



TD 产业联盟

Telecommunication Development
Industry Alliance

市场研究系列

5G 产业和市场发展报告

(2023Q1)

北京电信技术发展产业协会

(TD 产业联盟)

2023 年 4 月

版权声明

本报告版权属于北京电信技术发展产业协会（TD 产业联盟），并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：北京电信技术发展产业协会（TD 产业联盟）”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

目 录

第一章 5G 标准与频谱.....	1
第二章 5G 网络.....	5
第三章 5G 芯片.....	12
第四章 5G 终端.....	21
第五章 5G 应用.....	27
附件一：5G 频谱分配情况.....	31
附件二：全球主要国家 5G 战略及政策.....	36
附件三：中国国家级 5G 相关重点政策规划.....	38
附件四：中国省市级 5G 政策与规划.....	39
附件五：国内各省市 5G 基站情况汇总.....	43
附件六：4G 网络重点数据.....	44



第一章

5G 标准与频谱

- ◇ 5G-Advanced 标准制定开始启动，部分企业启动技术测试
- ◇ 95 个国家和地区已（部分）完成 5G 频谱拍卖/分配
- ◇ 我国 5G 标准必要专利超过 8.49 万件

1. 5G-Adanced 标准制定开始启动，部分企业启动技术测试

随着 3GPP 5G R17（5G Release 17）标准，即第三个完整版的 5G 标准的正式冻结，5G 技术和标准进入成熟和稳定阶段，5G 行业赋能能力进一步完善。现阶段，3GPP 已经启动面向 5G 技术演进标准规范的制定，将通过 R18、R19、R20 三个版本标准定义 5G-Advanced 技术，并于 2024 年上半年完成第一个 5G-Advanced 标准版本 R18，逐步向增强宽带能力、精细化设计、提升垂直行业应用供给能力、开发新业务场景等方向演进。

目前，华为已联合中国移动、中国联通陆续完成 5G-Advanced 技术验证，实现 10Gbps 单用户峰值速率，相比 5G 网络性能提升 10 倍，为 5G-Advannced 端到端产业成熟奠定基础。

表 1 5G 标准演进特点汇总

5G 标准名称		R15	R16	R17	R18
阶段划分		5G 基础标准	5G 完整标准	5G 增强标准	5G-Advanced
冻结时间		2019 年 3 月	2020 年 7 月	2022 年 6 月	预计 2024 年上半年
侧重场景		eMBB 和基础 URLLC	eMBB 增强和 URLLC 能力完善	持续扩展	5G-A
技术特性	增强移动宽带	中低频 eMBB 基础毫米波 eMBB	毫米波 eMBB 增强(传输和部署能力)	扩展频段： 中频、毫米波 多天线能力持续提升 初步拓展空天地覆盖	持续增强移动宽带： 提升频谱效率 业务能力提升 提升部署灵活性 非地面通信增强
	低时延高可靠	基础 uRLLC 承载	完善 uRLLC 能力 支持时间敏感网络 基础车联网	大容量 uRLLC 更丰富车联网场景	垂直行业精细化设计： 专用类型终端 专有场景增强 更灵活组网方案
	物联网	NB-IoT 技术 支持的 mMTC	5G 核心网支持 NB-IoT 和 eMTC	中高速大连接物联网 Redcap	
	网络基础能力	服务化架构基础设计 服务化协议定义	直连通信（NR-V2X）、米级定位、5G 广播 网络基础能力增强	亚米级定位 多播广播 5G 与人工智能融合	新业务场景开发： 新业务网络要求 AI 增强网络性能 支持各类 AI 应用

	网络切片，边缘计算	网络智能化		
安全	基本安全机制	安全架构演进	物联网安全	

数据来源：TDIA

2. 我国 5G 标准必要专利超过 8.49 万件，华为排名第一

据《全球 5G 标准必要专利及分析报告（2023）》，截至 2022 年底，全球声明的 5G 标准必要专利超过 8.49 万件，有效全球专利族超过 6.04 万项。有效全球专利族排名前十的企业依次是华为（14.59%）、高通（10.04%）、三星（8.8%）、中兴（8.14%）、LG（8.1%）、诺基亚（6.82%）、爱立信（6.28%）、CATT 大唐（4.34%）、OPPO（4.19%）和小米（4.1%）。

5G 标准贡献层面，截至 2022 年底，全球企业向 3GPP 提交的 5G 提案总量超过 30 万件，5G 提案贡献度排名前十位参会主体分别为华为（22.05%）、爱立信（16.66%）、诺基亚（11.64%）、高通（5.98%）、中兴（5.09%）、三星（4.08%）、中国移动（3.11%）、CATT 大唐（2.60%）、英特尔（2.54%）、LG（1.4%），中国企业 5G 提案占比超过 32.8%。

3. 全球 5G 频谱工作持续推进，超 96 个国家地区完成分配

截至 2023 年 3 月底，全球已有超过 139 个国家和地区的监管机构宣布或计划进行 5G 频谱拍卖/分配，并有超过 96 个国家和地区的监管机构已完成部分或全部 5G 频谱拍卖/分配，据 TD 产业联盟统计，全球 5G 重点频段包括 700MHz、2600MHz、3400-3800MHz 和 24-29.5GHz。其中，已有 68 个国家与地区完成 sub 1 GHz 频段频谱的拍

卖/分配，84 个国家与地区完成 1-6GHz 频段频谱拍卖/分配，29 个国家与地区完成毫米波频谱的拍卖/分配，详见附件一。

TDIA



第二章

5G 网络

- ✧ 104 个国家和地区 257 个 5G 商用网络
- ✧ 全球 5G 基站 402 万个，我国 5G 基站 264.6 万个
- ✧ 全球 5G 用户 11.4 亿，我国 5G 用户 6.2 亿

1. 全球商用网络超过 257 张，5G SA 网络部署加速进行

全球 5G 网络稳步发展。截至 2023 年一季度末，全球 104 个国家和地区的 257 个运营商推出基于 3GPP 标准的商用 5G 网络，季度新增 5G 商用网络 6 个，预计 2023 年底 5G 商用网络将达到 290 个。

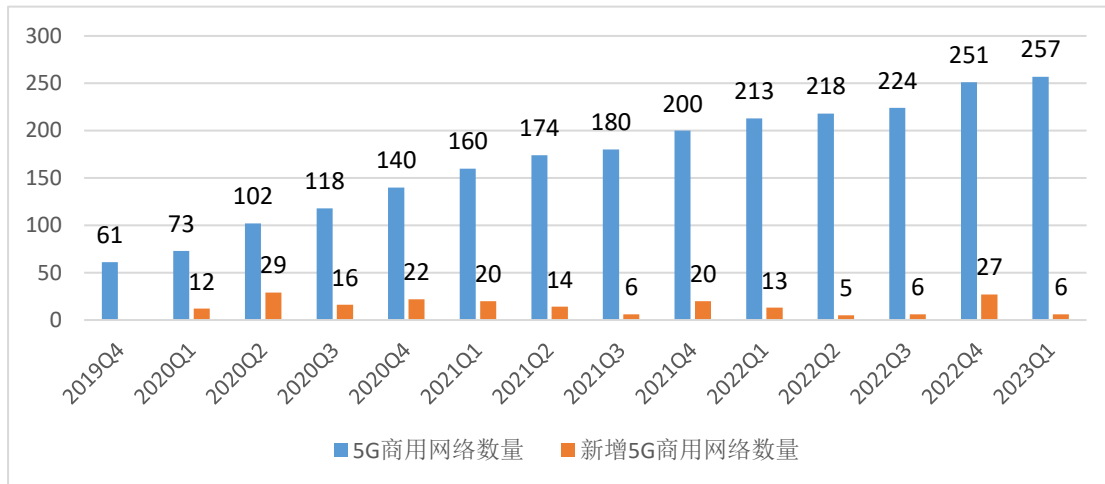


图 1 全球 5G 商用网络发展情况

数据来源：GSA、TDIA

从商用网络的地区分布来看，欧洲地区 5G 商用网络数量最多，38 个国家和地区的 108 个运营商商用 5G，网络数量占比达到 42.0%；其次是亚洲与太平洋地区，25 个国家和地区的 64 个运营商商用 5G，网络数量占比达到 24.9%；北美和拉丁美洲地区共有 16 个国家和地区商用 5G，网络数量达到 41 个，网络数量占比达到 16.0%；中东和非洲地区共有 25 个国家和地区商用 5G，网络数量达到 44 个，网络数量占比达到 17.1%。

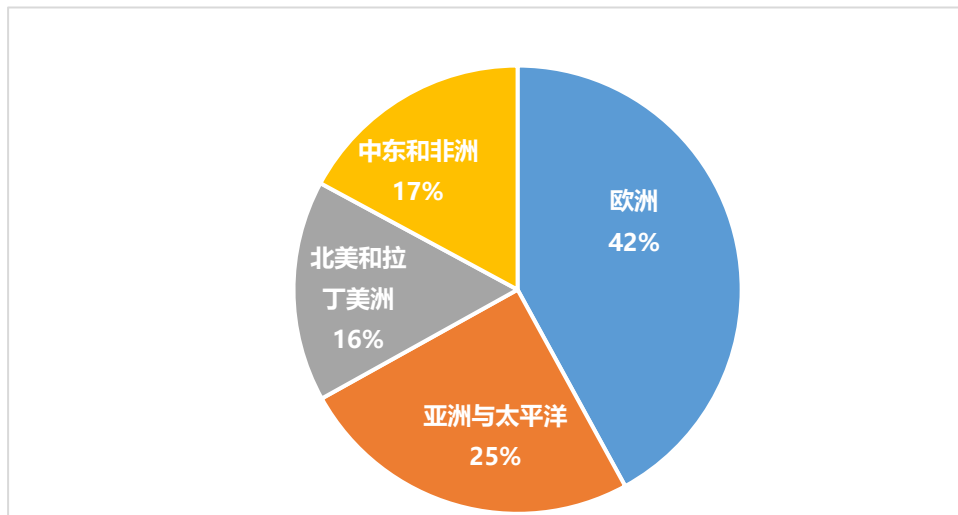


图 2 全球 5G 商用网络地区分布情况

数据来源：GSA、TDIA

5G SA 商用网络开始加速。截至 2023 年一季度末，全球 40 个运营商宣布开通 5G SA 商用网络，包括中国移动、中国联通、中国电信、中国广电、T-Mobile、Verizon、AT&T、Dish、Vodafone、Telefonica、STC、Zain、Telekom、KT、NTT Docomo、Softbank、KDDI、Rogers、M1、SingTel、Reliance Jio 等。

网络投资方面，截至 2023 年一季度末，全球 156 个国家和地区的 522 家运营商正在投资部署或者计划投资部署 5G 网络，预计 2023 年底 5G 投资运营商将达到 550 个。其中，全球有 52 个国家和地区的 115 个运营商正在投资部署或计划投资部署 5G SA 网络，占比 5G 投资运营商数量（522 家）近 22%。

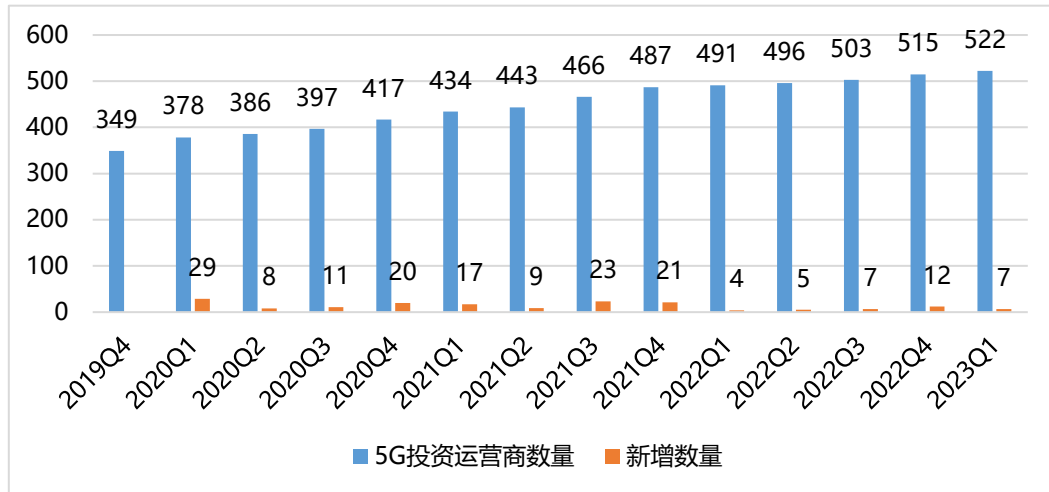


图 3 全球 5G 网络投资情况

数据来源：GSA、TDIA

2. 全球 5G 基站总量超过 402 万个，中国基站规模全球领先

截至 2023 年一季度末，全球 5G 基站部署总量超过 402 万个。其中，中国 5G 基站累计建成开通 264.6 万个，北美地区 5G 基站约 32 万个，欧洲地区 5G 基站约 26 万个，韩国 5G 基站超 20 万个，日本 5G 基站约 10 万个，其他地区约 49 万个。预计 2025 年全球将建有 5G 基站 650 万个。

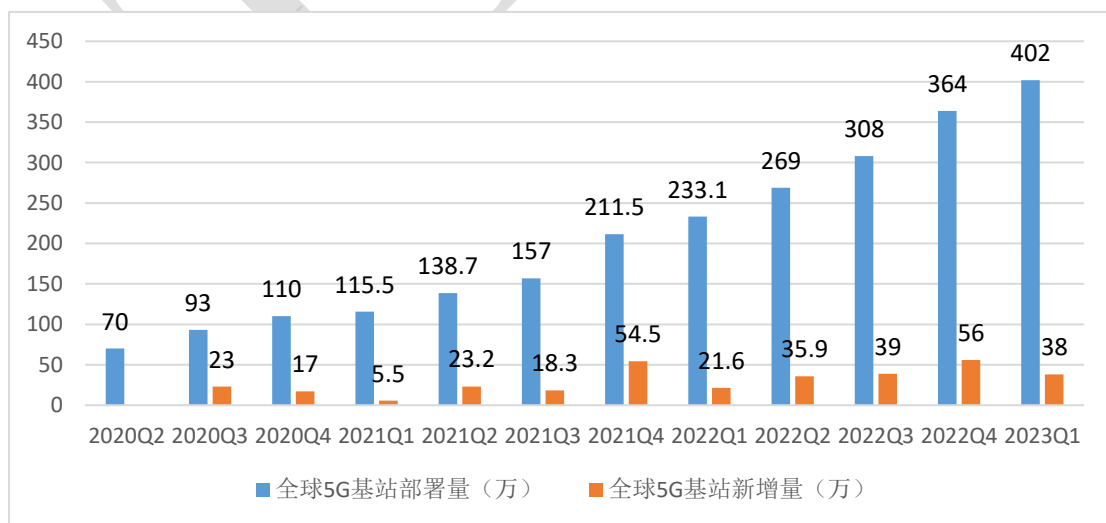


图 4 全球 5G 基站部署情况

数据来源：业界、TDIA

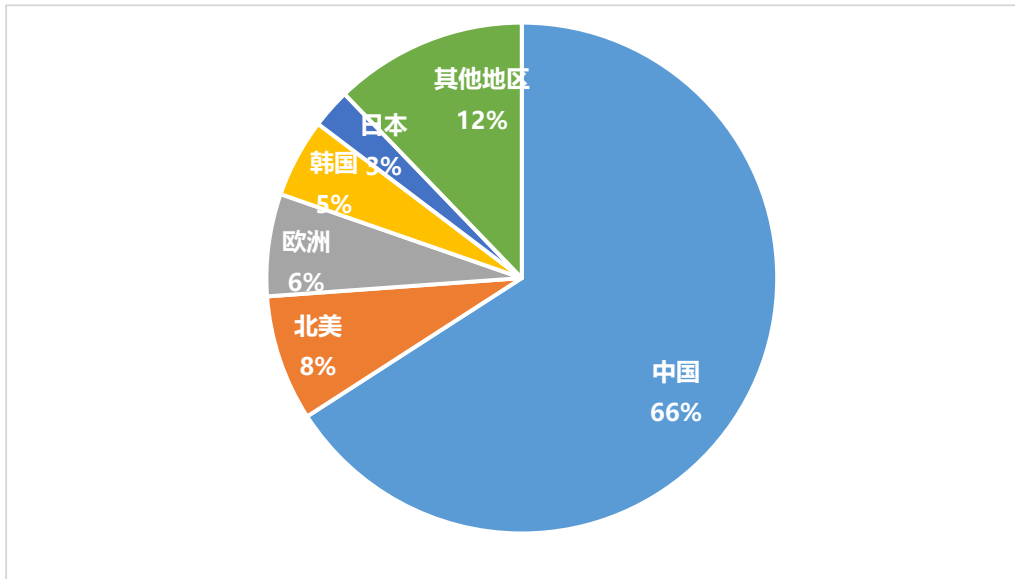


图 5 全球 5G 基站分布情况

数据来源：业界、TDIA

2023 年一季度，我国新增 5G 基站 33.4 万个，总数达到 264.6 万个，占移动基站总数的 23.7%，占比全球 5G 基站部署量的 65.8%。我国东、中、西部和东北地区 5G 基站分别达到 124.4 万、57.5 万、65.7 万和 16.9 万个，占本地区移动电话基站总数的比重分别为 25.7%、23.5%、21.1%和 23.1%。预计到 2023 年底，我国 5G 基站总数将超过 290 万个，年度新增 60 万个。

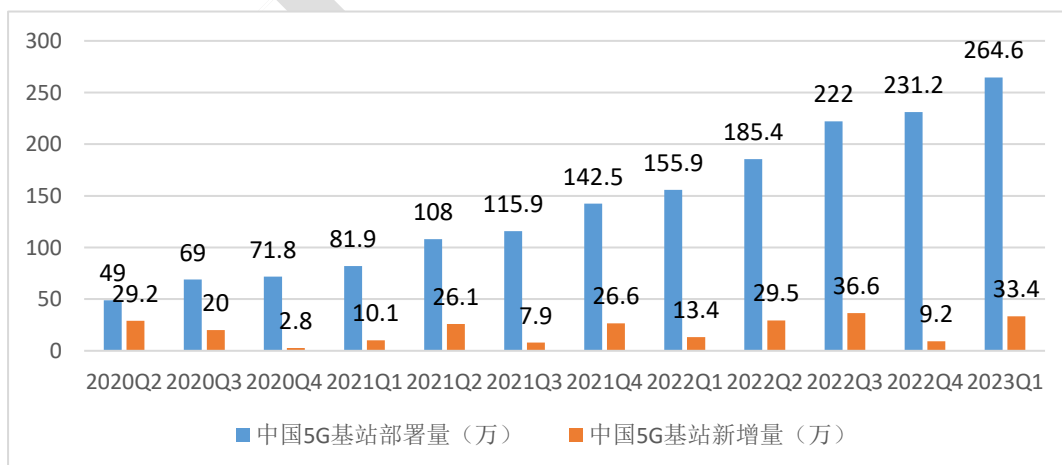


图 6 我国 5G 基站部署情况

数据来源：业界、TDIA

3. 全球 5G 用户超过 11.4 亿，我国 5G 用户占比过半

2023 年一季度，全球新增 5G 用户 1.3 亿，全球 5G 用户总数超过 11.4 亿。其中，中国 5G 用户数超过 6.2 亿，北美 5G 用户数超过 1.94 亿，日本 5G 用户数约 4900 万，韩国 5G 用户数达到 2913 万，欧洲 5G 用户超过 1.4 亿。

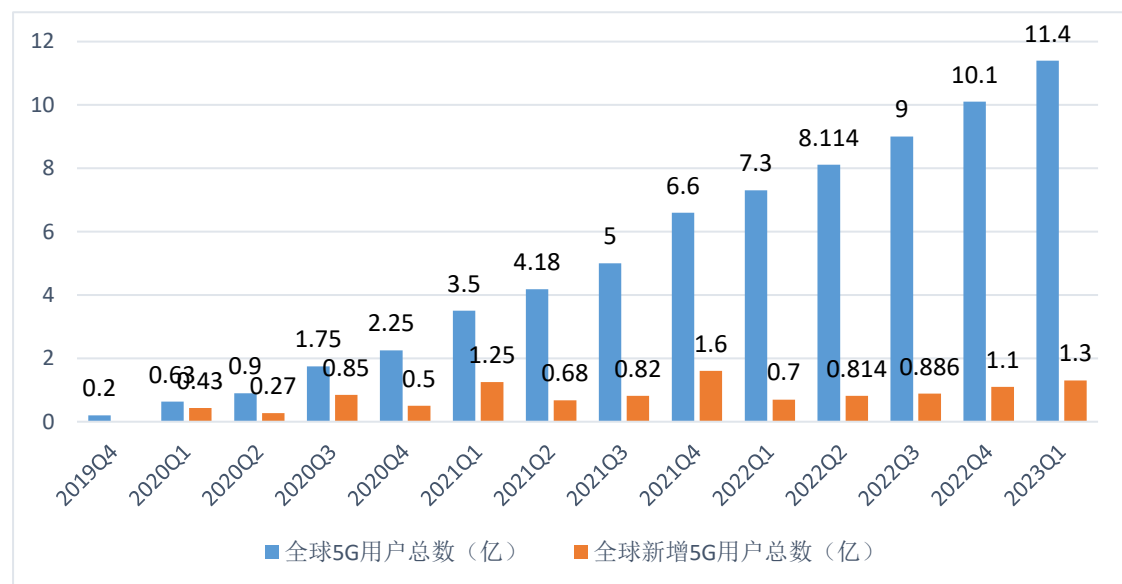


图 7 全球 5G 用户发展情况

数据来源：TDIA

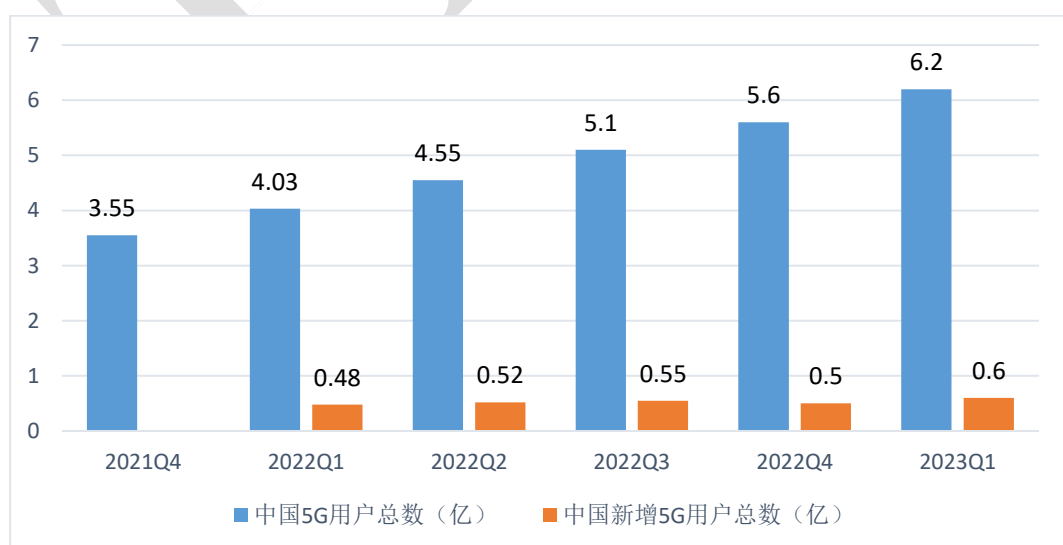


图 8 我国 5G 用户发展情况

数据来源：工信部、TDIA

截至 2023 年 3 月底，我国 5G 用户达 6.2 亿，占比全球 5G 用户数的 54.4%，已发展成为全球规模最大的 5G 市场。我国东、中、西部和东北地区 5G 用户分别达 27693 万、14370 万、15964 万和 3971 万户，占本地区移动电话用户总数的比重分别为 37.5%、36.2%、35.5%和 33.3%。5G 套餐用户方面，截至 2023 年 3 月，国内 5G 套餐用户总数达到 11.96 亿，中国移动 5G 套餐用户达 6.89 亿，占其移动用户总数的 70.4%；中国电信 5G 套餐用户超过 2.83 亿，占其移动用户总数的 71.0%；中国联通 5G 套餐用户 2.24 亿，占其移动用户总数的 69.2%。

表 2 中国三大运营商 5G 套餐用户发展情况（万人）

运营商 时间	中国移动	中国电信	中国联通
2020Q1	3172.3	1661	—
2020Q2	7019.9	3784	—
2020Q3	11359.2	6480	—
2020Q4	16500.3	8650	—
2021Q1	18876.1	11123	9185.2
2021Q2	25069.5	13115	11333
2021Q3	33122.1	15554	13694.5
2021Q4	38680.8	15492.8	18780
2022Q1	46655.1	21075	17065.7
2022Q2	51094.3	23165	18491.5
2022Q3	55679.8	25104	20083.6
2022Q4	61400.5	26796	21272.7
2023Q1	68923.5	28321	22380.7

数据来源：运营商，TDIA



第三章

5G 芯片

✧ 5 家芯片厂商发布 22 款 5G 基带芯片

✧ 6 家芯片厂商发布 73 款 SoC 芯片

✧ 704 款 5G 手机采用高通芯片，345 款采用联发科芯片

1. 高通发布 4 款基带芯片，全球 5G 基带芯片累计达 22 款

高通在 2023 年 2 月正式发布骁龙 X75、X72、X35、X32 等 4 款 5G 基带芯片。骁龙 X75 是全球首款 5G Advanced-ready 基带产品，支持 mmWave、sub 6GHz 5G 网络以及十载波聚合，下行速度可达 10Gbps，预计将由骁龙 8 Gen 3 首发，商用终端预计将于 2023 年下半年发布。骁龙 X35 是全球首个 5G NR-Light（RedCap）基带芯片，理论峰值速率可达 220Mbps，适用于监控摄像头、物联网网关、可穿戴设备和工业传感器等终端设备，商用移动终端预计将于 2024 年上半年发布。

截至 2023 年一季度，全球累计发布 5G 基带芯片共 22 款，详见表 3，分别来自于高通、联发科、三星、海思以及紫光展锐五家芯片厂商。

表 3 符合 3GPP 标准的 5G 基带芯片

厂商	芯片	发布时间	制程	DL 峰值速率	UL 峰值速率
高通	骁龙 X50	2016.1	10nm	5 Gbps（毫米波频段）； 2.35 Gbps（Sub 6GHz）	--
高通	骁龙 X55	2019.2	7nm	7.5 Gbps	3 Gbps
高通	骁龙 X52	2019.12	7nm	3.7 Gbps	1.6 Gbps
高通	骁龙 X60	2020.2	5nm	7.5 Gbps	3 Gbps
高通	骁龙 X51	2020.6	8nm	2.6 Gbps	900 Mbps
高通	骁龙 X53	2021.2	--	3.7 Gbps	1.6 Gbps
高通	骁龙 X62	2021.2	--	4.6 Gbps	--
高通	骁龙 X65	2021.2	4nm	10 Gbps	--
高通	骁龙 X70	2022.2	4nm	8.3 Gbps（毫米波频段）； 6.0 Gbps（Sub 6GHz）	--
高通	骁龙 X72	2023.2	--	--	--

厂商	芯片	发布时间	制程	DL 峰值速率	UL 峰值速率
高通	骁龙 X75	2023.2	--	10Gbps	--
高通	骁龙 X35	2023.2	--	220Mbps	100Mbps
高通	骁龙 X32	2023.2	--	--	--
海思	巴龙 5G01	2018.2	--	2.3 Gbps	--
海思	巴龙 5000	2019.1	7nm	7.5 Gbps（毫米波频段）； 4.6 Gbps（Sub 6GHz）	--
三星	Exynos Modem 5100	2018.8	10nm	6 Gbps（毫米波频段）； 2.55 Gbps（Sub 6GHz）	1.28 Gbps
三星	Exynos Modem 5123	2019.1	7nm	7.35 Gbps（毫米波频段）； 5.1 Gbps（Sub 6GHz）	1.28Gbps
联发科	Helio M70	2018.12	7nm	4.7 Gbps	2.5 Gbps
联发科	Helio M80	2021.2	4nm	7.67 Gbps	3.76 Gbps
联发科	T700	2022.11	4nm	7.9 Gbps	4.2 Gbps
紫光展锐	春藤 510	2019.2	12nm	2.3 Gbps	1.15Gbps
紫光展锐	唐古拉 V516	2021.7	--	--	--

数据来源：TDIA

2.7 款 5G 芯片集中发布，5G SoC 芯片达 77 款

2023 年一季度，三星、高通和联发科三家厂商发布 7 款 5G SoC(系统级芯片)芯片。截至 2023 年 3 月，全球 5G SoC 芯片达到 77 款，详见表 4。高通、联发科、三星、华为、海思、谷歌以及紫光展锐 5G SoC 产品数量分别为 25 款、31 款、9 款、6 款、2 款、4 款。

一季度，高通发布一款 5G 中高端 SoC 芯片骁龙 7+Gen 2，采用台积电 4nm 工艺，集成 X62 5G 基带和射频系统，峰值下载速率 4.4Gbps，支持 5G 毫米波以及 Sub-6GHz 频段。

三星发布 2 款中端 5G SoC 芯片，分别是 Exynos 1330 和 Exynos 1380，均采用 5nm 工艺，其中 Exynos 1330 支持 sub-6GHz 5G 网络，

上下行峰值速率分别达到 1.28Gbps 及 2.55Gbps，在 Galaxy A14 5G 中首发搭载；Exynos 1380 支持 mmWave 和 sub-6GHz 5G 网络，上下行峰值速率分别达到 1.28Gbps 及 3.67Gbps，将用于 Galaxy A54 5G 手机。联发科发布 4 款面向中端市场的 5G SoC 芯片，分别为天玑 7200、天玑 7020、天玑 6080 和天玑 6020。其中天玑 7200 采用台积电第二代 4nm 工艺，下行速率可达到 4.7Gbps；天玑 7020、天玑 6080 采用 6nm 工艺制程，天玑 6020 采用 7nm 工艺制程，下行速率均可达到 2.77Gbps。

表 4 已发布的 5G SoC 芯片

厂商	芯片	发布时间	工艺	其他信息
海思	麒麟 990	2019.9	7nm	SA & NSA
海思	麒麟 820	2020.3	7nm	SA&NSA
海思	麒麟 985	2020.4	7nm	SA&NSA
海思	麒麟 9000	2020.1	5nm	SA&NSA,Sub-6G&mmWave
海思	麒麟 9000E	2020.1	5nm	SA&NSA,Sub-6G&mmWave
海思	麒麟 9000L	2022.3	5nm	SA&NSA,Sub-6G&mmWave
三星	Exynos 980	2019.9	8nm	Exynos Modem 5100; Sub-6GHz 2.55Gbps (DL) /1.28Gbps (UL); EN-DC 3.55Gbps (DL) / 1.38Gbps (UL)
三星	Exynos 990	2019.1	7nm	Exynos Modem 5123; Sub-6GHz 5.1Gbps (DL); mmWave 7.35Gbps (DL)
三星	Exynos 880	2020.5	8nm	Sub-6GHz 2.55Gbps (DL) /; 1.28Gbps (UL); EN-DC 3.55Gbps (DL) / 1.38Gbps (UL)
三星	Exynos1080	2020.12	5nm	Sub-6GHz 5.1Gbps (DL) / 1.28Gbps (UL); mmWave 3.67Gbps (DL) / 3.67Gbps (UL)
三星	Exynos1280	2022.4	5nm	Sub-6GHz 2.55Gbps (DL) / 1.28Gbps (UL); mmWave 1.84Gbps (DL) / 0.92Gbps (UL)
三星	Exynos 1330	2023.2	5nm	5G NR sub-6GHz 2.55Gbps(DL)/1.28Gbps(UL)
三星	Exynos 1380	2023.2	5nm	5G NRsub-6GHz 3.79Gbps(DL)/1.28Gbps(UL); 5G NR mmWave 3.67Gbps(DL)/0.92Gbps(UL)
三星	Exynos2100	2021.1	5nm	Sub-6GHz 5.1Gbps (DL); mmWave 7.35Gbps (DL)

厂商	芯片	发布时间	工艺	其他信息
三星	Exynos2200	2022.1	4nm	Sub-6GHz 5.1Gbps (DL) / 2.55Gbps (UL); mmWave 7.35Gbps (DL) / 3.67Gbps (UL)
联发科	天玑 9200	2022.11	4nm	sub-6GHz: 7Gbps(DL) 4CC-CA;; mmWave: 8CC-CA
联发科	天玑 9000+	2022.6	4nm	5G sub-6 GHz specs: 300MHz; 支持 3CC CA 三载波聚合技术; 7 Gbps(DL)
联发科	天玑 9000	2022.1	4nm	内置 MediaTek M80; 7Gbps(DL)-sub6GHz
联发科	天玑 8200	2022.12	4nm	支持 5G Sub-6GHz 全频段网络与 3CC CA 双载波聚合技术; 4.7Gbps(DL)
联发科	天玑 8100	2022.3	5nm	支持 5G Sub-6GHz 全频段网络与 2CC CA 双载波聚合技术; 4.7Gbps(DL)
联发科	天玑 8000	2022.3	5nm	支持 5G Sub-6GHz 全频段网络与 2CC CA 双载波聚合技术; 4.7Gbps(DL)
联发科	天玑 7200	2023.2	4nm	内置 MediaTek HyperEngine 5.0
联发科	天玑 7020	2023.3	6nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	天玑 6080	2023.3	6nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	天玑 6020	2023.3	7nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	天玑 1300	2022.4	6nm	SA & NSA; 4.7Gbps(DL) 2.5Gbps(UL)
联发科	天玑 1200	2021.1	6nm	SA & NSA; 4.7Gbps(DL) / 2.5Gbps(UL)
联发科	天玑 1100	2021.1	6nm	SA & NSA; 4.7Gbps(DL) / 2.5Gbps(UL)
联发科	天玑 1080	2022.1	6nm	--
联发科	天玑 1050	2022.5	6nm	5G mmWave specs: 400MHz; 5G sub-6 GHz specs: 200MHz; 支持 3CC CA 三载波聚合技术; 4.6Gbps(DL)
联发科	天玑 1000	2019.11	7nm	SA & NSA; 4.7Gbps(DL) / 2.5Gbps(UL)
联发科	天玑 1000C	2020.9	7nm	SA & NSA; 2.3Gbps(DL) / 1.2Gbps(UL)
联发科	天玑 1000 series	2020.5	7nm	SA & NSA; 4.7Gbps(DL) / 2.5Gbps(UL)
联发科	天玑 930	2022.5	6nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	天玑 920	2021.8	6nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	天玑 900	2021.5	6nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	天玑 820	2020.5	7nm	SA & NSA
联发科	天玑 810	2021.8	6nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	天玑 800U	2020.8	7nm	SA & NSA 2.3Gbps(DL)
联发科	天玑 800	2020.1	7nm	SA & NSA
联发科	天玑 720	2020.7	7nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	天玑 700	2020.11	7nm	SA & NSA 2.77Gbps(DL)
联发科	Kompanio 900T	2021.9	6nm	用于笔记本

厂商	芯片	发布时间	工艺	其他信息
联发科	Kompanio 1300T	2021.7	6nm	用于笔记本
联发科	T830	2022.8	4nm	用于 FWA/CPE; 内置 M80; 7 Gbps(DL)/2.5 Gbps(UL)
联发科	T750	2020.9	7nm	用于 FWA/CPE/MiFi; 4.7Gbps(DL)/2.3Gbps(UL)
高通	骁龙 8 Gen 2	2022.11	4nm	内置骁龙 X70;; mmWave: 2x2MIMO; Sub-6:4x4 MIMO; 10Gbps(DL)/3.5Gbps(UL)
高通	骁龙 8+Gen 1	2022.5	4nm	内置骁龙 X65; 10Gbp (DL)
高通	骁龙 8 Gen 1	2021.1	4nm	内置骁龙 X65; 10Gbp (DL)
高通	骁龙 888+	2021.6	5nm	内置骁龙 X60; 7.5 Gbps(DL)/3 Gbps(UL)
高通	骁龙 888	2020.12	5nm	内置骁龙 X60; 7.5 Gbps(DL)/3 Gbps(UL)
高通	骁龙 870	2021.1	7nm	内置骁龙 X55; 7.5 Gbps(DL)/3 Gbps(UL)
高通	骁龙 865+	2020.7	7nm	内置骁龙 X55; 7.5 Gbps(DL)/3 Gbps(UL)
高通	骁龙 865	2019.12	7nm	内置骁龙 X55; 7.5 Gbps(DL)/3 Gbps(UL)
高通	骁龙 7 Gen 1	2022.5	4nm	内置骁龙 X62; 4.4 Gbp (DL)
高通	骁龙 7 Gen 2	2023.3	4nm	内置骁龙 X62; 4.4 Gbp (DL)
高通	骁龙 782G	2022.11	6nm	内置骁龙 X53; 3.7Gbps(DL) / 1.6Gbps(UL); sub-6 GHz: 120 MHz bandwidth; mmWave: 400 MHz bandwidth
高通	骁龙 778G+	2021.1	5nm	内置骁龙 X53; 3.7 Gbps(DL)/1.6 Gbps(UL)
高通	骁龙 778G	2021.5	5nm	内置骁龙 X53
高通	骁龙 780G	2021.3	5nm	内置骁龙 X53; 3.7 Gbps(DL)/1.6 Gbps(UL); 400 MHz bandwidth (mmWave), 120 MHz bandwidth (sub-6 GHz)
高通	骁龙 750G	2020.9	8nm	内置骁龙 X52; 3.7Gbps(DL)/1.6 Gbps(UL)
高通	骁龙 768	2020.7	7nm	内置骁龙 X52; 3.7 Gbps(DL)/1.6 Gbps(UL); 5G mmWave specs: 2x2 MIMO; 5G sub-6 GHz specs: 100 MHz ,4x4 MIMO
高通	骁龙 768G	2020.5	7nm	内置骁龙 X52; 3.7 Gbps(DL)/1.6 Gbps(UL); 5G mmWave specs: 2x2 MIMO; 5G sub-6 GHz specs: 100 MHz ,4x4 MIMO
高通	骁龙 765	2019.12	7nm	内置骁龙 X52; 3.7 Gbps(DL)/1.6 Gbps(UL); 5G mmWave specs: 400MHZ; 5G sub-6 GHz specs: 100 MHz

厂商	芯片	发布时间	工艺	其他信息
高通	骁龙 765G	2019.12	7nm	内置骁龙 X52; 3.7 Gbps(DL)/1.6 Gbps(UL); 5G mmWave specs: 2x2 MIMO; 5G sub-6 GHz specs: 100 MHz ,4x4 MIMO
高通	骁龙 6 Gen 1	2022.9	4nm	内置骁龙 X62; 2.9 Gbp (DL)
高通	骁龙 695	2021.12	6nm	内置骁龙 X51; 2.5 Gbps(DL)/1.5 Gbps(UL)
高通	骁龙 690	2020.6	8nm	内置骁龙 X51; 2.5 Gbps(DL)/900Mbps(UL); sub-6 GHz specs: 100 MHz
高通	骁龙 4 Gen 1	2022.9	6nm	内置骁龙 X51; 2.5 Gbps(DL)/0.9Gbps(UL); sub-6 GHz specs: 100 MHz
高通	骁龙 480	2021.1	8nm	内置骁龙 X51; 2.5 Gbps(DL)/660Mbps(UL)
高通	骁龙 480+	2021.1	8nm	内置骁龙 X51; 2.5 Gbps(DL)/1.5 Gbps(UL)
谷歌	Tensor	2021.8	5nm	内置三星 Exynos Modem 5123
谷歌	Tensor 2	2022.1	5nm	内置三星 Exynos Modem 5300
紫光展锐	唐古拉 T740	2019.12	12nm	春藤 510
紫光展锐	唐古拉 T760	2021.5	6nm	SA & NSA
紫光展锐	唐古拉 T770	2020.2	6nm	Sub 6GHz 频段峰值速率 3.25Gbps
紫光展锐	唐古拉 T820	2022.11	6nm	--

数据来源：TDIA

3. 5G SoC 新产品主要采用 4nm-6nm 先进工艺制程

2023 年一季度，全球共发布 7 款 5G SoC 芯片，其中 6 款采用 4nm-6nm 先进工艺制程，1 款采用 7nm 工艺制程。高通发布的骁龙 7+ Gen 2 以及联发科发布的天玑 7200 采用了台积电 4nm 工艺制程，三星发布的 Exynos 1330 Exynos 1380 均采用 5nm 工艺制程，联发科发布的天玑 7020 和天玑 6080 采用 6nm 工艺制程。截至 2023 年 3 月，采用 4nm、5nm 及 6nm 工艺制程的芯片分别为 11 款、17 款、19 款。

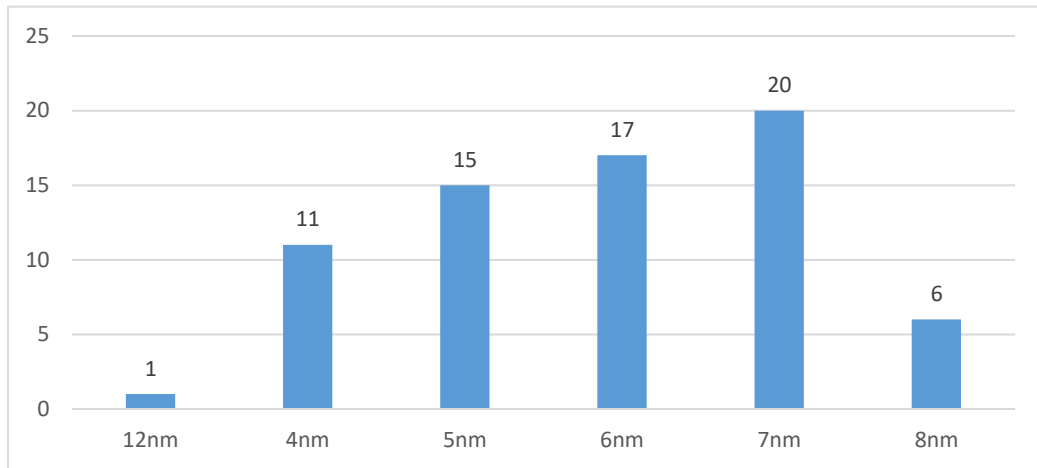


图 9 5G SoC 芯片工艺制程分布情况（款）

数据来源：TDIA

4. 超过 701 款 5G 手机采用高通芯片，348 款 5G 手机采用联发科芯片

截至 2023 年 3 月，在全球发布的 1230 款 5G 智能手机中，至少 701 款手机采用高通 5G SoC 芯片或 5G 基带芯片，占比超过 57.0%；至少 348 款手机采用联发科 5G SoC 芯片，占比超过 28.3%；至少 72 款手机采用华为 5G SoC 芯片或 5G 基带芯片，占比约 5.9%；至少 31 款手机采用三星 5G SoC 芯片，占比约 2.5%；至少 30 款手机采用紫光展锐 5G SoC 芯片，占比约 2.4%；有 6 款手机采用谷歌 5G SoC 芯片，均为谷歌手机。

搭载高通芯片的 5G 手机中，超过 83% 为中高端款型。在 701 款搭载高通 5G SoC 芯片或 5G 基带芯片的手机款型中，有 419 款采用的是高通骁龙 8 系列的高端 SoC 芯片或高端基带芯片，高端机占比超过 59.8%；有 175 款采用的是高通骁龙 7 系列的中端 SoC 芯片，占比为 25.1%；有 107 款采用的是高通骁龙 6 系列以及 4 系列的中低端

SoC 芯片，占比为 15.3%。

中低端手机仍是联发科芯片的主要市场。在 348 款搭载联发科 5G SoC 芯片或 5G 基带芯片的手机款型中，有 277 款采用的是天玑 700、天玑 800、天玑 900 系列的中低端 SoC 芯片，占比 79.6%。采用天玑 8000、天玑 9000 系列的高端 SoC 芯片的手机款型仅有 26 款，占比为 7.5%；采用天玑 1000、天玑 1100、天玑 1200、天玑 1300 系列的中端 SoC 芯片的手机款型也仅有 45 款，占比为 12.9%。

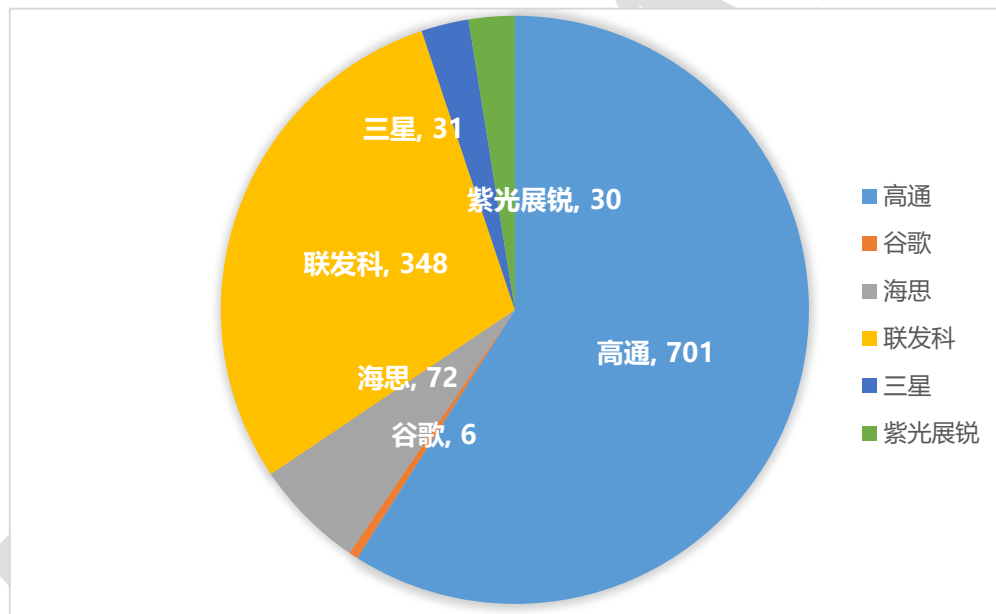


图 10 5G 智能手机芯片使用情况（款）

数据来源：TDIA



第四章

5G 终端

- ✧ 全球 412 家终端厂商发布 2483 款 5G 终端
- ✧ 我国 264 家终端厂商 1167 款 5G 终端获入网许可
- ✧ 全球手机出货量连续七季度同比下滑，国内智能手机出货连续五季度同比下滑，下降趋势有所缓和

1. 全球终端生态繁荣发展，行业终端厂商增长迅速

5G 终端产业参与者逐步增加，行业应用促进生态繁荣。随着全球 5G 商用的规模推进以及行业应用的快速发展，全球 5G 终端生态逐步繁荣，参与企业不仅包括终端企业、设备企业、运营商等移动通信企业，还包括行业应用企业。据 TDIA 统计，截至 2023 年 3 月，全球发布 5G 终端的厂商达到 412 家，较上季度新增 21 家。其中，发布智能手机 5G 的终端厂商有 114 家（新增 1 家），发布非智能手机 5G 终端的厂商有 331 家（新增 20 家）；在国内市场获得进网许可的 5G 终端厂商有 264 家（新增 34 家），获得智能手机 5G 终端入网许可厂商有 85 家，获得非智能手机 5G 终端入网许可厂商有 197 家。

2. 全球已发布 2483 款 5G 终端，终端形态多样化发展

截至 2023 年 3 月，全球 5G 终端达到 2483 款，非手机终端 1253 款，占比超过 50%，5G 终端呈现款型多样化发展趋势。其中，115 个厂商发布 1230 款 5G 手机，款型占比为 49.5%；116 个厂商发布 337 款 5G CPE，款型占比分别为 13.57%；56 个厂商发布 303 款 5G 模组，款型占比分别为 12.20%；75 个厂商发布 162 款 5G 工业级 CPE/模组/网关，款型占比分别为 6.52%；29 个厂商发布 100 款平板/笔记本电脑，款型占比分别为 4.03%；46 个厂商发布 94 款支持 5G 的车用模组/热点及车载单元，款型占比分别为 3.79%；28 个厂商发布 49 款照相机/警用记录仪，款型占比为 1.97%。随着 5G 网络的快速发展以及工业互联网、车联网等 5G 行业应用的快速推进，越来越

多厂商加大行业终端产品投入，CPE、模组、网关、车载单元等终端款型数量持续增加，AR/VR 眼镜、无人机、机器人、游戏 PC 等更多新型 5G 终端出现。5G 终端尤其是行业终端的成熟发展既是 5G 行业应用发展的重要基础，更是 5G 行业应用多样化发展的重要呈现。

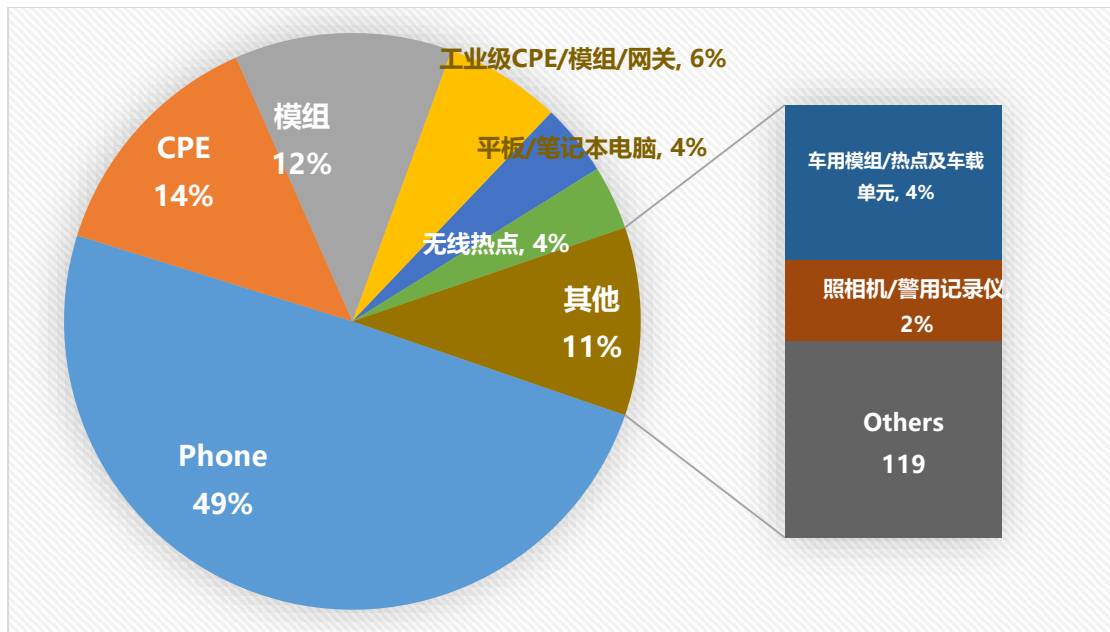


图 11 全球 5G 终端款型分布

数据来源：TDIA

3. 国内 5G 入网终端达 1167 款，智能手机占比超 64%

截至 2023 年 3 月底，我国共有 264 家终端厂商（新增 34 家）的 1167 款 5G 终端获得我国工业和信息化部核发的进网许可证（含试用批文）。在我国，支持 5G 的入网终端共分为四大类，智能手机仍是 5G 终端款型主力军，共有 750 款。另外三类分别是无线数据终端（349 款）、无线车载无线终端（63 款）以及卫星移动终端（5 款）。其中，无线数据终端又包含多种形态 5G 终端，包括 113 款模组、52 款 CPE、35 款执法记录仪、31 款平板电脑、34 款工业级模组/CPE/

网关、27 款无线热点重点、13 款 PDA、9 款笔记本电脑、9 款路侧单元/车载单元、5 款电视、3 款视频通信终端、2 款机器人、3 款无人机、5 款手机壳、1 款零售终端、1 款编码器。

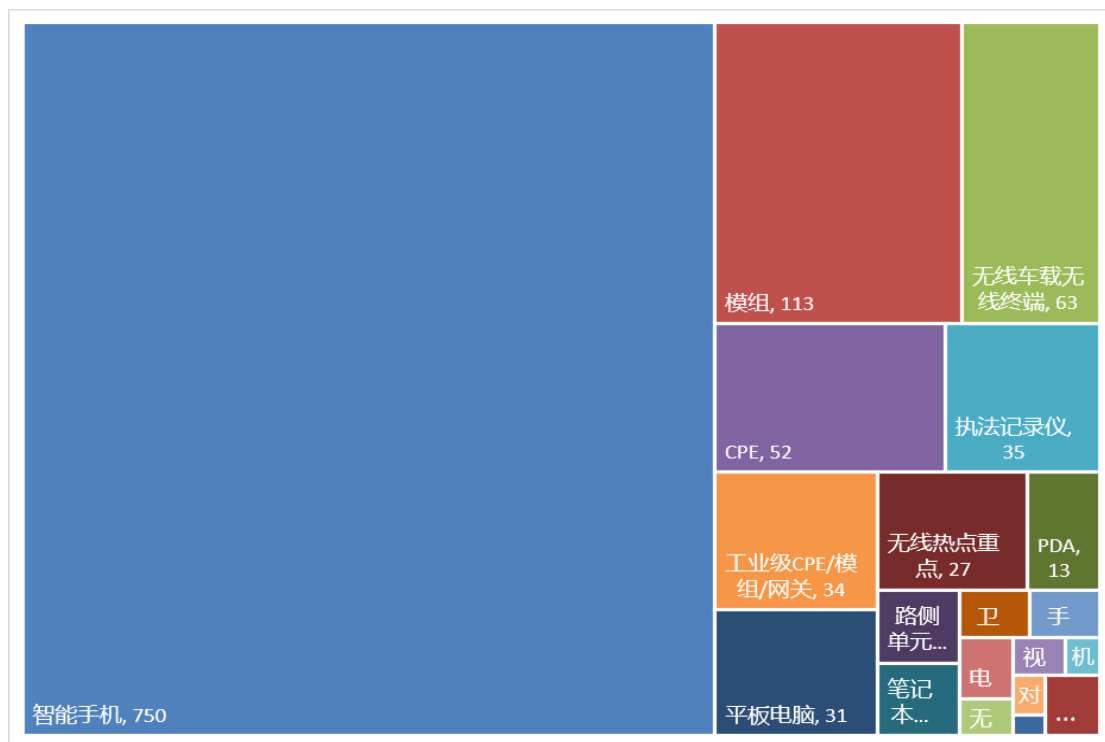


图 12 国内 5G 终端款型分布

数据来源：TDIA

4. 全球智能手机出货同比下降 12%，连续七季度同比下跌

全球智能手机出货量已连续七个季度同比下跌。2023 年一季度，全球智能手机出货 2.89 亿部，较上一季度环比下降 5%，同比下降 12%，较 2021 年一季度下降超过 21%。

2023 年一季度，三星智能手机出货量 6350 万台，位列第一，是唯一一家实现季度环比复苏的厂商，以 22% 的市场份额重回第一位，出货量同比下降 14%；苹果以 6061 万台出货量和 21% 的市场份额排

名第二；小米以 11%市场份额占据第三，出货量为 3175 万台，同比下降 19%；OPPO 以 10.%市场份额排名第四，出货量为 2886 万台，同比下降 7%；vivo 以 8%市场份额排名第五，出货量为 2309 万台，同比下降 19%。

表 5 2023 年 Q1 全球智能手机市场份额情况（单位：万）

终端厂商	2023 年 Q1 出货量	2023 年 Q1 市场份额	出货量同比
三星	6350	22%	-14%
苹果	6061	21%	3%
小米	3175	11%	-19%
OPPO	2886	10%	-7%
vivo	2309	8%	-19%
其他	8082	28%	-17%
总数	28864	100%	-12%

数据来源：Canalys

5. 国内手机市场出货连续五季度同比下降，下降趋势有所缓和

2023 年开年，疫情管控放开并未带来手机消费市场复苏，消费信心不足、换机周期拉长是主要影响因素，一季度我国手机出货 6289 万部，同比下滑超过 9.3%，但下降趋势较 2022 年有所缓和，2022 年四个季度同比下降幅度分别为 29.2%、12.1%、19.6%、30.9%。

2023 年一季度，我国 5G 智能手机出货 5092 万部，同比下降 5.5%，5G 手机出货占比较上一季度有所上升，为 81.0%。

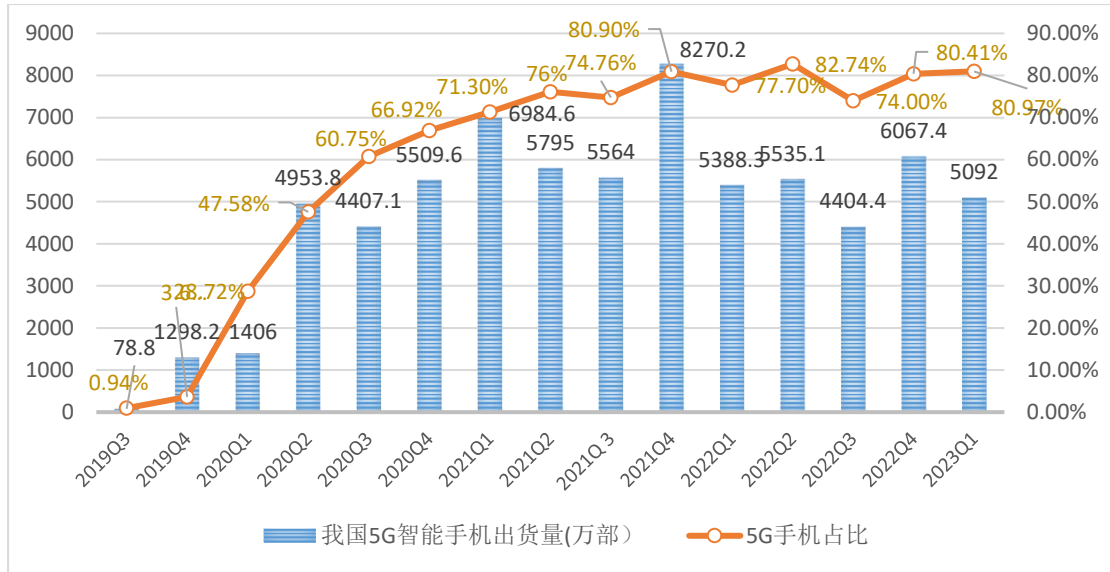
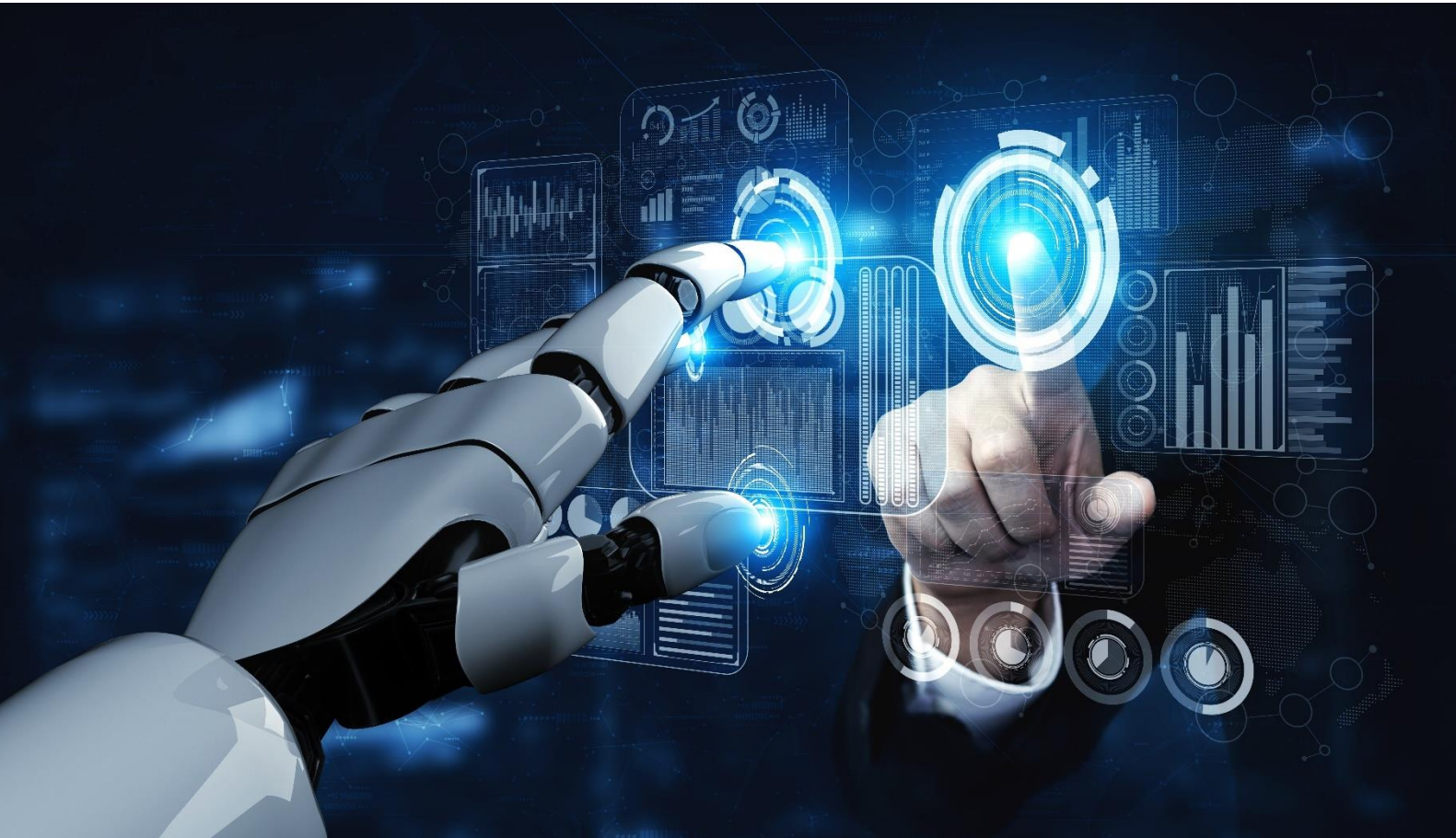


图 13 我国 5G 智能手机出货量及占比

数据来源：业界、TDIA



第五章

5G 应用

- ✧ 工信部、文旅部联合印发《关于加强 5G+智慧旅游协同创新发展的通知》
- ✧ 5G 行业专网持续升级，5G 专网超过 1.6 万个
- ✧ Redcap 测试加速推进，2024 年将来首批商用产品

1. 国家级 5G 智慧文旅政策发布，推动 5G 在文旅业创新发展

2023 年 3 月，工信部、文旅部联合印发《关于加强 5G+智慧旅游协同创新发展的通知》，从加强网络覆盖、提升服务体验、创新营销模式、提升管理能力、加强产品供给、增强创新活力、打造示范标杆、建设样板村镇等多个维度制定发展策略。文件提出要探索 5G 行业虚拟专网在重点旅游区域、旅游企业落地部署；推动 5G 与物联网、虚拟现实、增强现实、数字孪生、机器人等技术和产品的有效融合，建立 5G+智慧旅游典型应用场景体系；力争到 2025 年，打造一批 5G+5A 级智慧旅游标杆景区和 5G+智慧旅游样板村镇，培育创新企业和创新项目，落地 30 个 5G+智慧旅游应用解决方案。

2. 我国 5G 应用多领域纵深发展，应用案例超 5 万个

中国 5G 应用发展水平全球领先，逐步从“多点开花”向“多领域纵深”发展，5G 应用已经覆盖 52 个国民经济大类，5G 应用案例超过 5 万个。基础电信企业仍然是推动 5G 应用发展的主力军，持续推动 5G 融合应用走深向实。中国移动深耕 19 个细分行业，不断推进 5G 在行业中规模复制，打造 1.8 万个 5G 商业化项目。其中，智慧城市项目 4900 个，覆盖全国 31 个省 340 余个地市县；智慧工厂项目 2300 余个，打造世界级 5G 灯塔工厂；服务医疗机构 2000 余家，打造 5G 急救车 1800 辆；智慧电力项目 400 余个，涵盖火电、水电、风电、核电等多个领域。中国联通在数字政府、智慧城市、工业互联网、医疗健康等重点行业领域形成领先优势，打造超过 1.9 万个

5G 规模应用的“商品房”项目，服务超过 4562 个行业虚拟专网客户。中国电信通过开展“5G 点亮行动”，在全国 100% 的地市点亮 5G 商用项目，推动 5G 应用向多领域全行业拓展，中国电信累计发展近 1.5 万个 5G 2B 商用项目，充分释放垂直行业转型新动能。

3. 我国 5G 行业专网持续升级，专网项目总数超过 1.6 万个

我国三大运营商持续升级 5G 专网服务，5G 专网项目数量超过 1.6 万个。中国移动打造了双域专网、入驻专网、流量专网三种场景化专网，满足不同行业对 5G 网络的差异化需求，构建了包含感知层、连接层、算力层、运营层、数据层的 5G 专网运营平台 OneCyber，提供专网自助运营服务，助力企业客户实现对 5G 专网的可视、可管、可控，加速 5G 专网融入企业生产，已累计落地 5G 专网项目 6000 余个。中国电信通过“5G+边+云+X”打造一体化定制融合服务，提供“致远”、“比邻”、“如翼”三类不同的定制网服务模式，与数百个大型政府企业开展合作，累计落地 5G 专网项目超 5000 余个，形成了智慧矿山、智慧工厂、智慧城市、智慧医疗等一系列典型案例。中国联通在 2022 年底发布其 5G 行业专网产品体系 3.0，实现 5G 专网 PLUS 能力纵深，截至 2023 年一季度末，中国联通已有 4562 个 5G 行业虚拟专网项目。

4. 5G RedCap 技术测试加速推进，2024 年将迎来首批商用产品

2023 年一季度，终端及模组厂商相继发布 5G Redcap 产品。高

高通发布专为低成本、小尺寸终端设备设计的 5G 调制解调器骁龙 X35 以及 X32，兼容 3GPP R17 RedCap,适用于监控摄像头、物联网网关、可穿戴设备和工业传感器等终端设备，最高可实现 220Mb/s 的峰值数据速率，搭载 X35 及 X32 的商用产品预计将在 2024 年上半年上市。智联安发布 5G RedCap 高精度低功耗定位芯片 MK8510，将于 2023 年三季度量产。中国联通发布通用型 5G RedCap 商用模组雁飞 NX307，可满足功耗敏感场景需求。移远通信推出基于高通骁龙 X35 的轻量化 5G RedCap 模组 Rx255C 系列，助推 5G 探索新的垂直业务领域。

我国三大运营商积极开展 5G RedCap 端到端及面向行业应用场景的测试验证工作。中国移动发布《中国移动 5GRedCap 技术白皮书》，携手华为、中兴、展锐完成 5G RedCap 端到端内场测试；中国联通发布《中国联通 5G RedCap 技术白皮书》、《中国联通 5G OPENLAB 实验室 RedCap 端网协同测试规范 V1.0》，携手华为、百度 Apollo 完成 5G RedCap 连片部署实验局验证，携手华为、南方电网完成电力场景 RedCap 技术验证；中国电信宣布其物联网开放实验室与华为共同完成了 5G RedCap 实验室技术验证，并建成了具备 5G R17 标准 RedCap 联合测试能力的开放实验室，在镇江港完成 RedCap 在智慧港口场景业务验证，在石家庄完成面向钢铁行业的 RedCap 测试，可满足远程堆取料、AI 废钢定级、转钢自动化识别、行车视频监控等业务应用的需求。

附件一：5G 频谱分配情况

国家	地区	频段	频段
阿联酋	亚洲	24.25-29.25GHz	above 6G
阿联酋	亚洲	3.6-3.8GHz	1-6GHz
阿曼	亚洲	3.4-3.6GHz	1-6GHz
阿曼	亚洲	700MHz	sub 1GHz
爱尔兰	欧洲	2.1 GHz (1.92-1.98 GHz/2.11-2.17 GHz), 2.3 GHz (2.3-2.4 GHz); 3.41-3.43GHz;3.47-3.8GHz	1-6GHz
爱尔兰	欧洲	700MHz(703-733 MHz/758-788 MHz)	sub 1GHz
爱尔兰	欧洲	FDD2.6 GHz (2.50-2.57 GHz/2.62-2.69 GHz); 2.6 GHz TDD (2.57-2.62 GHz)	1-6GHz
爱沙尼亚	欧洲	3.6 GHz (3.41-3.80 GHz)	1-6GHz
爱沙尼亚	欧洲	700MHz	sub 1GHz
奥地利	欧洲	3.41-3.8GHz	1-6GHz
奥地利	欧洲	700MHz (703-733/758-788 MHz)	sub 1GHz
澳大利亚	大洋洲	25.1-27.5GHz;24.7-25.1GHz 专有频段;27.5-29.5GHz 专有频段	above 6G
澳大利亚	大洋洲	3.4-3.7GHz	1-6GHz
澳大利亚	大洋洲	700MHz(733-748/788-803 MHz);850MHz;900MHz	sub 1GHz
巴布亚新几内亚	大洋洲	3.4-3.5GHz	1-6GHz
巴布亚新几内亚	大洋洲	700MHz	sub 1GHz
巴基斯坦	亚洲	1.8GHz; 2.1GHz	1-6GHz
巴拉圭	美洲	700MHz	sub 1GHz
巴林	亚洲	3.41-3.7GHz	1-6GHz
巴林	亚洲	791-821/832-862 MHz	sub 1GHz
巴拿马	美洲	700MHz	sub 1GHz
巴西	美洲	2.3-2.39GHz;3.3-3.7GHz	1-6GHz
巴西	美洲	24.3-24.9GHz; 25.3-25.7GHz;26.1-26.3GHz;26.5-27.5GHz	above 6G
巴西	美洲	800MHz;700MHz	sub 1GHz
保加利亚	欧洲	3.5-3.8GHz	1-6GHz
北塞浦路斯	亚洲	1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz and 3600 MHz bands	1-6GHz
北塞浦路斯	亚洲	700 MHz, 800 MHz, 900 MHz	sub 1GHz
比利时	欧洲	1.4 GHz 1.8 GHz, 2.1 GHz and 3.6 GHz	1-6GHz
比利时	欧洲	700MHz (703-733/758-788 MHz) ;900MHz	sub 1GHz
冰岛	欧洲	3.5-3.8GHz	1-6GHz
冰岛	欧洲	700MHz	sub 1GHz
波多黎各 (美)	美洲	27.5-28.35GHz	above 6G
波多黎各 (美)	美洲	3.5-3.6GHz	1-6GHz
波多黎各 (美)	美洲	700MHz	sub 1GHz
波兰	欧洲	3.65-3.8GHz	1-6GHz

国家	地区	频段	频段
丹麦	欧洲	24.65-27.5GHz	above 6G
丹麦	欧洲	3.5GHz; 1500MHz、2100MHz、2300MHz	1-6GHz
丹麦	欧洲	700 MHz, 700 MHz SDL, 900 MHz	sub 1GHz
德国	欧洲	24.25-27.5GHz 专有频段	above 6G
德国	欧洲	3.4-3.7GHz;1920–1980 MHz/2110–2170MHz;3.7-3.8GHz 专有频段	1-6GHz
德国	欧洲	700MHz (703-733/758-788 MHz)	sub 1GHz
多米尼加共和国	美洲	3.3-3.46GHz	1-6GHz
俄罗斯	欧洲	27-28.25GHz;24.25-24.65GHz 专有频段	above 6G
厄瓜多尔	美洲	700MHz	sub 1GHz
法国	欧洲	3.49-3.8GHz	1-6GHz
法国	欧洲	700MHz (703-733/758-788 MHz)	sub 1GHz
菲律宾	亚洲	3.3-3.6GHz	1-6GHz
菲律宾	亚洲	700MHz	sub 1GHz
芬兰	欧洲	25.1-27.5GHz;24.75-25.1GHz 专有频段	above 6G
芬兰	欧洲	3.41-3.8GHz	1-6GHz
芬兰	欧洲	700MHz (703-733/758-788 MHz)	sub 1GHz
哥斯达黎加	美洲	27.5-29.5GHz (共享频谱)	above 6G
哥斯达黎加	美洲	3.4-3.62GHz	1-6GHz
关岛 (美)	大洋洲	2.5GHz (2496-2690 MHz)	1-6GHz
哈萨克斯坦	亚洲	3.3-3.4GHz; 3.5 GHz	1-6GHz
韩国	亚洲	26.5-28.9GHz;28.9-29.5GHz 专有频段	above 6G
韩国	亚洲	3.40-3.7GHz	1-6GHz
荷兰	欧洲	700MHz(703-733/758-788 MHz)	sub 1GHz
黑山	欧洲	1.8 GHz, 2 GHz and 2.6 GHz; 3.4-3.8GHz	1-6GHz
黑山	欧洲	26.5-27.5GHz	above 6G
黑山	欧洲	900 MHz	sub 1GHz
加拿大	美洲	2.5 GHz and 3.5 GHz	1-6GHz
加拿大	美洲	3.45-3.65GHz	1-6GHz
加拿大	美洲	600 MHz	sub 1GHz
加纳	非洲	3.3-3.6GHz	1-6GHz
捷克	欧洲	3.4-3.8GHz	1-6GHz
捷克	欧洲	700MHz(703-733/758-788 MHz)	sub 1GHz
卡塔尔	亚洲	3.4-3.8GHz	1-6GHz
科特迪瓦	非洲	3.3-3.5GHz	1-6GHz
科威特	亚洲	3.5-4.2GHz	1-6GHz
克罗地亚	欧洲	26 GHz (26.5-27.5 GHz)	above 6G
克罗地亚	欧洲	3.48-3.8GHz	1-6GHz
克罗地亚	欧洲	700 MHz (703-743/758-798 MHz)	sub 1GHz
肯尼亚	非洲	700MHz	sub 1GHz
拉脱维亚	欧洲	3.4-3.8GHz	1-6GHz
拉脱维亚	欧洲	700MHz (703-713 MHz and 758-768 MHz, plus 738-748 MHz)	sub 1GHz
立陶宛	欧洲	3.4-3.7GHz	1-6GHz
立陶宛	欧洲	700MHz	sub 1GHz
留尼旺 (法)	非洲	3.4-3.8GHz	1-6GHz
留尼旺 (法)	非洲	700MHz	sub 1GHz

国家	地区	频段	频段
卢森堡	欧洲	3.42-3.75GHz	1-6GHz
卢森堡	欧洲	700MHz(703-733/758-788 MHz)	sub 1GHz
罗马尼亚	欧洲	1.5GHz;2.6 GHz and 3.4–3.8 GHz	1-6GHz
罗马尼亚	欧洲	700MHz; 800MHz	sub 1GHz
马恩岛 (英)	欧洲	3.41-3.8GHz	1-6GHz
马恩岛 (英)	欧洲	700MHz	sub 1GHz
马尔代夫	亚洲	700MHz	sub 1GHz
马耳他	欧洲	3.6-3.8 GHz	1-6GHz
马其顿	欧洲	3.55-3.57GHz	1-6GHz
马提尼克 (法)	美洲	3.4-3.5GHz	1-6GHz
马约特 (法)	非洲	3.4-3.5GHz	1-6GHz
马约特 (法)	非洲	700MHz;900MHz	sub 1GHz
毛里求斯	非洲	2.6GHz、3.5GHz	sub 1GHz
美国	美洲	24.25-24.45GHz; 24.75-25.25GHz;27.5-28.35GHz;37GHz;39GHz;47GHz	above 6G
美国	美洲	3.45-3.55GHz;3.7-4.2GHz; 2.5GHz	1-6GHz
美国	美洲	600MHz	sub 1GHz
美属萨摩亚	大洋洲	2.5GHz (2496-2690 MHz);3.65-3.7GHz	1-6GHz
孟加拉国	亚洲	2.3GHz、2.6 GHz 、 3.4-3.6GHz	1-6GHz
秘鲁	美洲	3.4-3.6GHz	1-6GHz
秘鲁	美洲	700MHz	sub 1GHz
墨西哥	美洲	3.45-3.6GHz;755-1760 / 2155-2160 MHz,1910-1915 / 1990-1995 MHz, 2500- 2530 / 2620-2650MHz	1-6GHz
墨西哥	美洲	700MHz;814-824 / 859-869 MHz	sub 1GHz
南非	非洲	2.3 GHz, 2.6 GHz 、 3.42-4.1GHz	1-6GHz
南非	非洲	24.25-24.5GHz; 27-29.25GHz;24.3-26.5GHz 专有频段	above 6G
南非	非洲	700MHz;800MHz	sub 1GHz
尼加拉瓜	美洲	700MHz	sub 1GHz
尼日利亚	非洲	3.5-3.6 GHz and 3.7-3.8 GHz; 2.5GHz (2496-2690 MHz)	1-6GHz
挪威	欧洲	28 GHz ;38 GHz	above 6G
挪威	欧洲	3.4-3.8GHz;2.6GHz	1-6GHz
挪威	欧洲	700MHz(703-733/758-788 MHz);900MHz	sub 1GHz
葡萄牙	欧洲	1.8 GHz (1.770-1.785/1.865-1.880 GHz), 2.1 GHz(1.9549-1.9599/2.1449-2.1499 GHz), 2.6 GHz (2.500-2.510/2.620-2.630 GHz, 2.595-2.620 GHz TDD), 3.6GHz (3.4-3.8 GHz)	1-6GHz
葡萄牙	欧洲	700MHz(703-733/758-788 MHz);900 MHz (880-885/925-930 MHz,895.1-898.1/940.1-943.1 MHz and 914-915/959-960MHz),	sub 1GHz
日本	亚洲	27-28.2GHz; 29.1-29.5GHz;28.2-29.1GHz 专有频段	above 6G
日本	亚洲	3.6-4.1GHz	1-6GHz
日本	亚洲	700MHz	sub 1GHz
瑞典	欧洲	24.25-25.1GHz(Local indoor)	above 6G

国家	地区	频段	频段
瑞典	欧洲	3.4-3.72GHz; 2.3-2.38GHz; 3.76-3.8GHz 专有 频段	1-6GHz
瑞典	欧洲	700MHz	sub 1GHz
瑞士	欧洲	3.5-3.8GHz	1-6GHz
瑞士	欧洲	700MHz	sub 1GHz
塞浦路斯	亚洲	3.4-3.8GHz	1-6GHz
塞浦路斯	亚洲	700MHz; 800 MHz (2x10 MHz)	sub 1GHz
沙特阿拉伯	亚洲	3.4-3.8GHz	1-6GHz
沙特阿拉伯	亚洲	700 MHz	sub 1GHz
圣巴泰勒米岛 (法)	美洲	3.4-3.5GHz	1-6GHz
圣马丁岛(法 属)	美洲	3.4-3.5GHz	1-6GHz
斯里兰卡	亚洲	3.4-3.6GHz	1-6GHz
斯里兰卡	亚洲	850MHz	sub 1GHz
斯洛伐克	欧洲	3.41-3.8GHz	1-6GHz
斯洛伐克	欧洲	700 MHz (703-733 MHz/758-788MHz), 2x4.2 MHz at 900 MHz	sub 1GHz
斯洛文尼亚	欧洲	26.5-27.5GHz	above 6G
斯洛文尼亚	欧洲	3.42-3.80 GHz; 1400 MHz (1427-1517 MHz) SDL; 2.1 GHz(1.92- 1.98/2.110-2.17 GHz FDD); 2.3 GHz (2.32 - 2.39GHz TDD); 3.6 GHz	1-6GHz
斯洛文尼亚	欧洲	700MHz	sub 1GHz
苏里南	美洲	3.3-3.8GHz 精确频段未知	1-6GHz
苏里南	美洲	700MHz	sub 1GHz
泰国	亚洲	24.3-27GHz	above 6G
泰国	亚洲	700MHz; 850MHz; 900MHz	sub 1GHz
坦桑尼亚	非洲	2.3 GHz, 2.6 GHz; 3.4-3.6GHz	1-6GHz
坦桑尼亚	非洲	700MHz	sub 1GHz
突尼斯	非洲	3.4-3.5GHz	1-6GHz
土耳其	亚洲	800 MHz (2x30 MHz), 900 MHz(2x10.4 MHz)	sub 1GHz
危地马拉	美洲	3.4-3.5GHz	sub 1GHz
乌拉圭	美洲	27.5-28.35GHz	above 6G
乌拉圭	美洲	700MHz	sub 1GHz
西班牙	欧洲	26 GHz	above 6G
西班牙	欧洲	3.4-3.8GHz	1-6GHz
西班牙	欧洲	700 MHz (703-733 MHz/758-788MHz)	sub 1GHz
希腊	欧洲	26.5-27.5GHz	above 6G
希腊	欧洲	3.41-3.8GHz	1-6GHz
希腊	欧洲	700MHz	sub 1GHz
新加坡	亚洲	26.3-29.5GHz	above 6G
新加坡	亚洲	3.45-3.65GHz; 2.1GHz	1-6GHz
新西兰	大洋洲	3.59-3.75GHz	1-6GHz
匈牙利	欧洲	3.49-3.8GHz; 2.1GHz	1-6GHz
匈牙利	欧洲	700MHz	sub 1GHz
伊朗	亚洲	3.4-3.5GHz	1-6GHz

国家	地区	频段	频段
以色列	亚洲	3.5-3.8GHz;2.6GHz	1-6GHz
以色列	亚洲	700MHz	sub 1GHz
意大利	欧洲	26.5-27.5GHz	above 6G
意大利	欧洲	3.6-3.8GHz	1-6GHz
意大利	欧洲	700MHz (703-733/758-788 MHz)	sub 1GHz
印度	亚洲	1.8GHz; 2.1 GHz; 2.3 GHz; 2.5 GHz; 3.3-3.7GHz	1-6GHz
印度	亚洲	24.25-27.35GHz	above 6G
印度	亚洲	600MHz; 700MHz;800MHz; 900MHz	sub 1GHz
英国	欧洲	24.25-26.6GHz (室内)	above 6G
英国	欧洲	3.41-3.6GHz; 3.68-3.8GHz;3.8-4.2GHz 专有频段	1-6GHz
英国	欧洲	700MHz(703-733 MHz/758-788 MHz and 738-758 MHz SDL)	sub 1GHz
约旦	亚洲	3.45-3.5GHz	1-6GHz
泽西岛 (英)	欧洲	3.4-3.8GHz 部分频段	1-6GHz
智利	美洲	25.9-27.5GHz	above 6G
智利	美洲	3.3-3.65GHz;1755-1770/2155-2170 MHz;3.75-3.8GHz 共享频段	1-6GHz
智利	美洲	700MHz	sub 1GHz
中国	亚洲	3.3-3.6GHz;2.6GHz;4.8-4.99GHz	1-6GHz
中国	亚洲	700 MHz (703-743/758-798 MHz)	sub 1GHz
中国台湾	亚洲	27.9-29.5GHz	above 6G
中国台湾	亚洲	3.3-3.57GHz	1-6GHz
中国台湾	亚洲	700MHz	sub 1GHz

数据来源：GSA、TDIA

附件二：全球主要国家 5G 战略及政策（部分）

国家	发布时间	5G 战略及政策
美国	2018 年 10 月	美国联邦通信委员会发布“5G FAST”计划，向市场释放频谱资源、推进 5G 网络基础设施建设、优化相关法律法规、保护产业链安全、激励运营商投资并提供服务
	2019 年 4 月	美国无线通信和互联网协会(CTIA)发布《引领 5G 的国家频谱战略》，该战略以期通过制定五年拍卖计划、联邦频谱政策、更新频谱使用流程等手段,帮助美国引领未来 5G 产业的发展,以保持其全球无线通信的领导地位
	2020 年 1 月	美国众议院接连通过《促进美国 5G 国际领导力法案》、《促进美国无线领导力法案》、《保障 5G 及以上安全法案》三个法案，加强美国国际标准领导力
	2020 年 3 月	美国白宫发布《5G 安全国家战略》，明确表达要与盟友一道在全球范围内领导研发、部署和管理安全可靠的 5G 通信基础设施的愿景
	2020 年 4 月	美国信息技术和创新基金会（ITIF）发布报告《美国国家 5G 战略和未来的无线创新》
	2020 年 5 月	美国国防部发布公开版《国防部 5G 战略》，主要内容包括 5G 面临的挑战、美国国防部 5G 目标、美国国防部 5G 工作路线等，推进美国及其合作伙伴的 5G 能力
	2020 年 12 月	美国国防部发布《5G 技术实施方案》，描述了国防部 5G 战略的实施细节
韩国	2013 年 12 月	韩国未来创造科学部发布《5G 移动通信先导战略》，提出在七年内向技术研发、标准化、基础构建等方向投资 5000 亿韩元（约合人民币 29 亿元），并组建产学研 5G 推进组推进 5G 与各产业的融合。
	2019 年 4 月	韩国发布《实现创新增长的 5G+战略》，指定基于 5G 技术重点发展建设新一代智能手机、网络设备、信息安全、VR/AR 设备、无人机、机器人、智能电视、可穿戴设备等十个产业和沉浸式虚拟内容、智能工厂、自动驾驶、智慧城市以及数字医疗五个关键应用方向。
	2021 年 1 月	韩国科学和信息通信技术部发布“2021 年 5G+战略促进计划”（草案）和“基于 MEC 的 5G 融合服务发展计划”。韩国政府宣布 2021 年是 5G+融合生态系统创建元年，并将投资 1655 亿韩元（约合 9.56 亿元人民币）开发 5G 融合新技术
日本	2016 年 6 月	日本内政和通信部发布了《2020 年实现 5G 的无线电政策》，提出三项措施：一是举办 5G 移动峰会，组织协调各机构工作，促进 5G 发展；二是推进政产学研协作，完成频谱分配工作和 5G 演示；三是在国际电信联盟和第三代合作伙伴计划指导下开展标准制定工作。
	2019 年 12 月	内务和通信部正式发布修改后的《本地 5G 引入指南》，指南规定本地 5G 是由电信运营商以外的各种实体（本地公司和地方政府）构建的自己的 5G 系统
	2020 年 4 月	日本总务省 4 月 8 日发布了《Beyond 5G 推进战略纲要》，该战略的目的是快速且顺利地推进 Beyond 5G 以及强化日本 Beyond 5G 的国际竞争力

欧洲	2016 年 9 月	欧盟发布《5G 行动计划》，将 5G 技术视作战略机遇，成员国和业界各方合作制定 5G 时间表，全面推动 5G 标准研发、频谱划分、网络建设、商用试点等计划，并指引欧盟各国制定本国的 5G 发展路线
----	------------	---

数据来源：TDIA

TDIA

附件三：中国国家级 5G 相关重点政策规划

部门	发布时间	文件名称
工信部 文旅局	2023.4	《关于加强 5G+智慧旅游协同创新发展的通知》
工信部	2022.8	《5G 全连接工厂建设指南》
工信部	2021.7	《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》
发改委 能源局 等	2021.6	《能源领域 5G 应用实施方案》
工信部	2021.3	《“双千兆”网络协同发展行动计划（2021-2023 年）》
工信部	2021.3	《2100MHz 频段 5G 移动通信系统基站射频技术要求（试行）》
工信部	2021.2	《工业和信息化部关于提升 5G 服务质量的通知》
工信部	2021.1	《5G 系统直放站射频技术要求（试行）》
工信部	2020.4	《工业和信息化部关于调整 700MHz 频段频率使用规划的通知》
工信部	2020.3	《关于推动 5G 加快发展的通知》
工信部 发改委	2020.3	《关于组织实施 2020 年新型基础设施建设工程（宽带网络和 5G 领域）》
工信部 国资委	2019.4	《关于 2019 年推进电信基础设施共建共享的实施意见》
国务院	2018.10	《完善促进消费体制机制实施方案（2018-2020 年）》
工信部 发改委	2018.08	《扩大和升级信息消费三年行动计划（2018-2020 年）》
国务院	2017.08	《关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》
国务院	2017.07	《新一代人工智能发展规划》
工信部	2017.01	《信息通信行业发展规划（2016-2020 年）》
国务院	2016.12	《“十三五”国家信息化规划》
工信部	2016.10	《产业技术创新能力发展规划（2016-2020 年）》
国务院	2016.06	《国家信息化发展战略纲要》

附件四：中国省市级 5G 政策与规划

序号	省份	文件名称
1	北京市	北京市 5G 产业发展行动方案（2019 年-2022 年）
2	北京市	北京市 5G 及未来基础设施专项规划（2019 年 - 2035 年）
3	北京市	关于加快推进 5G 基础设施建设的实施意见
4	天津市	天津市人民政府关于加快推进 5G 发展的实施意见
5	天津市	天津市 5G 通信基础设施规划（2020-2022）
6	天津市	天津市新型基础设施建设三年行动方案（2021—2023 年）
7	上海市	上海 5G 产业发展和应用创新三年行动计划
8	上海市	关于加快推进本市 5G 网络建设和应用的实施意见
9	上海市	上海市 5G 移动通信基站布局规划导则
10	上海市	关于深化 5G 供电服务和应用、促进 5G 发展和建设的通知
11	上海市	上海“双千兆宽带城市”加速度三年行动计划(2021-2023 年)
12	上海市	上海市 5G 应用“海上扬帆”行动计划(2022- 2023 年)
13	上海市	上海市“千兆助力，云网惠企”行动计划
14	重庆市	重庆市人民政府办公厅关于推进 5G 通信网建设发展的实施意见
15	重庆市	重庆市加快推动 5G 发展行动计划（2019—2022 年）
16	重庆市	关于加快推进市属国有企业支持 5G 通信网建设的通知
17	重庆市	重庆市人民政府办公厅关于保障 5G 网络基础设施建设的通知
18	重庆市	重庆市 5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）
19	重庆市	重庆市国土空间规划通信专业规划——5G 专项规划
20	重庆市	关于推进 5G 新型信息基础设施与传统基础设施项目协同建设的通知
21	河北省	河北省人民政府办公厅关于加快 5G 发展的意见
22	河北省	河北省人民政府办公厅关于加快推进第五代移动通信基站规划建设的通知
23	河北省	河北省“双千兆”网络协同发展实施方案（2021-2023 年）
24	河北省	《河北省“十四五”信息化规划》
25	河北省	河北省 5G 应用“领航”行动计划(2022-2024 年)
26	河北省	关于通信行业加快推进 5G 全连接工厂建设的指导意见
27	山西省	山西省加快 5G 产业发展的实施意见
28	山西省	山西省加快 5G 产业发展的若干措施
29	山西省	山西省加快 5G 融合应用实施方案
30	山西省	山西省 5G 引领数字经济发展壮大 2022 年行动计划
31	山西省	加快提升全省重点场所 5G 网络信号覆盖工作方案

序号	省份	文件名称
32	山西省	关于推进 5G+智慧社区建设融合发展的实施方案
33	辽宁省	辽宁省 5G 产业发展方案（2019—2020 年）
34	辽宁省	关于支持 5G 移动通信网络基础设施建设的通知
35	辽宁省	辽宁省加快 5G 通信网络投资建设工作方案
36	辽宁省	辽宁省 5G 通信基础设施专项规划（2020-2025）
37	辽宁省	关于加快推进 5G 通信网络基础设施类项目审批的指导 意见
38	辽宁省	《辽宁省 5G 应用“扬帆”行动计划（2022-2024 年）》
39	吉林省	关于推动第五代移动通信网络建设的实施意见
40	吉林省	关于加快推动第五代移动通信网络建设的通知
41	黑龙江省	黑龙江省加快推进 5G 通信基础设施建设的实施方案
42	江苏省	关于加快推进第五代移动通信网络建设发展若干政策措 施的通知
43	江苏省	关于进一步做好 5G 基站与卫星地球站等无线电台 （站）干扰协调工作的通知
44	江苏省	江苏省 5G 应用“领航”行动计划（2022-2024 年）
45	浙江省	浙江省人民政府关于加快推进 5G 产业发展的实施意见
46	浙江省	浙江省关于推进 5G 网络规模试验和应用示范指导意见
47	浙江省	浙江省加快 5G 发展行动计划（2020-2022 年）
48	安徽省	安徽省经济和信息化厅关于加强第五代移动通信 （5G）系统无线电管理工作的通知
49	安徽省	支持 5G 发展若干政策
50	安徽省	安徽省 5G 发展规划纲要（2019-2022 年）
51	安徽省	2020 年安徽省 5G 发展工作要点
52	安徽省	加快推进 5G 场景应用行动计划(2020-2022 年)
53	福建省	福建省加快 5G 产业发展实施意见
54	福建省	关于进一步支持 5G 网络建设和产业发展若干措施的通 知
55	福建省	福建省新型信息基础设施强基赋能专项行动工作方案 （2021 年）
56	福建省	福建省贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和 5G 等新型基础设施绿色高质量发展实施方案
57	江西省	江西省 5G 发展规划（2019-2023 年）
58	江西省	江西省人民政府办公厅关于印发加快推进 5G 发展若干 措施的通知
59	江西省	2020 年江西省 5G 工作要点
60	江西省	5G+工业互联网融合发展实施方案
61	江西省	2021 年江西省 5G 发展工作要点
62	江西省	江西省 5G 应用“扬帆”行动计划
63	山东省	关于加快 5G 产业发展的实施意见
64	山东省	山东省推进 5G 产业发展实施方案

序号	省份	文件名称
65	山东省	山东省新基建三年行动方案（2020-2022 年）
66	山东省	山东省“双千兆”网络协同发展行动方案（2021-2023 年）
67	山东省	山东省 5G “百城万站” 深度覆盖和 “百企千例” 规模应用 2022 年行动方案
68	河南省	河南省 5G 产业发展行动方案
69	河南省	河南省人民政府办公厅关于加快推进 5G 网络建设发展的通知
70	河南省	2023 年河南省加快 5G 网络建设和产业发展工作方案
71	河南省	河南省加快 5G 产业发展三年行动计划（2020—2022 年）
72	河南省	河南省 5G+示范工程责任分工方案
73	河南省	2022 年推进 5G 网络建设和产业发展实施方案
74	河南省	2022 年全省信息通信业推进 5G 规模化应用工作方案
75	河南省	2022 年全省信息通信业推进 5G 规模化应用工作方案的通知
76	湖北省	湖北省 5G 产业发展行动计划（2019-2021 年）
77	湖北省	湖北“5G 服务春风行”工作方案
78	湖北省	关于降低 5G 基站用电成本有关事项的通知
79	湖北省	湖北省 5G+工业互联网融合发展行动计划（2021-2023 年）
80	湖南省	湖南省 5G 应用创新发展三年行动计划（2019-2021 年）
81	湖南省	加快第五代移动通信产业发展的若干政策
82	湖南省	关于支持推进第五代移动通信网络建设有关事项的通知
83	湖南省	湖南省 5G 应用“扬帆”行动实施方案（2022-2024 年）
84	广东省	广东省加快 5G 产业发展行动计划（2019-2022）
85	广东省	广东省 5G 基站和智慧杆建设计划(2019 年-2022 年)
86	广东省	关于加快推动 5G 网络建设的若干政策措施
87	广东省	推进全省高速公路项目 5G 网络覆盖和应用示范工作的实施方案
88	广东省	广东省 5G 基站和数据中心总体布局规划(2021-2025 年)
89	海南省	海南省加快 5G 网络建设政策措施
90	四川省	关于开展 2020 年四川省加快 5G 发展专项行动的通知
91	四川省	关于推进 5G 智慧医疗融合发展的指导意见
92	四川省	四川省加快推进新型基础设施建设行动方案（2020—2022 年）
93	四川省	关于加快推动 5G 发展的实施意见
94	四川省	四川省 5G 网络建设及应用发展行动计划（2021-2023）
95	贵州省	省人民政府办公厅关于加快推进全省 5G 建设发展的通知

序号	省份	文件名称
96	贵州省	贵州省通信管理局关于做好 5G 基站规划工作的通知
97	贵州省	贵州省推进 5G 通信网络建设实施方案
98	贵州省	关于成立 5G 通信网络规划专班的通知
99	贵州省	贵州省 5G 发展规划(2020—2022)
100	贵州省	贵州省 5G 建设大战 90 天工作方案
101	贵州省	贵州省 2021 年 5G 应用场景行动方案
102	贵州省	2022 年贵州省 5G 应用场景重点项目清单
103	云南省	云南省 5G 产业发展实施方案
104	云南省	云南省“5G+工业互联网”示范工程推进方案
105	云南省	5G 应用“扬帆”云南行动计划（2022-2024 年）
106	云南省	云南省“十四五”新型基础设施建设规划
107	陕西省	加快陕西省通信基础设施建设及 5G 创新发展 2020 年行动计划
108	陕西省	陕西省 5G 应用“扬帆”行动计划(2021-2023 年)
109	甘肃省	甘肃省人民政府办公厅关于进一步支持 5G 通信网建设发展的意见
110	甘肃省	甘肃省 5G 建设及应用专项实施方案
111	甘肃省	甘肃省 5G 站址专项规划(2020-2024)
112	青海省	青海省 5G 发展规划(2019-2023 年)
113	青海省	关于加快推动 5G 产业发展的实施意见
114	青海省	关于进一步支持 5G 网络建设的若干措施
115	内蒙古	内蒙古自治区人民政府关于加快推进 5G 网络建设若干政策的通知
116	广西省	广西交通运输 5G 产业发展行动计划（2019-2022 年）实施方案
117	广西省	广西加快 5G 发展行动计划
118	广西省	广西“双千兆”网络协同发展行动计划（2021-2023 年）
119	广西省	广西 5G 应用“扬帆”行动计划(2022-2024 年)
120	宁夏省	关于促进 5G 网络建设发展的实施意见
121	新疆	新疆维吾尔自治区促进 5G 网络建设发展规定
122	西藏	西藏自治区 5G 应用实施方案

数据来源：政府网站，TDIA

附件五：国内各省市 5G 基站情况汇总

省市	现有 5G 基站数（万）	基站规划数（万）
北京	7.6	8.6（2023 年）
天津	5.5	6（2023 年）
河北	8.38	15（2026 年）
上海	6.8	7.2（2023 年）
江苏	20.2	25.5（2025 年）
浙江	17.1	21（2023 年）
福建	7.3	12（2025 年）
山东	16.2	18（2023 年）
广东	22.6	25（2025 年）
海南	1.9	2.5（2025 年）
山西	6.7	9.2（2023 年）
安徽	8.5	15（2025 年）
江西	6.5	10（2025 年）
河南	15.32	18（2023 年）
湖北	8.24	13（2025 年）
湖南	8.9	15（2025 年）
内蒙古	4.2	5（2025 年）
广西	6.6	10（2025 年）
重庆	8	15（2025 年）
四川	11	25（2025 年）
贵州	8.43	13（2025 年）
云南	6.6	15（2025 年）
西藏	0.958	3（2025 年）
陕西	6.3	11（2025 年）
甘肃	3.15	4.5（2025 年）
青海	1	0.7（2022 年）
宁夏	1.2	3（2025 年）
新疆	3.3	--
辽宁	6.7	14（2025 年）
黑龙江	5.8	11.4（2025 年）
吉林	3.4	5.5（2025 年）

数据来源：TDIA、政府网站

附件六：4G 网络重点数据

网络名称	网络情况
LTE 网络	全球 245 个国家与地区的 980 家运营商投资 LTE 网络，其中 242 个国家与地区的 817 家运营商提供商用的 LTE 网络服务。
TD-LTE 网络	TD-LTE 商用网络总数达到 187 张(包括融合网络)；全球 99 个国家与地区的 271 个运营商正在投资部署 TDD 网络。
LTE-A 网络	全球已有 150 个国家和地区开通 336 张 LTE-A 商用网络，159 个国家与地区的 369 个运营商正在投资部署 LTE-A 网络。
VoLTE 网络	全球 125 个国家和地区已有 237 张网络开通 VoLTE 服务，共计 132 个国家和地区的 292 个运营商正在投资部署 VoLTE 网络。
NB-IoT 网络	全球已有 78 个国家和地区的 168 个运营商投资部署 NB-IoT 网络，64 个国家与地区的 125 张 NB-IoT 网络已经完成部署。
LTE-M/Cat-M1 网络	全球已有 42 个国家和地区的 76 个运营商投资部署 LTE-M/Cat-M1 网络，34 个国家与地区的 57 张 LTE-M/Cat-M1 网络已经完成部署。

数据来源：GSA，TDIA



TD 产业联盟
Telecommunication Development
Industry Alliance

驱动商用进程 成就 5G 梦想

TD 产业联盟（TDIA）是科技部试点产业技术创新战略联盟、第一批中关村标准创新试点单位。TDIA 成立于 2002 年，现有 100 余家成员单位，已成为支撑和推动我国移动通信产业发展的重要平台。TDIA 致力于在全球范围内推动移动通信基于 TDD 制式的后续演进各代技术（包括 TD-LTE、TD-LTE-Advanced、5G、6G 等）、以及融合技术标准与产业的发展，整合产业资源，营造产业发展大环境，促进信息通信技术（ICT）领域的融合发展，使联盟成员在发展中达到互利共赢，为世界通信发展贡献力量。随着移动通信的迅猛发展，目前 TDIA 已在 5G、“互联网+”和国际拓展等方面做了很多工作，并取得显著成绩。



地址：北京海淀区花园东路 10 号 高德大厦 301 室



邮编：100191



电话：+86-10-82036611



电子邮箱：wangqian@tdia.cn ; wangxueying@tdia.cn