

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

J.210

(11/2006)

J系列：有线网络和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输
用于数字电视发送的互动系统

电缆调制解调器终端系统的下行RF接口

ITU-T J.210建议书

ITU-T



ITU-T J.210建议书

电缆调制解调器终端系统的下行RF接口

摘 要

本建议书定义了下行射频接口（DRFI）规范，用于：

- 一个 edgeQAM（EQAM）模块式设备；或者
- 每个 RF 端口带有多个下行频道的一个集成电缆调制解调器终端系统（CMTS）；或者
- DOCSIS 2.0 之外的一个集成 CMTS。

来 源

ITU-T 第 9 研究组（2005-2008）按照 ITU-T A.8 建议书规定的程序，于 2006 年 11 月 29 日批准了 ITU-T J.210 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 号决议规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

本建议书为简明扼要起见而使用的“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”等其它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它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，国际电联尚未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，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2007

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

	页码
1 范围	1
1.1 范围	1
1.2 世界范围的使用	1
2 参考文献	2
2.1 规范性参考文献	2
2.2 资料性参考文献	3
2.3 参考文献的获取	3
3 术语和定义	3
4 首字母缩略语、缩写词和惯例	5
4.1 首字母缩略语和缩写词	5
4.2 惯例	5
5 功能性假设	6
5.1 宽带接入网	6
5.2 设备假设	6
5.3 下行系统设备假设	7
6 依赖于物理媒体的子层规范	8
6.1 范围	8
6.2 EdgeQAM (EQAM) 与 CMTS 的差别	9
6.3 下行	9
7 下行传输汇聚子层	18
7.1 引言	18
7.2 MPEG 分组格式	18
7.3 DOCSIS 电缆传输数据的 MPEG 信头	19
7.4 DOCSIS 电缆传输数据的 MPEG 有效载荷	19
7.5 与 MAC 子层的互动	20
7.6 与物理层的互动	21
附件 A 对欧洲规范的增加和修改	22
A.1 范围和目的	22
A.2 参考文献	22
A.3 术语和定义	22
A.4 首字母缩略语和缩写词	22
A.5 功能性假设	22
A.6 依赖于物理媒体的子层规范	24
A.7 下行传输汇聚子层	31
附件 B 对日本规范的增加和修改	32
B.1 范围和目的	32
B.2 参考文献	32
B.3 术语和定义	32

	页码
B.4 首字母缩略语和缩写词	32
B.5 功能性假设	32
B.6 依赖于物理媒体的子层规范	33
B.7 下行传输汇聚子层	41

电缆调制解调器终端系统的下行RF接口

1 范围

1.1 范围

DOCSIS J.112 建议书和[ITU-T J.122]定义了对构成一个高速电缆传输数据系统的两种基本组件的要求：电缆调制解调器(CM)和电缆调制解调器终端系统(CMTS)。本建议书提供了对 DOCSIS 体系结构中 CMTS 发射机的物理层要求。它适用于根据 M-CMTS 体系结构([ITU-T J.212]和[ITU-T J.211])以及集成 CMTS 系统构建的数据前端控制器组件。

本建议书定义了下行射频接口(DRFI)的规范,用于:

- edgeQAM (EQAM) 模块式设备; 或者
- 带有每个 RF 端口多个下行频道的集成电缆调制解调器终端系统 (CMTS); 或者
- DOCSIS 2.0 以外的集成 CMTS。

1.2 世界范围的使用

为世界上不同网络而采用的电缆频谱规划实际中存在差别。因此,物理层技术包括了三种选择,它们具有相同的优先等级,并且不要求能够互通。一种技术选择是在美国采用 6 MHz 频道来实现的基于下行多节目电视分配。第二种技术选择基于对应的采用 8 MHz 频道的欧洲多节目电视分配。第三种技术选择基于对应的采用 6 MHz 频道的日本多节目电视分配。所有选择处于相同的状态,尽管本文件结构未反映此相等的优先级。这些选择的第一种在第 5、6、7 节中定义,而第二种和第三种分别通过采用附件 A 和 B 中的内容代替那些章节的内容来定义。相应地,[ITU-T J.83-B]和[CEA-542-B]只适用于第一种选择,[ETSI EN 300 429]仅仅适用于第二种,而[ITU-T J.83-C]则仅仅适用于第三种选择。与本建议书兼容要求至少与这些实施之一兼容,没有必要与多于一个兼容。不要求按照一种选择构建的设备必须与按照其他选择构建的设备互通。

符合 DRFI 的设备可以仅仅是一个单频道的设备,或者它也可以是能够在 RF 输出端口同时产生一个或者多个下行 RF 载频的多频道设备。EQAM 可以是模块式电缆调制解调器终端系统(M-CMTS)的一个模块并且用于提供高速数据业务,或者它可以作为一个数字电视或者视频点播(VoD)系统的一个组件来工作,为用户提供高质量数字电视。这些规范被精心构思,以使 EQAM 能够用于提供两种业务之一或者同时提供两种业务的场合之中而没有限制。在早期实施中的“同时”表示,如果 RF 输出端口具有多个 QAM 频道,一些频道可以提供高速数据,而此时其他一些频道可以提供数字视频。此规范支持将来的使用,而单独一个 QAM 频道可以在高速数据和在同一个 MPEG 传送数据流中的数字视频之间分享带宽。

从概念上说, EQAM 将通过以太网链路接受输入,将输入数据集成到 MPEG 传输数据流中,对多个 RF 载频之一进行调制,并且根据这些规范,将该载频提供给与所有调制器一样分享的单独一个 RF 输出接头。可以想像到,单独一个 EQAM RF 频道能够同时用于数据与视频。EQAM RF 频道能够用于二者任何一的原因是数字视频和 DOCSIS 数据的下行频道对美国有线网络都是基于[ITU-T J.83-B]、对在欧洲实施的有线网络都是基于[ETSI EN 300 429],而对在日本的有线网络都是基于[ITU-T J.83-C]的。通常,在符

合[ITU-T J.83-B]的下行频道上，工作于视频模式的一个 EQAM RF 频道与工作于 DOCSIS 数据模式的一个 EQAM RF 频道之间的惟一差别是间插器深度（参见第 6.3.1 与 6.3.3 节）。DOCSIS 数据工作于一个采用以牺牲一些突发保护为代价的浅间插器深度的低延迟模式。DOCSIS 数据之所以能够如此是因为如果发生了一个传输错误，较高层协议将要求对丢失的数据进行重新传送。对视频，节目中帧的序列是既对时间敏感，也对顺序敏感的，并且不能重新传送。由于这个原因，视频采用一个较深的间插器深度，以提供更为广泛的突发保护和提供更多没有损失的节目内容。视频所付出的代价是时延。通常，整个节目内容被延迟数毫秒，而该节目的观众是看不出来的。对间插器深度需求的冲突是阻止单独一个 EQAM RF 频道同时最佳地用于视频和 DOCSIS 数据的原因。但是，传统的集成 CMTS 仅仅用于 DOCSIS 数据。

2 参考文献

2.1 规范性参考文献

下列 ITU-T 建议书和其他参考文献的条款，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。所有的建议书和其它参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否可能使用下列建议书或其它参考文献的最新版本。当前有效的 ITU-T 建议书清单定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。

- [ITU-T H.222.0] ITU-T Recommendation H.222.0 (2006) | ISO/IEC 13818-1:2006, *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems.*
- [ITU-T J.83-B] ITU-T Recommendation J.83 (1997), *Digital multi-programme systems for television, sound and data services for cable distribution. Annex B: Digital multi-programme System B.*
- [ITU-T J.83-C] ITU-T Recommendation J.83 (1997), *Digital multi-programme systems for television, sound and data services for cable distribution. Annex C: Digital multi-programme System C.*
- [ITU-T J.122] ITU-T Recommendation J.122 (2002), *Second-generation transmission systems for interactive cable television services – IP cable modems.*
- [ITU-T J.211] ITU-T Recommendation J.211 (2006), *Timing interface for cable modem termination systems.*
- [ETSI EN 300 429] ETSI EN 300 429 V1.2.1 (1998), *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems.*
- [IEC 60169-24] IEC 60169-24 (1991), *Radio-frequency connectors – Part 24: Radio-frequency coaxial connectors with screw coupling, typically for use in 75 ohm cable distribution systems (Type F).*

2.2 资料性参考文献

- [ITU-T J.212] ITU-T Recommendation J.212 (2006), *Downstream external physical layer interface for modular cable modem termination systems*.
- [NSI] *Cable Modem Termination System Network Side Interface*, SP-CMTS-NSI-I01-960702, 2 July 1996, Cable Television Laboratories, Inc.
- [M-OSSI] *Modular CMTS Operations Support System Interface*, CM-SP-M-OSSI-I02-051209, 9 December 2005, Cable Television Laboratories, Inc.
- [CEA-542-B] CEA-542-B: *CEA Standard: Cable Television Channel Identification Plan*, July 2003.
- [CMCI] *Cable Modem to Customer Premises Equipment Interface*, CM-SP-CMCI-I10-050408, 8 April 2005, Cable Television Laboratories, Inc.
- [ERMI] *Edge Resource Manager Interface*, CM-SP-ERMI-I02-051209, 9 December 2005, Cable Television Laboratories, Inc.
- [Article 23- (1)] *Regulations for Enforcement of the Cable Television Article 23- (1)*, Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC), Japan.

2.3 参考资料的获取

- Cable Television Laboratories, Inc., <http://www.cablelabs.com/>
- EIA: Electronic Industries Alliance, http://www.eia.org/new_contact/
- ETSI: European Telecommunications Standards Institute, http://www.etsi.org/services_products/freestandard/home.htm
- ITU: International Telecommunication Union (ITU), <http://www.itu.int/home/contact/index.html>
- ISO: International Organization for Standardization (ISO), <http://www.iso.org/iso/en/xsite/contact/contact.html>
- MIC: Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC), http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/index.html

3 术语和定义

本建议书定义了以下术语:

3.1 ceiling (ceil) 舍入 (ceil): 舍入功能将一个数舍入到最近的整数或者有效值的最近倍数。使用: Ceiling (数字, 有效值)。

3.2 cable modem 电缆调制解调器 (CM): 在用户位置的一个调制器—解调器, 目的是用于在一个有线电视系统中传送数据通信。

3.3 customer premises equipment (CPE) 客户驻地设备 (CPE): 在终端用户驻地的设备; 可以由服务提供商来提供。

3.4 carrier-to-noise ratio (C/N or CNR) 载噪比 (C/N 或 CNR): 信号功率与在一个定义测量带宽内的噪声功率之比。对数字调制, $CNR = E_s/N_0$, 每个符号的能量与噪声密度之比; 信号功率是在占用带宽内进行测量的, 而噪声功率是对调制速率带宽归一化的。对模拟 NTSC 视频调制, 噪声的测量带宽是 4 MHz。

3.5 decibels (dB) 分贝 (dB): 两个功率电平之比, 数学上表达为 $dB = 10\log_{10}(P_{OUT}/P_{IN})$ 。

- 3.6 decibel-millivolt (dBmV) 分贝毫伏 (dBmV):** RF 功率的单位, 以相对于 75 欧姆上 1 毫伏的分贝来表示, 此处 $\text{dBmV} = 20\log_{10}$ (数值单位为 $\text{mV}/1 \text{ mV}$)。
- 3.7 decibel-microvolt (dBμV) 分贝微伏 (dBμV):** RF 功率的单位, 以相对于 75 欧姆上 1 微伏的分贝来表示, 此处 $\text{dB}\mu\text{V} = 20\log_{10}$ (数值单位为 $\mu\text{V}/1 \mu\text{V}$)。
- 3.8 Electronic Industries Alliance (EIA) 电子工业协会 (EIA):** 制造商的一个自发团体, 其活动之一是制定并公布标准。
- 3.9 edgeQAM modulator (EQAM) edgeQAM 调制器 (EQAM):** 接收数字视频或数据包的前端控制器或者汇集点设备。它将视频或者数据重新打包成一个 MPEG 传输流, 并且采用正交幅度调制 (QAM) 将该数字传输流进行数字调制到一个下行 RF 载频上。
- 3.10 forward error correction (FEC) 前向纠错 (FEC):** 在通信系统中控制错误的一类方法。FEC 将奇偶校验信息与数据一起发送, 它可以由接收机用来检验并纠正数据。
- 3.11 harmonic related carriers (HRC) 谐波关联载频 (HRC):** 在一个有线电视系统上采用所有载频与一个公共参考相关联来安排频道间隔的一种方法。
- 3.12 hybrid fibre/coax system (HFC) 混合光纤/同轴电缆系统 (HFC):** 在前端控制器和光纤节点之间采用光纤中继线, 从光纤节点到用户位置采用同轴电缆分发的一个宽带双向共享媒体传输系统。
- 3.13 incremental related carriers (IRC) 增量关联载频 (IRC):** 在一个有线电视系统上安排 NTSC 电视频道间隔的一种方法, 此系统中所有频道都是相对于 [CEA-542-B] 标准频道规划向上偏移 12.5 kHz, 除了第 5 和 6 频道。
- 3.14 media access control (MAC) 媒体访问控制 (MAC):** 用来涉及包括 DOCSIS 成帧和信令的系统的两层单元。
- 3.15 modulation error ratio (MER) 误调制率 (MER):** 平均符号功率与平均误码功率之比。
- 3.16 M/N M/N:** 表示下行符号时钟速率与 DOCSIS 主时钟速率之比的整数 M、N 的关系。
- 3.17 multiple system operator (MSO) 多系统运营商 (MSO):** 拥有和/或运营多于一个有线系统的一个公司实体。
- 3.18 national television systems committee (NTSC) 国家电视系统委员会 (NTSC):** 定义北美的模拟、彩色电视、广播标准的委员会。用于北美电视传输的标准电视 525 行视频格式以此委员会的名字命名。
- 3.19 NGNA LLC:** 由有线运营商组成的公司, 为将来的有线行业市场 and 商业需求定义下一代网络体系结构。
- 3.20 physical media dependent sublayer (PMD) 依赖物理媒体的子层 (PMD):** 物理层的一个子层, 它关系到在开放系统之间的特殊类型传输链路上传送比特或比特组, 它承担了电子、机械和握手程序。
- 3.21 QAM channel (QAM ch) QAM 频道 (QAM ch):** 模拟 RF 频道, 采用正交幅度调制 (QAM) 来传送信息。
- 3.22 quadrature amplitude modulation (QAM) 正交幅度调制 (QAM):** 一种调制技术, 通过模拟信号幅度与相位的变化来传递信息, 例如数字数据。
- 3.23 radio frequency (RF) 射频 (RF):** 从数赫兹到刚好在红外线频率之下的那部分电磁频谱。

- 3.24 radio frequency interface (RFI) 射频接口 (RFI):** 包括下行和上行射频接口的术语。
- 3.25 root mean square (RMS) 均方根 (RMS):** 一个平方函数平均值的平方根。
- 3.26 self-aggregation 自汇聚:** 通过对单独一个设备在一个指定输出频率范围上测量所得到的噪声求和来计算前端控制器基底噪声的方法。
- 3.27 standard channel plan (STD) 标准频道规划 (STD):** 在[CEA-542-B]中所定义的一个有线电视系统上安排 NTSC 电视频道间隔的方法。
- 3.28 upstream channel descriptor (UCD) 上行频道描述符 (UCD):** MAC 管理消息, 用来与电缆调制解调器对上行物理层的特性进行通信。
- 3.29 video-on-demand (VoD) 视频点播 (VoD):** 使每个人能够分别通过一个互动电视系统在一个网络上选择并观看视频内容的系统。

4 首字母缩略语、缩写词和惯例

4.1 首字母缩略语和缩写词

本建议书采用了以下首字母缩略语和缩写词:

CMCI	电缆调制解调器到 CPE 接口
CMTS	电缆调制解调器终端系统
CW	连续波
dBc	相对于载频功率的分贝值
DEPI	下行外部 PHY 接口
DOCSIS	电缆传输数据业务接口规范
DRFI	下行射频接口
DTI	DOCSIS 定时接口
ERMI	边缘资源管理器接口
M-CMTS	模块式电缆调制解调器终端系统
MPEG	移动图像专家组
NGNA	下一代网络体系结构
OSSI	运行支持系统接口
PHY	物理层
ppm	百万分之一
Q	正交调制分量
S-CDMA	同步码分多址

4.2 惯例

在整个本建议书中, 用于定义特殊要求重要性的词用大写字母来表示。这些词是:

“务必 (MUST)” 或 “必须 (SHALL)” 这个词或形容词 “必需的 (REQUIRED)” 意指: 该条款是本建议书的绝对要求。

“绝不 (MUST NOT)” 或 “不得 (SHALL NOT)” 这个词组意指: 该条款是本建议书的绝对禁令。

“应 (SHOULD)”

这个词或形容词“建议的 (RECOMMENDED)”意指：在实际环境中有可能存在正当的理由对这一条款不予理会，但是，在选择不同的做法之前应充分理解全部含义和小心权衡理由。

“应不 (SHOULD NOT)”

这个词组意指：在实际环境中有可能存在正当的理由，考虑到所列举的行为是可接受的或甚至是可用的。但是，在实际用这个标记描述的任何行为之前，应充分理解全部含义和小心权衡理由。

“可 (MAY)”

这个词或形容词“可选的 (OPTIONAL)”意指：这一条款是真正可选的。例如，某个供货商可以选择含有该条款，因为实际市场需要它或因为它能提高产品价值；而另外的供货商可以忽略同样的条款。

5 功能性假设

本节描述了有线电视系统的特性，假设是出于运行电缆传输数据系统的目的。它不是 EQAM 或者 CMTS 参数的描述。电缆传输数据系统在本节所描述的环境之内**务必**是可互通的。

一旦在本节中提及频率规划或者与其他业务的兼容性，或者与对运行区的任何合法要求相冲突时，后者必须优先。对 6 MHz 频道中 NTSC 模拟信号的任何引用并不意味着这样的信号是物理上存在的。

5.1 宽带接入网

假设了一个基于同轴电缆的宽带接入网。这可以是采用全同轴电缆或光纤/同轴电缆混合 (HFC) 的网络。这里采用一般术语“有线网络”来涵盖所有情形。

有线网络采用“树和分支”结构共享媒体进行模拟传输。在本建议书中假设的关键功能特性如下：

- 双向传输；
- 在符合 DRFI 的设备与最远的 CM 之间每个方向上 100 英里的一个最大光/电间隔，尽管典型的最大分离可能只有 10-15 英里；
- 在符合 DRFI 的设备与最近及最远的调制解调器之间每个方向上 100 英里的一个最大差分光/电间隔，尽管这通常将被限制在 15 英里。

以在光纤中大约 1.5 ft/ns 的传播速度，每个方向 100 英里的光纤将造成大约 1.6 ms 的往返传输延迟。更多信息参见[ITU-T J.122]的附录八。

5.2 设备假设

5.2.1 频率规划

在下行方向，假设有线系统具有下限在 50 和 54 MHz 之间，上限取决于实现方式但通常在 300 到 870 MHz 范围内的一个通带。在此通带内，假设在 6 MHz 频道中的 NTSC 模拟电视信号以及其他窄带和宽带数字信号存在于标准 (STD)、HRC 或 IRC 频率规划。

5.2.2 与其他业务的兼容性

CM 和 EQAM 或者 CMTS 务必与其他业务共同存在于有线网络中，例如：

- a) 它们**务必**在分配给 EQAM 或者 CMTS-CM 互通的有线频谱中是可互通的，而有线频谱的剩余部分由电视和其他信号的任意组合所占用；并且
- b) 它们**绝不能**对指定到分配给 EQAM 或 CMTS 的频谱之外的有线网络中的任何其他业务造成有害干扰。后者被认为是：
 - 1) 没有可测量得到的劣化（兼容性的最高水平）；
 - 2) 对所有业务没有可察觉得到的损伤水平之下的劣化（兼容性的标准或者中等水平）；或者
 - 3) 没有行业（例如，对模拟视频业务的 FCC）或者其他服务提供商所接受的最低标准之下的劣化（兼容性的最低水平）。

5.2.3 故障隔离对其他用户的影响

因为下行传输是在共享媒体、点对多点的系统上进行的，故障隔离程序应该考虑到故障和故障隔离程序对电缆传输数据、视频以及其他业务众多用户潜在的有害影响。

对有害影响的解释参见以上第 5.2.2 节。

5.3 下行系统设备假设

已经采用本节中的下行系统设备假设制定了 DRFI 规范。

5.3.1 传输电平

在一个 6 MHz 频道之内的下行 RF 信号标称功率电平的目标范围定为：-10 dBc 到-6 dBc，相对于模拟视频的载频电平（峰值功率）并且通常将不超过模拟视频的载频电平。

5.3.2 频率反转

在传输路径的下行或者上行方向上都将没有频率反转（即在有线网络的输入处的一个正的频率变化将引起在输出处的一个正的频率变化）。

5.3.3 模拟和数字频道排列

在制定此建议书时，假设在一个前端控制器中将配置最多 119 个数字频道。出于为模拟频道计算 CNR 保护的目，假设模拟频道在频道排列中被置于比数字频道更低的频率。

5.3.4 模拟保护目标

DRFI 建议书的目标之一是要为配置高达 119 个符合 DRFI 的 QAM 频道的系统提供 60 dB 的最小计划模拟频道 CNR 保护。

本建议书假设数字频道的发送功率电平将是模拟频道可视信号峰值包络功率之下 6 dB，这是 256 QAM 传输的典型条件。进一步假设频道的排列将模拟频道置于比数字频道更低的频率。采用 $10 \cdot \log_{10}(6 \text{ MHz}/4 \text{ MHz})$ 的调整来解决数字频道噪声带宽相对于模拟频道的差别。采用以上假设时，对一个有 119 个 QAM 频道的系统，在表 6-5 第 5 项中的规定等效于一个 60 dB 的模拟 CNR 保护。

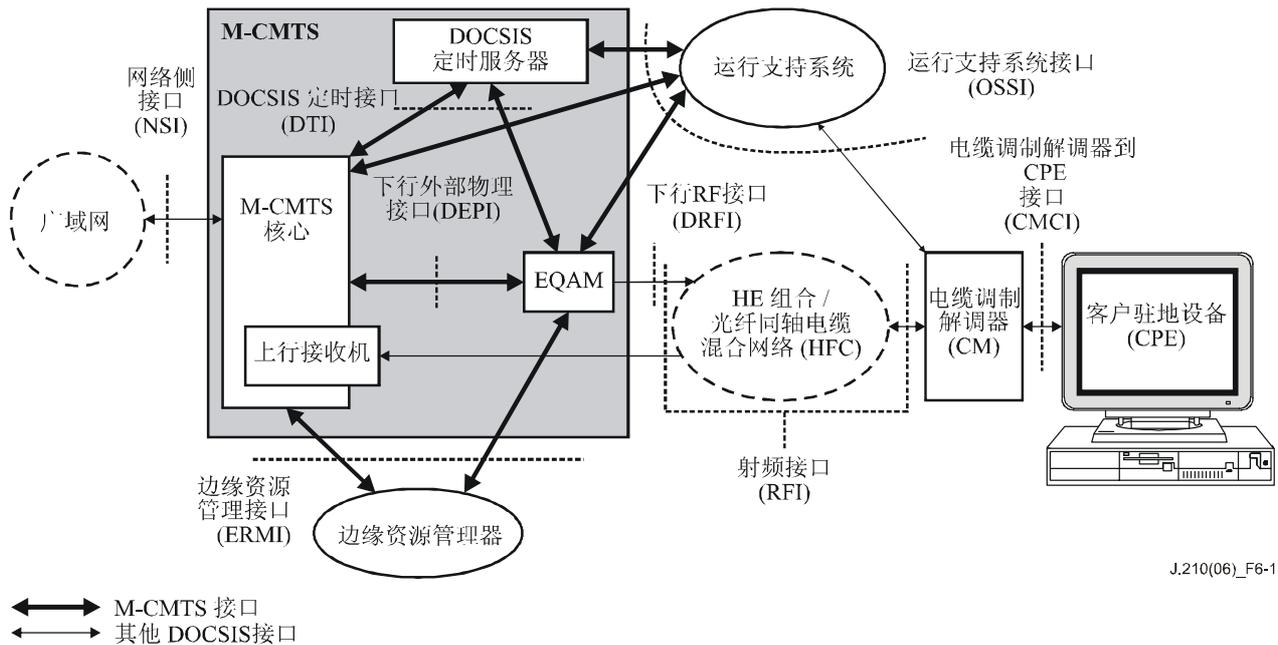
6 依赖于物理媒体的子层规范

6.1 范围

本节适用于第 1 节中所提到的第一种技术选择。对第二种选择，参考附件 A。

本建议书定义了电缆调制解调器终端系统 (CMTS) 或者 edgeQAM (EQAM) 的下行射频接口 (DRFI) 的电特性。本建议书的目的是要定义一个可互通的符合 DRFI 的设备，这样，CM 的任何实现方式都能够与任何 EQAM 或者 CMTS 一起运行。本建议书的目的是不是暗示任何特定的实现方式。图 6-1 示出 M-CMTS 的结构与接口。

一旦在本节中涉及到杂波发射，当与运营区的任何法律要求有冲突时，后者必须优先。



J.210(06)_F6-1

图 6-1—模块式 CMTS 及其接口的逻辑视图

CMTS 的网络侧接口 (NSI)、模块式 CMTS 操作支持系统接口 (M-OSSI)、射频接口 (RFI) 以及电缆调制解调器到 CPE 的接口 (CMCI) 都在现有的 DOCSIS 建议书中定义 (参见第 2.2 节)。DOCSIS 定时接口 (DTI)、下行外部 PHY 接口 [ITU-T J.212]、下行射频接口 (本建议书) 以及边缘资源管理器接口 (ERMI) 要求新的规范是对在下一代网络体系结构 (NGNA) 环境中的 M-CMTS 特定的。

6.2 EdgeQAM (EQAM) 与CMTS的差别

EQAM主要是从一个统一的CMTS中提取出来的RF调制和传输模块。因为CMTS已经被分为模块化的组成部分，EQAM需要有对模块式CMTS(M-CMTS)MAC模块的一个新接口。如[ITU-T J.212]中所规定的，这个新的接口是与现在远程EQAM通信所必需的一个以太网接口。DEPI构想、语义和句法以及任何新的EQAM组件及处理都在DEPI文件中定义。

EQAM还可以通过该以太网接口与视频服务器相衔接，并且提供一个下行RF传输来支持数字视频业务。通过EQAM来实现视频业务所必需的协议超出了本建议书的范围。

在本建议书中支持一些新的功能。DOCSIS 1.x和2.0建议书不反映厂商支持每个物理RF端口多个RF频道的能力。本建议书给出了要求和可选功能，它们使一个带有每个RF端口多个频道的EQAM或者CMTS能够被测试测量，并且如果成功了，被赋予资格。

对一个M-CMTS，模块同步不像一个集成CMTS那么容易。符合DRFI的EQAM上面有一个定时端口，它使高精度的(DTI)能够用来分配一个公共时钟和定时信号。这使EQAM能够因为外部时钟和分配系统的高稳定性和低抖动而用于所有模式，包括S-CDMA模式。DOCSIS定时接口在[ITU-T J.211]中定义。

6.3 下行

6.3.1 下行协议

下行PMD子层**务必**符合[ITU-T J.83-B]，除了第B.6.2节。间插器深度在第6.3.3节中定义。特殊间插器深度的适用性取决于在一个特殊QAM RF频道上提供的业务。业务传输的间插器深度的适用性，除了DOCSIS高速数据，超出了本建议书的范围。

6.3.2 频谱格式

EQAM或者CMTS每个QAM频道的下行调制器**务必**提供带有 $S(t) = I(t) \cdot \cos(\omega t) + Q(t) \cdot \sin(\omega t)$ RF信号格式的操作，其中t表示时间， ω 表示RF角频率，其中I(t)和Q(t)分别是星座平方根奈奎斯特滤波的基带正交分量，如[ITU-T J.83-B]中所规定的。

6.3.3 支持视频和高速数据业务的可扩展间插

CMTS或者EQAM下行PMD子层**务必**支持可变深度间插器。[ITU-T J.83-B]在表B.2/J.83中定义了可变间插深度，级别2间插。

CMTS或者EQAM**务必**支持在表6-1和表6-2中描述的间插器深度集。对间插器深度的运行可用性的要求在第6.3.5.1.2节的第1项中给出。

表 6-1—低时延间插器深度

控制词	间插器分接头	间插器增量	64QAM 5.056941 Msym/s 每个符号6比特		256QAM 5.360537 Msym/s 每个符号8比特	
			突发保护	时延	突发保护	时延
4 比特	I	J				
1001	8	16	5.9 μs	0.22 ms	4.1 μs	0.15 ms
0111	16	8	12 μs	0.48 ms	8.2 μs	0.33 ms
0101	32	4	24 μs	0.98 ms	16 μs	0.68 ms
0011	64	2	47 μs	2.0 ms	33 μs	1.4 ms
0001	128	1	95 μs	4.0 ms	66 μs	2.8 ms

表 6-2—长持续时间突发噪声保护间插器深度

控制词	间插器分接头	间插器增量	64QAM 5.056941 Msym/s 每个符号6比特		256QAM 5.360537 Msym/s 每个符号8比特	
			突发保护	时延	突发保护	时延
4 比特	I	J				
0000	128	1	95 μs	4.0 ms	66 μs	2.8 ms
0010	128	2	190 μs	8.0 ms	132 μs	5.6 ms
0100	128	3	285 μs	12 ms	198 μs	8.4 ms
0110	128	4	380 μs	16 ms	264 μs	11 ms
1000	128	5	475 μs	20 ms	330 μs	14 ms
1010	128	6	570 μs	24 ms	396 μs	17 ms
1100	128	7	664 μs	28 ms	462 μs	20 ms
1110	128	8	759 μs	32 ms	528 μs	22 ms

间插器深度被编码到一个包含在 FEC 帧同步追踪字节中的 4 比特控制词中，总是反映在紧随其后的帧中的间插。此外，当间插器的存储器在间插中的一个变化显示之后被清除时，允许有错误。

需要用来详细说明采用了哪种间插模式的控制比特的规范参考[ITU-T J.83-B]。

6.3.4 下行频率规划

下行频率规划应符合它将在其中运行的有线系统所采用的频率规划。例如，这可以是一个谐波关联载频（HRC）；用于数字 QAM 载频的增量关联载频（IRC）或者标准（STD）北美频率规划。运行频率可包括从 57 MHz 到 999 MHz 之间以及包括中心频率的所有频道。运行频率**务必**至少包括 91 MHz 到 867 MHz。

6.3.5 DRFI输出电特性

两个截然不同版本的 EQAM 和 CMTS 是可用的：

- 每个物理 RF 端口只能产生一个 RF 频道的单频道设备；
- 每个物理 RF 端口能够同时产生多于一个频道的多频道设备。多频道设备可用于产生单独一个频道；即使这样，它仍然被定义为多频道设备。

每个 RF 端口 N 个频道的设备**务必**符合对工作于所有 N 个频道都在该 RF 端口时的所有要求，对小于 N 的所有偶数 N' 值和 $N' = 1$ **务必**符合对工作于有 N' 个频道在该端口时的每个 RF 端口 N' 个频道的设备的所有要求。一个单频道的设备**务必**符合对 $N = 1$ 的一个 N 个频道设备的所有要求。

这些规范假设 DRFI 设备将采用一个 75 欧姆负载来终结。

如果多于一个 CMTS 或者 EQAM 装在一个子架中，每个 CMTS 或者 EQAM **务必**满足本建议书中的适当参数与定义，而不管其他 CMTS 或者 EQAM 的数量、它们在该子架中的位置或者它们的配置。

6.3.5.1 CMTS或者EQAM输出电特性

CMTS 或者 EQAM **务必**输出带有在表 6-3、6-4 及 6-5 中所定义特性的 RF 调制信号。这些要求的条件是所有 N 个组合频道设定到相同的平均功率，除了单频道活跃相位噪声和诊断载频抑制（表 6-4）要求。

表 6-3—RF输出电特性要求

参 数	数 值
CMTS 或者 EQAM 的任何 RF 频道的中心频率 (f_c)	可以是 57 MHz 到 999 MHz \pm 30 kHz (注 1) 务必 至少为 91 MHz 到 867 MHz \pm 30 kHz
电平	可调。参见表 6-4
调制类型	64QAM、256QAM
符号速率 (标称值) 64QAM 256QAM	5.056941 Msym/s 5.360537 Msym/s
标称频道间隔	6 MHz
频率响应 64QAM 256QAM	~0.18 平方根升余弦形 ~0.12 平方根升余弦形
带内杂波、失真与噪声	非均衡 MER (注 2) > 35 dB 均衡 MER > 43 dB
带内杂波与噪声	≤ -48 dBc; 此处频道杂波与噪声包括所有离散杂波、噪声、载频泄漏、时钟线、合成器产物以及其他非期望的发射机产物。载频 \pm 50 kHz 内的杂波与噪声排除在外。当 $N > 1$ 时，奈奎斯特带宽之外的噪声排除在外。
带外杂波与噪声	参见表 6-5

表 6-3—RF输出电特性要求

参 数	数 值
相位噪声 单个频道活跃， $N-1$ 个频道被抑制 (参见第 6.3.5.1.2 节 (6)) 64QAM 和 256QAM	1 kHz-10 kHz: -33 dBc 双边噪声功率 10 kHz-50 kHz: -51 dBc 双边噪声功率 50 kHz-3 MHz: -51 dBc 双边噪声功率
所有 N 个频道活跃， (参见第 6.3.5.1.2 节 (7)) 64QAM 和 256QAM	1 kHz-10 kHz: -33 dBc 双边噪声功率 10 kHz-50 kHz: -51 dBc 双边噪声功率
输出阻抗	75 欧姆
输出回波损耗 (注 3)	> 14 dB, 在从 88 MHz 到 750 MHz 的一个活跃输出频道内 (注 4) > 13 dB, 在从 750 MHz 到 870 MHz 的一个活跃输出频道内 (注 5) > 12 dB, 在从 54 MHz 到 870 MHz 的每个非活跃频道中 > 10 dB, 在从 870 MHz 到 1002 MHz 的每个非活跃频道中
连接器	按照[IEC 60169-24]的 F 连接器
<p>注 1 — 30 kHz 包括对通常构建在上变频器中的最大频率偏移的一个 25 kHz 容限。</p> <p>注 2 — MER (误调制率) 由在理想接收匹配滤波器输出处传输波形所引起的群方差所决定。MER 包括所有离散杂波、噪声、载频泄漏、时钟线、合成器产物、失真以及其他非期望的发射机产物。非均衡 MER 还包括线性滤波失真，它采用一个接收均衡器来补偿。高达载频± 50 kHz 之内的相位噪声排除在带内规范之外，以尽可能分开相位噪声和带内杂波的要求。在 MER 的测量中，可以调整记录长度或载频跟踪环带宽来将低频相位噪声从测量中排除出去。对均衡 MER，对接收均衡器系数进行计算并应用于和被测设备一起运行的接收机。对非均衡 MER，如果有必要，可以计算接收均衡系数来使接收机响应变平坦，然后当连接到被测设备时再保持固定。MER 要求假设采用残余 MER 部分已经被消除的校准过的测试仪表来测试。</p> <p>注 3 — 频率范围是边缘到边缘的。</p> <p>注 4 — 如果 EQAM 或者 CMTS 向 57 MHz (参见表中的第 1 行) 的中心频率提供业务，则 EQAM 或者 CMTS 务必在从 54 MHz 到 750 MHz (f_{edge}) 的活跃输出频道内提供一个 > 14 dB 的回波损耗。</p> <p>注 5 — 如果 EQAM 或者 CMTS 向 999 MHz (参见表中第 1 行) 的中心频率提供业务，则 EQAM 或者 CMTS 务必在从 870 MHz 到 1002 MHz (f_{edge}) 的活跃输出频道内提供一个 > 12 dB 的回波损耗。</p>	

6.3.5.1.1 CMTS或者EQAM的每个频道功率

EQAM 或者 CMTS 务必产生一个具有如表 6-4 中所定义的功率能力的 RF 输出。频道 RF 功率可在每个频道各自满足表 6-4 中所定义的功率能力的情况下基于每个频道可调。如果 EQAM 或者 CMTS 具有基于每个频道独立调制的能力，则该频道 RF 功率务必是在每个频道能够各自满足表 6-4 中所定义的功率能力的情况下基于每个频道可调的。

表 6-4—DRFI设备输出功率

参 数	数 值
每频道设定发送功率的范围	在以下规定的要求功率电平之下 ≥ 8 dB，以在 8 dB 范围上完全保真。
每频道设定功率的步进幅度大小	≤ 0.2 dB，严格单向
一个区域内任何两个相邻频道之间的功率差（如果频道功率是各自可调的，消除设定功率差）	≤ 0.5 dB
一个区域内任何两个不相邻频道之间的功率差（如果频道功率是各自可调的，消除设定功率差）	≤ 1 dB
每频道功率的绝对度	± 2 dB
诊断载频抑制（3种模式） 模式 1：一个频道被抑制 模式 2：除了一个频道外的所有频道都被抑制 模式 3：所有频道被抑制	1) ≥ 50 dB 载频抑制，在该区域内任何一个 6 MHz 频道中的奈奎斯特带宽内。这 务必 是在对该区域中其他频道没有中断或者损害的情况下实现的。 2) 50 dB 载频抑制，在该区域内除了一个频道以外的每个 6 MHz 频道中的奈奎斯特带宽内。这 务必 是在对该区域中剩下的那个频道没有中断或者损害的情况下实现的。 3) 50 dB 载频抑制，在该区域内每个 6 MHz 频道中的奈奎斯特带宽内。
RF 区域静音	在该区域的非静音集合功率之下 ≥ 73 dB，在该区域的每个 6 MHz 频道中
对组合到单独一个 RF 端口上的 N 个频道所要求的每频道功率。'N' = 组合频道的数量： $N = 1$ $N = 2$ $N = 3$ $N = 4$ $N > 4$	要求的每个频道功率，单位为 dBmV 60 dBmV 56 dBmV 54 dBmV 52 dBmV $60 - \text{ceil} [3.6 * \log_2 (N)]$ dBmV

6.3.5.1.2 在单独一个RF端口上多个频道内的各个频道的独立性

CMTS 或者 EQAM 的潜在用途是提供一个通用平台，它能够用于高速数据业务或者视频业务。出于这个原因，有必要基于每个频道设置间插器深度来为视频或者数据提供正常运行所需要的适当传输格式。CMTS 或者 EQAM 的任何 N 个频道区域**务必**至少可配置两个不同的间插器深度，采用在表 6-1 和表 6-2 中显示的任何间插器深度。尽管不像每个频道间插器深度控制那么关键，如果能提供具有基于每个频道设置 RF 功率、中心频率以及调制类型能力的 EQAM，将会对运营商有很大的好处。

- 1) 多频道 CMTS 或者 EQAM 在一个 RF 输出端口上的 N 个频道之中**务必**基于每个频道可以配置至少两个不同的间插器深度，每个频道采用这两个（或者更多的）间插器深度之一，间插器深度的信息参见表 6-1 和表 6-2。

- 2) 出于诊断和测试的目的，多频道 CMTS 或者 EQAM **务必**支持 3 种 RF 功率载频抑制模式，模式描述和载频 RF 功率抑制水平参见表 6-4。
- 3) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个 RF 载频各自满足表 6-4 中所定义要求的情况下支持基于每个频道独立调节 RF 功率。
- 4) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个频道各自满足表 6-3 中要求的情况下支持基于每个频道单独选择中心频率，从而支持非邻近频道频率的分配。
- 5) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个频道各自满足表 6-3 中要求的情况下支持基于每个频道的调制定制的独立选择，64QAM 或者 256QAM。
- 6) CMTS 或者 EQAM **务必**提供一种运行的测试模式，用于中断业务测试，按 N 频道配置，但是每个频道产生一个 CW，每次一个频道在所选调频的中心频率；所有其他的组合频道被抑制。此测试模式的一个目的是要支持测试表 6-3 中相位噪声要求的一种方法。照这样，CW 测试音的产生**应该**采用像展示典型实际运行性能相位噪声特性这样的方法，历经信号生成链直到可施行的全部内容；例如，对功率接近星座 RMS 电平的一个星座符号的反复选择从表面上将以一个现实的方法来历经很多调制和上变频链。该测试模式**务必**能够在表 6-3 中的全部中心频率范围内产生 CW 音。
- 7) CMTS 或者 EQAM **务必**提供一种运行的测试模式，用于中断业务测试，每个频道生成一个 CW，在所选定频道的中心频率，所有其他 $N-1$ 个组合频道处于活跃状态并且包含达到运行功率电平的有效数据调制。此测试模式的一个目的是要支持测试表 6-3 中相位噪声要求的一种方法。照这样，CW 测试音的产生**应该**采用像展示典型实际运行性能相位噪声特性这样的方法，历经信号生成链直到可施行的全部内容。例如，对功率接近星座 RMS 电平的一个星座符号的反复选择从表面上将以一种现实的方法历经很多调制和上变频链。对此测试模式，所有频道工作于相同的平均功率是可以接受的，包括在有效运行中的 $N-1$ 个频道的每一个频道以及 CW 音在其中心频率的单个频道。该测试模式**务必**能够在表 6-3 中的全部中心频率范围内生成 CW 音。

如果中心频率 4) 或者调制类型 5)，或者二者都是基于每个频道各自可调的，那么在每个 RF 载频各自满足在表 6-3 中所定义要求的情况下，CMTS 或者 EQAM **务必**支持 RF 功率 3) 基于每个频道各自可调。

6.3.5.1.3 对CMTS或者EQAM带外噪声与杂波的要求

DRFI 建议书的目标之一是要为配置高达 119 个符合 DRFI 的 QAM 频道的系统提供 60 dB 的最小计划模拟频道 CNR 保护。

本建议书假设，数字频道的发送功率电平将是模拟频道可视信号峰值包络功率之下 6 dB，这是 256 QAM 传输的典型条件。进一步假设频道的排列将模拟频道置于比数字频道更低的频率。采用 $10 \cdot \log_{10} (6 \text{ MHz}/4 \text{ MHz})$ 的调整来解决数字频道噪声带宽相对于模拟频道的差别。采用以上假设时，对一个有 119 个 QAM 频道的系统，在表 6-5 第 5 项中的规定等效于一个 60 dB 的模拟 CNR 保护。

表 6-5 列举了带外杂波的要求。在未将 N 个组合频道处设定于相同功率电平的情况下，“dBc”表示相对于在该频道区域中最强载波的分贝值。对带外杂波发射的要求假设 N 个组合频道的邻近区域设定在相同功率电平的一个测试条件，而且对此测试条件，“dBc”应该解释为对该区域平均的平均频道功率，以减轻整个该区域上频道功率的变化（参见表 6-4），这在所有频道设定到相同的功率的情况下是可以的。

第 1 到 4 项列举了与预定频道相邻频道中的要求。

第 5 项列举了距预定频道更远的所有其他频道中的要求。允许这些“其他”频道中的一些被排除在满足第 5 项规定之外。所有这些例外在该表中充分明确，例如预定频道的第二次和第三次谐波。

第六项列举了对 $2N$ 个第二次谐波频道和 $3N$ 个第三次谐波频道的要求。

表 6-5—对EQAM或CMTS输出带外噪声和杂波发射的要求

项目	频 带	N, 每个RF端口组合频道的数量				
		1	2	3	4	N > 4 所有方程是 ceiling (功率, 0.5) dBc
1	相邻频道, 从频道区域边缘直到 750 kHz	< -58 dBc	< -58 dBc	< -58 dBc	< -58 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-58/10} + (0.75/6) * (10^{-65/10} + (N-2) * 10^{-73/10})]$
2	相邻频道 (从距频道区域边缘 750 kHz 到距频道区域边缘 6 MHz)	< -62 dBc	< -60 dBc	< -60 dBc	< -60 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-62/10} + (5.25/6) * (10^{-65/10} + (N-2) * 10^{-73/10})]$
3	次相邻频道 (从距频道区域边缘 6 MHz 到距频道区域边缘 12 MHz)	< -65 dBc	< -64 dBc	< -63.5 dBc	< -63 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-65/10} + (N-1) * 10^{-73/10}]$
4	第三相邻频道 (从距频道区域边缘 12 MHz 到距频道区域边缘 18 MHz)	< -73 dBc	< -70 dBc	< -67 dBc	< -65 dBc	当 $N = 5$: -64.5 dBc; 当 $N = 6$: -64 dBc; 当 $N \geq 7$: $< -73 + 10 * \log_{10} (N)$ dBc
5	在其他频道中的噪声 (47 MHz 到 1000 MHz) 在每个 6 MHz 频道中测量, 除了以下频道: a) 期望的频道 b) 第一、第二和第三相邻频道 (参见此表中的第 1、2、3、4 项) c) 与第二和第三次谐波一致的频道 (参见此表中的第 6 项)	< -73 dBc	< -70 dBc	< -68 dBc	< -67 dBc	$< -73 + 10 * \log_{10} (N)$
6	在与第二和第三次谐波分量分别一致的 $2N$ 个邻近 6 MHz 频道的每一个或者 $3N$ 个邻近 6 MHz 频道的每一个中 (直到 1000 MHz)	$< -73 + 10 * \log_{10} (N)$, 或者 -63 dBc, 其中较大的那个				

6.3.5.2 用于异步运行的CMTS或者EQAM主时钟抖动

EQAM **务必**按照[ITU-T J.211]实现一个 DTI 客户端及客户端接口。主时钟规范在[ITU-T J.211]中定义。DTI 客户端提供主时钟。未得到一个 DTI 服务器主动服务的一个集成 CMTS **务必**包括一个具有以下规范的主时钟：

在一个 0 到 40 °C 的温度范围及从制造日期起长达 10 年内（参见以下注），该 10.24 MHz 主时钟**务必**具有：

- $\leq \pm 5$ ppm 的频率精度；
- 每秒 $\leq 10^{-8}$ 的漂移速率；及
- ≤ 10 ns 的峰值 (± 5 ns) 边缘抖动。

注 — 此规范还可通过将该 DRFI 设备主时钟振荡器同步于一个外部频率参考源来满足。如果采用此方法，当没有连接到频率参考源时，内部 DRFI 设备主时钟**务必**在 0 到 40 °C 的温度范围以及从制造日期起长达 10 年内具有一个 ± 20 ppm 的频率精度。漂移速率与边缘抖动**务必**如以上所规定。

对 DRFI 设备主时钟漂移速率和抖动的要求意味着，由于在每个段落持续时间上 10 ns 的抖动和频率漂移的 10 ns，两个相邻 10'240'000 个周期段落的持续时间将在 30 ns 内。其他计数器长度的持续时间也可以推算出来：对相邻的 1'024'000 的段落， ≤ 21 ns；对由一个 10'240'000 周期段落分开的 1'024'000 长度的段落， ≤ 30 ns；相邻的 102'400'000 的段落， ≤ 120 ns。DRFI 设备主时钟**务必**在 99% 或者更多的测量中满足这样的测试限度。

6.3.5.3 用于同步运行的CMTS或者EQAM主时钟抖动

除了在第 6.3.5.2 节中的要求，10.24 MHz CMTS 主时钟**务必**满足以下指定频率范围上的双边带相位噪声要求：

- $< [-50 + 20 \cdot \log (f_{MC}/10.24)]$ dBc（即 < 0.05 ns RMS）10 Hz 到 100 Hz
- $< [-58 + 20 \cdot \log (f_{MC}/10.24)]$ dBc（即 < 0.02 ns RMS）100 Hz 到 1 kHz
- $< [-50 + 20 \cdot \log (f_{MC}/10.24)]$ dBc（即 < 0.05 ns RMS）1 kHz 到 10 kHz
- $< [-50 + 20 \cdot \log (f_{MC}/10.24)]$ dBc（即 < 0.05 ns RMS）10 kHz 到 $f_{MC}/2$

f_{MC} 是所测量主时钟的频率，单位为 MHz。 f_{MC} 的数值**务必**是 10.24 MHz 的一个整数倍或者约数倍。例如，如果一个 20.48 MHz 振荡器用做主时钟频率源，并且没有直接的 10.24 MHz 时钟来测试，这一 20.48 MHz 时钟可以与在以上表达式中等于 20.48 的 f_{MC} 一起使用。

对在同步运行中的 EQAM 主时钟抖动的规范包含在[ITU-T J.211]之中。

6.3.5.4 用于同步运行的CMTS或者EQAM主时钟频率漂移

CMTS 主时钟频率的漂移**不得**大于每秒 10^{-8} 。

对在同步运行中的 EQAM 主时钟频率漂移的规范包含在[ITU-T J.211]之中。

6.3.6 CMTS或者EQAM时钟的产生

当这一 10.24 MHz 主时钟是由 DTI 接口提供时，符合 DRFI 的设备**务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 6-6 中所提供的 M/N 约数的 10.24 MHz 主时钟。

6.3.6.1 CMTS时钟的产生

CMTS **务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 6-6 中提供的 M/N 约数的 CMTS 主时钟。

6.3.6.2 EQAM时钟的产生

因为与一个活跃的 DTI 接口一起运行，EQAM **务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 6-6 中提供的 M/N 约数的主时钟。

6.3.6.3 下行符号速率

设 f'_b 表示锁定到主时钟的下行符号时钟速率， f'_m 表示锁定到下行符号时钟的主时钟速率。设 f_b 表示标称指定下行符号速率， f_m 表示标称主时钟速率（10.24 MHz）。在下行符号时钟锁定到主时钟的情况下，以下等式**务必**成立：

$$f'_b = f_m * M/N$$

在主时钟锁定到下行符号时钟的情况下，以下等式**务必**成立：

$$f'_m = f_b * N/M$$

注意，表 6-6 中的 M 和 N 是无符号整数值，每个可以 16 比特表示并生成一个不大于其指定标称值±1 ppm 的 f'_b 或 f'_m 数值。

参照 DTI 服务器主时钟，EQAM/CMTS RF 符号时钟测量超过 100 秒的定时误差的标准偏差**务必**小于 1.5 ns。

表 6-6 列举了运行的下行模式、它们相关的标称符号速率 f_b 、M 和 N 的数值、生成的同步时钟速率及其对其标称值的偏移。

表 6-6—与主时钟同步的下行符号速率与参数

下行模式	标称指定符号速率 f_b (MHz)	M/N	主时钟速率 f'_m (MHz)	下行符号速率 f'_b (MHz)	相对标称值的偏移
附件 B, 64QAM	5.056941	401/812	10.239990...	5.056945...	0.95 ppm
附件 B, 256QAM	5.360537	78/149	10.240000...	5.360536...	0.02 ppm

6.3.7 用于同步运行的下行符号时钟抖动

下行符号时钟**务必**满足以下指定频率范围内的双边带相位噪声要求：

- $< [-53 + 20 * \log (f_{DS}/5.057)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 10 Hz 到 100 Hz
- $< [-53 + 20 * \log (f_{DS}/5.057)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 100 Hz 到 1 kHz
- $< [-53 + 20 * \log (f_{DS}/5.057)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 1 kHz 到 10 kHz
- $< [-36 + 20 * \log (f_{DS}/5.057)]$ dBc (即 < 0.5 ns RMS) 10 kHz 到 100 kHz
- $< [-30 + 20 * \log (f_{DS}/5.057)]$ dBc (即 < 1 ns RMS) 100 kHz 到 $(f_{DS}/2)$

f_{DS} 是所测量时钟的频率，单位为 MHz。 f_{DS} 的数值**务必**是下行符号时钟的整数倍或者约数倍。例如，如果没有直接的 5.056941 MHz 时钟可用，可以测量一个 $f_{DS} = 20.227764$ MHz 的时钟。

符合 DRFI 的设备**务必**提供一种时钟测量的方法，其中：

- 该设备为直接接入主时钟和下行符号时钟提供测试点。

或者，符合 DRFI 的设备**务必**提供一个测试模式，其中：

- 下行 QAM 符号序列被一个在 I 和 Q 上都是标称幅度的交替二进制序列 (1, -1, 1, -1, 1, -1...) 所替代。
- 该设备如在正常同步运行中那样从 10.24 MHz 参考时钟产生下行符号时钟。

如果有一个能够满足以上相位噪声要求的直接下行符号时钟（例如，一个没有时钟域抖动的平滑时钟）可用，则不需要此测试模式。

6.3.8 用于同步运行的下行符号时钟漂移

下行符号时钟的频率漂移**不得超过**每秒 10^{-8} 。

7 下行传输汇聚子层

7.1 引言

用在 M-CMTS 中的下行传输汇聚层定义为一个连续的 188 字节 MPEG[ITU-T H.222.0]包串。这些包包括一个 4 字节的信头，后面跟随着 184 字节的有效负载。该信头将该有效负载标识为属于电缆传输数据的 MAC。该信头的其他数值可以标识其他有效负载。MAC 有效负载与其他业务有效负载的混合是可选的，并且是由 CMTS 控制的。

图 7-1 示出 DOCSIS MAC 字节与其他数字信息（在显示的实例中为数字视频）的间插。

信头=DOC	DOC MAC 有效负载
信头=video	数字视频有效负载
信头=video	数字视频有效负载
信头=DOC	DOC MAC 有效负载
信头=video	数字视频有效负载
信头=DOC	DOC MAC 有效负载
信头=video	数字视频有效负载
信头=video	数字视频有效负载
信头=video	数字视频有效负载

图 7-1—在下行方向MPEG包间插的实例

7.2 MPEG分组格式

携带 DOCSIS 数据的一个 MPEG 包的格式示于图 7-2 中。该包包括一个 4 字节的 MPEG 信头、一个 pointer_field（不出现在所有包中）以及 DOCSIS 有效负载。

MPEG 信头 (4 字节)	Pointer_field (1 字节)	DOCSIS 有效负载 (183 或者 184 字节)
-------------------	-------------------------	--------------------------------

图 7-2—一个MPEG包的格式

7.3 DOCSIS 电缆传输数据的 MPEG 信头

MPEG 传送流信头的格式定义于[ITU-T H.222.0]的第 2.4 节中。区分电缆传输数据 MAC 流的特殊字段数值在表 7-1 中定义。字段名称来自[ITU-T H.222.0]。

MPEG 信头由 4 个字节构成，是 188 字节的 MPEG 包的起始。用于一个 DOCSIS 电缆传输数据 PID 上的信头的格式**务必**如表 7-1 所示。该信头格式符合 MPEG 标准，但是为了不在 MPEG 包中包括一个 adaptation_field，它的使用在本建议书中限制。

表 7-1—DOCSIS 电缆传输数据包的 MPEG 信头格式

字 段	长度 (比特)	描 述
sync_byte	8	0x47; MPEG 包同步字节
transport_error_indicator	1	表示在该包的接收中发生了一个错误。此比特由发送者设置为 0，一旦在该包的传输中发生了一个错误时被设置为 1。
payload_unit_start_indicator	1	一个等于 1 的数值表示一个 pointer_field 的存在, 作为有效负载的第一字节 (该包的第 5 字节)
transport_priority	1	保留; 设置为 0
PID	13	DOCSIS 电缆传输数据众所周知的 PID (0x1FFE)
transport_scrambling_control	2	保留, 设置为'00'
adaptation_field_control	2	'01'; 在 DOCSIS PID 上不允许采用 adaptation_field
continuity_counter	4	在此 PID 内的循环计数器

7.4 DOCSIS 电缆传输数据的 MPEG 有效载荷

MPEG 包的 MPEG 有效负载部分将携带 DOCSIS MAC 帧。如果设置了 MPEG 信头的 payload_unit_start_indicator (PUSI), MPEG 有效负载的第一字节将是一个'pointer_field'。

7.4.1 stuff_byte

这个标准定义了具有用于在 DOCSIS 有效负载内部填充 DOCSIS MAC 帧之间任何缝隙的数值 (0xFF) 的一个 stuff_byte 模式。这个数值被选做 DOCSIS MAC 帧第一字节的一个未使用数值。MAC 信头的'FC'字节将被定义为永远不包含此数值。(FC_TYPE = '11'表示一个 MAC 特定帧, FC_PARM = '11111'当前未使用, 并且根据此建议书被定义为一个非法的 FC_PARM 数值。)

7.4.2 pointer_field

一旦 PUSI 在 MPEG 信头中被设置为 1, pointer_field 是作为 MPEG 包的第 5 字节 (紧随该 MPEG 信头后的第一个字节) 出现的。对 pointer_field 的解释如下:

该 `pointer_field` 包含了紧紧跟随该 `pointer_field` 之后的这个包中的字节数，CM 解码器在搜索一个 DOCSIS MAC 帧的开始之前将会跳过它。如果在该包中有可能开始一个电缆传输数据 MAC 帧，**务必**存在一个指针字段，并且**务必**指向：

- 1) 在该包中开始的第一个 MAC 帧的开始处；或者
- 2) 在该 MAC 帧之前的任何 `stuff_byte`。

7.5 与MAC子层的互动

MAC 帧可以在一个 MPEG 包之内的任何地方开始。MAC 帧可以跨越 MPEG 包，并且若干个 MAC 帧可以存在于一个 MPEG 包之内。

下面的图显示了携带 DOCSIS MAC 帧的 MPEG 包的格式。在所有情况下，PUSI 标签指示作为 MPEG 有效负载第一字节的 `pointer_field` 的存在。

图 7-3 示出一个 MAC 帧，它被放置在紧随 `pointer_field` 字节之后。在这种情况下，该 `pointer_field` 为 0，并且 DOCSIS 解码器将开始在紧随着该 `pointer_field` 的字节寻找一个有效的 FC 字节。

MPEG 信头 (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= 0)	MAC 帧 (最高 183 字节)	<code>stuff_byte</code> (s) (0 或者更多)
-----------------------	-------------------------------------	----------------------	---

图 7-3—一个MAC帧紧紧跟着`pointer_field`情况下的包格式

图 7-4 示出更多的一般情况，其中处于一个 MAC 帧之前的是前一个 MAC 帧的尾部和填充字节序列。在这种情况下，`pointer_field` 仍然将帧#1 尾部之后的第一个字节 (`stuff_byte`) 标识为该解码器应该开始寻找一个合法 MAC 子层 FC 值的位置。此格式使得在 CMTS 中的复用操作能够立即插入一个可以用于传输的 MAC 帧，如果该帧在 MPEG 信头及 `pointer_field` 已经传送之后到达。

为了便于将携带 DOCSIS 数据的 MPEG 包流与其他 MPEG 编码数据复用，CMTS **不应**发送带有在有效负载区仅仅包含 `stuff_bytes` 的 DOCSIS PID 的 MPEG 包。应改为发送空的 MPEG 包。

注 — 存在着在 DOCSIS MAC 子层中所固有的定时关系，它也务必被任何 MPEG 复用操作所保留。

MPEG 信头 (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= M)	MAC 帧#1 的尾部 (M 字节)	<code>stuff_byte</code> (s) (0 或者更多)	MAC 帧#2 的开始
-----------------------	-------------------------------------	-----------------------	---	-------------

图 7-4—带有前面有填充字节的MAC帧的包格式

图 7-5 示出多个 MAC 帧可以包含在 MPEG 包内。MAC 帧可以一个接着一个地级联或者由一个可选填充字节序列隔开。

MPEG 信头 (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= 0)	MAC 帧#1	MAC 帧#2	<code>stuff_byte</code> (s) (0 或者多个)	MAC 帧#3
-----------------------	-------------------------------------	---------	---------	---	---------

图 7-5—显示在单独一个包中多个MAC帧的包格式

图 7-6 示出一个 MAC 帧跨越多个 MPEG 包的情况。在这种情况下，后续帧的 pointer_field 指向紧随着第一帧尾部最后一个字节的字节。

MPEG 信头 (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	stuff_byte (s) (0 或者更多)	Start of MAC frame #1 (最多 183 字节)	
MPEG 信头 (PUSI = 0)	MAC 帧#1 的继续 (184 字节)			
MPEG 信头 (PUSI = 1)	pointer_field (= M)	MAC 帧#1 的尾部 (M 字节)	stuff_byte (s) (0 或者更多)	MAC 帧#2 的开始 (M 字节)

图 7-6—一个MAC帧跨越多个包的包格式

传输汇聚子层务必在提供一个将被插入到时间同步消息中的准确时戳的过程中与 MAC 子层一起紧密地工作。

7.6 与物理层的互动

务必按照[ITU-T J.83-B]来对 MPEG-2 包流编码，包括采用在[ITU-T J.83-B]中所描述的奇偶校验的 MPEG-2 传输成帧。

附件 A

对欧洲规范的增加和修改

(本附件是本建议书的组成部分)

本附件适用于在第 1 节中提到的第二种技术。对第一种选择，参考第 5、6 和 7 节。

本附件描述了 EuroDOCSIS 集成 CMTS 和 EuroDOCSIS EQAM 所要求的物理层规范。这是一个可选的附件，并且绝不会影响对遵照在以上提到章节中所描述的北美技术选择的设备进行认证。

段落编号已经被保留，这样用于本附件的字母后面的下标指示所描述的修改适用的建议书部分。结果是一些标题编号在本附件中可能见不到，因为不要求对本建议书正文中的相关段落进行修改。

A.1 范围和目的

参见第 1 节。

A.2 参考文献

参见第 2 节。

A.3 术语和定义

参见第 3 节。

A.4 首字母缩略语和缩写词

参见第 4 节。

A.5 功能性假设

本节描述了有线电视系统的特性，假设是出于运行电缆传输数据系统的目的。它不是 EQAM 或者 CMTS 参数的描述。电缆传输数据系统在本节所描述的环境之内**务必**是可互通的。

一旦在本节中提及频率规划或者与其他业务的兼容性，或者与对运行区的一个合法要求相冲突时，后者必须优先。对在一个特殊频带内模拟电视信号的任何引用并不意味着这样的信号是物理上存在的。

A.5.1 宽带接入网

假设了一个基于同轴电缆的宽带接入网。这可以是采用全同轴电缆或光纤/同轴电缆混合（HFC）的网络。这里采用一般术语“有线网络”来涵盖所有情形。

有线网络采用“树和分支”结构共享媒体进行模拟传输。在本附件中假设的关键功能特性如下：

- 双向传输。
- 在符合 DRFI 的设备与最远的 CM 之间每个方向上 160 km（路由距离）的一个最大光/电间隔。

- 在符合 DRFI 的设备与最近及最远的调制解调器之间每个方向上 160 km（路由距离）的一个最大差分光/电间隔。

以在光纤中大约 5 ns/m 的传播速度，每个方向 160 km 的光纤将造成大约 1.6 ms 的往返延迟。更多信息参见[ITU-T J.122]的附录八。

A.5.2 设备假设

A.5.2.1 频率规划

在下行方向，假设有线系统具有典型下限在 47 与 87.5 MHz 之间，上限取决于实现方式但通常在 300 到 862 MHz 范围内的一个通带。在此通带内，假设在 7/8 MHz 频道中的 PAL/SECAM 模拟电视信号和调频无线电信号以及其他窄带与广带数字信号存在。8 MHz 频道被用于数据通信。

A.5.2.2 与其他业务的兼容性

CM 和 EQAM 或者 CMTS 务必与其他业务共同存在于有线网络中，例如：

— 附件 A

它们**务必**在分配给 EQAM-或者 CMTS-CM 互通的有线频谱中是可互通的，而有线频谱的剩余部分由电视与他信号的任意组合所占用；并且

— 附件 B

它们**绝不能**对指定到分配给 EQAM 或者 CMTS 的频谱之外的有线网络中的任何其他业务造成有害干扰。后者被认为是：

- 没有可测量得到的劣化（兼容性的最高水平）；
- 对所有业务没有可察觉得到的损伤水平之下的劣化（兼容性的标准或者中等水平）；或者
- 没有行业或者其他服务提供商所接受的最低标准之下的劣化（兼容性的最低水平）。

A.5.2.3 故障隔离对其他用户的影响

参见第 5.2.3 节。

A.5.3 下行系统设备假设

参见第 5.3 节。

A.5.3.1 传输电平

对在一个 8 MHz 频道之内的下行 RF 信号标称平均功率电平的目标范围定为：-13 dBc 到 0 dBc，相对于模拟峰值视频的载频电平并且通常将不超过模拟峰值视频载频电平（对 64QAM 通常是在-10 到-6 dBc 之间，对 256QAM 通常是在-6 到-4 dBc 之间）。

A.5.3.2 频率反转

参见第 5.3.2 节。

A.5.3.3 模拟和数字频道的安排

在制定此技术选项中，假设在一个前端控制器中将配置最多 85 个数字频道。出于为模拟频道计算 CNR 保护的的目的，假设模拟频道在频道排列中被置于比数字频道更低的频率。

A.5.3.4 模拟保护目标

DRFI 建议书的目标之一是要为配置高达 85 个符合 DRFI 的 QAM 频道的系统提供在一个 5.08 MHz 宽的频带内测量的 59 dB 的最小计划模拟频道 CNR 保护。

出于计算的目的，假设数字频道的发送功率电平将是模拟频道可视信号峰值包络功率之下 5 dB，这是 256QAM 传输的典型条件。出于计算的目的，进一步假设频道的排列将模拟频道置于比数字频道更低的频率。相比于模拟 PAL 频道，采用 $10 \cdot \log_{10}(8 \text{ MHz}/5.08 \text{ MHz})$ 的调整来解决用来为符合 DRFI 的数字 QAM 频道定义噪声要求的带宽差别。采用以上假设，对一个有 85 个 QAM 频道的系统，在表 A.4 第 5 项中的规定等效于一个 59 dB 的模拟 CNR 保护。

A.6 依赖于物理媒体的子层规范

A.6.1 范围

本节适用于第 1 节（第 1.1 节范围）中所提到的第二种技术选择。在对两种技术选择的要求都相同的情况下，对主要内容提供了参考。

对本节的其他部分，参见第 6.1 节。

A.6.2 EdgeQAM (EQAM) 与 CMTS 的差别

参见第 6.2 节。

A.6.3 下行

A.6.3.1 下行协议

下行 PMD 子层**务必**符合[ETSI EN 300 429]。

A.6.3.2 频谱格式

EQAM 或者 CMTS 每个 QAM 频道的下行调制器**务必**能够与其基带正交分量构成一个星座图的有线系统中传送的一个 RF 信号格式一起运行，如在[ETSI EN 300 429]中所规定的。

A.6.3.3 支持视频和高速数据业务的可扩展间插

CMTS 或者 EQAM 下行 PMD 子层**务必**支持具有在表 A.1 中所定义特性的间插器。此间插器模式完全符合[ETSI EN 300 429]。

表 A.1—间插器特性

间插器分接头	间插器增量	64QAM 6.952 Msym/s 每个符号6比特		256QAM 6.952 Msym/s 每个符号8比特	
		突发保护	时延	突发保护	时延
I	J				
12	17	18 μ s	0.43 ms	14 μ s	0.32 ms

A.6.3.4 下行频率规划

决定采用哪个频率来满足国家和网络的要求取决于运营商。

A.6.3.5 DRFI输出电特性

参见第 6.3.5 节。

A.6.3.5.1 CMTS或者EQAM输出电特性

一个 CMTS 或者 EQAM 务必输出带有在表 A.2、A.3 和 A.4 中所定义特性的 RF 调制信号。

A.6.3.5.1.1 每个RF端口的输出电特性

对在表 A.2 中要求的条件是所有提供给该 RF 端口的 N 个频道被设定到相同的平均功率。该条件将不应用于对单个频道活跃相位噪声的要求。

表 A.2—每个RF端口输出电特性的要求

参 数	数 值
CMTS 或者 EQAM 的任何 RF 频道的中心频率 (f_c)	可以是 85 MHz 到 999 MHz ± 30 kHz, 增量为 250 kHz 务必是 112 MHz 到 858 MHz ± 30 kHz, 增量为 250 kHz
电平	可调。参见表 A.3
调制类型	64QAM、256QAM
符号速率 (标称值) 64QAM 256QAM	6.952 Msym/s 6.952 Msym/s
标称频道间隔	8 MHz
频率响应 64QAM 256QAM	~0.15 平方根升余弦形 ~0.15 平方根升余弦形
带内杂波、失真与噪声	非均衡 MER (注 1) > 35 dB 均衡 MER > 43 dB
带内杂波与噪声 ($f_c \pm 4$ MHz)	≤ -46.7 dBc; 此处频道杂波与噪声包括所有离散杂波、噪声、载频泄漏、时钟线、合成器产物以及其他非期望的发射机产物。载频 ± 50 kHz 内的杂波与噪声排除在外。当 $N > 1$ 时, 奈奎斯特带宽之外的噪声排除在外。
带外杂波与噪声	参见表 A.4
相位噪声 单个频道活跃, $N-1$ 个频道被抑制 (参见第 6.3.5.1.2 节 (6)), 64QAM 和 256QAM	1 kHz – 10 kHz: -33 dBc 双边噪声功率 10 kHz – 50 kHz: -51 dBc 双边噪声功率 50 kHz – 3 MHz: -51 dBc 双边噪声功率
所有 N 个频道活跃 (参见第 6.3.5.1.2 节 (7)), 64QAM 和 256QAM	1 kHz – 10 kHz: -33 dBc 双边噪声功率 10 kHz – 50 kHz: -51 dBc 双边噪声功率
输出阻抗	75 欧姆

表 A.2—每个RF端口输出电特性的要求

参 数	数 值
输出回波损耗	> 14 dB, 在从 108 MHz 到 862 MHz 的一个活跃输出频道之内 (注 2) > 12 dB, 在从 81 MHz 到 862 MHz 的每个非活跃频道中 > 10 dB, 在 862 MHz 以上的每个非活跃频道中
连接器	按照[IEC 60169-24]的 F 连接器
<p>注 1—MER (误调制率) 由在理想接收匹配滤波器输出处传输波形所引起的群方差所决定。MER 包括所有离散杂波、噪声、载频泄漏、时钟线、合成器产物、失真以及其他非期望的发射机产物。非均衡 MER 还包括线性滤波失真, 它采用一个接收均衡器来补偿。高达载频±50 kHz 之内的相位噪声排除在带内规范之外, 以尽可能分开相位噪声和带内杂波的要求。在 MER 的测量中, 可以调整记录长度或者载频跟踪环带宽来将低频相位噪声从测量中排除出去。对均衡 MER, 对接收均衡器系数进行计算并应用于和被测设备一起运行的接收机。对非均衡 MER, 如果有必要, 可以计算接收均衡系数来使接收机响应变平坦, 然后当连接到被测设备时再保持固定。MER 要求假设采用残余 MER 部分已经被消除的校准过的测试仪来测试。</p> <p>注 2—如果 EQAM 或者 CMTS 向 85 MHz (参见表中第 1 行) 及以上的中心频率提供业务, 则 EQAM 或者 CMTS 务必在从 81 MHz 到 108 MHz 频率范围中的活跃输出频道内提供一个 > 14 dB 的回波损耗。如果 EQAM 或者 CMTS 向 999 MHz (参见表中第 1 行) 及以下的中心频率提供业务, 则 EQAM 或者 CMTS 务必在从 862 MHz 到 1003 MHz 频率范围中的活跃输出频道内提供一个 > 14 dB 的回波损耗。</p>	

A.6.3.5.1.2 CMTS或者EQAM的每个频道功率

EQAM 或者 CMTS **务必**产生一个具有如表 A.3 中所定义的功率能力的 RF 输出。频道 RF 功率可在每个频道各自满足表 A.3 中所定义的功率能力的情况下基于每个频道可调。如果 EQAM 或者 CMTS 具有基于每个频道的独立调制能力, 则该频道 RF 功率**务必**是在每个频道能够各自满足表 A.3 中所定义的功率能力的情况下基于每个频道可调的。

表 A.3—DRFI设备输出功率

参 数	数 值
设定的每频道发送功率范围	在以下规定的要求功率电平之下≥ 8 dB, 以在 8 dB 范围上完全保真
每频道设定功率电平步进幅度大小	≤ 0.2 dB 严格单向
在一个区域内任何两个相邻频道之间的功率差 (如果频道功率是各自可调的, 消除设定功率差)	≤ 0.5 dB
在一个区域内的任何两个不相邻频道之间的功率差 (如果频道功率是各自可调的, 消除设定功率差)	≤ 1 dB
每个频道功率的绝对精度	±2 dB

表 A.3—DRFI设备输出功率

参 数	数 值
诊断载频抑制（3种模式） 模式 1：一个频道被抑制 模式 2：除了一个频道外的所有频道都被抑制 模式 3：所有频道被抑制	1) ≥ 50 dB 载频抑制，在该区域内任何一个 8 MHz 频道中的奈奎斯特带宽内。这 务必 是在对该区域中其他频道没有中断或者损害的情况下实现的。 2) ≥ 50 dB 载频抑制，在该区域内除了一个频道以外的每个 8 MHz 频道中的奈奎斯特带宽内。这 务必 是在对该区域剩下的那个频道没有中断或者损害的情况下实现的。 3) ≥ 50 dB 载频抑制，在该区域内每个 8 MHz 频道中的奈奎斯特带宽之内。
RF 区域静音	在该区域的非静音集合功率之下 ≥ 71.5 dB，在该区域的每个 8 MHz 频道中
对组合到单独一个 RF 端口上的 N 个频道所要求的每个频道功率： $N = 1$ $N = 2$ $N = 3$ $N = 4$ $N > 4$	要求的每个频道功率，单位为 dBmV 60 dBmV 56 dBmV 54 dBmV 52 dBmV $60 - \text{ceil} [3.6 * \log_2 (N)]$ dBmV

A.6.3.5.1.3 在单独一个RF端口上多个频道内的各个频道的独立性

CMTS 或者 EQAM 的潜在用途是提供一个通用平台，它能够用于高速数据业务或者视频业务。如果能提供具有基于每个频道设置 RF 功率、中心频率以及调制类型能力的多频道 CMTS 或者 EQAM，将会对运营商有很大的好处。

- 1) 出于诊断和测试的目的，多频道 CMTS 或者 EQAM **务必**支持 3 种 RF 功率的载频抑制模式。模式描述和载频 RF 功率抑制水平参见表 A.3。
- 2) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个 RF 载频各自满足表 A.3 中所定义要求的情况下支持基于每个频道独立调节 RF 功率。
- 3) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个频道各自满足表 A.3 中要求的情况下支持基于每个频道单独选择中心频率，从而支持非邻近频道频率的分配。
- 4) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个频道各自满足表 A.2 中要求的情况下支持基于每个频道的调制定制的选择，64QAM 或者 256QAM。
- 5) CMTS 或者 EQAM **务必**提供一个运行的测试模式，用于中断业务测试，按 N 频道配置，但是每个频道产生一个 CW，每次一个频道在所选频道的中心频率；所有其他组合的频道被抑制。此测试模式的一个目的是要支持测试表 A.2 中相位噪声要求的一种方法。照这样，CW 测试音的产生**应该**采用像展示典型实际运行性能相位噪声特性这样的方法，历经信号生成链直到可施行的全部内容；例如，对功率接近星座 RMS 电平的一个星座符号的反复选择从表面上将以一个现实的方法来历经很多调制和上变频链。该测试模式**务必**能够在表 A.2 中的全部中心频率范围内产生 CW 音。

- 6) CMTS 或者 EQAM 务必提供一种运行的测试模式，用于中断业务测试，每个频道生成一个 CW，在所选定频道的中心频率，所有其他 $N-1$ 个组合频道处于活跃状态并且包含达到运行功率电平的有效数据调制。此测试模式的一个目的是要支持测试表 A.2 中相位噪声要求的一种方法。照这样，CW 测试音的产生应该采用像展示典型实际运行性能相位噪声特性这样的方法，历经信号生成链直到可施行的全部内容。例如，对功率接近星座 RMS 水平的一个星座符号的反复选择从表面上将以一种现实的方法历经很多调制和上变频链。对此测试模式，所有频道工作于相同的平均功率是可以接受的，包括在有效运行中的 $N-1$ 个频道的每一个频道以及 CW 音在其中心频率的单个频道。该测试模式务必能够在表 A.2 中的全部中心频率范围内产生 CW 音。

如果中心频率 3) 或者调制类型 4)，或者二者都是基于每个频道各自可调的，那么在每个 RF 载频各自满足在表 A.2 中所定义要求的情况下，CMTS 或者 EQAM 务必支持 RF 功率 2) 基于每个频道各自可调。

A.6.3.5.1.4 对CMTS或者EQAM的带外噪声和杂波要求

DRFI 建议书的目标之一是要为配置高达 85 个符合 DRFI QAM 频道的系统提供在一个 5.08 MHz 宽的频带中测量的 59 dB 的最小计划模拟频道 CNR 保护。

出于计算的目的，假设数字频道的传输功率电平将是模拟频道可视信号峰值包络功率之下 5 dB，这是 256QAM 传输的典型条件。出于计算的目的，进一步假设频道的排列将模拟频道置于比数字频道更低的频率。相比于模拟 PAL 频道，采用 $10 \cdot \log_{10}(8 \text{ MHz}/5.08 \text{ MHz})$ 的调整来解决用来为符合 DRFI 的数字 QAM 频道定义噪声要求的带宽差别。采用以上假设，对一个有 85 个 QAM 频道的系统，在表 A.4 的第 5 项中的规定等效于一个 59 dB 的模拟 CNR 保护。

表 A.4 列举了带外杂波要求。在未将 N 个组合频道处设定于相同功率电平的情况下，“dBc”表示相对于在该频道区域中最强载频的对数功率比。对带外杂波发射的要求假设 N 个组合频道的邻近区域设定在相同功率电平的一个测试条件，而且对此测试条件，“dBc”应该解释为对该区域平均的平均频道功率，以减轻在整个该区域上频道功率的变化（参见表 A.3），这在所有频道预定到相同功率的情况下是可以的。

第 1 到 4 项列举了与预定频道相邻频道中的要求。

第 5 项列举了在距预定频道更远的所有其他频道中的要求。允许这些“其他”频道中的一些被排除在满足第 5 项规定之外。所有这些例外在该表中充分确定，例如预定频道的第二次和第三次谐波。

第 6 项列举了对 $2N$ 个第二次谐波频道和 $3N$ 个第三次谐波频道的要求。

表 A.4—对EQAM或者CMTS输出带外噪声与杂波发射的要求

项目	频 带	N, 每个RF端口组合频道的数量				
		1	2	3	4	N > 4 所有方程是 ceiling (功率, 0.5) dBc
1	相邻频道, 从频道区域边缘直到 750 kHz	< -58 dBc	< -58 dBc	< -58 dBc	< -58 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-58/10} + (0.75/8) * (10^{-63.5/10} + (N-2) * 10^{-71.5/10})]$
2	相邻频道 (从距频道区域边缘 750 kHz 到距频道区域边缘 8 MHz)	< -60.5 dBc	< -59 dBc	< -58.5 dBc	< -58.5 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-60.5/10} + (7.25/8) * (10^{-63.5/10} + (N-2) * 10^{-71.5/10})]$
3	次相邻频道 (从距频道区域边缘 8 MHz 到距频道区域边缘 16 MHz)	< -63.5 dBc	< -63 dBc	< -62.5 dBc	< -62 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-63.5/10} + (N-1) * 10^{-71.5/10}]$
4	第三个相邻频道 (从距频道区域边缘 16 MHz 到距频道区域边缘 24 MHz)	< -71.5 dBc	< -68.5 dBc	< -65.5 dBc	< -64 dBc	当 N = 5: < -63 dBc; 当 N = 6: < -62.5 dBc; 当 N ≥ 7: < -71.5 + 10*log ₁₀ (N) dBc
5	在其他频道中的噪声 (80 MHz 到 1003 MHz) 在每个 8 MHz 频道中测量, 除了以下频道: a) 期望的频道 b) 第一、第二和第三相邻频道 (参见此表中的第 1、2、3、4 项) c) 与第二和第三次谐波一致的频道 (参见此表中的第 6 项)	< -71.5 dBc	< -68.5 dBc	< -66.5 dBc	< -65.5 dBc	< -71.5 + 10*log ₁₀ (N) dBc
6	在与第二和第三次谐波分量分别一致的 2N 个邻近 8 MHz 频道的每一个或者 3N 个邻近 8 MHz 频道的每一个中 (直到 1000 MHz)	< -71.5 + 10*log ₁₀ (N), 或者 -63 dBc, 其中较大的那个				

A.6.3.5.2 用于异步运行的CMTS或者EQAM主时钟抖动

参见第 6.3.5.2 节。

A.6.3.5.3 用于同步运行的CMTS或者EQAM主时钟抖动

参见第 6.3.5.3 节。

A.6.3.5.4 用于同步运行的CMTS或者EQAM主时钟频率漂移

参见第 6.3.5.4 节。

A.6.3.6 CMTS或者EQAM时钟的产生

当这一 10.24 MHz 主时钟是由 DTI 接口提供时, 符合 DRFI 的设备**务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 A.5 中提供的 M/N 约数的 10.24 MHz 主时钟。

A.6.3.6.1 CMTS时钟的产生

CMTS **务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 A.5 中提供的 M/N 约数的 CMTS 主时钟。

A.6.3.6.2 EQAM时钟的产生

因为与一个活跃的 DTI 接口一起运行，EQAM **务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 A.5 中提供的 M/N 约数的主时钟。

A.6.3.6.3 下行符号速率

设 f'_b 表示锁定到主时钟的下行符号时钟的速率， f'_m 表示锁定到下行符号时钟的主时钟速率。设 f_b 表示标称指定下行符号速率， f_m 表示标称主时钟速率（10.24 MHz）。在下行符号时钟锁定到主时钟的情况下，以下等式**务必**成立：

$$f'_b = f_m * M/N$$

在主时钟锁定到下行符号时钟的情况下，以下等式**务必**成立：

$$f'_m = f_b * N/M$$

注意，表 A.5 中的 M 和 N 是无符号整数值，每个可以 16 比特表示并生成一个不大于其指定标称值 ±1 ppm 的 f'_b 或者 f'_m 数值。

参照 DTI 服务器主时钟，EQAM/CMTS RF 符号时钟测量超过 100 秒的定时误差的标准偏差**务必**小于 1.5 ns。

表 A.5 列举了运行的下行模式、它们相关的标称符号速率 f_b 、M 和 N 数值、生成的同步时钟速率及其对其标称值的偏移。

表 A.5—与主时钟同步的下行符号速率和参数

下行模式	标称指定符号速率 f_b (MHz)	M/N	主时钟速率 f'_m (MHz)	下行符号速率 f'_b (MHz)	对标称值的偏移
ETSI EN 300 429, 64QAM	6.952	869/1280	10.240...	6.952	0 ppm
ETSI EN 300 429, 256QAM	6.952	869/1280	10.240...	6.952	0 ppm

A.6.3.7 用于同步运行的下行符号时钟抖动

下行符号时钟**务必**满足以下指定频率范围内的双边带相位噪声要求：

- $< [-53 + 20 * \log (f_{DS}/6.952)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 10 Hz 到 100 Hz
- $< [-53 + 20 * \log (f_{DS}/6.952)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 100 Hz 到 1 kHz
- $< [-53 + 20 * \log (f_{DS}/6.952)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 1 kHz 到 10 kHz
- $< [-36 + 20 * \log (f_{DS}/6.952)]$ dBc (即 < 0.5 ns RMS) 10 kHz 到 100 kHz
- $< [-30 + 20 * \log (f_{DS}/6.952)]$ dBc (即 < 1 ns RMS) 100 kHz ($f_{DS}/2$)

f_{DS} 是所测量时钟的频率，单位为 MHz。 f_{DS} 的数值**务必**是下行符号时钟的整数倍或者约数倍。例如，如果没有直接的 6.952 MHz 时钟可用，可以测量一个 $f_{DS} = 27.808$ MHz 的时钟。

符合 DRFI 的设备**务必**提供一种时钟测试的手段，其中：

- 该设备为直接接入主时钟和下行符号时钟提供测试点。

或者，符合 DRFI 的设备**务必**提供一个测试模式，在其中：

- 下行 QAM 符号序列被一个在 I 和 Q 上都是标称幅度的交替二进制序列 (1, -1, 1, -1, 1, -1...) 所替代。
- 该设备如在正常同步运行中那样从 10.24 MHz 参考时钟产生下行符号时钟。

如果有一个能够满足以上相位噪声要求的直接下行符号时钟（例如，一个没有时钟域抖动的平稳时钟）可用，则不需要此测试模式。

A.6.3.8 用于同步运行的下行符号时钟漂移

参见第 6.3.8 节。

A.7 下行传输汇聚子层

A.7.1 引言

参见第 7.1 节。

A.7.2 MPEG 分组格式

参见第 7.2 节。

A.7.3 DOCSIS 电缆传输数据的 MPEG 信头

参见第 7.3 节。

A.7.4 DOCSIS 电缆传输数据的 MPEG 有效载荷

参见第 7.4 节。

A.7.5 与 MAC 子层的互动

参见第 7.5 节。

A.7.6 与物理层的互动

务必按照 [ETSI EN 300 429] 来对 MPEG-2 包流编码。

附件 B

对日本规范的增加和修改

(本附件是本建议书的组成部分)

本附件适用于在第 1 节 (1.1 范围) 中所提到的第三种技术。对第一种选择, 参考第 4.2、6 和 7 节。对第二种选择, 参考附件 A。

本附件描述了用于日本规范的集成 CMTS 和 EQAM 所要求的物理层规范。这是一个可选的附件, 并且绝不会影响对遵照在以上提到章节中所描述的北美技术选择的设备进行认证。

段落编号已经被保留, 这样用于本附件的字母后面的下标指示所描述的修改适用的规范部分。结果是一些标题编号在本附件中可能见不到, 因为不要求对本建议书正文中的相关段落进行修改。

B.1 范围和目的

参见第 1 节。

B.2 参考文献

参见第 2 节。

B.3 术语和定义

参见第 3 节。

B.4 首字母缩略语和缩写词

参见第 4 节。

B.5 功能性假设

参见第 5 节。

B.5.1 宽带接入网

参见第 5.1 节。

B.5.2 设备假设

B.5.2.1 频率规划

在下行方向, 假设有线系统具有下限为 90 MHz, 上限取决于实现方式但通常在 350 到 770 MHz 范围内的一个通带。在此通带之内, 假设在 6 MHz 频道中的 NTSC 模拟电视信号以及其他窄带和广带数字信号存在于日本频率规划上。

B.5.2.2 与其他业务的兼容性

参见第 5.2.2 节。

B.5.2.3 故障隔离对其他用户的影响

参见第 5.2.3 节。

B.5.3 下行系统设备假设

参见第 5.3 节。

B.5.3.1 传输电平

参见第 5.3.1 节。

B.5.3.2 频率反转

参见第 5.3.2 节。

B.5.3.3 模拟和数字频道的安排

在制定此技术选项中，假设在一个前端控制器中将配置最多 110 个数字频道。出于为模拟频道计算 CNR 保护的目，假设模拟频道在频道排列中被置于比数字频道更低的频率。

B.5.3.4 模拟保护目标

DRFI 建议书的目标之一是要为配置高达 110 个符合 DRFI 的 QAM 频道的系统提供 60 dB 的最小计划模拟频道 CNR 保护。

本建议书假设数字频道的发送功率电平将是模拟频道可视信号峰值包络功率电平之下 6 dB，它比数字传输的低 10 dB 的典型条件更为严格。进一步假设频道的排列将模拟频道置于比数字频道更低的频率。采用 $10 \cdot \log_{10}(6 \text{ MHz}/4 \text{ MHz})$ 的调整来解决数字频道噪声带宽相对于模拟频道的差别。采用以上假设时，对一个 110 个 QAM 频道的系统，在表 B.4 的第 5 项中的规定等效于一个 60 dB 的模拟 CNR 保护。

B.6 依赖于物理媒体的子层规范

B.6.1 范围

本节适用于在第 1 节（第 1.1 节范围）中所提到的第三种技术选择。在对所有技术选择的要求都相同的情况下，对主要内容提供了参考。

对本节的其他部分，参见第 6.1 节。

B.6.2 EdgeQAM (EQAM) 与 CMTS 的差别

参见第 6.2 节。

B.6.3 下行

B.6.3.1 下行协议

下行 PMD 子层**务必**符合 [ITU-T J.83-C]。间插器深度在第 B.6.3.3 节中定义。一个特殊间插器深度的适用性取决于在一个特殊 QAM RF 频道上所提供的业务。业务传输的间插器深度的适用性，除了 DOCSIS 高速数据，超出了本附件的范围。

B.6.3.2 频谱格式

EQAM 或者 CMTS 每个 QAM 频道的下行调制器**务必**支持采用 64 QAM 星座的运行，如在 [ITU-T J.83-C] 中所规定的，**务必**支持采用 256 QAM 星座的运行，如在 [ITU-T J.122] 的第 J.6.3.4.2 节中所规定的。

B.6.3.3 支持视频和高速数据的可扩展间插

CMTS 或者 EQAM 下行 PMD 子层**务必**支持具有在表 B.1 中所定义特性的间插器。

256QAM 的间插方法与[ITU-T J.83-C]相同，除了间插深度值。CMTS 或者 EQAM **务必**支持间插深度 $I = 12$ 。CMTS 或者 EQAM 可支持间插器深度 $I = 34$ 或者 $I = 204$ 。表 B.1 示出速率为 5.274 Msymb/s 的间插器特性。

表 B.1—间插器特性

I (分接头数量)	J (增量)	突发保护 64QAM/256QAM	时延 64QAM/256QAM
12	17	24 μ s/18 μ s	0.57 ms/0.43 ms
34	6	-/51 μ s	-/1.28 ms
204	1	-/300 μ s	-/7.85 ms

B.6.3.4 下行频率规划

下行频率规划应符合它将在其中运行的有线系统所采用的频率规划。例如，这可以是数字 QAM 载频的日本频率规划[Article 23- (1)]。运行频率**务必**包括 90 MHz 和 770 MHz 之间的所有频道。

B.6.3.5 DRFI输出电特性

参见第 6.3.5 节。

B.6.3.5.1 CMTS或者EQAM输出电特性

CMTS 或者 EQAM **务必**输出带有如表 B.2、B.3 和 B.4 中所定义特性的 RF 调制信号。这些要求的条件是所有 N 个组合频道设定到相同的平均功率，除了单频道活跃相位噪声及诊断载频抑制（表 B.3）要求。

表 B.2—RF输出电特性要求

参 数	数 值
CMTS 或者 EQAM 的任何 RF 频道的中心频率 (f_c)	务必 是 93 MHz 到 767 MHz
电平	可调。参见表 B.3
调制类型	64QAM、256QAM
符号速率 (标称值) 64QAM 256QAM	5.274 Msym/s 5.274 Msym/s
标称频道间隔	6 MHz
频率响应 64QAM 256QAM	~0.13 平方根升余弦形 ~0.13 平方根升余弦形

表 B.2—RF输出电特性要求

参 数	数 值
带内杂波、失真与噪声	非均衡 MER (注 2) > 35 dB 均衡 MER > 43 dB
带内杂波与噪声	≤ -48dBc; 此处频道杂波与噪声包括所有离散杂波、噪声、载频泄漏、时钟线、合成器产物以及其他非期望发射机产物。载频±50 kHz 内的杂波与噪声排除在外。当 N > 1 时, 在奈奎斯特带宽之外的噪声排除在外。
带外杂波与噪声	参见表 B.4
相位噪声 单个频道活跃, N-1 个频道被抑制(参见第 B.6.3.5.1.2 节 (6)) 64QAM 和 256QAM	1 kHz – 10 kHz: -33 dBc 双边噪声功率 10 kHz – 50 kHz: -51 dBc 双边噪声功率 50 kHz – 3 MHz: -51 dBc 双边噪声功率
所有 N 个频道活跃, (参见第 B.6.3.5.1.2 节 (7)) 64QAM 和 256QAM	1 kHz – 10 kHz: -33 dBc 双边噪声功率 10 kHz – 50 kHz: -51 dBc 双边噪声功率
输出阻抗	75 欧姆
输出回波损耗 (注 3)	> 14 dB, 在从 90 MHz 到 770 MHz 的一个活跃输出频道之内 (注 4)
连接器	按照[IEC 60169-24]]的 F 连接器
<p>注 1 — 30 kHz 包括通常构建到上变频器中的最大 FCC 频率偏移的一个 25 kHz 容限。</p> <p>注 2 — MER (误调制率) 由在理想接收匹配滤波器输出处传输波形所引起的群方差决定。MER 包括所有离散杂波、噪声、载频泄漏、时钟线、合成器产物、失真以及其他非期望的发射机产物。非均衡 MER 还包括线性滤波失真, 它采用一个接收均衡器来补偿。高达载频±50 kHz 的相位噪声排除在带内规范之外, 以尽可能分开相位噪声和带内杂波的要求。在 MER 的测量中, 可以调整记录长度或者载频跟踪环带宽来将低频相位噪声从测量中排除出去。对均衡 MER, 对接收均衡器系数进行计算并应用于与测试设备一起运行的接收机。对非均衡 MER, 如果有必要, 可以计算接收均衡系数来使接收机响应变平坦, 然后当连接到被测设备时再保持固定。MER 要求假设采用残余 MER 部分已经被消除的校准过的测试仪表来测量。</p> <p>注 3 — 频率范围是从边缘到边缘的。</p> <p>注 4 — 如果 EQAM 或者 CMTS 向 93 MHz (参见该表中的第 1 行) 的中心频率提供业务, 则 EQAM 或者 CMTS 务必在从 90 MHz 到 770 MHz (f_{edge}) 的活跃输出频道内提供一个 > 14 dB 的回波损耗。</p>	

B.6.3.5.1.1 CMTS或者EQAM的每个频道功率

EQAM 或者 CMTS 务必产生一个具有如表 B.3 中所定义的功率能力的 RF 输出。频道 RF 功率可在每个频道各自满足表 B.3 中所定义的功率能力的情况下基于每个频道可调。如果 EQAM 或者 CMTS 具有基于每个频道独立调制的能力, 则该频道 RF 功率务必是在每个频道能够各自满足表 B.3 中所定义的功率能力的情况下基于每个频道可调的。

表 B.3—DRFI设备输出功率

参 数	数 值
设定的每频道发送功率范围	在以下规定的要求功率之下 ≥ 8 dB，以在 8 dB 范围上完全保真。
每频道设定功率电平步进幅度大小	≤ 0.2 dB，严格单向
在一个区域内任何两个相邻频道之间的功率差（如果频道功率是各自调的，消除设定功率差）	≤ 0.5 dB
在一个区域中的任何两个不相邻频道之间的功率差（如果频道功率是各自可调的，消除设定功率差）	≤ 1 dB
每频道功率的绝对精度	± 2 dB
诊断载频抑制（3种模式） 模式 1：一个频道被抑制 模式 2：除了一个频道外的所有频道都被抑制 模式 3：所有频道被抑制	1) ≥ 50 dB 载频抑制，在该区域内任何一个 6 MHz 频道中的奈奎斯特带宽内。这 务必 是在对该区域中其他频道没有中断与损害的情况下实现的。 2) 50 dB 载频抑制，在该区域内除了一个频道以外的每个 6 MHz 频道中的奈奎斯特带宽内。这 务必 是在对该区域中剩下的那个频道没有中断或者损害的情况下实现的。 3) 50 dB 载频抑制，在该区域内每个 6 MHz 频道中的奈奎斯特带宽内。
RF 区域静音	在该区域未静音集合功率之下 ≥ 73 dB，在该区域的每个 6 MHz 频道中
对组合到单独一个 RF 端口的 N 个频道所要求的每频道功率。'N' = 组合频道的数量： $N = 1$ $N = 2$ $N = 3$ $N = 4$ $N > 4$	要求的每个频道功率，单位为 dB μ V 120 dB μ V 116 dB μ V 114 dB μ V 112 dB μ V $120 - \text{ceil} [3.6 * \log_2 (N)]$ dB μ V

B.6.3.5.1.2 在单独一个RF端口上多个频道内的各个频道的独立性

CMTS 或者 EQAM 的潜在用途是提供一个通用平台，它能够用于高速数据业务或者视频业务。出于这个原因，有必要基于每个频道设置间插器深度来为视频或者数据提供正常运行所需要的适当传输格式。CMTS 或者 EQAM 的任何 N 个频道区域**务必**至少可配置间插器深度 $I = 12$ 。尽管不像每个频道间插器深度控制那么关键，如果能提供具有基于每个频道设置 RF 功率、中心频率以及调制类型能力的 EQAM，将会对运营商有很大的好处。

- 1) 多频道 CMTS 或者 EQAM 在一个 RF 输出端口上的 N 个频道之中**务必**基于每个频道可以配置为间插器深度 $I = 12$ ，每个频道采用两个（或者更多个）间插器深度之一，间插器深度的信息参见表 B.1。

- 2) 出于诊断和测试的目的，多频道 CMTS 或者 EQAM **务必**支持 3 种 RF 功率的载频抑制模式，模式描述和载频 RF 功率抑制水平参见 B.3。
- 3) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个 RF 载频各自满足表 B.3 中所定义要求的情况下支持基于每个频道独立调节 RF 功率。
- 4) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个频道各自满足表 B.2 中要求的情况下支持基于每个频道单独选择中心频率，从而支持非邻近频道频率的分配。
- 5) 多频道 CMTS 或者 EQAM 可在每个频道各自满足表 B.2 中要求的情况下支持基于每个频道的调制定制的独立选择，64QAM 或者 256QAM。
- 6) CMTS 或者 EQAM **务必**提供一种运行的测试模式，用于中断业务测试，按 N 频道配置，但是每个频道产生一个 CW，每次一个频道在所选调道的中心频率；所有其他组合的频道被抑制。此测试模式的一个目的是要支持测试表 B.2 中相位噪声要求的一种方法。照这样，CW 测试音的产生**应该**采用像展示典型实际运行性能相位噪声特性这样的方法，历经信号生成链直到可施行的全部内容；例如，对功率接近星座 RMS 电平的一个星座符号的反复选择从表面上将以一种实际的方法来历经很多调制及上变频链。该测试模式**务必**能够在表 B.2 中的全部中心频率范围内产生 CW 音。
- 7) CMTS 或者 EQAM **务必**提供一种运行的测试模式，用于中断业务测试，每个频道生成一个 CW，在所选定频道的中心频率处，在所有其他 $N-1$ 个组合频率处于活跃状态并且包含达到运行功率电平的有效数据调制。此测试模式的一个目的是要支持测试表 B.2 中相位噪声要求的一种方法。照这样，CW 测试音的生成**应该**采用像展示典型实际运行性能相位噪声特性这样的方法，历经信号生成链直到可施行的全部内容。例如，对功率接近星座 RMS 电平的一个星座符号的反复选择将从表面上将以一种现实的方法历经很多调制与上变频链。对此测试模式，所有频道工作于相同的平均功率是可以接受的，包括在有效运行中的 $N-1$ 个频道的每一个频道以及 CW 音在其中心频率的单个频道。该测试模式**务必**能够在表 B.2 中的全部中心频率范围内生成 CW 音。

如果中心频率 4) 或者调制类型 5)，或者二者都是基于每个频道各自可调的，那么在每个 RF 载频各自满足表 B.2 中所定义要求的情况下，CMTS 或者 EQAM **务必**支持 RF 功率 3) 基于每个频道各自可调。

B.6.3.5.1.3 对CMTS或者EQAM带外噪声与杂波的要求

DRFI 建议书的目的之一是要为配置高达 110 个符合 DRFI 的 QAM 频道的系统提供 60 dB 的最小计划模拟频道 CNR 保护。

本建议书假设，数字频道的发送功率电平将是模拟频道可视信号峰值包络功率之下 6 dB，它比用于数字传输的 10 dB 以下的典型条件更为严格。进一步假设频道的排列将模拟频道置于比数字频道更低的频率。采用 $10 \cdot \log_{10} (6 \text{ MHz}/4 \text{ MHz})$ 的调整来解决数字频道噪声带宽相对于模拟频道的差别。采用以上假设，对一个有 110 个 QAM 频道的系统，在表 B.4 第 5 项中的规定等效于一个 60 dB 的模拟 CNR 保护。

表 B.4 列举了带外杂波抑制要求。在未将 N 个组合频道处设定于相同功率电平的情况下，“dBc”表示相对于在该频道区域中最强载频的分贝值。对带外杂波发射的要求假设 N 个组合频道的邻近区域设定在相同功率电平的一个测试条件，而且对此测试条件，“dBc”应该解释为对该区域平均的平均频道功率，以减轻在该区域上的频道功率的变化（参见表 B.3），这在所有频道设定到相同的功率的情况下是可以的。

第 1 到第 4 项列举了与预定频道相邻频道中的要求。

第 5 项列举了距离预定频道更远的所有其他频道中的要求。允许这些“其他”频道中的一些被排除在满足第 5 项规定之外。所有这些例外在该表中充分明确，例如预定频道的第二次和第三次谐波。

第 6 项列举了对 $2N$ 个第二次谐波频道和 $3N$ 个第三次谐波频道的要求。

表 B.4—对EQAM或者CMTS输出带外噪声与杂波发射的要求

项目	频 带	N, 每个RF端口组合频道的数量				
		1	2	3	4	N > 4 所有方程是 ceiling (功率, 0.5) dBc
1	相邻频道, 从频道区域边缘到 750 kHz	< -58 dBc	< -58 dBc	< -58 dBc	< -58 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-58/10} + (0.75/6) * (10^{-65/10} + (N-2) * 10^{-73/10})]$
2	相邻频道 (从距频道区域边缘 750 kHz 到距频道区域边缘 6 MHz)	< -62 dBc	< -60 dBc	< -60 dBc	< -60 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-62/10} + (5.25/6) * (10^{-65/10} + (N-2) * 10^{-73/10})]$
3	次相邻频道 (从距频道区域边缘 6 MHz 到距频道区域边缘 12 MHz)	< -65 dBc	< -64 dBc	< -63.5 dBc	< -63 dBc	$< 10 * \log_{10} [10^{-65/10} + (N-1) * 10^{-73/10}]$
4	第三相邻频道 (从距频道区域边缘 12 MHz 到距频道区域边缘 18 MHz)	< -73 dBc	< -70 dBc	< -67 dBc	< -65 dBc	当 $N = 5$: -64.5 dBc; 当 $N = 6$: -64 dBc; 当 $N \geq 7$: $< -73 + 10 * \log_{10} (N)$ dBc
5	在其他频道中的噪声 (80 MHz 到 780 MHz) 在每个 6 MHz 频道中测量, 除了以下频道: a) 期望的频道 b) 第一、第二和第三相邻频道 (参见此表中第 1、2、3、4 项) c) 与第二次和第三次谐波一致的频道 (参见此表中的第 6 项)	< -73 dBc	< -70 dBc	< -68 dBc	< -67 dBc	$< -73 + 10 * \log_{10} (N)$

表 B.4—对EQAM或者CMTS输出带外噪声与杂波发射的要求

项目	频 带	N, 每个RF端口组合频道的数量				
		1	2	3	4	N > 4 所有方程是 ceiling (功率, 0.5) dBc
6	在与第二和第三次谐波分量分别一致的2N个邻近6 MHz频道的每一个或者3N个邻近6 MHz频道的每一个中(直到1000 MHz)	< -73 + 10*log ₁₀ (N), 或者-63 dBc, 其中较大的一个				

B.6.3.5.2 用于异步运行的CMTS或者EQAM主时钟抖动

EQAM 务必按照[ITU-T J.211]实现一个 DTI 客户及客户端接口。主时钟规范在[ITU-T J.211]中定义。DTI 客户端提供主时钟。未得到一个 DTI 服务器主动服务的一个集成 CMTS 务必包括一个具有以下规范的主时钟：

在一个 0 到 40°C 的一个温度范围及从制造日期起长达 10 年内（参见以下注），该 9.216 MHz 主时钟务必具有：

- 一个 $\leq \pm 5$ ppm 的频率精度；
- 每秒 $\leq 10^{-8}$ 的漂移速率；以及
- ≤ 10 ns 的峰值 (± 5 ns) 边缘抖动。

注 — 此规范还可通过将 DRFI 设备主时钟振荡器同步于一个外部频率参考源来满足。如果采用此方法，当没有连接到频率参考源时，内部 DRFI 设备主时钟务必在 0 到 40°C 的温度范围内以及从制造日期起长达 10 年内具有一个 ± 20 ppm 的频率精度。漂移速率与边缘抖动务必如以上所规定。

对 DRFI 设备主时钟漂移速率和抖动的要求意味着，由于在每个段落持续时间上 10 ns 抖动和频率漂移的 10 ns，两个相邻 9'216'000 周期段落的持续时间将在 30 ns 内。其他计数器长度的持续时间也可以推算出来：对相邻的 921'600 的段落， ≤ 21 ns；对由一个 9'216'000 周期段落分开的 921'600 长度的段落， ≤ 30 ns；相邻的 92'160'000 的段落， ≤ 120 ns。DRFI 设备主时钟务必在 99% 甚至更多的测量中满足这样的测试限度。

B.6.3.5.3 用于同步运行的CMTS或者EQAM主时钟抖动

除了在第 B.6.3.5.2 节中的要求，9.216 MHz CMTS 主时钟务必满足以下指定频率范围上的双边带相位噪声要求：

- $< [-50 + 20 \cdot \log (f_{MC}/9.216)]$ dBc (即 < 0.05 ns RMS) 10 Hz 到 100 Hz
- $< [-58 + 20 \cdot \log (f_{MC}/9.216)]$ dBc (即 < 0.02 ns RMS) 100 Hz 到 1 kHz
- $< [-50 + 20 \cdot \log (f_{MC}/9.216)]$ dBc (即 < 0.05 ns RMS) 1 kHz 到 10 kHz
- $< [-50 + 20 \cdot \log (f_{MC}/9.216)]$ dBc (即 < 0.05 ns RMS) 10 kHz 到 $f_{MC}/2$

f_{MC} 是所测量主时钟的频率，单位为 MHz。 f_{MC} 的数值务必是 9.216 MHz 的一个整数倍或者约数倍。例如，如果一个 18.432 MHz 振荡器信用做主时钟频率源，并且没有直接的 9.216 MHz 时钟来测试，这一 18.432 MHz 时钟可以与在以上表达式中等于 18.432 的 f_{MC} 一起使用。

对在同步运行中的 EQAM 主时钟抖动的规范包含在[ITU-T J.211]之中。

B.6.3.5.4 用于同步运行的CMTS或者EQAM主时钟频率漂移

参见第 6.3.5.4 节。

B.6.3.6 CMTS或者EQAM时钟的产生

当这一 9.216 MHz 主时钟是由 DTI 接口提供时，符合 DRFI 的设备**务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 B.5 中所提供的 M/N 约数的 9.216 MHz 主时钟。

B.6.3.6.1 CMTS时钟的产生

CMTS **务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 B.5 中提供的 M/N 约数的 CMTS 主时钟。

B.6.3.6.2 EQAM时钟的产生

因为与一个活跃的 DTI 接口一起运行，EQAM **务必**将下行符号时钟锁定到采用在表 B.5 中提供的 M/N 约数的 CMTS 主时钟。

B.6.3.6.3 下行符号速率

设 f'_b 表示锁定到主时钟的下行符号时钟的速率， f'_m 表示锁定到下行符号时钟的主时钟速率。设 f_b 表示标称指定下行符号速率， f_m 表示标称主时钟速率 (9.216 MHz)。在下行符号时钟锁定到主时钟的情况下，以下等式**务必**成立：

$$f'_b = f_m * M/N$$

在主时钟锁定到下行符号时钟的情况下，以下等式**务必**成立：

$$f'_m = f_b * N/M$$

注意，表 B.5 中的 M 和 N 是无符号整数值，每个可以 16 比特表示并生成一个不大于其指定标称值 ± 1 ppm 的 f'_b 或 f'_m 数值。

参照 DTI 服务器主时钟，EQAM/CMTSRF 符号时钟测量超过 100 秒的定时误差的标准偏差**务必**小于 1.5 ns。

表 B.5 列举了运行的下行模式、它们相关的标称符号速率 f_b 、 M 和 N 值、生成的同步时钟速率及其对其标称值的偏移。

表 B.5—与主时钟同步的下行符号速率及参数

下行模式	标称指定符号速率 f_b (MHz)	M/N	主时钟速率 f'_m (MHz)	下行符号速率 f'_b (MHz)	相对标称值的偏移
64QAM 和 256QAM	5.274	293/512	9.216	5.274	0 ppm

B.6.3.7 用于同步运行的下行符号时钟抖动

下行符号时钟**务必**满足以下指定频率范围内的双边带相位噪声要求：

- $< [-53 + 20 \cdot \log (f_{DS}/5.274)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 10 Hz 到 100 Hz
- $< [-53 + 20 \cdot \log (f_{DS}/5.274)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 100 Hz 到 1 kHz
- $< [-53 + 20 \cdot \log (f_{DS}/5.274)]$ dBc (即 < 0.07 ns RMS) 1 kHz 到 10 kHz
- $< [-36 + 20 \cdot \log (f_{DS}/5.274)]$ dBc (即 < 0.5 ns RMS) 10 kHz 到 100 kHz
- $< [-30 + 20 \cdot \log (f_{DS}/5.274)]$ dBc (即 < 1 ns RMS) 100 kHz 到 $(f_{DS}/2)$

f_{DS} 是所测量时钟的频率，单位为 MHz。 f_{DS} 的值**务必**是下行符号时钟的整数倍或者约数倍。例如，如果没有直接的 5.274 MHz 时钟可用，可以测量一个 $f_{DS} = 21.096$ MHz 的时钟。

符合 DRFI 的设备**务必**提供一种时钟测试的方式，其中：

- 该设备为直接接入主时钟和下行符号时钟提供测试点。

或者，符合 DRFI 的设备**务必**提供一个测试模式，在其中：

- 下行 QAM 符号序列被一个在 I 和 Q 上都是标称幅度的交替二进制序列 (1, -1, 1, -1, 1, -1...) 所替代。
- 该设备如在正常同步运行中那样从 9.216 MHz 参考时钟产生下行符号时钟。

如果有一个能够满足以上相位噪声要求的直接下行符号时钟（例如，一个没有时钟域抖动的平滑时钟）可用，则不需要此测试模式。

B.6.3.8 用于同步运行的下行符号时钟漂移

参见第 6.3.8 节。

B.7 下行传输汇聚子层

B.7.1 引言

参见第 7.1 节。

B.7.2 MPEG分组格式

参见第 7.2 节。

B.7.3 DOCSIS电缆传输数据的MPEG信头

参见第 7.3 节。

B.7.4 DOCSIS电缆传输数据的MPEG有效载荷

参见第 7.4 节。

B.7.5 与MAC子层的互动

参见第 7.5 节。

B.7.6 与物理层的互动

务必按照[ITU-T J.83-C]来对 MPEG-2 包流编码，包括采用在[ITU-T J.83-C]中所描述的奇偶校验的 MPEG-2 传输成帧。

ITU-T 系列建议书

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	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	电缆和外部设备其它组件的结构、安装和保护
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	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
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、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网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