

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.992.5

(01/2005)

G系列：传输系统与媒质，数字系统和网络
数字段和数字线路系统—接入网

非对称数字用户线（**ADSL**）收发信机—扩展带宽的
ADSL2（ADSL2+）

ITU-T G.992.5建议书

ITU-T



国际电信联盟

ITU-T G系列建议书
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的 国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.499
国际载波电话系统的一般特性	G.450-G.499
无线电与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
概述	G.900-G.909
光缆系统的参数	G.910-G.919
基于2048 kbit/s比特率的分级比特率上的数字段	G.920-G.929
非分级比特率电缆上的数字线路传输系统	G.930-G.939
FDM传输承载信道提供的数字线路系统	G.940-G.949
数字线路系统	G.950-G.959
用于用户接入ISDN的数字段和数字传输系统	G.960-G.969
海底光缆系统	G.970-G.979
本地和接入网的光线路系统	G.980-G.989
接入网	G.990-G.999
服务质量和性能——一般和与用户相关的概况	G.1000-G.1999
传输媒质的特性	G.6000-G.6999
数字终端设备	G.7000-G.7999
数字网	G.8000-G.8999

欲了解更详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

非对称数字用户线（ADSL）收发信机
——扩展带宽的ADSL2（ADSL2⁺）

摘要

本建议书描述了在在一对金属双绞线上的非对称数字用户线（ADSL）收发信机，它用扩展的带宽，使得在网络的局端（ATU-C）和客户端（ATU-R）之间有可能进行高速数据传输。本建议书根据环境不同，定义了许多种与其他两种业务之一结合起来的或没有基础业务的帧承载信道：

- 1) 在同一对线上，ADSL与话音频带业务同时传输；
- 2) 在同一对线上，ADSL与ISDN（见附录1或II/G.961[1]）业务同时传输；
- 3) 没有基础业务的ADSL传输，它对在同一线束电缆中部署话音频带业务以上的ADSL进行优化；
- 4) 没有基础业务的ADSL传输，它对在同一线束电缆中部署ISDN业务以上的ADSL进行优化；
- 5) 在同一对线上，扩展上行带宽的ADSL与话音频带业务同时传输。

ADSL在同一对线上与话音频带业务同时传输，并且在相邻的一对线上有TCM-ISDN（见附录III/G.961[1]）业务的环境中工作的问题正在进一步研究。

本建议书规定了扩展带宽的非对称数字用户线（ADSL）与金属线环路的接口的物理层特性。与ITU-T G.992.3建议书[5]中所规定的ADSL2收发信机相比较，该工作模式使用了两倍的下行带宽。当与话音频带业务在同一对线上工作时，规定了另外的工作模式，也使用两倍的上行带宽。

为了有助于保证在客户端（ATU-R）和在网络局端（ATU-C）的ADSL传输单元能够正确地接口连接和互通，并也为了确定这些单元的传送能力，已经撰写了本建议书。当这两个单元独立进行生产和供货时，必须保证正常工作。用一对电话双绞线将ATU-C与ATU-R连接起来。ADSL传输单元必须能处理各种各样的线对特性和典型的质量损伤（如串音和噪声）。

扩展带宽的ADSL传输单元（ADSL2+收发信机）可以同时传送下面所有的承载：许多下行帧承载信道，许多上行帧承载信道，基带POTS/ISDN双工信道和ADSL线路的编帧、误码控制以及操作维护的开销。系统支持的下行最低净数据速率范围达16 Mbit/s，而上行最低净数据速率为800 kbit/s。支持16 Mbit/s以上的下行净数据速率和支持800 kbit/s以上的上行净数据速率是可选项。

本建议书包括强制性要求、建议和可选项。这些要求分别标有“必须”、“应该”和“可以”等字样。“允许”这个词只用于指定在某些规定的情况集下发生的事件。本建议书是作为对于ITU-T建议书G.992.3的增补本来撰写的。对于已经改变的条款，本建议书包含了完整的替代文本（除明确指出外）。对没有改变的条款，本建议书只包含条款的标题，参阅ITU-T G.992.3建议书。

本建议书规定了几个可选的能力和性能：

- 传送STM和/或ATM和/或分组；
- 传送网络定时参考信号；
- 多等待时间路径；
- 多帧承载信道；
- 短的初始化程序；
- 动态速率重新分割；
- 无缝的速率自适应。

本建议书的意图是通过初始化期间协商，保证符合本建议书的收发信机之间和包含不同可选项组合的收发信机之间的U接口的兼容性和互操作性。

沿革

本建议书作为第2代ADSL（ADSL2-ITU-T G.992.3建议书）的增补，描述了扩展带宽的ADSL2（ADSL2+）收发信机。

相对于ITU-T G.992.3建议书而言，撰写本建议书是为了提供附加的特性。ITU-T G.992.3建议书是2002年7月29日批准的。某些可能的改进已经得到了验证，对短的环路可以更好地传送更高的数据速率，而对高的数据速率，可以传送更远的距离。本建议书提出了一个新的ADSL U接口规范，包括ITU-T认为已经证实的改善，对ADSL业界将是大有帮助的。

相对于ITU-T G.992.3建议书而言，已经加上了如下的与应用有关的特性：

- 对需要高下行数据速率的业务（如宽频带娱乐业务）的支持有了改进；

相对于ITU-T G.992.3建议书而言，已经加上了如下与PMS-TC有关的特性：

- 每个符号支持最多3位Reed-Solomon的码字；

相对于ITU-T G.992.3建议书而言，已经加上了如下与PMD有关的特性：

- 对所有工作模式（POTS/ISDN/所有数字模式），下行带宽扩展到2.208 MHz（512个子载波）；
- 在运营商通过CO-MIB进行控制的条件下，在每个子载波的U-C参考点处，以专用的最大发送PSD进行下行频谱控制，便于按各地区的要求（如北美、欧洲或日本）和部署的场景（如中心局（CO）或远端）不同而采用不同的结构。
- 在传送数据时间（showtime）期间下行频谱成形（在通带中成形的发送PSD，即不平坦的），以改善下行发送PSD的灵活性。

在初始化期间通过协商，确认设备支持G.992.5和其他G.992.x ADSL建议书的能力。为了互操作性，为了支持多个建议书，可以选择设备，以使得它能适应远端设备所支持的工作模式。

来源

ITU-T第15研究组（2005-2008）按照ITU-T A.8建议书的程序，于2005年1月13日批准了ITU-T G.992.5建议书。

前 言

国际电信联盟（ITU）是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议拟定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简要而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其他一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其他机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联已经收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能不是最新信息，因此大力提倡他们查询电信标准化局（TSB）的专利数据库。

© 国际电联 2005

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目 录

	页
1 范围	1
2 参考文献	2
3 定义	3
4 缩写	3
5 参考模型	3
6 传送协议专用的传输会聚 (TPS-TC) 功能	3
7 物理媒质专用的传输会聚 (PMS-TC) 功能	3
7.1 传送能力	3
7.2 附加功能	3
7.3 方框接口信号和原语	3
7.4 方框图和内部参考点信号	3
7.5 控制参数	3
7.6 帧结构	3
7.7 数据平面程序	5
7.8 控制平面程序	5
7.9 管理平面程序	5
7.10 初始化程序	5
7.11 在线重新配置	5
7.12 功率管理模式	5
8 物理媒质有关的功能	5
8.1 传送能力	5
8.2 附加功能	5
8.3 方框接口信号和原语	5
8.4 方框图和内部参考点信号	5
8.5 控制参数	5
8.6 数据符号的星座编码器	14
8.7 同步和 L2 退出符号的星座编码器	14
8.8 调制	14
8.9 发信机动态范围	16
8.10 发射频谱模板	17
8.11 控制平面程序	17
8.12 管理平面程序	17
8.13 初始化程序	17
8.14 初始化短程序	32
8.15 环路诊断模式程序	37
8.16 PMD 功能的在线重新配置	44
8.17 PMD 功能中的功率管理	44

	页
9 管理协议特有的传输会聚 (MPS-TC) 功能.....	44
9.1 传送功能.....	44
9.2 附加功能.....	44
9.3 方框接口信号和原语.....	45
9.4 管理平面程序.....	45
9.5 功率管理.....	52
10 动态性能.....	52
附件 A — 在普通老式电话业务 (POTS) 以上频带中工作的 ADSL 系统的特殊要求.....	53
A.1 ATU-C 功能的特性 (属于条款 8)	53
A.2 ATU-R 功能的特性 (属于条款 8)	58
A.3 初始化.....	62
A.4 电特性.....	62
附件 B — 关于在 ITU-T G.961 建议书附录 I 和 II 所规定的 ISDN 以上的频带中工作 的 ADSL 系统的特殊要求.....	62
B.1 ATU-C 功能的特性 (属于条款 8)	62
B.2 ATU-R 功能的特性 (属于条款 8)	67
B.3 初始化.....	71
B.4 电特性.....	71
附件 C — 与 ITU-T G.961 建议书附录 III 中所规定的 ISDN 在同一电缆上 工作的 ADSL 系统的特殊要求.....	71
附件 D — ATU-C 和 ATU-R 的状态图.....	71
附件 E — POTS 和 ISDN-BA 频带分离器.....	71
附件 F — 对区域 A (北美) 的 ATU-x 的性能要求.....	72
F.1 ADSL 在 POTS 之上频带工作 (附件 A) 时的性能要求.....	72
F.2 全数字模式 ADSL 工作 (附件 I) 时的性能要求.....	72
F.3 ADSL 在 POTS 之上频带工作并扩展上行带宽 (附件 L) 情况下的性能要求.....	72
附件 G — 对区域 B (欧洲) 的 ATU-x 的性能要求.....	72
G.1 ADSL 在 POTS 以上频带工作 (附件 A) 时的性能要求.....	72
G.2 ADSL 在 ISDN 以上频带工作 (附件 B) 时的性能要求.....	72
G.3 全数字模式 ADSL 工作 (附件 I) 时的性能要求.....	72
G.4 全数字模式 ADSL 工作 (附件 J) 时的性能要求.....	72
G.5 ADSL 在 POTS 以上频带工作并扩展上行带宽 (附件 L) 时的性能要求.....	72
附件 H — 与 ITU-T G.961 建议书附录 III 所规定的 ISDN 在同一线束电缆线上工作的 同步对称数字用户线 (SSDSL) 系统的特殊要求.....	72

	页
附件 I — 与 POTS 以上的 ADSL 改善频谱兼容性的全数字模式 ADSL	73
I.1 ATU-C 的功能特性 (属于条款 8)	73
I.2 ATU-R 的功能特性 (属于条款 8)	76
I.3 初始化	79
I.4 电特性	79
附件 J — 与 ISDN 以上的 ADSL 的频谱兼容性得到改进的全数字模式 ADSL	79
J.1 ATU-C 的功能特性 (属于条款 8)	79
J.2 ATU-R 的功能特性 (属于条款 8)	80
J.3 初始化	84
J.4 电特性	86
附件 K — TPS-TC 功能描述	86
附件 L — 故意留出的空缺	87
附件 M — 对 POTS 以上的频带中工作的扩展上行带宽的 ADSL 系统的特殊要求	88
M.1 ATU-C 的功能特性 (属于条款 8)	88
M.2 ATU-R 的功能特性 (属于条款 8)	89
M.3 初始化	93
M.4 电特性	95
附录 I — ATM 层到物理层的逻辑接口	96
附录 II — 与其他客户端设备的兼容性	96
附录 III — 初级保护器件对线路平衡的影响	96
附录 IV — 以带内发信频谱形状进行容量计算时所要使用的 PSD 模板	96
附录 V — 捆绑时延时、脉冲噪声保护、开销速率和净数据速率的限制	98
参考资料	100

非对称数字用户线（ADSL）收发信机—
扩展带宽的ADSL2（ADSL2+）

1 范围

关于本建议书与其他G.99x系列建议书的相互关系，请参阅ITU-T G.995.1建议书。

本建议书用其交互动作过程和电气特性描述了电信网和客户设备之间的接口。本建议书的各项要求适用于单个非对称数字用户线（ADSL）。

ADSL提供与其他业务结合在一起的多种多样的帧承载信道。

- 在与话音频带业务（包括普通的老式电话业务（POTS）和话音频带数据业务）在同一对线上的ADSL业务。ADSL业务占用的频带在话音业务的频带以上，并且用滤波的方法将它们分离开。
- 在与附录I和II/G.961[1]所规定的ISDN业务在同一对线上的ADSL业务。ADSL业务占用的频带在ISDN业务的频带以上，并且用滤波的方法将它们分离开。
- 在与话音频带业务（包括POTS和话音频带数据业务）在同一对线上的扩展下行带宽的ADSL业务。

在同一对线上没有基带业务（即POTS或ISDN）的情况下，ADSL也提供了许多种帧承载信道。

- 一对线上的ADSL业务，它与相邻一对线上的POTS以上的ADSL的频谱兼容性得到改善。
- 一对线上的ADSL业务，它与相邻一对线上的ISDN以上的ADSL的频谱兼容性得到改善。

在从网络局端到客户端的方向上（即下行方向上），所提供的帧承载信道可能包含低速帧承载信道和高速帧承载信道；而在另一个从客户端到中心局的方向上（即上行方向上），只提供低速帧承载信道。

按双绞铜线对上以混合的方式工作设计传输系统。本建议书基于使用铜线对，没有负载线圈，但除了少量异常的情况外，都可以允许有桥接抽头。

在同一对线上话音频带业务（如POTS和话音频带数据业务）而且在相邻一对线上有附录III/G.961[1]规定的TCM-ISDN业务时的工作问题正在进一步研究。

关于数字用户线收发信机的概况可以参阅ITU-T G.995.1建议书。

具体地说，这一建议书：

- 通过所提供的帧承载信道，为ATM、STM和分组数据传送规定了传输协议专用的传输会聚子层；
- 规定的所提供的帧承载信道组合的可选方案和范围；
- 规定了ATU-C和ATU-R两者所发射的信号的线路码和频谱组成；
- 规定了ATU-C和ATU-R两者的初始化程序；

- 规定了ATU-C和ATU-R两者的发射信号；
- 描述了发射和接收数据成帧的方式；
- 确定了OAM信道的功能；

在单独的附件中，它还：

- 描述了在单一的扭绞线对上支持同时传送话音频带业务和帧承载信道（在POTS上的ADSL，附件A）所用的传输技术；
- 描述了在一对扭绞线对上，支持同时传送附录I和II/G.961[1]所规定的ISDN业务和帧承载信道（附件B，ISDN上的ADSL）所用的传输技术；
- 描述了用于支持在一对线对上只传送帧承载信道，而且与相邻一对线对上存在的POTS之上的附件I，全数字模式的频谱兼容性得到改善的传输技术；
- 描述了用于支持在一对线对上只传送帧承载信道，而且与相邻一对线对上存在的ISDN上的ADSL（附件J，全数字模式）的频谱兼容性得到改善的传输技术；
- 描述了用于支持在一对扭绞线对上同时传送话音频带业务和扩展上行带宽工作的帧承载信道（附件M，在POTS上EUADSL2+）的传输技术。

本建议书为在网络端和用户端接口之间同时高质量地传输各种帧承载和其他业务如POTS或ISDN业务规定了最低要求的集合。本建议书使得网络提供商有可能扩大现有铜线设施的用途。为了保证网络设备和远端设备之间的兼容性，对所有所需要的物理层特性都做出了规定。设备可以用附加的功能和程序来实现。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，通过在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其他参考文献都面临修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书和其他参考文献最新版本的可能性。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书中引用某个独立文件，并非确定该文件具备建议书的地位。

- [1] ITU-T Recommendation G.961 (1993), *Digital transmission system on metallic local lines for ISDN basic rate access*.
- [2] ITU-T Recommendation G.994.1 (2003), *Handshake procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers*.
- [3] ITU-T Recommendation G.996.1 (2001), *Test procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers*.
- [4] ITU-T Recommendation G.997.1 (2003), *Physical layer management for digital subscriber line (DSL) transceivers*.
- [5] ITU-T Recommendation G.992.3 (2005), *Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers 2 (ADSL2), plus Amendment 1 (2003)*.

对于附件 B

- [6] ETSI TS 102 080 V1.3.2 (2000), *Transmission and Multiplexing (TM); Integrated Services Digital Network (ISDN) basic rate access; Digital transmission system on metallic local lines.*

3 定义

ITU-T G.992.3建议书规定了适用于本建议书的术语。

4 缩写

ITU-T G.992.3建议书规定了适用于本建议书的缩写。

5 参考模型

见条款5/G.992.3。

本建议书给接入网的运营商提供了控制下行和上行方向中的ADSL发送PSD和总功率的方法。为了能够根据各地区性的频谱管理指导方针部署远方的ADSL，可能有必要使用这些方法。在这种情况下，ATU-C放在中心局和客户端之间的一个远方的机柜内，而不是放在接入结点处。

6 传送协议专用的传输会聚（TPS-TC）功能

见6/G.992.3。

7 物理媒质专用的传输会聚（PMS-TC）功能

见7/G.992.3。

7.1 传送能力

见7.1/G.992.3。

7.2 附加功能

见7.2/G.992.3。

7.3 方框接口信号和原语

见7.3/G.992.3。

7.4 方框图和内部参考点信号

见7.4/G.992.3。

7.5 控制参数

见7.5/G.992.3。

7.6 帧结构

7.6.1 派生的定义

见7.6.1/G.992.3。

7.6.2 有效帧结构

表7-8列出了每一PMS-TC控制参数的容许范围。此外，对于按表7-8列出的有效控制参数值集而言，控制参数彼此之间必须满足某种关系。有效控制参数值的某个范围用NSC来表示，NSC是在8.8.1子载波那一节所定义的子载波的数目。

对 $B_{p,n}$ 的值提出了附加的要求。每一帧承载信道必须在一条并且只在一条等待时间路径中传送。这就意味着，在任何有效的帧结构中，在每一集 $\{B_{0,n}, B_{1,n}, B_{2,n}, B_{3,n}\}$ 中必须有不多于一个非零的控制参数。

表 7-8/G.992.5—有效帧配置

参 数	能 力
MSG_{min}	$4000 \leq MSG_{min} < 64000$
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	有效的 MSG_C 值为支持有效的最小和最大开销速率 MSG_{min} 和 MSG_{max} 所需要的值
$B_{p,n}$	$0 \leq B_{p,n} \leq 254, \sum_n B_{p,n} \leq 254$
M_p	1, 2, 4, 8 或 16。若 $R_p = 0$ 则 $M_p = 1$
T_p	$1 \leq T_p \leq 64$
R_p	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 或 16
D_p	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 若 $R_p = 0$ 则 $D_p = 1$
L_p	$1 \leq L_p \leq 15 \times (NSC - 1)$ 和 $\sum L_p$ 必须在下式范围内 $8 \leq \sum L_p \leq 15 \times (NSC - 1)$
S_p 和 M_p 的关系	满足下面关系式的配置是有效的： $M_p / 3 \leq S_p \leq 32 \times M_p$ (见注 1)。
开销速率的限制	满足下面关系式的配置是有效的： $0.1 \text{ kbit/s} \leq OR_p \leq 64 \text{ kbit/s}$ (见注 2)。
时延限制	满足下面关系式的配置是有效的： $1/3 \leq S_p \leq 64$ (见注 3)。
开销信道周期	在初始化时，提供每一开销信道的周期 PER_p 在 15 到 20 ms 之间的配置是有效的。 在 2 型 (DRR) 或 3 型 (SRA) 的在线重新配置后，提供每一开销信道的周期在 1.875 和 160 ms 之间的配置是有效的。
注 1 — 这一条件规定了每个符号的复用数据帧的数目的范围。	
注 2 — 0.1 kbit/s 开销速率下限相当于 $SEQ_p = 2$ (见表 7-14/G.992.3) 和开销信道周期 160 ms。	
注 3 — 这一条件规定了每个符号的 FEC 码字数目的范围。	

注 — G.992.5 PMS-TC功能与G.992.3 PMS-TC功能的差别仅在于每一符号的复用数据帧数目和每一符号FEC码字的数目的上限不同。ITU-T G.992.5建议书规定了3个上限，而ITU-T G.992.3建议书规定了2个上限。

7.6.3 强制性配置

见7.6.3/G.992.3。

7.7 数据平面程序

见7.7/G.992.3。

7.8 控制平面程序

见7.8/G.992.3。

7.9 管理平面程序

见7.9/G.992.3。

7.10 初始化程序

见7.10/G.992.3。

在本建议书中使用时，表7-18/G.992.3中无符号的12 bit的net_max值是数据速率除以8000（而不是ITU-T G.992.3建议书中使用的除以4000）。

7.11 在线重新配置

见7.11/G.992.3。

7.12 功率管理模式

见7.12/G.992.3。

8 物理媒质有关的功能

见8/G.992.3。

8.1 传送能力

见8.1/G.992.3。

8.2 附加功能

见8.2/G.992.3。

8.3 方框接口信号和原语

见8.3/G.992.3。

8.4 方框图和内部参考点信号

见8.4/G.992.3。

8.5 控制参数

8.5.1 控制参数的定义

PMD功能的组成受8.5.1/G.992.3中所定义的一套控制参数所控制。

tss_i 的数值取决于CO-MIB的设置（见ITU-T G.997.1建议书[4]）和本地的能力，并且在G.994.1阶段进行交换。 tss_i 的数值由ATU发射功能来确定：

- 对上行方向，CO-MIB的设置由每一上行子载波指示所组成，它指示出哪些子载波可能在上行SUPPORTED集中和哪些子载波不可以在上行SUPPORTED集中。将G.994.1 CL（能力表）上行频谱成形参数码块中的这一信息从ATU-C传送到ATU-R。并且ATU-R用这个信息（与本地的限制条件结合起来）确定在上行SUPPORTED集中包含哪些子载波（见 § 8.13.2.4）。
- 对下行方向，CO-MIB的设置由每一下行子载波的指示组成，它指示出哪些子载波可能在下行SUPPORTED集中，哪些子载波不可以在下行SUPPORTED集中。ATU-C利用这一信息（与本地限制条件结合起来）来决定在下行SUPPORTED集中包含哪些子载波（见 § 8.13.2.4）。
- 对下行方向，CO-MIB的设置还包含在U-C2参考点上可以使用的下行PSD模板（见条款5）。除了在相关附件中所规定的Limit PSD模板外，这一MIB PSD模板可能要加上按所选定的应用选项有关的PSD限制。ATU-C用这一信息（与本地限制条件结合起来）来决定在下行SUPPORTED集中包含哪些子载波，并决定要加到这些子载波的频谱成形电平（即 tss_i 值）。通过CO-MIB所规定的下行PSD模板必须满足在这一条款的其余各项中所规定的各项要求。

在CO-MIB中的下行PSD模板必须通过一组转折点来加以规定。每一转折点必须由子载波序号 t 和该子载波处的MIB PSD模板电平（用dBm/Hz来表示）所组成。然后，转折点的集可以表示为 $[(t_1, PSD_1), (t_2, PSD_2), \dots, (t_N, PSD_N)]$ 。在CO-MIB中，子载波的序号必须编上号，编号成无符号的整数，其范围从 $(f_{pb_start}/\Delta f)$ 到 $rounddown(f_{pb_stop}/\Delta f)$ 。其中 f_{pb_start} 和 f_{pb_stop} 分别为通带的上下边缘频率，而 Δf 是8.8.1中所定义的子载波频率间隔。在附件A、B和I中，按照与所选择的应用选项规定了相应的通带。MIB PSD模板电平必须编上号，编号成无符号的整数，代表MIB PSD模板电平，范围从0 dBm/Hz（编号为0）到-127.5 dBm/Hz（编号为255），步长0.5 dBm/Hz，而有效范围为0到-95 dBm/Hz。转折点数目的最大值为32。

在CO-MIB中所规定的转折点集必须符合下面的限制条件，并且每一频率 f 相应的MIB PSD模板必须按下面的条件来确定：

- 1) 一般公式
 - 对 $n = 1$ 到 $N - 1$ ， $t_n < t_{n+1}$ 。
 - $f_n = t_n \times \Delta f$ 。
- 2) MIB PSD模板 (f) 的低频端和高端
 - $t_1 = roundup(f_{pb_start}/\Delta f)$ 或 $(73 \leq t_1 \leq 271)$ 。
 - $t_N = rounddown(f_{pb_stop}/\Delta f)$ 。
 - f_{lm_start} = 在 f_1 以下平坦的延长线与Limit模板相交点处的频率（若不相交，取0 Hz）。
 - f_{lm_stop} = 在 f_N 以上平坦的延长线与Limit模板相交点处的频率。

— 在 f_1 以下和 f_N 以上的频率上，MIB PSD模板应该按下式求得：

$$MIB\ PSD\ mask(f) = \begin{cases} Limit\ mask(f) & f < f_lm_start \\ PSD_1 & f_lm_start \leq f \leq f_1 \\ PSD_N & f_N < f \leq f_lm_stop \\ Limit\ mask(f) & f > f_lm_stop \end{cases}$$

3) 在较低频部分中的MIB PSD的阻带：

若 ($73 \leq t_1 \leq 271$)，则

— $PSD_1 = -95$ dBm/Hz.

— 有效的 t_2 值的集是从单音100开始到单音280，每10个单音取一个值。

— t_1 的值应该为：

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

— 在 f_1 和 f_2 之间的频率上，在对数频率坐标上MIB PSD模板按下式用内插法求得（单位dB）：

$$MIB\ PSD\ mask(f) = \begin{cases} PSD_1 + (PSD_2 - PSD_1) \times \frac{\log((f/\Delta f)/t_1)}{\log(t_2/t_1)} & f_1 < f \leq f_2 \end{cases}$$

4) MIB PSD带内成形

若 $t_1 = \text{roundup}(f_pb_start/\Delta f)$ ，则对 $n = 1$ 到 $N - 1$ 的情况下：

若 ($73 \leq t_1 \leq 271$)，则对 $n = 2$ 到 $N - 1$ 的情况下：

— 带内斜率应该符合下式：

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

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

— Limit模板的 $\text{MAX PSD} - 20\ \text{dB} \leq \text{MAX}(PSD_n) \leq \text{Limit模板的MAX PSD}$ 。

— 在线性频率坐标上，MIB PSD模板按下式用内插法求得（单位dB）：

$$MIB\ PSD\ mask(f) = \begin{cases} PSD_n + (PSD_{n+1} - PSD_n) \times \frac{(f/\Delta f) - t_n}{t_{n+1} - t_n} & f_n < f \leq f_{n+1} \end{cases}$$

注 — 若第一转折点的子载波序数在 $73 \leq t_1 \leq 271$ 范围内，则由于通带的其余部分加了频率成形，在通带的较低频率的部分上产生了阻带。若 $t_1 = \text{roundup}(f_pb_start/\Delta f)$ ，则仅在整个通带上，加了频谱成形。

5) RFI频带规格

— 在CO-MIB PSD模板中，通过一组4个转折点，即通过 $(t(i+1), PSD(i+1))$ 到 $(t(i+4), PSD(i+4))$ ，规定了RFI频带，如图8.5.1-1所示。此外，CO-MIB也包含一个清楚的指示， $(t(i+2), t(i+3))$ 这一对值代表了RFI频带（见ITU-T G.997.1建议书）。

— 对规定RFI频带的转折点的限制时：

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

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

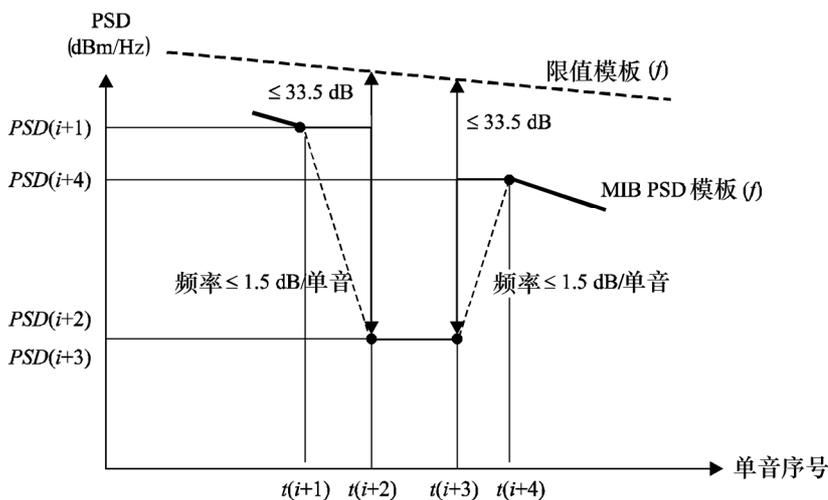
$$PSD_{i+2} = PSD_{i+3}$$

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

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

— 在RFI频带中，由下列方程确定MIB PSD的模板：

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



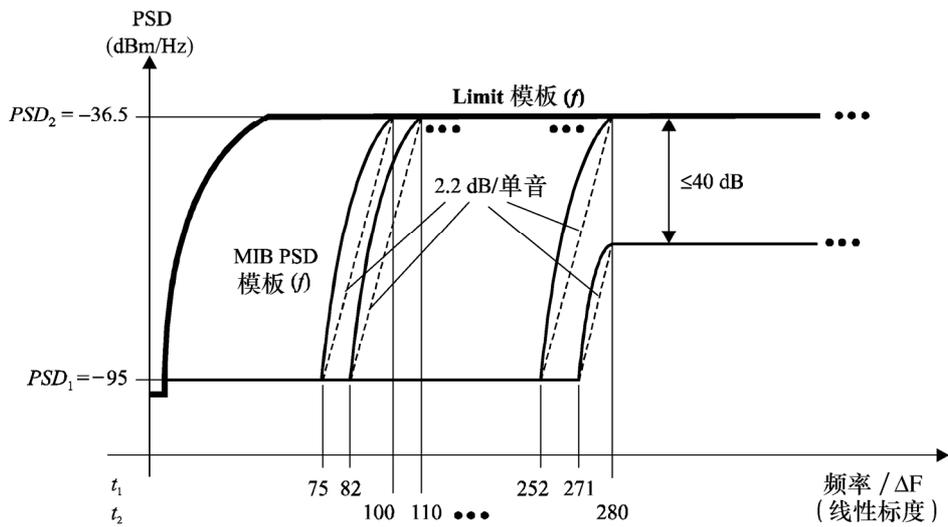
G.992.5(01_05)_F8.5.1-1

图 8.5.1-1/G.992.5—对转折点和MIB PSD模板 (f) 的限制

除了较低频率部分中的MIB PSD阻带保持在-95 dBm/Hz上和RFI频带的阻带保持在 $PSD(i+2)$ 上外，对 $f_{lm_start} \leq f \leq f_{lm_stop}$ 频率范围内，（资料性的）MIB PSD模板定为CO-MIB PSD模板-3.5 dB。

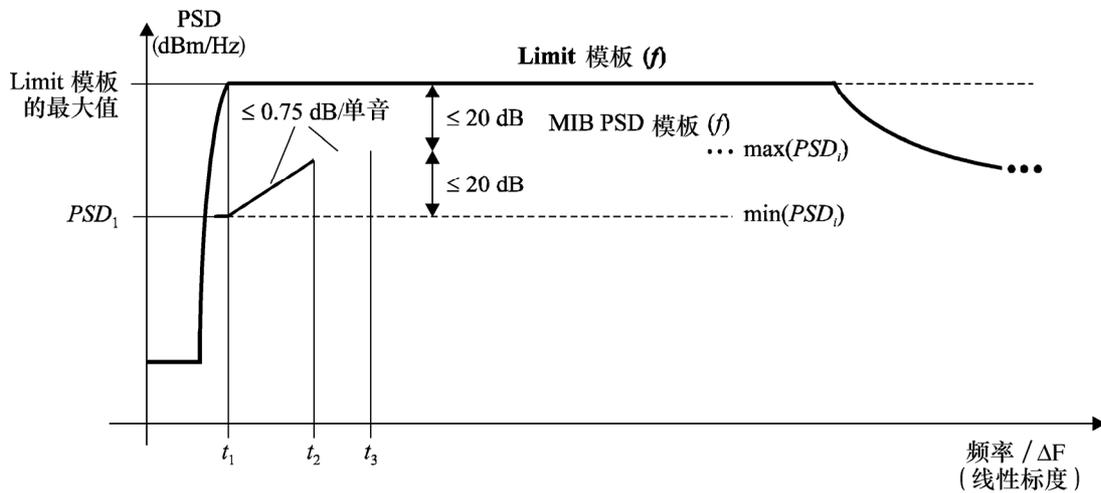
ATU-C发射在U-C2参考点处必须符合的PSD模板必须是（附件A、B或I）中所规定的Limit PSD模板和通过CO-MIB规定的CO-MIB PSD模板的最小值（在每一频率上）。

下图给出了一些MIB PSD模板的例子，这些模板可以在上面的限制条件之内绘制出来。图8.5.1-2表示了一些PSD模板的例子，这些模板在频带的开头部分有一阻带。图8.5.1-3表示了对MIB PSD带内形状的限制。实用上，可以将在这些图中所表示的一整套PSD限制条件结合起来使用。



G.992.5(01_05)_F8.5.1-2

图 8.5.1-2/G.992.2—频带开头部分中的阻带的图解说明



G.992.5(01_05)_F8.5.1-3

图 8.5.1-3/G.992.2—对MIB PSD带内形状限制的图解说明

8.5.2 控制参数的强制设定和可选设定

见8.5.2/G.992.3。

8.5.3 初始化期间设定控制参数

见8.5.3/G.992.3。

8.5.3.1 在G.994.1阶段期间

见8.5.3.1/G.992.3。

8.5.3.2 在信道分析阶段期间

在MSG1消息中所包含的各PMD功能控制参数的格式必须按表8-11中所表示的格式。

表 8-11/G.992.5—在MSG1中所包含的各PMD功能控制参数

参 数	格 式
<i>TARSNRM</i>	无符号的 9 bit 整数, 0 到 310 (0 到 31 dB, 步长 0.1 dB)。
<i>MINSNRM</i>	无符号的 9 bit 整数, 0 到 310 (0 到 31 dB, 步长 0.1 dB)。
<i>MAXSNRM</i>	无符号的 9 bit 整数, 0 到 310 (0 到 31 dB, 步长 0.1 dB)。数值 511 是一特殊的值, 它表示相对于 <i>MAXSNRM</i> 的额外的余额不必要被减到最小 (见 8.6.4/G.992.3), 即 <i>MAXSNRM</i> 的数值实际上为无穷大。
<i>RA-MODE</i>	无符号的 2 bit 整数, 数值 1 到 3。
<i>PM-MODE</i>	二进制 2 bit 指示, 每一指示置为 0 或 1。
<i>RA-USNRM</i>	无符号的 9 bit 整数, 0 到 310 (0 到 31 dB, 步长 0.1 dB)。
<i>RA-UTIME</i>	无符号的 14 bit 整数, 0 到 16383 (秒)。
<i>RA-DSNRM</i>	无符号的 14 bit 整数, 0 到 16383 (秒)。
<i>RA-DTIME</i>	无符号的 14 bit 整数, 0 到 16383 (秒)。
<i>BIMAX</i>	无符号的 4 bit 整数, 8 到 15。
<i>EXTGI</i>	无符号的 8 bit 整数, 0 到 255 (0 到 25.5 dB, 步长 0.1 dB)。
<i>CA-MEDLEY</i>	无符号的 6 bit 整数, 0 到 63 (乘以 512 个符号)。
<i>WINDOW SAMPLES</i>	WINDOW SAMPLES (窗口样值) 由 <i>NSCds/64</i> 项来代表。 每一项是 16 bit 的无符号整数, 以 2^{-16} 的倍数表示 (见 8.8.4)。

值 *CA-MEDLEY* 代表在初始化信道分析阶段期间 MEDLEY 状态的最短持续时间 (用 512 个符号的倍数来表示)。它对 ATU-C (*CA-MEDLEY_{us}* 表示 R-MEDLEY 状态的最小长度) 和对 ATU-R (*CA-MEDLEY_{ds}* 表示 C-MEDLEY 状态的最小长度) 可以是不同的。见 8.13.5.1.4 和 8.13.5.2.4/G.992.3。

在 C-MSG1 消息中所交换的 PMD 功能控制参数列于表 8-12。只有在应用了开窗口情况才必须包含窗口样值 (它在 C-MSG-FMT 中表示出来, 见 8.13.3.1.10)。

表 8-12/G.992.5—在C-MSG1中包含的PMD功能控制参数

八位组号 <i>i</i>	参 数	格式, PMD 比特 [$8 \times i + 7$ 到 $8 \times i + 0$]
0	<i>TARSNRM_{ds}</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
1	<i>TARSNRM_{ds}</i> (MSB)	[0000 00xx], 比特 8
2	<i>MINSNRM_{ds}</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
3	<i>MINSNRM_{ds}</i> (MSB)	[0000 000x], 比特 8
4	<i>MAXSNRM_{ds}</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
5	<i>MAXSNRM_{ds}</i> (MSB)	[0000 000x], 比特 8
6	<i>RA-MODE_{ds}</i>	[0000 00xx], 比特 1 到 0
7	<i>PM-MODE</i>	[0000 00xx], 比特 1 到 0
8	<i>RA-USNRM_{ds}</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
9	<i>RA-USNRM_{ds}</i> (MSB)	[0000 000x], 比特 8
10	<i>RA-UTIME_{ds}</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
11	<i>RA-UTIME_{ds}</i> (MSB)	[00xx xxxx], 比特 13 到 8
12	<i>RA-DSNRM_{ds}</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
13	<i>RA-DSNRM_{ds}</i> (MSB)	[0000 000x], 比特 8

表 8-12/G.992.5—在C-MSG1中包含的PMD功能控制参数

八位组号 [i]	参 数	格式, PMD比特 [8 × i + 7 到 8 × i + 0]
14	<i>RA-DTIMEds</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
15	<i>RA-DTIMEds</i> (MSB)	[00xx xxxx], 比特 13 到 8
16	<i>BIMAXds</i>	[0000 xxxx], 比特 3 到 0
17	<i>EXTGlds</i>	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
18	<i>CA-MEDLEYds</i>	[00xx xxxx], 比特 5 到 0
19	保留	[0000 0000]
20	<i>w</i> (0) (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
21	<i>w</i> (0) (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
...
18 + <i>NSCds</i> /32	<i>w</i> (<i>NSCds</i> /64 - 1) (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
19 + <i>NSCds</i> /32	<i>w</i> (<i>NSCds</i> /64 - 1) (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8

在R-MSG1消息中所交换的PMD功能控制参数列于表8-13。

表 8-13/G.992.5—在R-MSG1中所包含的PMD功能控制参数

八位组号 [i]	参 数	格式, PMD比特 [8 × i + 7 到 8 × i + 0]
0	<i>BIMAXus</i>	[0000 xxxx], 比特 3 到 0
1	<i>EXTGlus</i>	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
2	<i>CA-MEDLEYds</i>	[00xx xxxx], 比特 5 到 0
3		[0000 0000]

数值*EXTGI* 必须在[0..*MAXNOMPSD* - *NOMPSD*]范围内。该值可能但不一定取决于在信道恢复阶段期间所确认的发送PMD功能的能力和线路特性。接收PMD的功能使用的 g_i 值必须在[-14.5 .. + 2.5 + *EXTGI*]的范围内。随着在信道恢复阶段期间所确认的能力和线路特性的不同, 接收PMD功能使用的 g_i 值可能但不一定达到所允许的最大值。

ATU-C必须这样来设定*REFPSDds*、下行 t_{ss_i} 和*EXTGlds* 的值, 使得即使ATU-R为下行MEDLEY集的子载波中的一个或多个子载波所要求的 g_i 值高达(2.5 + *EXTGI*) dB时, 在任何子载波处下行的发射PSD模板都不会被突破。

注 — 越过范围的 g_i 值只有在发射PSD功能选择使用标称发射PSD电平, 即低于CO-MIB所允许的最大发射PSD电平以下时才可以使用(见8.5.1), 并且只有在CO-MIB所设定的发射PSD模板限值以内时才可以使用。

8.5.3.3 在交换阶段期间

在PARAMS消息中所包含的PSD功能控制和试验参数的格式必须按照表8-14中所表示的格式。

表 8-14/G.992.5—在PARAMS中包含的PMD功能控制参数的格式

参 数	格 式
<i>LATN</i>	测试参数 (见 8.12.3/G.992.3)
<i>SATN</i>	测试参数 (见 8.12.3/G.992.3)
<i>SNRM</i>	测试参数 (见 8.12.3/G.992.3)
<i>ATTNDR</i>	测试参数 (见 8.12.3/G.992.3)
<i>ACTATP</i>	测试参数 (见 8.12.3/G.992.3)
<i>TRELLIS</i>	二进制指示, 置于 0 或 1。
比特和增益表	比特和增益表由 $NSC - 1$ 个或 $2 \times (NSC - 1)$ 个 8 进制数代表。 每一个都是 16 bit 无符号的整数。 比特在 LSB 中, 增益在 12 MSB 中, 线性标度。 增益值必须用小数点前的 3 比特和小数点后的 9 比特来表示, 即在线性标度中, 粒度为 1/512
单音次序表	单音的次序用 $NSC - 1$ 个来代表。 每一个是 11 比特无符号的整数, 代表子载波的序号, 范围为 1 到 $NSC - 1$ 。

使用每个参数值的8进制的整数, 将测试参数映射到消息中去。若按8.12.3/G.992.3中所规定的参数值使用不是8进制整数的许多比特来表示的情况下, 必须把该参数值映射到该消息的8位字节的最低有效位中去。对无符号的参数值, 未使用的更高有效位必须置为“0”, 而对有符号的参数值, 未使用的更高有效位应该置为符号位。

在C-PARAMS消息中所交换的PMD功能控制参数和测试参数列于表8-15。

表 8-15/G.992.5—在C-PARAMS中所包含的PMD功能控制参数

八位组号 [i]	参 数	格式, PMD比特 [$8 \times i + 7$ 到 $8 \times i + 0$]
0	<i>LATNus</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
1	<i>LATNus</i> (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
2	<i>SATNus</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
3	<i>SATNus</i> (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
4	<i>SNRMus</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
5	<i>SNRMus</i> (MSB)	[ssss sxxx], 比特 10 到 8
6	<i>ATTNDRus</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
7	<i>ATTNDRus</i>	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
8	<i>ATTNDRus</i>	[xxxx xxxx], 比特 23 到 16
9	<i>ATTNDRus</i> (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 31 到 24
10	<i>ACTATPus</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
11	<i>ACTATPus</i> (MSB)	[ssss sxxx], 比特 9 和 8
12	<i>TRELLISus</i>	[0000 000x], 比特 0
13	保留	[0000 0000]
14	子载波 1 (LSB) 的上行比特和增益	[gggg bbbb], 比特 7 到 0

表 8-15/G.992.5—在C-PARAMS中所包含的PMD功能控制参数

八位组号 [i]	参 数	格式, PMD比特 [8 × i + 7 到 8 × i + 0]
15	子载波 1 (MSB)的上行比特和增益	[gggg gggg], 比特 15 到 8
...
$10 + 2 \times NSCus$	子载波 $NSCus - 1$ (LSB)的上行比特和增益	[gggg bbbb], 比特 7 到 0
$11 + 2 \times NSCus$	子载波 $NSCus - 1$ (MSB)的上行比特和增益	[gggg gggg], 比特 15 到 8
$12 + 2 \times NSCus$	保留	[0000 0000]
$13 + 2 \times NSCus$	保留	[0000 0000]
$14 + 2 \times NSCus$	上行单音次序第一子载波映射 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
$15 + 2 \times NSCus$	上行单音次序第一子载波映射 (MSB)	[0000 0xxx], 比特 10 到 8
...
$10 + 4 \times NSCus$	上行单音次序最后一个子载波映射 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
$11 + 4 \times NSCus$	上行单音次序最后一个子载波映射 (MSB)	[0000 0xxx], 比特 10 到 8

在R-PARAMS消息中所交换的PMD功能控制参数列于表8-16。

表 8-16/G.992.5—在R-PARAMS中所包含的PMD功能控制参数

八位组号 [i]	参 数	格式, PMD比特 [8 × i + 7 到 8 × i + 0]
0	<i>LATNds</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
1	<i>LATNds</i> (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
2	<i>SATNds</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
3	<i>SATNds</i> (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
4	<i>SNRMds</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
5	<i>SNRMds</i> (MSB)	[ssss sxxx], 比特 10 到 8
6	<i>ATTNDRds</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
7	<i>ATTNDRds</i>	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
8	<i>ATTNDRds</i>	[xxxx xxxx], 比特 23 到 16
9	<i>ATTNDRds</i> (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 31 到 24
10	<i>ACTATPds</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
11	<i>ACTATPds</i> (MSB)	[ssss sxxx], 比特 9 和 8
12	<i>TRELLISds</i>	[0000 000x], 比特 0
13	保留	[0000 0000]
14	第 1 子载波的下行比特和增益 (LSB)	[gggg bbbb], 比特 7 到 0

表 8-16/G.992.5—在R-PARAMS中所包含的PMD功能控制参数

八位组号 [i]	参 数	格式, PMD比特 [8 × i + 7 到 8 × i + 0]
15	第 1 子载波的下行比特和增益 (MSB)	[gggg gggg], 比特 15 到 8
...
10 + 2 × NSCs	子载波 NSCs - 1 (LSB)的下行比特和增益 (LSB)	[gggg bbbb], 比特 7 到 0
11 + 2 × NSCs	子载波 NSCs - 1 (MSB) 的下行比特和增益 (MSB)	[gggg gggg], 比特 15 到 8
12 + 2 × NSCs	保留	[0000 0000]
13 + 2 × NSCs	保留	[0000 0000]
14 + 2 × NSCs	下行单音次序第 1 子载波映射 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
15 + 2 × NSCs	下行单音次序第 1 子载波映射(MSB)	[0000 0xxx], 比特 10 到 8
...
10 + 4 × NSCs	下行单音次序最后一个子载波映射	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
11 + 4 × NSCs	下行单音次序最后一个子载波映射	[0000 0xxx], 比特 10 到 8

8.6 数据符号的星座编码器

见8.6/G.992.3。

8.7 同步和L2退出符号的星座编码器

见8.7/G.992.3。

8.8 调制

见8.8/G.992.3。

8.8.1 子载波

见8.8.1/G.992.3。

8.8.2 反离散傅立叶变换 (IDFT)

见8.8.2/G.992.3。

8.8.3 循环前缀和循环后缀

数据符号率4 kHz、DMT子载波间隔 $\Delta f = 4.3125$ kHz和IDFT大小为 $2 \times NSC$ 的情况下, 可以使用 $(2 \times NSC \times 5/64)$ 个样值的循环前缀。即:

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

然而，循环前缀必须缩短到 $(2 \times NSC \times 4/64 = NSC/8)$ 个样值，而且每68个数据符号以后要插入一个同步符号（长度为 $2 \times NSC \times 68/64$ 个样值）。即：

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

对有循环前缀的符号而言，必须把IDFT的输出（ x_n 对 $n = 2 \times NSC - NSC/8$ 到 $2 \times NSC - 1$ 而言）的最后 $NSC/8$ 个样值，预先考虑到该 $2 \times NSC$ 样值的码块中，以便形成 $(2 \times NSC \times 17/16)$ 个样值的块。有循环前缀的符号以符号率 $4.3125 \times 16/17 \approx 4.059$ kHz发送出去。

在下行方向，ATU-C发射机可以应用窗口技术。若应用了窗口技术，有循环前缀的符号也必须有一个循环后缀。若没有应用窗口技术，有循环前缀的符号不得有循环后缀。对有循环后缀的符号而言，必须预先先把IDFT的输出（ x_n 对 $n = 0$ 到 $NSCds/32 - 1$ ）的开头 $NSCds/32$ 个样值考虑进 $(2 \times NSC \times 17/16)$ 个样值的码块中，以形成 $(2 \times NSC \times 69/64)$ 个样值的码块。有循环后缀的符号以符号率 $4.3125 \times 16/17 \approx 4.059$ kHz发送出去。

从初始化序列的信道分析阶段开始起（见8.13.5），对所发射的所有符号，都必须使用循环前缀（和采用窗口技术时还使用循环后缀）。在信道分析阶段以前，所有符号必须不加循环前缀和循环后缀发送出去。所发射的没有循环前缀和没有循环后缀的符号以符号率4.3125 kHz发送出去。

若采用过取样的IDFT（即 $N > NSC$ ，见8.8.2），则相应地循环前缀和循环后缀的数目必须自适应。对于有循环前缀的符号而言，应该预先先把IDFT的输出（ x_n 对 $n = 2 \times N - N/8$ 到 $2 \times N - 1$ ）的最后 $N/8$ 个样值考虑进 $2 \times N$ 个样值的码块中，以形成一个 $(2 \times N \times 17/16)$ 样值的码块。对有循环后缀的符号而言，应该预先先把IDFT的输出（ x_n 对 $n = 0$ 到 $N/32 - 1$ ）的开头 $N/32$ 个样值考虑进 $(2 \times N \times 17/16)$ 样值的码块中，以形成一个 $(2 \times N \times 69/64)$ 个样值的码块。

8.8.4 并/串变换器

x_n 样值（ $n = 0$ 到 $2 \times NSC - 1$ ）的块必须按次序读出到数模变换器（DAC）中。若没有使用循环前缀，序列中DAC样值 y_n 为：

$$y_n = x_n \quad \text{对于 } n = 0 \text{ 到 } 2 \times NSC - 1$$

若使用了循环前缀，则序列中的DAC样值 y_n 为（见图8-5）：

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

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

若下行方向使用了循环前缀和循环后缀（窗口技术），则序列中的DAC样值应该为：

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

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

$$x(i) \quad \text{对于 } i = 0 \text{ 到 } 2 \times NSC - 1$$

其中 $prev_x(i)$ 相当于前一符号的循环后缀（见8.3.3）。前一符号的循环后缀的 $NSC/32$ 个样值和现在的符号的循环前缀的开头 $NSC/32$ 个样值按时间上重叠发送出去，即发送出加权和。上面定义的DAC取样序列相当于应用了一个 $(2 \times NSC \times 69/64)$ 个样值的窗口。离散的时间表达式的窗口 (w_i) 的集应该按下式确定：

$$\begin{aligned}
 w_i & \text{ 由卖方任意选定,} & \text{对于 } i = 0 \text{ 到 } \frac{NSC}{64} - 1 \\
 w_i & = 1 - w\left(\frac{NSC}{32} - 1 - i\right) & \text{对于 } i = \frac{NSC}{64} \text{ 到 } \frac{NSC}{32} - 1 \\
 w_i & = 1 & \text{对于 } i = \frac{NSC}{32} \text{ 到 } 2 \times NSC \times \frac{17}{16} - 1 \\
 w_i & = w\left(2 \times NSC \times \frac{69}{64} - 1 - i\right) & \text{对于 } i = 2 \times NSC \times \frac{17}{16} \text{ 到 } 2 \times NSC \times \frac{69}{64} - 1
 \end{aligned}$$

每一个时间离散窗口的样值必须用16 bit的无符号整数表示为65536的倍数，范围为0到 $1 - 2^{-16}$ 。

连续时间表示式 $w(t)$ 中的窗口应该按下式确定：

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

ATU-C必须在C-MSG-FMT消息中指示出是否应用了窗口技术。若应用了窗口技术，在 $i = 0$ 到 $NSC/64 - 1$ 的范围内，C-MSG1应该保持窗口的样值 $w(i)$ （见8.5.3.2）。这些 $NSC/64$ 个样值确定了上面所定义的 $2 \times NSC \times 69/64$ 个样值的完整窗口。

注 — C-MSG1消息是在初始化程序（见8.13）和短初始化程序（见8.14）中发送的。在环回诊断模式程序（见8.15）中，它是不发送的。

若使用了过取样的IDFT（即 $N > NSC$ ，见8.8.2），则窗口样值的数目必须相应地自动从连续时间表达式 $w(t)$ 的窗口调整到 $2 \times N \times 69/64$ 样值的窗口。ATU-C在时间上应该截短，并且把样值按与C-MSG1信息中与ATU-R通信的（未过取样）的窗口样值同样的精度取样。ATU-R接收机必须考虑到ATU-C发射机由于这种时间截断及数值取整处理而引入的误差。

进入DAC后，可能还要对取样序列加滤波。

8.8.5 DAC和AFE

DAC产生一个模拟信号，该信号通过模拟前端（AFE）并在数字用户线（DSL）上发送出去。模拟前端可能有滤波功能。

若发送PMD功能是在L3空闲状态下组成的，则在U-C2（对ATU-C）和U-R2（对ATU-R）参考点上应该发送出一个零参考电压（见5.4中的参考模型）。模拟前端可能有滤波功能。

8.9 发信机动态范围

见8.9/G.992.3。

由于下行发送的信号中使用不平坦PSD，在ATU-C处的MTPR要求有待进一步研究。

8.10 发射频谱模板

见8.10/G.992.3。

在本建议书中，附件L没有内容。

8.11 控制平面程序

见8.11/G.992.3。

8.12 管理平面程序

见8.12/G.992.3。

8.13 初始化程序

见8.13/G.992.3。

8.13.1 概述

见8.13.1/G.992.3。

8.13.2 G.994.1阶段

见8.13.2/G.992.3。

8.13.2.1 握手 — ATU-C

见8.13.2.1/G.992.3。

G.992.5的握手编码点在ITU-T G.994.1建议书[2]中做了规定。

8.13.2.2 握手 — ATU-R

见8.13.2.2/G.992.3。

8.13.2.3 G.994.1发送PSD电平

见8.13.2.3/G.992.3。

8.13.2.4 频谱限制和成形参数

应该按8.13.2.4/G.992.3的描述来应用频谱限制和成形参数，但有下列差别：

- 若在下行方向应用了窗口技术，则在方程8.1/G.992.3中使用的 $w^2(f)$ 是窗口函数 $w(t)$ 的自相关的傅立叶变换（见8.8.4），并且要这样来归一化，使得 $W^2(f)$ 的积分等于1。
- 在信道恢复阶段，应该使用按G.994.1 CL消息中指示的下行 tss_i 值。
- 从收发信机训练阶段开始，对下行SUPPORTED集中所包含的子载波的 tss_i 相对于 $REFPSD_{ds}$ 电平的值，在应用以前，必须根据下面的关系式作限制最高电平的处理：

$$ceiled_log_tss_i = MIN(\log_tss_i + PCBds, 0 \text{ dB})$$

$ceiled_log_tss_i$ 应该仅在收发信机训练阶段开始时计算并且在传送数据时间期间 $PCBds$ 改变时（例如在输入进L2功率管理状态或在L2调整下，见9.4.1.7），也不应该做自适应调整。

- 从收发信机训练阶段开始，对于下行SUPPORTED集中未包含的子载波，相对于 $REFPSD_{ds}$ 电平的 tss_i 应该使用G.994.1 CL消息中指示的值。

注1 — 这相当于在SUPPORTED集中所包含的子载波上，将发送PSD限制到 $REFPSD_s$ 上，同时在SUPPORTED集中没有包含的子载波上，发送的PSD降低 PCB_s dB。频谱形状是通过G.994.1的CL消息中所指示的 tss_i 值来确定的，根据频谱形状不同，可能仅在部分通带或在全部通带中减小PSD电平。

注2 — 因为ATU-C采用了下行功率回退的方式，这是通过在应用之前将各下行 tss_i 值相对于 $REFPSD_s$ 电子作了限制最高电平的处理来实现的。这就意味着ATU-R接收机在确定通过R-MSG-PCB消息所要请求的下行功率回退时，将不得不考虑在G.994.1 CL消息中所指示的下行 tss_i 值。

图8-4表示了下行 tss_i 的值与子载波序号关系的一个例子。在这种情况下，SUPPORTED集包含了序号为 $i = 100$ 到 399 和 $i = 484$ 到 500 的子载波，而且 $N = 2 \times NSC = 1024$ （过取样的IDFT）。在频率 $i \times \Delta f$ 上，在 $100 \leq i \leq 399$ 和 $484 \leq i \leq 500$ 以及 $\Delta f = 4.3125$ kHz的条件下， tss_i 值是这样来选择的，要使得在理想的滤波器、理想的DAC和理想的AFE的条件下，U-接口上的频谱与附件A中给出的频谱相当。在频率 $i \times \Delta f$ 上， $400 \leq i \leq 483$ 的范围内，考虑到20个单音的过渡频带以后，为了避开HAM频带[1.81.2.0]MHz， $400 \leq i \leq 483$ 范围内的载波没有包含在SUPPORTED集内。在这种情况下，假设没有开窗口，所以，为了达到阻带-80 dBm/Hz，必须要加一些额外的陷波滤波器。

有 HAM 频带 1.8-2MHz (无窗口) 的发送频谱形状值和频谱 $S(f)$ [100,500]

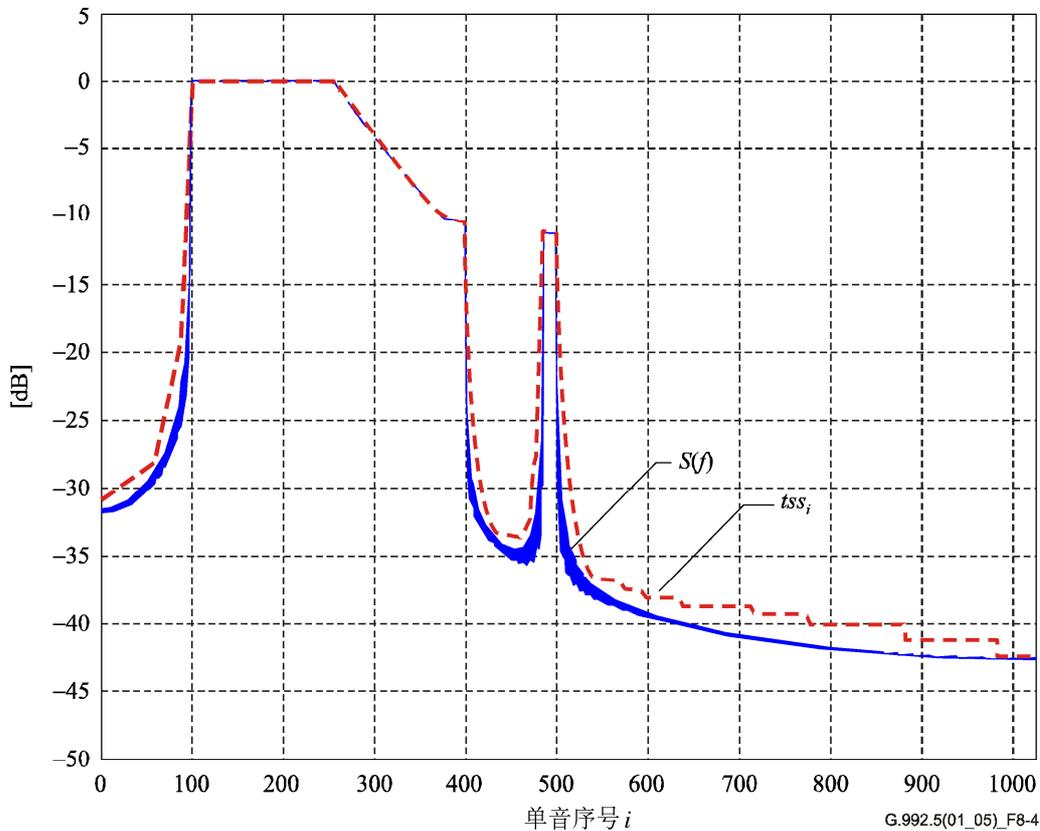


图 8-4/G.992.5—下行 $\log_{10} tss_i$ 值 (dB) 与子载波序号关系的例子

注3 — 对下行方向而言，为了除G.994.1阶段以外的所有时间都应用，CO-MIB包含了在U-C参考点处的每一子载波的最大发送PSD电平的指示。从初始化信道分析阶段开始，CO-MIB还包含每一子载波的该子载波是否允许发送的指示。ATU-C根据这一信息，并考虑到它自己的能力后，选择出子载波的下行SUPPORTED集和计算出CL下行频谱形状参数码块的信息。

注4 — 对上行方向而言，从初始化信道分析阶段开始后，CO-MIB包含每一子载波的该子载波是否允许发送的指示。在CL上行频谱形状参数码块中将这一信息传送给ATU-R（通过SUPPORTED集的指示和在线性标度下只使用 ts_s 值“0”和“1”）。ATU-R根据这一信息，并考虑到它自己的能力后，选择出子载波的上行SUPPORTED集和计算出CLR上行频谱形状参数码块的信息。

8.13.3 信道恢复阶段

见8.13.3/G.992.3。

8.13.3.1 ATU-C信道恢复

见8.13.3.1/G.992.3。

8.13.3.1.1 C-QUIET1

见8.13.3.1.1/G.992.3。

8.13.3.1.2 C-COMB1

C-COMB1状态的持续期长度是固定的。在C-COMB1状态中，ATU-C必须发送128个C-COMB符号。

在这个状态期间，ATU-R完成定时恢复和测量下行信道的某些特性，以选择C-TREF导频单音和估计所要求的ATU-R的上行功率回退的最小值和ATU-R的下行功率回退的最小值。在C-COMB2期间，这些功能可以保留。

C-COMB符号应该定义为宽频带多单音信号，它包含序号为11、23、35、47、59、64、71、83、95、107、119、143、179、203、227和251的16个子载波以及后面序号为 $251 + k \times 24$ 的所有子载波（ k 为整数，所以子载波的序号在256到 $NSCs - 1$ 的范围内）。

子载波间隔已经选择好，以使得在应用功率回退（当存在在摘机状态的普老式电话（POTS）终端时可能需要削减功率）前，进入到POTS频带的可闻干扰减到最小并将总的发射功率限制到8.9 dBm（即功率电平回退12 dB）。

在C-COMB符号中所包含的子载波按8.13.4.1.1中的规定，调制的数据比特必须与C-REVERB中所用的数据比特相同，用这样的方法，使得同一子载波序号用相同的4-QAM星座调制相同的数据比特。在C-COMB符号中没有包含的子载波必须没有功率发送（即 $X_i = Y_i = 0$ ）。

C-COMB1状态以后应该跟随C-QUIET2状态。

8.13.3.1.3 C-QUIET2

见8.13.3.1.3/G.992.3。

8.13.3.1.4 C-COMB2

见8.13.3.1.4/G.992.3。

8.13.3.1.5 C-ICOMB1

见8.13.3.1.5/G.992.3。

8.13.3.1.6 C-LINEPROBE

见8.13.3.1.6/G.992.3。

8.13.3.1.7 C-QUIET3

见8.13.3.1.7/G.992.3。

8.13.3.1.8 C-COMB3

见8.13.3.1.8/G.992.3。

8.13.3.1.9 C-ICOMB2

见8.13.3.1.9/G.992.3。

8.13.3.1.10 C-MSG-FMT

C-MSG-FMT状态的长度是固定的。在C-MSG-FMT状态中，ATU-C应该发送C-COMB或C-ICOMB的96个符号，以调制C-MSG-FMT消息和CRC。C-MSG-FMT消息传送关于后面的ATU-C和ATU-R消息的存在、格式和长度的信息。

C-MSG-FMT消息 m 由下式规定：

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

各个比特的定义必须按表8-26所示。

表 8-26/G.992.5—C-MSG-FMT消息中比特的定义

比特符号	参 数	定 义
0	<i>FMT_R-REVERB1</i> (数值 0 或 1)	置于 1 表示 ATU-C 请求 R-REVERB1 状态的持续时间延长。 置于 0 表示不请求延长。
1		保留，置于 0。
2	<i>FMT_C-REVERB4</i> (数值 0 或 1)	置于 1 表示 ATU-C 请求 C-REVERB4 状态的持续时间延长。 置于 0 表示不请求延长。
7..3	<i>FMT_R-QUIET4</i> (数值 0 到 31)	在这些比特中所映射的值 0 到 31 表示 R-QUIET4 状态的持续时间。MSB 必须映射在更高序号的消息比特上。
8	<i>FMT_C-MSG-PCB</i>	置于 1 表示 C-MSG-PCB 消息应该包含 C-BLACKOUT 比特。 置于 0 表示不包含它。
9	<i>FMT_C-MSG1</i>	置于 1 表示以 C-MSG1 消息中的窗口样值加开窗口。 置于 0 表示不应用窗口和在 C-MSG1 消息中不包含窗口样值。
10	<i>FMT-C-MEDLEYPRBS</i>	置于 1 表示 ATU-C 请求对 C-MEDLEY 数据图案使用更高阶的伪随机二进制序列 (PRBS) (见 8.13.5.14)。
15..11		保留，置于 0。

16个比特 m_0 - m_{15} 必须在48个符号周期内发送 (m_0 为第1个，而 m_{15} 为最后1个)。比特0应该作为3个连续的C-COMB符号发送。比特1应该作为3个连续的C-ICOMB符号发送。

在C-MSG-FMT消息发出去以后，必须把CRC添加到该消息上。16个CRC比特应该根据消息的16个 m 比特用下列公式计算：

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

其中：

$$a(D) = m_0D^{15} + m_1D^{14} \dots + m_{15}$$

是由C-MSG-FMT消息的16个比特组成的消息多项式，而 m_0 是C-MSG-FMT消息的第一个字节的最低有效位：

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

是循环冗余校验码（CRC）生成多项式，并且：

$$c(D) = c_0D^{15} + c_1D^{14} \dots + c_{14}D + c_{15}$$

是CRC校验多项式。

16个比特 c_0 - c_{15} 必须采用与发送消息 m 时所用的同样的调制方式，在48个符号周期（ c_0 为第1个，而 c_{15} 为最后1个）内发送出去。

C-MSG-FMT状态后面应该是C-MSG-PCB状态。

8.13.3.1.11 C-MSG-PCB

见8.13.3.1.11/G.992.3。

8.13.3.1.12 C-QUIET4

见8.13.3.1.12/G.992.3。

8.13.3.2 ATU-R信道恢复

见8.13.3.2/G.992.3。

8.13.3.2.1 R-QUIET1

见8.13.3.2.1/G.992.3。

8.13.3.2.2 R-COMB1

见8.13.3.2.2/G.992.3。

8.13.3.2.3 R-QUIET2

见8.13.3.2.3/G.992.3。

8.13.3.2.4 R-COMB2

见8.13.3.2.4/G.992.3。

8.13.3.2.5 R-ICOMB1

见8.13.3.2.5/G.992.3。

8.13.3.2.6 R-LINEPROBE

见8.13.3.2.6/G.992.3。

8.13.3.2.7 R-QUIET3

见8.13.3.2.7/G.992.3。

8.13.3.2.8 R-COMB3

见8.13.3.2.8/G.992.3。

8.13.3.2.9 R-ICOMB2

见8.13.3.2.9/G.992.3。

8.13.3.2.10 R-MSG-FMT

R-MSG-FMT状态的长度是固定的。在R-MSG-FMT状态中，ATU-R应该发送R-COMB或R-ICOMB的96个符号，以调制R-MSG-FMT消息和CRC。R-MSG-FMT消息传送关于后面的ATU-C和ATU-R消息的存在、格式和长度的消息。

R-MSG-FMT消息 m 由下式定义：

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

各比特的定义应该如表8-31所示。

表 8-31/G.992.5—R-MSG-FMT消息中比特的定义

比特符号	参 数	定 义
0	<i>FMT-R-REVERB1</i> (值 0 或 1)	置于 1 表示 ATU-R 请求延长 R-REVERB1 状态的持续时间。 置于 0 表示不延长。
1		保留，置于 0。
2	<i>FMT-C-REVERB4</i> (值 0 或 1)	置于 1 表示 ATU-R 请求延长 C-REVERB4 状态的持续时间。 置于 0 表示不延长。
6..3	<i>FMT-C-TREF1</i> (值 1 到 15)	在这些比特中所映射的值表示 C-TREF 状态持续时间的最小值。 MSB 应该映射在更高序号的消息比特上。
7	<i>FMT-R-MSG-PCB</i> (值 0 或 1)	置于 1 表示 R-MSG-PCB 消息应该包含 R-BLACKOUT 比特。 置于 0 表示不应该包含它。
8	<i>FMT-C-TREF2</i> (值 0 或 1)	表示 ATU-R 请求 ATU-C 在 R-ECT 期间发送 C-TREF 符号 (若置于 1) 或 C-QUIET 符号 (若置于 0)
9	<i>FMT-C-PILOT</i> (值 0 或 1)	置于 1 表示 ATU-R 请求 ATU-C 在 C-TREF 导频单音上，发送固定的 4-QAM 星座点。 置于 0 表示不请求发送它。
10	<i>FMT-C-MEDLEYPRBS</i>	置于 1 表示 ATU-R 请求对 C-MEDLEY 数据图案使用更高阶的 PRBS (见 8.13.5.1.4)。
15..11		保留，置于 0。

16个比特 m_0 - m_{15} 应该在48个符号周期内发送 (m_0 为第1个，而 m_{15} 为最后1个)。比特0应该作为三个连续的R-COMB符号发送出去。比特1应该作为三个连续的R-ICOMB符号发送。

在发送了R-MSG-FMT消息以后，应该将CRC添加到消息上去。16个CRC比特应该按与C-MSG-FMT消息所用的同一方式进行计算。16比特 c_0 - c_{15} 应该用与发送消息 m 所用的相同调制方式在48符号周期内发送出去 (c_0 为第1个，而 c_{15} 为最后1个)。

R-MSG-FMT状态后面应该跟随R-MSG-PCB状态。

8.13.3.2.11 R-MSG-PCB

在每一方向上，发送功率将减小功率回退的数值，它是由ATU-R和ATU-C确定的功率回退值的最大值。ATU-R在确定它的回退电平时，可以考虑观察C-COMB1所确定的它的接收机的动态范围和由可选的R-LINEPROBE确定的本地线路条件。

R-MSG-PCB状态的长度是固定的。在R-MSG-PCB状态中，ATU-R应该根据是否包含R-BLACKOUT比特发送R-COMB或R-ICOMB的144个或 $144+3 \times NSCs$ 个符号，以调制R-MSG-PCB消息和CRC。

R-MSG-PCB消息传递上行和下行两个方向上的ATU-R决定的功率回退电平、ATU-R所知道的挂机状态、在不同状态下用于定时恢复的信号和下行的BLACKOUT比特。

ATU-R在R-MSG-FMT消息中应该指示出R-MSG-PCB消息是否包含R-BLACKOUT比特。若R-MSG-PCB中没有R-BLACKOUT比特，R-MSG-PCB消息 m 由下式确定：

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

若R-MSG-PCB中有R-BLACKOUT比特，R-MSG-PCB消息 m 由下式确定：

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

各比特的定义如表8-32所示。

表 8-32/G.992.5—R-MSG-PCB消息中的比特定义

比特序号	参 数	定 义
5..0	<i>R-MIN_PCB_DS</i>	ATU-R 下行功率回退的最小值 (6比特的值, MSB 在第 5 比特, 而 LSB 在 0 比特)
11..6	<i>R-MIN_PCB_US</i>	ATU-R 上行功率回退的最小值 (6比特的值, MSB 在第 11 比特, 而 LSB 在第 6 比特)
13..12	<i>HOOK_STATUS</i>	挂机状态 (2比特的值, MSB 在第 13 比特, LSB 在第 12 比特)
15..14		保留, 置为 0
26..16	<i>C-PILOT</i>	下行导频单音的子载波的序号 (11比特的值, MSB 在第 26 比特中, 而 LSB 在第 16 比特中)
31..27		保留, 置为 0
31 + NSCds..32	<i>R-BLACKOUT</i>	每载波的中断指示 (子载波 $NSCds - 1$ 在第 31 + NSCds 比特子载波 0 在第 32 比特)。 第 32 比特必须置为“0” (即直流子载波没有中断问题)。

ATU-R下行功率回退电平的最小值应该按表8-33的规定进行编码。

表 8-33/G.992.5—ATU-R下行功率回退的最小值

值 (6比特)	ATU-R 下行功率回退的最小值 (dB)
0	0
1	1
...	...
40	40
41-63	保留

ATU-R上行功率回退的最小值应按表8-34的规定进行编码。

表 8-34/G.992.5—ATU-R上行功率回退的最小值

值 (6比特)	ATU-R 上行功率回退的最小值 (dB)
0	0
1	1
...	...
40	40
41-63	保留

挂机状态应该按表8-35的规定进行编码。挂机状态“未知”的意思是指用一个通常指示摘机或挂机状态的器件来指示出来。状态“不能检出”的意思是指用一从不设置摘机或挂机状态的器件来指示（例如它不能或失去能力检出挂机状态）。

表 8-35/G.992.5—挂机状态

值 (2比特)	挂机状态
0	未知
1	摘机
2	挂机
3	无法检出

C-PILOT的值应该指示出ATU-C为C-TREF定时参考所要用的和ATU-R在C-TREF1/C-TREF2期间为定时恢复所要用的C-TREF导频子载波的序号。在G.994.1阶段期间所交换的频谱形状信息和在R-MSG-PCB中交换的BLACKOUT信息使ATU-R有可能确定ATU-C将在信道分析阶段及其以后将要发送的子载波的集（即确定MEDLEY集，见8.13.2.4）。ATU-R必须从MEDLEY集中选择一个C-TREF导频子载波。

R-BLACKOUT比特必须包含对第1到第 $NSCds - 1$ 中的每一个子载波的R-BLACKOUT比特设置。R-BLACKOUT比特对特定的子载波置为0，表示从收发信机训练阶段开始以后，ATU-C应该以ATU-C参考发送PSD电平（ $REFPDSds$ ）的电平，发送初始化其余部分用的子载波，并包括频谱形状。

R-BLACKOUT比特置为1表示从收发信机训练阶段开始后，ATU-C在初始化其余部分时间内，该子载波上，必须无功率发送（“关断”）。

包含32个比特（即 $m_{31}-m_0$ ）的R-MSG-PCB消息必须在96个符号周期内发送（ m_0 是第1个， m_{31} 是最后1个）。包含 $32 + NSCds$ 比特，即 $m_{31} + NSCds$ 到 m_0 的R-MSG-PCB消息应该在 $96 + 3 \times NSCds$ 个符号周期内发送（ m_0 是第1个， $m_{31} + NSCds$ 是最后1个）。比特0应该作为3个连续的R-COMB符号发送，而比特1应该作为3个连续的R-ICOMB符号发送。

在发出了R-MSG-PCB消息以后，该消息上应该附加CRC。16个CRC比特根据32个或 $32 + NSCds$ 个消息 m 比特进行计算，其计算方法与CRC比特对C-MSG-FMT消息进行计算的方法相同。

16个比特 c_0-c_{15} 应该在48个符号周期内发送（ c_0 是第1个， c_{15} 是最后1个），所使用的调制方式与发送消息 m 所用的调制方式相同。

R-MSG-PCB状态后应该跟随R-REVERB1状态。

8.13.4 收发信机训练阶段

见8.13.4/G.992.3。

8.13.5 信道分析阶段

见8.13.5/G.992.3。

8.13.5.1 ATU-C信道分析

见8.13.5.1/G.992.3。

8.13.5.1.1 C-MSG1

C-MSG1状态的长度是固定的。在这一状态中，ATU-C应该发送调制C-MSG1前缀、后缀和CRC的LEM-C-MSG1 C-REVERB或C-SEGUE符号。C-MSG1状态应该是ATU-C发送循环前缀的第1个状态。

C-MSG1前缀 p 由下式来定义：

$$p = \{p_{31}, \dots, p_0\} = \{01010101\ 01010101\ 01010101\ 01010101\}$$

32个比特，即 p_0 到 p_{31} 应该在32个符号周期内发送出去（即 p_0 为第1个，而 p_{31} 为最后1个）。比特0应该作为C-REVERB符号发送，而比特1应该作为C-SEGUE符号发送。

LEN_C-MSG1的值应该按照C-MSG1的前缀、消息和CRC的长度（以比特为单位）来确定。表8-37列出了在TPC-TC、PMS-TC和PMD层上C-MSG1消息的长度的汇总。TPS-TC、PMS-TC和PMD的每一比特相当于一个偶数的八位组。

表 8-37/G.992.5—C-MSG1前缀、消息和CRC长度

消息的组成部分	长度（比特或符号）
前缀	32
N_{pmd} （见注）	160 或 $160 + NSCds/4$
N_{pms}	32
N_{tps}	0
N_{msg}	192 或 $192 + NSCds/4$
CRC	16
LEN_C-MSG1（符号）	240 或 $240 + NSCds/4$
注 — 长度取决于是否应用了窗口技术（见 8.5.3.2）。	

C-MSG1消息 m 由下式来定义：

$$m = \{tps_{N_{tps}-1}, \dots, tps_0, pms_{N_{pms}-1}, \dots, pms_0, pmd_{N_{pmd}-1}, \dots, pmd_0\} = \{m_{N_{msg}-1}, \dots, m_0\}$$

C-MSG1消息传送3套参数，分别与TPS-TC、PMS-TC和PMD的结构有关。TPS-TC参数在比特 $tps_{N_{tps}-1}$ 到 tps_0 中传送，并在条款6中做了规定。PMS-TC参数在比特 $pms_{N_{pms}-1}$ 到 pms_0 中传送，并在条款7中做了规定。PMD参数在比特 $pmd_{N_{pmd}-1}$ 到 pmd_0 中传送，并在条款8中做了规定。

N_{msg} 的比特 m_0 到 $m_{N_{msg}-1}$ 应该在紧接着前缀后面的 N_{msg} 个符号周期内发送（ m_0 是第1个， $m_{N_{msg}-1}$ 是最后1个），所用的调制方式与发送前缀 p 时所用的方式相同。

在发送了C-MSG1消息以后，应该把该消息附加上CRC。16个CRC比特应该根据 N_{msg} 消息的 m 比特（所以不包括前缀）进行计算，其计算方法与CRC对C-MSG-PCB消息进行计算的方法相同。

16个CRC比特应该在16个符号周期内发送出去（ c_0 是第1个， c_{15} 是最后1个），所用的调制方式与发送消息 m 时的方式相同。

C-MSG1状态后面应该跟随着C-REVERB5状态。

8.13.5.1.2 C-REVERB5

见8.13.5.1.2/G.992.3。

8.13.5.1.3 C-SEGUE2

见8.13.5.1.3/G.992.3。

8.13.5.1.4 C-MEDLEY

C-MEDLEY 状态的长度是固定的。在这一状态中，ATU-C 应该发送 *LEN-MEDLEY* 符号。*LEN-MEDLEY* 值应该是分别由ATU-C和ATU-R在C-MSG1和R-MSG1消息中表示的CA-MEDLEY_{us}和CA-MEDLEY_{ds}值的最大值。*LEN-MEDLEY* 的值应该是512的倍数，并且应该小于或等于32256。在C-MEDLEY状态中发送的符号数目应该等于ATU-R在R-MEDLEY状态中所发送的符号数。

C-MEDLEY符号的定义应该取决于C-MEDLEY状态内的它的符号计数。在C-MEDLEY状态中传送的第1个符号的符号计数应该等于零。对C-MEDLEY状态中传送的每一符号而言，符号计数应该是递增的。

在每一个C-MEDLEY符号上所调制的数据图案应该取自下式所定义的伪随机二进制序列（PRBS）中的一个序列：

$$\text{当 } n=1 \text{ 到 } 9 \text{ 时, } d_n = 1, \text{ 而当 } n > 9 \text{ 时 } d_n = d_{n-4} \oplus d_{n-9}$$

或

$$\text{当 } n=1 \text{ 到 } 14 \text{ 时, } d_n = 1, \text{ 而当 } n > 14 \text{ 时, } d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-11} \oplus d_{n-12} \oplus d_{n-14}$$

对ATU-C和ATU-R而言，支持第14级PRBS是可选项。在并且只有在C-MSG-FMT和R-MSG-FMT消息中的FMT-C-MEDLEY PRBS比特都置于“1”的条件下才使用第14级的PRBS。否则，应该使用第9级多项式。

符号计数为 i 的C-MEDLEY符号应该调制 $2 \times NSCds$ 比特，即 $d_{2 \times NSCds \times i + 1}$ 到 $d_{2 \times NSCds \times (i + 1)}$ 。

这些比特应该从PRBS中成对地提取。对C-MEDLEY状态中所发送的每一符号而言， $NSCds$ 对（ $2 \times NSCds$ 比特）应该从PRBS发生器提取。所提取的第1对比特应该在子载波0上进行调制（所以，这些比特实际上被扔掉了）。根据表8-36/G.992.3中对C-REVERB符号的定义，使用以后的各对比特来确定第 $i = 1$ 个子载波到第 $NSCds - 1$ 个子载波的 X_i 和 Y_i 分量。对于子载波 $i = NSCds$ 到 $2 \times NSCds - 1$ ， $X_i = Y_i = 0$ 。

当ATU-C处于C-MEDLEY状态下时，ATU-C和ATU-R可能完成进一步的训练和SNR的估计。

C-MEDLEY状态后面应该紧随着C-EXCHMARKER状态。

8.13.5.1.5 C-EXCHMARKER

见8.13.5.1.5/G.992.3。

8.13.5.2 ATU-R信道分析

见8.13.5.2/G.992.3。

8.13.6 交换阶段

见8.13.6/G.992.3。

8.13.6.1 ATU-C交换

见8.13.6.1/G.992.3。

8.13.6.1.1 C-MSG2

见8.13.6.1.1/G.992.3。

8.13.6.1.2 C-REVERB6

C-REVERB6的长度是可变的。在这一状态下，ATU-C应该最少发送 $\text{MAX}(NSCds - NSCus - 10, 80)$ 个C-REVERB个符号，最多发送 $\text{MAX}(NSCds - NSCus + 1990, 2000)$ 个C-REVERB个符号。

这一状态是填充符状态，它使ATU-C有可能接收到（和解码出）完整的R-MSG2消息。

若ATU-R在R-EXCHMARKER状态期间已经发送了R-REVERB符号，则ATU-C应该继续发送C-REVERB符号，直到ATU-R转换到R-REVERB6状态以后为止。在ATU-R转换到R-REVERB6状态以后80到2000个符号之内，ATU-C应该转换到下一个状态。

若ATU-R在R-EXCHMARKER状态期间，已经发送了R-SEGUE的符号，则ATU-C应该继续发送C-REVERB符号，直到ATU-R转换到R-REVERB7状态以后为止。在ATU-R转换到R-REVERB7状态以后80到2000个符号之内，ATU-C应该转换到下一状态。

C-REVERB6状态后应该紧随着C-SEGUE3状态。

8.13.6.1.3 C-SEGUE3

见8.13.6.1.3/G.992.3。

8.13.6.1.4 C-PARAMS

见8.13.6.1.4/G.992.3，按下面的表8-39改变：

表 8-39/G.992.5—C-PARAMS消息和CRC长度

消息的组成部分	长度（比特或符号）
<i>Npmd</i>	$96 + 32 \times NSCus$
<i>Npms</i>	224
<i>Ntps</i>	0
<i>Nmsg</i>	$320 + 32 \times NSCus$
CRC	16
<i>LEN_C-PARAMS</i> (状态长度（符号数）)	$\left\lceil \frac{336 + 32 \times NSCus}{2 \times NSC_C-PARAMS} \right\rceil$
注 — $\lceil x \rceil$ 表示取整到更大的整数。	

8.13.6.1.5 C-REVERB7

见8.13.6.1.5/G.992.3。

8.13.6.1.6 C-SEGUE4

见8.13.6.1.6/G.992.3。

8.13.6.2 ATU-R交换

见8.13.6.2/G.992.3。

8.13.6.2.1 R-MSG2

R-MSG2状态的长度是固定的。在R-MSG2状态下，ATU-R应该发送调制R-MSG2消息和CRC的 $NSCds + 16$ R-REVERB 或 R-SEGUE符号。

R-MSG2消息 m 由下式定义：

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

比特 m_i 置于“1”表示ATU-C必须使用序号为 i 的子载波来调制C-PARAMS消息。比特 m_i 置于“0”表示ATU-C不得使用序号为 i 的子载波来调制C-PARAMS消息。为了调制C-PARAMS消息，至少必须使用4个子载波。C-PARAMS消息将以大约8 kbit/s乘以用于消息调制的子载波的数目的速率进行发送。

若ATU-R已经将R-MSG-FMT消息的FMT-C-PILOT比特置于“1”，则ATU-C将以固定的星座点调制C-TREF导频单音。在这种情况下，ATU-R不得将C-TREF导频单音用于调制C-PARAMS消息。

比特 m_0 到 $m_{NSCds-1}$ 应该在 $NSCds$ 个符号周期内发送出去（ m_0 为第1个，而 $m_{NSCds-1}$ 是最后1个）。比特0应该作为一个R-REVERB符号进行发送。而比特1应该作为一个R-SEGUE符号进行发送。

在R-MSG2消息发送出去以后，应该将CRC附加到该消息上。16个CRC比特应该根据 $NSCds$ 消息的 m 个比特进行计算，计算的方法与CRC比特对C-MSG-PCB消息进行计算时所用的方法相同。

16个比特 c_0 到 c_{15} 应该在16个符号周期内发送出去（ c_0 为第1个， c_{15} 为最后1个），所用的调制方式与发送消息 m 时所用的相同。

若在R-EXCHMARKER状态期间，ATU-R已经发送了R-REVERB符号，则R-MSG2状态后面应该紧跟着R-REVERB6状态。若在R-EXCHMARKER状态期间，ATU-R已经发送了R-SEGUE的符号，则R-MSG2状态后应该紧跟着R-REVERB7状态。

8.13.6.2.2 R-REVERB6

见8.13.6.2.2/G.992.3。

8.13.6.2.3 R-SEGUE3

见8.13.6.2.3/G.992.3。

8.13.6.2.4 R-PARAMS

见8.13.6.2.4/G.992.3，但要按下面的表8-40改变。

表 8-40/G.992.5—R-PARAMS消息和CRC长度

消息的组成部分	长度（比特或符号）
<i>Npmd</i>	$96 + 32 \times NSCds$
<i>Npms</i>	224
<i>Ntps</i>	0
<i>Nmsg</i>	$320 + 32 \times NSCds$
CRC	16
<i>LEN_R-PARAMS</i> (状态长度(符号数))	$\left\lceil \frac{336 + 32 \times NSCds}{2 \times NSC_R-PARAMS} \right\rceil$
注— $\lceil x \rceil$ 表示取整到更大的整数。	

8.13.6.2.5 R-REVERB7

见8.13.6.2.5/G.992.3。

8.13.6.2.6 R-SEGUE4

见8.13.6.2.6/G.992.3。

8.13.7 初始化程序的定时图

图8-26表示了初始化程序的第一部分，即从G.994.1阶段到信道分析阶段开始这一部分的定时图。图8-26到图8-30表示了初始化阶段的第二部分，即从信道分析阶段结束到发送数据时间（Showtime）这一部分的定时图。这4个定时图代表了4种情况，它们是由是否包含C-PARAMS和/或R-PARAMS状态所形成的。



G.992.5(01_05)_F8-26

图 8-26/G.992.5—初始化程序的定时图（第1部分）

		C-MEDLEY 在 R-MEDLEY 后 10 到 90 个符号开始		
<i>LEN_MEDLEY</i>	C-MEDLEY		R-MEDLEY	<i>LEN_MEDLEY</i>
64	C-EXCHMARKER		R-EXCHMARKER	64
<i>NSCus</i> +16	C-MSG2		R-MSG2	<i>NSCds</i> +16
$\geq NSCds - NSCus - 10$ $\leq NSCds - NSCus + 1990$	C-REVERB6	≥ 80 ≤ 2000	R-REVERB6	≥ 80 ≤ 2000
10	C-SEGUE3	在 X-PARAMS 结束 时 ATU-X 转换到 X-REVERB7 状态	R-SEGUE3	10
<i>LEN_C-PARAMS</i>	C-PARAMS		R-PARAMS	<i>LEN_R-PARAMS</i>
≥ 128	C-REVERB7	≥ 128 和 ≤ 2048 在两个 ATU 处于 REVERB7 状态后	R-REVERB7	≥ 128
10	C-SEGUE4		R-SEGUE4	10
	C-SHOWTIME		R-SHOWTIME	G.992.5(01_05)_F8-27

图 8-27/G.992.5—有C-PARAMS和R-PARAMS状态条件下的
初始化程序（第2部分）的定时图

		C-MEDLEY 在 R-MEDLEY 后 10 到 90 个符号开始		
<i>LEN_MEDLEY</i>	C-MEDLEY		R-MEDLEY	<i>LEN_MEDLEY</i>
64	C-EXCHMARKER		R-EXCHMARKER	64
<i>NSCus</i> +16	C-MSG2		R-MSG2	<i>NSCds</i> +16
$\geq NSCds - NSCus + 38$ $\leq NSCds - NSCus + 2038$	C-REVERB7	≥ 128 ≤ 2048	R-REVERB7	≥ 128 ≤ 2048
10	C-SEGUE4		R-SEGUE4	10
	C-SHOWTIME		R-SHOWTIME	G.992.5(01_05)_F8-28

图 8-28/G.992.5—没有C-PARAMS和R-PARAMS状态条件下的
初始化程序（第2部分）的定时图

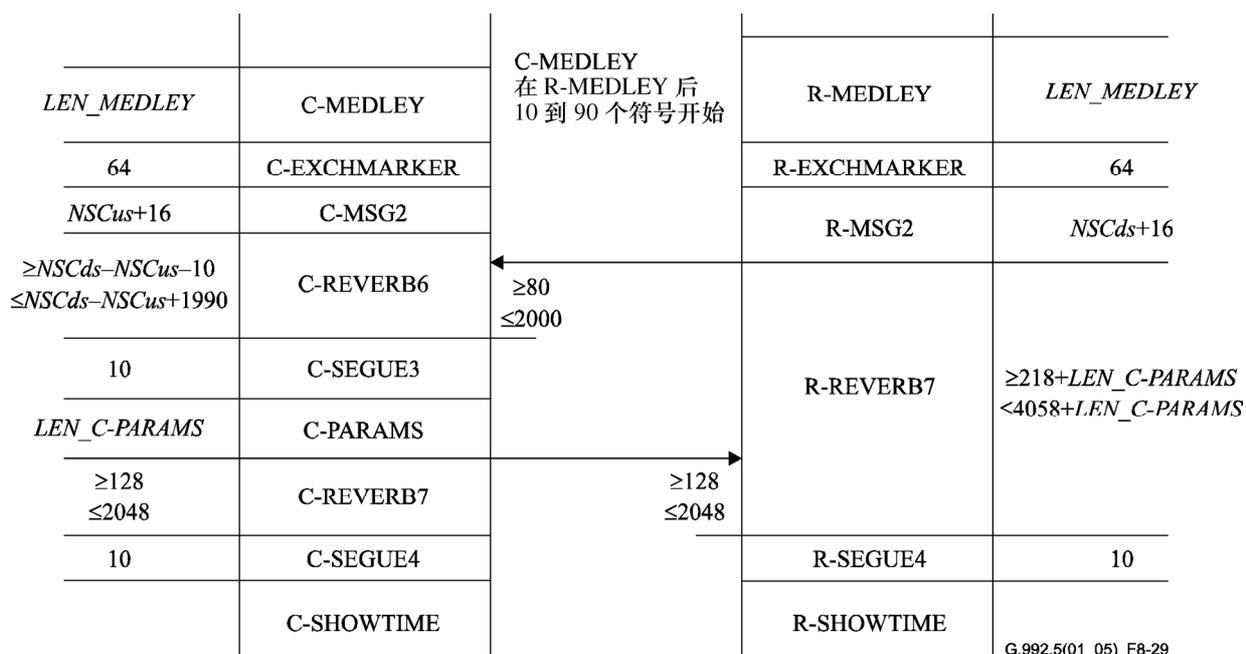


图 8-29/G.992.5—有C-PARAMS和没有R-PARAMS状态条件下的初始化程序（第2部分）的定时图

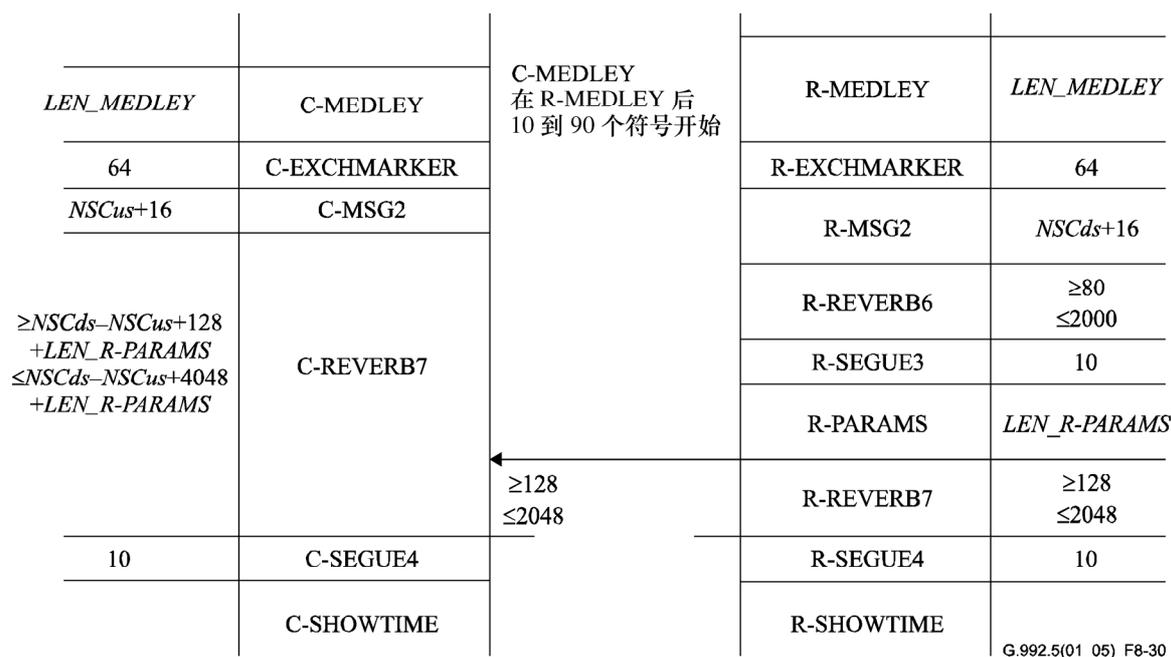


图 8-30/G.992.5—没有C-PARAMS和有R-PARAMS状态条件下的初始化程序（第2部分）的定时图

8.14 初始化短程序

规定了一个初始化短程序使ATUs有可能快速地从L3功率管理状态进入Showtime或作为在Showtime期间由于改变线路条件而用的快速恢复程序。初始化短程序应该对ATU-C和ATU-R两者都是可选项（用ITU-T G.994.1建议书的指示，见8.13.2）。若支持初始化短程序，则ATU也应该支持不平衡的比特交换（即只对改变 b_i ， g_i 和 L_p 加以限制的3型在线重新配置，见9.4.1.1）。

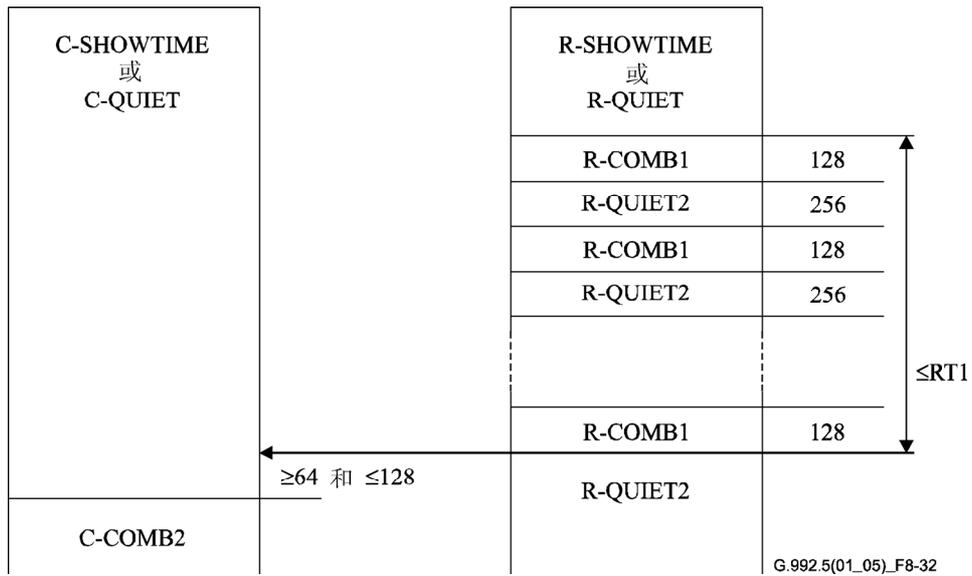


图 8-32/G.992.5—进入到ATU发起的初始化短程序的定时图

可能将初始化短程序用于链路状态从L3状态转换到L0状态（见9.5.3/G.992.3）。快速错误恢复（在L0或L2链路状态期间）是通过初始化短程序来实现的。在初始化短程序开始时，应该将ADSL的链路状态改变到L3的状态。当通过初始化短程序，ATU达到了Showtime状态时，ADSL链路应该处于L0状态（见图9-5/G.992.3）。

初始化短程序应该在3 s内完成。然而，为了满足这个要求，要求在ATU-C和ATU-R之间的时间分配要适当平衡。表8-41列出了每一个ATU初始化程序的可变部分所建议的时间分配。图8-33和8-34表示了建议的用于初始化短程序的定时图。

表 8-41/G.992.5—建议的初始化程序的可变部分的持续时间

ATU状态	建议的持续时间（符号）	注
C-MSG-PCB	= 96	不包括 C-BLACKOUT 比特 (前面交换的最后一个 BLACKOUT 比特仍然有效)
R-MSG-PCB	= 144	不包括 R-BLACKOUT 比特 (前面交换的最后一个 BLACKOUT 比特仍然有效)
R-REVERB1	= 272	
R-QUIET4	= 0	跳过 ATU-C 混合细调状态
C-TREF1	≤ 1024	较快的上行信道估计, 较差的精确定时, 并且没有 ATU-R 混合细调谐
R-QUIET5	= 1024	
C-REVERB3	= 512 ± 64	较快的下行信道估计和均衡器训练
C-REVERB4	= 256	
C-MEDLEY	≤ 1024	精确度较差的 SNR 估计
R-MEDLEY	≤ 1024	精确度较差的 SNR 估计
C-REVERB6	≤ 120	通过较快的和较简单的比特分配算法加以限制
R-REVERB6	≤ 120	通过较快的和较简单的比特分配算法加以限制

$LEN_MEDLEY \leq 1024$	C-MEDLEY	C-MEDLEY 在 R-MEDLEY 后 10 到 90 个符号内开始	R-MEDLEY	$LEN_MEDLEY \leq 1024$
64	C-EXCHMARKER		R-EXCHMARKER	64
$NSCus+16$	C-MSG2		R-MSG2	$NSCds+16$
$\geq NSCds - NSCus - 10$ $\leq NSCds - NSCus + 80$	C-REVERB6	≥ 80 ≤ 120	R-REVERB6	≥ 80 ≤ 120
10	C-SEGUE3	在 X-PARAMS 结束时 ATU-X 转换到 X-REVERB7 状态	R-SEGUE3	10
$LEN_C-PARAMS$	C-PARAMS		R-PARAMS	$LEN_R-PARAMS$
≥ 128	C-REVERB7	≥ 128 和 ≤ 2048 在两个 ATU 处于 REVERB7 状态后	R-REVERB7	≥ 128
10	C-SEGUE4		R-SEGUE4	10
	C-SHOWTIME		R-SHOWTIME	G.992.5(01_05)_F8-34

图 8-34/G.992.5—初始化短程序（第2部分）的定时图

8.15 环路诊断模式程序

见8.15/G.992.3。

8.15.1 概述

见8.15.1/G992.3。

8.15.2 信道恢复阶段

见8.15.2/G.992.3。

8.15.2.1 ATU-C信道恢复阶段

在环路诊断模式中各状态的次序应该与（在8.13.3.1中规定的）初始化的次序相同。在环路诊断模式中，每一状态必须有固定的持续时间，如图8-35中的环路诊断模式定时图所示。

在环路诊断模式中的每一状态期间发送的信号必须与（在8.13.3.1中规定的）初始化程序相同。在环路诊断模式的初始化期间，必须包含C-ICOMB1状态和C-LINEPROBE状态以及C-BLACKOUT比特。

C-MSG-FMT消息应该按表8-43中的所做的定义。

表 8-43/G.992.5—C-MSG-FMT消息的比特定义

比特序号	参 数	定 义
9..0		保留，置于 0
10	<i>FMT-C-MEDLEYPRBS</i>	见表 8-26
15..11		保留，置于 0

C-MSG-PCB消息应该按表8-44中的规定。

表 8-44/G.992.5—C-MSG-PCB消息的比特定义

比特序号	参 数	定 义
5..0	<i>C-MIN_PCB_DS</i>	见表 8-27/G.992.3
11..6	<i>C-MIN_PCB_US</i>	见表 8-27/G.992.3
13..12	<i>HOOK_STATUS</i>	见表 8-27/G.992.3
15..14		保留，置于 0
<i>NSCus</i> + 15..16	<i>C-BLACKOUT</i>	见表 8-27/G.992.3
<i>NSCus</i> + 23.. <i>NSCus</i> + 16	<i>Pass/Fail</i>	前面最后一次初始化的成功或失败原因指示
<i>NSCus</i> + 31.. <i>NSCus</i> + 24	<i>Last_TX_State</i>	前面最后一次初始化的最后发送的状态

通过/失败比特应该包含成功或失败原因指示。可能的指示和它们的编码应该按表8-45中的规定。若环路诊断模式的初始化直接在ATU-C开启电源后进行，前面最后一次初始化的信息可能无法取得。在那种情况下，应该指示出前面成功的最后一次初始化。

表 8-45/G.992.5—成功和失败原因指示

值 (留下的较高的比特序号)	定 义
1111 1111	成功
0001 0001	失败—容量不够
0010 0010	失败—在一个接收到的消息中的 CRC 错误
0100 0100	失败—超过原定时间
1000 1000	失败—接收到意料之外的消息内容
0000 0000	失败—原因未知
其他	保留

*Last_TX_State*比特应该包含前面最后一次初始化期间成功发送的最后一个ATU-C状态的序号。ATU-C状态的序号应该由一个8比特的整数值来代表，从0（G.994.1阶段）和1（C-QUIET1）到31（C-SEGUE4）和32（C-SHOWTIME）。这些状态应该按发送时间的次序编号，如图8-35和图8-36的定时图所示。当计算状态的序号时，也必须计入可以选择为省略的各个状态。例如，不管是否包含C-ICOMB1和C-LINEPROBE状态，C-QUIET3的序号应该总是为7。在C-MSG-PCB的第一个八位组指示出初始化成功的情况下，这第2个八位组应该对最后一个状态的序号即C-SHOWTIME的序号进行编码。

对C-MSG-FMT和C-MSG-PCB消息加上CRC和比特传输次序应该按照8.13.3.1中对初始化程序所作的规定。然而，消息和CRC比特应该以每比特调制8个符号发送出去，其中比特0应该作为8个连续的C-COMB符号发送，而比特1应该作为8个连续的C-ICOMB符号发送。这将使得传输对抗这些消息前面的时间标记转换的误检测的能力更强。

8.15.2.2 ATU-R信道恢复阶段

在环路诊断模式各状态的程序应该与（在8.13.3.2中规定）为初始化程序中所规定的相同。在环路诊断模式中，每一状态应该有固定的持续时间，如图8-35环路诊断模式定时图中所示。

在环路诊断模式中的每一状态期间所发送的信号应该与（在8.13.3.2中规定）为初始化程序所规定的相同。

在环路诊断模式中的初始化期间，应该包含状态R-ICOMB1和R-LINEPROBE状态和R-BLACKOUT比特。

R-MSG-FMT消息的定义应该按表8-46的规定。

表 8-46/G.992.5—对R-MSG-FMT消息的比特定义

比特序号	参 数	定 义
7..0		保留，置于 0
8	<i>FMT-C-TREF2</i>	见表 8-31/G.992.3
9	<i>FMT-C-PILOT</i>	见表 8-31/G.992.3
10	<i>FMT-C-MEDLEYPRBS</i>	见表 8-31/G.992.3
15..11		保留，置于 0

R-MSG-PCB消息的定义应该按表8-47的规定。

表 8-47/G.992.5—对R-MSG-PCB消息的比特定义

比特序号	参 数	定 义
5..0	<i>R-MIN_PCB_DS</i>	见表 8-32/G.992.3
11..6	<i>R-MIN_PCB_US</i>	见表 8-32/G.992.3
13..12	<i>HOOK_STATUS</i>	见表 8-32/G.992.3
15..14		保留，置于 0
26..16	<i>C-PILOT</i>	见表 8-32/G.992.3
31..27		保留，置于 0
31 + NSCds..32	<i>R-BLACKOUT</i>	见表 8-32/G.992.3
39 + NSCds..32 + NSCds	Pass/Fail	前面最后一次初始化的成功或失败原因指示
47 + NSCds..40 + NSCds	<i>Last_TX_State</i>	前面最后一次初始化的最后发送状态

通过/失败（Pass/Fail）比特必须包含成功或失败原因指示。可能的指示及其他的编码应该按表8-45中对ATU-C所作的规定。若环路诊断模式的初始化紧随在ATU-R电源启动或自测试后面，则有关前面最后一次初始化的信息可能无法取得。在那种情况下，应该指示出前面最后一次成功的初始化。

Last_TX_State比特应该包含前面最后一次初始化期间成功发送的最后一个ATU-R状态的序号。ATU-R的序号应该用一个8比特的整数值来表示，即从0（G.994.1阶段）和1（R-QUIET1）到30（R-SEGUE4）和31（R-SHOWTIME）。这些状态应该以所发送的时间次序进行编号，如图8-35和图8-36中的定时图所示。当计算状态的序号时，可以选择为省略的各个状态也应该计算在内。

例如不管是否包含R-ICOMB1和R-LINEPROBE状态，R-QUIET3的序号应该总是为7。在C-MSG-PCB消息的第1个八位组指示成功初始化的情况下，这第2个八位组应该编码上一个状态的序号，即R-SHOWTIME的序号。

为R-MSG-FMT和R-MSG-RCB消息加上16个比特的CRC和比特发送程序应该按照8.13.3.2中初始化程序的规定。然而这些比特应该以每比特调制8个符号发送出去，其中比特0应该作为8个连续的R-COMB符号发送，而比特1应该作为8个连续的R-ICOMB符号发送。这就使得传输对抗这些消息前面的时间标记转换的误检测的能力更强。

8.15.3 收发信机训练阶段

见8.15.3/G.992.3。

8.15.4 信道分析阶段

见8.15.4/G.992.3。

8.15.5 交换阶段

见8.15.5/G.992.3。

8.15.5.1 ATU-C交换阶段

见8.15.5.1/G.992.3。

8.15.5.2 ATU-R交换阶段

见8.15.5.2/G.992.3。

8.15.5.2.1 信道信息意义的消息

在环路诊断模式中，ATU-R应该将 $(1 + NSCs/32)$ 个消息发送给ATU-C；R-MSG_x-LD的编号从 $x = 1$ 到 $1 + NSCs/32$ 。这些消息包含8.15.1中所规定的下行测试参数。

不同的消息的信息域应该按表8-55到表8-63中所示的规定。

表 8-55/G.992.5—R-MSG1-LD消息的格式

八位组号[i]	信 息	格式消息比特[8 × i + 7 到 8 × i + 0]
0	程序号	[0000 0001]
1	保留	[0000 0000]
2	Hlin 标度 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
3	Hlin 标度 (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
4	LATN (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
5	LATN (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
6	SATN (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
7	SATN (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
8	SNRM (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
9	SNRM (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
10	ATTNDR (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
11	ATTNDR	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
12	ATTNDR	[xxxx xxxx], 比特 23 到 16
13	ATTNDR (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 31 到 24

表 8-55/G.992.5—R-MSG1-LD消息的格式

八位组号 <i>i</i>	信 息	格式消息比特[$8 \times i + 7$ 到 $8 \times i + 0$]
14	远端 <i>ACTATP</i> (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
15	远端 <i>ACTATP</i> (MSB)	[ssss sxxx], 比特 9 和 8

表 8-56/57/58/59/G.992.5—Hlin(*i*) R-MSG_x-LD消息的格式

八位组号 <i>i</i>	信 息	格式消息比特[$8 \times i + 7$ 到 $8 \times i + 0$]
0	程序号	[xxxx xxxx] (作为 8 比特无符号的整数)
1	保留	[0000 0000]
2	Hlin($64 \times k$) 实部 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
3	Hlin($64 \times k$) 实部 (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
4	Hlin($64 \times k$) 虚部 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
5	Hlin($64 \times k$) 虚部 (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
...
254	Hlin($64 \times k + 63$) 实部 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
255	Hlin($64 \times k + 63$) 实部 (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
256	Hlin($64 \times k + 63$) 虚部 (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
257	Hlin($64 \times k + 63$) 虚部 (MSB)	[xxxx xxxx], 比特 15 到 8
注 — 对 $k = 0$ 到 $NSCds/64 - 1$ 的每一个值, 应该发送序号为 $x = 2 + k$ 的单个 R-MSG _x -LD 消息。		

表 8-60/61/G.992.5—Hlog(*i*) R-MSG_x-LD消息的格式

八位组号 <i>i</i>	信 息	格 式
0	程序号	[xxxx xxxx] (作为 8 比特无符号的整数)
1	保留	[0000 0000]
2	Hlog($128 \times k$) (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
3	Hlog($128 \times k$) (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
...
256	Hlog($128 \times k + 127$) (LSB)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
257	Hlog($128 \times k + 127$) (MSB)	[0000 00xx], 比特 9 和 8
注 — 对 $k = 0$ 到 $NSCds/128 - 1$ 的每一个值, 应该发送序号为 $x = NSCds/64 + 2 + k$ 的单个 R-MSG _x -LD 消息。		

表 8-62/G.992.5—QLN(i) R-MSGx-LD消息的格式

八位组号 <i>i</i>	信 息	格式消息比特[8 × <i>i</i> + 7 到 8 × <i>i</i> + 0]
0	程序号	[xxxx xxxx] (作为 8 比特无符号的整数)
1	保留	[0000 0000]
2	QLN(256 × <i>k</i>)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
...
257	QLN(256 × <i>k</i> + 255)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0

注 — 对 $k = 0$ 到 $NSCds/256 - 1$ 的每一个值, 应该发送序号为 $x = 3 \times NSCds/128 + 2 + k$ 的单个 R-MSGx-LD 消息。

表 8-63/G.992.5—SNR(i) R-MSGx-LD消息的格式

八位组号 <i>i</i>	信 息	格式消息比特[8 × <i>i</i> + 7 到 8 × <i>i</i> + 0]
0	程序号	[xxxx xxxx] (作为 8 比特无符号的整数)
1	保留	[0000 0000]
2	SNR(256 × <i>k</i>)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0
...
257	SNR(256 × <i>k</i> + 255)	[xxxx xxxx], 比特 7 到 0

注 — 对 $k = 0$ 到 $NSCds/256 - 1$ 的每一个值, 应该发送序号为 $x = 7 \times NSCds/256 + 2 + k$ 的单个 R-MSGx-LD 消息。

该消息应该以八位组号增大的次序发送（即应该首先发送次序号）和每一八位组应该首先发送LSB。

附上16个比特的CRC和R-MSGx-LD消息的比特发送次序应该按照8.13中为初始化程序所做出的规定。然而，消息和CRC比特应该以每比特调制8个符号进行发送。其中比特0应该作为8个连续的R-REVERB符号发送，而比特1应该作为8个连续的R-SEGUE符号发送。因而产生的（传送该消息和CRC所需要的）状态持续时间示于表8-64。

表 8-64/G.992.5—ATU-R环路诊断状态持续时间

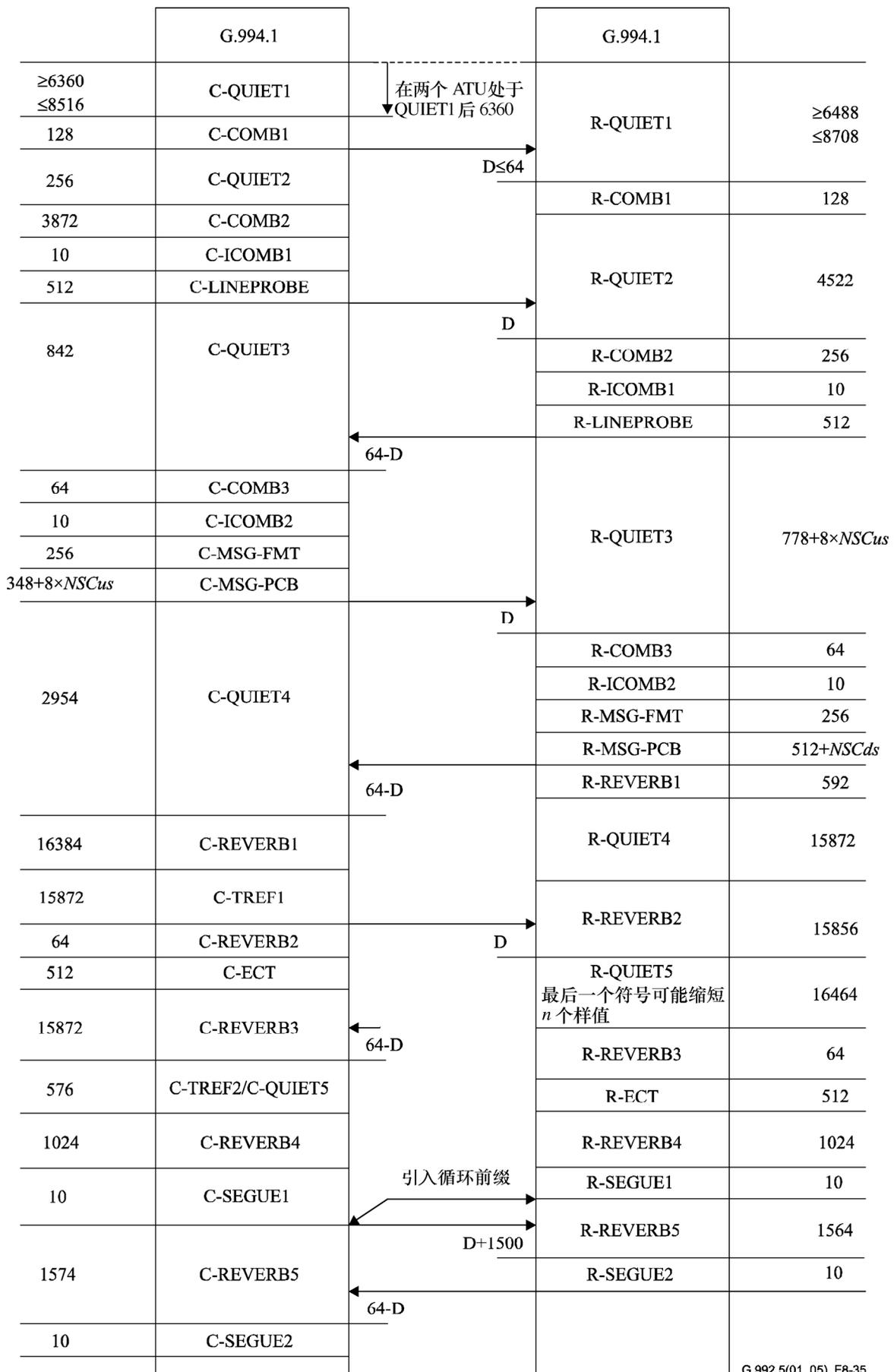
状 态	持续时间（符号）
R-MSG1-LD	1152
$x > 1$ 时的 R-MSGx-LD	16640

因而所产生的发送每一个消息和CRC所需要的符号数示于图8-35和图8-36环路诊断定时图。

8.15.5.2.2 消息流、应答和重传

见8.15.5.2.2/G.992.3。

8.15.6 环路诊断程序的定时图



G.992.5(01_05)_F8-35

图 8-35/G.992.5—环路诊断定时图（第1部分）

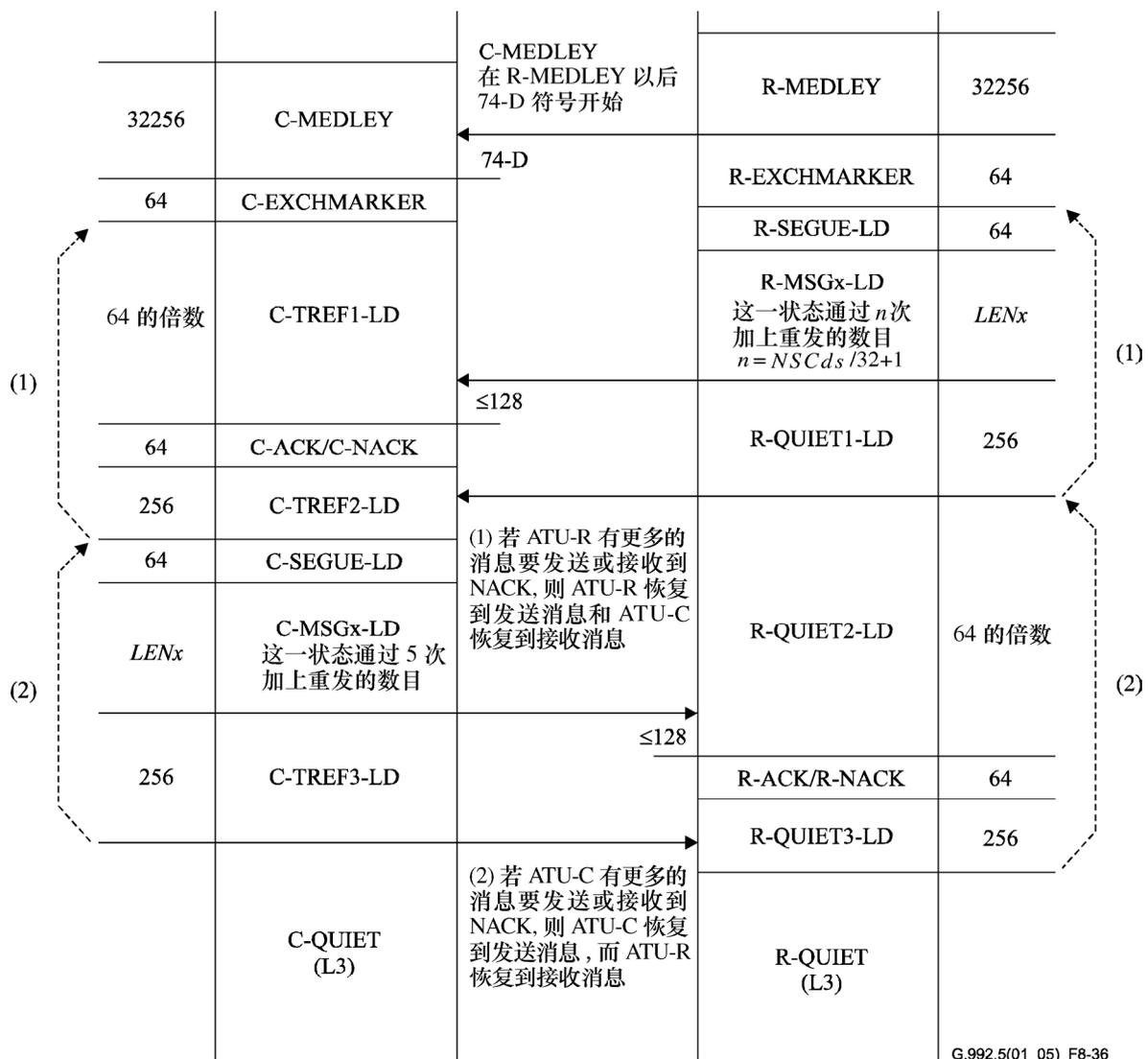


图 8-36/G.992.5—环路诊断定时图（第2部分）

8.16 PMD功能的在线重新配置

见8.16/G.992.3。

8.17 PMD功能中的功率管理

见8.17/G.992.3。

9 管理协议特有的传输会聚（MPS-TC）功能

见9/G.992.3。

9.1 传送功能

见9.1/G.992.3。

9.2 附加功能

见9.2/G.992.3。

9.3 方框接口信号和原语

见9.3/G.992.3。

9.4 管理平面程序

见9.4/G.992.3。

9.4.1 命令

见9.4.1/G.992.3。

9.4.1.1 在线重新配置命令

应该使用在线重新配置命令来控制在这一条款中所定义的某些在线动态性能。在条款10中对这一动态性能提供了附加信息。在线重新配置命令可以由任一个ATU按表9-7所示的规定启动。然而，启动器仅仅具备了在它的接收机和相应的发信机中实施改变的手段。应答的ATU可以使用表9-8所示的在线重新配置命令或者可以发出相应于PMD同步标志（Synchflag）原语的一个线路信号来正面应答启动器的请求。在线重新配置命令应该由多个八位组组成。第一个八位组应该是表9-2/G.992.3所示的重新配置命令标志符。其余的八位组应该为如表9-7、9-8和9-9所示的形式。这些八位组应该使用7.8.2.3/G.992.3中所描述的格式和使用在7.8.2.4/G.992.3中所描述的协议发送出去。

表 9-7/G.992.5—由启动接收机发送的在线重新配置命令

消息长度	元素名称（命令）
$4 + 4 \times N_f$	04 ₁₆ 请求类型 1，后面跟随着：表示子载波编号的 2 个八位组 描述每一子载波子载波参数域的 $4 \times N_f$ 个八位组
$4 + 2 \times N_{LP} + N_{BC} + 4 \times N_f$	05 ₁₆ 请求类型 2，后面跟随着：包含 N_{LP} 被赋能的等待时间路径的新的 L_P 值的 $2 \times N_{LP}$ 个八位组 包含对 N_{BC} 被赋能的帧承载信道的新的 B_{pn} 值的 N_{BC} 个八位组 表示载波编号的 2 个八位组 描述每一子载波子载波参数域的 $4 \times N_f$ 个八位组
$4 + 2 \times N_{LP} + N_{BC} + 4 \times N_f$	06 ₁₆ 请求类型 3，后面跟随着： 包含对 N_{LP} 赋能等待时间路径的新 L_P 值的 $2 \times N_{LP}$ 八位组 包含对 N_{BC} 被赋能的帧承载信道新的 B_{pn} 值的 N_{BC} 个八位组 表示载波号 N_f 的二个八位组 描述每一子载波子载波参数域的 $4 \times N_f$ 个八位组
	ITU-T 保留所有其他八位组的值。

表 9-8/G.992.5—应答的发信机所发送的在线重新配置命令

消息长度（八位组）	元素名称（命令）
3	81 ₁₆ Defer 1 型请求后面跟随： 原因码的 1 个八位组
3	82 ₁₆ Reject 2 型请求后面跟随： 原因码的 1 个八位组
3	83 ₁₆ Reject 3 型请求后面跟随： 原因码的 1 个八位组
	ITU-T 保留所有其他的八位组的值

ATU可能只请求在它的接收操作中的改变。两个ATU可能同时请求改变，每一次转换应该符合在这一条款中所描述的程序。若ATU-R已经发送了L2 Grant命令和正在等待应答时，它不得启动OLR命令。

子载波参数域包括4个八位组，格式为[0000 0ccc cccc cccc gggg gggg gggg bbbb]。载波序号*i*（11比特）*g_i*（12比特）和*b_i*（4比特）。载波序号应该是子载波域的第1个八位组的三个最低有效比特和第2个八位组。载波序号*i*的最低有效比特应该包含在第2个八位组中。*g_i*应该包含在第3个八位组和*g_i*的最低有效比特应该包含在第4个八位组中。*b_i*应该为第4个八位组的最低的4个有效比特。

1型和2型应该以这样的方式发送，使得PMD的参数L不改变。若ATU实施可选的PMD短启动程序，则ATU也应该实施改变*b_i*、*g_i*和*L_p*的3型OLR操作。

与OLR命令有关的原因码如表9-9所示。

表 9-9/G.992.5—OLR命令的原因码

原 因	八位组的值	可应用于defer 1型	可应用于reject 2型	可应用于reject 3型
繁忙	01 ₁₆	X	X	X
无效参数	02 ₁₆	X	X	X
不赋能	03 ₁₆		X	X
不支持	04 ₁₆		X	X

根据发送的在线重新配置命令，启动器应该等待对该命令的应答，即对用于推迟或拒绝的在线重新配置命令的应答或对与PMD.Synchflag原语相应的线路信号的应答。若在表7-17/G.992.3中所显示的高优先级开销消息的间歇时间内没有收到应答，启动机应该放弃当时的在线重新配置命令。可能直接启动包括一个同样请求的新命令。

根据收到的在线重新配置命令，应答器应该以推迟或拒绝的在线重新配置命令或与PMD Synchflag原语的相应线路信号做出应答。在发送与PMD Synchflag原语相应的线路信号的情况下，ATU应该按照描述那些功能的重新配置条款中所描述的那样，重新配置有效的PMD，PMS-TC和TPS-TC功能。在推迟或拒绝的情况下，接收机应该从以下码中提供一个原因码，原因码的含义如下：01₁₆表示繁忙，02₁₆表示无效参数，03₁₆表示不赋能和04₁₆表示不支持。原因码01₁₆和02₁₆应该是在用于推迟1型请求的在线重新配置命令中所使用的唯一的码。

根据收到的与PMD.Synchflag原语相应的线路信号，启动器应该根据描述那些功能的重新配置条款中所描述的那样，重新配置有效的PMD，PMS-TC和TPS-TC功能。若收到了推迟或拒绝的在线重新配置命令，则启动器应该放弃在线的重新配置命令。可以直接启动包括一个同样的请求的新命令。

9.4.1.2 eoc命令

见9.4.1.2/G.992.3。

9.4.1.3 时间命令

见9.4.1.3/G.992.3。

9.4.1.4 目录命令

见9.4.1.4/G.992.3。

9.4.1.5 控制值阅读命令

见9.4.1.5/G.992.3。

9.4.1.6 管理计数器阅读命令

见9.4.1.6/G.992.3。

9.4.1.7 功率管理命令

按照在功率管理条款（见9.5）中所描述的那样，应该使用功率管理命令提出功率管理从一种链路状态转换到另一种链路状态。功率管理命令可以按表9.21所示的功率管理条款中的规定，由任一个ATU启动功率管理命令。应答应该使用表9-22所示的命令。功率管理命令的长度是可变的。第1个八位组应该为表9-3/G.992.3中所示的功率管理命令的标志符。其余的八位组应该按表9-21所示进行安排。功率管理命令的长度是可变的。第1个八位组应该为表9-3/G.992.3中所示的功率管理命令标志符。第2个八位组应该如表9-22所示进行安排。这些八位组应该用7.8.2.3/G.992.3中所描述的格式和用7.8.2.4/G.992.3中所描述的协议发送。

表 9-21/G.992.5—由启动的ATU发送的功率管理命令

消息长度（八位组）	元素名称（命令）
3	01 ₁₆ 简单的请求后面跟随： 1 个八位组表示新建议的链路状态
4 + 4 × N_{LP}	02 ₁₆ 请求后面跟随： 1 个八位组表示最小的 PCBds 值（dB） 1 个八位组表示最大的 PCBds 值（dB） 2 × N_{LP} 八位组包含最大的 L_p 值表示 N_{LP} 被赋能的等待时间路径 2 × N_{LP} 八位组包含最小的 L_p 值表示 N_{LP} 被赋能的等待时间路径
3	03 ₁₆ L2 Trim 后面跟随： 1 个八位组表示建议的新的 PCBds 值（dB） ITU-T 保留所有其他的八位组值。

表 9-22/G.992.5—由应答的ATU所发送的功率管理命令

消息长度（八位组）	元素名称（命令）
2	80 ₁₆ Grant
3	81 ₁₆ Reject 后面跟随： 1 个八位组表示原因码
3	83 ₁₆ L2 Reject 后面跟随： 1 个八位组表示原因码
3	84 ₁₆ L2 Trim Grant 后面跟随： 1 个八位组包含退出符号的 PCBds 值
3	85 ₁₆ L2 Trim Reject 后面跟随： 1 个八位组表示原因码
7 + 2 × N_{LP} + 4 × N_f	86 ₁₆ L2 Grant 后面跟随： 2 × N_{LP} 八位组包含新的 L_p 值表示 N_{LP} 赋能的等待时间路径 1 个八位组包含实际的 PCBds 值 1 个八位组包含退出符号的 PCBds 值 1 个八位组包含退出符号 b_i/g_i 表的标志 2 个八位组表示载波编号 N_f 4 × N_f 个八位组描述每个子载波的子载波参数域 ITU-T 保留所有其他的八位组值

在L2 Request、L2 Grant、L2 Trim Request和L2 Trim Grant消息中，应该将功率回退的值表示为绝对功率回退，范围0到40 dB，步长1 dB。功率回退用PCBds来规定。所请求的最小值和最大值是以绝对项来规定的，而不是用相对于当时的PCBds值来规定的。在初始化到40 dB期间所确定的PCBds范围内没有包含的值应该不编码。意图是用PCBds控制参数对L2链路状态可以实现高达40 dB的绝对功率回退和可以使用增益值来按需额外调整每载波的增益。在L2状态期间所加的额外功率回退（即PCBds（L2）-PCBds（init））应该作为相对于L0发送PSD电平（即相对于由收发信机训练期间所确定的和所应用的 $ceiled_log_tss_i$ 值进行调整的REFPSDds（init）发送PSD电平）的平坦回退（即每一子载波降低相同的量）来应用。

与功率管理命令有关的原因码如表9-23所示。

表 9-23/G.992.5—功率管理命令的原因码

原因	八位组值	可用于Reject	可用于L2 Reject	可用于 L2 Trim Reject
繁忙	01 ₁₆	X	X	
无效	02 ₁₆	X	X	X
不希望的状态	03 ₁₆	X		
不可行的参数	04 ₁₆		X	X

9.4.1.7.1 ATU-R的简单请求

见9.4.1.7.1/G.992.3。

9.4.1.7.2 ATU-C的简单请求

见9.4.1.7.2/G.992.3。

9.4.1.7.3 ATU-C的L2请求

见9.4.1.7.3/G.992.3。

9.4.1.7.4 ATU-C的L2 trim请求

见9.4.1.7.4/G.992.3。

9.4.1.8 清除eoc消息

见9.4.1.8/G.992.3。

9.4.1.9 非标准设备开销命令

见9.4.1.9/G.992.3。

9.4.1.10 测试参数消息

应该根据PMD功能的描述，使用PMD测试参数阅读命令来访问远方的ATU所保持的某些PMD测试参数的值。应该根据本条款的描述重新找到本地的参数值。PMD测试参数阅读命令可以由任一个ATU启动，如表9-28所示。应答应该使用表9-29中的命令。PMD测试参数阅读命令应该由2个到6个八位组组成。第1个八位组应该是表9-4/G.992.3中所示的PMD测试参数命令标志符。其余的八位组应该如表9-28所示。PMD测试参数阅读应答命令应该是多个八位组。第1个八位组应该是表9-4/G.992.3中所示的PMD测试参数阅读命令标志符。其余的八位组应该按表9-29所示。这些八位组应该使用7.8.2.3/G.992.3中所描述的格式和使用7.8.2.4/G.992.3中所描述的协议来发送。

表 9-28/G.992.5—由启动器发送的PMD测试参数阅读命令

消息长度（八位组）	元素名称（命令）
3	01 ₁₆ Single Read（单读）后面跟随： 1个描述测试参数 ID 的八位组
2	03 ₁₆ Next Multiple Read（下一多次阅读）
4	04 ₁₆ Multiple Read Block 后面跟随： 2个描述子载波序号的八位组
6	05 ₁₆ Block Read 后面跟随： 2个描述开始子载波序号的八位组 2个描述结束子载波序号的八位组 ITU-T 保留了所有其他的八位组的值

表 9-29/G.992.5—由应答器发送的PMD测试参数阅读命令

消息长度（八位组）	元素名称（命令）
可变 (见注)	81 ₁₆ 后面跟随： 为单读格式安排的测试参数的八位组
12	82 ₁₆ 后面跟随： 为多读格式安排的测试参数的八位组
2	80 ₁₆ NACK
可变 (见注)	84 ₁₆ 后面跟随： 为块读格式安排的测试参数的八位组 ITU-T 保留了所有其他的八位组的值
注 — 可变长度等于 2 加上表 9-30 中表示的长度。	

根据收到的一个PMD测试参数阅读命令，接收的ATU应该发出相应的应答消息。若请求了一个未被承认的测试参数，应答应该为用于NACK的PMD测试参数命令。接收或发送ATU的功能不受其他影响。

PMD测试参数都是根据本建议书的PMD功能条款中的程序导出的。在初始化以后，PMD应该保持训练测试参数，直到接收到更新测试参数的开销命令为止。

这些参数以表9-30中所规定的次序和格式传送。在用于单读的测试参数阅读命令期间，传送测试参数的所有信息。若测试参数是一个组合参数，则只传送一个值。若测试参数是每个子载波有一个值，则在单个消息中从子载波序号#0到子载波序号#NSC - 1的所有值都被传送。八位组的格式是PMD条款中所描述的格式。应该将被格式化为多个八位组的值插入到应答消息中去，插入的次序应该为从最高位字节到最低位字节。

在多读或下一多读的测试参数阅读命令期间，传送与特定子载波有关的所有测试参数的信息。组合测试参数不是以用于多读或下一轮的PMD测试参数阅读命令来传送的。为多次阅读的PMD测试参数阅读命令所用的子载波必须是在该命令中所包含的子载波。这一子载波的序号应该被储存起来。后面为下一次阅读用的每一PMD测试参数命令应该递增和使用被存储的子载波序号。若子载波序号达到了NSC，应答应该是NACK的PMD测试参数命令。根据表9-30中所表示的八位组标志符的数字次序，把每一子载波的值插入到该消息中去。

八位组的格式是本建议书的PMD条款中所描述的格式。被格式化的多个八位组的值应该以最高位字节到最低位字节的次序插入到应答消息中去。

表 9-30/G.992.5—PMD测试参数的ID值

测试参数ID	测试参数名称	单读的长度	多读的长度	多读的长度
01 ₁₆	每载波的信道传递函数 $Hlog(f)$	2 + $MSC \times 2$ 个八位组	4 个八位组	2 + (终止子载波-开始子载波+1) $\times 2$ 个八位组
02 ₁₆	ITU-T 保留			
03 ₁₆	每一子载波的寂静线路噪声 PSD $QLN(f)$	2 + MSC 个八位组	3 个八位组	2 + (终止子载波-开始子载波+1) 个八位组
04 ₁₆	每一子载波的信噪比 $SNR(f)$	2 + MSC 个八位组	3 个八位组	2 + (终止子载波-开始子载波+1) 个八位组
05 ₁₆	ITU-T 保留			
21 ₁₆	链路衰减 $LATN$	2 个八位组	N/A	N/a
22 ₁₆	信号衰减 $SATN$	2 个八位组	N/A	N/a
23 ₁₆	信噪比余量 $SNRM$	2 个八位组	N/A	N/a
24 ₁₆	可达到的净数据速率 $ATTNDR$	4 个八位组	N/A	N/a
25 ₁₆	近端实际总发送功率 $ACTATP$	2 个八位组	N/A	N/a
26 ₁₆	远端实际总发送功率 $ACTATP$	2 个八位组	N/A	N/a

在块读用的测试参数阅读命令期间，传送与子载波的指定块有关的所有测试参数的信息。不传送具有PMD测试参数块读命令的组合测试参数。若测试参数为每一子载波一个值，则在单个消息中，从子载波序号#start（开始）的子载波到子载波序号#stop（终止）的子载波的所有值都被传送。八位组的格式是PMD分条款中所描述的格式。被格式化为多个八位组的值应该以最高位字节到最低位字节的次序插入到应答消息中去。

在传送信道传递函数 $Hlog(f)$ 的值的過程中，应该将测量时间插入到该消息中去，后面跟随 m 的值（见8.12.3.1/G.992.3）。在单读或块读用的PMD测试参数应答中，测量时间只包含一次。在多读或下一次多读的每一次应答中都包含测量时间。

在传送寂静线路噪声 $QLN(f)$ 的值的過程中，应该将测量时间插入到该消息中，后面跟随 m 的值（见8.12.3.2/G.992.3）。在单读或块读的PMD测试参数应答中，测量时间只包含一次。对多读或下一次多读的每一次应答中都包含测量时间。

在传送信号噪声比 $SNR(f)$ 的值的過程中，应该将测量时间插入到该消息中，后面跟随SNR的值（见8.12.3.3/G.992.3）。在单读或块读的PMD测试参数应答中，测量时间应该只包含一次。在多读或下一次多读的每一次应答中都包含测量时间。

以少于表9-30中所示的比特数规定的测试参数的值应该用2个八位组的最低位比特插入到该消息中去。对无符号的量，未使用的更高位比特应该置于0，而对有符号的量，未使用的更高位比特应该置于符号比特的值。

9.4.1.10.1 单读命令

见9.4.1.10.1/G.992.3。

9.4.1.10.2 具有Next（下一个）的多读协议

见9.4.1.10.2/G.992.3。

9.4.1.10.3 块读命令

见9.4.1.10.3/G.992.3。

9.5 功率管理

见9.5/G.992.3。

10 动态性能

见10/G.992.3。

附件 A

在普通老式电话业务（POTS）以上频带 中工作的ADSL系统的特殊要求

本附件规定了本建议书的正文中仍未规定的那些ADSL系统的参数，因为这些参数对于和POTS频分双工的ADSL业务而言是独特的参数。

A.1 ATU-C功能的特性（属于条款8）

A.1.1 ATU-C控制参数设置

在正文的参数化部分中要使用的和/或在本附件中要使用的ATU-C控制参数设置列于表A.1。控制参数在8.5中做了规定。

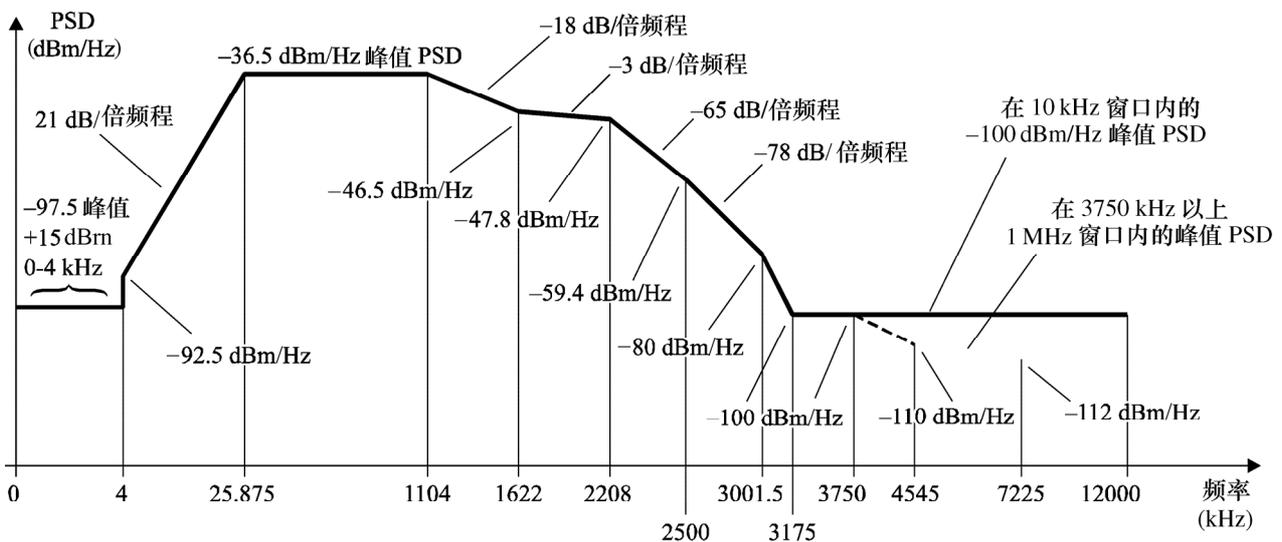
表A.1/G.992.5—ATU-C控制参数设置

参 数	缺省设置	特 性
<i>NSCds</i>	512	
<i>NOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段，设置相对于这个值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段，设置相对于这个值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPds</i>	20.4 dBm	在 G.994.1 阶段，设置相对于这个值可能会改变，见 8.13.2。

A.1.2 重叠频谱工作时用的ATU-C下行发送频谱模板（增补8.10）

通带规定为从25.875到2208 kHz之间的频带，并且它是可能使用的最宽频带（即以重叠频谱实现的POTS以上的ADSL所用的频带）。在通带以内规定的限值也适用于所用的任何比较窄的频带。

图A.1为发送信号规定了极限的频谱模板。低频端阻带规定为25.875 kHz以下的频率和包含POTS频带，而高频端阻带规定为高于2208 kHz以上的频率。



G.992.5(01_05)_FA.1

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	内插	10 kHz
25.875	-36.5	10 kHz
1104	-36.5	10 kHz
1622	-46.5	10 kHz
2208	-47.8	10 kHz
2500	-59.4	10 kHz
3001.5	-80	10 kHz
3175	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板应该满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
3750	-100	1 MHz
4545	-110	1 MHz
7225	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有PSD是在100 Ω上测量的，而POTS频带的总功率是在600 Ω上测量的。

注2 — 转折点频率和PSD值是准确的，而所指示的斜率是近似值。表中的转折点应该在dB/log(f)图上用直线连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。为频率 f_i 的某个转折点所规定的MBW可适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率，而 f_j 是规定的下一个转折点的频率。

注4 — 在一个1 MHz滑动窗口内的功率是在测量频率起的1 MHz带宽内测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 频率窗口内的功率应该符合在频率 f 处的规格。

注5 — 为了保护V.90的性能，PSD模板以4 kHz为步长。原先，4 kHz以下的PSD模板斜率仍然为21 dB/倍频程，但影响到在3400 Hz处的-97.5 dBm/Hz的本底。认识到这可能影响V.90的性能，所以本底延伸到4 kHz。

注6 — 所有的PSD和功率都必须在U-C接口处进行测量。

图 A.1/G.992.5—重叠频率工作条件下的ATU-C发信机PSD模板

A.1.2.1 通带PSD和频率响应

对ATU-C发送的信号而言，有三个不同的PSD模板，决定于所发送的信号的类型。在整个通带范围内，发送的PSD电平不得超过下面所规定的通带发信PSD的最大电平：

- 对直到信道恢复阶段（包含信道恢复阶段）为止的初始化信号， $NOMPSDds + 1 \text{ dB}$ ；
- 在以收发信机训练阶段开始的初始化的其余阶段期间， $REFPSDds + 1 \text{ dB}$ ；
- 在传送数据状态（showtime）期间， $MAXNOMPSDds - PCBds + 3.5 \text{ dB}$ 。

在通带内的群时延变化不得超过 $50 \mu\text{s}$ 。

最大的通带发送PSD电平考虑了 1 dB 的非理想发送滤波器的效应（例如通带波纹和过渡带的滚降）。

为了频谱管理，表A.1.2-1（资料性的）规定了重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD的模板。

表 A.1.2-1/G.992.5—重叠频谱工作条件下的ATU-C发信机PSD模板

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-101
4	-101
4	-96
25.875	-40
1104	-40
1622	-50
2208	-51.3
2500	-62.9
3001.5	-83.5
3175	-100
3750	-100
4545	-110
7225	-112
12000	-112

A.1.2.2 总的发送功率

对ATU-C发送信号而言，有三个不同的PSD模板，决定于所发送的信号的类型（见A.1.2.1）。在所有的情况下。

- 在U-C接口处测得的和发送到公共交换电话网（PSTN）接口的话音频带中的总发送功率不得超过 $+15 \text{ dBm}$ （关于测量方法，请见ITU-T G.996.1建议书[3]）；
- 为了适应实施过程中的容差，在整个通带范围内，总发送功率超过（ $MAXNOMATPds - PCBds$ ）不得多于 0.5 dB ，并且不得超过 20.9 dBm 。

- 为了计入阻带内的残余发信功率和实施过程中的容差，在0到12 MHz频率范围内的总发送功率超过 ($MAXNOMATPds - PCBds$) 不得多于0.9 dB。

ATU-C所发送的功率受本条款中的各项要求所限制。尽管有这些要求，仍假设ADSL将符合各国对电磁能量发射提出的可以适用的要求。

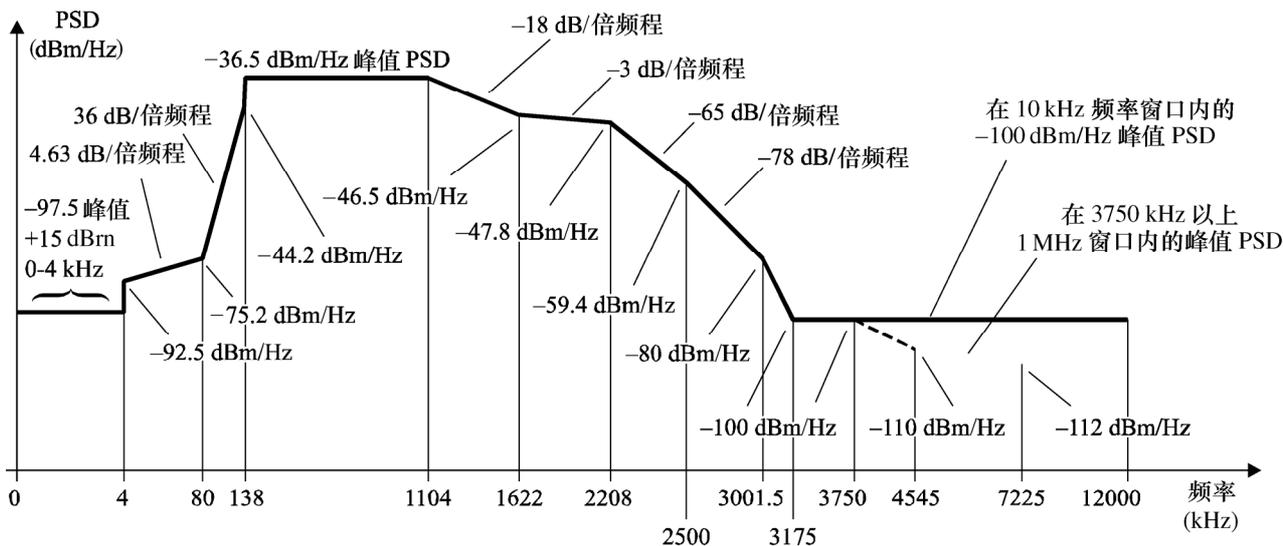
为了频谱管理，PSD模板的标称的通带总发送功率为20.4 dBm。

A.1.3 非重叠频谱工作条件下的ATU-C发送PSD模板（增补条款8.10）

图A.2为ATU-C发信信号规定了极限的频谱模板，这导致相对于A.1.2中的模板，进入ADSL上行频带的NEXT的PSD降低。在许多情况下，严格遵从这个模板将导致改善在同一或相邻线束电缆组中其他ADSL系统的上行性能，而改善量与其他干扰源有关。这个模板与A.1.2中的模板的差别仅在于从4 kHz到138 kHz的频带中。

将通带规定为从138到2208 kHz之间的频带。在该通带以内规定的限值也应用于所用的任何较窄的频带。

低频端的阻带规定为138 kHz以下的频率并包含POTS频带，而高频端的阻带规定为高于2208 kHz的频率。



G.992.5(01_05)_FA.2

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	内插	10 kHz
80	-72.5	10 kHz
138	-44.2	10 kHz
138	-36.5	10 kHz
1104	-36.5	10 kHz
1622	-46.5	10 kHz
2208	-47.8	10 kHz
2500	-59.4	10 kHz
3001.5	-80	10 kHz
3175	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板必须满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
3750	-100	1 MHz
4545	-110	1 MHz
7225	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有的PSD是在100 Ω上测量的，而POTS频带的总功率是在600 Ω上测量的。

注2 — 转折点频率和PSD值是准确的，而所指示的斜率是近似值。应该将表中的转折点在dB/log(*f*)图上用直线连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。为频率 f_i 的某个转折点所规定的MBW可适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率，而 f_j 是规定的下一个转折点的频率。

注4 — 在一个1 MHz滑动窗口内的功率是在测量频率起的1 MHz带宽内测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 频率窗口内的功率应该符合在频率 f 处的规格。

注5 — 为了保护V.90的性能，PSD模板以4 kHz为步长。原先，4 kHz以下的PSD模板的斜率仍然为21 dB/倍频程，但影响到在3400 Hz处的-97.5 dBm/Hz的本底。已经认识到，这可能影响V.90的性能，所以本底延伸到4 kHz。

注6 — 所有的PSD和功率都应该在U-C接口处进行测量。

图 A.2/G.992.5—非重叠频谱工作条件下的ATU-C发信机的PSD模板

A.1.3.1 通带PSD和频率响应

见A.1.2.1。为了频谱管理，表A.1.3-1规定了非重叠频谱工作条件下的PSD模板（资料性的）。

表 A.1.3-1/G.992.5—非重叠频谱工作条件下ATU-C发信机的PSD模板

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-101
4	-101
4	-96
80	-76
138	-47.7
138	-40
1104	-40
1622	-50
2208	-51.3
2500	-62.9
3001.5	-83.5
3175	-100
3750	-100
4545	-110
7225	-112
12000	-112

A.1.3.2 总发信功率

见A.1.2.2。此外，在非重叠频谱工作条件下，在整个频带内的总发信功率不得超过20.4 dBm。

为了频谱管理，PSD模板的标称通带总发信功率为19.9 dBm。

A.2 ATU-R功能的特性（属于条款8）

A.2.1 ATU-R控制参数设置

在本建议书的正文的参数化部分所要用的和/或在本附件所要用的ATU-R控制参数设置列于表A.2。控制参数在8.5中做了规定。

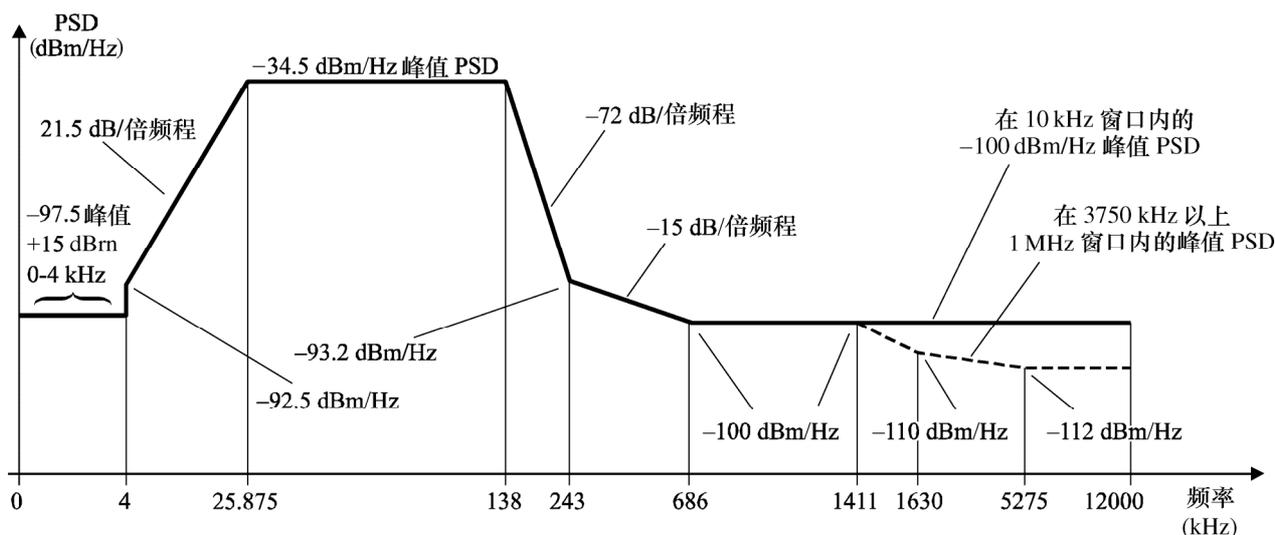
表 A.2/G.992.5—ATU-R控制参数设置

参 数	缺省设置	特 性
<i>NSCus</i>	32	
<i>NOMPSDus</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDus</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPus</i>	12.5 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。

A.2.2 ATU-R上行发信频谱模板（增补8.10）

通带规定为从25.875到138 kHz之间的频带，它是可能使用的最宽频带。在通带以内所规定的极限值也适用于所用的任何较窄的频带。

图A.3规定了发信信号的频谱模板。低频端的阻带规定为25.875 kHz以下的频带并包含POTS频带（也见图A.1），而高频端的阻带规定为高于138 kHz的频率。



G.992.5(01_05)_FA.3

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	内插	10 kHz
25.875	-34.5	10 kHz
138	-34.5	10 kHz
243	-93.2	10 kHz
686	-100	10 kHz
5275	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板必须满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
1411	-100	1 MHz
1630	-110	1 MHz
5275	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有的PSD是在100 Ω上测量的，而POTS频带的总功率是在600 Ω上测量的。

注2 — 转折点频率和PSD值是精确值，而所指示的斜率是近似值。表中的转折点应该在dB/log(*f*)图上用直线连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。为频率 f_i 的某个转折点所规定的MBW可适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率，而 f_j 是下一个规定的转折点的频率。

注4 — 在一个1 MHz滑动窗口内的功率是在测量频率起的1 MHz带宽内测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 频率窗口内的功率应该符合在频率 f 处的规格。

注5 — 为了保护V.90的性能，PSD模板以4 kHz为步长。原先，4 kHz以下的PSD模板斜率保持21 dB/倍频程，但影响在3400 Hz频率上的-97.5 dBm/Hz的本底。应该认识到，这可能影响V.90性能，所以将本底延伸到4 kHz。

注6 — 所有的PSD和功率测量应该在U-R接口处进行。

图 A.3/G.992.5—ATU-R发信PSD模板

A.2.2.1 通带PSD和频率响应

对ATU-R发信信号而言，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号类型。在整个通带内，发信PSD电平不得超过下面规定的最大通带PSD电平：

- 对直到和包含信道恢复阶段的初始化信号， $NOMPSD_{us} + 1$ dB；
- 在以收发信机训练阶段开始的初始化的其余时间内， $REFPSD_{us} + 1$ dB；
- 在传送数据阶段期间， $MAXNOMPSD_{us} - PC_{Bus} + 3.5$ dB。

在通带内的群时延变化不得超过50 μ s。

最大的发信PSD电平考虑了1 dB的非理想发信滤波器的效应（例如通带的波纹和过渡带的滚降）。

为了频谱管理，表A.2.2-1（资料性）规定了PSD模板：

表 A.2.2-1/G.992.5—ATU-R发信PSD模板

频率 (kHz)	PSD 电平 (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

A.2.2.2 总的发信功率

对ATU-R发信信号而言，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号的类型（见A.2.2.1）。在所有情况下：

- 在U-R接口测得的送到普通的老式电话业务（POTS）接口处的话音频带中的总发信功率不得超过+15 dBm（关于测量方法，请见ITU-T G.996.1建议书[3]）；
- 为了适应实施过程中的容差，在整个通带内的总发信功率超过（ $MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus}$ ）不得多于0.5 dB，并且不得超过13.0 dBm。
- 为了计入阻带内的残余发信功率和实施过程中的容差，在0到12 MHz频带内的总发信功率超过（ $MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus}$ ）不得多于0.8 dB。

ATU-R所发射的功率由本条款中的各项要求加以限制。尽管有这些要求，仍假设ADSL将符合各国对电磁能量发射提出的可以适用的要求。

为了频谱管理，PSD模板标称通带内的总发信功率为12.5 dBm。

A.3 初始化

对这个附件，（相对于本建议书的正文）没有提出附加的要求。

A.4 电特性

见A.4/G.992.3。

在直到2208 kHz的频带中，必须满足在1104 kHz以下的频带中应用的G.992.3的要求。

附 件 B

关于在ITU-T G.961建议书附录I和II所规定的ISDN以上的 频带中工作的ADSL系统的特殊要求

本附件规定了在本建议书的正文中没有规定的遗留的ADSL系统的那些参数，因为这些参数对在同一数字用户线上与ISDN-BA频分复用的ADSL业务而言是独特的。研究范围是建立可行的方法，在使用现有的传输技术的限制条件下，实现同时部署ADSL和附录I和II/G.961[1]中所规定的160 kbit/s(2B+D)基本速率接入。

B.1 ATU-C功能的特性（属于条款8）

B.1.1 ATU-C控制参数设置

在本建议书正文的参数化部分要使用的和/或在本附件中要使用的ATU-C控制参数设置列于表B.1。控制参数在8.5中做了规定。

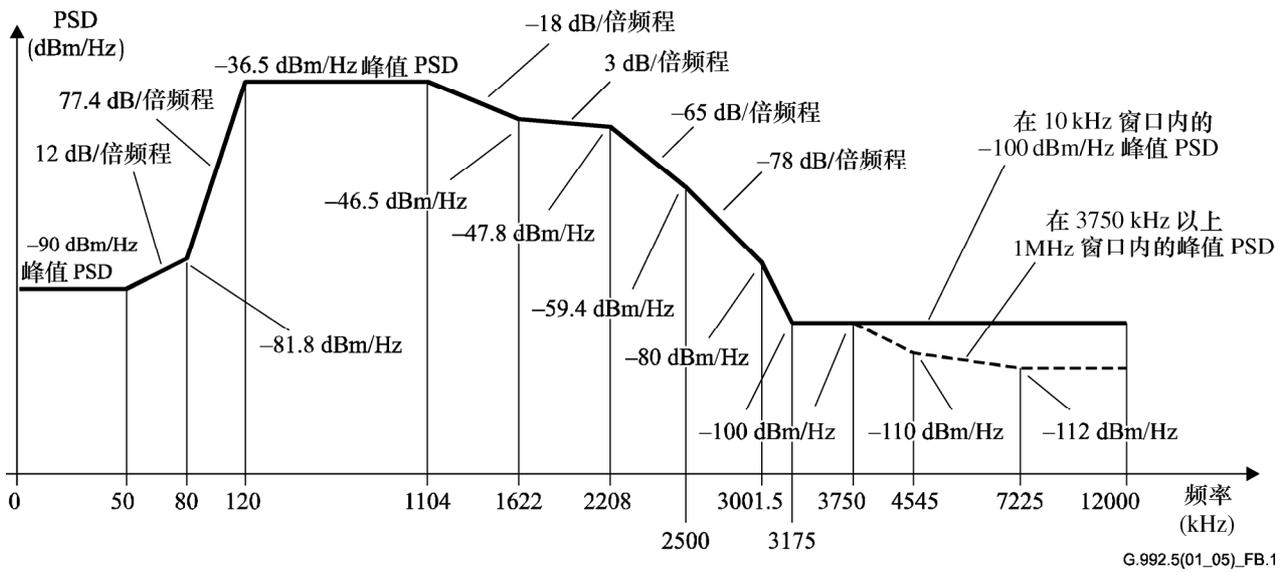
表 B.1/G.992.5—ATU-C控制参数设置

参 数	缺省设置	特 性
<i>NSCds</i>	512	
<i>NOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPds</i>	19.9 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。

B.1.2 重叠频谱工作条件下的ATU-C下行发信频谱模板（增补8.10）

通带规定为从120 kHz（见图B.1）到2208 kHz之间的频带，它是可能使用的最宽频带（即对以重叠频谱实现的ISDN以上的ADSL而言）。在通带内规定的限值也适用于使用的任何比较窄的频带。

图B.1为发信信号规定了极限的频谱模板。低频端阻带是ISDN频带和规定为120 kHz以下的频率（见图B.1）；高频端阻带规定为高于2208 kHz的频率。



G.992.5(01_05)_FB.1

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
0	-90	10 kHz
50	-90	10 kHz
80	-81.8	10 kHz
120	-36.5	10 kHz
1104	-36.5	10 kHz
1622	-46.5	10 kHz
2208	-47.8	10 kHz
2500	-59.4	10 kHz
3001.5	-80	10 kHz
3175	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板必须满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
3750	-100	1 MHz
4545	-110	1 MHz
7225	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有的PSD测量都必须测量进入数值为100 Ω的电阻负载上的频谱功率。

注2 — 转折点频率和PSD值是精确值，而所指示的斜率是近似值。表中的转折点应该在dB/log(*f*)的图上用直线连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。频率为 f_i 的某个转折点所规定的MBW可适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率，而 f_j 是下一个规定的转折点的频率。

注4 — 在一个1 MHz滑动窗口内的功率是在测量频率起的1 MHz带宽内测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 频率窗口内的功率应该符合在频率 f 处的规格。

注5 — 所有的PSD和功率都应该在U-C接口处进行测量。

图 B.1/G.992.5—重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD模板

根据ETSI TS 102 080 [6]的规定，ISDN频带分离器的ISDN端口应该终接适当的用于ISDN-BA的2B1Q或4B3T的设计阻抗。

意图是在插入损耗参考频率上，对2B1Q和4B3T线路码而言，对ISDN-BA线路系统性能劣化的影响分别不得大于4.5 dB和4 dB。

B.1.2.1 通带PSD和频率响应

对ATU-C发信信号而言，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号的类型。在整个通带内，发信PSD电平不得超过下面所规定的最高的通带发信PSD电平：

- 对直到和包含信道恢复阶段的初始化信号， $NOMPSDs + 1$ dB；
- 对以收发信机训练阶段开始的初始化的其余时间内， $REFPSDs + 1$ dB；
- 对传送数据状态期间， $MAXNOMPSDs - PCBs + 3.5$ dB。

通带内的群时延变化不得超过50 μ s。

最大的发信PSD考虑了1 dB的非理想发信滤波器的效应（例如通带波纹和过渡带的滚降）。

为了频谱管理，表B.1.2-1（资料性）规定了PSD模板：

表 B.1.2-1/G.992.5—重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD模板

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-90
50	-90
80	-85.3
120	-40
1104	-40
1622	-50
2208	-51.3
2500	-62.9
3001.5	-83.5
3175	-100
3750	-100
4545	-110
7225	-112
12000	-112

B.1.2.2 总发信功率

对ATU-C发信信号而言，有三种不同的PSD模板，决定于所发送的信号的类型（见B.1.2.1）。在所有情况下：

- 为了适应实施过程中的容差，在整个通带内的总发信功率超过（ $MAXNOMATPs - PCBs$ ）不得多于0.5 dB，并且不得超过20.4 dBm；

— 为了计入阻抗中的残余发信功率和实施过程中的容差，在0到11.040 MHz频带内的总发信功率超过 ($MAXNOMATPds - PCBds$) 不得多于0.9 dB。

由ATU-C所发送的功率由本条款中的各项要求所限制。尽管有这些要求，仍假设ADSL将符合各国对电磁能量发射提出的可以适用的要求。

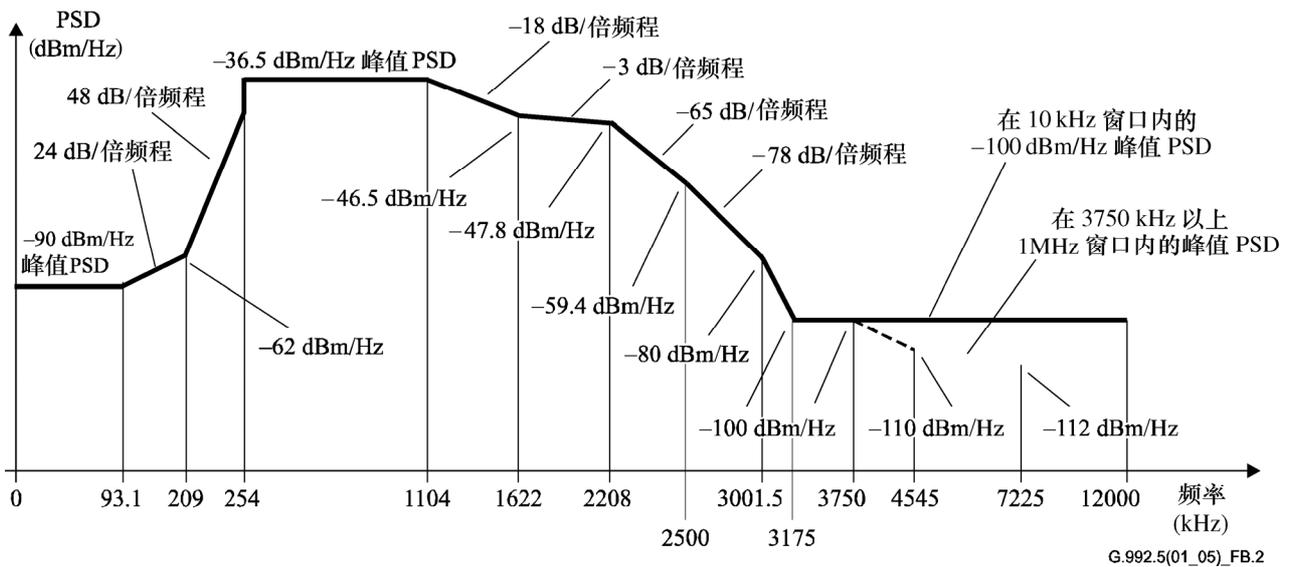
为了频谱管理，PSD模板的标称通带总发信功率为19.9 dBm。

B.1.3 非重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD模板（增补8.10）

图B.2为ATU-C所发送的信号规定了极限的频谱模板，这将导致相对于B.1.2中的模板，进入ADSL上行频带的NEXT的PSD降低。在许多情况下，严格遵从这个模板将导致改善同一或相邻线束电缆组中其他ADSL系统的上行性能，而改善量取决于其他干扰源。这一模板仅在50 kHz到254 kHz频带内与B.1.2中的模板有差别。

通带规定为从254到2208 kHz之间的频带。在该通带内规定的极限值也适用于所用的任何较窄的频带。

低频端的阻带规定为低于254 kHz的频率和包含ISDN频带。高频端的阻带规定为高于2208 kHz的频率。



G.992.5(01_05)_FB.2

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
0	-90	10 kHz
93.1	-90	10 kHz
209	-62	10 kHz
254	-48.5	10 kHz
254	-36.5	10 kHz
1104	-36.5	10 kHz
1622	-46.5	10 kHz
2208	-47.8	10 kHz
2500	-59.4	10 kHz
3001.5	-80	10 kHz
3175	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD必须满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
3750	-100	1 MHz
4545	-110	1 MHz
7225	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有的PSD测量都必须测量进入数值为100 Ω的电阻负载上的频谱功率。

注2 — 转折点频率和PSD值是精确值，而所指示的斜率是近似值。表中的转折点应该在dB/log(f)的图上用直线连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。为频率 f_i 的某个转折点所规定的MBW可适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率，而 f_j 是下一个规定的转折点的频率。

注4 — 在一个1 MHz滑动窗口内的功率是在测量频率起的1 MHz带宽内测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 频率窗口内的功率应该符合在频率 f 处的规格。

注5 — 所有的PSD和功率都应该在U-C接口处进行测量。

图 B.2/G.992.5—非重叠频谱工作条件下的ATU-C发送PSD模板

按照ETSI TS 102 080[6]的规定，ISDN频带分离器的ISDN端口必须终接用于ISDN-BA的适当的2B1Q或4B3T设计阻抗。

意图是在插入损耗参考频率上，对2B1Q和4B3T线路码，对ISDN-BA线路性能劣化的影响分别不得大于4.5dB和4dB。

B.1.3.1 通带PSD和频率响应

见B.1.2.1。为了频谱管理，表B.1.3-1（资料性）规定了PSD的模板。

表 B.1.3-1/G.992.5—非重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD模板

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-90
93.1	-90
209	-65.5
254	-52
254	-40
1104	-40
1622	-50
2208	-51.3
2500	-62.9
3001.5	-83.5
3175	-100
3750	-100
4545	-110
7225	-112
12000	-112

B.1.3.2 总发信功率

见B.1.2.2。此外，对非重叠频谱工作而言，整个通带内的总发信功率不得超过19.8 dBm。

为了频谱管理，PSD模板的标称通带的总发射功率为19.3 dBm。

B.2 ATU-R功能的特性（属于条款8）

B.2.1 ATU-R控制参数设置

在正文的参数化部分要使用的和/或本附件中要使用的ATU-R控制参数设置列于表B.2。控制参数在8.5中做了规定。

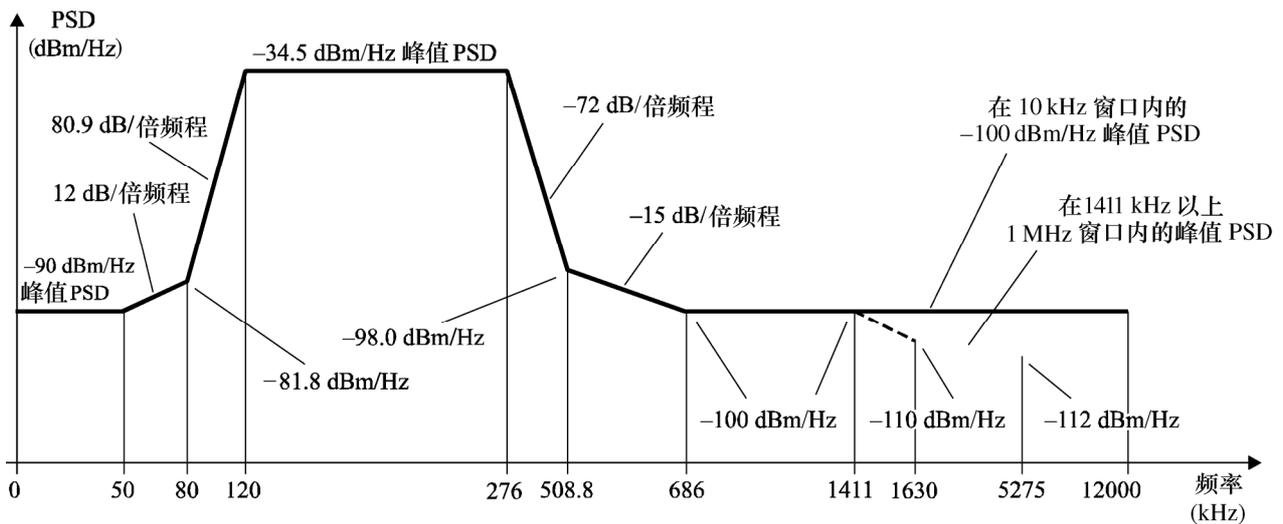
表 B.2/G.992.5—ATU-R控制参数设置

参 数	缺省设置	特 性
<i>NSCus</i>	64	
<i>NOMPSDus</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDus</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPus</i>	13.3 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
单音 1 到 32	启动/切断	表示上行单音 1 到 20（或其子集）的传输被启动/切断。 在 G.994.1 阶段中进行协商（见 B.3）。

B.2.2 ATU-R上行发信频谱模板（增补8.10）

通带规定为从120 kHz（见图B.1）到276 kHz之间的频带，它是可能使用的最宽频带。在通带内所规定的限值也适用于所使用的任何较窄的频带。

图B.3为发信信号规定了频谱模板。低频端的阻带是ISDN频带并规定为低于120 kHz的频率（见图B.1）。高频阻带规定为高于276 kHz的频率。



G.992.5(01_05)_FB.3

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
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
5275	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板必须满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
1411	-100	1 MHz
1630	-110	1 MHz
5275	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有的PSD测量必须测量进入数值为100 Ω的电阻负载中的频谱功率。

注2 — 转折点频率和PSD值是精确值，而所指示的斜率是近似值。表中的转折点应该在dB/log(f)图上用直线连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。为频率 f_i 的单个转折点所规定的MBW可适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率，而 f_j 是下一个规定的转折点的频率。

注4 — 在一个1 MHz滑动窗口内的功率是在测量频率起的1 MHz带宽内测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 频率窗口内的功率应该符合在频率 f 处的规格。

注5 — 所有的PSD和功率测量必须在U-R接口上进行。

注6 — 上行PSD模板是打算供ISDN 2B1Q和ISDN 4B3T使用。然而，某些应用已经报道了当与ADSL重叠工作时以ISDN 4B3T NT激活的现场试验问题。ISDN通带与ADSL通带的权衡问题和ISDN频带分离器的特性仍需要进一步研究。所以，结果可能是当在ISDN 4B3T上工作时，对138 kHz以下的ADSL发信功率要加以限制。这样的发信功率限制可以通过频域的成形或将单音序号33以下的单音屏蔽掉（若ATU-R发信机支持单音1到32）或通过从138 kHz开始有滤波滚降的时域滤波（若ATU-R发信机不支持单音1到32）来实现。

图 B.3/G.992.5—ATU-R发信机PSD模板

根据ETSI TS 102 080[6]的规定，ISDN频带分离器的ISDN端口应该终接适当的用于ISDN-BA的2B1Q或4B3T的设计阻抗。

意图是在插入损耗参考频率上，对2B1Q和4B3T线路码而言，对ISDN-BA线路系统性能劣化的影响分别不得大于4.5 dB和4 dB。

B.2.2.1 通带PSD和频率响应

对ATU-R发信信号而言，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号类型。在整个通带内，发信PSD电平不得超过下面所规定的最高的通带发信PSD电平：

- 对直到和包含信道恢复阶段的初始化信号， $NOMPSD_{us} + 1$ dB；
- 在以收发信机训练阶段开始的初始化的其余时间内， $REFPSD_{us} + 1$ dB；
- 在传送数据状态期间， $MAXNOMPSD_{us} - PC_{Bus} + 3.5$ dB。

在通带内的群时延变化不得超过50 μ s。

最大的发信PSD考虑了1 dB的非理想滤波器的效应（例如通带波纹和过渡带的滚降）。

为了频谱管理，表B.2.2-1（资料性）对PSD模板做了规定：

表 B.2.2-1/G.992.5—ATU-R发信机PSD模板

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-90
50	-90
80	-85.3
120	-38
276	-38
491	-97.8
686	-100
1411	-100
1630	-110
5275	-112
12000	-112

B.2.2.2 总发信功率

对ATU-R发信信号而言，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号类型（见B.2.2.1）。在所有情况下：

- 在整个通带内的总发信功率超过 $(MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus})$ 不得多于0.5 dB，以适应实施过程中的容差，并且不得超过13.8 dBm。
- 在0到11.040 MHz频带内总的发信功率超过 $(MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus})$ 不得多于0.8 dB，以计及阻带内的残余发信功率和实施过程中的容差。

ATU-R所发射的功率由本条款中的各项要求所限制。尽管有这些要求，仍然假设ADSL将符合各国对电磁能量发射提出的可以适用的要求。

为了频谱管理，PSD模板的标称通带总发信功率为13.3 dBm。

B.3 初始化

见B.3/G.992.3。

B.4 电特性

见B.4/G.992.3。

应该在最高2208 kHz的频带上，满足在最高1104 kHz的频带上适用的G.992.3的各项要求。

附 件 C

与ITU-T G.961建议书附录III中所规定的ISDN在同一电缆上工作的ADSL系统的特殊要求

有待进一步研究。

附 件 D

ATU-C和ATU-R的状态图

见附件D/G.992.3。

附 件 E

POTS和ISDN-BA频带分离器

见附件E/G.992.3。

为了按照附件A、B和I进行工作，应该在最高达2208 kHz的频带上满足在最高达1104 kHz的频带上适用的G.992.3的要求。

附 件 F

对区域A（北美）的ATU-x的性能要求

F.1 ADSL在POTS之上频带工作（附件A）时的性能要求

有待进一步研究。

F.2 全数字模式ADSL工作（附件I）时的性能要求

有待进一步研究。

F.3 ADSL在POTS之上频带工作并扩展上行带宽（附件L）情况下的性能要求

有待进一步研究。

附 件 G

对区域B（欧洲）的ATU-x的性能要求

G.1 ADSL在POTS以上频带工作（附件A）时的性能要求

有待进一步研究。

G.2 ADSL在ISDN以上频带工作（附件B）时的性能要求

有待进一步研究。

G.3 全数字模式ADSL工作（附件I）时的性能要求

有待进一步研究。

G.4 全数字模式ADSL工作（附件J）时的性能要求

有待进一步研究。

G.5 ADSL在POTS以上频带工作并扩展上行带宽（附件L）时的性能要求

有待进一步研究。

附 件 H

与ITU-T G.961 建议书附录III所规定的ISDN在同一线束电缆线上工作的 同步对称数字用户线（SSDSL）系统的特殊要求

有待进一步研究。

附件 I

与POTS以上的ADSL改善频谱兼容性的全数字模式ADSL

本附件规定了在本建议书的正文中仍然没有规定的ADSL系统的那些参数，因为这些参数只有与POTS之上频带的ADSL改善频谱兼容性的全数字ADSL业务才有的。

I.1 ATU-C的功能特性（属于条款8）

I.1.1 ATU-C控制参数设置

在本建议书的正文的参数化部分中要使用的和/或在本附件中要使用的ATU-C控制参数设置列于表I.1。控制参数在8.5中做了规定。

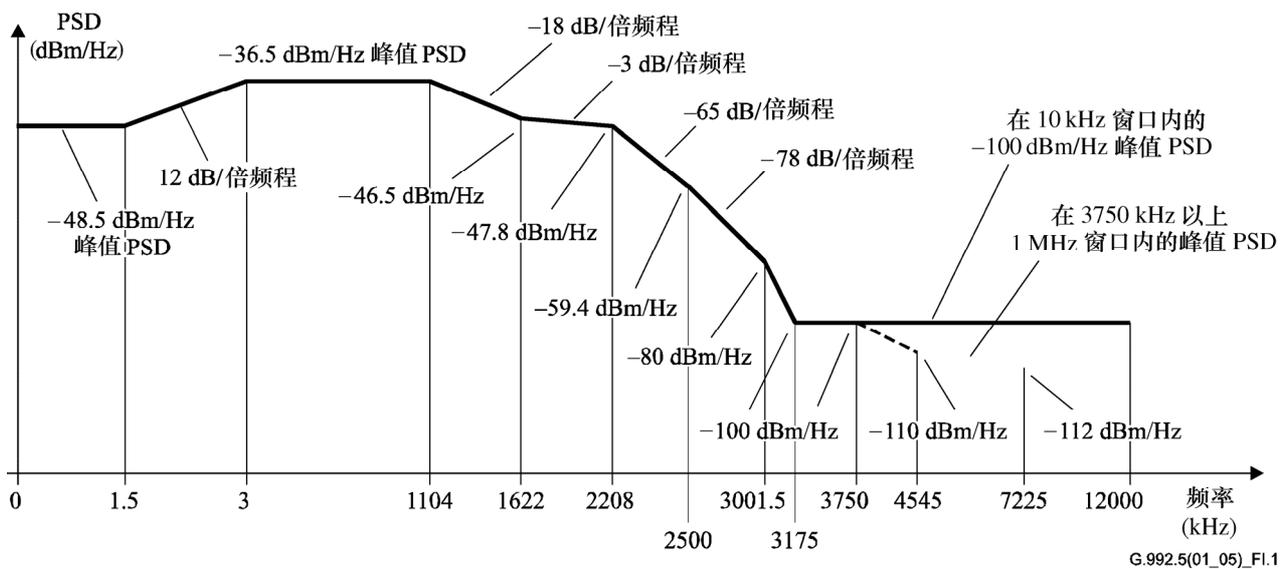
表 I.1/G.992.5—ATU-C控制参数设置

参 数	缺省设置	特 性
<i>NSCds</i>	512	
<i>NOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPds</i>	20.4 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。

I.1.2 重叠频谱工作条件下的ATU-C下行发信频谱模板（增补8.10）

通带规定为从3到2208 kHz之间的频带，它是可以使用的最宽频带（即以重叠频谱实施的频带）。在通带内所规定的限制也应用于所用的任一较窄的频带。

图I.1为发信信号规定了极限的频谱模板。低频端的阻带规定为3 kHz以下的频率，而高频端的阻带规定为高于2208 kHz的频率。



G.992.5(01_05)_F1.1

频率 (kHz)	PSD 电平 (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
1104	-36.5	10 kHz
1622	-46.5	10 kHz
2208	-47.8	10 kHz
2500	-59.4	10 kHz
3001.5	-80	10 kHz
3175	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板应该满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
3750	-100	1 MHz
4545	-110	1 MHz
7225	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有的PSD测量都是在100 Ω上测试的。

注2 — 转折点频率和PSD的数值是准确的，但所指示的斜率是近似的。表中的转折点应该在dB/log(*f*)的图上用直线连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。为频率 f_i 的某个转折点规定的MBW可适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率，其中 f_j 是下一个规定的转折点的频率。

注4 — 在1 MHz滑动窗口内的功率是以测试频率开始的1 MHz带宽进行测试的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 窗口内的功率应该符合在频率 f 处的规格。

注5 — 所有的PSD和功率测量应该在U-C接口处进行。

注6 — 当用与POTS以上的ADSL（附件A/G.992.1，附件A和B/G.992.2，附件A/G.992.3和附件A/G.992.4）同样的电缆进行部署时，由于全数字环路的下行信道在138 kHz以下的频率上与POTS以上的ADSL上行信道相重叠，所以两个系统间可能存在频谱兼容性问题。详尽的频谱兼容性研究交给地区性组织处理。对于使用本附件所规定的下行PSD模板的系统的部署可能要加一些限制措施（例如，由区域性的管制机构所加的限制）。

图 I.1/G.992.5—重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD模板

I.1.2.1 通带PSD和频率响应

对ATU-C发信信号，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号类型。在整个通带内，发信PSD电平不应该超过下面规定的最大的通带发射PSD电平：

- 对直到和包含信道恢复阶段的初始化信号， $NOMPSDds + 1$ dB；
- 在以收发信机训练阶段开始的初始化的其余部分期间， $REFPSDds + 1$ dB；
- 在传送数据状态期间， $MAXNOMPSDds - PCBds + 3.5$ dB。

在通带内的群时延变化不得超过50 μ s。

最大的通带发信PSD电平考虑了1dB的非理想发信滤波器的效应（例如通带波纹和过渡带的滚降）。

为了频谱管理，重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD模板在表I.1.2-1（资料性）做了规定：

表 I.1.2-1/G.992.5—重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD模板

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-52
1.5	-52
3	-40
1104	-40
1622	-50
2208	-51.3
2500	-62.9
3001.5	-83.5
3175	-100
3750	-100
4545	-110
7225	-112
12000	-112

I.1.2.2 总发信功率

对ATU-C发信信号，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号类型（见I.1.2.1）。在所有情况下：

- 在整个通带内的总发信功率超过（ $MAXNOMATPds - PCBds$ ）的量不得多于0.5 dB，以适应实施过程中的容差，并且不得超过20.9 dBm。
- 在0到12 MHz的频带内的总发信功率超过（ $MAXNOMATPds - PCBds$ ）的量不得多于0.9 dB，以便计入阻带中的残余发信功率和实施过程中的容差。

ATU-C所发出的功率受限于本条款中的各项要求。尽管有这些要求，仍假设ADSL将符合各国对电磁能量发射提出的适用的要求。

为了频谱管理，PSD模板的标称通带总发信功率为20.4 dBm。

I.1.3 非重叠频谱工作条件下的ATU-C发信PSD模板（增补8.10）

ATU-C发信频谱模板应该与图A.2和图A.1.3中所规定的POTS上非重叠频谱工作条件下的ATU-C发信频谱模板相同，但做了如下修正：

- 在 $0 < f < 4$ kHz，PSD必须低于-97.5 dBm/Hz（在0到4 kHz频率内的最大功率没有特别的限制）

在许多情况下，符合这一模板将导致在同一和相邻的线束组中的其他ADSL系统的上行性能得到改善，改善量与其他干扰源有关。这一模板与I.1.2中的模板的差别仅在于138 kHz以下的频带中。

通带规定为138到2208 kHz的频带。在通带中规定的限值也适用于所用的任何较窄的频带。

低频端的阻带规定为138 kHz以下的频率，而高频端的阻带规定为高于2208 kHz的频率。

I.1.3.1 通带PSD和频率响应

见A.1.3.1。

I.1.3.2 总发信功率

见A.1.3.2。

I.2 ATU-R的功能特性（属于条款8）

I.2.1 ATU-R控制参数设置

在本建议书的正文的参数化部分要用的和/或在本附件要用的ATU-R控制参数设置列于表I.2。控制参数在8.5中做出了规定。

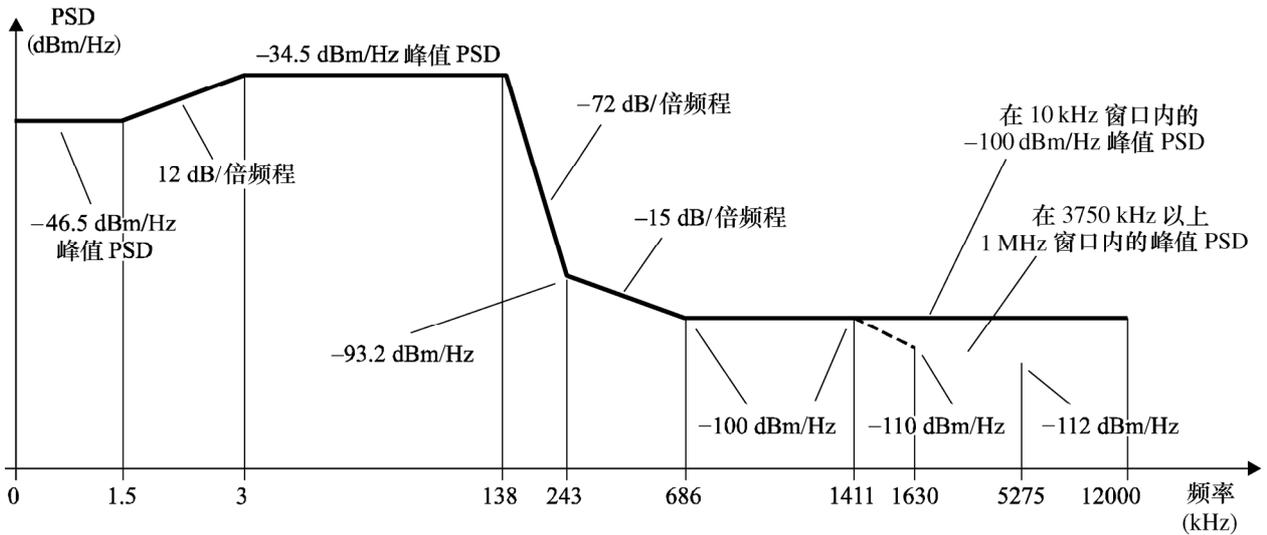
表 I.2/G.992.5—ATU-R控制参数设置

参 数	缺省设置	特 性
<i>NSCus</i>	32	
<i>NOMPSDus</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDus</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPus</i>	13.3 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变； 见 8.13.2。

I.2.2 ATU-R上行发信频谱模板（增补8.10）

通带规定为从3到138 kHz之间的频带，它是可能使用的最宽频带。在通带内规定的限值也适用于所用的任何较窄的频带。

图I.2规定了发信信号的频谱模板。低频端的阻带规定为3 kHz以下的频率，高频端阻带规定为高于138 kHz的频率。



G.992.5(01_05)_Fl.2

频率 (kHz)	PSD 电平 (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
5275	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板应该满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
1411	-100	1 MHz
1630	-110	1 MHz
5275	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有PSD测量都是在100 Ω的阻抗上进行的。

注2 — 转折点的频率和PSD值是准确的，所表示的斜率是近似的。应该在dB/log(*f*)图上将表中的转折点用直线连接起来。

注3 — MBW规定了测量的带宽。为某个频率 f_i 的转折点所规定的MBW适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率。其中 f_j 是下一个规定转折点的频率。

注4 — 1 MHz的滑动窗口内的功率是从测量频率开始的1 MHz带宽内进行测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 窗口内的功率应该符合在频率 f 处的规格。

注5 — 所有PSD和功率的测量应该在U-R接口处进行。

图 I.2/G.992.5—ATU-R发信PSD模板

I.2.2.1 通带PSD和频率响应

对ATU-R发信信号，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号类型。在整个通带内，发信PSD电平不得超过下面规定的最大通带PSD电平：

- 对直到和包含信道恢复阶段的初始化信号， $NOMPSD_{us} + 1$ dB；
- 在以收发信机训练阶段开始的初始化的其余阶段期间， $REFPSD_{us} + 1$ dB；
- 在发送数据状态期间， $MAXNOMPSD_{us} - PC_{Bus} + 3.5$ dB。

通带上的群时延变化不得超过50 μ s。

最大的发信PSD电平考虑了1dB的非理想发信滤波器的效应（例如通带波纹和过渡带滚降）。

为了频率管理，PSD模板在表I.2.2-1（资料性）中做了规定：

表 I.2.2-1/G.992.5—ATU-R发信机PSD模板

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-50
1.5	-50
3	-38
138	-38
229.6	-92.9
686	-100
1411	-100
1630	-110
5275	-112
12000	-112

I.2.2.2 总发信功率

对ATU-R发信信号，有三个不同的PSD模板，取决于要发送的信号类型（见I.2.2.1）。在所有情况下：

- 在整个通带内的总发信功率超过（ $MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus}$ ）的量不得多于0.5 dB，以适应实施过程中的容差，并且应该不超过13.8 dBm。
- 在0到12 MHz内的总发信功率超过（ $MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus}$ ）的量不得多于0.8 dB，以便计入阻带中的残余发信功率和实施过程中的容差。

ATU-R所发出的功率由本条款中的各项要求所限制。尽管有了这些要求，仍假设ADSL将符合各国对电磁能量发射提出的可适用的要求。

为了频谱管理，PSD模板的标称通带总发信功率为13.3 dBm。

I.3 初始化

对本附件而言，（相对于本建议书的正文）没有提出附加的要求。

I.4 电特性

见I.4/G.992.3。

适用于直到1104 kHz的频带上的G.992.3要求应该在直到2208 kHz的频带上被满足。

附 件 J

与ISDN以上的ADSL的频谱兼容性得到改进的 全数字模式ADSL

J.1 ATU-C的功能特性（属于条款8）

J.1.1 ATU-C控制参数设置

在本建议书的正文的参数化部分要使用的和/或在本附件要使用的ATU-C控制参数设置在表J.1中列出。控制参数在8.5中做了规定。

表 J.1/G.992.5—ATU-C控制参数设置

参 数	缺省设置	特 性
<i>NSCds</i>	512	
<i>NOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变； 见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPds</i> (operation per J.1.2)	20.4 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变； 见 8.13.2。

J.1.2 重叠频谱工作条件下的ATU-C下行发信频谱模板（增补8.10）

ATU-C发信频谱模板应该与图I.1为重叠频谱工作下规定的ATU-C发信频谱模板相同。

通带规定为从3到2208 kHz之间的频带，它是可以使用的最宽的频带（即以重叠频谱实现的频带）。在通带内所规定的极限值也适用于所用的任何较窄的频带。

低频端的阻带规定为3 kHz以下的频率，而高频端的阻带规定为高于2208 kHz的频率。

注 — 当与POTS以上的ADSL（附件A/G.992.1，附件A和B/G.992.2，附件A/G.992.3和附件A/G.992.4）同样的电缆进行部署时，由于在138 kHz以下的频率上，全数字环路下行信道与POTS以上的ADSL上行信道有重叠，两个系统之间可能存在频谱兼容性问题。频谱兼容性的详尽的研究交给地区性组织处理。对于使用本附件所规定的下行PSD模板的系统的部署可能要加一些限制措施（例如由地区性制定法规的管理当局所加的限制）。

J.1.2.1 通带PSD和频率响应

见I.1.2.1。

J.1.2.2 总发信功率

见I.1.2.2。

J.1.3 非重叠频谱工作条件下的ATU-C下行发信频谱模板（增补8.10）

ATU-C发信频谱模板应该与图B.2中所规定的ISDN上非重叠频谱工作时的ATU-C发信频谱模板相同。

在许多情况下，符合了这个模板导致在同一或相邻线束组中的其他ADSL系统的上行性能得到改善，改善量与其他干扰源有关。这一模板与J.1.2中的模板的差别仅在254 kHz以下的频带中。

通带规定为从254到2208 kHz之间的频带。在通带内所规定的极限值也适用于所用的任何比较窄的频带。

低频端的阻带规定为254 kHz以下的频率，而高频端的阻带规定为高于2208 kHz的频率。

J.1.3.1 通带PSD和频率响应

见B.1.3.1。

J.1.3.2 总发信功率

见B.1.3.2。

J.2 ATU-R的功能特性（属于条款8）

J.2.1 ATU-R控制参数设置

在本建议书的正文的参数化部分中要使用的和在本附件中要使用的ATU-R控制参数设置列于表J.2中。控制参数在8.5中做了规定。

表 J.2/G.992.5—ATU-R控制参数设置

参 数	设 置	特 性
<i>NSC_{us}</i>	64	
<i>NOMPSD_{us}</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSD_{us}</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMATP_{us}</i>	13.4 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这个值可能会改变，见 8.13.2。

J.2.2 ATU-R上行发信频谱模板（增补8.10）

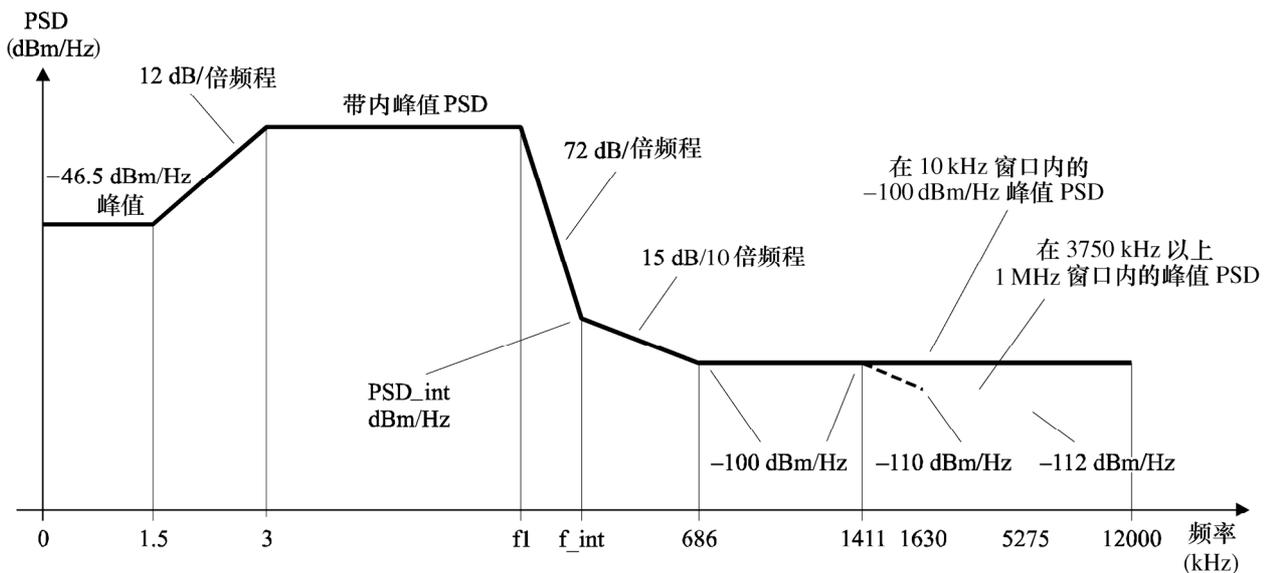
ATU-R的发信PSD应该符合容许频谱模板族ADLU-32, ADLU-36, …ADLU-64（见注1）之中的一个模板。每一频谱模板应该符合图J.1和表J.3的规定。

通带规定为从3 kHz到表J.3中所规定的上限频率 f_1 之间的频带。这是最宽的可用频带。在通带内所规定的极限值也适用于所用的任何较窄的频带。

图J.1为发信信号规定了ATU-R频谱模板族。低频端阻带规定为低于3 kHz的频率，而高频端阻带规定为高于J.3中所规定的通带上限频率 f_1 的频率。Inband_peak_PSD（带内峰值PSD），PSD_int（截止PSD电平），以及频率 f_1 和 f_{int} （截止频率）应该符合表J.3中的规定。

注1 — ATU-R根据由CO-MIB（在G.994.1初始化阶段期间被交换的，见8.13.2.4）所加的限制和根据它的发信PMD功能的能力，从表J.3中所规定的上行发信PSD模板族中选择一个发信PSD模板。

注2 — 当与POTS以上的ADSL部署在同一电缆（附件A/G.992.1，附件A和B/G.992.2，附件A/G.992.3，附件A/G.992.4和附件A/G.992.5）中时，由于在138 kHz以上的频率上，全数字模式上行信道与POTS以上的ADSL的下行信道频谱有重叠，在两个系统之间可能存在频谱兼容性问题。频谱兼容性问题的更详尽的研究交给地区性组织处理。对部署使用本附件中所规定的上行PSD模板的系统可能要加一些限制措施（例如由区域性的管制机构所加的限制）。



频率 (kHz)	PSD 电平 (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
f1	Inband_peak_PSD	10 kHz
f_int	PSD_int	10 kHz
686	-100	10 kHz
5275	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板应该满足下面的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	MBW
1411	-100	1 MHz
1630	-110	1 MHz
5275	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有的PSD测量是在100 Ω电阻上测量的，POTS频带的总功率测量在600 Ω上进行。

注2 — 转折频率和PSD的值是准确的，而所表示的斜率是近似的。在dB/log(*f*)的图上，应该用直线将转折点连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。为频率为 f_i 的某个转折点规定的MBW适用于满足 $f_i < f \leq f_j$ 的所有频率。其中 f_j 是下一个所规定的转折点的频率。

注4 — 在1 MHz滑动窗口中的功率，是从测试频率开始的1 MHz带宽进行测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 窗口中的功率应该符合在频率 f 上的规格。

注5 — 所有PSD和功率测量须在U-R接口处进行。

图 J.1/G.992.5—ATU-R发信PSD模板

表 J.3/G.992.5—带内峰值PSD， PSD_int和频率f1 和 f_int

上行模板序号	标志符	模板标称 PSD (dBm/Hz)	模板最大总发信功率 (dBm)	带内峰值 PSD (dBm/Hz)	频率 f1 (kHz)	截止频率 f_int (kHz)	截止PSD电平 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

J.2.2.1 通带PSD和频率响应

见I.2.2.1。

为了频谱管理， PSD模板在表J.2.2-1和J.2.2-2（资料性）中做了规定。

表 J.2.2-1/G.992.5—ATU-R发信PSD模板的规定

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-50
1.5	-50
3	Inband_peak_PSD -3.5 dB
f1	Inband_peak_PSD -3.5 dB
f_int_templ	PSD_int_templ
686	-100
1411	-100
1630	-110
5275	-112
12000	-112

表 J.2.2-2/G.992.5—ATU-R发信PSD模板的 f_{int_templ} 和 PSD_{int_values} 的值

上行模板 序号	标志符	模板截止频率 f_{int_templ} (kHz)	模板截止 PSD 电平 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

J.2.2.2 总发信功率

对ATU-R发信信号，有三个不同的PSD模板，取决于所发送的信号类型（见J.2.2.1）。在所有情况下，

- 在整个通带内的总发信功率超过（ $MAXNOMAT_{Pus} - PC_{Bus}$ ）的量不得多于0.5 dB，以适应实施的容差，并且不得超过13.9 dBm。
- 在0到12 MHz频带内总发信功率超过（ $MAXNOMAT_{Pus} - PC_{Bus}$ ）的量不得多于0.8 dB，以便计入阻带内的残余发信功率和实施的容差。

ATU-R所发送的功率受本条款中的各项要求所限制。尽管有了这些要求，仍假设ADSL将符合各国有关电磁能量发射提出的可适用的要求。

为了频谱管理，PSD模板的标称通带总发信功率为13.4 dBm。

J.3 初始化

ATU-C和ATU-R应该支持表J.3中列出的所有上行PSD模板。

J.3.1 握手-ATU-C（增补8.13.2.1）

ATU-C和ATU-R初始化所需要的G.994.1码点应该保持在“附件J子模的PSD模板”SPAR（2）参数码块中。应该将这一参数码块添加到为附件J/G.992.5（改进了与ISDN上的ADSL的频谱兼容性的全数字模式ADSL）所规定的G.994.1码树中。

J.3.1.1 CL消息（增补8.13.2.1.1）

表8-20/G.992.3规定了CL消息{Par(2)}域。表J.4规定了全数字模式工作下的附加的G.994.1的CL消息{Par(2)}域。

表 J.4/G.992.5—ATU-C CL消息的附加Par(2) PMD比特的定义

SPar(2) 比特	有关的 Npar(3) 比特的定义
子模式的 PSD 模板	<p>这一参数码块对 ATU-R 指示出支持的哪一种 PSD 模板。</p> <p>子模式的 PSD 模板域指示出支持哪一种 PSD 模板。它的值将取决于 CO-MIB 的元素设置和本地 ATU-C 的能力。这一码域应该在 PSD 模板 NPar(3) 八位组 1 和 2 中，进行编码。应该按如下方式进行编码：与上行 PSD 模板有关的比特应该设置为 1，以指示出支持这一模板。</p> <p>为了对 ATU-R 指示出选择表 J.3 中列出的一种 PSD 模板，ATU-C 应该将一个上行 PSD 模板比特设置为 1。</p>

J.3.1.2 MS消息（增补8.13.2.1.2）

表8-21/G.992.3规定了MS消息{Par(2)}域。表J.5规定了全数字模式工作下的附加的G.994.1的MS消息{Par(2)}域。

表 J.5/G.992.5—ATU-C MS消息的附加Par(2) PMD比特的定义

SPar(2) 比特	有关的 Npar(3) 比特的定义
子模式的 PSD 模板	<p>这一参数码块对 ATU-R 指示出选择了哪一种 PSD 模板。</p> <p>子模 PSD 模板的码域指示出选择了哪一种上行 PSD 模板。这一码域应该在 PSD 模板的 NPar(3) 八位组 1 和 2 中进行编码。编码应该按如下方式进行：与一个上行 PSD 模板有关的比特应该置于 1，以便指示出选择了这一模板。</p> <p>这些比特中的每一个比特都可能置于 1，只要在前面的上一个 CL 消息中和在前面的上一个 CLR 消息中这一比特已被置于 1 就可以了。</p> <p>ATU-C 应该将一个上行 PSD 模板比特置于 1，以便向 ATU-R 指示出选择了表 J.3 中列出的其中一个 PSD 模板。</p>

J.3.2 握手 — ATU-R（增补8.13.2.2）

ATU-C和ATU-R初始化所需要的G.994.1的码点应该在“附件J子模式的PSD模板”的SPAR(2)参数码块中。应该将这一参数码块加到这一附件（改进了与ISDN以上的ADSL的频谱兼容性的全数字模式ADSL）所定义的G.994.1码树中。

J.3.2.1 CLR消息（增补8.13.2.2.1）

表8-22/G.992.3规定了CLR消息{Par(2)}码域。表J.6规定了附加的CLR消息{Par(2)}码域。

表 J.6/G.992.5—ATU-R CLR消息附加的Par(2) PMD比特的定义

SPar(2) 比特	有关 Npar(3) 比特的定义
子模式的 PSD 模板	<p>这一参数码块对 ATU-C 指示出支持哪一种 PSD 模板。这一码域应该在 PSD 模板的 NPar(3) 八位组 1 和 2 中进行编码。编码应该按如下方式进行：与一个上行 PSD 模板相关的比特应该置于 1，以便指示出支持这一模板。</p> <p>既然 ATU-R 应该支持所有的 PSD 模板结构，它应该将所有的模板比特置于 1。</p>

J.3.2.2 MS消息（增补8.13.2.2.2）

表8-23/G.992.3规定了MS消息的{Par(2)}域。表J.7规定了附加的G.994.1 CLR消息{Par(2)}域。

表 J.7/G.992.5—ATU-R MS消息的附加Par(2) PMD比特的定义

SPar(2) 比特	有关 Npar(3) 比特的定义
子模式的 PSD 模板	这一参数码块对 ATU-C 指示出选择哪一个 PSD 模板。这一码域应该在 PSD 模板 NPar(3)八位组 1 和 2 中被编码。编码应该按如下方式进行：与一个上行 PSD 模板有关的比特应该置于 1，以便指示选择了这一模板。 这些比特中的每一比特都可能置于 1，只要在前面的上一个 CL 消息和前面的上一个 CLR 消息中该比特已被置于 1 就可以了。 ATU-R 应该将一个 PSD 模板比特置于 1，以便向 ATU-C 指示出选择了表 J.3 中列出的一个 PSD 模板。

J.3.3 频谱范围和成形参数（增补8.13.2.4）

见M.3.3。

J.3.4 上行频谱成形

用于这一附件的上行频谱成形以与用于附件J/G.992.3的相同的方式来规定。与J.3.4/G.992.3的差别在于虽然握手的码点的规定是相同的，但被附加在附件J/G.992.5 Spar(1)码树以下。

J.4 电特性

ATU应该满足在条款I.4中所规定的电特性。

附 件 K

TPS-TC功能描述

见附件K/G.992.3，有如下改变：

- 1) G.994.1的码点应该表示数据率除以8000 bit/s。表K.6/G.992.3的最后一栏中的“4000 bit/s”应该用“8000 bit/s”来代替。
- 2) ATU支持的数据净速率应该至少为16 Mbit/s。在表K.4、K.11和K.20/G.992.3中的 *net_min_n*、*net_max_n* 和 *net_reserve_n* 的条目中的“8 Mbit/s”应该用“16 Mbit/s”来代替。
- 3) 以下面的表K.3a和K.3b来代替原来的表K.3a和K.3b。
- 4) 所参考的附录V是本建议书中包含的附录。

表 K.3a/G.992.5—INP_min和delay_max有关的下行净数据速率的极限 (kbit/s)

		INP_min						
		0	½	1	2	4	8	16
delay_max [ms]	1 (注)	24432	0	0	0	0	0	0
	2	24432	7104	3008	960	0	0	0
	4	24432	15232	7104	3008	960	0	0
	8	24432	22896	15232	7104	3008	960	0
	16	24432	22896	15232	7552	3520	1472	448
	32	24432	22896	15232	7552	3712	1728	704
	63	24432	22896	15232	7552	3712	1728	704

注 — 在 ITU-T G.997.1 建议书中, 保留了 1 ms 的时延, 表示 $S_p \leq 1$ 和 $D_p = 1$ 。

表 K.3b/G.992.5—INP_min和delay_max有关的上行净数据速率的极限 (kbit/s)

		INP_min						
		0	½	1	2	4	8	16
delay_max [ms]	1 (注)	3520	0	0	0	0	0	0
	2	3520	3072	1472	448	0	0	0
	4	3520	3264	1728	704	192	0	0
	8	3520	3264	1792	832	320	64	0
	16	3520	3264	1792	832	384	128	0
	32	3520	3264	1792	832	384	128	0
	63	3520	3264	1792	832	384	128	0

注 — 在 ITU-T G.997.1 建议书中, 保留了 1 ms 的时延, 表示 $S_p \leq 1$ 和 $D_p = 1$ 。

附 件 L

故意留出的空缺

本附件是故意留出的空附件, 以便于目录的G.992.3和G.992.5的表之间的排序。

附件 M

对POTS以上的频带中工作的扩展上行带宽的ADSL系统的特殊要求

本附件规定了扩展上行带宽的ADSL系统的在本建议书的正文中仍然没有被规定的那些参数，之所以没有被规定是由于这些参数对于和POTS频分双工的ADSL业务来说是独特的参数。

M.1 ATU-C的功能特性（属于条款8）

M.1.1 ATU-C控制参数设置

在本建议书的正文的参数化部分要使用的和/或在本附件中要使用的ATU-C控制参数设置列于表M.1。控制参数在8.5中做出了规定。

表 M.1/G.992.5—ATU-C控制参数设置

参 数	缺省设置	特 性
<i>NSCds</i>	512	
<i>NOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDds</i>	-40 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPds</i> (operation per M.1.2)	20.4 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。

M.1.2 重叠频谱工作时的ATU-C下行发信频谱模板（增补8.10）

ATU-C发信频谱模板应该与按图A.1规定的POTS以上重叠频谱工作时的ATU-C发信频谱模板相同。

通带规定为从25.875到2208 kHz之间的频带，它是可以使用的最宽频带（即以重叠频谱实现的最宽频带）。在通带内规定的极限值也适用于所用的任何较窄的频带。

低频端的阻带规定为25.875 kHz以下的频率，而高频端的阻带规定为高于2208 kHz的频率。

M.1.2.1 通带PSD和频率响应

见A.1.2.1。

M.1.2.2 总发信功率

见A.1.2.2。

M.1.3 非重叠频谱工作时的ATU-C下行发信频谱模板（增补8.10）

ATU-C发信频谱模板应该与按图B.2规定的ISDN以上非重叠频谱工作时的ATU-C发信频谱模板相同。

在许多情况下，严格遵循这一模板导致改善在同一线束组或相邻线束组中的其他ADSL系统的上行性能，改善量取决于其他干扰源。这一模板与M.1.2模板的差别仅在于254 kHz以下的频带。

通带规定为从254到2208 kHz之间的频带。在通带内所规定的极限值也适用于所用的任何较窄的频带。

低频端的阻带规定为254 kHz以下的频率，而高频端的阻带规定为高于2208 kHz的频率。

此外，在100 Ω 参考阻抗上测得的在0到4 kHz频带内的最大PSD电平不得超过-97.5 dBm/Hz，而在600 Ω 参考阻抗上测得的在0到4 kHz频带内的总发信功率不得超过+15 dBm。

M.1.3.1 通带PSD和响应

见B.1.3.1。

M.1.3.2 总发信功率

见B.1.3.2。

M.2 ATU-R的功能特性（属于条款8）

M.2.1 ATU-R控制参数设置

在本建议书正文的参数化部分中，要使用的和/或在本附件中要使用的ATU-R控制参数设置列于表M.2。控制参数在8.5中做了规定。

表 M.2/G.992.5—ATU-R控制参数设置

参 数	设 置	特 性
<i>NSCus</i>	64	
<i>NOMPSDus</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMPSDus</i>	-38 dBm/Hz	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。
<i>MAXNOMATPus</i>	12.5 dBm	在 G.994.1 阶段期间，设置相对于这一值可能会改变，见 8.13.2。

M.2.2 ATU-R上行发信频谱模板（增补8.10）

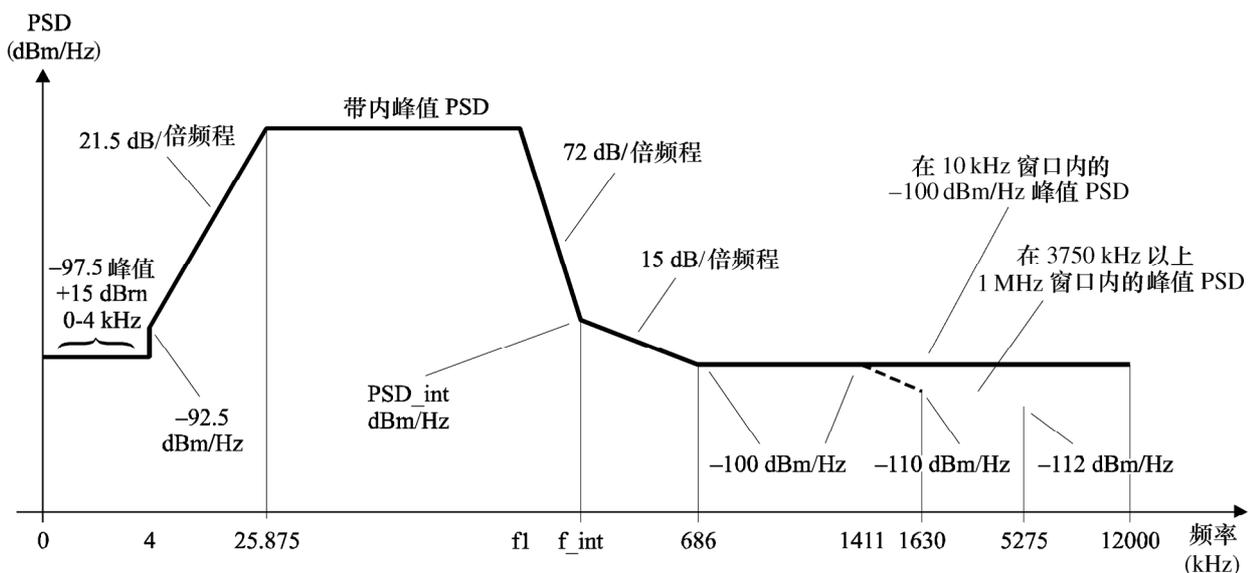
ATU-R发信PSD应该符合允许的频谱模板族EU-32, EU-36, ... EU-64之中的一个模板（见注1）。每一频谱模板应该符合图M.1和表M.3的规定。

通带规定为从25.875 kHz到表M.3中，所规定的上限频率 f_1 之间的频带。它是可以使用的最宽频带。在通带内规定的极限值也适用于所用的任何较窄的频带。

图M.1为发信信号规定了ATU-R频谱模板族。低频端阻带规定为25.875 kHz以下的频率，而高频端的阻带规定为高于表M.3中规定的通带上限频率 f_1 的频率。Inband_peak_PSD, PSD_int和频率 f_1 及 f_{int} 应该按照表M.3的规定的值。

注1 — ATU-R根据CO-MIB所加的限制（它是在G.994.1初始化阶段被交换的，见8.13.2.4）和根据它的发信PMD功能的能力，从表M.3中规定的上行发信PSD模板族中选择一个发信PSD模板。

注2 — 当与POTS以上的ADSL在同一电缆上部署时（附件A/G.992.1、附件A/和B/G.992.2、附件A/G.992.3、附件A/G.992.4和附件A/G.992.5），由于在138 kHz以上，附件M的上行信道与POTS以上的ADSL下行信道频谱相重叠，在两个系统之间可能存在频谱兼容性问题。频谱兼容性的详尽研究交给地区组织进行。对部署使用本附件中所规定的上行PSD模板的系统可能要采取限制措施（例如由区域性的管制机构采取限制措施）。



G.992.5(01_05)_FM.1

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	测量带宽
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	内插	10 kHz
25.875	带内峰值PSD	10 kHz
f_1	带内峰值PSD	10 kHz
f_{int}	PSD_int	10 kHz
686	-100	10 kHz
5275	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

此外，PSD模板应该满足以下的要求：

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)	测量带宽
1411	-100	1 MHz
1630	-110	1 MHz
5275	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

注1 — 所有的PSD都是在100 Ω阻抗上测量的，而POTS频带的总功率是在600 Ω阻抗上测量的。

注2 — 转折点频率和PSD的值是准确的，而所指示的斜率是近似的。在dB/log(f)图上，应该以直线将表中的各转折点连接起来。

注3 — MBW规定了测量带宽。为某个频率 f_i 的转折点规定的MBW适用于所有满足 $f_i < f \leq f_j$ 的频率，而 f_j 是下一个转折点的频率。

注4 — 在1 MHz滑动窗口内的功率是在测量频率开始的1 MHz带宽内测量的，即在 $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ 窗口内的功率应该符合频率 f 处的规范。

注5 — 在PSD模板中以4 kHz为步长是为了保护V.90的性能。原来，PSD模板在4 kHz以下的斜率仍然为21 dB/倍频程，但在3400 Hz处碰上-97.5 dBm/Hz的本底电平。已认识到这可能影响V.90的性能，因而，本底电平沿伸到4 kHz。

注6 — 所有的PSD和功率应该在U-R接口处进行测量。

图 M.1/G.992.5—ATU-R发信PSD模板

表 M.3/G.992.5—带内峰值PSD， PSD截止频率和频率 f_1 和截止频率

上行模板 序号	标志符	模板标称 PSD (dBm/Hz)	模板最大 总发信功率 (dBm)	带内峰值 PSD (dBm/Hz)	频率 f_1 (kHz)	截止频率 f_{int} (kHz)	截止PSD电平 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

M.2.2.1 通带PSD和频率响应

见I.2.2.1。

为了频谱管理， PSD模板在表M.4和M.5（资料性）中做了规定。

表 M.4/G.992.5—ATU发信PSD模板的规定

频率 (kHz)	PSD 电平 (dBm/Hz)
0	-101
4	-101
4	-96
25.875	带内峰值PSD -3.5 dB
f_1	带内峰值PSD -3.5 dB
f_{int} 截止频率的模板	PSD截止模板
686	-100
1411	-100
1630	-110
5275	-112
12000	-112

表 M.5/G.992.5—ATU-R发信PSD模板的模板截止频率和模板截止PSD电平

上行模板 序号	标志符	模板截止频率 f_{int_templ} (kHz)	模板截止PSD 电平 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

M.2.2.2 总发信功率

对ATU-R发信信号，有三个不同的PSD模板，取决所发出的信号的类型（见M.2.2.1）。在所有情况下。

- 在U-R接口处在话音频带内测得的被传送到普通的老式电话业务（POTS）接口上的总发信功率不得超过+15 dBm（关于测量方法见ITU-T G.996.1建议书[3]）；
- 在整个通频带内的总发射功率超过（ $MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus}$ ）不得多于0.5 dB，以适应实施过程中的容差，而且它不得超过13.0 dBm；
- 在0到12 MHz频带内的总发信功率超过（ $MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus}$ ）不得多于0.8 dB，以便计及阻带内的残余发信功率和实施过程中的容差。

ATU-R所发出的功率受本条款中的各项要求所限制。尽管有了这些要求，仍然假设ADSL符合各国对电磁能量发射所提出的可以应用的要求。

为了频谱管理，PSD模板的标称通带总发信功率是12.5 dBm。

M.3 初始化

ATU-C和ATU-R应该支持表M.3中所列出的所有上行PSD模板。

M.3.1 握手 — ATU-C（增补8.13.2.1）。

ATU-C和ATU-R初始化所要求的G.994.1码点应该包含在“附件M子模PSD模板”SPAR(2)参数块中。这一参数块应该加到本附件（在POTS以上频带工作的扩展上行带宽的ADSL系统的特殊要求）所规定的G.994.1码树中。

M.3.1.1 CL消息（增补8.13.2.1.1）

CL消息{Par(2)}域在表8-20/G.992.3中做了规定。对在POTS之上扩展上行带宽工作的附加G.994.1 CL消息{Par(2)}域在表M.6中做了规定。

表 M.6/G.992.5—ATU-C CL消息的附加的Par(2) PMD比特的定义

SPar(2) 比特	有关的 Npar(3) 比特的定义
子模式的 PSD 模板	<p>这一参数块向 ATU-R 指示出支持哪一个 PSD 模板。</p> <p>子模式的 PSD 模板域指示出支持哪一个上行 PSD 模板。它的值将取决于 ATU-C 的 CO-MIB 元素设置和本地的能力。这一域应该在 PSD 模板 NPar(3)八位组 1 和 2 中进行编码。编码应该以如下方式进行：与一个上行 PSD 模板相关的比特应该置于 1，以指示出支持这一模板。</p> <p>ATU-C 应该将一个上行 PSD 模板比特置于 1，以便向 ATU-R 指示出选择了表 M.3 中列出的一个 PSD 模板。</p>

M.3.1.2 MS消息（增补8.13.2.1.2）

MS消息的{Par(2)}域在表8-21/G.992.3中做了规定。附加的POTS之上的扩展上行频带工作下的G.994.1 MS消息的{Par(2)}域在表M.7中做了规定。

表 M.7/G.992.5—ATU-C MS消息的附加Par(2) PMD比特的定义

SPar(2) 比特	有关的 Npar(3) 比特的定义
子模式的 PSD 模板	<p>这一参数块向 ATU-R 指示出支持哪一个 PSD 模板。</p> <p>这一域应该在 PSD 模板的 NPar(3)的八位组 1 和 2 中进行编码。编码应该按如下方式进行：与一个上行 PSD 模板有关的比特应该置于 1，以便指出选择了这一个模板。</p> <p>只有在前面的最后一个 CL 消息中和前面最后一个 CLR 消息中的那个比特被置于 1 的情况下，这些比特的每一比特才可以置于 1。</p> <p>ATU-C 应该将一个上行 PSD 模板比特置于 1，以便向 ATU-R 指示出选择了表 M.3 中列出的 PSD 模板之一。</p>

M.3.2 握手 — ATU-R（增补8.13.2.2）

ATU-C和ATU-R初始化时所需要的G.994.1码点应该包含在“附件M子模式PSD模板”的SRAR(2)参数块中。应该将这一参数块附加到本附件（在POTS之上频带工作的扩展上行频带的ADSL系统的特殊要求）所规定的G.994.1码树中。

M.3.2.1 CLR消息（增补8.13.2.2.1）

CLR消息的{Par(2)}域在表8-22/G.992.3中做了规定。附加的G.994.1 CLR消息的{Par(2)}域在表M.8中做了规定。

表 M.8/G.992.5—ATU-R CLR消息的附加的Par(2) PMD比特的定义

SPar(2) 比特	有关的 Npar(3) 比特的定义
子模式的 PSD 模板	<p>这一参数块向 ATU-C 指示出支持哪一个 PSD 模板。这一域应该在 PSD 模板的 NPar(3)八位组 1 和 2 中被编码。编码应该按如下方式进行：与一个上行 PSD 模板相联系的那个比特应该置于 1，以指示出支持这一模板。</p> <p>因为 ATU-R 应该支持所有的 PSD 模板结构，它应该将所有的模板比特置于 1(1)。</p>

M.3.2.2 MS消息（增补8.13.2.2.2）

MS消息的{Par(2)}域在表8-23中做了规定。附加的CLR消息的{Par(2)}域在表M.9中做了规定。

表 M.9/G.992.5—ATU-R MS消息附加的Par(2) PMD比特的定义

SPar(2) 比特	有关的 Npar(3) 比特的定义
子模式的 PSD 模板	这一参数块向 ATU-C 指示出选择了哪一个 PSD 模板。这一域应该在 PSD 模板 NPar(3) 8位组 1 和 2 中被编码。编码应该按如下方式进行：与一个上行 PSD 模板相联系的比特应该置于 1，以便指示出选择了这一模板。 只有在前面的最后一个 CL 消息中和前面的最后一个 CLR 消息中那个比特置于 1，才可以将这些比特的每一个都置于 1。 ATU-R 应该将一个 PSD 模板的比特置于 1，以便向 ATU-C 指示出选择表 M.3 中列出的一个 PSD 模板。

M.3.3 频谱范围和成形参数（增补8.13.2.4）

在CLR消息中，ATU-R指示出所有被支持的PSD模板。CLR消息可能包含上行频谱形状 (tss_i) 和优选的上行PSD模板的上行频谱范围的信息。

在CL消息中，ATU-C应该指示出所选择的模式。CL消息可能包含上行频谱形状 (tss_i) 和所选择的模式的频谱范围信息。

若发现CLR消息的上行频谱范围和形状参数和CL消息中的PSD模板的选择不一致，则ATU-R应该完成下面列出的程序中的其中一个程序：

- ATU-R发出一个MS消息，指示在这个时间不准备选择一个模式（根据10.1.1/G.994.1）。在G.994.1会话终结以后，ATU-R考虑了前面的G.994.1会话的CL消息中ATU-C所规定的上行频谱范围、形状参数和PSD模板以后，计算出新的上行频谱范围和形状参数离线。在随后的G.994.1会话中，ATU-R根据所选择的PSD模板发出一个CLR消息，消息中包含新的频谱范围和形状参数；
- ATU-R考虑了CL消息中ATU-C所规定的上行频谱范围、形状参数和PSD模板以后，计算出新的上行频谱范围和形状参数在线。在同一次G.994.1会话中，ATU-R根据所选择的PSD模板，用CLR消息，重复CLR/CL交换处理，CLR消息包含新的频谱边界和形状参数。

M.3.4 上行频谱形状

有关附件M的上行频谱形状采用与附件M/G.992.3同样的方式规定。与M.3.4/G.992.3的差别在于握手的码点，虽然定义是相同的，但是它被加在附件M/G.992.5 Spar(1)码树下。

M.4 电特性

ATU应该满足条款A.4中所规定的电特性。

附录 I

ATM层到物理层的逻辑接口

见附录I/G.992.3。

附录 II

与其他客户端设备的兼容性

见附录II/G.992.3。

附录 III

初级保护器件对线路平衡的影响

见附录III/G.992.3。

附录 IV

以带内发信频谱形状进行容量计算时所要使用的PSD模板

本附录对应用带内发信频谱形状 (tss_i) 的各种情况说明了容量计算中所要使用的PSD模板。

本附录支持在U-C接口点处的各个最大发信PSD按子载波进行下行频谱控制的可能性，运营商通过CO-MIB进行控制（见8.5.1），允许按照地区性的要求（例如北美、欧洲或日本）和部署的场景（例如中心局或远端局）来进行组织。下行频谱通过控制参数 $MIB_PSD_mask(f)$ 进行控制（见8.5.1）。参数 $MIB_PSD_mask(f)$ 定义为在U-C参考点上的PSD模板。在U-C参考点上的平均PSD由 $MIB_PSD_template(f)$ 给出（见8.5.1）。CO-MIB规定的PSD模板的带内部分（具有 $MAXINSLOPE$ 的部分）通常将通过使用 tss_i （发信频谱形状）的值来调整各个子载波的增益值的方法来实现的。

在容量计算中，容量取决于每一个子载波上的发信功率。这一功率正比于 tss_i 值的平方。

对平坦的PSD模板而言，增益值等于1（假定在理想的平坦的时域滤波，数模变换（DAC）和模拟前端（AFE）的情况下），所以，每一子载波的功率可以直接根据 $MIB_PSD_template$ 进行计算。

然而，应该引起注意的是若带内部分的形状是不平坦的，则不能假设 tss_i 的增益值精确地遵循 $MIB_PSD_template$ 的形状。换句话说，不能假设 tss_i 的值等于 $MIB_PSD_template(i) - NOMPSD$ 的值。

这是由于当在U-C参考点上进行测量时，功率较高的子载波的旁瓣将造成功率较低子载波的PSD增加。

基于这一原因，为了进行容量计算，应该与发信频谱形状结合起来定义一个等效的PSD模板：

$$Capacity_PSD_template(i) = powergain_DAC\&AFE \times tss_i^2(i)$$

tss_i^2 值可以用下面的方法计算

$$MIB_PSD_template_dB(f) = MIB_PSD_mask_dB(f) - 3.5\text{ dB}$$

$$MIB_PSD_template(i) = 10^{(MIB_PSD_template_dB(i, \Delta f)/10)}$$

$$\text{当 } n_IB_low_MIB \leq i \leq n_IB_high_MIB$$

$$tss_i^2 = A^{-1} \times MIB_PSD_template/powergain_DAC\&AFE$$

或者，可以直接用下式计算：

$$Capacity_PSD_template(i) = A^{-1} \times MIB_PSD_template$$

其中：

- tss_i^2 是由 tss_i 值的平方矢量，即 $tss_i(i)^2$
- A^{-1} 是矩阵A的逆矩阵
- A是矩阵：

$$A(m, n) = \left(\frac{1}{K}\right) \times \frac{17}{16} \times \sin c\left(\frac{17}{16} \times (m - n)\right)^2$$

对于 $n_IB_low_MIB \leq m \leq n_IB_high_MIB, n_IB_low_MIB \leq n \leq n_IB_high_MIB$

$$\text{而 } K = \sum \frac{17}{16} \times \sin c\left(\frac{17}{16} \times i\right)^2 = 1.1162 = 0.48\text{ dB}$$

- $n_IB_low_MIB$ 是CO-MIB PSD模板的带内部分的第1个单音。

使用8.5.1中的定义：

$$n_IB_low_MIB = t_1 \quad \text{若 } t_1 = \text{roundup}(f_pb_start/\Delta f)$$

$$n_IB_low_MIB = t_2 \quad \text{若 } 100 \leq t_1 \leq 256$$

- $n_IB_high_MIB$ 是CO-MIB PSD模板的带内部分的最后一个单音。

使用8.5.1中的定义：

$$n_IB_high_MIB = t_N$$

容量计算应该按照由 $Capacity_PSD_template$ 计算出的值使用每一个子载波上的等效的PSD模板。

附 录 V

捆绑时延、脉冲噪声保护、开销速率和 净数据速率的限制

本附录考虑了多个收发信机形成一个捆绑组的情况，并且在该捆绑组成员间时延差通过根据ITU-T G.994.1建议书得到的 $delay_min$ 参数加以控制的情况。本附录概述了一套简单的规则，使得有可能构建一套有效的配置参数，包括最小时延 ($delay_min$)，最小脉冲噪声保护 (INP_min)，最低的开销消息速率 ($MSGmin$)，最低净数据速率 (net_min) 和数据速率的粒度。这些规则对成帧的参数加以限制，并且可能导致可得到的数据速率有所降低。

这些规则如下：

- 设定 $delay_min = delay_max$ 。在上行或下行方向上，在一个捆绑组中的所有收发信机应该使用相同的时延。在下行方向上，时延的数值可以从表V.1或表V.2中选取。当使用表V.2来的时延时，因为将 $delay_min$ 和 $delay_max$ 的内部表达式限定为整数，所以 $delay_min$ 应该置于 ($delay_min$)，而 $delay_max$ 应该设定于 ($delay_max$) 上。其中 $floor(\cdot)$ 和 $ceil(\cdot)$ 分别为小于 (\cdot) 的最大整数和大于(\cdot) 的最小整数。在上行方向上， $delay_min$ 和 $delay_max$ 应该从表V.3中选取。
- 对下行和上行的最低净数据速率应该分别设定为低于表V.1或表V.2和表V.3所示的数值。实际的最高净数据速率取决于下行的PSD模板和BIMAX的值，可能低于这些表中所列出的数值。
- 有效的 $MSGmin$ 的范围和相应的数据速率粒度 ($net_max - net_min$ 的最小值) 与时延有关，它们在表V.4和表V.5中列出。

**表V.1/G.992.5—不同的 $delay_min = delay_max$ 和 INP_min 值下的
最高下行净数据速率 (kbit/s)**

		<i>INP_min</i> (注 2)						
		0	½	1	2	4	8	16
<i>delay_min</i> <i>delay_max</i> (ms)	1 (注 1)	24432	0	0	0	0	0	0
	2	16256	7104	3008	960	0	0	0
	4	16256	15232	7104	3008	960	0	0
	8	16256	15232	15232	7104	3008	960	0
	16	8064	7552	7552	7552	3520	1472	448
	32	3968	3712	3712	3712	3712	1728	704

注 1 — 在 ITU-T G.997.1 建议书中，保留了 1 ms 的时延，意为 $S_p \leq 1$ 和 $D_p = 1$ 。
 注 2 — 用灰色表示的 *INP_min* 的值是可选的。

表 V.2/G.992.5—不同的 $delay_min = delay_max$ 和 INP_min 下的
最高下行净数据速率 (kbit/s)

		INP_min (注 2)						
		0	½	1	2	4	8	16
$delay_min$ $delay_max$ (ms)	1.33 (注 1)	24432	6576	2448	432	0	0	0
	2.67 (注 1)	24432	14736	6576	2448	432	0	0
	5.33 (注 1)	24432	22896	14736	6576	2448	432	0

注 1 — 设定 $delay_max = \text{ceil}(delay)$ 和 $delay_min = \text{floor}(delay)$ 。
注 2 — 以灰色表示的 INP_min 的值是可选的。

表 V.3/G.992.5—不同的 $delay_min = delay_max$ 和 INP_min 下的
最高上行净数据速率 (kbit/s)

		INP_min (注 2)						
		0	½	1	2	4	8	16
$delay_min$ $delay_max$ (ms)	1 (注 1)	3520	0	0	0	0	0	0
	2	3520	3072	1472	448	0	0	0
	4	3520	3264	1728	704	192	0	0
	8	1920	1792	1792	832	320	64	0
	16	896	832	832	832	384	128	0
	32	0	0	0	0	0	0	0

注 1 — 在 ITU-T G.997.1 建议书中, 保留了 1 ms 的时延, 意为 $S_p \leq 1$ 和 $D_p = 1$ 。
注 2 — 以灰色表示的 INP_min 的值是可选的。

表 V.4/G.992.5—当时延从表V.1或V.3中选取时 $MSGmin$ 的范围和
最低的数据速率粒度 ($net_max - net_min$)

$MSGmin$ (kbit/s)	数据速率粒度 (kbit/s)
60-64	不支持
29-60	64
14-28	32
6-13	16
4-5	8

表 V.5/G.992.5—时延从表V.2中选取时 $MSGmin$ 范围和
最小净数据速率粒度 ($net_max - net_min$)

$MSGmin$ (kbit/s)	数据速率粒度 (kbit/s)
45-64	不支持
21-44	48
9-20	24
4-8	12

参考资料

- [B1] ITU-T Recommendation G.995.1 (2001), *Overview of digital subscriber line (DSL) Recommendations*.

ITU-T 建议书系列

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听和多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网和电视、声音节目和其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	线缆的构成、安装和保护及外部设备的其他组件
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备技术规程
P系列	电话传输质量、电话装置、本地线路网络
Q系列	交换和信令
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网和开放系统通信及安全
Y系列	全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题