

浅谈5G微站网络管理系统

Discussion on Network Management System for 5G Micro-stations

王东洋¹,唐锦坤²,李德屹¹,郭希蕊¹,张涛¹,李福昌¹(1. 中国联通研究院,北京 100048;2. 京信网络系统股份有限公司,广东 广州 510663)

Wang Dongyang¹,Tang Jinkun²,Li Deyi¹,Guo Xirui¹,Zhang Tao¹,Li Fuchang¹(1. China Unicom Network Technology Research Institute,Beijing 100048,China;2. Comba Network Systems Company Limited,Guangzhou 510663,China)

摘要:

5G微站广泛应用于室内分布系统以及室外热点区域补弱补强,同时还应用于垂直行业5G专网。为了更好推动5G微站系列产品应用,提出建立统一的5G微站网管系统,统一南向接口和数据模型,屏蔽设备厂商、产品类型的差异性,兼容4G微站产品,从而更好接入并服务好运营商网络,加速垂直行业专网部署。

关键词:

5G微站;南向接口网管;平台

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.10.009

文章编号:1007-3043(2022)10-0042-07

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

5G micro base stations are widely used to indoor distribution systems and outdoor hot spot areas, as well as 5G private networks in vertical industries. In order to better promote the application of 5G micro series products, it proposes to establish a unified 5G network management system, unify the southern interface and data model, avoid the differences of equipment manufacturers and product types, and also accommodate the 4G micro products. Through the network management system, the operator network can be better accessed and served, and the vertical industry private network deployment can be accelerated.

Keywords:

5G micro station; Southern interface network management system; Platform

引用格式:王东洋,唐锦坤,李德屹,等. 浅谈5G微站网络管理系统[J]. 邮电设计技术,2022(10):42-48.

0 前言

伴随着5G网络技术成熟度提高,以及软件、硬件解耦趋势加速,技术门槛难度日益降低,便于更多厂商加入5G设备的研发与生产,也促使5G设备形态日益多样化,一方面有利于5G产业链规模壮大和完善,尤其是加速垂直行业的推广和应用,但是另外一方面众多厂商及产品形态也给网络维护和运营增添了很多困难,这也是4G微站没有大规模推广和应用的痛点之一。本文建议基于一个通用的5G微站设备网络管

理系统(OMC-R)来统一管控5G微站设备,规避厂商间和产品间差异化,后向兼容4G微站、直放站产品,来满足运营商、行业应用的建设和运维需求,从而加速4G、5G微站产业链快速、健康发展。

1 网络管理系统功能需求

1.1 5G微站网管系统定位

一般来说,设备的网络管理系统是设备产品的操作系统,也是该产品的重要配套系统。5G微站网络管理系统是面向5G各类型微站设备的网络管理实体,它通过南向接口接入和管理5G微站的网元设备,负责5G微站网络的操作、管理、维护和指配,同时通过北向

收稿日期:2022-08-26

接口将网络管理数据传送到综合网管系统,并接受综合网管管理。5G 微站网络管理系统(OMC-R)在网络中的具体位置如图 1 所示。

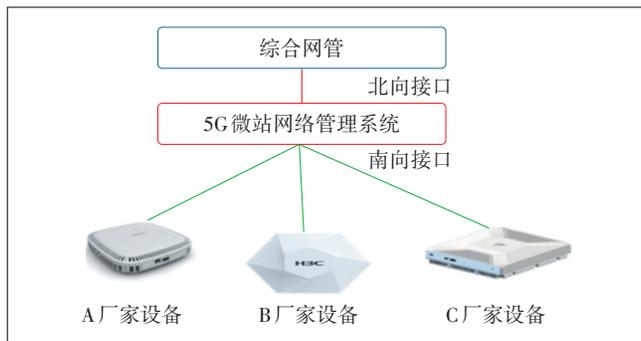


图 1 5G 微站网络管理系统

南向接口是满足 5G 微站接受并向运营商提供网络管理功能和业务的通道,该接口根据功能的不同分别定义了一系列模块,如配置管理、性能管理、故障管理、维护管理、MR 管理等。在实际接入中,5G 微站产品形态不完全一致,如 5G 分布式微站分 3 级架构,5G 一体化微站就只有 1 个网元,所以网管系统尤其是南向接口的实现具有一定复杂性。

北向接口是连接通信设备与运营者的渠道接口,主要向上层应用系统上报资源数据、告警数据、PM 数据、MR 数据等,该接口通过行业标准、企业规范来进行定义和统一。

1.2 南向接口

南向接口是 5G 微站网络管理系统核心部分之一,是连接与管理网络设备的枢纽和渠道,它将网络管理系统、业务指令映射到设备上,同时又将设备运行数据汇聚到网管系统,甚至到更高层次应用。

南向接口需要有通用和完善的通信协议,其次需要对网管系统各个功能需求进行定义、分析与设计,以满足管理和业务需求。

1.2.1 南向接口协议

5G 微站网络管理系统南向接口基于第三方组织(Broadband Forum)发布的 TR 069 协议(CWMP)来进行标准化和开发,TR 069 协议栈如表 1 所示。

TR 069 协议还可以扩展至 4G 微站、宏基站类产品,作为其南向接口标准协议对该类产品进行接入和管控。

TR 069 协议由于需要使用 HTTP 作为信息传输的主要承载,通常基于 TCP 及安全传输协议 SSL/TLS 来确保信息传输安全,HTTP 协议栈如表 2 所示。

表 1 TR 069 协议栈

名称	通信协议
远程过程调研	RPC Methods
简单对象访问协议	SOAP
超文本传输协议	HTTP
安全传输协议	SSL/TLS
TCP/IP 协议	TCP/IP

表 2 HTTP 协议栈

名称	通信协议
应用层	HTTP
表示层	TCP
会话层	
传输层	
网络层	IP
数据链路层	DL
物理层	PHY

南向接口消息的具体内容使用 SOAP 包进行封装,SOAP 包是一个由 SOAP 头(SOAP Head)和 SOAP 体(SOAP Body)组成的 XML 文档;另外还需要定义一组过程调用(RPC)策略,定义通用数据模型和规范管理参数,使得网管系统和 5G 微站通过基于 SOAP 的远程接口方法调用实现管理和控制。

由于 4G/5G 直放站产品采用信号馈入方式,与微站形态差异较大,该类产品南向接口协议已有国家行业标准进行规范。对于其他类网络产品,网关采用 Webservice 协议,路由器、交换机则采用 SNMP 和 TCP/IP 协议。

1.2.2 南向接口管理功能

网络管理系统基于南向接口向网络运营商提供网络管理功能和业务,在这里网管是网络管理实体,负责社会化基站网络的操作、管理、维护和指配(OAM&P),而微站为被管实体,接受网管的管理,南向接口则是管理通道。

南向接口定义了一系列接口对象,如配置管理接口、性能管理接口、故障管理接口、维护管理接口、MR 管理接口等,其中每种接口又包括接口功能需求、接口分析和接口设计 3 部分。

a) 配置管理接口。该接口功能从微站设备中实时获取配置参数数据,主要包括配置参数查询功能、配置参数修改功能和配置参数变更上报功能。其中查询功能包括配置参数名称查询和配置参数值查询;配置参数修改功能包括配置参数修改、配置参数项新

增和配置参数项删除,具体如图2所示。

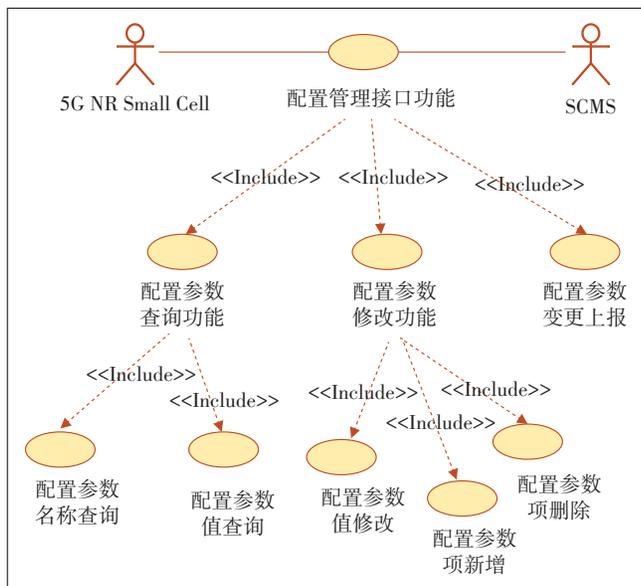


图2 配置管理接口功能用例图

b) 性能管理接口。该接口功能主要包括性能测量任务定制和性能采集。其中性能测量任务定制包括定制是否开启、采集时间、采集周期、上报路径等,以满足网管性能采集相关的功能业务需求;性能采集活动是指网管定期接收社会化基站上传的性能数据,以便后续进行性能数据的解析和计算,包括性能数据文件定时上传、上传结果通知。图3给出了性能管理接口功能用例图。

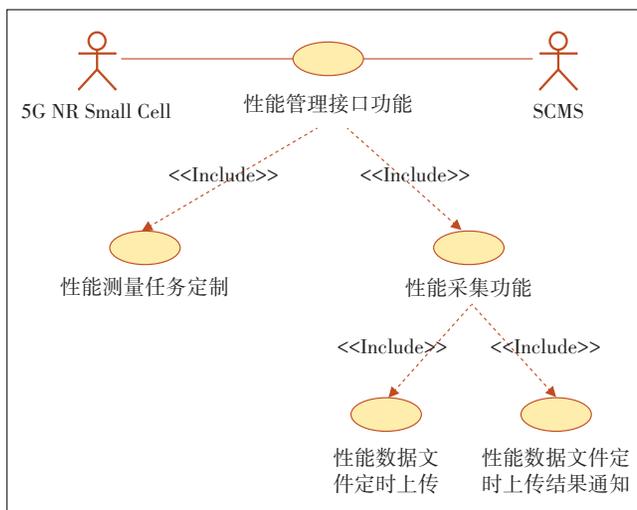


图3 性能管理接口功能用例图

c) 故障管理接口。该接口功能主要包括告警实时上报和告警同步。所谓实时告警上报功能,是指微站主动发送事件报告到网管系统来实现设备的实时告警,即微站将实时产生的告警信息主动通知网管系统,网管系统进行相应的处理。告警同步活动指网管发起针对微站设备的告警参数信息查询,包含参数名称与参数值,网管自身进行告警信息的匹配操作,并进行相应的处理。

d) 维护管理接口。该接口主要包括设备在线通知、设备重启功能、软件升级功能、恢复出厂设置、设备日志采集功能、设备日志任务定制、设备信息文件管理功能,如图4所示。

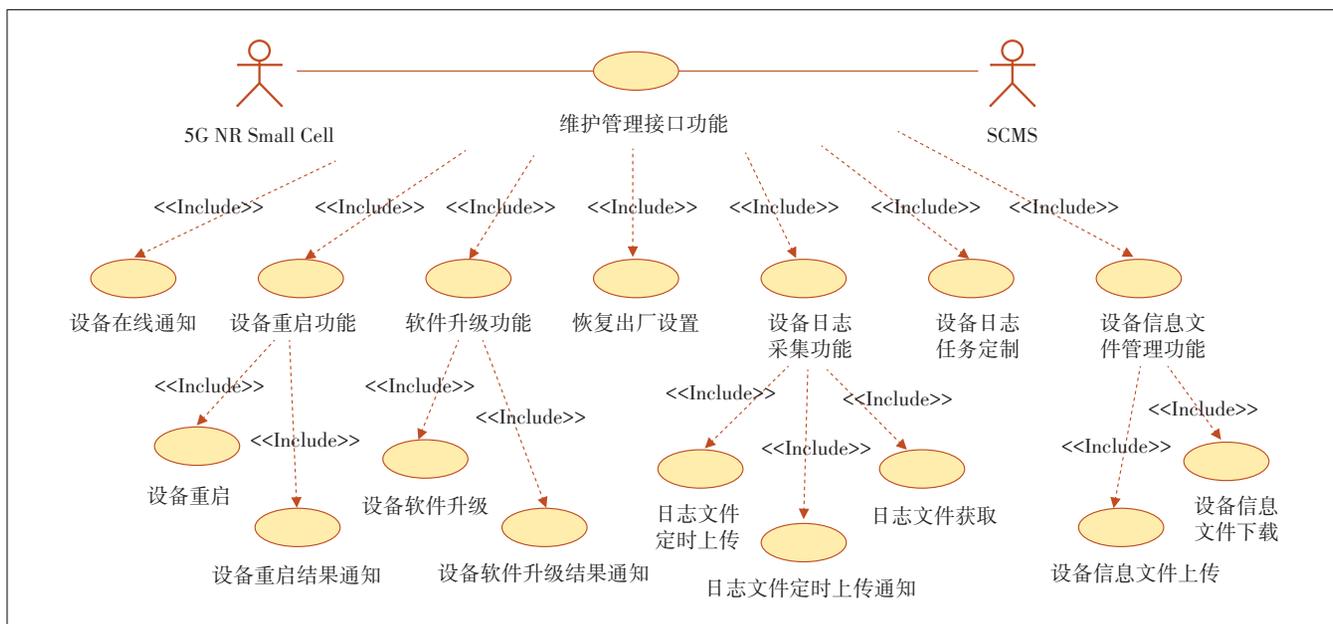


图4 状态管理接口功能用例图

微站设备成功接入网管系统,则定时发送心跳消息,通知网管该基站设备在线,并接受网管系统对其进行诸如重启、升级、日志管理、信息文件管理等操作。

e) MR 管理接口。该接口功能包括 MR 测量任务定制、MR 采集功能。其中 MR 测量任务定制功能包括定制功能是否开启、采样周期、采集周期、采集开始结束时间、上报路径等,以满足网管 MR 采集相关的功能业务需求;MR 采集活动是指网管系统定期接收微站设备上传的 MR 文件,以便后续进行 MR 文件的解析和计算。

1.2.3 南向接口数据集模型

在定义完接口协议、接口功能管理模型后,还需对南向接口数据集进行分类、定义。首先将参数分为设备信息参数管理、软件版本参数管理、基站网管参数管理、告警参数管理等 17 大类,如表 3 所示。其次定义参数名称、参数类型、参数功能、字符段类型等数据,进一步完善和满足网管系统数据库建设要求,同时规避了不同产品的差异。

表 3 南向接口数据集模型

参数管理类别	参数管理说明
DeviceInfo	设备信息参数管理
SoftwareCtrl	软件版本参数管理
ManagementServer	基站网管参数管理
FaultMgmt	告警参数管理
DeviceLogMgmt	日志参数管理
Services.FAPService.{i}.FAPControl.NR	基站配置参数管理
Services.FAPService.{i}.Capabilities.NR	基站能力参数管理
Services.FAPService.{i}.CellConfig.{i}.NR	小区服务参数管理(总体)
Services.FAPService.{i}.CellConfig.{i}.NR.RAN	RAN 协议栈参数
Services.FAPService.{i}.CellConfig.{i}.NR.RAN.NeighborList	邻区参数管理
Services.FAPService.{i}.CellConfig.{i}.NR.RAN.Mobility	移动性参数管理
Services.FAPService.{i}.Transport.SCTP	SCTP 参数管理
WANDevice	WAN 口配置参数管理
Time	时间服务器参数管理
FAP.GPS	GPS 信息参数管理
FAP.MRMgmt	MR 参数管理
FAP.PerfMgmt	性能参数管理

基于表 3 的参数分类衍生出近千个基础参数,分别代表不同功能和属性,并映射至设备系统最底层通信协议数据,最终形成网管系统各项功能的数据源和执行点。

1.3 北向接口

5G 微站网管系统支持 FTP/SFTP、SOCKET 等北向接口类型,而且每种接口应支持不少于 20 个的并发连接能力。北向接口的具体要求如下。

a) FTP 文件接口。资源、性能、MR 等数据应支持通过 FTP 采集、FTP/SFTP 文件接口北向传输。

b) SOCKET 接口。实时告警应支持通过 SOCKET 接口实现实时采集和实时北向传输。

c) RestFul API 接口。支持并提供 Open API,开放关键的网元管理、网络管理服务等,支持第三方 APP 调用。

根据信息归类,FTP 采集的数据进一步细分为基站配置、小区配置、CU/DU 配置、AAU 配置、板卡配置、天线配置、5G 基站参数、5G 小区参数、波束管理参数、QoS 及切片类配置、告警过滤规则配置、License 配置、基站性能、小区性能等数据。

5G 微站网管系统 Open API 接口及其调用是网管能力开放体系的重要组成部分,提供 API 接口,开放关键的网元管理、网络管理服务等,支持第三方平台的接入,API 提供的服务应包括:对网元和网管的配置、参数等下发配置和修改指令,以及对网元和网管的配置、性能、告警、MR 等指标进行自定义组合查询,并将查询结果反馈到第三方平台等。

2 网络管理架构

2.1 系统架构

网管系统采用当前流行的基于云平台的微服务架构模式,该模式不仅容量大,还可动态扩展,满足 5G 微站监控、运维的需求。网管系统的云服务架构分为 3 层:SaaS、PaaS、IaaS,具体的系统架构如图 5 所示。

a) SaaS:云应用程序服务层。通过网络向网络运营人员提供网络管理的应用程序和服务,除日常通用管理模块和功能外,还提供个性化服务、定制管理、自定义模块等特色需求功能,满足 5G 微站日常维护和优化需求。

b) PaaS:云平台服务层。为应用程序服务层提供业务云组件、云业务服务功能。该层主要包括网管基础服务和第三方组件两大部分。网管基础服务由业务处理层、通信处理层组成,前者包含了 API 接口、北向接口、配置管理、告警服务、文件存储服务、安全服务、日志服务等各种功能模块,后者是 CWMP 通信服务、网关通信服务、CSP3 通信服务、文件通信服务等通

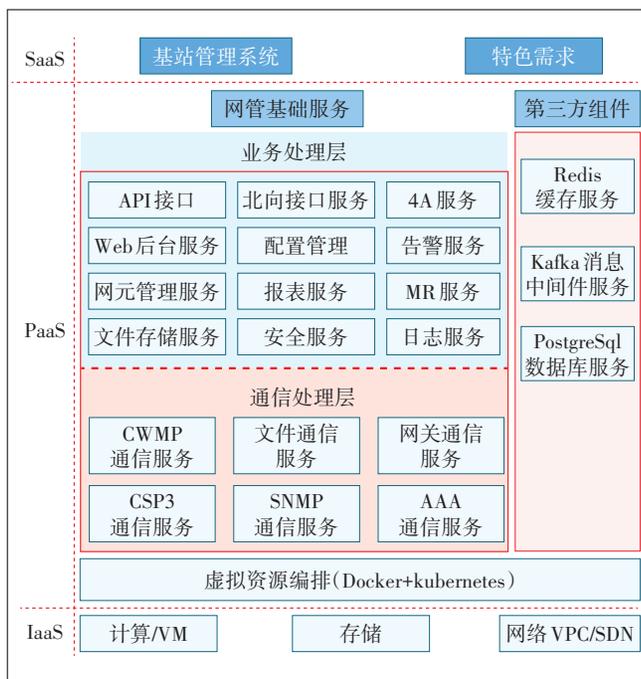


图5 5G 微站网管系统架构

信标准协议。第三方组件主要是应用在数据库、Web 服务的通用组件,如 Redis 缓存服务、Kafka 消息中间件服务等。

c) IaaS: 基础服务层。通过虚拟化技术为组织提

供云计算基础资源服务,主要包括数据采集、存储数据库、数据运算等。

2.2 功能模块架构

5G 微站网管系统功能模块从下至上分别由资源层、数据采集层、数据处理层、数据存储层、业务模块层、功能展示层共 6 部分组成,各功能层分工明确,层级之间分别配置不同的接口、协议来进行调用和配置管理,整体上来说下层服务于上层,并接受上层管理,具体如图 6 所示。

功能展示层包括告警视图、资源视图、报表视图、日志视图和系统管理等,该功能层是管理者与网管系统的交互界面,首先以图表形式呈现网管系统的状态数据和性能数据,其次是管理者进行系统管理的接口,如进行系统配置、报表定制以及告警处理等,后期还可以基于大数据技术进行智能化管理,如结合设备告警、性能数据、MR 测量数据,进行综合分析,对设备参数进行智能化配置和优化。

业务模块层服务于功能展示层,是对功能展示层各项功能和管理进行分解,同时又对数据存储层进行管理。该层主要由告警管理、资源管理、统计分析、任务管理、拓扑管理、业务管理、安全管理、系统管理、日志管理、GIS 管理、流量管理等关键模块组成。

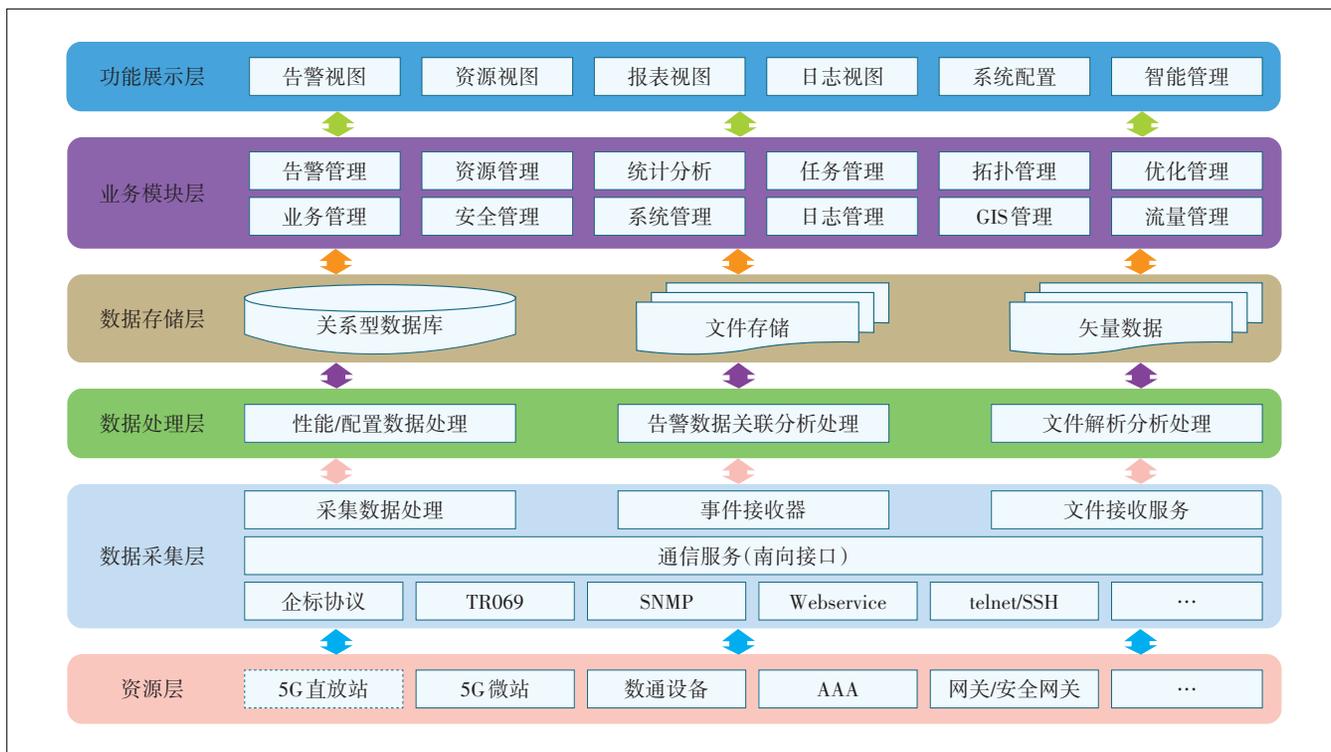


图6 5G 微站网管系统功能模块

数据存储层主要由关系型数据库、文件存储和矢量数据组成,该层服务于业务管理模块,同时对数据处理层文件处理结果进行分类存储和管理。其中关系型数据库采用关系型数据库管理系统,支持大部分的 SQL 标准,并且提供了很多其他现代特性,如复杂查询、多版本并发控制等;文件存储采用分布式文件系统,解决了大容量存储和负载均衡的问题。

数据处理层一方面对管理或任务所需数据、指标进行关联分析、解析入库,另一方面对数据采集层采集的性能文件、MR 文件、数据等进行解析和处理。

数据采集层对接入的设备进行状态监控、数据采集,并将结果上传至数据处理层。

资源层就是根据不同协议标准接入的设备,包括微站、直放站、网关、数通设备等,支撑系统进行监控和数据采集等。

3 部署方案

由于 5G 微站网管系统采用基于云平台的微服务架构模式,具有部署灵活、易于扩容、超强兼容等特性,可以为网络建设方提供多样式、个性化部署方案。当前主要有 3 种部署方案:基于总部部署、基于大区部署和基于省分部署。

3.1 基于总部部署

5G 微站网管系统全国部署一套,统一管控全国 5G 微站系列设备。部署时需打通与各省分的传输网络,包括各省分公司的 DCN 网、IPRAN 及 4G 网关系统,还要打通与各省分的短信网关,实现短信通信功能,建立信息回传专用通道。实际部署时传输网络需根据全国网络规划现状评估设计,考虑安全性、带宽、投资等因素。集中式部署方案如图 7 所示。

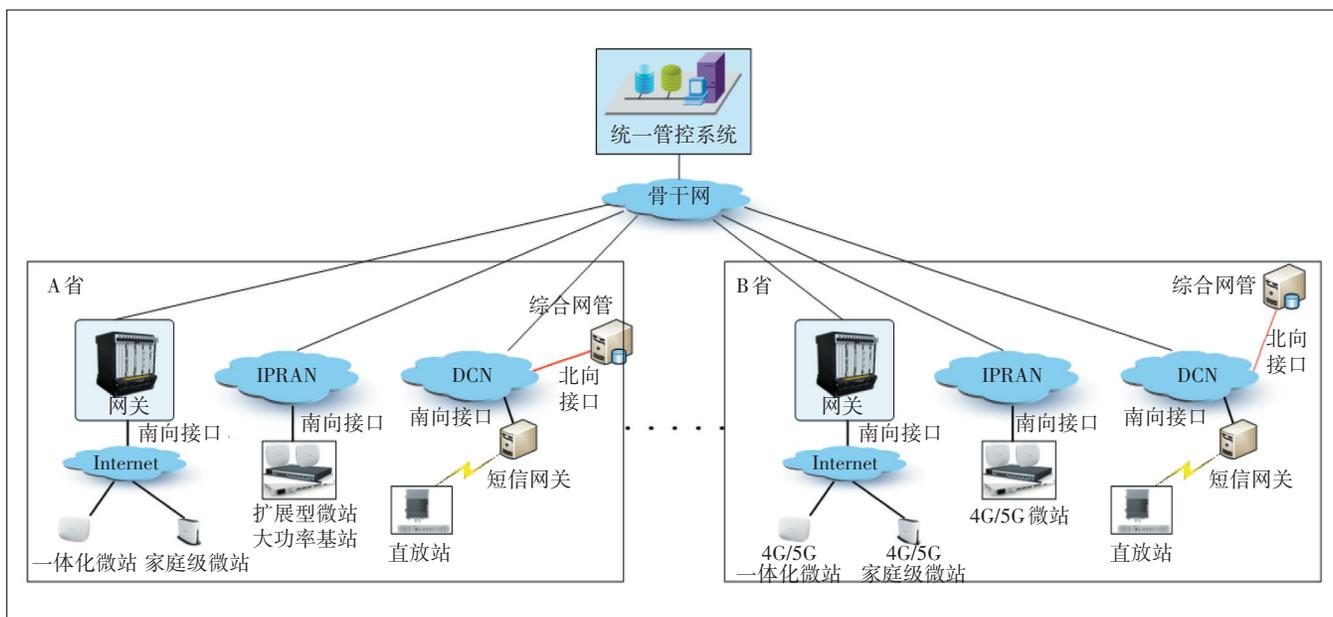


图 7 基于总部部署 5G 微站网管系统

从图 7 中可以看出,5G 微站系列设备通过南向接口接入 5G 微站网管系统。同时网管系统通过北向接口对接至各省分公司综合网管,集团综合网管系统通过省分网管系统获取各省社会化基站的相关统计数据,也可以直接接入 5G 微站网管系统。

该方案的优点是全国建设一套网管,集团统一掌控网管,对各省运维管理的规范性和统一性较好。劣势就是网管需打通各省 IPRAN 接入网、4G/5G 网关、短信网关来对全国网元进行实时管理,传输网络要求高且复杂,安全设计和安全防范要求高,网络建设落地

可行性较低,后期运维压力大,故障排查难度大,另外网管的功能优化升级只能全国统筹考虑,可能无法满足省分公司的个性需求。

3.2 基于大区部署

大区式部署方案就是基于 5G 分区方案(全国 6 个大区),每个大区部署一套 5G 微站管理系统,大区內各省分、市分公司通过反拉终端分权分域管理各自接入的设备,该部署方案与集中式部署基本类似,包括传输网络建设要求、运维方案等都也基本一致。

相对于基于总部部署的方案,基于大区部署的方

案在管理区域的范围、部署周期、运维难度、投资等方面有所不同,但仍然存在跨省传输解决方案难度大的问题。

3.3 基于省分部署

本方案是由各省分公司分别部署 5G 微站管理系统。该方案部署时首先需要打通与 DCN 网、IPRAN、网关的传输通道,还要打通短信网关,打通信息回传通道,省分公司综合网管通过基于 DCN 网的北向接口对 5G 微站及网管系统进行管理,具体部署方案如图 8 所示。

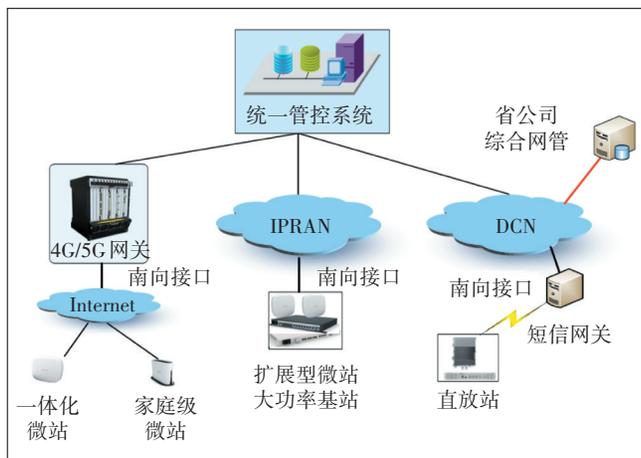


图 8 基于省分部署 5G 微站网管系统

由于省内部署,传输网络解决方案难度陡然降低,落地相对简易,5G 微站系列产品的规划、建设协调灵活可控,后期维护方便,风险相对较小。唯一劣势就是各省分别建设 5G 微站网管系统时总体投资相对较高。

3.4 小结

5G 微站网管系统 3 种部署方案各有优劣:基于总部部署便于全国统一管理、规范化运营,但是打通数据传输网络是个难点,网络故障影响范围广,难以满足省分公司个性化服务等;基于省分公司部署优缺点与基于总部部署截然相反,各省公司可以根据自身实际需求灵活部署和应用,省内数据回传网络也易于打通,但是部署成本相对较高;基于大区部署则是这 2 种方案的折中,优劣介于两者之间。

考虑到前期各区域 5G 网络建设进度和需求迫切性不一致,建议优先采用基于省分部署方案来落地和应用 5G 微站网管系统,待后期 5G 微站大规模应用时可采用基于云平台的总部部署方案,实现对 5G 设备统一管控、规范运营的目标。

4 总结

5G 微站网管系统不仅面向 5G 多形态微站产品、直放站产品的接入和管理,也可以接入和管理 4G 基站产品,从根本上规避了产品间差异性,能够实现对所有接入产品的统一管控,为电信运营商带来网络建设便捷性、维护高效性。由于 5G 网络建设前期各地对 5G 建设需求不一致,而且各区域间传输网络具有差异性,建议电信运营商在省分公司层面,根据实际需求,优先部署 5G 微站管理系统,不仅可以满足区域差异性需求,而且可以有效减少上行实时回传带宽,节省网络资源;待后期网络成熟,打通省分传输网络的门槛降低时,可以考虑全国部署一套 5G 微站管控系统进行全国统一管理和维护。

5G 微站网管系统除了为电信运营商带来建设和维护便捷外,还可以进一步面向垂直行业应用推广,针对工业制造、智慧城市、智能家居等诸多应用场景,提供一套完善的管理平台,对下兼容各类通信产品和系统,屏蔽差异性,柔性扩展,对上提供网络维护、智能应用接口,诸如节能管理、定位管理、大数据分析等,并向第三方应用开放接口。

参考文献:

- [1] 郭希蕊,张涛,李福昌,等. 中国联通 5G 数字化室分演进方案探讨[J]. 邮电设计技术,2019(8):7-11.
- [2] 郭希蕊,张涛. 传统室内分布系统向 5G 演进探讨[J]. 邮电设计技术,2019(9):56-60.
- [3] 曹亘,李佳俊,李轶群,等. 5G 网络架构的标准研究进展[J]. 移动通信,2017,41(2):32-37.
- [4] 曹亘,吕婷,李轶群,等. 3GPP 5G 无线网络架构标准化进展[J]. 移动通信,2018,42(1):7-14.
- [5] 吕婷,曹亘,李轶群,等. 基站架构及面向 5G 的演进研究[J]. 邮电设计技术,2017(8):46-50.
- [6] 洪康. 5G 网络室内覆盖解决方案的分析[J]. 信息通信,2017(8):259-260.
- [7] 方绍湖,李馨,卜斌龙. 基于开放平台小基站的 5G 数字化室分解决方案[J]. 电信科学,2019,35(7):69-77.

作者简介:

王东洋,高级工程师,硕士,主要从事移动通信新技术研究及相关工作;唐锦坤,高级工程师,学士,主要从事移动通信网络管理系统研发及相关工作;李德屹,高级工程师,硕士,主要从事移动通信网络管理、优化研究及相关工作;郭希蕊,高级工程师,硕士,主要从事移动通信新技术研究及相关工作;张涛,高级工程师,硕士,高级专家,主要从事移动通信新技术研究及相关工作;李福昌,中国联通研究院无线技术研究中心总监,教授级高级工程师,博士,享受国务院特殊津贴,主要从事移动通信新技术研究及管理工