

ANT视域下的颠覆性技术创新主体分析

夏佳雯 杨爱华

【摘要】行动者网络理论(ANT)主张作为实践的科学技术活动的行动者不仅包括人,也包括非人的存在与力量。本文以ANT为理论基础对颠覆性技术创新的多元主体进行分析,指出颠覆性技术创新的主体既包括科学共同体、政府、高校、科研机构和企业等人类行动者,也包括用户需求、战略部署、资金投入等非人类行动者。这在一定程度上突破了对技术创新主体进行主客二分式的传统研究,有利于打开颠覆性技术创新的主体黑箱,破解颠覆性技术创新的主体动力源,对推进颠覆性技术创新及其发展具有重要的意义。

【关键词】行动者网络理论;行动者;颠覆性技术创新

【作者简介】夏佳雯(1991-),女,湖南溆浦人,国防科技大学军政基础教育学院博士研究生,研究方向为马克思主义理论,Email:jiawen.xia@foxmail.com;杨爱华(1976-),女,湖南桃江人,国防科技大学军政基础教育学院教授,研究方向为科学技术哲学,Email:yah76@126.com(长沙 410073)。

【原文出处】《自然辩证法通讯》(京),2023.1.96~104

【基金项目】国家社科基金重点项目“ANT视域下的颠覆性技术创新研究”(项目编号:20AZX006)。

引言

颠覆性技术是近年来科技领域的一个热门高频词汇,已引起世界各国广泛关注与重视。2017年习近平总书记在党的十九大报告中提出,要突出颠覆性技术创新,之后多次反复强调要以颠覆性技术创新为突破口,把创新主动权、发展权掌握在自己手里。行动者网络理论(ANT)突出科学技术的实践性,主张科学技术的行动者既包括人类的因素,也包括非人类的因素,强调自然因素与社会因素对科学技术的对称性作用。以行动者网络理论为理论基点,对颠覆性技术创新的主体进行分析,有利于打开颠覆性技术创新的行动者黑箱,全面理解颠覆性技术创新的主体要素,破解颠覆性技术创新的主体动力源,紧握住创新的主动权。

一、ANT及行动者构成

1. ANT的基本内涵

行动者网络理论(Actor-network Theory,简称ANT)是20世纪80年代中期英国学者约翰·劳(John Law)以及法国学者拉图尔、米歇尔·卡龙(Michel Kalon)等为

代表的巴黎学派提出的,被有些学者认为是“科学技术学到目前为止最成功的理论成果”。^{[1]p.96}该理论是基于对科学知识社会学(SSK)中爱丁堡学派的“强纲领”批判而提出的。“强纲领”在对科学知识的内部因素进行解释时,认为实在(自然)不是科学知识的决定因素,社会因素对科学知识产生了影响,并且是决定性的影响。“在我们看来,对我们的思想进行构造和指引的,都是一些观念,这些观念的真实特征也就是某一种社会模型所具有的特征……我们对知识的思考实际上就是对社会的思考。”^[2]ANT认为“强纲领”模式对科学知识的解释意味着自然是不可知的,社会是可知的,并能用来解释自然,这是没有说服力的,终究会走向困境。ANT在对“强纲领”模式进行批判的基础上,从不同维度描述和解读科学。他们把科学看作一种实践活动,认为科学是人类因素与非人类因素相互作用的场所(领域),任何一方都没有被赋予特别的优先权。他们主张应该对称地看待自然因素和社会因素对科学知识的解释功能,主张科学是行动者在特定的由网络联盟构成的情境中相互

作用的产物,突出科学的实践性,以实践建构论取代社会建构论。

ANT理论由行动者、转译、异质网络三个核心概念加上“广义对称性原则”构成。行动者不仅包括人,也包括非人的存在和力量。转译则是行动者以自身独到的方式将他人的关注点和利益转换为新的语言来获取其他行动者的注意和兴趣,从而为自己的网络招募行动者。不同行动者相互结合共同构建网络并塑造网络联盟,无论是人类行动者还是非人类行动者,他们都是在与其他行动者联盟(alliance)塑造网络之后才能获得力量。

2. ANT行动者的构成

关于行动者,传统社会学中的actor一般是指具有能动性的行动者,也就是指具有主观目的与意图的人。ANT打破人类行动者的中心域,对行动者赋予更广泛的内涵。拉图尔用actant或者agency表示行动者的概念,他认为行动者不仅指通常意义的行为者(actor),同时也指许多非人的物体(object)或者因素,比如生物、技术、观念等。^{[3]·p.177}ANT主张科学技术是由行动者构成的网络,凡是参与到科学技术活动过程中的一切因素,无论是人的因素,还是非人的因素,他们都是科学技术活动的行动者。所有这些人或人类的行动者,都在科学技术活动中发挥着不同的作用,“在由需要独自通过黑箱的个体组成的链条上,每一个因素都可能以多种多样的方式行动”^{[3]·p.177}。行动者融入于实践和关系之中,行动者网络具有异质性的基本特征,这是源于不同行动者利益取向、行为方式、理想信念等差异。

在ANT看来,行动者是指任何通过控制制造差别而改变了事物状态的东西,人类行动者与非人类行动者都不是静态的、绝对的,两者之间不存在重大差别。也就是说,人类行动者与非人类行动者没有绝对的边界,没有是仅仅归属于自然还是仅仅归属于社会这两个不同领域的差别,因为“每个行动者都是在平等的关系下进行自由联结。行动者的身份也是在相互之间的关系中界定,行动者世界之外,不存在一个超越的社会实体赋予行动者明确本质。换言之,单独的行动者无法完成任何事情,行动者不是行动之源,而是在他者的影响下行动,一切都是关系的

结果”^[4]。

人类行动者与非人类行动者是遵循“广义对称性原则”的,它意味着“在科学技术与其他社会活动中,我们不去先验地规定是人还是非人、是自然还是社会塑造了现状”。^[4]在过程中人与非人、自然与社会都可能发挥重要作用,只有坚持广义对称性,才能避免在分析过程中出现偏向或者遗漏。在ANT看来,对称性仅仅是一种分析立场,并不意味着一定要把人类行动者与非人类行动者及发挥的作用完全等同起来。正如拉图尔说的:“ANT不是,我再重复一遍,不是要在人与非人之间确立某种荒唐的对称性。对我们而言,对称仅仅意味着,不要先验地在人类有意识的行动与物质世界的因果联系之间确立某种虚假的不对称。”^[5]对称性仅仅是一种分析态度而已,“并不意味着我们希望把意图性扩展到事物,或把机械功能扩展到人类,而只是我们用来描述事物的一种方式”。^[6]

总而言之,ANT把行动者的概念扩展到人类之外的自然世界,他们集中分析不同行动者在科学实践中的不同作用以及彼此之间的互动,科学技术活动是在人类行动者与非人类行动者的共同作用下才得以发展完成的。

二、颠覆性技术创新的人类行动者分析

颠覆性技术最早是由美国学者克莱顿·克里斯坦森(Clayton M. Christensen)在《哈佛商业评论》发表的“颠覆性技术:抓住潮流”中提出的,并在之后1997年的著作《创新者的窘境》中进行系统阐述,随后在其2003年续作《创新者的解答》提出采用颠覆性创新。克里斯坦森认为颠覆性技术带来的颠覆性效应其实更主要在于技术的全新应用,而不仅仅是技术自身。今天人们提到颠覆性技术创新,更多强调的是对人们生产方式与生活方式发挥的颠覆性作用,给社会生活带来的颠覆性变化。作为复杂的科学实践活动,颠覆性技术创新并不是科学家或者技术专家的专利,各种人类活动者都参与其中,正如拉图尔所言的,是在“人人助以一臂之力(everybody is made to give a hand)”^{[3]·p.268}的情境中得以进行的。

1. 作为个体/团体形态的人类行动者

作为个体/团体形态的人类行动者参与颠覆性

技术创新的主要是指科学共同体。科学共同体这个概念最早是由英国科学哲学家迈克尔·波兰尼(Michael Polanyi)提出的,他认为“一个孤立的科学家是无法实践自身使命的。他必须在制度的框架里占据一个明确的地位。化学家会成为化学专家中的一员;一位数学家或者一位心理学家——每个成员都属于一个特定的科学家团体。不同的科学家团体聚在一起,组成了科学共同体”^[7]。每个科学共同体都有着自己的成员和分层,在科学领域中无论灵魂人物、科学领袖抑或是身份普通的一般成员都共同从事着研究工作,对科学研究做出程度各异的贡献。颠覆性技术创新是以科学共同体为主体行动者进行的,这其中既有提出概念设想、技术原点创新的关键人物,也有逐步完成技术累积、迭代更新的核心成员与普通成员,还有推动技术的社会应用、完成产-学-研的个体人物、团队群体,每一个环节都可能是灵魂人物与普通成员共同完成的。

互联网是麦肯锡全球研究所2013年发布的研究报告中所列的12项可能改变生活、企业与全球经济的颠覆性技术清单的第一项。我们通常认为1969年美国国防部阿帕网的四个结点连接建立,标志着互联网的开端。其实互联网概念的正式书面原创可以追溯到1945年美国《大西洋月刊》第176期第1卷刊登的科学家万尼瓦尔·布什(Vannevar Bush)的《诚如所思》一文中描述的一个信息快速交换的未来世界。怎么实现信息快速交换的初步答案是1960年美国计算机科学家约瑟夫·利克莱德(Joseph Licklider)在《人机共生》中给出的,即人类通过与计算机协同工作来实现信息爆炸式交换。1963年时任美国高等研究计划局(ARPA)信息处理技术办公室主任的利克莱德提出建立“分时网络”,也就是阿帕网的雏形、互联网的种子。利克莱德以“人机共生”理论为基调,向全世界发出应该研究一种网络,将计算机连接起来实现资源共享的倡议,推动了互联网的实践攻坚。保罗·巴兰(Paul Baran)提出“分布式通信网络”方案、伦纳德·克兰洛克(Leonard Kleinrock)提出“分组交换”、1969年阿帕网正式组网……自此之后,互联网从军用领域到民用领域,从美国到世界,大学、研究机构、企业等各行各业的科学家、技术人员、工

程师都参与进来,其中不乏蒂姆·伯纳斯(Tim Berners)、乔布斯、比尔·盖茨等推动互联网发展的领袖人物,也有众多普通的程序员等;既有对互联网做出原创性贡献的科学家,也有推动互联网扩展到各个领域的应用型科学家、普通技术人员、工程师或者兼技术与商业于一体的复合型人才。推动互联网这一颠覆性技术创新的主要人类行动者是科学共同体,是参与到这一领域以及与之相关的各个领域的所有科学技术成员组成的共同体完成的。

总之,大学、科研机构、政府部门、企业等社会各个部门各个领域的科学家、技术人员、工程师等凡是参与到颠覆性技术创新的科技人员组成的科学共同体,或以大人物大团队大机构、或以小人物小团队小机构,或以个体形态、或以团体形态,成为颠覆性技术创新的主要人类行动者。科学共同体分布于高校、科研机构、政府与企业等社会各个部门各个领域。与此同时,高校和科研机构、政府、企业等也是作为推动颠覆性技术创新的组织形态的人类行动者而存在,在颠覆性技术创新中发挥着重要的力量与作用。

2. 作为组织形态的人类行动者

(1) 高校与科研机构

高校与科研机构由于其学科门类丰富、拥有学术思想活跃的创新人才和专家队伍,一直以来都是从事科学研究的主要阵地,特别是从事基础研究的优越平台。从世界科技发展史来看,大部分颠覆性技术创新成果是由高校与科研机构的科学共同体成员完成的,大部分有影响力的世界级科学家就职于高校或者科研机构,大多数的诺贝尔自然科学奖获得者是在某一所高校或者科研机构工作。量子力学由哥廷根大学、慕尼黑大学、哥本哈根理论物理研究所等多所高校与科研机构的科学家群体共同完成的;DNA双螺旋结构发现者詹姆斯·沃森(James D. Watson)和弗朗西斯·克里克(Francis Crick)是在剑桥大学做出这一重大科学发现的;合成生物学的潜力被美国国防部高度重视,并且将成为21世纪优先发展的颠覆性技术之一,该领域较早创新成果是2002年美国纽约州立大学首次利用人工从化学单体合成了病毒——脊髓灰质炎病毒……这样的案例不胜枚举。

我国一直重视高校与科研机构在国家科技工作中发挥的重要作用,高校与科研机构被定位为我国国家科技创新体系的重要组成部分、科技创新的主力军。统计近五年来国家科学技术奖励数据可以发现,高校获奖数量一直占据高比例(图1)。2021年5月17日,教育部办公厅公布首批未来技术学院名单,明确建设目标是“瞄准未来10年—15年的前沿性、革命性、颠覆性技术,突破常规、突破约束、突破壁垒”,^[9]12家首批未来技术学院均被设置在高校。“科研院所和研究型大学是我国科技发展的主要基础所在,也是科技创新人才的摇篮。”^[9]高校和科研院所作为组织形态的人类行动者,在颠覆性技术创新中发挥着主力军的中坚作用。

(2)政府

由于科学技术的公共产品属性,容易引发市场失灵或投资不足等问题,需要政府参与规划科技发展,引导技术创新。美国经济学家西蒙·库兹涅茨(Simon Kuznets)认为现代经济发展是多种因素共同作用的,其中技术创新和创新政策结构是两个必要因素,二者必须相互协调才能推动现代经济发展。创新政策结构主要由政府组织。颠覆性技术相对于传统技术而言,其研发具有高风险性、高投入性、高挑战性,^[10]更加需要政府的引导与组织,颠覆性技术

创新的主体离不开政府。

世界各国都早已充分意识到政府在颠覆性技术创新中应该发挥重要作用,通过顶层设计、引导筹划、直接或间接组织等各种途径和形式,参与到颠覆性技术创新中。美国是最早从国家层面由政府主导组织进行颠覆性技术研发的国家,上世纪50年代就成立了专门发展颠覆性技术的DARPA,孕育出了全球定位系统(GPS)、因特网、无人机等颠覆性技术。日本内阁府与科学技术振兴机构联合颁布“ImPACT”计划(颠覆性技术创新计划),指出颠覆性技术能够推动产业和社会发生重大变革但也可能面临巨大风险,在以创新推动社会转型升级的进程中,同时也需顾及对于创新管理体系的根本性变革。英国在《技术与创新未来:英国2030年的增长机会》中列举出了有望支撑本国2030年发展的关键技术,都是基于对材料与纳米技术、能源和低碳技术、生物和制造技术、数字和网络技术等四大领域共53项技术进行了分析的结果。

我国一直重视政府在颠覆性技术创新中的职能发挥。作为组织形态的人类行动者,政府在颠覆性技术创新中的职能“主要是搭建平台、提供服务、营造环境。政府要在创新环境上做好文章,主要包括法律政策环境、政府服务环境、金融资本市场环境和

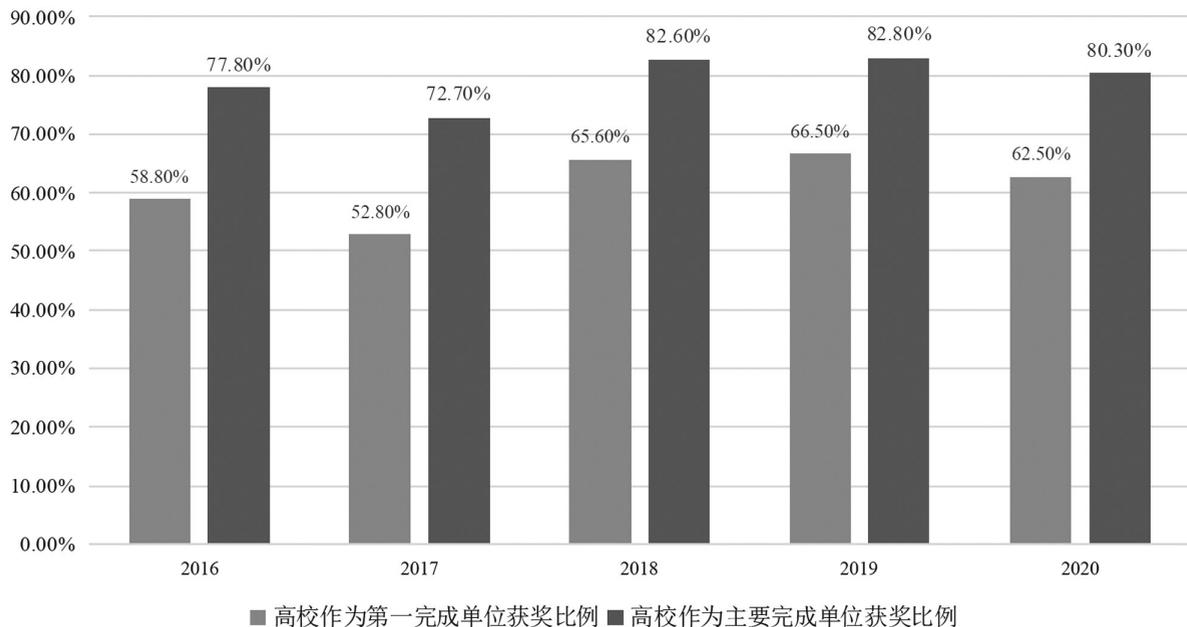


图1 2016至2020年度全国科学技术奖励通用项目中高校获奖比例

社会文化环境”^[11]。要充分发挥政府对颠覆性技术创新的引领作用,以战略性、全局性、前瞻性的少数颠覆性技术为抓手,加强统筹协调,大力开展协同创新。

(3) 企业

颠覆性技术创新的重要人类行动者之一是企业。事实上,克里斯坦森在提出“颠覆性技术”概念以及“颠覆性创新”理论的时候,最初是针对企业做出的思考,在《创新者的窘境》开篇中,克里斯坦森如此写道:“本书主要探讨的是,企业在遭遇某种形式的市场变化和技术变革时,为什么无法继续保持它们的行业领先地位。”^{[12], p. ix} 克里斯坦森重点以硬盘行业为案例,通过考察从14英寸硬盘到8英寸、3.5英寸、2.5英寸再到1.8英寸的硬盘发展历程,认为“在生产这种具有破坏性的硬盘的企业中,有80%是新兴企业”,^{[12], p. 25}并以图表形式列出了新兴企业对颠覆性技术的主导地位。

企业进行颠覆性技术创新的动力源于市场的需求和竞争。市场竞争的压力下,企业为了获取竞争优势,必须增强自身竞争力。伴随着科学技术的发展,这种竞争逐渐演化成以颠覆性技术创新为代表的技术创新竞争。拥有颠覆性技术创新成果的企业才能占有市场优势,导致一些企业对颠覆性技术创新的需求很高,创新意识很强,并在颠覆性技术创新中投入大量时间与精力。例如,目前不少企业在合成生物学领域进行攻关,工程生物产业数据分析平台(Engineering Biology Insights)在2020年12月发布了全球值得关注的50家合成生物学企业,这些企业将成为推动合成生物学发展的主力军。

我国一直强调培育企业在技术创新中的主体地位,“让市场真正成为配置创新资源的力量,让企业真正成为技术创新的主体”,^[13]并且对企业进行颠覆性技术创新给予政策扶持。2018年11月,中关村管委会发布《中关村国家自主创新示范区关于支持颠覆性技术创新的指导意见》,意见明确指出对在中关村示范区内注册的企业或创新团队给予资金支持,累计支持金额最高可达1亿元。强化企业在颠覆性技术创新中的主体地位,不是否定高校、科研机构在颠覆性技术创新中的作用,而是让不同性质、不同职能的机构在创新价值链中更好地归类、定位、互补,

从而构建异质网络、形成网络联盟、推动协同创新。

三、颠覆性技术创新的非人类行动者分析

ANT赋予非人类行动者与人类行动者相对称的能动性,非人类行动者是与人类行动者一样具有对称性作用的推动科学实践的因素与力量。在路易·巴斯德(Louis Pasteur)那里,微生物也是行动者,“巴斯德借助实验室的力量,让微生物做他想要做的事情……可以认为,微生物不仅仅是巴斯德的研究对象,还是他与之结盟的代理者(agent)”。^{[11], pp. 88-89} ANT重视非人类因素与力量对科学实践的影响,主张把人与非人的能动性结合在一起,共同推动科学实践。“且让我们记住,非人类本身并不是客观对象,它们更不是事实问题。它们首先表现为关注问题,作为引发困惑并由此为聚集在其周围的支持者代言的新实体,讨论它们,对它们展开争论”^{[14], p. 130} 颠覆性技术创新强调的是另辟蹊径,既可能表现为从未有过的新原理新技术新产品(例如互联网的出现),也可能是已有延续性技术部分创新之后的新应用方式带来的颠覆性效应(例如汽车取代马车)。不管是新技术突破还是新领域新应用,都是由人与非人的因素及力量共同推动完成的,其中非人类行动者既可能发挥着决定性的内在动力源角色,也可能是起着外部助推作用。

1. 用户需求

用户需求是克里斯坦森在《创新者的窘境》与《创新者的解答》中多次强调的,甚至克里斯坦森认为颠覆性技术创新在很大程度上就是为了用户需求而进行的,“面临破坏性技术创新的成熟企业,通常将技术性挑战看作是它们面临的首要发展挑战,即改善破坏性技术,使其足以满足已知市场的需求”。^{[12], p. 214} 其实科学社会学早已关注到需求对于科学研究、技术创新的推动作用,科学社会学家默顿早就总结出,需求是引导科学家和发明家的注意力转移到一些特殊问题的要素之一。特别是在军事技术发展史上,军事技术创新很多时候完全就是以满足战争需求为内驱力以及主导目标的,比如雷达是为了防御的需要而研发的。正如拉图尔指出的:“当‘科学和技术’不能由其内在的动力加以解释的时候,它将由外在的推动力和需求加以说明”。^{[13], p. 290}

二战期间,关于炮弹的计算问题非常复杂,基于导弹型号差异导致的弹道数目过千,必须借助于复杂的微积分来计算。即便当时世界最大的计算中心美国阿伯丁“弹道研究实验室”与宾夕法尼亚大学摩尔电气工程学院的微分仪全部时间都投入计算,情况仍然如当时负责计算工作的陆军上尉赫尔曼·戈德斯丁(Herman Goldstein)所描述的,“除了费城(摩尔学院)的含有14个积分器的微分分析仪之外,阿伯丁实验室有一台10个积分器的微分分析仪,还有大批机器和计算部门的176名计算员在进行计算。在人员和机器两班倒的情况下,约需要3个月的紧张工作所产生的数据才能构成一份弹道表”,^[15]难以满足军方对于弹道计算的需求。工程师莫奇利在大学教物理的时候已经开始涉猎电子计算的相关研究工作,但此时他并没有获得发展快速电子计算的研究条件与动力需求。1942年在宾夕法尼亚大学摩尔电气工程学院的莫奇利向摩尔学院和美国陆军军械部提交了一份《关于高速电子管用于计算》的备忘录,就是针对彼时摩尔学院所困的弹道计算问题。在备忘录中,他指出“这台计算机可以在100秒钟内完成一台微分分析仪10至20分钟的计算”,^[16]得到弹道研究实验室的认可,这一设想很快被列入美国陆军军械部的总体计划。之后美国陆军军械部与宾夕法尼亚大学正式召开会议,确立项目合同,启动电子计算机的研制。可以说,电子计算机这一颠覆性技术的诞生最初是以解决弹道计算的军方用户需求为直接辩护开始走上其发展历程的。同样,我们所熟知的青霉素也是为了适应二战期间战场上大量受细菌感染的伤病员的需求而从实验室很快走向终端用户的。用户需求作为非人类行动者这一颠覆性技术创新的主体,在技术研发、技术转化、技术应用等过程中都发挥了积极的牵引作用。中国工程院院士邬贺铨曾总结,新的颠覆性技术应用面广且更符合市场的需求,它不一定比原技术复杂,但是一定会基于需求的牵引下不断涌现。^[17]

2. 战略部署

人类科技发展史表明,各国国际地位的调整更替往往都与科技革命中颠覆性技术的涌现息息相关。世界各国已经普遍认识到加快颠覆性技术创新

对于抢占新一轮国际竞争制高点、重塑全球发展格局的重要性,纷纷制定战略部署并出台相关政策,下好“先手棋”,大力推动颠覆性技术创新。战略部署与政策制度早已作为非人类行动者参与颠覆性技术创新并发挥重要作用,正如拉图尔指出的,“科学政策过去是在有限的圈子里提到,于今,每次它都有必要决定研究究竟是被打断、延长,还是开始”。^{[14]·p.378}

对于国家来说,适时制定正确超前的战略部署是夺取颠覆性技术创新主动权的重要途径。这种战略部署不仅包括制定发展颠覆性技术的战略发展规划,也包括成立推动颠覆性技术创新的研究机构等各种举措。1958年成立的以“保持美国的技术领先地位,防止潜在对手意想不到的超越”为旨的美国国防高级研究计划局(DARPA)已成为公认的颠覆性技术创新的摇篮。在过去的60多年里,DARPA定期发布《服务国家安全的突破性技术》战略文件,通过总结经验、科学预判、规划部署、吸引人才等各种途径大力发展各类颠覆性技术,推动了互联网、GPS、隐身飞机、无人机等多项颠覆性技术创新,走在颠覆性技术创新发展的前沿。我国在2016年就将颠覆性技术写入《国家创新驱动发展战略纲要》和《“十三五”国家科技创新规划》,制定了各类推动颠覆性技术创新的相关政策。

人工智能作为当今最具代表性的颠覆性技术,具有溢出带动性很强的头雁效应,世界各国都高度重视其发展,并且从国家层面做好顶层设计、制定人工智能发展战略部署。美国白宫科技政策办公室2016年发布《为未来人工智能做准备》《国家人工智能研发战略规划》两份报告,2019年再次发布《国家人工智能研发战略规划:2019年更新》,2020年成立人工智能倡议办公室,旨在成为国家人工智能研究和政策的中心枢纽。2019年俄罗斯发布《2030年前国家人工智能发展战略》,提出在国家战略层面加快推进人工智能发展。日本2017年发布以技术和产业化为重心的《人工智能技术战略》之后,2019年发布以全面应用为旨的《人工智能战略2019》。欧盟2020年发布《人工智能白皮书——欧洲追求卓越和信任的策略》系列文件,致力构建人工智能卓越发展的生态系统。中国《新一代人工智能发展规划》在

2017年印发,2020年中国各级政府进一步加大对人工智能产业的支持力度,中央全年出台60余项专项及相关政策,地方层面出台上百项涉及人工智能发展的政策文件。^[18]

3. 资金投入

当今大科学时代,几乎所有人都知道资金投入对科学实践与科技创新的作用和影响。实际上,资金投入同样是作为颠覆性技术创新的非人类行动者存在的,没有资金投入,几乎任何一项技术都难以付诸实践,任何一个实验室都难以启动其研究工作。正如拉图尔所言,“接受这些标准需要投资,用设备装备实验室,使其特征适应所需要的严格要求”。^[19]科学社会学家约翰·贝尔纳(John D. Bernal)早在《科学的社会功能》中就看到了这一点:“技术发展本身必然是缓慢的……更有力的因素就是也许无法找到足够的资金来实施新的生产方法”。^[20]

1965年,罗伯特·泰勒(Robert Taylor)被推举成为美国高等研究计划局信息处理技术处处长,担任处长之后不久,他将3台顶级计算机分别连接阿帕体系的3个重要合作方:麻省理工学院、加州大学伯克利分校、加州圣莫尼卡市,但是这3台计算机系统互不兼容,无法直接交流。为了寻求进一步的发展,1966年泰勒走进阿帕署长查理·赫兹菲尔德(Charlie Herfield)的办公室,给他进行开发网络的路演,路演中泰勒反复强调:如果网络建立成功,全美国的计算机都将实现资源共享。在20分钟的成功路演之后,赫兹费德问泰勒下一步需要什么,泰勒坦率回答需要经费。于是赫兹费德给了泰勒100万美元启动资金,正是这100万美元的启动资金让互联网的雏形阿帕网得以顺利立项。互联网发展到今天,已经全面渗入经济、政治、军事、文化等社会的每一个角落,彻底颠覆了人们的生产与生活方式,一方面其带来的经济效益是无法估量的;另一方面全世界对其投入的资金也是难以估算的。作为21世纪重要的颠覆性技术的合成生物学,其资金投入近年来一直稳定增长。根据工程生物产业数据分析平台的数据显示,2019年全球合成生物学市场规模达53亿美元,预计到2024年,合成生物学市场规模的年复合增长率将增长28.8%,达到189亿美元。^{[21],p.4}据斯坦福大学发布的

《2022年度人工智能指数报告》显示,2021年全球对人工智能的总投资,包括私人投资、公开发行、并购和少数股权交易在内的达到176.5亿美元,相比2020年增长了48%。^[22]

与传统技术创新相比,颠覆性技术创新在具有传统技术创新的不确定性的同时,形态上展现出超越性与突变性,效能上具备着革命性与破坏性。部分颠覆性技术创新的诞生与发展主要源自基础研究的突破,研究周期较长,其在社会运用中带来的颠覆性效应也需要较长的转化周期,因此更加需要持续稳定的资金投入。例如,20世纪60年代激光技术的产生与应用就离不开美国海军研究办公室、DARPA等对原子光谱学研究的持续资助。这一点正如拉图尔所强调,“就理想状态而言,资金应当有规律且不可逆转地注入,就像税收一样强制而固定,而不取决于情绪和时尚”。^{[3],p.249}

结语

ANT视域下的科学实践中,重要的枢纽和节点囊括人类行动者与非人类行动者,互动的广义对称使得人的因素与非人的因素相互嵌入,构建网络形成网络联盟在科学实践中发挥着各自重要的力量与作用。人类行动者是颠覆性技术创新最重要、最具有创造力与推动力的主体,作为组织形态的人类行动者既包括了个人形态的人类行动者的联盟,也包括了不属于个体形态的其他人类行动者,比如纯粹的政府机构人员、企业管理人员等。颠覆性技术创新是巨大的异质网络联盟,是极其复杂的系统工程。不管是人类行动者还是非人类行动者,不管是个体形态的行动者还是组织形态的行动者,都在其中发挥着广义对称性的作用与力量。在一般意义而言,人类行动者是推动颠覆性技术创新的主导力量,是起决定性作用的内因。特别是自近代自然科学诞生以来的前3个世纪,这一时期的科学实践活动主要以科学家个体及小规模团队活动形式为主,科学技术与社会的关系还没有像今天这样形影不离。随着科学技术与社会的关系发展到河同水密的阶段,并且社会因素对科学技术的发展起着越来越重要的推动作用,尤其是大科学时代之后,我们很难认定哪种行动者是推动颠覆性技术创新发展的决定性内

因。只有所有行动者共同参与,充分释放各种形态的行动者的潜力,并且科学布局各种形态的行动者力量,才能积极有效推动颠覆性技术创新发展。

参考文献:

- [1]瑟乔·西斯蒙多.科学技术学导论[M].许为民、孟强、崔海灵、陈海丹译,上海:上海科技教育出版社,2007.
- [2]大卫·布鲁尔.知识和社会意象[M].艾彦译,北京:东方出版社,2001,78.
- [3]布鲁诺·拉图尔.科学在行动:怎样在社会中追随科学家和工程师[M].刘文旋、郑开译,北京:东方出版社,2005.
- [4]王增鹏.巴黎学派的行动者网络理论解析[J].科学与社会,2012,2(4):28-43.
- [5]Latour, B. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network Theory*[M]. New York: Oxford University Press, 2005, 5.
- [6]安德鲁·皮克林.作为文化和实践的科学[M].柯文、伊梅译,北京:中国人民大学出版社,2006,361.
- [7]Michael, P. *The Logic of Liberty*[M]. Indianapolis: Liberty Fund, 1998, 64.
- [8]中华人民共和国教育部办公厅.教育部办公厅关于公布首批未来技术学院名单的通知[EB/OL].中华人民共和国教育部, http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_742/s3860/202105/t20210526_533701.html.2021-05-20.
- [9]习近平.建设世界科技强国[A].中共中央党史和文献研究院:十八大以来重要文献选编(下)[C],北京:中央文献出版社,2018,337-338.
- [10]郑彦宁、袁芳.颠覆性技术研发管理研究[J].科研管理,2021,42(2):12-19.

[11]李克强.在国家科技领导小组第一次全体会议上的讲话[A],中共中央党史和文献研究院:十九大以来重要文献选编(上)[C],北京:中央文献出版社,2019,713.

[12]克莱顿·克里斯坦森.创新者的窘境[M].胡建桥译,北京:中信出版社,2014.

[13]习近平.在十八届中央政治局第九次集体学习时的讲话[A],中共中央文献研究室:习近平关于科技创新论述摘编[C],北京:中共中央出版社,2016,57.

[14]布鲁诺·拉图尔.自然的政治:如何把科学带人民主[M].麦永雄译,郑州:河南大学出版社,2016.

[15]John, W. M. "The Use of High Speed Vacuum Tube Devices for Calculating"[A], Brian, R. (Ed.)*The Origins of Digital Computers*[C],New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1982, 356.

[16]胡守仁.计算机技术发展史(一):早期的计算机及电子管计算机[M].长沙:国防科学技术大学出版社,2004,201.

[17]张莹、冯玉婧.颠覆性技术如何“颠覆”[N].光明日报,2018-05-17(13).

[18]赵岩.2020-2021人工智能发展报告[M].北京:电子工业出版社,2021,7.

[19]布鲁诺·拉图尔、史蒂夫·伍尔加.实验室生活:科学事实的建构过程[M].刁小英、张伯霖译,北京:东方出版社,2004,100.

[20]贝尔纳.科学的社会功能[M].陈体芳译,南宁:广西师范大学出版社,2003,26.

[21]CB Insights China.合成生物学全球初创公司图谱,万亿美元市场现状梳理[R].CB Insights,2020,4.

[22]Zhang, D., Maslej, N., Brynjolfsson, E. et al. "The AI Index 2022 Annual Report"[R]. AI Index Steering Committee: Stanford Institute for Human-Centered AI, 2022, 151.

An Analysis of the Subjects of Disruptive Technological Innovation from the Perspective of ANT

Xia Jiawen Yang Aihua

Abstract: The Actor-Network Theory(ANT)asserts that the actors taking part in scientific and technological activities that are considered as practice include not only human beings, but also non-human beings and forces. This paper analyzes multiple subjects of disruptive technological innovation based on ANT, and shows clearly that the subjects of disruptive technological innovation consist of both human actors including scientific communities, governments, universities, scientific research institutions and enterprises, as well as non-human actors such as user needs, strategic deployment, and capital investment. To some extent, this study makes a breakthrough in previous studies made based on the subjective-objective bisection and it is beneficial to open the black box and reveal the main power producer of disruptive technological innovation, thus making a major contribution to research on disruptive technological innovation and its development.

Key words: Actor-network theory; Actors; Disruptive technological innovation