADS - B
To request reselection of FLTID 要求航空器重新设定 FLTID	RE - ENTER MODE S AIRCRAFT IDENTIFICATION	RE - ENTER ADS - B AIRCRAFT IDENTIFICATION

To request the operation of the IDENT feature 要求使用 IDENT 功能	SQUAWK [(code)] [AND] IDENT	TRANSMIT ADS – B IDENT
To request the termination of SSR transponder or ADS – B transmitter operation 要求结束 SSR 或 ADS – B 发送	STOP SQUAWK[TRANSMIT ADS – B ONLY]	STOP ADS – B TRANSMISSION [SQUAWK (code) ONLY]
To request transmission of pressure altitude 要求传送气压高度信息	SQUAWK CHARLIE	TRANSMIT ADS – B ALTITUDE
To request termination of pressure altitude transmission due to faulty operation 由于出现错误而要求中止传送气压高度	STOP SQUAWK CHARLIE WRONG INDICATION	STOP ADS – B ALTITUDE TRANSMISSION [(WRONG INDICATION or reason)]