



CAAC

航空公司运行控制卫星通信实施政策

中国民用航空局

二〇一二年十二月二十五日

航空公司运行控制卫星通信实施政策

第一章 总则

1.1 目的

本文件为航空公司使用卫星通信系统在飞机与运行控制中心（AOC）之间建立及时可靠的语音通信联系提供政策指南。

1.2 依据

- （1）《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》
（CCAR-121-R4）
- （2）《航空承运人运行中心（AOC）政策与标准》
（AC-121-FS-2011-004R1）
- （3）《航空器运行》国际民航组织公约附件 6
- （4）《航空电信》国际民航组织公约附件 10

1.3 适用范围

本文件适用于按照 CCAR-121 部实施国内、国际定期载客和使用飞行签派系统实施补充运行的航空承运人。

使用飞行跟踪系统按照 CCAR-121 部实施补充运行的航空承运人，以及使用飞机定位系统按照 CCAR-135 部、CCAR-91 部实施运行的航空营运人可参考本文件建立运行控制卫星通信能力。

1.4 规章要求

中国民航规章 CCAR-121 第 97 条规定,“合格证持有人应当证明,在正常运行条件下,在整个航路上,所有各点都具有陆空双向无线电通信系统,能保证每一架飞机与相应的签派室之间,每一架飞机与相应的空中交通管制单位之间,以直接的或者通过经批准的点到点间的线路进行迅速可靠的通信联系。”

《航空承运人运行中心(AOC)政策与标准》(AC-121-FS-2011-004R1)咨询通告第 8 章 8.1 条 C 款(C)项规定:“在整个航路上,航空承运人必须确保在每架飞机与相应的 AOC 之间能够建立可靠迅速的通信联系(不超过 4 分钟)。”

1.5 背景

随着我国航空运输量和机队数量的快速增长,面对空域紧张、危险天气和流量控制等,由于缺少有效通信和实时信息,航空公司运行控制工作处于被动局面,随之而来的安全压力越来越大。

为推进运行控制语音通信系统建设,民航局曾尝试利用航空公司高频电台进行联网和在繁忙航路上建立甚高频通信网等手段解决语音通信联系问题,但终因通信质量差、频率资源紧缺、机载设备受限、缺少建设资金等原因未能实现预期目标。

卫星通信与高频、甚高频通信相比,具有通信质量高、保密性强、干扰小、容量大、覆盖范围广以及运行稳定等优点。我司为此专门召开研讨会和进行专题研究,提出利用卫星这一现代化的通信技术,全面解决航空公司运行控制的语音通信联系和提高实时监控能力的问题。

近年来,航空公司已经意识到,解决语音通信和有效利用数据链通信是提升运行风险控制能力的核心手段。许多航空公司把在国际航线、高原机场运行的和部分新引进的飞机都安装了卫星通信系统,这一举措为推进卫星语音通信在运行控制中的使用奠定了基础。

1.6 卫星通信概况

通信卫星是人造地球卫星。按运行轨道高度分为低轨、中轨和高轨卫星,又分为赤道轨道、地球同步轨道、地球静止轨道、极轨道等;按卫星频率划分为 L、S、C、Ku 和 Ka 频段。

卫星通信系统一般由空间卫星系统、地面控制服务主站、移动交换系统以及用户终端等部分组成,用户终端发起的信息通过无线信号传递给在轨卫星,之后转接到地面主站,再由地面主站解码后,移动交换系统根据呼叫信息地址将信息传送至网络被叫用户,实现卫星通信。卫星通信网络还可通过移动交换系统与地面有线网络实现互联互通,保证各级、各类通信平台之间的通信。卫星通信可提供语音、数据和视频图像等实时业务服务。

卫星通信技术在国际上已日臻成熟,并被发达国家航空公司普遍应用于运行控制。当今国际上普遍使用的卫星通信系统有:海事卫星(BGAN)、铱星系统。另外,我国基于甚小口径天线系统(VSAT)技术的 Ku 或 Ka 卫星移动通信和现代移动地空宽带通信技术,在解决了技术难点后,均可为运行控制提供服务。

目前,卫星通信系统已经在航空领域得到广泛应用,正在运行的以及新机型均具备安装卫星通信的基本条件,国内外卫星通信服务商根据不同机型提供经适航认证的、多样化的机载卫星通信产品,并根据航空用户要求制定适用的解决方案。

第二章 实施政策

2.1 实现目标

航空公司应充分利用现代卫星通信技术，在每架飞机与运行控制中心之间建立及时、可靠的语音通信联系。符合本文件适用范围的航空承运人，应在 2017 年底前使所有飞机都具备语音通信能力。

2.2 实施时间表

实施工作分为三个阶段：

第一阶段：2013 全年，前期准备。

航空公司应对使用卫星通信的情况进行调研，开展实验性机载设备安装和地面设施建设，年底前完成实施计划的制定与申报工作，获得所属地区管理局航务管理部门的认可。

第二阶段：2014 年初-2015 年底，部分实施。

2015 年底前，各航空公司应实现总数 50% 的飞机具备卫星通信能力。注：2015 年底前计划退出的飞机可不计入总数。

第三阶段：2016 年初-2017 年底，全面实施。

2017 年底前，所有飞机都应具备卫星通信能力，以满足运行控制通信联系要求。

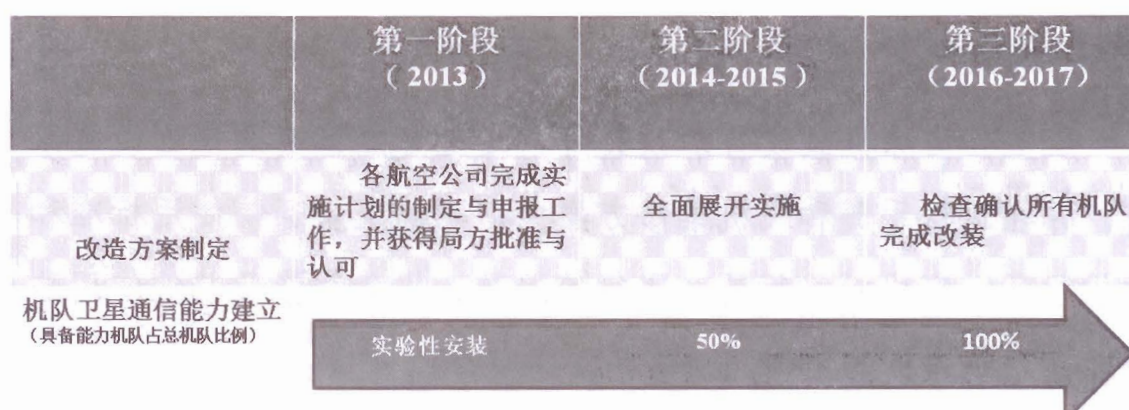


图 1 工作实施时间表

2.3 关键任务

- (1) 制定运行控制卫星通信实施计划;
- (2) 按计划, 分阶段持续推进卫星通信系统的建设;
- (3) 修订运行手册, 建立系统维护方案, 确保系统运行正常;
- (4) 编制训练大纲, 完成相关人员培训等。

2.4 职责

航空公司有责任按照本文件政策要求, 制定实施计划, 利用卫星通信技术改善和提升运行控制语音通信和监控能力。

局方负责评估和认可航空公司实施计划的可行性, 监督实施计划执行情况。

卫星通信供应商提供的设备应满足中国民航适航要求, 并提供相关咨询服务。

卫星通信运营商应具备政府授权的相关运营资质, 确保高质量的通信服务。建立卫星通信管理与监控系统, 确保能够查询和监控用户使用状态。根据国家安全部门和民航局要求提供使用信息, 当出现危及国家安全的问题时, 能够及时终止卫星通信联系。

2.5 实施要求

航空公司除机载设备加改装外，还应建立配套的地面设施系统，并在运行手册和飞机维修方案中，明确卫星通信使用标准和维护程序；完成对飞行员、飞行签派员、机务维修及其他使用陆空通信系统人员的培训。

航空公司可使用等效语音通信方式满足本文件提出的要求。对不能满足要求的航空公司，局方将采取相应运行限制措施，经局方特殊批准的除外。

第三章 与其他技术的结合

卫星通信作为民航通信方式之一，是地空语音通话和数据链通信业务的传输载体。卫星通信与其他技术和系统结合，可以为航空公司提供丰富的航空信息服务。

3.1 数据链通信（ACARS）

数据链通信分为甚高频数据链和卫星数据链通信两种，在飞机与 AOC 之间建立常规双向数据链通信，可提高对飞机运行和机载设备的实时监控和风险控制能力。

利用数据链通信的上行和下行链路，可实现飞行计划初始化（飞行计划与性能数据），发送起飞数据、风数据、飞行报告、预报数据等。

由于甚高频通信覆盖范围有限、高频通信存在通信盲区等缺点，在边远地区和海洋区域飞行，基于卫星通信的数据链通信能提供有效的通信覆盖和通信质量。

3.2 广播式自动相关监视（ADS-B）

广播式自动相关监视（ADS-B）系统利用地空、空空数据链通信完成对航空器运行的监视和信息传递。监视信息来自不同的机载信息源（例如，GPS 水平位置、气压高度、ATC 应答机控制面板等），机载 ADS-B 应用功能分为发送（OUT）和接收（IN）两类。

中国民航计划推广使用 ADS-B（1090ES 模式），实现运行控制对航空器运行的监视，同时利用 ADS-B 数据链传输天气、地形、

空域限制等飞行信息。由于在边远地区及海洋区域布设 ADS-B 地面站困难或无法布设，因此 ADS-B 监视信息及飞行信息可以利用卫星通信链路进行传输和转发，以扩大 ADS-B 的监视及通信覆盖范围。ADS-B 信息落地进入地面通信网络后，可发至航空公司运行控制中心和相关的空中交通管理部门。

3.3 电子飞行包（EFB）

电子飞行包（EFB）包含用于支持一定功能的软硬件，相关信息在驾驶舱或客舱的电子显示器上显示。EFB 能显示多种航空信息数据或完成各类计算（如性能数据、燃油计算等），功能范围包括各种数据库和应用程序。

AOC 与 EFB 之间有多种途径的通信形式，卫星通信可以为边远地区及海洋区域飞行的航空器实时上载相关图表、危险天气图、火山灰等重要信息，便于机组及时、准确、直观地掌握周边天气及飞行动态。

3.4 内话系统

内话系统主要应用于航空公司内部通话，以及民航相关部门之间的内部通话。利用覆盖全球的卫星通信，可以保障 AOC 在任何时候与任何国家或地区的航空器之间，建立便捷、快速的话音通信联系。

3.5 地空宽带通信

地空宽带通信，利用沿飞行航路建设的地空通信基站，为航空器与地面之间建立地空宽带通信能力。地空宽带通信所提供的

通信带宽可达数十兆甚至数百兆比特每秒，因此可以为航空公司与航空器之间提供话音及大流量数据通信业务，也可为旅客提供互联网、电报电话、实时电视等服务。

第四章 修订

本文件为中国民航运行控制卫星通信实施政策的第一版，中国民航局将根据需要公布本文件的更新版本，欢迎对本文件提出建议和意见。

附件 A：海事卫星通信技术简介

一、概述

“海事卫星”顾名思义是用于海上救援的无线电联络通信卫星。随着第四代海事卫星的发展，其技术能力有了显著提高，业务范围已扩大到航空等其他领域，成为集全球海上常规通信、陆地应急遇险、航空安全通信、特殊与战备通信于一体的高科技通信卫星系统。

第四代海事卫星系统由亚太区域卫星、欧非区域卫星和美洲区域卫星三颗星组成，均位于赤道上空 36000 公里的静止同步轨道上，卫星网络实现了全球覆盖（南北两极除外）。

二、历史与现状

上世纪 60 年代末，国际海事组织（IMO）利用海事卫星为船舶提供可靠的海上遇险搜救服务（GMDSS）。1976 年，国际海事组织（IMO）通过了《国际海事卫星组织公约》和《国际海事卫星组织业务协定》，并于 1979 年生效，同年 7 月成立了政府间经济合作机构“国际海事卫星组织”（简称 INMARSAT），其成员国包括中国在内共 89 个，约在 143 个国家拥有 9 万多台第四代海事卫星通信设备。

1985 年起，海事卫星组织修改了公约，决定把航空通信纳入服务范围，1989 年又决定把服务从海洋扩展到陆路，成为海陆空全方位服务的通信系统，并于 1994 年更名为“国际移动卫星组织”（英文简称不变）成为全球唯一能在全时段、全天候提供无线通信服务的卫星通信系统。

第四代海事卫星是迄今世界上容量大、技术先进的移动通信卫星，其突出特点是功率大幅度提高，采用了最新的频率复用技术，使对终端的链路等效全向辐射功率（EIRP）达到 67dBW。海事卫星的每颗卫星支持 1 个全球波束、19 个区域宽点波束、193 个窄点波束。每个窄点波束可容纳 6-8 个信道，最多 25 个信道。每个信道频宽 200KHz，可支持 492Kbps 传输速率。单颗卫星信道总数可达 630 个，信道可按照实际需要实现在波束下的动态调配。与其他卫星通信系统不同，在每个窄带点波束下，海事卫星宽带网络根据业务申请不同等级的服务类型，可实现按需分配信道频率、业务类型和通信带宽，有效地保障了飞机上不同应用服务的通信需求。BGAN（Broadband Global Area Network）为宽带全球局域网络的缩写，在不同应用领域，其具体名称稍有不同，如陆地称为 BGAN、海洋称为 FBB、航空称为 SBB，但底层核心技术均以 BGAN 为基础框架。

三、技术要点

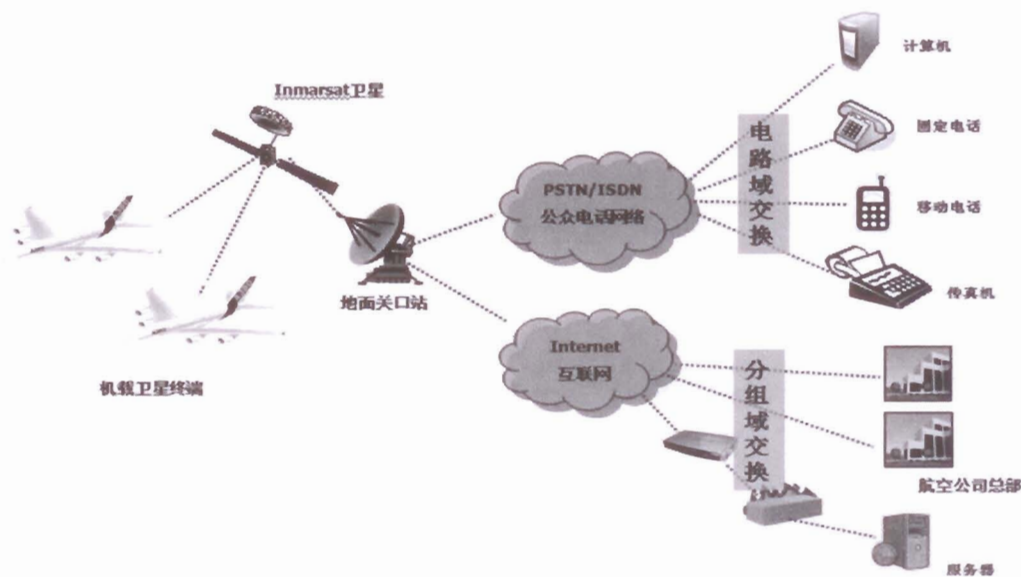
海事卫星航空设备的通信系统由海事卫星、地面站及交换网络、移动航空设备组成。系统工作频率采用传播损耗、雨衰减小，通信有利的 L 波段（俗称：黄金频段。接收频率：1525.0-1559.0MHz；发送频率：1626.5MHz-1660.5MHz）。随着技术的不断发展，海事卫星航空设备已具备为航空公司运行中心（AOC）及航空信息管理提供语音通信、数据传输、传真业务（包括视频）等客户化能力。具体业务包括：

(1) 基础业务：通过计费中心和客服中心为客户提供入网、缴费、帐单查询、用户数据统计与分析等业务，保证了客户信息的安全性和服务的可靠性；

(2) 语音调度：基于第四代海事卫星，能够提供标准语音、3.1KHz 丽音、G3 传真业务、PSTN/ISDN 公众电话网络业务。用于飞机与相应的 AOC 之间建立可靠、快速的通信联络。

(3) 定位跟踪：海事卫星航空设备内置 GPS 模块，能够实时地提供飞机位置信息，并将这些信息通过卫星信道实时传送到 AOC。在 AOC 工作的运行控制人员也可以通过地面设备系统软件对传送参数进行远程设置。

(4) 数据处理：海事卫星航空设备提供从 200kb/s-864kb/s 的 IP 数据业务，近期可实现最高支持 1728kb/s。AOC 通过海事卫星接驳至交通部北京海事卫星地面站 (BJLES) 建立专线链路，进行数据传输和视频会议等中高速数据业务，机组人员也可以远程登录 AOC 数据库，访问或下载如：气象信息、航线优化信息、目的地机场实况等数据信息；同时地面 AOC 也可以远程监控，获取飞机的运行状态，如：飞行高度、速度、方向、位置、燃油状况、设备状态信息、机上动态等 ARINC429 总线上的各类信息。



附图 1 海事卫星航空系统（SBB）组成图

四、机载设备技术适用范围及依据

海事卫星机载航空设备可以为驾驶舱应急通信、运行控制通信、飞机维修通信、医疗救助通信,客舱娱乐等方面提供服务。其特性如下:

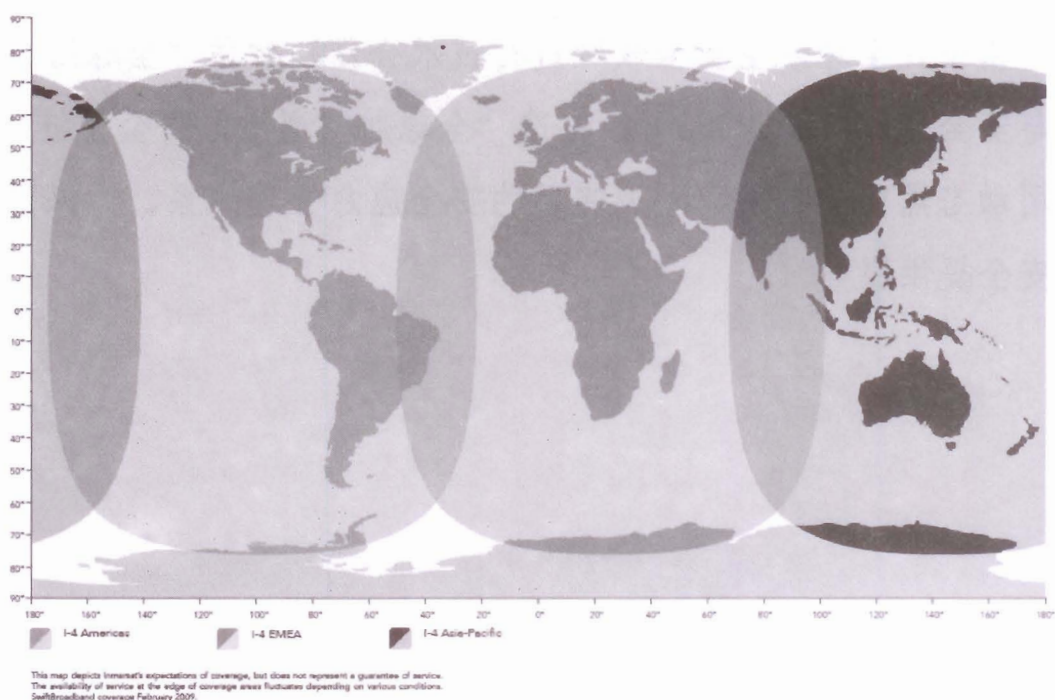
(1) 覆盖范围: 海事卫星现有设备可提供南北纬 82 度以内的通信服务;

(2) 通信带宽: 第四代海事卫星提供 200K-2*432K (近期将实现 4*432K) 数据业务, 传统语音业务等;

(3) 业务类型: 依据其业务提供的技术特点, 海事卫星可完成电话功能, 传真功能, 数据传输功能, GPS 位置监控功能, 视频会议功能, 机上关键数据采集功能, 机组人员特色数据查询功能, 高端客户电子商务等业务;

(4) 信道保障：第四代海事卫星承担 GMDSS（全球海上遇险安全搜救系统）的义务，任何国家或组织不允许以任何理由停止或干扰 L 波段的海事卫星通信信号，从而确保本系统所有用户不会因为第三方原因中断海事卫星通信。

SwiftBroadband coverage



附图 2 海事卫星全球区域覆盖图

五、适航取证

全球范围内海事卫星机载航空设备拥有四大生产厂商，其中包括与航电集成商紧密合作的厂商，大多数原有机载设备及天线已随主机厂型号合格证（TC）获得批准，或通过补充型号合格证（STC）获得批准。海事卫星在中国民航获得适航许可的工作正在进行中，将为中国民航持续安全提供通信技术服务。

六、中国海事卫星未来规划

随着我国通信技术的发展，海事卫星未来在中国的服务范围将越来越广，中国将拥有亚洲最大的海事卫星地面站，能够通过专线通信和系统管理为中国民航局及各航空公司提供安全的信息管理和可靠的服务保障，以及各种数据平台软硬件支持。

国际民航组织（ICAO）和国际海事卫星组织（INMARSAT），有意携手在全球航空安全领域进行技术合作，效仿“全球海上遇险与安全系统”（GMDSS），打造“全球航空遇险与安全系统”，利用动态黑匣子技术，形成完整的安全应急管理体系，为保证飞行安全提供服务。

附件 B：铱星卫星通信技术

一、铱星系统概述

铱星系统由 79 颗低轨道卫星组成（其中 13 颗为备份用星），66 颗低轨卫星分布在 6 个极平面上，每个平面分别有一个在轨备用星。在极平面上的 11 颗工作卫星，就像电话网络中的各个节点一样，进行数据交换。备用星随时待命，准备替换由于各种原因不能工作的卫星，保证每个平面至少有一颗卫星覆盖地球。卫星在 780 公里的高空以 27,000 公里/小时的速度绕地球旋转，100 分钟左右绕地球一圈。每颗卫星与其他四颗卫星交叉链接，两个在同一个轨道面，两个在临近的轨道面。

铱星系统的通信传播方式首先是空中星与星之间的传播，之后是空地和地地之间的传播，由于铱星数量多和分布广等原因，因此包括地球南北两极在内均能实现无盲区覆盖，铱星系统在不依赖于任何其他方式的情况下可实现语音通信服务。

二、铱星通信的历史与背景

1997、1998 年，美国铱星公司发射了几十颗用于手机全球通信的人造卫星，这些人造卫星称为铱星。铱星移动通信系统是美国铱星公司委托摩托罗拉公司设计的一种全球性卫星移动通信系统，它通过使用卫星手持电话机，依托卫星可在地球上的任何地方拨出和接收电话讯号。

1. 铱星的转型

2000 年美国铱星卫星公司以 2500 万美元买下了铱星系统进行重组，并打算用该系统向政府和工业部门提供服务。该系统由 66 颗低轨道通信卫星组成；此外还有 13 颗备用卫星，可随时为世界上任何地方的用户提供电话通信服务。目前，铱星服务已涉及航空、航海、石油、林业和紧急服务等多种行业。

2. 下一代铱星系统

铱星公司与波音公司进行战略合作，由波音公司承担铱星星群的运行和维护工作。铱星公司将通过发射新卫星的方式实现铱星系统的正常运行。在轨备用卫星以及卫星的低故障率，保障了全球话音通信服务的可靠性和可用性。

铱星的下一代卫星系统 Iridium Next 将于 2015 年发射，同时保留现有的 66 颗卫星。

(1) 下一代铱星的功能将在以下方面加强：

高速率数据；

空间 IP 技术；

与现有所有设备兼容。

(2) 铱星发射时间表如下：

2009 年第一季度，系统设计定型；

2010 年 6 月，Thales Alenia 空间公司负责开发下一代铱星；

2010 年 10 月，铱星完成项目融资，与 Thales 开发合同生效；

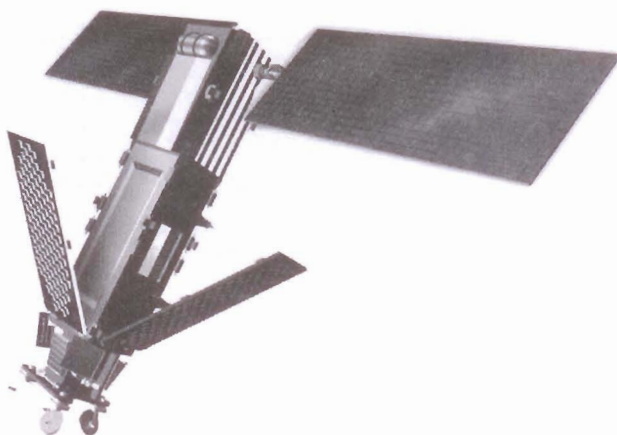
2011-2014 年，开发下一代铱星，系统测试；

2015 年第一季度，下一代铱星开始发射；

2016 年第四季度，下一代铱星发射完毕。

三、铱星通信技术特点

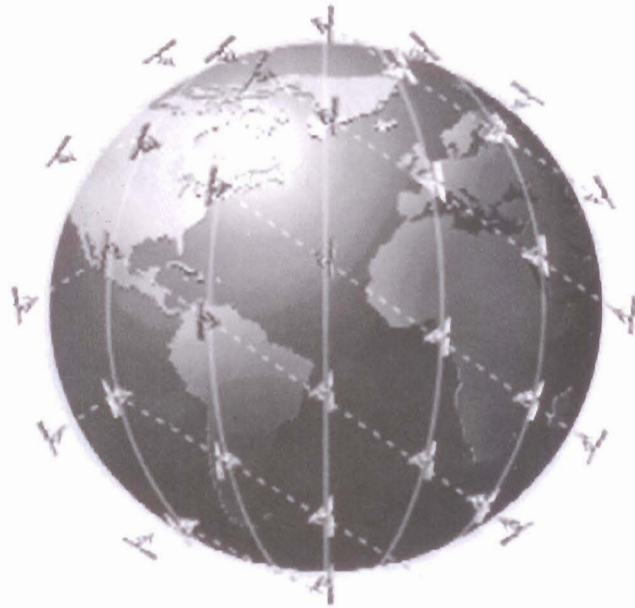
铱星移动通信系统是美国于1987年提出的第一代卫星移动通信星座系统，其每颗卫星的质量约670千克左右，功率为1200瓦，采取三轴稳定结构，每颗卫星的信道为3480个，服务寿命58年。铱星移动通信系统最大的技术特点是通过卫星与卫星之间的接力来实现全球通信，相当于把整个地面蜂窝移动电话系统设置在了780公里的高空。



附图3 铱星系统使用的卫星

与目前使用的静止轨道卫星通信系统相比，铱星主要有三方面的优势：一是轨道低，传输速度快，信息损耗小，通信质量高；二是不需要专门的地面接收站，每部卫星终端都可以与卫星连接；三是真正意义上的全球无缝隙覆盖，相比于地球同步轨道卫星通信系统，铱星不仅可以覆盖南北纬70度之间的区域，更能完全覆盖高纬度极地地区，且通信效果尤佳，为跨极地航线飞行的运行控制提供了非常有效的通信保障。

此外，当用户使用卫星系统打电话时，该区域上空的卫星会先确认使用者的账号和位置，接着自动选择最便宜也是最近的路径传送电话讯号。



附图 4 铱星系统星群图

1. 铱星系统性能良好，具有高可靠性。

自从铱星星群开始运行至今，硬件的失效率趋势不断降低；
经过 10 年多的运行，表明卫星子系统的性能良好；

2002 年 2 次成功的卫星发射，以及使卫星在轨道平面上漂移的策略，显著改善了星群中卫星的可替代性；

目前，实际流量低于铱星系统的设计流量，降低了系统运行的压力，进而提高了系统的可靠性。

2. 铱星系统语音和数据通信能力稳定可靠。

Tempe 关口站曾在一周内进行了 8,590 次呼叫测试；

呼叫成功率为 99.92%;

呼叫失败率为 0.56%;

铱星使用的 TDMA 和 FDMA 编码传输语音和数据,可提供最高的安全性和保密性。

3. 基于独立卫星网络的安全通信。

(1) 频率范围:

终端-卫星: 1616 ~ 1626.5 MHz (L-Band);

卫星之间: 23.18 ~ 23.38 GHz (Ka-Band)。

(2) 2.4k 标准数据传输, 10k 压缩数据传输。

四、机载设备技术适用范围及依据

1. 全球语音通信

铱星系统使用的机载设备可由两种方式实现:

(1) 安装独立的机载话机, 与现有的机载系统不进行交联。

(2) 铱星机载系统直接和驾驶舱内话系统交联, 通过 MCDU 进行拨号。从拨号到接通的时间一般为 12 到 15 秒。系统可以实现驾驶舱语音记录功能, 并需要限制拨号范围, 只可以拨打各航空公司指定号码, 限制飞行员呼叫其他无关号码, 同时禁止未授权号码呼入干扰通信。

2. 全球数据通信

铱星机载设备应可以通过飞机的 ARINC429 数据总线连接, 支持 ARINC618 安全数据通信协议。对于安全数据需要将数据传送到

ARINC 或 SITA 等经过 ICAO 认可的安全数据中心,再经地面数据网将数据发送至航空公司运行中心。对于非安全数据,可以由第一种方式进行传输,或可以直接经由机载设备发送到航空公司的地面数据中心。机载设备未来需要支持 ACARS、FANS、CPDLC、LINK2000、ADS-B,以满足未来机载通信要求。

五、适航取证

按照《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR21 部)的相关要求,机载铱星设备的安装批准可采用补充型号合格证(STC)、改装设计批准书(MDA)或补充型号认可证(VSTC)的形式,此外,原航空器制造商还可采用型号合格证(TC)、型号认可证(VTC)或型号设计批准书(TDA)的形式以及对这些证件进行更改的形式进行安装批准。

六、服务与支持

铱星系统是唯一能够覆盖全球各个角落(包括极地地区)的卫星系统。其低轨道、低消耗和快速通信的特点使得铱星系统的硬件设备比任何其它卫星通信设备轻便、耗能少和成本低。铱星设备的机载化使得航空通信在数据和语音的运用上得到极大的完善。目前全世界有大约 49,500 架民用及通用飞机装配和使用了铱星设备。2011 年 9 月 30 号的统计说明,铱星的用户已经达到 500,000 个用户,其中航空用户达到 100,000 个。

铱星公司运营着世界最大的移动卫星系统,提供最可靠和高质量的数据和语音服务。铱星公司计划在今后 20 年内与波音公司合作发射 128 颗铱星,从而将整个铱星系统使用寿命延长到 2030

年，并大大加宽系统通信带宽，使数据通信实现基于 IP 的点对点传输。2007 年，FAA 正式将铱星系统列为空管及航空公司运行控制语音及数据平台。2008 年，铱星正式被国际民航（ICAO）批准为符合航空安全服务技术标准的卫星系统。

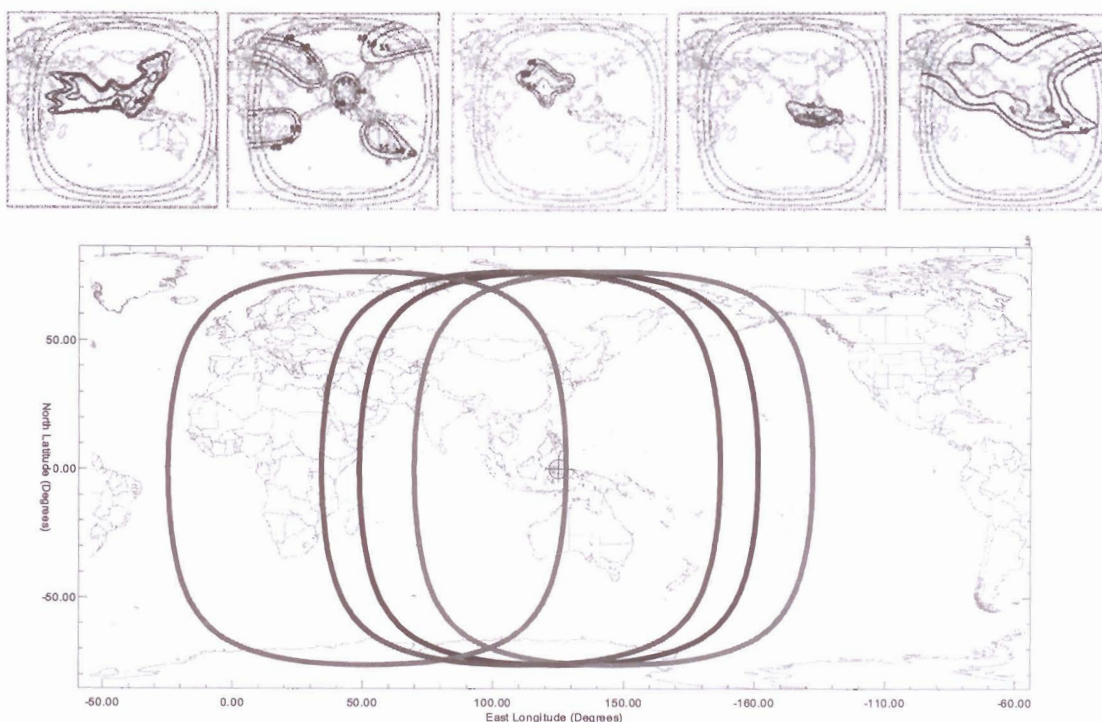
附件 C：基于 VSAT 技术的 Ku 和 Ka 卫星通信系统

一、简介

VSAT (Very Small Aperture Terminal) 甚小口径天线终端，由地面主站和众多远端站组成。VSAT 系统以通信卫星为中继，实现端站与主站，或端站之间的通信，能够提供数据和话音业务。

VSAT 通信技术在基于地面的卫星通信应用中早已成熟，全球有多达上百颗基于 Ku 波段的卫星为世界各地的用户服务，覆盖我国和周边地区的 Ku 频段卫星资源也非常丰富。为我国政府、军队、金融、能源、交通等领域提供稳定可靠的通信服务。目前，能够覆盖中国全境和周边地区的 Ku 卫星包括亚洲卫星公司的亚洲 4 号和亚洲 5 号，亚太卫星公司的亚太 5 号和亚太 7 号，以及中国卫通的中星 6A 和中星 10 号等，可用卫星资源丰富。

主要覆盖亚太、非洲、欧洲等地区的 C 和 Ku 频段卫星覆盖示意图如下：



附图5 C和Ku频段卫星覆盖示意图

二、系统介绍

卫星通信系统是通过卫星及地面主站与各个远端站传送信息实现通信，并可与地面有线网络实现互联互通，保证各级各类通信平台之间的通信畅通。目前卫星通信的频率划分主要有 L、S、C、Ku 和 Ka 频段。

未来卫星通信发展的 Ka 宽带卫星比传统 C、Ku 卫星带宽容量大数十倍，单位带宽成本大大降低，与地面光纤具有可比性。宽带通信卫星普遍采取 Ka 频段、点波束覆盖和星上交换技术使卫星的总带宽（信息速率）可高达几十 Gbps 以上，在高速宽带通信中具有明显优势。国内外计划中的高速率宽带卫星通信网基本都在 Ka 频段，可提供速度高、宽带宽的多媒体交互式业务和广播业务。

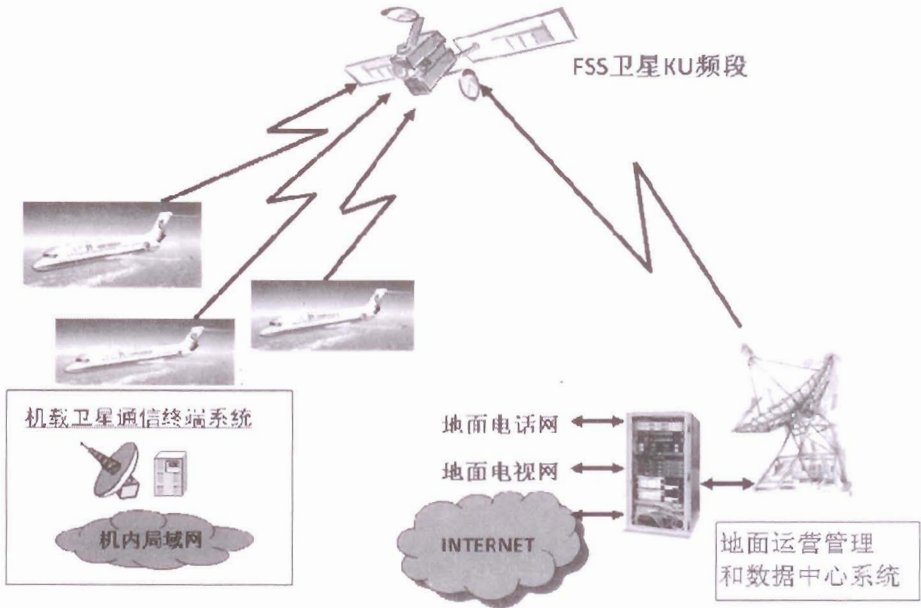
三、航空机载卫星通信系统解决方案

对于在中国境内飞行的飞机，利用覆盖中国及周边地区的 Ku 频段（上行：14.00 -14.50 GHz；下行：12.25-12.75 GHz）卫星空间资源，通过卫星地面主站，连接飞机终端与其它地面网络系统，实现音视频传输和数据交换。对于在国际航线飞行的飞机，提供机载服务的运营商将协调签约的国外卫星运营商，采用几颗全球 FSS 卫星全球波束“漫游”切换技术，可以方便快捷地实现全球网络“漫游”机载卫星宽带通信服务。同时，联合国际上具有美国 FAA 和欧洲 EASA 认证（STC）的主流机载卫星宽带通信服务集成商，可为中国民航提供机载卫星通信终端系统和相关安装技术支持服务。FSS 卫星 Ku 频段有充足的卫星资源和转发器带宽可供选择，飞机飞行时无需考虑雨衰对通信传输的影响。另外，由于 Ku 频段远离民航通信导航频段，不会影响飞机导航和其它通信频率安全使用。

机载卫星宽带通信系统主要由机载卫星通信终端系统、静止轨道通信卫星 Ku 频段、空间段系统、地面站运营管理和数据中心等系统组成。机载卫星宽带通信项目采用成熟的同步轨道卫星技术（FSS 卫星 Ku 频段），利用现有在轨 Ku 频段卫星信道资源，建立统一的机载卫星通信平台来提供整体的宽带多媒体通信服务。从某种意义上讲，就是将这些成熟的卫星通信技术按照航空飞行要求进行整合，卫星空间段无需另投资组建专门卫星，网络系统组网灵活，扩展能力强。机载卫星宽带通信系统能够将飞机驾驶舱的声音、图像信息及飞行、导航数据实时传给航空公司运行中

心和空中交通管理部门。与此同时，机载卫星宽带多媒体通信提供的服务也支持飞机客舱内乘客使用便携式电脑、PAD 和智能手机为终端的互联网宽频接入服务和电信增值服务。

机载卫星宽带通信系统组成结构示意图如下：



附图6 机载卫星宽带通信系统组成结构示意图

机载卫星通信系统采用广泛使用的星状网拓扑结构卫星通信 VSAT 网络方案。主站出境载波采用 DVB-S2 ACM (自适应编码调制) 广播方式 (信道纠错编码采用 BCH+LDPC)、宽带通信终端回传载波采用带扩频的跳频 TDMA 技术体制 (信道纠错编码采用 TPC 编码)。驾驶舱和客舱内由无线通信系统组成，舱内无线通信系统由 WiFi 无线系统和移动通信基站 BTS 构成。机载卫星宽带通信系统的主站出境载波信息速率可达到 50Mbps，机载上终端的回传载波信息速率可达到 4Mbps。

机载卫星通信终端天线系统采用小口径、低轮廓、高精度、稳定的卫星跟踪天线系统。机载卫星通信系统和网络管理系统技术将采用先进的卫星通信统计复用、ACM 自适应编码调制、BCH+LDPC 前向纠错编码和 TPC 前向纠错编码、机载卫星宽带通信终端回传载波 BPSK/QPSK 调制、TDMA 多址联接方式、预分配、临时申请、动态分配和网络集中控制方式体制，编码技术支持采用 MPEG-2、MPEG-4、H. 264 等常见音视频编码，并采用多普勒频移补偿和扩频技术标准。机载卫星通信和网络管理系统具有网络智能化管理和卫星资源统一调配的能力。机载系统终端采用的小口径天线，须具备防止天线指向失锁和终端发射失控时对卫星的干扰，在终端系统信号发射失锁时采用信号发射自动关闭功能，以及天线快速重新捕获和通信链路恢复功能。

机载卫星通信天线和终端系统的安装无需改变飞机的机体结构，并且几乎不影响飞机的气动外形。机载天线系统的安装无需在机舱顶部开孔，只需要铆接在飞机中段的机舱顶部，并覆盖整流罩。机载终端系统则安装在机舱内部，与天线系统通过电源线、信号线相连接。

机载卫星宽带通信终端安装位置系统示意图如下：

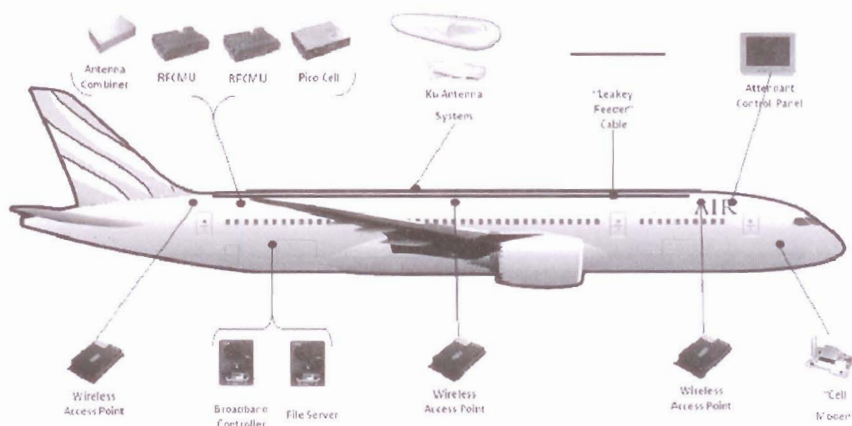


图7 机载卫星宽带通信终端安装位置系统示意图

四、适航认证

由专业的机载系统集成商负责向国内航空公司提供具备按照《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR21 部）批准的机载设备，以及系统集成和飞机改装服务。目前欧、美和亚洲十几家航空公司超过 200 架飞机已经安装了机载卫星宽带通信系统，开展卫星机载移动互联网通信的试航测试和试运行的工作。

由于该卫星通信系统所使用的频率处于 KU 波段（即 14-14.5GHz），该频段属于国际电联航空通信频率业务划分范围的航空次要业务，局限于飞机客舱使用。随着现代卫星通信技术发展，已经能从技术上解决 KU 波段频率抗干扰问题，可用于属主要业务的驾驶舱陆空通信。卫星通信服务商承诺，一旦卫星通信受到干扰，可提供调换指配频率等手段，确保通信正常。该系统服务商正在积极协调有关部门，使 KU 波段的卫星通信纳入航空通信主要业务。

附件 D：移动宽带通信技术

一、地空宽带无线通信技术概述

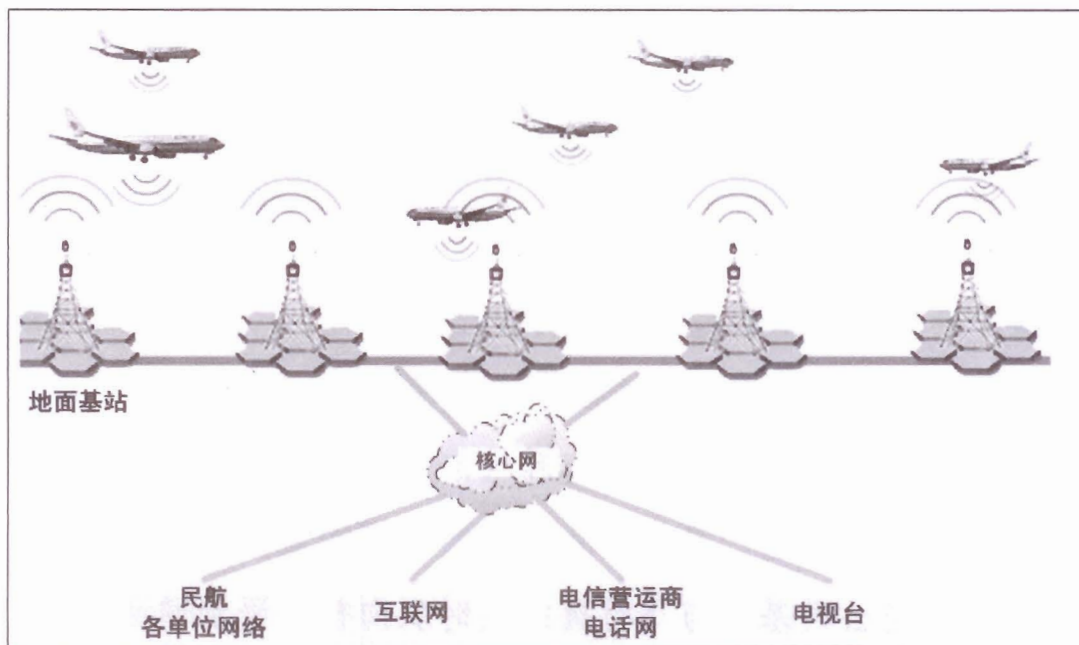
地空宽带无线通信技术，是我国及欧美等国家近年来开展研究的一项航空陆空通信技术。该技术的基本工作原理是：利用布设在沿飞行航线或指定空域的地面基站对空发射的无线电信号，形成地空通信链路，向空中的飞机提供高带宽通信服务。地空宽带无线通信的目标是：为航空运输创造一个安全、高效的网络运行环境，为乘客提供互联网接入、IPTV（互联网协议电视）等服务。

近年来，美国和欧洲启动了一些具有代表性的航空陆空通信项目，包括L-DACS（L波段数字航空通信系统）、Gogo等。L-DACS有TDD（时分双工）和FDD（频分双工）两种制式，可以实现空地、空空数据传输，其数据传输速率与现有GSM（全球移动通信系统）相当。美国正在北美运营的Gogo系统基于CDMA-EVDO（码分多址-演进数据专用）技术。中国基于第四代通信技术研制的地空宽带无线通信也已取得阶段性成果。

二、地空宽带无线通信技术构成

地空宽带无线通信系统，由地面基站、机载移动收发电台以及地面核心网络组成。地面基站沿飞行航线或在指定空域内部署，各个地面站通过网络连接构成一个专用网络，并能通过网关与其它地面通信系统（如：GSM、CDMA、3G、PSTN、Internet）连接。

机载移动收发电台与地面基站建立宽带无线链路，地面核心网络提供机上业务落地后的路由选择。



附图8 地空宽带无线通信技术构成示意图

三、地空宽带无线通信系统技术特点和性能

地空宽带无线通信技术可以服务于航空运输多种业务，支持超高速、超远距离、超高带宽的地空移动通信。地空宽带无线通信技术具备以下主要特点：

1. 具有高频谱效率技术和抗干扰技术

解决了多小区组网条件下高频谱效率的多址技术，可提供远高于目前宽带无线接入系统的频谱效率和容量。地空宽带无线通信技术是面向新一代的超高速宽带无线接入技术。

2. 支持视距通信覆盖和高速移动切换

单基站支持视距通信覆盖，多基站组网可以支持超远距离无缝通信覆盖。该技术支持高速飞机在各小区之间的可靠无缝切换。

3. 解决大时延和多普勒频移问题

采用特殊的数据传输技术，解决了高速运动的飞机在地空通信中存在大时延和大多普勒频移的问题。

四、地空宽带无线通信技术的应用

基于地空宽带无线通信技术，可以构造天空一体化的实时通信网络，还可以构建新型的“飞行安全互联网”。地空宽带无线通信技术在飞行运行中主要有以下应用领域：

- (1) 飞机飞行信息实时采集和状态监控；
- (2) 飞机驾驶舱、客舱和货舱的实时视频监控；
- (3) 航空公司基地与飞行员的实时双向视频语音通话；
- (4) 飞机辅助定位监视系统；
- (5) 多媒体电子飞行包支持；
- (6) 全流程、自动关联的旅客服务；
- (7) 航空器气象资料下传（AMDAR）；
- (8) 旅客上网服务。