

# A320S 飞机 ADS-B OUT 改装的工程管理

李亮

北京航空有限责任公司, 北京 100621

**摘要：** 广播式自动相关监视 (ADS-B) 是国际民航组织确定的未来主要监视技术。本文按照 ADS-B OUT 改装工程的推进顺序, 梳理出十大工程管理关键环节, 包括: 明确规划, 调查构型, 签署合同, 执行先决 SB, 改装 MMR, 改装线路, 改装 S 模式应答机, 激活功能, 报告结果, 提交申请。

**关键词：** 广播式自动相关监视; 改装; S 模式应答机; 多模式接收机; 选择可用性识别; DO-260B

## Engineering Management of ADS-B OUT Modification for A320S Aircraft

Li Liang

Beijing Airlines Co., Ltd. Beijing 100621

**Abstract：** Broadcast Automatic Dependent Surveillance (ADS-B) is the primary surveillance technology identified by ICAO for the future. According to the advance sequence of ADS-B modification project, this paper sort out ten key nodes of project management, including: clear planning, investigation of configuration, signing of contract, implementation of prerequisite SB, modification of MMRs, modification of wires, modification of mode S transponders, activation of functions, reporting of results, and submission of applications.

**Keywords：** ADS-B; modification; Mode S transponder; MMR; SA aware; DO-260B

## 引言

广播式自动相关监视 (ADS-B) 是国际民航组织确定的未来主要监视技术。ADS-B 技术将卫星导航、通信技术、机载设备以及地面设备等先进技术相结合, 提供了更加安全、高效的空中交通监视手段, 能有效提高管制员和飞行员的运行态势感知能力, 提升航空公司运行控制能力, 扩大监视覆盖范围, 提高空中交通安全水平、空域容量与运行效率。<sup>[1]</sup> 机载 ADS-B 应用功能可以分为发送 (ADS-B OUT) 和接收 (ADS-B IN) 两类, ADS-B OUT 是 ADS-B 的基本功能。

ADS-B OUT 运行涉及的两个核心机载设备分别是用于测定 GPS 位置的多模式接收机 (MMR) 和用于对外广播 1090 MHz 扩展电文的 S 模式应答机 (XPDR), 对此两大核心机载设备及相关飞机线路进行改装是 ADS-B OUT 运行的基本条件。本文从项目管理的角度, 按照 ADS-B OUT 改装工程的推进顺序, 梳理出十大关键环节并结合航司自身的经验, 对每一环节的工程管理展开分析和讨论。

## 一、领会局方对 ADS-B 运行的总体规划

中国民航局于 2015 年 12 月出版了《中国民用航空 ADS-B 实施规划 (2015 年第一次修订)》, 对 ADS-B 运行制定了十年规划, 到 2025 年的目标是完善全空域 ADS-B OUT 的运行网络, 实现 ADS-B IN 初始运行。<sup>[1]</sup>

2017 年 12 月 26 日民航局又下发了明传电报《关于 ADS-B 机载设备加改装相关工作要求的通知》, 工程师在研读文件的基础上将局方要求梳理为如下的表格形式:<sup>[2]</sup>

阶段 / 机载设备要求	ATC/S 模式应答机	GPS 接收机 (MMR)
第 1 阶段 (在 2019-09-01 前)	RTCA DO-260 标准或 RTCA DO-260A 标准或 RTCA DO-260B 标准	1. 具备选择可用性打开 (SA ON) 或 2. 具备选择可用性识别 (SA AWARE) 功能, 或 3. 可通过星基增强系统 (SBAS) 增强 GNSS 信号
第 2 阶段 (在 2022-12-31 前)	RTCA DO-260B 标准	1. 具备 SA AWARE 功能, 或 2. 可通过 SBAS 增强 GNSS 信号

作者简介: 李亮 (1972.10-), 男, 四川汉源人, 汉族, 本科, 工程师, 从事民航维修工程和适航工程研究。

## 二、调查 A320 飞机 ADS-B OUT 机载设备的现有构型

某航司在 2018 年对 A320 机队的 ADS-B OUT 机载设备进行了调查，调查结果如下：

设备名称	数量	厂家	件号	型号	符合标准
ATC 应答机	2	THALES/ACSS	7517800-10100	XS950	DO-260
MMR	2	ROCKWELL COLLINS	822-1152-122	GLU 920	可用性打开 (SA ON)

另外根据维修记录，该航司的 A320 机队在 2013 年 10 月执行过空客 SB A320-34-1418，完成了通过使用 1090 MHz 扩展电文验证 ADS-B OUT 功能的工作。从以上调查可知，该机队已经满足局方第 1 阶段改装的要求，需要实施第 2 阶段的改装。应将调查结论和改装计划及时报告给民航局和空客公司。

## 三、与空客公司签署客户化改装合同

空客公司在收到调查结论后，根据航司的改装需求制定出客户化的改装合同供双方签署。改装合同中除了对改装费用，订金，发票和付款方式等商务条款进行约定外，还包括改装服务通告 (SB) 的概述，SB 的预计出版日期，改装器材包的交付日期，卖方供货设备 (SFE) 和买方供货设备 (BFE) 的说明和交付日期等重要条款。某航空公司在 2019 年初与空客签订的改装合同要求空客公司应在合同生效后 6 个月向客户提供 ADS-B OUT 改装所需的 4 份 SB。工程师从合同的 SB 概述中发现在 ADS-B OUT 改装之前还需要对某些关联设备进行改装。另外对于 SFE 设备 (即 ATC 应答机和 MMR) 的周转期 (TAT) 合同里没有约定，需要航司与设备厂家 (VENDOR) 进行协商后确定。为了推进改装工程进度，工程师决定在收到空客正式的 SB 之前提前执行关联设备的先决 SB，并提前与 ATC 应答机和 MMR 的设备厂家联系周转件事宜。

## 四、对关联设备执行先决 SB 改装

某一改装的先决 SB (prerequisite SB) 是指在此改装之前必须完成的 SB，只有完成了先决 SB 的飞机才符合实施改装的构型要求。与 ADS-B OUT 改装相关联的设备有飞机指示系统的飞行警告计算机 (FWC) 和系统数据采集集中计算机 (SDAC)。这两个关联设备分别对应了一份先决 SB，其中一份是 SB A320-31-1414 将 FWC 升级到型号 H2-F7，另一份是 SB A320-31-1450 将 SDAC 升级到型号 H2-E4。经调查发现某航司的飞机已经于 2014 年完成了 SB A320-31-1414，但是 SB A320-31-1450 未完成。此 SB 是空客公开发表的常规 SB，有三种升级方式：更换 SDAC，更换 SDAC 中的机载可更换插件卡 (OBRM)，拆下 OBRM 在车间重新编程后再装回飞机。工程评估后采用改装周期最短的第三种升级方式，将拆下的 OBRM 在车间升级到型号

H2-E4 后再装回飞机。

## 五、改装多模式接收机 (MMR)

合同中共提到了 4 份 SB 与 ADS-B OUT 直接相关，其中 SB A320-34-1709 是通过在车间升级软件的方式将 MMR 从选择可用性打开 (SA ON) 构型升级为选择可用性识别 (SA AWARE) 构型。所谓选择可用性 (SA) 是美国政府为防止非特许用户使用 GPS 的能力，采用的一种人为降低 GPS 定位精度的干扰措施。由于 GPS 的民用需求日益扩大和迫于国际竞争压力美国政府宣布从 2000 年 5 月 1 日起关闭选择可用性 (SA) 干扰措施。改装前的 MMR 是按照选择可用性 (SA) 打开 (ON) 来设计算法的，而选择可用性识别 (SA AWARE) 构型的 MMR 可以根据 SA 的状态 (打开与否) 来调整算法。在 2000 年美国关闭选择可用性 (SA) 干扰后，SA AWARE 构型的 MMR 与 SA ON 构型的 MMR 相比具有更好的精度。工程师从合同的 SB 概述中发现 SB A320-34-1709 的改装工作与其他 3 份 SB 相对独立并且不涉及飞机线路改装。另外飞机图解零部件清单 (IPC) 中的互换性描述表明 SA AWARE 构型的 MMR 可与 SA ON 构型的 MMR 进行互换。基于这些工程评估和判断，工程师在没有收到改装文件 SB A320-34-1709 正式版的情况下联系设备厂家 ROCKWELL COLLINS 公司让他们尽快发送 MMR 改装周转件，收到周转件后依据 IPC 文件用它替换飞机的原装 MMR，将拆下的原装 MMR 送厂家车间进行升级改装，最后我们用改装后的 MMR 替换周转件，并将拆下的周转件归还设备厂家。后来收到的 SB A320-34-1709 正式版也验证了之前方案的正确性，这样就在合规的前提下统筹优化了整个项目进程。

## 六、改装 S 模式应答机与飞机其他系统交联线路

为了能在飞机上安装满足 RTCA DO-260B 标准的应答机，首先要执行 SB A320-34-1744，改装 S 模式应答机 (XPDR) 与集中故障显示接口组件 (CFDIU) 之间的 ARINC 429 线路预连接，改装 S 模式应答机 (XPDR) 与系统数据采集集中计算机 (SDAC) 之间的 ARINC 429 线路预连接。

线路改装涉及常规单根导线、双绞线、屏蔽线和标准插头的制作，常规布线和送退钉等工作，技术难度属中等，但由于需要改装的线路数量较大，并且要在断电条件下施工造成光照环境不好，施工空间狭小等因素影响容易造成接线错误。一旦改装完成通电后发现错误再回头查找位置难度就相当大了。为确保改装顺利完成应在改装之前熟悉改装线路图等技术文件，保证线路标准施工工具齐全和测试设备校验完好，提前做好预案等技术准备。改装过程中建议使用较多的照明设备、对图纸实施标记、多进行互检，从而有效地预防差错。<sup>[3]</sup>

## 七、安装符合 DO-260B 标准的 ATC/S 模式应答机

航空无线电技术委员会 (RTCA) 颁发的 DO-260B 标准全称

叫《1090MHz 扩展电文 ADS-B 和 TIS-B 最低运行性能标准》。与 DO-260 标准相比 DO-260B 标准对 1090MHz 扩展电文 ADS-B 和 TIS-B 运行的位置数据质量指标，水平速度准确性描述，导航完整性类别，监视完好性类别，航向数据，ADS-B IN 安装情况，ADS-B 版本符合性情况，GPS 天线补偿，飞机长度和宽度数据，尾流数据广播，Mode A 二次代码下传等性能指标都有更加明确和完整的规定，另外对某些技术参数的精度要求更高。

根据改装合同，应答机的生产厂家 THALES/ACSS 公司应免费租借给航空公司 2 个符合 DO-260B 标准的应答机作为周转件，航空公司应根据厂家的发货计划安排飞机执行改装的离场时间。周转件到货后，按照空客 SB A320-34-1712 执行如下主要施工步骤：

(1) 拆下并保存 SDAC 和 ATC/S 模式应答机。

(2) 改装 ATC1/2 与 1831VT/1840VT, 1853VT, 1862VT 之间的线路，改装 SDAC1/2 与 1813VT, 1822VT, 1862VT 之间的线路。

(3) 改变 ATC1/2 的程序销钉，改变 SDAC1/2 的程序销钉及奇偶设置。

(4) 对新增和修改的电气线路进行连通性测试。

(5) 安装符合 DO-260B 标准的 S 模式应答机和保存的 SDAC。

(6) 执行 SDAC 和 S 模式应答机的安装后测试。

将拆下的 S 模式应答机送厂家车间进行升级，再用升级后的 S 模式应答机替换周转件，最后将拆下的周转件归还厂家 THALES/ACSS 公司。

## 八、激活 ATC 应答机的 ADS-B OUT DO-260B 功能

为了激活 ATC 应答机的 ADS-B OUT DO-260B 功能最后还需按照空客 SB A320-34-1595，执行以下改装和测试工作：

(1) 拆下并保存符合 DO-260B 标准的 S 模式应答机。

(2) 改变 S 模式应答机的部分程序销钉。

(3) 对改装电气线路执行连通性测试。

(4) 安装符合 DO-260B 标准的 S 模式应答机。

(5) 执行 S 模式应答机的安装后测试。

(6) 执行功能测试，验证改装后 Mode S 模式应答机已具备 ADS-B OUT DO-260B 能力。

为了使上述 ADS-B OUT DO-260B 功能测试的效果最佳，在天线主瓣区域内（大约 10 米内）不应有建筑物、车辆和其它飞机。另外为了不影响到空中交通，必须迅速地完成测试，否则要向机场当局通报。测试过程中应将每一步的结果都准确清晰地记录在工作单上，运行申请时需要向局方提交此测试报告。

## 九、向公司飞行部门和空客公司报告改装结果

由于 ADS-B OUT 改装是对机组操作有影响的改装，共有

3 份受改装影响的操作文件 (MOI) 与此改装有关，它们是 MOI 151451, MOI 155999, MOI 156083。工程师应在改装之前 1 个月向公司飞行部门和空客公司报告改装计划并从空客网站下载相关的 MOI 文件供飞行部门参考。当飞机完成改装并测试成功后，工程师应立即向飞行部门和空客公司报告改装结果，空客公司会按流程改版相关的机组操作手册 (FCOM)，飞行手册 (AFM)，主最低设备清单 (MMEL) 等飞行类手册。从改装完成到收到空客公司正式版飞行类手册期间，飞行部门应将相关的受改装影响的操作文件 (MOI) 作为现有飞行手册的补充文件。

## 十、向局方提交申请 ADS-B 运行申请

ADS-B OUT 改装完成后，航空公司还应按照民航局咨询通告 AC-91-FS/AA-2010-14 的要求向局方提交航空器适航符合性文件、最低设备清单、运行手册、训练大纲、维修方案等申请文件，只有获得局方的批复后才能正式实施 ADS-B OUT 运行。<sup>[4]</sup> 工程师主要负责改版维修方案和最低设备清单并提交航空器适航符合性文件，航空器适航符合性文件主要包括以下声明：

(1) 航空器资格符合性声明

(2) 航空器机载设备符合性声明

(3) 最低设备清单 (MEL) 符合性声明

(4) 维修方案 (CAMP) 符合性声明

在机载设备符合性声明中一定要列出机载设备完成 ADS-B OUT 改装后的件号，型号，符合标准等基本信息，如下表所示：

设备名称	数量	厂家	件号	型号	符合标准
ATC 应答机	2	THALES/ACSS	7517800-12402	XS950	DO-260B
MMR	2	ROCKWELL COLLINS	822-1152-123	GLU 920	可用性识别 (SA AWARE)

## 十一、结束语

从以上 ADS-B OUT 改装的整个进程可以看出：该项目从收到局方的规划后开始启动，通过对飞机机载设备和飞机线路的改装和测试，最终经局方批准后正式投入运行，形成一个管理闭环。虽然公司机队早已完成 ADS-B OUT 改装，但从工程管理的角度对其回顾和总结是非常必要的，正所谓“前事不忘，后事之师”。我们将不断探索，尽快制定出 ADS-B IN 的改装方案，使公司机队真正实现全套的 ADS-B 运行。

## 参考文献

- [1] 中国民航局. 民用航空 ADS-B 实施规划 (2015 年第一次修订) [Z]. 2016-1-11.
- [2] 中国民用航空局. 关于 ADS-B 机载设备加改装相关工作要求的通知. 局发明电 (2017) 3685 号. 2017-12-26.
- [3] 陈璐, 李墨. A320S 和 A330 机型 ADS-B Out DO-260B 改装常见问题分析 [J]. 成都航空职业技术学院学报, 2020, 124: 64-66.
- [4] 中国民航局. 在无雷达区使用 1090 兆赫扩展电文广播式自动相关监视的适航和运行批准指南 AC-91-FS/AA-2010-14 [Z]. 2010-5-10.