



美国先进能源研究计划署管理创新研究及对我国的启示

陈 伟

(中国科学院武汉文献情报中心, 武汉 430071)

摘要 :分析了美国能源科技宏观管理体制,并以美国能源部专业管理机构先进能源研究计划署(ARPA-E)为例,对其工作边界定义、运营管理模式、立项实施流程、评估模式及内外部协调机制等管理创新经验进行了研究,最后针对我国能源科技管理体制提出改革建议。

关键词 :美国,能源科技,先进能源研究计划署,管理创新

中图分类号 :G311 **文献标志码** :A **文章编号** :1002-0214(2016)11-0020-14

0 引 言

美国是世界上最大的能源生产和消费国之一,同时也是科技最发达、科技成果最多、科技创新体系最为完备的国家。美国政府将推动能源科技创新、促进科学技术为国家利益服务视为自身的责任和义务^[1],早在 20 世纪 70 年代即成立了内阁级部门——能源部(DOE)归口统筹全国能源行业管理和领域研发工作,并充分利用市场机制,引导私人资本参与科技创新活动,推动实现产业化,经过长期积累和逐步发展形成了富有生机和活力的能源科技创新体系。

现任总统奥巴马 2009 年上台后将控制气候变化和实现能源自主安全作为美国经济政策中的头等大事,并将新能源战略作为恢复美国经济的主要推动力量,总额 7 870 亿美元的美国政府经济刺激计划(《美国经济复苏与再投资法案 2009》)中能源领域经费即占到了主要份额^[2]。着眼于未来能源科技的发展,DOE 在部门《2014—2018 年战略规划》中提出了合并科学和能源业务管理模块,将基础研究、应用能源研发和市场解决方案高度集成化的指导思想^[3];并在实践上强调以目标为导向和多学科融合,更好地连接基础研究和应用工作,相继设立了 3 种

全新的能源研发计划/创新平台:先进能源研究计划署(ARPA-E)、能源前沿研究中心(EFRCs)和能源创新中心(EIH),形成了推进清洁能源研发的“组合拳”^[4]。从这些计划举措可以看出,美国能源科技研发创新活动的组织管理体制机制正在发生重要变革:一方面政府管理部门、国立科研机构、大学与企业等各种类型创新主体在创新链上的作用不再呈现明显的条块分割,各创新单元之间的互动与协作加强,越来越明显地表现出集成化创新的趋势,打通原始创新—技术开发—商业化—推广应用的整个创新链条;另一方面美国政府在政策引导下注重强化利用公共资金、激励等各种政策工具凝聚社会资源投入于符合国家需求的能源发展战略,引领全国范围的科学技术力量实现竞争力的提高,体现国家意志的战略导向,力争在以清洁能源领域变革为代表的下一次科技革命中继续处于领头地位。

然而遗憾的是,国内学术界对美国能源科技研发组织管理体制机制变革的研究还较少,例如以 ARPA-E 为主题的公开发表文章仅有 2 篇^[5-6],而且更多的是关注于其资助的项目介绍,对于 ARPA-E 在管理创新方面的研究少有涉及,本文专门对 ARPA-E 的成立背

收稿日期 2016-05-03

基金项目:中国科学院重点部署项目(KJZD-EW-TZ-M12),中国科学院知识创新工程重要方向项目(KGCX2-YW-701)

第一作者简介:陈伟(1981—),男,湖北武汉人,中国科学院武汉文献情报中心副研究员,硕士,研究方向:能源科技战略研究。

通信作者:陈伟,chenw@whlib.ac.cn

景、工作边界、运营管理模式、立项实施流程、评估模式及内外部协调机制等管理创新经验进行了研究,最后针对我国能源科技管理体制改革提出建议。

1 成立 ARPA-E 的缘由

从宏观层面来看,美国能源科技的组织实施包括决策、咨询、管理、执行 4 个层次(见图 1)。按三权分立与相互制衡原则,科技战略决策分散在立法、行政和司法系统。在行政系统中总统具有最高决策权,在白宫科技政策办公室、国家科学技术委员会、管理和预算办公室等内阁机构辅助下进行包括能源在内的重大科技计划决策和相关预算编制。国会通过立法推动包括能源领域在内的科技活动的制定和实施,政府所有重要的科技计划和预算须经国会两院审议通过,形成法案经总统签署后才能生效,形成了有法可依、依法办事的制度,不因政府换届而转移。司法部门则拥有对各项法律的解释权,不受行政和立法系统干预^[7]。

咨询和评议机构是美国能源科技组织实施结构中的重要组成部分,许多重要的科技决策都起源于专业高端智库的建议。如总统科技顾问委员会(PCAST)主要包括总统直接任命的来自非政府机构的知名科学家与企业界人士,从非官方角度对包括能源领域在内的政府科技计划进行评述并提供反馈意见,同时还积极提出事关国家发展的科技问题建议。此外,通常受国会委托,美国国会下属的研究服务局和和政府审计署(GAO)发挥着重要作用,对能源科技计划实施、学科领域发展和科研项目开展独立的评估工作。美国国家科学院系统的身份虽是官方立法成立的民间组织,但其也是政府和国会的重要科技智库,通常受政府和国会委托提供科学决策咨询,如先进能源研究计划署(ARPA-E)即是在国家科学院的建议下成立的。

在管理层面,除了美国国家科学基金会(NSF)对包括能源领域在内的基础研究进行资助管理外,DOE 作为归口单位,负责统筹协调管理能源科技创新工作,负责能源科技计划的实施以及多部门之间的战略合作。DOE 以贯穿创新价值链的研究项目

和计划管理为主要运行形式,设置了相应的业务管理部门(如科学局、化石能源局、核能局、能效与可再生能源局等),来管理从基础研究到应用研究直到贷款担保支持早期产业发展的项目和计划的实施和经费资助。为快速响应支持高风险、高回报的具有颠覆性创新潜力的技术开发,DOE 还设立了直接隶属于部长的先进能源研究计划署(ARPA-E),帮助技术开发者加速跨越创新“死亡之谷”。在各业务局每年提供给 DOE 汇总的下一财政年度预算申请报告中,都会对项目或计划的实施进度和业绩进行详细说明,并且会列出量化的可考核成果目标,为申请经费提供支持。在整个美国,受国家财政拨款资助的机构每年都要经历这些程序,这也是美国政府管理国家项目的有效措施。

在执行层面,产学研各创新主体通过承担相应项目来开展能源科技创新活动。DOE 下属国家实验室系统定位于满足国家需求,承担具体的服务国家战略的重要科研任务;同时 DOE 还建造和开放运行大科学装置平台,由国家实验室进行管理,供创新主体联合开展综合交叉前沿研究。这里需要注意 DOE 自 2009 年开始新建的 2 种新型研发机制:(1) 能源前沿研究中心(EFRCs)是 DOE 科学局主要依托大学、国家实验室挂牌建立的若干小型非法人知识发现平台,实质是 DOE 以重大基础前沿研究项目形式进行定向资助,其规模比单个 PI 或课题组大,特征为多 PI、跨学科,研究力量由多个科研机构相关领域研究人员跨学科自由组合形成,科研队伍规模较小(12~20 人),由科学局全权管理,单个中心累计经费资助体量最高达千万美元,第一批 5 年期已投入 7.77 亿美元资助了 46 个 EFRCs,第二批又资助了 32 个 EFRCs。(2) 能源创新中心(EIH)是任务导向型的产学研高度集中攻关联合体,拥有物理实体,将不同学科或工程背景的研究人员聚集在同一个地点工作,致力于解决同一个重大能源科技主题下从基础研究到工程开发以至预备投入商业化过程中遇到的科技、工程挑战,单个中心 5 年资助经费总额在 1.2 亿美元左右。目前美国已经批准成立

了“光合燃料能源创新中心”、“核反应堆建模和仿真能力创新中心”、“电池和储能创新中心”和“关键材料研究能源创新中心”等 4 个中心。随着与产业界的密切联合，这些高度整合的中心将在基础科学研究与商业化之间搭建桥梁。

ARPA-E 的成立充分体现了美国能源科技计划组织实施体系的特点(见图 2)。长期以来美国能源部业务局繁琐冗长的项目资助流程和官僚化的办事风格，使得美国尽管能源创新投资体量仍维持在较高水平，但多头重复投资、惯性驱动的研究方向选择使得在投入产出比效率方面已落后于竞争对手，而且一直以来存在的创新价值链“死亡之谷”问题没有得到改善的趋势。美国政界高层也意识到这一点，美国国会于 2005 年即委托国家科学院分析“美国在保持关键技术领域领先地位上所面临的最迫切挑战”。美国国家科学院在由此提交的《在风暴之上崛起：开创美国经济的光明未来》报告中表达了对于美国经济和技术竞争力现状的担忧^[8]，出于对颠覆性创新、具变革意义和潜在巨大应用价值的高风险能源研究的激励和开发清洁、低廉与可靠能源的强烈需求，该报告建议布什政府仿效国防部先进研究计划

署(DARPA)的成功模式在 DOE 设立先进能源研究计划署(ARPA-E)，以高效的科研管理模式推动革命性能源技术的快速开发。这一切中时弊的建议立刻得到了美国国会和布什政府的高度重视，于 2007 年正式生效的《美国竞争力法案》即授权 DOE 创建 ARPA-E^[9]，以立法形式明确了机构使命、职责、人员权责利，使得有法可依，避免了政府换届产生的不确定性。2009 年《美国经济复苏与再投资法案》专门为 ARPA-E 拨款 4 亿美元正式开展工作。截至 2016 年 2 月，ARPA-E 已为 30 项主题领域研究计划和 3 轮开放式申请下 470 多个项目资助了超过 13 亿美元^[10]。

2 ARPA-E 管理创新研究

2.1 明确的工作边界定义

ARPA-E 的使命是快速支持高风险、高回报的能源技术早期开发，利用变革性方案解决 3 大挑战：能源独立、温室气体排放与气候变化以及保持美国的技术领先地位。其只投资和关注那些有潜力对美国能源现状产生巨大影响的革命性能源技术，特别是帮助受资助者跨越创新价值链上的“死亡之谷”（技术鸿沟、商业化鸿沟），推动其接受下一步公共或私营投资进入市场开拓阶段，带来巨大经济和社会

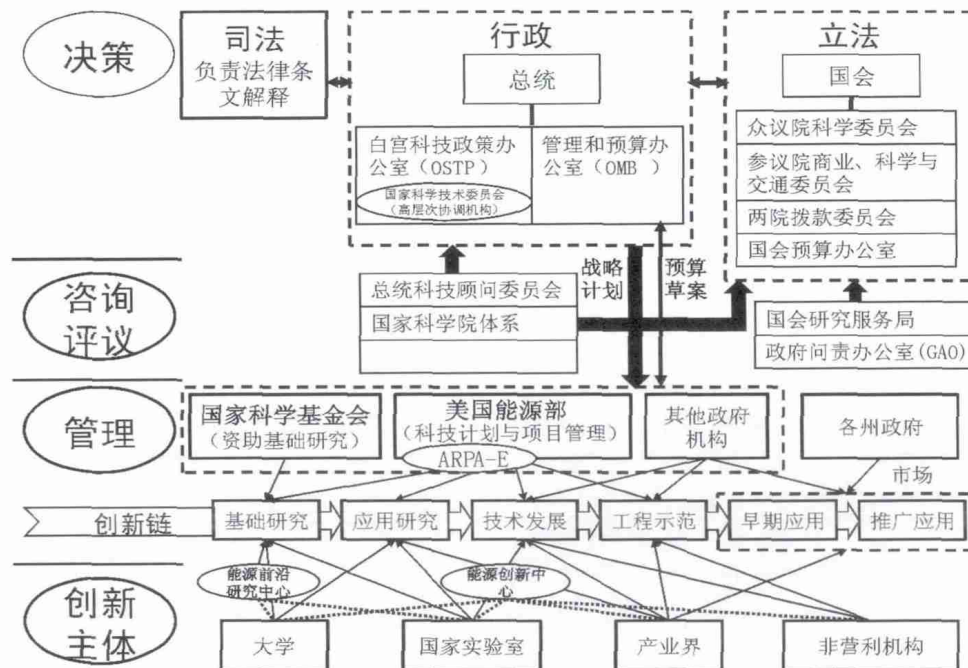


图 1 美国能源科技宏观管理体制

效益(见图 3)^[11]。顾名思义,“革命性”技术是指一些会改变游戏规则的技术,其项目投资往往在技术和财务方面存在很大的不确定性,即存在固有的风险,也不会都取得成功,故而企业自身不太可能进行资助。但这些项目一旦成功进入市场,将会创造新的行业和工作机会,开发出更加经济的能源技术,加快美国能源目标的实现。简言之,ARPA-E 寻求高影响力、颠覆性创新项目,投资于最优创意和团队,容忍和控制高技术风险,加速科学向市场的转移,推动概念验证和原型开发,但不做以下投资:增量创新,基础研究,长期项目或大体量资助,大规模

示范项目^[12]。

ARPA-E 有 2 种资助途径:(1) 制定领域主题研究计划,在主题计划下采用指向性的资助模式支持创新者高风险、高回报、具有颠覆性创新潜力的能源技术开发项目。(2) 定期开展开放式申请,快速支持非共识探索和机会型探索,避免遗漏在主题研究领域之外的创新思想。一项主题计划经费总额一般在 3 000 万美元左右,资助 10~15 个项目,资助周期为 1~3 年,单个项目资助额在 50~1 000 万美元之间,平均为 200~300 万美元。截至 2016 年 2 月,ARPA-E 资助的项目集中在 30 项主题计划和三轮开放式申

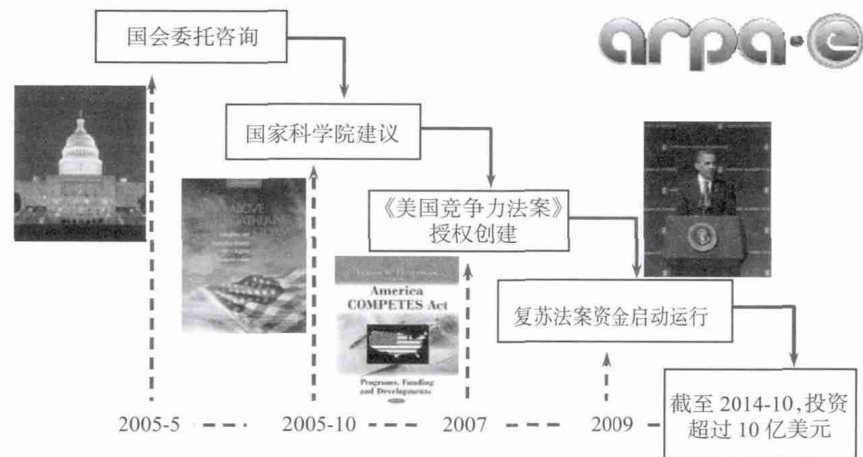


图 2 美国 ARPA-E 的成立过程

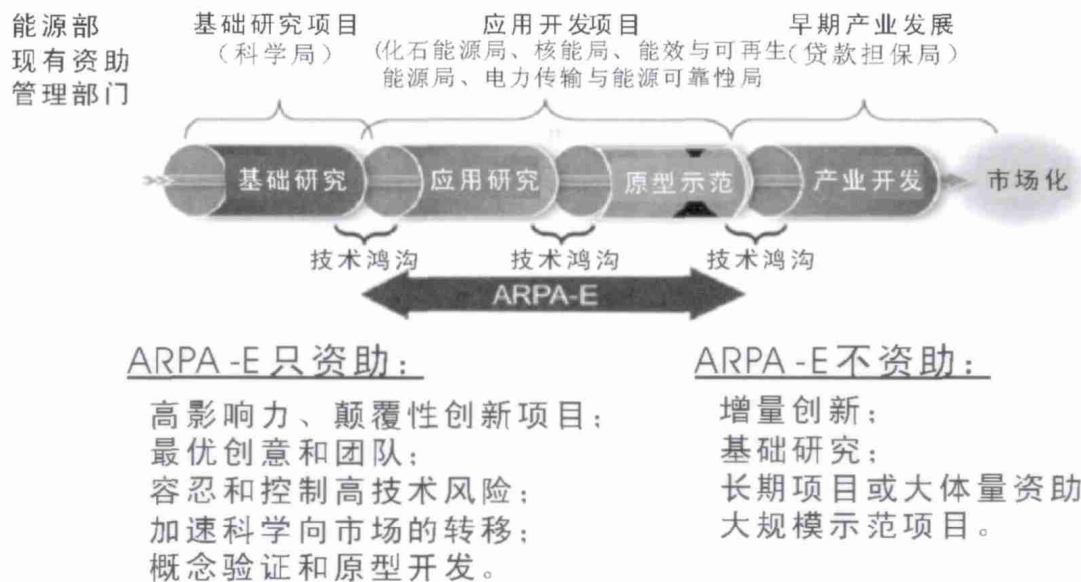


图 3 ARPA-E 在创新价值链上的主要布局

请(见表1),项目的承担机构主要是企业,其次是大学、国家实验室(见图4)。

按照九级技术成熟度(technology readiness levels, TRL)来划分,ARPA-E资助的项目通常在“技术概念阶段”到“实验室验证阶段”之间(见图5),投资风险非常高,ARPA-E就是要为这些处于前期阶段、很难找到其他投资渠道的革命性能源研究项目提供资金支持。为减轻资助这类研究的高风险,ARPA-E采取一系列措施来确保投资的商业价值,如在制定

一项新的主题研究计划时首先考虑其潜在的市场影响,其次通过结合与市场相关的成本和性能标准对计划下的每个项目申请进行严格的评估和遴选,据统计在第一轮开放式项目申请中中标率仅有1%^[12],建立扁平化组织架构高效管理风险,开展主动项目管理等。在ARPA-E的支持下,项目开发的技术通常能够进展到“模拟环境验证阶段”至“实际运行环境系统原型示范阶段”之间,最终目的是推动技术快速获得私人或公共资本下一步投资以进入市场阶段^[13]。

表 1 ARPA-E 资助项目概况(截至 2016 年 2 月)

主题计划	项目数	资助金额 / 万美元
电力灵便传输技术(ADEPT)	14	3 770
加速低成本等离子体加热和组装(ALPHA)	9	3 000
储能设备先进管理与保护(AMPED)	14	4 400
干冷先进研究(ARID)	14	3 000
车用储能电池(BEEST)	10	3 550
建筑节能创新热能设备(BEETIT)	14	3 440
高效局部化热管理系统(DELTA)	11	3 000
利用微生物将 CO ₂ 转化为液体燃料(Electrofuels)	13	4 830
全光谱优化转换与利用计划(FOCUS)	12	3 000
绿色电网集成(GENI)	15	3 900
小型热电联产系统发电机(GENSETS)	12	2 500
电网规模可扩展间歇可调度式储能(GRIDS)	12	3 310
开发输电算法提供真实信息(GRID DATA)	7	1 100
高能先进蓄热(HEATS)	15	3 760
碳捕集技术创新材料与工艺(IMPACCT)	15	3 990
轻金属系统现代电 / 热化学发展(METALS)	17	2 000
创新技术构建甲烷观测网络以实现减排(MONITOR)	11	3 000
集成聚光的微型优化太阳能电池阵列(MOSAIC)	11	2 400
车用天然气(MOVE)	13	3 000
分布式能源系统网络优化(NODES)	12	3 300
旨在替代石油资源的能源植物工程(PETRO)	10	3 730
低成本下一代储能系统(RANGE)	22	3 600
稀土替代关键技术(REACT)	14	2 760
基于电化学系统的稳定供电(REBELS)	13	3 300
交通能源中利用嗜甲烷菌减少排放(REMOTE)	15	2 000
高绝热性高效透明单层窗玻璃设计(SHIELD)	14	3 100
太阳能电力灵便传输技术(Solar ADEPT)	7	1 410
高效控制系统宽禁带、低成本变压器(SWITCHES)	14	2 700
可再生农业交通用能源(TERRA)	6	3 000
利用新型信号的旅客响应架构提高交通网络能效(TRANSNET)	5	1 450
第一批开放式申请(OPEN 2009)	37	16 720
第二批开放式申请(OPEN 2012)	66	13 000
第三批开放式申请(OPEN 2015)	41	12 500

2.2 扁平化运营管理模式

ARPA-E 采用非常灵活的组织和管理模式 (见图 6) ,其扁平化高效运营模式已经成为美国政府内部小型资助机构的典范 ,其管理费用只占机构总经费的 8%左右^[14]。人员组成中政府公务员占少数 ,而主要聘用限定期限的专业人员开展具体项目的技术和市场转化方面的管理工作。

2.2.1 高级管理层

ARPA-E 的高级管理层包括署长和副署长。署长一职在参议院的建议和同意下 ,由总统任命 ,其直接向能源部长汇报工作 ,其下分别设有运营副署长、技术副署长和成果转化副署长各一名 ,辅助署长在机构主题计划管理运营、专业技术和成果转移转化方面进行监管和决策。署长的职责包括^[15] :批准所有

新设立的主题计划 ,制定资助准则 ,并通过技术里程碑评估计划的成功与否 ;向获得项目资助的机构拨付经费 ;终止没有实现目标的主题计划。

2.2.2 技术团队

(1) 主题计划主管(program director)。ARPA-E 从科学、工程和商业领域招聘若干顶尖人才 ,担任限定期限(通常为 3 年)的主题计划主管 ,负责主题计划的创建、设计、实施和其中项目的具体管理 ,计划主管的上级就是副署长和署长 ,直接就主题计划的进展情况定期向 ARPA-E 署长汇报工作。目前 ARPA-E 聘有 16 名计划主管^[16]。计划主管亲身参与到各项目中 ,与项目承担者共同解决技术问题 ,确保项目按照预定的方向前进。为确保管理的高效性 ,ARPA-E 运营团队的法律、财务、缔约、知识产权等

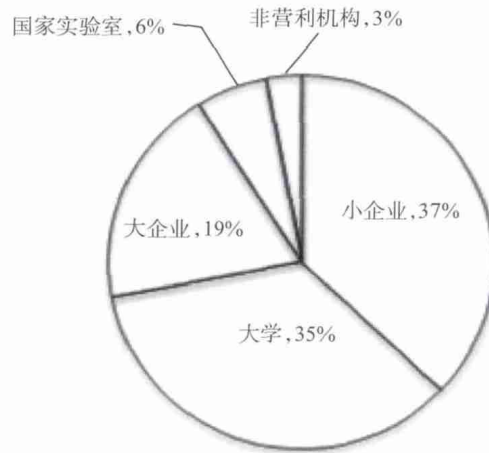


图 4 ARPA-E 资助项目承担机构构成 (按资助金额)

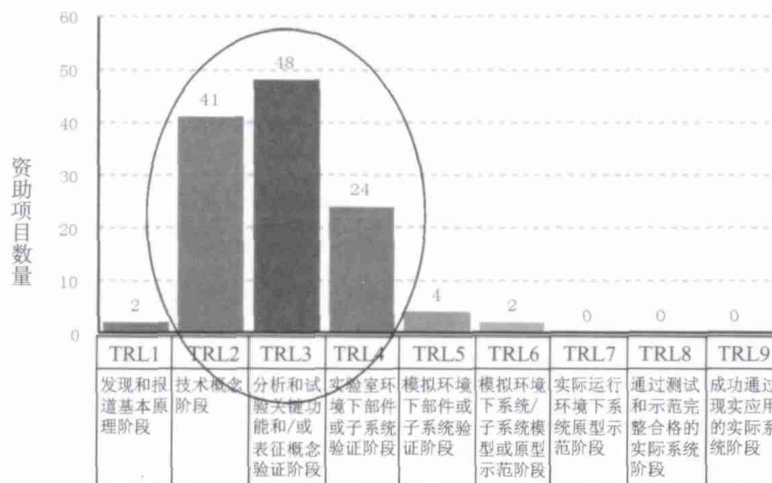


图 5 2009—2010 财年 ARPA-E 资助项目技术成熟度水平分布情况

专业支撑人员,与计划主管同地协作进行及时沟通,避免项目管理陷入繁琐冗长的官僚模式。

(2) 研究员(fellow)。ARPA-E 还聘用若干研究员,来协助机构开展独立的技术和经济分析,研究员不开展实验室研究,不直接参与决策,聘期通常在 2 年。目前 ARPA-E 聘有 6 名研究员^[17]。研究员的职责包括:识别高影响力能源技术;开展独立的技术和经济分析以识别高影响力能源技术和机构资助空白;发表原创研究论文与综述;支撑主题计划主管工作;通过技术分析、讨论和研讨会帮助制定未来的主题计划,协助管理现有项目,包括现场考察等;支撑机构工作:评议资助招标的提案,为建立机构战略方向和愿景提供建议。

2.2.3 成果转化团队

ARPA-E 计划和项目的最终成功就是通过技术市场上的影响力来衡量。除了有主题计划主管“亲身参与”项目提供包括科学知识和实践经验在内的技术指导外,ARPA-E 还聘用限定期限(聘期至少 2 年)的“成果转化”专业顾问,负责向承担方提供技术转化的实际培训和关键商业信息,使得项目承担方能够清楚认识到市场需求,从而帮助受资助项目实现技术商业化,如创建公司、吸引外部投资等。项目承担方在获得资助之前需要提交一份成果转化计划书,并在项目全过程中与 ARPA-E 的成果转化顾

问密切合作,制定客户策略将项目推向市场。成果转化顾问还有一个职责是基于全球市场数据与趋势分析为计划主管建立新的主题计划提供协助。目前 ARPA-E 聘有 13 名成果转化顾问^[18]。

成果转化顾问将结合直接项目管理和更广泛的市场开发活动,开展以下工作:向项目团队在市场战略、商业规划、知识产权、产品开发和供应链考量方面提出建议;评估客户需求,开展市场研究;开展技术经济分析报告给新的计划或资助项目;锁定公共和私人下一步投资来源;通常与主题计划主管共同进行现场考察与项目团队会面;推动和组织商业化研讨会和导师计划;在一系列利益相关方(投资者、企业、政府机构合作伙伴等)面前代表 ARPA-E;支持 ARPA-E 在规划、筹备和实施技术商业化政策与战略上起到领导作用。

ARPA-E 聘用的主题计划主管和成果转化顾问拥有学术界、产业界、国家实验室等不同背景,均是各自领域的领军人物,采用固定聘期限制以促使形成紧迫感,在严格的时间限制下完成目标和使命,同时人员定期更新也有助于保持对技术和市场发展现状的新鲜洞察力。

2.2.4 运营团队

ARPA-E 运营团队包括法律、知识产权、采购、缔约、财务、人事等运营管理人员,提供专业事务性

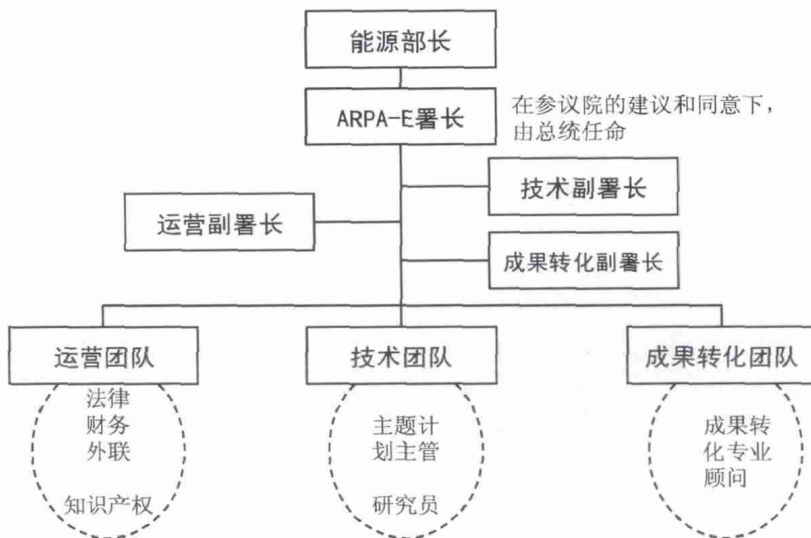


图 6 ARPA-E 扁平化管理架构

服务,向运营副署长汇报工作^[19-20]。外联人员负责协调与所有利益相关方(学术界、私营投资、政府机构、国会等)的联系,并审慎利用媒体进行宣传^[21]。

2.3 快速高效的立项实施流程

ARPA-E 资助项目实施特点是快速高效,从主题计划启动到资助项目开始执行一般为 6~8 个月,最快为 2 个月,项目执行期为 1~3 年。ARPA-E 资助项目实施的全流程如下:主题计划启动(创意、构思提出)→内部研讨→主题计划批准→编写发布项目招标公告→申请者提交项目计划书提案→评审小组评议提案→申请者抗辩→项目遴选确定→资助金额公布→合同协商和拨款→持续进展评估→项目移交进一步投资→市场开拓(见图 7)^[22]。

2.3.1 主题计划愿景形成阶段

不同于 DOE 现有的各业务局按照技术领域条块分割管理,ARPA-E 面向能源全领域开展具体的业务活动实施矩阵式组织结构(见图 8)^[23],在应用科学与技术“横轴”和集成能源系统“纵轴”的交叉点寻找新的资助机会。应用科学与技术“横轴”从技术角度出发,着眼于那些可集成到不同能源应用系统中的平台性技术,而集成能源系统“纵轴”从应用角度出发,着眼于将这些技术集成到智能、高效和经济的各类型能源系统,具有直接的市场影响力。ARPA-E 公

开招聘若干具备不同能源技术背景的计划主管,进行内部“技术深潜”研讨,在技术轴和应用轴的各个交叉点构思潜在的主题计划概念,一个主题计划概念可能涉及多个交叉点。这一矩阵式结构能够激发内部智慧碰撞和有益的竞争与合作,促使形成最有意义的主题资助领域,这一阶段 ARPA-E 署长建立的高级技术顾问小组(该小组人员由 DOE 相关应用能源业务局局长助理或其指定人以及科学局所有相关处室主任组成)也将参与,以发现 DOE 现有投资的空白,并避免重复资助。根据技术和应用范围的不同,一个计划主管可能提出并负责管理一个或多个主题计划,反之一个主题计划可能由一个或多个计划主管来负责管理。技术轴和应用轴涵盖的范围将随着 ARPA-E 招聘新的计划主管和机构运行的逐渐成熟而有所变化。现有主题计划或开放招标框架下的项目取得突破也有可能激发新的主题计划概念产生。

2.3.2 主题计划着手实施阶段

在提出主题计划概念后,负责的计划主管首先就此召集科学、技术和商业领域顶尖专家参与的开放式技术研讨会(一般为期 1~2 天,参与人数在 40~60 人左右)^[24],需要对该研究领域面临的挑战和商业效益展开严格的辩论。主题计划主管通过研讨会听取业内顶尖专家对于当前新技术及其发展机会

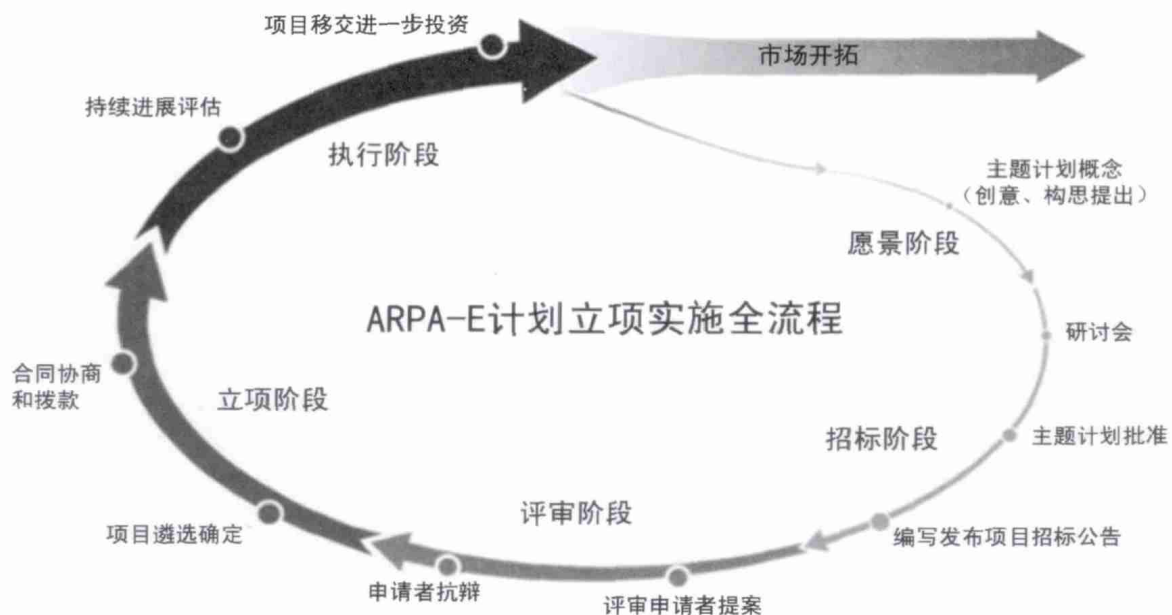


图 7 ARPA-E 资助项目实施全流程

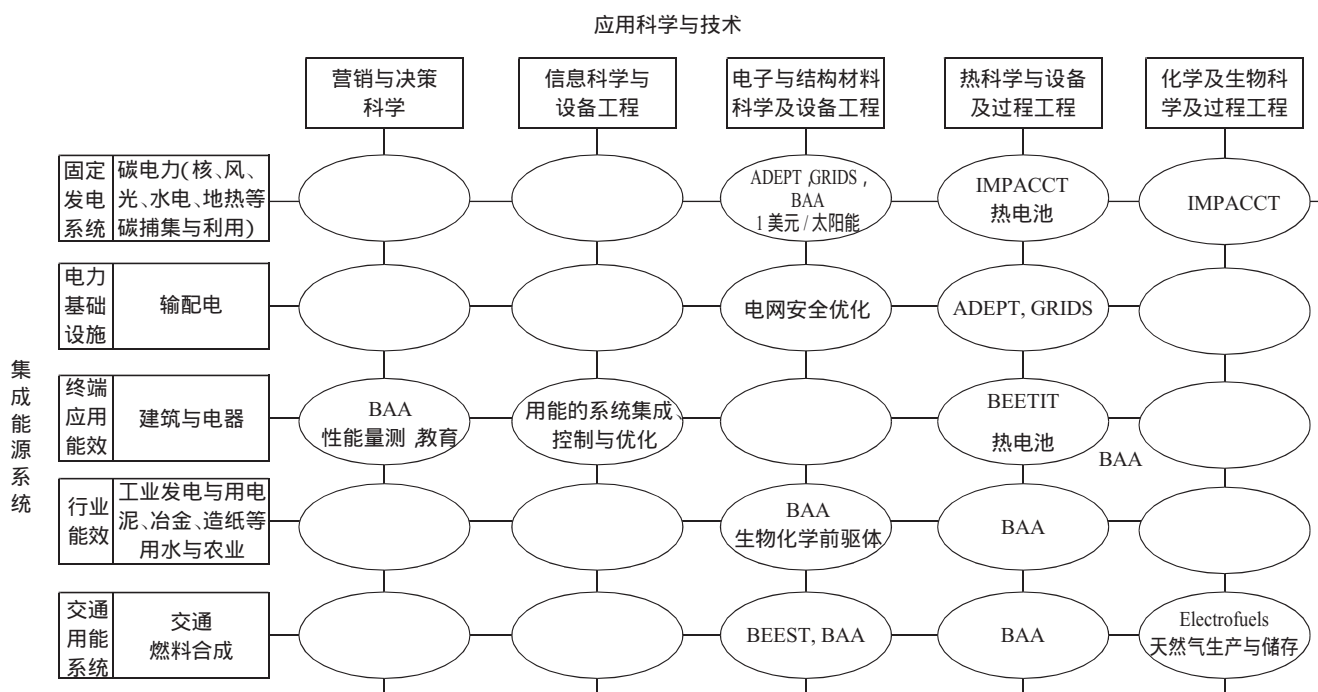
的评估, 汇总科学、技术和商业领域众多专家的建议, 找出科学理论与技术、技术与市场相衔接时存在的难点和突破的可能性, 确定具有挑战性但可实现的性能目标, 形成主题计划草案。其次, 新主题计划草案需对照 ARPA-E 已制定的问题框架 (见表 2), 以问题为导向求证设立该计划的必要性, 所有的计划主管将聚集在一起进行建设性辩论。最关键的问题也是指导 ARPA-E 所有投资的最高准则就一条: “如果(这一技术 / 方法)可行, 是否将有重大影响?” 最后, 负责的计划主管结合内部和外部反馈对草案进行修改, 将包含可考核技术指标的主题计划定案报给 ARPA-E 署长审批。此外, 计划主管将拟于下一财年启动的主题资助计划预算申请在每财年预算编制前提交给 ARPA-E 的财务主任汇总, 形成机构财年预算案然后报给 ARPA-E 署长协调和最终审定。一旦署长批准实施后, 计划主管将编写项目招标公告, 在统一的项目招标管理平台(ARPA-E eXCHANGE)上公开发布, 有意向的申请者通过平台注册成为申请人后下载申请文件模板填写申请书, 并

在线提交。

2.3.3 项目遴选评议阶段

ARPA-E 资助项目的遴选基于 4 大要素: (1) 影响力: 对美国的经济和能源安全具有潜在重大影响, 确保美国在先进能源技术研发与应用方面的领先地位; (2) 技术突破潜力: 目前市场中尚不存在、但可以淘汰现有低效技术、非增量改进的突破性能源技术; (3) 增益潜力: 尚未得到其他资助、有潜力吸引成本共担或下一步投资的早期革命性技术研发; (4) 人才队伍: 必须由来自科学、技术和商业领域的精英组成最优研发团队, 迅速推进能源技术创新。

ARPA-E 从项目招标公告发布到确定资助项目流程耗时短、效率高, 均通过 ARPA-E eXCHANGE 平台操作, 平台上提供了模板文件, 每个环节都规定了明确的截止日期, 审查严格慎重 (见图 9)。在招标公告发布后, 首先要求每个申请者在线提交 5~7 页的概要文件, 多个专家根据遴选评议 4 大要素对项目申请书提出意见以及存在的问题; 随后要求初审通过的申请者在线提交完整申请书, 多个外部知名专



注: (1) ADEPT、GRIDS 等大写字母缩写代表上一财年正在资助或正在招标的主题计划; (2) 下划线文字代表正在研讨中、可能在下一财年招标的主题计划概念

图 8 ARPA-E 开展业务活动的矩阵式组织结构

家进行同行评议和会商提供评议结果讨论，统一通过 ARPA-E eXCHANGE 平台将评审专家的意见反馈给申请方，具体意见仅对申请方公开。此间较为独特的环节是申请者可进行抗辩，将其对同行评议结果的回应说明在线提交上来以进行进一步的专家评议，以至给出项目最终选择建议供 ARPA-E 主题计划主管做出资助决定。参与主题计划立项前期研讨的人员将被邀请作为主题计划下项目申请的评审专家。此外，个人也可通过项目招标管理平台进行注册自荐成为评审专家，ARPA-E 将从专业知识和经验方面对自荐人进行严格审核。评审专家需要签署利益冲突认证和保密协议。在项目评议期间，计划主管、评审专家禁止与项目申请方发生直接联系，项目申请方通过指定的邮箱向 ARPA-E 运营团队的缔约人员进行项目招标流程相关问题咨询。

2.3.4 项目确定与资助阶段

ARPA-E 计划主管确定资助项目后，将与承担项

目的机构进行研究合同协商，包括计划任务书细节、知识产权条款、成本共担要求、预算信息等，过程非常高效（见图 10）。ARPA-E 的技术、缔约、知识产权、财务和法律团队将联合办公，减少官僚程序，并通过提供详细的合同协商指南文件和规范化的协议与预算材料模板简化流程。计划主管还与项目负责人协商在项目申请书中列出季度、年度和项目终期量化可考核的成本和性能目标，必要时要求项目负责人进行修改或新增。最终由计划主管将资助项目情况报给 ARPA-E 署长批准，向承担项目的机构拨款。

2.3.5 项目执行阶段

受资助项目承担方按照计划任务书开展研究工作，在执行期间项目负责人(PI)需定期提交详细的技术、财务预算等执行报告，将受到计划主管的持续评估，具体参见评估模式一节。DOE 监察办公室、政府审计署(GAO)都对项目财务情况进行独立审计。

在项目完成既定研究目标后，ARPA-E 的工作

表 2 ARPA-E 以问题为导向设立主题投资计划

在正式设立主题投资计划前需要求证的问题	
主题计划要解决什么问题？这一问题是否表述清晰能够易于理解？	
如果成功，提议的主题计划将怎样影响 ARPA-E 的一项或更多的使命：减少能源进口，提高能源效率，降低能源相关排放等？	
主题计划的目标是什么？如何衡量目标进展？	
该领域目前的研究开发现状是什么？相对于现状，提议的主题计划采用了何种变革性和颠覆性方法？	
为什么现在是解决这一问题的恰当时机？	
需要汇集哪些研究团体来建立项目团队以解决主题计划目标？	
主题计划如何与 DOE 其他业务口、其他联邦机构以及私营部门的研发工作互为补充？	
主题计划结束时会发生什么？计划如何移交？谁将是早期应用者？商业化的障碍是什么，如何解决这些问题？	

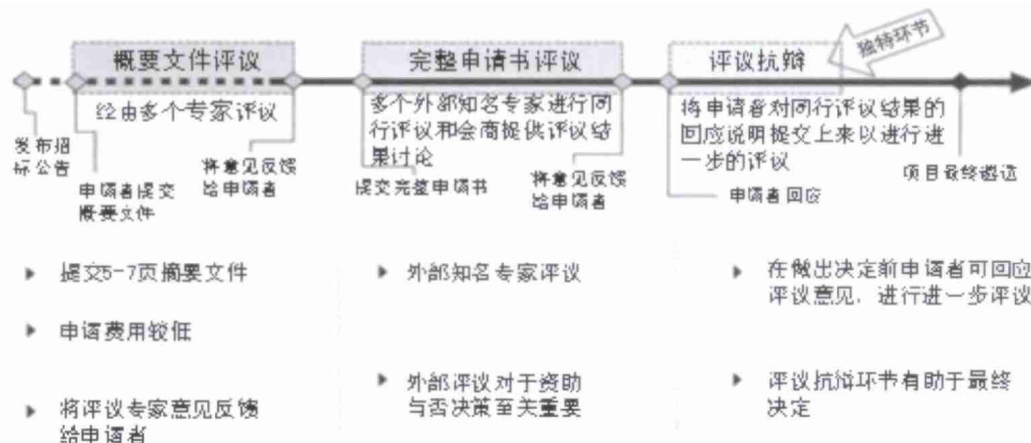


图 9 ARPA-E 高效严格的项目遴选流程

并不是就此结束,还通过推动与投资者、政府机构、大小企业和其他组织的联系,以帮助项目承担方加速技术转移转化,包括接受公共或私人机构进一步投资发展,成立公司实现技术成果商业化等。例如 ARPA-E 在每年 2~3 月间会定期召开年度能源创新峰会,邀请政产学研各界知名人士与会,进行能源相关主题演讲,研讨通过创新方法解决美国能源挑战,并重点展示部分经过严格审查的资助项目技术成果,促进形成交流与合作网络。

2.4 主动项目管理评估模式

到目前 ARPA-E 还没有开展外部评估,《美国竞争力法案》要求在 ARPA-E 运行 6 年后由美国国家科学院国家研究理事会对 ARPA-E 开展首次评估。评估包括:应继续支持还是终止 ARPA-E,总结 ARPA-E 运行的经验教训,以及这些经验教训如何应用到 DOE 其他业务部门^[25]。

在具体项目的评估方面,主题计划主管开展主动项目管理评估,手段包括制定项目进程和成本目标、每季度检查技术里程碑实现情况、经常到项目地址进行现场考察、举行年度检查会议等。在项目无法达到技术里程碑要求时,计划主管会考虑与项目承担者沟通绩效改进措施,必要时利用“通过/不通过”(go/no-go)决策快速决定终止项目,将资金转而投向那些更有希望的项目。再者,署长和副署长负责管理这些计划主管,并会定期审查计划进展情况。通过这些措施,ARPA-E 能够对纳税人资金承担起监管责任。截至 2014 年 2 月,因为没有达到技术里程碑或项目目标,ARPA-E 终止了约 15 个项目^[26],将项目剩余资金退回国库。但 ARPA-E 不将其视为失败,而是认为项目仍提供了新的视角并且提供了需要汲取的经验教训。衡量项目成功与否的重要指标

是在研究后的市场开拓方面,如:获得公共或私人机构进一步投资、技术成功转移、提高了企业价值、创建新企业、创造了新兴产业等,而发表论文和申请专利数量并不是主要评价指标。

2.5 内外部协调模式

ARPA-E 积极与 DOE 其他业务局、其他联邦机构、学术界以及私营部门等技术共同体密切协调,以确保项目不会出现重复资助,并且形成合力。ARPA-E 在召开研讨会、制定项目招标公告的技术指标和对项目申请进行评议时都邀请上述利益相关方参加。

ARPA-E 在 DOE 内部的协调主要通过署长建立的高级技术顾问小组(PASTA)来进行,该小组人员由 DOE 相关应用能源业务局局长助理(或其指定人)以及科学局所有相关处室主任组成,在主题计划形成初期即密切合作来协调研究投资,并确定存在的资助空白/技术鸿沟。这一协调活动也告知给其他进行中的研究活动的所有参与方,从而推动成功的项目向 DOE 其他业务局或其他机构转移,使其获得进一步投资。此外,ARPA-E 署长还积极与 DOE 科学局局长和主管能源与科学的副部长相协调^[27]。

而在 DOE 外部,ARPA-E 与其他联邦机构通过跨机构合作协议、建立合作伙伴计划、密切磋商和形成研讨会制度来进行协调^[28],例如:ARPA-E 与国防部在 2010 年两部门签订的合作备忘录框架下就储能设备管理和建筑能效 2 个主题计划进行协调合作;ARPA-E 在 2012 年与国家自然科学基金会创新团队计划(I-Corps)签署合作协议“I-Corps @ ARPA-E”,支持 ARPA-E 资助的项目团队(来自大学或国家实验室等学术机构)参与 NSF 的 I-Corps 计划,使研究人员与商业导师合作开发合适的商业模式,促进技

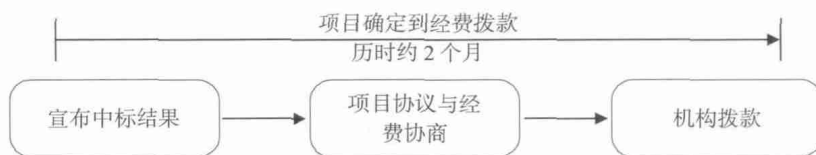


图 10 ARPA-E 简化的项目协议与经费协商流程

术商业化 ;ARPA-E 与国家标准与技术研究院、海军水面作战中心等部分机构签订了跨机构合作协议,将其作为所资助技术的第三方实验室试验设施。在对外合作中,主题计划主管直接负责磋商对接,ARPA-E 运营团队中的外联人员负责具体联系事宜。在召开主题计划研讨会、制定项目招标公告的技术指标和对项目申请进行评议时都邀请相关联邦机构利益相关方参加,将其意见纳入项目招标公告正式文本中。

3 启示与建议

ARPA-E 目前已成为美国能源创新管理改革的成功典范。美国现任能源部长欧内斯特·莫尼兹在 2016 年度 ARPA-E 能源创新峰会指出,自 2010 年 ARPA-E 开始资助创新能源技术研发项目以来,已有力推动了美国低碳经济的发展。ARPA-E 模式的成功即是通过将革命性新能源技术推向市场来体现,从实际运行效果来看已初见成效:ARPA-E 的前期投资已调动了更多的私营部门投资,截至 2016 年 2 月,有 45 个 ARPA-E 资助的研究项目获得了超过 12.5 亿美元的私营部门后续投资。此外,还有至少 36 个项目已成立了新的公司来推进技术商业化,超过 60 个项目已与其他政府机构合作进一步发展。为更好地发挥 ARPA-E 的作用,美国能源部提交的 2017 财年预算案中将 ARPA-E 预算申请额提高了 20%,并且提出到 2021 财年计划将 ARPA-E 经费提高到 10 亿美元^[29]。

能源领域是资金密集型和技术密集型产业,具有投资大、风险高、周期长、惯性强的特点,一旦方向选错或技术落后,将会长期处于受制于人的被动局面,因此政府主导科技计划建立正确的战略导向至关重要。我国能源科技管理涉及部门多,缺乏科学高效统一协调的决策与管理机制;科技计划投入口多、面广、总体水平低,引领作用不明显,缺乏总体规划 and 部署,资源分散,产学研缺乏有效整合;促进创新的财税政策不健全,缺乏体制机制保障。借鉴美国能源科技计划专业管理机构 ARPA-E 的管理创新经验,在我国科技体制深化改革的大背景下,针对我国

在能源领域的科技活动管理组织提出建议如下:

(1) 着眼于能源科技创新全价值链进行重点研究计划布局。先进技术的应用部署和商业化,是能源科技创新成功的最终评价标准。必须以应用目标为导向,整合现有的基础研究、能源领域应用研究和工业示范各阶段资源投入,调动大学、研究机构和产业界创新单元开展集成化创新和联合攻关,打通原始创新—技术开发—商业化—推广应用的整个创新链条。其中需要重视现有条块分割的资助计划对于创新各阶段之间存在的(科学到技术、技术到市场)空白/鸿沟的忽视,推动技术成功跨越知识创新和产业创新的“死亡之谷”。

(2) 敢于投资高风险、高回报的革命性能源技术。这种投资风险过大,作为创新主体的企业不愿投资,必须在国家层面设立基金支持。一旦这些技术开发成功,将会产生巨大的商机,其中一些突破性的技术最终将会创造新的产业和工作机会,引领经济高速发展,改变社会面貌。对于在商业上具有高风险的能源科技创新项目,重点是利用政府资源投入来撬动民间资本,推动技术走向市场。

(3) 必须有管控风险机制。项目管理机构必须能够承担和管控风险,其选择的项目要同时满足“技术推动”和“市场拉动”2 个条件。在投资计划的申请、评估和筛选过程中,建议引入与市场相关的成本和效益评价标准,在项目开发过程中,管理机构应该组织科学、工程和商业领域的精英通力合作,对项目进程要有所监控,必要时快速中止项目,将资金转向那些更有希望的项目。

(4) 采取灵活高效的专业化项目组织管理模式。政府负责抓规划、定政策、管布局、做监督,不具体管项目组织实施,而依托专业机构招聘专业高级人才来负责,高级人才包括具备丰富的能源科技领域专业知识和项目管理经验的技术与管理专家,以及具备技术转化和商业领域成功实践的市场专家,拥有快速决策的权限。减少层级的扁平式组织管理架构可以加快计划制定的进度和项目的遴选执行流程,也保证了在严格的时间限制下能够完成目标和使命。

参考文献

- [1] 弗雷德·布洛克,张蔚. 被隐形的美国政府在科技创新中的重大作用[J]. 国外理论动态,2010,6:58-64.
- [2] One Hundred Eleventh Congress of the United States of America. American recovery and reinvestment act of 2009[EB/OL]. [2009-01-06]. <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-111hr1enr/pdf/BILLS-111hr1enr.pdf>.
- [3] US Department of Energy. Strategic plan 2014-2018[EB/OL]. [2014-04-07]. http://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f14/2014_dept_energy_strategic_plan.pdf.
- [4] 李桂菊,张军,陈伟. 美国应对经济危机的能源战略及启示[J]. 资源与产业,2011,13(2):73-76.
- [5] 朱新佳. 美国先进能源研究计划署及其项目规划[J]. 中国电力,2012,45(3):72-75.
- [6] 潜旭明. 美国新能源创新的强力引擎:美国能源部 ARPA-E 透析[J]. 中国战略新兴产业,2014,22:82-83.
- [7] 白春礼,主编. 世界主要国立科研机构概况[M]. 北京:科学出版社,2013.
- [8] National Research Council. Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future[EB/OL]. [2005-10-12]. http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11463.
- [9] One Hundred Tenth Congress of the United States of America. America competes act [EB/OL]. [2007-01-04]. <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-110hr2272enr/pdf/BILLS-110hr2272enr.pdf>.
- [10] ARPA-E. ARPA-E projects receive more than \$1.25 billion in private follow-on funding for transformational energy technologies[EB/OL]. [2016-02-29]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=news-item/arpa-e-projects-receive-more-125-billion-private-follow-funding-transformational-energy>.
- [11] ARPA-E. ARPA-E: Launching energy innovation in the 21st century [EB/OL]. [2011-05-24]. http://www.arpa-e.energy.gov/sites/default/files/documents/files/Toone_Bio_Tool_Intro_Pres_10_6_11.pdf.
- [12] Majumdar A. Advanced research projects agency-energy (ARPA-E)[EB/OL]. [2014-10-25]. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/ARPA-E_Majumdar.pdf.
- [13] ARPA-E. FY2010 annual report [EB/OL]. [2011-06-22]. http://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/ARPA-E%20FY%202010%20Annual%20Report_1.pdf.
- [14] ARPA-E. ARPA-E FY15 budget request [EB/OL]. [2014-03-04]. <http://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/ARPA-E%20FY15%20Budget%20Request.pdf>.
- [15] ARPA-E. Senior leadership [EB/OL]. [2016-07-05]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=about/arpa-e-team/senior-leadership>.
- [16] ARPA-E. Program directors [EB/OL]. [2016-07-05]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=about/arpa-e-team/program-directors>.
- [17] ARPA-E. Fellows [EB/OL]. [2016-07-05]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=about/arpa-e-team/fellowsandscholars>.
- [18] ARPA-E. Technology-to-market team [EB/OL]. [2016-07-05]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=about/arpa-e-team/tech-to-market-team>.
- [19] ARPA-E. Legal team [EB/OL]. [2016-07-05]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=about/arpa-e-team/legal-team>.
- [20] ARPA-E. Acquisitions [EB/OL]. [2016-07-05]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=about/arpa-e-team/acquisitions>.
- [21] ARPA-E. Budget & strategic outreach [EB/OL]. [2016-07-05]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=about/arpa-e-team/budgets-strategicoutreach>.
- [22] ARPA-E. ARPA-E strategic vision 2013 [EB/OL]. [2013-10-17]. http://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/ARPA-E_Strategic_Vision_Report_101713_0.pdf.
- [23] ARPA-E. ARPA-E FY2012 budget request [EB/OL]. [2011-02-14]. <http://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/ARPA-E%20FY12%20Budget%20Request.pdf>.
- [24] ARPA-E. Events & workshops [EB/OL]. [2014-10-25]. <http://arpa-e.energy.gov/?q=engage/events-workshops>.
- [25] ARPA-E. ARPA-E statutory authority [EB/OL]. [2014-10-25]. <http://arpa-e.energy.gov/arpa-e-site-page/authorization>.
- [26] Secretary of Energy Advisory Board. Report of the task force to support the evaluation of new funding constructs for energy R&D in the doe [EB/OL]. [2014-03-28]. <http://energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f14/FINAL-Hubs%20Report.pdf>.
- [27] ARPA-E. ARPA-E FY2013 budget request [EB/OL]. [2012-02-13]. <http://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/ARPA-E%20FY13%20Budget%20Request.pdf>.

- [28] ARPA-E. ARPA-E FY2014 budget request [EB/OL]. [2013-04-10]. <http://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/ARPA-E%20FY14%20Budget%20Request.pdf>.
- [29] ARPA-E. ARPA-E FY2017 budget request [EB/OL]. [2016-07-05]. <http://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/ARPA-E%20FY17%20Budget%20Request.pdf>.

Research on Advanced Research Projects Agency: Energy Management Innovation in the United States and Its Implications for China

CHEN Wei

(Wuhan Documentation and Information Centre, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China)

Abstract: In this paper, energy S&T macro management mechanisms in the United States were analyzed firstly. Then taking Advanced Research Projects Agency- Energy (ARPA-E) as an example, whose management innovation experience including working boundary, operation management, projects implementation processes, assessment models and internal and external coordination mechanisms were studied. Finally several key energy S&T policy reform suggestions for China were provided.

Key words: United States; energy S&T; ARPA-E; management innovation