

ICS 33. 060. 50

M3 5

7184—2000

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH / T 4009—2000

航空移动业务卫星通信 机载地球站总技术要求

Aeronautical mobile satellite services communication
aircraft earth station—general technical requirements

2000—04—24发布

2000—08—01实施

中国民用航空总局 发布

目 次

前言

1 范围	1
2 引用标准	1
3 定义与缩略语	1
4 AMSS系统	3
5 总要求	3
6 射频要求	5
7 信道单元要求	11
8 频率补偿	16
9 接续控制要求	17
10 卫星网络管理要求	21
11 链路层测试要求(选项)	22
12 分组方式数据业务	25
13 电路方式业务要求	27
14 环境条件	29
附录A(标准的附录)AMSS信道单元的组成及其技术要求	42
附录B(标准的附录)AES应提供的电路方式业务和功能■	69
附录C(提示的附录)缩略语	78

前 言

中国民航正在实施国际民航组织(ICA0)推荐的新空中航行系统(ICA0 CNS/ATM SYSTEMS),其中包括航空移动业务卫星通信(AMSS)。AMSS通信系统至少包括三部分:(1)卫星转发器;(2)机载地球站(AES);(3)地面地球站(GES)。本标准即为AES的总技术要求。

现在,只有国际移动卫星公司(INMARSAT)能够提供全球性AMSS通信服务。同时,ICA0亦已制定出AMSS的标准与建议措施(SARPs)。本标准参照引用了GB11443.1—89《国内卫星通信地球站总技术要求》,MH/T4004—1997《航空移动业务卫星通信地面地球站总技术要求》,《国际移动卫星公司航空系统规范手册》第二部分 1997年9月 第1.20.01版(INMARSAT AERONAUTICAL SYSTEM DEFINITION MANUAL,MODULE2,VERSION1.20.01,SEPTEMBER1997),《国际民用航空公约 附件10 航空电信》第三卷 1995年7月第一版(INTERNATIONAL STANDARDS AND RECOMMENDED PRACTICES,AERONAUTICAL TELECOMMUNICATIONS ANNEX 10 TO THE CONVENTION ON INTERNATIONAL CIVIL AVIATION,VOLUME III,FIRST EDITION,JULY 1995),《机载设备环境测试程序》1997年7月29日 RTCA DO-160D(Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment,July29,1997,RTCA DO-160D)。

本标准的附录A、附录B是标准的附录。

本标准的附录C是提示的附录。

本标准由中国民用航空总局空中交通管理局提出。

本标准由中国民用航空总局航空安全技术中心归口。

本标准起草单位:中国民航学院。

本标准主要起草人:周卓轲、陈光仁。

中华人民共和国民用航空行业标准

航空移动业务卫星通信 机载地球站总技术要求

Aeronautical mobile satellite services communications
aircraft earth station-general technical requirements

1 范围

本标准规定了航空移动业务卫星通信机载地球站的基本技术性能和业务要求,以及仅作为推荐使用的技术要求(文中用“建议”表示)。

本标准适用于航空移动业务卫星通信机载地球站。它不仅适用于国内航空移动业务卫星通信系统,也适用于加入国际航空移动业务卫星通信网的机载地球站。机载地球站提供的通信业务与功能可由机载地球站拥有者选择,但应符合本标准。

本标准适用于机载地球站的选型、装备、运行和技术改造。

本标准适用于航空移动业务卫星通信的数据业务和电话业务。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 11443.1—89 国内卫星通信地球站总技术要求

MH/T 4004—1997 航空移动业务卫星通信地面地球站总技术要求

国际移动卫星公司航空系统规范手册 第二部分 1997年9月 第1.20.01版(INMARSAT AERONAUTICAL SYSTEM DEFINITION MANUAL, MODULE 2, VERSION 1.20.01, SEPTEMBER 1997)

国际民用航空公约 附件10 航空电信 第三卷 1995年7月第一版(INTERNATIONAL STANDARDS AND RECOMMENDED PRACTICES, AERONAUTICAL TELECOMMUNICATIONS ANNEX 10 TO THE CONVENTION ON INTERNATIONAL CIVIL AVIATION, VOLUME III, FIRST EDITION, JULY 1995)(以下简称附件10)

机载设备环境试验程序 1997年7月 RTCA DO-160D

3 定义与缩略语

本标准采用的下述术语定义选自MH/T4004—1997中第3章。

3.1 航空卫星移动业务 AMS; aeronautical mobile satellite service

利用包括卫星、机载地球站(3.3)、地面地球站(3.2)和有关地面设施(如网络协调中心)组成的空地卫星通信子网给飞机和地面用户提供的分组方式数据,以及电路方式数据与语音业务。

3.2 地面地球站 GES; ground earth station

处于陆上固定位置,通过馈送链路(3.4)提供航空卫星移动业务(3.1)的地球站。

3.3 机载地球站 AES; aircraft earth station

位于飞机上提供航空卫星移动业务(3.1)的移动地球站。

3.4 馈送链路 feeder link

在航空卫星移动业务(3.1)中,地面地球站(3.2)与卫星之间的通信链路。

3.5 服务链路 service link

在航空卫星移动业务(3.1)中,机载地球站(3.3)与卫星之间的通信链路。

3.6 P信道 P-channel

分组方式时分复用(TDM)信道,用于正向(地面地球站(3.2)发,机载地球站(3.3)收)传送信令与用户数据。在卫星通信网中,每个地面地球站用P信道连续发送信号。用于系统管理功能的P信道记作P_{smc},用于其他功能的P信道记作P_d。P_{smc}和P_d是功能符号,不一定指分开的物理信道。

3.7 R信道 R-channel

时隙随机争用(S-ALOHA)信道,用于反向(机载地球站(3.3)发,地面地球站(3.2)收)传送某些信令与用户数据,特别是通信开始时的信号,例如申请通话信号。用于系统管理功能的R信道记作R_{smc},用于其他功能的R信道记作R_d。R_{smc}和R_d是功能符号,不一定指分开的物理信道。

3.8 T信道 T-channel

预约时分多址(TDMA)信道,仅用于反向传输。接收信号的地面地球站(3.2)按信息电文长度为申请发送电文的机载地球站(3.3)预留时隙。发送信号的机载地球站按优先等级在预留的时隙内发送信息电文。

3.9 C信道 C-channel

电路方式单路单载波(SCPC)话音信道,用于正向传输及反向传输。C信道的使用由每次呼叫开始时的分配信令和结束时的释放信令控制。C信道内可用时分复用方式插入一条子带数据信道,在C信道接通后传送信令与用户数据。

3.10 航空二相相移键控 A-BPSK;aviation binary phase shift keying

用于航空卫星移动业务(3.1)的一种二相相移键控调制的具体形式。适用于信道速率为600 bit/s, 1 200 bit/s, 2 400 bit/s。A-BPSK将“0”规定为相移 -90° ,“1”规定为相移 $+90^\circ$,经相移编码的数据流用具有规定特性的滤波器进行滤波(滤波器特性见图1与图2)。

3.11 航空四相相移键控 A-QPSK;aviation quadrature phase shift keying

用于航空卫星移动业务(3.1)的一种偏差正交相移键控调制的具体形式,适用于信道速率高于2 400 bit/s,经相移编码的数据流用具有规定特性的滤波器进行滤波(滤波器特性见图2~图5)。

3.12 扰码 scrambling

发端将二进制信息码与某种伪随机码模二加,以避免出现很长的连“0”或连“1”游程,接收端将收到的二进制码与同一种伪随机码模二加,以恢复原信息码。亦可利用扰码作为加密的一种方式。

3.13 前向纠错 FEC;forward error correction [GB 11443.1—89中3.1.3]

发端发出能够纠错的码,接收端收到纠错码后,根据译码规则自动地纠正传输中出现的错误。

3.14 交织 interleaving

发端将前向纠错(3.13)编码器送来的信息码按一定规律(伪随机地)改变其发送顺序,接收端则对收到的码进行反变换,恢复原来的顺序,以使信息码在传输过程中遇到的突发式误码在收端随机化,再送至前向纠错译码器,从而得到较理想的编码增益。

3.15 信号单元 SU;signal unit

机载地球站(3.3)与地面地球站(3.2)之间各种信道传输信息的最小数据块。P信道(3.6)、T信道(3.8)和C信道(3.9)采用标准长度的信号单元,含96 bit(12字节);R信道(3.7)采用扩展长度的信号单元,含152 bit(19字节);在T信道每次突发的信息字段中,一开始有一个缩短长度的信号单元,含48 bit(6字节)。每个信号单元的最后2个字节,是循环冗余校验

(CRC),用来校验本信号单元是否有误。信号单元又称信号块。

3.16 本标准中的缩略语见附录C(提示的附录)。

4 AMSS 系统

AES是AMSS系统的一个组成部分。AMSS系统可分为初期系统和增强系统。

4.1 初期系统

初期系统应符合下列要求:

a)应提供编码速率为9600bit/s的全双工SCPC声码话,编码算法采用目前作为航空移动业务卫星通信标准的多脉冲激励线性预测编码,信道速率为21000bit/s,信道间隔为17.5kHz,调制方式为A-QPSK,FEC码率为1/2,约束长度 k 等于7;

b)提供信道速率为600bit/s,1200bit/s的数据通信,P信道用600bit/s,R与T信道用600bit/s,1200bit/s。调制方式为A-BPSK;

c)每个GES在卫星通信网内独立工作,没有网络协调站(NCS);任一GES从其他每个GES接收一个信令信道,所有的呼叫由GES从一组预分配的频率中按需要处理;

d)公用电话通信限于由AES用户作主叫用户。

初期系统组成如附录A(标准的附录)中图A1所示。

4.2 增强系统

增强系统应符合下列要求:

a)应提供编码速率为2400bit/s,4800bit/s,9600bit/s的SCPC声码话,信道速率最高21000bit/s,信道间隔5kHz~17.5kHz,调制方式为A-QPSK,FEC码率为1/2,2/3或3/4,约束长度 k 等于7;

b)P信道速率用600bit/s,1200bit/s,2400bit/s,4800bit/s,10500bit/s。R与T信道速率用600bit/s,1200bit/s,2400bit/s,10500bit/s。速率小于等于2400bit/s时,调制方式用A-BPSK;速率大于2400bit/s时,调制方式用A-QPSK;

c)在每个卫星覆盖区内,若有多个GES,则设一个NCS。每个GES有预分配的频率库,NCS有一公共频率库,当某GES的频率库不够用时,可从NCS的公共频率库中按需分配频率给该GES用。GES与NCS之间以及NCS与NCS之间均有站间链路;

d)公用电话既可以AES用户作为主叫用户,亦可以地面用户作为主叫用户。

增强系统组成如附录A(标准的附录)中图A2所示。

5 总要求

5.1 AES总功能

机载地球站应能与符合MH/T4004要求的GES互通而不损害航空卫星通信网的完善性。

5.1.1 接续控制功能

a)连续接收一个P信道(注册前的Psmc信道或注册后的Pd信道)的信号(只通语音的AES在接语音信道后的通话期间可不接收P信道信号);

b)自动识别和响应包括在所收P信道和(或)子带C信道内的电报和指令;

c)向一个GES注册;

d)遵守移交规程,包括点波束移交;

e)遵守为AES提供通信服务规定的接续控制与信令规程。

5.1.2 通信功能

AES应根据其类别提供下列通信功能:

a)电路方式全双工话音通信,可选电路方式数据和(或)传真;

c) 可选查询和合同式周期性数据报告(如自动相关监视)。

一架飞机可将下列各类AES进行任意组合安装:

第2类:利用高增益(12 dBi)或中增益(6 dBi)天线,提供电路方式全双工电话通信,并可选用电路方式数据通信。

第3类:利用高或中增益天线提供电路方式全双工电话、分组方式数据通信,并可选用电路方式数据通信。

第4类:利用高或中增益天线,只提供分组方式数据通信。

AES安全通信包括与空中交通服务(ATS)有关的通信以及与航务管理(AOC)有关的通信,其反链路可用性应不低于99%;

5.1.5 各类AES应具备的信道速率

表1为各类AES必需具备和可选用的信道速率。

bit/s

天线增益		AES 类型						
		第 1 类	第 2 类		第 3 类		第 4 类	
		低增益	高增益	中增益	高增益	中增益	高增益	中增益
P 信道	600	必备	必备	必备	必备	必备	必备	必备
	1 200	可选	可选	可选	可选	可选	可选	可选
	4 800	—	—	—	可选	可选	可选	可选
	10 500	—	—	—	可选	—	可选	—
R 信道	600	必备	必备	必备	必备	必备	必备	必备
	1 200	必备	必备	必备	必备	必备	必备	必备
	4 800	—	—	—	可选	可选	可选	可选
	10 500	—	—	—	可选	—	可选	—
T 信道	600	必备	—	—	必备	必备	必备	必备
	1 200	必备	—	—	必备	必备	必备	必备
	4 800	—	—	—	可选	可选	可选	可选
	10 500	—	—	—	可选	—	可选	—
C 信道	21 000	—	可选	—	可选	—	—	—
	8 400	—	可选	必备	可选	必备	—	—

注：

1 第 2 类或第 3 类 AES 必需至少支持一种 C 信道速率。

2 在条件允许的情况下，C 信道亦可选用其他速率，见附录 A。

5.2 AES管理功能

AES应存储“AES系统表”，并能及时修正此表，以便始终保持符合当前实际情况的最新版本系统表。“AES系统表”应包括卫星识别号、卫星位置及轨道参数、卫星专用Psmc信道频率、系统表版本号、点波束识别号、GES识别号、Psmc和Rsmc信道频率等 [MH / T 4004—1997, 10. 5] 使AES能够开始通信的数据并能向某个GES注册。

5.3 AES定时

AES发射和接收信号的定时基准点规定为天线。

6 射频要求

6.1 工作频率

接收机: 1 530 MHz~1 559 MHz [国际移动卫星公司航空系统规范手册 第二部分 1997年9月第1. 20. 01版, 3. 1]

发射机: 1 626. 5 MHz~1 660. 5 MHz [国际移动卫星公司航空系统规范手册 第二部分 1997年9月第1. 20. 01版, 3. 1]

6.2 天线及其覆盖

AES应安装下列天线之一:

- a) 只装低增益天线(第1类AES);
- b) 安装高或中增益天线(第2、3和4类);
- c) 安装低增益天线以及高或中增益天线(第1至第4类的组合)。

6.2.1 AES天线覆盖

AES天线覆盖需求以飞机上方的半球内下列体积为基准:

方位角 360。

仰角 5° ~90°

6.2.2 最低覆盖需求

当飞机水平飞行时, AES应在上述基准体积的一个最低覆盖百分数内满足以下几节的技术条件, 不同天线的覆盖体积百分数为:

对低增益天线	85%
对中增益天线	85%
对高增益天线	75%

6.3 低增益天线

6.3.1 增益

在接收频率上应满足6. 5. 1关于G / T 值的要求, 在发射频率上应满足6. 6. 1. 1关于EIRP的要求。

在天线覆盖体积内, 从天顶方向算起, 20° 以内增益要求可放宽, 放宽数值不超过2 dB。

6.3.2 增益方向图

应满足6. 5. 1和6. 6. 1的要求。

6.3.3 轴比

在天线覆盖体积内, 从天顶方向算起, 45° 以内轴比应小于6 dB, 建议在条件允许的情况下, 也可小于2 dB~3 dB; 45° ~85° 以内应小于20 dB。对于轴比超过20 dB引起的极化损耗, 可加大天线增益进行补偿。

6.3.4 极化

接收和发射都用右旋圆极化。建议在条件允许的情况下, 也可采用左旋圆极化。

6.3.5 天线切换

为了在要求的覆盖体积内满足所需EIRP和G / T 值而安装多于一付天线的AES, 应能在天线之间自

动切换。切换期间,天线分系统不满足性能要求的时间应不超过40 ms。

6.4 高增益和中增益天线

6.4.1 增益

6.4.1.1 高增益天线

在接收频率上应满足6.5.1关于G/T 值的要求,在发射频率上应满足6.6.1.2关于EIRP的要求。

6.4.1.2 中增益天线

在接收频率上应满足6.5.1关于G/T 值的要求,在发射频率上应满足6.6.1.2关于EIRP的要求。

在天线覆盖体积内,从天顶方向算起,20° 以内增益要求可放宽,放宽数值不超过2 dB。

6.4.2 鉴别率

6.4.2.1 高增益天线

无论天线控制在哪个角度上,无论飞机向哪个方向,在各种工作频率下,对于在静止轨道上经度偏离天线所指卫星方向超过45。放置的卫星,天线增益应比所需卫星方向至少低13 dB。

6.4.2.2 中增益天线

无论天线控制在哪个角度上,无论飞机向哪个方向,在各种工作频率下,对于85%可视静止轨道上经度偏离天线所指卫星方向超过80。放置的卫星,天线增益应比所需卫星方向至少低7 dB。

6.4.3 轴比

在天线覆盖体积内,轴比应小于6 dB,建议在条件允许的情况下,也可小于2 dB~3 dB;对于轴比超过6 dB引起的极化损耗,可加大天线增益进行补偿。

6.4.4 极化

接收和发射都用右旋圆极化。建议在条件允许的情况下,也可采用左旋圆极化。

6.4.5 天线指向控制

在AES天线覆盖体积内,天线波束应能受控指向卫星轨道倾角不超过5。的任何静止卫星。应提供电气的或机械的方法使天线波束以足够的精度自动指向卫星,从而保证G/T 值和EIRP的需求在工作条件下一直得到满足。

6.4.6 卫星捕捉

AES应能控制其波束从任意初始方向指向所需卫星方向,工作增益的偏差在0.5 dB之内,调节波束方向的时间为:

——对于开环调节为3 s;

——对于闭环调节为6 s。

6.4.7 天线指向控制信号

P信道解调器可提供必要的信号,据此控制天线波束方向。控制信号的质量应使6.4.5和6.4.6的要求得到满足。亦可选用其他控制方法。

6.4.8 天线与波束切换

6.4.8.1 天线切换(只适用于高增益天线)

为了在要求的覆盖体积内满足所需EIRP和G/T 值而安装多于一付天线的AES,必要时应能在天线之间自动切换。切换期间,天线分系统不满足性能要求的时间应不超过40 ms。

6.4.8.2 波束切换

对于波束切换天线,在相邻波束间切换时,信号中断时间应不超过50 μ s。

6.4.9 相位不连续性

6.4.9.1 高增益天线

由于波束切换而在相邻波束间跳变时不应引起误比特率(BER)变坏。而且,跳变时引起发射或接收信号的射频相位不连续性的峰一峰值:

a) 对所有相邻波束组合,至少90%的情况下不大于8° ;

b)对所有相邻波束组合,至少99%的情况下不大于 12° 。

对于多阵天线,此技术规格仅适合于单个阵。

6.4.9.2 中增益天线

由于波束切换而在相邻波束间跳变时引起发射或接收信号的射频相位不连续性的峰-峰值,对所有相邻波束组合,至少99%的情况下不大于 30° 。

6.4.10 载波对多径干扰的鉴别率

飞机在海洋上空作水平飞行时,在中等海洋条件下,AES天线应使从海面上反射的信号有足够的衰减:仰角为 5° 时,最低C/M值(载波与多径干扰之比)为10dB;仰角为 20° 时,最低C/M值为12dB。

设中等海洋条件下的C/M值为C/Mmed(dB),不平坦海洋条件(薄福氏3级风或更高)下的C/M值为C/Mrgh(dB),平静海洋条件(薄福氏0级风)下的C/M值为C/Msmth(dB),则 $C/Mmed(dB) = 0.3 C/Msmth(dB) + 0.7 C/Mrgh(dB)$ 。

6.5 宽带接收机要求

6.5.1 增益对噪声温度比

整个AES接收系统增益对噪声温度比(G/T值)在全部工作带宽内应等于或大于:

低增益天线 — 26dB/K

中增益天线 — 19dB/K

高增益天线 — 13dB/K

以上G/T值是在下列条件下达到的:

a)晴朗气象条件;

b)卫星仰角大于或等于 5° ;

c)具有剩余天线指向误差;

d)包括整个射频分系统的噪声影响(包括温度为290K的天线和低噪声放大);

e)发射机功率放大器在所有可能的工作条件下,包括多载波工作并计及任何有关的互调干扰与杂散信号;

f)包括天线罩引起的损耗与噪声温度;

g)包括6.5.2所述射频环境。

天线增益G以相对于各向同性右旋圆极化天线的dB数表示;接收系统的噪声温度T以相对于绝对温度1K的dB数表示;G和T必需是接收系统上某一公共点上的数值。

6.5.2 接收机线性

在天线口输入两个相等的单音(对于低增益天线为-98dBm,对于中增益天线为-92dBm,对于高增益天线为-86dBm),所引起的互调干扰在解调器之前应至少比每个载波低33dB。

6.5.3 接收相位噪声

当收到具有图6所示相位噪声的信号时,接收机和解调器的设计应保证符合性能要求。

6.5.4 接收机损坏电平

AES设备应能耐受1s具有下列通量密度的带外射频脉冲而不损坏:

频率(MHz)	输入通量密度(dBW/m ²)
0~1459	30
1675~18000	38

6.6 宽带发射机要求

AES在失锁情况下不应发射任何信号,而且:

a)若已收到一个P信道,帧同步亦已锁定,则R信道可发射信号,否则R信道不应发射信号;

b)若已收到一个P信道,超帧同步亦已锁定,则T信道可发射信号,否则T信道不应发射信号;

c)若已成功地收到相应的地对空C信道信号,即当速率21000bit/s时误码率小于 1×10^{-3} ,当速率

8 400 bit / s时误码率小于 5×10^{-3} ,而且没有40 s以上的时间超过上述误码率,则C信道发射信号,否则C信道不应发射信号。

若帧同步已告锁定,且帧号已知,则超帧同步即告锁定。

若在帧内的位置已知,则帧同步即告锁定。帧失步概率应小于 10^{-5} 。当帧同步已成功地锁定在一个P信道上之后,若一连串检测到N个不正确的独特码(对于P信道速率600 bit / s,N=4;对于1 200 bit / s,N=8;对于其他P信道速率,N=16),则帧同步宣告失步。

6.6.1 每载波EIRP

6.6.1.1 低增益天线EIRP

R和T信道的EIRP应根据GES的命令至少能在15 dB范围内调节,步进1 dB。当调至最大时,EIRP的数值至少为13.5 dBW(正常调节范围是13.5 dBW~ -1.5 dBW)。在注册联网(10g-on)时,初始发射电平应调至最大。

在任何方向发射的EIRP比所需卫星方向的EIRP不应超过7 dB。

6.6.1.2 高和中增益天线

AES的EIRP应根据GES的命令在表2~表4所示范围内调节,步进1 dB。EIRP的数值当调至最大时,其最小值亦在表2、3和4中给出。调节EIRP的原则是:在保证话音通信误码率不大于 1×10^{-3} (信道速率8 400 bit / s时不大于 5×10^{-3})和数据通信误码率不大于 1×10^{-5} 的前提下,尽量压低EIRP的数值,以节约卫星功率。此外,

a)对于高增益天线系统以及各种业务,600 bit / s和1 200 bit / s除外,任何方向上的EIRP与所需卫星方向比,不应超出5 dB;

b)对于中增益天线系统,在6.2.1所述体积的95%范围内,任何方向上的EIRP与所需卫星方向比,不应超出5 dB。

表 2 第 2 类 AES 的 EIRP

天线类型	第 2 类 AES		
	高增益	高增益	中增益
电路方式信道速率 (kpbs)	21	8.4	8.4
安全通信中话音最低 EIRP (dBW)	23.5	21.5	12.5
安全通信中话音最低 EIRP 要求范围 (dBW)	10.5~23.5	10.5~21.5	-0.5~12.5
非安全通信中话音最低 EIRP (dBW)	21.5	19.5	12.0
非安全通信中话音最低 EIRP 要求范围 (dBW)	10.5~21.5	10.5~19.5	2.0~12.0

表 3 第 3 类 AES 的 EIRP

天线类型	第 3 类 AES							
	高增益						中增益	
分组方式数据最高信道速率 (bps)	600/1 200	4 800	10 500	600/1 200	4 800	10 500	600/1 200	4 800
分组方式数据最低 EIRP 要求范围 (dBW)	10.5~13.5	10.5~18.5	10.5~22.5	10.5~13.5	10.5~18.5	10.5~22.5	6.5~13.5	6.5~13.5

表 3 (完)

天线类型	第 3 类 AES							
	高增益						中增益	
电路方式信道速率 (kbps)	21.0	21.0	21.0	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
安全通信中 EIRP 最低值 (dBW)	23.9	24.7	26.0	22.1	23.3	25.0	13.5	15.9
安全通信中话音最低 EIRP 要求范围 (dBW)	10.5~23.5	10.5~23.5	10.5~23.5	10.5~21.5	10.5~21.5	10.5~21.5	-0.5~12.5	-0.5~12.5
非安全通信中总 EIRP 最低值 (dBW)	22.1	23.3	25.0	20.5	22.0	24.3	13.0	15.7
非安全通信中话音最低 EIRP 要求范围 (dBW)	10.5~21.5	10.5~21.5	10.5~21.5	10.5~19.5	10.5~19.5	10.5~19.5	2.0~12.0	2.0~12.0

表 4 第 4 类 AES 的 EIRP

天线类型	第 4 类 AES				
	高增益			中增益	
分组方式最高信道速率 (bps)	600/1 200	4 800	10 500	600/1 200	4 800
要求的 AES EIRP (dBW)	13.5	18.5	22.5	13.5	13.5
AES EIRP 范围 (dBW)	10.5~13.5	10.5~18.5	10.5~22.5	10.5~13.5	6.5~13.5

6.6.1.3 对于共用(线性)高功放的附加要求

对于共用(线性)高功放的附加要求如下:

- 每载波对共用高功放(HPA)的输入电平应至少可在15dB范围内独立调节,步进1dB;
- HPA的增益应至少可在15dB范围内调节,步进1dB;
- 应实施一种共用HPA输出功率的算法,保证不超过EIRP的最大允许值;
- 当发射单个载波时,将电平调至最大,EIRP的最低值应符合6.6.1.2的要求。

6.6.1.4 高增益和中增益系统EIRP精度

初始设置EIRP的精度应在-2dB~+3.5dB之间。每个1dB步进的精度为±0.5dB。

6.6.2 EIRP稳定度

收到GES的功率控制指令后,每个载波的EIRP应达到一个稳定数值,并保持在±1dB以内。对于R和T信道,此稳定性应一直保持到注销或丢失Pd信道;对于C信道,应保持30min。

6.6.3 载波抑制电平

当AES不发射载波时,它在整个工作频带内发射的EIRP的总和在任何方向上应不超过-24.5dBW。

6.6.4 谐波、杂散频率分量和噪声密度

当EIRP置于最大,发射单个调制信号时,AES产生的杂散信号和噪声组合EIRP(包括相位噪声)相对于载波EIRP的值不应超过表5和表6所列数值。表5给出标准限制值,若要对全球导航卫星系统(GNSS)提供保护,表6给出需要用的限制值。

表 5 杂散信号的标准限制值

频率 MHz	EIRP
0.01~1 525	-135 dBc/4 kHz
1 525~1 559	-203 dBc/4 kHz
1 559~1 565	-135 dBc/4 kHz
1 565~1 585	-155 dBc/1 MHz
1 585~1 598	-105 dBc/1 MHz
1 598~1 605	-105 dBc/1 MHz
1 605~1 610	-85 dBc/1 MHz
1 610~1 735	-55 dBc/4 kHz
1 735~12 000	-105 dBc/4 kHz
12 000~18 000	-70 dBc/4 kHz

表 6 对杂散信号的更严格限制

频率 MHz	EIRP
0.01~1 525	-135 dBc/4 kHz
1 525~1 559	-203 dBc/4 kHz
1 559~1 585	-155 dBc/1 MHz
1 585~1 605	-143 dBc/1 MHz
1 605~1 610	-117 dBc/1 MHz
1 610~1 614	-95 dBc/1 MHz
1 614~1 660	-55 dBc/4 kHz
1 660~1 668.4	-55 dBc/20 kHz
1 668.4~1 735	-55 dBc/4 kHz
1 735~12 000	-105 dBc/4 kHz
12 000~18 000	-70 dBc/4 kHz

关于G/T值的要求应包括接收频带内任何杂散信号。

表5、表6的限制值不包括载波两旁±35kHz的频带。

为了满足表6的要求,可采用在1626.5MHz~1631.5MHz之间有较大插入损耗的双工器。

6.6.5 每载波发射频谱

当发射一个按规定信号特性调制的载波时,将EIRP调至最大,在发射机输出端测得的发射信号频谱,其电平应不大于表7和表8所列数值,其曲线见图7和图8。

表 7 用 100%滚降系数滤波器的发射信号频谱限制

具有 100%滚降系数滤波器的 A-BPSK 和 A-QPSK	
频率偏差（归一化至信道符号速率）	衰减（相对于最大包络电平）** dBe
$\pm 0.75 SR$	0
$\pm 1.40 SR$	20
$\pm 2.80 SR$	40
$\pm 4.00 SR^{*})$	X
注： 1 SR ——符号速率。 2 $X=55$ ，或 $X=37+10 \lg (PY)$ ，取其大者。 PY ——载波功率，W。 *) 或 35 kHz，取其大者。 * *) 测量带宽分辨率为 0.1 SR 。	

表 8 用 60%滚降系数滤波器的发射信号频谱限制

具有 60%滚降系数滤波器的 8.4 kbit/s A-QPSK	
频率偏差 (kHz)	衰减（相对于最大包络电平）*) dBe
± 2.6	0
± 3.5	13
± 5.3	23
± 7.1	23
± 12.3	40
± 35	40
*) 测量带宽分辨率为 0.1 SR ， SR ——符号速率。	

6.6.6 发射互调产物

当AES发射两个相等的未调制载波，总EIRP等于AES的最大容许工作EIRP，则每个互调产物的EIRP应至少比单个载波低24 dB；或者，当上述未调制载波数改为6个时，每个互调产物的EIRP应至少比单个载波低18.3 dB。

上述“最大容许工作EIRP”是指AES发射多个载波的最大EIRP。

6.6.7 相位噪声

对于一个未调制的载波引起的相位噪声，其连续功率密度谱应不超过图9所示频谱包络。若存在离散谱分量，则离散噪声分量与离散分量两旁10 Hz带宽的连续谱分量的平均值之和应不超过相位噪声限制值。

6.6.8 多载波应用的功率监测

AES应能监测每个线性HPA的输出功率。应能利用这些测量来实现6.6.1.3的要求。功率读数的精度应在 ± 1 dB之内。

7 信道单元要求

7.1 概述

每个信道单元应将一个已被调制的射频信号变成一个格式化的基带信号,并完成其反变换。

7.1.1 调谐范围与调谐增量

信道单元接收频率范围应能在1530MHz~1559MHz范围内可调;发射频率应能在1626.5MHz~1660.5MHz范围内可调;步进2.5kHz。GES分配的一对C信道接收和发射频率总是隔开101.5MHz。在收到调谐指令后,综合器应在200ms内调至稳定值,精度5.0Hz。

7.1.2 信道编号

每个信道用一个二进制数N来代表,即

$$F=B+2.5N\times 10^{-3}$$

式中:F——频率,MHz;

B——基数,对于接收信道, $B=1510.0\text{MHz}$,对于发送信道, $B=1611.5\text{MHz}$;

N——0000~7FFF之间的二进制数,在代入公式运算时,需折算为十进制数。

7.2 分组方式(P、R和T)信道单元

7.2.1 概述

分组方式信道单元的要求应符合本节和附录A所述技术特性。

7.2.2 P信道解调器

每个P信道接收机应具备下列特性:

- a)标称信道间隔: 按附录A表A1;
- b)工作方式: 连续;
- c)帧结构: 见附录A表A2和图A6及A7;
- d)帧定时比特: 见附录A表A2;
- e)帧标志: 每帧16bit;
- f)接收比特速率: 必备:600bit/s;
可选:1200bit/s,2400bit/s,4800bit/s和10500bit/s;
- g)调制方式: 见附录A表A1;
- h)解相位模糊: 独特码及参考比特样式校验;
- i)FEC后的BER: 在表9条件下小于 1×10^{-5} 。在线性信道内,BER应在有两个类似的邻信道干扰载波的情况下达到;这两个载波在所需载波两旁,距所需载波为标称信道间隔,每一个干扰载波比所需载波功率大5dB;还存在最大接收时钟偏差以及如图6所示的接收相位噪声;
- j)接收数据时钟误差: 小于 1×10^{-6} ;
- k)频率捕捉范围: $\pm 2180\text{Hz}$ (在表10条件下)。Pd信道的捕捉范围可以小于此值,取决于实施方案;
- l)帧同步锁定时间: 从收到调谐命令开始6s之内(包括比特同步时间在内,帧同步锁定成功率在表10条件下为99.9%);P信道初始频率偏差按7.2.2k)规定。帧同步错锁概率小于 1×10^{-5} ;
- m)超帧同步锁定时间: 从收到调谐命令开始10s之内(包括比特同步时间在内,超帧同步锁定成功率在表10条件下为99%);P信道初始频率偏差按7.2.2k)规定;
- n)数据去扰码: 见附录A中A2.2.5.1,表A2,图A6和图A7;
- o)去交织: 见附录A中A2.2.5.3,表A3;
- p)FEC: 卷积码,约束长度k等于7,见附录A中A2.2.5.2;
- q)FEC码率: $1/2$,见附录A表A2;
- r)FEC生成多项式: 见附录A中A2.2.5.2;
- s)BER测试能力: 应具备连续3min测试BER的能力,必要时重新注册。

表 9 测试 P 信道误码率的条件

信道速率 bps	C/N_0 dBHz	信道间隔 kHz
600	35.1	5
1 200	38.1	5
2 400	41.1	5
4 800	42.2	5
10 500	45.6	10
10 500	46.0	7.5
注：C——载波功率， N_0 ——噪声功率密度。		

表 10 测试 P 信道帧同步错锁概率的条件

信道速率 bps	C/N_0 dBHz	信道间隔 kHz
600	31.9	5
1 200	35.0	5
2 400	38.0	5
4 800	39.5	5
10 500	42.9	10
10 500	43.3	7.5
注：C——载波功率， N_0 ——噪声功率密度。		

7.2.2.1 比特定时间限

P信道解调器在下列公式给出的平均白高斯噪声载噪比(C/N_0)下至少保持10s载波定时同步：

$$C/N_0 = -2 + 10 \lg R \quad \text{对于 A-BPSK}$$

$$C/N_0 = 10 \lg R \quad \text{对于 A-QPSK}$$

式中： C/N_0 ——平均白高斯噪声载噪比，dBHz；

R ——射频信道符号速率。

7.2.3 R和T发射机

R和T发射机应符合下列要求：

- a)标称信道间隔：按附录A表A1；
- b)发送比特速率：必需：600bps和1200bps；
可选：4800bps、10500bps(只适用于高增益天线)；
- c)调制方式：按附录A表A1；
- d)相位规定：见附录A中A1.4和图A4；
- e)相位噪声：低于图9所示边界；
- f)滤波器：等效脉冲整形滤波器频率响应及相位偏差容差应落在图1～图3所给边界范围内；
- g)最大频率误差： $\pm 320\text{Hz}$ (由AES参考振荡器引起)；
- h)数据时钟精度：优于 $1/2R$ ，其中R是附录A表A2所示射频信道速率，但不差于 1×10^{-4} 。此精度应在不需要人工调节多于每6个月一次的情况下达到，若需要，可用自动调节。对于数据时钟，不需要多普勒补偿；

- i)突发格式与信息扰码： 见附录A中A3，表A4、表A5和图A11(R信道)，表A5、表A6和图A12(T信道)；
- j)交织： 见附录A中的A2.2.5.3和表A7；
- k)FEC： 卷积码(约束长度k等于7)；
- 1)FEC码率： 见附录A中表A4和表A6；
- m)FEC生成多项式： 见附录A中A2.2.5.2。

7.2.3.1 R信道突发定时

定时参考点在天线,R信道每个突发的起点应在R信道时隙起点的 $\pm 300 \mu s$ 之内,该时隙起点由紧接独特码之后P信道帧第一个比特的前沿规定。

7.2.3.2 T信道突发定时

定时参考点在天线,T信道每个突发的起点应在分配的T信道时隙起点的 $\pm 300 \mu s$ 之内,该时隙起点由紧接独特码之后P信道帧第一个比特的前沿规定。

7.3 C信道单元

7.3.1 概述

C信道单元的技术要求应符合本节要求。

7.3.2 接收机

7.3.2.1 解调器特性

每个C信道解调器应具备下列特性

	8400bps	21000bps
a)标称信道间隔：	见附录A表A1	见附录A表A1
b)工作方式：	突发	突发
c)前置码、独特码、后置码：	见附录A表A5，A4.2.2和A4.2.5	见附录A表A5，A4.2.2和A4.2.5
d)帧结构：	见附录A表A8图A16	见附录A表A8图A17
e)比特率：	8400bps	21000bps
f)调制方式：	A-QPSK	A-QPSK
g)数据编码：	绝对	绝对
h)相位规定：	(I,Q) 相位	(I,Q) 相位
	(1,1) $+45^\circ$	(1,1) $+45^\circ$
	(0,1) $+135^\circ$	(0,1) $+135^\circ$
	(0,0) -135°	(0,0) -135°
	(1,0) -45°	(1,0) -45°
i)解相位模糊：	独特码及参考比特样式校验	独特码及参考比特样式校验
j)误比特率BER1)	小于 5×10^{-3}	小于 1×10^{-3}
k)接收数据时钟偏差：	小于 1×10^{-6}	小于 1×10^{-6}
1)数据去扰码：	见附录A中A2.2.5.1	见附录A中A2.2.5.1
m)去交织：	见附录A中A2.2.5.3	见附录A中A2.2.5.3
n)FEC：	卷积码,约束长度k等于7 建议用16电平软判决	卷积码,约束长度k等于7

- 1) 在线性信道内,BER应在有两个类似的邻信道干扰载波的情况下达到;这两个载波在所需载波两旁,距所需载波为标称信道间隔,每一个干扰载波比所需载波功率大5dB;还存在最大接收时钟偏差以及如图6所示的接收相位噪声。对于8400bps,C/N0等于46.1 dBHz,对于21000bps,C/N0等于48.6dBHz。

Viterbi译码

- | | | |
|-------------|---------------|---------------|
| o) FEC码率: | 见附录A,表A8 | 见附录A,表A8 |
| p) FEC生成多项式 | 见附录A,A2.2.5.2 | 见附录A,A2.2.5.2 |

7.3.2.2 帧捕捉

在高斯信道条件下,解调器应符合下列捕捉要求:

a)在适用于帧捕捉要求条件下,在第一个独特码上帧失锁的概率应优于:

- 1) 1×10^{-3} 当速率为8 400 bit/s且 $C/N_0=43.3$ dBHz
- 2) 1×10^{-3} 当速率为21 000 bit/s且 $C/N_0=43.2$ dBHz
- 3) 1×10^{-4} 当速率为21 000 bit/s且 $C/N_0=44.4$ dBHz

b)帧错锁概率应优于:

- 1) 1×10^{-4} 当速率为8 400 bit/s且 $C/N_0=43.3$ dBHz
- 2) 1×10^{-5} 当速率为21 000 bit/s且 $C/N_0=43.2$ dBHz

c)帧失锁后,应在下列时间内重新捕捉达到帧锁定:

- 1) 0.5 s 当速率为8 400 bit/s且 $C/N_0=43.3$ dBHz
- 2) 2.5 s 当速率为21 000 bit/s且 $C/N_0=43.2$ dBHz

下列条件适用于帧捕捉要求:

- 从一个突发到另一个突发的频率偏差为 ± 30 Hz加上由于飞机运动引起的未经补偿的多普勒频移;
- 在所需载波两旁有两个类似的邻信道干扰载波,距所需载波为标称信道间隔,每一个干扰载波比所需载波功率大5 dB;
- 存在如图6所示的接收相位噪声。

7.3.2.3 比特定门限

A-APSK解调器在下列公式给出的平均白高斯噪声载噪比 C/N_0 下至少保持3 min(8 400 bit/s)或5 min(21 000 bit/s)比特定门限同步:

$$C/N_0=101\lg R$$

式中: C/N_0 ——平均白高斯噪声载噪比,dBHz;

R ——射频信道符号速率。

7.3.2.4 突发前置码格式

为了提取载波和比特定门限信号,解调器应能接收一个未调制载波突发和一个已调制序列。

7.3.2.5 BER测量

每个C信道解调器应能提供译码前信道平均BER的估值,在C信道的子带信道中发送。此估值应只在载波被激活的时间内平均,其精度应满足7.2和7.3的要求。

7.3.2.6 相位跳变的影响

当收到的信号有每秒一次、 12° 以下的相位跳变时,BER应满足7.3.2.1 j)要求。对于8 400 bit/s的信道单元,当相位跳变大于 12° 时,应满足下列要求:

- a) FEC后的标称BER应在发生相位跳变后下一个独特码之后立即恢复,其概率为90%;
- b) 当任意2 560比特中有超过180个错误比特时,向编译码器送出一个静噪信号。

7.3.3 C信道发射机

C信道发射机应满足下列要求:

- | | | |
|----------|----------------------|------------------------------|
| | 8 400 bps | 21 000 bps |
| a) 帧结构: | 见附录A,表A8,图A16 | 见附录A,表A8,图A17 |
| b) 工作方式: | 每次电路方式通话期间连续
无前置码 | 每次电路方式通话期间连续
每次发射开始有一段前置码 |

c)数据时钟精度:	电路方式话音	电路方式话音
	优于 1×10^{-4}	优于 $1/R$, R是射频信道速率
	人工调节不多于6个月一次	但不差于 1×10^{-4}
	需要时可自动调节	人工调节不多于6个月一次
	电路方式数据	电路方式数据
	优于 1×10^{-6}	优于 $\times 10^{-6}$
	人工调节不多于6个月一次	人工调节不多于6个月一次
	需要时可自动调节	需要时可自动调节
d)调制方式:	A-QPSK	A-QPSK, 相干滤波
e)最大频率误差:	$\pm 320\text{Hz}$ (由AES参考振荡器引起)	$\pm 320\text{Hz}$ (由AES参考振荡器引起)
f)数据编码:	绝对	绝对
g)相位规定:	(I, Q) 相位	(I, Q) 相位
	(1, 1) $+45^\circ$	(1, 1) $+45^\circ$
	(0, 1) $+135^\circ$	(0, 1) $+135^\circ$
	(0, 0) -135°	(0, 0) -135°
	(1, 0) -45°	(1, 0) -45°
h)相位噪声:	低于图9所示边界	低于图9所示边界
i)I/Q信道相位平衡:	在 $\pm 3^\circ$ 之内	在 $\pm 3^\circ$ 之内
j)I/Q信道幅度平衡:	在 $\pm 0.2\text{dB}$ 之内	在 $\pm 0.2\text{dB}$ 之内
k)滤波器:	等效脉冲整形滤波器的频率响应落在图4(振幅)和图5(相位偏差)边界之内(标称滚降系数为60%的平方根升余弦滤波器)	等效脉冲整形滤波器的频率响应落在图3(振幅)和图2(相位偏差)边界之内(标称滚降系数为100%的平方根升余弦滤波器)
l)数据扰码:	见附录A中A2. 2. 5. 1	见附录A中A2. 2. 5. 1
m)交织:	见附录A中A2. 2. 5. 3	见附录A中A2. 2. 5. 3
n)FEC:	卷积码, 约束长度k等于7	卷积码, 约束长度k等于7
	见附录A中表A8	见附录A中表A8
o)FEC生成多项式:	见附录A中A2. 2. 5. 2	见附录A中A2. 2. 5. 2

8 频率补偿

8.1 概述

为了减少AES和GES解调器处的频率误差, GES在地对空($C \rightarrow L$)和空对地($L \rightarrow C$)方向均完成自动频率补偿(AFC)。这些AFC功能对所有通信信号均有效, 但不包括飞机与工作卫星之间相对移动引起的多普勒频移以及AES参考振荡器的频率漂移。

由飞机运动引起的多普勒频移必须由AES来补偿。

8.2 接收机频率捕捉范围

AES应能接收其频率偏离标称值不超过 $\pm(346\text{Hz}$ 加最坏情况下由AES与卫星相对移动引起的多普勒频移)的信号。

对于C—L链路, 频率误差以99%的概率落在 $\pm 346\text{Hz}$ 以内。对于亚音速飞机, 单由飞机速度引起的最大频率偏差近似为 $\pm 2\text{kHz}$ 。

8.3 发射频率校正

所有发射信号频率都应校正由飞机与卫星相对移动引起的多普勒频移。由于所有原因引起的卫星所

接收的信号频率偏离其标称值应不超过383Hz。校正多普勒频移时,调节分辨率应不超过10Hz,频率改变应不使发射信号的相位产生不连续。

在卫星处收到的信号,其最大频率改变率应不超过15Hz/s。

8.4 参考频率精度

综合器中参考振荡器的频率精度应使AES产生的发射信号频率误差不超过 $\pm 320\text{Hz}$ 。此精度应在人工调节每6个月不多于一次的情况下达到,若需要,可用自动调节。

9 接续控制要求

9.1 概述

AES应能产生、发射、接收和处理信令信息。

所有信令信息、控制信息和分组方式数据,均以信号单元(SU)的形式传送。

9.2 信令信道

各类AES应能接收AES在其中注册的GES所发送的P信道携带的带外信令信息。P信道上的信令信息用来建立(必要时强拆)所有通信信道。

各类AES应能利用R信道向注册GES发送带外信令信息。

第1、3和4类AES应能利用T信道发射TDMA频率和时隙分配申请,在下一个8s时间内利用信道预约。

第2和第3类AES应能在C信道上提供子带信令信道,用来传送与本次通话有关的信令信息、BER报告和EIRP控制信号。

9.3 信道管理要求

9.3.1 信道配置要求

这些是为完成信道单元配置所要的功能,取决于AES硬件配置情况。

只有一个接收信道和一个发送信道并提供电话业务的AES应能在一对P/R信道配置和一对C信道配置之间切换。

只有一个接收信道和一个发送信道并提供分组方式数据业务的AES应能在用R信道发送和用T信道发送两种配置之间切换。

9.3.2 信道设置

各类AES应根据地面的命令切换P和R信道频率、比特速率及其发射的EIRP,并能根据AES链路层实体或AES链路层服务用户的命令切换R信道频率。

9.4 AES系统响应要求

AES应保证符合以下各节所述定时预算要求,除非另有规定,应符合下列测试条件:

a)时间规定均以天线为参考点;

b)时间从包括所收SU的帧前面的独特码后沿开始计算;

c)在一组规定的SU中,P信道的第一个SU在0号时隙发送;若P信道速率为600bit/s,第一个交织块应送两个SU;

d)P信道的SU不应被任何其他高优先等级的SU打断;

e)R信道的时隙编号从0号开始,第0号时隙从包括所收SU的帧前面的独特码后沿开始计算;

f)除了测试用SU,R信道发送的SU没有未处理完的。在所需时间内,AES亦无T信道预约。

9.4.1 Pd/R信道分配响应时间要求

AES应在表11规定的时隙内,在R信道上发出一个注册应答SU,作为响应已正确收到3个SU的注册证实信号。

表 11 Pd/R 信道分配响应时间要求

R 信道响应时隙	P 信道比特速率 (bit/s)				
	600	1 200	2 400	4 800	10 500
600 bit/s R 信道	3	2	2	2	1
1 200 bit/s R 信道	5	4	3	3	2
2 400 bit/s R 信道	10	7	5	5	4
10 500 bit/s R 信道	19	13	10	9	8

当AES收到一组注册证实SU,接着是一个控制数据信道重分配SU,上述定时要求亦适用。

9.4.2 P至R信道周转时间定时要求

当收到来自P信道的一个或一组SU,要求在R信道上应答,AES应在表12~表16规定的时隙内发出第一个应答SU:

9.4.2.1 P信道比特速率等于600 bit / s的情况

表 12 P 至 R 信道周转时间定时要求

R 信道应答时隙	SU 数 (或最后的 SU 在帧中位置)					
	1	2	3	4	5	6
600 bit/s R 信道	2	2	3	3	3	4
1 200 bit/s R 信道	3	4	5	5	6	7
2 400 bit/s R 信道	6	8	9	10	11	13
10 500 bit/s R 信道	12	15	17	20	22	26

9.4.2.2 P信道比特速率等于1 200 bit / s的情况

表 13 P 至 R 信道周转时间定时要求

R 信道应答时隙	SU 数 (或最后的 SU 在帧中位置)					
	1	2	3	4	5	6
600 bit/s R 信道	1	2	2	2	2	2
1 200 bit/s R 信道	2	3	3	3	4	4
2 400 bit/s R 信道	4	5	6	6	7	8
10 500 bit/s R 信道	8	10	11	12	13	15

9.4.2.3 P信道比特速率等于2 400 bit / s的情况

表 14 P 至 R 信道周转时间定时要求

R 信道应答时隙	SU 数（或最后的 SU 在帧中位置）					
	1	2	3	4	5	6
600 bit/s R 信道	1	1	1	2	2	2
1 200 bit/s R 信道	2	2	2	3	3	3
2 400 bit/s R 信道	4	4	4	5	5	5
10 500 bit/s R 信道	7	8	8	9	10	10

9.4.2.4 P信道比特速率等于4 800 bit / s的情况

表 15 P 至 R 信道周转时间定时要求

R 信道应答时隙	SU 数（或最后的 SU 在帧中位置）					
	1	2	3	4	5	6
600 bit/s R 信道	1	1	1	1	1	1
1 200 bit/s R 信道	2	2	2	2	2	2
2 400 bit/s R 信道	3	4	4	4	4	4
10 500 bit/s R 信道	6	7	7	7	8	8

表 15（完）

R 信道应答时隙	SU 数（或最后的 SU 在帧中位置）					
	7	8	9	10	11	12
600 bit/s R 信道	1	2	2	2	2	2
1 200 bit/s R 信道	2	3	3	3	3	3
2 400 bit/s R 信道	4	5	5	5	5	5
10 500 bit/s R 信道	8	9	9	9	10	10

9.4.2.5 P信道比特速率等于10 500 bit / s的情况

表 16 P 至 R 信道周转时间定时要求

R 信道应答时隙	SU 数（或最后的 SU 在帧中位置）					
	1	2	3	4	5	6
600 bit/s R 信道	1	1	1	1	1	1
1 200 bit/s R 信道	2	2	2	2	2	2
2 400 bit/s R 信道	3	3	3	4	4	4
10 500 bit/s R 信道	6	6	6	7	7	7

表 16 (续)

R 信道应答时隙	SU 数 (或最后的 SU 在帧中位置)					
	7	8	9	10	11	12
600 bit/s R 信道	1	1	1	1	1	1
1 200 bit/s R 信道	2	2	2	2	2	2
2 400 bit/s R 信道	4	4	4	4	4	4
10 500 bit/s R 信道	7	7	7	7	8	8

表 16 (续)

R 信道应答时隙	SU 数 (或最后的 SU 在帧中位置)					
	13	14	15	16	17	18
600 bit/s R 信道	1	1	1	1	2	2
1 200 bit/s R 信道	2	2	2	2	3	3
2 400 bit/s R 信道	4	4	4	4	5	5
10 500 bit/s R 信道	8	8	8	8	9	9

表 16 (续)

R 信道应答时隙	SU 数 (或最后的 SU 在帧中位置)					
	19	20	21	22	23	24
600 bit/s R 信道	2	2	2	2	2	2
1 200 bit/s R 信道	3	3	3	3	3	3
2 400 bit/s R 信道	5	5	5	5	5	5
10 500 bit/s R 信道	9	9	9	9	9	10

表 16 (完)

R 信道应答时隙	SU 数 (或最后的 SU 在帧中位置)	
	25	26
600 bit/s R 信道	2	2
1 200 bit/s R 信道	3	3
2 400 bit/s R 信道	5	5
10 500 bit/s R 信道	10	10

9.4.3 多个SU发送要求

当AES有一组SU要在R信道上发送,除非链路层实体或高层检测到R信道拥挤,AES应在同一个R信道上并在连贯的R信道时隙内发送这些SU。

9.4.4 AES缓冲器最低存储量要求

AES应能在P信道信息装配进程中暂时存储最低5个接收到的P信道SU。

AES应能在R信道发送进程中暂时存储最低5个待发送的R信道SU。

10 卫星网络管理要求

10.1 概述

各类AES均应满足本节要求。

10.2 网络管理要求

AES管理安排的设计要与各种卫星类型和GES的配置相匹配,包括:

a)一颗全球波束卫星,1至数个GES;

b)一颗多点波束卫星,其点波束只覆盖地球表面的一部分;多个GES,每个GES在每个点波束内使用一个Pd信道;

c)一颗多点波束卫星和多个GES,只有某些点波束具有来自某些GES的Pd信道。

AES应根据需要提供附录A所述各种速率的数据与话音通信业务与功能。

AES应设置各种与注册、移交、注销规程有关的定时器。

AES在点波束工作条件下,应提供信道建立、切换和管理功能。

10.3 定时要求

10.3.1 P信道质量监测

AES应按下列要求对所收P信道比特误码率进行测量或评估。稳态测量或估值应等于2560个比特中发生的错误比特数,误差应小于 $\pm 5\%$ 或 ± 5 个比特,取其大者。

AES应监测P信道时钟同步。

10.3.2 选择性释放

当AES收到包括选择性释放SU的帧时,从帧前独特码的后沿算起,应在2s内停止发射指定的信道频率。

10.4 AES表格要求

10.4.1 系统表要求

AES应能接收“AES系统表”广播并存储此系统表。

为存储系统表,AES应至少提供2k字节的存储器。建议提供5k字节的存储器。

10.4.2 注册状态与业务功能表格要求

作为注册规程的一部分,AES应能接收和存储所需信道频率与比特速率。

为存储这些信息,对于每一个AES能同时注册的GES,AES应至少提供40字节的存储器以存储有用数据(不包括可能采用的数据类型识别码)。

AES应能存储其业务能力。

10.4.3 机主/操作员表格要求

AES应具有至少能存储下列信息的存储空间:

a)注册/移交策略(自动/用户命令)。默认设置为“自动”;

b)全球GES的优先等级顺序。若无优先等级顺序,应采用随机算法选择GES;

c)对注册查询的应答功能。默认设置为总能应答;

d)是否用航班号以及航班号的数值。默认设置为不用航班号;

e)电路方式数据功能。默认设置为不提供此功能;

f)接受/拒绝在全球波束中分配高速率反向分组数据信道。默认设置为接受。

为存储这些信息,AES应提供150字节的存储器以存储有用数据(不包括可能采用的数据类型识别码)。

应能通过10.5所述的接口申请/加载/修正这些表格。

10.4.4 点波束对照表要求

AES应能接收广播点波束对照表的SUs,并存储点波束对照表数据。

AES应能在不挥发的存储器中存储最长可能的点波束对照表广播序列,包括8 192个字节。

10.5 系统数据 / 维修接口要求

10.5.1 概述

AES应提供至其他航空电子设备的通信信息接口或从其他航空电子设备接收控制指令。此接口还应用于传输有用维修数据或发布状态信息。

通过此接口,应能交换、申请和提交全部数据信息或其一部分。

10.5.2 物理层与链路层要求

AES应提供一个面向比特的接口,与传输分组方式数据所用相同。

10.5.3 电报格式

电报(即指令、控制与数据库信息)应唯一地确定。信息长度应等于整数个字节,且可变。所有数据信息的元素至少占一字节长,也可能占多个字节。对于未占满一个字节的数据,应从右面对齐。

10.5.4 系统状态与故障一览表

AES应保持其当前状态及运行时可检测的故障状态的记录。其他航空电子设备可以申请传输这些数据,作为一般指令 / 控制数据的一部分。

10.5.5 GES特殊数据广播

若AES实施这种可选择的广播服务,则AES应提供适合于航空电子设备的专用接口,处理这种广播服务。

11 链路层测试要求(选项)

11.1 链路层测试建议

建议把延迟回波应用(DEA)功能作为模拟附加链路服务用户,以便对卫星通信链路层协议进行测试。

DEA协议(DEAP)是建立在参数化回波原理基础上的,即一个DEAP数据单元(DEAPDU)在链路协议数据单元(或SU)中作为用户数据传送,并用此来确定被测系统(SUT)的性能。所有测试都由较低层测试装置遥控启动。

回波参数化的意义是:

——所期望的反应由所收到的DEAPDU确定。所期望的反应通常是把数据传送到链路层,以便进行下行链路传输;

——DEAPDU也指示用于下行链路传输的参数;

——DEAPDU还指示下行链路传输什么样的用户数据。

另外,所期望的反应可能被延迟。

11.1.1 反应排队测试

DEA应根据与回波延迟反应相应的延迟参数值,保留一个所要处理的“反应”的排队。该排队必须能保持至少5个响应,总数为600个字节。

应能通过较低层测试装置的指令来清除反应排队。

该排队应只能在较低层测试装置的指令下执行。

11.1.2 LIDU缓存器测试

除反应排队外,DES至少应存储所接收的最后两个链路接口数据单元(LIDU),供报告功能使用。

11.2 DEAP

11.2.1 隐式反应

如果接收到下列信息,DES应不作出反应(除存储LIDU之外);

——一个DEAPDU,其链路接口控制信息(LICI)指示接收出错(当使用直接链路服务(DLS)时);

- 一个LIDU,它表明一个R信道或T信道传输失败(当使用可靠链路服务(RLS)时);
- 一个LIDU,它表明一个R信道或T信道报文已得到地面应答(RLS);
- 一个LIDU,它表明一个R信道或T信道报文的传输已经完成(DLS)。

当DEA从AES管理功能得到通知,一个最初注册或者一个注册更新过程正在进行,则DES应清除反应排队,还应清除LIDU缓存器。

收到无效的DEAPDU,应导致“不作任何事”反应。

11.2.2 显式反应

较低层测试装置利用DEAP告诉DEA对所收到的LIDU如何作出“反应”。因此每个DEAPDU包含一个“反应”代码。DEA应对刚收到的以及早先在排队中存储的DEAPDU两者都作出反应。

只有一种由较低层测试装置传送并由DEA接收的DEAPDU格式。图10给出了这种DEAPDU的编码。DEAPDU具有下列参数:

REACTION(反应):	该参数指示所期望的反应。REACTION参数的可能值为: 传送数据; 执行排队; 清除排队; 不作任何事。
DELAY(延迟):	如果延迟标志为“真”,则根据REACTION参数所建立的LIDU被存储于反应排队中;于是,一个延迟参数值被包含在DEAPDU的RES-PAR-VAL(预约参数值)字段中。如果延迟标志为“伪”,则LIDU被立即传送到链路层实体。在DEAPDU的反应参数置于“传送数据”时,延迟标志只能置于“真”。
RES-DAT-TYP(预约数据类型):	该参数指示要放入链路服务数据单元(LSDU)用户数据字段的数据被回送到较低层测试装置。这可表明所收到的DEAPDU应被回送或是DEA应发送一个报告DEAPDU。
RES-PAR-VAL(预约参数值):	该参数由一个TLV(类型长度数值)字段序列组成,每个字段对应于一个用于数据传输的链路层参数,而此链路层参数可能与已在正向所使用的链路层参数不同。 此外,如果延迟标志为“真”,则TLV字段之一也包含用于“传送数据”反应的延迟参数值。
DATA(数据):	该字段包含用户数据,直至所接收DEAPDU的数据字段的末尾。

RES-DAT-TYP和RES-PAR-VAL参数字段只在反应参数置于“传送数据”的DEAPDU中出现。

11.3 有效显式反应的处理

在处理一个有效显式反应时,DEA应暂时存储相应的LIDU,并执行下列4项之一:

- a)如果所接收DEAPDU的REACTION参数为“不作任何事”,则DEA应将DEAPDU吸收;
- b)如果所接收DEAPDU的REACTION参数为“清除排队”,则反应排队应被腾空,而且对所存储的反应不作处理;
- c)如果所接收DEAPDU的REACTION参数为“执行排队”,则DEA应进行11.3.1所规定的步骤;
- d)如果所接收DEAPDU的REACTION参数为“传送数据”,则DEA应进行11.3.2所规定的步骤。

11.3.1 处理“执行排队”

如果接收到一个把反应参数置于“执行排队”的正确DEAPDU,则DEA应执行本步骤。在执行本步骤时,如果反应排队是空的,则终止本步骤,否则便执行下述动作:

- a)DEA应启动计时器,并对已存储在反应排队中的反应进行处理:

b) 当计时器数值与所存储反应的延迟参数值相等时,DEA应向链路层发送一个含有所需DEAPDU的LIDU;

c) 在处理完所有已排队反应时,计时器应停止工作并复位。

11.3.2 处理“传送数据”

11.3.2.1 延迟反应

当DEA接收延迟标志置于“真”的DEAPDU时,DEA应按照11.4所述步骤建立一个LIDU,并将该LIDU连同其延迟参数一起存储于反应排队中。

11.3.2.2 立即反应

当DEA接收延迟标志置于“伪”的DEAPDU时,DEA应在反应代码上立即作出反应。DEA应按照11.4所述步骤建立一个LIDU,并将该LIDU立即发送到链路层。

11.4 建立反应

11.4.1 建立LICI

根据在RES-PAR-VAL参数中所接收字段来建立LICI。每个字段含有用于LICI的每个参数的数值。所有链路层参数总是出现。

11.4.2 建立用户数据(由DEA传送的DEAPDU)

当响应LIDU建立时,可应用下述规则:

a) 如果RES-DAT-TYP参数表示“回波”,则用户数据应按照11.4.2.1所述步骤建立,并作为所建立LIDU的LSDU字段传送;

b) 如果RES-DAT-TYP参数表示“报告”,则用户数据应按照11.4.2.2所述步骤建立,并作为所建立LIDU的LSDU字段传送。

11.4.2.1 回波

LSDU应按照下述步骤建立:

a) 如果所接收DEAPDU的DATA参数的第一个字节等于FF(十六进制值),则放入已建立LIDU的LSDU应由所接收DEAPDU的前N个字节组成。N为1~255的数,并在所接收DEAPDU的DATA参数的第二个字节时被编码;

b) 如果所接收DEAPDU的DATA参数的第一个字节不等于FF(十六进制值),则LIDU应含有如LIDU中所收到的LSDU,也就是说,全部DEAPDU被返回,包括所接收DEAPDU的报头并直至包括其DATA参数。

11.4.2.2 报告

LSDU应包含一个“报告”DEAPDU,以表明正好在包含“报告”申请的那个LSDU之前已收到LIDU。此外,还应按图11所给出的规则,对LSDU编码。LSDU的参数应按下述建立:

RECEIVED-LIDU(所接收LIDU): 包含识别RECEIVED LIDU的一个代码(见图11)。

RECEIVED-PAR(所接收参数): 该参数包含TLV编码值的一个列表,每个值代表所接收LIDU的一个参数。所包括的列表在表17中被规定,并用表列值表示LIDU。在表列值中所列的所有参数都将以同样的顺序出现。不包括额外的参数,甚至零长度的参数。
在LIDU不存在的情况下(也即在注册或注册更新之后),该字段将为零。

RECEIVED-DAT(所接收数据): 该字段包含RECEIVED LIDU的LSDU。
在传输状态指示LIDU的情况下,该字段将包含相关DEAPDU的前两个字节,在LIDU不存在的情况下(也即在注册或注册更新之后),该字段将为零。

表 17 LIDU 和参数

LIDU 名称	参 数
数据申请 (链路服务用户到链路层)	GES ID 链路服务类型 (RLS/DLS) Q 优先级别 链路服务用户数据 (或用于信令的 LSDU 识别, 包含应用参考号)
数据指示 (链路层到链路服务用户)	GES ID 链路服务类型 (RLS/DLS) Q 优先级别 所达到的传输质量 (差错/无差错) 链路服务用户数据 (或用于信令的 LSDU 识别, 包含应用参考号)
传输状态指示 (失败/成功/DLS 已发送)	GES ID 链路服务类型 (RLS/DLS) Q 优先级别 传输 ACK/NACK 相关 LSDU 的头两个八位字节 链路服务用户数据 (或用于信令的 LSDU 识别, 包含应用参考号)
流量控制指示	流量控制参数 (例如 ON/OFF)

12 分组方式数据业务

第1、第3和第4类AES应满足本章所规定的要求。

AES应给用户提供的交换虚电路业务。这种业务的设计,要与由符合国际标准化组织(ISO)规范的网络层实体所提供的其他面向连接的服务相兼容。

12.1 分组方式数据透明性要求

AES应提供航空卫星空地通信子网和用户之间数据的透明传输。为实现这种透明传输所用支持通信资源的方式,应不被用户所察觉。

AES应提供与分组方式数据业务有关的定时器。

12.2 分组方式数据业务接口要求

12.2.1 子网要求

AES应为航空卫星空地通信子网提供子网访问协议,并认为AES是“数据电路终接设备”(DCE)端,而与AES接口的其他航空电子设备是“数据终端设备”(DTE)端。所以,AES应提供下述功能:

- 主叫和被叫用户地址扩展;
- 快速选择;
- 快速选择接受;
- 吞吐率等级协商;
- 转接延迟选择和指示;
- 端一端转接延迟协商;
- 最小吞吐率等级协商;

——回送被叫地址的修改。

12.2.2 物理层和链路层要求

AES应提供面向比特的接口。对于在航空卫星空地通信子网内传输的分组数据,其序列、顺序或比特样式都应不受限制。该接口应支持可变长度子网访问协议数据单元的传输。链路层应能检测并纠正物理层中可能出现的差错。

12.3 分组方式数据业务定时要求

12.3.1 链路层定时要求

12.3.1.1 Pd / T信道时隙分配响应时间要求

在正确接收“T信道分配”SU,并对此时隙提供分配响应之后,AES应能在TPT秒之内发送出SU数目确定的T信道突发。

该定时要求规定如下:

$$T_{PT} = T_T - T_F$$

式中:TT——回传突发报头的前沿传送到天线的时间,s;

TP——在“T信道分配”SU之前独特码后沿通过天线的时间,s。

在P信道帧内,“T信道分配”SU首先被传送。

TPT的值取决于P信道的信道速率(见表18)。

表 18 T_{PT} 值与 P 信道信道速率的关系

P 信道的信道速率 (bit/s)	600	1 200	2 400	4 800	10 500
T_{PT} (s)	1.8	1.2	1	1	1

12.3.1.2 R / T信道切换定时要求

本要求只适用于具有单个R / T信道单元的AES。

在T信道预约开始之前0.2 s之内,AES应从R信道配置切换到T信道配置。

如果在下一个R信道帧时隙加上从R信道配置切换到T信道配置所需时间之内,已经接收到T信道预约“开始”,则AES应不再开始传输R信道突发。

12.3.1.3 T / R信道切换定时要求

本要求只适用于具有单个R / T信道单元的AES。

如果没有收到占用下一个时隙窗口的其他T信道预约,则在突发结束之后0.2 s之内,AES应从T信道配置切换到R信道配置。

时隙窗口的定义是,当前时间和下一个R信道时隙结束的时间,加上从R信道配置切换到T信道配置所需时间。

12.3.2 子网层定时要求

当数据链路层不实行接口流量控制时,使用下述定时要求。

在AES注册的所有情况下,对于正常通信量(业务)来说,AES的操作不应超过0.25 s,而连接则处于流量控制就绪状态。该时间间隔的确定是根据:

a) 向卫星子网相关子层传送一个具有128个字节用户数据字段的DATA原语的时间和相应的LIDU传送到链路层以供传输的时间;

b) 包含128个字节用户数据字段的DATA子网协议数据单元(SNPDU)的一个LIDU传送到卫星子网的时间和相应的原语,即一个具有128个字节的原语可以用来向高层实体(HLE)传送的时间。

在AES注册的所有情况下,对于无阻通信量(业务)来说,AES的操作不应超过0.125s。该时间间隔的确定是根据:

a)向卫星子网相关子层传送一个具有32个字节用户数据字段的“无阻数据”原语的时间和相应的LIDU传送到链路层以供传输的时间;

b)包含32个字节用户数据字段的“中断数据”SNPDU的一个LIDU传送到卫星子网的时间和相应的原语,即一个32个字节的“无阻数据”原语可以用来向HLE传送的时间。

12.4 分组方式数据业务缓存器要求

12.4.1 AES链路层缓存器大小要求

注:这些要求没有计及一些不现实的最坏条件,如所有可能的最大长度Q优先级报文互相干扰。此外,期望使用动态缓存器分配,也即一个缓存器不是永久性地对应于一个给定的Q优先级报文。

如果在总数200个SU以内,每个Q优先级对应一个报文,而且已通过P信道接收到这些有错报文(P信道应答并进行纠错处理),那么AES至少应能同时处理各种报文长度和Q优先级的任一有效组合。

AES应能暂时存储P信道上所接收到的至少160个信道SU(P信道报文装配进程)。

AES应能同时处理至少总数为280个SU的12个T信道LSDU,此外还应能存储总数为1300个字节的8个T信道LSDU,供以后处理(T信道申请产生进程)。

AES应能暂时存储最少总数为160个T信道SU的6个T信道LSDU,以便以后在T信道排队单元进程中进行处理。

AES应能暂时存储至少160个T信道SU,以便在T信道上传输(T信道发送进程)。

AES应能同时处理至少5个R信道报文(每个报文有3个SU,且优先级不同),此外还应能存储总数为165个字节的5个R信道LSDU,供以后处理(T信道申请产生进程)。

AES应能暂时存储至少25个R信道SU,以便在R信道上传输(R信道发送进程)。

12.4.2 AES子网层缓存器大小要求

根据AES的实现情况,在卫星子网访问、交互工作功能以及卫星特定子网以内,对于每一种进程,可分别分配进行虚信道操作的缓存器,或者也可以存在于一个公共区内。下述要求适用于整个第3层卫星子网。

AES应有足够的缓存器空间可用,以便进行多至32个交换虚电路操作。

作为一个例子,在每个交换虚电路的下行链路方向和上行链路方向,AES可提供足够的缓存器空间,以便保持12个DATA SNPDU,每个SNPDU的总长度为131个字节(用户数据加控制信息),或者保持总长度为506个字节的3个DATA SNPDU或任何等价配置。

此外,在每个交换虚电路的下行链路方向和上行链路方向,AES应提供足够的缓存器空间,以便保持1个“中断”SNPDU,其中每个“中断”SNPDU的总长度为34个字节(用户数据加控制信息)。

13 电路方式业务要求

第2类和第3类AES应满足本章所规定的要求

AES应能提供地对空载波语音激活的全双工电话。电话信道业务是建立在9600bit/s语音编码算法基础上的,并通过21000bit/s的射频(RF)信道发送,或是以4800bit/s语音编译码算法为基础,并通过8400bit/s的RF信道发送。电路方式数据业务为选项。

13.1 电路方式电话业务要求

AES应提供附录B(标准的附录)所述业务和功能。

用户可根据AES特定业务需要,选装加密设备。

AES应使用与电路方式业务有关的定时器。

13.2 电路方式数据业务要求

当电路方式数据业务被支持时,除附录B关于电话业务部分外,AES还应提供被确定用于电路方式

数据业务的服务和功能。

13.3 电路方式业务接口要求

13.3.1 信令要求

AES应向其他航空电子设备提供电路交换呼叫控制信令协议,以便对多路呼叫的建立和撤消进行控制。

13.3.2 物理层和链路层要求

AES应提供面向比特的接口。在报文之内,对于序列、顺序或比特样式应没有限制。

该接口应支持不同长度信令报文的传输。

对于在物理层可能出现的差错,链路层应能检测并有可能纠错。

13.4 电路方式业务定时要求

13.4.1 C信道分配响应时间要求

如果有足够的HPA功率和信道单元可供使用,则AES应发出C信道测试SU,以便在时间 T_{pc} 内,对正确接收的包含2个SU的“信道分配”报文作出响应。

响应时间规定如下:

$$T_{pc} = T_c - T_p$$

式中: T_c ——在包含测试SU的帧之前,独特码后沿传送到天线的时间,s;

T_p ——在“信道分配”SU之前独特码后沿通过天线的时间,s。

T_{pc} 的值取决于P信道的信道速率(见表19)。

表 19 T_{pc} 值与 P 信道信道速率的关系

P 信道的信道速率 (bit/s)	600	1 200	2 400	4 800	10 500
T_{pc} (s)	2.5	1.5	1	1	1

13.4.2 C信道释放响应时间要求

根据正确接收的“信道释放”SU,AES应在最后“信道释放”SU传输之后0.5s以内停止在C信道上传输,并切断载波。

13.4.3 C信道应答响应时间要求

根据正确接收的C“信道释放”SU,AES应发出一个C信道释放SU序列。第一个C信道释放SU应在1s以内发送。然后,应紧接着在反向C信道帧的子带字段内,发送下一个SU。

响应时间规定如下:

$$T_{cc} = T_{cr} - T_{cf}$$

式中: T_{cr} ——在包含第一个“信道释放”SU的帧之前,独特码后沿传送到天线的时间,s;

T_{cf} ——在包含最后“信道释放”的帧之前,独特码后沿通过天线的时间,s。

在正向C信道帧的前8个交织块内,收到的C信道释放SU被编码。

13.4.4 EIRP调节

根据正确接收的“信道报告”SU,AES应在5s以内调节其发射EIRP。

响应时间规定如下:

$$TEIRP = T_{ADJ} - T_{cf}$$

式中: T_{ADJ} ——EIRP指令被执行的时间,s;

T_{cf} ——在包含信道报告SU的帧之前,独特码后沿通过天线的时间,s。

在正向C信道帧的前8个交织块内,收到的C信道报告SU被编码。

13.4.5 话音/电路方式数据延迟

对于工作于21 000 bit/s或8 400 bit/s(传输速率)的C信道,AES应能适当处理话音(或电路方式数据),使得当L频段信号被环回时(例如采用卫星模拟器,将L频段发射频率1 626.5 MHz~1 660.5 MHz变为L频段接收频率1 530 MHz~1 559 MHz,便立即环回),发射编译码器输入端口与接收编译码器输出端口之间的数据延迟不超过155 ms(对于21 000 bit/s)或250 ms(对于8 400 bit/s)。

13.5 电路方式业务信令对AES缓存器大小的要求

具有电路方式能力的AES,在每个正向子带C信道上应能最少暂时存储3个所接收的C信道SU(子带C信道报文装配进程)。

具有电路方式能力的AES,在每个反向子带C信道上应能最少暂时存储6个SU,以供传输(子带C信道报文发送进程)。

14 环境条件

环境条件的目标和范围,应满足《机载设备环境测试程序》有关规定。

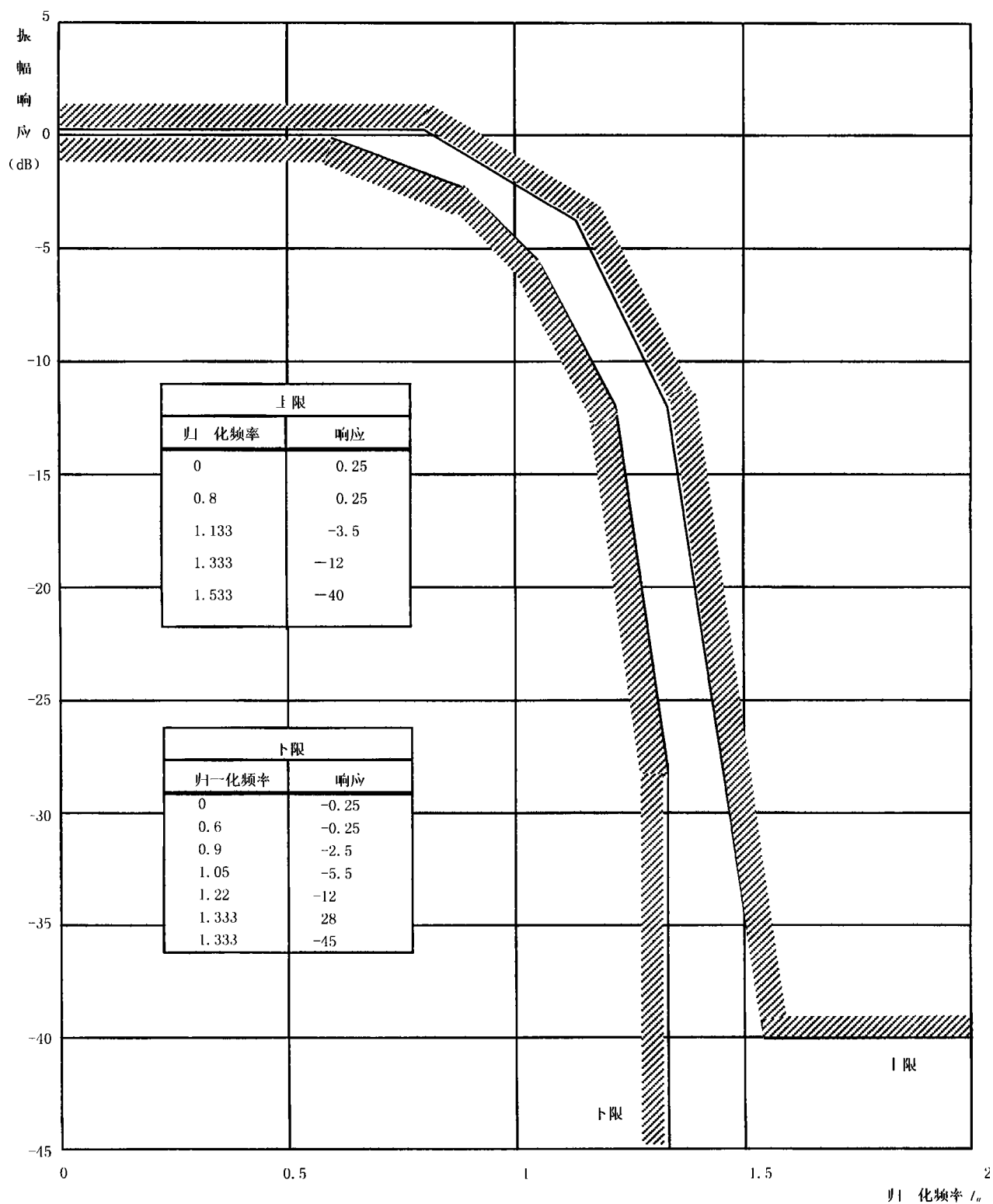


图 1 A-BPSK 滤波器振幅响应容限

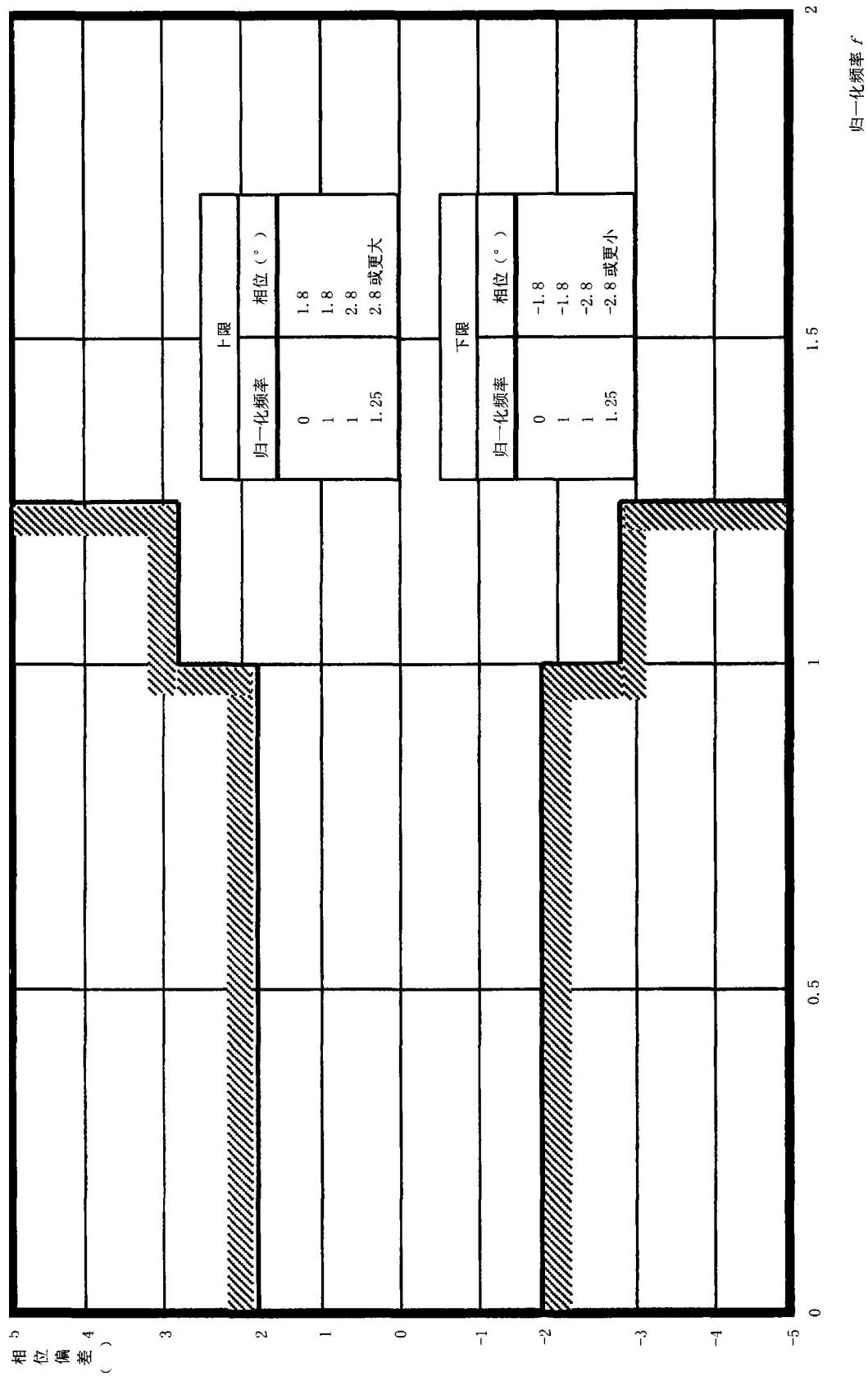


图 2 相位偏差容限——A-QPSK (100%滚降) 和 A-BPSK 脉冲整形滤波器频率响应相位偏离直线的偏差

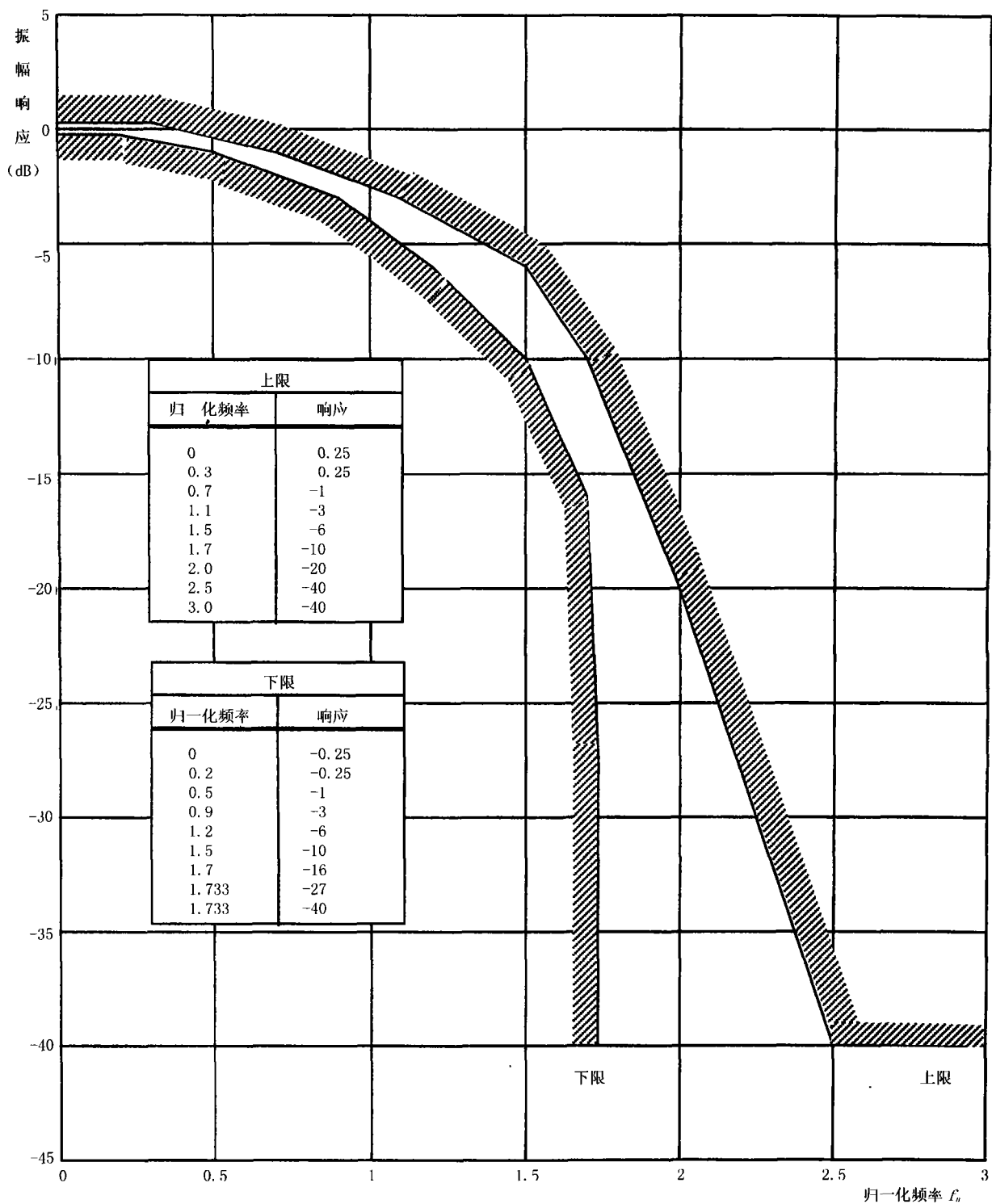


图 3 A-QPSK 滤波器 (100% 滚降系数) 振幅响应容限

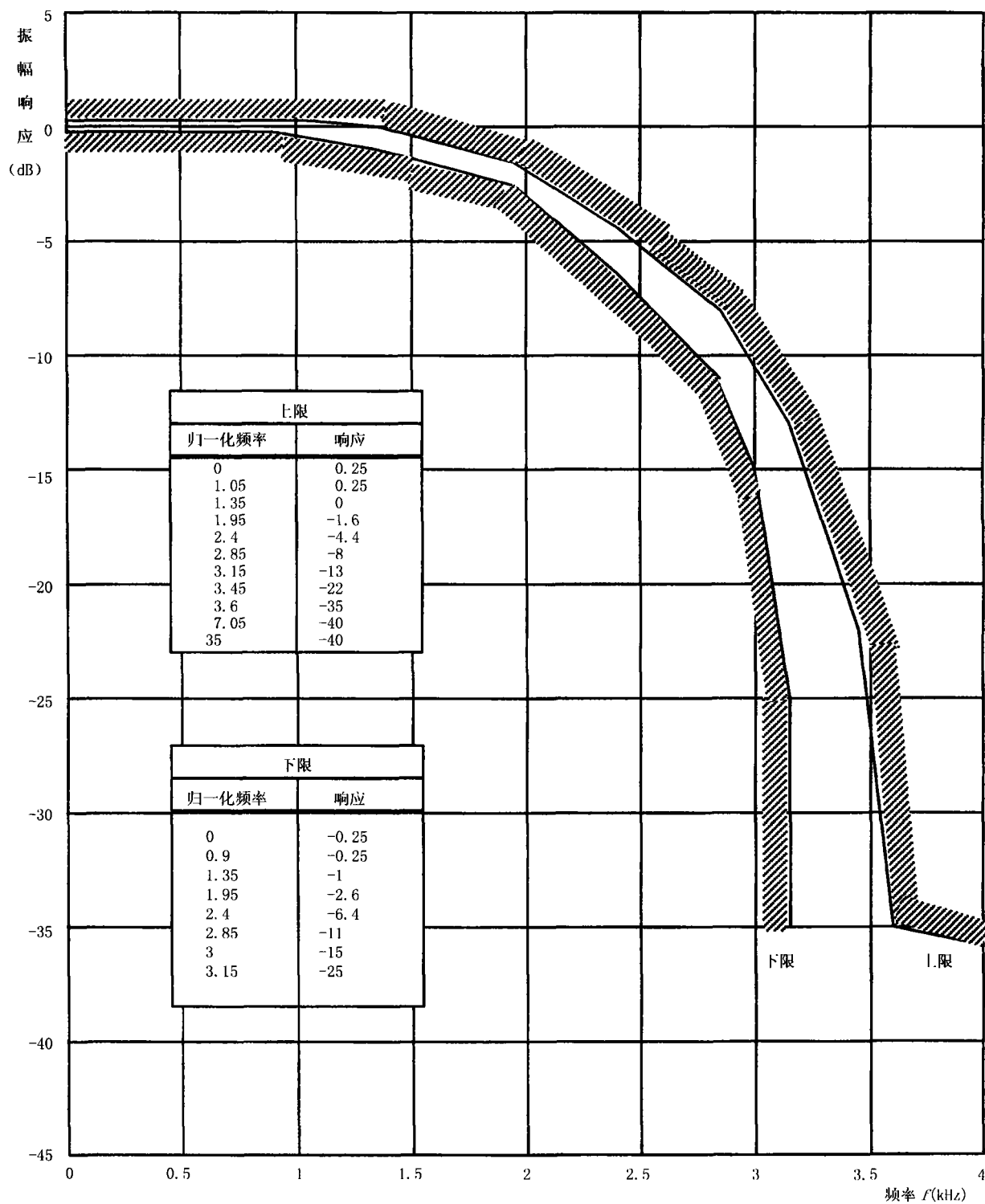


图 4 发射滤波器振幅响应容限 (8400 bit/s 信道——A-QPSK 60%滚降系数)

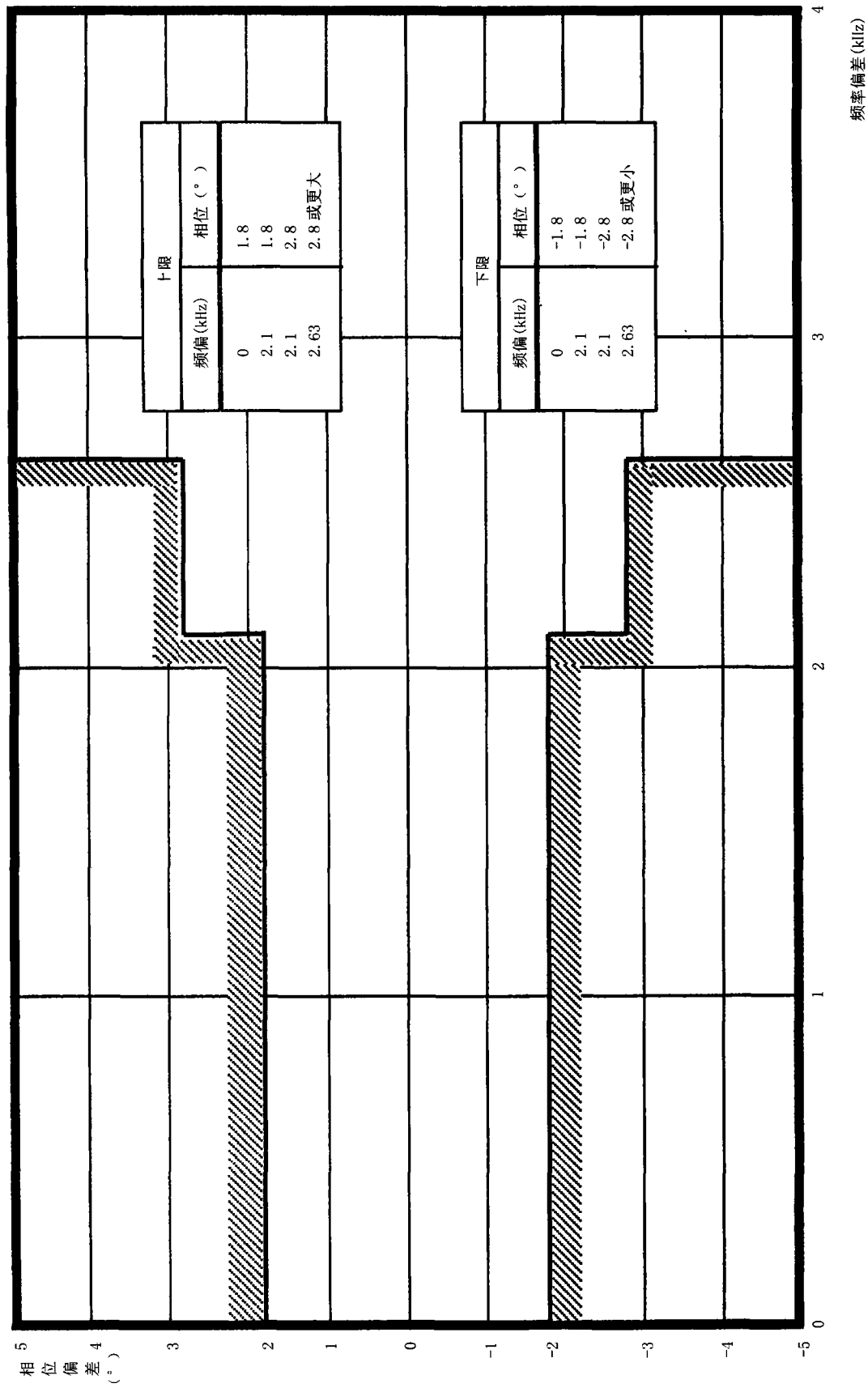


图 5 相位偏差容限——A-QPSK (100% 滚降) 脉冲整形滤波器频率响应相位偏离直线的偏差

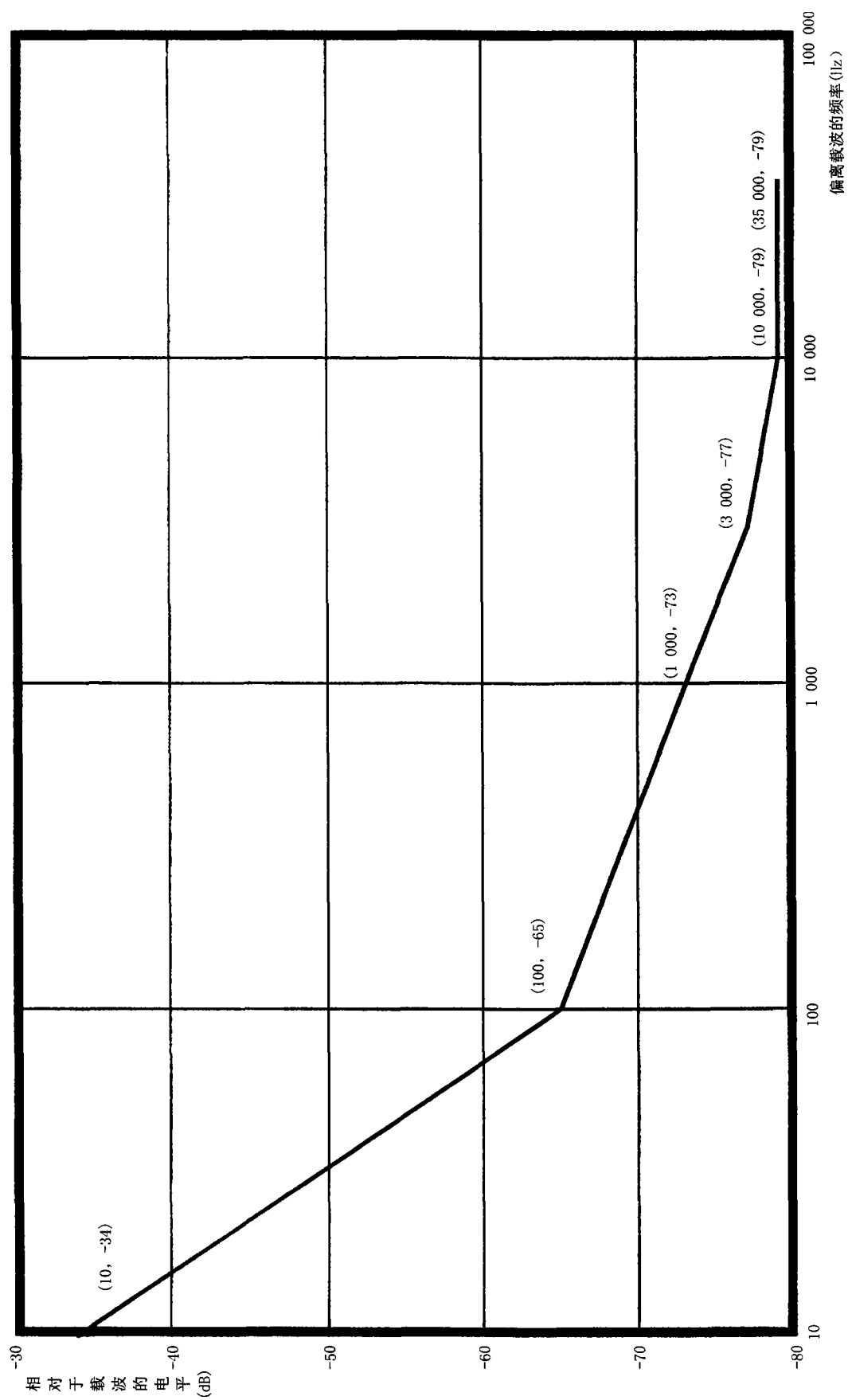
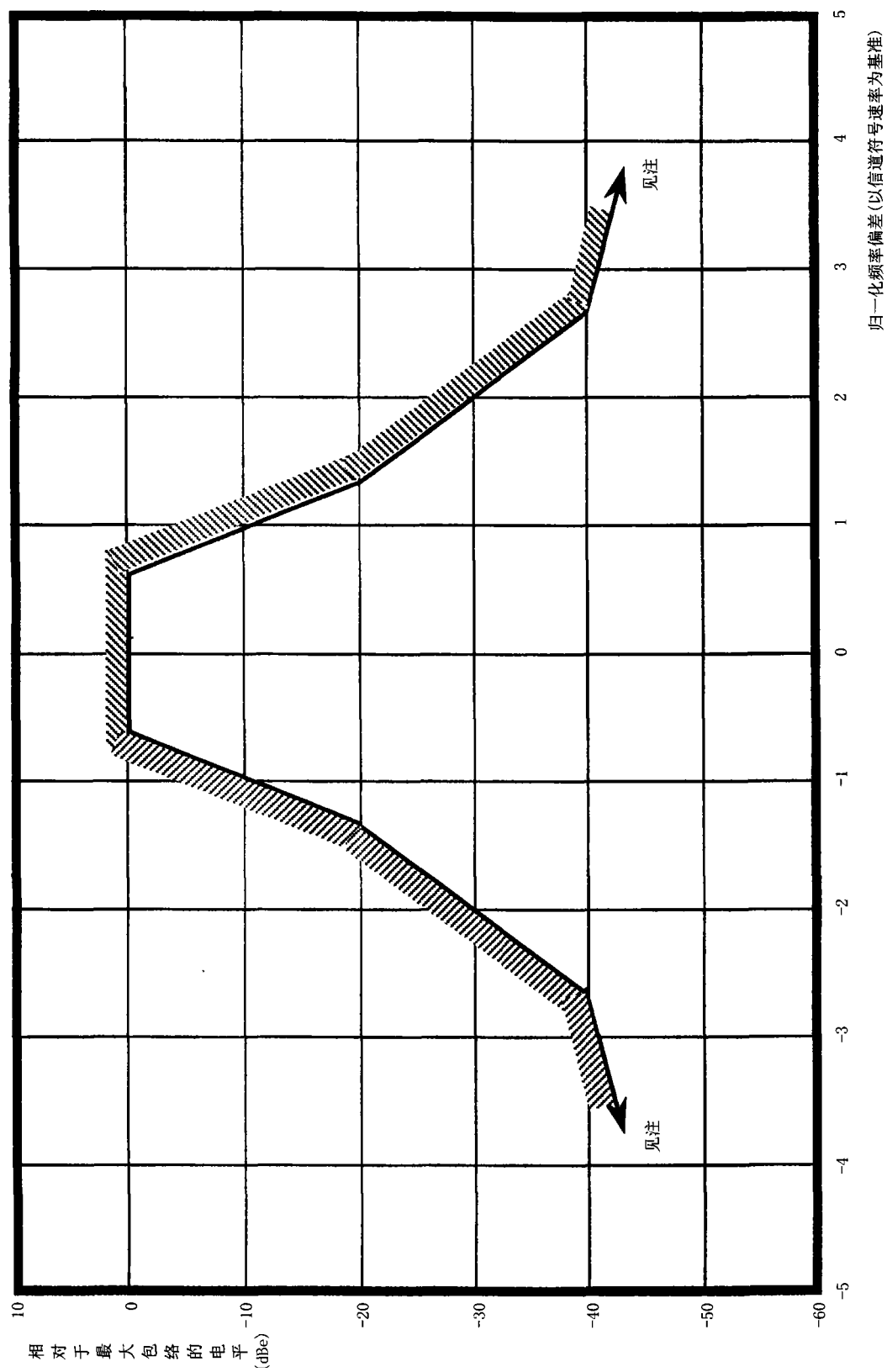


图 6 AES 接收的 L 频段信号相位噪声单边功率密度谱



在频差为 4 倍符号速率或 35 kHz (取其大者) 处, 衰减应大于 55 或 $37 + 10 \lg$ (载波功率瓦数) (取其大者)

图 7 AES 每载波发射频谱 (除 8 400 bit/s 外的所有信道速率)

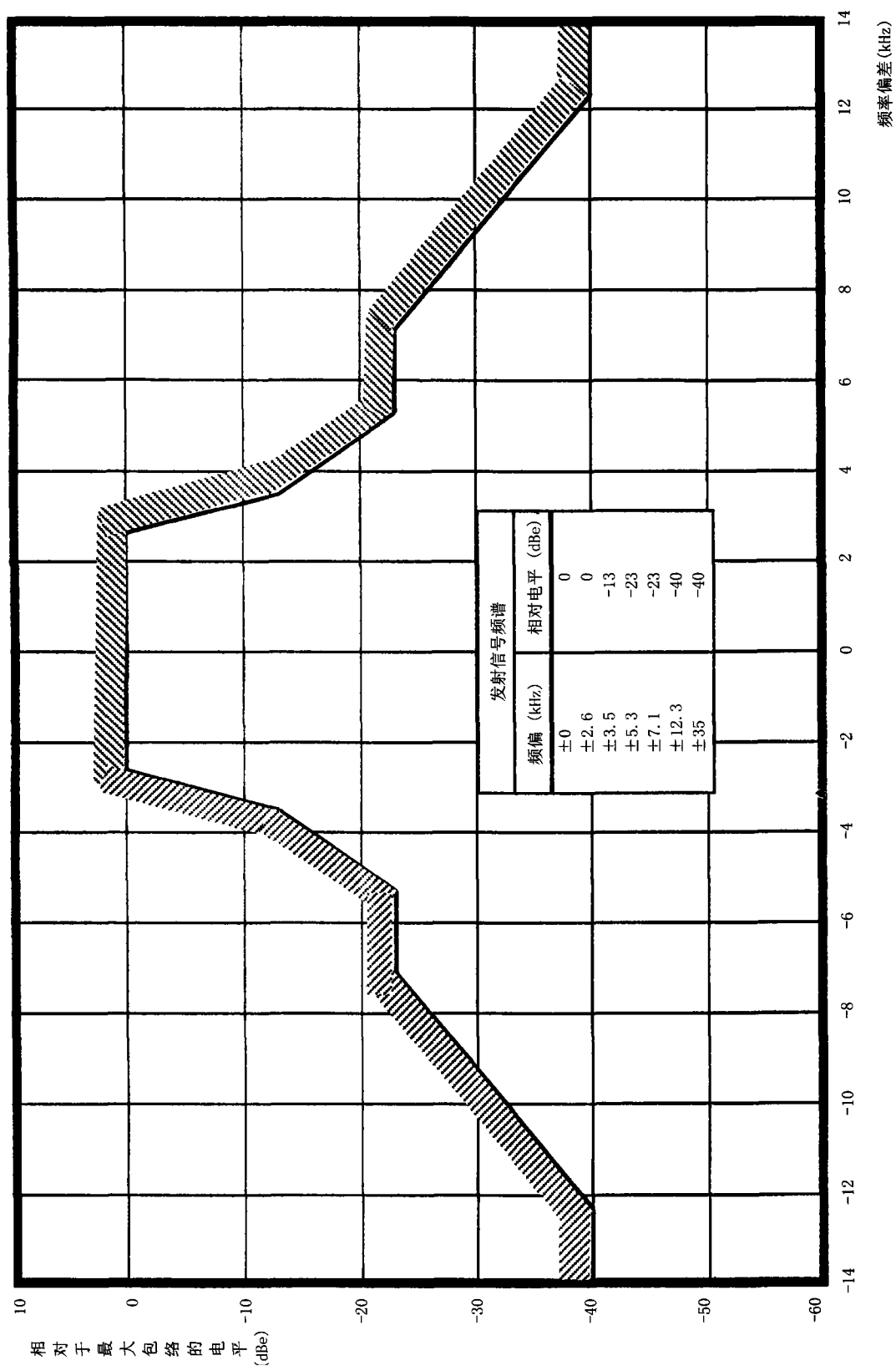
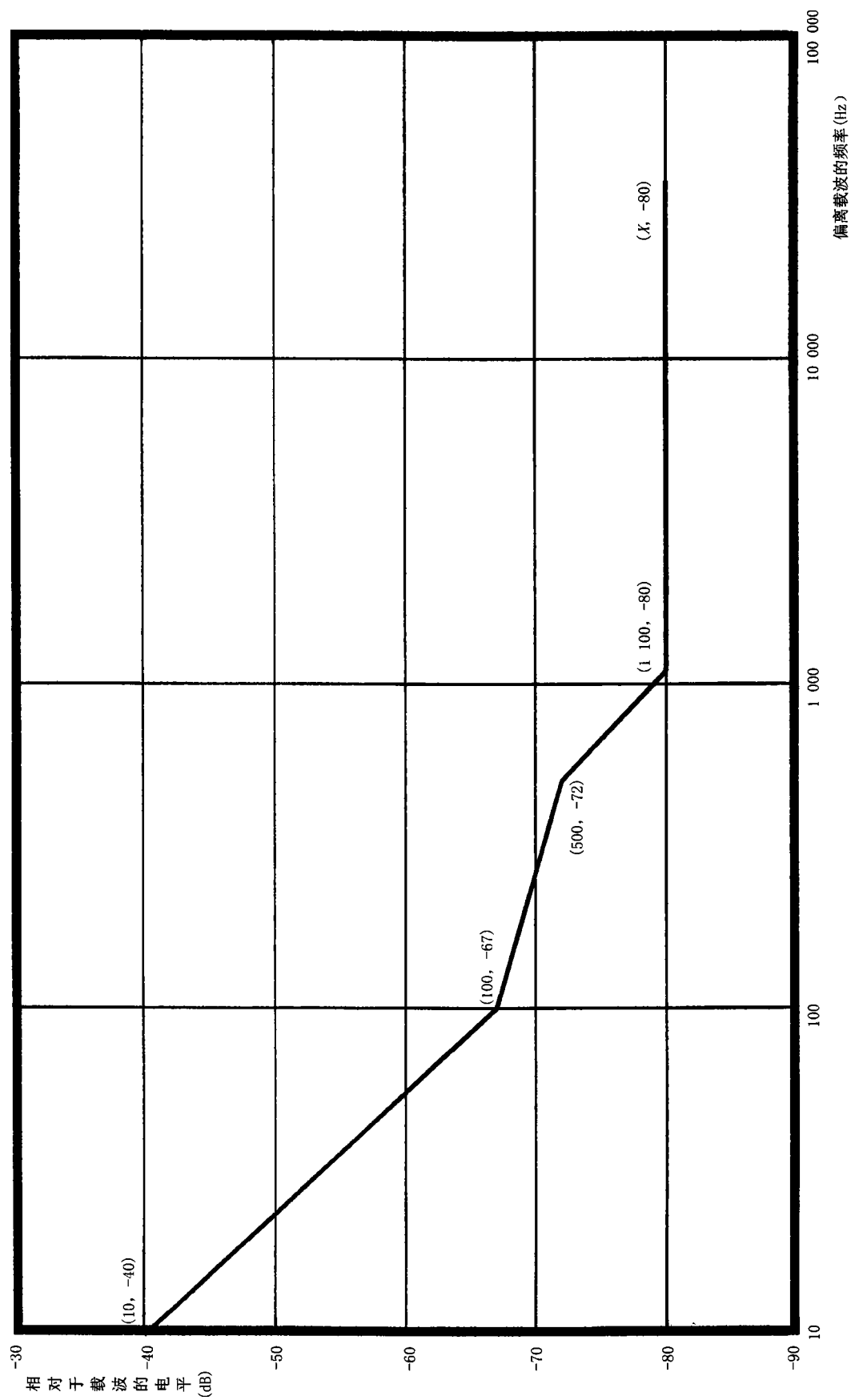


图 8 发射频谱限制线 (8 400 bit/s 信道——A-QPSK 60%滚降系数)



X 为 35 kHz 或 4 倍符号速率二者中较大的频率
图 9 AES 发射信号的相位噪声单边功率密度谱限制线

只有一种类型的 DEAPDU 由较低层测试装置发送并由 DEA 接收，其编码如下：

11111111	00000000	D	REACTION	RES-DAT-TYP	n	RES-PAR-VAL	“用户数据”
八位字节 1	八位字节 2	八位字节 3	八位字节 4	八位字节 5	八位字节 6 至 $6+n-1$	八位字节 $6+n$ 至 m (m 最大为 506)	

DEAPDU 参数定义如下：

八位字节 1：

(FF)_{HEX}

八位字节 2：

(00)_{HEX}

八位字节 3：

第 8 位（最高位）：

DELAY (D) 参数：

0 “延迟” “伪”

1 “延迟” “真”

第 7~1 位：

REACTION（参数）

发送数据： 0110000

执行排队： 0111100

清除排队： 0111101

不作任何事： 0111110

八位字节 4：

RES-DAT-TYP 参数：

返回 00001100

报告 00001111

八位字节 5：

RES-PAR-VAL 参数长度 (n)

八位字节 6 至 $6+n-1$ ：

RES-PAR-VAL：

(参阅图 12)

八位字节 $6+n$ 至所接收
LIDU 用户数据终了：

DATA 参数（选项）

图 10 由较低层测试装置发送的 DEAPDU 的编码

由 DEA 发送的报告 DEAPDU, 其编码如下:

11111111	00000000	所接收 LIDU	n	所接收参数	所接收数据
----------	----------	----------	-----	-------	-------

八位字节 1 八位字节 2 八位字节 3 八位字节 4 八位字节 5+ $n-1$ 八位字节 15 至 m (最大为 506)

八位字节 1:	(FF) _{HEX}	
八位字节 2:	(00) _{HEX}	
八位字节 3:	RECEIVED 所接收 LIDU:	
	“数据” (链路至链路服务用户):	00101110
	反向传输状态:	00101101
	“无” (即 LIDU 缓冲器消除后):	00101111
八位字节 4:	RECEIVED-PAR 参数长度 (n)	
八位字节 5 至 $5+n-1$:	RECEIVED-PAR:	
	(参阅图 12)	
八位字节 $5+n$ 至 REPORT		
DEAPDU 用户数据终端:	RECEIVED-DATA:	
	所接收 LIDU 的 LSDU	

图 11 REPORT DEAPDU 的编码

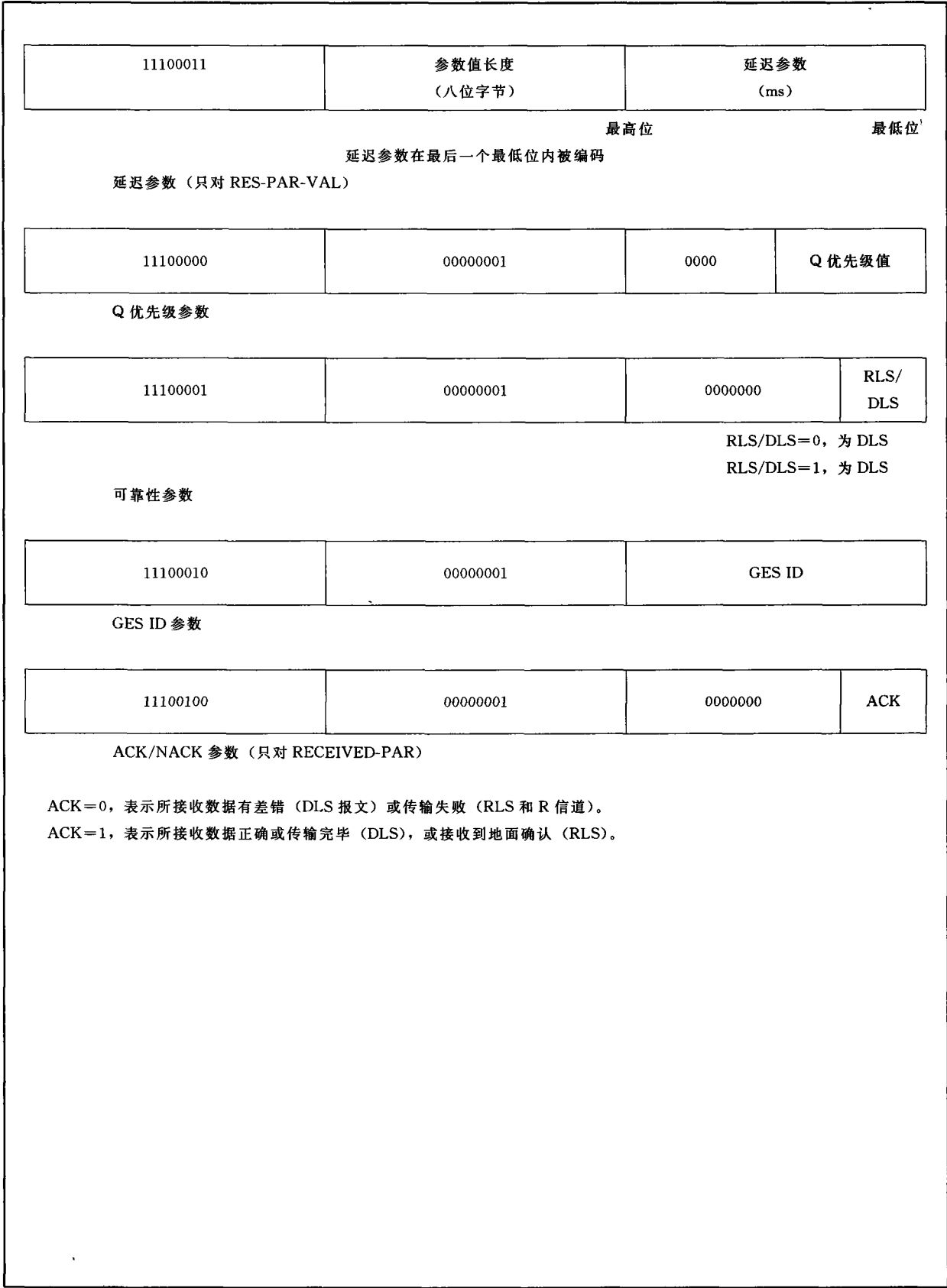


图 12 RES-PAR-VAL/RECEIVED-PAR 格式

AMSS信道单元的组成及其技术要求

A1 概述

A1.1 AMSS通信用P、R、T、C四种信道,各种信道均用数字调制,以提高卫星功率和频带利用率。本附录描述各种信道的组成及其信号格式与参数。

A1.2 AMSS初期系统组成见图A1,增强系统组成见图A2。初期系统与增强系统主要区别如下:

	初期系统	增强系统
a)P信道速率:	600bit/s	600,1200,2400,4800,10500bit/s
b)R,T信道速率:	600,1200bit/s	600,1200,2400,10500bit/s
c)C信道速率:	21000bit/s	5250,6000,8400,10500,21000bit/s
d)声码器编码速率:	9600bit/s	2400,4800,9600bit/s
e)卫星波束:	全球波束	全球波束+点波束
f)NCS:	无	有
g)APC主叫方:	AES	AES或GES
h)信道频率:	给各GES暂时分配一组频率	增加NCS信道库,按需分配给各GES
i)FEC:	卷积码,码率1/2,约束长度k等于7,8电平软判决维持比译码	对A-QPSK增加码率2/3,3/4或不用FEC
j)数据通信方式:	数据报方式	数据报和虚电路

随着系统的发展,增强系统可能增加其他功能。

A1.3 P、R、T、C四种信道的传输特性见表A1。这些信道速率的规定有利于实现单个可编程信道单元。例如,用5.04MHz的晶体振荡器作整数次分频可以产生表中各种速率。信道间隔的规定则考虑了在有频率漂移的情况下隔离相邻信道,不产生互相干扰。对于速率为600bit/s和1200bit/s的信道间隔,正向信道用5kHz,反向信道用2.5kHz。这是因为正向信道有未校正的由飞机高速运动引起的多普勒频移(对于亚音速民航飞机,这种多普勒频移可达 $\pm 2000\text{Hz}$),信道间隔需要宽一些,在反向信道中,飞行引起的多普勒频移由AES完全补偿,信道间隔可窄一些。

A1.4 AMSS的调制方式有两种:当速率小于或等于2400bit/s时,用A-BPSK;当速率大于或等于4800bit/s时,用A-QPSK。调制器的原理框图示于图A3及图A4。实际的调制器不一定用这种方式来实现。

A-BPSK是一种差分二相相移键控方式,输入数据 $a_i=0$ 时,调制器输出相位移动 -90° , $a_i=1$ 时,输出相位移动 $+90^\circ$ 。I代表同相信道,Q代表正交信道,I与Q的正交性应在 $\pm 1^\circ$ 之内,I与Q的幅度均等性应在 $\pm 0.1\text{dB}$ 之内。所用的脉冲整形滤波器(PSF)是滚降系数为0.4的平方根升余弦滤波器,滤波器特性见3.10。

A-QPSK是一种绝对相移偏差四相相移键控方式,先将速率为 $2/T$ 的输入数据流用串一并变换器变为两路速率为 $1/T$ 的数据流I和Q,再将正交信道Q延迟 $T/2$,然后对相互正交的载频进行调制,这样每次相位变化只有 90° 。I与Q的正交性应在 $\pm 1^\circ$ 之内,I与Q的幅度均等性应在 $\pm 0.1\text{dB}$ 之内。输出信号的相位规定如下:

<u>I</u>	<u>Q</u>	<u>相位</u>
1	1	+45°
0	1	+135°
0	0	-135°
1	0	-45°

所用的PSF是滚降系数为1(速率为8400bit/s时,滚降系数为0.6)的平方根升余弦滤波器,滤波器特性见3.11。

平方根升余弦滤波器的振幅响应(传输函数)为:

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{当 } 0 \leq f \leq 1 - \alpha \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \left[1 - \sin \frac{\pi}{2\alpha} (f - 1) \right]^{1/2} & \text{当 } 1 - \alpha \leq f \leq 1 + \alpha \\ 0 & \text{当 } f \geq 1 + \alpha \end{cases}$$

式中: f ——归一化频率(A-BPSK归一化至1/2信道速率,A-QPSK归一化至1/4信道速率);

α ——滚降系数(对A-BPSK, α 为0.4;对A-QPSK, α 为1或0.6)。

A2 P信道

A2.1 P信道功能组成

图A5为P信道组成框图,其发端包括:

- 数据扰码器;
- FEC编码器;
- 交织器;
- 定时标志插入器,帧装配器;
- 调制器。

其收端包括与以上功能互补的各组成部分。

A2.2 P信道帧格式

A2.2.1 一般特性

图A6与图A7为P信道帧格式。帧参数见表A2。各种速率P信道的帧周期,或是500ms(速率大于或等于2400bit/s时),或是500ms的整倍数(速率为600bit/s时,帧周期为2000ms;速率为1200bit/s时,帧周期为1000ms),以便简单地导出超帧(8s);R信道划分时隙和T信道预约时隙都要利用超帧。

P信道帧格式中包括5个字段:格式识别码,超帧计数,填充字段(速率大于2400bit/s时),信息字段和独特码。

A2.2.2 格式识别码

由4bit组成:0001。其他数值留待将来用。

A2.2.3 超帧计数

由12bit组成,又分三个4bit字段。

第一个4bit字段指示新超帧或新帧开始。对于每一超帧的起始帧(第0帧),此4bit取1111,对其余各帧,此4bit为0000。

第二个4bit字段用二进制数表示超帧内各帧的序号,第0帧序号为0000,第1帧为0001,第2帧为0010,如此类推。

第三个4bit字段重复第二个4bit的值。

A2.2.4 填充字段

速率为4800bit/s时,填充字段含16bit。

速率为10500bit/s时,填充字段含178bit。

填充字段的内容是重复0001直到填满规定的比特数。

A2.2.5 信息字段

信息字段包括n个SU(每个SU含96bit),经过扰码,卷积编码和交织。信息字段的总比特数、交织块数、n的数值均见表A2。

A2.2.5.1 扰码

在FEC之前,先用一个15级线性反馈移位寄存器作伪码扰码器,如图A8所示。扰码器与去扰码器的反馈多项式均为 $1+X+X^{15}$ 。

扰码器与去扰码器输入移位脉冲速率为每一信息比特移一位。扰码器的第一位输出信息与其初始状态对应,移一位后,再输出第二位,如此类推。

在每一帧的开始,将初始状态置入移位寄存器,其值可用程序控制,作为加密用。若无程控命令,则用默认值110100101011001作初始值,最左边的一位放在移位寄存器第一级中。

A2.2.5.2 FEC

经扰码后的信息,应采用码率1/2,约束长度k等于7的卷积编码器,其生成多项式为:

$$G_1: 1 + X^2 + X^3 + X^5 + X^6$$

$$G_2: 1 + X + X^2 + X^3 + X^6$$

输入与输出的关系如下(每2个输入比特对应4个输出比特):

输入比特	1		2	
输出比特	G1	G2	G1	G2

编码器逻辑图见图A8。从一帧到另一帧不清零。收端译码采用8电平软判决维特比译码器。

对于码率2/3的情况,输入与输出的关系如下(每2个输入比特对应3个输出比特):

输入比特	1		2
输出比特	G1	G2	G1

A2.2.5.3 交织

为了克服多径衰落的影响,要加交织器与去交织器以保持FEC的编码增益。交织块的大小与信道速率有关。每个交织块的行数统一规定为64,P信道交织块的列数与速率的关系见表A3。交织的作用在图A9中说明。

在发端,经FEC编码后的数据依次写入交织块的各列,从左上方第一个比特开始,直至右下方最后一个比特。然后,交织块中各行按公式 $R_j = R_i \times 27 \pmod{64}$ 交错。即原来第0行不变,原第1行变为第27行,原第2行变为第54行,原第3行变为第17行...,原第63行变为第37行。然后,交织块中的数据一行一行依次发出,从第0行最左边一个比特开始,直至第63行最右边一个比特。

在收端则进行与发端相反的变换:先将解调后属于同一交织块的数据一行一行写入交织块,再按公式 $R_i = R_j \times 19 \pmod{64}$ 恢复各行原来的顺序,然后自左至右一列一列读出。这样,在射频传输路径中由于多径衰落引起的突发式误码,经过收端去交织器的处理,将变成类似随机性的离散误码,有利于FEC译码器纠错。

A2.2.6 独特码

P信道的独特码规定如下:当信道速率小于或等于2400bit/s时,调制方式为A-BPSK,独特码为32bit:

1110 0001 0101 1010 1110 1000 1001 0011

当信道速率大于或等于4800bit/s时,调制方式为A-QPSK,独特码为64bit,是由上列32bit同时加在I和Q信道上构成。

A2.3 P信道性能

A2.3.1 BER

去扰码后的平均BER $\leq 1 \times 10^{-5}$ 。

A2.3.2 信道速率精度

优于 1×10^{-6} 。

A2.3.3 同步要求

为了使AES从接收一个P信道转到接收同一GES的另一个P信道时容易实现同步,同一GES的所有P信道应彼此同步。将来若需要,可采取措施使每一个GES的P信道都与世界协调时(UTC)同步,以保证所有利用AMSS的飞机有一个全球共同的同步基准。

A3 R 信道与T信道

A3.1 R信道与T信道功能组成

图A10为R信道与T信道功能组成框图,其发端(在AES内)包括:

- a)数据扰码器;
- b)FEC编码器;
- c)交织器;
- d)前置码与独特码产生器,突发装配器;
- e)调制器。

其收端(在GES内)包括与以上功能互补的各组成部分。

A3.2 R信道时隙结构与突发格式

图A11表示R信道时隙结构与突发格式,其突发参数见表A4。每次突发包括三个字段:前置码,独特码和信息字段。

A3.2.1 前置码

前置码包括一段未调制载波,作为收端载波恢复用;接着是一段被0、1交替调制的部分,作为收端位同步提取用。前置码结构如表A5所示。

A-BPSK前置码的未调段是具有恒定相位的信号,已调段则由输入到标准的A-BPSK调制器中交替的“0”和“1”形成。已调段的第一个比特应为“0”,其输出相对于未调段信号有 -90° 相位改变。

A-QPSK前置码的未调段,对应于理想A-QPSK调制器I与Q为全“0”输入时的输出信号,其相位是恒定的。已调段在I信道上由交替的“0”和“1”组成(第一个比特为“0”),在Q信道上为连续的“0”。

A3.2.2 独特码

与A2.2.6相同。

A3.2.3 信息字段

R信道每次突发的信息字段是一个320bit的交织块,它是由一个152bit的SU经过扰码后加八个全“0”填充比特,然后进行FEC卷积编码变为320bit,然后进行交织而成。

A3.2.3.1 扰码

与A2.2.5.1相同,八个全“0”填充比特不经过扰码。

A3.2.3.2 FEC

与A2.2.5.2相同,在每次突发的信息字段开始时,FEC编码器均重新初始化为全“0”状态。

A3.2.3.3 交织

R信道每次突发只含一个64行,5列的交织块,交织方法与A2.2.5.3相同。

A3.3 T信道时隙结构与突发格式

图A12表示T信道时隙结构与突发格式,其突发参数见表A6。每次突发包括三个字段:前置码、独特码和信息字段。

A3.3.1 前置码

与A3.2.1相同。

A3.3.2 独特码

与A2.2.6相同。

A3.3.3 信息字段

T信道一次突发中信息字段的长度可变,可包括n个标准长度(96bit)SU和一个缩短长度(48bit)SU,经过扰码后加16个全“0”填充比特,然后进行FEC卷积编码,再分为一个或若干个交织块进行交织。n为2~31之间的整数。

A3.3.3.1 扰码

与A2.2.5.1相同,16个全“0”填充比特不经过扰码。每次突发的信息字段开始时,扰码器均重新初始化。

A3.3.3.2 FEC

与A3.2.3.2相同。

A3.3.3.3 交织

T信道每次突发的信息字段由一个或多个交织块组成,每个交织块的行数为64,列数与信道速率及该次突发所要发送的SU的数目n有关,如表A7所示。

A3.3.3.4 突发识别码

如图A12所示,T信道每次突发都包括一个48bit的缩短SU,作为突发识别码,其中含3字节AES识别码,1字节GES识别码和2字节循环冗余校验码。

若GES收到一个T信道突发,发现其中的突发识别码被丢失,或缺少GES识别码,或指示是另一GES的识别码,则此GES应将此突发舍去不管。

A3.4 R与T信道发射定时

R信道在由P信道超帧导出的时隙中发送突发信号,其时隙长度与信道速率有关(见表A4)。任一R信道时隙前沿在AES天线处看应与P信道格式识别码的第一比特前沿(亦即独特码最后一比特的后沿)对齐,允许误差 $\pm 300\mu s$ 。每一时隙包含约40ms保护时间,如图A13所示。T信道亦与P信道超帧同步,但在一个8s超帧内可细分为1024个7.8125ms的时隙,如图A12所示。T信道突发开始时应在指定的T信道时隙前沿 $\pm 300\mu s$ 以内。在GES控制下,两个利用同一T信道的不同AES突发之间的最小保护时间为5个时隙,约39ms。图A14表示用P信道超帧作为T信道同步基准的情况。

A3.5 R与T信道性能

A3.5.1 BER

与A2.3.1相同。

A3.5.2 信道速率精度

优于 1×10^{-4} 和 $1/(2R)$,其中R为信道速率。 [附件10 第三卷 第一部分中4.4.3.1和4.4.4.1]

A4 C信道

每个C信道中包括一个主信道,可通声码话或数据,还包括一个速率低于600bit/s的子带数据信道,可通信令或少量用户数据。主信道与子信道用时分复用方式合成一个信道。

声码器的编码速率,初期系统用9600bit/s,将来可用4800bit/s,2400bit/s。

A4.1 C信道功能组成

图A15为C信道功能组成框图,其发端包括:

- a)主信道(语音或数据)接口与子带数据信道接口;
- b)主信道与子带数据信道复用器;
- c)数据扰码器;

- d) FEC编码器;
- e) 交织器;
- f) 前置码与独特码产生器, 帧装配器;
- g) 调制器;
- h) 帧同步和载波控制逻辑部件。

其收端包括与以上功能互补的各组成部分。

A4.2 C信道帧格式

图A16与A17为C信道帧格式。帧参数见表A8。各种速率的C信道, 其帧周期均为500ms。

正向C信道要加话音激活, 以节约卫星功率。每次激活后, 在突发开始时都有一段前置码和独特码, 以后每隔500ms重发独特码, 因此独特码的相位依赖于何时开始激活。

对于反向C信道, 不加话音激活, 在一次通信过程中连续发射载波, 开始发射时与正向一样亦有一段前置码和独特码, 以后每隔500ms重发独特码。

正向载波激活由C信道接口处的电信号控制。当C信道用于通话时, 此电信号由声码器产生。当C信道用于通数据时, 则选用数据接口单元, 在一次通信全过程中使信道始终处于激活状态。此外, 若有需要, 正向载波亦可由子带数据信道的信令信号激活。

当正向C信道的信道单元收到表示“有信号”的激活脉冲时, 立即开始一次新的突发。当收到表示“无信号”的去激活脉冲时, 应继续发射一段后置码, 然后撤消载波。

A4.2.1 前置码

C信道前置码与R信道的前置码类似, 但未调段和已调段的长度不一样, 其参数见表A5。

A4.2.2 独特码

C信道速率较高, 均用A-QPSK调制, 当信道速率为8400bit/s时, 独特码含104bit, 由I和Q信道上两个不同的52bit序列构成:

I	1010	1011	0011	0111	0110	1001	0011	1000	1011	1100	1010	0011	0000
Q	0000	1100	0101	0011	1101	0001	1100	1001	0110	1110	1100	1101	0101

当信道速率为其他数值时, 其独特码含88bit, 由I和Q信道上两个相同的44bit序列构成:

0100	0010	1101	1010	1111	0011	0100	1011	1011	0001	0001
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

A4.2.3 填充字段

图A16与A17中的填充字段比特数d1与信道速率有关, 见表A8。填充比特d1由0101 1010 0011 1100反复而成, 直到填满规定的比特数为止。填充比特d2全为零。当信道速率为8400bit/s时, 在FEC编码之后, 有一个填充比特d3, 其值为1。

A4.2.4 信息字段

表A8中规定了5种信道速率, 信道速率为21000bit/s, 8400bit/s, 6000bit/s时, 加FEC和交织; 信道速率为10500bit/s, 5250bit/s, 不加FEC和交织。五种速率的信息字段形成过程分述如下。

A4.2.4.1 信道速率为21000bit/s时, 信息字段的形成为:

- a) 由n等于3个96bit子带数据SU加12bit全“0”填充比特, 共300bit;
- b) 上述300bit子带数据与4800bit主带数据时分复用形成25个字段, 每个字段先是12bit子带数据, 然后是v等于192bit主带数据, 共5100bit;
- c) 在上述5100bit前面加上84bit全“0”填充比特, 共5184bit, 再按A2.2.5.1所述进行扰码;
- d) 经扰码后的5184bit再按A2.2.5.2所述进行FEC编码, 码率1/2, 变成10368bit;
- e) 将FEC编码后的10368bit分成27个交织块, 每块384bit(64行, 6列)按A2.2.5.3所述进行交织即形成信息字段。

A4.2.4.2 信道速率为10500bit/s时, 信息字段的形成为:

- a) 由n等于3个96bit子带数据SU加12bit全“0”填充比特共300bit;

b)上述300bit子带数据与4800bit主带数据时分复用形成25个字段,每个字段先是12bit子带数据,然后是 v 等于192bit主带数据;共5100bit;

c)将上述5100bit按A2.2.5.1所述进行扰码即形成信息字段。

A4.2.4.3 信道速率为5250bit/s时信息字段的形成为:

a)由 n 等于1个96bit子带数据SU加4bit全“0”填充比特,共100bit;

b)上述100bit子带数据与2400bit主带数据时分复用形成25个字段,每个字段先是4bit子带数据,然后是 v 等于96bit主带数据;共2500bit;

c)将上述2500bit按A2.2.5.1所述进行扰码即形成信息字段。

A4.2.4.4 信道速率为6000bit/s时信息字段的形成为:

a)由 n 等于2个96bit子带数据SU加8bit全“0”填充比特,共200bit;

b)上述200bit子带数据与1200bit主带数据时分复用形成25个字段,每个字段先是8bit子带数据,然后是 v 等于48bit主带数据;共1400bit;

c)在上述1400bit前面加上40bit全“0”填充比特,共1440bit,再按A2.2.5.1所述进行扰码;

d)经扰码后的1440bit,再按A2.2.5.2所述进行FEC编码,码率1/2,变成2880bit;

e)将FEC编码后的2880bit分成15个交织块,每块192bit(64行,3列),按A2.2.5.3所述进行交织即形成信息字段。

A4.2.4.5 信道速率为8400bit/s时信息字段的形成为:

a)3个96bit子带数据SU,共288bit;

b)上述288bit子带数据与2400bit主带数据时分复用形成25个字段,前24个字段的每个字段先是1bit参考比特,然后是 v 等于96bit主带数据,然后是12bit子带数据;第25个字段先是1bit参考比特,然后是 v 等于96bit主带数据,最后又是一个参考比特;总共2714bit;

c)将上述2714bit按A2.2.5.1所述进行扰码,后面再加16bit填充比特,共2730bit;

d)将上述2730bit按A2.2.5.2所述进行FEC编码,码率2/3,变成4095bit,后面再加1bit填充比特,共4096bit;由于前一帧填充比特的缘故,在每一个新帧开始时,FEC编码器都处在复位状态;

e)将FEC编码后的4096bit分成16个交织块,每块256bit(64行,4列),按A2.2.5.3所述进行交织即形成信息字段。

A4.2.5 后置码

正向C信道为突发式,每次突发末尾有一段后置码,其样式为:I信道为连续的“0”,Q信道为交替的“0”和“1”(开始第一个比特为“0”)。信道速率为8400bit/s时,信道单元在发完当前的交织块后,再发104bit;信道速率为其他数值时,若信道用了FEC和交织器,则信道单元在发完当前的交织块后,再发另一个完整的交织块;若信道未用FEC和交织器,则信道单元继续发射96bit。对这两种情况,所需要的码元照常取自信道接口。

A4.3 C信道性能

A4.3.1 BER

信道速率8400bit/s时,去扰码后的平均BER小于等于 5×10^{-3} ,其他速率BER小于等于 1×10^{-3} 。

A4.3.2 信道速率精度

优于 1×10^{-4} 和 $1/(2R)$,其中R为信道速率。[附件10 第三卷 第一部分中4.4.3.1和4.4.4.1]

表 A1 信道传输特性

信道速率 bit/s	信道间隔 kHz	调制方式	信道类型
21 000	17.5	A-QPSK	C
10 500	10.0 或 7.5	A-QPSK	C, P, R, T
8 400	5.0	A-QPSK	C
6 000	5.0	A-QPSK	C
5 250	5.0	A-QPSK	C
4 800	5.0	A-QPSK	P
2 400	5.0	A-BPSK	P, R, T
1 200	5.0 ^{*)} 或 2.5 ^{*)}	A-BPSK	P, R, T
600	5.0 ^{*)} 或 2.5 ^{*)}	A-BPSK	P, R, T
*) 5.0 适用于 P 信道, 2.5 适用于 R 和 T 信道。			

表 A2 连续数据信道帧参数 (P 信道)

			帧内比特数							
			编码后						编码前	
信道速率 bit/s	FEC 码率	帧周期(<i>T</i>) ms	信道	帧同步(<i>f</i>)	格式识别及 超帧计数	填充(<i>d</i>)	信息(<i>mf</i>)	交织器	总数(<i>t</i>)	信号块(<i>n</i>)
10 500	0.50	500	5 250	64	16	178	4 992	4 992	2 496	26
4 800	0.50	500	2 400	64	16	16	2 304	2 304	1 152	12
2 400	0.50	500	1 200	32	16	0	1 152	1 152	576	6
1 200	0.50	1 000	1 200	32	16	0	1 152	576	576	6
600	0.50	2 000	1 200	32	16	0	1 152	384	576	6
注:										
1 填充比特由 0001 反复而成, 直到达到要求的比特数为止。										
2 FEC——前向纠错。										

表 A3 P 信道交织块结构

信道速率 bit/s	600	1 200	2 400	4 800	10 500
每帧交织块数	3	2	1	1	1
每帧交织列数	6	9	18	36	78

表 A4 反向链路数据信道突发参数 (R 信道)

信道速率 bit/s	FEC 码率	比特数					信号块	周 期 ms		
		前置码	独特码	信 息	填 充	总 数		突 发	时 隙	保 护
10 500	0.5	504	64	304	16	888	1	84.6	125	40.4
2 400	0.5	152	32	304	16	504	1	210.0	250	40.0
1 200	0.5	200	32	304	16	552	1	460.0	500	40.0
600	0.5	224	32	304	16	576	1	960.0	1 000	40.0

注：前置码由用于载波恢复的未调制段以及其后所限的用于定时恢复的已调制段组成。

表 A5 突发方式道前置码结构

反向数据链路 R 和 T 信道前置码					正向链路话音信道 (C 信道) 前置码					
信道速率 bit/s	未调段周期		已调段 bit	总数 bit	信道速率 bit/s	FEC 码率	未调段周期		已调段 bit	总数 bit
	bit	ms					bit	ms		
10 500	248	23.6	256	504	21 000	0.5	336	16	504	840
2 400	78	32.5	74	152	10 500	1.0	160	15.2	256	416
1 200	126	105	74	200	8 400	2/3	0	0	0	0
600	150	250	74	224	6 000	0.5	96	16	144	240
—	—	—	—	—	5 250	1.0	80	15.2	128	208

注：A-QPSK 前置码的未调段，对应于理想的 A-QPSK 调制器全“0”输入时的输出信号，其相位是恒定的。已调段在 I 信道上由交替的“0”和“1”组成（第一个比特为 0），在 Q 信道上为连续的“0”。A-BPSK 前置码的未调段是具有恒定相位的信号，已调段由输入到标准的 A-BPSK 调制器中交替的“0”和“1”组成，已调段的第一个比特应为“0”，其输出相对于未调段信号有 -90° 的相位改变。

表 A6 T 信道反向链路突发参数 (预约式 T 信道)

信道速率 bit/s	FEC 码率	比特数					信号块	突 发 周 期 ms		
		前置码	独特码	信 息	填 充	总 数		公 式	最小	最大
10 500	0.5	504	64	$96+n \times 192$	32	$696+n \times 192$	n	$66.3+n \times 18.3$	102.9	633.1
2 400	0.5	152	32	$96+n \times 192$	32	$312+n \times 192$	n	$130+n \times 80$	290	2 610
1 200	0.5	200	32	$96+n \times 192$	32	$360+n \times 192$	n	$300+n \times 160$	620	3 020
600	0.5	224	32	$96+n \times 192$	32	$384+n \times 192$	n	$640+n \times 320$	1 280	6 400

注：

- 1 信号块的数目 n 可以是 2 到 $N_{\max}$ 中的任意整数， $N_{\max}$ 取决于信道速率：

$N_{\max}=18$ 信道速率 600 bit/s 时
 $N_{\max}=17$ 信道速率 1 200 bit/s 时
 $N_{\max}=31$ 为其他信道速率时
- 2 前置码由用于载波恢复的未调制段以及其后所跟的用于定时恢复的已调段组成。

表 A7 T 信道交织块结构

信道速率 bit/s	600	1 200	2 400	10 500
第 1 交织块列数	5	5	5	8~95 ^{*)}
后续交织块列数	3	3	3	—
*) 交织块列数与 n 有关, 从 8 至 95, 步进值为 3。				

表 A8 C 信道帧参数

帧周期: 500 ms; 独特码: 88 bit

			帧内比特数									
			编 码 后						编 码 前			
			信 道	填充(d_1)	可用的(ch)	交织器		总 数	主信道÷25 (v)	信号块(n)	填充(d_2)	
块数(i)	比特数(s)											
主信道速率 bit/s	FEC 码率	信道速率 bit/s										
9 600	0.50	21 000	10 500	44	10 368	27	384	5 184	192	3	84	
9 600	1.00	10 500	5 250	62	5 100	NA	NA	5 100	192	3	0	
4 800	2/3	8 400	4 200	0	4 096	16	256	2 730	96	3	16	
4 800	1.00	5 250	2 625	37	2 500	NA	NA	2 500	96	1	0	
2 400	0.50	6 000	3 000	32	2 880	15	192	1 400	48	2	40	

注：

1 填充比特 d_1 由 0101 1010 0011 1100 反复而成，直到达到规定的比特数为止。

2 填充比特 d_2 为全“0”，(在扰码、交织和 FEC 之前)。

3 对于 8 400 bit/s 的信道，有一个填充比特加在 FEC 编码之后，其值为 1；还有 26 个参考比特，在每个主信道数据块之前有一个参考比特，在最后一个主信道数据块之后有一个参考比特。

4 NA——不用。

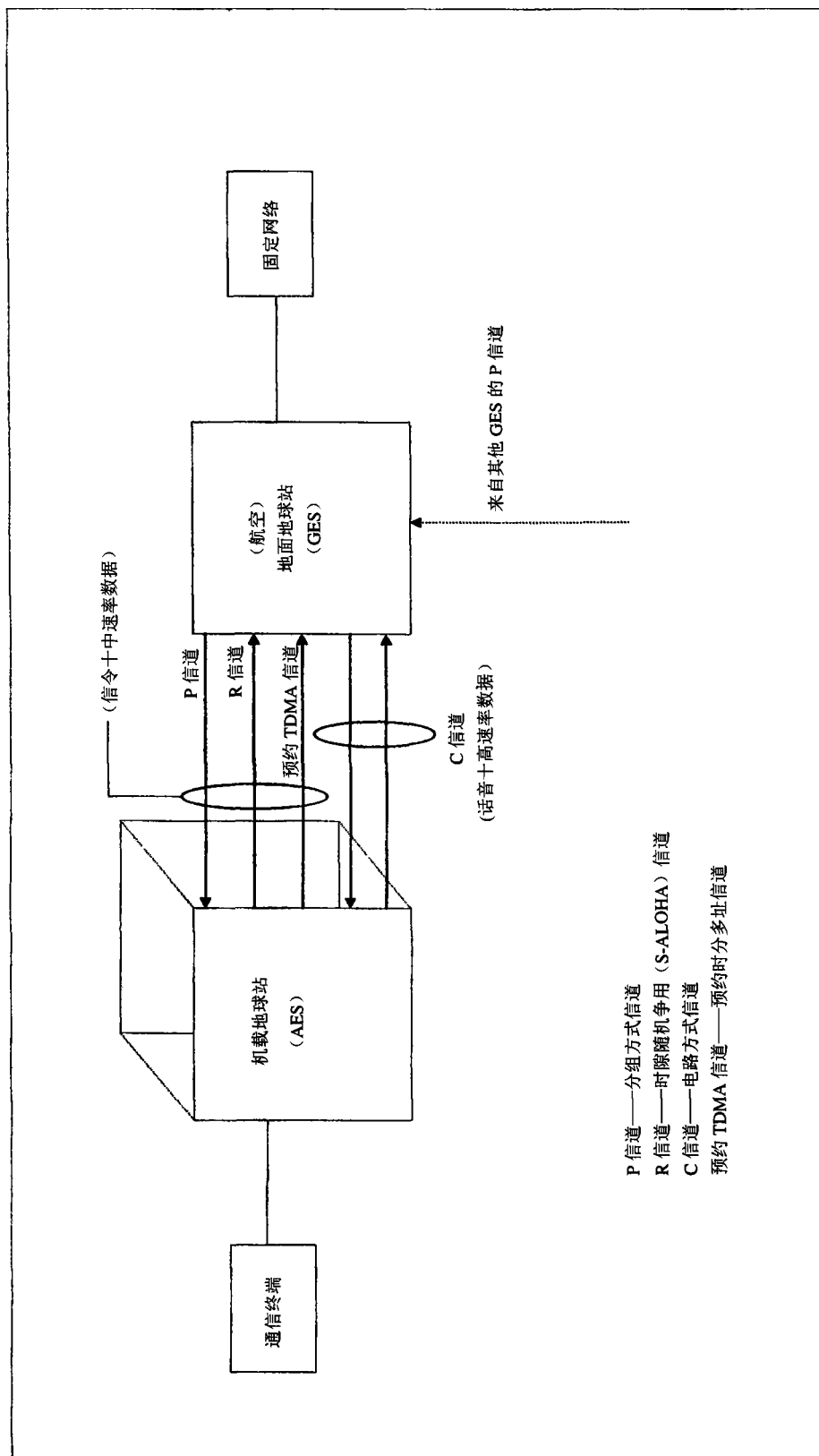


图 A1 AMSS 初期系统构成

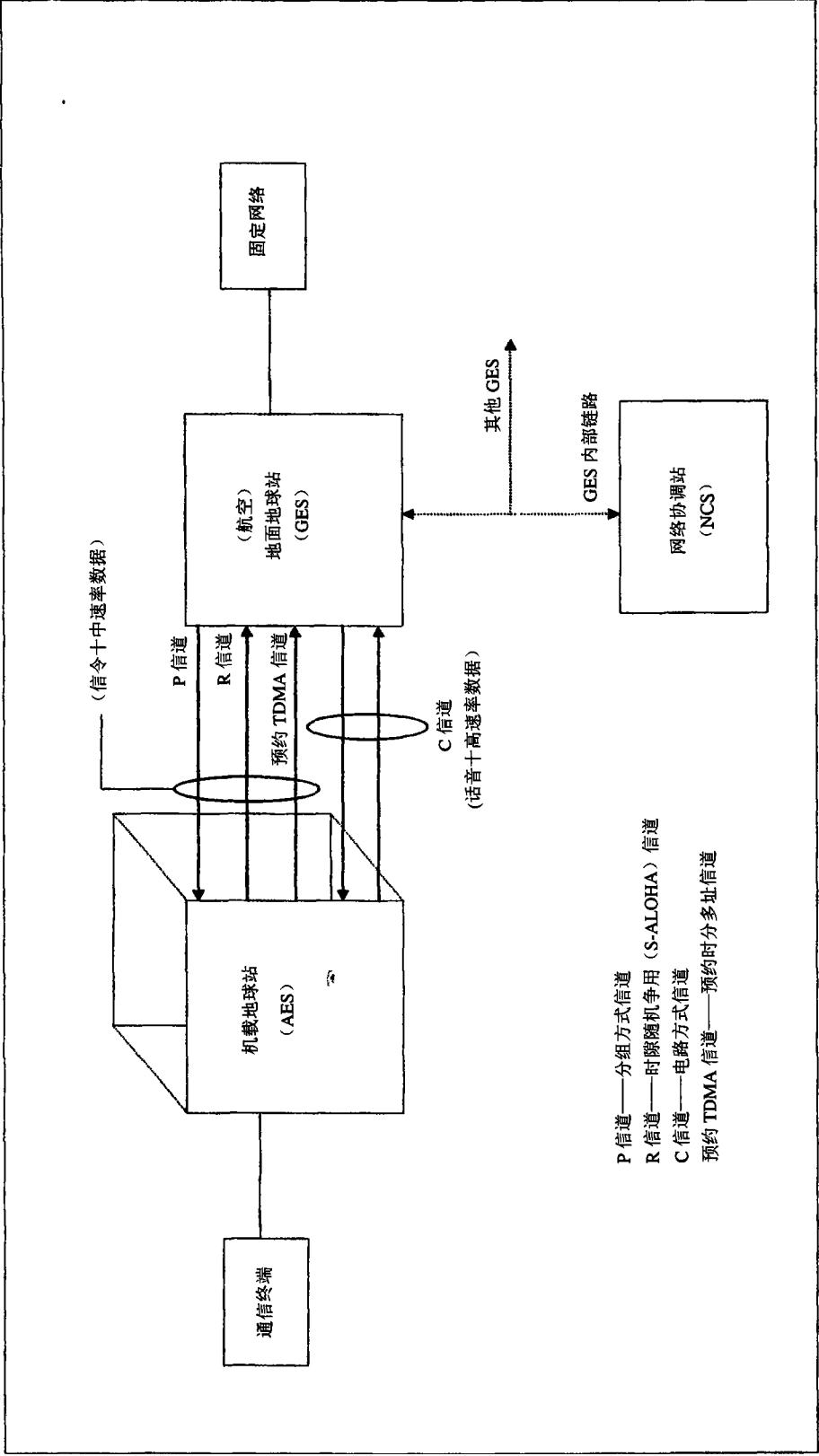
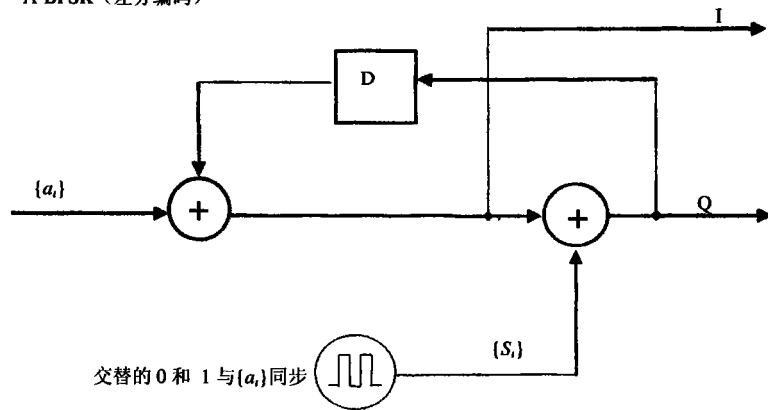


图 A2 AMSS 增强系统构成

A-BPSK (差分编码)



D 代表 1 bit 的延迟

+ 代表异或逻辑

编码公式
 $I_i = Q_{i-1} \oplus a_i$
 $Q_i = I_i \oplus S_i$

A-QPSK (绝对编码)

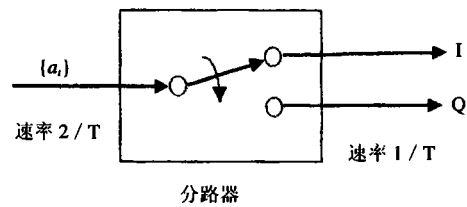


图 A4 调制器模型内的数据编码器

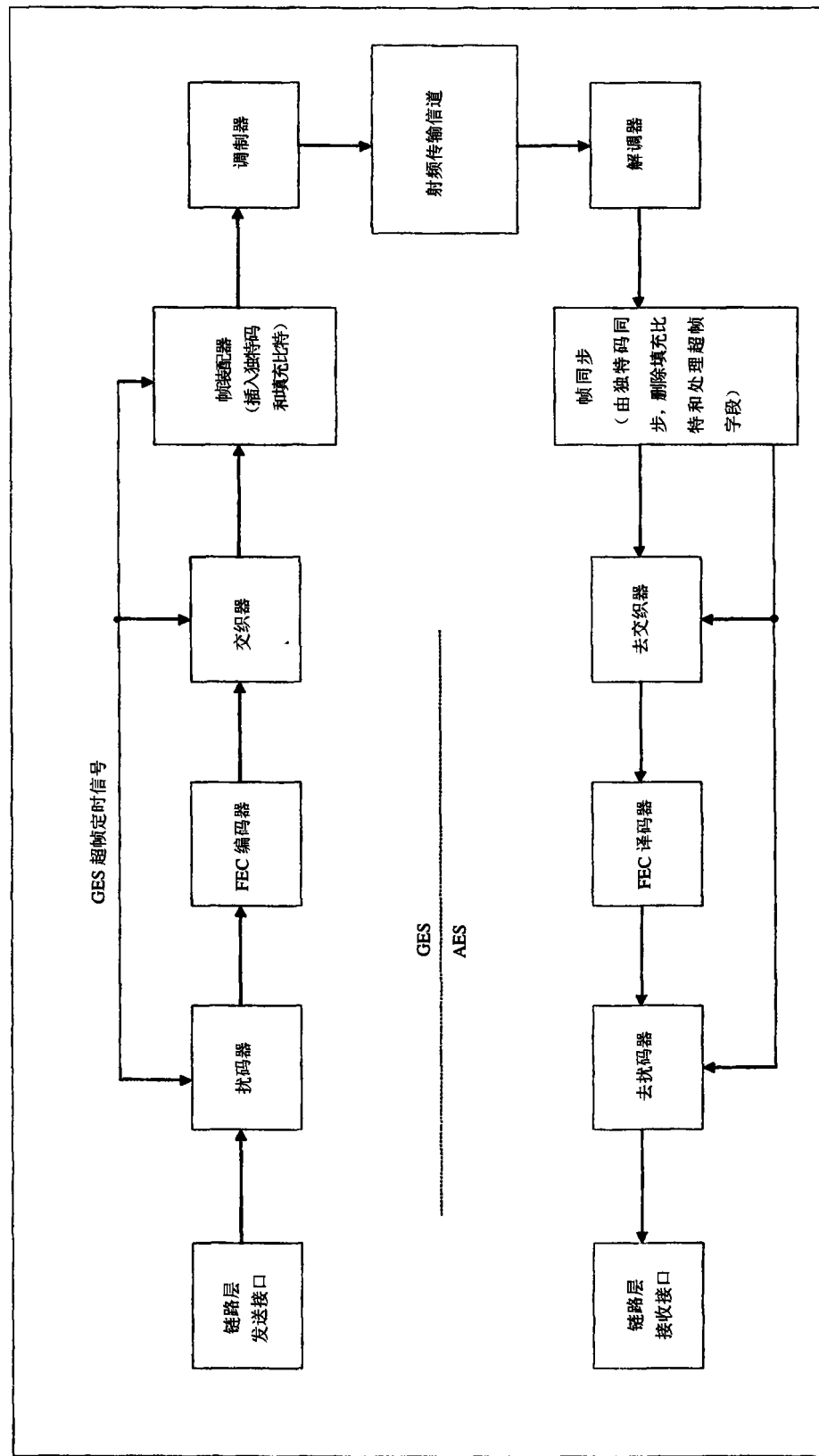


图 A5 P 信道功能框图

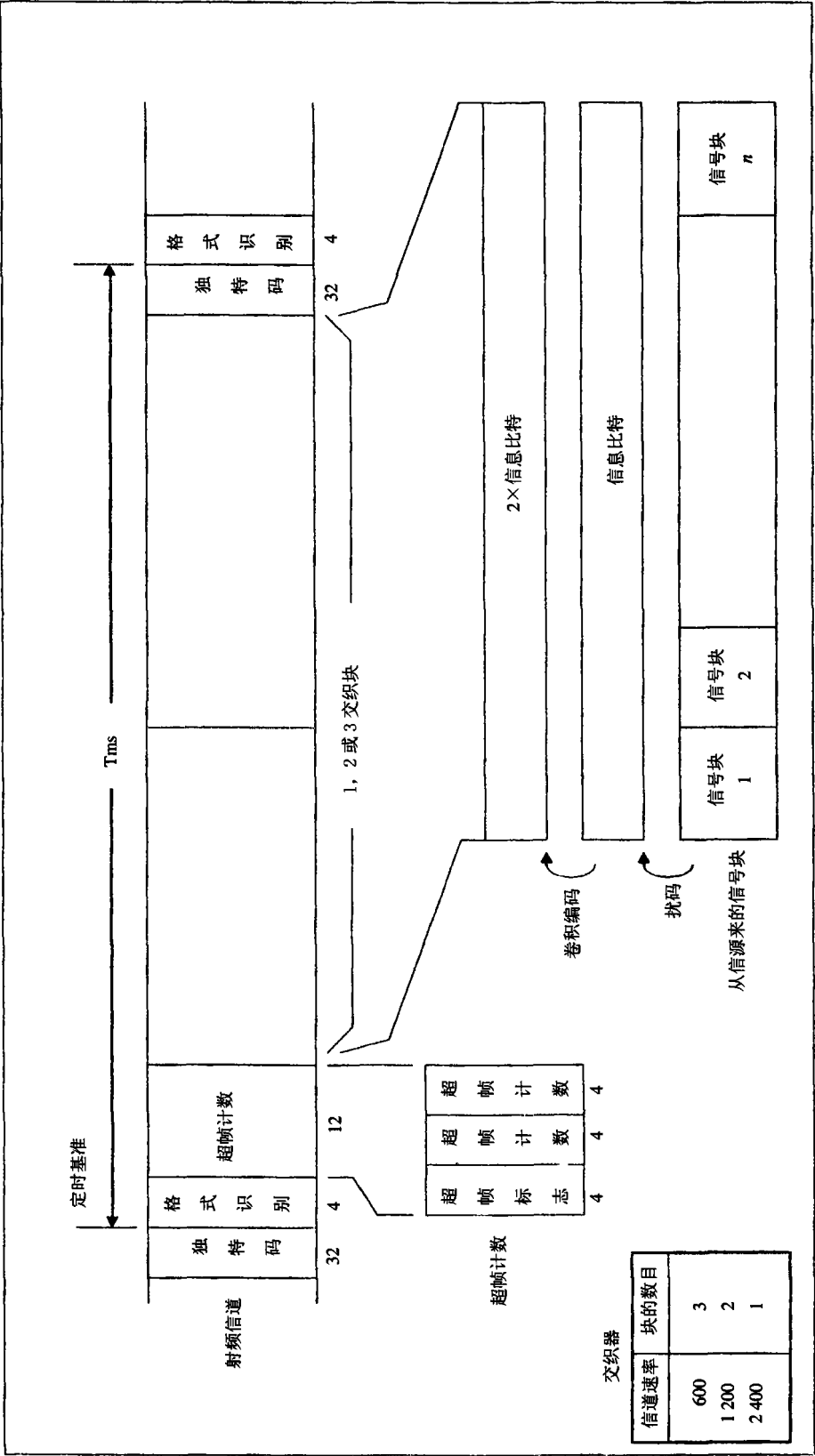


图 A6 P 信道格式(600,1 200,2 400 bit/s)

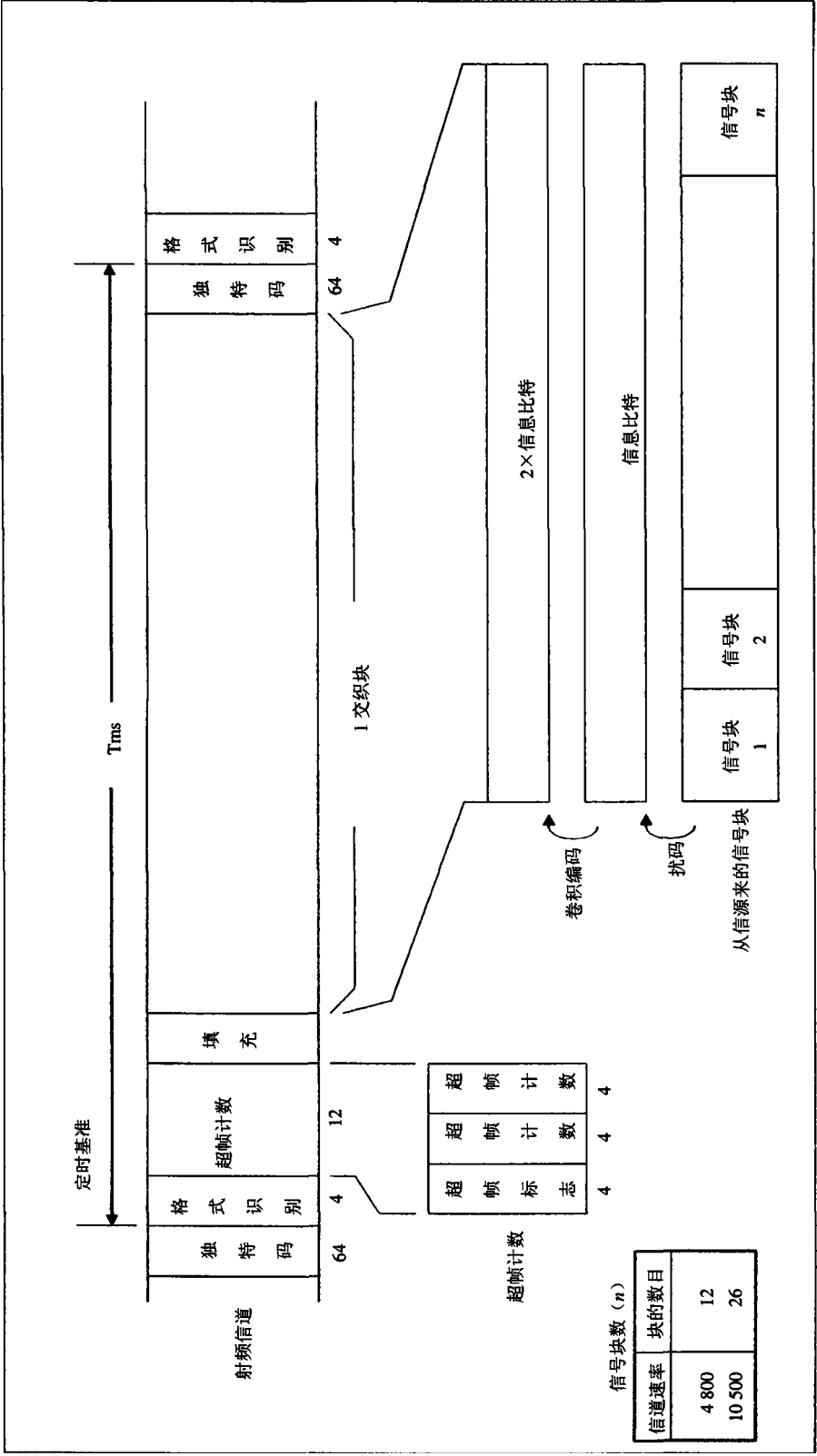


图 A7 P 信道格式(4 800,10 500 bit/s)

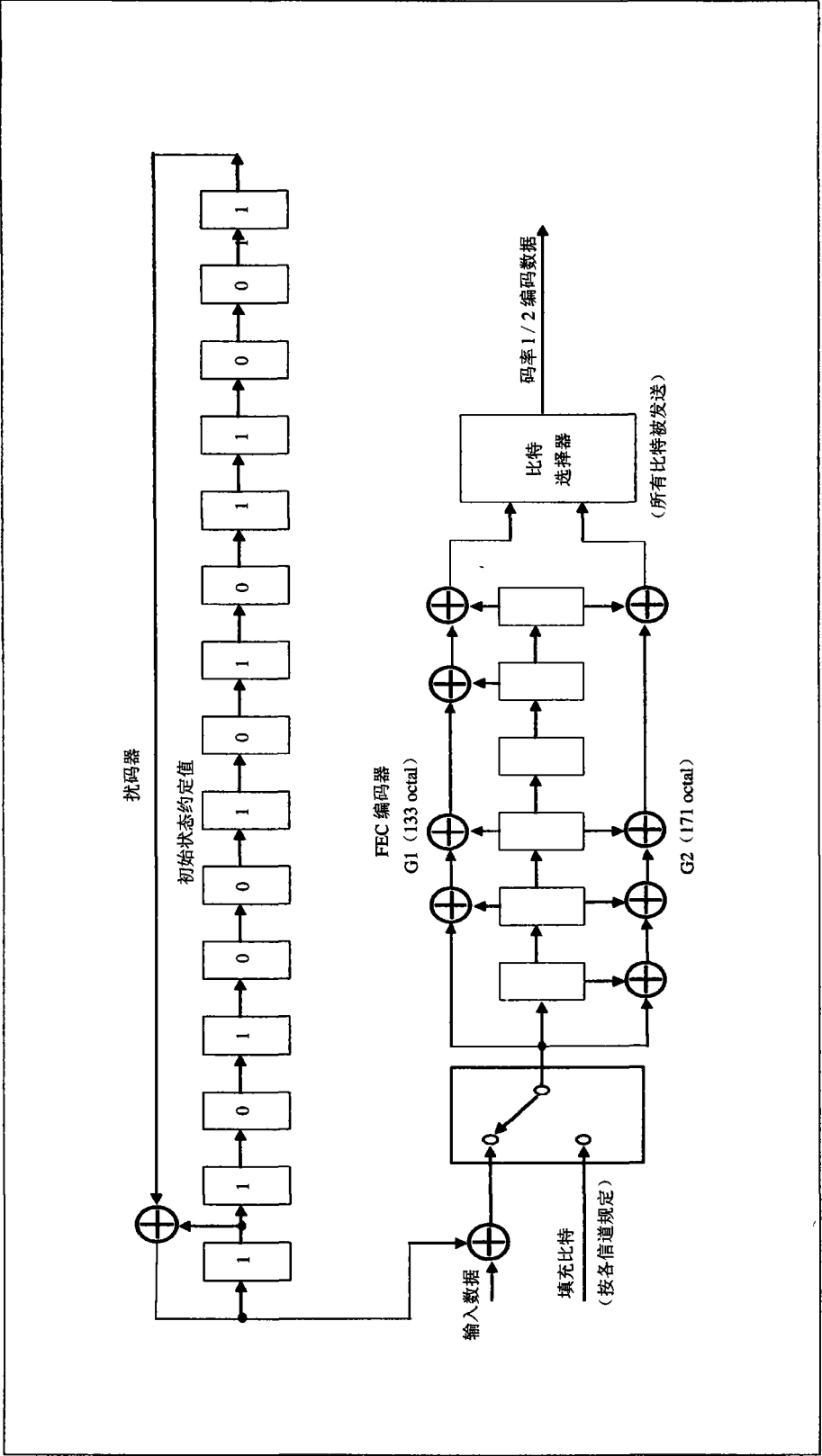


图 A8 卷积编码器及扰码器功能框图

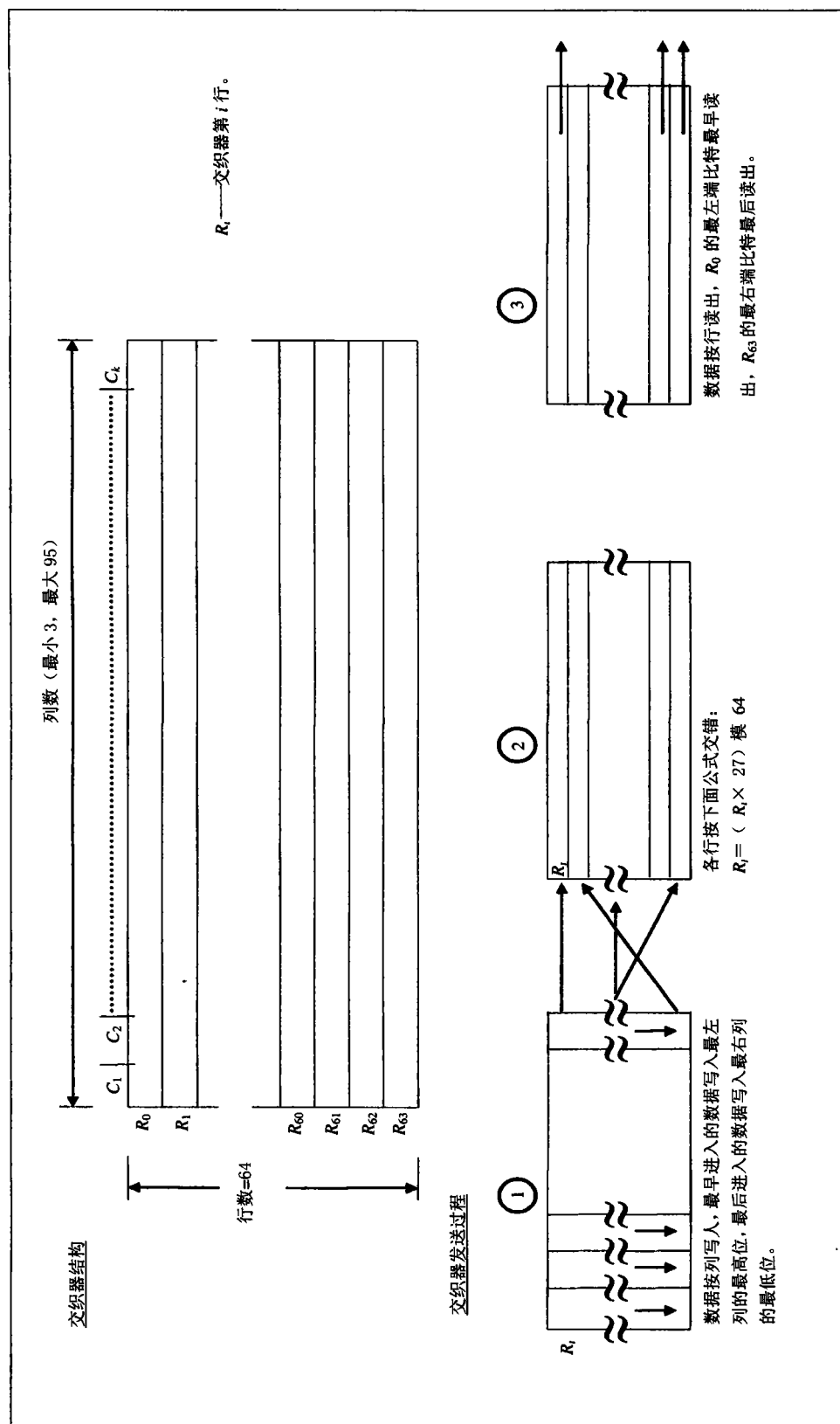


图 A9 交织器结构和操作(所有信道)

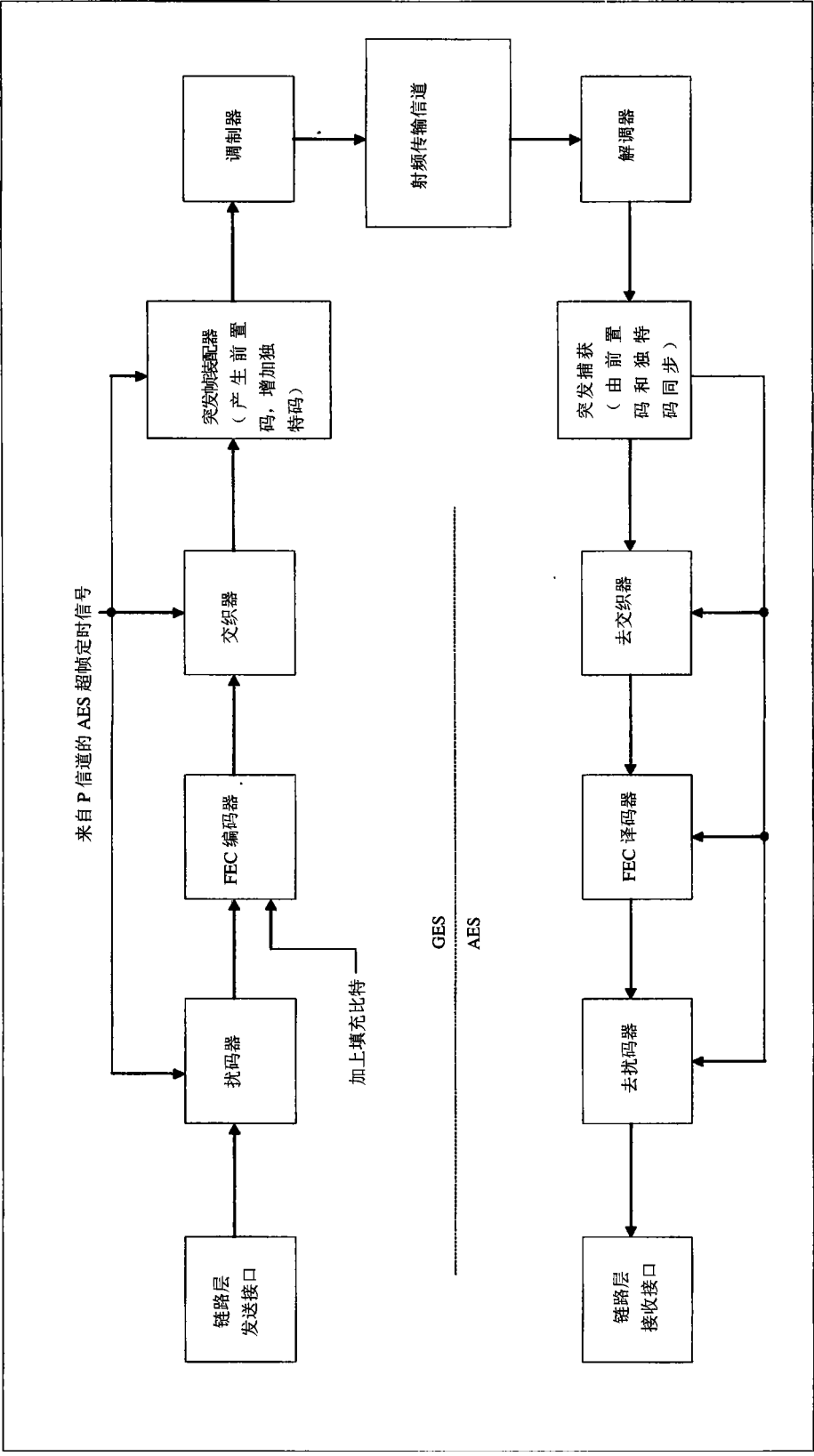


图 A10 R 和 T 信道功能框图

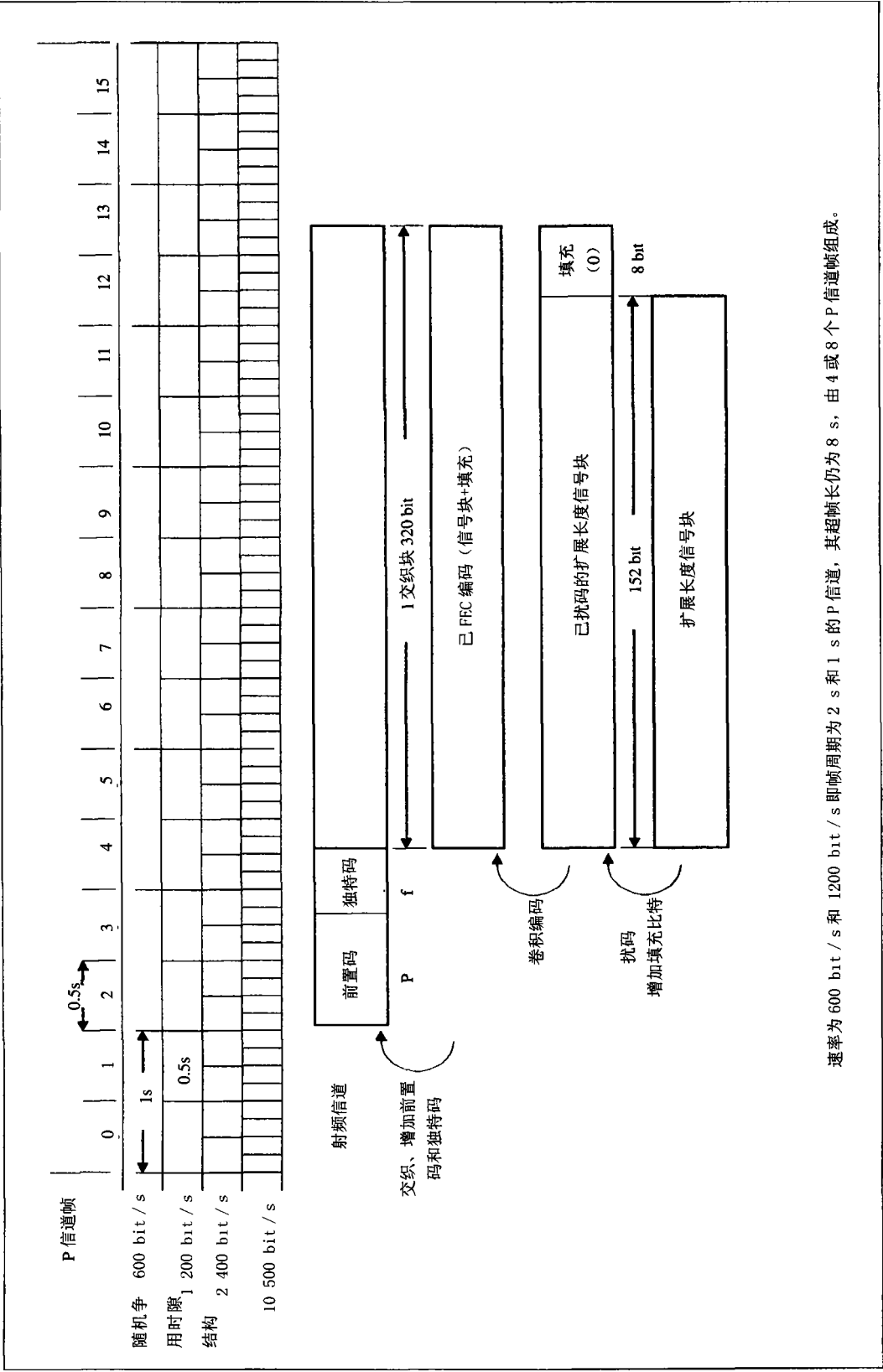


图 A11 R 信道时隙结构和突发格式

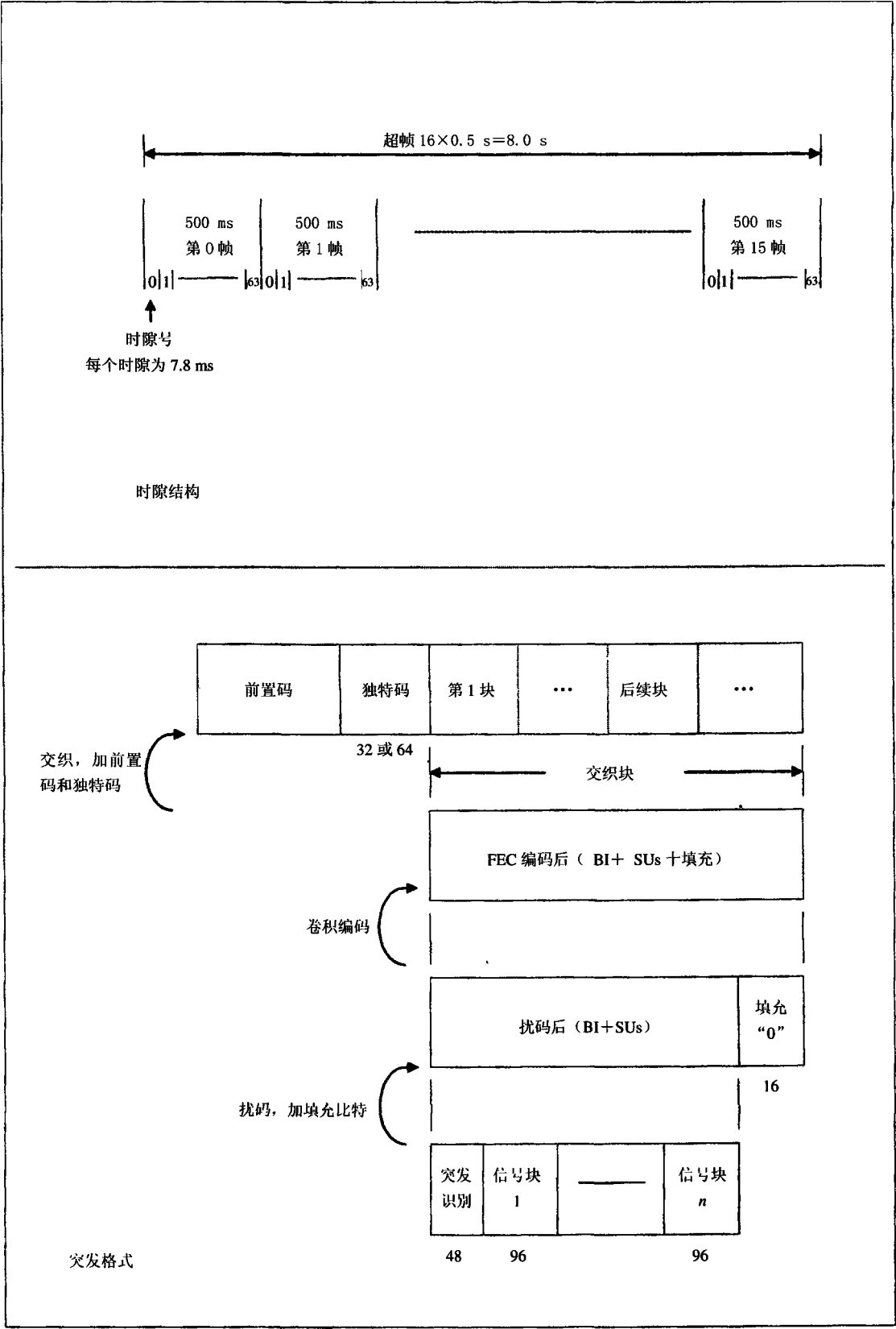
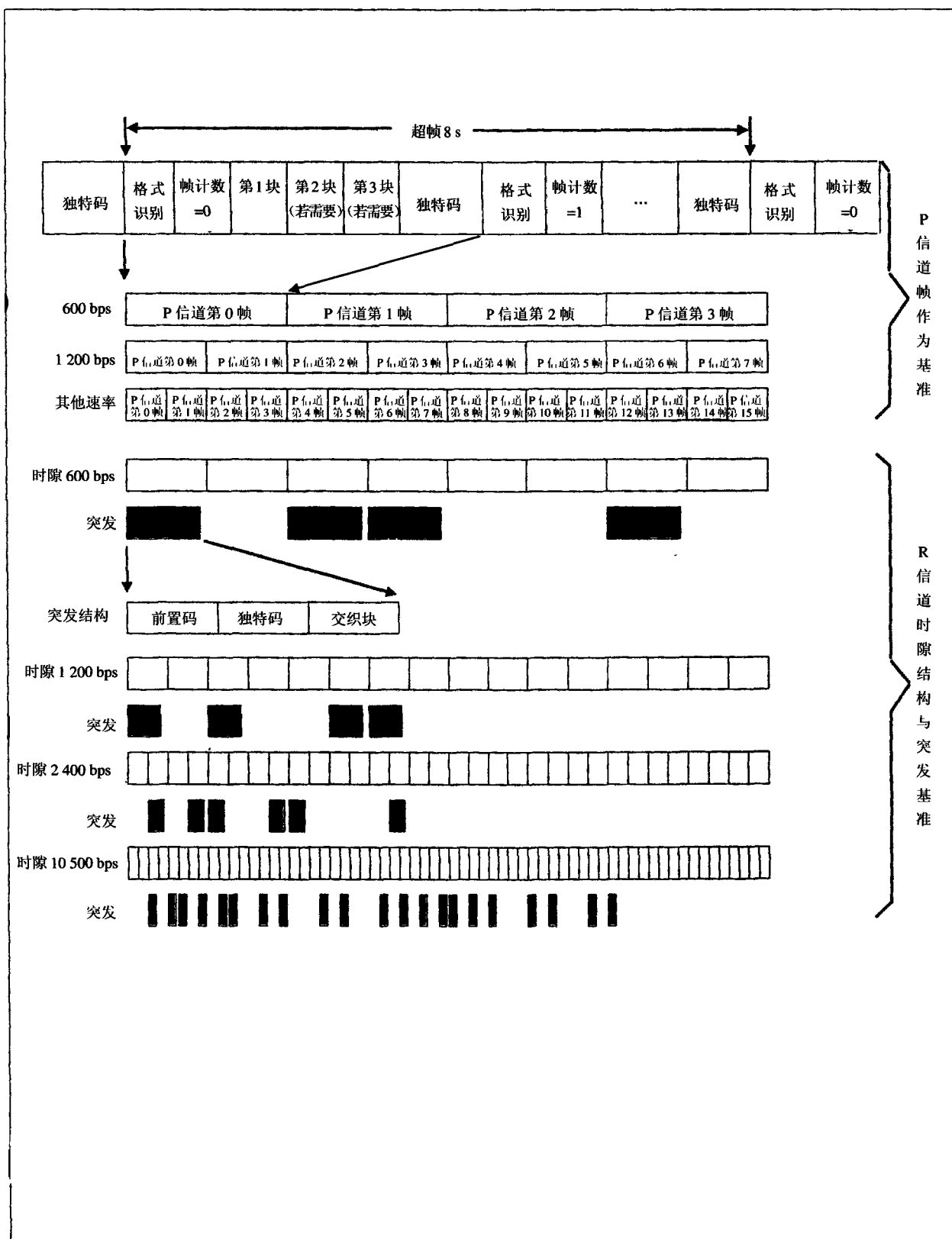


图 A12 T 信道时隙结构与突发格式



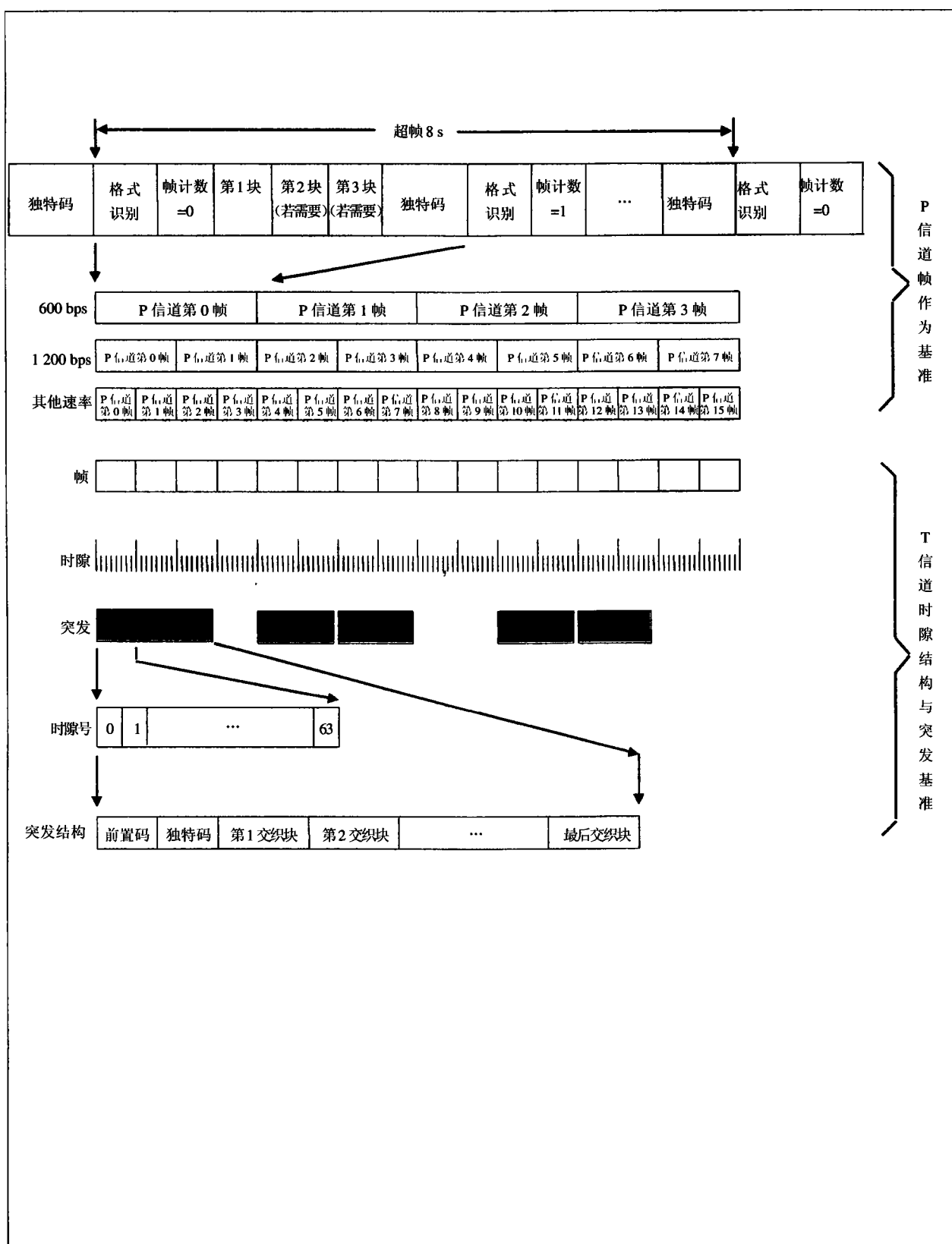


图 A14 用 P 信道作为 T 信道的定时基准

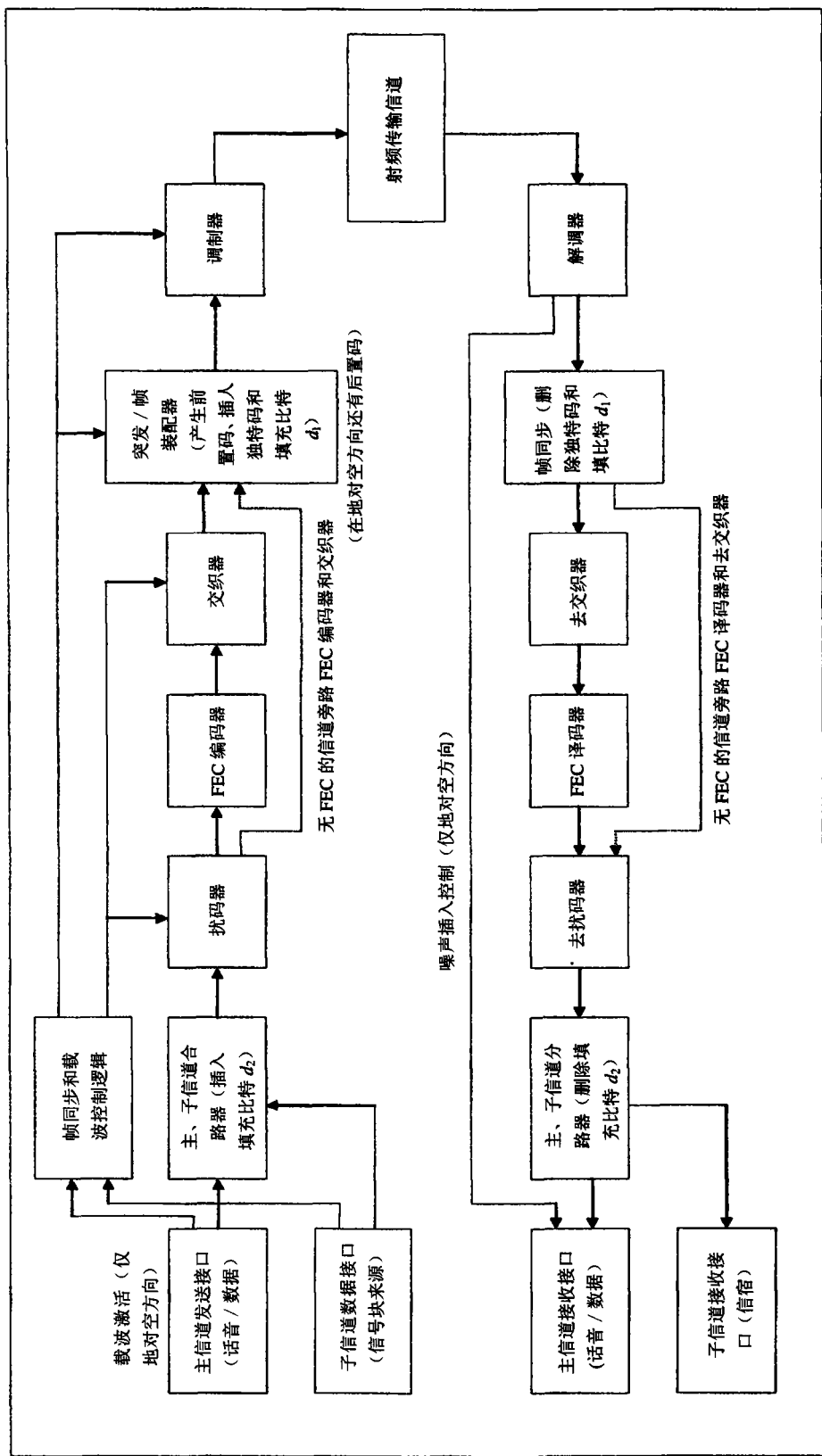


图 A15 C 信道功能框图

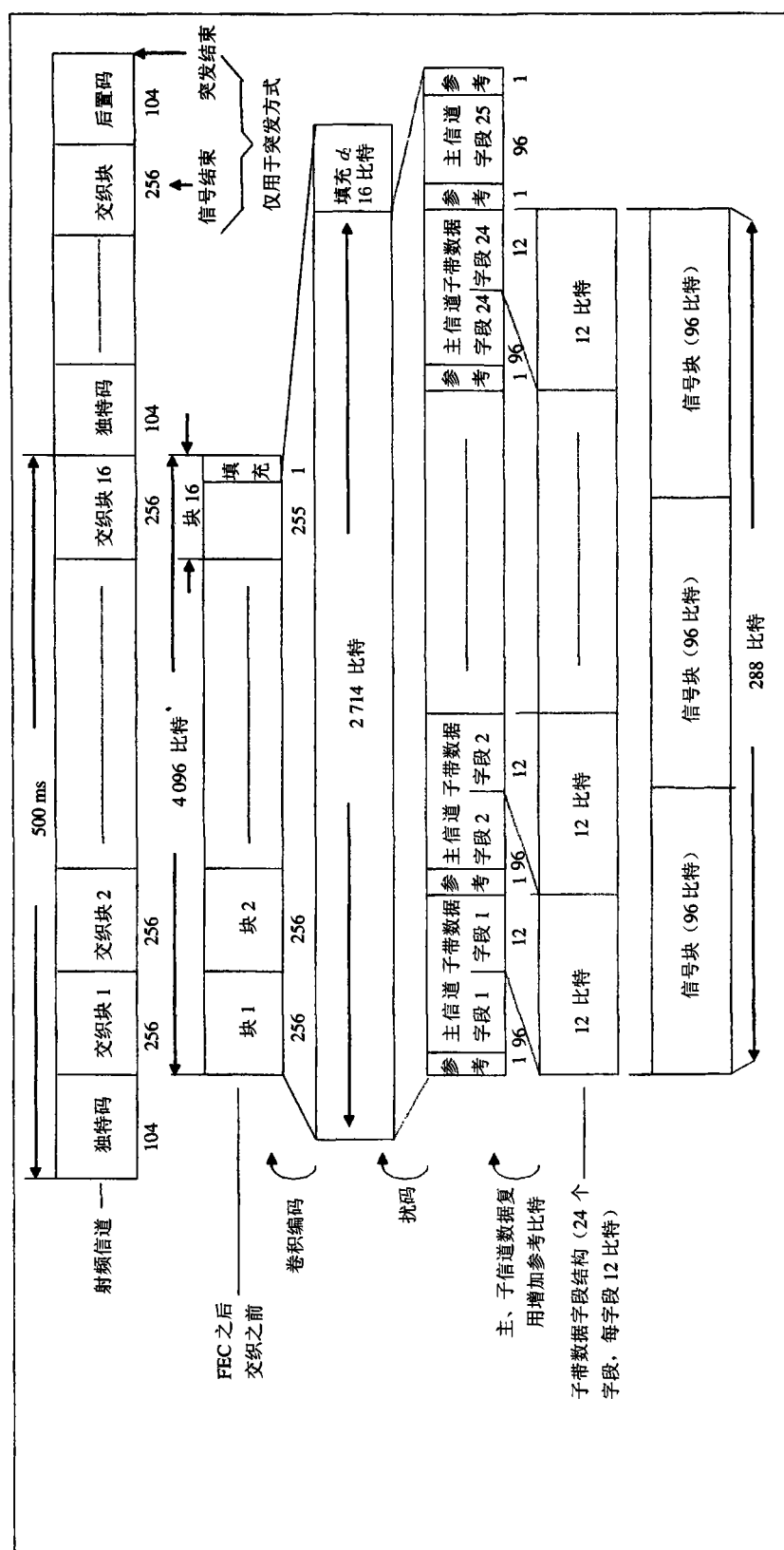


图 A16 C 信道格式(8 400 bit/s)

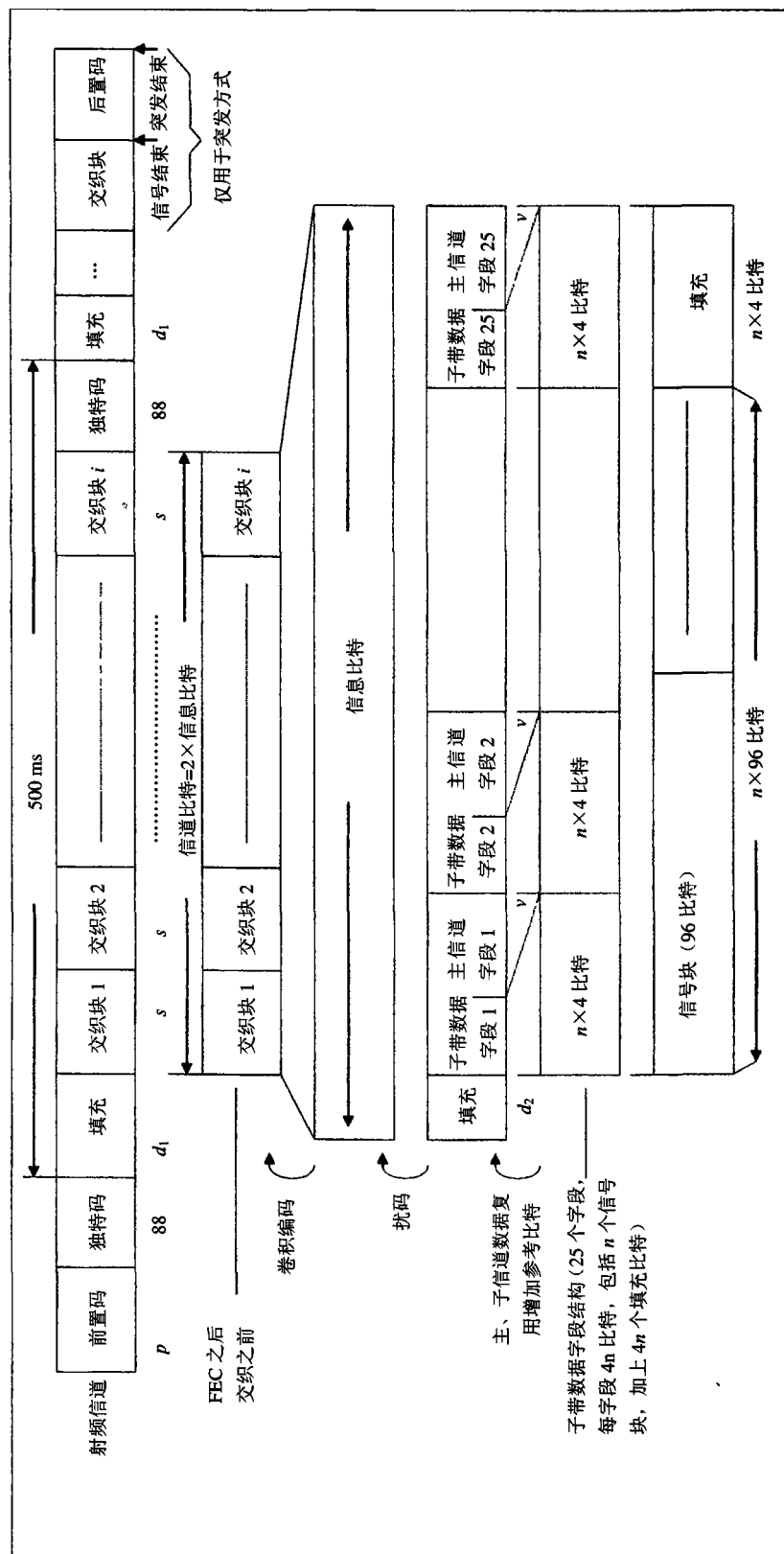


图 A17 C 信道格式 (21 000 bit/s 等速率)

AES应提供的电路方式业务和功能

B1 C 信道

C信道功能组成及其信号格式与参数见附录A的A4。

B2 电话业务

B2.1 空对地通话的建立和拆线

B2.1.1 通话的建立

空对地通话建立的基本顺序示于图B1和B2。

B2.1.1.1 信道和功率可用性检查

在开始申请过程之前,AES先接收被叫号码(在旅客通话时,还要先检查信用卡数据)。然后AES预约一信道单元,并检查HPA功率是否可供通话使用。若功率或信道单元不能使用,则要根据通话是否为高优先级别给主叫方以适当回答。

B2.1.1.2 通话的建立过程

通话的最初申请由AES通过Rd信道送至AES已在其中注册的GES。而后AES在相应的Pd信道上收到一个“信道分配”信号,于是通信信道建立,并利用C信道子带上的信号进行测试和传送信令。

在空对地方向,AES发射“呼叫信息”SU(包括被叫地址,需要时还包括信用卡号码)供信道测试用。这种信号依次连续发射,直至收到呼叫试连结果或直至定时到期为止。当GES收到“呼叫信息”SU时,便发送测试SU,这种信号也是依次连续发射,直至传输一个“进行通话”SU为止。

B2.1.1.3 通话终止顺序

在正常情况下,当通话结束时,双方用户应将手机放回原处。来自AES主叫方手机的挂机信号,在C信道子带上发出一“信道释放”信号序列,并在“信道释放”信号序列终了之后撤销其载波。GES对载波进行监测以确认该载波已停止发送。如果该载波继续存在,则GES用超时对其进行检测,并在C信道子带上再发一“信道释放”信号序列,还在AES接收的Pd信道上发出一“信道释放”信号。

B2.2 地对空通话的建立和拆线

B2.2.1 通话的建立

地对空通话建立的基本顺序见图B3。

B2.2.1.1 信道和功率可用性检查

GES通过Pd信道向AES发送呼叫通知和信道分配信息。AES分配信道单元,并检查HPA功率是否可供通话使用。若功率或信道单元不能使用,则AES通过Rd信道回送带有适当原因码的“通话结果”信号。若功率和信道单元两者都能使用,则使用C信道子带信号,继续检查卫星链路上正常的信道建立和信道释放功能。

B2.2.1.2 在注册GES呼叫一个AES的情况下,通话建立前的唯一可用信道是Pd信道。

B2.2.1.3 通话终止顺序

当收到正向拆线信号时,GES在C信道子带上发出一“信道释放”信号序列,当收到一“信道释放”信号时,AES在C信道子带上以“信道释放”信号序列应答,并撤销其载波。当GES检测到AES载波已终止时,GES将该信道归还给信道库。如果该载波继续存在,则GES用超时对其进行检测,并执行B2.1.1.3中的相同过程。

B3 对“其他”GES呼叫的直接建立(或具有两个接收机的AES)

B3.1 具有两个接收机的AES

为了对“其他”GES的Psmc信道进行直接监测,则第二信道应调到“其他”GES的Psmc信道频率上。

A3. 2 对“其他”GES通话的建立

如图B2和B4所示,在空对地方向,在呼叫非注册GES(即“其他”GES)的情况下,注册GES将AES发来的接续申请用站间链路转发给被叫GES。在地对空方向,当通话通过非注册联机的GES进行时,则从主叫GES到注册GES的信号通过GES站间的通信系统传送。在初期系统中,主叫GES在本身的Psmc信道上发送信号,而每个其他GES接收信号。当Psmc信道接收机上收到发给与GES联机的AES的信号时,GES在合适的Pd信道上重发该信号。

此外,根据AES所有者/操作者的选择,AES应有监视“其他”GES的Psmc信道的能力,以使接续申请和信道分配事务直接在AES与“其他”GES之间进行,而不需要中继到注册GES。只有AES至少有能调到Psmc和Pd频率的两个信道时,才可进行这种选择。第二个信道可以是一多方式(话音和P信道)工作的话音信道接收机。

B4 优先能力(机组ATS话音)

机组ATS话音能力包括:

- 通过专用网(有地址号码或无地址号码)进入专门的话音服务;
- 必要时能抢占现有(例如旅客)通话,以使AES话音电路设备,卫星信道或GES话音电路设备可供使用(供遇险通话使用);
- 能占用下一个AES话音电路设备,而不拆除任何正在进行的通话。

B5 附加信令

B5.1 附加信令能力

附加信令能力是对AES和GES两者的选项增强。该选项可使在通话的会话状态期间,仍可在AES和GES之间传送附加信息。

在空对地方向,附加信令信息传送的基本顺序示于图B5。

B5.2 双音多频数字传送

有时在通话的会话状态期间,需要把一双音多频(DTMF)信号从AES发送到远端,以作为对连接端一方或陆地网的信令。DTMF“数字传输”设备可使得代表所需DTMF信号的一组代码值,在C信道子带上以多单元信息电文方式传送。使用“附加信令参考号”把同一信息电文的重传和新信息电文的传输区分开。

B6 电路方式数据(选项)

如果AES具有电路方式数据业务能力,并希望GES分配有电路方式数据能力的信道单元供每次地对空通话用,则AES把所要求的接口类型(即模拟互联或数字互联)通知GES。若GES不支持电路方式数字业务,则可忽略该信息。若GES支持这种业务,则将该信息登记在其注册AES表中,并重发该信息以供其他GES使用。

B6.1 电路方式数据呼叫控制

B6.1.1 呼叫建立过程

电路方式数据呼叫建立过程与B2.1.1, B2.1.1.2及B2.2.1, B2.2.1.2相同。

B6.1.2 数据方式启动过程

利用数据接口单元(DIU)和子带信令的数据方式,其启动过程基本顺序见图B6。数据方式可以由人工启动,也可以从终端设备检测合适的呼叫建立信号音来自动启动。

数据方式一旦启动,AES便断开话音编译码器,并在C信道子带上连续发送“数据方式”(启动)SU,直到收到一个来自GES的确认接收的“数据方式”(启动)SU为止。SU指明所要求的GES的DIU操作方

式,即始发 / 回答方式,信道速率,调制解调方式。

B6. 1. 3 数据方式撤销过程

数据方式撤销过程的基本顺序见图B7。

AES用户首先启动“数据方式”撤销程序以转换到话音方式,随后AES在C信道子带上连续发送“数据方式”(撤销)SU。GES切断DIU,接通话音编译码器,并在C信道子带上用一串(6个)“数据方式”(撤销)SU作出应答。AES收到一个SU后,就停止发送SU,切断其DIU,并接通话音编译码器。

B6. 1. 4 呼叫终止程序

无论呼叫处于话音方式还是数据方式,呼叫终止都可由用户启动。呼叫终止程序与B2. 1. 1. 3及B2. 2. 1. 3相同。

B6. 2 模拟互联业务

空对地呼叫和地对空呼叫都应提供该业务。终端接口功能(TIF)电路方式选项可实现双向主叫,而DIU选项使用子带信令启动和撤销数据方式,从而只能由AES启动。

可提供的基本业务有两种:

- 数据业务。该业务要求AES和GES两者都使用TIF或DIU;
- 传真业务。该业务要求AES和GES两者都使用TIF。

B6. 3 数字互联数据业务

地对空呼叫的信令顺序与B2. 1. 1相同。

B6. 4 功率控制

当呼叫为话音方式时,正向与反向C信道的功率控制,应使信道BER为 10^{-3} (标称)到 10^{-4} 左右。

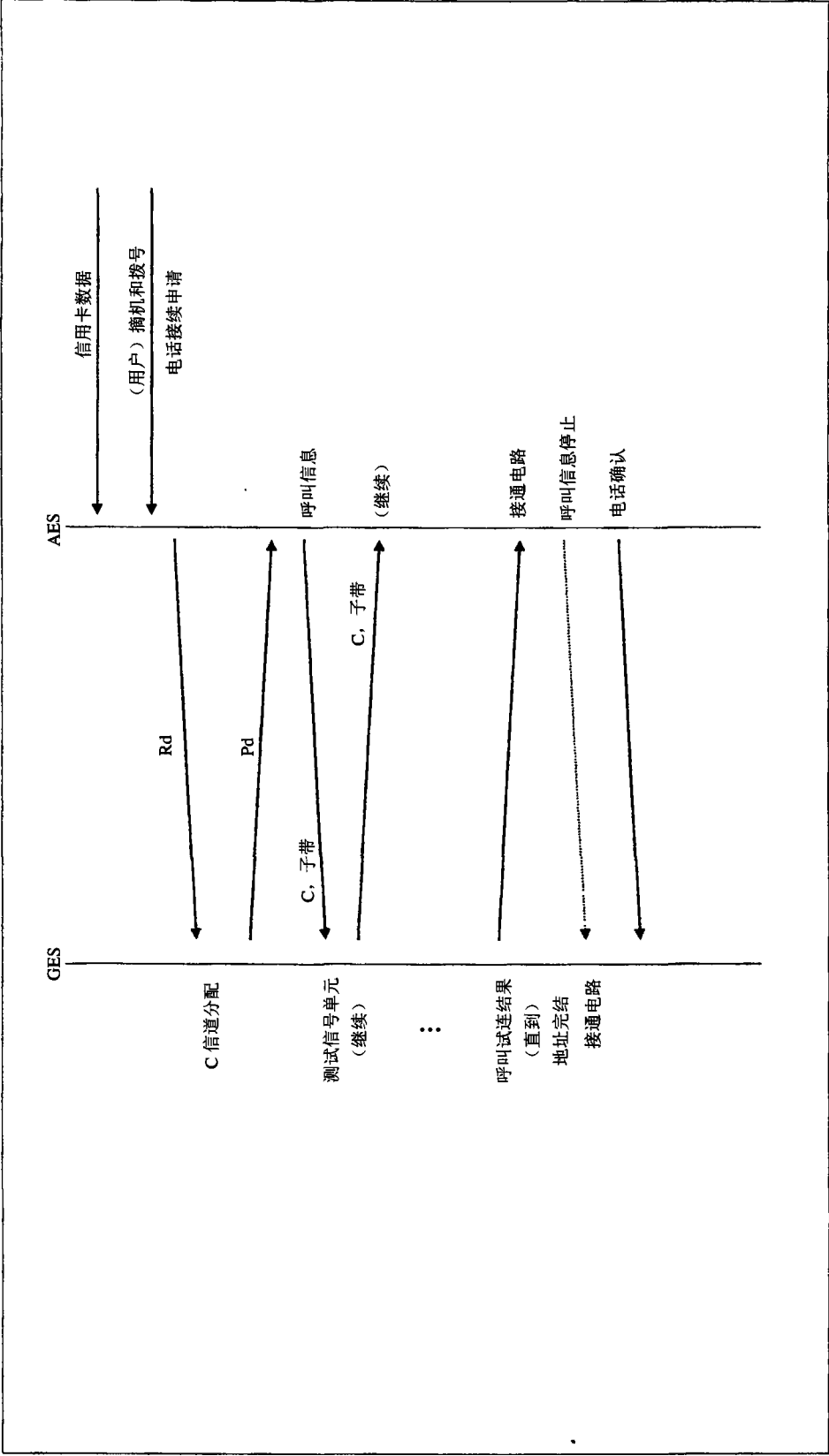


图 B1 空对地电话呼叫建立顺序

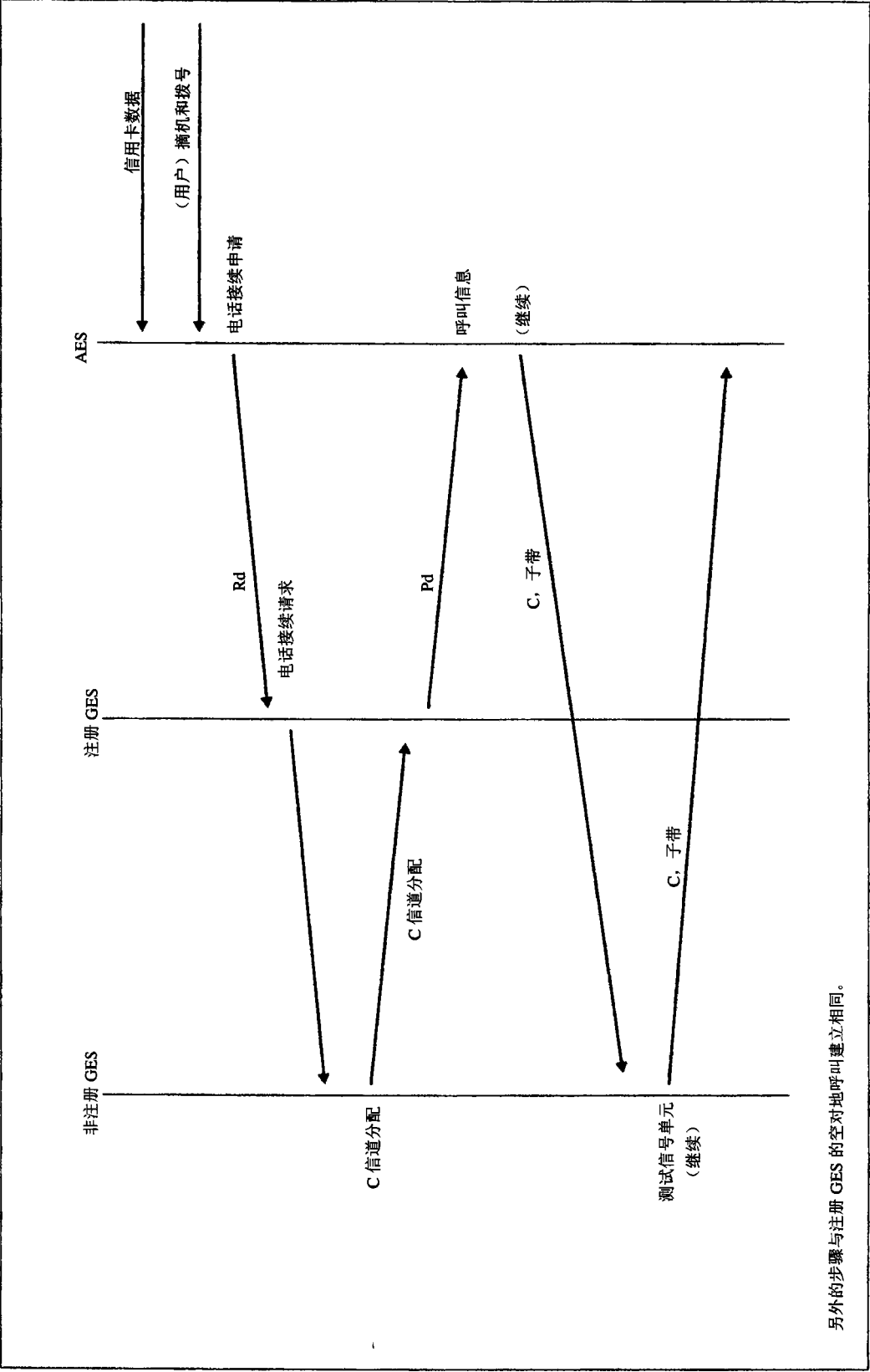


图 B2 空对地电话呼叫建立顺序(对非注册 GES)

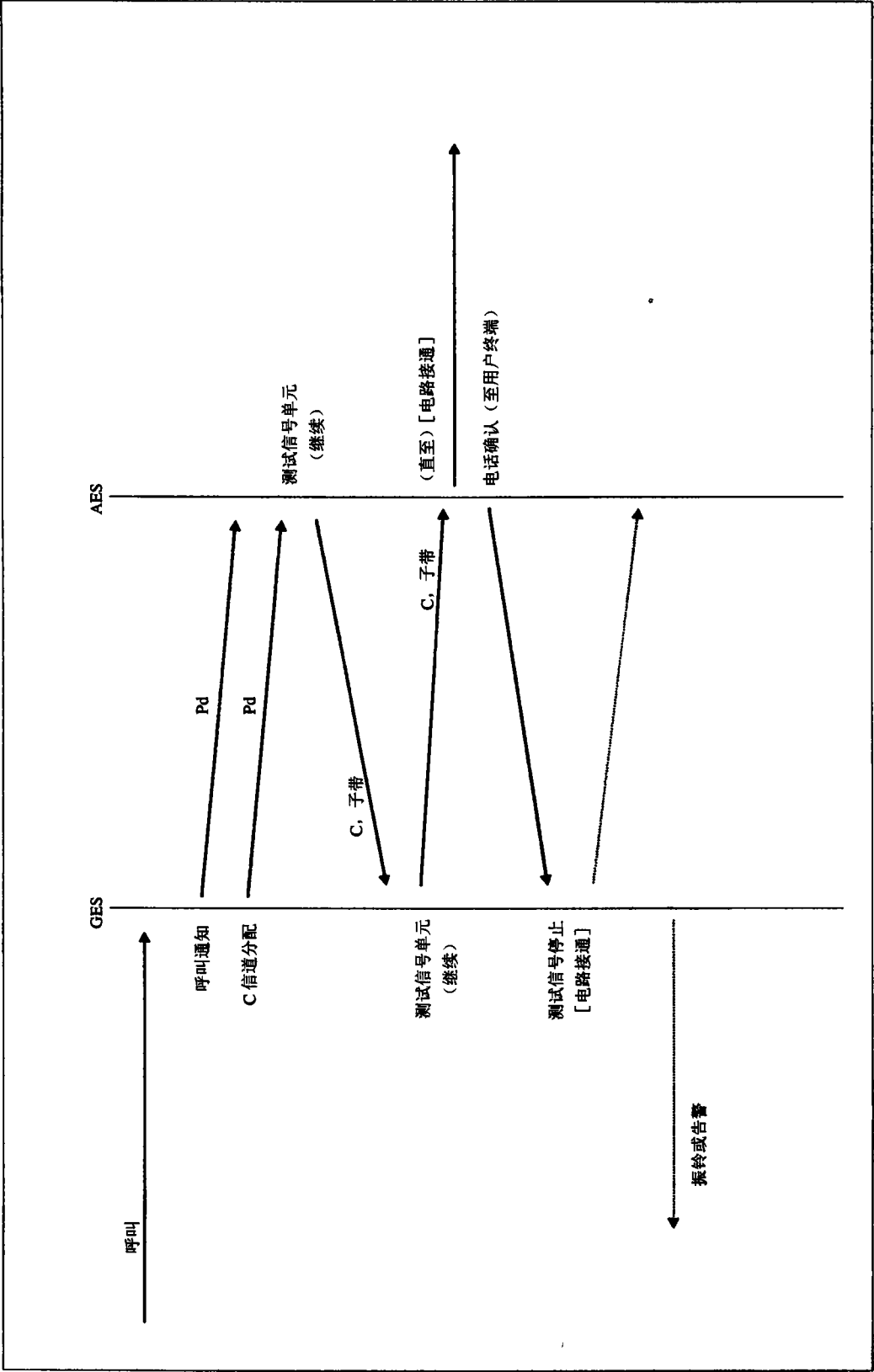


图 B3 地对空电话呼叫建立顺序

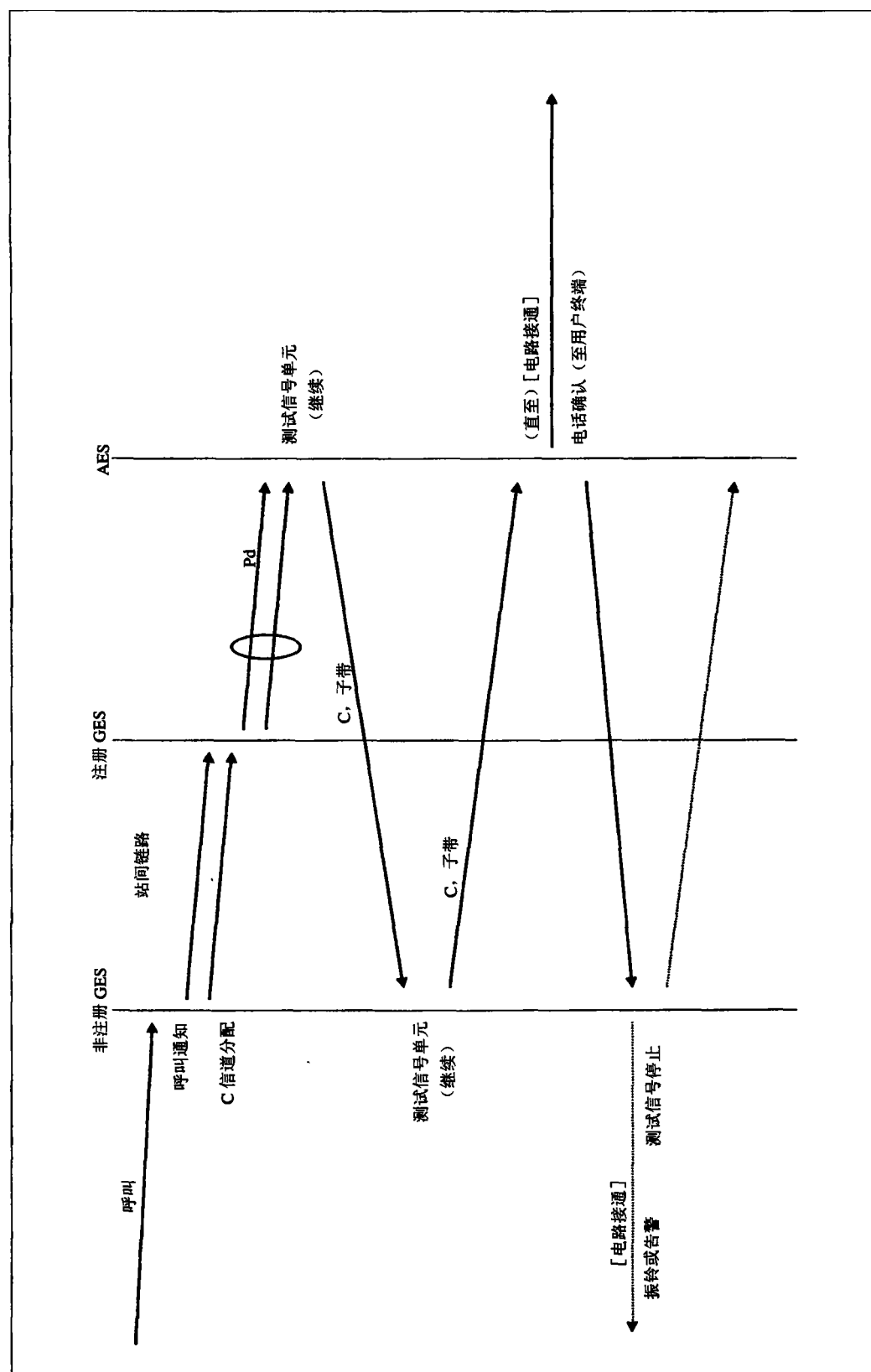


图 B4 地对空电话呼叫建立顺序(通过非注册 GES)

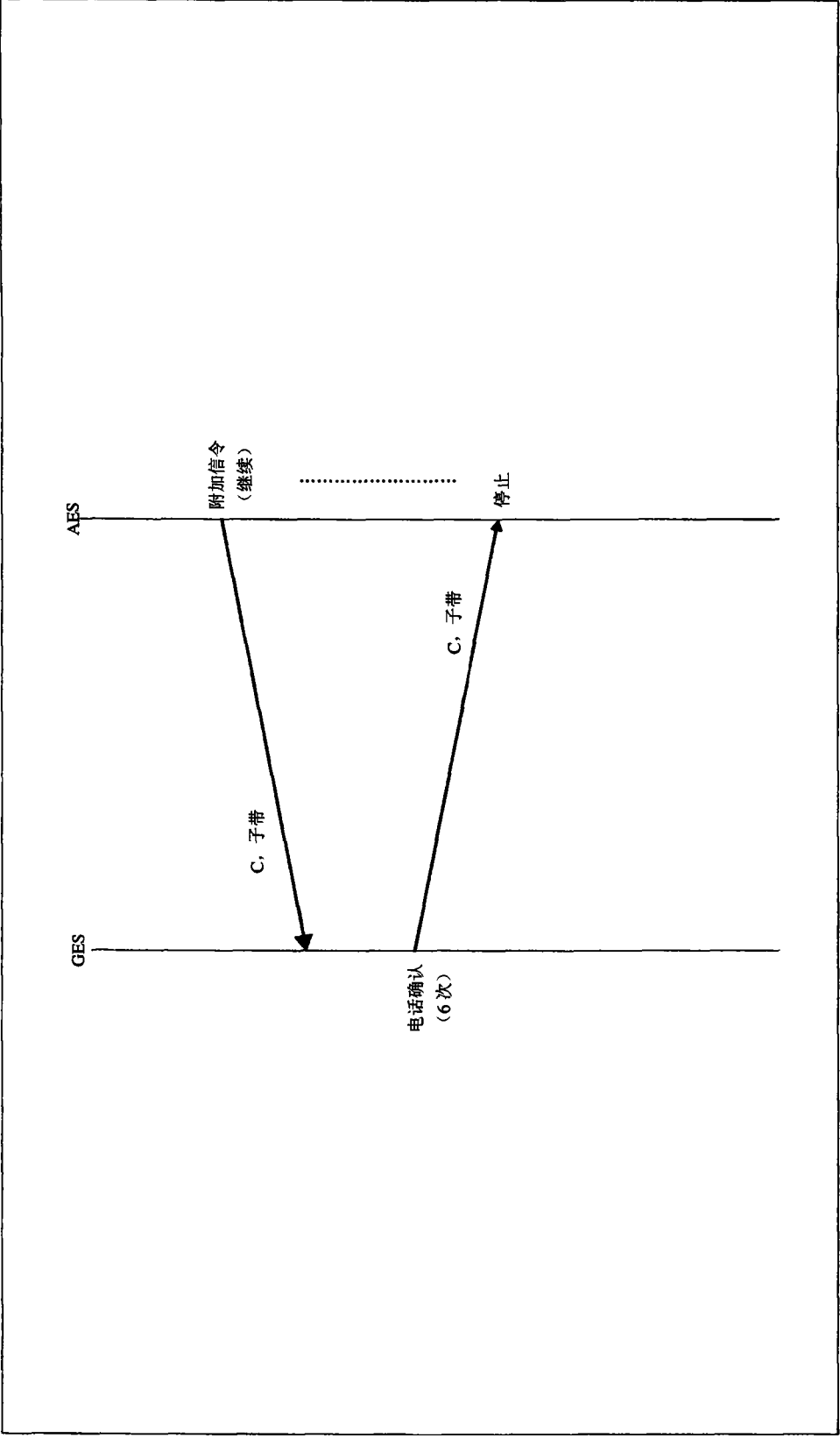


图 B5 附加指令能力空地顺序

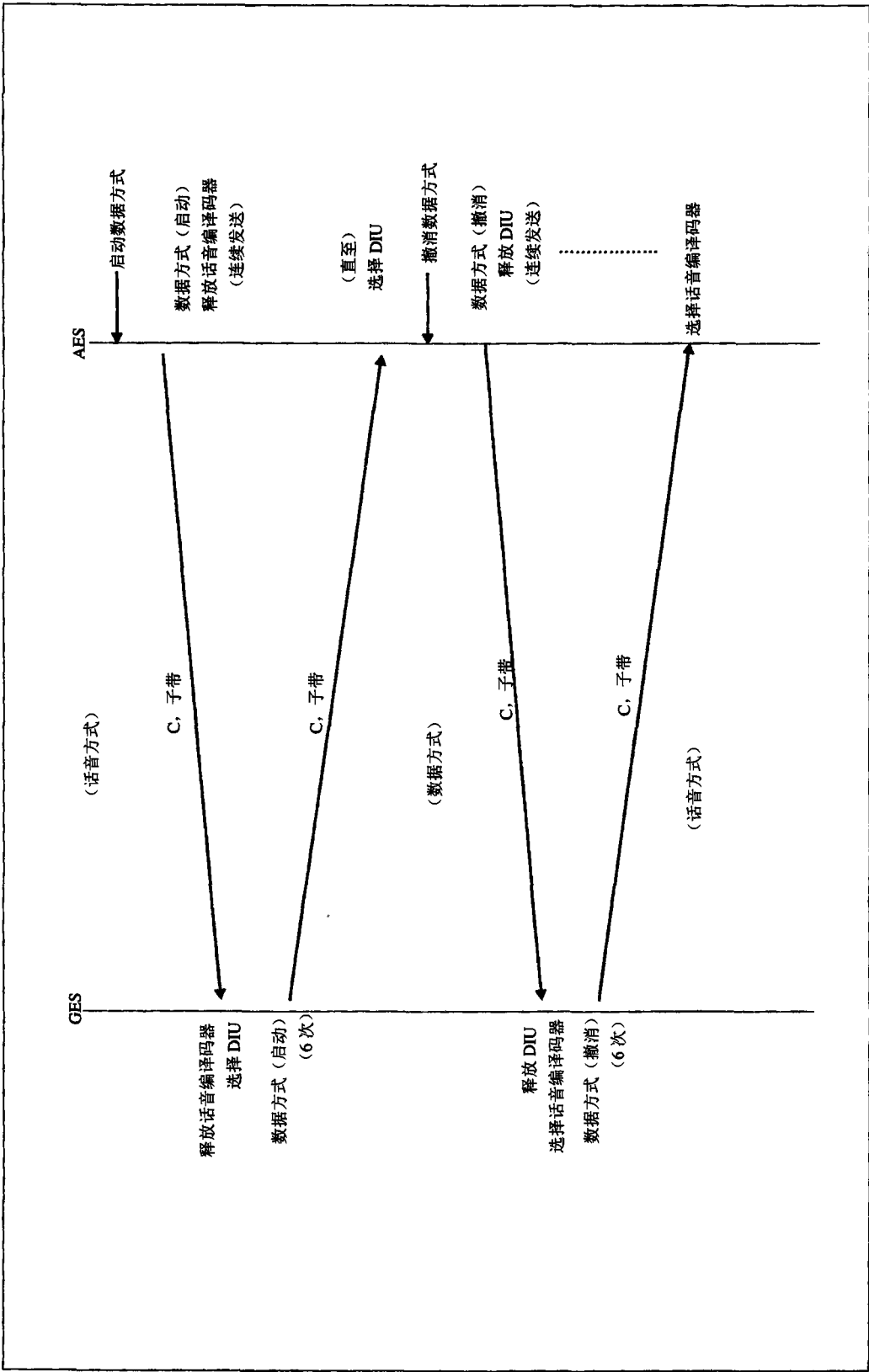


图 B6 电路方式数据呼叫 (DIU 选项) 数据方式的启动 (撤消) 顺序

缩 略 语

AAC	Aeronautical Administrative Communications	航空行政管理通信
ACK	Acknowledge	确认
AFC	Automatic Frequency Compensation	自动频率补偿
AOC	Aeronautical Operational Communications	航务管理通信
APC	Aeronautical Passenger Communications	航空旅客通信
ATS	Air Traffic Service	空中交通服务
BER	Bit Error Rate	误比特率
CNS	Communication, Navigation, Surveillance	通信, 导航, 监视
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
DCE	Data Circuit—terminating Equipment	数据电路终接设备
DEA	Delay Echo Applicaiton	延迟回波应用
DEAP	DEA Protocol	延迟回波应用协议
DEAPDU	DEAP Data Unit	延迟回波应用协议数据单元
DIU	Data Interface Unit	数据接口单元
DLS	Direct Link Service	直接链路服务
DTE	Data Terminal Equipment	数据终端设备
DTMF	Dual Tone Multi-Frequecy	双音多频
EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power	等效全向辐射功率
HLE	Higher Layer Entity	较高层实体
HPA	High Power Amplmer	高功率放大器
ICAO	International Civil Aviation Organization	国际民航组织
ID	Identification	识别
INMARSAT	International Mobile Satellite Organization	国际移动卫星公司
ISO	International Standard Organization	国际标准化组织
LICI	Link Interface CoBtrol Information	链路接口控制信息
LIDU	Link Interface Data Unit	链路接口数据单元
LSDU	Link Service Data Unit	链路服务数据单元
NACK	Negative Acknowledge	不同意确认
NCS	Network Coordination Station	网络协调站
PSF	Pulse Shaper Filter	脉冲整形滤波器
QOS	Quality Of Service	服务质量
RF	Radio Frequency	射频
RLS	Reliable Link Service	可靠链路服务
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics	航空无线电技术委员会
S—ALOHA	Slotted—ALOHA	时隙随机争用
SCPC	Single Channel per Carrier	单路单载波
SNC	SubNetwork Connection	子网连接
SNPDU	SubNetwork Protocol Data Unit	子网协议数据单元
SUT	System Under Test	被测系统

T D M	Time Division Muhiplex	时分复用
T D M A	Time Division Multiplex Access	时分多址
T I F	Terminal Interface Function	终端接口功能
T L V	Type,Length,Value	类型,长度,数值
U T C	Universal Time Coordinated	世界协调时

中 华 人 民 共 和 国 民 用 航 空
行 业 标 准
航空移动业务卫星通信
机载地球站总技术要求
MH/T4009—2000

中国民航出版社出版发行
(北京市朝阳区光熙门北里甲31号楼)
— 邮政编码: 100028 —
北京昌平百善印刷厂
版权专有 不得翻印

开本880×1230 1/16印张5.25 字数161.4千字
2000年11月第1版 2000年11月第1次印刷印数1—500册
统一书号: 1580110 • 148 定价: 25.00元