

基于专利数据的区块链技术融合态势分析^①

李 阳^② 郑 佳^③ 李志荣

(中国科学技术信息研究所 北京 100038)

摘 要 技术、产业的跨界与融合已成为新趋势,区块链技术的分布式数据治理架构为多技术深度联合赋能产业发展提供了新思路,把握区块链产业技术融合结构和发展态势,识别技术发展机会显得尤为重要。本文基于专利数据分析,结合 ISI-OST-INPI 分类体系,从技术融合的结构、共现矩阵、关联度、动态演化趋势 4 个层次和角度,探析全球区块链技术的融合态势。研究发现:(1)区块链核心技术主要是电气工程部门的信息技术管理办法、计算机技术、数字通信这 3 大技术,融合集中度较高;(2)三大核心技术与其他技术融合态势更为明显;(3)技术融合指数维持在较低的水平,区块链技术之间的融合呈现分布不均衡的特征。

关键词 区块链; 技术融合; ISI-OST-INPI; 技术创新

0 引 言

技术融合(technological convergence)在引领和发展下一代技术创新中扮演着重要角色,成为推动科技创新的重要因素,也是新兴产业形成与发展的动力源泉。研究发现,建立在全新元知识基础之上的突破性创新知识只占少数,更多的突破性创新来自于联接知识创新^[1]。近几年信息技术成为推动全球产业变革的核心力量,与新的业务形态、商业模式的融合,将加速推动产业发展。

2008 年,文献[2]提出了区块链(blockchain)概念。区块链是一种多项技术交叉组合,维护管理“区块+链”数据结构,形成一个不可篡改的分布式账本的综合技术领域,其分布式数据治理架构为多技术深度联合赋能产业发展提供了新选择和新机遇。区块链技术的市场潜力及与未来技术融合的可能性,使得区块链技术成为全社会关注的热点。

融合与共生是区块链技术未来发展的主题。专

利作为重要的技术竞争情报来源,包含全球 90% 以上的最新技术情报^[3],包括分类号、标题、摘要、权利要求项在内的数据和技术信息,是研究技术融合特征的重要信息来源。基于此,本研究计划基于专利数据,研究区块链技术融合发展态势,识别技术发展机会,期望能为企业研发战略、资源配比以及政府决策支撑提供参考。

1 技术融合研究现状

1.1 技术融合概念定义

技术融合涉及科学、技术、市场、产业等不同层面的知识,学者们尚未对“技术融合”现象形成一致的界定。Technological convergence 的概念出现在文献[4]对美国机械工具产业领域变革的研究当中。文献[5]引入 technology fusion 的概念,technology fusion 是将多种现存技术整合成混合技术的技术发展方式,不等同于技术的叠加和互补,还将前所未有的特性赋予发明,从而开辟出新的市场。文献[6]提

① 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(ZD2021-01,ZD2021-02)资助项目。

② 男,1995 年生,硕士生;研究方向:前沿领域分析与专利分析;E-mail:liy2019@istic.ac.cn

③ 通信作者,E-mail:zhengj2019@istic.ac.cn

(收稿日期:2021-03-25)

出技术融合是以技术供给推动和社会经济需求拉动为动力,延长了原技术的生命周期的技术扩散过程。文献[7]将技术融合定义为企业有选择性地先进技术与自身核心技术渗透、吸收、借鉴和学习,融合产生一种具有新型功能的新技术,并使之得以扩散的连续过程。文献[8]认为技术融合是不同产业或

不同领域的技术通过相互渗透、相互交叉,最终融为一体动态发展过程。

从现有的研究中可以看出,中外学者从不同的研究角度对技术融合进行了界定。本研究认为,从技术生命周期的角度看,技术融合随时间将经历 3 个阶段,如图 1 所示。

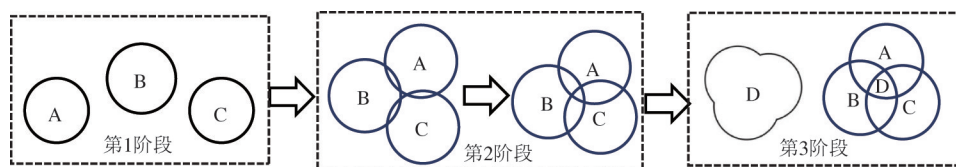


图 1 技术融合过程示意图

其中,第 1 阶段,两个或两个以上不相关联的技术领域沿着既定的技术轨迹发展。第 2 阶段,某一时刻,技术领域之间的技术演化轨迹开始相互交叉渗透,技术边界模糊,交叉渗透程度逐渐增强。第 3 阶段,相关技术领域融合结构趋于稳定,领域间界限部分消失,具体表现为相关领域共同构成一个新的领域,部分替代先前领域;或者是独立成为一个新技术领域,用于替代或补充先前领域。

从以上分析可以看出,技术融合随时间而动态变化,在研究中,需要适当考虑时间因素。

1.2 技术融合的理论研究

技术融合现象虽复杂多样,但仍有迹可循,本研究对技术融合理论进行了初步探讨。文献[9]引入自然轨道概念来考察产业发展过程中涉及到的技术积累和演化特征的问题。基于库恩科学范式思想,文献[10]引入技术范式和技术轨道的概念。若不同技术轨迹互补趋势增强,则加速不同轨迹间技术进步的融合;若相互竞争,则有可能互相抵消,一个走向衰败,另一个成为主导技术范式^[11]。也就是说,技术范式的更新和技术轨迹的转变,形成新的融合范式和轨道,实现产业之间的融合式发展。

文献[12]提出技术演进的生命周期理论(S 曲线理论),即一个技术在导入期进步比较缓慢,然后进入快速增长期,一旦进入成熟期就走向曲线顶端,会出现增长率放缓、动力缺乏的问题形成技术发展的“S 曲线”。当技术最直接相关的行业处于收益递减的阶段时,技术可能会向其他行业扩散,此时便会

有新技术蓬勃发展,形成新的“S 型曲线”,最终超越传统技术。

因此,技术融合与技术范式、技术轨迹密切相关,是一个动态的非线性过程。技术融合的理论探讨为接下来技术融合态势分析奠定了理论基础。

1.3 基于专利数据的技术融合研究现状

国内外学者基于专利数据对技术融合开展了深入研究,主要分析方法可归纳为共现分析法、引用分析法和指标分析法等。

文献[13]通过国际专利分类(international patent classification, IPC)与 ISI-OST-INPI 分类体系的映射结果,提出了基于共类分析方法的技术融合分析的方法框架。文献[14]基于专利共类分析方法,构建技术融合趋势分析框架,并对无人机技术进行了实证研究。文献[15]通过技术知识流动预测技术融合的机会,并对生物技术和信息技术领域之间的技术融合可能性进行了实证研究。文献[16]创建专利引文分析法来预测早期阶段的技术融合,并评估了技术融合对未来行业发展的推动。文献[17]以专利共现数量来衡量技术分类融合强度,以技术覆盖范围衡量技术分类融合的覆盖率,通过结合这两个组合矩阵考察技术融合趋势。文献[18]通过使用 N 指数和辛普森多样性指数等生物多样性指标测算生物芯片产业技术融合宽度和深度。

共现分析法虽直观地反映了技术融合现象,但是基于 IPC 分类号的研究方法涉及分类层级选取的问题,且 IPC 覆盖技术范围有限可读性较弱;专利的

引用信息对技术融合研究很重要,但存在引文时滞过长、引文信息与发表内容不一致、引文要求不统一等问题,不能作为解释专利技术属性的直接指标,不适合新兴技术研究;专利指标的分析方法不适用考察细分的技术特征,且目前缺少语义维度的技术主题融合指标的支撑,不适用本研究。

2 研究框架、内容及数据来源

2.1 研究框架

综合以上分析,本研究计划从技术融合结构、共现矩阵、关联度、动态演化趋势 4 个层次和角度考察

区块链技术融合态势,分析框架及步骤如图 2 所示。

2.2 研究内容及指标计算

2.2.1 技术融合结构分析

技术融合结构分析,是采用 IPC 分类号与 ISI-OST-INPI 分类体系映射的方法,说明区块链专利涉及哪些技术类别,以及分布情况。IPC 按照技术主题设立不同等级,但一个专利可以归属于很多不同的 IPC 分类号,无法从专利研发角度体现专利开发技术。世界知识产权组织(World Intellectual Property Organization, WIPO)发布的 ISI-OST-INPI 分类体系可以将绝大部分 IPC 分类号划分为 35 个技术子类。

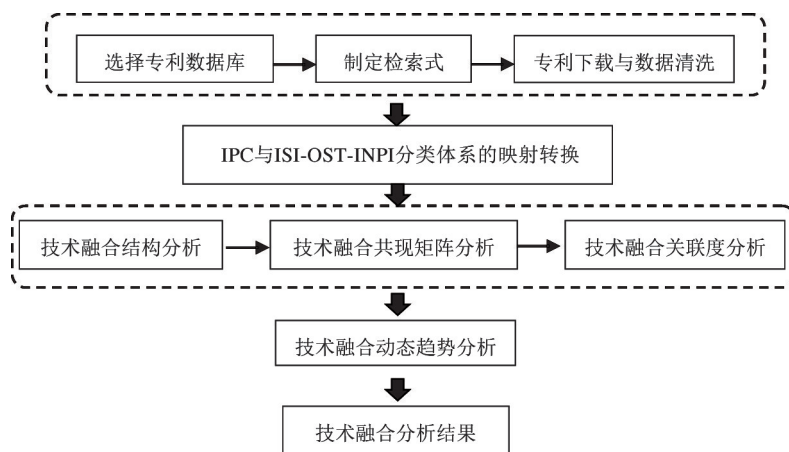


图2 技术融合分析框架流程图

例如,专利号为“CN 110349019”的专利,其 IPC 分类号为“G06F-016/182、G06F-016/22、G06F-016/27、G06F-021/64、G06Q-020/38、G06Q-040/00、G06Q-040/04、H04L-009/06、H04L-009/32”,根据 IPC 分类号与 ISI-OST-INPI 分类体系的映射关系,这些 IPC 分类号对应的技术类别分别为计算机技术、信息技术管理办法、数字通信。基于该方法,根据技术类别出现的次数和所占比例就可清晰地把握技术融合的结构,为共现矩阵分析奠定数据基础。

2.2.2 技术融合共现矩阵分析

技术融合共现矩阵分析是通过技术融合结构分析获得 IPC 与 ISI-OST-INPI 分类体系映射结果,对区块链涉及到的技术领域的专利数量进行统计。首先,利用共现分析统计各技术领域在同一项专利中

出现的专利数量,记作 C_{ij} ,即 2 种完全不同的技术类别形成的融合关系。然后,构建 $n \times n$ 对称的技术融合共现矩阵。其中,对角线上的数值表示只包含一种技术领域的专利数量。构建技术领域间共现矩阵可以展示一项技术与其他多种技术间的融合情况,即反映了不同技术领域间融合的紧密程度。

2.2.3 技术融合关联度分析

技术融合关联度分析,是在技术融合共现矩阵的基础上考察技术领域之间的关联关系。相比于共现矩阵分析展现技术领域间“量”的构成情况,关联度分析通过距离更加直观地展现出多项技术领域间的关联关系,即技术融合的深度。本研究借鉴文献[19]的基于余弦指数测度技术相似性的方法来测度技术融合关联度。

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n C_{ik} C_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n C_{ik}^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n C_{jk}^2}} \quad (1)$$

式中, n 表示区块链技术所包含的技术领域数量, 即技术融合的宽度; C_{jk} 表示技术 j 和 k 在同一项专利中共同出现的次数, 即技术 j 和 k 共现的专利的数量; S_{ij} 表示这两项技术的关联度, S_{ij} 值与技术 i 和 j 的关联度成正比, S_{ij} 值越大, 关联度越高, 两项技术融合得越为紧密。当 S_{ij} 为 1 时, 表示这两项技术拥有完全相同的共现分布; 若 S_{ij} 取值为 0, 则表示这两项技术的共现分布完全不同, 即两项技术在专利中完全没有交集。

2.2.4 技术融合动态趋势分析

技术融合与生物相似性相关研究有异曲同工之处。文献 [20] 从丰富性 (variety)、平衡性 (balance)、差异性 (disparity) 三方面把生物学的多样性指数应用到科学和技术等领域。文献 [21] 提出的多样性和网络一致性相结合有助于新兴科学和技术领域的比较研究, 并通过生物纳米科学进行了实证研究。技术融合所涉及到的技术类别数量的变化可以通过技术多样性指标来体现, 技术融合的深度可以通过技术多样性中的平衡性来体现。因此, 本研究运用衡量群落物种多样性指标的辛普森多样性指数衡量区块链领域技术融合动态趋势。

$$Tsi = 1 - \sum_{n=1}^n \left(\frac{x'_n}{x'_t} \right)^2 \quad (2)$$

式中, Tsi 代表技术融合指数, n 代表区块链领域的 n 项技术领域, x'_n 代表第 t 年技术 n 出现的次数, x'_t 代表第 t 年技术总申请量。为了降低误差, 本研究将分母设为观测年度领域内专利申请总量, 分子则为具体某项技术在观测年度出现的次数。

2.3 数据来源和数据处理

本研究的专利数据来源于德温特创新索引数据库 (Derwent Innovations Index, DII)。检索时间范围为限定在专利申请日期为“2009 年 1 月 1 日 - 2020 年 3 月 9 日”之间, 检索得到 30 560 个专利家族, 下载保存为 .txt 文件格式。检索式如下:

(TS = (“Block * chain *” OR “Blockchain *” OR “distributed ledger” OR “Distributed Account *” OR “Public chain *” OR “Private Chain *” OR

“Consortium chain *” OR “alliance chain *” OR “permission chain” OR “license chain” OR “Parachain”) OR TS = (Bitcoin * OR Ethereum * OR “hyperledger fabric”) OR TS = (“smart contract *” OR “Intelligent contract *”) OR TS = (“Proof of Work” OR “Proof of Stake” OR “Practical Byzantine-fault tolerance” OR “Delegated proof-of-stake” OR “Ripple Protocol Consensus Algorithm *”) OR TI = (“cross-chain”) AND IP = (G06Q * OR H04L * OR G06F * OR G16H * OR G06K * OR H04W * OR G06N * OR G07C * OR G09C * OR H04N * OR G05B * OR H02J * OR G06T * OR G05D *)。

利用 Derwent Data Analyzer (DDA) 软件对检索得到的数据集进行数据清洗。对照 ISI-OST-INPI 分类体系, 利用 DDA 软件将区块链专利所涉及的 IPC 分类号进行技术领域的划分, 并统计各技术领域专利数量。

3 区块链技术融合态势分析

3.1 区块链技术融合结构分析及结果

基于 IPC 和 ISI-OST-INPI 分类体系的映射关系, 构建了区块链技术涉及五大技术部门和 33 个技术子类。五大技术部门分别是电气工程、仪器、机械工程、化学及其他领域。其中, 生物信息学 (G16B)、无线通信网络 (H04W)、物联网技术 (G16Y)、医疗保健信息学 (G16H)、附属工程 (E01F)、附加制造 (B33Y)、计算化学 (G16C) 及未列入其他类目的特别适用于特定应用领域的信息和通信技术 (G16Z) 8 个 IPC 分类号未在 ISI-OST-INPI 分类体系中。因为一项专利可能包含多种技术领域, 导致出现次数超过专利数量。

如表 1 所示, 区块链技术占比最大的技术部门来自电气工程部, 占比 94.67%。涉及的技术子类包括信息技术管理办法 (35.44%)、计算机技术 (31.26%)、数字通信 (26.18%) 等在内的 8 项技术。

仪器部门为区块链技术第二大占比的技术领域, 占比 3.76%。涉及控制、测量技术在内的 5 项

技术。控制技术出现次数最多,占比 3.07%;机械工程技术占比 0.68%,包括运输系统在内的 8 项技术。运输系统技术出现次数最多占比最大;区块链技术在化学部门和其他领域专利规模小,占比仅为 0.34% 和 0.55%。电气工程部之外,其他主要技术领域占比如表 2 所示。

表 1 区块链技术融合结构——电气工程部

技术分类	出现次数	比例	IPC 分类号
信息技术管理办法	17 751	35.44%	G06Q
计算机技术	15 659	31.26%	G06F、G06K、G06N、G06T、G10L、G11C、G06E、G06G、G06M
数字通信	13 113	26.18%	H04L
电信	487	0.97%	H04M、H04B、G08C、H04Q、H04J、H04K、H01Q、H04H、H04N-001、H04N-007
电机、设备、能源	199	0.35%	H02J、H02S、H05B、H01R、H01M、H02G、F21S、F21W、H02M、F21V、H02K、F21Y、H02B、H02H、H02P
视听技术	176	0.40%	H05K、G11B、G09F、G09G、H04R、H04S、H04N-005、H04N-009、H04N-013、H04N-017
基本通信处理	28	0.06%	H03M、H03K
半导体	9	0.02%	H01L

表 2 除电气工程部之外其他主要技术领域在区块链技术融合中占比

部	技术分类	出现次数	比例	IPC 分类号
仪器	控制	1539	3.07%	G07C、G07F、G08G、G05B、G09C、G08B、G07B、G05D、G09B、G07G、G07D
	测量	215	0.43%	G01B、G01S、G01D、G01C、G01R、G01K、G01L、G01M、G01V、G01W、G01J、G01G、G01F、G01P、G04G、G04B、G04R
机械工程	运输系统	152	0.30%	B60#、B61#、B62#、B63B、B63H、B64#
其他领域	家具、游戏	190	0.38%	A63F、A63B、A47B、A47G、A63G、A47L、A47C

为了解不同时期技术部门间的融合结构,本文研究了前 3 大技术部门和前 3 大技术子类占比随时间变化情况,结果如图 3 ~ 图 5 所示。因为一项专利可能包含多种技术领域,所以会出现占比和超过 1 的情况。电气工程部在全部区块链专利的占比一直维持在一个很高的比重,且从 2012 年后呈现逐渐增加的趋势;仪器和机械工程部门在区块链技术专利中总体占比很低,机械工程部门占比呈现缓慢的增长趋

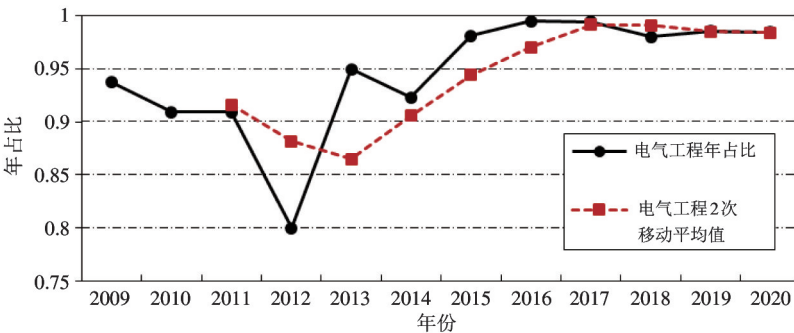


图 3 电气工程部技术占比

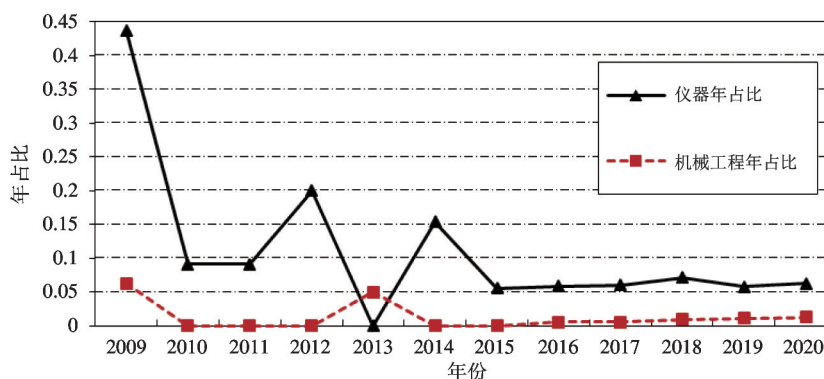


图4 仪器和机械工程部技术占比

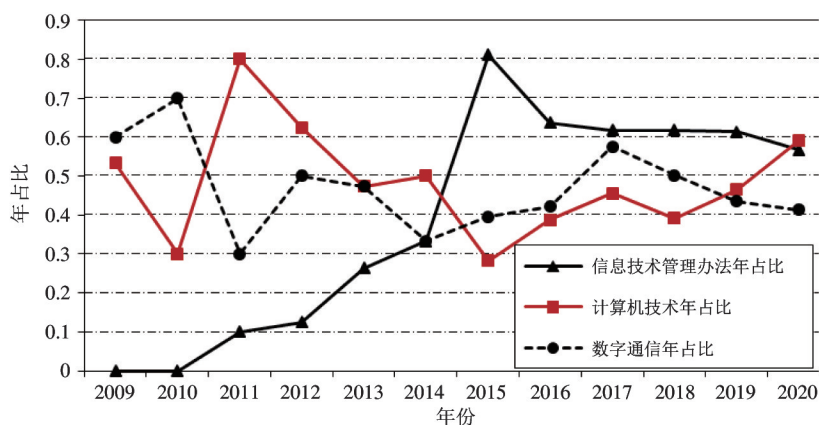


图5 三大核心技术占比

势;区块链产业发展初期计算机技术和数字通信占比较高,随后信息技术管理办法占比逐年增加。近些年计算机技术占比呈现增加的趋势。

综上,通过技术融合结构分析发现电气工程部的信息技术管理办法(35.44%)、计算机技术(31.26%)、数字通信(26.18%)一直是区块链的核心技术。目前区块链技术正处于发展阶段,产业占比呈现增长的趋势。可见,以信息技术管理办法、计算机技术、数字通信为主的电气工程部在区块链技术的研发与产业应用上起到了至关重要的作用。其他技术领域内的区块链专利数量也呈现增加的趋势,虽然占比较小,但在一定程度上表明了区块链技术与应用融合正在进行,未来区块链技术与多种前沿技术的深度融合,共同推进着集成创新和应用融合。技术融合矩阵分析较为清晰地展示了区块链技术所涉及的技术领域及其占比情况。

3.2 区块链技术融合共现矩阵

区块链专利涉及五大部33项技术子类,为了准

确把握区块链技术发展趋势,本研究选取专利数量大于100的技术子类作为区块链核心技术。无线网络(H04W)和医疗保健信息学(G16H)涉及专利数量较多,本研究将这两个归类为独立的技术子类,即区块链领域涉及12项核心技术,它们分别是:信息技术管理办法(IT)、计算机技术(CT)、数字通信(DC)、控制(CO)、无线网络(WN)、医疗保健信息学(MI)、电信(TE)、测量(ME)、电机、设备、能源(EA)、家具、游戏(FG)、视听技术(AT)、运输系统(TR)。构建 12×12 技术融合共现矩阵,如表3所示。

由表3可知,从融合专利的比重来看,区块链核心技术间的融合程度较高,融合专利的比例都在65%以上。其中,信息技术管理办法(IT)、计算机技术(CT)、数字通信(DC)3项核心技术与其他9项核心技术共现的次数普遍高于其他核心技术的共现次数,也是单独出现次数最多的技术。区块链专利涉及到的测量(ME)、运输系统(TR)技术共现频

表 3 区块链技术融合矩阵

	IT	CT	DC	CO	WN	MI	TE	ME	EA	FG	AT	TR
IT	17 751	8061	5557	695	322	280	120	86	95	80	47	75
CT	8061	15 659	5495	709	374	481	212	115	62	82	98	65
DC	5557	5495	13 113	772	756	233	314	103	68	86	83	69
CO	695	709	772	1539	141	28	81	55	38	23	16	67
WN	322	374	756	141	1086	25	116	48	16	10	17	39
MI	280	481	233	28	25	820	12	13	0	9	3	2
TE	120	212	314	81	116	12	487	24	14	6	44	10
ME	86	115	103	55	48	13	24	215	12	9	12	15
EA	95	62	68	38	16	0	14	12	199	0	4	16
FG	80	82	86	23	10	9	6	9	0	190	5	0
AT	47	98	83	16	17	3	44	12	4	5	176	2
TR	75	65	69	67	39	2	10	15	16	0	2	152
融合专利	11 599	11 652	9356	1390	950	711	475	215	161	189	167	152
融合比例	65%	74%	71%	90%	87%	87%	98%	100%	81%	99%	95%	100%

次最高,占比为 100%,融合最为紧密。技术融合矩阵分析使对区块链技术的技术子类的融合情况有了初步的了解。

3.3 区块链技术融合关联度分析

本研究对 12 项技术领域专利共现情况进行关联度计算,得到核心技术关联度矩阵,并通过热力图可视化展示,如图 6 所示。数值越接近 1 技术领域

间相关性越高,颜色越深。通过计算,区块链核心技术间总体融合系数处于中等水平,高融合系数的核心技术较为集中。信息技术管理办法(IT)和计算机技术(CT)融合系数最高为 0.8021,其次是计算机技术(CT)和数字通信(DC),为 0.721。不难发现,3 项技术的融合系数普遍高于另外 9 项技术与其他技术间的关联系数。

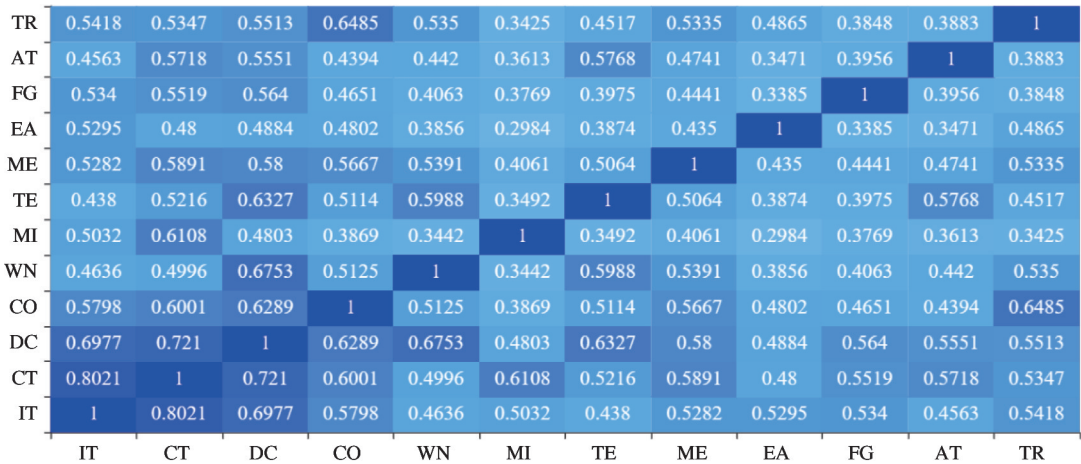


图 6 区块链技术融合关联度热力图

由此可见,信息技术管理办法(IT)、计算机技术(CT)、数字通信(DC) 3 项核心技术不光与其他技术领域融合较为紧密,3 项技术间互相融合的程度更为强烈。说明这 3 项技术领域联系最为紧密,是区块链融合最为核心的技术。技术融合关联度分

析从更深层次揭示区块链 12 大核心技术间的融合关系的紧密程度。技术融合矩阵分析与技术融合关联度分析相结合,充分表明了不同类别间融合情况和融合强度。

3.4 区块链技术融合动态趋势分析

在考察区块链技术融合结构及相关度分析之后,本研究运用辛普森多样性指数从技术的多样性和技术的平衡性考察 2009 - 2020 年区块链技术融

合的动态趋势。由图 7 可知,2009 - 2014 年区块链技术融合指数呈上升的趋势。2014 年为分水岭,技术融合指数下降,之后的几年里维持在一个较低的水平。研究分析表明,原因可能有以下几方面。

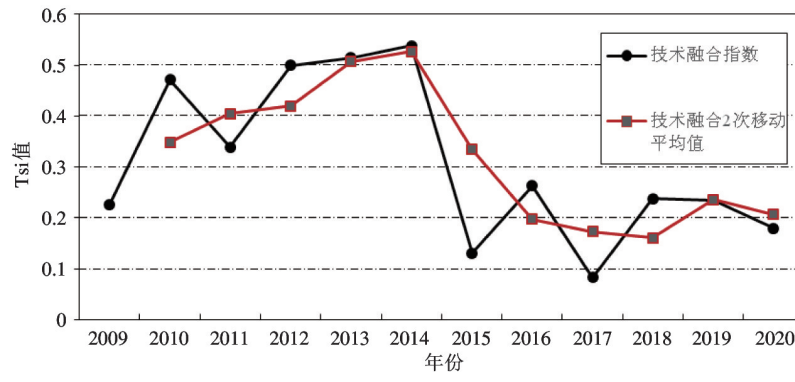


图 7 区块链技术融合动态趋势图

2009 - 2014 年区块链技术处于萌芽期(图 8), 专利数量少,各技术领域专利规模差距不大。随着时间的推移和技术的发展,各技术领域的专利数量

开始缓慢增加,意味着区块链技术的多样性与平衡性增加,导致辛普森多样性指数增长,所以技术融合指数增加。

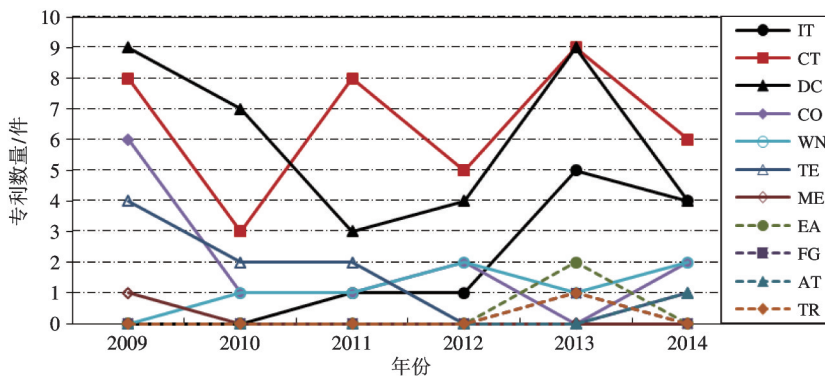


图 8 2009 - 2014 年 12 项核心技术专利数量

2014 年以后(图 9),以信息技术管理办法、计算机技术、数字通信技术为首的 3 大区块链核心技术专利数量呈爆发式增长,而且融合专利也多以这

3 大技术交叉融合为主,其他技术领域专利数量虽也有所增长,但所占比重较小,反映出融合分布不均衡的特征,故导致技术融合指数下降。

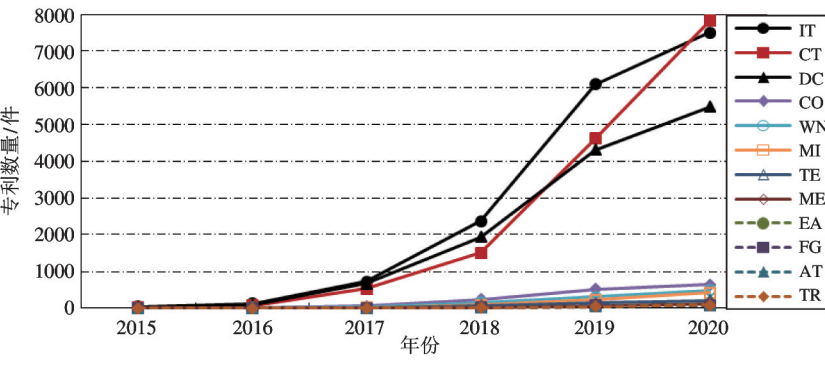


图 9 2015 - 2020 年 12 项核心技术专利数量

当然这种分析还存在不足之处,比如早期区块链专利数量较少,计算技术融合指数容易出现误差。区块链技术目前尚处于发展阶段,发展年限跨度小,若不考虑早期专利数量计算结果又有可能出现偏差。因此如何在降低误差的同时,尽可能准确地考察技术融合指数的动态趋势是本研究还未解决的问题。

4 结 论

本研究基于专利数据研究了区块链的技术融合态势,基于2009-2021年的区块链领域专利数据,根据IPC分类体系与ISI-OST-INPI分类体系的映射关系,分析了区块链领域融合了哪些技术类别及这些技术类别的分布情况。

基于技术共现矩阵,研究各技术类别间的关联度,准确把握区块链技术融合的核心技术。借鉴辛普森多样性指数考察区块链技术融合动态趋势。分析结果表明:(1)对区块链技术的研发与产业应用贡献最大的是电气工程类技术,其所占比重逐年增加。对于其他技术部门,虽然专利数量也在逐年增加,但是所占比重很小,对区块链技术发展的贡献较小,反映了区块链领域在技术应用方面仍需加强。(2)从专利数量来看,电气工程部门中信息技术管理办法、计算机技术、数字通信3项技术是区块链技术的3大核心技术。(3)从关联度分析中可以看出,信息技术管理办法、计算机技术、数字通信3项技术间融合较为紧密,与其他技术领域间的关联性相比,这3项技术与其他技术领域的关联性更为突出,是区块链技术发展最为核心的技术。(4)从融合专利数量占比来看,虽然区块链技术融合程度较高,但经过关联度分析后可以看出技术融合多集中在3大核心技术子类间。技术融合指数维持在较低的水平,区块链技术之间的融合分布呈现不均衡特征。区块链技术从2009年至今的12年间,区块链技术还处于发展初期,表现为局部创新的“点”的层面上。

目前“区块链+”赋能效应初显,动力稍显不足,今后的支持以信息技术管理办法、计算机技术、

数字通信为主的区块链核心技术与其他技术领域深度融合,共同推进集成创新和应用融合。随着区块链基础理论与核心技术研发的不断完善,区块链技术与多种前沿技术将深度融合,共同推进集成创新和应用融合。未来区块链会呈现由局部创新的“点”到跨领域的“线”,再到多技术多领域融合创新的“面”的发展格局。

参考文献

- [1] 周磊, 杨威. 竞争情报视角下突破性创新的识别思路[J]. 情报杂志, 2015, 34(1): 32-37
- [2] Nakamoto S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system[EB/OL]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>; The Bitcoin Foundation, 2008
- [3] Hall B H, Jaffe A, Trajtenberg M. Market value and patent citations[J]. *Rand Journal of Economics*, 2005, 36(1): 16-38
- [4] Rosenberg N. Technological change in the machine tool industry, 1840-1910[J]. *The Journal of Economic History*, 1963, 23(4): 414-443
- [5] Kodama F. Emerging patterns of innovation: sources of Japan's teleological edge[J]. *R&D Management*, 2010, 26(2): 179-181
- [6] 汤文仙. 技术融合的理论内涵研究[J]. 科学管理研究, 2006, 24(4): 31-34
- [7] 廖磊. 基于技术融合下的IT企业技术创新的动态演化机制[D]. 江西: 江西财经大学财经学院, 2009: 1-110
- [8] 聂子龙, 李浩. 产业融合中的企业战略思考[J]. 软科学, 2003, 17(2): 80-83
- [9] Nelson R R, Winter S G. In search of a useful theory of innovation[J]. *Research Policy*, 1977, 6(1): 36-76
- [10] Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change[J]. *Research Policy*, 1982, 11(3): 147-162
- [11] Levinthal A D. The slow pace of rapid technological change: gradualism and punctuation in technological change[J]. *Industrial and Corporate Change*, 1998, 7(2): 217-247
- [12] 刘小草. 济长波理论及对我国经济发展的启示[J]. 江万里学院学报, 2010, 23(1): 17-20

- [13] 李丫丫, 赵玉林. 基于专利的技术融合分析方法及其应用[J]. 科学学研究, 2016, 34(2): 203-211
- [14] 姜岩, 赵培培, 黄鲁成. 基于专利共类的无人机技术融合趋势研究[J]. 情报杂志, 2020, 39(11): 68-75 + 81
- [15] Park I, Yoon B. Technological opportunity discovery for technological convergence based on the prediction of technology knowledge flow in a citation network[J]. *Journal of Informetrics*, 2018, 12(4): 1199-1222
- [16] Karvonen M, Kaessi T. Patent citations as a tool for analysing the early stages of convergence[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2013, 80(6): 1094-1107
- [17] Kim M S, Kim C. On a patent analysis method for technological convergence[J]. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2012, 40(40): 657-663
- [18] 赵玉林, 李丫丫. 技术融合、竞争协同与新兴产业绩效提升——基于全球生物芯片产业的实证研究[J]. 科研管理, 2017, 38(8): 11-18
- [19] Breschi S, Lissoni F, Malera F, et al. Knowledge-relatedness in firm technological diversification-science direct[J]. *Research Policy*, 2003, 32(1): 69-87
- [20] Stirling, Andy. A general framework for analysing diversity in science, technology and society[J]. *SPRU Working Paper Series*, 2007, 4(15): 707
- [21] Rafols I, Meyer M. Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience[J]. *Scientometrics*, 2009, 82(2): 263-287

Research on the trend of technological convergence of blockchain based on patents

Li Yang, Zheng Jia, Li Zhirong

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract

The cross-border and convergence of technology and industry has become a new trend. The distributed data governance architecture of blockchain technology provides a new idea for multi-technology deep joint to empower industry development, and grasps the technology convergence structure and development trend of blockchain industry. It is particularly important to identify opportunities for technological development. Based on patent data analysis and combined with the ISI-OST-INPI classification system, this article explores the global blockchain technology convergence situation from four levels and perspectives: the structure of technology convergence, co-occurrence matrix, correlation, and dynamic evolution trend. The study finds that: (1) The core technology of blockchain is three major technologies of information technology management methods, computer technology, and digital communication in the electrical engineering department, with a high degree of convergence and concentration; (2) It is obvious that three core technologies have more convergence with other technologies; (3) The technology convergence index is maintained at a low level, and the convergence between blockchain technologies presents an unbalanced distribution feature.

Key words: blockchain, technological convergence, ISI-OST-INPI, technological innovation