



# IPv6

# 与 IPv6+

# 全球发展情况

社会经济价值的测算与分析

2021年10月

em  
lyon  
business  
school

Roland  
Berger



# 执行摘要

随着新通信与信息技术的到来，全球迈向了一个新时代。我们正在见证一个前所未有的历史时刻——人工智能、5G、云计算、物联网等塑造未来的新兴技术百花争鸣。

所有这些技术的背后都具有一个基本的底层使能要素：IP 地址——它是帮助设备连接到网络的一把“钥匙”，只有在拥有 IP 地址的前提下设备才能接入网络并实现通信。

上一代的 IP 协议 IPv4 诞生于 20 世纪 80 年代初，提供了 43 亿个通信地址。然而，智能设备的井喷式增长已经耗尽了可用的 IPv4 地址资源。因此，IPv6 被引入，其可用地址总数达到了  $3.4 \times 10^{38}$ ，足以为地球上的每一粒沙子分配一个 IP 地址。

在提供海量地址资源的基础上，IPv6 技术也在不断发展进步。目前，互联网工程任务组 (IETF) 正在对诸如 SRv6 等的协议创新进行标准化，欧洲电信标准协会 (ETSI) 在推广 IPv6+ 产业应用，在本白皮书中，它们被统称为 IPv6+。在 IPv6 的基础上，IPv6+ 结合协议创新与人工智能，提供了质量更高且更加智能的连接。基于这些特性，IPv6 和 IPv6+ 技术能够促进 5G、云计算和工业物联网等技术的应用，为所有行业的数字化提供坚实的基础。

从宏观的角度来看，IPv6 和 IPv6+ 能够促进数字经济转型、推动创新创业、加强社会治理、支持数字平等。毋庸置疑，向 IPv6 和 IPv6+ 的过渡是国家数字经济发展的重要基础。在全球范围内，各个国家在过去十年中实施了多项举措，以促进整个互联网生态向 IPv6 的过渡转型。我们认为，当下有必要对全球向 IPv6 和 IPv6+ 转型的进展进行回顾，并分析 IPv6 和 IPv6+ 所创造的具体社会经济价值。

我们对各国的 IPv6 和 IPv6+ 部署情况设计了度量指标，并分析了政府政策在推动 IPv6 和 IPv6+ 技术的应用上起到的关键作用。我们对 IPv6 部署情况与国家经济发展之间的关系进行了定量分析，并对 IPv6 和 IPv6+ 对各个行业的经济影响进行了评估。

尽管我们的分析和评估可能会受到样本数量和样本时间范围的限制，但分析的结论仍然非常有力的证明了 IPv6 的价值：IPv6 的部署指数每增加 10%，将推动国内生产总值增长约 0.4%。2030 年，估计 IPv6 和 IPv6+ 带来的行业总价值将达到 10.8 万亿美元。

总而言之，现在正是加大 IPv6 和 IPv6+ 部署力度的最佳时机。全行业已经开始应用 IPv6 技术，各大电信运营商、互联网内容提供商、设备制造商都在积极拥抱 IPv6 和 IPv6+ 技术浪潮，加速迈入新的数字化世界。



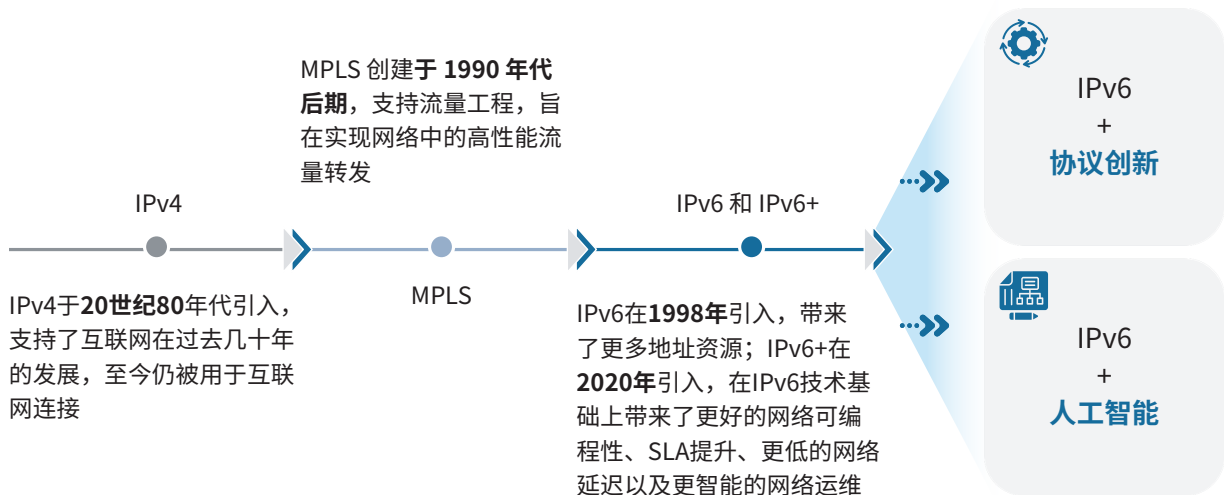
# 绪论

## IP 地址、IPv6 和 IPv6+ 的概述

IP 地址是 IP 协议 (Internet Protocol) 的基础, 是网络设备接入互联网或者本地网络的唯一标识, IP 协议已经从 IPv4、MPLS 演进到了 IPv6 和 IPv6+。→ 1

IPv6 技术扩充了地址数量、降低了子网管理成本并增加了自动配置<sup>1</sup>能力, IPv6+ 基于 IPv6 又演进出了更高的网络可编程性<sup>2</sup>、更优的 SLA<sup>3</sup>、降低了网络延迟<sup>4</sup>并增强了网络可维护性<sup>5,6</sup>。→ 2

## 1 IP 技术的发展



资料来源: 案头研究; 罗兰贝格

<sup>1</sup> U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE. IPv6 task force. Technical and Economic Assessment of Internet Protocol Version 6

<sup>2</sup> SRv6-PM: A Cloud-Native Architecture for Performance Monitoring of SRv6 Networks IEEE Transactions on Network and Service Management

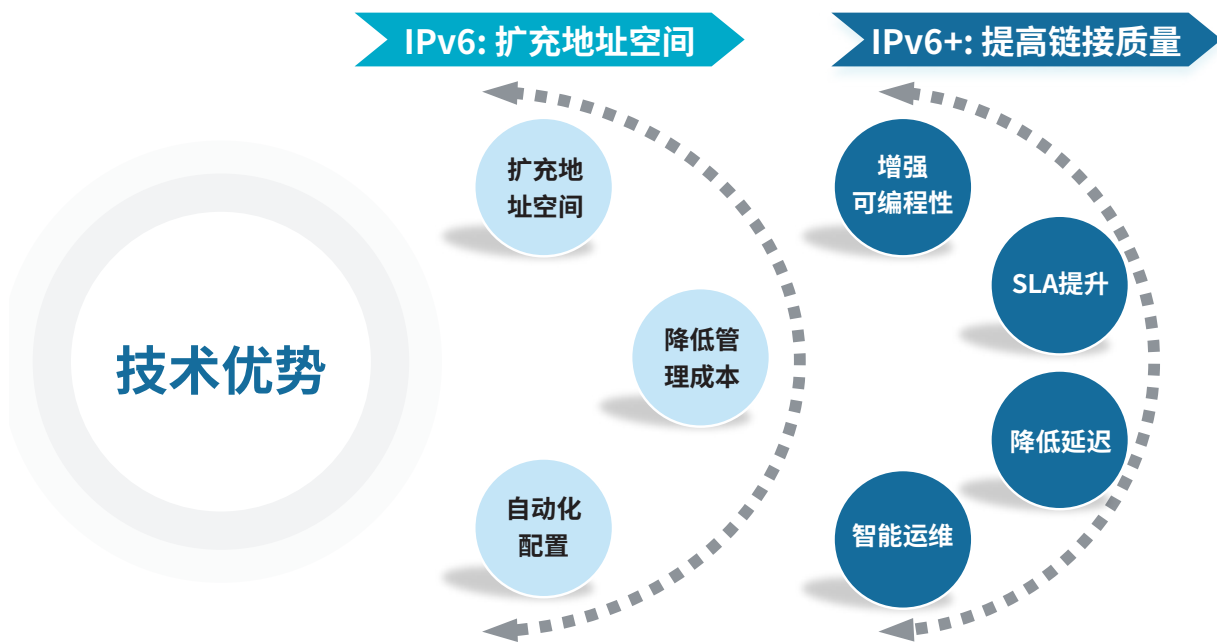
<sup>3</sup> Ruoyu Su, R. Venkatesan. Resource Allocation for Network Slicing in 5G Telecommunication Networks, IEEE Network

<sup>4</sup> U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE. IPv6 task force. Technical and Economic Assessment of Internet Protocol Version 6

<sup>5</sup> S. Peng, Jim Guichard. Application-aware IPv6 Networking (APN6) Framework, Computer Science

<sup>6</sup> ETSI GR IPE 001 V1.1.1 (2021-08). IPv6 Enhanced Innovation (IPE) Gap Analysis

## 2 IPv6 与 IPv6+ 的技术特征



资料来源：案头研究；罗兰贝格

IPv6 通过扩充地址池为互联网的进一步发展奠定了基础，IPv6+ 则显著优化了连接质量。它为电信运营商和各行各业的企业提供了一个高度自动化、智能化的网络，用以提供海量连接并承载多种业务。

### 向 IPv6 和 IPv6+ 过渡的必要性

IPv4 地址资源的枯竭是需要向 IPv6 过渡的首要原因。在过去 10 年中，全球五大地区性互联网注册管理机构的 IPv4 地址资源都已基本枯竭。

因为 5G、云计算、物联网的应用需要海量连接，IPv4 地址资源的匮乏将对新技术的应用产生重大限制。此外，由于 IPv4 地址获取成本和交易成本不断上升，也给创业创新带来负面影响。IPv4 地址的稀缺也会导致国际层面上的数字权力集中，并影响社会层面中个体的数字平权。

在技术方面，虽然网络地址转换 (NAT) 和运营商机地址转换 (CGNAT) 等技术可以部分解决 IPv4 地址耗尽的问题，但这些技术能力有限，无法支撑海量连接、无法支撑需要端到端连接的应用。5G 和云时代所需的海量、智能、优质连接需要整个社会向 IPv6 和 IPv6+ 进行过渡转型。

## IPv6 和 IPv6+ 的经济与社会价值

IPv6 和 IPv6+ 技术能够促进经济的可持续增长，能够推动科学技术的发展，能够提升人民的生活福祉<sup>7</sup>。→ 3

### 3 IPv6 和 IPv6+ 的经济与社会价值



资料来源: 罗兰贝格

<sup>7</sup> OECD. Economic Considerations in the Management of IPv4 and in the deployment of IPv6.

# IPv6 与 IPv6+ 的行业影响

我们通过研究 IPv6 和 IPv6+ 安全性能改善带来的网络安全管理成本降低、IPv6 和 IPv6+ 促进各行业经营效率的提升<sup>8</sup>，以及 IPv6 和 IPv6+ 使能的创新应用所创造的价值，来评估 2030 年 IPv6 和 IPv6+ 对各行业可能带来的影响。在使能创新方面，我们主要关注由 IPv6 和 IPv6+ 赋能的 5G、物联网、云应用。

## IPv6 与 IPv6+ 2030 年经济影响测算

IPv6 和 IPv6+ 将对几乎所有行业领域产生积极的影响，根据我们的自研模型和行业专家输入，预计到 2030 年，IPv6 和 IPv6+ 在全球多个行业领域创造的潜在价值总计可达 10.8 万亿美元，约占这些行业 2030 年预计总产值的 4.8%。→ 4

## IPv6 与 IPv6+ 的主要影响 和行业使用案例

作为其他新兴技术的关键使能要素，IPv6 和 IPv6+ 对不同行业产生了广泛的影响。我们对 IPv6 和 IPv6+ 在各行业中可能带来的安全、效率以及创新价值进行了测算评估，并梳理了其在各行业内使能的应用场景。更加详细的介绍请参见完整版报告。→ 5

---

<sup>8</sup> Technical and Economic Assessment of Internet Protocol, Version 6 (IPv6), U.S. department of commerce, National Telecommunications and Information Administration, National Institute of Standards and Technology

## 4 2030 年 IPv6 和 IPv6+ 带来的经济影响



资料来源：专家访谈；案头研究；罗兰贝格分析

## 5 各个行业中 IPv6 和 IPv6+ 的具体影响与用例

| 产业      | 产业应用(示例)                | 改善安全 | 提升效率 | 使能创新 |
|---------|-------------------------|------|------|------|
| 工业与制造业  | 智能制造: 生产可视化、远程操作        | 低影响  | 中影响  | 高影响  |
| 信息与通信   | 智能运维: 预测性维护、智能检测        | 中影响  | 高影响  | 高影响  |
| 零售与批发   | 智能货架: 环境监控、实时动销         | 中影响  | 中影响  | 高影响  |
| 公共服务    | 智能供水系统: 管道状态的实时监控       | 中影响  | 高影响  | 中影响  |
| 金融与专业服务 | 风控平台: 风险的识别与预警          | 中影响  | 中影响  | 高影响  |
| 交通运输    | 无人驾驶: 乘用车与商用车的无人驾驶系统    | 低影响  | 中影响  | 高影响  |
| 医疗健康    | 远程医疗: 远程问诊与诊断平台         | 高影响  | 中影响  | 高影响  |
| 农业      | 智慧农业: 远程监控、实时数据分析       | 低影响  | 低影响  | 中影响  |
| 地产与建筑业  | 生产环境安全: 人员安全监测智能穿戴设备    | 低影响  | 低影响  | 中影响  |
| 能源      | 智能钻井: 土壤检测、钻头自动调整       | 低影响  | 中影响  | 高影响  |
| 教育      | 智慧课堂: 互动式远程授课、AR辅助的课程内容 | 中影响  | 中影响  | 高影响  |
| 娱乐      | 游戏: 基于VR/AR的增强体验        | 高影响  | 中影响  | 高影响  |

资料来源: 专家访谈; 案头研究; 罗兰贝格分析



# IPv6 与 IPv6+ 指数

基于对拉丁美洲及加勒比地区互联网地址注册管理机构 (LACNIC)、经济合作与发展组织 (OECD) 和思科 (Cisco) 方法的参考, 我们通过度量 IPv6 在部署的四个阶段中的具体情况来构建 IPv6 指数。这四个阶段分别是 IPv6 规划、通信网络的 IPv6 部署、内容提供商的 IPv6 部署以及用户通过 IPv6 访问网络。

IPv6 指数的数值范围从 0 到 1, 更高的指数值意味着更好的 IPv6 部署进程。我们选择了全球 79 个国家, 并使用来自亚太互联网络信息中心 (APNIC) 和其他相关来源的数据计算了各国 2020 年的 IPv6 指数。→ 6

基于具体的指数数值, 我们将这些国家分为领跑者、加速者和起步者三大类。领跑者国家是 IPv6 指数值排名在前 25% 的国家, 起步国家是指数值排名后 25% 的国家, 其余的则是加速者国家。→ 7, 8

## 6 IPv6 指数构建方法

### 规划

- > 度量 IPv6 地址前缀的分配情况, 地址前缀分配是未来 IPv6 部署的前置指标
- > 数值范围从 0 到 1, 数值越高意味着更多的 IPv6 地址资源已经被分配

### 用户

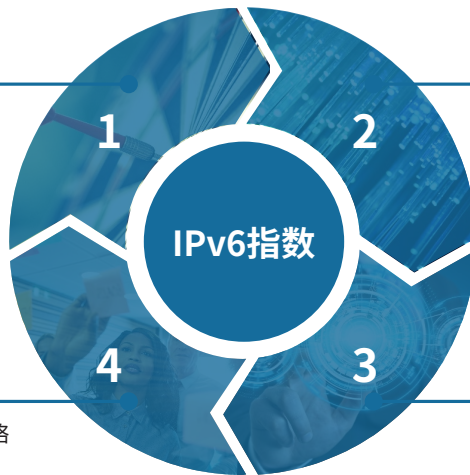
- > 度量终端用户通过 IPv6 协议访问网络的能力情况
- > 数值范围从 0 到 1, 数值越高意味着用户拥有更好的 IPv6 访问能力

### 网络

- > 度量 IPv6 在网络中的部署情况, 包括电信运营商的通信网以及云服务商的数据中心
- > 数值范围从 0 到 1, 数值越高意味着有更多的网络服务供应商支持 IPv6

### 内容

- > 度量 IPv6 在网页及移动应用等内容供应商端的部署情况
- > 数值范围从 0 到 1, 数值越高意味着有更多的内容支持 IPv6



资料来源: LANIC; Cisco; OECD; 罗兰贝格

## IPv6 指数

出于对指标在不同国家间可比较性的考虑，我们在指数中度量的是 IPv6 相较 IPv4 的部署情况，因此在 IPv6 部署统计中绝对值较高的美国、中国等国家在 IPv6 指数排名中并没有特别靠前。例如，在 IPv6 规划方面，我们度量的指标之一是 IPv6 前缀已分配数量与 IPv4 前缀已分配数量的比例，反应的是一个国家已分配的 IPv6 地址相较于其

现有互联网地址的相对规模。关于具体指标的计算方法请参见完整版报告。

另外，我们还用同样的方法构建了 2015 年的 IPv6 指数，并计算了每个国家的指数增长情况。总体而言，中国增长最快，其次是越南和印度。→ 9

## 7 IPv6 指数 2020 排名列表

### 领跑者

| 排名 | 国家   |
|----|------|
| 1  | 比利时  |
| 2  | 德国   |
| 3  | 芬兰   |
| 4  | 印度   |
| 5  | 巴西   |
| 6  | 瑞士   |
| 7  | 马来西亚 |
| 8  | 希腊   |
| 9  | 葡萄牙  |
| 10 | 泰国   |
| 11 | 乌拉圭  |
| 12 | 荷兰   |
| 13 | 卢森堡  |
| 14 | 法国   |
| 15 | 巴拉圭  |
| 16 | 日本   |
| 17 | 越南   |
| 18 | 英国   |
| 19 | 美国   |

### 加速者

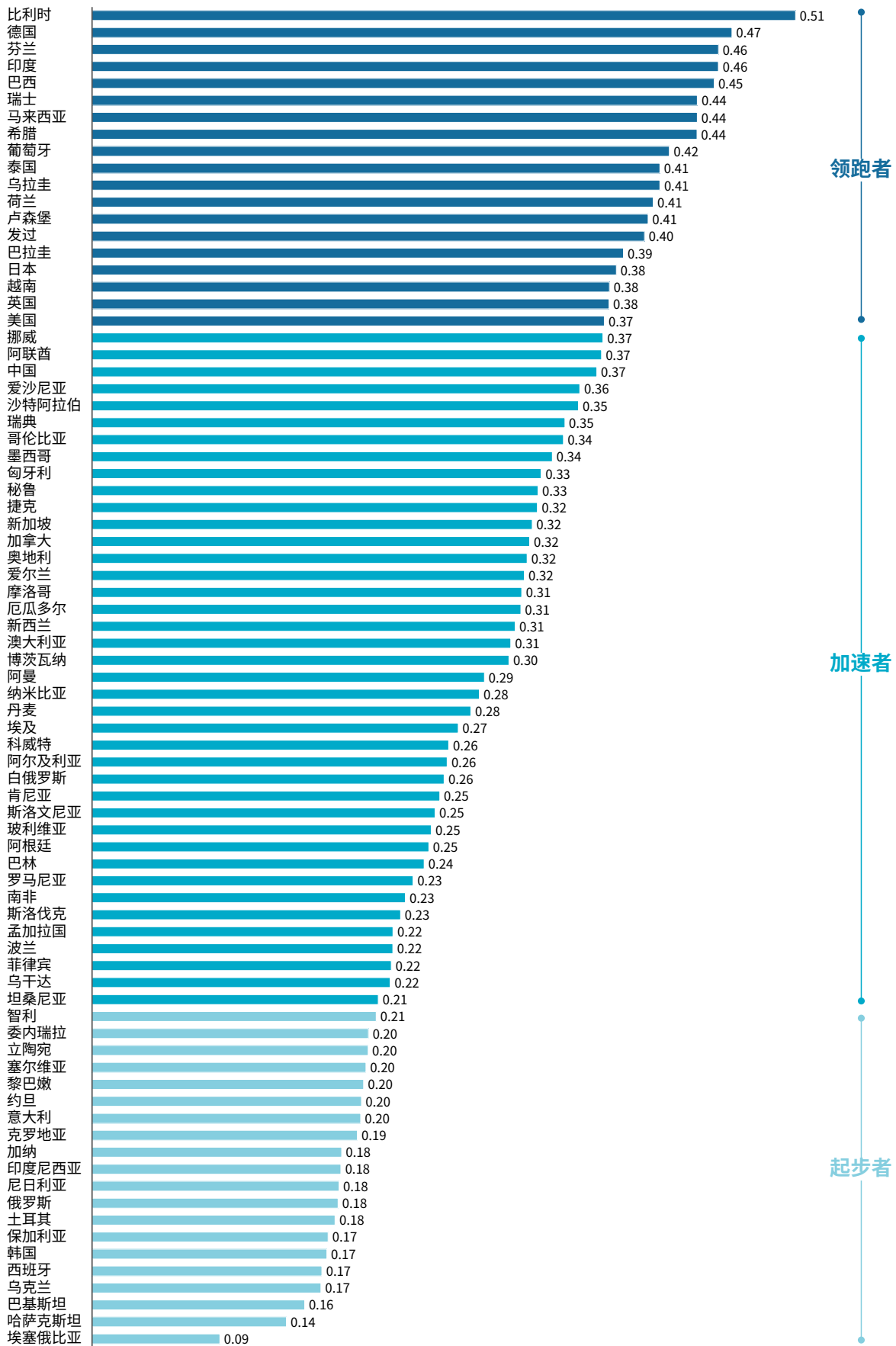
| 排名 | 国家    |
|----|-------|
| 20 | 挪威    |
| 21 | 阿联酋   |
| 22 | 中国    |
| 23 | 爱沙尼亚  |
| 24 | 沙特阿拉伯 |
| 25 | 瑞典    |
| 26 | 哥伦比亚  |
| 27 | 墨西哥   |
| 28 | 匈牙利   |
| 29 | 秘鲁    |
| 30 | 捷克    |
| 31 | 新加坡   |
| 32 | 加拿大   |
| 33 | 奥地利   |
| 34 | 爱尔兰   |
| 35 | 摩洛哥   |
| 36 | 厄瓜多尔  |
| 37 | 新西兰   |
| 38 | 澳大利亚  |
| 39 | 博茨瓦纳  |

### 起步者

| 排名 | 国家    |
|----|-------|
| 40 | 阿曼    |
| 41 | 纳米比亚  |
| 42 | 丹麦    |
| 43 | 埃及    |
| 44 | 科威特   |
| 45 | 阿尔及利亚 |
| 46 | 白俄罗斯  |
| 47 | 肯尼亚   |
| 48 | 斯洛文尼亚 |
| 49 | 玻利维亚  |
| 50 | 阿根廷   |
| 51 | 巴林    |
| 52 | 罗马尼亚  |
| 53 | 南非    |
| 54 | 斯洛伐克  |
| 55 | 孟加拉   |
| 56 | 波兰    |
| 57 | 菲律宾   |
| 58 | 乌干达   |
| 59 | 坦桑尼亚  |
| 60 | 智利    |
| 61 | 委内瑞拉  |
| 62 | 立陶宛   |
| 63 | 塞尔维亚  |
| 64 | 黎巴嫩   |
| 65 | 约旦    |
| 66 | 意大利   |
| 67 | 克罗地亚  |
| 68 | 加纳    |
| 69 | 印度尼西亚 |
| 70 | 尼日利亚  |
| 71 | 俄罗斯   |
| 72 | 土耳其   |
| 73 | 保加利亚  |
| 74 | 韩国    |
| 75 | 西班牙   |
| 76 | 乌克兰   |
| 77 | 巴基斯坦  |
| 78 | 哈萨克斯坦 |
| 79 | 埃塞俄比亚 |

资料来源：罗兰贝格

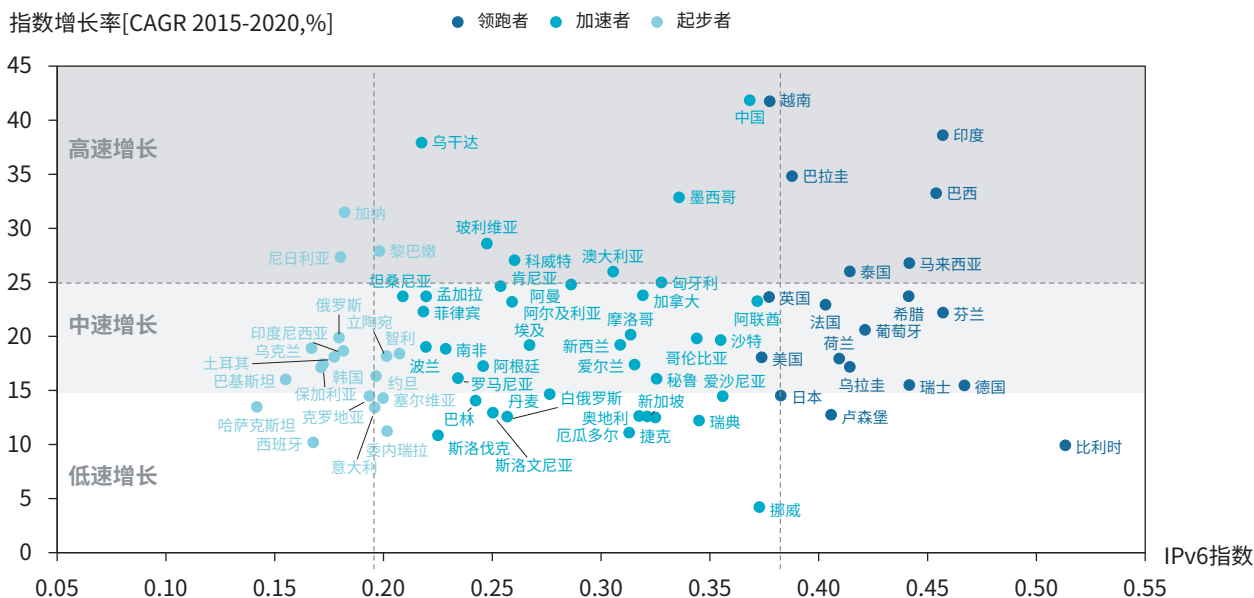
## 8 IPv6 指数 2020



数据截至 2020 年 12 月

资料来源: APNIC; Cisco; Route Views project; 罗兰贝格分析

## 9 2015-2020 年的 IPv6 指数增长情况



资料来源: 罗兰贝格分析

### IPv6 指数解读

在 IPv6 指数的次级指标层面, 国家之间的差异主要来自于网络 and 用户两大维度。这说明了在通信网络中部署 IPv6, 以及提高用户通过 IPv6 访问互联网能力的重要性。

→ 10

IPv6 指数和国家经济之间呈现高度相关性 → 11, 人均国内生产总值按照起步者、加速者、领跑者国家的顺序, 呈现出明显的递增趋势。

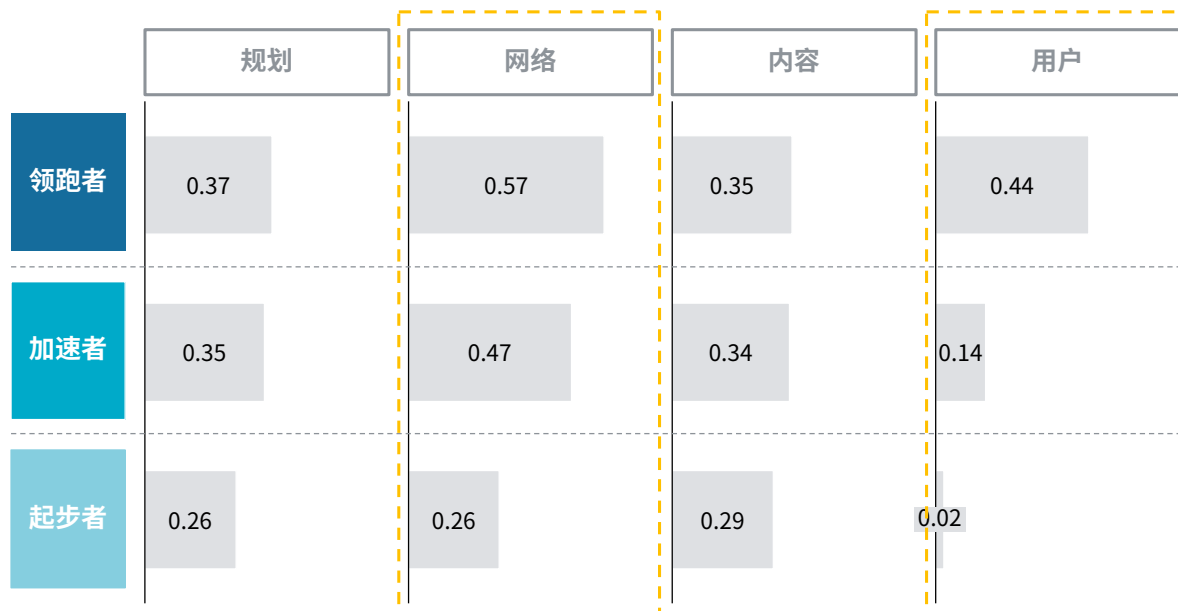
为了对 IPv6 部署与 GDP 增长的因果关系进行更为量化的分析, 我们以 2015-2020 年 IPv6 指数的增长率为输入

变量, 以 2015-2020 年 GDP 增长率为输出变量, 进行了线性回归拟合, 结果如图 12 所示。根据回归结果, IPv6 指数每增加 10%, 国内生产总值的预期增幅为 0.4%。

→ 12

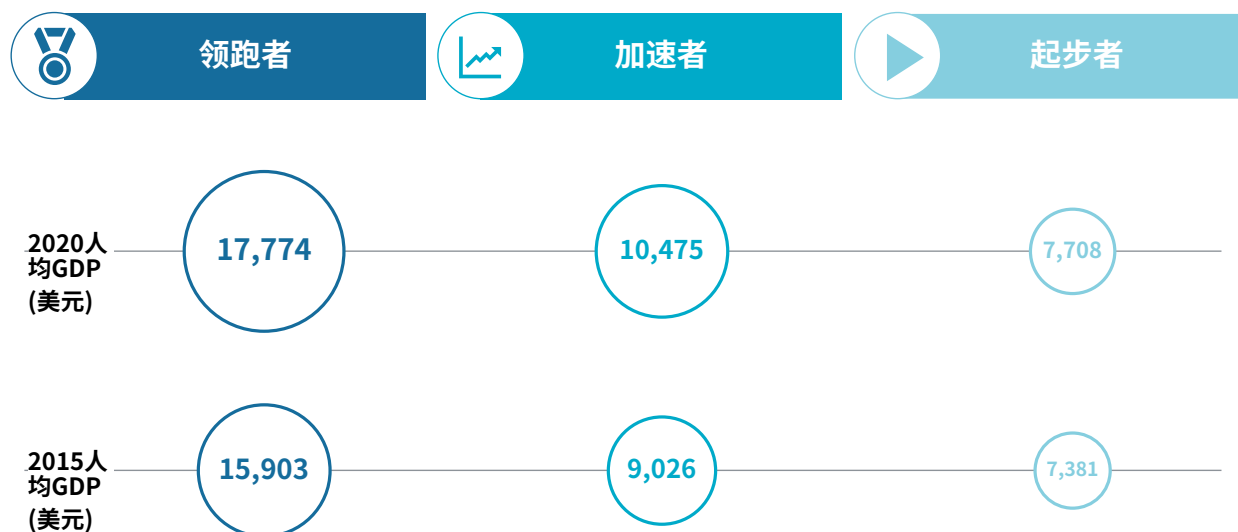
尽管这一结果可能会受到样本数量和样本时间范围的限制, 且分析的方法也仍存在一定的优化空间, 但它至少给我们提供了一个基本概念, 描述了 IPv6 和 IPv6+ 技术能带来的巨大经济效益。

## 10 不同类型国家的平均 IPv6 指数次级指标



资料来源：罗兰贝格分析

## 11 不同类型国家的人均 GDP

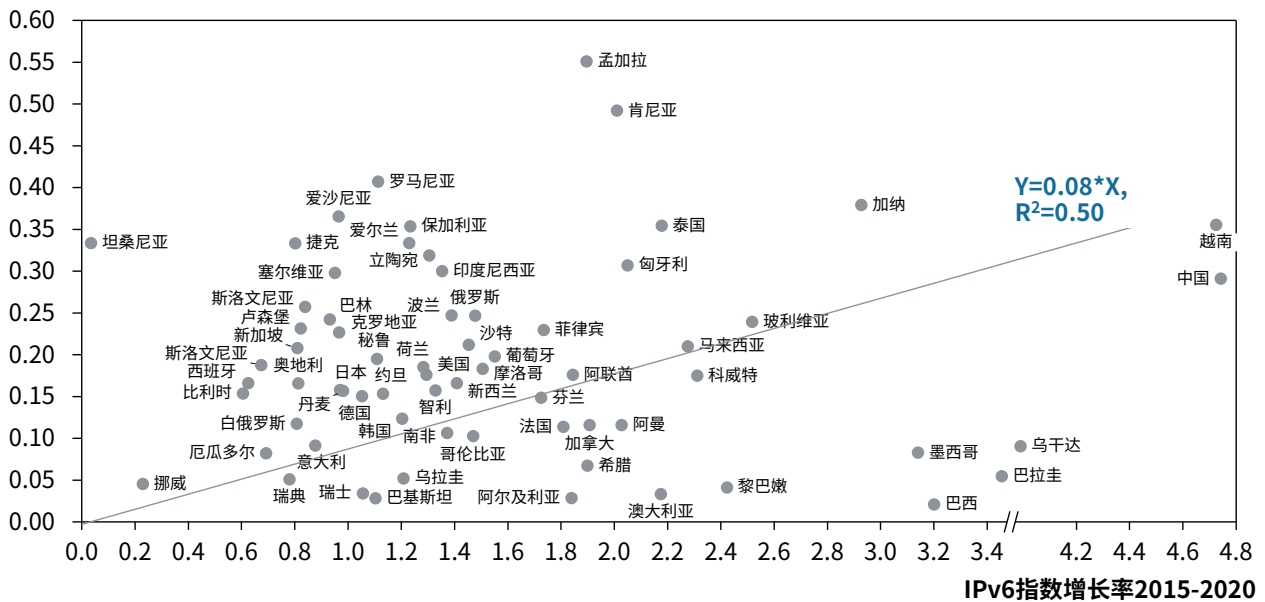


资料来源：世界银行；罗兰贝格分析

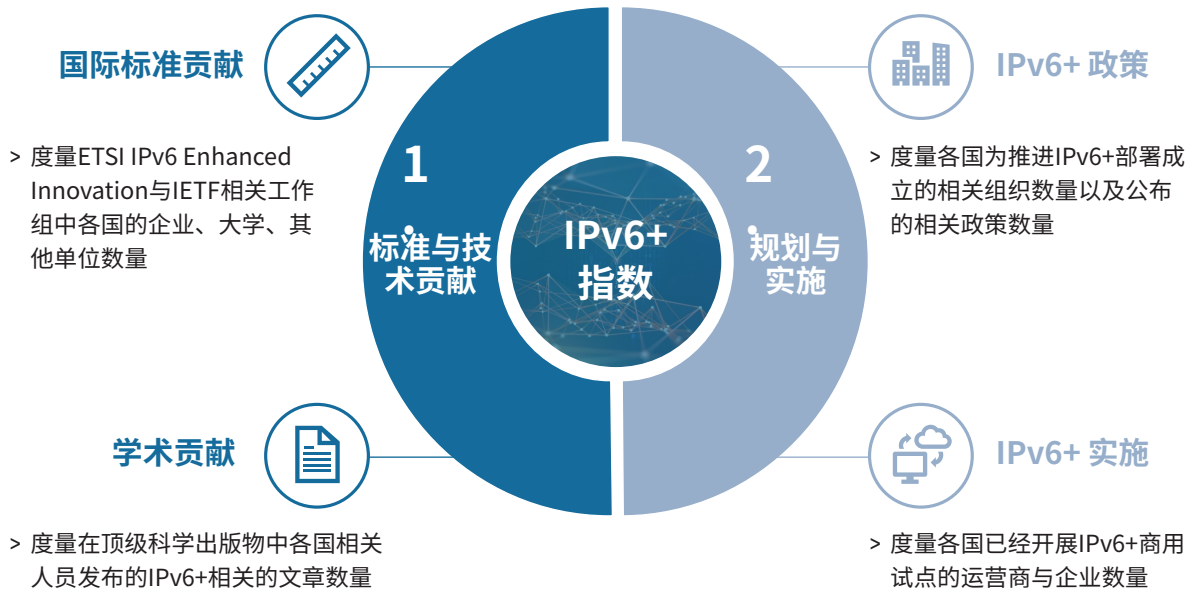


## 12 IPv6 指数增长和国内生产总值增长回归结果

GDP 增长率 2015-2020



### 13 IPv6+ 指数构建方法



资料来源：罗兰贝格

### 14 IPv6+ 指数的国家分类

| 国家   | IPv6+发展情况及建议   |
|--|--|
| <b>领跑者</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 中国，美国，法国，英国，德国，芬兰，瑞士</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 中国和美国在IPv6+国际标准贡献方面处于领先地位</li> <li>&gt; 中国是IPv6+商业部署的领跑者，但IPv6的部署仍需继续发力；美国在IPv6+技术研究和政策支持方面处于领先地位，但IPv6+实施速度较慢</li> <li>&gt; 其他国家应注重政策引导和实施，以促进 IPv6+应用</li> </ul>             |
| <b>加速者</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 希腊，卢森堡，日本，阿联酋，比利时，马来西亚，沙特阿拉伯，印度，葡萄牙，荷兰</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; IPv6+加速者已经一定程度上进行了IPv6+试点，并对IPv6+标准制定做出了贡献</li> <li>&gt; 例如，卢森堡对IPv6+技术标准做出了一定贡献，沙特阿拉伯的IPv6+实施速度也在不断加快</li> <li>&gt; 不同加速者国家应评估其在标准贡献、学术贡献、商业化试点方面的实际情况，通过相应的政策给予鼓励</li> </ul> |
| <b>起步者</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 挪威，巴西，泰国，越南，乌拉圭，巴拉圭，意大利，西班牙</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 有部分IPv6+试点计划，但对IPv6+的技术贡献有限</li> <li>&gt; 起步者国家可多借鉴领先国家的成功IPv6+用例</li> </ul>   |

资料来源：案头研究；罗兰贝格

# 政策建议

IPv6 和 IPv6+ 部署的关键推动力是什么? 我们发现, 政府行为对 IPv6 和 IPv6+ 技术的部署进程存在很大影响。领先国家的政府表现出更强的政策力度、更广泛的政策覆盖、以及更频繁的政策更新。→ 15,16


## 15 政策特征

|             | 领跑者  | 加速者  | 起步者   |
|-------------|--|--|---|
|             | 美国, 德国等.   | 英国, 新加坡等   | 俄罗斯, 土耳其等   |
| <b>政策力度</b> | <b>强政策力度推进部署</b><br>> 美国联邦政府致力于IPv6部署, 并将IPv6单栈纳入政府IT采购标准<br>> 德国政府规定互联网服务提供商未来只能采用支持IPv6的组件 | <b>适中政策力度推进部署</b><br>> 英国政府表示, 采购中应包括双栈网络软件, 以应对向IPv6迁移之需<br>> 瑞典政府强调IPv6的重要性, 但没有敦促地方政府采取实际行动       | <b>推进部署政策力度不足</b><br>> 乌干达政府颁布了关于IPv6的政策, 但由于缺乏资金和专业知识, IPv6的实施程度仍然较低<br>> 一些政府尚未制定明确的IPv6过渡政策, 如埃塞俄比亚和智利 |
| <b>政策范围</b> | <b>多维度政策</b><br>> 多维度政策组合使利益相关者能够有效地合作部署IPv6<br>> 美国政府为国家层、行业层和终端用户层提供一致的IPv6政策支持            | <b>部分维度政策</b><br>> 一些关键维度政策缺位, 导致IPv6部署效率仍有提升空间<br>> 英国政府认为没有必要让公众了解IPv6的进展, 然而经合组织曾指出, IPv6公众教育相当重要 | <b>单一维度政策</b><br>> 大多数起步者国家缺乏投资和技术支持, 因此政府的IPv6政策制定主要是面向政府内部  |
| <b>政策频率</b> | <b>高频更新政策</b><br>> 众多政府机构发布了IPv6部署报告和政策, 政策发布时间跨度长且更新及时<br>> 美国最新IPv6政策于2021年发布              | <b>中等频率更新政策</b><br>> 政府机构曾经发布IPv6政策, 但数量与领跑者国家相比较少<br>> 例如英国、新加坡和丹麦                                  | <b>极少更新政策</b><br>> 极少发布关于IPv6的政策更新  |


资料来源: 罗兰贝格

## 16 国家示例


### 领跑者

**印度** 


- > 印度政府发布了两份重要的IPv6政策文件：2010年7月的《国家IPv6部署路线图 I》和2013年3月的《国家IPv6部署路线图 II》
- > 其 IPv6 工作组定期更新IPv6过渡时间表，于2016年和2020年进行了两次修订

**德国** 


- > 德国于2007年成立了IPv6委员会；2009年推出国家IPv6行动计划；2013年推出了公共管理IPv6过渡指南，以促进IPv6产品的公共采购
- > 此外，2010-2013年期间还发布了一系列在联邦和州层面推广IPv6的指南

**马来西亚** 


- > 2004年成立了国家IPv6委员会
- > 2008年发布了国家IPv6战略路线图和研发路线图
- > 政府于2011年公布了IPv6实施时间表
- > 2015年的《IPv6采用法案》为ISP向IPv6转换提供了必要的推动力

**美国** 

- > 2005年的M-05-22备忘录启动了IPv6过渡的联邦进程
- > 2009年12月，FAR发布了政府采购必须兼容IPv6的规则，2009年以来，出台了一系列战略和政策
- > 2020年11月，发布了M-21-07备忘录，要求联邦机构全面向IPv6单栈转型


**泰国** 

- > 2013年6月，泰国内阁批准了《2013-2015年IPv6行动计划》，随后成立了IPv6协调和运营中心
- > 2015年12月，《泰国IPv6动员、推广、加速和跟进行动计划：第2阶段（2016-2018年）》获得批准，并任命了MICT监督其实施


**法国** 

- > 2002年成立了IPv6工作组
- > 2016年以来，Arcep一直在制作IPv6进度报告、IPv6晴雨表并建议采取多项行动来加速向IPv6过渡
- > 2020年，Arcep决定5G频率分配将以大规模采用IPv6为条件，从而要求运营商的5G网络兼容IPv6


### 加速者

**中国** 

- > 2017年国务院办公厅发布了国家《推进互联网协议第六版（IPv6）大规模部署行动计划》
- > 随后发布了包括2021年7月的《关于加快部署和应用互联网协议第六版（IPv6）的通知》在内的多项行动计划

**阿联酋** 

- > 电信监管局 (TRA) 已于2017年与Ripe NCC签署了一份关于开发IPv6的备忘录
- > 阿联酋政府制定了实施IPv6的未来战略，包括安全标准、扩展IPv6以满足大数据和物联网时代日益增长的通信需求

**沙特阿拉伯** 

- > 2008年通信和信息技术委员会 (CITC) 成立了国家IPv6工作组
- > 2018年，工作组引入服务提供商作为核心参与者，定期举行会议并报告IPv6部署进度
- > 2019年以来，已采用定期KPI报告来跟踪和维护IPv6部署工作

资料来源：案头研究；罗兰贝格

虽然 IPv6 和 IPv6+ 技术拥有众多优势，但在实际部署实施过程中依然面临众多挑战，我们呼吁政策制定者对现有问题给予充分的重视。在微观层面，由于缺乏对该技术的了解，产业主体对 IPv6 和 IPv6+ 的技术性能与安全性存在顾虑、对实施成本和投资回报周期缺乏认知、对 IPv6 和 IPv6+ 的终端用户需求存在疑问。在宏观层面，IPv6 和 IPv6+ 技术发展存在网络效应，供给与需求端需要同时进行部署才能推动国家整体的 IPv6 转型；另外，虽然 NAT 与 CGNAT 技术短期解决了 IPv4 地址不足的问题，但由于 IPv6 对 IPv4 的向后不兼容性，也造成了 IPv6 和 IPv4 协议间的激烈竞争，影响了 IPv6 和 IPv6+ 技术的普及；最后，整个社会对不向 IPv6 过渡转型带来的严重后果依然缺乏认识。这些问题都影响了 IPv6 和 IPv6+ 技术的普及应用。

为了对如何解决这些问题提供政策上的建议，我们分析了领先国家在 IPv6 部署中推行的政策，并将政策触及的关键领域及具体内容进行了归纳总结。→ 17

总体而言，在 IPv6 部署方面处于领先地位的国家应该继续朝着深入推进 IPv6+ 的方向迈出下一步，而加速者国家和起步者国家应该利用上述政策来进一步鼓励 IPv6 的部署，同时加强 IPv6+ 技术的应用。由于电信运营商网络的 IPv6 成熟度对于国家 IPv6 的发展至关重要，我们建议起步者国家加大针对电信运营商的政策鼓励力度，推动 IPv6 和 IPv6+ 在运营商网络中的部署。→ 18

## 17 推动 IPv6 与 IPv6+ 部署的政策建议

|                    |   |
|--------------------|---|
| <p><b>整体战略</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 制定IPv6和IPv6+实施战略和路线图并与其他数字化战略实现有效协同</li> <li>&gt; 建立专门的国家工作组来协调和支持计划实施</li> <li>&gt; 鼓励电信运营商和政府机关网络开展IPv6+试点项目</li> <li>&gt; 加强国际交流与协作</li> </ul>   |
| <p><b>公共部门</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 在政府采购中强制要求IPv6单栈，并鼓励采用IPv6+技术</li> <li>&gt; 通过强制性要求促进公共机构采用IPv6和IPv6+</li> <li>&gt; 为公共机构提供有关IPv6和IPv6+运营实施的指导</li> </ul>   |
| <p><b>私有部门</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 对 NAT/CGNAT 技术征税或限制其使用，并要求电信运营商的5G 网络兼容 IPv6</li> <li>&gt; 提供税收优惠和补贴，鼓励IPv6和IPv6+在各行业的部署</li> <li>&gt; 为私营企业提供IPv6和IPv6+相关技术的研发资金支持与实施指导</li> <li>&gt; 要求企业配备IPv6和IPv6+以参与政府招标</li> </ul> |
| <p><b>技能提升</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 将IPv6和IPv6+相关内容纳入高等教育课程</li> <li>&gt; 创建公私合作模式以提供IPv6和IPv6+实施支持</li> <li>&gt; 鼓励开展促进信息交流和最佳实践的各类项目</li> </ul>   |
| <p><b>意识推动</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 组织工作坊、研讨会、学术会议、营销活动，以提高终端用户意识</li> <li>&gt; 评估全国IPv6和IPv6+部署情况并通过相关网站进行宣传</li> </ul>  |

资料来源：案头研究；罗兰贝格

## 18 针对不同国家的政策建议



- > 领跑者国家应进一步加强IPv6+的部署，以实现社会与经济的更高质量发展
- > 加速者和起步者国家应通过政策支持的形式鼓励IPv6的部署，并同时加强IPv6+技术的应用实现弯道超车

资料来源：罗兰贝格



## 法国里昂商学院

- 📍 上海市中山北路 3663 号  
华东师范大学国际教育楼 2 层
- ☎ +86 21 6260 8160
- ✉ info@em-lyon.com.cn

## 罗兰贝格亚太总部

- 📍 中国上海市南京西路 1515 号  
静安嘉里中心办公楼一座 23 楼
- ☎ +86 21 5298 6677
- ✉ RBChina.Marketing@rolandberger.com