

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

Y.2612

(01/2009)

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

下一代网络 – 未来网络

**未来分组网络的寻址、路由和转发方面的
通用要求和框架**

ITU-T Y.2612建议书

ITU-T



ITU-T Y系列建议书

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

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
经由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

欲进一步了解详细信息，请查阅ITU-T建议书清单。

ITU-T Y.2612建议书

未来分组网络的寻址、路由和转发方面的 通用要求和框架

概述

ITU-T Y.2612建议书根据ITU-T Y.2601和ITU-T Y.2611建议书描述了未来分组网络（FPBN）的寻址、映射、转换、路由和转发的通用技术架构、属性和机制。本建议书可以作为FPBN网络未来设计和实施方案的一个参考。

来源

ITU-T Y.2612建议书于2009年1月23日由ITU-T第13研究组（2009-2012年）根据ITU-T A.8建议书的程序批准。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、信息通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。国际电联电信标准化部门（ITU-T）是国际电联的一个常设机构，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布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，而后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ITU-T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，也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的条款（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，才认为达到了本建议书的合规性要求。“应该”或“必须”等其他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声明的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其他机构提出的、有关已声明之知识产权的证据、有效性或适用性不表明任何意见。

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、有关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，这可能并非最新的信息，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2019

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 术语和定义	2
4 缩写词和首字母缩略语	2
5 惯例	3
6 引言	3
7 寻址	3
7.1 地址属性	3
7.2 地址结构	4
7.3 寻址对象	4
7.4 分配方法	5
8 映射和转换	5
8.1 映射	5
8.2 转换	5
9 路由	6
9.1 分发/收集拓扑信息	6
9.2 计算路由	6
9.3 建立/维护路由表	7
9.4 FIB的建立和维护	7
10 转发	7
10.1 输入过程	7
10.2 查询FIB	8
10.3 交换	8
10.4 输出过程	8
参考书目	9

来分组网络的寻址、路由和转发方面的 通用要求和框架

1 范围

本建议书描述了未来分组网络（FPBN）的寻址、映射、转换、路由和转发的通用技术架构、属性和机制，包括：

- 传输层地址；
- 地址分配方法；
- 服务层名称和传输层地址之间的映射；
- 不同传输层技术和管理域之间的转换；
- 传输层内的路由和转发机制。

本建议书仅限于描述上述方面的一些通用技术要求和框架。可用于实现这些方面的特定技术不在本建议书的讨论范围内。

2 参考文献

下列ITU-T建议书及含有本建议书引用条款的其他参考文献构成本建议书的条款。所注明版本在出版时有效。所有建议书及其他参考文献均可能进行修订；因此鼓励建议书的使用方了解使用最新版本的下列建议书和其他参考文献的可能性。现行有效版本的ITU-T建议书的清单定期出版。本建议书在引用某一独立文件时，并未给予该文件建议书的地位。

[ITU-T G.805] ITU-T G.805建议书（2000年），传输网络的通用功能架构。

[ITU-T Y.2601] ITU-T Y.2601建议书（2006年），未来分组网络的基本特性与要求。

[ITU-T Y.2611] ITU-T Y.2611建议书（2006年），未来分组网络的高层架构。

[IETF RFC 2328] IETF RFC 2328 (1998), *OSPF version 2*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt>>

[IETF RFC 2453] IETF RFC 2453 (1998), *RTP version 2*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2453.txt>>

[IETF RFC 4271] IETF RFC 4271 (2006), *A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc4271.txt>>

[IETF RFC 4291] IETF RFC 4291 (2006), *IP version 6 Addressing Architecture*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc4291.txt>>

3 术语和定义

本建议书使用以下在其他地方定义的术语：

- 3.1 地址 (**address**)：参见[ITU-T Y.2601]。
- 3.2 控制平面 (**control plane**)：参见[ITU-T Y.2011]。
- 3.3 数据平面 (**data plane**)：参见[ITU-T Y.2011]。
- 3.4 标识符 (**identifier**)：参见[ITU-T Y.2601]。
- 3.5 管理平面 (**management plane**)：参见[ITU-T Y.2011]。
- 3.6 名称 (**name**)：参见[ITU-T Y.2611]。

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：

ACL	访问控制列表
AP	接入点
BGP	边界网关协议
CP	连接点
DCE	数据电路终端设备
DNS	域名系统
DTE	数据终端设备
FIB	转发信息库
FIFO	先入先出
FP	流量点
FPBN	未来分组网络
GFP	通用组帧过程
ICMP	网际控制消息协议
ID	标识符
IP	网际协议
MAC	媒质访问控制
NAT	网络地址转换
NGN	下一代网络
OAM	运营、管理和维护

OSPF 开放最短路径优先
PBN 分组网络
QoS 服务质量
RIP 路由信息协议
TCP 终端连接点
TFP 终端流量点
TTL 生存时间
URPF 单播反向路径优先

5 惯例

在本建议书中，使用以下惯例：

关键词“**需要**”（**is required to**）指必须严格遵守的要求，若宣称符合本建议书，则不得违反。

关键词“**建议**”（**is recommended**）指建议但并非需要绝对遵守的要求，故宣称符合本建议书并不需要说明已满足此要求。

关键词“**可以可选地**”（**can optionally**）指允许作为选项但并非建议遵守的要求。该术语无意暗示供货商的实施方案必须提供该选项，网络运营商/业务提供商可以可选地赋予该功能，而是意味着供货商可以可选地提供该功能，并仍宣称符合规范。

6 引言

寻址、路由和转发机制分别在FPBN网络中起着关键作用。寻址机制决定FPBN网络中每个实体的拓扑位置。路由机制分发和收集拓扑相关信息、计算路由、建立和维护路由表、建立和维护转发信息库（FIB）。转发机制检索FIB，并根据检索结果传输分组。

虽然不同网络中的寻址、路由和转发机制各不相同，但仍然有一些通用的技术要求和框架。

本建议书根据基本要求（[ITU-T Y.2601]）和FPBN网络的高级设计方案（[ITU-T Y.2611]），概述了一些通用要求和框架。

本建议书可以作为FPBN网络未来设计和实施方案的一个参考。

7 寻址

地址指的是传输层的层网络中某个特定实体（单播）或某组实体（组播）或一组实体之一（任播）的位置标识符。在FPBN网络中，寻址机制是用于定义地址结构、指定待寻址实体、阐明分配方法等的一组动作。

7.1 地址属性

形成传输层的层网络相互独立；因此，建议这些层网络的寻址在传输层内彼此独立。

为了满足[ITU-T Y.2601]中定义之FPBN的要求，FPBN中的地址需要在其寻址域中具有若干期望的属性。下面列出了一些重要的属性：

- 唯一性：对于一个管理域中的单个唯一实体，需要可靠且确定地使用一个地址。但是一个实体可以有多个地址。
- 持久性：如果一个实体的位置不变，则要求该实体的地址不要频繁变化。
- 结构化：地址需要结构化，其目的是聚合。这有助于路由和转发过程。

7.2 地址结构

在分组网络中有两种结构化地址：平坦地址和分层地址。

- 平坦寻址：从路由和转发的角度来看，地址分配是随机的。路由和转发机制处理分组报头中目标地址的全部位，而不是地址字段中的部分位。典型的平坦寻址是以太网MAC地址。
- 分层寻址：出于高效路由和转发的目的，地址管理遵循自上而下的分配过程，通过该过程，中间级可以将由较高级分配给它们的地址部分再细分给较低级。路由和转发将只对整个地址的部分位有效，而不是对整个地址都有效。典型的分层寻址是IP地址。

在FPBN网络中，建议选择分层寻址，分层地址可以被分为几个部分，每个部分的地址都携带它自己的信息。例如，地址的一部分指定网络ID，另一部分指定主机ID。

分层地址是支持单播和组播所必需的，并建议支持任播。

7.3 寻址对象

在FPBN中，寻址对象可以是传输层的层网络中的一个特定实体或一组实体或一组实体中的一个实体，它们可以是DTE或DCE，如[ITU-T G.805]中所定义的网络终端、AP（接入点）、TCP（终端连接点）、CP（连接点）、FP（流量点）、TFP（终端流量点）。所有寻址对象都需要被寻址，以支持单播、组播与/或任播通信。

正如[ITU-T Y.2611]中所建议的那样，在FPBN网络中有三个平面（数据平面、管理平面和控制平面），建议每个平面都有自己的地址空间。每个地址空间可以独立于其他地址空间，即使它们使用相同的语法或结构。

当涉及多个平面时，建议对应每个平面每个寻址对象都有一个独立的地址。

控制平面地址标识FPBN控制平面中寻址对象的位置，FPBN控制平面在网络实体之间交换控制信息（例如拓扑信息、QoS策略）。

数据平面地址标识FPBN数据平面中寻址对象的位置，FPBN数据平面在网络终端之间传输用户分组。

管理平面地址标识FPBN网络中所管理寻址对象的位置，FPBN交换OAM信息，管理平面中运营商或其他传输实体可用管理平面地址来定位和访问寻址对象。

7.4 分配方法

在FPBN中，分配方法需要支持以下选项之一：提供商优先和地理位置优先。提供商优先和地理位置优先并不相互排斥。在某些情况下，地址空间可以首先由地址分配机构来分配给网络提供商，然后可以根据网络提供商中的区域位置做进一步分配。

提供商优先意味着地址空间可由地址分配机构来分配给网络提供商，而不是分配给一个国家或地区。每个网络提供商都可以申请并被分配一部分地址空间，这些地址空间可以通过不同的地址前缀来区分。网络提供商可以独立决定如何在自己的网络中分配地址。当前的IP地址分配方法就是一个典型的、提供商优先的例子。

地理位置优先意味着可以根据国家或地区位置来分配网络地址。每个国家或地区都有自己的地址空间，其地址前缀不同，并且可以根据自己的规则来独立分配地址。

8 映射和转换

在不同的层中将存在若干独立的寻址机制。例如，IP地址和MAC地址属于传输层的不同层。即使在传输层的同一层网络中，也有可能在不同的管理域中使用不同的寻址机制。例如，私有IPv4地址可用于企业网络，而IPv6地址或公共IPv4地址可用于接入网与/或核心网。

FPBN中不同层之间需要映射机制，FPBN网络中不同管理域的边界上需要转换机制。FPBN网络中的数据平面、控制平面和管理平面内都需要映射和转换机制。

8.1 映射

映射是在属于不同层的两个实体之间建立逻辑连接，例如，从域名到IP地址的逻辑连接或反向连接，或者从IP地址到MAC地址的逻辑连接或反向连接。

映射结果可以可选地存储在映射表、中央数据库或分布式数据库中。为了提高效率，建议将映射结果缓存于内存中。

它至少需要支持三种映射机制中的一种：由管理平面来静态指配、在询问或不询问的情况下来告知或者由某些算法来计算。例如，从IPv6地址到MAC地址的映射可以静态配置，或者由ICMPv6来查询，或者由网际协议版本6（IPv6）寻址架构[IETF RFC 4291]来计算。映射需要有一个生命周期，它可以是临时的，也可以是永久的。

有些映射结果仅在本地图用，例如，IPv6地址与MAC地址之间的映射信息。有些映射结果可以全局访问，例如，来自DNS记录的映射结果。在FPBN网络中，这两个条件都可以予以考虑。

有四种映射，即一对一、一对多、多对一和多对多。FPBN网络至少需要支持前三种映射。

8.2 转换

转换指的是当实体属于不同的寻址空间时，在不同的地址之间建立逻辑连接，例如，在IPv4地址与IPv6地址之间建立逻辑连接，或者在私有IP地址与全局IP地址之间建立逻辑连接。

转换结果可以可选地存储于转换表、中央数据库或分布式数据库中。

它至少需要支持三种转换机制中的一种：由管理平面来静态指配、在询问或不询问的情况下告知或者由某些算法来计算。转换需要有一个生命周期，它可以是临时的，如NAT，也可以是永久的，如内联网网络服务器的全局地址。

在FPBN网络中，需要网关设备执行一对一的转换。

9 路由

路由指的是分发和收集拓扑相关信息、计算路由、建立和维护FPBN网络中路由表、基于路由表建立和维护FIB的过程。

9.1 分发/收集拓扑信息

拓扑信息分发/收集指的是路由实体在其路由域内传播/收集网络拓扑信息或路由项的过程，无论是否征询。

在FPBN网络中，网络拓扑信息可以可选地包括链路连通性信息、路由实体的状态信息、链路成本信息或由发送方计算的路由项等。

路由域指的是在同一管理域中运行相同路由协议的一组实体。在一个路由域内，被分发到网络拓扑信息的对象在不同的路由协议中可以是不同的，例如，拓扑信息可以被发送到路由信息协议（RIP）[IETF RFC 2453]中相同链路的邻居上，拓扑信息可以被泛洪到开放最短路径优先协议（OSPF）[IETF RFC 2328]中相同区域的所有实体上，拓扑信息也可以被发送到边界网关协议（BGP）[IETF RFC 4271]中路由过程的对等方上。在FPBN网络中，可以可选地支持上述模式。

路由实体通常定期分发拓扑信息。为了提高路由的聚合性能，一个路由实体可以发送由某些事件触发的相关信息。在某些情况下，为了网络稳定或避免路由抖动，路由实体可抑制发送过程。在FPBN网络中，需要支持上述模式。

9.2 计算路由

计算路由指的是路由实体根据收到的拓扑信息和路由项，通过特定的路由协议计算最佳路径（路由）的过程。

考虑到流量工程和路由策略的要求，建议将该过程与FPBN网络中的一些路由约束条件相结合。

在FPBN网络面向连接的传输模式下，需要考虑QoS属性、网络资源参数等因素来建立端到端路径。

在FPBN网络中，路由可以可选地静态地予以配置或动态地予以计算。有几种类型的动态路由算法可用，如距离矢量算法、链路状态算法、路径矢量算法。

9.3 建立/维护路由表

路由表指的是存储在FPBN网络中路由实体或其他特定位置上的一个电子文件或数据库对象。

建立/维护路由表指的是路由实体根据路由计算的结果或管理平面的要求建立路由表并在路由表中插入/删除/修改路由项的过程。

在FPBN网络中，建议路由表由以下四个信息字段组成：

- 无连接传输模式下的源地址或者面向连接的传输模式下的输入标签；
- 无连接传输模式下的目的地址或者面向连接的传输模式下的输出标签；
- 输入接口；
- 输出接口。

路由表可以可选地包括其他信息字段，例如网络掩码、下一跳地址、路由优先级、路由度量等。

在面向连接的传输模式下，输入标签和输出标签用于分组转发。在无连接传输模式下，分组转发需要源地址和目的地址。

为了提高稳定性、可靠性和安全性，需要在路由实体中分别构建控制平面和数据平面。

9.4 FIB的建立和维护

FIB是基于路由表建立和维护的。FIB通常是路由表的一个子集，尽管它可能取其全集。例如，路由表中可以有多条通往同一目的地的路由，但FIB中只需要安装最优选的路由。

在FPBN网络中，FIB项需要包括分组传输所需的信息。

在无连接传输模式下，FIB需要至少包括目的网络地址（前缀）、输出接口与/或下一跳。

在面向连接的传输模式下，FIB需要至少包括输入标签、输入接口、输出标签和输出接口。

注 – 对于单播，输出接口通常只包括一个接口；对于组播，输出接口通常包括多个接口。

如果应用了一些转发控制策略，则可以可选地将更多的信息添加到FIB中。例如，在无连接传输模式下，如果启用URPF（单播反向路径优先），则建议将输入接口添加到FIB中。

10 转发

转发指的是基于FIB将分组从输入接口传输到输出接口的过程。

10.1 输入过程

输入过程包括完整性检查、输入队列管理、拥塞控制等。

在FPBN网络中，建议网络实体首先将传入的分组存储在一个缓冲区中，然后进行完整性检查。之后，网络实体将这些有效的分组转发到其目的端口，并丢弃那些无效的分组。

10.2 查询FIB

通过查询FIB，FPBN网络中的实体可以确定某个分组将被交换到哪个输出接口。

在面向连接的传输模式下，建议所查询的关键字包括输入接口和标签。

在无连接传输模式下，建议所查询的关键字在分组报头中包括目的地址。

如果需要，其他信息字段可以可选地包括在所查询的关键字中。

10.3 交换

根据查询结果，FPBN网络中的实体可以将分组从输入接口交换到输出接口。

对于单播，需要将一个分组复制到某个特定的输出接口。对于组播，需要将一个分组复制到多个输出接口。

10.4 输出过程

在FPBN网络中，建议使用输出过程来支持组帧、输出队列管理和整形。

参考书目

- [b-ITU-T G.809] ITU-T G.809建议书（2003年），无连接层网络的功能架构。
- [b-ITU-T X.200] ITU-T X.200建议书（1994年）| ISO/IEC 7498-1:1994，信息技术－开放系统互连－基本参考模型：基本模型。
- [b-ITU-T Y.2011] ITU-T Y.2011建议书（2004年），下一代网络的通用原则和通用参考模型。
- [b-ITU-T Y.2111] ITU-T Y.2111建议书（2006年），下一代网络的资源和许可控制功能。

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	综合网络运营、电话业务、业务运营和人为因素
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	有线网络以及电视、声音节目和其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	环境与ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、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	测量设备的规范
P系列	终端以及主观和客观评估方法
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	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