

电缆数据传输业务接口规范

DOCSIS

射频接口规范

SP-RFIv1.1-I06-001215

【美】有线电视实验室版权所有
田逢春 吴资玉 龚波 等译
周毅 甘育裕 审校

电缆数据传输业务接口规范 DOCSIS

射频接口规范

SP - RFIv1.1 - I06 - 001215

Data - Over - Cable Service Interface Specifications

Radio Frequency Interface Specification

SP - RFIv1.1 - I06 - 001215

© Cable Television Laboratories Copyright 1999, 2000

Translated by Chonqing University under CableLabs' License

© 有线电视实验室版权所有 1999, 2000

本书由 CableLabs 授权重庆大学翻译

重庆大学根据许可协议授权中国物资出版社出版发行

中国物资出版社

China Logistics Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

电缆数据传输业务接口规范 DOCSIS 射频接口规范/ 美国有线电视实验室
CABLAB 编; 田逢春等译. —北京: 中国物资出版社, 2001. 9

ISBN 7-5047-1756-8

I. 电… II. ①美…②田… III. ①有线电视—数据传输—接口—国际标准,
DOCSIS②有线电视—数据传输③射频—接口—规范 IV. TN943.1—65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 063016 号

本书版权登记号: 图字: 01—2001—2959

【内容简介】

电话、电视、计算机网络三网合一是目前国际上宽带接入网发展的必然趋势, 本书详细介绍了电缆数据传输的国际标准 DOCSIS(北美)及 Euro-DOCSIS(欧洲)中最主要的组成部分——射频接口的规范。包括: HFC 宽带接入时对有线电视网络的要求、通信协议层、业务质量保证、头端系统与用户端设备的交互作用及软件的升级。本书的特点是它包含了接入网系统主要部分的细节和功能规范的描述, 它不仅是从事有线电视网络数据传输的专业人员必备的工具书, 也可作为网络通信人员、高年级本科生和研究生作为学习开放式网络传输协议的一个具体实现的典型范例。

中国物资出版社出版发行

网址: <http://www.clph.com.cn>

社址: 北京市西城区月坛北街 25 号

电话: (010)68392746 邮编: 100834

全国新华书店经销

北京梨园彩印厂印刷

开本: 787×1092mm 1/16 印张: 21.5 字数: 550 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

书号: ISBN7-5047-1756-8/TP·0049

定价: 40.00 元

(图书出现印装质量问题, 本社负责调换)

The DOCSIS Specification contains the intellectual property of several companies and that any products built to conform to the DOCSIS Specifications may be subject royalty payments.

DOCSIS 规范包含有数个公司的知识产权,任何遵循 DOCSIS 规范的产品有可能需支付版权税。

注:本规范是在 Cable Television Laboratories, Inc 指导下代表业界利益的合作努力结果。无论是 CableLabs 还是其它任何成员公司都不对使用基于本规范所述性质的任何组织负责。本规范是在不加修饰的基础上提供的,它既不代表 CableLabs 也不代表其成员公司提供对特定目的的任何明确或隐含的、有关其准确度、完整性或适应性的保证。对本规范的发行仅限于达成有关协议的组织。

©有线电视实验室版权所有 1999,2000。

鸣 谢

本书由 重庆大学通信工程学院、重庆景宏高科技有限公司、
国家广播电影电视总局广播科学研究院合作翻译
由中国物资出版社出版发行

译 作 者 名 单

翻译:

田逢春	重庆大学
吴资玉	重庆大学
龚波	国家广播电影电视总局广播科学研究院
唐宇	重庆景宏高科技公司
王韬	重庆大学
谭晓衡	重庆大学
石进	重庆景宏高科技公司
黄锦波	重庆景宏高科技公司
曾喜华	重庆景宏高科技公司
甘平	重庆大学

审校:

周毅	国家广播电影电视总局科技司
甘育裕	重庆大学

译 者 的 话

近年来,随着 Internet 技术的快速发展以及用户数量的急剧增加,高速接入技术已成为通信高技术领域研究的前沿和热点。特别是美国实施国家信息基础设施(National Information Infrastructure,简称 NII,即信息高速公路)计划后,人们已不仅仅满足于传统的电信业务和少量的数据业务,而对各种新业务特别是宽带综合业务的需求不断增加。宽带化已成为现代通信网的发展方向之一。通信网主要由传输网、交换网、接入网三大部分组成,随着传输网、交换网的高速发展,传统的铜线接入网已成为通信网建设中的“瓶颈”。如何解决好这“最后一里”的通信问题,就成为了实现通信现代化的关键技术,也就成为了国际通信高新技术所关注的焦点之一。HFC 是这一问题的较为成熟、有效的解决方案之一,而且 HFC 已从实验室走向商业应用,并在许多国家得到推广。

据统计,HFC 是美国目前应用得最广的一种宽带接入方式。而在拥有超过 8000 万有线电视用户的中国,HFC 无疑有着巨大的发展空间。国家科技部已将 HFC 接入网的电缆调制解调器系统作为 2001 年度我国重点支持发展的项目之一。在 HFC 相关产品的研发和应用过程中,产品的标准化是至关重要的一步。鉴于我国目前尚未制订相关标准,我们翻译了业界遵循的 DOCSIS 规范,并希望它对我国的接入网建设有所帮助。

DOCSIS 是由美国四大有线电视机构—Time Warner、TCI、Cox 以及 Comcast 所发起的多媒体电缆网络协会(Multimedia Cable Network System,MCNS)制订的技术规范。该规范得到了 Cisco、3Com、Intel、Motorola、NEC 等诸多厂商的支持,其支持者还包括正在与译者合作的著名芯片供应商 Broadcom。1998 年 3 月,DOCSIS 规范被国际电信联盟(ITU)所采纳,从而成为 HFC 网络内进行高速数据通信的国际标准。

本书是 DOCSIS 规范的最新版本 V1.1 的最新修订版(SP-RFIv1.1-106-001215)。虽然一个标准的制订往往要经过几年、甚至几十年的不断修订、完善,DOCSIS 也不例外,但它代表了当前在该行

业中最新的且公认标准。DOCSIS 1.1 向后兼容 DOCSIS 1.0, 并在 QOS 和安全性等方面进行了加强。本书适合从事 HFC 研发和应用的工程技术人员阅读, 同时由于本书涉及的是接入网最新技术的应用, 故也可供大专院校电子、通信、计算机等专业师生作为学习现代网络通信的参考。

由于时间仓促, 加之译者水平有限, 不当或错误之处望读者批评指正。

本书是在美国 Cable Television Laboratories, Inc. 的 Simon L. Krauss 先生帮助下完成的; 本书的出版也得到了重庆景宏高科技有限公司的资助, 在此一并表示感谢!

译者

2001 年 6 月

本规范状况表

文献控制编号: SP - RFIv1.1 - I06 - 001215

引用名: 射频接口规范

修改记录: I01——第一次中间版,1999年3月11日

I02——第二次中间版,1999年7月31日

I03——第三次中间版,1999年11月5日

I04——第四次中间版,2000年4月7日

I05——第五次中间版,2000年7月14日

I06——第六次中间版,2000年12月15日

日期:2000年12月15日

状态编码: 讨论稿 草稿 中间版 发行版

发行限制: 仅 Cablelabs CL评论员 CL厂商 公众

状态编码的含义

讨论稿	一种不完善的文献,用于讨论和收集反馈意见,可能包含几种替换的考虑
草稿	一种按规范格式提交的、大部分完善的文献,它未经过业界和厂商的审阅。 草稿在审阅过程中可能有很大的修改。
中间版	经过业界和厂商广泛的审阅,适于厂商的规范设计及现场测试。
发行版	稳定的、经过审阅、测试和有效的文献,适于厂商间的互操作性。

目 录

第一章 范围和目的	(1)
1.1 范围	(1)
1.2 特殊要求	(1)
1.3 背景	(2)
1.3.1 业务目标	(2)
1.3.2 参考结构	(2)
1.3.3 接口的分类	(2)
1.3.4 关于兼容性的说明	(4)
第二章 功能假定	(5)
2.1 宽带接入网	(5)
2.2 对设备的假定	(5)
2.2.1 频率规划	(5)
2.2.2 与其它业务的兼容性	(5)
2.2.3 对其它用户的故障隔离影响	(6)
2.2.4 电缆系统的终端设备	(6)
2.3 对射频通道的假定	(6)
2.3.1 下行传输	(6)
2.3.2 上行传输	(7)
2.4 传输电平	(7)
2.5 频谱倒置	(7)
第三章 通信协议	(8)
3.1 协议栈	(8)
3.1.1 CM 和 CMTS 作为主机	(8)
3.1.2 通过 CM 和 CMTS 转发数据	(9)
3.2 MAC 转发器	(11)
3.2.1 数据链路层转发规则	(12)
3.3 网络层	(12)
3.3.1 IGMP 管理要求	(12)
3.4 网络层以上	(14)
3.5 数据链路层	(14)
3.5.1 LLC 子层	(14)
3.5.2 链路安全子层	(14)
3.5.3 MAC 子层	(14)
3.6 物理层	(15)
3.6.1 下行传输会聚子层	(15)
3.6.2 PMD 子层	(15)

第四章 物理媒体子层规范	(16)
4.1 范围	(16)
4.2 上行	(16)
4.2.1 概述	(16)
4.2.2 调制格式	(17)
4.2.3 前向纠错(FEC)编码	(19)
4.2.4 扰码器	(20)
4.2.5 前同步码	(20)
4.2.6 传输预均衡器	(21)
4.2.7 突发的特征	(21)
4.2.8 突发定时规定	(24)
4.2.9 对传输功率的要求	(25)
4.2.10 保真度要求	(25)
4.2.11 帧结构	(28)
4.2.12 信号处理要求	(30)
4.2.13 上行解调器输入功率特性	(31)
4.2.14 CM 上行输出的电特性	(31)
4.3 下行	(31)
4.3.1 下行协议	(31)
4.3.2 可变交织以支持低的等待时间	(31)
4.3.3 下行频率规划	(32)
4.3.4 CMTS 的输出电特性	(32)
4.3.5 下行输入到 CM 的电特性	(33)
4.3.6 CM 的误码率性能	(33)
4.3.7 CMTS 的时戳抖动	(34)
第五章 传输汇聚子层	(36)
5.1 简介	(36)
5.2 MPEG 数据包格式	(36)
5.3 传输 DOCSIS 数据的 MPEG 标头	(37)
5.4 用于 DOCSIS 电缆数据传输的 MPEG 净负荷	(37)
5.5 与 MAC 子层的交互作用	(38)
5.6 与物理层的相互作用	(39)
5.7 MPEG 标头的同步与恢复	(39)
第六章 媒体接入控制层规范	(40)
6.1 引言	(40)
6.1.1 概述	(40)
6.1.2 定义	(40)
6.1.3 未来使用	(41)
6.2 MAC 帧格式	(41)
6.2.1 一般 MAC 帧格式	(41)

6.2.2	基于分组的 MAC 帧	(45)
6.2.3	ATM 信元 MAC 帧	(46)
6.2.4	保留的 PDU MAC 帧	(46)
6.2.5	MAC 专用标志	(46)
6.2.6	扩展 MAC 标头	(51)
6.2.7	分段 MAC 帧	(55)
6.2.8	错误处理	(56)
6.3	MAC 管理报文	(57)
6.3.1	MAC 管理报文标头	(57)
6.3.2	时间同步(SYNC)	(59)
6.3.3	上行通道描述符(UCD)	(60)
6.3.4	上行带宽分配表(MAP)	(63)
6.3.5	测距请求(RNG - REQ)	(65)
6.3.6	测距响应(RNG - RSP)	(66)
6.3.7	注册请求(REG - REQ)	(69)
6.3.8	注册响应(REG - RSP)	(71)
6.3.9	注册应答(REG - ACK)	(74)
6.3.10	上行通道改变请求(UCC - REQ)	(75)
6.3.11	上行通道改变响应(UCC - RSP)	(76)
6.3.12	动态业务增加——请求(DSA - REQ)	(77)
6.3.13	动态业务增加——响应(DSA - RSP)	(78)
6.3.14	动态业务增加——确认(DSA - ACK)	(80)
6.3.15	动态业务改变——请求(DSC - REQ)	(81)
6.3.16	动态业务改变——响应(DSC - RSP)	(82)
6.3.17	动态业务改变——确认(DSC - ACK)	(84)
6.3.18	动态业务删除——请求(DSD - REQ)	(85)
6.3.19	动态业务删除——响应(DSD - RSP)	(86)
6.3.20	动态通道改变——请求(DCC - REQ)	(86)
6.3.21	动态通道改变——响应(DCC - RSP)	(92)
6.3.22	动态通道改变——确认(DCC - ACK)	(93)
6.3.23	设备种类鉴别请求(DCI - REQ)	(94)
6.3.24	设备种类鉴别响应(DCI - RSP)	(95)
6.3.25	禁止上行发送器(UP - DIS) 的 MAC 管理报文	(95)
第七章	媒体接入控制(MAC)协议实现	(97)
7.1	上行带宽分配	(97)
7.1.1	分配 MAP MAC 管理信息	(97)
7.1.2	信息单元(IE)	(98)
7.1.3	请求	(99)
7.1.4	信息单元特征用法总结	(100)
7.1.5	MAP 传输和定时	(100)

7.1.6 协议举例	(101)
7.2 对多个通道的支持	(102)
7.3 定时与同步	(102)
7.3.1 全局定时基准	(103)
7.3.2 CM 通道获取	(103)
7.3.3 测距	(103)
7.3.4 定时单元和相互关系	(104)
7.4 上行传输和竞争解决	(104)
7.4.1 竞争解决概述	(105)
7.4.2 传输机会	(105)
7.4.3 CM 带宽应用	(106)
7.5 数据链路加密支持	(106)
7.5.1 MAC 信息	(106)
7.5.2 帧	(107)
第八章 业务质量保证及分段	(108)
8.1 工作原理	(108)
8.1.1 基本概念	(109)
8.1.2 对象模型	(112)
8.1.3 业务类	(113)
8.1.4 授权	(114)
8.1.5 业务流类型	(115)
8.1.6 业务流和分类器	(116)
8.1.7 一般操作	(118)
8.2 上行业务流的调度业务	(121)
8.2.1 主动授权业务	(121)
8.2.2 实时查询业务	(122)
8.2.3 带活动性检测的非授权业务	(123)
8.2.4 非实时查询业务	(124)
8.2.5 最大努力业务	(124)
8.2.6 其它业务	(124)
8.2.7 上行业务调度的参数可用性	(124)
8.2.8 CM 的传输特性	(125)
8.3 分段	(125)
8.3.1 CM 对分段的支持	(125)
8.3.2 CMTS 对分段的支持	(127)
8.4 净负荷头的抑制	(131)
8.4.1 概述	(131)
8.4.2 应用举例	(132)
8.4.3 操作	(132)
8.4.4 信令	(134)

8.4.5 净负荷标头抑制举例	(135)
第九章 CM 与 CMTS 的交互作用	(137)
9.1 CMTS 初始化	(137)
9.2 CM 初始化	(137)
9.2.1 扫描和同步下行	(138)
9.2.2 获取上行参数	(139)
9.2.3 上行参数的获取和扫描期间的报文流	(140)
9.2.4 测距和自动调整	(141)
9.2.5 设备类型标识	(143)
9.2.6 建立 IP 连接	(143)
9.2.7 建立日期时间	(144)
9.2.8 传输操作参数	(144)
9.2.9 注册	(145)
9.2.10 基线保密初始化	(148)
9.2.11 CM 初始化期间的业务 ID	(149)
9.2.12 多通道支持	(149)
9.3 标准操作	(149)
9.3.1 周期性信号电平调节	(149)
9.3.2 改变上行突发参数	(151)
9.3.3 改变上行通道	(151)
9.4 动态业务	(152)
9.4.1 动态业务状态跃迁	(154)
9.4.2 动态业务添加	(159)
9.4.3 动态服务改变	(165)
9.4.4 动态业务删除	(172)
9.4.5 动态改变下行和/或上行通道	(176)
9.5 错误检测和恢复	(184)
9.5.1 防止未授权发送	(184)
第十章 未来电缆调制解调器的新性能	(185)
10.1 Cable Modem 操作软件下载	(185)
附录 A 知名地址	(186)
A.1 MAC 地址	(186)
A.2 MAC 业务标识符	(186)
A.2.1 全部 CM 和非 CM 业务标识符	(186)
A.2.2 知名“组播”业务标识符	(186)
A.2.3 优先级请求业务标识符	(187)
A.3 MPEG 数据包标识符	(187)
附录 B 参数与常量	(188)
附录 C 公用射频接口编码	(191)
C.1 配置与 MAC 层报文编码	(191)

C. 1. 1	配置文件和注册设置	(191)
C. 1. 2	专用配置文件设置	(197)
C. 1. 3	注册请求/响应专用编码	(200)
C. 1. 4	动态业务报文专用编码	(203)
C. 2	与服务质量(QoS)相关的编码	(204)
C. 2. 1	信息包分类编码	(204)
C. 2. 2	业务流编码	(211)
C. 3	其它接口编码	(227)
C. 3. 1	电话设置选项	(227)
C. 3. 2	基线加密配置设定值选项	(227)
C. 4	确认代码	(227)
C. 4. 1	动态信道变化的确认代码	(230)
C. 4. 2	对主要错误的确认代码	(230)
附录 D	CM 配置接口规范	(232)
D. 1	CM 的 IP 寻址	(232)
D. 1. 1	CM 使用的 DHCP 字段	(232)
D. 2	CM 的配置	(233)
D. 2. 1	CM 的二进制配置文件格式	(233)
D. 2. 2	配置文件设定值	(234)
D. 2. 3	配置文件的创建	(235)
D. 3	配置检验	(236)
D. 3. 1	CMTS MIC 的计算	(236)
附录 E	MAC 业务定义	(238)
E. 1	MAC 业务概述	(238)
E. 1. 1	MAC 业务参数	(239)
E. 2	MAC 数据业务接口	(239)
E. 2. 1	MAC_DATA.request	(239)
E. 2. 2	MAC_DATA.indicate	(241)
E. 2. 3	MAC_GRANT_SYNCHRONIZE.indicate	(241)
E. 2. 4	MAC_CMTS_MASTER_CLOCK_SYNCHRONIZE.indicate	(241)
E. 3	MAC 控制业务接口	(241)
E. 3. 1	MAC_REGISTRATION_RESPONSE.indicate	(242)
E. 3. 2	MAC_CREATE_SERVICE_FLOW.request	(242)
E. 3. 3	MAC_CREATE_SERVICE_FLOW.response	(242)
E. 3. 4	MAC_CREATE_SERVICE_FLOW.indicate	(242)
E. 3. 5	MAC_DELETE_SERVICE_FLOW.request	(243)
E. 3. 6	MAC_DELETE_SERVICE_FLOW.response	(243)
E. 3. 7	MAC_DELETE_SERVICE_FLOW.indicate	(243)
E. 3. 8	MAC_CHANGE_SERVICE_FLOW.request	(243)
E. 3. 9	MAC_CHANGE_SERVICE_FLOW.response	(243)

M. 1.4	抖动	(273)
M. 1.5	同步发布	(274)
M. 2	带活动检测的主动授权业务(UGS-AD)	(274)
M. 2.1	介绍	(274)
M. 2.2	MAC 层配置参数	(275)
M. 2.3	操作	(275)
M. 2.4	举例	(276)
M. 2.5	会话开始授权突发	(276)
M. 2.6	接纳考虑	(277)
附录 N	欧洲规范的不同规定	(278)
N. 1	范围和目的	(278)
N. 2	功能假定	(278)
N. 2.1	宽带接入网	(278)
N. 2.2	装置设定	(278)
N. 2.3	射频信道设定	(279)
N. 2.4	传输电平	(281)
N. 2.5	频率转换	(281)
N. 3	通信协议	(281)
N. 4	物理媒质相关子层(PMD)规范	(281)
N. 4.1	范围	(281)
N. 4.2	上行	(281)
N. 4.3	下行	(297)
N. 5	下行传输汇聚子层	(300)
N. 5.1	概述	(300)
N. 5.2	MEPG 数据包格式	(300)
N. 5.3	在电缆上传送数据欧洲 DOCSIS 的 MPEG 头	(301)
N. 5.4	在电缆上传送数据欧洲 DOCSIS 的 MPEG 净负荷	(301)
N. 5.5	与 MAC 子层交互	(301)
N. 5.6	与物理层交互	(302)
N. 5.7	MPEG 头同步的恢复	(303)
附录 O	参考文献	(304)
附录 P	术语表	(308)
附录 Q	致谢	(320)
附录 R	修订版本	(321)
R. 1	包含在 SP-RFIV1.1-I02-990731 中的 ECN	(321)
R. 2	包含在 SP-RFIV1.1-I03-991105 中的 ECN	(321)
R. 3	包含在 SP-RFIV1.1-I04-000407 中的 ECN	(322)
R. 4	包含在 SP-RFIV1.1-I05-000714 中的 ECN	(322)
R. 5	包含在 SP-RFIV1.1-I06-001215 中的 ECN	(323)

E. 3.10 MAC_CHANGE_SERVICE_FLOW.indicate	(244)
E. 4 MAC 业务用法概要	(244)
E. 4.1 从上层业务到 MAC 数据业务 PDU 的传输	(244)
E. 4.2 接收从 MAC 数据业务到上层业务的 PDU	(244)
E. 4.3 MAC 控制和 MAC 数据业务的取样顺序	(244)
附录 F 前同步序列实例	(246)
F.1 引言	(246)
F.2 前同步码序列举例	(246)
附录 G DOCSIS 1.0 版本/1.1 版本的互操作性	(247)
G.1 引言	(247)
G.2 一般的互操作性	(247)
G.2.1 预置	(247)
G.2.2 注册	(247)
G.2.3 动态业务的建立	(248)
G.2.4 分段	(248)
G.2.5 组播	(248)
G.2.6 上行频道的改变	(249)
G.3 混合设备	(249)
G.4 互操作性与性能	(250)
附录 H 多个上行通道	(251)
H.1 每个电缆段只有单个下行和单个上行	(251)
H.2 每个电缆段多个下行和多个上行	(253)
H.2.1 拓扑结构	(253)
H.2.2 正常工作	(254)
H.2.3 初始维护	(254)
H.2.4 动态通道切换	(254)
附录 I 电缆数据传输生成树协议	(256)
I.1 背景	(256)
I.2 公共生成树	(256)
I.3 公共生成树详细情况介绍	(257)
I.4 生成树参数和缺省值	(258)
附录 J 错误代码和错误报文	(259)
附录 K DOCSIS 发送和竞争解决	(266)
K.1 简介	(266)
附录 L IGMP 举例	(271)
附录 M 主动授权业务	(273)
M.1 主动的授权业务(UGS)	(273)
M.1.1 介绍	(273)
M.1.2 配置参数	(273)
M.1.3 操作	(273)