德国高技术战略的制定实施过程及启示

陈 佳,孔令瑶 (北京林业大学人文社会科学学院,北京 100083)

摘 要:高技术战略的制定实施提升了德国在全球竞争中的领先地位,并形成了相对稳定的管理模式与运作机制。本文系统梳理德国高技术战略的发展演变,描述治理结构,总结高技术战略制定与实施的过程和特征,为我国科技发展规划编制和组织实施提供借鉴与参考。

关键词: 德国; 高技术战略; 治理结构; 方案制定; 专业机构

中图分类号: G322.0 文献标识码: A DOI: 10.3772/j.issn.1009-8623.2019.03.007

当今世界,创新是引领经济与社会发展的第一动力,科技创新质量日益成为促进国家经济持续增长、增强国际竞争力和提高社会福利的关键因素。为了提高科技创新能力和水平,主要发达国家纷纷把制定与组织实施科技创新发展战略作为引导科技创新发展方向、抢占科技制高点的主要手段。

德国是典型的创新型国家,较早通过制定实施国家科技发展战略确立科技创新发展方向、提升科技创新竞争力。高技术战略(High-Tech Strategy,HTS)是德国联邦政府制定的综合性国家科技发展战略,其首要目标就是通过创新来增强德国的竞争力。2006年以来,高技术战略的目标与重点领域经历了4次变革,紧密结合科技创新前沿和社会发展需求,整合并增加了研发投入,研发强度从2006年的2.46%上升到2017年的3.02%,超过了美国和欧盟成员国平均水平,并在全球创新指数(GII)排名榜中从2010年的第16位提升至2018年的列第9位[1,2]。高技术战略的制定实施提升了德国在全球竞争中的领先地位。

本世纪初,我国制定并组织实施了《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》,突

破关键核心技术、引领社会全面发展。新一轮中长期科技规划和"十四五"科技规划的研究和编制工作也相继进入议程,着眼于全球新一轮科技革命和产业变革的战略方向,构建科技创新战略布局。本文将系统梳理德国高技术战略的发展演变,描述其治理结构,总结高技术战略制定与实施的过程和特征,为我国实施创新驱动发展战略、编制科技发展规划提供借鉴与参考。

1 高技术战略的演变与发展

德国政府非常注重战略与规划对创新活动的宏观引领,形成以"高技术战略"统领国家科技发展的理念和实践机制。2006年以来,德国政府预判科技创新前沿与经济社会发展需求,相继出台4份高技术战略(如表1所示),形成相对连续、稳步推进的科技创新发展战略体系,组织实施跨部门、多领域的研究与创新活动。

为了面对全球化的激烈竞争,确保德国国际竞争力和技术领先地位,德国联邦政府出台了第一个全国性、跨部门和跨领域的科技发展战略——《高技术战略》(High-Tech Strategy, HTS),聚焦了17个

第一作者简介:陈佳(1982-),女,副教授,硕士生导师,管理学博士,主要研究方向为科技与创新政策、政策过程理论。

项目来源:北京市社会科学基金"北京市科技创新政策体系框架构建与优化研究"(16GLC058);科技部创新发展司研究性任务项目"科技创新规划理论与方法研究"(20175880041)。

战略名称	颁布时间	目标	优先领域与主题
《高技术战略》	2006年	点燃创新	安全与健康生活、通信与移动技术、跨领域技术等 17 个尖端技术创新发展领域
《德国 2020 高技术战略》	2010年	理念、创新、增长	气候/能源、健康/营养、交通、安全、通信等5大需求领域
《新高技术战略》	2014年	为德国而创新	信息通信技术、医学等6类领域计划,中小企业研发、科技人才等5类引导计划,工业4.0、个性化医疗等10个专项计划
《高技术战略 2025》	2018年	面向人类发展的研究 和创新	解决社会挑战、构建德国未来能力、树立开放创新和风险 文化等 3 大行动领域、12 个优先发展主题

表 1 德国高技术战略的演变与发展

尖端技术创新发展领域^①。在推进"高技术战略"的框架下,德国政府提出了"点燃创新"的目标,强调创新是高技术战略的重大指导方针,其核心在于将研发与创新有机地结合起来,全面打造德国高技术的整体优势,有效提升德国高技术的全球竞争力。

随着气候变暖、生态环境恶化等全球性挑战的日益严峻,德国联邦政府开始强调技术变革要解决社会问题,因此在 2010 年发布了《德国 2020 高技术战略》(2020 High-Tech Strategy for Germany: Idea, Innovation, Prosperity),该战略计划的重点从原先的 17 个单纯技术领域转移到关注"全球挑战、着眼未来和面向欧洲"的战略重点,并特别注重科学技术发展与社会需求的紧密结合,确立 5 大需求领域,大力支持战略性新兴技术发展,优化创新环境并加速创新成果的产业化^[3]。

2010年以后,创新政策形成了面向可持续发展目标的新范式并进入了新阶段,开始更多地关注环境与社会的可持续创新,应对社会转型的变化与需求^[4]。为实现把德国建设为世界领先的创新国

家,联邦政府根据创新政策范式与目标的转变更新高技术战略的重点与领域。2014年颁布实施的《新高技术战略:为德国创新》(The New High-Tech Strategy: Innovations for Germany,NHTS)更加注重科技创新与和社会需求的结合,并将创新范围扩展到社会创新「⑤。与之前的高技术战略相比,《新高技术战略》注重创新主体与行为的差异特征,形成以领域科技计划、政策引导类科技计划和专项科技计划3大类为主体的、层次清晰、重点突出的科技战略规划体系^②。在优先领域选择上,该战略延续了电动汽车、能源、健康、安全等技术领域,并将与"工业 4.0"、数字化经济等相关的科技创新列为优先发展领域。

2018年,高技术战略进入新的调整周期,《高技术战略 2025》(High-Tech Strategy 2025, HTS 2025)以"面向人类发展的研究和创新"为主题,将科技创新与可持续发展和持续提升生活质量相结合,确定了3大行动领域和12个优先发展主题³,并整合和增加联邦政府科技投入,以实现2025年研发强度3.5%的目标,进一步夯实德国科技创新

① 2006 年《德国高技术战略》的 17 个尖端技术创新发展领域主要包括:健康与医药技术、安全技术、植物技术、能源技术、环境技术、信息与通信技术、汽车与交通技术、航空技术、航天技术、海洋技术、服务技术、纳米技术、生物技术、微观系统工程技术、光学技术、材料技术、生产技术。

② 2014年《新高技术战略》中,领域计划包括信息通信技术、可持续经济和能源、创新工作环境、医学、交通、安全6类,政策引导类计划包括技术转移与知识产权保护、中小企业研发、区域创新集群、科技人才、国际合作5类,专项计划包括工业4.0、可再生资源替代石油、能源供给智能改造、开发可持续性交通、网络服务、网络身份安全识别、疾病预防和营养健康、个性化医疗、高龄人士自主生活以及碳中和、高效节能且适应气候的城市10个。

③ 2018年《高技术战略 2025》的 12 个优先发展主题包括:健康和护理;可持续性、能源和气候;零排放智能化交通;安全;城市和乡村;经济和劳动力 4.0;技术基础;专业人才基础;社会参与;促进知识转化;增强企业家精神;充分利用知识和创新网络。

的世界强国地位[6]。

2 高技术战略的治理结构

德国高技术战略形成了相对稳定的管理模式 与运作机制,为科技创新发展战略的动态调整和稳 步推进奠定制度基础与支撑。高技术战略的治理结 构由决策层、管理层和执行层组成,涵盖多个科技 创新主体,治理结构层次清晰,分工明确,有效配 置创新资源,以保障高技术战略的制定与实施(如 图 1 所示)。

高技术战略的决策层由德国联邦议会、联邦政府 以及各相关部门组成。联邦议会是最高立法机构,负

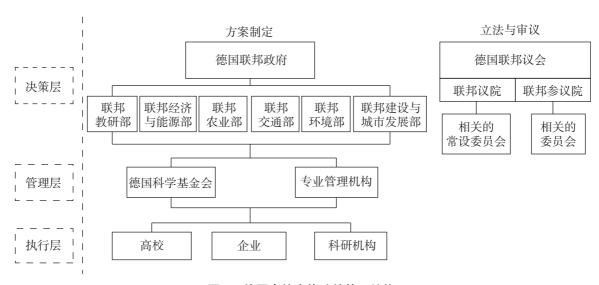


图 1 德国高技术战略的管理结构

责统筹高技术战略的立法与预算审议工作;联邦政府 是高技术战略的最高决策机构,承担决策与管理职能, 联邦政府各部门中,教育研究部(以下简称教研部)负 责牵头制定高技术战略草案,其他联邦部门则负责与 其职能领域相关的计划方案编制。

联邦政府强化高技术战略决策与管理的资源整合、部门协同。联邦教研部是科技主管部门,负责牵头起草高技术战略的草案,组织相关部门的部际讨论,最后上交联邦议会审议。联邦教研部主要负责高技术战略中的基础研究、生命科学和可持续发展等研究领域的科技计划编制。按照职能与领域分工,联邦经济与能源部主要负责创新政策和产业相关研究、能源和航空领域科学研究及中小企业研发资助计划,联邦农业部、交通部、环境部等均负责领域科技计划^[7]。高技术战略的部分科技计划涉及多个交叉领域,这类计划则实行多部门联合编制、联合资助的方式,根据科技计划内容由相应部门负责组织协调。

德国高技术战略形成了完善的科研项目管理

机构体系,依托具有专业知识和科研创新管理能力的专业化机构开展科技计划的组织与管理。德国主要科技计划专业化项目管理机构包括国家级项目管理机构和社会化专业管理机构两类。德国科学基金会作为国家级专业管理机构,是德国重要的科研资助和管理机构。2006年,德国科学基金会开始承担"德国大学卓越计划"的管理工作。社会化项目管理机构是德国科技计划管理的主体,主要包括依托科研机构建立的项目管理中心、咨询公司性质的项目管理机构和依托产业协会建立的项目管理机构3类[□](如表2所示)。德国的专业化项目管理机构为受到联邦或州政府部门委托,承担科技计划的具体管理工作,具体负责项目申报咨询、招标与遴选、项目经费拨款、项目监督与评估、成果转化等任务。

高技术战略的执行层涵盖了德国高等院校、科研机构、企业等主体,它们或独立或联合承担着高技术战略的各项科技计划的具体研发与项目执行。 德国高等院校主要承担基础理论研究和部分应用研究、新技术开发,并在科研与创新人才方面发挥着

类型	名称	委托部门
依托科研机构建立的项目管理中心	德国宇航研究中心项目管理中心	教研部
	于利希研究中心项目管理中心	经济与能源部、健康部、教研部
	卡尔斯鲁厄理工学院项目管理中心	经济与能源部、联邦教研部
咨询公司性质的项目管理机构	德国工程师协会技术中心有限公司	经济与能源部
	德国莱茵咨询公司	经济与能源部
依托产业协会建立的项目管理机构	设施与反应堆安全协会有限公司	经济与能源部
	可再生材料专业协会	农业部

表 2 德国主要科技计划专业化项目管理机构[7]

非常重要的作用。公立科研机构是科技计划执行的 重要力量。公立科研机构的研究经费主要来自联邦 和州政府财政拨款,但在法律上这类机构都独立于 政府,以"责任有限公司""基金会"或"注册社 会团体"形式出现,实行自主管理。企业是科技创 新活动的主体,主要承担面向市场的研究与开发项 目。德国的大企业往往更关注科技计划的重点项目, 中小企业则通过成立联合研究协会的形式实现资源 整合、集体攻关。

3 高技术战略的制定与实施

高技术战略是德国实现国家战略目标的重要工具,制定实施过程与管理机制直接关系到目标的实现。下文将基于方案制定、预算编制、跨部门管理3个方面对高技术战略的制定与实施过程进行梳理、描述,找寻科技战略规划制定与实施的特点与经验。

3.1 方案制定:科学咨询与利益相关者参与并重

高技术战略是德国的最高科技规划,由德国联邦教研部牵头制定,相关部门共同参与,并重视决策咨询环节,充分发挥专家知识供给的影响。

如图 2 所示,联邦教研部针对未来研究领域进行技术预见,内部召开多轮双边会谈,达成基本共识,确定下一步目标,并提出一个初步方案。随后,联邦教研部将聘请外部专家对初步方案开展决策咨询,

讨论各自领域的计划或项目存在的问题,并对以往 科技计划体系进行评估和回顾,重点分析未来研发 需求与目前的科技计划体系之间的不匹配性。联邦 教研部在充分考虑国家战略目标实现以及欧盟框架 计划需求的基础上,形成高技术战略的草案,并召 开部际会议深入讨论。为了提高国家战略与科技创 新主体的耦合程度,联邦教研部将草案面向企业、 各类协会联合会、研究学会、科研机构、社会各界 知名人士等多方代表并展开对话,了解各方面研究 情况与市场需求,针对未来重点支持领域等问题提 出看法和建议^图。在咨询与协商基础上,联邦教研 部再次组织外部专家对未来可能出现的研发趋势进 行预判,做出深度的情景分析(讨论不同情境下如 何平衡不同主体的利益),最后在取得共识的前提 下由联邦教研部汇总形成最终的高技术战略方案。

联邦政府在高技术战略方案形成过程中注重 咨询和利益相关者的有效参与,既保证了战略方案 的科学性、前沿性,也满足了创新主体的研发需求, 为后续的组织实施提供了有效的保障。

3.2 预算编制:创新主体需求导向配置资源

高技术战略依托系列科技计划实施。德国政府 对科技计划预算一般采用项目资助和机构资助两种 资源配置方式。高技术战略项目资助预算纳入政府 财政预算安排,需由议会审议,议会批准的预算经



图 2 德国高技术战略的制定流程

费由财政部拨付给联邦各部门^[9]。德国联邦科技预 算过程可分为编制与汇总、审计与修改、审议与决 议3个阶段(如图3所示)。

高技术战略方案确定后,联邦财政部下达预算



图 3 德国科技计划的预算编制程序

编制的指示,各相关部门需在指定日期前将本部门 科技支出需求上报财政部,经汇总形成联邦科技预 算草案。随后,财政部将联邦预算草案提交联邦审 计局,审计局对预算草案的合法性、合规性和经济 效益性进行审计,财政部可与各相关部门协商进行 预算草案修改,并提交联邦政府。联邦内阁通过后, 联邦议会对预算草案进行审议,若无异议,议会批 准预算草案,财政部向各联邦部门拨付预算款。

高技术战略预算编制采取自下而上的方式,以 创新主体的研发需求为导向确立预算,以相关法律 法规为依据审议预算,更能激发创新活力,提高财 政资源配置的有效性。

3.3 计划管理:多部门协同监管

德国高技术战略以创新活动的领域与主题为政策制定的出发点,形成了涵盖领域计划、政策引导类计划和专项计划的科技计划体系。创新活动的领域与主题往往涉及多个部门的职能,德国《高技术战略 2025》就特别强调在确定研究政策重点和制定优先领域中各部门的有效沟通和密切合作。因此,多部门协同监管成为高技术战略中一种典型模式。

跨部门科技计划通常由其中一个部委组织协调,其他参与部门按照领域分工合作管理部分计划。 在多部门合作参与的联合资助计划中,参与部门首 先联合委托一个项目管理机构来征集所有的项目方 案,并对项目方案进行评估,之后根据项目方案内容进行领域归类,分配到相应部委。各部委接收方案后,再分别委托各自的项目管理机构接收项目申请,组织项目实施。

联邦政府第六能源研究计划是《德国 2020 高技术战略》的一个典型的跨部门研究计划。联邦经济与能源部、联邦教研部和联邦农业部分工协作,共同组织实施该计划,以项目资助、机构资助等形式支持能源领域的基础与应用研究(如表 3 所示)。联邦经济与能源部是该计划的主管部门,负责定位政策目标、协调各相关部门工作,向决策部门汇报研究进展,资助可再生能源、核安全领域等能源应用研究项目,并支持德国宇航研究中心(DLR)开展能源研究;联邦教研部主要负责资助能源技术领域的基础研究项目,并资助马普学会(MPG)、莱布尼茨联合会(WGL)等研究机构开展能源研究;联邦农业部负责生物能源领域应用研究的项目资助。

4 思考与启示

(1)立足科技创新发展趋势和社会可持续发展需求,确立科技发展战略的着力点。

科技进步、社会转型变革使得科技发展战略 的理念和实践发生了深刻改变,更加聚焦可持续发 展需求,确立科技创新的重点与优先发展领域。我

联邦部门	资助内容	资助类别
联邦经济与能源部	可再生能源、核安全领域等能源领域研究	项目资助、应用研究
	德国宇航研究中心的能源研究	机构资助
联邦教研部	能源技术研究	项目资助、基础研究
	亥姆霍兹联合会(除德国宇航研究中心以外)、弗劳恩霍夫协会、 马普学会、莱布尼茨联合会的能源研究	机构资助
联邦农业部	生物能源领域研究	项目资助、应用研究

表 3 德国联邦政府部门在第六能源计划中的分工

国新一轮中长期科技发展规划和"十四五"科技规划的编制工作即将进入议程,如何识别关键技术、确立科技创新发展重点领域成为首要任务。在德国高技术战略的理念和着力点演变中,"技术研判+需求分析"的思路可提供一定的借鉴。通过研判世界科技创新的现状与发展趋势、分析国内经济社会转型发展的变化与需求,识别关键技术,确定优先领域,并加强科技、经济、社会等多领域的统筹衔接,在推动科技发展、经济增长、收入增加的同时,保证社会公平、环境友好与人民安康。

(2)构建多元主体分工协同的治理结构,提高顶层设计与统筹协调的力度。

科技发展战略的价值与功能实现依赖于治理 结构的良性运作。德国注重国家创新治理体系的顶 层设计,形成具有多主体、多层次、分工协同等特 征的治理结构,提高顶层设计与统筹协调的力度。 科技创新治理结构的构建与优化应注重多部门协同 与整合,将科技、经济、社会等创新治理相关部门 整合起来,破除科技创新资源分割封闭、重复分散 的弊端,构建创新主体间的"伙伴"关系,优化统 筹协调的创新治理机制。

(3)理解创新主体的需求,注重科技发展战略决策的科学性与实效性。

科技发展战略的制定过程直接影响战略导向目标的实现。首先,要拓展产学研社等群体参与决策过程的渠道,了解创新主体的实际情况、迫切需求、研究合作前景以及市场信息等,吸取企业、研究机构、行业协会等的意见,推进各创新主体达成共识。其次,强调决策的科学化与民主化,发挥决策咨询的功能与作用。专家和咨询机构就科技规划的理念、科技发展目标的确定、优先领域的遴选和行动方案的编制等进行研究,提出有针对性、有价值的、科学的建议或比较方案,为政府决策提供咨询、论证和参考,提高效率,降低风险。最后,注重对科技发展战略执行的监测与评估,建立实施效果的定期反馈机制,并根据实施效果及时进行政策调整,提高政策实施的效率。

(4)打造专业化管理模式,提升创新治理的 能力与水平。

科技发展战略依托具体的计划或项目实现战略目标,实施效果取决于各个环节是否顺畅和各个

要素互动是否有效。德国高技术战略形成了制定与实施相互分离的运行模式,由专业化项目管理机构负责具体计划的管理。在我国新的科技计划体系框架中,国家重点研发计划已开始实行由专业机构负责项目全流程管理、探索一体化组织实施的经验。目前,7家专业管理机构均由科研管理类事业单位转型而来,在专业机构的类型上还需进一步培育与拓展。此外,在科技计划的组织实施中,针对跨部门科技计划可以采用"多级委托+集中协调"的管理模式,强化牵头部门的统筹协调职能权力、参与部门联合委托与分头委托相结合的项目管理机制,提高跨部门科技计划管理的效率,实现科研项目在创新价值链各个环节的持续支持,保证创新链条的连贯性与一致性。■

参考文献:

- [1] Confederation of Indian Industry, INSEAD. Global Innovation Index Report 2009-2010[EB/OL]. [2018-10-12]. https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/ GII-2009-2010-Report.pdf.
- [2] Cornell University, INSEAD, WIPO. The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation[R]. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva, 2018.
- [3] 中华人民共和国科学技术部. 德国 2020 高科技战略简介 [EB/OL]. (2010-08-18) [2018-10-12]. http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201008/t20100817 78933.htm.
- [4] Schot J, Steinmueller W E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change[J]. Research Policy. 2018, 47(9): 1554-1567.
- [5] 发达国家科技计划管理机制研究课题组.发达国家科技计划管理机制研究[M].北京: 科学出版社,2016: 103.
- [6] 孙浩林. 德国"高技术战略 2025" 勾画未来科技创新 发展之路 [J]. 科技中国, 2018 (11): 75-77.
- [7] 葛春雷, 裴瑞敏. 德国科技计划管理机制与组织模式 研究 [J]. 科研管理, 2015, 36(6): 128-136.
- [8] 黄群. 德国科研计划的编制和实施 [J]. 科学对社会的影响, 2003(4): 5-9.
- [9] 中华人民共和国财政部. 德国财政预算制度及政府间财政关系 [EB/OL]. (2015-11-19) [2018-11-23]. http://www.mof.gov.cn/pub/yusuansi/zhengwuxinxi/guojijiejian/200810/t20081020 82834.html. (下转第53页)

International Experience of Big Science Strategy Plan and Its Inspiration to China

ZHOU Xiao-lin¹, LI Li^{1,2}, YANG Yun¹

(1. National Center for Science & Technology Evaluation, Beijing 100081;

Suzhou Institute of Biomedical Engineering and Technology, Chinese Academy of Sciences,
 Suzhou, Jiangsu 215163)

Abstract: In order to maintain a leading role in the field of science and technology, pool and train talents, and improve global competitiveness, major countries/regions have developed strategic plans (roadmaps) for research infrastructure. In this paper, the strategic plans on research infrastructures of European Union, the United Kingdom, the United States Department of Energy and Russia are analyzed. The results show that the big science strategy plans of major countries/regions have outstanding characteristics in the management and implementation mode, priority areas, criteria for facilities, classification support system, regular updating system and risk assessment, etc. On this basis, the paper puts forward some policy suggestions for China to make strategic planning of international big science program (engineering).

Key words: big science; research infrastructure; strategic plan; roadmap

(上接第45页)

The Formulation and Implementation Process of German High-Tech Strategy and Its Enlightenment

CHEN Jia, KONG Ling-yao

(School of Humanities and Social Sciences, Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract: The high-tech strategy has enhanced Germany's leading position in global competition and has formed a relatively stable management model and operational mechanism. This paper systematically reviews the development of high-tech strategy, describes the governance structure, and summarizes the process and characteristics of the formulation and implementation of high-tech strategy. Implications are drawn from the analysis with regard to formulating and implementing high-tech strategy.

Key words: Germany; high-tech strategy; governance structure; plan making; professional agency