

当今世界正处于创新最为活跃的时期,信息、能源、生物、材料、空间等领域大量新旧技术更迭交替,科学探索不断向宏观拓展、向微观深入。如何把握科学前沿方向、研判科技发展大势成为引领科学发展的关键。

科技研判发展现状

科技研判是对未来科学技术发展态势进行系统探索和认识的过程,强调全面把握学科发展态势,探索科学演进规律和方向,预判科技发展路径和趋势。科技研判的目的是洞察可能引发重大科技突破并对经济、社会及环境产生重大影响的新理论、新发现和新技术领域和方向,为国家前瞻和优化科技布局提供重要依据。科技研判相关工作最早兴起于20世纪40年代的美国,随后通过英国、法国、德国、日本、韩国的探索和实践,成为各国科技创新研究的重要方向,也是全球高技术竞争的战略制高点,对于研判科技发展大势、明确创新主攻方向和突破口具有重要意义。近年来,在大数据等新一代信息技术的推动下,用于科技研判的数据信息呈现爆炸式增长,导致影响研判结果的决定因素增多、不确定性增加,突出表现为如下几方面。

一是研判结果科学性颇受争议。传统基于科技政策数据和文献情报数据的科技研判通常只关注对科学或技术自身发展的表征,导致研判结果存在科学性不足的困境。同时,新一轮科技革命加速推动新技术的大规模应用和迭代升级,而传统科技研判方法的实时性和精准性相对较低,可能导致研判结果面临动态性不高的困境。

二是研判活动面临科技“迷雾”。论文、专利、媒体甚至试点工程项目等科技研判主要指标未必意味着未来科技真实走向,可能导致科技研判面临迷惑性的挑战。科技“迷雾”包括两个方面:在客观方面,从现象到真理隔着一层厚厚的“迷雾”,当前科技研判遇到的主要困难是各种干扰因素太多,且许多干扰没有测量数据表征,客观的形成了科技“迷雾”;在主观方面,参与科技研判的国家、企业、人员的认知不足也造成了无意的主观科技“迷雾”,甚至有的国家、企业、人员故意释放“误导”的“迷雾”信息,以达到影响竞争对手战略布局的目的。

三是研判活动复合团队协作不足。科技研判是一项复杂的系统工



核心阅读

当今世界正处于创新最为活跃的时期,信息、能源、生物、材料、空间等领域大量新旧技术更迭交替,科学探索不断向宏观拓展、向微观深入。如何把握科学前沿方向、研判科技发展大势成为引领科学发展的关键。

程,强调研判过程的前瞻性、系统性、专业性以及引导性,应坚持问题导向、证据导向和科学导向组建复合研究团队,但当前科技研判仍以科技政策领域专家为主,尚未充分调动各领域相关专家组成以战略科学家为引领、领域专家为骨干、数据专家为支撑的复合团队,开展综合集成研讨作战。

四是研判方法合理性、全面性不足。在科技创新加速迭代的背景下,科技研判的复杂性、不确定性增加,亟须选取合适的方法进行跨学科、多领域的系统研究。然而,当前科技研判理论方法仍以传统的个案分析法、文献计量法、德尔非法为主,方法的针对性、合理性和全面性不足,尚未结合未来科技研判的新趋势,形成充分依托海量数据资源的系统性定性定量相结合的综合研判方法体系。

科技研判的新趋势

新科技革命和产业变革给科技研判带来诸多不确定性。作为对未来技术发展进行探索的过程,科技研判呈现出一些新的趋势,表现为传统科学

计量分析展现“新生命力”;数据驱动、方法驱动成为科技研判的必然范式;科学的技术源头性研判成为趋势;颠覆性技术评估的可操作性、动态性凸显。

一是科学计量分析方面的发展态势。传统文献计量视角的科技研判起步较早,主要将科技论文、发明专利作为测度科技发展水平的重要指标。随着科学计量分析方法的发展,当前其呈现出多元数据融合、定性定量结合等新趋势。在多元数据融合方面,通过不断扩展对知名数据库论文与专利数据的获取,丰富了科技研判基础数据来源。在定性定量结合方面,通过ESI高被引聚类分析、共被引关系分析和可视化分析,挖掘科学热点前沿,揭示关联关系与发展进程,为基于传统文献计量方法的科技研判赋予了新生命力。

二是数据驱动和方法驱动的科技研判态势。数据驱动和方法驱动是科技研判的主要发展方向,大数据技术融入科技研判可以显著提高研判的准确性,构建系统的智库方法体系可以有效提高研判的科学性。在数据驱动方面,基于大数据的研究范式实现了

模型驱动向数据驱动的彻底转变,通过对海量数据信息的分析、归纳和总结,实现了未知科学理论的快速识别。在方法驱动方面,智库理论方法深入发展将大数据的客观认识与专家智慧深度融合,实现了收集数据、揭示信息、综合研判、形成方案的科技研判完整链条。

三是源头性技术识别方面的发展态势。科技研判是一项前瞻性很强的辨识性工作,用什么作为科学的测度是关键的科学性基础问题。当前主要使用的技术成熟度、产业化程度、关键度等测度,一方面经常单独使用,一方面或多或少存在前瞻性或覆盖性不足的特点。目前有国内科研机构致力于“面向全球竞争的高新产业源头技术研究”,技术源头性识别得到广泛认可,在方法和识别结果方面形成了大量高质量成果,是一种积极的探索。总体上,技术源头性包含了对技术重要性、通用度、产业化程度、颠覆度多个测度的融合集成。此外,在团队交叉融合方面,源头性技术识别还立足于“技术—应用”的二维认知框架,能够科学、可行地融合复合型识别工作团队。

因此,学科交叉是科学发展到一定程度后的必然趋势,通过制度安排加快这个进程是合理的,但是要实现学科交叉的目的,需要处理好以下三个问题:首先,明确哪些学科具有进行交叉的基础?这里有两种情况需要警惕。其一,某一学科已经高度专业化并且发展比较成熟,与相邻学科存在明显的知识势能差,这类学科可以通过制度化方式对交叉学科进行认定。其二,警惕拔苗助长现象。如果两个学科成熟度不高、专业化程度也不是很高,两者之间的知识势能差越小,那么这两个学科之间即便有交叉现象,也仍处于初级阶段,这类学科交叉不易于通过制度安排来处理,只能通过自然演化模式实现学科交叉。其次,这些新设立的交叉学科范式该如何确立?这里需要警惕出现伪学科交叉现象,即强迫接受一门在认识论上具有优势学科的范式作为交叉学科的范式,这就是典型的伪学科交叉。再次,为了保证交叉学科人才培养与知识产出的正常发展,应该设立何种学科边界与评价标准?通常来说,学科边界更多地是由方法、理论与概念框架来决定的。因此,一门新学科的确立,需要有明确的问题域、方法、概念与技术,这些构成学科骨架的东西绝非两门学科的简单加总,而是在发展中的有机整合,否则它如何与原有学科进行区分?这一切都需要在科学实践中慢慢整合,在此基础上,再建设具有针对性的人才培养体系与评价体系。只有这样学科交叉才能真正成为知识生产的新增长点,并释放出制度安排所具有的激励作用。

总之,在整个国家的发展更多地依赖科技创新路径的当下,如何增加知识的产出就成为国家战略目标能否顺利实现的首要任务。如果研判准确,通过制度安排加速学科交叉的进程就是一种最积极的有效尝试,这也是我们在全球化时代提升科技竞争力与突破“卡脖子”约束,开启换道赛跑的重要举措。

一是坚持复合团队协作思路。多源数据、多维证据、学科交叉是科技研判的新前沿,亟须坚持复合团队协作思路,充分依靠科技专家、政策专家、战略情报专家、管理专家等专家资源,凝聚各领域专家智慧,调动相关专家积极性,开展多层次、系统性的科技态势综合研判。同时,围绕凝练问题、分析问题、综合问题和解决问题的科技研判过程,还应常态化布局专家综合集成研讨厅体系,连续、稳定、持续地收集重点技术领域专家的科学理论、经验知识、前瞻智慧,拓展对重点技术的认识和可预见的范围。

二是坚持数据驱动融合思路。大数据方法融入科技研判活动可以显著提高研判的准确性,构建大数据驱动的科技研判方法体系逐渐成为各国大规模科技研判活动的必然选择。坚持大数据驱动集成科技领域定量数据库,系统研究文献专利数据、社会经济数据、网络开源数据的结构、特征和应用领域,提升研判结果的准确性,降低科技研判的“迷雾”度。同时,坚持大数据驱动集成技术情报信息资料库,研究各领域战略政策信息、调查问卷信息、专家访谈信息的类型、结构和功能,利用新一代信息技术及相关分析软件,采集并构建技术情报资料库,采用大数据方法完成信息资料的筛选、整理与分析,并开展数据模式、趋势和相关性的分析。

三是坚持方法创新的系统性思维。科技研判方法创新同时关注海量数据资源获取方法、量化技术识别方法、科学的技术评估方法的系统创新,应坚持定性定量方法的融合,注重智库DIIS(收集数据Data-揭示信息Information-综合研判Intelligence-形成方案Solution)理论方法体系的应用,即通过界定分解技术领域,规范技术预见数据采集流程;通过技术热点及趋势识别,揭示数据信息形成客观认识;通过活跃技术甄别,研判重点技术的态势与应用;通过技术发展制约因素挖掘,预期实现时间形成规划方案。在具体工作过程中,应总结技术识别、评估、预测的决策支持方法,构建技术预见常用方法库,还应通过获取各领域不同类别数据的关系属性,形成优势互补的有机数据链,并以此组建科技研判相关指标库。



创新驱动发展的实践路径

□ 李志强 叶 好

党的十九届五中全会提出要坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位,把科技自立自强作为国家发展的战略支撑,把“坚持创新驱动发展”放在了最显著位置,凸显了对国家科技创新能力及其在经济社会发展全局中核心地位的高度重视。探索以创新驱动高质量发展的实践路径,具有重要的理论意义和现实价值。

加强科技创新的制度设计。近年来,通过在加强科技创新制度的顶层设计方面全面发力、深入推进,在重点创新领域和关键环节取得了实质性进展。但同时还应看到,我国在推进科技自主创新的具体体制机制上还存在短板,在保护科技创新的制度设立上具有较为明显的外生性特征。因此要善于化被动为主动,在坚持自主研发的基础上,摆脱“卡脖子”技术困境,实现创新领域的弯道超车。在创新制度的具体设置和践行上,政府应完善知识产权保护以及侵权惩罚性赔偿等制度,注重打造以科技创新为目标产业格局,发挥区位优势、营造良好营商环境。创新的实际践行有赖于以前沿领域为主航道的新兴产业的发展 and 壮大,政府可以通过打造高新产业集群,制定实施战略性科学计划和科学工程、向新兴企业推行税收优惠、税收减免政策等制度举措将社会优质资源向新兴产业主体投放和倾斜,让科创型企业、高校、科研机构等核心创新主体获得更多创新动能。

增强企业自身创新活力。企业不仅是社会主义市场经济的主要参与者,也是创新实践的载体。传统型企业要加快产业结构升级,重点关注科技赋能传统业务,以科技驱动创新,以创新驱动发展;创新型企业要以建设世界一流企业的眼光规划好自主创新发展路线,利用好国家的各项优惠政策,向自主研发领域聚焦,尽量减少外部依赖,培养和锻造一批“杀手

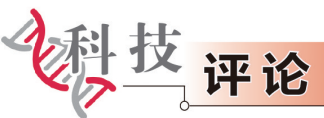
锏”技术,实现独立自主的创新型增长。众所周知,技术的交流和共享对于推动企业自主创新有重要的促进作用。因此,各企业之间要打破信息壁垒,以开放积极的心态加强技术沟通与交流。特别是目前我国大型互联网企业作为创新阵地的主力军,具有强大的技术、平台和人才优势,应积极助力创新型中小微企业成长,尽可能向中小型企业分享技术创新成果,实现不同类型、不同量级企业间的融通创新。此外,管理者的观念和眼界对于组织的发展方向具有重大影响,企业还应鼓励具有创新精神的企业家在组织结构中担任要职,引导企业加大自主研发投入,推动自研成果落地及转化,以此带领组织实现创新型发展。

营造有利于创新的良好氛围。改革开放初期,由于知识产权保护机制等相关的创新成果保障制度还不完善,创新成果进入市场后,会出现假冒产品以及“搭便车”等不正当市场行为,损害了创新积极性。如今我国在深化科技体制改革、健全和完善科技创新制度方面已取得显著成效。在此背景下,社会各界应共同营造尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造的良好氛围。创新活动的具体实践终究要落实到个人,因此,要健全以创新能力、质量、实效、贡献为导向的科技人才评价体系,健全创新激励和保障机制,构建充分体现知识、技术等创新要素价值的收益分配机制,完善科研人员职务发明成果权益分享机制以及创新成果保护机制,提高创新意识和知识产权保护意识,在全社会形成“勇于创新、乐于创新”的积极氛围。



科学发展的必然趋势
学科交叉是

□ 李 侠



2020年10月30日,据国家自然科学基金委员会官网发布消息,基金委成立第九大学部——交叉科学部,这也是国家自然科学基金委时隔11年再次成立新的科学部。紧接着,2021年1月,国务院学位委员会、教育部印发通知,新设置“交叉学科”门类,使之成为我国第14个学科门类,目前下设两个一级学科,分别是“集成电路科学与工程”和“国家安全学”。这轮变革对于我国科技体系建构的意义非凡:交叉学科从此以后开始成为国民教育中的正式学科,意味着可以由此

设立相关专业、招生、授予学位、成果认定以及职称评审等一系列制度化安排,并使之具有合法性。另外,基金单列从资源上保障了新兴的交叉学科可以获得稳定的经费支持,这对于任何一门学科的发展来说都是至关重要的。客观地说,这轮变革从制度安排到资源配置几乎一步到位。由此可以看出,在波谲云诡的国际形势下国家对如何加快科技发展以及突破“卡脖子”技术约束所采取的主动突破路径,交叉学科的设置与推进就是这种努力与决心的最好表征。

学科交叉现象不是什么新鲜事,已经出现很多年了。有学者考证,自然科学中的学科交叉现象历史发端可以锁定在20世纪四五十年代,而社会科学领域的学科交叉现象要早一些,大体发生在第一次世界大战未到20世纪30年代,大量的方法从自然科学领域被借鉴到社会科学领域。纵观学科交叉现象的简短发展史,大体可以发现学科交叉产生的动力主要有两个:首先是外源性动力,这种动力起源于社会存在的真实问题(社会需求)所带来的持久动力和高校履行其社会责任的需要(服务社会)。其次是内源性动力,这种动力主要来自于学科自身对于新知识生产的渴望。在现实世界里,学科交叉现象的出现是多种力量共同推动的结果。在全球化时代,由于竞争的加剧,学科交叉的步伐在加快,来自外源性的动力强于来自内源性的动力,这主要是由于社会所遭遇问题的复杂性所致。这些复杂问题是任何单一学科都没有能力独自解决的,这种境况促使学科交叉进程的加快与扩大。

通常交叉学科由隐到显的呈现有两种路径:学科的自然演化路径(渐进)与人为设计路径(激进),前者是学科发展到一定阶段的必然产物,而后者则是政府与社会为了实现某些特定目标,通过制度安排主动设计的结果。对于自然演化模式的学科交叉现象来说,学科的发展通常会经历如下的发展阶段:专

业化—碎片化—混杂化,一旦学科完成专业化也就意味着它有了具体的研究范畴、方法、手段与概念,专业化再发展下去就是知识的碎片化,再往前推进,原有学科的知识就会出现越界并渗透到其他领域,这就产生了学科交叉现象。科学史上这类案例很多,一旦交叉学科确立起来,又会开辟出新的知识生长点。专业化程度越深,专业的数量越多,专业学者在其他学科边缘碰面的可能性也就越大。专业化产生出越来越狭小的领域,结果几乎所有的领域都涉及两门以上学科的交叉。

任何学科发展到一定程度后都会出现难以逾越的知识屏障,越是成熟的学科这种屏障表现越明显,这时发展成熟的学科会向发展程度低一级的学科渗透。究其原因,从经济学角度来看,资源(人、财、物)向发展程度低的学科渗透与跨界,会带来知识的边际产出递增的效果。换言之,原有资源在知识梯度低的领域更容易出成果,从而带来大面积的知识渗透与跨界现象的发生,这就是学科交叉现象产生的内在动力机制。当知识梯度低的学科由于成熟学科的跨界带来迅速的发展,从而带来全域知识梯度的整体提升,这种局面又会反过来促进原先优势学科的发展,帮助其克服原有的屏障,这种正反馈经过无数次循环,科技在宏观上就呈现出进步的状态。科学史上这类案例甚多,如奥地利物理学家埃尔温·薛定谔,在1926年就提出了量子的波动力学理论,并于1933年获得诺贝尔物理学奖。从学科势能来看,物理学是当时知识势能最高的学科,再取得重大突破难度很大,而这个时候生物学相对于物理学来说是势能很低的学科。因此,他的研究兴趣转向生命科学,并于1943年发表《生命是什么》一书,直接用物理学的视角揭示生命现象,这是典型的学科跨界:从高势能学科向低势能学科的跨界,从而导致一批物理学家转行投身到生命科学领域,这也为后来分子生物学的诞生开辟了道路。