

科技评论

科技战略咨询的综合集成路径探讨

李培楠¹, 万劲波^{1,2*}

摘要 科技发展和科技促进发展的重大决策更加复杂和不确定,对科技战略咨询的综合集成提出了更高要求。通过对系统方法论、智库双螺旋法、哲理-数理-物理-事理-人理、融合科学等理论研究的梳理,在把握科技战略咨询规律,掌握科学方法和实践路径的基础上,归纳了科技战略咨询综合集成的3种基本路径:智库科学与工程导论为科技战略咨询的综合集成奠定了基础、应用数字技术为科技战略咨询的综合集成提供了手段、技术识别预测系统为科技战略的综合集成提供了实践案例。更好综合集成科技战略各要素,提升科技智库的战略研究与战略咨询能力,以及政策建议的科学性和可行性,以高质量科技战略研究与科技战略咨询支撑高水平科技战略决策。

关键词 科技战略咨询;系统方法论;哲理-数理-物理-事理-人理;综合集成路径

当今世界,发展和变革风起云涌,新一轮科技革命和产业变革加速孕育,不断改变着国家的综合国力和核心竞争力,同时也对世界经济结构和竞争格局产生着重大影响,甚至决定世界格局的走向。在世界百年未有之大变局影响下,科技战略作为新的重要战略术语开始在科学技术领域流行,世界主要科技强国纷纷成立专门的战略研究机构,涌现出一批关于科技战略方面的重要研究成果,为国家提供科技领域重大的、全局性或决定全局的谋划和战略咨询,为抢占全球科技竞争主动权和先机起到了重要作用。

党的二十大明确提出,完善科技创新体系,明确要求“强化国家战略科技力量”,并将“强化科技战略咨询”作为提升国家创新体系整体效能的重要环节,推动形成具有竞争力的开放创新生态,为加快建设科技强国提供坚实战略保障。强化科技战略咨询,就要

在科技发展战略研究的基础上,组织各方面专家从战略上对科技领域基础性、战略性、方向性、全局性重大问题进行综合研判、系统谋划和总体布局,在综合集成基础上提出系统解决方案。

本文旨在把握科技战略咨询的基本规律,掌握科学方法和实践路径,更好综合集成科技战略各要素,提升政策建议的科学性和可行性,提升科技智库的科技战略研究与科技战略咨询能力,以高质量科技战略研究与科技战略咨询支撑高水平科技战略决策。

1 以理为基:科技战略咨询的知识底座与逻辑起点

1.1 系统方法论和智库双螺旋法是科技战略咨询的基本方法

“战略”原为军事领域用词,来源于希腊语“Strategia”,意为“将军的艺术”或“指挥才干”^[1]。战略研究是一种长期有组织、有系统地探询和分析未来

1. 中国科学院科技战略咨询研究院,北京 100190

2. 中国科学院大学公共政策与管理学院,北京 100049

收稿日期:2023-11-10;修回日期:2024-07-28

基金项目:中国科学院科技战略咨询研究院前沿探索计划项目(E3X0081Z06)

作者简介:李培楠,副研究员,研究方向为科技决策咨询与发展战略,电子信箱:lipeinan@casid.cn;万劲波(通信作者),研究员,研究方向为科技战略与政策、科技智库与治理,电子信箱:wanjibo@casid.cn

引用格式:李培楠,万劲波.科技战略咨询的综合集成路径探讨[J].科技导报,2025,43(5):13-18;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.11.01744

可能发生的事件,以制定和评估可行的决策和行动方案的过程。当决策者针对复杂问题进行决策时,通常需要对各类战略政策建议,甚至是相互矛盾的解决方案进行比较和选择,综合决策分析的必要性、科学性显得尤为重要,运用定量与定性相结合的理论方法或技术手段,对相关决策的信息进行收集、分析与处理,形成具有内在逻辑结构的知识体系,因此理所当然成为科技战略咨询研究的重要组成部分。由此,20世纪80—90年代,系统方法论^[2]的提出与发展为科技战略咨询提供了系统化范式,在解决实际复杂问题上增强了战略咨询的科学性和专业性。当前,随着科技战略咨询的复杂研究和咨询任务较以往大幅增加,双螺旋法^[3]为科技战略咨询提供了综合性范式,在解决重大战略问题上增强了战略咨询的综合性 and 系统性。

从战略科学角度来讲,科技战略问题是具有庞大而又复杂的社会-自然系统,这就要求科技战略咨询研究需要更加注重科学技术的系统性。首先,坚持整体性原则,从整体上把握科技工作的全局,在制定战略方案时秉承“整体大于部分之和”的主旨,将立足点和出发点放在达到科技“大系统”的整体效应最优化上;其次,注重科技系统的结构性特征,着重分析、研究和处理好结构联系问题;再次,要关注科技系统的动平衡性,善于从发展过程来把握其过去、现在和未来,力求系统的综合平衡;最后,要关注系统与系统之间的关系,把握好系统与系统之间的联系。从而不断提高战略思维和预判能力,为推进科技发展、下好科技竞争“先手棋”、建设科技强国提供更为科学有效的战略指引。

从战略实践角度来讲,科技战略咨询问题是基于现象和规律的探索,这就要求科技战略咨询研究更需要将与战略问题相关的不同领域的知识集成起来,以便立足历史、把握现实、预测未来,找到综合、融合、系统、实用的解决方案。通过系统集成平台,才能实现智库研究的“双螺旋”耦合^[4]:外循环是从整体角度分析智库研究的“解析—融合—还原”过程,需要系统集成其知识层根基;内循环包括基于“收集数据—揭示信息—综合研判—形成方案”(DIIS)的过程融合法和基于“机理分析—影响分析—政策分析—形成方案”(MIPS)的逻辑层次法,其中综合研判、形成方案更需要系统集成。

1.2 “哲理-数理-物理-事理-人理”是科技战略咨询的知识底座

早在1978年,钱学森、许国志就提出了将系统方法论应用于组织管理科学技术体系,将系统分为“人”(第一要素)、物和事(其他要素)2类。1990年初,钱学森等^[5]首次把处理开放的复杂巨系统的方法定名为从定性到定量综合集成法,为“物理-事理-人理”方法论提供了基础思路。1994年,中国系统科学专家顾基发和朱志昌在国内外已有的关于系统方法论的研究基础上,结合自身工作的实践和经验,提出一种统筹“大系统”来解决复杂问题的方法即“物理-事理-人理”系统方法论。简言之,就是物理、事理和人理三者如何巧妙配置、有效利用以解决问题的一种系统方法论,属于定性分析与定量分析综合集成的东方系统思想。

从本质上看,科技战略咨询研究是发现和认识重大、复杂、综合战略问题的现象和规律,这就更需要弄清楚这些现象和规律发生的哲理,需要从哲理层面整体认识和把握“知识”到“决策”的全过程。随着重大、复杂、综合战略问题的不确定性越来越高,如何在不确定性中寻求确定性,需要从数理层面描述和刻画“知识”到“决策”的核心要素和相互关系。厘清战略问题背后的自然规律,需要从物理层面掌握和研判“知识”到“决策”的客观性。还原战略问题的主客观关系,需要从事理层面说清楚“知识”到“决策”的社会道理。深刻理解人和社会的心理、行为逻辑等社会属性,需要从人理层面挖掘和推演“知识”到“决策”的社会规律。

1.3 “以理为基”是科技战略咨询的逻辑起点

首先,“哲理-数理-物理-事理-人理”为科技战略咨询的综合集成搭建了“以理为基”的基本框架。科学劳动的过程是有组织地认识各种现象的客观规律和发展趋势,提炼科学理论、产生新的知识和事物的脑力劳动的过程。因此,在运用“哲理-数理-物理-事理-人理”进行科技战略咨询的综合集成时,现代科学深刻解释了物质世界的统一性,从根本上为科学理论和科技战略的制定提供了一体化的客观依据,需要尊重事物的客观规律和本质属性。社会运动本质上也是自然界的运动的产物,尽管有自身的特点和规律,但同样受到自然界的制约,并同自然界进行各种物质能量的交换,彼此联系且有机统一。在从事科学研究

过程中使用的物质手段,即各种科研工具,凝结着人类对客观世界的认识,是一种物化的智力。这种研究的物质工具一定程度上也影响着研究方式,并推动获得新的研究成果,新的研究成果又物化为新的工具,如此循环,不断推动科学技术的进步和发展。因此,在处理复杂的战略问题时,首要考虑的就是从哲学意义上贯通问题整体的物质统一性。

其次,数理定量是提高、分析、解决问题的重要手段。随着科技不断发展,客观世界的层次复杂性使传统定量工具难以描述复杂的物质运动,更加要考虑如何运用数理解决定性、定量的问题。例如,分子运动、热运动需要用概率论和数理统计等数学工具来研究和描述。华罗庚^[6]曾在谈及国民经济中的数学方法时提出,要“大统筹、广优选”,要“建系统、策发展”。应用到科技战略咨询研究上,就是要在制定科技发展战略与规划时,以国际、国内的发展形势来确定国家科技发展目标 and 重点,利用和统筹现有资源,从判断科技大系统的特点和需求出发,制定中国科学技术发展的长期规划和短期目标,综合运用运筹学、统计学、工程学、控制论、数理统计等应用科学来有计划、有步骤地推动和实现科技发展规划和目标。电子计算机出现后,承担了大量繁重复杂的计算任务,将人从纸、仪器中解放出来,一些长期处于定性和经验状态的科学研究发展到定量和理论化的研究水平,从而进一步揭示了物质的微观结构。利用电子计算机模拟和仿真等功能,通过对各种方案的优劣进行实验,得到解决问题的最优决策和选择。如此,不仅自然科学中出现模拟实验的高级形式,社会科学研究同样也可以逐步进行电子计算机的数理实验,例如,用人口模型、经济模型、历史模型来推演社会生活的某一方面,从而有利于决策者制定出更具科学性、前瞻性、战略性的科学规划。

最后,科学史和逻辑发展史表明,在科学研究过程中,进行感性活动、实验和观测,获得经验材料,在思维过程中对经验和材料进行加工,建立科学理论和检验这些理论的方法,叙述科学理论、构造科学体系,这些活动在科学发展的各个阶段都起到了不可或缺的作用。钱学森^[7]认为现代科学技术的不断实践预示了更重要的变革,就是思维科学的出现。他将人工智

能、认识科学、神经生理学、心理学、语言学、心理语言学、文字学、形式逻辑、数理逻辑、辩证逻辑、算论等都归纳为思维科学。人类从事科技劳动所得到的产物,在一定程度上看就是载有改变自然界意志的自然物质,是经人类之手创造出来的物质化的知识力量。一定程度上,人们对客观世界的认识和把握的程度及组织方式直接决定了科学的发展。因此,认识问题、处理问题和实施管理与决策都离不开人的方面。

2 文理交叉:科技战略咨询融合创新的基本方法

2.1 大科学时代使科技战略咨询的内涵和知识领域不断延展

纵观科技革命、技术革命和产业革命发展的历史,特别是第3次产业革命后,科学对技术的主导作用越来越大,科学技术向生产转化的速度和周期也越来越短,社会需要对科技的促进作用日益增强,科技的发展趋势向综合化、层次化发展。

当前,新一轮科技革命和产业变革蓬勃兴起,基础研究、应用研究、试验发展3类研发活动的非线性互动、融通创新的趋势特征越发显著。解决系统性的复杂问题已成为科研范式变革的主要动力。学科与知识结构演变加快,使得学科融合创新发展成为大势所趋。科技战略咨询的任务大多数由于需要解决的问题本身的特征不同,其涉及的领域也在不断扩展,研究结构和范式也在发生深刻变化,已由为自然科学、技术科学作战略咨询发展为同人文科学、社会科学、管理科学与政策科学等学科文理交叉的战略咨询任务。

在传统观念中,社会科学与自然科学、工程技术科学是有本质区别的,社会科学的研究目的是解决社会问题,自然科学与工程技术科学的核心任务是研究科学技术。然而,无论是自然科学、工程技术科学,还是人文社会科学(哲学、政治学、经济学、社会学、法学、管理学、政策学等),都在交叉融合发展,仅仅依靠单一学科开展科学研究是难以独立解决问题的,科学家的研究任务也逐渐转为解决融合

创新问题。同时,社会的发展和进步也要求新时代的人才必须具有不同学科综合知识背景,科技战略咨询必然是一个自然科学、工程技术科学与社会科学高度交叉的领域,特别是基于互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术与人文社会科学等学科的交叉融合研究颇具代表性,不仅提升了解决实际问题的水平,同时,技术、模型和数据也带动各学科取得突破^[8]。

2.2 融合科学为科技战略咨询的融合创新提供了新方法

“学科”是科学知识领域内的一个组成部分,是为知识服务的“标准科学”体系。“系统”是把所有的基本概念,以及与周围的外部世界联系和整合在一起,学科和技术的发展需要参照“系统”概念。融合科学是从“系统”概念出发,把伴随认识进步而产生的分散零乱的学科知识综合在一起,不是简单地把不同学科拼凑起来,而是需要通过传播概念、“越位”渗透和相互参照的一种研究方法^[9]。理实融通的融合科学在遵循政治学、社会学、政策学、法学的逻辑下,将政策问题放到社会认知背景下进行观察,融通理论与实际、认识与方法,分析政策执行的合法性和可行性。在不同政策情景假设下,对政治、经济、社会、文化、自然环境等可能产生的正面和负面影响进行分析,提供利益相关者信息,并对各个利益相关者的政策影响进行分析,提供“如何做”的程序性知识,重点支撑决策在政策场景中的可行性。

科技战略咨询研究是重要的软科学,是推动科技创新与经济社会发展紧密结合的有力抓手,已成为决定国家创新体系整体效能的关键变量。其研究领域高度专业和科学化,并且要求科技战略咨询人员要具备多领域的学科知识素养。科技发展步伐日益加快,跨专业性、复杂性、系统性特征不断凸显,要求必须大力培养战略科学家和战略研究专家,不断创新理论方法,研究能够科学处理复杂综合问题的新的研究方法和理论范式,提高运用系统综合集成等科学方法的能力,从而提高运用不同知识系统解决科技战略问题的水平,科学合理调动资源,组织智库机构协助制定出对中国科技发展更加有力的战略。各个国家的科技战略咨询研究开始对科技战略研究的任务或问题

进行综合集成,识别到底涉及哪些自然科学领域、社会科学领域,把相关联的问题组合在一起进行融合创新,从而把握其内在的规律性。

3 理实融通:科技战略咨询综合集成的基本路径

科技理论和政策体系是一项复杂庞大的系统工程,必须适应时代发展改革潮流,与时俱进。不仅要开拓性地研究科技理论和政策创新,还要结合经济、社会的实践工作,融通智库研究、学术研究与实践,坚持理论创新、实践创新、制度创新相统一,使理论和政策综合创新产生新的竞争力和创造力。以自然、社会共生的复杂战略问题为例,探讨科技战略咨询综合集成的3种基本路径。

3.1 路径一:智库科学与工程导论为科技战略咨询的综合集成奠定了基础

科技战略咨询所面对的问题大多来源于决策实践,其研究成果也要回到决策实践中去,在战略、对策、政策的维度产生影响。因而,科技战略咨询的综合集成需要有融合各学科的知识背景,综合性、复合型的驾驭问题的能力,智库科学与工程导论^[10]为此奠定了基础。导论提出的基本问题域、规律问题域、治理问题域、方法创新域及知识传播域为科技战略咨询走向高质量发展提供了知识保障。特别是,高度专业性、科学化、跨领域等特点的研究问题,决定了这类问题不是单靠几个领域专家研讨和咨询就能解决的,必须创新理论方法,加上战略科学家及高水平政策专家等提供个性化的经验、知识,甚至要在个性化的经验、知识对科学知识进行多层次干预的定性见解上,融通运用现代科学技术方法和手段,从而提出系统的解决方案,更加深刻地反映科技战略咨询的重要内涵。

3.2 路径二:应用数字技术为科技战略咨询的综合集成提供了手段

以大数据和人工智能为代表的数字技术在解决实际问题中得到了广泛应用。数字技术与社会创新正在趋向融合,形成以数字技术为抓手的解决方案应对经济社会的挑战。相关研究运用数字技术中资源编排理论:以新冠疫情期间的中国数字社会创新实践

为例,研究选择了 Wuhan2020 开源社区、盒马鲜生共享员工模式和健康码开发作为突发公共事件中数字社会创新的典型案例,运用扎根方法构建了以“数字技术特征—资源编排方式—设计思维过程—社会创新结果”为作用路径的突发公共事件中的数字社会创新资源编排机制,总结了基于问题的技术开发模式、基于解决方案的场景迁移模式,以及基于问题—解决方案的实时迭代与配对模式 3 种数字社会创新资源编排模式。通过研究,表明了数字技术为解决突发公共事件中的社会问题提供了广阔的协作主体、规模化的创新方案,以及快速实时的响应机制,打破了传统社会创新的资源约束,实现了社会价值的创造^[11]。还有研究分析了区块链技术在解决社会问题方面的运用,指出区块链主要通过影响社会问题建构、社会创新方案匹配、社会解决方案落地及社会创新成果扩散 4 个环节来赋能社会创新^[12]。

3.3 路径三:技术识别预测系统为科技战略的综合集成提供了实践案例

在技术竞争日趋激烈、技术发展日益复杂的趋势下,技术识别对提高国家、民族和企业的技术竞争力至关重要。各国政府也不断加强开展技术识别的实践。

放眼国际,美国国家研究委员会(NRC)在系统分析颠覆性技术的性质及其关键问题和存在的挑战的基础上,提出建立一套颠覆性技术持续性预测系统,能够持续、开放、稳定地对颠覆性技术进行预测,并最大限度地减少传统预测方法所造成的偏差^[13]。美国陆军部发布《2016—2045 年新兴科技趋势》报告,该报告综合分析了过去 5 年内由美国内外政府机构、科研机构、咨询机构、国际研究所、工业界、智囊团和智库等发布的 32 份科技预测报告提到的 690 项科技趋势,以识别出可能带来变革性或颠覆性影响的科技趋势,最终明确了 20 个核心科技趋势^[14]。

立足国内,2018 年美国对中国展开技术断供后,从产业安全和国家安全角度,一些关键技术被国外所垄断,一旦缺失该技术将会对产业和国家造成重大影响。解决关键技术问题是一项复杂、系统的工程。2023 年,中国科学院科技战略咨询研究院发布《技术结构图谱 2022》报告^[15],旨在加强重大创新领域的战略研判和前瞻布局,加快科技安全预警监测体系建

设。利用大数据分析和深度学习技术,从百万级世界专利中发现专利的文本规律,以揭示专利技术间隐藏的深层关联关系及结构特征。针对高影响力专利进行聚类分析,发掘全球领先机构聚焦的技术方向,构建世界技术焦点数据库,并绘制描绘全球技术竞争态势的技术结构图谱。

4 结语

科技战略咨询需要关注国家重大战略问题,这些问题涉及面广,往往横向跨越诸多领域,纵向贯穿不同层面。在建设中国式现代化进程中,科技战略咨询需要有一支稳定的智库研究队伍,长期持续开展专业化、前瞻性的科技战略研究,夯实各领域知识储备。结合新的战略形势与战略需求,组织战略科学家、领域专家、政策专家、情报专家等各方面专家,对科技领域的基础性、战略性、方向性、全局性重大问题开展科技战略咨询,在综合集成基础上提出系统解决方案,以高质量科技战略研究与科技战略咨询服务高水平科技战略决策。

参考文献 (References)

- [1] 陈益升. 科技战略导论[M]. 北京: 时事出版社, 1986: 1.
- [2] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域: 开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志, 1990, 12(1): 3-10.
- [3] 潘教峰. 智库研究的双螺旋结构[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(7): 907-916.
- [4] 李培楠, 万劲波, 王鑫. 科技重大咨询项目组织模式与综合集成方法研究[J]. 中国软科学, 2022(12): 136-142.
- [5] 钱学森, 许国志, 王寿云. 组织管理的技术: 系统工程[J]. 上海理工大学学报, 2011, 33(6): 520-525.
- [6] 华罗庚. 华罗庚语录[J]. 中国管理科学, 2017, 25(7): 197.
- [7] 钱学森. 自然辩证法、思维科学和人的潜力[J]. 哲学研究, 1980(4): 7-13.
- [8] 刘雨微. 计算机科学与社科研究融合互动[N]. 中国社会科学报, 2023-09-13(3).
- [9] 祁颖, 张涛. 国内外人文社科领域跨学科研究: 文献主题对比与中国路径选择[J]. 情报科学, 2023(12): 81-90.
- [10] 潘教峰. 智库科学与工程导论[M]. 北京: 科学出版社, 2023.
- [11] 刘志阳, 赵陈芳, 邱振宇. 突发公共事件下的数字社会创新机制与模式: 基于资源编排理论的视角[J]. 管理工程学报,

- 2023, 37(6): 32–45.
- [12] 刘志阳, 陈咏昶. 全数字技术-社会新范式: 以区块链社会创新为例[J]. 东岳论丛, 2020, 41(8): 113–124.
- [13] 张晓林. 美国NRC颠覆性技术持续预测系统浅析[J]. 中国工程科学, 2018, 20(6): 117–121.
- [14] 美国《2016-2045年新兴科技趋势》报告[J]. 经济与管理科学, 2018(9): 35–43.
- [15] 技术结构图谱2022[EB/OL]. [2023-09-18]. <http://www.casisd.cn/ttxw1/zlyjytt/202309/P020230918653208103468.pdf>.

Discussion on the integrated path of S&T strategic consulting

LI Peinan¹, WAN Jinbo^{1,2*}

1. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

2. School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract The development of science and technology and major decisions of science and technology for development are more complex and uncertain, which puts forward higher requirements for the comprehensive integration of science and technology strategy consulting. By combining theoretical studies such as system methodology, think tank double helix method, philosophy-mathematics-physics-affairs-human science, and integrated science, this paper summarizes the three basic ways of comprehensive integration of science and technology strategy consulting, that is, the introduction to think tank science and engineering lays the foundation for the comprehensive integration of science and technology strategy consulting, the application of digital technologies provides the means for this comprehensive integration, and the technology identification and forecasting system offers a practical case study for the comprehensive integration of science and technology strategy. Grasping the law of science and technology strategy consulting, mastering scientific methods and practice paths, so as to better integrate the elements of science and technology strategy, improve the strategic research and strategic consulting capabilities of science and technology think tanks, and improve the scientificity and feasibility of policy suggestions. High-quality science and technology strategy research and high-quality science and technology strategy consulting would support high-level science and technology strategic decision-making.

Keywords science and technology strategy consulting; system methodology; philosophic-mathematical-physics-mature-human; comprehensive integration path ●



(责任编辑 王微)