

# 网络切片技术在虚拟化5G网络中的应用

何 晓

日海恒联通信技术有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**随着5G网络技术的快速发展，网络切片技术成为实现网络功能虚拟化（NFV）和软件定义网络（SDN）的关键技术，以满足增强型移动宽带、超可靠低延迟通信和大规模物联网等多样化的服务需求。本文探讨了网络切片技术的特点及其在虚拟化5G网络中的具体应用，通过对NFV、SDN和灵活以太网技术（FlexE）的分析，论述了网络切片如何提高网络资源利用率、满足不同业务场景的需求，为5G网络的发展提供了参考和借鉴。

**关键词：**网络切片技术；5G网络；网络功能虚拟化；软件定义网络

## 引言

在5G时代，面对日益增长的网络服务需求和复杂的网络环境，传统网络架构已难以满足多样化的服务需求。网络切片技术作为一种新兴技术，通过灵活划分和管理网络资源，为不同的业务提供专属的网络环境，显著提升了网络的服务能力和效率。本文通过探讨网络切片技术在虚拟化5G网络中的应用，以及如何利用该技术实现网络的高效运营和管理，旨在推动5G网络技术的发展和应用，具有重要的理论意义和实践价值。

## 1 网络切片技术的特点及作用

### 1.1 网络切片技术的特点

网络切片技术是网络运营商在同一物理网络基础设施上创建多个独立、逻辑上分隔网络的技术，其技术核心在于使用软件定义网络（SDN）和网络功能虚拟化（NFV）等网络技术，实现对物理网络的灵活划分和管理。网络切片技术的主要特点包括<sup>[1,2]</sup>：

#### （1）灵活性

网络切片技术能够依据不同的业务需求和网络环境变化，动态地进行网络资源的配置、优化与管理，它支持在同一物理网络基础设施上，按需创建、调整或释放多个逻辑上独立的网络切片，每个切片均可具备特定的网络能力和服务质量（QoS）要求。对于数据传输需求较高的业务场景，网络切片能够动态分配更多的带宽资源，以保障数据传输的高效性；对于对延迟敏感的应用，如远程手术或自动驾驶，网络切片则能够优先确保低延迟通信，从而满足业务的严格需求。随着业务量的变化，网络切片可以灵活调整资源分配，或是在不再需要时将资源释放回网络中，进一步提高资源利用效率。

#### （2）隔离性

**作者简介：**何晓（1986.02-），男，汉族，籍贯：河南省郑州市，本科，工程师，研究方向：通信工程

网络切片技术通过逻辑上的隔离确保了不同切片间业务和数据的独立性。在5G网络中，每个网络切片均被设计为拥有独立的网络资源、配置参数和安全策略，即使在同一物理网络基础设施上，不同的网络切片也能够像完全独立的网络那样运作，这种隔离机制不仅保证了敏感数据和关键业务操作的安全性，避免了潜在的数据泄露和跨切片攻击，也显著提高了网络的可靠性，因为任一切片的故障或安全威胁不会影响到其他切片的正常运作。逻辑隔离还为不同业务需求提供了定制化的网络环境，使网络能够针对特定服务实施专门的安全措施和性能优化，进一步增强了网络服务的个性化和安全性。

#### （3）定制性

网络切片技术的定制性允许5G网络针对各种应用场景和服务需求提供高度定制化的网络服务，通过网络切片，可以为不同的业务和应用定制专属的网络环境，其中包括对带宽、延迟、连接密度以及服务质量（QoS）等关键网络性能指标的精确控制。对于增强型移动宽带（eMBB）应用，可以定制高带宽的网络切片以满足大量数据传输需求；对于超可靠低延迟通信（URLLC）场景，如自动驾驶和远程医疗，网络切片则能够提供极低延迟和高可靠性的网络环境。对于大规模物联网（mMTC）应用，网络切片技术能够支持高连接密度，有效管理大量设备的网络连接。

## 1.2 网络切片技术的作用

在5G网络中，网络切片技术能够为不同的业务需求和应用场景提供专属的网络环境，增强了网络的服务能力和效率，其主要作用表现为<sup>[3]</sup>：

#### （1）支持多种服务类型

在5G网络的设计和架构中，支持多种服务类型的能力是其核心特性之一，旨在满足日益增长和多样化的通信需求。这些服务类型主要包括增强型移动宽带

(eMBB)、超可靠低延迟通信 (URLLC) 以及大规模物联网 (mMTC), 各自针对不同的应用场景和需求。通过在同一物理网络基础设施上创建多个逻辑上分离的网络实例或“切片”, 网络切片技术为每种服务类型提供量身定制的网络环境。对于eMBB应用, 网络切片保证了高数据传输速率和大带宽, 支持视频流、高清内容传输等带宽密集型服务; 对于URLLC, 切片通过低延迟和高可靠性的网络环境, 满足自动驾驶、远程控制等关键任务的需求; 针对mMTC场景, 网络切片实现了高连接密度, 支持大量物联网设备的接入和数据传输。

### (2) 提高网络资源利用率

网络切片技术通过对网络资源的灵活划分和分配, 实现了对实际业务需求的精准响应, 从而显著提高了整体网络资源的利用率和效率。在传统网络架构中, 资源分配往往采用“一刀切”的方式, 导致某些场景下资源过剩而在其他场景下资源不足, 无法实现资源的最优配置。相比之下, 网络切片技术能够根据不同业务场景的具体需求, 如带宽、延迟、连接密度等, 动态地创建、调整和回收网络切片, 实现资源的按需分配。这种动态优化机制不仅确保了关键应用和服务的性能要求得到满足, 还避免了资源的浪费, 提升了网络的整体运营效率。

### (3) 满足不同业务场景的需求

网络切片技术通过对网络资源的灵活划分和分配, 实现了对实际业务需求的精准响应, 从而显著提高了整体网络资源的利用率和效率。在传统网络架构中, 资源分配往往采用“一刀切”的方式, 导致某些场景下资源过剩而在其他场景下资源不足, 无法实现资源的最优配置。相比之下, 网络切片技术能够根据不同业务场景的具体需求, 如带宽、延迟、连接密度等, 动态地创建、调整和回收网络切片, 实现资源的按需分配。这种动态优化机制不仅确保了关键应用和服务的性能要求得到满足, 还避免了资源的浪费, 提升了网络的整体运营效率。

## 2 网络切片技术的实现方法

### 2.1 网络功能虚拟化 (NFV)

在5G网络架构中, 网络功能虚拟化 (NFV) 起着至关重要的作用, 它通过将传统的网络硬件功能转化为软件应用, 运行在通用的计算平台上, 为网络切片技术提供了强大的基础支撑<sup>[4]</sup>。

#### (1) 硬件虚拟化

硬件虚拟化技术使得在同一物理硬件上可以创建多个虚拟机 (VMs), 每个虚拟机都能够运行独立的操作系统和应用程序。每个网络切片都可以部署在一组特定的虚拟机上, 从而实现资源的逻辑隔离和灵活配置。硬

件虚拟化不仅包括计算资源的虚拟化, 还涵盖了存储和网络资源的虚拟化, 通过虚拟存储实现数据的灵活管理和高效存取, 通过虚拟网络实现复杂网络拓扑的简化和网络配置的灵活性。

#### (2) 虚拟机监控程序

虚拟机监控程序是硬件虚拟化中的核心组件, 主要负责管理物理硬件和虚拟机之间的资源分配和调度, 每个虚拟机都能够获得必要的计算资源, 如CPU时间、内存空间等, 而且能够保证虚拟机间的完全隔离, 确保切片上的操作不会影响到其他切片的性能和安全性。

#### (3) 虚拟交换机和路由器

在NFV环境中, 虚拟交换机和路由器取代了传统的物理网络设备, 提供了更高的配置灵活性和成本效益。虚拟交换机能够在软件中实现数据包的转发和路由决策, 而虚拟路由器则能够在不同虚拟网络或网络切片之间建立连接, 实现数据的高效传输。

### 2.2 软件定义网络 (SDN)

软件定义网络 (SDN) 将网络的控制平面与数据平面分离, 实现了对网络资源的灵活控制和高效管理, 其核心理念在于中心化的网络控制和可编程性, 为网络切片技术的实施提供了关键技术支持。

SDN通过分离控制平面和数据平面, 将网络决策逻辑集中到SDN控制器上, 将数据包的实际转发任务留给下层的网络设备, 网络管理员能够通过编程方式, 从中心位置对网络行为进行控制和配置, 无需对每个网络设备进行单独设置。

SDN的可编程性使网络能够动态响应不同应用和服务的需求。通过SDN控制器提供的编程接口 (API), 开发人员可以编写应用程序来动态配置网络, 如修改路由策略、调整带宽分配、实施安全策略等。对于网络切片而言, 可以根据业务需求的变化, 快速创建、修改或删除网络切片, 实现网络资源的动态分配和优化。此外, SDN还支持基于策略的自动化网络管理, 进一步提升了网络操作的效率和准确性。

在网络切片的动态创建和管理过程中, SDN控制器能够收集网络状态信息, 如流量模式、设备性能和可用资源等, 基于这些信息做出智能决策, 以满足网络切片的具体需求。为满足URLLC切片的低延迟需求, SDN控制器可以优化路由策略, 选择最短路径进行数据传输。SDN支持网络切片的快速部署和灵活调整, 网络运营商可以根据客户需求或市场变化, 迅速调整网络服务, 提供差异化的网络产品。SDN为网络切片提供了细粒度的安全控制, 可以针对每个切片实施特定的安全策略和访

问控制,增强了网络的安全性。

### 2.3 灵活以太网技术 (FlexE)

灵活以太网技术 (FlexE) 通过业务隔离和硬管群技术,实现了网络的多时复用和高效率,特别适用于高带宽、高可靠性的网络环境。FlexE技术通过将物理链路划分为多个独立的硬管群实现业务隔离,每个硬管群被配置以支持不同的服务级别协议,满足不同网络切片的具体需求。每个硬管群独立运作,不受其他通道流量变化的影响,保证了业务之间的隔离性和网络资源的稳定性。

FlexE技术为网络切片提供了精确的带宽控制和资源分配能力。通过为每个网络切片配置独立的硬管群,根据不同切片的带宽需求和服务质量要求,精确地分配网络资源,避免了资源的过度分配或浪费。在需要高带宽的增强型移动宽带 (eMBB) 切片中, FlexE可以提供足够的带宽来支持视频流和大数据服务;而在对延迟敏感的超可靠低延迟通信 (URLLC) 切片中, FlexE能够确保数据传输的时效性和可靠性。

随着网络条件和业务需求的变化,网络运营商可以动态地调整每个硬管群的带宽配置,以适应不同时间段内的流量变化。FlexE还能够为网络切片提供增强的安全性和隔离性,每个硬管群在物理层面已经实现隔离,能够有效防止跨切片的数据泄露和攻击,增强网络的整体安全性。

## 3 网络切片在虚拟化 5G 网络中的应用

在虚拟化5G网络中,网络切片技术通过创建多个逻辑上独立的网络切片,每个切片均可针对特定的服务类型进行优化,从而实现增强型移动宽带 (eMBB)、超可靠低延迟通信 (URLLC) 和大规模物联网 (mMTC) 等多种服务类型的需求<sup>[5]</sup>。

### 3.1 增强型移动宽带 (eMBB)

在eMBB应用场景中,网络切片技术能够提供所需的高数据速率和大带宽,支持视频流、高清内容传输、虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 等带宽密集型服务。通过为eMBB服务定制网络切片,获得足够的网络资源,如高带宽和低延迟,从而提供无缝和高质量的用户体验。网络切片使得网络运营商能够灵活分配资源,根据实时需求动态调整带宽,优化网络性能,同时减少了对其他服务类型的干扰,保证了网络的整体效率和性能。

### 3.2 超可靠低延迟通信 (URLLC)

URLLC场景对网络的低延迟和高可靠性提出了极高

的要求,这些场景包括自动驾驶、工业自动化、远程医疗和紧急响应等关键任务。网络切片技术在此发挥关键作用,通过创建专门的URLLC切片,为这些应用提供专属的网络环境,实现微秒级的低延迟和99.99%的高可靠性。URLLC切片能够确保关键数据的优先传输,通过高效的资源管理和优化路由选择,最小化网络延迟,同时利用先进的错误更正和数据重传机制,提高数据传输的可靠性。

### 3.3 大规模物联网 (mMTC)

mMTC场景特点是需要连接大量的物联网设备,这些设备通常只传输小量的数据,但对网络连接密度和能效有较高要求。网络切片技术通过创立专为mMTC设计的切片,能够有效管理大规模的设备连接,实现资源的高效分配和优化管理。mMTC切片支持大量终端设备的接入,通过优化的信号和协议处理减少能源消耗,延长设备的电池寿命。同时,网络切片还能够提供数据的分集和聚合服务,支持智能城市、智能农业和环境监测等应用,实现海量设备数据的高效处理和分析。

## 4 结语

本文系统分析了网络切片技术在虚拟化5G网络中的应用及其重要作用,特别是在支持多种服务类型、提高网络资源利用率以及满足不同业务场景需求方面的关键贡献。通过引入NFV、SDN和FlexE等技术,网络切片技术不仅增强了网络的灵活性和定制性,还提升了网络的整体性能和管理效率。随着5G网络向更广泛的应用领域扩展,网络切片技术的研究和优化将为实现更高效、更可靠的网络服务提供强有力的支撑。

## 参考文献

- [1]马建民.5G网络切片技术的实现方法、挑战与应用研究[J].中国宽带,2023,19(2):112-114.
- [2]石超宁.浅谈5G网络的安全问题及其安全防护设计[J].广西通信技术,2019(4):46-48.
- [3]崔新雨,伍杰,周一青,等.空天地一体化融合组网的挑战与关键技术[J].西安电子科技大学学报(自然科学版),2023,50(1):1-11.
- [4]苏亮,林斌.5G无线通信系统的关键技术分析[J].通讯世界,2023,30(2):4-6.
- [5]周鹏,杨爽,桑玮婧,等.5G电力网络切片流量预测及主动调整策略[J].电力信息与通信技术,2023,21(1):34-39.