



2023

全球数字科技 发展研究报告

PART 1: 全球科研实力对比

数字技术前瞻



报告作者



叶静芸

jingyun.ye@aminer.cn

智谱 AI 研究咨询部科技产业研究员，生态学博士。曾经多次主持或参与“北京市十大高精尖产业研究”、“各地企业技术尽调”、“人工智能系列报告”等多个项目，积累了科技政策、人才政策、科技评估等多方面研究经验。重点关注人工智能、先进制造等领域。



邬克

ke.wu@aminer.cn

智谱 AI 研究咨询部科技产业研究员、负责人，外交学院法学硕士。在核心期刊、知名媒体发表论文和评论性文章 20 余篇；10 余年科技产业研究咨询经验。



苏中

suzhong.sz@alibaba-inc.com

阿里研究院资深技术专家，计算机博士。阿里研究院资深技术专家，阿里研究院未来技术中心负责人，中国中文信息学会理事，中国计算机学会人工智能专委会常务委员。关注下一代互联网技术与产业发展。

报告概述

（一）全球数字技术论文的“量与质”比较

1. 中美数字科技论文整体影响力大致相当。尽管中国数字科技领域论文数量（506,775 篇）与美国（525,794 篇）还存在 4% 的差距，但是平均被引量中国比美国多 4 次 / 篇，这说明中国数字科技领域论文整体影响力与美国大致相当。英国和加拿大论文数量大幅落后于中美两强，但其论文平均被引量明显高于中美，这说明英加两国数字科技论文影响力在全球仍占有重要地位。

2. 中国在卓越研究成果方面明显落后于美国。某领域全球被引量 Top 1% 论文（以下简称“Top 1% 论文”）被称为“顶尖论文”，其代表该领域卓越的学术研究成果。在数字科技领域，中国 Top 1% “顶尖论文”数量（7,096 篇）明显少于美国（9,634 篇），且平均被引量也明显落后于美国。

3. 在全球数字化浪潮中，欧美国家是数字科技基础研究创新的引领者。除中国外的亚洲国家——印度、日本和韩国也跻身全球论文数量前 10 强国家行列，但它们的身影没有出现在 Top 1% 论文数量前 10 强行列。在 Top 1% 论文数量前 10 强国家中，除中国和澳大利亚外，其他 8 国（美、英、德、加、法、意、荷、西）均为欧美国家，且平均被引量均在 300 次 / 篇以上，而中国仅为 202 次 / 篇。

4. 中国科学院¹的数字科技论文发表量高居全球第一。在全球数字科技论文量前 10 强机构中，排名前三的机构依次是中国科学院（59,487 篇）、美国加州大学（49,111 篇）和法国研究型大学联盟（UDICE）（48,217 篇）；除中国科学院外，中国还有一家机构即中国科学院大学（18,381 篇）也跻身前 10 强；平均被引量最高的是哈佛大学和美国能源部，前者为 50 次 / 篇，后者为 45 次 / 篇，显示两者在数字科技领域显示出较强的研究和创新能力。

¹注：中国科学院是一个庞大的科研学术机构，下设 11 个分院、100 多家科研院所、130 多个国家级重点实验室和工程中心，目前有正式职工 6.9 万余人，在学研究生 7.9 万余人。

表 1 全球数字科技论文产出国家排名

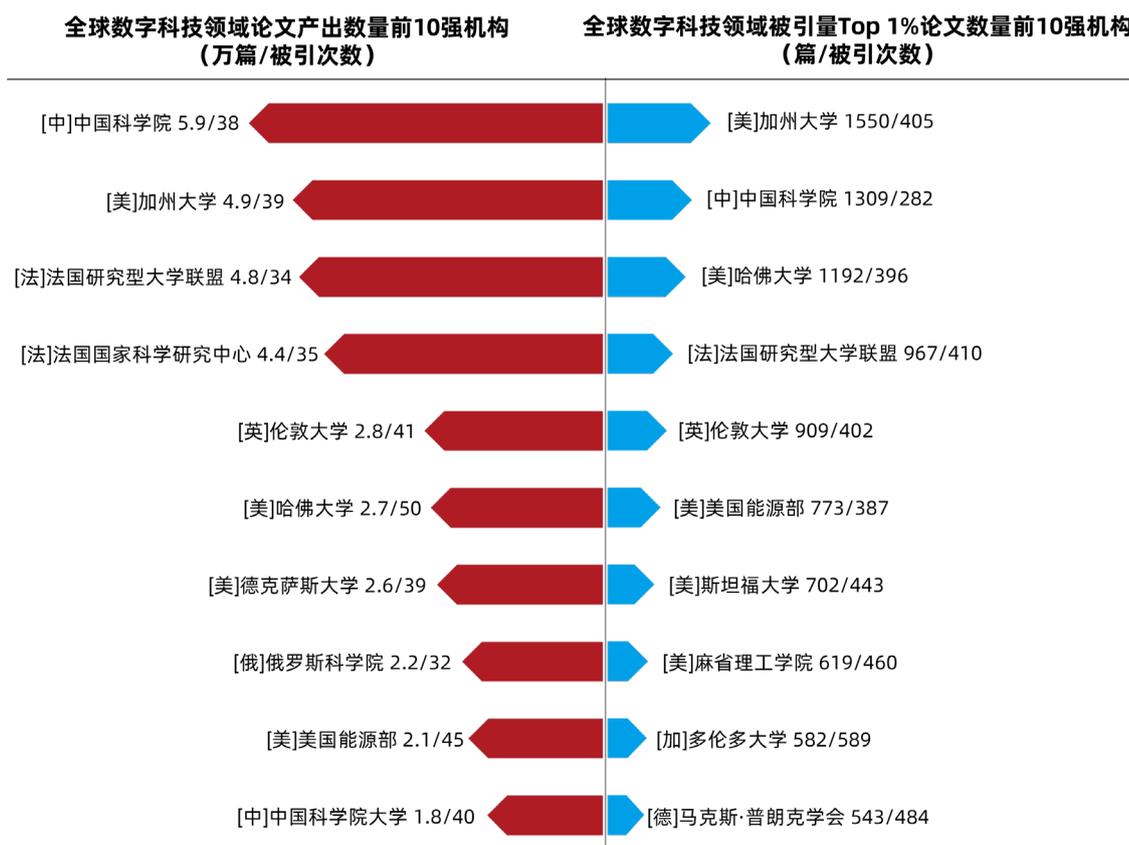
数字科技论文总产出					引用量 Top1%的数字科技“顶尖论文”				
排 名	国家	论文量 (万篇)	被引量 (次/篇)		排 名	国家	论文量 (篇)	被引量 (次/篇)	
1	 美国	52.6	14		1	 美国	9,634	312	
2	 中国	50.7	18		2	 中国	7,096	202	
3	 德国	15.1	12		3	 英国	3,611	308	
4	 英国	13.8	25		4	 德国	2,760	304	
5	 印度	12.3	15		5	 加拿大	2,065	357	
6	 日本	9.9	9		6	 澳大利亚	2,033	282	
7	 意大利	9.8	17		7	 法国	1,642	387	
8	 法国	9.7	15		8	 意大利	1,551	331	
9	 加拿大	9.6	22		9	 荷兰	1,382	386	
10	 韩国	8.0	11		10	 西班牙	1,325	377	

说明：论文检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。
数据来源：AMiner 科技情报平台。

5. 美国加州大学 Top 1% 论文发表量位居全球第一。从数字科技 Top1% 论文数量来看，美国加州大学最多，为 1,550 篇；其次是中国科学院，为 1,309 篇；第三是美国哈佛大学，为 1,192 篇。多伦多大学和马克斯·普朗克学会的 Top 1% 论文数量分别排名第 9 名和第 10 名，但平均被引量分别名列第 1 和第 2 名，这说明这两所学术机构在全球数字科技领域生产出最具影响力或者卓越成果。

6. 令人感到鼓舞的是，中国在总体论文和 Top 1% 论文数量增长上与美国的“黄金交叉”均已出现。2019 年，中国在总体论文发表数量上与美国实现“黄金交叉”，而 2020 年中国在 Top 1% 论文数量上与美国再次实现“黄金交叉”，这说明中国不仅在论文总量超过美国，而且在“顶尖论文”数量上超越美国，并逐年扩大与美国的优势。

图 1 全球数字科技领域论文产出数量前 10 强机构



说明：1. 上图条形长度表示论文产出数量大小；2. 论文检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。

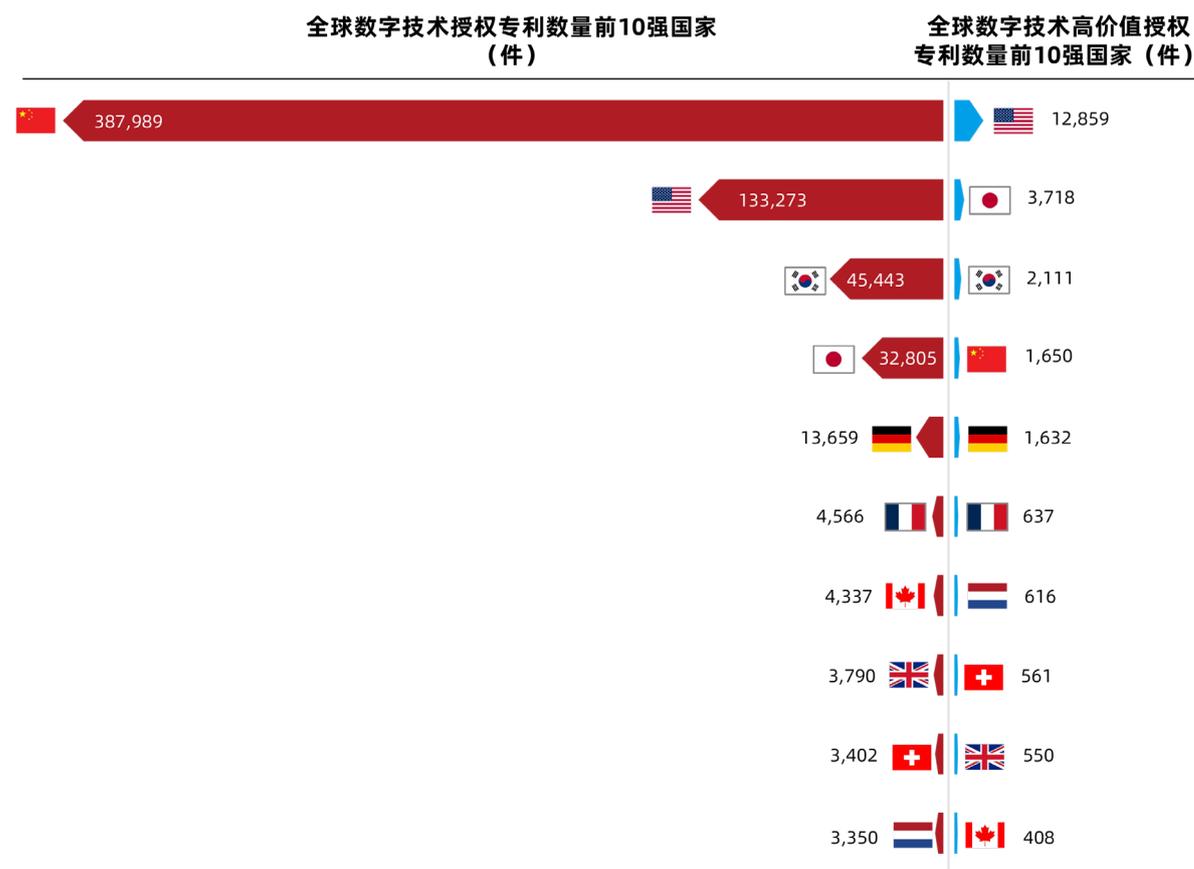
数据来源：AMiner 科技情报平台。

（二）全球数字技术专利比较，中国是数字技术专利大国，而非强国

1. 中国数字技术专利数量全球遥遥领先。中国共 387,989 件数字技术专利，是排名第 2 美国的 2.9 倍，是排名后 9 位国家总和的 1.6 倍，中国数字应用技术整体研发能力在全球首屈一指。

在数字科技领域专利数量排名前 10 机构中，中国机构占一半，其分别是百度、国家电网、腾讯、平安科技和华为。另外，老牌信息技术公司——国际商业机器公司（IBM）专利储备仍高居全球机构之首，显示深厚的数字技术积淀。分析发现，中国数字技术实力最强机构来自于能源、互联网、通信、金融等行业的科技巨头，以及 211、985、双一流和以理工为特色的全国重点大学，如西安电子科技大学、浙江大学、东南大学、华南理工大学等。

图 2 全球数字技术授权专利数量前 10 强国家排名



说明：专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月；
数据来源：AMiner 科技情报平台。

2. 中国数字技术高价值专利（市场价值 100 万美元以上）数量在全球相对落后。从数量上看，中国以 1,650 件高价值专利数量排名全球第 4 位，落后于美国的 12,859 件、日本的 3,718 件以及韩国的 2,111 件。

3. 在全球高价值专利前 10 强机构中，中国的华为和阿里巴巴入榜。韩国三星、微软公司和谷歌公司是全球高价值专利前三大巨头，数量依次为 1,061 件、630 件和 592 件。其他前 10 强机构依次是、高通、华为、IBM、苹果、飞利浦、阿里巴巴以及索尼。中国的华为和阿里巴巴入榜。

4. 中国数字科技巨头高价值专利储备实力与国际巨头差距仍然较大。中国高价值专利数量最多的是华为，阿里巴巴和腾讯分别位列第 2 和第 3 位，专利数量分别为 261 和 127 件，与三星、微软和谷歌等国际巨头的专利储备实力相差较大。

表 2 中国数字科技高价值专利数量前 5 强机构

排名	公司名称	高价值专利数 (件)	简介
第 1 名	 HUAWEI 华为技术有限公司	373	1987 年创立，是全球领先的 ICT（信息与通信）基础设施和智能终端提供商
第 2 名	 Alibaba 阿里巴巴集团控股有限公司	261	1999 年创立，是一家以技术驱动，开拓数字经济时代商业基础设施的数字智能公司
第 3 名	 Tencent 腾讯 腾讯科技(深圳)有限公司	127	1998 年成立，中国最大互联网综合服务提供商之一，重要业务是致力于企业数字化升级
第 4 名	 ZTE 中兴 中兴通讯股份有限公司	80	1985 年成立，是全球领先的综合通信解决方案提供商，中国最大的通信设备上市公司
第 5 名	 tsmc 台积电(中国)有限公司	78	2003 年成立，台积电独资设立的子公司，生产线宽 0.35 微米及以下大规模集成电路

说明：1. 本报告将市场价值为 100 万美元及以上的专利视为高价值专利；
2. 专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。
数据来源：AMiner 科技情报平台。

5. 中美数字技术专利实力差距在价值链高端部分。虽然中国专利总量是美国的 2.9 倍，但美国高价值专利是中国的 8 倍，特别是越往价值链高端，美国的优势越明显。可见美国占据了全球数字科技产业链的高端部分，而中国专利集中在价值链低端。从近 10 年中美高价值专利数量走势看，中美之间的差距并非出现明显的缩窄态势。

6. 全球数字技术高价值专利储备实力在较长时间内仍然维持“一超多强”格局。从近 10 年高价值专利数量变化态势看，全球主要数字技术强国均处于下降态势（原因之一是专利价值的显现需要一定时长），但是美国与日本、韩国、中国、德国等数字技术强国仍保持较大优势，很难预期后者在较短时期内能赶超前者。

（三）中国数字科技发展前景在于向价值链高端跃升

专利是倾向于应用技术的科研成果，其市场价值直接反映该技术应用产品处于产业价值链的位置。从专利市场价值分布看，中国数字技术专利价值在 30 万美元以下的占 98%，因此中国数字技术产业仍处于全球价值链低端。论文是倾向于基础研究的科研成果，往往是科技创新突破的先导。未来中国数字科技的发展前景在于从日益强大的基础研究成果中实现实际应用转化，推动数字技术产业向价值链高端跃升。

前言

近年来，数字经济已经成为推动全球经济发展的新动力，各国纷纷出台战略规划，依托数字化技术实现新一轮产业变革，进而抢占全球价值链的制高点。中国政府也做出了重大战略部署，相继出台了多项数字科技发展引导政策，全面推进数字科技发展，并明确提出数字中国战略，构筑国家竞争新优势，加快建成社会主义现代化强国。

2022年11月，习近平总书记在致世界互联网大会乌镇峰会的贺信中指出：“当今时代，数字技术作为世界科技革命和产业变革的先导力量，日益融入经济社会发展各领域全过程，深刻改变着生产方式、生活方式和社会治理方式。”国家十四五规划纲要专门设置“第五篇 加快数字化发展 建设数字中国”章节，对加快建设数字经济、数字社会、数字政府，营造良好数字生态做出明确部署。2021年12月，中央网络安全和信息化委员会日前印发《“十四五”国家信息化规划》，提出要建立健全规范有序的数字化发展治理体系。为推动开放、健康、安全的数字生态，加快数字中国建设进程提供方向。

作为技术研发的副产品，学术论文和专利是科研成果的重要结果之一，可以作为研发实力的衡量指标。为了更好地了解全球数字科技的发展情况，我们基于AMiner科技情报平台的数据，利用文献计量方法，通过持续跟踪相关领域学术论文、专利的申请情况和走势，揭示数字科技的热点前沿领域。另外，通过分析相关领域可以展示技术创新的活跃程度，对全球各国数字科技发展状况做全面比较。

目录

11/ 第一章 数字科技论文

- 12/ 1. 国家分布
 - 12/ 1.1 论文总量前 10 强国家
 - 13/ 1.2 Top 1% 论文前 10 强国家
 - 13/ 1.3 中美论文发表数量变化态势
- 15/ 2. 机构分布
 - 15/ 2.1 论文发布量前 10 强机构
 - 16/ 2.2 Top 1% 论文数量前 10 强机构

17/ 第二章 数字技术专利

- 18/ 1. 专利分布
 - 18/ 1.1 全球专利数量前 10 强国家
 - 19/ 1.2 专利数量前 10 强机构
 - 20/ 1.3 中美专利数量变化态势
- 21/ 2. 高价值专利分析
 - 21/ 2.1 全球高价值专利前 10 强国家
 - 22/ 2.2 全球高价值专利前 10 强机构
 - 23/ 2.3 中国高价值专利前 10 强机构
 - 25/ 2.4 中美专利价值比较分析
 - 26/ 2.5 中美等国高价值专利变化态势

27/ 第三章 总结与展望

- 28/ 1. 中国数字科技论文两项关键指标将登顶全球第一
- 28/ 2. 中国是数字技术专利大国，而非强国
- 28/ 3. 中国数字科技发展前景在于向价值链高端跃升

29/ 附件

- 30/ 1. 研究方法
 - 31/ 2. 数字科技八大领域主题词知识图谱
-

Chapter 1

数字科技论文

本章以数字科技领域的 ESI⁵ 核心论文（以下简称“论文”）、被引量 Top 1% 论文（以下简称“Top 1% 论文”）数据为研究基础，分别从论文的国家 and 机构分布两个方面进行分析。基于 AMiner 科技情报系统，共检索到数字科技领域内论文 **2,204,950 篇**，其中 Top 1% 论文 **23,138 篇**。

⁵ESI 被称为基本科学指标数据库 (Essential Science Indicators Database)，是国际公认的评价大学、学术机构和国家 / 地区国际学术水平和影响力的重要评价指标工具之一。

1

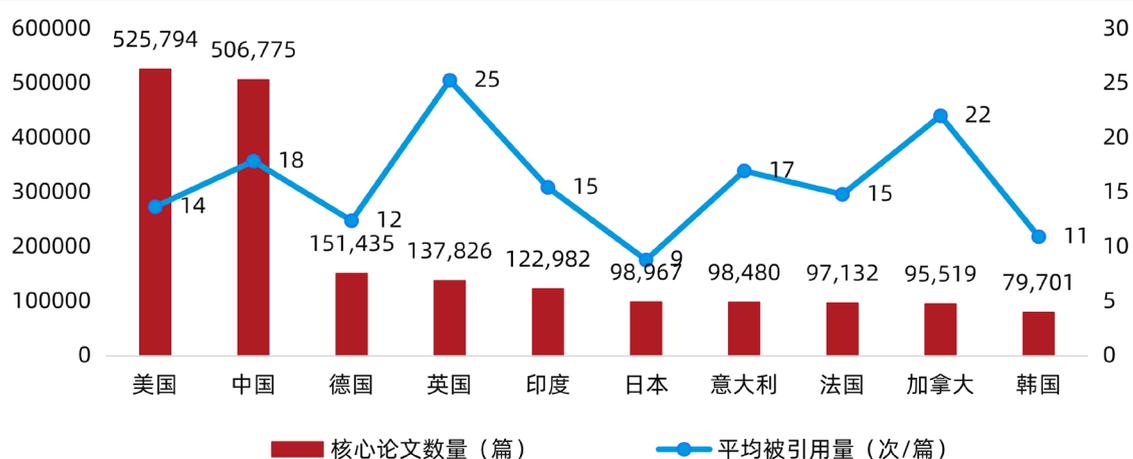
国家分布

1.1 论文总量前 10 强国家

从论文数量上看，美国的论文数量为 525,794 篇，位居全球第一，论文平均被引量为 14 次；中国的论文数量为 506,775 篇，论文平均被引量为 18 次。虽然中国的相关论文数量低于美国，但是被引用数量更具优势。第三至五位的德国、英国和印度的论文数量分别是 151,435 篇、137,826 篇和 122,982 篇。

从论文的平均被引量上看，英国的平均被引量最高，为 25 次 / 篇。虽然加拿大的论文数量相对较少，但平均被引量高达 22 次 / 篇，位列第二。中国论文平均被引量位列全球第三。意大利（17 次 / 篇）和印度（15 次 / 篇）研究成果的认可度也较高，分列第四和第五位。

图 3 数字科技领域论文数量前 10 强国家



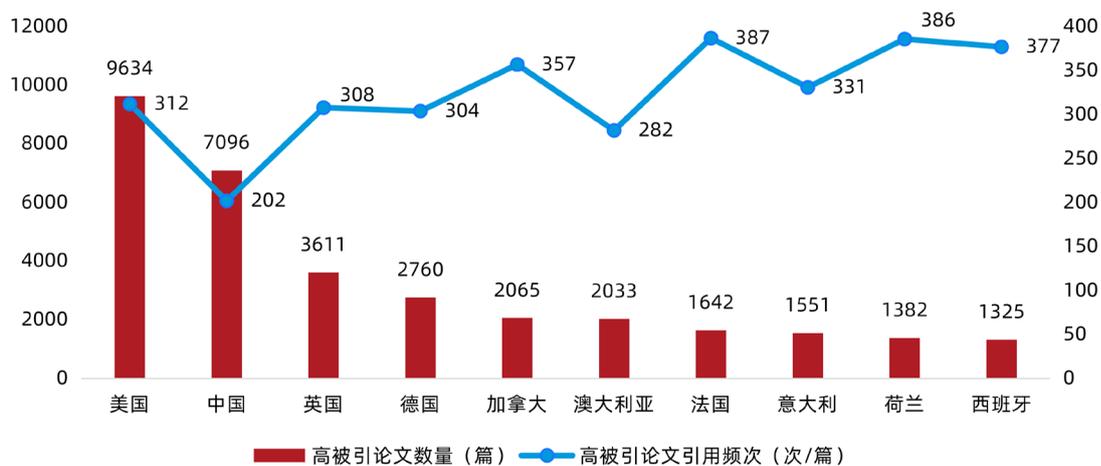
说明：论文检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。
数据来源：AMiner 科技情报平台。

1.2 Top1% 论文前 10 强国家

被引量进入前 1% 的“顶尖论文”被称为引领相关领域最卓越的研究成果。下图显示了数字科技领域 Top 1% 论文数量前 10 强国家状况。

从论文数量和平均被引量综合分析看，拥有最多 Top 1% 论文的国家是美国为 9,634 篇，但被引状况表现一般；第二名为中国，数量为 7,096 篇，约为第三名英国（3,611 篇）的两倍，但相比于英国 202 次 / 篇的被引量，中国研究论文的国际影响力还待提升。其余七个国家 Top 1% 论文数量明显少于前三名，但其中六个国家的平均被引量都在高于 300 次 / 篇，其中法国（387 次 / 篇）、荷兰（386 次 / 篇）、西班牙（377 次 / 篇）和加拿大（357 次 / 篇）的被引量 Top 1% 论文最受关注。整体而言，欧美国家的数字科技理论研究成果更受国际认可。

图 4 数字科技研究领域被引量 Top 1% 论文数量前 10 强的国家

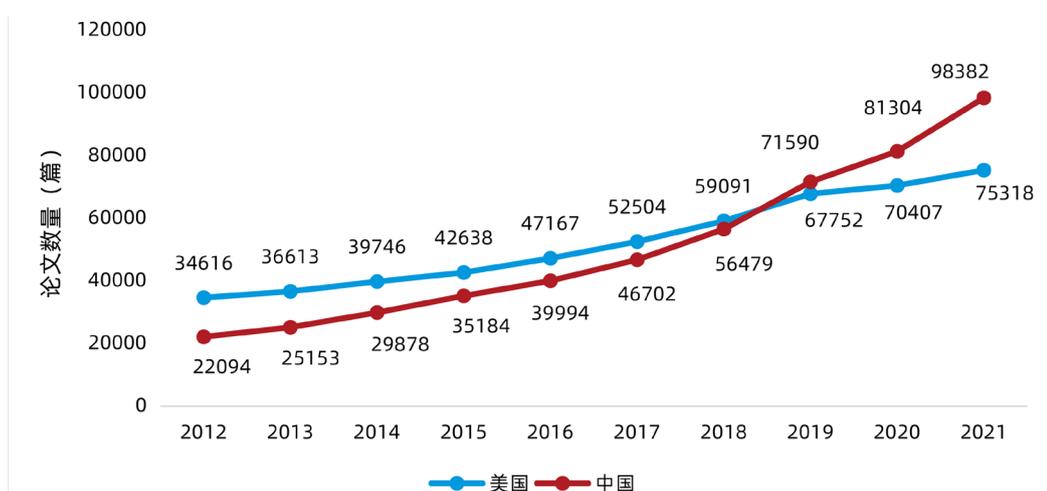


说明：论文检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。
数据来源：AMiner 科技情报平台。

1.3 中美论文发表数量变化态势

在 2012-2018 年间，美国的年产论文数量多于中国，但随着中国科研实力的逐步增强，中国逐年缩小与美国的差距。到 2019 年，中国的论文数量超过美国，并逐渐扩大对美优势。2021 年中国数字科技领域的论文为 98,382 篇，而美国为 75,318 篇。

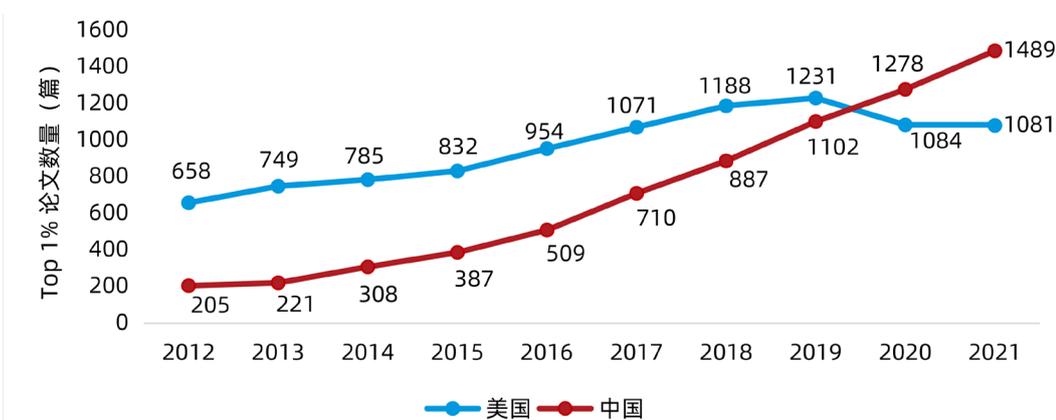
图 5 2012-2021 年中美两国论文发表数量变化态势



数据来源：AMiner 科技情报平台。

2020 年之前，美国 Top 1% 论文年产量多于中国；2020 年之后，中国的被引量 Top 1% 论文数量超过美国，并逐渐扩大优势，2021 年中国的论文数量为 1,489 篇，美国的论文数量为 1,081 篇。

图 6 2012-2021 年中美两国被引量 Top1% 论文数量变化



说明：论文检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。

数据来源：AMiner 科技情报平台。

从以上中美两国在数字科技领域论文发表态势看，2019 年中国在数量上超过美国，2020 年中国在质量上超过美国。

2

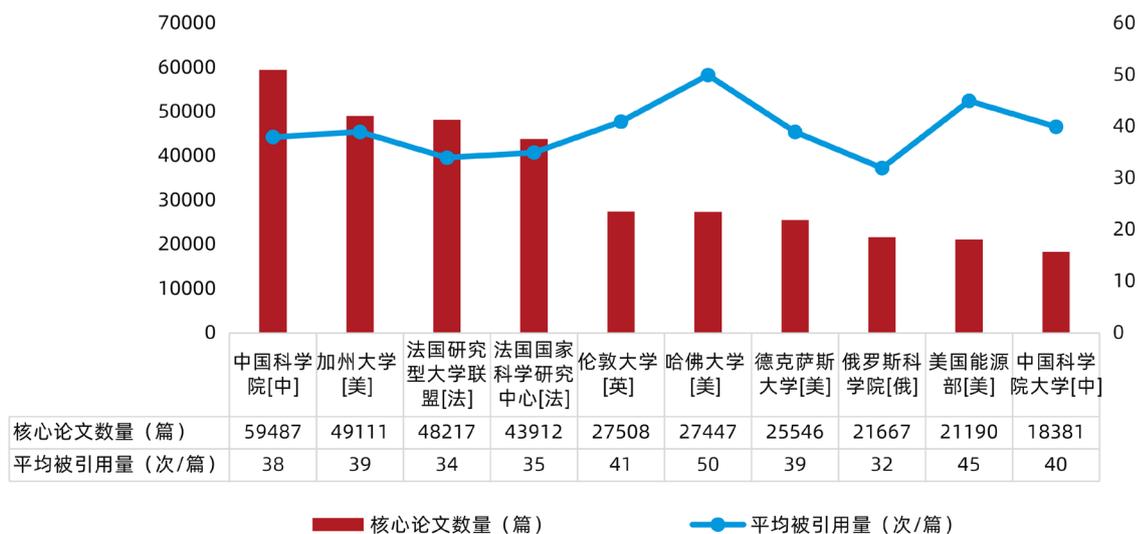
机构分布

2.1 论文发布量前 10 强机构

从机构发表的论文数量和引用率看，中国科学院拥有的论文数量最多，为 59,487 篇，引用率处于中等水平（38 次 / 篇）；论文发表量排名第二的是美国加州大学，共有论文 49,111 篇，被引量 38 次 / 篇；第三是法国研究型大学联盟（UDICE），共有论文 48,217 篇，被引量为 34 次 / 篇，该联盟于 2020 年由法国 10 所顶尖大学组成，显示在数字科技领域较强的研究能力。平均被引量最高的是哈佛大学，为 50 次 / 篇，论文量为 27,447 篇；平均被引量排名第二的机构是美国能源部，为 45 次 / 篇，论文量为 21,190 篇，该部是美国联邦政府在基础科学研究方面最主要的管理和资助机构，下设 24 个国家实验室和技术中心，在数字科技领域显示较强的研究和创新能力。

除中国科学院外，中国还有一家机构即中国科学院大学进入前 10 强机构行列，其论文量为 18,381 篇，被引量为 40 次 / 篇。

图 7 全球数字科技领域论文数量前 10 强机构



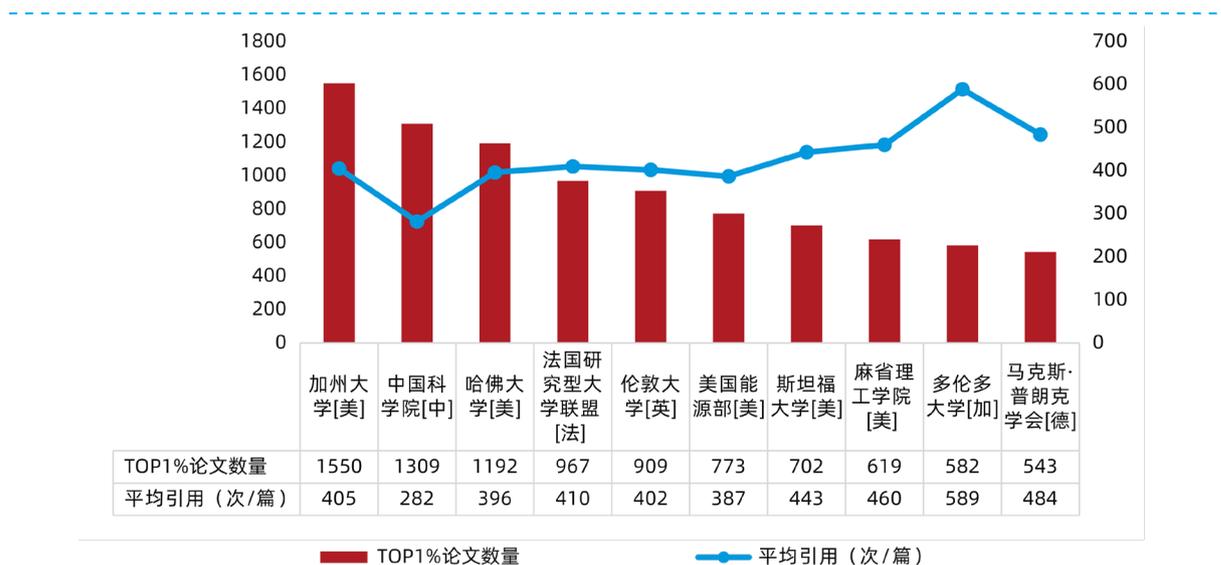
说明：论文检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。
数据来源：AMiner 科技情报平台。

2.2 Top1% 论文数量前 10 强机构

从数字科技被引量 Top1% 论文数量来看，美国加州大学最多，为 1,550 篇；其次是中国科学院，为 1,309 篇；第三是美国哈佛大学，为 1,192 篇。进入被引量 Top 1% 论文数量前 10 强机构还有法国研究型大学联盟、英国伦敦大学、美国能源部、美国斯坦福大学、美国麻省理工学院、加拿大多伦多大学以及德国马克斯·普朗克学会。

其中，多伦多大学和马克斯·普朗克学会的被引量 Top 1% 论文数量分别排名第 9 名和第 10 名，但平均被引量分别名列第 1 和第 2 名，说明这两所学术机构在全球数字科技生产出了最具影响力的学术研究成果。

图 8 全球数字科技领域 Top1% 论文数量前 10 强机构



说明：论文检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。
数据来源：AMiner 科技情报平台。

Chapter 2

数字技术专利

本章以数字技术相关的专利数据为研究基础，从专利的国别分布、价值分布两个维度对进行详细分析。基于 AMiner 大数据平台，共检索到数字科技领域同族授权专利（以下简称“专利”）

669,942 件。

1

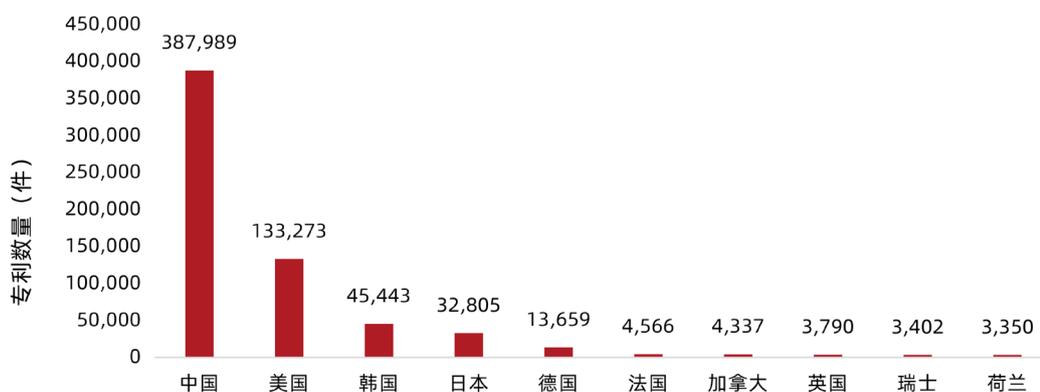
专利分布

1.1 全球专利数量前 10 强国家

在数字科技领域，全球专利数量前 10 强国家或地区如下图所示。从专利数量来看，中国共 387,989 件，遥遥领先于其他国家，是排名第 2 的美国的 2.9 倍，是排名后 9 位国家总和的 1.6 倍。可见，中国数字应用技术研发整体水平在全球首屈一指。

亚洲的韩国和日本分别以 45,443 件专利和 32,805 件专利位居第 3 名和第 4 名，其他跻身专利数量前 10 国家依次是德国、法国、加拿大、英国、瑞士和荷兰等欧美国。

图 9 数字科技专利数量前 10 强国家

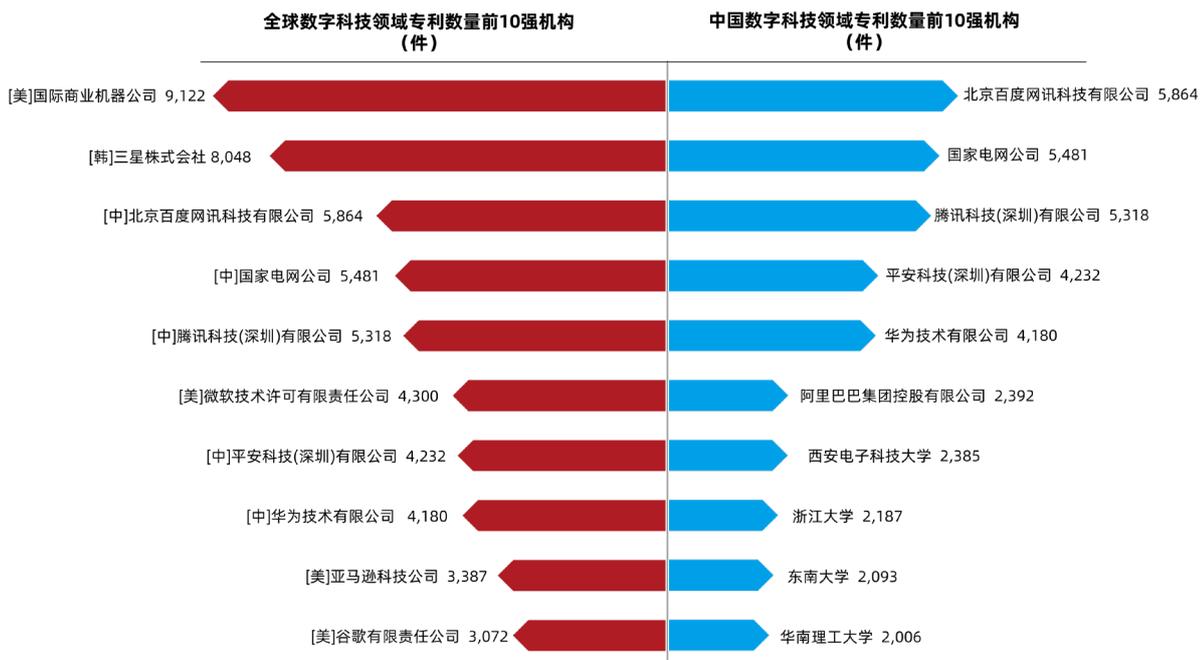


说明：专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月；
数据来源：AMiner 科技情报平台。

1.2 专利数量前 10 强机构

数字科技领域专利数量排名前 10 机构如下表所示。全球专利前十名强机构中中国机构占据半数席位，其余为 4 家美国机构和 1 家韩国机构。其中，美国 IBM 公司拥有的专利数量最多，共 9,122 件，可见 IBM 在数字科技领域具非常深厚的技术积淀；韩国三星以 8,048 件专利优势居于第二，与 IBM 差距较小；第三名是百度公司，共有 5,864 件。进入前 10 强的中国机构还有国家电网、腾讯、平安科技和华为，它们分别位居全球第 4、第 5、第 7 和第 8 名。中国 TOP10 机构包括 6 家企业和 4 所高校，前者有百度、国家电网、腾讯、平安科技、华为和阿里巴巴，后者包括西安电子科技大学、浙江大学、东南大学和华南理工大学。由此可见，中国数字技术实力最强机构来自于能源、互联网、通信、金融等行业的科技巨头，以及 211、985、双一流和以理工为特色的全国重点大学。

图 10 全球数字科技领域论文产出数量前 10 强机构

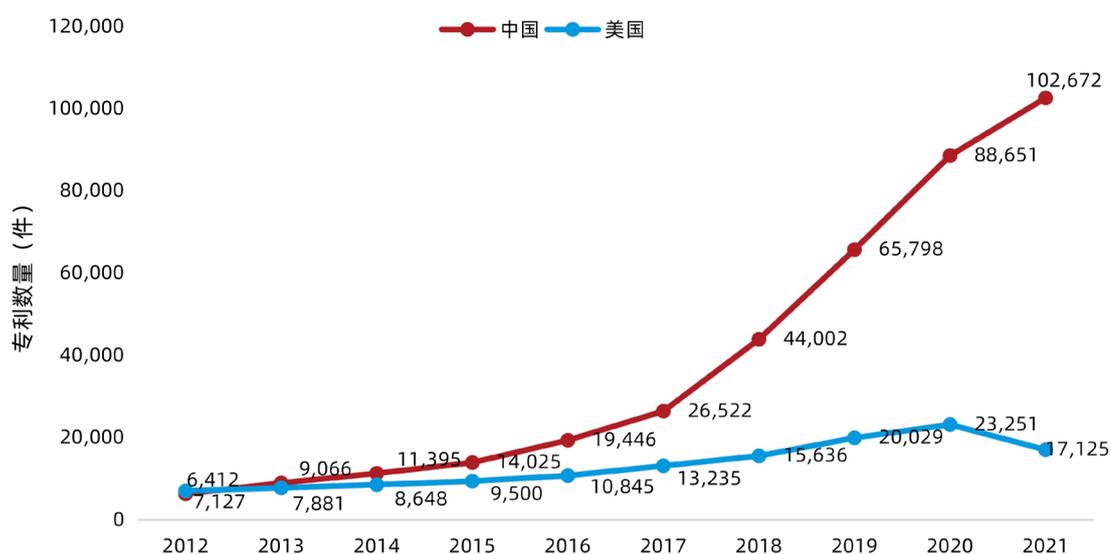


说明：1. 上图条形长度表示论文产出数量大小；2. 论文检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。
数据来源：AMiner 科技情报平台。

1.3 中美专利数量变化态势

中国一直是数字科技领域的专利研发大国。2012 年中美数字科技专利数量差距较小，2013 年之后中国的专利研发速度不断加快，而美国的增长幅度较小，中美之间的差距持续扩大。截至 2021 年，中国的数字科技专利数量达到了 102,672 件，是同年美国（17,125 件）专利的 6 倍之多。

图 11 2012-2021 年中美两国专利数量变化



说明：专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月；
数据来源：AMiner 科技情报平台。

2

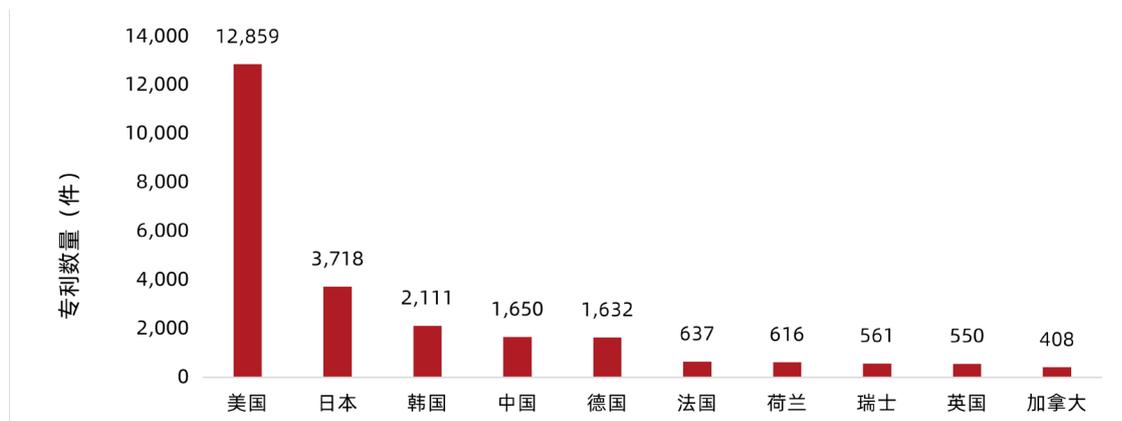
高价值专利分析

2.1 全球高价值专利前 10 强国家

本报告将市场价值为 100 万美元及以上的专利视为高价值专利。

全球高价值专利数量排名前 10 的国家如下图所示。其中美国高居第 1 名，共 12,859 件，是排名第 2 的日本（3,718 件）的 3.4 倍；第三是韩国，共 2,111 件；中国排名第 4，共 1,650 件，仅为美国的 12.8%；德国（1,632 件）以微小差距紧随中国而名列第五。第 6-10 名依次为法国、荷兰、瑞士、英国以及加拿大。由此可见，虽然中国数字技术专利数量遥遥领先其他国家，但是高价值专利数量大幅落后于美国，也落后于日韩两国。

图 12 全球数字科技高价值专利前 10 强国家



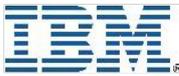
注：1. 本报告将市场价值为 100 万美元及以上的专利视为高价值专利；
2. 专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月
数据来源：AMiner 科技情报平台

2.2 全球高价值专利前 10 强机构

全球高价值专利数量排名前 10 的机构如下图所示。其中美国企业数量共 5 家，中国 2 家，韩国、荷兰、日本各 1 家。韩国三星公司的高价值专利数量最多，共 1,061 件；第二是美国微软公司，共 630 件；第三是美国谷歌公司，共有 592 件。中国的华为公司和阿里巴巴分别以 373 件和 261 件专利的数量位居榜单的第五和第九位。

专利的市场价值随时间递进而具波动性，高价值专利能够反映当下技术创新的新风向。因此，三星、微软、谷歌等上述高价值专利前 10 强公司是当下全球数字技术创新的主要引领者。

表 3 全球数字技术高价值专利数量前 10 强机构

排名	公司名称	高价值专利数 (件)	简介
第 1 名	 [韩]三星电子株式会社	1,061	1938 年创立，是韩国最大的跨国企业集团，业务涉及电子、金融、机械、化学等众多领域
第 2 名	 [美]微软公司	630	1975 年创立，以研发、制造和提供电脑软件服务为主，为全球最大电脑软件供应商
第 3 名	 [美]谷歌有限责任公司	592	1998 年成立，被公认为全球最大的搜索引擎公司，提供大量基于互联网的产品与服务
第 4 名	 [美]高通公司	545	1985 年创立，为全球领先的无线科技创新者，主营无线电通信技术研发，芯片研发
第 5 名	 [中]华为技术有限公司	373	1987 年成立，是全球领先的信息与通信技术 (ICT) 解决方案供应商
第 6 名	 [美]国际商业机器公司	352	1911 年创立，计算机产业长期的领导者，全球最大的信息技术和业务解决方案公司
第 7 名	 [美]苹果公司	332	1976 年成立，目前为全球市值最大的高科技公司，主营业务有智能手机、计算机软件、在线服务等

第 8 名		[荷]飞利浦公司	295	1891 年成立，世界上最大的电子产品品牌之一，在欧洲名列榜首。业务覆盖照明、消费电子、家用电器和医疗系统等领域。
第 9 名		[中]阿里巴巴集团控股有限公司	261	1999 年创立，是一家以技术驱动，开拓数字经济时代商业基础设施的数字智能公司
第 10 名		[日]索尼公司	260	1946 年成立，是全球知名的大型综合性跨国企业集团，以研制电子产品为主要事业

注：1. 本报告将市场价值为 100 万美元及以上的专利视为高价值专利；
2. 专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。
数据来源：AMiner 科技情报平台。

2.3 中国高价值专利前 10 强机构

中国高价值专利前 10 强企业如下图所示。其中，清华大学是唯一的高校机构，其余均为企业。排名第一的是华为技术有限公司，专利数量共 373 件；阿里巴巴和腾讯科技分别以 261、127 的专利数量位居第二、第三。第四名是中兴通讯，共有 80 件专利；第五名是台积电，共有 78 件专利。后四家公司分别是小米、京东方、OPPO 以及宏达电子。

表 4 中国数字科技高价值专利数量前 10 强机构

排名	公司名称	高价值专利数 (件)	简介	
第 1 名	 HUAWEI	华为技术有限公司	373	1987 年创立，是全球领先的 ICT (信息与通信) 基础设施和智能终端提供商
第 2 名		阿里巴巴集团控股有限公司	261	1999 年创立，是一家以技术驱动，开拓数字经济时代商业基础设施的数字智能公司
第 3 名	 Tencent 腾讯	腾讯科技(深圳)有限公司	127	1998 年成立，中国最大互联网综合服务提供商之一，重要业务是致力于企业数字化升级
第 4 名		中兴通讯股份有限公司	80	1985 年成立，是全球领先的综合通信解决方案提供商，中国最大的通信设备上市公司

第 5 名		台积电(中国)有限公司	78	2003 年成立, 台积电独资设立的子公司, 生产线宽 0.35 微米及以下大规模集成电路
第 6 名		小米科技有限责任公司	49	2010 年创立, 是以智能手机、智能硬件和 IoT 平台为核心的消费电子及智能制造公司
第 7 名		京东方科技集团股份有限公司	37	1993 年成立, 是一家为信息交互和人类健康提供智慧端口产品和服务的物联网公司
第 8 名		OPPO 移动通信有限公司	31	2004 年成立, 智能终端制造商和移动互联网服务提供商
第 9 名		宏达电子股份有限公司	29	1997 年成立, 是一家位于中国台湾的手机与平板电脑制造商
第 10 名		清华大学	21	1911 年创办, 211、985 和双一流重点大学, 中国高层次人才培养和科学技术研究的基地

注: 1. 本报告将市场价值为 100 万美元及以上的专利视为高价值专利;

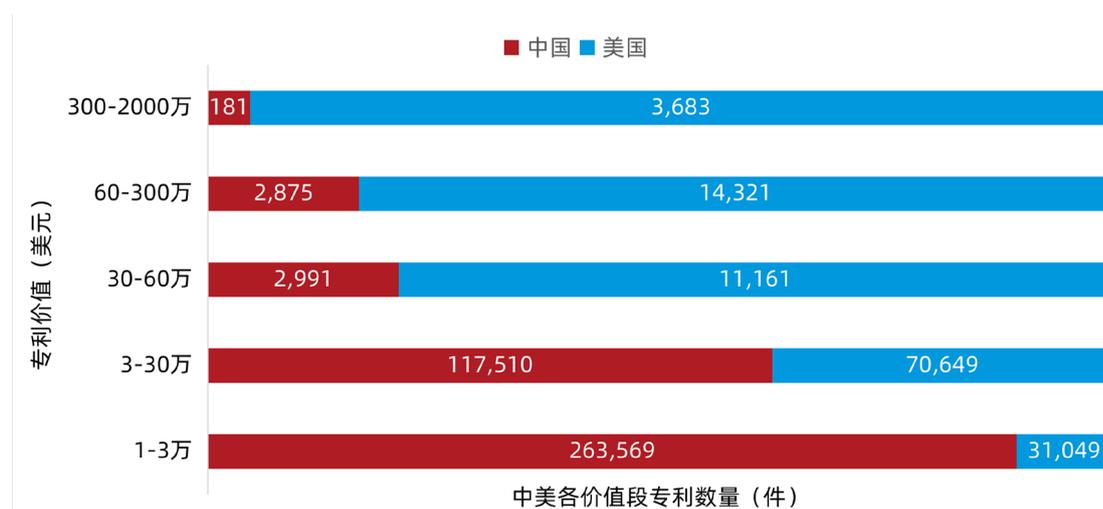
2. 专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月。

数据来源: AMiner 科技情报平台。

2.4 中美专利价值比较分析

从中美两国专利价值分布看，中国拥有的 1-3 万美元的专利数量占绝对优势，共 263,569 件，是美国的 8 倍；其次是 3-30 万美元的专利，是美国的 1.3 倍。但是 30 万美元以上的专利，美国数量开始翻转。在 30-60 万美元的专利中，美国共 11,161 件，是中国的 3.7 倍；60-300 万美元的专利是中国的 5 倍；300-2000 万美元的专利是中国的 20 倍。可见，以 30 万美元为节点，该节点往下，中国优势越明显；该节点以上，美国的优势越明显。

图 13 2012-2021 年中美两国专利价值分布示意图

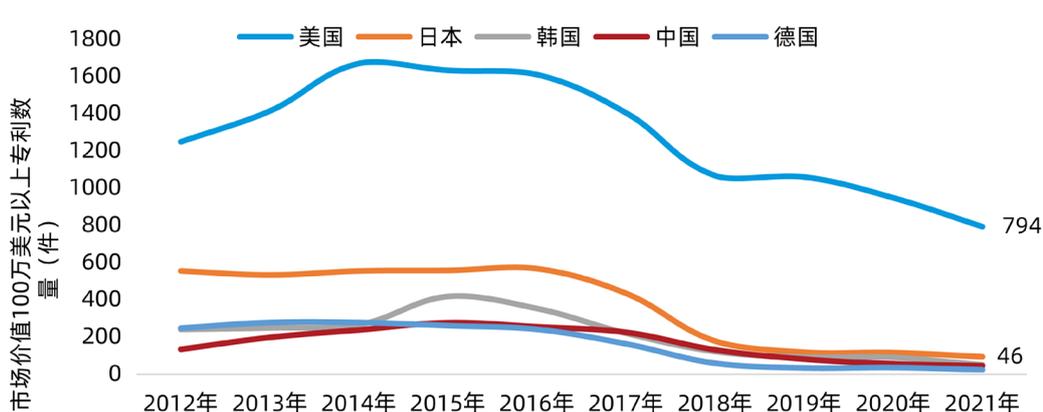


说明：专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月；
数据来源：AMiner 科技情报平台。

2.5 中美等国高价值专利变化态势

从近 10 年高价值专利数量变化态势看，全球主要数字技术强国均处于下降态势（原因之一是专利价值的显现需要一定时长），美国与日本、韩国、中国、德国等数字技术强国仍保持较大优势。因此，全球数字技术领域的高价值专利储备实力格局在较长时间内仍然维持“一超多强”。

图 14 2012-2021 年数字技术高价值专利前 5 强国家专利数量走势



说明：专利检索时间范围为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月；
数据来源：AMiner 科技情报平台。

Chapter 3

总结与展望

1. 中国数字科技论文两项关键指标将登顶全球第一

目前中国数字科技论文两项关键指标，即论文总量和 Top 1% 论文量均处于全球“老二”的位置，但中美该两项指标的“黄金交叉”已经出现，而且中国的增长势头强劲，因此中国数字科技论文总量和最卓越论文数量登顶全球第一的位置可期。

2. 中国是数字技术专利大国，而非强国

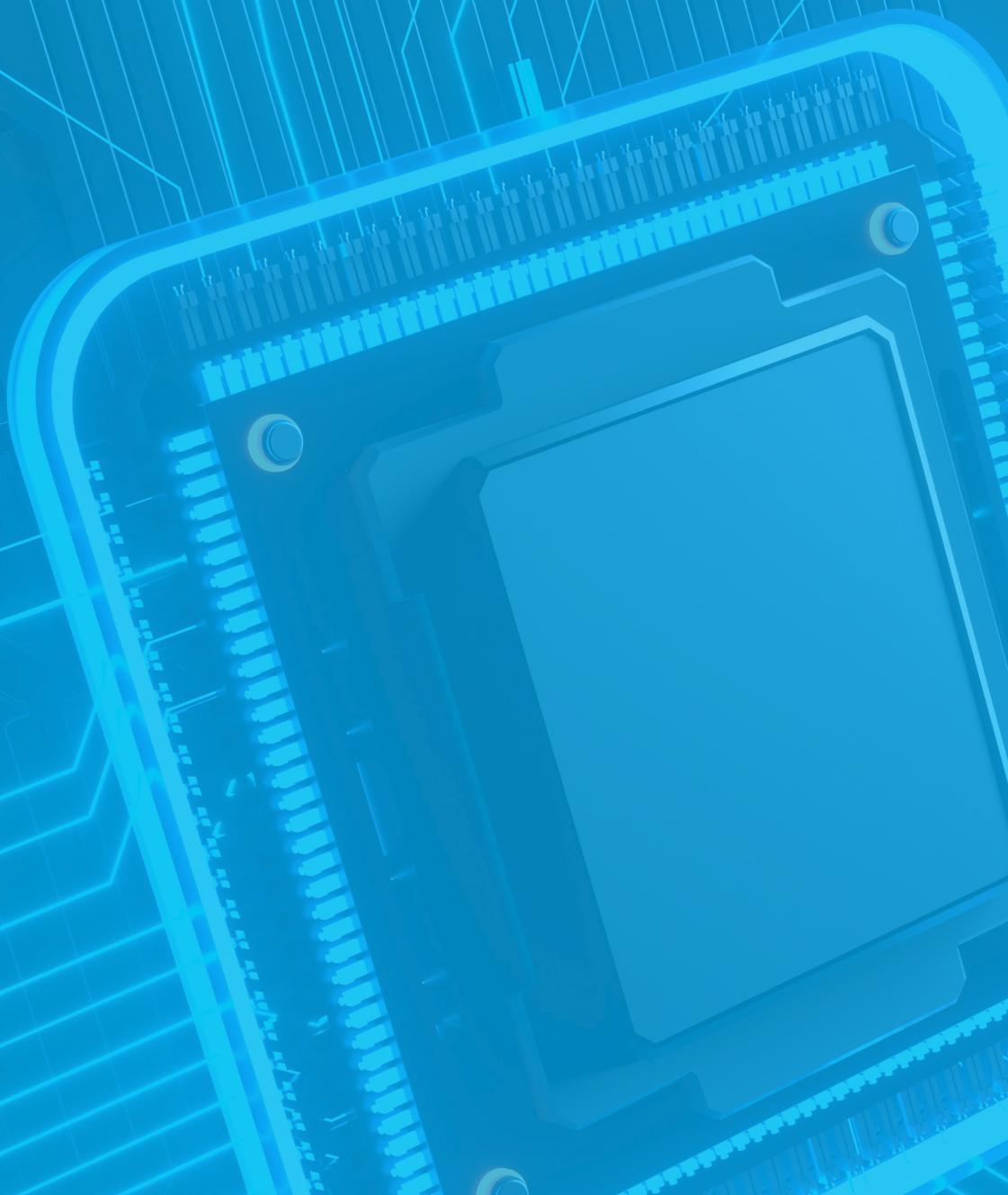
中国数字技术专利数量全球遥遥领先，专利数量前 10 强机构一半为中国公司和高校，但是高价值专利数量排名跌至全球第 4，仅为美国的 12%。中国数字技术专利胜在“量”上，输在“质”上，因此中国是数字技术专利大国，而非强国。

3. 中国数字科技发展前景在于向价值链高端跃升

专利是倾向于应用技术的科研成果，其市场价值直接反映该技术应用产品处于产业价值链的位置。从专利市场价值分布看，中国数字技术专利价值在 30 万美元以下的占 98%，因此中国数字技术产业仍处于全球价值链低端。论文是倾向于基础研究的科研成果，往往是科技创新突破的先导。未来中国数字科技的发展前景在于从日益强大的基础研究成果中实现实际应用转化，推动数字技术产业向价值链高端跃升。

Chapter 4

附件



1

研究方法

数字科技是基于物理世界和数字世界映射互动的体系提炼的一个新概念，是当今世界创新速度最快、通用性最广、渗透性和引领性最强的领域之一。本报告通过人工智能技术，从海量大规模非结构化的数据中抽取数字科技相关知识，生成结构化的知识数据，并根据关系和属性链接等构建数字科技知识图谱，确保了知识体系的完整性，本次研究范围覆盖与数字科技高度相关的八大方向，依次是人工智能、区块链、大数据、云计算、物联网、量子科技、新一代无线通信、XR技术。

本报告围绕数字科技领域核心论文和专利，利用大数据分析挖掘、知识图谱、自然语言处理等技术，对领域论文和专利的分布格局、人才资源和技术趋势进行分析。此次分析的时间范围：2012年1月—2021年12月。关键词：采用知识图谱技术抽取，经顾问组专家指导形成领域关键词表，选取领域强相关关键词进行检索。检索范围：基于自由大数据服务平台，覆盖全球近1.4亿人次学者，3.2亿篇学术论文，6.8亿件专利。

本报告为系列报告，研究主题分为科研成果、人才资源、技术趋势三部分内容，本期为科研成果篇，以论文和专利成果作为研究对象，对全球数字科技领域科研成果的布局和发展趋势进行分析，供领域学者和从业者客观把握数字科技最新动态。

2

数字科技 八大领域主题词 知识图谱

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词		
人工智能	模式识别	文字识别	OCR					
			汉字识别					
		图像识别	人脸识别					
			虹膜识别					
			指纹识别					
		生物特征识别	人脸识别					
			虹膜识别					
			指纹识别					
		语音识别						
		自然语言处理	自然语言处理基础研究	自然语言处理基础研究	词法分析			
	句法分析							
	语义分析							
	认知语言学							
	语言表示							
	知识图谱							
	文本分析							
	自然语言处理应用研究		自然语言处理应用研究	信息抽取	文本聚类			
					命名实体识别			
					实体消歧			
					关系抽取			
				事件抽取				
				自动文摘				
	信息推荐							
自动问答								

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词	
			机器翻译				
			社交媒体处理				
	计算机视觉	图像处理					
		特征提取					
		图像分割					
		三维重建					
		图像拼接					
		图像识别					
		图像检索					
		目标检测					
		目标跟踪					
		运动行为分析					
		图像标注					
		视频标注					
		虚拟现实					
		增强现实					
		语音技术	语音合成				
			语音识别				
	声纹识别						
	语音增强						
	语音翻译						
	语音系统						
	机器学习	监督学习					
		半监督学习					
		强化学习					
		集成学习	Boosting				
			Bagging				
			随机森林				
			旋转森林				
		数据降维	主成分分析				
			主成分回归				
			因子分析				
			流形学习				
			线性判别分析				
			局部线性嵌入				
		度量学习	拉普拉斯特征映射				
	特征选择	稀疏表示					
		字典学习					

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词	
			压缩感知				
		计算学习理论	VC 维				
		概率图模型	隐马尔可夫模式				
			马尔可夫随机场				
			条件随机场				
			变分推断				
			马尔可夫链				
			马尔可夫蒙特卡洛采样				
			吉布斯采样				
			神经元模型				
			反向传播				
		神经网络	多层感知机器				
			深度学习	深度信念网络			
				自由编码器	欠完备自编码		
					稀疏自编码		
					去噪自编码		
					变分自编码		
			对抗自编码				
			卷积神经网络				
			循环神经网络				
			生成对抗网络				
			深度学习框架	Theano			
				PyTorch			
				MXNet			
		Torch					
		TensorFlow					
		Caffe					
		无监督学习	关联规则学习				
			聚类分析	模糊聚类			
				K-means 算法			
				层次聚类			
			k 近邻法				
	数据挖掘	数据预处理					
		关联规则学习	频繁项集挖掘				
			序列模式挖掘				
			高级模式挖掘				
		数据分析	线性模型	线性回归			
				对数几率回归			
				多项逻辑回归			

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词	
				Softmax 回归			
		聚类分析	排序				
			模糊聚类				
			K-means 算法				
			层次聚类				
		数据异常检测					
		数据降维	主成分分析				
			生成回归				
			因子分析				
			流形学习				
			线性判别分析				
			局部线性嵌入				
			拉帕拉斯特征映射				
		数据可视化					
		数据仓库					
		信息推荐					
		信息检索					
		Kaggle					
区块链	密码学	Hash 算法	MD5、SHA-1 和 SHA-2				
			数字摘要				
		加密算法	对称加密算法	MD5、SHA-1 和 SHA-2			
			非对称加密算法	RSA			
				ElGamal			
			混合加密机制	椭圆曲线			
		数字签名和证书	数字签名				
			数字证书				
		PKI 体系	OpenSSL				
			EJBCA				
			OpenCA				
		Merkle 树	完整性校验				
			SPV 简化支付验证				
			快速比较大量数据				
			零知识认证				
			同态加密	函数加密			
		以太坊	智能合约	对比传统合约			

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词		
			交易模型					
		协议设计	以太坊虚拟机					
			账户					
			交易					
			一致性					
		开发实战	以太坊钱包	Geth				
			Solidity 语言					
	Hyperledger	组织结构	BlockChain Explorer					
				Fabric				
				Sawtooth Lake				
				Iroha				
				Cello				
			Fabric	机构设计	会员			
					区块链			
					链码			
				安装部署	集群部署			
				部署智能合约				
			开发实战	Dapp 实战开发				
		比特币	中本聪白皮书	账户/地址				
					交易方式			
					脚本系统			
				区块信息				
				双花问题				
				避免攻击				
			挖矿	矿机、矿工				
				算力				
			共识机制	共识机制	POW			
					POS			
			共识机制	POW				
				POS				
			闪电网络	RSMC				
				HTLC				
				侧链技术				
			交叉	区块扩容				
				软分叉和硬分叉				
	分布式系统	一致性问题	顺序一致性					
				线性一致性				
				CAP 原理				
				FLP 不可能原理				

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词
大数据		分布式系统共识	Paxos 算法			
			Raft 算法			
		拜占庭问题与算法	拜占庭问题			
			BFT 算法			
	基础技术	数据分片式路由				
		数据复制&一致性				
		大数据常用算法与数据结构				
	数据采集	系统日志采集				
		外部数据采集				
		IOT 设备数据采集				
	数据传输	消息队列				
		数据同步				
		数据订阅				
		序列化				
	数据存储	物理存储				
		分布式文件/对象存储系统				
		分布式关系型数据库				
		分析型数据库				
		搜索引擎				
		键值存储数据库				
		图数据库				
		列存储数据库				
		文档数据库				
		时序数据库				
		RDF 数据库				
		多媒体数据库				
		事件存储数据库				
数据处理	数据计算					
	数据仓库					
	数据湖					
	数据分析					
	数据挖掘					
	平台工具					
数据应用	数据服务					
	数据可视化					
	数据共享					
	数据预警					

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词	
	数据治理	数据规范标准					
		元数据管理					
		数据质量					
		主数据管理					
		大数据架构管理					
		数据安全					
		业界框架产品					
云计算	SaaS	Web Server	Nginx	构架原理			
				负载均衡			
				反向代理			
				正向代理			
			Tomcat	架构原理			
				调优方案			
		缓存	本地缓存				
			客户端缓存				
			服务端缓存	Memcached			
		Redis					
		消息队列	RabbitMQ				
			RocketMQ				
			ActiveMQ				
	kafka						
	Redis 消息推送						
	搜索引擎	ES 的分布式架构原理					
		倒排索引					
		集群化部署					
	IaaS	虚拟化技术	安全虚拟化	软件辅助虚拟化	CPU 虚拟化		
					内存虚拟化		
					I/O 虚拟化		
				硬件辅助虚拟化	CPU 虚拟化的硬件支持 (VT-x)		
					内存虚拟化的硬件支持 (EPT)		
IO 虚拟化的硬件支持 (VT-d)							
时间虚拟化							
类虚拟化			CPU 虚拟化				
			内存虚拟化				
			I/O 虚拟化				
	时间与时钟管理						

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词	
		OpenStack	OpenStack 体系架构	OpenStack 发展历程			
				OpenStack 组件关系			
			计算组件	Nova 体系结构			
				Nova API			
				Rolling Upgrade			
				Shueduler 典型工作流程			
			存储组件	Swift			
				Cinder			
				Glance			
				Ceph			
			网络组件	Neutron 体系结构	Neutron API		
					网络插件	ML2 Plugin	
				Port Binding			
				Open vSwitch Agent			
				Service Plugin			
				其他	DVR		
					SDN		
					NFV/SRIOV		
			安全组件	Keystone 体系结构			
				Keystone 启动流程			
				令牌及证书相关			
				可信计算池			
			计量与监控	Ceilometer			
				Aodh			
		Gnocchi					
		Panko					
		OpenStack 部署与运维	OpenStack 部署	Devstack 一键部署			
				docs.OpenStack .org 分布式部署			
				扩容&升级			
			Openstack 运维	Horzion 控制面			

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词
					板	
					维护&故障&调试	
					网络排障&日志监控	
					备份和恢复	
	PaaS	Docker	Docker 基础	Docker 安装		
Docker 基本操作						
内部资源隔离			namespace			
			cgroups			
Docker 架构			daemon			
			client			
			镜像管理			
libcontainer						
存储管理						
数据卷						
Docker 核心原理			Docker 网络基础			
			Docker daemon 原理			
			网络管理	libcontainer 原理		
				link 原理		
			pipwork 原理			
容器安全						
Docker 编排三剑客			Compose			
			Machine			
		Swarm				
Kubernetes 体系架构		Kubernetes 设计解读				
		Kubernetes 基本组件				
Kubernetes 组件原理						
Kubernetes 部署与运维		Kubernetes 部署	Kubernetes 快速部署			
			二进制文件部署			
	Kubernetes 运维	重置&升级				
		Kubernetes 集群管理	Dashboard			
Kuboard						
Prometheus & Grafana						

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词	
						Helm 包管理工具	
					Trouble Shooting		
			Kubernetes 开发指南	Kubernetes API 详解			
				Kubernetes AIP 扩展			
				新功能	调度器		
			Pod 的垂直扩容				
			GPU 支持				
		Kubeedge	边缘计算场景				
			Kubeedge 安装部署	X86			
				arm32 & arm64			
			Kubeedge 架构及其组件	Kubeedge 架构原理			
					Edge 端组件	EdgeD	
				EventBus			
				MetaManager			
				Edgehub			
				Cloud 端组件	Device Twin		
					Edge Contoller		
					CloudHub		
			Device Controller				
物联网	感知识别层	芯片	系统级芯片				
			传感器芯片				
			基带芯片				
			射频芯片				
		传感器	物理传感器				
			化学传感器				
			生物传感器				
		感知设备	RFID 读写器				
			条码扫描器				
			卫星定位装置				
			语音识别设备				
			视觉成像设备				
	网络传输层	通信模组	蜂窝通信模组	5/6G			
				NB-IoT/eMTC			
			非蜂窝类模组	WiFi 模组			

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词
量子科技	应用服务层	通信网络	蜂窝通信网络	蓝牙模组		
				5/6G		
				NB-IoT/eMTC		
				SIM 卡		
			非蜂窝通信网络	WiFi		
				蓝牙		
				Zigbee		
		基础通信设施	基站	天线系统		
				服务器		
		平台管理层	物联网平台	连接管理平台		
				设备管理平台		
				应用使能平台		
				业务分析平台		
	系统&软件		操作系统			
			软件开发			
	应用服务层	智能终端	可穿戴设备			
			智能家电			
			消费电子			
			智能仪表			
			无人机			
		系统集成应用服务	车联网			
			智能家居			
			智慧城市			
			智慧农业			
			远程医疗			
	量子科技	量子计算	量子因数分解			
量子搜索						
量子通信		量子密钥分发				
		量子隐性传态				
		通信终端	量子安全	量子密钥管理模块		
				终端加密		
			终端解密			
		终端通信				
通信模式选择模块						
量子测量		量子目标识别	量子干涉雷达			
	量子照射雷达					

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词	
			量子增强雷达				
		量子重力测量	喷泉式原子重力仪				
			自由下落式重力仪				
		量子磁场测量	光泵磁力仪				
			原子 SERF 磁力仪				
			相干不居囚禁磁力仪				
			金刚石色心磁力仪				
		量子定位导航	量子导航系统	六星定位系统			
				三星定位系统			
			量子加速度计	原子干涉加速度计			
				金刚石色心加速度计			
			量子陀螺仪	原子干涉陀螺仪			
				超流体干涉陀螺仪			
				核磁共振陀螺仪			
				SERF 陀螺仪			
				金刚石色心陀螺仪			
			量子时间基准	量子时钟源	冷原子喷泉钟		
		原子/离子光钟					
		相干布囚禁钟					
		量子同步协议		量子保密时间同步协议			
				纠缠消除色散时间同步协议			
				符合测量纠缠光子对时间同步协议			
				HOME 干涉时间同步协议			
新一代无线通信技术	超密集组网	关键技术	多链接技术				
			无线回传技术				
		部署架构	微基站+微基站				
	宏基站+微基站						
		动态自组织网络:					

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词	
	SON						
	网络功能虚拟化： NFV						
	5G/6G						
	终端设备						
	eMBB 大流量移动 宽带业务						
	mMTC 大规模物 联网业务						
	uRLLC 无人驾驶						
XR (虚拟现实、混 合现实、增强现 实)	计算机图形学	数学基础	向量				
			齐次坐标				
			几何变化				
		建模	几何造型				
			曲线/曲面				
			消隐				
		渲染	光栅化				
			光照模型				
			交互技术	二维图形交互技 术			
				三维图形交互技 术			
		计算机仿真	仿真建模技术	机理建模			
				辨识建模			
	物理建模						
	智能建模						
	多媒体建模						
	仿真支持系统与 平台技术		仿真语言与工具				
			网络化仿真平台				
			仿真资源库管理				
			仿真计算机系统				
			仿真可视化系统				
			仿真虚拟器				
	仿真应用技术		仿真应用共性技 术	仿真 VV&A 技术			
		仿真实验技术					
		仿真实验结果分 析与评估技术					
应用领域仿真技 术		科学与工程 信息技术					
	社会科学仿真技 术						

一级主题词	二级主题词	三级主题词	四级主题词	五级主题词	六级主题词	七级主题词
				管理科学仿真技术		
				生命科学仿真技术		
				军事科学仿真技术		
	人机接口	脑信号记录				
		信号处理				
		模式识别				
		机器学习				
		感知反馈				
		刺激信号处理				
		脑刺激				
		基础神经科学				
	传感技术	光声光谱传感技术				
		分布光纤传感技术				
		法拉第磁光传感技术				
		液态金属传感技术				
		磁阻电流传感技术				
	多媒体技术	视觉	位图图像			
			动态图像	动态影像		
			矢量图形	真实感三维动画		
			文字			
		听觉	语音（人类语言）			
			声响（自然界）			
			音乐			
		触觉	振动			
			运动			

