

# 智能城域网统一承载 2C、2B、2H业务的研究与应用

Research and Application of  
Unified 2C, 2B, 2H Service in  
Smart Metropolitan Area Network

刘洋<sup>1</sup>, 胥俊丞<sup>2</sup>, 屠礼彪<sup>3</sup>, 兰克勤<sup>1</sup>, 唐迪<sup>1</sup> (1. 中国联通河北省分公司, 河北 石家庄 050011; 2. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司, 河南 郑州 450007; 3. 中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033)

Liu Yang<sup>1</sup>, Xu Juncheng<sup>2</sup>, Tu Libiao<sup>3</sup>, Lan Keqin<sup>1</sup>, Tang Di<sup>1</sup> (1. China Unicom Hebei Branch, Shijiazhuang 050011, China; 2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China; 3. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China)

## 摘要:

立足X省联通实际情况,对演进策略进行了研究。分析比较了智能城域网统一承载和现有承载方式的优缺点,提出了不同场景下的承载方案建议,并进行了现网试点应用,实现OLT上联TCO降低;利用SRv6+硬切片快速发布专线业务并充分保障质量;4G/5G业务统一承载退网冗余IPRAN设备。对如何根据网络实际情况,加速向智能城域网统一承载业务演进,大幅降低网络TCO、提升竞争力等有一定的借鉴意义。

## Abstract:

Based on the actual situation of China Unicom in X province, it studies the evolution strategy. It analyzes and compares the advantages and disadvantages of the unified bearer and the existing bearer mode of the intelligent MAN, puts forward the bearer scheme suggestions under different scenarios, and carries out the pilot application in the existing network, so as to reduce the TCO of OLT uplink. It uses SRv6 + hard chip to quickly release the special line service and fully guarantee the quality. 4G / 5G services are uniformly carried and redundant IPRAN devices are removed from the network. It has a certain reference significance on how to accelerate the evolution to the unified bearer service of intelligent MAN, greatly reduce the network TCO and enhance the competitiveness according to the actual situation of the network.

## Keywords:

Smart MAN; Unified bearing; 2C; 2B; 2H

**引用格式:**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.

## 0 引言

中国联通提出了面向5G时代的固移融合、云网一体、物理+虚拟的智能城域网架构,在城域网层面构建一张“网络结构简化、网络协议简化、网络设备简化、网络控制和网络管理智能化”的网络,统一承载2H(家宽)、2B(政企)、2C(基站)业务。但目前智能城域网仍以承载5G业务为主,远郊乡镇OLT上联业务以县乡波分承载为主,弹性带宽需求的2B业务以及现有4G业务以IPRAN承载为主。

收稿日期: 2021-06-11

## 关键词:

智能城域网; 统一承载; 2C; 2B; 2H

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.08.012

文章编号: 1007-3043(2021)08-0060-06

中图分类号: TN913

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



如何从网络实际情况出发,在保护现有投资和业务体验的同时,尽快推进智能城域网统一承载各类业务,降低网络TCO,提升网络竞争力,是当前需要重点解决的问题。

图1给出了中国联通智能城域网架构示意图。

## 1 智能城域网统一承载2H业务

### 1.1 OLT上联承载现状及存在的问题

一般来说,城区和近郊乡镇的OLT距离BNG较近,上联采用光纤直驱,而远郊乡镇的OLT距离BNG较远,上联采用县乡波分承载。采用波分承载,存在以下问题。

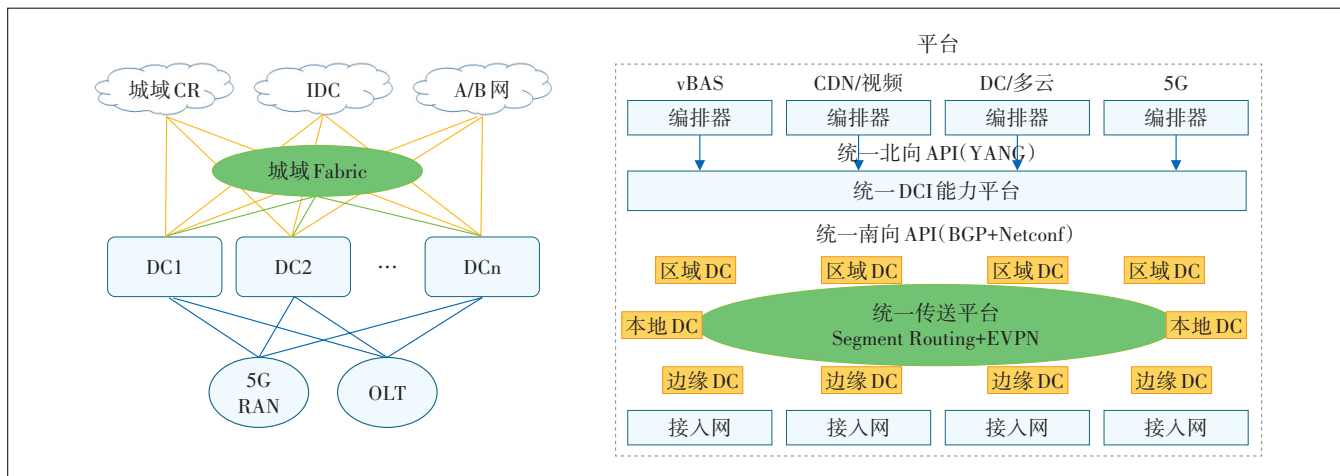


图1 中国联通智能城域网架构示意图

a) OLT 上联端口流量远小于 10G, 大量刚性带宽浪费。某省联通波分承载的 OLT 10G 端口峰值流量平

均 1.35G、5G 以上的占比仅 0.65% (见图 2)。

b) 1 条 10G 波道造价 4.27 万元, 建设成本较高。

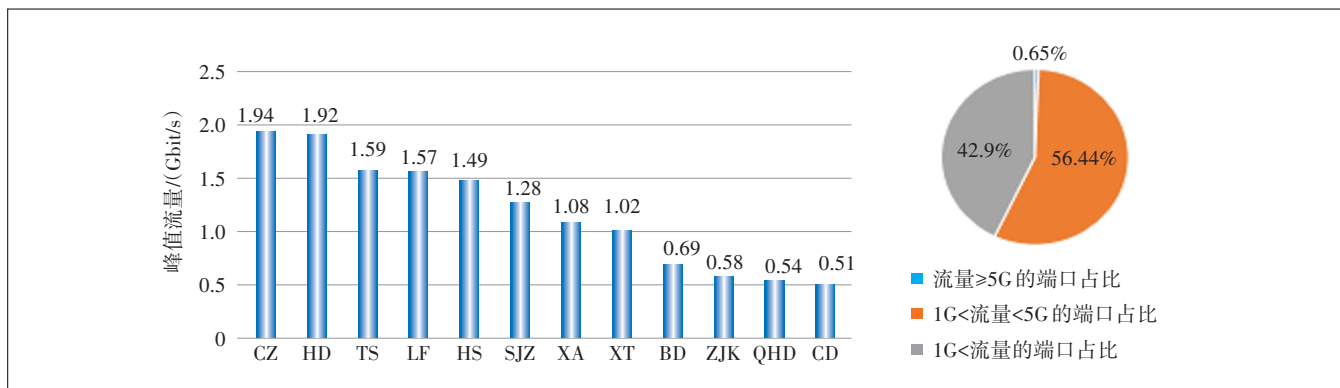


图2 X省联通波分承载的 OLT10G 端口流量情况

c) 智网和县乡波分重复覆盖, 分别承载基站和家宽业务, 运营成本高。

## 1.2 OLT 上联不同承载方案网络成本分析

### 1.2.1 设备资源 100% 利用的理想情况下

在设备资源 100% 利用, 且全部用于 OLT 上联承载时: 智网平均每条 10G 业务的承载成本仅为县乡波分的 11%。并且 OLT 上联业务经 MER 汇聚后, 也减少了对 BNG 端口的占用。同时, 由于智网设备具有更低的功耗, 按设备在网 10 年估算 TCO (CAPEX+OPEX), 智网的 10 年 TCO 也明显低于波分 (见图 3)。

表 1 和表 2 给出了不同承载方式对应的业务承载的造价测算。

### 1.2.2 X 省联通现网实际情况下

由于现网存在“受设备板卡集成度影响, 建设资源通常会有冗余; 冗余资源可利用, 智网接入环需整环一起升级”等情况, 根据 X 省联通现网实际情况, 分

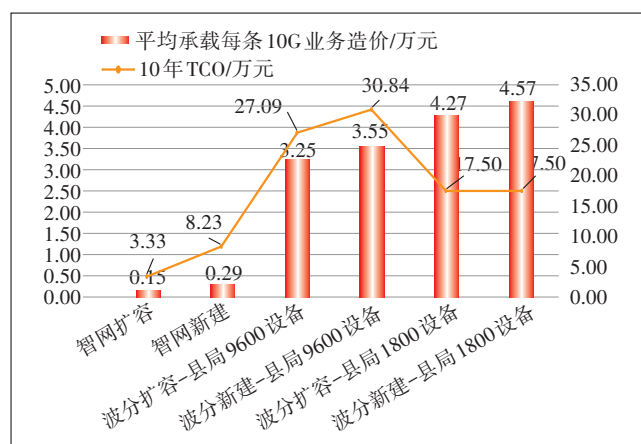


图3 不同承载方式对应的业务承载成本

场景对不同建设方案的成本分析如表 3 所示。

由表 3 可见, 在县乡波分已覆盖的情况下, 应根据县局设备有无利旧端口、智能城域网设备是否已覆盖等具体情况, 按 TCO 最优选择承载方案。

表 1 不同承载方式对应的业务承载造价测算方法

承载方式	业务造价测算方法
智网扩容	表 3 中序号 2 投资/20+序号 4 投资/20
智网新建	表 3 中序号 1 投资/20+序号 4 投资/20
波分扩容——县局 9600 设备	表 3 中序号 5 投资/2+序号 7 投资/20
波分新建——县局 9600 设备	表 3 中(序号 4 投资+序号 5 投资)/2+序号 7 投资/20
波分扩容——县局 1800 设备	表 3 中序号 5 投资/2+序号 6 投资/4
波分新建——县局 1800 设备	表 3 中(序号 4 投资+序号 5 投资)/2+序号 6 投资/4

表 2 不同建设内容对应的投资和运营成本

序号	建设内容	设备投资/万元	功耗/W	OPEX/(万/年)	提供接入的 10G 端口数量/个
1	新建 1 端 100G MAR	5.71	360	0.25	20
2	1 端 10GMAR 升级至 100G	2.98	50	0.04	20
5	新建 1 端波分乡镇节点公共单元	0.60	450	0.32	0
6	乡镇节点扩容 2 路 10G 端口	4.50	32	0.02	2
7	县局节点(1800V 设备)扩容 4 路 10G 端口	8.09	133	0.09	4
8	县局节点(9600 U32 设备)扩容 20 路 10G 端口	20.03	333	0.23	20

表 3 现网实际情况下不同建设方案的成本分析

建设方式	具体场景	投资/万元	新增可承载 OLT10G 上联业务数量/条	备注
新建智网 100G MAR	现有 10G 环路补点,并升级环路至 100G,按环上 4 端 MAR 测算	17.62	20×5	-
新建智网 100G MAR	现有 100G 环路补点	5.71	20×1	-
10G 智网 MAR 升级至 100G	整环升级,按环上 4 端 MAR 测算	11.91	20×4	-
新建县乡波分	县局设备有可利用旧端口	5.10	2	-
新建县乡波分	县局无可利用旧端口——县局 1800	13.19	2	县局冗余 2 个端口
新建县乡波分	县局无可利用旧端口——县局 9600	25.13	2	县局冗余 18 个端口
扩容县乡波分	县局设备有可利用旧端口	4.50	2	-
扩容县乡波分	县局无可利用旧端口——县局 1800	12.59	2	县局冗余 2 个端口
扩容县乡波分	县局无可利用旧端口——县局 9600	24.53	2	县局冗余 18 个端口

但若县乡波分尚未覆盖,则直接建设智能城域网设备统一承载基站和 OLT 上联业务更加节省投资。

### 1.3 OLT 上联智能城域网承载网络质量分析

#### 1.3.1 OLT—BRAS 时延测算

OLT 上联采用智能城域网承载的网络拓扑结构如图 4 所示。

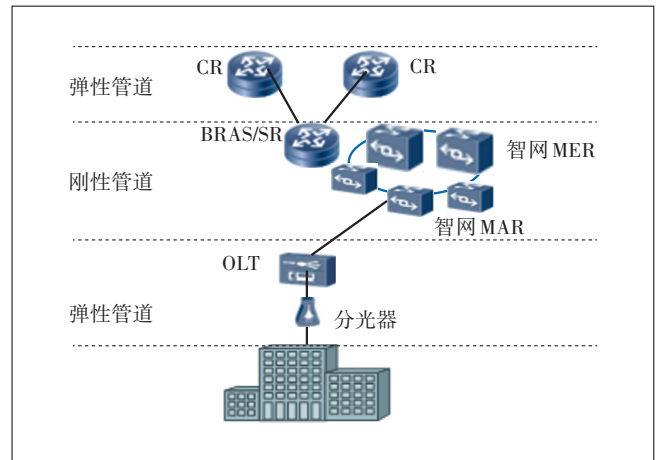


图 4 OLT 上联智能城域网承载网络拓扑示意图

智能城域网承载时延测算相关取值如表 4 所示。

表 4 时延测算相关取值

项目	测算时延取值	备注
光缆	5 μs/km	测算时统一取 40 km
智能城域网 MAR 设备	10 μs	流量不拥塞场景
智能城域网 MAR 设备	15 μs	

采用智能城域网承载时 OLT—BRAS 间的时延:

最小(对应仅经过 1 端 MAR 即到达 MER 场景,流量不拥塞)为:

$$40 \text{ km} \times 5 \text{ μs/km} + 10 \text{ μs} + 15 \text{ μs} = 225 \text{ μs}$$

最大(对应经过 3 端 MAR 到达 MER,环上 MAR 最多 6 个,流量不拥塞)为:

$$40 \text{ km} \times 5 \text{ μs/km} + 10 \text{ μs} \times 3 + 15 \text{ μs} = 245 \text{ μs}$$

可见,在流量不拥塞场景下,智能城域网承载时延远小于 10~100 ms 的业务应用感知时延,可保障用户感知。

#### 1.3.2 智能城域网接入环流量分析

从 1.3.1 的分析可知,流量是否拥塞,对业务时延影响较大,现对智网接入环承载流量进行测算,流量测算相关取值如表 5 所示。

则智能城域网接入环上流量测算值为:

$$5\text{G 流量}: 0.3 \text{ Gbit/s} \times 6 \times 4 = 7.2 \text{ Gbit/s}$$

$$\text{OLT 流量}: 2.7 \text{ Gbit/s} \times 2 \times 4 = 21.6 \text{ Gbit/s}$$

$$\text{环路承载流量合计}: 7.2 + 21.6 = 28.8 \text{ Gbit/s}$$

考虑到上述测算取值为平均值,同时考虑到流量突发时保障业务体验,建议智能城域网统一承载 OLT

表5 流量测算相关取值

项目	取值	备注
乡镇场景 5G 单站流量	0.3 Gbit/s	当前为 5G 业务发展初期, 实际流量较小, 采用“含中国电信用户, 按 4G 忙时均值的 6 倍预测”
单个 OLT 流量	2.7 Gbit/s	全省波分承载的 OLT 10G 端口流量平均值×2
环上 MAR 设备数量	4 台	平均数量, 原则上不超过 6 台
单个 MAR 接入 5G 基站数量	6 个	按乡镇场景目标接入设备基站收敛比测算
单个 MAR 接入 OLT 数	2 台	平均数量

上联业务时, 建设 100G 接入环路。

综合 1.3.1 的建设成本分析和 1.3.2 的网络质量分析, 给出如下建议。

智能城域网统一承载 OLT 上联业务有利于网络简化, 资源利用率高, 流量不拥塞场景下时延较低, 带宽保障及业务保护可保障用户感知。结合建设成本, 远郊乡镇的 OLT 上联承载方案可遵循“县乡波分已覆盖节点 TCO 最优做选择, 未覆盖节点建设智网统一承载”原则。

#### 1.4 X省联通现网试点情况

##### 1.4.1 业务需求及方案对比选择

原 BD 市、CZ 市的 4 个乡镇(郑州、苟各庄、七间房、龙化)行政划入 XA, 4 个乡镇的 8 台 OLT 上的业务需迁移至 XA。

OLT 上联业务承载方案对比如表 6 所示。从表 6 可以看出, 方案 3 节省投资效果显著, 因此推荐选择方

表6 OLT上联业务承载方案对比

方案	投资/万元	方案对比
方案 1: 新建波分	115.4	割接方案简单, 业务迁移对用户影响较小
方案 2: 利旧波分	67	利旧现有设备割接较为复杂, 业务迁移中断时间较长
方案 3: 智网统一承载	20	割接较为复杂, 业务迁移中断时间较长

案 3。

##### 1.4.2 业务部署方案

OLT 上承载的业务有: HIS、BTV、VOD、VoIP、互联网专线、TR069(ITMS)等。各类业务在智能城域网上采用 L2EVPN over SRv6 的方式承载, 在 MER 处终结。其中 BTV 业务的组播复制点在 OLT。

业务部署方案如图 5 所示。

## 2 智能城域网统一承载 2B 业务

### 2.1 X省联通 2B 业务速率及承载方式现状分析

X 省联通 2B 业务速率分布及近 2 年增长趋势如图 6 所示。

V<10M 业务虽然较多, 但主要是存量业务, 增速仅 10%。

10M≤V<1G 业务, 存量业务较多, 增速业务也较快, 是专线业务发展的重点区域。

V>1G 业务, 存量较少, 但增速很快。

目前 2B 业务主要由 MSTP 网络承载, MSTP 网络停止规模建设, 技术也停止发展演进。因此目前的承

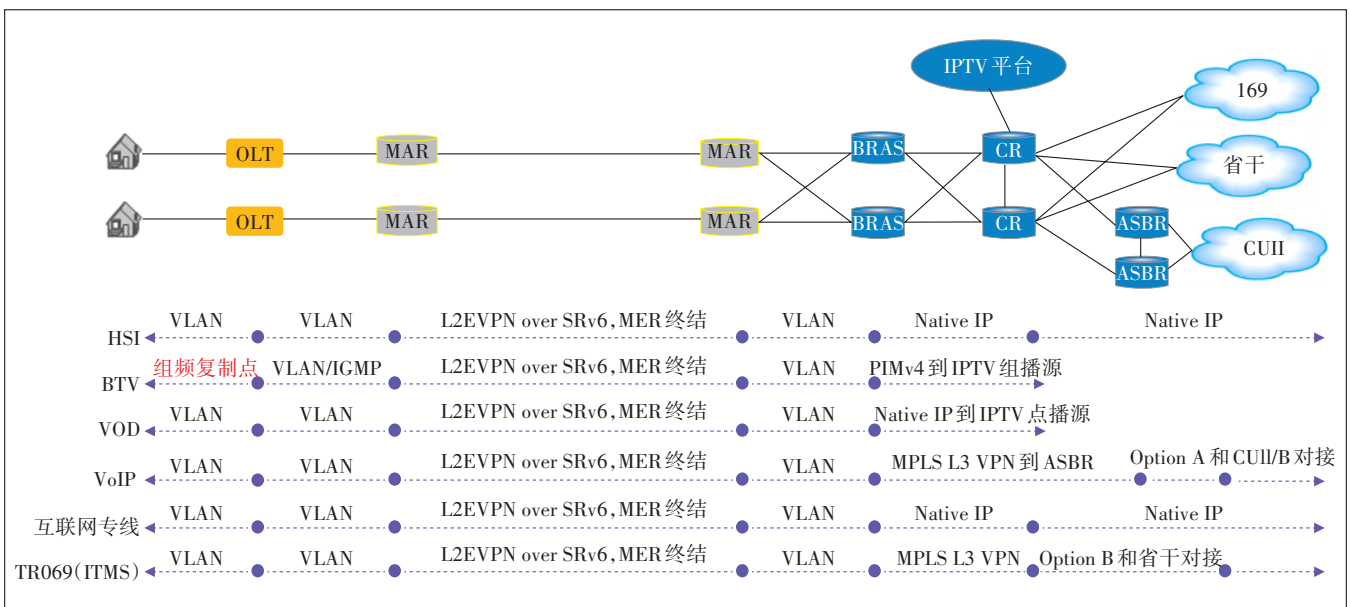


图5 智能城网统一 OLT 上联业务部署方案

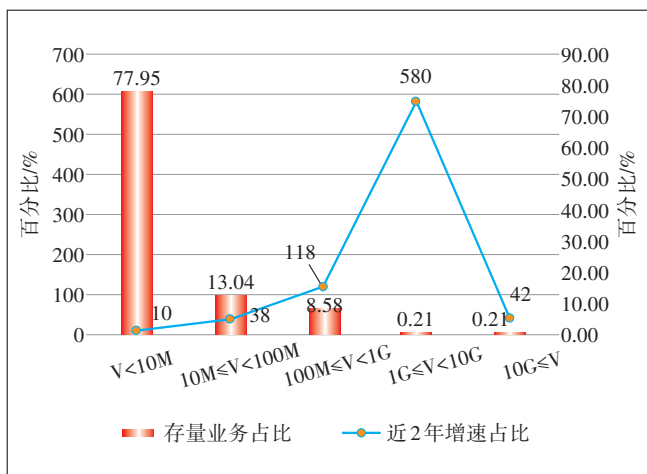


图6 X省联通2B业务速率分布及增速分析

载策略是,对于刚性管道需求的高价值业务采用成本较高的PeOTN承载,而对于非严格刚性管道需求的中价值业务,采用IPRAN或智能城域网承载。

V>1G业务所需带宽较大,一般也为高价值业务,因此通常用PeOTN承载,IPRAN和智能城域网重点协同承载V<1G业务。

### 2.2 IPRAN网络与智能城域网承载2B业务对比分析

X省联通IPRAN网络与智能城域网在网络质量、能力、成本的对比分析如表7所示。从表7可以看出:

- a) 目前智能城域网在政企业务较密集的城域覆盖规模已和IPRAN接近,且随着5G建设,覆盖率在快速增长。
- b) 基础架构节点上IPRAN和智网重复覆盖。
- c) 在网络质量、能力、成本上,智网承载2B业务比IPRAN更有竞争力。

表7 X省联通IPRAN网络与智能城域网对比

对比内容		IPRAN	智能城域网	说明
网络覆盖	城区基础架构节点覆盖率/%	98	66	智网城区已具备2B承载规模商用条件
	乡镇农村基础架构覆盖率/%	98	14	快速增长中,预计2021年底城区覆盖率将达100%
网络质量	成环率/%	62	100	智网成环有序推进中
	环上节点	存在超大环路	4~6	
	故障率	相对高	相对低	
网络能力	设备带宽	GE为主	10G为主	
	SDN	支持	支持	
	云网一体赋能	支持	支持	
网络成本	单GE建设造价/元	293	127	CAPEX
	单GE功耗/W	2.07	1.13	OPEX

因此,建议新增2B业务优先在智能城域网上承载,现有IPRAN承载的2B业务可根据客户需求、市场竞争、网络TCO情况,适时向智网迁移,退网IPRAN设备,实现TCO最优。

### 2.3 智能城域网SRv6+硬切片承载2B业务试点测试

X省联通在LF市进行了智能城域网承载2B业务的专线测试,测试情况如下。

测试业务为LF人民医院急救站—卫生急救中心1条2M带宽的业务,原业务由MSTP承载。测试总体方案如图7所示。

智能城域网承载时,全网端到端部署切片,MAR—MER—MCR之间创建FlexE切片,MAR—CPE创建信道化子接口切片。共创建3个切片:2B切片(带宽1G,采

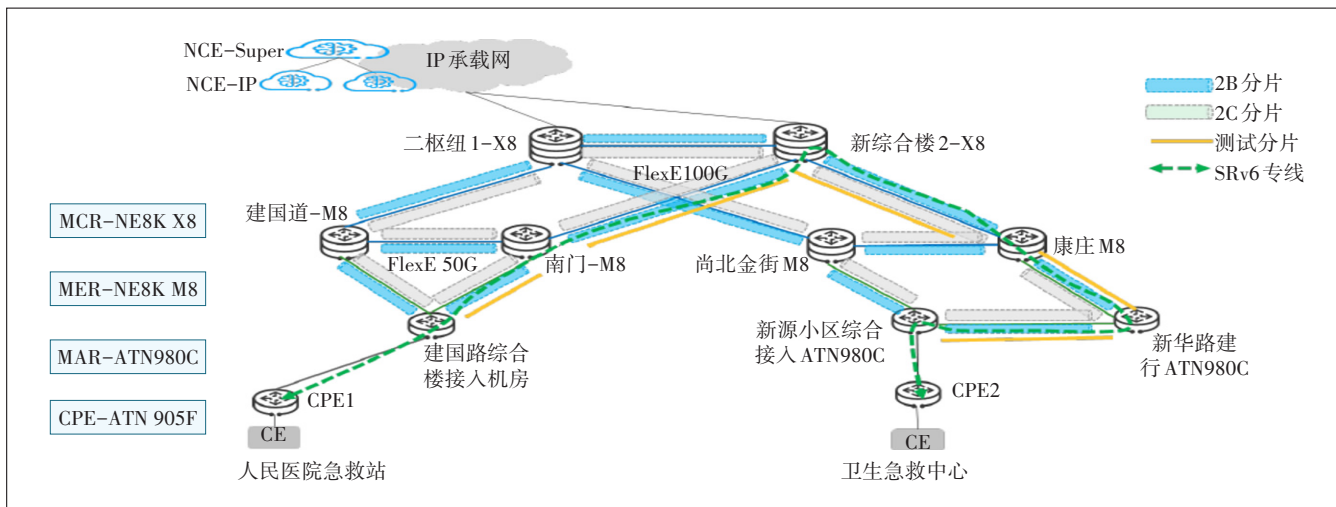


图7 LF智能城域网专线业务总体测试方案

用L2EVPN over SRv6技术承载专线业务)、测试切片(带宽1G,打流拥塞时对比使用)、2C切片(50环环路剩余带宽,承载基站业务)。

测试结果如下。

a) 智网切片专线时延优于MSTP专线(见表8)。

表8 时延测算结果

承载方式	人民医院侧/ms			急救中心侧/ms		
	平均时延	最大时延	最小时延	平均时延	最大时延	最小时延
MSTP承载	4	10	3	4	6	3
智网切片承载	2	9	1	2	3	1

b) 在1G带宽的测试切片里打入2G流量,制造拥塞后,测试切片内的业务时延、抖动和丢包率均劣化,但2B切片内的业务指标不受影响。

### 3 智能城域网统一承载2C业务

根据网络演进方向以及X省联通现有网络资源情况,对2C业务的承载方式给出如下建议。

a) 5G基站业务由智能城域网承载。

b) 新增4G基站业务优先由智能城域网承载,在利旧IPRAN承载TCO效益明显时,应利旧IPRAN承载。

c) 现有4G基站流量增长导致IPRAN网络带宽不足时,优先考虑将4G基站业务割接至智能城域网。

d) 现有IPRAN网络需进行超大环、长链优化改造时,统筹考虑将承载业务割接至智能城域网。

### 4 基于统一承载的IPRAN退网策略分析

根据以上分析,新增2B、2C业务优先由智能城域网承载,存量IPRAN承载的2B、2C业务结合业务需求、TCO情况适时向智能城域网迁移。

X省联通IPRAN设备数量较多,且有相当部分部署在非基础架构节点的末端接入机房,OPEX较高。基于此,提出基于智能城域网统一承载业务的IPRAN退网策略如下。

#### 4.1 总体原则

a) 分场景精准推进、TCO最优把控。

b) 除5G 2B专网外,原则上不单独为政企业务新建整端智网设备。

c) 业务坚持按综合业务区归属规范接入。

d) 非架构节点的IPRAN设备加速腾退,腾退投资回收期原则上在2年内。

#### 4.2 非架构节点IPRAN设备腾退策略

场景1:综合业务接入区内所有架构节点均已部署智网设备。优先加速腾退IPRAN,按TCO最优方式扩容智网设备,原则上腾退投资回收期在2年内或专线投资回收期在0.5年内。

场景2:综合业务接入区内部分架构节点均已部署智网设备。按TCO最优方式接入智网或IPRAN设备,扩容智网设备的TCO原则同场景一,接入智网的TCO应考虑退网IPRAN节省的OPEX。

场景3:综合业务接入区内全部架构节点均未部署智网设备。暂不进行架构节点内的IPRAN腾退。腾退IPRAN再利用场景:

a) 客户侧CPE利旧,尤其是客户中心机房等场景。

b) 省内/省际调拨盘活。

c) 作为备品备件使用。

### 5 结束语

城域网层面智能城域网统一承载2C、2B、2H业务是中国联通城域网演进的方向,本文主要从X省联通的实际网络情况出发,提出了不同场景下智能城域网统一承载各类业务,加速向目标架构演进的具体策略,对降低网络TCO、提升竞争力有一定的借鉴意义。

随着通信云DC布局的不断深入、网络能力资源池(vBRAS等)的逐步建设以及MEC节点规模的持续扩大,智能城域网统一承载业务策略还需继续研究。

#### 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] 薛强,屠礼彪.面向5G的新型城域承载网的建设思路探讨与实践[J].邮电设计技术,2020,527(1):30-36.  
[3] 李彤,马季春.云化背景下运营商数据网演进思路探讨[J].邮电设计技术,2017(10).  
[4] 张啸,霍磊,钱永良.智能城域网FlexE技术应用与探讨[J].通信技术,2020,345(9):227-233.

#### 作者简介:

刘洋,高级工程师,学士,主要从事承载网络的规划、建设和管理工作;胥俊丞,高级工程师,硕士,主要从事承载网络的咨询、规划和设计工作;屠礼彪,高级工程师,硕士,主要从事承载网络的规划、建设和管理工作;兰克勤,高级工程师,硕士,主要从事通信网络的规划、建设和管理工作;唐迪,高级工程师,硕士,主要从事通信网络的规划、建设和管理工作。