

# 了解 DOCSIS 环境中的数据吞吐量

## 目录

[简介](#)

[先决条件](#)

[要求](#)

[使用的组件](#)

[规则](#)

[背景信息](#)

[比特、字节和波特](#)

[什么是吞吐量？](#)

[吞吐量计算](#)

[限制因素](#)

[下行性能-地图](#)

[上行性能- DOCSIS延时](#)

[TCP 还是 UDP？](#)

[窗口的TCP/IP协议栈](#)

[提高性能的因素](#)

[吞吐量确定](#)

[增加接入速率](#)

[信道宽度和调制](#)

[交织作用](#)

[动态预先映射](#)

[串联和分段效果](#)

[单个调制解调器速度](#)

[DOCSIS 2.0好处](#)

[其它因素](#)

[正在验证吞吐量](#)

[摘要](#)

[结论](#)

[相关信息](#)

## 简介

在您尝试测量有线网络的性能前，有您应该考虑到的一些限制因素。要设计和部署完全可用和可靠的网络，您必须设立对基本原理和有线网络性能测量参数的了解。本文提交其中一些限制因素然后讨论如何实际上优化和合格吞吐量和可用性在您的部署的系统。

## 先决条件

## 要求

本文档的读者应掌握以下这些主题的相关知识：

- 有线数据业务接口规范(DOCSIS)
- 无线电频率(RF)技术
- Cisco IOS软件命令行界面(CLI)

## 使用的组件

本文档不限于特定的软件或硬件版本。

本文档中的信息都是基于特定实验室环境中的设备编写的。本文档中使用的所有设备最初均采用原始（默认）配置。如果您使用的是真实网络，请确保您已经了解所有命令的潜在影响。

## 规则

有关文档规则的详细信息，请参阅 [Cisco 技术提示规则](#)。

## 背景信息

### 比特、字节和波特

此部分说明在位、字节和波特之间的区别。词位是**二进制数字**的合同，并且由小写b.通常象征。二进制数字指示两电子状态：或"off"状态，有时指“1”或“0s "on"状态”。

字节由大写B象征，并且它通常是8字节长。字节可能是超过8个位，因此一个8位词精密地呼叫八位位组。并且，有在字节的两半字节。单位元组定义作为4位词，是字节的半。

比特率或者吞吐量，在比特/秒(位/秒)被测量，并且关联与一个信号的速度通过一给的介质。例如，此信号可能是基带数字信号或，或许，调节代表数字信号的一个调整的模拟信号。

调整的模拟信号的一种类型是正交移相键控(QPSK)。如[图1所显示](#)，这是由90度操作信号相位创建四个不同的签名的调制技术。这些签名呼叫符号，并且他们的速率指波特。波特等同于对符号每秒。

#### 图1 – QPSK图表

QPSK信号有四个不同的符号;四是相等的到 $2^2$ 。幂给位理论上的数量每个可以代表，在这种情况下等于2的周期(符号)。四个符号代表二进制数00，01，10和11。所以，如果符号码率2.56 Msymbols/s用于传输QPSK载波，然后它将指2.56 Mbaud，并且理论上的比特率是 $2.56 \text{ Msymbols/s} \times 2 \text{ 位/符号} = 5.12 \text{ Mbps}$ 。这进一步是解释的以后在本文。

您也许也熟悉期限*Packets Per Second (PPS)*。这是方式合格根据数据包的设备的吞吐量，不管该数据包是否包含64字节或1518字节以太网帧。有时“瓶颈”网络是CPU的电源处理一定数量的PPS并且不一定是总位/秒。

### 什么是吞吐量？

数据吞吐量开始与**理论上最大数量**的计算吞吐量，然后以**有效吞吐量**推断。对服务的用户的有效吞

吐量联机永远比理论上最大数量将是较少，并且是什么您应该设法计算。

吞吐量根据许多要素：

- 用户总数
- 瓶颈速度
- 访问的服务类型
- 缓存和代理服务器使用情况
- MAC层效率
- 噪声和错误在电缆装置
- 许多其他要素

本文目标是解释如何优化吞吐量和可用性在DOCSIS环境和解释影响性能的内在的协议限制。如果要测试或排除故障性能问题，参考[在电缆调制解调器网络的故障排除性能低下](#)。在推荐的用户最大的指南上行(美国)或下行(DS)端口的，参考[什么是最大用户数每个CMTS ?](#)。

传统有线网络依靠? —或载波侦听多路访问冲突检测(CSMA/CD) —作为MAC协议。今天DOCSIS调制解调器依靠调制解调器请求时候传送的预约方案，并且CMTS授权根据可用性的时间间隙。电缆调制解调器分配被映射对业务类别(CoS)或服务质量(QoS)参数的服务ID (SID)。

在突变性，时分复用访问(TDMA)网络，您必须限制能同时传送的编号总电缆调制解调器(CMs)，如果要保证一定数量的接入速率对所有请求的用户。同步用户总数根据泊松分布，是统计概率算法。

流量工程，作为用于基于电话的网络的统计信息，表示大约10百分比峰值使用。此计算是超出本文的范围之外。数据流，另一方面，跟语音流量不同;并且它将更改，当用户变为精明更多的计算机或，当VoIP和随选视讯(VoD)服务是更加可用的。为了简化，假设那些用户的50百分比高峰用户×20百分比同时实际上下载。这也将等于10百分比峰值使用。

所有同步用户为美国和DS访问角逐。许多调制解调器可以是活跃的为最初的轮询，但是仅一个调制解调器可以是活跃的在美国所有给的即时及时。因为仅一个调制解调器每次添加其噪声补充到这样做的主要目，这是好根据噪声贡献。

一个固有的限制用当前标准是若干吞吐量为维护和供应是必要的，当许多调制解调器附加到单个有线调制解调器终端系统时(CMTS)。这从活动客户的实际有效负载被拿走。这叫作*Keepalive*轮询，一次通常发生DOCSIS的每20秒，但是可能经常发生。并且，每调制解调器美国速度可以由授予机制限制，如解释的以后在这中文档。

**注意：** 切记对文件大小的参考在字节由8个位制成。因此，128 Kbps等于16 Kbps。同样，1 MB是实际上相等的对1,048,576个字节，没有1百万个字节，因为二进制数总是产生是电源2.的编号。5 MB文件比期望实际上是 $5 \times 8 \times 1,048,576 = 41.94$  Mb，并且可能是长下载。

## [吞吐量计算](#)

假设，有一个DS的CMTS卡，并且六个美国端口是在使用中的。这一个DS端口拆分提供大约12节点。半此网络在[表2.显示。](#)

### 图2 –网络布局

- 每个节点× 80百分比电缆得到比率× 20百分比调制解调器得到比率500个主页=每个节点80调制解调器
- 每个节点12节点× 80调制解调器=每个DS端口960调制解调器

**注意：** 许多多个服务运营商(MSO)当前定量他们的系统作为Households Passed (HHP)每个节点。这是唯一的常数在今天体系结构方面，您也许有采购仅高速数据(HSD)服务或电话的直播卫星

(DBS)用户，不用视频服务。

**注意：**从每一个的美国信号那些节点在2:1比率很可能将被结合，以便两节点提供一个美国端口。

- 6美国端口 × 2节点每美国 = 12节点
- 每节点 × 2节点的80调制解调器每美国 = 每个美国端口160调制解调器。

## 下行

DS符号码率 = 5.057 Msymbols/s或Mbaud。过滤器截止(阿尔法)大约18百分比给  $5.057 \times (1 + 0.18)$  如图3.所显示， = ~6兆赫宽“干草堆”。

### 图3 –数字“干草堆”

如果使用64-QAM，则  $64 = 2^6$  对第6个电源( $2^6$ )。幂6含义每个符号6个位64-QAM的;这给  $5.057 \times 6 = 30.3$  Mbps。在整个转发错误(FEC)和Motion Picture Experts Group (MPEG)开销以后计算，此关于28 Mbps的分支有效负载的。因为也共享与DOCSIS发信号，进一步减少此有效负载。

**注意：**ITU-J.83附录B指示与128/122代码的Reed-Solomon FEC，含义开销6个符号每128个符号的，因此  $6/128 = 4.7$  百分比。格子编码是每15个字节的1个字节，64-QAM的和每20个字节的1个字节，256-QAM的。这分别为6.7百分比和5百分比。MPEG-2由有4个开销字节的(有时5个字节) 188-byte数据包制成，给  $4.5/188 = 2.4$  百分比。这就是为什么您为256-QAM将看到作为38 Mbps列出的作为27 Mbps，为64-QAM和速度。切记以太网数据包也有18个开销字节，是否1500字节数据包或46字节数据包。也有顶上6字节的DOCSIS的开销和的IP，可能约为总共1.1到2.8百分比额外的开销，并且可能添加开销另一可能的2百分比DOCSIS MAP流量的。64-QAM的实际测试的速度是离26 Mbps较近。

在不太可能的情况全部960调制解调器下载数据在同一时间，他们中的每一只将获得大约28 Kbps。如果查看一个更加可实现的方案并且假设10百分比峰值使用，在忙时，您获得理论上的吞吐量280 Kbps作为最坏局面。如果仅一客户联机，客户理论上会获得26 Mbps;但是必须为TCP传送的美国确认限制DS吞吐量和和其他瓶颈变得明显(例如PC或网络接口卡[NIC])。实际上，有线运营公司速率限制这将向下对1 Mbps或2 Mbps，至于不创建不会是可达成的可用的吞吐量的征收，当更多用户报名参加。

## 上行

QPSK的DOCSIS美国调制在2个位/符号的给关于2.56 Mbps。这从符号码率  $1.28 \text{ Msymbols/s} \times 2$  位计算/符号。过滤器阿尔法是25百分比，给带宽(BW)  $1.28 \times (1 + 0.25) = 1.6$  兆赫。如果使用，减去大约FEC的8百分比。也有大约开销的5到10百分比维护、保留时间间隙争用的和确认的(“ack”)。因此，有关于2.2 Mbps，在每个美国端口160潜在客户中共享。

**注意：**DOCSIS层顶上的 = 6个字节每个对1518字节以太网帧的64字节(可能是1522个字节，如果使用VLAN标记)。这也取决于最大突发大小，并且是否使用串联或分段。

- US FEC可变：~128/1518或~12/64 = ~8或者~18百分比。大约10百分比使用维护、保留时间间隙争用的和ack。
- BPI安全或延长的报头 = 0个到240个字节(通常3到7)。
- 前导 = 9个到20个字节。
- 时间保护  $\geq 5$  符号 = ~2个字节。

假设10百分比峰值使用，这给  $2.2 \text{ Mbps} / (160 \times 0.1) = 137.5$  Kbps作为最坏的有效负载每个用户。对于典型的住宅数据使用情况(例如，Web浏览)您很可能不需要同样多美国吞吐量象DS。此速度也许是满足的为住宅使用情况，但是为商业服务部署不是满足的。

## 限制因素

有影响“实时”数据吞吐量的过多限制因素。这些范围自授予周期到DS插入。了解限制在期望和优化将帮助。

### 下行性能-地图

MAP发送的消息发射对调制解调器的降低DS吞吐量。时间MAP在DS发送，允许调制解调器请求美国发射的时刻。如果MAP发送每2毫秒，加起来到 $1/0.002s = 500 \text{ MAPs/s}$ 。如果MAP占去64个字节，该等于每字节 $\times 500 \text{ MAPs/s}$  64个字节 $\times 8 \text{ 位} = 256 \text{ Kbps}$ 。如果有六个美国端口和一个DS端口单个刀片的在CMTS机箱，这是 $6 \times 256000 \text{ 位/秒} = \text{DS吞吐量} \sim 1.5 \text{ Mbps}$ 用于支持所有调制解调器的MAP消息。这假设，MAP是64个字节，并且它实际上实际上发送每2女士，MAP大小可能是轻微大，根据调制机制和相当数量使用的美国带宽。这能容易地是顶上3到10的百分比。进一步，有在DS信道传送的其他系统维护消息。这些也增加在头顶上;然而，效果是典型地微不足道的。MAP消息能给中央处理器(CPU)添负担，在DS吞吐量性能，因为CPU需要记录所有地图。

当您在同样美国放置所有TDMA和标准的码分多址(S-CDMA)时信道，CMTS必须发送“双地图”每个物理端口的。因此，DS MAP带宽消耗被加倍。这是DOCSIS 2.0规格的一部分，并且为互通性要求。此外，美国信道描述符和其他美国控制消息也被加倍。

### 上行性能- DOCSIS延时

在美国路径中，在CMTS和CM之间的授予周期能根据往返时间(RTT)只利用其他MAP，MAP的长度和至多预先映射时间。是受DS插入的影响的和事实的这归结于RTT DOCSIS在指定时候只允许调制解调器有单个request outstanding，以及“请求问候延迟”关联与它。此延迟归因于CMs和CMTS之间的通信，根据协议的。简而言之，CMs必须首先请求从CMTS的权限发送数据。CMTS必须服务这些请求，检查MAP调度器的可用性和为下个单播传输机会排队它。此反复通信，由DOCSIS协议要求，导致这样延迟。因为在从其最后请求的DS等待格兰特回来调制解调器也许未命中其他MAP。

MAP间隔2毫秒导致500张地图每秒 $/2 = \sim 250 \text{ MAP机会每秒}$ ，因而250个PPS。因为，在“实时”工厂中，在请求和格兰特之间的RTT比2毫秒，长500张地图除2。它可能是超过4毫秒，将是其他MAP机会。如果典型的数据包由1518字节以太网帧制成被发送在250个PPS，那将等于关于3 Mbps，因为有字节的8个位。因此这是美国吞吐量的一实际限制单个调制解调器的。如果有大约250个PPS限制，数据包若是小(64个字节)？那只是128 Kbps。这是串联帮助的地方;请参阅本文的[串联和分段效果](#)部分。

根据用于美国信道和调制机制的符号码率，它可能接收5毫秒发送1518字节数据包。如果它接收5毫秒发送数据包美国到CMTS，CM未命中大约在DS的三个MAP机会。现在PPS只是165余。如果减小MAP时间，可能有更多MAP消息牺牲顶上更多的DS。更多MAP消息将给予美国发射的更多机会，但是在一个实时光纤同轴混合工厂中，您无论如何未命中更多那些机会。

幸运地，DOCSIS 1.1添加非请求的授权服务(UGS)，允许语音流量避免此授予周期。反而，安排语音数据包直到呼叫末端的每10或20毫秒。

**注意：**当CM传送数据美国一大块(例如，20 MB文件)时，将搭载在数据包的带宽请求而不是使用分离请求，但是调制解调器必须仍然执行授予周期。Piggybacking允许请求用在专用的时间间隙的数据传送，而不是在冲突的时隙，排除冲突和损坏的请求。

### TCP 还是 UDP ?

经常被忽略的点，当某人测试对于吞吐量性能时是在使用中的实际协议。是它一个面向连接的协议

，类似TCP或者无连接，类似用户数据报协议(UDP)。UDP不考虑已接收质量的发送信息。这经常指"最佳效果"交付。如果一些位接收错误，您设法应付并且搬到下个位。TFTP是此尽力协议另一示例。这是实时音频或视频流的一份典型的协议。TCP，另一方面，要求确认证明，发送的数据包正确地接收。FTP是此的示例。如果网络很好维护，协议也许是足够动态连续发送更多数据包，在确认是请求的前。这指“增加窗口大小”，是一个标准的部分传输控制协议。

**注意：**注释的一件事关于TFTP是，即使使用较少开销，因为使用UDP，通常使用一步ack方法，为吞吐量是可怕的。这意味着不会有超过一个未清数据包。因此，它不会是真的吞吐量的一好测验。

此处点是以更多确认的形式，DS流量将生成美国流量。并且，如果美国的短暂中断导致TCP确认的丢弃，然后TCP流将减速。这不会发生与UDP。如果美国路径被切断，CM在大约30秒之后最终失效Keepalive轮询，并且将开始再扫描DS。TCP和UDP将生存短暂中断，因为TCP信息包将被队列或丢失的和DS UDP流量将维护。

美国吞吐量能限制DS吞吐量。例如，如果DS流量移动通过同轴或在卫星和美国流量游遍电话线，然后28.8 Kbps美国吞吐量比1.5 Mbps能对较少限制DS吞吐量，即使也许已经通告作为10 Mbps最大数量。这是因为低速链路添加延迟到确认美国流，然后造成TCP减速DS流。要帮助缓和此瓶颈问题，Telco返回利用点对点协议(PPP)并且使确认变小。

在DS的MAP生成影响在美国的授予周期。当TCP数据流被处理时，确认必须也通过授予周期。如果确认在美国，没有被连接DS可以严重地被阻碍。例如，“游戏玩家”也许发送在DS的流量在512-byte数据包。如果美国对234个PPS被限制，并且DS是每确认2数据包，那将等于 $512 \times 8 \times 2 \times 234 = 1.9 \text{ Mbps}$ 。

## 窗口的TCP/IP协议栈

典型的窗口速率是2.1对3 Mbps下载。UNIX或Linux设备经常执行更加好，因为他们有一改善的TCP/IP协议栈，并且不需要发送接收的其他DS数据包的一ack。如果性能限制是在Windows TCP/IP驱动程序里面，您能验证。在有限的ack性能期间，通常此驱动程序很差运行。您能使用从互联网的协议分析程序。这是设计显示您的互联网连接参数，直接地从TCP信息包解压缩您发送到服务器的程序。协议分析程序工作作为一专门化Web服务器。它，然而，不服务不同的网页;相反，它回答与同一个页的所有请求。修改值根据您请求的客户端TCP设置。它然后对执行实际分析并且显示结果的CGI程序的传递控制权。协议分析程序可帮助您检查下载的数据包是长1518个的字节(DOCSIS最大传输单元(MTU) [MTU])和检查美国确认在160个到175个PPS附近运行。如果数据包在这些速率之下，请更新您的Windows驱动器并且调节您的UNIX或Windows NT主机。

您能更改在注册表的设置，调节您的Windows主机。首先，您能增加您的MTU。数据包大小，指MTU，是在网络的一物理帧可以转接数据的最大的数额。对于以太网，MTU是1518个字节;对于PPPoE，它是1492;并且对于拨号连接，它经常是576。差异来自事实，当使用时更加大的数据包，然后开销更加小，您有较少路由决策，并且处理的客户端有较少协议和设备中断。

每个传输部件包括报头和实际数据。实际数据指最大分段尺寸(MSS)，定义了TCP数据最大的分段可以传送。本质上， $MTU = MSS + \text{TCP/IP报头}$ 。所以，您也许要调节您的MSS到1380，反射在每个数据包的最大有用的数据。并且，您能优化您的默认接收窗口(RWIN)，在您调节您的当前MTU和MSS设置后：协议分析程序将建议最好的值。协议分析程序可也帮助您保证这些设置：

- MTU发现([RFC1191](#)) =
- 选择性应答([RFC2018](#)) =
- 时间戳([RFC1323](#)) = OFF
- TTL (生存时间) =好

从不同的网络设置的另外网络协议好处在Windows注册表。电缆调制解调器的最佳的TCP设置跟在

Windows的默认设置似乎不同。所以，每个操作系统有关于如何的特定信息优化注册。例如，Windows 98及以后版本有一些改进在TCP/IP协议栈。这些新发展包括：

- 大窗口支持，正如[RFC1323所描述](#)
- Selective Acknowledgments (SACK)支持
- 快速重新传输和法塞特恢复支持

为Windows 95的WinSock 2更新支持TCP大windows，并且时间戳，含义您可能使用Windows 98建议是否更新原始Windows套接字对版本2。Windows NT是有些不同的与在如何的Windows 9x处理TCP/IP。请切记，如果应用Windows NT调整，您将看到较少性能增加比在Windows 9x，因为NT网络的是更加好优化。

然而，更改Windows注册表要求与Windows自定义的若干熟练程度。如果不感到满意对编辑注册，则您将需要下载从互联网的一“立即可用的”补丁程序，能自动地设置在注册的最佳值。要编辑注册，您必须使用一台编辑器，例如Regedit (请选择**Start > Run**并且键入在Open字段的**Regedit**)。

## [提高性能的因素](#)

### [吞吐量确定](#)

有能影响数据吞吐量的许多要素：

- 用户总数
- 瓶颈速度
- 服务类型访问的
- 缓存服务器使用情况
- MAC层效率
- 噪声和错误在电缆装置
- 许多其他要素，例如限制在Windows TCP/IP驱动程序里面

越多用户共享“管道”，越多服务减速。进一步，瓶颈也许是您访问的网站，没有您的网络。当您考虑到在使用中时的服务，正常电子邮件和Web网络冲浪是非常效率低的，只要时间是。如果使用视频流，许多时间间隔为此种服务是需要的。

您能使用代理服务器缓存一些频繁地下载的站点到在您的局域网的计算机，帮助缓和在整个互联网的流量。

当“预约和授予”是DOCSIS调制解调器的时首选的方案，有在每调制解调器速度的限制。此方案比为轮询或纯CSMA/CD是住宅使用情况的更有效的。

### [增加接入速率](#)

许多系统减小主页每个从1000的节点比率到500到250对被动光纤网络(PON)或光纤到户(FTTH)。PON，如果正确地设计，能通过每个节点60个人没有激活附加。FTTH在一些地区测试，但是多数用户的仍然是非常开销的禁止的。如果减小主页每个节点，但是仍然结合在头端的接收方可能实际上是更坏的。两个光纤接收方比一个坏，但是少量主页每个光纤，不太可能您将体验从入口的LASER剪报。

最明显的分段技术是添加更多光纤设备。一些更新的设计减小主页数量每个节点下来对50个到150个HHP。这没有用减小主页每个节点，如果在数据转发器(HE)无论如何再结合他们。如果500个主页两光链路每个节点在HE被组合并且共享同一个CMTS美国端口，这可能实际地坏比，如果使用了1000个主页一光链路每个节点。

许多次，光链路是限制的噪声投稿人，与集中上一步的许多激活。您必须分割服务，主页不仅数量每个节点。将开销更多金钱减小主页数量每CMTS端口或服务，但是特别是将缓和该瓶颈。关于少量主页的好事每个节点是有较少噪声，并且入口，能导致LASER剪辑，并且分段到少量美国后的端口是更加容易的。

DOCSIS在美国路径指定DS和美国的两个调制机制和五个不同的带宽使用。不同的符号码率是用不同的调制机制的0.16， 0.32， 0.64， 1.28和2.56 Msymbols/s，例如QPSK或16-QAM。这允许灵活性选择吞吐量要求与为回归系统是需要的在使用中的稳健性。DOCSIS 2.0添加了更加灵活性，将被扩展的以后在本文。

也有跳频的可能性，允许“非Communicator”换成(跳)一个不同的频率。此处妥协是必须分配更多带宽冗余，并且，有希望地，“另一个”频率是干净的，在跳做前。一些制造商设置他们的调制解调器“查找，在您飞跃前”。

因为技术变得更加先进，办法将找到效率更高压缩或发送与一份更加先进的协议的信息是更加稳健的或是密集较少的带宽。这能需要使用DOCSIS 1.1 QoS供应、有效载荷报头抑制(PHS)或者DOCSIS 2.0功能。

总是有稳健性和吞吐量之间的公平交易关系。您离开网络的速度与使用的带宽，资源指定，干扰的稳健性或者开销通常涉及。

## [信道宽度和调制](#)

看来美国吞吐量对在3 Mbps附近被限制，由于以前解释的DOCSIS延时。也看来不重要，如果增加美国带宽对3.2兆赫或调制对16-QAM，将给理论上的吞吐量10.24 Mbps。信道BW和调制的增加不极大增加每调制解调器转发速率，但是在信道准许更多调制解调器传送。切记美国是时间间隙由CMTS授权的一基于TDMA的，开槽的争用介质。更多信道BW含义更多美国位/秒，含义可以支持更多调制解调器。所以，如果增加美国通道带宽，它要紧。并且，请收回1518字节数据包只占去1.2毫秒在美国的电线时间并且帮助RTT延迟。

您能也更改DS调制到256-QAM，由40百分比增加在DS的总吞吐量并且减小美国性能的交错存取延迟。然而，记住您临时地将断开在系统的所有调制解调器，当您做此变动时。

**警告：** 特别警告，在您更改DS调制前，应该使用。您应该做一详尽的分析DS光谱，验证您的系统是否可以支持256-QAM信号。失败能严重降低您的有线网络性能。

**警告：** 发出[电缆下行调制{64qam|256qam}](#)命令更改DS调制到256-QAM：

```
VXR(config)# interface cable 3/0 VXR(config-if)# cable downstream modulation 256qam
```

关于美国调制配置文件和返回路径优化的更多信息，参考[如何增加返回路径可用性和吞吐量](#)。并且参考[配置在思科的CMTS的电缆调制配置文件](#)。uw16的崔凡吉莱uw8肖特和长间隔用量代码的(IUC)，在默认混合配置文件。

**警告：** 特别警告，在您增加信道宽度或更改美国调制前，应该使用。您应该做一详尽的分析美国光谱用光谱分析程序，查找有支持足够的载波噪声比的一个宽足够的波段(CNR) 16-QAM。失败可能严重降低您的有线网络性能或导致总计美国中断。

**警告：** 发出[cable upstream channel-width命令](#)增加美国信道宽度：

```
VXR(config-if)# cable upstream 0 channel-width 3200000
```

参考[高级频谱管理](#)。



## 交织作用

电子突发噪声从放大器电源和从启动DS路径的工具能的块导致错误。这比从热量噪声延长的错误能引起更坏的问题由于吞吐量质量。为最小化突发错误影响，使用叫作交叉的技术，随着时间的推移传播数据。由于在传输末端的符号在接收末端然后被交互混合重新了召集，错误分开将出现扩展。FEC是非常有效分开传播的错误。当您使用交叉时，干扰长脉冲造成的错误可能被FEC仍然相对更正。由于多数错误在突发流量出现，这是有效的方法改进错误率。

**注意：** 如果增加FEC交错存取值，则您添加延迟到网络。

DOCSIS指定五个不同的级别交叉(EuroDOCSIS只有一)。128:1是交叉数额上限，并且8:16是最低。128:1表明128个代码字由128个符号中的每一个做成在一1将被交互混合1个基本类型的。8:16表明16个符号每个代码字连续保持和交互混合与从其他7个代码字的16个符号。

下行Interleaver的迪莱可能的值以微秒是如下，(μs或uSecs)：

我(不Taps)	J (增量)	64-QAM	256-QAM
8	16	220	150
16	8	480	330
32	4	980	680
64	2	2000年	1400
128	1	4000	2800

交叉不添加附加位类似FEC;但是它添加延迟，可能影响语音和实时视频。它也增加授予RTT，也许造成您从其他MAP机会去每个第三个或第四个MAP。那是一附属效果，并且它是能的高峰美国数据吞吐量导致降低的该效果。所以，您能轻微增加美国吞吐量(在PPS每个调制解调器方式)，当值设置为更低的编号然后典型的默认32时。

作为脉冲噪声问题的一应急方案，交叉值可以增加至64或128。然而，当您增加此值时，性能(吞吐量)在DS也许降低，但是噪声稳定性将增加。换句话说，任一必须适当地保养工厂;或者更多无法修复的错误(丢失的数据包)在DS将被看到，到疏松连接的调制解调器开始和那里是更多重新传输的点。

当您增加交错深度补偿一个喧闹的DS路径时，您在高峰CM美国吞吐量的一降低必须析因。在多数本地方案里，那不是问题，但是了解折衷方案是好的。如果去最大Interleaver深度的128:1在4毫秒，这将有一重大，在美国吞吐量的负面影响。

**注意：** 延迟为64-QAM是不同的与256-QAM。

您能发出 [电缆下行interleave-depth {8|16|32|64|128}](#) 命令。这是使交错深度降低到8的示例：

```
VXR(config-if)# cable downstream interleave-depth 8
```

**警告：** 当实现，此命令将断开在系统的所有调制解调器。

为了使吵闹美国的稳健性，DOCSIS调制解调器不允许变量或FEC。当您关闭US FEC，您将摆脱若干开销并且准许牺牲稳健性将通过的，但是更多数据包吵闹。也是有利的有不同的相当数量FEC关联与突发流量种类。突发流量实际数据的或站点维护的？数据包由64个字节或1518个字节做成？您也许想要更加大的数据包的更多保护。也有减少的返回数点;例如，从7百分比的一更改到14个百分比FEC也许只给0.5 dB更多稳健性。

当前没有交叉在美国，因为发射在突发流量，并且没有在支持交叉的突发流量内的足够的延迟。一

些芯片制造者添加DOCSIS 2.0支持的此功能，可能有一巨大的影响，如果考虑所有从家电的脉冲噪声。美国交叉将允许FEC更加有效运作。

## 动态预先映射

动态预先映射在地图使用动态查找向前时间，能极大改进每调制解调器美国吞吐量。动态预先映射是自动地调整在根据最更的CM的地图的查找向前时间用特定美国端口关联的算法。

参考[预先电缆映射\(动态或静态?\)](#)预先映射详细说明了。

要看到预先映射是否动态，请发出[show controllers 电缆插槽/端口上行端口](#)命令：

```
Ninetail# show controllers cable 3/0 upstream 1 Cable3/0 Upstream 1 is up Frequency 25.008 MHz, Channel Width 1.600 MHz, QPSK Symbol Rate 1.280 Msps Spectrum Group is overridden BroadCom SNR_estimate for good packets - 28.6280 dB Nominal Input Power Level 0 dBmV, Tx Timing Offset 2809 Ranging Backoff automatic (Start 0, End 3) Ranging Insertion Interval automatic (60 ms) Tx Backoff Start 0, Tx Backoff End 4 Modulation Profile Group 1 Concatenation is enabled Fragmentation is enabled part_id=0x3137, rev_id=0x03, rev2_id=0xFF nb_agc_thr=0x0000, nb_agc_nom=0x0000 Range Load Reg Size=0x58 Request Load Reg Size=0x0E Minislot Size in number of Timebase Ticks is = 8 Minislot Size in Symbols = 64 Bandwidth Requests = 0xE224 Piggyback Requests = 0x2A65 Invalid BW Requests= 0x6D Minislots Requested= 0x15735B Minislots Granted = 0x15735F Minislot Size in Bytes = 16 Map Advance (Dynamic) : 2454 usecs UCD Count = 568189 DES Ctrl Reg#0 = C000C043, Reg#1 = 17
```

如果去一交错深度8，如前面提到，您可以进一步减少预先映射，因为有较少DS延迟。

## 串联和分段效果

DOCSIS 1.1和一些当前1.0设备支持新特性呼叫串联。DOCSIS 1.1也支持分段。串联允许将被结合的几更加小的DOCSIS帧到一更加大的DOCSIS帧和与一请求一起发送。

由于请求的有最多255微槽字节数，并且有典型地每微槽8个或16个字节，在一个美国发射间隔可以转接的最大字节数是大约2040个或4080个字节。此数量包括顶上所有的FEC和的物理层。因此，以太网帧的实时最大突发是离那的90百分比接近，并且与被分段的授予无关。如果使用16-QAM在3.2兆赫在2瞬间微槽，微槽将是16个字节。这做限制16个× 255 = 4080字节- 10%物理层顶上的= ~3672个字节。要连接，您能更改微槽到4或8瞬间和做最大值Concat突发传输设置8160或16,320。

一个警告是发送的最小突发流量将是32个或64个字节，并且此更加粗糙的粒度，当数据包剪切成微槽将有更多修约误差。

除非使用分段，应该设置最大上行突发传输为少于MC28C或MC16x卡的4000个字节在VXR机箱。并且，如果执行VoIP，设置最大突发为少于DOCSIS 1.0调制解调器的2000个字节。这是因为1.0调制解调器不能执行分段，并且2000个字节是太长为了UGS流能适当地传送，因此您可能获得语音抖动。

所以，而串联也许不是太有用的为大数据包，它是所有那些短TCP确认的一个非常好工具。如果允许多个信息包每个传输机会，串联由该多个增加基本PPS值。

当数据包被连接时，一更大的数据包的序列化时期采取更加长并且影响RTT和PPS。因此，如果通常获得1518字节数据包的250个PPS，它将不可避免地丢弃，当您连接;但是您当前有更多总字节每被连接的数据包。如果可能连接四1518字节数据包，它将采取至少3.9毫秒发送与16-QAM在3.2兆赫。从处理的DS的延迟插入和将被添加，并且DS地图也许只是每8毫秒或如此。PPS将下降到114，但是做PPS出现作为456的您当前安排4被连接;这给一吞吐量456 × 8 × 1518 = 5.5 Mbps。参见串联只可能允许用一请求将传送的许多美国ack，将制造DS TCP流更加快速的一“游戏”示例。假设，此CM的DOCSIS配置文件有一最大值上行突发传输设置2000个字节，并且假设，调制解调器

支持串联：CM能理论上连接三十一64字节ack。由于此大信息包总数将开始一些时间从CM传送到CMTS，PPS将相应地减小。而不是234个PPS用小数据包，它将是离更加大的数据包的92个PPS较近。 $92 \text{ PPS} \times 31 \text{ ack} = 2852 \text{ 个PPS}$ ，潜在。这大约等同于到512-byte DS数据包每字节×2数据包的×8位每ack×2852 ack每秒=23.3 Mbps。多数CMs，然而，比此速率限制更低。

在美国，CM将理论上有每字节×110 PPS×3数据包的512个字节×8位被连接=1.35 Mbps。这些编号比得到，不用串联的原号码是好。转体的微槽是更坏的，当分段，虽然时，因为每个片段将有转体。

**注意：**有不会连接两数据包的一个更旧的Broadcom问题，但是可能执行三。

要利用串联，您将需要运行Cisco IOS软件版本12.1(1)T或12.1(1)EC或者以后。若可能，请设法以Broadcom 3300基于设计使用调制解调器。要保证CM支持串联，请发出**show cable modem**，**show cable modem mac**或者**show cable modem verbose命令**在CMTS。

```
VXR# show cable modem detail Interface SID MAC address Max CPE Concatenation Rx SNR Cable6/1/U0  
2 0002.fdfa.0a63 1 yes 33.26
```

要启用串联开/关，请发出**[no]电缆上行n串联**命令，*n*指定美国端口号。有效值从0开始，电缆接口线路卡的第一个美国端口的。

**注意：**[最大上行突发参数的](#)参考的[历史记录](#)关于DOCSIS 1.0的更多信息与1.1和与最大突发大小设置的串联问题。并且请记住必须重新启动调制解调器，使更改生效。

## [单个调制解调器速度](#)

如果目标是连接大帧和达到最好每调制解调器速度，您能更改微槽到32个字节，允许最大突发8160。对此的缺陷是含义最小的数据包发送将是32个字节。这为小美国数据包不是高效，例如请求，只是长度16个字节。由于请求在争用区域，如果使更大，有在冲突的一个高电位。当切数据包成微槽时，它也添加更多微槽修约误差。

此调制解调器的DOCSIS配置文件将需要有最大数据流突发和麦斯Concat突发传输设置大约6100。这将允许将被连接的四1518字节帧。调制解调器也将需要支持分段，分开分成它更加管理的片段。由于Next请求通常被搭载和在第一个片段，调制解调器比预计也许获得更加好的PPS速率。每个片段比将花些较少时间序列化，如果CM设法发送一长被连接的数据包。

能影响每调制解调器速度的一些设置必须解释。最大数据流突发使用1.0 CMs，并且应该为1522设置。若干CMs需要这极大比1600，因为他们包括不应该包括的其他开销。最大值Concat突发流量影响能也分段的1.1调制解调器，因此他们能连接有一请求的许多帧，但是仍然分段到VoIP考虑事项的2000字节数据包。因为一些CMs不会否则，来联机您也许需要彼此设置最大数据流突发和麦斯Concat突发流量等于。

—in命令可能有效果的CMTS是[电缆上行n速率限制令牌桶shaping](#)命令。此命令帮助不会修正自己如他们的配置文件设置所示的police CMs。管制可能延迟数据包，因此请关闭此，如果怀疑限制吞吐量。这也许与设置最大数据流突发有关同最大值Concat突发流量一样，因此更多测试也许被担保。

因为在CM，没有使用Broadcom芯片组东芝很好执行，不用串联或分段。它在CMs高于PCX2200使用了Libit和当前使用TI。东芝也发送Next请求在授予前面，达到更加高的PPS。这工作良好，除了事实请求没有被搭载，并且在冲突的时隙;当许多CMs在同样美国时，它可能丢弃。

[电缆default-phy-burst](#)命令允许从DOCSIS 1.0 IOS软件将升级的CMTS到1.1代码，不用CM注册失败。一般，DOCSIS配置文件有最大数据流突发的默认0或空白，将造成调制解调器失效与拒绝(c)，当他们注册时。这是拒绝Cos，因为0含义无限个最大突发，没有允许与1.1代码(由于VoIP服务

和最大延迟，延迟和抖动)。电缆default-phy-burst命令改写DOCSIS配置文件设置0，并且更低两个编号获得优先权。默认设置是2000年，并且最大数量当前是8000，将允许五1518字节帧将被连接。它可以设置到0对关掉：

```
cable default-phy-burst 0
```

### 每调制解调器速度测试的一些建议

1. 请使用先进的时间分隔的多路访问(A-TDMA)在美国64-QAM在6.4兆赫信道。
2. 请使用最小插槽大小2。DOCSIS限制是每突发流量255微槽，那么每微槽255个× 48字节= 12240最大突发× 90百分比= ~11,000个字节。
3. 请使用能分段和连接，并且有一全双工的CM， FastEthernet连接。
4. 上上下下设置DOCSIS配置文件没有最低的，但是有20 MB最大数量的。
5. 关闭美国速率限制令牌桶shaping。
6. 发出[电缆上行n数据回退3 5](#)命令。
7. 设置最大数据流突发，并且麦斯Concat破裂了对11000个字节。
8. 请使用256-QAM和16交错存取在DS (尝试8也)。这给地图的较少延迟。
9. 发出[Cable Map-Advance Dynamic 300 1000](#)命令。
10. 请使用正确地分段的一IOS软件版本15(BC2)镜像，并且发出[电缆上行n强制分段2000 5](#)命令。
11. 请推送UDP流量到CM并且增加它，直到您查找一最大数量。
12. 如果推送TCP数据流，请通过一个CM请使用多台PC。

### 结果

- Terayon TJ735给15.7 Mbps。这可能是佳运由于较少字节每个连续帧和一个更加好的CPU。它似乎有第一个帧和6字节报头的一个13字节串联报头以后，与16字节片段报头和内部8200字节最大突发。
- Motorola SB5100给18 Mbps。它也给与1418字节数据包和8交错存取的19.7 Mbps在DS。
- 因为似乎有4000字节内部最大突发限制，东芝PCX2500给8 Mbps。
- Ambit产生了结果和Motorola一样：18 Mbps。
- 其中一些速率能丢弃，当在与其他CM流量的争用。
- 确保1.0不能片段的CMs (有最大突发少于2000年。
- 在98百分比美国利用率的27.2 Mbps用Motorola和Ambit CMs完成。

### 新fragment命令

#### [电缆上行n fragment-force fragment-threshold number-of-fragments](#)

参数	说明
<i>n</i>	指定上行端口号。有效值从0开始，电缆接口线路卡的第一个上行端口的。
碎片 阈值	将触发分段的字节数。有效范围是0到4000，以2000个字节默认。
分段 编号	每分段帧拆分相等的大小片段的数量。有效范围是1到10，以3个片段默认。

## DOCSIS 2.0好处

DOCSIS 2.0未添加对DS的任何更改，但是添加了许多到美国。在DOCSIS 2.0的先进的物理层规范有这些新增内容：

- 8-QAM、32-QAM和64-QAM调制机制
- 6.4兆赫信道宽度
- 16 T字节的FEC

它也允许均衡24 Taps在调制解调器和美国交叉的。这添加稳健性到反射、输入信道掀动、群组延迟和上行突发传输噪声。并且，在CMTS的24点击均衡将帮助更加旧有，DOCSIS 1.0调制解调器。除A-TDMA之外，DOCSIS 2.0也添加使用S-CDMA。

与64-QAM的更加了不起的光谱效率创建更加好的使用现有信道和更多产能。在美国方向的此提供提高吞吐量和轻微与更加好的PPS的更加好的每调制解调器速度。使用在6.4兆赫的64-QAM比正常将帮助发送大数据包到CMTS快速，因此序列化时间低，并且请创建更加好的PPS。更宽的信道创建更加好的统计复用。

您能获得与A-TDMA的理论上的高峰美国速率是关于27 Mbps或，因此(聚合)。这取决于开销，数据包大小，等等。记住对一个更加了不起的总吞吐量的一更改准许更多人共享，但是不一定添加更加每调制解调器的速度。

如果运行在美国的A-TDMA，那些数据包更加快速。在6.4兆赫的64-QAM在美国将允许被连接的数据包是序列化的快速在美国和达到更加好的PPS。如果以A-TDMA使用2瞬间微槽，您获得每微槽48个字节，是 $48 \times 255 = 12240$ 作为最大突发每请求。64-QAM、6.4兆赫、2瞬间微槽、10,000麦斯Concat突发流量和300动态预先映射安全给~15 Mbps。

所有当前DOCSIS 2.0硅实施使用入口取消，虽然这不作为DOCSIS 2.0的部分。这使服务稳健最坏的工厂损伤，打开光谱的未使用部分，并且添加保险测量生活热线服务的。

## 其它因素

有能直接地影响您的有线网络性能的其他要素：QoS配置文件，噪声，速率限制，结合的节点，过度使用，等等。多数这些在[电缆调制解调器网络的故障排除性能低下](#)详细讨论。

也有也许不是明显的有线调制解调器限制。有线调制解调器也许有一个CPU限制或一半双工以太网连接对PC。根据数据包大小和双向数据流运输流量，这能是一不值得考虑瓶颈。

## 正在验证吞吐量

发出[show cable modem命令](#)调制解调器驻留的接口的。

```
ubr7246-2# show cable modem cable 6/0 MAC Address IP Address I/F MAC Prim RxPwr Timing Num BPI
State Sid (db) Offset CPE Enb 00e0.6fle.3246 10.200.100.132 C6/0/U0 online 8 -0.50 267 0 N
0002.8a8c.6462 10.200.100.96 C6/0/U0 online 9 0.00 2064 0 N 000b.06a0.7116 10.200.100.158
C6/0/U0 online 10 0.00 2065 0 N
```

发出[show cable modem mac命令](#)发现调制解调器的功能。这不一定显示什么调制解调器能执行，什么执行。

```
ubr7246-2# show cable modem mac | inc 7116 MAC Address MAC Prim Ver QoS Frag Concat PHS Priv DS
US State Sid Prov Sids 000b.06a0.7116 online 10 DOC2.0 DOC1.1 yes yes yes BPI+ 0 4
```

发出[show cable modem phy命令](#)发现调制解调器的物理层属性。如果远程询问在CMTS，配置一些

此信息只存在。

```
ubr7246-2# show cable modem phy MAC Address I/F Sid USPwr USSNR Timing MicroReflec DSPwr DSSNR
Mode (dBmV)(dBmV) Offset (dBc) (dBmV)(dBmV) 000b.06a0.7116 C6/0/U0 10 49.07 36.12 2065 46 0.08
41.01 atdma
```

发出[show controllers](#) [电缆插槽/端口上行端口](#)命令发现调制解调器的当前美国设置。

```
ubr7246-2# show controllers cable 6/0 upstream 0 Cable6/0 Upstream 0 is up Frequency 33.000 MHz,
Channel Width 6.400 MHz, 64-QAM Sym Rate 5.120 Msps This upstream is mapped to physical port 0
Spectrum Group is overridden US phy SNR_estimate for good packets - 36.1280 dB Nominal Input
Power Level 0 dBmV, Tx Timing Offset 2066 Ranging Backoff Start 2, Ranging Backoff End 6 Ranging
Insertion Interval automatic (312 ms) Tx Backoff Start 3, Tx Backoff End 5 Modulation Profile
Group 243 Concatenation is enabled Fragmentation is enabled part_id=0x3138, rev_id=0x02,
rev2_id=0x00 nb_agc_thr=0x0000, nb_agc_nom=0x0000 Range Load Reg Size=0x58 Request Load Reg
Size=0x0E Minislot Size in number of Timebase Ticks is = 2 Minislot Size in Symbols = 64
Bandwidth Requests = 0x7D52A Piggyback Requests = 0x11B568AF Invalid BW Requests= 0xB5D
Minislots Requested= 0xAD46CE03 Minislots Granted = 0x30DE2BAA Minislot Size in Bytes = 48 Map
Advance (Dynamic) : 1031 usecs UCD Count = 729621 ATDMA mode enabled
```

发出[show interface](#) [电缆插槽/端口服务流](#)命令为调制解调器发现服务流。

```
ubr7246-2# show interface cable 6/0 service-flow Sfid Sid Mac Address QoS Param Index Type Dir
Curr Active Prov Adm Act State Time 18 N/A 00e0.6f1e.3246 4 4 4 prim DS act 12d20h 17 8
00e0.6f1e.3246 3 3 3 prim US act 12d20h 20 N/A 0002.8a8c.6462 4 4 4 prim DS act 12d20h 19 9
0002.8a8c.6462 3 3 3 prim US act 12d20h 22 N/A 000b.06a0.7116 4 4 4 prim DS act 12d20h 21 10
000b.06a0.7116 3 3 3 prim US act 12d20h
```

发出[verbose](#)命令[show interface](#) [电缆插槽/端口的服务流sfid](#)为该特定调制解调器发现特定服务流。这将显示美国或DS流和调制解调器的配置文件设置的当前吞吐量。

```
ubr7246-2# show interface cable 6/0 service-flow 21 verbose Sfid : 21 Mac Address :
000b.06a0.7116 Type : Primary Direction : Upstream Current State : Active Current QoS Indexes
[Prov, Adm, Act] : [3, 3, 3] Active Time : 12d20h Sid : 10 Traffic Priority : 0 Maximum
Sustained rate : 21000000 bits/sec Maximum Burst : 11000 bytes Minimum Reserved Rate : 0
bits/sec Admitted QoS Timeout : 200 seconds Active QoS Timeout : 0 seconds Packets : 1212466072
Bytes : 1262539004 Rate Limit Delayed Grants : 0 Rate Limit Dropped Grants : 0 Current
Throughput : 12296000 bits/sec, 1084 packets/sec Classifiers : NONE
```

保证延迟或丢弃的数据包不存在。

发出[show cable hop](#)命令验证没有无法修复FEC错误。

```
ubr7246-2# show cable hop cable 6/0 Upstream Port Poll Missed Min Missed Hop Hop Corr Uncorr
Port Status Rate Poll Poll Poll Thres Period FEC FEC (ms) Count Sample Pcnt Pcnt (sec) Errors
Errors Cable6/0/U0 33.000 Mhz 1000 * * *set to fixed frequency * * * 0 0 Cable6/0/U1 admindown
1000 * * * frequency not set * * * 0 0 Cable6/0/U2 10.000 Mhz 1000 * * *set to fixed frequency *
* * 0 0 Cable6/0/U3 admindown 1000 * * * frequency not set * * * 0 0
```

如果调制解调器丢弃数据包，则物理工厂影响吞吐量，并且必须修复。

## 摘要

当您采取性能编号在上下文外面没有了解在其他功能时的影响本文前面部分突出显示缺点。当您能优化系统达到具体的性能量度或克服网络问题时，将是牺牲另一变量。要更改MAPs/s和交错存取值也许牺牲DS费率或稳健性获得更加好的美国速率，但是。要减小MAP间隔不产生在实际网络的变化和增加CPU和带宽在头顶上在CMTS和CM。合并顶上更多US FEC的增加美国。总是有吞吐量、复杂性、稳健性和开销之间的一折衷方案和妥协关系。

如果准入控制在美国使用，将做一些调制解调器不注册，当用完Total Allocation。例如，如果美国总计是使用的2.56 Mbps，并且最低的保证设置为128k，只有20调制解调器在那将允许注册美国，如果准入控制设置为100百分比。

## 结论

您必须了解预计的什么吞吐量，确定什么用户的数据速度和性能将是。一旦确定什么是理论上可能的，网络可能然后设计和设法符合电缆系统的动力变化的要求。然后您必须监控实际数据流负载，确定什么传输，并且，当附加容量是必要缓和瓶颈时。

如果网络适当地，部署并且管理服务 and 可用性的征收可以是区分有线接入行业的密钥机会。因为有线运营公司使得转换对多个服务，服务完整性的用户期望移动离由老式语音服务设立了的型号较近。使用此更改，有线运营公司需要采用保证的新建的途径和策略网络与此对齐新建的示例。即然我们是电信行业和不仅娱乐供应商，有高期待和需求。

当DOCSIS 1.1包含保证质量标准高级服务的例如VoIP的规格时，能力部署服务兼容与此规格富挑战性。因此，切记有线电视运营商有问题的透彻了解。必须构想选择系统组件和网络策略的全面的方法，保证真的服务完整性成功的部署。

目标是获得更多用户签字，但是不影响服务对当前用户。如果服务水平协议(SLA)保证最低限度的吞吐量每个用户提供，支持此保证的基础设施一定到位。行业也查找为商业客户服务和添加语音服务。当这些新市场寻址，并且网络被建立，它将要求新建的途径：更加密集的CMTS用更多端口，分布式CMTS在字段或者中间某事(类似添加10baseF到您的房子)。

什么未来有在存储，是确定的网络将获得更多复杂，并且技术挑战将增加。有线接入行业只能接受这些挑战它是否采用能以适时的方式传送最高水平服务完整性的体系结构和支持计划。

## 相关信息

- [电缆调制解调器网络性能低下故障排除](#)
- [故障排除 UBR 电缆调制解调器不上线的问题](#)
- [在 Cisco 的 CMTS 上配置电缆调制配置文件](#)
- [电缆调制解调器网络性能低下故障排除](#)
- [什么是每个CMTS 的最大用户数？](#)
- [Cisco电缆/Broadband软件中心\(仅限注册用户\)](#)
- [宽带电缆](#)
- [技术支持 - Cisco Systems](#)