

Doc 9925
AN/475



卫星航空移动（航路）业务手册

经秘书长批准并由其授权出版

第一版 — 2010年

国际民用航空组织

Doc 9925
AN/475



卫星航空移动（航路）业务手册

经秘书长批准并由其授权出版

第一版 — 2010年

国际民用航空组织

国际民用航空组织分别以中文、阿拉伯文、英文、法文、俄文和西班牙文版本出版
999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

订购信息和经销商与书商的详尽名单，
请查阅国际民航组织网站 www.icao.int。

第一版 — 2010 年

Doc 9925 号文件 — 《卫星航空移动（航路）业务手册》

订购编号：9925

ISBN 978-92-9231-901-4

© ICAO 2011

保留所有权利。未经国际民用航空组织事先书面许可，不得将本出版物的任何部分
复制、存储于检索系统或以任何形式或手段进行发送。

修订

《国际民航组织出版物目录》的补篇中公布了各项修订；在国际民航组织网站 www.icao.int 上有本目录及其补篇。以下篇幅供记录修订之用。

修订和更正记录

[illegible][illegible]

前言

卫星技术具有满足目前及未来通信、导航和监视（CNS）诸多需求的独特潜力。未来系统改进的一个关键部分是引进空—地数字通信服务，该服务能够为空中交通服务（ATS）效率和容量带来重大效益，也能满足空中交通安全的需要。重要的系统考虑包括：全球互用性；各类航空用户的可接入性；在考虑到不同地区不同要求的情况下，以自适应方式满足系统功能和容量扩展的需要；以及利用不同服务提供者的卫星服务能力的潜力。

空中航行委员会的航空通信专家组（ACP）推进了未来空中航行系统规划工作，该项规划为首先在海洋及偏远环境、最终在大陆空域使用卫星通信制定了基本的体系结构概念。国际民航组织通过修订卫星航空移动（航路）业务[AMS（航路）S]方面的标准和建议措施（SARPs）及指导材料，以及与其他国际机构为确保资源的协调和可用而进行的互动，使发展卫星通信，保证航空安全的工作取得了进展。

大范围地用数据链路应用取代语音通信以支持空中交通服务，需要确保数据链路网络及子网（如卫星子网）的所有相关要素得到适当的协调并且可以互用。卫星航空移动（航路）业务被视作航空电信网（ATN）的全球卫星子网，它为空中交通管制员、驾驶员和航空器运营人等终端用户提供端对端语音和数据连接。通过一个适用于航空电信网所有要素的标准化体系结构来确保与航空电信网的互用性，其基础是国际民航组织标准和建议措施及指导材料。

本手册旨在提供卫星航空移动（航路）业务的系统概览，并为用于确保安全和正常飞行的卫星航空移动（航路）业务通信平台的卫星网络提供指导。卫星航空移动（航路）业务通过卫星链路为（机载）航空器地球站（AES）与地面地球站提供通信，来保证飞行的安全、正常和效率。

本手册将与附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章所包含的国际民航组织标准和建议措施一同解读。本手册为使用卫星航空移动（航路）业务的具体卫星系统提供实施指南。

卫星航空移动（航路）业务手册包括以下几个部分。

第 I 部分：卫星航空移动（航路）业务概述

第 I 部分包含对卫星航空移动通信的一般叙述，其中包括关于应用、用户要求、潜在运营效益的信息和关于国际民航组织及航空业机构开展的标准化活动的信息。同时也提供了与卫星航空移动（航路）业务、标准和建议措施及卫星航空移动（航路）业务频谱可用性相关的体制方面的指导信息。

第 II 部分：铱星网络

本手册第 II 部分阐述了铱星网络提供的卫星航空移动通信。提供了与卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施之符合性，以及与涉及美国航空无线电技术委员会 DO-262 号标准中规定的、支持下一代卫星系统的航空电子设备最低运行性能标准的铱星性能参数之符合性相关的信息。

第 III 部分：国际海事卫星组织和多功能运输卫星的 **Classic Aero**

第 III 部分为国际民航组织成员国和国际民航界提供一个关于“**Classic Aero**”航空卫星系统的技术概览和指导材料。该系统由国际海事卫星组织在全球范围内运营，由负责提供卫星航空移动（航路）业务通信服务的日本民用航空局（JCAB）在区域范围内运营。

第 IV 部分：国际海事卫星组织 **SwiftBroadband**（SBB）

第 IV 部分阐述了国际海事卫星组织运行的 **SwiftBroadband** 卫星（SBB）系统。在提供概览，并通过参引提供技术规范之后，提供了一个符合性矩阵表，说明与国际民航组织标准和建议措施（SARPs）的符合度。最后是为空中航行服务提供者和航空器运营人提供的一般性系统使用指南。

欢迎参与全球卫星导航系统（GNSS）发展与实施的各方对本手册提出宝贵意见。意见请寄至：

The Secretary General
International Civil Aviation Organization
999 Robert-Bourassa Boulevard
Montréal, Quebec H3C 5H7
Canada

目录

	页
前言	(v)
缩略语和定义	(xiii)
 第 I 部分 卫星航空移动（航路）业务概述	
 第 1 章 引言	I-1-1
1.1 目标	I-1-1
1.2 范围	I-1-1
1.3 历史	I-1-1
 第 2 章 服务、用户要求与运营效益	I-2-1
2.1 卫星通信业务	I-2-1
概述	I-2-1
空中交通服务（ATS）	I-2-2
航空运行管制通信（AOC）	I-2-4
非安全业务	I-2-4
2.2 用户要求	I-2-4
端对端应用的性能标准	I-2-5
优先权	I-2-5
可靠性/完整性	I-2-9
保护	I-2-9
最小连接区域	I-2-10
成本和效益	I-2-10
互用性	I-2-10
2.3 运营情况和预期效益	I-2-11
概述	I-2-11
空中交通密集的海域	I-2-11
低密度空中交通的海洋/大陆航路区	I-2-12
空中交通密集的大陆航路区	I-2-12
终端区	I-2-12
 第 3 章 标准化活动	I-3-1
3.1 概述	I-3-1
3.2 航空公司电子工程委员会（航空无线电公司）的特征	I-3-1
3.3 最低运行性能标准（MOPS）	I-3-1
3.4 航空系统最低性能标准（MASPS）	I-3-1
3.5 卫星系统准入许可	I-3-2
3.6 航空电子设备和认证	I-3-2
航空电子设备	I-3-2
适航认证	I-3-2
型号验收	I-3-2
许可和许可证	I-3-2

3.7 地面子系统服务提供者	I-3-3
第4章 国际民用航空组织的活动	I-4-1
4.1 体制安排	I-4-1
4.2 卫星航空移动（航路）业务频谱问题	I-4-4
4.3 标准和建议措施（SARPs）	I-4-4
4.4 所需通信性能（RCP）	I-4-5
4.5 航空电信网（ATN）	I-4-5
 第II部分 铱星	
第1章 引言	II-1-1
1.1 目标	II-1-1
1.2 范围	II-1-1
1.3 背景	II-1-1
1.4 术语	II-1-2
 第2章 铱星卫星网络	II-2-1
2.1 概览	II-2-1
2.2 系统架构	II-2-1
空间部分	II-2-2
地面部分	II-2-4
2.3 信道分类	II-2-4
开销信道	II-2-5
承载服务信道	II-2-6
2.4 信道多路技术	II-2-6
时分多址框架结构	II-2-6
频分多址频率计划	II-2-7
双信道频段	II-2-7
单信道频段	II-2-9
2.5 L波段（1 616~1 626.5 MHz）传输特性	II-2-10
信号格式	II-2-10
功率控制	II-2-11
2.6 呼叫处理	II-2-11
采集	II-2-11
接入	II-2-13
注册和自动注册	II-2-13
电话技术	II-2-13
转交	II-2-15
2.7 语音和数据业务信道	II-2-15
2.8 铱星数据服务 —— 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案和短突发数据	II-2-16
铱星基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务	II-2-16
铱星短突发数据服务	II-2-18
 第3章 铱星卫星航空移动（航路）业务系统	II-3-1
系统概览	II-3-1
航空器地球站（AES）	II-3-1
空间部分	II-3-1

地面地球站 (GES)	II-3-1
第 4 章 铱星卫星航空移动 (航路) 业务的标准化活动	II-4-1
4.1 铱星空中接口的规范	II-4-1
4.2 航空公司电子工程委员会和航空无线电公司标准	II-4-1
4.3 航空电子设备和审定	II-4-1
4.4 卫星系统接入审批	II-4-2
适航审定	II-4-2
卫星通信服务提供者	II-4-2
第 5 章 卫星航空移动 (航路) 业务的标准和建议措施与预计的铱星性能比较	II-5-1
5.1 概述	II-5-1
5.2 无线电频率特点	II-5-1
频段	II-5-1
发射	II-5-2
磁化率	II-5-2
5.3 优先和先发性获取	II-5-2
5.4 信号采集和跟踪	II-5-4
5.5 性能要求	II-5-4
设计的运行覆盖范围	II-5-4
失败通知	II-5-4
航空器地球站要求	II-5-5
数据包服务性能	II-5-5
语音服务性能	II-5-7
保安	II-5-8
5.6 系统接口	II-5-10
第 6 章 实施指导	II-6-1
6.1 运行理论	II-6-1
6.2 铱星网络	II-6-1
6.3 用户部分 (航空电子设备)	II-6-4
6.4 铱星陆基数据服务器	II-6-5
6.5 支持的服务	II-6-5
6.6 语音服务	II-6-5
数据链	II-6-11
6.7 运行连接性	II-6-14
连接性	II-6-14
呼叫特点	II-6-15
保安	II-6-15
服务质量衡量	II-6-15
系统中断和维护	II-6-16
6.8 航空电子设备	II-6-18
6.9 要求定义	II-6-18
6.10 航空器安装	II-6-19
航空器天线安装	II-6-19
6.11 铱星陆基业务	II-6-19
6.12 实施未来业务的过程	II-6-19

第 II 部分附录 A 航空器地球站射频特征..... II-A-1

第 III 部分 国际海事卫星组织和多功能运输卫星的 CLASSIC AERO

第 1 章 引言	III-1-1
1.1 目的和范围	III-1-1
1.2 背景	III-1-1
1.3 Classic Aero 的历史	III-1-1
1.4 参考书目	III-1-2
第 2 章 Classic Aero 系统综述	III-2-1
2.1 概述	III-2-1
2.2 空间部分	III-2-1
Classic Aero “7+1” 星座	III-2-1
Inmarsat 卫星	III-2-3
多功能运输卫星	III-2-5
2.3 航空器地球站	III-2-6
2.4 地面部分	III-2-7
2.5 Classic Aero 系统的互用性	III-2-7
技术互用性	III-2-8
管理控制	III-2-8
2.6 航空业务	III-2-8
2.7 电信业务	III-2-8
第 3 章 技术特性	III-3-1
3.1 频率	III-3-1
3.2 极化	III-3-1
3.3 信道类型	III-3-1
3.4 信道特性	III-3-1
概述	III-3-1
P 信道配置	III-3-2
R 信道配置	III-3-3
T 信道配置	III-3-3
C 信道配置	III-3-4
3.5 射频特性	III-3-5
3.6 链路层特性	III-3-5
概述	III-3-5
基本信号单元概念	III-3-7
链路层服务	III-3-8
第 4 章 航空器地球站特性	III-4-1
4.1 引言	III-4-1
4.2 航空器地球站结构	III-4-1
4.3 航空器地球站分类	III-4-2
4.4 航空器地球站功能	III-4-2
接入控制	III-4-2
通信功能	III-4-3
4.5 服务和最低覆盖要求	III-4-3

天线性能要求	III-4-3
4.6 航空器地球站管理	III-4-4
摘要	III-4-4
概述	III-4-5
系统注册/注销	III-4-6
4.7 优先级和先发性	III-4-9
第 5 章 地面地球站特性	III-5-1
5.1 摘要	III-5-1
5.2 通信服务	III-5-1
5.3 系统功能	III-5-2
接入控制和信令	III-5-2
网络管理（仅限于国际海事卫星组织卫星）	III-5-2
台站监测	III-5-3
5.4 地面地球站馈电链路要求	III-5-3
通带频率	III-5-3
接收增益同噪声温度比（G/T）要求	III-5-3
天线系统	III-5-4
极化	III-5-4
5.5 地面地球站 L 波段要求	III-5-4
5.6 通用自动频率补偿要求	III-5-5
5.7 接入控制	III-5-5
总体要求	III-5-5
信令信道	III-5-5
C 信道指配	III-5-5
地面地球站表	III-5-6
地面地球站更新航空器地球站系统表	III-5-6
卫星服务和能力	III-5-6
优先呼叫和先发性	III-5-6
5.8 信号信道要求	III-5-6
概述	III-5-6
P、R、T 信道管理	III-5-7
5.9 电话服务要求	III-5-7
前向链路电话载波语音激活	III-5-7
前向链路功率控制	III-5-7
反向链路功率控制	III-5-7
电话可听音	III-5-8
5.10 网络管理要求（仅限于国际海事卫星组织系统）	III-5-8
地面地球站之间和地面地球站/网络控制系统信令	III-5-8
航空器地球站的监测	III-5-8
第 6 章 电信服务及其运营	III-6-1
6.1 电话（语音）服务	III-6-1
服务质量目标	III-6-1
地对空呼叫	III-6-1
空对地呼叫	III-6-1
机组语音操作	III-6-1
旅客电话服务	III-6-2

同时呼叫数量	III-6-2
空对地呼叫的建立	III-6-2
地对空呼叫的建立	III-6-3
功率控制	III-6-4
6.2 数据服务	III-6-4
概述	III-6-4
链路层协议描述	III-6-5
6.3 编号计划	III-6-9
航空器地球站识别设计	III-6-9
网络编号计划	III-6-9
Classic Aero 系统移动编号设计	III-6-10
空中交通服务短码	III-6-10
 第 III 部分附录 A 与附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章(标准和建议措施)的符合性矩阵表	 III-A-1
 第 IV 部分：国际海事卫星组织 SwiftBroadband (SBB)	
 第 1 章 序言	 IV-1-1
1.1 目标和范围	IV-1-1
1.2 参引	IV-1-1
 第 2 章 SwiftBroadband (SBB) 概述	 IV-2-1
2.1 综述	IV-2-1
2.2 SwiftBroadband (SBB) 业务	IV-2-2
2.3 要求	IV-2-3
 第 3 章 与附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章（标准和建议措施）的符合性矩阵表	 IV-3-1
 第 4 章 空中航行服务提供者和航空器运营人指南	 IV-4-1
4.1 综述	IV-4-1
4.2 空中航行服务提供者指南	IV-4-1
4.3 航空器运营人指南	IV-4-2

缩略语和定义

3G	第三代（移动通信技术）
AAC	航空行政通信
AAGW	ACARS 航空器网关
A-BPSK	航空二相相移键控
AC	采集类
ACARS	航空器通信寻址与报告系统
ACCHL	L 波段随路控制信道
ACP	航空通信专家组
ADS	自动相关监视
ADS-C	协议式自动相关监视
AEEC	航空公司电子工程委员会
AES	航空器地球站
AFC	自动频率补偿
AGGW	ACARS 地面网关
AMCP	航空移动通信专家组
AMS(R)S	卫星航空移动（航路）业务
AMSS	卫星航空移动业务
ANSP	空中航行服务提供者
AOC	航空运行管制
AOR-E	大西洋东区
AOR-W	大西洋西区
APC	航空旅客通信
A-QPSK	航空四相相移键控
ARC	航空审查委员会
ARINC	航空无线电公司
ARQ	自动重复请求
AT	AT（注意）命令集或 Hayes 命令集
ATC	空中交通管制
ATM	空中交通管理
ATMC	空中交通管理中心
ATN	航空电信网
ATNP	航空电信网专家组
ATS	空中交通服务
ATSP	空中交通服务提供者
BCH	共同提出的校验码（一种错误控制代码）
BER	误码率
BGAN	宽带全球局域网
BPSK	二相相移键控
CDF	通信数据字段
C-Ch	前向（航空器收）和反向（航空器发）的转换信道。
CLI	呼叫方线路识别
CN	连接通知
CNS/ATM	通信、导航、监视/空中交通管理
CNP	通信网络提供商
COTS	商业产品
CPDLC	管制员—驾驶员数据链通信

CRA	中央报告机构
D-ATIS	数据链自动终端情报服务
dB	分贝（用 $10 \times$ 对数底 ₁₀ 的比率表示）
dB _i	以全向天线表示的分贝
dB _{ic}	以环形极化全向天线为基准的分贝值
dB _m	以 1 毫瓦功率为基准的分贝值
dBW	分贝瓦（以 1 瓦为 0 电平的分贝）
DCE	数据电路端接设备
DL	下行链路
DLS	直接链路服务
DLMA	数据链路监测机构
DSP	数字信号处理器
DTE	数据终端设备
ECS	地球终端控制器 — 通信子系统
EIRP	等效全向辐射功率
ELGA	增强低增益天线
ET	地球终端
ETC	地球终端控制器
ETS	地球终端控制器 — 传输子系统
FAA	联邦航空局（美国）
FANS	新航行系统
FCC	联邦通信委员会（美国）
FDMA	频分多址
FEC	前向纠错
FIR	飞行情报区
FIS	飞行情报服务
FPL	飞行计划
GES	地面地球站
GNSS	全球卫星导航系统
GHz	吉赫兹（ 10^9Hz ）
GSM	全球移动通信系统（Groupe special mobile）
G/T	增益同噪声温度比
HF	高频
HGA	高增益天线
HLE	高级别实体
HPA	高功率放大器
Hz	赫兹（1 次每秒）
ICAO	国际民用航空组织
IGA	中增益天线
IMEI	国际移动设备身份码
IMSI	国际移动用户识别码
IOR	印度洋地区
IP	互联网协议
IPS	互联网协议栈
ISLLC	铱星 LLC 卫星公司
ISO	国际标准化组织
ISPACG	南太平洋非正式空中交通管制协调组
ISU	初始信号单元
ITU	国际电信联盟
ITU RR	国际电信联盟无线电规则
JCAB	日本民用航空局

K	开尔文（开氏温度单位）
kbps	每秒钟传送的千位字节
kHz	千赫兹（ 10^3 Hz）
km/h	千米/小时
ksps	千样每秒
LAC	位置区码
LBT	L 波段收发信机
LEO	低轨道
LES	地面地球站
LHC	左旋
LICI	链路接口控制信息
LIDU	链路接口数据单元
LNA	低噪声放大器
LSDU	链路服务数据单元
LSU	单一信号单元
MASPS	最低航空系统性能标准
MCDU	多功能控制和显示单元
MEO	中轨道
MHz	兆赫兹（ 10^6 Hz）
MLPPP	多链路点到点协议
MMP	接入点
MO	移动始发
MOC	电文始发控制器
MOPS	最低运行性能标准
MOS	平均意见得分
ms	毫秒
MSC-MS	移动交换中心—移动用户（信令）
MSISDN	移动用户的综合业务数字网号码
MSS	卫星移动业务
MST	山区标准时间
MT	移动终止
MTBF	平均无故障时间
MTSAT	多功能运输卫星系统
MTSBD	移动终止的 SBD 电文
MTTR	平均维修时间
NASA	国家航空航天局（美国）
NGSS	下一代卫星系统
NM	海里
NSAC	网络服务接入点
NVRAM	非易失性随机存取存储器
OCD	洋区放行许可
ORT	业主要求表
OSI	开放式系统互联
PBCS	基于性能的通信和监视
P-Ch	前向（到航空器）分组交换信道
Pd	用于数据的 P 信道
PDU	协议数据单元
PIN	个人识别号码
POR	太平洋地区
PPP	点到点协议
PSDN	公共交换数据网

PSid	P 信道卫星识别
Psmc	用于系统管理功能的 P 信道
PSTN	公共交换电话网
QOS	服务质量
QPSK	四相相移键控
RAN	无线电接入网络
RCP	所需通信性能
Rd	用于数据的 R 信道
RER	残余差错率
RF	射频
RFU	射频单元
RHC	右旋
RLS	可靠链路服务
Rsmc	用于系统管理功能的 R 信道
RSP	所需监视性能
RTCA	航空无线电技术委员会
RUDICS	基于路由器的无限制数字互通连接解决方案
s	秒
SAR	搜救
SARPs	标准和建议措施
SAS	卫星接入站
SBB	SwiftBroadband
SBD	短突发数据（短脉冲数据）
SCA	服务控制区
SCPC	单路单载波
SDM	系统定义手册（Inmarsat）
SDU	卫星数据单元（卫星通信数据单元）
SEP	短脉冲数据、地球终端控制器（SBD ETC）处理器
SIM	用户信息模块
SITA	国际航空电信公司
SNAC	单数字访问码
SNAcP	子网访问协议
SNC	子网连接
SND CF	子网从属会聚功能
SNOC	卫星网络运行中心
SNS	子网服务
SNSDU	子网业务数据单元
SP	服务提供者
SPP	短脉冲数据后处理器
SSN	卫星子网
SSNPDU	卫星子网协议数据单元
SSR	二次监视雷达
SSU	后续信号单元
SU	信号单元
T-Ch	（来自航空器）返向时分多址信道
TCP/IP	传输控制协议/互联网协议
TDM	时分复用
TDMA	时分多址
TE	（用户）终止设备
TMSI	临时的移动用户识别
TSC	技术支持中心

TSO	技术标准规定（美国）
TTAC	遥测跟踪和指挥/控制
UL	上行链路
UMTS	通用移动通信系统
VDL	甚高频数据链
VHF	甚高频
VoIP	网络电话
VPN	虚拟专用网络
W	瓦特

定义

航空器地球站 航空器地球站是航空器上用于卫星通信的必要航空电子设备，包括调制器和解调器、无线电频率功率放大器、发射机和接收机，以及天线。铱星的航空器地球站可能包括多个卫星通信数据单元（SDU），或 L 波段收发信机（LBT），它们 a) 作为无线电收发信机；b) 提供实际调制解调和信号处理功能，以及铱星子网协议管理。协议管理包括语音/数据交换；c) 提供与其他航空器系统的数据和语音接口。

可用性 一个系统处于工作状态下的时间比例，以（观测时间—总中断时间）/观测时间来计算。

全球移动通讯系统 全球移动通讯系统是一个在全球范围内使用的先进蜂窝系统，该系统在欧洲设计，使用了时分多址空中接口。

完整性 一则电文接收后未发现错误的概率。

平均意见得分 平均意见得分提供了人类语音在回路终端的一个数字测量方法。这一机制使用主观测试（意见评分），这些测试经过数学平均计算以获得系统性能的量化指标。

为了确定平均意见得分，一定数量的听众对由男性和女性朗读者通过通信电路大声朗读测试句子的质量进行评分。每一位听众对每一个句子给出如下的评分：(1) 差；(2) 不好；(3) 一般；(4) 好；(5) 很好。平均意见得分是个人所有得分的一个代数平均值，其范围为 1（最差）到 5（最好）。

平均无故障时间 平均无故障时间是两次故障之间的平均时间，是特殊情况下当故障率为常数时故障率的倒数。计算平均无故障时间时假设一个系统在每次故障后都可“重新修好”，然后立即恢复使用。

平均维修时间 平均维修时间是对一个产品或系统进行故障维修所需的平均时间。这种维修性预测用于分析在出现系统故障时修理和维修工作将需要多长时间。

优先、优先性和先发性 卫星航空移动（航路）业务子系统（包括航空器地球站、地面地球站和星座）的每一个元素应遵守适用的关于航空移动安全通信的优先性和保护的国内和国内无线电规则及航空规定。每一个卫星航空移动（航路）业务系统均应满足本文件所载针对其系统的规范性附篇中关于这一部分的每项要求。规范性附篇全面描述了使系统满足要求的各种机制。

优先级别 卫星航空移动（航路）业务及酌情包括的其元素在子网接口中应支持不少于三个卫星航空移动（航路）业务优先级别。如果系统接受非安全数据块用于传输，至少一个（最低）优先级别应被添加到非安全业务中。如果系统接受包含非优先标志或无优先指示的传输数据块，则每一个这样的数据块在进入时都应标注一个非安全优先级别，且在系统的随后处理中应被作为非优先级别数据块对待。卫星航空移动（航路）业务系统应向后续的子系统或用户终端发出一个数据块优先标志。

注：在本文件中，三个卫星航空移动（航路）业务优先级别被指定如下：

遇险/紧急（最高安全优先级别），飞行安全和其他安全（最低安全优先级别）。非安全业务被指定为非安全。

优先性 每一个航空器地球站和地面地球站均应确保较高优先等级的数据块不被传输和/或接收较低优先等级的电文延误。

先发性 必要时，较低优先等级的电文应让位，以允许对较高优先等级的数据块进行传输和接收。

注 1：例如，当一个较高优先级别的数据块被接收时，如果一个较低优先级别的数据块正在占据有限的卫星航空移动业务资源，那么在必要和可行时，较低优先级别的数据块应该被中断，以允许传输较高优先级别的数据块。

注 2：指配给一个语音或数据块的优先级别将由初始用户或终端设备决定。

可靠性 一个卫星子网实际发送拟发电文的可能性。没能发送一则电文可能会由于一个核心部件完全瘫痪或因为发现不可恢复的错误所导致。

卫星通信服务提供者 卫星通信服务提供者通常在 C-D 部分内提供本手册第一部分图 2-1 所示的地面子系统的互通单元，该单元连接卫星地面地球站或网关和地面网络以支持卫星航空移动（航路）业务。

卫星网络运营提供者 卫星网络运营提供者通常在 B-C 部分内提供本手册第一部分图 2-1 所示的卫星子系统，该系统包括卫星，并可能包括或不包括地面地球站或网关。

地面网络服务提供者 地面网络服务提供者通常在 C-D 部分提供本手册第一部分图 2-1 所示的航空中心地面子系统，该系统提供与终端用户的连接，如空中交通服务提供者、航空公司和飞行部门。

卫星航空移动（航路）业务手册

第 I 部分

卫星航空移动（航路）业务概述

第 1 章

引言

1.1 目标

本手册这一部分旨在提供卫星航空移动（航路）业务概览，并为用于确保安全和正常飞行的卫星航空移动（航路）业务通信平台的卫星网络提供指导。本手册将与附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章所载的国际民航组织标准和建议措施一同解读。本手册后面几个部分为具体卫星系统提供了实施指南。

1.2 范围

本部分包含卫星航空移动通信概述，包括关于应用、用户要求、潜在运营效益及国际民航组织和航空业内机构进行的标准化活动的信息。也包括与卫星航空移动（航路）业务、标准和建议措施及卫星航空移动（航路）业务频谱问题相关的体制方面的指导信息。

1.3 历史

1.3.1 20 世纪 60 年代，民用航空界开始认真研究运用卫星通信提供远距离通信的实用性，主要用于替代海洋和偏远地区的高频（HF）通信。早期的实验重点放在甚高频（VHF）频谱（118~136 MHz）的使用上。

1.3.2 通过利用美国宇航局“应用技术卫星 3 号”（ATS 3）实验卫星，航空界证明了在航空领域应用基于甚高频卫星通信的可行性。1968 年，国际民航组织成立了专家组，探索与航空有关的空间技术应用。该专家组研究了某航空卫星系统的技术特征。当时，航空界认为，一个初始的低容卫星系统能够提供早期解决方案以满足特别是海洋通信的需求，并可随着技术的发展，在以后阶段过渡到更大容量的卫星。这些卫星系统将在专门分配给卫星航空移动（航路）业务的频带上运行。没有排除利用这些频带进行公众通信（如旅客通信）。

1.3.3 在 1971~1973 年和 1974~1975 年期间，分别通过“应用技术卫星 5 号”实验卫星和“应用技术卫星 6 号”实验卫星进行了多次实验。这些测试表明，在当时运用现有技术在 1.5/1.6 GHz 频带范围为航空器提供卫星通信是可行的。使用一架 KC-135 航空器用不同天线测试了直接路径传播和多径传播的效应。也进行了测距和数字数据示范试验。航空器试验在各种不同高度、相对于卫星的不同的仰角及以不同的航向和速度进行。

1.3.4 20 世纪 70 年代初，推出一个国际航空卫星方案即 AEROSAT。AEROSAT 是由加拿大、美国和代表几个欧洲国家的欧洲空间局根据 1974 年 8 月签署的谅解备忘录发起的一个方案，用于联合设计、建造和管理的一个专用航空实验卫星系统。该方案的目标是研制和发射几颗卫星以进行各种实验，来确定运行系统的优选系统特性。这些卫星本来预计于 20 世纪 70 年代晚期发射。然而，由于卫星成本变得远大于预期、全球经济下滑、加之没有出现预期的运输量增长，因而航空公司撤消了他们的支持。

1.3.5 从 1978 年至 1982 年，航空审查委员会（ARC）组织进行了针对海洋和偏远陆上地区可供选择的系

统改进的广泛研究，二十多个国家和国际组织参与了这项研究。航空审查委员会确定了以与其他（非航空）通信业务空间分隔共用为基础进行自动相关监视（ADS）和空对地卫星数据链通信的潜力。

1.3.6 1983年11月，遵循航空审查委员会的结论和建议，国际民航组织理事会成立了未来航行系统（FANS）特别委员会，“研究技术上、运行上、体制上和经济上的问题，包括与未来可能出现的空中航行系统相关的成本/效益影响”。未来航行系统的任务包含研究卫星技术在航空领域的应用。1988年，未来航行系统委员会结束了它的工作并向国际民航组织建议采用主要基于卫星技术的全球通信、导航和监视/空中交通管理系统概念。该概念最终在1991年第十次空中航行会议上得到认可。

1.3.7 这一系统概念在未来航行系统委员会第二阶段工作中得到进一步发展和完善。未来航行系统委员会1993年完成了其工作。它的工作包括研究必要的体制性安排，制定一个全球协作的实施计划，评估正在进行的研发活动，以及制定空中交通管理发展指导原则。由于注意到实施活动业已开始，“全球通信、导航和监视/空中交通管理系统概念”这个名称被改为“通信、导航和监视/空中交通管理系统”。

1.3.8 未来航行系统主要基于：

- a) 全球卫星导航系统（GNSS），以允许航路上的航空器基于卫星传送的信号在世界范围内确定其当前位置；
- b) 在航空电信网框架内与二次监视雷达S模式数据链和甚高频数据链可互用的卫星航空移动业务（AMSS）；
- c) 陆基空中交通管理系统，包括空域管理、流量管理和空中交通服务。

1.3.9 卫星系统计划首先用于空中交通密度低的广大地区，如偏远和海洋地区。在空中交通密度较高的地区（如终端区），可兼容的地基系统是通信、导航和监视/空中交通管理的组成部分。

1.3.10 本手册是《未来航行系统（FANS II）监督、协调发展与过渡规划特别委员会第四次会议的报告》（Doc 9623号文件）中所包含的“向国际民航组织通信、导航和监视/空中交通管理（CNS/ATM）系统过渡的全球协调计划”的更新和增强版。编制本手册是为了涵盖最新的概念和系统。

1.3.11 在Doc 9623号文件中所载的“向国际民航组织通信、导航和监视/空中交通管理（CNS/ATM）系统过渡的全球协调计划”中，未来航行系统委员会承认卫星技术具有独特的潜力，能够满足许多当前和未来通信、导航和监视需求。未来系统改进的一个关键部分将是引进空对地数字通信业务（先是数据链，而后是话音）。引进该业务能够大大提供空中交通服务的效率和容量，从而也能满足提高空中交通安全的需要。系统方面的重要考虑包括：全球互用性，各类航空用户的接入，满足系统在功能和容量方面逐步扩展的需要，对不同地区不同要求的考虑，以及利用不同服务提供者提供的卫星服务能力的潜力。因此，该委员会在未来航行系统第四次会议的报告中规定了为实现所提及的目标，通信系统标准化必须达到的最低水平，同时建议了后续体系架构。

1.3.12 遵循未来航行系统委员会第三次会议的建议 7/1（编制关于卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施及指导材料），空中航行委员会在1988年建立了航空移动卫星业务专家组，以编制未来航行系统委员会提出的以通信、导航和监视/空中交通管理概念为基础的标准和建议措施及相关指导材料。

1.3.13 航空移动通信专家组第四次会议（AMCP/4，1996）注意到不久的将来非静止卫星系统的可用性（预计该系统将提供卫星移动通信业务）和将这种服务应用于航空界广泛领域的可能性。会议认为需要对这些系统用于提供卫星航空移动（航路）业务的潜在优势进行可行性研究。航空移动通信专家组第五次会议（1998 年）得出结论认为，将非静止卫星系统应用于卫星航空移动（航路）业务是可行的。遵循航空移动通信专家组第五次会议的建议 5/1，专家组制定了关于这些卫星系统的具体标准、建议措施草案和指导材料。航空移动通信专家组与航空电信网专家组（ATNP）合并后产生的航空通信专家组于 2003 年开始审查卫星航空移动业务的标准和建议措施（针对如国际海事卫星和多功能传输卫星等地球静止卫星系统），并将其与下一代卫星系统的标准和建议措施合为一体。这项工作于 2005 年航空通信专家组全体工作组第一次会议上完成。

1.3.14 2007 年由理事会通过的对附件 10 的第 82 次修订首次引入了卫星航空移动（航路）业务的一般标准和建议措施，这些标准和建议措施独立于卫星通信系统应用的技术，涵盖了数据和语音通信的性能要求，适用于低轨道（LEO）、中轨道（MEO）和静止轨道星座。卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施及指导材料的结构按照大会 A35-14 号决议附录 A 的指示进行编排。技术规范被分为一个“核心”标准和建议措施单元，通过本手册中公布的附加材料，和参照由公认的标准制定机构（例如国际电信联盟（ITU）和美国航空无线电技术委员会）编制的文件对其加以补充。

第 2 章

服务、用户要求与运营效益

2.1 卫星通信业务

概述

2.1.1 世界各地的空中交通情况存在很大差异，未来这种状况很可能持续下去。因此，全球空中交通管理系统必须能够应对多种空中交通密度和具有完全不同性能及设备的不同类型的航空器。然而，这些差异不应导致各种航空电子设备和地面部分产生过度相异性和潜在不兼容性。

2.1.2 一般说来，由于新的通信、导航和监视系统有利于实现飞行前和飞行中地面与机载系统间更紧密的配合，空中交通管理可为更灵活高效地利用空域，从而强化空中交通安全，增加空中交通容量创造条件。

2.1.3 航空通信业务分为以下几类：

- a) 需要高度完整性和快速响应的安全和正常通信，即卫星航空移动（航路）业务：
 - 1) 由空中交通服务部门进行的用于空中交通管制、飞行情报与报警的安全相关通信；和
 - 2) 由航空器运营人进行的也会影响到空中运输的安全、正常和效率的通信（航空运行管制通信(AOC)）；和
- b) 非安全相关通信：
 - 1) 航空运营人的私人通信（航空行政通信(ACC)）；和
 - 2) 公众通信（航空旅客通信 (APC)）。

数据通信

2.1.4 自空中交通管制的初期起，飞行机组人员和空中交通管制员之间就开始通过高频或甚高频无线电话进行空—地话音通信。当无线电话信道变得拥挤，或者高频无线电话信道受到高频传播干扰时，话音通信的可用性和可靠性就可能下降到飞行安全和效率可能受到影响的程度。

2.1.5 尽管引入了二次监视雷达（SSR）和甚高频数据链（VDL），且两者都包括有限的空对地数据传输功能，并可减轻管制员的工作量，但空中交通管制员和驾驶员的话音通信负担仍然很重。而且，世界上有大片地区在二次监视雷达和甚高频数据链的覆盖区之外。在这些偏远和海洋区域，正在使用高频电路交换战术通信和位置报告，但质量很不稳定。

2.1.6 经验表明，地面因素对克服话音通信的缺点造成制约。特别是，人工空中交通管制能力的饱和给空中交通服务自动化辅助带来了巨大压力，因此，航空器系统正在提高自动化水平。只有加强航空器和地面系统之间的信息流动，才能实现自动化的全部潜在效益。此外，数字数据链路是先进空中交通管制环境的重要因素。

2.1.7 目前的设想是，未来的空中交通管理系统（地面上和航空器上的）将更多地使用各种不同的物理链路（例如高频数据链路、甚高频数据链路和卫星数据链路）来完成航空器至地面和相反方向的（自动）数据传输。有效使用不同的链路，有助于使支持服务发挥更加普遍的作用。因此这有利于服务提供者和用户支持对数据链路及其应用的国际标准化。

2.1.8 使用空一地数据链路可以实施多种有益的与安全和效率相关的应用。空一地数据链路必须具有高度的完整性，才能用于安全相关服务。

话音通信

2.1.9 尽管空中和地面系统之间数据交流的自动化程度有所提高，话音通信仍将是必不可少的。在发生紧急或非常规问题时，仍需使用话音通信。

2.1.10 大陆区域的航空移动业务将继续使用甚高频进行视距话音通信。目前，海洋和偏远区域依靠高频话音通信，这要求通信操作员对驾驶员和管制员之间采用中继通信。

2.1.11 要克服现行空中交通服务和航空运行管制话音通信的局限性，一个可行解决方法是使用卫星通信系统，在偏远和海洋区域尤为如此。

空中交通服务（ATS）

2.1.12 卫星技术在民用航空领域的一项重要用途是，为空中交通服务提供通信服务，特别是在偏远和海洋区域，其中特别包括飞行情报服务、报警服务和空中交通管制服务（包括区域、进场和机场管制）。特别是在这些区域，空中交通服务将因为使用卫星系统递送以高频和甚高频提供的服务而大大受益。卫星提供的空中交通服务能够节约成本和提高服务质量。例如，高频服务可能因传播条件和带宽有限而不稳定，甚高频通信系统又不能提供延伸覆盖，但卫星通信却能够克服其中大多数限制。此外，卫星通信具有全球覆盖的特点，可以覆盖到北极和南极地区。在海洋空域提供的空中交通服务与在陆地区域提供空中交通服务有许多方面的不同。海上飞行是在无主权归属的海洋空域进行的，而且在该空域通常有不只一个国家关注着空中交通服务的提供。因此，为此类运行提供空中交通服务是一个国际关注的问题。国际民航组织依据地区空中航行协议，委托指定国家制定并执行国际民航组织空中航行计划，并在此区域提供空中交通服务。补充信息载于《空中交通服务数据链路的应用》(Doc 9694 号文件) 中。

空中交通管制服务

2.1.13 空中交通管制服务的主要目的是防止机动区内的航空器与航空器，航空器与障碍物相撞，加快并维持空中交通的有序流动。通过使航空器相互分隔开，以及考虑到空域利用实际状况并根据空中交通流量控制的总体措施框架（如适用），为各航班发放尽可能接近其声明意图的放行许可，便可实现这些目标。

飞行情报服务（FIS）

2.1.14 飞行情报服务向飞行机组人员提供特别是与航空器起飞、进场和着陆阶段相关的气象和运行飞行情报。

报警服务

2.1.15 报警服务的目的,是使飞行机组人员能够向相应机构通报有关需要搜索与救援援助的航空器的情报,并在需要时对此类机构提供帮助。

自动相关监视（ADS）

2.1.16 卫星通信技术的引入,加上足够精确可靠的航空器导航,例如全球卫星导航系统导航,主要为在此类服务效率低下的区域——尤其是洋区和实施当前系统(即雷达)证明有困难、不经济,甚至不可能的区域提供更好的监视服务提供了充分机会。

2.1.17 自动相关监视是一种应用程序,通过该程序,航空器机载导航系统生成的信息经卫星数据链路自动由航空器中继至空中交通服务部门,在类似雷达的显示屏上显示给空中交通管制员。航空器位置报告和其他相关数据可以由空中交通管制系统近实时地自动导出,从而使安全和性能效率得到提升。控制自动相关监视信息流还需要使用地对空报文。

管制员—驾驶员数据链通信（CPDLC）

2.1.18 未来空中交通管理系统的关键之一在于航空器与空中交通管制系统之间以及各空中交通管制系统之间的双向数据交换。管制员—驾驶员数据链通信是管制员和驾驶员之间利用数据链实施空中交通管制通信的一种通信方式。

2.1.19 管制员—驾驶员数据链通信为空中交通服务设施提供数据链通信服务。通过管制员—驾驶员数据链通信发送消息有以下几个步骤: 1) 选择收报人; 2) 通过显示的菜单或其他能够快速高效选定报文的方式来选择和完成(如有必要)适当报文; 3) 执行传输。此处所确定的报文包括放行许可、预期的放行许可、请求、报告和相关空中交通管制信息。为方便交换不符合规定格式的信息,还提供了“自由文本”能力。接收的报文通常可显示和/或打印出来。

2.1.20 管制员—驾驶员数据链通信将能克服语音通信的许多缺点,比如电话信道拥塞,因语音质量差和/或误判断而造成的理解错误,以及因同时传输而造成的信号中断。

机载参数服务自动下行链路

2.1.21 航空器上信息的自动下行链路可支持安全业务。例如,此种服务可协助发现空中交通管制使用的飞行计划和航空器管理系统中已激活的飞行计划之间的不一致性。现有的地面监视功能可以通过下行传输详细的战术飞行情报(例如当前的指示航向、空速、爬升或下降的垂直速率和风矢量等)而得到加强。

航空运行管制通信（AOC）

2.1.22 航空运行管制是一种安全业务，并在附件 6 ——《航空器的运行》中进行了定义。运行管制为航空器运营人为了航空器的安全、飞行的正常和效率而履行其对飞行的始发、继续、改航或终止加以管辖的权利和义务创造了条件。

2.1.23 运行管制通信包含航空公司签派和飞行运行部门的职能，但也可能在行使和协调相关职能时与其他部门，如工程、维修和调度部门互相配合。

2.1.24 当前的航空运行管制通信的经验表明，大量报文是通过数据通信进行交换的。但是，航空运行管制语音通信仍有使用的必要。在空中交通预计增加背景下，由于每架航空器报文数量的增加、报文内容规模的加大、特征的增多，空中运行管制数据通信将进一步增长。卫星航空移动（航路）业务可以协助执行以下功能：

- 异常状况处理（航空器/飞行紧急情况等）；
- 飞行计划；
- 气象情报；
- 机场/航路运行情报；
- 飞行机组排班；
- 飞行器发动机监控；
- 飞行中维修问题报告和解决；和
- 航空器时刻表。

2.1.25 这些交通运行管制功能可以通过座舱乘务员或直接与机载传感器或机载系统进行空—地语音和数据通信来实现。

非安全业务

2.1.26 非安全业务包括航空行政通信和航空旅客通信。管理机构可授权非安全通信业务使用划分给卫星航空移动（航路）业务的某些频带，只要这些通信在必要的情况下可立即中止，以便允许传输保证飞行安全与正常的报文（即根据国际电信联盟《无线电规则》第 51 条规定的优先等级 1 至 6 进行的空中交通服务和航空运行管制通信）。

2.2 用户要求

2.2.1 空—地卫星数据通信对于现有及新的空中交通管理功能，尤其是在偏远和海洋区域的职能改进起到了关键作用。

2.2.2 为满足这些运行要求，这些空中交通管理功能需要一定质量水平的通信服务。在标准和建议措施所要求的通信、技术与运行特征中对该质量水平做了规定。

2.2.3 卫星语音通信将继续使用，尤其在非常规和紧急情况下，并将提供高于高频语音的通信质量。

2.2.4 在使用卫星系统和航空电信网进行传输时，空中交通管理相关通信（语音和数据）受到高度重视。卫星系统体系结构支持空中交通服务的数据和语音处理需求。

2.2.5 卫星航空移动（航路）业务在服务的可靠性和可用性等方面提出的要求，将产生于这些特征，以便达到所要求的服务标准。以下各分段重点介绍了卫星航空移动（航路）业务的主要服务要求。

端对端应用的性能标准

2.2.6 卫星航空通信系统将根据适当的性能、完整性和可用性标准，在考虑到逐渐增长的通信需求的情况下，支持各个类别卫星航空移动（航路）业务通信。理想的系统是为实现逐步、渐进的实施与增长提供便利的系统。

2.2.7 标准和建议措施中确定的卫星航空移动（航路）业务系统性能参数，适用于航空电信网卫星子网（分组方式参见图 2-1 中 B 点和 D 点之间，电路模式服务参见图 2-2a 中 B 点和 C 点之间）。有关用户终端之间航空电信网端对端性能的更多信息载于《使用 ISO/OSI 标准和协议的航空电信网（ATN）技术条款手册》（Doc 9880 号文件）。

2.2.8 航空移动（航路）业务数据服务主要基于分组数据通信的使用。系统的分组方式结构及其四个子系统见图 2-1。卫星航空移动（航路）业务电路模式服务主要是语音服务，但在需要和合适的情况下也支持连续的数据和传真服务。电路模式服务的系统结构见图 2-2a)和 2-2b)。

2.2.9 以下各分段详尽介绍了包括卫星航空移动（航路）业务子网在内的端对端系统服务质量的衡量方法。

最小可用吞吐量

2.2.10 吞吐量是指通过航空器地球站和地面地球站之间的可用链路能够传输的用户数据量（每个单位时间）。报文传输频率（即每单位时间内的自动相关监视报告的数量）以及报文长度（即自动相关监视报告的字节数）和协议表头，共同决定了自动相关监视报文所需吞吐量。

最大数据传输延迟

2.2.11 分组数据通信的卫星数据传输延迟是指卫星系统使用卫星航空移动（航路）业务发送和接收一则报文之间的时间。此外，还需考虑航空电信网数据传输延迟（当报文由地基航空电信网进一步发送时）。最大数据传输延迟要求可由所需通信性能（简称 RCP）参数（即生成并发送飞行数据和接收数据以进行地面处理之间的时间）推算出来。

优先权

2.2.12 卫星航空移动（航路）业务的每次通信处理都分配了优先权。根据附件 10 中对于优先权的国际定义，优先权取决于信息类型，并且通过相关的用户申请进行分配。

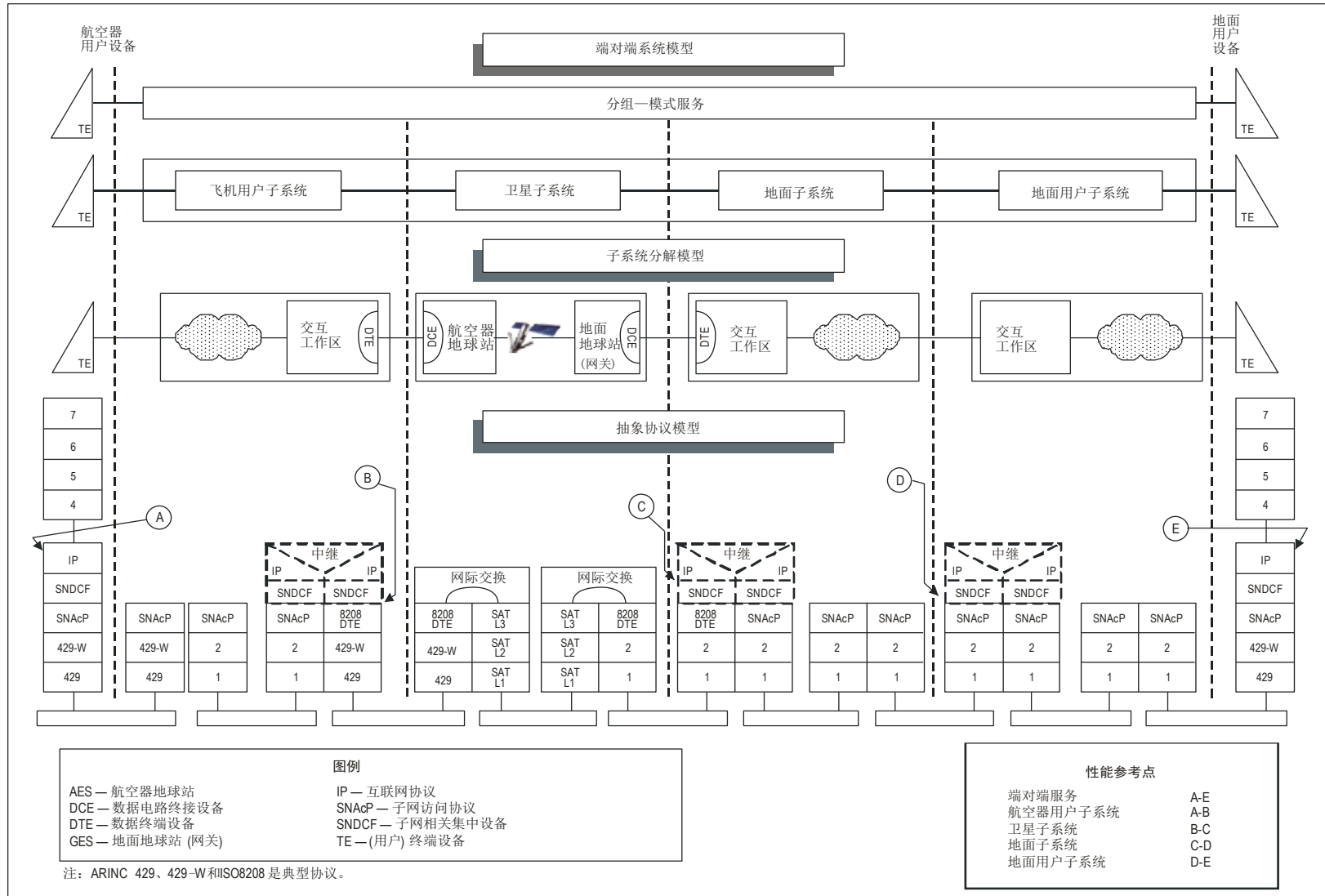


图 2-1 分组模式服务系统结构

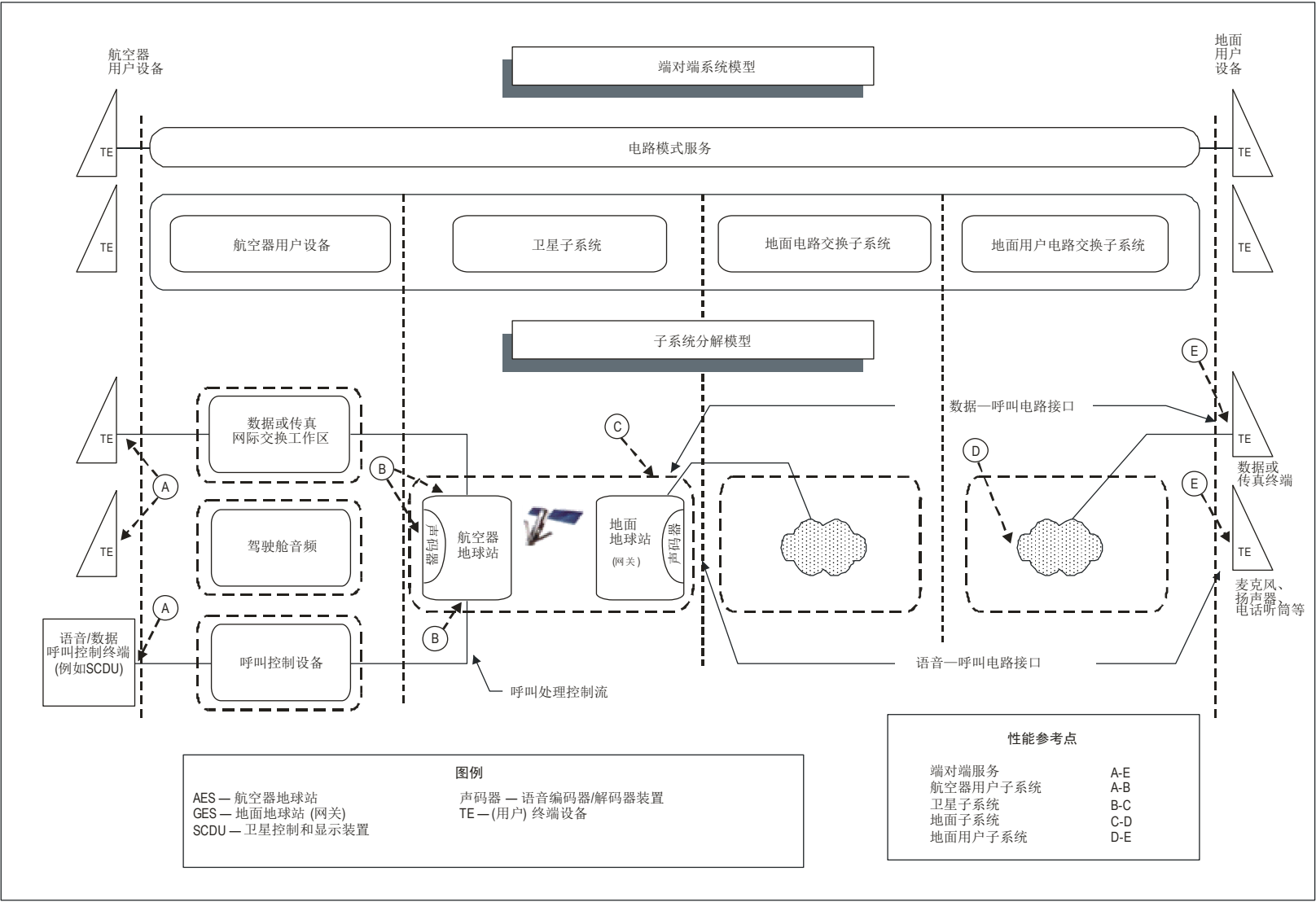


图 2-2 a) 电路模式服务系统结构 —— A 部分

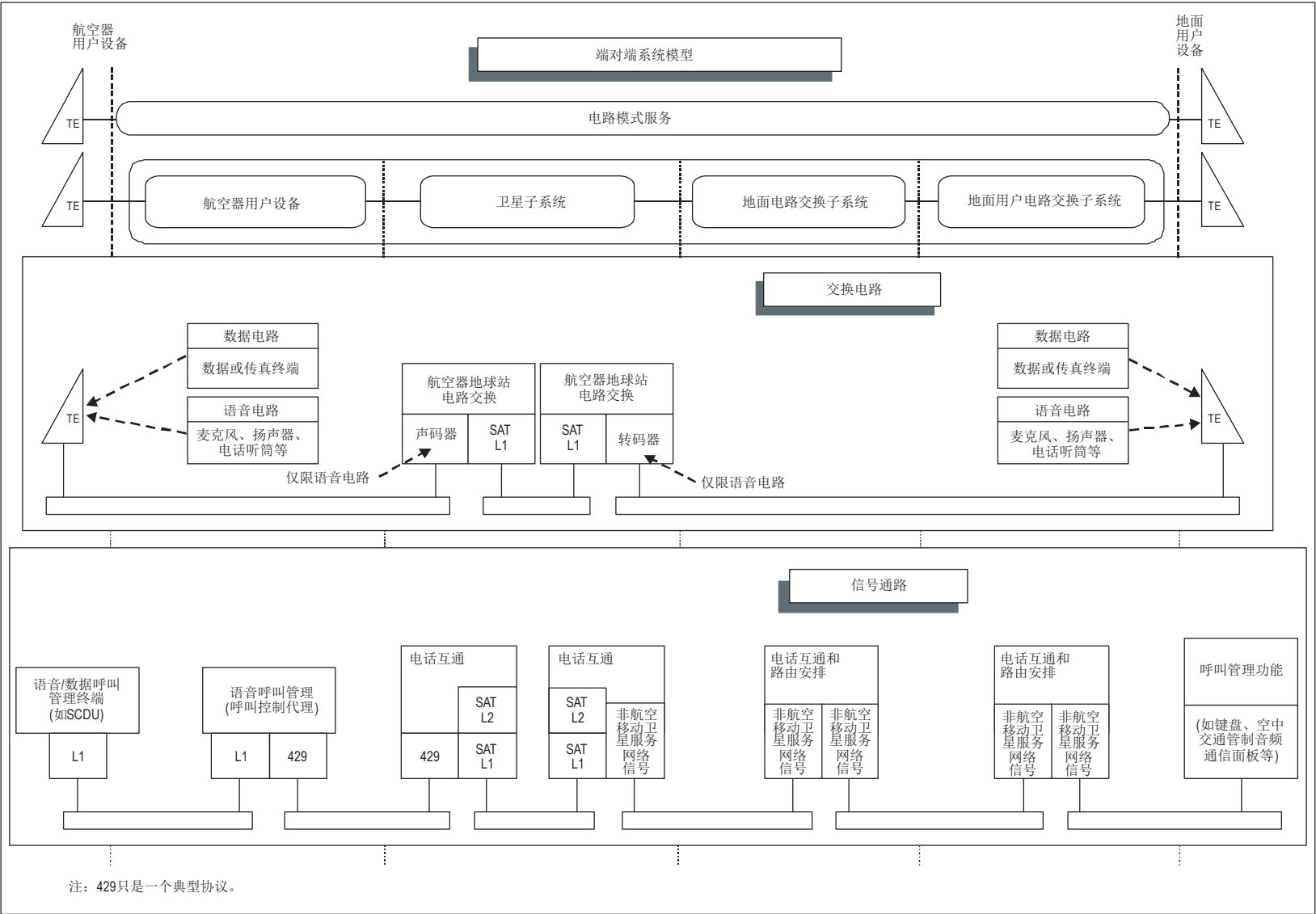


图 2-2 b) 电路模式服务系统结构 —— B 部分

2.2.13 航空电信网根据优先权对报文进行排序。卫星航空移动（航路）业务将提供一种基于分配报文优先权的排序机制。

可靠性/完整性

2.2.14 卫星航空移动（航路）业务将拥有提供安全通信所必需的完整性和可靠性。不管航空器的位置或状况如何，用户必须能够可靠地传递它们的信息，而且能快速存取并将传输延迟降至最低，但费用还要经济划算。

2.2.15 可靠性被定义为卫星子网在一定时间内实际传输拟发报文的可能性。报文传输的失败可能源于主要部件的完全破坏或被检测出的不可恢复的错误。

2.2.16 完整性被定义为信息被接收且未检测出任何错误的可能性。

2.2.17 有必要针对为空间部分、地面站和配套设施提供的可靠性、连续性和完整性服务制定性能标准。这就需要采用国际民航组织的标准和建议措施，并获得认证。

2.2.18 在航空空一地通信系统中，卫星失灵的后果将非常严重，除非能够极为迅速地切换到备用设施上。但是，卫星通信的历史表明，卫星一旦进入轨道运行便非常可靠。卫星和地面设备的切换都需要在极短的时间内完成，这取决于所支持的安全业务的关键性质。这意味着，一个成熟的系统可能需要空间部分和地面站的热备份，或与空间或地面部分设施和设备相关的备选策略。此类策略应确保一颗卫星的失灵对通信业务造成的干扰最小，并能够及时恢复全面服务。

2.2.19 通过利用热备份设备和不间断电源确保卫星航空移动（航路）业务的连续性，地面地球站的平均无故障时间（MTBF）将会很高，而平均维修时间（MTTR）将会很短，另外，由于提供诸如物流和维修人员等技术支持，系统性能将得到进一步提升。

2.2.20 航空器地球站也将能够适当地应对卫星故障，措施包括快速采集来自于备用卫星的信号，或时刻跟踪来自于多个卫星的信号等。

2.2.21 切换时间的要求与某些参数有关，如在通信系统支持自动相关监视时所需要的监视更新率。

2.2.22 正如所有的航空电子设备一样，航空器地球站也需要通过设计来尽可能地延长平均无故障时间，尽可能地缩短平均维修时间。这两项要求将适用于诸如卫星数据单元、通信管理单元、波束控制单元和天线子系统等重要的机载装置。这可以通过上述关键单元的主要/热备份装置以及每个装置内的自动切换机制来实现。

保护

2.2.23 保护被定义为防止未经授权方干扰通过卫星子网进行数据传输的程度。

2.2.24 关于安全通信，卫星航空移动（航路）业务至少将提供保护用户数据不被修改、增加或删除的功能。

2.2.25 需要提供保护措施，防止由于航空器地球站故障、地面地球站（也被称为网关）故障、卫星故障或系统外源头而带来蓄意的或其他有害的干扰。

2.2.26 作为一种额外等级的保护，被干扰的卫星提供的重要服务可被转移到另一颗卫星上，必要时可先占用较低优先级服务。地面控制将自动执行频率管理。

2.2.27 有必要在适当的位置对系统性能进行实时监控。此外，一些防止有意干扰的保护可通过点波束系统实现，因为其影响将限定在载有干扰信号的波束上，而对相邻波束影响甚小。

最小连接区域

2.2.28 运行上需要的连接决定着被指定的运行覆盖区，且可能影响地面地球站的位置。卫星系统一般用于提供特定地区内的远程连接，在这些地区，由于技术和/或经济原因，无法通过地面航空空一地通信系统提供服务。

2.2.29 在海洋空域飞行的航空器与海洋区管制中心之间的连接尤其重要。另外，偏远地区需要通过卫星系统与区域管制中心进行连接。如果技术许可，连接需求可包括其他空域，如拥有高密度空中交通的大陆领空和区域管制中心。

成本和效益

2.2.30 航空器地球站设备的初始成本差异很大，主要取决于所提供的服务类别，如核心能力、数据速率和语音功能等。此外，航空器运营人热衷于将机载设备的成本和数量降至最低。任何机载设备需求，都应适当权衡成本和效益，以确保满足通信服务的最低标准并最大限度地降低成本。

互用性

2.2.31 卫星航空移动（航路）业务必须能与外部航空器和地面系统兼容并能互用，还必须与其他航空数据链共同存在，以取得较大的成本和运营效益。互用性的必要条件包括：

- a) 确定网络接口层的标准协议；和
- b) 全球性的解决方案。

2.2.32 为了实现这种互用性，国际民航组织已定义了一个特别的网络协议架构，包括卫星航空移动（航路）业务、S 模式和甚高频数据链等在内的不同网络可以通过它相互通信。这被称为航空电信网。详情可见 Doc 9880 号文件。

2.3 运营情况和预期效益

概述

2.3.1 在海洋和偏远地区应用卫星航空移动（航路）业务应能够提供更好的通信、监视和程序。在更有效使用飞行轨迹的基础上，将改善安全性，提高空域效率，包括可减小间隔、改进气象情报，并减少飞行时间的潜力。

2.3.2 航空器间纵向和横向间隔的减小，要求加强空中交通系统和航空器的通信、导航和监视能力。加强型的通信、导航和监视系统为管制员提供了自动化工具，如在分离保障中提供帮助的冲突预测和报告，同时提供了更好的监视飞行计划一致性的工具。加强型的通信和监视系统也能够使管制员和飞行员更好地沟通和管理天气变化和突发状况，如航空器返回与改航等。

2.3.3 飞行计划在海洋空域运行中起着重要作用。理论上讲，从出发机场到目的地的飞行路径沿着一个大圆弧，应是最小距离轨道。可是，风速、方向，和诸如温度、晴空湍流区域等气象因素能够影响飞行时间，所以每天的最佳飞行路径也会相应地发生变化。此外，所需飞行路径的自由选择可能受制于在有序的轨迹系统中保持特定的飞行高度、马赫数或特定轨道的需要。

2.3.4 燃料成本是飞行运营总成本中的主要组成部分，对长途飞行来说，更是如此。通过接受飞行员更改当前航班计划的要求（如果交通状况许可），空中交通管制有助于节约燃料和减少气体排放，当前航班计划的更改通常是因为影响飞行效率的运行因素发生了变化。

2.3.5 对于配备了自动相关监视（ADS）的航空器，自动相关监视（ADS）能够根据机载导航系统产生的信息，通过卫星数据链路将航空器的当前位置自动报告给空中交通服务（ATS）。通过使用自动空中管理系统和图形态势显示器，以及与管制员—飞行员数据链通信（CPDLC）的连接能力，空中交通管制员几乎能够实时地控制海洋和偏远区域的交通，这将改变该区域管制员调控交通的方式由依靠飞行数据及大脑中的交通图转变为实时“观看”交通状况。

2.3.6 如果有任何控制器指令/放行许可传送到驾驶舱，管制员可以使用管制员—飞行员数据链通信（CPDLC）来传达信息，如上升、下降、维持一个特定的马赫速度等等。使用卫星通信的总处理时间大大低于使用高频通信的总处理时间。

空中交通密集的海域

2.3.7 目前，在世界上的某些地区，海洋空域的管制员依然依赖于非频发的方位报告，即飞行员从机载导航设备上人工读取方位信息。方位报告随后通过通信媒介（高频无线电）传输到接收话务员那里。该接收话务员将语音报告转录成电传信息，然后发送到海洋区域管制中心。最后，电传信息在海洋区域管制中心打印出来，以人工方式交给管制员。

2.3.8 目前，随着卫星航空移动（航路）业务的使用，这些基于人工的操作有望全部实现自动化操作。由于机载设备、空间段和地面段的逐渐进步（即从低速数据链路过渡到高速数据链路，以及卫星通信设备的逐步

增加), 空中交通管制系统也将不断完善。

2.3.9 在空中交通密集的海洋空域使用卫星航空移动（航路）业务, 能够提供地面和航空器之间数据和语音的快速通信能力。该系统能够适应自动相关监视（ADS）需要。

2.3.10 得益于卫星航空移动（航路）业务（数据和语音通信环境）的空中交通管理的改进, 主要表现在交通监控（导航精度）、轨迹预测及冲突搜索和解决能力的改进, 包括短期冲突报警。此外, 现有飞行计划程序也将进一步完善。

2.3.11 因此, 有望实现纵向和横向间隔的减小, 战术冲突解决方案的增加, 更好地调整最佳路线。

低密度空中交通的海洋/大陆航路区

2.3.12 低密度空中交通海洋和大陆航路区的卫星航空移动（航路）业务, 将提供地面和航空器之间数据和语音的快速通信能力。该卫星通信服务将能够适应自动相关监视（ADS）需要。

2.3.13 得益于卫星航空移动（航路）业务（数据和语音通信环境）的空中交通管理的改进, 主要表现在交通监控（导航精度）、轨迹预测、冲突检测和解决, 以及飞行计划程序的改进。因此, 将增加战术冲突解决方案, 并更好地调整最佳路线。

空中交通密集的大陆航路区

2.3.14 空中交通密集的大陆航路区的卫星航空移动（航路）业务, 将提供地面和航空器之间数据和语音的即时通信能力, 并将与甚高频语音和数据服务共同存在。卫星航空移动（航路）业务将能够适应自动相关监视（ADS）需要, 同时作为监控系统, 也将与二次监视雷达服务模式 A、模式 C 和模式 S 共同存在。

2.3.15 空中交通管理的改进将包括: 提高了最佳路线的调整能力以及三维导航（改进的垂直剖面清晰度）和基于航空器实际性能的三维规划能力, 加强了空中交通管制中心之间的数据通信交换能力, 以及获取灵活路线的轨迹预测能力, 改善了冲突检测和计算机生成方案报告的能力, 完善了短期冲突警报和解决方案, 提高了空一地数据链通信能力, 以及基于航空器实际性能的轨迹预测能力。所有这一切都可以得到加强, 以适应四维功能（空一地沟通时间是空中导航的第四维元素）。

终端区

2.3.16 卫星航空移动（航路）业务可应用于低密度交通量的终端区, 用于提供地面和航空器之间数据和语音的即时通信能力。它可以与甚高频语音和数据, 以及二次监视雷达服务共同存在。

第 3 章

标准化活动

3.1 概述

除第 4 章 4.3 中所述的、由国际民航组织进行的标准和建议措施的制定工作外，其他机构也在开展标准化活动。卫星子系统运营人负责制定和维护详细说明各卫星航空系统的技术方面（包括地面地球站和航空器地球站的功能要求）的文件。

3.2 航空公司电子工程委员会（航空无线电公司）的特征

航空公司、航空运输设备制造商和航空服务提供者支持航空公司电子工程委员会（AEEC）开发相关系统和/或设备，以支持通用航空电子设备信号特性、设备安装和设备间信号接口的行业标准化。ARINC 741、761、781 便是系统级规范的例子，它们对设备的组成、安装、布线和运行能力及互用性做出了详细规定。此外，还有很多规范，例如 ARINC 429，该规范详细确定了在前面提及的 741、761、781 等系统级规范中使用的标准化数据总线、接口或协议要求。航空电子设备制造商和服务提供者应尽力支持相关标准和规范，以便使系统和服务达到尽可能最大程度的通用性。

3.3 最低运行性能标准 (MOPS)

3.3.1 最低运行性能标准是美国确定航空电子设备和所安装系统之适航性和功能特性时使用的标准。美国航空无线电委员会在公共领域制定了这些标准，后由美国联邦航空局采用，作为基本标准用于根据其技术标准规定 (TSO) 方案获得认证的设备。制造商将最低运行性能标准用于工作台、安装和飞行试验。其他国家具有类似的设备批准程序，这些程序通常以美国航空无线电委员会的最低运行性能标准或其他组织制定的类似标准为依据。

3.3.2 美国航空无线电委员会已经制定了 DO-262，即“支持下一代卫星系统的航空电子设备最低运行性能标准。”卫星航空移动业务端到端系统性能指南见 DO-215A。

3.4 航空系统最低性能标准 (MASPS)

3.4.1 美国航空无线电委员会还制定了航空系统最低性能标准，这些标准详细规定了对拟在规定空域内实际使用的系统的设计者、安装者、制造商、服务提供者和用户有益的特性。航空系统最低性能标准描述了系统（子系统/功能），提供了理解系统特性原理、运行目标、要求和典型应用所需的信息。还提供了对正确理解航空系统最低性能标准必不可少的定义和假设以及用于验证系统性能符合性（例如端对端性能验证）的最低系统测试程序。

3.4.2 美国航空无线电委员会为“航空数据链使用卫星航空移动（航路）业务制定了航空系统最低性能标准 DO-270。”

3.5 卫星系统准入许可

卫星子系统运营人要求地面和航空器地球站设备根据其系统准入标准运行。因此，设备制造商要想其设备在一些系统中发挥作用，就必须从系统运营者那里获得系统准入许可。对于航空器地球站，如果各部件由不同制造商制造，并由航空器制造商或其所有者安装在航空器上，则从卫星子系统运营人那里获得系统准入许可的责任可由航空器制造商或其所有者承担。

3.6 航空电子设备和认证

航空电子设备

3.6.1 在卫星 AMS(R)S 航空电子设备领域，活跃着许多航空电子设备制造商。应航空公司的要求，生产远程宽体航空器的航空器制造商目前正接受在新航空器上安装卫星 AMS(R)S 设备的各种选择方案。

适航认证

3.6.2 卫星航空移动（航路）业务的航空设备在由设备制造国的授权机构证明适航前，不得运行，而且根据该国与其他国家的协定安排，还应由其他国家的同等机构进行认证。确定适航所依据的标准包括上面提到的美国航空无线电委员会的最低运行性能标准，及其他国际组织如欧洲民用航空电子组织或认证机构本身制定的类似规范。

型号验收

3.6.3 针对无线电传输的特点，型号验收程序由通信监管机构，例如美国的联邦通信委员会 (FCC) 等加以制定，并由制造商予以实施，以确保潜在的辐射干扰在规定的范围内。型号验收的技术特性与最低运行性能标准及其测试紧密相关。

许可和许可证

3.6.4 无线电操作的一项重要功能是对航空器上的无线电设备进行控制和监管。在航空器进行国际和国内航程的整个飞行过程中，必须确保设备在批准的频带内和指定的工作频率上正确操作。用于电信和航空安全要求的性能标准是实现与国际规则一致性的手段。

3.6.5 各航空器地球站从性质上讲，就是机载无线电台，因此，它们可能需要得到国家无线电管理当局某种形式的许可。还需要有操作员（例如驾驶员）许可证。

3.7 地面子系统服务提供者

国际民航组织的政策规定，体制安排不应阻碍不同服务提供者之间的竞争。因此可以推断，卫星航空移动（航路）业务应由一个以上的服务提供者向各国、民用航空局、航空公司和其他对象提供。

第 4 章

国际民用航空组织的活动

4.1 体制安排

由于涉及国家责任，空中交通服务 (ATS) 卫星通信的体制问题比较复杂。国际民用航空组织第十次空中航行会议强调了下列指导原则。

指导原则 a)：必须无差别地提供普遍享有空中航行安全服务的权利。

此项原则是作为联合国民用航空专门机构的国际民用航空组织的宗旨所基于的基本原则之一。未来通信、导航和监视 (CNS) 系统的应用不得改变这一原则，并且在目前这一阶段，似乎在这一方面不会产生新的问题。

指导原则 b)：各国在其主权空域内控制航空器运行的权利和责任不得受到损害。

此项原则是国际民航理念的基本宗旨。但是它在利用航空器应用现代技术固有的“全球”能力方面引起了一些问题。特别是，卫星技术使进一步有效地利用空域和跨越政治边界进行更加经济的国际航班运行成为可能。未来最主要的挑战之一可能是，找到切实可行的方法，在不施加涉及国家空域主权的不可接受的条件的前提下，利用这些潜在的改进手段。例如，一国通过另一国的地面地球站 (网关) (GES) 和其他设施提供空中交通服务 (ATS) 通信时，所做出的安排应该避免将该国的空中交通服务置于从属地位。

指导原则 c)：所做出的安排必须保护、促进而不是阻碍国际民航组织履行根据《国际民用航空公约》第 37 条制定适当的标准、建议措施和程序的责任。

《国际民用航空公约》第 37 条承认航空器运行的特殊安全需要，并且指定国际民航组织作为负责通过和适用《公约》技术附件规定的空中航行安全标准的机构。国际民航组织很早就承认，特别是出于经济原因，使其技术标准尽可能与其他国际标准化组织正在制定的类似规范相一致，但始终保留其在需要时，偏离其他类似国际技术标准的权力是可取的。将第 37 条包括在《公约》中的理由依然存在，且国际民航组织在行使其在该活动领域的职权时十分谨慎。

指导原则 d)：体制安排必须确保能够保护安全通信免受有害干扰。

由于电磁频谱日益广泛的使用，对航空器安全服务造成有害干扰的发生率有了惊人的增长。显而易见，这种趋势将持续下去，并且将来很可能加速发展。在现代卫星技术中，尤其是在关于使用电磁频谱问题上，迫切需要确保非航空用户遵守根据民航界的安全要求强制推行的极为严格的规范。处理有害干扰最有效的切入点就其源头。国际民航组织一直在尽其最大努力，确保为日益增多的用户的电磁频谱活动所产生的容许的杂散发射制定可接受的标准。未来通信、导航和监视系统将利用电磁频谱以前未被利用的部分，并且可能容易受到新形式的有害干扰的影响。因此，需要在协调、研究、应用和规章的执行方面继续做出努力，以保持既定的安全标准。体制安排应该确保对地区频谱使用进行持续监督和控制，以便能够迅速发现和纠正有害干扰。

指导原则 e)：体制安排必须足够灵活，以便适应目前已定的服务和各种未来服务。

与引入任何新系统一样，使用者会要求确保现有的服务不会降级。需要介绍提供附加服务的可能性，并且所增加的这些服务需要在尽可能少地影响现有系统的情况下实施。此外，体制和组织上的安排也必须确保所需的灵活性。安全报文的优先性必须得到保证。

指导原则 f)：体制安排必须便于国家对那些其服务符合关于卫星航空移动（航路）业务（AMS(R)S）的国际民航组织标准、建议措施和程序的服务提供者进行认证。

认证过程应该确保所提供的服务符合适当的国际民航组织标准和建议措施（SARPs）及任何国家要求，比如经济责任、资格和能力。

指导原则 g)：体制安排不应阻止遵守国际民航组织标准和建议措施的不同服务提供商之间的竞争。

这项指导原则寻求鼓励在提供卫星航空移动业务中展开竞争。然而，在某些地区，由于一些原因，例如与服务提供者已签订合同，或者与通过某一特定卫星系统运营的服务提供者有特殊接口等，空中交通服务管理机构似宜对将要使用的卫星系统进行选择和管理。

指导原则 h)：国际民航组织在协调和使用卫星航空移动（航路）业务频谱分配方面的责任必须继续得到认可。

国际民航组织在航空界无线电频谱协调和使用方面发挥着作用，而国际电信联盟（ITU）则负责频率指配在国际上的分配、协调、注册和保护。

尽管过去在确认国际民航组织对附件 10 各项条款所承担的责任方面几乎没有什么困难，但频率分配在当今环境中已变得极其复杂，且用户对“责任”一词有各自不同的解释。

指导原则 i)：体制安排必须承认国家在执行安全规章方面的责任和权力。

在复杂的现代卫星系统中，特别是当卫星系统与其他服务分享资源时，国家责任的履行方式变得更加复杂。

指导原则 j)：体制安排必须根据国际民航组织标准和建议措施，确保卫星航空移动安全通信比非安全和非卫星航空移动通信有优先权。

此项指导原则通常被认为是一项要求。但是，保证任何卫星系统航空安全通信优先权的规定在被接受之前，都必须得到实践和各种卫星情况的验证。航空通信专家组（ACP）正在研究相关细节。

指导原则 k)：必须做好体制安排，使在同一地区运营的服务提供者能共同协作，确保拥有处理卫星航空移动（航路）业务的空间部分资源。

随着航空安全及非安全业务通信量的不断增加，可能会出现这样的情况：某个服务提供者因资源（如卫星电源、频谱等）耗尽而无法支持卫星航空移动（航路）业务，而在同一地区提供服务的另一服务提供者可以支持卫星航空移动（航路）业务。在这种情况下，应该做出安排，通过合作利用资源，为处理第一个服务提供者的

卫星航空移动（航路）业务提供资源。

指导原则 l)：体制安排应该使所有的卫星航空移动业务功能（空中交通服务，航空运行管制通信，航空行政通信和航空旅客通信），都可以通过航空器上的通用航空电子设备来提供。

这项指导原则对于民用航空业来说特别重要，因为安装多种机载卫星设备会出现很多特殊的问题（技术和经济上）。

指导原则 m)：体制安排应该使用户能够通过世界上任何区域的任何给定卫星，获得已确定的四种卫星服务（空中交通服务，航空运行管制通信，航空行政通信和航空旅客通信）。

这项指导原则承认在航空器上安装多个系统存在的困难。原则上，一架航空器要获得所确定的四种卫星航空移动业务功能（空中交通服务、航空运行管制通信、航空行政通信和航空旅客通信），应该只需要通过一颗卫星来实现。

指导原则 n)：应做出充分的安排，以便在卫星系统出现重大故障或者突变失效时，可以恢复工作。

在一个地区只有一个卫星系统提供者提供服务时，该系统必须具有备份，以防出现重大故障或者突变失效。如果遇到在同一个地区有多个卫星系统提供者提供相同的或者几乎相同的、且技术上可兼容的服务的特殊情况，协作性体制安排，便于在某个系统出现重大故障或者突变失效时提供后备服务。

指导原则 o)：向用户征收费用的政策不得阻碍或影响对基于卫星业务的安全报文的使用。

因为在航空移动通信中安全报文极其重要并享有优先性，因而其使用必须遵循一定的规则，并且不考虑个别传输的费用。在执行这项指导原则时，必须向卫星航空移动业务系统的服务提供者传达附件 10 对安全报文的具体定义。

指导原则 p)：应该在可行的基础上，对现有的政府或政府间机构（如有必要，可加以调整）加以充分利用。

这项指导原则阐明这样一个事实，即如果目前的或者经过调整的现有机构能够令人满意地完成任务，则不需要设置新的机构。

指导原则 q)：体制安排应该允许以逐步增长的方式引进卫星业务。

引进任何新的航空业务遇到的实际困难之一是，在航空器上安装所要求的设备。因此，允许循序渐进地逐步安装和增加设备的系统十分可取。

指导原则 r)：体制安排应该为确定责任提供便利。

确定各个卫星航空移动业务服务提供者之间的责任，需要借鉴国际民航组织的其他小组正在进行的工作。在这里列出这项指导原则，是为了提醒责任问题可能对体制安排产生影响。

指导原则 s)：体制安排必须保留空中交通服务机构依据国际电信联盟《无线电规则》所规定的信息优先等

级，直接或间接对卫星航空移动通信进行协调和维持控制的权力。

这项指导原则要求空中交通服务机构保留对航空安全通信进行管理和控制的权力，并且指出，需要进行严格的审查和充分的验证，以保证这项重要的职能能在专用航空卫星系统和普通卫星系统中得以保留。

4.2 卫星航空移动（航路）业务频谱问题

4.2.1 根据其章程和公约，国际电信联盟（ITU）被公认为是电子通信的国际权威机构。《无线电规则》（RR）通过国际公认的术语，表述了有关无线电通信事务的规则。国际电信联盟的《无线电规则》制定了国际频谱管理的框架，它包括频率划分表，该表实际上就是就无线电频谱中所有无线电频率的调度和使用条件达成的国际协议。

4.2.2 卫星航空移动（航路）业务的频谱是通过国际电信联盟（ITU）世界无线电通信大会达成的协议提供的。这些协议体现在《无线电规则》中。规则的第 1、5、9、11 条涉及卫星航空移动（航路）业务频谱的可用性和保护。第 1 条对安全通信业务和包括卫星航空移动（航路）业务在内的卫星移动业务（MSS）作了定义。

4.2.3 卫星系统和网络需要使用卫星移动业务主要划分，以提供卫星航空移动（航路）业务（《无线电规则》第 5 条）。这些划分一般用于提供 1.5~1.6 GHz 范围内的上行链路和下行链路。这一频段分为多个卫星移动业务划分段，正用于对地静止和非对地静止卫星系统。为这些系统进行的划分包含脚注，作为划分的一部分，脚注指出这些频带可用于卫星航空移动（航路）业务。它们还规定了卫星移动业务系统与在同一频带运行的其他业务进行频率协调的要求。

4.2.4 频率协调是根据《无线电规则》第 9 条的规定进行的。协调的目的是确保有关卫星移动业务系统既不会引起也不会受到有害干扰。当协调成功完成后，卫星移动业务系统会在国际电信联盟（ITU）注册（《无线电规则》第 11 条），并列入国际频率表中。当达到这种状态后，卫星移动业务系统就有权受到保护，而这种保护也为卫星航空移动（航路）业务得到保护提供了保障。

4.2.5 附加信息载于《包括经批准的国际民用航空组织政策声明的民用航空无线电频谱需求手册》（Doc 9718 号文件）。

4.3 标准和建议措施（SARPs）

4.3.1 在对航空通信专家组（ACP）的前身航空移动通信专家组第八次会议（AMCP/8）的报告进行审查期间，空中航行委员会要求航空通信专家组制定相关提案，将卫星航空移动业务的标准和建议措施（附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章）改编为一个包括“核心”标准和建议措施的章节，以保留在附件 10 中，同时根据需要进行其改编为一套详细的卫星航空移动（航路）业务技术规范。在执行这项工作中，卫星航空移动业务标准和建议措施的核心功能性和在航空移动通信专家组第七次会议（AMCP/7）上制定的下一代卫星系统（NGSS）标准和建议措施草案，被整合成一套卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施。这些卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施取代了卫星航空移动业务标准和建议措施和下一代卫星系统标准和建议措施草案。

4.3.2 航空通信专家组已制定出详细的卫星航空移动（航路）业务的相关技术规范，并收录在本手册中。

在这一过程中，尽可能多地参考了通过航空无线电技术委员会和欧洲民用航空电子组织等机构获得的相关材料。

4.3.3 卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施收录在附件 10 第 82 次修订中，已于 2007 年 11 月 22 日开始执行。

4.4 所需通信性能 (RCP)

4.4.1 现在有多种数据链路用于空—地数据交换，以及特定航行、监视和其他功能，这使人们开始担心空中航行系统变得过于复杂。显然，如果有一种空—地通信系统能够以一种有成本效益的方式处理各类空域和各飞行阶段的所有通信、导航和监视要求，无疑是最理想的。然而，目前还未发现能达到所有运行要求的技术解决方案，因此航空界不得不将一切现有的以及正在出现的通信系统纳入考虑范围，尽管某些系统可能只有一种功能或者只能服务于一个有限区域。

4.4.2 有多种通信系统，固然为在不同类型的空域进行规划和实施提供了一定的灵活性；然而，子网络的剧增会加大空—地通信操作的复杂性。解决这个问题的一种方法就是废除单一系统的说明，相反，将一个特定空域和情景中所有相关的运行要求都转换成一系列通信性能参数。因此，所需通信性能这一术语指的就是一套准确量化的通信性能要求，如容量、可用性、差错率和传输延迟。一旦为某一给定空域的一个运行情景规定了所需通信性能 (RCP)，任何单一通信系统或者系统组合，如果与设定的参数相符，则被认为在运行上是可接受的。

4.4.3 所需通信性能 (RCP) 的指导材料包含在《所需通信性能 (RCP) 手册》中 (Doc 9869 号文件)。

4.5 航空电信网 (ATN)

4.5.1 航空电信网 (ATN) 这一概念，是由国际民航组织和其他航空组织提出的，以支持不同种类的空—地数据链路之间的互用性，例如 S 模式、甚高频数据链、卫星航空移动（航路）业务。对于分组数据业务来说，卫星航空移动（航路）业务被视为航空电信网 (ATN) 的一个子网。航空电信网概念考虑到了空—地数据链子网与地面子网之间的连通性，从而整合了所有不同的航空通信子网，包括航空固定电信需求。

4.5.2 在航空电信网概念中，每个子网的网络层面都独立于应用环境，并且航空电子设备的某些部分可以在不同的空—地子网之间进行共享。特别是，随着数据链接应用服务的与时俱进，子网的特性保持不变是至关重要的。

4.5.3 为实现数据链之间的互用性，国际航空界决定遵守国际标准化组织 (ISO) 编制的开放式系统互联 (OSI) 参考模型。1993 年 2 月，空中航行委员会成立了航空电信网专家组 (ATNP)，为航空电信网制定标准、建议措施、指导材料及其他相关的文件。其工作基础是当时盛行的组网技术、开放式系统互联/ISO 协议组。从那以后，在技术领域和空中交通管理方面发生了重大的变化。技术层面上，作为网际互联协议的互联网协议组 (IP) 在世界上被广泛接受，这使得业界不再提供基于开放式系统互联的商业产品。这促使很多国际民航组织的成员国和航空技术组织开始审查其计划实施的开放式系统互联/ISO 协议；这也是国际民航组织目前将互联网协议组包括在航空电信网标准和建议措施 (SARPs) 中的起因。

4.5.4 航空电信网及其相关应用程序是特别设计的，以对终端—用户透明的方式，通过不同的网络提供可靠的端对端通信服务，来支持空中交通服务。航空电信网也支持其他类型的通信服务，例如航空运行管制通信、航空行政通信和航空旅客通信。航空电信网的其他一些特点包括：

- a) 增强数据安全性；
- b) 基于国际认可的数据通信标准；
- c) 适应不同类型的服务（例如优选空对地子网）；
- d) 允许公共/私人网络的整合；和
- e) 高效利用空—地数据链中的有限资源 —— 带宽。

航空电信网结构图见图 4-1。

4.5.5 当一个国家或组织转入航空电信网（ATN）环境中时，必须考虑如何与其他国家和地区的系统对接。并且，地对空接口将与航空电信网（ATN）航空器或者新航行系统—1/A（FANS-1/A）航空器对接。一个需要同航空电信网航空器交换数据的空中交通服务单元，应该实施航空器应用程序的地基程序。另外，地面的航空电信网环境必须通过一个或多个移动子网与航空器的航空电信网环境连接起来。使用移动子网有两种可能的方法。第一种是直接将空中交通服务单元与航空器路由器连接起来。第二种方法是使用另外一个组织的空—地路由器和移动子网络。同 FANS-1/A 航空器之间的通信将通过一个空中交通服务单元中的“适配软件”来完成。所有 FANS-1/A 的适配工作都将在地面完成。航空电信网和 FANS-1/A 的下行链路报文将不受限制地予以处理，而上行链路报文将准确传送到其预定目的地（即从 FANS-1/A 到 FANS-1/A 航空器以及从航空电信网到航空电信网航空器）。然而，只使用 FANS-1/A 的航空器预计无法获得将提供给航空电信网航空器的运行服务。

4.5.6 指导材料可以在 Doc 9880 号文件中找到，它包含了航空电信网的具体技术规范，其依据是国际标准化组织和国际电信联盟电信标准化部门为开放式系统互联制定的相关标准和协议。它包含空—地和地—地应用，互联网通信服务的信息，包括上层通信服务、目录服务、安全服务、系统管理和识别符注册。附加信息也可以在《综合航空电信网（ATN）手册》中找到（Doc 9739 号文件）。航空电信网目前正在向互联网协议组标准转变。

4.5.7 如果能尽早运用当前的技术，通过基于字符的数据通信系统，如航空器通信寻址与报告系统（ACARS），来应用 ARINC（航空无线电公司）规范 622（使用航空器通信寻址与报告系统（ACARS）空—地网络的空中交通服务数据链应用）和 623（面向字符的空中交通服务应用），将为空中交通管理带来重大效益。一些国家正在开始安装空中交通服务地面设施，以符合航空器通信、导航和监视—揽子计划的要求并早日利用其优势，它们都基于 ARINC 规范 622 和 623。这些实施计划承认，其目标是最终过渡到航空电信网，而 ARINC 规范 622 和 623 是旨在从现有技术中早日获取通信、导航和监视/空中交通管理（CNS/ATM）利益的中间步骤。

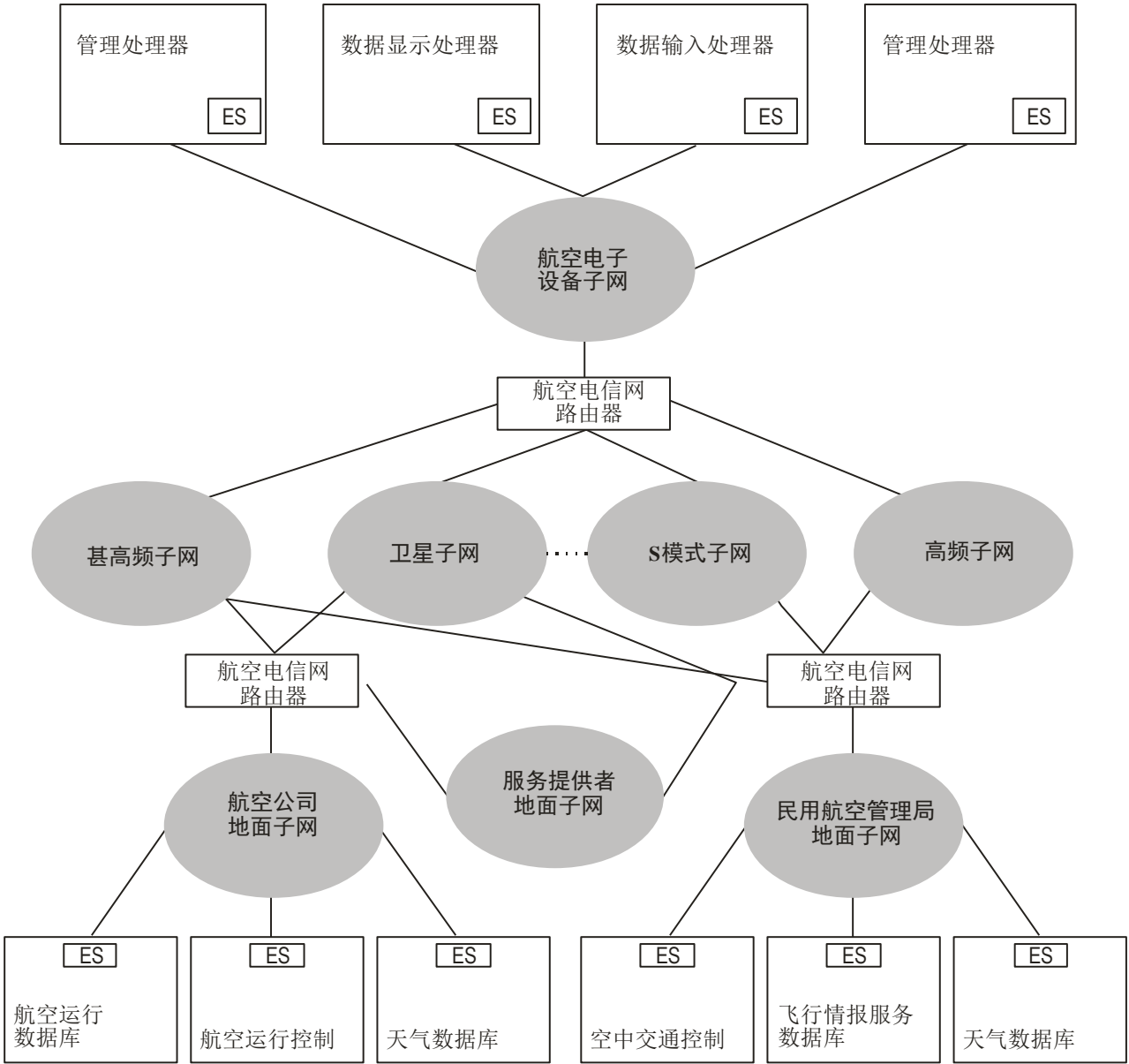


图 4-1 航空电信网结构图

卫星航空移动（航路）业务手册

第 II 部分

铱星

第 1 章

引言

1.1 目标

本手册这一部分为国际民航组织各成员国和国际民航界在他们审议铱星卫星网络时提供详细的技术规范和指导材料，铱星卫星网络是航空电信网（ATN）的子网，是为飞行安全和飞行正常而提供卫星航空移动（航路）业务通信的平台。本手册将与附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章所载的标准和建议措施一同解读。

1.2 范围

本手册的这一部分包含使用铱星卫星系统进行卫星航空移动通信的信息。本部分提供了关于铱星卫星网络的信息，包括系统架构、互操作性和技术特性、卫星航空移动（航路）业务系统，以及空间、地面和机载设备。对铱星系统的具体性能参数和符合卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施的情况也进行了说明。

第 1 章 —— “引言” 提供了国际民航组织航空通信专家组和卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施的背景，以及铱星卫星网络怎样支持卫星航空移动（航路）业务的概览。

第 2 章 —— “铱星卫星网络” 提供了铱星卫星网络的详细说明。

第 3 章 —— “铱星卫星航空移动（航路）业务系统” 提供了将铱星卫星网络纳入卫星航空移动（航路）业务系统从而提供端到端语音和数据通信业务的概览。

第 4 章 —— “铱星卫星航空移动（航路）业务的标准化活动” 阐述在航空业标准化机构中为整合铱星卫星航空移动（航路）业务的通信业务和系统所开展的工作。

第 5 章 —— “卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施与预计的铱星性能比较” 包含铱星卫星 LLC 公司提供的符合国际民航组织卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施的信息。附录 A 提供了美国航空无线电技术委员会 RTCA DO-262 文件中所规定的关于“支持下一代卫星系统的航空电子设备的最低运行性能标准”的铱星具体性能参数。

第 6 章 —— “实施指导” 提供了未来铱星卫星航空移动（航路）业务系统性能的指导材料，这些材料主要关注铱星子网。

1.3 背景

1.3.1 国际民航组织的航空通信专家组已经进行了未来的空中航行系统规划，指定了使用卫星通信的基本架构概念，最初包括海洋和遥远的环境，最终包括大洲空域。为航空安全而进行卫星通信方面的进步通过修改

国际民航组织为卫星航空移动（航路）业务制定的标准和建议措施与指导材料来取得，也通过国际民航组织为保证资源得到协调和可用而与其他国际机构之间的互动来取得。

1.3.2 1999 年 3 月，航空通信专家组的前身航空移动通信专家小组在其第六次会议上总结铱星卫星网络广泛地满足为下一代卫星系统而制定的一套接受性标准。这是在 2007 年国际民航组织理事会通过基于更通用性能的卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施之前进行的。

1.3.3 本手册的第一部分提供了对与卫星航空移动（航路）业务相关的国际民航组织的活动与标准和建议措施的详细说明。第二部分提供了铱星网络和国际民航组织各成员国实施指导的技术细节。

1.4 术语

在整个手册中，卫星网络操作提供者可以指铱星、铱星卫星或铱星 LLC 公司。请参考本手册开始部分缩略语和定义对卫星网络操作提供者、卫星通信业务提供者和地面网络业务提供者和其他与铱星卫星航空移动（航路）业务相关术语的完整定义表。

第 2 章

铱星卫星网络

2.1 概览

2.1.1 由 66 个低轨道卫星组成星座的铱星卫星网络是一个全球卫星移动通信网络，完全覆盖了整个地球，包括极地，提供到达和来自于遥远地区的语音和数据服务，这些遥远地区没有其他形式通信可用。

2.1.2 截至 2007 年 2 月，铱星卫星 LLC 公司在全世界有约 175 000 名用户。

2.1.3 铱星卫星于 2000 年 12 月开始提供服务；铱星全球数据服务始于 2001 年 6 月。全球数据服务包括最高速率为 2.4 kbps 的拨号数据，最高速率为 10 kbps 的直接互联网数据，和基于路由器的无限制数字互通连接解决方案 (RUDICS)。2003 年 6 月，铱星卫星网络添加了铱星短突发数据 (SBD) 服务。

2.1.4 铱星卫星在美国佛吉尼亚运行着自己的卫星网络运行中心 (SNOC)，在亚利桑那和夏威夷设立了网关。遥感遥测、跟踪和指挥/控制 (TTAC) 设施设于美国的亚利桑那和阿拉斯加以及加拿大的耶洛奈夫和伊魁特；在挪威的斯瓦尔巴计划建立另外一个遥感遥测、跟踪和指挥/控制设施。铱星卫星备份设施遍布全世界。

2.1.5 铱星卫星 LLC 公司已经与波音公司签署合同以运行、维护和监测其卫星星座。铱星星座、网关设施、测试和开发实验室、遥感遥测、跟踪和指挥/控制设施，以及整体网络和系统良好情况都得到永久监测。

2.1.6 铱星卫星 LLC 公司也和天弘签署了合同以生产其用户设备、卫星手持设备、L 波段收发信机¹ (LBT) 和短突发数据装置。L 波段收发信机和短突发数据装置已经安装在铱星卫星数据单元 (SDU) 中。

2.1.7 卫星和用户设备的系统改进已经进行，以便提供更好的语音质量和性能。多种测试和分析已经表明卫星星座系统的寿命至少维持到 2014 年，制造和发射下一代星座的计划正在制定。

2.2 系统架构

2.2.1 铱星卫星网络是基于卫星的无线个人通信网络的全球系统，遵守移动通信系统标准 (GSM)，为地球上几乎所有地点提供语音和数据服务。

2.2.2 铱星通信系统由三个主要部分组成：卫星网络、地面网络和铱星客户端。铱星网络的设计允许语音和数据被路由到世界上几乎任何地方。语音和数据呼叫从一个卫星接力到另外一个，直到到达包括铱星卫星数据单元的航空器地球站之上的卫星，信号便被接力回地球。

2.2.3 铱星的通信系统的关键元素如图 2-1 所示。

¹ 在本手册第 II 部分，“L 波段”一词特指 1 616~1 626.5 MHz 频段。

空间部分

2.2.4 铱星空间部分使用一个由 66 个运行的低轨道卫星组成的星座，如图 2-2 所示。卫星位于 6 个不同的近极轨道平面上，高度大约为 780 km，环绕地球一圈大概需要 100 min，运行速度大约为 27 088 km/h。每一个平面都均匀分布 11 个工作卫星，当做通信网络的节点。6 个同方向运转的平面之间由 31.6 经度的夹角分隔开，结果导致平面 6 和平面 1 反方向运转部分的夹角为 22 度。在相邻的奇数和偶数平面上卫星间的位置存在卫星间隔一半的偏移。这一星座确保全球的每一个地区在所有时间都至少被一个卫星覆盖。目前还有额外 10 颗在轨备份卫星，随时准备替代在运行中出故障而不能服役的卫星。

2.2.5 每一颗卫星与航空器地球站的通信，包括其卫星数据单元，都通过紧密聚焦的天线波束进行通信，这些天线波束在地球表面形成连续的形状模式。每一颗卫星为用户链路使用三个相控阵的天线，每一个都包含一组传输/接收模块。每一个卫星的相控阵的天线产生 48 个点波束，如图 2-3 配置中安排的那样，这些点波束覆盖着直径约为 4 700 km 的圆形区域。这些组设计用于通过在 1 616~1 626.5 MHz 频段内通信来提供用户链路服务。

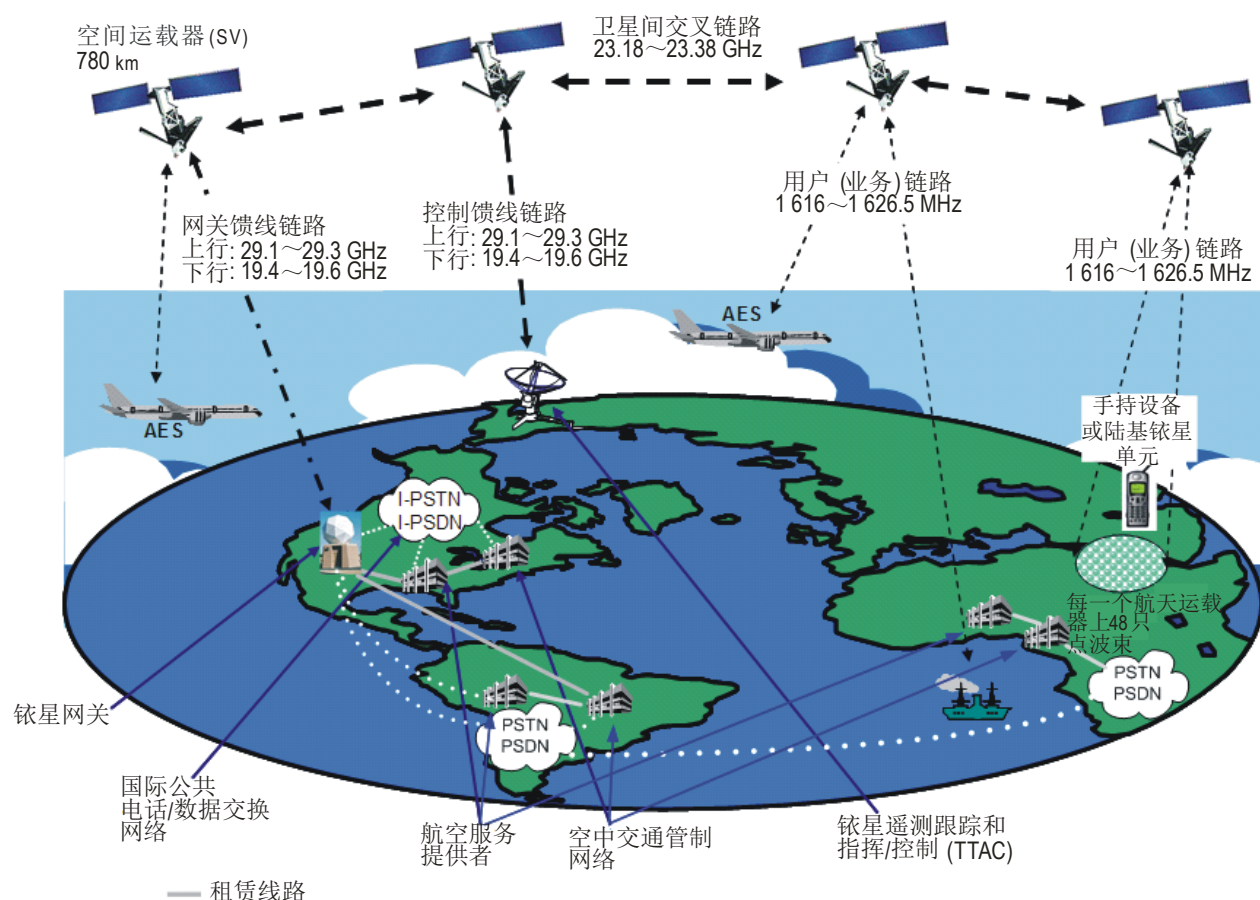


图 2-1 铱星 AMS(R)S 业务的关键元素

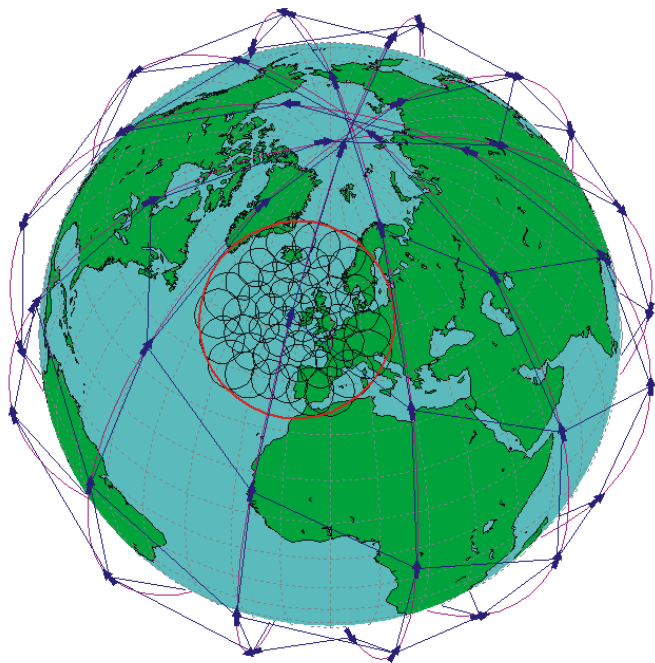


图 2-2 铱星 66 颗卫星星座

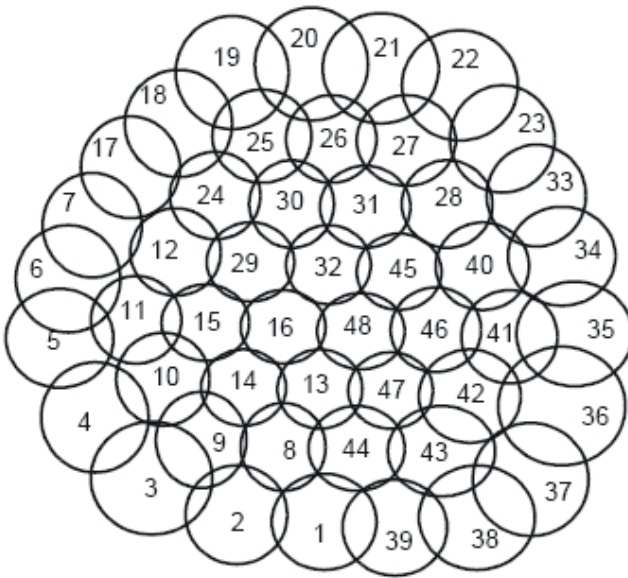


图 2-3 铱星点波束配置

2.2.6 由于铱星卫星的近极轨道（通常指航天运载器或卫星），导致随着卫星纬度的增加，卫星之间的距离会越来越远，如图2-2所示。这种轨道运动，导致在卫星接近地极时相邻卫星覆盖的重叠逐渐增加。通过选择性地停止每一颗卫星的外圈点波束在高纬度维持着不断在各卫星之间共担载荷。这种波束控制也导致了卫星间干扰降低，因为重叠覆盖，增加了高纬度可用性。

2.2.7 铱星卫星网络整体架构包括了一定的特性，这些特性允许与用户设备的空间部分通信链路被从一个波束转移到另外一个，当卫星穿过用户所在地的时候允许从一颗卫星转移到另外一颗卫星。这种转移对用户是透明的，即使是在实时通信时。

2.2.8 每一颗卫星有4个交叉链路天线，以便为它与处于同一轨道平面上的自己之前和之后的两颗卫星进行通信和路由交通，以及与同一方向轨道平面上相邻卫星进行通信和路由交通。这些卫星间的链路的工作频率约为23 GHz。卫星间的联网是铱星卫星网络的一个重大技术特点，这提高了系统的可靠性和能力，并且将用于提供全球覆盖所需的网关或地面地球站的数量降低到1个，并有冗余备份开关、处理器和一个物理上与主地面地球站分隔开的地面终端台站。

地面部分

2.2.9 地面部分由系统控制部分和连接地面电话/数据网络的铱星网关组成。

2.2.10 系统控制部分是铱星系统的中央管理部件。它为卫星星座提供全球运行支持和控制服务，将卫星跟踪数据发送到铱星网关，还执行终止电文服务的控制功能。

2.2.11 系统控制部分包含三个主要部件：4个遥感遥测、跟踪和指挥/控制点，支持运行的网络和卫星网络中心。系统控制部分、卫星和网关之间主要通过整个卫星星座的控制馈线链路和卫星间交叉链路来连接。

2.2.12 铱星网关提供呼叫处理和控制活动，如用户验证和所有呼叫的控制接入。网关将铱星卫星网络和地面通信网络进行连接，如地面公共交换电话网（PSTNs）和公共交换数据网（PSDNs），它通过陆基天线与卫星上的网关馈线链路天线进行通信。网关也可以用做航空电信网的一个网关，将来自于航空器上航空电信网消息转发至所要求的空中交通指挥或航空公司航务管理通信单位，或者进行反向操作。网关包括一个在呼叫处理活动中使用的用户数据库，如用户验证；保持所有通信的记录；并可伴随记录呼叫细节并计费。

2.3 信道分类

2.3.1 铱星每一个通信信道包括一个时隙和载频。系统提供的信道可以分为两大类：系统开销信道和承载服务信道。承载服务信道包括业务信道和电文信道，而系统开销信道包括环形预警信道、广播信道、采集和同步信道。一个特定时隙和频率结合体可被用做数种类型的信道，取决于每一瞬间的什么具体活动是适当的。每一个时隙和频率结合体在一个时间只被用于一个目的。图2-4说明了铱星信道类型的层级关系。铱星航空业务只使用图2-4显示出的信道类型。

2.3.2 在下面的讨论中，“信道”一词始终指一个时隙和频率结合体。“频率”或“频率获取”一词指单个信道上的具体无线电频率。

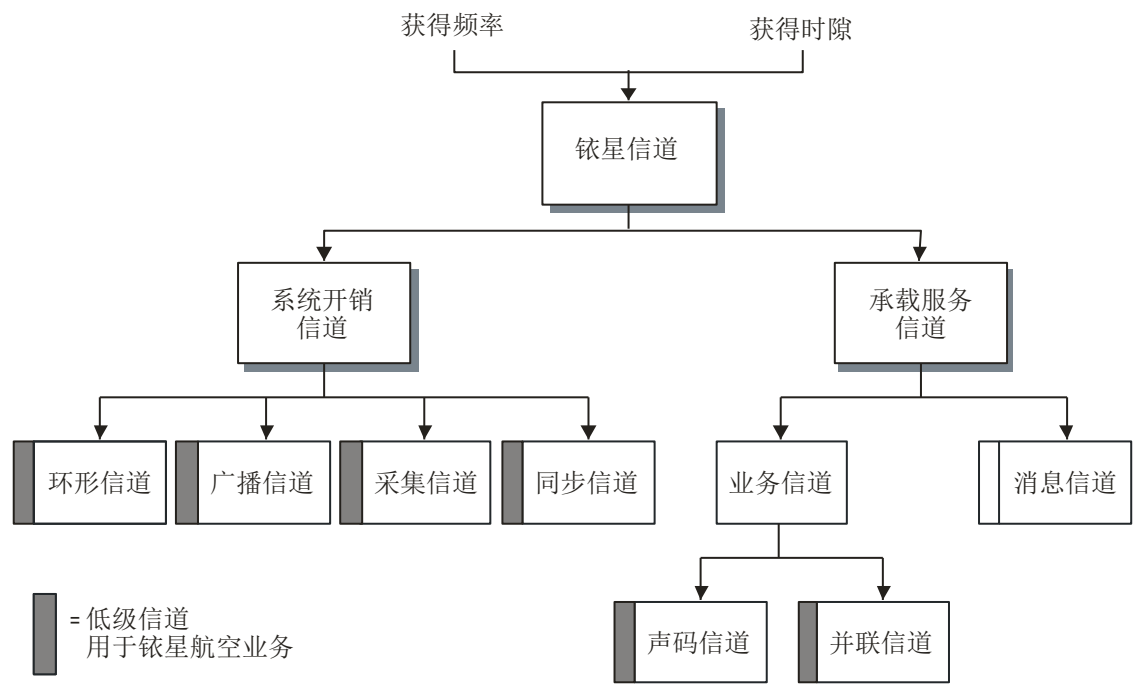


图 2-4 铱星信道等级结构体系

开销信道

2.3.3 铱星卫星网络有四个开销信道：1) 环形信道；2) 广播信道；3) 采集信道；和4) 同步信道。

2.3.4 环形信道是一个将环形预警电文发送给用户单元的、仅有下行链路的信道。其下行链路频率进行全球指配，以便让全世界都知晓这一相同频率。环形信道使用时间分隔在单个帧内将环形预警电文发送到多个用户单元。

2.3.5 广播信道是用于支持采集和移交过程的下行链路信道。这些信道在它们试图传输一项采集指令之前向卫星数据单元提供频率、定时和系统信息。此外，广播信道提供确认采集要求和进行信道指配的下行链路电文。最后，广播信道用于实施选择性的采集阻止，以便预防当地系统负载过量。

2.3.6 采集信道是个人用户设备传输一项采集要求、仅有上行链路的信道。这些信道用于时隙ALOHA随机接入过程。采集信道的时间和频率容错率要大一点，以便允许初始频率和定时的不确定性。卫星数据单元通过监测广播信道确定哪一个采集信道是启动的。

2.3.7 同步信道是一个双向信道，卫星数据单元在运行开始业务信道之前，利用同步信道来实现与卫星最终的同步。和同步过程完成后卫星数据单元将要占据业务信道一样，同步信道占着与业务信道相同的物理信道时隙和频率接口。在同步过程中，卫星测量上行同步突发链路不同的到达时间和不同的到达频率，并在下行同

步突发链路中向卫星数据单元发出修正信息。一个同步信道被卫星指配给一个卫星数据单元。同步程序通过卫星数据单元传输一个经由卫星测量与指配信道相关的时间和频率错误的上行链路突发完成。卫星通过下行链路为最近的上行链路突发发送时间和频率修正。这一过程不断重复，直到卫星判定卫星数据单元传输时间和频率在业务信道的容许范围之内为止。当完成这一过程时，卫星传输一个电文来启动卫星数据单元和为业务信道运行重新配置信道。

承载服务信道

2.3.8 铱星用户链路提供两种基本类型的承载服务信道：业务信道和电文信道。

2.3.9 电文信道支持仅有单个电文服务的下行链路。这种服务将数字和文字电文信息携带到电文终端中，如铱星手机。铱星航空业务没有使用单个电文服务。

2.3.10 业务信道支持包括便携移动电话和多种双承载数据服务的双向服务。每一个业务信道包括相关上行链路和下行链路信道。一个双向用户对指配的信道享有专用，直到服务终止或直到转交到其他信道。

2.4 信道多路技术

2.4.1 信道在铱星卫星网络中使用基于时分双路的混合时分多址/频分多址 (TDMA/FDMA) 框架，时分双路使用了90 ms框架。通过实施可接受的共用信道干扰限制，信道被复用于不同的地理地点。一个信道指配包括一个频率载波和时隙。

时分多址框架结构

2.4.2 时分多址的基本单元是时隙。图 2-5 显示出时隙被在时分多址帧内的组织结构。框架包括一个20.32 ms 单一的下行链路时隙，紧接着是4个8.28 ms 上行链路时隙和4个下行链路时隙，它们提供双信道能力。时分多址帧也包括各种预警时间，以便允许硬件设立和提供上行链路信道运行的公差。

2.4.3 单时隙只支持下行链路、环形和电文信道。采集、同步和业务信道使用上行链路时隙。广播、同步和交通信道使用下行链路双时隙。

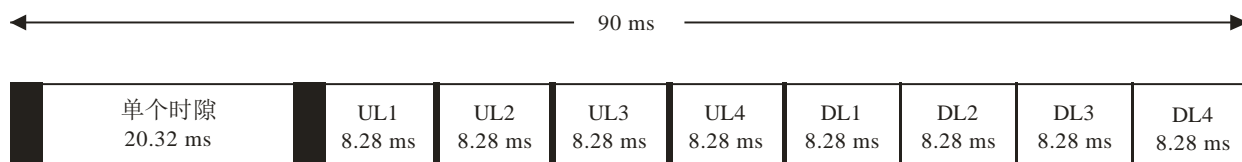


图 2-5 铱星时分多址结构

2.4.4 每一帧时分多址在信道突发调制率为25 ksps时有2 250个符号。一个2 400 bps业务信道每一帧使用一个上行链路和一个下行链路时隙。

频分多址频率计划

2.4.5 频率频分多址结构中的基本单位是占据41.667 kHz带宽的频率地址。每一个信道使用一个频率地址。频率地址被分为双信道频段和单个信道频段。双信道频段进一步分为子频段。

双信道频段

2.4.6 双信道使用的频率地址进一步划分为子频段，每一个子频段包括8个频率地址。因此每一个子频段占据333.333 kHz (8×41.667 kHz) 带宽。在双信道运行中，铱星卫星网络最多能够运行30个子频段，总计包含240个频率地址。表2-1表明这30个子频段的频段边沿。铱星的现有频段使用包括子频段8~30。

2.4.7 当存在足够空间分隔以避免干扰时，铱星卫星网络从一个波束到另一个波束重复使用双信道。信道指配被限制，这样干扰就被限于可接受的水平。重复使用配对是双信道的最小群，这些信道可以被指配给一个天线波束。重复使用配对单元包括一个上行链路重复使用单元和一个下行链路重复使用单元。重复使用单元包括一个子频段的一个时隙和 8 个连续的频率地址，共计 8 个信道。频率地址的号码从 1 到 8，频率由低到高。

表 2-1 子频段频率划分

子频段	下边沿 (MHz)	上边沿 (MHz)
1	1 616.000000	1 616.333333
2	1 616.333333	1 616.666667
3	1 616.666667	1 617.000000
4	1 617.000000	1 617.333333
5	1 617.333333	1 617.666667
6	1 617.666667	1 618.000000
7	1 618.000000	1 618.333333
8	1 618.333333	1 618.666667
9	1 618.666667	1 619.000000
10	1 619.000000	1 619.333333
11	1 619.333333	1 619.666667
12	1 619.666667	1 620.000000
13	1 620.000000	1 620.333333
14	1 620.333333	1 620.666667

子频段	下边沿 (MHz)	上边沿 (MHz)
15	1 620.666667	1 621.000000
16	1 621.000000	1 621.333333
17	1 621.333333	1 621.666667
18	1 621.666667	1 622.000000
19	1 622.000000	1 622.333333
20	1 622.333333	1 622.666667
21	1 622.666667	1 623.000000
22	1 623.000000	1 623.333333
23	1 623.333333	1 623.666667
24	1 623.666667	1 624.000000
25	1 624.000000	1 624.333333
26	1 624.333333	1 624.666667
27	1 624.666667	1 625.000000
28	1 625.000000	1 625.333333
29	1 625.333333	1 625.666667
30	1 625.666667	1 626.000000

2.4.8 表2-2列出了每一个复用单元中8个频率地址中每一个的下边沿、上边沿和中心频率。这些频率与表2-1中定义的子频段的下边沿相关。

2.4.9 复用单元配对可以在每一个时分多址帧开始时被指配给波束、重新指配或启动/停止。可以使用动态波束指配和重新分类，以便向有很重业务负载的波束提供额外容量。

表 2-2 复用单元频率地址

频率获取 号码	下边沿频率 (kHz)	上边沿频率 (kHz)	中心频率 (kHz)
1	0.000	41.667	20.833
2	41.667	83.333	62.500
3	83.333	125.000	104.167
4	125.000	166.667	145.833
5	166.667	208.333	187.500
6	208.333	250.000	229.167
7	250.000	291.667	270.833
8	291.667	333.333	312.500

单信道频段

2.4.10 一个 12 频率地址的频段被预留给单（环形预警和电文发送）信道。在 1 626.0 MHz 到 1 626.5 MHz 之间，在全球分配了 500 kHz 给这些信道。这些频率地址仅仅用于下行链路信号，它们是唯一可以在单时隙中传输的频率。如表 2-3 所示，4 个电文发送信道和一个环形预警信道在单时隙中可用。

表 2-3 单频率划分

信道号码	中心频率 (MHz)	划分
1	1 626.020833	防护信道
2	1 626.062500	防护信道
3	1 626.104167	第四电文发送
4	1 626.145833	第三电文发送
5	1 626.187500	防护信道
6	1 626.229167	防护信道
7	1 626.270833	铃声预警
8	1 626.312500	防护信道
9	1 626.354167	防护信道
10	1 626.395833	第二电文发送
11	1 626.437500	主要电文发送
12	1 626.479167	防护信道

2.5 L波段 (1 616~1 626.5 MHz) 传输特性

信号格式

2.5.1 铱星卫星系统中所有L波段上行链路和下行链路传输采用25 ksps（千样每秒）四相相移键控调制变差，并按40%平方根升余弦突发整形。所使用的四相相移键控变差包括不同编码（DE-QPSK）和二相相移键控（BPSK），二相相移键控被当做四相相移键控的一种特殊情况。图2-6说明了相关频分多址的频率特点。

2.5.2 上行链路和下行链路业务数据所使用的调制结构包括差异化的解码，以允许解调器快速采集相位，并在由于链路的损耗造成瞬间锁相丢失的情况下，解决相位模糊。

2.5.3 下行链路业务、广播、同步、环形预警和电文发送信道都使用有40%平方根升余弦突发整形的DE-QPSK调制。在任何情况下，突发传输率是25 ksps，提供的突发数据率为50 kbps。

2.5.4 上行链路业务信道使用有40%平方根升余弦突发整形的DE-QPSK调制，使用的突发传输率为25 ksps或50 kbps。上行链路采集和同步信道都使用有40%平方根升余弦突发整形的DE-BPSK，使用的突发传输率为25 ksps或25 kbps。使用二相相移键控是因为它提供一个3 dB的链路优化，这可以提高突发采集概率。

2.5.5 一些信令，控制和业务应用实施纠错编码以提高链路bit误码率，其特点针对具体业务和信令电文应用定制。声码器算法提供它自有的交错和前向纠错。在对链路授予进入和实施控制的多数行政传输实施它们自己的内部纠错和交错。

2.5.6 链路协议不对用户产生且在负载中传输的数据提供前向纠错。这样的数据通过一个在每一个业务突发当中都传输、包含一个数据载荷（和语音载荷形成对照）的24 bit 帧检查传输序列进行保护，因而没有传输错误。如果帧检查序列不能验证载荷数据被正确接收，L 波段协议就会由于通过铱星网络框架的重新传输而产生错误。

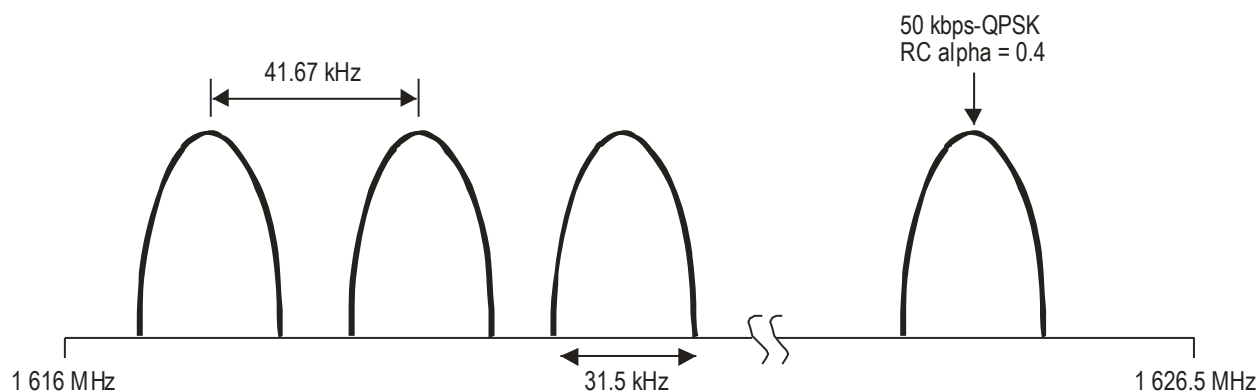


图 2-6 频分多址频率计划

不能满足帧检查序列的载荷数据和错误信息等，不会被传输到终端用户。因此，导致在信道bit误码率增加的信道质量的下降，将会造成重新传输数量的增加和对应向终端用户提供的用户生成bit数量的下降。铱星数据服务已经被设计能提供最小总量为2 400 bps的用户产生的数据。

2.5.7 业务信道使用自适应功率控制，如下面的讨论内容所述，功率控制将用于限制超越的适当语音和数据质量要求的功率传输。

功率控制

2.5.8 L波段链路被设计成bit误码率为0.02的门限信道，该信道足以支持语音业务。这一水平是在清晰视线条件下的6.1 dB中的 $E_b/(N_o+I_o)$ 上实现的。基本铱星卫星网络将在这一水平之上一个平均链路余度为15.5 dB运行，因为这是要求降低由于因瑞利多径衰落和在城市环境中手持电话运行的典型遮挡而产生的衰减。在良好的信道条件下，这一限值通过自适应功率控制来降低。即使在自适应功率控制中，由于太短时间而得不到功率控制补偿的原因，链路限值依旧要为了减缓衰落作余量。

2.5.9 自适应功率控制应用一个闭合回路算法，其中空间运载器和航空器地球站接收器根据每bit噪声功率谱密度 (E_b/N_o) 测量接收到的能量，控制发信机以便将它们的传输能量调整到维持高链路质量所需的最低值。当整个可用链路限值余量未被要求缓解信道条件，自适应功率控制有降低系统功率消耗的效果。这与用于语音和数据传输的功率控制算法之间有很小的差别。对于数据传输，算法是基于高功率限值，并且不应用自适应功率控制，以便确保低信道bit误码率和较高的用户吞吐量。

2.6 呼叫处理

2.6.1 铱星卫星网络中的呼叫处理包括采集、接入、注册和自动注册、电话技术和转交。

采集

2.6.2 采集是获得铱星卫星网络服务的第一步。这是在卫星和卫星数据单元之间建立通信链路的过程。一个卫星数据单元的采集，必须在铱星卫星网络上进行注册、建立呼叫、回答呼叫终结或者发起服务。

2.6.3 为了进入铱星卫星网络，一个用户单元必须经过采集序列。采集中的第一步是完成帧时间序列，确定正确的下行链路时隙和侦测接收到信号的多普勒频移。接着，卫星数据单元必须预先纠正传输的信号，这样在卫星上接收到的信号可以到达正确的接收时间窗口，并至多有一个小多普勒偏移。

2.6.4 为了采集系统，一个卫星数据单元转向其接收器，并采集卫星数据单元所处的波束中的卫星广播信道传输。环形信道包括每一个波束的广播时间/频率，卫星数据单元可以根据这些来决定使用哪一个信道。如果采集被允许，解码的卫星广播 (广播采集信息电文) 便指向卫星数据单元；这是通过采集类控制进行的。作为网络容量或一些其他系统限制的结果，采集拒绝可能会发生。如果网络允许采集，卫星数据单元提取波束 ID，并选择随机采集信道。

2.6.5 卫星数据单元根据波速ID评估多谱勒的偏移，并预测上行链路的定时。它预先纠正其时间和频率，接着在采集信道上传输一系列的突发（采集请求电文）到卫星。直到收到卫星数据单元的采集请求电文之后，卫星才计算所接收到信号的时间和频率错误。它之后发送一个信道指配电文到卫星数据单元，同时伴有时间和频率纠正。

2.6.6 当每一个在上行链路采集信道上的传输结束之后，卫星数据单元解码广播信道，并进行检查以确认其请求（信道指配电文），确保其采集类仍旧是被系统所允许的。当请求之后没有接收到确认时，卫星数据单元在随机时间间隔之后在随机采集信道上重复其请求。这将采集卫星数据单元和其他试图使用采集信道的卫星数据单元之间的冲撞数量降低到了最小。

2.6.7 在接收到信道指配电文之后，卫星数据单元迅即转到新的同步信道，并通过向卫星发送同步检查电文确认这一变化。卫星测量接收到突发的时间和频率偏移错误，并以同步报告电文回应。同步报告电文包含一个同步状态信息元素。如果时间和频率错误在业务信道运行的容许范围之内，卫星将设定同步状态为“同步正常”。如果卫星在同步状态信息元素中发出一个重复突发信号，卫星数据单元调整其时间和频率，并重新传输一个同步检查电文。如果同步报告电文中，卫星发送了“同步正常”的信息，卫星数据单元通过发送一个同步检查电文来确认收到卫星的信息，并等待卫星的同步/流量开关信息。直到接收到同步/流量开关信息，卫星数据单元跳出采集过程，并启动接入过程。卫星接着将同步信道转换成业务信道。

采集控制

2.6.8 在一些特殊情况下，可能有必要预防用户的采集企图。这种情况可能会在紧急状态或者在波束过载时出现。在这些情况下，广播信道根据人群确定哪一个卫星数据单元可以进行采集。所有用户都是随机分配的十分之一的群体成员，这10个群体被编为采集类0到9。用户设备从初次提供时经过编程的用户信息模块（SIM）卡读取采集类。此外，用户可能是一个或更多特别分类的成员（采集类11到15），其同时也被保留在卫星数据单元中。根据下述采集类，系统提供控制用户对系统的采集能力：

- 15. 铱星LLC公司使用；
- 14. 航空安全业务；
- 13. 保留；
- 12. 保留；
- 11. 火灾、警察、救援机构；
- 10. 紧急呼叫；
- 0-9. 常规用户（随机分配）。

2.6.9 使用采集类使得网络运营商可以预防采集或业务信道过载。这些类的任何数字可能会被禁止试图在任何时刻进行采集。如果用户是对应着允许类的至少一个采集类成员，卫星数据单元就继续进行采集。

接入

2.6.10 接入过程决定着地球固定经纬度中定义的卫星数据单元相对于服务控制区 (SCA) 的位置。根据发现卫星数据单元所在的控制服务区和卫星数据单元服务提供者的身份 (卫星通信服务供应者), 对于是否允许服务和应该用哪一个网关提供服务的决定就被做出。这一过程在采集之后会立即启动。

2.6.11 位置信息可能由卫星数据单元根据外部来源 (如航空器导航系统) 进行报告, 或者由接入功能中包含的地理位置功能来确定。

注册和自动注册

2.6.12 注册是卫星数据单元将其位置报告给系统的过程, 要求在采集和接入之前完成。作为移动性管理的一部分, 注册过程允许网络保持一个漫游用户位置估计。当打进呼叫可以用时 (即为移动终止的呼叫“敲响”一个卫星数据单元), 位置估计就可以使得网络通知用户。卫星数据单元必须在为其位置服务的网关中进行注册, 以便启动或终止一个呼叫。一个卫星数据单元注册的发生归因于下列五项之一:

1. 卫星数据单元当前包含一个无效的临时的移动用户识别 (TMSI) 码或位置区域识别码;
2. 当前分配给一个卫星数据单元的移动用户临时识别码过期;
3. 在新位置进行一个呼叫终止或发起, 卫星数据单元被系统告知重新注册;
4. 移动用户发起一个手动卫星数据单元注册程序;
5. 卫星数据单元当前位置超出了上次注册点的重新注册距离。

2.6.13 在采集和接入之后用于卫星数据单元注册的程序 (位置更新) 是全球移动通信系统程序。

2.6.14 自动注册指仅在需要时一个卫星数据单元在网络中重新注册的能力。当该卫星数据单元知道其当前位置超出了自己最后一次注册点的一定距离后, 它将在系统中自动重新注册。为了做出这样的决定, 卫星数据单元根据正在经过卫星环形信道收集的信息被动地估计其位置和位置错误。

电话技术

2.6.15 电话技术是一个在两个电话使用者之间建立连接, 并在通话结束时断开连接的过程。对于移动终止的呼叫, 电话技术也包括一个拨入电话对卫星数据单元的预警过程。

2.6.16 支持电话技术的功能在卫星数据单元、卫星和网关部分之间进行分配。功能被划分成类似程序的小组。卫星数据单元支持一套用于在系统中各个组成部分之间进行通信的协议。为了减少单个组成部分的复杂程度, 这些协议被划分成类似功能的小组。相应的划分在图 2-7 中表示。

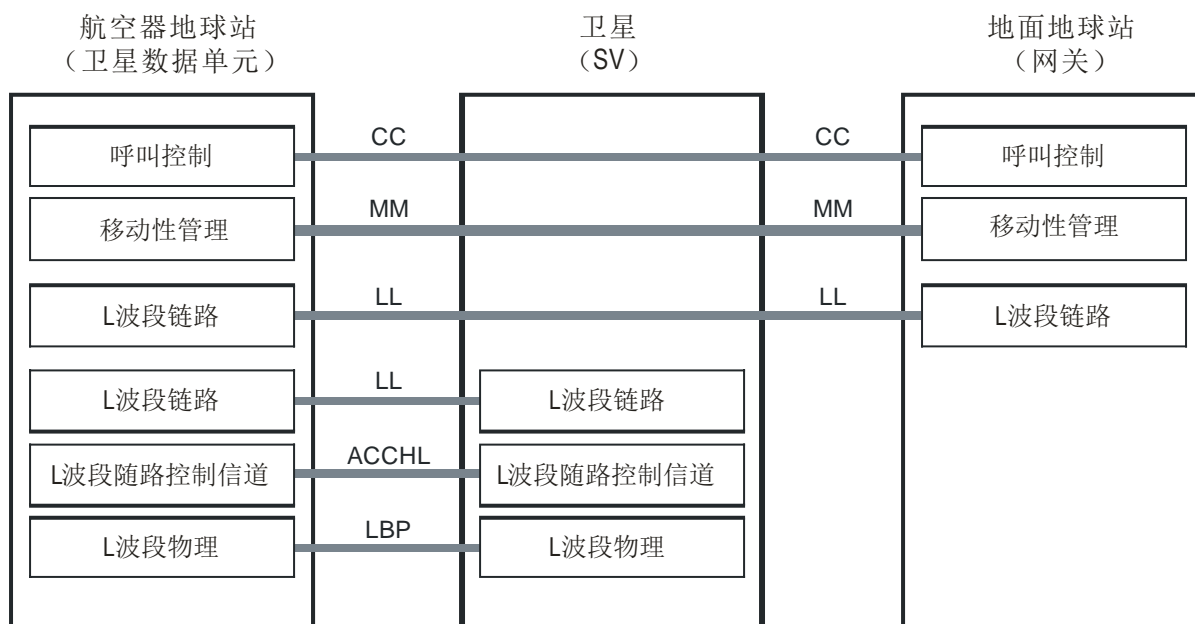


图 2-7 协议划分

2.6.17 卫星数据单元支持的五个协议划分：

1. 呼叫控制 (CC);
2. 移动性管理 (MM);
3. L 波段链路 (LL);
4. L 波段物理 (LBP);
5. L 波段随路控制信道 (ACCHL)。

呼叫控制：呼叫控制划分等同于全球移动通信系统标准中的呼叫控制。这包括移动交换中心到移动用户 (MSC-MS) 在全球移动通信系统移动无线电接口呼叫控制子层的信令和标准全球移动通信系统交换子系统中相关的程序与一般电话呼叫控制能力。

移动性管理：移动性管理分类和全球移动通信系统中的移动性管理类似。这包括MSC-MS在全球移动通信系统移动无线电界面移动性管理子层中的信令和相關程序，同时还有支持它的移动应用部分。

L 波段链路：L波段链路控制提供控制和监测空中信道的能力，决定接入优先权，更新系统可编程的数据，并建立和释放连接。

L 波段链路负责与移动发起或终止的呼叫过程的相关信令，提供和铱星网络接口部分相关的信令程序。此外，L 波段链路实时控制着 L 波段链路中的无线电资源管理，如分配和维护 L 波段资源和转交程序。

L波段物理：L波段物理表示卫星和卫星数据单元之间存在的控制接口层。和L波段随路控制信道不一样，L波段物理的主要鲜明特点是L波段物理传输电文不需要担保。以这种方式传输的电文是环形预警、定向电文、广播信道电文发送、转交候选、转交候选单和多普勒/时间/功率控制修正。

L波段随路控制信道：L波段随路控制信道传输协议被用在卫星和卫星数据单元之间的需要通过L波段业务信道突发传输数据的所有授权上。L波段随路控制信道协议允许与其他协议共享业务信道突发。L波段随路控制信道的逻辑信道是双向的，使用一部分上行链路和下行链路业务信道、信道控制单元和卫星与卫星数据单元之间的有效载荷空间。业务信道在下一部分阐述。L波段随路控制信道协议将在L波段随路控制信道的逻辑信道上传输大小可变的电文，被用于保证卫星和卫星数据单元之间的电文传输。当出现对物理层资源的竞争时，L波段随路控制信道只依赖L波段物理确定接入物理层。

转交

2.6.18 在地球低极轨的铱星卫星都有很强的方向性指向天线，提供卫星数据单元的铱星系统接入。这些天线都配置有投射到地球表面的发射的多波束。连接卫星数据单元和其他卫星的这些波束具有快速移动得能力。转交是自动将一个呼叫从一个波束转交到另外一个波束（或者有时候在一个波束之内）的过程，以避免用户或卫星在这种高速移动环境中造成的负面影响，三种情况要求转交。首先，当卫星数据单元相对于卫星数据单元（卫星间）运动时，卫星数据单元必须在卫星之间转交。第二，当波束模式相对于卫星数据单元（卫星内）运动时，卫星数据单元必须在一个卫星的波束之间转交。最后，为频率管理和减少干扰（波束内），卫星数据单元必须在波束中转交给另外一个信道。尽管铱星系统可能会强制进行转交，但转交过程主要还是由卫星数据单元发起。

2.6.19 随着一颗卫星的移走（例如，运动出可视区）和另一颗卫星的到来（例如，进入可视区），卫星数据单元必须从当前卫星（信号减弱的卫星）转向新卫星（信号增强的卫星）。这种卫星间的转交在电话呼叫中平均约每五分钟进行一次。它可能被每隔五秒钟或长达十分钟启动一次，取决于链路的几何形状。

2.6.20 随着卫星从赤道运动到极地，相邻卫星之间的实际距离就会缩小到几千米，接着随着卫星再次到达赤道就增加到数千千米。为了避免无线电干扰，随着卫星接近极地时，卫星覆盖区边缘的波束被关闭，在接近赤道时再开启。此外，相同的无线信道永远不会在一个卫星上的相邻波束或邻近卫星间上使用。因此，当卫星及其波束通过时，卫星数据单元必须经常转入新波束。这种卫星内的转交在一个呼叫中大约每50秒钟发生一次。

2.6.21 随着卫星间几何形状的改变，无线电信道必须在波束之间重新分配以避免干扰。这一过程可能导致一个卫星数据单元被转交给同一波束中的不同信道。这就叫做波束内转交。一个卫星数据单元也可以要求进行波束内转交以降低干扰。如果铱星系统发现分配变化出现在没有足够信道支持当前用户数量时，卫星将询问志愿者转交到其他波束中，这样呼叫将不会在资源发生变化时丢失。在这些情况下进行的转交叫做志愿转交。志愿转交可能会导致两种要求转交情形之一，即卫星间或卫星内的转交，但是都是通过卫星数据单元（在铱星系统的要求下）启动，而不是通过铱星系统本身启动。

2.7 语音和数据业务信道

2.7.1 业务信道在空间运载器和用户设备之间提供了两路连接来支持铱星服务。这些信道传输系统语音和

数据服务，并传送信令数据，这些数据是维持连接与控制服务的必要条件。

2.7.2 上行链路和下行链路业务信道使用相同的突发结构。每一个突发时长是8.28 ms，包含414个信道比特。突发分为四个主要数据域：前置码、独特码、链路控制码和载荷空间。前置码和独特码在接收解调器中用于突发采集。前置码和独特码模式对于上行链路和下行链路是不同的。链路控制码提供了一个非常低的数据率信令信道，该信道用于支持链路维护、随路控制信道和转交。载荷空间布置携带任务数据和信令电文的主要业务信道。

2.7.3 链路控制码域提供一个低速率的信令信道，该信道用于用户链路控制。上行和下行业务信道使用相同的链路控制码格式。链路控制码用于支持随路控制信道传输协议的链路维护、转交和确认/否定确认 (ACK/NAK)。链路控制码域被前向纠错 (FEC) 码保护。

2.7.4 业务信道载空间域提供主要业务信道。这一空间载有任务数据和任务控制数据。这一空间支持信道的比率为3 466.67 bps。典型的纠错编码和其他总开销功能提供一个信道，该信道名义信息总量为2 400 bps。

2.7.5 任务数据可能是声码话音数据或者数据服务。对于话音服务，专有的铱星声码使用前向错误纠正以确保良好的（根据对基本语音电话呼叫的意见评分，其中1分为差，5分为很好，好大约是4）或足够的、高质量的声码式话音性能用于铱星通信信道。对于数据服务，L波段传输使用一个帧检查序列提供至关重要的无误数据传输服务。

2.7.6 卫星数据单元和回路转换信道建立/停止的基本分界，是通过在调制解调器层面使用铱星AT命令集²。一些铱星数据服务也提供额外的详细精确服务接口以便促进用户接入。总之，铱星通信信道呈献给终端用户的是一个高效和可靠的数据传输。

2.8 铱星数据服务 —— 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案和短突发数据

铱星基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务

2.8.1 铱星基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务是一个在铱星卫星网络中，为回路交换数据呼叫而增强网关的终止或发起能力。基于路由器的无限制数字互通连接解决方案为各种端到端的数据应用或解决方案提供一种优化的数据连接服务。

2.8.2 在传统公共电话交换网络回路交换数据连接或移动到移动数据解决方案中，使用基于路由器的无限制数字互通连接解决方案作为数据解决方案的一部分有四个关键好处：

1. 减低模拟调制解调器的序列时间，因此连接建立时间会更快；
2. 提高了呼叫连接质量、可靠性和业务量最大化；

² Hayes 命令集，一种具体编程语言，最初为在电话线上运行的调制解调器而开发，也被称作 AT 命令，AT 是英文 attention 的缩写。

3. 独立协议；
4. 移动始发 (MO) 和移动终止 (MT) 的呼叫都被设定为同一速率。

2.8.3 远程应用使用AT命令控制具备进行回路交换数据能力的卫星数据单元。图2-8表示一个移动发起的数据呼叫的建立过程。铱星将基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器号码预先指配给卫星通信服务提供者，通信服务提供者将这些号码再指配和提供给客户。远程应用会拨打客户已经被指配的基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器号码，这一号码通过与基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务到电话交换来实现呼入连接。每一个卫星数据单元都使用所拨打的基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器号码的呼叫线路识别进行验证。一旦经过验证，呼叫就被通过地面连接路由到针对客户的互联网协议 (IP) 地址和端口。基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务支持下述服务传输类型：传输控制协议/互联网协议 (TCP/IP) 封装，点对点协议 (PPP) 和多链路点到点协议 (MLPPP)。

2.8.4 主机应用可以通过打开到基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器的Telnet会话进行移动终止呼叫。一旦经过验证，一系列的AT命令就被用于连接远方卫星数据单元和建立回路交换的数据呼叫。移动终止的接入必须具体在初始配置和建立的时候进行要求。铱星网关和终端用户主机服务器的连接可以通过几个选项进行，包括：

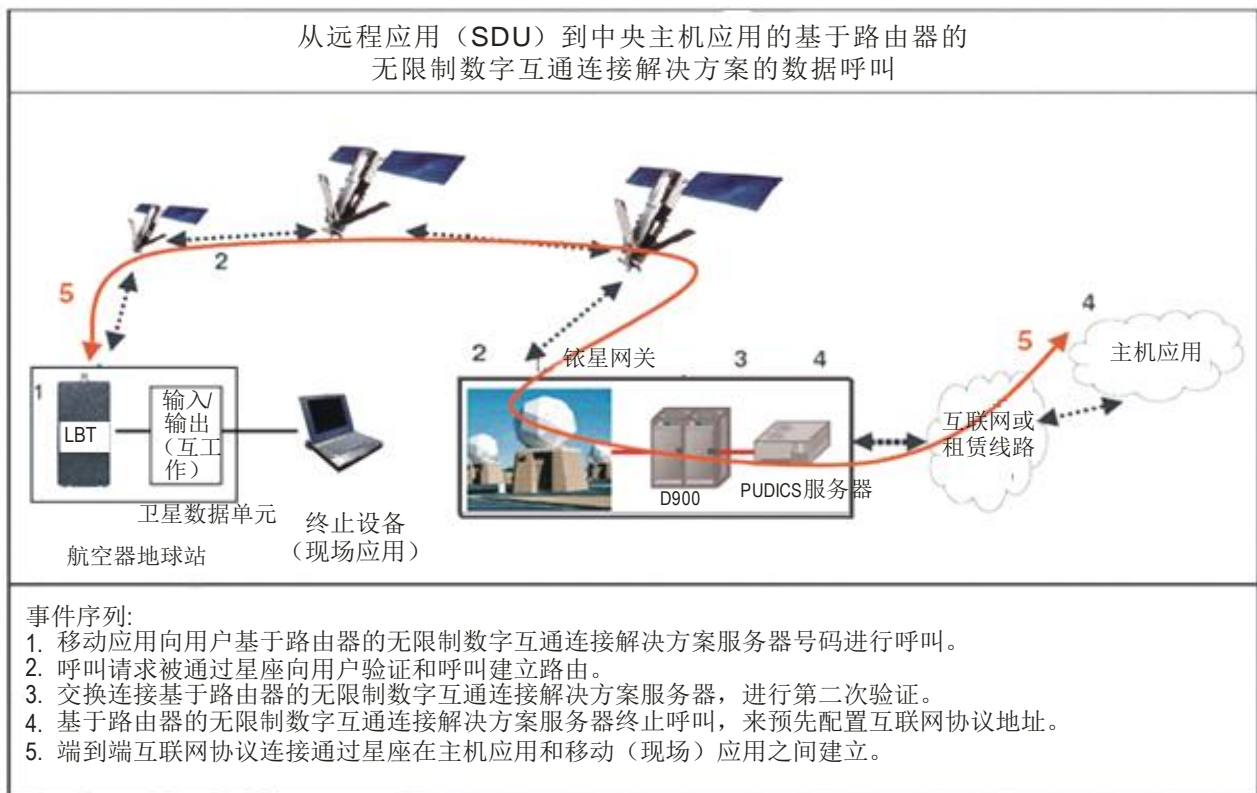


图 2-8 铱星基于路由器的无限制数字互通连接解决方案移动发起数据呼叫建立

- 互联网；
- 互联网与虚拟专用网络；
- 私人租赁的线路，如：
 - 帧接力；
 - T1/E1租赁线路。

2.8.5 此外，基于路由器的无限制数字互通连接解决方案的能力决定多链路点对点协议的能力。这就是多个卫星数据单元同时被用于传送数据的情况，数据可以通过一个 $N \times 2\,400$ bps的点对点协议连接进行传送。

铱星短突发数据服务

2.8.6 铱星短突发数据服务是一个卫星网络在（数据）终端设备（TE）和中央主机计算系统传输短数据电文的能力。一个移动台始发短突发数据电文可以占用最大1 960字节。一个移动终止电文可以占用1 890字节。

2.8.7 图2-9表明铱星系统的短突发数据服务的架构，图2-10描述了移动始发呼叫的建立过程。最初的短突发数据服务向短突发数据子系统提供的电子邮件地址发送短突发数据电文。更新的短突发数据服务增加了直接互联网协议能力，以允许短突发数据电文直接被发送给短突发数据子系统临时提供的互联网协议插槽。对于一项移动终止应用，一个短突发电文由主机通过互联网或租赁线路发送给短突发数据子系统。接着一个环形预警告由短突发数据子系统发送给寻址的卫星数据单位，以通知其有新电文的到来。卫星数据单元接着向短突发子系统发起一个移动始发的呼叫以接下这一电文。

2.8.8 在回路交换语音呼叫建立过程的接入阶段，由于短突发数据电文使用铱星信令传输，它就具有额外前向纠错保护以及空中，空中以外打包传输服务的好处。

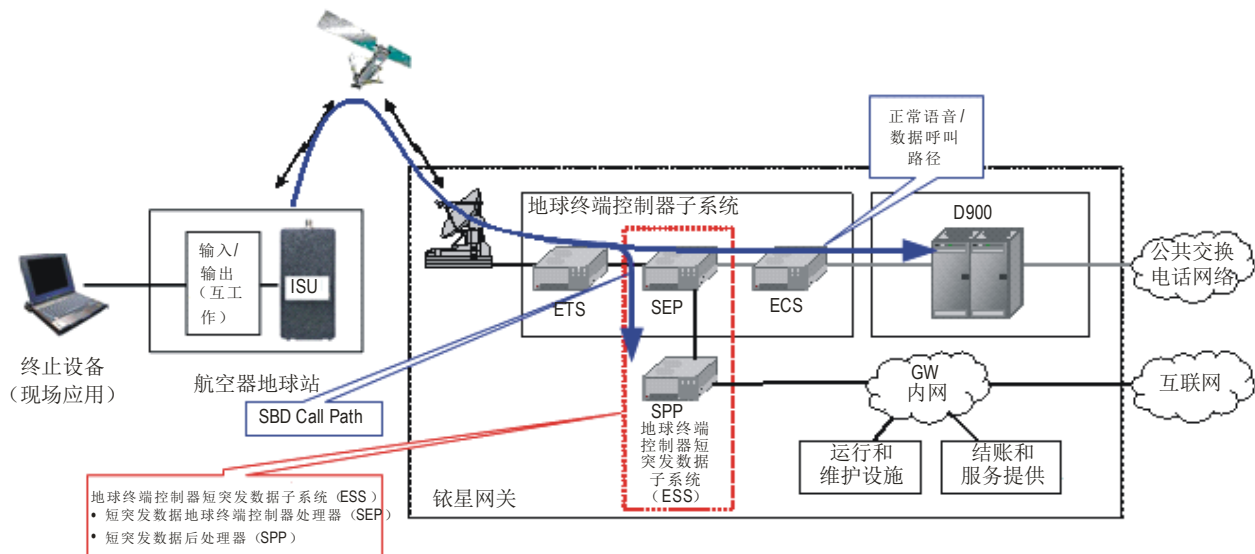


图 2-9 铱星短突发数据服务的系统框架

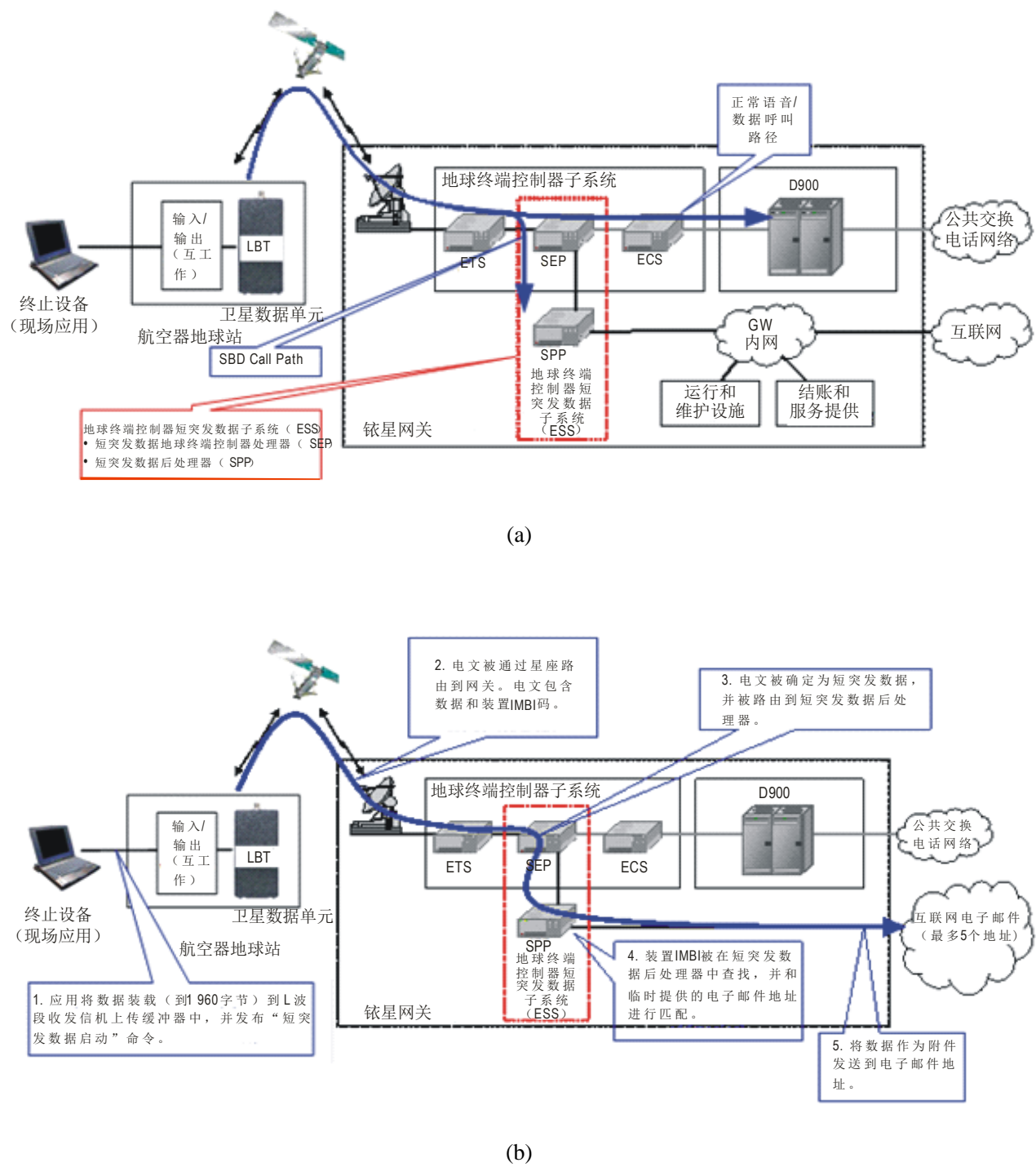


图 2-10 建立一个移动短突发数据呼叫注册 (a); 电文发送 (b)

第3章

铱星卫星航空移动（航路）业务系统

3.1.1 数个子网中提供端到端的卫星航空移动（航路）业务数据通信。这些子网可以分为地—地（固定）和空—地（移动）或机载子网。关于航空电信网的更多信息，包括移动子网，包含在《航空电信网（ATN）技术规范手册》(Doc 9705号文件) 和《全面航空电信网（ATN）手册》(Doc 9739号文件) 中。

3.1.2 铱星卫星航空移动（航路）业务将包括安全和非安全通信。安全通信指空中交通服务与航空公司航务管理在飞行层面上的通信。和客舱机组和乘客之间的非安全通信被分别称作航空行政通信和航空旅客通信。

系统概览

3.1.3 铱星卫星航空移动（航路）业务系统的主要组成是航空器地球站、铱星空间部分、地面地球站或网关和网络控制站。此外，对于数据通信服务，要求有一个陆基服务器用于铱星卫星网络和航空中央数据通信网络的连接。航空网络提供到终端用户的连接，如空中交通服务单位、航空运营公司、飞行部门和航空支持应用服务，如气象信息。

3.1.4 将铱星网络用于空中交通服务可以通过部署陆基铱星单元得到推进，特别是用于铱星网关和负责的空中交通服务单位之间连接难以实现的遥远地区。这种使用可以支持语音服务，但是不建议用于数据通信服务。

航空器地球站（AES）

3.1.5 一个航空器地球站包括航空器上所载用于实施卫星通信的所有航空电子设备。包括调制器和解调器、无线电频率功率放大器、发射机和接收机与天线。一个铱星航空器地球站包括卫星数据单元、包含一个或多个铱星L波段收发信机，它们用无线电收发机并提供实际调制解调器和信号处理的功能，铱星卫星子网协议管理包括回路交换语音/数据管理，和与其他航空器系统的数据和语音接口。

空间部分

3.1.6 铱星卫星星座的信息在第5章详细说明。

地面地球站（GES）

3.1.7 地面地球站，也叫做网关，它提供空间部分和固定语音和数据网络、公共交换电话、专用网络（如航空无线电公司和国际航空电信公司）之间的适当接口。

第4章

铱星卫星航空移动（航路）业务的标准化活动

4.1 铱星空中接口的规范

铱星空中接口规范确定了铱星航空系统（包括地面和航空器地球站的功能要求）的技术问题。这一文件由铱星LLC公司制定和维护。除了这些铱星开发的规范和国际民航组织定义的标准和建议措施（参见第1章1.3节），本章讲述在其他机构进行的标准化活动。

4.2 航空公司电子工程委员会和航空无线电公司标准

航空公司电子工程委员会是一个航空公司行业代表的国际机构，它引导机载电子设备技术标准的发展，包括航空电子设备。这些标准通过航空无线电公司发布，并公布在航空无线电公司的网站（www.arinc.com）。信号特点和程序被在航空无线电公司特点761中进行了详细定义，《第二代航空卫星通信系统——航空器装载设备规定》第I部分（形式、设备安装和布线）和第II部分（设备的运行能力和相互转换性）。其他相关航空无线电公司规范和特性429（数字信息传输系统（DITS）），618（空一地基于字的协议规范），619（航空器通信寻址与报告系统航空电子设备终端系统），620（数据链地面系统标准和接口规范（DGSS/IS）），622（通过航空器通信寻址与报告系统空一地网络进行的空中交通服务数据链应用）和637（航空电信网实施规定第I部分协议和服务）在必要时将进行审查和修改。

4.3 航空电子设备和审定

4.3.1 铱星已经开发了被航空电子设备制造商所使用的L波段收信机。铱星还建立了过程以控制设计和制造，为所有收发机设计和制造原件建立了测试程序，为软件开发与发布的变化建立控制过程。所有L波段收信机在被发布装运之前都经过了铱星确定的标准化工厂测试程序检查。在发布所有L波段收信机软件修改之前都要测试。

4.3.2 L波段收信机被提供给经过铱星批准、设计自己航空电子设备单元、卫星数据单元的航空电子设备制造商，以便兼容L波段收信机，并提供航空器系统接口。航空电子设备制造商负责遵守所有适用的民用航空监管机构的要求。航空电子设备制造商为所有部件制造当局负责，为航空器设备安装审定负责，这包括适航和环境测试。所有新铱星航空产品在被铱星接受用于铱星系统之前，由铱星和铱星技术支持中心（TSC）负责的制造商测试程序测试。

4.3.3 航空无线电技术委员会已经制定了 DO-262 “下一代的卫星系统最低运行性能标准（MOPS）”。航空器地球站符合这一标准应确保系统可以被安装在航空器上，并在航空器上进行适当的运行，这包括卫星数据单元和天线。此外，国际电信联盟的 ITU-R M.1343 号建议书“1~3 GHz 频段内全球非静止轨道卫星移动业务系

统移动地球站的核心技术要求”能够在这一航空器系统上应用。

4.3.4 航空无线电技术委员会还制定了DO-270“航空数据链中使用卫星航空移动（航路）业务的最低航空系统性能标准（MASPS）”。

4.4 卫星系统接入审批

4.4.1 铱星用户可能被数个标识区分开。每一用户被指配给一个国际移动用户识别码（IMSI），该码是储存在用户SIM卡中的一个永久数字。为了保护用户的隐私，当一个有效临时的移动用户识别（TMSI）无法获得时，国际移动用户识别码就仅通过空中传输。临时的移动用户识别是指配给移动用户的临时码，并储存在用户SIM卡和网关中。临时的移动用户识别不定时依据系统参数变化，并被用于在空中识别用户。移动用户的综合业务数字网号码（MSISDN）是铱星用户的电话号码。用户电话号码被指配给服务提供者，服务提供者根据商业规则控制和分配电话号码。国际移动设备身份码（IMEI）是指配给每一个卫星数据单元的永久识别码，而不是指配给铱星用户的（SIM卡）。

4.4.2 所有新航空电子设备都要求成功完成铱星测试以确保这些航空电子设备能够适当地融入铱星卫星网络。此外，所有提供航空器通信寻址与报告系统服务的航空电子设备都要求和它们相关的卫星通信服务提供者（SP）成功完成测试，以确保航空电子设备可以和陆基服务器与服务提供者的航空器通信寻址与报告系统网络能够进行适当的互操作。没有成功完成铱星和航空器通信寻址与报告系统资质测试的航空电子设备不得接入铱星网络，直到这些航空电子设备重新设计和重新测试，保证符合性为止。接入铱星网络和接入安全服务是通过受控制的铱星安全服务用户SIM卡和查找表授予的。

适航审定

4.4.3 所有航空电子申报都要符合适用于安装航空电子设备的航空器的适航审定规章。航空器设备和安装系统符合这些民航航空规章由航空电子设备制造商和提供施工与审定的安装单位来保证。

4.4.4 关于铱星网络和L波段收音机，应该查询好几份相关文件，并参考规范附录。

卫星通信服务提供者

4.4.5 铱星对单个卫星通信服务提供者的排他性提议保持着一个相对开放的立场，这符合国际民航组织要求各种服务提供者进行竞争的政策。铱星和各种服务提供者保持着对话。航空安全服务提供者必须展示在端到端的基础上能够很好支持安全服务的能力，并且符合公布的卫星航空移动（航路）业务的最低航空系统性能标准。

4.4.6 铱星卫星航空通信的服务提供者须提供铱星网络和航空中央网络之间的地面连接，航空中央网络连接空中交通服务提供者、航空运输和飞行管理部门。除了和这些网络之间的连接外，每一个服务提供者根据他们归档的通信协议批准一些航空电子设备。这些航空电子设备在服务提供者之间可能不会是相互转换的。

4.4.7 卫星航空通信服务提供者至少须提供下列内容：

- 技术支持；
 - 客户服务；
 - 产品支持。
-

第5章

卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施 与预计的铱星性能比较

本章包含由铱星卫星LLC公司提供的符合卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施的铱星卫星网络信息，尤其针对子网的信息。表5-1（位于本章结尾）列举了卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施要求与相关的具体铱星性能参数。

进一步的验证活动在铱星进行，这些活动为本手册第5章提供了补充信息。国际民航组织对铱星卫星航空移动（航路）业务系统符合卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施实际检查工作不在本手册的讨论范围之内。

符合航空无线电技术委员会的RTCA DO-262和DO-270是确保在所有航空器的情况下，保证铱星卫星航空移动（航路）业务都能够实现其计划的功能。任何航空无线电技术委员会的RTCA DO-262和DO-270规则修改的实施，只能由相关国家当局负责。

5.1 概述

卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施要求一个卫星航空移动（航路）业务系统须支持数据包服务，或语音服务，或者两者都包括。铱星目前为航空部门提供语音和数据这两项服务。铱星数据是中立的格式，并可以支持字符和bit为基础的数据业务。语音服务现在用于固定翼和旋翼航空器上。

5.2 无线电频率特点

频段

5.2.1 铱星用户链路在1 616~1 626.5 MHz频段内运行，这一频段已经以主要业务划分给地对空方向的卫星移动业务，同时也以次要业务划分给空对地方向的卫星移动业务。

5.2.2 这一频段也以主要业务划分给卫星航空移动（航路）业务的地对空和空对地方向，但要根据第9.21款达成协调协议才可使用（国际电信联盟《无线电规则》5.367脚注）。

5.2.3 用于铱星卫星业务的频谱在《无线电规则》脚注5.359、5.364、5.365、5.366和5.367中进行了规定。5.364脚注确定了卫星移动（铱星）业务地球站地对空方向的共用条件和协调要求。5.365脚注的情况，要求进行空对地方向传输的协调。要求的协调已经开展，铱星系统的业务链路频谱在1998年向国际电信联盟无线电通信局进行了申报。一个证明就是，这些频率可以在国际电信联盟无线电通信局国际频率表（IFL）中找到，因此申报的频率指配有权受到保护。

5.2.4 系统于20世纪90年代中期投入使用。根据5.366和5.367脚注而进行在飞机上使用卫星设施和以主

要划分使用卫星航空移动（航路）业务的协调分别按照这些规则的规定（第 9.21 款）开展。

5.2.5 最后，与 5.359 脚注中包含的国家的固定业务的协调也已经开展。这些规定鼓励脚注中的国家不要在这一频段内授权增设额外的固定台站。

5.2.6 铱星卫星网络也在 23.18~23.38 GHz 频段使用了卫星间业务链路。铱星馈线链路利用 19.4~19.6 GHz 频段作为下行链路，利用 29.1~29.3 GHz 频段作为上行链路，用于铱星卫星与铱星网关/遥测跟踪和指挥/控制之间的通信。在这些高容量链路的功能被确认后，它们被设计用于提供很高的可靠性和完整性。

发射

5.2.7 卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施要求为实现系统设计性能的航空器地球站总发射应该得到控制，以免对其他支持安全和空中航行正常所需且安装在同一架或者其他航空器上的系统造成有害干扰。铱星卫星航空移动（航路）业务的航空器地球站设计要满足航空无线电技术委员会 RTCA DO-262 的发射要求。这和提前确定的卫星航空移动（航路）业务天线—全球导航卫星系统天线隔离一并，应确保卫星航空移动（航路）业务设备可以同时运行，并且又能独立于安装在同一架或其他航空器上的其他通信和导航设备。

5.2.8 超过 5 000 架在服役中的航空器安装了铱星系统。在航空器安装设备审定之前，进行了地面和飞行测试以确保飞行安全和验证系统保持与其他航空器机载系统之间的电磁兼容。

5.2.9 铱星卫星数据单元用于满足国际电信联盟 ITU-R 的第 M.1343 号建议书“1~3 GHz 频段内全球非静止轨道卫星移动业务系统移动地球站的技术核心要求”的发射限值规定，以及国家/地区通过的规范，如美国联邦通讯委员会第 2 部和第 25 部规范以及欧洲电信标准协会 EN301 441 规范。美国联邦通讯委员会和欧洲电信标准协会对标准铱星卫星数据单元的衡量结果已经表明铱星卫星数据单元满足确定的发射限值。

5.2.10 铱星航空器地球站设备发射遵守对所有机载无线电收发机的现有保护要求。保护标准要求当前主要由航空无线电技术委员会的输出文件所驱动。随着新航空通信、导航和监视设备变得可用，铱星继续跟踪这些要求。

磁化率

5.2.11 铱星卫星航空移动（航路）业务航空器地球站设备将适当地在干扰环境中运行，对其接收器噪声温度造成的累计相对变化 ($\Delta T/T$) 比为 25%。

5.2.12 接收器中噪声温度增加 25% 等于 1.0 dB 的链路容限衰减。这种因为干扰造成的额外衰减在铱星链路预算中进行了考虑。业务链路被设计成提供 15 dB 的容限。

5.3 优先和先发性获取

5.3.1 铱星卫星航空移动（航路）业务优先、优先性和先发性（PPP）的基础是一套机制要用于铱星卫星网

络且已经在铱星卫星网络中实施,这一套机制用于信令和系统管理目的。铱星卫星网络使用两种资源管理功能,采集类控制和优先级类控制,以便确保通信信道用于优先级用户。

5.3.2 采集过程是多个协议中的一个,其在卫星数据单元与卫星星座为建立每一个呼叫中完成,无论这一呼叫是移动始发(来自航空器)或移动终止(发向航空器)的。对于移动发起的呼叫,一旦呼叫被设置,卫星数据单元将开始采集过程。对于移动终止的呼叫,在接收到响铃后卫星数据单元将开始采集过程,响铃表示一个来自地面地球站的呼叫。

5.3.3 每一个卫星波束广播那些采集类可以允许采集这一个波束上的卫星资源。只有有适当采集类(AC)的卫星数据单元被允许开始采集过程。采集类的范围为0~15。默认非安全铱星终端使用的采集类范围为0~9。卫星航空移动(航路)业务的安全业务将被指配的采集类为AC-14。

5.3.4 采集类主要用于卫星减负荷。在一个有很高业务载荷的卫星波束中,特定的采集类(如采集类0~9)将被关闭,以便阻止进一步增加卫星业务载荷。为了确保卫星航空移动(航路)业务的安全业务获得通过,铱星将不会因为卫星减负荷而关闭采集类AC-14。

5.3.5 采集类影响呼叫怎样开始接入卫星星座,同时优先类为安全相关的呼叫提供持续接入。

5.3.6 铱星卫星网络允许四种等级的优先。每一个卫星对于新呼叫的信道分配和正在进行的呼叫的转交顺序都有优先排队。高优先的呼叫优先,并在低优先的呼叫之前排队。

5.3.7 铱星的四种等级的优先被归为四级卫星航空移动业务优先结构,如航空无线电技术委员会RTCA DO-262的表2-7所示那样:

铱星优先级3(卫星航空移动(航路)业务 #4,遇险、紧急、最高优先);

铱星优先级2(卫星航空移动(航路)业务 #3,定位、飞行安全);

铱星优先级1(卫星航空移动(航路)业务 #2,其他飞行安全和飞行正常);

铱星优先级0(卫星航空移动(航路)业务 #1,卫星航空移动业务非安全、低级优先)。

5.3.8 万一出现系统资源极端短缺,正在进行的低优先呼叫将被系统抢占以允许接入更高优先的呼叫。

5.3.9 尽管铱星采集类控制和优先级控制为内部优先、优先性和先发性管理提供内部系统控制,但是铱星卫星航空移动(航路)业务航空器地球站制造商和卫星通信服务提供者将需要为在铱星网络接口的呼叫/电文优先功能提供输入/输出排队。这些能力对于协议机器是内在的,这些机器将铱星卫星航空移动(航路)业务与它的外部用户连接起来,并且位于卫星航空移动(航路)业务航空器地球站和地面地球站当中。

5.3.10 当前采集类和优先级类被编码进SIM卡内,因此这一采集类和优先级类与SIM卡和使用那一SIM卡的卫星数据单元联系起来。对于卫星航空移动(航路)业务,采集类和优先级类将需要与每一个卫星航空移动(航路)业务呼叫(类型)联系起来,并将由建立这一呼叫的协议软件所控制。

5.3.11 铱星卫星航空移动(航路)业务航空器地球站和地面地球站将支持优先、优先性和先发性以确保电文按照附件10第II卷5.1.8节进行传输,包括它们的优先顺序,确保它们在传输和/或接收其他类型的电文不被延迟。

5.3.12 所有卫星航空移动（航路）业务数据包和所有卫星航空移动（航路）业务语音呼叫将根据它们相关的优先被确定。

5.3.13 在同一个电文类型里，铱星卫星航空移动（航路）业务将提供的语音通信的优先性将高于其数据通信的优先性。

5.4 信号采集和跟踪

5.4.1 当航空器正在以高达1 500 km/h地速沿着任何航向移动时和当卫星轨道平面中航空器加速度矢量的部件达到0.6g时，卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施要求铱星的航空器地球站、地面地球站和卫星适当地采集和跟踪业务链路信号。

5.4.2 铱星卫星网络包括快速运动的低轨道卫星，并设计用于处理大量多普勒频移和多普勒比率的变化。信号采集和跟踪功能在铱星卫星网络内部由卫星数据单元和卫星处理，这些对铱星用户是透明的。

5.4.3 链路同步化是通过预先纠正卫星数据单元传输定时和频率进行，这样上行链路突发在正确的时隙到达卫星且以正确的频率接入指配的信道。这种预先纠正按照误差反馈通过调整卫星数据单元时间和频率来完成，误差反馈被通过卫星下行链路维护电文发送。卫星数据单元将补偿最大上行链路载波频率多普勒频移最高到 ± 37.5 kHz，以便实现到达要求确定的具体上行链路频率。卫星数据单元接收器将可以承受载波频率多普勒频移，最高到 ± 37.5 kHz。

5.4.4 自从铱星卫星网络开始运行以来，铱星卫星数据单元已经在无数的飞机机载设备测试飞行和研究火箭上被证明维持链路连接性的能力。在美国国家航空航天局的探空火箭上的测试于2004年4月进行。一个铱星飞行调制解调器，包括一个铱星卫星数据单元和其他电子设备，铱星飞行调制解调器可以在火箭的两个燃烧阶段的飞行中成功地继续发送数据，传送数据时能承受火箭的最高速度到达1.5 km/s (5 400 km/h) 并且只在火箭到达远地点 (120 km) 时停止运行。在第一次降落部署后，飞行调制解调器重新被启动，直到火箭以50 g的撞击速度撞击地面前数据都被发送。在撞击时，铱星链路依旧处于持续连接状态，并且飞行调制解调器可以继续再传输数据达25分钟。以上和其他实验都表明铱星通信链路可以在高速度飞行同时伴随多普勒频移和多普勒速率的变化状态下保持良好。

5.5 性能要求

设计的运行覆盖范围

5.5.1 铱星卫星网络以极到极运行的模式，可以提供覆盖整个地球移动通信。

失败通知

5.5.2 卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施要求如果出现服务失败的情况，铱星的卫星航空移动（航路）业务系统应该在服务恢复之前，及时提供任何综合损耗的时间、地点和中断持续时间的预测。该系统须

具备在发现丢失服务的30s内公布丢失通信能力。

5.5.3 作为一个为全球用户服务的运行网络，铱星卫星网络被网络运行和维护承包人进行持续监测。针对网络损耗判断、预测、报告、告警和修补，都有一些方法和过程来支持。当前的过程确保铱星卫星航空移动（航路）业务系统具备在30 s内公布其丢失通信能力。

航空器地球站要求

5.5.4 在铱星卫星系统的指定运行覆盖范围中，铱星卫星航空移动（航路）业务航空器地球站应该符合卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施中相关航空器直飞和平飞的语音和数据性能要求。

5.5.5 在铱星卫星系统的指定运行覆盖范围中，铱星卫星航空移动（航路）业务航空器地球站应符合卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施中相关航空器姿态为+20/-5度倾斜和+/-25度翻转的语音和数据性能要求。

5.5.6 为满足4.6.4和4.6.5节标准和建议措施的要求，航空器地球站设备的能力需要在验收的测试中得到进一步的验证。

5.5.7 对于航空器地球站设备的验收测试所要求的级别有4个：

- 航空电子设备制造商系统测试（实验室、地上和飞行测试）；
- 铱星卫星测试；
- 铱星通信服务提供者测试；
- 航空地面网络服务提供者（如航空无线电公司和国际航空电信公司）（只是数据）。

5.5.8 在航空器上安装铱星系统时，通常的做法是进行飞行测试的地面安全和飞行测试，这种飞行测试是铱星系统在比正常飞行姿态更高的空域进行，以便在保持飞行安全时，完全确保系统功能运转正常。

数据包服务性能

5.5.9 卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施要求卫星航空移动（航路）业务系统提供的数据包服务须能够作为航空电信网移动子网的一个组成部分。航空电信网的作用是确定一个可以可靠地进行端到端数据传输、跨越机载、空一地 and 陆基数据子网，但同时提供这些网络之间互操作性的一个环境。铱星卫星网络支持相邻的互联网络机构间透明的数据传输。这包括透明传输全球航空电信网地址和服务质量的信息，以及用户数据。卫星航空移动（航路）业务子网和航空电信网路由器的相连出现在航空电信网网络层的，因此数据链和物理层的控制信息没有从子网传到子网。结果，子网可以在这些层使用不符合航空电信网的协议，同时维持航空电信网协议架构符合网络层。尽管对所有空一地子网不是严格要求采取共同标准子网接口协议，但是这样做将使网际过程实施和验证将会得到极大简化，因为服务与不同空一地子网接口只要求单个通信软件包。ISO 8208数据包级协议已经被采纳成这一接口的标准。国际民航组织还没有确定铱星卫星航空移动（航路）业务的子网接口协议。因此铱星卫星网络符合卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施要确定和制定适当的子网接口协议。

5.5.10 铱星基于路由器的无限制数字互通连接解决方案和短突发数据服务对于不同卫星航空移动（航路）

业务应用是具有优势的。基于路由器的无限制数字互通连接解决方案在所有标准铱星回路交换数据服务中提供最短的呼叫建立时间。短突发数据，尽管也是基于回路交换信道，但提供数据传输服务，这一服务有一些特点和数据包呼叫很相似。下述性能参数是基于很多年铱星卫星网络运行积累下来的统计。

5.5.11 铱星数据服务的基于路由器的无限制数字互通连接解决方案是基于回路交换模式的。一个数据回路被建立，一个信道停留直到连接被断开。基于路由器的无限制数字互通连接解决方案呼叫的连接建立时间为10~14 s。一旦回路被建立，信道就提供可靠的、至少2.4 kbps的传输服务，更为典型的传输速度是2.6 kbps。

5.5.12 由于铱星短突发服务只使用正常铱星呼叫建立的接入阶段，它不贯穿铱星网关到交换的全部路径，因此它有一个更短呼叫建立的延迟。一个短突发数据呼叫可以在完成采集过程时立即发送数据，这平均需要1.5 s。因此平均呼叫建立的时间针对移动始发短突发数据是1.5 s，移动终止的短突发数据是3.6 s，假设典型的运行环境下平均环形预警持续2.1 s。因为短突发数据使用信令信道载荷（有前向纠错的保护），而没有使用通常的业务信道载荷，其平均容量为1.2 kbps左右，这比标准铱星数据服务要短，如基于路由器的无限制数字互通连接解决方案。

5.5.13 因为铱星卫星网络提供卫星航空移动（航路）业务数据包服务，因此它须满足下述延迟和完整性的要求。

延迟参数

5.5.14 根据累积的铱星卫星网络性能统计，一个基于路由器的无限制数字互通连接解决方案数据包呼叫连接建立的延迟预计小于30 s，一个基于短突发数据包呼叫建立的延迟小于9 s。

5.5.15 一个子网服务数据单元（SNSDU）的长度为128个8进制数，铱星卫星子网支持下述数据传输延迟值：

5.5.16 对于基于路由器的无限制数字互通连接解决方案的数据包服务，预计一个128字节载荷的数据传输延迟（平均转移延迟）约为 $128 \times 8 / 2400 = 0.43$ s。对于基于突发短突发数据的数据包服务，预计一个128字节电文的延迟时间约为 $128 \times 8 / 1200 = 0.86$ s。因此，最高优先包的数据传输延迟应小于5 s，无论它是否从航空器地球站或者地面地球站来。

5.5.17 根据之前的讨论和平均数据传输延迟值，对来自或发向航空器的最高优先数据服务而言95%以下的传输延迟应小于15 s。

5.5.18 根据运行经验和性能统计，多数呼叫都在2 s内断开。因此所有呼叫的连接断开延迟应小于5 s。

完整性

5.5.19 卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施通过残留误码率确定数据包服务完整性。它们进一步将残留误码率定义为未发现误码的可能性、一个子网服务数据单元未发现的丢失和一个未发现重复的子网服务数据单元之间的组合。

5.5.20 对于未发现丢失和未发现重复的可能性，铱星回路交换数据传输和铱星短突发数据协议使用电文

序列数字和自动重复请求（ARQ）在铱星协议数据单元（PDU）重新传输。对于短突发数据，一个电文序列号码也被在子网服务数据单元层应用。这些机制将确保要求的未发现的丢失和未发现的子网服务数据单元重复的可能性得以实现。

5.5.21 未发现误码的可能性是数据包误码率。

5.5.22 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案使用一个24 bit帧检查序列，在铱星协议数据单元中的用户载荷域是248 bit。为了传输一个128字节的数据包，将需要五个铱星协议数据单元。分析表明一个128字节的数据包传输的误码是约 3×10^{-7} 。如果有额外误码发现能力的额外协议层被使用，数据包误码率可以进一步降低。假设数据包的误码率 3×10^{-7} 可以实现，而不需要通过其他协议层进一步加强。

5.5.23 短突发数据服务的数据传输使用铱星信令信道并且是受保障的传输服务，有多个误码保护层。它使用前向纠错控制，形式为除了自动重复请求之外的BCH³编码。在设计上，突发短突发数据传输比回路开关数据传输有一个更好的数据包误码率性能。

5.5.24 预计铱星卫星航空移动（航路）业务数据包可以提供每一个子网服务数据单元不大于 10^{-6} 的残留误码率，无论是发向航空器或者是来自于航空器的。

5.5.25 对于铱星卫星航空移动（航路）业务，子网连接（SNC）提供者发起断开的可能性预计在任何一小时的间隔小于 10^{-4} ；子网连接提供者发起重设的可能性预计在任何一小时的间隔小于 10^{-1} 。

语音服务性能

5.5.26 卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施要求铱星的卫星航空移动（航路）业务语音服务须满足在下属子节列举的要求。请注意国际民航组织目前正在结合新技术引入审议这些规定。

呼叫处理延迟

5.5.27 根据铱星卫星网络运行经验和性能统计，多数移动始发和移动终止的语音呼叫分别需要12 s和14 s的建立时间。

5.5.28 对于卫星航空移动（航路）业务，在呼叫发起后将呼叫发起事件提交给地面网络互工作接口的地面地球站95%以下的时间延迟到达航空器地球站预计小于20 s。

5.5.29 对于铱星卫星航空移动（航路）业务，在呼叫发起后将呼叫发起事件提交给航空器接口的航空器地球站95%以下的时间延迟到达航空器地球站预计小于20 s。

语音质量

5.5.30 铱星卫星数据单元结合了一个2.4 kbps先进的多频段激发声码器。这一声码器由数字语音系统公司

³. Bose, Ray-Chaudhuri 和 Hocquenghem (一种错误控制代码)

(Digital Voice System Inc) 开发。这个声码器适合于铱星通信信道，并且能够提供高质量的声音性能，这一性能在典型的非航空操作和信道的情况下确定平均意见得分 (MOS) 为3.5。

5.5.31 铱星终端已经被安装在了各种型号的航空器上，并在这些航空器上成功运行，包括直升机。额外的定量测试将被完成，以便衡量和验证铱星卫星航空移动（航路）业务语音质量。

5.5.32 一份铱星语音呼叫延迟分析估计在铱星卫星网络上的总单向语音转移延迟大约为 374 ms。这一延迟值与铱星 LLC 公司所进行的测量基本一致。关于铱星语音呼叫延迟的额外数据将被收集，并记录成铱星卫星航空移动（航路）业务验证工作的一部分。

5.5.33 对于铱星卫星航空移动（航路）业务语音服务，在卫星航空移动（航路）业务子网中的一个总语音呼叫转移延迟预计不大于0.375 s。

语音能力

5.5.34 铱星卫星航空移动（航路）业务将有充足的可用语音业务信道资源，这样提交给系统的一个航空器地球站或地面地球站始发的卫星航空移动（航路）业务声音呼叫将经历不超过 10^{-2} 的堵塞可能性。

5.5.35 根据受美国联邦航空局和欧洲空中航行安全组织的委托，未来无线电系统的通信运行概念和要求 (COCR研究) 1.0版本，预计铱星卫星航空移动（航路）业务对洋区和远程运行在阶段1和阶段2 (预计在2025年之后) 将有足够的可用语音业务信道资源，这样提交给系统的航空器地球站和地面地球站始发的卫星航空移动（航路）业务语音呼叫将经历不超过 10^{-2} 的堵塞概率。

保安

5.5.36 作为一个运行卫星服务的铱星卫星网络使用各种保安措施，防止外部攻击和破坏。

铱星信道保安

5.5.37 复杂的铱星网络空中接口，这使侵入或破坏非常困难。

5.5.38 为了成功监测一个L波段信道，监测设备必须位于被监测的卫星数据单元的传输范围之内，在地面使用情况下，离传输的卫星数据单元的距离大约为10到30 km，在飞行中，离一个航空器地球站的距离约为250到350 km。卫星数据单元L波段下行链路传输可以在更广的范围内接收。单个卫星波束覆盖直径为400 km的范围。

空中接口

5.5.39 复杂的铱星空中接口使研发铱星L波段监测设施具有非常大的挑战。这些复杂因素为：

- 铱星空中接口是有产权的；
- 大的、不断变化的多普勒频移；

- 波束间和卫星间不断转交；
- 时分多路传输的突发模式信道；
- 复杂的调制，交叉存储和编码。

馈线链路接口

5.5.40 在铱星网关的总体区域将需要一个先进的监测设施接收馈线链路信道。馈线链路接口的复杂性对预计的盗听者提出了巨大的技术挑战。这些复杂的技术问题为：

- 大的、不断变化的多普勒频移；
- 高容量，到3 Mbps的信道；
- 要求高增益的跟踪天线；
- 必须每十分钟内重新采集新卫星。

欺骗保护

5.5.41 接入过程中提供欺骗保护。在这一过程中，网关决定是否要求卫星数据单元提供自己的地理位置。如果要求提供，系统就会对卫星数据单元通过波束ID提供的地理位置提出进行一个检查要求。如果与波束ID相关的波束覆盖范围位置与卫星数据单元提供的位置不匹配，系统将设定一个欺骗旗帜。系统接着向卫星数据单元发出“接入决定通知”电文，同时指示器设定为“拒绝接入”，服务也被拒绝，但是紧急呼叫除外。

5.5.42 铱星没有直接改变全球移动通信系统规范的验证过程是合适的。

注：没有什么阻止在现场应用中的加密。

5.5.43 预计铱星卫星将提供抵抗外部攻击的服务保护，因为在其网关和设施中实施了保安措施，以及在空中接口和验证过程中加入了嵌入保护。

注：通过航空中心网络还提供了额外的保安措施（如航空无线电公司和国际航空电信公司），它们不在本手册的讨论范围之内。

物理安全

5.5.44 铱星网关、其主控设施和它的遥测、跟踪和控制站都是安全设施，提供阻止未经授权进入的保护。

5.5.45 铱星卫星网络的这些保安因素提供同一类型的拒绝服务保护，如故意加大业务量，就像现在在国际移动通信系统所实施的那样。

5.5.46 预计铱星卫星网络将在物理和网络层提供很高等级的保护。

5.5.47 为了保护铱星卫星网络，对铱星星座接入的命令和控制限于铱星卫星网络运行中心和铱星技术支持中心，它们接入和装载星座控制软件。

5.5.48 在卫星网络运行中心和技术支持中心接入中布设安全过程，包括7×24小时警戒（仅卫星网络运行中心），有多重证件门禁进入限制和有密码保护的任务的局域网接入；防火墙连接也被实施以阻止未经授权的接入。

5.5.49 这些地点之外，恶意毁坏软件装载将要求铱星特殊的遥测跟踪和指挥/控制和委任的局域网硬件和软件，这些现在还不容易获得。这一设备和软件很稀少，并将很难获得，也很难合适地配置进入星座。

5.5.50 此外，未经授权人员通过上传恶意软件而导致卫星永久毁坏的可能性通过下述因素得以化解的：

1. 未经授权的人员可能需要获得软件产品上传路径、命令和核查格式等的详细信息，这些在详细的程序和检查单中列出。没有这一信息，恶意软件将不能被卫星接受。
2. 这一卫星命令要求保密非常好，在上传能成功进行之前需要认真培训。
3. 卫星本身有多个计算机，这样任何恶意软件将不能成功装载到多个卫星计算机上，来实施任何永久的毁坏。

5.6 系统接口

5.6.1 卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施要求一个提供数据包服务的卫星航空移动（航路）业务系统须能够以一个航空电信网移动子网要素来运行。铱星卫星网络支持在临近网络内透明的数据传输。这包括透明地传输全球航空电信网地址（如24位航空器地址）和高质量的服务信息以及用户数据。国际民航组织还没有定义铱星卫星航空移动（航路）业务的子网接入协议。因此铱星卫星网络符合卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施要求和制定适当的子网接口协议和规范。

5.6.2 铱星将与卫星航空移动（航路）业务服务提供者和航空器地球站制造商合作，以确保铱星卫星航空移动（航路）业务系统将允许子网用户通过国际民航组织24位航空器地址将卫星航空移动（航路）业务通信与具体航空器匹配，并将提供对航空电信网的接口以及连接通知（CN）功能。

5.6.3 航空器电子设备须按照卫星通信服务提供者对航空电子设备的测试计划进行测试，在批准和审定之前作为合格的数据包服务的安全服务系统。

表 5-1 依据国际民航组织卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施的
铱星卫星航空移动（航路）业务系统参数

卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施内容	铱星子网值 ⁴	对性能的额外注释
4.2	概述	不适用	占位符
4.2.1	卫星航空移动（航路）业务须符合国际民航组织第4章	是	—
4.2.1.1	支持数据包、语音或者两个均支持	是；两个都是	设计时就如此
4.2.2	强制装配	对服务提供者不适用	—
4.2.3	两年的通知	对服务提供者不适用	—
4.2.4	考虑在世界范围内实施的建议	对服务提供者不适用	—
4.3	射频特性	不适用	占位符
4.3.1	频段	不适用	占位符
4.3.1.1	仅在分配给卫星航空移动（航路）业务的频段和受到国际电信联盟《无线电规则》保护	是；1616-1626.5MHz	—
4.3.2	发射	不适用	占位符
4.3.2.1	限制发射以控制对同一架航空器的有害干扰的限制发射	是	分析、单元测试和航空器安装设备测试参考 DO-294A
4.3.2.2	不得对其他航空器上的卫星航空移动（航路）业务造成有害干扰	不适用	占位符
4.3.2.2.1	发射不得对其他航空器上提供卫星航空移动（航路）业务的航空器地球站造成有害干扰	是	分析、单元测试和航空器安装设备测试参考 DO-262 和 DO-294A
4.3.3	敏感性	不适用	占位符
4.3.3.1	须适当运行，累计 $\Delta T/T$ 为 25%	是	分析和 L 波段收发信机设计
4.4	优先和先发性接入	不适用	占位符
4.4.1	优先和先发性接入	是	航空电子设备符合航空无线电技术委员会 RTCA DO-262，和铱星网络支持优先、优先性和先发性
4.4.2	所有卫星航空移动（航路）业务数据包和语音呼叫须按照优先级确定	是	航空电子设备符合航空无线电技术委员会 RTCA DO-262，和铱星网络支持优先、优先性和先发性
4.4.3	在同一电文类别中，语音比数据优先级高	是	航空电子设备符合航空无线电技术委员会 RTCA DO-262，和铱星网络支持优先、优先性和先发性
4.5	信号捕获和跟踪	不适用	占位符

⁴ 铱星提供的值。

卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施内容	铱星子网值 ⁴	对性能的额外注释
4.5.1	对沿任何航向以 800 kt 速度飞行的航空器的适当跟踪信号	是	经过运行经验核实
4.5.1.1	对 1 500 kt 的建议	是	经过飞行测试核实
4.5.2	在轨道平面以 0.6g 的加速度进行适当跟踪	是	经过飞行测试核实
4.5.2.1	建议 1.2 g	是	经过飞行测试核实
4.6	性能要求	不适用	占位符
4.6.1	指配的运行覆盖范围	不适用	占位符
4.6.1.1	在指定的运行覆盖范围提供卫星航空移动（航路）业务	是	经过运行经验核实
4.6.2	故障通知	不适用	占位符
4.6.2.1	提供对服务失败导致中断的及时预测	是	目前提供
4.6.2.2	在 30 s 内宣布系统故障	是	经过子系统测试验证
4.6.3	航空器地球站的要求		占位符
4.6.3.1	满足直飞和平飞的性能	是	在整个文件中支持飞行包线。在 4.6.4 和 4.6.5 子节的符合情况在对应各子节中提供
4.6.3.1.1	对+20/-5 倾角和+/-25 坡度的建议	是	在整个文件中支持飞行包线。对 4.6.4 和 4.6.5 子节的符合情况在各子节提供
4.6.4	数据包服务性能	不适用	占位符
4.6.4.1	对卫星航空移动（航路）业务数据包的要求	是	见子节
4.6.4.1.1	能够作为航空电信网中的移动子网	是	子网支持基于字和 bit 的协议，以支持端到端的系统
4.6.4.1.2	延迟参数	不适用	占位符
4.6.4.1.2.1	连接建立延迟<70 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<30 s 短突发数据<9 s	铱星子网性能通过自动拨号器数据核查。子网通信数据字段 95% 以下的值被制成表，以支持验证过程
4.6.4.1.2.1.1	建议连接建立延迟<50 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<15 s 短突发数据<9 s	铱星子网性能通过自动拨号器数据核查。子网通信数据字段低于 95% 的值被制成表，以支持验证过程
4.6.4.1.2.2	基于 128 个 8 位字符的子网服务数据单元的传输延迟和被定义为平均值	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<1 s 短突发数据<3 s	铱星子网性能通过自动拨号器数据核查。子网平均值用以支持验证过程

卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施内容	铱星子网值 ⁴	对性能的额外注释
4.6.4.1.2.3	来自航空器最高优先<40 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<1 s 短突发数据<3 s	铱星子网性能通过自动拨号器数据核查。子网平均值用以支持验证过程
4.6.4.1.2.3.1	建议来自航空器最高优先<23 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<1 s 短突发数据<3 s	铱星子网性能通过自动拨号器数据核查。子网平均值支持验证过程
4.6.4.1.2.3.2	建议来自航空器最低优先<28 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<1 s 短突发数据<3 s	铱星子网性能通过自动拨号器数据核查。子网平均值支持验证过程
4.6.4.1.2.4	到航空器高优先<12 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<2 s 短突发数据<3 s	铱星子网性能通过自动拨号器数据核查。子网平均值支持验证过程
4.6.4.1.2.4.1	建议到航空器最低优先<28 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<2 s 短突发数据<3 s	铱星子网性能通过自动拨号器数据核查。利用子网平均值支持验证过程
4.6.4.1.2.5	95%以下的从航空器数据传输延迟最高优先<80 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<2 s 短突发数据<6 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。子网通信数据字段 95%以下的值被使用收集的自动拨号器数据制成表，以支持验证过程
4.6.4.1.2.5.1	建议 95%以下的从航空器数据传输延迟最高优先<40 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<2 s 短突发数据<6 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。利用自动拨号器数据所制成表中的 95%子网通信数据字段，以支持验证过程
4.6.4.1.2.5.2	建议从航空器数据传输延迟 95%以下最低优先<60 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<2 s 短突发数据<6 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。利用自动拨号器数据所制成表中的 95%子网通信数据字段，以支持验证过程
4.6.4.1.2.6	95%以下的到航空器数据传输延迟高优先<15 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<2 s 短突发数据<6 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。利用自动拨号器数据所制成表中的 95%子网通信数据字段，以支持验证过程
4.6.4.1.2.6.1	建议 95%以下的到航空器数据传输延迟最低优先<30 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<2 s 短突发数据<1 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。利用自动拨号器数据所制成表中的 95%子网通信数据字段，以支持验证过程
4.6.4.1.2.7	95%的连接释放时间<30 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案<2 s 短突发数据<6 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。利用自动拨号器数据所制成表中的 95%子网通信数据字段，以支持验证过程

卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施内容	铱星子网值 ⁴	对性能的额外注释
4.6.4.1.2.7.1	建议 95% 以下的连接断开时间 <25 s	是 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案 <2 s 短突发数据 <6 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。利用自动拨号器数据所制成表中的 95%子网通信数据字段，以支持验证过程
4.6.4.1.3	完整性	不适用	占位符
4.6.4.1.3.1	来自航空器的常设错误率 <10 ⁻⁴ /子网数据服务单元	<10 ⁻⁶	通过当前性能数据核查。(M)
4.6.4.1.3.1.1	建议来自航空器的常设错误率 <10 ⁻⁶ /子网数据服务单元	<10 ⁻⁶	通过当前性能数据核查。(M)
4.6.4.1.3.2	到航空器的常设错误率 <10 ⁻⁶ /子网数据服务单元	<10 ⁻⁶	通过当前性能数据核查
4.6.4.1.3.3	Pr{子网连接提供者发起的断开} <10 ⁻⁴ /h	短突发数据 — 不适用 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案 <10 ⁻⁴ /h	段突发数据对未来空中航行系统 1/A 数据链是无法连接的协议，并没有应用
4.6.4.1.3.4	Pr{子网连接提供者发起的断开} <10 ⁻¹ /h	不适用	对于铱星网络不适用
4.6.5	语音服务性能	不适用	占位符
4.6.5.1	卫星航空移动（航路）业务语音服务的要求	是	符合情况见子节
4.6.5.1.1	呼叫延迟处理	不适用	占位符
4.6.5.1.1.1	95%以下航空器地球站发起的延迟 <20 s	≤16 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。子网通信数据字段统计规定了 95%以下的值核查
4.6.5.1.1.2	95%的地面地球站发起的延迟 <20 s	<19 s	铱星子网性能通过当前性能数据核查。子网通信数据字段统计规定了 95%以下的值核查
4.6.5.1.2	语音质量	不适用	占位符
4.6.5.1.2.1	语音可理解性适合于想要的运行和周围的噪声环境	是	将由航空器地球站制造商核查
4.6.5.1.2.2	在卫星航空移动（航路）业务子网中总可允许的总传输延迟 <0.485 s	<0.375 s	通过当前性能数据核查
4.6.5.1.2.3	建议考虑 Tandem 声码器的影响	—	考虑串联语音编码器的建议和其他模拟/数字转换必须以“遇到时”的基础上进行。测试和分析不能考虑所有的改变
4.6.5.1.3	语音容量	不适用	占位符

卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施内容	铱星子网值 ⁴	对性能的额外注释
4.6.5.1.3.1	对于 Pr{阻塞率<0.01}的航空器地球站和地面地球站，始发的呼叫有充足的语音业务信道资源	<0.01	根据美国联邦航空局/欧洲空中航行安全组织未来无线电系统的通信运行概念和要求，研究1.0版本的分析向各个地区提供
4.6.6	保安	不适用	占位符
4.6.6.1	保护电文以避免损坏	是	—
4.6.6.2	对由于外部攻击导致的拒绝服务、衰减或者降低容量进行保护	是	—
4.6.6.3	保护未授权的进入	是	—
4.7	系统接口	不适用	占位符
4.7.1	按照 24 bit 国际民航组织地址规范,为卫星航空移动（航路）业务分配地址	是	根据设计情况
4.7.2	数据包服务接口	不适用	占位符
4.7.2.1	若系统提供数据包服务，须提供到航空电信网的接口	是	根据设计情况
4.7.2.2	若系统提供数据包服务，须提供连接通知功能	是	根据设计情况

第6章

实施指导

6.1 运行理论

6.1.1 铱星卫星航空通信系统可以为航空安全业务提供语音和数据服务。为了支持这种服务，一个新型的航空电子设备——卫星数据单元将被部署，并将在铱星全球卫星通信系统和现有航空器语音和数据通信系统之间可以相互操作。此外，一个经铱星卫星通信服务核准的陆基服务器将被部署于其中并提供数据服务。这一服务器将提供与现有航空数据网络的连接，如航空无线电公司和国际航空电信公司，以支持航空行政通信、航空公司航务管理通信和空中交通管制的数据通信。

6.1.2 航空安全业务的三大主要组成部分如下：

- 铱星网络；
- 基于铱星的航空电子设备（卫星数据单元）；
- 铱星陆基数据服务器。

6.1.3 航空安全业务中还有第四个已经存在的组成部分——航空数据网络。这种网络已经存在多年，不断发展以满足航空业的多变需求。本手册将不会对这种网络进行详细阐述，但涉及了相关概念。如需详细了解航空网络，应直接联系国际航空电信公司或航空无线电公司。

6.1.4 端到端语音服务在“图6-1铱星航空安全业务空到地语音，端到端模式”中表示。这一模式也适用于地对空语音服务。

6.1.5 端到端语音服务在“图6-2铱星航空安全业务空到空语音端到端模式”中表示。

6.1.6 端到端语音服务在“图6-3铱星航空安全业务空到地数据端到端模式”中表示。这一模式也适用于地到空数据服务。

6.1.7 端到端语音服务在“图6-4铱星航空安全业务空到空数据端到端模式”中表示。

6.2 铱星网络

6.2.1 铱星网络是一个全球卫星通信系统。该系统支持语音、数据、传真和来自全球用户设备的短信收发，或者通过铱星网关发送到公共交换电话网络。其支持安全服务包括基本的语音呼叫（电话技术），短突发数据和基于路由器的无限制数字互通连接解决方案。

基本电话技术——允许一个符合全移动通信系统的规定，并使用一个有效的手持设备（或者 L 波段收发信机）和 SIM 卡的铱星用户拨打或接听电话。

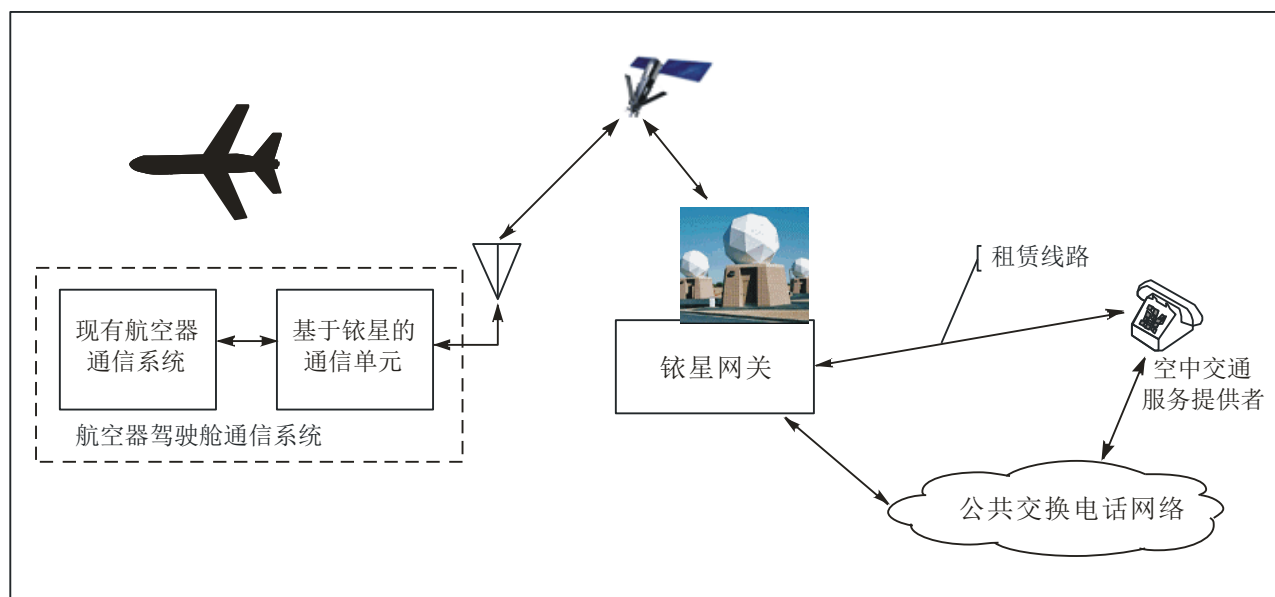


图 6-1 铱星航空安全业务空到地语音端到端模式

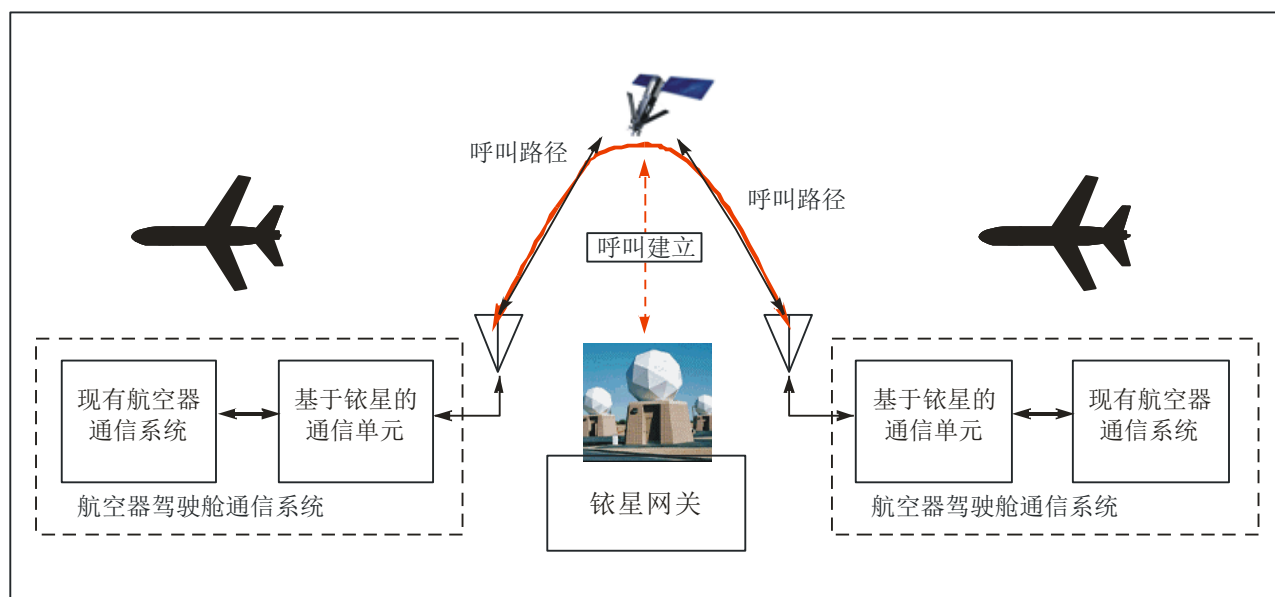


图 6-2 铱星航空安全业务空到空语音端到端模式

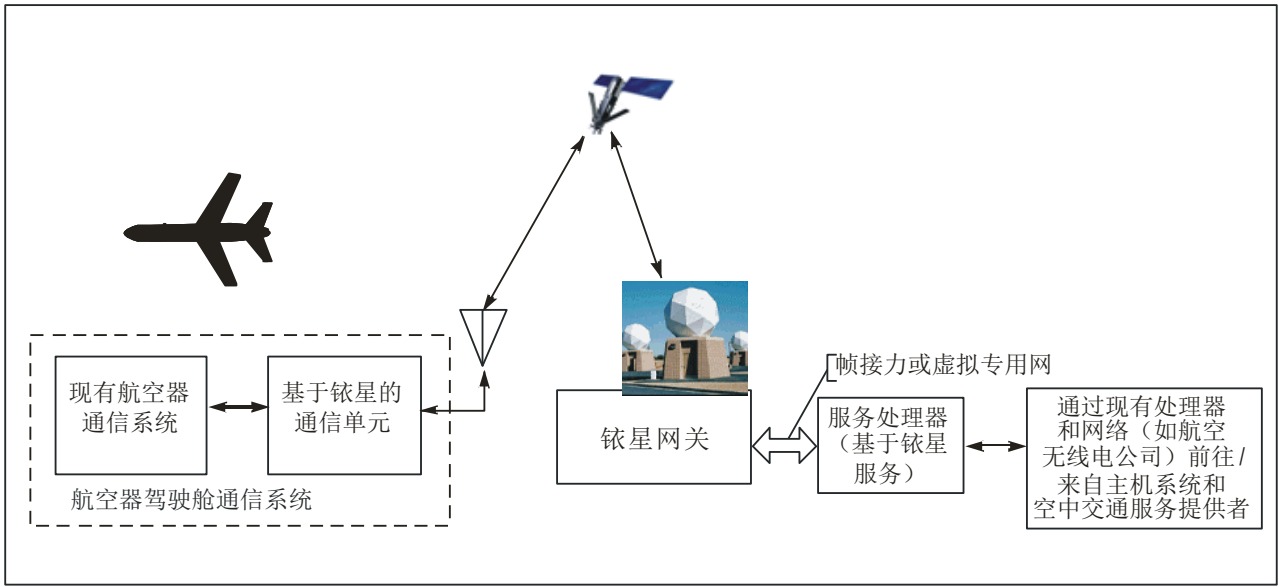


图 6-3 铱星航空安全业务空—地数据端到端模式

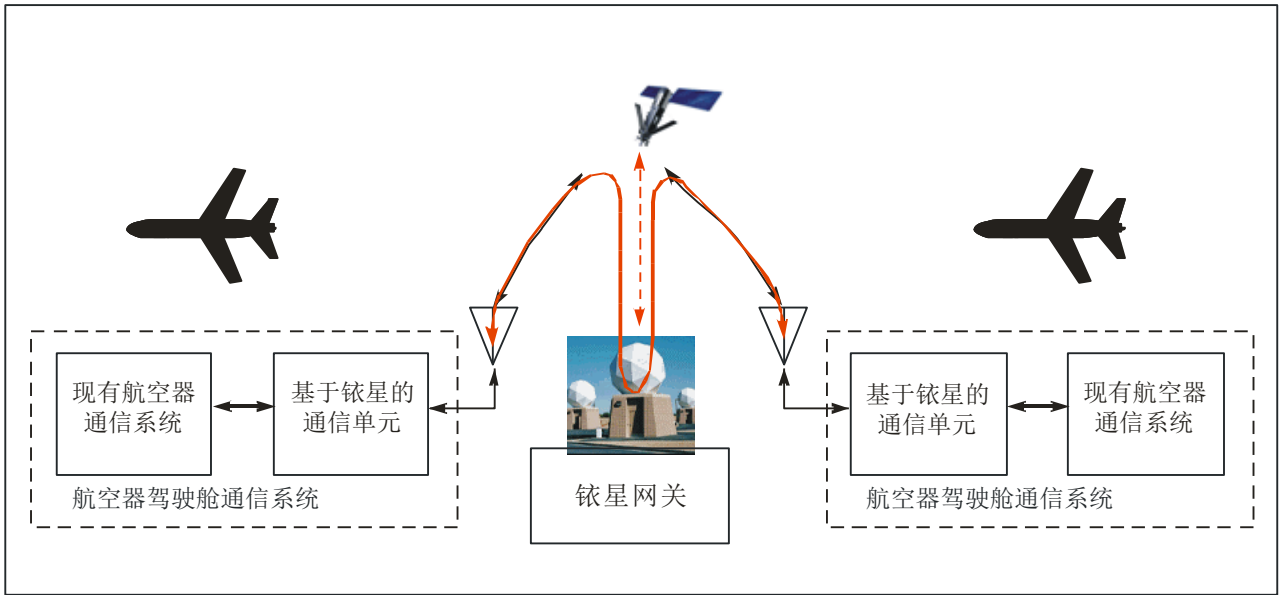


图 6-4 铱星航空安全业务空—空数据端到端模式

短突发数据 (SBD/ESS) 服务 —— 一个携载包 (非全球移动通信系统) 的携载能力可提供非环路交换, 并提供可通过铱星网络到一个指定的IP地址的可兼容性短突发数据用户设备收发高容量 (大于1 960字节) ACK'ed的数据包。

基于路由器的无限制数字互通连接解决方案 —— 允许在特定区域的用户设备通过服务器连接到互联网, 用打包的方式传输数据到TCP/IP。其提供的只是一个传输用户数据的通道。

6.3 用户部分 (航空电子设备)

6.3.1 支持铱星网络的航空电子设备包括卫星数据单元和天线。卫星数据单元包括铱星L波段收发信机和输入/输出处理, 以便与现有航空器语音和/或数据通信系统进行适当的连接。如需了解更多细节可参考本手册6.8节。

6.3.2 这些航空器系统包括驾驶舱收听控制和记录系统, 航空器通信寻址和报告系统 (ACARS) (如对数据服务的适用), 多功能控制和显示单元 (如控制和显示单元 (CDU) 与多功能控制和显示单元 (MCDU)) 与通信管理系统 (如管理单元 (MU) 和通信管理单元 (CMU))。

6.3.3 铱星已经开发了一个铱星电话手持设备的衍生设备, 被称为L波段收发信机 (LBT), 供航空单于设备制造商使用。铱星已经建立了一个可以控制设计、制造, 及所有L波段收发信机设计和制造元素的测试程序的过程, 及软件开发和发布的变化控制过程。所有L波段收发信机在发售装运前都经过这些标准化的工厂测试程序。在发布前, 所有L波段收发信机软件版本都需经过测试。

6.3.4 L波段收发信机被提供给经铱星批准的航空电子设备制造商, 这些制造商设计他们的航空电子设备单元或者卫星数据单元, 以便包含L波段收发信机和提供航空器系统接口。航空电子设备制造商负责遵守所有民用航空管理机构的要求, 这些要求包括适航和环境测试。

6.3.5 航空无线电技术委员会已经为航空器电子设备系统制定了最低运行性能标准 —— RTCA DO-262, 以支持下一代卫星系统。为确保一个包括卫星数据单元和天线的航空器地球站与上述标准的符合性, 应确保这一系统可以被安装在航空器上, 并在机上正常运行。此外, 国际电信联盟的建议书ITU-R M.1341 “1~3 GHz频段内全球非静止卫星移动业务系统移动地面站的核心技术要求” 对这一航空器系统适用。

6.3.6 由航空安全业务服务提供者提供的卫星数据单元和陆基数据服务器需通过由航空电子设备制造商和陆基数据服务器主机/开发者联合制定并公布的接口控制文件, 使其协调一致以支持数据交换。

6.3.7 卫星数据单元能够识别驾驶舱机组的优先呼叫选择, 并能够发布正确的命令以启动优先呼叫。

6.3.8 此外, 卫星数据单元需获得并传输航空器的24 bit国际民航组织地址码。支持24 bit国际民航组织地址码一个典型的情况是卫星数据单元将与航空器唯一的24 bit地址码在外部连接 (捆扎)。在启动后, 卫星数据单元将传输航空器信息, 该航空器信息包含使用铱星网络提供识别信息给航空电信网的国际民航组织地址码。

铱星识别码

6.3.9 铱星用户可能被数个识别码区分。每一个用户将被分配一个国际移动用户识别码, 该识别码被永久

地存储在用户的SIM卡中。为了保持用户的隐私，国际移动用户识别码仅当临时的移动用户识别不可用时通过空中传输。临时的移动用户识别是一个分配给移动用户的临时识别码，储存在用户的SIM卡中和网关中。临时的移动用户识别根据系统参数定期变化，并被用于在空中识别用户。移动用户的综合业务数字网号码是铱星用户的电话号码。国际移动设备身份码是一个分配给每一个卫星数据单元而不是铱星用户（SIM卡）的永久识别码。

6.4 铱星陆基数据服务器

6.4.1 陆基数据服务器充当航空器卫星数据单元和航空中心网络之间（如航空无线电公司和国际航空电信公司网络）的数据通信的导管和交通管制，和/或租赁线路到空中交通服务提供者之间的通信以支持航空行政通信、航空公司航务管理通信和控制交通管制的信息发送。这一电文发送当前是由航空器通信寻址和报告系统数据服务支持的，这一系统计划发展以支持航空电信网。铱星短突发数据和基于路由器的无限制数字互通连接解决方案数据服务支持航空器通信寻址和报告系统使用的基于字和比特的通信协议，航空器通信寻址和报告系统当前使用基于字的协议，这一系统有计划发展成为基于比特的协议。航空电信网使用基于比特，仅能被铱星数据服务支持的协议。

6.4.2 服务器将支持24 bit的国际民航组织地址码。整个系统须通过电文发送确认和重新传输提供电文发送保证协议。

6.5 支持的服务

铱星网络载有从铱星用户设备航空器收发的来自全球或到一个公共交换电话网络（或直接通过租赁线路）的语音和数据业务。只有验证的航空器卫星数据单元允许使用这一系统，除非卫星数据单元进行遇险呼叫的应急通信。

6.6 语音服务

6.6.1 无论呼叫是铱星用户（航空器）到用户（航空器），用户（航空器）到公共交换电话网号码（陆基用户），还是公共交换电话网号码（陆基用户）到用户（航空器），每一个语音呼叫必须包括一个初始信号单元（位于卫星数据单元内部）。

6.6.2 铱星卫星数据单元通过使用铱星AT命令集拨打一个语音或数据呼叫号码来建立一个回路交换语音或数据呼叫：ATDn.x，其中n是拨号前缀，x是号码。

如何进行和挂断语音呼叫的示例如下所示：

- ATD1234567890; (拨打远程电话)
- OK (呼叫已连接; 电话处于命令模式)
- <会话..... >
- ATH (挂断呼叫)
- OK

如何进行数据呼叫的示例如下所示：

- AT+CBST=6,0,1 (非同步调制解调器4 800 bps和互联网—电台连接计划)
- OK
- AT+CR=1 (开始报告)
- OK
- ATD1234567890 (拨打远程调制解调器)
- +CR: REL ASYNC
- 连接9600 (以9600的数据终端设备比率呼叫连接)

铱星卫星数据单元能够接收移动终止的数据呼叫。下述是可以用于建立连接的一个命令序列：

- 铃声 (表示呼叫请求到达)
- ATA (手工回答呼叫)
- 连接9600 (以9600的数据终端设备比率呼叫连接)
- 自动地应答呼叫，注册0应该设置成非零值
- ATSO=2
- 响铃
- 连接9600 (呼叫以9600的数据终端速率连接)

铱星卫星数据单元AT命令集参考为与卫星数据单元进行适当连接的所有铱星AT命令集说明。

呼叫处理的关键因素，如图6-5所示，对所有呼叫都一样。这些因素包括：

- 1) 通过用户单元 (如航空器卫星数据单元) 采集卫星上的一个交易信道 (采集)；
- 2) 接入网关 (接入) 是获得卫星数据单元接入到铱星网络的过程，其包括：
 - 地理位置 —— 确定呼叫处理位置；
 - 下载航空器卫星数据单元参数；
 - 注册/位置更新；
 - 卫星数据单元的SIM卡验证，包括临时的移动用户识别指配 (验证)；
- 3) 通过呼叫建立过程建立一个呼叫，包括：
 - 创建一个来自卫星数据单元 (电文始发控制器) 的呼叫或者一个通过网关 (电文终止控制器) 来自于公共电话交换网络的呼叫；
 - 终止在一个卫星数据单元 (电文终止控制器) 上的呼叫或一个通过网关 (电文终止控制器) 来自于公共电话交换网络的呼叫；
- 4) 通过包括转交、重新配置 (切断/截取/接地) 的呼叫保持维持一个连接；
- 5) 释放呼叫。

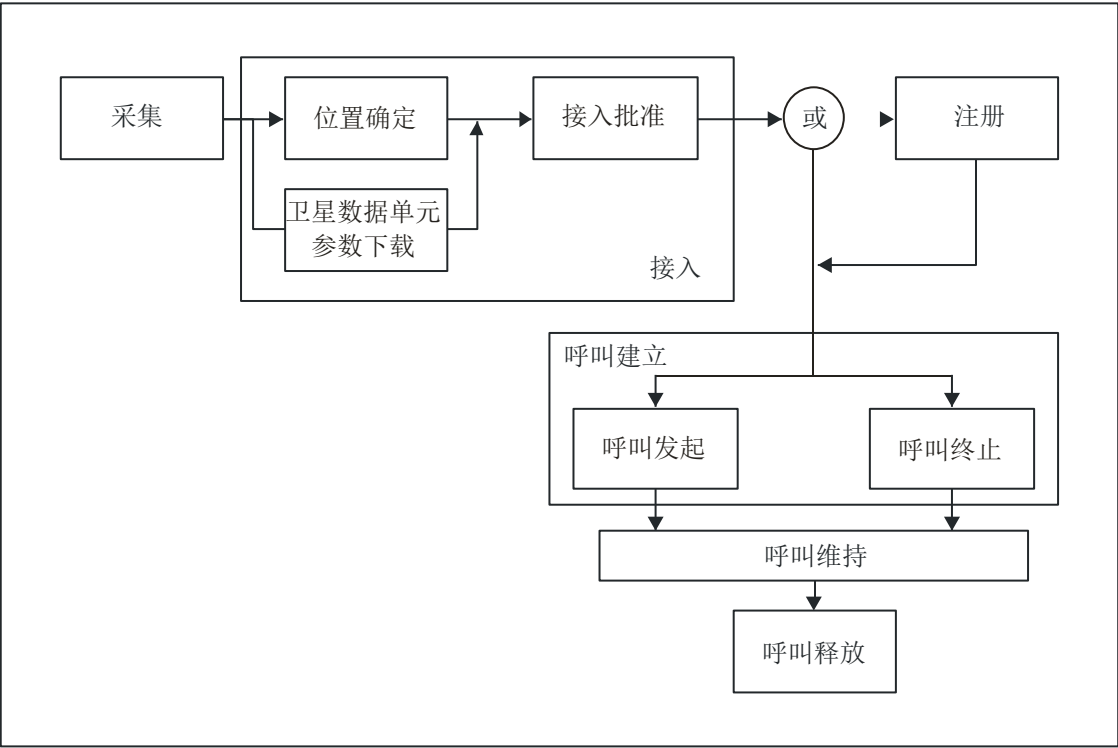


图 6-5 呼叫处理因素

采集

6.6.3 采集是卫星数据单元获取一个双向通信信道的过程，这一信道叫做卫星数据单元和卫星之间的交易信道。该过程由卫星数据单元用户采取行动要求一项需要信道的服务启动，或者由卫星数据单元通过控制和显示单元、多功能控制和显示单元或驾驶舱手持设备对应铃声警报的响铃音调启动，铃声警报最终向驾驶舱通知呼入呼叫。

6.6.4 采集是获得来自铱星网络服务的第一步。这是一个在卫星和卫星数据单元之间建立通信联络的过程。一个卫星数据单元的采集对于注册、建立呼叫、回答呼叫终止，或者对于启动在铱星网络上的任何服务都是必要的。

6.6.5 在一些情况下，需要预防用户进行采集。这些情况可能会在紧急状态中出现或者当一个波束过载时出现。在这些情况下，广播信道根据人口确定哪一个铱星用户可以尝试进行采集（根据采集类）。

6.6.6 用户设备从一开始就从经过编程的SIM卡中读取采集类。系统根据下述采集类提供控制用户到系统的采集：

- 15. 铱星LLC公司使用
- 14. 航空安全业务
- 13. 保留

- 12. 保留
- 11. 消防、警察、救援机构
- 10. 紧急呼叫
- 0~9. 正常用户（随机分配）

6.6.7 使用采集类允许系统操作者预防采集的过载或业务信道过载。任何这些类别的数量可以在任何时候被禁止进行采集。如果用户是至少一个对应允许类的采集类成员，卫星数据单元将进行采集。

6.6.8 采集包括采集控制和在卫星数据单元和卫星之间建立链路，如图 6-6 所示。

接入

6.6.9 接入过程决定与服务控制区（SCA）相关的卫星数据单元的位置，这些服务控制区在地球固定经纬度上被界定。根据卫星数据单元所在的服务控制区和卫星数据单元的服务提供者的身份，决定是否允许服务。这一过程，如图6-7所示，在下述采集之后立即启动。

6.6.10 位置信息可由卫星数据单元根据外部资源报告，如全球定位系统或航空导航系统，或可能由在接入功能中的地理定位功能确定。地理位置功能使用呼叫处理位置确定以提供用户位置预测。系统在确定位置的精度取决于航空器和卫星星座之间的相对几何形状，航空器进行测量的精度，卫星进行测量的精度和算法计算。

6.6.11 铱星支持各主权国家拒绝用户类漫游到其领土的方法。如果网络确定航空器位于未经授权的地区，服务将会被拒绝。

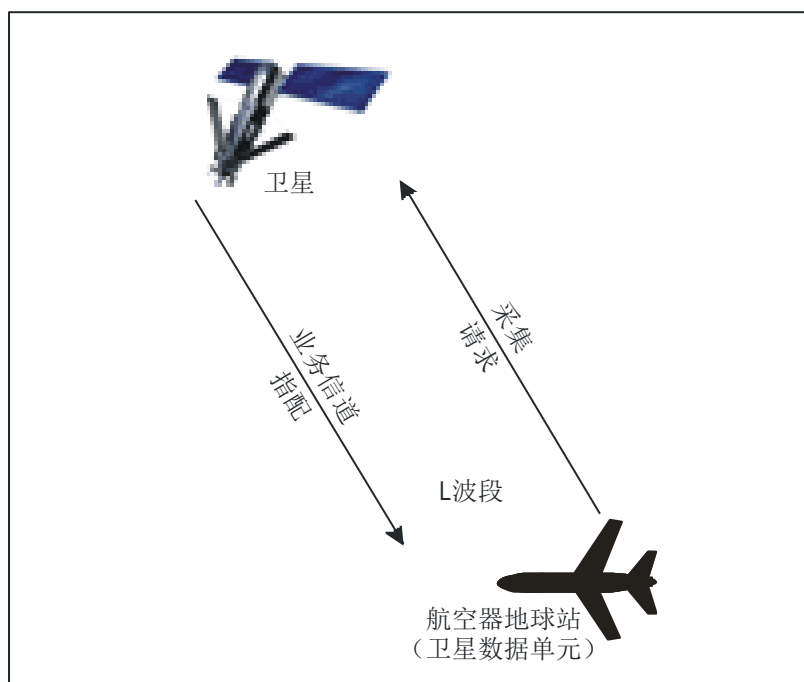


图 6-6 采集

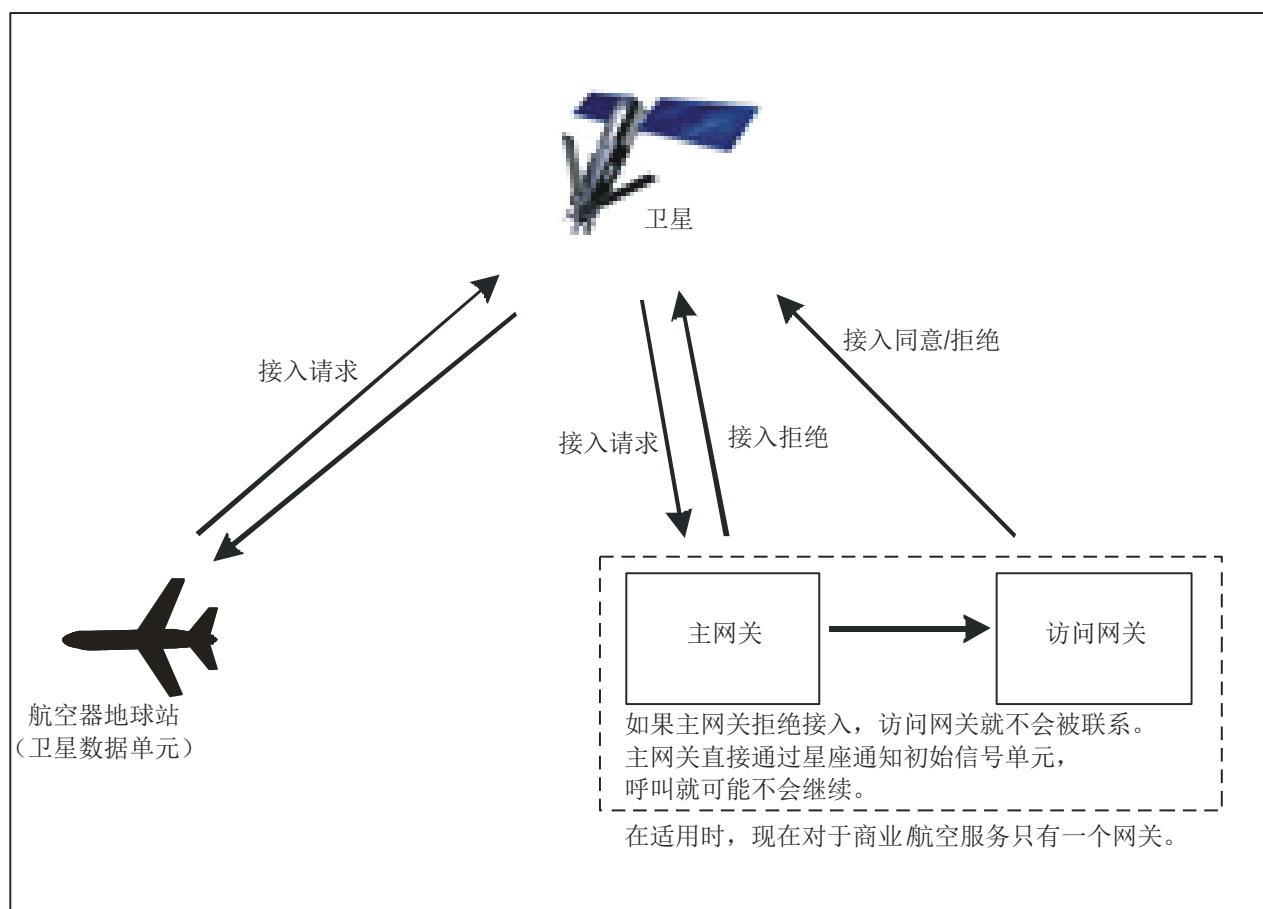


图 6-7 接入

6.6.12 在位置确定后，当卫星数据单元通过卫星发送“接入请求”到网关时就开始允许和拒绝接入过程。根据计算的用户地理位置，网关将对用户卫星通信服务提供者当前服务控制区的身份接入信息和用户的当前服务控制区进行检查。网关下载卫星数据单元配置参数以便更新可能做出的任何变化，网关确定为卫星数据单元位置区码设定的注册参数，以便确定航空器是否需要再次注册。如果航空器的卫星数据单元没有接入限制，将发送一个接入决定通知，如果接入被允许或拒绝，网关就向卫星数据单元表示。如果得到允许，网关将把卫星路径信息提供给卫星数据单元。

6.6.13 如果接入被拒绝，将通过来自网关的接入决定通知提供下述一个拒绝原因值网关：

- 未知
- 限制区
- 未确定区
- 用户参数未知
- 资源不足
- 协议错误
- 接入防范计时器过期

- 无位置区码
- 接入拒绝
- 无

呼叫建立

6.6.14 在获得网关接入之后，如果卫星数据单元还没有在网关里注册，就必须注册。重新注册有三个原因，由网关决定：

- 1) 航空器已经从一个网关转移到了另外一个网关；
- 2) 航空器已经从一个位置区码转移到了另外一个位置区码；
- 3) 航空器已经从其原来位置移除了位置区码所确定的重新注册距离之外。也就是说，通过网关重新定位的距离大于位置区码的重新注册距离。

6.6.15 呼叫控制。如果航空器发起呼叫，它将接着把已拨打的号码发送到访问网关（在适用时），网关将处理已拨打的号码。网关核查卫星数据单元的SIM卡，以便验证对航空器的业务规则是否有效。如果卫星数据单元的SIM卡被授权进行呼叫，接着网关将分配资源以便支持呼叫，如回路、代码转换器和干线。

6.6.16 网关接着向被叫方以振铃的形式警示卫星数据单元（向用户的耳机提供铃声音调）。

6.6.17 在通过卫星建立语音路径后，访问网关将从语音路径上移除，这被叫做“切断”。切断不会用于数据呼叫、补充和传真服务。切断降低了语音路径的时延，并转换K波段的资源。

6.6.18 当被呼叫方应答呼叫时，网关就通知卫星数据单元被叫方已经应答了呼叫，铃声音调的功能就被停止。

呼叫保持

6.6.19 一旦呼叫建立起来，与呼叫相关的铱星网络节点进入保持状态。在这种状态中，网络在节点之间保持连接。作为卫星轨道的系统开销，网络将在卫星间改变业务信道，这一过程叫做“切换”。

6.6.20 铱星网络卫星有高方向性的天线，其提供铱星网络到航空器卫星数据单元的接入。这些天线经过配置，以预测多个到地球表面的波束。切换是一个航空器从其当前业务信道转到不同业务信道，通常因为卫星运动导致当前业务信道不再适合继续提供服务。在三种情况下需要切换过程：

- 1) 一个航空器卫星数据单元在卫星相对航空器（卫星间）运动时必须在卫星之间切换；
- 2) 一个航空器卫星数据单元在卫星波束模式相对与航空器（星内）运动时必须在波束之间切换；
- 3) 随着星间几何形状的变化，无线信道被在波束之间重新分配以便管理干扰。这一过程导致航空器卫星数据单元被切换到同一波束（波束内）的不同信道。

呼叫释放

6.6.21 当连接一方挂机或者网络发现有终止失败时就发生呼叫释放。在两种情况下，释放发起器产生一个释放电文，这一电文在与呼叫相关的所有节点间横向连接。释放确认信息被通过网络发送回去，每一个节点都释放呼叫，所有用于呼叫的资源都被释放。

6.6.22 网关形成呼叫的结账记录，并将这一信息储存在网关中。结账记录后来被发送到适当的结算中心。

数据链

6.6.23 铱星网络为航空安全业务、短突发数据和基于路由器的无限制数字互通连接解决方案提供两种类型的数据业务。一些L波段收发信机充分支持这两种业务的使用，但是，另外一些L波段收发信机只支持短突发数据。使用这两种数据交换中的一种对终端用户都将是无缝的。

短突发数据

6.6.24 铱星的短突发数据业务是一个简单而有效的卫星网络传输能力，能在航空器数据管理单元（如管理单元和通信管理单元）和陆基数据服务器之间传输短数据电文。一个移动始发或航空器始发的短突发数据电文的大小可以在1到1 960字节之间（如一个9601 L波段收发信机的最大电文大小为340字节）。一个移动终止或发往航空器的短突发数据电文大小可在1到1 890字节之间（一个9601 L波段收发信机的最大电文大小为270字节）。

6.6.25 现场应用和初始信号单元（两者都包含在卫星数据单元之中）之间的接口是串行连接，该连接有扩展的专属AT命令。

对于移动始发的短突发数据电文（MO-SBD）：

- 电文被使用+SBDWB或者+SBDWT的AT命令下载进卫星数据单元中的移动始发的缓冲区。
- 电文在卫星数据单元和网关间转移会话通过AT命令+SBDI进行初始化。

对于移动终止的短突发数据电文（MT-SBD）：

- 当网关中接收到电文时，卫星数据单元使用AT命令+SBDI初始化邮箱检查。
- 为了通过现场应用在卫星数据单元中检索移动终止的缓冲，将使用+SBDRB或+SBDRT的AT命令。

6.6.26 在供应商应用（陆基业务处理器）和铱星网络网关之间所有安全业务航空器始发（MO）和航空器终止（MT）的电文使用一个虚拟专用网络（VPN）和租用线路电文路由，以便提供额外的安全、容量和/或冗余。此外，铱星用户（航空器或陆基用户）到铱星用户（航空器或陆基用户）电文仍旧保留在铱星网络基础设施中，该基础设施提供了高水平的安全性。

6.6.27 端到端短突发数据架构的主要元素如图6-8中表示。具体而言，卫星数据单元域应用、铱星网络和

供应商应用中所包括的元素。

6.6.28 现场应用代表被航空电子设备制造商定义的硬件和软件，这些硬件和软件被与销售商应用或者陆基服务处理器进行同步，以便进行数据交换，如航空器通信寻址与报告系统，或者收集和传输航空器位置信息。卫星数据单元包括在防火墙、航空器通信接口和内存和处理器逻辑中有短突发数据特征的铱星 L 波段收发信机。

6.6.29 销售商应用和铱星网络网关的接口使用标准的互联网协议发送和接收电文。

基于路由器的无限制数字互通连接解决方案

6.6.30 铱星的基于路由器的无限制数字互通连接解决方案是一个要纳入集成数据解决方案的电路交换数据服务。集成数据解决方案是诸如远程资产监测、控制和数据文件传输的一些应用。通常，这些应用用于支持成千上万的远程单元。基于路由器的无限制数字互通连接解决方案用于利用铱星通信系统的全球特性，并在铱星网关和陆基业务处理器或主机应用之间将它和现代数字连接结合。

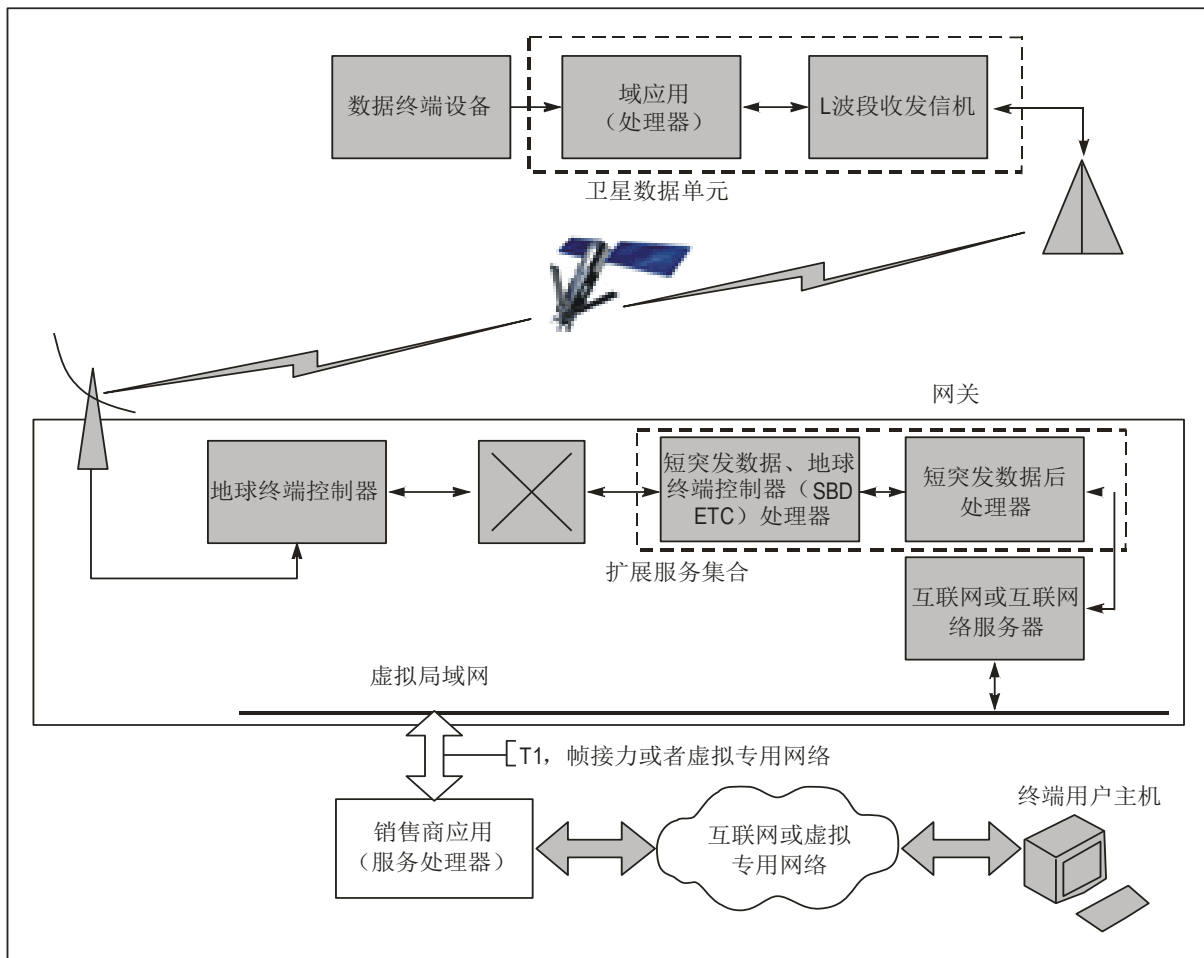


图 6-8 短突发数据架构

6.6.31 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案是一个电路交换数据服务，一个数据管道，通过这些管道传输和接受客户数据。这一服务可以为点到点协议或者多链路点到点协议基于客户进行配置，取决于应用或客户的请求。客户必须被适当地在交换子系统和基于路由器的无限制数字互通连接解决方案接入控制服务器中进行规定，以便使用这一服务。提供从铱星网络向专用电路（或者逆向）的接入。

6.6.32 一个怎样进行数据呼叫的例子如下：

- AT + CBST=6,0,1 (非同步调制解调器4 800 bps和IRLP)
- OK
- AT + CR=1 (启动报告)
- OK
- ATD1234567890 (拨打远程调制解调器)
- + CR: REL ASYNC
- 连接9600 (呼叫以9600的数据终端速率连接)

6.6.33 服务可以被配置成限制接入用户群体功能，但是只有那些为一个特定目的地进行配置的可以到达目的地。

6.6.34 端到端的基于路由器的无限制数字互通连接解决方案架构的主要因素如图6-9所示。具体而言，这些因素包括现场应用、铱星用户单元、铱星卫星星座、标准电话单元和位于铱星网关中的基于路由器的无限制数字互通连接解决方案、虚拟专用网络、销售商应用或者陆基业务处理器。

6.6.35 移动初始呼叫活动的标准序列：

- 1) 移动应用对基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器的号码进行呼叫。
- 2) 呼叫请求经过星座路由以便进行用户验证和呼叫建立。
- 3) 交换连接到基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器，进行二次验证。
- 4) 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器终端呼叫到预配置的IP地址。
- 5) 端到端互联网协议连接通过星座在主机应用和移动应用之间建立。

6.6.36 移动终止呼叫活动的标准序列：

- 1) 主机应用对基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器进行远程呼叫。
- 2) 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案服务器验证主机。
- 3) 呼叫请求被路由至交换机以建立呼叫。
- 4) 呼叫请求经过星座路由以便进行用户验证和呼叫建立。
- 5) 移动应用回答呼叫。端到端互联网协议经过星座在主机应用和移动应用之间建立连接。

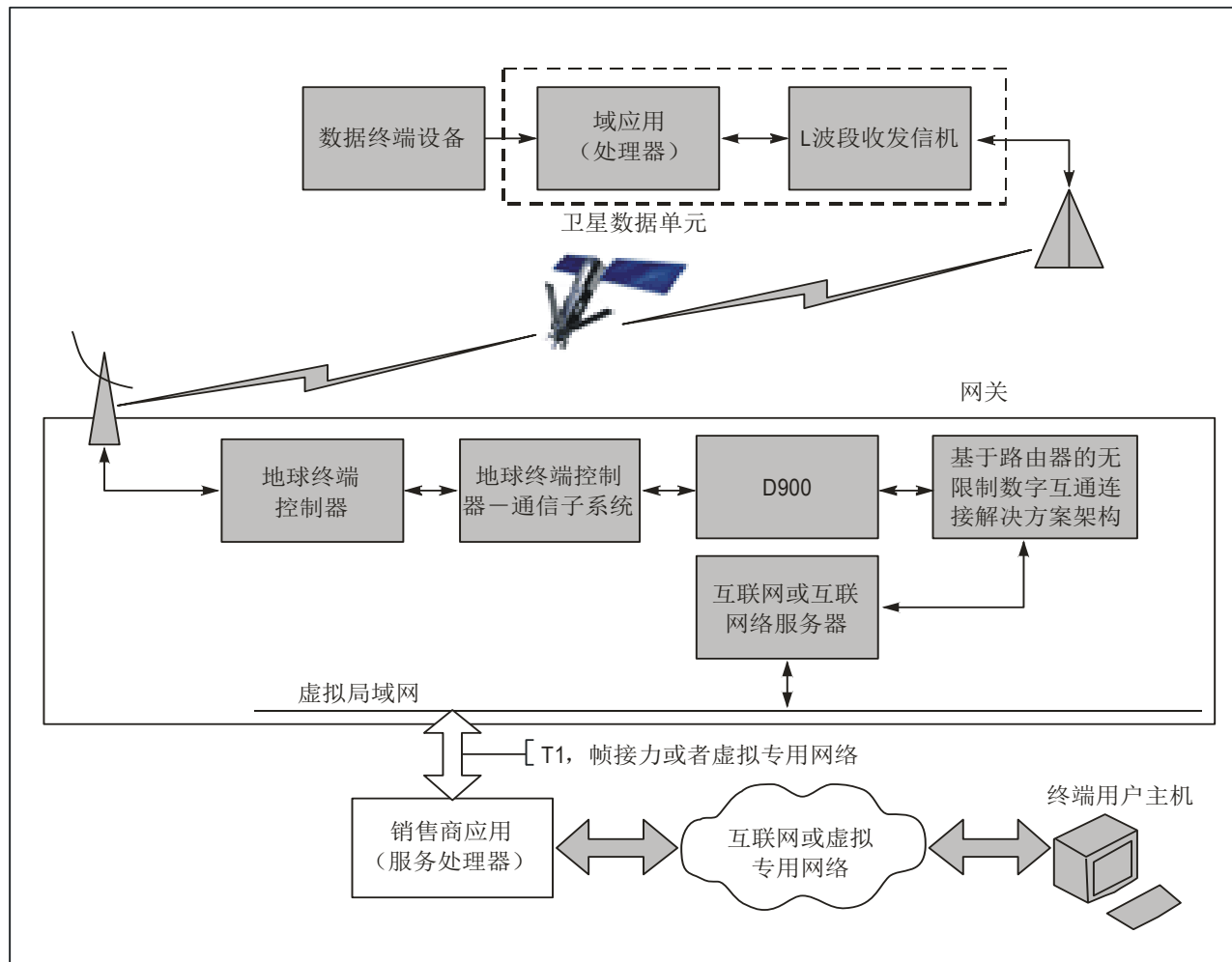


图6-9 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案架构

6.6.37 基于路由器的无限制数字互通连接解决方案使用路由器，以允许通过远程登录协议前往或来自于具体互联网协议地址的终止和发起电路交换数据呼叫。设计这一能力用于支持有很多现场装置和一个中央主机的应用。这些业务允许现场装置直接呼叫主机应用，主机应用能够直接呼叫现场装置。铱星网关和主机应用之间的连接可以通过多种方法进行，包括互联网、虚拟专用网络和租赁线路。航空安全业务只可以使用经批准的虚拟专用网连接和租赁线路以冗余的方式进行。

6.7 运行连接性

连接性

6.7.1 端到端语音服务应该考虑为了符合卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施而使用公共交换电话网络和/或使用租赁通信线路所提供的服务质量。

呼叫特点

6.7.2 铱星网络仿照电信业务的GSM电话系统。铱星网络系统架构提供短语音延迟，计算出的最差情况预测（一个方向语音转移延迟）低于375 ms。这一数字可能因不同的终端用户PBX和终端用户的电信公司连接/配置而不同。

6.7.3 呼叫建立时间、呼叫建立率和丢失呼叫率被定期检测和报告。

保安

6.7.4 铱星卫星中的所有物理属性被安全地保持，并采取额外保安措施，包括按需接入的锁定消息，其部署在网关、卫星网络运行中心和技术支持中心。

6.7.5 此外，采取了下述保安措施以保证网络服务安全：

- 处理错误指向呼叫和GTA通信保护，其包含对航空驾驶舱进行呼叫的授权呼叫电话号码验证和授权的个人身份识别号码 (PIN) 验证。这一特点是基于航空电子设备能力 (在一些型号上是可选的)，以便阻止未在预先下载的授权电话号码名单上的电话号码的呼叫。一个在授权呼叫名单上的号码须是铱星提供的、要求输入个人身份识别的号码。呼叫到铱星提供的电话号码的呼叫者必须输入规定的个人身份识别号码。允许用户三次尝试输入适当的个人身份识别号码。在第三次尝试之后，呼叫过程就停止，呼叫者必须重新拨打航空器电话号码和重新进入个人身份识别号码的序列。
- 在接入过程中提供欺骗保护。在这一过程中，网关确定请求的卫星数据单元是否提供其地理位置。如果提供，系统请求对正在请求将卫星数据单元提供的地理位置和该卫星数据单元正在使用的波束ID进行检查。如果与波束ID相关的波束覆盖位置没有和卫星数据单元提供的位置相匹配，系统就设定一个欺骗标志。系统接着向卫星数据单元发出“接入决定通知”电文，指示器设定到“拒绝接入”，服务就被拒，除非是紧急呼叫。
- 因为未授权使用的拒绝服务在接入、注册和验证过程被支持。这些规则可以被有关机构按需要加以利用。

服务质量衡量

6.7.6 服务质量通过很多装置进行衡量，它们被称作自动拨号器。这些自动拨号器在全世界部署，并配置成自动地通过铱星系统进行呼叫。当每一个呼叫被拨打时，系统就开始计时。随着呼叫过程持续和呼叫建立时，连接时间就被终止，整个连接的时间就被记录。如果呼叫过早掉线，过早掉线的呼叫就被记录，适当终止的呼叫记录也是这样。

6.7.7 铱星在全世界建立了约25个自动拨号器，包括北半球和南半球。每一个自动拨号器都连接到计算机，计算机通过系统和结果记录运行一个脚本。自1998年开始，每年365天，每一个自动拨号器每天试图进行1440个

呼叫，这等于每一个自动拨号器每年进行525 600次呼叫，或者25个自动拨号器每年进行1 000万次以上的呼叫。

6.7.8 下述关键性能指标被密切监测：

- 呼叫建立；
- 呼叫建立比率；
- 掉线比率；
- 掉线比率对呼叫持续；
- 总数据流量；
- 数据错误比率。

系统中断和维护

6.7.9 铱星有将系统中断或因为系统维护而计划的系统中断的影响降低到最小程度的过程和程序。除了每一个平面上在轨的备用卫星之外，铱星有已冗余网关处理器以使处理器硬件故障失效，并有冗余电信线路。

6.7.10 要求铱星卫星通信服务提供者有相似的设备 and 电信线路冗余，以及处理中断的过程和程序。要求这些服务提供者将他们的维修中断窗口和故障系统与铱星同步，以便将中断对终端用户的影响降到最低程度。

6.7.11 卫星航空通信服务提供者是业务问题的最初联系点。当服务提供者不能解决问题时，铱星有处理业务问题的过程。

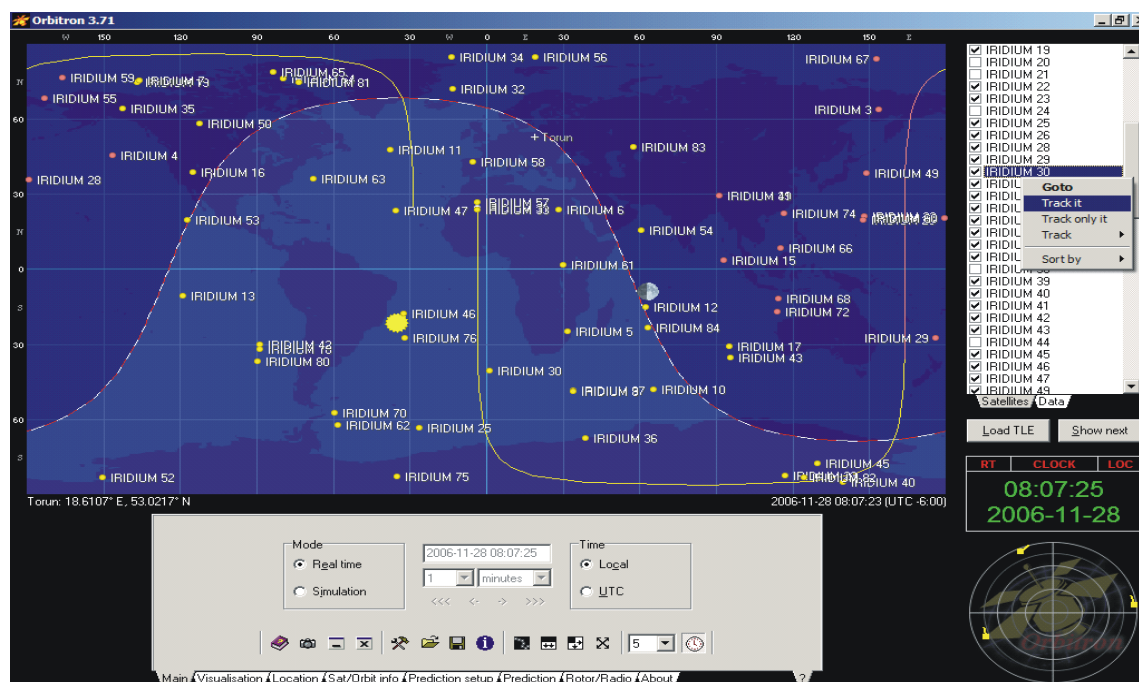


图 6-10 商业成熟卫星跟踪应用截屏

6.7.12 任何重大业务中断（包括丢失空间运载器）就会导致发布网络咨询通知。通知确定所涉及的卫星ID号码。一些商业成熟（COTS）计算机软件工具可以使用，以允许用户追踪确定的卫星。一个可用的跟踪工具截屏在图6-10中表示。

6.7.13 如果确定终端将持续一段时间（如丢失一个平面中的一颗卫星，没有备用的可用），铱星LLC公司通过制定和上传新波束沉积表到星座，试图尽可能多地填充缺失的L波段足迹。

6.7.14 如果一个备用卫星可以在同一平面使用，它可以通常在几天的时间里被操作进空闲时隙，但是，由于卫星节点ID的变化，这也要求产生和上传新波束沉积表。

6.7.15 铱星卫星可以提供合适的商业成熟卫星跟踪软件。

计划的中断

6.7.16 铱星已经为地面地球站设施建立了一个计划的维修窗口。应该指出计划的维修窗口没有每周使用，整个维修窗口可能没有使用，维修活动可能不会影响整个网络或业务。在维修活动中铱星将尽力保持服务以便将对终端用户运行的影响降低到最小程度。

6.7.17 如果铱星要使用设定的窗口，铱星将尽力通过在窗口之前立即关闭山区标准时间在星期二的业务向铱星服务提供者发送一封电子邮件通知。这一电子邮件通知将表明潜在服务影响的类型（如语音、结账）。一封对应的电子邮件通知将在维修完成之后立即发送。

6.7.18 如果铱星没有要使用设定的窗口，就不发送通知。铱星将一直试图把实际的中断持续时间降到最低。根据维修的属性，业务可能对整个维修窗口或对窗口中的不同时间完全不可以使用。根据维修的属性，移动始发的电文可以被储存在网关中，结果导致这一段时间内的延迟增加。铱星卫星航空通信服务供应者需要协调卫星活动以便和铱星维修窗口重合，并向终端用户提供通知。

未计划的中断

6.7.19 万一出现未计划的中断影响业务，在发现业务丢失时，铱星将向服务提供者发布一封电子邮件通知。根据中断的属性，初步通知电子邮件可能包含下述内容：

- 中断的大约开始时间；
- 中断终止时间。

通知

6.7.20 通知将被提供给服务提供者和终端用户，正如计划维修、业务中断和业务恢复所要求的那样。

6.8 航空电子设备

6.8.1 铱星航空电子设备是基于铱星提供的L波段收发信机,每一个L波段收发信机都有一个语音/数据信道,如图6-11 (两个信道航空电子设备块图) 所示。L波段收发信机至少提供下述内容:

- 无缝、低延迟的与铱星网络的链路;
- 语音编码器, 确保一致的质量;
- 与短突发数据和基于路由器的无限制数字互通连接解决方案处理器在网关的数据链路以缓解整合和确保无缝服务;
- SIM卡, 以确保安全相关的航空业务及时获得在铱星卫星航空移动（航路）业务中所需的接入, 这一业务包括提供系统资源的优先、优先性和先发性, 并支持采集类14;
- 与航空电子设备互工作互联的小型子规模D连接器;
- 控制L波段收发信机的AT命令结构;
- 24位国际民航组织航空器地址码的传输。

6.8.2 所有航空电子设备需进行测试并被卫星航空通信服务提供者批准, 以通过铱星网络和遵守公布的通信协议确保适当的互动。只有那些同时被铱星和卫星通信服务提供者测试和批准的航空电子设备会被提供安全业务 SIM 卡。

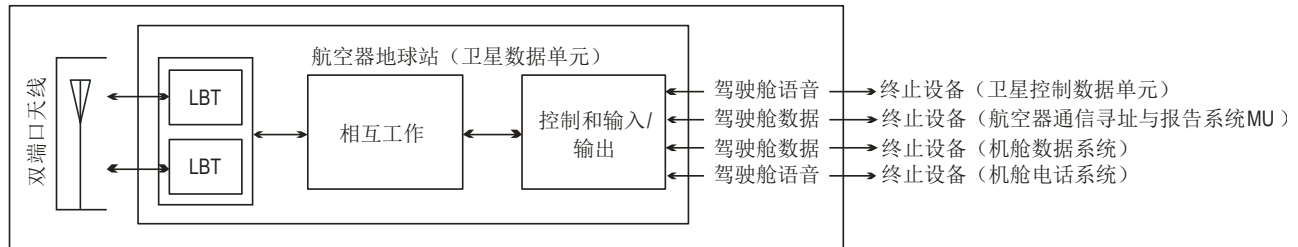


图 6-11 两个信道航空电子设备块图

6.9 要求定义

6.9.1 所有航空电子设备都要符合适航规章, 这些规章适用于安装航空电子设备的航空器, 如适用的民用航空机构所指示的那样。航空器系统安装的设备符合这些民用航空规章由航空电子设备制造商和设备安装单位实现, 他们提供型号证书、新航空器或者航空器改装的补充型号证书所要求的安装工程和审定方案的施工和审定。

6.9.2 应查询相关铱星网络和L波段收发信机文件的规格附录以获取额外信息。

6.10 航空器安装

6.10.1 航空无线电技术委员会的RTCA DO-160《机载设备环境条件和测试程序》对航空器电台安装位置或合格的类似电台的安装位置提供了指导原则。万一一个铱星系统和其他卫星移动业务系统被联合安装在同一架航空器上，同时运行可能要求额外的干扰缓解技术。例如，对于Inmarsat/MTSAT，要求在Inmarsat/MTSAT收发机和铱星接收机进行很大隔离。这可能由安装一个D型或E型或者相应的微波双工器实现，如航空无线电公司ARINC 741或者781。

航空器天线安装

6.10.2 铱星天线须安装在航空器顶部，尽可能接近航空器的中间线，在铱星天线和所有其他通信、导航和监视系统天线之间要有足够的物理间隔。铱星天线的安装须提供清晰的到卫星的视距路线，留有最大量到地平线的无障碍视线和与其他安装的卫星移动业务系统天线的最大间距。建议在安装之前对航空器进行现场调查，以确保铱星设备将适当地与其他卫星移动系统共存运行。按照获得航空器补充型号证书或新航空器型号证书的要求，须进行铱星网络的地面和飞行测试以确保与其他通信、导航和监视系统相兼容，并确保铱星网络安装设备为飞行安全提供足够的电磁兼容 (EMC/SOF)。

6.11 铱星陆基业务

6.11.1 铱星有许多各种设备制造商生产的陆基通信系统，可以在空中交通服务提供者那里获得。这些系统可以配备特别航空安全服务SIM卡，以便在出现减负荷时使这些航空系统能够得到最高的采集类。

6.11.2 当租赁电信线路不能用时，铱星陆基系统可以提供主要回路模式信道，如图6-12所示。

注：数据可以得到支持，但是航空器通信寻址与报告系统/航空电信网协议要求专门数据终端设备，和航空器电文发送应该通过航空地面业务被路由，以便确保适当的电文路由和跟踪。

6.12 实施未来业务的过程

6.12.1 铱星和铱星服务提供者将协调新服务和特点的需要。铱星服务提供者将与终端用户、民用航空当局和空中交通服务提供者合作，以获得对航空界需求和优先的理解。

6.12.2 铱星每年将根据每个季度系统更新的估计为来年公布一个服务和特点计划列表。这一表单将在铱星网站上公布并将对铱星有附加值的制造商、分销人、服务提供者和终端用户，包括空中交通服务提供者公开。

6.12.3 当铱星在开发新特点时会考虑与已经在服务中收发信机和航空电子设备的后向兼容。

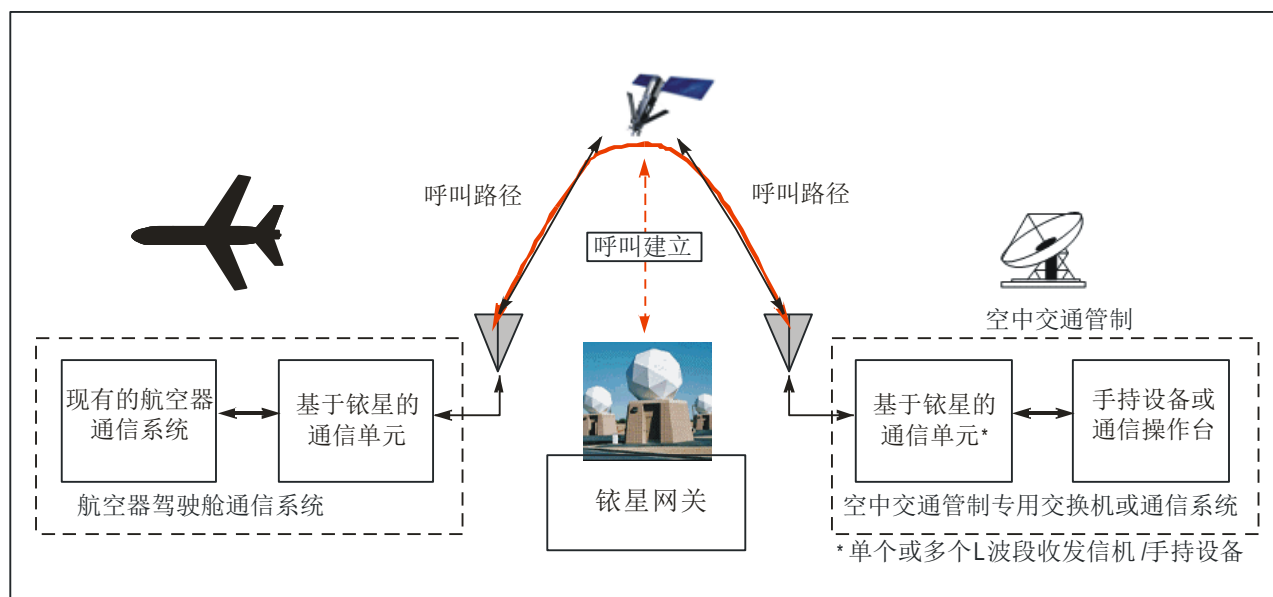


图 6-12 铱星航空安全业务 —— 语音航空器到空中交通服务提供者业务模型

第II部分附录A

航空器地球站射频特征

在美国，联邦航空局技术标准要求TSO-C159所提及的“支持下一代卫星系统 (NGSS) 的航空电子设备”，在2004年9月20日生效之日后的生产中，必须满足航空无线电技术委员会的RTCA DO-262所规定的最低运行性能标准。

航空无线电技术委员会的RTCA DO-262是一个主要阐述支持下一代卫星系统的航空器地球站无线电频率特点和性能的叙述性规范。每一个下一代卫星系统要提供具体系统性能规范，这样为特定卫星系统而建造的航空器地球站射频性能可以被测试和验证。

表A-1按照航空无线电技术委员会的RTCA DO-262列举了一些铱星通信卫星系统的具体系统特性参数。铱星将与其航空器地球站制造商在理解最低运行性能标准和铱星具体系统参数方面合作。

**表A-1 按照航空无线电技术委员会的RTCA DO-262铱星卫星
航空移动（航路）业务系统参数**

符号	特点	系统具体值	段落参考
A_{RSV}	系统具体的空间运载器轴率。这一参数仅用于计算需要克服因为轴率不匹配而造成损失的增益	3.5 dB	DO-262 2.2.3.1.1.2
f_{RMX}	空间运载器传输的最大运行频率 (航空器地球站接收)	1 626.5 MHz	DO-262 2.2.3.1.1.4
f_{RMN}	空间运载器传输的最小运行频率 (航空器地球站接收)	1 616.0 MHz	DO-262 2.2.3.1.1.4
f_{TMX}	航空器地球站传输的最大运行频率	1 626.5 MHz	DO-262 2.2.3.1.1.4
f_{TMN}	航空器地球站传输的最小运行频率	1 616.0 MHz	DO-262 2.2.3.1.1.4
f_M	信道调制速率	50 kbps	DO-262
P	航空器地球站天线的标注极化	RHCP	DO-262 2.2.3.1.1.1.2
P_{NC}	当没有收发信机在信道传输时，间隔中允许的最大输出功率	-77 dBW / 100 kHz	DO-262 2.2.3.1.2.1.7
S_D	灵敏度测试最低数据信道载波电平	-114 dBm	DO-262 2.2.3.1.2.2.1.1
S_{HSNT}	在指定传输频段内允许的谐波，杂散发射和噪声的最大电平	-35 dBW / 100 kHz	DO-262 2.2.3.1.2.1.5
S_{HSNR}	在指定接收频段内允许的谐波，杂散发射和噪声的最大电平	-35 dBW / 100 kHz	DO-262 2.2.3.1.2.1.5
S_{IMT}	在指定的传输频段允许的两种音调互调产物的最大电平	不适用，没有多个载波 预计有互调	DO-262 2.2.3.1.2.1.4
S_{IMR}	在指定的接收频段允许的两种音调互调产物的最大电平	不适用，没有多个载波 预计有互调	DO-262 2.2.3.1.2.1.4
S_{UW}	在指定的接收频段内可以接受的下一代卫星系统外部干扰源的无用宽带噪声最高电平，以功率频谱密度表示	-174 dBm/Hz	DO-262 2.2.3.1.2.2.6
S_{UN}	在指定的接收频段内可以接受的下一代卫星系统外部干扰源的无用窄带噪声最高电平，以绝对功率电平表示	-128 dBm	DO-262 2.2.3.1.2.2.6

符号	特点	系统具体值	段落参考
S_V	灵敏度测试的最低噪声信道载波电平	-114 dBm	DO-262 2.2.3.1.2.2.1.2
θ_{SA}	到下一代卫星系统星座分布中两个卫星的视距的最小分辨角度	不适用 ⁽¹⁾	DO-262 2.2.3.1.1.8
A_{RA}	航空器地球站天线的最大轴率	8度高时为4 dB；顶点时为3 dB	DO-262 2.2.3.1.1.2
D/U	在最低仰角之上两个潜在卫星位置之间的最小模式区别 θ_{MIN}	不适用	DO-262 2.2.3.1.1.8
ϕ_A	一个引导的航空器地球站天线的波束位置之间允许的最大相位非连续性	不适用	DO-262 2.2.3.1.1.9.1
G_{MAX}	在最低仰角之上上半球里航空天线模式的最大增益 θ_{MIN}	3 dBic	DO-262 2.2.3.1.1.1.3
G_{MIN}	在最低仰角之上上半球里航空天线模式的最小增益 θ_{MIN}	-3.5 dBic	DO-262 2.2.3.1.1.1.3
L_{MAX}	航空器地球站天线输出端口和收发信机输入端口之间的最大线缆损失	3 dB	DO-262 2.2.3.1.2.2
L_{MSG}	使用数据2传输的用户数据序列报头最大长度	待定	DO-262 2.2.3.6.2
L_{SNDP}	包含在最大长度子网依赖型协议数据块的用户数据报头的最大长度	待定	DO-262 2.2.3.3.1
N_D	同时数据载波的最大数量	2 ⁽²⁾	DO-262 2.2.3.1.2.1.1
N_V	同时语音载波的最大数量	2 ⁽²⁾	DO-262 2.2.3.1.2.1.1
P_D	在能提供多个载波的航空器地球站中每一个 N_D 数据载波的最大单个载波功率	5.5 W	DO-262 2.2.3.1.2.1.1
P_{RNG}	航空器地球站传输功率需要得到控制的范围	相对于 P_D 为+0到-8 dB, 铱星内部控制	DO-262 2.2.3.1.2.1.8
P_{SC-SC}	单个载波航空器地球站的最大突发输出功率	8.5 dBW	DO-262 2.2.3.1.2.1.2
P_{STEP}	控制航空器地球站传输功率的最大可接受功率步长大小	1 dB 步骤, 铱星内部控制	DO-262 2.2.3.1.2.1.8
P_V	在能提供多个载波的航空器地球站中每一个 N_V 语音载波的最大单个载波功率	5.5 dBW	DO-262 2.2.3.1.2.1.1
R_{SC-UD}	在常设包误码率为 10^{-6} , 可接受的最低平均单个信道用户数据率	2.4 kbps	DO-262 2.2.3.1.2.2.1.1
θ_{MIN}	卫星覆盖范围内的最小仰角	8.2度	DO-262 2.2.3.1.1.1.1
τ_{SW}	电子引导天线模式之间的最大切换时间	不适用	DO-262 2.2.3.1.1.9.2
ρ_{RA}	为保护射电天文所需单独使用的最小地理半径	不适用	DO-262 2.2.3.1.2.1.6.2
C/M	在最低仰角上测量的载波到多路区别率	6 dB	DO-262 2.2.3.1.1.7
V_{SWR}	航空器地球站天线的单个输入端口上测量的最大电压驻波比	1.8:1	DO-262 2.2.3.1.1.5

注：

1. 视线分隔角取决于高度和终端的具体位置。
2. 概言之，一旦其他无线电频率性能参数符合规范，这就留给了航空器地球站制造商。假设一个双载波天线单元， $N_D + N_V$ 须小于或等于这两者。

卫星航空移动（航路）业务手册

第 III 部分

国际海事卫星组织和多功能运输卫星的 **CLASSIC AERO**

第 1 章

引言

1.1 目的和范围

1.1.1 本手册这一部分的目的，是为国际民航组织各成员国和国际民用航空界提供关于“Classic Aero”航空卫星系统的详细技术规范和指导材料，该卫星系统负责为确保飞行安全和正常提供卫星航空移动（航路）业务通信。Classic Aero 航空卫星系统在全球范围内由国际海事卫星组织（Inmarsat）运营，在区域范围内由日本民用航空局（JCAB）运营。本手册应结合附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章的标准和建议措施解读。

1.1.2 本手册这一部分由以下各章构成：

1. 引言；
2. Classic Aero 系统综述；
3. 航空接口；
4. 航空器地球站特性；
5. 地面地球站（网关）特性；
6. 电信业务及其运行；

附录 与附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章标准和建议措施的一致性矩阵。

1.2 背景

国际民航组织航空通信专家组已将未来航行系统规划工作推向新的阶段，为最初在海洋和偏远环境使用卫星通信和最终在大陆空域使用卫星通信确定了基本架构概念。国际民航组织通过对关于卫星航空移动（航路）业务的标准和建议措施及指导材料进行修订，同时与其他国际机构展开互动以确保资源的协调和可利用性，在实施确保航空安全的卫星通信方面取得了进展。

1.3 Classic Aero 的历史

1.3.1 国际海事卫星组织是世界上第一个全球移动卫星运营人，创建于 20 世纪 80 年代初，目的是为航运界提供服务。20 世纪 80 年代末，国际海事卫星组织为航空界提供了利用其卫星设施进行航空通信的可能性。该系统设计旨在服务于从旅客通信到与安全相关的空中交通服务通信的所有航空用途，并包括了特殊规定，以确保安全用途优先于其他用途。

1.3.2 国际海事卫星组织系统成为初级卫星航空移动业务的基础，最初的卫星航空移动业务的标准和建议措施主要借鉴了为卫星航空移动业务编制的国际海事卫星组织《系统定义手册》(SDM)，该手册包括关于优先和先占能力的规定。

1.3.3 国际海事卫星组织航空系统为航空器提供的可靠的、高质量的语音和数据通信实际上是传统的无线电

系统根本无法比拟的。随着时间的推移，该系统被通称为 Classic Aero 卫星系统。2006 年，日本民用航空局区域卫星航空移动业务在国际海事卫星组织全球系统内的互用性测试和运营整合完成。日本民用航空局系统被通称为多功能运输卫星系统 (MTSAT)，因为除 Classic Aero 外，MTSAT 卫星也为气象和星基增强系统提供有效负载。

1.3.4 Classic Aero 业务用于支持空中交通服务数据链应用，例如自动相关监视/管制员—驾驶员数据链通信，它们既使用行业标准的航空器通信寻址与报告系统，也使用 AEEC (航空公司电子工程委员会) 622 中定义的未来航行系统 1/A 协议。未来航行系统 1/A 系统通常适用于远程航空器，并用于偏远和海洋环境。Classic Aero 业务还用于支持空中交通服务数据链应用，例如数据链自动终端情报服务和 AEEC 623 中定义的洋区放行许可。空中航行服务提供者通过通信服务提供者获得卫星服务，而通信服务提供者又与国际海事卫星组织地面地球站 (LES) 和国际海事卫星组织签有空间部分使用协议。请注意，国际民航组织并没有对航空器通信寻址与报告系统及未来航行系统进行标准化。

1.3.5 此外，从挪威起飞为北海石油钻井平台提供服务的直升机利用某一系统的卫星航空移动业务低增益分组数据服务，该系统使用几乎与航空电信网完全兼容的通信栈。

1.3.6 《系统定义手册》规定了 Classic Aero 系统构成的设计要求。计划开发该系统内所用设备的所有航空电子设备和地面地球站制造商和运营人都必须遵守这些要求。可以根据非公开协议或许可从国际海事卫星组织获得《系统定义手册》。

1.3.7 国际海事卫星组织还开发出了由第四代 Inmarsat 卫星提供的更高数据传输率的业务，该业务能与 Classic Aero 系统同时运行。

1.4 参考书目

1. 美国航空无线电委员会文件 DO-210D:《地球同步轨道卫星航空移动业务 (AMSS) 航空电子设备最低运行性能标准》。该文件规定了与国际海事卫星组织和多功能运输卫星的 Classic Aero 系统共同运行，并与国际海事卫星组织《航空系统定义手册》相符合的航空器地球站要求。

2. 国际海事卫星组织《航空系统定义手册》。该文件是国际海事卫星组织专有的，但相关方（例如航空器地球站和地面地球站制造商，地面地球站运营人和空中交通服务提供者）可以根据机密协议或许可协定获得。它是一项规定性文件，描述了国际海事卫星组织和多功能运输卫星 Classic Aero 系统的航空器地球站和地面地球站空中接口和技术要求。

3. AEEC (航空公司电子工程委员会) 622。该文件确定了与国际海事卫星组织和多功能运输卫星 Classic Aero 系统航空器通信寻址与报告系统的未来航行系统协议。

4. AEEC 623。该文件确定了国际海事卫星组织和多功能运输卫星 Classic Aero 系统航空器通信寻址与报告系统面向字符的空中交通服务数据链应用。

5. ICAO-ACP-WG-M-12 关于议程 4 的报告。

第 2 章

Classic Aero 系统综述

2.1 概述

2.1.1 Classic Aero 系统由地球静止卫星⁵的空间部分构成，这些卫星 1) 通过馈线链路 with 地面地球站连接；2) 通过用户链路、地面地球站的地面部分和通称为航空器地球站的机载部分与航空器连接。该系统说明见图 2-1，该系统提供的航空服务见表 2-1。该系统用户链路使用 1.5/1.6 GHz 频段，即前向（至航空器）使用 1 530 至 1 559 MHz 和反向（自航空器）使用 1 626.5 至 1 660.5 MHz。国际电信联盟《无线电规则》仅在 1 545~1 555 MHz 和 1 646.5~1 656.5 MHz 频段内为卫星航空移动（航路）业务提供保护（参见附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章，4.3.1.1）。

2.1.2 航空器地球站可通过使用一个确定卫星位置、公告板频率和注册频率的共同系统表，来使用由多个卫星运营人提供的卫星和地面地球站。因此，互用性可以而且已经在多个运营人之间实现。

2.1.3 已确定四种航空业务，这些业务使用共同的频道类型和协议系列运行并依赖于航空器天线的增益。

2.1.4 所提供的电信业务包括语音、包数据、传真和电脑数据。本节描述了：

- 空间部分；
- 航空器地球站；
- 地面部分；
- 卫星运营人之间的互用性；
- 航空业务；和
- 电信业务。

2.2 空间部分

2.2.1 空间部分由最大倾斜 3 度以内的静止卫星构成。

Classic Aero “7+1” 星座

2.2.2 2009 年前，国际海事卫星组织通过由四颗卫星组成的星座提供 Classic Aero 业务。这些卫星包括三颗 I-3 卫星，一颗 I-4 卫星。日本民用航空局区域卫星航空移动业务在国际海事卫星组织全球系统内的互用性测试和运营整合完成后，于 2006 年 7 月在全球 Classic Aero 星座中又加入一颗“MTSAT”卫星，使卫星总数达到五颗。

⁵ 由于地球引力和其他影响，卫星会有轻微倾斜（通常为几度）。

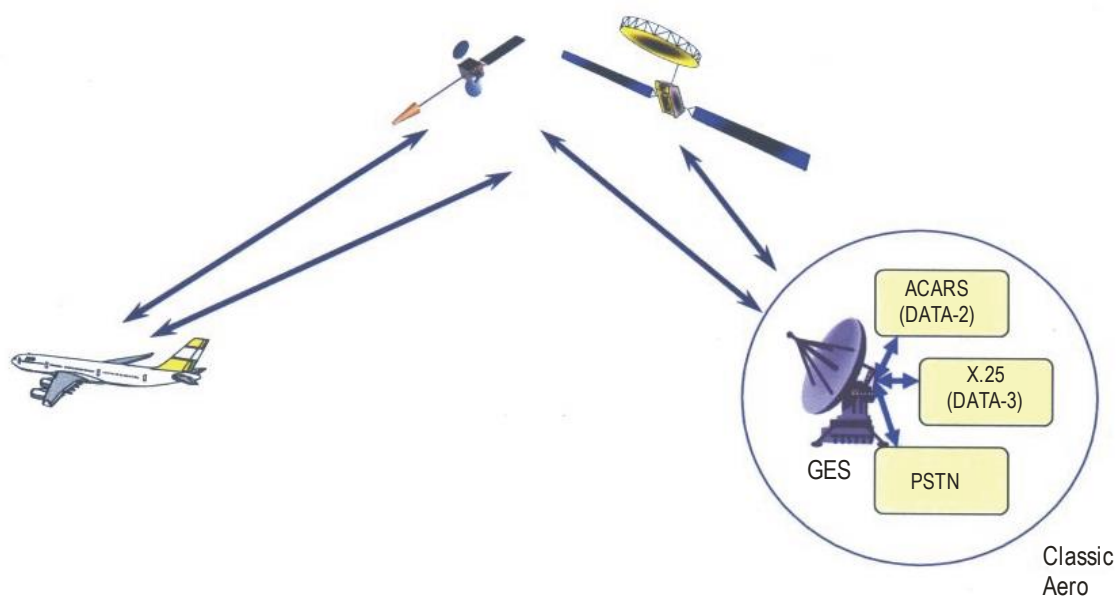


图 2-1 Classic Aero 卫星航空移动（航路）业务关键要素

表 2-1 Classic Aero 业务

业务	天线类型	全球波束运行	点波束运行	数据 ⁶ 信道速率	线路 ² 交换信道速率
Aero-L	低增益 (通常为 0 dBic)	是	否	600, 1 200	
Aero-I	中增益 (通常为 6 dBic)	否 ⁷	是	600, 1 200	8 400
Aero-H	高增益 (通常为 12 dBic)	是	是	600, 1 200, 10 500	21 000
Aero-H+	高增益 (通常为 0 dBic)	是	是	600, 1 200, 10 500	8 400, 21 000

2.2.3 成功部署第二和第三颗 I-4 卫星后，国际海事卫星组织于 2009 年年中在所有三颗 I-4 卫星和四颗 I-3 卫星上都提供了 Classic Aero 业务，使总共七颗 Inmarsat 卫星和一颗 MTSAT 卫星都能在全球提供 Classic Aero 业务。

⁶ 这些是空中接口的信道速率。

⁷ 由于已经实施具体的国际海事卫星组织《系统定义手册》修改通知，有可能实现求救和紧急语音呼叫的 Aero-I 全球波束运行。

Inmarsat 卫星

2.2.4 Inmarsat 卫星示例见图 2-2。Inmarsat 卫星包括：

- 1990 和 1992 年间发射的四颗 I-2 卫星。截至 2007 年 1 月 1 日，这些卫星中使用寿命已到期的的一颗已经停止使用。尽管能够进行卫星航空移动（航路）业务全球波束运行，但这些卫星被用于租借业务并在应急运行中为 I-3 卫星提供备份。
- 1996 和 1998 年间发射的五颗 I-3 卫星。
- 2005 和 2008 年间发射的三颗 I-4 卫星。

2.2.5 所有 Inmarsat 卫星均支持全球波束。I-3 卫星支持 5 个点波束，而 I-4 卫星支持 19 个点波束。

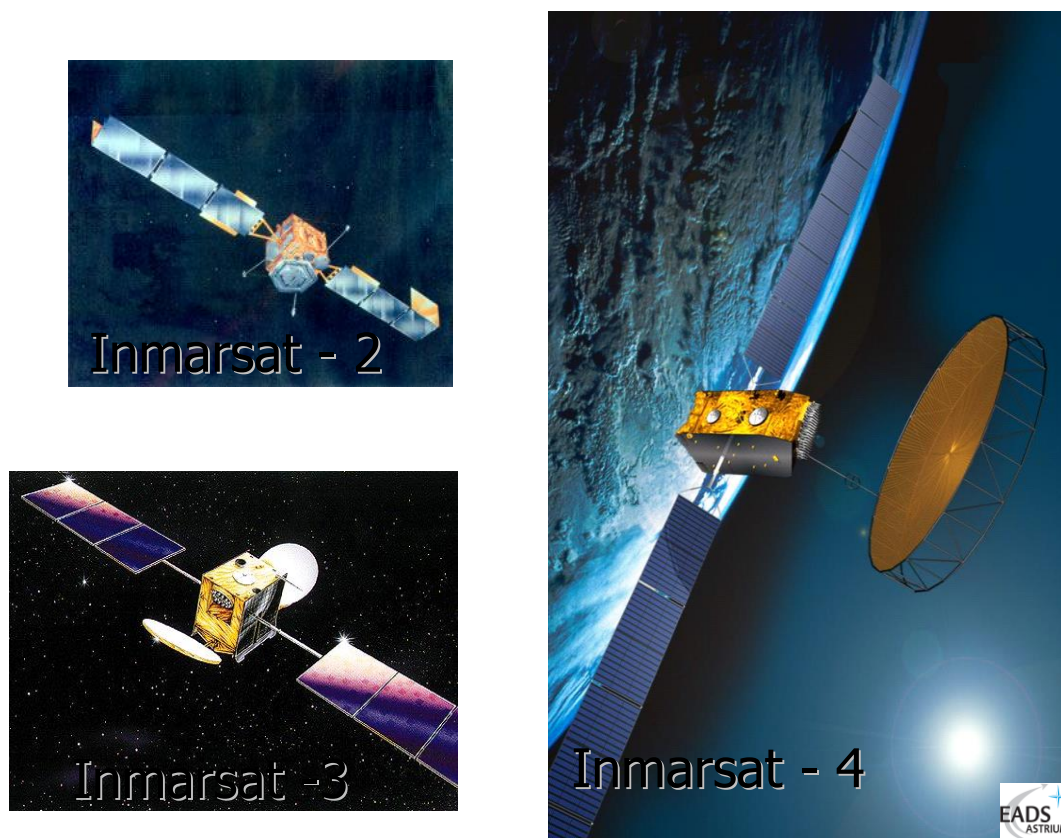


图 2-2 Inmarsat 卫星

2.2.6 2009 年年中引进三颗 I-4 卫星后，七颗 Inmarsat 卫星星座的轨道位置和卫星见表 2-2。

表 2-2 国际海事卫星组织轨道位置（从 2009 年春季开始）

地区	经度	代和卫星编号
印度洋地区	东经 64.5 度	3F1
大西洋东区	西经 15.5 度	3F2
太平洋地区	东经 178 度	3F3
大西洋西区	西经 54 度	3F4
亚太地区	东经 143.5 度	I-4F1
欧洲/中东/非洲地区	东经 25 度	I-4F2
美洲地区	西经 98 度	I-4F3

卫星联合覆盖见图 2-3。

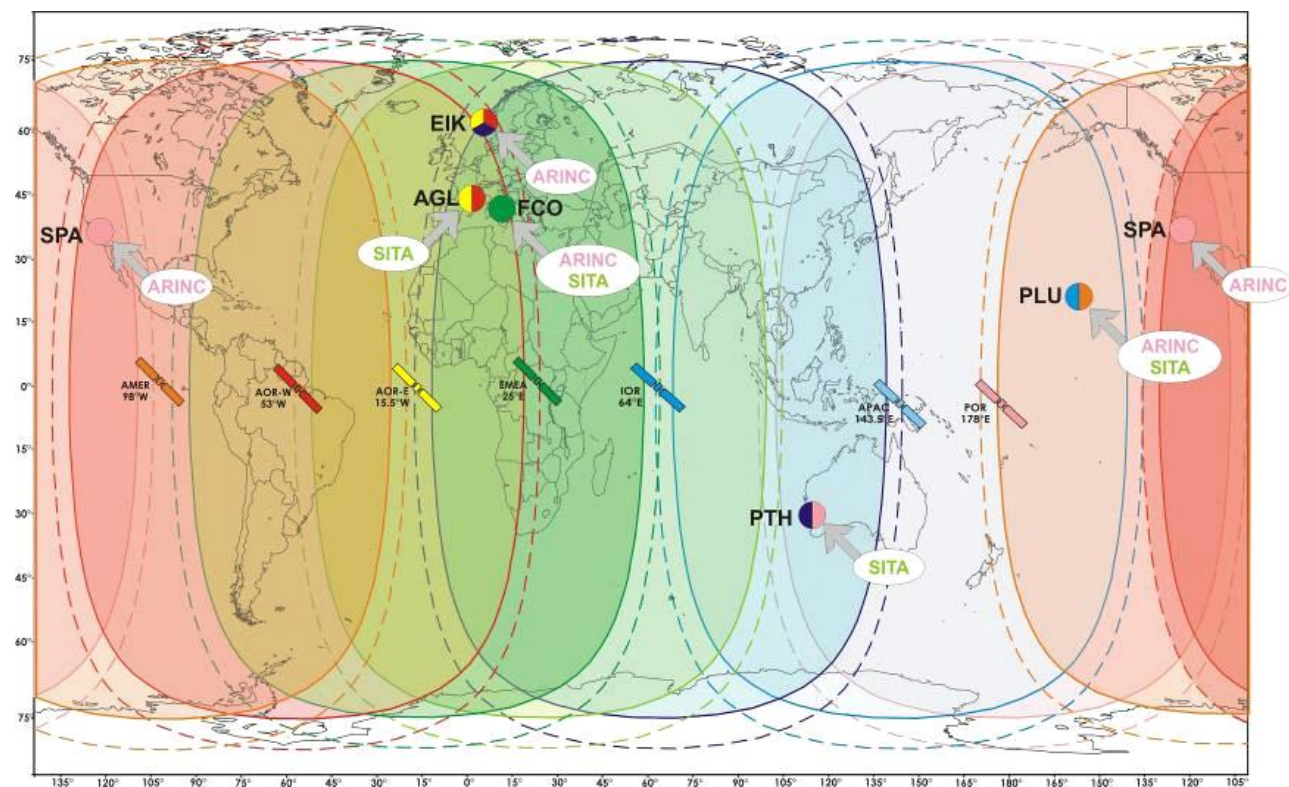


图 2-3 2009 年中期以后为 Classic Aero 系统提供的国际海事卫星组织全球和点波束（阴影部分）覆盖

国际海事卫星组织 Classic Aero 星座的变动

2.2.7 2009 年 1 月和 2 月, 国际海事卫星组织重新定位了其 I-4 卫星, 以便对其网络进行优化。2009 年 2 月底完成重新定位过程。在重新定位之前, I-4F1 和 I-4F2 卫星的位置为西经 53 度 (I-4F2) 和东经 64 度 (I-4F1)。重新定位后, 每颗 I-4 卫星各自的位置为西经 98 度 (I-4 美洲地区), 东经 25 度 (I-4 欧洲/中东/非洲地区) 和东经 143.5 度 (I-4 亚太地区)。

2.2.8 2009 年以前在大西洋西区, 全部航空业务通过 I-4F2 提供。对 I-4F3 卫星成功进行在轨测试和定位后, 2009 年 1 月, 大西洋西区典型业务的通信又转回给一颗 I-3 卫星 (I-3F4) 提供。

2.2.9 I-4 卫星重新定位完成后, 重新定位的 I-4 星座能够提供 Aero H+ (语音和数据) 及 Aero H 和 I (数据) 业务。在这些组合的 I-4 和 I-3 星座上提供这些业务导致产生了为全世界提供 Aero 安全业务的七个 Inmarsat 卫星区域。

为反映这些卫星覆盖的地理位置, 国际海事卫星组织将其三个 I-4 卫星区域称为:

I-4 美洲地区

I-4 欧洲/中东/非洲地区

I-4 亚太地区

注: 从 2009 年 1 月起, 来自大西洋西区 I-3 的点波束覆盖尽可能地向南区进行了扩展, 以改进 Aero-I 业务。

多功能运输卫星

2.2.10 MTSAT-1R 于 2005 年发射, MTSAT-2 于 2006 年发射。日本民用航空局最初于 2006 年 7 月通过一颗卫星提供多功能运输卫星 Classic Aero 业务, 2007 年 7 月开始通过一个由两颗卫星组成的星座提供该项业务。尽管这两颗卫星位于东经 140 度和东经 145 度, 日本民用航空局却通过广播一个系统表, 宣布一颗 MTSAT 卫星位于东经 142.5 度, 将其作为一颗卫星运行。MTSAT 卫星示例见图 2-4。

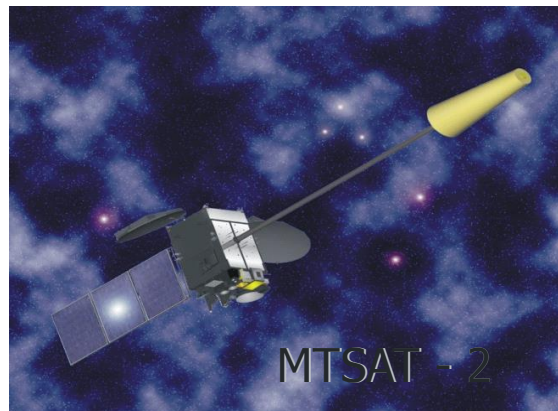


图 2-4 MTSAT 卫星

2.2.11 由于多功能运输卫星的卫星航空移动（航路）业务系统采用基于无中断转换概念的热备用体系结构，即两颗卫星和四个地面地球站，该系统具备如下特点：在 MTSAT-1R 和 MTSAT-2 之间采用动态频率管理方法，具有灵活的系统/网络体系结构，且具有冗余结构，从而可建立健全和高度可靠的系统。

2.2.12 如图 2-5 和 2-6 所示，MTSAT 卫星支持全球和点波束 MTSAT 覆盖。

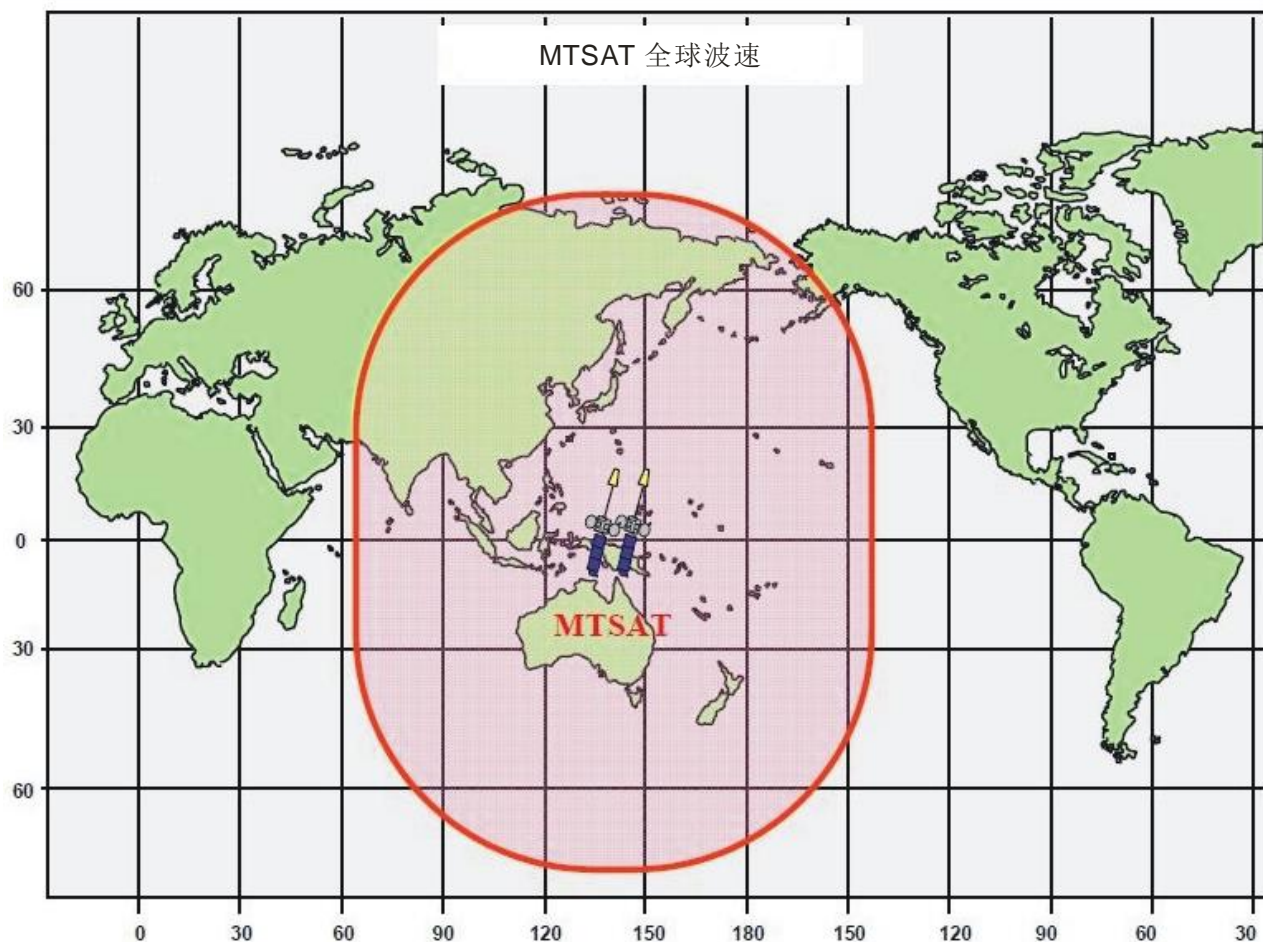


图 2-5 MTSAT 卫星全球波束覆盖

2.3 航空器地球站

2.3.1 航空器地球站由天线子系统和航空电子设备两个主要部分构成。天线子系统由天线辐射元件、天线指向机械装置（高增益机械阵或相控阵天线）和天线共用器/低噪声放大器构成。航空电子子系统由高功率放大器、无线电频率电路系统、调制解调器和协议栈构成。航空电子设备与其他航空器系统连接以提供通信服务。

2.3.2 天线和航空电子设备在形状、安装、布线和功能方面符合AEEC 741, AEEC 761和AEEC 781标准。可以使用其他形状因素。

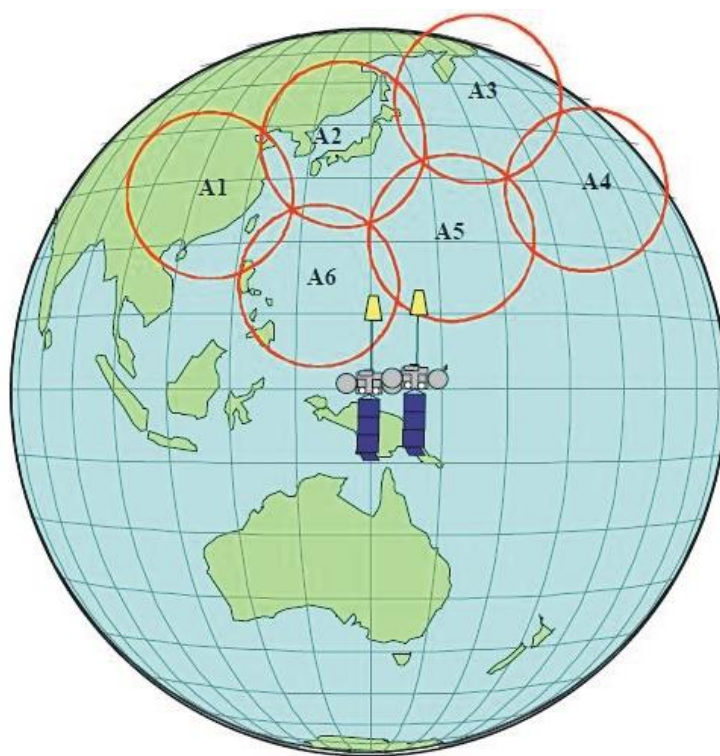


图 2-6 MTSAT 卫星定点波束覆盖

2.4 地面部分

2.4.1 地面部分由地面地球站网络构成。这些网络通过馈线链路（国际海事卫星为 C 波段（6/4 GHz），多功能运输卫星为 Ku 波段（14/12 GHz）和 Ka 波段（30/20 GHz））与卫星连接，同时与陆地电路交换和分组交换网络连接。地面地球站（网关）通过广播公告板和分配频道进行系统控制。

2.4.2 地面地球站与通信服务提供者（例如，航空无线电公司或国际航空电信公司）网络连接，然后与空中交通服务提供者设备连接，以便为通信、导航、监视/空中交通管理提供数据。

2.4.3 多功能运输卫星地面地球站与日本民用航空局空中交通管理中心（ATMC）的通信、导航、监视/空中交通管理系统直接连接，为空中交通管制员和驾驶员提供直接而安全的数据和话音空中交通服务通信。日本民用航空局还通过国际航空电信公司网络提供往来于除空中交通管理中心以外的其他最终用户的话音和数据业务。

2.5 Classic Aero 系统的互用性

2.5.1 Classic Aero 系统互用性包括：

- 技术互用性；和
- 适当的管理控制。

技术互用性

2.5.2 技术互用性使任一 Classic Aero 系统航空器地球站能够通过 MTSAT 卫星或 Inmarsat 卫星和地面设施运行，并在飞行期间进行两个系统之间的无缝切换。Inmarsat 和 MTSAT 卫星都使用共同的空间格式信号，并广播共同的系统表。该系统表包括 Inmarsat 和 MTSAT 卫星识别码，卫星定位和 P 信道卫星识别码。所有地面地球站和航空器地球站都具备该系统表。该表包含航空器地球站与地面地球站建立初始通信和实施注册程序的必要信息。

管理控制

2.5.3 管理控制用于确保 Inmarsat 和 MTSAT 的卫星航空移动（航路）业务系统具备共同的功能，协同运行并具有协调一致的未来发展规划。

2.5.4 希望在互用基础上提供 Classic Aero 业务的任何其他运营人需要与现有运营人实施此类管理控制。

2.6 航空业务

航空业务见表 2-1。

2.7 电信业务

将根据地面地球站和航空器地球站的实施情况提供以下电信业务：

电路交换

- 以 9 600 和 4 800 bit/s 编码的语音。
- 以 2 400 和 4 800 bit/s 编码的传真。
- 以 2 400 bit/s 编码的 PC 数据。

分组交换

- 数据 2 业务（与航空器寻址与报告系统/未来航行系统兼容）。
 - 数据 3 业务（与航空电信网/开放式系统互联兼容）。
-

第 3 章

技术特性

3.1 频率

这一系统能在前向（至航空器）使用 1 525 至 1 559 MHz 和反向（自航空器）使用 1 626.5 至 1 660.5 MHz 的 L 频段运行。所使用的实际频段取决于国际电信联盟和其他实体的频谱分配。在 1 545~1 555 和 1 646.5~1 656.5 MHz 频段，可使用卫星航空移动（航路）业务，并优先于其他业务。

3.2 极化

按照 ITU-R 建议书 573 中的定义使用右旋圆极化。

3.3 信道类型

用于航空器地球站和地面地球站之间通信业务和信令传输的信道如下。

P 信道：分组式时分复用（TDM）信道，用于前向（地—空）传输信令和用户数据。卫星网络中每一地面地球站的传输是连续的。用于系统管理功能的 P 信道被指定为 **P_{smc}**，而用于其他功能的 P 信道被指定为 **P_d**。**P_{smc}** 和 **P_d** 的功能指定不一定适用于单独的物理信道。

R 信道：随机存取（分段 Aloha）信道，用于反向（空—地）传输某些信令和用户数据，特别是处理的初始信号，如典型的请求信号。用于系统管理功能的 R 信道被指定为 **R_{smc}**，而用于其他功能的 R 信道被指定为 **R_d**。**R_{smc}** 和 **R_d** 的功能指定不一定适用于单独的物理信道。

T 信道：预留时分多址（TDMA）信道，仅用于反向。接收地面地球站根据报文长度预留航空器地球站所要求的传输时隙。发射航空器地球站根据优先级传输预留时隙内的信息。

C 信道：电路式单路单载波（SCPC）话音信道，用于前向和反向。该信道的使用通过指配加以控制，并在每一呼叫开始和结束时释放信号。

3.4 信道特性

概述

3.4.1 Classic Aero 系统在所有信道上使用数字调制以有效利用卫星功率和带宽，通过前向纠错来改进性能。本节描述了单个信道配置。

3.4.2 信道的基本传输特性见表 3-1，该表显示了调制方法和各种各样比特率可以获得的信道间隔。这些比特率的选取是为了便于通过一个单一可编程的信道单元来实现的，并提供未来的灵活性。在所有信道上使用了升根余弦滤波，以使频谱效率最大化，滚降因子 (α) 见下表。

表 3-1 信道传输特性

参考：RTCA DO210D 2.2.4.2.1 《与信道间隔相关的信道速率和容限》

信道速率 (bit/s)	信道类型	信道间隔 ⁽¹⁾ (kHz)	调制	调制信号持续时间 (ms)	升根余弦滤波 滚降因子 (α)
21 000	C	17.5	A-QPSK ⁽²⁾	95.24	1.0
10 500	P,R,T	10/7.5	A-QPSK	190.48	1.0
8 400	C	5.0	A-QPSK	238.09	0.6
1 200	P,R,T	5.0/2.5 ⁽³⁾	A-BPSK ⁽⁴⁾	833.33	0.4
600	P,R,T	5.0/2.5	A-BPSK	1666.67	0.4

注：

1. 这些信道间隔仅供参考。运行间隔可能有所不同。
2. A-QPSK 为航空四相相移键控，是偏置四相相移键控的一种形式。
3. 5.0 适用于 P 信道，2.5 适用于 R 信道和 T 信道。
4. A-BPSK (航空二相相移键控) 是在同相和正交信道中传输交替调制符号的差分编码二相相移键控的一种形式。

P 信道配置

3.4.3 表 3-1 和表 3-2 列出 P 信道 bit 率和其他特性。

表 3-2 P 信道帧参数

参考：DO-210D 2.2.4.1.11 《P 信道配置和接收机要求》，

参考文件 A (国际海事卫星组织《系统定义手册》单元 1，版本 1.42) 第 3.1、3.3.1 和 3.4 节。

			帧 bit					
			编码后				编码前	
前向 纠错率	信道速率 (bit/s)	帧持续时间 (ms)	信道	附加 bit	信息 bit	数字 复用器	总量	信号单元 (数量)
0.50	10 500	500	5 250	258	4 992	4 992	2 469	26
0.50	1 200	1 000	1 200	48	1 152	576	576	6
0.50	600	2 000	1 200	48	1 152	384	576	6

R 信道配置

3.4.4 表 3-1 和表 3-3 列出 R 信道 bit 率和其他特性。

表 3-3 R 信道帧参数

参考：RTCA DO-210D 2.2.4.2.17 《R 和 T 信道配置和发射机要求》。

参考文件 A (国际海事卫星组织《系统定义手册》单元 1，版本 1.42) 第 3.1、3.3.2 和 3.4 节和附录 6，
参考文件 B (国际海事卫星组织《系统定义手册》单元 2，版本 1.16) 4.2.3 节

信道速率 (bit/s)	前向纠错率	bit 数			信号单元	持续时间 (ms)		
		附加	信息	总量		突发	时隙	防护
10 500	0.5	584	304	888	1	84.6	125	40.4
4 800	0.5	305	304	609	1	126.9	167	40.1
1 200	0.5	248	304	552	1	460.0	500	40.0
600	0.5	272	304	576	1	960.0	1 000	40.0

T 信道配置

3.4.5 表 3-1 和表 3-4 列出 T 信道 bit 率和其他特性。

表 3-4 T 信道帧参数

参考：RTCA DO-210D 2.2.4.2.17 《R 和 T 信道配置和发射器要求》，

参考文件 A (国际海事卫星组织《系统定义手册》单元 1，版本 1.42) 第 3.1、3.3.2 和 3.4 节和附录 6，
参考文件 B (国际海事卫星组织《系统定义手册》单元 2，版本 1.16) 第 4.2.3 节

信道速率 (bit/s)	前向 纠错率						信号单元	突发持续时间 (ms)
		前同步信号	超声波	信息	通过时间	总量		
10 500	0.5	504	64	6 048	32	6 648	31	633.6
1 200	0.5	200	32	3 360	32	3 624	17	3 020.0
600	0.5	224	32	3 552	32	3 840	18	6400.0

3.4.6 T 信道超帧具有 8 s 的持续时间，与 P 信道帧同步，由 16 帧构成，每帧都具有 0.5 ms 的持续时间，如图 3-1 所示。每帧分成持续时间约为 7.8 ms 的 64 个时隙。当航空器地球站从地面地球站得到一个 T 信道指配时，航空器地球站就会得到一个频率 (信道编号)，一个帧编号和一个时隙编号，用于启动 T 信道脉冲。

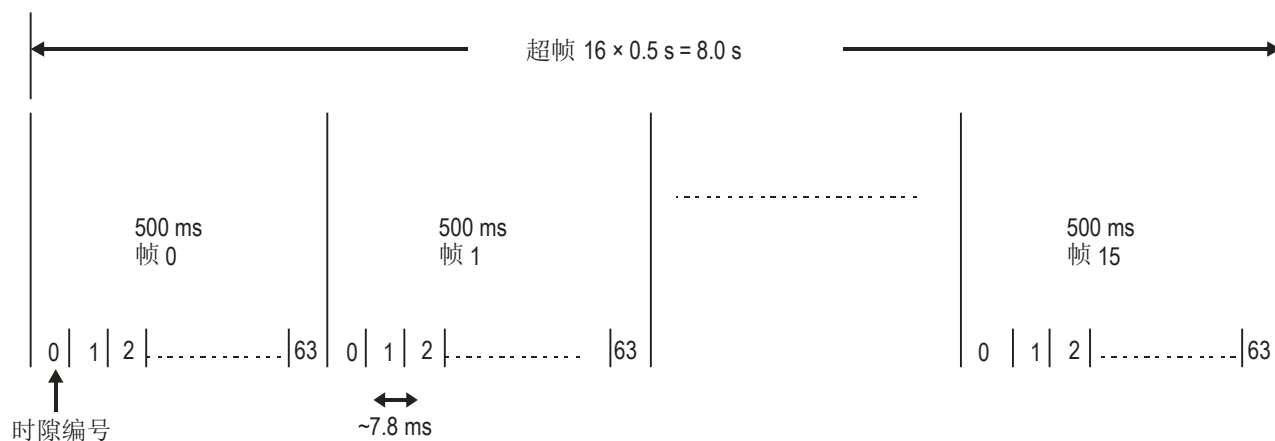


图 3-1 T 信道帧结构

C 信道配置

3.4.7 表 3-1 和表 3-5 列出了 C 信道 bit 率和其他特性。

3.4.8 Classic Aero 系统支持两种不同的 C 信道格式。从系统初期以来，一直在提供较高比率 (21 000 bit/s) 格式。随着 1998 年中等增益的航空器地球站设备的引进，较低比率 (8 400 bit/s) 格式开始使用。

表 3-5 C 信道帧参数

参考：RTCA DO-210D 2.2.4.1.12 《C 信道配置和发射机要求》，

参考文件 A (国际海事卫星组织《系统定义手册》单元 1，版本 1.42) 第 3.1、3.3.2 和 3.4 节

前向纠错率	信道速率 (bit/s)	帧持续时间 (ms)	初始比率 (bit/s)
0.50	21 000	500	9 600
0.67	8 400	500	4 800

3.4.9 C 信道被分为主域和子段数据域。前者传输音频解码数据，后者用于信道管理，传输功率控制或呼叫过程信息。主域还能传输传真和 PC 解调器数据。C 信道的标准误码率 (BER) 为 1×10^{-3} ，改进的地面地球站电路模式数据业务支持 1×10^{-5} 的误码率。

3.4.10 所有 C 信道使用航空四相相移键控 (A-QPSK) 调制。所有 bit 率的帧持续时间为 500 ms。利用在正常对话中出现的短时间暂停，在前向信道 (地—空) 中使用载波激活 (触发模式) 以节约航天器功率。在每次激活中，先传输一个前同步信号和一个特征字以启动触发，随后，每隔 500 ms 都会出现相应的特征字。特征字有助于解调器获得并维持 C 信道帧同步。

3.4.11 在反向上, 在呼叫过程中载波被不断传输。传输的启动和前向一样, 在开始时先传输前同步信号和特征字, 随后每隔 500 ms 间隔再传输相应的特征字。

3.5 射频特性

3.5.1 为遵守卫星航空移动 (航路) 业务标准和建议措施第 4.3.1.1 和 4.3.2.2 的规定 (参考: 附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章), 提供 Classic Aero 业务的系统应该只使用 1 646.5~1 656.5 MHz 的频段。

3.5.2 RTCA DO-210D 的最低运行性能标准列出了系统应符合的寄生噪声、相位噪声、互调式产品、频率稳定性, 等效全向辐射功率水平和传输频谱要求。

3.6 链路层特性

概述

3.6.1 Classic Aero 系统通过三个系统专用层对用户通信 —— 语音、传真或分组式数据 —— 进行从起点到终点的处理。这三层被指定为:

- 物理层
- 链路层
- 网络层

3.6.2 每一层以透明方式对相邻层执行其特定功能。无论是打电话的个人还是传输数据的计算机, 用户都在网络层与 Classic Aero 系统连接。

物理层

3.6.3 物理层负责传输通过卫星从航空器地球站与地面地球站进行通信的数据 (反之亦然)。物理层由航空器地球站和地面地球站硬件, 在地面地球站和航空器地球站执行信道单元功能的软件, 以及卫星构成。发射信道单元负责接收来自链路层的数据。然后它们对数据进行加扰以便后续纠错、为前向纠错进行编码、对数据进行交织和调制, 以及发送数据并向上变频, 通过航空器地球站的高功率放大器和天线向卫星传输。在接收信道单元上述过程则相反。物理层的结构如图 3-2 所示。

链路层

3.6.4 链路层负责将链路服务用户 —— 例如打电话者或发送数据的计算机 —— 与信道单元 (或物理层) 相连接, 存在于航空器地球站和地面地球站中。链路层将链路服务用户发送的数据分解为更小的数据包以便传给物理层进行传输。在接收时, 链路层重新组织其从物理层获得的数据。链路层还会加入和移除必要的信息, 以确保数据包正确发出和无差错地接收, 并处于适当的优先等级, 同时重新传输在卫星链接上丢失的任何数据。

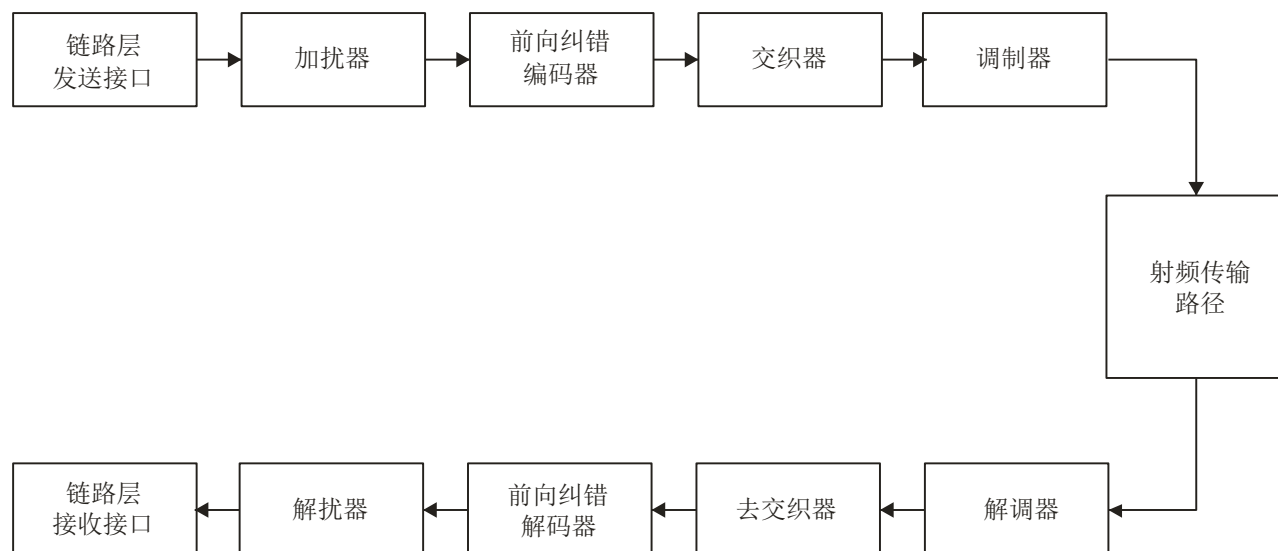


图 3-2 物理层功能块

网络层

3.6.5 网络层是用户网络和卫星系统之间的接口。获得支持的用户网络为：用于数据的 X.25⁸和航空器通信寻址与报告系统，和用于语音的标准陆地公共交换电话网络。网络层对来往于链路层的数据进行格式编排、管理和传送，以确保这些数据能够在用户网络之间透明传输。

3.6.6 网络层将卫星子网协议数据单元 (SSNPDU) 传送到用户网络并接收返回的卫星子网协议数据单元。网络层以链路接口数据单元 (LIDUs) 的形式传送来往于链路层的卫星子网协议数据单元。这些数据单元被分解为固定单元 —— 称为信号单元 (SUs) —— 来适应卫星链路信道的特殊结构。链路接口数据单元由“实际”数据（链路服务数据单元）和控制信息（链路接口控制单元）构成。

信号单元

3.6.7 在 P 和 T 信道及 C 信道子频段上的信令和用户数据报文被格式化为具有 96 bit (12 个八位字节) 标准长度的信号单元。这种长度可在一个单一信号单元中进行最普通的处理，未使用的备用容量最小。可以通过由一系列的若干信号单元（最多可达 64 个）组成的序列传送更为复杂的报文（包括用户数据）。用户应用中产生的更长报文先在网络层被分解为片段，然后再提交给链路层进行传输。

3.6.8 R 信道信号和用户数据报文被格式化为 152 bit (19 个八位字节) 长度的信号单元。

⁸ 对于一些地面地球站，这是通过 XOT (传输控制协议/互联网协议上的 X.25) 实施的。

3.6.9 单个信号单元的格式由其执行的功能决定：功能包括电路模式接入请求、注册请求和用户分组数据转发。典型的信号单元见图 3-3。

基本信号单元概念

3.6.10 在单一信号单元中可容纳的报文被格式化为一个单独信号单元 (LSU)。较长的报文被格式化为一个以上的信号单元。这些信号单元中的第一个是初始信号单元 (ISU)，后面接的是一个或多个后续信号单元 (SSUs)。



图 3-3 典型信号单元格式

3.6.11 每一信号单元包括 16 个校验位（最后两个八位字节）进行错误检测。校验位根据标准长度信号单元的前 10 个八位字节或从扩展长度（R 信道）信号单元的前 17 个八位字节计算。校验位在收到信号单元时进行计算。如果出现失配的情况，信号单元就会被废弃。

3.6.12 包括报文的初始信号单元和后续信号单元在标准长度信号单元中按序列号排序，在扩展长度的信号单元中按序列指示符排序。

3.6.13 为使高优先级的报文先发于低优先级的报文，每一报文都有一个 Q 码以表明其在 0 (低) 到 15 (高) 范围内的优先位置。多数信号单元都有一个四位的 Q 码域。

3.6.14 链路参考码在逻辑上与属于某一多单元报文的所有信号单元相关。Q 码和链路参考码由链路层指配。

3.6.15 电话和日志控制功能被链路层逻辑视为信号应用。它们可以以用户确定的单独的优先级（例如通过其自身的 Q 码）运行，并进行其自己的链路参考码分配。

链路层服务

3.6.16 这一系统在链路层提供两类服务：

- 较为简单的是直接链路服务，在这种服务中，数据在合适的信道上直接传输，并在不要求重新传输丢失信号单元的情况下发送。直接链路服务通常用于地一空广播和信令发送。在后一种情况下，任何丢失的信号单元在信令逻辑程序内处理。
- 可靠链路服务，在这种服务中，任何在传输中丢失的信号单元都要重复，直至被无差错地收到。

3.6.17 通过 P 和 R 信道的直接链路服务对于所有航空器地球站和地面地球站而言都是强制性的。可靠链路服务仅对于分组式数据服务而言是强制性的。

链路层功能描述

3.6.18 链路层由以下部分构成：

- 信道接口子层，负责传送来往于信道单元的信号单元；
- 优先级和路由子层，负责按优先顺序传输信号单元，并在接收后重新将信号单元正确地关联在一起；
- 链路服务数据单元 (LSDU) 分段和重新组合子层，负责在单独信号单元、信号单元组和链路服务数据单元之前进行转换。
- 支持分组式数据服务时使用的可靠性子层，以确保正确接收在可靠链路服务下传输的信号单元组。

3.6.19 此外，还有传输资源管理和信道单元控制功能。

3.6.20 数据信道 (P, R 和 T) 链路层功能块结构见图 3-4。

3.6.21 C 信道子频段链路层功能块见图 3-5。

3.6.22 链路层内的基本路由路径见图 3-6。优先级和路由子层所需要的功能由传输和报文汇编程序确定。可靠性子层所需要的功能由排队单元和确认程序确定。

传输顺序

3.6.23 每一信道具有相似的过程顺序。用于传输的链路服务数据单元被转化为一组信号单元，该组信号单元由一单独信号单元构成，或者由一组由一个初始信号单元和一个或多个后续信号单元组成的信号单元构成。处理过程包括增加链路协议控制信息和分配链路参考码。传输顺序从链路服务数据单元被纳入排队单元开始。

3.6.24 每一来自排队单元的信号单元组（初始信号单元加上一个或多个后续信号单元）以标准形式并作为单一实体被传送至发送过程。信号单元组根据其 Q 码进行排队。信号单元组随后按照 Q 码决定的顺序被逐一传送。在所有信道中，信号单元组的传输可能被中断，为具有更高优先性的单元组让路。在 P 信道中，如果信道可供使用时没有准备好业务信号单元，则发送一个航空器地球站系统表广播信号单元或一个临时填充的信号单元。在 R 信道，各信号单元被设计为其自身的触发脉冲。

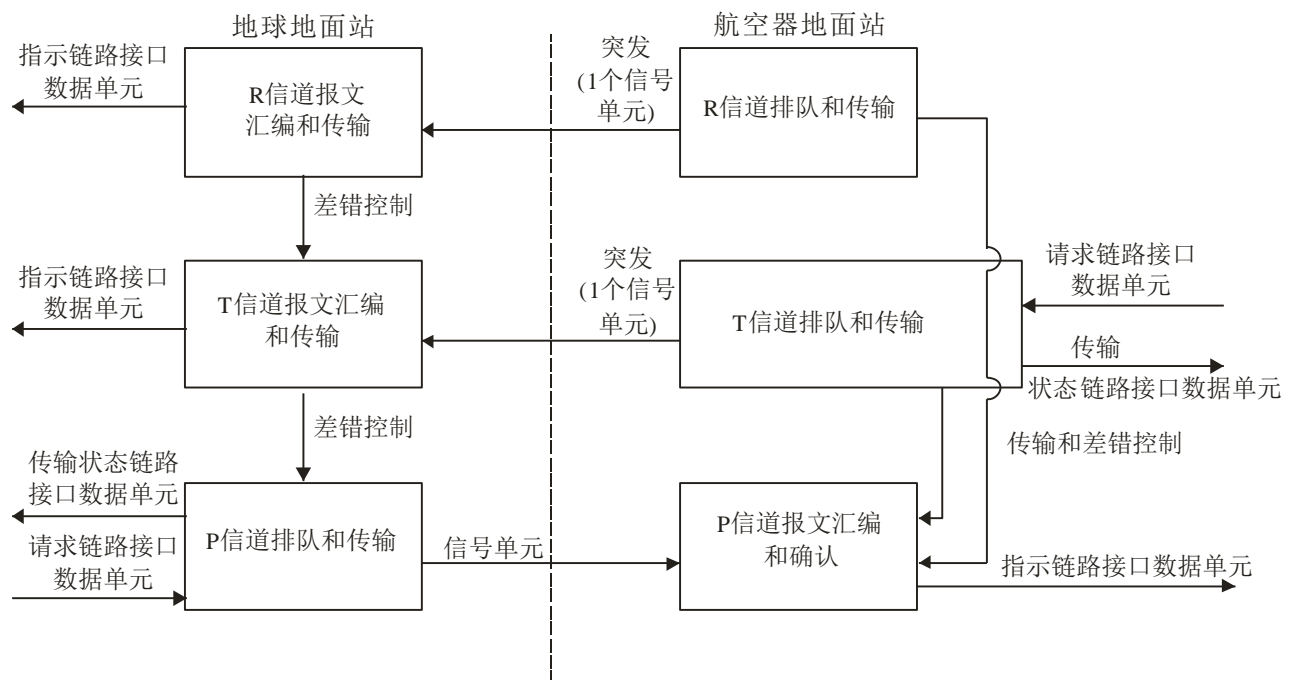


图 3-4 P, R 和 T 信道数据传输功能

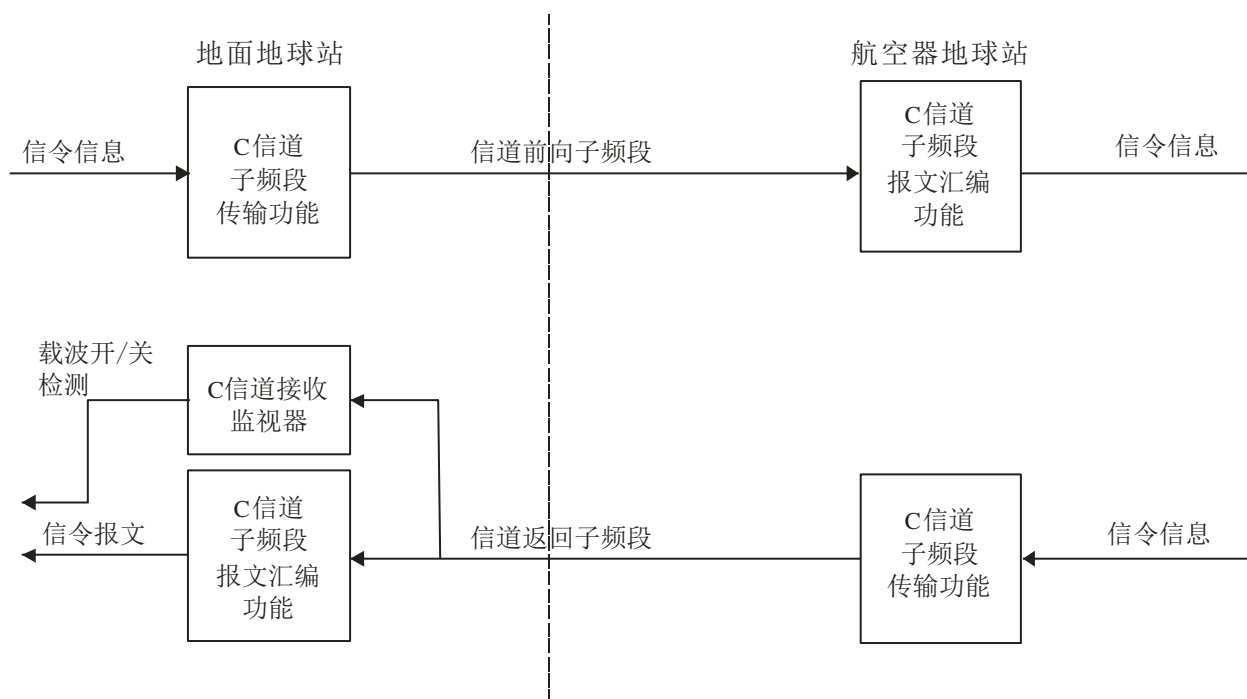


图 3-5 C 信道子频段传输功能

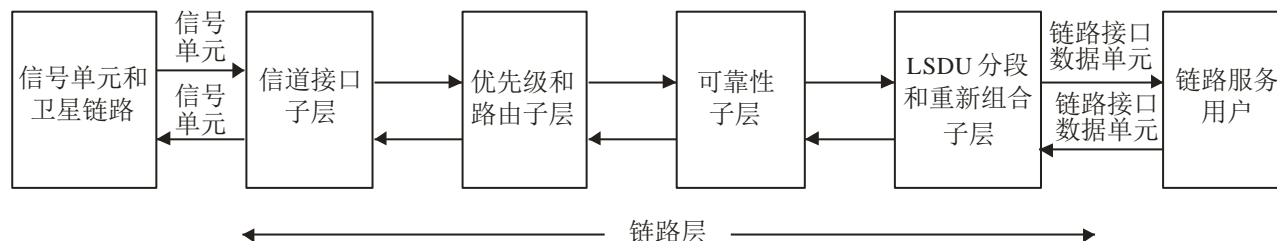


图 3-6 链路层基本路由路径

3.6.25 在接收端，输入信号单元进入报文汇编程序，在那里，它们在传送给确认程序之前被汇编成完整的信号单元组（含有可能丢失的信号单元）。

3.6.26 如果正在使用可靠链路服务，确认程序会询问并插入任何丢失的信号单元。

3.6.27 如果使用直接链路服务，链路服务数据单元将被设计为一个信号单元组进行传输。每一信号单元组在不对丢失的数据进行任何修补的情况下被传送至其目的地：所需的任何可靠性检验必须在网络层或更高层进行。

R 信道重发随机选择

3.6.28 为支持 R 信道可靠链路服务，链路层提供必要的再试控制，原因是报文可能会发生碰撞。如果第一次传输尝试超时，则随机选择一个 R 信道，自动进行重复传输尝试。重复触发时隙由航空器地球站随机选择。重复触发脉冲被传输最多达到四次，四次后，尝试被视为失败。该差错然后通过链路服务数据单元报告给更高层。

3.6.29 航空器地球站接通时或在注册时收到一组新的 R_d 信道频率后，第一个 R 信道触发使用的频率是随机选择的。在成功传输的情况下，同样的频率用于下一次传输。但是，如果第一次传输尝试超时，则随机选择另一个频率进行再次尝试。

链路参考码

3.6.30 将链路服务数据单元转化为一组信号单元时，链路层既可以向信号单元组指配一个链路参考码，也可针对电路模式服务使用由更高层指配的应用参考码，以执行相同的任务。为通过 R、T 和 P 信道发送的链路服务数据单元进行单独分配。

3.6.31 在同一时间指配的链路层参考码和 Q 码用于接收端对报文进行重新汇编，并防止在随后的确认、重新传输和请求确认时出现混乱。

3.6.32 每种类型信道的链路参考码系列被保留在航空器地球站中以进行空一地传输。在地面地球站，链路参考码被指配给每一信道进行地一空传输。两种编码之间无一致性。

3.6.33 如果暂时没有可分配的链路参考码，链路服务数据单元将被缓冲，直到释放一个编码。

3.6.34 在 P 和 R 信道，只要出现以下情况，就马上释放一个链路参考码：

- 链路服务数据单元已被传送以进行传输（直接链路服务）；或
- 收到的链路服务数据单元已被确认是正确的（可靠链路服务）。

3.6.35 在 T 信道，当链路服务数据单元的传输和保留协议已得到遵守时，便释放一个应用参考码。

链路接口数据单元

3.6.36 链路接口数据单元是单一交互中，在链路服务用户和链路层之间进行接口传输的总信息单元。每一链路接口数据单元包含链路接口控制信息 (LICI)，可能还包含一个链路服务数据单元。

3.6.37 链路接口控制信息提供链路层和链路服务用户（包括用于分组式数据服务的卫星子网络层，航空器地球站/地面地球站管理功能和电路模式服务）之间的接口。

3.6.38 链路服务数据单元是链路接口数据单元的一部分，在两个服务用户进行通信时，保留链路接口数据单元的识别码。

3.6.39 链路接口数据单元包括：

- 链路服务数据单元（附有任何必要的内务信息，例如长度和目的地）或链路服务数据单元的识别码；
 - Q 码；
 - 链路服务要求（可靠链路服务或直接链路服务；仅传输）；
 - 获得的传输质量（差错/无差错；仅接收）；
 - 链路服务用户指配的参考码（适用时）；
 - 航空器地球站或地面地球站识别码；
 - 传输确认（失败/成功/传输的直接链路服务）；
 - 流量控制参数（如需要）。
-

第 4 章

航空器地球站特性

4.1 引言

4.1.1 航空器地球站有两个主要任务：确保通过注册地面地球站接入 Classic Aero 系统和随后支持空地之间的一系列通信服务。

4.1.2 RTCA 文件 DO-210D [1]《地球同步轨道卫星航空移动业务 (AMSS) 航空电子设备最低运行性能标准》确定了通过国际海事卫星和多功能运输卫星的 Classic Aero 系统运行的航空器地球站的要求。

4.1.3 本章概述了航空器地球站的特性和要求。

4.2 航空器地球站结构

4.2.1 本文件没有描述航空器地球站的结构。但是，在下文中描述了 Arinc 741 中规定的典型航空器地球站结构。所有航空器地球站将需要所述的功能。

4.2.2 航空器地球站由许多子单元构成。基本系统由一个卫星数据单元、一个无线电频率单元(RFU)、一个高功率放大器 (HPA)、一个带有双工器的低噪声放大器 (LNA/diplexer) 和一个机载天线子系统构成。

4.2.3 卫星数据单元是航空器地球站的“大脑”，包括使用卫星链路的所有其他机上设备的接口电子设备，以及网络、链路层、信道编码和解调器功能。

4.2.4 无线电频率单元向上变频来自卫星数据单元的频率，高功率放大器通过天线将该信号在传送到卫星之前将其放大。

4.2.5 在前向链路上，航空器地球站通过天线接收来自地面地球站的信号。通过低噪声放大器/双工器放大这些甚低功率信号。

4.2.6 双工器确保高功率传输的信号不干扰低功率接收的信号。

4.2.7 无线电频率单元接收经低噪声放大器/双工器放大的信号，并将其向下变频以在卫星数据单元中进行处理。

4.2.8 航空器地球站子单元之间的关系见图 4-1。

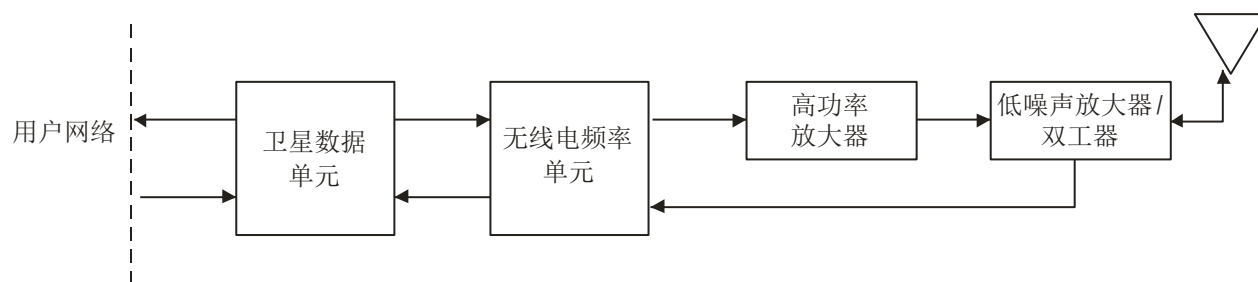


图 4-1 航空器地球站构成部分 (Arinc 741)

4.2.9 天线子系统分为低增益、中增益或高增益天线。每一天线子系统的设计都必须根据其类型达到一系列性能要求。这些要求——包括增益噪声温度比 (G/T)、等效全向辐射功率 (EIRP) 和轴比——必须同时满足航空器周围或其上方的最小部分半球范围。这些规定见 RTCA 文件 DO-210D。

4.3 航空器地球站分类

4.3.1 航空器地球站根据其设备配置和能力分类如下：

- 第 1 类：仅配备低增益天线，仅提供分组数据服务；
- 第 2 类：配备高增益或中增益天线，仅提供电路模式服务；
- 第 3 类：配备高增益或中增益天线，提供电路模式服务或分组式数据服务；
- 第 4 类：配备高增益或中增益天线，仅提供分组式数据服务。

安装的绝大部分航空器地球站属于第 3 类。

4.3.2 上文提到的三种航空器地球站天线类型的标称增益值为：

- 低增益：0 dBi
- 中增益：6 dBi
- 高增益：12 dBi

4.4 航空器地球站功能

4.4.1 航空器地球站旨在通过 Classic Aero 的空间部分和地面地球站正确地并且在不危害卫星网络整体性的情况下进行交互工作。一个航空器地球站执行两种主要功能：接入控制和通信。

接入控制

4.4.2 为实施接入控制任务，航空器地球站必须能够：

- 持续地接收 P 信道 (注册前为 Psmc 信道, 注册后为 Pd 信道)。第 2 类装置不需要在进行语音呼叫的同时接收 P 信道;
- 自动识别和回复收到的 P 信道的适用报文和指令, 以及收到的 C 信道的子频段报文和指令;
- 在注册地面地球站时请求点波束服务 (如果有的话);
- 每当需要运行并具备可能性时, 执行必要的切换程序, 包括点波束切换, 以便维持可行的服务;
- 执行适用于航空器地球站提供的通信服务的接入控制和信令程序。

通信功能

4.4.3 根据其分类, 航空器地球站支持以下一些或全部服务:

- 电路模式服务, 包括双工电话和可选择的电路模式数据与传真;
- 分组式数据服务 (面向连接的数据服务);
- 可选择的轮询和约定的定期数据报告。

4.5 服务和最低覆盖要求

4.5.1 所有航空器地球站装置都必须能够从 360 度方位角和 5~90 度仰角看到航空器上方的天空半球。这被称为服务覆盖要求。

4.5.2 航空器在水平飞行时, 航空器地球站装置必须在该半球最小部分 (最低第一 5 度仰角) 上同时达到下述性能要求。该部分随着天线类型而变化:

- 低增益为 85%
- 中增益为 85%
- 高增益为 75%。

这是最低覆盖要求。

天线性能要求

4.5.3 表 4-1 列出了低增益、中增益和高增益天线的基本性能要求。

表 4-1 主要天线性能要求

参考：RTCA DO-210D 2.2.2.1 《航空器地球站等效全向辐射功率（EIRP）和品质因数》和
2.2.3 《天线子系统要求》

	最低增益同噪声温度比 ⁹ (dB/kW)	等效全向辐射功率范围 (dB/W)	极化	轴比 ¹⁰
低增益	-26	-1.5 至 13.5 ¹¹	右旋圆极化 (接收和传输)	45°之内 < 6 dB; 45°至 85°之间 < 20 dB ¹²
中增益	-19	-0.5 至 12.5 ¹³ 2.0 至 12.0 ¹⁴ 6.5 至 13.5 ¹⁵	同低增益	< 6 dB ¹⁶
高增益	-13	至 23.5 ¹⁷ 10.5 至 21.5 ¹⁸ 至 21.5 ¹⁹ 10.5 至 19.5 ²⁰ 至 13.5 ²¹ 10.5 至 18.5 ²² 10.5 至 22.5 ²³	同低增益	同中增益

4.6 航空器地球站管理

摘要

4.6.1 为通过 Inmarsat 系统进行通信，航空器地球站必须注册到在该航空器运行区域内提供服务的一个地面地球站。无论是自动工作还是在用户控制下工作，航空器地球站都要选择一颗卫星和为该卫星区域服务的最适合的地面地球站。

⁹ 完整的航空器地球站接收系统在运行带宽获得的最低增益同噪声温度比（G/T）。天线增益性能必须确保能够达到这一数值。

¹⁰ 在宣布的覆盖范围上。

¹¹ 最低覆盖范围必须至少为 15 dB/W，最大值至少为 13.5 dB/W。R 和 T 信道的等效全向辐射功率必须能够在最少 15 dB/W 的范围内，以 1 dB 为步位根据地面地球站指令进行调整。

¹² 超过 20 dB 的轴率导致的极化损耗可通过超量天线增益弥补。

¹³ 安全语音服务最小值。

¹⁴ 非安全语音服务最小值。

¹⁵ 分组式数据服务最小值。

¹⁶ 超过 6 dB 的轴率导致的极化损耗可通过超量天线增益弥补。

¹⁷ 21 000 bit/s 安全语音服务最小值。

¹⁸ 8 400 bit/s 安全语音服务最小值。

¹⁹ 21 000 bit/s 非安全语音服务最小值。

²⁰ 8 400 bit/s 非安全语音服务最小值。

²¹ 600/1 200 bit/s 分组式数据服务最小值。

²² 4 800 bit/s 分组式数据服务最小值。

²³ 10 500 bit/s 分组式数据服务最小值。

4.6.2 进行注册时，航空器地球站将向地面地球站发出注册请求，提供自身的识别码、目前所在点波束的识别码和通信能力细节等。如果地面地球站能够支持所请求的服务，它可通过发送注册确认来确认该项请求。航空器地球站和地面地球站随后交换注册确认，且航空器地球站按第 2 节所述做好进行话音和数据呼叫的准备。

4.6.3 航空器地球站能够与地面地球站进行初始联系，因为其在存储器中有一个包含诸如卫星和地面地球站识别码和频率的系统表，还有一个显示点波束在该区域覆盖区的系统表。该表通过地面地球站数据广播定期更新。所有 Inmarsat 地面地球站都保持一个目前注册的全部航空器地球站的表。Inmarsat 结合站间链路利用这一信息，以便航空器地球站从一个 Inmarsat 地面地球站向另一个 Inmarsat 地面地球站的切换。

4.6.4 航空器地球站可通过从地面地球站进行注销来终止通信。航空器地球站向地面地球站发出一个格式化的信号单元。然后地面地球站从其表中注销该航空器地球站，并通知海洋区域的其他地面地球站该航空器地球站已被注销。

概述

4.6.5 航空器地球站必须注册到地面地球站以进入航空系统，并在终止该系统运行时或转移到另一个地面地球站、卫星或点波束前进行注销。当航空器地球站需要更改其注册的地面地球站、卫星或点波束时，航空器地球站和地面地球站执行本章描述的切换程序。注销通过用户指令进行并作为正常运行程序的一部分；如果由于 P 信道损耗或衰减原因启动切换，则不注销航空器地球站。

航空器地球站状态表 (由 Inmarsat 地面地球站持有)

4.6.6 每一 Inmarsat 地面地球站都保持一个注册其地面地球站的航空器地球站最新状态表。Inmarsat 使用地面地球站间的信令设施使 Inmarsat 地面地球站能够接通来往于普通卫星的航空器地球站的呼叫，并管理切换程序。

航空器地球站运行模式

4.6.7 航空器地球站能够以两种模式运行：自动模式和用户指令。在前一种模式下，航空器地球站的运行是全自动的，卫星系统注册和切换程序在无外部控制的情况下进行。在用户指令模式下，机组或飞行控制系统能够选择卫星和地面地球站进行注册和切换，并能随时启动切换。通常的运行模式为自动模式。

航空器地球站系统表

4.6.8 每一航空器地球站在非易失性存储器中都有一个航空器地球站系统表。该系统表包括航空器地球站建立初始通信和实施注册程序所需的信息。通过检验其版本号并在出现新的在用版本时更新该表来维持表中数据的最新状态。更新由航空器地球站自动进行，如果其系统表不是最新的，将无法注册。每一卫星区域都保存有自己的系统表和版本号。

4.6.9 该表包含以下信息：

对于每颗卫星：

- 卫星识别码；
- 卫星位置，轨道倾角和赤经历史元；
- 卫星识别 P 信道频率 (1)；
- 卫星识别 P 信道频率 (2)。

对于每一卫星区域：

- 系统表版本号；
- 系统表部分的卫星识别码；
- R 和 T 信道等效全向辐射功率水平。

对于卫星区域内的每一地面地球站

- 地面地球站识别码；
- Psmc 和 Rsmc 信道频率；
- 标明地面地球站支持哪些点波束的表。

4.6.10 当航空器地球站离开一个区域进入另一区域时，第一个区域的系统表数据与之前访问过的其他区域的数据保留在一起。将对航空器地球站存储的系统表进行检查，以确定新区域的数据是否已存在。如果存在，即可使用。如果不存在，则将数据加入来自地面地球站广播系统表的表中。

4.6.11 航空器地球站还在所有者/运营人需求表中保存自动注册与切换，以及用户越过自动程序所需的额外信息。最后，在一个点波束运行的每一航空器地球站都有一个包含点波束服务区的信息表——点波束图。

系统注册/注销

4.6.12 对航空器地球站的注册和注销要求允许地面地球站对接收一个前向 P 信道 (Pd) 和传送各 R 信道 (Rd) 的航空器地球站的数量实施管理，从而控制排队延迟和触发碰撞的可能性。

地面地球站选择

4.6.13 如果注册方式调至自动模式，航空器地球站将在其所在的卫星区域选择最适合的地面地球站；然后选择地面地球站和卫星进行注册。如果注册方式调至用户指令模式，当用户选择一个地面地球站和卫星或者选择返回自动模式时，航空器地球站处于等待状态。

卫星获得

4.6.14 选择卫星后，航空器地球站将努力获得其初始搜索表中的一个卫星识别 P 信道频率。卫星识别 P 信道可以是专门的全球波束 P 信道，也可以是指定的地面地球站的 Psmc 信道。通常每颗卫星（或卫星组，如

果几颗卫星基本上为同一区域提供服务的话) 有两个频率。

4.6.15 在获得 P 信道后, 航空器地球站将接收该信道的信息, 直至收到一个系统表广播信号单元, 允许航空器地球站检查正在使用的系统表校正码的有效性。如果校正码过期, 则实施更新程序。具有点波束能力的航空器地球站对点波束图实施类似的检查。如果校正码过期, 则实施更新程序。如果系统表和点波束图校正码是正确的, 航空器地球站便可准备注册。

注册程序

4.6.16 通过调至选择的地面地球站全球波束 Psmc 信道, 并在一个对应的 Rsmc 信道上发送注册请求信号单元来启动注册。如果该请求不能被接受 —— 原因包括地面地球站超负荷, 无效的报文和未授权接入 —— 地面地球站将回复一个注册拒绝信号单元, 说明拒绝的理由 (可以是暂时的, 也可以是永久的)。如果航空器地球站接收到永久不可用的注册拒绝, 则航空器地球站在当前飞行时间内将不再试图注册到该地面地球站, 除非驾驶员做出特殊选择。

4.6.17 地面地球站可选择在与注册请求中所指明的航空器地球站类型不同的航空器地球站类型中提供注册。其方式是将注册确认信号单元中的一个不同值发回给航空器地球站。在这种情况下, 航空器地球站可以通过继续执行与所提供的航空器地球站类型相关的注册信令程序来表示接受, 或通过中断与地面地球站的注册信令程序来表示拒绝。

注册请求和确认信号

4.6.18 在注册请求中, 航空器地球站提供其识别码 (以国际民航组织 24 位航空器识别码的形式) 加上其目前所处点波束的识别码。航空器地球站通过检查其在点波束图中的当前位置并将其输入注册请求报文的点波束身份识别域来识别波束。

4.6.19 航空器地球站还向地面地球站报告其支持的 C 信道编号、天线增益、话音信道比特率和编码算法, 以及 P、R 和 T 信道的数据比特率。如果地面地球站能够支持航空器地球站要求的所有服务, 其将通过传送注册确认信号单元来确认注册请求。为确保航空器地球站和地面地球站目前都了解彼此的能力 (即请求和确认均已正确接收), 双方将交换注册确认。

4.6.20 在注销时, 航空器地球站将发送一个包含其自身识别码和地面地球站识别码的注销信号单元。地面地球站回复一个注销信息信号单元, 确认收到注销请求。在 Inmarsat 系统内, 该地面地球站将通知海洋区域的其他地面地球站, 该航空器地球站不再被注册。

航空器地球站切换程序

4.6.21 如果一个航空器地球站在 10 秒或以上时间内没有收到前向分组交换信道传输, 该航空器地球站将切换至另一颗卫星以便在另一个地面地球站注册。

航空器地球站系统表广播

4.6.22 每当初始搜索数据或区域数据发生变化时，就要更新航空器地球站系统表，并由地面地球站向注册的航空器地球站进行广播。

4.6.23 系统表数据以两种形式广播：

- 最近的更新（部分排序）；
- 全部初始搜索和区域数据（完全排序）。

4.6.24 数据通过包含这一信息的一个或多个广播信号单元传输：

- 广播索引；
- 地面地球站 P/R 信道；
- 卫星；
- 点波束；
- 数据等效全向辐射功率表。

4.6.25 部分排序由四个系列的广播信号单元组成，每一系列包含从初始数值开始到以零结束的序列号。

4.6.26 完全排序由五个系列的广播信号单元组成：两个地面地球站 P/R 信道系列，一个卫星识别系列，一个点波束支持系列和一个数据等效全向辐射功率表系列。与部分排序一样，每一系列由具有从初始数值开始到以零结束的序列号的广播信号单元构成。

4.6.27 两种序列都在卫星识别 P 信道上广播。在所有其他 P 信道上，只广播部分序列。

4.6.28 地面地球站监测每一序列完整传输所需的时间，并在三个连续传输周期中所需时间超过预设限制时，发出减少 P 信道加载的告警。

点波束图广播

4.6.29 在每一卫星区域内，每一地面地球站和航空器地球站都保留一张点波束图。该图包含覆盖该区域的所有点波束的标称覆盖区信息，由校正码对其进行控制。

4.6.30 对于每一点波束，该图包含一个地球表面纬度/经度点列表。连接这些点的大圆弧形成的球面多边形所包围的区域是点波束的标称覆盖范围。进行注册时，航空器地球站会详细说明其所在点波束覆盖区域内的点波束识别码。注册后，航空器地球站会定期检验其在图上的位置，如果发现其不再处于与指定波束相关的多边形内，就进行切换。

4.6.31 对点波束图信息进行更新的方式与对航空器地球站系统表进行更新的方式完全相同。在卫星识别 P 信道上按部分排序或全部排序广播数据。在所有其他 P 信道上，只广播部分排序。点波束图广播信号单元被插入到与航空器地球站系统表一样的循环排列中，并被逐一交叉。如果既传送部分排序也传输全部排序，则将两

者进行排序，以便使部分排序的传送次数两倍于全部排序。地面地球站按其监测航空器地球站系统表的方式监测传送时间。

4.6.32 按照对航空器地球站系统表进行更新和监测的方式，对版本号进行更新和随后的监测。

4.7 优先级和先发性

4.7.1 在航空器地球站内实施优先级和先发性机制，以便在航空器地球站资源（例如信道单元和/或高功率放大器功率）不足以支持所有呼叫的情况下，较高优先级电路转接的呼叫优先于或先发于较低优先级的呼叫。优先级别见表 4-2。

4.7.2 对数据 3 服务也实施优先级和先发性机制，但是对数据 2 不予实施，因为航空器通信寻址与报告系统无法为卫星子网络提供优先级信息。

表 4-2 电路模式优先级

参考：RTCA DO-210D 2.2.8.1 《优先级、优先权和先发性》

优先级	服务	链路层 Q 码	C 信道 Q 码	说明
1 ²⁴	AMS(R)S	15	15	遇险和紧急
2	AMS(R)S	12	12	飞行安全
3	AMS(R)S	10	10	正常和气象条件下
4	AMSS	9	4	公众通信

²⁴ 1 为最高优先级，4 为最低优先级。

第 5 章

地面地球站特性

5.1 摘要

5.1.1 Classic Aero 系统有许多地面地球站²⁵。这些地球站可作为卫星系统和地球地面公共电话及数据网的接口。通过配置在可支持所有卫星的位置，这些地面地球站可使飞越世界任何地方——海洋、沙漠、荒野和人口密集区——的航空器与地面上的电话、数据和传真用户通信。

5.1.2 地面地球站除支持通信服务外，还实施一系列系统功能，包括接入控制和信令，网络管理及地球站监测。

5.1.3 国际海事卫星组织三颗 I-4 卫星和一颗 I-3 卫星的地面地球站由两家不同承包商开发。对于 Classic Aero I-4 卫星，国际海事卫星组织拥有并运行其自身的地面地球站，而 I-3 卫星归 Classic Aero 的分销伙伴所有。为 I-4 卫星开发的两类地面地球站自 2009 年 4 月后运行。

5.1.4 两个 I-4 Classic Aero 地面地球站为：

- 夏威夷二元海洋区域（西经 98 度，东经 143.5 度）
- Fucino（东经 25 度）

5.1.5 I-4 卫星地面地球站包括 2009 年后期改进的未来航行系统。多年来该平台一直提供灵活的结构以便扩展。I-4 地面地球站的设计特点使其具有较高可用性，并为每一子系统提供硬件可靠性模型用于可用性预测。每一子系统设计的冗余程度，可以在地面地球站整个使用寿命周期内提供系统级的高可用性。

5.1.6 地面地球站的设计可靠性强，即使单个零件出现故障，也能持续运行。该设计能够容忍零件的所有单点故障和大多数两点故障。

5.2 通信服务

5.2.1 地面地球站提供以下通信服务：

- 为旅客、航空公司和机组运行提供话音服务，必要时利用公共电话交换网络和租用的电路；
- 专用数据信道上的分组数据，必要时利用公共和专用数据网。

5.2.2 每一地面地球站拥有 600 bit/s 的 R 信道（接收）和 600 bit/s 的 P 信道（发射）最低核心能力，以支持

²⁵ 截至 2007 年 3 月 1 日，国际海事卫星组织有五个地面地球站（Eik[挪威]，Aussaguel [法国]，Southbury[美国]，Santa Paula[美国]及 Perth[澳大利亚]），多功能运输卫星系统有两个地面地球站（Kobe [日本]和 Hitachi-Ota [日本]）。

其通信功能。实际应用需要额外的能力，典型地面地球站提供 600 bit/s, 1 200 bit/s 和 10 500 bit/s 的 P 信道和 R 信道。

5.2.3 地面地球站必须确保在不危害 Classic Aero 系统整体性的情况下，为用户提供的工作性能可满足其需求。

5.3 系统功能

接入控制和信令

5.3.1 地面地球站负责：

- 航空器地球站注册/注销管理和切换；
- 接收和处理航空器发出的呼叫请求及 R 信道传输的信令信息；
- 处理地面发出的呼叫请求及传输 P 信道信令信息；
- 从临时分配给每一地面地球站的固定频段内按需分配话音通信信道，包括必要时为高优先信号预先占用卫星和地面地球站信道。见表 4-2；
- 通过语音子波道在单路单载波语音上发射和接收信令信息；
- 在一个或多个 T 信道时间表内为地空数据业务分配时隙；
- 维护航空器地球站状态表；
- 在呼叫建立和终止过程中,与航空器地球站和固定网络沟通。

5.3.2 在国际海事卫星组织系统内，用于管理功能的 P 信道上发射的信令信息,由其他国际海事卫星组织地面地球站接收和中转，本地面地球站也向其他国际海事卫星组织地面地球站发射信号信息。

网络管理（仅限于国际海事卫星组织卫星）

5.3.3 地面地球站网络管理职责包括：

- 对国际海事卫星组织临时预先指配给每一地面地球站的固定频段载波范围内的空间部分功率和带宽资源进行控制；
- 为与其他地面地球站通信提供设施；
- 定期监测 C 波段反向航空器地球站发射信道的功率和频率，以确定出现故障的航空器地球站和临时指配给地面地球站的信道的干扰源；
- 自我检测。

台站监测

5.3.4 地面地球站从功能上必须至少能监测以下方面：

- 发射的 P 信道的运行情况；
- 具备自动频率补偿导频的锁相情况；
- 数据信道负载 (P/R/T 信道)；
- 指配的话音信道情况 (C 信道)；
- 灾难、紧急或安全呼叫的发生和处理。

5.4 地面地球站馈电链路要求

通带频率

5.4.1 由于航空器地球站和地面地球站的发射和接收性能随频率变化而不同，有必要确定满足性能规范的频率范围。该范围称为通带。

表 5-1 国际海事卫星组织 C 波段通带频率

发射			接收		
二代卫星	三代卫星	四代卫星	二代卫星	三代卫星	四代卫星
最低要求:6 425.0～ 6 443.0 MHz；至少为 6 425.0～6 454.0 MHz	6 417.0～ 6 454.0 MHz	6 425.0～ 6 575.0 MHz	最低要求:3 600.0～ 3 623.0 MHz；至少为 3 600.0～3 629.0 MHz	3 599.0～3 629.0 MHz，4 192.5～ 4 200.0 MHz	3 550.0～3 700.0 MHz

5.4.2 表 5-1 表示国际海事卫星组织二代、三代和四代卫星的国际海事卫星组织地面地球站通信和信令操作的发射和接收通带频率 (0.5 dB 点)。

5.4.3 多功能运输卫星系统在 14 GHz (Ku 频带) 或 30 GHz (Ka 频带) 的传输频带和 12 GHz (Ku 频带) 或 20 GHz (Ka 频带) 的接收频带运行。

接收增益与噪声温度比 (G/T) 要求

5.4.4 在天气晴朗和平均风速情况下，国际海事卫星组织地面地球站 C 波段接收系统的 G/T 在卫星方向的整个接收通带内，必须至少为+30.7 dB/K。

5.4.5 在天气晴朗和平均风速的情况下，多功能运输卫星地面地球站 Ku 和 Ka 波段接收系统的 G/T 在卫星

方向的整个接收通带内，至少分别为+39.97 dB/K 和+41.40 dB/K。

5.4.6 在这两种情况下，该要求应适用于以一般输出功率运行的发射机，并包括由于指向误差和天线极化偏差导致的丢失。

5.4.7 地面地球站必须在静止轨道方向（例如在赤道表面 36 000 km）仰角 5° 或以上满足这些要求。

天线系统

发射增益

5.4.8 对于国际海事卫星组织卫星，发射馈电端的发射天线增益，在要求的发射通带内的任意频率上，至少要达到 54.0 dBi。对于多功能运输卫星，通过发射馈电端的发射天线增益，在要求的发射通带内，Ku 波段任意频率上，至少要达到 63.6 dBi，Ka 波段至少要达到 69.0 dBi。主波束任意横截面的半功率波束宽度至少要小于或等于 0.33° 。

接收增益

5.4.9 第二代和第三代国际海事卫星组织卫星的操作，要求其低噪声放大器输入端测量的接收天线增益，在要求的接收通带内任何频率上，至少为 49.2 dBi。

5.4.10 多功能运输卫星的操作，要求其低噪声放大器输入端测量的接收天线增益，在要求的接收通带内，Ku 波段任何频率上，至少为 61.9 dBi，Ka 波段上至少为 65.6 dBi。主波束任意横截面的半功率波束宽度至少要小于或等于 0.57° 。

极化

5.4.11 国际海事卫星组织卫星天线的发射馈电必须为右旋圆极化，接收馈电为左旋圆极化。

5.4.12 多功能运输卫星天线既可以水平极化，也可以垂直极化。天线馈电必须能同时发射和接收右旋圆极化和左旋圆极化的波。

5.5 地面地球站 L 波段要求

5.5.1 每一地面地球站必须至少具备以下 L 波段发射和接收能力：

- 连续发射 L 至 C 波段（国际海事卫星组织卫星）/Ku 和 Ka 波段（多功能运输卫星）自动频率补偿导频；
- 连续接收 C 波段（国际海事卫星组织卫星）/Ku 和 Ka 波段至 L 波段（多功能运输卫星）自动频率补偿导频；

- 为地面地球站测试、接收和监测地面地球站自身 C/Ku-Ka 波段发射载波；
- 对于国际海事组织卫星，接收和监测地面地球站自身用于系统管理功能的 P 信道，和在国际海事卫星组织卫星网络运行的其他每一地面地球站的 P 信道。

5.5.2 此外建议，为测试目的，地面地球站应该能够用与航空器地球站相同的方式发射和接收标准 L 频段话音和数据载波。

5.6 通用自动频率补偿要求

5.6.1 地面地球站对地对空 ((C/Ku,Ka 至 L 频段) 和空对地 ((L 至 C/Ku,Ka 频段) 信号进行自动频率补偿，以尽量减少频率误差，航空器地球站和地面地球站解调器可发现这类误差。

5.6.2 自动频率补偿从未被纠正的导频信号中获得纠错信号，可用于所有通信信号。

5.7 接入控制

总体要求

5.7.1 地面地球站分析来自机载和地面用户的输入信令信息，处理这些信息并适当反馈。

5.7.2 地面地球站分配和支持载波频率在固定频段的发射和接收。频段中的频率由卫星操作者确定，可以定期检查和变更 (例如由于卫星运行原因)，或在出现诸如特别频率干扰的情况下临时通知检查和变更。

信令信道

5.7.3 地面地球站接收来自航空器在 R 信道上传输的信号单元，并在 P 信道上对寻址该信号单元的信息做出反应。R 和 P 信道上的信令用于建立全部信息信道，并在必要时强行中断这些信道。

5.7.4 地面地球站可通过话音单路单载波 C 信道提供的子波段信令信道发射和接收信令信息。如果地面电话网络提供生成语音音频的编码，地面地球站可通过子波段信令信道解码，并发射该音频，以使航空器地球站重新生成音频。

C 信道指配

5.7.5 需要 C 信道电话呼叫或其他服务的地面地球站的频率指配通过按伪随机顺序从列表中挑选 (该表由卫星操作者提供)。C 信道单元的使用在所有可用单元中平均分配,以杜绝引起性能下降的无意间过度使用。

地面地球站表

5.7.6 地面地球站维护表的以下记录：

- 航空器地球站授权和登录情况；
- 卫星资源：等效全向辐射功率，临时预先指配给地面地球站的信道频率和编号。

地面地球站更新航空器地球站系统表

5.7.7 地面地球站在用于系统管理功能的 P 信道上发射航空器地球站系统表广播信号单元。

5.7.8 国际海事卫星组织和日本民用航空局通过共享其指配数据，形成必要的信息。国际海事卫星组织随后向其所有的地面地球站提供该信息，同样，日本民用航空局为其多功能运输卫星地面地球站提供这一信息。为了常规更新，国际海事卫星组织和日本民用航空局事先就需要传输的更新系统表内的时间达成一致。处理突发情况时，两个组织的网络操作中心将实时协调该行动。

5.7.9 Classic Aero 地面地球站可通报未来 P 信道卫星标识变更，并在系统表变更前提前告知航空器地球站更新的 P 信道卫星标识变更。这可确保航空器地球站的非易失性随机存取存储器记录得到修正，以包含新的 P 信道标识，尽量避免航空器地球站无法永久监测 P 信道标识和登录到该系统。

卫星服务和能力

5.7.10 地面地球站提供一项功能，允许移动用户获得来自每一卫星的服务信息。这使得卫星选择更加严格，不仅依赖于 Classic Aero 的支持，而且要考虑新一代服务和卫星支持的其他服务。

优先呼叫和先发性

5.7.11 根据服务类型，空难信号具有最高优先级，应立即分配到可用的信道或信道对。如果无信道频率或信道单元无法使用，地面地球站就先占用一个现有低优先呼叫（来自同一或不同的航空器），以便空出必要的卫星信道和地面地球站信道单元。如果存在含有最低优先的多重呼叫，具有该优先的时间最早的呼叫优先。优先级别定义见表 4-2。

5.8 信号信道要求

概述

5.8.1 地面地球站接收来自其注册的航空器 R 信道传输的信号单元，传输信号单元至一个或以上 P 信道。在全部 C 信道上提供子频带信令信道。

5.8.2 P 和 R 信道用于信令，以便建立 C 信道，并在必要时将其切断。

5.8.3 P 信道前向信令和 R、T 信道反向信道信令适当时用于建立 T 信道指配，并在必要时中止指配。

5.8.4 数据信道没有动态功率控制。R 和 T 信道的功率要求由系统表的航空器地球站确定。

P、R、T 信道管理

5.8.5 地面地球站有一个以上 P 信道，八个以上 R 信道或一个以上 T 信道时，使用信道负载分配机制。

5.8.6 一个 P 信道指配用于系统管理功能的 P 信道，其他指配用于数据的 P 信道。地面地球站为其注册的每一航空器地球站指配一个适当的 P 信道。通过这种方式确保连接所有 P 信道的统一和可接受的排序，尤其是对信令传输而言。

5.8.7 同样，一套 R 信道指配用于系统管理功能的 R 信道，其他指配仅用于数据的 R 信道功能。地面地球站为其注册的每一航空器地球站指配一个适当的 R 信道。通过这种方式确保统一和可接受的冲突概率。

5.8.8 为注册的每一航空器地球站指配一个或一个以上适当的 T 信道，信道的选择取决于 T 信道及其各负载的专用功能。

5.9 电话服务要求

前向链路电话载波语音激活

5.9.1 地面地球站为每一前向链路电话 (C 信道) 载波提供语音激活。语音探测器是语音编解码器设备规范的一部分。

5.9.2 只有在信道已指配给一个航空器地球站，并要求传输语音信号或子频段信令信息时，才传输前向链路电话载波。

前向链路功率控制

5.9.3 地面地球站对 C/Ku、Ka 至 L 频段语音载波采用前向功率控制，以根据呼叫过程中的链路质量测量调节 C/Ku 频段等效全向辐射功率。等效全向辐射功率变化率受到控制。

反向链路功率控制

5.9.4 地面地球站对 L 至 C/Ku、Ka 频段语音载波采用航空器地球站反向功率控制。

电话可听音

5.9.5 需要时，地面地球站到地面电话网的可听音须符合国际电信联盟建议 Q35。地面电话网的可听音通过地面地球站向航空器地球站透明传输。

5.10 网络管理要求（仅限于国际海事卫星组织系统）

地面地球站之间和地面地球站/网络控制系统信令

5.10.1 国际海事卫星组织地面地球站接收在海洋区域运行国际海事卫星组织网络的任意其他地面地球站用于系统管理的信道，但是仅中转在其注册的航空器的频率指配。同样，地面地球站自身用于系统管理的信道包含国际海事卫星组织网络中发给其他地面地球站的信令信息。I-4 地面地球站不要求地面地球站之间的信令，因为 I-4 海洋区域由单一地面地球站提供服务。

航空器地球站的监测

5.10.2 地面地球站定期监测 C 波段和 L 至 C/Ku 波段中的载波，该载波对应于临时指配给该地球站的频率。至少，这可以监测 R、C 和 T 信道载波功率和频率，以发现有故障的航空器地球站和 L 频段干扰源。

第 6 章

电信服务及其运营

6.1 电话 (语音) 服务

服务质量目标

6.1.1 已为 Classic Aero 系统电话服务设立了如下服务质量目标:

语音质量: 卫星链路及其语音编解码器针对连接引入不超过 5 个的衰减质量数据单元 (见《国际电信联盟电信标准化部门红皮书》第 III.1 卷建议措施 G.113)。

阻塞: 卫星航空移动 (航路) 业务语音通信质量在空中交通服务通信业务最繁忙时, 端对端呼叫阻塞的概率平均应低于 1%。当呼叫在未获得接收信道畅通的确认时呼入, 地面地球站将把呼叫信道的状态设置为阻塞。为了尽量减少空中交通管制通信阻塞, 国际海事卫星组织和多功能运输卫星的语音通信服务都实施了预先占用机制。

地对空呼叫

6.1.2 所有地对空方向呼叫可能进入航空器上某个单一的应答点, 或寻址至特定的终端。航空器操作者可以要求阻拦针对具体航空器的地对空呼叫路径。在地面地球站或其他地方, 这一限制由地面地球站或航空器地球站操作者自主决定实施。

空对地呼叫

6.1.3 机组或旅客可以进行空对地呼叫, 我们提供若干类型的服务。服务功能包括:

- 机组普通电话;
- 机组空中交通服务语音。

机组语音操作

6.1.4 航班机组可获得特殊电话服务并接入服务网络。基本功能包括:

- 机组可通过地面地球站操作者与航空器操作者的连接, 直接接入完整的公共电话网络;

- 机组空中交通服务语音²⁶
(注：自 2008 年 3 月起，加拿大导航公司开始在北埃德蒙顿空域为常规空中交通提供卫星通信电话服务，并实施表 4-2 定义的呼叫优先计划，加强服务提供者网络的地面初始呼叫接入安全，以及向机组显示呼入呼叫的优先级别。);
- 通过专用网络获得特殊电话服务；
- 在紧急情况下，能够预先占用已有的旅客呼叫，确保航空器地球站语音设备、卫星信道或地面地球站语音设备可用；
- 能够利用下一个可用的航空器地球站语音电路，同时不会切断正在进行的呼叫。

旅客电话服务

6.1.5 应指出的是，除可向驾驶员和乘务员提供电话服务外，国际海事卫星组织和多功能运输卫星还可向乘客提供电话服务。可用系统和服务选项的定义见国际海事卫星组织系统定义手册。

同时呼叫数量

6.1.6 航空器地球站可建立的同时呼叫（呼入或呼出）的最大数量受限于航空器地球站和地面地球站中可用信道单元的数量及应用参考单元数量。空对地方向必须至少有 8 个（24 个可供选择）应用参考单元，而地对空方向也必须至少有 8 个应用参考单元。

空对地呼叫的建立

使用者须知

6.1.7 使用者通过在航空器上的手持机或终端（例如：多功能控制和显示单元）上拨打国际号码建立空对地呼叫。拨打的号码通过卫星由 C 信道的子波段传递至地面地球站，从而与公共电话交换网实现互连。

6.1.8 可以用预定的缩写拨号代码呼叫。地面地球站将每个缩写号码转换为公共电话交换网的号码。该功能的典型使用是从航空器驾驶舱接入空中交通管制中心。这一过程确保空中交通管制的号码不经过空中传播，因空中传播可能危及号码的安全性。

²⁶ 2007 年夏，北大西洋空中交通服务提供者/无线电操作者进行了 Classic Aero 电话（卫星通信语音）常规空中交通服务通信改良版运营和服务提供者技术规定的试验。如果监管者接受这些规定，并且常规空中交通服务通信的卫星通信语音获得广泛认可，该文件将更新。

技术性能

信道和功率可用性检查

6.1.9 航空器地球站收到被呼叫的号码时, 启动这一程序向地面地球站请求获得信道。然后程序预留一个信道单元, 并检查高功率放大器是否能为该呼叫提供可用的功率, 通知呼叫方上述两项是否可用, 通知的形式根据呼叫的优先状态而有所不同。

6.1.10 如果航空器地球站用两个 C 信道类型 (8 400 bit/s 和 21 000 bit/s) 发起呼叫请求, 但都因请求的信道不可用被地面地球站拒绝, 航空器地球站将再次发送, 请求不同类型的信道。

呼叫请求

6.1.11 初始呼叫请求由 Rd 信道发送至航空器地球站登录的地面地球站, 对应的 Pd 信道收到信道分配的反馈。然后通过 C 信道子波段上传送的信号建立和测试通信信道。

6.1.12 呼叫信息信号单元包含被叫方的地址和信用卡号 (如果适用)。信号单元由航空器地球站发送以测试该信道。该信号单元被持续发送, 直至收到地面地球站的呼叫结果信息或发送尝试超时。

6.1.13 收到信号单元后, 地面地球站开始持续发送测试信号单元, 直至地面地球站收到呼叫进程信号。

在“其他”地面地球站建立的呼叫 (仅限国际海事卫星组织系统)

6.1.14 如呼叫对象为航空器地球站登录的国际海事卫星组织地面地球站, 接入一请求和信道一分配的所有业务都在 Rd 和 Pd 信道上传送。如果呼叫对象为登录的国际海事卫星组织地面地球站之外的某个国际海事卫星组织地面地球站, 后者将把接入请求从航空器地球站转发至被呼叫的站间链路上的地面地球站。

地对空呼叫的建立

使用者须知

6.1.15 陆地用户的呼叫由公共电话交换网传递至地面地球站, 而地面地球站的选择由呼叫方的陆地服务提供者决定。如果被呼叫的航空器地球站登录的是传递呼叫的地面地球站, 则通过该地面地球站建立起一个正常呼叫。如果航空器地球站没有登录传递呼叫的地面地球站, 则建立一个中转呼叫。陆地接入航空器地球站所用编号计划的详情如下。

技术性能

信道和功率可用性检查

6.1.16 地面地球站将呼叫一通知和信道一分配信息通过 Pd 信道发送到航空器地球站。航空器地球站分配一个信道单元, 并检查高功率放大器是否能为该呼叫提供可用的功率。如果功率或信道单元两项有任何一项不具备可用性, 航空器地球站则在 Rd 信道上回复一个包含适当原因代码的呼叫一结果信号。如果信道单元和功率都可用, 则利用 C 信道子波段上的信号对卫星链路的正常信道建立和信道释放功能实施持续性检查。

功率控制

6.1.17 航空器地球站和地面地球站必须具备前向和反向功率控制。需要为前向信道保留卫星 L 波段功率，并使航空器地球站能够在链路条件好时提供多个信道，在链路条件不好时利用较少的信道提供服务。

功率控制管理

6.1.18 链路条件最差时，在地面地球站进行初始C信道功率设置（功率用等效全向辐射功率（EIRP）表示，以dBW为单位），通过Pd信道上发射的C信道分配信号，将功率设置传递至航空器地球站。对于所有的C信道分配，EIRP初始值均设置在安全服务水平。如果功率不足以达到这一水平，航空器地球站就使用最大可用EIRP启动C信道。最大可用EIRP取决于卫星使用的是点波束还是全球波束。

6.1.19 当航空器地球站在理想运行条件下建立现有信道之外的 C 信道时，其初始 EIRP 值仍按照链路最差情况进行设置。如果航空器地球站的最大可用 EIRP 低于初始设定值，则航空器地球站启用额外的 C 信道，其最大可用 EIRP 值应等于或高于已经运行中的 C 信道的 EIRP 值。

功率控制操作（前向链路）

6.1.20 每次功率控制信令序列发送后，地面地球站都会根据从航空器地球站收到的误码率值，调整自身的等效全向辐射功率。如果在下一次功率控制信令序列发送前，没有从航空器地球站收到任何误码率值，建议地面地球站将其 EIRP 增加 1 dB。如果从航空器地球站收到无效的误码率值，则建议地面地球站保持其 EIRP 不变。但每一个地面地球站的功率都设定了最大值，一旦达到设定的功率控制最大值，就会发出警报。

功率控制操作（反向链路）

6.1.21 每次功率控制信令序列发送前，地面地球站都会依据其测量的误码率值，评估航空器地球站是否需要调整其传输功率。地面地球站向航空器地球站发出信道状态报告的信号，其中包括 EIRP 的调整值，然后航空器地球站相应地调整其 EIRP。

6.2 数据服务

概述

6.2.1 依据开放式系统互联（OSI）系统体系结构定义数据系统的组成部分。系统的每一层都执行与其他数据系统通信所需的子集功能。较低层（物理层、数据链路层和网络层）构成了开放式系统互联体系结构中网络相关的部分。因此，这一部分由卫星通信系统提供。它们共同构成了卫星子网（SSN）。

数据系统体系结构

6.2.2 卫星子网的总体功能是，作为通信系统在航空器地球站和地面地球站之间提供可靠的子网服务数据单元传输。因此，它执行：

- 物理链路功能（第一层）；
- 数据链路功能和协议（第二层）；和
- 子网功能和协议（第三层）。

6.2.3 前向数据服务在 P 信道上传输，反向数据服务在 R 信道或 T 信道上传输。

6.2.4 Classic Aero 系统中的数据通信参考模式详见图 6-1。

卫星子网层结构

6.2.5 高层实体 (HLE) 即卫星系统使用者，可直接连接卫星子网或利用访问协议通过一个接口连接。卫星子网的第三级提供一个依靠卫星子网的子层，以支持高层实体通过直接连接或互联网协议连接的接入。

子网服务

6.2.6 子网服务在机载用户和陆地用户之间提供透明的数据传输。用户通过一个子网连接的方式获得子网服务。特别是子网服务可提供：

- 基础卫星链路传输媒体的独立性；
- 卫星子网的端对端传输；
- 传输信息的透明性；
- 服务质量的选择；
- 用户寻址；
- 用于互连网络路径选择的全球重要网络服务接入点地址传输。

6.2.7 卫星子网提供连接服务。它向使用者提供隐形辅助性通信资源，以实现航空器地球站和地面地球站之间的数据传输。

链路层协议描述

P 信道协议

6.2.8 地对空方向的链路服务数据单元的传输序列见图 6-2。

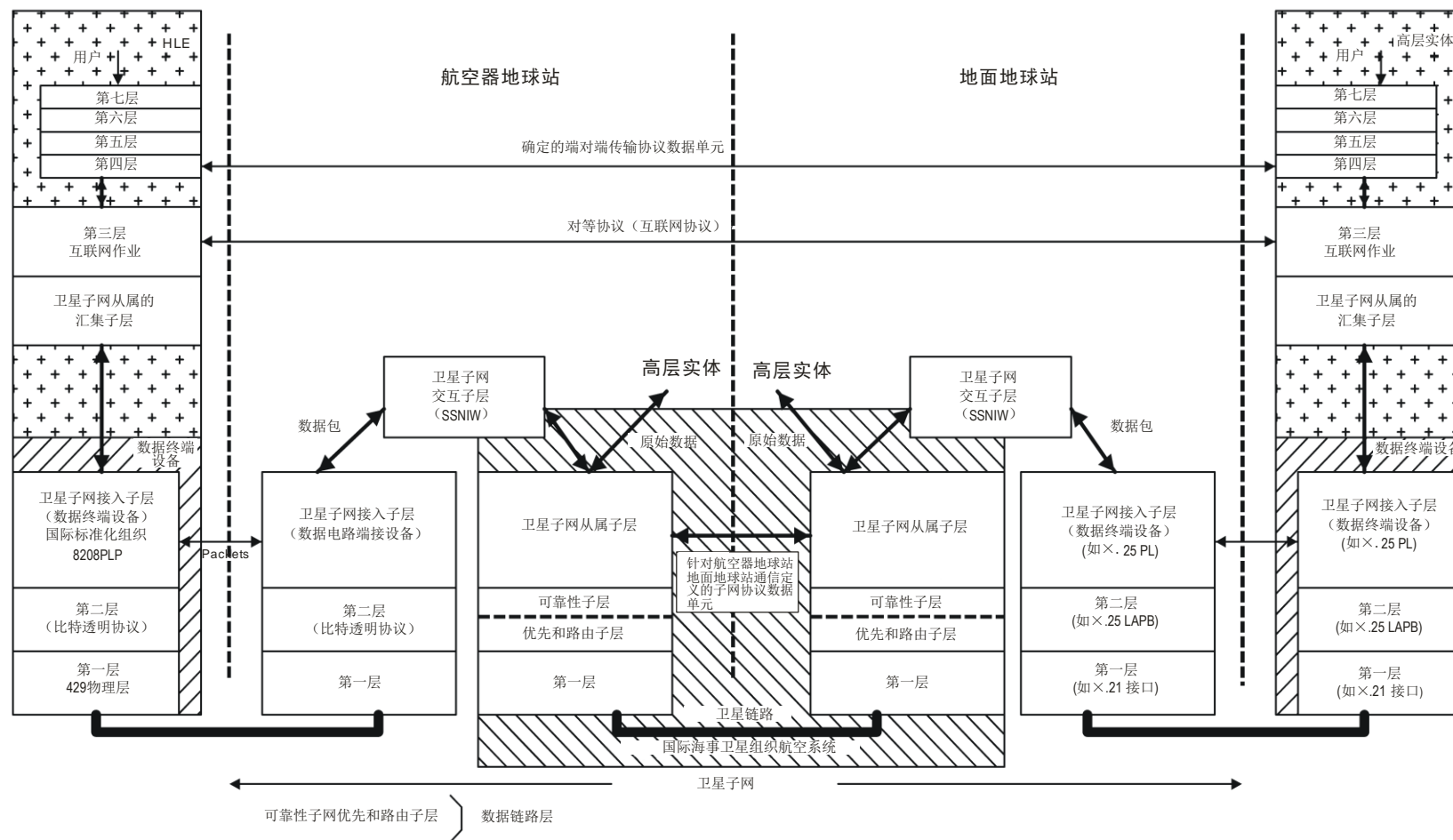


图 6-1 数据通信参考模型

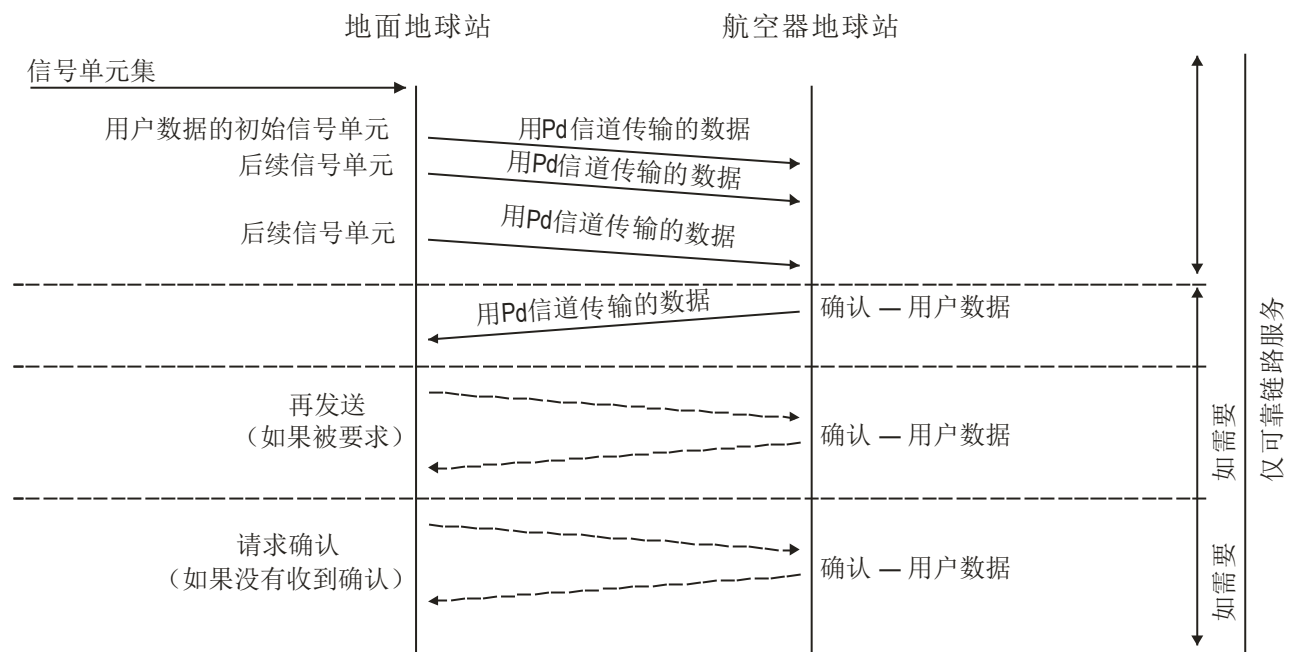


图 6-2 P 信道上的链路服务数据单元传输

6.2.9 以适当的优先级在 P 信道上发送信号单元集。航空器地球站收到完整的信号单元集，并纠正或替换损失信号单元后，重新组合链路服务数据单元，并确认其正确性。由该链路服务数据单元和相关链路接口控制信息组成的链路接口数据单元被发送至航空器地球站的链路服务用户。

6.2.10 整个程序受到保护以防止任何地方发生信号单元丢失。最严重的是发生初始信号单元的丢失，在这种情况下，必须重新传输完整的信号单元集。在其他情况下，通常仅重新传输丢失的信号单元。

R 信道协议

6.2.11 通过 R 信道空对地传输的链路服务数据单元序列见图 6-3。该协议仅适用于作为一系列独立信号组全部经 R 信道发送的短链路服务数据单元，信号组数量的上限为 3 个。

6.2.12 一个空对地链路服务数据单元编成一个用户数据初始信号单元，接着有 0 个、1 个或 2 个后续信号单元并经 R 信道发送。随后的事件序列与 P 信道序列相同。

T 信道协议

6.2.13 经 T 信道传输的链路服务数据单元序列见图 6-4。该协议适用于由于太长（超过 33 个八位字节）而无法全部经 R 信道发送的空对地链路服务数据单元。有两个协议，一个是针对 T 信道容量的分配请求，而另一个是针对信号单元集的传输。

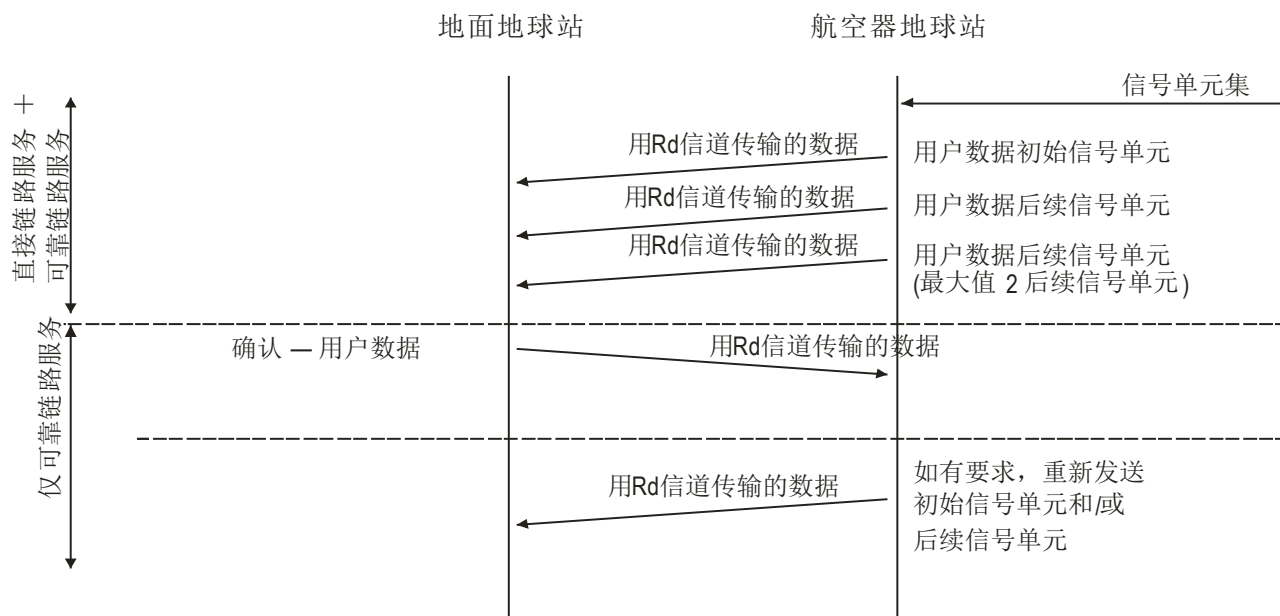


图 6-3 链路服务数据单元在 R 信道上的传输

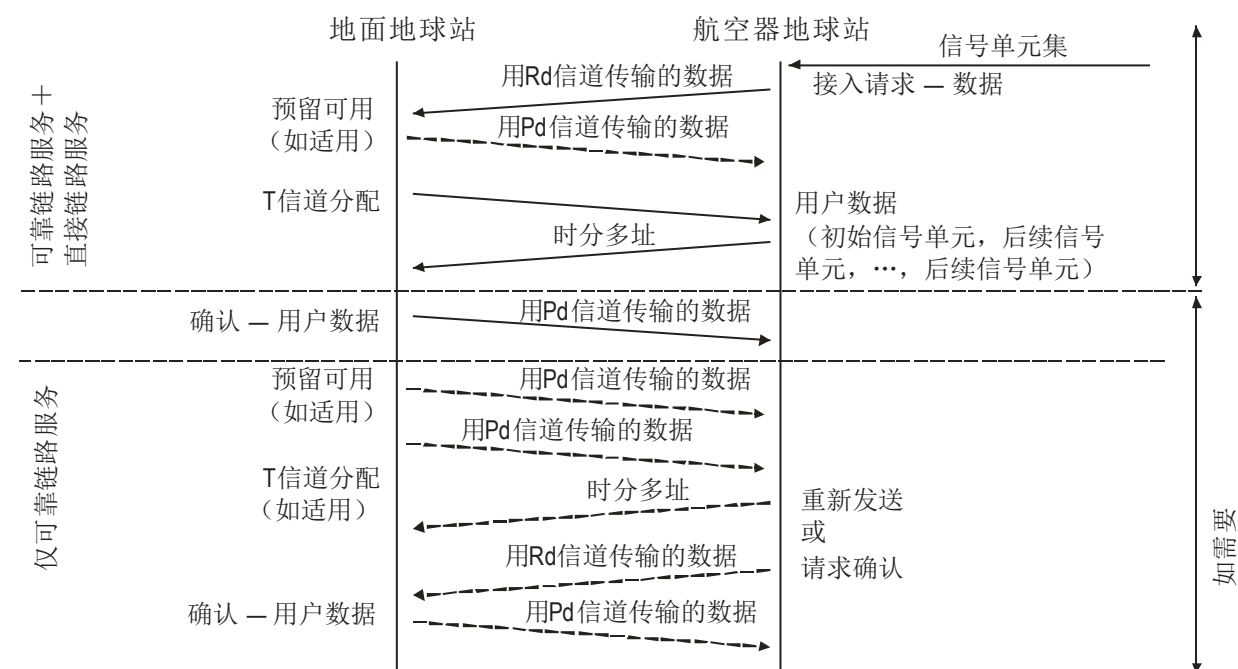


图 6-4 链路服务数据单元经 T 信道路传输

6.2.14 如果一个信号单元集正在等待分配时隙的传输，而一个具有较高优先级的信号单元提交至 T 信道传输，新信号单元集将替代较低优先级集合的信号单元。这一功能意味着时分多址信号组能够传输来自链路服务数据单元的数据，而不必启动原始信号组请求的信号单元集。

6.2.15 事件的传输序列与 P 信道和 R 信道相同。

6.3 编号计划

航空器地球站识别设计

6.3.1 Classic Aero 系统使用航空器的 24 位国际民用航空组织技术地址来寻址。国际海事卫星组织和多功能运输卫星的操作将其作为航空器地球站识别器（“航空器地球站识别”），国际海事卫星组织还将这个特殊地址分配给每个在 Classic Aero 系统里运行的航空器地球站。每个航空器的电话号码都通过将 24 位地址转换为 8 进制获得。

网络编号计划

国际海事卫星组织公共网络编号计划

6.3.2 国际海事卫星组织使用如下国际电信联盟对航空器地球站国际公共号码格式的定义：

国际电话号码：0870 + 5 + 国际海事卫星组织（航空的）移动号码。

国际数据号码：111S + 5 + 国际海事卫星组织（航空的）移动号码 + D。

D = 识别航空器数据终端设备的可选数位。

国际海事卫星组织(航空的) 移动号码 = 8 位数字，唯一识别航空器地球站。

6.3.3 单网络访问码 (SNAC) 编号变更 (2009 年 1 月) 撤销了呼入国际海事卫星组织网络的 S 字码。服务提供者使用一个通用号码 (0870...) 将呼叫接入国际海事卫星组织网络。

6.3.4 国际海事卫星组织服务提供者针对卫星航空移动业务的地对空呼叫，提供一个两级的安全接入拨号方法。呼叫方拨打一个指定的电话号码或 0870 接入号码，服务提供者将提供如下功能：

- 呼叫方线路识别 (CLI)；
- 个人识别号码 (PIN) 项；
- 分配空中交通服务和航空运行管制通信的特有优先性。

6.3.5 驾驶舱多功能控制和显示单元还可显示接收的地对空 Classic Aero 电话的优先性指示。

多功能运输卫星公共网络编号计划

6.3.6 多功能运输卫星为卫星航空移动（航路）业务的地对空呼叫，提供航空器和日本民用航空局空中交通服务部门之间的直接连接接口和预先占用功能。

6.3.7 多功能运输卫星针对卫星航空移动业务使用一个两级的拨号方法。呼叫方拨打一个指定的电话号码，然后按照语音提示拨打如下号码：

- 安全身份识别码（分配给呼叫方的）；
- 优先号码；
- 航空器的航空器地球站身份识别码；
- 终端身份识别码（使用时）。

如果呼叫方的电话号码是多功能运输卫星系统的注册号码，则省略安全识别码。

Classic Aero 系统移动编号设计

6.3.8 Classic Aero 移动号码可以普遍采用一个 8 位数的基本号码，分配给所有航空器。

6.3.9 国际海事卫星组织也可以发布和提供接入和来自 6 位数替代号码的路由（多功能运输卫星不支持）和针对少数航空器的 2 或 3 位直接拨入数字（仅针对电路模式服务）。国际海事卫星组织使用（航空）移动号码的第一位数字区分不同形式。

空中交通服务短码

6.3.10 国际海事卫星组织/多功能运输卫星已实施了一个通用空中交通服务短码体系，允许航空器地球站编入用于公共电话交换网拨打的空中交通服务具体部门的短码。空对地呼叫通过向地面地球站拨打这些代码建立，随后创建公共电话交换网的拨号字串。其优势在于可在地面地球站管理公共电话交换网编号的变更，而无须改变航空器地球站表格。

第 III 部分附录 A

与附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章（标准和建议措施）的符合性矩阵表

表格 A-1 依据国际民用航空组织卫星航空移动（航路）业务标准和建议措施制定的
Classic Aero 卫星航空移动（航路）业务系统参数
附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章

卫星航空移动 （航路）业务的标准 和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务的标准 和建议措施的内容	Classic Aero 子网值	关于性能的附加评论
4.2	概述	不适用	占位符
4.2.1	卫星航空移动（航路）业务应遵守国际 民用航空组织附件 10 第 III 卷第 I 部分 第 4 章	是	—
4.2.1.1	支持数据包、语音或两者皆有	是； 皆有	通过设计
4.2.2	必备设备	不适用服务提供者	—
4.2.3	2 年通知期	不适用服务提供者	—
4.2.4	考虑全球实施的建议	是	—
4.3	无线电频率特点	不适用	占位符
4.3.1	频段	不适用	占位符
4.3.1.1	仅在分配给卫星航空移动（航路）业务 并受《国际电信联盟无线电条例》保护的 频段	是； 1 545~1 555 和 1 646.5~1 656.5 MHz	—
4.3.2	辐射	不适用	占位符
4.3.2.1	限制辐射以控制对同架航空器的有害 干扰	是	
4.3.2.2	不得对其他航空器上的卫星航空移动 （航路）业务造成有害干扰	不适用	占位符

卫星航空移动 （航路）业务的标准 和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务的标准 和建议措施的内容	Classic Aero 子网值	关于性能的附加评论
4.3.2.2.1	辐射不得对在其他航空器上提供卫星 航空移动（航路）业务的航空器地球站 造成有害干扰	是	参考议程项目 4 ICAO-ACP-WG-M-12 报告
4.3.3	易感性	不适用	占位符
4.3.3.1	应按 $\Delta T/T$ 累积值 25% 适当操作	是	
4.4	优先性和预先占用接入	不适用	占位符
4.4.1	优先性和预先占用接入	是	
4.4.2	所有卫星航空移动（航路）业务数据包 和语音呼叫都应依据优先性进行识别	是	
4.4.3	在同一信息类别中，语音的优先性高于 数据	是	
4.5	信号的获得和追踪	不适用	占位符
4.5.1	适当追踪在任一航向上的速度为 800 kt （节）的航空器的信号	是	
4.5.1.1	建议 1 500 kt	否	需要对航空器地球站做出变 更以达到建议的速度
4.5.2	在轨道平面上用 0.6 g 的加速度进行适 当追踪	是	
4.5.2.1	推荐 1.2 g 加速度	是	大多数航空器地球站都满足 这一要求
4.6	性能要求	不适用	占位符
4.6.1	指定运行覆盖	不适用	占位符
4.6.1.1	在整个指定运行覆盖范围内提供卫星 航空移动（航路）服务	是	
4.6.2	故障通知	不适用	占位符

卫星航空移动 (航路)业务的标准 和建议措施参考	卫星航空移动(航路)业务的标准 和建议措施的内容	Classic Aero 子网值	关于性能的附加评论
4.6.2.1	提供及时的服务故障造成的损失预测	是	该功能由通信服务提供者为数 据 2 的操作提供。航空电信网 (数据 3 X.25 协议) 可以满足
4.6.2.2	30 s 内发布系统故障通告	是	
4.6.3	航空器地球站要求		占位符
4.6.3.1	达到直线和水平飞行性能标准	是	
4.6.3.1.1	建议+20/-5 俯仰角和+/-25 滚动角	否	需要在航空器上使用很不同的 天线系统才能满足这一要求
4.6.4	数据包服务性能	不适用	占位符
4.6.4.1	对卫星航空移动(航路)业务的要求	是	见子部分
4.6.4.1.1	具备航空电信网内的移动子网	是; ISO-8028	
4.6.4.1.2	延迟参数	不适用	占位符
4.6.4.1.2.1	连接建立延迟 <70 s	是 <70 s	
4.6.4.1.2.1.1	建议 连接建立延迟 <50 s	是 <50 s	
4.6.4.1.2.2	传输延迟基于 128 个八位字节的子网 服务数据单元并定义为平均值	是	
4.6.4.1.2.3	来自航空器最高优先级别 <40 s	是 <40 s	
4.6.4.1.2.3.1	来自航空器最高优先级别的建议 <23 s	是 <23 s	
4.6.4.1.2.3.2	来自航空器最低优先级别的建议 <28 s	是 <28 s	

卫星航空移动 （航路）业务的标准 和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务的标准 和建议措施的内容	Classic Aero 子网值	关于性能的附加评论
4.6.4.1.2.4	至航空器高优先级 <12 s	是 <12 s	
4.6.4.1.2.4.1	至航空器最低优先级级别的建议 <28 s	是 <28 s	
4.6.4.1.2.5	来自航空器的 95% 的最高优先级数据 传输延迟 <80 s	是 <40 s	
4.6.4.1.2.5.1	对来自航空器的 95% 的最高优先级 数据传输延迟建议 <40 s	是 <40 s	
4.6.4.1.2.5.2	对来自航空器的 95% 的最低优先级 数据传输延迟建议 <60 s	是 <60 s	
4.6.4.1.2.6	至航空器的 95% 的高优先级数据传 输延迟 <15 s	是 <15 s	
4.6.4.1.2.6.1	对至航空器的 95% 的低优先级数据 传输延迟的建议 <30 s	是 <30 s	
4.6.4.1.2.7	95% 的连接释放时间 <30 s	是 <30 s	
4.6.4.1.2.7.1	对 95% 的连接释放时间的建议 <25 s	是 <25 s	
4.6.4.1.3	完整性	不适用	占位符
4.6.4.1.3.1	来自航空器的残留错误率 <10 ⁻⁴ /子网 服务数据单元	是 <10 ⁻⁴	

卫星航空移动 (航路)业务的标准 和建议措施参考	卫星航空移动(航路)业务的标准 和建议措施的内容	Classic Aero 子网值	关于性能的附加评论
4.6.4.1.3.1.1	对来自航空器的残留错误率的建议 $<10^{-6}$ /子网服务数据单元	*	标准和建议措施中对残留错误率的定义不明确。普遍认为“损失的子网服务数据单元”将超过这些要求。但航空器地球站/地面地球站将以高于 10^{-6} 的概率探测出丢失或损坏和重复的子网服务数据单元
4.6.4.1.3.2	来自航空器的残留错误率 $<10^{-6}$ /子网服务数据单元	否	同上
4.6.4.1.3.3	$\text{Pr}\{\text{子网连接服务提供者进行的释放}\} < 10^{-4}/\text{h}$	不适用	
4.6.4.1.3.4	$\text{Pr}\{\text{子网连接服务提供者进行的重启}\} < 10^{-1}/\text{h}$	是 $<10^{-1}/\text{h}$	
4.6.5	语音服务性能	不适用	占位符
4.6.5.1	对卫星航空移动(航路)业务语音服务的要求	是	-
4.6.5.1.1	呼叫延迟处理	不适用	占位符
4.6.5.1.1.1	95%的航空器地球站呼叫发起延迟 $<20\text{ s}$	是 $<20\text{ s}$	
4.6.5.1.1.2	95%的地面地球站呼叫发起延迟 $<20\text{ s}$	是 $<20\text{ s}$	
4.6.5.1.2	语音质量	不适用	占位符
4.6.5.1.2.1	适合预期运行和噪音环境的语音清晰度	不适用	
4.6.5.1.2.2	卫星航空移动(航路)业务子网内部的可允许总传输延迟 $<0.485\text{ s}$	是 $<0.485\text{ s}$	
4.6.5.1.2.3	建议考虑无汇接声码器影响	是	

卫星航空移动 （航路）业务的标准 和建议措施参考	卫星航空移动（航路）业务的标准 和建议措施的内容	Classic Aero 子网值	关于性能的附加评论
4.6.5.1.3	语音性能	不适用	占位符
4.6.5.1.3.1	为航空器地球站或地面地球站发起呼叫的 Pr{阻塞率 <0.01} 提供充足语音业务量信道资源	是 <0.01	
4.6.6	安全性	不适用	占位符
4.6.6.1	保护信息免受干扰	是	
4.6.6.2	避免由于外部攻击造成的拒绝服务、性能退化或下降	是	
4.6.6.3	避免未授权的接入	是	—
4.7	系统接口	不适用	占位符
4.7.1	通过 24 位国际民用航空组织地址寻址卫星航空移动（航路）业务	是	
4.7.2	数据包服务接口	不适用	占位符
4.7.2.1	如果系统提供数据包服务，就应提供至航空电信网的接口	是	
4.7.2.2	如果系统提供数据包服务，就应提供连接通知的功能	是	通过设计

卫星航空移动（航路）业务手册

第 IV 部分

国际海事卫星组织的 **SWIFTBROADBAND**

第 1 章

引言

1.1 目标和范围

1.1.1 本业务手册第 IV 部分的目标是向国际民航组织成员国和国际民用航空界提供关于 SwiftBroadband (SBB) 航空卫星系统的技术规范和指导材料, SBB 系统用于航空移动卫星(航路)业务的通信,保障飞行的安全和正常。SBB 航空卫星系统由国际海事卫星组织在全球运行。本手册将与附件 10 第 III 卷第 I 部分 —《数字数据通信系统》第 4 章[见 1.2 参引 1]中的航空移动卫星(航路)业务标准和建议措施(SARPs)一并审议。

1.1.2 手册本部分包含以下章节:

第 1 章: 引言

第 2 章: SwiftBroadband 概述

第 3 章: 与附件 10 第 III 卷第 1 部分第 4 章(标准和建议措施)[见 1.2 参引 1]的符合性矩阵表

第 4 章: 空中航行服务提供者和航空器运营人指南

1.1.3 手册本部分是在所有系统和空中交通管理(ATM)验证活动之前编写的,它参考了航空无线电技术委员会 SBB 最低航空系统性能标准(MASPS)[见 1.2 参引 2]中对 SwiftBroadband 系统做出全面技术说明的附篇 1《国际海事卫星组织 SwiftBroadband 专项材料》,以避免技术材料的重复。航空无线电技术委员会 SBB MASPS[见 1.2 参引 2]还包含一个系统要求清单。关于航空器终端的具体要求载于航空无线电技术委员会 SBB 最低运行性能标准[见 1.2 参引 3]。

1.2 参引

1. “《国际民用航空公约》附件 10 航空通信第 III 卷通信系统(第 I 部分: 数字数据通信系统)”, 国际民航组织(ICAO), 蒙特利尔, 2007 年 7 月。

2. “支持程序空域中所需通信性能(RCP)和所需监视性能(RSP)的航空移动卫星(航路)业务数据和话音通信的最低航空系统性能标准”, 航空无线电技术委员会 DO-343, 2013 年 8 月 21 日。

3. “支持下一代卫星系统(NGSS)的航空电子设备的最低运行性能标准”, 航空无线电技术委员会, 华盛顿特区, DO-262B, (2014 年 7 月)。

4. “基于性能的通信和监视(PBCS)手册(Doc 9869 号文件)”, 国际民航组织(ICAO), 蒙特利尔。

5. “全球运行数据链路(GOLD)手册(Doc 10037 号文件)”, 国际民航组织, 蒙特利尔。

6. “卫星话音操作手册(SVOM)(Doc 10038 号文件)”, 国际民航组织(ICAO), 蒙特利尔。

第 2 章

SWIFTBROADBAND 概览

2.1 综述

2.1.1 本节对 SwiftBroadband 做了一般性介绍。关于 SBB 系统的详细说明请参阅航空无线电通信委员会 SBB MASPS[见 1.2 参引 2]附篇 1 第 3 节。

2.1.2 国际海事卫星组织 SBB 系统自 2007 年 11 月起投入运行,起初用于非安全性用户。SBB 以第三代(3G)通用移动通信系统 (UMTS) 为基础,在对地静止卫星上运行,提供电路交换服务 (用于语音) 和基于互联网协议 (IP) 的分组交换服务 (用于数据和语音),数据速率可至每信道 432 Kbit/s。在标准的 IP 模式中,该服务可与系统的其它并发用户共享,保证可用频谱得到最佳利用。

2.1.3 SBB 通过 Inmarsat-4 (I-4) (2005 至 2008 年间发射的三颗卫星) 和 Alphasat (2013 年 7 月发射) 卫星,使用 L 波段的用户链路和 C 波段的馈线链路得以运行。这些卫星对地静止,倾角通常小于 3 度,提供除两极地区之外的全球覆盖。I-4 卫星的关键要素是一根 9 米孔径天线和一个用于信道化和波束赋形的透明、弯管式数字信号处理器 (DSP)。每个 I-4 卫星提供一个全球波束、19 个区域波束和通常 192 个窄点波束。

2.1.4 SBB 与其它细分市场中 (企业 (也称为陆地便携)、陆地移动和海上) 的类似业务共用同样的卫星和地面基础设施。企业业务被称为 BGAN (宽带全球局域网),通常用来描述该系统跨越所有细分市场的全面性。海上业务被称为 FleetBroadband。

2.1.5 SwiftBroadband 系统包括四个部分:

- a) 机载 (或用户) 部分,称为航空器地球站(AES);
- b) 国际海事卫星组织的卫星;
- c) 国际海事卫星组织的地面基础设施; 和
- d) 通信网络提供商 (CNP) 的地面基础设施。

2.1.6 国际海事卫星组织拥有并运行卫星地面基础设施,在接入点 (MMPs) 将流量交给通信网络提供商 (例如航空无线电公司 (ARINC) 和国际航空电信集团 (SITA))。通信网络提供商端对端航空器通信寻址和报告系统 (ACARS) 的关键要素以及语音服务,并将流量交付给空中航行服务提供者 (ANSP) 和航空公司。通信网络提供商提供的一个关键服务是一个安全的二段式拨号接入能力,使地对空的话音通信获得优先权。

2.1.7 本文件阐述的 SBB 数据和话音通信服务是 AMS (R) S (航空移动卫星 (航路) 业务) 系统的一部分,交付位置介于航空器地球站航空电子设备接口以及连接通信网络提供商与空中航行服务提供者/航空公司的接口之间,如下图 IV-1-1 所示:

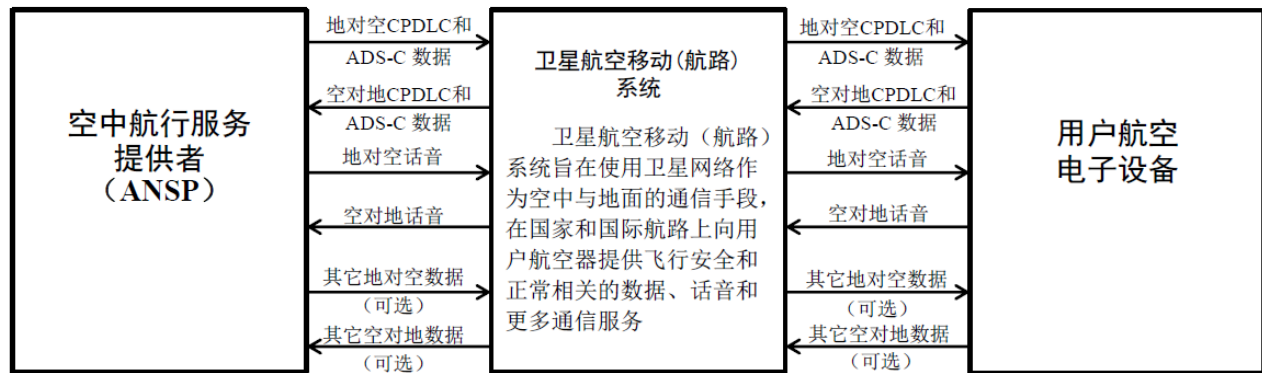


表 IV-1-1. AMS (R) S 系统边界图 (图示主要数据流)

2.2 SwiftBroadband 业务

2.2.1 为了以航空无线电技术委员会 SBB 最低航空系统性能规范 (MASPS) [见 1.2 参引 2]规定的性能水平支持驾驶舱安全服务, 国际海事卫星组织 SBB 系统包含了网关功能, 该功能使用 3G 承载业务来提供航空器通信寻址与报告系统服务以及语音服务的网络电话 (VoIP) 部分。ACARS 网关在国际海事卫星组织的卫星接入站 (SAS) 通过 SBB IP 链路在空对地和地对空两个方向上传输 ACARS 数据, 实现用于合同式自动相关监视 (ADS-C) 和管制员 — 驾驶员数据链路通信 (CPDLC) 的未来空中航行系统 (FANS) 的运行, 同时具有优先级和占先性, 保护链路上的未来空中航行系统 ACARS 流量不受网络拥塞的影响。因此, SBB 可以提供以下服务:

- ACARS 数据服务, 支持未来空中航行系统和航空公司运行控制 (AOC) 应用;
- 具备所需优先呼叫级别的两个驾驶舱语音信道;
- 优先处理针对驾驶舱的 IP 服务 (标准服务和流服务), 以支持新的空中交通服务和航空公司运行控制应用; 以及
- 位置报告服务。

2.2.2 除了非安全性通信服务之外, SBB 系统还为确保安全和正常飞行提供航空移动卫星 (航路) 业务通信。该系统可以单独用来提供航空器驾驶舱通信功能 (和非安全性服务), 也可以用来获取航空电子设备数据例如 ADS-C, 或者与 ClassicAero 结合使用。

2.2.3 SBB 系统提供数据和语音通信服务, 这将使国际航路沿线的海洋和远程空域运行广泛实施 30/30 NM 的间隔标准。数据通信 (使用 ACARS) 符合《基于性能的通信和监视 (PBCS) 手册》(Doc 9869 号文件) 中 [见 1.2 参引 4] 的 RCP240、RSP180 和运行要求, 语音通信符合 Doc 9869 号文件中的 RSP400/V 和运行要求。

2.2.4 位置报告服务在 ACARS 基础设施内实施，提供包含纬度、经度、海拔、真实航向和地面速度在内的位置报告，报告间隔时间可从地面进行设置（该位置报告服务可以作为终端激活和配置过程的一部分提出要求）。对于使用 SBB 系统的航空器，国际海事卫星组织还能够（通过国际海事卫星组织分销伙伴）提供航空器位置数据，用于紧急事件之后的搜救（SAR）工作。位置报告附于航空器发出的每一条 ACARS 航空器网关（AAGW）报文之后，包括系统登陆、退出、下行链路、上行链路确认和长连接（keep-alive），位置信息在国际海事卫星组织 SAS 站点的 ACARS 地面网关（AGGW）进行解码和记录，从而可以更快地获得航空器位置和追踪信息。

2.2.5 四类航空器地球站定义如下：

- a) 第 4 类使用了一个增强低增益天线（ELGA）；
- b) 第 7 类使用了一个中增益天线（IGA）；
- c) 第 6 类使用了一个高增益天线（HGA）；以及
- d) 带有 Classic Aero 回转能力的第 6 类，使用一个高增益天线。

2.2.6 包含 Classic Aero 回转能力的航空器地球站与在 I-3 和 I-4 卫星上运行的 Classic Aero 保持紧密的互操作性，可以在三个网络之间无缝切换。

2.3 要求

2.3.1 有关 SBB 系统的要求，请参阅航空无线电技术委员会 SBB MASPS[见 1.2 参引 2]，第 2 节。关于 SBB 与这些要求的符合度，请参阅航空无线电技术委员会 SBB MASPS[见 1.2 参引 2]附篇 1 第 2 节。

2.3.2 有关支持 SBB 系统的航空器地球站的要求，请参阅航空无线电技术委员会 SBB MOPS[见 1.2 参引 3]。

2.3.3 MASPS 的要求源于以下文件：

- a) 《全球运行数据链路(GOLD)手册》(Doc 10037 号文件)[见 1.2 参引 5]，所需通信性能(RCP)和所需监视性能(RSP)的要求现载于 Doc 9869 号文件[见 1.2 参引 4]；以及
- b) 《卫星语音操作手册》(SVOM) (Doc 10038 号文件) [见 1.2 参引 6]，之前作为《卫星语音指导材料》(SVGM) 出版。

第 3 章

与附件 10 第 III 卷第 I 部分第 4 章（标准与建议措施） 的符合性矩阵表

表IV-3-1. SwiftBroadband航空移动卫星（航路）业务（AMS（R）S）系统参数与
附件10第III卷第I部分第4章国际民航组织航空移动卫星（航路）业务
标准和建议措施（SARP）的对比

航空移动卫星 （航路）业务 标准与建议措施	航空移动卫星（航路）业务标准 与建议措施的内容	SwiftBroadband （SBB） 子网络值	关于性能的附加意见
4.2	总则	不适用	
4.2.1	AMS(R)S应符合第4章	符合	
4.2.1.1	支持分组数据、话音或两者兼备	符合，两者兼备	按照设计
4.2.2	强制性设备	不适用于服务提供者	
4.2.3	两年通知	不适用于服务提供者	
4.2.4	关于全球实施的建议	符合	
4.3	射频特性	不适用	
4.3.1	频段	不适用	
4.3.1.1	只使用分配给AMS（R）S和受国际电联《无线电规则》保护的频段。	符合	航空通信专家组频率工作组（ACP-WG-F）第28次会议（见ICAO-ACP-WG-F-28报告第8.4节）认为： a) 频谱使用建议符合国际电联《无线电规则》；

航空移动卫星 （航路）业务 标准与建议措施	航空移动卫星（航路）业务标准 与建议措施的内容	SwiftBroadband （SBB） 子网络值	关于性能的附加意见
			<p>b) 不需要改变附件10第III卷AMS(R)S 标准和建议措施的4.3.1.1款（频段）。</p> <p>c) 该系统将获得优先级，在5.357A款涵盖的频段中满足频谱要求；以及</p> <p>d) 需要进一步研究在扩展的L频段（1 518-1 525 MHz和1 668-1 675 MHz）运行AMS（R）S。</p>
4.3.2	发射	不适用	
4.3.2.1	限制发射，以控制同一航空器上的有害干扰	符合	
4.3.2.2	对其它AMS(R)S设备的干扰	不适用	
4.3.2.2.1	发射不应为另一个航空器上提供AMS(R)S的航空器地球站（AES）造成有害干扰	符合	参见关于议程项目4的ICAO-ACP-WG-M-12报告
4.3.3	灵敏度	不适用	
4.3.3.1	应恰当运行，造成25%的累积 $\Delta T/T$ 。	符合	
4.4	优先权和占先接入	不适用	
4.4.1	优先和占先接入	符合	
4.4.2	所有AMS(R)S的分组包和话音呼叫均应得到优先识别。	符合	AES中的SBB 3G组件、无线电接入网络（RAN）和核心网络提供一个具备优先/占先能力的传输机制（参阅航空无线电技术委员会MASPS[见1.2参引2]）。
4.4.3	对同一报文类别，话音的优先级高于数据。	符合	

航空移动卫星 （航路）业务 标准与建议措施	航空移动卫星（航路）业务标准 与建议措施的内容	SwiftBroadband （SBB） 子网络值	关于性能的附加意见
4.5	信号获取和追踪	不适用	
4.5.1	恰当追踪任何航向上速度为 1500km/h（800海里）的航空器的 信号	符合	
4.5.1.1	速度为2 800 km/h(1 500海里)情况 下的建议	不符合	该建议基于对超音速航空器 的支持,但是这种航空器上对 该服务没有需求。
4.5.2	在轨道面加速度矢量为0.6 g的情 况下恰当追踪。	符合	
4.5.2.1	建议1.2 g	符合	
4.6	性能要求	不适用	
4.6.1	指定运行范围	不适用	
4.6.1.1	在整个指定运行范围提供AMS （R）S	符合	
4.6.2	故障通告	不适用	
4.6.2.1	及时预测服务故障引起的通信中 断	符合	
4.6.2.2	在30秒内通告系统故障	符合	
4.6.3	航空器地球站要求	不适用	
4.6.3.1	满足直飞和平飞的性能要求	符合	
4.6.3.1.1	+20/-5度俯仰和+/-25度横滚情况 下的建议	不符合	满足这一要求需要航空器上 安装大不相同的天线系统
4.6.4	数据包服务性能	不适用	
4.6.4.1	关于AMS(R)S数据包的要求	符合	参见分段落
4.6.4.1.1	能够作为航空电信网络(ATN)的 移动子网络运行。	符合	未来延伸计划的一部分。终端 即支持后台通信也支持优先 的互联网协议（IP）通信。

航空移动卫星 （航路）业务 标准与建议措施	航空移动卫星（航路）业务标准 与建议措施的内容	SwiftBroadband （SBB） 子网络值	关于性能的附加意见
4.6.4.1.2	延迟参数	不适用	
4.6.4.1.2.1	连接建立延迟小于70秒	符合<70 s	
4.6.4.1.2.1.1	建议连接建立延迟小于50秒	符合<50 s	
4.6.4.1.2.2	传输延迟基于128八比特组子网业务数据单元（SNSDU），并以平均数值定义。	符合	
4.6.4.1.2.3	发自航空器的最高优先级，延迟小于40秒。	符合<40 s	
4.6.4.1.2.3.1	建议发自航空器的最高优先级，延迟小于23秒。	符合<23 s	
4.6.4.1.2.3.2	建议发自航空器的最低优先级，延迟小于28秒	符合<28 s	
4.6.4.1.2.4	发向航空器的高优先级，小于12秒	符合，<12 s	
4.6.4.1.2.4.1	建议发向航空器的最低优先级，延迟小于28秒	符合，<28 s	
4.6.4.1.2.5	发自航空器的最高优先级的数据传输延迟第95百分位小于80秒	符合，<80s	
4.6.4.1.2.5.1	建议发自航空器的最高优先级的数据传输延迟第95百分位小于40秒	符合<40 s	
4.6.4.1.2.5.2	建议发自航空器的最低优先级的数据传输延迟第95百分位小于60秒	符合<60 s	
4.6.4.1.2.6	发向航空器的高优先级的数据传输延迟第95百分位小于15秒	符合<15 s	
4.6.4.1.2.6.1	建议发向航空器的低优先级的数据传输延迟第95百分位小于30秒	符合<30 s	
4.6.4.1.2.7	连接释放时间第95百分位小于30秒	符合<30s	

航空移动卫星 （航路）业务 标准与建议措施	航空移动卫星（航路）业务标准 与建议措施的内容	SwiftBroadband （SBB） 子网络值	关于性能的附加意见
4.6.4.1.2.7.1	建议连接释放时间第95百分位小于25秒	符合< 25 s	
4.6.4.1.3	完好性	不适用	
4.6.4.1.3.1	发自航空器的残错率（RER）为每个子网业务数据单元（SNSDU）小于 10^{-4} 。	符合< 10^{-4}	
4.6.4.1.3.1.1	建议发自航空器的残错率为每个子网业务数据单元（SNSDU）小于 10^{-6} 。		标准和建议措施中残错率的定义不明确。据认为，“丢失的SNSDU”将超出这些要求。但是，AES/卫星接入站（SAS）将以优于 $1 \cdot 10^{-6}$ 的概率探测到丢失、损坏或重复的SNSDU。
4.6.4.1.3.2	发向航空器的残错率每个SNSDU小于 10^{-6} 。	不符合	同上
4.6.4.1.3.3	子网连接（SNC）供应商引发释放的概率每小时小于 10^{-4}	不适用	
4.6.4.1.3.4	子网连接供应商引发重置的概率每小时小于 10^{-1} 。	符合< 10^{-1} /hr	
4.6.5	话音服务性能	不适用	
4.6.5.1	AMS(R)S话音服务要求。	符合	
4.6.5.1.1	呼叫处理延迟	不适用	
4.6.5.1.1.1	航空器地球站呼叫发起延迟第95百分位<20秒	符合<20s	
4.6.5.1.1.2	地面地球站（GES）呼叫发起延迟第95百分位<20秒	符合<20 s	
4.6.5.1.2	话音质量	不适用	

航空移动卫星 （航路）业务 标准与建议措施	航空移动卫星（航路）业务标准 与建议措施的内容	SwiftBroadband （SBB） 子网络值	关于性能的附加意见
4.6.5.1.2.1	适合预期运行和外界噪音环境的 话音辨识度	符合	
4.6.5.1.2.2	AMS(R)S子网内的可允许传输延 迟总计小于0.485秒	不符合 ²⁷ 第一个呼叫0.585秒 第二个呼叫0.750秒	
4.6.5.1.2.3	建议考虑汇接声码器的效果	符合	
4.6.5.1.3	话音容量	不适用	
4.6.5.1.3.1	系统应具备足够的话音信道资源， 以使AES或GES发起的话音呼叫 堵塞几率小于0.01。	符合<0.01	
4.6.6	安全	不适用	
4.6.6.1	应保护报文不受干扰。	符合	服务接入能力包括鉴权、授权 和安全。采用标准的3G安全 机制，包括空中接口加密。 此外，安全规定载于航空无线 电技术委员会 MASPS DO-343，MOPS DO-262B第 2.2.3.10段和ARINC 781-6附 篇8。
4.6.6.2	防止外部攻击引起的拒绝服务、质 量降级或容量减少。	符合	见4.6.6.1的附加意见
4.6.6.3	防止未经授权登陆	符合	见4.6.6.1的附加意见
4.7	系统接口	不适用	
4.7.1	通过ICAO 24位地址与AMS(R)S 通信。	符合	
4.7.2	数据包服务接口	不适用	

²⁷ 尽管系统不符合国际民航组织标准和建议措施的要求，但认为系统能够达到目的。此外，Classic Aero被测在4.8 kbps编解码器上实现了0.59秒。国际民航组织标准和建议措施的要求针对的是“子网络”，而本规范包含了地面网络，尽管地面网络并不会明显增加延迟。

航空移动卫星 （航路）业务 标准与建议措施	航空移动卫星（航路）业务标准 与建议措施的内容	SwiftBroadband （SBB） 子网络值	关于性能的附加意见
4.7.2.1	如果系统提供数据包服务，则应 提供与航空电信网络的接口。	符合	未来扩展计划的一部分
4.1.2.2	如果系统提供数据包服务，则应提 供核心网络功能。	符合	按照设计

第 4 章

空中航行服务提供者和航空器运营人指南

4.1 综述

4.1.1 本节为空中航行服务提供者（ANSPs）和航空器运营人提供SwiftBroadband（SBB）使用指南。

4.2 空中航行服务提供者指南

4.2.1 为了保障与具备SBB能力的航空器通信以实现空中交通管制（ATC），空中航行服务提供者应做到以下几点：

- a) 确保与一个或多个通信网络提供商（CNP）签订合同，以通过SBB与空勤人员进行话音和数据通信，并考虑是否需要与每个通信网络提供商签订服务水平协议（SLA）以实现运行目标（可以用来衡量SLA的因素载于Doc 9869号文件附件中[见1.2参引4]）（空中航行服务提供者与一个或多个通信网络提供者互联的细节参见航空无线电技术委员会SBB MASPS[见1.2参引2]，附篇1《国际海事卫星组织SwiftBroadband专项材料》第1.3节）；
- b) 确定是否打算与具备SBB能力的航空器中的空勤人员进行地对空拨号呼叫，确保通过SBB服务提供商接入一个合适安全的拨号系统，同时考虑是否需要需要一个国际民航组织地址映射系统的尾号；
- c) 审查借助SBB卫星通信系统与空勤人员通信的ATC运行程序，如果空中航行服务提供者已经与通信网络提供商签订了合同，以支持通过Classic Aero卫星通信系统与空勤人员进行ATC通信，那么这些程序可能保持不变；
- d) 考虑使用飞行计划（FPL）中十六进制的航空器地址字段这一长期目标，将该地址转换为所需的八进制数，以便通过二段式安全拨号器或等同设备拨号呼叫航空器；
- e) 要求运营人将航空器地址归档在飞行计划第18项“CODE/”之后；
- f) 监测服务的最初使用情况，在根据 Doc 9869 号文件[见 1.2 参引 4]附件中的最低通信和监视性能参数得到满意的性能结果基础上，批准航空器在其空域中使用该项服务；以及
- g) 进行实施后监测，以继续根据 Doc 9869 号文件[见 1.2 参引 4]衡量 SBB 的通信和监视性能。

4.3 航空器运营人指南

4.3.1 为了使用SBB提供驾驶舱数据和话音安全服务，航空器运营人应当做到以下几点：

- a) 确保SBB服务提供的指定运行覆盖范围对于航空公司所用的飞行航路是适当的，且SBB获准在穿过这些航路的飞行情报区（FIRs）使用；
- b) 购买经过认证可以在规定机身上支持ACARS、驾驶舱话音和高优先级IP服务的SBB航空器终端，或者在终端制造商提供升级包的情况下，购买现有终端的升级产品；
- c) 与SBB终端制造商确认，保证SBB航空器终端得到恰当配置；
- d) 与能够为航空公司提供商业化SBB驾驶舱安全服务的服务供应商签订合同；
- e) 保证国际海事卫星组织根据航空器运营人希望在终端上使用的服务，适当激活SBB航空器终端；
- f) 保证航空器地址归档于飞行计划第18项下“CODE/”之后；
- g) 告知国际海事卫星组织本机构的联络人，以定期接收用于空中交通管制中心话音拨号的国际海事卫星组织空对地短码的最新信息；以及
- h) 向诸如北大西洋数据链路监测机构（DLMA）和南太平洋非正式ATC协调组（ISPACG）和中央报告机构（CRA）等问题报告机构报告服务性能问题（详情参阅Doc 9869号文件[见1.2参引4]）。参与问题调查（例如授权数据披露等），并在找到影响运营的解决方案（如升级飞行管理系统（FMS）或重新配置一个业主要求表格（ORT））时纠正问题。

— 完 —

