

国 际 电 信 联 盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.989.1

(03/2013)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络
数字段和数字线路系统 – 本地和接入网的光线路系统

40 Gbit级别无源光网络 (NG-PON2)：一般要求

ITU-T G.989.1 建议书

ITU-T G系列建议书
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.449
无线电话与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
概述	G.900-G.909
光缆系统的参数	G.910-G.919
基于2048 kbit/s比特率的分级比特率上的数字段	G.920-G.929
非分级比特率电缆上的数字线路传输系统	G.930-G.939
FDM传输承载信道提供的数字线路系统	G.940-G.949
数字线路系统	G.950-G.959
用于用户接入ISDN的数字段和数字传输系统	G.960-G.969
海底光缆系统	G.970-G.979
本地和接入网的光线路系统	G.980-G.989
接入网	G.990-G.999
服务质量和性能 — 一般和与用户相关的概况	G.1000-G.1999
传输媒质的特性	G.6000-G.6999
经传送网的数据 — 一般概况	G.7000-G.7999
经传送网的以太网概况	G.8000-G.8999
接入网	G.9000-G.9999

欲了解更详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

40 Gbit级别无源光网络（NG-PON2）：一般要求

摘要

ITU-T G.989系列建议书介绍了用于住宅、公司、移动回程及其它应用的光纤接入网络中的40 Gbit无源光网络（NG-PON2）系统。

ITU-T G.989.1建议书论述了40Gb无源光网络（NG-PON2）系统的总体要求，以便指导和推动物理层和传输融合层的规范。此建议书包括主要部署配置、从遗留PON系统过渡的情景以及系统的要求。本建议书还包括支持所有接入应用的强健和灵活光纤接入网络的业务和操作要求。

ITU-T G.989.2建议书介绍了NG-PON2物理媒体相关（PMD）层的物理层规范。ITU-T G.987.3建议书描述了传输融合（TC）层，而ITU-T G.989.3则侧重NG-PON2系统的独特修改之处。ITU-T G.988为NG-PON2扩展说明了ONU管理和控制接口（OMCI）规范。

历史记录

版本	建议书	批准日期	研究组
1.0	ITU-T G.989.1	2013-03-09	15

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、应用资讯沟通技术（ICTs）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

本建议书为简要而使用的“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，国际电联已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，这可能不是最新信息，因此大力提倡他们查询电信标准化局（TSB）的专利数据库，网址为<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2015

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	2
	3.1 NG-PON2具体术语	2
4	缩写词及首字母缩略词	3
5	架构	4
	5.1 系统概述	4
	5.2 网络参考架构	4
6	迁移	5
	6.1 共存、堆栈和覆盖	6
	6.2 迁移路径选择	7
	6.3 支持旧的ODN	8
7	服务要求	8
	7.1 具体服务要求	8
	7.2 用户节点接口（UNI）	9
	7.3 服务节点接口（SNI）	10
	7.4 接入节点接口（ANI）	10
	7.5 系统灵活性	10
8	物理层要求	11
	8.1 性能（每馈线和每用户）	11
	8.2 光纤覆盖范围（无源和有源）	11
	8.3 分光比（每ODN中的OUN）	11
	8.4 光谱问题和可用性	12
9	系统要求	13
	9.1 无色ONU	13
	9.2 光谱灵活性	13
	9.3 异常发光ONU/OLT探测和消除	13
	9.4 弹性和冗余要求	13
	9.5 范围扩展器要求	14
	9.6 降低功耗	14
	9.7 OAM功能	15
	9.8 交付和管理	15

	页码
9.9 环境和物理要求.....	15
9.10 眼部安全.....	15
9.11 互操作性.....	15
参考目录.....	16

ITU-T G.989.1建议书

40 Gbit级别无源光网络（NG-PON2）：一般要求

1 范围

本建议书论述了40Gb无源光网络（NG-PON2）系统的一般要求，能够为住宅、企业、移动回程和其他应用聚合下行能力。本建议书包括主要部署配置、从旧PON系统迁移的场景和系统要求，还包括提供健全、灵活光接入网络的服务和操作要求，以支持所有接入应用。

NG-PON2能满足多种市场中不同网络的需求，能够有效部署多种应用。本建议书尽可能保留旧PON系统的特征：[ITU-T G.982]、[ITU-T G.983]、[ITU-T G.984]及[ITU-T G.987]系列建议书。这种方式可以促进与符合上述建议书的现有光分配网（ODN）的后向兼容，尽可能利用已有的技术能力。本建议书还介绍了从旧PON系统向NG-PON2系统的平滑过渡。此外，NG-PON2系统将满足宽带增长需求，在旧ODN上实现新的收入流，在新ODN上支持全新的应用。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，通过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都面临修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书和其他参考文献最新版本的可能性。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书中引用某个独立文件，并非确定该文件具备建议书的地位。

- [ITU-T G.652] ITU-T G.652建议书（2005），单模光纤和电缆的特性。
- [ITU-T G.902] ITU-T G.902建议书（1995），功能接入网（AN）的框架建议---架构和功能、接入类型、管理和业务节点(SN)方面。
- [ITU-T G.982] ITU-T G.982建议书（1996），支持达到ISDN基本速率或相当比特率服务的光接入网。
- [ITU-T G.983.1] ITU-T G.983.1建议书（2005），基于无源光网络（PON）的宽带光接入系统。
- [ITU-T G.983.2] ITU-T G.983.2建议书（2005），B-PON的ONT管理及控制接口规范。
- [ITU-T G.983.3] ITU-T G.983.3建议书（2001），利用波长分配提高业务能力的宽带光接入系统。
- [ITU-T G.984.1] ITU-T G.984.1建议书（2008），千兆比特容量无源光网络（GPON）：总特性。
- [ITU-T G.984.2] ITU-T G.984.2建议书（2008），千兆比特容量无源光网络（GPON）：物理媒介从属(PMD)层技术要求。
- [ITU-T G.984.3] ITU-T G.984.3建议书（2008），具有千兆比特能力的无源光网（GPON）：传输融合层规范。

- [ITU-T G.984.4] ITU-T G.984.4建议书（2008），具有千兆比特能力的无源光网（G-PON）：ONT管理和控制接口规范。
- [ITU-T G.984.5] ITU-T G.984.5建议书（2007），具有千兆比特能力的无源光网（G-PON）：增强频段。
- [ITU-T G.987] ITU-T G.987建议书（2012），10G级无源光纤网络（XG-PON）系统：定义、缩略语和首字母缩略词。
- [ITU-T G.987.1] ITU-T G.987.1 建议书（2010），10G级无源光纤网络（XG-PON）系统：一般要求。
- [ITU-T G.987.2] ITU-T G.987.2建议书（2010），10G级无源光纤网络（XG-PON）系统：物理层媒体依赖（PMD）的技术规范。
- [ITU-T G.987.3] ITU-T G.987.3建议书（2010），10G级无源光纤网络（XG-PON）系统：传输融合（TC）层技术规范。
- [ITU-T G.988] ITU-T G.988建议书（2010），ONU管理和控制接口（OMCI）的技术规范。
- [ITU-T J.185] ITU-T J.185建议书（2012），以调频转换方式经光接入网传送多路电视信号的传输设备。
- [ITU-T J.186] ITU-T J.186建议书（2008），光纤接入网络上使用子载波多工（SCM）技术的多信道电视信号传输设备。
- [IEC 60825-2] IEC国际标准 60825-2（2004），激光产品的安全 – 第2部分：光纤通信系统的安全性（OFCS）。
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3-2012，IEEE信息技术标准 – 系统间的电信和信息交换 – 本地和城域网 – 具体要求，第3部分：以太网。

3 定义

见[ITU-T G.987]第3款。

3.1 NG-PON2具体术语

本建议书使用以下NG-PON2具体定义：

3.1.1 TWDM PON：时分波分复用无源光网络（TWDM PON）是多波长PON解决方案，其中光网络单元通过采用时分复用和多路存取机制共用每个波长。

3.1.2 PtP WDM：点对点波分复用（PtP WDM）是多波长PON解决方案，在下行和上行方向为每个ONU提供专用波长。PtP WDM的根本特点是一个或多个专用波长为每个ONU提供服务。

4 缩写词及首字母缩略词

本建议书采用下列缩写词及首字母缩略词：

ANI	计入节点接口
APC	斜 8 度角端面
BBU	基带单元
CD	色散
CE	共存元素
CPRI	通用公共射频接口
eNode B	演进型基站
FTTx	光纤到x（B – 建筑、企业；H – 家庭；C – 机柜、路边）
G-PON	千兆比特无源光网络，[ITU-T G.984.x]。除非具体说明，本词一般也指[ITU-T G.987] 中的XG-PON。
LTE	长期演进
MDU/SFU	多住宅单元/单住宅单元
ODN	光分配网络
ODS	光分配段
OLT	光线路终端
ONU	光网络单元
PON	无光源网络
PtP WDM	点对点波分复用
QoS	服务质量
RE	范围扩展器
RF	无线电射频
RRU	远端射频单元
R'/S'	范围扩展器与主干光纤的接口[ITU-T G.988]
SMF	单模光纤
S'/R'	范围扩展器与光分配网络的接口[ITU-T G.988]
TC	传输汇聚
TWDM	时分波分复用
UNI	用户节点接口
UPC	超级物理端面
WDM	波分复用
XG-PON	10G级无源光纤网络 [ITU-T G.987]

5 架构

5.1 系统概述

下文概述了NG-PON2系统的要求，其它要求见本建议书具体章节。

NG-PON2系统要求支持：

- 多波长通道TWDM架构
- 4-8 TWDM信道对（每个信道对包含一个上行和一个下行信道），配置可从一对信道起增量增长（即不必所有信道均处于活跃状态）；例如，OLT中TWDM信道的“随增长付费”性能。
- 单个信道下行和上行名义线路速率：
 - 下行10 Gbit/s和上行10 Gbit/s
 - 下行10 Gbit/s和上行2.5 Gbit/s
 - 下行2.5 Gbit/s和上行2.5 Gbit/s
- 无源光纤总长至少为40 km，差别化光纤最大距离为40 km，差异化光纤最大可配置距离为20 km，40 km可选；
- 覆盖60 km的能力，设备外部优选无源光纤；
- 支持的分光比至少为1:256。

NG-PON2系统需要为多种应用灵活平衡速度、距离和分光比。该系统支持的参数组合集必须包括：

- 下行40 Gbit/s和20 km覆盖范围，分光比至少为1:64；
- 上行10 Gbit/s和20 km覆盖范围，分光比至少为1:64；
- 访问峰值速率为下行10 Gbit/s，上行2.5 Gbit/s；
- 更长的距离，更低的光分比。

NG-PON2系统也可支持：

- 上行40 Gbit/s，单个上行信道10 Gbit/s，覆盖范围20 km，分光比至少为1:64；
- 单个下行信道2.5 Gbit/s，单个上行信道2.5 Gbit/s，覆盖范围40 km，分光比为1:32；
- 单个下行信道10 Gbit/s，单个上行信道10 Gbit/s，覆盖范围40 km，分光比1:32；
- 访问峰值速率为下行/上行均为10 Gbit/s；
- 可调点到点WDM，可与其它PON系统共存。

5.2 网络参考架构

图5-1描绘了基本的光纤接入网架构，以及NG-PON2系统与旧系统共存的参考点。ODN包含分光器和共存元素（WDM），还可包括范围扩展器。

NG-PON2系统指定的光纤技术应与旧式功率分光ODN（即ODN可包含功率分光器和共存元素）兼容。本建议书不包括需要在ODN过滤波长的光纤技术。NG-PON2系统还支持只包含波长滤波器，或同时包含波长和功率分光器的新型ODN。

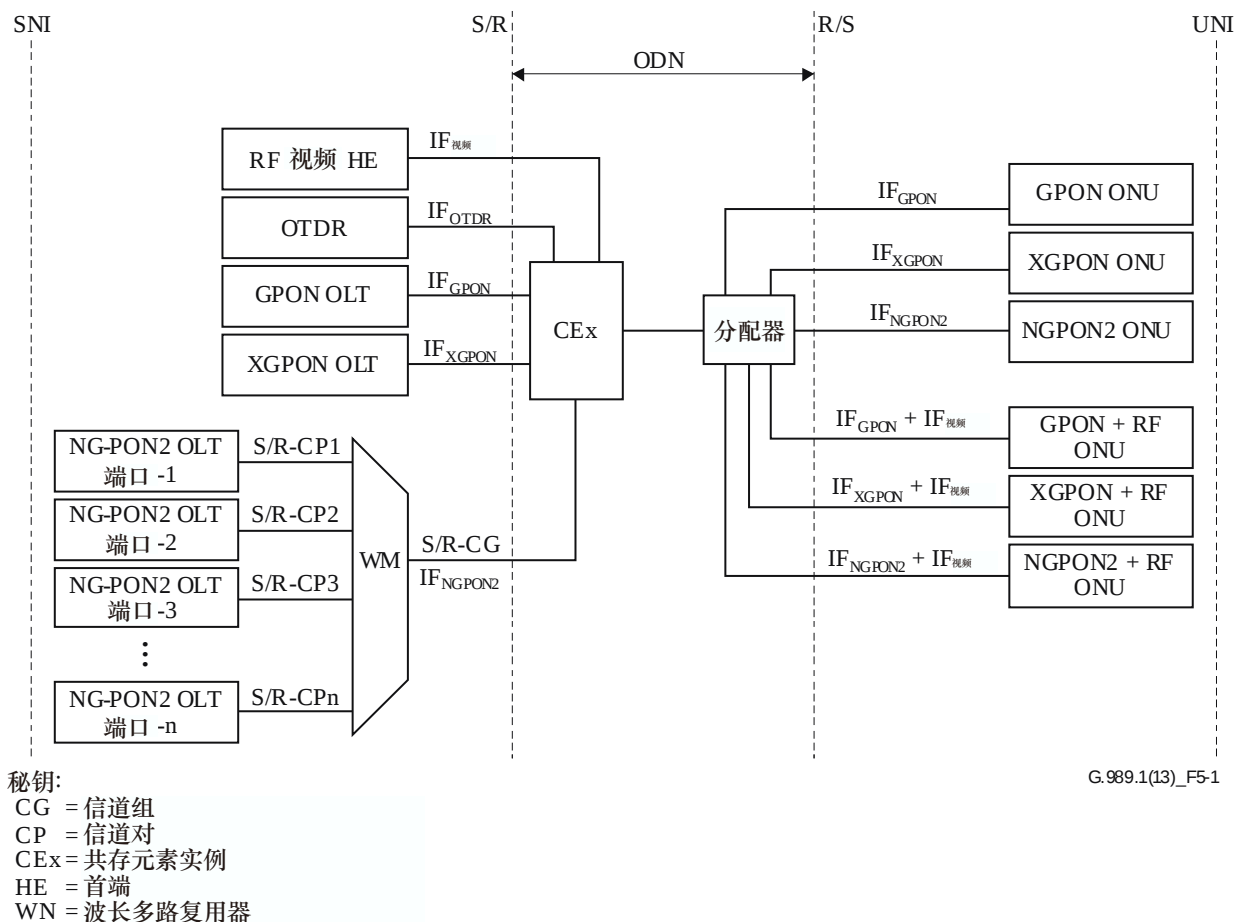


图5-1 – NG-PON2系统与旧系统共存的功能参考架构和点

6 迁移

PON系统，如G-PON [ITU-T G.984]系列、XG-PON [ITU-T G.987]系列和1G-EPON [IEEE 802.3]已经实现标准化，并在全球部署。鉴于消费者和业务应用对带宽不断增长的需求，NG-PON2系统最基本的要求是提供比旧PON系统更高的带宽。此外，考虑到过去部署PON系统的巨大投资（包括光纤基础设施），NG-PON2系统必须能够以无缝、平滑的方式将用户迁移到NG-PON2系统，保护过去的投资。通过波段规划能够实现共存，也使广播电视可以选择在另一波长实现覆盖。

为了满足不同网络需求，存在多种迁移场景。这些设想认识到不同服务引入策略可能影响对NG PON2系统规格的要求。本款将描述两种最可能的设想：

PON棕地迁移场景

在本建议书中，PON棕地迁移场景指在已经部署PON系统的情况下，利用现有光纤基础设施，使用NG-PON2系统提供更高带宽的运营商业务或其他功能。现有PON系统的部分用户可能要求升级至速度更高的业务层，那么可将这部分用户迁移至NG-PON2系统，而其他用户继续留在原有PON。在相对较长的时间内，两代或三代PON可能继续共存。

在另一略微不同的迁移场景中，用NG PON2完全代替现有PON更能满足实际需要。即使在这种情况下，也可以同时在ODN运行旧的PON和NG PON2系统，逐步对客户进行升级。一般而言，这种升级的时间跨度非常短。

这种场景的一般要求如下：

- 若光纤资源不充裕，必须在相同光纤上支持同时旧的PON系统和NG-PON2系统。
- 应将未升级的服务中断降到最低程度（无中断为佳）。
- 在全部迁移的情况下，NG-PON2系统必须支持/模拟所有旧的PON服务。
- 旧的PON系统包括GPON、XG-PON1、GEAPON和10G-EPON。

PON向新领域的迁移场景

将接入网升级至FTTx基础设施需要服务商的巨大投资，需要很长的部署时间。当NG-PON2技术成熟后，可使用NG-PON2系统替代基于铜缆的基础设施或部署在全新的发展领域，从而获得更高的带宽、更高的分光比和其他能力性能。“PON新领域”指以前从未部署过PON的领域。与此前PON系统相比，服务提供商在这一场景中能以更经济的方式为每位用户提供相同或更好的带宽服务能。在此场景中，与过去PON共存不是必然要求。

6.1 共存、堆栈和覆盖

GPON和XG-PON建议书使用的部分概念可能在日益复杂的环境中产生不确定性。表6-1展示了本文件中设想的部分定义。

表6-1 – 旧式兼容术语的定义

	定义	做法	对WL规划的影响
ODN再利用	按现状再利用现有ODN/ODS设备（支持“旧”的光预算）	* 现有RE * 现有OTL * 共存	—
堆栈	一代独立的、基于同一TC的PON系统通过WDM共享部分或全部ODN/ODS的能力。每个堆栈系统的PMD仅通过波长分配进行区分。	* WL选定设备	“专注堆栈” WL规划的定义
共存	两代PON系统至少在光纤设备的一部分上同时运行的能力。同时使用不同的传输标准时需要具体滤波器隔离数值的定义。	* 对于旧PON的WDM域 * 对于XG-PON1/XG-PON2的TDN域 * 在ODN/ODS * 在RE * 在OTL	遵循共存WL规划（如[ITU T G.984.5]的Amd.1，或多速率TC层）
覆盖	WDM向PON多路传输不同服务，如RF-视频。	—	—

在同一ODN上从一项PON技术向另一项技术的平滑迁移能够最大程度上减少对现有光纤设备的影响，提供更好的终端用户体验。共存能够促进旧PON向NG-PON2系统的平滑过渡。如若没有共存性能，客户必须等待更长的时间迁移服务，此外如果需要更换/再配置部分无源基础设施时，所有客户可能遭遇不可接受的服务中断。两代PON共存能够实现灵活的迁移和/或按需部署新的PON连接，无需中断服务。为了实现最大程度的灵活性，NG-PON2系统必须在同一ODN上与GPON和XG-PON1共存。

为了促进共存，NG-PON2系统需能利用现有旧的PON光功率分光器，在特殊部署情况中能在旧的PON未占用的频谱中运行。但是，如NG-PON2系统不与PON共存，则可以使用为旧PON系统分配的频谱。NG-PON2系统必须在全部、端到端ODN上允许共存，包括在馈线光纤上的共存（见图6-1）。如图5-1所示，NG-PON2的端到端ODN由R'/S'至S'/R'参考点划定，与[ITU-T G.984.1]和[ITU T G.987.1]定义的R'/S'至S'/R'类似。NG-PON2系统支持基于功率的分光ODN；但是，其他ODN可用于新领域的应用。ONU需具备合适的滤波功能，以消除各代PON共存时产生的干扰。此外，还应考虑光纤非线性引起的干扰。

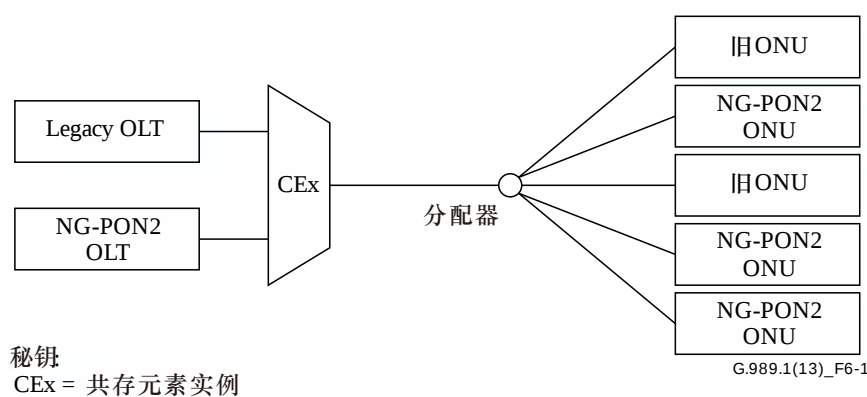


图 6-1 – ODN共存场景

应支持具备旧RF-视频覆盖与NG-PON2系统共存。[ITU-T J.185]或[ITU-T J.186]定义的RF-视频覆盖在可预见的未来将继续用于支持视频服务。许多过去部署的PON使用RF-视频覆盖提供视频服务；因此，共存能实现便捷的NG-PON2系统迁移。当不要求RF-视频覆盖时，这一要求不应增加系统的复杂性。

6.2 迁移路径选择

NG-PON2系统必须允许在现有基础设施上进行技术迁移，不引起长时间服务中断。必须能够根据要求升级单个用户，必须支持从GPON至NG-PON2，以及从XG-PON1至NG-PON2的迁移路径。

为了实现迁移路径，存在三种灵活度不同的选择方式：

直接迁移

直接迁移路径遵循各代PON的顺序，从GPON到XG-PON1，再到NG-PON2。直接迁移需要在升级NG-PON2前完成从GPON至XG-PON1的迁移。在这种迁移方式中，可从ODN中移除GPON，利用GPON移除后的波长窗口实现与XG-PON共存的NG-PON2技术。

灵活迁移

灵活迁移包括从GPON到NG-PON2的直接迁移路径。灵活迁移需要能与GPON 共存的NG-PON2系统。

全方位迁移

NG-PON2系统允许GPON、XG-PON1和NG-PON2共存，能提供最大程度的灵活性。由于涉及广泛的光波段，全方位迁移最具挑战性。NG-PON2系统与GPON和XG-PON1系统共存的能力能为短期内向XG-PON1升级提供更大的灵活性，并在未来实现向NG-PON2的迁移。全方位迁移可以从GPON直接升级至NG-PON2，这是一种最佳的方式，能够保障旧的ODN，使运营商具有更高的灵活性。

在包括共存的任何迁移方式中，旧的ONU和OLT应保持不变，不能为防止NG-PON2信号干扰增加任何滤波器。若需要另外增加滤波器，应安装在OLT，更便于操作，若安装在ONU需要上门安装。任何其他设备的衰减，即图5-1的CE_x，必须与WDM1r设备介绍的相似，避免影响过去的光预算。不论选择何种迁移方式，必须可以通过替换ONU，将客户从GPON/XG-PON1迁移至NG-PON2。

6.3 支持旧的ODN

部署FTTH的总费用取决于基础设施的投资。鉴于许多网络已经使用基于功率分光器的ODN承载千兆比特的PON技术，NG-PON2系统必须与这些旧的ODN兼容。部分ODN广泛采用了连接器，OLT和ONU之间最多可达9个（ODN中有八个斜 8 度角端面（APC）连接器，OLT中有一个超级物理端面（UPC）连接器）。NG-PON2系统需能适应由此引起的背面反射和连接器的减损损失，但不需要比BPON/GPON标准规定更严格的抗反射能力；[ITU-T G.983.x]、[ITU-T G.984.x]。接入基础设施的服务年限很长（20年或更久），因此必须在其使用周期内为接入基础设施设定升级路径。NG-PON2系统的优势在于允许在现有基础设施上进行升级，避免长时间的服务中断。NG-PON2系统必须适应各阶段和各阶段分光数量上的灵活性，不论采用何种分光技术（功率分光、波长分光或两者相结合）。

可使用非波长选择性ODN，获得系统独立分配网络。这种方式可以排除灵活升级波长和未来使用纤维光谱的障碍。ODN内部的滤波器设定了波长的范围，限制了灵活性，增加了网络规划的复杂程度。

7 服务要求

7.1 具体服务要求

NG-PON2系统需要通过高质量的服务和高比特率为家庭用户、企业用户、移动和固定回程及其它应用提供全面的服务支持，且必须满足[ITU-T G.987.1]第7款规定的系统要求（包括同步性、服务质量（QoS）等）。此外，NG-PON2系统还实现更好的延迟和抖动性能。NG-PON2系统必须支持旧的业务，如使用仿真和/或模拟的POTS和T1/E1、高速专线（成帧和非成帧）和新兴的基于分组的服务。仿真方式通过PON网络传输数据包格式的流量，即在OLT和OUN之间，可能通过一定水平的聚合，然后转换成相关旧的格式，交付旧网络处理。模拟方式是端到端数据包传输，从CPE终端适配器或OUN到NG-PON接入和NGN数据包网络。必须支持最大9000字节的以太网数据包，还必须支持波长业务和OTN等光业务服务。

7.2 用户节点接口（UNI）

UNI定义为包括下列条件的接口：

- 接入网和客户之间的互联；
- 由已知标准说明的。
- 含有物理层特征的。

某些UNI通过AF提供，因而不强制要求ONU/ONT支持那些接口。

表7.1示出UNI和物理接口的例子和它们提供的业务。

表 7-1 – UNI和业务示例

SNI (注 1)	物理接口 (注 2)	业务 (注 3)
10 Mbit/s/100 Mbit/s/1 Gbit/s 以太网[IEEE 802.3]	10/100/1000BASE	以太网
MoCA 2.0	–	MoCA 2.0
1 Gbit/s光纤UNI	–	以太网
10 Gbit/s fibre UNI	10BASE	以太网
[b-ITU-T G.8261]; [b-ITU-T G.8262]	–	同步以太网
[b-ITU-T Q.552]	–	POTS
ISDN [b-ITU-T I.430]	–	ISDN
[b-ITU-T V.35]	–	–
[b-ITU-T G.9960]	–	–
VDSL2 [b-ITU-T G.993.2], ADSL2plus [b-ITU-T G.992.5]	xDSL	xDSL
[b-ITU-T G.703]	PDH	DS3, E1, E3
[b-ATIS 0900102] and [b-ATIS 0600107]	PDH	T1, DS0, DS1, DS3
SDH/SONET		OC3-OC192, STM1-STM64
OTN [b-ITU-T G.872], [b-ITU-T G.709]		OTU1, OTU2
CPRI/OBSAI（开放式基站 架构）		
注1 — 有许多其他的GPON适应的业务，但那些业务没有规范的UNI。 注2 — 在“物理接口”栏内每项由“UNI”栏内相应条款说明。 注3 — 该栏标记的“业务”说明物理接口能支持的业务。		

7.3 服务节点接口（SNI）

SNI定义为包括下列条件的接口：

- 接入网路和服务节点之间的互联；
- 由已知标准说明的。
- 含有物理层特征的。

表7.2示出SNI和物理接口的例子和它们提供的业务。

表7-2 – SNI和业务的例子

SNI (注 1)	物理接口 (注 2)	业务 (注 3)
1 GigE [IEEE 802.3]	1000BASE	以太网
10 GigE [IEEE 802.3]	10GBASE	以太网
40 GigE [IEEE 802.3]	40GBASE	以太网
100 GigE [IEEE 802.3]	100GBASE	以太网
[b-ITU-T G.8261]; [b-ITU-T G.8262]	-	SyncE
[b-ITU-T G.965]	V5.2	POTS,
[b-ITU-T G.703]	PDH, STM-1e	DS3, E1, E3, STM-1, DS1, DS0
[b-ITU-T G.957]	STM-1,4,16,64	E1, E3, DS1, DS3, GFP, E4, STM-n, DS0
[b-ATIS 0600107]	PDH	DS0, DS1, DS3
SDH/SONET	SDH/SONET	OC3-OC192 , STM1-STM64
OTN [b-ITU-T G.872] 和 [b-ITU-T G.709]	OTN	OTU1, OTU2, OTU3
CPRI/OBSAI（开放式基站 架构）		
注1 — 有许多其他的GPON适应的业务，但那些业务没有规范的UNI。 注2 — 在“物理接口”栏内每项由“UNI”栏内相应条款说明。 注3 — 该栏标记的“业务”说明物理接口能支持的业务。		

7.4 接入节点接口（ANI）

需要灵活的系统配置，改善设备利用情况、降低资本和库存成本。为此，NG-PON2系统必须支持和光接入网之间灵活、未知的接口，使OLT网元适应多种接入技术，可考虑使用可拔插接口。

7.5 系统灵活性

在企业、住宅和移动回程等多个细分市场利用下一代光纤基础设施需要增加系统的吸引力。因此，NG-PON2系统的功能必须适合多住宅单元和单住宅单元（MDU/SFU）、企业和移动回程客户和应用。此外，系统灵活性还能以灵活的方式在相同PON上支持不同客户类型，否则只能通过部署点到点光纤等方式提供单独支持。

8 物理层要求

8.1 性能（每馈线和每用户）

与当前GPON和XG-PON1系统相比，NG-PON2系统应能为每个用户提供更高的性能。NG-PON2系统应能在下行方向支持至少40 Gbit/s的能力，在上行方向至少支持10 Gbit/s的能力。预期最高性能为下行方向160 Gbit/s，上行方向80 Gbit/s。典型的NG-PON2 ONU最高支持10 Gbit/s的服务，而PON上每个ONU上的实际性能将取决于和采用的分光比和应用组合（如FTTH、FTTB、移动回程）相关的工程选择。例如，一些场景需要在与10 Gbit/s服务相同的PON上有效提供100 Mbit/s服务。NG-PON2系统应能以10 Gbit/s的对称性能支持ONU。NG-PON2系统必须提供这些服务组合，从而共享通用基础设施。系统必须在住宅、企业和其他客户之间有效分享流量；能够升级至更高的带宽，不存在可预见的技术障碍和瓶颈。

NG-PON2系统性能要求由该系统提供的各种接入服务推动。设想的服务推动对不同的可持续和峰值数据率的需求，以及对上行和下行数据速率的不同对称率的需求。例如，企业服务和移动回程需要可持续的、对称的1 Gbit/s或更高的数据速率，而住宅用户的带宽需求可能相对较低，需要的峰值带宽时间也更短。总体而言，服务预计更加对称，而NG-PON2系统提高了服务速率对称水平，如在2:1和1:1之间（下行：上行），因此更符合需求。此外，NG-PON2系统必须能有效提供高对称和低对称混合服务，最高比例为1:1，最低为100:1。因此，NG-PON2系统能在通用基础设施上为不同用户提供定制的服务。

示例业务需要更高的数据速率，包括服务MDU、企业连接、分布eNodeB 级移动回程。在移动回程方面，需要更高的性能满足LTE数据速率，最高为300 Mbit/s，对LTE-Advanced将上升至1 Gbit/s。此外，引入eNodeB分布架构，能够节约成本，增加无线基础设施的移动性能。为支持eNodeB分布应用，可在BBU（基带单元）和RRU（源端射频单元）之间使用NG-PON2系统支持高速传输（如高达9.83 Gbit/s的CPRI）。

鉴于诸多不可知的因素、全球众多的市场和部署模型，无法准确预测服务在未来十年的演进情况。因此，NG-PON2系统必须具备足够的升级能力，为可预见的成果提供合理支持。

8.2 光纤覆盖范围（无源和有源）

NG-PON2系统必须支持至少40 km的光纤覆盖，无需中继范围扩展器。NG-PON2系统还需支持最高40 km的不同光纤长度，最高可配置光纤距离为20 km和40 km。NG-PON2系统还必须与已经部署的基础设施（主机托管、管道、光缆等）实现后向兼容。

NG-PON2系统还必须能覆盖60 km，可使用范围扩展器。拥有更长的覆盖范围（如60-100 km），NG-PON2系统能促进CO整合和其他网络架构和性能。

8.3 分光比（每ODN中的OUN）

当前传统的光分配网使用功率分光器，分光比为1:16至1:128。NG-PON2可在旧的功率分光ODN、波长路由或二者结合中运行。NG-PON2应能在各种ODN中灵活支持高性价比部署方式。NG-PON2 OLT必须至少支持1:256的分光比。具体应用和网络工程设计可能需要更高的分光比；因此，NG-PON2 OLT的核心设计不应排除更高的分光比。

若在长距离覆盖中使用，单个ODN中支持更多ONU能在更大程度上实现基础设施共享和节点整合。但是，我们也认识到有必要平衡共享利益与系统复杂度和功率预算限制之间的平衡。在一些部署场景中，可通过范围扩展增加物理分光比，增强损耗预算。

8.4 光谱问题和可用性

接入网广泛采用ITU-T G.652单模光纤（SMF）。众所周知，SMF的特性与波长相关。图8-1显示在沿ITU-T定义的频段上，SMF在相关波长范围的衰减。光信号的衰减在C-频段最低，在L-频段较低。

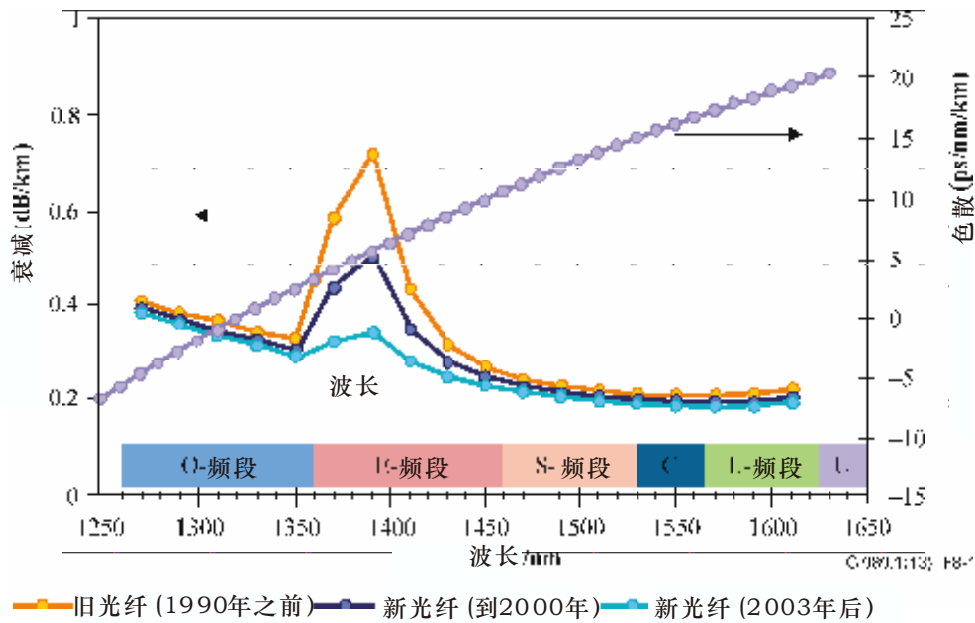


图8-1 – 单模光纤衰减和色散

随着信号线路速率上升，色散（CD）会限制系统覆盖范围。色散还与波长相关，~1310 nm SMF的色散值为零。图8-1还显示了不同波长的色散变化。

与波长选择相关的一个更深层次的方面与光电器件的可用性有关。例如，常见的掺铒光纤放大器（EDFA）用于C和L频段，而半导体光放大器（SOA）能用于任何相关频段。但是，根据运行波长的不同，半导体光电组件的性能存在差别，如激光温度性能或光电二极管响应率。

NG-PON2系统可能需要共存的旧PON系统波长规划（图8-2）与迁移和共存要求相关。

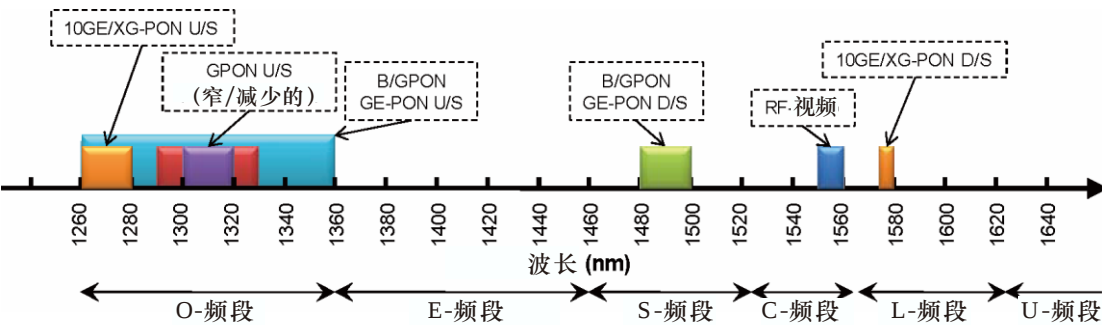


图8-2 – 旧PON系统的波长规划

限制可用频谱进一步因素是存在于已部署系统的滤波器特性。影响最大的可能是RF-视频滤波器。RF-视频滤波器需要的保护频段占用了大部分C频段，而这部分频段光纤损耗低，可以使用EDFA。

9 系统要求

9.1 无色ONU

为了增加灵活性，降低库存管理代理的运营支出，部署的ONU必须为“无色”，即不针对具体的波长。无色ONU无需管理因PON使用波长数量变化的多种ONU类型。与有色ONU相比无色ONU能大幅减少部署时间和成本。

9.2 光谱灵活性

在NG-PON2系统中采用一定程度的光谱灵活性是支持各种部署场景和网络应用的有效方式。这种灵活性可以在相同ODN上以灵活的方式支持不同客户类型和PON系统。多样化的接入应用推动了对可持续和峰值速率、不同延迟/抖动需要，以及不同下行/上行速率的需求，这些参数共同界定了不同的发射功率和灵敏度。此外，随着需求增长，NG-PON2系统应通过光谱灵活性以渐进或模块化的方式进行性能升级。应支持TWDM和PtP WDM（如4、8和16）的灵活信道，促进性能提升。此外，光谱灵活性必须支持一系列共存场景，避免与旧系统产生干扰，并能在旧系统退出后使用新的波段。

为满足以上要求，NG-PON2系统必须独立运行，通过单OLT或多个独立OLT，访问物理和逻辑隔离、并能单独使用的多波长、几组波长或波段。这一要求不应增加不需要这种灵活性的系统的复杂程度。

9.3 异常发光ONU/OLT探测和消除

NG-PON2系统应能监测OLT和ONU上的传输，防范ONU或OLT出现异常行为（如一个ONU在另一个ONU的时隙/波长中发射，或OLT在另一OLT的波段发射）。必须遵循[b-ITU-T G-Sup.49]定义的异常ONU预防、探测、隔离和消除指南。OLT可能需要进一步考虑其他因素。

9.4 弹性和冗余要求

在支持IPTV等企业应用和高价值客户应用，特别是节点整合场景方面，PON弹性将具有更重要的意义。节点整合/旁路在高度集中的接入节点创造了大量用户线路。冗余机制能够在光缆或设备故障发生后保证成千上万的用户业务不受影响。除常见的OLT硬件、回程设备（城域/核心方向）的冗余要求外，网络还需要馈线和/或OTL线路冗余，避免大范围客户业务中断，同时还应为需要端到端C类保护的企业业务提供充分冗余配置。NG-PON2系统必须支持 [ITU-T G.984.1]第14款定义的弹性功能，包括双工系统和双组件双工系统配置，以及 [ITU-T G.984.1]附件II和附件III说明的扩展。[b-ITU-T G-Sup.51]规定了PON冗余的用例和指导。

图9-1的示例展示了多样化光纤路径的弹性能够规避接入网最脆弱的部分发生中断。冗余馈线光纤能在多个托管地或作为主要OLT的相同托管地终止。

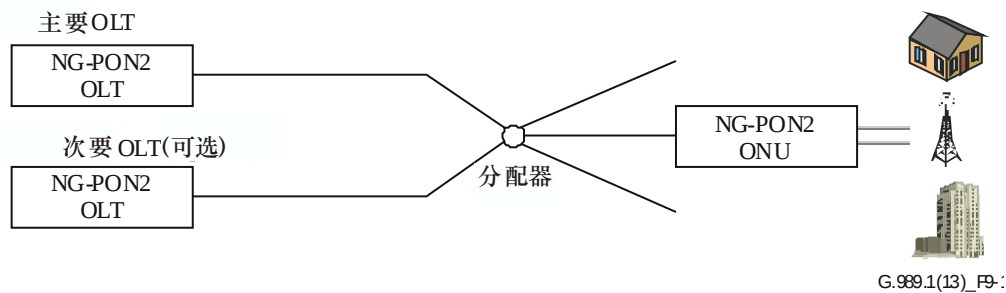


图9-1 – NG-PON2弹性场景

还可部署和支持冗余分光器，特别是在体系的最高层。一般而言，用户场地的冗余要求相对不太严格，除非终端客户是如大型企业客户或高级客户等级别的用户。在冗余结构中，可能需要快速恢复功能。例如，对企业或高级客户而言，服务中断时间必须小于50 ms。

9.5 范围扩展器要求

NG-PON2系统必须能覆盖60 km，可使用范围扩展器。实现覆盖的同时能保持设备外无源是较为理想的状态，但鉴于技术层面的挑战，还可选择中跨范围扩展器。

使用范围扩展器不一定需使用不同的或改变OLT或ONU。因此，NG-PON2系统必须提供在使用或不使用范围扩展器的情况下都能透明工作的PMD和TC层。中跨范围扩展器必须能够通过OLT远程管理，从而实现配置和监督，完成维护及故障定位。此外，基于范围扩展器的场景必须与共存场景、弹性和冗余功能兼容。

由于部署在网络外部较远的地区，范围扩展器必须具有最低功率要求，能够在室外温差条件下工作。以下为一些环境要求标准：

- ATIS-0600010.01.2008：（4级无保护环境）环境温度为-40°C至+46°C，有日照，或+70°C
- Telcordia GR-487：环境温度为-40°C至+46°C，有日照，或+70°C
- ETSI ETS 300 019-1-4：（4.1E类：无气候保护场所 – 扩展）环境温度为-45°C至+45°C，有日照

9.6 降低功耗

节能已经成为电信网络系统日益重要的问题，有助于降低运营成本、减少网络的温室气体排放。NG-PON2系统在设计上必须采用最节能的方式。节能同样适用于OLT端，对ONU的要求更高，因为除FTTC/B以外ONU不共用能耗。在一些情况下，接入网节能功能的主要目标是在电力中断的情况下，依托备用电池尽可能长时间保持语音等重要业务。主要电源中断后，重要端口至少能运行八小时，其他必须提供的功能还包括为延长时（如一周），ONU进入睡眠模式后通话时间可保持四小时等等。因此，NG-PON2系统应支持不断提升能效，同时与其他服务要求保持兼容。可采用[ITU-T G.987]系列建议书说明的由[b ITU T G Sup.45]发展而来的机制，或者根据技术选择发展新的机制。NG-PON2系统必须致力于降低正常运行的功耗，同时不影响服务质量和用户体验。

9.7 OAM功能

NG-PON2系统需要很高的安全水平，至少应与XG-PON1相当。在多种业务应用中，需要更高的安全水平区分OLT中不同服务之间的数据。ONU必须遵循更安全的授权。NG-PON2 ONU必须支持远程管理和自动配置功能。NG-PON2系统必须为ONU提供全面的FCAPS（故障、配置、审计、性能和安全）管理能力。

NG-PON2系统中的TWDM信道必须支持DBA，以有效共享带宽。PtP WDM信道无此要求。

NG-PON2系统必须支持PON监控，通过在物理、PON和服务层早期鉴别和定位故障（包括分光器）提升客户体验。相关示例包括ODN监测/检查，以及至以太网层的端到端性能监测。光层监测不能影响PON的运行，或限制与PON系统的共存，以及相关监督系统，如OTDR。

9.8 交付和管理

鉴于在光接入系统定义聚合管理框架已经付出的巨大努力，NG-PON2系统的ONU管理必须基于OMCI[ITU-T G.988]，通过NG-PON2具体ME适当增强。

9.9 环境和物理要求

在可预见的应用中，需要NG-PON2系统在室外运行；因此ONU应能在室外温差下运行。以下为部分环境要求示例：

- ATIS-0600010.01.2008：（4级无保护环境）环境温度为 - 40°C至+46°C，有日照，或+70°C
- Telcordia GR-487：环境温度为 - 40°C至+46°C，有日照，或+70°C
- ETSI ETS 300 019-1-4：（4.1E类：无气候保护场所 – 扩展）环境温度为-45°C至+45°C，有日照

视情况需要，OLT也应能在范围更宽的室外温度运行。

9.10 眼部安全

与前几代PON相比，鉴于性能和损耗预算的提升，预计NG-PON2系统向馈线光纤发射的总功率将大幅上升。必须采取实施所有必要机制，避免终端用户因对家庭或客户场地的光纤终端的相关风险认识不足，造成眼部损伤，包括必要情况下采用警示标识或安全锁。系统必须满足所有为分类、服务分组名称和可接触性制定的适用要求，确保每个节点光纤通信系统的安全操作和服务。由于NG-PON2系统能够与各代PON和RF视频共存，光纤上所有不同波长的总光功率必须在各地安全操作允许的范围内，例如1M分类用于限制接入区域（OLT和RE），1分类用于非限制接入区域，如[IEC 60825-2]显示的家庭环境（ONU）。

9.11 互操作性

NG-PON2标准必须支持OLT和ONU之间的互操作性。有关ITU-T建议书应定义所有促进互操作的相关接口。

参考目录

- [b-ITU-T G.703] ITU-T G.703建议书(2001), 分等级的数字界面的物理和电气特性。
- [b-ITU-T G.709] ITU-T G.709/Y.1331建议书(2012), 光传输网络接口。
- [b-ITU-T G.872] ITU-T G.872建议书(2012), 光传输网架构。
- [b-ITU-T G.957] ITU-T G.957建议书(2006), 与同步数字系列有关的设备和系统的光接口。
- [b-ITU-T G.965] ITU-T G.965建议书(2001), 数字本地交换机 (LE) 的V接口支持接入网 (AN) 的V5.2接口
- [b-ITU-T G.992.5] ITU-T G.992.5建议书(2009), 第二代不对称数字用户线收发器 (ADSL2) – 扩展频段的ADSL2 (ADSL2plus)
- [b-ITU-T G.993.2] ITU-T G.993.2建议书(2011), 超高速数字用户线无线收发机2(VDSL2)。
- [b-ITU-T G.8261] ITU-T G.8261/Y.1361(2008)建议书, 分组网络中的时分和同步方面。
- [b-ITU-T G.8262] ITU-T G.8262/Y.1362建议书(2010), 同步以太网设备从钟的定时特性。
- [b-ITU-T G.9960] ITU-T G.9960建议书(2011), 基于统一的高速有线线路的家庭联网收发信机 – 系统结构和物理层规范。
- [b-ITU-T G-Sup.39] ITU-T G-系列建议书 – 增补39(2008), 光系统设计和工程考虑因素。
- [b-ITU-T G-Sup.49] ITU-T G-系列建议书 – 增补49(2011), 异常光网路单元(ONU)的考虑因素。
- [b-ITU-T G-Sup.51] ITU-T G-系列建议书 – 增补51(2012), 无源光网络保护的考虑因素。
- [b-ITU-T I.430] ITU-T I.430建议书(1995), 基础用户-网络接口-层1规格。
- [b-ITU-T Q.552] ITU-T Q.552建议书(2001), 数字交换机2线模拟接口的传输特性。
- [b-ITU-T V.35] ITU-T V.35(1984)建议书 (废止), 基于60-108 kHz基群电路的48 kbit/s 数据传输。
- [b ATIS 0600107] ATIS-0600107.2002(R2011), *Digital Hierarchy – Formats Specifications*.
- [b-ATIS 0900102] ATIS-0900102.1993(R2010), *Digital Hierarchy – Electrical Interfaces*.

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	视听和多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	线缆的构成、安装和保护及外部设备的其他组件
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	测量设备技术规程
P系列	电话传输质量、电话装置、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	数据网和开放系统通信及安全
Y系列	全球信息基础设施、互联网的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