

# 数字技术是数字经济的核心推手

——数字技术度量指标体系对数字经济发展的意义

◎ 张光平 雷鸣

上世纪90年代以来,数字经济得到了快速发展。“十四五”规划纲要提出,我国要打造数字经济新优势,加快数字化发展,建设数字中国。

去年初,我国在数字经济领域的首部国家级专项规划《“十四五”数字经济发展规划》颁布,首次在国家层面界定了数字经济概念。

几十年来,全球对互联网技术、数字技术和数字经济的诸多论著、研究报告和媒体报道都有着参考价值,但大多局限在文字概念层面,鲜少涉及数字技术度量。

数字技术是数字化转型、数字价值和数字经济的关键所在,没有对数字技术的科学度量,我们对数字技术的确切进展,及其对数字经济的带动作用仍将

继续停留在文字概念层面,更无法就数字经济对贸易、货币、股市等领域的带动作用进行量化评估,各项相关配套措施也难以对症下药。

本文基于全球知识产权和各经济体知识产权进出口使用费数据,运用数学方法解决了国际专利不可比难题,在此基础上,设计出包括全球数字技术发展指标、全球数字技术国际化指标和全球数字技术自主度/依赖性指标在内的全球数字技术指标体系,并计算出相应的度量结果。这些结果可以直接反映出各经济体数字技术的进展程度,及其在全球数字技术进展中的相对地位,为研究数字技术对数字经济、贸易、货币和金融等领域的影响打下必要的基础。



吴斯清 摄

## 1 数字技术对应八类专利

数字技术是在计算机技术、互联网技术的基础上发展起来的,技术链条很长。数字技术自然地隐含或“嵌入”于各种产品功能中,也隐含在生产这些产品的产业链中。反过来,产业链难以直接反映各类技术水平,相关的各类数字产品(包括价格)也难以反映出产品隐含的数以百万计或千万计的技术细节。

作为技术载体和保护对象的专利则可以较好地反映相关技术的含量。根据世界知识产权组织(WIPO)最新的国际专利分类(IPC)方法,第四类国际专利——数字通讯专利(从之前的电讯专利分出的新专利类型,是介于电讯专利和计算机专利边界的,主要为网络应用类的相关专利)是数字技术的核心专

利;电讯专利、计算机专利、半导体专利等也是数字技术专利的主要组成部分。

本文利用各主要货币发行体的国际专利加权重,使得不同货币发行体的国际专利变得可比,通过模型计算,确定数字通讯专利与其他35类专利之间的相互影响程度,进而依据影响程度来确定数字技术其他主要专利类型。

计算结果显示,与数字通讯专利相互影响程度高的专利包括电讯专利、基础通讯专利、计算机专利、基于计算机的管理方法、半导体专利、测量、控制等。上述七类专利与数字通信专利共同成为数字技术对应的专利类型,由此我们便可设计并度量出数字技术的各种技术指标。

## 2 数字技术发展指标

数字技术发展指标,首先,包括单个经济体八类数字专利直接相加得出的年度变化指标。如2011年-2016年,我国数字技术年均复合增长率为30.0%,2016年-2021年年均复合增长率下降至17.6%,降幅高达12.3%。而利用各经济体国际专利权重加权重计算所得的可比结果,2011年-2016年我国数字技术年均复合增长率为42.7%,2016年-2021年年均复合增长率下降至34.2%,降幅缩小到了8.5%,加权计算后的我国数字技术发展指标符合直观感受,相对合理。

将多个经济体数字专利加权后相加,即可获得区域(如欧元区、欧盟、东盟、北美、东亚等)数字技术发展指标;将全球各经济体数字专利加权获得的总和,即为全球数字技术发展指标。表1给出了2000年-2021年全球数字技术年度变化指标及年变化率。

表1显示,2013年以来全球数字技术增长明显减速,2010年-2021年的十年,全球数字技术加权重年均复合增长率从之前十年的10.85%下降至2.92%。这主要是由于同期半导体技术摩尔定律相对失效所致。

## 3 全球数字技术国际化指标

数字技术国际化指标是指各主要货币发行体数字专利加权重占全球数字专利总加权值的比例。表2给出了2000年-2021年主要货币发行体数字技术国际化度量结果,以及以各主要货币发行体数字专利加权重年均变化率估算出的2022年-2035年结果。

表2显示,2014年、2017年和2018年,我国数字技术分别超过了澳大利亚、瑞士、加拿大和英国,2018年成为仅次于美国、日本和欧元区的第四大数字技术经济体;预期2022年和2027年,我国数字技术有望分别超过欧元区和日本,成为仅次于美国的第二大数字技术经济体。需要说明的是,表2给出的2022年-2035年主要货币发行体数字技术预测结果是基于2015

年-2021年的年均复合增长率,并未充分体现2018年以来全球科技竞争新格局快速变化的影响,因此预测结果可能较为乐观。

值得注意的是,2021年,全球八大货币发行体外的其他国家和地区数字技术总国际化程度为25.33%,仅次于美国的35.07%,且这些国家和地区2015年-2021年数字专利总加权重年均复合增长率高达21.7%,仅低于我国同期年均复合增长率40.0%,显示今后多年这些国家和地区数字技术仍将显著增长,在全球数字技术领域仍将保持可观的份额。数据显示,八大货币发行体外的其他国家和地区中,贡献最大的是韩国和中国台湾地区,这两大芯片制造地在全球数字技术领域也有着重要地位。

表1: 全球数字技术发展指标及年变化率(2000-2021年)

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
量化结果	14118.9	17862.8	21951.6	24677.9	25053.7	24910.2	26281.7
年度变化	26.52%	22.89%	12.42%	1.52%	-0.57%	5.51%	13.69%
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
量化结果	29880.7	30674.8	36323.6	42991.3	50037	61850.2	63093.9
年度变化	13.69%	2.66%	18.42%	18.36%	16.39%	23.61%	2.01%
年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
量化结果	58527.4	56221.9	62137.1	61676.4	62733.3	66078.1	63766.1
年度变化	-7.24%	-3.94%	10.52%	-0.74%	1.71%	5.33%	-3.50%

(数据来源:利用世界知识产权组织的各主要货币发行体国际专利和世界银行公布的各主要货币发行体知识产权进出口使用费数据,用上文介绍的方法计算得出。)

表2: 主要货币发行体的数字技术国际化结果(2000-2035年,单位:%)

货币发行体/年	美国	欧元区	日本	英国	中国	澳大利亚	加拿大	瑞士	其它
2000	54.66	9.93	13.85	6.52	0.09	0.72	4.86	1.55	7.81
2001	45.15	19.05	15.59	5.5	0.07	0.72	4.24	1.4	8.29
2002	42.04	23.84	12.55	5.3	0.06	0.66	3.21	1.52	10.81
2003	42.55	23.28	12.39	4.7	0.07	0.79	3.83	1.79	10.6
2004	42.55	23.53	11.8	4.68	0.09	0.82	4.59	1.85	10.1
2005	41.77	19.51	12.82	4.45	0.1	0.98	4.02	2.06	14.29
2006	47.06	15.86	15.6	4.87	0.18	1.36	4.69	2.52	7.86
2007	44.95	15.77	20.78	4.25	0.21	1.22	4.5	1.71	6.62
2008	46.41	12.82	21.66	4.56	0.3	1.07	4.84	1.99	6.36
2009	44.21	12.23	19.43	4.59	0.33	1.22	4.75	2.5	10.74
2010	42.11	10.9	21.66	5.61	0.42	1.29	3.21	2.34	12.46
2011	40.21	10.73	23.96	4.94	0.46	1.2	3.57	2.08	12.86
2012	39.61	10.37	26.33	4.99	0.58	0.93	3.57	1.78	11.84
2013	38.35	9.65	29.1	4.87	0.78	0.8	4.18	1.95	10.32
2014	40.64	9.65	26.73	5.27	1.11	0.9	4.37	1.73	9.59
2015	41.47	8.64	25.75	4.58	1.47	0.76	3.3	2.07	11.97
2016	44.61	9.57	21.82	4.08	2.09	0.7	2.73	2.19	12.23
2017	44.38	10.16	19.88	4.17	3.11	0.67	2.72	2.21	12.7
2018	46.17	10.53	17.25	3.99	4.06	0.57	2.59	1.97	12.87
2019	44.74	11.03	15.96	4.17	5.22	0.62	2.76	2.02	13.48
2020	43.74	11.42	14.12	4.32	6.49	0.71	2.74	2.07	14.39
2021	35.07	7.82	17.93	4.09	7.23	0.2	1.35	1	25.33
2022*	34.38	7.75	17.02	4.04	8.14	0.18	1.24	0.92	26.35
2023*	33.61	7.66	16.11	3.99	9.14	0.16	1.14	0.84	27.35
2024*	32.79	7.56	15.22	3.92	10.25	0.14	1.04	0.76	28.31
2025*	31.91	7.44	14.33	3.85	11.46	0.13	0.95	0.69	29.24
2030*	29.21	7.01	12.43	3.61	15.14	0.1	0.75	0.54	31.23
2035*	28.53	7.04	11.49	3.61	16.91	0.08	0.64	0.45	31.25

(备注:利用世界知识产权组织的2000-2021年各主要货币发行体电讯、数字通讯、基础通讯、计算机专利,基于计算机的管理方法、半导体、测量和控制八类专利数据及各主要货币发行体基于年度知识产权进出口数据计算出的国际专利权重加权重计算得出;由于2015-2021年中国数字专利加权重年均复合增长率40.0%较高,假设2022-2025年、2025-2030年和2031-2035年三个阶段,中国数字专利加权重每五年以之前年均复合增长率的一半估算得出。)

表3: 中国数字技术相对于其他货币发行体自主度(2000-2035年)

货币发行体/年	美国	欧元区	日本	英国	澳大利亚	加拿大	瑞士	其它	总体
2000	5.39	2.94	17.48	46.42	36.72	85.08	79.94	56.27	1.66
2001	4.46	1.4	9.11	38.77	39.49	73.77	86.7	38.03	0.92
2002	2.58	1.12	5.34	22.43	23.25	72.97	74	17.53	0.64
2003	1.16	1.14	3.13	17.73	18.88	79.01	52.41	8.27	0.44
2004	1.17	1.31	2.88	20.79	17.53	48.51	47.29	8.22	0.46
2005	1.67	1.93	3.21	21.09	23.35	44.37	42.93	7.7	0.62
2006	3	5.15	5.16	35.6	43.28	60.04	63.3	28.08	1.3
2007	2.96	5.6	4.17	42.96	48.71	67.29	64.14	33.91	1.27
2008	2.97	8.62	4.11	45.44	45.69	75.03	63.67	36.44	1.38
2009	2.52	8.2	3.91	43.36	38.38	73.76	51.08	20.22	1.2
2010	3.79	13.69	5.7	56.19	51.22	89.97	57.69	28.97	1.84
2011	5.33	16.52	6.12	61.16	57.45	91.32	62.06	35.07	2.32
2012	5.66	19.26	6.58	59.35	60.81	91.07	65.85	37.33	2.52
2013	7.63	27.69	10.1	70.2	67.67	94.86	73.81	51.38	3.72
2014	10.85	36.16	15.3	77.55	74.18	96.78	83.03	63.96	5.57
2015	10.88	40.71	16.21	78.98	72.23	97.14	82.74	60.61	5.76
2016	12.72	45.44	22.99	81.84	76.93	97.18	86.32	63.86	7.3
2017	18.55	55.3	35.59	88.18	82.13	98.3	92.77	73.79	11.35
2018	22.35	62.53	45.77	90.75	88.63	98.95	94.39	80.06	14.69
2019	27.83	68	56.05	92.62	90.61	98.96	96.89	83.96	18.99
2020	34.44	72.44	65.01	94.08	91.44	99.18	97.87	87.46	24.08
2021	37.23	77.92	57.59	92.83	97.42	99.19	98.82	78.15	24.36
2022*	40.66	79.92	63.36	93.71	97.73	99.54	99.04	80.68	27.52
2023*	41.18	81.79	68.77	94.49	98.01	99.58	99.22	82.97	30.9
2024*	47.75	83.52	73.71	95.18	98.26	99.63	99.37	85.04	34.45
2025*	51.35	85.11	78.12	95.78	98.48	99.66	99.49	86.9	38.15
2030*	58.41	88.73	86.94	96.74	98.8	99.69	99.71	90.29	46.54
2035*	61.94	89.58	90.13	96.85	98.8	99.71	99.78	91.17	50.33

(数据来源:同表2)

## 4 全球数字技术自主度指标

由于各货币发行体数字专利的知识产权进出口使用费难以获得,其数字技术自主度较难度量。我们借鉴各经济体科技自主度的方法来计算该经济体的数字技术自主度。

即用各货币发行体境外授权的数字专利数乘以其平均每个国际专利产生的“知识产权出口使用费”,可得相应的总数字专利产生的知识产权出口使用费A;用该货币发行体授权的另一货币发行体B1的数字专利乘以其相应的平均每个国际专利产生的“知识产权出口使用费”,相当于该货币发行体支付给B1货币发行体的数字专利进口使用费;将该货币发行体支付给所有其他货币发行体的数字专利进口相加,可得该货币发行体支付的总的数字专利进口使用费C。该货币发行体的数字技术自主度=A/(A+C)。

表3给出了2000年-2021年中国数字技术相对于其他货币发行体的自主度量度结果,以及以2015年-2021年相关数字专利加权值的年均增长率估算出的2022年-2035年自主度。

表3显示,2006年、2010年、2011年和2013年,我国数字技术相对于加拿大、瑞士、澳大利亚、英国和八大货币发行体以外的其他国家和地区,分别超过了相对自主度50%,即与这些货币发行体数字专利分别形成了数字技术“顺差”。2017年和2019年,我国数字技术相对于欧元区和日本,分别首次超过了相对自主度50%;以前6年年均复合增长率的合理假设,到2025年和2035年,我国数字技术相对于美国和全球,有望首次超过相对自主度50%。上述结果显示了进入新时代我国数字技术快速发展可喜态势的同时,我国数字技术相对于美国数字技术自主度仍有着较大的提高空间,对境外数字技术自主度仍有着更大的提升空间。

值得关注的是,2021年我国数字技术总体自主度为24.36%,超过了同年我国总体科技自主度20.0%(我国知识产权出口使用费占进出口知识产权进出口使用费的比重),显示我国数字技术自主发展水平明显超过我国科技总体自主度。

## 5 全球数字技术减速增长原因

以互联网技术为主的数字技术受到计算机技术和半导体技术的直接影响。表1显示,近十年来全球数字技术发展减速,其原因是半导体技术在本世纪初进入两位纳米级和五年前进入单位纳米级后,摩尔定律加速减缓。

图1给出了2001年-2021年全球半导体专利、计算机专利和数字技术专利加权重年度变化率。

图1显示,2001年全球半导体专利加权重比上一年增长42.99%,保持了摩尔定律两年翻一番的年均增长率41.42%,而2001年后,半导体专利加权重却呈现持续下降态势,年均增幅仅为7.18%。以2002年-2021年全球半导体加权重专利年均增长率7.18%计算,需要十年才能翻一番。因此近二十年来,摩尔定律即使没有失效,半导体技术的增长速度也

比摩尔定律需要的时间大幅度下降。图1也显示,2001年-2021年,计算机技术和数字技术同步性更高,表明两者相互影响度高。然而由于半导体技术遇到瓶颈,直接导致计算机技术和受计算机技术直接影响的数字技术增长乏力。

尽管全球数字技术总体增长乏力,但我国数字技术仍然有着巨大的增长空间,对主要数字技术强国自主度提升空间仍见较大,对我国数字经济持续发展的支撑引领作用仍有着巨大的潜能。

(张光平,现任上海市人民政府参事、中国科学技术发展战略研究院高级顾问、上海银保监会原一级巡视员;雷鸣现任建信金融科技有限责任公司总裁。笔者感谢吴红兴、梁文敏、任文和张佩馨对本文研究的支持)

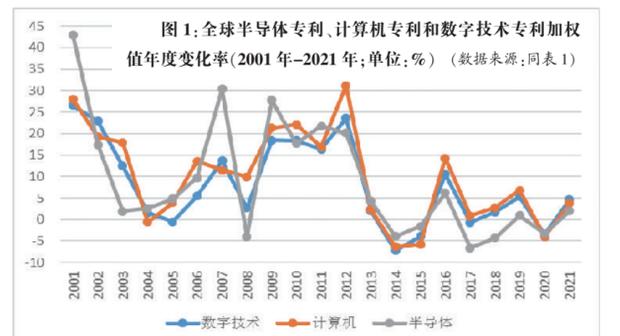


图1: 全球半导体专利、计算机专利和数字技术专利加权重年度变化率(2001年-2021年;单位:%)(数据来源:同表1)