

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

J系列

增补 11
(04/2021)

J系列：有线网和电视、声音节目及其它
多媒体信号的传输

基于ITU-T建议书的有线网数字电视业务安装指南

ITU-T J系列建议书 – 增补 11

ITU-T



ITU-T J系列建议书增补11

基于ITU-T建议书的有线网数字电视业务安装指南

摘要

一些发展中国家正在计划部署光纤设施和先进的混合光纤/同轴（HFC）数字传输系统，目的是在其基础设施中引入数字有线电视业务。ITU-T J系列增补11提供了可供这些国家考虑的、基于ITU-T建议书开发其系统的指南。

历史沿革

版本	建议书	批准日期	研究组	唯一识别码*
1.0	ITU-T J 增补11	2021-04-28	9	11.1002/1000/14640

关键词

有线网、部署、数字电视、HFC、混合光纤/同轴、实施、光纤。

* 欲查阅建议书，请在您的网络浏览器地址域键入URL <http://handle.itu.int/>，随后输入建议书的唯一ID，例如，<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2021

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
2	参考文献	1
3	定义	1
3.1	他方定义的术语	1
3.2	在本增补中定义的术语	1
4	缩写词和首字母缩略语	2
5	惯例	3
6	有线网数字电视的ITU-T建议书	3
6.1	建议书摘要	5
6.2	建议书选择	6
附录I	– 用于传输数字视频广播信号的光系统	8
I.1	引言	8
I.2	光系统参考模型	8
I.3	测量点和项目	11
I.4	广播信号传输光系统的规范	12
I.5	IEC标准	13
I.6	IEC附属国家计划	14
附录II	– 基于HFC和FTTH的网际协议电视 (IPTV)	15
II.1	引言	15
II.2	IPTV分类	15
II.3	基于PON系统的IPTV	15
II.4	基于DOCSIS的IPTV	16
II.5	发送 IPTV 的其它选项	17
附录III	– UHDTV (4K/8K) 业务	19
III.1	通过HFC接入线传输4K/8K UHDTV业务	19
III.2	通过光纤/FTTH接入线传输4K/8K UHDTV业务	20
III.3	4K STB	20
参考书目	21

引言

许多发展中国家正在部署光纤，因此设想通过光纤来部署数字电视。通过光纤传输的数字电视信号将符合ITU-T J.185、J.186、J.83、J.382等建议书，但正确选择建议书对满足每个国家的要求而言至关重要。

ITU-T J系列建议书增补11

基于ITU-T建议书的有线网数字电视业务安装指南

1 范围

本增补提供了一份现有建议书及其用途的清单，以帮助在基于光纤和混合光纤/同轴（HFC）网络的有线网上部署数字电视业务。

2 参考文献

- [ITU-T J.83] ITU-T J.83建议书（2007年），有线分发的电视、声音和数据业务的数字多节目系统。
- [ITU-T J.94] ITU-T J.94建议书（2016年），有线电视系统中数字广播的业务信息。
- [ITU-T J.183] ITU-T J.183建议书（2016年），有线电视系统多MPEG-2传送流的时分复用及传送流的一般格式。
- [ITU-T J.185] ITU-T J.185建议书（2012年），以调频转换方式经由光接入网传送多信道电视信号的传输设备。
- [ITU-T J.186] ITU-T J.186建议书（2008年），通过子载波复用（SCM）经由光接入网传送多信道电视信号的传输设备。
- [ITU-T J.288] ITU-T J.288建议书（2019年），有线传输系统类型长度值（TLV）分组的封装。
- [ITU-T J.382] ITU-T J.382建议书（2018年），有线分发的电视、声音和数据业务的先进数字下行流传输系统。
- [ITU-R BT.1869] ITU-R BT.1869建议书（2010年），数字多媒体广播系统中可变长度分组的复用方案。
- [IEC 60728-x] IEC 60728（所有部分），电视信号、声音信号和交互式业务的有线网。
- [ISO/IEC/IEEE 8802-3] ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021，信息技术系统之间的电信和交换 - 局域网和城域网的要求 - 第3部分：以太网标准。

3 定义

无。

3.1 他方定义的术语

无。

3.2 在本增补中定义的术语

无。

4 缩写词和首字母缩略语

本增补采用了以下缩写词和首字母缩略语：

ADSL	非对称数字用户线
CAS	有条件接入系统
CATV	有线电视
CM	电缆调制解调器
CMTS	电缆调制解调器终端系统
CPE	客户端设备
DOCSIS	有线数据业务接口规范
DVB	数字视频广播
END	等效噪声衰减
EPON	以太网无源光网络
EVM	误差矢量幅度
FDM	频分复用
FEC	前向纠错
FTTH	光纤到户
FM	调频
GPON	千兆无源光网络
GSE	通用流封装
HD	高清
HFC	混合光纤/同轴
IF	中频
IM	强度调制
IPVB	IP视频广播
IP	网际协议
IPTV	IP电视
LDPC	低密度奇偶校验码
MER	调制误差率
MDU	多住宅单元
MPEG	运动图像专家组
NM	噪声容限
OFDM	正交频分复用
ONT/ONU	光网络终端/单元

OTT	过顶
PD	光电探测器
PON	无源光网络
QAM	正交调幅
RF	射频
SCM	子载波复用
SI	业务信息
STB	机顶盒
TDM	时分复用
TLV	类型长度值
TS	传输流
UDP	用户图协议
UHD	超高清
VOD/VoD	视频点播
V-ONT	视频光网络终端
VSB	残留边带
WDM	波分复用

5 惯例

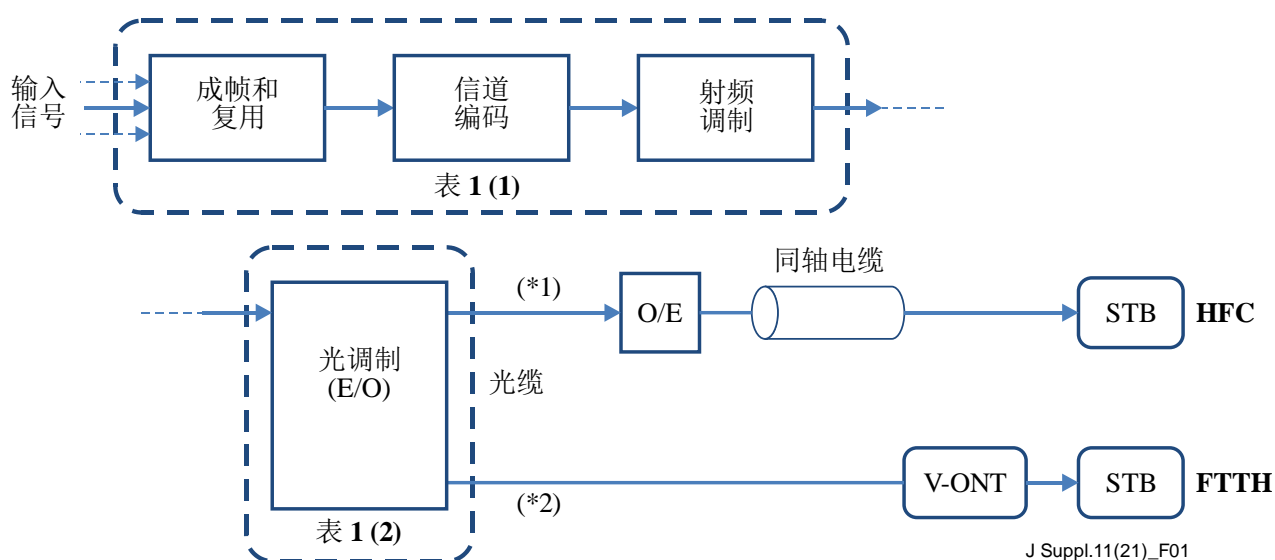
无。

6 有线网数字电视的ITU-T建议书

数字有线电视信号通过混合光纤/同轴（HFC）设施或全光纤设施（如光纤到户（FTTH））进行传输。图1说明了构成这些设施的组件。

在HFC和光纤前端，一个或多个数字有线电视信号通常采用MPEG-2传输流（TS）的形式在帧结构中进行多路复用，然后调制成通常低于770 MHz的射频（RF）信号，这具体取决于每个国家/地区的规定。许多不同频率的射频信号以频分复用（FDM）的形式进行放置，而后这束射频信号被转换为光信号，以便通过光缆进行传输。

在HFC系统中，这种光信号被转换回电信号，以便通过同轴电缆进行传输，为最后一公里的用户接入线提供服务。在FTTH等全光纤设施中，初始光信号直接馈送到客户驻地。



注 – (*1) 和 (*2) 处的光缆使用不同的波长。

图1 – 有线电视HFC和FTTH设施

表1列出了适用于这些设施的ITU-T建议书。

这些建议书可以分为两类。第一组建议书涉及从成帧到视频调制的功能，第二组建议书涉及该视频信号的光调制。

表1 – 适用于基于光纤和HFC网络的数字有线电视业务的ITU-T建议书

(1) 从成帧到射频调制

	标题	描述
ITU-T J.83	有线分发的电视、声音和数据业务的数字多节目系统	QAM 信道上的单个MPEG-2传输流
ITU-T J.183	有线电视系统多MPEG-2传送流的时分复用及传送流的一般格式	多MPEG-2传输流的TDM，以及通过信道绑定进行高速传输的帧结构
ITU-T J.288	有线传输系统类型长度值（TLV）分组的封装	在ITU-T J.83和ITU-T J.183电缆信道上封装TLV，以传输可变长度的分组，例如IP分组
ITU-T J.382	有线分发的电视、声音和数据业务的先进数字下行流传输系统	使用OFDM和LDPC的、具有高频谱效率的先进数字电缆传输，也称为DVB-C2

(2) 光调制

	标题	描述
ITU-T J.185	以调频转换方式经由光接入网传送多信道电视信号的传输设备	强度调制前的频率调制
ITU-T J.186	通过子载波复用（SCM）经由光接入网传送多信道电视信号的传输设备	强度调制

此外，可以使用有线数据系统（DOCSIS）或FTTH无源光网络（PON）系统，通过HFC，以IP分组的形式来发送数字电视信号。此用例不是本增补的主要主题，但在附录I中给出了有关DOCSIS和PON的简要说明。

6.1 建议书摘要

(1) ITU-T J.83建议书

[ITU-T J.83]涵盖了由有线网分发的、有关电视、声音和数据业务数字多节目信号帧结构、信道编码和调制的定义。

本建议书有四个附件（附件A、B、C和D），提供了在不同区域使用的四种数字电视有线系统的规范。附件A、B和C适用于通过QAM信道承载单个MPEG-2传输流的有线系统，附件D适用于16-VSB数字传输。本建议书建议，在现有和未来有线网上实施新数字多节目业务的人应采用其中一种其帧结构、信道编码和调制在附件A、B、C和D中予以规定的系统。

(2) ITU-T J.183建议书

[ITU-T J.183]描述了在有线电视系统上，通过简单实施MPEG-2系统的物理界面，进行多MPEG-2传送流传输的时分多路复用（TDM）格式和/或传送流的通用格式。TDM帧将对MPEG-2传送流和/或传送流通用格式进行封装，在传输前，它们将被分成188字节长的分组。该建议书还描述了通过信道绑定技术进行高速传输的帧结构。

帧格式使有线电视运营商能够将多个TS打包进单个信道或多个信道。如果可以在TS的基础上集成业务，那么有线分发网络的操作将变得灵活。

(3) ITU-T J.288建议书

[ITU-T J.288]提出了一种有关ITU-R BT.1869中规定之类型长度值（TLV）的封装方案，用于在[ITU-T J.83]基础上设计的有线传输系统。

许多现有数字广播系统采用MPEG-2 TS作为输入流格式。与此相对，为高效地在广播信道上传输IP分组，对TLV等可变长度分组格式进行了规定，将其作为可变长度分组的集总。为使用现有ITU-T J.83传输系统来传送TLV，有必要将可变长度的TLV分组分割并封装入固定长度的188字节分组。

(4) ITU-T J.382建议书

[ITU-T J.382]提供了先进数字有线下行流传输技术中应予考虑的规范，以便为基于混合光纤/同轴电缆（HFC）的网络中的下行流提供高频谱效率的方案，从而节省传输资源。本建议书涵盖了通过HFC网络分发的、有关电视、声音和数据业务（包括高质量广播和组播业务）帧结构、信令编码和调制的共同定义。

[ITU-T J.382]相当于通过欧洲数字视频广播项目（DVB）开发的第二代有线数字多节目传输系统DVB-C2。它通过使用称为低密度奇偶校验（LDPC）的强大的前向纠错（FEC）码和正交频分复用（OFDM）调制，来增加有线信道的传输容量。它支持TS、任何分组化的和连续的输入格式以及通用流封装（GSE）。

(5) ITU-T J.186建议书

[ITU-T J.186]描述了一种有关经由光接入网传送多信道电视信号的传输方法。通过采用子载波复用（SCM），ITU-T J.186传输设备能够传输多信道64-QAM、256-QAM和其它视频信号。

在SCM技术中，主载波是光频信号载波；子载波在光边带中传输电复用的FDM视频信号。光网络终端（ONT）光电检测器（PD）输出的信号格式与输入到光发射器调制器的信号格式相同。SCM方法用在混合光纤/同轴电缆（HFC）系统的干线中。

(6) ITU-T J.185建议书

[ITU-T J.185]描述了一种有关经由光接入网传送多信道电视信号的传输方法。通过采用调频（FM）转换，ITU-T J.185传输设备能够传输多信道64-QAM、256-QAM和其它视频信号。

在这种调频传输系统中，多信道频分复用（FDM）电视信号同时转换为单个宽带调频信号。然后使用强度调制技术，通过光接入网，来传输该调频信号。客户端的视频光网络终端（V-ONT）将接收到的单个调频信号转换成初始的多信道FDM视频信号，以供同轴有线电视使用。该调频传输系统的接口与[ITU-T J.186]定义的、调幅子载波复用（AM-SCM）系统的接口相同。

6.2 建议书选择

(1) 数字多节目电视信号的复用

为了使用有线QAM信道发送数字多节目电视信号，根据多节目信号的组成方式使用[ITU-T J.83]或[ITU-T J.183]。

[ITU-T J.83]将单个MPEG2传输流（TS）作为输入并发送给单个QAM信道。该TS包含一个或多个数字电视和声音节目。每个节目都通过业务ID来区分，业务ID是包含在[ITU-T J.83]帧中的业务信息（SI）之一。ITU-T J.94建议书“有线电视系统中数字广播的业务信息”中有关于业务信息的详细信息。

当MPEG2传输流来自不同的来源（如电视台）时，它们将具有不同的TS ID。当每个流的大小（比特率）占用单个QAM信道时，使用[ITU-T J.83]。然而，如果组合两个或多个传输流的总比特率在可通过一个QAM信道进行发送的范围内时，则使用[ITU-T J.183]将它们复用在一起以占用单个QAM信道是合理的。[ITU-T J.183]定义了“传输流复用帧（TSMF）”，它复用两个或多个MPEG2传输流来形成一个流，以通过单个QAM信道进行传输。

[ITU-T J.83]有四个附件。附件A主要用于欧洲、非洲、亚洲和南美洲，附件B主要用于北美，附件C主要用于日本。附件D针对的是北美的16-VSB，但没有使用。适当选择适用的附件需要考虑到所在地区不同运营商之间的互操作性及其它因素。

(2) 光传输系统

为了通过HFC或FTTH的光纤部分来传输QAM调制的射频信号，必须使用[ITU-T J.186]或[ITU-T J.185]将之从电形式转换为光形式。

[ITU-T J.186]标题为“通过子载波复用（SCM）经由光接入网传送多信道电视信号的传输设备”。此处使用术语“SCM”来描述这样一个系统，即其多路有线电视射频信号（子载波）为频分复用（FDM），然后通过单波长光信号进行强度调制。

另一方面，在如[ITU-T J.186]中那样被单波长光信号进行强度调制之前，[ITU-T J.185]将运用频率调制（FM）对FDM信号进行频率调制（FM）。

表2对IM（ITU-T J.186）与FM（ITU-T J.185）的特性进行了比较。总之，使用频率调制增加了设备的复杂性和成本，但减少了因噪声和失真而造成的退化。是使用[ITU-T J.186]还是使用[ITU-T J.185]的最终决定应在对这些因素进行比较后做出。

表2 – ITU-T J.186与ITU-T J.185的比较

	ITU-T J.186	ITU-T J.185
调制	强度调制 (IM)	在IM前频率调制 (FM)
设备复杂性	简单	复杂
对噪声的敏感性	对噪声敏感, 因此 <ul style="list-style-type: none"> – 接收器处需要的信号强度较高 – 需要的中继器较多 	对噪声有适应性, 因此 <ul style="list-style-type: none"> – 接收器处需要的信号强度较低 – 长距离传输需要的中继器较少
对失真的敏感性	<ul style="list-style-type: none"> – 对失真敏感 – 需要高质量的光放大器 	<ul style="list-style-type: none"> – 对失真不敏感 – 可使用标准质量的光放大器
带宽	高至3.2 GHz	高至1.0 GHz

为了设计和部署基于ITU-T J.186的光传输系统, IEC 60728系列国际标准给出了系统配置、基本系统参数、测量方法等实用信息。附录I概述了这些文件。请注意, 虽然[ITU-T J.186]适用于模拟和数字视频信号, 但附录I仅涉及适用于数字调制信号的IEC 60728标准。

附录I

用于传输数字视频广播信号的光系统

(IEC 60728系列)

I.1 引言

[IEC 60728-x]系列国际标准，“电视信号、声音信号和交互式业务的有线网”，描述了有关实际业务系统的系统配置、系统规范、测量方法和设计考虑因素，系统基于[ITU-T J.186]中定义的传输设备设计与部署。

其中的一些标准，包括第113部分和第115部分，适用于由前端设备、光传输线路、内部布线和系统出口组成的、有关广播信号传输的光传输系统。不同于既能处理模拟视频信号也能处理数字视频信号的[ITU-T J.186]，最新的IEC标准主要针对仅使用数字传输技术的电视信号。它们还规定了前端设备与系统出口之间光分发系统的基本系统参数和测量方法，以便评估系统性能及其性能限制。在这些标准中，上限信号频率限制在大约3300 MHz。

这些标准描述了基于FTTH的全数字化广播和窄播（广播的有限区域分发）信号的射频传输，并引入了xPON系统作为物理层媒质。物理层的详细描述超出了这些标准的范围。范围仅限于FTTH上的射频信号传输，因此，它们不包括IP传输技术，例如IP组播和关联协议，但如果它们满足这些标准的光部分，则也适用于使用电信网络的广播信号传输。

I.2 光系统参考模型

图I.1显示了用于广播信号传输的FTTH系统参考模型。虽然光放大器和光分路器的数量取决于光系统的规模，或者连接的用户数量，但基本的网络配置须遵循系统参考模型。此外，系统运行所需的光电平较高，因此根据[IEC 60825-1]、[IEC 60825-2]和[IEC 60825-12]，须特别注意安全。

通常，有两种构建光传输系统的解决方案：单光纤解决方案和双光纤解决方案。图I.1所示的参考模型包括广播信号传输系统和数据信号传输系统。数据信号传输系统在具有不同光波长的光纤上使用两种传输方式。例如，两种系统通过波分复用（WDM）滤波器，在分发网络的输入和输出处合二为一。考虑到维护和未来系统扩展，分发网络须仅由光纤和光功率分路器等无源光器件组成。

在某些情况下，使用单光纤解决方案三重播放光网络单元（ONU）（用于V-ONU、数据ONU和电话终端的ONU）。在某些情况下，ONU位于用户住宅之外（注 – 在IEC标准中使用ONU/光网络单元来替代ITU-T建议书中使用的ONT/光网络终端）。

有若干种方法可以将多住宅单元（MDU）与FTTH系统连接起来（见图I.1）。一种是将MDU与V-ONU输出后的电端口相连，另一种是将MDU与外部设施的光端口相连。

在单光纤解决方案中，需要避免光串扰和电串扰。

如果1 550 nm WDM不能提供与1 490 nm信号的充分隔离，则在1 490 nm波长传输的下行流数据信号与有线电视（CATV）下行流信号之间会产生光串扰。

由于在非常紧凑的三工器外壳中的电磁辐射，1 310 nm数据驱动器信号和1 550 nm CATV PD接收器输入信号之间会产生电串扰。

考虑使用表I.1和表I.2中列出的光波长和电频段。

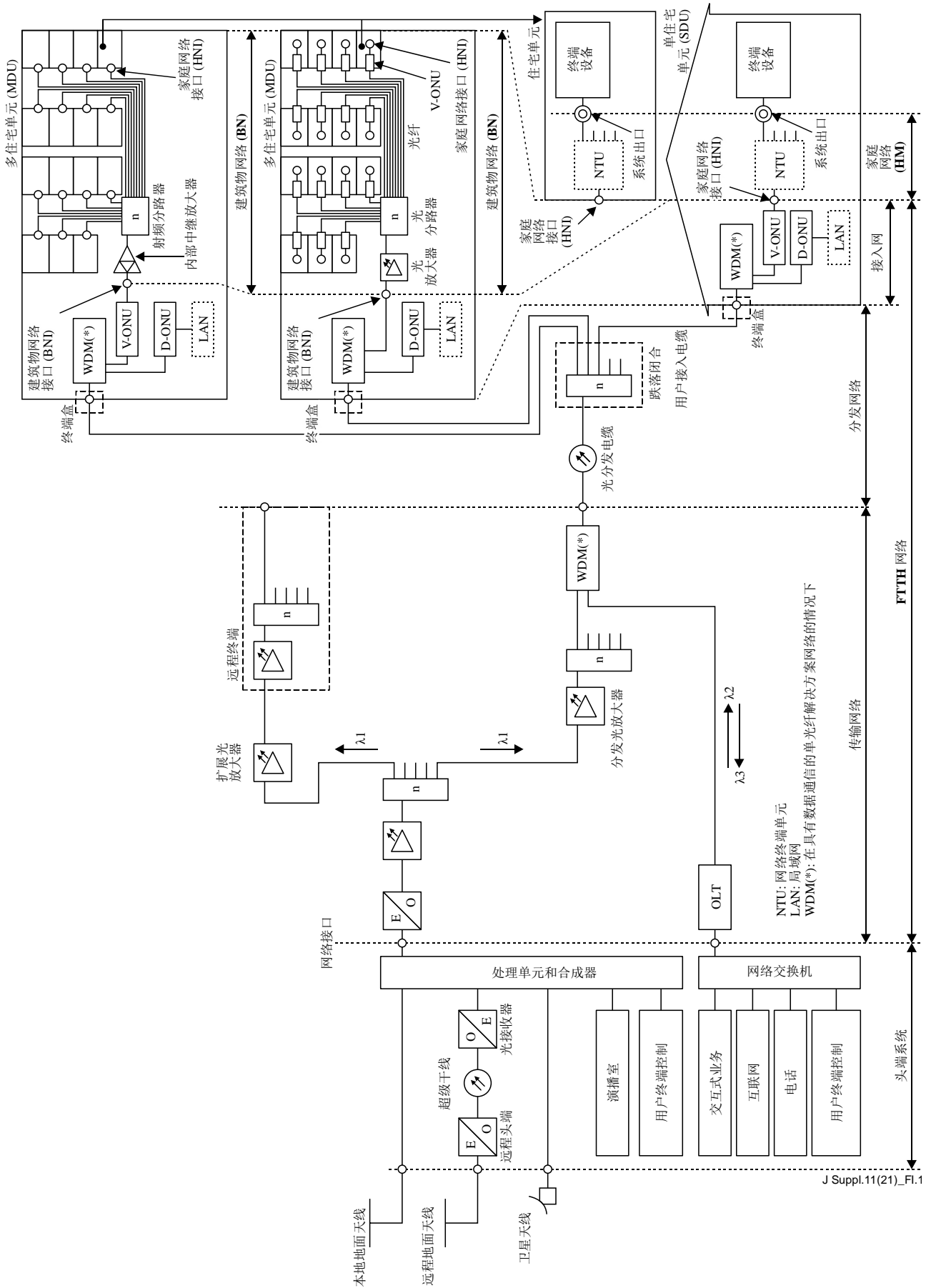
表I.1 – FTTH系统的光波长

光信号	波长	文件
视频传输	1 550 nm	[IEC 60728-113]
射频返回 (RFoG)	1 610 nm	[IEC 60728-14]
数据 (下行流)	1 490 nm/1 577 nm	[ISO/IEC/IEEE 8802-3]
数据 (上行流)	1 310 nm/1 270 nm	[ISO/IEC/IEEE 8802-3]

表I.2 – 频率范围

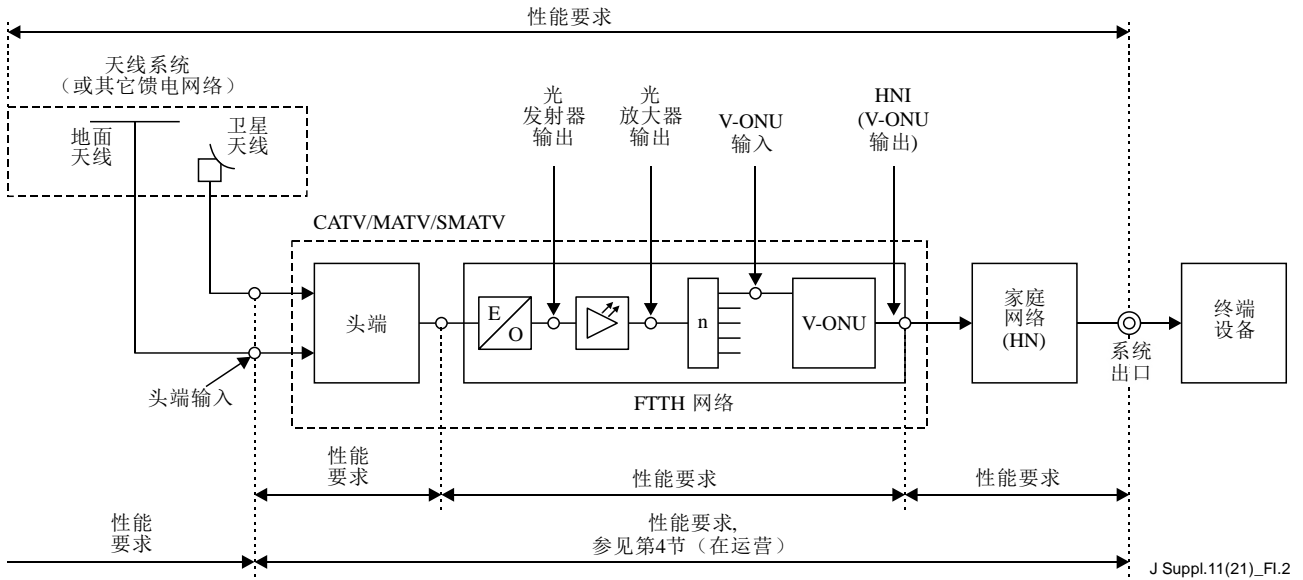
频段	文件
47 MHz - 862 MHz (仅数字调制信号)	[IEC 60728-101], [IEC 60728-113] [IEC 60728-115]
950 MHz - 3 300 MHz (卫星信号传输)	[IEC 60728-13-1], [IEC 60728-115]

注 – [IEC 60728-113 Ed1] (频率范围: 47 MHz - 862 MHz) 和 [IEC 60728-13-1 Ed2] (频率范围: 950 MHz - 3 300 MHz) 将在几年内合并为 [IEC 60728-113 Ed2] (频率范围: 47 MHz - 3 300 MHz)。



图I.1 – 用于电视和声音信号的FTTH系统示例

光系统的性能指标要点如图I.2所示。



图I.2 – FTTH系统的性能指标要点

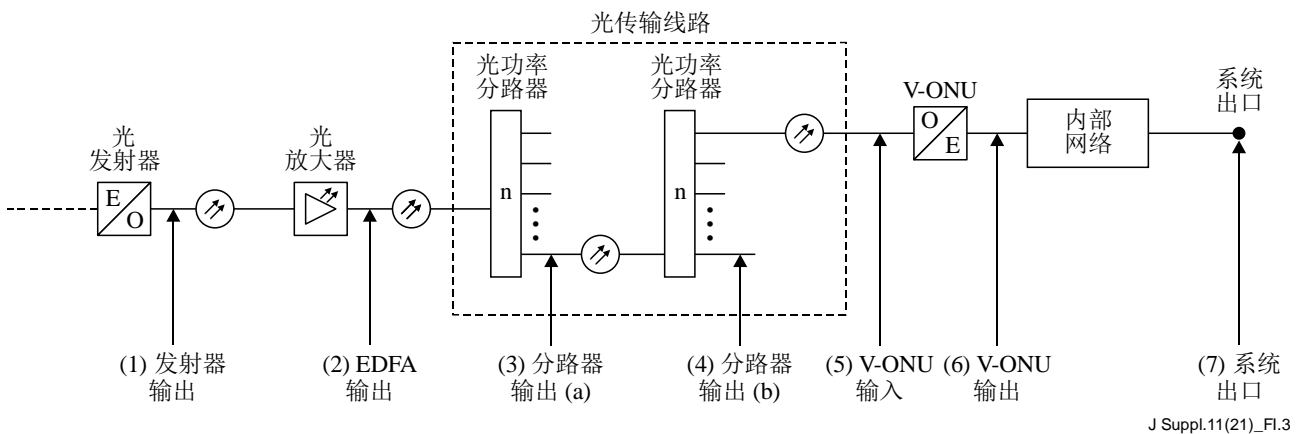
I.3 测量点和项目

本节描述了专门为FTTH系统设计的测量方法。

本增补中描述的测量点仅限于从光发射器的输出端到系统出口的系统部分。

I.3.1 测量点

需要测量图I.3中点(1)到(5)的光功率以及点(6)和(7)的电信号电平，以确保整个系统性能。须测量点(5)、(6)和(7)，以保证光段端点和客户端接口点上的系统性能。应对(1)至(5)点上的RIN（相对强度噪声）进行测量，并对(6)和(7)点上的S/N（电信号）进行测量。



图I.3 – 视频分发系统的测量点

I.3.2 测量项目

测量点和测得的参数汇总于表I.3中。

(5)、(6)、(7)点的测量是强制性的，而其它点的测量则是为了保证系统性能。

表I.3 – 测量点和测得的参数

测得的参数 (示例)	测量点						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	发射器 输出	EDFA 输出	功分器 输出(a)	功分器 输出(b)	V-ONU 输入	V-ONU 输出	系统 出口
光功率	○	○	○	○	○	—	—
S/N (电)	—	—	—	—	—	○	○
S/N (RIN) (见注)	○	○	Δ	Δ	Δ	—	—
BER, MER	—	—	—	—	—	○	○
○ 可以在这些点进行测量。							
Δ 当光功率高于-3 dB (mW)时, 可以在这些点进行测量。							
注 – V-ONU输出端(6)处的S/N理论估计基于单个设备的测量结果。							

I.4 广播信号传输光系统的规范

对于光网络上的数字广播业务, 主要使用调制方法64/256 QAM或具有256/1 024/4 096 QAM的OFDM。图I.2显示了典型FTTH系统的性能指定点。它还描述了测量点(与性能指定点相同)和附加测量点, 以便检查光系统的运行性能。传输线路和内部网络的头端输出、V-ONU输出和系统出口上的最小S/N比如表I.4所示。(它针对的是SDU情况, 而在IEC 60728-113中还有另一个针对MDU情况的表。)

对于数字调制信号, 误码率(BER)须仅用作头端输入处的规范参数。在RS(204, 188)的情况下, FEC之前的数字调制广播信号需要 1×10^{-4} 。在其它FEC方法的情况下, FEC之后需要 1×10^{-11} 。作为头端输入处的补充参数, 可以使用等效噪声劣化(END)、噪声容限(NM)、调制误差比(MER)和误差矢量幅度(EVM)。

表I.4 – 运行中的最低S/N要求(47 MHz - 1 000 MHz SDU情况)

广播信号			H/E输出 处的S/N	光传输线路 上的S/N (5)	V-ONU 输出处 的S/N (6)	内部网络 接口处的 S/N	系统出口 处的 S/N (7)
系统	调制	子载波					
			dB	dB	dB	dB	dB
ISDB-T	OFDM	64 QAM	27	30	25	45	24
ISDB-C [ITU-T J.83]	64 QAM	—	35	28	27	45	26
	256 QAM	—	43	37	36	51	32
ISDB-C2 [ITU-T J.382]	OFDM	256 QAM	35	28	27	45	26
		1 024 QAM	42	36	35	51	33
		4 096 QAM(4/5)	46	39	38	53	37
		4 096 QAM(5/6)	49	42	41	55	40

表I.4 – 运行中的最低S/N要求（47 MHz - 1 000 MHz SDU情况）

广播信号			H/E输出 处的S/N dB	光传输线路 上的S/N (5) dB	V-ONU 输出处 的S/N (6) dB	内部网络 接口处的 S/N dB	系统出口 处的 S/N (7) dB
系统	调制	子载波					
DVB-T	COFDM	64 QAM	27	–	25	–	24
DVB-T2	COFDM	256 QAM	33	–	31	–	30
DVB-C	64 QAM	–	36	–	29	–	28
	256 QAM	–	42	–	35	–	34
DVB-C2	COFDM	256 QAM	35	–	29	–	28
		1 024 QAM	42	–	35	–	34
		4 096 QAM(5/6)	46	–	38	–	37
		4 096 QAM(9/10)	49	–	41	–	40

注 – 这些规格值显示了频率范围为1 GHz或更低的单个住宅单元（SDU）示例。

I.5 IEC标准

以下是可用于构建和运行FTTH系统的IEC标准列表。然而，本附录中的大部分信息都可以在[IEC 60728-113]和[IEC 60728-13-1]中找到。

对于注明日期的参考文献，仅适用所引用的版本。对于未注明日期的参考文献，适用所参考文件的最新版本（包括任何修订）。

IEC 60728-13-1:2017，电视信号、声音信号和交互式业务的有线网 – 第13-1部分：基于FTTH系统的广播信号的带宽扩展。

IEC 60728-101:2016，电视信号、声音信号和交互式业务的有线网 – 第101部分：仅加载数字信道的前向路径的系统性能。

IEC 60728-106（制定中），仅加载数字信道的系统的光设备。

IEC 60728-113:2018，电视信号、声音信号和交互式业务的有线网 – 第113部分：仅加载数字信道的广播信号传输的光系统。

IEC 60728-115:2021，电视信号、声音信号和交互式业务的有线网 – 第115部分：用于广播信号传输的建筑物内光系统。

IEC 60068-1:1988，环境测试 – 第1部分：概述和指南。

IEC 60825-1，激光产品的安全性 – 第1部分：设备分类和要求。

IEC 60825-2，激光产品的安全性 – 第2部分：光纤通信系统（OFCS）的安全性。

IEC 60825-12，激光产品的安全性 – 第12部分：用于信息传输的自由空间光通信系统的安全性。

IEC 61755-1:2005，光纤连接器光接口 – 第1部分：单模非色散位移光纤的光接口 – 概述和指南。

IEC TR 61930，光纤图形符号。

IEC TR 61931:1998，光纤 – 术语。

注1 - 将于2022年完成的IEC 60728-113 Ed.2将包括一个高达3.3 GHz的频段，用于传输卫星IF信号，但[IEC 60728-13]和[IEC 60728-13-1]对模拟信号传输将保持不变。

注2 - IEC 60728-115目前正在制定中。这项工作预计将于2021年底完成。

注3 - IEC 60728-106目前正在制定中。这项工作预计将于2022年底完成。

I.6 IEC附属国家计划

附属国家计划是一个允许没有成员资格的成员参与IEC的制度。

IEC于2001年启动了附属国家计划，以鼓励发展中国家参与IEC的工作，并以尽可能低的成本高效地向发展中国家提供技术益处。截至2019年，已有86个国家成为成员，Rojas Manyame先生（纳米比亚）自2018年1月起成为该计划的领导人。

参与的好处包括：

- 获得IEC文件的电子版（此外，如果成为“附属+”成员，则还可以免费获得更多的IEC标准）；
- IEC库的安装和使用；
- 比IEC标准更简单的采纳方法；
- 不需要加纳任何会费等。

附录II

基于HFC和FTTH的网际协议电视（IPTV）

II.1 引言

本指南的主要部分针对的是由光纤和HFC组成的、传统单向有线电视网络承载的数字电视。然而，有线网现在正在向基于IP的双向基础设施迁移，要么在HFC上实施DOCSIS，要么在光纤上实施PON系统，并且所谓的“IPTV”正在这些网络上予以承载。本附录概述了基于FTTH PON和DOCSIS的网际协议电视（IPTV）。

II.2 IPTV分类

IPTV采取多种形式。它可以是线性的或实时的业务，也可以是非线性的业务，例如视频点播（VoD）。这些业务可以通过尽力而为、开放的互联网来承载，也可以通过托管的IP网络来承载。这些分类如图II.1所示。

非线性业务始终使用单播或一对一连接。大多数线性业务目前使用单播，但为了带宽效率，组播或一点对多点连接是一种实现此目的的更好技术。

	线性业务	非线性业务
托管的IP网络	组播	VoD
开放的互联网（尽力而为）	单播 • 如 DAZN（体育）	视频点播（单播） • 如 Netflix, Amazon

J Suppl.11(21)_FII.1

图II.1 – IPTV分类

II.3 基于PON系统的IPTV

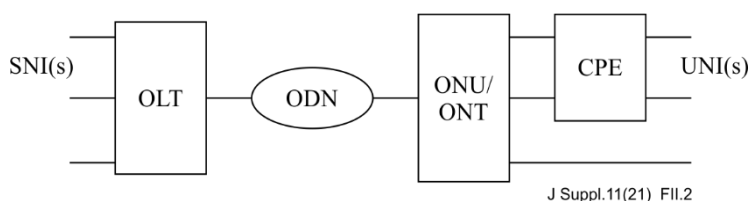
无源光网络（PON）可以表示由无源设备组成的任何光网络，但在此上下文中指的是GPON或E-PON。

GPON是[b-ITU-T G.984.x]系列建议书中定义的千兆比特无源光网络，作为一种接入网技术，用于互连电缆或电信用户与核心网络。GPON的下行链路比特率为2.4 Gbit/s，上行链路比特率为1.2或2.4 Gbit/s（通常为1.2 Gbit/s）。它通常在10和20 公里的物理范围内为多达64个用户提供服务。

E-PON是由[b-IEEE 802.3ah]定义的“以太网-PON”。其用途与GPON相同，但下行链路和上行链路比特率均为1.2 Gbit/s，最多可支持32个用户。

GPON和E-PON现都有10 Gbit/s版本的标准和产品。例如，在[b-ITU-T G.987.x]系列建议书中可以找到称为XG-PON的10 Gigabit G-PON的详细信息，而10 Gigabit E-PON由[b-IEEE 802.3av]定义。

有线网中的GPON和E-PON系统均由电缆前端的光线路终端（OLT）系统和用户驻地的光网络单元（ONU）组成，通过无源光分发网络（ODN）将它们互连在一起。这种通用结构如图II.2所示。



图II.2 – 通用GPON系统（来自ITU-T G.983）

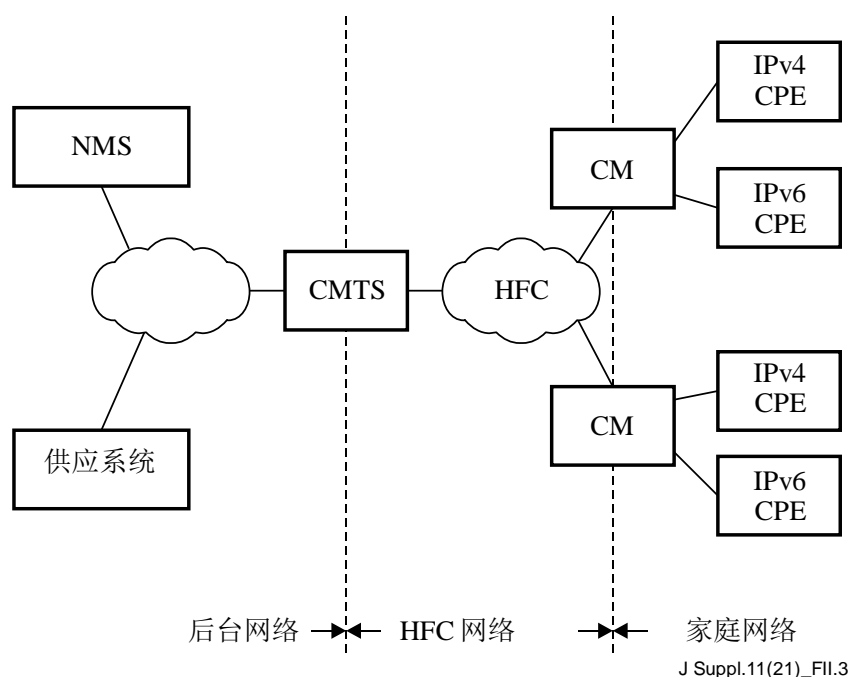
IPTV最普通的形式是使用IP协议，通过向每个TS分组添加IP报头，来发送MPEG2传输流（MPEG2-TS）。该系统称为基于IP的MPEG2-TS。

在GPON和E-PON系统中，用户共享下行链路和上行链路带宽。如果所有用户同时使用下行链路，则每个用户的平均比特率约为30 Mbit/s。这足以以良好的质量发送IPTV，但使用组播将降低总的带宽需求。

II.4 基于DOCSIS的IPTV

CableLabs正在开发有线数据业务接口规范（DOCSIS），作为一种通过有线HFC网络传输和接收数据的接入网技术。DOCSIS已经经过若干次修订，最近批准的建议书为ITU-TH.224，它规定了第五代高速有线数据系统。第五代传输系统引入了一些新的功能，这些功能建立在以前的ITU-T建议书的基础上，包括ITU-T J.222.x系列（DOCSIS 3.0）和ITU-T J.225（DOCSIS 3.1）。[b-ITU-T J.224]包括物理（PHY）层的关键新功能，并建立了全双工（FDX）DOCSIS操作模式。

多代CableLabs DOCSIS规范与ITU-T J系列DOCSIS建议书之间的关系和对应见[b-ITU-T J系列增补10]。



图II.3 – DOCSIS网络（来自[b-ITU-T J.222.1]）

如图II.3所示，DOCSIS系统由电缆前端的电缆调制解调器终端系统（CMTS）、用户驻地的电缆调制解调器（CM）以及连接CMTS和CM的HFC网络组成。

基于DOCSIS的IPTV的承载方式与基于PON的IPTV系统的承载方式相同。

II.5 发送IPTV的其它选项

(1) 基于ADSL的IPTV

非对称数字用户线（ADSL）是一种基于金属（铜）线用户线的接入网技术。它在下行链路上具有较高的比特率，而在上行链路上具有较低的比特率，因此称为非对称。

ADSL的第一个ITU-T建议书[b-ITU-T G.992.1]于1999年获得批准。该版本允许约6 Mbit/s的下行流数据速率和约640 kbit/s的上行流数据速率，尽管实际数据速率取决于如中心局与用户之间的距离等因素。

从那时起，ADSL已经演进到支持更高的数据速率，如表II.2所示。

表II.2 – ADSL技术演进

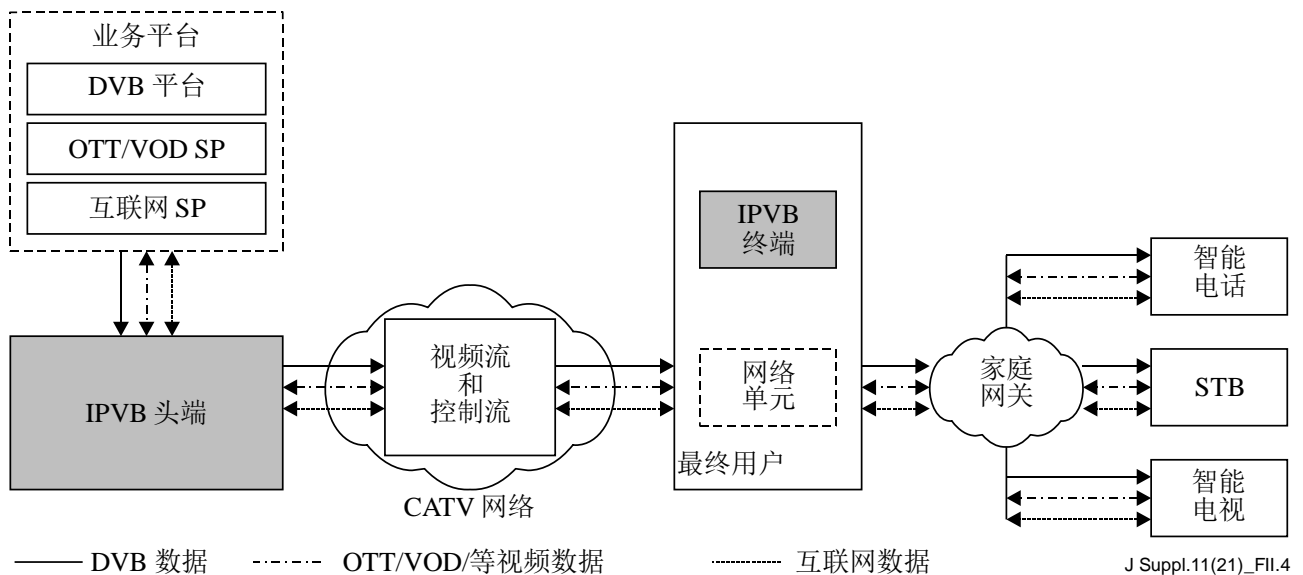
	ITU-T建议书	批准时间	数据速率
ADSL	[b-ITU-T G.992.1]	1999	6M/640 kbit/s
ADSL 2+	[b-ITU-T G.992.5]	2009	16M/800 kbit/s
VDSL	[b-ITU-T G.993.1]	2004	52M/2.3 Mbit/s
VDSL 2	[b-ITU-T G.993.2]	2019	100 Mbit/s
G.fast	[b-ITU-T G.9701]	2019	1 Gbit/s（总的上下）

即使是ADSL的第一个版本也有足够的数据速率来承载由ITU-T H.265/HEVC编码的高清（HD）视频，比特率约为4 - 6Mbit/s。然而，对同时承载多个信道或者发送更高分辨率的视频（如4K）而言，它是不够的。因此，ADSL被认为是一种临时解决方案，当中尚无完全的FTTH或HFC接入线。

(2) IP视频广播（IPVB）

IPVB是一种为CATV网络支持基于IP的视频业务的传送方案，定义在[b-ITU-T J.1210]和[b-ITU-T J.1211]中。仅在现有的低成本双向CATV网络中添加单程的、基于IP的视频广播系统。通过与现有双向接入网提供的上行链路信道结合，它能够在CATV网络中为家庭提供基于IP的高比特率视频业务。

IPVB的架构如图II.4所示。IPVB系统主要由两部分组成：IPVB头端和IPVB终端。在IPVB头端与IPVB终端之间，它仅利用下行链路方向上的CATV网络，来承载IP格式的视频信号。



“网络单元”应为“终端单元（TU）”

图II.4 – IPVB架构（来自ITU-T J.1210）

业务平台将DVB节目、业务信息（SI）表和其它相关数据（如CA信息）封装成用户图协议/网际协议（UDP/IP）分组，然后通过指配视频信道的方式对这些基于IP的数据进行融合，并将之传送给IPVB头端。

IPVB头端从DTV系统的业务平台接收这些IP分组，如视频流，它将把分组的单播地址转换为组播地址（当流分组具有单播地址时，包括VOD、OTT及其它点播流），然后它将融合后的IP数据通过CATV网络的下行链路广播信道广播给IPVB终端。

IPVB终端一般嵌入在用户终端中。它接收来自CATV网络的下行链路UDP组播分组，根据一个或多个终端用户的要求，通过区分不同的组播IP地址和UDP目的端口号，来选择并将业务分组分发给客户端设备（CPE）。

作为一种典型应用，IPVB系统可以使用10GE物理层的光传输网络，IPVB的下行链路广播信道带宽为10 Gbps。

当IPVB系统与以太网无源光网络（EPON）或千兆比特无源光网络（GPON）结合时，它可支持更大容量的VOD或OTT视频等交互式业务。该系统可轻松地传输4K、8K、VR及其它高比特率直播或点播视频。

附录III

UHDTV (4K/8K) 业务

4K超高清电视 (UHDTV) 业务提供比2K高清电视 (HDTV) 业务更好的视频质量。它已经通过卫星、地面和有线广播网络以及各种媒体市场 (如电影、移动通信和个人电脑), 在欧洲、北美和亚洲国家得到部署。

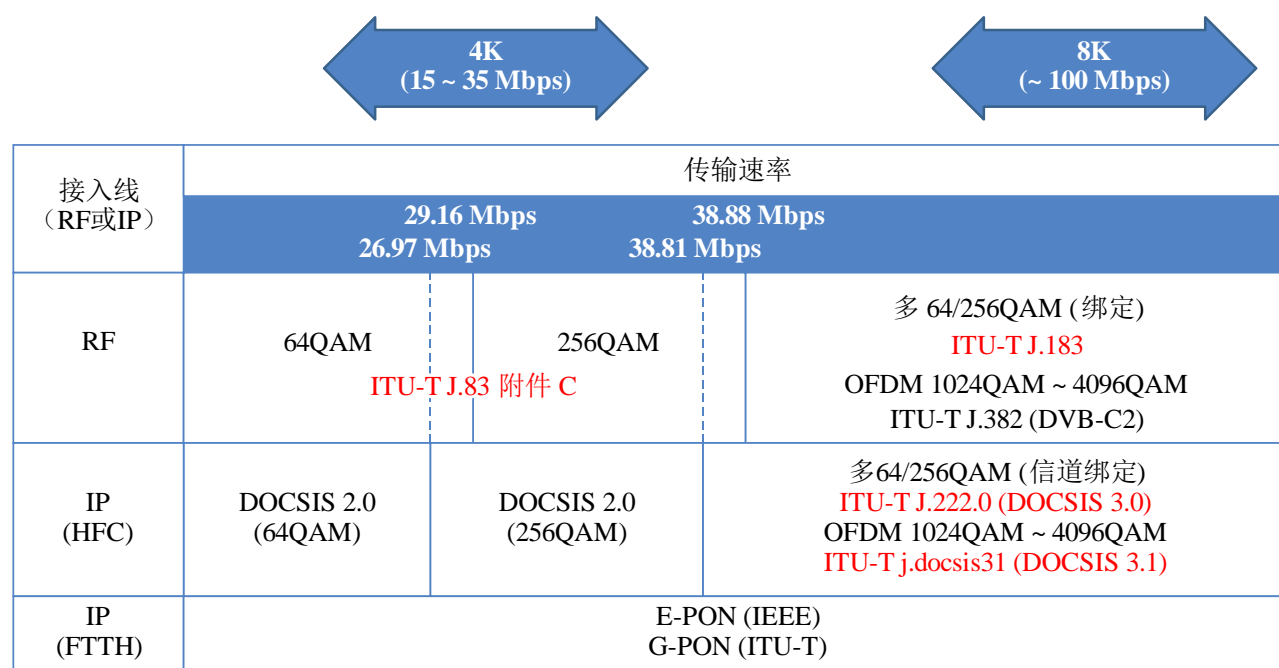
4K业务通常使用一种称为HEVC [b-ITU-T H.265]的新视频编码方法。该技术提供的压缩效率是AVC [b-ITU-T H.264]的两倍, 并且通常能够使用现有的广播媒质来传输高比特率的4K视频流。

在本附录中, 描述了通过HFC和FTTH (RF) 基础设施的UHDTV (4K/8K) 业务用例, 参考了[ITU-T J.83] (256QAM) 和[ITU-T J.183] (信道绑定)、[ITU-T J.186]以及[b-ITU-T J.297] (4KSTB)。

在[b-ITU-T H.721]中规定了支持有关网际协议电视 (IPTV) 终端设备4K分辨率的HEVC视频解码。

III.1 通过HFC接入线传输4K/8K UHDTV业务

必须选择适当的传输方法来传输HEVC编码的4K UHDTV信道, 其比特率范围在15到35 Mbit/s之间, 具体取决于所需的图像质量。图III.1说明了可用于不同传输方法的最大比特率。例如, 如果一个4K信道的比特率为35 Mbit/s, 那么它可以由基于[ITU-T J.83]附件A和B的单个64 QAM信道来承载, 但对于使用附件C (日本)的系统, 必须使用基于[ITU-T J.183]的256 QAM信道或64 QAM信道的绑定。



J Suppl.11(21)_FIII.1

注 - 对于 ITU-T J.83 附件 A, 传输速率是上述数字的8/6倍 (+33%)。

图III.1 - 有线接入技术和传输速率

为了传输通常具有100 Mbit/s比特率的8K信道, 需要绑定64/256AM信道, 或者使用基于[ITU-T J.382]的OFDM信道。

III.2 通过光纤/FTTH接入线传输4K/8K UHD TV业务

卫星和地面信道提供的4K/8K业务可以利用基于[ITU-T J.186]的子载波复用（SCM）和强度调制（IM），通过光纤/FTTH有线接入线进行（重新）传输。

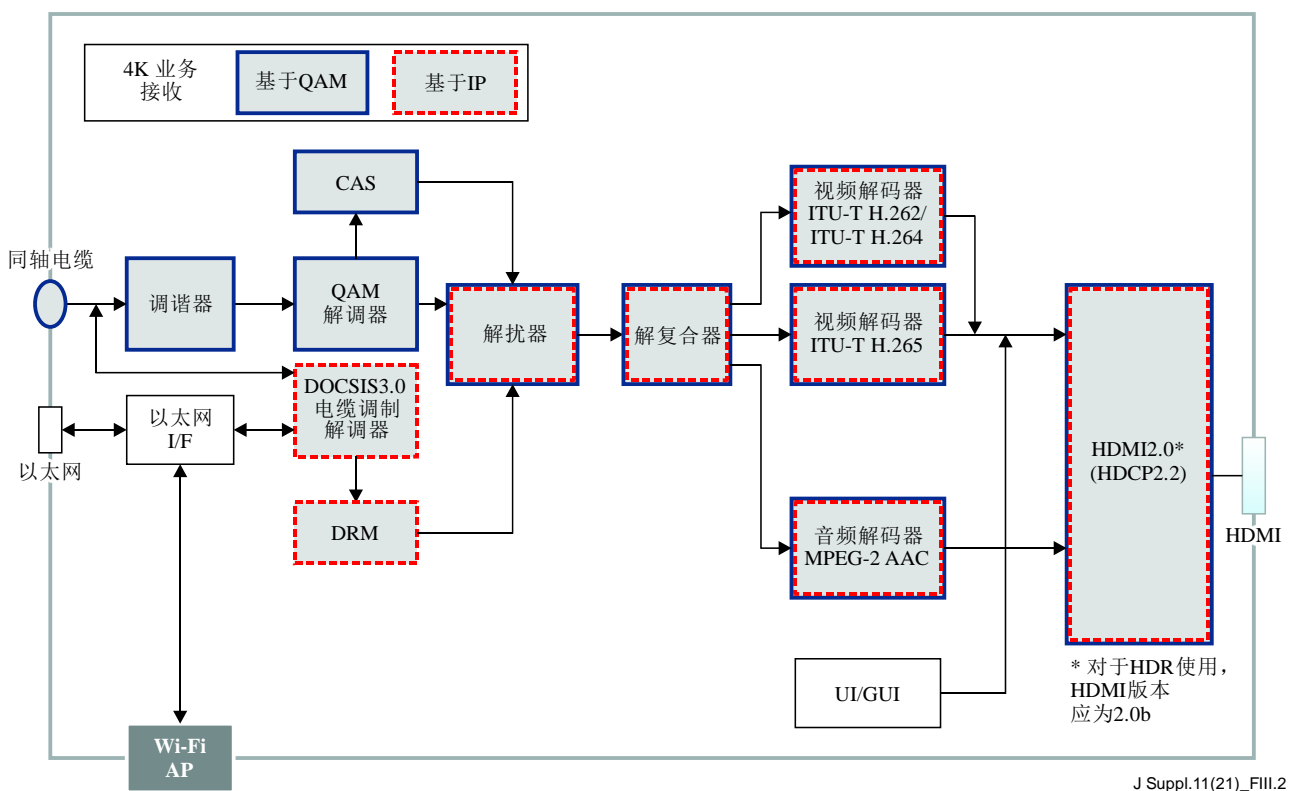
DTH（直接到户）卫星下行链路信号通常使用12 GHz左右的频率。为了通过光纤有线接入线来传输该信号，在卫星接收天线的输出端将之从约1 GHz到3.2 GHz下变频到中频（IF）。使用[ITU-T J.186]将这种电形式的中频信号转换为光信号，通过光纤接入线进行传输，转换回电信号，而后馈入4K/8K STB，或直接馈入电视机。为了提供这种服务，需要一个基于[ITU-T J.186]的光纤射频系统，它支持卫星IF信号的最大频率范围。

由于大多数地面信道使用UHF频段，因此无需变频即可通过有线FTTH接入线来承载它。

III.3 4K STB

为了接收4K业务，需要一个4K兼容的机顶盒（STB），如[b-ITU-T J.297]中所定义的机顶盒。图III.2是4K有线机顶盒的示例框图。该机顶盒最重要的部分之一是符合HDCP2.2（高清多媒体接口）的ITU-T H.265视频解码器和HDMI视频输出接口，它可保护4K内容免遭盗版。

有条件接入系统（CAS）是4K STB的另一个重要特性。它应使用128 AES或更好，以符合有关增强内容保护（ECP）的MoviesLabs（美国）规范。



图III.2 – 4K有线机顶盒框图示例（来自[b-ITU-T J.297]）

参考书目

- [b-ITU-T G.984.1] ITU-T G.984.1建议书（2012年），千兆比特无源光网络（GPON）：一般特性。
- [b-ITU-T G.987] ITU-T G.987建议书（2012年），万兆比特无源光网络（XG-PON）系统。
- [b-ITU-T G.992.1] ITU-T G.992.1建议书（1999年），不对称数字用户线（ADSL）收发器。
- [b-ITU-T G.992.5] ITU-T G.992.5建议书（2009年），不对称数字用户线2（ADSL2）收发器－扩展带宽的ADSL2（ADSL2plus）。
- [b-ITU-T G.993.1] ITU-T G.993.1建议书（2004年），甚高速数字用户线收发器（VDSL）。
- [b-ITU-T G.993.2] ITU-T G.993.2建议书（2019年），甚高速数字用户线2收发器（VDSL2）。
- [b-ITU-T G.9701] ITU-T G.9701建议书（2019年），快速接入用户终端（G.fast）－物理层规范。
- [b-ITU-T H.264] ITU-T H.264建议书（2019年），通用视听业务的先进视频编码。
- [b-ITU-T H.265] ITU-T H.265建议书（2019年），高效率视频编码。
- [b-ITU-T H.721] ITU-T H.721建议书（2015年），IPTV终端设备：基本模型。
- [b-ITU-T J.122] ITU-T J.122建议书（2007年），交互式有线电视业务的第二代传输系统－IP电缆调制解调器。
- [b-ITU-T J.222.0] ITU-T J.222.0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：概述。
- [b-ITU-T J.222.1] ITU-T J.222.1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：物理层规范。
- [b-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和上层协议。
- [b-ITU-T J.222.3] ITU-T J.222.3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：安全业务。
- [b-ITU-T J.224] ITU-T J.224建议书（2020年），交互式有线电视业务的第五代传输系统－IP电缆调制解调器。
- [b-ITU-T J.225] ITU-T J.225建议书（2020年），交互式有线电视业务的第四代传输系统－IP电缆调制解调器。

- [b-ITU-T J系列增补10] ITU-T J系列建议书 – 增补10, CableLabs DOCSIS规范与ITU-T J系列建议书之间的对应关系。
- [b-ITU-T J.297] ITU-T J.297建议书（2018年），4K超高清电视有线机顶盒的要求和功能规范。
- [b-ITU-T J.1210] ITU-T J.1210建议书（2019年），有线电视网络IP视频广播（IPVB）的要求。
- [b-ITU-T J.1211] ITU-T J.1211建议书（2020年），有线电视网络IP视频广播（IPVB）的规范。
- [b-IEEE 802.3ah] b-IEEE 802.3ah（2004年），千兆比特以太网无源光网络。
- [b-IEEE 802.3av] b-IEEE 802.3av（2009年），10 Gbit/s以太网无源光网络。

ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	资费和会计原则以及国际电信/ICT经济 and 政策问题
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	环境与信息通信技术、气候变化、电子废物、能源效率；电缆和外部设备其它组件的建造、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	交换和信令及相关的测量和测试
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题