

T/CCAATB

中国民用机场协会团体标准

T/CCAATB 0043—2023

民用机场车载广播式自动相关监视 (ADS-B) 发射机标准

Airport Vehicle Automatic Dependent Surveillance-Broadcast
(ADS-B) Transmitter Standards

2023 - 07 - 23 发布

2023 - 08 - 23 实施

中国民用机场协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	1
4 基本要求	2
5 总体设计	2
5.1 需求分析	2
5.2 系统组成	3
5.3 系统功能	3
5.4 系统性能	3
5.5 系统接口	7
5.6 系统安全	7
5.7 系统部署	7
6 设备管理	7
6.1 通用要求	8
6.2 规划设计阶段	8
6.3 建设阶段	8
6.4 运行维护阶段	8

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南京航空航天大学提出。

本文件由中国民用机场协会归口。

本文件起草单位：南京航空航天大学、中国民用航空中南地区空中交通管理局、南京莱斯电子设备有限公司、中国民航局第二研究所、波音（中国）投资有限公司、中航空管系统装备有限公司、睿林航空科技（上海）有限公司、航科院中宇（北京）新技术发展有限公司、南京牧星人航空科技有限公司。

本文件主要起草人：汤新民、陈强超、王寿峰、邓胜吉、李凯伦、卫博、张锋烽、王永伟、赵庆田、沈志远、顾俊伟。

本文件为首次发布。

民用机场车载广播式自动相关监视（ADS-B）发射机规范

1 范围

本文件规定了民用机场车载ADS-B发射机的基本要求，以及设备组成、功能、性能、接口、安全维护等要求。

本文件适用于机场车载ADS-B发射机的研发、安装、测试、许可和维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

RTCA DO-260B Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services-Broadcast (TIS-B)
FAA Vehicle Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Specification
MH/T 4036-2012 1090 MHz扩展电文广播式自动相关监视地面站（接收）设备技术要求
BD 420004-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航型天线性能要求及测试方法

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

机场车辆 Airport Vehicle

涉及在航空器活动区作业的所有机场车辆。

3.1.2

射频峰值功率 Radio Frequency Peak

射频脉冲信号最大峰值处的功率值。

3.1.3

全向天线 Omnidirectional Antenna

在水平方向图上表现为360°都均匀辐射。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ICAO: 国际民航组织 (International Civil Aviation Organization)
RTCA: 航空无线电委员会 (Radio Technical Commission for Aeronautics)
DC: 直流电 (Direct Current)
ADS-B: 广播式自动相关监视 (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)
GNSS: 全球定位导航系统 (Global Navigation Satellite System)
ES: 扩展电文 (Extended Squitter)
GPS: 全球定位系统 (Global Positioning System)
SPS: 标准定位服务 (Standard Positioning System)
NACp: 位置导航精确性分类 (Navigation Accuracy Category for Position)
NACv: 速度导航精确性分类 (Navigation Accuracy Category for Velocity)
NIC: 导航完整性分类 (Navigation Integrity Category)
SIL: 监视完整性限制 (Surveillance Integrity Limit)
SDA: 系统设计保证 (System Design Assurance)
DF: 下行数据链格式 (Downlink Formats)
CPR: 紧凑型位置报告 (Compact Position Report)
AA: 地址通告 (Address Announced)
CC: 互联能力 (Cross-link Capability)
CF: 控制字段 (Control Field)
ID: 识别 (Identity)
ME: 信息, 扩展电文 (Message, Extended Squitter)
HRD: 水平参考方向 (Horizontal Reference Direction)
OM: 运行模式 (Operational Mode)
FDE: 故障检测和排除 (Fault Detection and Exclusion)

4 基本要求

- 4.1 民用机场车载 ADS-B 发射机应符合 RTCA DO-260B 的规定要求。
- 4.2 民用机场车载 ADS-B 发射机应能在机场活动区作业时连续工作。
- 4.3 民用机场车载 ADS-B 发射机应有相应的故障状态指示。
- 4.4 民用机场车载 ADS-B 发射机应内置电源模块, 工作电压为 DC12~24V, 电源模块充电支持用车载 12~24V 电源 DC 口充电, 并且具有过流、过压保护能力。
- 4.5 民用机场车载 ADS-B 发射机应满足如下环境要求:
 - a) 设备应能在下列环境正常运行: 室内工作温度: $-30^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$; 室外工作温度: $-45^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$; 其相对湿度: 5%~90%;
 - b) 设备应能在下列环境中存储: 室内存储温度: $-50^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$; 其相对湿度: 5%~90%。

5 总体设计

5.1 需求分析

5.1.1 数据格式要求

民用机场车载ADS-B发射机数据满足RTCA DO-260B的规定，其数据链与民航航空器的ADS-B机载发射机相同，即可通过同一地面接收站进行接收与解析。

5.1.2 实时监控

民用机场车载ADS-B发射机信号通过无线电波发射，能满足实时性监控要求。

5.1.3 运行安全

机场运行管理、管制等单位/部门可通过机场场面监控系统（数据来源包括ADS-B地面站），实时掌握加装ADS-B发射机车辆的位置、状态信息，有效防止跑道侵入，提升机场场面安全运行水平。

5.2 系统组成

民用机场车载ADS-B发射机由GNSS信息接收模块、ADS-B信息发射模块及配套GNSS天线和全向发射天线组成。

5.3 系统功能

5.3.1 状态指示

民用机场车载ADS-B发射机具有以下运行最低控制和状态指示：

- a) 具有电源开/关状态指示；
- b) 具有发射控制（开/关）功能（如发射地图编程等方式）；
- c) 具有工作状态（开/关）指示。当GNSS传感器位置可用时给出发射指示；
- d) 在启用发射机运行之前，应在初始上电时执行自检，并在自检失败时禁止ADS-B发射；
- e) 应指示设备状况包括：正在进行自检、自检失败、运行模式下出现故障、以及GNSS位置状态。

5.3.2 系统配置

民用机场车载ADS-B发射机可进行参数配置，包括ICAO 24位地址、车辆身份识别等参数配置功能。

5.3.3 数据处理

根据RTCA DO-260B的要求提供以下数据处理功能：

- a) 国际民航组织ICAO 24位地址编码；
- b) ADS-B发射机类别数据；
- c) 车辆位置纬度数据；
- d) 车辆位置经度数据；
- e) 车辆速度数据；
- f) 车辆方向轨迹数据；
- g) 车辆身份识别数据。

5.3.4 自检与监控

民用机场车载ADS-B发射机应满足RTCA DO-260B要求，提供以下自检和监控功能：

- a) 自检；
- b) 广播监控。

5.4 系统性能

5.4.1 数据链路

民用机场车载ADS-B发射机采用数据链路1090MHz ES广播。

5.4.2 功率强度

民用机场车载ADS-B发射机在其设备输出出口的射频峰值输出功率应介于10W（40dBm）和20W（43dBm）之间，且杂散发射限制不高于-30dBm。

5.4.3 导航源

民用机场车载ADS-B发射机内置的GNSS传感器应支持GPS和北斗，其导航源性能要求满足：

- a) 符合GNSS标准定位服务性能标准（SPS）文件中确定的最小阈值要求；
- b) 导航定位源的NACp应大于或等于10，可用率应在95%及以上。（NACp=10被定义为水平精度<10米）。
- c) 导航定位源的NACv应大于或等于1，可用率应在95%及以上。（NACv=1被定义为水平速度误差<10米/秒）。
- d) 导航定位源的NIC值应大于或等于9，可用率应在95%及以上。（NIC=9被定义为保护半径Rc<75米）。
- e) SIL应等于3，定义为超过NIC保护半径的概率 $\leq 1 \times 10^{-7}$ 。
- f) SIL补充应等于0，它定义了在每个小时的基础上，超过NIC保护半径的概率。
- g) SDA应等于2，这被定义为导致发射虚假或误导性信息的故障概率 $\leq 1 \times 10^{-5}$ 。
- h) NIC或NAC值的变化应在10秒内广播。
- i) 从导航位置传感器的接收到几何位置信息的时间算起，2.0秒内应通过ADS-B Out数据链将该位置信息编码发送。在2.0秒的总延迟分配中，最多0.6秒不需要补偿时延；车载ADS-B发射机应补偿超过0.6秒部分的延迟，但最多不超过2.0秒的总延迟，可通过基于时延的几何位置外推方法进行补偿。
- j) 当导航定位源性能要求不满足时，应控制车载ADS-B发射机不发射信号。

5.4.4 信号特性

民用机场车载ADS-B发射机满足RTCA DO-260B中包含的发射信号特性：

- a) 发射频率；
- b) 发射频谱；
- c) 调制；
- d) 报文结构；
- e) 脉冲间隔；
- f) 前导码；
- g) 数据脉冲；
- h) 脉冲幅度；
- i) ADS-B消息前导码；
- g) ADS-B消息数据脉冲；
- k) ADS-B消息脉冲形状；
- l) ADS-B消息脉冲成形。

5.4.5 信号格式与结构

5.4.5.1 “DF”和“CF”字段

每次发射报文中的前5个比特称为DF（下行链路格式）字段，而接下来的3个比特称为CF字段。对于所有车辆ADS-B消息发射，“DF”字段应设置为DF=18（二进制10010），而“CF”字段应设置为零。

5.4.5.2 “AA”地址字段

“AA”字段长度为24位比特（消息位9至32），包含发射设备的ICAO 24位地址编码信息，为车辆提供明确的身份识别信息。车辆选用的ICAO 24位地址编码信息应与航空器地址信息编码冲突，选择符合规定的地址字段，必须按照《民用航空24位地址编码管理办法（暂行）》进行报备与申请。

5.4.5.3 车辆场面位置信号格式

民用机场车载ADS-B发射机应满足RTCA DO-260B章节中规定的ADS-B目标场面位置信号格式，对应章节如下表所示。

表1 车辆场面位置信号格式参考章节目录

序号	RTCA DO-260B章节号	章节标题
1	§2.2.3.2.4	ADS-B场面位置消息
2	§2.2.3.2.4.1	ADS-B场面位置消息中的“类型”字段
3	§2.2.3.2.4.1.1	如果有封闭半径，场面位置信息类型代码
4	§2.2.3.2.4.1.2	如果无法获得封闭半径，场面位置信息类型代码
5	§2.2.3.2.4.1.3	对TYPE代码ZERO的特殊处理
6	§2.2.3.2.4.1.3.1	TYPE代码等于零的意义
7	§2.2.3.2.4.1.3.2	广播的类型代码等于ZERO
8	§2.2.3.2.4.1.4	基于水平保护等级或估计的水平位置精度的TYPE代码
9	§2.2.3.2.4.1.5	基于地面上的故障检测和排除（FDE）条件的类型代码
10	§2.2.3.2.4.2	ADS-B场面位置信息中的“运动状态”字段
11	§2.2.3.2.4.3	ADS-B场面位置信息中的“车辆方向轨迹的状态位”字段
12	§2.2.3.2.4.4	ADS-B场面位置信息中的“车辆方向轨迹”字段
13	§2.2.3.2.4.5	ADS-B场面位置信息中的“时间”（TIME）字段
14	§2.2.3.2.4.6	ADS-B场面位置信息中的“CPR格式”（F）字段
15	§2.2.3.2.4.7	ADS-B地面位置信息中的“CPR编码纬度”字段
16	§2.2.3.2.4.7.1	场面纬度数据编码
17	§2.2.3.2.4.7.2	GNSS时间标记耦合情况（“TIME”（T）=“1”）
18	§2.2.3.2.4.7.3	非GNSS时间标记耦合情况（“TIME”（T）=“0”）
19	§2.2.3.2.4.7.4	地面纬度位置数据保留
20	§2.2.3.2.4.8	ADS-B场面位置信息中的“CPR编码经度”字段
21	§2.2.3.2.4.8.1	场面经度数据编码
22	§2.2.3.2.4.8.2	GNSS时间标记耦合情况（“TIME”（T）=“1”）
23	§2.2.3.2.4.8.3	非GNSS时标耦合情况（“TIME”（T）=“0”）
24	§2.2.3.2.4.8.4	场面经度位置数据保留

5.4.5.4 车辆身份识别和类别信号格式

民用机场车载ADS-B发射机应满足RTCA DO-260B章节中规定的ADS-B目标身份识别和类别信号格式，对应章节如下表所示。

表2 车辆身份识别和类别信号格式参考章节目录

序号	RTCA DO-260B章节号	章节标题
1	§2.2.3.2.5	ADS-B车辆识别和分类信息
2	§2.2.3.2.5.1	ADS-B车辆识别和类别信息中的“类型”代码子字段
3	§2.2.3.2.5.2	ADS-B车辆识别和类别信息中的“ADS-B发射机类别”子字段（设置为地面车辆）

4	§2.2.3.2.5.3	ADS-B车辆识别和类别信息中的“ID字符”子字段
---	--------------	---------------------------

5.4.5.5 车辆运行状态信号格式

民用机场车载ADS-B发射机应满足RTCA DO-260B章节中规定的ADS-B目标运行状态信号格式（任何未被下列子字段填充的“ME”字段位应被视为保留并设置为零），对应章节如下表所示。

表3 车辆运行状态信号格式参考章节目录

序号	RTCA DO-260B章节号	章节标题
1	§2.2.3.2.7.2	“车辆运行状态”信息
2	§2.2.3.2.7.2.1	车辆运行状态信息中的“类型”字段
3	§2.2.3.2.7.2.2	车辆运行状态信息中的“SUBTYPE”字段
4	§2.2.3.2.7.2.3	车辆运行状态信息中的“CAPABILITY CLASS (CC)”字段
5	§2.2.3.2.7.2.3.1	车辆运行状态信息中的“服务等级预留”CC代码字段
6	§2.2.3.2.7.2.3.7	场面车辆运行状态信息中的“B2 Low”CC代码字段
7	§2.2.3.2.7.2.3.8	场面车辆运行状态信息中的“NACv”CC代码字段
8	§2.2.3.2.7.2.3.10	车辆运行状态信息中的“NIC补充-C”CC代码字段
9	§2.2.3.2.7.2.4	车辆运行状态信息中的“运行模式(OM)”字段
10	§2.2.3.2.7.2.4.1	车辆运行状态信息中的OM字段格式代码
11	§2.2.3.2.7.2.4.6	车辆运行状态信息中的“系统设计保证”OM代码字段
12	§2.2.3.2.7.2.4.7	车辆运行状态信息中的“GNSS天线偏移”OM代码字段
13	§2.2.3.2.7.2.5	车辆运行状态信息中的ADS-B“版本号”字段
14	§2.2.3.2.7.2.6	车辆运行状态信息中的“NIC补充-A”字段
15	§2.2.3.2.7.2.7	车辆运行状态信息中的“位置导航精度类别(NACp)”字段
16	§2.2.3.2.7.2.9	车辆运行状态信息中的“数据源完整性等级(SIL)”字段
17	§2.2.3.2.7.2.11	车辆运行状态信息中的“车辆长度和宽度代码”字段
18	§2.2.3.2.7.2.12	车辆运行状态信息中的“车辆方向轨迹”字段
19	§2.2.3.2.7.2.13	车辆运行状态信息中的“水平参考方向(HRD)”字段
20	§2.2.3.2.7.2.14	车辆运行状态信息中的“SIL补充”字段

5.4.6 通电/中断

民用机场车载ADS-B发射机应在通电后5秒内达到正常运行能力；如果电源中断后又恢复通电，则设备应在5秒内完成自检恢复到正常工作状态。

5.4.7 发射速率

民用机场车载ADS-B发射机应满足以下RTCA DO-260B要求的ADS-B报文发射速率：

- 车辆场面位置：移动状态0.5秒/次，静止状态5秒/次；
- 车辆身份识别和类别信息：移动状态5秒/次，静止状态10秒/次；
- 车辆运行状态信息：0.5秒/次。

5.4.8 处理延迟

民用机场车载ADS-B发射机报文处理延迟应不超过10毫秒。

5.4.9 处理时序

民用机场车载ADS-B发射机应满足RTCA DO-260B中规定的ADS-B报文数据处理时序要求：

表2 报文数据处理时序参考章节目录

序号	RTCA DO-260B章节号	章节标题
1	§2.2.5.2.2	地面位置信息时延
2	§2.2.5.2.3	车辆身份信息时延
3	§2.2.5.2.12	车辆运行状态信息时延

5.4.10 GNSS 天线性能

GNSS天线应能够接收BDS或GPS信号，或应能够接收BDS与GPS、GALILEO、GLONASS等系统任意组合的卫星信号。GNSS天线指标要求应满足《北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航型天线性能要求及测试方法》规定要求。

5.4.11 全向发射天线性能

民用机场车载ADS-B发射机的全向发射天线应满足RTCA DO-260B中天线性能要求。

5.4.11.1 天线增益

当全向发射天线安装在直径为1.2米的圆形地平面中心，在其方位角0度至360度，高出地面5度至30度，达到90%覆盖体积时，天线增益应不低于与其匹配的四分之一波长增益减去3dB。

5.4.11.2 天线频率

天线中心频率在1090±1MHz范围内。

5.4.11.3 阻抗和驻波比

信号频率在1090MHz时，每根天线在50Ω的传输线上产生的驻波比不得超过1.5:1。

5.4.11.4 极化

天线为全向天线，垂直极化的。

5.5 系统接口

民用机场车载ADS-B发射机应通过接口进行相关参数配置。

5.6 系统安全

5.6.1 民用机场车载ADS-B发射机信号频谱参数技术指标应满足RTCA DO-260B中发射频谱的规定要求。

5.6.2 民用机场车载ADS-B发射机ICAO 24位地址编码信息应符合民航局相应规定。

5.7 系统部署

民用机场车载ADS-B发射机的安装要求：

- a) 应避免改变车辆本身的电气结构与布线，不能因为设备的安装而产生车辆安全隐患；
- b) 安装位置宜隐蔽，不影响原车外观和驾驶员操作；应使用有效方式进行固定（如螺栓等），不应松动；
- c) 天线应远离其他敏感的电子设备，并保证信号的正常传输和发射。

6 设备管理

6.1 通用要求

- 6.1.1 民用机场车载 ADS-B 发射机的设备管理应贯穿设备研发、安装、测试、许可和维护全过程。
- 6.1.2 民用机场车载 ADS-B 发射机的设备管理应加强厂商和用户的协作，同时进行设备运行维护与跟踪。

6.2 规划设计阶段

- 6.2.1 系统建设管理部门应与规划设计单位明确双方需要提交的文件资料内容、指标、数量及交付时间。
- 6.2.2 系统建设管理部门应对规划设计单位的系统设计功能符合性进行监督。

6.3 建设阶段

- 6.3.1 民用机场车载 ADS-B 发射机应具备工信部无线电管理局的型号核准。
- 6.3.2 设备建设管理部门应做好设备出厂测试的审查和验收。

6.4 运行维护阶段

- 6.4.1 民用机场车载 ADS-B 发射机运行维护阶段管理应分配人员对设备日常运行管理和维护。
- 6.4.2 设备运行维护团队应具有丰富经验和专业技能，并定期进行技术培训和考核。
- 6.4.3 民用机场车载 ADS-B 发射机日常运行管理应以安全、可靠、高效为目标。