



# 利用RFoG解决方案开展基于光纤的DOCSIS® 和GPON业务





## 目录

RFoG简介.....	3
选用RFoG的原因.....	4
RFoG实现.....	5
基于RFoG增强特性的GPON实现.....	7
RFoG和GPON解决方案共存.....	8
结论.....	10



当有线电视运营商准备在其网络上开展面向家庭用户和企业用户的超宽带业务时，他们需要考虑网络拓扑架构这个重要问题，尤其是对于新建网络和原有网络的现代化改造而言。作为一种面向有线电视运营商的可行解决方案，日益兴起的光纤射频传输（RFoG）解决方案允许有线电视运营商直接将光纤连接部署到用户驻地，同时充分利用现有的DOCSIS®网络设备。RFoG提供了一条通往更高宽带GPON（千兆比特无源光网络）部署的演进之路，事实证明，RFoG将助力运营商迈向全光纤网络的坦途。

利用HFC（混合光纤同轴电缆网络）技术、DOCSIS网络设备和诸如RFoG等新兴FTTP（光纤到户）技术以及最终借助GPON，运营商将能经济高效地直接将光纤部署至用户住所。对任何运营商而言，主要的益处是可以充分利用现有的CMTS和电缆调制解调器投资以及后台应用，同时保持现有的视频、VoIP和超宽带互联网等业务的连续性。摩托罗拉不仅在HFC、DOCSIS和FTTP接入网解决方案方面拥有成熟的技术专长，而且提供了用于实现标准化RFoG解决方案的稳健解决方案，可以为未来的GPON部署铺平道路，因此，在向有线电视运营商提供FTTP解决方案方面，摩托罗拉拥有独特的优势。

## RFoG简介

RFoG允许有线电视运营商继续将传统的HFC后台设备和应用用于新的FTTP部署。借助RFoG，可以通过光纤传输有线电视业务，就像在同轴电缆上传输一样。有线电视运营商可以继续使用现有的设备和计费系统、CMTS平台、前端设备、机顶盒、条件接收和电缆调制解调器。可以在每一位用户的住所新安装被称为光网络单元（ONU）的微型光站，用于将光信号转换成电信号。这个过程替代了传统上由部署在HFC网络中的高层光站执行的功能。射频网络设备保持不动，区别在于，光网络终端从光站移到了用户住所。

与HFC网络不同的是，GPON FTTP部署不具备传统的模拟反向通道用来支持双向数据通信。而在RFoG解决方案中，允许DOCSIS用户端设备与前端网络设备进行通信，所必需的反向通道则由新安装的微型光站提供，并对整个网络架构保持透明。

未来，运营商将能够利用其新的全光纤接入网，并可在适当的时间和地点，按需部署诸如GPON等FTTP技术。任何接入网的演进和投资时机取决于包括技术在内的多种因素，例如，部署成本、潜在的运营成本节省和竞争环境等，但是，当运营商准备好迈出下一步时，GPON能够提供比RFoG多得多的业务。

对于已有的有线电视网络，RFoG能够为网络扩容提供一条经济高效的升级途径，同时推迟投资于与当前市场需求无关的替代网络解决方案（例如，大型新建住宅房地产开发商要求提供全光纤网络）。在许多通信基础设施新建项目中，有线电视运营商面临着与日俱增的来自房地产开发商要求其部署光纤到户解决方案的压力。这在很大程度上是由于，这些开发商认为，接入全光纤网络有更大价值，能为每个住宅增加数千美元的价值。

## 将农村地区的接入网升级至1 GHz

将HFC服务区域升级至更高带宽时，可以考虑采用RFoG解决方案。例如，不妨设想一个现有的550 MHz HFC网络，在新的超宽带业务需求日益增长、人口密度较低的农村地区提供服务。对于这种情况，传统的办法可能是投资进行1 GHz网络升级，以提高带宽。然而，在这种情况下，RFoG解决方案更加经济划算。

将HFC网络升级至1 GHz可能需要更换所有的HFC设备，并且可能每隔一英里就必须安装一台新的光站和增装多台射频放大器。这是相当大的一笔资本支出，尤其是在住户稀疏的农村地区，这里能够承担HFC升级费用的家庭也更少。

如果是部署RFoG解决方案，有线电视运营商不仅可以实现1 GHz网络，而且不必为HFC设备提供电源或维护，从而有助于降低运营成本。此外，有线电视运营商可以避免添置同轴电缆接入网络设备所需的沉没成本，并且可以在未来通过一条经济高效的途径迁移至GPON，保护其投资。RFoG允许有线电视运营商在当前充分利用DOCSIS网络设备，同时直接将光纤部署到户，提升其接入网络设备的价值。

## 选用RFoG的原因

有线电视运营商不懈寻求各种方法，借助诸如光站分割、模拟信道重新利用、DOCSIS 3.0信道绑定、交换式数字视频、MPEG-4压缩和家用网关带宽管理等带宽优化解决方案，尽可能提高其现有HFC网络的容量。但是，随着要求部署FTTP的压力越来越大，尤其是在新建住宅区，RFoG为有线电视运营商提供了一个可行的有线电视PON光纤解决方案。RFoG是防止电信运营商入侵和充分把握传统本地运营商提供的FTTP部署机会的重要解决方案。

投入大量资金升级其网络设备之后，有线电视运营商需要一个能够充分利用这笔投资，并可兼容现有的运行系统和后台流程的接入网。重要的是要评估允许有线电视运营商提供可灵活扩展的宽带业务，同时建设最后一公里网络以支持未来超宽带业务的HFC、DOCSIS和GPON解决方案。然而，运营商应当仔细地评估与新兴标准联系紧密，并且可以在未来高效地演进至完全基于PON业务的RFoG解决方案。

在考虑演进至全光纤网络时，运营商必须明白，RFoG部署本身并不能为有线电视运营商提供更高带宽，因为该部署仍旧利用了HFC网络所使用的相同频率。然而，它确实能够让有线电视运营商建设面向未来的接入网络，为利用入户光纤连接的30 THz理论承载容量创造了机会。通过部署光纤而不是同轴电缆来实现最后一公里连接，有线电视运营商可以避免当前部署同轴电缆所需的沉没成本，并且无需在两三年后当用户要求更高带宽的超宽带业务时，再更换这些线路。运营商还可以向三网融合业务提供光纤接入，从而增强其在新的房地产开发项目中与电信运营商展开竞争的实力。

也许，RFoG最具吸引力的益处是有可能降低网络运营成本。“无源”一词表示，当信号在网络上传输时，光传输无需电源或有源电子组件。网络中的有源设备越少，在网络的使用寿命周期内每用户的维护成本就越低。

在许多情况下，RFoG在网络运营方面比HFC拥有显著优势。例如，相比于典型的有线电视网络中使用的光站和户外传输设备，PON设备所需的电源更少，散热要求更低。此外，光纤上传输的信号“更干净”，因为光信号不易受到象同轴电缆上传输的射频信号那样所受的干扰。标准PON解决方案可以利用无源组件实现最远20公里的传输距离，而HFC网络则需每隔1,000英尺部署一台射频放大器，以维持信号质量。

在部署FTTP解决方案时，至关重要的是要充分利用现有的业务支撑系统（BSS）和运营支撑系统（OSS），以便有线电视运营商保护在设备、管理、计费 and 故障排除等应用上的现有投资。轻率地添加新的BSS和OSS应用、工作流程和过程以支持光纤解决方案将是低效率的，并将导致运营成本的增加和客户服务水平的降低。通过实现基于标准的非专有RFoG解决方案，有线电视运营商可以部署FTTP解决方案，不仅在当前赢得竞争优势，而且可以在未来经济高效地演进至GPON，而无需更换连接至用户驻地的最后一公里连接。

## RFoG实现

最简单的RFoG实现是在前端执行必要的转换，并通过光信号将下行业务发送至安装在用户住所的机顶盒和DOCSIS电缆调制解调器。通过一台CMTS/边缘路由器，输送视频控制信息和数据网络业务，然后由光发射平台执行电/光转换。通过波分复用(WDM)平台和分路器，在1550 nm波长上将下行数据和视频业务传输至位于用户住所的微型光站。HFC光站需要执行信号再生，将反向信号重新发送至分前端。如有必要，可以利用掺铒光纤放大器(EDFA)来增强下行光信号，以延长传输距离。

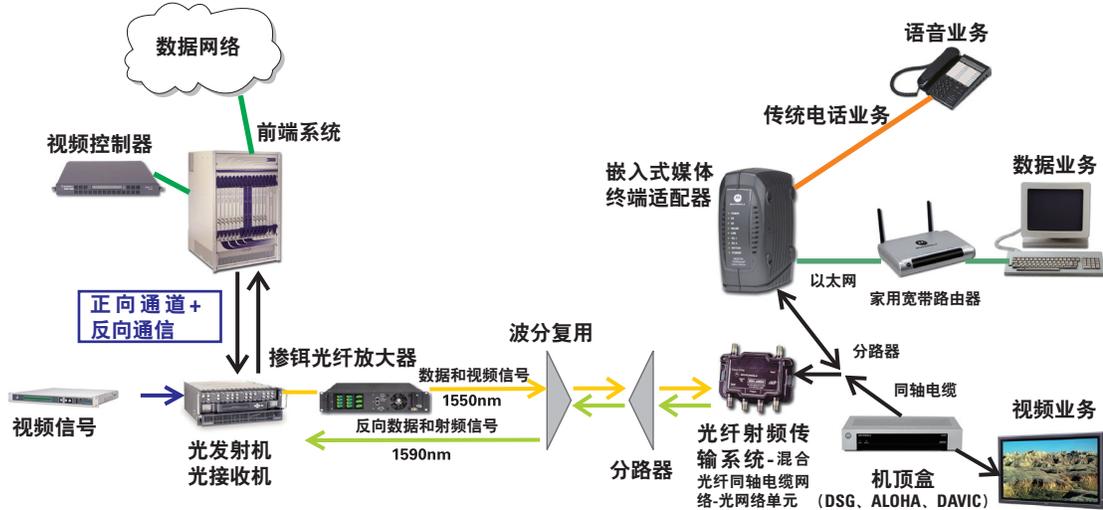


图1：有线电视运营商可以在前端执行电/光转换，并由安装在用户住所的摩托罗拉微型光站执行光信号转换，实现在用户家中的网络上传语音、视频和数据业务。

光纤连接至安装在用户住所的微型光站，后者负责将光信号转换成可以在用户的家庭网络中传输的信号。可以通过同轴电缆将视频业务传输至机顶盒，并将语音和数据业务传输至嵌入式媒体终端适配器(eMTA)，后者再通过用户家中的电话线连接至模拟电话系统或者通过以太网或WiFi端口连接至PC。通过采用1310 nm或1590 nm波长的反向通道，将语音、数据和视频业务传输至接收平台，再由后者转换光信号并将之发送回CMTS。

如前文所述，有两种波长可供RFoG网络选择用于反向通道：1310 nm或1590 nm。1310 nm反向波长的成本略低于1590 nm反向波长，但是，1310 nm波长与PON的反向波长相冲突。而1590 nm波长则不会与GPON波长相干扰，因此可以在日后平滑地演进至PON。利用1590 nm波长，未来有线电视运营商可以在RFoG解决方案所用的同一个光纤接入网上运行共存的GPON解决方案，还可以将RFoG微型光站重复用于GPON解决方案。

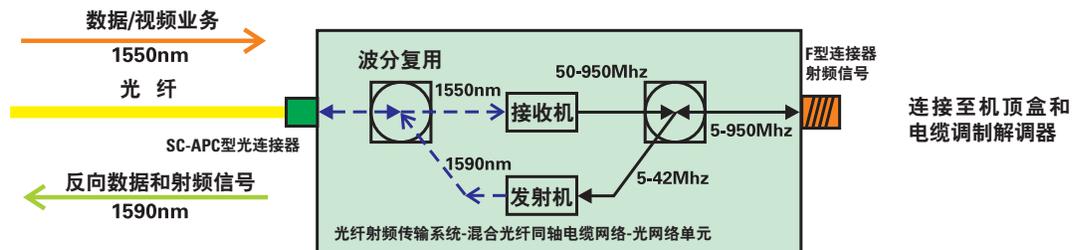


图2：光纤连接至部署在用户住所的摩托罗拉微型光站，后者负责将光信号转换成可以在用户家中的同轴电缆网络上传输的信号。

也有两种光纤架构可供选择：分接型架构和引接型架构。分接型架构是一种点到多点架构，从光站引出的一条光纤沿着街道布线，一部分信号分接至各户家庭。这类似于HFC网络的分接架构，但要求设计人员不断地为各个服务区域选择适当的分接值，并且在日后插入/添加新的家庭用户时，可能对网络运行提出挑战。这种架构的好处是，减少了沿着街道部署的光纤。引接型架构是一种点到点架构，将从光站/分路器引出的一条专用光纤直接“引入”用户家庭。当前的PON解决方案采用的就是这种光纤架构，因此，可以充分发挥PON技术和成本优势。这种架构也能在未来平滑地演进至PON解决方案。

## 基于RfOg增强特性的GPON实现

最简单的RfOg实现是在前端执行必要的转换，并通过光信号将下行业务发送至安装在用户住所的机顶盒和DOCSIS电缆调制解调器。通过一台CMTS/边缘路由器，输送视频控制信息和数据网络业务，然后由光发射平台执行电/光转换。通过波分复用（WDM）平台和分路器，在1550 nm波长上将下行数据和视频业务传输至位于用户住所的微型光站。HFC光站需要执行信号再生，将反向信号重新发送至分前端。如有必要，可以利用掺铒光纤放大器（EDFA）来增强下行光信号，以延长传输距离。

如今，有线电视运营商也可以利用RfOg反向通道来部署GPON架构，以便继续利用现有的用户端设备。这种方法要求使用4个波长。下行GPON业务从有线电视运营商的数据网络传输至一台光线路终端（OLT），后者再利用1310 nm和1490 nm波长，将该GPON业务传输至一台波分复用（WDM）设备。从CMTS传出的DOCSIS和视频业务被转换成光信号，并经EDFA放大器（如果传输距离需要）发送至波分复用（WDM）平台。这台WDM设备将信号流合并起来并通过分路器将这些业务发送至安装在用户住所的微型光站，后者再通过同轴电缆传输视频业务并在1550 nm、1490 nm和1310 nm波长上将语音和数据业务传输至一台光网络终端（ONT），由其转换光信号，再通过以太网传输数据业务，通过用户家中现有的电话线传输模拟语音业务。

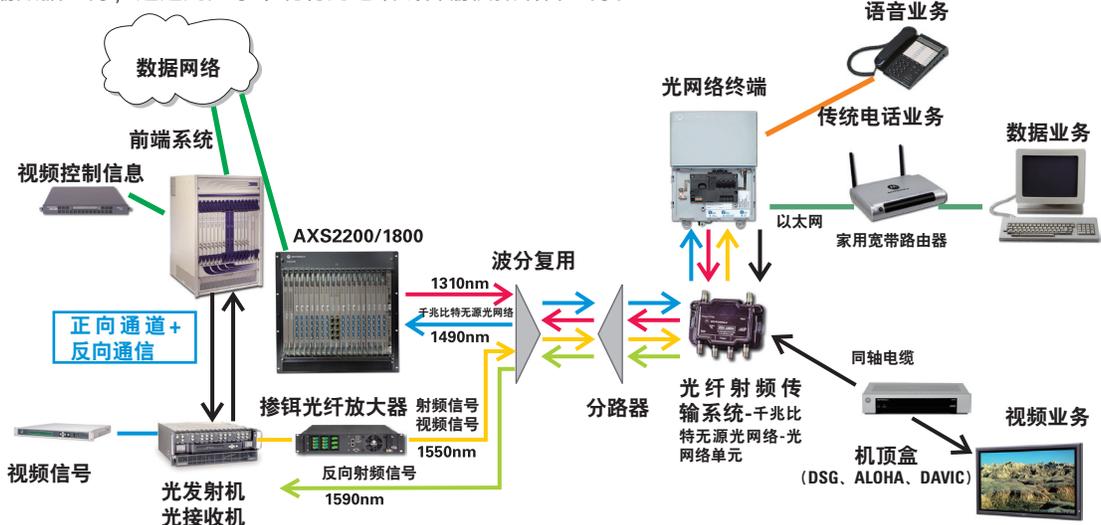


图3：通过借助RfOg解决方案部署GPON架构，有线电视运营商可以逐步演进至GPON，同时保持提供DOCSIS业务。

微型光站负责将所有的反向通道业务转换成光信号，并在1590 nm波长上将其发送至前端。前端部署的光接收机再对这些信号进行转换并通过CMTS系统将其发送至语音、数据和视频网络。这种解决方案允许有线电视运营商部署“混合式系统”，以同时支持GPON和DOCSIS业务。

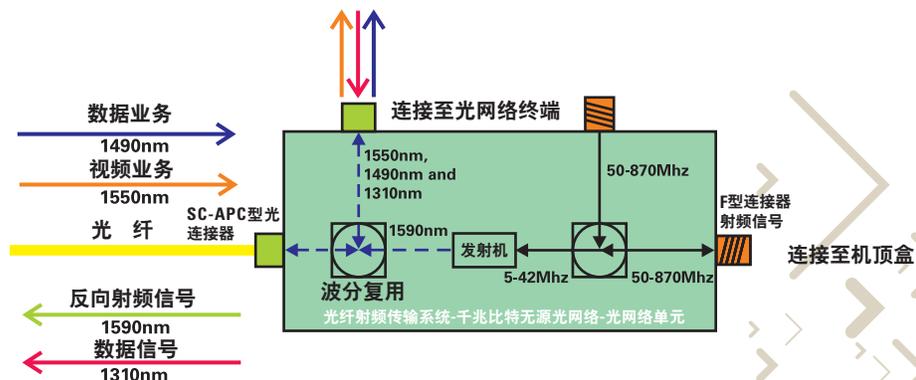


图4：摩托罗拉微型光站将视频业务转换成可以在用户家中的同轴电缆网络上传输的信号，并在1550 nm、1490 nm和1310 nm波长上将语音和数据业务传输至一台摩托罗拉光网络终端（ONT），以在用户家中的语音网络和以太网网络上进行分配。

下表总结了RFoG解决方案和基于RFoG增强特性的GPON方案的优势和劣势。

	基于RFoG增强特性的GPON	RFoG解决方案
<b>优势</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 光纤直接到户</li> <li>● GPON可以提供很高的下行和上行带宽</li> <li>● 确保业务持续性，获得长期收入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 光纤直接到户</li> <li>● 无需改变HFC后台系统</li> <li>● 系统可以随时迁移至GPON</li> </ul>
<b>劣势</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 需要改变HFC后台系统（以便预配置语音和数据业务）</li> <li>● 用户端设备（CPE）成本更高（ONT）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不能提高上行或下行带宽</li> <li>● 成本与GPON类似</li> </ul>

## RFoG和GPON解决方案共存

考虑到复杂的网络设计要求，有线电视运营商可以在同一个服务区域同时运行RFoG和GPON解决方案，这样，通过RFoG接收业务的用户可以通过GPON接收业务的用户的邻居。WDM平台是RFoG与GPON之间的分界点，有线电视运营商可以根据市场要求，逐渐将用户迁移至GPON解决方案。图5所示网络框图表明了在一个服务区域共存的RFoG和GPON解决方案。

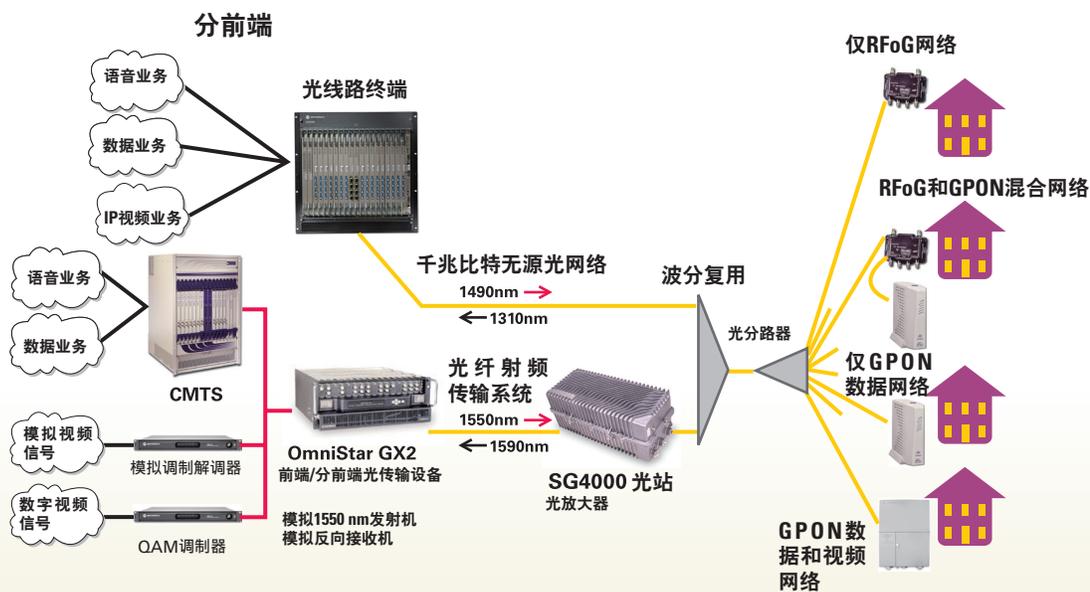


图5：RFoG和GPON可以共存于同一个服务区域，允许运营商经济高效地迁移至PON，同时充分利用已部署的接入网设备。

开始时，有线电视运营商将部署一台具备PON光扩展端口的RFoG微型光站。图6为微型光站框图。PON专用波长1490 nm和1310 nm将被路由至扩展端口。当有线电视运营商需要向特定家庭提供更多超宽带业务时，如高速对称数据业务或IPTV业务，可以将一台GPON ONT连接至扩展端口。只要需要，仍然可以利用该RFoG微型光站来提供传统的视频业务和处理已有的反向信号。

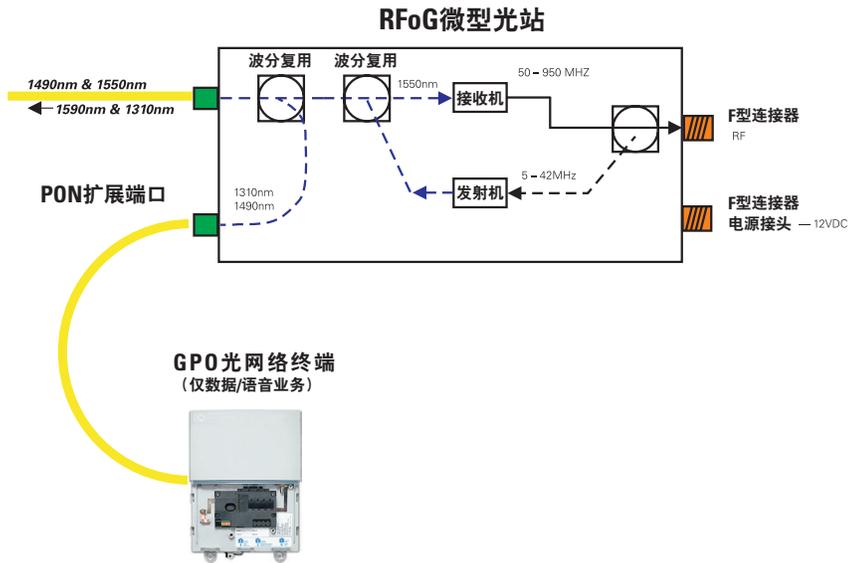


图6: 具备PON扩展端口的RFoG微型光站。当需要提供超宽带业务时, 可以将一台GPON ONT连接至该扩展端口。

## 结 论

当今的PON解决方案不能支持利用用户住宅、前端和分前端中部署的现有DOCSIS网络设备, 并且不能集成到现有的OSS系统中, 以实现预配置、计费和客户支持等。摩托罗拉在HFC、DOCSIS和FTTP接入网解决方案等领域拥有深厚的技术专长, 并且为在当前部署RFoG解决方案提供了一条经济高效的演进道路, 同时允许在未来迁移至PON网络。

借助摩托罗拉提供的RFoG解决方案, 有线电视运营商可以利用其现有的DOCSIS机顶盒和DOCSIS网络设备和应用。摩托罗拉同时拥有HFC和光纤接入技术优势, 并可提供专业服务, 能够助力有线电视运营商根据经济需要逐步演进至光纤网络。

- **GX2 OmniStar HFC机箱**
  - 1550 nm发射模块
  - 1550 nm掺铒光纤放大器模块
  - 1590 nm接收模块



**GX2 OmniStar HFC**  
光传输平台



1550 nm发射机



掺铒光纤放大器



四路接收机

- **QA200掺铒光纤放大器**



**SG4000 HFC光站**

- **光放大器模块**



**SG4000 HFC光站平台**



光放大器模块

图7: 摩托罗拉提供了全系列产品支持灵活的RFoG部署

RFoG是一项目前尚处于初期阶段的新兴标准, 因此, 要保护光纤部署投资, 就必须选择标准化RFoG解决方案。作为唯一一家在部署HFC和光纤接入网解决方案两个方面都拥有成熟技术专长的主要厂商, 摩托罗拉能够以不偏不倚的态度, 部署可支持超宽带业务的高性能接入网。如欲了解关于摩托罗拉RFoG解决方案的更多信息, 请联系当地的摩托罗拉客户代表或登录网站[www.motorola.com](http://www.motorola.com)。



**MOTOROLA**

摩托罗拉公司 [www.motorola.com/networkoperators](http://www.motorola.com/networkoperators)

MOTOROLA及风格化M徽标已在美国商标和专利局进行注册。DOCSIS是有线电视实验室的注册商标。所有其他产品或服务名称是其各自所有者的财产。© 摩托罗拉公司版权所有，2008年。保留所有权利。

558606-001-a 09/08

