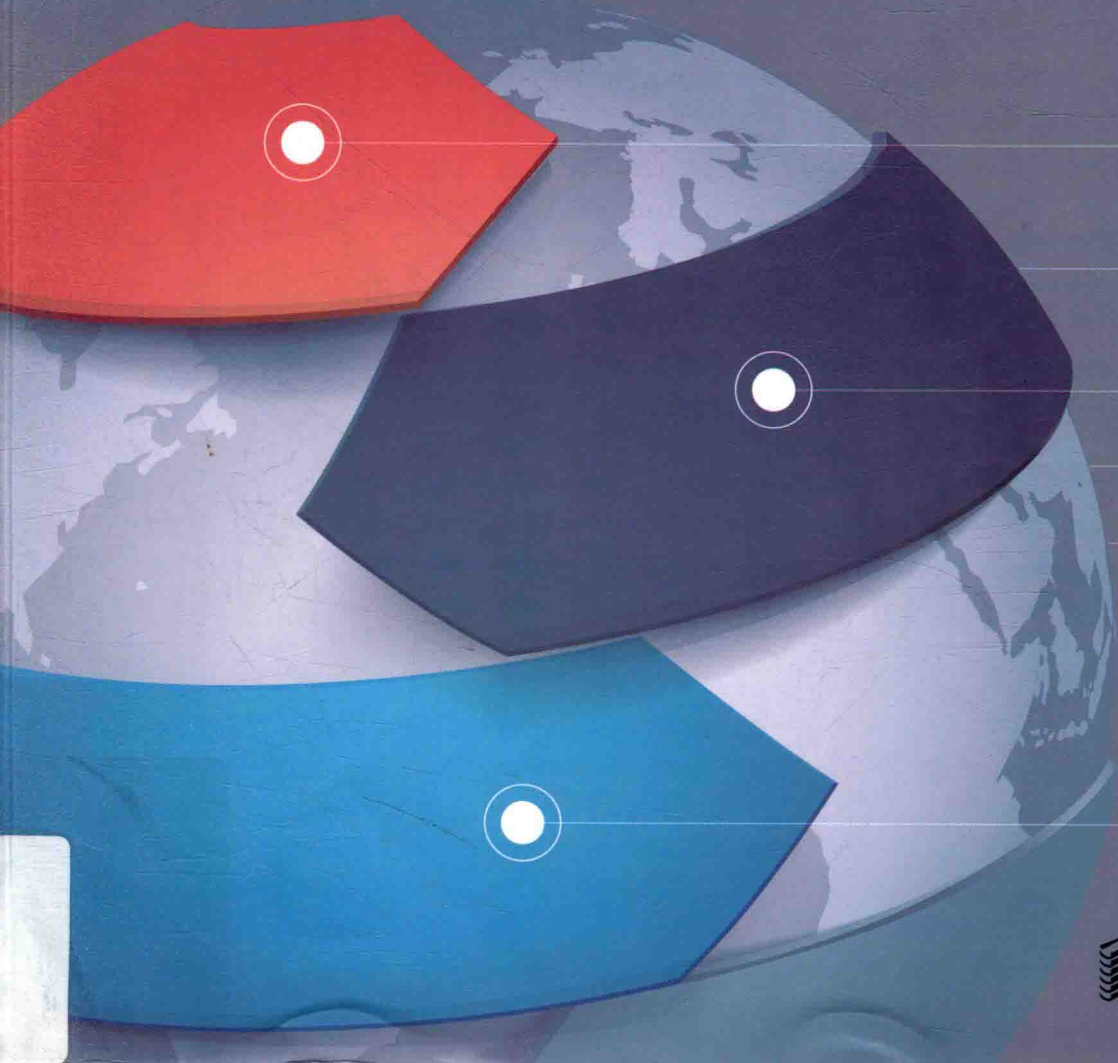


中国通信学会
信息通信网络技术委员会

2013年年会 论文集



中国通信学会信息通信网络技术委员会 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国通信学会
信息通信网络技术委员会

2013年年会 论文集



中国通信学会信息通信网络技术委员会 主编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

中国通信学会信息通信网络技术委员会2013年年会论文集 / 中国通信学会信息通信网络技术委员会主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-115-32851-9

I. ①中… II. ①中… III. ①无线电通信—文集
IV. ①TN92-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第184332号

内 容 提 要

本论文集收录了中国通信学会信息通信网络技术委员会2013年年会论文159篇, 内容覆盖下一代互联网、新型网络架构、宽带传送与接入、宽带无线通信、智能管道、云计算、通信安全、绿色节能等诸多领域, 全面反映了我国在信息通信网络技术领域的研究、创新、部署应用等最新进展, 充分体现了我国产业链各方在这些领域的积极创新和深入探索。

本论文集可供信息通信网络技术领域的科技工作者和高等院校相关专业的师生参考。

-
- ◆ 主 编 中国通信学会信息通信网络技术委员会
责任编辑 吴娜达
执行编辑 白皎玮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京时捷印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 880×1230 1/16
印张: 41.25 2013年8月第1版
字数: 1 349 千字 2013年8月北京第1次印刷
-

定价: 150.00 元

读者服务热线: (010)67119329 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

C 目 录

下一代互联网

国家电网公司 IP 地址规划需求分析	王楠, 权楠, 汪洋, 丁慧霞, 刘国军, 黄毕尧(3)
面向 LTE 发展的端到端的 IP 综合承载网架构	马睿(9)
IP 城域网中下一代互联网过渡技术选型分析	孙登党(14)
双栈网络 BNG 设备 QoS 策略的实施	袁博, 范亮(19)
6LoWPAN 与 ZigBee 等无线传感网互联技术架构的研究	苏斓, 仝杰, 张庚, 刘革, 周立逾(24)
IP 城域网 AAA 系统向 IPv6 演进方案研究	宋盈, 马睿(29)
国家电网公司下一代互联网发展思路及过渡方案	徐艳红, 权楠, 汪洋, 丁慧霞, 张庚, 王楠, 江璟, 刘国军, 黄毕尧(33)
浅析物联网发展现状	杨金凯(38)
IPv6 多播技术及其在 IPTV 承载网中的应用	束栋(43)
IPv6 技术在电力通信网的部署策略	王瑶, 权楠, 徐艳红, 汪洋, 丁慧霞, 张庚, 王楠, 江璟, 刘国军, 黄毕尧(47)
移动互联网发展及其对 IPv6 的影响	王胜开, 孔宁, 沈烁(50)
国家电网公司智能电网 IPv6 应用探讨	黄毕尧, 郭经红, 权楠, 汪洋, 丁慧霞, 刘国军, 仝杰, 张庚, 王楠(52)
一种 IPv6 流标签的编码方法及其应用探讨	李阳春, 冯薇薇, 邹洁, 谭景华(54)
面向移动互联网的 EGCSN	董勋, 王计艳, 李亮, 郑直, 任华(56)
IPv6 过渡技术规模部署实践	郭泓伟, 张国贤(58)

新型网络架构

新型信息网络体系结构的研究与思考	王 增,何 恩,徐启建,陈山枝(63)
SDN 控制器系统部署方案分析和设计初探	张 铖,曹 振,邓 辉(68)
VANET 中基于邻居信息的增强型多跳广播协议	蔡耿雄,刘南杰,赵海涛(73)
电力信息通信网络融合架构下的生存性研究	潘 莹,汪 洋,丁慧霞,赵永利,马 辰(79)
车载自组网中车辆相对定位研究	赵 璐,刘南杰,黄 波(83)
远程 DNS 环境下的内容分发网络解决方案	项炎平,王 伟,金 键(87)
VANET 中基于位置信息的混合路由协议	陶运铮,刘南杰,赵海涛(91)
移动核心网网络虚拟化研究与探讨	薛 森,朱 斌,符 刚(96)
基于 IEEE 802.11p 协议的车载网信标消息性能研究	刘委婉,刘南杰,赵海涛(101)
IMS 本地网组网关键技术研究与实践	吴承英,吴 航,魏梦瑜(107)
富通信业务的能力开放研究	吕光旭,李勇辉,符 刚,徐子涵(114)
一种面向云计算业务的 SDN 架构	张睿纳,汪 洋(118)
分布式 HLR 在现网落地实施方案探讨	赵 宁,高承山,尼松涛(121)
IMS 网络融合经验分析	朱军峰(126)
深入分析 IMS 带宽测算	黄 科,刘永金(129)
下一代高智能网络架构的研究	吴 兵(134)
软定义网络在光传送网领域的应用探讨	李允博,李 晗,柳 晟(137)
基于 SDN 融合的虚拟化的移动核心网络研究	胡晓娟,张 园,夏 旭,邓 桓(139)
车载自组织网络 RBVT-R 协议的改进	陈远龙,刘南杰,赵海涛(140)
CSFB 部署对网络的影响分析	吴 琼,朱爱华,薛 楠(142)
浅析 SDN 安全需求和安全实现	周苏静(143)
基于 P2P 内容交换技术的 IMS 网络架构探讨	冯传奋(145)
SDN 的特征、发展现状及趋势	郑 毅,华一强,何晓峰(147)

宽带传送与接入

光纤到户新国标执行后造价分析	朱国治(151)
IP 城域网域内路由策略由 OSPF 向 ISIS+IBGP 过渡方案探讨	班 瑞(160)
宽带提速背景下城域网体系架构研究	王雪涛,刘春林,张 艳(164)

全业务场景下本地光缆网建设探讨	陈礼波 (168)
基于内容的无线视频流 QoE 提升方法	彭宇珏,董育宁,黄超 (174)
矢量化技术在 VDSL2 部署中的应用	李浩琳,蒋铭 (178)
宽带大客户接入双路由保障的分析与实现	陈建元,牟亮 (182)
IP 综合业务承载网络的可靠性设计	樊昊 (187)
南方联通宽带“薄覆盖”建设策略探讨	张建忠,周华慧 (191)
提升波分承载的 IP 链路稳定性的技术分析	薛焱,龚文新 (195)
现场连接器在本地网中的应用	鲍彦泽,黄小兵 (199)
本地综合承载相关基础设施布局研究	汪洲燕,张建忠 (204)
基于 A+P 技术的 CGN 解决方案和设备要求	袁博,解克,范亮 (211)
WLAN 的运营实践启示	易朝生 (216)
冷接子回波损耗测试方法分析与改进	刘健,洪眉 (222)
徐州电信中兴汇接局退网探讨	马欣荣 (226)
IP 综合承载网业务保护方案探讨	黄东海 (233)
ADSL2+提速后信噪比变化和线长关系的研究	董铮 (238)
基于 MPLS-VPN+PON 技术的营业厅组建方案	陈建元 (243)
某地区 IP RAN 试用网介绍	沈中海 (246)
一种新传送网络管理系统方案	习建华 (250)
上行速率对下行速率的影响分析	凌云志 (253)
WLAN 切换技术及其应用	杜潘峰 (258)
10GE LAN 跨多厂商传输系统传送分析	刘捷 (261)
分组增强型 OTN 技术现状及其在城域网中的应用	程明,蒋铭,朱俊,杨炜杰 (265)
面向 LTE 基站回传的 PTN 核心层 L3 网络组网思路探讨	王健,梁灿 (267)
接入层 OTN 建设的必要性分析	邓泽荣,刘雁斌,侯全心 (269)
IP 城域网业务接入控制层业务备份技术探讨	黄晋,薛焱 (271)

宽带无线通信

TD-LTE 通信系统的干扰对抗研究	秦明军,高峰,张兵,高泽华 (275)
TD-SCDMA 系统上行不连续发射技术中功率控制方法的改进与优化	李雯雯,金晨光,吴博 (280)
TD-LTE 室外天馈系统解决方案探究	尧文彬,徐德平,张华显,杨辉 (285)

TD-LTE 与现网 TD-SCDMA 同站址共用 RRU 的功率能力分析 高松涛,王 申(291)

一种提高精细化覆盖的 TD 网络规划方法 董 健,张 玲(296)

CDMA 网络外干扰排查方法与技巧 赵 飞,吴晓珊(302)

基于 TD-SCDMA MRO 数据的 TD-LTE F/D 频段覆盖性能分析 王 靖,张新程,史辛宁,谢 宁(307)

校园 Wi-Fi 网络精确规划方法的探讨 刘 亚(311)

Small Cell 室内覆盖技术方案研究 张 涛,李福昌(315)

一种 CDMA 无线网络射频优化问题自动挖掘分析方法 郭致毅(319)

TD-LTE 网络 IP 地址规划与设计方法 朱 亮,梁 冰(325)

针对智能手机的 Wi-Fi 网络优化 刘 亚(329)

2.1 GHz 频段 FDD-LTE 异系统共站址干扰问题研究 陶东辉(334)

WCDMA 网络 900 MHz 频段规划研究 任洪彬,龙伟博(339)

F 频段 TD-LTE 干扰问题分析 刘仁君(342)

Wi-Fi 覆盖室内分布系统天馈监控研究 奚圣莲(345)

基于 VBA 的网络负荷实时监控方法 张柏杨(348)

可运营 Wi-Fi 网络的实现与改造 姜成贵,王立成(351)

第五代移动通信系统展望 沈 洁(354)

LTE 传播模型浅析 赵明峰(355)

CDMA 移动网重点业务保障方案研究 罗 涛,毛聪杰(357)

LTE 下一代中继的安全 朱红儒,齐旻鹏(359)

WLAN 无感知认证关键技术探讨 李林江(361)

TD-SCDMA 系统上行不连续发射状态的控制方法研究 李雯雯,金晨光,吴 博(363)

热点 WLAN AP 设备能效及指标评估方法的研究 高 波,吴 非,林 睿,沈成彬(365)

基于参数优化改善 Ev-Do 网络 RSSI 问题研究 田 宁(367)

智能管道

移动网络增强策略控制系统研究 赵文贤,刘小华,黄 琳(371)

电力信息通信网智能管道架构研究 刘世栋,李炳林,张 浩(378)

基于 CDR 的用户接入感知精确分析方法研究 田 宁(384)

基于 PCC 架构的智能管道解决方案研究 陈婉璐,赫 罡,王志会(391)

构建 PCC 闭环体系 实现网络智能管控 王计艳,邱 钧,吴 倩,李 赞,沈 蕾,郑 直,董 勳(395)

深度报文检测技术在 PCC 网络架构中的应用 肖江浩,陈 美,程青松(400)

浅谈移动互联网时代运营商智能管道的建设 段保平(405)

移动互联网时代运营商共赢之道 朱晓燕(409)

Ev-Do 用户感知与 RTT 和 TCP 重传率的关系研究及应用 陈德金,郑亚忠(413)

智能管道体系数据应用子层的设计与研究 张亚飞,阎 东(416)

移动互联网智能管道顶层设计和规模商用实践 丁 晋(418)

利用智能管道技术构建全新移动应用超市平台 李昆仑(420)

实现流量经营智能管道与智能运营双核模型 丁亦志,崔海东(422)

移动互联网环境下的智能管道关键技术 张 园,赵慧玲(424)

用 PCC 在 CDMA 网络中实现智能管道 周 伟,毛聪杰(426)

云计算

政务云发展迎来契机 关键性技术亟待突破 李 玮(431)

云桌面技术在上海电信的应用模式研究 龚德志,石屹嵘(435)

业务系统在云资源池的部署方案探讨 肖子玉(439)

游戏云 GPU/CPU 联动虚拟化技术研究 刘晓军,庞 涛,武 娟,黄 海,钱 锋(445)

IT 支撑系统云计算资源池实现研究 司 炜(450)

面向酒店行业的融合云桌面产品研究 黄钺斌,方燕萍(455)

基于价值分析的 IT 系统云化方法 崔海东(460)

虚拟化技术构建金融云业务验证平台 华 静(464)

云平台多业务虚拟计算资源争用研究 程青松,刘天成,高 攀(469)

云计算在政务外网数据中心的应用及安全运维探讨 萧军荣(474)

中小企业云服务解决方案及关键技术实现研究 刘国萍,郑燕冰(477)

基于 CDMA VPDN 的云专区应用设计 蔡 敏(479)

运营商业务平台云计算资源池建设方案探讨 刘永金,黄 科(480)

通信安全

无线传感器网络源位置隐私保护研究 樊兆龙,徐启建,安竹林(485)

国家域名服务体系安全监测平台建设初探 尉迟学彪,胡安磊,王利明,肖中南,李晓东(492)

电力工业以太网交换机安全浅析 喻 强,于鹏飞,黄 治,陈 伟,任 杰(496)

传输核心节点灾难性故障下业务快速恢复方式的探讨	刘继浩(501)
轻量级安全技术浅析	朱红儒, 阎军智(508)
构建预防式网络维护模式	陈 凯(511)
城域数据网安全防护体系构建及应用研究	李 刚, 吴 菊(518)
WSN 中基于椭圆曲线的节点身份认证协议	秦琳琳(523)
多媒体消息业务容灾方案探讨	王 芸, 姜 杰(527)
DNS 服务器缓存失效过程的研究	危 婷, 冷 峰, 张跃冬, 黄向阳, 王 伟, 何 峥, 赵 琦, 于俊峰(529)
高性能广域网冗余数据消除技术研究	刘保健, 黄 杰, 王宝生, 张潇晓(531)
基于本地信任锚点管理的 RPKI 安全运行机制研究	马 迪, 沈 烁(533)
宽带远程接入服务器 BRAS 冗余热备技术在 IP 城域网中的应用	王贤锋, 刘 涛(535)
打造高效简单的 OTN 运行维护维	龚文新(537)

绿色节能

云计算数据中心的节能结构及评测	沈 洁, 王 浩(541)
降低数据中心电力损耗和节能措施研究——能耗监测系统在徐州电信 IDC 机房的应用	高中兰(545)
智能新风系统在通信机房应用中的关键项探讨	邵正忠(551)
减少蓄电池漏液危害的综合措施和技术分析	谢菁华, 王家政(555)
徐州电信 IDC 机房设备能耗分析及节能效果浅析	张 卉(560)
一种基于物联网技术的能耗管理平台研究	谭 裴, 薛 伟(565)
蓄电池恒温柜与升温技术在 CDMA 网基站的应用	刘红捷(568)
IDC 基地 UPS 电源系统的设计与分析	梁贵毅, 谢 敏, 许加星, 牛年增(572)
xPON 节能技术及效果测试	邵正忠(575)
探究提升市县动力环境维护能力的新模式	谢菁华(578)
普通空调室内机改造在通信机房的应用	石启高, 刘红捷(583)
机房内湿膜加湿代替电极加湿的研究	王克勇, 张湘圆, 潘 俊, 卜东洁(586)
IDC 机房冷却塔供冷节能技术应用研究	袁晓东, 章 瑶(589)
可重构柔性网络架构与节能机制研究	黄万伟, 汪斌强, 王志明, 袁 博(592)

其 他

浅谈 IMS 下 e8-C 故障处理能力提升	王奎芳, 肖 凌, 张 玲, 沈存峰, 丁 鸣, 马 勇, 张 艳(597)
------------------------------	--

基于栅格的扫频数据分析	陶 琳,岳 军(605)
E8-C 家庭网关 VoIP 线路绑定可行性分析	闵红兵(611)
国内运营商网络价值现状及建设策略研究	郑 毅,王泽林,何晓峰(616)
基于 DHCP 的 e8-C 语音业务问题及优化	李华亮,魏 斌(621)
一种短信提醒 CDMA 网用户防诈骗电话的方法	朱瑞举,刘长生(626)
关于 IMS 下 e8-C 呼叫数图优化方案的探讨	王奎芳,张 玲,沈存峰,聂梦千,邹征宙,马 勇,张 艳(632)
VoIP 网络下传真业务剖析和实践	胡光超(637)
电力应急指挥中心视频会议系统组网方式探讨	赵宏波,赵东来,朱朝阳,渠晓峰,卢利锋(643)
解决通信非确定性的一种新思想	龙海南,吴亚楠(646)
SGSN+MME 融合组 Pool 策略研究	苗 杰,高功应,穆 佳(648)

下一代互联网

国家电网公司 IP 地址规划需求分析 *

王楠, 权楠, 汪洋, 丁慧霞, 刘国军, 黄毕尧

(中国电力科学研究院 北京 100192)

摘要:随着网络规模的扩大、新兴业务的发展, 国家电网公司面临 IP 地址匮乏的严峻问题, 为明确“十三五”末 IP 地址的总需求量, 做好国家电网公司 IPv6 地址申请的前期准备工作, 提出了国家电网公司 IP 地址规划需求分析。从 IPv6 的诞生与发展、IPv6 地址的分类及全球使用状况、国家电网公司 IP 地址使用现状出发, 分析了通信数据网网络平台、调度数据网网络平台及各类新型业务所需的 IP 地址需求量。最后根据分析结论, 给出国家电网公司加快 IPv6 地址的申请步伐, 并提早制定 IPv6 地址的分配方案建议。

关键词:下一代互联网; IPv6; IP 地址需求分析

Analysis of SGCC IP Address Planning Requirements

Wang Nan, Quan Nan, Wang Yang, Ding Huixia, Liu Guojun, Huang Biyao

(China Electric Power Research Institute, Beijing 100192, China)

Abstract: As long as the expansion of network and development of new services, SGCC is now facing a severe lacking problem of IP addresses. To confirm the whole amount of IP addresses in the late 13th 5 years and prepare for the IPv6 address application of SGCC, the analysis of SGCC IP address planning requirements were proposed. The IP address requirement of data communication network platform, dispatching digital network platform and other new kind of services were analyzed. At last, the suggestion of SGCC speeding up the IPv6 application and working out the IPv6 address assign in the early stage were given.

Key words: next generation internet, internet protocol version 6, demand analysis of IP address

1 引言

IPv6 是下一代互联网(next generation internet, NGI)中的重要协议。经过多年的发展, IPv6 基本标准日益成熟, 各种不同类型支持 IPv6 的网络设备相继问世, 并逐渐进入商业应用。我国早在 2003 年底就启动了中国的下一代互联网(CNGI)工程, 以促进 NGI 在中国的普及与发展。随着信息网络规模的扩大, 各种新兴业务发展迅猛, 日益枯竭的 IP 地址分配问题已然成为网络及业务发展的瓶颈问题。国家电网公司目前正面临 IP 地址匮乏, 无法按规范、成规模地进行分配的严峻问题。IPv6 的逐渐成熟正是解决扩大的地址空间问题的“一剂良药”。客观正确地分析、评估国家电网公司 IP 地址的需求量是为 IPv6 地址申请工作提供依据的重要工作。

2 IPv6 综述

2.1 IPv6 的诞生与发展

IPv6 是为了解决现行 Internet 出现的问题而诞生的。现存的 IPv4 网络潜伏着两大危机: 地址枯竭和路由表急剧膨胀。IPv6 的出现将从根本上解决这些问题。IPv6 继承了 IPv4 的优点, 并根据 IPv4 多年来运行的经验进行了大幅度的修改和功能扩充, 比 IPv4 处理性能更强大、高效。与互联网发展过程中涌现的其他技术概念相比, IPv6 可以说是引起争议最少的一个。人们已形成共识, 认为 IPv6 取代 IPv4 是必然发展趋势, 其主要原因归功于 IPv6 几乎无限的地址空间。

IETF 于 1992 年开始开发 IPv6, 1995 年 12 月在 RFC 1883 中公布了建议标准(proposal standard), 1996 年 7 月和 1997 年 11 月先后发布了版本 2 和版本 2.1 的草

* 国家发展和改革委员会专项基金资助项目“下一代互联网技术在智能电网应用的关键技术研究与应用示范工程”(No.CNGI-12-03-037), 中国电力科学研究院科研创新基金资助项目“智能电网集成通信模型研究”(No.XX83-13-002)

案标准 (draft standard), 1998 年 12 月发布了标准 RFC 2460。

IETF 的标准工作分为 8 个重要的研究领域, 分别是应用、通用、互联网络、操作与管理、实时应用和基础设施、路由、安全和传送领域。目前, IETF 已经完成了涉及 IPv6 的基本协议、地址结构、邻居发现机制、地址分配机制等技术的标准化工作, 发布了 115 个相关 RFC。

2.2 IPv6 定义

IPv6 是 IP 第 6 版本, 是作为 IPv4 的后继者而设计的新版本 IP。IPv6 相比 IPv4 主要有以下一些变化。

(1) 扩展的寻址能力

IPv6 将 IP 地址长度从 32 bit 扩展到 128 bit, 支持更多级别的地址层次、更多的可寻址节点数以及更简单的地址自动配置。通过在多播地址中增加一个“范围”域提高多点传送路由的可扩展性。还定义了一种新的地址类型, 称为“任意播地址”, 用于发送数据分组给一组节点中的任意一个。

(2) 简化的报头格式

一些 IPv4 报头字段被删除或变为可选项, 以减少分组处理中例行处理的消耗, 并限制 IPv6 报头消耗的带宽。

(3) 对扩展报头和选项支持的改进

IP 报头选项编码方式的改变可以提高转发效率, 使得对选项长度的限制更宽松, 且提供将来引入新选项更大的灵活性。

(4) 标识流的能力

增加了一种新的能力, 使得标识属于发送方要求特别处理 (如非默认的服务质量获“实时”服务) 的特定通信“流”的分组成为可能。

(5) 认证和加密能力

IPv6 中指定了支持认证、数据完整性和 (可选的) 数据机密性的扩展功能。

2.3 IPv6 地址分类

与 IPv4 类似, IPv6 地址可分为单播、多播和任播地址。IPv6 地址中没有广播地址, IPv6 使用多播地址完成 IPv4 中广播地址的功能。以下内容参考《构建运营级 IPv6 网络》中关于 IPv6 地址的分类。

2.3.1 单播地址

单一接口的地址。发送到单播地址的数据分组被送到由该地址标识的接口。根据使用范围的不同, 又可分为链路本地地址、全球单播地址和唯一本地地址。

(1) 链路本地地址

当一个节点启动 IPv6 栈时, 节点的每个接口会自

动配置一个链路本地地址。该地址专门用来和相同链路上的其他主机通信。其结构如图 1 所示。

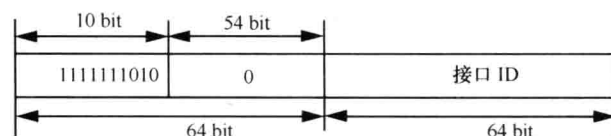


图 1 链路本地地址结构

(2) 全球单播地址

用于 IPv6 Internet, 是全局唯一和全局可路由的。RFC 3587 中规定, 使用 IPv6 地址高 3 位为 001 标识全球范围通信的 IPv6 地址。其结构如图 2 所示。

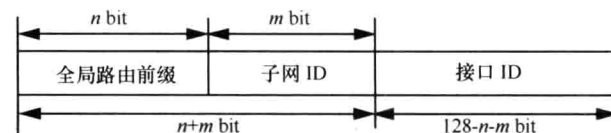


图 2 全球单播地址结构

(3) 唯一本地地址

为了代替站点本地地址的功能, 又使这样的地址具有唯一性, 避免产生像 IPv4 私有地址泄露到公网而造成的问题, RFC 4193 定义了唯一本地地址。其结构如图 3 所示。L 表示地址的范围, 取值为 1 表示本地范围, 0 表示保留。

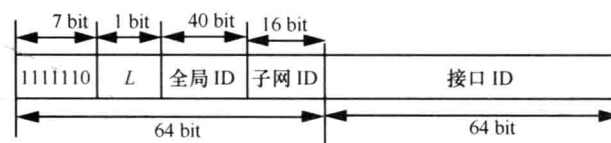


图 3 唯一本地地址结构

2.3.2 多播地址

多播是指一个源节点发送的单个数据报文能被特定的多个目的节点接收到。路由器转发多播数据是根据多播路由协议学习到的拓扑结构进行的, 适合 one-to-many 的通信场合。其结构如图 4 所示。

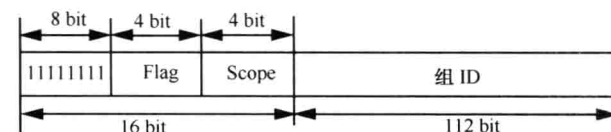


图 4 多播地址结构

Flag (标志): 该段有 4 bit (“ORPT”), 其中有 3 bit 目前正在使用。RFC 3513 中定义的 T 位, 若为 1, 则为 IANA 永久分配多播地址; 若为 0, 则为非永久分配的多播地址。RFC 3306 中定义的 P 位, 若为 1, 则表明多播地址基于单播前缀构建; 若为 0, 则表明多播地址不基于单播前缀构建。RFC 3956 中定义的 R 位, 若为 1, 则

表明多播组地址包含服务这个组的 RP 单播地址。

Scope(范围):该段有 4 bit,用来限制多播数据流在网络中发送的范围。RFC 2373 对该字段的定义如下:0,预留;1,节点本地范围;2,链路本地范围;5,站点本地范围;8,组织本地范围;E,全球范围;F,预留。

Group ID(组 ID):该段长度为 112 bit,用以标识多播组。

2.3.3 任播地址

IPv6 特有的地址类型,用来标识一组网络接口(通常属于不同的节点)。但与多播地址不同,路由器会将目的地址为任播地址的数据报文,发送给距本路由器最近的一个网络接口,适合 one-to-many 的通信场合。

由 IANA 分配的地址空间见表 1。

表 1 IANA 已分配的地址空间

IPv6 前缀	二进制形式	IPv6 空间的 相对尺寸	分配
0000::/3	000	1/8	由 IETF 保留,包括未指派地址(::)和还回地址(::1)
2000::/3	001	1/8	全球单播地址空间
FC00::/7	1111 110	1/128	唯一本地地址
FE80::/10	1111 1110 10	1/1 024	链路本地地址
FF00::/8	1111 1111	1/256	多播

2.4 IPv6 全球地址使用状况

随着 IPv4 地址的日渐耗尽,IPv6 地址的申请开始升温。2014~2015 年,我国将进入 IPv6 全面商用部署阶段。截至 2011 年初,全球共分配了 13.8 万多块/32 等效长度地址,占全部 IPv6 地址空间的 3/100 000。在申请 IPv6 地址的国家中,巴西最为积极,其次为美国、欧洲和日本。中国的 IPv6 地址申请从 2010 年开始加速,所拥有的 IPv6 地址量已经从 2009 年的全球第 19 位上升为第 13 位。

3 国家电网公司 IP 地址使用现状

3.1 公有 IP 地址使用现状

由于公网 IP 地址资源需要向 CNNIC 提交申请、经过相关流程审批才能获得,并且此类资源申请都必须支付相应费用,因此,申请公网 IP 地址资源的时间成本、经济成本都比较高,且效率较低,无法满足企业专网对业务快速发展的支撑需要。

此外,目前全球公有 IPv4 地址资源已经面临枯竭问题,能够申请获得的公有 IPv4 资源地址段零散、规模较小,不适合在大型网络内进行部署,也不能一次性解决大量业务长期发展资源供需不足的矛盾。

基于上述原因,目前国家电网公司向 CNNIC 申请

并购买了少量公网 IP 地址,这部分地址仅用于信息外网、国家电网公司网站外部发布以及外部邮箱地址等应用,但没有进一步进行公有 IPv4 地址资源的申请,目前也没有储备可用的公有 IPv4 地址资源。

3.2 私有 IP 地址使用现状

国家电网公司已经将整个 10.0.0.0/8 的 A 类私有 IP 资源进行了完全分配,主要依据国家电网公司 2005 年制定的地址分配规范,IP 地址的第 2、3、4 个 8 bit 组取值范围 1~254,因此共有 254 个 B 类地址可以进行分配。目前 IP 资源分配给总部和直属单位以及调度、通信、信息部门,并且已经细化到各级分部公司、省公司。

目前仅有 50 个 B 类地址资源作为整个国家电网公司网络系统资源预留。根据目前通信数据网的实际使用情况,各省公司的使用率已经达到预分配资源上限,部分省公司已经提交增加 IP 地址资源的申请,由于剩余地址数量较少,无法按照分配规模对各省公司进行地址扩容,因此该 50 个预留地址段仅能够作为新增业务系统应急使用。

无论是公网 IP 地址,还是私有 IP 地址,试用均面临资源匮乏的情况,为了解决业务长期发展资源不足的问题,仍需要寻求较为可行的解决办法。IPv6 的出现无疑是从根本上解决 IPv4 地址匮乏问题的“一剂良药”。

4 国家电网公司 IP 地址资源需求

4.1 单个网络典型平台

针对国家电网公司单个网络平台典型的网络及业务地址进行展开分析说明,以通信数据网为例,首先计算已有的网络基础平台估算基本组网需求,再按照不同业务进行需求划分和估算,同时针对未来可能加入的新业务需求进行论述分析。

(1) 网络基础平台需求估算

网络基础平台包括两部分:一部分为网络设备地址,含管理地址;另一部分为互连链路地址。在 2005 年《国家电网公司信息网络 IP 地址编码规范》中定义网络地址仅使用了 1 个 B 类 IPv4 地址,即 10.8.0.0/16。目前已调研的 18 个网省中的统计结果为:

- 已具备设备网管系统的省份有 11 个省份,共 14 套,设备总数达到 2 167;
- 暂未具备设备网管系统的有 7 个省份,设备总数达到 1 881。

因此,推算全国数据网设备量大致为 7 200 台。根据目标网络拓扑设计,拟新增 200 台以下 PE 设备及其网络管理服务器,最终新增的骨干网 PE 之间的互连链

路数量约为 150 条,因此总计约需使用 13 000 个 IP 地址。考虑地址汇总及分隔划分的需求,建议网络基础平台的 IP 地址采用 16 000 个地址,约为 214 个地址资源。

(2) 业务应用资源需求估算

业务应用资源需求估算依据主要来源于 3 个主要指标:VPN 数量、网省公司及直属单位数量、地市数量。

- VPN 数量:目前通信数据网 VPN 共计 6 个,分别为信息 VPN、通信 VPN、调度 VPN、视频 VPN、语音 VPN 和其他 VPN。
- 网省公司及直属单位数量:目前国家电网公司在全国覆盖范围已知为 32 个网省公司、33 个直属单位及国网总部(按 3 个网省公司规模计算),考虑到未来新增直属单位或全国网省覆盖面积增加等发展需求,预留 5 个网省地址资源。因此全国网省公司及直属单位测算数值依据为:32+33+3+5=73 个。以下地址估算均以此数值为准。
- 地市数量:目前国家电网公司覆盖国内最大省份为河南省,共计 18 个地市,考虑到后续扩容或发展续期,预留 2 个地市地址资源,因此各网省内地市数量的测算数值依据为 20 个,以下地址估算均以此数值为准。

下面针对通信数据网各 VPN 内用户终端及服务器的 IP 地址需求量分述如下。

(1) 信息 VPN 业务资源估算

根据国家电网公司员工数的统计信息,可知目前约为 160 万人,信息 VPN 当前最大需求数量为 1 600 000;考虑到信息 VPN 内部的网络设备及服务器地址预留以及未来人员以及地址增长需求,建议信息 VPN 的 IP 地址采用 2 100 000 个地址资源,约为 221 个地址资源。

(2) 通信 VPN 业务资源估算

根据调研结果,通信 VPN 业务主要应用对象为原 MIS、TMS,应用规模不大。目前各单位需 1 个 C 类 IPv4 地址资源,国家电网公司共有 27 个省公司和 5 个分部、总部及国网通公司各一套相关系统,因此目前需求量共计 $27+5+2=34$ 个 C 类 IPv4 地址资源。考虑到未来网络融合及用户终端需求发展以及通信 VPN 内部的网络设备及服务器地址预留需求,便于进行网络平台改造时的地址聚合与流量牵引,建议通信 VPN 的 IPv4 地址采用 1 个 B 类地址资源,即约 2^{16} 个地址资源。

(3) 调度 VPN 业务资源估算

根据调研结果,调度 VPN 业务与通信 VPN 业务类似,即主要应用对象为 MIS,应用规模亦不大。目前各单位需 1 个 C 类 IPv4 地址资源,国家电网公司共有 27 个

省公司和 5 个分部、国网调度中心各一套相关系统,因此目前需求量共计 $27+5+1=33$ 个 C 类 IPv4 地址资源。考虑到未来网络融合及用户终端需求发展以及调度 VPN 内部的网络设备及服务器地址预留需求,便于进行网络平台改造时的地址聚合与流量牵引,建议调度 VPN 的 IPv4 地址采用 1 个 B 类地址资源,即约 2^{16} 个地址资源。

(4) 视频 VPN 业务资源估算

根据现网调研结果,目前国家电网公司共存在 8 个视频 VPN,未来国家电网公司将会对这 8 个视频 VPN 进行整合,即合并为一个 VPN。目前已知应急视频 VPN 的 IPv4 地址估算量为 180 个 C 类地址资源。考虑到若将输电线路在线监测等业务纳入通信数据网,则需要将单个视频 VPN 的地址需求扩增至 1 个 B 类地址资源。其他 7 个视频 VPN 亦具有相同规模的 IP 地址需求。同时考虑到未来网络发展以及其他部门新增视频业务应用的网络需求,再针对这部分应用预留 8 个相同规模的视频应用地址资源,得出地址需求量为 16 个 B 类地址资源,即约为 2^{20} 个地址资源。

(5) 语音 VPN 业务资源估算

根据国家电网公司通信数据网关于未来语音业务的规划,最多可有 45 个等效省级区域,每个省级区域最多可有 20 个等效的地市级区域,每个地市区域最多拥有 9 999 个办公 IP 地址电话终端;(目前的电话号码为 9 位,前 5 位是地区码,后 4 位是座机号,9 999 是取后 4 位最大数值),因此语音 VPN 的行政电话需求量为:

$$45 \times 20 \times 9\,999 = 8\,999\,100 \text{ 个地址}$$

根据国家电网公司网络现状中调度电话与行政电话的规模比例,调度电话地址需求量为行政电话地址需求量的 0.5 倍,因此需要 4 499 550 个地址资源。

综上所述,建议语音 VPN 的 IPv4 地址采用 13 500 000 个地址资源,约为 2^{24} 个。

(6) 其他 VPN 业务资源估算

国家电网公司通信数据网改造方案中定义,其他 VPN 只针对目前国家电网公司非视频的业务 VPN 进行整合,即合并为一个 VPN。考虑目前地址资源使用情况以及未来发展需求,按照一个地市 6 个 C 类 IPv4 地址资源进行分配与预留,每个县市及城区分配 0.5 个 C 类地址资源。以河南开封为例(位于中国中部地区、经济发达程度及面积适中,具有代表意义),共有 5 个城区、5 个县市,考虑到市直属机关与预留 2 个,共计 12 个等效县市及城区。

依据全国有 45 个等效省级区域、区域有 20 个地

市、每地市需要 6 个 C 类地址资源,则 IP 地址需求量为:

$$45 \times 20 \times 6 \times 254 = 1\,371\,600 \approx 2^{21} \text{ 个地址}$$

4.2 多个平台典型需求

(1) 通信数据网

根据上述以通信数据网为例进行的 IP 地址典型需求分析,统计业务平台和各业务 VPN 的地址需求量,如下:

通信数据网 IP 地址需求量=网络基础平台需求量+业务应用资源需求量=网络基础平台需求量+信息 VPN 需求量+通信 VPN 需求量+调度 VPN 需求量+视频 VPN 需求量+语音 VPN 需求量+其他 VPN 需求量=16 000+(2 100 000+65 535+65 535+16×65 535+13 500 000+1 371 600)=16 795 630 $\approx 2^{25}$ 个地址

(2) 调度数据网

上述以通信数据网为例进行的业务应用 IP 地址典型需求分析,共需要 16 779 630 个 IP 地址。根据 2005 年《国家电网公司信息网络 IP 地址编码规范》中针对调度网与数据网的地址规划规模,调度网业务地址需求量为通信数据网的 0.5 倍,若按该比例进行类推,调度网业务应用 IP 地址资源需求为 8 389 815 个地址;网络平台设备互连 IP 地址需求量为通信数据网的 0.75 倍,调度网网络平台设备互连 IP 地址资源需求为 12 000 个地址。因此调度数据网的地址需求量为 8 401 815,约为 2^{14} 个地址。

4.3 新业务特别需求

未来国家电网使用的 IP 地址海量需求将集中在云计算、物联网应用系统、国家电网工作人员电子终端、市民家庭终端等方面,因此将从如下几个系统应用进行 IP 地址需求分析、统计。分析过程中,若主要分析因素有多个标准,均以最大可能范围进行计算。另外,由于业务应用 IP 地址需求容量较大,各业务应用所包含的设备地址(含管理地址、连接地址)所占份额很小,因此默认都包含在业务资源需求分析的数值内。

4.3.1 云计算应用系统地址需求估算

根据国家电网公司员工数的统计信息,可知目前约为 160 万人。未来以云计算为典型代表的海量业务地址需求,可以此基数为依据进行地址需求量分析。根据国家电网公司人力资源数据统计信息,每年人员增长比例为 5%~10%,保证国家电网公司网络具有最大承载量,预计到“十三五”末期(2020 年),假设没有人员流出,按照此比例净增长,国家电网公司员工数量将达到:

$$1\,600\,000 \times (1+10\%)^{(2020-2012)} \approx 3\,429\,743$$

考虑到未来云计算的 IP 终端数量,每个使用人员必须要超过现有的设备数,新增云计算的合理定额为:每人 3 个 IP 地址(2 个内网应用,1 个外网应用),所以地址需求量为:

$$3\,429\,743 \times 3 \approx 10^7 \text{ 个地址}$$

4.3.2 物联网应用系统地址需求估算

(1) 变电站 IP 地址需求估算

参考一个典型的东部省份,假设该省份共有特高压变电站约 10 个,超高压变电站约 30 个,220 kV 变电站约 300 个,110 kV 变电站约 3 000 个,110 kV 以下配网节点约 10 万个。考虑为特高压变电站配置 3 万个地址、500/750 kV 超高压变电站配置 2 万个地址、220 kV 变电站配置 1.5 万个地址、110 kV 变电站配置 1 万个地址、110 kV 以下变电站配置 8 000 个地址。可计算得到该省目前的 IP 地址需求为:

$$\text{容量数} = \text{站数} \times X \text{ 类站定额数}$$

$$\begin{aligned} \text{IP 地址需求量} &= \text{特高压容量数} + \text{超高压容量数} + 220 \text{ kV 容量数} + 110 \text{ kV 容量数} + 110 \text{ kV 以下容量数} \\ &= 10 \times 30\,000 + 30 \times 20\,000 + 300 \times 15\,000 + 3\,000 \times 100\,000 \times 8\,000 \\ &= 8.305 \times 10^8 \text{ 个} \end{aligned}$$

(2) 输电 IP 地址需求估算

单省输电线路长度按 50 000 km 计算,在线路中每隔 0.4 km 配置一个塔,则该省中共有 $500\,000 \div 0.4 = 125\,000$ 个塔,设每个塔配置 100 个 IP 地址,目前该省输电 IP 地址的需求为:

$$25\,000 \times 100 = 1.25 \times 10^7 \text{ 个地址}$$

(3) 配电 IP 地址需求估算

配电所需地址为输电地址的 100 倍,则省目前配电 IP 地址需求为:

$$1.25 \times 10^7 \times 100 = 1.25 \times 10^9 \text{ 个地址}$$

综合上述 3 方面地址需求,可计算得到目前单省物联网应用系统 IP 地址需求为:

$$8.305 \times 10^8 + 1.25 \times 10^7 + 1.25 \times 10^9 \approx 2.1 \times 10^9 \text{ 个地址}$$

(4) 办公终端地址需求估算

国家电网每个省份工作人员数量按照 10 万计算(2010 年数据:安徽省 7 万、江西省 7.1 万、山东省 4.03 万),每个工作人员拥有终端数设为 5(PC、Pad、手机等),终端应用所需 IPv6 地址按 20 个计算。目前国家电网每个省份工作人员电子终端 IP 地址需求为:

$$100\,000 \times 5 \times 20 = 10^7 \text{ 个地址}$$

(5) 市民家庭终端地址需求估算

国家电网每个省份服务电力客户 3 000 万户(安