

ICS 33.040.50

M 19

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1996.1-2009

接入网技术要求

第二代甚高速数字用户线 (VDSL2)

第 1 部分：总体要求

Technical requirements for access network very high speed digital
subscriber line 2 (VDSL2)

Part 1: general requirements

2009-12-11 发布

2010-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....2

4 缩略语.....5

5 系统应用参考模型.....8

6 参数集 (Profile)9

7 线路接口.....11

8 系统接口.....19

9 系统功能要求.....20

10 管理维护要求.....21

11 其他要求.....25

附录A (资料性附录) 组网参考模型.....27

前 言

《接入网技术要求 第二代甚高速数字用户线 (VDSL2)》预计分为以下5个部分:

- 第1部分: 总体要求
- 第2部分: 收发器
- 第3部分: 脉冲噪声保护
- 第4部分: 自串音消除
- 第5部分: 线路传输性能

本部分为《接入网技术要求——第二代甚高速数字用户线 (VDSL2)》的第1部分。

在本部分的制定过程中注意了与以下标准的协调统一:

- YD/T 1323-2004 《接入网技术要求——不对称数字用户线 (ADSL)》
- YD/T 1239-2002 《接入网技术要求——甚高速数字用户线 (VDSL)》
- YD/T 1187-2002 《ADSL话音分离器技术要求及测试方法》
- YD/T 1055-2005 《接入网设备测试方法——带话音分离器的不对称数字用户线 (ADSL)》
- YD/T 1530-2006 《接入网技术要求——频谱扩展的第二代不对称数字用户线 (ADSL2+)》

本部分的附录A为资料性附录。

本部分由中国通信标准化协会提出并归口。

本部分起草单位: 工业和信息化部电信研究院、中国电信集团公司、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、上海贝尔股份有限公司、UT斯达康(重庆)通讯有限公司、诺基亚西门子通信(上海)有限公司、武汉邮电科学研究院。

本部分主要起草人: 程 强、敖 立、王 波、刘建华、袁立权、严时浪、白铁军、陆 伟、杨 晓。

接入网技术要求

第二代甚高速数字用户线（VDSL2）

第1部分：总体要求

1 范围

本部分规定了第二代甚高速数字用户线（VDSL2）系统的参考模型、参数集、接口、功能、管理维护以及其他等要求。

本部分适用于公众电信网的VDSL2局端和用户端设备以及具有或包含VDSL2线路收发器的其他系统。专用电信网也可参考使用。

2 规范性引用文件

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

YD/T 993-1998	电信终端设备防雷技术要求及试验方法
YD/T 1082-2000	接入网设备过电压过电流防护及基本环境适应性技术条件
YD/T 1188-2008	接入网技术要求——不对称数字用户线（ADSL/ADSL2+）用户端设备
YD/T 1244-2002	数字用户线（xDSL）设备电磁兼容性要求和测量方法
YD/T 1475-2006	接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络（EPON）
YD/T 1619-2007	宽带光接入网总貌
YD/T 1706-2007	DSL承载宽带业务
YD/T 1949.1-2009	接入网技术要求——吉比特的无源光网络（GPON）第1部分：总体要求
YD/T 1995.2-2009	接入网技术要求——第二代甚高速数字用户线（VDSL2）第2部分：收发器
ITU-T G.117	传输中的对地不平衡
ITU-T G.992.1	不对称数字用户线（ADSL）收发器
ITU-T G.992.3	第二代不对称数字用户线收发器
ITU-T G.992.5	频谱扩展的第二代不对称数字用户线收发器
ITU-T G.993.2 (2006)	甚高速数字用户线收发器2
ITU-T G.994.1	DSL收发器握手过程
ITU-T G.995.1 (2001)	DSL系列建议总览
ITU-T G.997.1	数字用户线收发器物理层管理
ITU-T O.9	评估对地不平衡性的测试配置
IEEE 802.2	逻辑链路控制
IEEE 802.3	CSMA/CD存取方法和物理层规范
IEEE 802.3an-2006	CSMA/CD存取方法和物理层规范——增补件1：10GBASE-T物理层和管理参数

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

综合数据速率 aggregate data rate

在任何方向上净数据速率与开销数据速率之和。

3.2

总下行（上行）发送功率 aggregate downstream (upstream) transmit power

在整个下行（上行）通带中传送的功率。

3.3

异常 anomaly

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

3.4

承载通道 bearer channel

通过PMS-TC和PMD子层在两个TPS-TC实体（一个位于VTU-C，一个位于VTU-R）之间以一定数据速率透明传输的数据流，也称为“帧承载器”。

3.5

信道发现 PSD Channel Discovery PSD

VTU在初始化的信道发现阶段在每一个频率（即同时在通带和阻带）发送的信号的PSD。上行和下行方向对应的信道发现PSD分别以CDPSD_{us}和CDPSD_{ds}表示。

3.6

数据帧 data frame

在一个符号时间周期内，来自使能的延时路径的比特加上FEC字节以及完成交织后组成一个数据帧，数据帧是通过PMS-TC和PMD子层之间的 δ 参考点交换的。

3.7

数据符号 data symbol

承载数据帧的DMT符号。

3.8

数据符号速率 data symbol rate

数据符号传送的平均速率。该术语与“符号速率”有所区分。

3.9

缺陷 defect

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

3.10

下行 downstream

信息流的方向是从业务提供者（运营商）到用户。

3.11

电气长度 electrical length

假设环路的衰减特性为理想的 \sqrt{f} 特性时，对环路衰减在1MHz时以dB为单位的估计值。

注：当环路带有桥接抽头时，其特性并不符合 \sqrt{f} 特性，因此该值可能不能准确的估计含有桥接的环路。

3.12

限制PSD模板 limit PSD mask

在本标准的第2部分附录A和附录B中定义的PSD模板。限制PSD模板定义在所有频率上，即包括通带和阻带。下行和上行方向的限制PSD模板分别用LIMITMASK_{ds}和LIMITMASK_{us}表示。

3.13

线路速率 line rate

在任何一个方向上通过U-x参考点的数据传输速率。这是总数据速率加上格栅编码开销的速率。

3.14

MEDLEY参考PSD MEDLEY reference PSD

VTU在初始化的训练阶段、信道分析阶段和交换阶段在所有频率上（即包含通带和阻带）发送的信号PSD。下行和上行方向的MEDLEY参考PSD分别用MREFPSD_{ds}和MREFPSD_{us}表示。

3.15

MEDLEY参考PSD模板 MEDLEY reference PSD mask

MEDLEY参考PSD模板是在所有频率（即包括通带和阻带）上受最高PSD限值（PSD ceiling）以及在RFI频带内最高-80dBm/Hz的限制的模板。在上行方向，MEDLEY参考PSD模板还进一步受到UPBO要求的限制。下行方向和上行方向的MEDLEY参考PSD模板分别用MREFMASK_{ds}和MREFMASK_{us}表示。

3.16

MEDLEY集 MEDLEY set

SUPPORTEDCARRIERS集的子集。该集合在信道发现阶段决定，其中包含将在信道发现阶段之后的初始化阶段发送的初始化信号的子载波。对于MEDLEY集中每一个子载波，一个 b_i 值和一个 g_i 值将在信道分析和交换阶段交换。关闭的子载波（Blackout sub-carriers）不是MEDLEY集的一部分。下行和上行的MEDLEY集分别用MEDLEY_{ds}和MEDLEY_{us}表示。

3.17

延时路径p的消息开销数据速率 message overhead data rate of latency path p

在任何一个方向上，对于延时路径p分配的传送消息的开销数据速率部分。

3.18

MIB PSD模板 MIB PSD mask

运营商定义的PSD模板用于对通带内发送信号规定低于限制PSD模板的模板。MIB PSD模板仅在通带内定义且应等于或低于限制PSD模板。运营商可以选择对某方向或是某频段中不定义MIB PSD模板。下行和上行的MIB PSD模板分别用MIBMASK_{ds}和MIBMASK_{us}表示。MIB PSD模板并不是用来满足RFI频段滤波的要求，RFI频带另有规定（见3.27节RFI频带）。

3.19

复用数据帧 mux data frame

来自不同承载通道的具有相同延时路径的已加入开销数据的字节组。

3.20

承载通道 n 的净数据速率 net data rate of bearer channel n

在任何一个传输方向上在用户数据平面的 α/β 接口上某承载通道 n 的数据速率。

3.21

延时路径 p 的净数据速率 net data rate of latency path p

延时路径 p 的所有承载通道的净数据速率之和。

3.22

净数据速率 net data rate

所有延时路径的净数据速率和。

3.23

延时路径 p 的开销数据速率 overhead data rate of latency path p

在任何一个传输方向上延时路径 p 的开销通道的数据速率。

3.24

开销数据速率 overhead data rate

所有延时路径的开销数据速率和。

3.25

通带 passband

允许被用于在某一方向上发送的频谱的范围。通带可以包含多个不连续的频率范围。上行和下行的通带范围取决于选择的频段计划和参数集。

3.26

最高PSD限值 PSD ceiling

一个与频率无关的PSD电平，用于限制MEDLEY参考PSD模板。下行和上行方向的最高PSD限值分别用MAXMASK_{ds}和MAXMASK_{us}表示。最高PSD限值决定了发送功率的下调量并且是在初始化信道发现阶段的末端设置。下行和上行方向在初始化信道发现阶段使用的最高PSD初始限值分别用CDMAXMASK_{ds}和CDMAXMASK_{us}表示。

3.27

RFI频带 RFI bands

为一个或多个运营商设定的频率范围，在其中VTU的发送PSD不高于-80dBm/Hz。对于上行和下行仅有一组RFI频带（RFIBANDS）定义。

3.28

SUPPORTEDCARRIERS集 SUPPORTEDCARRIERS set

在一个方向上被分配用于发送的子载波的集合，该集合是频段计划以及任何通过CO MIB隐含的限制（例如，ITU-T G.997.1定义的VDSL2-CARMASK）所确定的。下行和上行方向的SUPPORTEDCARRIERS集分别用SUPPORTEDCARRIERS_{ds}和SUPPORTEDCARRIERS_{us}表示。

3.29

总数据速率 total data rate

在任何一个方向上的综合数据速率加R-S FEC开销速率。

3.30

发送功率下调 transmit power back-off (PBO)

为了频率兼容的目的,通过使用仅与环路条件相关,而与业务要求无关的预定义方法对PSD进行整形,下调发送PSD的机制。

3.31

发送功率箝制 transmit power cut-back (PCB)

通过使用最高PSD限值机制限制发送PSD。PCB机制是与业务要求(例如,净数据速率、INP等)无关的。PCB机制有益于适应远端接收机的动态范围。

3.32

发送PSD模板 transmit PSD mask

在每个频率上取以下条件的最小值(包含通带和阻带)所得到的PSD模板: 1) 相关的限制PSD模板; 2) MIB PSD模板(如果定义了); 3) 厂家决定的在VTU-O中限定的上行和下行PSD模板。下行和上行的发送PSD模板分别用PSDMASKds和PSDMASKus表示。

3.33

上行 upstream

从用户到运营商的信息流向。

3.34

话带 voiceband

0~4kHz; 为了兼顾话带数据业务而比传统的0.3~3.4kHz定义有所扩展。

4 缩略语

下列缩略语适用于本部分。

AGC	Automatic Gain Control	自动增益控制
AN	Access Node	接入节点
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步转移模式
ATM-TC	Asynchronous Transfer Mode-Transmission Convergence	异步转移模式—传输汇聚
BER	Bit Error Ratio	误比特率
CE	Cyclic Extension	循环扩展
CO	Central Office	中心局
CPE	Customer Premises Equipment	客户驻地设备
CPN	Customer Premises Network	客户驻地网
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
CWMP	CPE WAN Management Protocol	CPE WAN 管理协议
DMT	Discrete Multi-tone	离散多音(调制)
DP	Distribution Point	分配点
DSLAM	DSL Access Multiplexer	DSL 接入复用器

DS	Downstream	下行
DSL	Digital Subscriber Line	数字用户线
EC	Echo Celler (or Cancellation)	回声消除
EIA	External OAM Interface Adaptor	外部 OAM 接口适配器
eoc	Embedded Operations Channel	嵌入操作信道
FCS	Frame Check Sequence	帧校验序列
FDD	Frequency Division Duplexing	频分复用
FEC	Forward Error Correction	前向纠错
FEXT	Far-End Crosstalk	远端串扰
flcd-n	Far-end Loss Of Cell Delineation Defect	远端信元定界丢失缺陷
flpr	Far-end Loss Of Power Primitive	远端电源丢失原语
FP	Flexible Point	灵活点
FTTCab	Fiber To The Cabinet	光纤到交接箱
FTTB/C	Fiber To The Building/curb	光纤到楼宇/路边 (分线盒)
GE	Gigabit Ethernet	吉比特以太网
GSTN	General Switched Telephone Network	通用电话交换网络
HDLC	High-level Data Link Control	高级数据链路控制
HPF	High-pass Filter	高通滤波器
IB	Indicator Bit	指示位
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform	离散傅立叶反变换
INP	Impulse Noise Protection	脉冲噪声保护
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合数字业务网
lcd-n	Loss Of Cell Delineation Defect	信元定界丢失缺陷
LCL	Longitudinal Conversion Loss	纵向变换损耗
LOF	Loss Of Frame	帧丢失
lom	Loss Of Margin Defect	裕度丢失缺陷
lom-fe	Far-end Loss Of Margin Defect	远端裕度丢失缺陷
LOS	Loss Of Signal	信号丢失
los	Loss Of Signal Defect	信号丢失缺陷
los-fe	Far-end Loss Of Signal Defect	远端信号丢失缺陷
LPF	Low-pass Filter	低通滤波器
lpr	Loss Of Power Primitive	电源丢失原语
LSB	Least Significant Bit	最低比特位
LTR	Local Timing Reference	本地定时参考
MBDC	Minimum Bi-directional Net Data Rate Capability	最小双向净数据速率能力
MDF	Mux Data Frame	复用数据帧
MDU	Multi-Dwelling Unit	多住户单元

MIB	Management Information Base	管理信息库
Modem	Modulator-Demodulator	调制解调器
MPS-TC	Management Protocol Specific – Transmission Convergence	管理协议特定—传输汇聚
MSB	Most Significant Bit	最高比特位
mux	Multiplex	复用
NMS	Network Management System	网络管理系统
NSCus	Number Of Sub-carriers In MEDLEYus Set	MEDLEYus 集中的子载波数
NSCds	Number Of Sub-carriers In MEDLEYds Set	MEDLEYds 集中的子载波数
NSF	Non-standard Facility	非标准功能
NT	Network Termination	网络终端
NTR	Network Timing Reference	网络定时参考
OAM	Operations, Administration And Maintenance	操作、管理和维护
ODN	Optical Distribution Network	光分配网络
OH	Overhead	开销
OLR	On-line Reconfiguration	在线重配置
ONU	Optical Network Unit	光网络单元
PC	Personal Computer	个人电脑
PMD	Physical Media Dependent	物理媒质相关
PMS	Physical Media Specific	物理媒质特定
PMS-TC	Physical Media Specific - Transmission Convergence	物理媒质特定—传输汇聚
POTS	Plain Old Telephone Service; One of the services using the voiceband ; sometimes used as a descriptor for all voiceband services	普通老式电话业务；使用话带的业务之一；有时用来指代所有的话带业务
PRBS	Pseudo-random Binary Sequence	伪随机二进制序列
PSD	Power Spectral Density	功率谱密度
PTM	Packet Transfer Mode	分组传输模式
PTM-TC	Packet Transfer Mode - Transmission Convergence	分组传输模式—传输汇聚
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交幅度调制
rdi	Remote Defect Indication	远端缺陷指示
RFI	Radio Frequency Interference	无线电频率干扰
rms	Root Mean Square	均方根
RG	Residential Gateway	家庭网关
RS	Reed-Solomon	里德—所罗门
RX (Rx)	Receiver	接收器
SC	Segment Code	分段码
sef	Severely Errored Frame Defect	严重误帧缺陷
SNR	Signal-to-noise Ratio	信噪比

SOC	Special Operations Channel	专用操作信道
STB	Set-top Box	机顶盒
TA	Timing Advance	定时前移
TC	Transmission Convergence	传输汇聚
TEQ	Time-domain Equalizer	时域均衡
TPS	Transport Protocol Specific	传送协议特定
TPS-TC	Transport Protocol Specific - Transmission Convergence	传送协议特定—传输汇聚
TPID	Tag Protocol Identifier	标签协议类型
TX (Tx)	Transmitter	发送器
UPBO	Upstream Power Back-off	上行功率下调
US	Upstream	上行
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
VDSL	Very high speed Digital Subscriber Line	甚高速数字用户线
VDSL2	Very high speed Digital Subscriber Line2	第二代甚高速数字用户线
VME	VDSL2 Management Entity	VDSL2 管理实体
VTU	VDSL2 Transceiver Unit	VDSL2 收发器单元
VTU-O	VTU at the ONU (or central office, exchange, cabinet, etc., i.e., operator end of the loop)	在 ONU (或 CO, 交换局, 交接箱等) 侧的 VTU
VTU-R	VTU at the Remote site (i.e., subscriber end of the loop)	在远端的 VTU
WAN	Wide Area Network	广域网

5 系统应用参考模型

基于ITU-T G995.1 (2001) 第6.1节的通用参考配置, VDSL2有如下三种不同的应用模式:

- 仅提供数据业务;
- 提供数据业务和POTS业务;
- 提供数据业务和ISDN业务。

通过安装分离器同时提供数据业务与POTS或ISDN业务的应用参考模型见图1。不安装分离器同时提供数据业务与POTS或ISDN业务的应用参考模型如图2所示。在图2中, 可以通过一个可选的低通滤波器 (LPF) 来为VTU-R和话带或ISDN频带CPE设备之间提供额外的隔离。

在图1和图2的应用参考模型中分离器 (HPF和LPF) 仅为功能性的表示。实际分离器的物理位置可能会有多种实现方式。

另外, 在附录A (资料性附录) 中给出了VDSL2的常用组网模型。

注1: 本部分完整的定义了U-O和U-R接口, V接口和T接口仅作为逻辑功能定义而非物理实现。

注2: 当V接口和T接口集成在网元内部时, 其实现是可选的。

注3: 分离器的HPF功能可以集成在VTU中。在这种情况下, U-O2和U-R2接口相应的变成U-O和U-R接口。

注4: 可以定义多种的T接口, VDSL2 NT设备可以提供多种类型的S/T接口。

注5: 无分离器应用场景下VDSL2的性能很可能受到驻地布线的质量和拓扑等因素的影响。特别是星形的拓扑由于多径信号反射会在频率响应上产生深的频率选择性衰落。另外线路平衡性能较差, 布线靠近电磁噪声源或者暴露在强无线电信号环境中均可能对VDSL2产生较大的RFI干扰。

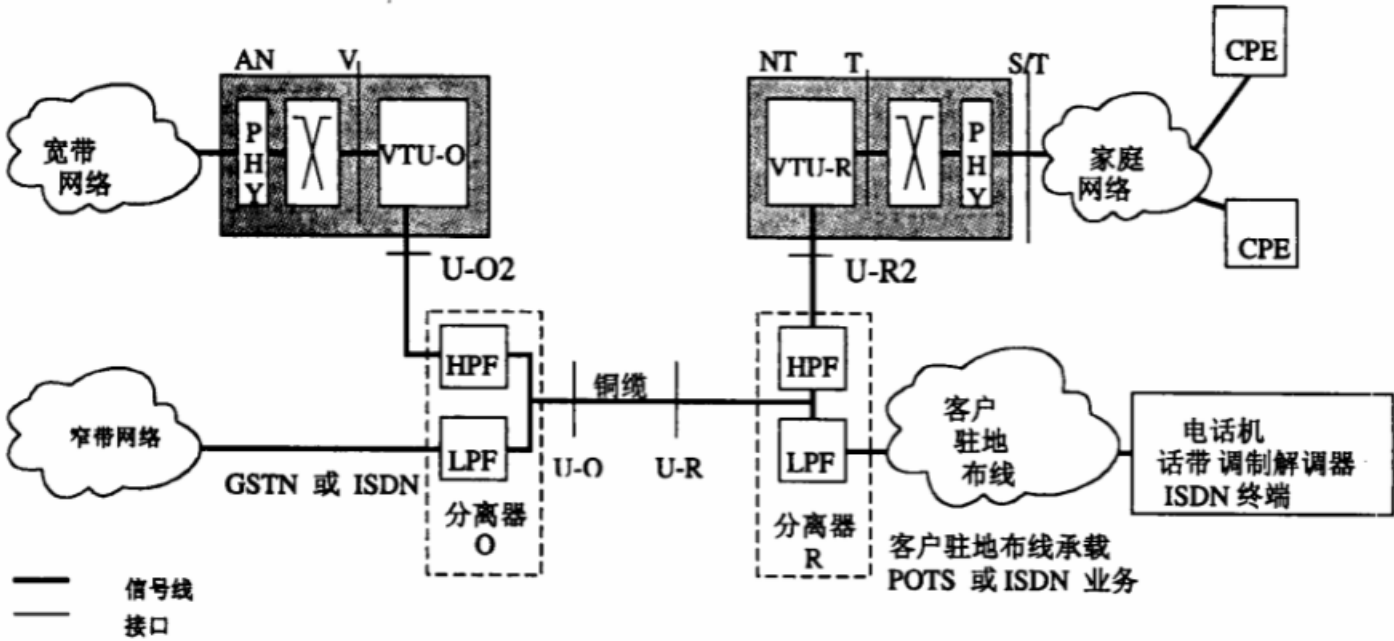


图1 远端使用分离器的通用参考模型

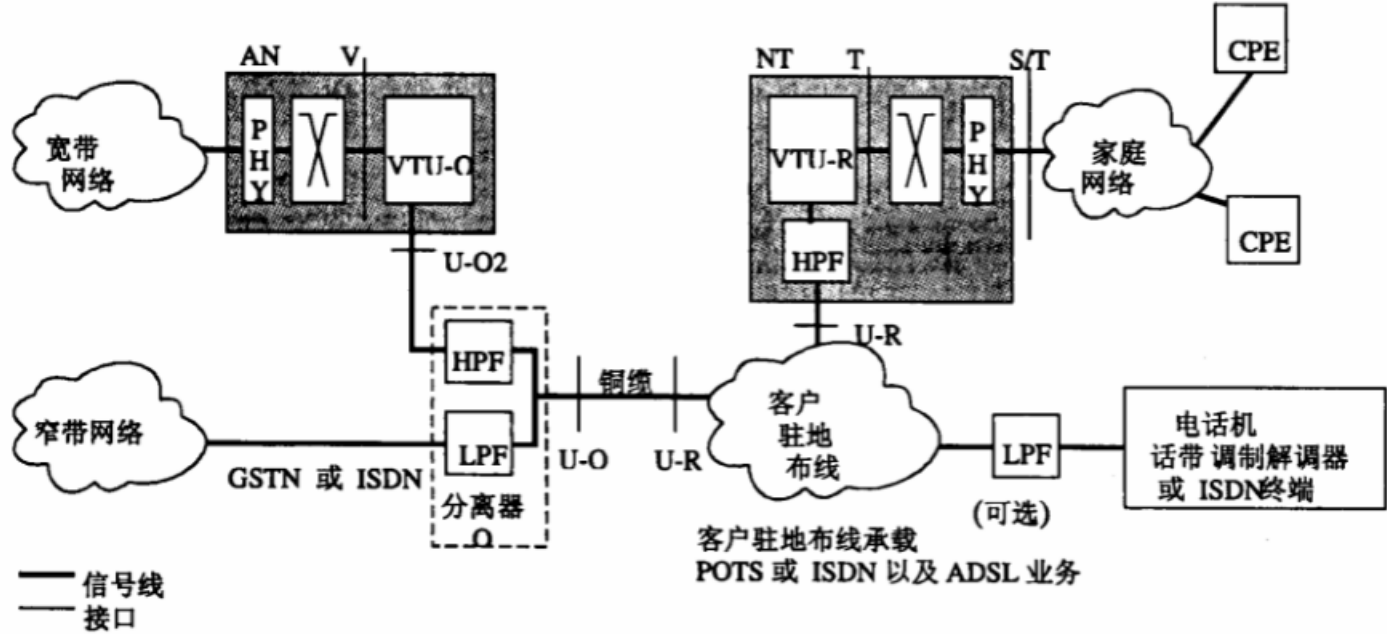


图2 远端无分离器的通用参考模型

6 参数集 (Profile)

6.1 定义

本部分定义了一系列VDSL2收发器可能支持的参数集的设置。参数集的定义使得收发器可以仅支持所有可能参数设定值的一个子集，而仍符合本部分。

符合本部分的VDSL2收发器应至少遵循一种标准的参数集以及本标准中第2部分的附录A或B中至少一种的规定。

在表1中定义了VDSL2的8种不同参数集。

表1 VDSL2 参数集

频段 计划	参 数	参数值							
		8a	8b	8c	8d	12a	12b	17a	30a
所有	最大下行总发送功率 (dBm)	+17.5	+20.5	+11.5	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5
所有	最小下行总发送功率 (dBm)	待研究	待研究	待研究	待研究	待研究	待研究	待研究	待研究

表1 (续)

频段 计划	参 数	参数值							
		8a	8b	8c	8d	12a	12b	17a	30a
所有	最大上行总发送功率 (dBm)	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5	+14.5
所有	最小上行总发送功率 (dBm)	待研究	待研究	待研究	待研究	待研究	待研究	待研究	待研究
所有	子载波间隔 (kHz)	4.3125	4.3125	4.3125	4.3125	4.3125	4.3125	4.3125	8.625
所有	支持US0	支持	支持	支持	支持	支持	不支持	不支持	不支持
所有	最小双向净数据速率能力 (MBDC)	50 Mbit/s	50 Mbit/s	50 Mbit/s	50 Mbit/s	68 Mbit/s	68 Mbit/s	100 Mbit/s	200 Mbit/s
所有	交织解交织总延时 (octets)	65536	65536	65536	65536	65536	65536	98304	131072
所有	最大交织深度 (D_{\max})	2048	2048	2048	2048	2048	2048	3072	4096
所有	下行 ($1/S$) _{max}	24	24	24	24	24	24	48	28
所有	上行 ($1/S$) _{max}	12	12	12	12	24	24	24	28
G.993.2 Annex A (998)	下行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	4095 (17.664)	2666 (23)
	上行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	1205 (5.2)	1205 (5.2)	1205 (5.2)	1205 (5.2)	2782 (12)	2782 (12)	2782 (12)	3478 (30)
G.993.2A nnex B (998E)	下行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	4095 (17.664)	3478 (30)
	上行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	1205 (5.2)	1205 (5.2)	1205 (5.2)	1205 (5.2)	2782 (12)	2782 (12)	3246 (14)	2885 (24.890)
G.993.2A nnex B (998AD E)	下行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	1971 (8.5)	4095 (17.664)	2885 (24.890)
	上行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	1205 (5.2)	1205 (5.2)	1205 (5.2)	1205 (5.2)	2782 (12)	2782 (12)	2782 (12)	3478 (30)
G.993.2A nnex B (997E)	下行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	1634 (7.05)	1634 (7.05)	1634 (7.05)	1634 (7.05)	1634 (7.05)	1634 (7.05)	3246 (14)	3130 (27)
	上行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	2047 (8.832)	2047 (8.832)	1182 (5.1)	2047 (8.832)	2782 (12)	2782 (12)	4095 (17.664)	3478 (30)
G.993.2A nnex B (HPE)	下行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4095 (17.664)	3478 (30)
	上行最高数据子载波 (参考上界频率 (MHz))	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3246 (14)	2885 (24.890)

注 1: 最小总发送功率值留待将来研究。这些值的规定可能在本部分的后续版本中提供。

注 2: 允许的频段是通过定义 YD/T 1995.2-2009《接入网技术要求——第二代甚高速数字用户线 (VDSL2) 第 2 部分: 收发器》(以下简称本标准第 2 部分) 的附录 A 或附录 B 中可用 PSD 模板要求决定的, 并受到实现支持的参数集的能力限制。

注 3: US0 频段的分配是通过定义在本标准第 2 部分的附录 A 或附录 B 中可用 PSD 模板要求决定的。

注 4: D_{\max} 通过总交织解交织延迟除以 32 得到

注: 参数集中的某些参数值依赖于可用的频率。这些参数的定义见第3章和6.2节。

6.2 参数集参数的定义

见本标准第2部分6.2节。

6.3 参数集符合性

一个符合参数集定义的VTU-O Modem应:

- 以参数集定义的子载波间隔发送子载波;
- 在可用的频段上, 可以支持最高数据子载波的传送;
- 如果参数集强定义了 US0, 应支持在 US0 频段的接收;
- 支持参数集中定义的以字节为单位的交织解交织延时;
- 在双方向上支持最高为 D_{\max} 所有的 D 值;
- 支持最高为上行 $(1/S)_{\max}$ 和下行 $(1/S)_{\max}$ 的所有 1/S 值;
- 支持该参数集的 MBDC。

一个符合参数集定义的VTU-R Modem应:

- 以参数集定义的子载波间隔发送子载波;
- 在可用的频段上, 可以支持最高数据子载波的传送;
- 如果参数集强定义了 US0, 应支持在 US0 频段的发送;
- 支持参数集中定义的字节为单位的交织解交织延时;
- 在双方向上支持最高 D_{\max} 所有的 D 值;
- 支持最高为上行 $(1/S)_{\max}$ 和下行 $(1/S)_{\max}$ 的所有 1/S 值;
- 支持该参数集的 MBDC。

此外, 符合某参数集定义的VDSL2 Modem还应符合:

- 不使用参数集未定义的子载波间隔;
- 不在通带内发送高于“最高支持的子载波”的子载波;
- 不使用超过“交织解交织总延时”中定义的字节数的交织参数;
- 不应发送超过参数集中定义的“总发送功率”的功率。

7 线路接口

7.1 双工模式和频段构成

7.1.1 概述

VDSL2收发器应使用频分复用(FDD)来分离上下行的传输。上行和下行频段的通带不应重叠。上下行频段的分配在频段计划中定义。

尽管VDSL2收发器的最大实际使用频率依赖于选择的频段计划和参数集(见第6章), 但VDSL2信号潜在可用频率可高达30MHz。

7.1.2 12MHz 以下的频段计划

在12MHz以下, 如图3所示, VDSL2定义了5个频段。在 f_{0L} 和 f_{0H} 之间的频段被称为US0, 若使用, 则该频段只应用于上行的传输。第一个下行频段、第一个上行频段、第二个下行频段、第二个上行频段相应的被称为DS1、US1、DS2和US2, 其间的频率分割点分别为 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 和 f_5 , 其中 $f_1 \geq f_{0H}$ 。



图3 12 MHz 以下的频段计划

根据图3所示, 在12MHz以下, 上行通带应由下列频率部分组成: $f_{0L} < f < f_{0H}$, $f_2 < f < f_3$ 和 $f_4 < f < f_5$; 下行通带应有下列频率部分组成: $f_1 < f < f_2$ 和 $f_3 < f < f_4$ 。每个方向的通带不应包含高于所选择的参数集在该方向支持的承载数据的最高子载波的频率 (见6.1节)。

f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 和 f_5 的值在本标准第2部分的附录A和附录B中规定。

7.1.3 12MHz 以上的频段计划

在12MHz到30MHz, VDSL2收发器应支持至少一个额外的下行和上行频段。这些额外频段的频率分割点的定义见本标准第2部分的附录A和附录B。

当使用12MHz以上频段时, 下行 (上行) 的通带包括12MHz以下的下行 (上行) 通带和12MHz以上的下行 (上行) 通带。每个方向的通带不应包含高于所选择的参数集在该方向支持的承载数据的最高子载波的频率 (见6.1节)。

7.2 功率谱密度 (PSD)

7.2.1 发送 PSD 模板

VDSL2 Modem应限制其发送的信号在发送PSD模板的范围内。在每个频率上, 发送PSD模板是本标准第2部分附录A和附录B中定义的限制PSD模板以及运营商规定的MIB PSD中的较小者, MIB PSD是通过MIB提供给Modem的。

7.2.1.1 MIB PSD 模板的构造

在本节中, “频段” 指在频段计划中定义的一个上行或下行的频段。“频率范围” 则指频段内的某一部分。

在某些场景下, 使用者可以选择设置VDSL2 Modem发送比规定的限制PSD模板功率更低的信号。MIB PSD则是允许使用者对VTU-O和VTU-R发送PSD模板进行整形的一个工具。功率箝制 (见本标准第2部分的12.3.3节) 和上行功率下调 (见本标准第2部分的7.2.1.3节) 提供了进一步降低发送PSD (低于发送PSD模板) 的工具。

MIB PSD模板应等于或低于规定的限制PSD模板。MIB PSD模板的定义应通过ITU-T G997.1中定义的MIB控制机制进行。

MIB PSD模板通过CO MIB中的一系列拐点规定。对于所有可用上行频段 (包括US0频段), 最多可以指定16个拐点。对于所有可用下行频段, 最多可以指定32个拐点。并不要求对频段计划中的每个频段指定拐点。在MIB PSD未定义的范围, 发送PSD模板的值应等于其对应的限制PSD模板的值。

MIB PSD模板的每个拐点应由两个值定义: 子载波索引 t_n 和在该子载波处的PSD模板值 PSD_n 。子载波下标的值应假设子载波间隔为4.3125kHz时计算得出 (即该下标是子载波间隔参数无关的)。

每个频段中的拐点通过集合 $[(t_1, PSD_1), \dots, (t_n, PSD_n), \dots, (t_{NBP}, PSD_{NBP})]$ 来表示。第一个拐点的

位置应为 $t_1 = \text{ceil}(f_s/4.3125 \text{ kHz})$ ，其中“ceil”表示上取整函数。假设使用4.3125kHz间隔的子载波时，索引 t_1 对应于频段中最低频率处的子载波。除了US0频段，最后一个拐点的位置应为 $t_{NBP} = \text{floor}(f_{s+1}/4.3125 \text{ kHz})$ ，其中“floor”表示下取整函数。对于US0频段，最后一个拐点定义见本标准第2部分的7.2.1.1.3节。假设使用4.3125kHz间隔的子载波时，索引 f_{s+1} 对应于频段中最高频率处的子载波。频段中的其他拐点应满足 $t_n < t_{n+1}$ ，其中 $n = 2$ 到 $NBP - 1$ 。 f_n 与 t_n 的关系是 $f_n = t_n \times 4.3125 \text{ kHz}$ 。

为了简化MIB PSD配置的难度，DSLAM设备或其网元管理系统应支持MIB PSD的自动插值功能，即允许运营商仅设置频段中部分频带的PSD拐点，而不必从 t_1 开始设置或在 t_{NBP} 位置结束。DSLAM或者收发器MPS-TC根据选定的限制PSD模板，按照MIB PSD的构造的要求（见本标准第2部分的7.2.1.1.2节）自动插值补上其余部分，所获得的PSD仍应满足7.2节的要求。具体的插值方式由供应商自定义。

在CO MIB中，所有的 t_i 应使用无符号整数编码。

在CO MIB中，所有的在子载波 t_n 处的PSD值 PSD_n 应使用无符号整数编码。PSD值的应从0dBm/Hz（编码为0）到-127.5dBm/Hz（编码为255），步长为0.5dBm/Hz。PSD值的有效范围为0到-95dBm/Hz，虽然通过MIB输入的PSD值不应大于限制PSD模板所定义的值。

如果使用子载波间隔为8.625kHz的参数集，VTU应从奇数的 t_i （ $i = 2$ 到 $NBP - 1$ ）值减1。如果 t_1 是奇数，则应当把 $t_1 + 1$ 的值作为第一个拐点的位置。如果 t_{NBP} 是奇数，VTU应从将 $t_{NBP} - 1$ 的值作为最后一个拐点的位置。

在CO MIB中的MIB PSD模板参数应为所有使用频段的拐点值串接的集合。

关于MIB PSD中各种情况下拐点的定义见本标准第2部分的7.2.1.1.2节。

7.2.1.2 干扰控制

VDSL2收发器应可以同时16个任意的频率范围内将发送信号PSD值降低到-80dBm/Hz以下。当定义MREFMASK时应使用-80dBm/Hz的限值。

与VDSL2频段相关的我国业余无线电频段见表2。

对RFI频段的陷波通过网管配置在CO MIB中并通过初始化的ITU-T G994.1握手阶段设定（见本标准第2部分的12.3.2节）。

ITU-T G997.1中规定的干扰控制参数是每个频率范围的开始和结束频率，在这些频率范围内的发送PSD应被限制在-80 dBm/Hz以下。

表2 业余无线电频段

频段 (MHz)
1.80~2.00
3.50~3.90
7.00~7.20
10.1~10.15
14~14.35
18.068~18.168
21~21.45
24.89~24.99
28~29.7

7.2.1.3 上行功率下调 (UPBO)

VTU-R应通过支持上行功率下调来提升在同一线束内不同距离的VTU-R之间的频谱兼容性。UPBO机制并不应用在ITU-T G994.1握手阶段。另外US0频段的UPBO机制尚待研究。

7.2.1.3.1 功率下调机制

VTU-R发送PSD应使用下述定义的过程进行频率相关的功率下调。

a) VTU-R 的发送 PSD 模板 PSDMASK_{us} 应通过 VTU-O 设定符合网管系统的配置, 见本标准第 2 部分的 7.2.1 节。VTU-R 通过初始化阶段得到 PSDMASK_{us} (在 O-SIGNATURE 中给出)。

b) VTU-R 应通过本标准第 2 部分的 7.2.1.3.2 节定义的过程自动进行 UPBO, 即在该过程中不需要向 VTU-O 发送任何的信息。

c) 应用 UPBO 后, VTU-O 应可以调整 VTU-R 选择的发送 PSD, 该调整应符合本标准第 2 部分的 7.2.1.3.2 节定义的限制。

7.2.1.3.2 功率下调 PSD 模板

VTU-R应明确的估计环路的电气长度 kl_0 并使用该值在初始化的开始计算UPBO PSD模板UPBOMASK。然后, VTU-R应修改其发送信号使其在初始化和Showtime阶段严格符合模板UPBOMASK (kl_0f) 的要求, 且需要低于VTU-O定义 (见本标准第2部分的7.2.1.3.1节) 的PSDMSAK_{us}以及低于上行PSD限值 (CDMAXMASK_{us}, MAXMASK_{us})。

对于上行功率下调 (UPBO) 定义了两种计算方法:

- 参考PSD UPBO方法;
- 均衡FEXT UPBO方法 (可选)。

VTU-C和VTU-R应支持参考PSD UPBO方法, 可选支持均衡FEXT UPBO方法。如果支持均衡FEXT UPBO方法, 则应在除了US0频段的所有上行频段上支持该方法。后一种方法通过参数UPBO参考电气长度 kl_{0_REF} 计算获得, 该参数定义在每个上行频段 (见本标准第2部分表69)。

如果不支持均衡FEXT UPBO方法或是支持该方法但是某一上行频段的参数 $kl_{0_REF}=0$, 则UPBOMASK通过如下方法计算:

$$UPBOMASK(kl_0, f) = UPBOPSD(f) + LOSS(kl_0, f) + 3.5 \quad [\text{dBm/Hz}],$$

$$LOSS(kl_0, f) = kl_0 \sqrt{f} \quad [\text{dB}]$$

$$UPBOPSD(f) = -a - b\sqrt{f} \quad [\text{dBm/Hz}]$$

其中 f 的单位为MHz, $UPBOPSD(f)$ 是频率的函数但是与环路的长度和类型无关。

如果支持可选的均衡FEXT UPBO方法且给定上行频段的 $kl_{0_REF} \neq 0$, 则给定频段的UPBOMASK通过如下方法计算:

- 对于 ($1.8 \leq kl_0 < kl_{0_REF}$)

$$UPBOMASK(f) = -a - b\sqrt{f} + 10 \log_{10} \left(\frac{kl_{0_REF}}{kl_0} \right) + LOSS(kl_0, f) + 3.5 \quad [\text{dBm/Hz}]$$

- 对于 ($kl_0 < 8$)

$$UPBOMASK(f) = -a - b\sqrt{f} + 10 \log_{10} \left(\frac{kl_{0_REF}}{1.8} \right) + LOSS(1.8, f) + 3.5 \quad [\text{dBm/Hz}]$$

• 对于 $(kl_0 \geq kl_{0_REF})$

$$UPBOMASK(f) = -a - b\sqrt{f} + LOSS(kl_0, f) + 3.5 \quad [\text{dBm/Hz}]$$

其中 $LOSS(kl_0, f) = kl_0\sqrt{f}$ [dB], 且 f 的单位为MHz。

对于这两种UPBO方法, 值a和b对于每个上行频段可以不同, 其值从ITU-T G997.1定义的CO MIB中在VTU-R的初始化阶段获得 (见本标准第2部分的12.3.3.2.1.1节)。其确切的值在本标准第2部分的附录A和附录B中进行定义。

对于等效FEXT UPBO方法, 值 kl_{0_REF} 从ITU-T G997.1定义的CO MIB中在VTU-R的初始化阶段获得 (见本标准第2部分的12.3.3.2.1.1节)

如果估计的 kl_0 值小于1.8, Modem应被允许以 kl_0 等于1.8执行功率下调。电气长度的估计应足够准确以避免频谱管理问题和额外的性能损失。

注1: 一种近似估计 kl_0 的方法是 $\min[loss(f) / \sqrt{f}]$ 。函数loss是环路在频率 f 处的插入损耗。该定义隐含了频率是连续的。 $\min[]$ 代表在高于1MHz的VDSL2频段中取最小值。

注2: 为了满足网络的特殊需要, 网管可以提供方法改写VTU-R估计的 kl_0 值 (见本标准第2部分的12.3.3.2.1.2节, O-UPDATE)。

注3: 根据环路的特性, 当环路长度减小, 同一线束内的FEXT将会迅速增加, 因此当电气长度 kl_0 小于1.8时, 没有进一步功率下调的必要。电气长度等于1.8时对应于0.4mm线径长度约为70m。

7.2.2 阻带 PSD

阻带中发送的信号应符合限制PSD模板和定义在图4中的宽带功率限值的要求。限制PSD模板作用于频率分割点 f_{ir1} 和 f_{ir2} 之间。而宽带功率限值的要求仅应用于两个过渡带 (宽度为 Δf_T) 之间的频率范围。

过渡带 Δf_T 的宽度是频率无关的且不应超过175kHz。在频率范围 $f_{ir} < 686\text{kHz}$ 内的过渡带和阻带PSD是在地区性的ANNEX (见本标准第2部分附录A和附录B) 中定义的。

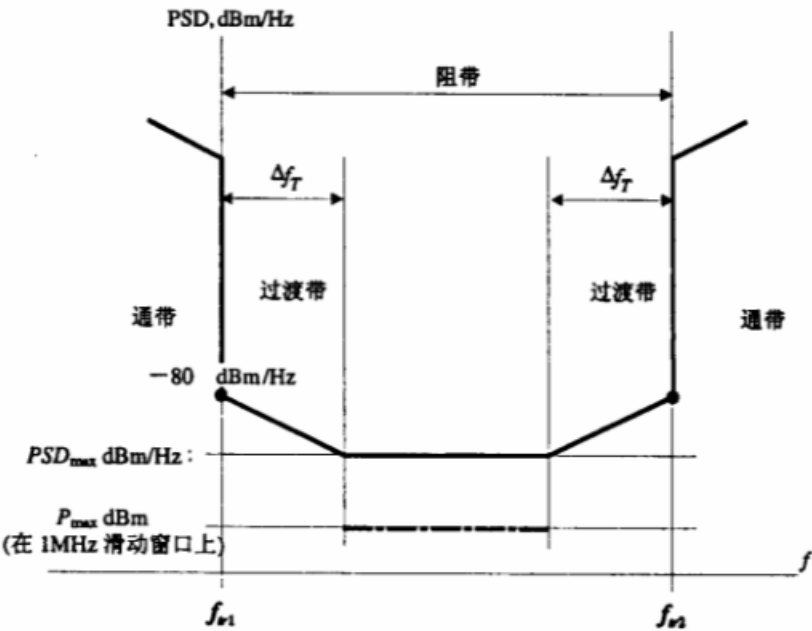


图4 阻带的限制 PSD 模板和宽带功率限值

表3和图4中给出了阻带的限制PSD模板和功率限制值。在表3中列出的点之间的值应当使用在线性频率域上的线性内插得到。阻带中发送的信号应同时满足限制PSD模板 (使用10kHz测量带宽验证) 和表3中的1MHz滑动窗口功率限制的规定。

表3 阻带 PSD 要求

频率 (MHz)	限制PSD模板值 (PSD_{max} dBm/Hz)	1 MHz滑动窗口中的最大功率 (P_{max} dBm)
<0.686	附录B和附录C	
0.686~4.0	-100	
4.0~5.0	-100	-50
5.0~30.0	-100	-52
≥ 30.0	-110	
过渡带频率 ($f=f_{ir1}$ 和 $f=f_{ir2}$)	-80	

在任何1MHz窗口 $[f, f+1\text{ MHz}]$, $f \geq f_{ir1} + \Delta f_T$ 且 $f+1\text{ MHz} \leq f_{ir2} - \Delta f_T$, 中的功率测量值 (f_{ir1} , f_{ir2} 和 Δf_T 如图4所示) 应满足表3的规定。如果 $(f_{ir2} - f_{ir1} - 2\Delta f_T)$ 小于1MHz, 则测量设备的带宽应被减小到 Δf_M , $\Delta f_M \leq f_{ir2} - f_{ir1} - 2\Delta f_T$, 其测量结果应使用如式 (1) 被归一化到1MHz滑动窗口:

$$P_{max} = P - 10 \times \log_{10}(\Delta f_M)$$

(1)

式中 P 是以dBm为单位的测量结果, Δf_M 是用于测量的带宽。

7.2.3 PSD 和 PSD 模板总结

在初始化和Showtime阶段使用的不同的PSD和PSD模板总结见表4。

表4 PSD 和 PSD 模板总结

参 数	描 述	符 号
限制PSD模板 (Limit PSD mask)	在G.993.2的annex (Annex A, B或C) 中规定的PSD模板	LIMITMASKds, LIMITMASKus
MIB PSD模板 (MIB PSD mask)	运营商定义在通带的PSD模板, 用来作出对可用的限制PSD模板更严格的限制	MIBMASKds, MIBMASKus
发送PSD模板 (Transmit PSD mask)	下列三种PSD模板的最小 (1) 可用的限制PSD模板, (2) MIB PSD模板, (3) 供应商设定在VTU-O中的模板	PSDMASKds, PSDMASKus
UPBO PSD模板 (UPBO PSD mask)	VTU-R通过计算得到的仅用于上行方向的PSD模板, 该模板为环路上行电气长度的函数	UPBOMASK
信道发现PSD (Channel Discovery PSD)	VTU在初始化的信道发现阶段发送信号的PSD	CDPSDds, CDPSDus
PSD限值 (PSD ceiling)	与频率无关的值 (即通过单一值指定), 通过限制发送PSD模板来限制MEDLEY参考PSD模板 (见本标准第2部分的12.3.3.2.1.1节, 本标准第2部分的12.3.3.2.1.2节, 本标准第2部分的12.3.3.2.2.1节和 本标准第2部分的12.3.3.2.2.2节)	CDMAXMASKds, CDMAXMASKus, MAXMASKds, MAXMASKus
MEDLEY参考PSD模板 (MEDLEY reference PSD mask)	通过最高PSD和RFI频带内-80dBm/Hz限制的发送PSD模板	MREFMASKds, MREFMASKus
MEDLEY参考PSD (MEDLEY reference PSD)	VTU在初始化时的训练阶段、信道分析和交换阶段时发送的信号PSD	MREFPSDds, MREFPSDus
Showtime PSD	VTU在Showtime阶段发送的信号PSD	PSDds PSDus

PSD模板的详细计算规则和PSD的设定规则见表5。

表5 PSD 和 PSD 模板计算方法总结

参 数	计算方法
发送PSD模板 (PSDMASK)	通过VTU-O计算 (注): $PSDMASKds(f) = \min(LIMITMASKds(f), MIBMASKds(f), ds_mask_restrictions_by_VTU-O)$ $PSDMASKus(f) = \min(LIMITMASKus(f), MIBMASKus(f), us_mask_restrictions_by_VTU-O)$

表5 (续)

参 数	计算方法
信道发现PSD (CDPSD)	<p>CDPSD_{ds}是由VTU-O决定的, 单位为dBm/Hz, 对于SUPPORTEDCARRIERS_{ds}集中的子载波:</p> $CDPSD_{ds}(f) \leq \begin{cases} \min[(PSDMASK_{ds}(f)-3.5), (CDMAXMASK_{ds}-3.5)], & f \in RFIBANDS \\ \min[(PSDMASK_{ds}(f)-3.5), (CDMAXMASK_{ds}-3.5), -83.5], & f \in RFIBANDS \end{cases}$ <p>对于其他子载波, $CDPSD_{ds}(f) \leq PSDMASK_{ds}(f)$。 对于任何有效的CDPSD_{ds}设置, 其总下行发送功率不应超过MAXNOMATP_{ds}。 CDPSD_{us}是由VTU-R决定的, 单位为dBm/Hz, 对于SUPPORTEDCARRIERS_{us}中的子载波: CDPS_{us}(f) $\leq \begin{cases} \min[(PSDMASK_{us}(f)-3.5), (CDMAXMASK_{us}-3.5), (UPBOMASK(kl_0, f)-3.5)], & f \in RFIBANDS \\ \min[(PSDMASK_{us}(f)-3.5), (CDMAXMASK_{us}-3.5), (UPBOMASK(kl_0, f)-3.5), -83.5], & f \in RFIBANDS \end{cases}$<p>对于其他子载波, $CDPSD_{us}(f) \leq PSDMASK_{us}(f)$; 对于任何有效的CDPSD_{us}设置, 其总下行发送功率不应超过MAXNOMATP_{us}</p></p>
MEDLEY 参考 PSD 模板 (MREFMASK)	$MREFMASK_{ds}(f) = \begin{cases} \min(PSDMASK_{ds}(f), MAXMASK_{ds}), & f \in RFIBANDS \\ \min(PSDMASK_{ds}(f), MAXMASK_{ds}, -80), & f \in RFIBANDS \end{cases}$ $MREFMASK_{us}(f) = \begin{cases} \min(PSDMASK_{us}(f), MAXMASK_{us}, UPBOMASK(kl_0, f)), & f \in RFIBANDS \\ \min(PSDMASK_{us}(f), MAXMASK_{us}, UPBOMASK(kl_0, f), -80), & f \in RFIBANDS \end{cases}$
MEDLEY 参考 PSD (MREFPSD)	<p>对于所有的下行通带子载波(包括允许承载数据的下行RFI频带): $MREFPSD_{ds}(f) \leq (MREFMASK_{ds}(f) - 3.5dB)$; 对于所有其他频率: $MREFPSD_{ds}(f) \leq MREFMASK_{ds}(f)$; 对于任何有效的MREFPSD_{ds}设置, 其总下行发送功率不应超过MAXNOMATP_{ds}; 对于所有的上行通带子载波(包括允许承载数据的上行RFI频带): $MREFPSD_{us}(f) \leq (MREFMASK_{us}(f) - 3.5dB)$; 对于所有其他频率: $MREFPSD_{us}(f) \leq MREFMASK_{us}(f)$; 对于任何有效的MREFPSD_{us}设置, 其总下行发送功率不应超过MAXNOMATP_{us}</p>
注: RFI频带没有考虑在发送PSD模板的计算中	

表5中给出了每个频率的PSD和PSD模板(包括通带和阻带)。为了避免冗余, 在初始化时并不传送全频段的PSD信息, 也不包含RFI频段的信息。

在VTU的初始化和Showtime阶段的PSD和PSD模板的处理过程见表6。

表6 PSD 和 PSD 模板的产生和应用的总结

参 数	何时产生	何时在VTUs间交互(注)	何时应用
限制PSD模板 (LIMITMASK)	在初始化前配置MIB时	无	用于VTU-O在初始化之前计算下行和上行的发送PSD模板
MIB PSD模板 (MIBMASK)	在初始化前配置MIB时	无	用于VTU-O在初始化之前计算下行和上行的发送PSD模板
RFI频带 (RFIBANDS)	在初始化前配置MIB时	VTU-O 在 G.994.1 握手阶段将 RFIBANDS送到VTU-R	从初始化阶段开始及以后的阶段, 都应在发送方向的指定频带上使用定义的陷波
最高PSD初始限值 (CDMAXMASK)	VTU-O在初始化之前; VTU-R在信道发现阶段开始时	下行的初始限值是在O-SIGNATURE消息中由VTU-O送给VTU-R; 上行的初始限值是在R-MSG1消息中由VTU-R送给VTU-O	用于信道发现阶段的所有信号(下行初始限值避免了在短环路上VTU-R阻塞)

表6 (续)

参 数	何时产生	何时在VTUs间交互 (注)	何时应用
发送PSD模板 (PSDMASK)	在VTU-O初始化前	VTU-O通过O-SIGNATURE消息发送 PSDMASKds 和 PSDMASKus 给 VTU-R	用于信道发现阶段的所有信号
UPBO PSD模板 (UPBOMASK)	VTU-R在信道发现阶段开始时	无	用于信道发现阶段及之后的所有信号
信道发现PSD (CDPSD)	在信道发现阶段开始时, VTU-O 决定 CDPSDds; VTU-R 决定 CDPSDus	CDPSDds是在O-SIGNATURE消息中由 VTU-O 送给 VTU-R; CDPSDus是在R-MSG1消息中由 VTU-R送给VTU-O	用于信道发现阶段的所有信号
最高PSD限值 (MAXMASK)	在信道发现阶段结束时, VTU-O 决定MAXMASKds; VTU-R决定 MAXMASKus	MAXMASKus是在O-UPDATE消息中由 VTU-O 送给 VTU-R; MAXMASKds是在R-UPDATE消息中由VTU-R送给VTU-O	用于训练阶段开始后的所有信号
MEDLEY 参考PSD 模板(MREFMASK)	在信道发现阶段结束时, VTU-O 决定MREFMASKds; VTU-R决定 MREFMASKus	无	用训练阶段的开始后的初始化阶段和Showtime阶段
MEDLEY 参考PSD (MREFPSD)	在信道发现阶段结束时, VTU-O 决定MREFPSDds; VTU-R决定 MREFPSDus	MREFPSDds是在O-PRM消息中由 VTU-O送给VTU-R; MREFPSDus是在 R-PRM 消息中由 VTU-R 送给 VTU-O	用于训练阶段、信道分析和交换阶段
Showtime PSD	在信道分析和交换结束时	通过MREFPSD和在信道分析和交换 (O-PMD和R-PMD消息) 交换的增益值 (g_i) 决定, 且不应超过 MREFMASK	用于Showtime阶段

注: 在初始化阶段, PSD和PSD模板相关的参数中仅有一个最小集在VTU间通信, 其通信协议和格式见本标准第2部分的12

7.3 终接阻抗

对于两侧的VTU, 在VDSL2 U接口的全频段都应使用纯阻阻抗 $R_v = 100\text{ ohm}$ 。而且 $R_v = 100\text{ ohm}$ 也用于对发送PSD和功率的定义和验证过程。

注: 该阻抗近似等于VDSL2测试环路的插入点阻抗且与ADSL2协调一致。

7.4 纵向变换损耗

纵向变换损耗 (LCL) 是表示由于出现在连接的线路上的纵向信号产生在VDSL2收发器输入端的额外的横向信号。纵向电压 (V_{cm}) 到横向电压 (V_{diff}) 的比率应根据ITU-T G.117和ITU-T O.9的规定测量。在测量过程中, 被测收发器应处于上电的L3状态 (见本标准第2部分的12.1节)。

$$LCL=20\lg\left|\frac{V_{cm}}{V_{diff}}\right|\text{dB}$$

(2)

在12MHz频段内, VDSL2收发器的LCL应大于等于38dB。

在12MHz以上频段, VDSL2收发器的LCL应大于等于 $38\text{ dB} - 20\lg(f_{\text{MHz}}/12)$ for $12\text{ MHz} < f < F_{\text{max}}$, 其中 F_{max} 为收发器选择的限制PSD模板在上行和下行方向上的最高通带频率。

LCL测量时收发器终接的阻抗应为100 ohm。LCL值应在U-O2 (U-R2) 接口测量。LCL的测量频率范围应依据选择的限制PSD模板, 从最低的通带频率到 F_{\max} 之间。

注1: 为了最小化外部辐射和干扰的影响, 设备的平衡性应比接入网线路的平衡性要好。对于典型的架空引入电缆来说, 平衡指标在30~35dB, 因此VDSL2设备的平衡性应远大于此。

注2: 当LCL更高时, VDSL2的性能可以进一步提升。在受重复性电气脉冲干扰的环境下, 系统工作的电缆平衡性可能达到50dB, 但这时系统性能有可能受限于38dB的平衡指标。

注3: 在本部分的将来修订版中, LCL要求有可能进一步提高。

8 系统接口

8.1 概述

根据VDSL2的应用场景的不同, VDSL2 DSLAM或和PON MDU设备的网络侧接口应支持8.2节规定的接口中的至少一种。

根据CPE设备形态, VDSL2 CPE设备的用户接口应支持8.3节规定的接口中的至少一种。

8.2 DSLAM 设备上联接口和 MDU 设备上联接口

8.2.1 GE 接口

GE接口可以是1000BASE-LX、1000BASE-SX、1000BASE-CX和1000BASE-T接口中的一种或多种, 各种接口类型均应符合IEEE 802.3的规定。

8.2.2 10GE 接口

10GBASE-T接口应符合IEEE 802.3an-2006的要求。

10GBASE-LRM接口应符合IEEE 802.3aq-2006的要求。

8.2.3 GPON R/S 接口

GPON R/S接口应符合YD/T 1949.1-2009《接入网技术要求——吉比特的无源光网络 (GPON) 第1部分: 总体要求》5.2节的规定。

8.2.4 EPON IF_{PON} 接口

EPON IF_{PON}接口应符合YD/T 1475-2006的规定。

8.2.5 100BASE-FX 或 100BASE-TX 接口

100BASE-FX或100BASE-TX接口应符合IEEE 802.3的规定。

8.3 用户端设备用户网络接口 (UNI)

8.3.1 10/100BASE-T 接口

VDSL2用户端设备的UNI接口应支持10/100BASE-T接口, 其物理层应符合IEEE 802.3的规定, 数据链路层LLC子层应符合IEEE 802.2的规定, MAC子层应符合IEEE 802.3的规定。

10/100BASE-T接口与用户PC之间应采用直连网线进行连接, 建议支持连接网线线序自适应的功能。

8.3.2 其他

VDSL2用户端设备还可以支持USB等各类用户接口, 其要求见YD/T 1188-2008。

9 系统功能要求

9.1 VDSL2 收发器功能模型

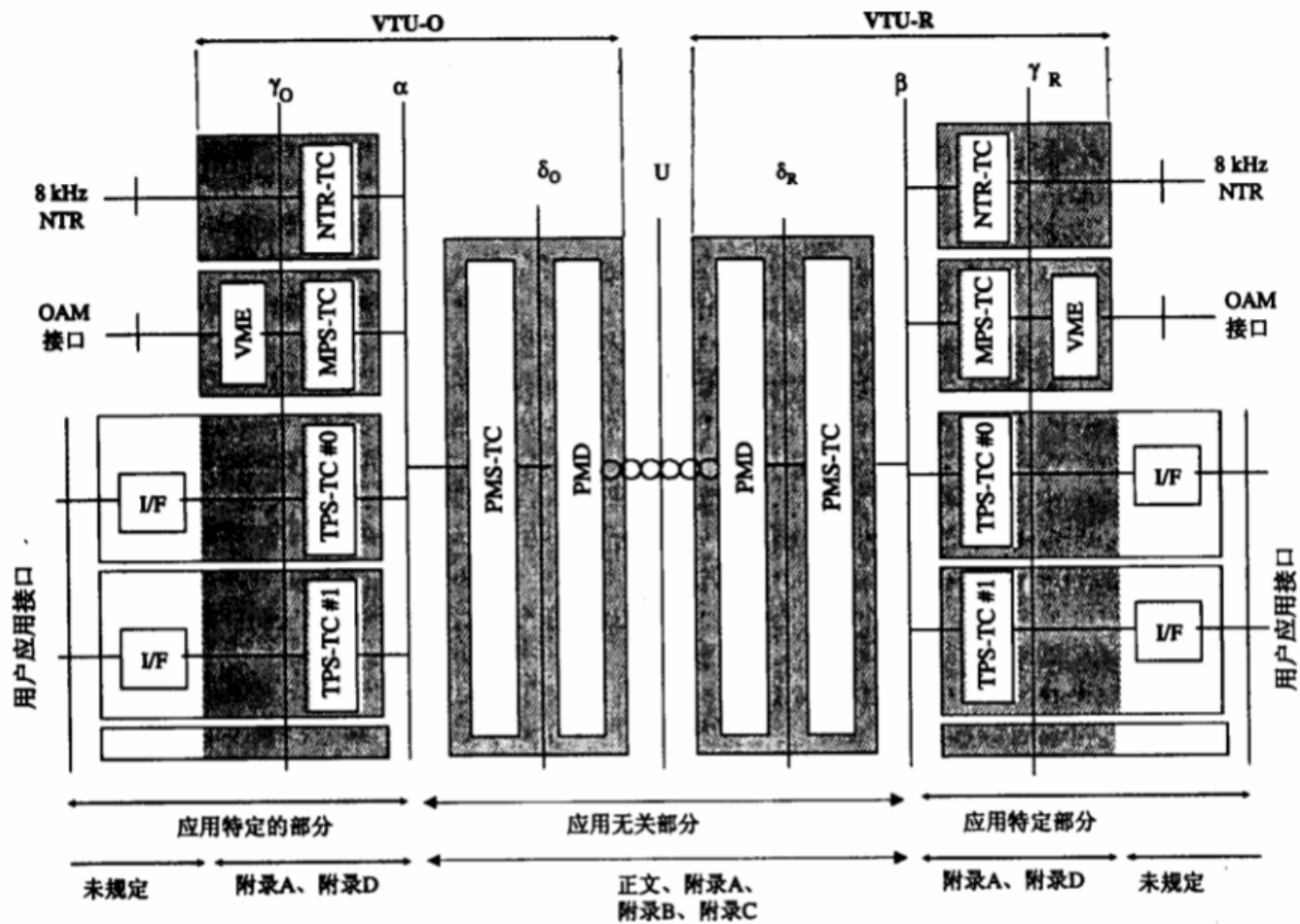


图5 VDSL2 收发器功能模型

如图5所示，VDSL2收发器主要由PMD、PMS-TC、TPS-TC、MPS-TC和VME等功能模块构成。

— PMD 的主要功能是符号时钟的产生和恢复，编码和解码以及调制和解调。PMD 也可以包括回声消除和线路均衡功能。

— PMS-TC 子层包含成帧和帧同步功能以及前向纠错（FEC）、差错检测、交织解交织、扰码和解扰功能。另外，PMS-TC 子层提供一个开销信道用于传送管理数据（VME 产生的控制消息）。PMS-TC 通过 δ 接口与 PMD 连接，并分别在 VTU-O 和 VTU-R 上通过 α 和 β 接口与 TPS-TC 连接。

— TPS-TC 是业务应用特定的，其主要功能是将不同的应用数据转变为在 α 和 β 接口上的统一格式，并在用户数据和 VTU 建立的数据链路之间提供速率适配的功能。VTU-O 和 VTU-R 上的 TPS-TC 分别通过 γ_O 和 γ_R 接口与用户数据接口块通信。MPS-TC 和 NTR-TC 分别为管理数据和 8kHz NTR 信号提供 TPS-TC 功能。

— VME 功能对 VTU 进行管理。它与定义在 ITU-T G.997.1 中的高层管理平面功能进行通信，例如，NMS 控制 CO MIB。VTU-O 和 VTU-R 之间的 VME 功能实体通过 PMS-TC 提供的开销信道进行通信。

— MPS-TC 把进入的管理数据转变为 α 和 β 接口要求的统一格式并被复用到 PMS-TC 中。管理信息包括异常和缺陷的指示、相关的性能监测、更高层功能定义的管理命令/响应消息等。

在图5中， α 、 β 、 γ_R 和 γ_O 等接口仅是逻辑参考点，并定义为一系列的功能原语。这些接口并不需要物

理上可访问。如果考虑用户数据平面,接口 γ_R 和 γ_O 可以逻辑上等效于T接口和V接口。

9.2 VDSL2 线路功能要求

9.2.1 线路封装方式

VDSL2收发器应支持PTM-TC功能,可选支持ATM-TC功能。

9.2.2 线路参数集 Profile 自动选择

对于支持多种不同参数集(见第6章)的VTU-O或VTU-R, VDSL2设备应支持根据线路条件选择配置模板中定义的最优的参数集进行传输。该过程可以借助G994.1握手过程中的收发电平值估计线路参数。

9.2.3 线路类型自动选择

对于可以支持多种DSL传输类型的局端xTU-O(例如,包含VTU-O和ATU-C的功能),应支持通过G994.1握手过程自动选择与xTU-R类型匹配的工作模式。若xTU-R也支持多种DSL线路类型,则建议的模式选择顺序为G993.2/G992.5/G992.3/G992.1。

9.2.4 上行功率下调(UPBO)功能

VTU-R应通过支持上行功率下调来提升在同一线束内不同距离的VTU-R之间的频谱兼容性。

9.2.5 紧急速率下调(SOS)功能

为了提高线路的稳定性,建议VDSL2收发器支持紧急速率下调功能。

9.2.6 下行功率下调(DPBO)功能

为降低线路中的串扰功率, VDSL2收发器应支持DPBO功能。

9.2.7 虚拟噪声(VN)功能

VDSL2收发器宜支持虚拟噪声功能。

9.3 DSLAM 设备功能要求

VDSL2 DSLAM设备应功能应符合YD/T 1706-2007第7章中除7.3节“协议适配功能”之外的要求,可选支持YD/T 1706-2007第7.3节“协议适配功能”。

9.4 MDU 设备功能要求

9.4.1 GPON 接口的 MDU 设备

提供GPON上行接口的VDSL2 MDU设备功能应符合YD/T 1949.1-2009《接入网技术要求——吉比特的无源光网络(GPON)第1部分:总体要求》第9章中关于ONU的要求部分。

9.4.2 EPON 接口的 MDU 设备

提供EPON上行接口的VDSL2 MDU设备功能应符合YD/T 1475-2006第8章中关于ONU的要求部分。

9.5 CPE 功能要求

VDSL2 CPE设备功能要求见YD/T 1188-2008。

10 管理维护要求

10.1 基本要求

— VDSL2 接入设备应能通过其所带的CONSOLE口对其进行带外方式的操作维护,应支持经TELNET方式远程对其进行操作管理维护,应支持通过网管系统远程进行操作管理维护,可选支持远程WEB方式的网管;

— 应支持带外管理和带内管理方式,带外访问方式应当提供所有带内访问方式的功能,带外访问方式应当实现访问控制,防止非授权访问;

- 管理系统应能提供对DSL接入设备及其级联设备进行统一管理;
- 管理系统应具备对设备进行配置管理、故障管理、性能管理和安全管理方面的功能;
- 管理系统可以提供对VDSL2用户端设备的远程集中维护功能;
- 管理系统应采用中文界面。

10.2 配置管理

10.2.1 通用配置

- VDSL2 接入设备应支持批量配置功能;
- VDSL2 接入设备应支持用户自定义配置模板。

10.2.2 VLAN 配置

VDSL2接入设备应支持S-VLAN配置, 包括以下3项:

- S-VID;
- S-Tag 的优先级域;
- 以太网 TPID 域配置。

VDSL2接入设备应支持C-VLAN配置, 包括以下两项:

- C-VID;
- C-Tag 的优先级域。

10.2.3 组播配置

- VDSL2 接入设备应支持每端口启用或禁用 IGMP Snooping 代理功能;
- VDSL2 接入设备应支持启用或禁用组播快速离开;
- VDSL2 接入设备应支持手工指定到上游节点设备的上联端口以及 VLAN;
- VDSL2 接入设备可选支持启用或禁用是否向网络侧设备发送 IGMP 报文;
- VDSL2 接入设备可选支持向网络侧发送 IGMP 报文的源 IP 地址的配置;
- VDSL2 接入设备应支持用户端口组播功能的启用或禁用。可选支持用户端口组播功能的暂停配置;
- VDSL2 接入设备应支持配置用户端口所能加入的组播组的个数;
- VDSL2 接入设备应支持组播 Package 配置;
- VDSL2 接入设备应支持组播节目的增加、删除和修改;
- VDSL2 接入设备可选支持定义组播节目源的属性, 包括: 组播 IP 地址、VLAN-ID。

10.2.4 QoS 配置

- VDSL2 接入设备应支持队列调度方法 (SP、WFQ 或 WRR) 以及相应的参数的配置;
- VDSL2 接入设备应支持 Policing 配置;
- VDSL2 接入设备可选支持 Shapping 配置;
- VDSL2 接入设备应支持基于物理端口、PVC、P 标签 (可选)、VLAN ID、以太网类型等流分类配置;
- VDSL2 接入设备可选支持 p 比特标签重新标记的配置;
- VDSL2 接入设备可选支持 DSCP 重新标记的配置;
- VDSL2 接入设备可选支持 p 比特标签与队列映射关系的配置。

10.2.5 端口定位配置

- VDSL2 接入设备应支持启用或禁用二层 DHCP 中继代理的 option 82 功能;
- VDSL2 接入设备应支持启用或禁用 PPPoE 中继代理功能。

10.2.6 VDSL2 线路参数配置

VDSL2设备应支持下列配置参数。

线路配置MIB参数:

- Annex (A、B);
- 参数集 Profile (见表 1);
- 限制 PSD 模板和频段计划配置;
- US0 模板;
- 下行标称最大集总发送功率 (MAXNOMATPds);
- MIB PSD 模板 (上行和下行);
- RFI 频段 (上行和下行);
- 下行功率下调参数 (DPBOEPSD, DPBOESEL, DPBOESCM, DPBOMUS, DPBOFMIN, DPBOFMAX);

- VTU-R 端的上行 UPBO PSD (UPBOPSD) 参数 (UPBOKO, UPBOKL);
- 下行和上行最大噪声裕度 (MAXSNRMds, MAXSNRMus);
- 下行和上行目标噪声裕度 (TARSNRMds, TARSNRMus);
- 下行和上行最小噪声裕度 (MINSNRMds, MINSNRMus);
- 下行方向 VTU-O 的速率自适应模式 (RA-MODEds, 见 ITU-T G.997.1);
- 上行方向 VTU-R 的速率自适应模式 (RA-MODEus, 见 ITU-T G.997.1);
- SOS 功能参数;
- 虚拟噪声参数 (TXREFVNds, TXREFVNus), 和 SNRM 模式。

网管系统中对于线路配置参数中MIB PSD模板配置, 应符合7.2.1.1节的规定。

通道配置MIB参数:

- 下行承载通道 n 的配置:
 - 最小净数据速率 (net_min_n);
 - 最大净数据速率 (net_max_n);
 - 最大交织时延 (delay_max_n);
 - 最小脉冲保护 (INP_min_n);
 - 配置承载通道的标志位 (对于 PTM TPS-TC: 支持抢占和短包; 对于 ATM TPS-TC: 被 ITU-T 保留, 应设置为 00₁₆);
 - 指示最小 INP 要求 (FORCEINPds, 不使用 erasure decoding)。
- 上行承载通道 n 的配置
 - 最小净数据速率 (net_min_n);
 - 最大净数据速率 (net_max_n);
 - 最大交织时延 (delay_max_n);

- 最小脉冲保护 (INP_{min});
- 配置承载通道的标志位 (对于 PTM TPS-TC: 支持抢占和短包; 对于 ATM TPS-TC: 被 ITU-T 保留, 应设置为 00₁₆)。

— 上行和下行的最小消息开销数据速率 (MSGMINus, MSGMINds)。

10.3 故障管理

- a) 网管应能对系统的各个部分进行持续的或间断的测试、观察和监测, 以发现故障或性能的降低。
- b) 应能通过指示灯和告警信号指示设备的故障, 不同的故障原因对应不同的告警信息。;
- c) 应能判定故障发生的时间和故障的位置, 故障定位应能定位到电路板。
- d) 故障事件恢复后, 系统网管的相应告警信息应能自动清除。
- e) 系统由故障中恢复后, 用户仍能正常通信, 不需系统重新进行配置。
- f) 应具备告警统计功能, 如以下信息:

超过15min计数门限的信号丢失 (Loss of Signal)、帧丢失 (Loss of Frame)、电源丢失 (Loss of Power)、链路丢失 (Loss of Link)。

系统告警统计列表应可对故障类型基于故障严重程度、故障原因、时间段进行分级处理, 应具备周期性的告警统计。

- g) 应能按照不同等级、不同时间段和产生告警的原因等方式对告警统计进行过滤。
- h) 局端设备应支持系统硬件、软件的故障自动倒换和备份, 自动倒换后, 系统应能正常工作。
- i) 应支持数据的自动备份和人工备份, 如磁带机和硬盘备份等方式。
- j) 若网管系统发生故障, 在故障恢复后应能自动与系统实际状态同步。

10.4 性能管理

a) 网管应能启动性能测量功能, 采集、处理测量数据, 分析测量结果, 采取必要的控制行动, 改善和优化网络的总体性能水平。

b) 性能管理应具备 (包括但不限于) 对以下系统性能管理事件的当天和前一天的每15min计数以及24h计数的功能:

- 信号丢失 (Loss of Signal);
- 帧丢失 (Loss of Frame);
- 电源丢失 (Loss of Power);
- 链路丢失 (Loss of Link);
- 发送块 (Transmitted Blocks);
- 接收块 (Received Blocks);
- 已纠正块 (Corrected Blocks);
- 未纠正块 (Uncorrected Blocks)。

c) 应具备记录特定VDSL2线路端口的以下信息, 线路端口信息定义见本标准第2部分11.4.1节。

d) 应具备对网络侧端口特定连接 (如发送信元、接收信元、HEC错) 的性能统计分析功能。

10.5 安全管理

a) 网管系统应通过定义个人访问权限的方式, 提供对于管理员/操作系统访问的安全措施, 不同级别的管理员有不同的权限, 确保访问请求的发起者只能在自己的权限范围内执行管理操作。敏感信息, 或固定用户终端鉴权属性, 数据库和配置数据只能由有授权的个人和管理系统进行操作。

b) 应支持管理区域的划分, 将不同的资源分配到不同的管理区域, 在不同管理区域内对相应资源进行管理操作。

c) 系统应记录所有用户的操作, 包括用户名、登录时间、操作类型。未经授权的访问尝试由系统记录并作为安全性告警。

10.6 CPE 设备远程管理

为了方便对用户端设备的远程维护和管理, 建议VDSL2用户端设备支持基于DSL Forum TR-069定义的CWMP协议和相应的远程管理功能。

11 其他要求

11.1 环境要求

11.1.1 温度、湿度要求

VDSL2局端和用户端设备的主要工作环境为室内有气候防护和室内无气候防护环境, 该条件下的运行环境要求见YD/T 1619-2007第15章。

对于室外环境下VDSL2设备的运行要求尚待研究。

11.1.2 防尘要求

在以下灰尘环境下, VDSL2局端单元和用户端单元应能正常工作: 直径大于 $5\mu\text{m}$ 的灰尘浓度 $\leq 3 \times 10^4$ 粒/ m^3 , 灰尘粒子是非导电、非导磁和非腐蚀性的。

11.1.3 大气压力要求

在以下大气压力条件下的环境下中, VDSL2局端单元和用户端单元应能正常工作: $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$ 。

11.2 电源要求

11.2.1 局端设备

局端设备为本地供电, 应支持直流和交流两种供电方式。

— 直流电压及其波动范围要求。

标称电压: -48V ;

电压波动: 在直流输入端子处测试的 -48V 电压允许变化范围为 $-57\text{V} \sim -40\text{V}$ 。

设备在此范围内应正常工作。

— 交流电压及其波动范围要求: 单相 $220\text{V} \pm 10\%$, 频率 $50\text{Hz} \pm 5\%$, 线电压波形畸变率小于5%。

局端单元在此范围内应正常工作。

11.2.2 用户端设备

当用户侧设备需要外接独立电源时, 应提供分离的电源转换设备, 并且应支持本地交流供电方式。

— 交流电压及其波动范围要求:

单相 $220\text{V} \pm 10\%$, 频率 $50\text{Hz} \pm 5\%$, 线电压波形畸变率小于5%。

设备在此范围内应正常工作。

11.3 安全要求

11.3.1 绝缘电阻

在正常情况下, 局端单元的外壳与电源间的绝缘电阻不应小于 $50\text{M}\Omega$ 。

11.3.2 设备接地要求

设备的接地电阻应小于 5Ω 。

11.3.3 过压、过流保护

VDSL2局端和用户端设备应安装过压、过流保护器。

电源接口过压、过流保护器在外接电源异常时保护设备的核心部分，见YD/T 993-1998。

VDSL2设备线路接口过压过流保护器应满足YD/T 1082-2000对模拟雷电冲击、电力线感应、电力线接触等指标的要求。

11.3.4 电磁兼容

VDSL2设备的电磁兼容性指标应满足YD/T 1244-2002的要求。

附录 A
(资料性附录)
组网参考模型

A.1 概述

由于VDSL2可使用的频率范围高达30MHz，在这个频率范围内，随着环路的长度不同，不同频率上的衰减变化差异较大。当环路超过一定长度时，较高频率端的频段可能因为衰减过大而无法使用。

因此，为发挥VDSL2的高速率特性，通常将VDSL2技术用于FTTCab和FTTB/C的组网方式。

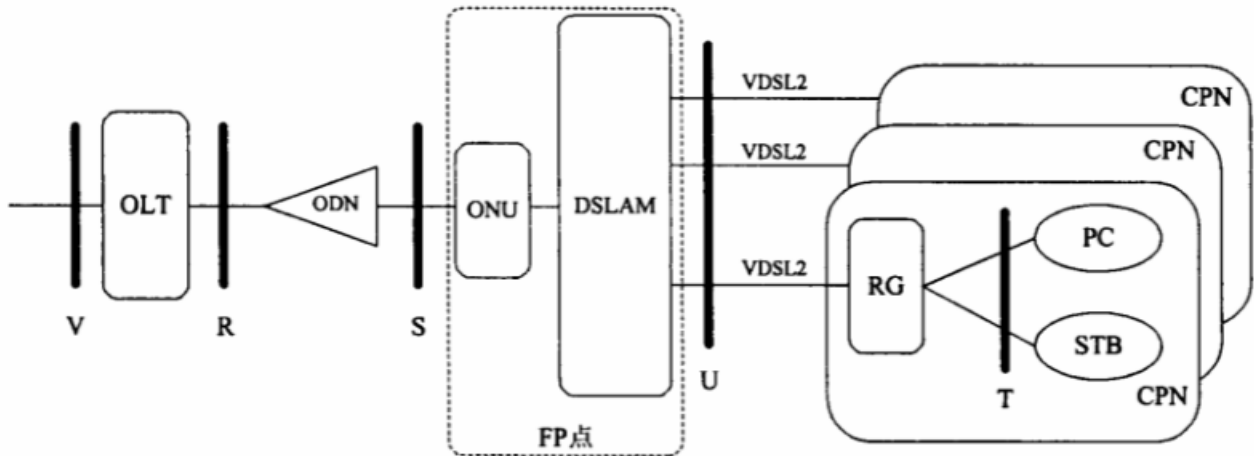
注：由于实际使用的VDSL2芯片可以同时支持ADSL2+等技术，因此也可将VDSL2 DSLAM置于端局，为较远距离用户提供ADSL2+业务，而为较近距离用户提供VDSL2服务。

A.2 FTTCab方式

在FTTCab方式下，VDSL2 DSLAM部署在交接箱的位置（即FP点，YD/T 1619-2007），距最终用户的距离一般在500~1000m，每个DSLAM覆盖的用户数一般在数百户到一千户。在这种组网方式下，DSLAM设备上一般采用GE或10GE接口通过点到点的方式连接到汇聚设备。

由于用户环路的距离较长，因此环路高频段衰减较大，在这种情况下一般只能使用17a或12a的参数集（见第6章），预期为用户提供每方向25~50Mbit/s的接入能力。

FTTCab方式组网的示意图见图A.1。



图A.1 FTTCab下的VDSL2应用场景

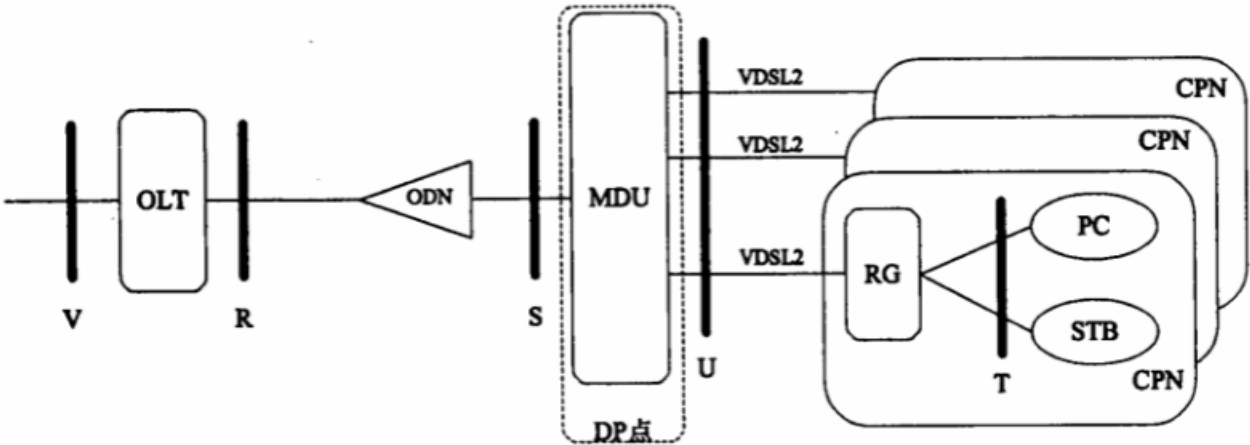
另外在该方式下，DSLAM有可能使用ADSL2+和VDSL2混合组网的模式，即在同一电缆束内同时运行ADSL2+和VDSL2业务。在混合模式下VDSL2应采用DPBO和频谱赋型等技术减少与ADSL2+技术的相互干扰。

A.3 FTTB/C方式

在FTTB/C方式下，VDSL2 DSLAM部署在楼宇或分线盒的位置（即DP点，见YD/T 1619-2007），距最终用户的距离一般在100~300m，每个DSLAM覆盖的用户数一般在数十户到一百户。在这种组网方式下，DSLAM设备上可以采用GE接口通过点到点的方式连接到汇聚设备，也可通过GPON或EPON作为DSLAM的汇聚设备。在后一种方式下，DSLAM可以直接内置ONU提供PON上行的接口，这时的ONU+DSLAM的设备形态也称为MDU。

在FTTB/C的组网方式下，一般可以应用30a的参数集，预期为用户提供每方向50~100Mbit/s的接入能力。

采用MDU进行FTTB/C方式组网的示意图见图A.2。



图A.2 FTTB/C下的VDSL2 MDU应用场景

中 华 人 民 共 和 国
通 信 行 业 标 准
接 入 网 技 术 要 求
第 二 代 甚 高 速 数 字 用 户 线 (VDSL2)
第 1 部 分: 总 体 要 求
YD/T 1996.1-2009

*

人 民 邮 电 出 版 社 出 版 发 行
北 京 市 崇 文 区 夕 照 寺 街 14 号 A 座
邮 政 编 码: 100061

*

版 权 所 有 不 得 翻 印

*

本 书 如 有 印 装 质 量 问 题, 请 与 本 社 联 系 电 话: (010)67114922

www.bzxz.net

免费标准下载网