

通信网络中的网络切片技术研究

张国武

中国移动通信集团设计院有限公司陕西分公司 陕西 西安 710000

摘要：随着我国社会经济的快速发展，通信产业和互联网技术也得到显著的提升，推动了网络信息化的进步。本文深入探讨了通信网络中的网络切片技术，分析了其在5G通信网络中的关键应用。网络切片技术通过构建多个独立的虚拟网络，为多样化业务需求提供定制化解决方案，实现了资源的高效利用与成本降低。同时，该技术还增强了网络的安全隔离与数据保护能力，为不同行业提供了安全、可靠的通信环境。

关键词：通信网络；网络切片；技术

引言：随着5G通信技术的飞速发展，通信网络面临着前所未有的挑战与机遇。网络切片技术作为5G网络的核心技术之一，以其高度的灵活性和可定制性，为通信网络带来了革命性的变革。通过深入探讨通信网络中的网络切片技术，分析其关键技术特点、应用场景，以此为通信网络的未来发展提供理论参考和实践指导。

1 通信网络中的网络切片技术的重要性

在通信网络中，网络切片技术的重要性不言而喻，它不仅是5G及未来通信网络发展的核心技术之一，更是推动数字化转型、实现万物互联的关键驱动力。第一，网络切片技术为通信网络带来了前所未有的灵活性和可定制性。面对日益多样化的业务需求和复杂多变的网络环境，传统的“一刀切”网络架构已难以满足要求。而网络切片技术允许运营商根据业务需求、服务质量要求、安全策略等因素，将网络资源动态地划分为多个独立的虚拟网络切片。每个切片都可以独立配置、优化和管理，从而确保不同业务场景下的最佳网络性能和服务质量。第二，网络切片技术有助于实现资源的高效利用和成本降低^[1]。通过动态调整每个切片的资源配额，运营商可以根据实际业务需求灵活地分配网络资源，避免资源的过度投资和浪费。同时，由于多个切片共享物理基础设施，网络切片技术还有助于降低网络建设和运维成本，提高运营商的经济效益。第三，网络切片技术对于保障用户隐私和企业数据安全也具有重要意义。每个切片都是逻辑上独立的网络实体，具有独立的资源和属性，这使得不同切片之间的数据传输和业务处理相互隔离，有效防止了业务间的相互干扰和数据泄露风险。

2 网络切片的关键技术

2.1 网络功能虚拟化（NFV）

NFV，即网络功能虚拟化，是一项革命性的技术，它通过利用云计算和虚拟化技术，将传统网络中的硬

件和软件解耦，使得网络功能能够以虚拟网络功能（VNF）的形式在通用硬件上运行。这一技术打破了传统网络设备中软件与硬件紧密绑定的局面，实现了网络功能的灵活部署、动态调整和优化配置。NFV架构主要由三个部分组成：NFV基础设施（NFVI）、虚拟网络功能（VNF）以及NFV管理与编排（NFV-MANO）。NFV基础设施（NFVI）：提供VNF运行所需的虚拟资源，包括计算、存储和网络资源。这些资源通过虚拟化层进行抽象和封装，形成独立的虚拟环境，支持VNF的部署和运行。虚拟网络功能（VNF）：是NFV架构中的核心组件，由软件实现，能够完成传统网络设备所具备的各种网络功能。VNF可以独立于底层硬件进行部署和管理，实现网络功能的快速迭代和升级。NFV管理与编排（NFV-MANO）：是NFV架构中的管理和控制中枢，负责VNF和NFVI资源的管理、编排和调度。NFV-MANO通过统一的框架实现网络资源的自动化管理和优化配置，提高网络运营效率和服务质量。

2.2 切片编排与管理

在5G通信网络中，切片编排与管理是网络切片技术的另一项关键技术，它直接关系到网络切片的部署效率、运行质量以及资源利用率。切片编排与管理涉及从切片的设计、创建、部署到运行监控、优化调整直至最终退出的全过程，是确保网络切片能够按需定制、灵活配置和高效运行的关键所在。

2.2.1 切片编排

切片编排是切片生命周期管理的起始阶段，它根据业务需求和服务质量要求，设计并规划出符合要求的网络切片模板。这一过程涉及对网络资源的详细分析、切片参数的设定（如带宽、时延、可靠性等）、VNF（虚拟网络功能）的选择与配置以及切片间隔离策略的制定等。通过切片编排，可以确保网络切片在创建之初就具

备明确的业务目标和性能要求，为后续的部署和运行奠定基础。

2.2.2 切片管理

切片管理则贯穿于网络切片的整个生命周期，包括部署、监控、优化和退出等多个环节。在部署阶段，切片管理系统需要根据切片编排的结果，自动或手动地将切片部署到实际的物理网络环境中，并确保切片能够按照预期的方式运行。在监控阶段，切片管理系统会实时收集切片运行的各项性能指标，如吞吐量、时延、丢包率等，并通过可视化界面展示给网络管理员。一旦发现性能异常或资源不足等问题，切片管理系统会及时触发优化调整机制，通过重新分配资源、调整VNF配置或升级切片模板等方式，确保切片能够持续稳定地运行。除此之外，切片管理系统还需要支持切片的动态扩展和缩容功能，以应对业务量的突发增长或下降。通过动态地调整切片资源配额，切片管理系统可以确保网络资源的有效利用，并降低运营成本。最后，在切片不再需要时，切片管理系统会执行退出流程，释放占用的网络资源，以便为其他切片或新业务提供服务。

2.3 资源管理与优化

在5G网络切片技术中，资源管理与优化是确保切片高效运行和满足多样化业务需求的关键环节。这一过程涉及对切片资源的全面监控、动态分配和智能优化，以确保网络资源的高效利用和服务的持续高质量提供。

(1) 资源监控是资源管理与优化的基础。通过对切片内各项资源（如带宽、计算资源、存储资源等）的实时监测，系统能够及时发现资源瓶颈和潜在的性能问题。这种监控机制通常基于先进的网络管理系统，能够收集并分析大量的网络数据，为后续的决策和优化提供数据支持。(2) 动态资源分配是资源管理与优化的核心。在5G网络切片中，不同切片可能具有不同的业务特性和资源需求。为了最大化资源利用效率，系统需要根据切片的实时需求动态地调整资源分配。例如，在高峰时段，系统可以为需要高带宽和低时延的切片分配更多的网络资源；而在低峰时段，则可以将这些资源重新分配给其他切片或进行回收。这种动态资源分配机制有助于确保切片始终能够在最优状态下运行。(3) 智能优化算法在资源管理与优化中发挥着重要作用。通过引入机器学习、人工智能等先进技术，系统能够自动分析和预测切片资源的使用趋势，并据此制定优化策略。这些算法可以综合考虑多种因素（如业务需求、网络负载、资源成本等），为切片提供最优的资源分配方案。同时，智能优化算法还能够实现切片的自适应调整和优化，以应对网络环境的动

态变化。(4) 切片间协作与共享。在资源管理与优化过程中，切片间的协作与共享也是不可忽视的因素。通过合理的切片间协作机制，系统可以实现资源的共享和互补，进一步提高资源利用效率。例如，在某些情况下，不同切片之间可以共享部分网络资源（如缓存资源、计算资源等），以减少冗余建设和降低成本。同时，切片间的协作还可以提高网络的整体性能和可靠性。

3 网络切片技术在5G通信网络中的应用

3.1 多样化的业务需求满足

在5G通信网络中，网络切片技术以其高度的灵活性和可定制性，成为了满足多样化业务需求的关键手段。随着数字化转型的加速和物联网、大数据、云计算等新兴技术的兴起，各种新型业务不断涌现，对通信网络提出了更高要求。网络切片技术通过构建多个独立的虚拟网络切片，为每个业务场景提供定制化的网络服务和资源保障，从而实现了对多样化业务需求的精准满足。一是网络切片技术为增强移动宽带（eMBB）业务提供了高性能的网络支持。在高清视频流、虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等应用场景中，网络切片可以确保高带宽、低时延的网络连接，提供流畅无阻的用户体验^[2]。通过为eMBB业务创建专属的网络切片，运营商可以根据业务需求灵活调整网络资源分配，确保在高峰时段也能保持稳定的网络性能。二是网络切片技术还支持超高可靠低时延通信（uRLLC）业务的发展。在工业自动化、远程医疗、自动驾驶等场景中，对网络的可靠性和时延要求极高。通过为这些业务创建具有超高可靠性和极低时延的网络切片，可以确保关键数据的实时传输和处理，从而保障业务的连续性和安全性。三是网络切片技术还推动了海量物联网（mMTC）业务的普及。在智慧城市、智慧农业、环境监测等物联网应用场景中，网络切片可以支持大规模、低成本、低功耗设备的连接。通过为每个物联网场景创建独立的网络切片，可以确保设备之间的数据传输互不干扰，同时提高网络资源的利用效率。

3.2 资源的高效利用与成本降低

通过动态分配和灵活调整网络资源，网络切片技术显著提升了网络资源的利用率，并帮助运营商在保持服务质量的同时降低了运营成本。一方面，网络切片技术通过虚拟化技术将网络资源进行抽象和封装，形成多个独立的虚拟网络切片。每个切片都具备独立的资源配额和管理策略，可以根据业务需求进行动态调整。这种按需分配的方式避免了传统网络中资源固定分配导致的资源闲置和浪费问题，实现了资源的高效利用。另一方面，网络切片技术支持多租户共享物理基础设施，进一

步提高了资源的利用率。在5G网络中，多个切片可以共享同一套物理设备，通过软件定义的方式实现网络功能的虚拟化和隔离。这种方式不仅减少了物理设备的数量，还降低了建设和维护成本。同时，由于切片之间相互独立，互不影响，运营商可以根据业务需求灵活地增加或减少切片数量，进一步提高了资源的灵活性和可扩展性。再者，网络切片技术还通过智能优化算法实现了资源的动态调整和优化。这些算法可以实时监测网络负载和业务需求，根据预设的策略自动调整切片的资源配额，确保每个切片都能获得足够的资源以支持其业务运行。通过智能优化，运营商可以进一步提高资源利用率，降低因资源不足或过剩而导致的成本浪费。最后，网络切片技术还有助于降低运营成本。由于切片之间相对独立，运营商可以针对不同的切片制定不同的定价策略和服务等级协议（SLA），以更好地满足客户需求并控制成本。切片技术的引入还简化了网络运维工作，降低了运维成本。通过统一的切片管理平台，运营商可以实现对多个切片的集中管理和监控，提高了运维效率并降低了运维成本。

3.3 安全隔离与数据保护

在5G通信网络中，网络切片技术的安全隔离与数据保护特性显得尤为重要。这一技术通过逻辑隔离和定制化安全策略，为不同业务场景提供了坚实的安全保障。

（1）网络切片技术实现了逻辑上的高度隔离。每个切片都是独立的虚拟网络，拥有独立的网络功能、配置参数和安全策略。这种隔离机制有效防止了不同业务之间的数据泄露和干扰，确保了业务数据的安全性和隐私性。

（2）网络切片技术允许运营商为不同切片定制专属的安全策略。根据业务特性的不同，运营商可以灵活设置切片的安全等级、加密方式、访问控制等策略，以满足业务对安全性的特殊要求。这种定制化安全策略的实施，进一步提升了切片内数据的安全性和保密性。（3）网络切片技术还通过引入先进的网络安全技术，如虚拟化防火墙、入侵检测系统等，增强了切片的安全防护能力。

这些安全技术能够实时监测和防御网络攻击，确保切片内数据的完整性和可用性。

3.4 推动新业务和垂直行业的快速发展

网络切片技术在5G通信网络中的应用，不仅优化了现有网络服务的性能和效率，更成为推动新业务和垂直行业快速发展的强大引擎。通过为不同行业量身定制的网络切片，5G网络能够精准满足各行业独特的通信需求，从而加速新业务模式的诞生和垂直行业的数字化转型。在垂直行业领域，如智能制造、智慧医疗、智慧城市等，网络切片技术提供了高可靠性、低时延、大连接的定制化网络解决方案。这些解决方案不仅提升了行业内部的生产效率和服务质量，还促进了跨行业的数据共享和业务协同，为创新业务模式的出现提供了可能。同时，网络切片技术还降低了新业务进入市场的门槛^[3]。通过快速部署和灵活调整切片资源，运营商能够迅速响应市场需求，为新兴业务提供高效的网络支持。这种快速响应能力不仅加速了新业务的商业化进程，还促进了市场竞争和创新生态的形成。

结语

总之，网络切片技术在通信网络中的应用展现了其巨大的潜力和价值。它不仅满足了多样化业务需求，提升了资源利用效率，还加强了网络的安全性和数据保护能力。随着技术的不断成熟和应用的深入拓展，网络切片技术将进一步推动通信网络的创新与发展，为构建更加智能、高效、安全的通信网络体系奠定坚实基础。未来，我们期待看到更多关于网络切片技术的创新成果，共同推动通信行业的繁荣与进步。

参考文献

- [1]李金华.5G无线通信技术的应用前景及趋势分析[J].数字通信世界,2020(10):52,55.
- [2]崔俊彬,张磊.5G无线通信技术的主要技术应用分析[J].科技风,2020(33):86-87.
- [3]蒋志良.物联网形式下的5G技术研究与应用[J].通讯世界,2020(4):36-37