

# 2021 全球 IPv6 支持度白皮书

全球IPv6测试中心

下一代互联网国家工程中心

全球 IPv6 测试中心

2021 年 8 月

## 目录

名词解释.....	- 1 -
前言.....	- 2 -
第一章 全球 IPv6 最新进展.....	- 3 -
1.1 全球推动 IPv6 部署的举措.....	- 3 -
1.2 IPv6 最新技术标准.....	- 4 -
1.3 IPv6 全球综合部署情况.....	- 7 -
第二章 全球 IPv6 用户发展情况.....	- 10 -
第三章 全球网络及域名系统 IPv6 部署情况.....	- 15 -
3.1 域名系统 IPv6 部署情况.....	- 15 -
3.2 网络 IPv6 部署情况.....	- 15 -
3.3 移动运营商 IPv6 部署情况.....	- 16 -
3.4 宽带运营商 IPv6 部署情况.....	- 18 -
第四章 互联网服务 IPv6 支持情况.....	- 21 -
4.1 网站 IPv6 支持情况.....	- 21 -
4.1.1 全球 IPv6 网站支持情况.....	- 21 -
4.1.2 各国网站 IPv6 支持情况.....	- 25 -
4.2 应用 IPv6 支持情况.....	- 26 -
4.3 软件 IPv6 支持情况.....	- 27 -
4.3.1 操作系统 IPv6 支持度.....	- 27 -
4.3.2 应用软件 IPv6 支持度.....	- 30 -
4.4 CDN IPv6 支持情况.....	- 35 -
4.5 云服务 IPv6 支持情况.....	- 38 -
第五章 网络产品 IPv6 支持度.....	- 42 -
总结.....	- 53 -

---

## 名词解释

**AAAA 记录:** AAAA 记录 (AAAA record) 是用来将域名解析到 IPv6 地址的 DNS 记录。

**Active prefix:** 当实体计划在其网络上启用 IPv6 时，第一步是向 RIR 询问 IPv6 前缀。第二步是使这个前缀在网络上可达。然后根据基于广告的 APNIC 实验室数据和基于种子的 Eric Vyncke 数据测量此前缀的活动。如果能够看到来自这两个来源之一的流量，那么就可以假设前缀是活跃的。

**APNIC:** 亚太互联网络信息中心 (Asia-Pacific Network Information Center, APNIC)，是全球五大区域性因特网注册管理机构之一，负责亚太地区 IP 地址、ASN (自治域系统号) 的分配并管理一部分根域名服务器镜像的国际组织。

**BGP:** BGP 是自治系统间的路由协议，BGP 交换的网络可达性信息提供了足够的信息来检测路由回路并根据性能优先和策略约束对路由进行决策。

**CDN:** 全称是 Content Delivery Network，即内容分发网络。

**IPv6:** IPv6 是英文 “Internet Protocol Version 6” (互联网协议第 6 版) 的缩写，是互联网工程任务组 (IETF) 设计的用于替代 IPv4 的下一代 IP 协议。

**IPv6 Enabled CDN Logo:** 由全球 IPv6 论坛发起的针对 CDN 的 IPv6 支持度测评认证项目。认证从域名 CNAME 绑定解析、网络连通性，页面和文件加速以及音视频流加速等几方面分别检测 CDN 产品的 IPv6 支持度。

**IPv6 Ready Logo:** 由全球 IPv6 论坛发起的一个国际通用测试认证项目，为 IPv6 产品提供一致性测试和互通性测试。

**Transit AS:** Transit AS 是数据包通过的 AS，它既不是出发地也不是目的地。从更实用的角度来看：所有出现在 BGP 表的 AS 路径上的 AS (并且不是源 AS 或目的地) 都被认为是 Transit AS。

---

## 前言

2020 年伊始，突如其来的疫情破坏了社会正常的生产生活秩序，线下消费受阻使得数字经济在全球范围内逆势崛起，借助大数据、人工智能、云计算等数字技术，远程医疗、云课堂、云办公、网上展会等线上服务不断涌现。应用场景的不断拓展和深入也势必加速各项技术与产业的深度融合，实现技术和经济的正循环。

IPv6 下一代互联网是全球数字化升级的核心和底层基础，推动 IPv6 部署对于提升全球互联网承载能力和服务水平，助力经济社会数字化转型，促进全球经济繁荣发展具有重要意义。全球各国也没有因为疫情而减慢 IPv6 部署进程，中国、美国、越南、印度等国家不断出台举措加快 IPv6 部署；各大洲 IPv6 能力在近一年时间里得到了明显提升；谷歌和 Facebook IPv6 用户比重也分别超过了 35%和 30%。

本次《2021 全球 IPv6 支持度白皮书》主要从 IPv6 技术最新进展、全球用户数、网络及域名系统、国际运营商、网站、云服务、网络设备等方面的 IPv6 部署数据进行了阐述和多维度、多方面的统计，旨在能够全面、客观、准确地反映全球 IPv6 发展状况

---

## 第一章 全球 IPv6 最新进展

### 1.1 全球推动 IPv6 部署的举措

随着数字经济的强势发展，加之新冠疫情的大流行，世界各国已充分认识到现阶段部署 IPv6 的紧迫性和重要性，各国政府纷纷出台国家发展战略和举措来积极推进 IPv6 的大规模商用部署。全球 IPv6 测试中心列举了从 2020 年初到 2021 年 8 月各国针对加快 IPv6 部署推出的政策和举措。

2020 年 3 月，中国工信部发布了《关于开展 2020 年 IPv6 端到端贯通能力提升专项行动的通知》，从优化 IPv6 网络接入能力，增强内容分发网络（CDN）、云服务平台、数据中心（IDC）IPv6 服务性能，提升终端设备 IPv6 支持能力，提高行业网站及互联网应用 IPv6 浓度，强化 IPv6 网络安全保障能力等方面提出了新的工作要求和任务举措；工业和信息化部、中央网络安全和信息化委员会办公室于 2021 年 7 月发布了关于印发《IPv6 流量提升三年专项行动计划（2021-2023 年）》的通知，目标是用三年时间，推动我国 IPv6 规模部署从“通路”走向“通车”，从“能用”走向“好用”，基本形成应用驱动、协同创新的 IPv6 良性发展格局；中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部于 2021 年 7 月发布了《深入推进 IPv6 规模部署和应用 2021 年工作安排》，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；中央网络安全和信息化委员会办公室、国家发展和改革委员会、工业和信息化部于 2021 年 7 月发布了《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》，要求在 2023 年基本建成先进自主的 IPv6 技术、产业、设施、应用和安全体系，形成市场驱动、协同互促的良性发展格局，到 2025 年全面建成领先的 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，之后五年要完成向 IPv6 单栈的演进过渡，IPv6 与经济社会各行业各部门全面深度融合应用。

2020 年 3 月，美国管理和预算办公室（OMB）发布了关于 IPv6 部署和使用指南，要求联邦各机构加快完成向 IPv6 的过渡。11 月，OMB 发布了该指南的终稿，要求各机构制定计划，到 2023 财年末，联邦网络上至少有 20% 的 IP 资产运行纯

---

IPv6，到 2024 年至少 50%，到 2025 年至少 80%。

2020 年 7 月，马来西亚根据《MCMC MTSFB TC T013:2019》规定，开始对终端设备、网络设备和网络安全类设备实施强制 IPv6 认证。

2020 年 11 月，法国 Arcep 发布了《2020 年法国 IPv6 过渡指标》的数据报告，报告中要求拥有 5G 拍照的运营商必须在 2020 年末让其移动网络兼容 IPv6。

2021 年 1 月，越南公布了 2021-2025 年阶段 IPv6 For Gov 计划，要求在 2021-2025 年间，100%的部委、行业及地方将发布 IPv6 规模部署计划并完成其门户网站、公共服务门户网站、网络和服务的 IPv6 部署工作，并准备运行纯 IPv6。

2021 年 4 月，尼日利亚 IPv6 委员会与 ATCON 联合举办 IPv6 部署网络研讨会，明确表示要通过部署 IPv6 实现数字尼日利亚和尼日利亚国家宽带计划(NNBP 2020-2025)。

2021 年 4 月，印度国家互联网交易所 (NIXI) 宣布将与印度电信部 (DoT) 以及印度电子和信息技术部 (MeitY) 一起，通过组建 IPv6 专家小组 (IP Guru)、建立 NIXI 学院和开发了一个 IPv6 索引门户的方式，提高印度 IPv6 意识和采用率。

从各国家针对 IPv6 部署的举措中可以看出，欧美及亚洲地区的国家都已进入到加快 IPv6 部署的实施阶段，通过发布政策文件明确 IPv6 部署的阶段性指标，非洲国家目前还处在 IPv6 部署的动员阶段。

## 1.2 IPv6 最新技术标准

自 2020 年 4 月以来，IETF (The Internet Engineering Task Force) 国际标准组织一共生成了 19 项 IPv6 相关标准，上面的表格中可以看出，标准主要集中在三个领域，一是应用在物联网领域低功耗网络 IPv6 报头压缩及组网标准，以 “RFC 9034 Packet Delivery Deadline Time in the Routing Header for IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs)” 为代表；二是 IPv6 过渡中标准的完善，以 “RFC8950 Advertising IPv4 Network Layer Reachability Information (NLRI) with an IPv6 Next Hop” 为代表；三是 IPv6 网络创新，以 “RFC 8754 IPv6 Segment Routing Header (SRH)” 为代表。IPv6 标准研发和创制同 IPv6 发展部署息息相关，在加快 IPv6 过渡的

同时，一方面保持持续创新，提升 IPv6 网络价值，另一方面积极在万物互联的场景下不断拓展 IPv6 应用，为下一代互联网 IPv6 可持续发展建设完善的生态链。

表 1-1 近期 IETF IPv6 相关标准

Number	Title	Date	More Info	Status
RFC 9034	Packet Delivery Deadline Time in the Routing Header for IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs)	2021/6/1		Proposed Standard
RFC 9011	Static Context Header Compression and Fragmentation (SCHC) over LoRaWAN	2021/4/1		Proposed Standard
RFC 9010	Routing for RPL (Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks) Leaves	2021/4/1	Errata, Updates RFC 6550, RFC 6775, RFC 8505	Proposed Standard
RFC 9008	Using RPI Option Type, Routing Header for Source Routes, and IPv6-in-IPv6 Encapsulation in the RPL Data Plane	2021/4/1	Errata, Updates RFC 6553, RFC 6550, RFC 8138	Proposed Standard
RFC 8994	An Autonomic Control Plane (ACP)	2021/5/1		Proposed Standard
RFC 8986	Segment Routing over IPv6 (SRv6) Network Programming	2021/2/1		Proposed Standard
RFC 8983	Internet Key Exchange Protocol Version 2 (IKEv2) Notification Status Types for IPv4/IPv6 Coexistence	2021/2/1	Updates RFC 7296	Proposed Standard
RFC 8981	Temporary Address Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6	2021/2/1	Obsoletes RFC 4941	Proposed Standard
RFC 8956	Dissemination of Flow Specification Rules for IPv6	2020/12/1	Updates RFC 8955	Proposed Standard

<b>RFC 8950</b>	Advertising IPv4 Network Layer Reachability Information (NLRI) with an IPv6 Next Hop	2020/11/1	Obsoletes RFC 5549	Proposed Standard
<b>RFC 8931</b>	IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Network (6LoWPAN) Selective Fragment Recovery	2020/11/1	Updates RFC 4944	Proposed Standard
<b>RFC 8930</b>	On Forwarding 6LoWPAN Fragments over a Multi-Hop IPv6 Network	2020/11/1		Proposed Standard
<b>RFC 8929</b>	IPv6 Backbone Router	2020/11/1	Updates RFC 6775, RFC 8505	Proposed Standard
<b>RFC 8925</b>	IPv6-Only Preferred Option for DHCPv4	2020/10/1	Updates RFC 2563	Proposed Standard
<b>RFC 8885</b>	Proxy Mobile IPv6 Extensions for Distributed Mobility Management	2020/10/1		Experimental
<b>RFC 8880</b>	Special Use Domain Name 'ipv4only.arpa'	2020/8/1	Updates RFC 7050	Proposed Standard
<b>RFC 8801</b>	Discovering Provisioning Domain Names and Data	2020/7/1		Proposed Standard
<b>RFC 8754</b>	IPv6 Segment Routing Header (SRH)	2020/3/1		Proposed Standard
<b>RFC 8724</b>	SCHC: Generic Framework for Static Context Header Compression and Fragmentation	2020/4/1		Proposed Standard

### 1.3 IPv6 全球综合部署情况

从思科 (Cisco) 提供的全球 IPv6 部署情况统计数据 (图 1-1) 来看, 截止到 2021 年 8 月, 综合 IPv6 部署率在 30% 左右或以上的国家或地区占了地图面积一半以上。全球 IPv6 部署率是根据各个国家地区的网络 (IPv6 Prefix/Transit IPv6 AS), IPv6 网站及 IPv6 用户等数据按照一定权值并计算得出的 IPv6 部署综合情况。图中颜色越深的地区, 表示其 IPv6 部署程度越高, 相应的 IPv6 部署率数值越大。

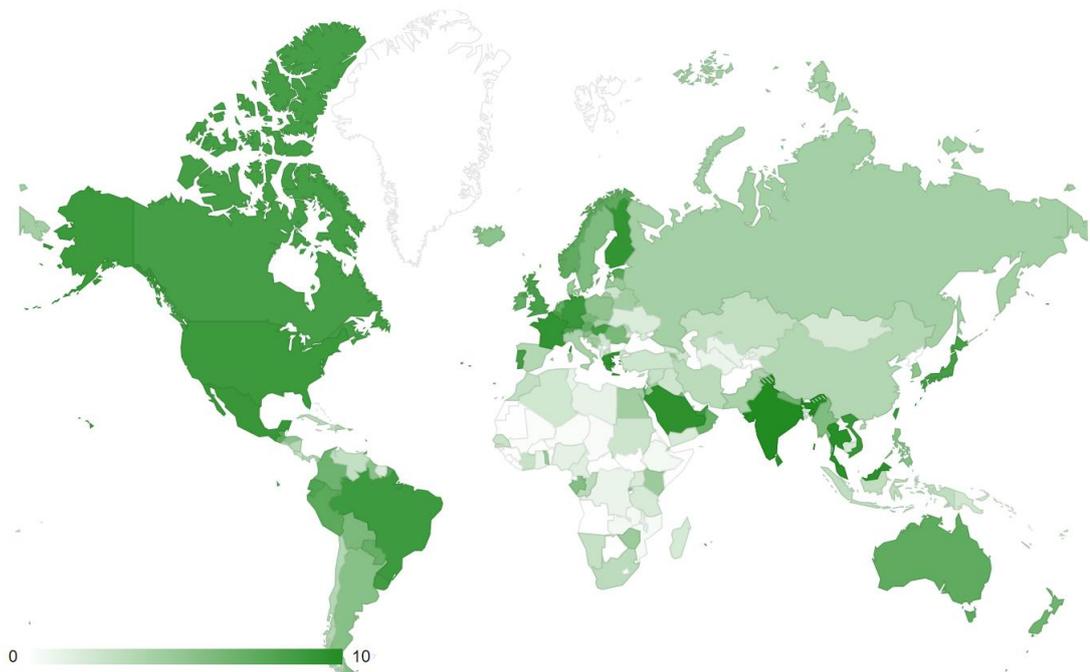


图 1-1 全球 IPv6 部署情况统计数据

表 1-2 分别统计列举了各大洲一些代表国家或地区 IPv6 部署情况。欧洲, 美洲, 亚洲, 大洋洲等区域一些代表性国家和地区 IPv6 部署总体都超过了 40%, 非洲国家 IPv6 部署率整体依然比较落后。

表 1-2 全球部分国家 IPv6 部署程度（2021 年 8 月）

区域	国家/地区	Active prefix(%)	Transit AS(%)	内容(%)	用户(%)	综合(%)
北美洲	美国	31.44%	68.71%	56.76%	48.4%	56.49%
	加拿大	3.78%	75.98%	58.97%	38.7%	54.83%
	墨西哥	22.22%	72.82%	66.281%	42.2%	57.87%
南美洲	巴西	57.23%	80.18%	63.4%	38.6%	57.15%
欧洲	英国	32.41%	79.61%	62.78%	33%	54.04%
	法国	37.88%	76.02%	60.71%	48.2%	59.57%
	德国	47.69%	85.12%	59.84%	41.4%	58.61%
	比利时	35.05%	78.05%	67.16%	33%	54.82%
	俄罗斯	25.59%	52.62%	38.76%	10.1%	27.99%
亚洲	中国	6.86%	87.95%	28.94%	2.12%	27.86%
	日本	45.47%	84.27%	48.38%	38.2%	55.49%
	韩国	10.24%	65.68%	47.29%	13%	35.02%
	印度	23.21%	61.97%	64.34%	61.5%	62.67%
	沙特	23%	87.82%	63.12%	44.9%	61.88%
大洋洲	澳大利亚	21.78%	69.42%	59.95%	27.3%	47.69%
	新西兰	26.82%	77.91%	61.68%	17.1%	43.84%
非洲	苏丹	40%	75.06%	61.73%	0.03%	19.79%
	南非	50.98%	68.87%	64.19%	1.07%	23.43%
	埃及	57.14%	69.86%	73.79%	4.01%	30.37%

根据 APNIC Labs (<https://stats.labs.apnic.net/ipv6>) 国家/地区 IPv6 能力统计，截止到 2021 年 8 月，有 17 个地区 IPv6 能力率突破了 40%，对比去年增加了 1 个；30 个地区 IPv6 部署率突破了 30%，对比去年增加了 7 个；43 个地区 IPv6 部署率突破了 20%，去比去年增加了 5 个。

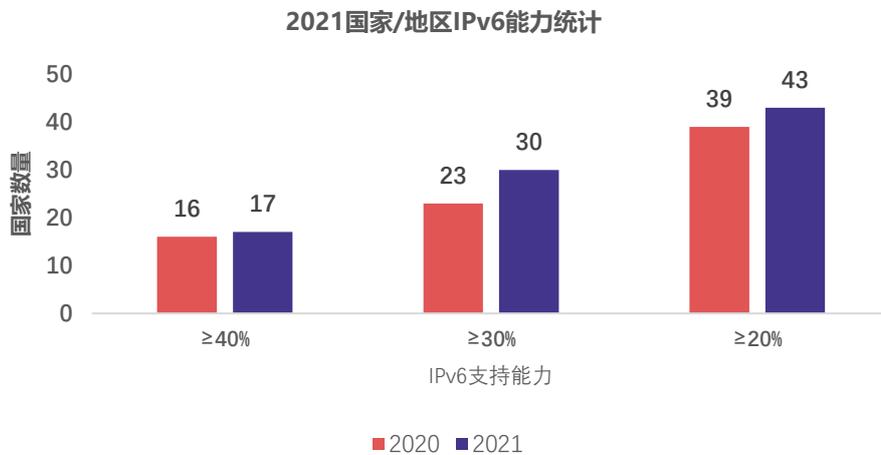


图 1-2 2021 国家/地区 IPv6 能力统计

表 1-3 列举了各大洲的 IPv6 支持能力。亚州地区，南亚地区 IPv6 支持能力最高，整体水平接近 60%，东亚以及东南亚也达到了 21%和 20%，西亚有 10%，中亚仅有 0.1%。美洲地区方面，北美地区由 2020 年的 51%下降到了 44%，但在所有区域中仍位于第 2，中美地区 IPv6 能力提升最大，从 22%上升到了 29%，南美也分别达到 26%，加勒比地区仅有 5%。欧洲方面，西欧地区 IPv6 支持能力较高达到了 39%，北欧有 30%，东欧和南欧有 11%和 9%。非洲地区 IPv6 支持度较差，没有一个地区超过 5%。

表 1-3 各大洲 IPv6 能力统计

区域	IPv6 Capable	变化率	IPv6 Preferred	变化率
南亚, 亚洲	59.52%	4.42%	56.07%	1.72%
北美洲, 美洲	44.29%	-6.72%	43.44%	-6.59%
西欧, 欧洲	39.98%	-3.13%	38.85%	-2.36%
中美洲, 美洲	29.44%	7.26%	29.22%	7.28%
北欧, 欧洲	28.97%	1.29%	28.21%	1.06%
澳大利亚和新西兰, 大洋洲	27.96%	1.58%	26.00%	0.28%
南美洲, 美洲	26.35%	4.60%	25.87%	4.34%
东亚, 亚洲	21.96%	0.75%	19.32%	1.67%
东南亚, 亚洲	20.07%	1.58%	19.20%	1.07%
东欧, 欧洲	10.77%	1.77%	10.57%	1.70%
西亚, 亚洲	10.28%	4.99%	10.12%	4.93%
南欧, 欧洲	9.6%	1.02%	9.46%	0.97%
加勒比海地区, 美洲	5.33%	2.13%	5.28%	2.12%
东非, 非洲	2.03%	-0.18%	2.01%	-0.11%
北非, 非洲	1.59%	0.57%	1.58%	0.58%
中非, 非洲	1.24%	-2.55%	1.23%	-2.48%
南非, 非洲	0.92%	0.70%	0.85%	0.67%
西非, 非洲	0.37%	0.14%	0.31%	0.14%
美拉尼西亚, 大洋洲	0.11%	-0.03%	0.11%	-0.03%
中亚, 亚洲	0.11%	0.10%	0.10%	0.09%
玻利尼西亚, 大洋洲	0.04%	0.01%	0.04%	0.01%
密克罗尼西亚, 大洋洲	0.02%	-0.01%	0.02%	-0.01%

## 第二章 全球 IPv6 用户发展情况

中心根据 APNIC Labs(<https://labs.apnic.net/dists/v6dcc.html>)数据,列举了全球部分国家 IPv6 用户数量(该机构的测量工具对中国数据的测量可能不准确),截至 2021 年 8 月,全球 IPv6 用户数排名前五位的国家/地区依次是印度(4.55 亿)、中国(1.74 亿)、美国(1.25 亿)、巴西(6 千万)、日本(5 千 8 百万)(表 2-2)。印度 IPv6 用户数依然处于高速增长阶段,在一年时间内增加了 9700 万,同比增长 27%,中国 IPv6 用户数同样在一年时间内增加了 4600 万,同比增长 37%,超越美国升至全球第二位,美国 IPv6 用户数则有所下降,从 2020 年的 1.43 亿跌至 1.25 亿,同比下降了 13%。巴西,日本 IPv6 用户数也处于稳定增长阶段。根据 Vyncke 提供的全球 IPv6 用户量趋势图,排名前五的国家或地区 IPv6 用户比例增长曲线图分别见下图 2-1 到图 2-5:

表 2-1 全球部分国家 IPv6 用户数量(2021 年 8 月)

区域	国家/地区	IPv6 用户数量(亿)
北美洲	美国	1.25 亿
	加拿大	0.12 亿
	墨西哥	0.39 亿
南美洲	巴西	0.61 亿
欧洲	英国	0.23 亿
	法国	0.25 亿
	德国	0.37 亿
	比利时	0.067 亿
	俄罗斯	0.11 亿
亚洲	中国	1.74 亿
	日本	0.48 亿
	韩国	0.087 亿
	印度	4.55 亿
	沙特	0.14 亿
大洋洲	澳大利亚	0.07 亿
	新西兰	0.012 亿
非洲	苏丹	0.0038 亿
	南非	0.0071 亿
	埃及	0.024 亿

表 2-2 全球 IPv6 用户数（估值）排名

排名	国家	2021 IPv6 用户	2020 IPv6 用户	变化量	幅度
1	印度	4.55 亿	3.58 亿	↑0.97 亿	27%
2	中国	1.73 亿	1.27 亿	↑0.47 亿	37%
3	美国	1.25 亿	1.43 亿	↓0.18 亿	13%
4	巴西	0.61 亿	0.53 亿	↑0.08 亿	13%
5	日本	0.48 亿	0.42 亿	↑0.06 亿	14%

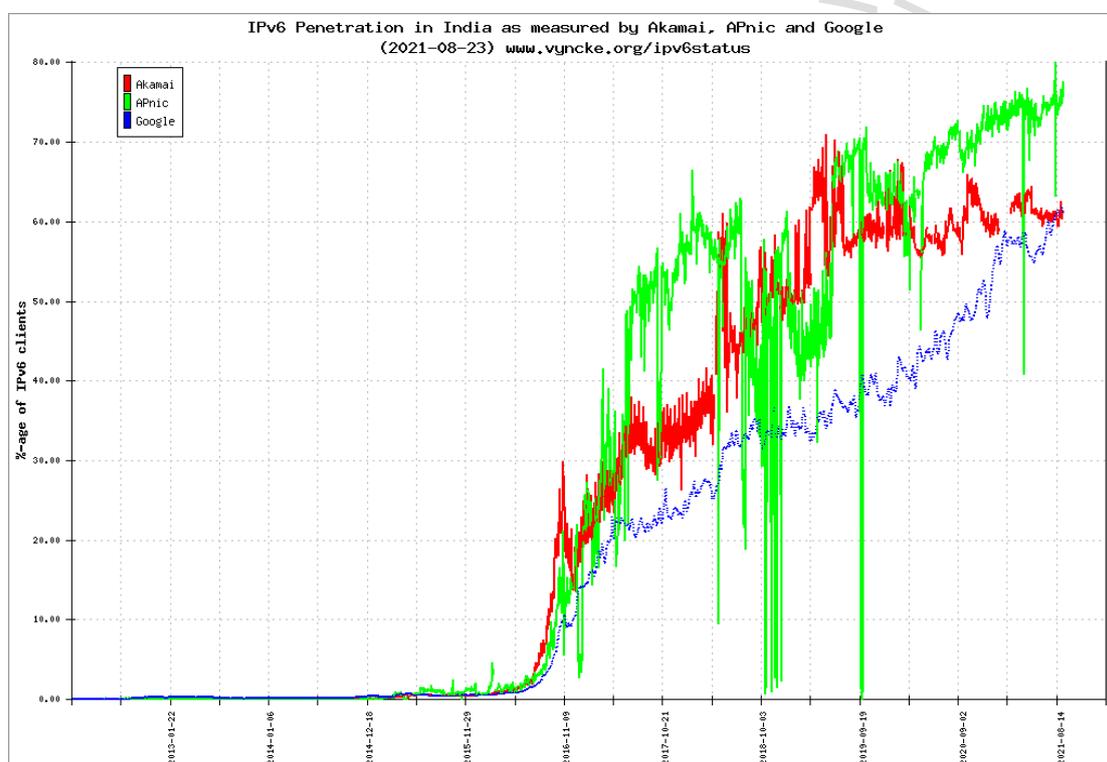


图 2-1 印度 IPv6 用户比例增长曲线图

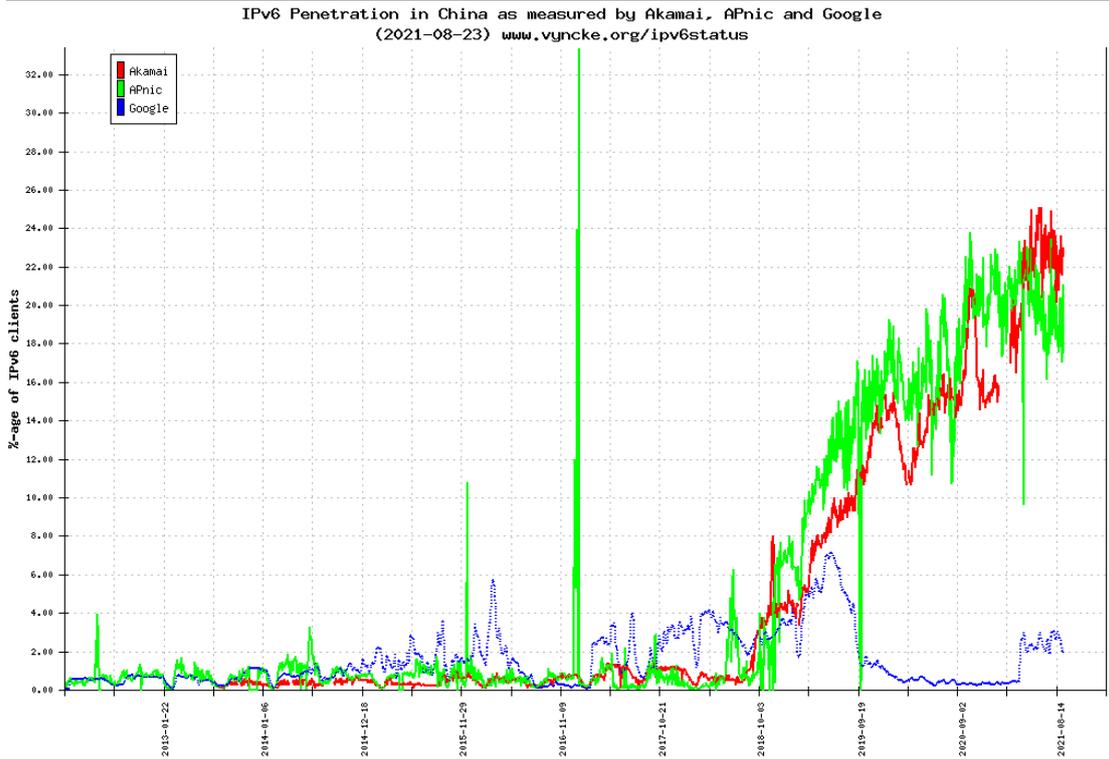


图 2-2 中国 IPv6 用户比例增长曲线图

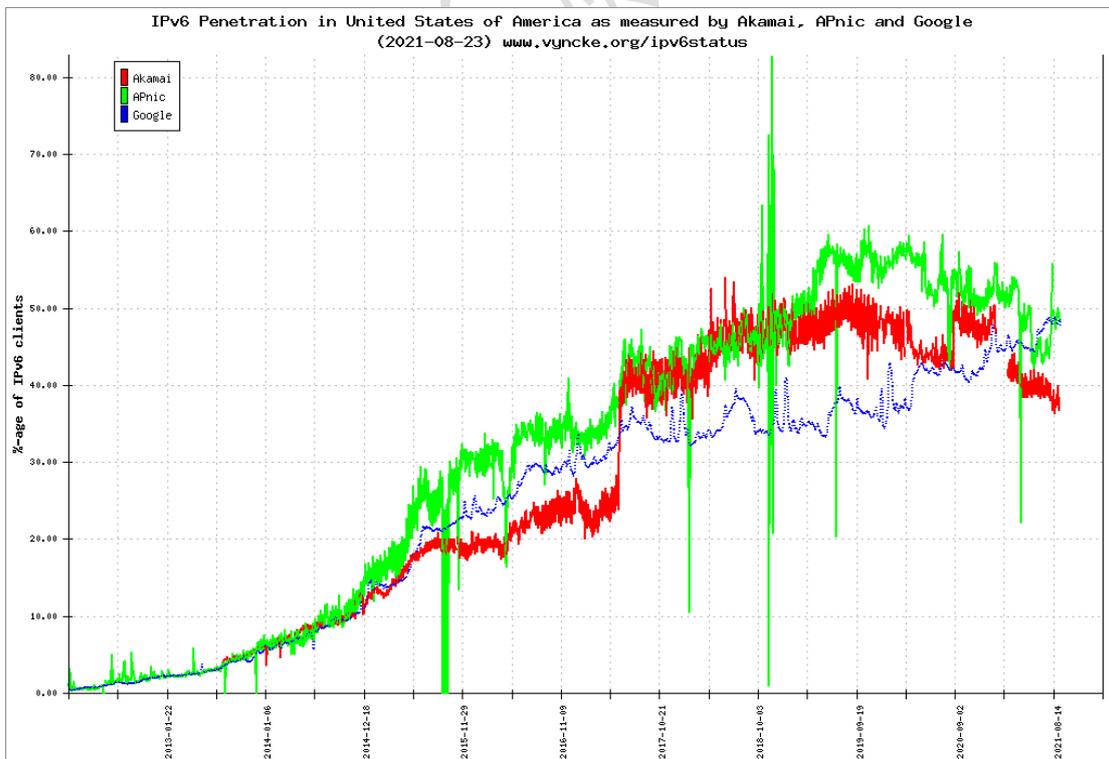


图 2-3 美国 IPv6 用户比例增长曲线图

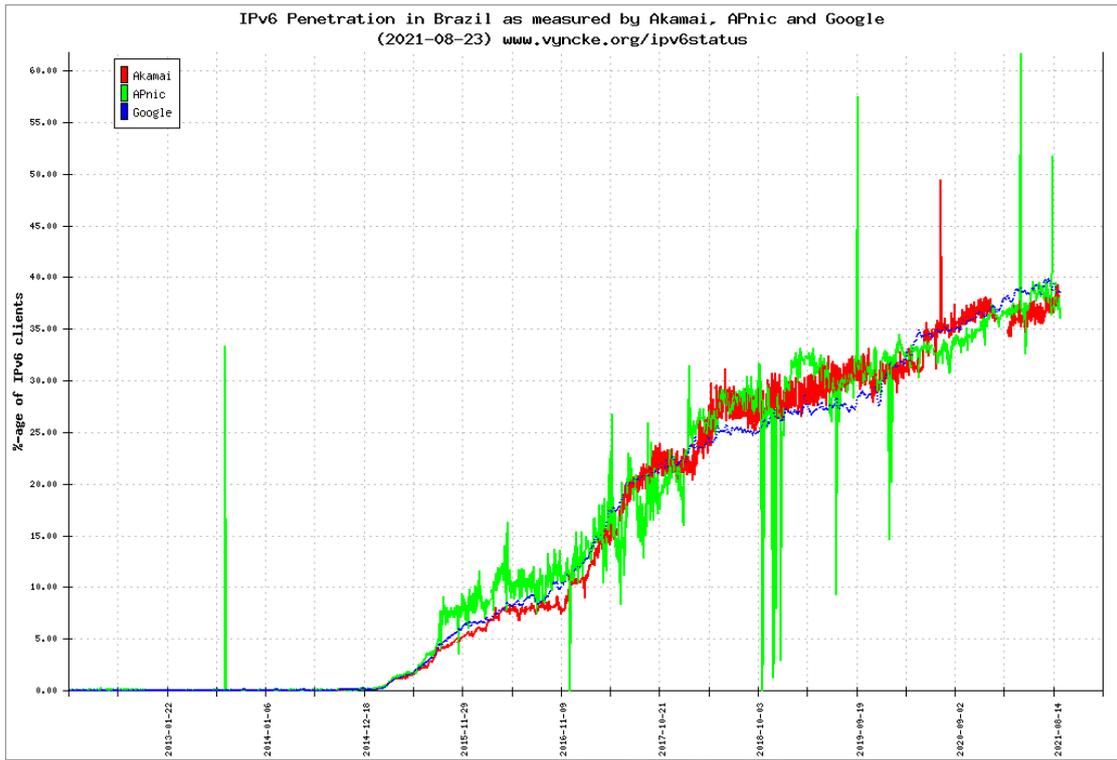


图 2-4 巴西 IPv6 用户比例增长曲线图

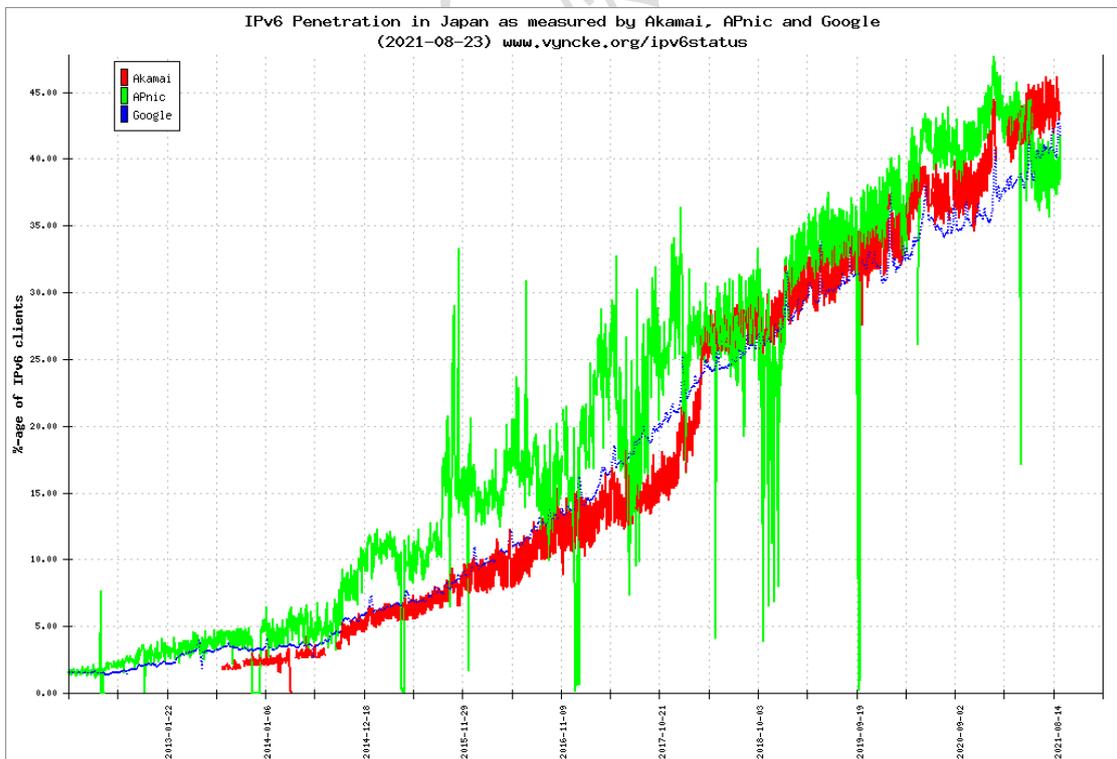


图 2-5 日本 IPv6 用户比例增长曲线图

根据 Google 网站监测，截止至 2021 年 8 月 21 日，使用 IPv6 访问 Google

网站的用户数占总用户的比例已超过 35%，如图 2-6 所示；使用 IPv6 访问 Facebook 的用户数占总用户的比例也已超过 30%。

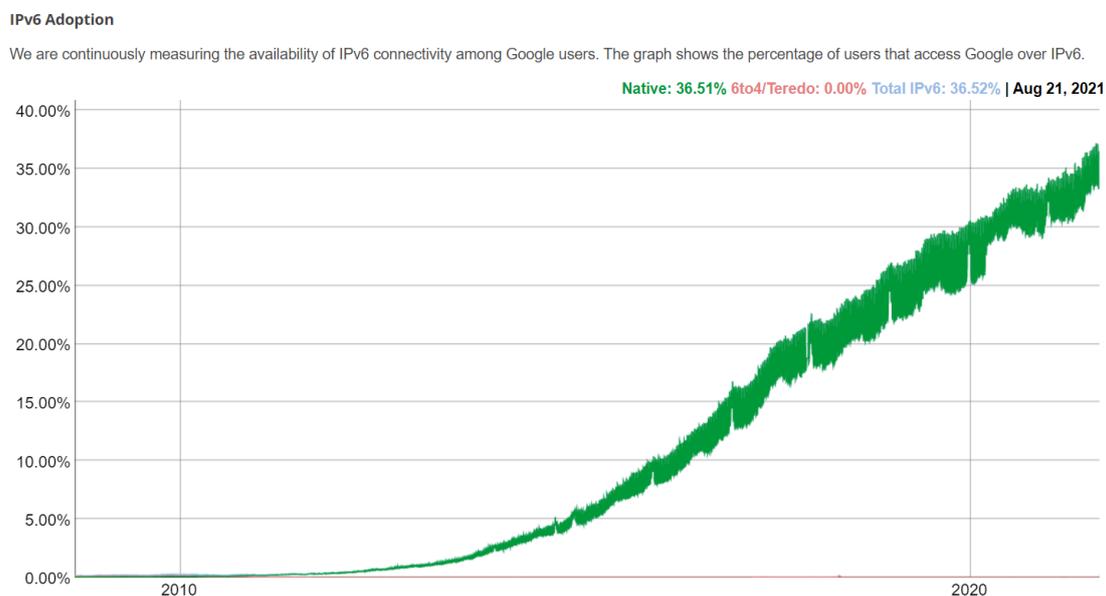


图 2-6 谷歌全球 IPv6 用户增长曲线图

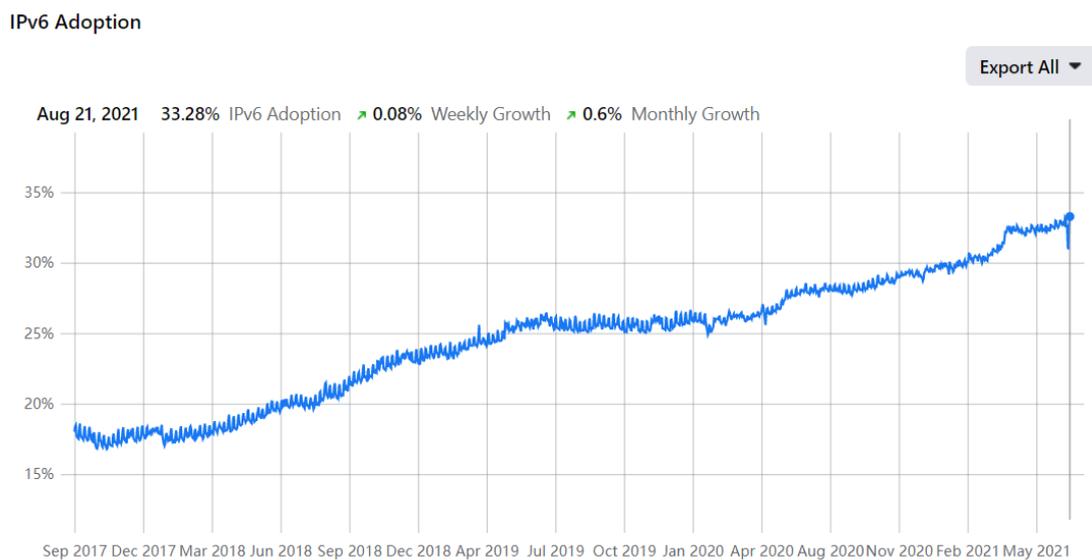


图 2-7 Facebook 全球 IPv6 用户增长曲线图

## 第三章 全球网络及域名系统 IPv6 部署情况

### 3.1 域名系统 IPv6 部署情况

在域名系统方面,根据 Hurricane Electric 提供的数据,截止 2021 年 8 月,在全球 1498 个顶级域中,有 1475 个支持 IPv6, 占总量的 98.5%, 在这 1498 个顶级域中,有 1473 个权威服务器支持 IPv6, 占顶级域总量的 98.3%。另外,经测试全球共有至少 21555342 个拥有 AAAA 记录的域名, 占总域名量的 8.2%, 对比去年增加了 2.3%, 增加了 6441268 个。在 Alexa 排名前 100 万的网站中, 共有 219455 (21.9%) 个网址在 AAAA 记录中提供 IPv6 地址, 对比去年提高了 1.6%。同时, 全球共有约 56000 个网址可以通过 IPv6 起始的域名提供 IPv6 访问, 对比去年增加了约 5000 个。

### 3.2 网络 IPv6 部署情况

在网络方面, 活跃的 BGP 路由条目达到了 135298 个, 同比增涨了约 50% (图 3-1)。

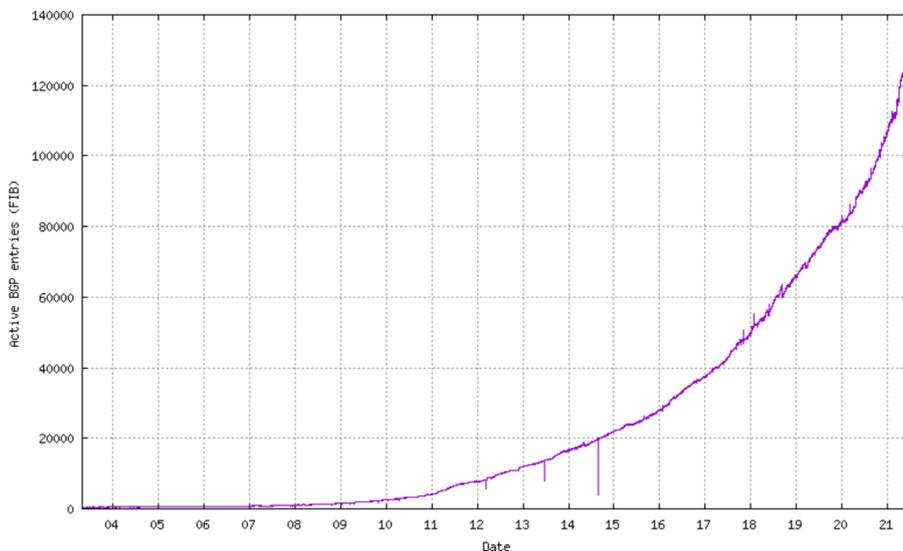


图 3-1 活跃 BGP 路由条目增长趋势

在全球已分配的前缀中, 有流量的前缀达到了 14378 个, 占已分配前缀的 6.8%; 已宣告的数量为 91483, 占已分配前缀的 43.3%; 已宣告且聚合前缀的有 49038 个, 占已分配前缀的 23.2%; 未宣告的有 70800 个, 占已分配前缀的 33.5% (表 3-1)。

表 3-1 全球 BGP 路由条目增长趋势

类别	2021 年数量	2020 年数量	同比增长
有流量的前缀	14997	14378	4.3%
已宣告	137161	91483	49.9%
已宣告并且聚合前缀	67428	49038	37.5%
未宣告	82399	70800	16.4%
已分配	286988	211321	35.8%

### 3.3 移动运营商 IPv6 部署情况

2009 年，第三代合作伙伴计划（3GPP）标准组织开始要求无线服务提供商在他们的 4G 无线基础设施上启用 IPv6，移动运营商也开始专注于将 IPv6 整合到他们的网络中。在推动 IPv6 使用方面，移动运营商比有线服务提供商有的一个优势就是他们对移动用户使用的软件和硬件有更大的影响力和控制权。此外，移动设备的快速更新会加快 IPv6 手机的部署速度。苹果的 iOS 系统和 Android 系统支持 IPv6 并且有大量运行这些系统的手机为未来 IPv6 用户及流量的最大化铺平了道路。

在美国方面，Verizon Wireless 拥有近 1.5 亿用户，是美国最大的移动运营商。十多年来，Verizon 一直积极致力于骨干网和 4G 网络 IPv6 部署。下图 3-2 显示了 Verizon 在过去八年里在提高 IPv6 用户方面取得的成绩。T-Mobile 是全球最大的移动运营商之一，拥有约 2.3 亿用户。T-Mobile 是第一个全身心拥抱 IPv6 的移动提供商之一，并使用 NAT64/DNS64 进行了早期测试。T-Mobile 在 IPv6 方面取得的显著进展使其 IPv6 部署上成为世界上第一，部署率超过 91%。下图 3-3 显示了 T-Mobile 在 IPv6 部署方面的成果。AT&T 美国第二大移动运营商，图 3-4 显示 AT&T Wireless 在 2015 年开始启用 IPv6，到 2021 年 IPv6 部署率达到 83%。

在巴西，当地最大的运营商 Vivo 于 2015 年 10 月开始推行 IPv6，6 年内 IPv6 部署率从 0 增长至接近 70%（图 3-5）。

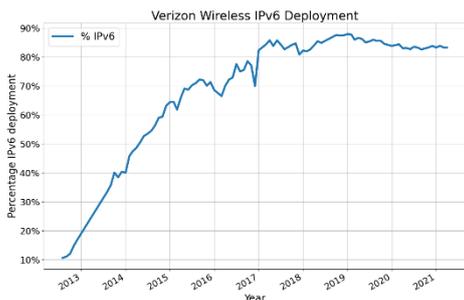


图 3-2 Verizon Wireless IPv6 部署曲线图

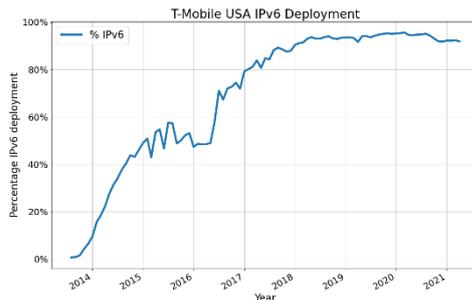


图 3-3 T-Mobile USA IPv6 部署曲线图

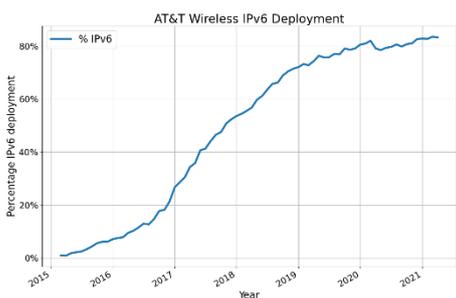


图 3-4 AT&T Wireless IPv6 部署曲线图

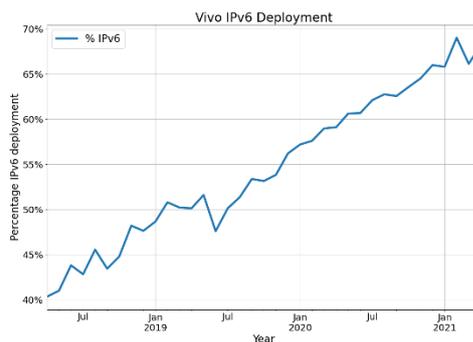


图 3-5 Vivo IPv6 部署曲线图

欧洲方面，Cosmote 是希腊最大的移动运营商，用户达到了 790 万，图 3-6 显示它在 2016 年开始启用 IPv6，在 5 年内将 IPv6 部署率提升到了 85%，但从 2021 年开始该数据不断下降，当前部署率为 76%。德国电信运营商 Deutsche Telekom AG，在 7 年时间内将 IPv6 部署率提升到了 70%（图 3-7）。

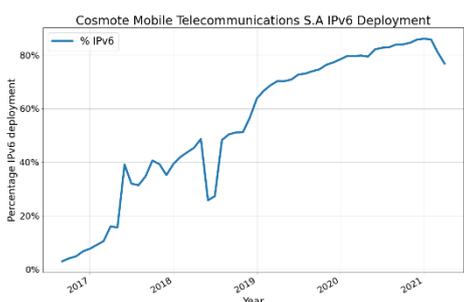


图 3-6 Cosmote Mobile IPv6 部署曲线图

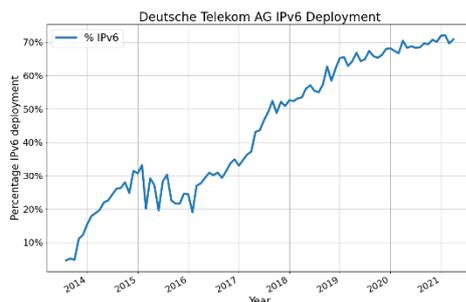


图 3-7 Deutsche Telekom AG IPv6 部署曲线

在亚洲方面，日本运营商 SoftBank 在六年内将 IPv6 部署率从 4% 提升到了 53%（图 3-8）。印度的电信运营商 Reliance Jio 则在短短几年内就增长到了 90%（图 3-9）。

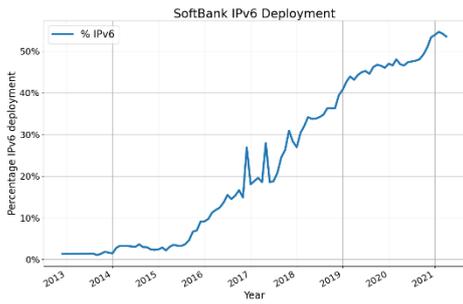


图 3-8 Soft Bank IPv6 部署曲线图

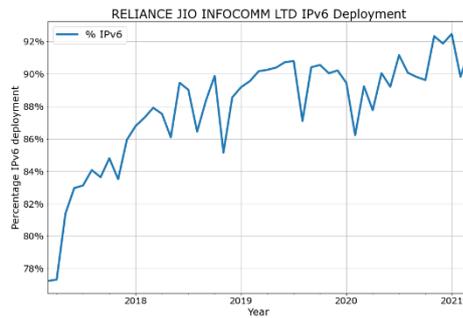


图 3-9 Reliance Jio IPv6 部署曲线图

### 3.4 宽带运营商 IPv6 部署情况

在北美, Comcast 是最大的多系统运营商 (MSO) 之一, 拥有 3000 多万用户。Comcast 从 2000 年之前就开始着手 IPv6 的部署。他们在升级核心骨干网、升级电缆调制解调器终端系统 (CMTSs)、帮助客户升级到 DOCSIS 3.0 和 3.1 调制解调器以及其他支持 IPv6 的较新 CPE 设备方面投入了大量的精力。因此, 他们的 IPv6 流量增加显著, 有超过 73% 的用户使用 IPv6 (图 3-10)。美国运营商 AT&T 的 IPv6 部署率达到了 80% (图 3-11)。罗杰斯通信是加拿大最大的有线电视 MSO, 拥有近 1100 万用户。图 3-12 显示, 在 2016 年的短短几个月内, 他们通过为更多的用户开启 IPv6, 大幅将更多的客户流量转移到 IPv6。

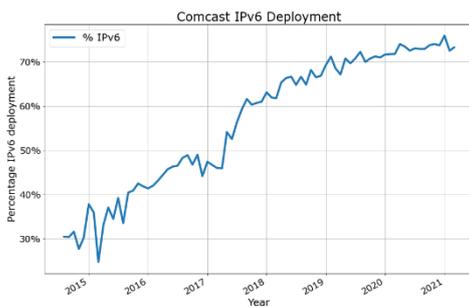


图 3-10 ComCast IPv6 部署曲线图

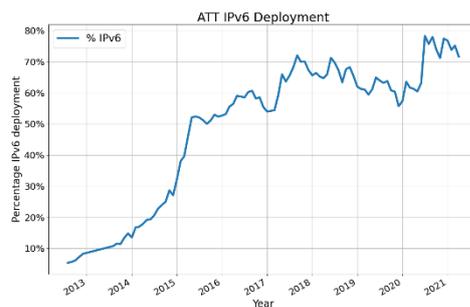


图 3-11 AT&T IPv6 部署曲线图

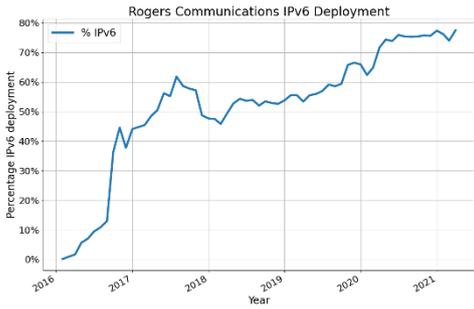


图 3-12 Rogers Communication IPv6 部署曲线图

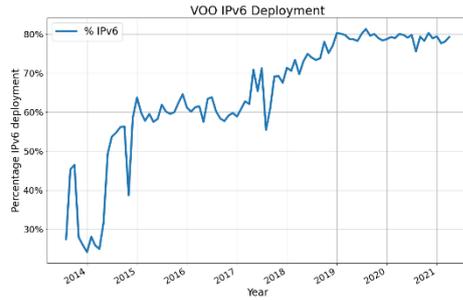


图 3-13 VOO IPv6 部署曲线图

在欧洲方面，Nethys (V00)是比利时当地的有线电视运营商，图 3-13 显示，V00 从 2013 年就开始支持 IPv6，并在 2020 年将 IPv6 部署率提升到了 80%。BT-British Telecom 是英国最大的电信运营商，英国所有的电话线都是要通过他们进行开通。图 3-14 显示 BT 从 2018 年开始支持 IPv6，两年时间内 IPv6 部署率从 40%升至 80%。英国天空广播公司在 2016 年初短短的 5 个月内就开启了 IPv6 端到端（从互联网到用户）服务，IPv6 部署率从 10%飙升到了 70%（图 3-15）。

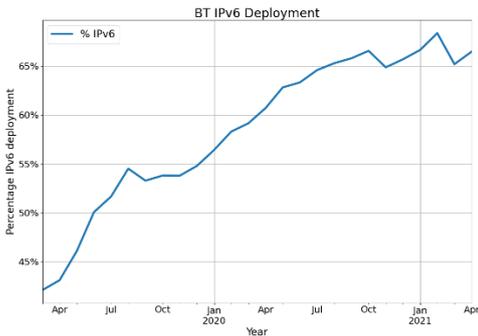


图 3-14 BT IPv6 部署曲线图

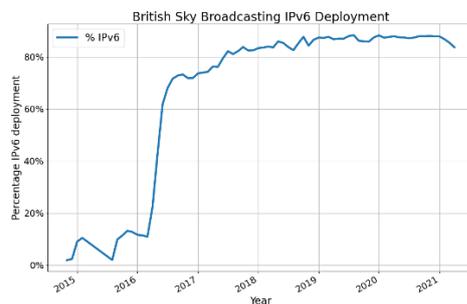


图 3-15 British Sky Broadcasting IPv6 部署曲线图

在亚洲，VNPT 是越南固网市场占有率最大的运营商，从图 3-16 的曲线图中可以看出，该公司在 17 年中开始支持 IPv6，在四年多的时间内 IPv6 部署率从 0 提升到了 40%。Telekom Malaysia 是马来西亚唯一的电信公司，目前 IPv6 的部署率接近 45%（图 3-17）。

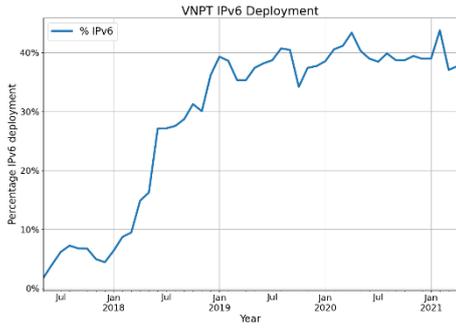


图 3-16 VNPT IPv6 部署曲线图

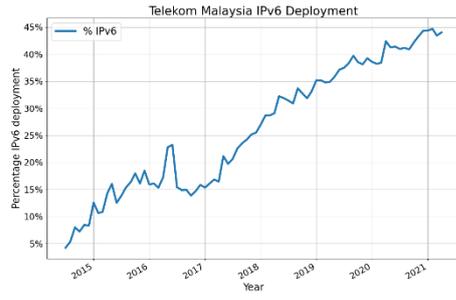


图 3-17 Telekom Malaysia IPv6 部署曲线图

全球IPv6测试中心

## 第四章 互联网服务 IPv6 支持情况

### 4.1 网站 IPv6 支持情况

#### 4.1.1 全球 IPv6 网站支持情况

根据 W3Techs 的数据显示，截止到 2021 年 8 月 23 日，全球所有网站中有 19.4% 的网站支持 IPv6 访问，比去年提高了 3%。排名前 100 万的网站中有 25.4% 的网站支持 IPv6 访问，比去年提高了 3.5%。排名前 10000 的网站 IPv6 支持率 36%，比去年提高了 4.7%（图 4-2）。

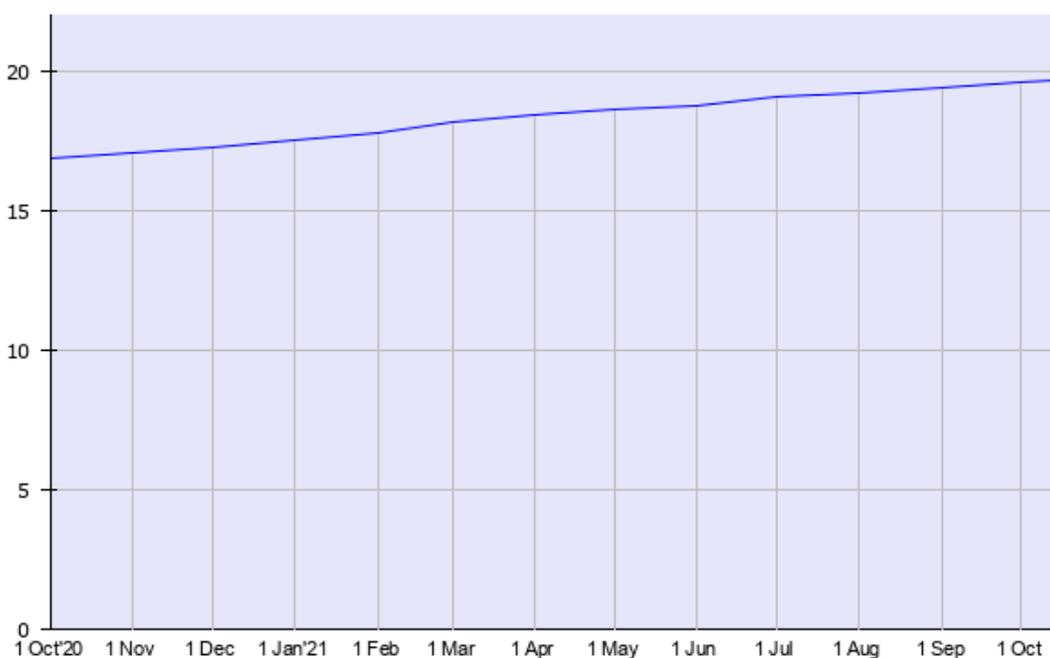


图 4-1 网站 IPv6 支持度趋势图

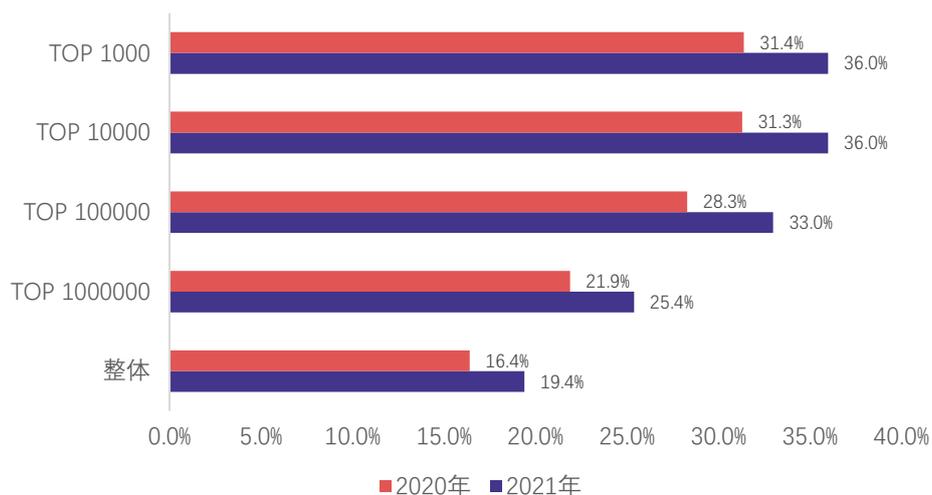


图 4-2 2020 年、2021 年网站 IPv6 支持度百分比

表 4-1 全球知名网站 IPv6 支持情况

序号	网站	IPv6 Support	序号	网站	IPv6 Support
1	500px	No	54	LinkedIn	Yes
2	9GAG	No	55	Lobsters	Yes
3	Aftonbladet	Some IPv6 Support	56	mailbox.org	Some IPv6 Support
4	Amazon	No	57	Matrix.org	Yes
5	Apple	Some IPv6 Support	58	Medium	Yes
6	Arch Linux	Yes	59	Meetup	No
7	Ars Technica	No	60	Mixer	Yes
8	Arxes Tolina	No	60	Mozilla Observatory	No
9	Bandcamp	No	61	N26	No
10	BBC	Some IPv6 Support	62	Netcologne	Yes
11	BigPulse	No	63	Netflix	Yes
12	Bing	Yes	64	Netlify	Some IPv6 Support
13	Bitbucket	Yes	65	NixOS	Yes
14	CenturyLink (formerly Level3)	Yes	66	O2	No
15	CodePen	Yes	67	Origin	No
16	Codeship	No	68	Pastebin	Yes
17	CoreOS	Yes	69	PayPal	No
18	Coveralls	No	70	Pinboard	No
19	Debian	Yes	71	Pinterest	No
20	Delicious	No	72	Playstation	Some IPv6 Support
21	Deutsche Welle	Yes	73	Reddit	No
22	DeviantArt	No	74	Rubygems	Yes

23	Digg	No	75	Scribd	No
24	DigitalOcean	Yes	76	Skype	Yes
25	Discord	No	77	Slack	No
26	Docker	No	78	Snapchat	Yes
27	Dribbble	No	79	SoundCloud	No
28	Dropbox	Yes	80	Spotify	Yes
29	Duckduckgo	No	81	Stack Exchange	No
30	Ebay	No	82	StackPath	Some IPv6 Support
31	Facebook	Yes	83	Steam	No
32	Fedora	Yes	84	Strava	No
33	Fiducia	No	85	TechChruch	Yes
34	Flickr	Yes	86	Telegram Messenger	Yes
35	Foursquare	No	87	The Register	No
36	Geizhals	No	88	TIDAL	No
37	Gentoo	Yes	89	Travis-CI	No
38	GitHub	No	90	Trello	No
39	GitLab	Yes	91	Tumblr	No
40	Glovo	No	92	Twitch	No
41	Google	Yes	93	Twitter	Some IPv6 Support
42	Gravatar	Some IPv6 Support	94	Uber	No
43	Hacker News	No	95	Ubuntu	Yes
44	Hastebin	Yes	96	Vapiano	No
45	Hound CI	No	97	Vimeo	No
46	IFTTT	Yes	98	WhatsApp	Yes
47	IMDb	No	99	Wikipedia	Yes
48	Imgur	No	100	WIRED	No
49	Instagram	Yes	101	Wordpress	No
50	IPv6.com	Yes	102	Xbox	Some IPv6 Support
51	JetBrains	No	103	Xing	No
52	JSFiddle	No	104	Yahoo	Some IPv6 Support
53	Last.fm	Yes	105	YouTube	Yes
54	LinkedIn	Yes	106	Zwift	No

据某机构就目前还不支持 IPv6 的原因对相关公司和组织做了一些调研，总体反馈原因主要集中在以下几个方面：

1. 云平台不支持 IPv6
2. DDOS 防御平台不能监控 IPv6
3. 我们可以使用 RFC6598 (CGN: 100.64.0.0~100.127.255.255)
4. IDC 不支持 IPv6
5. IPv6 不是首选项

- 
6. 当我们推出 6RD 时，我们没有针对原生 IPv6 的路线图
  7. 我们不需要那么多的地址
  8. 太多人破坏了 IPv6 协议栈
  9. 隐私扩展地址一直在发生变化
  10. 递归 DNS 无法处理额外的负载
  11. 较大的文件报头效率较低
  12. 我们不想失去 NAT 提供的安全保障
  13. 我不想暴露我的 MAC 地址
  14. 我们必须重写整个应用程序来支持 IPv6
  15. NAT444 很好
  16. IPv6 目前还不是互联网标准

全球IPv6测试中心

## 4.1.2 各国网站 IPv6 支持情况

Vyncke 网站统计了各个全球及各个国家 Alexa TOP 50 的网站对 IPv6 的支持情况。目前，全球排名前 50 的网站中约有 27 个网站支持 IPv6（图 4-3）。全球 IPv6 测试中心列举了不同国家/地区/组织内 TOP 50 网站 IPv6 支持度的排名情况，数据显示在排名前 50 的国家中，只有 10 个国家 TOP50 网站支持度超过了 50%，根西有 33 个网站支持 IPv6，排名最高；美国有 22 个网站支持 IPv6；印度有 18 个网站支持 IPv6，德国 17 个，巴西 15 个。

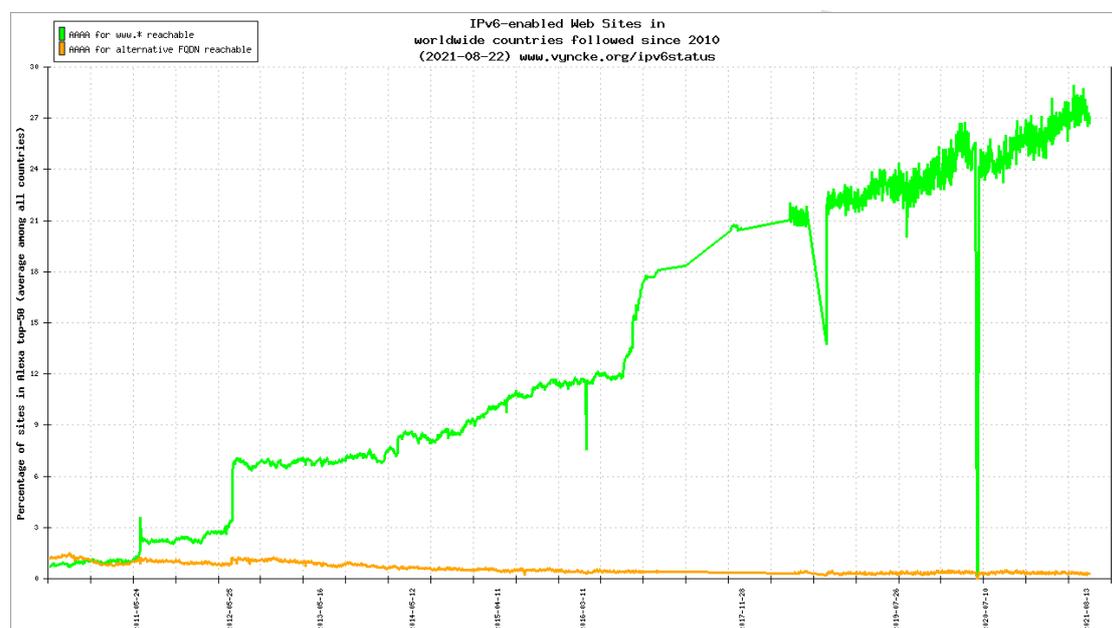


图 4-3 全球 Alexa TOP 50 的网站对 IPv6 的支持情况

表 4-2 各国家/地区 TOP 50 网站 IPv6 支持度排名

国家/地区	IPv6 网站支持数量	占比	国家/地区	IPv6 网站支持数量	占比
根西	33	66%	瑞典	20	40%
赤道几内亚	31	62%	比利时	19	38%
汤加王国	28	56%	马其顿	19	38%
希腊	27	54%	黑山	19	38%
尼日利亚	27	54%	斯里兰卡	19	38%
阿尔巴尼亚	25	50%	老挝	19	38%
亚美尼亚	25	50%	多米尼加	19	38%
冰岛	25	50%	巴拿马	19	38%
加蓬	25	50%	巴勒斯坦	19	38%
马里	25	50%	秘鲁	19	38%
列支敦士登	24	48%	中非	18	36%
安圭拉	24	48%	澳大利亚	18	36%
哥伦比亚	24	48%	摩洛哥	18	36%
瑞士	23	46%	印度	18	36%
阿塞拜疆	23	46%	萨摩亚	18	36%
美国	22	44%	托克劳	18	36%
荷兰	22	44%	索马里	17	34%
挪威	22	44%	德国	17	34%
伊朗	21	42%	中国香港	17	34%
圣海伦娜	21	42%	加纳	17	34%
马来西亚	21	42%	墨西哥	16	32%
捷克	20	40%	印度尼西亚	16	32%
南非	20	40%	阿联酋	16	32%
新加坡	20	40%	巴西	15	30%
泰国	20	38%	中国台湾	15	30%

## 4.2 应用 IPv6 支持情况

在全球下载量排名前十的移动应用中，有款 8 款支持 IPv6，Zoom 和 TikTok 目前暂不支持。

表 4-3 全球 TOP App IPv6 支持情况

应用名称	IPv6 支持情况
TikTok	暂不支持
WhatsApp	支持
Facebook	支持
Instagram	支持
Zoom	暂不支持

---

Messenger	支持
Snapchat	支持
Telegram	支持
Google	支持
Skype	支持
LinkedIn	支持
Kik	支持
Dropbox	支持
YouTube	支持
Wikipedia	支持
Netflix	支持

据有关统计数据显示，移动互联网终端操作系统 iOS 和 Android 两者共占有 90%以上全球市场。2016 年 6 月 1 日，苹果 App Store 发布公告，所有提交上架申请的 APP 必须支持 IPv6-only 网络，也即是从那刻起所有 App Store 的 APP 均支持 IPv6。

Android 的应用商店较复杂，中国的腾讯应用宝、小米应用商店、华为应用商店，国外 google Play、AppsLib、F-Droid、AppsZoom 等暂未要求上架 APP 支持 IPv6。随着 IPv6 部署深入，很多厂商已经开始加快了 IPv6 部署。截止到 8 月底国内 top100 应用除了 360 搜索不支持 IPv6，其他应用都支持或部分支持 IPv6，国外谷歌宣称旗下所有 APP（Gmail、Chrome、Youtube 等）已全部支持 IPv6。

### 4.3 软件 IPv6 支持情况

软件一般分为系统软件和应用软件两大类。系统软件一般指基础底层软件如操作系统，应用软件是为满足用户不同领域、不同应用需求而提供的那部分软件。

#### 4.3.1 操作系统 IPv6 支持度

操作系统（Operating System，简称 OS）是管理计算机硬件与软件资源的计算机程序，同时也是计算机系统的内核与基石。操作系统需要处理管理与配置内存、决定系统资源供需的优先次序、控制输入与输出设备、操作网络与管理文件

系统等基本事务。操作系统也提供一个让用户与系统交互的操作界面。操作系统的型态非常多样，不同机器安装的操作系统可从简单到复杂，可从手机的嵌入式系统到超级计算机的大型操作系统。许多操作系统开发者对它涵盖范畴的定义也不尽一致，例如有些操作系统集成了图形用户界面(GUI)，而有些仅使用命令行界面(CLI)，而将图形用户界面视为一种非必要的应用程序。

操作系统作为各种应用的基础，基本目前都能够支持 IPv6，但是在具体使用和支持程度上，不同操作系统间还存在较大差异，主要体现在是否默认安装 IPv6 协议栈，是否支持 DHCPv6/ND RDNSS，是否支持 DNS 自动发现机制等方面。常见操作系统 IPv6 支持度情况如表 4-4 所示，在常见的 34 款系统中，有 31 款系统宣称已经支持 IPv6。

表 4-4 常见操作系统 IPv6 支持度

OS	Version	Claimed IPv6-ready	Installed by default	DHCPv6	ND RDNSS
AIX	4.3	Yes	Yes	Yes	No
AlliedWare Plus	5.4.4	Yes	Yes	Yes	No
Android	4.2 (Ice Cream Sandwich)	Yes	Yes	No	Yes
ChromeOS	67.0.3396.99	Yes	Yes	No	Yes
Cisco IOS	15.3	Yes	Yes	Yes	Yes
Cisco Meraki	MX + MR + MX series	No	No	No	No
Debian	3.0 (woody)	Yes	Yes	Yes	Yes
Fedora	13	Yes	Yes	Yes	Yes
FreeBSD	9	Yes	Yes	Addon	Yes
HP-UX	11i	Yes	Yes	Yes	Yes
IBM i	7.1	Yes	Yes	Yes	No
iOS	4.1	Yes	Yes	Yes	Yes
Juniper JUNOS	14.1	Yes	Yes	Yes	Yes
LibreELEC	9.2.1	No	No	No	No
macOS	Mac OS X 10.7 (Lion)	Yes	Yes	Yes	Yes
MeeGo	1.2	No	Yes	No	Yes
NetBSD	7	Yes	Yes	Yes	Yes
OpenBSD	6.6	Yes	Yes	Addon	Yes
openSUSE	42.1 (Leap)	Yes	Yes	Yes	Yes
OpenVMS	8.3	Yes	Yes	No	No
ReactOS	0.4.11	No	No	No	No

Red Hat Enterprise Linux	6	Yes	Yes	Yes	Yes
Solaris	11	Yes	Yes	Yes	Yes
SUSE Linux Enterprise Server	11	Yes	Yes	Yes	Yes
Symbian	7	Yes	Yes	No	No
Ubuntu	All supported versions	Yes	Yes	Yes	Yes
webOS	2.1.0	No	No	No	No
Windows NT [includes Windows 10 Mobile]	5.1 (XP)	Yes	No	Addon	No
	6.X (Vista, 7, 8, 8.1), 10 RTM-Anniversary Update	Yes	Yes	Yes	No
	10 Creators Update and later	Yes	Yes	Yes	Yes
	11		Yes		
Windows Mobile	6.5	Yes	Yes	Lite	No
Windows Phone	7.5	No	No	No	No
Windows Phone	8(.1)[30]	Yes	Yes	Yes	No
z/OS	V1R4.0	Yes	Yes	No	
z/VM	V5R1.0	Yes	Yes	No	No
z/VSE	V4R2	Addon	No		

各操作系统是否默认安装 IPv6 协议栈, 对 DHCPv6 和 RDNSS 支持情况分别统计如下:

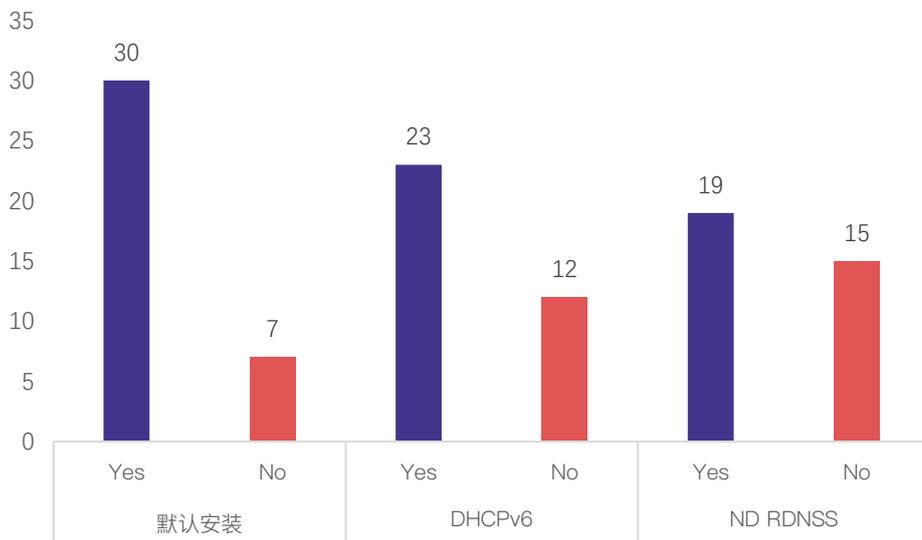


图 4-4 操作系统对 IPv6 的支持情况对比

根据图 4-4 所示, 目前的操作系统中, 81%左右都默认安装 IPv6 协议栈, 65%左右支持 DHCPv6, 55%左右支持 ND RNDSS

### 4.3.2 应用软件 IPv6 支持度

有了支持 IPv6 的操作系统作为基础，各种应用软件也逐渐开始支持 IPv6 以应对广大用户的需求。基础应用软件中有一小部分已可以支持 IPv6，其中浏览器软件，如 IE 系列、Chrome、Firefox 和 Opera 等都支持 IPv6；下载软件和邮件客户端软件，如 FileZilla3、SmartFTP4 以及 Outlook 等都支持 IPv6。

#### 4.3.2.1 电子邮件 (E-mail)

电子邮件系统主要由两个部分组成：

- MUA: Mail User Agent, 邮件用户代理, 可以理解为邮件客户端
- MTA: Mail Transfer Agent, 邮件传输代理, 可以理解为邮件服务器

邮件客户端有很多种形式可供选择, 包括基于文本的、基于 Web 的、还有 GUI 应用程序。Microsoft Outlook 属于最后一种。

电子邮件的传输协议主要有: SMTP (简单邮件传输协议)、POP (电子邮局协议), 以及新兴的 IMAP (互联网邮件应用协议)。

Windows 操作系统中一般最常用的邮件客户端是 Outlook, 该软件从 2007 版本已经支持 IPv6, 苹果的 Apple Mail 也支持 IPv6, 但在国内占有很大市场份额的 Foxmail 7 目前还不支持 IPv6。邮件传输代理、邮件客户端 IPv6 支持情况见表 4-5,

表 4-5 常见的邮件传输代理/客户端 IPv6 支持情况

名称	版本	是否支持 IPv6	说明
邮件传输代理 Mail Transfer Agents			
exim	4.2	支持	
zmailer	2.99.55	支持	
sendmail	8.12.9	支持	
postfix	native since 2.2.0	支持	
courier	0.42.2	支持	
邮件用户代理 Mail User Agents			
Outlook	2007	支持	

mutt	1.4.1	支持	基于文本的邮件客户端，适用于 UNIX 系统
sylpheed	0.9.6	支持	
sylpheed-claws	0.9.5	支持	
Kmail	3.1.2	支持	KDE 的邮件客户端
mozilla-mail	since 1.4	支持	
thunderbird	since 1.0	支持	基于 Mozilla 的开源邮件客户端软件
ximian-evolution	1.4.5	支持	
alpine	2.0	支持	
pine	4.62	支持	
Apple Mail	4.0 (OS 10.6)	支持	
imap-uw	imap-2007f	支持	
Postfix	2.9.5	支持	
Lotus Notes	8.5.3	支持	

#### 4.3.2.2 文件传输协议 (FTP)

常见的文件传输服务器/客户端 IPv6 支持情况如表 4-6。

表 4-6 常见的文件传输服务器/客户端 IPv6 支持情况

名称	版本	是否支持 IPv6	说明
文件传输服务器 FTP server			
ftpd	0.17	支持	目前已不再维护
fftpd	N/A	支持	
pure-ftpd	1.0.14	支持	
wu-ftpd	2.6.2	不支持	
ftpd-bsd	0.3.3	支持	目前已不再维护
ProFTPD	1.2.9rc2	支持	
troll-ftpd	1.2.8	不支持	
ginseng-ftpd	1.6	支持	
libra-ftpd	1.3.4	支持	
oftpd	0.3.7	支持	目前已不再维护
vsftpd	2.0.0	支持	
tnftpd	2.0 beta3	支持	
publicfile	0.52	支持	
moftpd	1.1.4	支持	
wzdftpd	0.3.3	支持	

文件传输客户端 FTP client			
ftp	0.17-35.el5 / 0.17-51.fc12	支持	
lftp	2.6.5	支持	
tnftp	2.0 beta1	支持	
cftp	0.12	支持	
ncftp	3.1.9	支持	
fget	0.4.1	支持	
konqueror	3.1.2	支持	
ftpcopy	0.6.4	支持	
ftpmirror	1.96	支持	
FileZilla	3.3.5.1	支持	
FileZilla Client	3.28.0	支持	
SmartFtp	8	支持	
SecureFX	7.0.3	支持	
AbsoluteTelnet	6.28	支持	
UploadFTP	2.0.1	支持	

#### 4.3.2.3 超文本传输协议 (HTTP)

HTTP 协议 (HyperText Transfer Protocol, 超文本传输协议) 是用于从 WWW 服务器传输超文本到本地浏览器的传送协议。它可以使浏览器更加高效, 使网络传输减少。它不仅保证计算机正确快速地传输超文本文档, 还确定传输文档中的哪一部分, 以及哪部分内容首先显示 (如文本先于图形) 等。

HTTP 是一个应用层协议, 由请求和响应构成, 是一个标准的客户端服务器模型, HTTP 服务器和客户端 IPv6 支持情况如表 4-7,

表 4-7 常见的 HTTP 服务器/客户端 IPv6 支持情况

名称	版本	是否支持 IPv6	说明
HTTP 服务器 HTTP server			
Apache HTTP Server	2.0.43	支持	
tiny/turbo/throttling HTTP Server	2.20c	支持	
Boa Webserver	0.94.13	支持	
webfs	1.19	支持	
publicfile	0.52	支持	
bozohttpd	20030622	支持	

leahttpd	0.04	支持	
screws	0.51	支持	
HTTP 客户端 HTTP client ( 如 web 浏览器 )			
mozilla	since 1.4	支持	
firefox	since 1.0	支持	
konqueror	3.1.2	支持	
lynx	2.8.4	支持	
netscape navigator	7.1	支持	
opera	7.20b	支持	
w3m	0.4	支持	
links	0.98	不支持	目前只有一个支持 IPv6 的补丁用于很早以前的 0.92 版本的 links
elinks	0.9.2rc2	支持	
httrack	3.23	支持	
wget	1.9.1	支持	
curl	7.10.7	支持	
mGet	1.4.1	支持	
mMosaic	3.7.2	支持	
midori	0.2.9	支持	

#### 4.3.2.4 程序开发软件 (Application Development)

大部分应用软件都是通过各种程序设计语言编制来实现,为开发应用软件还需要各种相应的开发环境或工具,这些语言和工具本身也都是一种软件,这些软件也逐渐适应市场需要,开始支持 IPv6。下面将列举一些常见的支持 IPv6 的程序开发软件。

Apache 是世界使用排名第一的 Web 服务器软件。它可以运行在几乎所有广泛使用的计算机平台上,由于其跨平台和安全性被广泛使用,是最流行的 Web 服务器端软件之一。Apache2 支持 IPv6,为网站部署 IPv6 提供了基础。

Ruby、Python 都是面向对象的程序设计语言,Ruby 1.9.2 版本增加了支持 IPv6 的 Socket API,Python 从 2.4 版本开始支持 IPv6。

表 4-8 常见的程序开发软件 IPv6 支持情况

名称	版本	是否支持 IPv6	说明
Apache	2.4.29	支持	
Tomcat	8.5.23	支持	
WebLogic Server	12.2.1	支持	
python	3.6.3	支持	
ruby	2.4.2	支持	
Adobe Dreamweaver	17.5.0	支持	
Java Development Kit	1.8.0_131	支持	
Java Runtime Environment	1.8.0_131	支持	
Microsoft SharePoint	2010	支持	
Microsoft Internet Information Services (IIS)	10	支持	
IBM WebSphere® Application Server (WAS)	8.5	支持	
Hiawatha	9.14	支持	
PHP	7.1.11	支持	
Perl	5.26.1	支持	

#### 4.3.2.5 数据库 (Database)

数据库软件是指用于数据管理的软件系统，具有信息存储、检索、修改、共享和保护的功能。目前流行的数据库软件有 Access、Sybase、SQL Server、Oracle、FoxPro 等。

各类网站和应用需要数据库的支撑，数据库对 IPv6 操作的支持逐渐成熟，主流的数据库软件已经能够支持 IPv6，目前支持 IPv6 的主要数据库软件如表 4-9 所示，

表 4-9 常见的数据库 IPv6 支持情况

名称	版本	是否支持 IPv6	说明
DB2	2.4.29	支持	
FileMaker Pro	8.5.23	支持	
FileMaker Server	12.2.1	支持	
Microsoft SQL Server	3.6.3	支持	
MySQL	2.4.2	支持	5.6.6 之前的版本默认关闭 IPv6 功能

MariaDB	17.5.0	支持	MySQL 的一个分支
Oracle Database	1.8.0_131	支持	
PostgreSQL	1.8.0_131	支持	
IBM Informix® Dynamic Server (IDS)	2010	支持	
Sybase OpenSwitch	10	支持	

#### 4.3.2.6 多媒体播放软件

多媒体播放软件支持 IPv6 主要是指播放器能够通过 IPv6 连接到服务器，实现在线播放。经测试，表 4-10 中软件目前已经支持 IPv6：

表 4-10 常见的已支持 IPv6 的多媒体播放软件

名称	版本	是否支持 IPv6	说明
RealPlayer	16.0.6.4	支持	
Windows Media Player	11.0.5721.5262	支持	
VLC media player	3.0.5	支持	
XMMS	2.0.9	支持	Linux 下的音频播放器
Quicktime	7.7.9	支持	
Adobe Flash Player	27.0.0.170	支持	
Winamp	5.8.0.3660	支持	
freeamp	2.1.1	支持	
mpg123	0.59r	支持	

#### 4.4 CDN IPv6 支持情况

根据 Digital 发布的《The Best CDN Providers Of 2021》，排名前十的 CDN 依次为：Akamai、Alibaba Cloud Content Delivery Service、Amazon CloudFront、Aryaka Global SD、CacheFly、CDNetworks、Cloudflare、G-Core Labs Content Delivery Network、Imperva、Keycdn。

全球 IPv6 测试中心对此十大 CDN 供应商的 IPv6 支持情况做了汇总。

1) Akamai。Akamai 是全球最大的 CDN 提供商之一，它已开启了对 IPv6 的支持，并且将双栈协议作为新配置的默认配置。Akamai 的 IPv6 流量峰值达到了 21Tpbs。目前，Akamai 已基于其 CDN 对 IPv6 的支持，提供 IPv6 采用情况可视化相关服务。

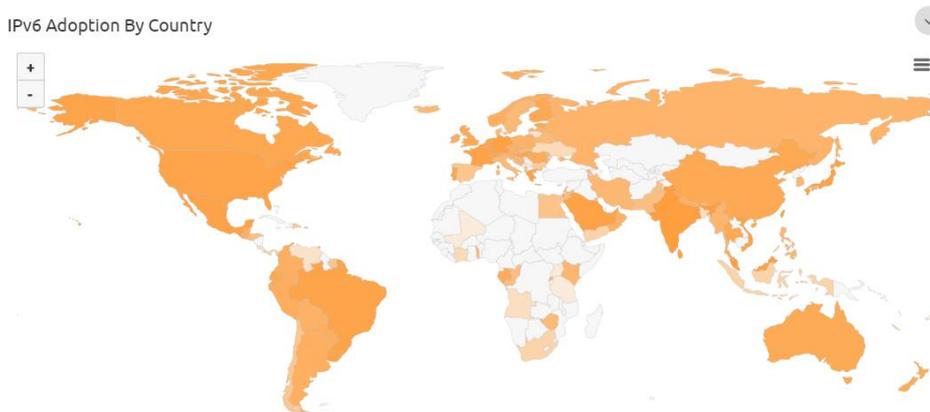


图 4-5 Akamai 已提供 IPv6 采用情况可视化相关服务

2) Alibaba Cloud Content Delivery Service。阿里云 CDN 是此榜单中唯一进入前十的中国供应商。其已经支持 IPv6，可手动开启。



图 4-6 阿里云 CDN 支持手动开启 IPv6

3) Amazon CloudFront。CloudFront 是面向全球的 CDN 产品。亚马逊 AWS 已宣布其支持 IPv6 连接，所有新创建的 CloudFront 都将默认启用 IPv6，且 CloudFront 的所有现有功能都继续在 IPv6 上工作。当前 CloudFront 仍继续保持支持的状态。

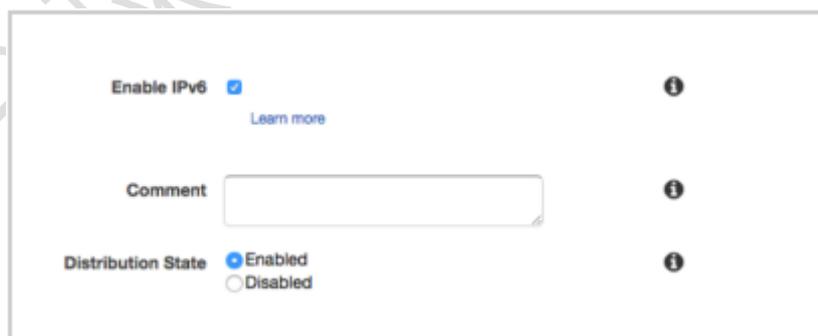


图 4-7 AWS CloudFront 默认启用 IPv6 选项

4) Aryaka Global SD。Aryaka 也已支持 IPv6，可通过工具设置开启 IPv6。

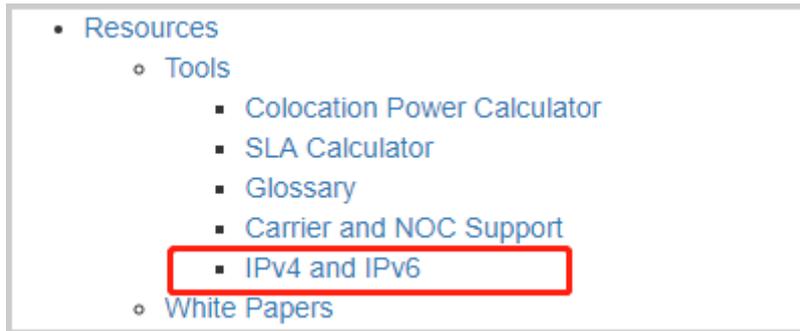


图 4-8 Aryaka 已支持 IPv6

5) CacheFly。CacheFly 曾经是以美国为中心的 CDN，但是最近开始成为全球性的 CDN 提供商，也是全球最快的 CDN 服务提供商之一，CacheFly 已宣布其 CDN 服务支持 IPv6。

6) CDNetworks。CDNetworks 已在其官网说明其支持 IPv6：CDNetwork 支持双协议栈技术，CDN PoPs 将会拥有 IPv6 和 IPv4 地址，以实现 IPv6 和 IPv4 之间的通信。

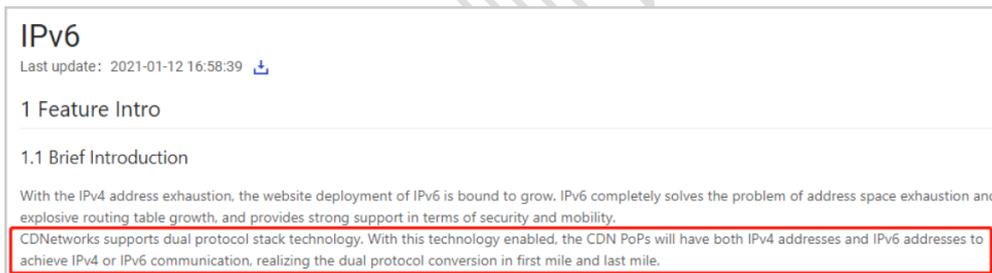


图 4-9 CDNetworks 已支持 IPv6

7) Cloudflare。Cloudflare 是全球著名的 CDN 提供商，已经支持 IPv6。



图 4-10 Cloudflare 的 IPv6 配置已经改为默认开启

8) G-Core Labs Content Delivery Network。G-Core Labs CDN 已经支持 IPv6。

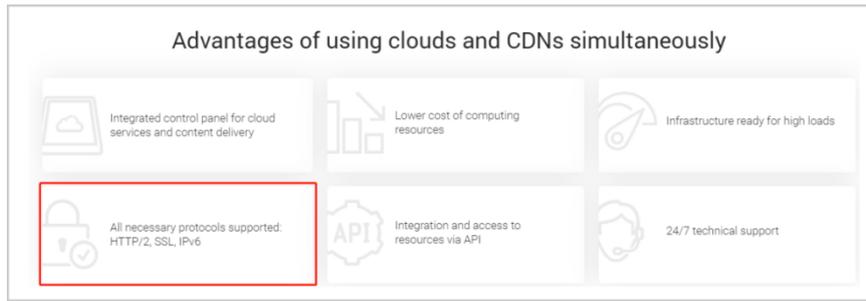


图 4-11 G-Core Labs CDN 已支持 IPv6

9) Imperva。Imperva 已支持 IPv6。

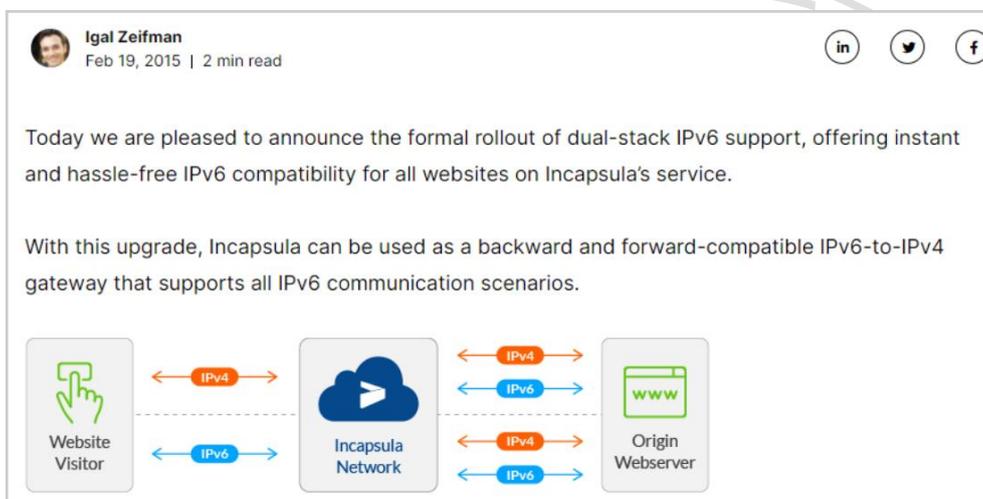


图 4-12 Imperva 已于 2015 年宣布支持 IPv6

10) Keycdn。Keycdn 在全球范围内拥有 34 个数据中心，部署了超过 82000 台服务器。目前也已经支持 IPv6。

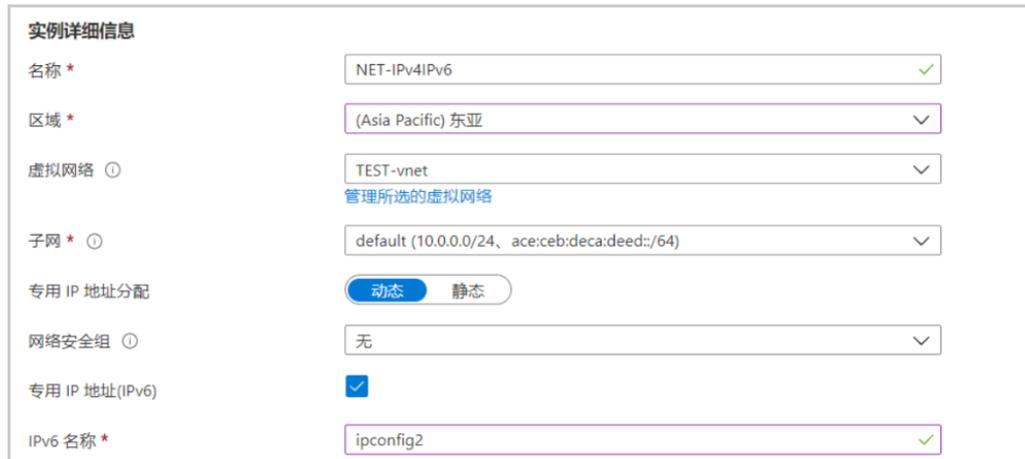
综上所述，Digital 发布的 CDN 榜单中，排名前十的 CDN 已经全部支持 IPv6，支持率为 100%。

## 4.5 云服务 IPv6 支持情况

根据 CLOUD WARS 发布的《The World's Top Cloud Vendors》，当前排名前十的云供应商依次为：Microsoft、Amazon、Google Cloud、Salesforce、SAP、Oracle、ServiceNow、Workday、IBM、Snowflake。

全球 IPv6 测试中心对此十大云供应商的 IPv6 支持情况做了汇总。

1) Microsoft。微软 Azure 已于今年实现“原生 IPv6 支持”。其较早支持 IPv6 的服务为负载均衡器和虚拟机。面向 Internet 的基本 SKU 负载均衡器可以使用 IPv6 地址进行部署。除了 IPv4 连接以外，还可以实现以下功能：通过负载均衡器在公共 Internet 客户端与 Azure 虚拟机 (VM) 之间建立本机端到端 IPv6 连接；在 VM 与公共 Internet 上已启用 IPv6 的客户端之间建立本机端到端 IPv6 输出连接。



The screenshot shows the 'Instance Details' configuration page in the Azure portal. The settings are as follows:

Field	Value
名称 *	NET-IPv4IPv6
区域 *	(Asia Pacific) 东亚
虚拟网络 ①	TEST-vnet
子网 * ①	default (10.0.0.0/24, ace:ceb:deca:deed::/64)
专用 IP 地址分配	动态 (selected) / 静态
网络安全组 ①	无
专用 IP 地址(IPv6)	<input checked="" type="checkbox"/>
IPv6 名称 *	ipconfig2

图 4-13 Azure 原生支持 IPv6 相关设置页面

2) Amazon。亚马逊 AWS 的云服务是较早开始支持原生 IPv6 的服务商。其中支持 IPv6 的服务有 AWS WAF、S3 Transfer Acceleration 以及 EC2。其中 EC2 为较上次调研新增支持 IPv6 的服务。

3) Google Cloud。谷歌云平台目前唯一支持 IPv6 的仍是负载均衡器。技术人员可以为支持 HTTP (S)、SSL 和 TCP 的负载均衡器配置 IPv4 和 IPv6 外部地址。负载均衡器可以接受来自用户的 IPv6 连接，并将这些连接通过 IPv4 代理到虚拟机 (实例)，使得这些实例可以作为 IPv6 服务出现在 IPv6 客户端上。

4) Salesforce。Salesforce 是一家 SaaS 平台供应商。为客户提供云端 CRM 软件服务，其服务已提供 IPv6 的访问，实现对 IPv6 的支持。

5) SAP。SAP 是全球的企业软件供应商，目前主要通过云解决方案服务于企业。SAP 已宣布支持 IPv6：随着 SAP NetWeaver 7.0 增强包 2 的发布，SAP 已经支持 IPv6。



图 4-14 SAP 已支持 IPv6

6) Oracle。Oracle 提供的服务包括：服务器及工具，云数据库，企业应用软件。根据 Oracle 官网发布的信息，其主要产品都已经支持 IPv6：服务器可提供 IPv6 访问地址，云数据库可建立 IPv6 连接，云端企业应用软件支持 IPv6 访问。

7) ServiceNow。ServiceNow 是与 Salesforce 类似的 SaaS 平台供应商。帮助企业实现 IT 服务与运维的自动化、规范化和标准业务流程化。ServiceNow 也已支持 IPv6。

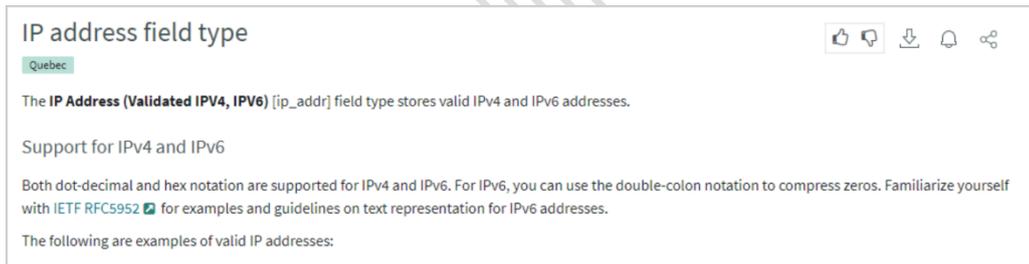


图 4-15 ServiceNow 已支持 IPv6

8) Workday。Workday 也是一家 SaaS 平台供应商。目前 Workday 仍不支持 IPv6，其可供访问的 IP 地址中没有 IPv6 地址。

9) IBM。IBM 云对 IPv6 的支持程度较高，并且提供了一套详细完善的 IPv6 解决方案，在其官网上有对 IPv6 解决方案的详细说明。

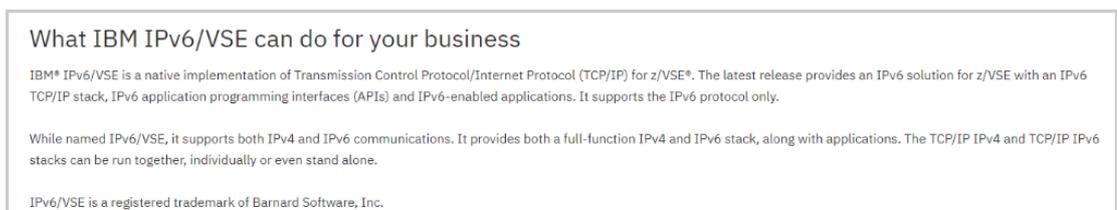


图 4-16 IBM cloud 提供 IPv6 解决方案

---

10) Snowflake。Snowflake 是一家数据仓库供应商，目前也已经支持 IPv6。

综上所述，CLOUD WARS 发布的云供应商榜单中，排名前十的供应商中，已经九家支持 IPv6。除排名第八的 workday 外，其他的都已支持 IPv6，支持率为 90%。

全球IPv6测试中心

## 第五章 网络产品 IPv6 支持度

随着全球范围内的 IPv6 部署发展，网络设备主流厂家研发了大量的 IPv6 产品，产品类型丰富，基本涵盖了所有的网络产品（包括路由器、交换机、接入服务器、防火墙、VPN 网关、域名服务器等），能够满足基本商用部署需求。

IPv6 Ready Logo 测试认证由全球 IPv6 论坛发起的一个国际通用测试认证项目，为 IPv6 产品提供一致性测试和互通性测试，其认证主要目的是保障 IPv6 设备和应用软件互连互通能力，为全球 IPv6 商业部署树立信心。

根据 IPv6 Ready Logo 所统计的数据，截至 2021 年 8 月，全球已颁发 2745 个 IPv6 Ready Phase-2 Logo 认证，并且呈稳定增长趋势。具体如图 5-1 所示，

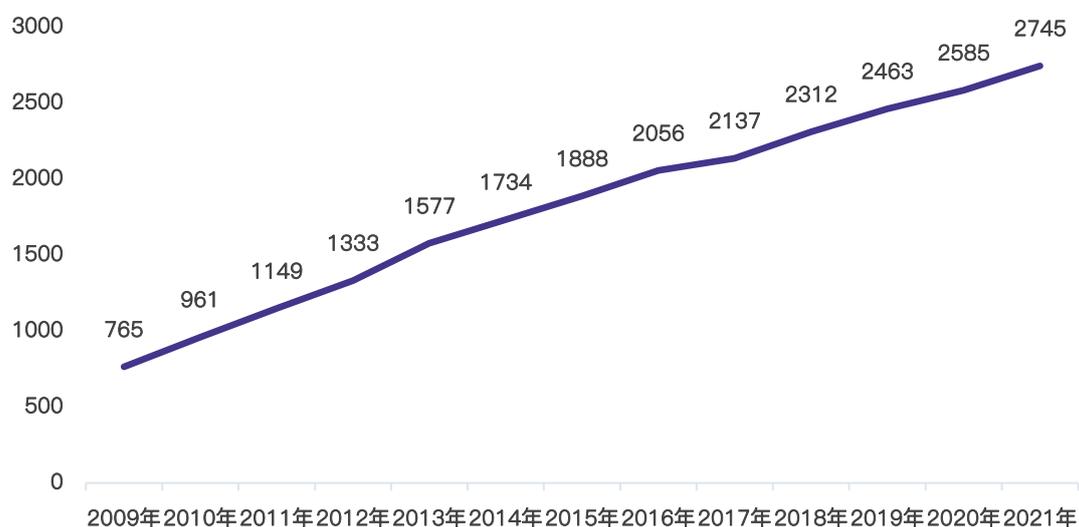


图 5-1 IPv6 Ready 认证设备的增长趋势

截止到 2021 年 7 月 30 日，全球获得 IPv6 Ready Logo 国家中中国数量排名第一，达到 1066 个，即有 1066 款或系列设备已经拿到 IPv6 Ready Logo，其次是美国 886、日本 462、韩国 172。如下图 5-2 所示。

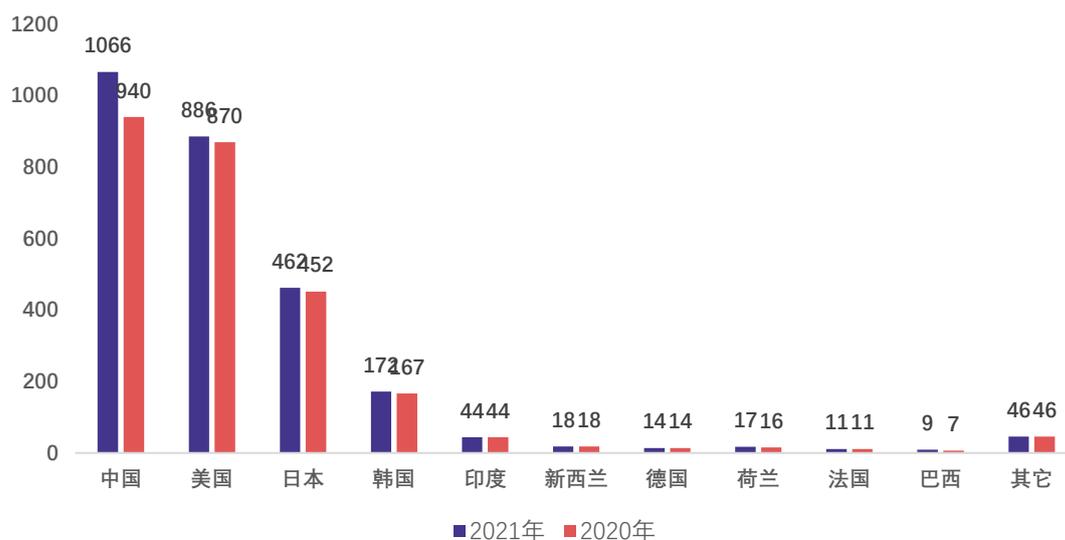


图 5-2 2021、2020 IPv6 Ready Logo 设备认证国家/地区分布

根据认证设备的类别统计全球已认证的申请，路由器、交换机、其他终端设备（除办公终端设备、服务器、IP 电话外的其他终端设备）、办公终端设备、协议栈、操作系统，安全设备、服务器等类别的申请已超过 100 个，其中交换机和路由器数量已超过 900 个，居最多。流控设备相对较少，部分产品数量还只是个位数。具体如图 5-3 所示，

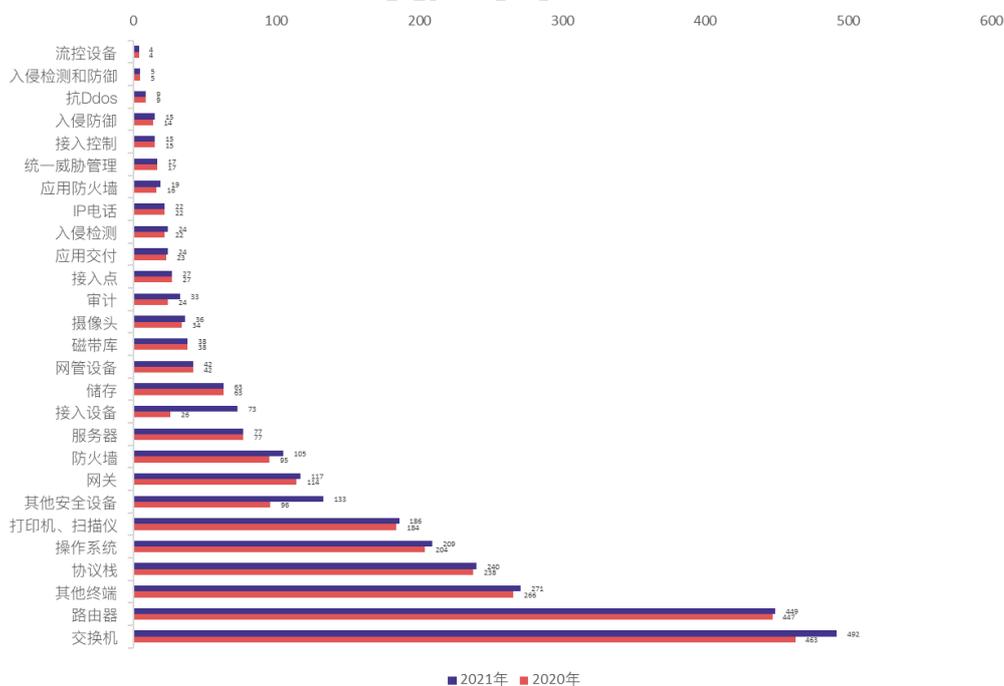


图 5-3 IPv6 Ready Logo 设备类型统计

图 5-4 到图 5-7 列出中国、美国、日本、韩国四个国家获取认证的申请设备类型统计及占比，

## 中国

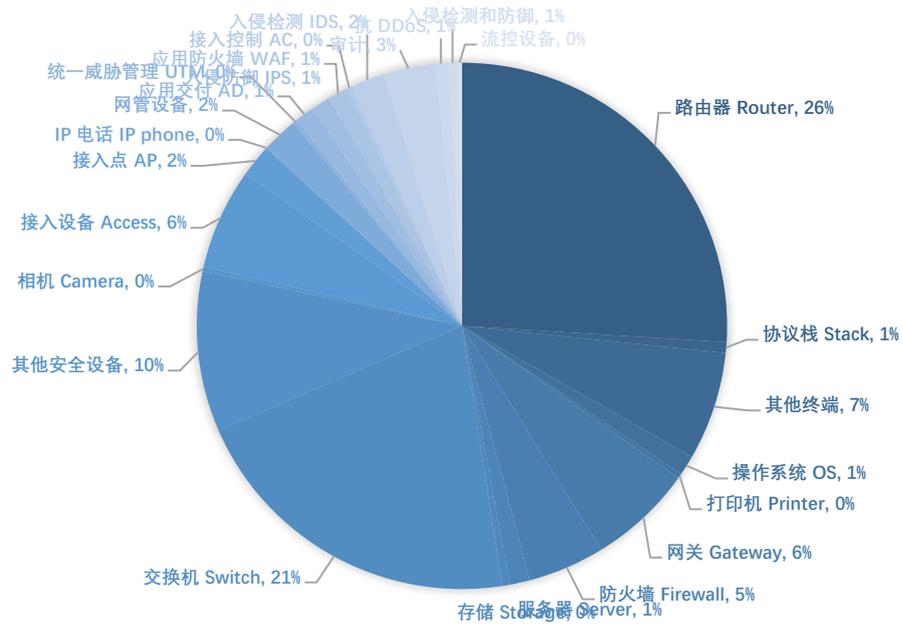


图 5-4 中国 Ready Logo 设备类型统计

## 美国

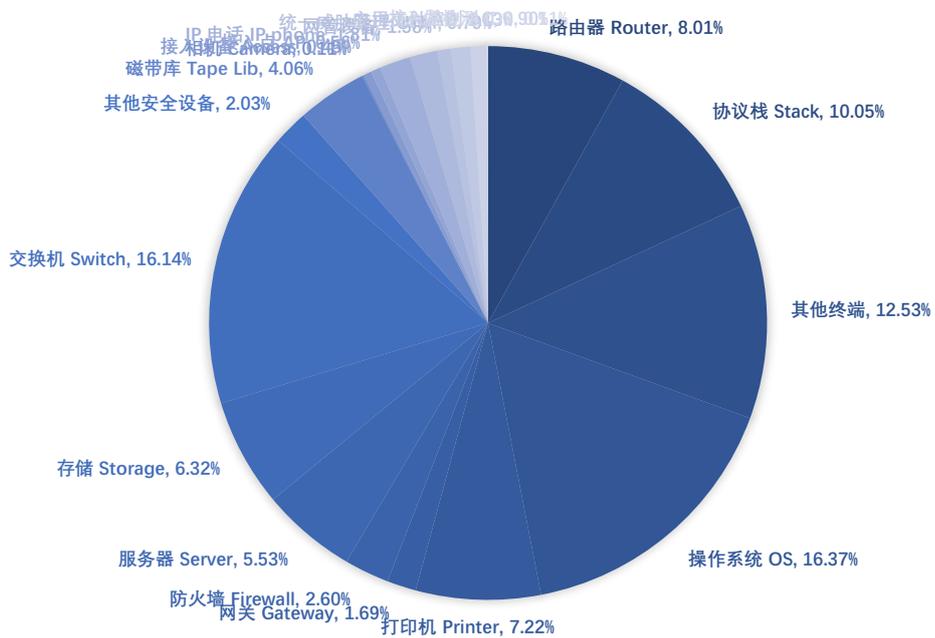


图 5-5 美国 IPv6 Ready Logo 设备类型统计

## 日本

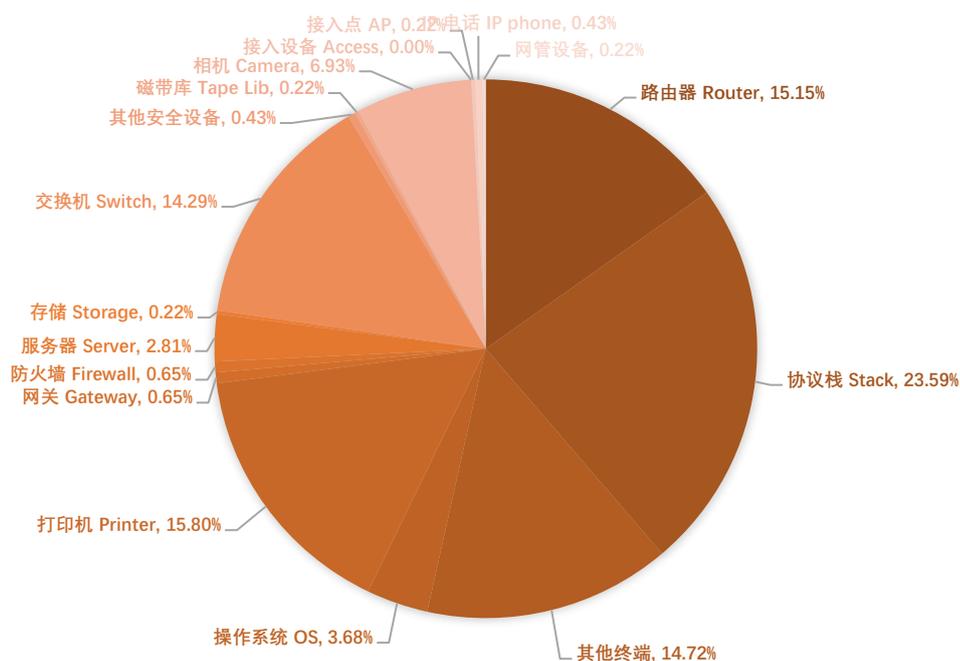


图 5-6 日本 IPv6 Ready Logo 设备类型统计

## 韩国

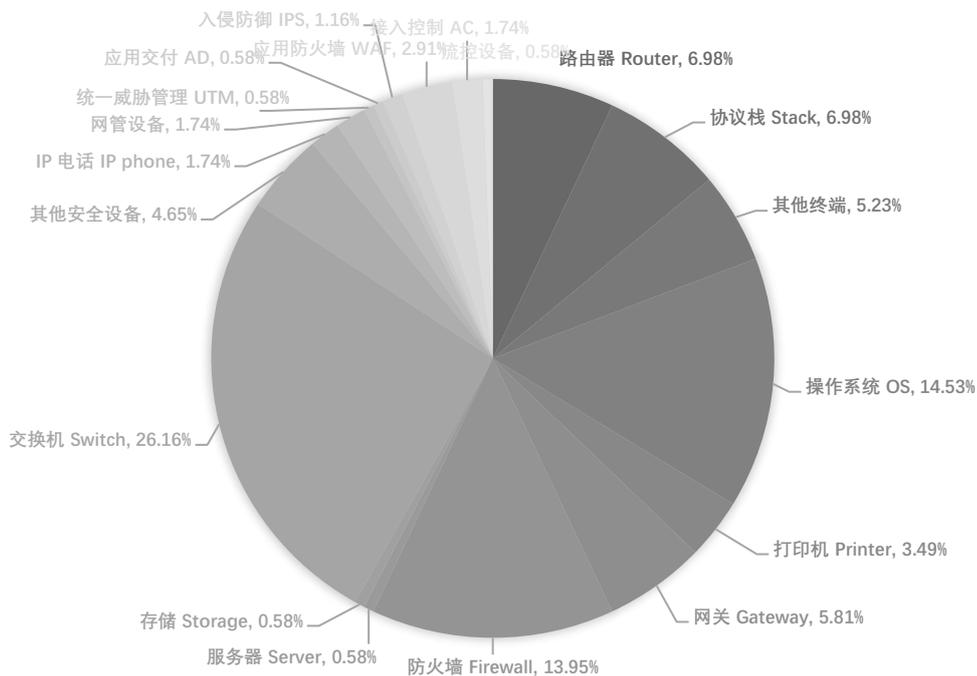


图 5-7 韩国 IPv6 Ready Logo 设备类型统计

IPv6 Ready Logo 中国区申请数量在路由器、交换机、安全设备等设备占比超过 78%，其他设备类型的申请较少；美国地区交换机、终端设备、操作系统、协议栈和服务器占其总量的比例较大；日本地区申请主要集中在终端设备、办公终

端、协议栈、路由器和交换机，占据其全部申请量的 83%；韩国地区交换机、防火墙和操作系统的申请较多，其他类型申请比较均衡。具体如表 5-1 所示。

表 5-1 各类型设备的国内占比

类型	中国	美国	日本	韩国
路由器 Router	25.98%	8.01%	15.15%	6.98%
协议栈 Stack	0.66%	10.05%	23.59%	6.98%
其他终端	6.66%	12.53%	14.72%	5.23%
操作系统 OS	1.22%	16.37%	3.68%	14.53%
打印机 Printer	0.28%	7.22%	15.80%	3.49%
网关 Gateway	6.38%	1.69%	0.65%	5.81%
防火墙 Firewall	4.69%	2.60%	0.65%	13.95%
服务器 Server	1.22%	5.53%	2.81%	0.58%
存储 Storage	0.47%	6.32%	0.22%	0.58%
交换机 Switch	20.92%	16.14%	14.29%	26.16%
其他安全设备	9.85%	2.03%	0.43%	4.65%
磁带库 Tape Lib	0.00%	4.06%	0.22%	0.00%
摄像头 Camera	0.28%	0.11%	6.93%	0.00%
接入设备 Access	6.19%	0.45%	0.00%	0.00%
接入点 AP	1.97%	0.56%	0.22%	0.00%
IP 电话 IP phone	0.09%	1.81%	0.43%	1.74%
网管设备	2.16%	1.58%	0.22%	1.74%
统一威胁管理 UTM	0.28%	0.79%	0.00%	0.58%
应用交付 AD	1.13%	1.13%	0.00%	0.58%
入侵防御 IPS	1.22%	0.00%	0.00%	1.16%
应用防火墙 WAF	1.22%	0.00%	0.00%	2.91%
接入控制 AC	0.28%	0.90%	0.00%	1.74%
入侵检测 IDS	2.06%	0.11%	0.00%	0.00%
审计	3.10%	0.00%	0.00%	0.00%
抗 DDoS	0.84%	0.00%	0.00%	0.00%
入侵检测和防御	0.56%	0.00%	0.00%	0.00%
流控设备	0.28%	0.00%	0.00%	0.58%

如表 5-2 所示，中国地区路由器、交换机、网关、安全设备、接入设备类型申请占比较大，路由器申请占全球同类申请的 60%、交换机占 44%，网关、接入设备和大部分安全设备的申请都占全球申请数量 70%以上；美国在 IP 电话、磁带库、协议栈、操作系统、存储、服务器方面占比较大，其中操作系统、磁带库、存储设备的申请占全球同类型申请的 70%以上；日本在打印机、相机等终端类设备和协议栈类型申请均占全球比例超过 40%。

表 5-2 各类型设备的全球占比

类型	中国	美国	日本	韩国
路由器 Router	61.69%	15.81%	15.59%	2.67%
协议栈 Stack	2.92%	37.08%	45.42%	5.00%
其他终端	26.20%	40.96%	25.09%	3.32%
操作系统 OS	6.22%	69.38%	8.13%	11.96%
打印机 Printer	1.61%	34.41%	39.25%	3.23%
网关 Gateway	58.12%	12.82%	2.56%	8.55%
防火墙 Firewall	47.62%	21.90%	2.86%	22.86%
服务器 Server	16.88%	63.64%	16.88%	1.30%
存储 Storage	7.94%	88.89%	1.59%	1.59%
交换机 Switch	45.33%	29.07%	13.41%	9.15%
其他安全设备	78.95%	13.53%	1.50%	6.02%
磁带库 Tape Lib	0.00%	94.74%	2.63%	0.00%
摄像头 Camera	8.33%	2.78%	88.89%	0.00%
接入设备 Access	90.41%	5.48%	0.00%	0.00%
接入点 AP	77.78%	18.52%	3.70%	0.00%
IP 电话 IP phone	4.55%	72.73%	9.09%	13.64%
网管设备	54.76%	33.33%	2.38%	7.14%
统一威胁管理 UTM	17.65%	41.18%	0.00%	5.88%
应用交付 AD	50.00%	41.67%	0.00%	4.17%
入侵防御 IPS	86.67%	0.00%	0.00%	13.33%
应用防火墙 WAF	68.42%	0.00%	0.00%	26.32%
接入控制 AC	20.00%	53.33%	0.00%	20.00%
入侵检测 IDS	91.67%	4.17%	0.00%	0.00%
审计	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
抗 DDoS	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
入侵检测和防御	120.00%	0.00%	0.00%	0.00%
流控设备	75.00%	0.00%	0.00%	25.00%

在所有获得 IPv6 Ready Logo 认证的厂商中，友讯科技、思科、惠普、新华三、戴尔、松下等厂商 IPv6 Ready Logo 数量在 60 个以上，表 5-3 列出了 IPv6 Ready Logo 数量在 40 个以上的厂商，全球著名网络设备商 Cisco 以 205 个 Logo 排名第一，D-link 以 187 个 Logo 排名第二，新华三和华为公司以 74 和 66 个 Logo 排名第四和第六。

表 5-3 获取的 Logo 数量排名前十的厂商

序号	厂商	国家/地区	Logo 数量
1	思科	US	205
2	友讯	CN	187
3	惠普	US	119
4	新华三	CN	74
5	戴尔	US	74
6	华为	CN	66
7	松下	JP	60
8	安奈特	JP	42
9	富士通	JP	41
10	IBM	US	39

以下是按照设备类型划分，排名靠前的各主流厂商获取 Logo 数量，

1、安全设备，包含 IDS、IPS、IDP、Audit、Firewall、WAF、UTM 及其他安全设备。在 Logo 数量排名前十的厂商中，中国厂商占据八个，其中天融信以 26 个 Logo 数量位居第一，奇安信和启明星辰获得的 Logo 数量也均超过了 20 个，具体如表 5-4 所示：

表 5-4 安全设备厂商 Logo 数量排名 Top10

序号	厂商	Logo 数量	国家/地区
1	天融信	26	CN
2	奇安信	21	CN
3	启明星辰	20	CN
4	蓝盾信息安全	17	CN
5	SonicWALL	17	US
6	Future system	17	KR
7	神州绿盟	14	CN
8	华为	13	CN
9	安恒	12	CN
10	新华三	12	CN
11	思科	12	US

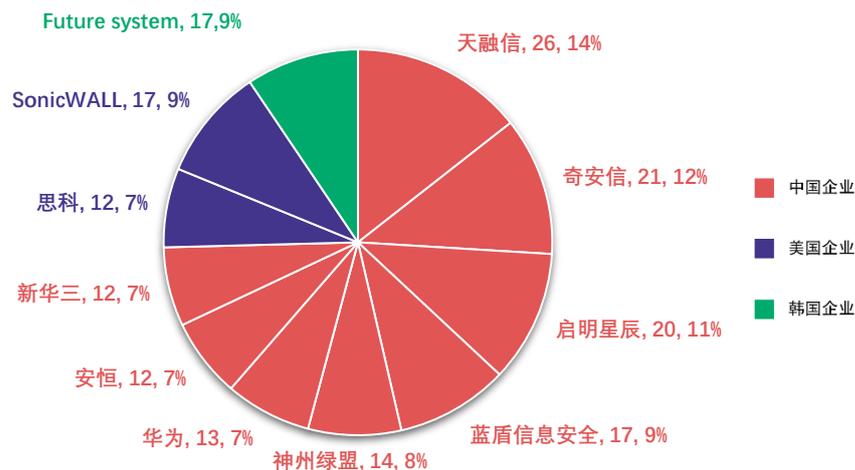


图 5-8 安全厂商 Logo 数量占比

2、服务器设备，包含存储设备、磁带库设备以及普通服务器设备。目前全球共有六家厂商的设备获得了 IPv6 Ready Logo 认证，其中美国企业有五家，日本企业有一家。戴尔以 31 个 Logo 数量位居第一，IBM 以 21 个位居第二，日本厂商日立以 19 个位居第三。具体如表 5-5 所示，：

表 5-5 IT 厂商 Logo 数量排名 Top10

序号	厂商	Logo 数量	国家/地区
1	戴尔	31	US
2	IBM	21	US
3	日立	19	JP
4	威特	14	US
5	惠普	14	US
6	易安信	10	US

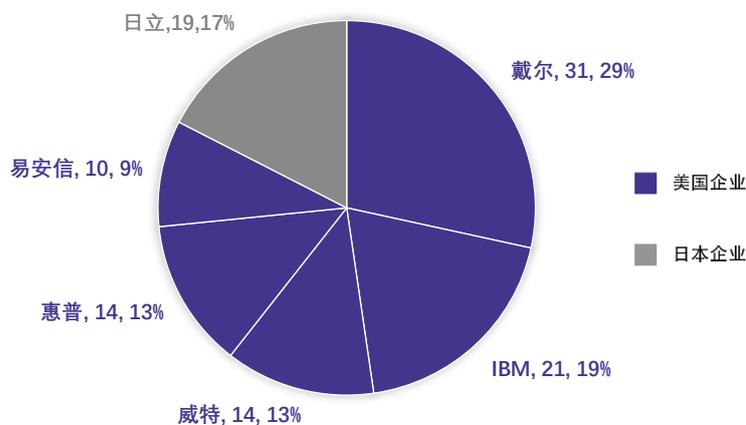


图 5-9 IT 厂商 Logo 数量占比

3、路由器设备方面，在 Logo 数量前十的厂商中，中国、日本厂商分别有四

家，美国企业有两家。友讯以 Logo 数量 95 位居第一，思科和普联科技分别以 63 和 32 位居第二、第三。具体如表 5-6 所示，：

表 5-6 路由器厂商 Logo 数量排名 Top10

序号	厂商	Logo 数量	国家/地区
1	友讯	95	CN
2	思科	63	US
3	普联科技	32	CN
4	新华三	28	CN
5	美国网件	25	US
6	NEC	20	JP
7	安奈特	16	JP
8	富士通	10	JP
9	雅马哈	9	JP
10	华为	8	CN

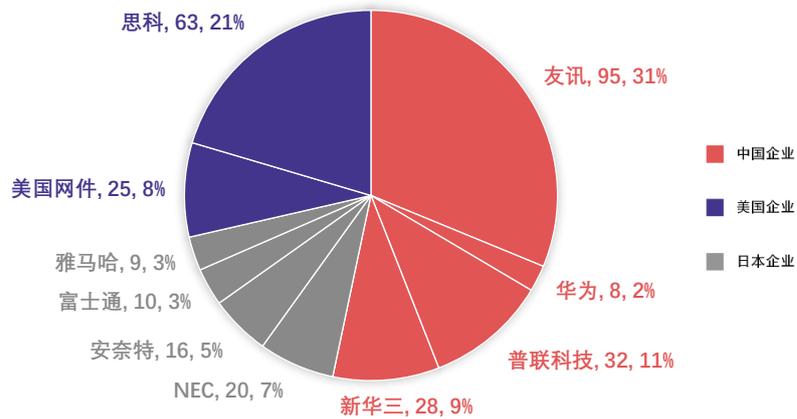


图 5-10 路由器厂商 Logo 数量占比

4、交换机设备方面，在 Logo 数量排名前十的厂商中，中国厂商有五家美国厂商有四家，韩国厂商有一家。友讯以 66 个 Logo 位居第一，思科以 60 个位居第二，新华三以 43 个位居第三。具体如表 5-7 所示：

表 5-7 交换机厂商 Logo 数量排名 Top10

序号	厂商	Logo 数量	国家/地区
1	友讯	66	CN
2	思科	60	US
3	新华三	43	CN
4	安奈特	27	US
5	华为	26	CN
6	锐捷	24	CN
7	惠普	24	US

8	派凌	18	KR
9	中兴通讯	14	CN
10	亚美亚	12	US

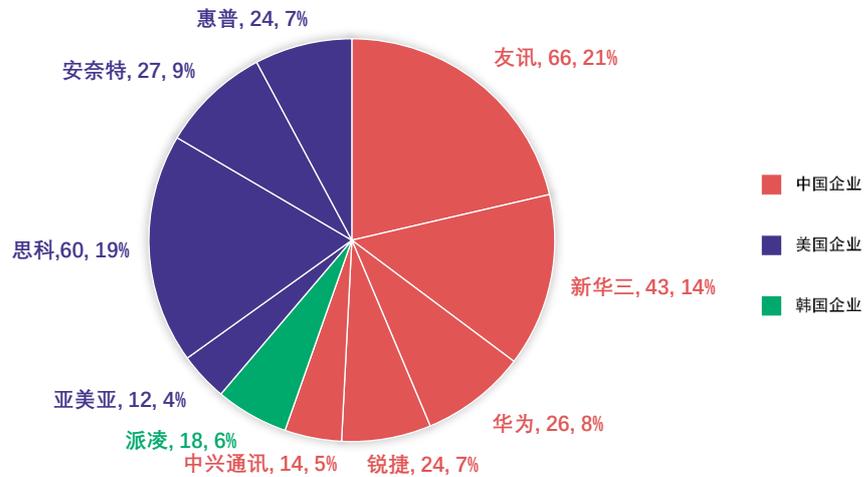


图 5-11 交换机厂商 Logo 数量占比

5、办公设备，包括打印机、扫描仪等设备。在 Logo 数量排名前十的厂商中，日本有六家，美国两家，韩国一家。其中美国的施乐和惠普分别以 38、32 个位居第一和第二，日本厂商兄弟工业以 21 个 Logo 位居第三。具体如表 5-8 所示：

表 5-8 办公设备厂商 Logo 数量排名 Top10

序号	厂商	Logo 数量	国家/地区
1	施乐	38	US
2	惠普	32	US
3	兄弟工业	21	JP
4	理光	14	JP
5	威特	11	US
6	东芝	10	JP
7	富士通	8	JP
8	松下	7	JP
9	三星	5	KR
10	佳能	3	JP

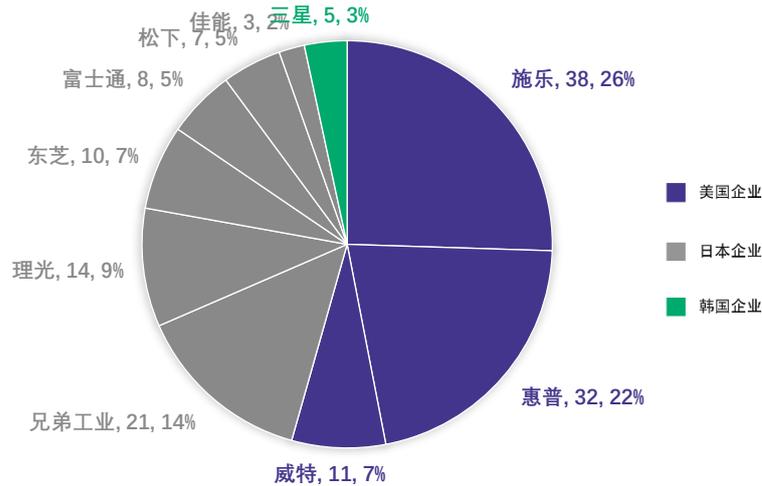


图 5-12 办公设备厂商 Logo 数量占比

6、软件系统，包含嵌入式系统和应用系统等软件。目前全球共有六家厂商的软件系统获得了 IPv6 Ready Logo 认证，美国企业有五家，日本企业有一家。惠普与戴尔均获得 17 个 IPv6 Ready Logo 并列第一，IBM 与微软均获得 15 个位居第二，富士通和红帽以 10 个并列第三。具体如表 5-9 所示：

表 5-9 软件系统厂商 Logo 数量排名 Top10

序号	厂商	数量	国家/地区
1	惠普	17	US
2	戴尔	17	US
3	IBM	15	US
4	微软	15	US
5	富士通	10	JP
6	红帽	10	US

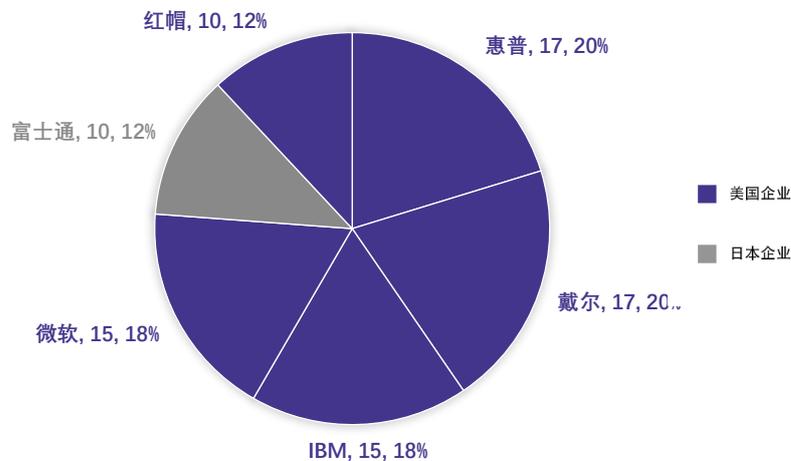


图 5-13 软件系统厂商 Logo 数量占比

---

## 总结

全球疫情的流行在一定程度上扰乱了正常的社会秩序,使全球各国生产生活都受到了不同程度的冲击。下一代互联网 IPv6 全球发展部署也会受到影响,从白皮书统计数据来看,虽然部分国家数据有些震荡,但总体仍处于加速部署的进程中。从白皮书统计的数据来看,全球 IPv6 用户数量和部署率逐年稳步上升,网络、域名系统、网站对 IPv6 的支持度都相应循序提高。相对来看,网络和 IPv6 用户数增幅很快,绝对数量值也比较高,而网站内容对 IPv6 支持度比较低,每年升级过渡的速度也比较慢,现阶段需要更多的网站支持 IPv6,以解决 IPv6 资源匮乏的窘境,相对较好的是基础设施如云服务和 CDN 等排名靠前的服务商如亚马逊,微软和阿里云等率先支持 IPv6,为网站及应用支持 IPv6 奠定了基础和提供有力的保障。在网络产品方面,截止到 2021 年 8 月,全球 IPv6 Ready Logo 颁发数量总量超过 2745 个,中国在总量上位于世界第一,其次是美国、日本、韩国。在认证的设备类型中,路由器、交换机、协议栈设备认证较多,家庭网关类终端产品 IPv6 认证数量在近一年中也迎来了大增长。全球 IPv6 论坛推出 IPv6 Ready Logo、IPv6 Enabled Logo、IPv6 Education Logo 认证分别在网络产品,网站应用,网络人才方面积极支撑并推动向纯 IPv6 过渡。

全球互联网 IPv6 升级过渡是一个巨大工程,前期需要政策支撑和引导,后期 IPv6 发展部署到一定规模会逐渐转变为市场驱动。当前还处于政府政策支持引导阶段,全球网站应用 IPv6 支持情况相对来说还比较低,很多公司组织升级 IPv6 的意愿不是很强烈,一方面可能是预算问题,另一方面很多是认知的问题。下一代互联网工程中心-全球 IPv6 测试中心呼吁互联网产业链上下游加强合作,积极沟通交流,协同创新,共同为下一代互联网 IPv6 时代应用繁荣添砖加瓦,全力贡献毕生的力量。

---

## 参考资源

<http://labs.apnic.net/dists/v6dcc.html>

<https://www.vyncke.org/ipv6status/prefixes.php>

<http://www.alexa.com/topsites/countries>

<https://www.google.com/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>

<https://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=prefixes>

[http://www.delong.com/ipv6\\_alexa500.html](http://www.delong.com/ipv6_alexa500.html)

<https://www.ipv6ready.org/db/index.php/public/search/>

<https://www.ipv6ready.org.cn/>

建议反馈请邮件至 [Service@ipv6enabled.cn](mailto:Service@ipv6enabled.cn)，谢谢支持。

全球IPv6测试中心