

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

J.222.1

(07/2007)

J系列：有线网络和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输

用于数字电视分发的互动系统

**交互式有线电视业务的第三代传输系统 – IP电缆
调制解调器：物理层规范**

ITU-TJ.222.1 建议书

ITU-T



ITU-T J.222.1 建议书

交互式有线电视业务的第三代传输系统 – IP电缆调制解调器：物理层规范

摘要

ITU-T J.222.1建议书定义了第三代高速有线传输数据系统的电缆调制解调器（CM）和电缆调制解调器终接系统（CMTS）的电子特性和信号处理操作。本建议书定义了支持ITU-T J.222.2建议书中定义的信道绑定操作的物理层要求。

来源

国际电信联盟电信标准化部门（ITU-T）第9研究组（2005-2008）根据ITU-T A.8建议书程序于2007年7月29日批准了ITU-T J.222.1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。国际电信联盟电信标准化部门(ITU-T)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ITU-T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。“须”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 2020

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	引言和目的	1
1.2	背景	1
2	参考文献	5
2.1	规范性参考文献	5
2.2	资料性参考文献	5
2.3	参考文献的获取	6
3	定义	6
4	缩写词、首字母缩略语和惯例	8
4.1	缩写词和首字母缩略语	8
4.2	惯例	11
5	功能假设	11
5.1	设备假设	12
5.2	射频信道假设	12
5.3	传输电平	14
5.4	频率反转	14
6	物理媒质相关子层规范	14
6.1	范围	14
6.2	上行流	15
6.3	下行流	86
附件A – 通过DOCSIS支持商业业务的时序要求		93
A.1	CMTS	93
A.2	CM	93
附件B – 8 MHz信道间隔的增加和修改		94
B.1	范围	94
B.2	参考文献	95
B.3	术语和定义	95
B.4	缩写词和首字母缩略语	95
B.5	功能假设	96
B.6	物理媒质相关子层规范	99
附件C – MPEG报头同步和恢复		131
C.1	北美技术选项中的MPEG报头同步和恢复	131
C.2	欧洲技术选项中的MPEG报头同步和恢复	131

附件D – 日本规范增补.....	132
D.1 范围.....	132
D.2 参考文献.....	132
D.3 术语和定义.....	132
D.4 缩写词、首字母缩略语和惯例.....	132
D.5 功能假设.....	132
D.6 物理媒质相关子层规范.....	136
附录I – 前导码序列示例.....	160
I.1 引言.....	160
I.2 前导码序列示例.....	160
附录II – S-CDMA组帧.....	162
II.1 编码的子符号编号.....	162
II.2 未编码的子符号编号.....	162
II.3 组帧器输出编号.....	163
II.4 评论.....	163
附录III – 环境温度和风负载影响.....	164
III.1 设备延迟变化的同步容差.....	164
III.2 因温度变化而引起的传播延迟的变化.....	165
附录IV – 上行流传输信道集功能的描述：用于报告和计算所支持活动信道数的计算示例.....	167
附录V – 具有多上行流信道的上行流信道功率控制的描述.....	169
V.1 扩展到多传输信道模式的DOCSIS 2.0参数.....	169
V.2 DOCSIS 3.0上行流功率控制中的新参数（“负载”、 P_{load_n} 、 $P_{load_min_set}$ 、动态范围窗口、 $P_{low_multi_n}$ ）.....	169
V.3 启用多传输信道模式的上行流功率控制示例.....	170
V.4 有关 P_{r_n} 和 $P_{load_min_set}$ 中同时和连续变化的示例.....	172
附录VI – 多信道突发的杂散发射噪声功率限值示例.....	175

交互式有线电视业务的第三代传输系统 – IP电缆调制解调器：物理层规范

1 范围

1.1 引言和目的

本建议书定义了物理层要求，作为定义第三代高速有线传输数据系统的系列建议书的一部分。本建议书定义了支持[ITU-T J.222.2]建议书中定义之信道绑定操作的物理层要求。

在为世界上不同网络而采用的有线电视频谱规划实践中存在差别。因此，物理层技术包括了三种选项，它们具有相同的优先等级，并且不要求可互操作。依照[ITU-T J.83-B]，第一种技术选项基于下行流多节目电视分发，它使用6兆赫兹（MHz）信道和调制；依照[ETSI EN 300 429]，第二种技术选项用于8 MHz信道间隔和调制的情况；依照[ITU-T J.83-C]，第三种技术选项用于6 MHz信道间隔和调制的情况。第一种技术选项和第二种技术选项对上行流符号速率共用一组共同的选项，而第三种技术选项提供一个不同的集合。所有技术选项均处于相同的状态，尽管本文件结构未反映此相等的优先级。这些选项中的第一种在第5节和第6节中进行定义，而第二种通过将这些章节的内容替换为附件B的内容来定义，第三种通过将这些章节的内容替换为附件D的内容来定义。相应地，[ITU-T J.83-B]和[CEA-542-B]仅适用于第一种选项，[ETSI EN 300 429]仅适用于第二种选项，[ITU-T J.83-C]仅适用于第三种选项。遵守本建议书要求遵守这些实施方案之一，而不是全部。不要求针对一种技术选项构建的设备须与针对另一种技术选项构建的设备互操作。

这些可选的物理层技术使运营商可以在规定的运营区域中灵活使用，包括任何频率规划、EMC（电磁兼容性）和安全要求。例如，第5节和第6节中定义的、基于6 MHz下行流的选项可能可在8 MHz信道规划内部署。本建议书未涵盖对频率规划和EMC要求的合规性，这仍由运营商负责。仅在上述相同技术选项内（而不是在不同技术选项之间）确保与该技术早期版本[ITU-T J.122]的向后兼容性。

1.2 背景

1.2.1 宽带接入网

假设了一个基于同轴电缆的宽带接入网。这可采用全同轴电缆或混合光纤/同轴电缆（HFC）网络的形式。这里采用一般术语“有线电视网络”来涵盖所有情形。

有线电视网络采用“树和分支”结构进行模拟传输。在本建议书中假设的关键功能特性如下：

- 双向传输。
- 电缆调制解调器终接系统（CMTS）与最远的电缆调制解调器（CM）之间在每个方向上的最大光/电间隔为100英里，尽管通常最大间隔可能为10-15英里。
- CMTS与最近的和最远的调制解调器之间在每个方向上的最大差分光/电间隔为100英里，尽管通常这将限制为15英里。

以在光纤中约1.5纳秒/英尺（ns/ft）的传播速度，在每个方向上，100英里的光纤将造成约1.6毫秒（ms）的往返传输延迟。

1.2.2 网络和系统架构

1.2.2.1 DOCSIS网络

参与DOCSIS业务供应的元素如图1-1所示：

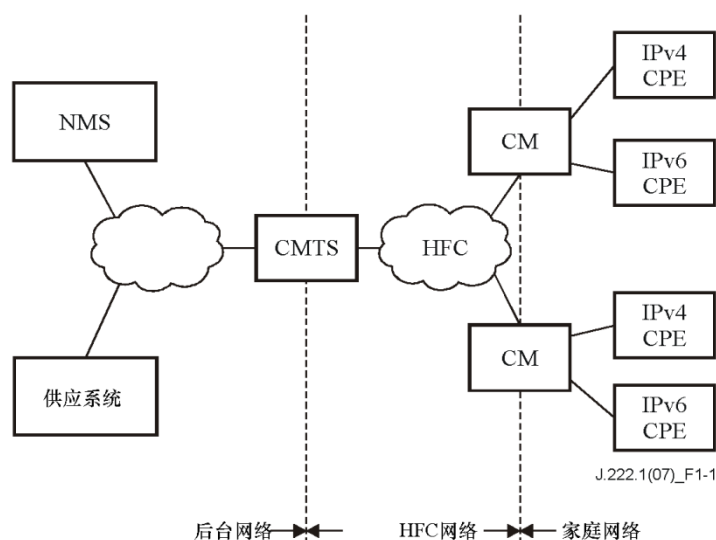


图1-1 – DOCSIS网络

CM连接到运营商的HFC网络和家庭网络，从而在它们之间桥接数据包。许多CPE设备可以连接到CM的LAN接口。CPE设备可以与CM一起嵌入单个设备中，也可以是分开的独立设备，如图1-1所示。CPE设备可使用IPv4、IPv6或两种形式的IP寻址。典型的CPE设备的示例是家用路由器、机顶盒设备、个人计算机等。

CMTS将运营商的后台和核心网络与HFC网络相连。它的主要功能是在这两个域之间以及HFC网络上的上行流与下行流信道之间转发数据包。

使用各种各样的应用来为DOCSIS网络上的设备提供后台配置和其他支持。这些应用根据特定运营商的部署视情使用IPv4和/或IPv6。以下应用包括：

- 供应系统
 - 当CM引导时，DHCP服务器向CM提供初始配置信息，包括设备IP地址。

- 当它们引导时，配置文件服务器用来将配置文件下载到CM。配置文件为二进制格式，并允许配置CM的参数。配置文件服务器还用来将软件升级下载到CM。
- 时间协议服务器为时间协议客户端（通常是CM）提供当前时间。
- 证书撤销服务器提供证书状态。

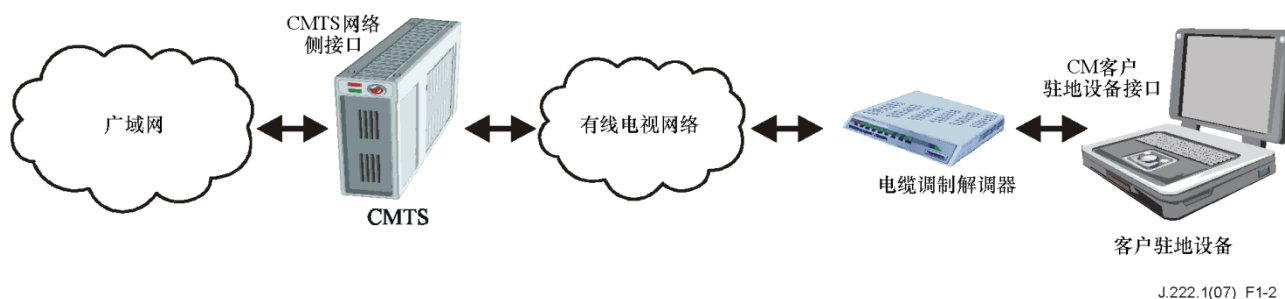
- 网络管理系统 (NMS)

- SNMP管理器允许运营商配置和监控SNMP代理，通常为CM和CMTS。
- 系统日志服务器收集与设备操作有关的消息。
- IPDR收集器服务器允许运营商以某种高效的方式来收集批量统计信息。

1.2.3 业务目标

随着有线电视运营商在有线电视系统上广泛部署高速数据业务，对带宽的需求增加了。此外，网络已扩展到一定程度，以致IPv4地址限制正成为网络运营的一个负担。因此，为增加信道容量、增强网络安全性、扩展网络元素的寻址性以及部署新业务产品，在DOCSIS建议书中添加新功能是适当的。

DOCSIS系统允许通过全同轴电缆或混合光纤/同轴电缆（HFC）有线电视网络在有线电视系统头端和客户位置之间进行网际协议（IP）流量的透明双向传输。这在图1-2中以简化形式予以显示。



J.222.1(07)_F1-2

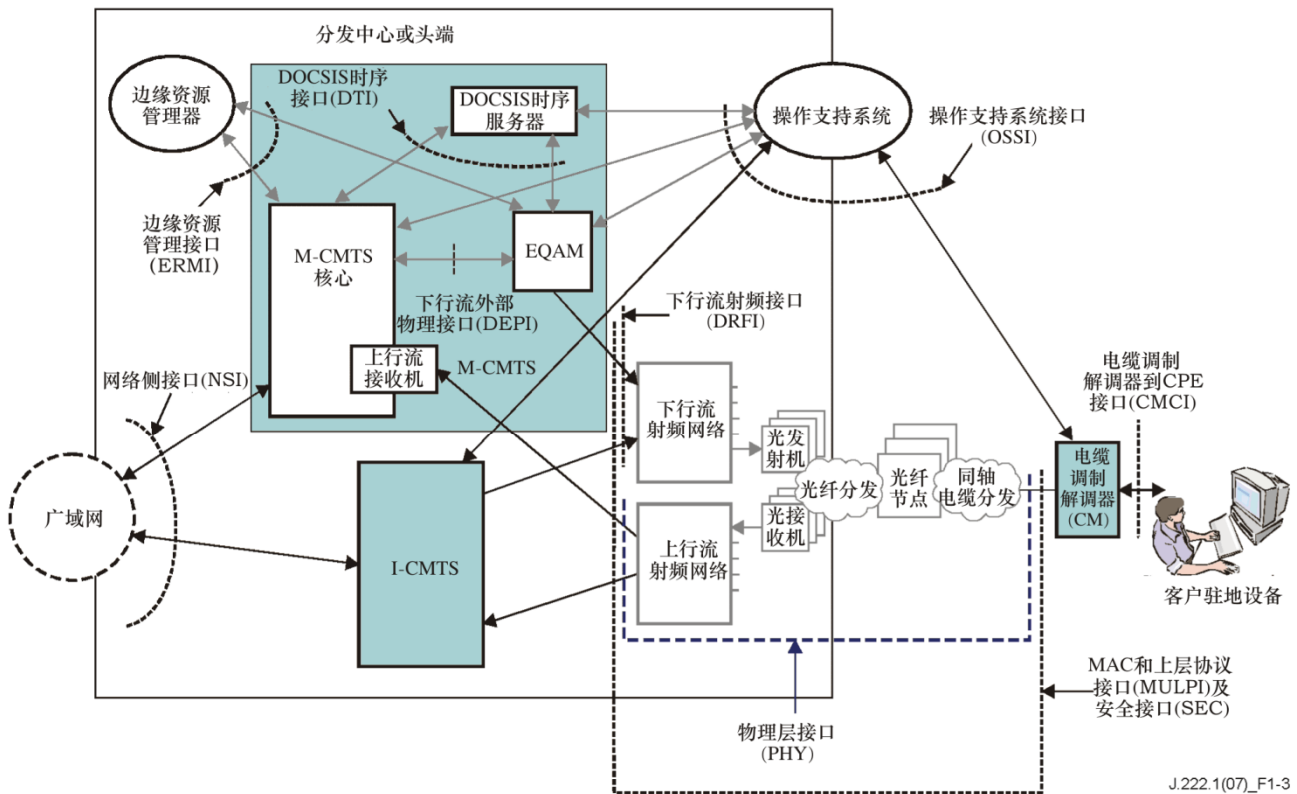
图1-2 – 通过有线传输数据系统的透明IP流量

1.2.4 兼容性声明

本建议书规定了一个接口，通常称为DOCSIS 3.0，它是该接口的第三代，通常称为DOCSIS 1.x和2.0。DOCSIS 3.0必须与以前的建议书内置的设备向后和向前兼容。符合DOCSIS 3.0的CM必须与DOCSIS 2.0和DOCSIS 1.x CMTS无缝互操作，尽管视情况而定在2.0和1.x模式下也是如此。符合DOCSIS 3.0的CMTS必须无缝支持DOCSIS 2.0和DOCSIS 1.x CM。

1.2.5 参考架构

有线传输数据业务和接口的参考架构如图1-3所示。



注：较浅的阴影区域是相关的功能，但超出了本建议书的讨论范围。

图1-3 – 有线传输数据参考架构

1.2.6 DOCSIS 3.0建议书

表1-1中提供了DOCSIS 3.0系列中的建议书清单。

表1-1 – DOCSIS 3.0系列建议书

指定	标题
J.222.1	交互式有线电视业务的第三代传输系统 – IP电缆调制解调器：物理层规范。
J.222.2	交互式有线电视业务的第三代传输系统 – IP电缆调制解调器：MAC和上层协议。
SCTE 135-4	操作支持系统接口规范。
J.222.3	交互式有线电视业务的第三代传输系统 – IP电缆调制解调器：安全业务。

本建议书定义了物理层的接口。

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。所有的建议书和其他参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其他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 H.222.0建议书（2006年）|ISO/IEC 13818-1:2007，信息技术 – 运动图像和相关音频信息的通用编码：系统。
- [ITU-T J.83-B] ITU-T J.83建议书（1997年）的附件B，用于有线电视分发的电视、声音和数据业务的数字多节目系统，附件B – 数字多节目系统B。
- [ITU-T J.83-C] ITU-T J.83建议书（1997年）的附件C，用于有线电视分发的电视、声音和数据业务的数字多节目系统，附件C – 数字多节目系统C。
- [ITU-T J.122] ITU-T J.122建议书（2002年），交互式有线电视业务的第二代传输系 – IP电缆调制解调器。
- [ITU-T J.210] ITU-T J.210建议书（2006年），电缆调制解调器终接系统的下行流射频接口。
- [ITU-T J.222.2] ITU-T J.222.2建议书（2007年），交互式有线电视业务的第三代传输系统 – IP电缆调制解调器：MAC和高层协议。
- [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.*
- [IEC61169-24] IEC61169-24 (2001), *Radio-frequency connectors – Part 24: Sectional specification – Radio frequency coaxial connectors with screw coupling, typically for use in 75 ohm cable distribution systems (type F).*
- [SCTE 02] ANSI/SCTE 02 (2006), *Specification for "F"Port, Female, Indoor.*
- [SCTE 135-4] SCTE 135-4 (2007), *DOCSIS 3.0 Part 4: Operations Support System Interface.*

2.2 资料性参考文献

- [ITU-T J.214] ITU-T J.214建议书（2007年），电缆调制解调器TDM仿真接口。
- [Article 23/26] Articles 23 and 26, *Regulations for Enforcement of the Cable Television Broadcast Law*, Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan.
- [CableLabs1] *Digital Transmission Characterization of Cable Television Systems*, Cable Television Laboratories, Inc., November 1994.
- [CEA-542-B] CEA-542-B: *CEA Standard: Cable Television Channel Identification Plan*, July 2003.
- [ETSI EG 201 212] ETSI EG 201 212 V1.2.1 (1998), *Electrical safety; Classification of interfaces for equipment to be connected to telecommunication networks.*

- [EN 50083-1] CENELEC EN 50083-1:1993, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: Safety requirements.*
- [EN 50083-2] CENELEC EN 50083-2:2006, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment.*
- [EN 50083-7] CENELEC EN 50083-7:1996, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 7: System performance.*
- [EN 50083-10] CENELEC EN 50083-10:2002, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 10: System performance for return paths.*
- [EN 60950-1] CENELEC EN 60950-1:2002, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements.*
- [EN 61000-6-1] CENELEC EN 61000-6-1:2007, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments.*
- [EN 61000-6-3] CENELEC EN 61000-6-3:2007, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments.*
- [NCTA] *NCTA Recommended Practices for measurements on Cable Television Systems*, National Cable and Telecommunications Association, WashingtonDC, 2nd Edition, revised October 1993.

2.3 参考文献的获取

CableLabs: 有线电视实验室有限公司, <http://www.cablelabs.com/>

CENELEC: 欧洲电工技术标准化委员会, <http://www.cenelec.org>

EIA: 电子工业联盟, http://www.eia.org/new_contact/

ETSI: 欧洲电信标准协会, http://www.etsi.org/services_products/freestandard/home.htm

IETF: 互联网工程任务组 (IETF), <http://www.ietf.org/>

ISO: 国际标准化组织 (ISO), <http://www.iso.org/iso/en/xsite/contact/contact.html>

ITU: 国际电信联盟 (ITU), <http://www.itu.int/home/contact/index.html>

3 定义

本建议书定义了以下术语:

3.1 活动代码 (active codes): 在S-CDMA上行流中承载信息的一组扩展码。补充集、未使用代码是空闲的, 不被发送。将活动代码的数量减少到最大值128以下可提供一些优点, 包括在存在有色噪声的情况下进行更可靠的操作。

3.2 分配 (allocation): MAP中的一组连续的小时隙, 构成单个发送机会。

3.3 带宽分配图 (bandwidth allocation map, MAP): CMTS用于将传输机会分配给电缆调制解调器的MAC管理消息。

3.4 捕获带宽 (capture bandwidth, CBW): TB清单中调谐频段的总和, 以MHz为单位。

- 3.5 信道绑定 (channel bonding) :** 一个逻辑过程, 它将在多个独立信道上接收到的数据包组合为一个高速数据流。信道绑定可以在上行流信道或下行流信道上独立实现。
- 3.6 解调器模块 (demodulator module) :** CM中的一个物理实体, 用于解调单个调谐器输出中由一个或多个单带宽 (6 MHz或8 MHz) 连续信道组成的块。
- 3.7 DOCSIS 1.x:** “DOCSIS 1.0或1.1”的缩写词。DOCSIS代表有线传输数据业务接口规范。
- 3.8 扩展的上行流频率范围 (extended upstream frequency range) :** CM可能在其上进行传输的一个可选的上行流频率范围。在使用6 MHz下行流信道化的技术选项中, 这是5-85 MHz。在使用8 MHz下行流信道化的技术选项中, 未定义扩展的上行流频率范围。
- 3.9 间隔使用代码 (interval usage code, IUC) :** MAP和UCD中的一个字段, 用于将突发配置文件链接到授权。
- 3.10 最大下行流绑定信道 (maximum downstream bonded channels, MDBC) :** 电缆调制解调器支持的最大下行流绑定信道数。(参见信道绑定。)
- 3.11 分配的代码数 (number of allocated codes) :** 单个CM在单个S-CDMA帧中使用的代码总数。该数量由小时隙中的授权大小以及这些小时隙到S-CDMA帧的映射确定(注意: 一个CM可以接收映射到单个S-CDMA帧的多个授权)。分配的代码的数量可以在每个小时隙的代码数量到活动代码数量的范围内, 并可随帧而变化, 但在S-CDMA帧内是恒定的。
- 3.12 S-CDMA帧 (S-CDMA frame) :** 小时隙的二维表示, 其中的维是代码和时间。一个S-CDMA帧由在代码维上的 p 个活动代码和在时间维上的 K 个扩展间隔组成。在S-CDMA帧内, 小时隙的数量由每个小时隙的代码数量 (c) 和S-CDMA帧中的活动代码数量 (p) 决定。因此, 每个S-CDMA帧包含 s 个小时隙, 其中 $s=p/c$, 并且每个小时隙包含 $c*K$ 个信息 (QAM) 符号。
- 3.13 S-CDMA子帧 (S-CDMA subframe) :** 子帧是在其上执行交织的S-CDMA帧的一个垂直上较小的子集, 其中垂直维为 R' 代码, 其中 $R' \leq p$ (活动代码数)。为了防止脉冲噪声, 通常使用一个子帧来将交织区域限制为与里德-所罗门码字相似的大小。
- 3.14 可选的活动代码 (selectable active codes, SAC) :** 一种用于确定活动代码集及其补集 (未使用代码集) 的方法。在SAC模式1中, 未使用以代码0开头的连续代码集。在SAC模式2中, 可通过一个128位的字符串来选择活动代码。
- 3.15 扩展符号 (spread symbol) :** 在扩展器的输出端, 一组128个码片, 组成一个S-CDMA扩展码, 是扩展单个信息 (QAM星座) 符号的结果, 该符号称为“扩展符号”。
- 3.16 扩展器关闭的S-CDMA突发 (spreader-off S-CDMA burst) :** S-CDMA信道上扩展器关闭的帧中单个CM的传输, 由电缆调制解调器的发射机打开到关闭的时间来定义。在一个扩展器关闭的帧中, 通常会有若干个扩展器关闭的突发。
- 3.17 扩展器关闭的S-CDMA帧 (spreader-off S-CDMA frame) :** 扩展器关闭的S-CDMA信道上的TDMA小时隙。它们与TDMA信道上的TDMA突发区别在于, 例如, 每个扩展器关闭的S-CDMA突发帧的小时隙数被限制为与扩展器打开的S-CDMA帧上的小时隙数相同。如果活动代码的数量大大少于128, 则在同一时间间隔内, 此小时隙的数量将小于TDMA信道中TDMA小时隙的数量。

3.18 扩展码 (spreading codes) : 在S-CDMA直接序列扩频调制中使用的一系列正交数字码字。

3.19 扩展间隔 (spreading interval) : 扩展符号 (128个码片) 的周期称为“扩展间隔”。

3.20 标准的上行流频率范围 (standard upstream frequency range) : CM能够传输的所需上行流频率范围。在使用6 MHz下行流信道化的技术选项中, 这是5-42 MHz。在使用8 MHz下行流信道化的技术选项中, 这是5-65 MHz。

3.21 同步码分多址 (synchronous-code division multiple access, S-CDMA) : 一种多址物理层技术, 其中不同的发射机可以同时共用一个信道。通过为每个传输指配一个正交的“代码”, 可以使各个传输保持不同。正交性通过所有发射机彼此之间精确同步来保持。

3.22 时间刻度 (tick) : 6.25微秒 (μs) 时间间隔, 是上行流小时隙定义和上行流传输时间的参考。

3.23 上行流信道描述符 (upstream channel descriptor, UCD) : 用于将上行流物理层的特性传达给电缆调制解调器的MAC管理消息。

4 缩写词、首字母缩略语和惯例

4.1 缩写词和首字母缩略语

本建议书使用以下缩写词:

AWGN	加性高斯白噪声
BER	误码率
CBW	捕获带宽
CL	有线电视实验室有限公司
CM	电缆调制解调器
CMTS	电缆调制解调器终接系统
C/N或CNR	载波-噪声比
CPE	客户驻地设备
CRC	循环冗余校验
CSO	复合二阶节拍
CTB	复合三阶节拍
CW	连续波
dBc	相对于载波功率的分贝
DBC-REQ	动态绑定更改请求MAC消息
DHCP	动态主机配置协议
DOCSIS 1.x	有线传输数据业务接口规范版本1.0或1.1
DOCSIS	有线传输数据业务接口规范
DRFI	下行流射频接口
DRW	动态范围窗口
DS	下行流

DTI	DOCSIS时序接口
EC	纠错
EMC	电磁兼容性
EU	无法纠错
FC	帧控制
FCC	联邦通信委员会
FDMA	频分多址
FEC	前向纠错
FM	频率调制
GF	伽罗瓦域
HFC	混合光纤/同轴电缆系统
HRC	谐波相关载波
I	同相调制分量
ICMP	互联网控制消息协议
IE	信息元素
IP	网际协议
IPDR	网际协议详细记录
IPv4	网际协议版本4
IPv6	网际协议版本6
IRC	增量相关载波
IUC	间隔使用代码
LAN	局域网
LFSR	线性反馈移位寄存器
LLC	逻辑链路控制
LSB	最低有效位
M/N	整数M、N的关系，代表下行流符号时钟速率与DOCSIS主时钟速率的比率
MAC	媒质访问控制
M-CMTS	模块化电缆调制解调器终接系统
MDBC	最大下行流绑定信道
MER	调制错误率
MIB	管理信息库
MPEG	运动图像专家组
MSB	最高有效位
MSC	最大调度代码
MTC	多传输信道
MULPI	MAC和上层协议接口

Na	活动代码数
NACO	网络访问控制对象
NCTA	国家有线电视和电信协会
NMS	网络管理系统
NTSC	国家电视系统委员会
OCAP	开放有线电视应用平台
OSI	开放系统互连
PAL	相位交替线
PAR	峰值-均值比
PDU	协议数据单元
PHY	物理层
PLL	锁相环
PMD	物理媒质相关子层
PRS	主要参考来源
Q	正交调制分量
QAM	正交调幅
QPSK	正交相移键控
RCC	接收信道配置
RCP	接收信道配置文件
REG-REQ	注册请求MAC消息
RF	射频
RFI	射频接口
RM	接收模块
RMS	均方根
RNG-RSP	测距响应MAC消息
R-S	里德-所罗门
SAC	可选的活动代码
S-CDMA	同步码分多址
SCTE	电缆电信工程师学会
SECAM	带记忆的顺序颜色
SID	业务标识符
SNMP	简单网络管理协议
STD	标准信道计划
TB	调谐波段
TCM	网格码调制
TCS	传输信道集
TDM	时分多路复用

TDMA	时分多址
TE-CMTS	时分多路复用仿真 – 电缆调制解调器终接系统
TEI	TDM仿真实接口
TLV	类型/长度/值
TSP	时分多路复用业务处理器
UCD	上行流信道描述符
UGS	主动授予业务
XOR	异或

4.2 惯例

在本建议书全文中，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：

“必须 (MUST)”	该词意指：该项是本建议书的一个绝对要求。
“绝不 (MUST NOT)”	词组意指：该项是本建议书的一个绝对禁令。
“应 (SHOULD)”	该词意指：在特定环境中有可能存在正当的理由对该项不予理会，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。
“不应 (SHOULD NOT)”	该词组意指：当考虑到所列举的行为是可接受的或甚至是可用的，在特定环境中有可能存在正当的理由，但是，在实施该标记所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)”	该词意指：该项是真正可选的。例如，某个供货商可以选择含有该项，因为某个特定市场需要它或因为它能提高产品价值；而另一个供货商可以忽略同一项。

本建议书定义了许多特性和参数，并按惯例规定了每个参数的有效范围。设备（CM和CMTS）要求也通常明确给出。设备必须遵守所有被认为符合本建议书要求的强制性（必须和绝不）要求。对非强制性特性和参数的支持属可选。

在本建议书中，以下惯例适用于所有以数字方式显示的位域。位域应从左向右、然后从上向下读取数字，最先读取MSB位，最后读取LSB位。

5 功能假设

本节描述了有线电视设施的特性，假设是出于操作有线传输数据系统的目的。它不是CMTS或CM参数的描述。有线传输数据系统在本节所述的环境内必须是可互操作的。

一旦在本节中提及频率规划或与其他业务的兼容性，或者与有关操作区域的任何合法要求相冲突时，后者须优先。对6 MHz信道中的国家电视系统委员会（NTSC）模拟信号的任何引用并不意味着这样的信号在物理上是存在的。

5.1 设备假设

5.1.1 频率规划

在下行流方向，假设有线电视系统有下限为54 MHz或108 MHz、上限取决于实现方式，但通常在300-1002 MHz频率范围内的一个通带。在此通带内，假设在6 MHz信道中的NTSC模拟电视信号以及其他窄带和宽带数字信号存在于[CEA-542-B]标准、HRC或IRC频率规划上。

在上行流方向，有线电视系统可有5-30 MHz、5-42 MHz或5-85 MHz的通带。可存在6 MHz信道中的NTSC模拟电视信号以及其他信号。

5.1.2 与其他业务的兼容性

CM和CMTS必须与其他业务共存于有线电视网络中。

尤其是，

- CM和CMTS必须在指配给CMTS和CM互操作的有线电视频谱中是可互操作的，而有线电视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
- CM和CMTS绝不能对指配给有线电视网络的任何其他业务造成有害干扰，其频谱在划分给CMTS的频谱之外。

有害干扰被理解为：

- 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（兼容性的标准或中等水平）；或者
- 没有行业（例如，对模拟视频业务的FCC）或其他业务提供商接受的最低标准之下的劣化（兼容性的最低水平）。

5.1.3 故障隔离对其他用户的影响

由于CMTS传输是在共用媒质、点对多点的系统上进行的，因此故障隔离程序应该考虑到故障和故障隔离程序对有线传输数据、视频和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5.1.2节。

5.1.4 有线电视系统终端设备

CM必须满足并最好超过国家法规中定义的、有关有线电视系统终接设备和有线就绪消费类设备的所有适用法规。这些特定要求中的任何一个都不能用来放宽本建议书中其他地方包含的任何规范。

5.2 射频信道假设

在本建议书所述之可配置设置范围内、由至少一组定义之物理层参数（例如，调制、交织器深度等）配置的有线传输数据系统，必须在具有本节定义之特性的有线电视网络上可互操作。这通过以下方式来实现：不论是在信道特性受损还是信道特性未受损的情况下，前向纠错都可在有线电视系统中提供等效的操作，如下所述。

5.2.1 传输下行流

表5-1描述了有线电视网络在下行流方向上的射频信道传输特性。除非另有说明，否则这些数字假设了载波电平在6 MHz信道带宽中数字信号的总平均功率。对于损伤电平，表5-1中的数字假设了带宽中的平均功率，其中以标准方式测量了有线电视系统的损伤电平。对于模

拟信号电平，表5-1中的数字假设了6 MHz信道带宽中的峰值包络功率。所有条件同时存在。以下参数的组合将不超出在本建议书其他地方中定义的、任何规定的接口限值。

表5-1 – 假定的下行流射频信道传输特性

参数	值
频率范围	有线电视系统正常的下行流工作范围是50 MHz至1002 MHz。但是，此表中的值仅适用于 ≥ 108 MHz的频率（包括3.0之前的DOCSIS模式）
射频信道间隔（设计带宽）	6 MHz
从头端到最远客户的传输延迟	≤ 0.800 ms（通常少得多）
6 MHz频段中的载波-噪声比	不小于35分贝（dB） ^{1,2}
载波-复合三阶谐波失真比	不小于41 dB ^{1,2}
载波-复合二阶谐波失真比	不小于41 dB ^{1,2}
载波交叉调制比	不小于41 dB ^{1,2}
载波对任何其他离散干扰（入口）	不小于41 dB ^{1,2}
振幅波动	设计带宽内 dB ¹
CMTS占用频谱中的组延迟波动	设计带宽内75纳秒（ns） ¹
主回波的微反射	-10 dBc @ ≤ 0.5 μ s -15 dBc @ ≤ 1.0 μ s -20 dBc @ ≤ 1.5 μ s -30 dBc @ > 1.5 μ s ¹
载波静音调制	不大于-26 dBc (5%) ¹
突发噪声	在10赫兹（Hz）平均速率上不大于25 μ s ¹
CM输入端的最大模拟视频载波电平	17 dBmV
最大模拟载波数	121
¹ [NCTA]或[CableLabs1]中定义的测量方法。	
² 相对于QAM信号测得的值，等于设备中的标称视频电平。	

5.2.2 传输上行流

表5-2描述了有线电视网络在上行流方向上的射频信道传输特性。以下参数的任何组合都将不超过在本建议书其他地方定义的任何规定的接口限值。传输是从客户位置的CM输出端到头端。

表5-2 – 假定的上行流射频信道传输特性

参数	值
频率范围	边缘到边缘为5到42 MHz或者 边缘到边缘为5到85 MHz
从头端到最远客户的传输延迟	≤ 0.800 ms (通常少得多)
载波-干扰加入口 (噪声、失真、共径失真和交叉调制之和以及离散和宽带入口信号之和, 不包括脉冲噪声) 比	不小于25 dB ¹
载波噪声调制	不大于-23 dBc (7.0%)
突发噪声	在大多数情况下, 在1 kHz平均速率上不大于10 μs _{2,3}
上行流工作频率范围内的振幅波动	0.5 dB/MHz
上行流工作频率范围内的组延迟波动	200 ns/MHz
微反射 – 单回波	-10 dBc @ ≤ 0.5 μs -20 dBc @ ≤ 1.0 μs -30 dBc @ > 1.0 μs
季节性和昼夜反向收益(损耗) 变化	从最小到最大不大于14 dB
¹ 可用入口规划或容差技术来确保在可变离散入口信号可能高达10 dBc情况下的运行。仅在数字载波信道内保证效率。 ² 振幅和频率特性足够强, 可以部分或全部掩盖数据载波。 ³ 在较低的频率 (< 15 MHz) 上, 脉冲噪声电平更为普遍。	

5.2.2.1 可用性

典型的有线电视网络可用性大大高于99%。

5.3 传输电平

上行流CM信号的标称功率电平将尽可能低, 以在噪声和干扰之上实现所需的余量。通常在设置上行流信号电平时遵循每单位带宽的统一功率负载, 由有线电视网络运营商设立特定的电平, 以实现所需的载波-噪声比和载波-干扰比。

5.4 频率反转

传输路径在下行流或上行流方向上都不会出现频率反转, 即: 有线电视网络输入端频率的正向变化将带来输出端频率的正向变化。

6 物理媒质相关子层规范

6.1 范围

本节适用于第1.1节中提及的第一种技术选项。关于第二种技术选项, 参见附件B。对于第三种技术选项, 参见附件D。

本建议书定义了电缆调制解调器（CM）和电缆调制解调器终接系统（CMTS）的电气特性和信号处理操作。本建议书旨在定义一个可互操作的CM和CMTS，以便CM的任何实施方案都可以与任何CMTS一起工作。本建议书无意暗示任何具体的实施方案。

6.2 上行流

6.2.1 概述

上行流物理媒质相关（PMD）子层使用FDMA/TDMA（在此称为TDMA模式）或FDMA/TDMA/S-CDMA（在此称为S-CDMA模式）突发类型格式，该格式提供六种调制率和多种调制格式。CMTS通过MAC消息传递来配置TDMA或S-CDMA模式的使用。

FDMA（频分多址）表示在上行流频段中指派多个射频信道。一个CM在一个或多个射频信道上进行传输，并可重新配置以更改信道。

一个CM必须支持至少四个活动的上行流信道（它们称为该CM的传输信道集）。

CM向CMTS报告其最大数量的上行流信道功能及其某些其他功能特性（第6.2.25节）。

CM必须能够在上行流频段中的任何地方同时操作传输信道集中的每个信道，但要受到跨信道的发射功率和某些发射属性的重新配置的限制（参见第6.2.19节和第6.2.20节及其子节）。CMTS必须能够指派和接收上行流频段中任何地方的每个射频信道。CMTS必须设置指派的信道数量和指派的信道中心频率，以及所有其他信道属性。CMTS可改变指派的信道数量和信道属性。每个射频信道都有自己的一组UCD参数，如[ITU-T J.222.2]第6.4.3节所定义。

TDMA（时分多址）表示上行流传输具有突发性。多个CM通过时隙的动态指派来共用给定的射频信道。S-CDMA（同步-码分多址）表示多个CM可以在同一射频信道上和同一TDMA时隙内同时传输，同时被不同的正交码隔开。

在本建议书中，使用以下命名约定。对于TDMA，术语“调制率”指的是射频信道符号速率（160-5120 ksym/s）。对于S-CDMA，术语“调制率”指的是“码片率”，它是S-CDMA扩展码单个元素（码片）的速率（1280-5120千赫兹（kHz））。调制率以“Hz”为单位表示，表示在TDMA模式下每秒的符号数或者在S-CDMA模式下每秒的码片数。“调制间隔”是符号周期（TDMA模式）或码片周期（S-CDMA模式），并且是调制率的倒数。在扩展器的输出端，128个码片一组组成一个S-CDMA扩展码，这是扩展的结果，一个信息（QAM星座）符号指的是“扩展符号”。一个扩展符号（128个码片）的周期称为一个“扩展间隔”。一个“突发”是一次物理射频传输，它包含一个前导码和数据，并且（在没有前后突发的情况下）表现出射频能量上升和下降。

在某些情况下，逻辑0或逻辑1用于填充数据块。这表示具有0值或1值二进制位的数据，这将导致非0的射频传输能量。在其他情况下，使用数字0；例如，这表示导致0射频传输能量的符号（在考虑到上升和下降之后）。

调制格式包括有关频谱效率的脉冲整形，具有载波频率敏捷性，并具有可选的输出功率电平。

每个突发支持一个灵活的调制顺序、调制率、前导码、负载的随机化和可编程的FEC编码。

CMTS可以通过MAC消息传递来配置与CM的突发传输输出相关的所有上行流传输参数。许多参数都可以逐个脉冲地进行编程。

PMD子层可以支持近乎连续的传输模式，其中一个突发的下降可与下一个突发的上升相重叠，从而使传输的包络永远不会为0。在TDMA模式下，各个CM的TDMA传输的系统时序必须规定一个突发最后一个符号的中心以及紧随其后之突发的前导码的第一个符号的中心至少间隔五个符号的时间。保护带必须大于或等于五个符号的时间加上最大时序误差。时序误差是由CM和CMTS共同造成的。CM时序性能在第6.2.20.1节中规定。最大时序误差和保护带可以因不同供应商的CMTS而不同。术语“保护时间”与保护带类似，不同的是，它从一个突发的最后一个符号的末尾到紧随其后之突发的前导码的第一个符号的开头进行度量。因此，保护时间等于保护带-1。

当使用S-CDMA时，PMD子层还支持同步传输模式，其中一个突发的下降可与下一个突发的上升完全重叠，因此传输的包络永远不会为0。在S-CDMA信道上没有传输的保护时间。各个CM的S-CDMA传输的系统时序必须提供足够的时序精度，以使不同的CM不会产生明显的互相干扰。S-CDMA利用精确同步，因此多个CM可以同时发送。

上行流调制器是电缆调制解调器的一部分，该电缆调制解调器与有线电视网络连接。调制器具有电气级调制功能和数字信号处理功能；后者提供FEC、前导码前置、符号映射和其他处理步骤。

在解调器上，类似于调制器，有两个基本功能组件：解调功能和信号处理功能。解调器位于CMTS中，并且对每个在用的载波频率都有一个解调功能（不一定是一个实际的物理解调器）。解调功能接收给定频率上的所有突发。

解调器的解调功能接受以命令之功率电平为中心的变化电平信号，并执行符号时序及载波恢复与跟踪、突发采集和解调。此外，解调功能还提供对相对于参考边缘的突发时序的估计，对接收到的信号功率进行估计可提供对信噪比的估计，并可进行自适应均衡，以减轻以下影响：

- a) 有线电视设备中的回波；
- b) 窄带入口；以及
- c) 组延迟。

解调器的信号处理功能执行调制器之信号处理功能的逆处理。这包括接受已解调的突发数据流和解码等。信号处理功能还向解调器提供边缘时序参考和门控使能信号，以激活每个指配之突发时隙的突发采集。信号处理功能还可以提供有关成功解码、解码错误或者每个码字解码失败的指示，以及每个码字中已校正之里德-所罗门符号的数量。对于每个上行流突发，CMTS都预先了解调制间隔中确切的突发长度（参见[ITU-T J.222.2]第6.2.5.1节、第6.2.5.2节、第6.2.6节、第6.2.20节，以及第A.2节、MAC业务ID）。

6.2.2 信号处理要求

每种突发数据包类型的信号处理顺序必须与图6-1所示的顺序兼容。对于TDMA模式，每种突发数据包类型的信号处理顺序必须遵循图6-2中的步骤顺序。对于S-CDMA模式，每种突发数据包类型的信号处理顺序必须遵循图6-3中的步骤顺序。

仅在S-CDMA中使用的块包括TCM编码器、S-CDMA组帧器和S-CDMA扩展器。TCM编码器提供数据符号的网格调制编码，在第6.2.9节中进行了描述。S-CDMA组帧器将小时隙映射到代码资源中，提供数据符号的交织，在第6.2.12.2节中进行了描述。S-CDMA扩展器扩展用于传输的S-CDMA帧符号，在第6.2.15节“S-CDMA扩展器”中进行了描述。

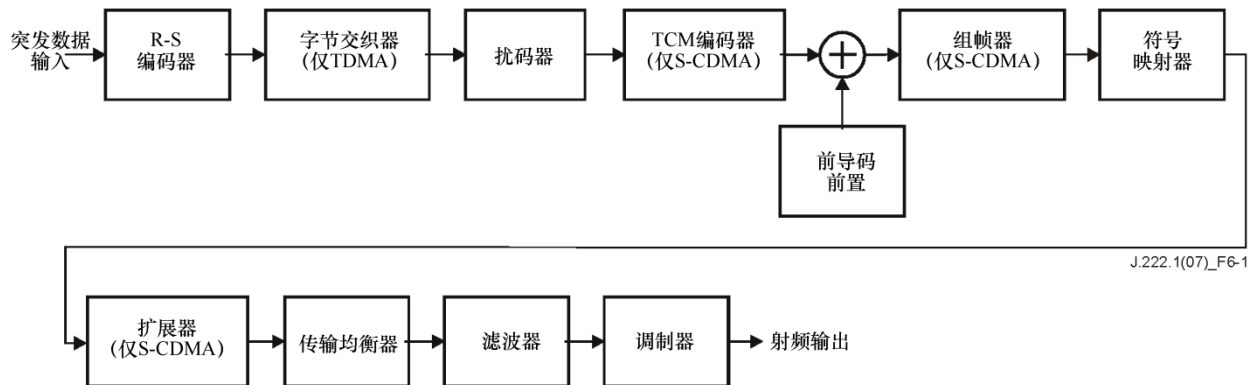


图6-1 – 上行流信号处理序列

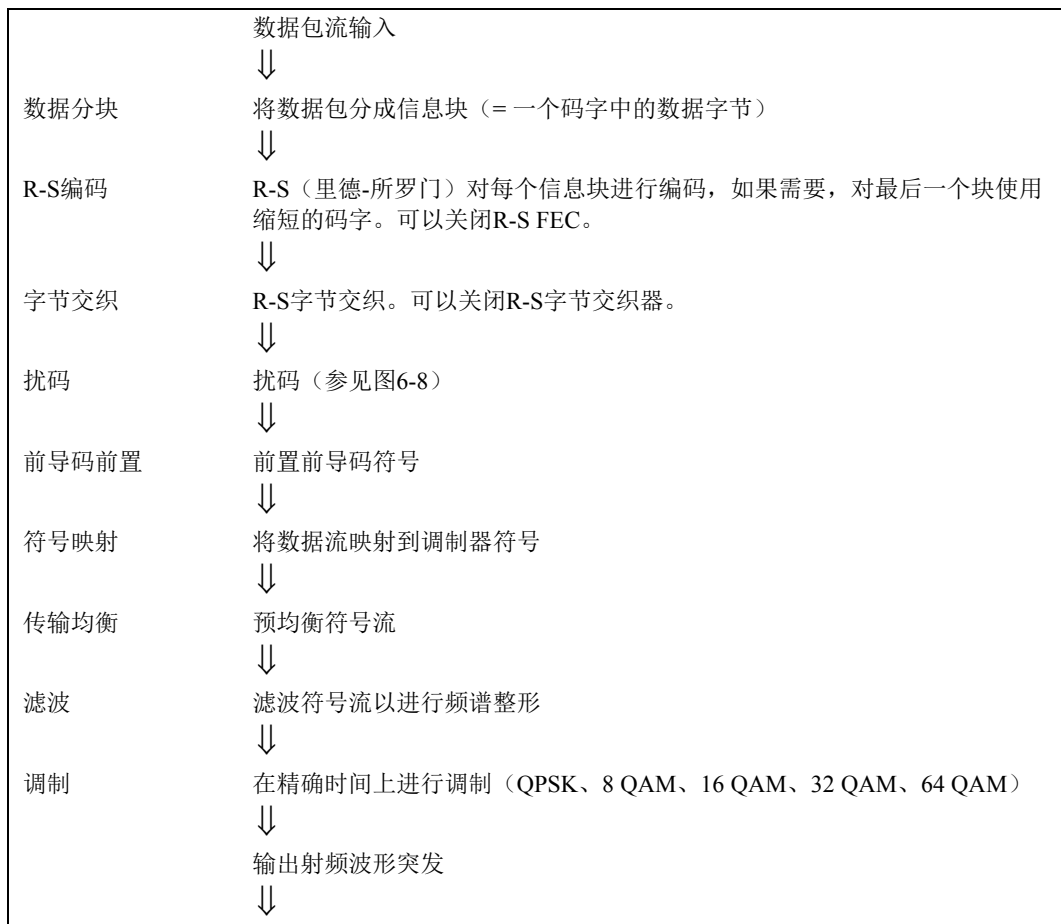


图6-2 – TDMA上行流传输处理

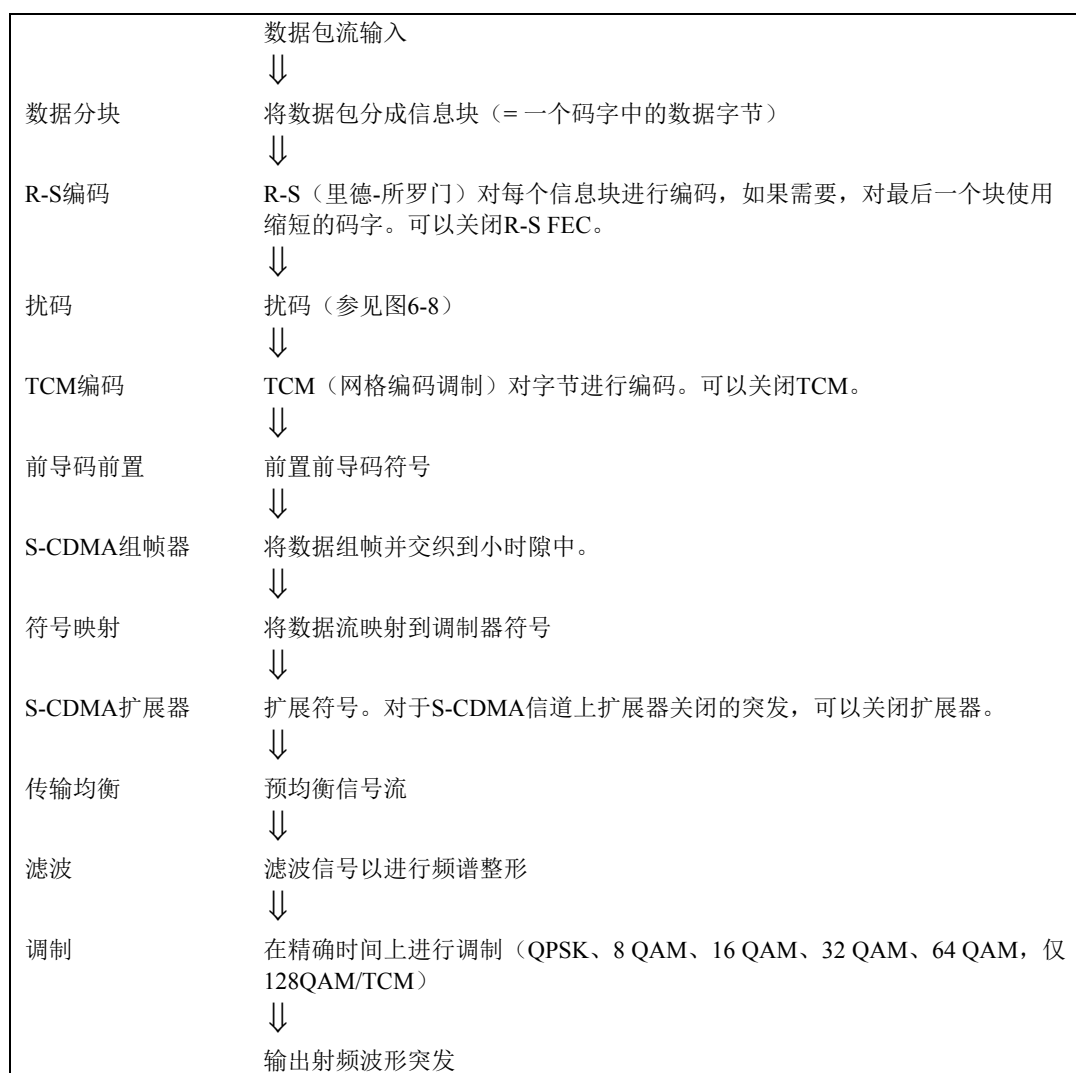


图6-3 – S-CDMA上行流传输处理

6.2.3 调制格式

上行流调制器必须为TDMA提供QPSK和16 QAM差分编码调制。

上行流调制器必须为TDMA和S-CDMA信道提供QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM和64 QAM调制。

上行流调制器必须为S-CDMA信道提供QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM和128QAM TCM编码调制。

上行流解调器可支持QPSK和用于TDMA的16 QAM差分调制。

上行流解调器必须支持TDMA和S-CDMA信道的QPSK、16 QAM和64 QAM调制。

上行流解调器可以为TDMA和S-CDMA信道支持8 QAM和32 QAM调制。

上行流解调器可以支持S-CDMA信道的QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM和128QAM TCM编码调制。

6.2.4 R-S编码

6.2.4.1 R-S编码模式

上行流调制器必须能够提供以下选择：GF(256)上的里德-所罗门代码，其中T = 1至16或者无R-S编码。

必须支持以下里德-所罗门产生器多项式：

$$g(x) = (x + \alpha^0)(x + \alpha^1)\dots(x + \alpha^{2T-1}) \text{ 其中原始元素 } \alpha \text{ 为 } 0x02 \text{ (十六进制)}$$

必须支持以下里德-所罗门原始多项式：

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

上行流调制器必须提供码字，从最小的18个字节（16个信息字节[k]加上2个用于T = 1纠错的奇偶校验字节）到最大的255个字节（k字节加上奇偶校验字节）。最小未编码字长必须为1个字节。

在缩短的最后一个码字模式下，如第6.2.5.1.3节和第6.2.6节所述，CM必须从每个码字指定长度为k个的数据字节中提供缩短突发的最后一个码字。

必须对T的值进行配置，以响应来自CMTS的上行流信道描述符。

6.2.4.2 R-S位到符号排序

里德-所罗门编码器的输入在逻辑上是来自CM的MAC层的串行位流，并且流的第一位必须映射到第一个里德-所罗门符号的MSB中，并进入编码器。编码器中第一个符号的MSB必须映射到馈入扰码器的串行位流的第一位中。

注- MAC 字节到串行上行流约定要求将字节 LSB 映射到串行位流的第一位。

6.2.5 启用DOCSIS 3.0多传输信道模式的上行流R-S帧结构

本节适用于工作于在上行流方向上启用的、DOCSIS 3.0多传输信道模式下的CM。

图6-4显示了R-S帧结构的两个示例：一个的数据包长度等于一个码字中的信息字节数，另一个的数据包长度大于一个码字中的信息字节数但小于两个码字中的信息字节数。示例1说明固定的码字长度模式，示例2说明缩短的最后一个码字模式。这些模式在第6.2.5.1节中进行定义。

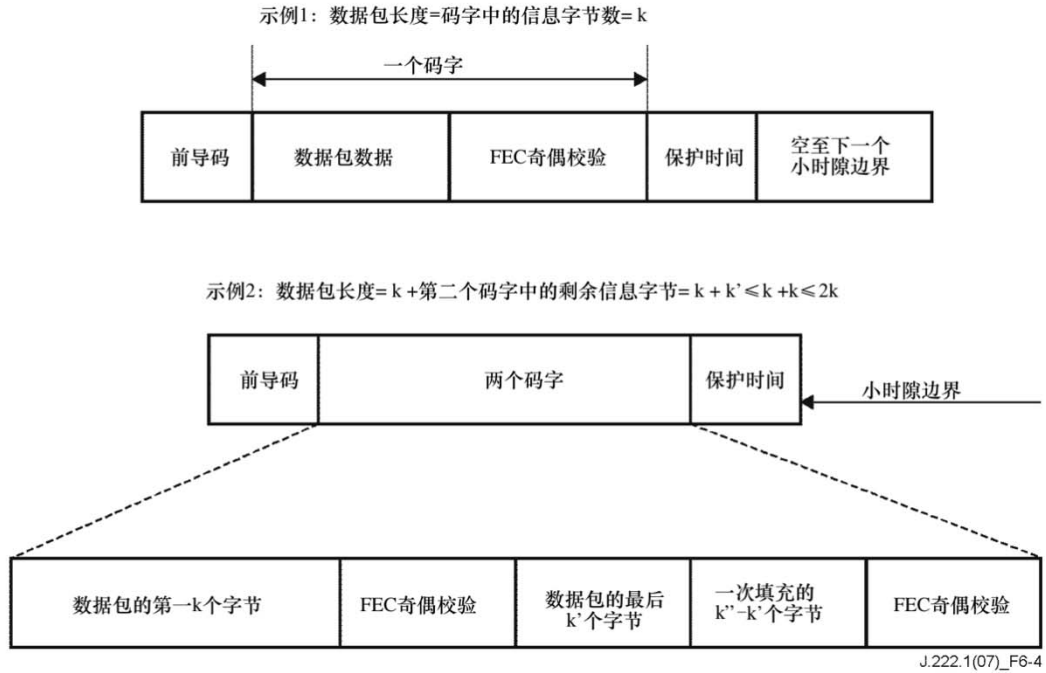


图6-4 – 具有灵活突发长度模式、DOCSIS 3.0操作的帧结构示例

6.2.5.1 R-S码字长度

启用R-S FEC时，CM工作于固定长度的码字模式或者缩短的最后一个码字模式。在任一模式下，一个码字中的最小信息字节数为16。仅当一个码字中的字节数大于最小的16字节时，缩短的最后一个码字模式才提供益处。

以下各节旨在定义规则和约定，以使CMTS PHY知晓在固定的码字长度模式和缩短的最后一个码字模式下有关R-S FEC组帧的期望。缩短的最后一个码字模式绝不能用于初始维护（广播或单播）。

6.2.5.1.1 突发大小

对于小时隙的分配（在争用和非争用区域中），第6.2.5.1.2条和第6.2.5.1.3条的要求适用于在该分配中发送的突发。无论分配的大小如何，突发的大小必须如下面的表6-1所示。

表6-1 – 突发大小

IUC	突发大小
1、3	消息传输所需的最小数量的小时隙，包括突发开销。突发开销包括前导码、R-S奇偶校验字节、TCM回零位以及保护时间（如果适用）。
2	在众所周知的多播SID中指定的小时隙数。
4-6、9-11	分配的小时隙数。

6.2.5.1.2 固定的码字长度

利用固定长度的码字，在对所有数据进行编码之后，如有必要，必须在该码字中填充1，以达到每个码字指配的 k 个数据字节。此外，考虑到前导码、FEC奇偶校验、归零位和保护时间符号（如果有的话），填充1必须继续进行，直至在上面表6-1中指定的突发末尾之前不能再插入额外的固定长度码字。

6.2.5.1.3 缩短的最后一个码字

如图6-4所示，令 k' =将突发的信息字节划分为全长（ k 个突发数据字节）码字后剩余的信息字节数。 k' 的值小于 k 。假定工作于缩短的最后一个码字模式下，令 k'' =突发数据字节数加上缩短的最后一个码字中填充1的字节。在缩短的码字模式下，CM必须使用指配的码字大小（每个码字 k 个信息字节），对突发的数据字节（包括MAC报头）进行编码，直至：

- 1) 对所有数据进行编码；或者
- 2) 留下小于 k 的数据字节余数。

缩短的最后一个码字绝不能少于16个信息字节，并且当CM提出小时隙请求时应考虑到这一点。在缩短的最后一个码字模式下，考虑到前导码、FEC奇偶校验、归零位和保护时间符号（如果有的话），如有必要，CM必须用1填充数据，以达到上面表6-1中指定的突发大小。因此，在许多情况下，仅需要 $k'' - k'$ 个填充1字节，且 $16 \leq k'' \leq k$ 和 $k' \leq k''$ 。

通常，考虑到前导码、FEC奇偶校验、归零位和保护时间符号（如果有的话），CM必须用1填充数据，直到在上面表6-1中指定的突发末尾之前无法再插入额外的固定长度码字为止。然后，如果可能的话，必须插入一个填充1的、缩短的最后一个码字，以适合最后一个小小时隙。

如果考虑到前导码、FEC奇偶校验、归零位和保护时间符号（如果有的话），在用1填充 k 个信息字节的额外码字后，在上面表6-1中指定的突发末尾之前剩余少于16个字节，则CM绝不能创建该最后一个缩短的码字。

6.2.5.2 R-S FEC禁用

当 $T = 0$ （没有FEC奇偶校验字节）时，考虑到前导码、归零位和保护时间符号（如果有的话），CM必须将用1填充全部字节，直至上面第6.2.5.1.1节中指定的突发的末尾。

6.2.6 未启用DOCSIS 3.0多传输信道模式的上行流R-S帧结构

当未启用多传输信道模式时，适用第6.2.5节中有关多传输信道操作中R-S帧结构的所有要求，但必须使用0填充代替第6.2.5.1.2节、第6.2.5.1.3节、第6.2.5.2节和图6-4中的1填充。

6.2.7 TDMA字节交织器

在TDMA信道上进行R-S编码后，必须以字节（R-S符号）格式进行R-S码字交织。字节交织器更改R-S编码器输出端字节的顺序，即它执行字节排列操作。在接收机端，字节的初始顺序在R-S解码之前被恢复。因此，如果一些连续的字节被突发噪声破坏，则将在各R-S码字之间对其进行扩展，在各码字中平均错误字节的数量。交织器是块交织器类型，即通过逐行填充表（每个R-S码字一行）并逐列读取表来实现排列。为表分配的总内存大小为2048字节。

当关闭R-S编码器（ $T = 0$ ）时，字节交织器被禁用。

6.2.7.1 字节交织器参数

表6-2中描述的交织器操作参数确定每个突发的交织器操作。

表6-2 – 交织器操作参数

参数	定义	允许值
N_r	交织器宽度（R-S码字长度， $k+2*T$ ）	18至255
I_r	交织器深度	0 – 动态模式 1 – 无交织 2至底数（ $2048/N_r$ ） – 固定模式
B_r	交织器块大小	$2*N_r$ 至2048
N_f	数据包大小（以字节为单位，包括FEC）	≥ 18 字节

CMTS和CM必须在表6-2中允许的值内使用交织器参数，并带以下附加限制：

- 1) 所选的 N_r 和 I_r 必须使 $N_r I_r \leq 2048$ （换句话说，对于给定的 N_r ， I_r 的最大值为 $I_{r,max} = \text{floor}(2048/N_r)$ ）。
- 2) N_r 必须与R-S码字长度（即 $k + 2T$ ）相同。
- 3) B_r 仅当 $I_r=0$ 时有效。此模式称为动态模式。
- 4) 当 $I_r=1$ 时，禁用交织。

在突发配置文件中指定了 N_r 、 I_r 和 B_r ，并在MAP消息中隐含了 N_f 。

6.2.7.2 交织器操作模式

交织器必须既支持块大小固定的操作模式，也支持交织器深度依据突发大小确定的动态模式。

6.2.7.2.1 固定模式

数据包的R-S编码数据字节首先被分为 N_r 交织器块的 I_r 字节（即每个R-S码字 I_r 块）。当数据包长度不是 $N_r I_r$ 的整数倍时，最后一个交织器块的大小可以为更小。每个交织器块分别进行交织。

每个交织器块被填充进一个具有 I_r 行和 N_r 列的表中。数据逐行写入（从左到右）。因此，每一行对应一个R-S码字。逐列（从上到下）读取字节。交织器操作如图6-5所示。

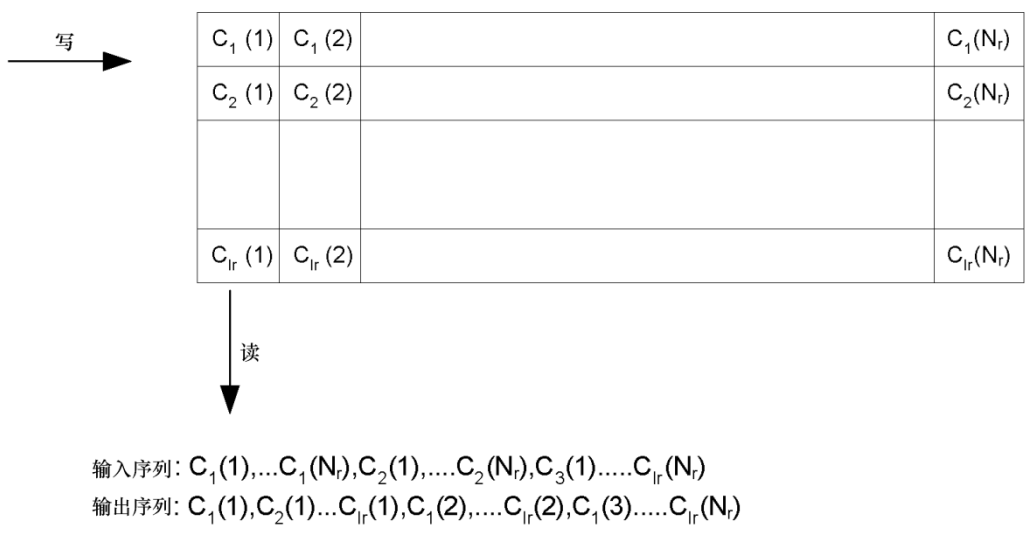


图6-5 – 字节交织器操作

最后一个交织器块的行数可能少于 I_r 。如果应用缩短的最后一个码字模式，则最后一行的元素数可能少于 N_r 。在这些情况下，逐列读取交织器表，跳过表中的空白元素。最后一个交织器块的交织器操作如图6-6所示。

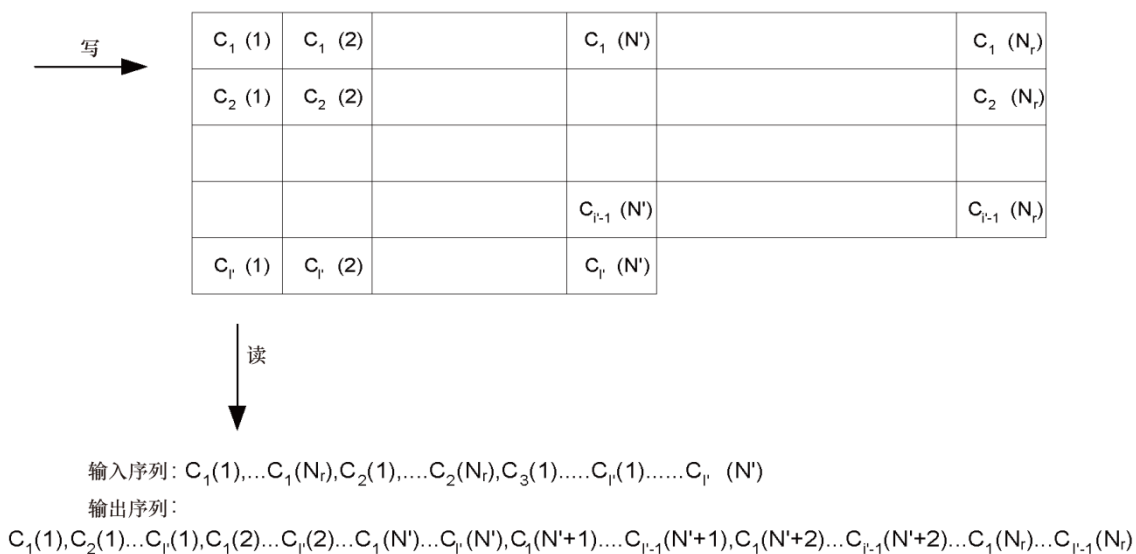


图6-6 – 最后一个交织器块（缩短的最后一个码字）的交织器操作

6.2.7.2.2 动态模式

在固定模式下，数据包最后一个交织块的交织深度（图6-6中的 I' ）可以小到1，导致此块的突发噪声鲁棒性较低。在动态模式下，选择交织器块的深度，以使所有块都具有大约相同的深度，从而实现接近最佳的突发噪声鲁棒性（对于给定的块大小）。

数据包的R-S编码数据字节首先被分为 N_s^0 个交织器块。第*i*个交织器块的大小为 $N_r \cdot I_r^{(i)}$ 个字节（即 $I_r^{(i)}$ 个R-S码字的一个块）。在缩短的最后一个码字模式下，最后一个交织器块的大小可以更小。每个交织器块分别交织（参见第6.2.7.2.2.1节中有关 N_s^0 和 $I_r^{(i)}$ 的公式）。

第*i*个交织器块被填充到具有 $I_r^{(i)}$ 行和 N_r 列的表中。数据按行（从左到右）写入。因此，每一行对应一个R-S码字。字节按列（从上到下）读取。交织器的操作如图6-5所示（除了有 $I_r^{(i)}$ 行而不是 I_r 行）。

如果应用缩短的最后一个码字模式，则最后一行的元素数可少于 N_r 。在这种情况下，交织器表逐列读取，跳过表中的空白元素。最后一个交织器块的交织器操作如图6-6所示（除了有 $I_r^{(N_s^0)}$ 行而不是 I_r 行）。

6.2.7.2.2.1 动态模式计算

动态模式计算如下所示。 N_s^0 和 $I_r^{(i)}$ 由以下公式确定：

交织器的总行数:	$I_{tot}^0 = \text{ceil}(N_f / N_r)$
每段的最大行数:	$I_{r,max} = \text{floor}(B_r / N_r)$
段数:	$N_s^0 = \text{ceil}(I_{tot}^0 / I_{r,max})$
第一块的交织器深度:	$I_r^1 = \text{floor}(I_{tot}^0 / N_s^0)$
深度为 I_r^1 的块号:	$M = N_s^0 \cdot (I_r^1 + 1) - I_{tot}^0$
然后，对段， $I_r^{(i)}$ 计算如下 ($i = 1 \dots N_s^0$):	$I_r^{(i)} = \begin{cases} I_r^1, & i = 1, \dots, M \\ I_r^1 + 1, & i = M + 1, \dots, N_s^0 \end{cases}$

图6-7 – T模式计算

6.2.8 扰码器（随机数产生器）

上行流调制器必须实现一个扰码器（如图6-8所示），其中的15位种子值可以任意编程。

在每个突发开始时，清除寄存器并加载种子值。种子值必须用于计算扰码器位，该扰码器位与每个突发的数据的第一位（它是前导码最后一个符号之后第一个符号的MSB）进行异或。

必须根据来自CMTS的上行流信道描述符来配置扰码器的种子值。

多项式必须为 $x^{15} + x^{14} + 1$ 。

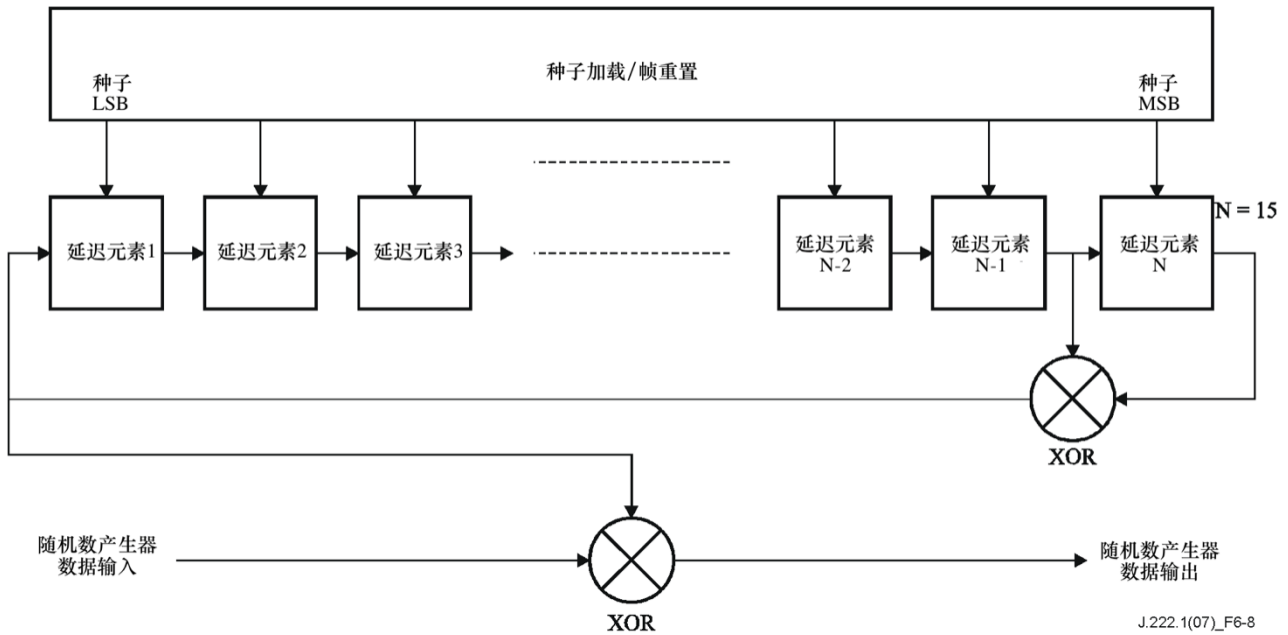


图6-8 – 扰码器的结构

6.2.9 TCM编码器

R-S符号交织通常包含在TCM与R-S块之间，以在存在TCM解码器输出端产生之错误突发的情况下保留编码增益。该交织器未包括在初始基准S-CDMA提议中，以减少内存需求，但以编码增益作为代价。

在S-CDMA模式下，CM必须支持网格编码调制，以分别利用QPSK0、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM和128 QAM星座来进行每个符号 $m = 1, 2, 3, 4, 5$ 和6位的传输。在CMTS中支持TCM是可选的。

图6-9显示了采用的8状态TCM编码器。编码操作导致将 m 个输入位映射为 $m+1$ 个输出位，以输入到符号映射块中。系统卷积编码器将编码位 $x^1 = s^0$ 添加到输入位 i^m, i^3, i^2, i^1 。对于 $m = 1$ ，仅使用输入位 i^1 ($i^2 = 0$)，并且编码降为速率-1/2编码。

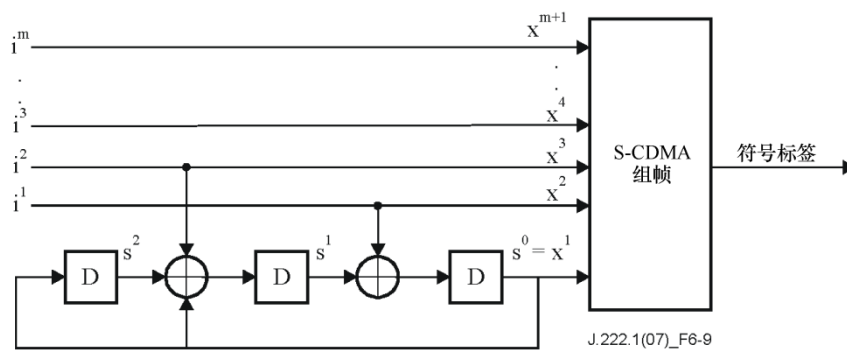


图6-9 – 卷积编码器

TCM编码器的初始状态必须为零状态。最后一个编码符号必须再次达到零状态。

为了从所有可能的网格路径返回零状态，如果 $m = 1$ （QPSK），则必须通过将输入位 i^1 设为 $i^1 = s^1$ 来生成三个尾部符号（ $n_t = 3$ ）。通过检查图6-9，在三个符号之后，状态位 s^2 、 s^1 和 $s^0 = x^1$ 将为零。尾部符号是额外的符号，不包含任何信息。

如果 $m = 2$ ，为了从所有可能的网格路径返回零状态，则必须生成两个尾部符号（ $n_t = 2$ ）。输入位 $i^2 i^1$ 必须设为能使在两个符号之后达到零状态。如果将第一个符号设为 $i^2 = 0$ 、 $i^1 = s^1$ ，将第二个（最终）符号设为 $i^2 = s^2$ 、 $i^1 = s^1$ ，则在这两个符号之后，状态位 s^2 、 s^1 和 $s^0 = x^1$ 将为零。

如果 $m > 3$ ，则在可能的情况下必须使用未编码的位 i^m, \dots, i^3 来进行信息编码。否则，未编码的位必须设为零。不包含任何信息的尾部符号的数量取决于结束条件，并可在0与2之间（ $0 \leq n_t \leq 2$ ）变化。

6.2.9.1 字节到TCM符号的映射

完成字节到TCM符号的映射，以便每个字节都完全映射到未编码的位 i^m, \dots, i^3 ，或者完全映射到卷积编码器输入位 $i^2 i^1$ 。如果当前字节是要编码的最后一个字节，则使用以下规则来为每个字节顺序地做出决定，即字节指配应导致包括尾部符号在内的、最短的符号数据包。该规则导致重复的字节指配样式，以标记如图6-10所示的、 $m = 1$ 至6的位。在图中，位 i^m 位于顶部，位 i^1 位于底部。

MSB（ i^m ）必须是送入未编码输入位（即 i^m 至 i^3 ）的串行数据中的第一位。MSB（ i^2 ）必须是送入编码输入位的串行数据的第一位。

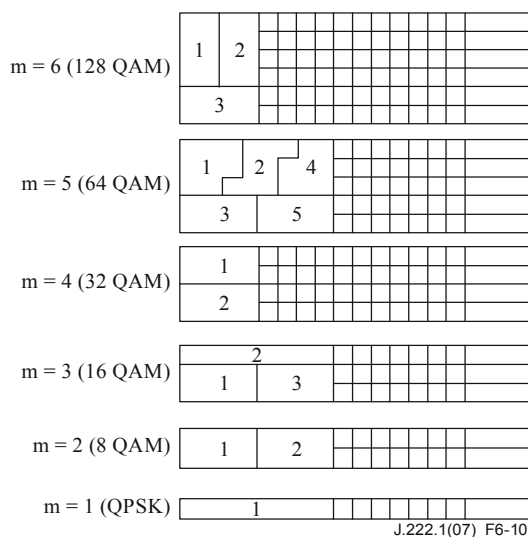


图6-10 – 字节映射到TCM符号映射位的重复样式

图6-11通过两个示例说明了有关网格编码64 QAM调制的字节指配情况。注意：字节以重复的五个字节样式进行指配。在第一个示例中， N_f 能被五整除。在这种情况下，将附加两个尾部符号。在第二个示例中， N_f 不能被五整除，且不需要尾部符号。返回零状态所需的位在仍携带信息的符号中可用。

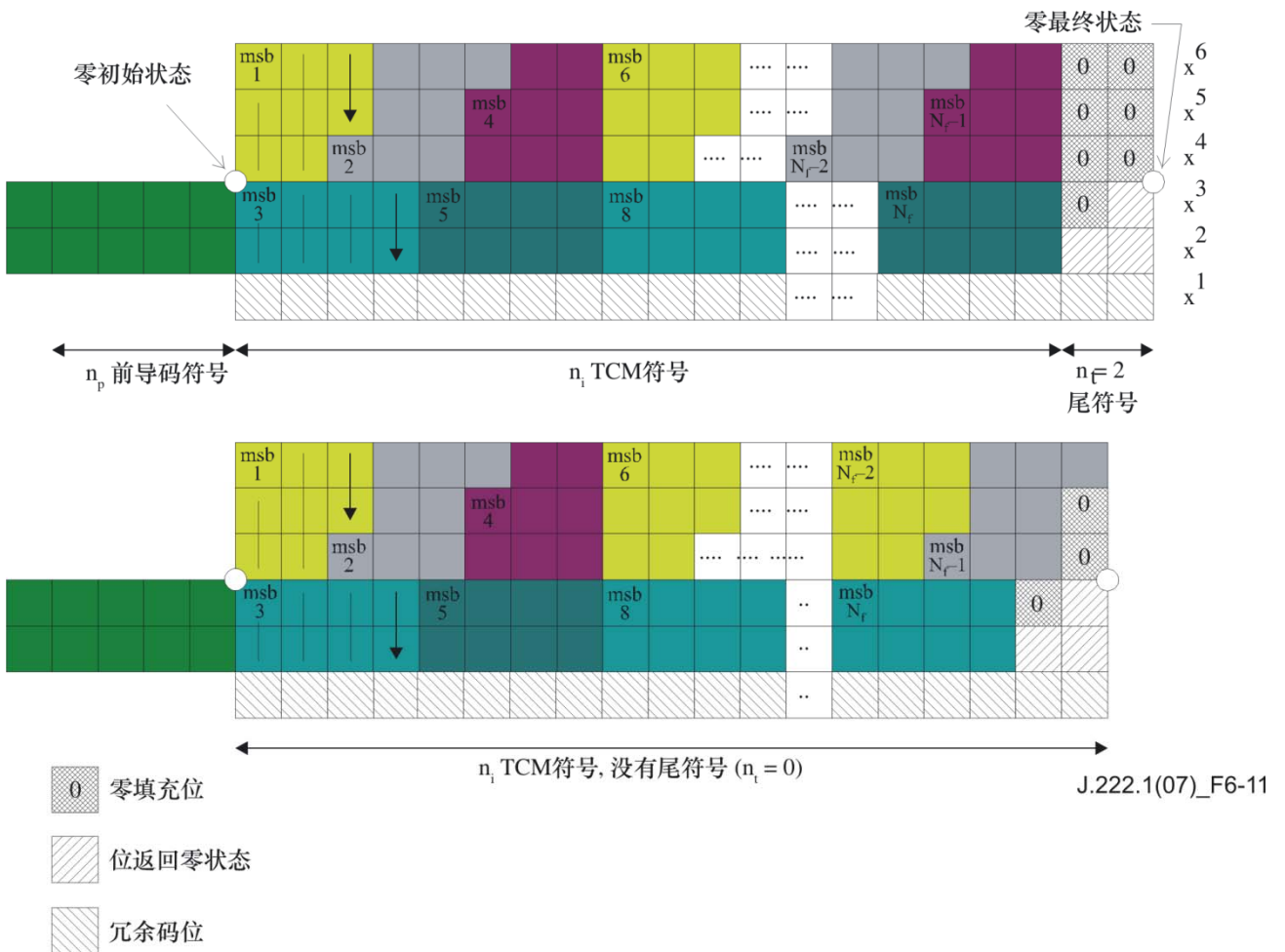


图6-11 – 64 QAM的字节到位指配示例

CM必须将归零位放置在最后一个TCM编码的数据子符号之后，即对应最后一个缩短或固定R-S码字奇偶校验字节的最后一个编码子符号，包括赋予的、任何0填充的（用于非MTC模式下的操作）或1填充的（用于MTC模式下的操作）R-S码字。其余的TCM编码位必须用0进行填充。

图6-12说明了当最后一个传输的字节为#1时如何放置64 QAM的归零位。前两对 x^2 和 x^3 是归零位，最后的空编码对用0进行填充或用1进行填充。

i^5	u	u	u	x^6
i^4	u	u	u	x^5
i^3	u	u	0	x^4
i^2	0	r	0	x^3
i^1	r	r	0	x^2
				x^1

- u 未编码位
- 0 零填充位
- r 位返回零状态

图6-12 – 返回零位后跟“0”的示例

6.2.10 前导码前置

上行流PMD子层必须支持可变长度的前导码字段，在被随机化、里德-所罗门编码和TCM编码之后，前导码字段前置于数据。

前导码样式的第一位是进入符号映射器的第一位（参见第6.2.14节）。前导码样式的第一位由前导码值偏移量来指定。在S-CDMA模式下，前导码通过组帧器进行交织。

前导码序列必须是可编程的。对于DOCSIS 2.0/3.0突发（使用类型5突发描述符编码的突发），前导码必须使用前导码长度为0、2、4、6，...，或1536位（最多768个QPSK符号）的QPSK0或QPSK1星座（如图6-20和图6-21所示）。对于使用QPSK调制的DOCSIS 1.x兼容突发（类型4突发描述符），前导码和数据必须使用前导码长度为0、2、4、6，...，或1024位（最多512个QPSK符号）的QPSK0星座。对于使用16 QAM调制的DOCSIS 1.x兼容突发（类型4突发描述符），前导码和数据必须使用前导码长度为0、4、8、12，...，或1024位（最多256个16 QAM符号）的16 QAM星座。

必须对前导码长度和值进行配置，以响应CMTS传输的上行流信道描述符消息。

6.2.11 调制率

6.2.11.1 DOCSIS 3.0调制率

在TDMA和S-CDMA模式下，CM上行流调制器必须提供1280、2560和5120 kHz上的所有调制。

在TDMA和S-CDMA模式下，CMTS上行流解调器必须能够支持1280、2560和5120 kHz上的所有解调。

调制率的这种多样化以及设置上行流载波频率的灵活性，使运营商可以将载波定位在窄带入口样式的间隙中。

在上行流信道描述符（UCD）MAC消息中定义每个上行流信道的调制率。使用该上行流信道的所有CM都必须使用定义的调制率进行上行流传输。

6.2.11.2 向后兼容调制率

在TDMA和S-CDMA模式下，使用DOCSIS 1.x或DOCSIS 2.0 CMTS或以其中一种模式运行的CMTS进行操作时，CM上行流调制器必须提供1280、2560和5120 kHz上的所有调制。

此外，利用3.0之前的DOCSIS CMTS操作，对TDMA模式，CM上行流调制器可以提供160、320和640 kHz上的所有调制。

在3.0之前的DOCSIS CMTS操作中，对TDMA和S-CDMA模式，CMTS上行流解调器必须能够支持1280、2560和5120 kHz上的解调。在3.0之前的DOCSIS的CMTS操作中，对TDMA模式，CMTS上行流解调器可支持160、320和640kHz上的解调。

6.2.12 S-CDMA组帧器和交织器

6.2.12.1 S-CDMA组帧方面的考虑

PHY层的S-CDMA模式接受从MAC层传输给它的的数据。该数据表示为 n 个小时隙的突发。这些突发在PHY层内映射到扩展码和时隙的一个组合上，以便利用S-CDMA模式进行信息的多维扩展。

上行流信道参数和上行流突发属性中有各种各样的可调参数，它们允许控制从小时隙到物理层的映射，以及调整信道以适应各种各样的信道条件、噪声特性、容量、可靠性等级和延迟要求。

当工作于S-CDMA模式时，数据以二维形式进行传输：代码和时间。因此，要传输的数据在传输之前被分组为二维矩形帧。

在物理层，数据通过多达128个扩展码的阵列进行发送。每帧有一个可编程数量的扩展间隔，如下面图6-13所示。扩展间隔是在S-CDMA模式下跨所有128个代码每个代码传输一个符号所需的时间。注意：在第6.2.15节中详细描述了所使用的特定代码和扩展操作的细节。

可以在一个或多个帧中的两个或多个代码上传输来自某个特定CM的突发。一个帧可以包含从MAP消息定义的多个CM同时传输的突发（每个突发在代码的单独子集上）。

6.2.12.2 小时隙编号

在正常操作中，MAC将请求PHY从MAP定义的小时隙 m 开始传输长度为 n 个小时隙的突发。所有的CM和CMTS必须有一个关于如何对小时隙进行编号以及如何将它们映射到物理层组帧结构的通用协议。从SYNC和上行流信道描述符（UCD）消息中的信息获得此通用协议。

小时隙被映射到从第一个活动代码开始的帧上，并在帧的剩余部分上依次编号，然后封装到下一个顺序帧（有关小时隙编号示例，参见第6.2.12.2.2节）。小时隙被映射到一组连续的代码上。

CMTS和CM需要一个有关小时隙编号的通用协议。对于在TDMA信道上的操作，这只能通过恢复时间戳来实现。由于一个S-CDMA帧的持续时间不一定是参照10.24 MHz乘以2的幂，因此时间戳翻转（ 2^{32} 个计数）不一定在一个S-CDMA帧的边界上。因此，需要一个额外的同步步骤。

要求CMTS定期表示相对于时间戳计数器的帧边界。这称为时间戳快照，并必须在每个上行流S-CDMA信道的UCD中予以发送。

要求CMTS维护一个帧计数器和一个小时隙计数器。CMTS必须在帧边界上对这些值和时间戳进行采样，如下面图6-13所示。在发送每个UCD消息之前，要求CMTS获得一个新的样本。

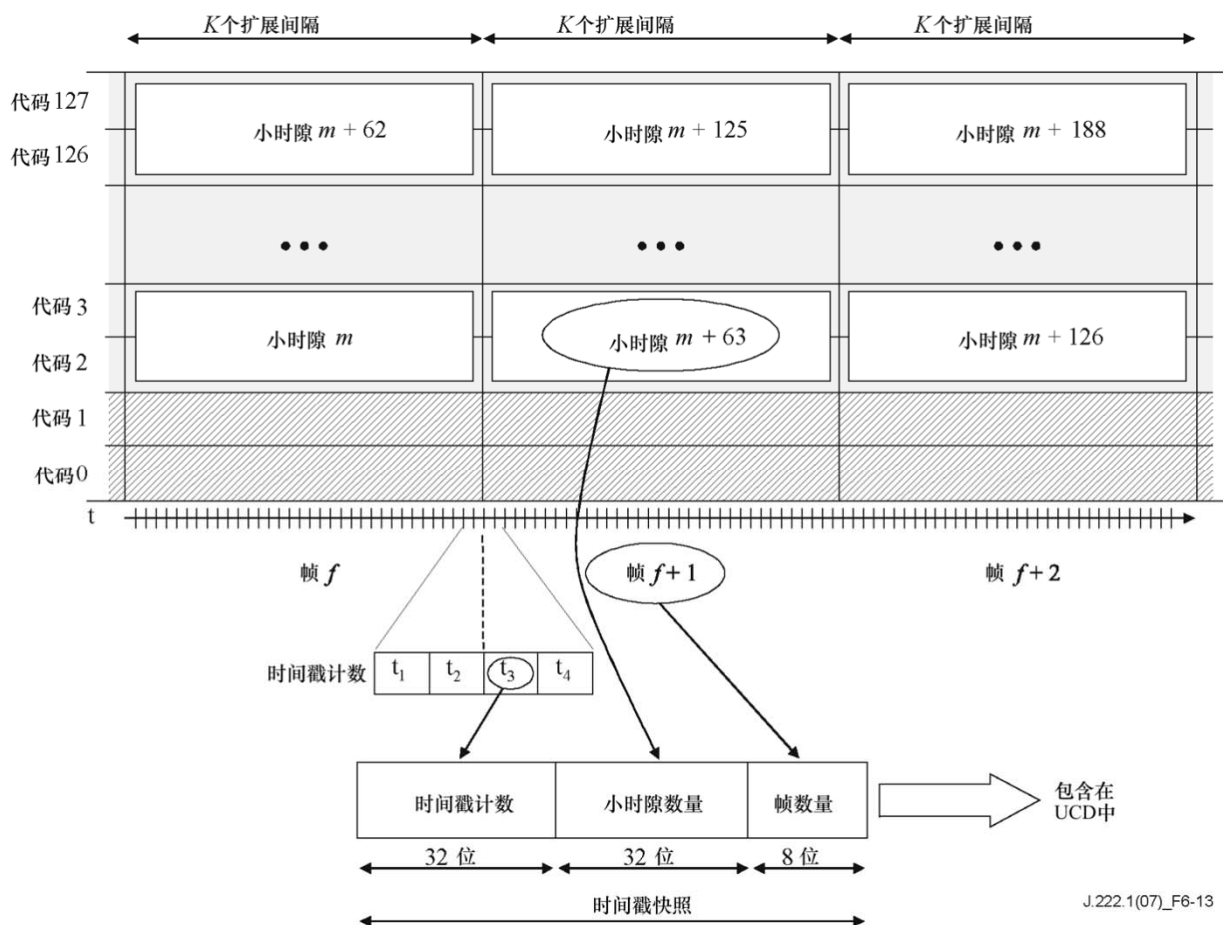


图6-13 – 时间戳快照

每个CM必须维护一个功能上等同CMTS的时间戳计数器、小时隙计数器和帧计数器。

CM从UCD消息中接收CMTS时间戳快照和参数，从中可以计算出每个S-CDMA帧的时间计数。然后，使用模运算，CM可以在将来的任何时候计算时间戳、小时隙和帧计数器的准确值。

然后，CM可以以适当的时间戳记计数器值更新其本地小时隙和帧计数器。此时，小时隙和帧的CM表示与CMTS中的一致。

CMTS和CM必须实现32位时间戳计数器、32位小时隙计数器和8位帧计数器，如下所示：

- 小时隙计数器必须在采样时包含帧的第一个小时隙的值。它可以按每帧的小时隙数，每帧递增一次。小时隙计数器将使用所有32位，因此，小时隙编号的范围为0到 $2^{32} - 1$ 。
- 帧计数器唯一指定的功能是如第6.2.15.1节中定义的、在帧0（模256）边界处重置跳码序列。

上面的帧结构涉及整个上行流，而不一定涉及来自单个CM的传输。该代码是在每个S-CDMA帧上分配给CM的资源。组帧器执行对CM的代码指配，因为组帧器在代码和时间的二维矩阵中以某种特定的顺序来指配符号突发。该符号排序在第6.2.13节中有详细描述。

6.2.12.2.1 UCD中的小时隙编号参数

在UCD中指定了三个用于定义小时隙映射的参数：每帧的扩展间隔、每小时隙的代码和活动代码的数量。

每帧的扩展间隔

每帧的扩展间隔的数量 K （以及信令率） $1/T_s$ 用于定义S-CDMA帧的持续时间 T_{fr} ：

$$T_{fr} = K * 128 * T_s$$

注意：无论当前有多少活动代码，上式中的代码长度始终为128。

每帧的扩展间隔的有效范围为1到32。

每小时隙的代码

结合每帧参数的扩展间隔，每小时隙的代码（ C_{ms} ）的参数用于定义每小时隙的符号的总数，并因此定义小时隙容量。小时隙容量 S_{ms} 通过以下表达式给出（单位：符号）：

$$S_{ms} = K * C_{ms}$$

小时隙容量的下限是16个符号。不过，小时隙还必须足够大，以允许在255个小时隙中传输最大尺寸的数据PDU（包括物理层开销）。以符号为单位的最大小时隙容量通过每帧的扩展间隔的最大数乘以每小时隙的代码的最大数（ $32 \times 32 = 1024$ 个符号）来给出。每小时隙的代码的参数有效范围为2到32。

可选的活动代码（SAC）

活动代码参数的数量 N_a 允许用于承载数据的代码数量小于或等于128。当 $N_a < 128$ 时，可以使用以下两种模式来选择活动代码。

可选的活动代码模式1：不使用以代码0开头的低编号代码，如下图6-15所示（126个活动代码和跳码关闭示例）。

可选的活动代码模式2：可以通过128位字符串选择活动代码。字符串中的第一个元素对应于代码0（全1代码）。字符串中的“1”元素表示一个活动的代码，而“0”表示一个未使用代码。

有几个原因可以说明为什么需要减少活动代码的数量：

- 代码0的扩展特性不同于其他代码，因此，在某些有色噪声条件下，会劣化性能。
- 在极度嘈杂的设备条件下，减少活动代码的数量（以及相应增加剩余代码的每个代码的功率）可以在容量降低的情况下可靠运行。活动代码从128减至64可将SNR提高3 dB。
- 每个S-CDMA帧的小时隙数必须为整数。因此，必须选择每个小时隙的代码和活动代码参数的数量，以产生每帧整数个小时隙。

当 $N_a \geq 64$ 时，S-CDMA帧由1个以上的小时隙组成，因为每个小时隙的代码数在2到32之间。这意味着 N_a 为非质数。64至128之间的质数为{67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103, 107, 109, 113和127}。

CM必须支持 $64 \leq N_a \leq 128$ 范围内的任何非质数个活动代码。CM必须支持可选的活动代码模式1。CM应支持可选的活动代码模式2。

CMTS必须支持126和128个活动代码。CMTS必须支持可选的活动代码模式1。CMTS可支持可选的活动代码模式2。

6.2.12.2.2 小时隙编号示例

图6-14显示了一个典型的小时隙编号示例，其中有 $N_a = 128$ 个活动代码且跳码关闭。在该示例中，定义的每个小时隙有两个代码。每个小时隙的代码数量是一个可调的参数（通过UCD），以允许灵活地确定每个小时隙的有效容量。

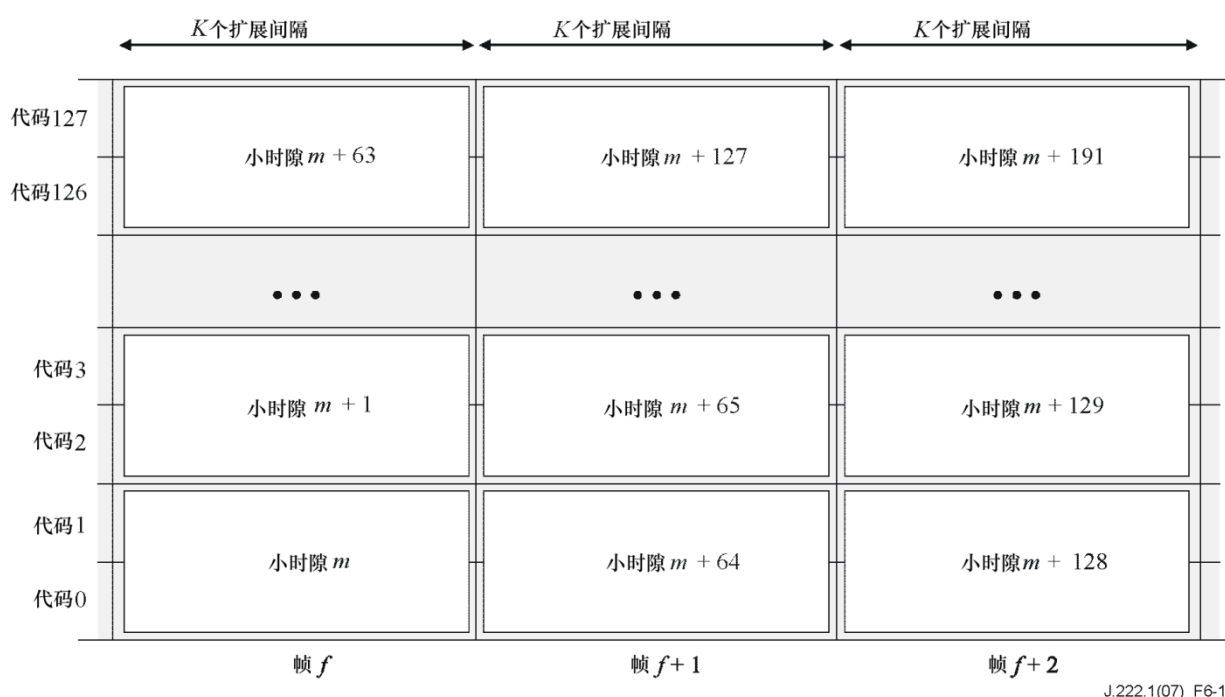
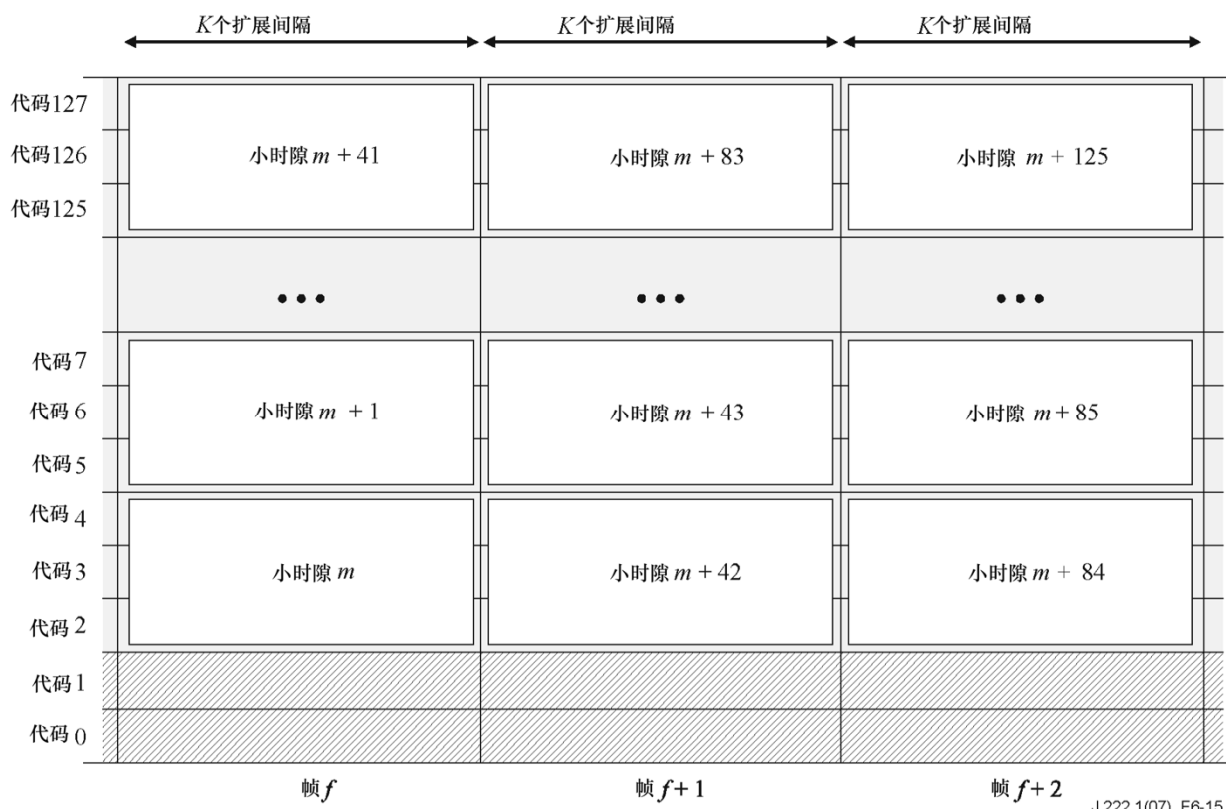


图6-14 – 小时隙映射，每个小时隙有两个代码，128个活动代码

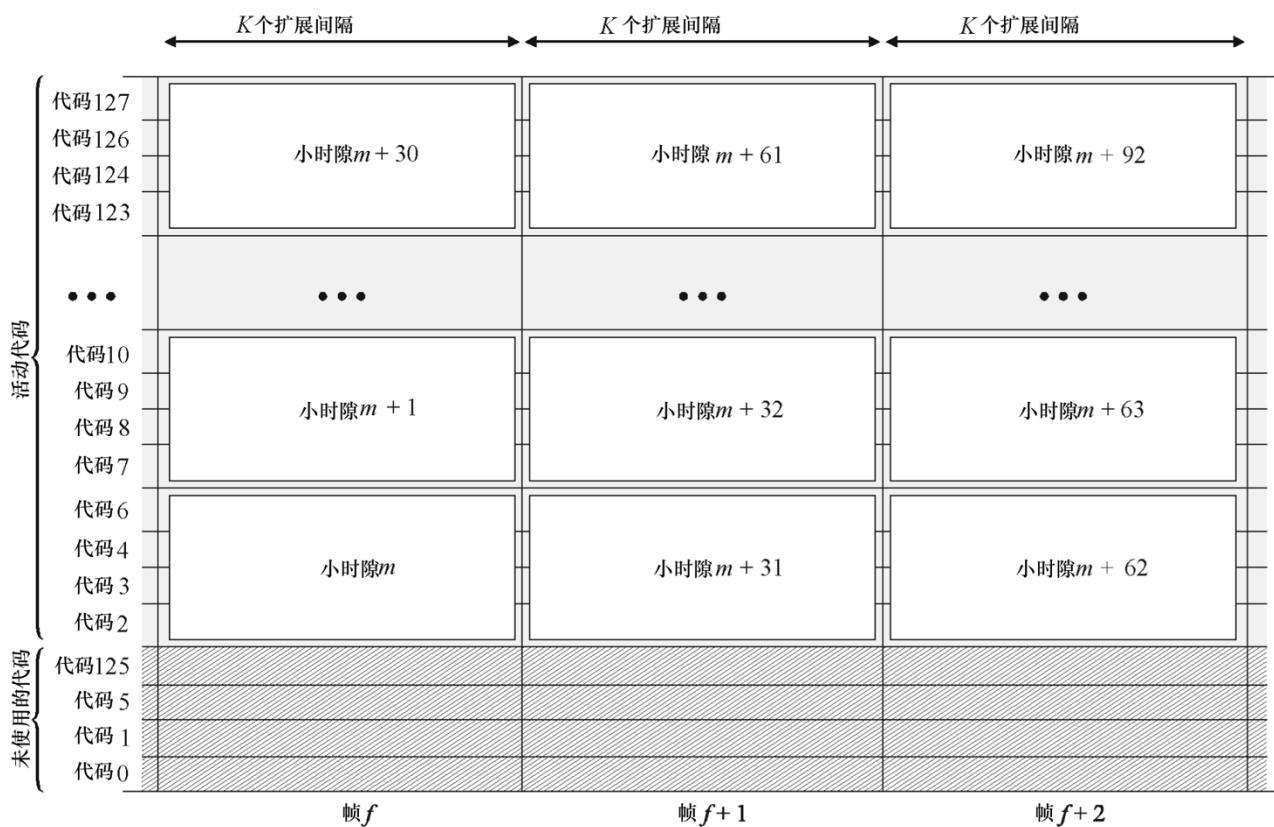
第二个示例在每个小时隙中使用三个代码，并且跳码关闭，如图6-15所示。由于要求每帧要有整数个小时隙，因此通过选择性活动代码模式1或模式2将活动代码 N_a 的数量限制为126。在该示例中，做出了权衡，通过小幅降低信道容量（比率为2/128）来提高映射的灵活性。



J.222.1(07)_F6-15

图6-15 – 小时隙映射，每个小时隙有三个代码，126个活动代码

图6-16显示了有 $N_a = 124$ 个活动代码的示例，其中，代码0、1、5和125未使用；工作于可选的活动代码模式2，且跳码关闭。初始扩展码矩阵已重新进行排序，以便将未使用代码移至最底行。活动代码和未使用代码自下而上以升序排列在矩阵中。小时隙仅在活动代码上予以定义，如图6-16所示。



J.222.1(07)_F6-16

图6-16 – 小时隙映射，每个小时隙有四个代码，124个活动代码，代码0、1、5和125未使用；可选的活动代码模式2

未暗示对物理层的处理是逐个小时隙执行的。与在TDMA信道中一样，物理层仅与突发开始时间（小时隙编号）和突发长度有关。

6.2.12.3 传输时间

理想情况下，同时接收一个S-CDMA帧中包含的所有小时隙。这些小时隙可以从单个CM传输，也可以从多个CM传输，如带宽分配MAP消息和小时隙映射配置设置（来自UCD）所定义。注意：在单个S-CDMA帧中，单个CM可以有多个活动的分配。

6.2.12.4 延迟方面的考虑

S-CDMA帧时序直接从（锁相到）10.24 MHz CMTS主时钟处获得。基于允许的调制率以及在一个扩展间隔中有128个调制间隔（码片周期）这一事实，S-CDMA帧时间必须始终为25 μ s的倍数。

每帧的扩展间隔的数量和调制率精确定义了S-CDMA帧的持续时间。作为一个具体的示例，以每帧10个扩展间隔定义的突发配置文件（调制率为2.56 MHz）将产生500 μ s的帧持续时间。

通过使用S-CDMA模式而增加的额外上行流延迟量约为一个S-CDMA帧，其确切值在第6.2.18节中描述。

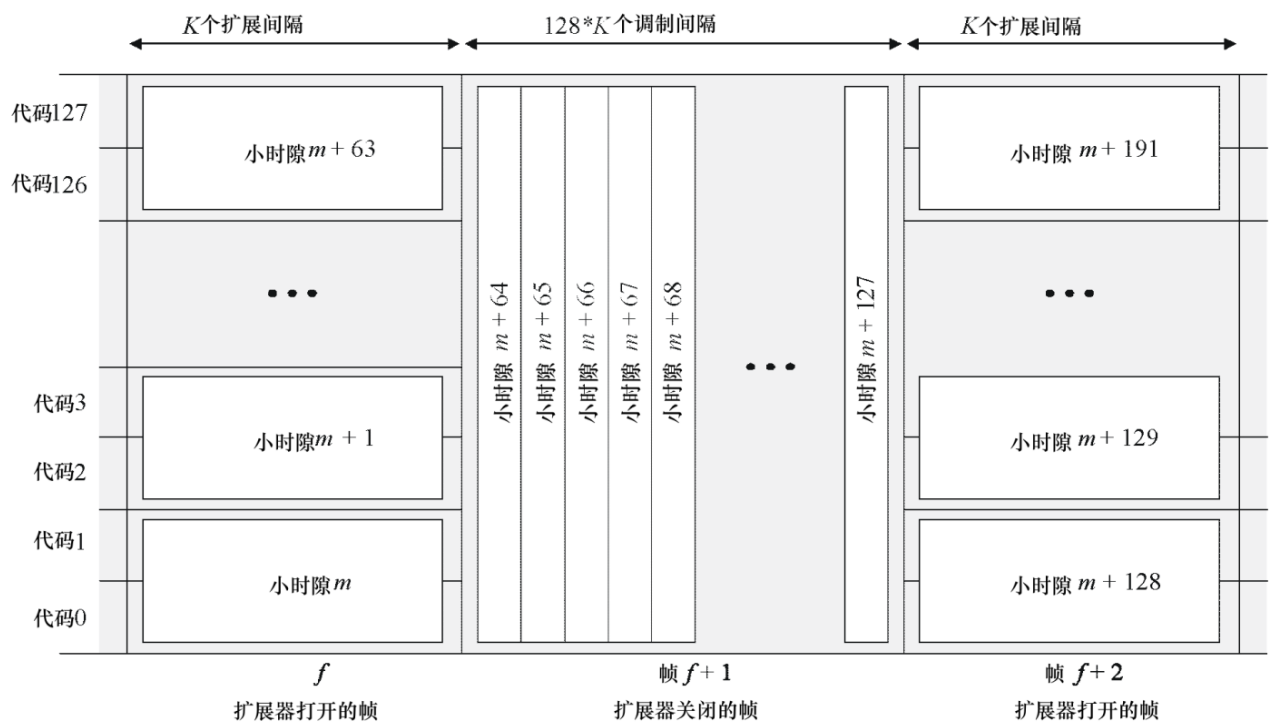
6.2.12.5 用于S-CDMA信道维护的扩展器关闭的突发

扩展器关闭的突发定义为S-CDMA信道上的突发，有指定扩展器关闭的属性。对于扩展器关闭的突发，S-CDMA组帧器和S-CDMA扩展器均被旁路。必须（通过UCD）指定初始维护的突发类型以使用扩展器关闭的突发。可（通过UCD）指定台站维护突发类型，以使用扩展器关闭或扩展器打开的突发。CM必须既支持扩展器打开模式也支持扩展器关闭模式，以进行台站维护。必须指定所有剩余的IUC突发类型（通过UCD），以使用扩展器打开突发。将（通过UCD）对S-CDMA信道进行编程，以获得每小时隙的 C_{ms} 代码、 p 个活动代码、每S-CDMA帧的 K 个扩展间隔以及因此而得到的每帧的 s 个小时隙，其中 $s=p/C_{ms}$ 。

然后，每个要在扩展器关闭的情况下进行传输的S-CDMA帧将精确包含 s 个小时隙，其中每个小时隙都由 $C_{ms} * K$ 个符号组成，如图6-17所示。

在活动代码数（ p ）少于128的情况下，该帧仍将精确包含 s 个小时隙，其中每个小时隙都由 $C_{ms} * K$ 个符号组成。帧的第一个小时隙将从帧的第一个符号开始。如果一个突发跨多个帧，则该突发将相对于第一帧开始，并将不中断地继续到下一帧。

从R-S编码数据的末尾到第6.2.5.1.1节的突发边界所定义的突发末尾，必须用0数据符号填充台站维护区（IUC4）的扩展器关闭的突发。从R-S编码数据的末尾到第6.2.5.1.1节的突发边界所定义的突发末尾，必须用0数据符号填充初始维护区（IUC3）的扩展器关闭的突发。差分编码和R-S字节交织绝不能与S-CDMA信道上扩展关闭的突发一起使用。



J.222.1(07)_F6-17

图6-17 – S-CDMA扩展器打开的和扩展器关闭的间隔

CMTS调度器必须确保扩展器关闭的间隔与S-CDMA帧的起始一致，并完全发生于一个或多个S-CDMA帧内，且必须确保在这些相同的帧内不调度扩展器打开的突发。CMTS调度器必须每帧每CM至多允许一个扩展器关闭的突发。CMTS的责任是为防止突发与突发之间（即当CM可能无法充分同步时，在扩展器关闭的突发之前和之后）产生干扰，而为NULL SID分

配小时隙。具体来说，CMTS必须赶在每个扩展器关闭的突发之前发布一个小时隙的NULL许可（给NULL SID），这对应于台站维护或单播初始维护。CMTS还必须赶在这些突发之后和一个扩展器打开的间隔开始之前发布一个小时隙的NULL许可（给NULL SID），或者确保一个安静的小时隙（死时间）。

在少于128个活动代码在用的S-CDMA信道上的扩展器关闭的突发期间，扩展器关闭的帧将包含等同于非活动代码数的安静的小时隙（死时间）。

6.2.12.6 限制指配给CM的代码数量

在某些情况下，对CMTS限制要求单个CM同时发送的代码数而言，这可能是有用的。这样，CM可以将其发射功率划分到较少数量的代码上，而不是划分到较大数量的代码上，从而带来更高的每个代码的功率。当大量CM遭受异常高的上行流衰减时，这尤其有用，将使CM以最大的总发射功率进行发射。当最大调度代码的值设置为小于活动代码的数量时，CMTS必须确保每个符合要求的CM不会通过调度授权或IUC=1的多播IE超过任何S-CDMA帧中指配的最大调度代码传输限值。为此，CMTS必须避免可能导致CM尝试传输超出其最大调度代码限值所允许的代码的场景。例如，CMTS必须在所有帧中管理指配给IUC=1的竞争IE的代码数。在因CM的最大调度代码而导致CMTS无法插入IUC=1的IE的帧中，CMTS可为竞争请求机会提供IUC=2的多播IE。启用了最大调度代码的CM必须可通过SNMP进行配置，以控制IUC=2的IE的使用[SCTE 135-4]。默认情况下，启用了最大调度代码的CM绝不能使用IUC=2的IE。最大调度代码必须等同于整数个小时隙。

如果RNG-RSP中指定的最大调度代码不为0，则CM绝不能将超出S-CDMA最大调度代码允许大小的数据包串在一起。这是为了减少分段开销，随着代码数的减少，这会变得有意义。接收最大调度代码值的CM必须能够对任何MAC帧进行分段，包括在完成注册过程之前传输的帧。为了支持1.0样式的配置文件，使用最大调度代码值的CM和CMTS应在1.0模式下支持分段。

如果请求UGS流提供未经请求的、大于最大调度代码值允许值的授权大小，则CMTS必须拒绝对UGS流的请求，或者更改CM的最大调度代码值，以允许UGS授权。

6.2.13 S-CDMA组帧器

S-CDMA组帧器通过将小时隙作为符号布置在S-CDMA帧内，来将小时隙映射到扩展码和扩展间隔。它还执行交织功能，以提供针对脉冲噪声的保护。第6.2.12节说明了S-CDMA组帧器将小时隙映射到扩展码和扩展间隔的功能。如前所述，S-CDMA帧由每帧的扩展间隔数量、每小时隙的代码和活动代码的数量来定义。组帧器使用此信息来将传输的小时隙映射到帧。组帧器映射完整的授权，以便执行的任何交织都不受单个小时隙边界的限制。组帧器必须将传输对齐小时隙边界的开始和结束。在一次传输内，组帧器对符号或位进行编号，并将之分配给与小时隙映射无关的代码和扩展间隔。当使用TCM编码时，来自TCM编码器的TCM编码符号被分为两个子符号，其中包括两个位的编码子符号和从卷积编码器生成的奇偶校验，以及包含其余位的未编码子符号。当TCM关闭时，如第6.2.14节中所述，将随机数产生器的输出视为忽略字节边界的连续位流。

6.2.13.1 子帧定义

S-CDMA组帧器独立于小时隙执行交织。交织受制于子帧边界，其中子帧是S-CDMA帧的矩形子集，在其上执行交织。子帧通常是整数个里德-所罗门码字，以增强对脉冲噪声的保护。

给定一个S-CDMA帧，其为通过K个扩展间隔的 N_a 个活动代码，则一个子帧被定义为一个由R个连续行组成的组，其中，R是一个在从1到 N_a 范围内的整数。一个子帧被定义为完全存在于单个帧中，且不跨多个帧。每个子帧包含 $R \cdot K$ 个位置，且每个位置保存一个用于映射和扩展的符号。每个传输必须以一个新的子帧开始。必须缩短帧的最后一个子帧，以完全适合单个S-CDMA帧。必须缩短传输的最后一个子帧，以适合允许的小时隙。在这两种情况下，子帧都将只有R'行，而不是 $R' \leq R$ 的R行。图6-18显示了一个子帧，它由R行和S-CDMA帧内的K个扩展间隔组成。

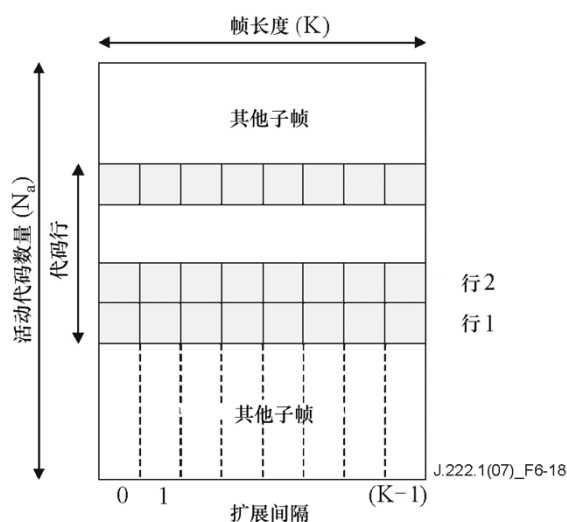


图6-18 – 子帧结构

定义子帧和子帧内编号的参数是每个子帧的代码和交织器步长。这两个参数被指定为突发属性的一部分，并且可以在突发配置文件之间变化。这些参数确定子帧的大小，以及如何用符号填充子帧。每个子帧的代码的有效范围是从1到正在使用的活动代码数。在将TCM编码的子符号和前导码符号放入帧中时，将使用参数交织器步长。这两种类型的符号都首先沿一行填充子帧，并且参数交织器步长指示在填充符号时要使用的扩展间隔增量。

6.2.13.2 组帧器操作

根据以下规则集，输入组帧器的符号必须放入组帧器。有两组规则适用于不同类型的输入符号。前导码符号和编码的TCM子符号遵循一组规则，而非TCM编码的符号和未编码的TCM子符号遵循第二组规则。这些规则在以下章节中予以指定。

6.2.13.2.1 前导码和编码TCM符号的规则

CM前导码（无论TCM是打开还是关闭）和编码的TCM子符号必须根据以下规则填充帧：

- 1) 第一个符号或子符号必须放在允许之小时隙的第一行的第一个扩展间隔中。在图6-18中，假设这是允许之第一个小时隙的开始，则这将是第1行，扩展间隔为0。
- 2) 后续符号必须放置在距前一个符号较远的下一个可用扩展间隔交织器步长上。例如，如果前一个符号放置在扩展间隔X上，则下一个符号放置在 $X + \text{交织器步长}$ 上。
- 3) 如果交织器步长的增加导致下一位置超出帧末尾，则下一位置必须以帧长为模。例如，如果 $J + \text{交织器步长} = K + 1$ ，则下一个位置将为扩展间隔1。
- 4) 如果下一个位置已经被占用，则扩展间隔必须增加1，直至找到下一个未占用的扩展间隔。例如，如果期望的位置是扩展间隔X且扩展间隔X被占用，而不是 $X + 1$ ，则将使用 $X + 1$ 。
- 5) 填满单行的所有扩展间隔后，从上面的下一行和步长1开始，重复进行操作。
- 6) 将所有的前导码和数据符号放入帧中后，如第6.2.5.1.1节的突发边界所定义，突发中的剩余符号必须用0数据符号予以填充，并将其映射至非0功率。
- 7) 在映射和扩展之前，任何只有TCM未编码子符号的位置都必须用0位填充编码子符号部分。

6.2.13.2.2 未编码符号和未编码TCM子符号的规则

没有TCM编码和未编码TCM子符号的符号必须根据以下规则填充子帧：

- 1) 在将前导码放入帧之后，必须将第一个符号放在子帧的第一个可用扩展间隔的第一个可用码中。从第1行到第R行填充符号，并在填充扩展间隔之后，从第1行至第R行填充下一个扩展间隔。
- 2) 未编码的符号和TCM符号未编码的部分绝不能与前导码符号放在同一帧位置（扩展间隔、代码）上。例如，如果在行X中有一个前导码符号，则扩展间隔为Y；如果在第 $(X + 1)$ 行中，未使用扩展间隔Y，则应在第 $(X + 1)$ 行中放入符号，扩展间隔为Y。
- 3) 后续符号必须置于当前子帧的第一个可用扩展间隔的下一个可用行中。这导致自下而上然后自左而右逐列地填充子帧。例如，如果扩展间隔X的第1行至第R行已经被占用，则下一个符号将被放入扩展间隔 $X + 1$ 的第一个可用行中。
- 4) 在完全填充一个子帧之后，下一个子帧必须按照上面步骤1中的规定开始。
- 5) 如果没有足够的空间用于整个子帧，则必须减少帧的最后一个子帧中所含的行数，以完全适于该帧。
- 6) 如果在允许之范围内没有足够的空间来容纳整个子帧，则必须减少在允许之小时隙的最后一个子帧中所含的行数，以完全适于允许之小时隙。

- 7) 在将所有数据符号放入帧中之后，如第6.2.5.1.1节的突发边界所定义，突发中的剩余符号必须用0数据符号予以填充，并将其映射至非0功率。
- 8) 在映射和扩展之前，任何只有TCM编码子符号的位置都必须用0位填充未编码子符号部分。

6.2.13.2.3 子帧示例

下面图6-19显示了遵循上述指定之规则的示例。图中的每个方框代表一个符号，它可以包含一个前导码符号，不使用TCM时可以包含一个未编码的符号，使用TCM时可以包含一个未编码和编码的子符号。在该示例中，帧中有9个扩展间隔，子帧有3行，交织器步长为3，前导码为4个符号。基于这些参数，将如图所示填充子帧。如果数据是TCM编码的，则C将代表编码子符号的位置，而U代表未编码子符号的位置。如果不使用TCM，则将仅根据U来放置符号。

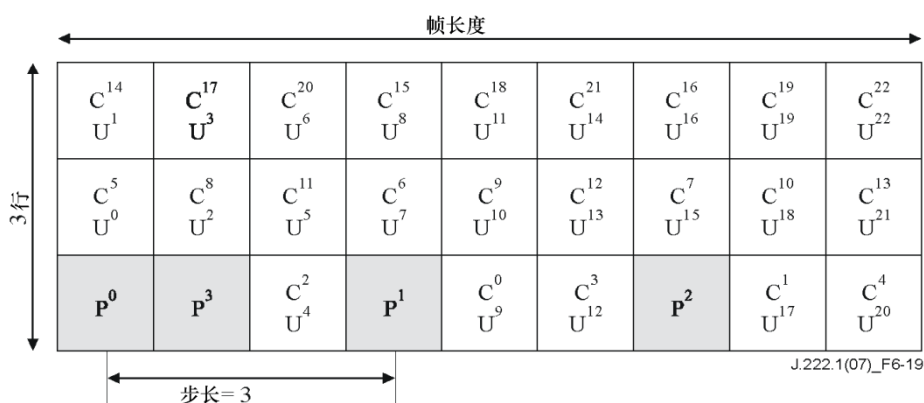


图6-19 – 带和不带TCM的符号编号

6.2.13.2.4 帧传输

一旦一个帧完成并准备好传输，则符号必须按扩展间隔顺序进行映射和扩展。这意味着扩展间隔0（如图6-18所示）必须是线上的第一个扩展间隔。对于TCM编码的数据，在映射和扩展之前，必须将帧中每个位置的编码和未编码子符号组合起来以创建完整的符号。这相当于创建一个新符号，其中符号的编码部分为Cⁱ、未编码部分为U^j。前导码符号保持不变。

6.2.14 符号映射

可以通过MAC消息来配置调制模式。差分编码的QPSK和16 QAM可用于TDMA信道。QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM和64 QAM可用于TDMA和S-CDMA信道。TCM编码的QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM和128 QAM可用于S-CDMA信道。在每种模式下传输的符号以及输入位到I和Q星座的映射必须如表6-3所定义。在该表中，x¹代表每个符号映射的LSB，x²、x³、x⁴、x⁵、x⁶和x⁷分别代表QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM和128 QAM的MSB。MSB必须是串行数据中至符号映射器中的第一位。MSB必须映射到符号映射的MSB。数据字节数可不映射为整数个符号。在这种情况下，在处理完所有数据位之后，在LSB位置上，必须用0位来填充最后一个符号。

表6-3 – I/Q映射

QAM模式	输入位定义
QPSK	x^2x^1
8 QAM	$x^3x^2x^1$
16 QAM	$x^4x^3x^2x^1$
32 QAM	$x^5x^4x^3x^2x^1$
64 QAM	$x^6x^5x^4x^3x^2x^1$
128 QAM	$x^7x^6x^5x^4x^3x^2x^1$

所有星座都在图6-20中的公共整数网格上进行定义。这将在每个（I和Q）轴上使用5位值来定义每个QAM符号。网格定义的相对符号幅度必须在所有星座上予以保持。例如，可以在不同的突发配置文件、同一突发内的前导码和数据符号中以及在帧内调制不同的扩展码中使用不同的星座。

在图6-20中， E_{av} 表示同等可能性符号的平均星座能量。对于每个星座，给出了 E_{av} 的整数值以及相比64 QAM的差 G_{const} （以dB为单位）。QPSK0星座用于低功耗前导码和所有QPSK数据符号。QPSK1的使用仅限于高功率前导码符号。

上行流符号星座必须如图6-20所示。

上行流QPSK格雷码和差分符号映射必须如图6-21所示。

上行流8QAM符号映射必须如图6-22所示。

上行流16QAM格雷码符号映射必须如图6-23所示。

上行流16 QAM差分符号映射必须如图6-23所示。

上行流32QAM符号映射必须如图6-24所示。

上行流64QAM格雷码符号映射必须如图6-25所示。

用于S-CDMA的TCM符号映射如图6-26至图6-28所示。

上行流QPSK TCM符号映射必须如图6-26所示。

上行流8 QAM TCM符号映射必须如图6-26所示。

上行流16QAM TCM符号映射必须如图6-27所示。

上行流32 QAM TCM符号映射必须如图6-27所示。

上行流64QAM TCM符号映射必须如图6-28所示。

上行流128 QAM TCM符号映射必须如图6-28所示。

如果启用了差分象限编码，则通过表6-4从先前传输的符号象限和当前输入位中得出当前传输的符号象限。如果启用了差分象限编码，则上行流PMD子层必须将这些差分编码规则应用于所有传输的符号（包括承载前导码位的那些符号）。差分象限编码仅适用于TDMA信道上的QPSK和16 QAM。在表6-4中，I(1)Q(1)分别指的是QPSK和16QAM情况下来自表6-3的 x^2x^1 和 x^4x^3 。

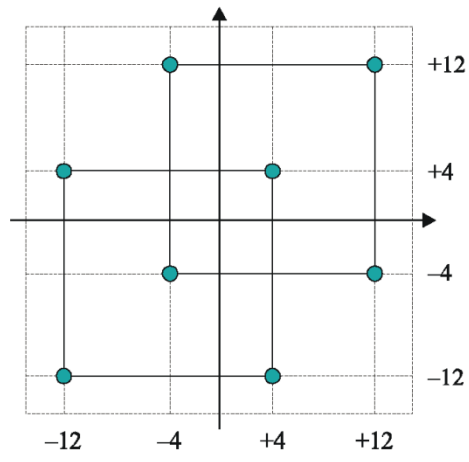
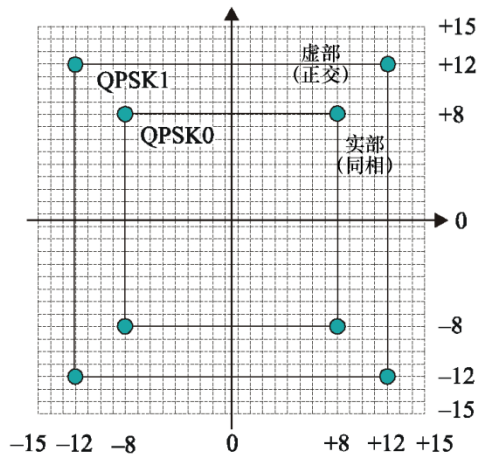
表6-4 – 差分象限编码的定义

当前输入位 I(1) Q(1)	象限相变	先前传输符号的MSB	当前传输符号的MSB
00	0	11	11
00	0	01	01
00	0	00	00
00	0	10	10
01	90	11	01
01	90	01	00
01	90	00	10
01	90	10	11
11	180	11	00
11	180	01	10
11	180	00	11
11	180	10	01
10	270	11	10
10	270	01	11
10	270	00	01
10	270	10	00

QPSK0: $E_{av} = 128$ ($G_{const} = -1.18$ dB rel to 64 QAM)

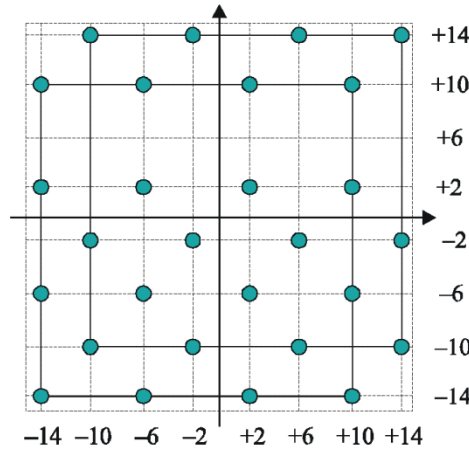
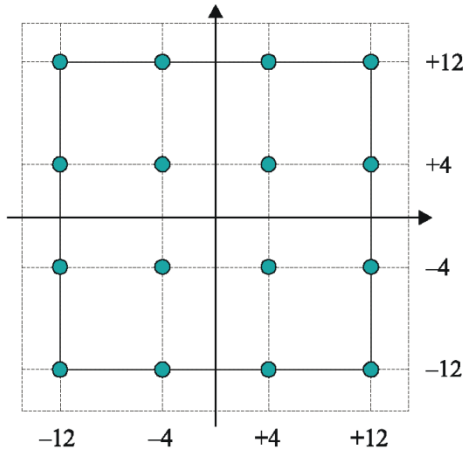
QPSK1: $E_{av} = 288$ ($G_{const} = +2.34$ dB)

8 QAM-DS: $E_{av} = 160$ ($G_{const} = -0.21$ dB)



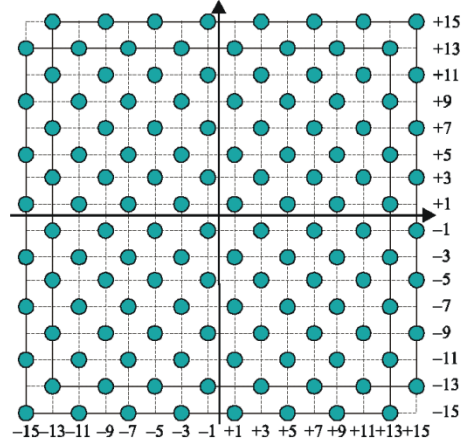
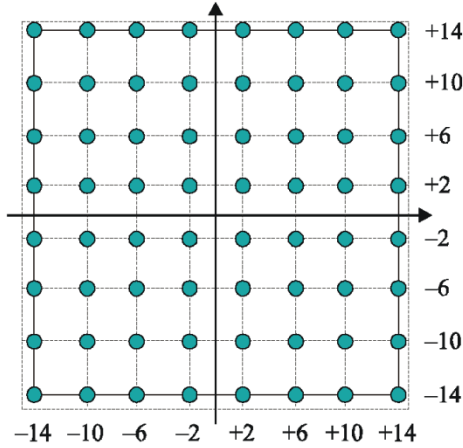
16 QAM-SQ: $E_{av} = 160$ ($G_{const} = -0.21$ dB)

32 QAM-DS: $E_{av} = 168$ ($G_{const} = 0$ dB)



64 QAM-SQ: $E_{av} = 168$ ($G_{const} = 0$ dB)

128 QAM-DS: $E_{av} = 170$ ($G_{const} = +0.05$ dB)



J.222.1(07)_F6-20

图6-20 – 符号星座

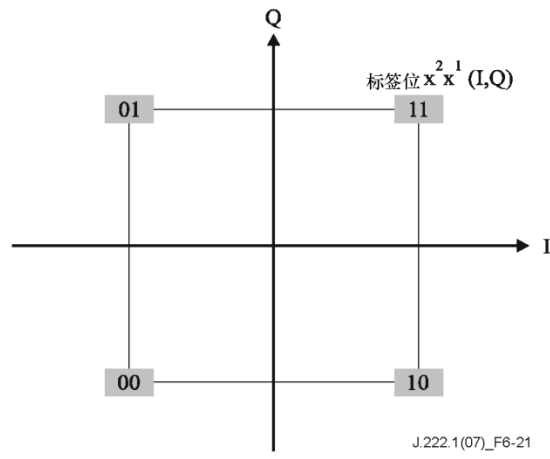


图6-21 – QPSK格雷码和差分符号映射

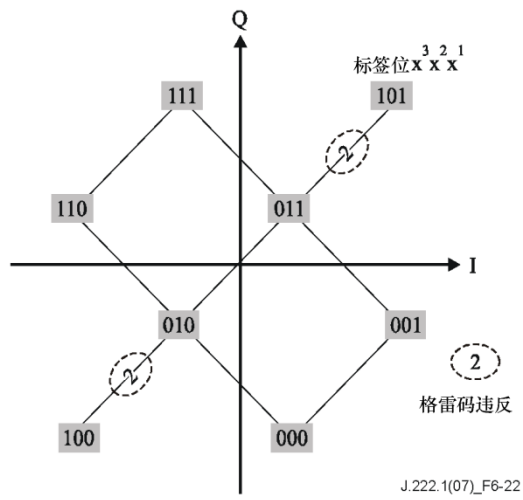
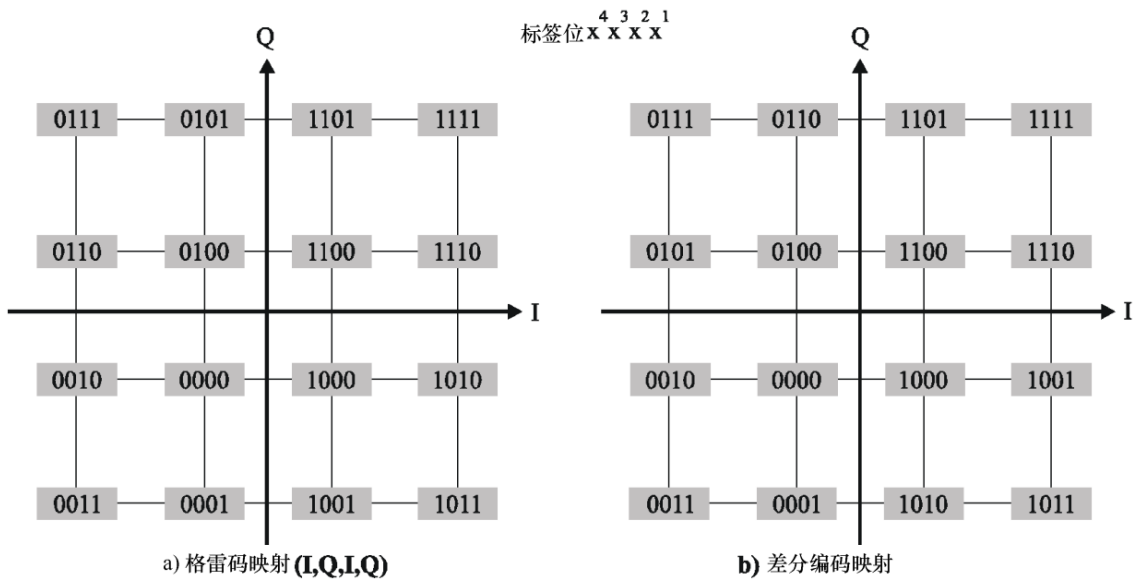
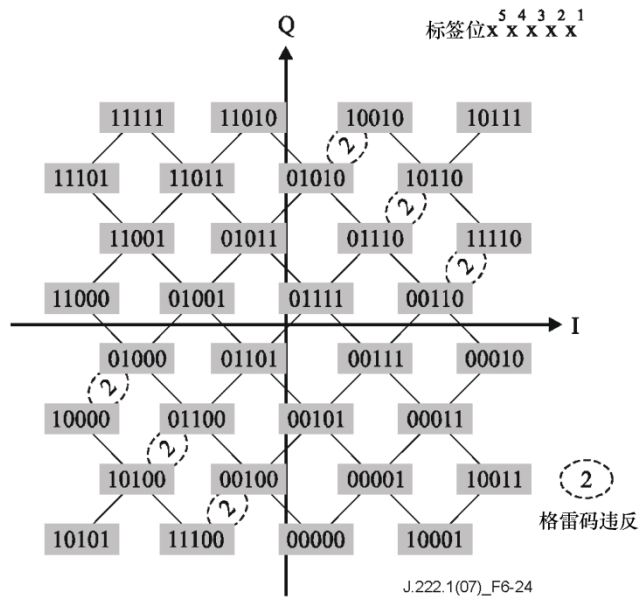


图6-22 – 8QAM符号映射



J.222.1(07)_F6-23

图6-23 - 16QAM符号映射



J.222.1(07)_F6-24

图6-24 - 32QAM符号映射

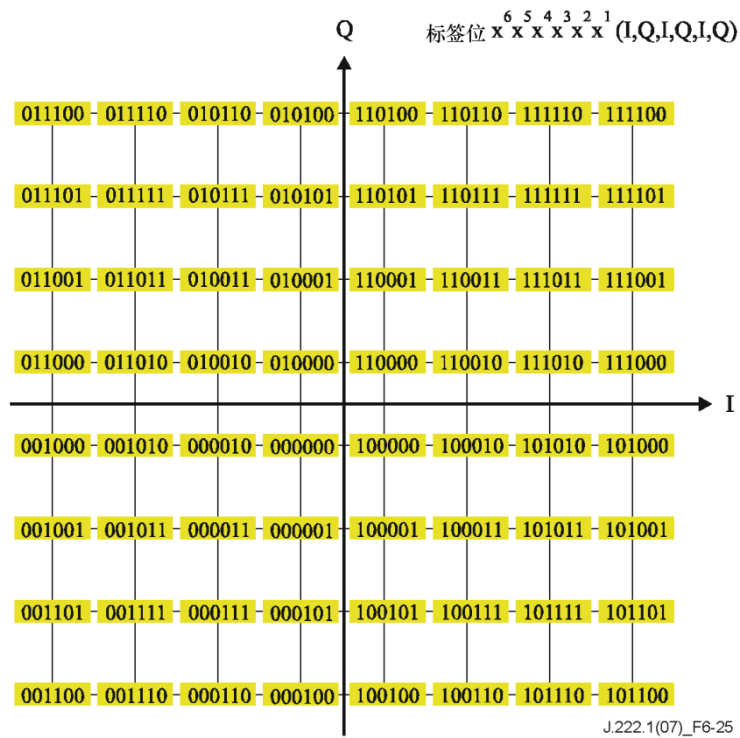


图6-25 – 64QAM符号映射

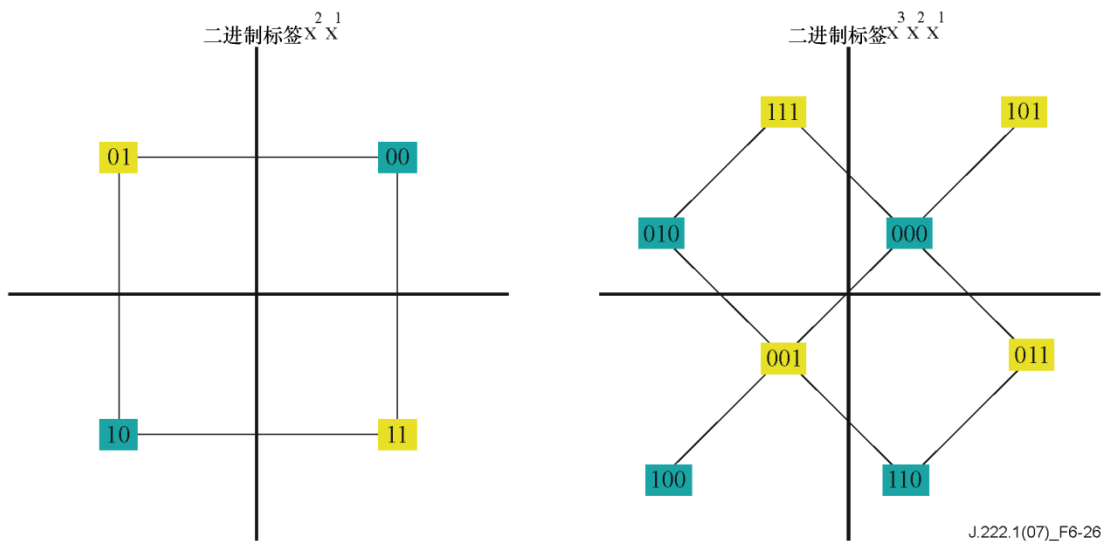


图6-26 – QPSK和8QAM TCM符号映射

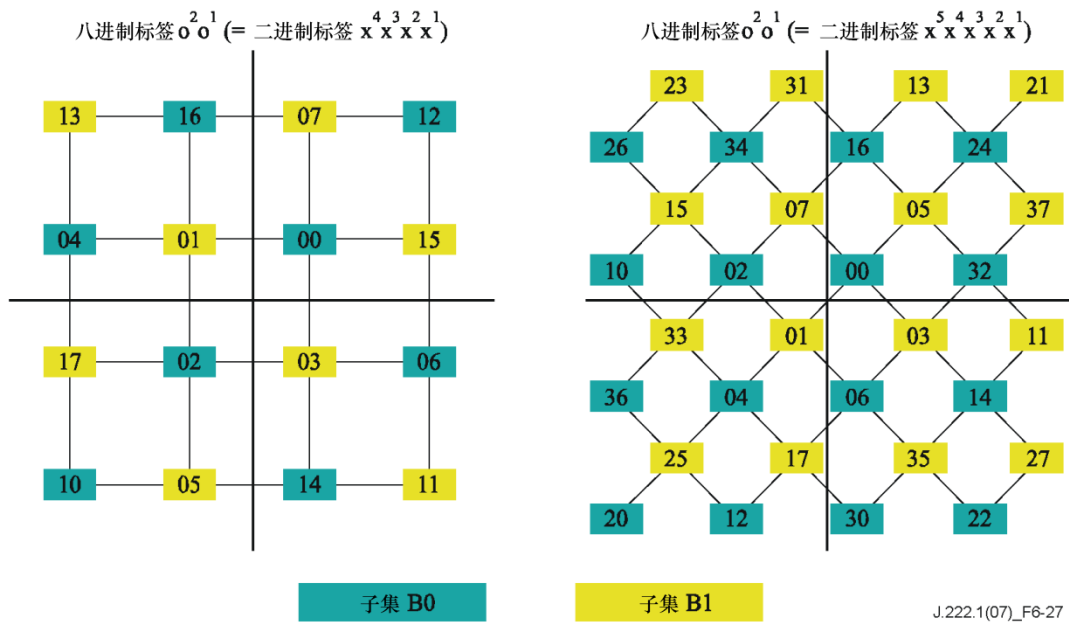


图6-27 – 16QAM和32 QAM TCM符号映射

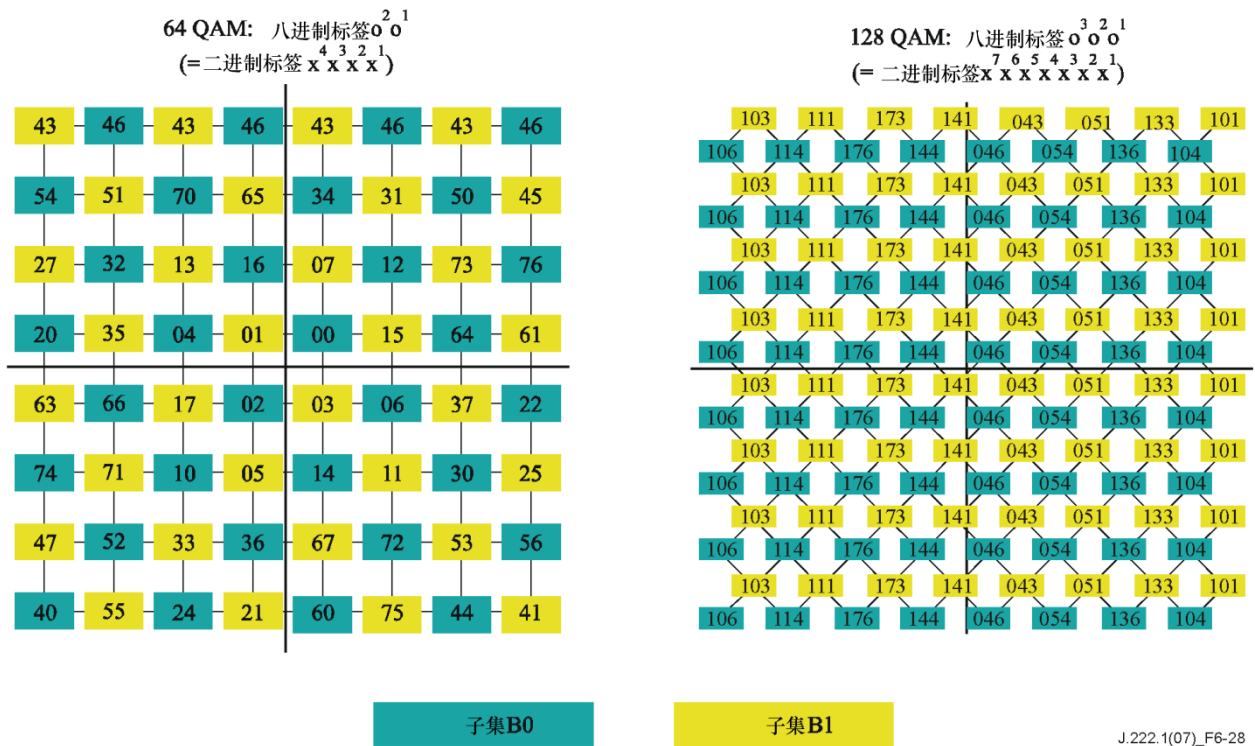


图6-28 – 64QAM和128 QAM TCM符号映射

6.2.15 S-CDMA扩展器

使用S-CDMA进行信号传输的基础是直接序列频谱扩展调制。S-CDMA使用称为扩展码的一系列正交数字码字来同时发送多达128个调制符号。在每个扩展间隔中，传输一个向量 P_k ，这使得：

$$P_k = S_k * C$$

其中， S_k 是第6.2.14节整数网格上的调制符号的向量 $[s_{k,127}, s_{k,126}, \dots, s_{k,0}]$ ，将在扩展间隔 k 中进行传输，且 C 为一个矩阵：

$$C = \begin{bmatrix} C_{127,127} & C_{127,126} & \Lambda & C_{127,0} \\ C_{126,127} & C_{126,126} & \Lambda & C_{126,0} \\ \Lambda & \Lambda & \Lambda & \Lambda \\ C_{0,127} & C_{0,126} & \Lambda & C_{0,0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_{127} & \Lambda & x_2 & -1 \\ x_2 & x_1 & \Lambda & x_3 & -1 \\ \Lambda & \Lambda & \Lambda & \Lambda & -1 \\ x_{127} & x_{126} & \Lambda & x_1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

其中， C 行为128个扩展码，因此代码 $i = [c_{i,127}, c_{i,126}, \dots, c_{i,0}]$ 。依据其行，矩阵 C 可以按照速记形式写成如下形式：

$$C = \begin{bmatrix} \text{code127} \\ \text{code126} \\ \Lambda \\ \text{code2} \\ \text{code1} \\ \text{code0} \end{bmatrix}$$

扩展操作的结果是具有128个元素（ $P_{k,127}, P_{k,126}, \dots, P_{k,0}$ ）的传输向量 P_k ，其中每个元素以信令速率进行传输，当中在时间上元素 $P_{k,0}$ 首先予以传输。进入扩展器的第一个元素 S_0 定义如下。作为参考，对于128个分配的代码，考虑到组帧器的第一列（ $k=0$ ），在时间上 S_0 是进入组帧器的第一个符号，占据组帧器的左下元素，并且是进入扩展器的第一个元素。

用于扩展操作的正交码集是准循环的，由+1或-1值组成。代码0由128个元素组成，每个元素的值为+1。对于每个其他扩展码，代码 i ，元素 $c_{i,0}$ 为-1，剩余元素通过序列 x 的循环移位来获得，如本节中上述矩阵所示。

定义序列 x_i ，使得与以下一组索引相对应的元素等于-1：

{2 3 4 5 6 7 9 10 11 13 16 17 18 19 20 21 25 26 28 30 31 33 34 35 37 39 40 41 49 51 52 55 56 59 60 61 65 66 67 69 72 73 74 77 78 79 81 84 90 92 94 97 100 101 103 106 109 110 111 114 117 119 121};

代码1的剩余元素的值为+1。

每个代码 i 都是通过向代码左侧（沿递增索引方向）进行循环移位来获得的（ $i-1$ ），其中元素 $c_{i,0}$ 的值为-1，并且不参与循环移位。

尽管每个代码都被定义为具有相等的功率，但是由于根据第6.2.14节的整数符号网格，扩展器输入端的符号具有不同的 E_{av} 值，因此扩展符号可有稍不同的功率。

如果尚未在扩展时间间隔 k 上指配CM使用特定的代码 i ，则在计算其传输向量 P_k 时，会将 $S_{k,i}$ 设置为数字0。组帧器将代码指配给CM，因为组帧器在代码和时间的二维空间中以某种特定的顺序指配符号突发。该符号排序在第6.2.13节中进行详细描述。

符号的I和Q分量使用相同的扩展码进行扩展。

在上述公式的矩阵倍数和D/A之前的后续CM处理中，当中有一个基本的限幅操作，例如，将超过某供应商特定之绝对值的经滤波（经脉冲整形） P_k 元素限幅（保留复角）为该绝对值。这种非线性的操作偏离了上述公式和D/A之前的后续线性处理，这对于在最高CM平均发射功率电平下工作时安全有效地满足杂散发射和MER要求而言至关重要（参见表6-12，“用户唯一的突发参数”）。

6.2.15.1 跳码

跳码是指对初始扩展矩阵C的行进行系统的重新排序，以便在每个扩展间隔k上生成一个新的代码矩阵 C_k 。伪随机数产生器确定初始矩阵C的行的子集的循环移位。定义了两种跳码模式：跳码模式1，仅与可选的活动代码模式1一起使用；跳码模式2，仅与可选的活动代码模式2一起使用。

在S-CDMA模式下，CM必须支持跳码模式1。在S-CDMA模式下，CM应支持跳码模式2。CMTS可支持跳码。

6.2.15.1.1 跳码模式1

在跳码模式1下，当活动代码的数量 $N_a < 128$ 时，循环代码被跳变（循环移位），而代码0（全为1的代码）保持固定在矩阵底部。未使用代码位于跳变矩阵 C_k 的 $(128 - N_a)$ 底部行中。因此，对于 $N_a < 127$ ，未使用代码集在每个扩展间隔上改变。当 $N_a = 128$ 时，将跳变所有代码，包括代码0。跳变的扩展矩阵通过以下公式来定义：

$$C_k = \begin{bmatrix} C_{f(k,127),127} & C_{f(k,127),126} & \Lambda & C_{f(k,127),0} \\ C_{f(k,126),127} & C_{f(k,126),126} & \Lambda & C_{f(k,126),0} \\ \Lambda & \Lambda & \Lambda & \Lambda \\ C_{f(k,0),127} & C_{f(k,0),126} & \Lambda & C_{f(k,0),0} \end{bmatrix}$$

其中：

$$f(k,i) = \begin{cases} \text{modulo}(128 - \text{lfsr_out}(k) + i, 128), N_a = 128, 0 \leq i \leq 127 \\ \text{modulo}(126 - \text{lfsr_out}(k) + i, 127), N_a < 128, 1 \leq i \leq 127 \end{cases}$$

矩阵元素 $c_{i,j}$ 为初始代码矩阵C的元素；

k 表示扩展间隔；

i 表示矩阵中的行；

lfsr_out 为第6.2.15.1.3节中描述的伪随机数。

6.2.15.1.2 跳码模式2

在跳码模式2下，活动代码被跳变，而未使用代码则保持固定在矩阵底部。下式中的水平线表示活动代码与未使用代码之间的划分。跳变扩展矩阵通过以下公式来定义：

$$C_k = \begin{bmatrix} C_{f(k,127),127} & C_{f(k,127),126} & \Lambda & C_{f(k,127),0} \\ C_{f(k,126),127} & C_{f(k,126),126} & \Lambda & C_{f(k,126),0} \\ \Lambda & \Lambda & \Lambda & \Lambda \\ \hline C_{f(k,128-N_a),127} & C_{f(k,128-N_a),126} & \Lambda & C_{f(k,128-N_a),0} \\ C_{u(128-N_a-1),127} & C_{u(128-N_a-1),126} & \Lambda & C_{u(128-N_a-1),0} \\ \Lambda & \Lambda & \Lambda & \Lambda \\ C_{u(0),127} & C_{u(0),126} & \Lambda & C_{u(0),0} \end{bmatrix}$$

其中：

$$f(k,i) = \text{active_code_list} [\text{modulo}(2*N_a-128-\text{hop_number}(k)+i, N_a)]$$

$$128-N_a \leq i \leq 127$$

矩阵元素 $c_{i,j}$ 为初始代码矩阵C的元素：

k 表示传播间隔；

i 表示矩阵中的行；

N_a 为活动代码的数量；

active_code_list 为活动代码清单，按升序排列，每个元素的范围为0到127；

u 为未使用代码的清单，按升序排列，每个元素的范围为0到127；

hop_number 为第6.2.15.1.3节中所述的伪随机数。

以下是可选的活动代码模式2和跳码模式2的数值示例。图6-16显示 $N_a = 124$ 个活动代码，未使用代码清单为 $u = \{0, 1, 5, 125\}$ 。因此， $active_code_list = \{2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, \dots, 123, 124, 126, 127\}$ ，如左图所示； $active_code_list(0) = 2$ ， $active_code_list(123) = 127$ ， $u(0) = 0$ 和 $u(3) = 125$ 。假设在给定的扩展间隔 k 上，伪随机跳变产生器返回一个值 $hop_number = 0$ 。（这将导致在关闭跳码的情况下产生相同的矩阵）。扩展矩阵 C_k 由底部的未使用代码和顶部升序的活动代码组成：

$$C_k = \begin{bmatrix} \text{code 127} \\ \text{code 126} \\ \text{code 124} \\ \text{code 123} \\ \dots \\ \text{code 8} \\ \text{code 7} \\ \text{code 6} \\ \text{code 4} \\ \text{code 3} \\ \text{code 2} \\ \hline \text{code 125} \\ \text{code 5} \\ \text{code 1} \\ \text{code 0} \end{bmatrix}$$

在另一个扩展间隔上，如果hop_number = 3，则活动代码行将垂直循环移位3行，而未使用代码保持固定，并且扩展矩阵C_k变为：

$$C_k = \begin{bmatrix} \text{code 123} \\ \text{code 122} \\ \text{code 121} \\ \text{code 120} \\ \dots \\ \text{code 9} \\ \text{code 8} \\ \text{code 7} \\ \text{code 6} \\ \text{code 4} \\ \text{code 3} \\ \text{code 2} \\ \text{code 127} \\ \text{code 126} \\ \text{code 124} \\ \text{code 125} \\ \text{code 5} \\ \text{code 1} \\ \text{code 0} \end{bmatrix}$$

6.2.15.1.3 跳码产生器

伪随机数产生器确定跳码期间的扩展矩阵重新排序，它利用线性反馈移位寄存器（LFSR），如图6-29所示。为了使CM的跳码伪随机序列与CMTS的对齐，伪随机数产生器必须在每个帧的第一个扩展间隔上输出以下值：

$$lfsr_out(\text{frame_number} * \text{spreading_interval_per_frame})$$

其中，lfsr_out(k)是在k个移位寄存器更新之后，将跳码种子加载到LFSR后的lfsr_out的值。这些位定义为lfsr_out_{7:1} = s_{7:1}，其中，s是移位寄存器的内容，而lfsr_out位7被视为MSB。在跳码模式1下，一次移位寄存器更新等于LFSR的1次移位。在跳码模式2下，一次移位寄存器更新等于LFSR的15次移位。

帧计数器及其同步过程的描述包含在第6.2.12.2节中。在该重置时，会将15位初始化值（种子）加载到移位寄存器中，并在第一个扩展间隔上使用。对15位种子值进行配置，以响应来自CMTS的上行流信道描述符消息。

在每个随后的扩展间隔k上，对LFSR进行更新。在扩展器打开和扩展器关闭的帧中，每个扩展间隔（128个调制间隔）都会推进跳码机制（LFSR和扩展间隔索引k）。

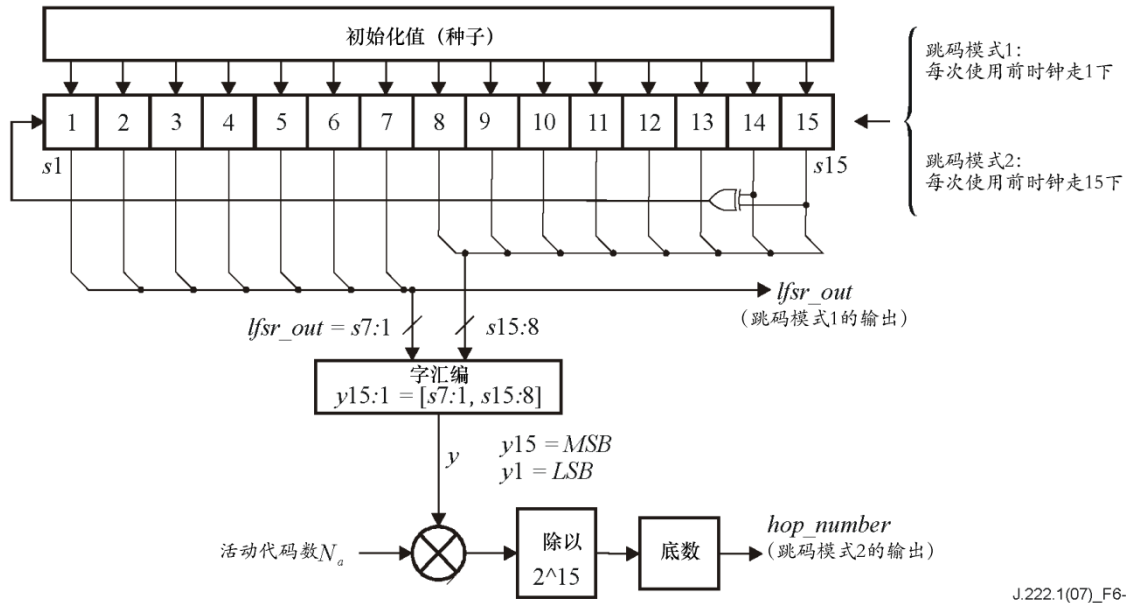


图6-29 – 跳码随机数产生器

6.2.15.1.3.1 跳码模式1伪随机数生成

在跳码模式1中，通过在每个扩展间隔上每次使用前对其计时1次来更新LFSR。输出 $lfsr_out$ 用于计算扩展矩阵索引，像上边有关跳码模式1的公式所给出的那样。

6.2.15.1.3.2 跳码模式2伪随机数生成

在跳码模式2中，通过在每个扩展间隔上使用前对其计时15次来更新LFSR，从而刷新之，以减小跳与跳之间的关联性。然后，对LFSR的内容进行缩放，以便在0至 $N_a - 1$ 的范围内产生一个近似均匀分布的伪随机跳数。缩放由以下操作组成：

$$hop_number = \text{floor}\left(\frac{N_a y}{2^{15}}\right)$$

在该公式中， N_a 是活动代码的数量， y 是将LFSR的输出组装成一个15位字的结果，如下所示：LFSR的位7:1映射到 y 的7位最高有效位。LFSR的其余位15:8用作 y 的8位最低有效位。即： $y_{15:1} = [s_{7:1}, s_{15:8}]$ ，其中， y_{15} 被视为MSB。对于上述跳码模式2，输出 hop_number 用于计算由公式给出的扩展矩阵索引。

必须在 $N_a * y$ 的乘法运算中保持全精度。如图所示，而后必须将乘积截断，丢弃15个LSB。或者，可以使用在所有输入条件下产生相同 hop_number 输出的等效处理。使用LFSR的全部15位提供了一种抖动效果，防止在跳变分布中出现“聚集”现象。

6.2.16 传输预均衡器

如图6-30所示，必须为CM使用的每个上行流信道配置一个线性均衡器结构的传输预均衡器，以响应CMTS传输的测距响应（RNG-RSP）消息。

CM的预均衡器有两种操作模式：DOCSIS 1.1模式和DOCSIS 2.0预均衡模式：在DOCSIS 1.1模式下，CM必须以8拍支持（T）间隔的均衡器结构。预均衡器每个符号可有1、2或4个样本，拍长度大于8个符号。在DOCSIS 1.1预均衡模式下，为了向后兼容，CMTS可支持微小间

隔的均衡器格式（T/2和T/4）。在DOCSIS 2.0预均衡模式下，预均衡器必须以24拍支持符号（T）间隔的均衡器结构。

在仅DOCSIS 1.x的逻辑信道（类型1逻辑信道[ITU-T J.222.2]）中，CM和CMTS必须使用DOCSIS 1.1预均衡模式。

在仅DOCSIS 2.0或仅DOCSIS 3.0逻辑信道（类型3或类型4逻辑信道[ITU-T J.222.2]）中，CM和CMTS必须使用DOCSIS 2.0预均衡模式。

在DOCSIS 1.x/2.0混合逻辑信道（类型2逻辑信道[ITU-T J.222.2]）中，在注册过程中，从初始测距直至启用DOCSIS 2.0模式或直至启用多传输信道模式（如果启用任意一个），CM和CMTS必须使用DOCSIS 1.1预均衡模式。在为CM启用DOCSIS 2.0之后，CM和CMTS必须使用DOCSIS 2.0预均衡模式。在将CM置于多传输信道模式的情况下，CM和CMTS对类型2逻辑信道上的所有突发都使用DOCSIS 2.0预均衡，无论UCD中用于所传输突发的突发描述符是类型4还是类型5突发描述符。

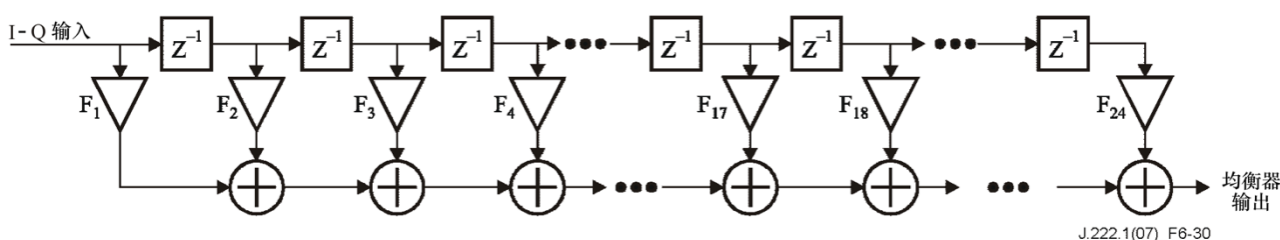


图6-30 – 传输预均衡器结构

RNG-RSP MAC消息承载CM传输均衡信息，并可指示CM卷积均衡器系数，或者（仅在DOCSIS 2.0预均衡模式下）直接加载它们。当指示CM对传输均衡器系数进行卷积时，它必须将RNG-RSP中CMTS发送的系数与现有系数进行卷积，以获得新系数。卷积之后，CM必须截断卷积结果，以便在截断后保留24拍（DOCSIS 1.1预均衡模式下为8拍），主拍位于CM接收到的最后一个RNG-RSP指定的拍上。卷积的运算由以下公式来表示：

$$F_n^{m+1} = \sum_{k=\max(1-L^{m+1}, n+L^m-L^{m+1}-24)}^{\min(24-L^{m+1}, n+L^m-L^{m+1}-1)} F_{n-k+L^m-L^{m+1}}^m \hat{F}_{k+L^m}^{m+1}, n = 1 \wedge 24$$

其中：

F_n^m 为卷积之前的系数

F_n^{m+1} 为卷积后的系数

\hat{F}_n^{m+1} 为从CMTS发送的系数

L^m 为卷积之前的主拍位置

L^{m+1} 为CMTS规定的卷积之后的主拍位置

在DOCSIS 2.0预均衡模式下，CMTS可指示CM加载传输预均衡器系数。当指示CM加载传输均衡器系数时，如有必要，它必须在适当的归一化之后将CMTS传送的系数加载到预均衡器系数中去。

在仅DOCSIS 1.x逻辑信道中，作为对CM注册之前初始测距请求和周期性测距请求的响应，当CMTS传送预均衡器系数时，CMTS必须以均衡器长度8和T间隔格式计算与发送这些系数，其中T为调制间隔。注册之后，CMTS可使用微小间隔均衡器格式（T/2或T/4间隔），以更长的拍长度，以匹配CMTS从REG-REQ消息调制解调器功能字段中获知的CM预均衡器功能。

在仅DOCSIS 2.0或仅DOCSIS 3.0逻辑信道中，CMTS必须始终以均衡器长度24和T间隔格式计算与发送预均衡器系数。

在DOCSIS 1.x/2.0混合逻辑信道中，作为对CM注册之前初始测距请求和周期性测距请求的响应，当CMTS发送预均衡器系数时，CMTS必须以均衡器长度8和T间隔格式计算与发送这些系数。注册之后，如果启用DOCSIS 1.1预均衡模式，则CMTS可使用微小间隔均衡器格式（T/2或T/4间隔），以更长的拍长度，以匹配CMTS从REG-REQ消息调制解调器功能字段中获知的CM预均衡器功能。如果为CM启用DOCSIS 2.0预均衡模式或多传输信道模式，则CMTS必须以24拍使用T间隔均衡器结构。如果激活DOCSIS 2.0预均衡模式之后对预均衡器的第一次更新使用“卷积”模式，则依据上述规则，CM必须用0将现有的8拍滤波器填充为24拍滤波器，并进行卷积。

在提出初始测距请求之前，并且每当上行流信道频率或上行流信道调制率发生变化时，CM必须将预均衡器的系数初始化为默认设置，在默认设置中，除第一拍的实系数（即 F_1 ）之外，所有的系数均为0。每当更改主要位置时，由于CMTS发送的均衡器系数从先前的主拍位置转移到新的主拍位置（在“卷积”和“加载”操作中），CM（而不是CMTS）必须补偿延迟（测距偏移）。然后通过后续的测距过程（单播初始测距和周期性测距）来更新预均衡器系数。

在DOCSIS 1.1预均衡模式下，CMTS在周期性测距期间绝不能移动主拍位置。

在DOCSIS 1.1预均衡模式下，CMTS绝不能指示CM加载传输均衡器系数。

在DOCSIS 2.0预均衡模式下，CMTS可在单播初始测距或周期性测距期间移动主拍位置。

均衡器系数可包含在每个RNG-RSP消息中，但通常只有在CMTS确定信道响应已发生显著变化时才会出现。RNG-RSP消息中均衡器系数更新的频率由CMTS来确定。

CM必须对传输均衡器系数进行归一化，以确保正常操作（例如不溢出或限幅）。在“卷积”和“加载”操作中，CM绝不能因新系数的增或减而更改其目标发射功率。目标功率在第6.2.19节“发射功率要求”中进行定义。

在DOCSIS 1.1模式下，如果CM均衡器结构实施等同于RNG-RSP消息中指配之数量的系数，则CM绝不能更改RNG-RSP消息中的主拍位置。如果CM均衡器结构实施不同于RNG-RSP消息中定义之数量的系数，则CM可移动主拍值的位置。除了RNG-RSP消息中的任何调整，CM还必须调整其测距偏移，以补偿主拍位置的移动。

6.2.17 频谱整形

CM上行流发射机必须近似于一个Nyquist均方根升余弦脉冲整形滤波器，滚降系数为 $\alpha = 0.25$ 。对于使用DOCSIS 3.0 CMTS的操作（除非CMTS作为DOCSIS3.0 CMTS之前的版本进行操作），CM-30 dB的传输带宽一定不能超过表6-5中的信道宽度值。为了与作为3.0-DOCSIS CMTS之前版本的CMTS向后兼容，CM-30 dB的传输带宽绝不能超过表6-6中的信道宽度值。信道宽度值通过以下公式解析给出：

$$\text{信道宽度} = \text{调制率} * (1 + \alpha)$$

表6-5 – 使用DOCSIS 3.0 CMTS的最大信道宽度

调制率 (kHz)	信道宽度 (kHz)
1280	1600
2560	3200
5120	6400

表6-6 – 使用DOCSIS3.0 CMTS之前版本的最大信道宽度

调制率 (kHz)	信道宽度 (kHz)	适用性
160	200	CM可支持
320	400	CM可支持
640	800	CM可支持
1280	1600	CM可支持
2560	3200	CM可支持
5120	6400	CM可支持

6.2.17.1 上行流频率敏捷性和范围

CM必须支持在标准的5-42 MHz上行流频率范围内的操作。

另外，CM可支持以下的可选操作：

- a) 在标准的5-42 MHz上行流频率范围内；或者
- b) 边到边扩展的5-85 MHz上行流频率范围。

依照表6-12，必须支持偏移频率指令。

6.2.17.2 频谱格式

上行流调制器必须提供以下格式的操作： $s(t) = I(t) * \cos(\omega t) - Q(t) * \sin(\omega t)$ ，其中， t 表示时间， ω 表示角频率。

6.2.18 相对处理延迟

CM MAP处理延迟是指MAP消息的最后一位到达CM与该MAP生效之间的时间。在此期间，CM应处理MAP消息，并用编码数据填充其交织器（或其组帧器，在S-CDMA模式下）。CMTS必须尽早发送MAP消息，以允许CM MAP处理延迟，如下所述。

对MTC模式下的CM，CM MAP处理延迟 D_p 由以下公式给出：

$$D_p = 600 + \frac{M}{5.12} \mu\text{s}$$
$$M = \begin{cases} I_r N_r, & I_r \neq 0 \\ B_r, & I_r = 0 \end{cases}$$

其中，M是CM交织器（对TDMA而言）或组帧器（对S-CDMA而言）中的元素数。如果没有上行流交织或S-CDMA帧，则 $M=0$ 。注意：在上面公式中， B_r 和 $I_r \cdot N_r$ 的值取自特定UCD中所有指定突发类型的最大值。

在S-CDMA模式下， $M=128(K+1)$ ，其中，K是每帧的扩展间隔数。这是处理一个S-CDMA帧所需的时间，加上一个额外的扩展间隔。例如，在 $K=32$ （对应于最大组帧器大小）的情况下，CM MAP处理时间为1425 μs 。

对不在MTC模式下的CM，CM MAP处理延迟 D_p 由以下公式给出，此时M等于上面规定的值：

$$D_p = 200 + \frac{M}{5.12} \mu\text{s}$$

注 1 – CM MAP 处理延迟不包括下行流 FEC 解交织延迟。

注 2 – “MAP 的有效性”与 CM 射频输出端处突发帧的开始有关。在 S-CDMA 模式下，“MAP 的有效性”与包含突发的 S-CDMA 帧的第一扩展间隔的开始（在 CM 的射频输出端处）有关。

6.2.19 发射功率要求

在启用多传输信道模式的情况下，以下要求适用。下面的第6.2.19.4节描述在禁用多传输信道模式的情况下的要求。

要求CM支持变化的发射功率。提出了以下要求：

- 1) 每信道报告的发射功率范围；
- 2) 功率命令的步长；
- 3) 步长精度（与命令的变化相比，每信道输出功率的实际变化）；以及
- 4) 每信道CM输出功率的绝对精度。

[ITU-T J.222.2]第6.4.5节定义了执行功率调整所依据的协议。CM所做的此类调整必须在下面所述的容差范围内。

对于所引用的每个CM活动信道，CM都必须确认在接收到RNG-RSP之后或UCD发生变化之后，满足每信道发射功率的限值要求。CM的一个活动信道定义为已为其授予CM许可的任何信道，它将用于信道初始化或测距，或者CM被“限定范围的”任何信道。“活动信道”集也称为传输信道集。（CMTS可以通过某种机制命令CM停用一个活动信道，以减少该CM上的活动信道数量，或者添加一个不同的活动信道作为该CM的替代上行流信道。）注意：实际上从CM突发上行流的信道集是该CM上活动信道的一个子集；通常，一个CM上的一个或所有活动信道都不会突发，但这种安静的信道仍然是该CM的“活动信道”。

假设在CM的F连接器处同样可能测量得到QAM符号，则每个信道的发射功率定义为在突发数据符号中传输的占用带宽（信道宽度）中的平均射频功率。总发射功率定义为在给定时间发射突发的每个信道的每信道发射功率之和。每个信道等级的最大和最小发射功率电平要求是指CM每个信道等级的目标发射功率，定义为CM对其每个信道实际发射功率的估计值。每个信道的实际发射功率必须在目标功率的2 dB之内。每个信道的目标发射功率必须在表6-12中规定的范围内变化。

在启用多传输信道模式的情况下，使用第6.2.19节下各子节中的 P_{hi} 和 P_r 定义，令每个信道的 $P_{load} = P_{hi} - P_r$ 。即使在传输信道集中只有一个信道，在本建议书中，与 P_{load} 最小值对应的信道也称为最高负载信道，其值表示为 P_{load_1} 。高负载的信道的 P_{load_n} 值较低（但不小于0）； P_{load_n} 的值类似于放大器从其最大功率输出回退的量。当一个信道具有较低的负载（更多的回退）并因此具有较高的 P_{load_n} 值时，该信道具有较低的功率输出。注意：最高负载信道不一定是具有最高发射功率的信道，因为信道的最大功率取决于其突发配置文件中正在支持的调制。 P_{load} 值第二低的信道表示为第二高负载信道，其负载值表示为 P_{load_2} ； P_{load} 值第三低的信道表示为第三高负载信道，其负载值表示为 P_{load_3} ；负载值第四低的信道表示为第四高负载信道，其负载值表示为 P_{load_4} 。 $P_{load_min_set}$ 定义CM相对于每个信道 P_{hi} 的动态范围窗口上端。当 $P_{load_min_set}$ 大于零时， $P_{load_min_set}$ 将限制每个活动信道可能的最大功率为一个小于 P_{hi} 的值。 $P_{load_min_set}$ 是一个从CMTS命令给CM的值。（在传输信道集中信道少于4个的情况下， P_{load_n} 仅对n个活动的上行流信道有效。）仅当启用了多传输信道模式时，才定义 $P_{load_min_set}$ 、 P_{load_n} 、 P_{hi_n} 、 P_{r_n} 等。

调整 P_{r_n} 的CMTS命令必须与先前指配给CM的 $P_{load_min_set}$ 相一致，并具有以下限值：

$$P_{load_min_set} \leq P_{hi_n} - P_{r_n} \leq P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}$$

以及等效值：

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}) \leq P_{r_n} \leq P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

为传输信道集中的每个信道计算一个值 $P_{low_multi_n}$ ，在给定范围的上端（由 $P_{load_min_set}$ 确定）的情况下，该值设置该信道的发射功率动态范围窗口的下端。

$$P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12 \text{ dB}$$

当使用多个活动信道时， $P_{low_multi_n}$ 的作用是限制CM在其多个信道上需要（或甚至允许）的动态范围。

当CMTS发送一个新的 $P_{load_min_set}$ 值给CM时，有可能CM不能立即实现对新值的改变，因为当CM接收到改变 $P_{load_min_set}$ 的命令时，CM可能正在一个或多个其上行流信道上进行突发。在CMTS将全局重新配置时间授予CM之前，可能会经过一段时间。类似地，如果第n个信道正在进行突发，则在CM接收到命令后，可能不会立即执行对 P_{r_n} 的改变命令。对 P_{r_n} 的改变命令可以与对 $P_{load_min_set}$ 的改变命令同时进行。在命令改变 P_{r_n} 之后，CMTS不应该改变 $P_{load_min_set}$ ，直至在第n个信道上也提供足够的重新配置时间之后。在命令对 $P_{load_min_set}$ 进行先前的更改后，CMTS不应该改变 $P_{load_min_set}$ ，直至也为第一个命令提供全局重新配置时间之后。此外，CMTS不应该改变 P_{r_n} ：

- a) 直至发出有关 $P_{load_min_set}$ 新值的命令后，在提供全局重新配置时间之后；以及
- b) 直至完成对 P_{r_n} 的先前更改后，在第 n 个信道上提供足够的重新配置时间之后。

换句话说，CMTS是为了避免在没有足够的重新配置时间来建立第一个命令的情况下，将 P_{r_n} 和/或 $P_{load_min_set}$ 中的连续变化发送给CM。当同时命令赋予 $P_{load_min_set}$ 新值和改变 P_{r_n} 时，CM可等待在下一个全局重新配置时间改变 P_{r_n} （即与赋予 $P_{load_min_set}$ 新值同时进行），而不是在第 n 个信道的第一个足够的重新配置时间做改变；应用于新 P_{r_n} 的 $P_{load_min_set}$ 值是同时命令赋予的 $P_{load_min_set}$ 值，因此，如果对 P_{r_n} 的改变落在旧 $P_{load_min_set}$ 的动态范围窗口之外，则CM必须等待全局重新配置时间，以实施对 P_{r_n} 的更改。

如果这样一个命令将导致该信道的 P_{load_n} 降至 $P_{load_min_set}$ 以下，则CM必须忽略该命令，以增加每个信道的发射功率。注意：CMTS可以允许CM最高负载信道中的功率发生微小变化，而这些波动不会因每个如此小的变化而影响发射功率动态范围。这是通过将 $P_{load_min_set}$ 设置为比正常波动情况下小的值来实现的，并且预计最高负载信道中每个信道的功率也会出现波动。CM还必须忽略每个信道发射功率任何命令的更改，这将导致 P_{r_n} 降至动态范围窗口以下，即功率低于动态范围窗口所允许的功率，该范围由 $P_{load_min_set}$ 确定。CM还必须忽略更改 $P_{load_min_set}$ 的命令，以使 P_{r_n} 的现有值落在新的动态范围窗口之外。

当CM工作于 P_{load_n} 的某些值范围内时，第6.2.22.1节、第6.2.22.1.1节和第6.2.22.1.2节中的杂散性能要求适用，即从 $n = 1$ 到活动的上行流信道数，以及对于S-CDMA信道，在某个信道上作为活动代码总数一部分进行传输的扩展码数的某个范围，详见这些章节。

MIB中CM报告的每个信道的每信道发射功率参考64 QAM星座。当与其他星座一起传输时，将导致稍有不同的发射功率，具体取决于下面表6-7、表6-8和表6-9中的星座增益。例如，如果某个信道中报告的功率为30 dBmV，则将在该信道上将以30 dBmV的目标功率来传输64 QAM，同时在该信道上将以28.82 dBmV的目标功率来传输QPSK。

表6-7 – 传输信道集中一个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	61	56	18.18	62.18	57.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	58	56	17.21	58.21	56.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	58	56	17.21	58.21	56.21
32 QAM	0.00	17	20	23	57	56	17.00	57.00	56.00
64 QAM	0.00	17	20	23	57	56	17.00	57.00	56.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	56	16.95	N/A	55.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1280 kHz，M = 2560 kHz和H = 5120 kHz。)

表6-8 – 传输信道集中两个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	58	53	18.18	59.18	54.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	55	53	17.21	55.21	53.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	55	53	17.21	55.21	53.21
32 QAM	0.00	17	20	23	54	53	17.00	54.00	53.00
64 QAM	0.00	17	20	23	54	53	17.00	54.00	53.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	53	16.95	N/A	52.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1280 kHz，M = 2560 kHz和H = 5120 kHz。)

表6-9 – 传输信道集中三个或四个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	55	53	18.18	56.18	54.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	52	53	17.21	52.21	53.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	52	53	17.21	52.21	53.21
32 QAM	0.00	17	20	23	51	53	17.00	51.00	53.00
64 QAM	0.00	17	20	23	51	53	17.00	51.00	53.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	53	16.95	N/A	52.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1280 kHz，M = 2560 kHz和H = 5120 kHz。)

即使在其他活动信道上存在功率变化的情况下，一个突发内的每信道实际发射功率也必须恒定在0.1 dB峰值-峰值之间。这包括振幅变化，振幅变化理论上因QAM调幅、脉冲整形、预均衡而存在，并且对于S-CDMA，扩展和改变所分配代码的数量。

CM必须支持第6.2.19.1节和第6.2.19.2节中定义的发射功率计算。

6.2.19.1 TDMA发射功率计算

在TDMA模式下，CM为每个活动的信道确定其每信道目标发射功率 P_t ，如下所示。例如，为每个活动信道定义上行流信道X：

P_r = 信道X的MIB中CM的报告功率电平（dBmV）（指64 QAM星座）

ΔP = 功率电平调整（dB），例如，根据测距响应消息中的命令

G_{const} = 相对于64 QAM星座的星座增益（dB）（参见上表）

P_{min} = 根据第6.2.19节，对CM允许的每信道最小目标发射功率（参见上表）

P_{max} = 根据第6.2.19节，对CM允许的最大目标发射功率（参见上表）

$P_{\text{hi}} = \min(P_{\text{max}} - G_{\text{const}})$ ，对信道X中CM使用的所有突发配置文件（参见上表）

$P_{\text{low}} = \max(P_{\text{min}} - G_{\text{const}})$ ，对信道X中CM使用的所有突发配置文件（参见上表）

P_t = 信道X中CM的每信道目标发射功率（dBmV）（如CM估算的、信道X中每信道实际发射功率）

CM通过以下步骤来更新其在每个信道中的每信道报告功率：

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$ //为每个信道报告的功率电平添加功率电平调整（对于每个信道）。
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{\text{hi}}]$ //限幅于每信道最大功率限值。
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{\text{low}}]$ //限幅于每信道最小功率限值。
- 4) 测试，如果 $[P_r = <P_{\text{low_multi}}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
//此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 5) 测试，如果 $[P_r = >P_{\text{hi}} - P_{\text{low_min_set}}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
//此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。

然后，CM在信道X中以每信道目标功率 $P_t = P_r + G_{\text{const}}$ 进行传输，即报告功率加上星座增益。

通常，报告的功率电平是一个相对恒定的量，而信道X中的发射功率电平随着具有不同星座增益的不同突发配置文件的传输而动态变化。CM的每信道目标发射功率绝不能低于 P_{min} 或高于 P_{max} 。这意味着在某些情况下，如果具有多个星座的突发配置文件处于活动状态，则可能不允许极端发射功率电平（例如，对于QPSK为61 dBmV，以及17 dBmV）。同样，如果仅使用QPSK，尽管每信道目标发射功率将不超过61 dBmV，但每信道报告的功率可能会大于61 dBmV。

例如,如果在信道X中,只有QPSK和64QAM突发配置文件处于活动状态,则对于1280 kHz调制率为 $P_{hi} = 54 \text{ dBmV}$ 和 $P_{low} = 18.2 \text{ dBmV}$ 。 P_{low} 取决于调制率。信道X中最大允许QPSK发射功率为 $54 \text{ dBmV} - 1.2 \text{ dB} = 52.8 \text{ dBmV}$,信道X中最小QPSK发射功率为 $18.2 \text{ dBmV} - 1.2 \text{ dB} = 17 \text{ dBmV}$ (调制率为1280 kHz),信道X中最大64 QAM功率为 54 dBmV ,信道X中最小64 QAM功率为 18.2 dBmV (调制率为1280 kHz)。

6.2.19.2 S-CDMA发射功率计算

在S-CDMA模式下,功率计算取决于是否启用最大调度代码特性。

6.2.19.2.1 未启用最大调度代码的S-CDMA发射功率计算

在未启用最大调度代码的S-CDMA模式下,CM为每个活动的信道确定其每信道目标发射功率 P_t ,如下所示。例如,为每个活动信道定义上行流信道X:

P_r = 信道X的MIB中CM的报告功率电平(dBmV)(指64 QAM星座和传输的所有活动代码)

$P_{hi} = \min[P_{max} - G_{const}]$,对信道X中CM使用的所有突发配置文件(参见表6-7、表6-8和表6-9)

$P_{low} = \max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(\text{number_active_codes}/\text{number_of_codes_per_mini-slot})$,当中,对信道X中CM使用的所有突发配置文件为最大(参见表6-7、表6-8和表6-9)

CM通过以下步骤来更新其在每个信道中的每信道报告功率:

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$ //为每个信道报告的功率电平添加功率电平调整(对于每个信道)。
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$ //限幅于每信道最大功率限值。
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$ //限幅于每信道最小功率限值。
- 4) 测试,如果 $[P_r < P_{low_multi}]$,则忽略命令并恢复先前的 P_r
//此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 5) 测试,如果 $[P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}]$,则忽略命令并恢复先前的 P_r
//此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。

然后,在扩展器打开的帧中,CM以目标功率传输每个代码i:

$$P_{t,i} = P_r + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes})$$

(即信道X的报告功率,加上该代码的星座增益 $G_{const,i}$,减去考虑活动代码数量的因素。一帧中信道X的总发射功率 P_t 为信道X中每个代码的独立发射功率 $P_{t,i}$ 之和,当中的和运算是使用绝对功率量(非dB域)来执行的。

在扩展器关闭的帧中,信道X中的CM目标发射功率为 $P_t = P_r + G_{const}$ 。

信道X中的发射功率电平随着分配的代码数量变化以及随着具有不同星座增益的不同突发配置文件的传输而动态变化。CM的每信道目标发射功率绝不能低于 P_{min} 或高于 P_{max} ,包括在所有的分配代码数量和所有的突发配置文件上。这意味着在某些情况下,可能不允许每信道极端发射功率电平(例如,17和56 dBmV)。同样,如果仅使用QPSK,尽管每信道目标发射功率将不超过56 dBmV,但一个信道中报告的功率可能会大于56 dBmV。

例如，如果传输信道集仅包含一个信道，并且该信道（信道X）具有QPSK和64QAM突发配置文件，则活动代码数为128，每小时隙代码数为2，则对于1280 kHz调制率为 $P_{hi} = 56$ dBmV和 $P_{low} = 36.24$ dBmV。 P_{low} 取决于调制率。当传输所有活动代码时，信道X中最大允许QPSK发射功率为 $56 - 1.18 = 54.82$ dBmV。当传输一个小时内隙时，信道X中最小QPSK功率为 36.24 dBmV $- 1.18$ dB $- 10\log(128)$ dB $+ 10\log(2)$ dB = 17 dBmV（调制率为1280 kHz）。总和中的最后一项是两个代码上单个功率求和的结果。同样，当传输所有活动代码时，信道X中最大64 QAM功率为 56 dBmV，当传输一个小时内隙时，信道X中最小64 QAM功率为 36.24 dBmV $- 10\log(128)$ dB $+ 10\log(2)$ dB = 18.18 dBmV（调制率为1280 kHz）。例如，在传输2个小时隙时，信道X中允许的最小QPSK功率为 20 dBmV（调制率为1280 kHz），在传输2个小时隙时，信道X中允许的最小64 QAM功率为 21.2 dBmV（调制率为1280 kHz）。

CM需要在较高的输出功率下对发射的波形进行某种形式的限幅，以防止出现峰值-均值比（PAR）问题。

由于以下因素，有时在扩展器打开帧中的CMTS处接收到的功率会小于扩展器关闭帧的标称功率：

- 1) 任何CM都未使用的广播机会；
- 2) 一个或多个CM未使用的单播授权；或者
- 3) 指配给NULL SID的小时隙。

6.2.19.2.2 启用最大调度代码的S-CDMA发射功率计算

在启用最大调度代码的信道上的S-CDMA模式下，CM为每个活动的信道确定其每信道目标发射功率 P_t ，如下所示。例如，为每个上行流信道定义上行流信道X：

P_r = 信道X的MIB中CM的报告功率电平（dBmV）（参考64 QAM调制的、扩展器关闭的测距突发的操作发射功率）。

$P_{hi_S} = \min[P_{max} - G_{const}]$ ，对信道X中CM使用的所有扩展器打开的突发配置文件（参见表6-7、表6-8和表6-9）。

$P_{low_S} = \max[17 - G_{const}] + 10 \log(\text{number_active_codes}/\text{number_of_codes_per_mini_slot})$ ，当中，对信道X中CM使用的所有突发配置文件为最大（参见表6-7、表6-8和表6-9）。

P_{max_T} = 对于测距中使用的星座，在TDMA模式下，信道X中CM允许的最大目标发射功率（参见表6-7、表6-8和表6-9）。

$P_{hi_T} = \min[P_{max_T} - G_{const}]$ ，对信道X中CM使用的所有扩展器关闭的突发配置文件（参见表6-7、表6-8和表6-9）。

$P_{on} = P_r$ 限幅于最大扩展器打开的限值。

P_{sf} = CM功率差额。

P_{hr} = S-CDMA功率余量，以dB为单位。相当于测距响应消息TLV-11的值除以4。

ΔP = 信道X从CMTS发送到CM的功率电平调整，以dB为单位。

CM通过以下步骤来更新其在每个信道中的每信道功率：

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$ //为每个信道报告的功率电平添加功率电平调整（对于每个信道）。
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi_T}]$ //限幅于每信道最大TDMA功率限值。
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low_S}]$ //限幅于每信道最小S-CDMA功率限值。
- 4) 测试，如果 $[P_r < P_{low_multi}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
//此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 5) 测试，如果 $[P_r > P_{hi_T} - P_{load_min_set}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
//此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 6) $P_{on} = \min[P_r, P_{hi_S} - P_{load_min_set}]$
//对多信道动态范围限制，限幅于每信道最大S-CDMA功率限值，
如 $P_{load_min_set}$ 所设。

在扩展器关闭的帧中，CM以目标功率在信道关闭中进行传输：

$$P_t = P_r + G_{const}$$

基于信道X中的扩展器关闭的发射功率，CM按照以下步骤来更新其在信道X中的功率差额：

在传输信道集中只有一个信道的情况下：

$$P_{sf} = P_t - (56 - P_{load_min_set})$$

//信道X中扩展器关闭的目标功率与最大扩展器打开的目标功率之间的差异；

$$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0] // \text{在信道X中，如果} P_t \text{小于} 56 \text{ dBmV} - P_{load_min_set} \text{，则将} P_{sf} \text{设为} 0 \text{；}$$

以及在传输信道集中有一个以上信道的情况下：

$$P_{sf} = P_t - (53 - P_{load_min_set})$$

//信道X中扩展器关闭的目标功率与最大扩展器打开的目标功率之间的差异；

$$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0] // \text{在信道X中，如果} P_t \text{小于} 53 \text{ dBmV} - P_{load_min_set} \text{，则将} P_{sf} \text{设为} 0 \text{。}$$

在扩展器打开的帧中，CM以目标功率来传输每个代码i：

$$P_{t,i} = P_{on} + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes}) + P_{hr}$$

就是说，在信道X中限幅的报告功率，加上该代码的星座增益 $G_{const,i}$ ，减去考虑活动代码数量的因素，加上功率余量 P_{hr} 。 P_{hr} 是为具有最大调度代码限值且可以依据代码传输额外功率的CM而添加的功率（以dB为单位）。在一个帧中，信道X的总发射功率 P_t 为信道X中每个代码的各个发射功率 $P_{t,i}$ 之和，其中，使用绝对功率量（非dB域），在所有 N_{alloc} 分配的代码上进行求和计算。

$$P_t = 10 \log \sum_{i=1}^{N_{alloc}} 10^{P_{t,i}/10}$$

例如，如果在传输信道集中有一个以上的信道，且信道X中的突发配置文件包含针对IUC 1、2、3和4的QPSK，以及针对IUC 9和10的64 QAM，则活动代码数为128，每个小时隙的代码数为2，则 $P_{hi_S} = 53 \text{ dBmV}$ 、 $P_{low_S} = 36.24 \text{ dBmV}$ ，以及 $P_{hi_T} = 58 \text{ dBmV}$ 。假设 $P_{load_min_set} = 0 \text{ dB}$ 。假设CM在扩展器关闭的目标发射功率为57 dBmV的情况下确定信道X的范围。CM报告

的信道X $P_{sf} = 57 \text{ dBmV} - 53 \text{ dBmV} = 4 \text{ dB}$ 。CMTS使用 P_{sf} 为信道X设置（使用其供应商特定的算法） $\text{max_scheduled_codes} = 32$ 和 $P_{hr} = 6 \text{ dB}$ 。（根据CMTS的决定，S-CDMA功率余量可能有别于功率差额。）CM将其在信道X中的每代码发射功率设置为：

$$P_{t,i} = P_{on} + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes}) + P_{hr} = 53 \text{ dBmV} + 0 \text{ dB} - 21 \text{ dB} + 6 \text{ dB}$$

//对于当信道X = 38 dBmV时具有64 QAM调制的代码

可以用来说明信道X中每个代码功率增加之影响的参数是有效发射功率 P_{eff} ，假设如果传输所有 N_a 个活动代码，则将在信道X中产生的功率。计算公式为：

$$\begin{aligned} P_{eff} &= 10 \log \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{P_{t,i}/10} \\ &= P_{on} + P_{hr} + 10 \log \frac{1}{N_{act}} \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{G_{const,i}/10} \end{aligned}$$

其中，最后一项是平均星座增益。

对于使用64 QAM调制（ $G_{const} = 0 \text{ dB}$ ）在信道X中传输所有代码的参考情况，有效发射功率降为：

$$P_{eff} = P_{on} + P_{hr}$$

继续上面的示例，结果是：

$$P_{eff} = 53 \text{ dBmV} + 6 \text{ dB} = 59 \text{ dBmV}$$

限制代码数量为CM提供了59 dBmV的增强有效功率，它比通常的53 dBmV的每信道最大功率要高6 dB，而比57 dBmV的测距功率要高2 dB。在本示例中，CMTS酌情决定在信道X中要求比需要的增强2 dB（ $P_{hr} = 6 \text{ dB}$ 与 $P_{sf} = 4 \text{ dB}$ ），这可能是由于信道中的某些已知损伤所致。

*effective_SNR*是有关某个给定代码的SNR估计值，对应信道X上的有效发射功率。它定义为在最后一次台站维护中测得的SNR，减去CM功率差额，加上功率余量，加上测距突发与所考虑代码之间的星座增益差。其公式为：

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} + (G_{const,i} - G_{const,ranging})$$

其中 $G_{const,ranging}$ 是信道X上导致SNR测量结果的、测距突发的星座增益。

在MIB中，*effective_SNR*对应于使用64 QAM调制的参考情况（ $G_{const,i} = 0 \text{ dB}$ ）：

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} - G_{const,ranging}$$

继续该示例，如果使用QPSK调制（ $G_{const,ranging} = -1.2 \text{ dB}$ ），在最后一次台站维护中，在信道X上测得的SNR为17 dB，则参考64QAM调制的*effective_SNR*为：

$$\text{effective_SNR} = 17 \text{ dB} - 4 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 1.2 \text{ dB} = 20.2 \text{ dB}$$

6.2.19.3 发射功率步长

每个信道的发射功率步长分辨率必须等于或小于0.5 dB。步长大小精度必须在0.4 dB内。例如，信道X的实际功率增加源于命令将信道X上CM下一个发射突发中的功率电平增加1 dB，它必须在0.6 dB与1.4 dB之间。

突发期间，所有没有功率改变命令的活动信道的改变绝不能超过0.1 dB，即使对其他活动信道的任何子集有功率改变命令。

在动态范围窗口（即 $P_{load_min_set}$ ）发生更改后，在任何活动信道恢复传输时，其发射功率变化绝不能超过0.4 dB（参考其发射功率任何命令的更改）。

当在任一方向上（从低端功率到高端功率，反之亦然）改变功率控制范围时，对每12 dB的增益变化（以及动态范围窗口的一项设置），允许将步长大小精度降低到1.4 dB。这些增益变化的位置（增加和减少以提供迟滞）必须至少相隔2 dB，从而能够在全功率控制覆盖范围内使用大步长衰减器。

6.2.19.4 未启用多传输信道模式的发射功率要求

在禁用多传输信道模式的情况下，CM必须按照[ITU-T J.122]进行操作，但以下情况除外。最小上行流功率 P_{min} 必须如下面表6-10所示，以取代[ITU-T J.122]中的最小上行流功率要求。最大上行流功率 P_{max} 必须如上面表6-7所示，以取代[ITU-T J.122]中的最小上行流功率要求。注意：在[ITU-T J.122]第6.2.18.2节中，公式中有关 P_{hi_s} 的值53必须替换为56，因为该值实际上是上面表6-7中的 P_{max} 。

表6-10 – 未启用多传输信道模式的最小发射功率 P_{min}

调制率 (kHz)	P_{min} (dBmV)	适用性
160	17	CM 可支持
320	17	CM 可支持
640	17	CM 可支持
1280	17	CM 必须支持
2560	20	CM 必须支持
5120	23	CM 必须支持

6.2.20 突发配置文件

传输特性分为三个部分：

- a) 信道参数；
- b) 突发配置文件属性；以及
- c) 用户唯一参数。

信道参数包括：

- a) 调制率（从160 kHz到5120 kHz的六个速率，以八个一组为步长）；
- b) 中心频率（Hz）；
- c) 1536位的前导码超串；以及
- d) S-CDMA信道参数。

信道参数由给定信道上的所有用户共用。表6-11中列出了突发配置文件属性，这些参数是对应突发类型的共用属性。

CM必须在适当的时间生成每个突发，如在CMTS MAP提供的小时隙授权中所传达的那样。

CM必须通过UCD中的突发描述符支持CMTS命令的所有突发配置文件，并随后指配用于MAP中的传输。

表6-11 – 突发配置文件属性

突发配置文件属性	配置设定
调制	QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64QAM、128 QAM(仅限TCM)
差分编码	打开/关闭
TCM编码	打开/关闭
前导码长度	0-1536位(参见第6.2.1.9节)
前导码值偏移	0-1534
R-S FEC纠错(T)	0-16(0表示没有R-S FEC。码字奇偶校验字节数为 $2 * T$)
R-S FEC码字信息字节(k)	固定: 16-253(假设R-S FEC打开) 缩短: 16-253(假设R-S FEC打开)
扰码器种子	15位
最大突发长度(小时隙) ¹	0-255 ²
保护时间	4-255个调制间隔 S-CDMA中没有保护时间
最后一个码字的长度	固定、缩短
扰码器打开/关闭	打开/关闭
字节交织器深度(I_r) ³	0-底数($2048/N_r$) ⁴
字节交织器块大小(B_r) ⁵	$2 * N_r$ 至2048
前导码类型	QPSK0/QPSK1
S-CDMA扩展器 ⁶	打开/关闭
每个子帧的S-CDMA代码	1-128
S-CDMA交织器步长 ⁶	1至(每帧扩展间隔- 1)
活动代码和跳码的S-CDMA选择模式	模式1 或模式2
活动代码的S-CDMA选择字符串	128位字符串, 指明在可选活动代码模式中哪些代码处于活动状态
<p>¹ 信道配置文件中0小时隙的突发长度表示该突发长度对于该突发类型在该信道上是可变的。突发长度虽然不是固定的，但由CMTS明确授予MAP中的CM。</p> <p>² N_r 是第6.2.5.1节中定义的R-S码字大小$k + 2T$。</p> <p>³ 如果深度= 1, 则无交织; 如果深度= 0, 则为动态模式。</p> <p>⁴ N_r 是第6.2.5.1节中定义的R-S码字大小$k + 2T$。</p> <p>⁵ 仅在动态模式下使用。</p> <p>⁶ 仅用于S-CDMA信道。</p>	

即使在与另一个用户相同的信道上使用相同的突发类型（例如，功率电平）时，每个用户的用户唯一参数也可有所不同，这些参数在表6-12中列出：

表6-12 – 用户唯一的突发参数

用户唯一参数	调整命令	结果参数值
功率电平 ¹	8位二的补码， 分辨率 = 0.25 dB	TDMA： +17至+57 dBmV（32 QAM、 64QAM） +17至+58 dBmV（8 QAM、 16QAM） +17至+61 dBmV（QPSK） S-CDMA： +17至+56 dBmV （所有调制） 分辨率= 0.25 dB或更高
偏移频率	范围 = ±32 kHz， 分辨率 = 1 Hz	依据第6.2.17.1节上行流频率敏捷性和范围的频率范围
测距偏移	整数部分: 32位二的补码 分辨率= (1/10.24 MHz) = 6.25 μs/64 = 97.65625 ns 小数部分: 无符号8位小数扩展 分辨 率= 6.25 μs/(64*256) = 0.3814697265625 ns	范围：根据第1.2.1节，足以达到 最大有线电视设备长度。 分辨率：非同步：6.25 μs/64。 同步：6.25 μs/(64*256)
突发长度（小时隙），如果 在此信道上可变（突发到突 发地变化）	N/A	1至255个小时隙
传输均衡器系数 （参见第6.2.16节，传输预均 衡器）	DOCSIS 3.0和2.0模式：24 个复数系数，每个系数4个 字节 （2个实数和2个虚数），加 载和卷积模式 DOCSIS 1.1模式：最多64个 复数系数，每个系数4个字节 （2个实数和2个虚数），仅 卷积模式	DOCSIS 3.0和2.0模式：24个复数 系数 DOCSIS 1.1模式：多达64个复数系 数
¹ 最小功率电平限值取决于调制率。最大功率电平限值取决于调制顺序、是否启用了多传输信道模式，以及启用了MTC模式时传输信道集中的上行流信道数量。		

CM必须执行偏移频率调整，以在±10 Hz的命令变化范围内实现上行流载波频率的变化。

6.2.20.1 测距偏移

测距偏移是CM上行流帧时基与CMTS上行流帧时基之间的时差。它的步进大致等于CM与CMTS之间的往返延迟，是同步TDMA和S-CDMA方案中上行流传输所必需的。CMTS必须基于一个或多个成功接收到的突发的接收（即从所采用的每种技术获得的令人满意的结果：纠错和/或CRC），为CM提供有关该偏移量的反馈调整。CMTS在测距响应MAC消息中将这些时序调整命令发送到CM，其中负值表示测距偏移将被减小，从而导致CM传输的时间变晚。

MDD（MAC域描述符）消息[ITU-T J.222.2]提供一个TLV字段，该字段指示CMTS是否正在提供同步下行流符号时钟，即下行流符号时钟是否已锁定于10.24 MHz主时钟。如果MDD指示CMTS正在提供同步下行流符号时钟，则CM在传输信道集中的所有信道上或在禁用MTC模式的单个上行流信道上生成同步上行流符号时钟。如果MDD指示CMTS未在提供同步下行流符号时钟，则CM使用TDMA调制的非同步上行流进行操作，且不允许进行S-CDMA调制。在没有MDD消息的情况下，CM使用单个上行流信道进行操作，该信道是同步上行流，锁定于S-CDMA调制的下行流符号时钟，或者TDMA调制的非同步上行流。

对于非同步信道，CM必须以至多1个符号持续时间（给定突发使用的符号速率）的分辨率以及（除了固定偏差） $\pm 0.25 \mu\text{s}$ 内的精度加上因分辨率而产生的 $\pm 1/2$ 符号来执行时序调整命令。例如，对于最大符号速率5.12 Msym/s，相应的符号周期将为195 ns，时序调整的相应最大分辨率必须为195 ns。对于最大符号速率5.12 Msym/s，相应的最小精度必须为 $\pm 348 \text{ ns}$ 。根据对从CMTS接收到的时间戳信号的理想处理，CM突发时序的精度 $\pm 0.25 \mu\text{s}$ 加上 $\pm 1/2$ 符号与CM处可导出的小时隙边界有关。

时序调整参数整数部分的分辨率为 $(1/10.24 \text{ MHz}) = 6.25 \mu\text{s}/64 \approx 97.66 \text{ ns}$ 。对于S-CDMA信道，CMTS在时序调整命令中提供一个额外的小数字段，分辨率为帧刻度增量的 $1/16384 = 6.25 \mu\text{s}/(64*256) \approx 0.3814 \text{ ns}$ 。对于S-CDMA信道，CM必须将时序调整到标称码片周期的 ± 0.01 内。例如，对于最大码片速率5.12 MHz，实现时序校正的相应最大分辨率为 $(\pm 0.01)*195 \text{ ns}$ 或约为 $\pm 2 \text{ ns}$ 。对于工作于同步模式下的TDMA信道，允许CMTS提供分数字段以进行时序调整。对于工作于同步模式下的TDMA信道，当RNG-RSP中存在用于时序调整的分数字段时，CM必须将分数字段时序调整到标称符号周期的 ± 0.01 内。对于工作于同步模式下的TDMA信道，如果到CM的RNG-RSP不包含分数字段时序调整，则CM必须假定其等于0，并且仍满足执行分数字段时序调整所需的精度要求（以在标称符号周期的 ± 0.01 内）。

对于使用多个下行流信道的CMTS/CM系统，对于CM，CMTS将单个信道指定为主信道，CM从中导出所有上行流传输的CMTS主时钟时序[ITU-T J.222.2]。

对于使用多个上行流信道的CMTS/CM系统，CM必须使用上述分辨率分别确定每个上行流信道的范围。

6.2.20.2 TDMA重新配置时间

CM必须能够在没有突发与突发之间要求的重新配置时间的情况下切换突发配置文件，以下参数的更改除外：

- 1) 输出功率；
- 2) 符号速率；
- 3) 偏移频率；
- 4) 信道频率；
- 5) 测距偏移；以及
- 6) 预均衡器系数。

在启用多传输信道模式的情况下，所有这些参数都在每个上行流信道上独立进行调整，并且CM不需要在未调整的信道上重新配置时间。

在启用多传输信道模式的情况下，当调整动态范围窗口（新的 $P_{load_min_set}$ 值）时，或者当自最后一个全局重新配置时间以来，任何活动信道累计发射功率变化超过3 dB时（参见第6.2.22.1节），CM可能需要全局重新配置时间（在所有活动信道上同时进行）。每当更改或重新命令 $P_{load_min_set}$ 时，在每个活动信道上，CM必须都满足有关“动态范围窗口更改”（如下）的要求。

对于**动态范围窗口更改或重新命令**：如果更改或重新命令 $P_{load_min_set}$ ，则CM必须能够执行突发与突发之间的更改，只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心（在任何活动信道上）与下一个突发的第一个符号中心（在任何活动信道上—与上一个突发相同的信道或不同的信道）之间至少分配96个符号加上10 μ s。（所有活动信道上的全局“安静”要求所有活动TDMA信道上无授权突发间隔的交集至少应为96个符号加上10 μ s的持续时间。）CM的输出功率必须稳定在其最终输出功率电平的 ± 0.1 dB内、从 $P_{load_min_set}$ 变化开始的10 μ s之内，以及从任何信道上任何输出功率变化开始，伴随 $P_{load_min_set}$ 的更改或重新命令。动态范围窗口，即 $P_{load_min_set}$ ，在由CMTS在突发与突发之间向CM提供足够的时间之前，绝不能改变。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，动态范围窗口绝不能发生变化。

对于**输出功率更改**：如果要改变输出功率1 dB或更小，则CM必须能够执行突发与突发之间的更改，只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号加上5 μ s。如果要改变输出功率1 dB以上，则CM必须能够执行突发与突发之间的更改，只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号加上10 μ s。96个符号的最大重新配置时间应该补偿一个突发的下降时间和下一个突发的上升时间，以及总的发射机延迟时间，包括管线延迟和预均衡器延迟。CM的输出功率必须稳定在其最终输出功率电平的 ± 0.1 dB内：

- a) 从1 dB或更小的变化开始的5 μ s内；以及
- b) 从大于1 dB的变化开始的10 μ s内。

在CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前，绝不能更改输出功率。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，输出功率绝不能发生变化。

对于**符号速率**变化：只要CMTS允许有关UCD参数更改的突发与突发之间所需的时间，则CM必须能够传输连续的突发。CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前，绝不能更改符号速率。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，符号速率绝不能发生变化。

对于**偏移频率**变化：只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号，则CM必须能够传输连续的突发。96个符号的最大重新配置时间应该补偿一个突发的下降时间和下一个突发的上升时间，以及总的发射机延迟时间，包括管线延迟和可选的预均衡器延迟。CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前，绝不能更改偏移频率。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，偏移频率绝不能发生变化。

对于**信道频率**变化：只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号加上100 ms，则CM必须能够执行突发与突发之间的更改。CM的信道频率必须稳定在第6.2.22.5节和第6.2.22.6节的相位噪声和精度要求内、从变化开始的100 ms内。CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前，绝不能更改信道频率。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，信道频率绝不能发生变化。

对于**测距偏移**和/或**预均衡器系数**变化：只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号，则CM必须能够传输连续的突发。96个符号的最大重新配置时间应该补偿一个突发的下降时间和下一个突发的上升时间，以及总的发射机延迟时间，包括管线延迟和预均衡器延迟。CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前，绝不能更改测距偏移。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，测距偏移绝不能发生变化。

对于**调制类型**变化：在突发与突发之间没有重新配置时间（最小保护时间除外）的情况下，CM必须能够传输连续的突发。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，调制绝不能发生变化，但传输均衡器的影响除外（如果存在于CM中的话）。（这将通过不提供滤波的传输均衡器进行验证；仅延迟。注意：如果CMTS在其均衡器中具有决策反馈，则可能需要在同一CM可能使用的不同调制类型的突发之间提供96个以上的符号间隔；这是一个CMTS决定。）

6.2.20.3 S-CDMA重新配置时间

在S-CDMA模式下，对于每小时隙输出功率、偏移频率、预均衡器系数和/或测距偏移的变化，只要CMTS分配的持续时间为突发之间的至少一帧，则CM必须能够传输连续的突发。对于所有其他突发配置文件参数更改，除了MAC为此类更改提供的内容外，不需要重新配置。当启用多传输信道模式时，所有这些参数都在每个上行流信道上独立进行调整，并且CM不需要在未调整的信道上重新配置时间。

在启用多传输信道模式的情况下，当调整动态范围窗口时（新的 $P_{load_min_set}$ 值），或者当自最后一个全局重新配置时间以来，任何活动信道累计发射功率变化超过3 dB时（参见第6.2.22.1节），CM可能需要全局重新配置时间。（所有活动信道上的全局“安静”要求所有活动S-CDMA信道上非授权突发间隔的交集至少为一个帧。）即使更改或重新命令 $P_{load_min_set}$ ，只要CMTS在传输信道集的所有信道上、在突发之间分配至少一个帧，则CM必须能够传输连续的突发。（从一个信道上突发的结束到任何信道上下一个突发的开始，必须有至少一个帧的持续时间来为S-CDMA信道提供“全局重新配置时间”。）

6.2.20.4 更改调制率时的CM时序偏移

当更改调制率时，CM必须采用表6-13中所示的时序偏移。该表中的偏移对应于DOCSIS 1.0和1.1传统上行流接收器对调制率变化时延迟变化的贡献。要应用的时序偏移是表中对应新调制率的条目与对应初始调制率的条目之间的差。如第6.2.21节所述，偏移以突发中第一个符号的中心为参考，这是突发时序的参考点。需要规范这些偏移，以便CM对其测距偏移进行统一调整，并且CMTS可以适当地处置在更改调制率时应用这些偏移的CM。

表6-13 – 调制率变化的时序偏移

调制率 (kHz)	时序偏移 (以1/64时间刻度为单位，参考 5.12 MHz)	适用性
5120	0	CM必须支持
2560	0	CM必须支持
1280	24	CM必须支持
640	72	CM可支持
320	168	CM可支持
160	360	CM可支持

例如，假设CM在一个上行流信道上，工作于1.28 MHz的调制率。现在，假设来自CMTS的UCD消息将信道的调制率更改为0.32 MHz。CM将一个 $168 - 24 = 144$ 的额外时序偏移应用于其测距偏移，以补偿该调制率的变化。144的值为正，因此，CM将增加其测距偏移，使其有效地、较早地传输144个单位的1/64时间刻度。

此外，在更改调制率时，如果CM对延迟的改变有自己的贡献，则CM也必须补偿该CM特定的延迟差。这是在上表中的值所施加的偏移之外，额外施加的偏移，它源于传统CMTS上行流接收机对延迟变化的贡献。本节较前部分有关TDMA模式下CM突发时序精度的要求参考了初始较低的调制率，新的调制率则在调制率更改后适用，并考虑到了所需的时序偏移。具体地说，CM在TDMA和S-CDMA模式下都必须在 $\pm 0.25 \mu s$ 加 $\pm 1/2$ 符号的精度内实现时序调整。

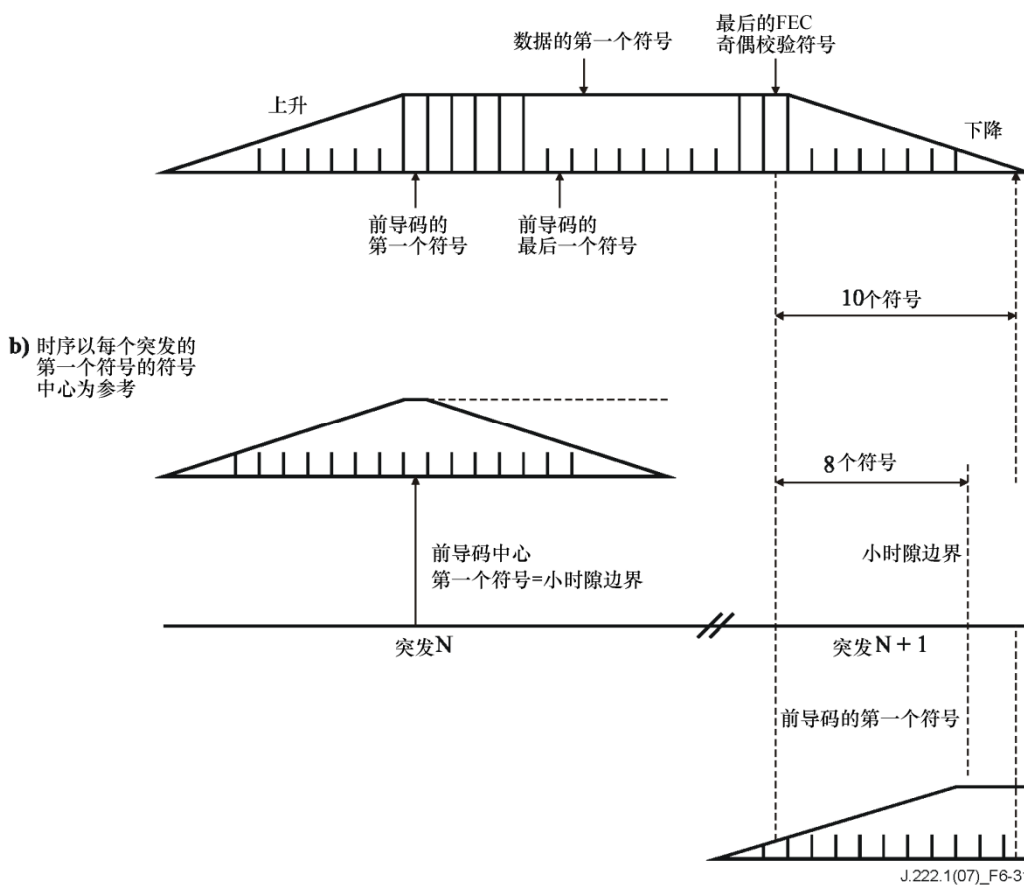
不使用与传统DOCSIS上行流CMTS接收机实施方案相同的内部物理延迟偏移的CMTS能够以下列任何一种方式但不限于这些方式，来在调制率更改后接收CM突发：

- 1) CMTS可实现上表中指定的内部物理延迟偏移。
- 2) CMTS可基于上表中的预期偏移来实现内部时序补偿。
- 3) CMTS可增加保护时间。
- 4) CMTS可向每个CM发送一个未经请求的RNG-RSP，以调整延迟偏移。如[ITU-T J.222.2]第6.4.4节所述，预计CM能够随时以本节中指定的精度来调整其时序偏移。

6.2.21 突发时序约定

图6-31说明了TDMA信道的标称突发时序。

a) 标称突发配置文件（无时序错误）；
图示了8个符号的保护带；图示了
10个符号的上升和下降



注-即使一个发射机指配两个突发，一个突发的下降也可能与随后突发的上升重叠。

图6-31 – 标称TDMA突发时序

图6-32表示最坏情况下TDMA信道的突发时序。在这个例子中，突发N迟到1.5个符号，而突发N + 1早到1.5个符号，但保留了5个符号的间隔。8个符号的保护带如下所示：

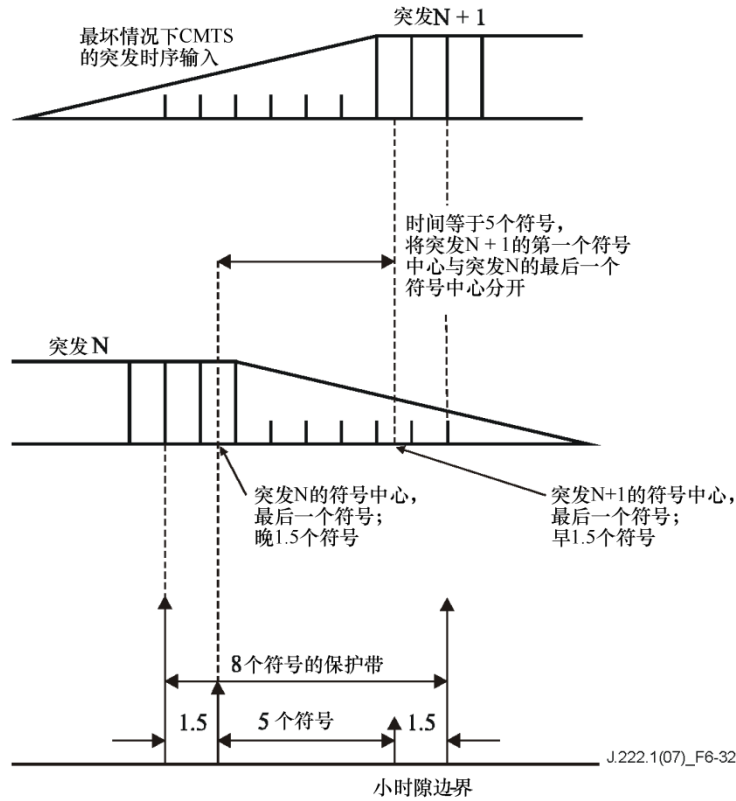


图6-32 – 最坏情况下的TDMA突发时序

在符号速率为 R_s 时，符号以每个 $T_s = 1/R_s$ s的速率出现。上升和下降是符号在超出 T_s 持续时间的时域中的扩展，这归因于符号整形滤波器以及来自传输均衡器的任何残留影响。如果仅传输一个符号，则由于整形滤波器脉冲响应长于 T_s ，其持续时间将长于 T_s 。突发传输的第一个和最后一个符号的扩展有效地将突发的持续时间延长为比 $N * T_s$ 更长的时间，其中N是突发中的符号数。

对于S-CDMA信道，来自所有CM的突发都是同步的。这意味着一个突发的下降可能与后续突发的上升同时发生。CM必须满足S-CDMA的测距和同步要求，以确保突发的下降和上升对齐。

6.2.22 保真度要求

除非另有说明，否则以下要求假定禁用任何预均衡。

6.2.22.1 杂散发射

噪声和杂散功率绝不能超过表6-14、表6-15和表6-17中给出的水平。噪声和杂散功率不应该超过表6-16和表6-18中给出的水平。当启用多传输信道模式时，将各个信道的噪声和杂散功率要求相加（绝对功率，不以dB为单位），以确定多信道传输条件的复合本底噪声。同样，当启用多传输信道模式时，这些杂散性能要求仅在CM工作于 P_{load_n} 的某些值范围内时才适用，

对传输信道集，为从 $n = 1$ 至上行流信道数，对 S-CDMA 信道，为从 1 下至 $1/4$ 的 $number_allocated_codes/number_active_codes$ 比。

对于 S-CDMA 模式，当调制解调器在信道上传输小于 $1/4$ 的活动扩展码时，杂散发射要求限值为功率值（以 dBmV 为单位），对应于与 $1/4$ 活动扩展码有关的功率电平规范（即比对应于分配给 CM 的信道的所有活动代码的信道功率低 6 dB）。

当启用多传输信道模式且传输信道集中有两个或多个信道时，仅在满足以下负载范围时，才必须满足杂散发射性能要求：

TCS 中有两个或多个信道：当 $P_{load_1} - P_{load_min_set} \leq 3$ dB 时适用；以及

TCS 中有两个信道：当 $P_{load_2} - P_{load_1} \leq 12$ dB 时适用；

TCS 中有三个信道：当 $P_{load_3} - P_{load_1} \leq 8$ dB 时适用；

TCS 中有四个信道：当以下情况时适用：

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

以及：

$$P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

以及：

$$P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

当调制解调器以这些负载范围之外的功率电平进行传输时（12 dB 动态范围允许的范围），如果将这些信道的负载降低（发射功率提高）到恰好满足适用范围要求，则杂散发射要求限值为对应第二和更高加载信道上传输相关之规范的功率值（以 dBmV 而不是 dBc 为单位）。

在启用多传输信道模式的情况下，自最后一个全局重新配置时间到下一个全局重新配置时间结束，从任何活动上行流信道上的输出功率变化超过 ± 3 dB 开始，杂散性能要求将不适用于任何上行流信道。“全局重新配置时间”定义为在活动传输之间提供的非活动时间间隔，它同时满足第 6.2.20.2 节中对 TCS 中所有 TDMA 信道的要求以及第 6.2.20.3 节中对 TCS 中所有 S-CDMA 信道的要求。在启用多传输信道模式的情况下，在命令 CM 自其最后一个全局重新配置时间以来更改任何上行流信道发射功率累计 ± 3 dB 之前，CMTS 应为 CM 提供全局重新配置时间。

例如，在 TCS 中有三个 S-CDMA 信道时，每个信道的发射功率分别为 53 dBmV、41 dBmV 和 41 dBmV，当 TCS 中的两个或多个信道正在传输时，绝对杂散发射要求对应于每信道发射功率分别为 53 dBmV、45 dBmV 和 45 dBmV 的绝对杂散发射要求。为了确定杂散发射限值，提高了 41 dBmV 的功率电平，最高至 $53 \text{ dBmV} - 8 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ 。

例如，在 TCS 中有四个 S-CDMA 信道时，每信道的发射功率分别为 53 dBmV、41 dBmV、41 dBmV 和 41 dBmV，当 TCS 中的两个或多个信道正在传输时，绝对杂散发射要求对应于每信道发射功率分别为 53 dBmV、49 dBmV、45 dBmV 和 41 dBmV 的绝对杂散发射要求。为了确定杂散发射限值，提高了 41 dBmV 的功率电平，最高至 $53 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 49 \text{ dBmV}$ ；且人工为 $49 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ ，人工为 $45 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 41 \text{ dBmV}$ 。

在表6-14中，带内杂散发射包括噪声、载波泄漏、时钟线、合成器杂散产物以及其他不良发射机产物。它不包括ISI。带内杂散发射的测量带宽等于调制率（例如1280至5120 kHz）。以dBc表示的所有要求均与CM在一个信道中发射的实际发射功率有关。

表6-14的突发与突发（TCS中没有信道是突发的）规范之间的测量带宽为160 kHz，除非被称为4 MHz或250 kHz。

传输突发规范适用于授予CM的小时隙（当CM使用全部或部分授予的情况），并且适用于所授予小时隙之前和之后的32个调制间隔。突发与突发之间的规格适用，除了CM任何活动信道上所用小时隙授权期间，以及所用授权之前和之后的32个调制间隔期间。

在TDMA模式下，一个小时隙在5.12 Msym/s速率下可能短至32个调制间隔或6.25 μs，或者在1.28 Msym/s速率下可能短至25 μs。

表6-14 – 杂散发射

参数	传输突发	突发之间
带内	-40 dBc	-72 dBc
相邻频段	参见表6-15和表6-16	-72 dBc
在上行流工作范围5-42 MHz或5-85 MHz内（不包括指配的信道、相邻信道）	参见表6-17和表6-18	-72 dBc
对于上行流工作范围为5-42 MHz的情况： CM集成杂散发射限值（全部在4 MHz中，包括离散者） ¹		
42-54 MHz	最大(-40 dBc, -26 dBmV)	-26 dBmV
54-60 MHz	-35 dBmV	-40 dBmV
60-88 MHz	-40 dBmV	-40 dBmV
88-870 MHz	-45 dBmV	最大(-45 dBmV, -40 dB ref d/s ²)
对于上行流工作范围为5-42 MHz的情况： CM离散杂散发射限值 ¹		
42-54 MHz	最大(-50 dBc, -36 dBmV)	-36 dBmV
54-88 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV
88-870 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV
对于上行流工作范围为5-85 MHz的情况： CM集成杂散发射限值（全部在4 MHz中，包括离散者） ¹		
108-136 MHz	-40 dBmV	-40 dBmV
136-870 MHz	-45 dBmV	最大(-45 dBmV, -40 dB ref d/s ²)

表6-14 – 杂散发射

参数	传输突发	突发之间
对于上行流工作范围为5-85 MHz的情况： CM离散杂散发射限值 ¹ 108-870 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV
¹ 这些规范限值不包括与调谐接收信道有关的单个离散杂散；该单个离散杂散必须不大于-40 dBmV。 ² “dB ref d/s” 相对于接收到的下行流信号电平。一些杂散输出与接收信号电平成正比。		

6.2.22.1.1 相邻信道杂散发射

来自发射载波的杂散发射可能发生在相邻信道中，该信道可能被相同或不同调制率的载波所占据。表6-15列出了发射载波调制率和相邻信道调制率的所有组合所需的相邻信道杂散发射电平。基于所发射的载波和相邻信道中的载波的调制率，测量以具有适当带宽和距所发射载波适当距离的相邻信道间隔来执行。

表6-15 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的相邻信道杂散发射要求

间隔规范	测量间隔和距载波边缘的距离	相邻信道载波调制率
-50 dBc	20 kHz至180 kHz	160 kHz
-50 dBc	40 kHz 至360 kHz	320 kHz
-50 dBc	80 kHz至720 kHz	640 kHz
-50 dBc	160 kHz至 1440 kHz	1280 kHz
-47 dBc	320 kHz 至 2880 kHz	2560 kHz
-44 dBc	640 kHz至5760 kHz	5120 kHz

另外，在与上面表6-15列出的条件相同的情况下，CM应满足表6-16的要求。如果将较低功率的信道突发作为一个单独的突发信道（在该时间点上），则2 dB的宽松将适用表6-16的绝对杂散发射要求。

表6-16 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的相邻信道杂散发射目标

间隔规范	测量间隔和距载波边缘的距离	相邻信道载波调制率
-53 dBc	20 kHz至180 kHz	160 kHz
-53 dBc	40 kHz至360 kHz	320 kHz
-52 dBc	80 kHz至720 kHz	640 kHz
-51 dBc	160 kHz至1440 kHz	1280 kHz
-50 dBc	320 kHz至2880 kHz	2560 kHz
-48 dBc	640 kHz至5760 kHz	5120 kHz

6.2.22.1.2 上行流频率范围内的杂散发射

表6-17列出了可以在一个间隔内发送的可能调制率、该间隔内所需的杂散电平以及开始测量杂散发射的初始测量间隔。测量应从初始距离开始，并在距载波的距离增加时重复进行，直至到达上行流频段边缘。上行流的低频段边缘为5 MHz；上行流的高频段边缘为42 MHz，或者如果CM中提供了上行流频率范围选择，则可以选择85 MHz。

表6-17 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的上行流频率范围内杂散发射要求

在此间隔内可能的调制率	间隔规范	初始测量间隔和距载波边缘的距离
160 kHz	-54 dBc	220 kHz至380 kHz
320 kHz	-52 dBc	240 kHz至560 kHz
640 kHz	-50 dBc	280 kHz至920 kHz
1280 kHz	-50 dBc	360 kHz至1640 kHz
2560 kHz	-47 dBc	520 kHz至3080 kHz
5120 kHz	-44 dBc	840 kHz至5960 kHz

另外，在与上面表6-17列出的条件相同的情况下，CM应该满足表6-18的要求。如果将较低功率的信道突发作为一个单独的突发信道（在该时间点上），则2 dB的宽松将适用表6-18的绝对杂散发射要求。

表6-18 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的上行流频率范围内杂散发射目标

在此间隔内可能的调制率	间隔规范	初始测量间隔和距载波边缘的距离
160 kHz	-60 dBc	220 kHz至380 kHz
320 kHz	-58 dBc	240 kHz 至560 kHz
640 kHz	-56 dBc	280 kHz至920 kHz
1280 kHz	-54 dBc	360 kHz至1640 kHz
2560 kHz	-52 dBc	520 kHz至3080 kHz
5120 kHz	-50 dBc	840 kHz至5960 kHz

6.2.22.2 突发打开/关闭瞬变期间的杂散发射

每个发射机都必须在上升之前和期间、下降期间和之后以及突发之前和之后，控制杂散发射。

由于启用或禁用传输，打开/关闭杂散发射（例如，上行流发射机输出端的电压变化）必须不超过100 mV。这一步必须不超过2 μs的恒定回转。当CM在任何信道上以每信道+55 dBmV或更高进行传输时，该要求适用。在回退的发射电平下，最高功率活动信道中的功率电平每降低6 dB，最大电压变化就必须降低200%，从每信道+55 dBmV下降至每信道在31 dBmV上最大变化7mV及以下。该要求不适用于CM通电和断电瞬变。

6.2.22.3 调制误差率（MER）

MER测量由发射波形引起的簇方差。它包括ISI、杂散，相位噪声和所有其他发射机劣化的影响。

6.2.22.3.1 定义

符号MER：对于TDMA或S-CDMA符号， MER_{symbol} 定义如下。发射的射频波形（经过适当的下变频后）被应用于理想的接收符号匹配的滤波器，并且每个符号采样一次。对于TDMA，匹配的滤波器是 $\alpha=0.25$ 的均方根升余弦滤波器。对于S-CDMA，匹配的滤波器是 $\alpha=0.25$ 的均方根升余弦滤波器，并与时间反向的扩展码序列卷积。（在该卷积中，扩展码序列表示为码片周期上的一个加权脉冲序列。）没有外部噪声（AWGN）被添加到信号中。可以在每个突发期间调整载波频率偏移、载波相位偏移、符号时序和增益，以使 MER_{symbol} 最大化。不允许对接收到的波形进行均衡。对于CM传输均衡器打开的情况，可以调整传输均衡器系数，以最大化 MER_{symbol} 。 MER_{symbol} 在CM的F连接器上进行定义，插入回波信道时除外， MER_{symbol} 在回波信道的输出端进行定义。 MER_{symbol} 由以下公式来计算：

$$MER_{\text{symbol}}(dB) = 10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{E_{av}}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |e_j|^2} \right\}$$

其中：

E_{av} 使具有相同可能性的符号的平均星座能量（参见第6.2.14节和图6-20）

N 平均符号数

e_j 在图6-20的网格上从第j个接收到的符号到理想的传输QAM符号的误差向量

对于S-CDMA， MER_{symbol} 为所有活动代码上的平均值。

复合码片的MER： MER_{chip} 被指定用于复合S-CDMA码片，以确保维持高SNR，特别是对少量分配的代码，以防止当许多调制解调器同时传输时的噪声狭管效应。一个复合S-CDMA码片被定义为一个码片间隔内扩展器的输出，即第6.2.15节“S-CDMA扩展器”中定义的传输矢量的一个元素。

MER_{chip} 定义如下：将传输的射频波形（经过适当的下变频后）应用于理想的接收码片匹配滤波器，并且每个码片采样一次。匹配滤波器是 $\alpha=0.25$ 的均方根升余弦滤波器。没有外部噪声（AWGN）被添加到信号。可以在每个突发期间调整载波频率偏移、载波相位偏移、时序和增益，以最大化 MER_{chip} 。不允许均衡接收到的波形。对于CM传输均衡器为“打开”的情况，可以调整传输均衡器系数，以最大化 MER_{chip} 。 MER_{chip} 在CM的F连接器处定义。 MER_{chip} 由以下公式来计算：

$$MER_{chip}(dB) = 10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N |p_j|^2}{\sum_{j=1}^N |P_j - r_j|^2} \right\}$$

其中：

p_j 第j个理想的传输复合码片

r_j 第j个接收到的复合码片

N 观察到的复合码片数量

6.2.22.3.2 要求

除非另有说明，否则对于每种调制、调制率以及整个载波频率范围，MER必须在表6-12的全部发射功率范围上达到或超过以下限值，并且对S-CDMA而言，在任何有效数目的活动的和分配的代码上，都必须达到或超过以下限值。5-85 MHz载波频率范围更精确地是指[5 MHz + 调制率 * 1.25/2]到[85 MHz - 调制率 * 1.25/2]。在区域之间的断点处，应用较高的MER规范。

情况1：平坦信道，传输均衡关闭

情况1a：对于5至42 MHz的工作模式，在2.56 MHz及以下调制率下：

在15至30 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 30$ dB

在10至15 MHz和30至35 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 27$ dB

在5至10 MHz和35至42 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 26$ dB

情况1b：对于5至42 MHz的工作模式，在5.12 MHz调制率下：

在15至30 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 27$ dB

在10至15 MHz和30至35 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 24$ dB

在5至10 MHz和35至42 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 23$ dB

情况1c：对于5至85 MHz的工作模式，在2.56 MHz及以下调制率下：

在15至61 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 30$ dB

在10至15 MHz和61至71 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 27$ dB

在5至10 MHz和71至85 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 26$ dB

情况1d：对于5至85 MHz的工作模式，在5.12 MHz调制率下：

在15至61 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 27$ dB

在10至15 MHz和61至71 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 24$ dB

在5至10 MHz和71至85 MHz载波频率上， $MER_{symb} \geq 23$ dB

情况2：平坦信道，传输均衡打开

情况2a：对于TDMA/QPSK， $MER_{\text{symb}} \geq 30$ dB。

情况2b：对于S-CDMA和除QPSK以外的所有TDMA调制， $MER_{\text{symb}} \geq 35$ dB。

情况2c：对于S-CDMA， $MER_{\text{chip}} \geq 33$ dB。

情况3：回波信道，传输均衡打开

（回波信道绝不能受动态范围的限制。回波信道必须是表5-2中描述的真实表示）。

情况3a：如果存在从表5-2中定义的信道微反射中选择的单个回波，则对于TDMA/QPSK，测得的 MER_{symb} 必须 ≥ 30 dB，对于S-CDMA和所有TDMA调制，测得的 MER_{symb} 必须 ≥ 33 dB，除了QPSK。

情况3b：如果存在表5-2中定义的两个或三个回波（每个指定振幅和延迟至多一个），则测得的 MER_{symb} 必须 ≥ 29 dB。

由于该表未针对-30 dBc的情况限制回波延迟，因此出于测试目的，假定该振幅的回波时间跨度小于或等于1.5 μs 。

CMTS必须提供一种测试模式，当中：

- 通过一个外部接口（例如，以太网）来接受均衡器系数；
- 通过测距响应消息（负载和卷积模式）将系数发送给CM的预均衡器；
- 不调整CM的频率、时序或功率。

6.2.22.4 滤波器失真

以下要求假定禁用任何预均衡。

6.2.22.4.1 振幅

频谱掩膜必须是理想的均方根升余弦频谱， $\alpha = 0.25$ ，在表6-19中给出的范围内。

表6-19 – 单信道滤波器振幅失真

频率	频谱掩膜限值	
	低	高
$f_c - 5R_s/8$	–	-30dB
$f_c - R_s/2$	-3.5dB	-2.5dB
$f_c - 3R_s/8$ 至 $f_c - R_s/4$	-0.5dB	+0.3dB
$f_c - R_s/4$ 至 $f_c + R_s/4$	-0.3dB	+0.3dB
$f_c + R_s/4$ 至 $f_c + 3R_s/8$	-0.5dB	+0.3dB
$f_c + R_s/2$	-3.5dB	-2.5dB
$f_c + 5R_s/8$	–	-30dB

其中， f_c 是中心频率， R_s 是调制率，频谱密度使用10 kHz或更小的分辨率带宽来测量。

6.2.22.5 载波相位噪声

上行流发射机的总积分相位噪声（包括离散的杂散噪声）必须小于或等于-46 dBc，在载波上方和下方200 Hz至400 kHz的频谱范围内求和。

上行流发射机的总积分相位噪声（包括离散的杂散噪声）必须小于或等于-44 dBc，在载波上方和下方8 kHz至3.2 MHz的频谱范围内求和。

CM必须提供一种测试模式，当中：

- 以命令的载波频率、调制率和电平传输连续（非突发）、未调制（CW）的上行流信号。这等效于以标称振幅的恒定序列（1, 1, 1, 1, 1, 1,...）替换扩展器输出端的码片序列，I和Q均相等。
- CM跟踪下行流符号时钟，并像正常同步操作一样使用它来生成上行流符号时钟。

6.2.22.6 信道频率精度

CM必须在0-40°C的温度范围内、自制造之日起最长五年内、在百万分之50的精度内，实施指配的信道频率。

6.2.22.7 调制率精度

MDD消息[ITU-T J.222.2]提供了一个TLV字段，该字段指示CMTS是否正在提供同步的下行流符号时钟，即下行流符号时钟是否已锁定于10.24 MHz主时钟。如果MDD指示下行流符号时钟是同步的，则CM必须将其时序锁定于下行流符号时钟。如果MDD指示下行流符号时钟是异步的，则CM绝不能将其时序锁定于下行流符号时钟。

在同步操作中（即当CM锁定于下行流符号时钟时），上行流调制器必须将所有上行流信道（S-CDMA和/或TDMA）的上行流调制率锁定于下行流符号速率（取决于第6.2.22.8节的符号时序抖动要求）。

在异步操作中（即当CM时序未锁定于下行流符号时钟时），上行流调制器必须在0至40°C的温度范围内提供符号速率的绝对调制率精度（百万分之50），自制造之日起五年。

6.2.22.8 调制时序抖动

6.2.22.8.1 异步操作中TDMA上行流信道的符号时序抖动

对于异步操作中的TDMA上行流信道，参考所传输波形的先前符号零交叉，峰值-峰值符号抖动必须小于2秒（s）周期内标称符号持续时间的0.02。换句话说，在2 s周期内，最大与最小符号持续时间之差须小于五个上行流符号速率中每一个标称符号持续时间的0.02。

对于异步操作中的TDMA上行流信道，参考第一个符号时间，并排除任何固定符号频率偏移的情况下，峰值-峰值累积相位误差必须小于0.1 s周期内标称符号持续时间的0.04。换句话说，在0.1 s周期内，最大与最小累积相位误差之差须小于五个上行流符号速率中每一个标称符号持续时间的0.04。通过在0.1 s内使用计算得到的平均符号持续时间来消除固定符号频率偏移。

6.2.22.8.2 同步操作的调制时序抖动

根据第6.3.5节、第6.3.3节和[ITU-T J.210]，所有抖动规范均假定一个至CM的下行流输入。

对于工作于同步操作中的S-CDMA和TDMA上行流信道，相对于CMTS主时钟的上行流调制时钟时序误差（减去平均误差）必须小于35 s测量持续时间上调制间隔的0.005 RMS。这适用于：

- 1) 在上述要求中为CMTS主时钟和CMTS下行流符号时钟指定的最坏情况下的抖动和频率漂移；以及
- 2) 任何往返传播延迟，直至允许的最大值。

CM上行流调制时钟应跟踪输入下行流符号时钟中10 Hz以下的抖动分量，且误差传递功能应低于-25 dB。CM上行流调制时钟应衰减200 Hz以上的输入下行流符号时钟中的抖动分量。

CM必须提供一种测试模式，当中：

- 以所命令的载波频率、调制率和电平，传输连续的（非突发的）上行流信号。
- 用标称振幅（在I和Q上相等）的一个交替二进制序列(1, -1, 1, -1, 1, -1,...)替代传输均衡器输入端的调制序列。
- CM跟踪下行流符号时钟，并像正常同步操作一样使用它来生成上行流调制时钟。

6.2.23 上行流解调器输入功率特性

在5-85 MHz的工作频率范围内，瞬时输入信号电平，包括上行流解调器的入口和噪声，绝不能超过29 dBmV。每个载波的预期接收功率必须在表6-20中所示的值内。

解调器必须在其定义的性能规范范围内工作，且接收到的突发应在标称命令接收功率的±6 dB内。因此，接收突发中的最大功率必须小于或等于29 dBmV。

表6-20 – 上行流信道解调器输入功率特性

调制率 (kHz)	最大范围 (dBmV)	适用性
160	-13至 +17	CMTS可支持
320	-13至 +17	CMTS可支持
640	-13至 +17	CMTS可支持
1280	-13至 +17	CMTS必须支持
2560	-10至 +20	CMTS必须支持
5120	-7至 +23	CMTS必须支持

6.2.24 CM的上行流电气输出

CM必须输出具有表6-21中所述特性的射频调制信号。

表6-21 – CM的电气输出

参数	值
频率	边缘到边缘5至42 MHz 可提供以下选项： 模式选择选项： 模式1：边缘到边缘5至42 MHz 模式2：边缘到边缘5至85 MHz
每个信道的电平范围 (禁用多传输信道模式，或仅用TCS中的一个信道启用多传输信道模式)	TDMA： P_{\min} 至 +57 dBmV (32 QAM、64 QAM) P_{\min} 至 +58 dBmV (8 QAM、16 QAM) P_{\min} 至 +61 dBmV (QPSK) S-CDMA： P_{\min} 至 +56 dBmV (所有调制) 其中： P_{\min} = +17 dBmV, 1280 kHz调制率 P_{\min} = +20 dBmV, 2560 kHz调制率 P_{\min} = +23 dBmV, 5120 kHz调制率
每个信道的电平范围 (TCS中的两个信道)	TDMA： P_{\min} 至 +54 dBmV (32 QAM、64 QAM) P_{\min} 至 +55 dBmV (8 QAM、16 QAM) P_{\min} 至 +58 dBmV (QPSK) S-CDMA： P_{\min} 至 +53 dBmV (所有调制) 其中： P_{\min} = +17 dBmV, 1280 kHz调制率 P_{\min} = +20 dBmV, 2560 kHz调制率 P_{\min} = +23 dBmV, 5120 kHz调制率
每个信道的电平范围 (TCS中的三个或四个信道)	TDMA： P_{\min} 至 +51 dBmV (32 QAM、64 QAM) P_{\min} 至 +52 dBmV (8 QAM、16 QAM) P_{\min} 至 +55 dBmV (QPSK) S-CDMA： P_{\min} 至 +53 dBmV (所有调制) 其中： P_{\min} = +17 dBmV, 1280 kHz调制率 P_{\min} = +20 dBmV, 2560 kHz调制率 P_{\min} = +23 dBmV, 5120 kHz调制率
调制类型	QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM和128 QAM

表6-21 – CM的电气输出

参数	值
调制率（标称）	TDMA： 1280、 2560和5120 kHz S-CDMA： 1280、 2560和5120 kHz 可选的DOCSIS3.0之前的操作： TDMA： 160、 320和640 kHz
信道带宽	TDMA： 1600、 3200和6400 kHz S-CDMA： 1600、 3200和6400 kHz 可选的DOCSIS 3.0之前的操作： TDMA： 200、 400和800 kHz
输出阻抗	75 ohms
输出回波损耗	>6 dB（在所选的上行流频率范围5-42 MHz或5-85 MHz上） >6 dB（108至870 MHz）
连接器	依据[IEC61169-24]或[SCTE 02]的F连接器（与输入相同）

6.2.25 上行流CM发射机功能

CM将其功能通告给CMTS。这些功能包括：

- 活动信道的最大数量，必须为4或更大。
- 3.2 MHz信道的最大数量，它绝不能大于所支持的活动信道的最大数量。
- 6.4 MHz信道的最大数量，它绝不能大于所支持的3.2 MHz信道的最大数量。6.4 MHz信道的最大数量必须为4或更大。
- 选择性活动代码模式2功能– 是/否。
- 跳码模式2功能– 是/否。
- 支持扩展的上行流频率范围5-85 MHz – 是/否。

CM必须支持其报告给CMTS的所有功能。

CMTS绝不能命令CM在其通告功能范围之外进行操作。

6.2.25.1 CM上行流传输信道集功能的描述

CM向CMTS传达其可以支持之活动上行流信道数量的功能。传输方法必须清楚、明确地描述CM至CMTS的功能。此消息传递的参数在本节中定义，附录IV包含有关CM向CMTS报告CM支持之各种带宽的活动上行流信道数量的计算示例。

设 X = 6.4 MHz信道数， Y = 3.2 MHz信道数， Z = 一次激活的1.6 MHz信道数（传输信道集）。设 X_{max} 为CM可以支持的最大6.4 MHz信道数， Y_{max} 为CM可以支持的最大3.2 MHz信道数， Z_{max} 为CM可以支持的最大1.6 MHz信道数。 Z_{max} 等于CM可以支持的最大上行流发射机数。

CM使用[ITU-T J.222.2]第C.1.3.1节中指定的调制解调器功能编码在注册过程中报告 X_{max} 、 Y_{max} 和 Z_{max} 。CM必须规定 $X_{max} \leq Y_{max} \leq Z_{max}$ 。

CM传达 X_{\max} 、 Y_{\max} 和 Z_{\max} 提供了足够的信息来描述X、Y和Z的所有可能组合。

根据这些值，CMTS可以计算 $B_{\max} = \max(6.4 * X_{\max}, 3.2 * Y_{\max}, 1.6 * Z_{\max})$ 。

然后，允许(X, Y, Z)的所有值，它们满足以下四个不等式：

$$6.4 * X + 3.2 * Y + 1.6 * Z \leq B_{\max}$$

$$X \leq X_{\max}$$

$$Y \leq Y_{\max}$$

$$X + Y + Z \leq Z_{\max}.$$

6.3 下行流

6.3.1 下行流协议和交织支持

除第B.6.2节外，下行流PMD子层必须符合[ITU-T J.83-B]的要求。交织器深度在[ITU-T J.210]第6.3.3节中定义。在[ITU-T J.210]中定义了下行流射频输出电气要求，包括下行流频率计划、交织器深度、频谱格式、时钟和符号要求。CM必须支持[ITU-T J.210]表6-1中定义的交织器深度。CM可支持[ITU-T J.210]表6-2中定义的交织器深度。

6.3.2 CM的下行流电气输入

CM必须能够同时接收一到MDBC之间的任意数量的信号，这些信号位于符合CM TB清单和解调器清单要求的频率间隔中。CM必须能够重新配置以接收不同的信道。最低程度上，CM必须能够接收至少四个下行流信道，这些下行流信道独立位于下行流频段上的任意60 MHz窗口内。CM必须支持任何数量的下行流信道绑定，直至其最大数量。CM必须能够定位并接受射频调制信号，这些信号位于其将要操作的有线电视系统所用的信道内。例如，这可以是[CEA-542-B]中为谐波相关载波（HRC）、增量相关载波（IRC）和标准（STD）北美频率计划定义的信道。不需要工作于111 MHz的中心频率以下。信号将具有表6-22中定义的特性。

表6-22 – CM的电气输入

参数	值
中心频率	111至867 MHz ± 30 kHz
电平范围(一个DOCSIS信道)	-15 dBmV至 +15 dBmV
调制类型	64 QAM 和256 QAM
符号速率(标称)	5.056941 Msym/s (64 QAM)和5.360537 Msym/s (256 QAM)
带宽	6 MHz (对64 QAM, $\alpha = 0.18$ 均方根升余弦整形, 对256 QAM, $\alpha = 0.12$ 均方根升余弦整形)
总输入功率(40 MHz及以上)	< 33 dBmV
输入到CM的任何载波的最大功率	20 dBmV
输入(负载)阻抗	75 ohms
输入回波损耗	> 6 dB (在所选的上行流频率5-42 MHz 或5-85 MHz上) > 6 dB (108至870 MHz)
连接器	依据[IEC 61169-24]或[SCTE 02]的F连接器 (与输出相同)

6.3.3 CM BER性能

CM的误码率性能必须如本节所述。要求适用于每个单独的下行流接收信道，并且将交织器设置为I = 128, J = 1的交织模式。

6.3.3.1 64 QAM

6.3.3.1.1 64 QAM CM BER性能

CM的实施损耗必须使得当以23.5 dB或更高的载波-噪声比 (E_s/N_0) 工作时，CM能够实现小于或等于 10^{-8} 的FEC后BER。如果无法直接测量FEC后BER，则可以使用码字错误率 R_C (如下所定义)。在这种情况下，当以23.5 dB或更高的载波-噪声比 (E_s/N_0) 工作时，CM必须实现小于或等于 9×10^{-7} 的码字错误率。

计算码字错误率, R_C :

$$R_C = \frac{(E_U - E_{U0})}{(E_U - E_{U0}) + (E_C - E_{C0})(C - C_0)}$$

其中:

E_U 是具有不可纠正错误的码字的计数值;

E_C 是具有可纠正错误的码字的计数值; 以及

C 是无错误的码字的计数值。

在测试间隔开始处 (由下标值 E_{U0} 、 E_{C0} 和 C_0 指示) 和测试间隔结束处 (由值 E_U 、 E_C 和 C 指示) 对值进行采样。

6.3.3.1.2 64 QAM镜像抑制性能

必须在射频频段的任何部分 (相邻信道除外) 中以+10 dBc的模拟或数字信号满足第6.3.3.1.1节中所述的性能。

6.3.3.1.3 64 QAM相邻信道性能

必须在相邻信道中以0 dBc的数字信号满足第6.3.3.1.1节中所述的性能。

必须在相邻信道中以+10 dBc的模拟信号满足第6.3.3.1.1节中所述的性能。

必须在相邻信道中以+10 dBc的数字信号满足第6.3.3.1.1节中所述的性能，并有0.2 dB的余量。

6.3.3.2 256 QAM

6.3.3.2.1 256 QAM CM BER性能

CM的实施损耗必须使得当以如下所示的载波-噪声比(E_s/N_o)工作时，CM能够实现小于或等于 10^{-8} 的FEC后BER。如果无法直接测量FEC后BER，则可以使用码字错误率 R_c （如第6.3.3.1.1节所定义）。在这种情况下，当以如下所示的载波-噪声比(E_s/N_o)工作时，CM必须实现小于或等于 9×10^{-7} 的码字错误率。

输入接收信号电平	E_s/N_o
-6 dBmV至 +15 dBmV	30 dB或更大
小于 -6 dBmV低至 -15 dBmV	33 dB或更大

6.3.3.2.2 256 QAM镜像抑制性能

必须在射频频段的任何部分（相邻信道除外）中以+10 dBc的模拟或数字信号满足第6.3.3.2.1节中所述的性能。

6.3.3.2.3 256 QAM相邻信道性能

必须在相邻信道中以0 dBc的模拟或数字信号满足第6.3.3.2.1节中所述的性能。

必须在相邻信道中以+10 dBc的模拟信号满足第6.3.3.2.1节中所述的性能，并有0.5 dB的余量。

必须在相邻信道中以+10 dBc的数字信号满足第6.3.3.2.1节中所述的性能，并有0.5 dB的余量。

6.3.4 下行流多接收机功能

本节描述了一种机制，CM通过该机制向CMTS传送由CM功能施加的、对接收信道指配的限制。CMTS在指配或更改CM所接收的下行流信道的参数时，需要了解CM的功能。如果不考虑其功能而重新配置CM，则可能会导致下行流数据和/或DOCSIS主时钟同步中断。

CM通过发送其接收信道配置文件（RCP）来向CMTS报告其功能。作为响应，CMTS通过发送接收信道配置（RCC）来配置CM。

CM必须支持它报告给CMTS的所有功能。

CMTS绝不能命令CM在其通报的功能范围之外运行。

[ITU-T J.222.2]定义详细的编码，通过该编码，接收信道配置文件和接收信道配置描述接收模块、接收信道以及它们之间的互连。

6.3.4.1 接收模块参数

接收模块（RM）是一组信道，以及描述有关这些信道限制的参数。RM的示例是：

- 调谐器，对捕获带宽和频率范围有限制。
- 解调器，对信道连续位置、频率范围、调制阶数和交织器深度有限制。

从CM传送到CMTS的接收信道配置文件定义每个接收模块的以下属性：

- 相邻信道：接收模块处理的连续信道数。
- 信道块范围：该块中最低频率信道的最小中心频率和该块中最高频率信道的最大中心频率。
- 通用物理层参数：连接到接收模块的所有接收信道共用的物理层参数清单。示例可以包括调制类型和交织器设置。
- 连接功能：该接收模块可以连接的更高层（更靠近射频端口）接收模块的清单。

从CMTS传送到CM的接收信道配置（RCC）指配接收模块的一个或多个以下属性：

- 第一信道中心频率：相邻信道块中最低频率信道的中心频率。
- 连接指配：指定要连接到哪个更高层接收模块。

6.3.4.2 接收信道参数

接收信道（RC）是从单个QAM信道输出到MAC层的数据包流。从CM传送到CMTS的接收信道配置文件定义每个接收信道的以下属性：

- 连接功能：接收信道可以连接的接收模块清单。
- 连接偏移：相邻信道块内接收信道的偏移。
- 主下行流信道功能：一个标志，用于指示接收信道是否能够将DOCSIS主时钟参考提供给CM。

从CMTS传送到CM的接收信道配置将以下属性指配给接收信道：

- 中心频率指配：接收信道的射频中心频率。
- 主下行流信道指示符：一个标志，用于指示CMTS将把主时钟参考时序提供给CM的责任指配给该接收信道。
- 连接指配：指定接收信道要连接到哪个接收模块。

6.3.4.3 标准接收信道配置文件

为了限制CMTS配置任意复杂接收信道配置文件的复杂性，DOCSIS定义了一组“标准”接收信道配置文件，用于描述最小限制组。

CM向CMTS报告至少一个标准RCP及其“制造商”RCP，以提供有关其功能和限制的更多详细信息。如果CMTS使用基于标准RCP的接收信道配置来配置CM，则可能无法使用在制造商RCP中表示但超出标准RCP范围的某些CM功能。

如图6-33所示，为6 MHz操作定义了名为“6-DOCSIS-01”的标准接收信道配置文件。来自有线电视设备的射频输入连接到具有10个相邻信道的块的接收模块。该接收模块表示具有60 MHz捕获带宽的调谐器的限制条件，它可以放在整个DOCSIS频率范围内的任何位置上。捕获带宽内任何地方的四个信道的解调由四个接收信道来表示，每个对应从单个QAM信道输出端到MAC层的数据包流。

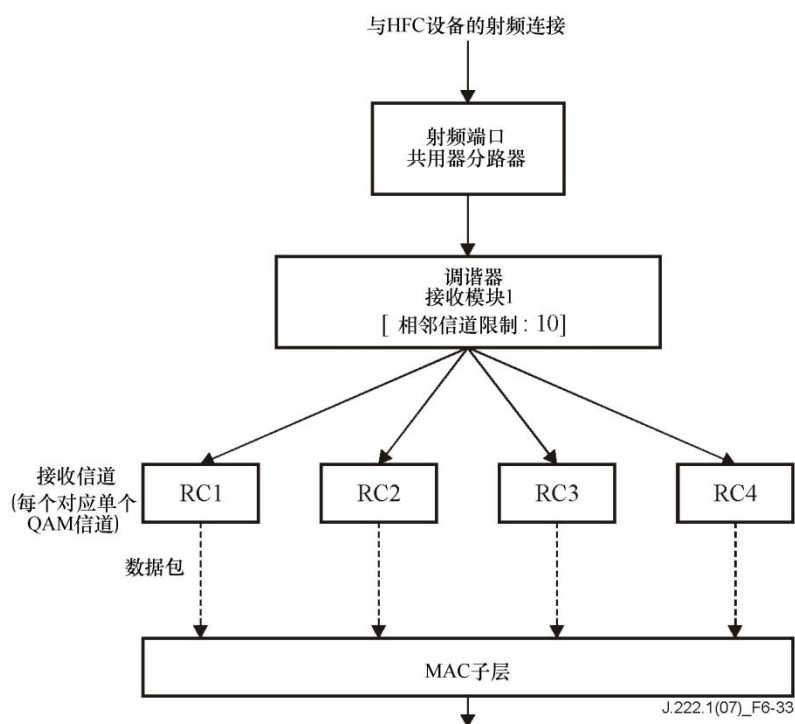


图6-33 – 6 MHz DOCSIS标准接收信道配置文件01

对于此标准接收信道配置文件，CMTS将以下参数发送到接收信道配置中的CM：

- 10信道接收模块中第一个信道的中心频率。
- 在接收模块的捕获带宽内，每个接收信道的中心频率。

6.3.4.4 制造商接收信道配置文件示例

图6-34描绘了一个更复杂的示例，它显示了如CM向CMTS报告的制造商接收信道配置文件。来自有线电视设备的射频输入分发到三个接收模块，对应带捕获带宽限制的调谐器模块。网络将调谐器连接到一组四个接收模块，这四个接收模块对应带相连信道限制的解调器。每个解调器连接到四个接收信道，每个接收信道代表一个输出到MAC层的单个QAM信道。

作为响应，CMTS如下配置每个接收模块和接收信道：

- 每个模拟调谐器的频率范围。
- 每个解调器第一信道的中心频率。
- 每个接收信道的中心频率。
- 接收模块之间的互连。
- 下层（解调器）接收模块与接收信道之间的互连。

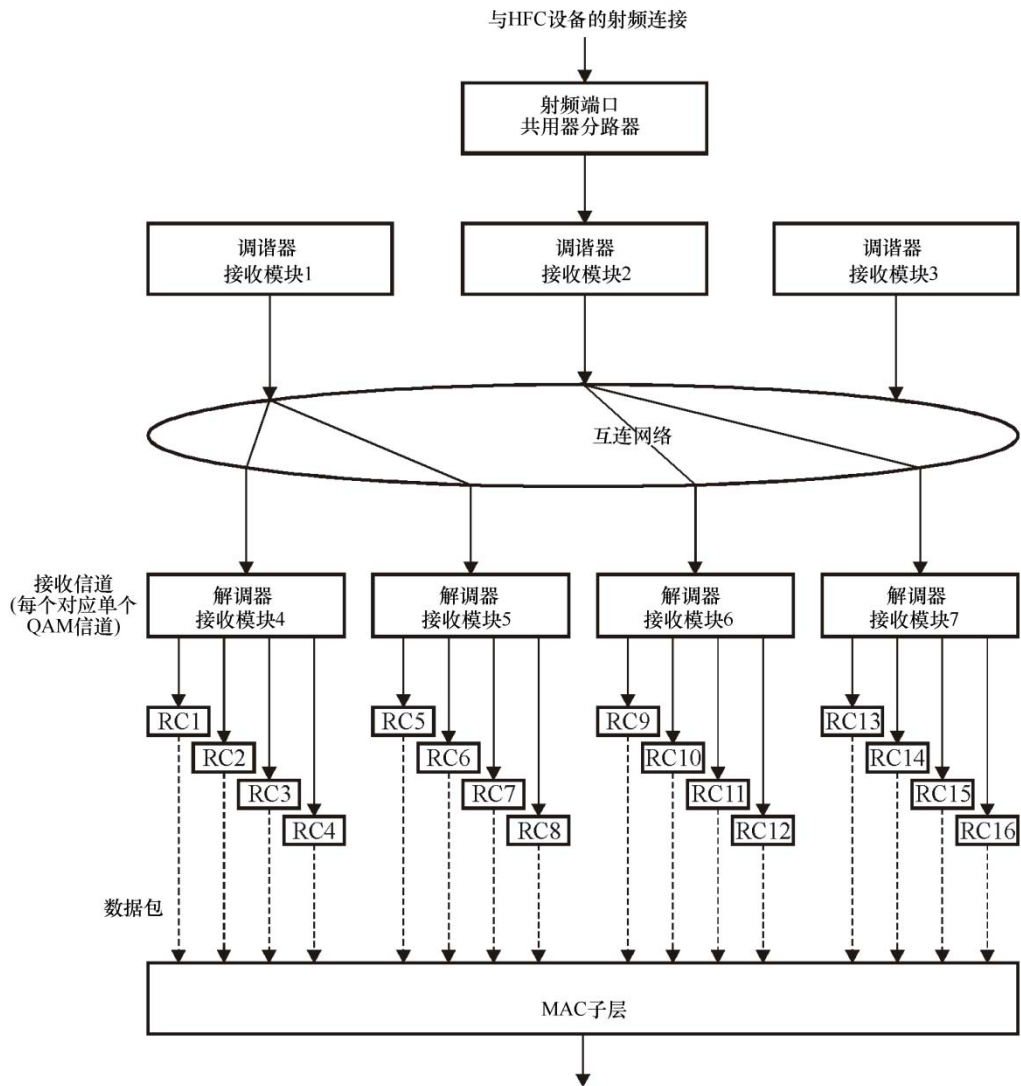


图6-34 – 制造商接收信道配置文件示例

6.3.4.5 CM接收信道的重新配置

在CMTS发送DBC-REQ（动态绑定更改请求）要求CM更改接收信道的参数之前，CMTS可以根据接收信道配置文件和接收信道配置来确定CM的限制和连通性。根据此信息，CMTS可以确定CM是否可以实现所请求的更改，以及该更改是否会中断其他下行流信道。以这种方式，CMTS可以最小化和/或调度下行流业务的中断以及由接收信道参数变化而导致的、对DOCSIS主时钟时序的任何干扰。

6.3.5 非同步DS信道支持

CM的“主下行流信道”定义为从其得出用于上行流传输的CMTS主时钟时序的下行流信道。所有其他同时接收到的信道称为“次下行流信道”。

DOCSIS 3.0 CM必须支持与主下行流信道异步的次下行流信道，即具有不同的长期平均QAM符号速率，但符合所有DOCSIS 3.0建议书的要求。

附件A

通过DOCSIS支持商业业务的时序要求

(本附件构成本建议书不可分割的组成部分)

CMTS通过下行流QAM符号时钟以及嵌入在下行流SYNC消息中的时序信息来将其10.24 MHz参考时钟时序传输给CM。CM利用此下行流时钟信息来重新生成一个本地10.24 MHz参考时钟。CM参考时钟与测距命令一起用于准确计时上行流TDMA或S-CDMA突发传输的时间。

A.1 CMTS

DOCSIS 3.0 CMTS具有以下时序和同步要求：

- CMTS必须能够将下行流DOCSIS符号时钟锁定到一个外部的层1时钟源。
- 如[ITU-T J.210]中CMTS时间戳抖动要求所定义，CMTS必须能够将下行流DOCSIS SYNC消息锁定到一个外部的层1时钟源。

层1时钟源的示例为主参考源（PRS）时钟和从DTI时序服务器获得的时钟源（ITU-T J.211建议书）。

A.2 CM

DOCSIS 3.0 CMTS支持符号时钟（可追溯到层1参考时钟）的要求引入了有关CM将精确时钟传递到客户驻地对向设备的可能性。对这种时钟输出的支持超出了本建议书的讨论范围。[ITU-T J.214]给出了使用这种时钟输出的一个示例，其中CM将恢复的主时钟输出给嵌入式TDM仿真适配器中的一个“时钟单元”，该适配器使用可追溯的时钟来提供T1或E1仿真业务。

附件B

8 MHz信道间隔的增加和修改

(本附件构成本建议书不可分割的组成部分)

本附件适用于第1.1节中提及的第二种技术选项。对于第一种技术选项，参见第5节和第6节。关于第三种技术选项，参见附件D。

本附件定义了与欧洲多节目电视分发一起使用的物理层的接口。它描述了通常称为EuroDOCSIS电缆调制解调器(CM)和电缆调制解调器终接系统(CMTS)的电气特性和信号处理操作。这是一个可选的附件，不会对遵循上述章节中所述的第一种技术选项或第三种技术选项的设备产生任何影响。

在本建议书中，涉及功率绝对电平的要求以dBmV为单位表示。这与适用于电视和声音信号的电缆分发系统的其他欧洲标准(例如[EN 50083-7]或[EN 50083-10])形成对比，在欧洲，这些要求通常以dB μ V为单位表示。通过增加60 dB，可以将本建议书中使用的dBmV值转换为dB μ V值。

保留本附件中各段落的编号，以使附件中字母后的后缀指向建议书中适用所述变更的部分。如果两种技术选项的要求都相同，则可参考正文。

B.1 范围

B.1.1 引言和目的

参见第1.1节。

B.1.2 背景

B.1.2.1 宽带接入网

假设了一个基于同轴电缆的宽带接入网。这可采用全同轴电缆或混合光纤/同轴电缆(HFC)网络的形式。这里采用一般术语“有线电视网络”来涵盖所有情形。

有线电视网络采用共用媒质、“树和分支”结构进行模拟传输。在本建议书中假设的关键功能特性如下：

- 双向传输。
- CMTS与最远的CM之间在每个方向上的最大光/电间隔为160千米(km)。
- CMTS与最近的和最远的调制解调器之间在每个方向上的最大差分光/电间隔为160 km。

以在光纤中约5纳秒/米(ns/m)的传播速度，在每个方向上，160 km的光纤将造成约1.6 ms的往返传输延迟。

B.1.2.2 网络和系统架构

B.1.2.2.1 DOCSIS网络

参见第1.2.2.1节。

B.1.2.3 业务目标

参见第1.2.3节。

B.1.2.4 兼容性声明

本附件指定了一个接口，通常称为EuroDOCSIS 3.0，它是该接口的第三代（以前的版本通常称为EuroDOCSIS 1.x和2.0）。EuroDOCSIS 3.0必须与以前的建议书内置的设备向后和向前兼容。符合EuroDOCSIS 3.0要求的CM必须与EuroDOCSIS 2.0和EuroDOCSIS 1.x CMTS无缝互操作，即使在2.0和1.x模式下也是如此。符合EuroDOCSIS 3.0要求的CMTS必须无缝支持EuroDOCSIS 2.0和EuroDOCSIS 1.x CM。

B.1.2.5 参考文献架构

参见第1.2.5节。

B.1.2.6 DOCSIS 3.0建议书

表B.1中提供了DOCSIS 3.0系列中的建议书清单。如果需要增加和修改来定义欧洲技术选项，则将它们包含在每份建议书的规范性附件中。否则，列出的建议书同样适用于EuroDOCSIS 3.0。更多信息请参见：<http://www.cablemodem.com>。

表B.1 – DOCSIS 3.0系列建议书

指定	标题
CM-SP-PHYv3.0	物理层规范
CM-SP-MULPIv3.0	媒质访问控制和上层协议接口规范
CM-SP-OSSIV3.0	操作支持系统接口规范
CM-SP-SECv3.0	安全规范

本建议书定义了欧洲技术选项的物理层的接口。

B.2 参考文献

B.2.1 规范性参考文献

参见第2.1节。

B.2.2 资料性参考文献

参见第2.2节。

B.2.3 参考文献的获取

参见第2.3节。

B.3 术语和定义

参见第3节。

B.4 缩写词和首字母缩略语

参见第4节。

B.5 功能假设

本节描述了有线电视设施的特性，假设是出于操作有线传输数据系统的目的。它不是CMTS或CM参数的描述。有线传输数据系统在本节所述的环境内必须是可互操作的。

一旦在本节中提及频率规划或与其他业务的兼容性，或者与有关操作区域的任何合法要求相冲突时，后者须优先。对某个特定频段中模拟电视信号的任何引用并不意味着这样的信号在物理上是存在的。

B.5.1 设备假设

B.5.1.1 频率规划

在下行流方向，假设有有线电视系统有下限低至47 MHz的一个通带。典型地，下行流的下限为87.5 MHz。上限取决于实现方式但通常在300-862 MHz频率范围内。在此通带内，假设存在7/8 MHz信道中的PAL/SECAM模拟电视信号以及其他窄带和宽带数字信号。8 MHz信道用于数据通信。

在上行流方向，假设有有线电视系统有5-65 MHz的一个通带。可存在7/8 MHz信道中的PAL/SECAM模拟电视信号以及其他信号。

B.5.1.2 与其他业务的兼容性

参见第5.1.2节。

B.5.1.3 故障隔离对其他用户的影响

参见第5.1.3节。

B.5.1.4 有线电视系统终端设备

本建议书不涉及与EMC要求的合规性。关于电磁兼容性的保护要求包含在《欧盟官方杂志》上发布的协调标准中。

本建议书中提及的、任何与[ETSI EN 300 429]不一致的、前向信道中的电视传输均不在规范性范围内，因为在欧洲应用中仅[ETSI EN 300429]用于通过有线电视进行的数字多节目电视分发。

安全要求不在本建议书的讨论范围内。CENELEC发布了有关欧洲应用的安全标准。此类CENELEC产品安全标准的示例为[EN 60950-1]和[EN 50083-1]。有关CENELEC接口安全类别，参见[CableLabs1]。

B.5.2 射频信道假设

参见第5.2节。

B.5.2.1 传输下行流

表B.2描述了假定用于最小操作功能的、有线电视网络在下行流方向上的射频信道传输特性。除非另有说明，否则这些数字假设了载波电平在8 MHz信道带宽中数字信号的总平均功率。对于损伤电平，表B.2中的数字假设了带宽中的平均功率，其中以标准方式测量了有线电视系统的损伤电平。对于模拟信号电平，表B.2中的数字假设了7/8 MHz信道带宽中的标称模拟视频载波电平（峰值包络功率）。传输是从头端组合器到客户位置的CM输入端。所有条件同时存在。

表B.2 – 假定的下行流射频信道传输特性

参数	值
频率范围	有线电视系统的下行流工作范围是47 MHz至862 MHz。不过，数据通信的工作范围是108-862 MHz，本表中的值仅适用于该频率范围。出于有关航空导航频率干扰的国家法规，可能会禁止使用108-136 MHz之间的频率。
射频信道间隔（设计带宽）	7/8 MHz、8 MHz信道用于数据通信
从头端到最远客户的传输延迟	≤ 0.800 ms（通常少得多）
8 MHz频段中的载波-噪声比（模拟视频电平）	不小于44 dB ¹
总功率的载波-干扰比（离散和宽带入口信号）	在设计带宽内不小于52 dB
模拟调制载波的复合三阶节拍失真	设计带宽内不大于-57 dBc ²
模拟调制载波的复合二阶节拍失真	设计带宽内不大于-57 dBc ³
交叉调制电平	在考虑中
振幅波动	8 MHz中为2.5 dB
CMTS占用频谱中的组延迟波动	0.5-4.43 MHz频率范围内为100 ns
主回波的微反射	-10 dBc @ ≤ 0.5 μs -15 dBc @ ≤ 1.0 μs -20 dBc @ ≤ 1.5 μs -31.5 dBc @ > 1.5 μs
载波哼声调制	不大于-46 dBc (0.5%)
突发噪声	在10 Hz平均速率上不大于25 μs
季节性和昼夜信号电平变化	8 dB
信号电平斜率，85 – 862 MHz	正向或负向的最大斜率为12 dB
系统出口的最大模拟视频载波电平，包括上述信号电平变化	17 dBmV ³

表B.2 – 假定的下行流射频信道传输特性

参数	值
系统出口的最小模拟视频载波电平，包括上述信号电平变化	0 dBmV ⁴
¹ 这假定平均数字载波工作于模拟峰值载波电平。当数字载波工作于模拟峰值载波电平以下时，该C/N可能会较小。 ² 对于SECAM系统，该值在设计带宽内不大于-52 dBc。 ³ 对于SECAM系统，该值为14 dBmV。 ⁴ 对于SECAM系统，该值为-3 dBmV。	

B.5.2.2 传输上行流

表B.3描述了假定用于最小操作功能的、有线电视网络在上行流方向上的射频信道传输特性。传输是从头端组合器到客户位置的CM输入端。所有条件同时存在。

表B.3 – 假定的上行流射频信道传输特性

参数	值
频率范围	边缘到边缘为5到65 MHz
从头端到最远客户的传输延迟	≤ 0.800 ms (通常少得多)
活动信道中的载波-噪声比	不小于22 dB
活动信道中的载波-入口功率 (离散和宽带入口信号之和) 比	不小于22 dB ¹
活动信道中的载波-干扰 (噪声、失真、共径失真和交叉调制之和) 比	不小于22 dB ²
载波哼声调制	不大于-23 dBc (7.0%)
突发噪声	在大多数情况下，在1 kHz平均速率上不大于10 μs ^{2,3}
上行流工作频率范围内的振幅波动 (最大)	2 MHz中为2.5 dB
上行流工作频率范围内的组延迟波动 (最大)	2 MHz中为300 ns
微反射 (最大) – 单回波	-10 dBc @ ≤ 0.5 μs -20 dBc @ ≤ 1.0 μs -31.5 dBc @ > 1.0 μs
季节性和昼夜信号电平变化	从最小到最大不大于12 dB
¹ 可用入口规避或容差技术来确保在时变离散入口信号可能高达0 dBc情况下的运行。 ² 振幅和频率特性足够强，可以部分或全部掩盖数据载波。 ³ 在较低的频率 (< 15 MHz) 上，脉冲噪声电平更为普遍。	

B.5.2.2.1 可用性

参见第5.2.2.1节。

B.5.3 传输电平

参见第5.3节。

B.5.4 频率反转

参见第5.4节。

B.6 物理媒质相关子层规范

B.6.1 范围

本节定义了电缆调制解调器（CM）和电缆调制解调器终接系统（CMTS）的电气特性和信号处理操作。本建议书旨在定义一个可互操作的CM和CMTS，以便CM的任何实施方案都可以与任何CMTS一起工作。本建议书无意暗示任何具体的实施方案。

本节适用于第1节中提及的第二种技术选项。如果此技术选项的要求与第一种技术选项的要求相同，则可参考正文。

B.6.2 上行流

B.6.2.1 概述

上行流物理媒质相关（PMD）子层使用FDMA/TDMA（在此称为TDMA模式）或FDMA/TDMA/S-CDMA（在此称为S-CDMA模式）突发类型格式，该格式提供六种调制率和多种调制格式。CMTS通过MAC消息传递来配置TDMA或S-CDMA模式的使用。

FDMA（频分多址）表示在上行流频段中指派多个射频信道。一个CM在一个或多个射频信道上进行传输，并可重新配置以更改信道。

一个CM必须支持至少四个活动的上行流信道（它们称为该CM的传输信道集）。

CM向CMTS报告其最大数量的上行流信道功能及其某些其他功能特性（第B.6.2.25节）。

CM必须能够在上行流频段中的任何地方同时操作传输信道集中的每个信道，但要受到跨信道的发射功率和某些发射属性的重新配置的限制（参见第B.6.2.19节和第B.6.2.20节及其子节）。CMTS必须能够指派和接收上行流频段中任何地方的每个射频信道。CMTS必须设置指派的信道数量和指派的信道中心频率，以及所有其他信道属性。CMTS可改变指派的信道数量和信道属性。每个射频信道都有自己的一组UCD参数，如[ITU-T J.222.2]第6.4.3节所定义。

TDMA（时分多址）表示上行流传输具有突发性。多个CM通过时隙的动态指派来共用给定的射频信道。S-CDMA（同步-码分多址）表示多个CM可以在同一射频信道上和同一TDMA时隙内同时传输，同时被不同的正交码隔开。

在附件中，使用以下命名约定。对于TDMA，术语“调制率”指的是射频信道符号速率（160-5120 ksym/s）。对于S-CDMA，术语“调制率”指的是“码片率”，它是S-CDMA扩展码单个元素（码片）的速率（1280-5120 kHz）。调制率以“Hz”为单位表示，表示在TDMA模式下每秒的符号数或者在S-CDMA模式下每秒的码片数。“调制间隔”是符号周期（TDMA模式）或码片周期（S-CDMA模式），并且是调制率的倒数。在扩展器的输出端，128个码片一组组成一个S-CDMA扩展码，这是扩展的结果，一个信息（QAM星座）符号指的是“扩展符号”。一个扩展符号（128个码片）的周期称为一个“扩展间隔”。一个“突发”是一次物理射频传输，它包含一个前导码和数据，并且（在没有前后突发的情况下）表现出射频能量上升和下降。

在某些情况下，逻辑0或逻辑1用于填充数据块。这表示具有0值或1值二进制位的数据，这将导致非0的射频传输能量。在其他情况下，使用数字0；例如，这表示导致0射频传输能量的符号（在考虑到上升和下降之后）。

调制格式包括有关频谱效率的脉冲整形，具有载波频率敏捷性，并具有可选的输出功率电平。

每个突发支持一个灵活的调制顺序、调制率、前导码、负载的随机化和可编程的FEC编码。

CMTS可以通过MAC消息传递来配置与CM的突发传输输出相关的所有上行流传输参数。许多参数都可以逐个突发地进行编程。

PMD子层可以支持近乎连续的传输模式，其中一个突发的下降可与下一个突发的上升相重叠，从而使传输的包络永远不会为0。在TDMA模式下，各个CM的TDMA传输的系统时序必须规定一个突发最后一个符号的中心以及紧随其后之突发的前导码的第一个符号的中心至少间隔五个符号的时间。保护带必须大于或等于五个符号的时间加上最大时序误差。时序误差是由CM和CMTS共同造成的。CM时序性能在第B.6.2.20.1节中规定。最大时序误差和保护带可以因不同供应商的CMTS而不同。术语“保护时间”与保护带类似，不同的是，它从一个突发的最后一个符号的末尾到紧随其后之突发的前导码的第一个符号的开头进行度量。因此，保护时间等于保护带 - 1。

当使用S-CDMA时，PMD子层还支持同步传输模式，其中一个突发的下降可与下一个突发的上升完全重叠，因此传输的包络永远不会为0。在S-CDMA信道上没有传输的保护时间。各个CM的S-CDMA传输的系统时序必须提供足够的时序精度，以使不同的CM不会产生明显的互相干扰。S-CDMA利用精确同步，因此多个CM可以同时发送。

上行流调制器是电缆调制解调器的一部分，该电缆调制解调器与有线电视网络连接。调制器具有电气级调制功能和数字信号处理功能；后者提供FEC、前导码前置、符号映射和其他处理步骤。

在解调器上，类似于调制器，有两个基本功能组件：解调功能和信号处理功能。解调器位于CMTS中，并且对每个在用的载波频率都有一个解调功能（不一定是一个实际的物理解调器）。解调功能接收给定频率上的所有突发。

解调器的解调功能接受以命令之功率电平为中心的变化电平信号，并执行符号时序及载波恢复与跟踪、突发采集和解调。此外，解调功能还提供对相对于参考边缘的突发时序的估计，对接收到的信号功率进行估计可提供对信噪比的估计，并可进行自适应均衡，以减轻以下影响：

- a) 有线电视设备中的回波；
- b) 窄带入口；以及
- c) 组延迟。

解调器的信号处理功能执行调制器之信号处理功能的逆处理。这包括接受已解调的突发数据流和解码等。信号处理功能还向解调器提供边缘时序参考和门控使能信号，以激活每个指配之突发时隙的突发采集。信号处理功能还可以提供有关成功解码、解码错误或者每个码字解码失败的指示，以及每个码字中已校正之R-S符号的数量。对于每个上行流突发，CMTS都预先了解调制间隔中确切的突发长度（参见[ITU-T J.222.2]第B.6.2.5节、第B.6.2.5.1节、第B.6.2.5.2节、第B.6.2.6节、第B.6.2.20节，以及第A.2节、MAC业务ID）。

B.6.2.2 信号处理要求

参见第6.2.2节。

B.6.2.3 调制格式

参见第6.2.3节。

B.6.2.4 R-S编码

B.6.2.4.1 R-S编码模式

参见第6.2.4.1节。

B.6.2.4.2 R-S位到符号排序

参见第6.2.4.2节。

B.6.2.5 启用DOCSIS 3.0多传输信道模式的上行流R-S帧结构

参见第6.2.5节。

B.6.2.5.1 R-S码字长度

参见第6.2.5.1节。

B.6.2.5.1.1 突发尺寸

参见第6.2.5.1.1节。

B.6.2.5.1.2 固定的码字长度

参见第6.2.5.1.2节。

B.6.2.5.1.3 缩短的最后一个码字

参见第6.2.5.1.3节。

B.6.2.5.2 R-S FEC禁用

参见第6.2.5.2节。

B.6.2.6 未启用DOCSIS 3.0多传输信道模式的上行流R-S帧结构

参见第6.2.6节。

B.6.2.7 TDMA字节交织器

参见第6.2.7节。

B.6.2.7.1 字节交织器参数

参见第6.2.7.1节。

B.6.2.7.2 交织器操作模式

参见第6.2.7.2节。

B.6.2.7.2.1 固定模式

参见第6.2.7.2.1节。

B.6.2.7.2.2 动态模式

参见第6.2.7.2.2节。

B.6.2.8 扰码器（随机数产生器）

参见第6.2.8节。

B.6.2.9 TCM编码器

参见第6.2.9节。

B.6.2.9.1 字节到TCM符号的映射

参见第6.2.9.1节。

B.6.2.10 前导码前置

参见第6.2.10节。

B.6.2.11 调制率

参见第6.2.11节。

B.6.2.11.1 DOCSIS 3.0调制率

参见第6.2.11.1节。

B.6.2.11.2 向后兼容调制率

参见第6.2.11.2节。

B.6.2.12 S-CDMA组帧器和交织器

B.6.2.12.1 S-CDMA组帧方面的考虑

参见第6.2.12.1节。

B.6.2.12.2 小时隙编号

参见第6.2.12.2节。

B.6.2.12.2.1 UCD中的小时隙编号参数

参见第6.2.12.2.1节。

B.6.2.12.2.2 小时隙编号示例

参见第6.2.12.2.2节。

B.6.2.12.3 传输时间

参见第6.2.12.3节。

B.6.2.12.4 延迟方面的考虑

参见第6.2.12.4节。

B.6.2.12.5 用于S-CDMA信道维护的扩展器关闭突发

参见第6.2.12.5节。

B.6.2.12.6 限制指配给CM的代码数量

参见第6.2.12.6节。

B.6.2.13 S-CDMA组帧器

参见第6.2.13节。

B.6.2.13.1 子帧定义

参见第6.2.13.1节。

B.6.2.13.2 组帧器操作

参见第6.2.13.2节。

B.6.2.13.2.1 前导码和编码TCM符号的规则

参见第6.2.13.2.1节。

B.6.2.13.2.2 未编码符号和未编码TCM子符号的规则

参见第6.2.13.2.2节。

B.6.2.13.2.3 子帧示例

参见第6.2.13.2.3节。

B.6.2.13.2.4 帧传输

参见第6.2.13.2.4节。

B.6.2.14 符号映射

参见第6.2.14节。

B.6.2.15 S-CDMA扩展器

参见第6.2.15节。

B.6.2.15.1 跳码

参见第6.2.15.1节。

B.6.2.15.1.1 跳码模式1

参见第6.2.15.1.1节。

B.6.2.15.1.2 跳码模式2

参见第6.2.15.1.2节。

B.6.2.15.1.3 跳码产生器

参见第6.2.15.1.3节。

B.6.2.16 传输预均衡器

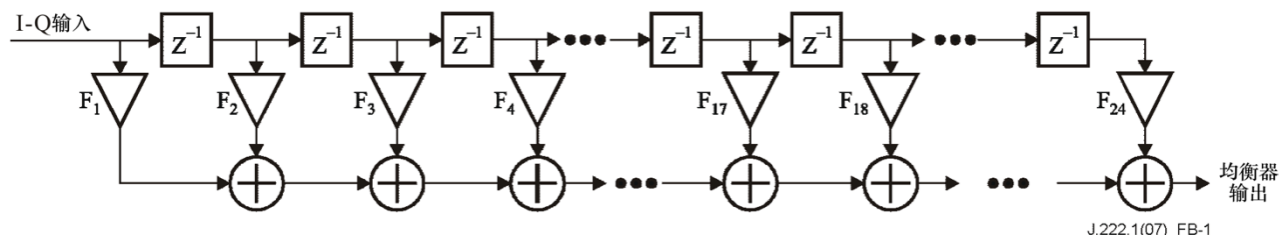
如图B.1所示，必须为CM使用的每个上行流信道配置一个线性均衡器结构的传输预均衡器，以响应CMTS传输的测距响应（RNG-RSP）消息。

CM的预均衡器有两种操作模式：DOCSIS 1.1模式和DOCSIS 2.0预均衡模式：在DOCSIS 1.1模式下，CM必须以8拍支持（T）间隔的均衡器结构。预均衡器每个符号可有1、2或4个样本，拍长度大于8个符号。在DOCSIS 1.1预均衡模式下，为了向后兼容，CMTS可支持微小间隔的均衡器格式（T/2和T/4）。在DOCSIS 2.0预均衡模式下，预均衡器必须以24拍支持符号（T）间隔的均衡器结构。

在仅DOCSIS 1.x的逻辑信道（类型1逻辑信道[ITU-T J.222.2]）中，CM和CMTS必须使用DOCSIS 1.1预均衡模式。

在仅DOCSIS 2.0或仅DOCSIS 3.0逻辑信道（类型3或类型4逻辑信道[ITU-T J.222.2]）中，CM和CMTS必须使用DOCSIS 2.0预均衡模式。

在DOCSIS 1.x/2.0混合逻辑信道（类型2逻辑信道[ITU-T J.222.2]）中，在注册过程中，从初始测距直至启用DOCSIS 2.0模式或直至启用多传输信道模式（如果启用任意一个），CM和CMTS必须使用DOCSIS 1.1预均衡模式。在为CM启用DOCSIS 2.0之后，CM和CMTS必须使用DOCSIS 2.0预均衡模式。在将CM置于多传输信道模式的情况下，CM和CMTS对类型2逻辑信道上的所有突发都使用DOCSIS 2.0预均衡，无论UCD中用于所传输突发的突发描述符是类型4还是类型5突发描述符。



图B.1 – 传输预均衡器结构

RNG-RSP MAC消息承载CM传输均衡信息，并可指示CM卷积均衡器系数，或者（仅在DOCSIS 2.0预均衡模式下）直接加载它们。当指示CM对传输均衡器系数进行卷积时，它必须将RNG-RSP中CMTS发送的系数与现有系数进行卷积，以获得新系数。卷积之后，CM必须截断卷积结果，以便在截断后保留24拍（DOCSIS 1.1预均衡模式下为8拍），主拍位于CM接收到的最后一个RNG-RSP指定的拍上。卷积的运算由以下公式来表示：

$$F_n^{m+1} = \sum_{k=\max(1-L^{m+1}, n+L^m-L^{m+1}-24)}^{\min(24-L^{m+1}, n+L^m-L^{m+1}-1)} F_{n-k+L^m-L^{m+1}}^m \cdot \hat{F}_{k+L^{m+1}}^{m+1}, \quad n=1 \wedge 24$$

其中：

F_n^m 为卷积之前的系数

F_n^{m+1} 为卷积后的系数

\hat{F}_n 为从CMTS发送的系数

L^m 为卷积之前的主拍位置

L^{m+1} 为CMTS规定的卷积之后的主拍位置

在DOCSIS 2.0预均衡模式下，CMTS可以指示CM加载传输预均衡器系数。当指示CM加载传输均衡器系数时，如有必要，它必须在适当的归一化之后将CMTS传送的系数加载到预均衡器系数中去。

在仅DOCSIS 1.x逻辑信道中，作为对CM注册之前初始测距请求和周期性测距请求的响应，当CMTS传送预均衡器系数时，CMTS必须以均衡器长度8和T间隔格式计算与发送这些系数，其中T为调制间隔。注册之后，CMTS可以使用微小间隔均衡器格式（T/2或T/4间隔），以更长的拍长度，以匹配CMTS从REG-REQ消息调制解调器功能字段中获知的CM预均衡器功能。

在仅DOCSIS 2.0或仅DOCSIS 3.0逻辑信道中，CMTS必须始终以均衡器长度24和T间隔格式计算与发送预均衡器系数。

在DOCSIS 1.x/2.0混合逻辑信道中，作为对CM注册之前初始测距请求和周期性测距请求的响应，当CMTS传送预均衡器系数时，CMTS必须以均衡器长度8和T间隔格式计算与发送这些系数。注册之后，如果启用DOCSIS 1.1预均衡模式，则CMTS可以使用微小间隔均衡器格式（T/2或T/4间隔），以更长的拍长度，以匹配CMTS从REG-REQ消息调制解调器功能字段中获知的CM预均衡器功能。如果为CM启用DOCSIS 2.0预均衡模式或多传输信道模式，则CMTS必须以24拍使用T间隔均衡器结构。如果激活DOCSIS 2.0预均衡模式之后对预均衡器的第一次更新使用“卷积”模式，则依据上述规则，CM必须用0将现有的8拍滤波器填充为24拍滤波器，并进行卷积。

在提出初始测距请求之前，并且每当上行流信道频率或上行流信道调制率发生变化时，CM必须将预均衡器的系数初始化为默认设置，在默认设置中，除第一拍的实系数（即 F_1 ）之外，所有的系数均为0。每当更改主拍位置时，由于CMTS发送的均衡器系数从先前的主拍位置转移到新的主拍位置（在“卷积”和“加载”操作中），CM（而不是CMTS）必须补偿延迟（测距偏移）。然后通过后续的测距过程（单播初始测距和周期性测距）来更新预均衡器系数。

在DOCSIS 1.1预均衡模式下，CMTS在周期性测距期间绝不能移动主拍位置。

在DOCSIS 1.1预均衡模式下，CMTS绝不能指示CM加载传输均衡器系数。

在DOCSIS 2.0预均衡模式下，CMTS可以在单播初始测距或周期性测距期间移动主拍位置。

均衡器系数可以包含在每个RNG-RSP消息中，但通常只有在CMTS确定信道响应已发生显著变化时才会出现。RNG-RSP消息中均衡器系数更新的频率由CMTS来确定。

CM必须对传输均衡器系数进行归一化，以确保正常操作（例如不溢出或限幅）。在“卷积”和“加载”操作中，CM绝不能因新系数的增或减而更改其目标发射功率。目标功率在第B.6.2.19节中进行定义。

在DOCSIS 1.1模式下，如果CM均衡器结构实施等同于RNG-RSP消息中指配之数量的系数，则CM绝不能更改RNG-RSP消息中的主拍位置。如果CM均衡器结构实施不同于RNG-RSP消息中定义之数量的系数，则CM可移动主拍值的位置。除了RNG-RSP消息中的任何调整，CM还必须调整其测距偏移，以补偿主拍位置的移动。

B.6.2.17 频谱整形

参见第6.2.17节。

B.6.2.17.1 上行流频率敏捷性和范围

CM必须支持边缘到边缘在5-65 MHz标准上行流频率范围内的操作。

依据表B.9，必须支持偏移频率分辨率。

B.6.2.17.2 频谱格式

参见第6.2.17.2节。

B.6.2.18 相对处理延迟

参见第6.2.18节。

B.6.2.19 发射功率要求

在启用多传输信道模式的情况下，以下要求适用。下面的第B.6.2.19.4节描述在禁用多传输信道模式的情况下的要求。

要求CM支持变化的发射功率。提出了以下要求：

- 1) 每信道报告的发射功率范围；
- 2) 功率命令的步长；
- 3) 步长精度（与命令的变化相比，每信道输出功率的实际变化）；以及
- 4) 每信道CM输出功率的绝对精度。

[ITU-T J.222.2]第6.4.5节定义了执行功率调整所依据的协议。CM所做的此类调整必须在下面所述的容差范围内。对于所引用的每个CM活动信道，CM都必须确认在接收到RNG-RSP之后或UCD发生变化之后，满足每信道发射功率的限值要求。CM的一个活动信道定义为已为其授予CM许可的任何信道，它将用于信道初始化或测距，或者CM被“限定范围的”任何信道。“活动信道”集也称为传输信道集。（CMTS可以通过某种机制命令CM停用一个活动信道，以减少该CM上的活动信道数量，或者添加一个不同的活动信道作为该CM的替代上行流信道。）注意：实际上从CM突发上行流的信道集是该CM上活动信道的一个子集；通常，一个CM上的一个或所有活动信道都不会突发，但这种安静的信道仍然是该CM的“活动信道”。

假设在CM的F连接器处同样可能测量得到QAM符号，则每个信道的发射功率定义为在突发数据符号中传输的占用带宽（信道宽度）中的平均射频功率。总发射功率定义为在给定时间发射突发的每个信道的每信道发射功率之和。每个信道等级的最大和最小发射功率电平要求是指CM每个信道等级的目标发射功率，定义为CM对其每个信道实际发射功率的估计值。每个信道的实际发射功率必须在目标功率的2 dB之内。每个信道的目标发射功率必须在表B.9中规定的范围内变化。

在启用多传输信道模式的情况下，使用第B.6.2.19节下各子节中的 P_{hi} 和 P_r 定义，令每个信道的 $P_{load} = P_{hi} - P_r$ 。即使在传输信道集中只有一个信道，在本建议书中，与 P_{load} 最小值对应的信道也称为最高负载信道，其值表示为 P_{load_1} 。高负载的信道的 P_{load_n} 值较低（但不小于0）； P_{load_n} 的值类似于放大器从其最大功率输出回退的量。当一个信道具有较低的负载（更多的回退）并因此具有较高的 P_{load_n} 值时，该信道具有较低的功率输出。注意：最高负载信道不一定是具有最高发射功率的信道，因为信道的最大功率取决于其突发配置文件中正在支持的调制。 P_{load} 值第二低的信道表示为第二高负载信道，其负载值表示为 P_{load_2} ； P_{load} 值第三低的信道表示为第三高负载信道，其负载值表示为 P_{load_3} ；负载值第四低的信道表示为第四高负载信道，其负载值表示为 P_{load_4} 。 $P_{load_min_set}$ 定义CM相对于每个信道 P_{hi} 的动态范围窗口上端。当 $P_{load_min_set}$ 大于零时， $P_{load_min_set}$ 将限制每个活动信道可能的最大功率为一个小于 P_{hi} 的值。 $P_{load_min_set}$ 是一个从CMTS命令给CM的值。（在传输信道集中信道少于4个的情况下， P_{load_n} 仅对n个活动的上行流信道有效。）仅当启用了多传输信道模式时，才定义 $P_{load_min_set}$ 、 P_{load_n} 、 P_{hi_n} 、 P_{r_n} 等。

调整 P_{r_n} 的CMTS命令必须与先前指配给CM的 $P_{load_min_set}$ 相一致，并具有以下限值：

$$P_{load_min_set} \leq P_{hi_n} - P_{r_n} \leq P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}$$

以及等效值：

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}) \leq P_{r_n} \leq P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

为传输信道集中的每个信道计算一个值 $P_{low_multi_n}$ ，在给定范围的上端（由 $P_{load_min_set}$ 确定）的情况下，该值设置发射功率动态范围窗口的下端。

$$P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12 \text{ dB}$$

当使用多个活动信道时， $P_{low_multi_n}$ 的作用是限制CM在其多个信道上需要（或甚至允许）的动态范围。

当CMTS发送一个新的 $P_{load_min_set}$ 值给CM时，有可能CM不能立即实现对新值的改变，因为当CM接收到改变 $P_{load_min_set}$ 的命令时，CM可能正在一个或多个其上行流信道上进行突发。在CMTS将全局重新配置时间授予CM之前，可能会经过一段时间。类似地，如果第n个信道正在进行突发，则在CM接收到命令后，可能不会立即执行对 P_{r_n} 的改变命令。对 P_{r_n} 的改变命令可以与对 $P_{load_min_set}$ 的改变命令同时进行。在命令改变 P_{r_n} 之后，CMTS不应改变 $P_{load_min_set}$ ，直至在第n个信道上也提供足够的重新配置时间之后。在命令对 $P_{load_min_set}$ 进行先前的更改后，CMTS不应改变 $P_{load_min_set}$ ，直至也为第一个命令提供全局重新配置时间之后。此外，CMTS不应改变 P_{r_n} ：

- a) 直至发出有关 $P_{load_min_set}$ 新值的命令后，在提供全局重新配置时间之后；以及
- b) 直至完成对 P_{r_n} 的先前更改后，在第 n 个信道上提供足够的重新配置时间之后。

换句话说，CMTS是为了避免在没有足够的重新配置时间来建立第一个命令的情况下，将 P_{r_n} 和/或 $P_{load_min_set}$ 中的连续变化发送给CM。当同时命令赋予 $P_{load_min_set}$ 新值和改变 P_{r_n} 时，CM可等待在下一个全局重新配置时间改变 P_{r_n} （即与赋予 $P_{load_min_set}$ 新值同时进行），而不是在第 n 个信道的第一个足够的重新配置时间做改变。应用于新 P_{r_n} 的 $P_{load_min_set}$ 值是同时命令赋予的 $P_{load_min_set}$ 值，因此，如果对 P_{r_n} 的改变落在旧 $P_{load_min_set}$ 的动态范围窗口之外，则CM必须等待全局重新配置时间，以实施对 P_{r_n} 的更改。

如果这样一个命令将导致该信道的 P_{load_n} 降至 $P_{load_min_set}$ 以下，则CM必须忽略该命令，以增加每个信道的发射功率。注意：CMTS可以允许CM最高负载信道中的功率发生微小变化，而这些波动不会因每个如此小的变化而影响发射功率动态范围。这是通过将 $P_{load_min_set}$ 设置为比正常波动情况下小的值来实现的，并且预计最高负载信道中每个信道的功率也会出现波动。CM还必须忽略每个信道发射功率任何命令的更改，这将导致 P_{r_n} 降至动态范围窗口以下，即功率低于动态范围窗口所允许的功率，该范围由 $P_{load_min_set}$ 确定。CM还必须忽略更改 $P_{load_min_set}$ 的命令，以使 P_{r_n} 的现有值落在新的动态范围窗口之外。

当CM工作于 P_{load_n} 的某些值范围内时，第B.6.2.22.1节、第B.6.2.22.1.1节和第B.6.2.22.1.2节中的杂散性能要求适用，即从 $n = 1$ 到活动的上行流信道数，以及对于S-CDMA信道，在某个信道上作为活动代码总数一部分进行传输的扩展码数的某个范围，详见这些章节。

MIB中CM报告的每个信道的每信道发射功率参考64 QAM星座。当与其他星座一起传输时，将导致稍有不同的发射功率，具体取决于下面表B.4、表B.5和表B.6中的星座增益。例如，如果某个信道中报告的功率为30 dBmV，则将在该信道上将以30 dBmV的目标功率来传输64 QAM，同时在该信道上将以28.82 dBmV来传输QPSK。

表B.4 – 传输信道集中一个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	61	56	18.18	62.18	57.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	58	56	17.21	58.21	56.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	58	56	17.21	58.21	56.21
32 QAM	0.00	17	20	23	57	56	17.00	57.00	56.00
64 QAM	0.00	17	20	23	57	56	17.00	57.00	56.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	56	16.95	N/A	55.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1280 kHz，M = 2560 kHz和H = 5120 kHz。)

表B.5 – 传输信道集中两个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	58	53	18.18	59.18	54.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	55	53	17.21	55.21	53.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	55	53	17.21	55.21	53.21
32 QAM	0.00	17	20	23	54	53	17.00	54.00	53.00
64 QAM	0.00	17	20	23	54	53	17.00	54.00	53.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	53	16.95	N/A	52.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1280 kHz，M = 2560 kHz和H = 5120 kHz。)

表B.6 – 传输信道集中三个或四个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	55	53	18.18	56.18	54.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	52	53	17.21	52.21	53.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	52	53	17.21	52.21	53.21
32 QAM	0.00	17	20	23	51	53	17.00	51.00	53.00
64 QAM	0.00	17	20	23	51	53	17.00	51.00	53.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	53	16.95	N/A	52.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1280 kHz，M = 2560 kHz和H = 5120 kHz。)

即使在其他活动信道上存在功率变化的情况下，一个突发内的每信道实际发射功率也必须恒定在0.1 dB峰值-峰值之间。这不包括振幅变化，振幅变化理论上因QAM调幅、脉冲整形、预均衡而存在，并且对于S-CDMA，扩展和改变所分配代码的数量。

CM必须支持第B.6.2.19.1节和第B.6.2.19.2节中定义的发射功率计算方法。

B.6.2.19.1 TDMA发射功率计算

在TDMA模式下，CM为每个活动的信道确定其每信道目标发射功率 P_t ，如下所示。例如，为每个活动信道定义上行流信道X：

P_r = 信道X的MIB中CM的报告功率电平（dBmV）（指64 QAM星座）

ΔP = 功率电平调整（dB），例如，根据测距响应消息中的命令

G_{const} = 根据第B.6.2.19节，相对于64 QAM星座的星座增益（dB）

P_{min} = 根据第B.6.2.19节，对CM允许的每信道最小目标发射功率

P_{max} = 根据第B.6.2.19节，对CM允许的最大目标发射功率

$P_{\text{hi}} = \min(P_{\text{max}} - G_{\text{const}})$ ，根据第B.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有突发配置文件

$P_{\text{low}} = \max(P_{\text{min}} - G_{\text{const}})$ ，根据第B.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有突发配置文件

P_t = 信道X中CM的每信道目标发射功率（dBmV）（如CM估算的、信道X中每信道实际发射功率）

CM通过以下步骤来更新其在每个信道中的每信道报告功率：

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$
// 为每个信道报告的功率电平添加功率电平调整（对于每个信道）。
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{\text{hi}}]$
// 限幅于每信道最大功率限值。
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{\text{low}}]$
// 限幅于每信道最小功率限值。
- 4) 测试，如果 $[P_r < P_{\text{low_multi}}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 5) 测试，如果 $[P_r > P_{\text{hi}} - P_{\text{load_min_set}}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。

然后，CM在信道X中以每信道目标功率 $P_t = P_r + G_{\text{const}}$ 进行传输，即报告功率加上星座增益。

通常，报告的功率电平是一个相对恒定的量，而信道X中的发射功率电平随着具有不同星座增益的不同突发配置文件的传输而动态变化。CM的每信道目标发射功率绝不能低于 P_{min} 或高于 P_{max} 。这意味着在某些情况下，如果具有多个星座的突发配置文件处于活动状态，则可能不允许极端发射功率电平（例如，对于QPSK为61 dBmV，以及17 dBmV）。同样，如果仅使用QPSK，尽管每信道目标发射功率将不超过61 dBmV，但每信道报告的功率可能会大于61 dBmV。

例如，如果在信道X中有两个活动信道，只有QPSK和64QAM突发配置文件处于活动状态，则对于1280 kHz调制率为 $P_{hi} = 54$ dBmV和 $P_{low} = 18.2$ dBmV。 P_{low} 取决于调制率。信道X中最大允许QPSK发射功率为 54 dBmV -1.2 dB = 52.8 dBmV，信道X中最小QPSK发射功率为 18.2 dBmV -1.2 dB = 17 dBmV（调制率为1280 kHz），信道X中最大64 QAM功率为 54 dBmV，信道X中最小64 QAM功率为 18.2 dBmV（调制率为1280 kHz）。

B.6.2.19.2 S-CDMA发射功率计算

参见第6.2.19.2节。

B.6.2.19.2.1 未启用最大调度代码的S-CDMA发射功率计算

在未启用最大调度代码的S-CDMA模式下，CM为每个活动的信道确定其每信道目标发射功率 P_t ，如下所示。例如，为每个活动信道定义上行流信道X：

P_r = 信道X的MIB中CM的报告功率电平（dBmV）（指64 QAM星座和传输的所有活动代码）

$P_{hi} = \min[P_{max} - G_{const}]$ ，根据第B.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有突发配置文件

$P_{low} = \max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(\text{number_active_codes} / \text{number_of_codes_per_mini_slot})$ ，当中，根据第B.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有突发配置文件为最大

CM通过以下步骤来更新其在每个信道中的每信道报告功率：

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$
// 为每个信道报告的功率电平添加功率电平调整（对于每个信道）。
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$
// 限幅于每信道最大功率限值。
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$
// 限幅于每信道最小功率限值。
- 4) 测试，如果 $[P_r < P_{low_multi}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 5) 测试，如果 $[P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。

然后，在扩展器打开的帧中，CM以目标功率传输每个代码 i ：

$$P_{t,i} = P_r + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes})$$

（即信道X的报告功率，加上该代码的星座增益 $G_{const,i}$ ，减去考虑活动代码数量的因素。一帧中信道X的总发射功率 P_t 为信道X中每个代码的独立发射功率 $P_{t,i}$ 之和，当中的和运算是使用绝对功率量（非dB域）来执行的。

在扩展器关闭的帧中，信道X中的CM目标发射功率为 $P_t = P_r + G_{const}$ 。

信道X中的发射功率电平随着分配的代码数量变化以及随着具有不同星座增益的不同突发配置文件的传输而动态变化。CM的每信道目标发射功率绝不能低于 P_{min} 或高于 P_{max} ，包括在所有的分配代码数量和所有的突发配置文件上。这意味着在某些情况下，可能不允许极端发射功率电平（例如，17和56 dBmV）。同样，如果仅使用QPSK，尽管每信道目标发射功率将不超过56 dBmV，但一个信道中报告的功率可能会大于56 dBmV。

例如，如果传输信道集仅包含一个信道，并且该信道（信道X）具有QPSK和64 QAM突发配置文件，则活动代码数为128，每小时隙代码数为2，则对于1280 kHz调制率为 $P_{hi} = 56$ dBmV

和 $P_{low} = 36.24 \text{ dBmV}$ 。 P_{low} 取决于调制率。当传输所有活动代码时，信道X中最大允许QPSK发射功率为 $56 - 1.18 = 54.82 \text{ dBmV}$ 。当传输一个小时隙时，信道X中最小QPSK功率为 $36.24 \text{ dBmV} - 1.18 \text{ dB} - 10\log(128) \text{ dB} + 10\log(2) \text{ dB} = 17 \text{ dBmV}$ （调制率为1280 kHz）。总和中的最后一项是两个代码上单个功率求和的结果。同样，当传输所有活动代码时，信道X中最大64 QAM功率为 56 dBmV ，当传输一个小时隙时，信道X中最小64 QAM功率为 $36.24 \text{ dBmV} - 10\log(128) \text{ dB} + 10\log(2) \text{ dB} = 18.18 \text{ dBmV}$ （调制率为1280 kHz）。例如，在传输2个小时隙时，信道X中允许的最小QPSK功率为 20 dBmV （调制率为1280 kHz），在传输2个小时隙时，信道X中允许的最小64 QAM功率为 21.2 dBmV （调制率为1280 kHz）。

CM需要在较高的输出功率下对发射的波形进行某种形式的限幅，以防止出现峰值-均值比（PAR）问题。

由于以下因素，有时在扩展器打开帧中的CMTS处接收到的功率会小于扩展器关闭帧的标称功率：

- 1) 任何CM都未使用的广播机会；
- 2) 一个或多个CM未使用的单播授权；或者
- 3) 指配给NULL SID的小时隙。

B.6.2.19.2.2 启用最大调度代码的S-CDMA发射功率计算

在启用最大调度代码的信道上的S-CDMA模式下，CM为每个活动的信道确定其每信道目标发射功率 P_r ，如下所示。例如，为每个上行流信道定义上行流信道X：

P_r = 信道X的MIB中CM的报告功率电平（dBmV）（参考64 QAM调制的、扩展器关闭的测距突发的操作发射功率）。

$P_{hi_S} = \min[53 - G_{const}]$ ，根据第B.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有扩展器打开的突发配置文件。

$P_{low_S} = \max[17 - G_{const}] + 10 \log(\text{number_active_codes}/\text{number_of_codes_per_mini_slot})$ ，当中，根据第B.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有突发配置文件为最大。

P_{max_T} = 对于测距中使用的星座，根据第B.6.2.19节，在TDMA模式下，信道X中CM允许的最大目标发射功率。

$P_{hi_T} = \min[P_{max_T} - G_{const}]$ ，根据第B.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有扩展器关闭的突发配置文件。

$P_{on} = P_r$ 限幅于最大扩展器打开的限值。

P_{sf} = CM功率差额。

P_{hr} = S-CDMA功率余量，以dB为单位。相当于测距响应消息TLV-11的值除以4。

ΔP = 信道X从CMTS发送到CM的功率电平调整，以dB为单位。

CM通过以下步骤来更新其在每个信道中的每信道功率：

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$ // 为每个信道报告的功率电平添加功率电平调整（对于每个信道）。

- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi_T}]$ // 限幅于每信道最大TDMA功率限值。
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low_s}]$ // 限幅于每信道最小S-CDMA功率限值。
- 4) 测试, 如果 $[P_r < P_{low_multi}]$, 则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 5) 测试, 如果 $[P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}]$, 则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 6) $P_{on} = \min[P_r, P_{hi_S} - P_{load_min_set}]$
// 对多信道动态范围限制, 限幅于每信道最大S-CDMA功率限值, 如 $P_{load_min_set}$ 所设。

在扩展器关闭的帧中, CM以目标功率在信道关闭中进行传输:

$$P_t = P_r + G_{const}$$

基于信道X中的扩展器关闭的发射功率, CM按照以下步骤来更新其在信道X中的功率差额:

在传输信道集中只有一个信道的情况下:

$$P_{sf} = P_t - (56 - P_{load_min_set})$$

// 信道X中扩展器关闭的目标功率与最大扩展器打开的目标功率之间的差异;

$$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0]$$

// 在信道X中, 如果 P_t 小于 $56 \text{ dBmV} - P_{load_min_set}$, 则将 P_{sf} 设为0;

以及在传输信道集中有一个以上信道的情况下:

$$P_{sf} = P_t - (53 - P_{load_min_set}) \quad // \text{信道X中扩展器关闭的目标功率与最大扩展器打开的目标功率之间的差异}$$

$$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0] \quad // \text{在信道X中, 如果} P_t \text{ 小于 } 53 \text{ dBmV} - P_{load_min_set}, \text{ 则将 } P_{sf} \text{ 设为 } 0$$

在扩展器打开的帧中, CM以目标功率来传输每个代码i:

$$P_{t,i} = P_{on} + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes}) + P_{hr}$$

就是说, 在信道X中限幅的报告功率, 加上该代码的星座增益 $G_{const,i}$, 减去考虑活动代码数量的因素, 加上功率余量 P_{hr} 。 P_{hr} 是为具有最大调度代码限值且可以依据代码传输额外功率的CM而添加的功率(以dB为单位)。在一个帧中, 信道X的总发射功率 P_t 为信道X中每个代码的各个发射功率 $P_{t,i}$ 之和, 其中, 使用绝对功率量(非dB域), 在所有 N_{alloc} 分配的代码上进行求和计算。

$$P_t = 10 \log \sum_{i=1}^{N_{alloc}} 10^{P_{t,i}/10}$$

例如，如果在传输信道集中有一个以上的信道，且信道X中的突发配置文件包含针对IUC 1、2、3和4的QPSK，以及针对IUC 9和10的64 QAM，则活动代码数为128，每个小时隙的代码数为2，则 $P_{hi_S} = 53 \text{ dBmV}$ 、 $P_{low_S} = 36.24 \text{ dBmV}$ ，以及 $P_{hi_T} = 58 \text{ dBmV}$ 。假设 $P_{load_min_set} = 0 \text{ dB}$ 。假设CM在扩展器关闭的目标发射功率为 57 dBmV 的情况下确定信道X的范围。CM报告的信道X $P_{sf} = 57 \text{ dBmV} - 53 \text{ dBmV} = 4 \text{ dB}$ 。CMTS使用 P_{sf} 为信道X设置（使用其供应商特定的算法） $\text{max_scheduled_codes} = 32$ 和 $P_{hr} = 6 \text{ dB}$ 。（根据CMTS的决定，S-CDMA功率余量可能有别于功率差额。）CM将其在信道X中的每代码发射功率设置为：

$$\begin{aligned} P_{t,i} &= P_{on} + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes}) + P_{hr} \\ &= 53 \text{ dBmV} + 0 \text{ dB} - 21 \text{ dB} + 6 \text{ dB} \\ // \text{ 对于当信道X} &= 38 \text{ dBmV} \text{ 时具有64 QAM调制的代码} \end{aligned}$$

可以用来说明信道X中每个代码功率增加之影响的参数是有效发射功率 P_{eff} ，假设如果传输所有 N_a 个活动代码，则将在信道X中产生的功率。计算公式为：

$$\begin{aligned} P_{eff} &= 10 \log \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{P_{t,i}/10} \\ &= P_{on} + P_{hr} + 10 \log \frac{1}{N_{act}} \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{G_{const,i}/10} \end{aligned}$$

其中，最后一项是平均星座增益。

对于使用64 QAM调制（ $G_{const} = 0 \text{ dB}$ ）在信道X中传输所有代码的参考情况，有效发射功率降为：

$$P_{eff} = P_{on} + P_{hr}$$

继续上面的示例，结果是：

$$P_{eff} = 53 \text{ dBmV} + 6 \text{ dB} = 59 \text{ dBmV}$$

限制代码数量为CM提供了 59 dBmV 的增强有效功率，它比通常的 53 dBmV 的每信道最大标称功率要高 6 dB ，而比 57 dBmV 的测距功率要高 2 dB 。在本示例中，CMTS酌情决定在信道X中要求比需要的增强 2 dB （ $P_{hr} = 6 \text{ dB}$ vs $P_{sf} = 4 \text{ dB}$ ），这可能是由于信道中的某些已知损伤所致。

effective_SNR 是有关某个给定代码的SNR估计值，对应信道X上的有效发射功率。它定义为在最后一次台站维护中测得的SNR，减去CM功率差额，加上功率余量，加上测距突发与所考虑代码之间的星座增益差。其公式为：

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} + (G_{const,i} - G_{const,ranging})$$

其中， $G_{const,ranging}$ 是信道X上导致SNR测量结果的、测距突发的星座增益。在MIB中， effective_SNR 对应于使用64 QAM调制的参考情况（ $G_{const,i} = 0 \text{ dB}$ ）：

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} - G_{const,ranging}$$

继续该示例，如果使用QPSK调制（ $G_{const,ranging} = -1.2 \text{ dB}$ ），在最后一次台站维护中，在信道X上测得的SNR为 17 dB ，则参考64 QAM调制的 effective_SNR 为：

$$\text{effective_SNR} = 17 \text{ dB} - 4 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 1.2 \text{ dB} = 20.2 \text{ dB}$$

B.6.2.19.3 发射功率步长

参见第6.2.19.3节。

B.6.2.19.4 未启用多传输信道模式的发射功率要求

在禁用多传输信道模式的情况下，CM必须按照[ITU-T J.122]第F.6.2.18节进行操作，但以下情况除外。最小上行流功率 P_{\min} 必须如下面的表B.7所示，取代[ITU-T J.122]中的最小上行流功率要求。最大上行流功率 P_{\max} 必须如上表B.4所示，取代[ITU-T J.122]中的最小上行流功率要求。注意：在[ITU-T J.122]第F.6.2.18.2节中，必须将 P_{hi_s} 公式中的值53替换为56，因为该值实际上是上面表B.4中的 P_{\max} 。

表B.7 – 未启用多传输信道模式的最小发射功率 P_{\min}

调制率 (kHz)	P_{\min} (dBmV)	适用性
160	17	CM可支持
320	17	CM可支持
640	17	CM可支持
1280	17	CM必须支持
2560	20	CM必须支持
5120	23	CM必须支持

B.6.2.20 突发配置文件

传输特性分为三个部分：

- a) 信道参数；
- b) 突发配置文件属性；以及
- c) 用户唯一参数。

信道参数包括：

- a) 调制率（从160 kHz到5120 kHz的六个速率，以八个一组为步长）；
- b) 中心频率（Hz）；
- c) 1536位的前导码超串；以及
- d) S-CDMA信道参数。

信道参数由给定信道上的所有用户共用。表B.8列出了突发配置文件属性，这些参数是与突发类型相对应的共用属性。

CM必须在适当的时间生成每个突发，如CMTS MAP提供的小时隙授权所传达的那样。

CM必须通过UCD中的突发描述符支持CMTS命令的所有突发配置文件，并随后指配用于MAP中的传输。

表B.8 – 突发配置文件属性

突发配置文件属性	配置设定
调制	QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM、128 QAM（仅限TCM）
差分编码	打开/关闭
TCM编码	打开/关闭
前导码长度	0-1536位（参见第B.6.2.19节）
前导码值偏移	0-1534
R-S FEC纠错（T）	0-16（0表示没有R-S FEC。码字奇偶校验字节数为2*T）
R-S FEC码字信息字节（k）	固定：16-253（假设R-S FEC打开） 缩短：16-253（假设R-S FEC打开）
扰码器种子	15位
最大突发长度（小时隙） ¹	0-255
保护时间	4-255个调制间隔 S-CDMA中没有保护时间
最后一个码字的长度	固定、缩短
扰码器打开/关闭	打开/关闭
字节交织器深度（ I_r ） ²	0-底数（ $2048/N_r$ ） ³
字节交织器块大小（ B_r ） ⁴	$2*N_r$ 至2048
前导码类型	QPSK0/QPSK1
S-CDMA扩展器 ⁵	打开/关闭
每个子帧的S-CDMA代码 ⁵	1-128
S-CDMA交织器步长	1至（每帧扩展间隔-1）
活动代码和跳码的S-CDMA选择模式	模式1或模式2
可选活动代码模式2的S-CDMA选择字符串	128位字符串，指明在活动代码选择模式2中哪些代码处于活动状态
<p>¹ 信道配置文件中0小时隙的突发长度表示该突发长度对于该突发类型在该信道上是可变的。突发长度虽然不是固定的，但由CMTS明确授予MAP中的CM。</p> <p>² 如果深度 = 1，则无交织；如果深度 = 0，则为动态模式。</p> <p>³ N_r是第B.6.2.5.1节中定义的R-S码字大小$k+2T$。</p> <p>⁴ 仅在动态模式下使用。</p> <p>⁵ 仅用于S-CDMA信道。</p>	

即使在与另一个用户相同的信道上使用相同的突发类型（例如，功率电平）时，每个用户的用户唯一参数也可有所不同，这些参数在表B.9中列出：

表B.9 – 用户唯一的突发参数

用户唯一参数	调整命令	结果参数值
功率电平 ¹	8位二的补码， 分辨率 = 0.25 dB	TDMA： +17至+57 dBmV（32 QAM、64 QAM） +17至+58 dBmV（8 QAM、16 QAM） +17至+61 dBmV（QPSK） S-CDMA：+17至+53 dBmV （所有调制） 分辨率= 0.25 dB或更高
偏移频率 ²	范围 = ±32 kHz，分辨率 = 1 Hz	依据第B.6.2.17.1节的频率范围
测距偏移	整数部分：32位二的补码，分辨率= (1/10.24 MHz) = 6.25 μs/64 = 97.65625 ns 小数部分：无符号8位小数扩展，分辨率= 6.25 μs/(64*256) = 0.3814697265625 ns	范围：根据第B.1.2.1节，足以达到最大有线电视设备长度。 分辨率：非同步：6.25 μs/64。 同步：6.25 μs/(64*256)
突发长度（小时隙），如果在此信道上可变（突发到突发地变化）	N/A	1至255个小时隙
传输均衡器系数 （参见第B.6.2.16节，传输预均衡器）	DOCSIS 3.0和2.0模式：24个复数系数，每个系数4个字节（2个实数和2个虚数），加载和卷积模式 DOCSIS 1.1模式：最多64个复数系数，每个系数4个字节（2个实数和2个虚数），仅卷积模式	DOCSIS 3.0和2.0模式：24个复数系数 DOCSIS 1.1模式：多达64个复数系数
¹ 最小功率电平限值取决于调制率。最大功率电平限值取决于调制顺序和上行流信道数量。 ² CM必须执行偏移频率调整，以在±10 Hz的命令变化范围内实现上行流载波频率的变化。		

B.6.2.20.1 测距偏移

参见第6.2.20.1节。

B.6.2.20.2 TDMA重新配置时间

CM必须能够在没有突发与突发之间要求的重新配置时间的情况下切换突发配置文件，以下参数的更改除外：

- 1) 输出功率；
- 2) 符号速率
- 3) 偏移频率；

- 4) 信道频率;
- 5) 测距偏移; 以及
- 6) 预均衡器系数。

在启用多传输信道模式的情况下, 所有这些参数都在每个上行流信道上独立进行调整, 并且CM不需要在未调整的信道上重新配置时间。

在启用多传输信道模式的情况下, 当调整动态范围窗口(新的 $P_{load_min_set}$ 值)时, 或者当自最后一个全局重新配置时间以来, 任何活动信道累计发射功率变化超过3 dB时(参见第B.6.2.22.1节), CM可能需要全局重新配置时间(在所有活动信道上同时进行)。每当更改或重新命令 $P_{load_min_set}$ 时, 在每个活动信道上, CM必须都满足有关“动态范围窗口更改”(如下)的要求。

对于**动态范围窗口更改或重新命令**: 如果更改或重新命令 $P_{load_min_set}$, 则CM必须能够执行突发与突发之间的更改, 只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心(在任何活动信道上)与下一个突发的第一个符号中心(在任何活动信道上-与上一个突发相同的信道或不同的信道)之间至少分配96个符号加上10 μ s。(所有活动信道上的全局“安静”要求所有活动TDMA信道上无授权突发间隔的交集至少应为96个符号加上10 μ s的持续时间。)CM的输出功率必须稳定在其最终输出功率电平的 ± 0.1 dB内、从 $P_{load_min_set}$ 变化开始的10 μ s内, 以及从任何信道上任何输出功率变化开始, 伴随 $P_{load_min_set}$ 的更改或重新命令。动态范围窗口, 即 $P_{load_min_set}$, 在由CMTS在突发与突发之间向CM提供足够的时间之前, 绝不能改变。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时, 动态范围窗口绝不能发生变化。

对于**输出功率更改**: 如果要改变输出功率1 dB或更小, 则CM必须能够执行突发与突发之间的更改, 只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号加上5 μ s。如果要改变输出功率1 dB以上, 则CM必须能够执行突发与突发之间的更改, 只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号加上10 μ s。96个符号的最大重新配置时间应该补偿一个突发的下降时间和下一个突发的上升时间, 以及总的发射机延迟时间, 包括管线延迟和预均衡器延迟。CM的输出功率必须稳定在其最终输出功率电平的 ± 0.1 dB内:

- a) 从1 dB或更小的变化开始的5 μ s内; 以及
- b) 从大于1 dB的变化开始的10 μ s内。

在CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前, 绝不能更改输出功率。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时, 输出功率绝不能发生变化。

对于**符号速率变化**: 只要CMTS允许有关UCD参数更改的突发与突发之间所需的时间, 则CM必须能够传输连续的突发。在CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前, 绝不能更改符号速率。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时, 符号速率绝不能发生变化。

对于**偏移频率**变化：只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号，则CM必须能够传输连续的突发。96个符号的最大重新配置时间应该补偿一个突发的下降时间和下一个突发的上升时间，以及总的发射机延迟时间，包括管线延迟和可选的预均衡器延迟。在CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前，绝不能更改偏移频率。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，偏移频率绝不能发生变化。

对于**信道频率**变化：只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号加上100 ms，则CM必须能够执行突发与突发之间的更改。CM的信道频率必须稳定在第B.6.2.22.5节和第B.6.2.22.6节的相位噪声和精度要求内、从变化开始的100 ms内。在CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前，绝不能更改信道频率。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，信道频率绝不能发生变化。

对于**测距偏移**和/或**预均衡器系数**变化：只要CMTS在一个突发的最后一个符号中心与下一个突发的第一个符号中心之间至少分配96个符号，则CM必须能够传输连续的突发。96个符号的最大重新配置时间应该补偿一个突发的下降时间和下一个突发的上升时间，以及总的发射机延迟时间，包括管线延迟和预均衡器延迟。在CMTS在突发与突发之间向CM提供足够时间之前，绝不能更改测距偏移。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，测距偏移绝不能发生变化。

对于**调制类型**变化：在突发与突发之间没有重新配置时间（最小保护时间除外）的情况下，CM必须能够传输连续的突发。在前一个突发的任何符号能量仍有-30 dB以上待传输或者下一个突发的任何符号能量已有-30 dB以上被传输时，调制绝不能发生变化，但传输均衡器的影响除外（如果存在于CM中的话）。（这将通过不提供滤波的传输均衡器进行验证；仅延迟。注意：如果CMTS在其均衡器中具有决策反馈，则可能需要在同一CM可能使用的不同调制类型的突发之间提供96个以上的符号间隔；这是一个CMTS决定。）

B.6.2.20.3 S-CDMA重新配置时间

在S-CDMA模式下，对于每小时隙输出功率、偏移频率、预均衡器系数和/或测距偏移的变化，只要CMTS分配的持续时间为突发之间的至少一帧，则CM必须能够传输连续的突发。对于所有其他突发配置文件参数更改，除了MAC为此类更改提供的内容外，不需要重新配置。当启用多传输信道模式时，所有这些参数都在每个上行流信道上独立进行调整，并且CM不需要在未调整的信道上重新配置时间。

在启用多传输信道模式的情况下，当调整动态范围窗口时（新的 $P_{load_min_set}$ 值），或者当自最后一个全局重新配置时间以来，任何活动信道累计发射功率变化超过3 dB时（参见第B.6.2.22.1节），CM可能需要全局重新配置时间。（所有活动信道上的全局“安静”要求所有活动S-CDMA信道上非授权突发间隔的交集至少为一个帧。）即使更改或重新命令 $P_{load_min_set}$ ，只要CMTS在传输信道集的所有信道上、在突发之间分配至少一个帧，则CM必须能够传输连续的突发。（从一个信道上突发的结束到任何信道上下一个突发的开始，必须有至少一个帧的持续时间来为S-CDMA信道提供“全局重新配置时间”。）

B.6.2.20.4 更改调制率时的CM时序偏移

参见第6.2.20.4节。

B.6.2.21 突发时序约定

参见第6.2.21节。

B.6.2.22 保真度要求

参见第6.2.22节。

B.6.2.22.1 杂散发射

噪声和杂散功率绝不能超过表B.10、表B.11和表B.12中给出的水平。噪声和杂散功率不应该超过表B.13和表B.14中给出的水平。当启用多传输信道模式时，将各个信道的噪声和杂散功率要求相加（绝对功率，不以dB为单位），以确定多信道传输条件的复合本底噪声。同样，当启用多传输信道模式时，这些杂散性能要求仅在CM工作于 P_{load_n} 的某些值范围内时才适用，对于传输信道集，为从 $n = 1$ 至上行流信道数，对于S-CDMA信道，为从1下至1/4的 $number_allocated_codes / number_active_codes$ 比。

对于S-CDMA模式，当调制解调器在信道上传输小于1/4的活动扩展码时，杂散发射要求限值为功率值（以dBmV为单位），对应于与1/4活动扩展码有关的功率电平规范（即比对应于分配给CM的信道的所有活动代码的信道功率低6 dB）。

当启用多传输信道模式且传输信道集（TCS）中有两个或多个信道时，仅在满足以下负载范围时，才必须满足杂散发射性能要求：

TCS中有两个或多个信道：当 $P_{load_1} - P_{load_min_set} \leq 3$ dB时适用；以及

TCS中有两个信道：当 $P_{load_2} - P_{load_1} \leq 12$ dB时适用；

TCS中有三个信道：当 $P_{load_3} - P_{load_1} \leq 8$ dB时适用；

TCS中有四个信道：当以下情况时适用：

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

$$P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

$$P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

当调制解调器以这些负载范围之外的功率电平进行传输时（12 dB动态范围允许的范围），如果将这些信道的负载降低（发射功率提高）到恰好满足适用范围要求，则杂散发射要求限值为对应第二和更高加载信道上传输相关之规范的功率值（以dBmV而不是dBc为单位）。

在启用多传输信道模式的情况下，自最后一个全局重新配置时间到下一个全局重新配置时间结束，从任何活动上行流信道上的输出功率变化超过 ± 3 dB开始，杂散性能要求将不适用于任何上行流信道。“全局重新配置时间”定义为在活动传输之间提供的非活动时间间隔，它同时满足第B.6.2.20.2节中对TCS中所有TDMA信道的要求以及第B.6.2.20.3节中对TCS中所有S-CDMA信道的要求。在启用多传输信道模式的情况下，在命令CM自其最后一个全局重新配置时间以来更改任何活动上行流信道发射功率累计 ± 3 dB之前，CMTS应为CM提供全局重新配置时间。

例如，在TCS中有三个S-CDMA信道时，每信道的发射功率分别为53 dBmV、41 dBmV和41 dBmV，当TCS中的两个或多个信道正在传输时，绝对杂散发射要求对应于每信道发射功率分别为53 dBmV、45 dBmV和45 dBmV的绝对杂散发射要求。为了确定杂散发射限值，提高了41 dBmV的功率电平，最高至 $53 \text{ dBmV} - 8 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ 。

例如，在TCS中有四个S-CDMA信道时，每个信道的发射功率分别为53 dBmV、41 dBmV、41 dBmV和41 dBmV，当TCS中的两个或多个信道正在传输时，绝对杂散发射要求对应于每信道发射功率分别为53 dBmV、49 dBmV、45 dBmV和41 dBmV的绝对杂散发射要求。为了确定杂散发射限值，提高了41 dBmV的功率电平，最高至 $53 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 49 \text{ dBmV}$ ；且人工为 $49 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ ，人工为 $45 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 41 \text{ dBmV}$ 。

在表B.10中，带内杂散发射包括噪声、载波泄漏、时钟线、合成器杂散产物以及其他不良发射机产物。它不包括ISI。带内杂散发射的测量带宽等于调制率（例如1280至5120 ksym/s）。以dBc表示的所有要求均与CM在一个信道中发射的实际发射功率有关。

表B.10的突发与突发（TCS中没有信道是突发的）规范之间的测量带宽为160 kHz，除非被称为4 MHz或250 kHz。

传输突发规范适用于授予CM的小时隙（当CM使用全部或部分授予的情况），并且适用于所授予小时隙之前和之后的32个调制间隔。突发与突发之间的规格适用，除了CM任何活动信道上所用小时隙授权期间，以及所用授权之前和之后的32个调制间隔期间。

在TDMA模式下，一个小时隙在5.12 Msym/s速率下可能短至32个调制间隔或6.25 μs ，或者在1.28 Msym/s速率下可能短至25 μs 。

表B.10 – 杂散发射

参数	传输突发	突发之间
带内	-40 dBc	-72 dBc
相邻频段	参见表B.11和表B.12	-72 dBc
在上行流工作范围5-65 MHz内（不包括指配的信道、相邻信道和载波相关的信道）	参见表B.13和表B.14	-72 dBc
对于上行流工作范围为5-65 MHz的情况： CM集成杂散发射限值（全部在250 kHz中，包括离散者） ¹ 87.5至108 MHz	-30 dBmV	-59 dBmV

表B.10 – 杂散发射

参数	传输突发	突发之间
对于上行流工作范围为5-65 MHz的情况： CM集成杂散发射限值（全部在4.75 MHz中，包括离散者） ¹ 65 – 87.5 MHz 108–136 MHz ² 126–862 MHz	最大（–40 dBc、–26 dBmV） –40 dBmV –45 dBmV	–26 dBmV –45 dBmV 最大（–45 dBmV， –40 dB ref d/s ³ ）
对于上行流工作范围为5-65 MHz的情况： CM离散杂散发射限值 ¹ 65 – 87.5 MHz 108 – 862 MHz	最大（–50 dBc、–36 dBmV） –50 dBmV	–36 dBmV –50 dBmV
¹ 这些规范限值不包括与调谐接收信道有关的单个离散杂散；该单个离散杂散绝不能大于–40 dBmV。 ² 108–136 MHz频率可能会因国家法规而被禁止。 ³ “dB ref d/s” 相对于接收到的下行流信号电平。一些杂散输出与接收信号电平成正比。		

B.6.2.22.1.1 相邻信道杂散发射

来自发射载波的杂散发射可能发生在相邻信道中，该信道可能被相同或不同调制率的载波所占据。表B.11列出了发射载波调制率和相邻信道调制率的所有组合所需的相邻信道杂散发射电平。基于所发射的载波和相邻信道中的载波的调制率，测量以具有适当带宽和距所发射载波适当距离的相邻信道间隔来执行。

表B.11 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的
相邻信道杂散发射要求

间隔规范	测量间隔和距载波边缘的距离	相邻信道载波调制率
–50 dBc	20 kHz - 180 kHz	160 kHz
–50 dBc	40 kHz - 360 kHz	320 kHz
–50 dBc	80 kHz - 720 kHz	640 kHz
–50 dBc	160 kHz - 1440 kHz	1280 kHz
–47 dBc	320 kHz - 2880 kHz	2560 kHz
–44 dBc	640 kHz - 5760 kHz	5120 kHz

另外，在与上面表B.11列出的条件相同的情况下，CM应满足表B.12的要求。如果将较低功率的信道突发作为一个单独的突发信道（在该时间点上），则2 dB的宽松将适用表B.12的绝对杂散发射要求。

**表B.12 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的
相邻信道杂散发射要求**

间隔规范	测量间隔和距载波边缘 的距离	相邻信道载波 调制率
-53 dBc	20 kHz - 180 kHz	160 kHz
-53 dBc	40 kHz - 360 kHz	320 kHz
-52 dBc	80 kHz - 720 kHz	640 kHz
-51 dBc	160 kHz - 1440 kHz	1280 kHz
-50 dBc	320 kHz - 2880 kHz	2560 kHz
-48 dBc	640 kHz - 5760 kHz	5120 kHz

B.6.2.22.1.2 上行流频率范围内的杂散发射

表B.13列出了可以在一个间隔内发送的可能调制率、该间隔内所需的杂散电平以及开始测量杂散发射的初始测量间隔。测量应从初始距离开始，并在距载波的距离增加时重复进行，直至到达上行流频段边缘。上行流的低频段边缘为5 MHz；上行流的高频段边缘为65 MHz。

**表B.13 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的
上行流工作频率范围内杂散发射要求**

在此间隔内可能的 调制率	间隔规范	初始测量间隔和距载波 边缘的距离
160 kHz	-54 dBc	220 kHz - 380 kHz
320 kHz	-52 dBc	240 kHz - 560 kHz
640 kHz	-50 dBc	280 kHz - 920 kHz
1280 kHz	-50 dBc	360 kHz - 1640 kHz
2560 kHz	-47 dBc	520 kHz - 3080 kHz
5120 kHz	-44 dBc	840 kHz - 5960 kHz

另外，在与上面表B.13列出的条件相同的情况下，CM应满足表B.14的要求。如果将较低功率的信道突发作为一个单独的突发信道（在该时间点上），则2 dB的宽松将适用表B.14的绝对杂散发射要求。

**表B.14 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的
上行流工作频率范围内杂散发射目标**

在此间隔内可能的 调制率	间隔规范	初始测量间隔和距载波 边缘的距离
160 kHz	-60 dBc	220 kHz - 380 kHz
320 kHz	-58 dBc	240 kHz - 560 kHz
640 kHz	-56 dBc	280 kHz - 920 kHz
1280 kHz	-54 dBc	360 kHz - 1640 kHz
2560 kHz	-52 dBc	520 kHz - 3080 kHz
5120 kHz	-50 dBc	840 kHz - 5960 kHz

B.6.2.22.2 突发打开/关闭瞬变期间的杂散发射

参见第6.2.22.2节。

B.6.2.22.3 调制误差率 (MER)

参见第6.2.22.3节。

B.6.2.22.3.1 定义

参见第6.2.22.3.1节。

B.6.2.22.3.2 要求

除非另有说明，否则对于每种调制、调制率以及整个载波频率范围，MER必须在表B.9的全部发射功率范围上达到或超过以下限值，并且对S-CDMA而言，在任何有效数目的活动的和分配的代码上，都必须达到或超过以下限值。5-65 MHz载波频率范围更精确地是指 $[5 \text{ MHz} + \text{调制率} * 1.25/2]$ 到 $[65 \text{ MHz} - \text{调制率} * 1.25/2]$ 。在区域之间的断点处，应用较高的MER规范。

情况1：平坦信道，传输均衡关闭

情况1a：对于5至65 MHz的工作模式，在2.56 Msym/s及以下调制率下：

在15至47 MHz载波频率上， $MER_{\text{symb}} \geq 30 \text{ dB}$

在10至15 MHz和47至54 MHz载波频率上， $MER_{\text{symb}} \geq 27 \text{ dB}$

在5至10 MHz和54至65 MHz载波频率上， $MER_{\text{symb}} \geq 26 \text{ dB}$

情况1b：对于5至65 MHz的工作模式，在5.12 Msym/s调制率下：

在15至47 MHz载波频率上， $MER_{\text{symb}} \geq 27 \text{ dB}$

在10至15 MHz和47至54 MHz载波频率上， $MER_{\text{symb}} \geq 24 \text{ dB}$

在5至10 MHz和54至65 MHz载波频率上， $MER_{\text{symb}} \geq 23 \text{ dB}$

情况2：平坦信道，传输均衡打开

情况2a：对于TDMA/QPSK， $MER_{\text{symb}} \geq 30 \text{ dB}$ 。

情况2b：对于S-CDMA和除QPSK以外的所有TDMA调制， $MER_{\text{symb}} \geq 35 \text{ dB}$ 。

情况2c：对于S-CDMA， $MER_{\text{chip}} \geq 33 \text{ dB}$ 。

情况3：回波信道，传输均衡打开（回波信道绝不能受动态范围的限制。回波信道必须是表B.3中描述的真实表示）。

情况3a：如果存在从表B.3中定义的信道微反射中选择的单个回波，则对于TDMA/QPSK，测得的 MER_{symb} 必须 $\geq 30 \text{ dB}$ ，对于S-CDMA和除了QPSK的所有TDMA调制，测得的 MER_{symb} 必须 $\geq 33 \text{ dB}$ 。

情况3b：如果存在表B.3中定义的两个或三个回波（每个指定振幅和延迟至多一个），则测得的 MER_{symb} 必须 $\geq 29 \text{ dB}$ 。

由于该表未针对-30 dBc的情况限制回波延迟，因此出于测试目的，假定该振幅的回波时间跨度小于或等于1.5 μs 。

CMTS必须提供一种测试模式，当中：

- 通过一个外部接口（例如，以太网）来接受均衡器系数；
- 通过测距响应消息（集和卷积模式）将系数发送给CM的预均衡器；
- 不调整CM的频率、时序或功率。

B.6.2.22.4 滤波器失真

参见第6.2.22.4节。

B.6.2.22.4.1 振幅

参见第6.2.22.4.1节。

B.6.2.22.5 载波相位噪声

参见第6.2.22.5节。

B.6.2.22.6 信道频率精度

参见第6.2.22.6节。

B.6.2.22.7 调制率精度

参见第6.2.22.7节。

B.6.2.22.8 调制时序抖动

B.6.2.22.8.1 异步操作中TDMA上行流信道的符号时序抖动

参见第6.2.22.8.1节。

B.6.2.22.8.2 同步操作的调制时序抖动

参见第6.2.22.8.2节。

B.6.2.23 上行流解调器输入功率特性

参见第6.2.23节。

B.6.2.24 CM的上行流电气输出

CM必须输出具有表B.15中所述特性的射频调制信号。

表B.15 – CM的单信道电气输出

参数	值
频率	边缘到边缘5至65 MHz
每个信道的电平范围 (禁用多传输信道模式, 或仅用TCS 中的一个信道启用多传输信道模式)	TDMA: P_{\min} 至 +57 dBmV (32 QAM、64 QAM) P_{\min} 至 +58 dBmV (8 QAM、16 QAM) P_{\min} 至 +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} 至 +56 dBmV (所有调制) 其中: P_{\min} = +17 dBmV, 1280 ksym/s调制率 P_{\min} = +20 dBmV, 2560 ksym/s调制率 P_{\min} = +23 dBmV, 5120 ksym/s调制率

表B.15 – CM的单信道电气输出

参数	值
每个信道的电平范围 (TCS中的两个信道)	TDMA: P_{\min} 至 +54 dBmV (32 QAM、64 QAM) P_{\min} 至 +55 dBmV (8 QAM、16 QAM) P_{\min} 至 +58 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} 至 +53 dBmV (所有调制) 其中: P_{\min} = +17 dBmV, 1280 ksym/s调制率 P_{\min} = +20 dBmV, 2560 ksym/s调制率 P_{\min} = +23 dBmV, 5120 ksym/s调制率
每个信道的电平范围 (TCS中的三个或四个信道)	TDMA: P_{\min} 至 +51 dBmV (32 QAM、64 QAM) P_{\min} 至 +52 dBmV (8 QAM、16 QAM) P_{\min} 至 +55 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} 至 +53 dBmV (所有调制) 其中: P_{\min} = +17 dBmV, 1280 ksym/s调制率 P_{\min} = +20 dBmV, 2560 ksym/s调制率 P_{\min} = +23 dBmV, 5120 ksym/s调制率
调制类型	QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM和128 QAM
调制率 (标称)	TDMA: 1280、2560和5120 kHz S-CDMA: 1280、2560和5120 kHz 可选的DOCSIS3.0之前的操作: TDMA: 160、320、640 kHz
信道带宽	TDMA: 1600、3200和6400 kHz S-CDMA: 1600、3200和6400 kHz 可选的DOCSIS3.0之前的操作: TDMA: 200、400、800 kHz
输出阻抗	75 ohms
输出回波损耗	> 6 dB (5至65 MHz) > 6 dB (108至862 MHz)
连接器	依据[IEC61169-24]的F连接器 (与输入相同)

B.6.2.25 上行流CM发射机功能

CM将其功能通告给CMTS。这些功能包括:

- 活动信道的最大数量, 必须为4或更大。
- 3.2 MHz信道的最大数量, 它绝不能大于所支持的活动信道的最大数量。
- 6.4 MHz信道的最大数量, 它绝不能大于所支持的3.2 MHz信道的最大数量。6.4 MHz信道的最大数量必须为4或更大。
- 选择性活动代码模式2功能- 是/否。

- 跳码模式2功能– 是/否。
CM必须支持其报告给CMTS的所有功能。
CMTS绝不能命令CM在其通告功能范围之外进行操作。

B.6.2.25.1 CM上行流传输信道集功能的描述

参见第6.2.25.1节。

B.6.3 下行流

B.6.3.1 下行流协议和交织支持

下行流PMD子层必须符合[ETSI EN 300 429]的要求。在[ITU-T J.210]附件A中定义了下行流射频输出电气要求，包括下行流频率计划、交织器深度、频谱格式、时钟和符号要求。CM必须支持[ITU-T J.210]表A.1中定义的交织器深度。

B.6.3.2 CM的下行流电气输入

CM必须能够同时接收一到MDBC之间的任意数量的信号，这些信号位于符合CM TB清单和解调器清单要求的频率间隔中。CM必须能够重新配置以接收不同的信道。最低程度上，CM必须能够接收至少四个下行流信道，这些下行流信道独立位于下行流频段上的任意64 MHz窗口内。CM必须支持任何数量的下行流信道绑定，直至其最大数量。CM必须能够接受射频调制信号，信号具有表B.16中定义的特性。

表B.16 – CM的电气输入

参数	值
中心频率	112至858 MHz \pm 30 kHz
电平范围（一个DOCSIS信道）	对于64 QAM， -17 dBmV至 +13 dBmV 对于256 QAM， -13 dBmV至 +17 dBmV
调制类型	64 QAM和256 QAM
符号速率（标称）	6.952 Msym/s（64 QAM和256 QAM）
带宽	8 MHz（对于64 QAM和256 QAM， $\alpha=0.15$ 均方根升余弦整形）
总输入功率（80-862 MHz）	< 33 dBmV
输入到CM的任何载波的最大功率	20 dBmV
输入（负载）阻抗	75 ohms
输入回波损耗	> 6 dB（5至65 MHz） > 6 dB（108至862 MHz）
连接器	依据[IEC61169-24]的F连接器（与输出相同）

B.6.3.3 CM BER性能

CM的误码率性能必须如本节所述。要求适用于每个单独的下行流接收信道，并且将交织器设置为I = 12， J = 17的交织模式。

B.6.3.3.1 64 QAM

B.6.3.3.1.1 64 QAM CM BER性能

CM的实施损耗必须使得当以25.5 dB或更高的载波-噪声比 (E_s/N_0) 工作时, CM能够实现小于或等于 10^{-8} 的FEC后BER。如果无法直接测量FEC后BER, 则可以使用码字错误率 R_C (如下所定义)。在这种情况下, 当以25.5 dB或更高的载波-噪声比 (E_s/N_0) 工作时, CM必须实现小于或等于 9×10^{-7} 的码字错误率。

计算码字错误率, R_C :

$$R_C = \frac{(E_U - E_{U0})}{(E_U - E_{U0}) + (E_C - E_{C0}) + (C - C_0)}$$

其中:

E_U 是具有不可纠正错误的码字的计数值;

E_C 是具有可纠正错误的码字的计数值; 以及

C 是无错误的码字的计数值。

在测试间隔开始处 (由下标值 E_{U0} 、 E_{C0} 和 C_0 指示) 和测试间隔结束处 (由无下标值 E_U 、 E_C 和 C 指示) 对值进行采样。

B.6.3.3.1.2 64 QAM镜像抑制性能

必须在射频频段的任何部分 (相邻信道除外) 中以+10 dBc的模拟或数字信号满足第B.6.3.3.1.1节中所述的性能。

B.6.3.3.1.3 64 QAM相邻信道性能

必须在相邻信道中以0 dBc的数字信号满足第B.6.3.3.1.1节中所述的性能。

必须在相邻信道中以+10 dBc的模拟信号满足第B.6.3.3.1.1节中所述的性能。

必须在相邻信道中以+10 dBc的数字信号满足第B.6.3.3.1.1节中所述的性能, 并有0.2 dB的余量。

B.6.3.3.2 256 QAM

B.6.3.3.2.1 256 QAM CM BER性能

CM的实施损耗必须使得当如下所示的载波-噪声比 (E_s/N_0) 工作时, CM能够实现小于或等于 10^{-8} 的FEC后BER。如果无法直接测量FEC后BER, 则可以使用码字错误率 R_C (如第B.6.3.3.1.1节所定义)。在这种情况下, 当如下所示的载波-噪声比 (E_s/N_0) 工作时, CM必须实现小于或等于 9×10^{-7} 的码字错误率。

输入接收信号电平	E_s/N_0
-13 dBmV至-6 dBmV	34.5 dB或更大
-6 dBmV至+17 dBmV	31.5 dB或更大

B.6.3.3.2.2 256 QAM镜像抑制性能

必须在射频频段的任何部分 (相邻信道除外) 中以+10 dBc的模拟或数字信号满足第B.6.3.3.2.1节中所述的性能。

B.6.3.3.2.3 256 QAM相邻信道性能

必须在相邻信道中以0 dBc的模拟或数字信号满足第B.6.3.3.2.1节中所述的性能。

必须在相邻信道中以+10 dBc的模拟信号满足第B.6.3.3.2.1节中所述的性能，并有0.5 dB的余量。

必须在相邻信道中以+10 dBc的数字信号满足第B.6.3.3.2.1节中所述的性能，并有1.0 dB的余量。

B.6.3.4 下行流多接收机功能

参见第6.3.4节。

B.6.3.4.1 接收模块参数

参见第6.3.4.1节。

B.6.3.4.2 接收信道参数

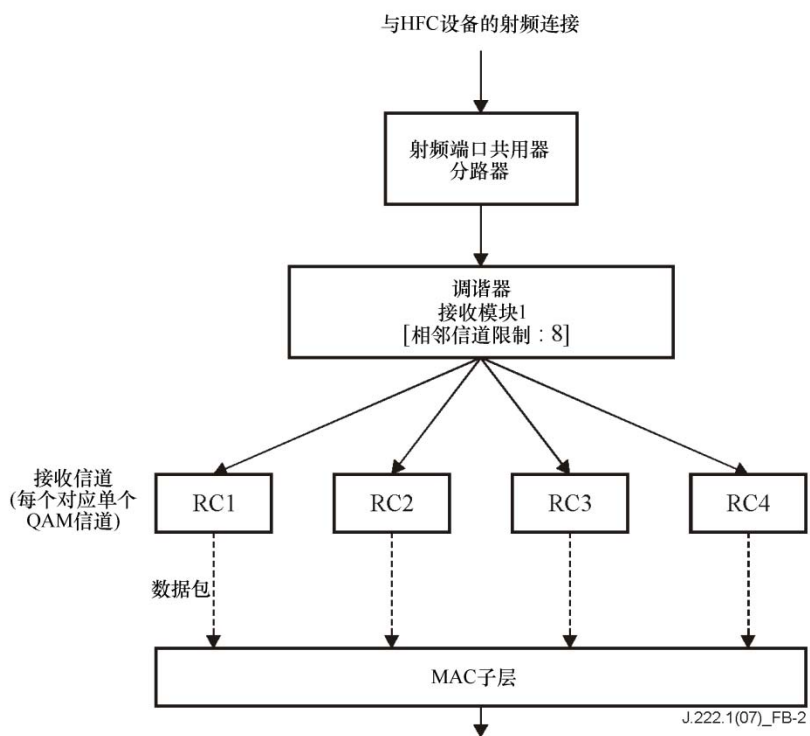
参见第6.3.4.2节。

B.6.3.4.3 标准接收信道配置文件

为了限制CMTS配置任意复杂接收信道配置文件的复杂性，DOCSIS定义了一组“标准”接收信道配置文件，用于描述最小限值组。

CM向CMTS报告至少一个标准RCP及其“制造商”RCP，以提供有关其功能和限制的更多详细信息。如果CMTS使用基于标准RCP的接收信道配置来配置CM，则可能无法使用在制造商RCP中表示但超出标准RCP范围的某些CM功能。

如图B.2所示，为8 MHz操作定义了名为“8-DOCSIS-01”的、有关欧洲技术选项的标准接收信道配置文件。来自有线电视设备的射频输入连接到具有8个相邻信道的块的接收模块。该接收模块表示具有64 MHz捕获带宽的调谐器的限制条件，它可以放置在整个DOCSIS频率范围内的任何位置上。捕获带宽内任何地方的四个信道的解调由四个接收信道来表示，每个对应从单个QAM信道输出端到MAC层的数据包流。



图B.2 – 8 MHz DOCSIS标准接收信道配置文件01

对于此标准接收信道配置文件，CMTS将以下参数发送到接收信道配置中的CM：

- 8信道接收模块中第一个信道的中心频率。
- 在接收模块的捕获带宽内，每个接收信道的中心频率。

B.6.3.4.4 制造商接收信道配置文件示例

参见第6.3.4.4节。

B.6.3.4.5 CM接收信道的重新配置

参见第6.3.4.5节。

B.6.3.5 非同步DS信道支持

参见第6.3.5节。

附件C

MPEG报头同步和恢复

(本附件构成本建议书不可分割的组成部分)

下行流位流定义为连续的188字节数据包序列。这些数据包包含一个4字节的报头，后跟184字节的有效负载。该传输流在MPEG-2第1部分、系统[ITU-T H.222.0]中做了规定，并做了[ITU-T J.83-B]第B.4节中所述的修改。

C.1 北美技术选项中的MPEG报头同步和恢复

当实施第1.1节中提到、第6节中指定的第一种物理层技术选项时，[ITU-T J.83-B]第B.4节、MPEG-2传输组帧中所述的修改适用于传输流格式。

当接收到5个连续的正确奇偶校验和、自前一个每个为188字节时，应将MPEG-2数据包流声明为“帧内”（即已实现正确的数据包对齐）。

当接收到9个连续的不正确的奇偶校验和时，应将MPEG-2数据包流声明为“帧外”，并开始寻求正确的数据包对齐。

C.2 欧洲技术选项中的MPEG报头同步和恢复

当实施第1.1节中提到、附件B中指定的第二种物理层技术选项时，[ETSI EN 300 429]中所述的修改适用于传输流格式。

当接收到5个连续的正确同步字节、自前一个每个为188字节时，应将MPEG-2数据包流声明为“帧内”（即已实现正确的数据包对齐）。

当接收到9个连续的不正确的同步字节时，应将MPEG-2数据包流声明为“帧外”，并开始寻求正确的数据包对齐。

附件D

日本规范增补

(本附件构成本建议书不可分割的组成部分)

注 – 章节的编号与以 D 开头的正文相同。本附件仅显示对附件 D (日本规范增补) 所做的必要的修改。本附件中图表的编号与正文中对应图表的编号一致。未修改的图表未显示, 但隐含地存在, 可以参考之。

本附件适用于第1.1节中提及的第三种技术选项。对于第一种技术选项, 参见第5节和第6节。对于第二种技术选项, 参见附件B。

本附件定义了与日本多节目电视分发一起使用的物理层的接口。这是一个可选的附件, 不会对遵循上述段落中所述技术选项的设备产生任何影响。

保留本附件中各段落的编号, 以使附件中字母后的后缀指向建议书中适用所述变更的部分。如果两种技术选项的要求都相同, 则可参考正文。

D.1 范围

参见第1节。

D.2 参考文献

参见第2节。

D.3 术语和定义

参见第3节。

D.4 缩写词、首字母缩略语和惯例

参见第4节。

D.5 功能假设

参见第5节。

D.5.1 设备假设

D.5.1.1 频率规划

在下行流方向, 假设有有线电视系统有下限为90 MHz、上限取决于实现方式但通常在350-770 MHz频率范围内的一个通带。在此通带内, 假设在6 MHz信道中的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、日本频率规划上。

在上行流方向, 有线电视系统可有一个子分裂 (10 MHz-55 MHz) 通带。可存在6 MHz信道中的NTSC模拟电视信号以及其他信号。

D.5.1.2 与其他业务的兼容性

参见第5.1.2节。

D.5.1.3 故障隔离对其他用户的影响

参见第5.1.3节。

D.5.1.4 有线电视系统终端设备

参见第5.1.4节。

D.5.2 射频信道假设

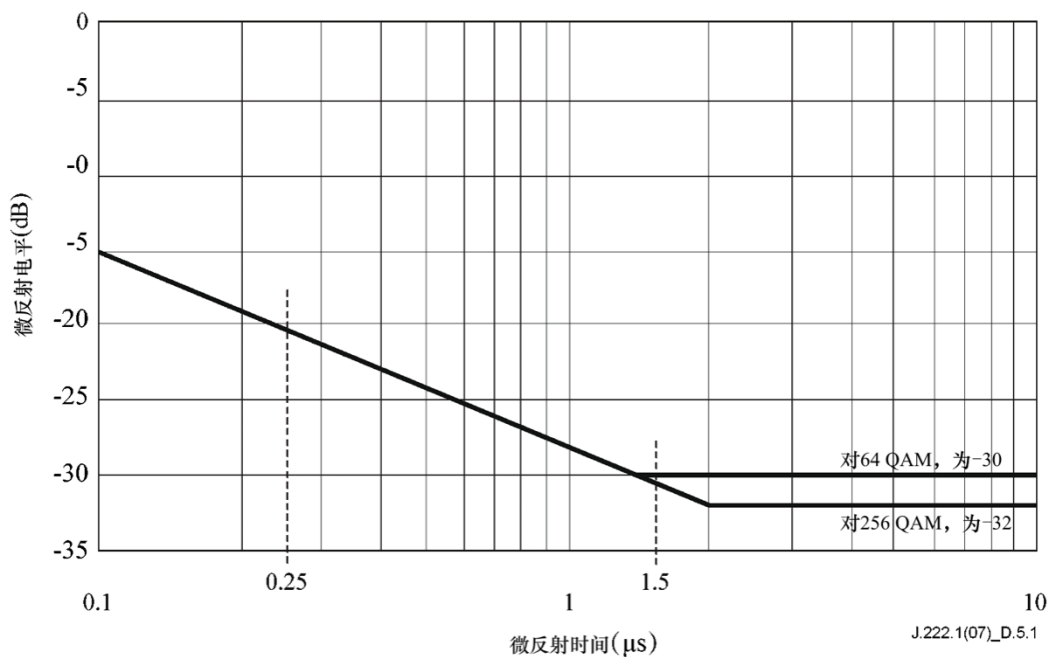
参见第5.2节。

D.5.2.1 传输下行流

表D.1描述了有线电视网络在下行流方向上的射频信道传输特性。除非另有说明，否则这些数字假设了载波电平在6 MHz信道带宽中数字信号的总平均功率。对于损伤电平，表D.1中的数字假设了带宽中的平均功率，其中以标准方式测量了有线电视系统的损伤电平。对于模拟信号电平，表D.1中的数字假设了6 MHz信道带宽中的峰值包络功率。所有条件同时存在。以下参数的组合将不超出在本建议书其他地方中定义的、任何规定的接口限值。

表D.1 – 假定的下行流射频信道传输特性
(见注1)

参数	值
频率范围	有线电视系统正常的下行流工作范围是90 MHz至770 MHz。
射频信道间隔（设计带宽）	6 MHz
从头端到最远客户的传输延迟	≤0.800 ms（通常少得多）
6 MHz频段中的载波-噪声比	对64 QAM，不小于26 dBrms(@5.274 MHz) 对256 QAM，不小于33 dBrms(@5.274 MHz) (注2)
载波-复合三阶节拍失真比	对64 QAM，不小于40 dBrms 对256 QAM，不小于51 dBrms (注2)
载波对任何其他离散干扰（入口）	对64 QAM，不小于26 dBrms 对256 QAM，不小于33 dBrms (注2)
振幅波动	设计带宽内3 dB
主回波的微反射	图D.1
CM输入端的最大模拟视频载波电平	85 dBμV峰值
最大模拟载波数	111（770 MHz系统）
注1 – 传输是从头端组合器到客户位置的CM输入端。	
注2 – 相对于QAM信号电平（rms）的测量值，对于设备中的标称视频电平（峰值），对于64 QAM为-10 dB，对于256 QAM为-4 dB。	



图D.1 – 主回波的微反射

D.5.2.2 传输上行流

表D.2中描述了为实现最小运行功能而假设的、在上行流方向上的有线电视网络射频信道传输特性。所有条件同时存在。

表D.2 – 假定的上行流射频信道传输特性
(见注1)

参数	值
频率范围	边缘到边缘为10 MHz到55 MHz
从最远的CM到最近的CM或CMTS的传输延迟	≤0.800 ms (通常少得多)
载波-干扰加入口(噪声、失真、共径失真和交叉调制之和以及离散和宽带入口信号之和, 不包括脉冲噪声)比	不小于25 dB (注2)
载波哼声调制	不大于 -23 dBc (7.0%)
突发噪声	在大多数情况下, 在1 kHz平均速率上不大于10 μs (注3和注4)
振幅波动10 MHz至55 MHz	0.5 dB/MHz
组延迟波动10 MHz至55 MHz	200 ns/MHz
微反射 – 单回波	-10 dB @ ≤ 0.5 μs -20 dB @ ≤ 1.0 μs -30 dB @ > 1.0 μs
季节性和昼夜反向增益(损耗)变化	从最小到最大不大于14 dB
注1 – 传输是从客户位置的CM输出端到头端。	
注2 – 可用入口规避或容差技术来确保在时变离散入口信号可能高达10 dBc情况下的运行。仅在数字载波信道内保证该比率。	
注3 – 振幅和频率特性足够强, 可以部分或全部掩盖数据载波。	
注4 – 在较低的频率 (<15 MHz) 上, 脉冲噪声电平更为普遍。	

D.5.2.2.1 可用性

参见第5.2.2.1节。

D.5.3 传输电平

6 MHz信道内下行CMTS信号的标称功率电平的目标是相对于模拟视频载波电平在-10 dBc至-6 dBc范围内, 并且通常不会超过模拟视频载波电平。应基于两个原因来仔细选择256QAM下行载波电平。一个是避免对相邻的模拟视频载波产生任何干扰, 另一个是保持所需的载波-噪声比。通常, 256 QAM下行流信号不可指配给与模拟视频载波相邻的任何信道。

上行流CM信号的标称功率电平将尽可能低, 以在噪声和干扰之上实现所需的余量。通常在设置上行流信号电平时遵循每单位带宽的统一功率负载, 由有线电视网络运营商设立特定的电平, 以实现所需的载波-噪声比和载波-干扰比。

D.5.4 频率反转

参见第5.4节。

D.6 物理媒质相关子层规范

D.6.1 范围

本节定义了电缆调制解调器（CM）和电缆调制解调器终接系统（CMTS）的电气特性和信号处理操作。本建议书旨在定义一个可互操作的CM和CMTS，以便CM的任何实施方案都可以与任何CMTS一起工作。本建议书无意暗示任何具体的实施方案。

本节适用于第1节中提及的第三种技术选项。如果此技术选项的要求与第一种技术选项的要求相同，则可参考正文。

一旦在本节中涉及杂散发射，当与有关操作区域的任何合法要求相冲突时，后者须优先。

D.6.2 上行流

D.6.2.1 概述

上行流物理媒质相关（PMD）子层使用FDMA/TDMA（在此称为TDMA模式）或FDMA/TDMA/S-CDMA（在此称为S-CDMA模式）突发类型格式，该格式提供六种调制率和多种调制格式。CMTS通过MAC消息传递来配置TDMA或S-CDMA模式的使用。

FDMA（频分多址）表示在上行流频段中指配多个射频信道。一个CM在一个或多个射频信道上进行传输，并可重新配置以更改信道。

一个CM必须支持至少四个活动的上行流信道（它们称为该CM的传输信道集）。

CM向CMTS报告其最大数量的上行流信道功能及其某些其他功能特性（第D.6.2.25节）。

CM必须能够在上行流频段中的任何地方同时操作传输信道集中的每个信道，但要受到跨信道的发射功率和某些发射属性的重新配置的限制（参见第D.6.2.19节和第D.6.2.20节及其子节）。CMTS必须能够指配和接收上行流频段中任何地方的每个射频信道。CMTS必须设置指配的信道数量和指配的信道中心频率，以及所有其他信道属性。CMTS可改变指配的信道数量和信道属性。每个射频信道都有自己的一组UCD参数，如[ITU-T J.222.2]第6.4.3节所定义。

TDMA（时分多址）表示上行流传输具有突发性。多个CM通过时隙的动态指配来共用给定的射频信道。S-CDMA（同步-码分多址）表示多个CM可以在同一射频信道上和同一TDMA时隙内同时传输，同时被不同的正交码隔开。

在附件中，使用以下命名约定。对于TDMA，术语“调制率”指的是射频信道符号速率（144至4608ksym/s）。对于S-CDMA，术语“调制率”指的是“码片率”，它是S-CDMA扩展码单个元素（码片）的速率（1152-4608 kHz）。调制率以“Hz”为单位表示，表示在TDMA模式下每秒的符号数或者在S-CDMA模式下每秒的码片数。“调制间隔”是符号周期（TDMA模式）或码片周期（S-CDMA模式），并且是调制率的倒数。在扩展器的输出端，128个码片一组组成一个S-CDMA扩展码，这是扩展的结果，一个信息（QAM星座）符号指的是“扩展符号”。一个扩展符号（128个码片）的周期称为一个“扩展间隔”。一个“突发”是一次物理射频传输，它包含一个前导码和数据，并且（在没有前后突发的情况下）表现出射频能量上升和下降。

在某些情况下，逻辑0或逻辑1用于填充数据块。这表示具有0值或1值二进制位的数据，这将导致非0的射频传输能量。在其他情况下，使用数字0；例如，这表示导致0射频传输能量的符号（在考虑到上升和下降之后）。

调制格式包括有关频谱效率的脉冲整形，具有载波频率敏捷性，并具有可选的输出功率电平。

每个突发支持一个灵活的调制顺序、调制率、前导码、负载的随机化和可编程的FEC编码。

CMTS可以通过MAC消息传递来配置与CM的突发传输输出相关的所有上行流传输参数。许多参数都可以逐个脉冲地进行编程。

PMD子层可以支持近乎连续的传输模式，其中一个突发的下降可与下一个突发的上升相重叠，从而使传输的包络永远不会为0。在TDMA模式下，各个CM的TDMA传输的系统时序必须规定一个突发最后一个符号的中心以及紧随其后之突发的前导码的第一个符号的中心至少间隔五个符号的时间。保护带必须大于或等于五个符号的时间加上最大时序误差。时序误差是由CM和CMTS共同造成的。CM时序性能在第D.6.2.20.1节中规定。最大时序误差和保护带可以因不同供应商的CMTS而不同。术语“保护时间”与保护带类似，不同的是，它从一个突发的最后一个符号的末尾到紧随其后之突发的前导码的第一个符号的开头进行度量。因此，保护时间等于保护带 - 1。

当使用S-CDMA时，PMD子层还支持同步传输模式，其中一个突发的下降可与下一个突发的上升完全重叠，因此传输的包络永远不会为0。在S-CDMA信道上没有传输的保护时间。各个CM的S-CDMA传输的系统时序必须提供足够的时序精度，以使不同的CM不会产生明显的互相干扰。S-CDMA利用精确同步，因此多个CM可以同时发送。

上行流调制器是电缆调制解调器的一部分，该电缆调制解调器与有线电视网络连接。调制器具有电气级调制功能和数字信号处理功能；后者提供FEC、前导码前置、符号映射和其他处理步骤。

在解调器上，类似于调制器，有两个基本功能组件：解调功能和信号处理功能。解调器位于CMTS中，并且对每个在用的载波频率都有一个解调功能（不一定是一个实际的物理解调器）。解调功能接收给定频率上的所有突发。

解调器的解调功能接受以命令之功率电平为中心的变化电平信号，并执行符号时序及载波恢复与跟踪、突发采集和解调。此外，解调功能还提供对相对于参考边缘的突发时序的估计，对接收到的信号功率进行估计可提供对信噪比的估计，并可进行自适应均衡，以减轻以下影响：

- a) 有线电视设备中的回波；
- b) 窄带入口；以及
- c) 组延迟。

解调器的信号处理功能执行调制器之信号处理功能的逆处理。这包括接受已解调的突发数据流和解码等。信号处理功能还向解调器提供边缘时序参考和门控使能信号，以激活每个指配之突发时隙的突发采集。信号处理功能还可提供有关成功解码、解码错误或者每个码字解码失败的指示，以及每个码字中已校正之R-S符号的数量。对于每个上行流突发，CMTS都预先了解调制间隔中确切的突发长度（参见[ITU-T J.222.2]第D.6.2.5节、第D.6.2.6节、第D.6.2.20节，以及第A.2节、MAC业务ID）。

D.6.2.2 信号处理要求

参见第6.2.2节。

D.6.2.3 调制格式

参见第6.2.3节。

D.6.2.4 R-S编码

参见第6.2.4节。

D.6.2.5 启用DOCSIS 3.0多传输信道模式的上行流R-S帧结构

参见第6.2.5节。

D.6.2.6 未启用DOCSIS 3.0多传输信道模式的上行流R-S帧结构

参见第6.2.6节。

D.6.2.7 TDMA字节交织器

参见第6.2.7节。

D.6.2.8 扰码器（随机数产生器）

参见第6.2.8节。

D.6.2.9 TCM编码器

参见第6.2.9节。

D.6.2.10 前导码前置

参见第6.2.10节。

D.6.2.11 调制率

D.6.2.11.1 DOCSIS 3.0调制率

在TDMA模式下，CM上行流调制器必须提供144、288、576、1152、2304和4608 kHz上的所有调制。

在S-CDMA模式下，CM上行流调制器必须提供1152、2304和4608 kHz上的所有调制。

在TDMA模式下，CMTS上行流解调器必须能够支持144、288、576、1152、2304和4608 kHz上的解调。在S-CDMA模式下，CMTS上行流解调器必须能够支持1152、2304和4608 kHz上的解调。

调制率的这种多样化以及设置上行流载波频率的灵活性，使运营商可以将载波定位在窄带入口样式的间隙中。

在上行流信道描述符（UCD）MAC消息中定义每个上行流信道的调制率。使用该上行流信道的所有CM都必须使用定义的调制率进行上行流传输。

D.6.2.11.2 向后兼容调制率

在TDMA和S-CDMA模式下，使用DOCSIS 1.x或DOCSIS 2.0 CMTS或以其中一种模式运行的CMTS进行操作时，CM上行流调制器必须提供1152、2304和4608 kHz上的所有调制。

此外，利用3.0之前的DOCSIS CMTS操作，对TDMA模式，CM上行流调制器可提供144、288和576 kHz上的所有调制。

在3.0之前的DOCSIS CMTS操作中，对TDMA和S-CDMA模式，CMTS上行流解调器必须能够支持1152、2304和4608 kHz上的解调。在3.0之前的DOCSIS CMTS操作中，对TDMA模式，CMTS上行流解调器可支持144、288和576 kHz上的解调。

D.6.2.12 S-CDMA组帧器和交织器

参见第6.2.12节。

D.6.2.13 S-CDMA组帧器

参见第6.2.13节。

D.6.2.14 符号映射

参见第6.2.14节。

D.6.2.15 S-CDMA扩展器

参见第6.2.15节。

D.6.2.16 传输预均衡器

参见第6.2.16节。

D.6.2.17 频谱整形

上行流发射机必须近似于一个Nyquist均方根升余弦脉冲整形滤波器，其滚降系数 $\alpha=0.25$ 。-30 dB的发射带宽绝不能超过表D.3中的信道宽度值。信道宽度值通过以下公式解析给出：

$$\text{信道宽度} = \text{调制率} \times (1 + \alpha)$$

占用的频谱绝不能超过表D.3中所示的信道宽度。

表D.3 – 最大信道宽度

调制率 (kHz)	信道宽度 (kHz)	建议的信道间隔 (kHz)
144	180	187.5
288	360	375
576	720	750
1152	1440	1500
2304	2880	3000
4608	5760	6000

D.6.2.17.1 上行流频率敏捷性和范围

上行流PMD子层必须支持10-55 MHz边缘到边缘的频率范围内的操作。

必须支持偏移频率分辨率，其范围为±32 kHz（1 Hz递增；在±10 Hz实施）。

D.6.2.17.2 频谱格式

参见第6.2.17.2节。

D.6.2.18 相对处理延迟

CM MAP处理延迟是指从MAP消息的最后一位到达CM到该MAP生效之间的时间。在此期间，CM应处理MAP消息，并用编码数据填充其交织器（或其组帧器，在S-CDMA模式下）。CMTS必须尽早传输MAP消息，以允许CM MAP处理延迟，如下所述。

对MTC模式下的CM，CM MAP处理延迟 D_p 由以下公式给出：

$$D_p = 600 + \frac{M}{4.608} \mu\text{s}$$
$$M = \begin{cases} I_r N_r, & I_r \neq 0 \\ B_r, & I_r = 0 \end{cases}$$

其中，M是CM交织器（对TDMA而言）或组帧器（对S-CDMA而言）中的元素数。如果没有上行流交织或S-CDMA组帧，则 $M=0$ 。注意：在上面公式中， B_r 和 $I_r \cdot N_r$ 的值取自特定UCD中所有指定突发类型的最大值。

在S-CDMA模式下， $M=128(K+1)$ ，其中K是每帧的扩展间隔数。这是处理一个S-CDMA帧所需的时间，加上一个额外的扩展间隔。例如，在 $K=32$ （对应于最大组帧器大小）的情况下，CM MAP处理时间为1517 μs 。

对不在MTC模式下的CM，CM MAP处理延迟 D_p 由以下公式给出，此时M等于上面规定的值：

$$D_p = 200 + \frac{M}{4.608} \mu\text{s}$$

注 1 – CM MAP 处理延迟不包括下行流 FEC 解交织延迟。

注 2 – “MAP 的有效性”与 CM 射频输出端处突发帧的开始有关。在 S-CDMA 模式下，“MAP 的有效性”与包含突发的 S-CDMA 帧的第一扩展间隔的开始（在 CM 的射频输出端处）有关。

D.6.2.19 发射功率要求

在启用多传输信道模式的情况下，以下要求适用。下面的第D.6.2.19.4节描述在禁用多传输信道模式的情况下的要求。

要求CM支持变化的发射功率。提出了以下要求：

- 1) 每信道报告的发射功率范围；
- 2) 功率命令的步长；
- 3) 步长精度（与命令的变化相比，每信道输出功率的实际变化）；以及

4) 每信道CM输出功率的绝对精度。

[ITU-T J.222.2]第6.4.5节定义了执行功率调整所依据的协议。CM所做的此类调整必须在下面所述的容差范围内。对于所引用的每个CM活动信道，CM都必须确认在接收到RNG-RSP之后或UCD发生变化之后，满足每信道发射功率的限值要求。CM的一个活动信道定义为已为其授予CM许可的任何信道，它将用于信道初始化或测距，或者CM被“限定范围的”任何信道。“活动信道”集也称为传输信道集。（CMTS可以通过某种机制命令CM停用一个活动信道，以减少该CM上的活动信道数量，或者添加一个不同的活动信道作为该CM的替代上行流信道。）注意：实际上从CM突发上行流的信道集是该CM上活动信道的一个子集；通常，一个CM上的一个或所有活动信道都不会突发，但这种安静的信道仍然是该CM的“活动信道”。

假设在CM的F连接器处同样可能测量得到QAM符号，则每个信道的发射功率定义为在突发数据符号中传输的占用带宽（信道宽度）中的平均射频功率。总发射功率定义为在给定时间发射突发的每个信道的每信道发射功率之和。每个信道等级的最大和最小发射功率电平要求是指CM每个信道等级的目标发射功率，定义为CM对其每个信道实际发射功率的估计值。每个信道的实际发射功率必须在目标功率的2 dB之内。每个信道的目标发射功率必须在表D.9中规定的范围内变化。

在启用多传输信道模式的情况下，使用第D.6.2.19节下各子节中的 P_{hi} 和 P_r 定义，令每个信道的 $P_{load} = P_{hi} - P_r$ 。即使在传输信道集中只有一个信道，在本建议书中，与 P_{load} 最小值对应的信道也称为最高负载信道，其值表示为 P_{load_1} 。高负载的信道的 P_{load_n} 值较低（但不小于0）； P_{load_n} 的值类似于放大器从其最大功率输出回退的量。当一个信道具有较低的负载（更多的回退）并因此具有较高的 P_{load_n} 值时，该信道具有较低的功率输出。注意：最高负载信道不一定是具有最高发射功率的信道，因为信道的最大功率取决于其突发配置文件中正在支持的调制。 P_{load} 值第二低的信道表示为第二高负载信道，其负载值表示为 P_{load_2} ； P_{load} 值第三低的信道表示为第三高负载信道，其负载值表示为 P_{load_3} ；负载值第四低的信道表示为第四高负载信道，其负载值表示为 P_{load_4} 。 $P_{load_min_set}$ 定义CM相对于每个信道 P_{hi} 的动态范围窗口上端。当 $P_{load_min_set}$ 大于零时， $P_{load_min_set}$ 将限制每个活动信道可能的最大功率为一个小于 P_{hi} 的值。 $P_{load_min_set}$ 是一个从CMTS命令给CM的值。（在传输信道集中信道少于4个的情况下， P_{load_n} 仅对n个活动的上行流信道有效。）仅当启用了多传输信道模式时，才定义 $P_{load_min_set}$ 、 P_{load_n} 、 P_{hi_n} 、 P_{r_n} 等。

调整 P_{r_n} 的CMTS命令必须与先前指配给CM的 $P_{load_min_set}$ 相一致，并具有以下限值：

$$P_{load_min_set} \leq P_{hi_n} - P_{r_n} \leq P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}$$

以及等效值：

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}) \leq P_{r_n} \leq P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

为传输信道集中的每个信道计算一个值 $P_{\text{low_multi_n}}$ ，在给定范围的上端（由 $P_{\text{load_min_set}}$ 确定）的情况下，该值设置该信道的发射功率动态范围窗口的下端。

$$P_{\text{low_multi_n}} = P_{\text{hi_n}} - P_{\text{load_min_set}} - 12 \text{ dB}$$

当使用多个活动信道时， $P_{\text{low_multi_n}}$ 的作用是限制CM在其多个信道上需要（或甚至允许）的动态范围。

当CMTS发送一个新的 $P_{\text{load_min_set}}$ 值给CM时，有可能CM不能立即实现对新值的改变，因为当CM接收到改变 $P_{\text{load_min_set}}$ 的命令时，CM可能正在一个或多个其上行流信道上进行突发。在CMTS将全局重新配置时间授予CM之前，可能会经过一段时间。类似地，如果第 n 个信道正在进行突发，则在CM接收到命令后，可能不会立即执行对 P_{r_n} 的改变命令。对 P_{r_n} 的改变命令可以与对 $P_{\text{load_min_set}}$ 的改变命令同时进行。在命令改变 P_{r_n} 之后，CMTS不应该改变 $P_{\text{load_min_set}}$ ，直至在第 n 个信道上也提供足够的重新配置时间之后。在命令对 $P_{\text{load_min_set}}$ 进行先前的更改后，CMTS不应改变 $P_{\text{load_min_set}}$ ，直至也为第一个命令提供全局重新配置时间之后。此外，CMTS不应改变 P_{r_n} ：

- a) 直至发出有关 $P_{\text{load_min_set}}$ 新值的命令后，在提供全局重新配置时间之后；以及
- b) 直至完成对 P_{r_n} 的先前更改后，在第 n 个信道上提供足够的重新配置时间之后。

换句话说，CMTS是为了避免在没有足够的重新配置时间来建立第一个命令的情况下，将 P_{r_n} 和/或 $P_{\text{load_min_set}}$ 中的连续变化发送给CM。当同时命令赋予 $P_{\text{load_min_set}}$ 新值和改变 P_{r_n} 时，CM可等待在下一个全局重新配置时间改变 P_{r_n} （即与赋予 $P_{\text{load_min_set}}$ 新值同时进行），而不是在第 n 个信道的第一个足够的重新配置时间做改变；应用于新 P_{r_n} 的 $P_{\text{load_min_set}}$ 值是同时命令赋予的 $P_{\text{load_min_set}}$ 值，因此，如果对 P_{r_n} 的改变落在旧 $P_{\text{load_min_set}}$ 的动态范围窗口之外，则CM必须等待全局重新配置时间，以实施对 P_{r_n} 的更改。

如果这样一个命令将导致该信道的 $P_{\text{load_n}}$ 降至 $P_{\text{load_min_set}}$ 以下，则CM必须忽略该命令，以增加每个信道的发射功率。注意：CMTS可以允许CM最高负载信道中的功率发生微小变化，而这些波动不会因每个如此小的变化而影响发射功率动态范围。这是通过将 $P_{\text{load_min_set}}$ 设置为比正常波动情况下小的值来实现的，并且预计最高负载信道中每个信道的功率也会出现波动。CM还必须忽略每个信道发射功率任何命令的更改，这将导致 P_{r_n} 降至动态范围窗口以下，即功率低于动态范围窗口所允许的功率，该范围由 $P_{\text{load_min_set}}$ 确定。CM还必须忽略更改 $P_{\text{load_min_set}}$ 的命令，以使 P_{r_n} 的现有值落在新的动态范围窗口之外。

当CM工作于 $P_{\text{load_n}}$ 的某些值范围内时，第D.6.2.22.1节、第D.6.2.22.1.1节和第D.6.2.22.1.2节中的杂散性能要求适用，即从 $n = 1$ 到活动的上行流信道数，以及对于S-CDMA信道，在某个信道上作为活动代码总数一部分进行传输的扩展码数的某个范围，详见这些章节。

MIB中CM报告的每个信道的每信道发射功率参考64 QAM星座。当与其他星座一起传输时，将导致稍有不同的发射功率，具体取决于下面表D.4到表D.6中的星座增益。例如，如果某个信道中报告的功率为30 dBmV，则将在该信道上将以30 dBmV的目标功率来传输64 QAM，同时在该信道上将以28.82 dBmV的目标功率来传输QPSK。

表D.4 – 传输信道集中一个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	61	56	18.18	62.18	57.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	58	56	17.21	58.21	56.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	58	56	17.21	58.21	56.21
32 QAM	0.00	17	20	23	57	56	17.00	57.00	56.00
64 QAM	0.00	17	20	23	57	56	17.00	57.00	56.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	56	16.95	N/A	55.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1152 kHz, M = 2304 kHz 和H = 4608 kHz。)

表D.5 – 传输信道集中两个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	58	53	18.18	59.18	54.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	55	53	17.21	55.21	53.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	55	53	17.21	55.21	53.21
32 QAM	0.00	17	20	23	54	53	17.00	54.00	53.00
64 QAM	0.00	17	20	23	54	53	17.00	54.00	53.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	53	16.95	N/A	52.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1152 kHz, M = 2304 kHz和H = 4608 kHz。)

表D.6 – 传输信道集中三个或四个信道的星座增益和每信道功率限值

星座	相对于64 QAM的 星座增益 G_{const} (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1.18	17	20	23	55	53	18.18	56.18	54.18
8 QAM	-0.21	17	20	23	52	53	17.21	52.21	53.21
16 QAM	-0.21	17	20	23	52	53	17.21	52.21	53.21
32 QAM	0.00	17	20	23	51	53	17.00	51.00	53.00
64 QAM	0.00	17	20	23	51	53	17.00	51.00	53.00
128 QAM	0.05	17	20	23	N/A	53	16.95	N/A	52.95

(P_{min} 是调制率的一个函数，其中L = 1152 kHz, M = 2304 kHz 和H = 4608 kHz。)

即使在其他活动信道上存在功率变化的情况下，一个突发内的每信道实际发射功率也必须恒定在0.1 dB峰值-峰值之间。这包括振幅变化，振幅变化理论上因QAM调幅、脉冲整形、预均衡而存在，并且对于S-CDMA，扩展和改变所分配代码的数量。

CM必须支持第D.6.2.19.1节和第D.6.2.19.2节中定义的发射功率计算方法。

D.6.2.19.1 TDMA发射功率计算

在TDMA模式下，CM为每个活动的信道确定其每信道目标发射功率 P_t ，如下所示。例如，为每个活动信道定义上行流信道X：

P_r = 信道X的MIB中CM的报告功率电平（dBmV）（指64 QAM星座）

ΔP = 功率电平调整（dB），例如，根据测距响应消息中的命令

G_{const} = 相对于64 QAM星座的星座增益（dB）（参见上表）

P_{min} = 根据第D.6.2.19节，对CM允许的每信道最小目标发射功率

P_{max} = 根据第D.6.2.19节，对CM允许的最大目标发射功率

$P_{\text{hi}} = \min(P_{\text{max}} - G_{\text{const}})$ ，根据第D.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有突发配置文件

$P_{\text{low}} = \max(P_{\text{min}} - G_{\text{const}})$ ，根据第D.6.2.19节，对信道X中CM使用的所有突发配置文件

P_t = 信道X中CM的每信道目标发射功率（dBmV）（如CM估算的、信道X中每信道实际发射功率）

CM通过以下步骤来更新其在每个信道中的每信道报告功率：

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$
// 为每个信道报告的功率电平添加功率电平调整（对于每个信道）。
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{\text{hi}}]$
// 限幅于每信道最大功率限值。
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{\text{low}}]$
// 限幅于每信道最小功率限值。
- 4) 测试，如果 $[P_r = <P_{\text{low_multi}}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 5) 测试，如果 $[P_r = >P_{\text{hi}} - P_{\text{low_min_set}}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。

然后，CM在信道X中以每信道目标功率 $P_t = P_r + G_{\text{const}}$ 进行传输，即报告功率加上星座增益。

通常，报告的功率电平是一个相对恒定的量，而信道X中的发射功率电平随着具有不同星座增益的不同突发配置文件的传输而动态变化。CM的每信道目标发射功率绝不能低于 P_{min} 或高于 P_{max} 。这意味着在某些情况下，如果具有多个星座的突发配置文件处于活动状态，则可能不允许极端发射功率电平（例如，对于QPSK为61 dBmV，以及17 dBmV）。同样，如果仅使用QPSK，尽管每信道目标发射功率将不超过61 dBmV，但每信道报告的功率可能会大于61 dBmV。

例如，如果在信道X中，只有QPSK和64QAM突发配置文件处于活动状态，则对于1152 kHz调制率为 $P_{\text{hi}} = 54$ dBmV和 $P_{\text{low}} = 18.2$ dBmV。 P_{low} 取决于调制率。信道X中最大允许QPSK发射功率为 54 dBmV - 1.2 dB = 52.8 dBmV，信道X中最小QPSK发射功率为 18.2 dBmV - 1.2 dB = 17 dBmV（调制率为1152 kHz），信道X中最大64 QAM功率为 54 dBmV，信道X中最小64 QAM功率为 18.2 dBmV（调制率为1152 kHz）。

D.6.2.19.2 S-CDMA发射功率计算

在S-CDMA模式下，功率计算取决于是否启用最大调度代码特性。

D.6.2.19.2.1 未启用最大调度代码的S-CDMA发射功率计算

在未启用最大调度代码的S-CDMA模式下，CM为每个活动的信道确定其每信道目标发射功率 P_t ，如下所示。例如，为每个活动信道定义上行流信道X：

P_r = 信道X的MIB中CM的报告功率电平（dBmV）（指64 QAM星座和传输的所有活动代码）

$P_{hi} = \min[P_{max} - G_{const}]$ ，对信道X中CM使用的所有突发配置文件（参见第D.6.2.19节）

$P_{low} = \max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(\text{number_active_codes} / \text{number_of_codes_per_mini-slot})$ ，当中，对信道X中CM使用的所有突发配置文件为最大（参见第D.6.2.19节）

CM通过以下步骤来更新其在每个信道中的每信道报告功率：

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$
// 为每个信道报告的功率电平添加功率电平调整（对于每个信道）。
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$
// 限幅于每信道最大功率限值。
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$
// 限幅于每信道最小功率限值。
- 4) 测试，如果 $[P_r < P_{low_multi}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。
- 5) 测试，如果 $[P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}]$ ，则忽略命令并恢复先前的 P_r
// 此命令的每信道功率将违反设置的动态范围窗口。

然后，在扩展器打开的帧中，CM以目标功率传输每个代码i：

$$P_{t,i} = P_r + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes})$$

（即信道X的报告功率，加上该代码的星座增益 $G_{const,i}$ ，减去考虑活动代码数量的因素。一帧中信道X的总发射功率 P_t 为信道X中每个代码的独立发射功率 $P_{t,i}$ 之和，当中的和运算是使用绝对功率量（非dB域）来执行的。

在扩展器关闭的帧中，信道X中的CM目标发射功率为 $P_t = P_r + G_{const}$ 。

信道X中的发射功率电平随着分配的代码数量变化以及随着具有不同星座增益的不同突发配置文件的传输而动态变化。CM的每信道目标发射功率绝不能低于 P_{min} 或高于 P_{max} ，包括在所有的分配代码数量和所有的突发配置文件上。这意味着在某些情况下，可能不允许极端发射功率电平（例如，17和56 dBmV）。同样，如果仅使用QPSK，尽管每信道目标发射功率将不超过56 dBmV，但一个信道中报告的功率可能会大于56 dBmV。

例如，如果传输信道集仅包含一个信道，并且该信道（信道X）具有QPSK和64 QAM突发配置文件，则活动代码数为128，每小时隙代码数为2，则对于1152 kHz调制率为 $P_{hi} = 56$ dBmV和 $P_{low} = 36.24$ dBmV。 P_{low} 取决于调制率。当传输所有活动代码时，信道X中最大允许QPSK发射功率为 $56 - 1.18 = 54.82$ dBmV。当传输一个小时内隙时，信道X中最小QPSK功率为 36.24 dBmV $- 1.18$ dB $- 10\log(128)$ dB $+ 10\log(2)$ dB = 17 dBmV（调制率为1152 kHz）。总和中的最后一项是两个代码上单个功率求和的结果。同样，当传输所有活动代码时，信道X中最大64 QAM功率为 56 dBmV，当传输一个小时内隙时，信道X中最小64 QAM功率为 36.24 dBmV $- 10\log(128)$ dB $+ 10\log(2)$ dB = 18.18 dBmV（调制率为1152 kHz）。例如，在传输2个小时隙时，信道X中允许的最小QPSK功率为 20 dBmV（调制率为1152 kHz），在传输2个小时隙时，信道X中允许的最小64 QAM功率为 21.2 dBmV（调制率为1152 kHz）。

CM需要在较高的输出功率下对发射的波形进行某种形式的限幅，以防止出现峰值-均值比（PAR）问题。

由于以下因素，有时在扩展器打开帧中的CMTS处接收到的功率会小于扩展器关闭帧的标称功率：

- 1) 任何CM都未使用的广播机会；
- 2) 一个或多个CM未使用的单播授权；或者
- 3) 指配给NULL SID的小时隙。

D.6.2.19.2.2 启用最大调度代码的S-CDMA发射功率计算

参见第6.2.19.2.2节。

D.6.2.19.3 发射功率步长大小

保持不变。

D.6.2.19.4 未启用多传输信道模式的发射功率要求

在禁用多传输信道模式的情况下，CM必须按照[ITU-T J.122]进行操作，但以下情况除外。最小上行流功率 P_{min} 必须如下面表D.7所示，以取代[ITU-T J.122]中的最小上行流功率要求。最大上行流功率 P_{max} 必须如上面表D.4所示，以取代[ITU-T J.122]中的最小上行流功率要求。注意：在[ITU-T J.122]第J.6.2.18.2节中，公式中有关 P_{hi_s} 的值53必须替换为56，因为该值实际上是上面表D.4中的 P_{max} 。

表D.7 – 未启用多传输信道模式的最小发射功率 P_{\min}

调制率 (kHz)	P_{\min} (dBmV)	适用性
144	17	CM 可支持
288	17	CM 可支持
576	17	CM 可支持
1152	17	CM 必须支持
2304	20	CM 必须支持
4608	23	CM 必须支持

D.6.2.20 突发配置文件

传输特性分为三个部分：

- 信道参数；
- 突发配置文件属性；以及
- 用户唯一参数。

信道参数包括：

- 调制率（从144 kHz到4608 kHz的六个速率，以八个一组为步长）；
- 中心频率（Hz）；
- 1536位的前导码超串；以及
- S-CDMA信道参数。

信道参数由给定信道上的所有用户共用。表D.8中列出了突发配置文件属性，这些参数是对应突发类型的共用属性。

CM必须在适当的时间生成每个突发，如在CMTS MAP提供的小时隙授权中所传达的那样。

CM必须通过UCD中的突发描述符支持CMTS命令的所有突发配置文件，并随后指配用于MAP中的传输。

表D.8 – 突发配置文件属性

突发配置文件属性	配置设定
调制	QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM、128 QAM(仅限TCM)
差分编码	打开/关闭
TCM编码	打开/关闭
前导码长度	0-1536位(参见第D.6.2.9节)
前导码值偏移	0-1534
R-S FEC纠错(T)	0-16 (0表示没有R-SFEC。码字奇偶校验字节数为 $2*T$)
R-S FEC码字信息字节(k)	固定: 16-253(假设R-S FEC打开) 缩短: 16-253(假设R-S FEC打开)
扰码器种子	15位
最大突发长度(小时隙) ¹	0-255

表D.8 – 突发配置文件属性

突发配置文件属性	配置设定
保护时间	4-255个调制间隔 S-CDMA中没有保护时间
最后一个码字的长度	固定、缩短
扰码器打开/关闭	打开/关闭
字节交织器深度 (I_r) ²	0-底数 ($2048/N_r$) ³
字节交织器块大小 (B_r) ⁴	$2*N_r$ 至2048
前导码类型	QPSK0/QPSK1
S-CDMA扩展器	打开/关闭
每个子帧的S-CDMA代码	1-128
S-CDMA交织器步长 ⁵	1至(每帧扩展间隔-1)
活动代码和跳码的S-CDMA选择模式	模式1或模式2
活动代码的S-CDMA选择字符串	128位字符串, 指明在可选活动代码模式中哪些代码处于活动状态
<p>¹ 信道配置文件中0小时隙的突发长度表示该突发长度对于该突发类型在该信道上是可变的。突发长度虽然不是固定的, 但由CMTS明确授予MAP中的CM。</p> <p>² 如果深度=1, 则无交织; 如果深度=0, 则为动态模式。</p> <p>³ N_r 是第D.6.2.5.1节中定义的R-S码字大小$K + 2T$。</p> <p>⁴ 仅在动态模式下使用。</p> <p>⁵ 仅用于S-CDMA信道。</p>	

即使在与另一个用户相同的信道上使用相同的突发类型 (例如, 功率电平) 时, 每个用户的用户唯一参数也可有所不同, 这些参数在表D.9中列出:

表D.9 – 用户唯一的突发参数

用户唯一参数	调整命令	结果参数值
功率电平 ¹	8位二的补码， 分辨率= 0.25 dB	TDMA： +17至+57 dBmV (32 QAM、64 QAM) +17至+58 dBmV (8 QAM、16 QAM) +17至+61 dBmV (QPSK) S-CDMA： +17至+56 dBmV (所有调制) 分辨率= 0.25 dB或更高
偏移频率	范围 = ±32 kHz，分辨率 = 1 Hz	依据第D.6.2.17.1节上行流频率敏捷性和范围的频率范围
测距偏移	整数部分: 32位二的补码 分辨率= (1/9.216 MHz) = 6.94 μs/64 = 108.50694 ns 小数部分: 无符号8位小数扩展 分 辨率= 6.94 μs/(64*256) = 0.4238552517361 ns	范围：根据第D.1.2.1节，足以达到最大有线电视设备长度。 分辨率：非同步：6.94 μs/64。 同步：6.94 μs/(64*256)
突发长度（小时隙）， 如果在此信道上可变 （突发到突发地变化）	N/A	1至255个小时隙
传输均衡器系数 （参见第D.6.2.16节， 传输预均衡器）	DOCSIS 3.0和2.0模式：24个 复数系数，每个系数4个字节 （2个实数和2个虚数），加 载和卷积模式 DOCSIS 1.1模式：最多64个 复数系数，每个系数4个字节 （2个实数和2个虚数），仅 卷积模式	DOCSIS 3.0和2.0模式：24个复数系数 DOCSIS 1.1模式：多达64个复数系数
1 最小功率电平限值取决于调制率。最大功率电平限值取决于调制顺序、是否启用了多传输信道模式，以及启用了MTC模式时传输信道集中的上行流信道数量。		

CM必须执行偏移频率调整，以在±10 Hz的命令变化范围内实现上行流载波频率的变化。

D.6.2.20.1 测距偏移

测距偏移是CM上行流帧时基与CMTS上行流帧时基之间的时差。它的步进大致等于CM与CMTS之间的往返延迟，是同步TDMA和S-CDMA方案中上行流传输所必需的。CMTS必须基于一个或多个成功接收到的突发的接收（即从所采用的每种技术获得的令人满意的结果：纠错和/或CRC），为CM提供有关该偏移量的反馈调整。CMTS在测距响应MAC消息中将有时序调整命令发送到CM，其中负值表示测距偏移将被减小，从而导致CM传输的时间变晚。

MDD消息[ITU-T J.222.2]提供一个TLV字段，该字段指示CMTS是否正在提供同步下行流符号时钟，即下行流符号时钟是否已锁定于9.216 MHz主时钟。如果MDD指示CMTS正在提供同步下行流符号时钟，则CM在传输信道集中的所有信道上或在禁用MTC模式的单个上行流信道上生成同步上行流符号时钟。如果MDD指示CMTS未在提供同步下行流符号时钟，则CM使用TDMA调制的非同步上行流进行操作，且不允许进行S-CDMA调制。在没有MDD消息的情况下，CM使用单个上行流信道进行操作，该信道是同步上行流，锁定于S-CDMA调制的下行流符号时钟，或者TDMA调制的非同步上行流。

对于非同步通道，CM必须以至多1个符号持续时间（给定突发使用的符号速率）的分辨率以及（除了固定偏差） $\pm 0.25 \mu\text{s}$ 内的精度加上因分辨率而产生的 $\pm 1/2$ 符号来执行时序调整命令。例如，对于最大符号速率4.608 MHz，相应的符号周期将为217 ns，时序调整的相应最大分辨率必须为217 ns。对于最大符号速率4.608 MHz，相应的最小精度必须为 $\pm 359 \text{ ns}$ 。根据对CMTS接收到的时间戳信号的理想处理，CM突发时序的精度 $\pm 0.25 \mu\text{s}$ 加上 $\pm 1/2$ 符号与CM处可导出的小时隙边界有关。

时序调整参数整数部分的分辨率为 $(1 / 9.216 \text{ MHz}) = 6.94 \mu\text{s}/64 \sim 108.507 \text{ ns}$ 。对于S-CDMA信道，CMTS在时序调整命令中提供一个额外的小数字段，分辨率为帧刻度增量的 $1/16384 = 6.94 \mu\text{s}/(64*256) \sim 0.424 \text{ ns}$ 。对于S-CDMA信道，CM必须将时序调整到标称码片周期的 ± 0.01 内。例如，对于最大码片速率4.608 MHz，实现时序校正的相应最大分辨率为 $(\pm 0.01)*217 \text{ ns}$ 或约为 $\pm 2 \text{ ns}$ 。对于工作于同步模式下的TDMA信道，允许CMTS提供分数字段以进行时序调整。对于工作于同步模式下的TDMA信道，当RNG-RSP中存在用于时序调整的分数字段时，CM必须将分数字段时序调整到标称符号周期的 ± 0.01 内。对于工作于同步模式下的TDMA信道，如果到CM的RNG-RSP不包含分数字段时序调整，则CM必须假定其等于0，并且仍满足执行分数字段时序调整所需的精度要求（以在标称符号周期的 ± 0.01 内）。

对于使用多个下行流信道的CMTS/CM系统，对于CM，CMTS将单个信道指定为主信道，CM从中导出所有上行流传输的CMTS主时钟时序[ITU-T J.222.2]。

对于使用多个上行流信道的CMTS/CM系统，CM必须使用上述分辨率分别确定每个上行流信道的范围。

D.6.2.20.2 TDMA重新配置时间

参见第6.2.20.2节。

D.6.2.20.3 S-CDMA重新配置时间

参见第6.2.20.3节。

D.6.2.20.4 更改调制率时的CM时序偏移

参见第6.2.20.4节。

D.6.2.21 突发时序约定

参见第6.2.21节。

D.6.2.22 保真度要求

参见第6.2.22节。

D.6.2.22.1 杂散发射

通过增加60 dB，可以将本小节中使用的dBmV值转换为dB μ V的值。

噪声和杂散功率绝不能超过表D.10、表D.11和表D.13中给出的水平。噪声和杂散功率不应超过表D.12和表D.14中给出的水平。当启用多传输信道模式时，将各个信道的噪声和杂散功率要求相加（绝对功率，不以dB为单位），以确定多信道传输条件的复合本底噪声。同样，当启用多传输信道模式时，这些杂散性能要求仅在CM工作于 P_{load_n} 的某些值范围内时才适用，对传输信道集，为从 $n = 1$ 至上行流信道数，对S-CDMA信道，为从1下至1/4的 $number_allocated_codes / number_active_codes$ 比。

对于S-CDMA模式，当调制解调器在信道上传输小于1/4的活动扩展码时，杂散发射要求限值为功率值（以dBmV为单位），对应于与1/4活动扩展码有关的功率电平规范（即比对应于分配给CM的信道的所有活动代码的信道功率低6 dB）。

当启用多传输信道模式且传输信道集中有两个或多个信道时，仅在满足以下负载范围时，才必须满足杂散性能要求：

TCS中有两个或多个信道：当 $P_{load_1} - P_{load_min_set} \leq 3$ dB时适用；以及

TCS中有两个信道：当 $P_{load_2} - P_{load_1} \leq 12$ dB时适用；

TCS中有三个信道：当 $P_{load_3} - P_{load_1} \leq 8$ dB时适用；

TCS中有四个信道：当以下情况时适用：

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

$$\text{以及 } P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

$$\text{以及 } P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

当调制解调器以这些负载范围之外的功率电平进行传输时（12 dB动态范围允许的范围），如果将这些信道的负载降低（发射功率提高）到恰好满足适用范围要求，则杂散发射要求限值为对应第二和更高加载信道上传输相关之规范的功率值（以dBmV而不是dBc为单位）。

在启用多传输信道模式的情况下，自最后一个全局重新配置时间到下一个全局重新配置时间结束，从任何活动上行流信道上的输出功率变化超过 ± 3 dB开始，杂散性能要求将不适用于任何上行流信道。“全局重新配置时间”定义为在活动传输之间提供的非活动时间间隔，它同时满足第D.6.2.20.2节中对TCS中所有TDMA信道的要求以及第D.6.2.20.3节中对TCS中所有S-CDMA信道的要求。在启用多传输信道模式的情况下，在命令CM自其最后一个全局重新配置时间以来更改任何上行流信道发射功率累计 ± 3 dB之前，CMTS应为CM提供全局重新配置时间。

例如，在TCS中有三个S-CDMA信道时，每个信道的发射功率分别为53 dBmV、41 dBmV和41 dBmV，当TCS中的两个或多个信道正在传输时，绝对杂散发射要求对应于每信道发射功率分别为53 dBmV、45 dBmV和45 dBmV的绝对杂散发射要求。为了确定杂散发射限值，提高了41 dBmV的功率电平，最高至 $53 \text{ dBmV} - 8 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ 。

例如，在TCS中有四个S-CDMA信道时，每个信道的发射功率分别为53 dBmV、41 dBmV、41 dBmV和41 dBmV，当TCS中的两个或多个信道正在传输时，绝对杂散发射要求对应于每信道发射功率分别为53 dBmV、49 dBmV、45 dBmV和41 dBmV的绝对杂散发射要求。为了确定杂散发射限值，提高了41 dBmV的功率电平，最高至 $53 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 49 \text{ dBmV}$ ；且人工为 $49 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ ，人工为 $45 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 41 \text{ dBmV}$ 。

在表D.10中，带内杂散发射包括噪声、载波泄漏、时钟线、合成器杂散产物以及其他不良发射机产物。它不包括ISI。带内杂散发射的测量带宽等于调制率（例如1152至4608 kHz）。以dBc表示的所有要求均与CM在一个信道中发射的实际发射功率有关。

表D.10的突发与突发（TCS中没有信道是突发的）规范之间的测量带宽为144 kHz。

传输突规范适用于授予CM的小时隙（当CM使用全部或部分授予的情况），并且适用于所授予小时隙之前和之后的32个调制间隔。突发与突发之间的规范适用，除了CM任何活动信道上所用小时隙授权期间，以及所用授权之前和之后的32个调制间隔期间。

在TDMA模式下，一个小时隙在4.608 Msym/s速率下可能短至32个调制间隔或 $6.94 \mu\text{s}$ 。

表D.10 – 杂散发射

参数	传输突发	突发之间
带内	-40 dBc	-72 dBc
相邻频段	参见表D.11和表D.12	-72 dBc
在上行流工作范围10-55 MHz内 (不包括指配的信道、相邻信道)	参见表D.13和表D.14	-72 dBc
对于上行流工作范围为10-55 MHz的情况： CM集成杂散发射限值（全部在4 MHz中，包括离散者） ¹		
55-67 MHz	最大（-40 dBc、-26 dBmV）	-26 dBmV
67-73 MHz	-35 dBmV	-40 dBmV
73-101 MHz	-40 dBmV	-40 dBmV
101-770 MHz	-45 dBmV	最大（-45 dBmV、-40 dB ref d/s ² ）
对于上行流工作范围为10-55 MHz的情况： CM离散杂散发射限值 ¹		

表D.10 – 杂散发射

参数	传输突发	突发之间
55-67 MHz 67-101 MHz 101-770 MHz	最大 (-50 dBc、-36 dBmV) -50 dBmV -50 dBmV	-36 dBmV -50 dBmV -50 dBmV
<p>¹ 这些规范限值不包括与调谐接收信道有关的单个离散杂散；该单个离散杂散必须不大于-40 dBmV。</p> <p>² “dB ref d/s” 相对于接收到的下行流信号电平。一些杂散输出与接收信号电平成正比。</p>		

D.6.2.22.1.1 相邻信道杂散发射

来自发射载波的杂散发射可能发生在相邻信道中，该信道可能被相同或不同调制率的载波所占据。表D.11列出了发射载波调制率和相邻信道调制率的所有组合所需的相邻信道杂散发射电平。基于所发射的载波和相邻信道中的载波的调制率，测量以具有适当带宽和距所发射载波适当距离的相邻信道间隔来执行。

表D.11 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的相邻信道杂散发射要求

间隔规范	测量间隔和距载波边缘的距离	相邻信道载波调制率
-50 dBc	4 kHz -164 kHz	144 kHz
-50 dBc	8 kHz -328 kHz	288 kHz
-50 dBc	16 kHz -656 kHz	576 kHz
-50 dBc	32 kHz -1312 kHz	1152 kHz
-47 dBc	64 kHz -2624 kHz	2304 kHz
-44 dBc	128 kHz -5248 kHz	4608 kHz

另外，在与上面表D.11列出的条件相同的情况下，CM应满足表D.12的要求。如果将较低功率的信道突发作为一个单独的突发信道（在该时间点上），则2 dB的宽松将适用表D.12的绝对杂散发射要求。

表D.12 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的相邻信道杂散发射目标

间隔规范	测量间隔和距载波边缘的距离	相邻信道载波调制率
-53 dBc	4 kHz -164 kHz	144 kHz
-53 dBc	8 kHz -328 kHz	288 kHz
-52 dBc	16 kHz -656 kHz	576 kHz
-51 dBc	32 kHz -1312 kHz	1152 kHz
-50 dBc	64 kHz -2624 kHz	2304 kHz
-48 dBc	128 kHz -5248 kHz	4608 kHz

D.6.2.22.1.2 上行流频率范围内的杂散发射

表D.13列出了可以在一个间隔内发送的可能调制率、该间隔内所需的杂散电平以及开始测量杂散发射的初始测量间隔。测量应从初始距离开始，并在距载波的距离增加时重复进行，直至到达上行流频段边缘。上行流的低频段边缘为10 MHz；上行流的高频段边缘为55 MHz。

表D.13 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的上行流频率范围内杂散发射要求

在此间隔内可能的调制率	间隔规范	初始测量间隔和距载波边缘的距离
144 kHz	-54 dBc	204 kHz -364 kHz
288 kHz	-52 dBc	208 kHz -528 kHz
576 kHz	-50 dBc	216 kHz -856 kHz
1152 kHz	-50 dBc	232 kHz -1512 kHz
2304 kHz	-47 dBc	264 kHz -2824 kHz
4608 kHz	-44 dBc	328 kHz -5448 kHz

另外，在与上面表D.13列出的条件相同的情况下，CM应满足表D.14的要求。如果将较低功率的信道突发作为一个单独的突发信道（在该时间点上），则2 dB的宽松将适用表D.14的绝对杂散发射要求。

表D.14 – 每个信道的相对每信道发射突发功率电平的上行流工作频率范围内杂散发射目标

在此间隔内可能的调制率	间隔规范	初始测量间隔和距载波边缘的距离
144 kHz	-60 dBc	204 kHz -364 kHz
288 kHz	-58 dBc	208 kHz -528 kHz
576 kHz	-56 dBc	216 kHz -856 kHz
1152 kHz	-54 dBc	232 kHz -1512 kHz
2304 kHz	-52 dBc	264 kHz -2824 kHz
4608 kHz	-50 dBc	328 kHz -5448 kHz

D.6.2.22.2 突发打开/关闭瞬变期间的杂散发射

通过增加60 dB,可以将本小节中使用的、以dBmV为单位的值转换为以dB μ V为单位的值。

每个发射机都必须在上升之前和期间、下降期间和之后以及突发之前和之后,控制杂散发射。

由于启用或禁用传输,打开/关闭杂散发射(例如,上行流发射机输出端的电压变化)必须不超过100 mV。这一步必须不超过2 μ s的恒定回转。当CM在任何信道上以每信道+55 dBmV或更高进行传输时,该要求适用。在回退的发射电平下,最大功率活动信道中的功率电平每降低6 dB,最大电压变化就必须降低200%,从每信道+55 dBmV下降至每信道在31 dBmV上最大变化7mV及以下。该要求不适用于CM通电和断电瞬变。

D.6.2.22.3 调制误差率(MER)

MER测量由发射波形引起的簇方差。它包括ISI、杂散,相位噪声和所有其他发射机劣化的影响。

D.6.2.22.3.1 定义

参见第6.2.22.3.1节。

D.6.2.22.3.2 要求

除非另有说明,否则对于每种调制、调制率以及整个载波频率范围,MER必须在表D.9的全部发射功率范围上达到或超过以下限值,并且对S-CDMA而言,在任何有效数目的活动的和分配的代码上,都必须达到或超过以下限值。10-55 MHz载波频率范围更精确地是指[10 MHz +调制率 \times 1.25/2]到[55 MHz - 调制率 \times 1.25/2]。在区域之间的断点处,应用较高的MER规范。

情况1: 平坦信道, 传输均衡关闭

情况1a: 对于2.304 MHz及以下调制率:

在20至41 MHz载波频率上, $MER_{\text{symb}} \geq 30$ dB

在15至20 MHz和41至47 MHz载波频率上, $MER_{\text{symb}} \geq 27$ dB

在10至15 MHz和47至55 MHz载波频率上, $MER_{\text{symb}} \geq 26$ dB

情况1b: 对于4.608 MHz调制率:

在20至41 MHz载波频率上, $MER_{\text{symb}} \geq 27$ dB

在15至20 MHz和41至47 MHz载波频率上, $MER_{\text{symb}} \geq 24$ dB

在10至20 MHz和47至55 MHz载波频率上, $MER_{\text{symb}} \geq 23$ dB

情况2: 平坦信道, 传输均衡打开

情况2a: 对于TDMA/QPSK, $MER_{\text{symb}} \geq 30$ dB。

情况2b: 对于S-CDMA和除QPSK以外的所有TDMA调制, $MER_{\text{symb}} \geq 35$ dB。

情况2c: 对于S-CDMA, $MER_{\text{chip}} \geq 33$ dB。

情况3: 回波信道, 传输均衡打开

情况3a: 如果存在从表D.2中定义的信道微反射中选择的单个回波,则对于TDMA/QPSK,测得的 MER_{symb} 必须 ≥ 30 dB,对于S-CDMA和所有TDMA调制,测得的 MER_{symb} 必须 ≥ 33 dB,除了QPSK。

情况3b: 如果存在表D.2中定义的两个或三个回波（每个指定振幅和延迟至多一个），则测得的 MER_{symp} 必须 ≥ 29 dB。

CMTS必须提供一种测试模式，当中：

- 通过一个外部接口（例如，以太网）来接受均衡器系数；
- 通过测距响应消息（集和卷积模式）将系数发送给CM的预均衡器；
- 不调整CM的频率、时序或功率。

D.6.2.22.4 滤波器失真

参见第6.2.22.4节。

D.6.2.22.5 载波相位噪声

参见第6.2.22.5节。

D.6.2.22.6 信道频率精度

参见第6.2.22.6节。

D.6.2.22.7 调制率精度

参见第6.2.22.7节。

D.6.2.22.8 调制时序抖动

参见第6.2.22.8节。

D.6.2.23 上行流解调器输入功率特性

在10-55 MHz的工作频率范围内，至上行流解调器的最大总输入功率绝不能超过89 dB μ V。

每个载波的预期接收功率必须在表D.15中所示的值内。

解调器必须在其定义的性能规范范围内工作，且接收到的突发应在标称命令接收功率的 ± 6 dB内。因此，接收突发中的最大功率必须小于或等于89 dB μ V。

表D.15 – 上行流解调器输入功率特性

调制率 (kHz)	最大范围 (dB μ V)	适用性
144	+47至+75	CMTS可支持
288	+47至+75	CMTS可支持
576	+47至+75	CMTS可支持
1152	+47至+75	CMTS必须支持
2304	+50至+78	CMTS必须支持
4608	+53至+81	CMTS必须支持

D.6.2.24 CM的上行流电气输出

CM必须输出具有表D.16中所述特性的射频调制信号。

表D.16 – CM的电气输出

参数	值
频率	边缘到边缘10至55 MHz
每个信道的电平范围（禁用多传输信道模式，或仅用TCS中的一个信道启用多传输信道模式）	<p>TDMA: P_{\min}至+117 dBμV（32 QAM、64 QAM） P_{\min}至+118 dBμV（8 QAM、16 QAM） P_{\min}至+121 dBμV（QPSK）</p> <p>S-CDMA: P_{\min}至116 dBμV（所有调制）</p> <p>其中: P_{\min} = +77 dBμV, 1152 kHz调制率 P_{\min} = +80 dBμV, 2304 kHz调制率 P_{\min} = +83 dBμV, 4608 kHz调制率</p>
每个信道的电平范围（TCS中的两个信道）	<p>TDMA: P_{\min}至+114 dBμV（32 QAM、64 QAM） P_{\min}至+115 dBμV（8 QAM、16 QAM） P_{\min}至+118 dBμV（QPSK）</p> <p>S-CDMA: P_{\min}至+113 dBμV（所有调制）</p> <p>其中: P_{\min} = +77 dBμV, 1152 kHz调制率 P_{\min} = +80 dBμV, 2304 kHz调制率 P_{\min} = +83 dBμV, 4608 kHz调制率</p>
每个信道的电平范围（TCS中的三个或四个信道）	<p>TDMA: P_{\min}至+111 dBμV（32 QAM、64 QAM） P_{\min}至+112 dBμV（8 QAM、16 QAM） P_{\min}至+115 dBμV（QPSK）</p> <p>S-CDMA: P_{\min}至+113 dBμV（所有调制）</p> <p>其中: P_{\min} = +77 dBμV, 1152 kHz调制率 P_{\min} = +80 dBμV, 2304 kHz调制率 P_{\min} = +83 dBμV, 4608 kHz调制率</p>
调制类型	QPSK、8 QAM、16 QAM、32 QAM、64 QAM和128 QAM
调制率（标称）	<p>TDMA: 1152、2304和4608 kHz S-CDMA: 1152、2304和4608 kHz</p> <p>可选的3.0之前的DOCSIS操作: TDMA: 144, 288和576 kHz</p>
信道带宽	<p>TDMA: 1500、3000和6000 kHz S-CDMA: 1500、3000和6000 kHz</p> <p>可选的3.0之前的DOCSIS操作: TDMA: 187.5, 375和750 kHz</p>

表D.16 – CM的电气输出

参数	值
输出阻抗	75 ohms
输出回波损耗	>6 dB (10至55 MHz) >6 dB (90至770 MHz)
连接器	依据[IEC 61169-24]的F连接器 (与输入相同)

D.6.2.25 上行流CM发射机功能

参见第6.2.25节。

D.6.3 下行流

D.6.3.1 下行流协议和交织支持

下行流PMD子层必须符合[ITU-T J.83-C]的要求。

64 QAM和256 QAM的交织方法必须符合[ITU-T J.83-C]的要求。下行流信道必须支持90 MHz-770 MHz的边缘到边缘频率范围。

D.6.3.2 CM的下行流电气输入

CM必须能够同时接收一到MDBC之间的任意数量的信号, 这些信号位于符合CM TB清单和解调器清单要求的频率间隔中。CM必须能够重新配置以接收不同的信道。最低程度上, CM必须能够接收至少四个下行流信道, 这些下行流信道独立位于下行流频段上的任意60 MHz窗口内。CM必须支持任何数量的下行流信道绑定, 直至其最大数量。CM必须能够定位并接受射频调制信号, 这些信号位于其将要操作的有线电视系统所用的信道内。例如, 这可以是有关数字QAM载波的日本频率规划[第23/26条]。信号将具有表D.17中定义的特性。

表D.17 – CM的电气输入

参数	值
中心频率	93至767 MHz \pm 30 kHz
电平范围 (一个DOCSIS信道)	对于64 QAM, +45至+75 dB μ Vrms 对于256 QAM, +51至+81 dB μ Vrms
调制类型	64 QAM和256 QAM
符号速率 (标称)	5.274 MHz
带宽	6 MHz ($\alpha=0.13$ 均方根升余弦整形)
总输入功率 (40 MHz及以上)	< 93 dB μ V
输入到CM的任何载波的最大功率	80 dB μ V
输入 (负载) 阻抗	75 ohms
输入回波损耗	>6 dB (10至55 MHz) >6 dB (90至770 MHz)
连接器	依据[IEC 61169-24]的F连接器 (与输出相同)

D.6.3.3 CM BER性能

CM的比特误码率性能必须如本节所述。该要求适用于 $I = 12$, $J = 17$ 的交织模式。

D.6.3.3.1 64 QAM

D.6.3.3.1.1 64 QAM CMBER性能

对于具有纠错功能的64 QAM, 在26 dBrms的CNR (Nyquist带宽) 下, 比特误码率必须小于 10^{-8} 。

D.6.3.3.1.2 64 QAM镜像抑制性能

在相邻信道之外的射频频段的任何部分中, +10 dBc的模拟或数字信号必须满足第D.6.3.3.1.1节中所述的性能要求。

D.6.3.3.1.3 64 QAM相邻信道性能

在相邻信道中, 0 dBc的数字信号必须满足第D.6.3.3.1.1节中所述的性能要求。

在相邻信道中, +10 dBc的模拟信号必须满足第D.6.3.3.1.1节中所述的性能要求。

在相邻信道中, +10 dBc的数字信号必须满足第D.6.3.3.1.1节中所述的性能要求, 并具额外的0.2 dB余量。

D.6.3.3.2 256 QAM

D.6.3.3.2.1 256 QAM CM BER性能

对于具有纠错功能的256 QAM, CNR (Nyquist带宽) 为33 dBrms时, 比特误码率必须小于 10^{-8} 。

D.6.3.3.2.2 256 QAM镜像抑制性能

在相邻信道之外的射频频段的任何部分中, +10 dBc的模拟或数字信号必须满足第D.6.3.3.2.1节中所述的性能要求。

D.6.3.3.2.3 256 QAM相邻信道性能

参见第6.3.3.2.3节。

D.6.3.4 下行流多接收机功能

参见第6.3.4节。

D.6.3.5 非同步DS信道支持

参见第6.3.5节。

附录I

前导码序列示例

(本附录不构成本建议书不可分割的组成部分)

I.1 引言

一个可编程的前导码超串(最长1536位)是信道范围配置文件或属性的一部分,对信道上的所有突发配置文件是公用的,但每个突发配置文件都可以指定该位序列内的起始位置和前导码长度。前导码样式的第一位由前导码值偏移指定。前导码样式的第一位是符号映射器的第一位(图6-1、图6-2和图6-3),并且是突发的第一个符号(参见第6.2.13节)。例如,对于前导码偏移值=100,前导码超串的第101位是符号映射器的第一位,而第102位是映射器的第二位,并映射到Q1,依此类推。第I.2节中给出了一个有关1536位长前导码超串的示例。

I.2 前导码序列示例

以下为1536位前导码序列的示例:

1-128位:

```
1100 0011 1111 0000 0011 0011 1111 1100 0011 0011 0000 0011 1100 0000 0011 0000  
0000 1110 1101 0001 0001 1110 1110 0101 0010 0101 0010 0101 1110 1110 0010 1110
```

129-256位:

```
0010 1110 1110 0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010  
1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 1110 0010
```

257-384位:

```
0010 1010 0110 0110 0110 1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 1110 0110 1010  
0010 1110 1110 1010 0110 1110 0110 0010 0110 1110 1010 1110 0010 1010 0110 0010
```

385-512位:

```
0010 1110 0110 1110 0010 1010 1010 0110 0010 1110 0110 0110 1110 0010 0010 0110  
0010 1110 0010 1010 0010 1110 0110 0010 0010 1010 0010 0110 0010 1010 0010 1010
```

513-640位:

```
0010 1110 0110 1110 0110 0110 1110 0010 0110 1010 0110 0010 1110 1110 1010 0010  
1110 1110 0010 1110 1110 1110 0010 1110 1110 0010 1110 0010 0010 1110 0010 0010
```

641-768位:

```
1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 0010 1110 1110 1110 1110 0010 0010 1110 0010  
1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110
```

769-896位:

```
0011 0000 1111 1100 0000 1100 1111 1111 0000 1100 1100 0000 1111 0000 0000 1100  
0000 0000 1111 1111 1111 0011 0011 0011 1100 0011 1100 1111 1100 1111 0011 0000
```

897-1024位:

```
1100 0011 1111 0000 0011 0011 1111 1100 0011 0011 0000 0011 1100 0000 0011 0000  
0000 1110 1101 0001 0001 1110 1110 0101 0010 0101 0010 0101 1110 1110 0010 1110
```

1025-1152位:

0010 1110 1110 0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010
1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 1110 0010

1153-1280位:

0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 1110 1110 0010
0010 1110 1110 0010 1110 1110 1110 0010 1110 1110 0010 1110 0010 0010 1110 0010

1281-1408位:

1100 1100 1111 0000 1111 1111 1100 0000 1111 0011 1111 0011 0011 0000 0000 1100
0011 0000 0011 1111 1111 1100 1100 1100 1111 0000 1111 0011 1111 0011 1100 1100

1409-1536位:

0011 0000 1111 1100 0000 1100 1111 1111 0000 1100 1100 0000 1111 0000 0000 1100
0000 0000 1111 1111 1111 0011 0011 0011 1100 0011 1100 1111 1100 1111 0011 0000

附录II

S-CDMA组帧

(本附录不构成本建议书不可分割的组成部分)

如果本附录与本建议书的任何规范性条款有冲突，则以规范性条款为准。

请注意：以下第II.1节和第II.2节中的伪代码特定于使用所有扩展码的单个突发的情况。

II.1 编码的子符号编号

以下代码样本包含一个有关编码子符号地址产生器操作的简短算法描述。编码子符号的地址产生器首先使用交织器步长大小参数（清单中的步长）填充行，以逐步遍历一行内的扩展间隔。每步都利用修改后的模算法来执行，该算法允许使用交织器步长大小和具有共同除数的每帧扩展间隔。填充完每一行后，下一行从第一个扩展间隔开始。在以下清单中，索引“i”被初始化为值“1”，并且coded_col0被定义为“0”。

```
for(row = FIRST_ROW; row ≤ LAST_ROW; row++)
{
    coded_col = 0;
    store_coded( row, coded_col, cod_sym);
    /* Store the coded portion of the symbol (or preamble) to (row, coded_col) */
    for( i = 1; i < framelen; i++ )
    {
        coded_col = coded_col + Interleaver_step_size;

        if( mod( i, framelen / gcd( step, framelen ) ) == 0 )
            coded_col = coded_col + 1; /* gcd is greatest common divisor */

        coded_col = mod( coded_col, framelen );
        store_coded( row, coded_col, cod_sym );
        /* Store the coded portion of the symbol (or preamble) to (row, coded_col)
    */
    }
}
```

II.2 未编码的子符号编号

以下是一个有关未编码子符号地址产生器操作的简短算法描述。产生器首先填充子帧内的列。对于每个未编码的子符号，行索引将递增1。在子帧的末尾，列索引递增，行索引设置为子帧的第一行。在完成子帧之后，下一个子帧以下一个未编码子符号开始。

```
uncoded_col = 0;
uncoded_row = FIRST_ROW;
while( uncoded_row ≤ LAST_ROW)
{
    if( ( uncoded_row + R ) > LAST_ROW )
        Rprime = LAST_ROW - uncoded_row + 1;
    else
        Rprime = R;

    for( i = 0; i < Rprime; i++)
    {
        /* Check whether (uncoded_row, uncoded_col) is a preamble location.
        * If it is, go to next location */
        if( not_preamble( uncoded_row, uncoded_col ) )
```



```

        store_uncoded( uncoded_row, uncoded_col, unc_sym );
        uncoded_row = uncoded_row + 1;
    }

    uncoded_row = uncoded_row - Rprime;
    uncoded_col = uncoded_col + 1;
    if (uncoded_col ≥ framelen)
    {
        uncoded_col = 0;
        uncoded_row = uncoded_row + R;
    }
}

```

FIRST_ROW和LAST_ROW分别是授权所跨越的每一帧中的第一行和最后一行（即代码）。在分配的第一帧中，FIRST_ROW可以在0与127之间，在授权可跨越的任何其他帧中（如果有的话），FIRST_ROW可以为0。LAST_ROW在突发的最后一帧中可以在0与127之间，对于其他任何帧（如果有的话）为127。

II.3 组帧器输出编号

以下代码样本包含一个有关输出符号地址产生器操作的简短算法描述。输出符号的地址生成器用于访问已编码和未编码子符号存储器。输出地址产生器首先访问扩展间隔的所有行（代码），然后访问后续的扩展间隔。该算法描述可推广至任何允许的活动代码数，其中“活动代码数”参数由 N_a 给出。

```

for( col=0; col < framelen; col++ )
    for( row=(128- $N_a$ ); row < 128; row++ )
        outsym = get_data( row, col );

```

注意：组帧器行寻址独立于可选活动代码模式运行。在可选活动代码模式1或2中，未使用代码位于帧的较低行地址索引处，因此不使用。

II.4 评论

在前面的代码样本中，循环的迭代次数并不总是正确的，因为分配可能小于代码数。在第II.2节中，清单支持缩短子帧的情况。

附录III

环境温度和风负载影响

(本附录不构成本建议书不可分割的组成部分)

本附录讨论与利用DOCSIS 2.0 CM和CMTS操作系统相关的、可能的环境温度变化和动态风负载效应。本附录旨在描述解决这些问题的可能方法。讨论了接收到的上行流信号的时序变化与这些周边设备条件的变化率之间的关系。不过，提供这些关系中所用环境条件统计数据的实测数据不可用，因此，在撰写本文时，无法确定这些条件在正在运行的有线电视系统上的发生幅度或频率。本附录无意对这些问题或解决方案进行详尽的讨论。

本附录讨论了以下问题：

- 对设备延迟变化的同步容差；
- 因温度变化而引起的传播延迟变化；
- 在架空有线电视设备的情况下，因风而引起的传播延迟变化。

III.1 设备延迟变化的同步容差

对于相同的信号星座和符号速率，S-CDMA和高级TDMA的CMTS接收机同步要求是相同的。不过，对于S-CDMA，通过测距过程，在一个较细的程度上实现突发同步，而对于TDMA，通过测距过程，在一个较粗的程度上实现突发同步，然后通过接收机突发时序恢复过程，在一个较细的程度上实现突发同步。在这两种情况下，对于更高的符号速率和更高阶的星座，接收机中所需的时序精度都比较严格。

由于S-CDMA要求仅通过测距过程即实现较细程度上的时序精度，因此它对测距间隔之间有线电视设备的传播延迟变化更为敏感，间隔可长达30 s。表 III.1列出了在示例条件下，S-CDMA和TDMA模式可适应1 dB劣化的设备延迟变化。

表III.1 – 允许的设备时序漂移

星座	1e-8 BER的 E_s/N_0 (dB)	允许的峰值-峰值 设备延迟变化 (ns) S-CDMA模式	允许的峰值-峰值 设备延迟变化 (ns) TDMA模式
全编码的QPSK	5	90	800
TCM QPSK	9	79	N/A
TCM 8 QAM	12	57	N/A
未编码的QPSK	15	38	800
全编码的64 QAM	17.7	24	800
TCM 32 QAM	19	18	N/A
未编码的16 QAM	22	9	800
未编码的32 QAM	25	6	800
TCM 128 QAM	25	6	N/A
未编码的64 QAM	28	2	800

定义的条件：

- 1e-8 BER上的1 dB劣化；
- 1/64码片上的均匀测距偏移；
- 63个CM，每个带有2个代码；
- E_s/N_0 数是理想的理论值，不包括实施方案效果；
- 5.12 MHz的调制率；
- 30 s周期内的时序变化；
- TDMA接收机接受 ± 2 个符号的粗时序偏移（取决于实施方案）。

应结合表5-2或表B.3中突出显示的所有其他上行流信道特性一起考虑此信道的损伤，具体取决于两种技术选项中的哪一种与特定应用（北美或欧洲）相关，如第1.1节所述。

DOCSIS要求至少每30 s维护一次台站（T4超时最大值为35 s）。对于给定调制和符号速率的S-CDMA，如果存在快速的传播延迟变化，以致于台站维护无法跟踪因此而引起的延迟变化，则可实施一项或多项以下性能折衷和/或系统更改：

- 1) 缩短台站维护周期；
- 2) 降低星座阶次；
- 3) 降低调制率；
- 4) 进行额外的纠错；
- 5) 进行1到4的某种组合；或者
- 6) 更改信道以在TDMA模式下操作。

以下各节讨论同轴电缆和HFC有线电视设备中温度变化和负载与传播延迟之间的关系。

III.2 因温度变化而引起的传播延迟的变化

III.2.1 因温度而引起的光纤延迟变化

在HFC设备设计中，保持较少的同轴电缆部分级联放大器数量，以便将信号劣化保持在可接受的水平上。结果是，有线电视设备的长期运行部分主要由光纤组成。因光纤温度变化而引起的传播延迟变化典型值为44 ps/km/°C。延迟变化主要来自玻璃折射率随温度的变化，而不是光纤长度的变化。

假设因拉伸或膨胀而引起的光纤长度变化是一个可以忽略不计的因素，因为制造光缆是为了将光纤隔绝于光缆自身存在的应力。光纤通常松散地放置在光缆内的管道中，并可能会发生相当大的相对运动。这种结构允许正常的电缆处理和架空部署，而不会给光纤带来高的应力。

假设44 ps/km/°C，则光缆长度和温度变化的任何乘积等于50，都会导致光纤传播延迟变化约2 ns。例如，25 km的光纤和2度的温度变化将导致2 ns的传播延迟变化。对于DOCSIS中规定的CMTS与CM之间的最大距离100英里或约160 km，单向传播延迟变化2 ns所需的温度变化为0.3摄氏度（°C）。

显然，问题是在环境温度变化的情况下，光缆芯（光纤所在的位置）变热起来的速度有多快。对于敷设的或地下的光缆，不存在任何问题。对于架空电缆，应考虑到太阳能负载的变化。黑色护套光缆的内部温度比日光下环境温度要高很多，但目前尚无数据。在寒冷的早晨，当初升的太阳照到架空电缆时，人们会期望温度发生变化。类似地，尽管必须考虑到沿路云层遮挡带来的阴影大小，但云层外面的阳光可能具有类似的影响。上面的数值示例表明，在一天中的时间和天气的某些组合下，只有较长的架空电缆可能会出现问题。

III.2.2 因温度而引起的同轴电缆延迟变化

同轴电缆在中心导体与实心屏蔽层之间具有“吹塑”泡沫。标称传播速度约为自由空间速度的87%。传播速度不会随温度出现明显变化。鉴于大多数HFC设备中同轴电缆的长度相对较短（几英里），这似乎不太可能成为延迟变化的重要来源。

III.2.3 因风而引起的延迟变化

架空电缆在大风条件下会拉伸，因此可以根据各种风负载下长度的变化来估算传播延迟。如前所述，光缆的结构使之能够承受拉伸，因此可以假定因风负载而引起的光缆拉伸可以忽略不计。风负载会影响架空同轴电缆。

从分析上讲，风负载很难处理，因为沿电缆的风负载不可能均匀。需要从大量测得的数据中得出的延迟模型来对之做进一步研究。风负载可能是快速延迟变化的一个根源，并且台站维护可能不会以足够小的间隔进行，以使测距机制能够准确跟踪这种变化。

利用同轴电缆制造商的公开程序，研究了风负载对典型电缆的影响。这些计算表明，对于各种数量的风负载，长度变化范围可能在0.01%至0.05%之间。这转换为明显的传播延迟变化。例如，在5英里（8 km）和0.02%的长度变化下，传播延迟的变化为：

$$(8/3e5)*(1/0.87)*2e-4 \text{ s} = 6 \text{ ns}$$

这是一个峰值，但同轴电缆的长度很短，风负载适中。虽然未指定发生此延迟变化的持续时间，但应注意的是，对大多数城市而言，容易获得阵风数据，阵风将成为有线电视设备基于风的时序变化的主要机制。例如，在撰写本文时，据报道，在纽约市，阵风可高达40 mph，而平均风速约为10 mph。因此，在1至4 s的时间段内（典型的阵风测量间隔），风速变化了30 mph。在多风的地方，经常可测量到强得多的阵风。

附录IV

上行流传输信道集功能的描述：用于报告和计算 所支持活动信道数的计算示例

(本附录不构成本建议书不可分割的组成部分)

如第6.2.25.1节的要求中所述，CM向CMTS传达其可以支持之活动上行流信道数量的功能。传输方法必须清楚、明确地描述CM至CMTS的功能。

本附录提供如第6.2.25.1节中的参数定义，并提供示例，说明需要在CM和CMTS上进行的计算，以便双方同样准确地理解可能的上行流传输信道组合。

设 $X = 6.4$ MHz信道数， $Y = 3.2$ MHz信道数， $Z =$ 一次激活的1.6 MHz信道数（传输信道集）。设 X_{\max} 为CM可以支持的最大6.4 MHz信道数， Y_{\max} 为CM可以支持的最大3.2 MHz信道数， Z_{\max} 为CM可以支持的最大1.6 MHz信道数。 Z_{\max} 等于CM可以支持的最大上行流发射机数。

CM使用[ITU-T J.222.2]附件C“调制解调器功能编码”中指定的调制解调器功能编码，在注册过程中报告 X_{\max} 、 Y_{\max} 和 Z_{\max} 。在第6.2.25.1节中规定 $X_{\max} \leq Y_{\max} \leq Z_{\max}$ 。

CM传达 X_{\max} 、 Y_{\max} 和 Z_{\max} 提供了足够的信息来描述有关 X 、 Y 和 Z 的所有可能组合。

可知，然后这些直接提供 (X, Y, Z) 的组合，它们是 $(X_{\max}, 0, 0)$ ； $(0, Y_{\max}, 0)$ 和 $(0, 0, Z_{\max})$ 。

从这些值，CMTS可以计算 $B_{\max} = \max(6.4 * X_{\max}, 3.2 * Y_{\max}, 1.6 * Z_{\max})$ 。

然后，允许满足以下所有不等式的 (X, Y, Z) 的所有值：

$$6.4 * X + 3.2 * Y + 1.6 * Z \leq B_{\max}$$

$$X \leq X_{\max}$$

$$Y \leq Y_{\max}$$

$$X + Y + Z \leq Z_{\max}$$

示例：

示例1：

$$X_{\max} = 4; Y_{\max} = 4; Z_{\max} = 4$$

在这种情况下，与 $X + Y + Z \leq 4$ 的所有组合都是可能的。

示例2：

$$X_{\max} = 4; Y_{\max} = 8; Z_{\max} = 16$$

在这种情况下，拥有所有组合，其中 $6.4X + 3.2Y + 1.6Z \leq 25.6$ 。

这等同于可以不受限制地将25.6 MHz信道化为三个信道带宽的任何组合的接收机。

示例3：

$$X_{\max} = 4; Y_{\max} = 8; Z_{\max} = 8$$

这是示例2的一个子集。

利用该功能报告，必须满足以下两个条件：a) $6.4X + 3.2Y + 1.6Z \leq 25.6$ ，且b) $X + Y + Z \leq 8$ 。

因此，本报告不包括示例2中 $X + Y + Z > 8$ 的所有情况。

在这种情况下，CM仅需支持（并且只会要求支持）最多8个信道，即使它们都是1.6 MHz带宽。

对传输信道集没有其他必须支持的限制。

示例4：

$$X_{\max} = 4; Y_{\max} = 6; Z_{\max} = 8$$

这是示例2的一个子集和示例3的一个子集。

利用该功能报告时，必须满足以下两个条件：a) $6.4X + 3.2Y + 1.6Z \leq 25.6$ ，且b) $X + Y + Z \leq 8$ ，但此外， $Y \leq 6$ 。

因此，本报告不包括示例2中 $X + Y + Z > 8$ 的所有情况，且不包括(0, 8, 0); (0, 7, 1); {以及(0, 7, 0)}。

不包括后一种情况，因为必须排除 $Y > Y_{\max} = 6$ 的情况。

注意：包括(1, 6, 0); (0, 6, 2); {以及(0, 6, 1)和(0, 6, 0)}。

附录V

具有多上行流信道的上行流信道功率控制的描述

(本附录不构成本建议书不可分割的组成部分)

本附录通过以下方式对功率控制算法的差异做了说明:

- a) 多个上行流信道; 相比
- b) 先前的DOCSIS操作。

本附录还说明了某些DOCSIS 2.0参数的扩展, 并在上行流功率控制操作中定义了新的参数, 并提供了一些示例, 用于说明启用了多传输信道模式的CM的CMTS进行上行流功率调整和控制的情况。

V.1 扩展到多传输信道模式的DOCSIS 2.0参数

来自DOCSIS 2.0的基本参数(例如 P_r 、 P_{hi} 、 P_{low}), 以及通过启用的最大调度代码用于S-CDMA的基本参数(P_{hi_T} 、 P_{low_s} 和 P_{on})保留了其来自DOCSIS 2.0的定义和作用。不过, 通过启用的多传输信道模式, 对之进行了扩展, 以便为每个上行流信道(其中已为CM激活CMTS)定义它们。这些参数用下标表示, 以标识与其关联的信道。因此, 通过由CMTS为某个特定CM激活的四个上行流信道, 针对其四个上行流信道的报告功率电平(dBmV), 该CM将分别具有 P_{r_1} 、 P_{r_2} 、 P_{r_3} 和 P_{r_4} 。

V.2 DOCSIS 3.0上行流功率控制中的新参数 (“负载”、 P_{load_n} 、 $P_{load_min_set}$ 、动态范围窗口、 $P_{low_multi_n}$)

除了扩展这些DOCSIS 2.0参数外, 在DOCSIS 3.0上行流功率控制中还引入了新的参数。增加了诸如 $P_{load_min_set}$ 、 P_{load_n} (例如 P_{load_1} 、 P_{load_2} 等)和 $P_{low_multi_n}$ 之类的参数, 并增加了新概念, 例如动态范围窗口和“负载”上行流数模转换器(调制波形要向上行流传输)。

要向上行流传输已调制波形“负载”是衡量该波形恰好多么接近最大功率电平(就其平均功率而言)的一个量度; 这取决于波形的绝对功率电平和波形的调制类型, 还取决于传输信道集中的信道数量。例如, 通过64 QAM TDMA调制, 在传输信道集中, 一个、两个和三个信道允许的最大功率电平分别为57 dBmV、54 dBmV和51 dBmV。在传输信道集中具有一个信道的“全加载”64 QAM TDMA波形将以57 dBmV进行传输, 而在传输信道集中具有三个信道的“全加载”64 QAM波形将以51 dBmV进行传输。一个“欠加载”15 dB的64 QAM TDMA波形将通过传输信道集中的一个信道、以 $57\text{ dBmV} - 15\text{ dB} = 42\text{ dBmV}$ 进行传输, 而一个“欠加载”15 dB的64 QAM TDMA波形将通过传输信道集中的三个信道、以 $51\text{ dBmV} - 15\text{ dB} = 36\text{ dBmV}$ 进行传输。参数 P_{load_n} 用于传达第n个信道欠加载的量。因此, 在传输信道集中只有单个信道的情况下, 对64 QAM TDMA传输电平的42 dBmV而言, 信道欠加载15 dB, 因此, $P_{load_1} = 15\text{ dB}$ 。同样地, 在传输信道集中有三个信道的情况下, 对以41 dBmV、38 dBmV和36 dBmV传输的三个64 QAM TDMA调制而言, $P_{load_1} = 10\text{ dB}$ 、 $P_{load_2} = 13\text{ dB}$ 和 $P_{load_3} = 15\text{ dB}$, 其中, P_{load_1} 对应于具有最小 P_{load} 值的信道, 或者等效地, 具有最大或更大的全负载。

如前面段落所述，“负载”的概念以及 P_{load_n} 的值仅间接地与绝对发射功率相关，绝对发射功率等于最大发射功率（针对传输信道集中的调制和信道数量）减去第 n 个信道的 P_{load_n} 。

对于跨信道突发配置文件有多种调制类型的情况，例如，在一个信道中存在QPSK TDMA和64 QAM TDMA突发配置文件，则相比QPSK的61 dBmV，该信道的最大功率通过较低值的64 QAM电平（57 dBmV）来确定（在本示例中，假设传输信道集中只有单个信道），便如同在DOCSIS 2.0中所述的情况。在这种情况下， $P_{hi_1} = 57$ dBmV，它通过64 QAM TDMA最大功率来设置。在该信道上“全负载”的情况下，64 QAM TDMA将以57 dBmV进行传输。注意：在这种情况下，QPSK将以 $57 \text{ dBmV} - 1.2 \text{ dB} = 55.8 \text{ dBmV}$ 进行传输（由于QPSK的星座增益为 -1.18 dB ）。虽然在本示例中“全加载”了64 QAM TDMA调制，且 $P_{load_1} = 0 \text{ dB}$ ，但实际上此信道上的QPSK TDMA调制欠加载5.2 dB。在这种情况下， P_{hi_1} 通过64QAM调制来确定，而QPSK调制不确定 P_{hi} （根据此信道中CM所用之所有突发配置文件上的 $P_{hi} = \min(P_{max} - G_{const})$ 定义）。因此，这仅是通过 P_{load_1} 描述的、64 QAM调制的加载。在本示例中，通过QPSK进行的负载与启用多传输信道模式的功率控制中所涉及的计算和参数无关。

CMTS将参数 $P_{load_min_set}$ 命令发送给CM，并在 P_{load_n} 上设置以下限制：

对传输信道集中的所有信道， $P_{load_min_set} \leq P_{load_n} \leq P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}$ 。

由于 $P_{load_n} = P_{hi_n} - P_{r_n}$ ，对每个信道， $P_{load_min_set}$ 的值将限制在 P_{r_n} 上，即 $P_{hi_n} - P_{load_min_set} \geq P_{r_n} \geq P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12 \text{ dB}$ 。

（注： $P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12 \text{ dB}$ 。）

因此，对于传输信道集中的每个信道，该信道的 P_{r_n} 范围受CMTS指令的值的限制而工作于12 dB的窗口范围内。这是第 n 个信道的CM的动态范围窗口。注意：传输信道集中每个信道的实际传输值 P_{r_n} 可工作于一个不同的12 dB范围内，但 P_{load_n} 值必须全部落在相同的12 dB窗口内。因此，通过 $P_{load_min_set}$ 为CM设置了唯一的动态范围窗口；不过，每个信道的绝对传输范围可能会有所不同。例如，令传输信道集中有两个信道，一个信道仅有64QAM TDMA调制，另一个信道仅有QPSK TDMA调制，此外， $P_{load_min_set} = 15 \text{ dB}$ 。对于每个信道，动态范围窗口因此为 $15 \text{ dB} \leq P_{load_n} \leq 27 \text{ dB}$ 。不过，仅有64 QAM TDMA调制的信道将以 P_{r_n} 工作于 $4 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} = 39 \text{ dBmV}$ 与 $54 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} - 12 \text{ dB} = 27 \text{ dBmV}$ 之间，而仅有QPSK TDMA调制的信道将以 P_{r_n} 工作于 $59.2 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} = 44.2 \text{ dBmV}$ 与 $59.2 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} - 12 \text{ dB} = 32.2 \text{ dBmV}$ 之间。

V.3 启用多传输信道模式的上行流功率控制示例

在DOCSIS 2.0中，当命令CM更改功率电平时，将依据 P_{hi} 和 P_{low} 对新的 P_r 进行测试，并且如果 P_r 实际上高于 P_{hi} 或低于 P_{low} ，则 P_r 将限幅于 P_{hi} 或 P_{low} （根据[ITU-T J.122]第6.2.18节）。在启用MSC的情况下，对 P_r 进行测试，并依据 P_{hi_T} 和 P_{low_s} 进行限幅，对 P_{on} 进行测试，并依据 P_{hi_s} 进行限幅。

当CMTS将CM置于多传输信道模式时，必须将 $P_{load_min_set}$ 提供给CM。这将设置CM的动态范围窗口。

在启用MTC模式的情况下，每个信道将按照DOCSIS 2.0的描述继续进行测试和限幅操作，但以下情况除外：

- 1) 进行了另一项测试，将新提议的 P_{r_n} 与 $P_{hi_n} - P_{load_min_set}$ 进行比较，以将信道的最大功率电平限制为 P_{hi_n} 以下的 $P_{load_min_set}$ 。实际上，每个信道的最高报告功率电平降低了 $P_{load_min_set}$ (dB)。
- 2) 如果在将新提议的 P_{r_n} 与 $P_{hi_n} - P_{load_min_set}$ 进行比较时发现 P_{r_n} 太高，则忽略 P_{r_n} 的功率更改命令。（注意：当 $P_{load_min_set}$ 为0 dB时，不会丢弃超过功率范围限值的命令；这是因为第6.2.19节中所述的协议规定，首先测试 P_{r_n} ，并依据 P_{hi_n} 进行限幅，如果需要进行限幅，则不丢弃。）
- 3) 也执行步骤#1和步骤#2，以检查低功率电平，现在不允许 P_{r_n} 降至 $P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB})$ 以下。
- 4) 对于启用的MSC，将测试 P_{r_n} ，以确保其不超过 $P_{hi_T_n} - P_{load_min_set}$ ， P_{r_n} 也不低于 $P_{hi_T_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB})$ ，并且如果出现任何更改 P_{r_n} 的命令，则将其忽略。
- 5) 对于启用的MSC， P_{on} 将被限幅，因此它不会超过 $P_{hi_S} - P_{load_min_set}$ 。

考虑一个具有四个TDMA信道的示例，每个信道只有64QAM。在本示例中，假设CMTS以 $P_{load_min_set} = 3 \text{ dB}$ 开始；那么对于每个信道，信道功率 P_{r_n} 被限制为 $\leq P_{hi_n} - 3 \text{ dB}$ ，因此每个信道被限制为48 dBmV，而不是64 QAM的四信道最大值51 dBmV。每个 P_{r_n} 允许的最低值为36 dBmV（比最高值低12 dB）。考虑将每个信道设置为 $P_{r_n} = 46 \text{ dBmV}$ 。在必须增加 $P_{load_min_set}$ 以允许 P_{r_n} 升高到48 dBmV以上之前，这允许有2 dB的余量。

在本示例中，考虑CMTS而后命令其中一个信道将其功率电平降低2 dB。此更改将需要在该信道上重新配置时间，但所有其他信道可继续接收授权并突发，且所有保真度要求仍都必须得到满足。

然后考虑CMTS命令该信道将其功率再降低2 dB，并为该信道提供重新配置时间。自提供最后的全局重新配置时间以来，该信道现已将其功率更改了4 dB，因此不强制要求执行保真度要求。

现考虑将该信道向后移动2 dB，这样，自最后的全局重新配置时间以来，其净变化回到了-2 dB。保真度要求仍未到位；自最后的全局重新配置时间以来，当命令CM将其一个信道移动超过3 dB时，它们将被删除，且规范指出，在下一个全局重新配置时间之前，保真度要求不会恢复到位。

继续本示例，再次假设该信道又下降了2 dB，再次下降到42 dBmV，比起始值低4 dB。

当随后为CM提供全局重新配置时间时，将满足所有条件，以适用所有保真度要求。

然后，命令该信道将其功率再降低2 dB，并再次为其提供一个重新配置时间，以便它可以执行此更改；不需要或不提供任何全局重新配置时间。对保真度要求现有所放宽，因为该信道负载比下一个最接近的信道负载高6 dB（即较低的功率）（40 dBmV对46 dBmV）。（还请注意：确定是否满足4个活动信道4 dB范围要求的是信道负载，即相比 P_{hi_n} 的 P_{r_n} ，而不是 P_{r_n} 的绝对值。）

进一步继续本示例，考虑另一个信道将其功率降低4 dB，并在该信道上提供一个重新配置时间，但在提供全局重新配置时间之前，不强制要求执行保真度要求（由于自前一次全局重新配置以来的此4 dB变化）。一旦提供了全局重新配置时间，由于满足所有条件（ P_{load_n} 值为5 dB、5 dB、9 dB和11 dB，最低的 P_{load_n} 值在 $P_{load_min_set}$ 的3 dB以内， $P_{load_min_set}$ 仍为3 dB），因此将再次满足所有保真度要求。

现考虑CMTS希望将剩余的两个高功率信道之一的功率提高2.5 dB。除非 $P_{load_min_set}$ 从其当前值3 dB降低至少0.5 dB，降至2.5 dB或更小，否则将忽略此功率更改命令，因为这将导致违反该信道的动态范围窗口。令CMTS将 $P_{load_min_set}$ 中的一个更改发送到1 dB，同时将剩余的两个信道之一的功率提高2.5 dB。CM将需要等待一个全局重新配置时间，以使 $P_{load_min_set}$ 和 P_{r_n} 发生双重变化，从而使信道移动至48.5 dBmV。如果所有这些更改都在CM上实施，则对于每个信道，由于每个信道只有64 QAM TDMA，因此 P_{r_n} 的最大值（动态范围窗口的顶部）为50 dBmV，并且将四个信道命令为48.5 dBmV、46 dBmV、42 dBmV和40 dBmV。如果CMTS提供一个全局重新配置时间，则可以实施这些更改。不过，如果CMTS为一个被命令的信道提供重新配置时间，但不是全局重新配置时间，则CM将无法执行该命令来提高其功率，因为更改动态范围窗口需要全局重新配置时间。注意：即使未决的功率更改不需要新的 $P_{load_min_set}$ ，由于在更改动态范围窗口的同时命令更改信道功率，因此CM不应在下一个全局重新配置时间之前实施信道功率更改。在下一个全局重新配置时间期间，CM应该等待实施这两个更改，此时，CM将仍满足所有保真度要求。注意： P_{load_n} 值现为2.5 dB、5 dB、9 dB和11 dB。

作为本示例的进一步改进，考虑40 dBmV的信道在其突发配置文件中实际上具有QPSK TDMA调制以及64 QAM。令该信道也被命令将其功率再降低2 dB，降至 $P_{r_n} = 38$ dBmV。该信道的 P_{load_n} 因此而为51 dBmV - 38 dBmV = 13 dB，正好比 $P_{load_min_set}$ 低12 dB，因此在本示例中， P_{r_n} 正好等于 $P_{low_multi_n} = 51$ dBmV - 1 dB - 12 dB = 38 dBmV。本示例中没有任何其他的更改。不过，注意：当QPSK在该信道上突发时，它以38 dBmV - 1.18 dB = 36.8 dBmV进行突发。注意：这低于该信道的功率电平 $P_{low_multi_n}$ ！相比具有四个信道的QPSK TDMA，这是负载，即55 dBmV - 36.8 dBmV = 18.2 dB，而 $P_{load_min_set}$ 为1 dB。即使该信道上的QPSK欠加载18.2 dB，且与 $P_{load_min_set}$ 相差17.2 dB，该信道的 P_{load} 仍为12 dB。相比 $P_{load_min_set}$ ，QPSK调制欠加载大于17 dB的事实无关紧要。CM必须能够以比64 QAM稍小的加载值来适应QPSK调制的传输，因为相比64 QAM突发，QPSK突发的功率仅相差1.18 dB；（根据我们在这些要求中的定义，）QPSK突发欠加载更多的事实并不意味着必须为这种调制降低保真度要求，对64 QAM和QPSK突而言，这几乎在同一绝对功率电平上。

V.4 有关 P_{r_n} 和 $P_{load_min_set}$ 中同时和连续变化的示例

当CMTS发送一个新的 $P_{load_min_set}$ 值给CM时，有可能CM不能立即实现对新值的改变，因为当CM接收到改变 $P_{load_min_set}$ 的命令时，CM可能正在一个或多个其上行流信道上进行突发。在CMTS将全局重新配置时间授予CM之前，可能会经过一段时间。类似地，如果第n个信道正在进行突发，则在CM接收到命令后，可能不会立即执行对 P_{r_n} 的改变命令。对 P_{r_n} 的改变命令可以与对 $P_{load_min_set}$ 的改变命令同时进行。在命令改变 P_{r_n} 之后，CMTS不应改变 $P_{load_min_set}$ ，直至在第n个信道上也提供足够的重新配置时间之后。在命令对 $P_{load_min_set}$ 进行先前的更改后，CMTS不应改变 $P_{load_min_set}$ ，直至也为第一个命令提供全局重新配置时间之后。此外，CMTS不应改变 P_{r_n} ：

- a) 直至发出有关 $P_{load_min_set}$ 新值的命令后，在提供全局重新配置时间之后；以及
- b) 直至完成对 P_{r_n} 的先前更改后，在第 n 个信道上提供足够的重新配置时间之后。

换句话说，CMTS是为了避免在没有足够的重新配置时间来建立第一个命令的情况下，将 P_{r_n} 和/或 $P_{load_min_set}$ 中的连续变化发送给CM。当同时命令赋予 $P_{load_min_set}$ 新值和改变 P_{r_n} 时，CM可等待在下一个全局重新配置时间改变 P_{r_n} （即与赋予 $P_{load_min_set}$ 新值同时进行），而不是在第 n 个信道的第一个足够的重新配置时间做改变；应用于新 P_{r_n} 的 $P_{load_min_set}$ 值是同时命令赋予的 $P_{load_min_set}$ 值，因此，如果对 P_{r_n} 的改变落在旧 $P_{load_min_set}$ 的动态范围窗口之外，则CM必须等待全局重新配置时间，以实施对 P_{r_n} 的更改。

在下面的示例中，将与 P_{r_n} 一起讨论 P_{load_n} ，以简化示例。

在本示例中，令 $P_{load_min_set}$ 为15 dB、 P_{load_1} 为16 dB、 P_{load_2} 为18 dB，并发出新命令将 $P_{load_min_set}$ 更改为14 dB，同时将 P_{load_1} 更改为14 dB。现假设存在机会更改信道1的功率，但直到稍后才提供全局重新配置时间。然后，CM必须认识到，不应仅仅因为没有应用新 $P_{load_min_set}$ 的机会就放弃将 P_{load_1} 从16 dB更改为14 dB。如果在更改 $P_{load_min_set}$ 之前已命令更改 P_{r_1} ，则该对 P_{r_1} 的更改命令会将 P_{r_1} 置于动态范围窗口之外，且CM应忽略此命令。不过，由于在本示例中，对 P_{r_1} 和 $P_{load_min_set}$ 的更改是同时进行的，因此当信道1上出现静默时间时，CM应绕过更改信道1上 P_{r_1} 的机会，并且CM应等待全局重新配置时间，然后对 P_{r_1} 和 $P_{load_min_set}$ 二者都进行更改。

如果 P_{r_1} 的变化仅为1/2 dB，则不会将 P_{r_1} 置于起始动态范围窗口之外，并且CM可能会在第一时机实施对 P_{r_1} 的更改，但是在这种情况下，允许CM等待并在更改 $P_{load_min_set}$ 的同一时间实施对 P_{r_1} 的更改，因为命令是同时发送到CM的。

如果 P_{r_1} 的变化仅为1/2 dB，并且在发出更改 $P_{load_min_set}$ 命令之前已命令CM做此更改，则必须在信道1上的第一重新配置时机实施对 P_{r_1} 的更改。如果未提供任何这样的时机，并命令对 $P_{load_min_set}$ 进行更改，则CM可忽略此对 $P_{load_min_set}$ 进行更改的命令，即使该命令符合现有 P_{r_1} 和未决 P_{r_1} 的要求；CMTS不应发出这样一个的命令（CMTS应在发送新的 $P_{load_min_set}$ 之前等待CM对 P_{r_1} 的更改）。注意：对于这种在 $P_{load_min_set}$ 中不正确发布的更改，建议的CM响应是在提供的信道1重新配置时间（按照要求）继续执行对 P_{r_1} 的更改，并等待全局重新配置时间和实施（尽管不合适）命令 $P_{load_min_set}$ 。在 P_{r_1} 发生变化的时机之前命令更改 $P_{load_min_set}$ 的情况下，另一种情形是 P_{r_1} 发生变化的第一个后续时机是否也是一个全局重新配置时间；允许CM借此机会实施 P_{r_1} 中的更改，但不允许更改 $P_{load_min_set}$ ，因为这是CMTS不正确发布的。不过，建议CM保留此命令的新值 $P_{load_min_set}$ ，并在下一个全局重新配置时间实施它。

改变示例，如果 $P_{\text{load_min_set}}$ 被命令从15 dB移至17 dB，而 $P_{\text{load_1}}$ 或 $P_{\text{load_2}}$ 没有变化，则该变化将被完全丢弃，因为它将 $P_{\text{r_1}}$ 置于动态范围窗口之外。如果CMTS发出这样一个命令，并且在下一个全局重新配置时间 $P_{\text{load_1}}$ 被命令从16 dB变为17 dB之前，则仍要求CM忽略 $P_{\text{load_min_set}}$ 变化，因为它在发出时违反了有关动态范围窗口的限制。

附录VI

多信道突发的杂散发射噪声功率限值示例

(本附录不构成本建议书不可分割的组成部分)

本附录提供了一些示例，用于说明当一个以上信道突发时，由上行流传输的杂散发射要求所设置的噪声功率限值的计算情况。提出杂散发射要求，以使噪声功率限值与信道发射功率有关；如果多个信道同时突发，则每个传输信道的绝对噪声限值会加在一起，以产生要求的复合噪声限值。规范中存在一些条件，这些条件与下降到某些水平以下（相对于其他信道发射功率而言）的信道发射功率有关，其中的噪声限值得以提高（放宽）。在这些情况下，如果其功率增加到刚好落在功率电平范围的下限而不是低于该范围的话，则一个或多个信道（在低于由较高功率信道确定的功率范围内进行传输）的噪声功率限值对应低功率信道的传输功率。

以TCS中的三个S-CDMA信道为例，在每个信道的发射功率分别为53 dBmV、41 dBmV和41 dBmV的情况下，当TCS中的两个或更多个信道正在传输时，绝对杂散发射要求对应每个信道的发射功率分别为53 dBmV、45 dBmV和45 dBmV时的绝对杂散发射要求。为了确定杂散发射限值，提高了41 dBmV的功率电平（只是从概念上讲，但实际上不是），最高为 $53 \text{ dBmV} - 8 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ 。如果调制率为5120 kHz，并且正在为与三个突发信道中的任何一个都不相邻的信道计算噪声限值，则该噪声限值对应每个突发信道贡献的噪声功率低于其突发的信号功率-44 dB时（或者如本示例，对低于完全满足要求之范围的信道，低于人为地提高的信号功率）的噪声限值。因此，在本示例中，对所有三个信道突发，在非相邻传输信道中，本测试的噪声限值为以下之和：

- a) $3 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 9 \text{ dBmV}$;
- b) $5 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 1 \text{ dBmV}$; 以及
- c) $5 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 1 \text{ dBmV}$ 。

转换为自然数（而不是“dB”值）并加上噪声功率，则 $9 \text{ dBmV} + 1 \text{ dBmV} + 1 \text{ dBmV} = 10.2 \text{ dBmV}$ ，用作这种情况下杂散发射要求的噪声功率测试限值。

以TCS中的四个S-CDMA信道为例，在每个信道的发射功率分别为53 dBmV、41 dBmV、41 dBmV和41 dBmV的情况下，当TCS中的两个或更多个信道正在传输时，绝对杂散发射要求对应每个信道的发射功率分别为53 dBmV、49 dBmV、45 dBmV和41 dBmV时的绝对杂散发射要求。为了确定杂散发射限值，提高了41 dBmV的功率电平（只是从概念上讲，但实际上不是），最高为 $53 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 49 \text{ dBmV}$ ；人为的为 $49 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ ；以及人为的为 $45 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 41 \text{ dBmV}$ 。如果调制率为5120 kHz，并且正在为与四个突发信道中的任何一个都不相邻的信道计算噪声限值，则该噪声限值对应每个突发信道贡献的噪声功率低于其突发的信号功率-44 dB时（或者如本示例，对低于完全满足要求之范围的信道，低于人为地提高的信号功率）的噪声限值。因此，在本示例中，对所有四个信道突发，在非相邻传输信道中，本测试的噪声限值为以下之和：

- a) $3 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 9 \text{ dBmV}$;
- b) $9 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 5 \text{ dBmV}$;
- c) $5 \text{ dBmV} - 44 \text{ dBmV} = 1 \text{ dBmV}$; 以及
- d) $1 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = -3 \text{ dBmV}$ 。

转换为自然数（而不是“dB”值）并加上噪声功率，则 $9 \text{ dBmV} + 5 \text{ dBmV} + 1 \text{ dBmV} + (-3 \text{ dBmV}) = 11.1 \text{ dBmV}$ ，用作这种情况下杂散发射要求的噪声功率测试限值。

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	有线电视网络和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	电缆和外部设备其他组件的建设、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、网际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