

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 4267—2023

IP 网络切片总体架构及技术要求

The overall framework and technical requirements of network slice
Based on IP

2023-04-21 发布

2023-08-01 实施

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 缩略语.....	2
5 概述.....	3
6 IP 网络切片架构.....	3
7 IP 网络切片需求.....	5
7.1 SLA 需求.....	5
7.2 切片隔离需求.....	6
7.3 全生命周期管理需求.....	6
7.4 安全需求.....	8
8 IP 网络切片编排功能.....	8
9 IP 网络切片控制功能.....	9
9.1 功能框图.....	9
9.2 IP 网络切片资源管理.....	10
9.3 IP 网络切片监控管理.....	10
9.4 IP 网络切片北向接口管理.....	10
9.5 IP 网络切片南向接口管理.....	10
10 IP 网络切片转发设备功能.....	11
10.1 转发设备增强特性.....	11
10.2 转发设备功能.....	12
附录 A（资料性）IP 网络切片应用场景.....	13
附录 B（规范性）IP 网络切片部署流程.....	15
参考文献.....	19

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信科技集团有限公司、中国电信集团有限公司、中国信息通信研究院、中国联合网络通信集团有限公司、上海诺基亚贝尔股份有限公司、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、新华三技术有限公司。

本标准主要起草人：汪俊芳、范志文、张园、赵峰、王海军、庞冉、胡志远、董杰、陈然、万晓兰、陈丽萍、石记科、刘剑华、周丽芬、龚霞、周惠琴、陈端、吴波、魏月华、宋雪雁。

IP 网络切片总体架构及技术要求

1 范围

本文件规定了 IP 网络切片的通用架构、端到端网络切片的 IP 网络切片需求、IP 网络切片编排功能、IP 网络切片管控功能、IP 网络切片转发设备功能及安全等要求。

本文件适用于具有切片能力的 IP 网络及设备的研发和测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

YD/T 3020—2016	基于 SDN 的 IP RAN 网络技术要求
YD/T 3973—2021	5G 端到端网络切片总体架构
YD/T 3975—2021	5G 网络切片基于 IP 承载的端到端切片对接技术要求
	支持 IP 网络切片的灵活最优路径算法技术要求
	支持 IP 网络切片的增强型虚拟专用网（VPN+）技术要求
	路由器设备支持 IP 网络切片功能技术要求
	IP 网络切片编排层技术要求
	IP 网络切片控制器北向接口技术要求
	基于 SDN 的 IPRAN 南向接口技术要求
IETF RFC 3393	IP 性能指标（IPPM）的 IP 包延迟变化度量（IP Packet Delay Variation Metric for IP Performance Metrics (IPPM)）
IETF RFC 7679	IP 性能度量（IPPM）的单向延迟度量（A One-Way Delay Metric for IP Performance Metrics (IPPM)）
IETF RFC 7680	IP 性能指标（IPPM）的单向损耗度量（A One-Way Loss Metric for IP Performance Metrics (IPPM)）
3GPP TR 28.801	下一代网络切片管理与编排研究（Study on management and orchestration of network slicing for next generation network）
3GPP TS 33.210	网络域安全（NDS）IP 网络层安全（Network Domain Security (NDS) IP Network Layer Security）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

IP 网络切片 IP networkslice

IP 网络为给特定的用户或业务提供专用或共享的网络资源和网络能力，以满足不同的用户和业务差异化连接需求和质量保证。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AN	接入网络	Access Network
BGP	边界网关协议	Border Gateway Protocol
BGP-LS	边界网关协议-链路状态	Border Gateway Protocol - Link State
CLI	命令行界面	Command Line Interface
CN	核心网	Core Network
DetNet	确定性网络	Deterministic Network
EVPN	虚拟专用以太网	Ethernet Virtual Private Network
FlexE	灵活以太网	Flexible Ethernet
MPLS-TE	基于多协议标签交换的流量工程	Multi-Protocol Label Switching - Traffic Engineering
OAM	操作维护管理	Operation Administration and Maintenance
OSPF	开放式最短路径	Open Shortest Path First
PCEP	路径计算单元通信协议	Path Computation Element Protocol
PON	无源光网络	Passive Optical Network
QoS	服务质量	Quality of Service
RSVP-TE	基于流量工程扩展的资源预留协议	Resource ReSerVation Protocol-Traffic Engineering
SDN	软件定义网络	Software Defined Network
SLA	服务等级协议	Service Level Agreement
SLO	服务等级目标	Service Level objectives
SR	段路由	Segment Routing
TSN	时间敏感型网络	Time-Sensitive Networking
VPN	虚拟专用网络	Virtual Private Network

5 概述

网络切片是一个端到端完整的逻辑网络，IP 网络切片是端到端网络切片的一部分，IP 网络切片包括 IP 承载网切片。IP 网络包括 IP 骨干承载网、IP 城域网。为了提供对 5G 移动业务、云网业务、SD-WAN 业务、专线业务等多业务综合承载切片能力，满足客户不同需求的定制化网络，提供多种承载能力，IP 网络需要在现有技术的基础上叠加部分新技术予以支撑。IP 网络已有的 VPN 技术可以为不同业务或者客户提供逻辑隔离的虚拟网络连接，在此基础上，可以结合例如 FlexE 接口的资源隔离能力进一步提供切片的服务质量保证，以及使用 SR MPLS 或者 SRv6 等技术承载 VPN 业务，以提供定制化的隧道或路径。VPN+ 为 IP 网络切片提供了一种实现方式。根据客户需求，IP 网络切片提供了不同的网络能力，由电信运营商决定组网模式，为不同的业务提供不同的切片能力。

本文件针对附录 A 的不同应用场景，规范了 IP 网络切片的通用架构；针对具有切片能力的 IP 网络 and 没有切片能力的 IP 网络之间的差异，规范了具有切片能力 IP 网络的新的能力需求；并结合标准中的通用架构，分别规范了端到端网络编排层、IP 网络控制器及 IP 网络切片转发设备的功能要求。IP 网络切片部署流程参见本文件附录 B。

6 IP 网络切片架构

具有切片功能的 IP 网络是一个多业务综合承载网络，IP 网络切片通用功能架构如图 1 所示。根据附录 A，IP 网络切片在端到端网络切片中分为两大类应用场景。一类是跨技术域对接 IP 网络切片应用场景，本标准中的跨技术域对接是指在端到端网络切片中，当其他网络采用了不同于 IP 网络的技术时，IP 网络和其他网络对接时称之为跨技术域网络切片对接，例如其他网络为 5G 接入网 AN、5G 核心网 CN、宽带 PON 接入网、边缘/公有/私有云网等，IP 网络与这些网络对接时，称 IP 网络为跨技术域对接的 IP 网络。另一类是非跨技术域，即端到端网络为纯 IP 网络切片的应用场景，例如附录 A 的场景 6，这种场景的专线承载仅限于具有切片能力的有线承载方式。

图 1 所示的架构从端到端网络切片的角度提供了 IP 网络切片与其他网络在接口、功能之间的关系，以及提供切片功能的增强型 IP 网络功能，功能模块包括：端到端网络编排功能、IP 网络管控功能、IP 网络切片转发设备功能。IP 网络切片的对外接口包括：IP 网络与其他网络 A/B 之间的数据域接口、客户服务管理功能与端到端网络编排功能之间的通用管理域接口、其他网络 A/B 与端到端网络编排功能之间的管理域接口。虚框为 IP 网络切片功能，虚框跨在端到端网络编排功能模块一半，表示端到端网络编排功能模块框只有和 IP 网络相关联编排功能属于本文件范围。

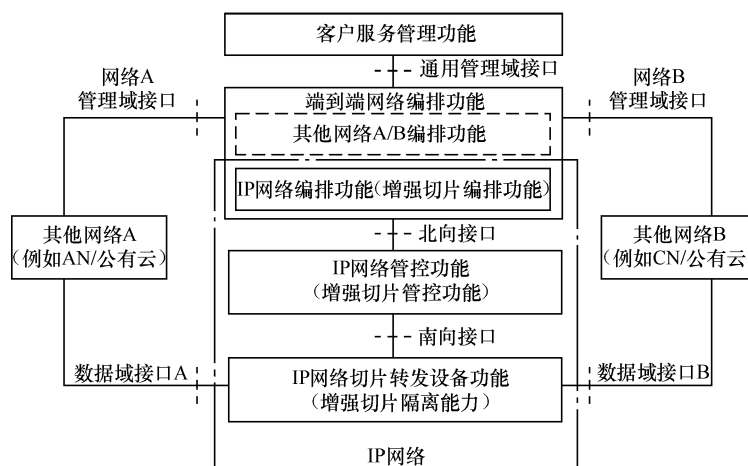


图 1 IP 网络切片通用功能架构

图 1 中与 IP 网络切片系统相关联的各主要模块的功能如下。

a) 端到端网络编排功能

将客户的完整切片服务需求 SLA 进行分解、映射到其他网络 A/B 以及 IP 网络中，完成不同网络间的切片设计规则、资源调度、编排等功能。并完成端到端网络全生命周期。其他网络 A/B 与 IP 网络的连接可以是跨技术域，例如附录 A 场景 1 中的 5G 网络端到端切片，其他网络 A 对应了 AN，其他网络 B 为 CN。这种场景下，端到端网络编排层对其他网络 A/B 的切片设计规划、资源调度、编排等功能不在 IP 网络切片系统中实现，不在本文件范围内。其他网络 A/B 与 IP 网络的连接也可以是非跨技术域的，例如附录 A 场景 6 中的端到端纯 IP 网络切片，这时其他网络 A/B 都是 IP 网络，这时端到端网络编排功能主要实现多域编排功能，多域是指相同技术域内不同服务提供商或不同管理域，这种场景下，多域编排和 IP 网络控制功能之间的分层控制关系参见 YD/T 3020—2016。具体编排要求参见《IP 网络切片编排层技术要求》。

b) IP 网络管控功能

在基于传统 SDN 控制器功能的基础上，增强 IP 网络切片的管理和控制新增的功能，包括 IP 网络切片规划设计、资源管理、告警管理、性能管理及整个 IP 网络切片实例的生命周期管理功能，其中 IP 网络实例的生命周期管理包括 IP 网络切片的创建、修改、终止、查询等。具体参见本文件第 9 章。

c) IP 网络切片转发设备功能

包括接口功能、IP 物理网络功能、虚拟网络功能及切片管理功能。根据 IP 网络切片控制功能的要求，对转发资源进行配置，根据客户 SLA 创建不同隔离能力的 IP 网络切片，并向上层上报切片相关的性能、告警等。具体参见《路由器设备支持 IP 网络切片功能技术要求》。

图 1 中和 IP 网络切片相关的接口要求如下。

a) IP 网络与其他网络 A/B 的数据域接口

主要完成网络间数据域的对接、拉通。对接方式可以采用包括但不限于以下方式的一种或几种组合：端口号、VLAN ID、IP 地址等。数据域的对接通过端到端网络编排功能统一协调规划、制定对接方案。附录 A 场景 1 的对接方案参见行业标准 YD/T 3975—2021，附录 A 场景 6（非跨技术域纯 IP 网络切片场景）的对接方案由电信运营商和客户协商自定义。其他跨技术域场景的对接方案待研究。

b) 通用管理域接口

是客户服务管理功能与网络编排功能之间的接口，用以标识用户和电信运营商的分工界限，该接口的主要功能包括接收从客户服务管理功能下发的网络切片部署请求，以及向其他网络 A/B、IP 网络下发网络切片部署请求。该接口技术要求不在本项目范围内。

c) 北向接口

主要完成端到端编排功能与 IP 网络切片控制功能之间的参数传递，增强处理和切片相关的参数传递，包括接收端到端网络编排功能的客户 SLA 参数映射/下发，以及将 IP 网络切片控制功能中查询 IP 网络切片实例的资源、性能和告警信息等参数上报给端到端网络编排功能。具体功能要求参见行业标准《IP 网络切片控制器北向接口技术要求》。

d) 南向接口

主要完成 IP 网络控制器与 IP 网络转发设备之间的参数传递，增强处理和切片相关的参数传递。具体功能要求参见本文件 9.5 节。

图 1 中的其他模块，例如客户服务管理功能、其他网络 A/B 的功能、网络 A/B 管理域接口功能技术要求不在本文件范围内。

7 IP 网络切片需求

7.1 SLA 需求

7.1.1 端到端网络切片指标 SLA 需求

端到端网络切片指标 SLA 是电信运营商与网络切片客户之间签订的业务协议中的一部分，网络切片 SLA 中包含了网络切片客户对于电信运营商提供的服务及网络的相关需求。

不同应用场景，SLA 有不同定义，需要分场景制定 SLA 参数。

7.1.2 IP 网络 SLA 需求

IP 网络切片是端到端网络切片的组成部分。端到端网络切片由切片用户向提供服务的网络请求服务等级目标 SLO，它与客户和特定的服务类型相关联，由端到端 IP 网络编排功能统一分解。

一个 IP 网络切片可以有一个或多个与之相关联的服务等级目标 SLO，不同的应用场景由不同的 SLO 组成，所有 SLO 组合起来形成 IP 网络的 SLA。请求的 SLO 的值应在 SLA 范围内。底层网络需要根据请求的 SLO 监视和测量 IP 网络切片的性能，并验证是否满足这些服务等级需求。本文件定义两类 SLO 测量参数，包括直接可测量参数和间接可测量参数^[1]。

a) 直接可测量参数

- 1) 最小保证带宽：任何时候两个端点之间的最小保证带宽。带宽以每秒比特的数据速率单位测量，并且是单向测量。
- 2) 最大保证时延：在两个端点之间传输时的网络时延的上限。时延是根据网络特性来衡量的（不包括应用程序级的延迟）。往返时间和单向测量时延分别参见 RFC2681 和 RFC7679。
- 3) 最大允许时延变化：通过流中连续分组之间的单向时延差来测量包时延变化（PDV），具

体参见 RFC3393。

- 4) 最大允许丢包率: 丢弃的数据包与在两个端点之间传输的数据包之间的比率。具体参见 RFC7680。
- 5) 可用性: 正常运行时间与总时间(正常运行时间+停机时间)的比率, 其中正常运行时间是满足 SLO 时, IP 网络切片可用的时间。
- 6) 带宽利用率: 带宽利用率包括平均带宽利用率和峰值带宽利用率。统计周期内平均业务流量与切片子接口带宽的比值为平均带宽利用率; 统计周期内业务流量峰值的平均值与切片子接口带宽的比值为峰值带宽利用率。

b) 间接可测量参数

安全: 在两个端点之间显式地满足 TS33.210 中的架构建议。其他安全请求可以参见 IETF draft-ietf-i2nsf-capability-data-model-30^[2]中的规定。

7.2 切片隔离需求

7.2.1 端到端切片隔离需求

端到端切片系统应支持切片之间、切片专属部分或切片共享部分在数据和网络等层面的隔离控制。端到端网络切片系统应支持数据隔离和网络隔离, 具体参见 YD/T 3973—2021。

7.2.2 IP 网络切片隔离需求

IP 网络切片是多业务综合性承载网络, 可以满足不同的端到端场景需求。在实际业务应用中, 每种场景的端到端网络指标 SLA 不同, IP 网络切片的隔离需求也不同。

IP 网络切片隔离类别有硬隔离和软隔离。

a) 硬隔离能力

基于特定设备或物理端口的硬隔离能力。

b) 软隔离能力

- 1) 基于 VPN 的软隔离: 采用独立 VPN 承载, 包括 L2VPN/L3VPN/EVPN, 实现业务间逻辑隔离。
- 2) 基于协议进程的软隔离: 不同切片在不同的 BGP/ISIS/OSPF 等协议进程中部署, 实现切片控制协议隔离。
- 3) 基于隧道的软隔离: 采用 SR-TE、MPLS RSVP-TE 等技术, 对不同业务选择不同路径, 实现业务差异化承载。
- 4) 基于逻辑拓扑的软隔离: 对不同业务选择不同逻辑拓扑, 实现业务差异化承载。

当 IP 网络 SLA 有明确的保证最大时延指标需求时, 可以采用 TSN/DetNet 技术。

7.3 全生命周期管理需求

7.3.1 端到端生命周期管理需求

为满足不同应用场景客户需求, 提供差异化网络服务能力, 应支持端到端网络切片完整生命周期管理能力。全生命周期管理过程如图 2 所示。

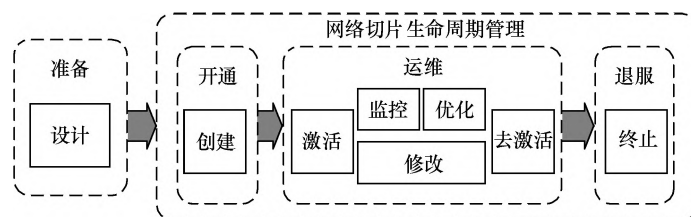


图 2 全生命周期管理过程

参考 3GPP TR 28.801 定义的 5G 网络切片生命周期管理过程（如图 2 所示），端到端全生命周期管理包括准备、开通、运维、退服 4 个阶段。

a) 准备阶段

应提供端到端网络切片设计、容量规划、需求评估、网络环境准备等能力。

b) 开通阶段

应提供端到端网络切片创建，创建时对所有需要的资源进行分配和配置以满足端到端网络切片的需求。

c) 运维阶段

应支持端到端网络切片配置更新和监控。配置更新针对端到端网络切片配置参数修改更新以及网络切片的激活和去激活能力，监控是指对网络切片的性能测量、状态监控等。

d) 退服阶段

应支持端到端网络切片服务的终止，删除端到端网络切片对应的配置和资源。提供端到端全生命周期管理需求的功能要求参见本文件内容。

7.3.2 IP 网络生命周期管理需求

为支撑端到端全生命周期管理，IP 网络也应提供相应的切片生命周期管理能力，包括准备、部署、运维、退服 4 个阶段。

a) 准备阶段

应提供 IP 网络需求评估、容量规划、网络环境准备、切片设计等能力。

b) 部署阶段

应提供 IP 网络切片的创建和重用 IP 网络切片的能力。创建 IP 网络切片时对所有需要的资源进行分配和配置以满足 IP 网络切片的需求。重用 IP 网络切片时，应支持现有 IP 网络切片的承载能力进行评估、支持现有 IP 网络切片的参数更新。

c) 运维阶段

应支持 IP 网络切片配置更新和监控。配置更新是指针对 IP 网络切片配置参数修改的更新，监控是指针对 IP 网络切片的性能测量、状态监控等。

d) 退服阶段

应支持 IP 网络切片服务的终止，当 IP 网络没有承载任何端到端切片业务时，删除 IP 网络切片对应的配置和资源。当端到端网络切片编排终止 IP 网络切片承载的部分端到端切片业务时，IP 网络管理域删除相应的资源。

提供 IP 网络切片生命周期管理需求的功能要求参见本文件第 8、9 章。

7.4 安全需求

7.4.1 IP 网络切片内部管理安全要求

IP 网络切片系统在创建/修改/终止一个 IP 网络切片实例时的安全需满足以下要求。

- a) “端到端网络编排功能”与“IP 网络集中管理功能”之间（即北向接口），以及“IP 网络集中管理功能”与“IP 网络切片转发设备功能”之间（即南向接口），在通信之前应进行相互认证。
- b) “端到端网络编排功能”与“IP 网络集中管理功能”之间（即北向接口），以及“IP 网络集中管理功能”与“IP 网络切片转发设备功能”之间（即南向接口），通信时应应对数据传输进行抗重播攻击的安全保护。

7.4.2 IP 网络切片实例和其他网络或网络切片实例之间通信的安全要求

IP 网络切片实例在运行时，该 IP 网络切片实例和其他网络或网络切片实例之间的通信安全需满足以下要求。

- a) “IP 网络切片转发设备功能”与“其他网络 A/B”（即数据域接口），在通信之前应进行相互认证。
- b) “IP 网络切片转发设备功能”与“其他网络或网络切片实例的转发设备功能之间”（即数据域接口），通信时应可选择性地对数据传输进行机密性、和/或完整性、和/或抗重播攻击的安全保护。

8 IP 网络切片编排功能

端到端网络切片编排的主要功能包括端到端全生命周期管理、端到端的网络切片性能管理、端到端的网络切片故障监控、端到端的网络切片相关的资源管理等。接收客户服务管理功能下发的网络切片部署请求，以及向其他网络 A/B、IP 网络下发网络切片部署请求。

端到端网络切片编排功能向 IP 网络控制功能提供针对 IP 网络特性的切片编排能力，要求如下。

- a) 支持根据客户的端对端切片业务 SLA 需求确定 IP 网络切片实例的需求参数。
- b) 支持确定新建 IP 网络切片实例或重用原有的 IP 网络切片实例。
- c) 当需要和其他网络对接时，支持给 IP 网络切片实例分配对接标识，负责对接标识的更新、回收。
- d) 支持维护端对端网络切片实例和 IP 网络切片实例的关联关系。
- e) 支持在端对端网络切片的生命周期过程中触发 IP 网络切片实例的创建、修改、终止等生命周期操作。
- f) 支持获取 IP 网络切片实例的拓扑及资源信息，并和其他网络拓扑拼接形成端对端网络切片的总拓扑。
- g) 根据 SLA 需求下发相关的性能测量任务，支持获取 IP 网络切片实例的性能指标，并关联到所承载的端对端网络切片业务。
- h) 支持接收 IP 网络切片实例的告警信息，并关联到所承载的端对端网络切片业务。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/585003022324011143>