

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1530-2006

---

## 接入网技术要求 ——频谱扩展的第二代不对称数字用户线 (ADSL2+)

Technical Requirements For Access Network Extended bandwidth  
2<sup>nd</sup>-generation Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL2+)

[ITU-T G.992.5, Asymmetric Digital Subscriber Line(ADSL)transceivers-Extended  
bandwidth ADSL2(ADSL2plus)MOD]

2006-12-11 发布

2007-01-01 实施

---

中华人民共和国信息产业部 发布

## 目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与缩略语	1
3.1 名词术语	1
3.2 缩略语	6
4 参考模型	7
4.1 ATU功能模型	7
4.2 用户平面协议参考模型	8
4.3 管理平面协议参考模型	9
4.4 应用模型	9
5 TPS-TC功能	10
6 PMS-TC功能	10
6.1 传送能力	10
6.2 附加功能	10
6.3 PMS-TC发送功能结构图和内部参考点信号	10
6.4 控制参数	10
6.5 帧结构	10
6.6 数据平面流程	12
6.7 控制平面流程	12
6.8 管理平面流程	12
6.9 初始化流程	12
6.10 在线重配置	12
6.11 功率管理模式	12
7 PMD功能	12
7.1 传送能力	12
7.2 附加功能	12
7.3 功能块接口信号和原语	12
7.4 功能块图和内部参考点信号	12
7.5 控制参数	12
7.6 数据符号星座编码器	20
7.7 同步和L2 exit符号星座编码器	20
7.8 调制	20

7.9	发送器动态范围	22
7.10	发送器频谱模板	22
7.11	控制平面流程	50
7.12	管理平面流程	50
7.13	初始化过程	50
7.14	快速初始化过程	63
7.15	环路诊断模式的过程	66
7.16	PMD功能的在线重配置	72
7.17	PMD功能的功率管理	72
8	MPS-TC功能	72
8.1	传送功能	72
8.2	附加功能	72
8.3	接口信号和原语	72
8.4	管理层操作过程	72
8.5	功率管理	77
9	动态行为	77
10	传输性能要求	77
10.1	概述	77
10.2	环路模型	78
10.3	噪声	78
10.4	误码率	79
10.5	ADSL over POTS性能要求	79
10.6	ADSL over ISDN性能要求	82
10.7	与ADSL over POTS频谱兼容的全数字模式ADSL2+性能要求	82
10.8	与ADSL over ISDN频谱兼容的全数字模式ADSL2+性能要求	82
10.9	扩展上行带宽的ADSL2+ over POTS性能要求	82
11	电气特性要求	82
11.1	ADSL2+ over POTS收发器电气特性	82
11.2	ADSL over ISDN收发器电气特性	83
11.3	改进与ADSL over POTS频谱兼容性的全数字模式ADSL收发器电气特性	84
11.4	改进与ADSL over ISDN频谱兼容性的全数字模式ADSL收发器电气特性	84
11.5	扩展上行带宽的ADSL2 over POTS收发器电气特性	84
	附录A(资料性附录) ETSI与AWG线规换算表	85
	参考文献	86

## 前 言

本标准修改采用ITU-T G.992.5《不对称数字用户线（ADSL）收发器—频谱扩展的ADSL2（ADSL2plus）》，主要技术差异如下：

——第8章“PMD功能”包括G.992.5的§8、Annex A、Annex B、Annex I、Annex J和Annex M的内容；

——第11章“性能要求”根据中国情况对G.992.5的Annex F和Annex G进行了修改；

——未采用G.992.5的Annex C的内容；

——未采用G.992.5的Annex E关于分离器的内容。

本标准与下列标准配套使用：

——YD/T 1323-2004 接入网技术要求——不对称数字用户线（ADSL）

——YD/T 1187-2002 ADSL话音分离器技术要求及测试方法

——YD/T 1055-2000 接入网设备测试方法——带话音分离器的不对称数字用户线（ADSL）

——YD/T 1530-2006 接入网技术要求——频谱扩展的第二代不对称数字用户线（ADSL2+）

本标准的附录A为资料性附录。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：信息产业部电信研究院

中兴通讯股份有限公司

上海贝尔阿尔卡特股份有限公司

华为技术有限公司

UT斯达康（重庆）通讯有限公司

中国电信集团公司

本标准主要起草人：程强 刘谦 赵莘 张博山 姚亦峰 宫小玉 白铁军

# 接入网技术要求

## ——频谱扩展的第二代不对称数字用户线 (ADSL2+)

### 1 范围

本标准规定了频谱扩展的第二代不对称数字用户线ADSL2+的线路收发器的参考模型、TPS-TC层、PMS-TC层、PMD层特性、OAM功能、动态行为、传输性能和电气特性等要求。

本标准适用于具有或包含ADSL2+技术的DSL线路收发器。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

YD/T 1187-2002	ADSL话音分离器技术要求及测试方法
ITU-T G.992.3 (2002)	不对称数字用户线 (ADSL) 收发器——2 (ADSL2)
ITU-T G.992.5 (2005)	不对称数字用户线 (ADSL) 收发器——频谱扩展的ADSL2 (ADSL2plus)
ITU-T G.994.1 (2002)	数字用户线 (DSL) 收发器握手流程
ITU-T G.996.1 (2001)	数字用户线收发器的测试流程
ITU-T G.997.1 (1999)	数字用户线 (DSL) 收发器物理层管理
ETSI TS 101 388 V1.3.1 (2002)	传输与复用；金属接入电缆接入传送系统；不对称数字用户线 (ADSL) ——欧洲特定要求
ANSI T1.417 (2001)	环路传输系统的频谱管理

### 3 术语与缩略语

下列术语和缩略语适用于本标准。

#### 3.1 名词术语

##### 3.1.1

#### ADSL线路 ADSL Line

ADSL线路是以在金属（线路）媒质上采用模拟编码为特征的，ADSL线路管理模拟和数字传输性能。ADSL线路被两个端点所界定，这两个端点称为线路终接。线路终端是模拟编码的结束点，它监视数字信号的完整性。ADSL线路位于 $\alpha$ 和 $\beta$ 参考点之间（见图1和ITU-T G.997.1第5.1节）。

##### 3.1.2

#### ADSL开销数据 ADSL overhead data

ADSL开销是由PTM-TC子层插入的用以进行系统控制的开销，包括：CRC字节、OAM开销消息以及OAM的固定指示比特，不包括Reed-Solomon FEC开销。

3.1.3

**ADSL系统开销数据 ADSL system overhead data**

ADSL系统开销是由PTM-TC子层插入的用以进行系统控制和差错保护的开销，包括ADSL开销数据和Reed-Solomon FEC开销。

3.1.4

**综合数据速率 aggregate data rate**

综合数据速率是在任一方向上通过U-x参考点的数据速率，是净数据速率与ADSL开销数据速率之和。

3.1.5

**异常 anomalies**

异常是指实际情况与期望的特征之间的差别。发生异常可能会影响特征所对应的功能，也可能不影响。

3.1.6

**桥接头 bridged taps**

在所用电缆上相连的一段并行的无终接的双绞电缆。

3.1.7

**通道化 channelization**

通道化指把净数据速率分配给承载通道。

3.1.8

**数据帧 data frame**

数据帧指在单个符号的时间内来自不同时延通路上一组经过前向纠错编码（FEC）和交织的比特。PMS-TC子层与PMD子层使用PMD Bits原语在 $\delta$ 参考点交换数据帧。

3.1.9

**数据符号 data symbol**

调制了一个数据帧的DMT符号。

3.1.10

**数据符号率 data symbol rate**

数据符号率指承载数据帧的符号的净平均发送速率（=4000数据符号/second）。

3.1.11

**dBm**

以dB为单位，功率相对于1 pico-Watt（即-90 dBm）的比。

3.1.12

**缺陷 defects**

缺陷是指在某项条款所对应的功能的有限破坏，它可能导致维护动作，也可能不会导致维护动作，这要看附加分析的结果。引起相关的能力下降的连续的异常就是缺陷。

3.1.13

**DMT符号 DMT symbol**

DMT符号是复数集 $\{Z_i\}$ 经IDFT后在时域的实数抽样点 $\{x_n\}$ 。

## 3.1.14

下行 downstream

下行指数据从ATU-C传送到ATU-R。

## 3.1.15

远端 far-end

在下行方向，远端指ATU-R的接收部分，在上行的开销和指示比特中向ATU-C进行远端报告；在上行方向，远端指ATU-C的接收部分，在下行的开销和指示比特中向ATU-R进行远端报告。

## 3.1.16

差错秒 Errored second

一秒中内发生了一个或多个CRC异常或产生了一个或多个LOS或SEF缺陷。

## 3.1.17

FEC数据帧 FEC data frame

在同一时延通路中的一组复用数据帧加上FEC字节构成FEC数据帧，FEC数据帧位于在交织之前。

## 3.1.18

帧承载器 frame bearer

一条在两个TPS-TC实体（每个ATU上一个）之间的具有特定数据率的数据流，它被PMS-TC和IPMD子层透明传输。

## 3.1.19

指示比特 indicator bits

嵌入在同步字节中的比特，为OAM使用。

## 3.1.20

线路速率 line rate

线路速率是在任一方向上通过U-x参考点的比特率，是总数据速率与格形编码开销速率之和，即( $\sum b_i$ )  
×4kbit/s。

## 3.1.21

加感线圈 loading coils

为了改善电缆的音频响应而添加的电感，在DSL的电缆中不能有加感线圈。

## 3.1.22

MEDLEY集 MEDLEYset

在信道分析阶段发送的一组子载波。SUPPORTED集（在G.994.1初始化阶段由发送器给出）的子载波去除BLACKOUT集（在初始化通道发现阶段由接收器给出）的子载波就构成MEDLEY集。

## 3.1.23

多时延 multiple latency

多时延指多个承载通路在不同时延的通道中同时传送。

## 3.1.24

监视子载波 monitored subcarrier

在MEDLEY集中的某个子载波，接收机给其分配0比特（ $b_i=0$ ）但功率非0（ $g_i>0$ ）。

3.1.25

**复用数据帧 mux data frame**

复用数据帧指在相同时延的通路内来自不同承载通道上的字节组加上同步字节。

3.1.26

**近端 near-end**

近端指ATU接收端的环路同侧。

3.1.27

**净数据速率 net data rate**

任一方向上所有时延通路上的所有承载通道的数据速率总和。

3.1.28

**网络定时参考 network timing reference**

网络定时参考是8kHz的定时标签，用于在网络中分发定时参考。

3.1.29

**标称发送PSD值 nominal transmit PSD level**

标称发送PSD值（以dBm/Hz表示）适用于本标准定义的所有工作模式。在初始化的开始阶段采用标称发送PSD值进行发送，在初始化和showtime状态，由收发器决定是否有必要参照标称发送PSD值进行PSD值的调整。

3.1.30

**功率削减 power cutback**

功率削减是指整个频带内的发送PSD相对于标称值下降。

3.1.31

**原语 primitives**

原语是性能的基本测度，通常从数字信号线路码和帧格式可以获得，或由远端开销指示进行报告。性能原语分为：事件、异常和缺陷。原语也可以从设备的指示灯获得，比如交流电或电池的供电情况。

3.1.32

**参考发送PSD值 reference transmit PSD level**

标称的发送PSD值，可以通过功率消减机制降低其值。

3.1.33

**showtime**

ATU-C或ATU-R完成了所有初始化和训练后的状态，在这个状态中承载通道中的数据被传送。

3.1.34

**单时延 single latency**

单时延指所有同时传送的承载通道被分配在具有相同时延的通路中。

3.1.35

**分离器 splitter**

分离器是隔离音频/ISDN频带信号和ADSL频带信号的滤波器（通常叫POTS或ISDN分离器）。



## 3.1.36

**子载波 subcarrier**

IDFT的一个复数输入 $Z_i$ 。

## 3.1.37

**超帧 superframe**

超帧包括68个数据帧和1个同步帧。超帧调制到69个符号上,所需时间是17ms。

## 3.1.38

**符号速率 symbol rate**

对应于**数据符号速率**,符号速率指包括同步符号在内的所有符号的传送速率,即 $(69/68) \times 4000 = 4058.8$ 符号/秒。

## 3.1.39

**同步字节 sync octet**

同步字节位于复用数据帧的开头处,同步字节中包括ADSL开销。

## 3.1.40

**同步帧 sync frame**

调制到同步符号上的具有确定内容帧。

## 3.1.41

**同步符号 sync symbol**

用以调制同步帧的DMT符号。

## 3.1.42

**总数据速率 total data rate**

总数据速率指综合数据速率与Reed-Solomon FEC开销速率之和。

## 3.1.43

**上行 upstream**

上行指数据从ATU-R传送到ATU-C。

## 3.1.44

**已用子载波 used subcarrier**

已用子载波是MEDLEY集中的一个子载波,接收器分配给该子载波的比特数非0( $b_i > 0$ )。

## 3.1.45

**话音频带 voiceband**

话音频带指0~4kHz频带,话音频带数据业务利用的频带超过POTS(0.3~3.4kHz)的频带范围。

## 3.1.46

**话音频带业务 voiceband services**

利用全部或部分话音频带传送的数据业务和POTS业务。

## 3.1.47

**xDSL**

指任何一种数字用户线技术。

## 3.2 缩略语

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	不对称数字用户线
ADSL2	Asymmetric Digital Subscriber Line 2	第二代不对称数字用户线
ADSL2+	Asymmetric Digital Subscriber Line 2 plus	频谱扩展的第二代不对称数字用户线
AFE	Analog Front End	模拟前端
AN	Access Network	接入网
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步转移模式
ATM-TC	Asynchronous Transfer Mode-TC	异步转移模式-汇聚子层
ATU	ADSL Transceiver Unit	ADSL收发器单元
ATU-C	ATU at central office end	局端ADSL收发器单元
ATU-R	ATU at remote terminal end	用户端ADSL收发器单元
AWG	American Wire Gauge	美国线规
BER	Bit Error Ratio	比特差错率
BRI	Basic Rate Interface	基本速率接口
CO	Central Office	中心局
CP	Customer Premises	用户驻地
CPE	Customer Premises Equipment	用户驻地设备
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
DAC	Digital to Analogue Convertor	数模转换
DC	Direct Current	直流
DMT	Discrete Multiple Tone	离散多音频
DSL	Digital Subscriber Line	数字用户线
EC	Echo Cancelling	回波抵消
EMS	Element Management System	网元管理系统
ES	Errored Second	差错秒
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准协会
FDM	Frequency Division Multiplexing	频分复用
FEC	Forward Error Correction	前向纠错
FEXT	Front End Crosstalk	远端串音
GSTN	General switched Telephone Network	普通电话交换网
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform	反离散傅立叶变换
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合业务数字网
ITU	International Telecommunication Union	国际电信联盟
IWF	Interworking Function	互通功能
LT	Line Terminal	线路终端

MIB	Management Information Base	管理信息库
MS	Mode Select	模式选择
MPS	Management Protocol Specific	管理协议特定
NEXT	Near end crosstalk	近端串音
NT	Network Termination	网络终端
NTR	Network Time Reference	网络定时参考
OAM	Operation, Administration, Management	操作管理维护
OLR	On-Line Reconfiguration	在线重新配置
PE	metric Polyethylene insulated cable	公制聚乙烯绝缘电缆
PHY	Physical Layer	物理层
PMD	Physical Media Dependent	物理媒质相关(子层)
PMS-TC	Physical Media Specific-TC	物理媒质特定汇聚子层
POTS	Plain Old Telephone Service	普通老式电话业务
PSD	Power Spetral Density	功率谱密度
PSTN	Public Switched Telephone Network	公众交换电话网
PRBS	Pseudo Random Binary Sequence	伪随机二进制序列
PTM-TC	Packet Transfer Mode-TC	分组传输模式—汇聚子层
rms	Root mean square	均方根
SEF	Severely Errored Frame	严重差错帧
SNR	Signal Noise Ratio	信噪比
STM-TC	Synchronous Transmission Mode-TC	同步传输模式—汇聚子层
T-R		ATU-R与交换层 (例如ATM/STM/Packet)的接口
T/S		ADSL网络终端与CPE或家庭网络的接口
TC	Transmission Convergence	传输汇聚子层
TPS-TC	Transmission Protocol Specific TC	传输协议特定汇聚子层
U-C		局端环路接口
U-R		用户端环路接口
V-C		ATU-C与数字网络网的接口

## 4 参考模型

### 4.1 ATU 功能模型

图1描述了ADSL2+线路收发器单元(ATU)的功能模块和接口。ADSL2+由位于局侧(对于ADSL2+也可位于交接箱位置)的ATU-C(也可称作线路终端LT)和位于用户侧的ATU-R(也可称作网络终端NT)组成。每一个ATU由应用相关部分和应用无关部分组成,应用无关部分包括PMD层和PMS-TC层,应用相关部分包括传输协议特定传输汇聚层(TPS-TC)和应用相关接口。图1中没有包括管理功能模块,该功能实体一般由ADSL2设备的管理系统(如EMS或NMS)进行控制,后续章节对其进行描述。

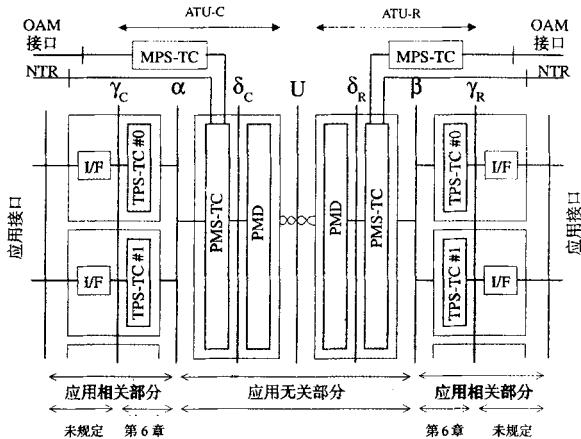


图1 ATU 功能模型

PMD层模块的基本功能包括码元定时生成和恢复、编码和解码、调制和解调、回波抵消、线路均衡及链路启动等，另外，PMD层也通过PMS-TC层开销信道发送和接收控制消息。

PMS-TC层模块的基本功能包括成帧和帧同步、扰码和解扰及前向纠错和差错检测。PMS-TC层还提供开销信道用于传送TPS-TC、PMS-TC和PMD层控制消息以及管理接口的消息。

ATU-C和ATU-R中的PMS-TC层模块分别通过 $\alpha$ 和 $\beta$ 接口与TPS-TC层相连。TPS-TC是与应用相关的，主要完成用户接口数据和控制信号到TPS-TC同步数据接口的适配，TPS-TC层也通过PMS-TC层开销信道发送和接收控制消息。TPS-TC通过 $\gamma_r$ 和 $\gamma_c$ 接口与ATU的接口模块相连，接口模块的实施与具体应用有关。

MPS-TC功能模块提供了实施ATU管理的规程，MPS-TC功能模块与管理平面的高层功能实体进行通信。管理信息通过ADSL开销通道在ATU的MPS-TC功能实体间进行交换。而PMS-TC完成ADSL开销与TPS-TC数据流的复用。管理信息中包括一些异常和缺陷指示相关的一些性能监视参数。另外，高层功能实体还会定义一些用于特定测试目的的管理命令交由MPS-TC完成。

4.2 用户平面协议参考模型

ATU用户平面参考模型如图2所示。

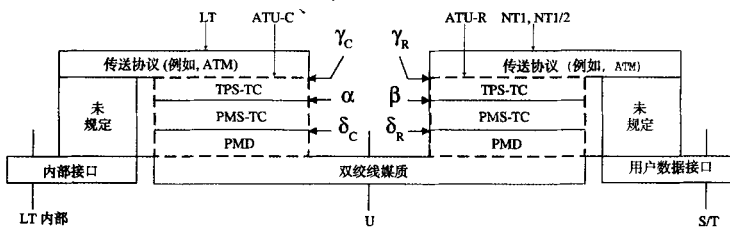


图2 用户平面协议参考模型

在 $\gamma_c$ 和 $\gamma_\alpha$ 参考点之间的单向净荷传输时延为通过ATU-C和ATU-R的TPS-TC层、PMS-TC层及PMD层的时延的总和。通过TPS-TC层的时延取决于TPS-TC的类型，而通过PMS-TC和PMD子层的时延（即 $\alpha$ 和 $\beta$ 参考点之间的时延）称为标称的单向净荷最大时延，定义如下：

$$delay_{\alpha-\beta} = 3.75 + \frac{\lfloor S_p \times D_p \rfloor}{4} \text{ ms}$$

式中：符号 $\lfloor x \rfloor$ 表示向上取整， $S_p$ 和 $D_p$ 为PMS-TC控制参数，见6.4和6.5。

### 4.3 管理平面协议参考模型

ATU管理平面协议参考模型如图3所示。

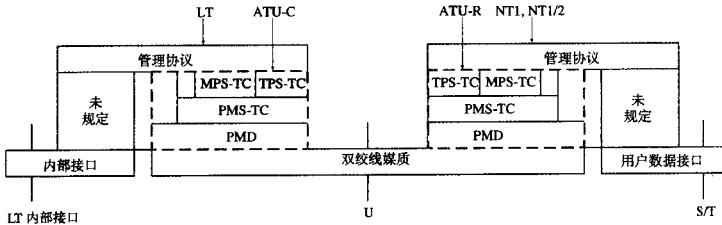


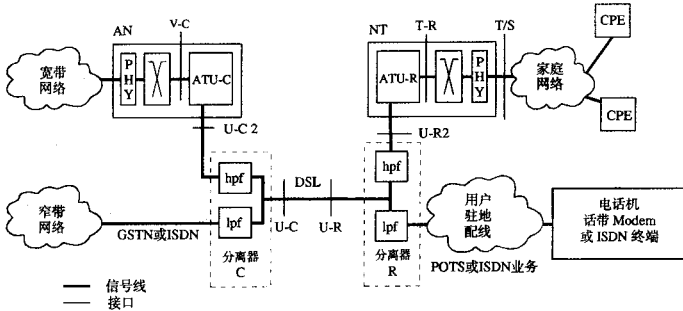
图3 管理平面协议参考模型

从图3中可以看出，MPS-TC层和TPS-TC层功能实体是独立的。

### 4.4 应用模型

#### 4.4.1 概述

ADSL2+有4种应用配置，分别适用于纯数据应用、ADSL+ over POTS应用、ADSL+ over ISDN应用和Voice over ADSL+应用。概况的说，在用户端使用分离器的ADSL2+的应用模型可用图4表示。



注：（1）U-C和U-R接口在本标准中做了详尽规定，V-C和T-R接口仅定义为逻辑功能，而不是物理的；T/S接口在本标准中不作规定。

- （2）V-C和T-R接口可选的集成在设备内部。
- （3）分离器中的高通滤波器部分可以集成在ATU-X内部，这样U-C2和U-R2接口相应的变为U-C和U-R接口。
- （4）NT可用定义多种T-R接口并提供多种T/S接口。
- （5）本标准暂不对用户驻地配线设施和家庭网络作出规定。

图4 用户端配置分离器的ADSL2+应用参考模型

#### 4.4.2 纯 ADSL2+ 数据应用

当使用ADSL2+提供纯数据业务时，一般ATU-C和ATU-R采取直接连接的方式（无分离器），DSL在用户驻地的端点为U-R参考点，DSL在网络的端点为U-C参考点。ATU-R作为NT的一部分，在S/T参考点可与一个或多个终端（包含数据终端、电信终端等）相连接。ATU-C作为接入点设备的一部分通过V参考点接入宽带网络。在这种模型下，在同一条DSL线路上没有并行的窄带业务开展。

在这种模式下，ADSL2+可以工作在全数字模式，也可工作在为POTS或ISDN保留频带的模式下。

#### 4.4.3 ADSL2+ over POTS 应用

当使用ADSL2+与POTS业务共存在同一条DSL上时，ATU-R作为NT的一部分，在S/T参考点可与一个或多个终端（包含数据终端、电信终端等）相连接。ATU-R通过高通滤波器与DSL的U-R参考点相接，话带终端（比如电话机，电话应答机，话带MODEM等）等可以通过公用的或各自的低通滤波器连接在U-R参考点。在DSL的局端，ATU-C通过高通滤波器连接在U-C参考点，ATU-C作为接入点设备的一部分通过V参考点接入宽带网络。另外，在U-C参考点，应使用低通滤波器接入GSTN网络。

#### 4.4.4 ADSL2+ over ISDN 应用

当使用ADSL2+与ISDN业务共存在同一条DSL上时，ATU-R作为NT的一部分，在S/T参考点可与一个或多个终端（包含数据终端、电信终端等）相连接。ATU-R通过高通滤波器与DSL的U-R参考点相接，一个ISDN NT通过低通滤波器与U-R参考点连接，话音终端（比如电话机，ISDN电话、电话应答机，话带MODEM等）等连接在U-R参考点。在DSL的局端，ATU-C通过高通滤波器连接在U-C参考点，ATU-C作为接入点设备的一部分通过V参考点接入宽带网络。另外，在U-C参考点，应使用低通滤波器接入GSTN网络。

#### 4.4.5 Voice over ADSL+应用

ATU-R作为NT的一部分，在S/T参考点可与一个或多个数据终端和一个或多个话音终端相连接。ATU-C和ATU-R应包含话音互通（IWF）功能完成从GSTN网络到话音终端的连接。

在这种模式下，ADSL2+可以工作在全数字模式，也可工作在为POTS或ISDN保留频带的模式下，与POTS或ISDN业务共存。

### 5 TPS-TC 功能

见 ITU-T G.992.3/6。

#### 6 PMS-TC 功能

##### 6.1 传送能力

见 ITU-T G.992.3/7.1。

##### 6.2 附加功能

见 ITU-T G.992.3/7.2。

块接口信号和原语见ITU-T G.992.3/7.3。

##### 6.3 PMS-TC 发送功能结构图和内部参考点信号

见ITU-T G.992.3/7.4。

##### 6.4 控制参数

见ITU-T G.992.3/7.5。

6.5 帧结构

6.5.1 定义

见ITU-T G.992.3/7.6.1。

6.5.2 有效成帧配置

表1给出了每个PMS-TC的控制参数的允许范围。而且，控制参数也必须符合表1给出的关系式。一些有效的控制参数值用NSC表示，NSC为子载波数，在PMD一章中给出了定义。

对  $B_{pn}$  值的其他要求：即每个帧承载器只能使用一个延时通道。在任何有效的成帧配置中，应不多于一个非零控制参数在  $\{B_{0n}, B_{1n}, B_{2n}, B_{3n}\}$  集之中。

表 1 有效成帧配置

参 数	性 能
$MSG_{min}$	$4000 \leq MSG_{min} \leq 64000$
$MSG_{max}$	$MSG_{max} = 64000$
$N_{BC}$	$1 \leq N_{BC} \leq 4$
$N_{LP}$	$1 \leq N_{LP} \leq 4$
$MSG_{LP}$	$0 \leq MSG_{LP} \leq 3$
$MSG_C$	$MSG_C$ 有效值是那些能够支持有效最小和最大的开销速率即 $MSG_{min}$ 和 $MSG_{max}$ 的值
$B_{p,n}$	$0 \leq B_{p,n} \leq 254, \sum B_{p,n} \leq 254$
$M_p$	1, 2, 4, 8 or 16. If $R_p = 0$ then $M_p = 1$
$T_p$	$1 \leq T_p \leq 64$
$R_p$	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, or 16
$D_p$	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 对于下行的延时通道 # 0, 其他有效的D0值为: 96, 128, 160, 192, 224, 256, 288, 320, 352, 384, 416, 448, 480, 511 如果 $R_p = 0$ , 则 $D_p = 1$
$N_{FEC,0}$ 和 $D_0$ 的关系	符合下面不等式的配置为有效配置: $(N_{FEC,0} - 1) \times (D_0 - 1) \leq 254 \times 63 = 16002$
$L_p$	$1 \leq L_p \leq 15 \times (NSC - 1)$ 同时 $8 \leq \sum L_p \leq 15 \times (NSC - 1)$
$S_p$ 和 $M_p$ 的关系	符合下面不等式的配置为有效配置: $M_p / 3 \leq S_p \leq 32 \times M_p$ (见注1)。 对于下行的延时通道 # 0, 其他有效的配置为: $M_0 / 16 \leq S_0 < M_0 / 3$
开销速率限制	符合下面不等式的配置为有效配置: $0.1 \text{ kbit/s} \leq OR_p \leq 64 \text{ kbit/s}$ (见注2)
延时限制	符合下面不等式的配置为有效配置: $1/3 \leq S_p \leq 64$ (见注3)。 对于下行的延时通道 # 0, 其他有效的配置为: $1/16 \leq S_0 < 1/3$
开销信道周期	开销信道周期 $PER_p$ 在15到 20ms之间为有效
注:	(1) 此不等式是对复用数据帧的码元数的限制; (2) 当 $SEQ_p = 2$ , 开销信道周期为20ms时, 0.8kbit/s是开销速率的下限 (见Table 7-14/G.992.3); (3) 此不等式给出了FEC码字包括的码元数的上下限

注: ITU-T G.992.5 PMS-TC功能与ITU-T G.992.3 PMS-TC功能仅在符号复用数据帧码元数和FEC码元数的上界处不同。ITU-T G.992.5定义的上界为3, 而ITU-T G.992.3定义的上界为2。

6.5.3 必选配置

见 7.6.3/G.992.3, 与Table 7-9/G.992.3存在以下差异:

$S_0$	$1/3 \leq S_0 < 64$ 通过在初始化阶段 $S_{0\min}$ ( $1/16 \leq S_{0\min} \leq 1/3$ ) 的指示, 所有的 $S_{0\min} \leq S_0 < 1/3$ 的值都应被支持
-------	--

6.6 数据平面流程

见 ITU-T G.992.3/7.7。

6.7 控制平面流程

见 ITU-T G.992.3/7.8。

6.8 管理平面流程

见 ITU-T G.992.3/7.9。

6.9 初始化流程

见 ITU-T G.992.3/7.10。

$S_{0\min}$ 的值应 $\leq 1/3$  (例如,  $n \geq 2$ )。如果CL或CLR消息中没有包含的 $S_{0\min}$  (见Table 7-18c/G.992.3) 字节,  $S_{0\min}$ 应当被设置为 $1/3$ 。在交换阶段中选择的 $S_0$ 值应当大于等于在CL和CLR消息中的 $S_{0\min}$ 最大值。

对于本标准, 在Table 7-18/G.992.3中, 无符号的12位net\_max值为数据率除以8 000, 而不是原来的4 000。

6.10 在线重配置

见ITU-T G.992.3/7.11。

6.11 功率管理模式

见ITU-T G.992.3/7.12。

7 PMD 功能

见ITU-T G.992.3/8。

7.1 传送能力

见ITU-T G.992.3/8.1。

7.2 附加功能

见ITU-T G.992.3/8.2。

7.3 功能块接口信号和原语

见ITU-T G.992.3/8.3。

7.4 功能块图和内部参考点信号

见ITU-T G.992.3/8.4。

7.5 控制参数

7.5.1 控制参数定义

PMD功能的配置由一组定义在ITU-T G.992.3/8.5.1的控制参数控制。

$ts_{5i}$ 的值依赖于CO-MIB的设置 (见ITU-T G.997.1) 和本地能力并在G.994.1阶段交换。 $ts_{5i}$ 的取值取决于ATU发送功能。

(1) 在上行方向,  $ts_{5i}$ 的CO-MIB设置由上行子载波的指示位 (每子载波一个指示位) 组成, 每个指示位用以定义在上行SUPPORTEDset中许可或禁用该子载波。这些信息通过G.994.1 CL消息中的上行



频谱整形参数块从 ATU-C 传送到 ATU-R；同时，它也被 ATU-R 结合本地的配置限制来决定那些子载波将被包含在上行 SUPPORTEDset 中（见 7.13.2.4）。

(2) 在下行方向， $t_{ss_i}$  的 CO-MIB 设置由下行子载波的指示位（每子载波一个指示位）组成，每个指示位用以定义在下行 SUPPORTEDset 中许可或禁用该子载波。这些信息被 ATU-C 结合本地的配置限制来决定那些子载波将被包含在下行 SUPPORTEDset 中（见 7.13.2.4）。

(3) 在下行方向， $t_{ss_i}$  的 CO-MIB 设置也包括 U-C2 参考点（见第 5 章）适用的下行 PSD 模板。这些 MIB PSD 模板可能在相关的模式（对应于所选择的应用类型）中已经定义的 PSD 模板限制以外强加了一些 PSD 限制。这些信息被 ATU-C 结合本地的配置限制来决定那些子载波将被包含在下行 SUPPORTEDset 中（见 7.13.2.4），同时也用来决定作用在这些可用于子载波上的频谱整形程度（也就是说， $t_{ss_i}$  的值）。CO-MIB 定义的下行 PSD 模板也必须满足本章剩余章节的其他需求定义。

CO-MIB 中的下行 PSD 模板通过一系列断点来定义。每一个断点由断点处的子载波序号  $i$  和相应的 MIB PSD 模板级别（以 dBm/Hz 表示）组成。所有这些断点通过  $[(t_1, PSD_1), (t_2, PSD_2), \dots, (t_N, PSD_N)]$  来表示。在 CO-MIB 中，子载波序号用无符号整数来表示，它的取值范围为  $\text{roundup}(f_{pb\_start}/\Delta f)$  到  $\text{rounddown}(f_{pb\_stop}/\Delta f)$ ，其中  $f_{pb\_start}$  和  $f_{pb\_stop}$  分别代表通带的下沿和上沿， $\Delta f$  代表子载波频率间隔（见 7.8.1）。通带定义在与选择的应用相关的模式中（如 ADSL2 + over POTS、ADSL2 + over ISDN、全数字模式 ADSL2 + over POTS 等）。用无符号整数来表示从 0dBm/Hz（表示为 0）到 -127.5dBm/Hz（表示为 255）的 MIB PSD 模板级别，以 0.5dBm/Hz 为步长，有效范围为 0 到 -95dBm/Hz。断点数最大为 32。

在 CO-MIB 中定义的断点必须遵循以下限制，同时每个频点  $f$  的对应 MIB PSD 模板也必须遵循以下定义：

(a) 总体定义

$$(1) t_n < t_{n+1} \quad (n = 1..N - 1)$$

$$(2) f_n = t_n \times \Delta f$$

(b) MIB PSD 模板 ( $f$ ) 的低频点和高频点

$$(1) t_1 = \text{roundup}(f_{pb\_start}/\Delta f) \text{ 或 } (73 \leq t_1 \leq 271)$$

$$(2) t_N = \text{rounddown}(f_{pb\_stop}/\Delta f)$$

(3)  $f_{lm\_start}$  = 在  $f_1$  以下的平滑扩展部分与限制模板的交叉频点（如果不交叉，设为 0Hz）。

(4)  $f_{lm\_stop}$  = 在  $f_N$  以上的平滑扩展部分与限制模板的交叉频点。

(5) 低于  $f_1$  和高于  $f_N$  的频段的 MIB PSD 模板定义如下：

$$\text{MIB PSD模板}(f) = \begin{cases} \text{限制模板}(f) & f < f_{lm\_start} \\ PSD_1 & f_{lm\_start} \leq f \leq f_1 \\ PSD_N & f_N < f \leq f_{lm\_stop} \\ \text{限制模板}(f) & f > f_{lm\_stop} \end{cases}$$

(c) 低频部分 MIB PSD 止带

if  $(73 \leq t_1 \leq 271)$  :

(1)  $PSD_1 = -95$  dBm/Hz；

(2)  $t_2$  的有效取值为从子载波 100 到子载波 280 的每第 10 个子载波；

(3)  $t_1$  取值为：

$$t_1 = \text{rounddown} \left( t_2 - \left( \frac{PSD_2 - PSD_1}{2.2 \text{ dB/子载波}} \right) \right)$$

(4) 在  $f_1$  和  $f_2$  之间的频段的 MIB PSD 模板通过以 dB 为单位的对数频率因子的插值法来计算, 计算公式定义如下:

$$\text{MIB PSD模板}(f) = \left\{ PSD_1 + (PSD_2 - PSD_1) \times \frac{\lg((f/\Delta f)/t_1)}{\lg(t_2/t_1)} \quad f_1 < f \leq f_2 \right.$$

(d) MIB PSD带内整形

if  $t_1 = \text{roundup}(f\_pb\_start/\Delta f)$ , for  $n = 1$  to  $N - 1$ ;

if ( $73 \leq t_1 \leq 271$ ), for  $n = 2$  to  $N - 1$ ;

(1) 带内整形斜率定义如下:

$$\left| \frac{PSD_{n+1} - PSD_n}{t_{n+1} - t_n} \right| \leq 0.75 \text{ dB/子载波}$$

(2)  $\text{MAX}(PSD_n) - \text{MIN}(PSD_n) \leq 20 \text{ dB}$

(3) 限制模板的  $\text{MAX PSD} - 20 \text{ dB} \leq \text{MAX}(PSD_n) \leq$  限制模板的  $\text{MAX PSD}$

(4) MIB PSD 模板通过以 dB 为单位的线性频率因子的插值法来计算, 计算公式定义如下:

$$\text{MIB PSD模板}(f) = \left\{ PSD_n + (PSD_{n+1} - PSD_n) \times \frac{(f/\Delta f) - t_n}{t_{n+1} - t_n} \quad f_n < f \leq f_{n+1} \right.$$

注: 如果第一个断点的子载波号  $73 \leq t_1 \leq 271$ , 则在通带的低频部建立一个止带, 并在通带的其他频段应用频谱整形。

如果  $t_1 = \text{roundup}(f\_pb\_start/\Delta f)$ , 则在整个通带应用频谱整形。

(e) RFI 波段规范

(1) 如图 5 所示, RFI 波段以四个断点 ( $t(i+1), PSD(i+1)$ ) 到 ( $t(i+4), PSD(i+4)$ ) 的方式在 CO-MIB PSD 模板中定义。此外, CO-MIB 也清晰的指示了频率组合 ( $t(i+2), t(i+3)$ ) 表示一个 RFI 波段 (见 ITU-T G.997.1)。

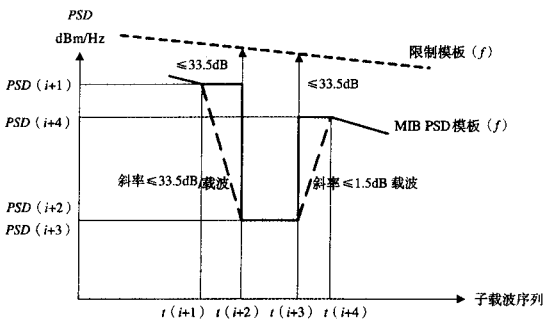


图 5 断点限制和 MIB PSD 模板 ( $f$ )

(2) RFI 波段的断点定义限制如下:

$$\frac{PSD_{i+1} - PSD_{i+2}}{t_{i+1} - t_{i+2}} \leq 1.5\text{dB/子载波}$$

$$PSD_{i+2} \geq PSD_{\text{限制模板}}(f_{i+2}) - 33.5\text{dB}$$

$$PSD_{i+2} = PSD_{i+3}$$

$$PSD_{i+3} \geq PSD_{\text{限制模板}}(f_{i+3}) - 33.5\text{dB}$$

$$\frac{PSD_{i+4} - PSD_{i+3}}{t_{i+4} - t_{i+3}} \leq 1.5\text{dB/子载波}$$

(3) RFI 波段的 MIB PSD 模板定义见以下公式:

$$MIB\ PSD\ 模板(f) = \begin{cases} PSD_{i+1} & f_{i+1} \leq f \leq f_{i+2} \\ PSD_{i+2} = PSD_{i+3} & f_{i+2} \leq f \leq f_{i+3} \\ PSD_{i+4} & f_{i+3} \leq f \leq f_{i+4} \end{cases}$$

(参考性描述)除了低频部分MIB PSD 止带的MIB PSD模板为 -95 dBm/Hz以及在RFI波段止带的MIB PSD 为PSD (i+2) 以外的整个通频带 $f_{lm\_start} \leq f \leq f_{lm\_stop}$ , MIB PSD模板定义为CO-MIB PSD模板-3.5 dB。

兼容U-C2参考点的ATU-C发送器的PSD模板在每个频点上必须是ADSL2 + over POTS、ADSL2 + over ISDN、全数字模式ADSL2 + over POTS等模式下规范的限制PSD模板以及通过CO-MIB定义的CO-MIB PSD模板的最小值。

下图给出了几个满足以上约束的MIB PSD模板的例子。图6示出了在频段初始部分引入止带的PSD模板的例子。图7示出了MIB PSD带内整形限制的例子。在这些图中引入的PSD技术在实际应用中可以混合使用。

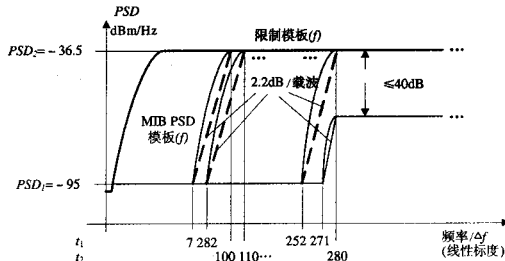


图6 在频段初始部分止带图例

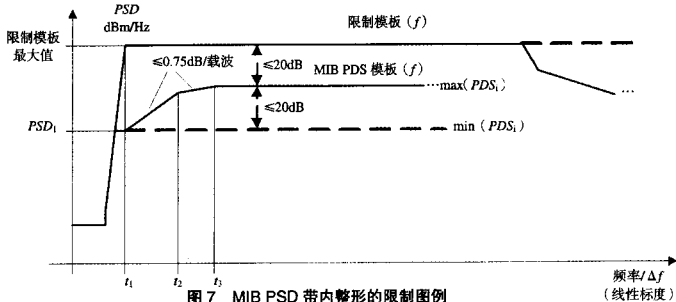


图7 MIB PSD 带内整形的限制图例

### 7.5.2 必选和可选的控制参数设置

见ITU-T G.992.3/8.5.2。

### 7.5.3 初始化阶段的控制参数设置

见ITU-T G.992.3/8.5.3。

#### 7.5.3.1 G.994.1 阶段

见ITU-T G.992.3/8.5.3.1。

#### 7.5.3.2 信道分析阶段

MSG1消息涉及到的PMD功能控制参数格式见表8-1。

表 2 MSG1 消息涉及的 PMD 功能控制参数格式

参 数	格 式
TARSNRM	9bit无符号整数, 0~310 (0~31 dB, 以0.1dB 为步长)
MINSNRM	9bit无符号整数, 0~310 (0~31 dB, 以0.1dB 为步长)
MAXSNRM	9bit无符号整数, 0~310 (0~31 dB, 以0.1dB 为步长)。值 511为特殊值, 表示对应于MAXSNRM的额外容限无需被最小化(见 G.992.3/8.6.4), 也就是说, 该MAXSNRM 值等效于无穷大
RA-MODE	2bit无符号整数, 1~3
PM-MODE	2bit二进制指示位, 每比特可置为0或1
RA-USNRM	9bit无符号整数, 0~310 (0~31 dB, 以0.1dB 为步长)
RA-UTIME	14bit无符号整数, 0~16 383 (以秒为单位)
RA-DSNRM	9bit无符号整数, 0~310 (0~31 dB, 以0.1dB 为步长)
RA-DTIME	14 bit无符号整数, 0~16 383 (以秒为单位)
BIMAX	4bit无符号整数, 8~15
EXTGI	8bit无符号整数, 0~255 (0~25.5 dB, 以0.1dB 为步长)
CA-MEDLEY	6bit无符号整数, 0~63 (乘以512符号)
WINDOW SAMPLES	窗口抽样通过NSCds/64个条目来表示。每个条目是一个 $2^{-16}$ (见7.8.4)倍数的16bit无符号整数

CA-MEDLEY值表示在通道分析阶段MEDLEY状态的最小持续时间(表示为512个符号的倍数)。ATU-C (CA-MEDLEY<sub>us</sub>表示R-MEDLEY状态的最小持续时间)和ATU-R (CA-MEDLEY<sub>ds</sub>表示C-MEDLEY状态的最小持续时间)的CA-MEDLEY值可以不一样。见7.13.5.1.4和ITU-T G.992.3/8.13.5.2.4。

在C-MSG1消息中交互的PMD功能控制参数见表8-2。只有在在使用窗口技术的情况下(在C-MSG-FMT消息中指示, 见7.13.3.1.10)才会包含窗口抽样。

表 3 C-MSG1 消息涉及的 PMD 功能控制参数

字节序号 [i]	参 数	PMD比特格式 [8×i+7 ~ 8×i+0]
0	TARSNRMds (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
1	TARSNRMds (MSB)	[ 0000 00xx ], 比特8
2	MINSNRMds (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
3	MINSNRMds (MSB)	[ 0000 000x ], 比特8
4	MAXSNRMds (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
5	MAXSNRMds (MSB)	[ 0000 000x ], 比特8
6	RA-MODEds	[ 0000 00xx ], 比特1~0
7	PM-MODE	[ 0000 00xx ], 比特1~0
8	RA-USNRMds (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
9	RA-USNRMds (MSB)	[ 0000 000x ], 比特8

表3 (续)

字节序号 [i]	参 数	PMD比特格式 [ $8 \times i + 7 - 8 \times i + 0$ ]
10	RA-UTIMEds (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7-0
11	RA-UTIMEds (MSB)	[ 00xx xxxx ], 比特13-8
12	RA-DSNRMds (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7-0
13	RA-DSNRMds (MSB)	[ 0000 000x ], 比特8
14	RA-DTIMEds (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7-0
15	RA-DTIMEds (MSB)	[ 00xx xxxx ], 比特13-8
16	BIMAXds	[ 0000 xxxx ], 比特3-0
17	EXTGlds	[ xxxx xxxx ], 比特7-0
18	CA-MEDLEYus	[ 00xx xxxx ], 比特5-0
19	保留	[ 0000 0000 ]
20	w (0) (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7-0
21	w (0) (MSB)	[ xxxx xxxx ], 比特15-8
...	...	...
$18 + NSCds/32$	w (NSCds/64 - 1) (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7-0
$19 + NSCds/32$	w (NSCds/64 - 1) (MSB)	[ xxxx xxxx ], 比特15-8

在R-MSG1消息中交互的PMD功能控制参数见表4。

表4 R-MSG1消息涉及的PMD功能控制参数

字节序号 [i]	参 数	PMD比特格式 [ $8 \times i + 7 - 8 \times i + 0$ ]
0	BIMAXus	[ 0000 xxxx ], 比特3-0
1	EXTGlus	[ xxxx xxxx ], 比特7-0
2	CA-MEDLEYds	[ 00xx xxxx ], 比特5-0
3		[ 0000 0000 ]

EXTG的取值范围为 $[0..MAXNOMPSD - NOMPSD]$ 。其取值可以依赖于也可以不依赖于发送PMD功能的能力和通道分析阶段指定的线路特性。接收PMD功能使用的 $g_r$ 取值范围为 $[-14.5..+2.5 + EXTGI]$ 。依赖于接收PMD功能的能力以及在通道分析阶段指定的线路特性，接收PMD功能的 $g_r$ 取值可以达到允许的最大值。

ATU-C必须设置REFPSDs，下行 $tss_r$ 以及EXTGlds以保证下行发送PSD模板不违反下行MEDLEYset的子载波定义，即使ATU-R为任何一个子载波请求的 $g_r$ 值达到 $(2.5 + EXTGI)$  dB。

注：仅仅当发送PMD功能选择一个CO-MIB（见7.5.1）允许的小于最大发送PSD水平的标称发送PSD水平时可以使用 $g_r$ 的扩展值，同时必须保证在CO-MIB定义的发送PSD模板限制以内。

### 7.5.3.3 交换阶段

PARAMS消息中涉及的PMD功能控制和测试参数格式见表5。

表5 PARAMS消息涉及的PMD功能控制参数格式

参 数	格 式
LATN	测试参数（见 ITU-T G.992.3/8.12.3）
SATN	测试参数（见 ITU-T G.992.3/8.12.3）
SNRM	测试参数（见 ITU-T G.992.3/8.12.3）
ATTNDR	测试参数（见 ITU-T G.992.3/8.12.3）

表5 (续)

参 数	格 式
ACTATP	测试参数 (见 ITU-T G.992.3/8.12.3)
TRELLIS	二进制指示, 设置为0或1
比特和增益表	比特和增益表以 $NSC - 1$ 个条目或 $2 \times (NSC - 1)$ 个字节来表示。每个条目是一个16bit无符号整数。4个LSB比特表示比特, 12个MSB比特表示增益, 线性标度。 增益值的前3bit表示整数部分, 后9bit表示小数部分, 精度为1/512
载波排序表	载波排序表以 $NSC - 1$ 个条目来表示。 每一个条目是一个11比特无符号整数, 代表一个子载波序号 (范围为1到 $NSC - 1$ )

每个测试参数通过整数个字节映射到PARAMS消息中。如果在ITU-T G.992.3/8.12.3中定义的测试参数值不是以整数个字节来表示, 该参数值应该映射到PARAMS消息中对应字段 (整数个字节) 的低比特位。对于无符号参数值, 未使用的MSB位应置0; 对于带符号参数, 未使用的MSB位应置为相应的符号位。

在C-PARAMS消息中交换的PMD功能控制和测试参数见表6。

表6 C-PARAMS消息涉及的PMD功能控制参数

字节序号 [i]	参 数	PMD比特格式 [ $8 \times i + 7 \sim 8 \times i + 0$ ]
0	LATNus (LSB)	[xxxx xxxx], 比特7~0
1	LATNus (MSB)	[0000 00xx], 比特9和8
2	SATNus (LSB)	[xxxx xxxx], 比特7~0
3	SATNus (MSB)	[0000 00xx], 比特9和8
4	SNRMus (LSB)	[xxxx xxxx], 比特7~0
5	SNRMus (MSB)	[ssss sxxx], 比特10~8
6	ATTNDRus (LSB)	[xxxx xxxx], 比特7~0
7	ATTNDRus	[xxxx xxxx], 比特15~8
8	ATTNDRus	[xxxx xxxx], 比特23~16
9	ATTNDRus (MSB)	[xxxx xxxx], 比特31~24
10	ACTATPus (LSB)	[xxxx xxxx], 比特7~0
11	ACTATPus (MSB)	[ssss sxxx], 比特9和8
12	TRELLISus	[0000 000x], 比特0
13	保留	[0000 0000]
14	上行比特和增益 子载波1 (LSB)	[gggg bbbb], 比特7~0
15	上行比特和增益 子载波1 (MSB)	[gggg gggg], 比特15~8
..	...	...
$10 + 2 \times NSC_{us}$	上行比特和增益 子载波 $NSC_{us} - 1$ (LSB)	[gggg bbbb], 比特7~0
$11 + 2 \times NSC_{us}$	上行比特和增益 子载波 $NSC_{us} - 1$ (MSB)	[gggg gggg], 比特15~8
$12 + 2 \times NSC_{us}$	保留	[0000 0000]
$13 + 2 \times NSC_{us}$	保留	[0000 0000]
$14 + 2 \times NSC_{us}$	上行载波排序表 第一个载波 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特7~0

表6 (续)

字节序号 [i]	参 数	PMD比特格式 [ $8 \times i + 7 \sim 8 \times i + 0$ ]
$15 + 2 \times NSC_{us}$	上行载波排序表 第一个载波 (MSB)	[ 0000 0xxx ], 比特10~8
...	...	...
$10 + 4 \times NSC_{us}$	上行载波排序表 最后一个载波 (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
$11 + 4 \times NSC_{us}$	上行载波排序表 最后一个载波 (MSB)	[ 0000 0xxx ], 比特10~8

在R-PARAMS消息中交互的PMD功能控制参数如表7所示。

表7 R-PARAMS消息涉及的PMD功能控制参数

字节序号 [i]	参 数	PMD比特格式 [ $8 \times i + 7 \sim 8 \times i + 0$ ]
0	LATNdS (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
1	LATNdS (MSB)	[ 0000 00xx ], 比特9和8
2	SATNdS (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
3	SATNdS (MSB)	[ 0000 00xx ], 比特9和8
4	SNRMdS (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
5	SNRMdS (MSB)	[ ssss sxxx ], 比特10~8
6	ATTNDRdS (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
7	ATTNDRdS	[ xxxx xxxx ], 比特15~8
8	ATTNDRdS	[ xxxx xxxx ], 比特23~16
9	ATTNDRdS (MSB)	[ xxxx xxxx ], 比特31~24
10	ACTATPdS (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
11	ACTATPdS (MSB)	[ ssss sxxx ], 比特9和8
12	TRELLISdS	[ 0000 000x ], 比特0
13	保留	[ 0000 0000 ]
14	下行比特和增益 子载波1 (LSB)	[ gggg bbbb ], 比特7~0
15	下行比特和增益 子载波1 (MSB)	[ gggg gggg ], 比特15~8
...	...	...
$10 + 2 \times NSC_{ds}$	上行比特和增益 子载波 $NSC_{ds} - 1$ (LSB)	[ gggg bbbb ], 比特7~0
$11 + 2 \times NSC_{ds}$	上行比特和增益 子载波 $NSC_{ds} - 1$ (MSB)	[ gggg gggg ], 比特15~8
$12 + 2 \times NSC_{ds}$	保留	[ 0000 0000 ]
$13 + 2 \times NSC_{ds}$	保留	[ 0000 0000 ]
$14 + 2 \times NSC_{ds}$	下行载波排序表 第一个载波 (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
$15 + 2 \times NSC_{ds}$	下行载波排序表 第一个载波 (MSB)	[ 0000 0xxx ], 比特10~8
...	...	...
$10 + 4 \times NSC_{ds}$	下行载波排序表 最后一个载波 (LSB)	[ xxxx xxxx ], 比特7~0
$11 + 4 \times NSC_{ds}$	下行载波排序表 最后一个载波 (MSB)	[ 0000 0xxx ], 比特10~8

## 7.6 数据符号星座编码器

见ITU-T G.992.3/8.6。

## 7.7 同步和 L2 exit 符号星座编码器

见ITU-T G.992.3/8.7。

## 7.8 调制

见ITU-T G.992.3/8.8。

### 7.8.1 子载波

见ITU-T G.992.3/8.8.1。

### 7.8.2 反离散傅立叶变换 (IDFT)

见ITU-T G.992.3/8.8.2。

### 7.8.3 循环前缀和循环后缀

当数据符号速率为4kHz时,DMT子载波间隔 $\Delta f = 4.3125\text{kHz}$ 且IDFT大小为 $2 \times \text{NSC}$ 时,可以采用( $2 \times \text{NSC} \times 5/64$ )个抽样的循环前缀,即:

$$\left( 2 \times \text{NSC} + 2 \times \text{NSC} \times \frac{5}{64} \right) \times 4.0 \text{ kHz} = (2 \times \text{NSC}) \times 4.3125 \text{ kHz} = f_s \quad (\text{抽样频率})$$

然而,循环前缀应该缩小到( $2 \times \text{NSC} \times 4/64 = \text{NSC}/8$ )个抽样并且在每68个数据符号后应插入一个同步符号(长度为 $2 \times \text{NSC} \times 68/64$ 抽样)。即:

$$\left( 2 \times \text{NSC} \times \frac{4}{64} + 2 \times \text{NSC} \right) \times 69 = \left( 2 \times \text{NSC} \times \frac{5}{64} + 2 \times \text{NSC} \right) \times 68$$

对于带有循环前缀的符号, IDFT ( $x_n, n = 2 \times \text{NSC} - \text{NSC}/8 \sim 2 \times \text{NSC} - 1$ ) 输出的最后 $\text{NSC}/8$ 个抽样应置于块的 $2 \times \text{NSC}$ 个抽样之前,以形成一个具有( $2 \times \text{NSC} \times 17/16$ )个抽样的块。带有循环前缀的符号应该以 $4.3125 \times 16/17 \approx 4.059\text{kHz}$ 的符号速率传送。

在下行方向, ATU-C发送器可以采用窗口技术。如果采用了窗口技术,带有循环前缀的符号也必须有一个循环后缀。如果不采用窗口技术,带有循环前缀的符号不应该有循环后缀。对于带有循环后缀的符号, IDFT ( $x_n, n = 0 \sim \text{NSC} \times 32/64 - 1$ ) 输出的初始 $\text{NSC} \times 32/64$ 个抽样应该附加在块的( $2 \times \text{NSC} \times 17/16$ )个抽样之后,以形成一个具有( $2 \times \text{NSC} \times 69/64$ )个抽样的块。带有循环后缀的符号应该以 $4.3125 \times 16/17 \approx 4.059 \text{ kHz}$ 的符号速率传送。

循环前缀(以及循环后缀,如果采用窗口技术的话)应该被应用在从初始化过程(见7.13.5)的信道分析阶段开始发送的所有符号上。在通道分析阶段以前,所有发送的符号不应该携带循环前缀和循环后缀。不带循环前缀和循环后缀的所有符号应该以 $4.3125 \text{ kHz}$ 的符号速率发送。

如果使用过采样的IDFT(也就是说: $N > \text{NSC}$ ,见7.8.2),循环前缀和循环后缀抽样的数目应该相应的改变。对于带有循环前缀的符号, IDFT ( $x_n, n = 2 \times N - N/8 \sim 2 \times N - 1$ ) 输出的最后 $N/8$ 个抽样应该被添加到块的 $2 \times N$ 个抽样之前,以形成一个具有( $2 \times N \times 17/16$ )个抽样的块。对于带有循环后缀的符号, IDFT ( $x_n, n = 0 \sim N/32 - 1$ ) 输出的初始 $N/32$ 个抽样应该被附加到块的( $2 \times N \times 17/16$ )个抽样之后,以形成一个具有( $2 \times N \times 69/64$ )个抽样的块。

### 7.8.4 并/串转换器

块的 $x_n (n = 0 \sim 2 \times \text{NSC} - 1)$ 个抽样应顺序地读到数模转换器(DAC)。

如果未使用循环前缀, DAC抽样 $y_n$ 依次为:



$$y_n = x_n \quad n = 0 - 2 \times NSC - 1$$

如果使用循环前缀, DAC抽样 $y_n$ 依次为(见图19):

$$y_n = x_n - \left( 2 \times NSC - \frac{NSC}{8} \right) \quad n = 0 - \frac{NSC}{8} - 1$$

$$y_n = x_n - \left( \frac{NSC}{8} \right) \quad n = \frac{NSC}{8} - \left( \frac{17}{16} \right) \times 2 \times NSC - 1$$

在下行方向, 如果同时使用了循环前缀和循环后缀(窗口技术), DAC抽样依次为:

$$[1 - w(i)] \times prev\_x(i) + w(i) \times x \left( 2 \times NSC - \frac{NSC}{8} + i \right) \quad i = 0 - \frac{NSC}{32} - 1$$

$$x \left( 2 \times NSC - \frac{NSC}{8} + i \right) \quad i = \frac{NSC}{32} - \frac{NSC}{8} - 1$$

$$x(i) \quad i = 0 - 2 \times NSC - 1$$

其中 $prev\_x(i)$ 对应于上一个符号(见7.8.3)的循环后缀。上一个符号循环后缀中的 $NSC/32$ 个抽样与当前符号循环前缀的初始 $NSC/32$ 个抽样以重叠的方式发送, 也就是说, 以加权的形式发送。上述定义的DAC抽样顺序与 $(2 \times NSC \times 69/64)$ 个抽样窗口的应用相一致。以离散时间表示( $w_i$ 集)的抽样窗口定义如下:

$$w_i \text{ 厂家自定义} \quad i = 0 - \frac{NSC}{64} - 1$$

$$w_i = 1 - w \left( \frac{NSC}{32} - 1 - i \right) \quad i = \frac{NSC}{64} - \frac{NSC}{32} - 1$$

$$w_i = 1 \quad i = \frac{NSC}{32} - 2 \times NSC \times \frac{17}{16} - 1$$

$$w_i = w \left( 2 \times NSC \times \frac{69}{64} - 1 - i \right) \quad i = 2 \times NSC \times \frac{17}{16} - 2 \times NSC \times \frac{69}{64} - 1$$

每个抽样窗口的离散时间以16bit无符号整数来表示, 取值为 $0 \sim 1 - 2^{-16}$ 的65536的倍数。

以连续时间( $w(t)$ )表示的窗口定义如下:

$$w(t) = \sum_{i=0}^{2 \times NSC \times \frac{69}{64} - 1} \text{sinc}(t \times f_s - i) \cdot w_i$$

ATU-C应该在C-MSG-FMT消息中指明是否使用窗口技术。如果使用了窗口技术, C-MSG1消息必须包含 $T=0$  to  $NSC/64 - 1$ (见7.5.3.2)的窗口抽样 $w(i)$ 。这些 $NSC/64$ 抽样定义了上述规定的 $2 \times NSC \times 69/64$ 个抽样的完整窗口。

注: C-MSG1消息仅在初始化阶段和快速初始化阶段(见7.14)发送。在线路诊断模式(见7.15)下无需发送C-MSG1消息。

如果使用过采样的IDFT(也就是说: $N > NSC$ , 见7.8.2), 从窗口的连续时间表示 $w(t)$ 的窗口到 $2 \times N \times 69/64$ 个抽样的窗口的窗口抽样数应做相应更新。ATU-C应该裁减时间和调整抽样数以保证与通过C-MSG1消息发送给ATU-R的窗口抽样的精度一致。ATU-R接收器必须考虑ATU-C发送器在时间裁剪和抽样数调整过程中可能引入的错误。

对将要进入DAC的抽样序列可进行滤波处理。

### 7.8.5 DAC 和 AFE

DAC产生模拟信号，该信号通过模拟前端（AFE）在数字用户线（DSL）上传送。模拟前端可以引入滤波处理。

如果发送PMD功能被配置在L3 idle 状态，在U-C2（ATU-C）和U-R2（ATU-R）参考点（见5.4章定义的参考模型）的输出电压必须为0。模拟前端可引入滤波处理。

### 7.9 发送器动态范围

见ITU-T G.992.3/8.9。

由于在下行发送信号中采用了non-flat PSD，在ATU-C上的MTPR需求需要进一步研究。

### 7.10 发送器频谱模板

见ITU-T G.992.3/8.10。

#### 7.10.1 ADSL2+ over POTS 频谱

##### 7.10.1.1 ATU-C 控制参数设置

The ATU-C控制参数设置见表8。控制参数定义见7.5。

表 8 ATU-C 控制参数设置

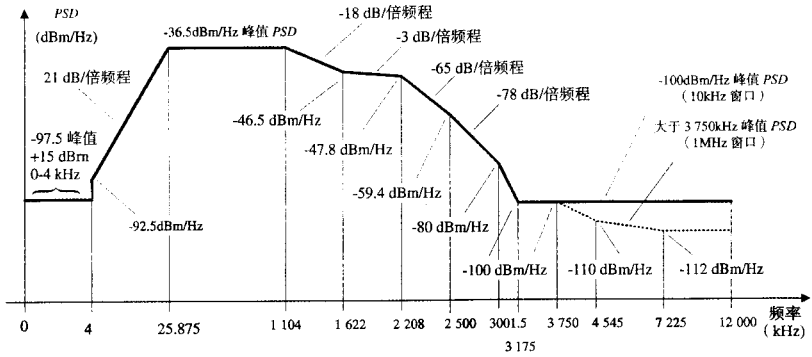
参 数	默认设置	特 征
NSCds	512	
NOMPSDds	- 40 dBm/Hz	在 G994.1 阶段，该值的相关设置可以改变，见 7.13.2
MAXNOMPSDds	- 40 dBm/Hz	在 G994.1 阶段，该值的相关设置可以改变，见 7.13.2
MAXNOMATPds	20.4 dBm	在 G994.1 阶段，该值的相关设置可以改变，见 7.13.2

##### 7.10.1.2 ATU-C 下行重叠频谱方式

###### 7.10.1.2.1 ATU-C 下行重叠频谱方式模板

通带带宽定义为从25.875kHz到2 208kHz，这是可能使用的最宽的频带（对于以重叠方式实现的ADSL over POTS），对于通带的限制也同样适用于任何窄带的频带。

图8定义了发送信号的频谱模板的限制。低频截至频带定义为包括POTS频带在内的低于25.875kHz的频带，高频截至频带定义为高于2 208kHz的频带。



Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	interpolated	10 kHz
25.875	-36.5	10 kHz
1 104	-36.5	10 kHz
1 622	-46.5	10 kHz
2 208	-47.8	10 kHz
2 500	-59.4	10 kHz
3 001.5	-80	10 kHz
3 175	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

PSD模板还应该满足以下要求：

Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
3 750	-100	1 MHz
4 545	-110	1 MHz
7 225	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注：（1）测量PSD时的电阻为100Ω；测量POTS频带总功率时电阻为600Ω。

（2）关键点的频率和PSD值为精确值，滚降处为大约值。表中的关键点处于dB/1g (f) 时应该是线性的直线连接。

（3）MBW指定测量带宽。所有频率满足 $f_i < f \leq f_j$ ， $f_i$ 为MBW指定的关键点， $f_j$ 为下一个指定的关键点。

（4）1MHz滑动窗口内的功率从被测频率开始的1MHz带宽内测量，也就是说 $[f, f + 1\text{MHz}]$ 窗口内的功率应该符合频率 $f$ 处的规定。

（5）PSD模板中4kHz处的台阶用来保证V.90的性能。PSD模板连续-21dB/倍频程降低低于4kHz，由于可能影响V.90性能，推荐扩展到4kHz。

（6）应在U-C接口处测量PSD和功率。

图8 重叠频谱方式的 ATU-C 发送器 PSD 模板

### 7.10.1.2.2 通带 PSD 及响应

根据发送信号的类型, ATU-C 发送信号有 3 个不同的 PSD 模板。整个通带上的发送 PSD 电平不应超过下面定义的最大通带发送 PSD 电平:

- (1) NOMPSDs + 1dB, 对于信道发现阶段前(包括信道发现阶段)的初始化信号;
- (2) REFPSDs + 1dB, 从收发器训练阶段开始的剩余初始化阶段;
- (3) MAXNOMPSDs - PCBds + 3.5dB, showtime 阶段。

通带群时延变化应不超过 50 $\mu$ s。

对于非理想发送滤波器带来的影响, 最大通带发送 PSD 电平不应超过标称 PSD 电平 1dB (如通带抖动和过渡带滚降)

出于频谱管理的目的, 重叠方式 ATU-C 传送器 PSD 模板定义为表 9 (资料性)

表 9 重叠方式 ATU-C 传送器 PSD 模板

频率 (kHz)	PSD level (dBm/Hz)
0	-101
4	-101
4	-96
25.875	-40
1 104	-40
1 622	-50
2 208	-51.3
2 500	-62.9
3 001.5	-83.5
3 175	-100
3 750	-100
4 545	-110
7 225	-112
12 000	-112

### 7.10.1.2.3 总发送功率

根据发送信号的类型, ATU-C 发送信号有 3 个不同的 PSD 模板。在所有情况下,

(1) 在 U-C 接口处测量的传送到 PSTN 接口的话带总发送功率不应超过 +15dBm (测试方法见 ITU-T G.996.1)。

(2) 考虑到实现上的偏差, 整个通带上的总发送功率最多不应超过 (MAXNOMATPds - PCBds) 0.5dB, 并且不应超过 20.9dBm。

(3) 考虑到截止频带上的残留发送功率和实现上的偏差, 0~12MHz 频带上的总发送功率最多不应超过 (MAXNOMATPds - PCBds) 0.9dB。

ATU-C 发送功率应满足本节的要求。除此以外, ADSL 系统还必须满足国家对电磁发射能量的要求。

出于频谱管理的目的, PSD 模板标称通带总发送功率为 20.4dBm。

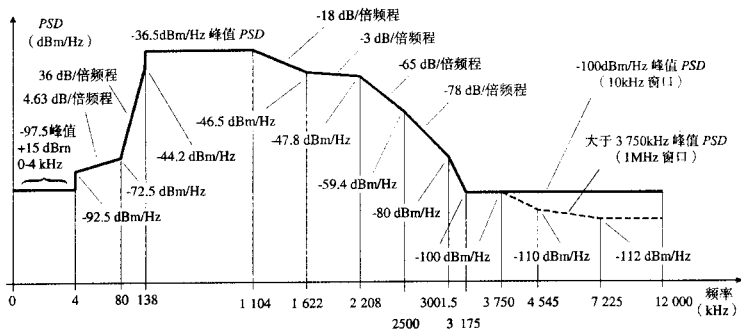
### 7.10.1.3 ATU-C 下行非重叠频谱方式

#### 7.10.1.3.1 ATU-C 非重叠频谱方式模板

图9定义了发送信号的频谱模板。与7.10.12中的模板相比, 此模板可减少对ADSL上行频带的NEXT噪声。在很多情形下, 使用此模板能够提高同一线束或相邻线束中其他ADSL系统的上行性能, 提高程度取决于其他干扰。此模板与第7.10.1.2中定义的模板相比仅4~138kHz频带不同。

通带定义为138 ~ 2 208kHz的频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

低频截止频带定义为包括POTS频带在内的低于138kHz的频带；高频截止频带定义为高于2 208kHz的频带。



Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	interpolated	10 kHz
80	-72.5	10 kHz
138	-44.2	10 kHz
138	-36.5	10 kHz
1 104	-36.5	10 kHz
1 622	-46.5	10 kHz
2 208	-47.8	10 kHz
2 500	-59.4	10 kHz
3 001.5	-80	10 kHz
3 175	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

PSD 模板应满足以下要求

Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
3750	-100	1 MHz
4545	-110	1 MHz
7225	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注：(1) 测量PSD时的电阻为100Ω；测量POTS频带总功率时电阻为600Ω。

- (2) 关键点的频率和PSD值为精确值，滚降处为大约值。表中的关键点处于dB/1g(f)时应该是线性的直线连接。
- (3) MBW指定测量带宽。所有频率满足 $f_1 < f \leq f_2$ ， $f_1$ 为MBW指定的关键点， $f_2$ 为下一个指定的关键点。
- (4) 1MHz滑动窗口内的功率从被测频率开始的1MHz带宽内测量，也就是说 $[f, f+1\text{MHz}]$ 窗口内的功率应该符合频率 $f$ 处的规定。
- (5) PSD模板中4kHz处的步长用来保证V.90的性能。PSD模板连续-21dB/倍频滚降低于4kHz，由于可能影响V.90性能，推荐扩展到4kHz。
- (6) 应在U-C接口处测量PSD和功率。

图9 非重叠方式的ATU-C 传声器 PSD 模板

## 7.10.1.3.2 通带 PSD 及响应

出于频谱管理的目的, 非重叠方式 ATU-C 传送器 PSD 模板定义为表 10。

表 10 重叠方式 ATU-C 传送器 PSD 模板

Frequency ( kHz )	PSD level ( dBm/Hz )
0	- 101
4	- 101
4	- 96
80	- 76
138	- 47.7
138	- 40
1 104	- 40
1 622	- 50
2 208	- 51.3
2 500	- 62.9
3 001.5	- 83.5
3 175	- 100
3 750	- 100
4 545	- 110
7 225	- 112
12 000	- 112

## 7.10.1.3.3 总发送功率

对于非重叠频谱方式, 整个通带上的总发送功率不应超过 20.4dBm。

出于频谱管理的目的, PSD 模板标称通带总发送功率为 19.9dBm。

## 7.10.1.4 ATU-R 控制参数设置

ATU-R 控制参数设置见表 11, 参数定义见 7.5。

表 11 ATU-R 控制参数设置

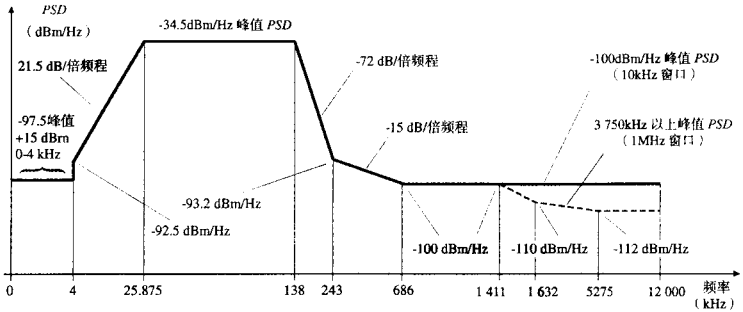
参 数	默认设置	特 征
NSCus	32	
NOMPSDus	-38 dBm/Hz	在 G994.1 阶段, 该值的相关设置可以改变, 见 7.13.2
MAXNOMPSDus	-38 dBm/Hz	在 G994.1 阶段, 该值的相关设置可以改变, 见 7.13.2
MAXNOMATPus	12.5 dBm	在 G994.1 阶段, 该值的相关设置可以改变, 见 7.13.2

## 7.10.1.5 ATU-R 上行

## 7.10.1.5.1 ATU-R 上行发送模板

通带定义为 25.875 ~ 138kHz 的频带, 这是可能使用的最宽频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

图 10 定义了发送信号的频谱模板。低频截止频带定义为包括 POTS 频带在内的低于 25.875kHz 的频带 (见图 8); 高频截止频带定义为高于 138kHz 的频带。



Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	interpolated	10 kHz
25.875	-34.5	10 kHz
138	-34.5	10 kHz
243	-93.2	10 kHz
686	-100	10 kHz
5 275	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

PSD模板应该满足以下要求:

Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
1 411	-100	1 MHz
1 630	-110	1 MHz
5 275	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注: (1) 测量PSD时的电阻为100Ω; 测量POTS频带总功率时电阻为600Ω。

- (2) 关键点的频率和PSD值为精确值, 滚降处为大约值。表中的关键点处于dB/1g(f)时应该是线性的直线连接。
- (3) MBW指定测量带宽。所有频率满足 $f_i < f \leq f_j$ ,  $f_i$ 为MBW指定的关键点,  $f_j$ 为下一个指定的关键点。
- (4) 1MHz滑动窗口内的功率从被测频率开始的1MHz带宽内测量, 也就是说 $[f, f + 1\text{MHz}]$ 窗口内的功率应该符合频率 $f$ 处的规定。
- (5) PSD模板中4kHz处的步长用来保证V.90的性能。PSD模板连续-21dB/倍频滚降低于4kHz, 由于可能影响V.90性能, 推荐扩展到4kHz。
- (6) 应在U-C接口处测量PSD和功率。

图 10 ATU-R 传声器 PSD 模板

## 7.10.1.5.2 通带 PSD 及响应

根据发送信号的类型, ATU-R发送信号有3个不同的PSD模板。整个通带上的发送PSD电平不应超过下面定义的最大通带发送PSD电平:

- (1)  $NOMPSP_{dus} + 1\text{dB}$ , 对于信道发现阶段前(包括信道发现阶段)的初始化信号;
- (2)  $REFPSP_{dus} + 1\text{dB}$ , 从收发器训练阶段开始的剩余初始化阶段;
- (3)  $MAXNOMPSP_{dus} - PCB_{us} + 3.5\text{dB}$ , showtime 阶段。

通带群时延变化应不超过 $50\mu\text{s}$ 。

对于非理想发送滤波器带来的影响, 最大通带发送PSD电平不应超过标称PSD电平 $1\text{dB}$ (如通带抖动和过渡带滚降)。

出于频谱管理的目的, PSD模板定义见表12(资料性)。

表 12 ATU-R 传声器 PSD 模板

Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)
0	-101
4	-101
4	-96
25.875	-38
138	-38
229.6	-92.9
686	-100
1411	-100
1630	-110
5275	-112
12000	-112

## 7.10.1.5.3 总发送功率

根据发送信号的类型, ATU-R发送信号有3个不同的PSD模板。在所有情况下,

- (1) 在U-R接口处测量的传送到POTS接口的话带总发送功率不应超过 $+15\text{dBm}$ (测试方法见ITU-T G.996.1)。
- (2) 考虑到实现上的偏差, 整个通带上的总发送功率最多不应超过 $(MAXNOMATP_{us} - PCB_{us}) 0.5\text{dB}$ , 并且不应超过 $13.0\text{dBm}$ 。
- (3) 考虑到截止频带上的残留发送功率和实现上的偏差,  $0 \sim 11.040\text{MHz}$  频带上的总发送功率最多不应超过 $(MAXNOMATP_{us} - PCB_{us}) 0.8\text{dB}$ 。

ATU-R发送功率应满足本节的要求。除此以外, ADSL系统还必须满足国家对电磁发射能量的要求。

出于频谱管理的目的, PSD模板标称通带总发送功率为 $12.5\text{dBm}$ 。

## 7.10.2 ADSL2+ over ISDN 频谱

## 7.10.2.1 ATU-C 控制参数设置

ATU-C控制参数设置见表13; 参数定义见7.5。

表 13 ATU-C 控制参数设置

参 数	默认值	特 征
NSCds	512	
NOMPSPDds	-40 dBm/Hz	在 G994.1 阶段, 该值的相关设置可以改变, 见 7.13.2
MAXNOMPSPDds	-40 dBm/Hz	在 G994.1 阶段, 该值的相关设置可以改变, 见 7.13.2
MAXNOMATPds	19.9 dBm	在 G994.1 阶段, 该值的相关设置可以改变, 见 7.13.2

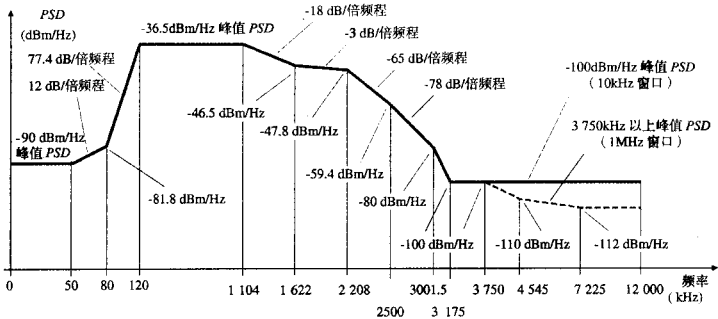


## 7.10.2.2 重叠谱模式的 ATU-C 下行发送功率谱

## 7.10.2.2.1 重叠谱模式的 ATU-C 下行发送功率谱模板

通带定义为120~2 208kHz（如图11所示），这也是ADSL over ISDN可用最宽频带。这些功率模板的限制对于不使用最宽频带的情况也适用。

图11定义了发送信号的功率谱限制。低于120kHz的低频阻带为ISDN使用频段；高频阻带定义为高于2 208kHz的频段。



频率 (kHz)	PSD值 (dBm/Hz)	测量带宽
0	-90	10 kHz
50	-90	10 kHz
80	-81.8	10 kHz
120	-36.5	10 kHz
1 104	-36.5	10 kHz
1 622	-46.5	10 kHz
2 208	-47.8	10 kHz
2 500	-59.4	10 kHz
3 001.5	-80	10 kHz
3 175	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

另外，PSD值应满足下表的要求：

频率 (kHz)	PSD值 (dBm/Hz)	测量带宽
3 750	-100	1 MHz
4 545	-110	1 MHz
7 225	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注：（1）测量PSD时的电阻为100Ω；测量POTS频带总功率时电阻为600Ω。

- （2）关键点的频率和PSD值为精确值，滚降处为大约值。表中的关键点处于dB/10 (f) 时应该是线性的直线连接。
- （3）MBW指定测量带宽。所有频率满足 $f_i < f \leq f_j$ ， $f_i$ 为MBW指定的关键点， $f_j$ 为下一个指定的关键点。
- （4）1MHz滑动窗口内的功率从被测频率开始的1MHz带宽内测量，也就是说 $[f, f+1\text{MHz}]$ 窗口内的功率应该符合频率 $f$ 处的规定。
- （5）应在U-C接口处测量PSD和功率。

图 11 重叠谱模式 ATU-C 发送 PSD 模板

ISDN分离器的ISDN端口应终接2B1Q的ISDN-BA的终接阻抗。

#### 7.10.2.2.2 通带 PSD 和响应

根据发送信号的类型, ATU-C发送信号有3个不同的PSD模板。整个通带上的发送PSD电平不应超过下面定义的最大通带发送PSD电平:

- (1) NOMPSDs + 1dB, 对于信道发现阶段前(包括信道发现阶段)的初始化信号;
- (2) REFPSDs + 1dB, 从收发器训练阶段开始的剩余初始化阶段;
- (3) MAXNOMPSDs - PCBds + 3.5dB, showtime 阶段。

通带群时延变化应不超过50 $\mu$ s。

对于非理想发送滤波器带来的影响, 最大通带发送PSD电平不应超过标称PSD电平1dB(如通带抖动和过渡带滚降)

出于频谱管理的目的, 重叠方式ATU-C传送器PSD模板建议为表14。

表 14 叠谱模式 ATU-C 发送 PSD 模板

频率 (kHz)	PSD 值 (dBm/Hz)
0	-90
50	-90
80	-85.3
120	-40
1 104	-40
1 622	-50
2 208	-51.3
2 500	-62.9
3 001.5	-83.5
3 175	-100
3 750	-100
4 545	-110
7 225	-112
12 000	-112

#### 7.10.2.2.3 总发送功率

根据发送信号的类型, ATU-C发送信号有三个不同的PSD模板(见7.10.2.2.2)。在所有情况下,

(1) 考虑到实现上的偏差, 整个通带上的总发送功率最多不应超过(MAXNOMATPds - PCBds) 0.5dB, 并且不应超过20.4dBm。

(2) 考虑到截止频带上的残留发送功率和实现上的偏差, 0~11.040MHz 频带上的总发送功率最多不应超过(MAXNOMATPds - PCBds) 0.9dB。

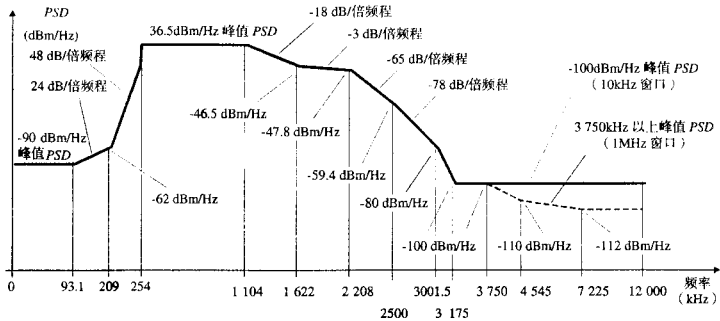
出于频谱管理的目的, PSD模板标称通带总发送功率为19.9dBm。

#### 7.10.2.3 非重叠谱模式 ATU-C 发送功率谱

##### 7.10.2.3.1 非重叠谱模式 ATU-C 发送功率谱模板

图12定义了非重叠谱模式ATU-C发送信号模板。该模板与图11的区别仅在50~254kHz频段。

通带定义为254~2 208kHz(如图12所示)。这些功率模板的限制对于不使用最宽频带的情况也适用。低于254kHz的低频阻带为ISDN使用频段; 高频阻带定义为高于2 208kHz的频段。



频率 (kHz)	PSD值 (dBm/Hz)	测量带宽
0	-90	10 kHz
93.1	-90	10 kHz
209	-62	10 kHz
254	-48.5	10 kHz
254	-36.5	10 kHz
1 104	-36.5	10 kHz
1 622	-46.5	10 kHz
2 208	-47.8	10 kHz
2 500	-59.4	10 kHz
3 001.5	-80	10 kHz
3 175	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

另外, PSD模板还应满足下表的要求。

频率 (kHz)	PSD值 (dBm/Hz)	测量带宽
3 750	-100	1 MHz
4 545	-110	1 MHz
7 225	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注: (1) 测量PSD时的阻抗为100Ω; 测量POTS频带总功率时阻抗为600Ω。

- (2) 关键点的频率和PSD值为精确值, 滚降处为大约值。表中的关键点处于dB/Hz(f)时应该是线性的直线连接。
- (3) MBW指定测量带宽。所有频率满足 $f_1 < f < f_2$ ,  $f_1$ 为MBW指定的关键点,  $f_2$ 为下一个指定的关键点。
- (4) 1MHz滑动窗口内的功率从被测频率开始的1MHz带宽内测量, 也就是说,  $f_1$  [f-1 MHz]窗口内的功率应该符合频率 $f_2$ 处的规定。
- (5) 应在U-C接口处测量PSD和功率。

图 12 非重叠谱模式 ATU-C 发送 PSD 模板

ISDN 分离器的 ISDN 端口应终接 2B1Q 的 ISDN-BA 的终接阻抗。

#### 7.10.2.3.2 通带 PSD 和响应

见7.10.2.2.2。出于频谱管理的目的, 重叠方式ATU-C 传送器PSD模板建议为表15。

表 15 非重叠谱模式 ATU-C 发送 PSD 模板

频率 (kHz)	PSD值 (dBm/Hz)
0	-90
93.1	-90
209	-65.5
254	-52
254	-40
1 104	-40
1 622	-50
2 208	-51.3
2 500	-62.9
3 001.5	-83.5
3 175	-100
3 750	-100
4 545	-110
7 225	-112
12 000	-112

### 7.10.2.3.3 总发送功率

见7.10.2.2.3。

另外，对于非重叠谱方式，整个通带上的总发送功率不应超过19.8dBm。处于频谱管理的目的，PSD模板的标称通带总功率为19.3dBm。

### 7.10.2.4 ATU-R 控制参数设置

ATU-C 控制参数设置见表 16。控制参数定义见 7.5。

表 16 ATU-R 控制参数设置

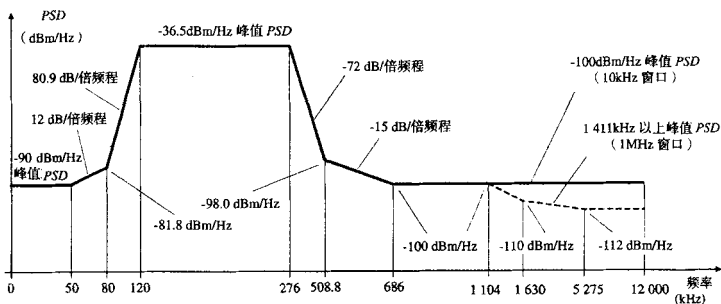
参 数	默认设置	特 性
NSCus	64	
NOMPSDus	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段，该值的相关设置可以改变，见 7.13.2
MAXNOMPSDus	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段，该值的相关设置可以改变，见 7.13.2
MAXNOMATPus	13.3 dBm	在 G.994.1 阶段，该值的相关设置可以改变，见 7.13.2
Tones 1 to 32	使用/禁用	Signifies that the transmission of upstream tones 1 to 32 ( or a subset thereof ) 表示上行的1到32号子载波 ( 或其子集 ) 是使用/禁用。 在G.994.1阶段协商 ( 见B.3/G.992.3 )

### 7.10.2.5 ATU-R 上行发送功率谱

#### 7.10.2.5.1 非重叠谱模式 ATU-C 发送功率谱模板

通带定义为120~276kHz的频带，这是可能使用的最宽频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

图13定义了发送信号的频谱模板。低频截止频带定义为ISDN频带在内的低于120kHz的频带 ( 见图 11 )；高频截止频带定义为高于276kHz的频带。



频率 (kHz)	PSD值 (dBm/Hz)	测量带宽
0	-90	10 kHz
50	-90	10 kHz
80	-81.8	10 kHz
120	-34.5	10 kHz
276	-34.5	10 kHz
508.8	-98.0	10 kHz
686	-100	10 kHz
5 275	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

另外, PSD值应满足下表的要求:

频率 (kHz)	PSD值 (dBm/Hz)	测量带宽
1 411	-100	1 MHz
1 630	-110	1 MHz
5 275	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注: (1) 测量PSD时的电阻为100Ω; 测量POTS频带总功率时电阻为600Ω。

(2) 关键点的频率和PSD值为精确值, 滚降处为大约值。表中的关键点处于dB/1g(f)时应该是线性的直线连接。

(3) MBW指定测量带宽。所有频率满足 $f_i < f < f_{i+1}$ ,  $f_i$ 为MBW指定的关键点,  $f_{i+1}$ 为下一个指定的关键点。

(4) 1MHz滑动窗口内的功率从被测频率开始的1MHz带宽内测量, 也就是说 $[f, f+1\text{MHz}]$ 窗口内的功率应该符合频率 $f$ 处的规定。

(5) 应在U-C接口处测量PSD和功率。

图 13 ATU-R 发送 PSD 模板

ISDN分离器的ISDN端口应终接2B1Q的ISDN-BA的终接阻抗。

#### 7.10.2.5.2 通带 PSD 及响应

根据发送信号的类型, ATU-R发送信号有3个不同的PSD模板。整个通带上的发送PSD电平不应超过下面定义的最大通带发送PSD电平:

(1)  $NOMPSD_{us} + 1\text{dB}$ , 对于信道发现阶段前(包括信道发现阶段)的初始化信号;

(2)  $REFPSD_{us} + 1\text{dB}$ , 从收发器训练阶段开始的剩余初始化阶段;

(3)  $MAXNOMPSD_{us} - PCB_{us} + 3.5\text{dB}$ , showtime 阶段。

通带群时延变化应不超过 $50\mu\text{s}$ 。

对于非理想发送滤波器带来的影响, 最大通带发送PSD电平不应超过标称PSD电平1dB (如通带抖动和过渡带滚降)。

出于频谱管理的目的, 重叠方式ATU-R发送器PSD模板建议为表17。

表 17 ATU-R 发送 PSD 模板

频率 (kHz)	PSD值 (dBm/Hz)
0	-90
50	-90
80	-85.3
120	-38
276	-38
491	-97.8
686	-100
1 411	-100
1 630	-110
5 275	-112
12 000	-112

#### 7.10.2.5.3 总发送功率

根据发送信号的类型, ATU-R发送信号有3个不同的PSD模板 (见7.10.2.5.2)。在所有情况下,

(1) 考虑到实现上的偏差, 整个通带上的总发送功率不应超过 ( $MAXNOMATP_{us} - PCB_{us}$ ) 0.5dB, 并且不应超过 13.8dBm。

(2) 考虑到截止频带上的残留发送功率和实现上的偏差, 0~11.040MHz 频带上的总发送功率不应超过 ( $MAXNOMATP_{us} - PCB_{us}$ ) 0.8dB。

出于频谱管理的目的, PSD模板标称通带总发送功率为13.3dBm。

### 7.10.3 改进与 ADSL over POTS 频谱兼容性的全数字模式 ADSL2+

#### 7.10.3.1 ATU-C 控制参数设置

在本规范的主体的参数化部分以及本附录中使用的 ATU-C 控制参数在表 18 中列出。控制参数的定义见 7.5。

表 18 ATU-C 控制参数设置

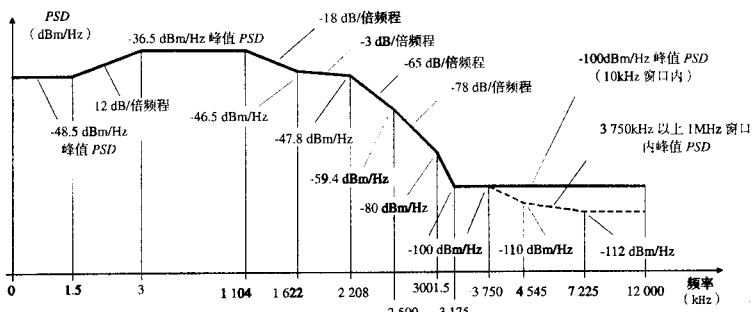
参 数	默认设置	特 征
NSCds	512	
NOMPSDds	-40 dBm/Hz	参数配置在G.994.1 阶段可以更改, 见7.13.2
MAXNOMPSDds	-40 dBm/Hz	参数配置在G.994.1 阶段可以更改, 见7.13.2
MAXNOMATPds	20.4 dBm	参数配置在G.994.1 阶段可以更改, 见7.13.2

#### 7.10.3.2 ATU-C 重叠频谱模式下行发射频谱

##### 7.10.3.2.1 ATU-C 重叠频谱模式下行发射频谱模板

通带定义为从3~2 208kHz的频带, 这是可能使用的最宽频带 (对于重叠频谱模式)。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

图14定义了发射信号的频谱模板极限。低频截止频带定义为低于3kHz的频带；高频截止频带定义为高于2 208kHz的频带。



频率 (kHz)	PSD水平 (dBm/Hz)	MBW
0	-48.5	100 Hz
1.5	-48.5	100 Hz
3	-36.5	100 Hz
10	-36.5	10 kHz
25.875	-36.5	10 kHz
1 104	-36.5	10 kHz
1 622	-46.5	10 kHz
2 208	-47.8	10 kHz
2 500	-59.4	10 kHz
3 001.5	-80	10 kHz
3 175	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

除此之外, PSD模板还应该满足以下要求:

频率 (kHz)	PSD水平 (dBm/Hz)	MBW
3 750	-100	1 MHz
4 545	-110	1 MHz
7 225	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注: (1) 测量PSD时阻抗为100 Ω。

- (2) 键点的频率和PSD值为精确值, 滚降处的值为大约值。在表中列出的关键点之间应该在dB/g(f)图上以直线连接。
- (3) MBW指明了测量带宽。在频率为 $f_i$ 的关键点处指定的MBW适用于 $f_i < f < f_{i+1}$ 的所有频率, 其中 $f_{i+1}$ 为下一个关键点的频率。
- (4) 1MHz滑动窗口内的功率是从被测频率开始的1MHz带宽内测量。 $[f, f+1\text{MHz}]$ 带宽内的功率应该遵守在频率 $f$ 处的说明。
- (5) 所有的PSD和功率应该在U-C接口测量。
- (6) 当与ADSL-over-POTS (Annex A/G.992.1, Annexes A and B/G.992.2, Annex A/G.992.3和Annex A/G.992.4)在同一线缆同时部署的时候, 由于全数字环路下行信道和ADSL-over-POTS的上行信道在138kHz以下部分的频率部分重叠, 两个系统之间可能存在频谱兼容的问题。具体的频谱兼容研究应分区域进行。在具体应用中, 对使用本节中下行PSD模板的系统可做相应的限制。

图 14 ATU-C 重叠频谱模式下行发射机频谱模板

## 7.10.3.2.2 通带 PSD 和响应

根据不同的发射信号的类型有 3 种不同的 ATU-C 发射信号 PSD 模板。在整个通带内, 发射 PSD 水平不应该超过最大通带发射 PSD 水平, 定义如下:

- (1)  $NOMPSDs+1$  dB, 对于信道发现阶段前 (包括信道发现阶段) 的初始化信号;
- (2)  $REFPSDs+1$  dB, 从收发器训练阶段开始的剩余初始化阶段的初始化信号;
- (3)  $MAXNOMPSDs - PCBds+3.5$  dB, showtime 阶段。

通带群时延变化应不超过  $50\mu s$ 。

对于非理想发送滤波器带来的影响, 最大通带发送 PSD 电平不应超过标称 PSD 电平 1 dB (如通带抖动和过渡带滚降)。

出于频谱管理的目的, 重叠频谱模式 ATU-C 发射 PSD 模板标在表 19 中定义 (资料性)。

表 19 叠频谱模式 ATU-C 发射 PSD 模板

频率 (kHz)	PSD 水平 (dBm/Hz)
0	-52
1.5	-52
3	-40
1 104	-40
1 622	-50
2 208	-51.3
2 500	-62.9
3 001.5	-83.5
3 175	-100
3 750	-100
4 545	-110
7 225	-112
12 000	-112

## 7.10.3.2.3 总发送功率

根据发送信号的类型, ATU-C 发送信号有 3 个不同的 PSD 模板。在所有情况下:

(1) 考虑到实现上的偏差, 整个通带上的总发送功率最多不应超过 ( $MAXNOMATPds - PCBds$ ) 0.5 dB, 并且不应超过 20.9 dBm。

(2) 考虑到截止频带上的残留发送功率和实现上的偏差, 0 ~ 12 MHz 频带上的总发送功率最多不应超过 ( $MAXNOMATPds - PCBds$ ) 0.9 dB。

ATU-C 发送功率应满足本节的要求。除此以外, ADSL 系统还必须满足国家对电磁发射能量的要求。

出于频谱管理的目的, PSD 模板标称通带总发送功率为 20.4 dBm。

## 7.10.3.3 ATU-C 非重叠频谱模式发射频谱

## 7.10.3.3.1 ATU-C 非重叠频谱模式发射频谱模板

除以下修改之外, ATU-C 发射频谱模板与图 9 所定义 ADSL over POST 非重叠频谱模式 ATU-C 发射频谱模板相同:

- 当  $0 < f < 4$  时, PSD 应该低于  $-97.5$  dBm/Hz (0~4 kHz 频带内最大功率无额外限制)。



在很多情形下，使用此模板能够提高同一线束或相邻线束中其他ADSL系统的上行性能，提高程度取决于其他干扰。此模板与7.10.3.2节定义的模板相比仅在低于138kHz频带不同。

通带定义为138 ~ 2 208kHz的频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

低频截止频带定义为包括POTS频带在内的低于138kHz的频带；高频截止频带定义为高于2 208kHz的频带。

#### 7.10.3.3.2 通带 PSD 和响应

见7.10.1.3.2。

#### 7.10.3.3.3 总发送功率

见7.10.1.3.3。

#### 7.10.3.4 ATU-R 控制参数设置

在本规范的主体的参数化部分以及本附录中使用的ATU-C控制参数在表20中列出。控制参数的定义见7.5。

表 20 ATU-R 控制参数设置

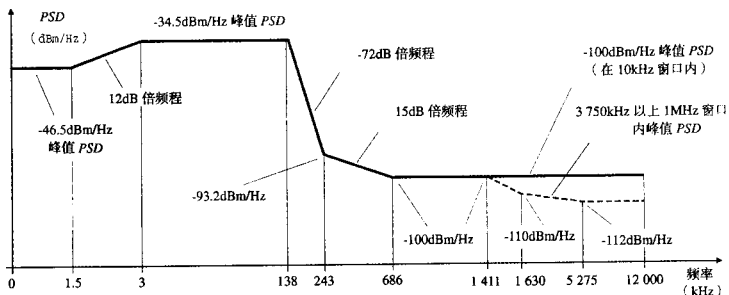
参 数	默认设置	特 征
NSCus	32	
NOMPSDus	-38 dBm/Hz	参数配置在G.994.1 阶段可以更改，见7.13.2
MAXNOMPSDus	-38 dBm/Hz	参数配置在G.994.1 阶段可以更改，见7.13.2
MAXNOMATPus	13.3 dBm	参数配置在G.994.1 阶段可以更改，见7.13.2

#### 7.10.3.5 ATU-R 上行发射频谱

##### 7.10.3.5.1 ATU-R 上行发射频谱模板

通带定义为3 ~ 138kHz的频带，这是可能使用的最宽频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

图15定义了发送信号的频谱模板。低频截止频带定义为低于3kHz的频带；高频截止频带定义为高于138kHz的频带。



频率 (kHz)	PSD水平 (dBm/Hz)	MBW
0	-46.5	100 Hz
1.5	-46.5	100 Hz
3	-34.5	100 Hz
10	-34.5	10 kHz
138	-34.5	10 kHz
243	-93.2	10 kHz
686	-100	10 kHz
5 275	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

除此之外, PSD模板还应该满足以下要求:

频率 (kHz)	PSD水平 (dBm/Hz)	MBW
1 411	-100	1 MHz
1 630	-110	1 MHz
5 275	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注: (1) 测量PSD时阻抗为100 Ω。

- (2) 关键点的频率和PSD值为精确值, 滚降处的值为大约值。在表中列出的关键点之间应该在dB/g(f)图上以直线连接。
- (3) MBW指明了测量带宽。在频率为 $f_i$ 的关键点处指定的MBW适用于 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率, 其中 $f_j$ 为下一个关键点的频率。
- (4) 1MHz滑动窗口内的功率在从被测频率开始的1MHz带宽内测量。 $[f, f+1 \text{ MHz}]$ 带宽内的功率应该遵守在频率 $f$ 处的说明。
- (5) 所有的PSD和功率应该在U-R接口测量。

图 15 ATU-R 发射机 PSD 模板

### 7.10.3.5.2 通带 PSD 及响应

根据发送信号的类型, ATU-R发送信号有3个不同的PSD模板。整个通带上的发送PSD电平不应超过下面定义的最大通带发送PSD电平:

- (1) NOMPSD<sub>us</sub> + 1dB, 对于信道发现阶段前(包括信道发现阶段)的初始化信号;
- (2) REFPSD<sub>us</sub> + 1dB, 从收发器训练阶段开始的剩余初始化阶段;
- (3) MAXNOMPSD<sub>us</sub> - PCBus + 3.5dB, showtime 阶段。

通带群时延变化应不超过50 $\mu$ s。

对于非理想发送滤波器带来的影响,最大通带发送PSD电平不应超过标称PSD电平1dB(如通带抖动和过渡带滚降)。

出于频谱管理的目的,PSD模板的定义见表21(资料性)。

表 21 ATU-R 发射机 PSD 模板

频率 (kHz)	PSD水平 (dBm/Hz)
0	-50
1.5	-50
3	-38
138	-38
229.6	-92.9
686	-100
1 411	-100
1 630	-110
5 275	-112
12 000	-112

#### 7.10.3.5.3 总发送功率

根据发送信号的类型,ATU-R发送信号有三个不同的PSD模板(见7.10.3.5.2)。在所有情况下:

(1) 考虑到实现上的偏差,整个通带上的总发送功率最多不应超过(MAXNOMATP<sub>us</sub> - PCBus) 0.5dB,并且不应超过13.8dBm。

(2) 考虑到截止频带上的残留发送功率和实现上的偏差,0~12MHz频带上的总发送功率最多不应超过(MAXNOMATP<sub>us</sub> - PCBus) 0.8dB。

ATU-R发送功率应满足本节的要求。除此以外,ADSL系统还必须满足国家对电磁发射能量的要求。

出于频谱管理的目的,PSD模板标称通带总发送功率为13.3dBm。

#### 7.10.4 与 ADSL over ISDN 频谱兼容性改良的全数字模式 ADSL2 +

##### 7.10.4.1 ATU-C 控制参数设置

在本规范的主体的参数化部分以及本附录中使用的ATU-C控制参数在表22中列出。控制参数的定义见7.5。

表 22 ATU-C 控制参数设置

参 数	默认设置	特 征
NSCds	512	
NOMPSDds	-40 dBm/Hz	参数配置在 G994.1 阶段可以更改,见 7.13.2
MAXNOMPSDds	-40 dBm/Hz	参数配置在 G994.1 阶段可以更改,见 7.13.2
MAXNOMATPds	20.4 dBm	参数配置在 G994.1 阶段可以更改,见 7.13.2

#### 7.10.4.2 ATU-C 重叠频谱模式下行发射频谱

##### 7.10.4.2.1 ATU-C 重叠频谱模式下行发射频谱模板

ATU-C发射频谱模板与7.10.3.2.1中图14定义的重叠频谱模式ATU-C发射频谱相同。

通带定义为从3~2 208kHz的频带，这是可能使用的最宽频带（对于重叠频谱模式）。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

低频截止频带定义为低于3kHz的频带；高频截止频带定义为高于2 208kHz的频带。

注：当与 ADSL-over-POTS（Annex A/G.992.1, Annexes A and B/G.992.2, Annex A/G.992.3和Annex A/G.992.4）同时部署的时候，由于全数字环路下行信道和ADSL-over-POTS的上行信道在138kHz以下部分的频率部分重叠，两个系统之间可能存在频谱兼容的问题。具体的频谱兼容研究应分区域进行。在具体应用中，对使用本节中下行PSD模板的系统可做相应的限制。

#### 7.10.4.2.2 通带 PSD 和响应

见7.10.3.2.2。

#### 7.10.4.2.3 总发送功率

见7.10.3.2.3。

#### 7.10.4.3 ATU-C 非重叠频谱模式下行发射频谱

##### 7.10.4.3.1 ATU-C 重叠频谱模式下行发射频谱模板

ATU-C发射频谱模板与7.10.2.3.1中图12定义的ADSL over ISDN非重叠频谱模式ATU-C发射频谱模板相同。

在很多情形下，使用此模板能够提高同一线束或相邻线束中其他ADSL系统的上行性能，提高程度取决于其他干扰。此模板与7.10.4.2.1中定义的模板相比仅在低于254kHz频带不同。

通带定义为254 ~ 2 208kHz的频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

低频截止频带定义为低于254kHz的频带；高频截止频带定义为高于2 208kHz的频带。

#### 7.10.4.3.2 通带 PSD 和响应

见7.10.2.3.2。

#### 7.10.4.3.3 总发送功率

见7.10.2.3.3。

#### 7.10.4.4 ATU-R 控制参数设置

在本规范的主体的参数化部分以及本附录中使用的ATU-C控制参数在表23中列出。控制参数的定义见7.5。

表 23 ATU-R 控制参数设置

参 数	设 置	特 征
NSCus	64	
NOMPSDus	-38 dBm/Hz.	参数配置在 G994.1 阶段可以更改, 见 7.13.2
MAXNOMPSDus	-38 dBm/Hz.	参数配置在 G994.1 阶段可以更改, 见 7.13.2
MAXNOMATPus	13.4 dBm	参数配置在 G994.1 阶段可以更改, 见 7.13.2

#### 7.10.4.5 ATU-R 上行发射频谱模板

##### 7.10.4.5.1 ATU-R 上行发射频谱模板

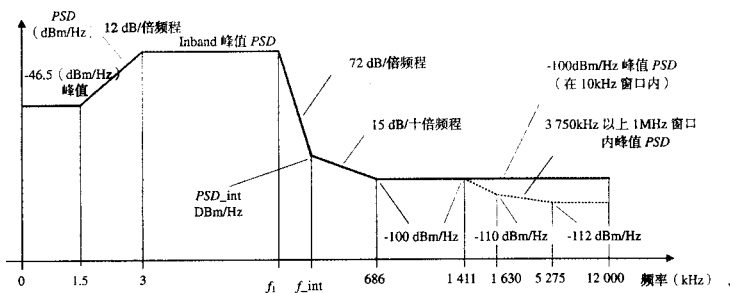
ATU-R发射PSD应该遵守模板ADLU-32, ADLU-36, ... ADLU-64之一（见注1）。每个模板的定义见图16和表24。

通带定义为3kHz ~ f<sub>1</sub>kHz的频带，f<sub>1</sub>为上界频率，具体定义见表24，这是可能使用的最宽频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

图16定义了ATU-R发射信号的频谱模板族。低频截止频带定义为低于3kHz的频带；高频截止频带定义为高于上界频率f<sub>1</sub>的频带。Inband\_peak\_PSD, PSD\_int 和f<sub>1</sub>, f<sub>int</sub>的定义见表24。

注：(1) ATU-R 根据CO\_MIB（在G.994.1初始化阶段交换，见7.13.2.4）和发射PMD功能的限制从表24中定义的模板族中选择一个发射PSD模板。

(2) 当与ADSL-over-POTS（Annex A/G.992.1, Annexes A&B/G.992.2, Annex A/G.992.3和Annex A/G.992.4, G.992.5 Annex A）在同一线缆中同时部署的时候，由于全数字环路上行信道和ADSL-over-POTS的下行信道在138kHz以下部分的频率部分重叠，两个系统之间可能存在频谱兼容的问题。具体的频谱兼容研究应分区域进行。在具体应用中，对使用本节中下行PSD模板的系统可做相应的限制。



频率 (kHz)	PSD 水平 (dBm/Hz)	MBW
0	-46.5	100 Hz
1.5	-46.5	100 Hz
3	Inband_peak_PSD	100 Hz
10	Inband_peak_PSD	10 kHz
$f_1$	Inband_peak_PSD	10 kHz
$f_{int}$	PSD <sub>int</sub>	10 kHz
686	-100	10 kHz
5 275	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

除此之外，PSD 模板还应该满足以下要求：

频率 (kHz)	PSD 水平 (dBm/Hz)	MBW
1 411	-100	1 MHz
1 630	-110	1 MHz
5 275	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注：(1) 测量PSD时阻抗为100 Ω。测量POST频带总功率时阻抗为600 Ω。

- 关键点的频率和PSD值为精确值，滚降处的值为大约值。在表中列出的关键点之间应该在dB/1g(f)图上以直线连接。
- MBW指明了测量带宽。在频率为 $f_1$ 的关键点处指定的MBW适用于 $f_1 < f \leq f_2$ 的所有频率，其中 $f_2$ 为下一个关键点的频率。
- 1MHz滑动窗口内的功率在从被测频率开始的1MHz带宽内测量。 $[f, f + 1\text{MHz}]$ 带宽内的功率应该遵守在频率 $f$ 处的说明。
- 所有的PSD和功率应该在U-R接口测量。

图 16 ATU-R 发射机 PSD 模板

表 24 Inband 峰值 PSD,  $PSD_{int}$  和频率  $f_1$ ,  $f_{int}$  的定义

上行模板编号	模板标识符	模板标称 PSD (dBm/Hz)	模板最大总发射功率 (dBm)	Inband 峰值 PSD (dBm/Hz)	频率 $f_1$ (kHz)	截止频率 $f_{int}$ (kHz)	截止 PSD 水平 $PSD_{int}$ (dBm/Hz)
1	ADLU-32	-38.0	13.4	-34.5	138.00	242.92	-93.2
2	ADLU-36	-38.5	13.4	-35.0	155.25	274.00	-94.0
3	ADLU-40	-39.0	13.4	-35.5	172.50	305.16	-94.7
4	ADLU-44	-39.4	13.4	-35.9	189.75	336.40	-95.4
5	ADLU-48	-39.8	13.4	-36.3	207.00	367.69	-95.9
6	ADLU-52	-40.1	13.4	-36.6	224.25	399.04	-96.5
7	ADLU-56	-40.4	13.4	-36.9	241.50	430.45	-97.0
8	ADLU-60	-40.7	13.4	-37.2	258.75	461.90	-97.4
9	ADLU-64	-41.0	13.4	-37.5	276.00	493.41	-97.9

## 7.10.4.5.2 通带 PSD 及响应

见7.10.3.5.2。

出于频谱管理的目的, PSD模板的定义见表25和表26。

表 25 ATU-R 发射 PSD 模板定义 (资料性)

频率 (kHz)	PSD 水平 (dBm/Hz)
0	-50
1.5	-50
3	Inband_peak_PSD - 3.5 dB
$f_1$	Inband_peak_PSD - 3.5 dB
$f_{int\_templ}$	PSD_int_templ
686	-100
1 411	-100
1 630	-110
5 275	-112
12 000	-112

表 26 ATU-R 发射 PSD 模板中  $f_{int\_templ}$  和  $PSD_{int\_templ}$  值的定义 (资料性)

上行模板编号	模板标识符	模板截止频率 $f_{int\_templ}$ (kHz)	模板截止 PSD 水平 $PSD_{int\_templ}$ (dBm/Hz)
1	ADLU-32	234.34	-93.0
2	ADLU-36	264.33	-93.8
3	ADLU-40	294.39	-94.5
4	ADLU-44	324.52	-95.1
5	ADLU-48	354.71	-95.7
6	ADLU-52	384.95	-96.2
7	ADLU-56	415.25	-96.7
8	ADLU-60	445.59	-97.2
9	ADLU-64	475.99	-97.6

### 7.10.4.5.3 总发送功率

根据发送信号的类型, ATU-R发送信号有3个不同的PSD模板(见7.10.4.5.1)。在所有情况下:

注:(1)考虑到实现上的偏差,整个通带上的总发送功率最多不应超过 $(\text{MAXNOMATPus} - \text{PCBus}) 0.5\text{dB}$ ,并且不应超过 $13.9\text{dBm}$ 。

(2)考虑到截止频带上的残留发送功率和实现上的偏差,0~12MHz频带上的总发送功率最多不应超过 $(\text{MAXNOMATPus} - \text{PCBus}) 0.8\text{dB}$ 。

ATU-R发送功率应满足本节的要求。除此以外,ADSL系统还必须满足国家对电磁发射能量的要求。出于频谱管理的目的,PSD模板标称通带总发送功率为 $13.4\text{dBm}$ 。

### 7.10.4.6 初始化

ATU-C和ATU-R应该支持表24中的所有上行PSD模板。

#### 7.10.4.6.1 握手-ATU-C(补充7.13.2.1)

ATU-C和ATU-R初始化所需要的G.994.1 codepoints应该包含在一个“附录J子模式PSD模板”SPAR

(2)参数块中。该参数块应该加在为G.992.5附录J定义的G.994.1 codetree下。

##### 7.10.4.6.1.1 CL消息(补充7.13.2.1.1)

CL消息{Par(2)}字段在表53中定义。附加的全数字模式G.994.1 CL消息{Par(2)}字段在表25中定义。

表 27 ATU-C CL 消息附加 Par (2) PMD 比特定义

Spar (2) 比特	相关Npar (3) 比特的定义
Submode PSD masks	该参数块向 ATU-R指明支持的PSD模板。 Submode PSD Masks字段指出哪些上行PSD模板是支持的。它的值依赖于CO-MIB的设置和本地ATU-C的能力。该字段应该在PSD模板Npar(3)字节1和字节2编码。编码的方式为:如果一个比特被置为1,则表示该比特对应的PSD模板是支持的。 ATU-C应该将其中的一个上行PSD模板比特置为1来向ATU-R指明选择了表24定义的模板中的其中一个

##### 7.10.4.6.1.2 MS消息(补充7.13.2.1.2)

MS消息{Par(2)}字段在表54中定义。附加的全数字模式G.994.1 MS消息{Par(2)}字段在表28中定义。

表 28 ATU-C MS 消息附加 Par (2) PMD 比特定义。

Spar (2) 比特	相关Npar (3) 比特的定义
Submode PSD masks	该参数块向 ATU-R指明选择的PSD模板。 Submode PSD Masks字段指出选择哪一个上行PSD模板。该字段应该在PSD模板Npar(3)字节1和字节2编码。编码的方式为:如果一个比特被置为1,则表示该比特对应的PSD模板被选择。当且仅当在最近收到的CL消息和CLR消息中对应的比特置为1的时候,这些比特可以被置为1。 ATU-C应该将其中的一个上行PSD模板比特置为1来向ATU-R指明选择了表24定义的模板中的其中一个

##### 7.10.4.6.2 握手-ATU-R(补充7.13.2.2)

ATU-C和ATU-R初始化所需要的G.994.1 codepoints应该包含在一个“附录J子模式PSD模板”SPAR

(2)参数块中。该参数块应该加在为G.992.5附录J定义的G.994.1 codetree下。

## 7.10.4.6.2.1 CLR 消息 (补充 7.13.2.2.1)

CLR消息{Par (2)}字段在表55中定义。附加的G.994.1 CLR消息{Par (2)}字段在表29中定义。

表 29 ATU-R CLR 消息附加 Par (2) PMD 比特定义

Spar (2) 比特	相关Npar (3) 比特的定义
Submode	该参数块向 ATU-C指明支持的PSD模板。
PSD masks	该字段应该在PSD模板NPar (3) 字节 1 和字节2编码。编码的方式为: 如果一个比特被置为1, 则表示该比特对应的PSD模板是支持的。 由于ATU-R应该支持所有的PSD模板配置, 所以它应该将所有的比特置为1

## 7.10.4.6.2.2 MS 消息 (补充 7.13.2.2.2)

MS消息{Par (2)}字段在表56中定义。附加的G.994.1 CLR消息{Par (2)}字段在表30中定义。

表 30 ATU-R MS 消息附加 Par (2) PMD 比特定义

Spar (2) 比特	相关Npar (3) 比特的定义
Submode	该参数块向 ATU-C指明选择的PSD模板。
PSD masks	该字段应该在PSD模板NPar (3) 字节 1 和字节2编码。编码的方式为: 如果一个比特被置为1, 则表示该比特对应的PSD模板被选择。 当且仅当在最近收到的CL消息和CLR消息中对应的比特置为1的时候, 这些比特可以被置为1。 ATU-C应该将其中的一个上行PSD模板比特置为1来向ATU-R指明选择了表24定义的模板中的其中一个

## 7.10.4.6.3 频谱范围和整形参数 (补充 7.13.2.4)

见 7.10.5.6.3。

## 7.10.4.6.4 上行频谱整形

G.992.5附录J的频谱整形按照G.992.3附录J相同的方式定义(见ITU-T Rec. G.992.3)。与J.3.4/G.992.3的区别是握手codepoints的定义是相同的但增加在G.992.5 Annex J Spar (1) codetree下。

## 7.10.5 扩展上行频带的 ADSL2+ over POTS

## 7.10.5.1 ATU-C 控制参数设置

在本规范的主体的参数化部分以及本附录中使用的ATU-C控制参数在表31中列出。控制参数的定义见7.5。

表 31 ATU-C 控制参数设置

参 数	默认设置	特 征
NSCds	512	
NOMPSDds	-40 dBm/Hz	参数配置在 G994.1 阶段可以更改, 见 7.13.2
MAXNOMPSDds	-40 dBm/Hz	参数配置在 G994.1 阶段可以更改, 见 7.13.2
MAXNOMATPds	20.4 dBm	参数配置在 G994.1 阶段可以更改, 见 7.13.2

## 7.10.5.2 ATU-C 重叠频谱模式下行发射频谱

## 7.10.5.2.1 ATU-C 重叠频谱模式下行发射频谱模板

ATU-C发射频谱模板图8定义的重叠频谱模式ADSL2+ over POTS ATU-C发射频谱相同。

通带定义为从 25.875~2 208 kHz 的频带, 这是可能使用的最宽频带(对于重叠频谱模式)。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

低频截止频带定义为低于25.875kHz的频带; 高频截止频带定义为高于2 208kHz的频带。



## 7.10.5.2.2 通带 PSD 和响应

见 7.10.1.2.2。

## 7.10.5.2.3 总发送功率

见 7.10.1.2.3。

## 7.10.5.3 ATU-C 非重叠频谱模式下行发射频谱

## 7.10.5.3.1 ATU-C 非重叠频谱模式下行发射频谱模板

ATU-C发射频谱模板与图12定义的ADSL over ISDN非重叠频谱模式ADSL over ISDN ATU-C发射频谱模板相同。

在很多情形下,使用此模板能够提高同一线束或相邻线束中其他ADSL系统的上行性能,提高程度取决于其他干扰。此模板与7.10.5.2.1节定义的模板仅在低于254kHz频带不同。

通带定义为254~2208kHz的频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

低频截止频带定义为低于254kHz的频带;高频截止频带定义为高于2208kHz的频带。

另外,在0~4kHz的频带范围内,最大PSD水平在100Ω的参考阻抗下测量应该不超过-97.5dBm/Hz,总发射功率在600Ω的参考阻抗下测量不超过+15dBm。

## 7.10.5.3.2 通带 PSD 和响应

见7.10.2.3.2。

## 7.10.5.3.3 总发送功率

见7.10.2.3.3。

## 7.10.5.4 ATU-R 控制参数设置

在本规范的主体的参数化部分以及本附录中使用的ATU-R控制参数在表32中列出。控制参数的定义见7.5。

表 32 ATU-R 控制参数设置

参 数	设 置	特 征
NSCus	64	
NOMPSDus	-38 dBm/Hz	参数配置在 G994.1 阶段可以更改,见 7.13.2
MAXNOMPSDus	-38 dBm/Hz	参数配置在 G994.1 阶段可以更改,见 7.13.2
MAXNOMATPus	12.5 dBm	参数配置在 G994.1 阶段可以更改,见 7.13.2

## 7.10.5.5 ATU-R 上行发射频谱

## 7.10.5.5.1 ATU-R 上行发射频谱模板

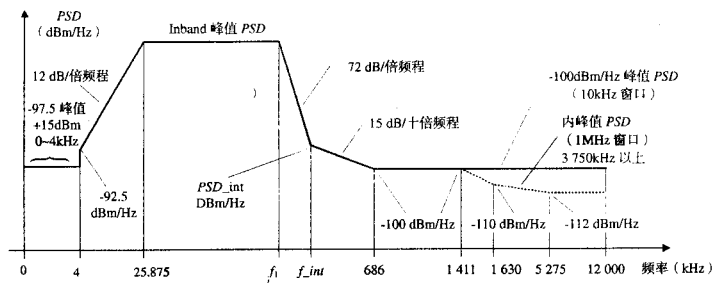
ATU-R发射PSD应该遵守模板EU-32, EU-36, ... EU-64之一(见注1)。每个模板的定义见图17和表33。

通带定义为25.875kHz~ $f_1$ kHz的频带, $f_1$ 为上界频率,具体定义见表33,这是可能使用的最宽频带。对通带的限制也适用于任何所用的较窄频带。

图17定义了ATU-R发射信号的频谱模板族。低频截止频带定义为低于25.875kHz的频带;高频截止频带定义为高于通带上界频率 $f_1$ 的频带。Inband\_peak\_PSD, PSD\_int和 $f_1$ ,  $f_{int}$ 的定义见表33。

注:(1) ATU-R 根据Co\_MIB(在G.994.1初始化阶段交换,见7.13.2.4)和发射PMD功能的限制从表33中定义的模板族中选择一个PSD模板。

(2) 当与ADSL-over-POTS(Annex A/G.992.1, Annexes A&B/G.992.2, Annex A/G.992.3和Annex A/G.992.4, G.992.5 Annex A)在同一缆线中同时部署的时候,由于附录M上行信道和ADSL-over-POTS的下行信道在138kHz以上部分的频率部分重叠,两个系统之间可能存在频谱兼容的问题。具体的频谱兼容研究应分区域进行。在具体应用中,对使用本节中下行PSD模板的系统可做相应的限制。



频率 (kHz)	PSD 水平 (dBm/Hz)	MBW
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	interpolated	10 kHz
25.875	Inband_peak_PSD	10 kHz
$f_1$	Inband_peak_PSD	10 kHz
$f_{int}$	PSD_int	10 kHz
686	-100	10 kHz
5 275	-100	10 kHz
12 000	-100	10 kHz

另外PSD模板还应该满足以下要求:

频率 (kHz)	PSD 水平 (dBm/Hz)	MBW
1 411	-100	1 MHz
1 630	-110	1 MHz
5 275	-112	1 MHz
12 000	-112	1 MHz

注: (1) 测量PSD时阻抗为100  $\Omega$ 。测量POST频带总功率时阻抗为600 $\Omega$ 。

- 关键点的频率和PSD值为精确值, 滚降处的值为大约值。在表中列出的关键点之间应该在dB/1g ( $f$ ) 图上以直线连接。
- MBW指明了测量带宽。在频率为 $f_1$ 的关键点处指定的MBW适用于 $f_1 \leq f < f_2$ , 的所有频率, 其中 $f_2$ 为下一个关键点的频率。
- 1MHz滑动窗口内的功率在从被测频率开始的1MHz带宽内测量。[ $f, f+1$ MHz]带宽内的功率应该遵守在频率 $f$ 处的说明。
- PSD模板中4kHz处的台阶用来保证V.90的性能。以前PSD模板中, 低于4kHz处的斜率应是21dB/倍频, 直到3 400Hz达到-97.5dBm/Hz(最小), 但是这样可能影响V.90性能, 因此在4kHz处的PSD就应为-97.5dBm/Hz。
- 所有的PSD和功率应该在U-R接口测量。

图 17 ATU-R 发射机 PSD 模板

表 33 Inband 峰值 PSD,  $PSD_{int}$  和频率  $f_i$  和  $f_{int}$  的定义

上行模板编号	模板标识符	模板标称 PSD (dBm/Hz)	模板最大总发射功率 (dBm)	Inband 峰值 PSD (dBm/Hz)	频率 $f_i$ (kHz)	截止频率 $f_{int}$ (kHz)	截止 PSD 水平 $PSD_{int}$ (dBm/Hz)
1	EU-32	-38.0	12.5	-34.5	138.00	242.92	-93.2
2	EU-36	-38.5	12.62	-35.0	155.25	274.00	-94.0
3	EU-40	-39.0	12.66	-35.5	172.50	305.16	-94.7
4	EU-44	-39.4	12.75	-35.9	189.75	336.40	-95.4
5	EU-48	-39.8	12.78	-36.3	207.00	367.69	-95.9
6	EU-52	-40.1	12.87	-36.6	224.25	399.04	-96.5
7	EU-56	-40.4	12.94	-36.9	241.50	430.45	-97.0
8	EU-60	-40.7	12.97	-37.2	258.75	461.90	-97.4
9	EU-64	-41.0	12.98	-37.5	276.00	493.41	-97.9

## 7.10.5.5.2 通带 PSD 和响应

见 7.10.3.5.2。

出于频谱管理的目的, PSD 模板的定义见表 34 和表 35 (资料性)。

表 34 ATU-R 发射 PSD 模板定义

频率 (kHz)	PSD 水平 (dBm/Hz)
0	-101
4	-101
4	-96
25.875	Inband_peak_PSD -3.5 dB
$f_i$	Inband_peak_PSD -3.5 dB
$f_{int\_templ}$	PSD_int_templ
686	-100
1 411	-100
1 630	-110
5 275	-112
12 000	-112

表 35 ATU-R 发射 PSD 模板中  $f_{int\_templ}$  和  $PSD_{int\_templ}$  的值

上行模板编号	模板标识符	模板截止频率 $f_{int\_templ}$ (kHz)	模板截止 PSD 水平 $PSD_{int\_templ}$ (dBm/Hz)
1	EU-32	234.34	-93.0
2	EU-36	264.33	-93.8
3	EU-40	294.39	-94.5
4	EU-44	324.52	-95.1
5	EU-48	354.71	-95.7
6	EU-52	384.95	-96.2
7	EU-56	415.25	-96.7
8	EU-60	445.59	-97.2
9	EU-64	475.99	-97.6

## 7.10.5.5.3 总发送功率

根据发送信号的类型，ATU-R发送信号有三个不同的PSD模板（见7.10.5.5.2）。在所有情况下：

(1) U-R 接口测试的话音频带内的总发送功率和发送到 POTS 的总功率不超过+15dBm（见 ITU-T G.996.1 的测试方法）；

(2) 考虑实现的误差，整个频带范围的总发送功率不超过（MAXNOMATPus-PCBus）0.5dB，总的发送功率不超过 13.0dBm。

(3) 考虑到实现的误差和带外发送功率，0 ~ 12MHz 总的发送功率不应超过（MAXNOMATPus - PCBus）0.8 dB。

除了这些要求，设备还应符合每个国家发射电磁能量的相关要求。

为了频谱管理的目的，PSD模板带内标称发送功率为12.5dBm。

## 7.10.5.6 初始化

ATU-C和ATU-R 应该支持表33中的所有上行PSD模板。

## 7.10.5.6.1 握手—ATU-C（补充 7.13.2.1）

ATU-C和ATU-R初始化所需要的G.994.1 codepoints 应该包含在一个“附录M子模式PSD模板” SPAR

(2) 参数块中。该参数块应该加在为G.992.5附录M定义的G.994.1 codetree下。

## 7.10.5.6.1.1 CL消息（补充 7.13.2.1.1）

CL消息{Par (2)}字段在表53中定义。附加的扩展上行频谱ADSL2+ over POTS模式G.994.1 CL 消息 {Par (2)} 字段在表34中定义。

表 36 ATU-C CL 消息附加 Par (2) PMD 比特定义

Spar (2) 比特	相关Npar (3) 比特的定义
Submode	该参数块向 ATU-R指明支持的PSD模板。
PSD masks	Submode PSD Masks字段指出哪些上行PSD模板是支持的。它的值依赖于CO-MIB的设置和本地ATU-C的能力。该字段应该在PSD模板NPar (3) 字节 1 和字节2编码。编码的方式为：如果一个比特被置为1，则表示该比特对应的PSD模板是支持的。 ATU-C应该将其中的一个上行PSD模板比特置为1来向ATU-R指明选择了表33定义的模板中的其中一个

## 7.10.5.6.1.2 MS消息（补充 7.13.2.1.2）

MS消息{Par (2)}字段在表54中定义。附加的扩展上行频谱ADSL2+ over POTS模式G.994.1 MS消息 {Par (2)} 字段在表37中定义。

表 37 ATU-C MS 消息附加 Par (2) PMD 比特定义

Spar (2) 比特	相关Npar (3) 比特的定义
Submode	该参数块向 ATU-R指明选择的PSD模板。
PSD masks	Submode PSD Masks字段指出选择哪一个上行PSD模板。该字段应该在PSD模板NPar (3) 字节 1 和字节2编码。编码的方式为：如果一个比特被置为1，则表示该比特对应的PSD模板被选择。 当且仅当在最近收到的CL消息和CLR消息中对应的比特置为1的时候，这些比特可以被置为1。 ATU-C应该将其中的一个上行PSD模板比特置为1来向ATU-R指明选择了表33定义的模板中的其中一个

### 7.10.5.6.2 握手-ATU-R (补充 7.13.2.2)

ATU-C和ATU-R初始化所需要的G.994.1 codepoints 应该包含在一个“附录M子模式PSD模板”SPAR (2) 参数块中。该参数块应该加在为G.992.5附录M定义的G.994.1 codetree下。

#### 7.10.5.6.2.1 CLR 消息 (补充 7.13.2.2.1)

CLR消息{Par (2)}字段在表55中定义。附加的G.994.1 CLR消息{Par (2)}字段在表38中定义。

表 38 ATU-R CLR 消息附加 Par (2) PMD 比特定义

Spar (2) 比特	相关Npar (3) 比特的定义
Submode	该参数块向 ATU-C指明支持的PSD模板。
PSD masks	该字段应该在PSD模板Npar (3) 字节 1 和字节2编码。编码的方式为: 如果一个比特被置为1, 则表示该比特对应的PSD模板是支持的。 由于 ATU-R 应该支持所有的 PSD 模板配置, 所以它应该将所有的比特置为 1

#### 7.10.5.6.2.2 MS 消息 (补充 7.13.2.2.2)

MS消息{Par (2)}字段在表56中定义。附加的G.994.1 CLR消息{Par (2)}字段在表39中定义。

表 39 ATU-R MS 消息附加 Par (2) PMD 比特定义

Spar (2) 比特	相关Npar (3) 比特的定义
Submode	该参数块向 ATU-C指明选择的PSD模板。
PSD masks	该字段应该在PSD模板Npar (3) 字节 1 和字节2编码。编码的方式为: 如果一个比特被置为1, 则表示该比特对应的PSD模板被选择。 当且仅当在最近收到的CL消息和CLR消息中对应的比特置为1的时候, 这些比特可以被置为1。 ATU-C 应该将其中的一个上行 PSD 模板比特置为 1 来向 ATU-R 指明选择了表 33 定义的模板中的其中一个

#### 7.10.5.6.3 频谱范围和整形参数 (补充 7.13.2.4)

在CLR消息中, ATU-R应该指出所有支持的PSD模板。在CLR消息中可以包含首选的上行PSD模板的上行频谱整形 (tssi) 和上行频谱范围信息。

在CL消息中, ATU-C应该指出被选择的模式, 在CL消息中可以包含被选择的上行PSD模板的上行频谱整形 (tssi) 和上行频谱范围信息。

如果CLR消息中的频谱范围和整形参数和和CL消息中的PSD模板选择不一致, 则 ATU-R应该采取以下步骤之一:

(1) ATU-R 发送 MS 消息, 并指出当前还没有准备好选择模式 (根据§10.1.1/G.994.1)。在 G.994.1 会话结束之后, ATU-R 考虑到 ATU-C 在先前的 G.994.1 会话的 CL 消息中指出指出的频谱范围、整形参数和 PSD 模板离线计算新的上行频谱范围和整形参数。在后续的 G.994.1 会话中, ATU-R 发送 CLR 消息, 其中包含被选择的 PSD 模板的新的频谱范围和整形参数。

(2) ATU-R 考虑到 ATU-C 在 CL 消息中指出指出的频谱范围、整形参数和 PSD 模板在线计算新的上行频谱范围和整形参数。在同一 G.994.1 会话中, ATU-R 重复 CLR/CL 交换, 发送 CLR 消息, 其中包含被选择的 PSD 模板的新的频谱范围和整形参数。

#### 7.10.5.6.4 上行频谱整形

G.992.5附录M的频谱整形按照G.992.3 附录M相同的方式定义 (见ITU-T Rec. G.992.3)。与ITU-T M.3.4/G.992.3的区别是, 握手codepoints的定义是相同的但增加在G.992.5 Annex M Spar (1) codetree下。

## 7.11 控制平面流程

见ITU-T G.992.3/8.11。

## 7.12 管理平面流程

见ITU-T G.992.3/8.12。

## 7.13 初始化过程

见ITU-T G.992.3/8.13

## 7.13.1 概述

见ITU-T G.992.3/8.13.1

## 7.13.2 G.994.1 阶段

见ITU-T G.992.3/8.13.2

## 7.13.2.1 握手 - ATU-C

见ITU-T G.992.3/8.13.2.1

在ITU Rec.G.994.1[2]标准中定义了G.992.5的握手码点。

对于ADSL over POTS方式,定义了一个额外的NPAR (2) 码点。

NPAR (2)	Definition for CL message
仅使用时域滤波的下行频谱整形	当设为1时, ATU-C指示下行的带内整形仅使用时域滤波

如果ATU-C在CL消息中设置了上述的比特位为1,所有的下行tssi值应设为1,ATU-C仅在时域按ADSL over POTS方式定义的PSD模板进行带内PSD整形。如果ATU-C在CL消息中设置了上述的比特位为0,则ATU-R应使用CL消息中的下行tssi值进行所有的计算。

当且仅当前面的CL和CLR消息都将此比特至为1时, ATU-C应将MS消息中的上述比特设为1。

## 7.13.2.2 握手 - ATU-R

见ITU-T G.992.3/8.13.2.2。

对于ADSL over POTS方式,定义了一个额外的NPAR (2) 码点。

NPAR (2)	Definition for CL message
仅使用时域滤波的下行频谱整形	当设为1时, ATU-R指示它可以支持仅使用时域滤波的下行带内整形

当且仅当前面的CL和CLR消息都将此比特至为1时, ATU-R应将MS消息中的上述比特设为1。

如果在MS消息中上述的比特位为1, ATU-R应假设所有的下行tssi值为1, ATU-R应使用ADSL over POTS方式定义的PSD模板中推导出的下行tssi值计算NOMATP。如果在MS消息中上述的比特位为0, 则ATU-R应使用CL消息中的下行tssi值进行所有的计算。

## 7.13.2.3 G.994.1 发送 PSD

见ITU-T G.992.3/8.13.2.3。

## 7.13.2.4 频谱限制参数和整形参数

G.992.5的频谱限制参数以及整形参数基本与G.992.3 8.13.2.4中描述的一样, 只有一下几项有差异:

(1) 如果在下行方向应用了窗口技术, 那么在 G.992.3 的公式 8-1 中使用的  $w^2(f)$  就是窗口  $w(t)$  的自相关函数的傅立叶变换 (见 7.8.4)。

(2) 在信道发现阶段就需要使用在 G.994.1 CL 消息中说明的下行 tssi<sub>s</sub> 值。

(3) 从收发器训练阶段开始, 在使用 REFPSDs 之前, 包含下行 SUPPORTset 的所有子载波的 tssi<sub>s</sub> 必须通过下面公式处理:

$$ceiled\_lg\_tss_i = MIN(lg\_tss_i + PCBds, 0 \text{ dB})$$

其中 $ceiled\_lg\_tss_i$ 仅仅是在收发器训练的初始阶段计算,不适用与在激活状态下的PCBds改变。(例如在进入L2电源管理状态或者L2调节状态,见9.4.1.7)

(4)从收发器训练阶段开始,相对于 $REFPSDds$ ,所有子载波的 $tss_i$ 必按照G.994.1 CLX消息中的描述处理但是不包含下行SUPPORTset。

注:(1)按照G.994.1 CL消息中说明的下行 $tss_i$ 值进行频谱整形能够减少所有或者部分通带的发送PSD。

(2)相对于 $REFPSDds$ 值,ATU-C通过处理 $tss_i$ 进行了功率缩减(PCB)。这就意味着当ATU-R在通过R-MSG-PCB消息请求下行功率缩减(PCB)不得不考虑在G.994.1 CL消息中描述的下行 $tss_i$ 。

图18是以下行 $tss_i$ 值作为子载波号 $i$ 函数为例。在这里支持集(SUPPORTset)包含索引号 $i=100$ 到399以及 $i=484$ 到500的子载波,其中 $N=2XNSC$ (过采样IDFT)。在频率等于 $ix\Delta f$ 时(其中 $100 < i < 399$ ,  $484 < i < 500$ ,  $\Delta f=4.3125\text{kHz}$ ),在U接口处的频谱符合7.10.1中的发射功率谱密度要求。在频率等于 $ix\Delta f$ (其中 $400 < i < 483$ )时,因为这些子载波没有包含在SUPPORTset,考虑到有20个发送频带,因此需要使用一些额外的毛刺滤波器以满足 $-80\text{dBm/Hz}$ 的截至频带要求。

注:(3)在下行方向,CO-MIB包含U接口除了G.3994.1阶段所有时刻的每一个子载波的最大发送PSD值。CO-MIB同时还包含了每一个子载波的描述,用以说明这些子载波是否允许从通道分析阶段开始被发送。基于以上信息以及ATU-C考虑到其自身能力,ATU-C会选择下行的所有子载波集SUPPORTset同时计算CLR中的下行频谱整形参数块的信息。

(4)在上行方向,CO-MIB包含每一个子载波是否允许从通道分析阶段开始被发送的指示。这些信息通过CL的上行频谱整形参数块传送到ATU-R(通过SUPPORTset指示,其中 $tss_i$ 值为0或者1)。基于以上信息以及ATU-R考虑到其自身能力,ATU-R会选择上行的所有子载波集SUPPORTset同时计算CL中的上行频谱整形参数块的信息。

Transmit spectrum shaping values and spectrum  $S(f)$  [100, 500] with HAM-band 1.8-2 MHz (no windowing)

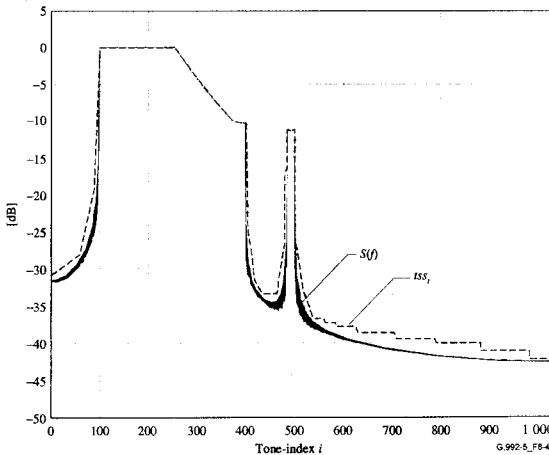


图 18 下行  $lg\_tss_i$  (dB) 值作为子载波索引函数示例

### 7.13.3 信道发现阶段

见ITU-T G.992.3/8.13.3。

### 7.13.3.1 ATU-C 信道发现

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1。

#### 7.13.3.1.1 C-QUIET1

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.1。

#### 7.13.3.1.2 C-COMB1

C-COMB1状态具有固定周期，在C-COMB1状态，ATU-C应该传送128个C-COMB符号。

在这个状态，ATU-R主要完成时间恢复、C-TREF导频选择并且估计ATU-R要求的最小上行功率缩减以及最小下行功率缩减。这些功能可以在C-COMB2状态继续进行。

C-COMB信号因该被定义为一个宽带多音符号，它包含16个子载波（11、23、35、47、59、64、71、83、95、107、119、143、179、203、227、251）以及索引号为 $251+K \times 24$ 的子载波（其中 $K$ 为整数）。如此选择子载波间距主要是为了减少在使用功率缩减之前对于POTS频段的音频干扰同时把发射功率限制导8.9dBm。

C-COMB中的子载波调制的数据与在C-REVERB中调制的一样，见7.13.4.1.1。C-COMB中不包含的子载波不能发送功率（ $X_i = Y_i = 0$ ）。

紧接着C-COMB状态的下一个状态为C-QUIET2。

#### 7.13.3.1.3 C-QUIET2

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.3。

#### 7.13.3.1.4 C-COMB2

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.4。

#### 7.13.3.1.5 C-ICOMB1

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.5。

#### 7.13.3.1.6 C-LINEPROBE

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.6。

#### 7.13.3.1.7 C-QUIET3

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.7。

#### 7.13.3.1.8 C-COMB3

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.8。

#### 7.13.3.1.9 C-ICOMB2

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.9。

#### 7.13.3.1.10 C-MSG-FMT

C-MSG-FMT状态周期是固定的。在C-MSG-FMT状态，ATU-C将会发送96个C-COMB或者C-ICOMB号用以调制C-MSG-FMT消息和CRC消息。C-MSG-FMT消息决定后续的一些ATU-C以及ATU-R消息是否传送、传送的长度以及格式。

C-MSG-FMT消息 $M$ 定义如下：

$$m = \{m_{15}, \dots, m_0\}$$

各个比特的定义见表40。



表 40 C-MSG-FMT 消息比特定义

比特序	参 数	定 义
0	<i>FMT_R-REVERB1</i> ( 值为0或者1)	置1表示ATU-C要求一个R-REVERB1状态的扩展周期 置0表示不需要
1		保留位, 置0
2	<i>FMT_C-REVERB4</i> ( 值为0或者1)	置1表示ATU-C要求一个C-REVERB4状态的扩展周期。 置0表示不需要
7..3	<i>FMT_R-QUIET4</i> ( 值为0~31)	映射到这些比特的值(0到31), 表示R-QUIET4状态的持续时间, MSB被映射到该消息的高比特
8	<i>FMT_C-MSG-PCB</i>	置1 表示C-MSG-PCB 消息应当包括C-BLACKOUT比特。 置0 表示不包括
9	<i>FMT_C-MSG1</i>	置1 表示在C-MSG1消息中采用“窗口”采样。 置0 表示不采用
10	<i>FMT_C-MEDLEYPRBS</i>	置1 表示ATU-C要求C-MEDLEY使用14位伪随机二进制序列 (PRBS) (见7.13.5.1.4)
15..11		保留位, 置0

从m0到m15的16bit应当在48个符号周期内传送(由m0开始到m15结束)。比特0使用3个连续的C-COMB符号来表征; 比特1使用3个连续的C-ICOMB符号来表征。

在C-MSG-FMT消息被传送后, 应当附加一个CRC。CRC的16bit从C-MSG-FMT消息的16bit计算而来, 须使用如下公式:

$$c(D) = a(D) D^{16} \text{ modulo } g(D),$$

其中:

$$a(D) = m_0 D^{15} + m_1 D^{14} \dots + m_{15}$$

是由C-MSG的16bit形成的消息多项式,  $m_0$ 为 C-MSG-FMT消息中的最低比特。

$$g(D) = D^{16} + D^{12} + D^5 + 1$$

是CRC生成多项式;

$$c(D) = c_0 D^{15} + c_1 D^{14} \dots + c_{14} D + c_{15}$$

是CRC的crc校验多项式;

$c_0 - c_{15}$ 的16bit应当在48个符号周期内、按 $c_0$ 到 $c_{15}$ 的顺序传送完毕, 所用的调制方式与C-MSG-FMT消息相同。

紧接着C-MSG-FMT 状态的下一个状态为C-MSG-PCB 状态。

#### 7.13.3.1.11 C-MSG-PCB

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.11。

#### 7.13.3.1.12 C-QUIET4

见ITU-T G.992.3/8.13.3.1.12。

#### 7.13.3.2 ATU-R 信道发现

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2。

#### 7.13.3.2.1 R-QUIET1

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.1。

#### 7.13.3.2.2 R-COMB1

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.2。

### 7.13.3.2.3 R-QUIET2

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.3。

### 7.13.3.2.4 R-COMB2

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.4。

### 7.13.3.2.5 R-ICOMB1

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.5。

### 7.13.3.2.6 R-LINEPROBE

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.6。

### 7.13.3.2.7 R-QUIET3

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.7。

### 7.13.3.2.8 R-COMB3

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.8。

### 7.13.3.2.9 R-ICOMB2

见ITU-T G.992.3/8.13.3.2.9。

### 7.13.3.2.10 R-MSG-FMT

R-MSG-FMT状态周期是固定的。在R-MSG-FMT状态，ATU-R将会发送96个R-COMB或者R-ICOMB号用以调制R-MSG-FMT消息和CRC消息。R-MSG-FMT消息决定后续的一些ATU-C以及ATU-R消息是否传送、传送的长度以及格式。

R-MSG-FMT消息M定义如下：

$$m = \{m_{15}, \dots, m_0\}$$

各个比特的定义见表41。

表 41 R-MSG-FMT 消息比特定义

比特序	参 数	定 义
0	FMT_R-REVERB1 (值为0或者1)	置1表示ATU-R要求一个R-REVERB1的持续时间； 置0表示不需要
1		保留位，置0
2	FMT_C-REVERB4 (值为0或者1)	置1表示ATU-R要求一个C-REVERB4状态的扩展周期； 置0表示不需要
6.3	FMT_C-TREF1 (值为0~15)	映射到这些bit的值(0到31)，表示C-TREF1状态的持续时间。MSB被映射到该消息的高比特
7	FMT_R-MSG-PCB (值为0或者1)	置1表示R-MSG-PCB消息应当包括R-BLACKOUT比特； 置0表示不包括
8	FMT_C-TREF2 (值为0或者1)	置1表示在R-ECT期间，ATU-R要求ATU-C传送C-TREF符号； 置0表示在R-ECT期间，ATU-R要求ATU-C传送C-QUIET1符号
9	FMT_C-PILOT (值为0或者1)	置1表示ATU-R要求ATU-C在C-TREF导频上传送一个固定的4-QAM调制点； 置0表示不要求
10	FMT_C-MEDLEYPRBS	置1表示ATU-R要求C-MEDLEY使用14位伪随机二进制序列(PRBS)(见7.13.5.1.4)
15..11		保留位，置0

从 $m_0$ 到 $m_{15}$ 的16bit应当在48个符号周期内传送（由 $m_0$ 开始到 $m_{15}$ 结束）。比特0使用3个连续的R-COMB符号来表征；比特1使用3个连续的R-ICOMB符号来表征。

在C-MSG-FMT消息被传送后，应当附加一个16bit的CRC，计算方式同C-MSG-FMT消息的CRC。 $c_0$ - $c_{15}$ 的16bit应当在48个符号周期内、按 $c_0$ 到 $c_{15}$ 的顺序传送完毕，所用的调制方式与R-MSG-FMT消息相同。

紧接着R-MSG-FMT状态的下一个状态为R-MSG-PCB状态。

#### 7.13.3.2.11 R-MSG-PCB

ATU-C和ATU-R都会决定一个功率裁减值（Power Cutback Value），上、下行方向的发送功率会按照两值中的最大值进行功率裁减。ATU-R在决定该裁减值的范围时，可以根据探测到的C-COMB1来确定其接收器的动态范围，并且，通过R-LINEPROBE（可选的）来确定本地环路状况。

R-MSG-PCB状态周期是固定的。在R-MSG-PCB状态，根据消息中是否包含R-BLACKOUT比特，ATU-R将传送144个或 $144+3 \times \text{NSCds}$ 个R-COMB或R-ICOMB的符号，来调制R-MSG-PCB消息和CRC。R-MSG-PCB消息传送ATU-R为上、下行方向所确定的功率裁减值、ATU-R所知的拍叉状态、在各个不同状态下用于时钟恢复的信号以及下行方向上的BLACKOUT比特。

ATU-R应当在R-MSG-FMT消息中指出该消息是否包含R-BLACKOUT比特。

如果R-MSG-PCB不包含R-BLACKOUT比特，则R-MSG-PCB消息 $m$ 定义为：

$$m = \{m_{31}, \dots, m_0\}$$

如R-MSG-PCB不包含R-BLACKOUT比特，则R-MSG-PCB消息 $m$ 定义为：

$$m = \{m_{31} + \text{NSCds}, \dots, m_0\}$$

各个比特的定义见表42。

表 42 R-MSG-PCB 消息比特定义

比特序	参 数	定 义
5..0	R-MIN_PCB_DS	ATU-R下行功率裁减最小值 (6bit, 其中比特5为MSB, 比特0为LSB)
11..6	R-MIN_PCB_US	ATU-R上行功率裁减最小值 (6bit, 其中比特11为MSB, 比特6为LSB)
13..12	HOOK_STATUS	拍叉状态 (2bit, 其中比特13为MSB, 比特12为LSB)
15..14		保留位, 置0
26..16	C-PILOT	下行导频的子载波序号 (11bit, 其中比特26为MSB, 比特16为LSB)
31..27		保留位, 置0
31 + NSCds..32	R-BLACKOUT	子载波关闭指示 (子载波NSCds-1对应于比特31+NSCds, 子载波0对应于比特32) 比特32置为0 (比如, 直流子载波不关闭)

ATU-R下行功率裁减最小值的编码格式见表43。

表 43 ATU-R 下行功率裁减最小值

数值 (6比特)	ATU-R下行功率裁减最小值 (dB)
0	0
1	1
...	...
40	40
41-63	保留

ATU-R上行功率裁减最小值的编码格式见44。

表 44 ATU-R 上行功率裁减最小值

数值 (6比特)	ATU-R上行功率裁减最小值 (dB)
0	0
1	1
...	...
40	40
41-63	保留

拍叉状态的编码格式如表45所示。对于未能指示摘、挂机状态的设备，分为：“未知”（专用于描述具有检测示挂机和摘机状态的设备）和“无能力检测”（专用于描述未能指示挂机和摘机状态的设备（如不能或禁止检测拍叉状态））。

表 45 拍叉状态

Value (2bit)	Hook status
0	未知
1	挂机
2	摘机
3	无能力检测

C-PILOT表示C-TREF导频子载波的序号。在C-TREF状态(?)，ATU-C用其来作为参考时钟；在C-TREF1/C-TREF2状态，ATU-R用其来恢复时钟。

依据G.994.1阶段交换的频谱整形信息及在R-MSG-PCB中交换的BLACKOUT信息，ATU-R决定在信道分析阶段及之后、ATU-C所使用的子载波集（即：确定出MEDLEY集，见7.13.2.4）ATU-R应从MEDLEY集中选择一个C-TREF导频子载波。

R-BLACKOUT应该包含子载波1到NSCds-1的、每一个子载波的R-BLACKOUT比特设置。如果某个子载波的R-BLACKOUT比特设为0，表示：在收发机训练阶段之后的初始化过程中，ATU-C在频谱整形的基础上，在此通道上将按照额定功率谱密度（REFPDSds）进行功率发送。如果某个子载波的R-BLACKOUT比特设为1，则表示：在收发机训练阶段之后的初始化过程中，ATU-C将不会在此子载波上传送功率

R-MSG-PCB消息包含m31-m0，共32bit。这些比特在96个符号周期内传送（由m0开始至m31结束）。如果R-MSG-PCB消息还包含m31+NSCds-m0（共32+NSCds个比特），则这些比特应在6+3×NSCds符号周期内传送完毕（由m0开始至m31+NSCds结束）。比特0使用3个连续的R-COMB符号来表征，而比特1使用3个连续的R-COMB符号来表征。

在R-MSG-PCB消息被传送后,该消息应当附加一个CRC。该CRC由R-MSG-PCB消息中的比特32到比特32 + NSCds计算得到,计算方式同C-MSG-FMT消息的CRC。c0-c15的16个bit应当在48个符号周期内、按c0到c15的顺序传送完毕,所用的调制方式与R-MSG-PCB消息相同。

紧接着R-MSG-PCB状态的下一个状态为R-REVERB1状态。

7.13.4 发送器训练

见ITU-T G.992.3/8.13.4。

7.13.5 信道分析

见ITU-T G.992.3/8.13.5。

7.13.5.1 ATU-C 信道分析

见ITU-T G.992.3/8.13.5.1。

7.13.5.1.1 C-MSG1

C-MSG1状态周期是固定的。在该状态下,ATU-C应传送LEN\_C-MSG1个C-REVERB或C-SEGUE符号来调制C-MSG1前缀、消息和CRC。C-MSG1状态是ATU-C传送循环前缀的第一个状态。

C-MSG1 前缀,  $p$ , 定义为:

$$p = \{p31, \dots, p0\} = \{01010101\ 01010101\ 01010101\ 01010101\}$$

$p0$ 到 $p31$ 的32个比特应在32个符号时间内传输(从 $p0$ 开始到 $p31$ 结束)。比特0采用一个C-REVERB符号传送。比特1则用一个C-SEGUE符号表征。

LEN\_C-MSG1值定义为C-MSG1前缀、消息和crc的比特总长。表46列出了C-MSG1消息在TPC-TC、PMS-TC和PMD层上的总长度。每一个TPS-TC、PMS-TC和PMD比特对应于偶数个字节。

表 46 C-MSG1 前缀、消息和 crc 长度

消息组成部分	长度(比特或符号)
Prefix	32
Npmd (见注释)	160 or 160 + NSCds/4
Npms	32
Ntps	0
Nmsg	192 or 192 + NSCds/4
CRC	16
LEN_C-MSG1 (符号)	240 or 240 + NSCds/4

注释 -Npmd值取决于是否使用了“窗口”(见 7.5.3.2)

C-MSG1 消息,  $m$ , 定义为:

$$m = \{tps_{Ntps-1}, \dots, tps_0, pms_{Npms-1}, \dots, pms_0, pmd_{Npmd-1}, \dots, pmd_0\} = \{m_{Nmsg-1}, \dots, m_0\}$$

C-MSG1消息传送3组与TPS-TC、PMS-TC和PMD配置有关的参数。TPS-TC参数在 $tps_{Ntps-1}$ 到 $tps_0$ 比特位传送,见第6章中的说明。PMS-TC参数在 $pms_{Npms-1}$ 到 $pms_0$ 比特位传送,见第7章中的说明。PMD参数在 $pmd_{Npmd-1}$ 到 $pmd_0$ 比特位传送,见第8章中的说明。

紧接着前缀 $p$ 的 $Nmsg$ 个符号周期内,传送的是 $Nmsg$ 比特  $m_0$ - $m_{Nmsg-1}$ (从 $m_0$ 开始到 $m_{Nmsg-1}$ 结束),并使用与传输前缀 $p$ 相同的调制方法。在C-MSG1消息传送之后,应当附加一个CRC。该16比特CRC(包含 $Nmsg$ 的 $m$ 个比特,但不含前缀)采用的计算方法与C-MSG-PCB的CRC方式相同。

c0到c15的16个比特应在16个符号周期中传输（从c0开始到c15结束），并使用与传输消息m相同的调制方法。

C-MSG1状态之后应为C-REVERB5状态。

#### 7.13.5.1.2 C-REVERB5

见ITU-T G.992.3/8.13.5.1.2。

#### 7.13.5.1.3 C-SEGUE2

见ITU-T G.992.3/8.13.5.1.3。

#### 7.13.5.1.4 C-MEDLEY

C-MEDLEY状态具有固定长度。在该状态下，ATU-C应传输LEN-MEDLEY个符号。

LEN-MEDLEY的值应为ATU-C和ATU-R分别在C-MSG1和R-MSG1消息中所声明的CA-MEDLEY<sub>us</sub>与CA-MEDLEY<sub>ds</sub>之间的最大值。LEN-MEDLEY的值应为512的倍数，且应小于或等于32256。在C-MEDLEY状态下传输的符号数量应等于ATU-R在R-MEDLEY状态下传输的符号数量。

C-MEDLEY符号根据其C-MEDLEY状态中的符号计数来定义。在C-MEDLEY状态下传输的第一个符号的符号计数应等于0。对于在C-MEDLEY状态下传输的每一个符号，符号计数应依次增加。

每一个C-MEDLEY符号上调制的数据模式应取自伪随机二进制序列（PRBS），定义为：

$$d_n = 1 \text{ for } n = 1 \text{ to } 9 \text{ and } d_n = d_{n-4} \oplus d_{n-9} \text{ for } n > 9$$

或者

$$d_n = 1 \text{ for } n = 1 \text{ to } 14 \text{ and } d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-11} \oplus d_{n-12} \oplus d_{n-14} \text{ for } n > 14$$

ATU-C和ATU-R是否支持14位伪随机二进制序列（PRBS）是可选的。当且仅当C-MSG-FMT和R-MSG-FMT消息的FMT-C-MEDLEY伪随机二进制序列（PRBS）比特都置1时，14位伪随机二进制序列（PRBS）才会被采用。否则，C-MEDLEY使用9位伪随机二进制序列。

符号计数为*i*的C-MEDLEY符号应调制 $d_{2 \times NSCds \times i + 1}$ 至 $d_{2 \times NSCds \times i + 1}$ 的 $2 \times NSCds$ 个比特。

应从伪随机二进制序列（PRBS）中成对提取比特。对于在C-MEDLEY状态下传输的每一个符号，应从PRBS发生器中提取NSCds对（ $2 \times NSCds$ 比特）。提取的第一对应调制到子载波0上（这些比特将被忽略），之后的各对用于确定子载波*i*=1到NSCds-1中的*X<sub>i</sub>*和*Y<sub>i</sub>*部分，见C-REVERB符号的Table 8-36/G.992.3中的定义。对于子载波*i*=NSCds到 $2 \times NSCds - 1$ ，*X<sub>i</sub>*=*Y<sub>i</sub>*=0。

当ATU-C在C-MEDLEY状态时，ATU-C和ATU-R可以进行进一步的训练和SNR估算。

C-MEDLEY状态之后应为C-EXCHMARKER状态。

#### 7.13.5.1.5 C-EXCHMARKER

见ITU-T G.992.3/8.13.5.1.5。

#### 7.13.5.2 ATU-R 信道分析

见ITU-T G.992.3/8.13.5.2。

#### 7.13.6 交换阶段

见ITU-T G.992.3/8.13.6。

##### 7.13.6.1 ATU-C 交换

见ITU-T G.992.3/8.13.6.1。

## 7.13.6.1.1 C-MSG2

见ITU-T G.992.3/8.13.6.1.1。

## 7.13.6.1.2 C-REVERB6

C-REVERB6 状态具有可变长度。在该状态下, ATU-C 应传输最少 $\text{MAX}(NSCds - NSCus - 10, 80)$ 个、最多 $\text{MAX}(NSCds - NSCus + 1990, 2000)$ 个C-REVERB6符号。

该状态使得ATU-C接收到(并解码)完整的R-MSG2 消息。

如果ATU-R在R-EXCHMARKER状态下传输了R-REVERB6符号, ATU-C应继续传输C-REVERB6直到ATU-R 转换到R-RERRB6状态。在ATU-R转换到R-REVERB6状态后的80至2000符号时长内, ATU-C应转换到下一状态。

如果ATU-R在R-EXCHMARKER状态下传输了R-SEGUE符号, ATU-C应继续传输C-REVERB6直到ATU-R转换到R-RERRB7状态。在ATU-R转换到R-REVERB7状态后的80至2000符号时长内, ATU-C 应转换到下一状态。

C-REVERB6 状态之后应为C-SEGUE3 状态。

## 7.13.6.1.3 C-SEGUE3

见ITU-T G.992.3/8.13.6.1.3。

## 7.13.6.1.4 C-PARAMS

见ITU-T G.992.3/8.13.6.1.4.其中, 表47有如下修改:

表 47 C-PARAMS 消息和 CRC 长度

消息组成部分	长度(比特或符号)
Npmd	$96 + 32 \times NSCus$
Npms	224
Ntps	0
Nmsg	$320 + 32 \times NSCus$
CRC	16
LEN_C-PARAMS (符号)	$\left\lceil \frac{336 + 32 \times NSCus}{2 \times NSCC-PARAMS} \right\rceil$

NOTE -[x]表示取整到不大于x+1的整数

## 7.13.6.1.5 C-REVERB7

见ITU-T G.992.3/8.13.6.1.5。

## 7.13.6.1.6 C-SEGUE4

见ITU-T G.992.3/8.13.6.1.6。

## 7.13.6.2 ATU-R exchange

见ITU-T G.992.3/8.13.6.2。

## 7.13.6.2.1 R-MSG2

R-MSG2状态具有固定长度。在该状态下, ATU-R应传输 $NSCds + 16$ 个R-REVERB 或R-SEGUE符号来调制R-MSG2消息和CRC。

R-MSG2消息,  $m$ , 定义为:

$$m = \{m_{NSCds-1}, \dots, m_0\}$$

比特 $m_i$ 设置为1表示ATU-C应使用子载波的序号*i*来调制C-PARAMS消息。比特 $m_i$ 设置为0表示ATU-C不应使用子载波的索引来调制C-PARAMS消息。调制C-PARAMS消息至少要使用4个子载波。C-PARAMS消息的传输速度约为8kbit/s乘以调制该消息所使用的子载波数量。

如果ATU-R将R-MSG-FMT消息比特FMT-C-PILOT设置为1,那么ATU-C用固定的星座点来调制C-TREF导频。在这种情况下,ATU-R不应使用C-TREF导频来调制C-PARAMS消息。

比特 $m_0$ – $m_{NSCds-1}$ 应在NSCds符号周期内传输(从 $m_0$ 开始到 $m_{NSCds-1}$ 结束)。比特1采用一个R-REVERB符号传输。比特0采用一个R-SEGUE符号传输。

在R-MSG2消息传送之后,应当附加一个CRC。该16比特CRC(包含NSCds消息的*m*个比特)采用的计算方法与C-MSG-PCB的CRC方式相同。

$c_0$ 到 $c_{15}$ 的16个比特应在16个符号周期中传输(从 $c_0$ 开始到 $c_{15}$ 结束),并使用与传输消息*m*相同的调制方法。

如果ATU-R在R-EXCHMARKER状态下传输了R-REVERB符号,R-MSG2状态之后应为R-REVERB6状态。如果ATU-R在R-EXCHMARKER状态下传输了R-SEGUE符号,R-MSG2状态之后应为R-REVERB7状态。

#### 7.13.6.2.2 R-REVERB6

见ITU-T G.992.3/8.13.6.2.2。

#### 7.13.6.2.3 R-SEGUE3

见ITU-T G.992.3/8.13.6.2.3。

#### 7.13.6.2.4 R-PARAMS

见ITU-T G.992.3/8.13.6.2.4,其中,Table 8-40/G.992.3见表48。

表 48 R-PARAMS 消息和 CRC 长度

消息组成部分	长度(比特或符号)
Npmd	$96 + 32 \times NSCus$
Npms	224
Ntps	0
Nmsg	$320 + 32 \times NSCus$
CRC	16
LEN_C-PARAMS (符号)	$\left\lceil \frac{336 + 32 \times NSCds}{2 \times NSC\_R-PARAMS} \right\rceil$
NOTE –[x]表示取整到不大于x+1的整数	

#### 7.13.6.2.5 R-REVERB7

见ITU-T G.992.3/8.13.6.2.5。

#### 7.13.6.2.6 R-SEGUE4

见ITU-T G.992.3/8.13.6.2.6。

### 7.13.7 初始化过程时序图

图19所示描述初始化过程的第一个部分——从G.994.1到信道分析阶段第一部分的时序图。图20~23显示初始化过程的第二个部分——从信道分析阶段结束到Showtime。这4个时序流程图代表了包括C-PARAMS和/或R-PARAMS状态和不包括C-PARAMS和/或R-PARAMS状态的4种情况。



	G.994.1		G.994.1	
$\geq 512$ $\leq 4\ 204$	C-QUIET1	$\geq 512$ and $\leq 2\ 048$ after both ATUs are in QUIET1	R-QUIET1	$\geq 640$ $\leq 4\ 396$
128	C-COMB1			
256	C-QUIET2	$\leq 64$	R-COMB1	128
1024 or 3872	C-COMB2			
0 or 10	C-ICOMB1			
0 or 512	C-LINEPROBE		R-QUIET2	$\geq 64 + LEN\_C-COMB2$ $\leq 714 + LEN\_C-COMB2$
$\geq 256$ $\leq 906$	C-QUIET3	$\leq 64$	R-COMB2	256
			R-ICOMB1	0 or 10
			R-LINEPROBE	0 or 512
		$\leq 64$		
64	C-COMB3			
10	C-ICOMB2		R-QUIET3	$\geq 266$ $\leq 410 + 3\ NSC_{us}^i$
96	C-MSG-FMT			
$96$ or $96 + 3\ NSC_{us}$	C-MSG-PCB			
		$\leq 80$		
$\geq 314$ $\leq 474 + 3\ NSC_{ds}$	C-QUIET4		R-COMB3	64
			R-ICOMB2	10
			R-MSG-FMT	96
			R-MSG-PCB	$144$ or $144 + 3\ NSC_{ds}$
		$\leq 80$	R-REVERB1	272 or 592
$LEN\_R-REVERB1$ $+ LEN\_R-QUIET4 + 80$	C-REVERB1		R-QUIET4	$\geq 0$ $\leq 15\ 872$
$\geq 512$ $\leq 15\ 872$	C-TREF1			
64	C-REVERB2	$\leq 64$	R-REVERB2	$\geq 432$ $\leq 15\ 888$
512	C-ECT			
$\geq 448$ $\leq 15\ 936$	C-REVERB3	$\leq 64$	R-QUIET5 Last symbol may be shortened by $n$ samples	$\geq 1\ 024$ $\leq 16\ 384$
576	C-TREF2/C-QUIET5		R-REVERB3	64
			R-ECT	512
256 or 1 024	C-REVERB4	Introduction of cyclic prefix	R-REVERB4	$\geq LEN\_C-REVERB4$ $\leq LEN\_C-REVERB4 + 80$
10	C-SEGUE1			R-SEGUE1
$LEN\_C-MSG1$	C-MSG1		R-REVERB5	$\geq 10$ $\leq 196 + LEN\_C-MSG1$
		$\leq 128$		
$\geq 10$ $\leq 218 + LEN\_R-MSG1$	C-REVERB5		R-SEGUE2	10
		$\leq 80$	R-MSG1	$LEN\_R-MSG1$
10	C-SEGUE2			

G.992.5\_F8-5

图 19 初始化过程时序流程图（第一部分）

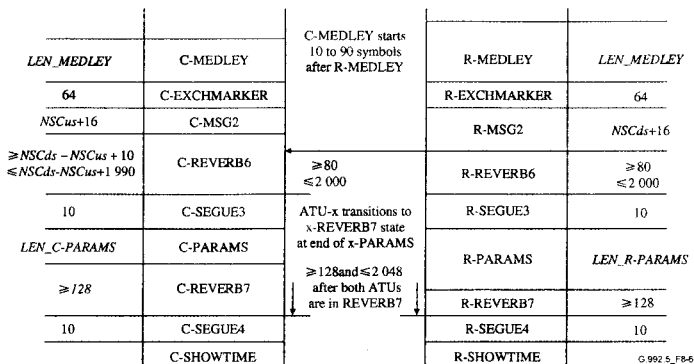


图 20 初始化过程时序流程图 (第二部分)

(包括 C-PARAMS 和 R-PARAMS 状态)

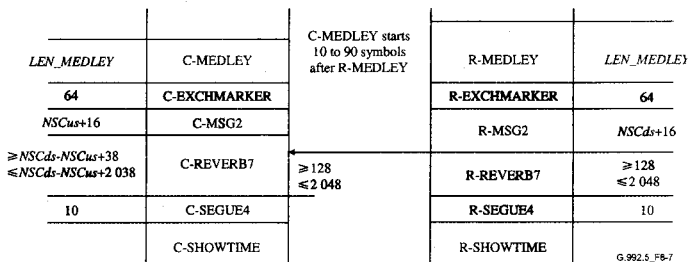


图 21 初始化过程时序流程图 (第二部分)

(不包括 C-PARAMS 和 R-PARAMS 状态)

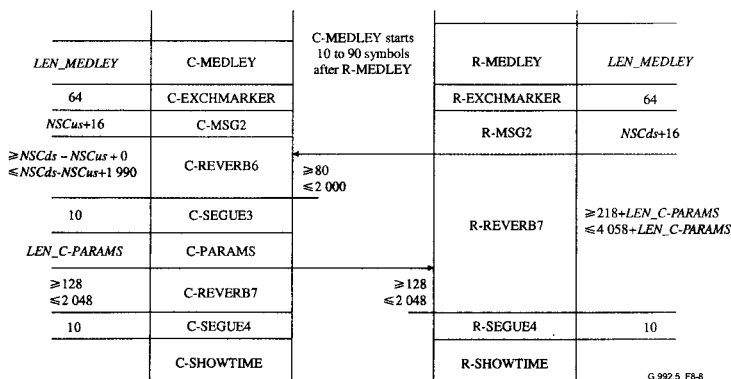


图 22 初始化过程时序流程图 (第二部分)

(包括 C-PARAMS, 但不包括 R-PARAMS 状态)

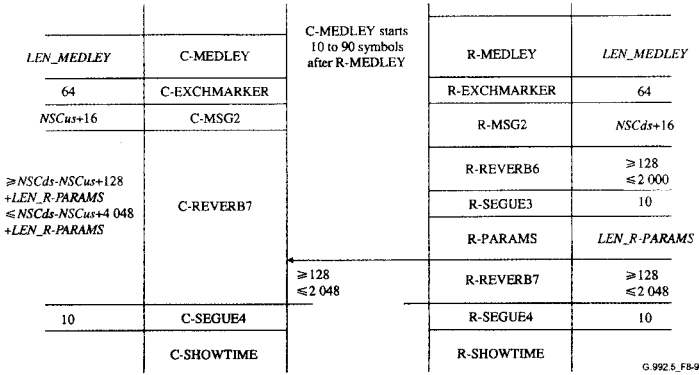


图 23 初始化过程时序流程图 (第二部分)  
(不包括 C-PARAMS, 但包括 R-PARAMS 状态)

7.14 快速初始化过程

快速初始化过程定义为允许ATUs从L3功率管理状态快速进入Showtime状态,或在Showtime状态由于线路条件发生变化而进入快速恢复的过程。对于ATU-C和ATU-R,快速初始化过程是可选项(见ITU-T Rec. G.994.1, 8.13.2)。如果要支持快速初始化过程,则ATU也应该支持非平衡比特交换(也就是只限于改变  $b_i$ ,  $g_i$ 和 $L_p$ 的type 3在线重配置,见9.4.1.1)。

快速初始化过程的状态图除了图24和图25所描述的入口过程以外,其余部分应与图19~23相同。图24所示是ATU-C的简短初始化入口过程。ATU-C应保持按序发送128个C-COMB1和256个silence符号(C-QUIET2),直到ATU-R在C-QUIET2状态发出R-COMB1响应或出现C-T1超时。如果快速初始化过程作为Showtime状态的快速恢复过程,ATU-R应该响应第一个C-COMB初始化信号。

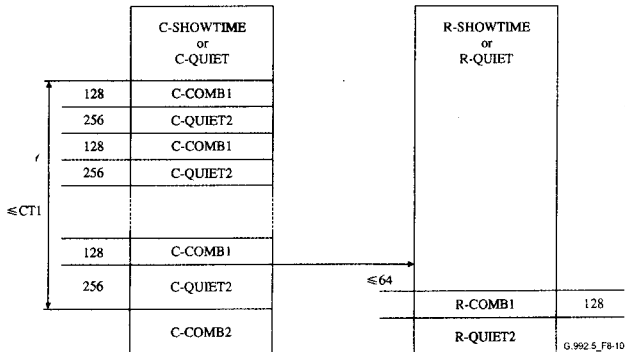


图 24 进入快速初始化过程的入口定时图 (ATU-C 发起)

图25所示是ATU-R启动的快速初始化入口过程。ATU-R应保持按序发送128个R-COMB1和256个silence符号(R-QUIET2)，直到ATU-C在R-QUIET2状态发出C-COMB2响应或出现R-T1超时。如果快速初始化过程作为Showtime状态的快速恢复过程，ATU-C应该响应第一个R-COMB初始化信号。

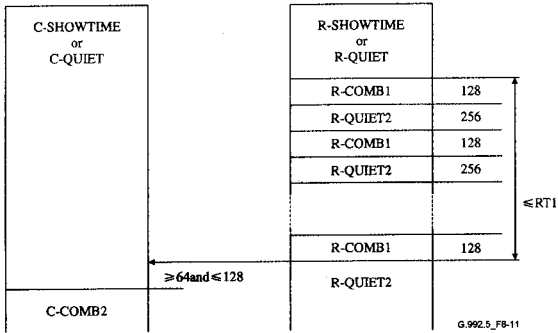


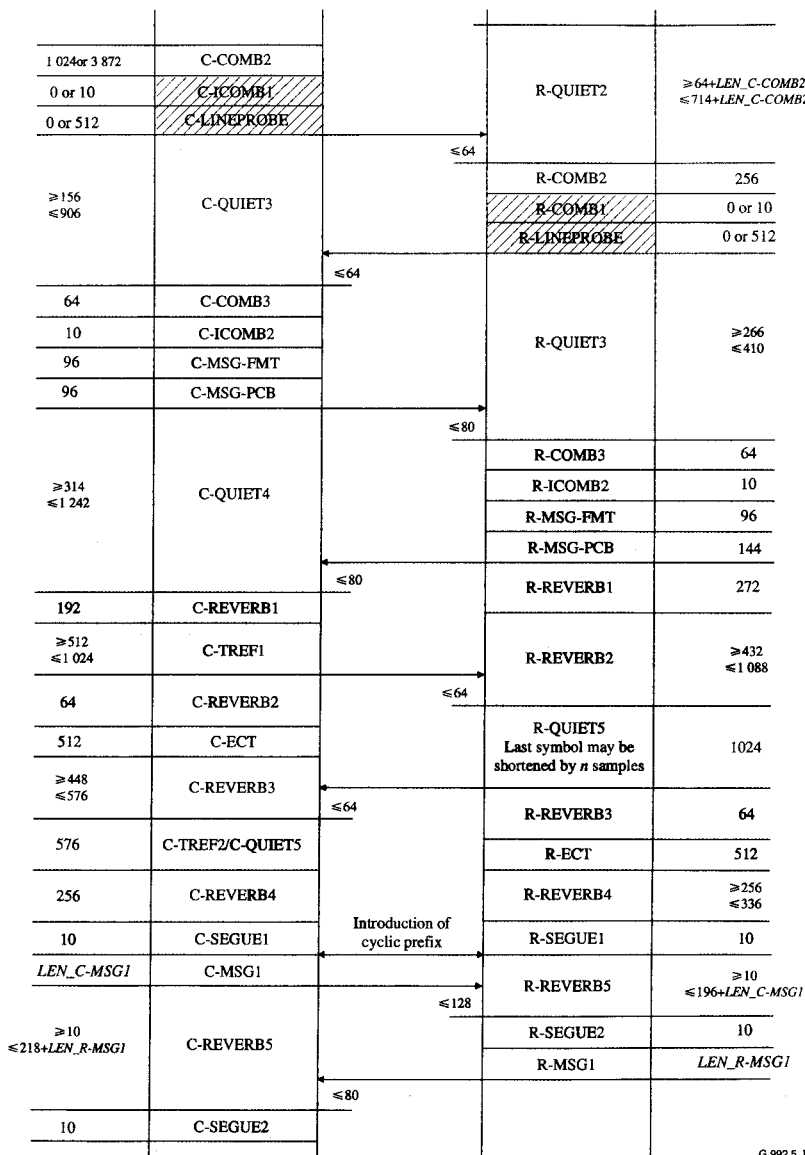
图 25 进入快速初始化过程的入口定时图 (ATU-R 发起)

快速初始化过程可用于从L3到L0的状态转换(见9.5.3/G.992.3)。在L0或L2链路状态，快速错误恢复贯穿于快速初始化过程中。在快速初始化过程初始，ADSL链路状态将切换到L3状态。当ATU通过快速初始化过程进入到Showtime状态，ADSL链路状态将切换到L0状态(见图9-5/G.992.3)。

快速初始化过程应该在3秒内完成。不过，为了满足这一要求，必须平衡ATU-C和ATU-R的时间预算。表49列出了在快速初始化过程中各个变量部分的推荐时间预算。图26和图27所示为快速初始化过程的推荐时间图。

表 49 初始化序列中不同部分的建议时长

ATU 状态	建议时长 (符号)	备 注
C-MSG-PCB	=96	不包括C-BLACKOUT比特(前一次交换的BLACKOUT比特仍有效)
R-MSG-PCB	=144	不包括R-BLACKOUT比特(前一次交换的BLACKOUT比特仍有效)
R-REVERB1	=272	
R-QUIET4	=0	越过ATU-C混合微调状态
C-TREF1	$\leq 1\ 024$	上行信道估算较快, 定时精度较低, 无ATU-R混合微调
R-QUIET5	=1024	
C-REVERB3	$=512 \pm 64$	下行信道估算及均衡器训练较快
C-REVERB4	=256	
C-MEDLEY	$\leq 1\ 024$	SNR 估算准确性较低
R-MEDLEY	$\leq 1\ 024$	SNR 估算准确性较低
C-REVERB6	$\leq 120$	通过较快、较简单的比特分配算法进行限制
R-REVERB6	$\leq 120$	通过较快、较简单的比特分配算法进行限制



G.992.5\_F8-12

图 26 快速初始化过程时序图 (第 1 部分)

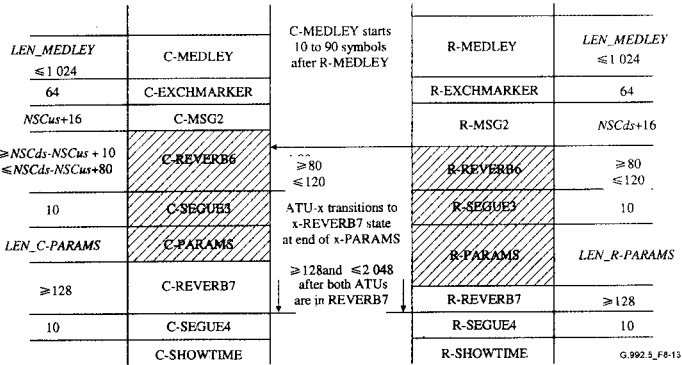


图 27 快速初始化过程时序图 (第 2 部分)

7.15 环路诊断模式的过程

见ITU-T G.992.3/8.15.

7.15.1 概述

见ITU-T G.992.3/8.15.1.

7.15.2 信道发现阶段

见ITU-T G.992.3/8.15.2.

7.15.2.1 ATU-C 信道发现阶段

线路诊断模式的状态时序与7.13.3.1定义的相同。在线路诊断方式，每一个状态应该有固定的时间间隔，其时序图如图28所示。

在线路诊断模式，每一个状态的发送信号与7.13.3.1节定义的初始化顺序相同。

在线路诊断模式的初始化期间，必须包括C-ICOMB1, C-LINEPROBE和C-BLACKOUT状态位。

C-MSG-FMT消息定义见表50。

表 50 C-MSG-FMT 消息比特定义

比特索引	参 数	定 义
9.0		保留，置为 0
10	FMT-C-MEDLEYPRBS	见表40
15..11		保留，置为 0

C-MSG-PCB消息定义见表51。

表 51 C-MSG-PCB 消息比特定义

比特索引	参 数	定 义
5.0	C-MIN_PCB_DS	见Table 8-27/G.992.3
11.6	C-MIN_PCB_US	见Table 8-27/G.992.3
13..12	HOOK_STATUS	见Table 8-27/G.992.3
15..14		保留，置为 0
NSC <sub>US</sub> + 15..16	C-BLACKOUT	见Table 8-27/G.992.3
NSC <sub>US</sub> + 23..NSC <sub>US</sub> + 16	Pass/Fail	前一个初始化的成功或失败原因指示
NSC <sub>US</sub> + 31..NSC <sub>US</sub> + 24	Last_TX_State	前一个初始化的最后一个传输状态

G.994.1		G.994.1		
$\geq 6\,360$ $\leq 8\,516$	C-QUIET1	6 360 after both ATUs are in QUIET1	R-QUIET1	$\geq 6\,488$ $\leq 8\,708$
128	C-COMB1			
256	C-QUIET2	$D \leq 64$	R-COMB1	128
3 872	C-COMB2			
10	C-ICOMB1			
512	C-LINEPROBE		R-QUIET2	4 522
842	C-QUIET3	D	R-COMB2	256
			R-ICOMB1	10
			R-LINEPROBE	512
64	C-COMB3	64-D	R-QUIET3	778+8' NSCs
10	C-ICOMB2			
256	C-MSG-FMT			
348+8 × NSCs	C-MSG-PCB			
906+8 × NSCs	C-QUIET4	D	R-COMB3	64
			R-ICOMB2	10
			R-MSG-FMT	256
			R-MSG-PCB	512+NSCs
			R-REVERB1	592
16 384	C-REVERB1	64-D	R-QUIET4	15 872
15 872	C-TREF1			
64	C-REVERB2	D	R-REVERB2	15 856
512	C-ECT		R-QUIET5 Last symbol may be shortened by <i>n</i> samples	16 384
15 872	C-REVERB3	64-D	R-REVERB3	64
576	C-TREF2/C-QUIET5		R-ECT	512
1 024	C-REVERB4		R-REVERB4	1 024
10	C-SEGUE1	Introduction of cyclic prefix	R-SEGUE1	10
1 574	C-REVERB5	$D+1\,500$	R-REVERB5	1 564
			R-SEGUE2	10
10	C-SEGUE2	64-D		

G.992.5\_F8-14

图 28 环路诊断时序图 (第 1 部分)

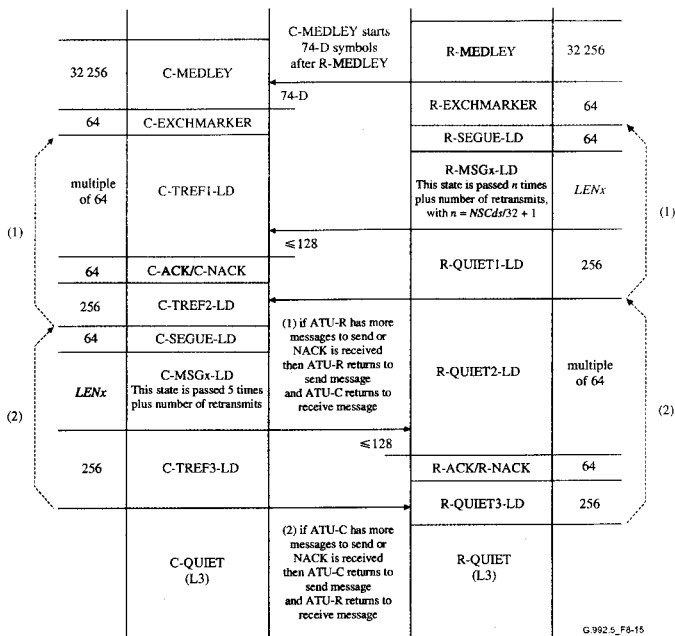


图 29 环路诊断时序图 (第 2 部分)

Pass/Fail比特含有成功或失败的原因指示。其代码和含义见表52。如果在ATU-C上电时直接进入线路诊断模式初始化,其前次的初始化信息可能无法获得,在此情况下,应该将前次的初始化信息指示为成功。

表 52 成功或失败原因指示

值 (高比特位在左)	定义
1111 1111	成功
0001 0001	失败—容量不足
0010 0010	失败—收到的消息中存在CRC错误
0100 0100	失败—超时
1000 1000	失败—意外收到的消息内容
0000 0000	失败—原因未知
其他	保留

Last\_TX状态比特表示在前次的初始化期间,ATU-C的最后一次成功传送的状态信息索引。ATU-C的状态索引用8位整数表示,“0”表示G.994.1阶段,“1”表示C-QUIET1,“31”表示C-SEGUE4,“32”表示C-SHOWTIME。这些状态信息将及时依次发送,其时序如图28和图29所示。在计算状态索引时,可选择性省略的状态应该计算在内。如,不管C-ICOMB1和C-LINEPROBE状态是否考虑在内,C-QUIET3



的索引总是“7”。在第一个C-MSG-PCB表示一个成功的初始化时，其第二个字节将编码为最终状态（C-SHOWTIME）索引。

C-MSG-FMT和C-MSG-PCB消息的CRC和比特传送顺序见7.13.3.1的初始化序列。不过，该消息和CRC比特将以每比特调制的8个symbols传送，此处，0比特以8个连续的C-COMB symbols传送，1比特以8个连续的C-ICOMB symbols传送。由此，使得先于上述消息传送的时间标记更具鲁棒性。

#### 7.15.2.2 ATU-R 信道发现阶段

线路诊断模式的状态时序与7.13.3.2定义的相同。在线路诊断方式，每一个状态应该有固定的时间间隔，其时序图如图28所示。

在线路诊断模式，每一个状态的发送信号与7.13.3.2定义的初始化顺序相同。

在线路诊断模式的初始化期间，必须包括R-ICOMB1，R-LINEPROBE和R-BLACKOUT状态位。

R-MSG-FMT消息定义见表53。

表 53 R-MSG-FMT 消息比特定义

Bit索引	参 数	定 义
7..0		保留，设置为0
8	FMT-C-TREF2	见Table 8-31/G.992.3
9	FMT-C-PILOT	见Table 8-31/G.992.3
10	FMT-C-MEDLEYPRBS	见Table 8-31/G.992.3
15..11		保留，设置为0

R-MSG-PCB消息定义见表54。

表 54 R-MSG-PCB 消息比特定义

Bit索引	参 数	定 义
5..0	R-MIN_PCB_DS	见Table 8-32/G.992.3
11..6	R-MIN_PCB_US	见Table 8-32/G.992.3
13..12	HOOK_STATUS	见Table 8-32/G.992.3
15..14		保留，设置为0
26..16	C-PILOT	见Table 8-32/G.992.3
31..27		保留，设置为0
31 + NSCs..32	R-BLACKOUT	见Table 8-32/G.992.3
39 + NSCs..32 + NSCs	Pass/Fail	前一个初始化的成功或失败原因指示
47 + NSCs..40 + NSCs	Last_TX_State	前一个初始化的最后一个传输状态

Pass/Fail比特含有成功或失败的原因指示。其代码和含义见表52。如果在ATU-R上电或自检测试时直接进入线路诊断模式初始化，其前次的初始化信息可能无法获得，在此情况下，应该将前次的初始化信息指示为成功。

Last\_TX状态比特表示在前次的初始化期间，ATU-R的最后一次成功传送的状态信息索引。ATU-R的状态索引用8位整数表示，“0”表示G.994.1阶段，“1”表示R-QUIET1，“30”表示R-SEGUE4，“31”表示R-SHOWTIME。这些状态信息将及时依次发送，其时序如图28和图29所示。在计算状态索引时，可选择性省略的状态应该计算在内。如，不管R-ICOMB1和R-LINEPROBE状态是否考虑在内，R-QUIET3的索引总是“7”。在第一个C-MSG-PCB表示一个成功的初始化时，其第二个字节将编码为最终状态（R-SHOWTIME）索引。

R-MSG-FMT和R-MSG-PCB消息的16比特CRC和比特传送顺序见7.13.3.2节的初始化序列。不过,该消息和CRC比特将以每比特调制的8个symbols传送,此处,0比特以8个连续的R-COMB symbols传送,1比特以8个连续的R-ICOMB symbols传送。由此,使得先于上述消息传送的时间标记更具鲁棒性。

### 7.15.3 收发器训练阶段

见ITU-T G.992.3/8.15.3。

### 7.15.4 信道分析阶段

见ITU-T G.992.3/8.15.4。

### 7.15.5 交换阶段

见ITU-T G.992.3/8.15.5。

#### 7.15.5.1 ATU-C 交换阶段

见ITU-T G.992.3/8.15.5.1。

#### 7.15.5.2 ATU-R 交换阶段

见ITU-T G.992.3/8.15.5.2。

##### 7.15.5.2.1 信道信息承载消息

在线路诊断模式,ATU-R将发送R-MSG<sub>x</sub>-LD消息到ATU-C,此处x为1到1+ $NSCds/32$ 。这些消息含有7.15.1定义的下行测试参数。

不同消息的具体含义见表55到表59。

表 55 R-MSG1-LD 消息格式

八位字节编号 [i]	信 息	消息模式比特[8×i+7 to 8×i+0]
0	序号	[0000 0001]
1	保留	[0000 0000]
2	Hlin刻度 (lsb)	[xxxx xxxx], 比特 7-0
3	Hlin刻度 (msb)	[xxxx xxxx], 比特15-8
4	LATN (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7-0
5	LATN (msb)	[0000 00xx], 比特9-8
6	SATN (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7-0
7	SATN (msb)	[0000 00xx], 比特9-8
8	SNRM (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7-0
9	SNRM (msb)	[0000 00xx], 比特9-8
10	ATTNDR (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7-0
11	ATTNDR	[xxxx xxxx], 比特15-8
12	ATTNDR	[xxxx xxxx], 比特23-16
13	ATTNDR (msb)	[xxxx xxxx], 比特31-24
14	Far-end ACTATP (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7-0
15	Far-end ACTATP (msb)	[ssss sxxx], 比特9和8

表 56 Hlin (i) R-MSGx-LD 消息格式

八位字节编号 [i]	信 息	消息模式比特 $[8 \times i + 7 \text{ to } 8 \times i + 0]$
0	序号	[xxxx xxxx] (作为8比特无符号整数)
1	保留	[0000 0000]
2	Hlin (64 × k) real (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7~0
3	Hlin (64 × k) real (msb)	[xxxx xxxx], 比特15~8
4	Hlin (64 × k) imag (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7~0
5	Hlin (64 × k) imag (msb)	[xxxx xxxx], 比特15~8
...	...	...
254	Hlin (64 × k + 63) real (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7~0
255	Hlin (64 × k + 63) real (msb)	[xxxx xxxx], 比特15~8
256	Hlin (64 × k + 63) imag (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7~0
257	Hlin (64 × k + 63) imag (msb)	[xxxx xxxx], 比特15~8

注: 对于k=0到NSCds/64-1的每一个值, 都应发送一个相应的R-MSGx-LD消息, 其中 $x=2+k$

表 57 Hlog (i) R-MSGx-LD 消息格式

八位字节编号 [i]	信 息	格 式
0	序号	[xxxx xxxx] (作为8比特无符号整数)
1	保留	[0000 0000]
2	Hlog (128 × k) (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7~0
3	Hlog (128 × k) (msb)	[0000 00xx], 比特9和8
...	...	...
256	Hlog (128 × k + 127) (lsb)	[xxxx xxxx], 比特7~0
257	Hlog (128 × k + 127) (msb)	[0000 00xx], 比特9和8

注: 对于k=0到NSCds/128-1的每一个值, 都应发送一个相应的R-MSGx-LD消息, 其中 $x=NSCds/64+2+k$

表 58 QLN (i) R-MSGx-LD 消息格式

八位字节编号 [i]	信 息	消息模式比特 $[8 \times i + 7 \text{ to } 8 \times i + 0]$
0	序号	[xxxx xxxx] (作为8比特无符号整数)
1	保留	[0000 0000]
2	QLN (256 × k)	[xxxx xxxx], 比特7~0
...	...	...
257	QLN (256 × k + 255)	[xxxx xxxx], 比特7~0

注: 对于k=0到NSCds/256-1的每一个值, 都应发送一个相应的R-MSGx-LD消息, 其中 $x=3 \times NSCds/128+2+k$

表 59 SNR (i) R-MSGx-LD 消息格式

八位字节编号 [i]	信 息	消息模式比特 $[8 \times i + 7 \text{ to } 8 \times i + 0]$
0	序号	[xxxx xxxx] (作为8比特无符号整数)
1	保留	[0000 0000]
2	SNR (256 × k)	[xxxx xxxx], 比特7~0
...	...	...
257	SNR (256 × k + 255)	[xxxx xxxx], 比特7~0

注: 对于k=0到NSCds/256-1的每一个值, 都应发送一个相应的R-MSGx-LD消息, 其中 $x=7 \times NSCds/256+2+k$

这些消息将先以带序列号的字节依次发送, 也就是序列号先发送。对于8位字节, 最低有效位先发送。

R-MSGx-LD消息的16比特CRC和比特传送顺序见7.13的初始化序列。不过，该消息和CRC比特将以每比特调制的8个symbols传送，此处，0比特以8个连续的R-REVERB symbols传送，1比特以8个连续的R-SEGUE symbols传送。传送消息和CRC的结果状态时间见表60。

表 60 ATU-R 环路诊断状态间隔

状 态	时间 (symbols)
R-MSG1-LD	1 152
R-MSGx-LD with x>1	16 640

发送每一个消息和CRC所需的symbols数如图28和图29所示的线路诊断时序图。

#### 7.15.5.2.2 消息流，响应和重发送

见ITU-T G.992.3/8.15.2.2。

#### 7.15.6 环路诊断过程时序图

#### 7.16 PMD 功能的在线重配置

见ITU-T G.992.3/8.16。

#### 7.17 PMD 功能的功率管理

见ITU-T G.992.3/8.17。

### 8 MPS-TC 功能

见ITU-T G.992.3/9。

#### 8.1 传送功能

见 ITU-T G.992.3/9.1。

#### 8.2 附加功能

#### 8.3 接口信号和原语

见ITU-T G.992.3/9.3。

#### 8.4 管理层操作过程

见ITU-T G.992.3/9.4。

##### 8.4.1 命令集

见ITU-T G.992.3/9.4.1。

##### 8.4.1.1 在线重配置命令

在线重配置 (OLR) 命令可以用来控制本节定义的某种在线动态行为。关于这种动态行为，第10章会提供附加信息。在线重配置命令可以由任一ATU发起见表61。在线重配置只能影响发起者的接收端和其相应的发送端。响应的ATU可以使用表62中的在线重配置命令，或者发送与PMD.SyncFlag原语相对应的线路信号确认发起方的请求。在线重配置命令由多个字节组成。首字节为在线重配置标识符（见表9-2/G.992.3）。余下的字节见表61、表62和表63。这些字节会采用ITU-T G.992.3/7.8.2.3的格式和ITU-T G.992.3/7.8.2.4描述的协议进行发送。

表 61 接收端发起的 OLR 命令

消息长度 (字节数)	元素名称 (命令)
$4+4 \times N_f$	04 <sub>16</sub> : 请求类型1 后续2字节为子载波数 $N_f$ $4 \times N_f$ 为各子载波的参数域
$4+2 \times N_{LP}+N_{BC}+4 \times N_f$	05 <sub>16</sub> : 请求类型2 后续 $2 \times N_{LP}$ 个字节包含使能的 $N_{LP}$ 个延时路径的新 $L_p$ 值, $N_{BC}$ 个字节包含使能的 $N_{BC}$ 个承载帧的新 $B_p$ 值, 2字节的载波数 $N_f$ , $4 \times N_f$ 字节分别描述每个子载波的参数域
$4+2 \times N_{LP}+N_{BC}+4 \times N_f$	06 <sub>16</sub> : 请求类型3 后续 $2 \times N_{LP}$ 个字节包含使能的 $N_{LP}$ 个延时路径的新 $L_p$ 值 $N_{BC}$ 个字节包含使能的 $N_{BC}$ 个承载帧的新 $B_p$ 值 2 字节为新的子载波数 $N_f$ , $4 \times N_f$ 为各子载波的参数域 其他字节为ITU-T 所保留

表 62 响应侧发送端的 OLR 应答命令

消息长度 (字节)	元素名称 (命令)
3	81 <sub>16</sub> 延迟类型1请求, 后续一字节说明延迟原因编码
3	82 <sub>16</sub> 拒绝类型2请求, 后续一字节说明延迟原因编码
3	83 <sub>16</sub> 拒绝类型3请求, 后续一字节说明延迟原因编码
	其他字节由ITU-T保留

ATU可以请求仅仅改变自己的接收操作, 两个ATU可以同时请求改变, 不过每次处理都必须遵循本节所描述的过程。当ATU-R发送完一个L2同意命令并正在等待应答时, 不能发起OLR请求。

子载波的参数域包含4个字节, 格式为[0000 0ccc cccc gggg gggg bbbb], 子载波号 $i$ 为11bit,  $g_i$ 为12bit,  $b_i$ 为4bit。第1字节的3个最低位和第2字节为载波号, 子载波号的最低位在第2字节。第3字节及第4字节的高4位为 $g_i$ ,  $g_i$ 的低位放在第4个字节, 第4个字节的低4位为 $b_i$ 。

类型1和类型2不改变PMD参数 $L$ 。如果ATU进行快速初始化, 可以通过将执行类型3操作来改变 $b_i$ ,  $g_i$ 和 $L_p$ 。

表明推迟或拒绝原因的字节说明见表63。

表 63 OLR 命令的原因编码

原 因	数值	类型1推迟	类型2拒绝	类型3拒绝
忙	01 <sub>16</sub>	X	X	X
非法参数	02 <sub>16</sub>	X	X	X
非始能	03 <sub>16</sub>		X	X
不支持	04 <sub>16</sub>		X	X

在发送OLR命令之后, 发起方会等待命令的响应, 可以是一个用于延迟和拒绝的OLR命令, 也可以是和PMD.SynchFlag原语相对应的线路信号。如果在表7-17/G.992.3所示的最高优先级开销消息的超时周期内没有收到对方的应答, 发起者将立即丢弃当前OLR命令, 可以立即发起一个新的OLR命令, 也可以是前一命令的重复。

在收到OLR命令之后，响应方会以OLR命令的延迟、拒绝命令或者以与PMD.SynchFlag原语相对应线路信号作为响应。如果是送出与PMD.SynchFlag原语相对应的线路信号，那么ATU将重新配置受影响的PMD，PMS-TC和TPS-TC，在延迟或者拒绝的情况下，接收方将提供原因编码如下：01<sub>16</sub>忙，02<sub>16</sub>非法参数，03<sub>16</sub>非使能，04<sub>16</sub>不支持。OLR在线重配置请求类型1只有原因编码01<sub>16</sub>和02<sub>16</sub>。

在接收到PMD同步标志（PMD.SynchFlag）原语的线路信号后，OLR的发起者将重新配置PMD、PMS-TC和TPS-TC的参数。如果接收互推迟或拒绝的响应，如果收到一个延迟或拒绝的在线重配置命令，发起者将丢弃当前OLR命令，可以发起一个新的OLR命令，也可以重复前一个请求。

8.4.1.2 eoc 命令

见ITU-T G.992.3/9.4.1.2。

8.4.1.3 时间命令集

见ITU-T G.992.3/9.4.1.3。

8.4.1.4 清单命令

见ITU-T G.992.3/9.4.1.4。

8.4.1.5 控制参数读命令

见ITU-T G.992.3/9.4.1.5。

8.4.1.6 管理计数器读命令

见ITU-T G.992.3/9.4.1.6。

8.4.1.7 功率管理命令

功率管理命令用来提议由当前链路状态向另一链路状态转移，可以由任意一侧的ATU发起（表64），响应命令见表65。命令的长度是可变的，首字节为表9-3/G.992.3所示的标识符，后续字节见表64。响应命令的长度也是可变的，首字节为表9-3/G.992.3所示标识符，第二字节如表65所示。发送格式按ITU-T G.992.3/7.8.2.3描述，发送协议按ITU-T G.992.3/7.8.2.4描述。

表 64 功率管理发起命令

消息长度（字节数）	元素名称（命令）
3	01 <sub>16</sub> 简单请求，后续一字节表示新的链路状态
4 + 4 × N <sub>Lp</sub>	02 <sub>16</sub> 请求进入L2 状态，后续参数： 1 字节为PCBds最小值（dB） 1 字节为PCBds最大值（dB） 2 × N <sub>Lp</sub> 字节包含激活的延时路径的N <sub>Lp</sub> 的最大L <sub>p</sub> 值 2 × NLP 字节包含激活的延时路径的N <sub>Lp</sub> 的最小L <sub>p</sub> 值
3	03 <sub>16</sub> L2 调整请求，后续： 一字节为新的PCBds值（dB）
	其他为 ITU-T 保留

表 65 功率管理响应命令

消息长度（字节数）	元素名称（命令）
2	80 <sub>16</sub> 同意
3	81 <sub>16</sub> 拒绝，后续一字节表明拒绝原因
3	83 <sub>16</sub> 拒绝进入L2 状态，后续一字节表明拒绝原因
3	84 <sub>16</sub> : 同意对L2 进行调整，后续一字节为退出码元的PCBds值
3	85 <sub>16</sub> : 拒绝对L2 进行调整，后续一字节表明拒绝原因

表65 (续)

消息长度 (字节数)	元素名称 (命令)
$7+2 \times N_{LP}+4+4 \times N_f$	86 <sub>16</sub> : 同意对L2 进行调整, 后续: $2 \times N_{LP}$ 包含激活的延时路径的新的 $L_p$ 值 1字节包含实际PCBds值 1字节包含退出码元的PCBds值 1字节包含退出码元的 $b_i/g_i$ 表标记 2字节为 $N_f$ 载波数 $4 \times N_f$ 字节为对应每一个子载波的参数域 其他为 ITU-T 保留

在L2请求与同意, L2调整请求与同意消息中, PCBds值用绝对值表示, 范围为0到40dB中的整数, 步长为1dB。最大值和最小值也用绝对值表示与当前值无关。削减值定义为PCBds。这个范围应在初始化时指定, 超过这个范围的数值不被编码。L2状态可以利用PCBds控制参数来实现绝对值达到40dB的功率削减, 并且该值可被用来调整每个子载波所要求的增益。L2状态的额外功耗 (PCBds (L2) - PCBds (init)) 可以用作相对于L0发送PSD的等幅衰减 (每一个载波的衰减幅度都一样)。(也就是由ceiled\_log\_tssi调节的, 相对于REFPSDdit (初始) 发送PSD, 该值是在收发器训练过程中决定并应用的)

表66列出功率管理命令拒绝请求的原因代码。

表 66 功率管理命令拒绝请求的原因代码

原 因	代 码	拒绝简单请求	拒绝L2请求	拒绝L2调整请求
忙	01 <sub>16</sub>	X	X	
无效	02 <sub>16</sub>	X	X	X
不期望状态	03 <sub>16</sub>	X		
不可行参数	04 <sub>16</sub>		X	X

8.4.1.7.1 ATU-R 发起的简单请求

见ITU-T G.992.3/9.4.1.7.1。

8.4.1.7.2 ATU-C 发起的简单请求

见ITU-T G.992.3/9.4.1.7.2。

8.4.1.7.3 ATU-C 发起的 L2 请求

见ITU-T G.992.3/9.4.1.7.3。

8.4.1.7.4 ATU-C 发起的 L2 调整请求

见ITU-T G.992.3/9.4.1.7.4。

8.4.1.8 Clear EOC 消息

见ITU-T G.992.3/9.4.1.8。

8.4.1.9 非标准功能 (NSF) 开销命令

见ITU-T G.992.3/9.4.1.9。

8.4.1.10 测试参数消息

PMD测试参数读命令用来访问远端PMD的测试参数, 以保持ATU双方的一致性, 可以由任意一侧的ATU发起 (表67), 响应命令见表68。PMD测试参数读命令由2~6个字节组成, 首字节为PMD测试参数命令标识符, 见表64, 其余字节如表67所示。PMD测试参数读响应命令由多个字节组成, 首字节为PMD

测试参数读命令标识符, 见表9-4/G.992.3, 其余字节如表68所示, 发送格式及协议见ITU-T G.992.3/7.8.2.3和ITU-T G.992.3/7.8.2.4。

表 67 PMD 测试参数读命令

消息长度 (字节数)	元素名称 (命令)
3	01 <sub>16</sub> 单读, 后续一字节为测试参数ID描述
2	03 <sub>16</sub> 复读下一个
4	04 <sub>16</sub> 复读块, 后续两个字节为子载波标识描述
6	05 <sub>16</sub> 块读, 后续两个字节为起始子载波表示描述, 两个字节为终止子载波标识描述
	其他为 ITU-T 保留

表 68 PMD 测试参数响应命令

消息长度 (字节数)	元素名称 (命令)
可变 (见注)	81 <sub>16</sub> 标识符, 用于单读, 后续测试参数
12	82 <sub>16</sub> 标识符, 用于多读, 后续测试参数
2	80 <sub>16</sub> NACK 80 <sub>16</sub> NACK
可变 (见注)	84 <sub>16</sub> 标识符, 用于块读, 后续测试参数
	其他为 ITU-T 保留

注: 可变长度等于表69表9-9所述长度加2

表 69 PMD 测试参数 ID 值

测试参数ID	测试参数名	单读长度	多读长度	块读长度
01 <sub>16</sub>	各载波的Hlog ( <i>f</i> )	2 + NSC×2字节	4byte	2 + (终止子载波 - 起始子载波 + 1) × 2字节
02 <sub>16</sub>	ITU-T保留			
03 <sub>16</sub>	各子载波的空闲线路噪声PSD QLN ( <i>f</i> )	2 + NSC字节	3byte	2 + (终止子载波 - 起始子载波 + 1) 字节
04 <sub>16</sub>	各子载波的SNR ( <i>f</i> )	2 + NSC字节	3byte	2 + (终止子载波 - 起始子载波 + 1) 字节
05 <sub>16</sub>	ITU-T保留			
21 <sub>16</sub>	线路衰减LATN	2字节	N/A	N/a
22 <sub>16</sub>	信号衰减SATN	2字节	N/A	N/a
23 <sub>16</sub>	SNRM容限	2字节	N/A	N/a
24 <sub>16</sub>	可达净荷速率ATTNDR	4字节	N/A	N/a
25 <sub>16</sub>	近端实际发送功率总和ACTATP	2字节	N/A	N/a
26 <sub>16</sub>	远端发送功率总和ACTAT	2字节	N/A	N/a

接收到PMD测试参数读命令, 接收ATU发送相应的的响应消息, 如接收到一个不支持的命令, 则接收ATU将响应一个NACK。ATU的接收与发送互不影响。

PMD测试参数是根据PMD层相应章节描述的过程得到的, 在接收到更新测试参数开销命令之前, PMD保持初始化训练的测试参数。

参数发送的顺序与格式见表69。如果是单读命令, 所有的测试参数信息在一个消息中发送完成。如果测试参数是个总计值, 则只发送一个数值; 如果测试参数包含各子载波的信息, 则按子载波号0到子载



波号NSC-1的顺序,在一个消息中发送完成,发送字节格式如PMD节描述。响应消息中多字节描述的数据,高位在前,低位在后。

如果是复读或复读下一个命令,则每次发送一个特定子载波的测试参数信息。在此命令下,不能发送参数的总计值。载波号包含在读命令中,接收测将此载波号保存。每接收到复读下一个的命令,将此载波号加1,并发送相应载波的测试参数信息,累加到NSC时,参数发送完毕,发送一个NACK通知对方。每个子载波数据的发送顺序见表69,发送字节格式如PMD节描述。响应消息中多字节描述的数据,高位在前,低位在后。

如果是块读命令,则发送特定子载波块相关的测试参数信息。在此命令下,不能发送参数的总计值。如果测试参数包含各子载波的数据,则按子载波号0到子载波号NSC-1的顺序,在一个消息中发送完成。发送字节格式如PMD节描述。响应消息中多字节描述的数据,高位在前,低位在后。

在发送通道传递函数 $Hlog(f)$ 时,测量时间应加入响应消息中,跟在数据 $m$ (见8.12.3.1/G.992.3)之后。PMD测试参数读和块读响应只包含一次测量时间,而复读及下一个复读命令的每次响应都包含测量时间。

在发送空闲线路噪声 $QLN(f)$ 时,测量时间应加入响应消息中,跟在数据 $n$ (见8.12.3.2/G.992.3)之后。PMD测试参数读和块读响应只包含一次测量时间,而复读及下一个复读命令的每次响应都包含测量时间。

在发送信噪比 $SNR(f)$ 时,测量时间应加入响应消息中,跟在数据 $SNR$ (见8.12.3.3/G.992.3)之后。PMD测试参数读和块读响应只包含一次测量时间,而复读及下一个复读命令的每次响应都包含测量时间。

如果测试参数值所占的比特数少于表69规定的比特数,则这些测量参数值应使用2个字节的低位,发送时,将无符号数的不使用的高位补0,有符号数的不使用的高位根据其符号位补0或1。

#### 8.4.1.10.1 单读命令

见ITU-T G.992.3/9.4.1.10.1。

#### 8.4.1.10.2 复读及下一个命令

见ITU-T G.992.3/9.4.1.10.2。

#### 8.4.1.10.3 块读命令

见ITU-T G.992.3/9.4.1.10.3。

### 8.5 功率管理

见ITU-T G.992.3/9.5。

## 9 动态行为

见ITU-T G.992.3/10。

## 10 传输性能要求

### 10.1 概述

对于本章中的内容,使用下述定义:

(1) 速率:本章中提到的速率均指ATU的净数据速率(net data rate)。对于ATM-TC方式,净数据速率中包含ATM开销。

(2) 同步:同步定义为ATU达到可以传送数据的状态。

(3) 物理长度：环路从 ATU-C 端到 ATU-R 端的实际长度，单位为米或英尺。

(4) 电气长度：环路从 ATU-C 端到 ATU-R 端或从 ATU-R 端到 ATU-C 端在频率  $f_T$  下的衰减值，单位为 dB。

对 ADSL 传输性能的要求是针对特定的仿真环路特性和噪声特性定义的

仿真 AWG 环路的特性应符合 ITU-T Rec.G.996.1 中要求的北美地区 21.1°C (70°F) 时的电缆特性；仿真 ETSI PE 环路的特性应符合 ITU-T Rec.G.996.1 中要求的欧洲地区 20°C 时的电缆特性；进行衰减的近似折算后，26AWG 与 PE0.4 可以替代，折算表见附录 A。

环路的长度以电气长度为准，环路仿真器应以电气长度对物理长度进行校准。

## 10.2 环路模型

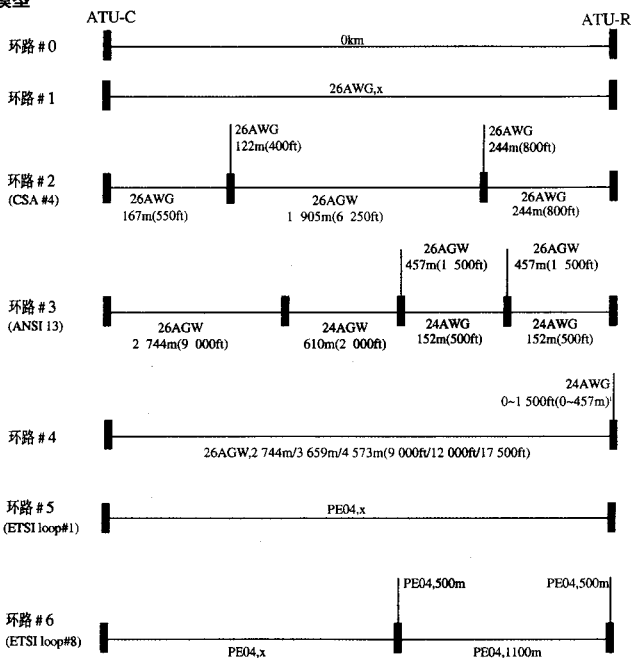


图 30 环路模型

## 10.3 噪声

### 10.3.1 白噪声

白噪声在 12kHz 到 2 208kHz 范围内的 PSD 为  $-140\text{dBm/Hz}$ ，幅度的高斯分布为  $5\sigma$ 。

### 10.3.2 ISDN-BRI 近串

ISDN-BRI 近串的 PSD 和功率应符合 ITU-T Rec.G.996.1 第 7.1 中的要求，噪声的幅度应为  $5\sigma$  高斯分布。

### 10.3.3 HDSL 近串

HDSL 近串的 PSD 和功率应符合 ITU-T Rec.G.996.1 第 7.2 中的要求，噪声的幅度应为  $5\sigma$  高斯分布。

### 10.3.4 ETSI 噪声 FB

噪声模型FB的频域和时域特性应符合ETSI TS 101388第5.3.4的要求。

### 10.3.5 ADSL2+自串扰

ADSL2+ 自串扰包括近串 (NEXT) 和远串 (FEXT) 两部分。

ADSL2+ 的自串扰由本标准定义的ADSL2+ 的发送PSD的模板和串音函数计算得到。

对于NEXT使用A.3.2.1.1/T1.417中定义的简化的Next公式；对于FEXT使用A.3.2.2/T1.417中定义的远端串音公式。

### 10.3.6 脉冲噪声

脉冲噪声 $c_1$ 和 $c_2$ 的时域波形应符合ITU-T Rec.G.996.1 第8章的要求。

### 10.3.7 射频干扰 (RFI)

待研究。

## 10.4 误码率

ADSL系统的误码率应不大于 $10^{-7}$ 。

如果没有特别指明，以下所有的性能要求均以系统误码率不大于 $10^{-7}$ 为前提。

## 10.5 ADSL over POTS 性能要求

### 10.5.1 配置要求

对于ADSL over POTS，ATU-C和ATU-R应在使用下列配置的前提下满足性能要求。

- (1) 允许使用格形编码；
- (2) 上行和下行的目标噪声裕度应设置为不小于 6dB；
- (3) 单延时路径和单承载工作方式；
- (4) 设置开销  $MSG_{min}=6\text{ kbit/s}$ ；
- (5) 测试快速通道模式时，标称的单向净荷最大时延不应大于 4ms；
- (6) 测试交织通道模式时，标称的单向净荷最大时延不应大于 20ms；
- (7) 最小噪声裕度应设置为 0dB；
- (8) 对最大噪声裕度没有限制（设置为最少 30dB）；
- (9) 进行脉冲噪声测试时，ATU 应当配置为交织方式。
- (10) 交织通道的最低脉冲噪声保护  $INP_{min}$ ，为 0 或 0.5。

注：标称的单向净荷最大时延定义见4.2。

### 10.5.2 速率自适应模式下的性能要求

#### 10.5.2.1 判定条件

对下表中的每一个结果执行一次测试。任何结果如果低于要求在96kbit/s之内的，应当重新进行三次试验，其中的最高速率作为记录速率。设备如果在60s内没有同步，此项测试结果记录为0。

#### 10.5.2.2 白噪声

环路#1 两端加入 - 140dBm/Hz 的白噪声，以下 14 项中应至少通过 13 项。

表 70 快速通道模式的白噪声性能

环路长度		快速通道模式	
(m)	(kft)	上行期望速率 (kbit/s)	下行期望速率 (kbit/s)
0	0	800	22 400
915	3	800	20 480
1 829	6	800	13 760
2 744	9	800	7 040
3 659	12	704	4 072
4 573	15	416	1 200
5 488	18	160	384

环路 # 1 双端加入 -140dBm/Hz 的白噪声, 以下 14 项中应至少通过 13 项。

表 71 交织通道模式的白噪声性能

环路长度		交织通道模式	
(m)	(kft)	上行期望速率 (kbit/s)	下行期望速率 (kbit/s)
0	0	800	23 040
915	3	800	20 992
1 829	6	800	14 080
2 744	9	800	7 424
3 659	12	800	4 232
4 573	15	576	1 328
5 488	18	352	576

### 10.5.2.3 24 HDSL 噪声

环路 # 1 双端加入 24 HDSL 噪声和 -140 dBm/Hz 白噪声, 以下 8 项测试应至少通过 7 项。

表 72 24 HDSL 噪声性能

环路长度		快速通道模式	
(m)	(kft)	上行期望速率 (kbit/s)	下行期望速率 (kbit/s)
915	3	800	20 480
1 829	6	704	13 760
2 744	9	448	6 000
3 659	12	160	1 600

交织通道模式下的期望速率可参考快速通道模式期望速率, 交织通道模式下的期望速率不应低于快速通道模式期望速率。

### 10.5.2.4 24 ISDN-BRI 噪声

双端加入 24 ISDN-BRI 噪声和 -140dBm/Hz 白噪声, 以下 10 项测试应至少通过 9 项。

表 73 24 ISDN-BRI 噪声性能

环路长度		快速通道模式	
(m)	(kft)	上行期望速率 (kbit/s)	下行期望速率 (kbit/s)
915	3	800	20 480
1 829	6	800	13 760
2 744	9	704	7 040
3 659	12	448	3 000
4 573	15	192	1 200

交织通道模式下的期望速率可参考快速通道模式期望速率，交织通道模式下的期望速率不应低于快速通道模式期望速率。

#### 10.5.2.5 24 ADSL2+ 自串扰

两端加入24 ADSL2+ 自串扰和-140dBm/Hz白噪声，以下10项测试应至少通过9项。

表 74 24 ADSL2+自串噪声性能

环路长度		快速通道模式	
(m)	(kft)	上行期望速率 (kbit/s)	下行期望速率 (kbit/s)
915	3	800	9 600
1 829	6	800	8 000
2 744	9	800	5 400
3 659	12	672	3 000
4 573	15	384	1 200

交织通道模式下的期望速率可参考快速通道模式期望速率，交织通道模式下的期望速率不应低于快速通道模式期望速率。

### 10.5.3 标准环路性能要求

#### 10.5.3.1 判定条件

对下表中的每一个结果执行一次测试。任何结果如果低于要求在96kbit/s之内的，应当重新进行三次测试，其中的最高速率作为记录速率。设备如果在60s内没有同步，此项测试结果记录为0。

#### 10.5.3.2 环路 # 2 (CSA # 4)

环路应两端同时加入 - 140dBm/Hz 白噪声和指定类型噪声。

以下 6 项测试应至少通过 5 项。

表 75 环路 # 2 性能

噪声类型	快速通道模式	
	期望上行速率 (kbit/s)	期望下行速率 (kbit/s)
白噪声	800	8 000
24 HDSL+白噪声	480	6 720
24 ISDN-BRI+白噪声	736	7 680
24 ADSL2+自串+白噪声	768	6 400

交织通道模式下的期望速率可参考快速通道模式期望速率，交织通道模式下的期望速率不应低于快速通道模式期望速率。

#### 10.5.4 桥接抽头性能

待定。

#### 10.5.5 抗浪涌噪声性能

ADSL 设备应具备抵御浪涌噪声的能力。无论线路上发生多少次浪涌噪声，设备应在噪声消失后恢复正常性能。

#### 10.5.6 抗脉冲噪声性能

由脉冲噪声引起的ADSL设备的误码秒 (ES) 概率应 $<0.14\%$ 。

#### 10.5.7 持续重负荷性能

ADSL设备应在连续重负荷下具备稳定工作的能力，系统误比特率应不大于 $10^{-7}$ 。

## 10.6 ADSL over ISDN 性能要求

待定。

## 10.7 与 ADSL over POTS 频谱兼容的全数字模式 ADSL2+ 性能要求

待定。

## 10.8 与 ADSL over ISDN 频谱兼容的全数字模式 ADSL2+ 性能要求

待定。

## 10.9 扩展上行带宽的 ADSL2+ over POTS 性能要求

待定。

## 11 电气特性要求

## 11.1 ADSL2+ over POTS 收发器电气特性

## 11.1.1 范围

本节仅规定了ATU-x与高通滤波器特性，关于低通部分的规定见YD/T 1187-2002。

## 11.1.2 阻抗状态的定义

ATU-R 的源阻抗和负载阻抗定义为：

(1)  $Z_S$  和  $Z_L$  为激活状态下的源阻抗和负载阻抗；

(2)  $Z_{S,hi}$  和  $Z_{L,hi}$  是在高阻抗状态下的源阻抗和负载阻抗，它们分别应大于  $Z_S$  和  $Z_L$ 。设备宜选择  $Z_{S,hi}$  和  $Z_{L,hi}$  的值远大于  $Z_S$  and  $Z_L$ 。

对ATU-R提出的电气指标要求允许多个ATU-R可安装在同一线对上，但在任意时间只能有一个ATU-R激活。11.1.5给出了这些参数的定义。

在表76定义的任何一种阻抗状态下，ATU-R都应符合7.10中定义的发送功率谱模板。

表 76 ATU-R 阻抗状态

ATU-R 状态	源阻抗	负载阻抗
未加电	$Z_{S,hi}$	$Z_{L,hi}$
禁用 (发送器已加电, 接收器未激活)	$Z_{S,hi}$	$Z_{L,hi}$
未激活 (已加电, 但发送器未激活, 接收器激活检测C-TONES)	$Z_{S,hi}$	$Z_{L,hi}$
激活 (已加电, 发送器、接收器均激活并初始化或处于showtime状态)	$Z_S$	$Z_L$

## 11.1.3 POTS 电流和电压

所有的电气特性应符合从0~100mA的所有现存POTS环路电流和如下的不同的环路电压：

(1) 直流电压从0V到-60V；

(2) 在存在直流馈电的情况下，铃流信号在20~30Hz中任何频率上的电压不超过103Vrms。

## 11.1.4 ATU-C 和激活状态下的 ATU-R 的电气特性

## 11.1.4.1 直流特性

在U-x 接口处ATU-x的直流输入电阻应 $\geq 5 M\Omega$ 。

注：最常见的分离器是在U-x接口处将低通和高通滤波器并联连接。其中高通滤波器通常采用电容器来隔直流。

## 11.1.4.2 话音频带特性

## 11.1.4.2.1 输入阻抗

在U-x接口测量ATU-x在4kHz时的输入阻抗的虚部，ATU-R或内置分离器的ATU-C的范围应在1.1~2.0k $\Omega$ （大约等效电容值为20~34nF），ATU-C（外置分离器）的范围应为500 $\Omega$ ~1.0k $\Omega$ （大约等效电容值为40~68nF）。在4kHz以下阻抗的虚部应单调增加。

#### 11.1.4.3 ADSL 频带特性

##### 11.1.4.3.1 纵向平衡

U-R接口处的纵向平衡在30kHz到2 208kHz的范围内应 $>40$ dB。

#### 11.1.5 高阻抗状态下ATU-R的电气特性

注：（1）高阻抗状态应包括ATU-R不加电、使无效和未激活等条件下的阻抗状态，见表A.3中的定义。

（2）高阻抗状态下的ATU-R的电气特性是针对一个ATU-R定义的。其定义的值允许最多3个ATU-R并联在同一线路上。

##### 11.1.5.1 直流特性

在U-x接口处ATU-R的直流输入电阻应 $\geq 5$  M $\Omega$ 。

##### 11.1.5.2 话音频带特性

###### 11.1.5.2.1 插入（桥接）损耗

高阻抗状态下ATU-R的插入（桥接）损耗，在3.4kHz时应 $<0.33$ dB，在12kHz和16kHz时应 $<1$ dB。

###### 11.1.5.2.2 插入（桥接）损失失真

在200~4 000Hz频率范围内，ATU-R的插入（桥接）损耗相对于3.4kHz下的插入损耗的差值应 $\leq \pm 0.33$ dB。

###### 11.1.5.2.3 互调失真

将-9dBm的4音组（见ITU-T O.42）加到高阻抗状态的ATU-R上，它产生的二阶和三阶互调失真的产物，其值至少分别低于接收信号电平80dB和85dB。

#### 11.1.5.3 ADSL 频带特性

##### 11.1.5.3.1 插入（桥接）损耗

高阻抗ATU-R的插入（桥接）损耗在100kHz（为激活的ATU-R发送ATU-C接收频带中的一个频率）下应 $<0.33$  dB。

高阻抗ATU-R的插入（桥接）损耗在500kHz（为激活的ATU-C发送ATU-R接收频带中的一个频率）下应 $<0.33$  dB。

##### 11.1.5.3.2 插入（桥接）损失失真

高阻抗ATU-R的插入（桥接）损耗失真，在25~2 208kHz范围内的波动应 $\leq \pm 0.33$ dB。

#### 11.1.5.4 ADSL 以上频带的特性

##### 11.1.5.4.1 插入（桥接）损耗

高阻抗ATU-R的插入（桥接）损耗在5MHz和9MHz下应 $<0.33$ dB。

##### 11.1.5.4.2 插入损耗（桥接）失真

ATU-R插入（桥接）损耗的失真在4~10MHz频率范围内波动应 $\leq \pm 0.33$  dB。

### 11.2 ADSL over ISDN 收发器电气特性

#### 11.2.1 范围

本节仅对ATU-x和高通滤波器作出规定。所有的指标都应在ISDN信号存在时被满足。ISDN信号见ITU G.961。

#### 11.2.2 ATU-C和激活状态下的ATU-R的电气特性

11.2.2.1 直流特性

在U-x接口处ATU-x的直流输入电阻应 $\geq 5M\Omega$ 。

注：最常见的分离器是在U-x接口处将低通和高通滤波器并联连接。其中高通滤波器通常采用电容器来隔直流。

11.2.2.2 ADSL 频带特性

11.2.2.2.1 纵向平衡

U-R接口处的纵向平衡在120~2 208kHz的范围内应 $>40\text{dB}$ 。

11.3 改进与 ADSL over POTS 频谱兼容性的全数字模式 ADSL 收发器电气特性

11.3.1 湿电流

ATU-C和ATU-R应具备湿电流功能。其中ATU-C的湿电流功能应可被关闭。ATU-R应可吸收0.2~3mA的来自远端供电的电流。

11.3.2 ADSL 频段纵向平衡

U-R接口处的纵向平衡在5kHz到2 208kHz的范围内应 $>40\text{dB}$ 。

11.4 改进与 ADSL over ISDN 频谱兼容性的全数字模式 ADSL 收发器电气特性

同11.3。

11.5 扩展上行带宽的 ADSL2 over POTS 收发器电气特性

同11.1。



附 录 A  
( 资 料 性 附 录 )  
ETSI与AWG线规换算表

表A.1用于在26AWG和ETSI PE04线规之间进行衰减、公制单位和英制单位的换算。换算使用以下关系：

- 1km=3.28kft;
- PE04 电缆在 20°C 时, 在 300kHz 每千米衰减值为 14.2dB;
- 26AWG 电缆在 20°C 时, 在 300kHz 每千米衰减值为 14.6dB;

以上换算关系的部分数值结果见表A.1。

表A.1 ETSI与AWG线规换算

公制长度单位下 PE04与26AWG的衰减			英制长度单位下 PE04与26AWG的衰减			给定衰减时 的环路长度		
环路类型			环路类型			环路类型		
	PE04	26AWG		26AWG	PE04		PE04	26AWG
环路长度 ( km )	衰减 ( dB )	衰减 ( dB )	环路长度 ( kft )	衰减 ( dB )	衰减 ( dB )	衰减 ( dB )	环路长度 ( km )	环路长度 ( kft )
0.5	7	7	1	5	4	2	0.1	0.4
1.0	14	15	2	9	9	4	0.3	0.9
1.4	20	20	3	14	13	6	0.4	1.3
1.5	21	22	4	18	17	8	0.6	1.8
2.0	28	29	5	23	22	10	0.7	2.2
2.15	30	31	6	27	26	12	0.8	2.7
2.5	36	37	7	32	30	15	1.1	3.4
2.8	40	41	8	36	34	20	1.4	4.5
3.0	43	44	9	41	39	25	1.8	5.6
3.5	50	51	10	45	43	30	2.1	6.7
4.0	57	58	11	50	47	35	2.5	7.9
4.2	60	61	12	54	52	40	2.8	9.0
4.5	64	66	13	59	56	45	3.2	10.1
			14	63	60	50	3.5	11.2
			15	68	65	55	3.9	12.4
			16	72	69	60	4.2	13.5
			17	77	73	65	4.6	14.6
			17.5	79	75	70	4.9	15.7
			18	81	77	75	5.3	16.8
						80	5.6	18.0

## 参 考 文 献

- [1] ITU-T Recommendation G.995.1 ( 1999 ), Overview of Digital Subscriber Line ( DSL ) Recommendations.
-