

一种基于智能城域网的智能专线实现方案探讨

● 韦 凤



[摘要] 近年来,随着云计算、大数据等技术的发展和远程桌面、VR 等视频业务的普及,企业用户对专线电路的需求不断上升,要求更高的带宽和更低的时延。本文主要探讨了城域网及城域网技术、智能城域网关键技术、本地业务承载存在的问题以及智能城域网内智能专线实现方案等方面的内容。在城域网方面,主要介绍了城域网的特点、技术及其面临的挑战。在智能城域网关键技术方面,分析了级联技术、链路容量调整技术、虚级联和链路容量调整保护技术、通用成帧协议技术以及基于 ASON 的智能城域网体系结构等方面的内容。针对本地业务承载存在的问题,本文从网络覆盖能力、网络速度稳定性、兼容程度、经济效益、缺乏标准技术体系以及网络安全性等方面进行了详细分析。

[关键词] 5G 组网;智能城域网;智能专线

随着科技的进步,主管部门对专线服务也提出了新的要求,以加速数字化发展进程。企业专线服务正呈现几个明显的发展趋势:传统固定带宽服务正在向可调整的灵活带宽服务转变;业务开通从几天或几周缩短到分钟级别。个人消费市场业务逐渐趋于饱满,而随着企业数字化转型,政企专线市场正在不断扩大,成为运营商收入的关键组成部分。

Q 城域网及城域网技术简述

(一)城域网的特点

随着城市间联系的加强,通信需求也随之增长,为了满足城市间信息互联、数据存储和查询等需求,城域网随之产生。城域网的范畴内,集团用户、智能社区、办公楼等节点的通信业务得到简化,通过连接接入网和骨干网,实现了数据的无缝流通。城域网区别于传统的广域网和局域网,以提供多业务平台为核心,主要服务社会各界,具有专业化的特点。其网络结构相对简洁,需要支持多样化的业务接口,并且在层次结构上可以进行纵横向的细分。

(二)城域网技术

城域网技术在通信需求日益增长的推动下逐步发展并不断完善。得益于现代通信技术的进步,城域网的负载能力显著增强,其骨干网能够处理连续性和大规模的数据传输,宽带接入能力也有助于缓解传统的网络压力。然而,在实际应用中,城域网技术还面临着一些挑战,包括:依赖的硬件设备种类繁多,规格不一,兼容性成为一大问题;管理方

式尚未实现统一,影响了资源整合和调度效率;数据中转站难以满足不同用户在新型城域网环境下的多样化需求,导致某些通信业务无法实现快速和精确地接入。

Q 智能城域网关键技术分析

(一)级联技术

级联技术在智能城域网的构建体系中占据了重要地位,它以同步时分复用技术为核心,特别擅长处理固定比特率的数据传输任务。在当前智能城域网的规划与建设标准日益提升的情况下,级联技术的作用显得尤为关键。它能够需要将需要传输的数据信息有效地整合到预设的传输通道中,有效地应对可变比特率带来的波动,保证传输速率与实际需求之间的精确匹配。得益于级联技术的应用,当城域网面临的数据传输任务超出常规标准时,它能够通过特定的交错映射方式来处理这些数据信息。该通道在相邻级联和虚级联之间可以灵活地切换。这种灵活性使得级联技术能够适应城域网中不断变化的需求,提供持续可靠的通信服务。通过这种技术的应用,智能城域网能够实现更高效的数据传输和管理,从而更好地支持现代社会的通信需求。

(二)链路容量调整技术

在实施链路容量调整技术时,可以根据城域网的具体配置来设置复帧标识符、序列号标识符、组标识等,这些设置有助于提升数据信息传递的一致性和准确性。通过这样的调整,链路容量调整技术不仅能够优化网络资源的利用效率,还能够确保数据传输的质量和可靠性,满足城域网用户

在不同情况下的通信需求。

（三）虚级联和链路容量调整保护技术

在智能城域网系统中，虚级联与链路容量调整保护技术相结合，保障光纤传输系统中的数据信息安全。随着高速数字交换技术的进步，数据信息日益集中，对通信节点和线路安全的需求提高。光缆断裂等故障可能导致数据丢失，影响城域网的关键性能。因此，应运用虚级联和链路容量调整保护技术，自动恢复数据信息资源，实现网络的自我修复。这一过程无需人工干预，不影响用户体验，且不会中断通信服务。

（四）通用成帧协议技术

通用成帧协议技术在智能城域网中的应用，使得协议分类更加精确，数据链路层的适应性也得到了增强。以GFP协议为例，该协议对数据链路层进行了封装，使得数据能够在不同层次间顺畅传输。这一封装过程不仅减少了数据传输过程中的损耗，提升了链路的实际应用效率，还减少了误码的扩散，优化了带宽的使用，确保了所有用户能够客观地共享数据资源。透明映射技术也是一项重要技术，它利用了光纤信道的映射能力，有效地识别和控制了传输中的业务和控制字符，去除了不必要的重复数据，实现了不同层级间的顺畅通信。

（五）基于ASON的智能城域网体系结构

在ASON(Automatically Switched Optical Network)通信协议框架下，智能城域网的结构可以划分为三个主要层级：传输层级、控制层级和管理层级。传输层级的主要职责是在确保数据通道的条件下，将数据信息以特定单元的形式传输到接收端。此外，它还负责性能监控、故障处理和保护倒换等任务。控制层级负责在统一命令下管理城域网的通信资源，包括设置、撤销和保持数据交换路径。在特定算法的辅助下，它也追求数据传输效率的最大化。而管理层级则处理不同传输层之间的互动，执行故障处理、配置控制和性能监控等任务，并遵循相应的管理规则。

Q 本地业务承载存在的问题

（一）网络覆盖能力较差

网络覆盖不足的问题在5G时代显得尤为突出。尽管我国在5G网络建设方面已经取得了显著的进展，但是一些偏远地区和室内环境仍然存在着5G网络覆盖的盲区。这主要是由于5G基站的建设成本较高，建设周期较长，以及地理环境的复杂性等因素所导致的。在偏远地区，由于人口稀少，基站建设的经济回报较低，导致建设进度缓慢。而在室内环境中，比如大型商场、地下停车场等地方，由于信号传播的特性，5G信号很难覆盖到每一个角落，需要更多的基站和优化措施来实现全面覆盖。

（二）网络速度不稳定

网络速度不稳定是5G网络目前面临的另一个问题。虽然5G网络理论上具有极高的速度，但实际上，用户体验到的网络速度并不总是理想中的那样快。这可能是由于网络优化和调整不够及时，频谱资源分配和利用效率不高等原因造成的。网络优化是一个持续的过程，需要根据实际情况及时调整网络参数，以保证网络的稳定性和高速性。而频谱资源的有效分配和利用，对于提高5G网络速度和稳定性也至关重要。

（三）兼容程度较低

当前5G应用主要集中在短视频、直播、在线游戏等消费互联网领域，而在工业、医疗、交通等垂直行业的应用相对较少。这是因为5G应用的开发和推广需要时间，且涉及的技术和产业链更为复杂。5G的高速度、低时延和大带宽特性，在工业自动化、远程医疗、智能交通等领域有着巨大的应用潜力，但这些应用的开发和推广需要跨学科的技术合作，以及与现有系统的兼容与改造。

（四）经济效益不高

投资回报比较低是电信运营商在5G网络建设中面临的一个实际问题。由于5G网络建设成本高，而流量资费相对较低，电信运营商在5G网络建设上的投资回报比较低。这导致电信运营商在网络建设和升级方面的投入积极性不高，从而影响了5G网络的快速普及和规划。

（五）缺乏标准技术体系

技术标准不统一是5G发展过程中的一个全球性问题。5G技术标准尚在不断发展和完善中，各国和各企业之间的标准存在差异。这可能影响5G设备的国际兼容性和产业链的协同效应。虽然国际上有多个组织在推动5G标准的制定，但各国根据自身实际情况和技术发展需求，可能会提出不同的标准和要求，这需要全球范围内的进一步协调和统一。

（六）网络安全性较低

随着5G网络的普及，用户数据安全和隐私保护问题日益突出。5G网络涉及的海量数据和关键行业应用，对数据安全提出了更高的要求。5G网络的广泛应用，使得用户数据在传输过程中面临着更多的安全风险，需要采取更为严格的安全措施和隐私保护策略，以保障用户信息和隐私的安全。

Q 基于智能城域网的智能专线实现方案(详见表1)

（一）方案介绍

通过结合产业互联网与智能城域网/IPRAN架构，智能专线服务能够向主管部门和企业用户提供定制化的以太网连接。产业互联网承担跨区域专线业务的数据传输，而智能

城域网/IPRAN 则负责接入和管理客户端设备(MCPEs)，并支持本地专线业务。MCPEs 扩展了网络接入范围，使得企业中心和其分支机构能够通过二层专用网络建立连接。业务数据经过 MPLS PW 封装和 GRE 隧道处理，通过产业互联网和智能城域网/IPRAN 上的三层 VPN(L3 VPN)传输至目的地。

表 1 四种承载方案及其优缺点分析

类别	隔离方式	支持速率	时延	OAM	成本	产品定位
MSTP/SDH 专线	硬管道、物理隔离	2M~10GE	时延低、抖动小	业务分段发放、配置时间长	成本高	传输专线、对隔离和时延有严格要求的客户、带宽需求不高
OTN/Pe-OTN 专线	硬管道、物理隔离	2M~10GE	时延低、抖动小	可实现业务端到端的发放、管理	成本高	传输专线、对隔离和时延有严格要求的客户、带宽需求较大
IPRAN 专线-underlay	软管道、逻辑隔离	2M~10GE	时延稍高、抖动稍大	业务分段发放、配置时间长、难以集中管理	成本稍低	IP 专线,适用带宽大、价格低、对时延和隔离性没有绝对要求的客户、支持客户自服务
IPRAN 专线-智能专线(overlay)	软管道、逻辑隔离	2M~10GE	时延稍高、抖动稍大	可实现业务端到端的发放管理	成本稍低	IP 专线,适用带宽大、价格低、对时延和隔离性没有绝对要求的客户、面向金融类等客户,提供小颗粒、突发小的业务流量

(二)跨域路由设置

在智能城域网架构中，MCR(多协议转换路由器)与产业互联网的 AR(接入路由器)通过 EBGP(外部边界网关协议)进行互联。智能城域网内的 MCR 路由器充当 VPN 的 CE(客户边缘)设备，其路由协议配置类似于 PE(服务提供商边缘)设备。AR 作为 PE，在 PE 和 CE 之间实施 EBGP 路由协议，以实现跨域连接。

产业互联网的 AR 与智能城域网的 MCR 通过 Option A 方式实现跨域互联。产业互联网的 AR 接收来自智能城域网 MCR 的本地智能专线业务汇总路由。为了增强安全性，AR 端实施白名单过滤，仅接收预先规划的智能专线业务地址段路由，不信任本地通告的路由。

智能城域网的 MCR 路由器按照 AR 的模式配置路由，设置多个 VPN 实例，并以 VPN 为单位，将相应的 AR 配置为 EBGP 对等体。MCR 路由器将本地网络内的 VPN 汇总路由宣告给 AR，并通过 EBGP 从 AR 端学习相关 VPN 的路由信息。

(三)MCPE 接入方案

MCPE(可管理的客户终端设备)根据其结构和端口配置，可分为汇聚型和非汇聚型两大类。汇聚型 MCPE 通常规划在客户的中心机房或联通的局端机房，与智能城域网的 MAR(多业务接入路由器)或 MER(多业务边缘路由器)设备相连接，发挥集中端口的功能，帮助减少本地网络资源和端口的消耗。相对地，非汇聚型 MCPE 通常直接放置在客户机房，并与智能城域网的 MAR 或 MER 设备相连。

MCPE 支持双节点接入，这意味着可以为客户总部节点和数据中心节点配置两台 MCPE，从而实现设备级别的冗余，提高网络的可靠性。

(四)智能专线管控系统

智能专线管控系统由管控平台和业务系统两大核心部分构成。管控平台构建于统一的架构之上，实现全国范围内的集中管理。它负责与业务系统进行北向接口对接，同时南向控制多边缘计算平台设备(MCPE)。该平台主要包含设备管理、业务管理、告警处理、性能监控和报表生成等多个管理模块，并已具备对全国范围内 MCPE 的全面管理功能以及对二层以太网专线业务的支持，无论是本地还是跨省份的专线服务都能够顺利开通。

Q 结束语

随着科技的快速发展，特别是云计算、大数据等技术的广泛应用，以及远程桌面、VR 等视频业务的兴起，企业用户对专线电路的需求日益增长。这一趋势对专线服务提出了更高的要求，包括更高的带宽、更低的时延、更灵活的带宽分配以及更快的业务开通速度。在此背景下，智能城域网以其高度的灵活性、扩展性和智能化管理，成为满足这些需求的关键技术之一。

本文从城域网的特点、关键技术、存在的问题以及智能专线实现方案等方面进行了深入的分析和讨论。看到了城域网技术在满足政企行业客户需求方面的重要作用，同时也认识到了本地业务承载所面临的挑战。通过引入智能专线实现方案，可以提高通信组网的整体水平，更好地适应即将到来的全面 5G 时代。然而，也必须意识到，尽管智能城域网技术前景广阔，但在实际应用中仍需克服诸多难题，如网络覆盖不足、网络速度不稳定、兼容性较低、经济效益不高、缺乏标准技术体系以及网络安全性较低等问题。这些问题的解决需要技术创新、政策支持和行业协作。本文设计的智能城域网技术为政企行业客户提供了一种高效、灵活的解决方案，以满足他们日益增长的专线服务需求。随着

技术的不断进步和应用的深入，有理由相信，智能城域网将在未来的通信网络中将发挥越来越重要的作用，为我国的数字化进程贡献力量。

参考文献

[1]朱军峰,邓大冲.云网融合下的新型城域网演进方案[J].江苏通信,2023,39(04):43-48,73.

[2]洪伟.SRv6在新型城域网中的应用实践[J].江苏通信,2023,39(01):64-70.

[3]杨琳.新型城域网固移业务综合承载方案探讨[J].通信与信息技术,2022(04):98-101.

[4]马笑笑,黄永亮,郜均翔,等.一种基于智能城域网的智能专线实现方案探讨[J].邮电设计技术,2022(11):33-38.

[5]李立,吴漫.基于智能城域网的OLT上联链路优化方案与实践[J].江苏通信,2024,40(02):71-73.

[6]黎敏.浅析新型城域网的构建[J].大众科技,2023,25(07):22-25,17.

[7]高勇超.面向“双碳”战略的绿色新型城域网建设[J].上海信息化,2023(08):46-50.

[8]王英峰.5G技术条件下太原有线城域网建设思路[J].通讯世界,2024,31(01):16-18.

[9]汪军,车雪松,王睿佳.互联网专线在智能城域网上承载的研究和应用[J].通信管理与技术,2024(01):30-33.

[10]孟丽珠,任枫华,陈燕.基于智能城域网的政企专线方案研究与实践[J].邮电设计技术,2023(01):32-36.

作者简介:

韦凤(1986—),女,壮族,广西河池人,本科,工程师,胜通和科技有限公司广西分公司,研究方向:有线通信技术及项目管理。