

# 5G传输网络中的灵活调度与接入资源管理技术

蔡奕晨

中国移动通信集团湖北有限公司武汉分公司 湖北 武汉 430023

**摘要:** 本文深入探讨了5G传输网络中的灵活调度与接入资源管理技术。随着5G通信网络的快速发展,如何高效利用网络资源,满足多样化业务需求,成为网络运营和管理的重要课题。文章首先介绍了5G传输网络中灵活调度技术的核心要点,包括切片技术、FlexE技术以及资源配置的灵活性。接着,阐述了5G传输网络中的接入资源管理技术,如接入资源的灵活管理与优化、接入设备的智能化管理以及接入控制与认证机制。文章还分析了灵活调度与接入资源管理技术面临的挑战,并提出了相应的解决方案。通过本文的研究,可以为5G网络的高效运行和优质服务提供理论支持和技术参考。

**关键词:** 5G传输网络; 灵活调度; 接入资源管理

## 引言

随着信息技术的飞速发展,5G通信网络作为新一代移动通信技术,正逐步改变着人们的生活方式和社会的运行模式。5G网络以其超高的传输速度、极低的延迟和广泛的连接能力,为各种新兴应用和服务提供了坚实的基础。然而,要实现5G网络的高效运行,灵活调度与接入资源管理技术显得尤为重要。

### 1 5G 传输网络的需求

一是超宽带:在5G的增强移动宽带(eMBB)场景下,传输网络必须支持至少10至20Gbps的峰值速率,每平方米的流量密度至少为10Mbps。这要求传输网络具有极高的带宽能力,以满足高清视频、虚拟现实等高流量应用的需求。二是超低延迟:在5G的超可靠低时延通信(uRLLC)场景下,用户面的延迟和控制面的延迟必须分别低于0.5ms和10ms。这要求传输网络具有极低的延迟特性,以满足自动驾驶、工业控制等对延迟要求严格的应用场景。三是灵活智能:5G传输网络需要支持多种综合服务,如4G、5G和专线服务,并引入软件定义网络(SDN)来实现端到端的灵活管理和智能运维。此外,传输网络还需要提供网络切片功能,以便不同场景或服务拥有独立的逻辑网络。

### 2 5G 传输网络中的灵活调度技术

#### 2.1 切片技术

切片技术是SPN的核心优势之一,它允许将庞大的网络资源细分为多个逻辑上独立的切片。这些切片如同网络中的“虚拟专道”,每个切片都拥有自己独立的资源和传输特性,能够精准地满足不同业务场景的需求。在工业控制领域,对延迟的敏感性极高,任何微小的延迟都可能导致生产线的停滞或安全事故的发生。切片技术

为这类应用划分了具有低延迟特性的切片,确保了数据的实时传输和处理。这些切片通过优化路由、减少转发节点、采用低延迟编码技术等手段,将延迟降至最低,满足了工业控制的严苛要求。而在高清视频传输等带宽密集型业务中,切片技术则展现了其大带宽特性的优势。通过为这些业务划分具有充足带宽资源的切片,确保了高清视频的流畅播放和无损传输<sup>[1]</sup>。这些切片采用了高效的带宽利用技术和数据压缩算法,提高了带宽的利用率,降低了网络拥塞的风险。切片技术的实现并非一蹴而就,它依赖于先进的网络虚拟化和隔离技术。通过虚拟化技术,网络可以被抽象为一组可编程的资源,这些资源可以根据业务需求进行动态配置和调整。而隔离技术则确保了不同切片之间的独立性和安全性,防止了切片间的相互干扰和数据泄露。

#### 2.2 灵活以太网(FlexE)技术

FlexE技术是SPN实现灵活调度的另一重要手段。它在传统的以太网物理层之上引入了FlexE Shim层,这一创新性的设计实现了MAC(媒体访问控制)层和PHY(物理)层的解耦,为网络带来了前所未有的灵活性。FlexE接口支持多种速率,包括50GE、100GE、200GE、400GE等新型高速率以太网接口。这些接口不仅满足了当前网络对带宽的需求,还为未来的网络扩展提供了充足的空间。与传统的以太网接口相比,FlexE接口具有更低的成本和更高的带宽利用率,使得建网成本大幅降低。更为重要的是,FlexE技术支持时隙分配的方式,实现了对以太网接口带宽的灵活调配。这意味着网络管理员可以根据业务需求,动态地调整每个业务所占用的带宽资源。在高峰时段,可以为带宽需求激增的业务分配更多的时隙;而在低峰时段,则可以释放部分时隙给其他业务使

用。这种灵活的带宽调配机制提高了网络资源的利用率和调度灵活性。

### 2.3 动态资源调整

SPN不仅支持静态的资源分配,还具备动态的资源调整能力。这一能力使得SPN能够根据实时业务流量的变化,灵活地调整网络切片的资源分配。在高峰时段,如晚上或节假日,某些业务的带宽需求会激增。传统的网络架构往往难以应对这种突发的流量变化,导致网络拥塞和服务质量下降。而SPN则可以通过动态资源调整机制,快速增加这些业务的切片带宽资源,确保服务的连续性和稳定性<sup>[2]</sup>。相反,在低峰时段,如凌晨或工作日午休时间,某些业务的带宽需求会大幅降低。这时,SPN可以释放这些业务所占用的部分带宽资源,将其分配给其他需要更多带宽的业务。这种动态的资源调整机制不仅提高了网络资源的利用率,还降低了网络的运营成本。

### 2.4 软件定义网络(SDN)和控制平面与数据平面的分离

SPN采用了SDN架构,实现了控制平面与数据平面的分离。这一架构的变革为网络的灵活调度提供了强大的技术支持。控制平面负责网络策略的制定和资源的调度。它通过网络控制器集中管理网络中的所有设备和服务,实现了网络的全局视图和统一控制。网络管理员可以通过控制平面实时监控网络状态,了解每个切片的资源使用情况和业务流量分布。数据平面则负责数据包的转发。它根据控制平面的指令,将数据包从源端传输到目的端。数据平面与控制平面的分离使得网络的控制更加集中化和灵活化。网络管理员可以根据业务需求动态调整网络配置和资源分配,而无需对数据平面进行任何改动。SDN架构还支持开放的API接口,使得第三方应用和服务可以轻松地与网络进行集成和交互。这为网络的创新和扩展提供了无限的可能。通过SDN技术,网络管理员可以轻松地引入新的业务和应用,满足不断变化的市场需求。

### 2.5 切片管理与编排

为了实现对不同网络切片的生命周期管理,SPN引入了切片管理器和切片编排器。切片管理器负责切片的创建、更新、删除等操作。它根据业务需求和网络资源情况,动态地创建和配置切片。当业务需求发生变化时,切片管理器可以及时地更新切片的配置参数,以满足新的业务需求。当某个切片不再需要时,切片管理器可以将其删除,释放所占用的网络资源。切片编排器则负责根据业务需求动态调整切片的资源分配。它根据实时业务流量和网络资源使用情况,优化切片的资源分配策略<sup>[3]</sup>。当某个

业务的带宽需求激增时,切片编排器可以增加其切片的带宽资源;而当带宽需求降低时,则可以减少其带宽资源。切片编排器还支持跨域的资源调度和协同工作,实现了网络资源的全局优化和高效利用。

## 3 5G 传输网络中的接入资源管理技术

### 3.1 接入资源的灵活管理与优化

首先,精细化的接入资源规划是5G传输网络接入资源管理的基础。在5G网络架构中,接入资源(包括频谱、时隙、码字等)被精细地划分和规划,以适应不同业务场景和传输需求。网络规划者需要综合考虑用户分布、业务类型、传输质量要求以及资源可用性等多方面因素,对接入资源进行科学合理的规划和配置。通过精细化的接入资源规划,可以确保各类资源之间的有效协同,最大化地利用有限的接入资源,满足多样化的数据传输需求。其次,高效的接入资源复用技术是5G传输网络提高资源利用率的关键手段。5G网络采用了先进的复用技术,如波分复用(WDM)、时分复用(TDM)、码分复用(CDM)以及空分复用(SDM)等,使得同一物理传输媒介或同一时间段内可以同时传输多个数据信号,且各信号之间保持较高的传输质量和速率。通过高效的接入资源复用技术,5G传输网络能够在有限的资源下,支持更多的数据传输通道,显著提高资源的利用率和网络的传输容量。最后,灵活的接入资源共享机制是5G传输网络适应多变传输需求的重要保障。在5G网络中,不同业务系统和传输任务对接入资源的需求是动态变化的。为了实现接入资源的高效利用,5G传输网络引入了资源共享机制。通过资源共享,不同业务系统和传输任务可以根据实际需求灵活地使用接入资源。

### 3.2 接入设备的智能化管理

随着物联网、智能家居等应用的普及,越来越多的设备需要接入5G网络,这对网络的管理和运维提出了更高的要求。为了实现接入设备的智能化管理,5G网络集成了先进的传感器、通信技术和数据分析能力。通过传感器技术,5G网络能够实时监控接入设备的运行状态和工作参数。例如,网络可以监测设备的信号强度、传输速率、延迟等关键指标,及时发现并处理潜在的故障或问题。同时,传感器还可以收集设备周围的环境信息,如温度、湿度、光照等,为网络提供更加全面的设备运行状态感知。通信技术是实现接入设备智能化管理的重要手段。5G网络支持多种通信协议和接口,可以与不同类型的接入设备进行无缝连接和通信。通过网络与设备之间的实时交互,5G网络可以远程控制和管理接入设备,实现设备的智能化配置和优化。例如,网络可以根

据设备的实时运行状态和需求,动态调整设备的传输参数和工作模式,以提高网络的传输效率和性能。数据分析能力在接入设备智能化管理中也发挥着重要作用。5G网络通过收集和分析大量的设备数据,可以挖掘出设备的运行规律和趋势,为网络提供智能化的决策支持。

### 3.3 接入控制与认证机制

为了保障5G网络的安全性,接入控制与认证机制是必不可少的。在5G网络中,接入控制与认证机制负责验证用户的身份和权限,防止未授权的访问和攻击,保护用户数据的安全。接入控制是5G网络安全的第一道防线。网络通过设定严格的接入规则和政策,限制只有符合特定条件的用户和设备才能接入网络。例如,网络可以要求用户提供有效的身份证明和认证信息,如用户名、密码、数字证书等,以验证其身份和权限。同时,网络还可以对用户的设备进行认证和检查,确保其符合网络的安全标准和要求。这种严格的接入控制方式,有效地防止了未授权的访问和攻击,保护了网络的安全性和稳定性<sup>[4]</sup>。认证机制是5G网络安全的重要组成部分。网络通过采用先进的认证技术和算法,对用户的身份进行准确识别和验证。例如,网络可以使用公钥基础设施(PKI)和数字签名等技术,确保用户身份的真实性和不可抵赖性。同时,网络还可以采用多因素认证方式,如结合用户名、密码和生物特征等多种因素进行认证,提高认证的准确性和可靠性。这种强大的认证机制,不仅保护了用户数据的安全,还增强了用户对网络的信任和使用意愿。

### 4 灵活调度与接入资源管理技术的挑战与解决方案

在5G传输网络中,灵活调度与接入资源管理技术面临着诸多挑战。首先,5G网络需要支持更多的用户和设备接入,这要求网络具备更高的可扩展性和灵活性。其次,不同应用场景下的业务需求各异,需要网络能够根

据实时需求进行动态调整。此外,网络的安全性也是一个重要的问题,需要采取有效的措施来保障用户数据的安全。为了应对这些挑战,可以采用一系列解决方案。首先,可以采用虚拟化和网络切片等技术手段来实现网络资源的可编程和灵活配置。通过虚拟化和网络切片,网络可以根据不同用户和应用程序的需求进行定制化服务,提高资源的利用率和网络的灵活性。其次,可以利用人工智能和大数据等技术手段进行智能优化和调度。通过机器学习和深度学习等算法,网络能够预测和分析用户的需求和行为模式,从而实现更加精准的资源调度和管理。

### 结语

5G传输网络中的灵活调度与接入资源管理技术是实现网络高效运行和优质服务的关键。通过切片技术、FlexE技术以及资源配置的灵活性等手段,5G网络能够根据不同的业务需求进行动态调整和优化。同时,通过接入资源的灵活管理与优化、接入设备的智能化管理以及接入控制与认证机制等措施,5G网络能够保障用户数据的安全和网络的可靠性。面对未来的挑战和机遇,我们需要不断探索和创新灵活调度与接入资源管理技术,为5G网络的发展提供更加坚实的支撑。

### 参考文献

- [1]屈定春.面向5G的云边端协同计算资源优化与任务调度研究[J].数字通信世界,2024,(12):74-76+79.
- [2]周贤来.基于贪心算法的5G网络通信资源调度方法[J].长江信息通信,2024,37(11):199-202.
- [3]谢兆亚.面向5G网络的智能化无线资源管理与调度算法研究[J].中国宽带,2023,19(07):74-76.
- [4]张书蒙.5G超密集组网下接入回传一体化的资源管理及标准化研究[D].北京邮电大学,2021.