

M H

中华人民共和国民用航空行业标准

MH / T 4004—1 997

航空移动业务卫星通信  
地面地球站总技术要求  
(C / L频段)

Aeronautical mobile satellite services communications  
ground earth station—General technical requirements  
(C / L band)

1997—11—19发布

1998—02—15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 .....	1
4 初期系统与增强系统 .....	3
5 总要求 .....	3
6 C频段技术要求 .....	4
7 L频段技术要求 .....	6
8 自动频率补偿 .....	8
9 信道单元要求 .....	9
10 接续控制要求 .....	12
11 信令信道要求 .....	13
12 电话业务要求 .....	14
13 运行监视要求 .....	16
14 电路方式数据业务要求 .....	17
15 网络通信要求 .....	17
16 网络管理要求 .....	18
17 GES的测试功能 .....	19
附录 A (标准的附录) AMSS四种信道单元的组成及其信号格式与参数 .....	40
附录 B (提示的附录) 缩略语 .....	65



## 前 言

中国民航正在实施国际民航组织( ICAO )推荐的新空中航行系统( ICAO 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GES的总技术要求。

现在, 只有国际移动卫星组织( INMARSAT )能够提供全球性AMSS通信服务。同时, ICAO亦已制定出AMSS的标准与建议措施( SARP s )。本标准参照引用了INMARSAT的航空系统规范手册第三部分( 航空地面地球站技术性能手册 )1994年9月第1. 23版的许多内容, 同时参照引用了ICAO AMSS SARP s和我国的GB 11443. 1~11443. 4—89《国内卫星通信地球站总技术要求》以及GB 11444. 1~11444. 3—89《国内卫星通信地球站发射、接收和地面通信设备技术要求》的部分内容。

从九十年代初开始, INMARSAT航空卫星通信系统即已正式运行, 技术成熟, 性能良好, 其技术规范已经过多年验证, ICAO AMSS SARP s亦大量引用了INMARSAT的技术规范, 两者大同小异。当两者主要参数有差异时, 本标准选取ICAO AMSS SARP s的参数。例如, INMARSAT规定L频段接收频率范围为1 530. 0 MHz~1 559. 0 MHz, 而ICAO的规定为1 525. 0 MHz~1 559. 0 MHz, 本标准取1 525. 0 MHz~1 559. 0 MHz( 见7. 2 )。对于C频段的发射和接收工作频带, 则采用了GB 11444. 2—89中的建议( 见6. 1. 1和6. 1. 2 )。

本标准的附录A是标准的附录。

本标准的附录B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。

本标准由中国民航科学技术研究中心归口。

本标准起草单位: 中国民航学院。

本标准主要起草人: 周卓韧、陈光仁。



3. 4 馈送链路feeder link  
在AMSS中, GES与卫星之间的通信链路。
3. 5 服务链路service link  
在AMSS中, AES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(GES发, AES收)传送信令与用户数据。在卫星通信网中, 每个GES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<sub>smc</sub>, 用于其他功能的P信道记作P<sub>d</sub>。P<sub>smc</sub>和P<sub>d</sub>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(AES发, GES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<sub>smc</sub>, 用于其他功能的R信道记作R<sub>d</sub>。R<sub>smc</sub>和R<sub>d</sub>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GES按信息电文长度为申请发送电文的AES预留时隙。发送信号的AES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aviation binary phase shift keying (A-BPSK)  
用于AMSS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, 1 200, 2 400 bit / s。A-BPSK将“0”规定为相移-90°, “1”规定为相移+90°, 经相移编码的数据流用具有表1和表2所示振幅和相位频率响应特性限制线的滤波器进行滤波(参见图3)。
3. 11 航空四相相移键控aviation quadrature phase shift keying (A-QPSK)  
用于AMSS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表3和表2所示振幅与相位频率响应特性限制线的滤波器进行滤波(参见图2)。
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forward error correction (FEC)  
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。  
[GB 11443. 1—89中3. 1. 3]
3. 1 4 交织interleaving  
发端将FEC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FEC译码器, 从而得到较理想的编码增益。
3. 15 信号单元signal unit (SU)  
SU是AES与GES之间各种信道传输信息的最小数据块, P、T和c信道采用标准长度的SU, 含96 bit(12字节); R信道采用扩展长度的SU, 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SU, 含48 bit(6字节)。每个SU的最后2个字节, 是循环冗余校验(CRC), 用来校验本SU是否有误。SU又称信号块。

## 4 初期系统与增强系统

按GES功能,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 $9600\text{bit/s}$ 的双工早路早载波声码话,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 $21000\text{bit/s}$ ,信道间隔为 $17.5\text{kHz}$ ,调制方式为A-QPSK,FEC码率为 $1/2$ ,约束长度 $K=7$ ;

b) 提供信道速率为 $600,1200\text{bit/s}$ 的数据通信,P信道用 $600\text{bit/s}$ ,R与T信道用 $600,1200\text{bit/s}$ 。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) 提供编码速率为 $2400,4800,9600\text{bit/s}$ 的SCPC声码话,信道速率最高 $21000\text{bit/s}$ ,信道间隔 $5\text{kHz}\sim 17.5\text{kHz}$ ,调制方式为A-QPSK,FEC码率为 $3/4$ 或 $1/2$ ,约束长度 $K=7$ ;

b) P信道速率用 $600,1200,2400,4800,10500\text{bit/s}$ 。R与T信道速率用 $600,1200,2400,10500\text{bit/s}$ 。速率小于或等于 $2400\text{bit/s}$ 时,调制方式用A-BPSK;速率大于 $2400\text{bit/s}$ 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 GES总功能

#### 5.1.1 系统功能

a) 管理AES的注册、注销以及向其他GES移交;

b) 控制由航空移动业务卫星拥有者分配给本GES的一组载波频率对空间段功率和带宽资源的利用;

c) 与同一卫星通信网中其他GES互通;

d) 提供网络管理、监控、计费、统计和数据报告功能。

#### 5.1.2 通信功能

a) 根据GES管理者的选择,提供空中交通服务通信(ATS)、航务管理通信(AOC)、航空行政管理通信(AAC)和航空旅客通信(APC)话音通信服务,可与公用电话交换网(PSTN)和专用网接口;

b) 根据GES管理者的选择,提供中速和高速分组方式数据通信,可与公用数据网或专用数据网接口,数据速率与调制方式从附录A(标准的附录)的表A1中选用;

c) 根据GES管理者的选择,提供传真等其他附加业务。

#### 5.1.3 接续控制与信令

a) 管理AES的注册、注销和移交;

b) 接收并处理由AES从R信道送来的呼叫申请和信令信息;



- c)处理地面启动的呼叫申请并在P信道上发送信令信息;
- d)接收并转发同一卫星网其他GES从Psmc信道发送来的信令信息,并通过本站Psmc信道发送信令信息至同一卫星网其他GES;
- e)若GES提供话音业务,应能从航空移动业务卫星拥有者分配给本GES的一组载波频率(C信道库)中将通信信道按需分配给用户,必要时事先拆除低优先等级的连接,将信道让给高优先等级的用户使用;
- f)若GES提供话音业务,应能从C信道的子带数据信道中发送和接收信令信息;
- g)若GES提供T信道业务,应能给空地数据通信业务在一个或多个T信道时间计划中分配时隙;
- h)保持AES状况表;
- i)与AES和适当的地面固定业务通信网互通。

#### 5.1.4 网络监测功能

- a)在C频段内周期性监测AES发送信道的功率与频率,确定是否有干扰,AES是否有故障,进行相应的告警与处理;
- b)应具有GES自测设备;
- c)应具有与其他GES通信的通信网络设施。

#### 5.1.5 GES 监测功能

至少能监测:

- a)本站P信道发送工作状态;若中断1s,应停止发送新数据,若中断5s,应停止向卫星发送一切信号;
- b)AFC导频锁定状态(锁定或失锁);
- c)数据信道(P、R、T信道)负荷状态;
- d)话音信道(C信道)分配状况;
- e)遇险、紧急、安全呼叫的出现和进展;
- f)建议GES可自诊断各设备的工作状态,对设备进行监控。

#### 5.2 GES 业务能力

对于初期系统,GES应支持下列通信业务:

- a)编码速率为9600bit/s,信道速率为21000bit/s的全双工电话(C信道);
- b)信道速率为600bit/s的数据报方式分组数据(R信道收,P信道发);
- c)建议R信道亦可用1200bit/s信道速率,并支持600bit/s和1200bit/s的T信道。

#### 5.3 服务目标

##### 5.3.1 服务质量

建议GES应具备足够数量的信道单元,达到下列服务质量:

- a)C信道呼损率:在繁忙小时内,平均呼损率小于2%;
- b)P信道利用率:在繁忙小时内,总平均信道利用率小于80%,信令信息利用率小于50%;
- c)R信道利用率:在繁忙小时内,平均信道利用率小于15%;
- d)T信道利用率:在繁忙小时内,平均信道利用率小于80%。

##### 5.3.2 可用性

建议GES的可用性目标应大于或等于0.9994。

## 6 C 频段技术要求

### 6.1 工作频带

#### 6.1.1 发射工作频带

GES必须能在5925MHz~6454MHz频带内工作。

有条件的地球站,可考虑在5850MHz~6650MHz频带内工作。 [GB11444.2—89中6.1]

### 6.1.2 接收工作频带

GES必须能接收3600MHz~4200MHz频带内的任意载波。

有条件的地球站,可考虑接收工作频带为3400MHz~4200MHz。 [GB11444.2—89中7.1]

## 6.2 接收要求

### 6.2.1 接收G/T值

在晴朗微风条件下,包括由于天线指向误差和极化失调引起的损耗,天线仰角大于或等于5°,在整个接收频带内,当天线指向卫星时,接收系统G/T值应大于或等于32dB/K。

### 6.2.2 接收功率通量密度(PFD)

对于每个C频段下行链路载波,相应于GES工作于5°仰角,PFD应符合下列指标:

话音信道: -180dBW/m<sup>2</sup>~-170dBW/m<sup>2</sup>

中速数据信道: -195dBW/m<sup>2</sup>~-185dBW/m<sup>2</sup>

最大合成PFD: -135dBW/m<sup>2</sup>

### 6.2.3 接收相位噪声

GES内C频段接收系统应保证接收下行链路信号的相位噪声单边连续功率密度谱不超过图1中折线所示数值。

## 6.3 C频段天线系统

### 6.3.1 发射增益GT与半功率波束宽度

在发射工作频带内,从发射馈源处测量,发射增益GT大于或等于54dBi。

在主波束的任一横截面上,半功率波束宽度小于或等于0.33°。

### 6.3.2 接收增益GR与半功率波束宽度

在接收工作频带内,在低噪声放大器输入端测量,接收增益GR大于或等于50.5dBi。

在主波束的任一横截面上,半功率波束宽度小于或等于0.48°。

### 6.3.3 极化

应能发射和接收左旋和右旋两种圆极化波。

### 6.3.4 轴比

发射和接收电压轴比均不超过1.06。

### 6.3.5 旁瓣

对于发射和接收,90%的旁瓣峰数不应超出下式要求:

$$G=29-25\lg\theta \quad (1^\circ < \theta \leq 20^\circ)$$

$$G=32-25\lg\theta \quad (20^\circ < \theta \leq 48^\circ)$$

$$G=-10 \quad (\theta > 48^\circ)$$

式中:G——对应于 $\theta$ 的天线增益,dBi;

$\theta$ ——偏离主波束轴线的角度,°。

### 6.3.6 可控性与跟踪

6.3.6.1 在天线仰角高于5°的条件下,通过自动或人工方式,应能指向视线范围内静止轨道任何位置上的卫星。

6.3.6.2 当卫星位置偏差为经度 $\pm 1^\circ$ ,倾斜 $5^\circ$ 时,应能利用卫星发射的遥测信标或某个经常发射的信号(例如导频)进行天线自动跟踪。跟踪精度应满足6.4.6的EIRP稳定性要求。

## 6.4 发送系统要求

### 6.4.1 发射机线性与等效全向辐射功率(EIRP)

发射机线性应使三阶互调产物至少比两个EIRP均为YdBW的测试载波中的任一个低30dB,其中Y等于:

$$Y=70 \quad \text{当} N \leq 16$$

$$Y=58+10\lg N \quad \text{当} N > 16$$

式中N为由本站发射的相等功率的最多C信道载波数。测试时两个载波可在发射通带的任何位置,相隔至少100kHz。

每路C信道话音信号的标称EIRP为60dBW。EIRP的控制要求见9.1.3。

一个载波被一随机序列调制,其标称EIRP密度应落在图2与图3所示曲线限制范围内。

#### 6.4.2 发射机噪声与杂散信号

在1MHz和18GHz之间任何4kHz频带内(不包括以每个输出载波为中心的±10kHz频带之内),发射机固有噪声和所有杂散信号(不包括谐波和多载波互调产物),应至少比任何单个载波的EIRP值低60dB。

在以所需载波为中心的±10kHz频带内,任意4kHz频带内的杂散信号应至少比输出载波电平低50dB。

#### 6.4.3 谐波信号

由一个输出载波产生的低于40GHz的任何谐波信号的总EIRP应至少比输出载波低60dB。

#### 6.4.4 相位噪声

在任何由GES发射的C频段信号(不包括C→L导频)上引入的总相位噪声(包括通过AFC系统引入的卫星相位噪声),它在连续信号上、下方每个边带具有的单边功率密度谱应不超过图4所示曲线的限制。

若有任何离散相位噪声出现,其电平超过限制曲线,离散相位噪声分量与连续谱分量在离散分量两边±10Hz带宽内积分之和应不超过相位噪声限制。

#### 6.4.5 调幅/调相(AM/PM)变换

当GES发射正常运行输出功率时,总AM/PM变换应不超过 $2.5^\circ/\text{dB}$ 。

#### 6.4.6 信号电平稳定性

在当地平均气候条件下,GES在向卫星方向上发射的任何C频段信号,其EIRP应以0.95的概率保持在±0.7dB以内。该指标包括发射机射频功率电平的设置精度和不稳定度,天线发射增益不稳定度,天线指向误差和跟踪误差等不稳定因素。

#### 6.4.7 发射频率精度

所有在C频段内发射的通信载波,在无自动频率补偿(AFC)时,其发射频率应在C频段规定值的±100Hz以内。

## 7 L 频段技术要求

### 7.1 总要求

GES至少应包括下列L频段发射与接收功能:

a)根据卫星系统管理者的指定,按8.3.1规定连续发射L→C AFC导频;

b)按8.2.3规定连续接收C→L AFC导频;

c)为GES测试目的,需要时接收并监测GES自己发射的载波;

d)接收并监测本GES及工作在同一卫星通信网的其他每个GES的P<sub>smc</sub>信道;

e)建议GES为测试目的,根据GES管理者的选择,以与AES相同的方式发送和接收L频段话音和数据。

注:L→C表示L频段搬移至C频段,C→L表示C频段搬移至L频段。

### 7.2 频率范围:

发送频率:1626.5MHz~1660.5MHz [附件10第III卷第一部分中4.2.1.3]

接收频率:1525.0MHz~1559.0MHz [附件10第III卷第一部分中4.2.1.2]

### 7.3 接收系统要求

#### 7.3.1 接收G/T值

在接收频率范围内,当天线指向卫星时,在晴朗微风的条件下,接收系统G/T值应大于或等于

2. 0 dB / K。当天线仰角大于或等于5°，发射机工作在最大输出功率时，应满足此指标，包括由于天线指向误差和极化失调引起的损耗。

### 7. 3. 2 接收PFD

对于初期系统的每一个1.5 GHz下行链路载波，相应于GES工作于5°仰角，PFD符合下列指标：

话音信道：—150 dBW / m<sup>2</sup> ~ —140 dBW / m<sup>2</sup>  
中速数据信道：—160 dBW / m<sup>2</sup> ~ —140 dBW / m<sup>2</sup>  
最大合成PFD：—120 dBW / m<sup>2</sup>

### 7. 3. 3 接收相位噪声

L频段接收系统和解调器应保证接收下行链路信号的相位噪声单边连续功率密度谱不超过图5中折线所示数值。

## 7. 4 L频段天线系统

### 7. 4. 1 发射增益与半功率波束宽度

在发送频率范围内的任意频率上，从发送馈源处测量的发射增益应大于或等于29.5 dBi。

在主波束的任一横截面上，半功率波束宽度应小于或等于5.8°。

### 7. 4. 2 接收增益与半功率波束宽度

在接收频率范围内的任意频率上，从低噪声放大器输入端测量的接收增益应大于或等于29.0 dBi。

在主波束的任一横截面上，半功率波束宽度应小于或等于6.2°。

### 7. 4. 3 极化

地球站发送与接收均为右旋圆极化。

### 7. 4. 4 轴比

地球站对卫星方向的发射和接收电压轴比应不大于1.3。

### 7. 4. 5 旁瓣

建议对于发射和接收，90%的旁瓣峰数不应超出下式要求：

$$G = 40 - 25 \lg \theta \quad (6^\circ < \theta \leq 40^\circ)$$
$$G = 0 \quad (\theta > 40^\circ)$$

式中：G——对应于θ的天线增益，dBi；

θ——偏离主波束轴线的角度，°。

### 7. 4. 6 可控性与跟踪

7. 4. 6. 1 在天线仰角大于5°的条件下，通过自动或人工方式，应能指向视线范围内静止轨道任何位置上的卫星。

7. 4. 6. 2 当卫星位置偏差为经度±1°，倾斜5°时，应能利用卫星发射的遥测信标或某个经常发射的信号(例如导频)进行天线自动跟踪。跟踪精度应满足7.3的要求。

## 7. 5 发送系统要求

### 7. 5. 1 发射机线性与EIRP

发射机线性应使三阶互调产物至少比两个EIRP均为37 dBW的测试载波中的任一个低30 dB。测试时两个载波可在发射通带的任何位置，相隔至少100 kHz。

一个载波被一随机序列调制，其标称EIRP密度应落在图2与图3所示曲线限制范围内。发射测试载波的EIRP参考值如下：

话音(C信道)测试载波：29 dBW  
数据(R和T信道)测试载波：14 dBW

L频段EIRP应能以1 dB为步进值进行调整。

### 7. 5. 2 发射机噪声与杂散信号

6. 4. 2的要求亦适用于L频段发送系统。

### 7. 5. 3 谐波信号

6.4.3的要求亦适用于L频段发送系统。

#### 7.5.4 相位噪声

在任何由GES发射的L频段信号(不包括L→C导频)上引入的总相位噪声,它在载波上、下方每个边带具有的单边功率密度谱应不超过图6所示曲线的限制。

若有任何离散相位噪声出现,其电平超过限制曲线,离散相位噪声分量与连续谱分量在离散分量两边±10Hz带宽内积分之和应不超过相位噪声限制。

#### 7.5.5 信号电平稳定性

在当地平均气候条件下,GES在向卫星方向上发射的任何L频段信号,其EIRP应以0.95的概率保持在±1.0dB以内。该指标包括发射机射频功率电平的设置精度和不稳定度,天线发射增益不稳定度,天线指向误差和跟踪误差等不稳定因素。

#### 7.5.6 发射频率精度

所有在L频段内发射的载波频率,除L→C导频之外,应在L频段规定值的±200Hz以内。

### 8 自动频率补偿(AFC)

#### 8.1 AFC总要求

为了减少AES和GES解调器输入端接收信号的频率误差,GES应完成地对空(C→L)和空对地(L→C)信号的自动频率补偿,利用未校正的导频信号获得的误差校正信号对所有通信信号完成自动频率校正。引起频率偏差的主要因素有:卫星转发器中的本机振荡器由于温度变化引起的频漂和长期频漂,卫星相对于GES有微小的相对运动引起的多普勒频移以及飞机高速飞行引起的多普勒频移。这些频率偏差都需要加以补偿。由AES负责补偿飞机高速飞行引起的多普勒频移,GES负责补偿所有其他各项频漂。

#### 8.2 C→L自动频率补偿要求

##### 8.2.1 C→L导频发送要求

由卫星系统管理者指定的GES应安装AFC导频发送设备,其他GES不需要安装AFC导频发送设备。

C→L导频频率精度应在±100Hz以内。导频频率值及其EIRP由卫星系统管理者规定,应规定两个导频频率,以增加可靠性。

C→L导频的EIRP应能从45dBW到63dBW连续可调。

在被发送的C→L导频上引入的相位噪声,它在载波上、下方每个边带具有的单边功率密度谱,应不超过图7所示限制曲线。

若有任何离散相位噪声出现,其电平超过限制曲线,离散相位噪声分量与连续谱分量在离散分量两边±10Hz带宽内积分之和应不超过相位噪声限制。

注:C→L导频是GES在C频段发射的连续波,经过卫星上的正向转发器变为L频段连续波转发回地面。

##### 8.2.2 C→L导频在L频段的特性

最大频率误差:	±55kHz
最大改变速率:	±833Hz/min
卫星EIRP:	≥0dBW(当仰角为5°时)

##### 8.2.3 C→L导频接收机及通信信号频率补偿要求

C→L导频接收机应能接收两个频率,一个主用,一个备用。

C→L自动频率补偿系统应移动发射的通信信号频率(但不移动导频)以补偿这些信号的频率误差,结果应使GES所接收的通信信号频率(从L频段上测量)以99%的概率落在其标称值±260Hz再加L频段多普勒频移范围内。

注:飞机高速飞行引起的多普勒频移由AES负责补偿,此处所指为卫星与GES间相对运动引起的多普勒频移,其值不超过±206Hz。

当接收机正确调谐至AFC导频时,C→L自动频率补偿系统的有效接收带宽(即用锁相接收机时的“回路噪声带宽”)应不大于100Hz。若导频丢失,有效接收带宽可展宽至1000Hz,完成快捕。若GES对导频信号失锁而又不能在10s内重新锁定,则GES在重新锁定前应停止发射所有通信载波。

为了正确工作和正确调谐,建议有效接收带宽可选10,25,50,100Hz几种数值。

### 8.3 L→C AFC要求

#### 8.3.1 L→C导频发送要求

由卫星系统管理者指定的GES应安装AFC导频发送设备,其他GES不需要安装AFC导频发送设备。

L→C导频频率精度应在±75Hz以内。导频频率值由卫星系统管理者规定,应规定两个导频频率,以增加可靠性。

L→C导频的标称EIRP为31dBW,且至少连续可调±6dB。

在被发送的L→C导频上引入的相位噪声,它在载波上、下方每个边带具有的单边功率密度谱,应不超过图8所示限制曲线。

若有任何离散相位噪声出现,其电平超过限制曲线,离散相位噪声分量与连续谱分量在离散分量两边±10Hz带宽内积分之和应不超过相位噪声限制。

注:L→C导频是GES在L频段发射的连续波,经过卫星上的反向转发器变为C频段连续波转发回地面。

#### 8.3.2 L→C导频在C频段的特性

最大频率误差:	±30kHz
最大改变速率:	±450Hz/min
卫星EIRP:	≥-18dBW(当仰角为5°时)

#### 8.3.3 L→C导频接收机及通信信号频率补偿要求

L→C导频接收机应能接收两个频率,一个主用,一个备用。

L→C自动频率补偿系统应移动解调前的接收通信信号频率,以补偿这些信号的频率误差,结果使解调器输入端的通信信号频率(从C频段上测量)以99%的概率落在其标称值±600Hz范围内,以保证解调性能满足第9章要求。

当接收机正确调谐至AFC导频时,L→C自动频率补偿系统的有效接收带宽应不大于100Hz。若导频丢失,有效接收带宽可展宽至1000Hz,完成快捕。

为了正确工作和正确调谐,建议有效接收带宽可选10,25,50,100Hz几种数值。

## 9 信道单元要求

### 9.1 对所有信道单元的通用要求

每个信道单元应完成已调中频信号与基带信号之间的变换。

#### 9.1.1 调谐能力

GES中每个通信或信令信道单元应能在接收到分配指令后100ms以内自动调谐至规定的频率上,精度为100Hz,步进2.5kHz。

#### 9.1.2 技术特性

所有信道单元应具备下列特性:

##### a)发送特性(C→L)

C频段最大输出频率误差:	±100Hz
数据时钟精度:	±1×10 <sup>-8</sup>
数据扰码(独特码不扰码):	符合附录A(标准的附录)要求
交织:	符合附录A(标准的附录)要求
FEC:	卷积码,约束长度K=7
FEC码率:	初期系统为1/2

	增强系统为1/2或3/4
FEC生成多项式:	G1: $1 + X^2 + X^3 + X^5 + X^6$ G2: $1 + X + X^2 + X^3 + X^6$
b)接收特性(L→C)	
C频段最大输入频率误差:	±600Hz
数据时钟精度:	±0.5Hz
数据扰码(独特码不扰码):	符合附录A(标准的附录)要求
交织:	符合附录A(标准的附录)要求
FEC:	卷积码,约束长度K=7,8电平软判决维特比译码
FEC码率:	初期系统为1/2 增强系统为1/2或3/4
FEC生成多项式:	G1: $1 + X^2 + X^3 + X^5 + X^6$ G2: $1 + X + X^2 + X^3 + X^6$

### 9.1.3 EIRP及其控制

GES发射的每一C频段载波的EIRP由卫星系统管理者规定,至少包括从50dBW至70dBW的可调范围,步进不大于1dB。

### 9.1.4 能跟踪的频率摆动速率范围

对于R、T、C信道,建议信道单元应能在达到规定误比特率(BER)的C/N0比值下跟踪±30Hz/s的频率摆动速率。

对P信道,建议信道单元应能在C/N0为35.5dB Hz时跟踪±15Hz/s的频率摆动速率。

注:C/N0表示载波与噪声密度之比。

### 9.1.5 误比特率(BER)

对于话音信道,采用FEC后,BER应优于 $10^{-3}$ 。

对于数据信道,采用FEC后,BER应优于 $10^{-5}$ 。

## 9.2 对于所有A-QPSK高速信道单元的要求

每一个信道速率等于或大于4800bit/s,调制方式为A-QPSK的信道单元应有下列特性。

### 9.2.1 帧同步(接收)

当接收信号频率偏差在±600Hz以内,时钟频率偏差在±0.5Hz以内,话音信道BER优于 $10^{-3}$ ,数据信道BER优于 $10^{-5}$ 时,应满足下列要求:

- 失锁概率:少于每107bit1次;
- 同步捕捉时间:对99%的情况均小于3s;
- 帧误捕概率:小于 $10^{-5}$ 。

### 9.2.2 突发格式(发送)

每次发送突发信号,应包括一段未调制载波,然后是比特定恢复序列和独特码字,供给AES去交织器和维特比(Viterbi)译码器同步用;最后有一段报尾,指示突发结束。具体格式与参数见附录A(标准的附录)。

### 9.2.3 话音信道功率控制 [附件10第III卷第一部分中4.10.4.4.3.2]

为了节约卫星功率,GES需对C信道实行功率控制。为此,应测量译码前的BER。

9.2.3.1 对于正向C信道,GES应根据从AES收到的BER数值报告,调节自己发射的EIRP,以保持BER不大于 $10^{-3}$ 。

9.2.3.2 对于反向C信道,GES应根据测出的BER数值,向AES发出指令,调节AES发射的EIRP,以保持BER不大于 $10^{-3}$ 。

### 9.2.4 接收信道单元滤波

GER中A-QPSK接收信道单元应采用适当滤波器以保证在有下列两个同时出现的邻信道干扰信

号时,达到所要求的BER。第一个干扰信号与载波间的频率偏差为 $F+475-B$ ;第二个干扰信号与载波间的频率偏差为 $F-475+B$ 。上述频率偏差是在信道单元输入端干扰信号相对实际接收的所需信号载波频率的偏差; $B$ 是所需信号的信道间隔,单位为Hz;参数 $F$ 可取 $-475$ 至 $+475$ 之间任意数值。两个干扰信号均与所需信号类似,用随机数据调制,且通过如下条所述的发送滤波器,每个干扰信号的功率通量密度比所需信号高2dB。

### 9.2.5 发送信道单元滤波

发送滤波器频率响应特性应使调制器输出信号频谱落在图2所示限制曲线范围内。

滤波器可以在中频亦可在基带实现。

## 9.3 对所有A-BPSK中速率信道单元的要求

每一个信道速率小于或等于2400bit/s,调制方式为A-BPSK的信道单元应有下列特性。

### 9.3.1 P信道单元(发送)

发送信道速率:	600,1200,2400bit/s
帧长:	2000,1000,500ms
帧比特:	1200
独特码:	11100001010110101110100010010011
超帧帧长:	8s
格式识别与超帧标志:	每帧开始的16比特分为四组,每组含4bit。第一组为格式识别,第二组为超帧标志,第三组和第四组均为超帧计数,其中:
格式识别:	0001
超帧标志:	对于每个超帧的起始帧(即第0帧)为1111 对于超帧中的其他帧为0000
超帧计数:	在一个超帧内,从0开始向上计数(例如,对于600bit/s的P信道,每超帧含4帧,计数值为0000,0001,0010,0011);两个超帧计数字段相同,以增加可靠性。

同一个GES的所有P信道应同步发送。

每个GES至少有一条Psmc信道。

### 9.3.2 R信道单元(接收)

#### a)技术特性:

频率误差:	$\pm 600\text{Hz}$	(经AFC后)
突发至突发的最大频差:	700Hz	(经AFC后)
载波与时钟捕获时间:	373.3ms	(与600bit/s对应)
	166.7ms	(与1200bit/s对应)
	63.3ms	(与2400bit/s对应)
突发至突发的最大电平差:	12dB	
前置码:		
载波与比特定时恢复:	224bit	(与600bit/s对应)
	200bit	(与1200bit/s对应)
	152bit	(与2400bit/s对应)
独特码:	与P信道相同(见9.3.1)	

#### b)突发捕获特性:

1)当频率偏差为 $\pm 600\text{Hz}$ ,时钟频率差为 $\pm 0.5\text{Hz}$ 时,由于载波失锁,丢失位同步,对输入比特流的误同步,对独特码的误捕和丢失独特码所引起的突发漏捕总概率应小于 $10^{-3}$ 。

2)帧错捕概率应小于 $10^{-5}$ 。

#### c)接收机数:



GES应至少提供四个R<sub>smc</sub>信道接收机。

### 9.3.3 T信道单元(接收)

#### a)技术特性

频率误差:	±600Hz	(经AFC后)
突发至突发的最大频差:	700Hz	(经AFC后)
载波与时钟捕获时间:	373.3ms	(与600bit/s对应)
	166.7ms	(与1200bit/s对应)
	63.3ms	(与2400bit/s对应)
突发至突发的最大电平差:	12dB	
前置码:		
载波与比特定恢复:	224bit	(与600bit/s对应)
	200bit	(与1200bit/s对应)
	152bit	(与2400bit/s对应)
独特码:		与P信道相同(见9.3.1)

#### b)突发捕获特性

见9.3.2b)。

### 9.3.4 接收信道单元滤波

GES中A-BPSK接收信道单元应采用适当滤波器以保证在有下列两个同时出现的邻信道干扰信号时,达到所要求的误比特率。第一个干扰信号与载波间的频率偏差为 $F+475-B$ ;第二个干扰信号与载波间的频率偏差为 $F-475+B$ 。上述频率偏差是在信道单元输入端干扰信号相对实际接收的所需信号载波频率的偏差;B是所需信号的信道间隔,单位为Hz;参数F可取 $-475$ 至 $+475$ 之间任意数值。两个干扰信号均与所需信号类似,用随机数据调制,且通过如下条所述的发送滤波器,每个干扰信号的功率通量密度比所需信号高2dB。

### 9.3.5 发送信道单元滤波

发送滤波器频率响应特性应使调制器输出信号频谱落在图3所示限制曲线范围内。

滤波器可以在中频亦可在基带实现。

### 9.4P信道单元接收性能要求(GES至GES,C→L链路)

在下列条件下,解调器BER应优于 $10^{-5}$ :

a)与信道速率对应的C/N<sub>0</sub>要求如表4所示;[附件10第III卷第一部分中表4-2]

b)解调器输入频率误差:±466Hz;

c)接收数据时钟偏差:10<sup>-6</sup>;

d)BER性能应在下述条件下达到:出现两个类似于所需信号用随机数据调制的相邻信道干扰载波,在所需载波两边每边一个,并处在离所需载波为标称信道间隔处;每个干扰比所需载波功率高5dB,还存在如图5所示接收相位噪声。

## 10 接续控制要求

### 10.1 总要求

初期系统的GES应独立工作,增强系统的GES应与NCS协调工作。

GES应能分析和处理来自飞机和地面用户的输入信令信息电文,并输出适当的信息电文作回答。

GES应能从一组固定的频率中分配发送和接收载波频率。由卫星系统管理者负责确定各GES控制的频率组和各类信道的具体频率。GES控制的一组频率还可由卫星系统管理者定期或临时进行改变。

### 10.2 信令信道

GES应接收来自飞机的各R信道上传送的SU,并用P信道对寻址到本GES的信息电文给以回

答。

GES利用R和P信道上的信令建立并在必要时强拆所有的通信信道。

GES应能通过话音c信道中的子带数据信道发送和接收信令信息。

### 10. 3 通信信道的分配

根据飞机和地面用户的申请,每个GES应负责分配通信信道,并用P信道将分配指令发往飞机。

对于电话呼叫或其他需要一对C信道的业务,GES应利用伪随机序列从规定的可分配频率表中选择信道频率。GES应保存一个表格,至少能容纳100个不同的频率号。当需要修正这个表格时,可用人工方式迅速简便地输入可分配频率修正表。

GES应保证平均使用所有可用的C信道单元,建议采用循环或伪随机算法,以免过多使用某个特别的信道单元而使其性能变坏。

### 10. 4 GES表格

GES应保持有关下列内容的状况表:

a)AES的授权状况表与注册状况表。AES授权状况表中包括所有已授权可以入网与本GES联系的AES的识别号与状况。AES注册状况表中包括已向同一卫星网中任何GES注册的所有AES最新状况,AES的识别号及其所注册的GES识别号,AES的类别,点波束识别号,航班号,Pd,Rd和T信道频率分配等;

b)卫星资源表。包括卫星EIRP,与临时预分配给本GES有关的卫星频率和信道号,C信道分配情况及正向功率控制。

### 10. 5 GES对“AES系统表”的修正

为了使AES能开始建立通信并向某个GES注册入网联机,每个GES和AES都应保持一个正确的“AES系统表”;其内容包括卫星识别号,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。

GES应在其Psmc信道上广播发送包含“AES系统表”的SU。

对于初期系统,有关信息将由卫星系统管理者提供给GES。GES应在卫星系统管理者规定的时间发送修正的AES系统表。

### 10. 6 呼叫优先等级

对于从AES发起的具有最高优先等级的呼叫(例如遇险),应立即根据业务类型分配一条或一对可用信道。若无信道频率或无信道单元可用,GES应事先撤除一优先等级较低的呼叫以使卫星信道和GES信道单元可用。

## 11 信令信道要求

### 11. 1 通用要求

11. 1. 1 已在GES注册的AES可以利用注册时GES指定的R信道向GES发送信令,GES应接收此R信道中的SU,并用注册时指定的P信道以标准长度SU的形式给AES发送信令。

11. 1. 2 P和R信道用来传送建立C信道的信令,必要时还可用来强拆已建立的c信道。

11. 1. 3在所有C信道上应提供子带数据信道,当c信道已经建立之后,利用子带数据信道交换信令(不包括强拆)。

11. 1. 4 T信道的建立和必要时的终止,在正向由P信道信令控制,在反向由R信道(适当时亦可由T信道)控制。

### 11. 2 P、R和T信道管理

11. 2. 1 当GES具有多于一个P信道,或多于八个R信道,或多于一个T信道时,GES应按本条所述提供信道工作负荷控制机制。

11. 2. 2应指定一个P信道执行Psmc功能,其他P信道只执行Pd功能。当AES注册时,GES应指定一适当的P信道给该AES以后使用,从而保证所有P信道具有基本相同且可接受的排队时延,特别

是对于信令通信,更应如此。

11. 2. 3应指定一组R信道完成Rsmc功能,其他R信道只执行Rd功能。当AES注册时,GES应指定一组适当的R信道给该AES以后使用,从而保证所有R信道具有基本相同且可接受的碰撞概率。

11. 2. 4 当AES注册时,GES应按照给T信道划分的专门功能和有关的信道利用率指定一个或多个适当的T信道给该AES以后使用。

### 11. 3 干扰管理

11. 3. 1 至少应保留一个备用频率,如果原来指定的Psmc信道频率受到干扰时,即用此频率作Psmc信道。从原来指定的频率改变到保留的频率需由GES工作人员人工控制。如果要作这种改变,在发射新频率的同时,应启动更新AES系统表的程序。

11. 3. 2至少应保留一个备用频率,如果原来指定的Rsmc信道频率受到干扰时,即用此频率作Rsmc信道。从原来指定的频率改变到保留的频率需由GES工作人员人工控制。如果要作这种改变,应同时启动更新AES系统表的程序。

### 11. 4 P信道性能要求

GES应准备足够的排队缓冲器容量,以使每个P信道能在具有额定通信业务量(平均信道利用率为80%)的情况下,在至少1 h工作期间,由于排队溢出引起SU的丢失较少,即每3 000个SU中丢失的SU不超过一个。

### 11. 5 R信道性能要求

11. 5. 1 R信道解调器时延应不超过0. 3倍时隙长度。(与速度600, 1 200, 2 400, 10 500 bit / s对应的时隙长度分别为1,0. 5,0. 25,0. 125 s)。

11. 5. 2在通过R信道检错和缓冲器处理SU的过程中:

- a)当信道利用率为35%时,SU丢失应不超过1%;
- b)当信道利用率为15%时,SU丢失应不超过0. 1%。

### 11. 6 T信道性能要求

- a)T信道解调器时延应不超过相同速率R信道的时延;
- b)在通过T信道检错和缓冲器处理SU的过程中,当信道利用率为80%时,SU丢失应不超过万分之一。

### 11. 7 时延性能要求

当工作在设计的话务量,数据吞吐率和有权注册的AES数极限范围内时,GES在任何时候应不超过下列最大时延值:

a)注册时延:从收到“注册申请”SU(在R信道FEC译码器输出端测量)到将“注册证实”SU插入P信道发送排队等待行列的时延应小于1. 6 s。

b)C信道分配时延:从收到“呼叫申请”SU(在R信道FEC译码器输入端测量)到将分配C信道的信息电文插入P信道发送排队行列的时延应小于1. 5 s。

c)转发方式时延:从确认另一GES的Psmc信道上有转发呼叫到输出宣布有呼叫的SU插入P信道发送排队行列的时延应小于0. 5 s。

d)移交时延:当GES收到来自某AES刷新的注册申请时,GES应在a)规定的时间极限内回答。

若有表明原来利用的卫星与现在的卫星不同的注册信息在各GES站间信令链路(在初期系统中即为Psmc信道)上广播,则应由一个指定的GES通过相互同意的信道转发有关的SU到原来的卫星网中对应的指定GES。后者应将收到的注册信息SU放在站间信令链路上送给网中其他GES。在起转发作用的GES中,从收到注册信息SU开始到将SU插入P信道发送排队行列的时延应小于0. 5 s。

## 12 电话业务要求

### 12. 1 概述

用于初期系统的电话信道,是在c信道对上使用9 600 bit / s语音编码速率的多脉冲激励线性预测

编码声码器,信道速率为21 000 bit / s,具有1 / 2码率FEC。话音编码器应包括一个用于正向信道进行话音激活的话音检测器。

## 12. 2 通话的建立和拆线顺序

### 12. 2. 1 空对地通话的建立和拆线

空对地通话建立的基本顺序见图9和图10。

12. 2. 1. 1 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。

12. 2. 1. 2 在呼叫非注册GES(即不是AES申请注册的GES)的情况下,其通话建立过程与上述类似,而申请注册的GES则是AES和非注册GES的中介体。将AES发来的接续申请用站间链路转发给被叫GES。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,该GES将AES发来的接续申请用站间链路转发给非注册GES。而后非注册GES用站间链路把“信道分配”信号发给注册GES,并通过注册GES用Pd信道发给AES。在空对地方向,AES用c信道子带向非注册GES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。在地对空方向,非注册GES用C信道子带向AES发射“测试”SU,这种信号也是依次连续发射。另外的步骤则与注册GES的空对地呼叫的建立相同。

### 12. 2. 1. 3 通话终止顺序

在正常情况下,当通话结束时,用户双方应将手机放回原处。来自AES中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消其载波。GES对载波进行监测以确认该载波已停止发送。如果载波继续存在,则GES用超时对其进行检测,并在c信道子带上再发出一“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。如果AES注册到其他GES,则通过适当的站间信令链路(在初期系统中是Psmc信道)发送“信道释放”信号至注册GES。

### 12. 2. 2 地对空通话的建立和拆线

地对空通话的建立顺序见图11和图12。

12. 2. 2. 1 在注册GES呼叫一个AES的情况下,注册GES通过Pd信道向被叫AES发出呼叫通知和c信道分配,然后被叫AES用c信道子带向注册GES连续发射“测试”SU,GES也用c信道子带向被叫AES连续发射“测试”SU,直至电路接通。此时被叫AES向注册GES发一“电话确认”,注册GES向被叫AES发“测试信号停止”(电路接通)。

12. 2. 2. 2 当地对空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站间的通信系统传递。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。

### 12. 2. 2. 3 通话终止顺序

通话拆线过程由固定网用户发出一个正向拆线信号来启动。当收到正向拆线信号时,GES在c信道子带上发送一个“信道释放”信号序列。当收到这些“信道释放”信号之一时,AES在C信道子带上以“信道释放”信号序列来应答并撤消其载波。当GES检测到AES载波已终止时,GES将该信道归还给信道库。如果载波继续存在,则GES可用超时对此进行检测,并执行上述12. 2. 1. 3中的相同过程。

## 12. 3 话音编码器要求

12. 3. 1 对于初期系统,话音编码速率为9 600 bit / s,编码算法为英国电信实验室设计的多脉冲激励

线性预测编码,语音检测器(用于RF信道语音激活)要满足下列性能要求(见表5):

当语音信号电平低于 $-40\text{dBm}_0$ 时,在暂留时间内输出状态应保持开。暂留时间可调至下述时间之一:50ms,100ms,150ms,200ms,250ms。

12.3.2 声码器的译码器内应包括一个功率电平为 $-60\text{dBm}_0\sim-40\text{dBm}_0$ 的随机噪声发生器,在有效语音突发之间的间隙时间内插入平滑噪声。当检测到语音突发终止或失去时钟同步超过100ms,此噪声发生器即插入噪声,其电平可在下列数值中选择:关, $-60\text{dBm}_0$ , $-50\text{dBm}_0$ , $-40\text{dBm}_0$ 。

12.4 正向链路电话载波的语音激活

12.4.1 GES应在每个正向链路电话(C信道)载波上提供语音激活。

12.4.2 只有把信道分配给一个AES之后,并要求传输语音信号或子带信令报文时,才发射正向链路电话载波。

12.4.3 不发射载波时,分配给该载波的信道时隙中发射的残余载波电平应低于标称电平30dB以上(全载波抑制)。载波开关上升和下降时间应受到控制,以符合6.4.2的要求。在报尾结束时应将载波关闭。

12.5 正向链路功率控制

用于语音的(C信道) $C\rightarrow L$ 载波上实施正向链路功率控制,以便根据通话期间所进行的链路质量测量来调节C频段的EIRP。EIRP的最大变化率应受到控制,以便与6.4一致。具体调节准则见9.2.3。

12.6 反向链路功率控制

GES应对AES发射的 $L\rightarrow C$ 语音(C信道)载波实施功率控制。在每个功率控制命令序列之前,GES根据所测BER值确定对AES调节其发射功率的要求,并按9.2.3相同的准则调节其发射功率。

12.7 电话可听音

若有来自陆地电话网的可听音,则都应透明地转发到AES。

## 13 运行监视要求

13.1 概述

GES设备应提供对故障和繁重通信量进行检测的手段。

13.2 数据信道的信道利用率

为使数据信道稳定而可靠地工作,GES应对数据信道的信道利用率进行监控。

13.2.1 P信道的信道利用率

应对用SU计算的每一个P信道的信道利用率进行监控(系统表更新和填充SU除外)。可以通过对来自信息排队序列(不是系统表更新序列),而进入到P信道发射机的SU数目进行计数来进行监控,也可以用传输一个完整的系统表更新信息序列所需的时间来进行监控。

13.2.2 R信道的信道利用率

一组R信道与一条P信道配合使用,每一条R信道分担一部分空对地通信量。应对R信道利用率进行监控,以保证随机争用的稳定工作和成组R信道之间的均衡利用。

13.2.3 T信道的信道利用率

应在相应的时间间隔内,对分配给T信道的容量进行测量,并与实际数据通信量进行比较,以便对由于干扰、AES出现故障、GES接收信道单元出现故障等原因造成的通信量丢失进行检测。建议对GES规定T信道利用率的下限(18%)和上限(90%)。

13.3 语音信道状态

GES应有能力对分配给GES的语音信道的状态进行监测,并能在检测到干扰时使信道中断。如果中断的信道是由NCS按每次通话分配的,则GES应将中断的理由通知NCS。

13.4 优先通话监测

GES应有能力监测并记录遇险报文和电话(优先级别Q为14和15)。

13.5 P信道工作状态

GES应能对其P信道的工作状态进行监控,以便及时识别GES可能出现的故障,并使其及时恢复正常工作。如果P信道故障时间大于1 s,则GES应停止发射新的信令和用户数据;如果出现故障的时间大于5 s,则GES应停止发射P信道载波。如果P信道载波停止发射,则所有在出故障P信道排队中的报文都应报废。出故障的P信道只有通过人工干涉才能重新启动。

## 14 电路方式数据业务要求

### 14.1 概述

这种业务可在呼叫持续时间内,在空间段上提供电路方式数据信道,用来支持各种通信应用。端对端数据业务的性质取决于GES和陆地网之间互连的方式。这种业务可以进行数据的透明传输。

### 14.2 电路方式数据信令要求

对于电路方式数据业务来说,呼叫建立和终止信令程序应与电话呼叫建立程序相同。

数据方式启动和撤销信令程序是将C信道从话音方式切换到数据方式,或是相反的过程。因此应符合下面所规定的程序:

a)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13。

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单音来自动启动。

以AES启动为例,数据方式一旦启动,AES便断开话音编译器,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。AES发送的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。

只要收到这些SU中的一个,GES就切断卫星信道话音编译器,并接通DIU。此时GES不回送任何“数据方式”SU,直到GES的DIU已同远端调制解调器建立同步或是超时出现以后。

如果同步已经建立,则GES接通速率适配器,并在C信道子带上发送一串(6个)“数据方式”(启动)SU。如果在超时之前同步没有建立,则GES在C信道子带上发送一串(6个)“数据方式”(启动)SU,指明协商信道速率为零。在任何一种情况下,由GES送到AES的“数据方式”(启动)SU中的信道速率信息代码,均表明GES的DIU和远端调制解调器之间协商的实际信道速率。

b)数据方式撤消过程:当使用DIU选项时。以AES撤消数据方式操作为例。数据方式撤消过程的基本顺序见图13。

AES用户首先启动“数据方式”撤消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”(撤消)SU。GES切断DIU,接通话音编译器,并在C信道子带上用一串(6个)“数据方式”(撤消)SU作出应答。AES收到这些SU中的一个后,就停止发送SU,切断其DIU,并接通话音编译器。

### 14.3 模拟互连数据业务

如果要提供传真业务,则使用终端接口功能单元(TIFU)。如果提供数据业务,则应使用位于GES和AES上的DIU或TIFU。DIU和终端接口功能(TIF)可通过所分配的C信道对互相通信。

在DIU之间通过卫星信道工作的情况。没有高层协议;如果需要,在端一端基础上使用高层协议则是通信用户的责任,本系统可进行透明传输。

### 14.4 数字互连数据业务

若存在由GES出发,通过地面通信网,如电路交换数字数据网,专用数字网或综合业务数字网(ISDN)到达远地终端用户的数字通路,则可提供数字互连数据业务。对于空对地呼叫,信令顺序与12.2相同。

在GES中要求直接数字速率匹配,以便在用户数据率和陆地网访问速率之间进行变换。

## 15 网络通信要求

作为最低要求,GES应与公用地面网连接。

如果GES与其他海事及陆地移动业务卫星通信地面地球站共址,则原有卫星话音勤务设备和用户电报测试终端应可用于航空网通信。

对于增强系统,话音勤务设备应作为计划的GES站间信令系统引入。

## 16 网络管理要求

### 16.1 AES管理

#### 16.1.1 概述

AES管理安排的设计应与各种潜在卫星类型和GES的配置相匹配,包括:

- a)一颗全球波束卫星,一至数个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。

16.1.1.1 为进入航空通信系统,每个AES应向一个GES注册。

16.1.1.2 每个GES保持一个已向其注册的各AES的最新状况表,并具有GES间和GES—NCS间信令设备,这样,每个GES就能建立与使用同一颗卫星的任何AES的往返呼叫,并在移交过程中对各AES进行管理。

16.1.1.3 备有两种工作方式,即自动方式和用户指令方式。在自动方式中,对于卫星系统注册和移交,AES的操作是全自动的,不需要外部控制。在用户指令方式中,机组或飞行控制系统可明确地选择注册和移交卫星与GES,并在任何时刻启动移交。正常工作方式应是自动方式。

16.1.1.4 每个AES保持一个AES系统表。每个AES还具有必要的附加信息,以便实施自动注册和移交过程,还具有便于用户取代自动过程的设施。

16.1.1.5 在初期系统中,一个AES向单个GES注册。在增强系统中,一个性能先进的AES可能向两个GES注册。一个GES是主用站,另一个是辅助站。

#### 16.1.2 系统注册/注销

16.1.2.1 系统注册、注销的顺序见图14至图16。在注册证实信号中,给AES的Rd信道指定一个EIRP。如果任一T信道被指定,则AES按照所指定的R信道EIRP以及R信道与T信道的信道速率之比来决定T信道的EIRP。GES从可用信道中分配一个Pd信道,并计及信道负荷、可能情况下使用低功率P信道的需求以及提供某种手段从P信道单元失效或降级中恢复的需求。以低功率P信道工作的能力将由AES的级别确定。如果GES分配一个不同于Psmc信道的Pd信道,则GES使用跟随“注册确认”之后的P、R信道控制信令报文向AES发送新的信道频率。

16.1.2.2 如果GES使用多组R信道频率,并把一组新的Rd信道分配给该飞机,则GES使用“注册确认”之后的信令报文向AES发送新的信道频率(多至8个)。GES根据下述信息决定分配哪些T信道和什么样的EIRP给AES:

- a)所使用的卫星(其反向链路灵敏度);
- b)AES的级别;
- c)AES信道速率能力。

GES以同意的最高信道速率分配数据信道,在GES和AES两方面都提供这种信道速率,而且由所用卫星及AES的级别联合支持。

#### 16.1.3 移交过程

在AES运动时可能要求几种移交,即GES对GES,卫星对卫星和点波束对点波束移交。首先向当前GES进行注销,紧接着向新的GES注册便可实现移交。AES移交顺序见图17,相应的GES间信令路由见图18。

#### 16.1.4 GES的AES状况表

每个GES保留一个AES授权状况表,该表包括所有被批准的AES,包含AES识别码和授权状况。

每个GES还有一个注册AES状况表,表中包含所有已向使用同一卫星的GES注册的每个AES的最新状况,包括注册GES识别码,AES识别码,AES级别,点波束识别码,航班号,Pd,Rd和T信道频率分配等。

#### 16.2 GES间和GES与NCS间信令

对于初期系统,GES应接收(频率由卫星系统管理者规定的C→L链路)来自每个工作于相同卫星网的其他GES的Psmc信道,并应将其中的信道分配信号转发给那些没有注册到其他GES却注册到本GES的飞机。类似地,GES本身的Psmc信道应包括指定用于其他GES的信令信息。

对于增强系统,预计有一个分离的TDMA(C→L)GES间以及GES与NCS间的信令系统。

#### 16.3 AES监控

GES应在C频段上定期监控L→C载频,这些载频相应于在初期系统中临时分配给GES的频率。至少应监控R、C和T信道的载频功率和频率,以便分辨出发生故障的AES以及L频段的干扰源。

在增强系统中,可预计AES监控功能将通过NCS或其他合适的设备进行,至少可进行部分监控。

#### 16.4 系统广播

##### 16.4.1 世界时

在GES中,该能力的实现是任选的。然而若实现,应符合下述要求。

GES应广播与世界协调时(UTC)标准同步的时间。UTC信号广播的出现频率应由GES管理者决定。

GES应保持一个实时时钟,并与UTC标准同步。根据实时基准时钟的精度,时间信息的多余字段可用零值来填充。

所广播的时间应当是有关的P信道的下一个超帧(格式识别ID的)第一个比特前沿传输的预计时间。这意味着计算时间信息的过程应当知道P信道超帧标志符传输的精确时刻。

##### 16.4.2 择释放

GES必须具备选择释放设备。该设备的目的是指令所有已注册的AES停止使用某一信道频率(该频率是由GES管理的)。

选择释放广播信号必须作为一个备用信号使用。这可由GES操作者以人工干涉方式实施,也可由GES中的自动管理功能实施。例如当GES发现出现故障的AES时可使用这种设备。

##### 16.4.3 GES特定数据广播

在GES中该能力的实现是任选的,然而若实现,应符合下述要求。

GES特定数据广播设备可使用空闲P信道容量,广播低优先级用户数据。GES特定数据广播类型的所有SU都具有固定的优先级等级“—1”,这意味着在发送GES“特定数据广播”SU之前,要保证发送任何优先级等级为“0”或更高的排队SU。

GES“特定数据广播”的优先级等级略高于“系统表广播”SU,但应保证系统表广播不被GES特定数据广播通信量所阻止。

#### 17 GES的测试功能

GES应有合适的射频(RF)和中频(IF)测试接入点,以便至少对GES所发射的每个C频段载波的下述信号参数进行测试:

- a)绝对载波功率;
- b)在L频段所收到的载波中心频率。

测试接入点的位置及所使用的测试方法,应能允许以足够的精度测试这些参数的绝对值,以保证所有的发射载波满足EIRP及频率精度要求。所使用的测试方法应允许测量同时传输的一个或多个C频段载波的绝对载波功率。

每个GES还应监控Psmc信道,以便及时识别可能的GES故障。特别是GES应监控接收机失去同步,若出现大于1 s的干扰,则GES应停止传输新的信令和用户数据,而干扰大于5 s时,GES应



停止所有传输。

表 1 A-BPSK 振幅—频率响应特性

上 限		下 限	
归一化频率	振幅响应 dB	归一化频率	振幅响应 dB
0	0.25	0	-0.25
0.8	0.25	0.6	-0.25
1.133	-3.5	0.9	-2.5
1.333	-12	1.05	-5.5
1.533	-40	1.22	-12
—	—	1.333	-28
—	—	1.333	-45

注：限制线通过以上各点，从一点至另一点用直线相联。频率归一化至 1/2 信道速率，且当频率为 0 时，振幅归一化为 0 dB。

表 2 A-BPSK 与 A-QPSK 相位—频率响应特性

上 限		下 限	
归一化频率	相位响应 (°)	归一化频率	相位响应 (°)
0	1.8	0	-1.8
1.0	1.8	1.0	-1.8
1.0	2.8	1.0	-2.8
1.25	≥2.8	1.25	≤-2.8

注：限制线通过以上各点，从一点至另一点用直线相联。对 A-BPSK，频率归一化至 1/2 信道速率；对 A-QPSK，频率归一化至 1/4 信道速率。

表 3 A-QPSK 振幅—频率响应特性

上 限		下 限	
归一化频率	振幅响应 dB	归一化频率	振幅响应 dB
0	0.25	0	-0.25
0.3	0.25	0.2	-0.25
0.7	-1	0.5	-1
1.1	-3	0.9	-3
1.5	-6	1.2	-6
1.7	-10	1.5	-10
2.0	-20	1.7	-16
2.5	-40	1.733	-27
3.0	-40	1.733	-40

注：限制线通过以上各点，从一点至另一点用直线相联。频率归一化至 1/4 信道速率，且当频率为 0 时，振幅归一化为 0 dB。

表 4 信道速率与最低载波/噪声密度比 (C/N<sub>0</sub>) 对应关系

信道速率 bit/s	C/N <sub>0</sub> dB Hz
600	31.9
1 200	35.0
2 400	38.0
4 800	39.5
10 500	42.9

表 5

信号电平 dBm0	话音信号持续时间 ms	输出状态
< -40	—	关
-40 ~ -30	> 10	开
> -30	> 4	开

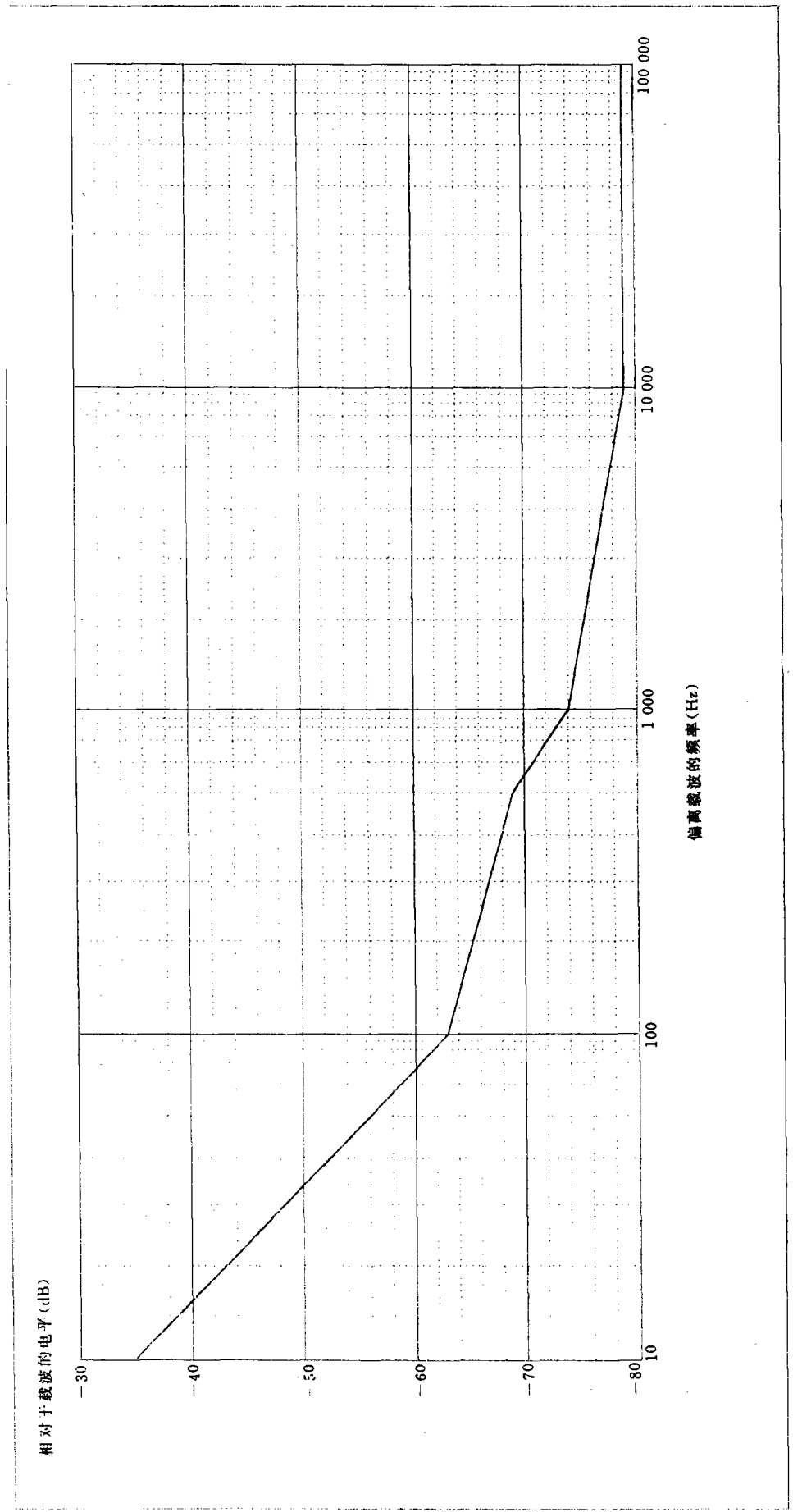


图 1 L→C 接收信号相位噪声单边功率密度谱

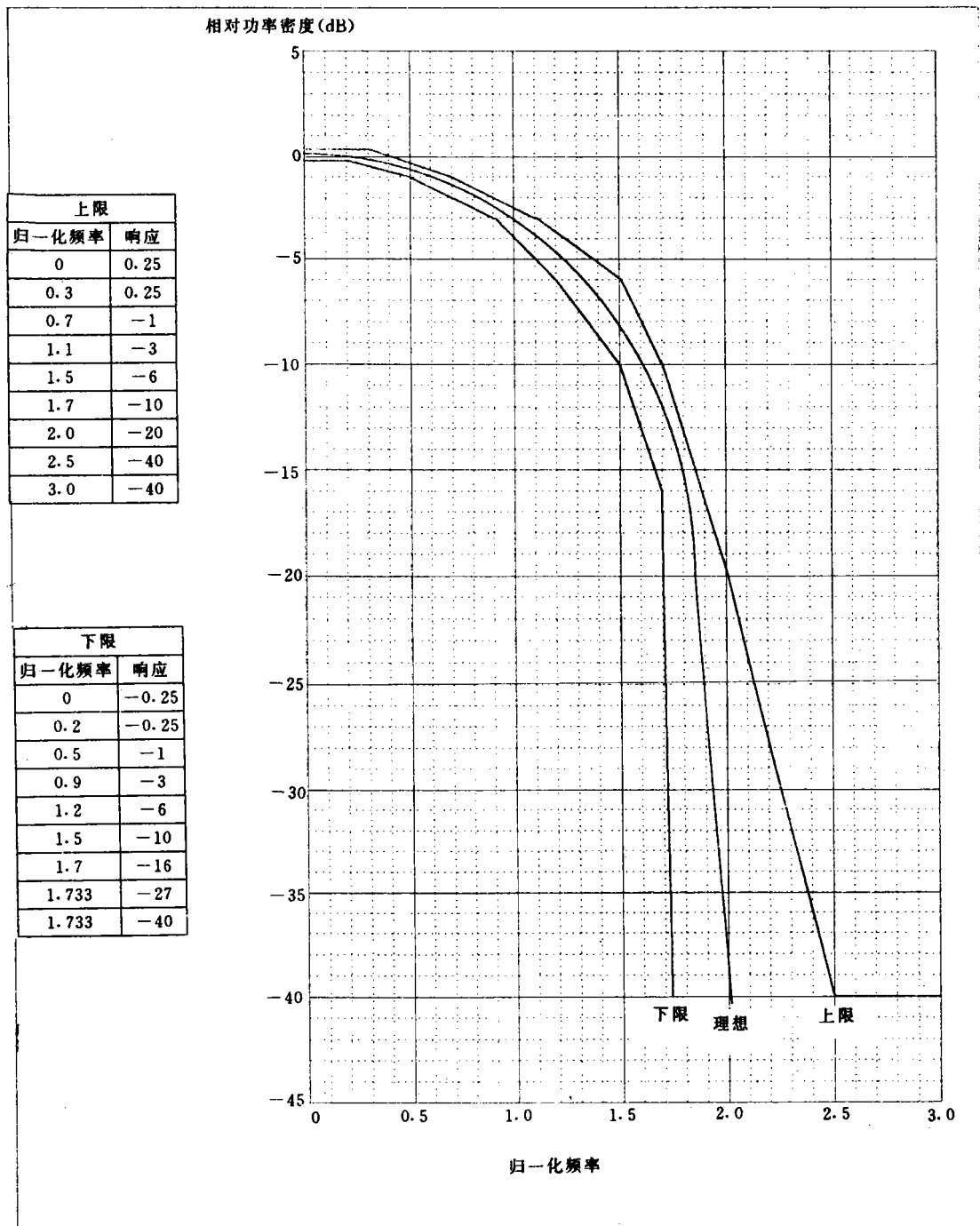


图 2 A-QPSK 发射频谱容差

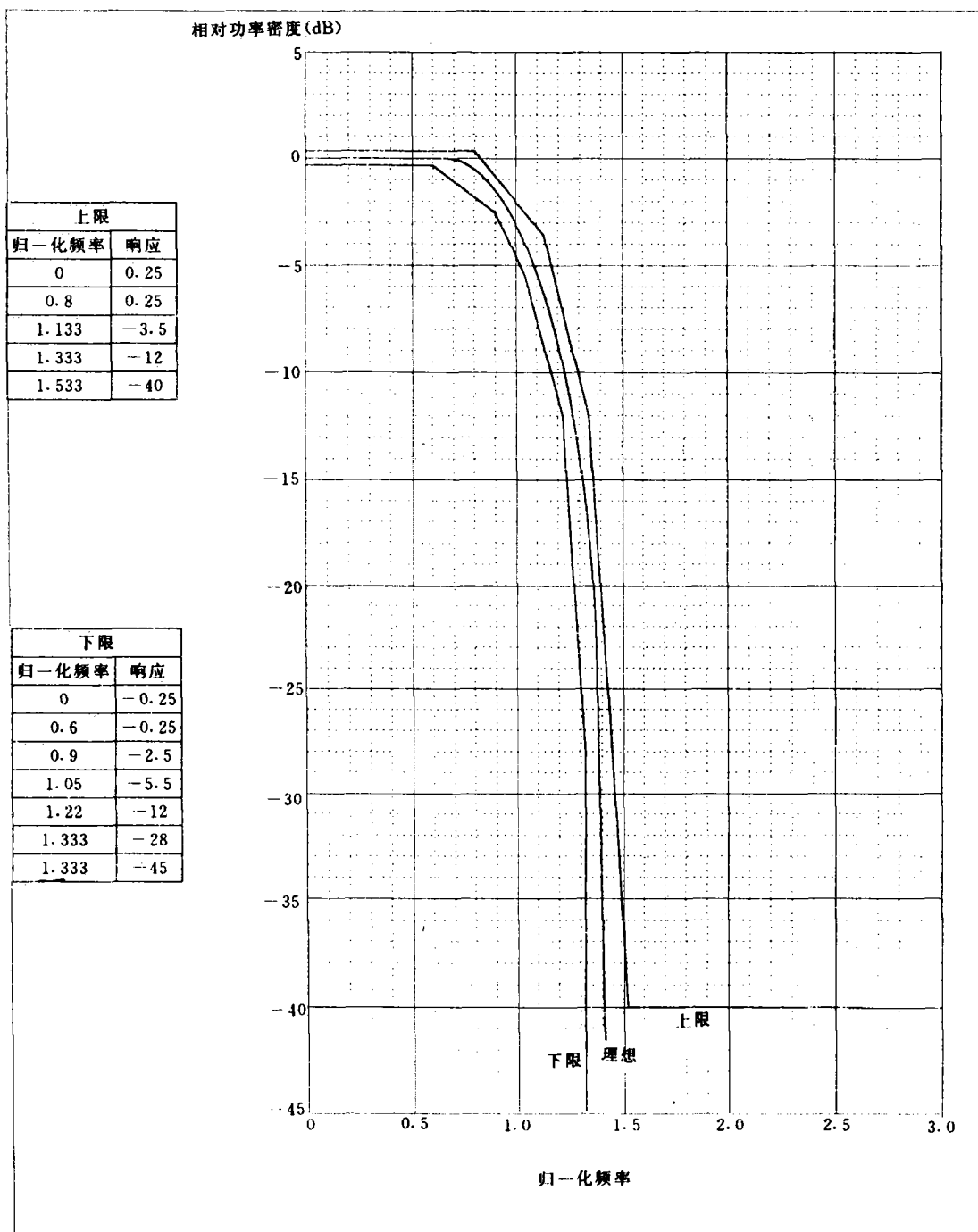


图3 A-BPSK 发射频谱容差

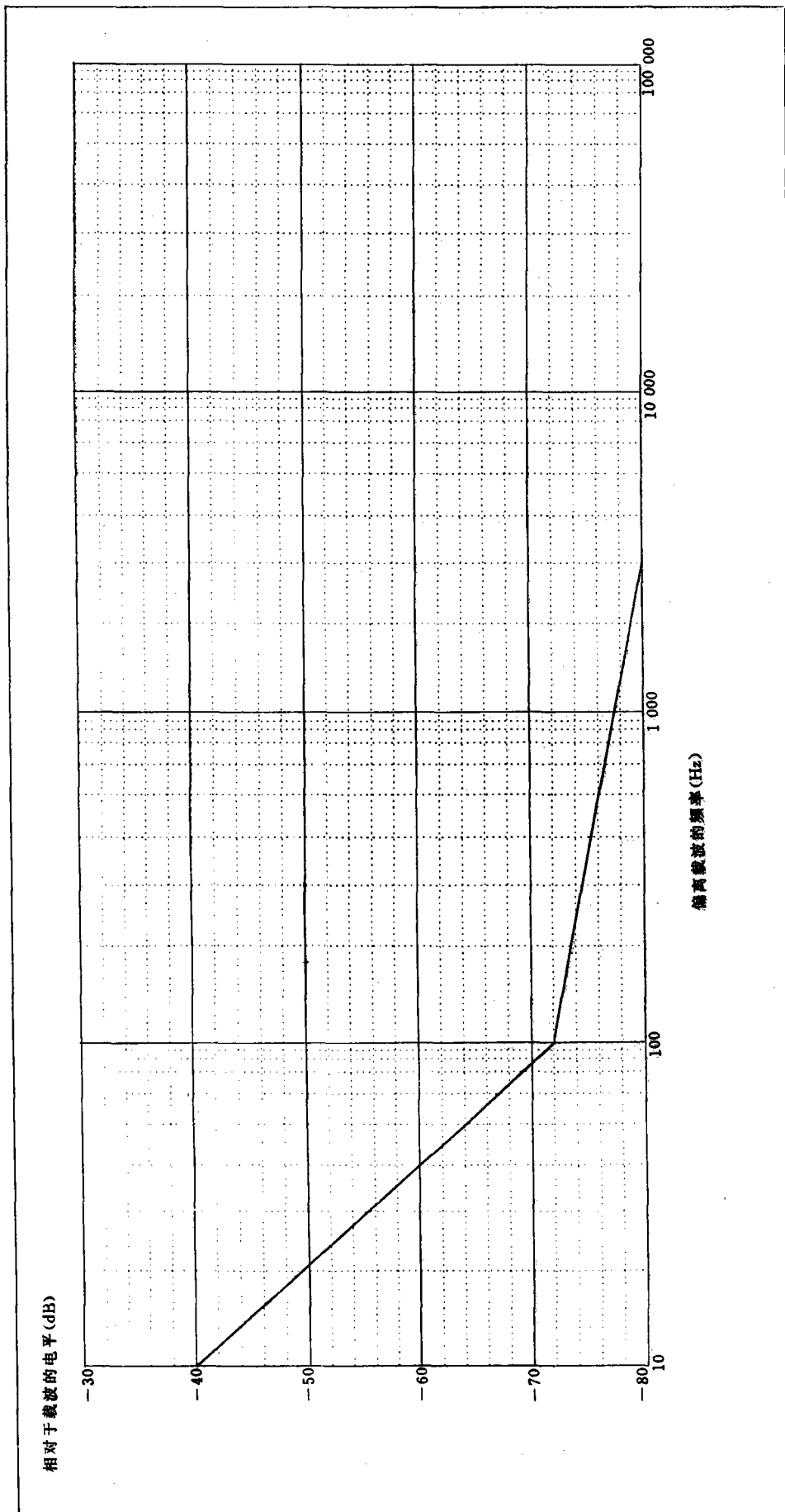


图 4. 在 C 频段发射的通信信号相位噪声单边功率密度谱

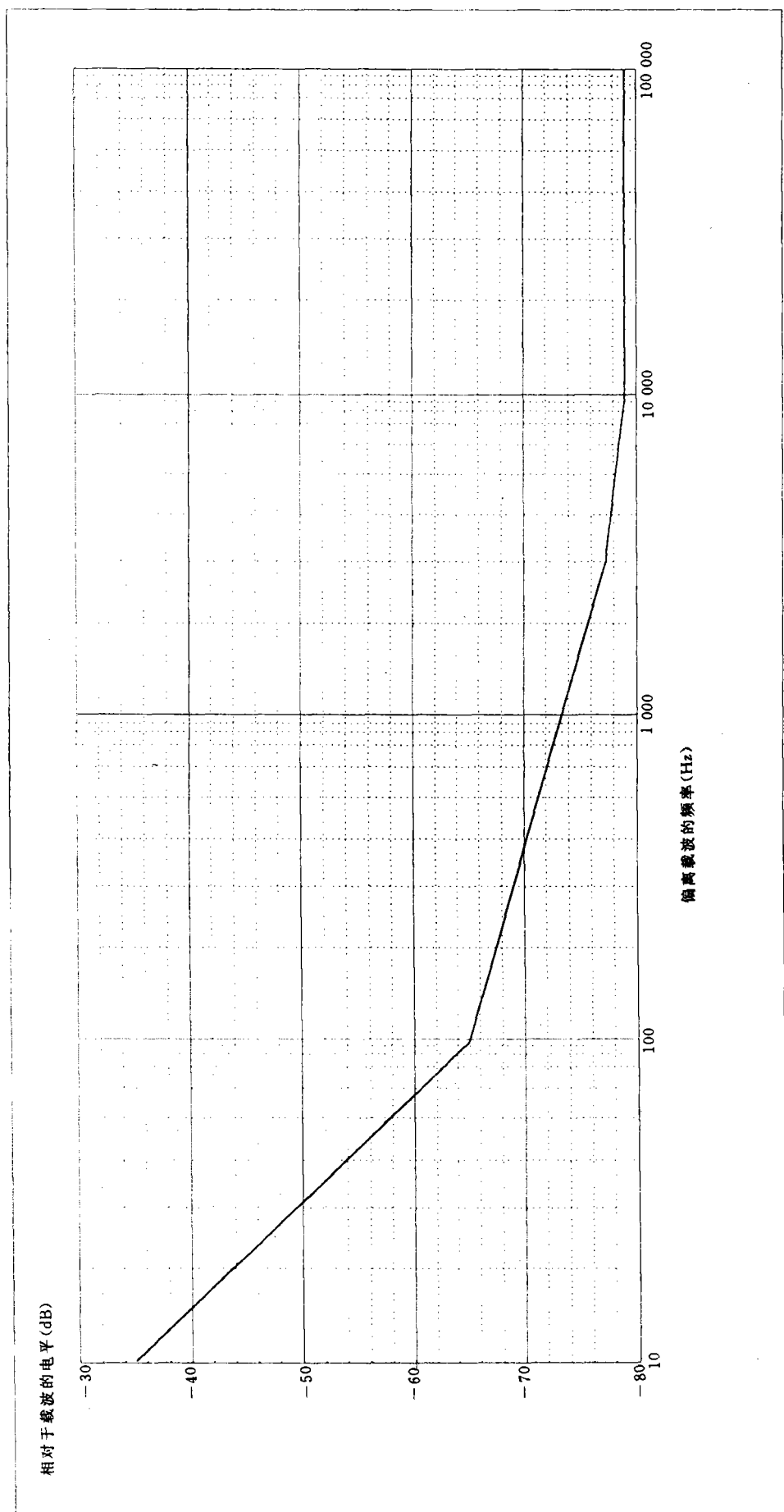


图 5 C→L 接收信号相位噪声单边功率密度谱

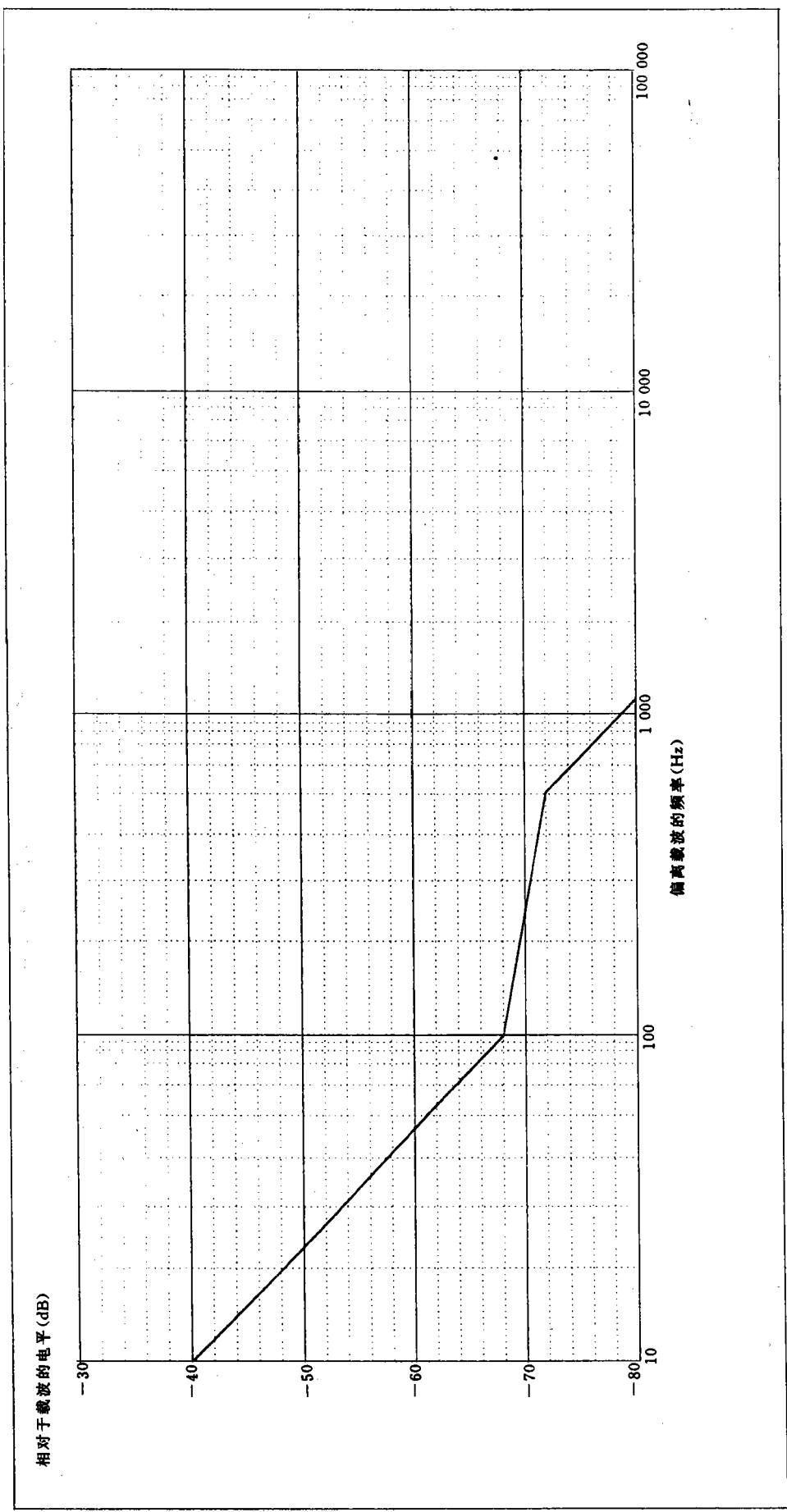


图 6 在 L 频段发射的通信信号相位噪声单边功率密度谱



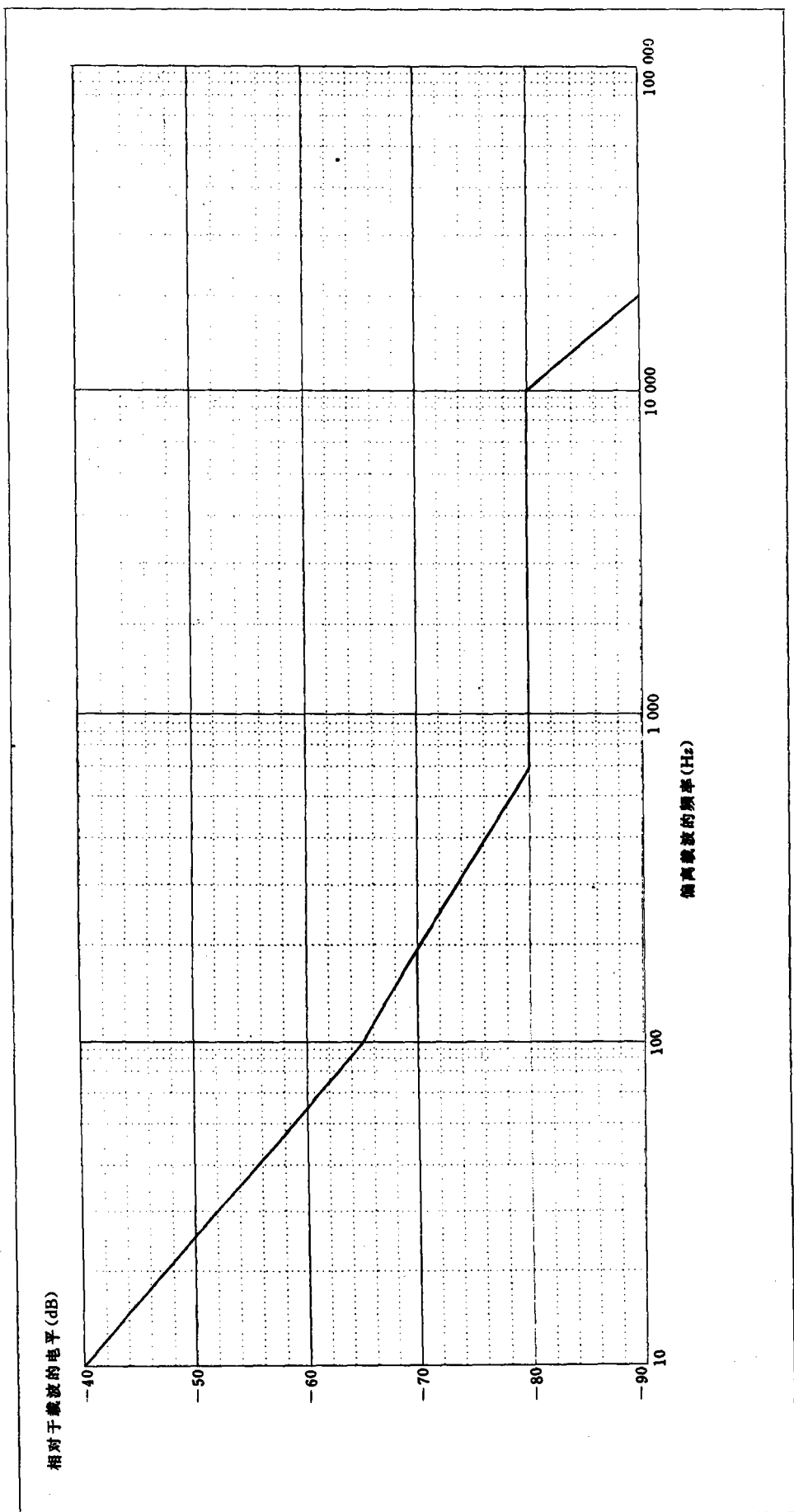


图 7 在 C 频段发射的 AFC 导频相位噪声单边功率密度谱

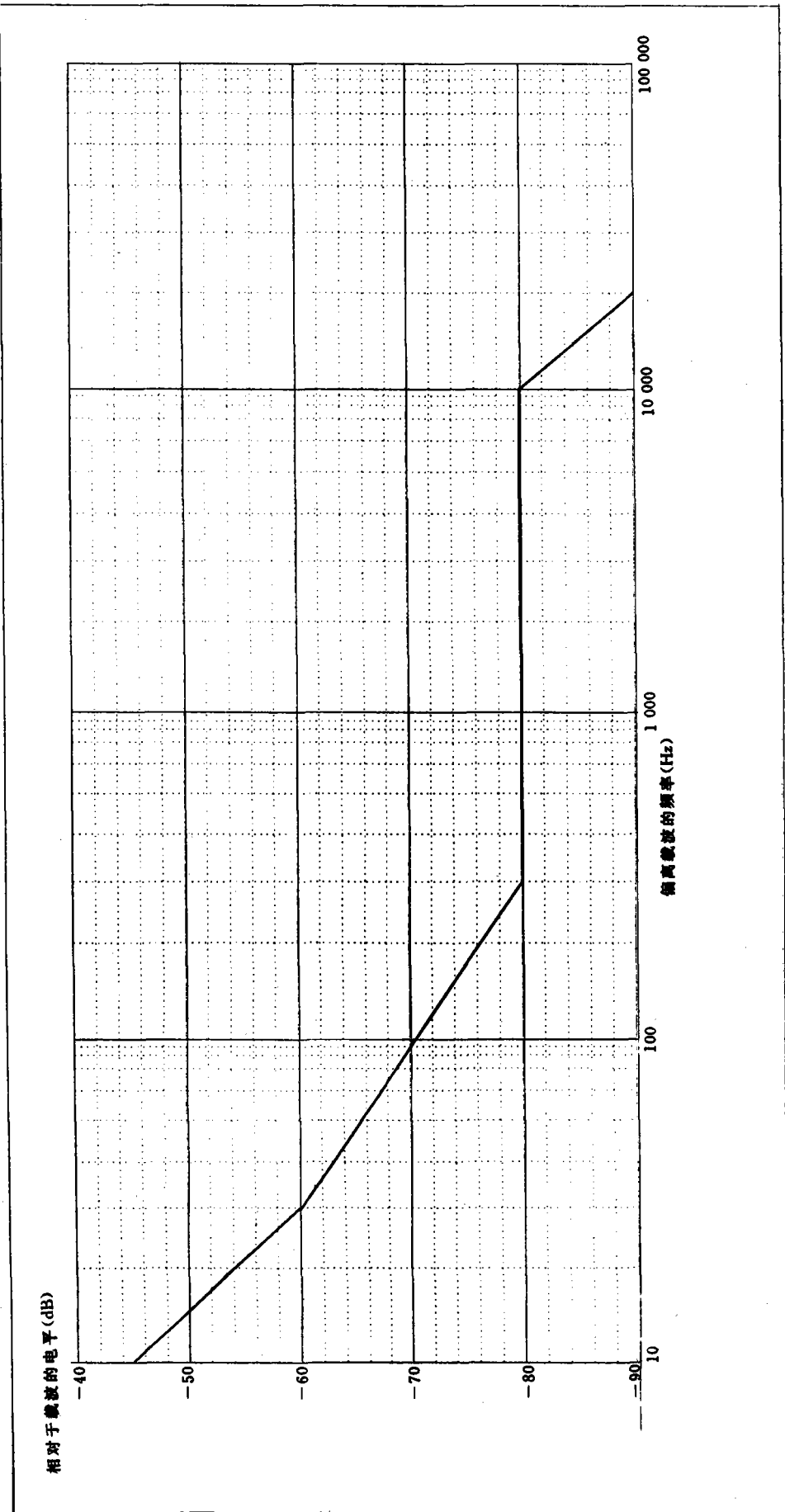


图 8 在 L 频段发射的 AFC 导航相位噪声单边功率密度谱

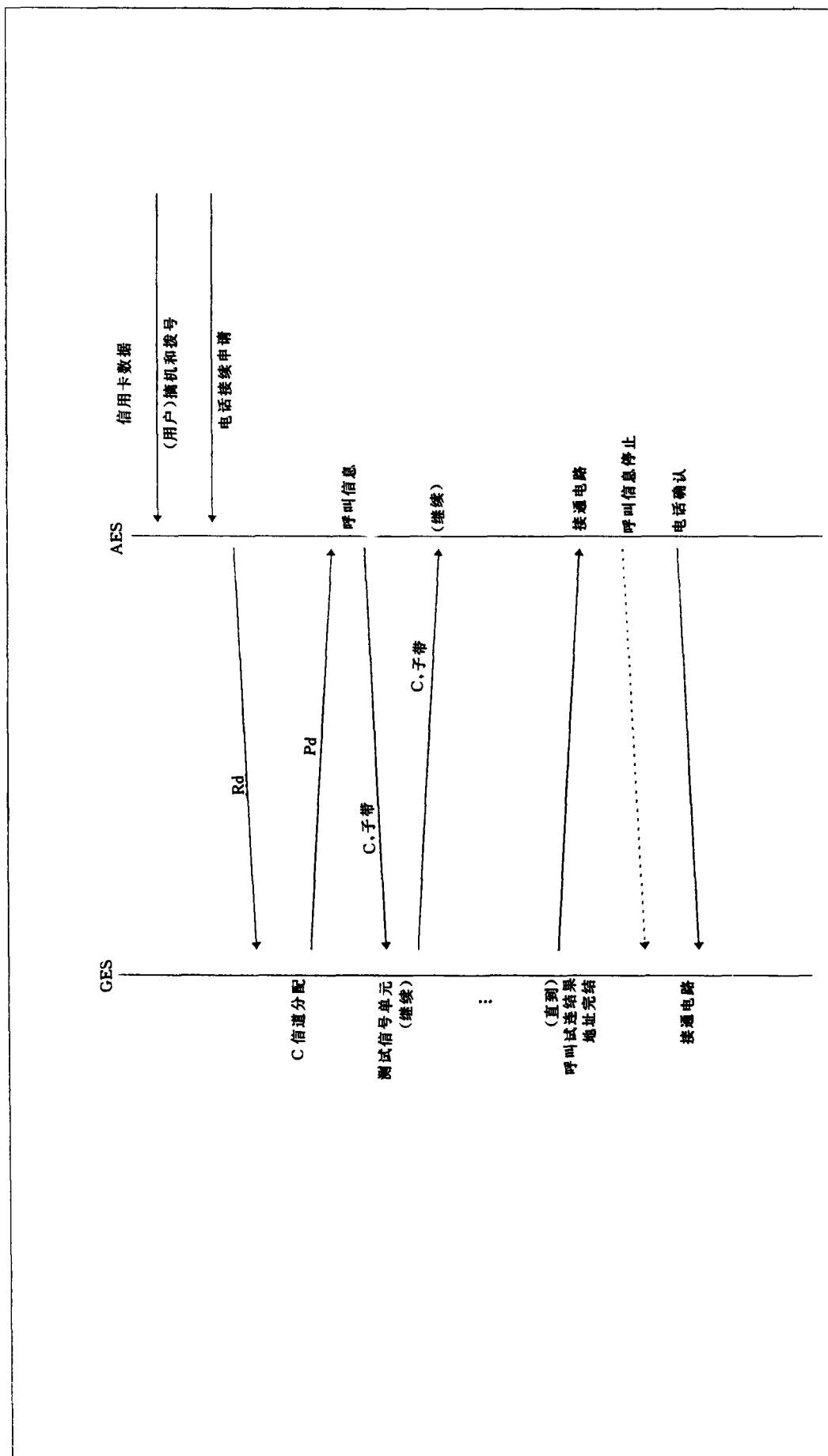
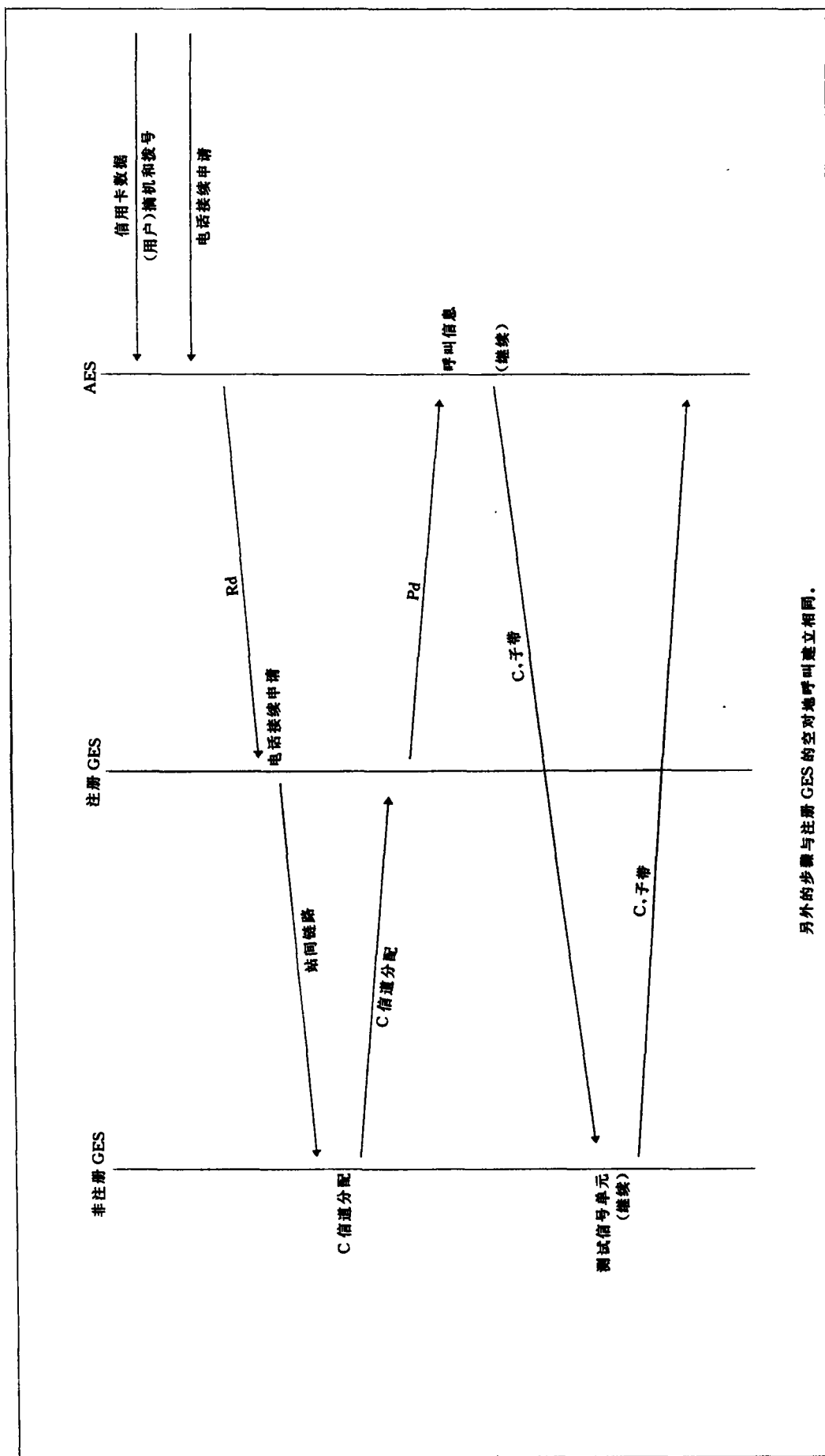


图 9 空对地电话呼叫建立顺序



另外的步骤与注册 GES 的空对地呼叫建立相同。

图 10 空对地电话呼叫建立顺序 (非注册 GES)

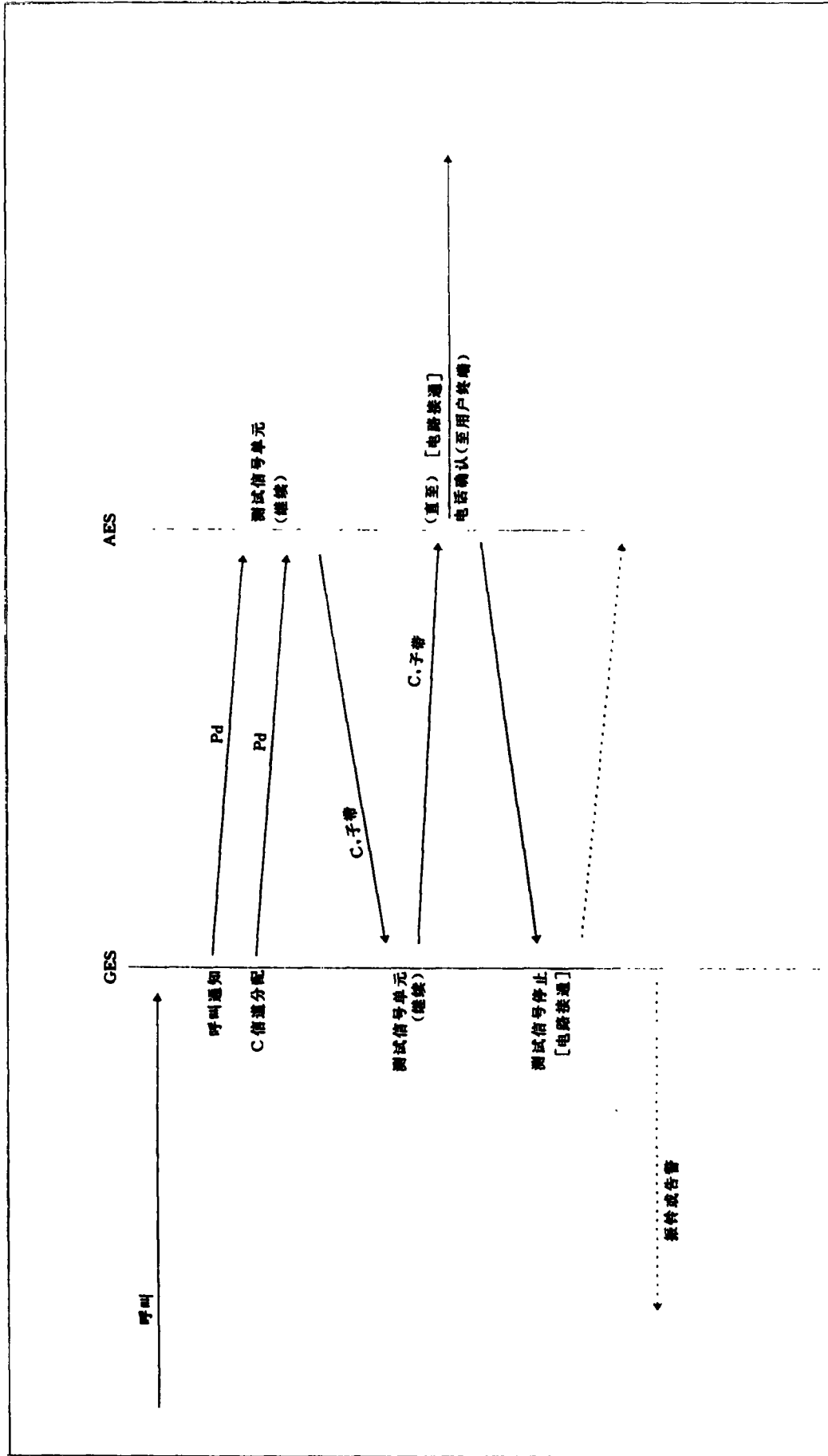


图 11 地对空电话呼叫建立顺序

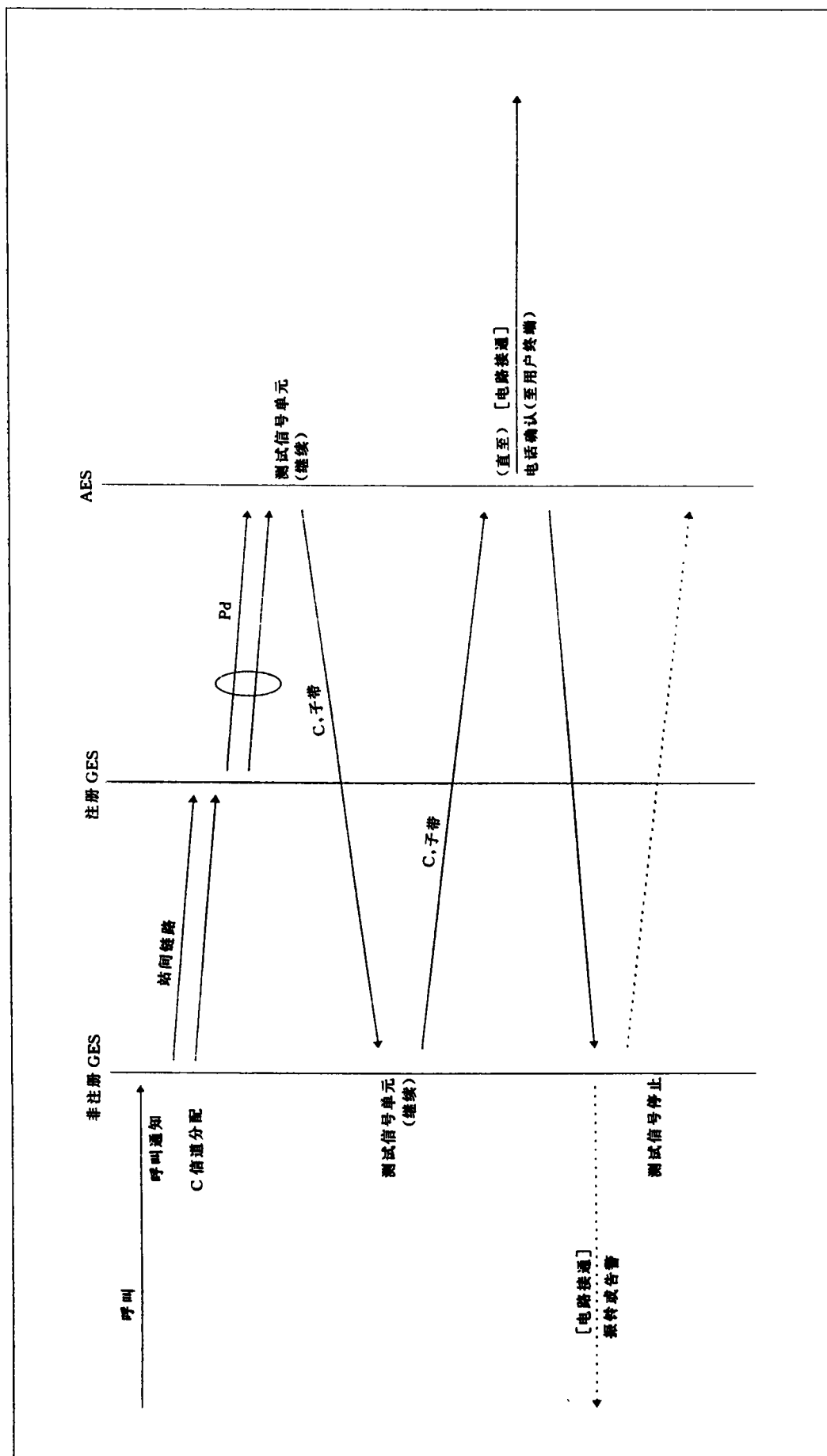


图 12 地对空电话呼叫的建立 (通过非注册 GES)

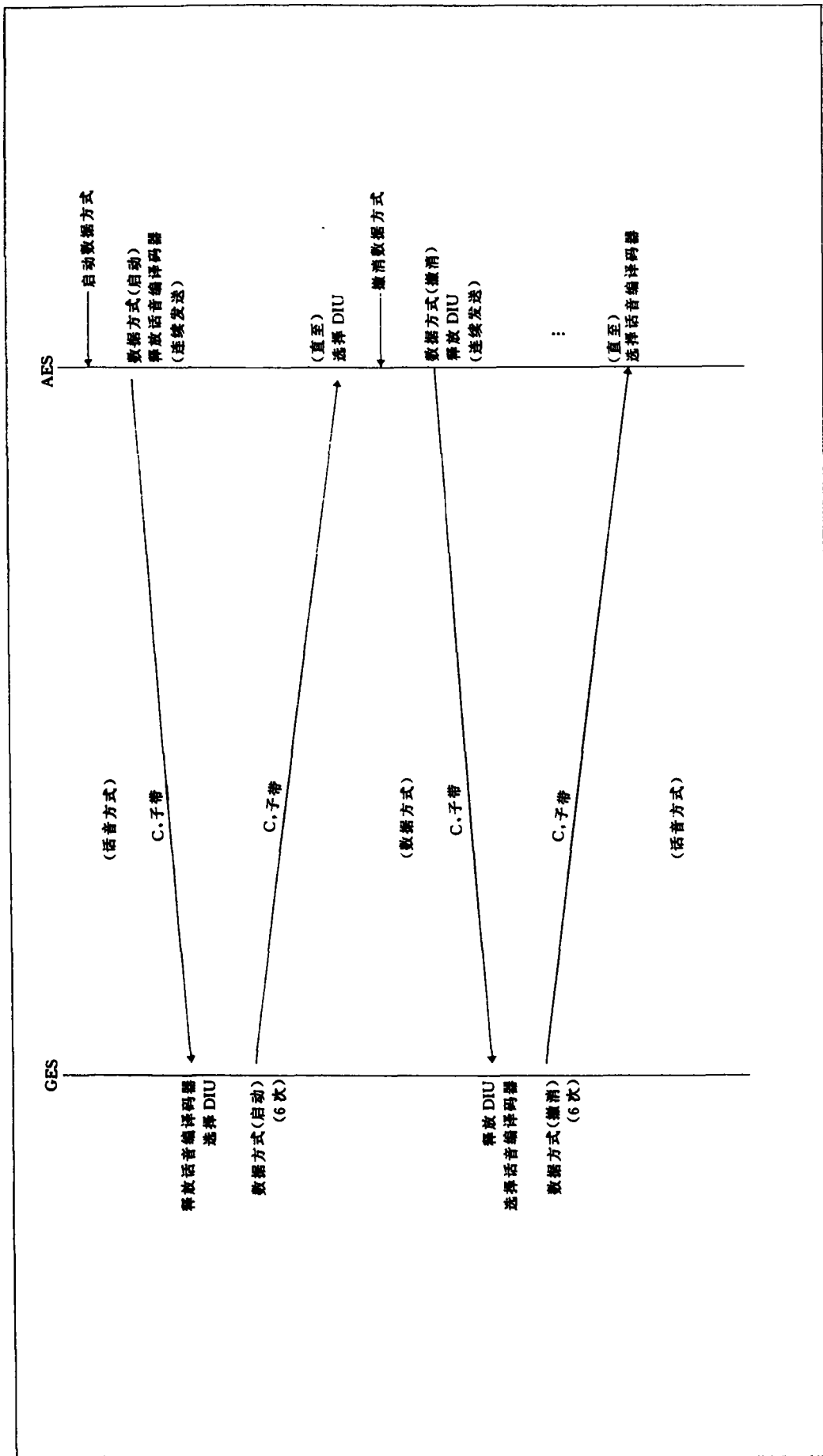
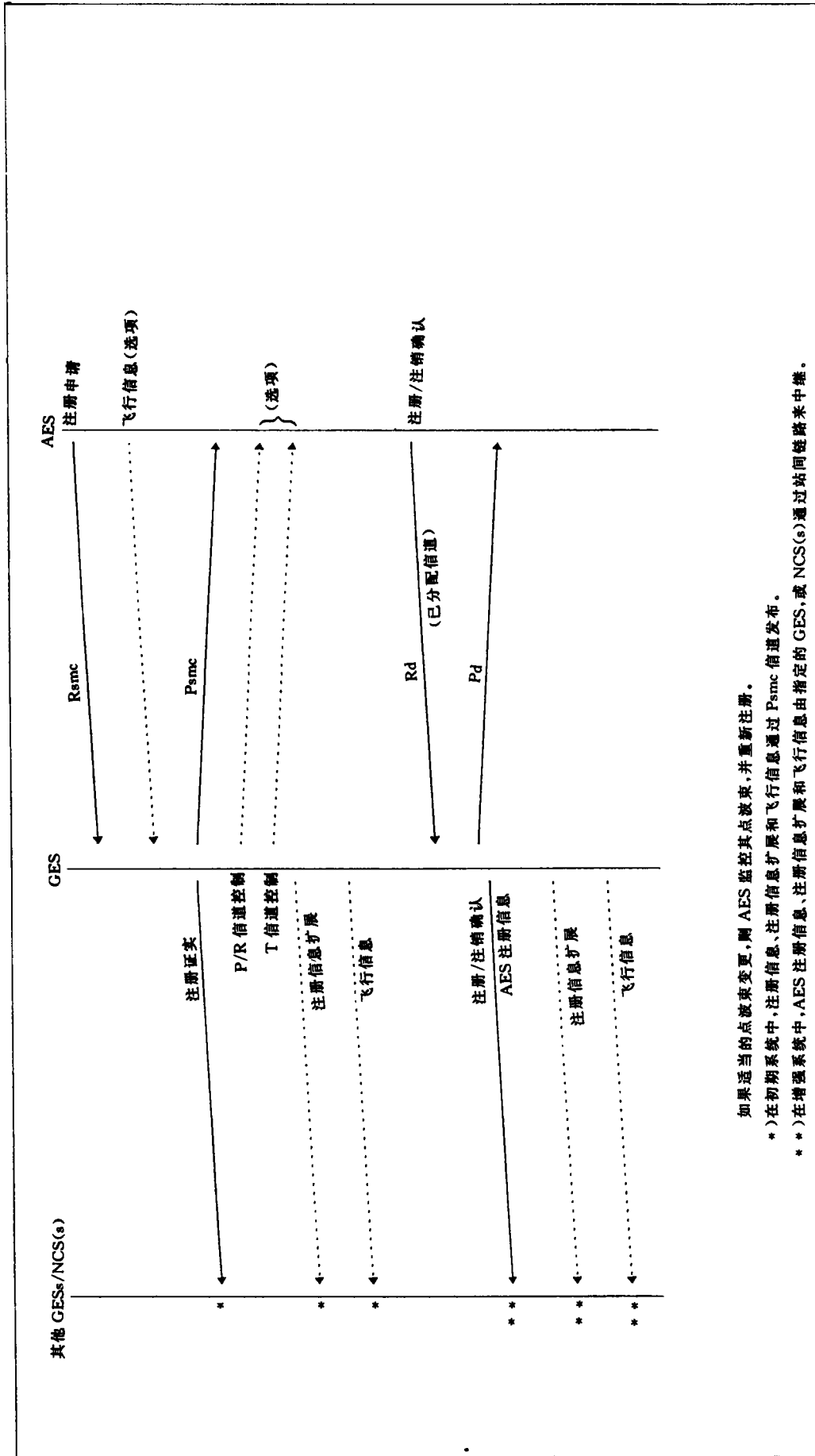


图 13 电路方式数据呼叫 (DIU 选项) 数据方式的启动 (撤消) 顺序



如果适当的点被束变更,则 AES 监控其点被束,并重新注册。

\* )在初期系统中,注册信息、注册信息扩展和飞行信息通过 Psmc 信道发布。

\*\* )在增强系统中,AES 注册信息、注册信息扩展和飞行信息由指定的 GES,或 NCS(s)通过站间链路来中继。

图 14 注册顺序



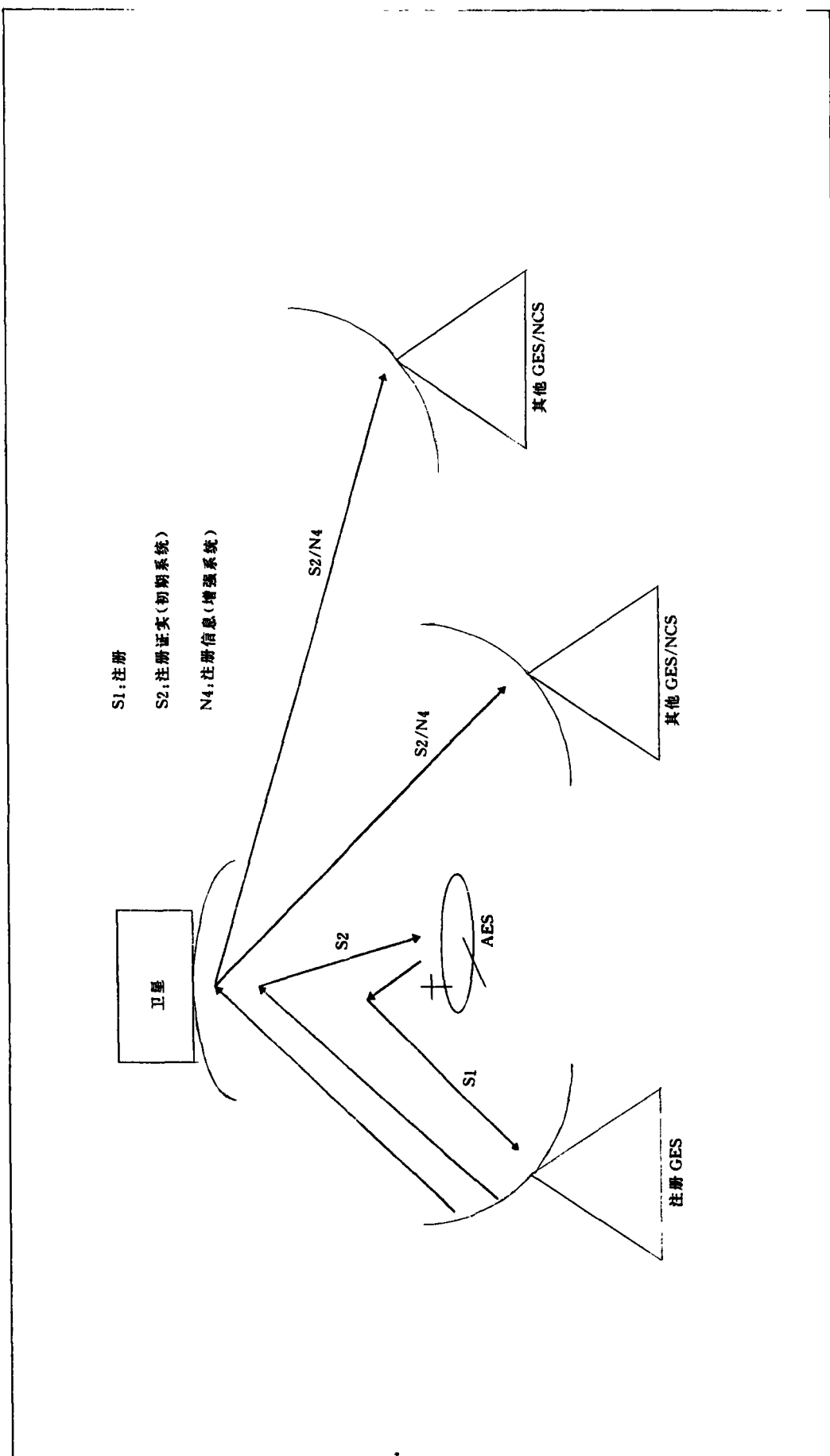


图 15 AES 注册信息路由

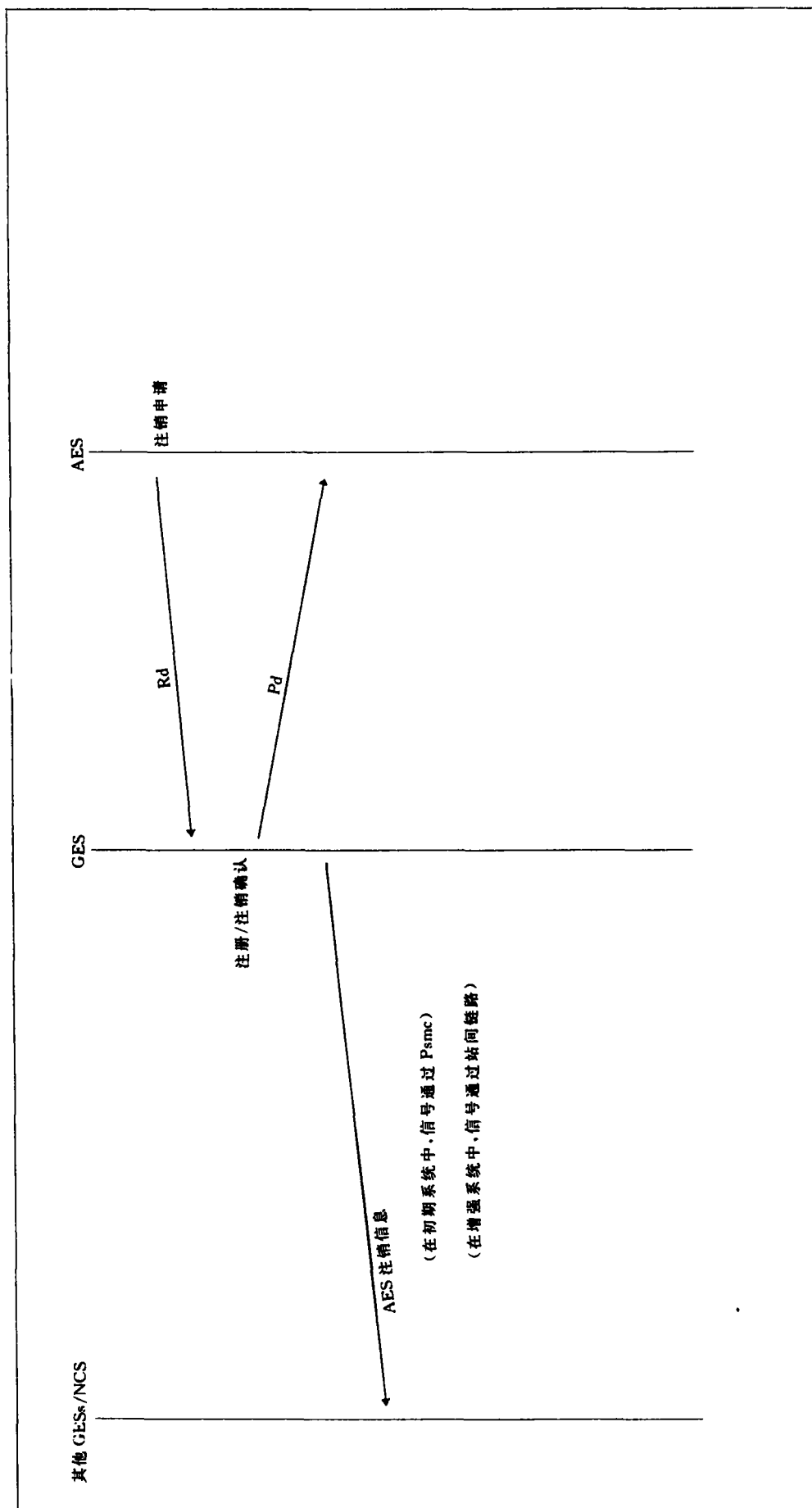


图 16 注销顺序

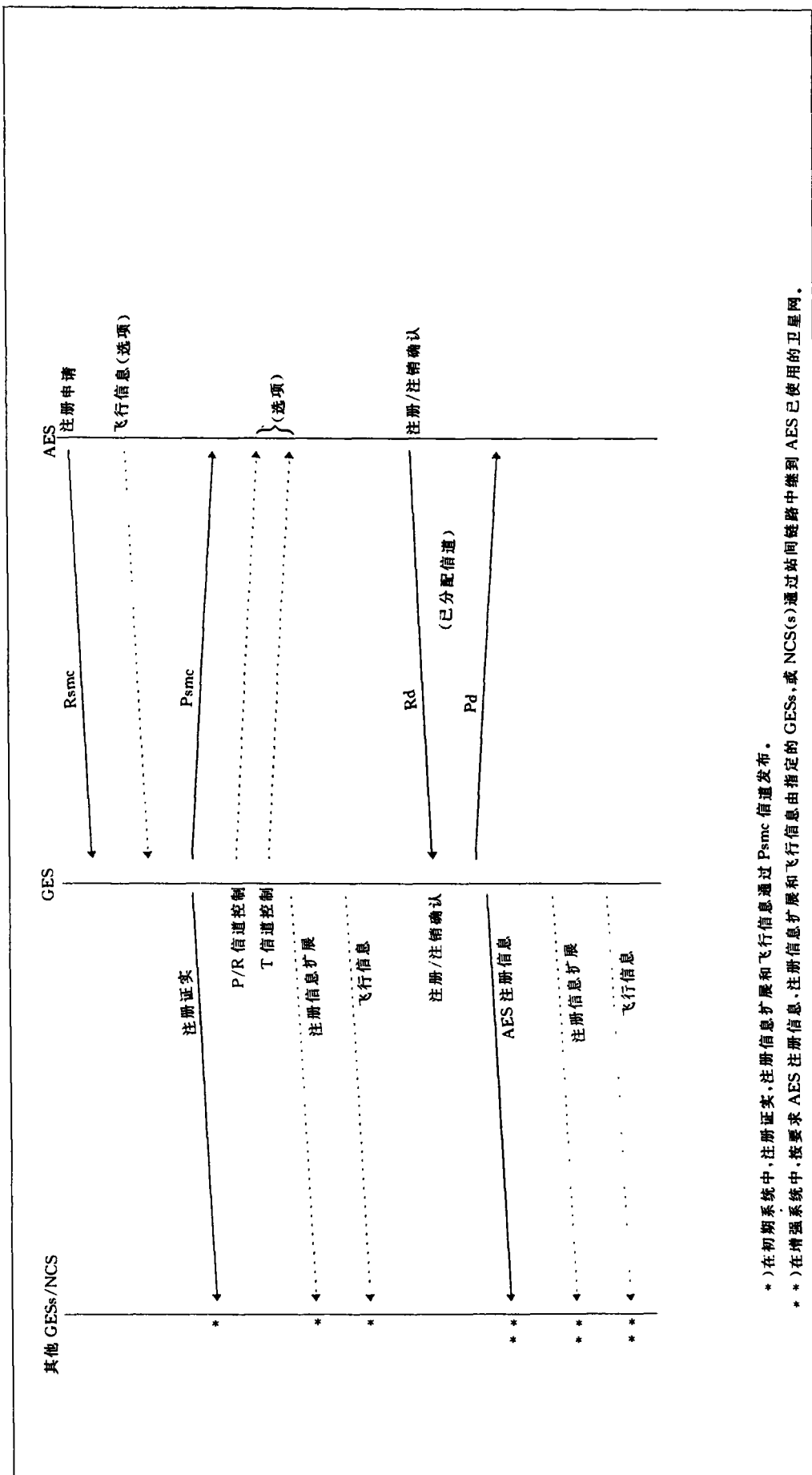


图 17 AES 移交顺序

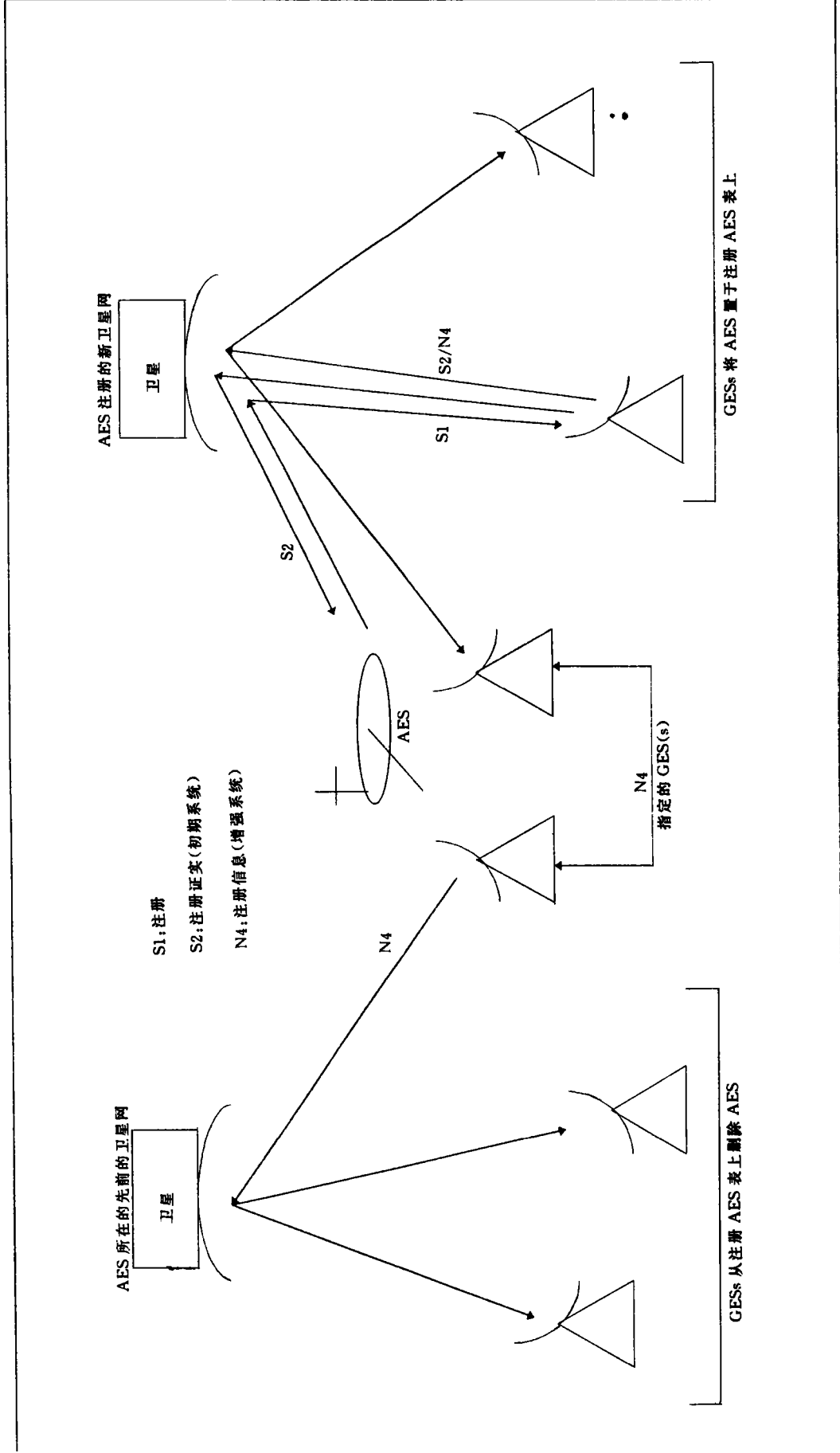


图 18 用于移交的 AES 注册信息路由

## AMSS四种信道单元的组成及其信号格式与参数

### 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	5250,6000,10500,21000bit/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，约束长度对A-QPSK增加码率3/4或不用FEC K=7,8电平软判决维特比译码	
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±2000Hz），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。调制器的原理框图见图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 $a_t=0$ 时，调制器输出相位移动 $-90^\circ$ ， $a_t=1$ 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，其振幅—频率响应和相位—频率响应上、下限已于3.10中给出。

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 $90^\circ$ 。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	$+45^\circ$
0	1	$+135^\circ$
0	0	$-135^\circ$
1	0	$-45^\circ$

所用的PSF是滚降系数为1的平方根升余弦滤波器,其振幅—频率响应和相位—频率响应的上、下限已于3.11中给出。

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);

$\alpha$ ——滚降系数(对A-BPSK,  $\alpha$  为0.4; 对A-QPSK,  $\alpha$  为1)。

## A2P 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:

- a)数据扰码器;
- b)FEC编码器;
- c)交织器;
- d)定时标志插入器,帧装配器;
- e)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信道帧格式中包括五个字段: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,则用缺省值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 $K=7$ 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(每三个输入比特对应六个输出比特):

输入比特	1	2	3
输出比特	$G_1G_2$	$G_1G_2$	$G_1G_2$

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Viterbi译码器。

#### 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 $R_j = R_t \times 27 \pmod{64}$ 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 $R_j = R_t \times 19 \pmod{64}$ 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:11100001010110101110100010010011

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小于或等于 $1 \times 10^{-5}$ 。

#### A2.3.2 信道速率精度

优于 $1 \times 10^{-6}$ 。

#### 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UTC同步,以保证所有利用AMSS的飞机有一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 $-90^\circ$ 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3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 $\pm 300 \mu s$ 。每一时隙中包含约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信道突发开始时刻应在指定的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 $1 \times 10^{-4}$ 和 $1/(2R)$ ,其中 $R$ 为信道速率。[附件10第III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(话音或数据)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,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d1

图A16中的填充字段比特数d1与信道速率有关,见表A8。填充比特由0101 1010 0011 1100反复而成,直到填满规定的比特数为止。

#### A4.2.4 信息字段

表A8中规定了四种信道速率,信道速率为21000bit/s,6000bit/s时,加FEC和交织;信道速率为10500bit/s,5250bit/s时,不加FEC和交织。四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:

- 由 $n=3$ 个96bit子带数据SU加12bit全“0”填充比特,共300bit;
- 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 $v=192$ bit主带数据,共5100bit;
- 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;
- 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;
- 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:

- 由 $n=3$ 个96bit子带数据SU加12bit全“0”填充比特,共300bit;
- 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 $v=192$ bit主带数据,共5100bit;
- 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:

- 由 $n=1$ 个96bit子带数据SU加4bit全“0”填充比特,共100bit;
- 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 $v=96$ bit主带数据,共2500bit;
- 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:

- 由 $n=2$ 个96bit子带数据SU加8bit全“0”填充比特,共200bit;
- 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 $v=48$ bit主带数据,共1400bit;
- 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;
- 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;
- 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. 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：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96 bit。对这两种情况，所需要的码元照常取自主信道接口。

#### A4. 3 C信道性能

##### A4. 3. 1 BER

去扰码后的平均BER小于或等于 $1 \times 10^{-3}$ 。

##### A4. 3. 2信道速率精度

优于 $1 \times 10^{-4}$ 和 $1 / (2R)$ ，其中R为信道速率。[附件10第III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
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 <sup>*)</sup>	A-BPSK	P, R, T
600	5.0 或 2.5 <sup>*)</sup>	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)

信道速率 bit/s	FEC 码率	帧周期 ms	帧内比特数							
			编码后						编码前	
			信道	帧同步	格式识别及超帧计数	填充	信息	交织器	总数	信号块
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：填充比特由 0001 反复而成，直到达到要求的比特数为止。  
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
每交织块列数	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跟的用于定时恢复的已调制段组成。

表 A5 突发方式信道前置码结构

反向数据链路 R 和 T 信道前置码					前向链路语音信道 (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	6 000	0.5	96	16	144	240
600	150	250	74	224	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 $n$	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	$8 \sim 95^*$
后续交织块列数	3	3	3	无

\* ) 交织块列数与  $n$  有关, 从 8 至 95, 步进值为 3。

帧周期: 500 ms

独特码: 88 bit

表 A8 C 信道帧参数

主信道速率 bit/s	FEC 码率	信道速率 bit/s	帧 内 比 特 数								
			编 码 后					编 码 前			
			信道	填充 ( $d_1$ )	可用的	交 织 器		总数	主信道 $\div 25$	信号块	填充 ( $d_2$ )
块数	比特数										
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	51 00	192	3	0
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 NA—不用。

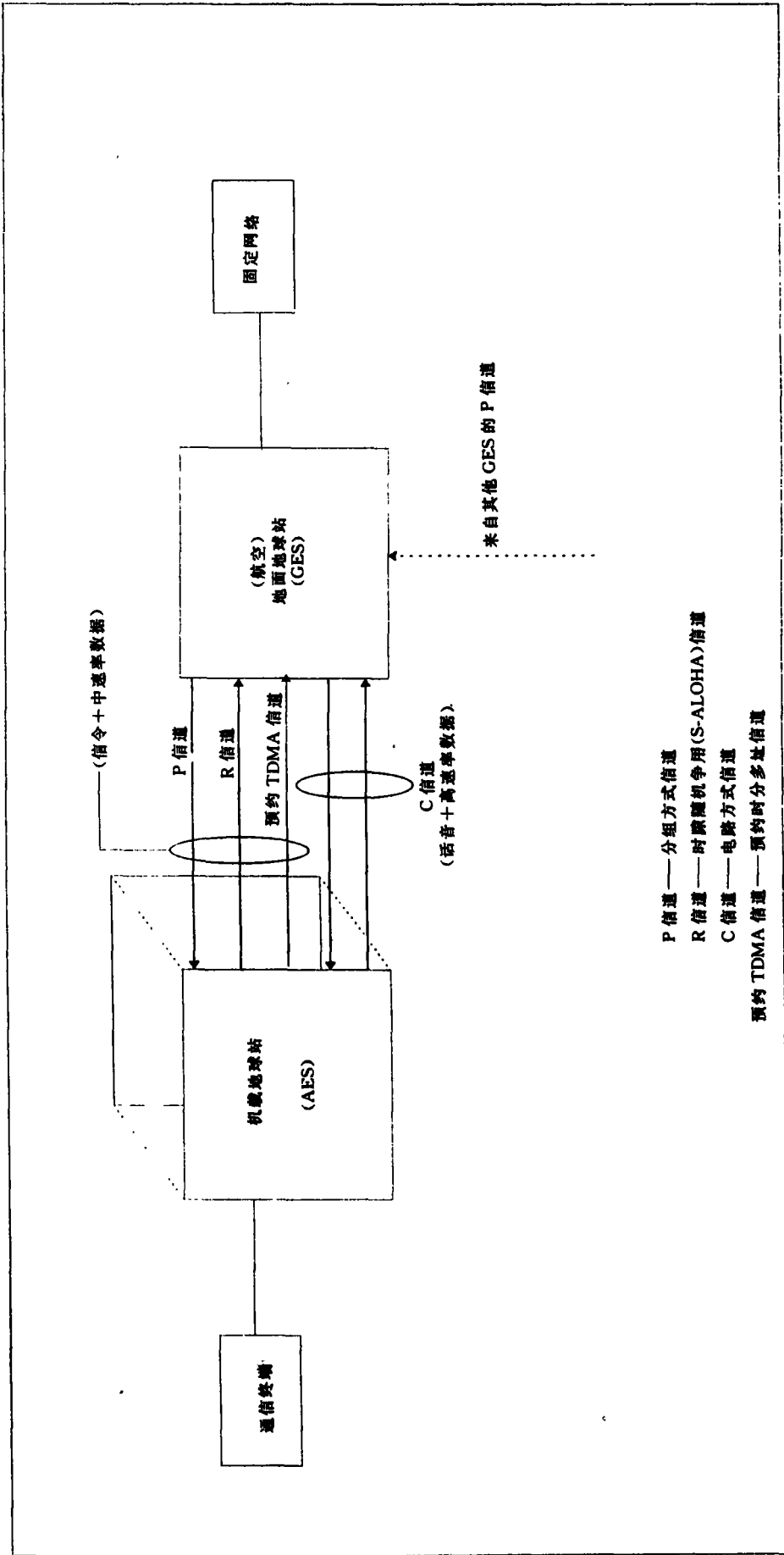


图 A1 AMSS 初期系统构成

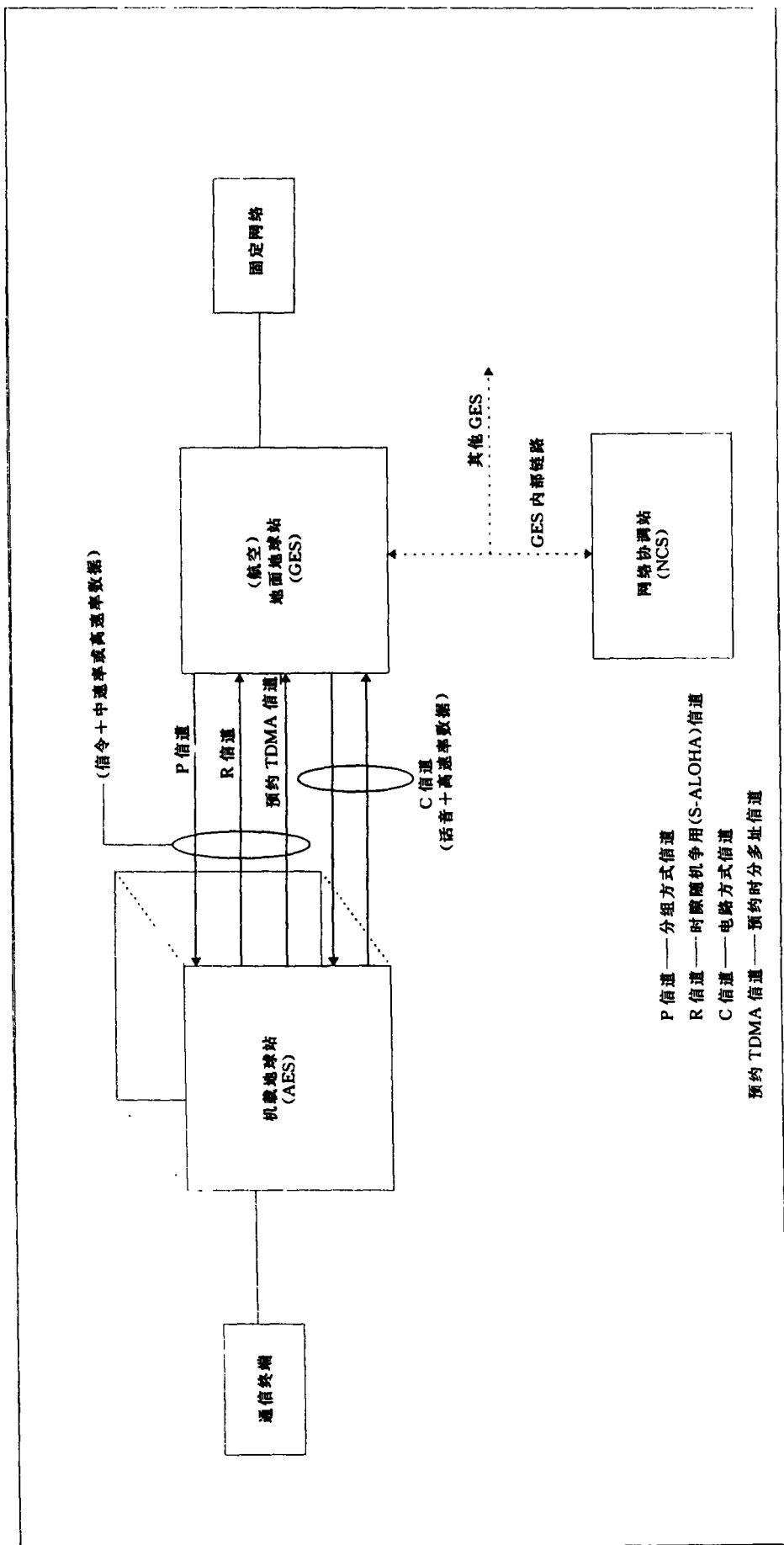


图 A2 AMSS 增强系统构成

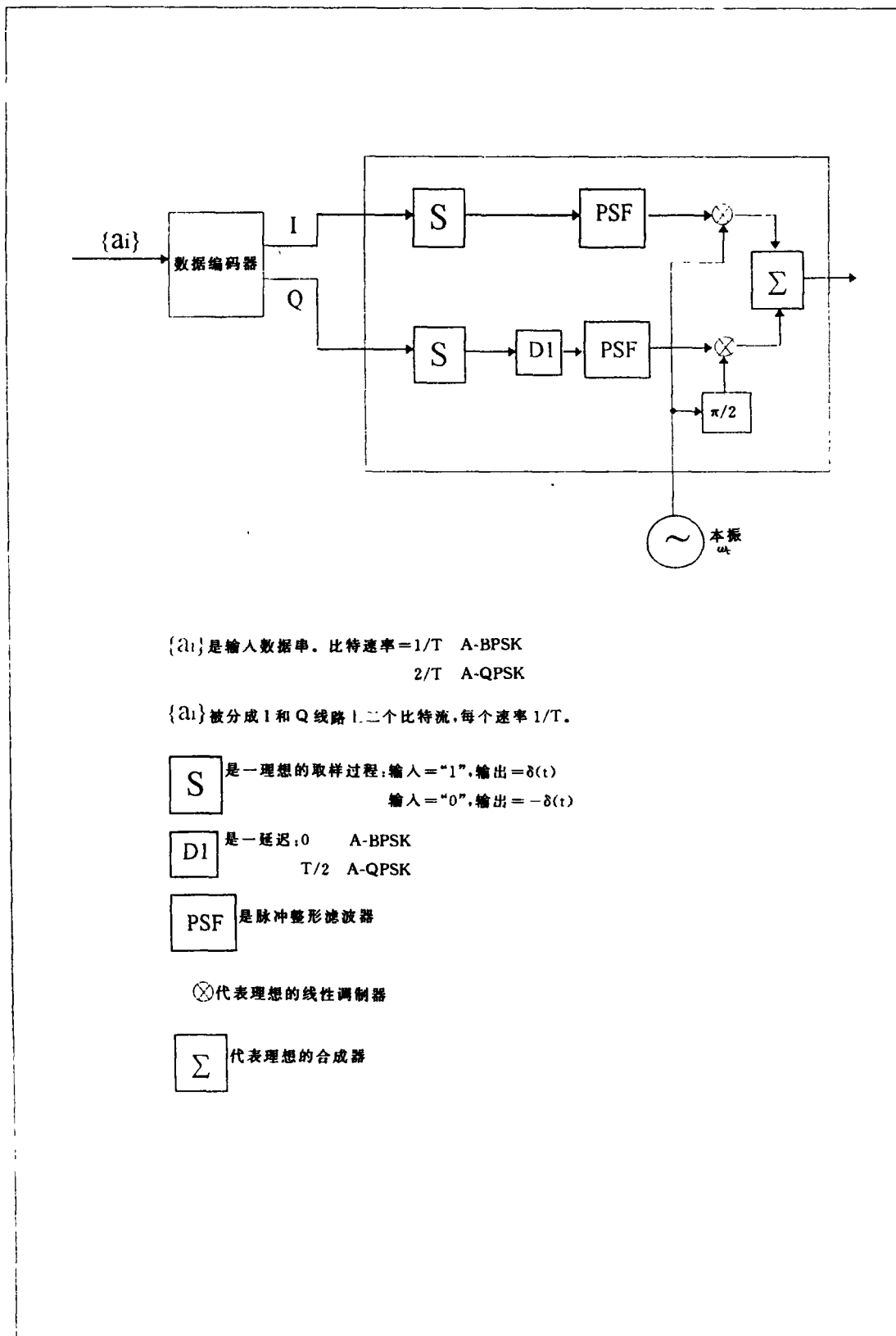
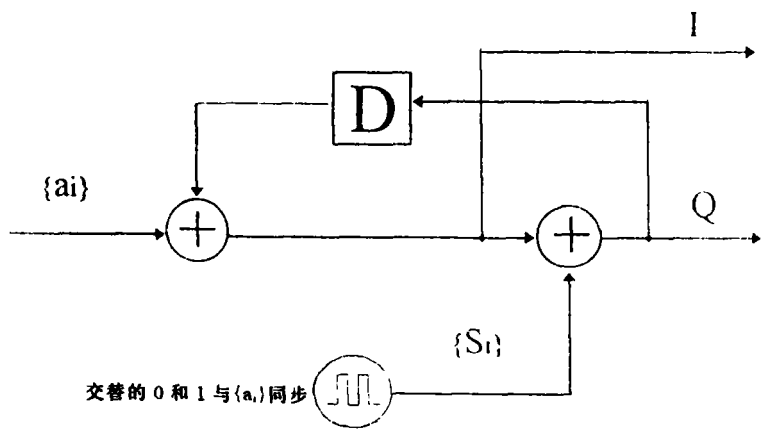


图 A3 调制器模型(A-QPSK 和 A-BPSK)



A-BPSK(差分编码)



**D** 代表 1bit 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)

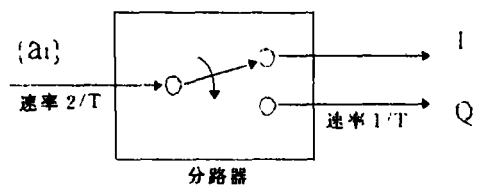


图 A4 调制器模型内的数据编码器

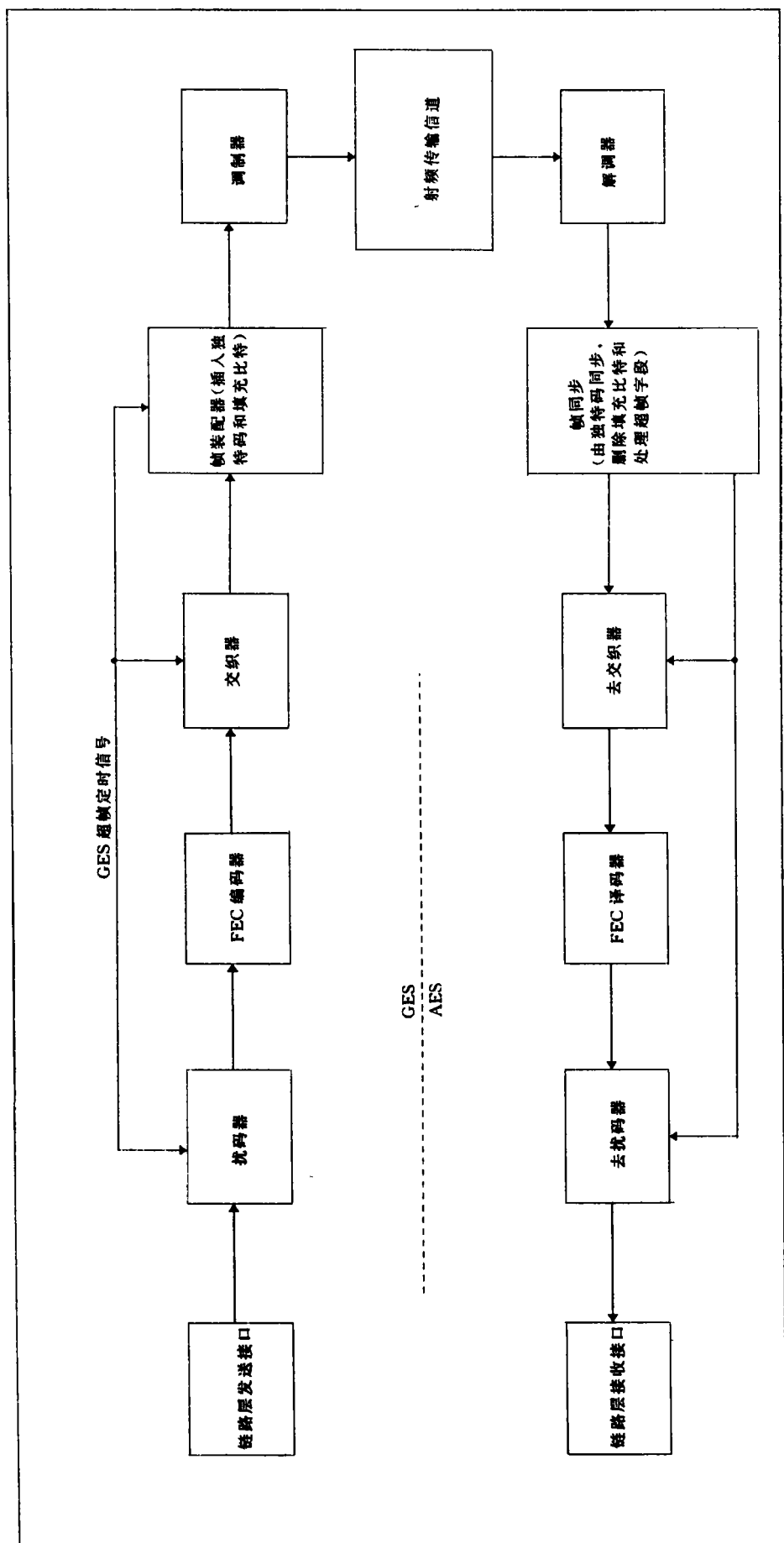


图 A5 P 信道功能框图

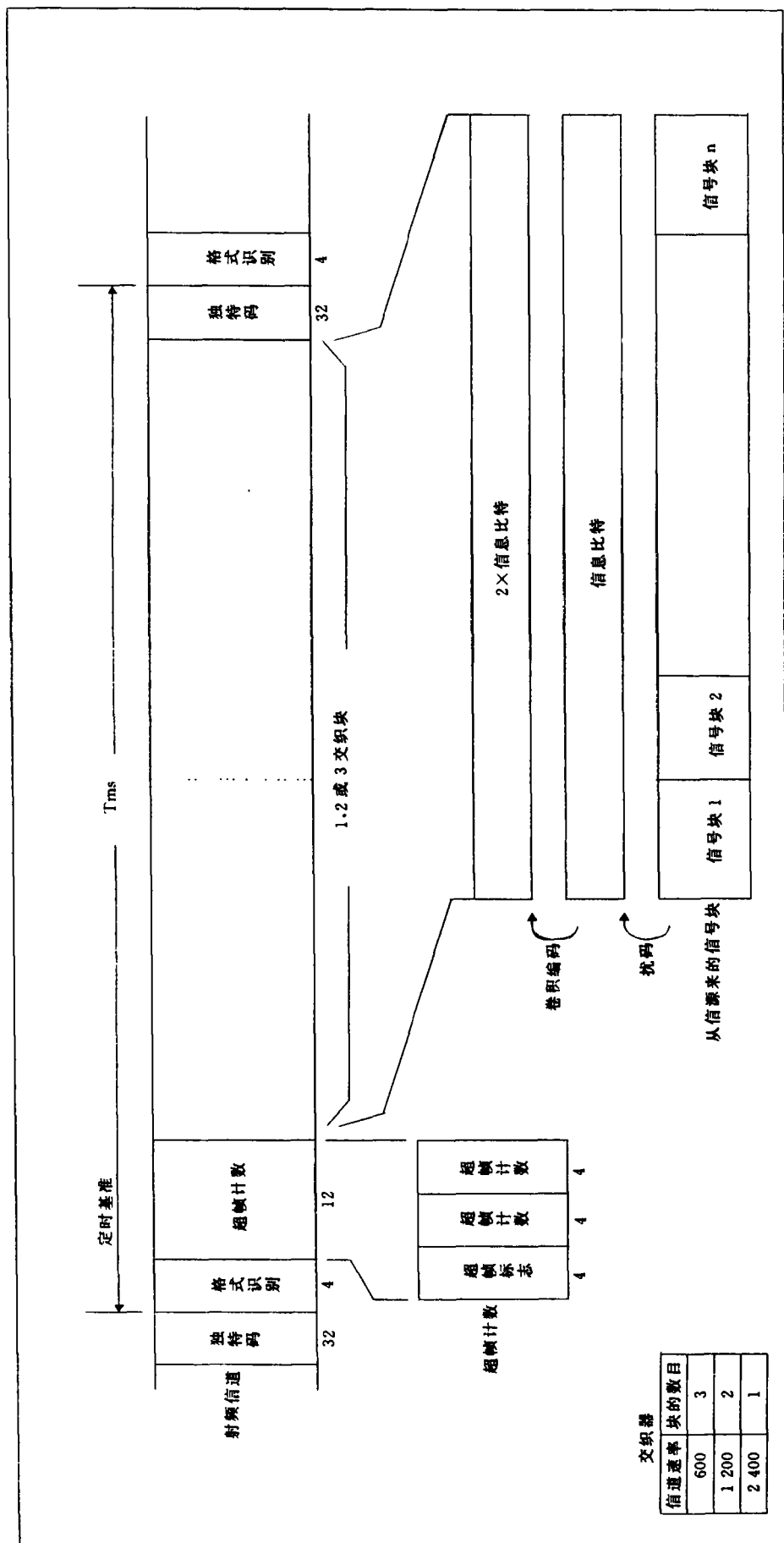


图 A6 P 信道格式 (600, 1 200, 2 400bit/s)

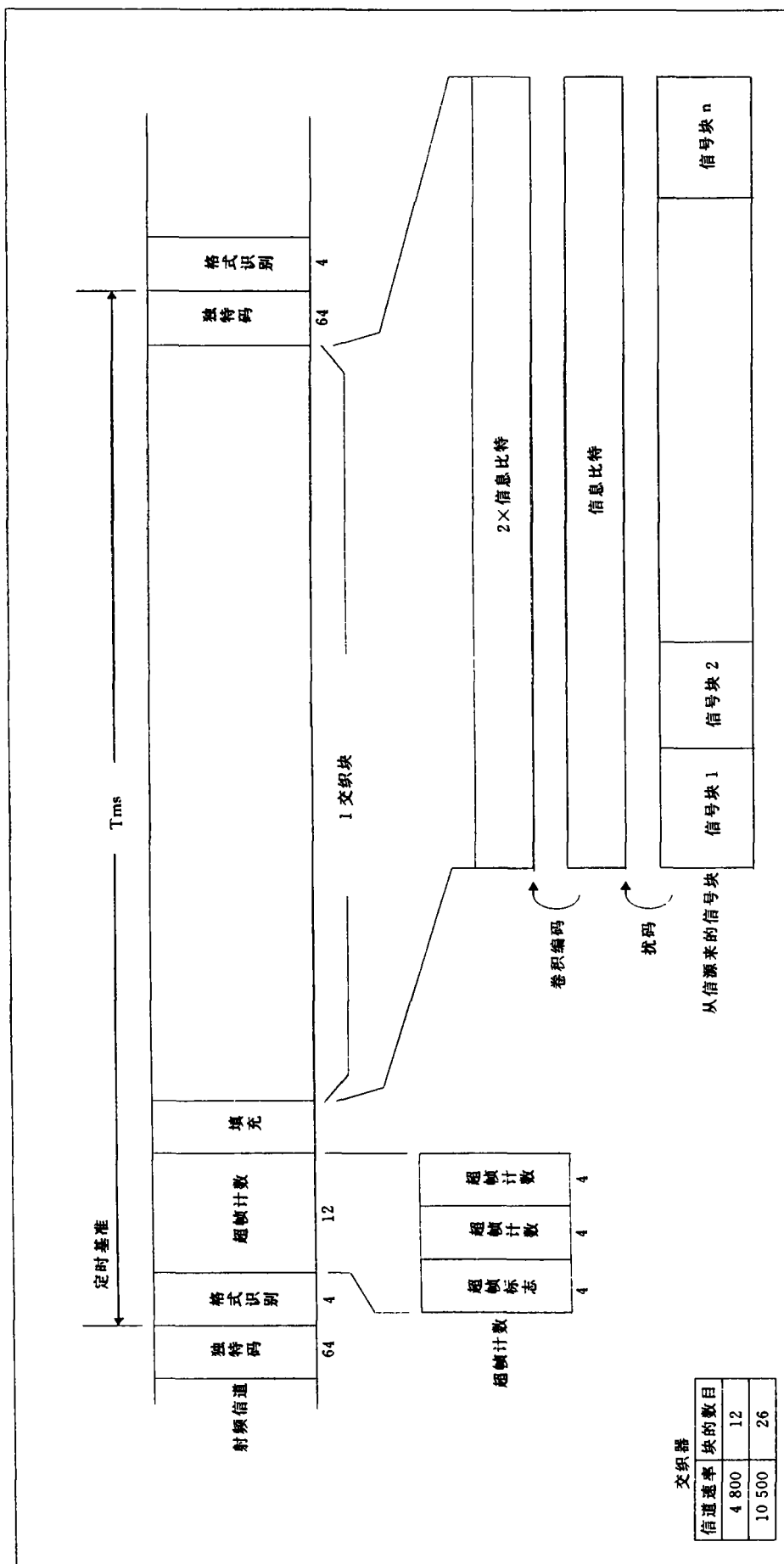


图 A7 P 信道格式 (4 800, 10 500bit/s)



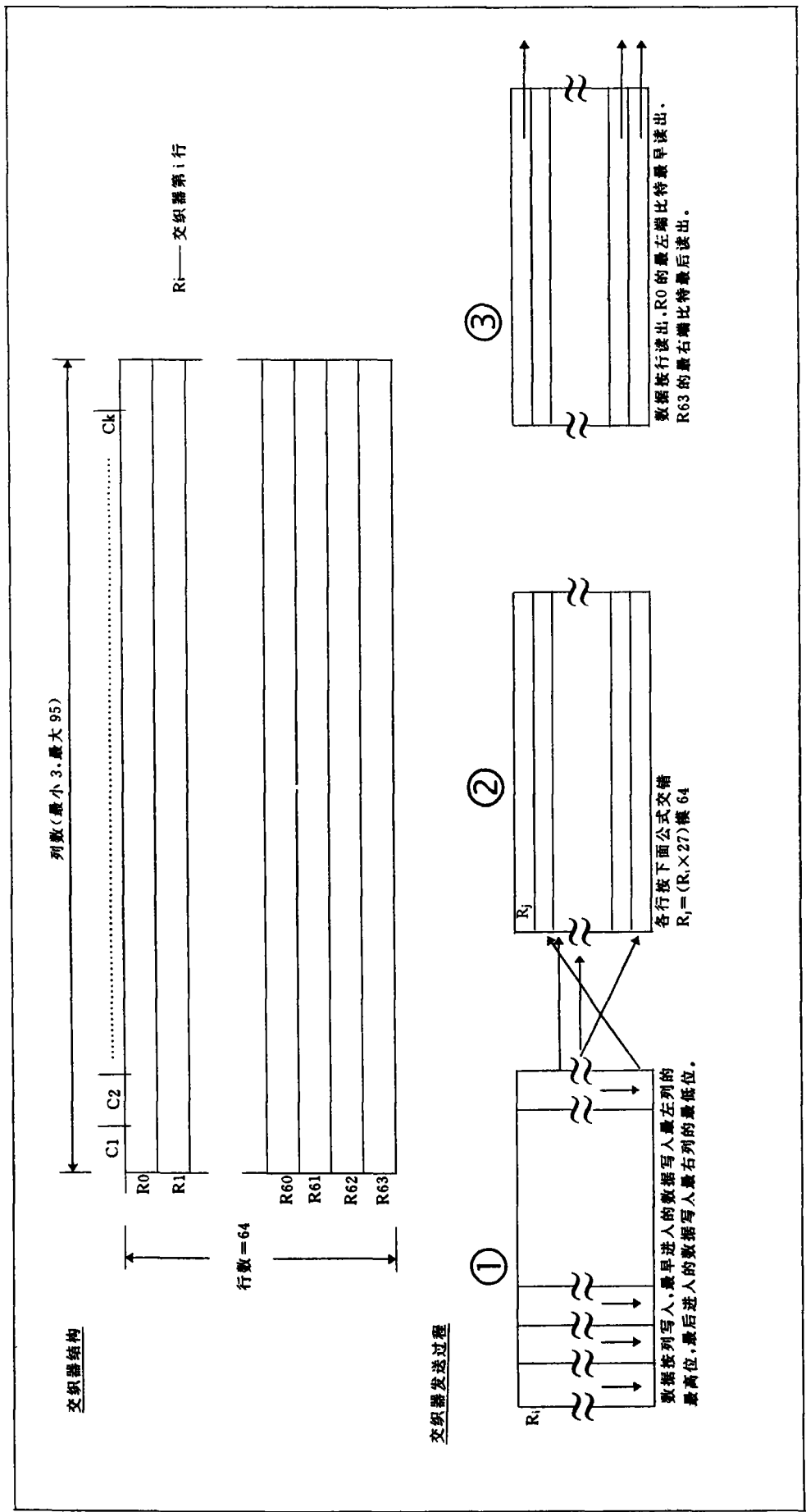


图 A9 交叉器结构和操作 (所有信道)

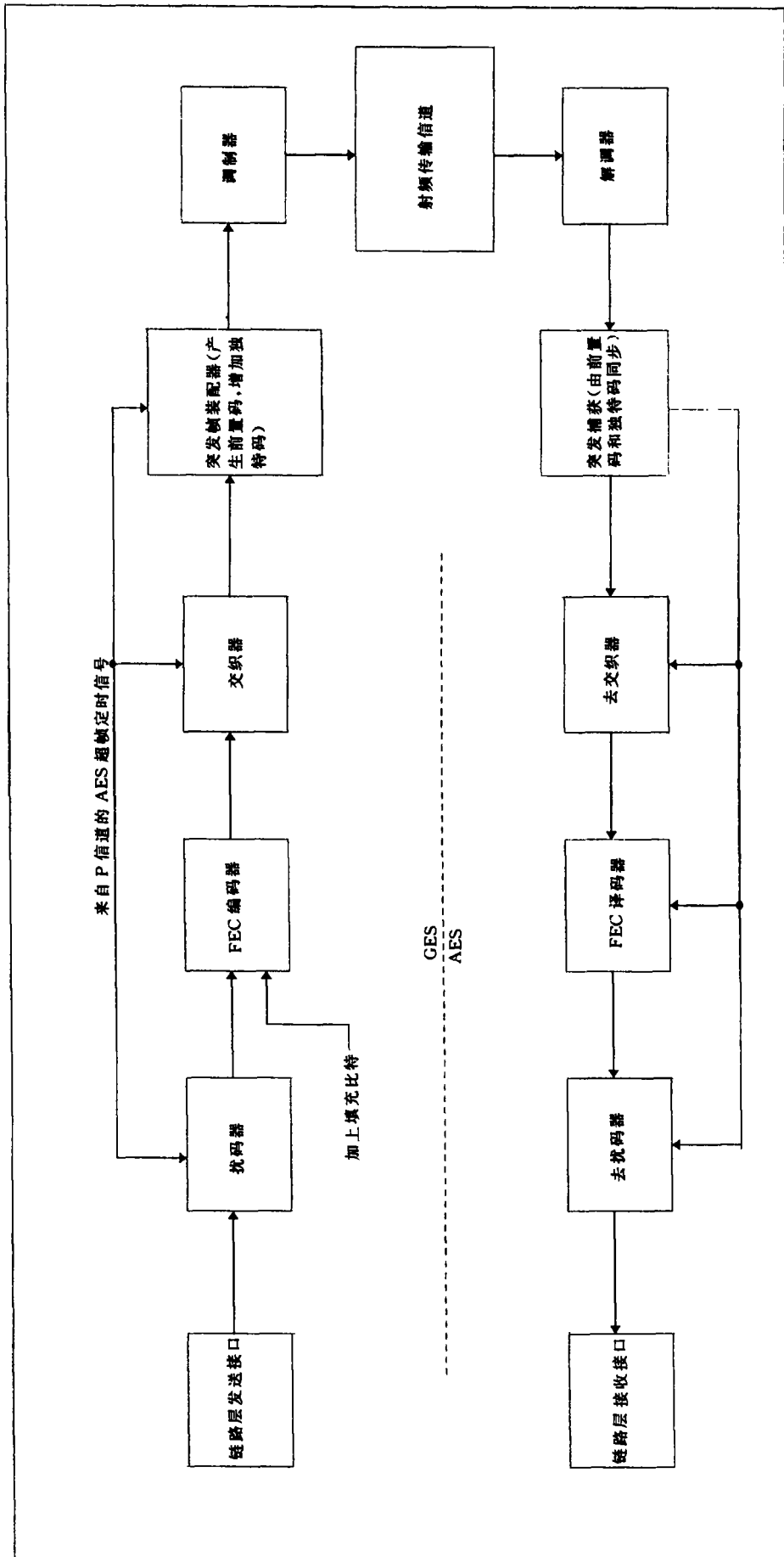
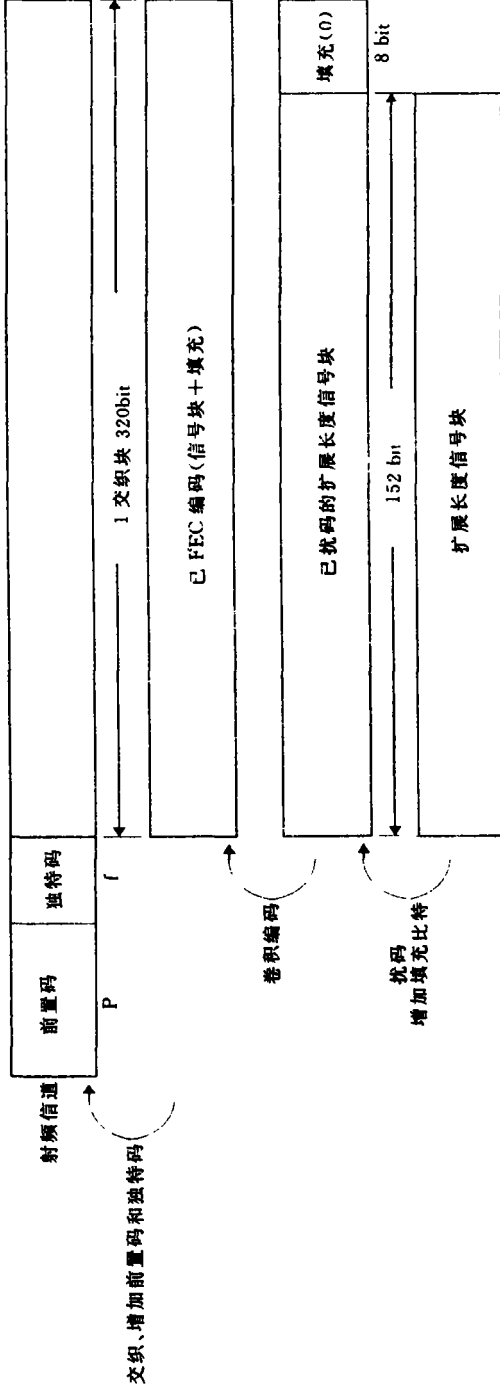
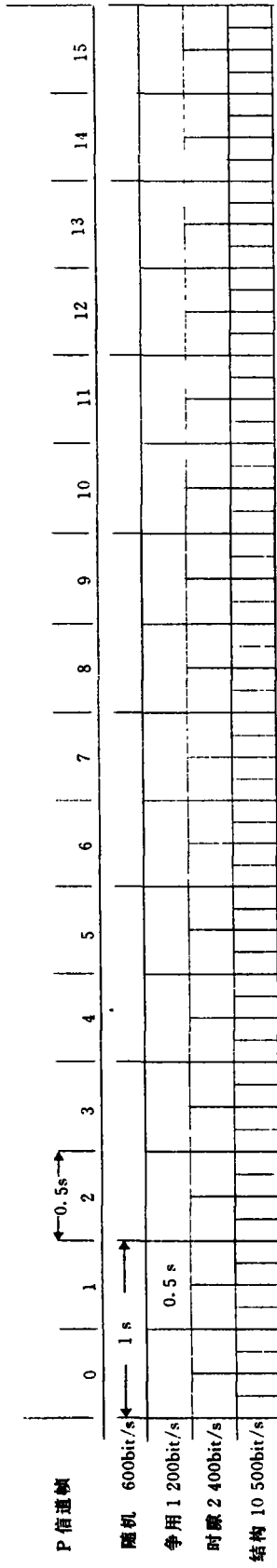


图 A10 R 和 T 信道功能框图



信道速率为 600bit/s 和 1200bit/s 即帧周期为 2s 和 1s 的 P 信道,其超帧长仍为 8s,由 4 或 8 个 P 信道帧组成。

图 A11 R 信道间隙结构和突发格式



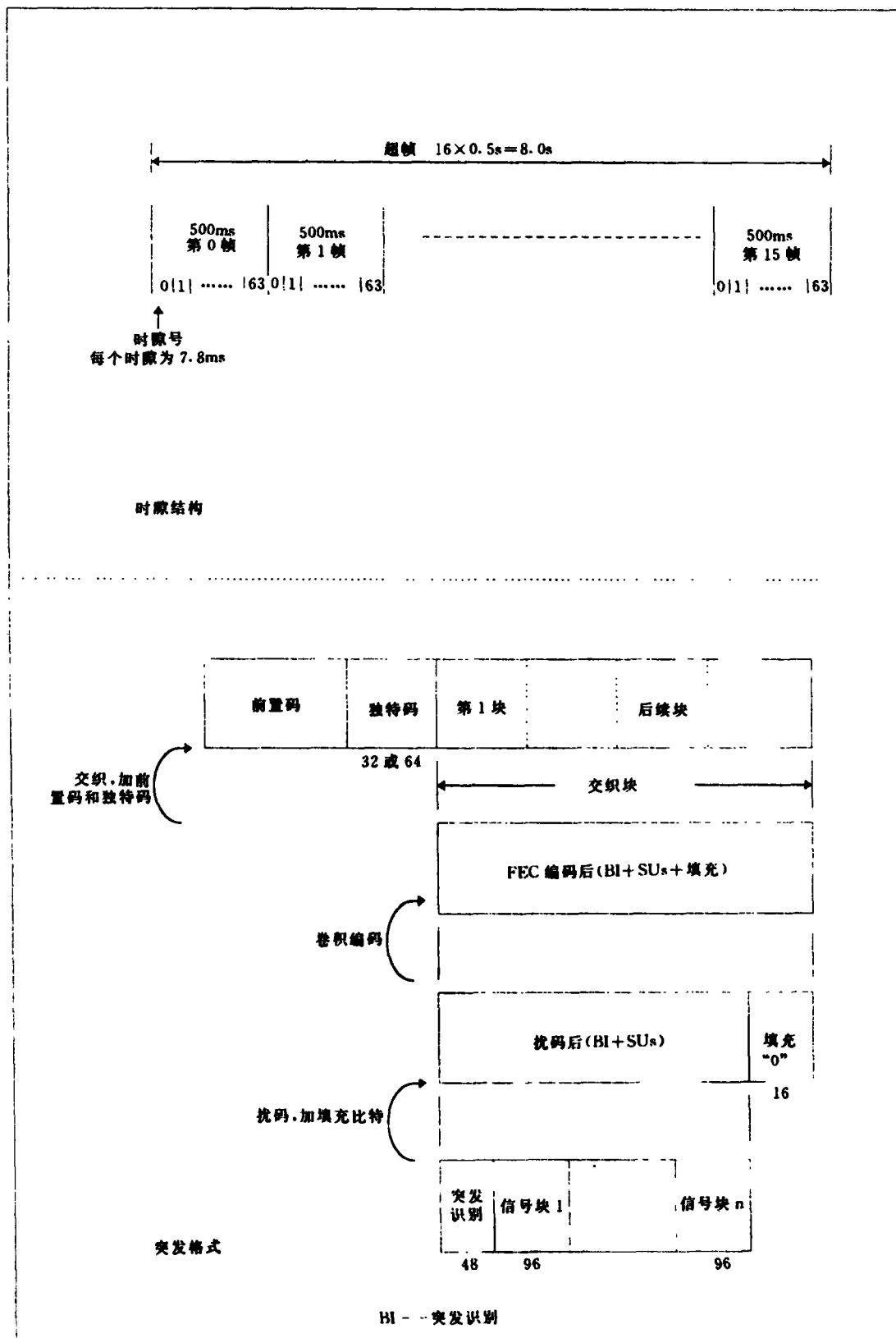


图 A12 T 信道时隙结构和突发格式

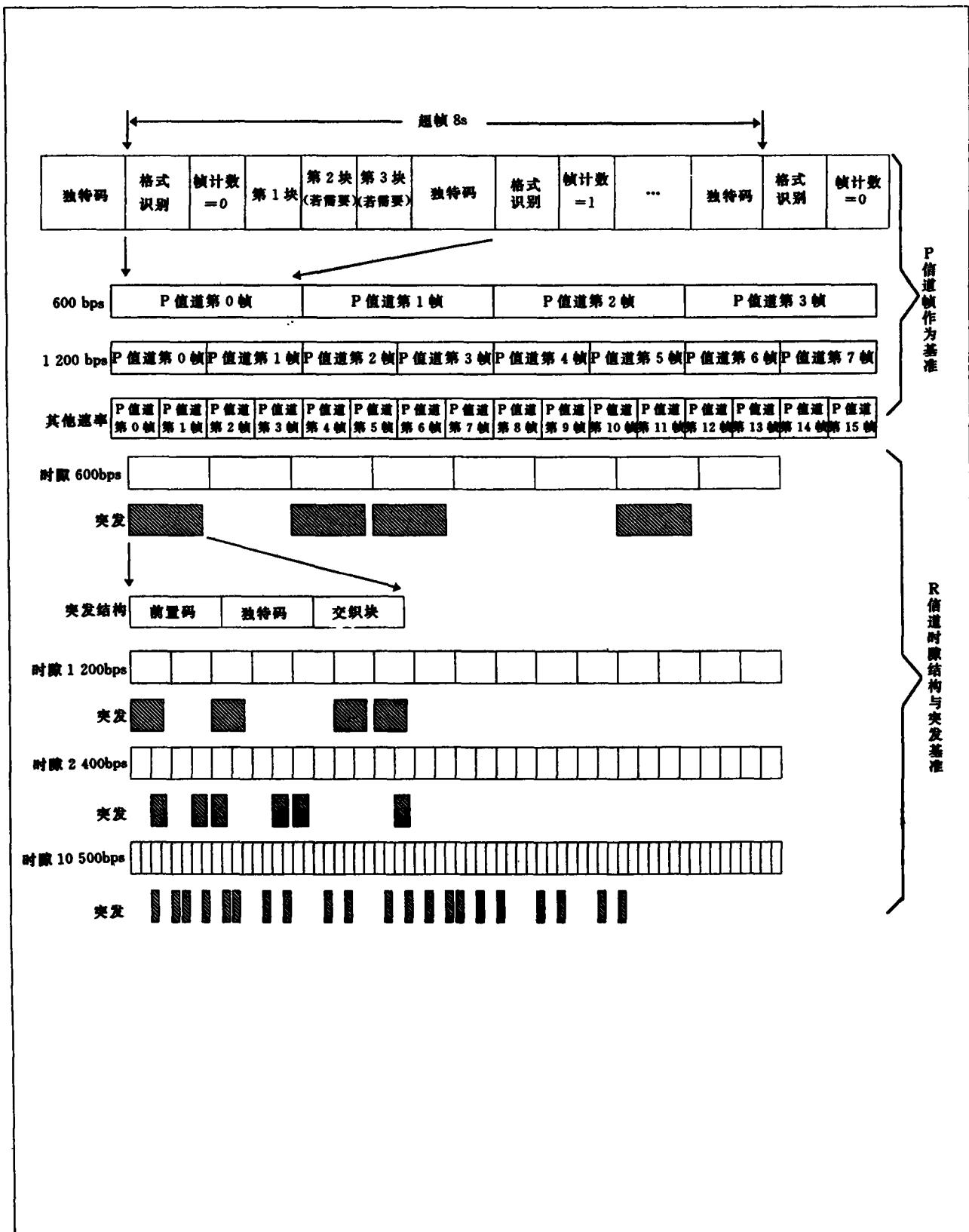


图 A13 用 P 信道作为 R 信道的定时基准

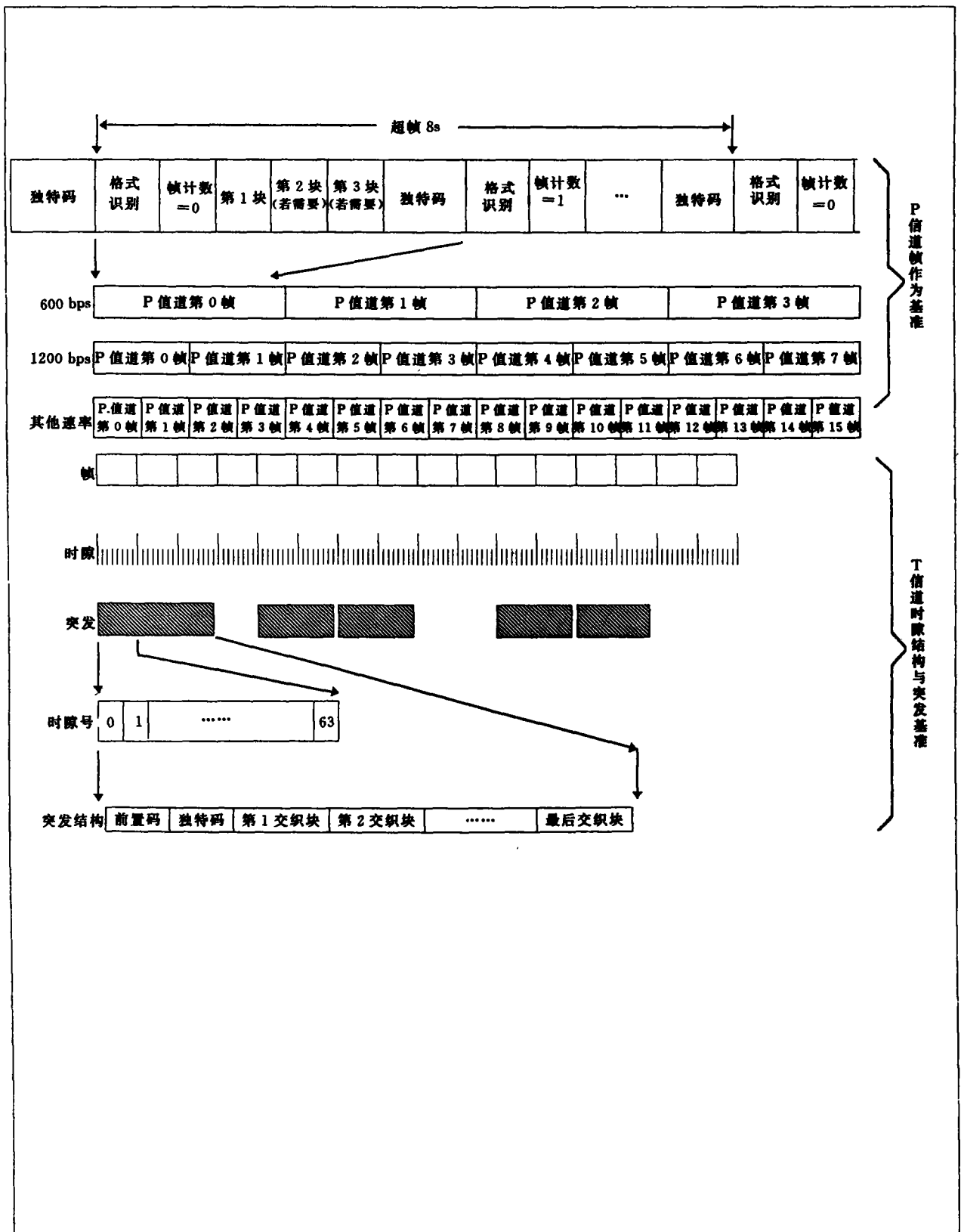


图 A14 用 P 信道作为 T 信道的定时基准

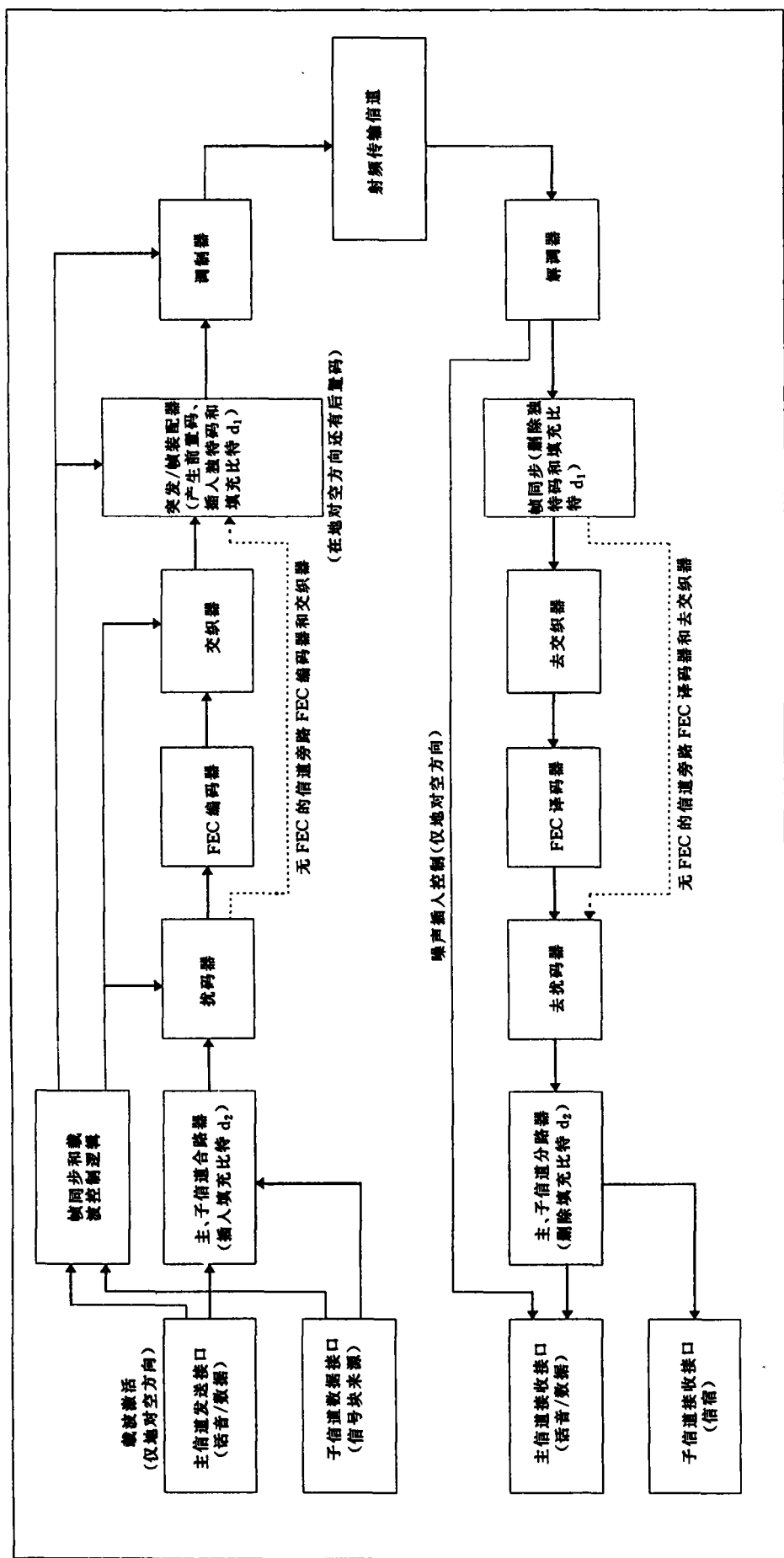


图 A15 C 信道功能框图

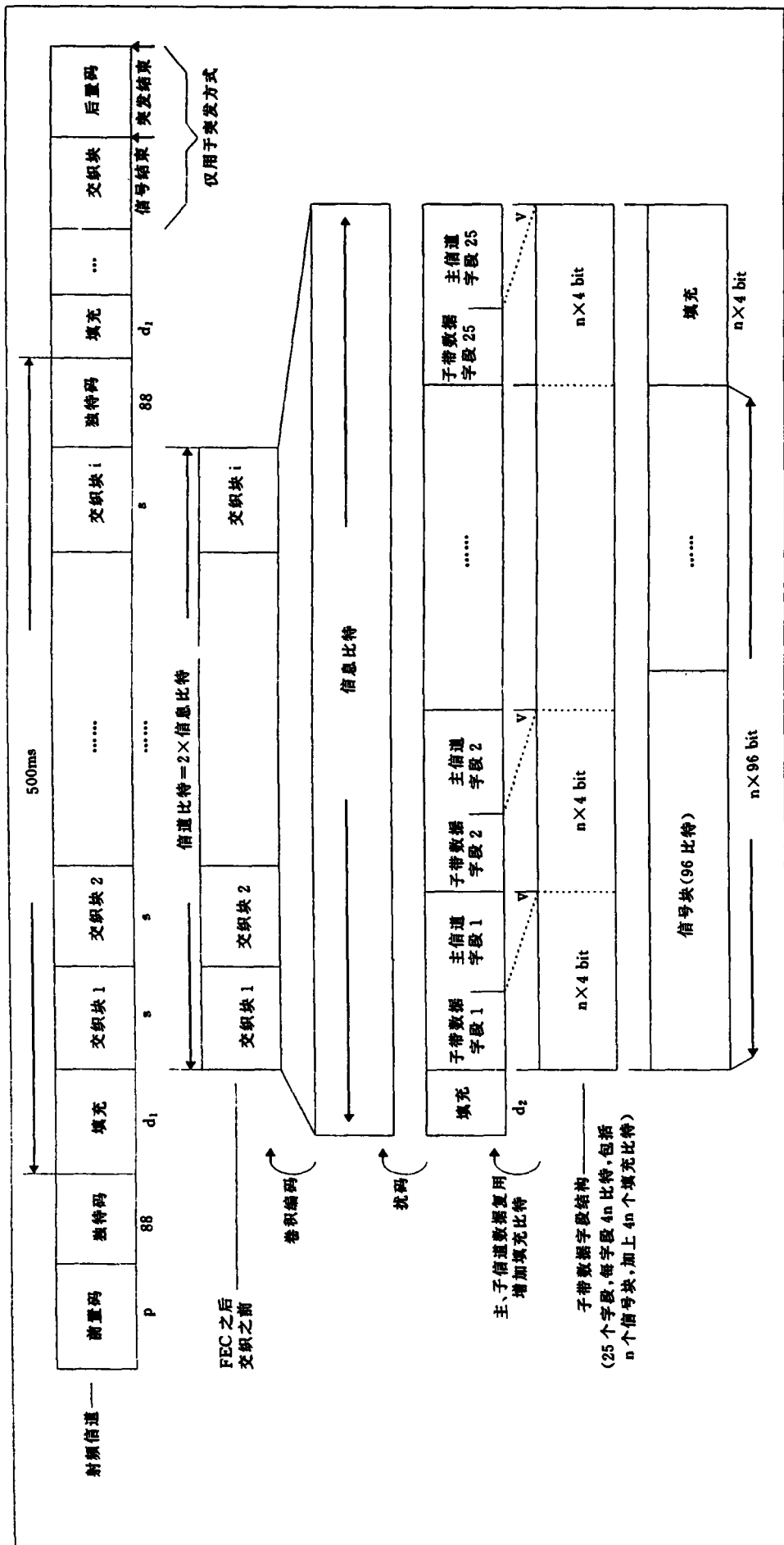


图 A16 C 信道格式

## 缩略语

AAC	Aeronautical Administrative Communications	航空行政管理通信
AFC	Automatic Frequency Compensation	自动频率补偿
AM	Amplitude Modulation	调幅
AOC	Aeronautical Operational Control	航务管理通信
APC	Aeronautical Passenger Communications	航空旅客通信
ATM	Air Traffic Management	空中交通管理
ATS	Air Traffic Service	空中交通服务通信
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
DIU	Data Interface Unit	数据接口单元
EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power	等效全向辐射功率
ICAO	International Civil Aviation Organization	国际民航组织
IF	Intermediate Frequency	中频
INMARSAT	International Mobile Satellite Organization	国际移动卫星组织
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合业务数字网
NCS	Network Coordination Station	网络协调站
PFD	Power Flux Density	功率通量密度
PM	Phase Modulation	调相
PSF	Pulse Shaper Filter	脉冲整形滤波器
PSTN	Public Switched Telephone Network	公用电话交换网
RF	Radio Frequency	射频
S-ALOHA	Slotted-ALOHA	时隙随机争用
SARPs	Standards and Recommended Practices	标准与建议措施
SCPC	Single Channel per Carrier	单路单载波
TDM	Time Division Multiplex	时分复用
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址
TIF	Terminal Interface Function	终端接口功能
TIFU	Terminal Interface Function Unit	终端接口功能单元
UTC	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地面地球站总技术要求  
(C/L频段)

MH/T 4004—1997

\*

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—

北京忠信诚胶印厂

版权专有 不得翻印

\*

开本880×1230/16印张4.5 字数130千字  
1998年11月第1版1998年11月第1次印刷印数1—300册  
统一书号: 1580110·94定价: 20.00元