

国际电信联盟

**ITU-T**

国际电信联盟  
电信标准化部门

**Y.3001**

(05/2011)

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  
下一代网络 – 未来网络

---

**未来网络：指标与设计目标**

ITU-T Y.3001建议书

ITU-T



ITU-T Y系列建议书

全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络

全球信息基础设施	
概要	Y.100–Y.199
业务、应用和中间件	Y.200–Y.299
网络方面	Y.300–Y.399
接口和协议	Y.400–Y.499
编号、寻址和命名	Y.500–Y.599
运营、管理和维护	Y.600–Y.699
安全	Y.700–Y.799
性能	Y.800–Y.899
互联网的协议问题	
概要	Y.1000–Y.1099
业务和应用	Y.1100–Y.1199
体系、接入、网络能力和资源管理	Y.1200–Y.1299
传输	Y.1300–Y.1399
互通	Y.1400–Y.1499
服务质量和网络性能	Y.1500–Y.1599
信令	Y.1600–Y.1699
运营、管理和维护	Y.1700–Y.1799
计费	Y.1800–Y.1899
运行于NGN的IPTV	Y.1900–Y.1999
下一代网络	
框架和功能体系模型	Y.2000–Y.2099
服务质量和性能	Y.2100–Y.2199
业务方面：业务能力和业务体系	Y.2200–Y.2249
业务方面：NGN中业务和网络的互操作性	Y.2250–Y.2299
编号、命名和寻址	Y.2300–Y.2399
网络管理	Y.2400–Y.2499
网络控制体系和协议	Y.2500–Y.2599
未来的网络	Y.2600–Y.2699
安全	Y.2700–Y.2799
通用移动性	Y.2800–Y.2899
运营商级开放环境	Y.2900–Y.2999
<b>未来网络</b>	<b>Y.3000–Y.3099</b>

如果需要进一步了解细目，请查阅ITU-T建议书清单。

# ITU-T Y.3001建议书

## 未来网络：指标与设计目标

### 摘要

ITU-T Y.3001建议书阐述了未来网络（FN）的指标和设计目标。为了将未来网络与现有网络区别开来，该建议书确定了四项指标 – 业务意识、数据意识、环境意识和社会经济意识。为实现这些指标，建议书还确定了十二项设计目标，即业务多样性、功能灵活性、资源虚拟化、数据接入、能源消耗、业务普遍化、经济激励、网络管理、移动性、优化、识别、可靠性和安全性。该建议书假设，实现未来网络的目标时间范围约为2015至2020年。附录I介绍了近期研究工作中正在开发的技术，这些技术有可能用于实现各项设计目标。

### 更新历史

版本	建议书	批准日期	研究组
1.0	ITU-T Y.3001	2011-05-20	13

## 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 2012年

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	其它文件定义的术语 .....	1
3.2	本建议书定义的术语 .....	2
4	缩写词和首字母缩略语 .....	2
5	惯例 .....	2
6	引言 .....	3
7	指标 .....	3
7.1	业务意识 .....	3
7.2	数据意识 .....	4
7.3	环境意识 .....	4
7.4	社会与经济意识 .....	4
8	设计目标 .....	4
8.1	业务多样性 .....	5
8.2	功能灵活性 .....	5
8.3	资源虚拟化 .....	6
8.4	数据接入 .....	6
8.5	能量消耗 .....	7
8.6	业务普遍化 .....	7
8.7	经济激励 .....	8
8.8	网络管理 .....	8
8.9	移动性 .....	9
8.10	优化 .....	9
8.11	识别 .....	10
8.12	可靠性和安全性 .....	10
9	目标日期和过渡 .....	11
附录 I	– 实现设计目标的技术 .....	12
I.1	网络虚拟化（资源虚拟化） .....	12
I.2	基于数据/内容的组网（数据接入） .....	12
I.3	网络节能（能量消耗） .....	13
I.4	系统内网络管理（网络管理） .....	13
I.5	网络优化（优化） .....	14
I.6	分布式移动组网（移动性） .....	16
参考资料	.....	17



### 1 范围

本建议书描述了未来网络（FN）的指标和设计目标。建议书的内容包括：

- 在设计当前网络过程中未予以充分重视但建议作为未来网络（FN）的指标的根本问题
- 建议未来网络（FN）具备的高级功能和特性
- 实现未来网络（FN）的目标时间范围

附录I介绍了可能与ITU-T未来的标准化工作息息相关的有关未来网络（FN）的重要观点和研究主题。

### 2 参考文献

下列ITU-T建议书和其它参考文献的条款，通过在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时注明的版本为有效版本。所有建议书和其它参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其它参考文献的最新版本。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。

- [ITU-T F.851] Recommendation ITU-T F.851 (1995), *Universal Personal Telecommunication (UPT) – Service description (service set 1)*.
- [ITU-T Y.2001] Recommendation ITU-T Y.2001 (2004), *General overview of NGN*.
- [ITU-T Y.2019] Recommendation ITU-T Y.2019 (2010), *Content delivery functional architecture in NGN*.
- [ITU-T Y.2091] Recommendation ITU-T Y.2091 (2008), *Terms and definitions for Next Generation Networks*.
- [ITU-T Y.2205] Recommendation ITU-T Y.2205 (2011), *Next Generation Networks – Emergency telecommunications – Technical considerations*.
- [ITU-T Y.2221] Recommendation ITU-T Y.2221 (2010), *Requirements for support of ubiquitous sensor network (USN) applications and services in the NGN environment*.
- [ITU-T Y.2701] Recommendation ITU-T Y.2701 (2007), *Security Requirements for NGN release 1*.

### 3 定义

#### 3.1 其它文件定义的术语

本建议书使用其它文件定义的下列术语：

**3.1.1 识别码[ITU-T Y.2091]:** 识别码是用来识别订户、用户、网络元素、功能、提供服务和应用的网络实体或其它实体（如物理或逻辑对象）的一系列数字、字符、符号或任何其它形式的数字。

## 3.2 本建议书定义的术语

本建议书对下列术语作出了定义。

**3.2.1 分支网络：**无法单独提供单一的端到端全球电信基础设施的单一同质网络。

**3.2.2 未来网络（FN）：**能够提供现有网络技术无法提供的业务、功能和设施的网络。未来网络可以是：

- a) 新的分支网络或现有网络的强化版本，或是
- b) 在单一网络内运行的一组新的分支网络的组合或新的分支网络与现有分支网络的组合。

注1 – 复数形式的未来网络（FNs）旨在表明可能有一个以上的网络符合未来网络的定义

注2 – b类型网络可能也包括a类型网络。

注3 – 分配给最终网络联合体的标签可能包括“未来”一词，也可能不包括该词，这取决于其与先前网络之间相关的特性或相似性。

注4 – “困难”一词并不意味着避免在未来网络中使用某些现有技术。

注5 – 在本建议书中，用于形容分支网络的“新的”一词意味着该分支网络能够提供现有网络技术难以或无法提供的业务、功能和设施。

**3.2.3 业务普遍性：**向任何社会、地理和经济条件下的每个个体或群体提供电信业务的过程。

## 4 缩写词和首字母缩略语

本建议书使用以下缩写词和首字母缩略语：

CDN	内容分布网络
ET	应急通信
FN	未来网络
ICT	信息通信技术
IC	集成电路
ID	标识符
IP	互联网协议
OCDM	光码分复用
P2P	对等
QoE	体验质量
QoS	服务质量
SoA	面向业务的架构

## 5 惯例

本建议书使用“建议”一词表明未来网络标准化过程中应予以考虑的要点。其具体要求和程度（“需要”、“建议”或“可选”）需进一步研究。



## 6 引言

尽管网络的某些要求保持不变，但大量要求却在不断演进和变化，同时新的要求也不断出现，使得网络及其架构需随之演进。

对于未来网络而言，促进公平竞争[ITU-T Y.2001]等传统要求依然十分重要，因为它反映了社会的价值观。

与此同时，新的要求正在出现。诸多研究项目均提出了与未来社会相关的要求[b-NICT Vision]和[b-EC FI]，尽管目前尚未达成一致意见，但显而易见，可持续性和环境问题在较长时间内仍然是需要考虑的重要问题。目前也正在出现诸如物联网、智能电网和云计算等新的应用。除此之外，新的实施技术（如高端硅和光技术）也使传统上被认为不切实际的要求得以实现，其方式包括大幅降低设备的生产成本。所有这些新的因素都对网络提出了新的要求。

由于电信网络等大型公众网络的基本架构在建设、运营和维护方面需要大量的资源，因此难以发生变化。有鉴于此，这些网络架构的设计十分谨慎，以便使其具有足够的灵活性，满足各方持续变化的要求。例如，互联网协议（IP）吸收并隐藏了不同的协议和下层的实施，它通过自身简单的寻址和其它功能成功适应了可扩展性方面的巨大变化并适应了服务质量（QoS）和安全性方面的要求。

然而，目前我们尚不了解现有网络能否在未来继续满足持续不断变化的要求，也无法预知持续发展的新应用领域市场能否为网络变革所需的巨大投资进行融资（前提是新架构对后向兼容和过渡成本足够重视）。目前研究团体一直在对多种架构和支持技术进行研究，其中包括网络虚拟化[b-Anderson]和[b-ITU-T FG-FN NWvir]、网络节能 [b-ITU-T FG-FN Energy]和以内容为中心的网络[b-Jacobson]。

因此，人们可以合理预期近期研究活动所描述的新的网络架构和支持技术可以实现某些要求，而且可成为未来网络的基础，预计后者的业务试运营和分阶段部署将约在2015至2020年之间进行。在本建议书中，基于此类新架构的网络被称为“未来网络”（FN）。

本建议书阐述了将未来网络与现有网络区分开来的指标，未来网络应满足的设计目标、目标日期和过渡问题及实现设计目标的技术。

## 7 指标

建议未来网络满足下列不断涌现的新要求的指标。这些指标不是现有网络的首要指标，或无法在现有网络中实现并达到令人满意的程度。这些指标属于能够将未来网络明显区别开来的候选特征。

### 7.1 业务意识

建议未来网络提供其功能与应用和用户需求相适应的业务。据估计，未来业务的数量和范围将呈暴发式增长。因此建议未来网络在不造成部署和运营成本急剧上升的前提下满足这些业务要求。

## 7.2 数据意识

建议对未来网络的架构进行优化，以处理在分布环境下的大量数据，同时建议未来网络确保用户无论在哪里均能安全、方便、迅速和准确地获得所需数据。在本建议书中，“数据”一词不限于音频或视频内容等具体的数据类型，而是表示所有可在网络上获得的信息。

## 7.3 环境意识

建议未来网络具有环境友好的特征。建议未来网络的架构设计、最终实施和运营能将对环境的影响降至最低程度，例如降低材料和能源消耗，减少温室气体排放等。建议未来网络可同时降低其它部门对环境的影响。

## 7.4 社会与经济意识

建议未来网络考虑社会与经济问题，从而为网络生态系统的各类参与方降低准入门槛。同时建议未来网络考虑降低其生命周期成本的必要性，以使其实现可部署性和可持续性。这些因素将有助于普及业务并促进适当竞争和各参与方的适当回报。

## 8 设计目标

设计目标是建议未来网络支持的高级功能和特性。建议未来网络支持下列设计目标，以实现第7节所述的指标。应当指出，在特定未来网络中，某些设计目标可能很难得到支持，且并非所有未来网络均应实现每一项设计目标。是否要求和建议具体未来网络支持每一项设计目标或使其仅为可选功能，还有待进一步研究。

下列图1所示为第7节所述四项指标与本节所述十二项设计目标之间的关系。应当指出，诸如网络管理、移动性、识别、可靠性和安全性等设计目标可能与多个指标相关。图1仅展示了设计目标与其最为相关的指标之间的关系。

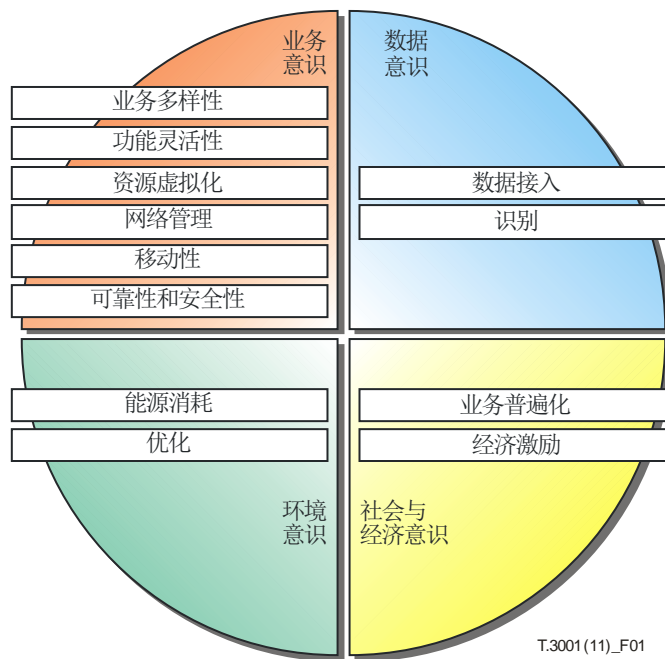


图 1 – 未来网络的四项指标与十二项设计目标

## 8.1 业务多样性

建议未来网络支持多样化业务，以满足种类繁多的流量特性和行为要求。建议未来网络支持数量和种类众多的通信对象，如传感器和终端装置。

理由：未来，随着大量流量特性（如带宽、时延）和流量行为（如安全性、可靠性和移动性）极不相同的新业务和应用的出现，业务将非常多样化。这将要求未来网络能够支持现有网络无法高效处理的业务。例如，未来网络必须支持仅要求偶尔传输若干字节数据的业务，带宽在Gbit/s、Terabit/s甚至更高速率上的业务，或所要求的端到端时延接近光速的业务，或允许进行间歇数据传输、从而导致时延巨大的业务。

此外，未来网络将需要支持大量种类各异的终端设备，以实现包罗万象的通信环境。一方面而言，在无所不在的传感网络领域，将存在大量的连网装置，如使用少量带宽进行通信的传感器和集成电路（IC）标签识读者。另一方面而言，将出现一些高端应用，如真实感很强的高质量视频会议应用。虽然相关终端装置不一定数目繁多，但却要求以极高的带宽来支持这些应用。

## 8.2 功能灵活性

建议未来网络通过提供功能灵活性来支持由用户需求产生的新业务并实现新业务的可持续性。建议未来网络支持新业务的灵活部署，以适应用户需求的迅速发展和变化。

理由：目前极难预测远期将出现的各种用户需求。目前的网络设计具有一定通用性，能够以足够高效的方式支持将伴随多数未来用户需求的基本功能。然而，目前网络的设计方法无法持续提供足够的灵活性，例如当基本功能并非支持某些新业务的最佳选择时，这些功能便需要改变。通常，在已部署网络基础设施中增加或修改功能会导致出现非常复杂的部署任

务，需谨慎予以规划；如若不然，则可能对在同一网络基础设施上运行的其它业务造成影响。

另一方面而言，预计未来网络能够实现网络功能的动态修改，以运行具有特定需求的各种不同网络业务。例如，应可以实现网络内的视频跨编码和/或传感数据汇集（即网内处理）。此外，还应能够在未来网络中实施新类型业务所需的新协议。各项业务应在互不干扰的基础上在一单一网络基础设施上共存，特别是在增加或修改某一网络功能以支持某一特定业务的情况下。未来网络还应能满足实验业务（用于测试和评估）的需求，且应有利于从实验业务向部署业务的平滑过渡，以减少新业务部署方面的障碍。

### 8.3 资源虚拟化

建议未来网络支持与网络相关的资源虚拟化以支持资源分割，并确保多个虚拟资源能够同时共享单一资源。建议未来网络支持将虚拟资源与其它所有资源的隔离。建议未来网络能够支持抽象化处理，确保特定虚拟资源无需直接与其物理特性相对应。

理由：对于虚拟网络而言，资源虚拟化有助于网络在运行时不对其它虚拟网络运行产生干扰，同时又可与虚拟网络共享网络资源。由于多个虚拟网络可同时并存，因此不同虚拟网络可在互不干扰的情况下使用不同网络技术，从而实现物理资源的更佳利用。抽象化特性有助于为接入和管理虚拟网络及资源提供标准接口，同时有助于支持虚拟网络功能的更新。

### 8.4 数据接入

建议未来网络在设计和实施方面确保实现海量数据的最佳和有效处理。建议未来网络具有迅速检索数据（无论其地点如何）的机制。

理由：现有电话网的主要目的是连接两个或多个订户，方便他们进行通信。IP网络的设计目标是在特定终端之间传送数据。目前，用户在使用面向数据的关键词的网络上搜索数据，并在不了解数据实际地点的情况下接入数据。从用户角度讲，网络主要用作接入所需数据的工具。由于数据接入的重要性在未来依然如故，因此未来网络需要为用户提供一种无需耗时程序即可轻松访问相应数据的方法，同时又要提供准确无误的数据。

网络中的数字化数据的数量和特性在不断变化，消费者生成的媒体正在呈爆发式增长：社交网络业务带来了数量极大的即时网络文章，无所不在的传感网络[ITU-T Y.2221]每秒钟都在产生海量数字数据，而一些称之为“微博”的应用正在生成近乎实时的、包括多媒体数据的通信。这些数据在网络中以分布方式产生、存储和处理。在现有IP网络中，用户通过传统程序，即确定提供目标数据的地址和端口号码来在网络中接入数据。某些数据包含私人信息或数字资产，但缺乏内置的安全机制。因此，未来将需要专用于处理海量数据的更加简单、高效和安全的网络技术。

此类数据通信的流量特性也在不断变化。未来网络的流量趋势将主要取决于数据的地点而非订户的分布情况。由于云计算的出现，信息通信技术（ICT）资源和数据中心的存储数据也在不断变化。伴随着ICT资源有限的移动设备的普及，这一趋势将数据处理从用户终端转移到了数据中心。因此未来网络设计人员需密切关注这些变化，如数据中心通信日益增加的重要性以及数据中心内部及其之间为满足用户需求而开展的大量数据往来。

## 8.5 能量消耗

建议未来网络使用装置级、设备级和网络级技术，以提高能源效率并以最低流量满足用户需求。建议未来网络的装置级、设备级和网络级技术不要各自为政，而是作为网络节能的总体方案相互协作。

理由：产品生命周期包括原材料生产、制造、使用和用后处理这些阶段，降低环境影响需要对各个阶段予以考虑。然而，使用阶段的能量消耗往往是全天候运行设备面临的一个主要问题，网络技术即属于此类情况。在各种不同类型的能量消耗中，电能消耗通常最为突出。因此，在降低网络的环境影响方面，节能发挥着首要作用。

节能对网络运行也具有重要意义。伴随新业务和应用的增加，必要带宽通常也不断提高。但是，能耗及由此产生的热量也许会在未来成为物理方面的主要限制，此外还有包括光纤容量或电气装置运行频率在内的其它物理限制。这些问题可能会成为一个主要的运行障碍，在最差情况下，可能妨碍提供新的业务和应用。

过去，降低能源主要通过装置级方式实现，即借助半导体处理规则的小型化和电气装置的程序一体化。然而这一方法目前面临高待机耗电和运行频率物理限制等困难。因此，在未来，除装置级方式（如电气、光装置的电能降低）之外，设备级和网络级的方式也将至关重要。

光域交换比电子域交换使用的电能更少，但数据包队列在没有电子内存情况下不易实施。此外，电路交换使用的电能也低于无连接分组交换。

诸如交换机和路由器等连网节点的设计应考虑到智能睡眠模式机制（如现有蜂窝移动电话），这是一种设备级方式。在网络级方式方面，应考虑省电的流量控制机制，其中一个典型示例是使用能够降低高峰流量的路由方法。另一个示例是缓存和过滤，这些可以降低需传送的数据数量。

对未来网络的节能而言，既能提高能效又可减少非必要流量的装置级、设备级和网络级节能方式是极为关键的因素。

## 8.6 业务普遍化

建议未来网络通过降低网络的生命周期成本并采用开放网络原则的方式，促进并加速不同地区（如乡镇或农村，发达或发展中国家）的设施提供。

理由：现有网络环境为制造商开发设备和运营商提供服务仍施加了很高的准入门槛。在此方面，未来网络应加强电信业务的普遍化，方便网络的开发、部署及业务提供。

为此，未来网络应通过标准和简单的设计原则支持开放性，以降低网络的生命周期成本，特别是开发、部署、运营和管理成本，并缩小所谓的数字鸿沟。

## 8.7 经济激励

建议未来网络通过提供适当经济激励，为解决ICT/电信生态系统的一系列参与方 – 如用户、各类提供商、政府和知识产权（IPR）持有人之间的冲突提供可持续的竞争环境。

理由：许多技术难以部署、繁荣发展或持续发展，原因在于设计者未就固有的经济或社会问题（例如参与方之间的竞争）做出足够或适当的决定，或未对周围环境（如竞争技术）予以重视或缺乏激励手段（如开放接口）。有时这类失败的出现是因为相关技术未提供激励公平竞争的机制。

其中一个例子便是IP网络的初步实施过程缺少QoS机制，该机制正是视频流等实时业务所必需的。IP层未能向其上层提供相应的手段以了解是否可保障端到端的QoS。IP网络的初步实施过程也缺少鼓励网络提供商实施这些网络的相应激励机制。这些原因构成了在IP网络中引入QoS保障机制和流业务的障碍，即使电信生态系统参与方已试图开展网络客户化，或要求它方提供客户化网络以开展新的业务或共享其利益，障碍依然会存在。

因此，在设计和实施未来网络的要求、架构和协议方面，需要对经济激励等经济和社会问题予以足够的重视，以便为各类参与方提供可持续发展的竞争环境。

有关解决经济冲突，包括网络世界的冲突的各种方法（包括奖励每一个做出贡献的参与方）正变得日益重要[b-Clark]。随着互联网不断发展并将多种社交功能汇聚一体，网络的使用被视为在不同领域产生经济激励的手段。不同的互联网参与方往往追逐相互冲突的利益，从而导致互联网上出现冲突，并在国际和国内监管问题上产生争议。

## 8.8 网络管理

建议未来网络能够高效运行、维护，并能够提供日益增多的业务和实体。特别建议未来网络能够高效处理海量管理数据和信息，并有效将这些数据转换为与运营商相关的信息和知识。

理由：网络必须处理的业务和实体数量不断增加。移动性和无线技术已成为网络必不可少的方面。安全性和私密性方面的要求需要适应不断扩大的应用，监管也变得日益复杂。此外，由于物联网、智能电网、云计算和其它新技术的出现而导致的数据收集和处理功能的一体化也给网络带来了非传统网络设备，从而使网络管理目标扩散并进一步使评估标准复杂化。因此，有效支持运营商的功能对于未来网络而言至关重要。

现有网络面临的问题之一是经济方面的考虑要求针对每个网络构成部分设计特别的操作和管理系统。由于无组织和无序的管理功能的扩散增加了网络的复杂性和运营成本，因此，未来网络应通过集成化程度更高的管理接口提供高效的操作和管理系统。

现有网络面临的另一个问题是操作和管理系统在很大程度上依赖网络操作人员的技能。因此，一个很大的问题就是如何使网络管理任务更加简便，并使工人的知识得到传承。在网络管理和操作过程中，需要人类技能的任务将继续存在，例如需要根据多年积累的经验才可做出的高层决策。对这些任务而言，需要让没有特殊技能的新手操作人员也能够自动化的支持下方便地管理大型和复杂网络。与此同时，还应考虑在几代人之间实现相关知识和技术的有效传递。

## 8.9 移动性

建议未来网络具备一定的移动性，有助于实现可确保大量节点在异质网络中自由移动的高速大型网络环境。建议未来网络支持具有各种节点移动性功能的移动业务。

理由：移动网络通过加入新的技术而不断地发展演变，因此预计未来移动网络将包括从宏到微到微微再到毫微微小区的多种异质网络，以及带有多种接入技术的多类型节点，因为单一接入网不能提供无所不在的覆盖和大量节点所需的持续不断的高质量业务级通信。另一方面，蜂窝网络等现有移动网络是从集中角度进行设计的，有关移动性的主要信令功能置于核心网中。然而，该方法限制了操作效率，因为所有流量信令均由中央系统处理，因此带来了扩展和性能问题。从该角度而言，未来网络应支持分布接入节点的高度可扩展架构、运营商管理分布式移动网络的机制以及应用数据和信令数据的优化路由。

由于分布式移动网络架构可通过在接入层灵活定位移动性功能推动实现新接入技术的轻松部署，还可通过短距离回程和告诉网络实现优化移动性，因此该架构是未来网络提供移动性的关键所在。

无论节点功能如何均可提供移动业务的技术是存在的。但是当节点功能有限（如传感器）时，实现这一点并非易事，因此，未来网络应考虑如何普遍提供移动性。

## 8.10 优化

建议未来网络以业务要求和用户需求为基础，优化网络设备容量，以提供足够性能。建议未来网络能够在网络内部实现多种不同优化的同时解决网络设备的多种物理限制。

理由：宽带接入的普及将促进具有不同特性的多种业务出现，进一步加大各种业务要求的多样化，如带宽、时延等。现有网络的设计旨在满足用户数量最多情况下的最高业务要求，而且为业务提供的设备传输能力对于大多数用户和业务而言往往达到了过度规范的程度。如果在用户需求增加情况下继续维持这种模式，那么未来的网络设备将面临多种物理限制，如光纤传输容量、电气装置的运行频率等。

为此，未来网络应优化网络设备容量，并在考虑到网络设备各种物理限制的情况下进行网络内部的优化。

## 8.11 识别

建议未来网络提供新的识别结构，以可扩展的方式有效支持移动性和数据接入。

理由：移动性和数据接入是未来网络的设计目标。这两个功能均要求对大量网络通信对象（主机和数据）进行有效和可扩展的识别（及命名）[ITU-T F.851]。现有IP网络使用IP地址进行主机识别。这实际上是取决于网络附着点的主机定位器。随着主机的移动，其识别符（ID）[ITU-T Y.2091]亦发生变化，导致通信会话中断。移动电话通过在下层管理移动性隐藏了这一问题，但当下层无法对之予以处理时（如由于接入网络的异质性），该问题将再次出现。同样，目前没有能够用于数据识别并得到广泛采用的ID。因此，未来网络应确定新的在主机和数据之间有效连网的识别结构，从而解决这些问题。未来网络应在数据和主机ID之间提供动态映射以及这些ID与主机定位器之间的动态映射。

## 8.12 可靠性和安全性

考虑到各种挑战，建议未来网络的设计、操作和演进均具有一定的可靠性和复原能力。建议未来网络能够确保用户的安全性和私密性。

理由：由于未来网络属于能够支持人类社会活动的根本性基础设施，因此它们亦应支持各种类型的关键业务，如智能交通管理（公路、铁路、航空、海上和空间交通）、智能电网、电子卫生、电子安全和应急通信（ET）[ITU-T Y.2205]，同时还应确保这些业务的完整性和可靠性。通信装置旨在确保人类安全并支持人类活动的自动化（驾驶、飞行、办公和家庭环境控制、检疫和监督等）。这些功能在灾害（自然灾害，如地震、海啸、飓风、军事或其它对抗、重大交通事故等）情况下极为重要。某些应急响应业务（例如个人对机构的应急通信）还需要给予授权用户优先使用权，优先处理应急流量、网络装置识别以及时间和地点标记，包括有助于大幅提高服务质量的相关精确度信息。

所有用户必须给予未来网络合理的信任，相信未来网络即时在出现各种故障或影响正常运行的问题时亦能提供令人满意的服务水平。未来网络的这一能力称作“适应力”，其特点是值得信任（人们能如何随时对一系统加以信任）和能够应对挑战。未来网络通过保证其可依赖性和安全性可完全满足人们的预期来获得信任。系统获得的信任度会得到一系列挑战的威胁，包括自然故障（如硬件老化）、重大灾害（自然或人为灾害）、攻击（现实世界或网络世界的攻击）、配置错误、反常但合法的流量，以及环境挑战（特别是无线网络方面）。未来网络的设计和工程处理中加入了应对各类挑战的能力，因此他们能够在遭遇挑战的情况下继续服务提供。其次级功能包括续存性和应对操作中断和流量故障的能力，这些功能可确保系统在遭遇上述挑战的情况下仍能按时完成各项任务。

未来网络的特点是虚拟化和移动性，同时将提供广泛的数据和业务。具有这些特点的网络安全性要求进行多层接入控制（保证用户识别、认证和授权）。这是对现有安全性要求（如[ITU-T Y.2701]所要求）的补充，其中包括保护在线身份和声誉，并为用户提供控制推介性通信（信息）的能力。未来网络应为所有人，特别是儿童、残疾人和少数民族群体提供安全的上网环境。



## 9 目标日期和过渡

在本建议书中，未来网络的描述旨在满足这样的设想，即支持上述指标和设计目标的未来网络的试行业务和分阶段部署将大概在2015至2020年之间进行。该预测取决于以下两个因素：首先是在测试和开发未来网络过程中将使用的各种技术的现状和演进情况；其次，上述估计日期之后可能出现的新的发展均为猜想。

该目标日期并不意味着网络将在预计时间范围内发生变化，但部分网络将有望发展和演进。为了适应各种新兴和未来的网络技术，可以采用相应的演进和过渡战略。但此类演进和过渡情形还有待进一步的研究。

# 附录 I

## 实现设计目标的技术

(该附录并不属于本建议书的组成部分。)

本附录旨在阐释近期研究工作中出现的一些技术。这些技术有可能被用作未来网络的促成技术，并可能在未来网络发展中发挥重要作用。本附录每一节的标题均给出了相关技术名称以及与该技术最为相关的设计目标，以表明其与本建议书正文的关联性。应当指出，一项技术可能与多项设计目标关联。例如，网络虚拟化不仅与资源虚拟化密切关联，而且与业务多样性、功能灵活性、网络管理、可靠性和安全性密切相关。各节标题仅显示与之最为相关的设计目标。

### I.1 网络虚拟化（资源虚拟化）

未来网络应提供种类繁多的应用、业务和网络架构。网络虚拟化是支持上述能力的一项关键性技术。网络虚拟化有助于在共享的物理网络基础设施上创建在逻辑上分离的网络区域，以便使多个异质虚拟网络能够同时在基础设施上共存。它还有助于实现多种资源的汇集，并使汇集资源以单个资源形式呈现。[b-ITU-T FG-FN NWvirt]详细阐释了网络虚拟化的定义和框架。

采用逻辑分离方式的网络分区的用户可通过充分利用可编程性对网元进行编程，用户可利用这一可编程性在网络中将新发明的技术动态移植和重新配置到虚拟设备中（如路由器/交换机）。网络虚拟化还可形成网络联合体，从而使多个网络基础设施作为单一网络的一个部分进行操作，即使这些基础设施分布在不同地理区域并由不同提供商加以管理。对可编程性和网络联合体的支持要求支持逻辑网元、业务和功能在逻辑分割网络区域之间的动态移动。换言之，可以将一业务或网元从一个网络区域移动到另一个不同的、在逻辑上分离的区域，并重新在此加以提供，以便为最终用户或其它提供商提供不间断的业务或连接。通过此做法，最终用户或其它提供商可找到并接入这种远程业务和网元。

### I.2 基于数据/内容的组网（数据接入）

互联网中万维网的爆发式增长已使大量数字内容，如文本、图像、音频数据和视频数据得到分布和传播。互联网的大部分流量源于这一内容，因此，现已提出了若干重点关注内容分布的网络方法，其中包括所谓的内容分布网络（CDN）[ITU-T Y.2019]和内容共享对等（P2P）网络。

此外，还从网络使用角度提出了专门针对数据内容处理的若干新方式[b-CCNX]、[b-Jacobson]和[b-NAMED DATA]。在寻址、路由、安全机制等概念方面，这些新方式与现有网络截然不同。现有网络的路由机制取决于“定位”（IP地址或主机名称），而新的路由方式以数据/内容名称为基础，且数据/内容可通过整个网络范围的缓存机制存储在多个物理地点。针对安全性问题，相关方面的建议是所有数据/内容均需具备公共密钥签名并能够证明其真实性。另一项研究强调重视网络的命名和数据名称分辨率[b-Koponen]。某些方式设想使用现有IP网络进行叠加实施，而其他研究则设想以全新方式进行新的实施。

部分研究项目提出了一种新的名为“发布/订阅 (pub/sub) 组网”的模式[b-Sarela]和 [b-PSIRP]。在pub/sub组网中，数据发送方“发布”其希望发送的内容，而数据接收方则“订阅”其希望接收的公布内容。另有一些研究活动在试图创建以内容/数据新信息和信息管理模式为基础的新的网络架构，见[b-NETINF]和[b-Dannewitz]。

### 1.3 网络节能（能量消耗）

降低能源消耗对于环境意识和网络运行而言极为重要，这包括多种装置级、设备级和网络级技术[b-Gupa]。在相同或不同层面的每项技术均不应各自为政，而应当与其它技术相互合作并提供将总能源消耗降至最低的总体解决方案。

网络节能具有以下三个蕴含潜力的领域：

– 以更少电能转发流量

现有数据传输通常由耗电装置和设备完成，其能量消耗主要取决于其传输速率。节能技术通过使用耗电低的装置/设备、光交换机、轻量级协议等[b-Baliga2007]在耗电低的情况下实现同样的传输速率，从而降低了传输的每比特数据消耗的能量。

– 按照流量的动态发展控制装置/设备操作

现有网络装置或系统持续不断按照完整规范全速运行。与此相反，具有节能技术的网络根据流量情况控制操作，并使用诸如睡眠模式控制、动态电压调整和动态时钟操作技术[b-Chabarek]等方式，从而降低所需的总体能耗。

– 以最低流量满足消费者要求

现有网络通常都不重视满足用户要求方面的总流量情况，但具有节能技术的网络将以最低流量满足用户要求。也就是说，这些网络将减少非根本性的或无效流量，如过度保持应用状态的信息或重复的用户信息，主要方法是采用组播、过滤、缓存、改发等。由此网络流量减少，从而降低了所需的总体能耗。

基于上述特点，节能网络能够降低总体耗电量，并从网络角度为环境问题提供解决方案。新实施的业务可能增加能耗，但具有节能技术的网络可以减缓这种能耗的提高。与不具备节能技术的情况相比，节能网络可降低总体能源消耗。

### 1.4 系统内网络管理（网络管理）

由于现有网络管理操作方面存在限制，因此目前正在开发一种新的非集中化网络管理方式，称作“系统内管理” [b-MANA]和[b-UniverSELF]。系统内管理将非集中化、自我组织、自治作为基本促成理念。该理念与传统方式相反，管理任务已嵌入在网络当中，因此使网络具有了控制复杂性的能力。未来网络作为受管系统可以自行执行管理功能。以下为未来网络系统内管理的功能特性。

为了支持具有不同特性的多种业务（如带宽和QoS），网络将在未来扩大规模，提高复杂程度，因此网络基础设施和网络业务管理将更加复杂和艰巨。此前已提出了多种不同的实现网络管理系统标准化的方式，具体做法是对操作系统的共同接口做出定义，如面向业务的架构（SOA）概念，但由于成本等问题，上述方式未付诸实践。未来，由于业务不断增加，

不同管理系统会大为扩散，因此网络管理情况会更加恶化，有鉴于此，我们需要高效的操作和管理技术。此外，由于现有网络的操作和管理主要取决于网络管理人员的技能，因此使网络管理成为方便易行的任务并实现工人知识和技能的传承是很严重的问题。

两项候选功能可有助于实现上述目标。

首先是能够实现高效管理的统一操作和管理系统；其次是复杂的接口控制和一套传承系统，可以向技术水平不高的操作人员传递操作知识和网络操作与管理的专业技能。

以下为未来网络实现这些目标的候选构成部分。

a) 通用的操作和管理接口[b-TMF NGOSS]和[b- Nishikawa]

这将提供高效操作和管理，以适应提供不同业务的所有网络系统的要求。数据库技术是将含有用户和基础设施信息的老旧系统数据转移至新系统的关键。

b) 复杂控制接口和操作人员知识和技能的传承系统[b-Kipler]和[b-Kubo]

为方便不具备特殊技能的操作人员能够更加容易地进行网络控制和多种不同网络系统和业务的管理，未来网络的操作系统应具有自治控制 and 自我稳定机制。尖端和友好的控制接口还有助于完成某些网络操作和管理任务，其中一种可行的方式是下述多种不同网络状态的“视觉化”方式：

— 系统管理视觉化（软件级技术）

网络视觉化技术支持系统管理员的工作并通过方便地将网络状态视觉化改善工作效率。视觉化技术包括网络监测、故障定位和网络系统自动化。

— 基础设施管理视觉化（硬件级技术）

基于硬件的视觉化技术也能非常有效地对现场工程师给予支持，它包括光纤和通信状态监测、故障定位和光纤识别。它还使工程师能够方便地找到故障地点，特别是当故障发生在网络侧或用户装置上时，该功能能够降低维护成本。

## 1.5 网络优化（优化）

新业务的出现将提高诸多用户所要求的带宽，而其他用户则满足于使用现有带宽，由此扩大了用户之间在带宽需求方面的差异。现有网络的设计旨在满足用户的最大需求，而网络容量则针对大多数业务被过度规范。未来网络设备将面临多种不同物理限制，如光纤容量、光和电气装置的运行频率和耗电等。因此，未来网络从设计上应提高使用效能，为用户需要提供最佳（即并非过剩）能力。

可从以下三个颇具希望的领域着手解决上述问题：装置级优化、系统级优化和网络级优化。

a) 装置级优化 [b-Kimura]

这一操作速率优化技术由光纤层、电气层和混合光/电气层构成，为业务和应用提供最小所需带宽。

b) 系统级优化 [b-Gunaratne]

虽然为网络内所有数据加密是应对安全威胁的终极解决方案，但目前只通过更高层功能对选定数据进行加密，而更高层往往速度太慢，无法对所有数据都进行加密。优化安全机制通过将加密功能集中于低层处理（诸如光码分复用（OCDM）传输技术等物理层处理技术）并停止高层加密，在实现极高安全性的同时降低时延并提高电能效率。

c) 网络级优化 [b-Iiyama]

这种形式的优化通过改变流量流程本身解决光纤容量和电气装置操作频率等物理限制。该技术还有望提高网络资源（如网络路径或设备）的使用率。

– 路径优化

传输文本或话音等现有业务的现有网络不能发展演进为高速、大容量和低时延的端到端（E2E）全光网络，因为它们面临着经济、技术和其它问题。路径优化技术提供考虑到业务特性和传输路径流量条件的优化路径，并具有将通过不同路径发送的数据予以综合的能力，从而方便人们使用不同路径发送由带有不同特性的多种数据组成的信息。在单一网络中，与操作速率优化相结合的低到极高速率的数据传输也可得到实现，从而便于进行简单方便的同时操作并提高效能。

– 网络拓扑优化

本技术不仅通过使用上层信息，如用户流量需求的地理分布等，而且通过使用下层（如光层）网络的拓扑信息来优化网络拓扑的上层（如分组层）。

– 容纳点优化

在现有网络中，每项业务均在相同接入线上传输，因此一个接入点容纳用户的所有业务。这就降低了容纳效率，因为每项业务均具有不同的诸如带宽、时延和可用性等特性。容纳点优化技术提供很高的容纳效率和灵活的容纳手段，有助于在考虑到每项业务的可能传输距离等的情况下实现容纳点优化，从而充分利用了光技术和长途传输的优势。

– 缓存和存储优化

有效分布不同内容、以便以更低成本改善QoS是未来网络的挑战之一。使用存储和缓存功能有助于在离最终用户最近的地方分布和提供内容，从而优化网络性能并改善最终用户的体验质量（QoE）。

– 计算优化

网络提供的计算能力方便最终用户（主要是企业）部署和运行计算任务（软件应用，包括优化问题）。网络中的分布式计算能力方便人们更灵活地使用网络并提供业务和网络性能。

## I.6 分布式移动组网（移动性）

在现有网络中，诸如物理移动性管理、认证和应用服务器等主要功能均安装在集中式系统和移动核心网中，从而带来可扩展性、性能、单点故障和瓶颈等问题。

目前，带有网络分布功能（包括移动功能）的小型便携式无线接入节点作为替代接入方法（特别用于住宅和企业部署方面）[b-Chiba]引起了人们的广泛关注。在该分布式架构中，可以在离终端最近的地方对移动事件和数据路径进行管理和暂存，以避免出现扩展性和性能问题。它还能够将单点故障和瓶颈问题加以隔离，因为只有少数终端在接入节点层的边缘得到管理。

以分布方式在网络任何部分灵活定位功能性（传统上置于移动核心网中），可实现高效和可扩展的移动网络，因此，分布式移动网络与现有移动网络不同，可以：

- 定位并优化信令和数据路径；
- 使网络管理员能够控制信令和数据路径；
- 在网络任何地点（移动核心和接入网）定位功能实体（如移动性管理）；
- 以集中和非集中方式提供连接装置的发现功能（网络资源和装置）；
- 在不使移动和/或安全功能性能劣化的情况下将不具备完全移动和/或安全能力的装置进行连接。

通过支持上述功能，分布式移动连网可提供永远在线、永远得到最佳连接的接入路径，且能够同时保障端到端的服务质量。

## 参考资料

- [b-ITU-T FG-FN Energy] ITU-T Focus Group on Future Networks FG-FN-OD-74 (2010), *Overview of Energy-Saving of Networks*, December.
- [b-ITU-T FG-FN NWvirt] ITU-T Focus Group on Future Networks FG-FN-OD-73 (2010), *Framework of Network Virtualization*, December.
- [b-Anderson] Anderson, T., Peterson, L., Shenker, S., and Turner, J. (2005), *Overcoming the Internet impasse through virtualization*, Computer, IEEE Computer Society, Vol. 38, No. 4, pp. 34-41.
- [b-Baliga2007] Baliga, J., et al. (2007), *Photonic Switching and the Energy Bottleneck*, Proc. IEEE Photonics in Switching, August.
- [b-Bohl] Bohl, O., Manouchehri, S., and Winand, U. (2007), *Mobile information systems for the private everyday life*, Mobile Information Systems, December.
- [b-CCNX] Project CCNx (Content-Centric Networking).  
<http://www.ccnx.org/>
- [b-Chabarek] Chabarek, J., et al. (2008), *Power Awareness in Network Design and Routing*, in Proc. IEEE INFOCOM'08, April.
- [b-Chiba] Chiba, T., and Yokota H. (2009), *Efficient Route Optimization Methods for Femtocell-based All IP Networks*, WiMob'09, October.
- [b-Clark] Clark, D., Wroclawski, J., Sollins, K., and Braden, R. (2005), *Tussle in Cyberspace: Defining Tomorrow's Internet*, IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 13, No. 3, June.
- [b-Dannewitz] Dannewitz, C. (2009), *NetInf: An Information-Centric Design for the Future Internet*, in Proc. 3rd GI/ITG KuVS Workshop on The Future Internet, May.
- [b-EC FI] European Commission, Information Society and Media Directorate-General (2009), *Future Internet 2020: Visions of an Industry Expert Group*, May.  
[http://www.future-internet.eu/fileadmin/documents/reports/FI\\_Panel\\_Report\\_v3.1\\_Final.pdf](http://www.future-internet.eu/fileadmin/documents/reports/FI_Panel_Report_v3.1_Final.pdf)
- [b-Gunaratne] Gunaratne, C. et al. (2008), *Reducing the energy consumption of Ethernet with adaptive link rate (ALR)*, IEEE Trans. Computers, Vol. 57, No. 4, pp. 448-461, April.
- [b-Gupa] Gupta, M., and Singh, S. (2003), *Greening of the Internet*, Proc. ACM SIG-COMM'03, August.
- [b-HIP] IETF Host Identity Protocol (hipHIP) Working Group.  
<http://datatracker.ietf.org/wg/hip/>
- [b-Iiyama] Iiyama, N., et al. (2010), *A Novel WDM-based Optical Access Network with High Energy Efficiency Using Elastic OLT*, in Proc. ONDM'2010, 2.2, February.
- [b-Jacobson] Jacobson, V., et al. (2009), *Networking Named Content*, CoNEXT 2009, Rome, December.

- [b-Kafle] Kafle, V. P., and Inoue, M. (2010), *HIMALIS: Heterogeneous Inclusion and Mobility Adaption through Locator ID Separation in New Generation Network*, IEICE Transactions on Communications, Vol. E93-B No. 3, pp.478-489, March.
- [b-Kimura] Kimura, H., *et al.* (2010), *A Dynamic Clock Operation Technique for Drastic Power Reduction in WDM-based Dynamic Optical Network Architecture*, in Proc. S07-3, World Telecommunication Congress (WTC).
- [b-Kipler] Kilper, D. C., *et al.* (2004), *Optical Performance Monitoring*, J. Lightwave Technol., Vol. 22, pp. 294-304.
- [b-Koponen] Koponen, T., Chawla, M., Chun, B., *et al.* (2007), *A data-oriented (and beyond) network architecture*, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 37, No. 4, pp. 181-192, October.
- [b-Kubo] Kubo, T., *et al.* (2010), *In-line monitoring technique with visible light form 1.3 $\mu$ m-band SHG module for optical access systems*, Optics Express, Vol. 18, No. 3.
- [b-LISP] IETF Locator/ID Separation Protocol (lispLISP) Working Group. <http://datatracker.ietf.org/wg/lisp/>
- [b-MANA] Galis, A., *et al.* (2008), *Management and Service-aware Networking Architectures (MANA) for Future Internet – Position Paper: System Functions, Capabilities and Requirements*, University of Twente, December.
- [b-NAMED DATA] Named Data Networking. <http://www.named-data.net/>
- [b-NETINF] Network of Information (NetInf). <http://www.netinf.org/>
- [b-NICT Vision] National Institute of Information and Communications Technology, Strategic Headquarters for New Generation Network R&D (2009), *Diversity & Inclusion: Networking the Future Vision and Technology Requirements for a New-generation Network*, February.
- [b-Nishikawa] Nishikawa, K., *et al.* (2009), *Scenario Editing Method for Automatic Client Manipulation System*, Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium.
- [b-PSIRP] Publish-subscribe Internet Routing Paradigm (PSIRP). <http://www.psirp.org/>
- [b-Sarela] Särelä, M., Rinta-aho, T., and Tarkoma, S., *RTFM: Publish/Subscribe Internetworking Architecture*, ICT-Mobile Summit 2008 Conference Proceedings, Paul Cunningham and Miriam Cunningham (Eds), IIMC International Information Management Corporation.
- [b-TMF NGOSS] Tele Management Forum GB930, *The NGOSS approach to Business Solutions* (2005), Release 1.0.
- [b-UniverSELF] UniverSelf, realizing autonomies for Future Networks. <http://www.univerself-project.eu/>



## 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	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、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	电缆和外部设备其他组件的结构、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	终端和主观与客观评估方法
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、开放系统通信和安全性
Y系列	<b>全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络</b>
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题