

ITU-R S.1709-1 建议书

全球宽带卫星系统空中接口的技术特性

(ITU-R 269/4 号研究课题)

(2005-2007 年)

范围

本建议书提议了能被用作宽带卫星网络设计人员的指导的空中接口的特性。此文本的内容被分为 4 个附件，第 1 个附件是宽带卫星网络的网络结构的一般性描述。其余附件中每一个都包含了已经被各种标准化组织批准的现有空中接口标准的一个概要。附件 2 包含了处理卫星 IP (IPoS) 的 TIA-1008 的一个概要。附件 3 包含了在 ETSI 第 EN 301 790 号文件中描述的 DVB-RCS 标准的一个概要。附件 4 包含了地球站与基于 ETSI BSM/RSM-A 的再生式卫星之间的全球宽带通信的空中接口规范的一个概要。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 卫星电信技术具有同时在全球或区域范围内加速使用宽带通信的潜能；
- b) 部署宽带卫星网络的操作经验已经证明了这些网络的实用性和有效性；
- c) 在宽带卫星系统中使用了几种不同类型的结构；
- d) 为了允许宽带信号在不同网络上的无缝传送，这些多样化的使用已经导致了各种空中接口标准的开发，

建议

- 1 当宽带无线电通信是基于对卫星的使用来设计时，附件 1 中定义的一般性卫星网络结构和协议结构可能会被使用；
- 2 当是在地球站与对地静止卫星之间提供宽带无线电通信时，可能会使用附件 2 至 4 中包含的规范。

附件 1

全球宽带卫星系统的一般性网络结构

1 引言

卫星通信的内在特性，即大的覆盖范围、操作的广播模式及组播，使得它们能够提供高速互联网连接和多媒体远距离传输。有许多可能的由卫星来实现的宽带，然而，某些基本的特征，诸如协议栈、与卫星有关的和无关的功能、用户对系统的接入及空中接口等是很类似的。本建议书给出了如下 3 个不同的标准化成果：

- 概述在附件 2 中的电信工业协会（TIA）的卫星 IP（IPoS）；
- 概述在附件 3 中的用于卫星分发系统的欧洲电信标准学会（ETSI）（2000）的 DVB、交互信道；
- 概述在附件 4 中的地球站与再生式卫星之间基于 ETSI BSM/RSM-A 的全球宽带通信的空中接口规范。

概括在表 1 中的这 3 个标准能够用于或者向个别家庭或者集体住宅的服务提供高速互联网接入业务。卫星与地面网络以一种无缝的方式实现互连互通性对于宽带卫星业务的成功是非常关键的。下面几节中描述的体系结构将向系统设计人员和针对系统设计和部署的评估人员提供一个指导。本附件描述了一个连同公共的应用和服务一起的全球宽带网络的场景。另外，还描述了诸如星形和网状这样的正常网络拓扑。本附件为本建议书的剩余部分提供了一个基础，描述了用于宽带卫星网络的 3 个标准的发展情况。附件 1 的附录 1 提供了本建议书中描述的所有规范的参考文献目录。

表 1

ETSI EN 301 790 V.1.3.1、TIA-1008 和 ETSI RSM-A 之间的比较表

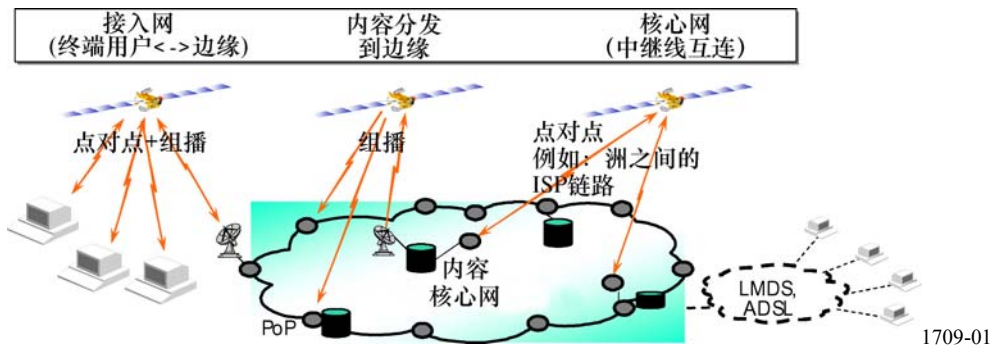
项 目	ETSI EN 301 790	TIA-1008	ETSI RSM-A
网络拓扑	星形或网状	星形	星形或网状
调制方式	QPSK	CE-OQPSK	CE-OQPSK
出向业务接入方法	DVB-S	DVB-S	高速 TDMA
出向业务数据速率	1 到 45	1 到 45	100, 133.33, 400
入向业务接入格式	MF-TDMA	MF-TDMA	FDMA-TDMA
入向业务数据速率	没有限制	64, 128, 256	128, 512, 2, 16
协议	DVB/MPEG2-TS 出向， AP/AAL5/ATM 入向	多层协议	IETF IP 网络协议

2 全球网络结构

图 1 描述了一个包含下列场景的全球宽带卫星网络结构：

- 接入网：向终端用户提供服务。
- 分发网：向边缘提供内容分发。
- 核心网：提供中继业务。

图 1
全球宽带卫星网络场景



ADSL：非对称数字用户线

LMDS：本地多点分发系统

PoP：存在点

2.1 业务

由这样一个网络提供的各种业务包括：

- 点对点
- 组播/广播
- 内容分发。

2.2 宽带应用

由卫星网络支持的各种宽带应用有：

- 娱乐
 - 视频点播
 - 电视分发
 - 交互式游戏
 - 音乐应用
 - 流媒体。
- 互联网接入
 - 高速互联网接入
 - 电子传讯

- 多媒体应用
- 远程教学
- 远程医疗。
- 商业
 - 视频会议
 - 企业对企业的电子商务
 - 家庭安全。
- 话音和数据中继
 - IP 传送
 - IP 话音
 - 文件传输。

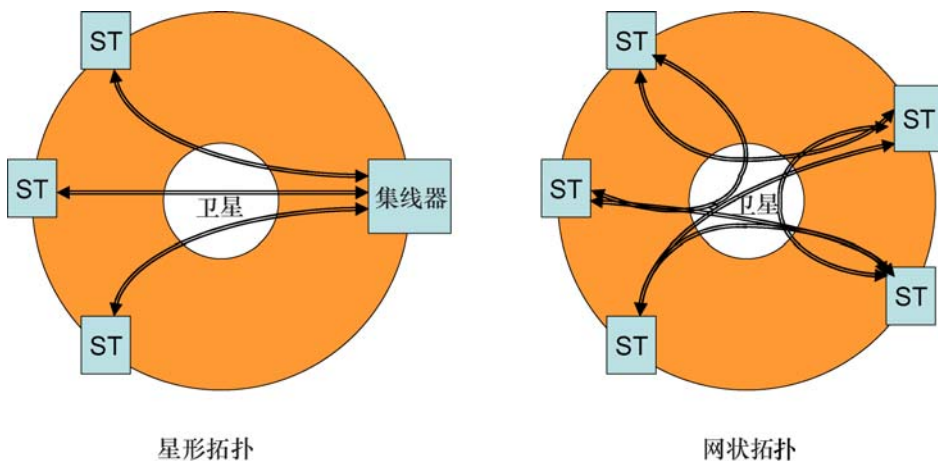
2.3 拓扑

网络可以如图 2 中所示的使用网状或星形拓扑：

- 星形网络拓扑定义为在主站（或互联网接入点）和多个远端站之间的链路采用星形排列。一个远端站只能与主站建立一条直达链路，而不能与另一个远端站建立一条直达链路。
- 网状网络定义为地球站之间的链路采用网状排列，这样，任何一个站能够直接链接到任何一个其他站。星形拓扑可以看成是网状拓扑的一种特殊情形。

注 1 — 通过主站的中继在远端站之间建立一条间接链路，星形拓扑也能够被用于提供网状连通性。

图 2
星形和网状拓扑



全球宽带卫星系统网可能会采用或者是非再生的或者是再生的卫星结构：

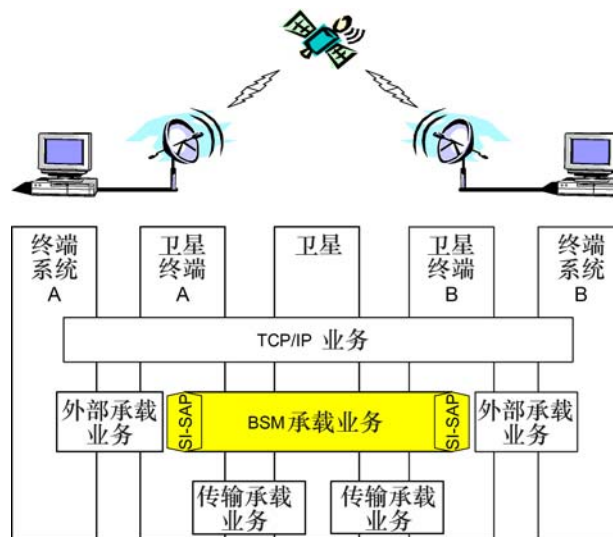
- 非再生结构是指一种单一结构，通常称为“弯管结构”。这个结构在卫星上不终止空中接口协议栈的任何层 – 卫星只是简单地把信号透明地从用户链路传递到馈电链路。
- 再生结构涵盖在卫星上提供额外的功能性的其他结构。在这些结构中，卫星功能在卫星上终止空中接口协议栈的一层或多层。

2.4 业务结构

图 3 举例说明了不同的业务，如标准的 IP 业务、宽带卫星承载业务及下层的无线电传输承载业务。ETSI 的多媒体宽带卫星（BSM）工作组开发了一个处理这 3 类业务的宽带业务结构。

为了把对所有卫星系统来说是通用的业务与一个给定卫星技术专用的那些业务区分开来，业务结构把与卫星无关的业务接入点（SI-SAP）定义为这些上层和下层之间的接口。此接口对应于如图 3 中所示的全球宽带卫星系统承载业务的端点。

图 3
全球宽带卫星业务结构



TCP: 传输控制协议

2.5 协议结构

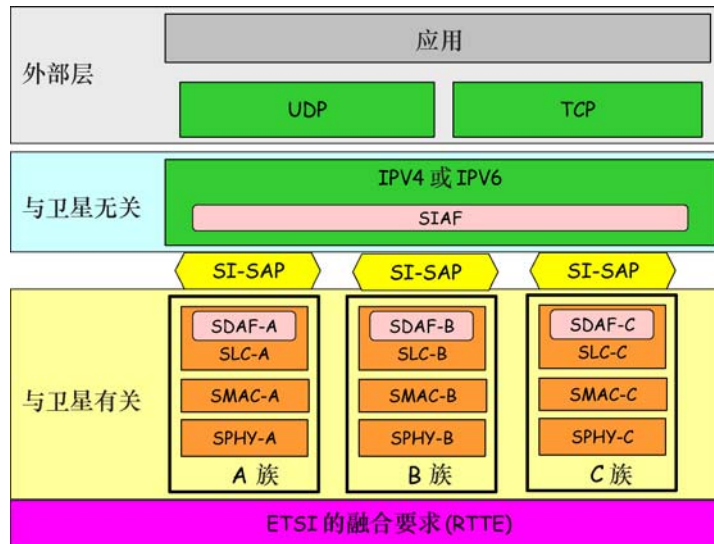
全球宽带卫星系统标识了三组协议：

- IETF IP 网络协议；
- 与卫星系统无关的、适配过的全球宽带卫星系统协议；及
- 与卫星技术有关的协议。

全球宽带卫星系统协议结构定义了位于 IP 网络层和较低层之间的 SI-SAP 接口。紧靠接口上部和下部，结构定义了两个新的适配层，它们包含了与该接口有关的全球宽带卫星系统功能，如图 4 所示。

图 4 示出了全球宽带卫星系统结构是如何支持多个可选的、与卫星有关的较低层协议族。每个协议族对应于一种不同的卫星技术，同时包括透明和再生式卫星及网状和星形拓扑。与卫星有关的较低层协议族中的每一个能够以不同的方式支持这些一般性的 SI-SAP 功能。每个协议族定义了一个与卫星有关的适配功能（SDAF），它是用于提供到和来自 SI-SAP 接口的映射。

图 4
全球宽带卫星系统协议结构



1709-04

SIAP: 独立于卫星的适配功能

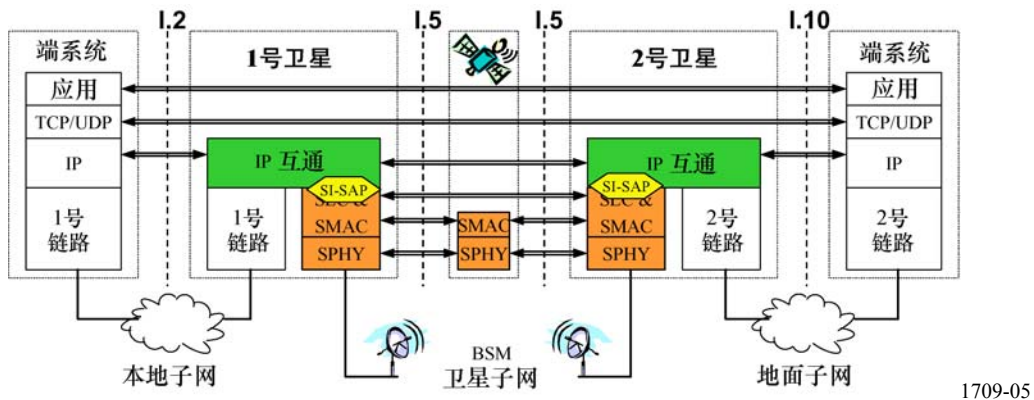
UDP: 用户数据报协议

蕴含在这种结构之后的概念是适用于所有卫星系统的（与卫星无关的或 SI）功能与专用于某项卫星技术的（与卫星有关的或 SD）功能之间的明显分离，因此，定义了一个与卫星无关的接口，它被用于在此结构的所有实现上提供在本质上相同的服务。虽然这对于从第 2 层（即桥接）、第 3 层及以上层的所有互通方面来说是正确的，然而，此结构的主要应用预期是定义 IP 协议集的互通功能。

2.6 IP 互通

在全球互联网中，卫星 IP 子网应该像任何其他 IP 子网一样来被对待，因为只有数目很少的主机将直接连接到卫星子网。因此，卫星子网上 IP 业务的主要互通指导方针是：非卫星一侧的 IP 层协议应该保持不变。在卫星上操作所需要的对协议的任何改变应该由一组 IP 互通功能来提供，就如图 5 中所示的，该互通功能能够位于卫星子网的边缘。这样，SI-SAP 结构就为开发一组公共 IP 互通标准提供了一个框架，以确保任何卫星子网和非卫星的（如地面的）基于 IP 的子网之间的透明互操作能力。

图 5
IP 互通



1709-05

附件 1 的
附录 1

参考文献目录

这些参考链路描述了概括在附件 2 中的 TIA-1008-A 标准的特性。

	文件号	版本	状态	发布日期	出处
TIA	TIA-1008-A	A.1	已出版	2006 年 5 月	http://www.tiaonline.org

这些参考链接描述了概括在附件 3 中的 DVB-RCS 标准的特性。

	文件号	版本	状态	发布日期	出 处
ETSI	EN 301 790	V1.3.1	已出版	2003 年 3 月	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=15626

这些参考链接描述了概括在附件 4 中的 ETSI-SES/BSM/RSM-A 规范的特性。

	文件号	版本	状态	发布日期	出 处
ETSI	ETSI TS 102-188-1	V1.1.2	已出版	2004年7月	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20888
ETSI	ETSI TS 102-188-2	V1.1.2	已出版	2004年7月	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20892
ETSI	ETSI TS 102-188-3	V1.1.2	已出版	2004年7月	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20893
ETSI	ETSI TS 102-188-4	V1.1.2	已出版	2004年7月	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20895
ETSI	ETSI TS 102-188-5	V1.1.2	已出版	2004年7月	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20896

附件 1 的附录 2

缩写

本建议书使用以下缩写：

ACF	接入控制域
ACK-RET	应答返回
BoD	按需求分配带宽
BPSK	二相键控
BSM	宽带卫星多媒体
CoS	业务种类
CR	固定速率
CRC	循环冗余校验
CRWB	有突发的固定速率
DLL	数据链路层
DVB	数字图像广播

EDU	扩展的数据单元
FDMA	频分多址接入
FEC	前向纠错
GEO	对地同步地球轨道
HPB	高优先级突发
HVUL	高数据量上行链路
IP	互联网协议
Kbit/s	千比特/秒（每秒数千个比特）
LAN	局域网
LVLL	低数据量低时延
M&C	监测和控制
MAC	媒质接入控制
Mbit/s	兆比特/秒（每秒数百万个比特）
MGID	组播组 ID
NCC	网络控制中心
NPB	正常优先级突发
OQPSK	偏移四相键控
PA	坚持型 ALOHA
PCR	程序时钟参考
PDS	分组投递业务
PDU	协议数据单元
PEP	性能增强代理
PHY	物理的
PID	分组标识符
PN	伪随机数
PTO	分组传输机会
P-P	点对点
QoS	服务质量
QPSK	四相键控
RF	射频
RS	里德—所罗门
RSM	再生式卫星网状网
SA	时隙 ALOHA
SAM	安全接入模块
SAP	业务接入点
SDU	业务数据单元
SES	卫星地球站
SI-SAP	与卫星无关的 SAP
SLC	卫星链路控制
SMAC	卫星 MAC

ST	卫星终端
TBTP	终端突发时间计划
TCP	传输控制协议
TCT	时隙组成表
TDM	时分复用
TDMA	时分多址接入
TIM	终端信息消息
UDC	上行链数据信道
UDTS	用户数据传送业务
ULPC	上行链路功率控制
UW	独特码
VoIP	IP 语音

附 件 2

空中接口标准 TIA-1008 (IPoS)

目 录

	页码
1 引言	11
2 网络结构	11
2.1 网络段	11
2.2 网络接口	12
2.3 远方终端的特性	13
3 IPoS卫星接口	13
3.1 IPoS协议参考模型	13
3.2 按层进行的功能划分	15
3.3 物理层 (PHY)	15
3.4 出向卫星传输	15

3.5	入向卫星传输	15
3.6	数据链路层 (DLL)	16
3.7	卫星链路控制 (SLC) 子层	16
3.8	媒质接入控制 (MAC) 子层	16
3.9	出向复用子层	17
3.10	网络适配层	17

1 引言

这一节提供的解决方案是对卫星互联网协议 (IPoS) 标准的一个引言, 该标准已经由美国的电信工业协会 (TIA) 所开发。IPoS 出向载波 (即从主站或广播终端到许多远端站的广播载波) 使用与 DVB 数据格式一致的统计复用方式并且根据 DVB 多协议封装来把 IP 数据流分发到远方终端。出向载波上的复用子层允许主站在同一个出向载波内传输几种数据流类型、节目或业务, 并且控制每个节目的传输。IPoS 复用子层是基于数字视频广播/移动图像专家组 (DVB/MPEG) 的统计复用格式。

这一节给出 IPoS 规范的一个技术概貌。第 2 节描述 IPoS 系统的网络结构, 第 3 节描述在远方终端与主站之间卫星空中接口上所采纳的协议结构。

2 网络结构

2.1 网络段

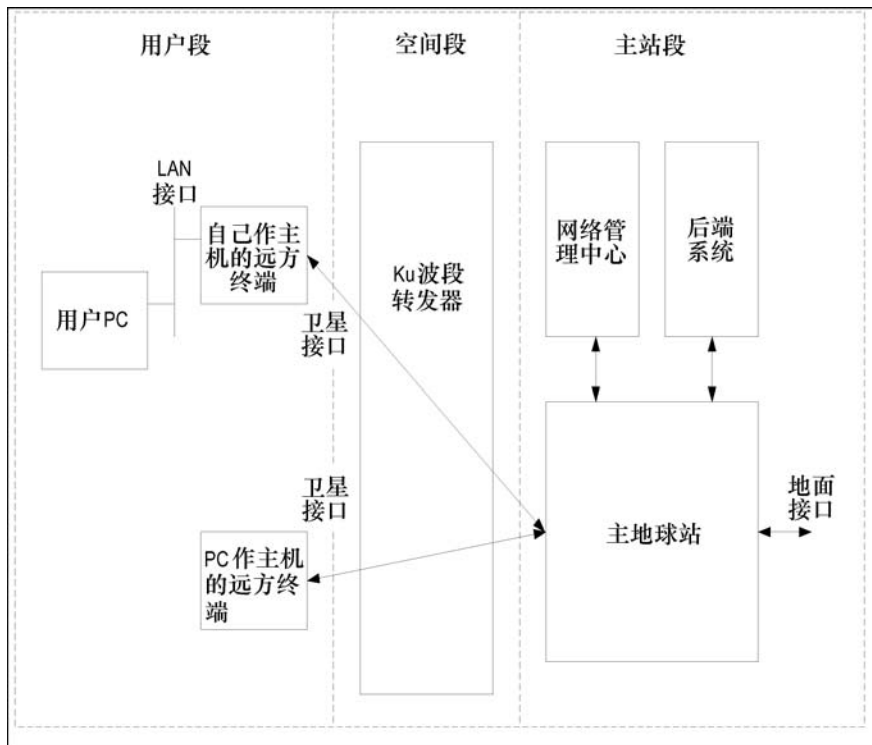
IPoS 是设计用于星形卫星网络, 它包含 3 个主要的段:

1. 主站段: 主站段支持大量远方终端通过卫星接入互联网。这包括大型的主地球站及所有数据流经过的相关设备。
2. 空间段: 空间段包括对地同步卫星上的弯管式转发器, 它允许在主站与远方终端之间两个方向上的传输。无论卫星转发器使用的是 6/4 GHz, 14/10-11 GHz, 30/20 GHz 频带, 抑或是 8/7 GHz 频带, IPoS 参数和规程在某种意义上是独立于下层所使用的频谱; 然而, 有涉及专用于每个特定频带的射频参数的物理要求。IPoS 物理层 (PHY) 接口的目前版本假设 IPoS 业务以指配给卫星固定业务 (FSS) 的频谱来使用 14/10-11 GHz 卫星。
3. 用户段: 通常, IPoS 用户段包括数千个用户终端, 每个终端都能够向远方站点提供宽带的 IP 通信。用户终端在此标准中也称为远方终端。远方终端支持用户主机或个人计算机 (PC) 运行应用程序。用户 PC 的这种支持可以被粗略地分类为:
 - 单个接入点: 主机和远方终端比如是通过一个通用串行总线 (USB) 接口来连接。

— 客户屋内 LAN：远方终端向多种 PC 提供接入。客户 LAN 被认为是在 IPoS 系统之外。

图 6 阐述了 IPoS 结构中的最高层次的组成部分，并且标识了 IPoS 系统中主要的内部和外部接口。

图 6
IPoS 系统结构



1709-06

2.2 网络接口

IPoS 系统中的主要接口有：

- 终端 LAN 接口：这是用户主机的计算机或 PC 与远方终端之间的接口。终端 LAN 接口使用不属于此标准的以太网协议。
- IPoS 卫星接口：这是远方终端和主站用于交换用户、控制和管理信息的接口。IPoS 卫星接口或空中接口是此标准的主要内容。
- 主站地面接口：这是主站与把主站连接到外部分组数据网、公共互联网或专用数据网的骨干网之间的接口。主站地面接口使用不属于此标准的 IP 协议。

IPoS 卫星接口区分了两个传输方向：

- 从 IPoS 主站到用户终端的出向方向是在分配给出向载波的全部带宽上广播的。由于 IPoS 出向能够复用多种多样的传输，因此，它能传送给许多远方终端。

- 从远方终端到 IPoS 主站的入向方向是点对点 (P-P) 的, 它或者使用由主站分配给每个远方终端的带宽或者使用由所有终端通过竞争机制来共享的带宽。

2.3 远方终端的特性

远方终端是用户主机接入 IPoS 系统服务的接入平台。一个终端是否要求一台 PC 的支持是用于为 IPoS 终端分类的重要方法之一。根据这些准则, 有两种远方终端类别:

- PC 作主机 (PC-hosted): 此类终端主要面向客户应用。以 PC 作主机的远方终端像一个 PC 外设一样工作, 典型的是一个 USB 外设, 需要来自 PC 的明显支持才能工作。这种支持包括:
 - 下载外设的软件。
 - 允许性能增强功能。
 - 开通和管理功能。
- 自己作主机 (Self-hosted): 自己作主机的终端瞄准的是客户以及小型和家庭办公 (SOHO) 市场段。自己作主机的远方终端不要求一台外部 PC 来支持其在 IPoS 系统中的操作。自己作主机的终端能够完全受主站管理, 比如, 自己作主机的远方终端能够下载它们的软件及由主站设定它们的配置参数。

对远方终端分类的另一个准则是终端用于向主站发送数据的回传信道的类型。相应地, 远方终端可以分为:

- 卫星回传信道: 直接通过 IPoS 系统的入向卫星信道部分发送回主站。
- 具有地面回传的单收站: 相对于卫星是用单收站工作, 使用某种形式的地面回传能力(如拨号连接)。

表 2 总结了 IPoS 系统中当前定义的各类远方终端的典型特性。

表 2
IPoS 终端的典型特性

终端名称 / 特征	作主机	回传信道
低成本、双向、宽带卫星 PC 外设	PC	卫星
低成本、双向、宽带、自己作主机的终端	自己	卫星
单收、低成本、卫星宽带、PC 外设	PC	拨号

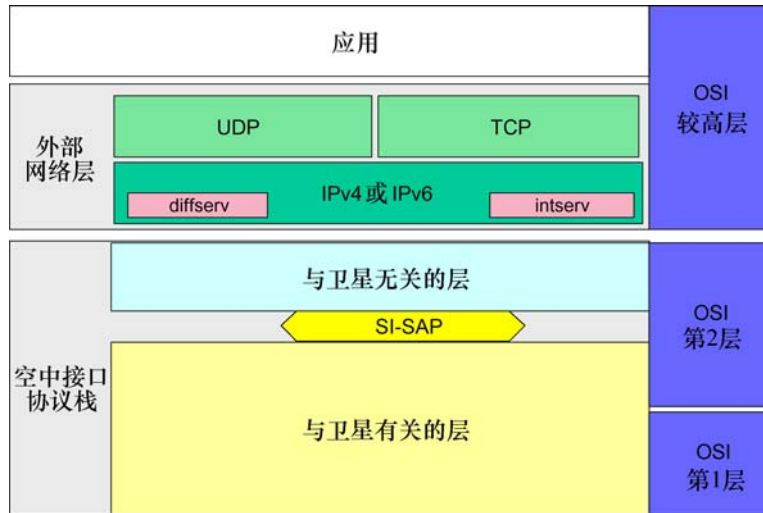
3 IPoS 卫星接口

3.1 IPoS 协议参考模型

IPoS 协议是一种多层的对等层到对等层协议, 提供了在主站实体和远方终端之间交换 IP 数据流和信令信息的机制。

IPoS 协议是根据 TR 101 984 中定义的宽带卫星多媒体 (BSM) 协议结构来构造的。此结构提供了与卫星有关的功能和与卫星无关的功能之间的一个分离, 如图 7 所示。

图 7
协议参考模型



1709-07

协议结构把与卫星有关的功能和与卫星无关的功能通过一个指定为 SI-SAP 的接口来分离。这种分离的目的如下:

- 把卫星专有的特征同与卫星无关的较高层分离。这种分离被设计成允许未来的市场开发, 尤其是 IP 增强。
- 对增加更复杂的基于市场段的解决方案提供灵活性 (如: 性能提升代理服务器 (PEP))。
- SI-SAP 之上的元素能够很容易地转到新卫星系统。
- 支持新的更高层功能而无需对现有设计作较多的重新构造的可扩展性。

如图 7 中所示, SI-SAP 是位于国际标准化组织 (ISO) 分层模型中数据链路层 (第二层) 和网络层之间。SI-SAP 之上的元素能够, 并且确实应该, 无需详细了解支撑的卫星链路层而能被设计。图 7 中与卫星无关的层是一般性的, 包括当前没有被 IPoS 规定的服务, 如 IntServ、DiffServ 和 IPv6。

IPoS 接口被组织成平面、层及卫星上的传输方向。有 3 个协议平面:

平面 1: (U 平面): 提供经过卫星接口的含有用户信息的 IP 数据流可靠传送所需要的协议。

平面 2: (C 平面): 包含支持并控制卫星接入连接所需要的信令协议及在传送用户数据流过程中所需要的资源。

平面 3: (M 平面): 涉及与远方终端开通、用户的计费、性能及告警报告有关的管理和传询。管理平面不属于此标准的范畴。

每个 IPoS 平面逻辑上分为 3 个协议子层。协议子层用于把总的系统功能集分解为在相同抽象层次上的功能分组。

- 物理层 (PHY): 提供与信息的调制、差错控制及经过接口传送的信令流有关的较低层次的功能集。
- 数据链路控制 (DLC) 层: 提供了各种流的复用及可靠和有效的传送服务。
- 网络适配层: 控制用户对卫星的接入并控制此接入所需要的无线电资源。

3.2 按层进行的功能划分

这个小节给出对 IPoS 接口中与卫星有关的部分中各层的功能职责。

3.3 物理层 (PHY)

物理层功能提供了调制波形的传输和接收, 这些波形用于通过卫星传送由数据链路层和更高层提供的信息。在物理层, 提供给 U-平面和 C-平面或 M-平面信息的传送方法之间没有区别。这个区别体现在更高层。

物理层提供的服务被分成下面几类:

- 初始捕获、同步及与主站的测距过程, 包括用入向载波的帧结构来实现传输的定时对准及远方终端发射功率的调整。
- 由 DLC 的 U-平面和 C-平面提供给出向和入向载波的信息流的调制、编码、纠错、扰码、定时及频率同步。
- 本地测量结果的性能, 比如接收到的 E_{bit}/N_0 、恢复的时钟及物理参数 (比如定时) 的状态和监管以及它们到更高层的报告。

3.4 出向卫星传输

IPoS 出向载波使用一种符合 DVB 数据格式的统计复用机制, 并且把 IP 数据流分发到远方终端是基于 DVB 多协议封装。在 1/2、2/3、3/4、5/6 和 7/8 的前向纠错 (FEC) 编码码率上支持从 1 Mbps 到 45 Mbps 的符号速率。

3.5 入向卫星传输

IPoS 入向使用偏移四相键控 (OQPSK) 调制, 当使用 1/2 率卷积编码时是在 64、128 或 256 kbps 的传输速率上, 或者当使用 Turbo FEC 编码时是在 128 或 256 kbps 的传输速率上。

IPoS 在其入向上使用按申请分配 MF-TDMA（多频时分多址接入）方式来让终端向主站传输。IPoS 入向有一个 45 毫秒的 TDMA 帧长，它分为可变数量的时隙。从终端到主站的传输被称为“突发”。一个突发要求有整数个用于额外开销的时隙，然后携带整数个数据时隙。这些额外开销时隙被用于提供突发报头及在突发之间保留足够的时间以确保连续发生的突发不会在时间上重迭。

3.6 数据链路层（DLL）

DLL 提供了 IPoS 网络上实际的传送服务。它分为下列几个子层：

- 卫星链路控制（SLC）；
- 媒质接入控制（MAC）；
- 出向复用子层。

3.7 卫星链路控制（SLC）子层

SLC 层是 DLC 的子层，它负责在远方终端与主站之间传输分组。

IPoS 在出向和入向方向上支持不同的传输方法。

在入向方向上使用了一种采用选择重发方式的可靠的无差错传输方法。在此可靠的传输方法中，接收 SLC 实体向更高层只传递无差错的数据分组。

在出向上，传输差错是非常低的（典型的 $BER = 10^{-10}$ ），发送 SLC 只传输每个数据分组一次，而不重传出错或丢失的分组。

SLC 的功能职责有：

- 产生会话 ID 并把输入分组映射到相应的会话中。
- 用户到用户数据保密用的专用 IP PDU（协议数据单元）的加密。
- 分割和重组，它执行可变长度的更高层数据分组与较小的 PDU 之间的分割/重组。
- 使用可靠/不可靠的传输模式向对等层顺序传递数据。

3.8 媒质接入控制（MAC）子层

媒质接入控制（MAC）层提供的服务或功能可以分组为下列几类：

- 数据传输：此服务在对等的 MAC 实体之间提供 MAC 交互的传输。此服务不提供任何数据分割；因此，上层提供分割/重组功能。
- 无线电资源和 MAC 参数的重新配置：此服务执行对标识符的控制规程，这些标识符由网络层在一个时期内或永久性地配置给特定的 DLC 层。它也执行 DLC 层上传输模式的建立和终止规程。
- 差错检测：检测规程性差错或帧传输过程中发生的差错的规程。

3.9 出向复用子层

在出向方向中，复用子层允许主站在同一个出向载波中发送几种数据流类型、节目或服务，并控制每个节目的传输。IPoS-复用子层是基于 数字视频广播/移动图像专家组（DVB/MPEG）的统计复用格式。

在此 DVB/MPEG 格式中，与其中一种数据流类型有关的所有帧或分组有相同的节目标识符（PID）。在远方终端，一个去复用器把出向的多路传输分解为特定的传输流，远方终端只过滤那些与该终端中设置的 PID 地址匹配的流。

IPoS 远方终端被设置为过滤与下列传输流类型有关的两种类型的 PID，它们是与 IPoS 系统有关的：

类型 1 PSI 表，它同时向 IPoS 和 non-IPoS 终端提供业务配置。IPoS 终端接收 PSI 表以确定 IPoS 系统的特定配置。

类型 2 在 IPoS 逻辑信道中传送的 IPoS 用户和控制信息。在 IPoS 逻辑信道中包含的信息能够把全部、1 组或单个 IPoS 终端作为目标。

出向 DVB/MPEG 分组是在整个出向载波带宽上广播，而 IPoS 终端过滤那些与它们自己的地址不匹配的分组。寻址机制是被包含在作为传送分组报头和 MAC 报头的一部分中。

3.10 网络适配层

网络适配层功能提供下列主要的子功能：

- IP 分组传送：此功能根据分组类型、应用类型、目的地和内部设置等执行确定 IP 分组的业务类型所必要的功能。
- 数据流管理：在 IP 分组被提交给 IPoS 传送业务之前，此功能对它们执行对数据流的流出和监视功能。
- PEP：此功能提高特定应用的性能以改善卫星链路的服务。由于卫星链路中的时延和损耗，PEP 经常被用于降低传输控制协议 TCP 应用所经历的吞吐量中的恶化。
- 组播代理：此代理把 IP 组播协议（如 PIM-SM）适配到合适的 IPoS 传送服务以提供组播。

网络适配层不是 IPoS 空中接口规范的一部分。

附件 3

ETSI EN 301 790 V1.3.1 空中接口标准

目 录

页码

1	引言	19
2	卫星交互网的参考模型	19
	2.1 协议栈模型	19
	2.2 系统模型	20
	2.3 卫星交互网的参考模型	21
3	前向链路	22
4	反向链路基带物理层规范和多址接入定义	22
	4.1 RCST同步	22
	4.1.1 定时控制	22
	4.1.2 载波同步	23
	4.1.3 突发同步	23
	4.1.4 符号时钟同步	23
	4.2 突发格式	23
	4.2.1 业务 (TRF) 突发格式	23
	4.2.2 同步和捕获突发的格式	25
	4.3 调制	25
	4.4 媒质接入控制消息	25
5	协议栈	26
6	容量申请类别	28
	6.1 连续速率分配 (CRA)	28
	6.2 基于速率的动态容量 (RBDC)	28
	6.3 基于数据量的动态容量 (VBDC)	28
	6.4 绝对基于数据量的动态容量 (AVBDC)	28
	6.5 自由容量分配 (FCA)	28
7	多址接入	29
	7.1 MF-TDMA	29
8	安全、身份和加密	29

1 引言

本节描述了用于提供卫星分发系统 DVB-RCS 的交互信道的规范。

具体包括：

- 规定了信道编码/调制；描述了两种编码方案：turbo 码和级联码。虽然在一个会话内终端并不需要改变编码方案，但这两种方案反向（RCST）信道卫星终端都应当实现。
- 规定了携带或者是 ATM 信元或者是 MPEG2-TS（MPEG2 传送流）分组的两种业务突发；
- 规定了卫星链路反向信道的媒质接入控制（MAC）协议。
- 保持反向信道与前向链路上 DVB-S 的兼容性；
- 规定了终端同步、容量申请类别及系统的安全、身份和加密。

2 卫星交互网的参考模型

2.1 协议栈模型

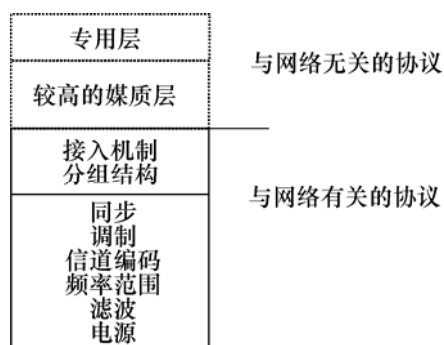
对于支持用反向信道向末端用户广播的交互业务，一种简单的通信模型包括以下几层：

- 物理层：定义了所有物理的（电气的）传输参数。
- 传输层：定义了所有像数据容器等的相关数据结构和通信协议。
- 应用层：是交互应用软件和运行时间的环境（比如家庭购物应用、脚本解释器等）。

采用了一种开放系统互联（OSI）层的简化模型以便于制定这些层的规范。图 8 指出了该简化模型的较低层并确定了最低两层的一些关键参数。

图 8

一般性系统参考模型的层结构

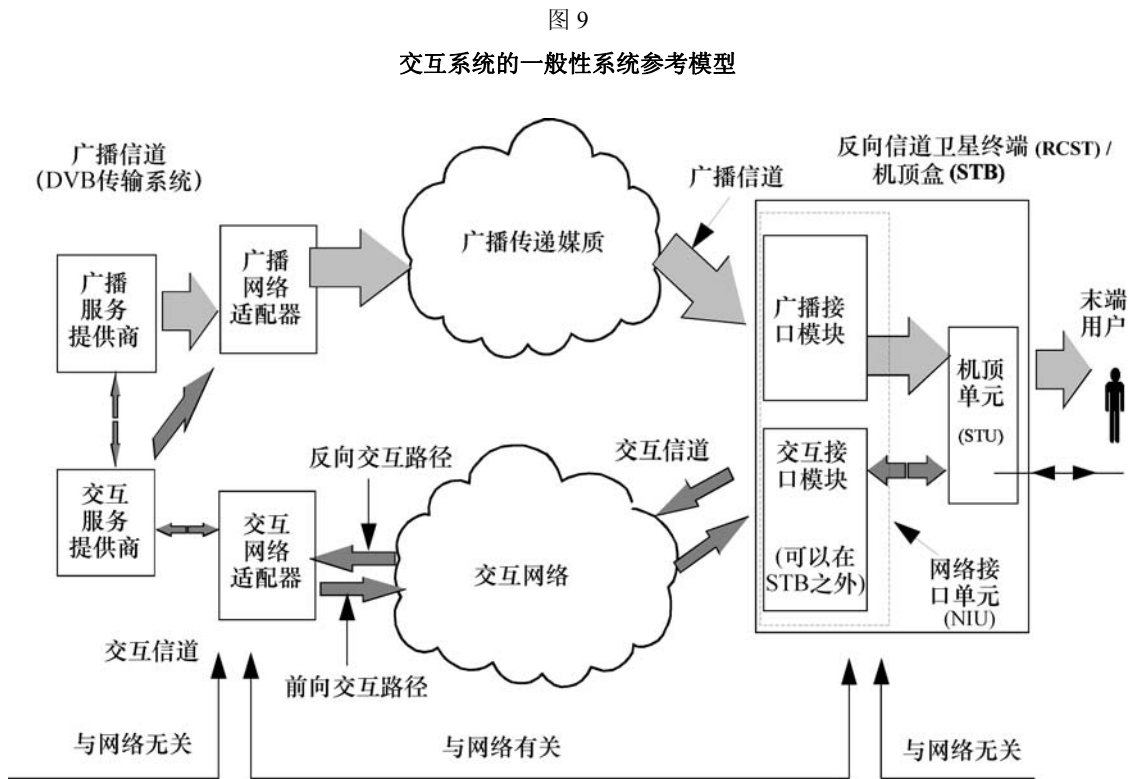


1709-08

目前的建议书仅说明了与卫星交互网络有关的方面。

2.2 系统模型

图 9 给出了 DVB 中将用于交互业务的系统模型。



1709-09

在该系统模型中，在业务提供者和用户之间建立了两条信道：

- 广播信道：建立的从业务提供者到用户的一种包括视频、音频和数据的单向宽带广播信道。它可能包括前向交互路径。
- 交互信道：在业务提供者和用户之间为了交互目的而建立的一种双向交互信道。它由下面几部分组成：
 - 反向交互路径（反向信道）：从用户到业务提供者。用于向业务提供者发出请求、回答问题或者传输数据。
 - 前向交互路径：从业务提供者到用户。用于从业务提供者向用户提供信息和提供交互业务所需的任何其他的通信。它可能被嵌入到广播信道中。在一些利用广播信道向用户运送数据的简单实现中不需要该信道是可能的。

RCST 是由网络接口单元（包括广播接口模块和交互接口模块）和机顶单元组成。RCST 同时为广播和交互信道提供接口。RCST 和交互网络之间的接口要通过交互接口模块。

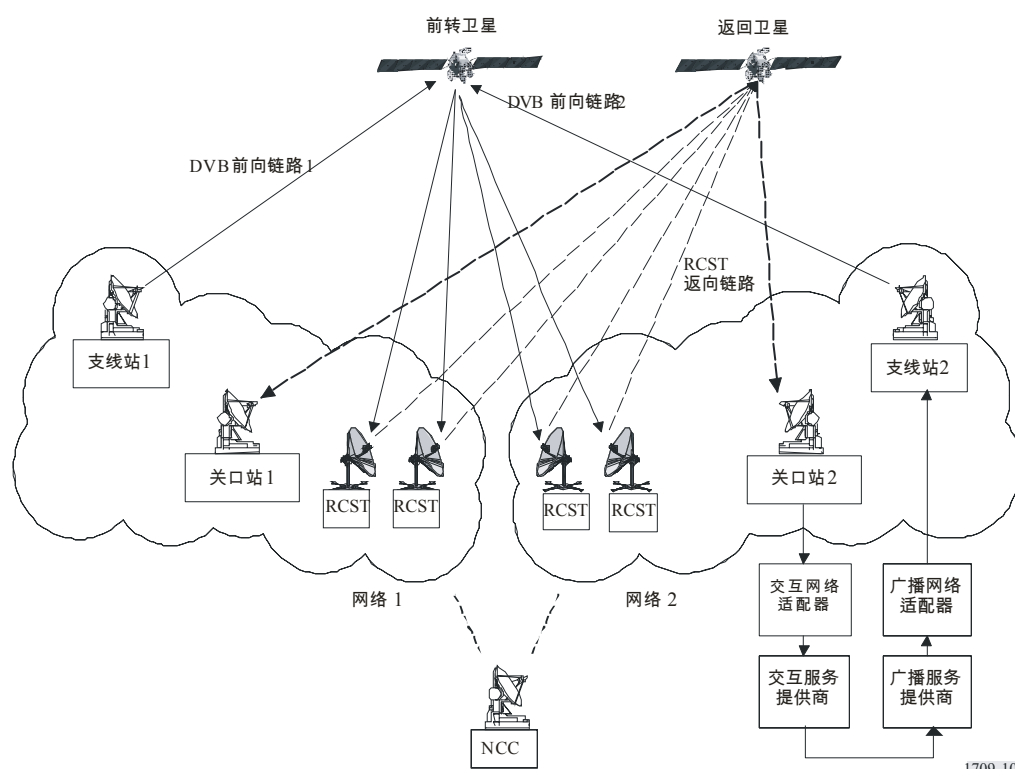
2.3 卫星交互网的参考模型

RCST 在其中操作的整个卫星交互网络由下列功能块组成，如图 10 所示：

- 网络控制中心 (NCC)：NCC 提供监视和控制功能。它为卫星交互网络的操作产生将要由一个或多个支线站发送的控制和定时信号。
- 业务网关 (TG)：一个 TG 接收 RCST 返回信号，向外部公共的、有专利权的和私人的业务提供者（数据库，按次计费电视或视频资源，软件下载，电话购物，电脑化银行业务，金融业务，股票市场接入，互动游戏等等）和网络（互联网、ISDN、PSTN 等）提供计费功能、交互服务和/或连接。
- 支线站：一个支线站传输前向链路信号，它是标准的卫星数字视频广播 (DVB-S) 上行链路，其上复用了卫星交互网络的操作所需要的用户数据和/或控制和定时信号。

图 10

卫星交互网的参考模型



前向链路携带来自 NCC 的信令和到 RCST 的用户业务。操作反向链路系统所必需的从 NCC 到 RCST 的信令是在下面被称为“前向链路信令”。用户业务和前向链路信令都可以通过不同的前向链路信号来携带。多种 RCST 配置的可能性取决于出现在 RCST 上的前向链路接收机的数量。

3 前向链路

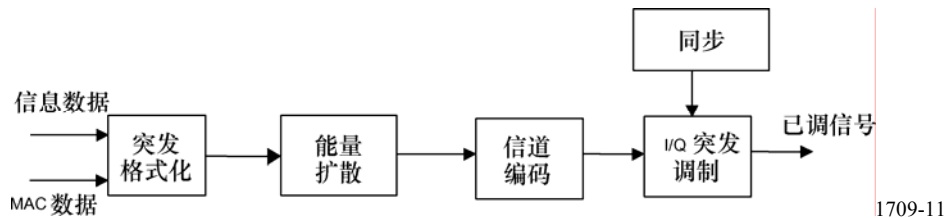
RCST 应当能接收符合 EN 300 421, TR 101 202, ETS 300 802, EN 300 468, EN 301 192 和 ETR 154 的数字信号。

4 反向链路基带物理层规范和多址接入定义

本附件将给出基带物理层的规范。图 11 表示了 RCST 发射机一侧需要实现的一般性数字信号处理，从串行信息比特流的突发格式到表示数模转换的调制。由每个子集实现的信号处理描述在下面几节中。

图 11

RCST 反向链路基带信号处理的方框图



1709-11

4.1 RCST 同步

4.1.1 定时控制

RCST 的同步是卫星交互网络的一个重要特征。对 RCST 施加一些约束以获得一个有效的 TDMA 系统，它具有最小的用户间干扰和最大的吞吐量，虽然在 NCC 对 RCST 载波频率执行诸如卫星频率转换误差和公共模式多普勒补偿等任务时这些约束能被最少化。由于这个原因，同步方案是基于如下的前向链路信令中包含的信息的：

- 网络时钟参考 (NCR)；
- DVB/MPEG2-TS 专用部分中的信令。

NCR 是在携带前向链路信令的 MPEG2 传输流中以一个特定的分组标识符 (PID) 来分发的。NCR 分发遵循在 ISO/IEC 13818-1 中定义的程序时钟参考 (PCR) 分发机制，PCR 通常是从 MPEG 视频编码器中导出的，而在这里，NCR 是从 NCC 参考时钟中导出的。NCC 参考时钟具有 5 ppm 或更高的准确度。

4.1.2 载波同步

携带前向链路信令的 MPEG2-TS 分组含了向 RCST 提供 NCC 参考时钟的 27MHz 参考的 NCR 信息。RCST 从接收到的 NCR 信息中重构参考时钟，就如用于 MPEG2 传输流 (MPEG2-TS) 的 MPEG 解码器中实现的。然后，RCST 进行一次比较以确定在控制 RCST 上变频器本振的本地参考时钟与从接收到的 NCR 中恢复出来的参考时钟之间的偏移量。接着，它根据这个偏移量来补偿载波频率。这种本地载波同步方式提供了一种将网络上所有 RCST 的发送频率调整到几乎同一个频率上的方法。

归一化的载波频率准确度应优于 10^{-8} (均方根)。

4.1.3 突发同步

RCST 通过检查前向链路信令来重新获得它们发送突发的中心频率、起始时间和持续时间。

就如此规范中描述的，反向链路上 RCST 之间的竞争得到了解决。

突发是根据在前向链路信令中收到的突发时间方案 (BTP) 来发送的。BTP 是根据超帧的中心频率和绝对起始时间 (在 NCR 计数器的值中给出)、突发分配的相关频率和时间补偿以及时隙特性的描述来表示的。超帧总是开始于 RCST 本地 NCR 计数器的一个给定值，这个值是作为超帧内所有突发分配的参考。为了与网络同步，除了参考时钟外，RCST 还重构 NCC 参考时钟的绝对值。RCST 将重构值与 BTP 给出的 NCR 值进行比较。当两个值相等时，便产生了用于计算时隙的时间参考。

突发同步的准确度应该在一个符号周期的 50% 内。分辨率应为一个 NCR 计算间隔。突发同步的准确度为预定的突发开始时间和发射机输出端实际的突发开始时间在最差情况下的偏差。预定的突发开始时间是当理想重构的 NCR 等于在终端 BTP (TBTP) 中为该突发写入的值时的时间点。理想重构的 NCR 被定义为在理想无延时 DVB-S 接收机的输出端上观察到的。如果需要获得规定的准确度，RCST 应当对接收机的延时做出补偿。

4.1.4 符号时钟同步

为了避免相对于 NCC 参考时钟的时间漂移，发射机的符号时钟应当锁定到基于 NCR 的时钟。RCST 不需要补偿符号时钟多普勒。

符号时钟的准确度应当在偏离 TCT 中标称符号速率值的 20 ppm 内。符号时钟速率应当有一个短期稳定度，它能把一个突发内任何符号时隙组成表的时间误差限制在 1/20 符号周期内。

4.2 突发格式

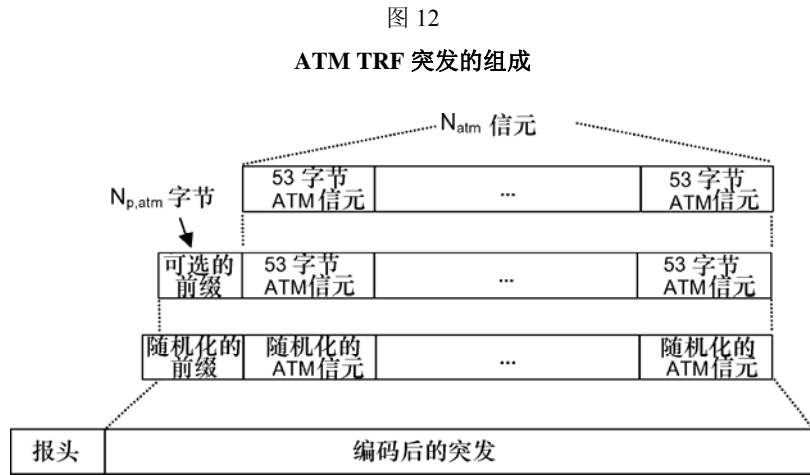
共有四种类型的突发：业务 (TRF)、捕获 (ACQ)、同步 (SYNC) 和公共信令信道 (CSC)。突发的格式在下面描述。

4.2.1 业务 (TRF) 突发格式

业务 (TRF) 突发用于把有用的数据从 RCST 携带到网关。携带或者是 ATM 信元或者是 MPEG2-TS 分组的两种业务突发在这下面定义。TRF 后面通常跟着一个保护时间以减少发射功率并补偿时间偏差。

4.2.1.1 ATM TRF 突发

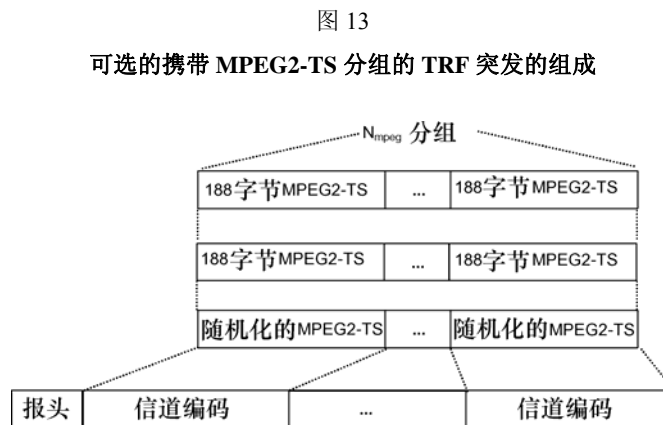
ATM 业务突发的载荷是由 N_{atm} 个级联的每个长为 53 字节的 ATM 信元加上一个可选的 $N_{\text{p,atm}}$ 个字节长的前缀所构成。所有 ATM 信元遵循一个 ATM 信元的结构，但是不必支持 ATM 的业务类型。参见图 12 中对于 ATM TRF 突发的描述。



1709-12

4.2.1.2 可选的 MPEG2-TS TRF 突发

在 MPEG2-TS 分组是基本数据容器的情况下，一个突发包含 N_{mpeg} 个级联的每个长为 188 字节的 MPEG2-TS 分组。此突发包含几个信道编码块。参见图 13 对于 MPEG2-TS TRF 突发的描述。



1709-13

在减去其他域的时长后，RCST 能够从 TCT 的 `time_slot_duration`（时隙长度）域推算出一个 TRF 时隙中的 MPEG2 分组数。MPEG2-TS TRF 突发的传输是可选的。RCST 会通知 NCC 在 CSC 突发中支持这个机制。

4.2.2 同步和捕获突发的格式

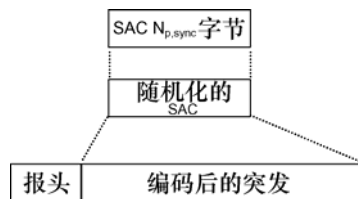
要求同步和捕获突发在登录过程中或登录后能准确地定位 RCST 的突发传输。为此，定义了两种独立的突发类型（SYNC 和 ACQ），如下面几节中所定义的。

4.2.2.1 同步（SYNC）突发的格式

SYNC 突发被 RCST 用于保持同步并向系统发送控制信息。SYNC 突发是由用于突发检测的报头、可选的 $N_{p, sync}$ 个字节的卫星接入控制（SAC）域和适当的差错控制编码组成。像 TRF 一样，SYNC 通常也跟着一个保护时间以减少发射功率和补偿时间偏差。图 14 描述了 SYNC 突发。使用 SYNC 突发的程度取决于 NCC 的能力。

注 1 — SYNC 突发可以用于竞争模式。

图 14
SYNC 突发的组成



1709-14

4.3 调制

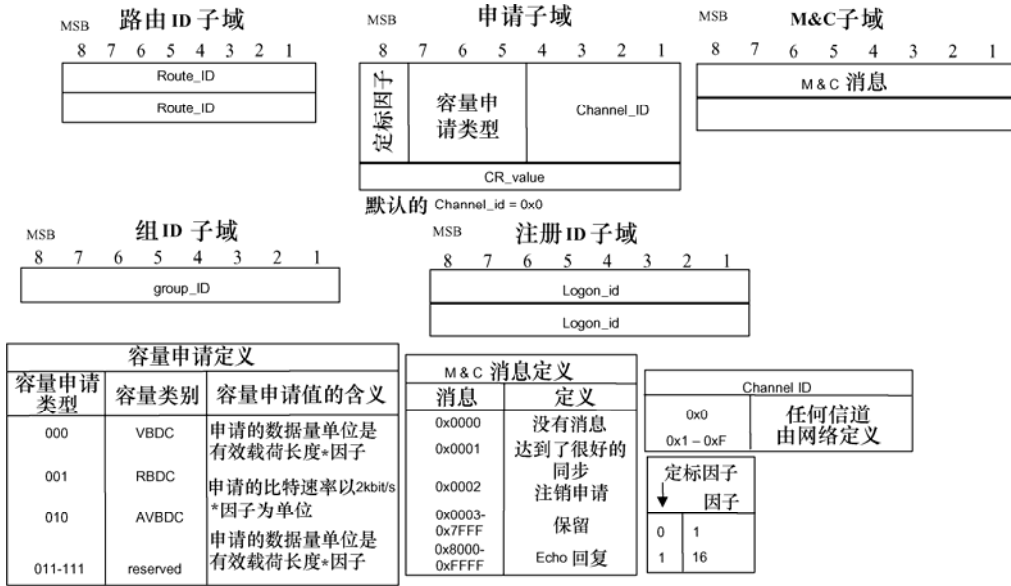
信号应使用具有基带成形的 QPSK 来进行调制。

4.4 MAC 消息

下面描述的所有方法都可以由 RCST 用于容量申请和 M&C 消息。在卫星交互网中可能采用一种或一种以上的方法。对于特定的实现，RCST 由在终端信息消息（TIM）中传输的登录初始化描述符在登录时进行配置。

附加在 ATM TRF 突发上的 SYNC 和可选的前缀包含了由 RCST 为了在该会话中申请容量而加上的信令信息所组成的卫星接入控制（SAC）域，或者是其他附加的 MAC 信息。SAC 是由图 15 中定义的可选子域构成的。

图 15
SAC 域的组成



根据注册时所定义的封装模式，有效载荷长度=53 或188 字节

1709-15

5 协议栈

在反向链路上，协议栈是基于 ATM 信元或是可选的映射在 TDMA 突发上的 MPEG2-TS 分组。对于 IP 数据包的传输，在反向链路上使用的协议栈如下：

- 基于 ATM 的反向链路：IP/AAL5/ATM；
- 可选的 MPEG 反向链路：用于 MPEG2 传输流封装的多协议。

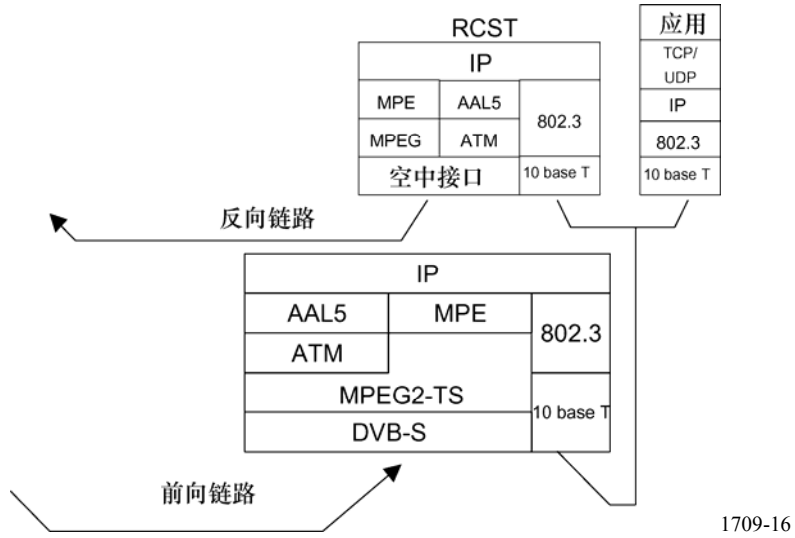
在前向链路中，协议栈是基于 DVB/MPEG2-TS 标准的（参见 TR101 154）。对于 IP 数据包的传输，在前向链路上使用的协议栈如下：

- MPEG2 传输流上的多协议封装；
- 数据管道模式中可选的 IP/AAL5/ATM/MPEG-TS，以便在再生式卫星系统中允许直接的终端到终端的通信。

图 16 和 17 分别给出了用于业务和信令的协议栈的例子。

图 16

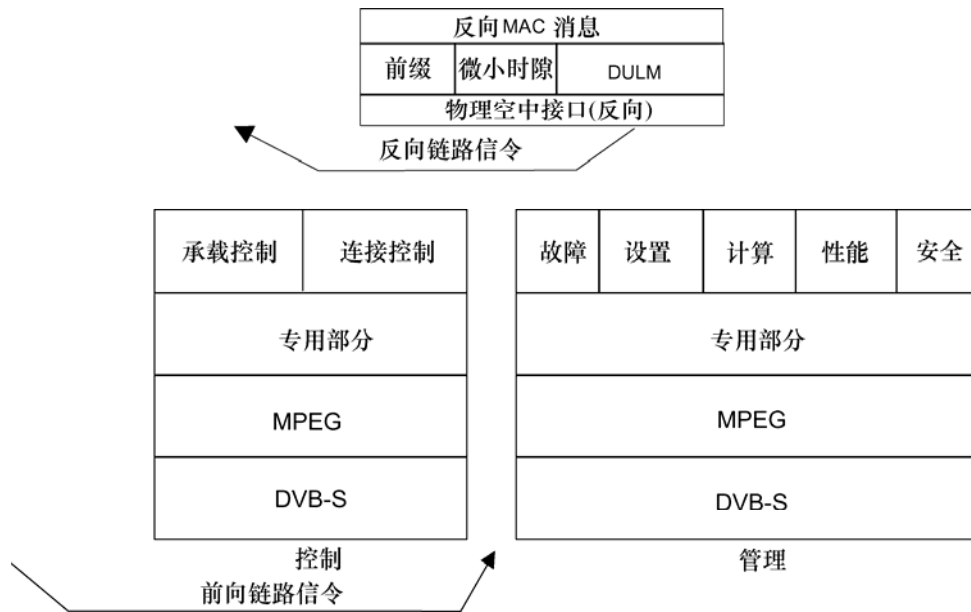
使用 A 型 RCST 的用户业务的协议栈的例子
 (IP/AAL5/ATM/MPEG2/DVBS 在前向链路中是可选的)



1709-16

图 17

信令的协议栈



1709-17

6 容量申请类别

时隙分配过程应支持五种容量类别：

- 连续速率分配（CRA）；
- 基于速率的动态容量（RBDC）；
- 基于数据量的动态容量（VBDC）；
- 绝对基于数据量的动态容量（AVBDC）；
- 自由容量分配（FCA）。

6.1 连续速率分配（CRA）

CRA 是一种在需要时对于每一个超帧都应当被完全提供的速率容量。这种容量应当直接在 RCST 和 NCC 之间进行协商。

6.2 基于速率的动态容量（RBDC）

RBDC 是由 RCST 动态申请的速率容量。RBDC 容量应当作为从 RCST 到 NCC 的明确申请的响应来提供，这种申请是绝对的（即对应于当前正申请的全部速率）。每个申请应当撤消并取代所有先前的来自同一个 RCST 的 RBDC 申请，并且应当服从直接在 RCST 和 NCC 之间协商得到的最大速率限制。

为了防止因终端异常而导致悬挂的容量分配，NCC 从一个给定终端接收到的最后一个 RBDC 申请应当在经过一个其默认值为两个超帧的超时周期后自动期满，这种期满会导致 RBDC 被设置为零速率。超时长度可以由第 8 节的可选机制设置为 1 到 15 个超帧（如果设成零，超时机制就被禁止）。

CRA 和 RBDC 可以结合使用，CRA 对每个超帧提供一个固定的最小容量，RBDC 在该最小值之上提供一个动态可变的的部分。

6.3 基于数据量的动态容量（VBDC）

VBDC 是由 RCST 动态申请的数据量容量。VBDC 容量应当作为从 RCST 到 NCC 的明确申请的响应来提供，这种申请是累积的（即每个申请都应该加到先前从同一个 RCST 发出的所有申请上）。每个 RCST 的累积总数应当减去每个超帧中分配的这种容量类别的数量。

6.4 绝对基于数据量的动态容量（AVBDC）

AVBDC 是由 RCST 动态申请的数据量容量。此 VBDC 容量应当作为从 RCST 到 NCC 的明确申请的响应来提供，这种申请是绝对的（即这个申请会替代来自同一个 RCST 的前一个申请）。当 RCST 感觉到 VBDC 申请可能被丢失时（例如，在竞争微小时隙的情况下）就使用 AVBDC 而不是 VBDC。

6.5 自由容量分配（FCA）

FCA 是从没有被使用的容量中分配给 RCST 的数据量容量。这类容量分配应当是自动的，并且不涉及任何从 RCST 到 NCC 的信令。对于任何一个或多个 RCST 来说，由 NCC 来禁止 FCA 应当是可能的。

由于可用度是高度可变的，FCA 不应被映射到任何业务类型上。这种类型中分配的容量是用作奖励容量，它能用于减小能够容忍延时抖动的任何业务上的延时。

7 多址接入

多址接入能力或是固定或是动态时隙的多频时分多址接入方式 MF-TDMA。RCST 应当使用存在于 CSC 突发上的 MF-TDMA 域来指示他们的能力。

7.1 MF-TDMA

卫星接入方案是多频时分多址接入方式（MF-TDMA）。MF-TDMA 允许一组 RCST 使用一个载波频率集与网关进行通信，而每个载波频率又被分成一个个时隙。NCC 分配给每个激活的 RCST 一系列突发，每个突发由频率、带宽、起始时间和持续时间来定义。

8 安全、身份和加密

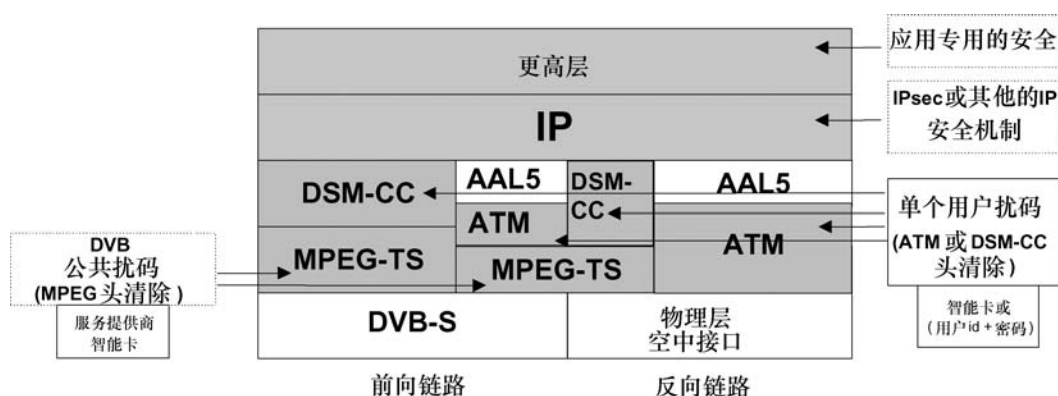
安全是为了保护用户的身份，包括其确切的位置、到和来自用户的信令业务、到和来自用户的数据业务以及操作员/用户在未经适当授权和同意时不能使用网络。三种安全等级可以应用到不同的层：

- 前向链路中 DVB 的公共扰码（可以是服务提供者所要求的）；
- 前向和反向链路中卫星交互网单个用户的扰码；
- IP 或更高层的安全机制（可以由服务提供者、内容提供者来使用）。

虽然用户/服务提供者可以在数据链路层之上使用其自己的安全系统，但可能会希望在数据链路层上提供一个安全系统以便不求助于额外的措施而能使系统在卫星部分是内在地安全。同样，由于卫星交互网前向链路是基于 DVB/MPEG-TS 标准，可以应用 DVB 公共扰码机制，但这不是必需的（这只是对整个控制流相对于非系统内用户而言增加一个额外的保护）。这个概念示于图 18 中。

图 18

卫星交互网的安全层（例子）



附件 4

基于 ETSI BSM/RSM-A 的、地球站与再生式卫星之间
全球宽带通信的空中接口规范

目 录

页码

1	范围	31
2	RSM-A空中接口概况.....	31
	2.1 RSM-A描述.....	31
	2.2 RSM-A的协议结构.....	31
3	物理层	32
	3.1 上行链路	34
	3.1.1 编码	35
	3.1.2 帧结构	35
	3.1.3 调制	36
	3.1.4 上行链路载波模式	36
	3.1.5 上行链路功率控制	37
	3.2 下行链路	38
	3.2.1 编码	39
	3.2.2 帧结构	39
	3.2.3 调制	40
	3.2.4 下行链路载波模式	40
	3.3 其他的物理层功能	41
4	数据链路层	41
	4.1 SLC子层功能	41
	4.2 SMAC子层	41
	4.3 操作模式	42
	4.4 服务等级 (CoS) 及相关概念	42
	4.5 带宽管理—资源分配和队列管理.....	44
	4.5.1 面向速率的会话	45
	4.5.2 面向数据量的会话	45
	4.5.3 竞争模式接入	45
	4.5.4 坚持型Aloha.....	45
5	安全接入模块—功能描述	45

1 范围

本附件给出了空中接口的一个详细介绍,该接口目前已经作为 SES/BSM RSM-A 规范(参见 ETSI TS 102 188-1~7 和 102 189-1~3) 由 ETSI 所公布。

2 RSM-A 空中接口概况

2.1 RSM-A 描述

此空中接口已经作为 SES/BSM RSM-A 规范(参见 ETSI TS 102 188-1~7 和 102 189-1~3) 由 ETSI 所公布。下面几段给出了这个空中接口的一个概况。这个空中接口标准规定了在 ETSI SES/BSM 所定义的 SI-SAP 之下的物理层和数据链路层(见 ETSI TS 102 292)。

RSM-A 系统使用一颗支持一个完全网状拓扑的再生式卫星,这样,用单跳就能在任何一对卫星终端之间传输数据。

所有的卫星终端采用相同的空中接口,在到卫星的上行链路中使用 FDMA-TDMA 传输方式,在来自卫星的下行链路中使用 TDM 方式。不同尺寸的传输平台支持从低的 kbit/s 到多个 Mbit/s 的用户数据突发速率。

上行链路采用点波束来对地理上分布于卫星覆盖范围内的各小区提供覆盖。下行链路也采用点波束来提供点对点服务,但除了这些点波束之外,还有一些单独的下行链路赋型波束来覆盖卫星覆盖范围内可重新配置的部分。

根据需要,卫星把每个波束中的一个上行链路带宽分配给单独的终端。卫星从所有波束接收到的全部分组都被恢复,并根据它们分组头中的 MAC 地址域来交换到目的下行链路波束。去往同一个目的波束的分组被组成组并通过非常高速的 TDM 载波突发在下行链路方向中发送。由于需要支持每个方向中的业务流,末端用户和关口站终端类型都动态地“软”共享总的可用带宽。

2.2 RSM-A 的协议结构

ETSI/BSM 网络结构(见 ETSI TS 102 292)在与卫星有关的功能和与卫星无关的功能之间提供了一个分离。这种分离的目的如下:

- 为了区分卫星特有的特征(即具有一台分组交换机的 Ka 频段 GEO 卫星)和与卫星无关的更高层。设计这种区分是为了允许未来的市场发展,尤其是 IP 层协议的发展;
- 为在更高层(如性能增强代理(PEP)和应用网关)中增加不同的基于市场段的解决方案提供灵活性。

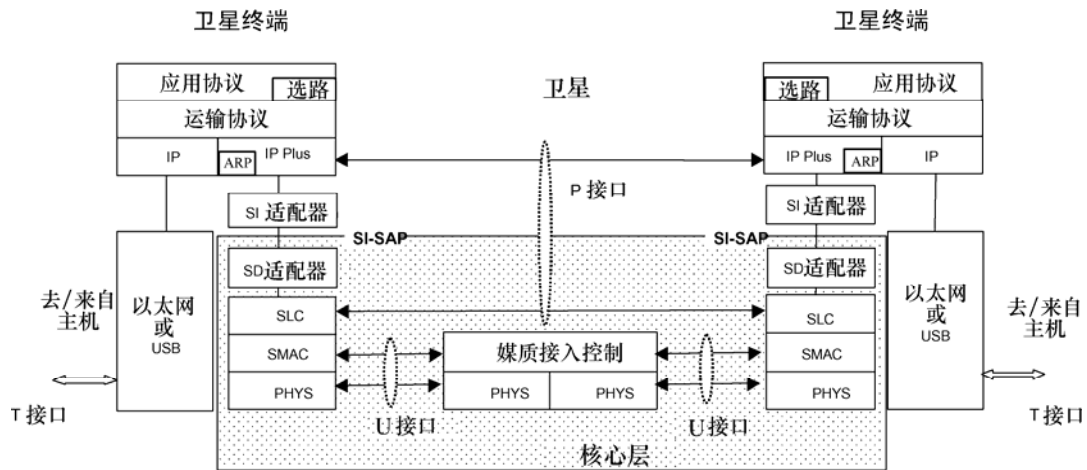
这个接口被称为与卫星无关的服务接入点(SI-SAP)(见 ETSI TS 102 292)。在 OSI 分层模型中,SI-SAP 是位于链路层和网络层之间。

对于基线卫星终端对卫星终端(ST-to-ST)构造的协议结构示于图 19 中。在每个 ST 内,SI-SAP 提供了到 RSM-A 核心层的接口,包括 SLC、卫星媒质接入控制(SMAC)和 PHY 层。

再生式卫星提供了 MAC 层的功能,比如按需求分配带宽(BoD);MAC 分组交换和 MAC 复制。

图 19

简化的通用 RSM-A 用户数据协议参考结构



1709-19

在 BSM RSM-A 物理层 (PHY) 规范中更详细地描述了物理层，本附件的第 3 节提供了一个摘要。

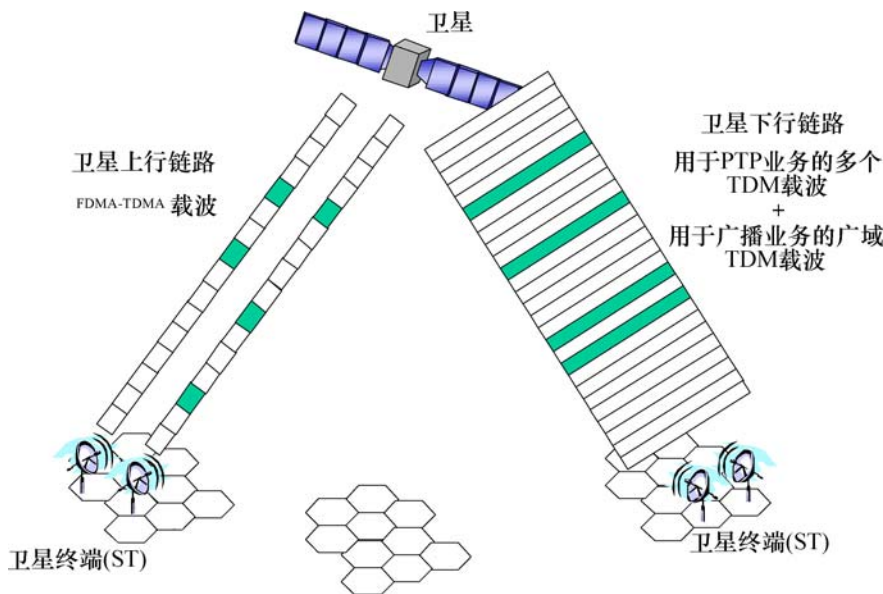
数据链路层提供了 RSM-A 网络上实际的传输服务。它分为两个子层：卫星链路控制 (SLC) 子层和卫星媒质接入控制 (SMAC) 子层。这些子层在 BSM RSM-A SLC/SMAC 层规范 (参见 ETSI TS 102 189-1~3) 中有更详细的描述，本附件的第 4 节提供了一个摘要。

RSM-A 标准也规定了一个安全接入模块 (SAM) 以确保功能保护。ST 和 SAM 之间的接口摘录于本附件的第 5 节。

3 物理层

图 20

物理层概况



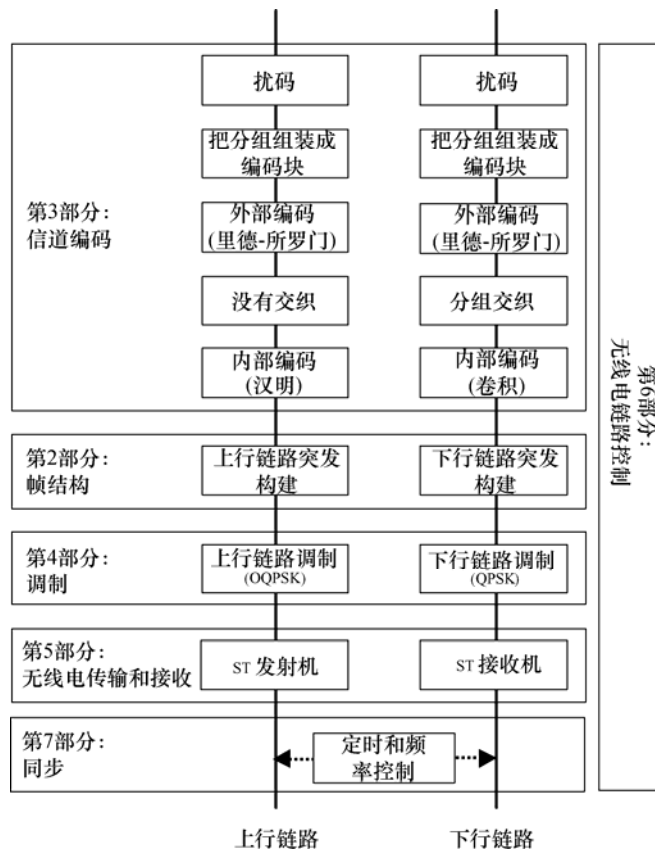
1709-20

如图 20 中所示，上行链路和下行链路使用不同的传输格式：

- 卫星上行链路：卫星上行链路包括一组频分和时分多址接入（FDMA-TDMA）的载波。每个上行链路小区是用许多单独的载波来操作的。有几种可以选择的、支持从 128 kbit/s 到 16 Mbit/s 的用户数据突发速率的 FDMA-TDMA 载波模式。
- 卫星下行链路：卫星下行链路包括一组同时存在的时分复用（TDM）载波。每条 TDM 载波含有一个给定地理区域的用户业务，TDM 载波的集合可以在每个下行链路时隙中重新定向以服务不同的下行链路小区。每颗卫星的下行链路容量可以按需求和/或一天中的时间在点对点业务和广播业务之间分配。

物理层的功能示于图 21 中。

图 21
物理层功能



1709-21

QPSK：四相移相键控

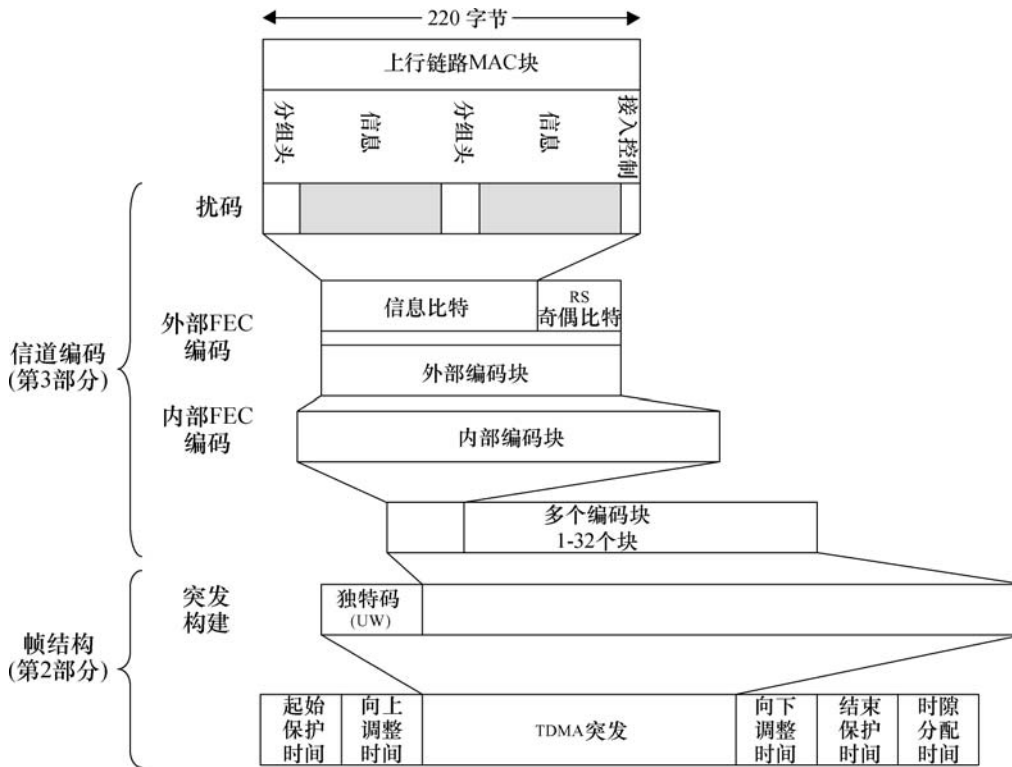
OQPSK：交错四相移相键控

这些物理层功能的简要描述在下面给出。这些功能的详细规范在 RSM-A 规范中给出，就如下面所参考的。

3.1 上行链路

上行链路数据结构的一个概况在图 22 中给出。

图 22
上行链路数据结构

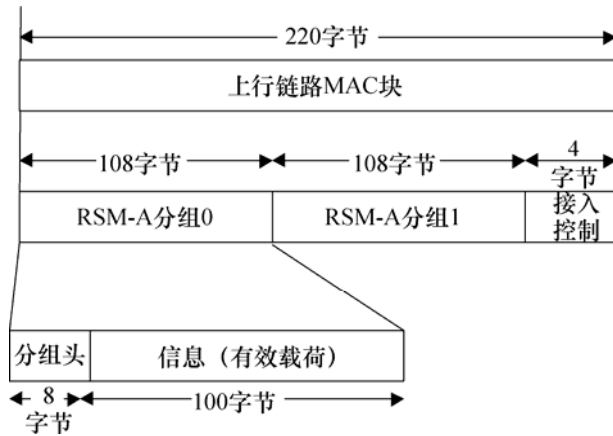


1709-22

数据是作为包括两个 RSM-A 分组加上一个接入控制域的一个上行链路 MAC 块来利用 SMAC 层交换的。这个 MAC 块在物理层的顶部被有选择性地扰码和组装。紧随其后的是两级 FEC 编码（先外部编码，然后是内部编码）。然后，多个编码块被组装成一个 TDMA 突发，突发中编码块的数目决定于上行链路载波模式。

两个分组被组合成一个单独的块，并且一个 4 字节的接入控制报头被添加到完整的未编码上行链路 MAC 块中，如图 23 所示。

图 23
上行链路 MAC 块的组装



1709-23

上行链路扰码和上行链路 MAC 块组装功能定义在物理层规范的第 3 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。

3.1.1 编码

未编码的上行链路 MAC 块是按两级来编码的：

- 一个使用 RS (244,220) 码的外部里德—所罗门码；
- 一个采用 (12,8) 分组码的内部汉明码。

这就得到了一个 366 字节长的编码后的码块。

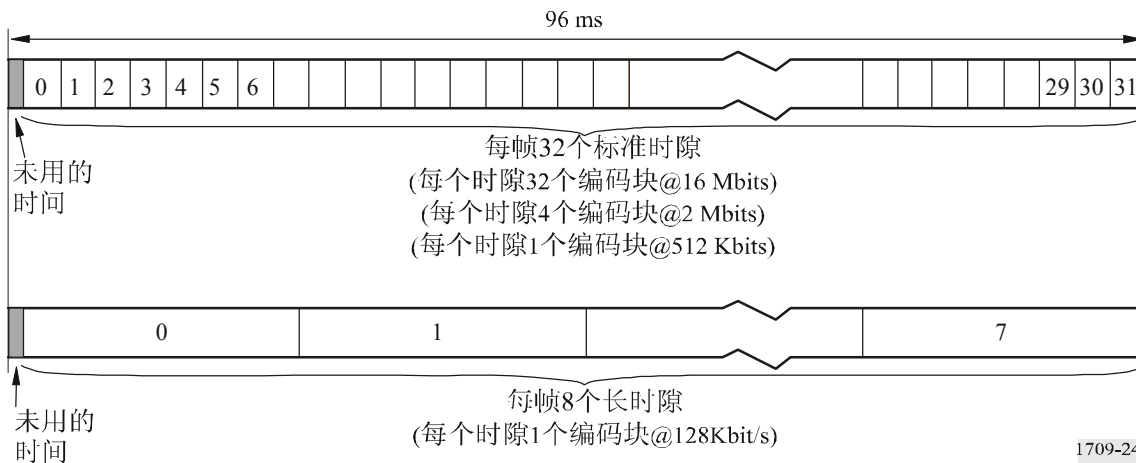
上行链路编码功能定义在物理层规范的第 3 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。

3.1.2 帧结构

有四种可能的 FDMA 载波模式：128 kbit/s、512 kbit/s、2 Mbit/s 和 16 Mbit/s 模式。

每个上行链路载波都采用图 24 中所示的两种可供选择的上行链路 TDMA 帧结构中的一种来操作。

图 24
上行链路帧结构



1709-24

每个载波都被分割成 1 个未用的时间间隔加上固定数目的用作编码块传输的时隙，如图所示。时隙的数目是如下的 TDMA 时隙格式的函数：

- 对于 16 Mbit/s、2 Mbit/s 和 512 kbit/s 的载波模式，上行链路帧包括 32 个标准的时隙。
- 对于 128 kbit/s 的载波模式，上行链路帧包括 8 个长时隙。

上行链路帧结构和突发结构定义在物理层规范的第二部分中（参见 ETSI TS 102 189-1~3）。

对于每个小区，FDMA-TDMA 载波模式都能够被灵活地设置以提供从 128 kbit/s 到超过 16 Mbit/s 的用户数据速率。在每个 FDMA 载波内，TDMA 时隙被动态地分配：每个时隙能够被配置为或者是多址接入（即竞争）或者是预约接入（即给一个特定的 ST）。

一个单独的 TDMA 突发位于每个时隙内。每个突发前后都有一个保护时间和功率调整（ramping）时间，如图 25 所示。保护时间用于防止相邻时隙间的干扰，功率调整时间用于接通和切断上行链路载波。

图 25

上行链路时隙和突发结构
(不按规定比例)



1709-25

TDMA 突发包括一个用作同步的独特码（UW），然后是一个包括 1 到 32 个编码块的业务域。编码块的数目决定于载波模式。

上行链路突发的结构定义在物理层规范的第 2 部分（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。

3.1.3 调制

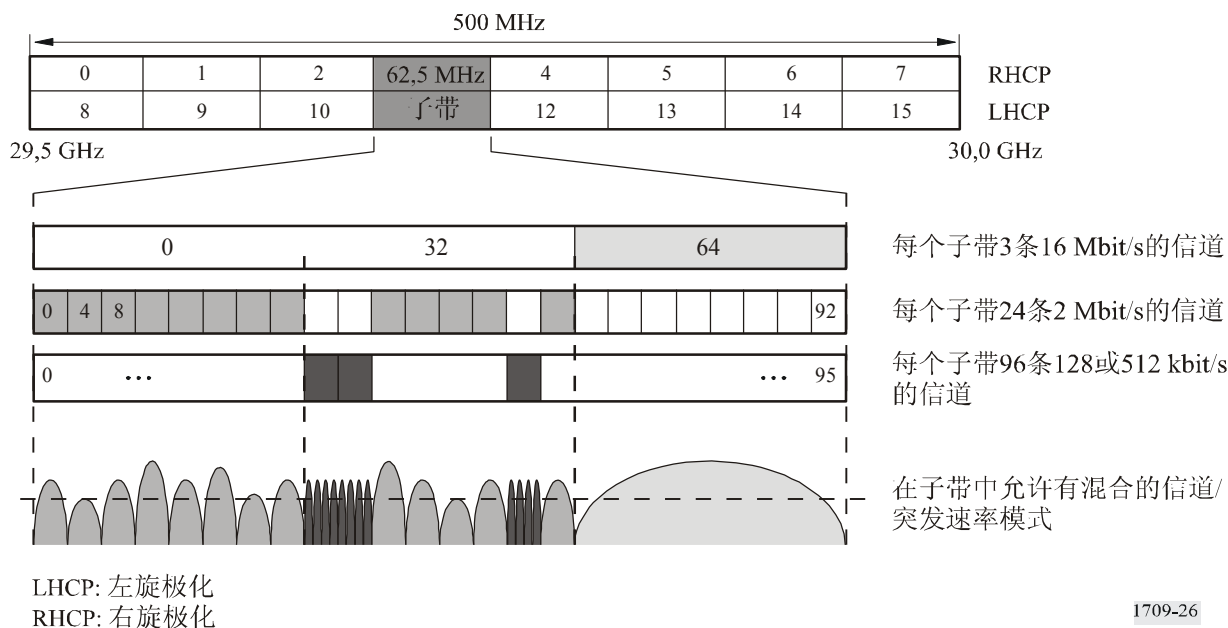
上行链路采用偏移的四相键控（OQPSK）调制。调制速率由载波模式决定。上行链路调制功能定义在物理层规范的第 4 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。

3.1.4 上行链路载波模式

500 MHz 的上行链路频带被分成 16 个 62.5 MHz 的子带宽；两种极化方式中的每一种都有 8 个子带宽。

每个上行链路子带宽都可以被独立地配置成 128 kbit/s、512 kbit/s、2 Mbit/s 或 16 Mbit/s 载波模式的组合。图 26 阐述了一个子带宽的可能配置。

图 26
一个子带宽内上行链路载波的可能安排



128 kbit/s 低效运行的载波模式和 512 kbit/s 载波模式的载波带宽为 $651\ 041\frac{2}{3}$ Hz。这个值是通过将 62.5 MHz 的上行链路子带宽划分为 96 个等间隔的上行链路载波来获得的。128 kbit/s 或 512 kbit/s 载波被标记为 0、1、2 到 95，对应于增加的工作频率。

2 Mbit/s 载波模式的载波带宽为 $2\ 604\ 166\frac{2}{3}$ Hz。这个值是通过将 62.5 MHz 的上行链路子带宽划分为 24 个等间隔的上行链路载波。2 Mbit/s 载波被标记为 0、4、8 到 92，对应于增加的工作频率。

16 Mbit/s 载波模式的载波带宽为 $20\ 833\ 333\frac{1}{3}$ Hz。这个值是通过将 62.5 MHz 的上行链路子带宽划分为 3 个等间隔的上行链路载波。16 Mbit/s 载波被标记为 0、32 和 64，对应于增加的工作频率。

3.1.5 上行链路功率控制

上行链路功率控制（ULPC）功能被用于控制 ST 的发射功率以达到下列目标：

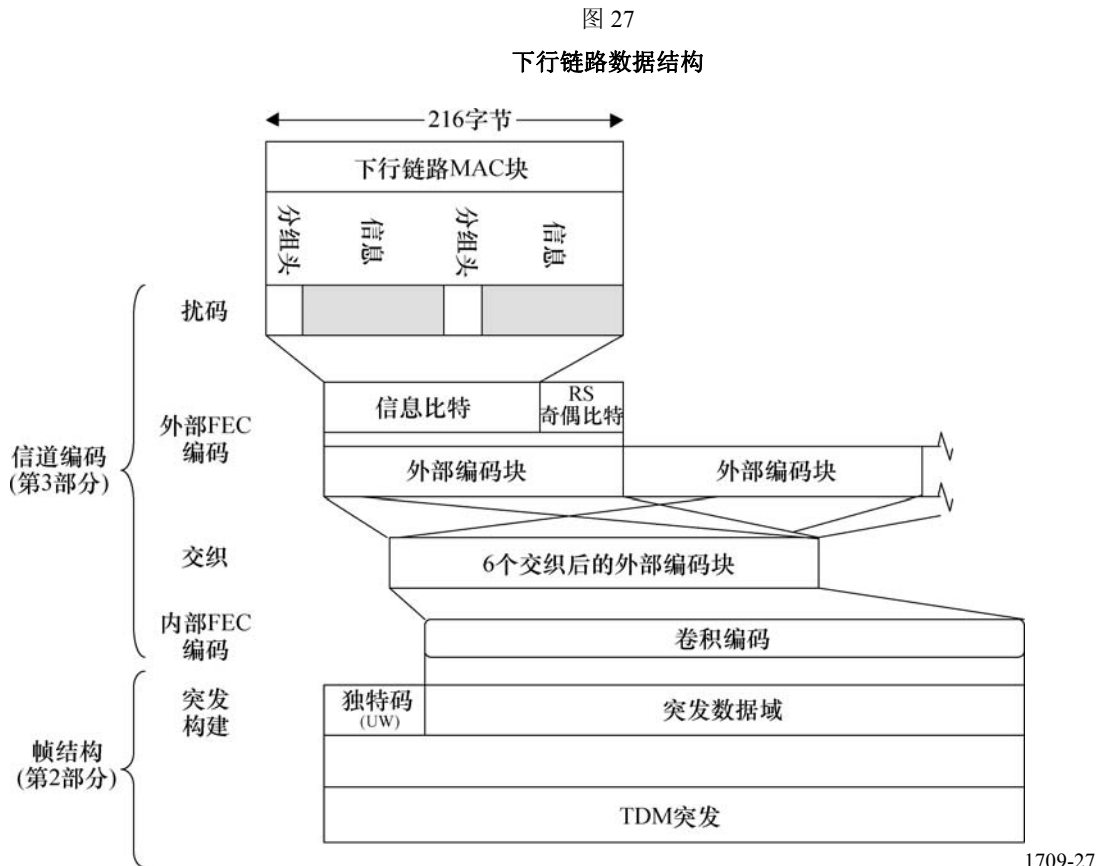
- 最小化干扰，特别是在晴天条件下；
- 确保足够的余量来克服干扰和大气影响，以满足上行链路分组丢失率和功率控制误差的目标。
- 补偿 ST 的 RF 缺陷，比如功率相对于频率的变化。

ULPC 功能是分布在卫星和 ST 之间的，并且使用了一个双重控制环路：每个 ST 根据本地的下行链路信标功率测量结果结合来自卫星的响应分组的形式进行的反馈，来调整每个载波频率的上行链路发射功率。

上行链路功率控制功能定义在物理层规范的第 6 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。

3.2 下行链路

下行链路数据结构的概况在图 27 中给出。



下行链路数据是以大的 TDM 突发的形式来发送的，每个突发都包括 6 个交织后的编码块。FEC 译码后的结果再进行去交织。

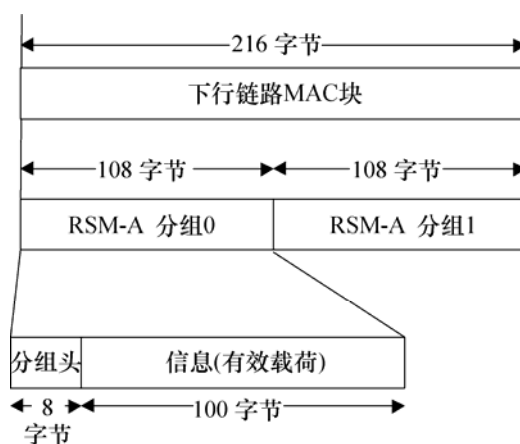
数据是作为包括两个 RSM-A 的下行链路 MAC 块来利用 SMAC 层交换的。这个 MAC 块在物理层的顶部被有选择性地扰码和组装。紧随其后的是被一个交织过程所分隔的两级 FEC 编码(外部编码和内部编码)。这个交织过的编码块被组装在一个单独的 TDM 突发中。

这些数据结构和相应功能的更多详情在下面的几个子段落中给出。

如图 28 中所阐述的，两个分组被组合成一个单独的下行链路 MAC 块。

图 28

下行链路 MAC 块的组装



1709-28

下行链路扰码和下行链路 MAC 块的组装功能定义在物理层规范的第 3 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。

3.2.1 编码

总共 6 个下行链路 MAC 块被组合在每个下行链路突发中，有三个步骤：

- 每个未编码的下行链路 MAC 块被一个使用 RS (236,216) 码的外部里德—所罗门码来分别编码。
- 得到的 6 个编码后的编码块接着被进行分组交织。
- 交织后的编码块接着用一个 2/3 率的内部卷积码来编码。

交织器的输出被分为 4 个独立的流。每个输出流包括在内编码器的输入端有总共 2 838 个比特（354 字节的输入加上 6 个冲刷比特），在编码器的输出端总共有 4 257 个比特。

下行链路编码功能定义在物理层规范的第 3 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。

3.2.2 帧结构

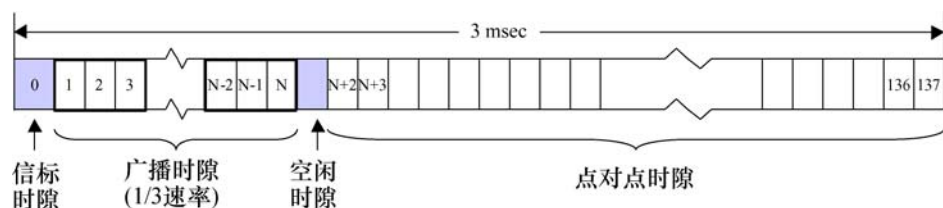
下行链路帧由一个信标时隙、多个广播时隙、一个空闲时隙和多个点对点 (P-P) 时隙所组成，如图 29 所示。

信标时隙被用于传输 0.768 秒 PN 序列的一部分，以便把 ST 与卫星定时同步。它还用于同步上行链路和下行链路的帧计数器。

广播时隙是在 P-P 传输之前被预先计划好。根据广播模式的传输速率（即分别是 1/3 速率或者 1/4 速率），一个广播时隙比 P-P 时隙要长 3 到 4 倍。

每个帧都存在一个空闲时隙以完成系统功能。

图 29
下行链路帧结构



1709-29

在 P-P 时隙中，传输速率是在全速率上。在信标时隙和空闲时隙中，传输速率是在 1/3 速率上，广播时隙中的传输速率是在 1/3 速率或者 1/4 速率上。帧结构允许可变数目的广播时隙（根据速率，按 3 个或 4 个 P-P 时隙的增量来分配），剩下的时隙被分配给 P-P。支持下列设置范围：

广播模式	广播时隙的数目	P-P 时隙的数目
1/3-速率上的广播时隙	0 到 45	1 到 136
1/4-速率上的广播时隙	0 到 34	0 到 136

下行链路帧结构定义在物理层规范的第 2 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。

如 RSM-A SMAC/SLC 规范（参见 ETSI TS 102 189-1~3）中所定义的，ST 是通过系统信息广播来确定广播时隙的数目和广播模式。

3.2.3 调制

下行链路调制方式是 QPSK，它被定义在物理层规范的第 4 部分（参见 ETSI TS 102 188 1~7）。

3.2.4 下行链路载波模式

只有一个单载波的下行链路工作在两种极化方式的一种上。系统通过在每个下行链路波束上独立地使用极化来达到频率复用。下行链路信标、广播、空闲和 P-P 的极化是与上行链路的极化无关的。

此外，下行链路载波能够以三种可能的工作模式之一来工作。与载波的突发调制速率相对应，这些模式被称为全速率、1/3 速率和 1/4 速率：

- 1/3 速率—下行链路以 $133\frac{1}{3} \times 10^6$ QPSK 符号/秒的速率来传输（即调制器的每个 I 和 Q 支路均工作在 $133\frac{1}{3} \times 10^6$ BPSK 符号/秒的符号速率上）。
- 1/4 速率—下行链路以 100×10^6 QPSK 符号/秒的速率来传输（即调制器的每个 I 和 Q 支路均工作在 100×10^6 BPSK 符号/秒的符号速率上）。
- 全速率—下行链路以 400×10^6 QPSK 符号/秒的速率来传输（即调制器的每个 I 和 Q 支路均工作在 400×10^6 BPSK 符号/秒的符号速率上）。

3.3 其他的物理层功能

物理层传输还涉及其他的功能。这些功能包括：

- 要求来自 ST 和该 ST 接收机的无线电传输满足一定的最低性能等级。此外，要求来自 ST 的射频发射符合相关的标准。这些要求被定义在物理层规范的第 5 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。
- 被 ST 用于初始捕获以及用于正常操作过程中上行链路模式选择和上行链路功率控制的测量及附属规程。这些功能被定义在物理层规范的第 6 部分中（参见 ETSI TS 102 188-1~7）。
- ST 接收机相对于频率和时间的同步（定时捕获和时间帧的对齐）。这些功能被定义在物理层规范的第 7 部分中（ETSI TS 102 188-1~7）。

4 数据链路层

数据链路层由两个子层组成，SLC 子层和 SMAC 子层。

4.1 SLC 子层功能

卫星链路控制层负责从一个 ST 到另一个的端到端分组传递。SLC 的功能有：

- 会话 id 的产生，并将输入分组映射到相应的会话。
- 会话开始时的能力识别和调整规程。当两个不同能力的 ST 必须相互通信时，发送 ST 会设置到一种它认为接收机能够支持的传输模式来开始传输，然后根据来自接收机的反馈，发送 ST 可能会把传输模式修改到一种兼容更好或更优的模式。
- 差错检测 CRC 的计算。
- 由业务数据单元（SDU）来构造扩展数据单元（EDU）。
- 把 EDU 分割为多个段，并且附上合适的 SLC 报头。在接收 ST 处，相应的 SLC 实体必须重组应用 EDU。
- 构造 SLC 分组数据单元（PDU）。

4.2 卫星媒质接入控制子层

卫星媒质接入控制（SMAC）层控制 ST 使用上行链路资源的方式。这里描述的上行链路资源是指竞争信道和专用资源的组合。SMAC 具有下列职责：

- SMAC 组合了多个 SLC 会话，并把他们复用成一个或多个公共的上行链路数据信道（UDC）。
- SMAC 检查用户数据传送服务（UDTS）和 SDU 的优先级，并把 SDU 映射到分组传递服务（PDS）中。
- SMAC 通过给 SLC-PDU 增加一个 MAC 报头来以创建一个 RSM-A 分组。
- SMAC 层应当如相关的服务等级（CoS）轮廓（profile）中所指出的，适当地标记丢弃等级。

- SMAC 是在队列基础上工作的。对于每个 PDS，可能有一个或多个队列。根据 PDS 和内部设置信息，每个 RSM-A 分组是排在一个队列里的。为了保持按次序传递，RSM-A 分组可能不能在队列之间被移动，但是他们被服务的方式是可以改变的。
- SMAC 连续地执行合适的算法以便从网络获得资源。ST 使用带宽控制协议来与卫星有效载荷进行协商。
- SMAC 层将 RSM-A 分组组合成块，并且给各个块分配时隙。块被传送给传输层，用于与时隙信息一起构成突发。在接收端完成相反的过程。
- SMAC 与 SAM 相互作用以便对所有将要在 U 接口上传输的 MAC 块产生接入控制域 (ACF) 功能。
- 在接收端，SMAC 层接收输入的 RSM-A 分组，并且根据目的 RSM-A 地址来区别他们。分组可以使用任何一个 ST 端口的单播目的地址和/或特定的组播组身份地址 (MGID)。这些 MGID 是预先保留给 NOCC 用于 ST 传输的 MGID (它们必须在所有时间都被监控) 与用于用户到用户组播传输的 MGID 的组合。

4.3 操作模式

SMAC 子层有两种操作模式。这些是 BoD 模式和大容量上行链路 (HVUL) 模式。

在 BoD 工作模式中，ST 根据配置与同一地理区域内的其他 ST 共享所有的上行链路资源。竞争信道是由 ST 用于初始接入到系统。带宽控制协议必须被连续地执行以便在上行链路专用信道上获得分配给使用的资源。使用时隙 Aloha 和坚持型 Aloha 协议来获得上行链路竞争信道上的资源。通过使用一种令牌桶机制，所有 ST 都被不断地要求控制它们所使用的资源量。

在 HVUL 工作模式中，有一组上行链路资源被保留给 ST 独占使用，ST 无须执行任何协议或者向网络作出任何明确的申请。因此，ST 既无须使用竞争信道，也无须实现带宽控制协议。由于资源不是共享的，没有基于令牌桶的流量控制。然而，要求 ST 确保对上行链路资源的使用是根据来自 NOCC 的配置而分布在各下行链路区域之间。这确保了在 ST 内到所有目的地的数据流得到公平的处理。

4.4 CoS 及相关概念

服务质量 (QoS) 是一个抽象的概念，它是指一种特定种类的业务相对于其需要而言是如何满意地被传输到其目的地。一般地，因为不同类型的业务具有不同的 QoS 要求，业务是被分类为不同的 BSM 业务等级 (参见 ETSI TS 102 295) 或服务等级 (单数: CoS)。一种给定 CoS 的业务可能用不同的方式来传输，其目的是对此业务提供适当的 QoS。BSM 业务等级是 ITU-T Y.1541 建议书的 QoS 等级的改版，如表 3 中所示。

在 RSM-A 中，不同的 CoS 是直接由用户数据传送服务（单数：UDTS）来支持的，该服务是指业务如何被排队和发送的一般特性。一个 RSM-A 分组被发送的特定方法被称为 PDS。被选择用于发送一个分组的 PDS 是与相关数据业务的 UDTS 有关的，但并不是一种严格的一对一方式。BSM 业务等级（参见 ETSI TS 102 295）和 RSM-A UDTS 之间的服务映射如表 3 中所示。

表 3

BSM 业务等级和 RSM-A UDTS 之间的映射

BSM 业务等级（参见 ETSI TS 102 295）			RSM-A
业务等级	服务类别	Y.1541 等级	UDTS ⁽¹⁾
0	优先抢占、紧急服务、基本网络服务	不适用	任何
1	实时、抖动敏感、高度交互 – 固定长度的信元（VoIP）	0	CR
2	实时、抖动敏感、交互式的 – 可变长度的分组（实时视频）	1	CRWB
3	事务数据、高度交互式的（信令、话务量工程、PEP）	2	LVLL
4	事务数据、PEP、交互式的	3	HPB
5	仅限于低丢失（短事务、大块数据、视频流）	4	NPB
6	中等丢失、更高的时延（IP 网络的传统应用）	5	NPB
7	没有规定。能够用于低优先级的广播/组播业务或存储网络（具有可靠的更高层）。	不适用的	NPB

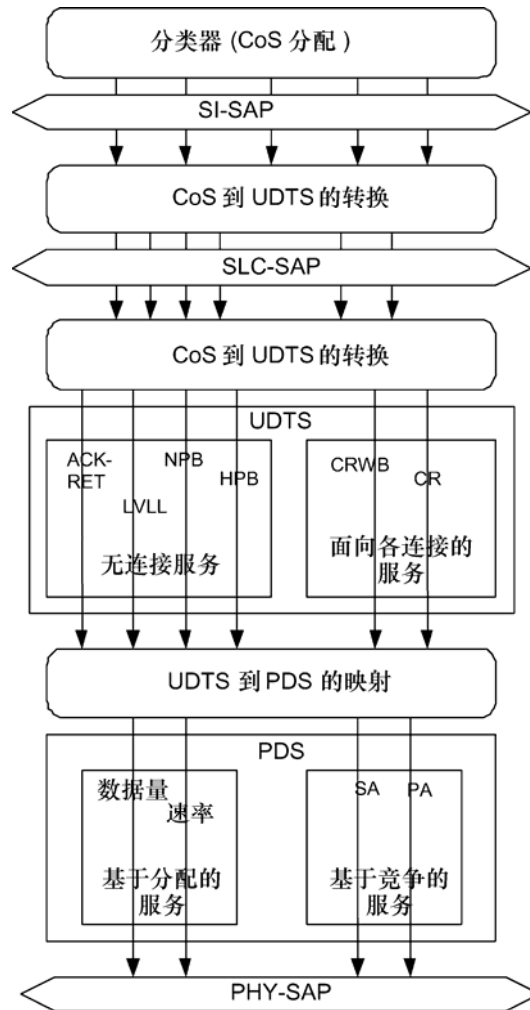
⁽¹⁾ — RSM-A UDTS 被定义在 SMAC/SLC 层规范的第 2 部分中（参见 ETSI TS 102 189-1~3）。

注 — BSM 业务等级“0”和“7”不是从 Y.1541 等级改编而来。

关于 BoD 的这些概念的协同关系如图 30 中所示。把 UDTS 映射到 PDS 的完整规则集是在 SMAC/SLC 层规范的第 2 部分中给出（参见 ETSI TS 102 189-1~3）。

图 30

CoS、UDTS 和 PDS 的关系



1709-30

4.5 带宽管理—资源分配和队列管理

带宽管理功能是从 SLC 子层取得分组，识别出适当的分组传输优先级（PTO）来把这些分组发送出去。

带宽管理功能是在队列基础上操作的。所有流出分组根据其目的地和相关 UDTS 被映射到许多队列中的一个中去。每个队列有一个分配的数据交付业务（PDS）。根据每个 PDS 的排队状态，SMAC 执行适当的协议，并且以 PTO 的形式来保留无线电资源，用于传输队列中排队的分组。当 PTO 可用时，SMAC 层使用一种预先定义好的算法在每个特定的 PTO 上标识哪个队列将被服务。

4.5.1 面向速率的会话

面向速率的会话根据其优先级被收集在两个公共 UDC 的一个中。ST 利用相关的速率和流量控制信息对每个连接维持一个队列。已经与 NOCC 协商好的每个连接都被映射到一个队列中去。

4.5.2 面向数据量的会话

根据目的下行链路区域和优先级，面向数据量的会话被复用到最多 4 个公共 UDC 中的 1 个中。ST 为数据量传输维持队列。队列都是基于优先级和目的区域的。当分组从 SLC 传递到 SMAC 时，它们被映射到适当的队列中。

4.5.3 竞争模式接入

竞争信道是可以用于同时传输数据和控制信令（即资源请求）。竞争信道被部分地静态配置、部分地由网络动态地指示。根据 SMAC/SLC 层规范第 2 部分中给出的规则（参见 ETSI TS 102 189-1~3），SMAC 层管理对这些资源的接入。

4.5.4 坚持型 Aloha

这是对标准时隙 Aloha 规程的一个改进，在这里，一个单独的终端能够在一帧或者一组帧中使用 Aloha 协议来夺取一个时隙，然后每帧（或每组帧）一次连续使用这个时隙，直到终端通过不在这个时隙中传输来放弃该时隙。这个协议用于低时延、低容量的周期性/准周期性业务，比如 TCP 的 Ack 分组。初始时隙的捕获是类似于时隙 Aloha/竞争方法—详情在 SMAC/SLC 层规范的第 2 部分中提供（参见 ETSI TS 102 189-1~3）。

5 安全接入模块—功能描述

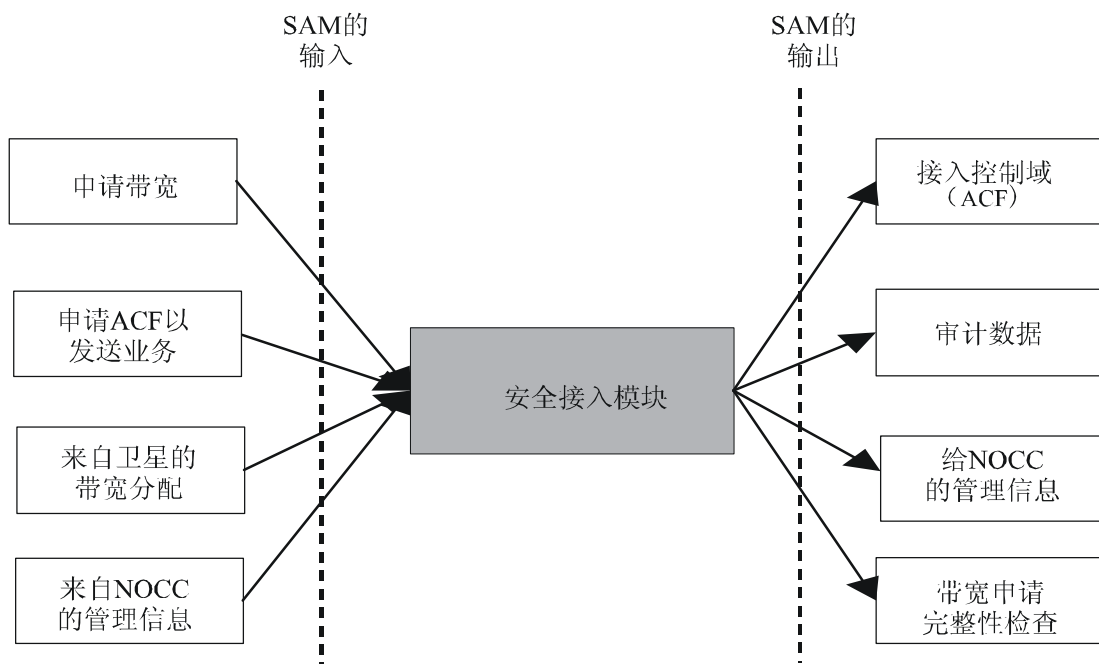
SAM 是一个卫星终端的主要安全机构。物理上，它是一个嵌入到终端的安全芯片。SAM 包含密钥材料并且通过产生一个接入控制域来鉴权由终端发出的每个 RSM-A 分组，该接入控制域是能够由系统中其他有授权的机构来验证。SAM 只签发为该特定 ST 制定的策略内有效的申请。在接收侧，它验证管理信息是否是来自 NOCC 的真实消息。对于这个接口的完整描述参见 SMAC/SLC 层规范的第 3 部分（参见 ETSI TS 102 189-1~3）。

SAM 对于 RSM-A 系统的职责范围如下：

- 鉴权；
- 鉴权保护；
- 注册；
- 使用审计。

图 31

SAM 和 ST 之间的安全功能交互



1709-31