

基于智能城域网的家宽业务承载

Research and Practice of Home Broadband Service Bearing Scheme Based on Intelligent Metropolitan Area Network

方案研究与实践

张旭,张桂玉,任枫华,宋盈(中讯邮电咨询设计院有限公司,北京 100048)

Zhang Xu, Zhang Guiyu, Ren Fenghua, Song Ying (China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China)

摘要:

千兆宽带网络建设的持续深入在创新、安全、成本等方面对5G承载网提出了更高的要求,传统的固网家宽业务承载模式已无法适应网络发展的需求。从家宽业务承载需求出发,研究了EVPN VPWS和EVPN VPLS等相关技术,结合具体的业务场景和网络架构制定了业务承载方案,通过实验室和现网的测试,验证了方案的合理性和先进性。测试结果表明,所提方案既能保证业务安全,又能实现网络低成本承载。

关键词:

智能城域网;家宽;OLT;BNG

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2025.03.003

文章编号:1007-3043(2025)03-0014-05

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

The continuous deepening of the construction of gigabit broadband network puts forward higher requirements for 5G bearer network in terms of innovation, security, cost, etc., and the traditional fixed network broadband service bearer model is unable to meet the needs of network development. Based on the requirements of home wide service bearer, it studies the related technologies such as EVPN VPWS and EVPN VPLS, and develops a service bearer scheme in combination with specific business scenarios and network architecture. The rationality and advancement of the scheme are verified through laboratory and existing network tests. The test results show that the proposed scheme can not only ensure business security, but also achieve low-cost network bearer.

Keywords:

Smart MAN; Home broadband; OLT; BNG

引用格式:张旭,张桂玉,任枫华,等. 基于智能城域网的家宽业务承载方案研究与实践[J]. 邮电设计技术,2025(3):14-18.

0 引言

智能城域网作为中国联通的5G承载网^[1],是面向5G时代固移融合、云网一体的新型城域网络^[2]。随着智能城域网深度覆盖和网络融合的不断推进,运营商将面临一些挑战:IPRAN接入环带宽利用率较高,影响业务感知;OLT级联影响业务安全,BNG端口扩容造价较高,增加了网络承载成本等。因此,亟需制定OLT接入智能城域网的承载方案,以满足OLT接入的承载需求。

1 家宽业务承载需求分析

智能城域网具有“网络架构简化、网络协议简化、网络设备简化、网络控制和网络管理智能化”等优势^[3],可满足5G、家庭宽带、大客户、通信云等业务综合承载的需求。

BNG和OLT是运营商承载宽带业务的主要设备,家宽用户上网时首先发出认证的请求报文,认证报文经OLT封装后通过智能城域网到达BNG设备,随后OLT与BNG设备间建立连接。BNG设备通过与Radius系统的信息交互完成用户的认证、鉴权和计费等操作,认证成功后,BNG设备为家宽用户分配公网IP

收稿日期:2025-01-16

地址,用户通过从BNG设备获取的公网IP地址访问互联网。

智能城域网结合OLT的报文特点和OLT接入位置制定承载方案。依据业务流量特点确定网络承载架构和设备间互联原则,即通过智能城域网MER设备与BNG设备互联。OLT接入智能城域网可以分为4种场景^[4]:OLT接入MAR;OLT与BNG共用MER;OLT接入MER,OLT与BNG不共用MER;OLT接入MAR,OLT与BNG不共用MER。OLT接入智能城域网示意图1所示。

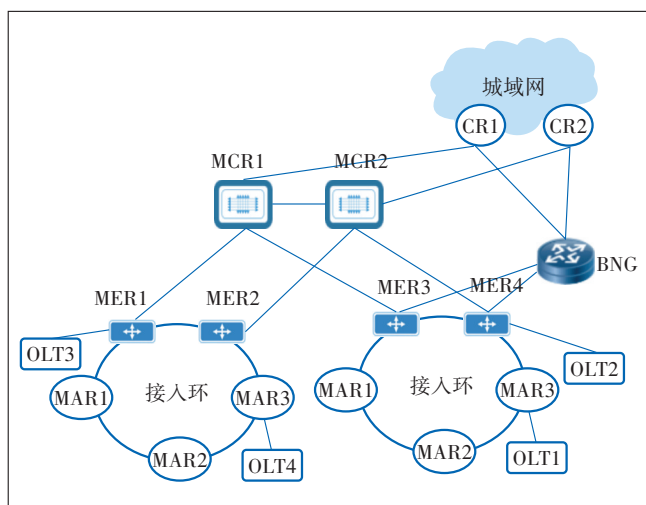


图1 OLT接入智能城域网示意

2 家宽业务承载方案设计

结合用户需求和现网应用场景,制定了OLT接入智能城域网的原则,并充分利用EVPN协议的优势制定承载方案。

2.1 承载原则

新增的OLT以QinQ的方式接入智能城域网的MAR/MER设备,需保证1台BNG设备负责的区域内OLT外层VLAN不重复。OLT上联至MAR/MER可使用单条10GE链路或者2条10GE链路捆绑的方式,MAR/MER下联至同一OLT的端口分板配置。智能城域网的MER对OLT上联至MAR/MER的链路带宽进行收敛,实现家宽业务的低成本承载。汇聚区2台MER均与BNG互联,其单台MER与BNG互联的多条链路应进行捆绑。

2.2 承载方案设计

在基于BNG承载固网宽带业务时,智能城域网制

定了EVPN VPWS^[5]、EVPN VPWS+VLAN mapping、EVPN VPLS^[6]等3种方案,以满足OLT的业务承载需求。其中,首选使用EVPN VPWS方案,在OLT外层VLAN有重复的情况下,可选择EVPN VPWS+VLAN mapping或EVPN VPLS来承载固网宽带业务。具体方案如下。

2.3 EVPN VPWS(方案1)

2.3.1 场景1:OLT接入智能城域网MAR

如图2所示,汇聚区2台MER均与BNG^[7]互联,其单台MER与BNG互联的多条链路应进行捆绑^[8],每台OLT建立1条VPWS承载业务流量,单归到其中1台MER。EVPN VPWS起点为MAR下联OLT的端口,终点为MER与BNG互联的接口,在业务落地的MAR/MER上配置VPWS实例(tag模式),绑定AC侧子接口。

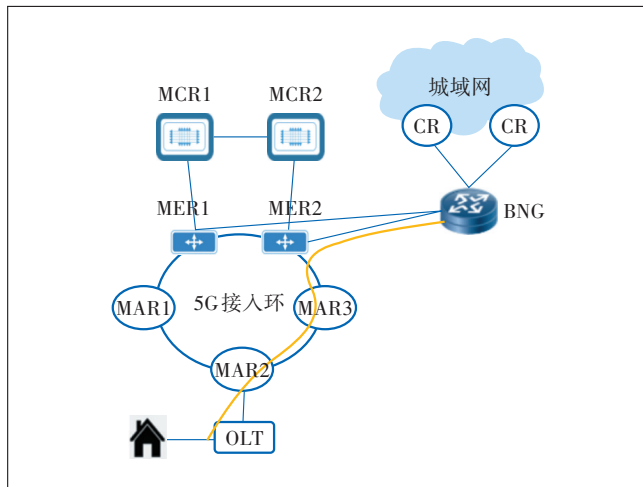


图2 OLT接入智能城域网MAR场景(EVPN VPWS方案)

2.3.2 场景2:OLT接入智能城域网MER

如图3所示,汇聚区2台MER均与BNG互联,其单台MER与BNG互联的多条链路应进行捆绑,每台OLT建立1条本地VPWS承载业务流量,EVPN VPWS起点为MER下联OLT的端口,终点为MER与BNG互联的接口。

2.3.3 场景3:OLT接入智能城域网MER,OLT接入MER与BNG异环

如图4所示,OLT上联的MER与BNG侧MER之间建立EVPN VPWS,每台OLT均应配置独立的VPWS实例,EVPN VPWS起点为MER下联OLT的端口,终点为任意一个BNG侧MER与BNG互联的接口。其他要求同场景1。

2.3.4 场景4:OLT接入智能城域网MAR,OLT接入

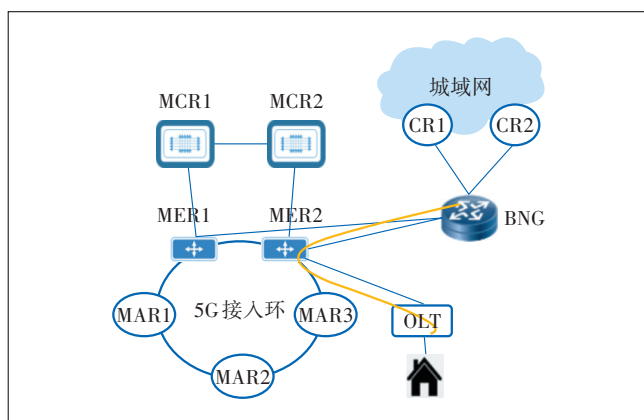


图3 OLT接入智能城域网MER场景(EVPN VPWS方案)

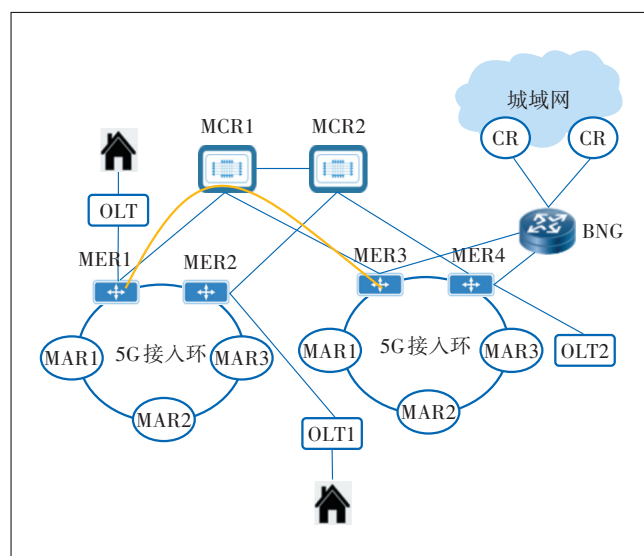


图4 OLT接入智能城域网MER,OLT接入MER与BNG异环场景(EVPN VPWS方案)

MAR与BNG异环

如图5所示,OLT上联的MAR与BNG侧MER之间建立EVPN VPWS,每台OLT均应配置独立的VPWS实例,EVPN VPWS起点为MER下联OLT的端口,终点为任意一个BNG侧MER与BNG互联的接口。其他要求同场景1。

2.4 EVPN VPWS+VLAN mapping(方案2)

对于方案1,VPWS从OLT接入的MAR/MER接口开始建立VPN,在与BNG互联的MER接口终结该VPN。若多条VPWS在与BNG互联的MER设备的同一个物理口的不同子接口上终结,则该子接口配置的VLAN应不同。但现网存在同一个区域内多台OLT外层VLAN均相同的情况,且无法通过修改OLT外层

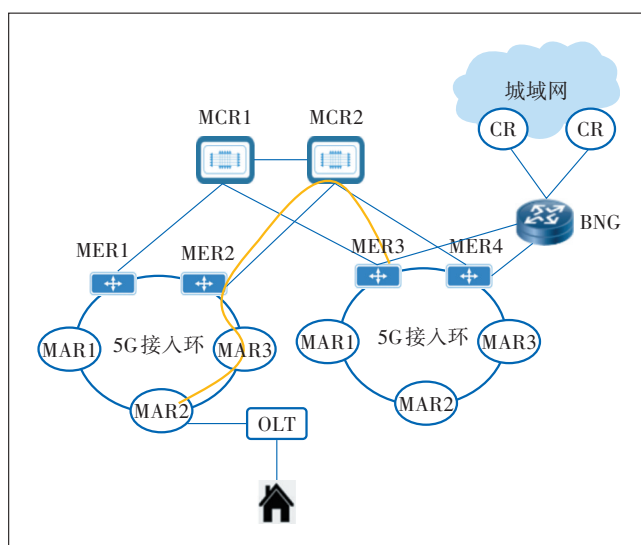


图5 OLT接入智能城域网MAR,OLT接入MAR与BNG异环场景(EVPN VPWS方案)

VLAN避免这个问题。这会造成与BNG互联的MER设备端口配置冲突,无法正常配置业务。

此时可在OLT上联的MAR/MER设备上对OLT相关业务报文的外层VLAN进行VLAN mapping操作,通过在智能城域网设备上修改OLT业务报文外层VLAN的方式保证1台BNG设备负责的区域内OLT外层VLAN不重复。具体方案如下。

在接入OLT的智能城域网MAR/MER设备入端口配置VLAN mapping,进行OLT报文外层VLAN ID的映射。如图6所示,在MAR2的端口配置VLAN mapping之后,设备将原有的OLT外层VLAN 11~20修改为VLAN 1011~1020,MAR2在向远端MER4发送报文时

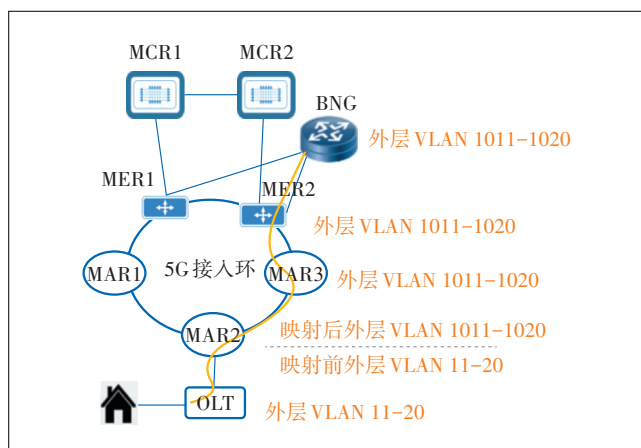


图6 智能城域网家宽业务落地方案示意(EVPN VPWS+VLAN mapping)

携带的 VLAN ID 均为 1011~1020,在 MER4 上的子接口终结 VPWS 时,避免与使用 VLAN 1011~1020 的 VPWS 冲突。针对 OLT 的 4 种接入场景,该方案除需额外在 MAR/MER 设备上上进行 VLAN mapping 配置外,其他配置与方案 1 相同。

通过 VLAN mapping 的方法可解决使用 VPWS 时 OLT 外层 VLAN 重复的问题,但应提前规划 VLAN 映射关系,并需要 MAR/MER 设备支持 VLAN mapping。可结合需求在 MAR/MER 设备上对全部报文/重复报文的外层 VLAN 进行重映射(VLAN mapping)。

2.5 EVPN VPLS(方案3)

针对同一个区域内多台 OLT 外层 VLAN 相同的问题,若无法通过 VLAN mapping 解决,也可使用 EVPN VPLS 方案进行固网宽带业务承载。EVPN VPLS 方案依靠 MAC 转发,可避免 OLT 外层 VLAN 重复的问题。但该方案会消耗智能城域网设备的 MAC 数量,引入 MAC 压力和广播风暴的问题。对接入同一台 MAR/MER 下的多台 OLT,若其外层 VLAN 重复,采用 EVPN VPLS 方案^[9],可在与 BNG 互联的 MER 同一物理端口进行落地。该方案可通过智能城域网对 OLT 的端口进行收敛^[10],实现家宽业务的低成本承载。

2.5.1 场景 1:OLT 接入智能城域网 MAR

OLT 接入智能城域网 MAR 场景,使用 EVPN VPLS 方案的业务流量如图 2 所示。每台 MAR 建立 1 条 VPLS^[11] 承载业务流量,单归到与 BNG 互联的一台 MER 上。EVPN VPLS^[12] 起点为 MAR 下联 OLT 的端口,终点为 MER 与 BNG 互联的接口,在业务落地的 MAR/MER 上配置 VPLS 实例绑定 AC 侧子接口。

2.5.2 场景 2:OLT 接入智能城域网 MER

基于传统 BNG 设备承载业务时,OLT 接入智能城域网 MER 场景,使用 EVPN VPLS 方案的业务流量如图 3 所示。在 MER 配置 EVPN VPLS 实例承载流量(每 MER 每实例)。EVPN VPLS 起点为 MER 下联 OLT 的端口,终点为 MER 与 BNG 互联的接口。其他要求同场景 1。

2.5.3 场景 3:OLT 接入智能城域网 MER,OLT 接入 MER 与 BNG 异环

基于传统 BNG 设备承载业务时,OLT 接入智能城域网 MER,OLT 接入 MER 与 BNG 异环场景,使用 EVPN VPLS 方案的业务流量如图 4 所示。OLT 上联的 MER 与 BNG 侧 MER 之间建立 EVPN VPLS(每 MER 每实例),单归到与 BNG 互联的 1 台 MER 上。其他要求

同场景 1。

2.5.4 场景 4:OLT 接入智能城域网 MAR,OLT 接入 MAR 与 BNG 异环

基于传统 BNG 设备承载业务时,OLT 接入智能城域网 MAR,OLT 接入 MAR 与 BNG 异环场景,使用 EVPN VPLS 方案的业务流量如图 5 所示。OLT 上联的 MAR 与 BNG 侧 MER 之间建立 EVPN VPLS(每 MAR 每实例),单归到与 BNG 互联的一台 MER 上。其他要求同场景 1。

3 承载方案验证

3.1 实验室测试验证

结合现网网络拓扑,设计了测试拓扑^[13],其中包含核心设备 2 台、汇聚设备 4 台、接入设备 3 台,BNG 设备 1 台,模拟城域网 CR 设备 2 台,共计 12 台测试设备^[14](见图 7)。

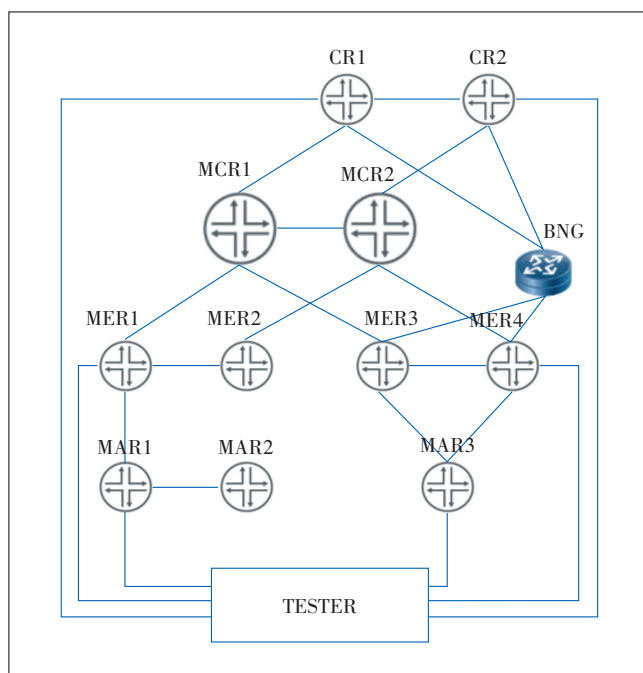


图 7 智能城域网传统 BNG 场景 OLT 承载方案测试验证拓扑

针对智能城域网传统 BNG 场景下的 OLT 承载方案,根据 OLT 接入位置的不同,设计了 5 个测试案例。与智能城域网设备厂家合作,进行了单厂家组网测试及异厂家互通测试,共设计 13 个测试厂家组合,测试验证工作于 2023 年 5 月完成。

3.2 现网试点验证

结合省分实际的建设需求,在中国联通某省基于

现网环境进行 OLT 业务承载试点。网络架构如图 8 所示^[15],智能城域网的 MER 和 BNG 互联,BNG 采用跨板 trunk 接口双归属至 2 台 MER,构成双归双活配置。OLT 采用 2 条 10G 链路捆绑的方式上联至 MAR,OLT 与 MAR 均通过跨板 trunk 对接。当多个 OLT 接入同一个 MAR 时,使用相同 EVPN VPLS 实例接入(每 MAR 每实例),不同 MAR 之间使用不同的 EVPN VPLS 实例。

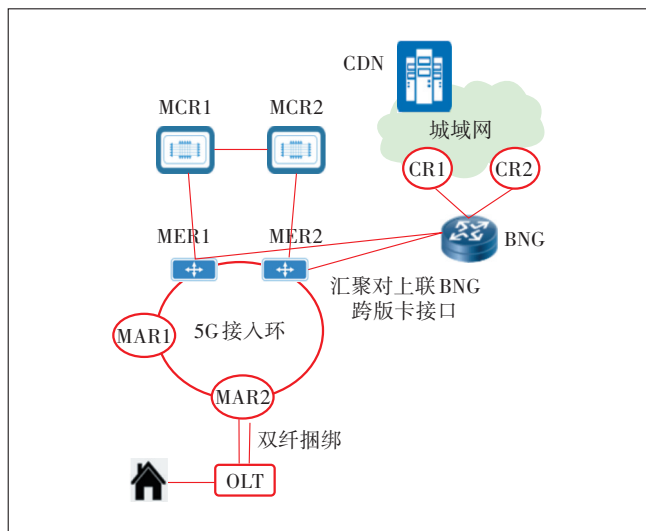


图8 智能城域网现网 OLT 承载方案测试验证拓扑

3.3 测试结果

实验室测试验证了 4 个场景的智能城域网家宽业务承载情况,所有组合均能实现业务的快速开通和业务零丢包。异厂家互通测试也顺利完成,实现了不同设备厂商间的设备解耦。测试证明该方案可以满足现网 OLT 通过智能城域网承载时各场景的业务承载需求。

通过现网试点验证,实现了智能城域网现网某地(市)约 40 万家宽用户的承载。业务时延和丢包率均符合现网业务承载的要求,充分证明了方案的合理性和技术的先进性。该方案具有良好的经济效益和社会效益,可在全国 31 省推广部署落地。

4 总结

本文研究了 EVPN VPWS 及 EVPN VPLS 技术,并针对 OLT 接入 MAR、OLT 接入 MER、单个 MER 汇聚环使用一台 BNG 以及多个 MER 汇聚环共用一台 BNG 等不同场景,结合 VLAN 冲突的解决方式,制定了 3 种家宽业务(OLT)承载方案:VPWS、VPWS+VLANmap-

ping、VPLS。实验室验证和现网试点测试证明,该方案可解决接入环带宽利用率等问题,具备提升网络安全和用户感知、降低网络成本等创新优势。目前,该方案已在现网部署应用,实现了智能城域网约 2.3 万台 OLT、1 100 万家宽用户的承载,具备可复制、可推广的示范效应。

参考文献:

- [1] 屠礼彪,宋盈,马季春,等.中国联通智能城域网架构探讨与实践[J].邮电设计技术,2021(2):11-17.
- [2] 张桂玉,钟志刚,许鹏,等.运营商广域网络简化演进方案分析[J].邮电设计技术,2023(6):62-66.
- [3] 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(1):32-36.
- [4] 田洪宁,尹祖新,刘琦,等.宽带提速背景下 OLT 上联承载策略研究[J].邮电设计技术,2024(2):78-82.
- [5] 刘洋,胥俊丞,屠礼彪,等.智能城域网统一承载 2C、2B、2H 业务的研究与应用[J].邮电设计技术,2021(8):60-65.
- [6] 关青,冯忠义.基于智能城域网的 vBRAS 部署方案探讨[J].通信电源技术,2020,37(12):274-276.
- [7] 薛强,杨世标,缪一民,等.5G UPF 与固网 BNG 的融合思路、方案及实践[J].数字通信世界,2024(10):42-46.
- [8] 屠礼彪,李彤,郭爱鹏.数据网络重构与云化演进的探索和实践[J].邮电设计技术,2019(1):37-41.
- [9] 龚霞,陈华南,朱永庆,等.云化 IP 城域网中 vBRAS 池化部署研究[J].电信科学,2023,39(1):146-152.
- [10] 王路,方超,王宏鼎,等.智能城域网网络原子能力资源池测试与应用[J].邮电设计技术,2023(1):7-10.
- [11] 张桂玉,刘博文,马季春,等.运营商网络向 SRv6 技术演进的方案研究[J].邮电设计技术,2023(11):62-66.
- [12] 张桂玉,马季春.浅谈分段路由(SR)在 SDN 中的应用[J].邮电设计技术,2016(11):77-80.
- [13] 熊礼霞,任枫华,宋盈.智能城域网随流检测技术创新应用与思考[J].邮电设计技术,2024(2):62-67.
- [14] 张旭,薛强,孟丽珠,等.5G 新型网络架构下的承载网设备自动上线方式研究[J].邮电设计技术,2022(11):21-24.
- [15] 郭胜楠,刘雅承,庞冉,等.IP 承载网络技术演进方向研究[J].邮电设计技术,2024(4):8-11.

作者简介:

张旭,工程师,硕士,主要从事数据网网络建设规划和技术研究相关工作;张桂玉,高级工程师,硕士,主要从事数据网整体的网络演进和架构设计相关工作;任枫华,高级工程师,硕士,主要从事数据网网络演进和架构设计相关工作;宋盈,高级工程师,硕士,主要从事数据网网络演进和架构设计相关工作。