

# 5G 新型网络架构下的 承载网设备自动上线方式研究

Research on Automatic Online Methods of Bearer Network  
Equipment Under 5G New Network Architecture

张旭<sup>1</sup>,薛强<sup>2</sup>,孟丽珠<sup>1</sup>,陈燕<sup>1</sup>(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司,北京 100048;2. 中国联通广东分公司,广东 广州 510000)

Zhang Xu<sup>1</sup>,Xue Qiang<sup>2</sup>,Meng Lizhu<sup>1</sup>,Chen Yan<sup>1</sup>(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China;2. China Unicom Guangdong Branch, Guangzhou 510000, China)

## 摘要:

随着5G时代的到来,5G承载网设备数量增多,在智能化、SDN化的网络趋势下网络设备的自动上线变得尤为重要。目前主流的设备自动上线方式有DCN自通和ZTP自通2种,这2种方式各有优势。对这2种设备自动上线方式进行详细的研究分析,探寻一种适合5G承载网使用的设备自动上线方式。

## 关键词:

5G承载网;设备自通;DCN

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.11.004

文章编号:1007-3043(2022)11-0021-04

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:

With the advent of 5G era, the number of 5G bearer network equipment is increasing. Under the trend of intelligent and SDN network, the automatic online mode of network equipment becomes particularly important. At present, the mainstream automatic online modes of equipment include DCN and ZTP, which have their own advantages. The two equipment automatic online modes are studied and analyzed in detail, and the suitable mode for 5G bearer network is find out.

## Keywords:

5G bearer network;Auto-online;DCN

**引用格式:**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.

## 1 概述

随着万物互联时代的到来,在国家战略与政策扶持下5G网络等新型基础设施建设飞速发展,同时5G流量需求相较于4G也产生了巨大变化,为满足5G流量的承载需求,中国联通推出了新型智能城域网架构。5G新型智能城域网架构首先需要解决海量的5G基站设备上线问题。基站遍布全国各地,传统的基站内设备上线一般是人工配置,但部分基站受地理环境影响,无法人工配置,且人工配置设备上线的效率较

低。为了解决这一难题,设备自动上线技术应运而生。目前主流的设备上线技术有2种,一种是ZTP(Zero Touch Provision)自通,一种是以国内厂商为主的DCN(Data Communication Network)自通,本文将对这2种设备自动上线技术进行详细研究分析,旨在探索一种面向5G承载网的适合新型智能城域网架构的设备自动上线技术。

## 2 5G承载网基本架构

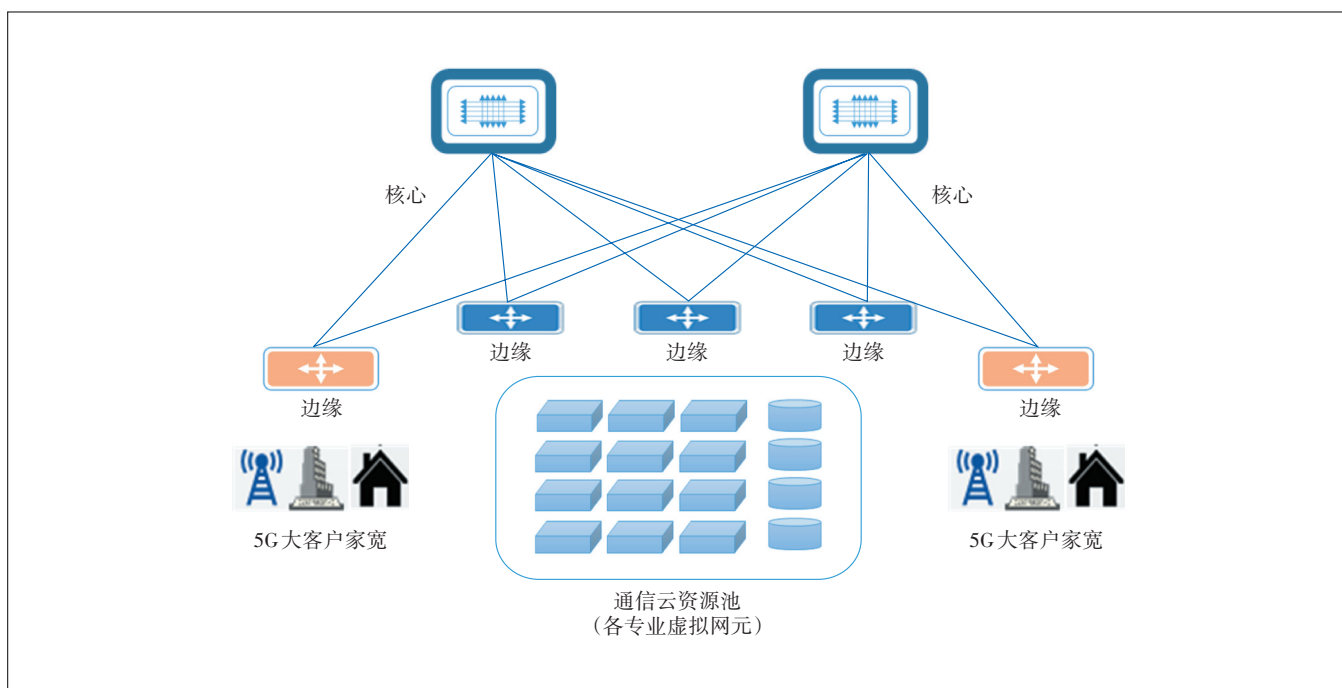
5G网络具有大带宽、低时延、高可靠性等特点,这些新需求推动5G承载网络重构,向云化、泛在化、开放化、智能化的方向演进。新型智能城域网以5G发展为

收稿日期:2022-10-25

契机,采用“网络做减法,能力做加法”的设计思路,向着网络协议和网络设备简化、网络控制和网络管理智能化的目标发展,以通信云DC为中心的资源池提供云化网元的支持,面向云化网元和用户实现综合承载。新型智能城域网采用核心+边缘转发架构,实现网络架构的简化,采用多种边缘设备,实现5G、家庭宽带、大客户、通信云等业务的融合承载。

图1所示为新型智能城域网架构,具备以下优点。

- a) 完全满足云网一体化、池化的承载要求。
- b) 采用标准模块DC架构,规划简单、上线速度快。
- c) 架构可以根据业务发展按需分裂扩容。
- d) 灵活的南北向、东西向流量规划和扩容。
- e) 灵活的业务布放,业务可以布放到任意资源池。
- f) 向自动化运维演进,标准化模块架构便于维护



自动化。

通过引入SR协议和SDN控制器,使用简化的网络设备,新型智能城域网实现业务的分布式转发和集中控制,达到业务发放自动化和网络管理智能化的目的。新型智能城域网可融合承载现有城域网络的各种业务,同时其灵活的业务系统也为5G时代引入的新业务提供支持。

### 3 DCN自通原理及应用

DCN设备自通技术是指在网络中,设备上电后自动使能DCN功能,通过设备的一系列自动化配置完成上线的过程,具体的方法如图2所示。

待上线接入设备A1(以下简称A1)上电后,自动创建网管自通环回口,根据默认规则生成32位管理IP地址,自动创建OSPF进程与DCN VRF,在使能网管自

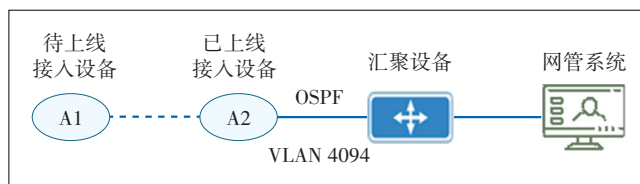


图2 DCN自通示意图

通的接口上,使用特定的VLAN创建子接口并绑定DCN VRF,借用网管自通loopback作为接口IP地址。

该子接口缺省使能OSPF协议,使用OSPF标准流程进行协商、路由计算建立OSPF邻居关系。OSPF邻居关系建立之后,A1生成IP路由表,并发送LSA报文,在LSA报文中携带A1的拓扑属性信息以及新创建的IP地址(NEIP)、设备厂家标识、设备型号、设备MAC、NEID等信息。

同时该子接口自动运行LLDP协议,各网元通过

LLDP协议的TLV报文,向对端网元通告IP地址,保证邻居网元IP被正确发现。TLV报文携带本端的管理IP和端口MAC用于IP-MAC的绑定,通过TLV报文各网元成功学到对端网元的MAC。

汇聚设备收到A1泛洪的LSA信息之后,会解析该报文信息,并封装为SNMP TRAP报文发送到网管系统,网管系统解析后取待接入设备A1的NEIP,实现路由可达和设备管理,A1上线成功。

使用以上方法,设备上电后可打通设备与网管系统之间的管理通道,进而通过网管系统对设备进行一系列的维护和业务配置操作。因此能够在不需要人工配置IP/MPLS路由协议的情况下实现设备的DCN自通,进而减少设备上线的人工配置工作,提高设备上线效率。

该方法目前在国内的IPRAN网络中普遍使用,在国内厂商之间也形成了相对统一的规范,因此即使网内设备为异厂家,只要支持该规范即可实现异厂家设备DCN自动上线。中国电信与中国联通的IPRAN网络均使用这种方法实现设备自动上线。

#### 4 ZTP自通原理及应用

ZTP自通部署方式基本原理是使用DHCP协议的标准协商过程使待上线的设备获取IP,随后设备通过该IP获取上线所需的配置等。目前主流设备厂商之间关于该方式的实现原理基本一致,但是在实现方式上略有不同。下面以一种较通用的方法为例进行阐述说明,具体如图3所示。

首先运维人员根据设备序列号信息在DHCP服务器中设置好需要返回给待上线设备与邻接设备相连的端口地址、网管和待上线设备需要运行的最终配置文件的URL。待接入设备启动时自动在所有端口发送DHCP request报文,并在DHCP option 61 (Client identifier)传递设备的序列号。然后邻接设备做DHCP中继代理,将待接入设备的请求发送到DHCP服务器。接下来DHCP服务器向新设备返回IP地址、网关、文件服务器地址和最终配置文件的URL。接入设备从网管系统下载需要运行的配置文件并自动运行配置文件中的所有配置命令,完成上线。如果设备没有获取到DHCP地址和配置文件,用户随时可通过Console口对设备进行配置。

通过以上方法,待上线设备可以简单、方便地获取IP地址,从而打通网管与设备之间的路由,实现设

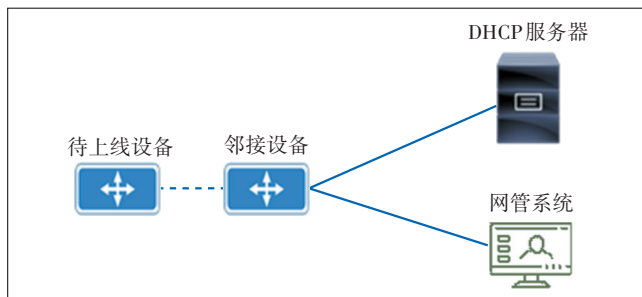


图3 ZTP上线示意图

备自动上线。DHCP作为一种标准协议,所有厂家均可支持,因此可以广泛应用于各种网络中的设备自动上线。在DCN设备自动上线技术出现之前,国内与国外的运营商大都使用这种方法进行设备上线。

#### 5 DCN自通与ZTP自通的对比分析

在国内外的运营商网络中ZTP与DCN 2种设备自动上线的技术均有应用,因实现方式不同,具体应用时也会存在差异,各有利弊,表1是对2种设备自动上线技术的比较。

由表1可以看出,DCN自通的上线方式拥有上线灵活度高、上线效率高、无需提前进行大量的强规划等优点,目前中国电信与中国联通在使用这种设备自动上线方式。而ZTP自通的上线方式虽然流程简单且适用范围广,但需提前规划好每台设备的管理IP、接口IP、上线顺序以及设备协议配置等内容,上线人员需做大量的工作,容错性及上线效率并不高。

#### 6 基于5G承载网的DCN自通测试

基于以上研究,在5G承载网智能城域网上对DCN自通的方式进行测试验证。测试拓扑如图4所示,由2台核心设备MCR、2台汇聚设备MER、3台接入设备MAR组成基本的智能城域网架构。基于此测试拓扑模拟接入设备MAR使用DCN的方式自动上线。

测试时依据尽量模拟现网的原则,同城(市)核心、汇聚、接入设备尽量用不同设备厂家的,同时考虑接入设备与汇聚设备的不同组合,核心设备与汇聚设备的不同组合,接入与汇聚厂家互通端口为10GE,汇聚与核心之间互通使用100GE端口。

经过测试发现,国内厂商的设备均能使用DCN自通的方式完成上线,并完成初始化配置,且即使核心、汇聚、接入为不同厂家的设备,也可实现自动上线。该测试证明了DCN自通方式在5G承载网智能城域网

表1 ZTP与DCN2种上线方式比较

比较项目	DCN自通	ZTP自通
提前规划	提前规划预留厂家设备的IP网段以及各环的IP地址,根据上线设备信息重新分配IP	根据客户提供的站点连接信息,进行详尽规划,包括端口、IP地址、上下游Relay关系、IGP协议,生成DHCP服务器信息和配置脚本
自通过程	正常上电,完成设备自动上线,网管修改网元IP至规划值,完成远程调测	正常上电,设备执行初始化脚本,动态获取IP,完成远程调测;若设备未自动获取IP,需手工配置
上线效率	整体业务配置效率低,但是DCN上线效率很高,基本可以做到即插即用	业务配置效率高,但是上线效率低
容错性	容错性好,网元的管理不依赖业务的配置	容错性差,对于开局过程中复杂的情况基本没有适应性,例如分包商端口连接错误,IP配置错误,配置误删除等。
标准协议	非标准协议,需扩展OSPF协议以及LLDP协议等	标准协议,对设备协议栈无须改动
流程复杂性	流程复杂	流程简单标准
适用性	中国电信、中国联通	全球适用
对设备的依赖程度	需汇聚设备(GNE)负责报文上报	需DHCP Relay设备负责报文上报
上线顺序	不受上线顺序限制,可多台设备同时上线	需按顺序上线,不可多台设备同时上线

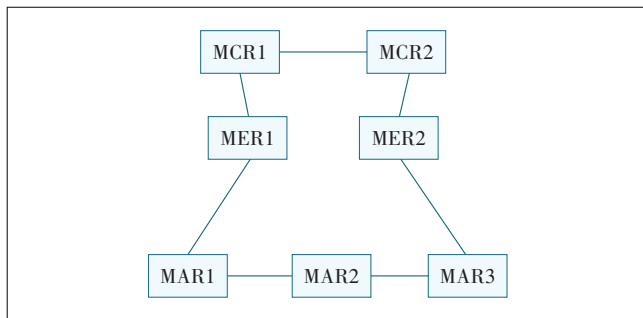


图4 智能城域网设备自动上线测试拓扑

的可行性,同时也表明DCN自通的方式更适用于5G时代的运营商网络。

## 7 结束语

通过对DCN自通以及ZTP自通2种自动上线方式的研究分析可以看出,使用DCN自通技术实现设备上电时,人工参与的过程更少,自动化程度更高。在5G时代,机房局址较多且局址分散范围广的情况下,设备上电时人工参与的程度越小越好。而随着网络SDN化、网络结构改变、业务综合承载,网络设备数量随之增多,网络转控分离的需求愈加突出。综合以上的分析,在5G时代国内运营商网络如果使用DCN自通的上线方式,将有效降低人力成本和网络设备上电的复杂度,实现设备高效快速上线。

### 参考文献:

[1] 朱琳,王光全,杨艳松,等.一种SDN设备自动上线的方法、SDN设备和控制器:CN201710576426.5[P].2017-10-20.  
[2] 孙嘉琪,杨广铭,卢泉,等.一种网元即插即管理的方法、路由器和

系统:CN201410515835.0[P].2016-04-27.

[3] 周劲松,晏炳文,陈育,等.一种DCN自通的方法及系统:CN201510010366.1[P].2015-04-08.  
[4] LIM S B, RADIA S, WONG T K, et al. Secure DHCP server: US1997022114[P].1998-06-18.  
[5] WACKER M, RENTSCHLER M, MOHL D, et al. Method for configuring a DHCP server using DHCP Option 82: US 2009/0279454 A1 [P].2009-11-12.  
[6] 文荣,李凯达,王志谦. DHCP Client按Option60分流的研究与实现[J].中国教育网络,2011(2):3.  
[7] 李莹,袁博.一种DHCP服务器备份的实现方法及系统:CN200910225585.6[P].2010-06-09.  
[8] 黄小花.浅析DHCP服务器的运行机制[J].无线互联科技,2015(4):21,49.  
[9] SWINDELL R R. Secure zero-touch provisioning of remote management controller:US12551068[P].2011-02-17.  
[10] 肖福帝.DCN技术在IPRAN网络中的应用[J].数字通信世界,2018(7):213.  
[11] 吴伟,张文强,杨广铭,等.5G承载网的"SRv6+EVPN"技术研究与规模部署[J].电信科学,2020,36(8):43-52.  
[12] 陈伟东.5G承载网需求及建设策略研究[J].智能城市应用,2019,2(6).  
[13] 于存谦.光数据中心网络中的虚拟化技术研究[D].沈阳:东北大学,2016.  
[14] 沙志浩.DCN技术在PTN网络中的研究与应用[D].北京:北京邮电大学,2012.

### 作者简介:

张旭,毕业于郑州大学,硕士,主要从事数据网络相关的技术研究工作;薛强,毕业于中山大学,博士,主要从事数据网络相关的技术研究工作;孟丽珠,毕业于西安电子科技大学,硕士,主要从事数据网络相关的技术研究工作;陈燕,毕业于悉尼大学,硕士,主要从事数据网络相关的技术研究工作。