中国IPv6产业发展报告

（2023年版）

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

2023年6月

前 言

自2017年中共中央办公厅、国务院办公厅印发《推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》以来，我国IPv6规模部署和应用工作取得了显著的成效，网络规模、用户规模、流量规模都顺利完成了目标任务。2021年，中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部发布《关于加快推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署和应用工作的通知》，提出“实现IPv6规模部署和应用从能用向好用转变、从数量到质量转变、从外部推动向内生驱动转变”，明确了“十四五”时期深入推进IPv6规模部署和应用的主要目标、重点任务和时间表，是各地区、各部门推进IPv6部署应用工作的指导性文件。2023年，工业和信息化部等八部门联合印发《关于推进IPv6技术演进和应用创新发展的实施意见》，明确提出了“IPv6+”的发展目标。随着IPv6规模部署和应用的不断提速，“IPv6+”作为能够给行业场景和企业应用提供大量创新价值的新技术也得到了越来越广泛的应用。

本报告根据国家IPv6发展监测平台监测数据，以及面向产业开展的调研、测试数据，对我国IPv6政策布局、应用发展、“IPv6+”技术部署、设备支持度、标准建设等进行了总结和分析，可以为政府、行业、企业开展IPv6规模部署及“IPv6+”创新应用提供参考。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

目 录

第一章 政策篇

一、2017～2020年，规模应用期 01

二、2021年至今，创新发展期 02

第二章 IPv6应用部署篇

一、我国IPv6综合发展指数 05

二、IPv6用户 06

三、IPv6流量 09

第三章 IPv6+技术创新篇

一、IPv6+产业生态 12

二、IPv6+网络部署 14

（一）IPv6+网络部署总体情况 14

（二）中国电信IPv6+网络部署情况 14

（三）中国联通IPv6+网络部署情况 15

（四）中国移动IPv6+网络部署情况 16

三、IPv6+行业应用创新 16

第四章 网络设备篇

一、IPv6基本能力 18

二、IPv6+能力 20

三、IPv6+ Ready测试情况 22

第五章 IPv6/IPv6+标准篇

一、技术标准整体情况 23

二、通信行业标准 23

三、国家标准 24

四、国际标准 25

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

第一章 政策篇

自2017年中共中央办公厅、国务院办公厅印发《推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动计划》以来，我国进入IPv6的规模部署与应用时期。中央网信办、工业和信息化部等各部委相继发布了多项重要政策文件，针对IPv6流量贯通、质量提升、IPv6+创新发展等做出了相应的部署。

一、2017～2020年，规模应用期

这一时期的主要目标是在通信网络、网络应用以及各行业领域启动IPv6规模部署与应用工作，提升网络和应用基础设施的IPv6支持水平，牵引互联网应用和行业应用向IPv6演进，实现IPv6端到端的打通。

2017年

—中共中央办公厅、国务院办公厅印发《推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动计划》。明确提出了到“十四五”期末的IPv6发展目标，并部署了五项重点任务。

●**提出发展目标**：“到2025年末，我国IPv6网络规模、用户规模、流量规模位居世界第一位，网络、应用、终端全面支持IPv6，全面完成向下一代互联网的平滑演进升级，形成全球领先的下一代互联网技术产业体系。”

●**部署重点任务**：一是加快互联网应用服务升级，不断丰富网络信源；二是开展网络基础设施改造，提升网络服务水平；三是加快应用基础设施改造，优化流量调度能力；四是强化网络安全保障，维护国家网络安全；五是突破关键前沿技术，构建自主技术产业生态。

这一文件的发布标志着我过IPv6发展进入到规模化部署与应用阶段，其中提出的目标与任务成为后续几年IPv6规模部署与应用工作的基本指引。

2018年

—工业和信息化部关于贯彻落实《推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动计划》的通知。

—教育部办公厅关于贯彻落实《推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动计划》的通知。

—中国人民银行、中国银行保险监督管理委员会、中国证券监督管理委员会关于金融行业贯彻《推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动计划》的实施意见。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

各相关行业积极落实《行动计划》的工作要求，开展各自行业内的网络、应用、终端的IPv6升级改造工作，确保IPv6能用，为后续的技术应用创新打好基础。

2019年

—工业和信息化部关于开展2019年IPv6网络就绪专项行动的通知。

进一步推进IPv6深化改造，夯实应用创新基础。

2020年

—工业和信息化部关于开展2020年IPv6端到端贯通能力提升专项行动的通知。

—工业和信息化部办公厅、国家广播电视总局办公厅关于推进互联网电视业务IPv6改造的通知。

加速推进IPv6全面普及，提升IPv6端到端贯通能力，奠定良好的技术创新基础。

二、2021年至今，创新发展期

在IPv6规模部署和应用工作取得显著成果的基础上，这一时期的主要政策导向逐步转为提升IPv6网络能力与质量，通过鼓励“IPv6+”技术创新带动IPv6产业发展，从而实现IPv6“从能用向好用转变、从数量到质量转变、从外部推动向内生驱动转变”。

2021年

—中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部印发《关于加快推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署和应用工作的通知》。

● 到2025年末，全面建成领先的IPv6技术、产业、设施、应用和安全体系，我国IPv6网络规模、用户规模、流量规模位居世界第一位。网络、平台、应用、终端及各行业全面支持IPv6，新增网站及应用、网络及应用基础设施规模部署IPv6单栈，形成创新引领、高效协同的自驱性发展态势。

● 提出“以全面推进IPv6技术创新与融合应用为主线，以提升应用广度深度为主攻方向，着力建设开放创新的技术体系、性能先进的设施体系、全面覆盖的应用体系、生态良好的产业体系、系统完备的标准体系、自主可控的安全体系”。

● 开展IPv6关键核心技术研发。加强基于IPv6的新型网络体系结构技术研究。开展“IPv6+”网络产品研发与产业化，加强技术创新成果转化，不断展现IPv6技术优势。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

● 推动IPv6技术融合创新。推动协议、技术和业务创新，突破网络智能化、虚拟化、云化等关键技术，构建IPv6技术创新体系。积极开展网络新技术、新应用的试验验证与应用示范，不断催生新技术、新应用、新模式。

文件中明确了“十四五”时期深入推进IPv6规模部署和应用的主要目标、重点任务和时间表，并部署了开展IPv6关键技术研发的重点任务，为IPv6、“IPv6+”技术创新指明了发展方向与关键环节。

—工业和信息化部、中央网信办关于印发《IPv6流量提升三年专项行动计划（2021-2023年）》的通知。

● “大力促进IPv6新技术与经济社会各领域融合创新发展”。

● “激发应用生态IPv6创新活力。推进IPv6网络及应用创新。基础电信企业、互联网企业、重点行业企业加大IPv6分段路由（SRv6）等‘IPv6+’网络技术创新力度，加快技术研发及标准研究进度，扩大现网试点并逐步实现规模部署。”

● “继续在IPv6监测评测、‘IPv6+’新技术、IPv6单栈应用等领域加强行业标准研制，并积极推进相关国家标准建设”。

—国家发改委组织实施“基于IPv6的5G组网能力提升和应用示范工程”。

● 工程要求开展现网试点并逐步实现规模部署，中国电信、中国联通分别在100和40个城域网开展以SRv6为代表的“IPv6+”技术应用示范。

2022年

—中央网信办等三部门印发《深入推进IPv6规模部署和应用2022年工作安排》。

● “七是强化创新生态建设。包括完善‘IPv6+’技术产业生态体系、深化IPv6与新技术新应用新场景融合发展、加强新型互联网体系结构创新研究。”

● 进一步强调了扩大“IPv6+”技术生态体系，深化和扩大新技术，新应用，新场景，为IPv6+的产业发展进一步注入新动力。

—中央网信办等12部门联合印发IPv6技术创新和融合应用试点名单。

—举办首届IPv6技术应用创新大赛。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

2023年

—工业和信息化部等八部门联合印发《关于推进IPv6技术演进和应用创新发展的实施意见》。

● 提出到2025年底，IPv6技术演进和应用创新取得显著成效，网络技术创新能力明显增强，“IPv6+”等创新技术应用范围进一步扩大，重点行业“IPv6+”融合应用水平大幅提升；并在技术创新取得显著突破、产业支撑能力大幅提升、基础设施能力持续增强、重点行业应用成效凸显、安全保障能力显著提升等方面明确了具体发展目标。《实施意见》围绕构建IPv6演进技术体系、强化IPv6演进创新产业基础、加快IPv6基础设施演进发展、深化“IPv6+”行业融合应用、提升安全保障能力等五个方面部署15项重点任务。

这一文件是当前推动我国“IPv6+”创新发展的指导性文件，提出了未来3～5年“IPv6+”创新的目标与任务，并部署了“IPv6+”创新之城、“去NAT”专项行动、基于IPv6演进技术的下一代互联网“揭榜挂帅”专项行动等重点工作。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

第二章 IPv6应用部署篇

自2017年中共中央办公厅、国务院办公厅发布《推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》以来，通过扎实有效的工作，我国整体IPv6水平呈现出飞跃式发展态势，IPv6用户占比和IPv6流量占比这两个反映发展水平的关键指标方也取得了长足的进步，截至2023年5月，我国IPv6用户占比首次超过70%，移动网IPv6流量占比首次超过50%，北京市成为首个IPv6综合发展指数超过80的省份。

一、我国IPv6综合发展指数

IPv6综合发展指数是客观衡量IPv6综合发展水平的指标，依据推进IPv6规模部署和应用专家委员会制定的《中国IPv6发展指标体系》，根据IPv6活跃用户占比、IPv6流量占比、基础网络就绪度、应用基础设施就绪度和网站及应用IPv6支持度等五大类指标的客观发展数据计算得出各地区的IPv6综合发展指数。截至2023年5月，我国平均IPv6综合发展指数为75.44。按照我国传统的地理区域分类，华北（北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区）、东北（辽宁省、吉林省、黑龙江省）、华东（上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省、江西省、山东省）、中南（河南省、湖北省、湖南省、广东省、广西壮族自治区、海南省），西南（重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区）和西北（陕西省、甘肃省、青海省、宁夏自治区、新疆维吾尔自治区）等地区的发展情况如图1所示。

图1 各区域IPv6综合发展指数

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

从全国31个省、自治区、直辖市的IPv6综合发展指数来看，IPv6发展水平和经济发展水平呈现正相关关系，东部经济发达地区整体IPv6发展水平较高，中部地区紧随其后，西部和东北地区整体IPv6发展水平相对存在差距，但整体上差距不大，发展相对均衡。IPv6综合发展指数排名前十的省份情况如图2所示。

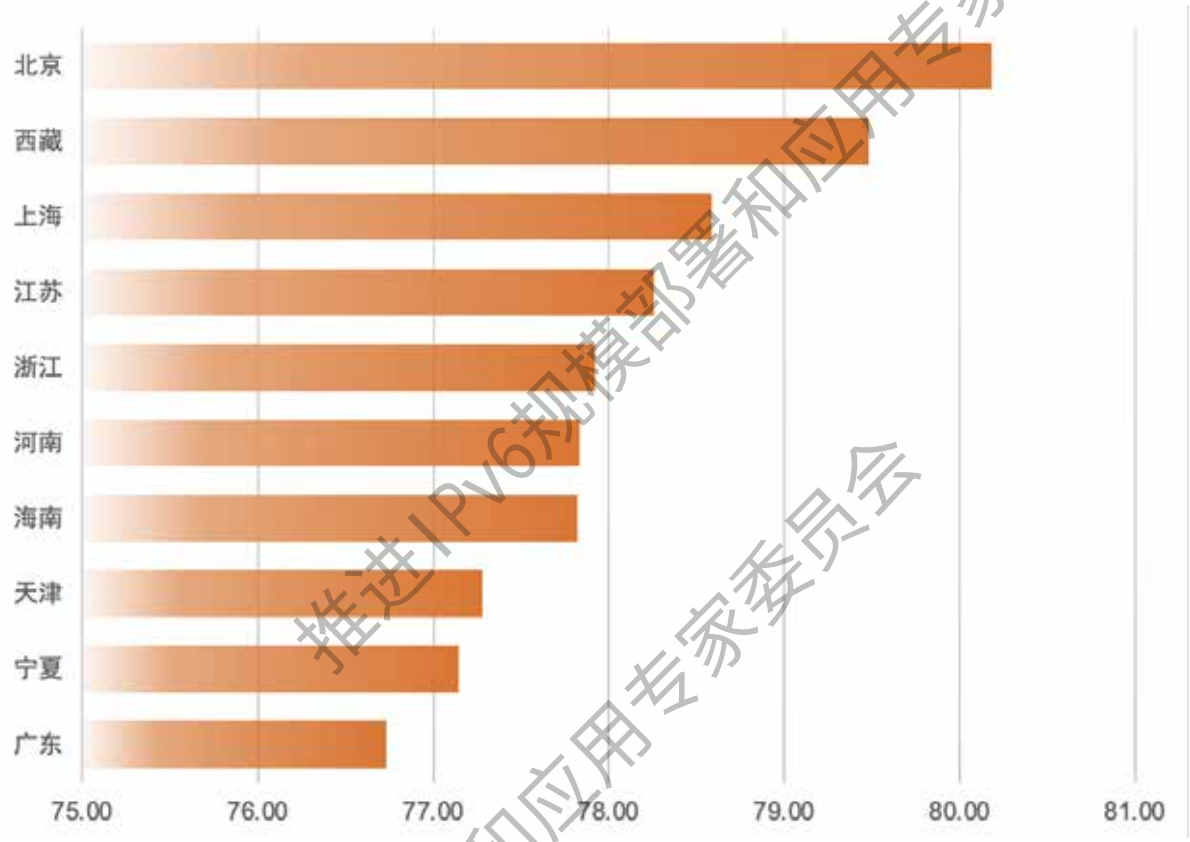

图2 IPv6综合发展指数排名前十的省份

二、IPv6用户

用户数体现了网络的普及程度，是衡量一个地方网络发展水平的核心指标之一。在我国IPv6规模部署工作开展以来，结合我国移动互联网较为发达这一自身发展特点，移动网先行改造，通过移动终端升级、移动网络就绪、移动应用深度改造等工作，带动我国IPv6用户数快速增长。截至2023年5月，我国IPv6活跃用户数已达7.63亿，IPv6用户占比达到71.51%，IPv6用户规模已位居世界前列。近三年我国IPv6活跃用户占比情况如图3所示。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

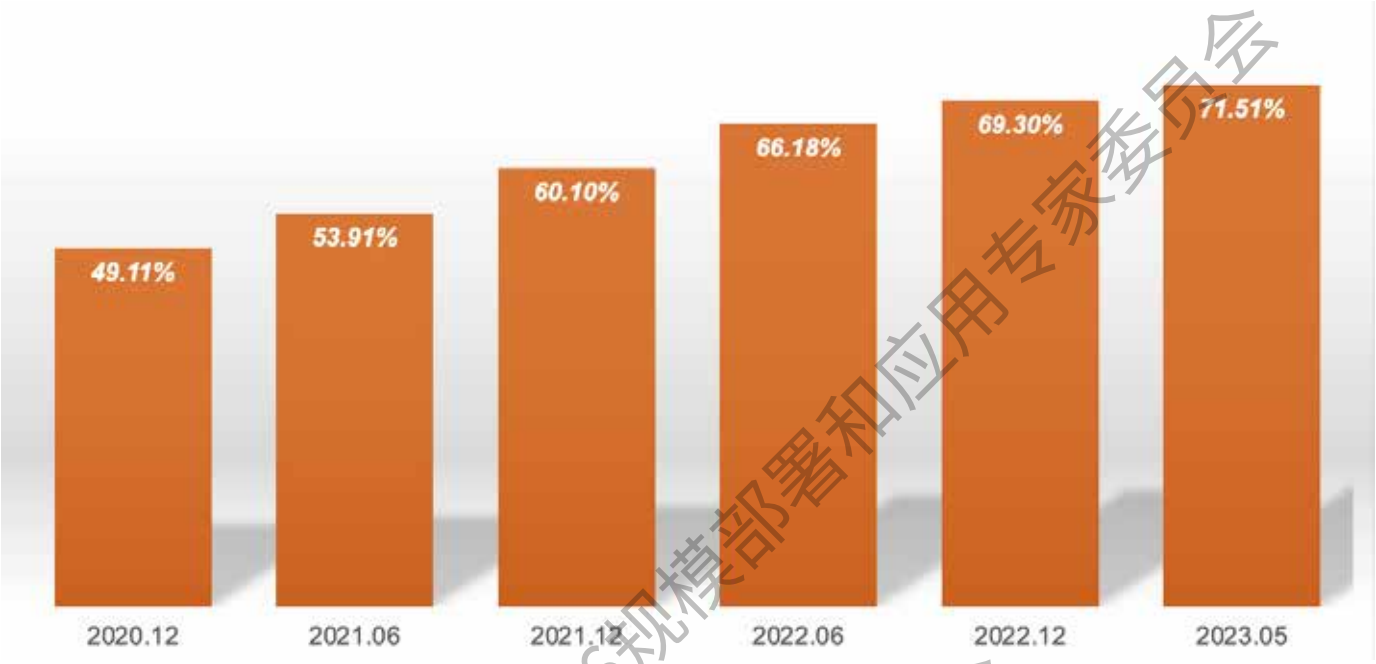

图3 近三年我国IPv6活跃用户占比情况

从2020年12月到2022年6月期间，是我国IPv6活跃用户的一个快速增长期，原因在于“移动先行”的工作策略，为我国移动网IPv6的快速普及提供了良好的基础，加之大力推进移动互联网应用的IPv6升级改造，不断提升应用IPv6浓度和扩大应用放量范围，推动我国移动网IPv6活跃用户快速增长，进而带动了整体的快速提升。

截至2023年5月，按照我国传统的地理区域分类，华北（北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区）、东北（辽宁省、吉林省、黑龙江省）、华东（上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省、江西省、山东省）、中南（河南省、湖北省、湖南省、广东省、广西壮族自治区、海南省），西南（重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区）和西北（陕西省、甘肃省、青海省、宁夏自治区、新疆维吾尔自治区）等地区的IPv6活跃用户占比情况如图4所示。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

图4 各区域IPv6活跃用户占比情况

从图中能够看出，经济相对发达、信息化水平相对较高、互联网企业相对较密集的地区，IPv6活跃用户占比相对较高，北京、上海、广州、深圳等一线城市的IPv6活跃用户相对较多，东部沿海经济发达地区的整体水平强于中西部地区。IPv6活跃用户占比排名前十的省份情况如图5所示。

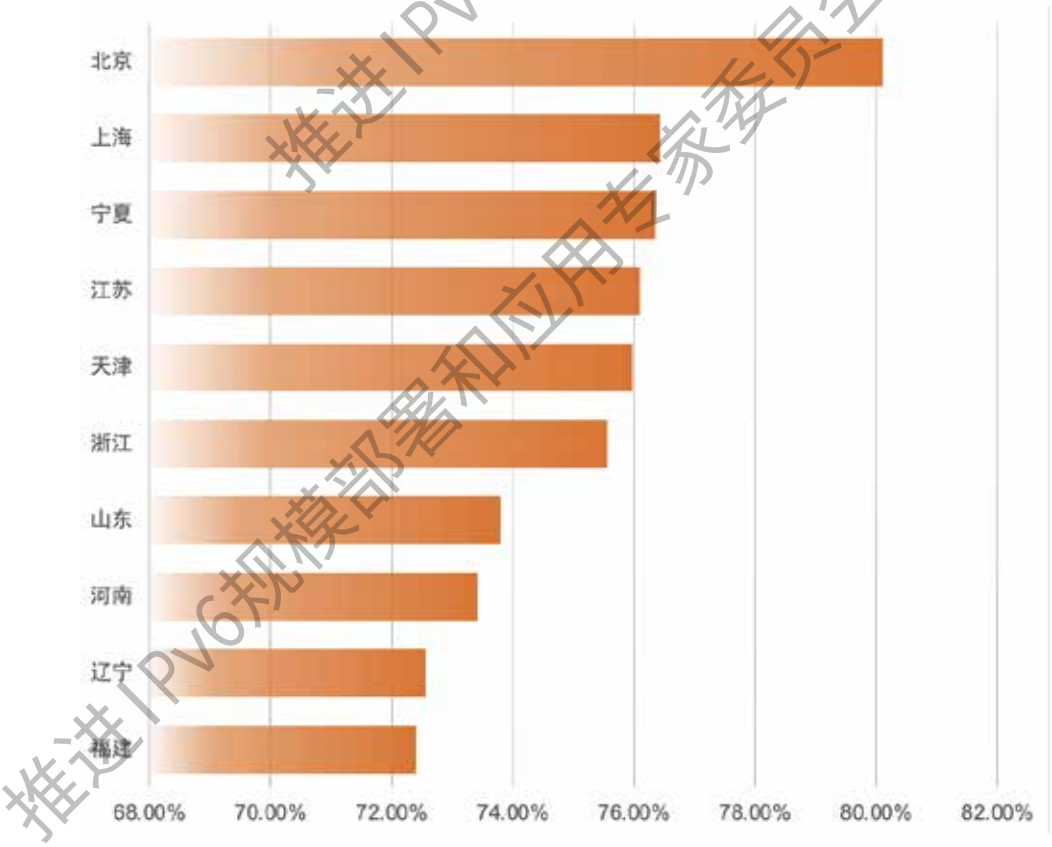

图5 IPv6活跃用户占比排名前十的省份

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

三、IPv6流量

流量体现了网络的应用深度，是衡量一个地方网络发展水平的核心指标之一。在IPv6规模部署一阶段完成网络就绪工作后，提升端到端网络贯通能力，以及提高我国IPv6流量占比成为了IPv6规模部署的重点工作之一，通过持续优化基础网络IPv6性能、提高应用基础设施IPv6业务加速能力，以及深化IPv6网站和应用改造，我国的IPv6流量占比持续快速提升，特别是移动网IPv6流量占比提升显著。截至2023年，我国移动网IPv6流量占比首次超过50%，IPv6流量规模超过40Tb；固定网络IPv6流量占比明显提速，超过15%，IPv6流量规模超过110Tb。近三年我国移动和固定网络IPv6流量占比情况如图6所示。

图6 近三年我国IPv6流量占比情况

IPv6流量的提升是一项“从量变到质变”的工作，终端、网络、应用等端到端IPv6环境的日趋完善会产生聚合效应，IPv6流量的增长会呈现出越来越快的态势，从图中能够看出，2022年6月至2023年5月期间的IPv6流量占比增速明显高于2020年12月至2022年6月期间的增速，整体呈现出指数增长的趋势，能够预见到2023年底，我国IPv6流量占比会再上一个台阶。

当然，也应注意到我国整体IPv6流量的提升仍不均衡，移动网IPv6流量占比的增速明显高于固定网络IPv6流量增速，因此如何快速提高固定网络IPv6流量占比是后续IPv6规模部署的主要工作之一。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

截至2023年5月，按照我国传统的地理区域分类，华北（北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区）、东北（辽宁省、吉林省、黑龙江省）、华东（上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省、江西省、山东省）、中南（河南省、湖北省、湖南省、广东省、广西壮族自治区、海南省），西南（重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区）和西北（陕西省、甘肃省、青海省、宁夏自治区、新疆维吾尔自治区）等地区的IPv6综合流量占比情况如图7所示。

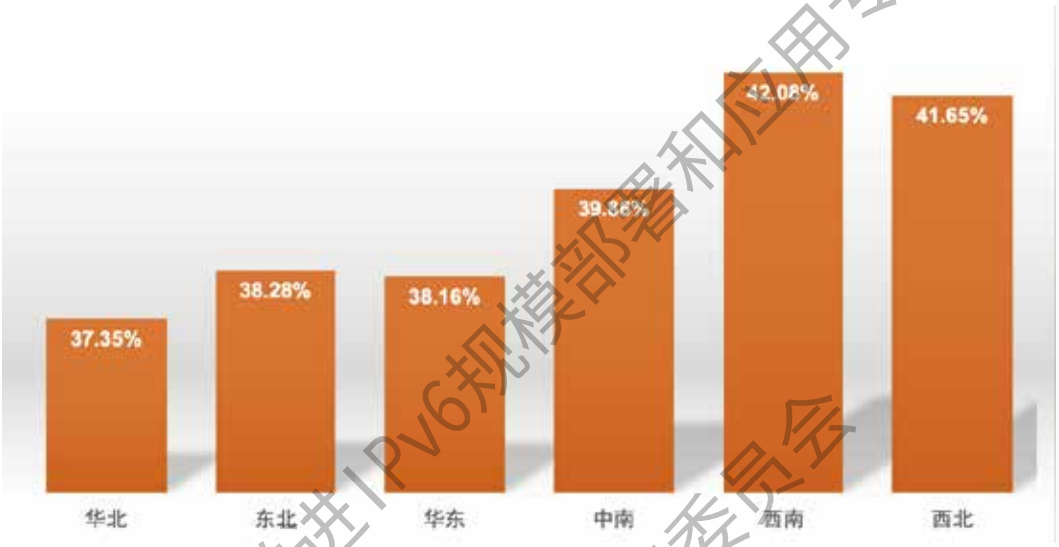

图7 近三年我国IPv6综合流量占比情况

可以看出，各区域IPv6综合流量占比与综合发展指数呈现相反的趋势，西南和西北地区的IPv6综合流量占比较高，原因在于西部地区的固定网络IPv6流量占比明显好于中东部发达地区，一方面是西部网络建设相对较晚，网络、设备等较新，对IPv6支持能力较好；另一方面，西部地区用户家庭中部署的家庭无线路由器占比相比于中东部发达地区相对较低，在一定程度上提升固定网络IPv6活跃用户的占比。

截至2023年5月，移动网IPv6流量占比提升较快，发展较为均衡，无明显不足的省份，普遍超过50%，其中移动网IPv6流量占比排名前十的省份情况如图8所示；而固定网络IPv6流量占比相对提升较慢，发展也不够均衡，西部地区明显高于中东部地区，固定网络IPv6流量占比排名前十的省份情况如图9所示。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

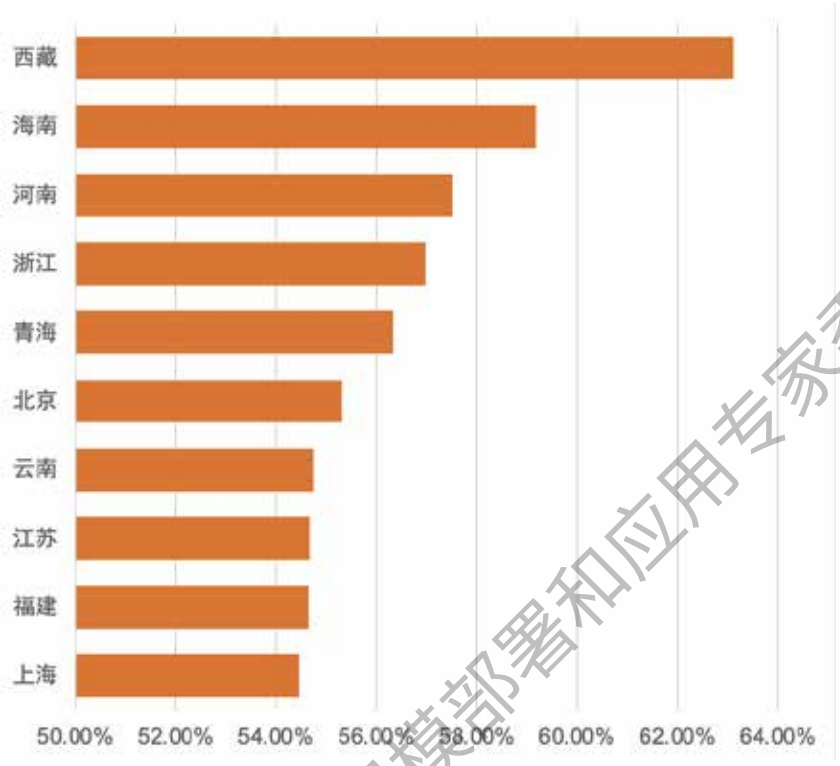

图8 移动网IPv6流量占比排名前十的省份

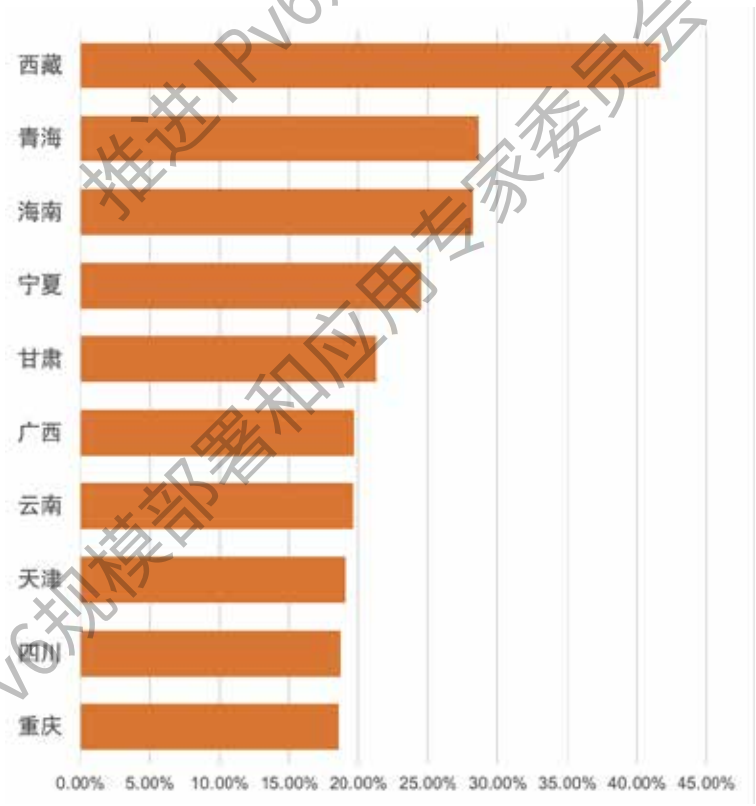

图9 固定网络IPv6流量占比排名前十的省份

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

第三章 IPv6+技术创新篇

IPv6规模部署的核心目标是推动我国的网络升级，加速向下一代网络演进，而实现这一宏伟目标的关键举措就是加强IPv6网络和应用技术创新研究和应用部署。“IPv6+”是基于IPv6基础协议，以充分挖掘IPv6技术潜力为目标的一系列新技术的集合，是基于IPv6技术体系的再完善、核心技术的再创新、网络能力的再提升和产业生态的再升级。自2019年推进IPv6规模部署和应用专家委员会提出“IPv6+”概念以来，我国的IPv6+应用创新蓬勃发展，特别是2023年4月发布的《推进IPv6技术演进和应用创新发展的实施意见》，势必会加速我国的IPv6+网络和应用创新的研究和应用部署。

一、IPv6+产业生态

随着“IPv6+”政策支持力度的不断扩大，以及产业界在5G和云网时代对于技术创新的迫切需求，IPv6+的产业生态正在日趋完善，市场规模不断扩大。根据中国科学院科技战略咨询研究院的测算，2020年“IPv6+”市场规模为647.4亿元，预计2025年将达到2480.6亿元，复合增长率将达30.8%；2020年至2025年，将累计实现市场规模约8648.5亿元，“IPv6+”增速将呈现稳中上升的态势，预测2025年增速将达到26.5%。2020年-2025年“IPv6+”市场规模及增长预测如图10 所示。

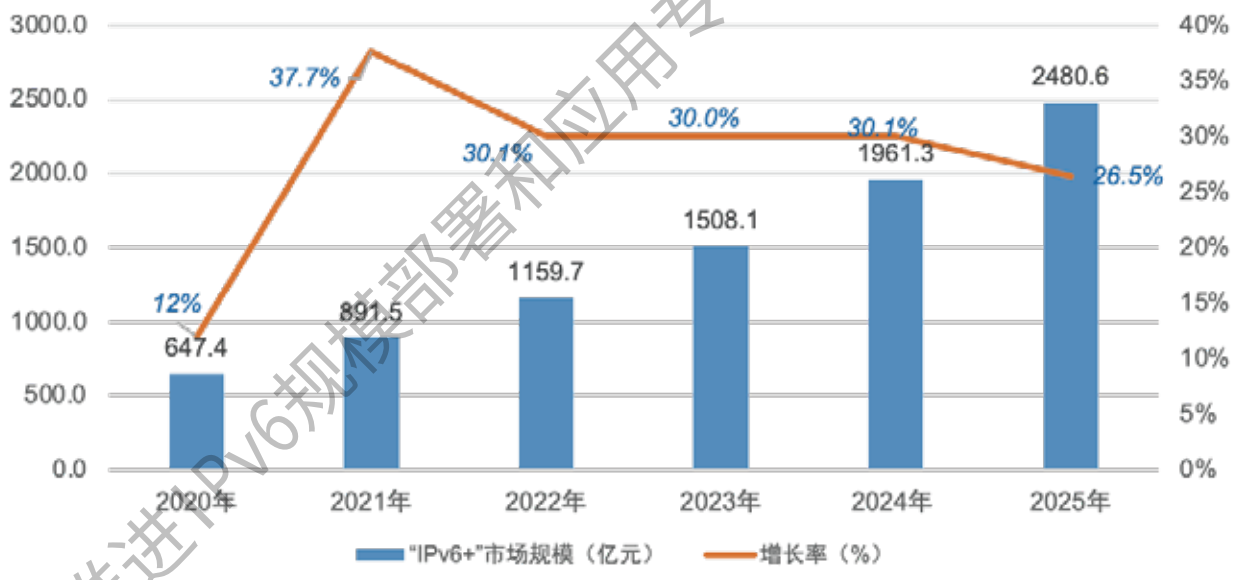

图10 2020～2025年“IPv6+”市场规模及增长

[1]数据来源：中国科学院科技战略咨询研究院

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

从“IPv6+”市场结构看，2020年终端（含应用基础设施）市场规模占比达到81%；网络市场规模占比17%；软件及服务市场规模占比2%。到2025年，软件及服务市场占比将明显提高，占比将达到15%，网络设备市场占比提升至22%，终端市场规模相对降低，2020年和2025年“IPv6+”细分市场结构对比如图11 所示。

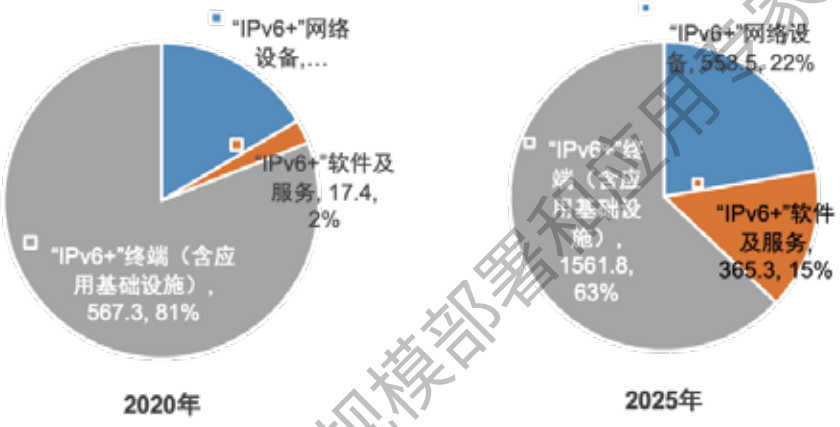

图11 2020年、2025年“IPv6+”细分市场

综合当前各省、自治区、直辖市IPv6综合发展水平、“IPv6+”产业化、“IPv6+”政策支持力度和创新环境等因素，各省的“IPv6+”创新指数如图12所示。

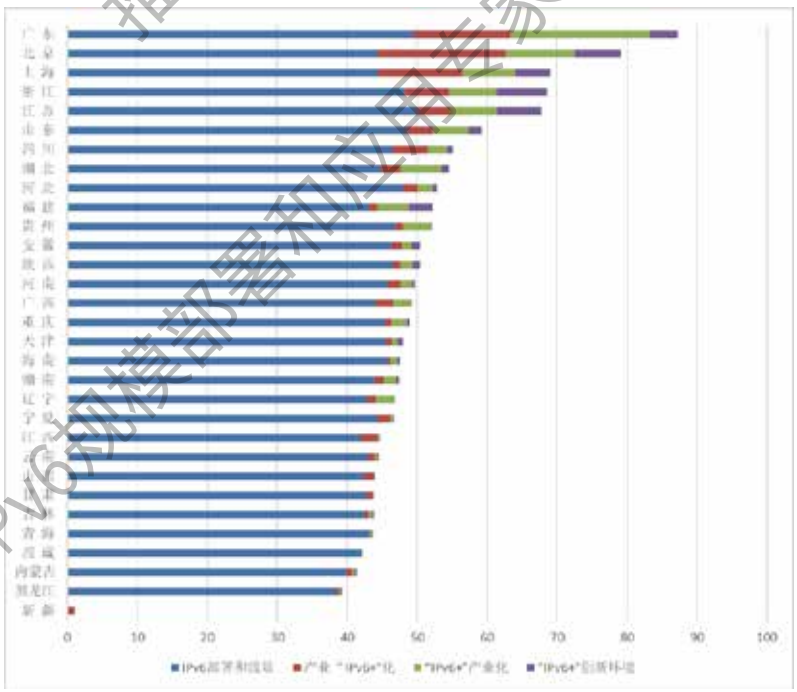

图12各省、自治区和直辖市“IPv6+”创新指数

[2]数据来源：中国科学院科技战略咨询研究院

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

二、IPv6+网络部署

基础电信企业基于自身网络和业务发展需求，自我国IPv6规模部署工作实施以来，积极开展IPv6+技术创新研究和网络应用部署实践，已经基本实现规模化的“IPv6+”网络部署，全国超过90%的省份已经在基础网络中应用部署SRv6、网络切片等IPv6+技术。其中，中国电信、中国联通依托“基于IPv6的5G组网能力提升和应用示范工程”，在IPv6+网络部署方面位居前列。

（一）IPv6+网络部署总体情况

截至2023年5月，统计数据表明，各基础电信企业已累计完成29省的IPv6+网络部署，占比达到93.55%，具体应用部署情况如图13所示。

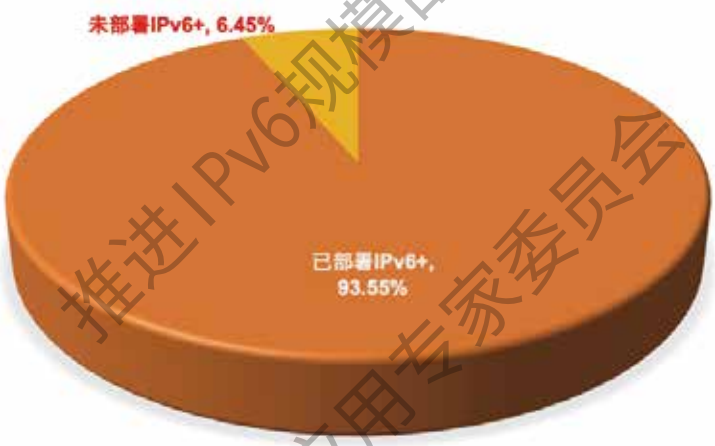

图13 各省、自治区、直辖市IPv6+网络部署情况

（二）中国电信IPv6+网络部署情况

中国电信依托新型城域网的建设，采用SRv6+Flex-E切片方案，加快在全国范围内的IPv6+网络部署。截至2023年5月，统计数据表明，中国电信已完成19省的SRv6+Flex-E方案部署；在部分核心网内部署了SRv6技术，部分核心网部署了SRv6+切片技术，部分核心网部署了SRv6技术，目前有4省尚未完成IPv6+技术的部署，中国电信的IPv6+网络部署情况如图14所示。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

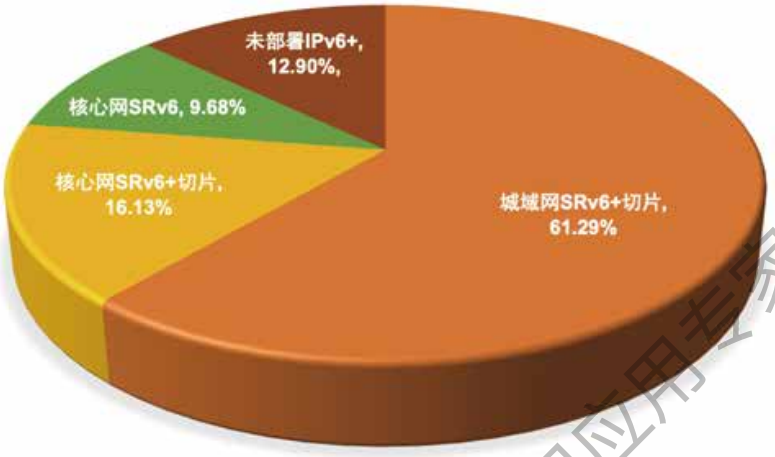

图14 中国电信IPv6+网络部署情况

(三) 中国联通IPv6+网络部署情况

中国联通依托“基于IPv6的5G组网能力提升和应用示范工程”，开展了40城SRv6演进计划，截至2023年5月，中国联通已经完成了19省IPv6+网络部署，具体部署情况如图15所示。

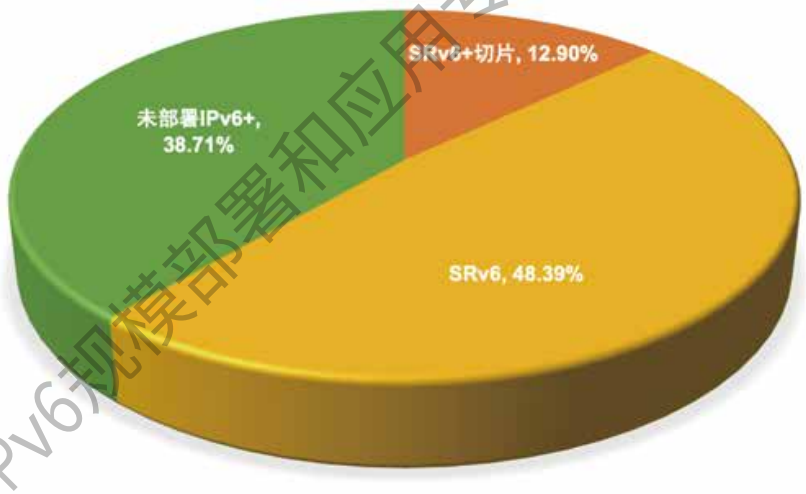

图15 中国联通IPv6+网络部署情况

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

中国联通积极推进IPv6+建设工作，2022年，中国联通雄安新区成为国内第一个通过IPv6+ 1.0 Ready评测的城市。截至2023年5月，中国联通已经有11省已经完成或者正在进行IPv6+ 1.0 Ready评测，包括河北联通、北京联通、山东联通、辽宁联通、河南联通、湖北联通、重庆联通、江苏联通、浙江联通、广东联通、黑龙江联通。

（四）中国移动IPv6+网络部署情况

中国移动结合国家“东数西算”工程要求及自身算力网络业务发展需求，拓展“连接+算力+能力”新型信息服务体系，推进网络全面升级，打造了全球规模最大的SRv6 Policy骨干网——云专网。截至2023年5月，已覆盖全国31省、300+地市，省际带宽接近50Tbps，支持SRv6 Policy的设备多达800余台。具体部署情况如图16所示。

图16 中国移动IPv6+网络部署情况

三、IPv6+行业应用创新

为促进IPv6与各行各业融合发展，树立标杆应用、激发产业创新、促进人才培养，繁荣产业生态，在工业和信息化部、中央网信办、教育部的业务指导下，中国信息通信研究院联合地方政府于2022年7月至2023年4月期间举办了首届IPv6技术应用创新大赛，本次大赛累计收到七大领域近1500个IPv6/IPv6+创新项目，充分反映了我国IPv6+技术创新和行业应用方面正在加速发展。

本次IPv6创新大赛覆盖了信息基础设施、政务、行业、安全、民生、科教以及应用和终端等七大应用领域，统计数据表明，信息基础设施领域是当前IPv6/IPv6+技术和应用创新的主要领域，共产生了464个创新项目，在科教、政务、民生和行业领域也产生了200余个创新

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

项目，以上数据充分表明IPv6/IPv6+技术和应用创新已经在各大行业遍地开花，其发展呈现出全面加速态势，特别是本次大赛在信息安全领域的创新项目也超过了100个，对于IPv6安全技术的研究、发展及产业化应用起到了引领作用。各领域创新项目情况如图17所示。

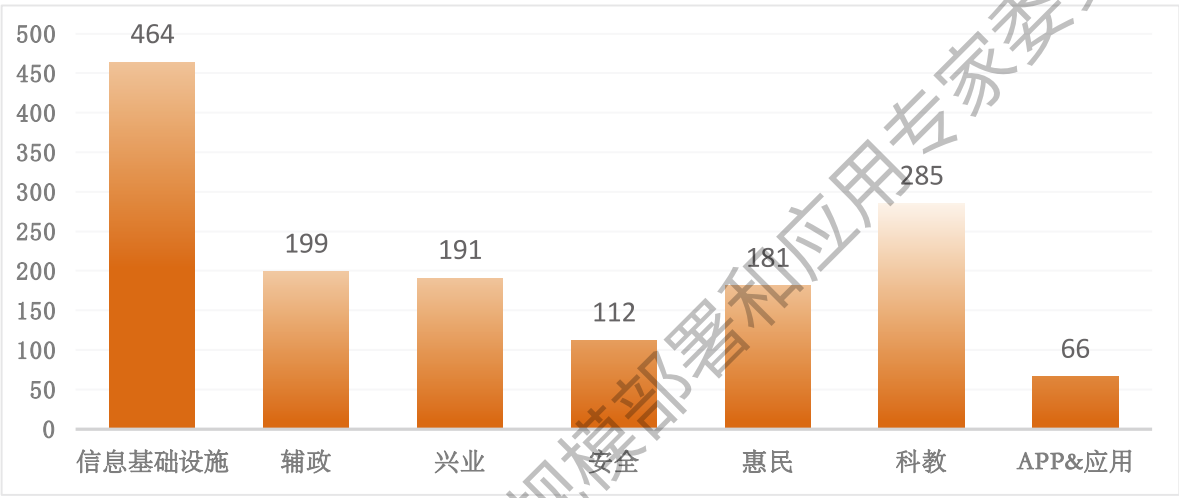

图17 IPv6技术和应用创新大赛参赛项目分布情况

31省、自治区和直辖市均有创新项目参与到本次大赛，说明当前IPv6/IPv6+技术和应用创新不仅仅在经济发达地区如火如荼的开展，正在快速向全国范围铺开，统计数据表明，参赛项目排名前五的省份分别为：项目数量前五的省份：江苏（244）、北京（233）、山东（195）、广东（136）、上海（80），都是经济发达和信息化水平较高的地区，各省参赛项目情况如图18所示。

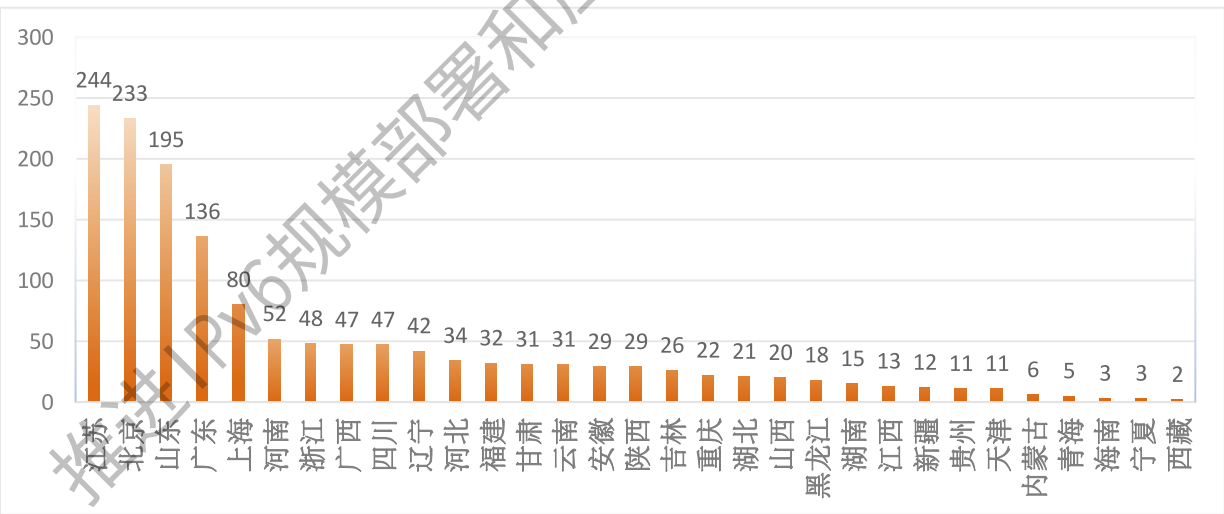

图18 各省IPv6技术和应用创新大赛参赛项目情况

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

第四章 网络设备篇

网络设备，尤其是路由器设备是构建基础网络和开展技术创新的核心基础，网络设备IPv6/IPv6+支持能力的好坏直接决定了一个国家的IPv6发展水平和技术创新能力。自2012年，国家发展改革委员会组织实施“2012年下一代互联网技术研发、产业化和规模商用专项”工作以来，我国网络设备的IPv6支持能力持续快速提升，为我国IPv6规模部署工作奠定了坚实的基础。特别是自2017年，中共中央办公厅、国务院办公厅发布《推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》起，我国网络设备在IPv6技术创新方面展现出诸多亮点，当前，我国的网络设备IPv6/IPv6+支持能力已经位于世界先进行列。

一、IPv6基本能力

在2019年1月1日起，我国电信设备进网许可中明确规定不再受理IPv4单栈设备的进网申请，支持IPv6也已经成为了企业采购网络设备的必要指标，我国网络设备支持IPv6协议已进入快速普及阶段。截至2023年6月，依据电信设备进网检测统计数据，当前我国网络设备IPv6基本能力的支持水平良好，部分能力甚至优于国外同类产品，整体位居世界先进行列。

根据中国信息通信研究院通过各类测试和调研统计，从IPv6基本协议、路由协议、性能、安全能力四个方面共15项功能，对国内外主要设备厂商路由器设备进行了对比分析，结果如图19和表1所示。

- IPv6基本协议：包括IPv6协议、ICMPv6协议、邻居发现（NDP）协议、路径MTU发现和无状态地址分配协议；
- IPv6路由协议：包括RIPng协议、OSPFv3协议、IS-ISv6协议、BGP4+协议；
- IPv6性能：包括IPv6基本转发性能、IPv6路由表容量、IPv6 QoS能力；
- IPv6安全能力：包括IPv6 ACL功能、IPv6 uRPF功能

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

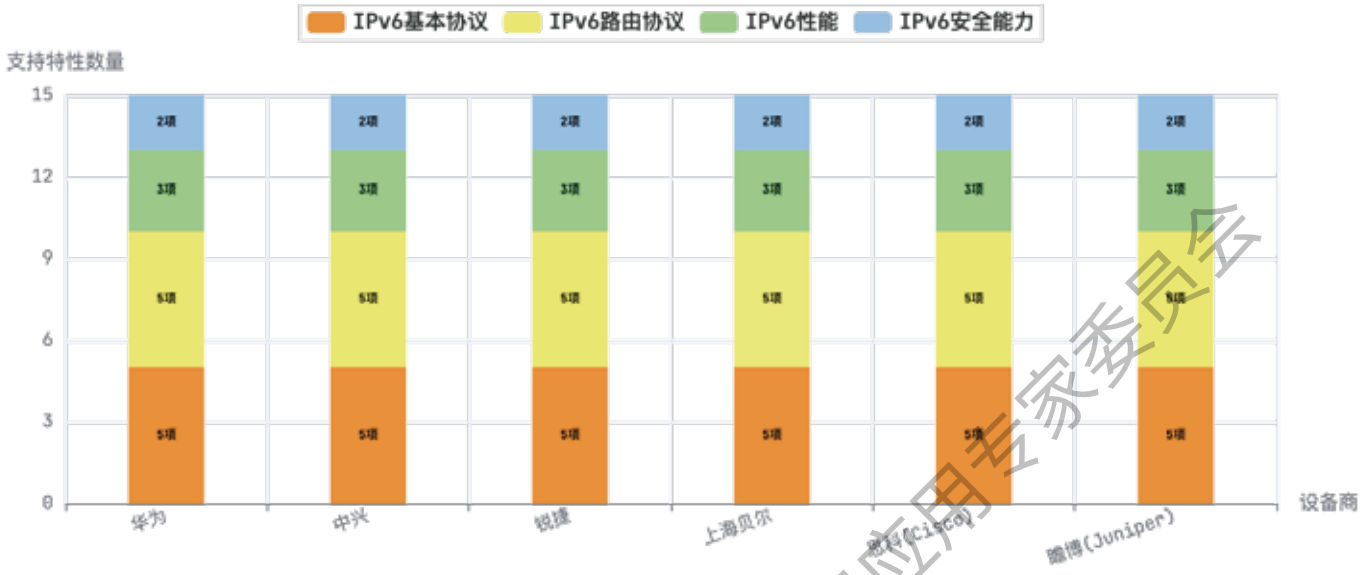

图19 主要路由器设备厂商IPv6基本能力支持情况

表1 主要路由器设备厂商IPv6基本能力支持情况

类型	关键业务能力	华为	中兴	锐捷	上海贝尔	思科（Cisco）	瞻博（Juniper）
IPv6基本协议	IPv6 基础协议	√	√	√	√	√	√
	ICMPv6 协议	√	√	√	√	√	√
	邻居发现协议	√	√	√	√	√	√
	Path MTU 发现协议	√	√	√	√	√	√
	无状态地址分配	√	√	√	√	√	√
IPv6路由协议	RIPng 协议	√	√	√	√	√	√
	OSPFv3 协议	√	√	√	√	√	√
	IS-ISv6 协议	√	√	√	√	√	√
	BGP4+协议	√	√	√	√	√	√
	MLDv1/v2 协议	√	√	√	√	√	√
IPv6性能	IPv6 基本转发	√	√	√	√	√	√
	IPv6 路由表容量	√	√	√	√	√	√
	IPv6 QoS	√	√	√	√	√	√
IPv6安全	IPv6 ACL 功能	√	√	√	√	√	√
	IPv6 uRPF 功能	√	√	√	√	√	√

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

二、IPv6+能力

自2017年我国开展IPv6规模部署工作以来，在推动我国IPv6技术快速普及和规模应用的同时，依托IPv6技术开展网络和应用创新也是一项核心工作，为此，推进IPv6规模部署和应用专家委员会成立了“IPv6+技术创新工作组”，对IPv6+的定义，以及IPv6+的发展路径进行了定义，具体如下：

“IPv6+”是IPv6下一代互联网的升级，是面向5G和云时代的IP网络创新体系。基于IPv6技术体系“再”完善、核心技术“再”创新、网络能力“再”提升、产业生态“再”升级，“IPv6+”可以实现更加开放活跃的技术与业务创新、更加高效灵活的组网与业务提供、更加优异的性能与用户体验、更加智能可靠的运维与安全保障。

“IPv6+1.0阶段”，主要体现的是网络编程能力，以简化网络和实现部分网络自治为目标，典型技术为SRv6技术。

“IPv6+2.0阶段”，主要体现的是增强用户体验保障，以保障体验和实现有条件网络自治为目标，典型技术包括网络切片、随流检测和新型组播技术等。

“IPv6+3.0阶段”，主要体现的是应用驱动网络，以实现应用感知和高度网络自治为目标，典型技术包括APN6技术。

图20 IPv6+技术演进路径

中国信息通信研究院近年来在“IPv6+” Ready测试、电信运营商集采测试中积累了大量实测数据，结合产业调研数据，本报告分别从IPv6+ 1.0、IPv6+ 2.0和IPv6+ 3.0技术能力的成熟度方面对国内外相关产业进行了对比分析。

我国在IPv6网络和应用技术创新研究方面起步较早，技术发展迅速，尤其在应用部署方面领先于其他国家。当前全球IPv6+技术应用部署主要处于以SRv6为典型技术的IPv6+ 1.0，国内外设备厂商对于IPv6+ 1.0技术能力的覆盖都相对较好。综合设备技术能力和应用部署规模来看，国内整

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

体发展水平要高于国外。以华为等为代表的国内设备厂商在IPv6+ 1.0技术能力的覆盖方面较为完善，除在SRv6故障保护方面还需进一步完善提高外，已基本实现对IPv6+ 1.0的全面覆盖，更为重要的是我国在IPv6+ 1.0技术应用部署方面明显快于国外，目前已经积累大量的部署案例。从SRv6基本能力、SRv6流量工程、SRv6 VPN、SRv6故障保护、SRv6控制的算路能力和调优能力等六个方面，对国内外相关产业的技术成熟度进行了对比，如图21所示。

图21 国内外IPv6+ 1.0技术成熟度对比分析

随着IPv6技术在全球普及程度的加深，全球IPv6+技术应用部署明显加速，正在从IPv6+ 1.0阶段向以随流检测、新型组播为典型技术的IPv6+ 2.0阶段快速迈进。但是，相比于IPv6+ 1.0阶段的全球同步发展态势，当前国内外在IPv6+ 2.0技术发展和应用部署方面已经出现明显的差距，国内设备厂商在技术支持的广度和深度方面都明显领先于国外设备厂商。目前，我国在IPv6+ 2.0技术成熟度方面已经明显位居世界前列。从Slice ID网络切片、随流检测、新型组播（BIERv6）、SRv6 OAM、SRv6头压缩和SFC等六个方面，对国内外相关产业的技术成熟度进行了对比，如图22所示。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

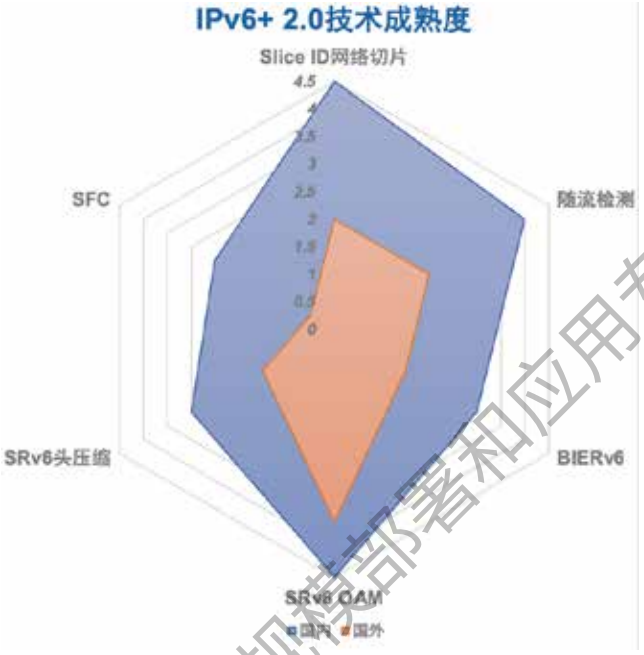

图22 国内外IPv6+ 2.0技术成熟度对比分析

以APNv6为典型技术的IPv6+ 3.0阶段当前尚处于技术研究和标准化初期阶段，全球整体技术成熟度不高，目前仅有华为等少数公司的设备具备一定的支持能力。从国际标准参与度，设备实现情况等来看，我国在IPv6+ 3.0的技术研究和验证方面是领先于国外的。

三、IPv6+ Ready测试情况

为了加快推进我国IPv6+技术的研究和应用部署，推进IPv6规模部署专家委员会成立了“IPv6+技术创新工作组”，并开展了基于设备和网络的IPv6+ 1.0 Ready测试工作。

截至到2023年，华为、中兴的部分网络设备已经完成了IPv6+ 1.0 Ready测试，相关的网络设备也已经在基础电信企业的IPv6+技术应用部署中得到了广泛应用。综合技术能力和产业影响力来看，目前华为处于IPv6+技术发展的第一梯队，中兴目前也在加速其IPv6+技术水平的提升，处于加速追赶阶段。截至2023年，已有11省的中国联通网络完成了网络IPv6+ 1.0 Ready测试工作。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

第五章 IPv6/IPv6+标准篇

技术标准是推动IPv6应用普及，以及IPv6+技术创新的一个重要手段，也是衡量IPv6相关技术和发展水平的一个重要指标。我国IPv6/IPv6+标准制定工作起步较早，历时已经超过20年的时间，也经历从早起跟随采用，到当前的引领创新的发展历程。截至2023年5月，我国已经形成了包含行业、国家和国家标准，覆盖协议、设备、过渡、应用和安全等领域的，较为完备的IPv6/IPv6+标准体系，尤其是在IPv6+技术标准制定方面，我国目前已站在国际第一梯队。

一、技术标准整体情况

我国开展IPv6相关技术研究起步较早，因此IPv6相关的技术标准研制工作也起步较早，相关的技术标准制定工作主要在通信行业内开展，经过二十年的积累，已经形成多达100多项，较为完备的IPv6相关通信行业标准体系；以华为、中兴、清华大学、中国电信、中国移动、中国联通等企业同期也积极参与到IPv6相关的国际标准制定工作中，也形成了IVI、SAVI等国际标准体系，取得了一定的成果。2021年，在中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部、国家市场监管总局指导支持下TC485成立“IPv6标准工作组”，IPv6相关的国家标准研制工作正在加速，逐步实现了通信行业标准、国家标准和国际标准齐头并进的局面。

二、通信行业标准

在中国通信标准化协会的组织下，我国IPv6相关的通信行业标准的研制工作从本世纪初就已经启动，早期主要是对于国际标准的等同采用，主要在IPv6协议、IPv6过渡技术等方面开展标准制定工作，后期随着IPv6规模部署和应用工作的深入，通信行业标准的研究逐步转向具体应用环节。历经二十年的发展，截至目前，我国已经报批的IPv6相关行业标准已达153项，覆盖协议、设备、互联互通、应用、地址管理等多个技术领域，已经形成了完备的IPv6相关技术标准体系，后续的研究重点也转向IPv6+相关的技术标准制定工作。我国IPv6相关的通信行业标准分类情况如图22所示。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

图22 IPv6相关通信行业标准各领域分布情况

三、国家标准

我国IPv6相关国家标准的研制工作启动较晚，2012年左右开始着手相关的国家标准研制工作，在IPv6规模部署工作之前，研制进程相对缓慢，仅有4项标准发布，但随着我国IPv6规模部署工作的逐步深入，对于IPv6相关的国家标准的需求也日趋强烈.在此背景下，全国通信标准化技术委员会于2021年成立“IPv6标准工作组”，旨在加强IPv6相关国家标准的研制，推进IPv6在各行业的应用普及和规范管理。截止2023年5月，“IPv6标准工作组”已成功立项在研的IPv6相关国家标准已达38项，覆盖IPv6+创新、监测评测、行业部署、地址管理、安全等多个领域。我国在研IPv6相关的国家标准分类情况如图23所示。

图23 IPv6在研国家标准各领域分布情况

推进IPv6规模部署和应用专家委员会

四、国际标准

国际工程任务组（IETF）一直都是IPv6相关国际标准的主要制定者，截至目前，已经发布211项IPv6相关的RFC。

当前，IETF正围绕着IPv6 Operations (v6ops)、Source Packet Routing in Networking (spring)、IPv6 Maintenance (6man)、IP Performance Measurement (ippm)、以及Source Address Validation in Intra-domain and Inter-domain Networks (savnet)开展IPv6相关国际标准的研制工作。

华为、中兴、清华大学、中国电信、中国移动、中国联通等我国企业积极参与到了IPv6相关国际标准的制定工作中，主导了IVI、SAVI等标准体系，取得了一定的成果。随着我国IPv6规模部署工作开展的深入，我国企业参与国家标准的热情日益高涨，且经过数十年的积累，目前在IPv6/IPv6+国际标准的制定方面，我国企业逐渐正成为引领着，影响力也大为提升，目前在SRv6协议、头压缩、源地址验证等多个领域内正主导着相关国际标准的制定，IPv6+标准国内企业的贡献占比已经达到85%。

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会

推进IPv6规模部署和应用专家委员会
推进IPv6规模部署和应用专家委员会