新概念新法则

创新挑战赛奖：美国全球配置创新资源新举措

□ 王小理

近年来，美国超过45个政府部门和机构积极实施一种新型科技激励工具“奖”，以促进国家创新突破、增强社会创新能力。这种激励创新的新工具不同于以往的科技奖模式，也不同于科技项目模式，而是采用了降低准入门槛、对创新结果更便捷的认可方法。在美国政府的大力推动下，“创新挑战赛奖”已在美国迅速兴起，显著提高了美国在全球范围配置创新资源的能力。

“创新挑战赛奖”的性质

“创新挑战赛奖”是美国奥巴马政府按照《美国创新战略：推动可持续增长和高质量就业》（2009）、《美国创新战略：确保美国的经济增长和繁荣》（2011）和《美国创新战略》（2015）顶层规划，参照社会组织运用挑战赛激励创新的思路，而积极推进的一种鼓励知识创新的新型政策工具。具体操作上表现为：政府各行政机构或部门设立需求目标或“创新挑战”，在特定时间段内，通过在线从全球范围内招募人员或团队解答而对参与人员的资格没有过多要求，最后对提供有效解答方案的优胜者在规定时间内颁发奖金或者授予其他荣誉奖项予以承认。

与以“成就奖”为主的科技奖励制度、科技项目运行机制有显著不同，“创新挑战赛奖”既是奖项，也是一种知识市场交易。简单而言，“创新挑战赛奖”则表现为对获奖者现有创新方案即时的承认，挑战赛组织者（如政府）需求在事前显现出来，这与“成就奖”奖励制度体系对于获奖者以往成就、后期的承认不同。与科技项目运行机制相比，“创新挑战赛奖”表现为“挑战赛组织者（如政府部门）提出科研创新目标或问题、参与者提出解决方案、挑战赛组织者（验收并颁奖”，实施流程更加简洁流畅，呈现出一种围绕知识需要和满足进行交易的“知识市场”，成果转化也更快捷。

“创新挑战赛奖”具有一系列优势，特别是扩大了创新参与范围，能够更有效地利用公众的知识、智慧和创造力，提高国家整体创新能力。而且通过与社会性基金组织合作，“创新挑战赛奖”甚至可以在短时间内迅速调动全球智力资源，形成极强的创新能力或有效的问题解决方案，这是现有创新激励机制所不能替代的。

设立“创新挑战赛奖”的主要考量

社会组织重视和推进大规模运用挑战赛激励创新，进而带来对政府的巨大示范效应。社会性基金组织设立奖项不仅数量、规模增大，公众影响也越来越大。例如，美国巴勒斯·韦尔卡姆基金会等6家基金组织举办的“生命科学研究突破性技术”公开挑战赛得到全球科技界热烈回应，来自30个国家的参与者提出超过200个候选技术，来自68个国家超过900人参与项目评审。社会性基金组织设立挑战赛奖项促进科技创新的效率，对美国政府创新政策设计有巨大示范效应。事实上，美国白宫管理与预算办公室发布的备忘录《利用“创新挑战赛奖”推动开放政府指南》中，就引用全球著名管理咨询公司麦肯锡《未来的胜利者是——正在赢得社会性奖金机遇的人》报告，来论证美国政府推动“创新挑战赛奖”设立的价值。

从政府治理看，“创新挑战赛奖”与美国奥巴马政府“开放政府国家行动计划”新政契合，体现了政府管理精细化的理念，也有助于增强经济发展的耐力和后劲。此前，虽然类似的“诱导型奖项”已经在美国航天、国防和能源部门实施，例如国防先进项目局“大挑战”推动了无人驾驶汽车的发展，国家航空航天局的“世纪挑战”推动了月球登陆器、高效能航天器等技术发展等，但这种模式还没有在政府各部门广泛推广。奥巴马政府推行的“开放政府国家行动计划”提出，将更有效地利用美国公众的知识、智慧和创造力，使用挑战比赛来促进国家创新突破，增强社会创新能力等。作为该计划的一部分，“创新挑战赛奖”通过对创新流程的制度变革，追求以最小的代价提供最优质的服务，体现了管理精细化的理念。

从政府定位看，知识网络市场发展形成对政府新角色定位的需要。知识经济时代，科技创新主体多样化，分散在不同区域、不同组织；科技创新主体对知识资产进行共享和交易的需求日益增长，也需要政府通过建立可以挖掘外部专业资源的知识交互网络市场，将不同的创新元素汇聚起来、进行协同创新。例如，为应对知识网络市场所带来的机遇与挑战，经济合作组织（OECD）正在加紧研讨“知识网络市场”相关公共政策，加强科技创新治理新能力和政府新角色定位探讨。

发展“创新挑战赛奖”的举措和成效

加强政策指导，构建政策框架。为推进“创新挑战赛奖”的顺利启动和实施，美国2009年以来通过发布创新战略、行政指令、备忘录、定期报告等方式，为“创新挑战赛奖”的实施构建了政策框架。主要包括：公布《美国创新战略》，提出将创新挑战奖作为政府机构“标配”创新工具；通过《美国竞争法再授权法案2010》，以立法形式明确“创新挑战赛奖”成为政府相关部门法定职责；发布工作指南，进一步扫清相关的政策和实施障碍。

搭建多方位后勤保障平台。建立challenge.gov一站式服务平台，方便政府部门（机构）提交挑战赛项目，以及参与挑战赛的人员浏览；联邦事务管理总局推出专业技术支持，为相干机构设计“创新挑战赛奖”提供配套服务，大幅度减低开展公私合作、利用外部专家资源所需时间；航空航天局主导建设政府层面的“合作创新卓越中心”，为各部门实施“创新挑战赛奖”提供全过程技术支撑服务。

开展工作进展报告和工作规范督促。提供年度报告规范模板，要求所有政府机构在每年12月30日前向白宫科技政策办公室提交“创新挑战赛奖”实施年度报告，汇总后向国会参众两院报告。

目前尚没有具体数据证实具体奖项的实际经济效果，但从公开报告内容来看，部分创新挑战赛项目也确实取得较大影响，或成果具有重要应用价值，提升了美国“组织”创新资源的新能力。例如：美国国家科学基金会设立的“促进农业发展基础研究创意挑战赛”，奖金总额25万美元，向全球所有学术性和非营利性机构开放。挑战赛的结果超出预期，来自68个国家或地区的800人报名，其中40%来自美国以外。参与人员包括高级研究人员、博士后和研究生，后者占30%。获胜成果奖将作为下一步重大科研选题立项的方向。

美国国防部国防威胁降低局设立的“算法开发挑战赛”，奖金总额100万美元：全球2700人积极反馈，提交65套解决方案。由两名生物信息学家和一名计算科学家组成的团队提交的“Meta-Scope”方案获得大奖，该方案赋予了美国陆军在有限资源背景下快速处理、分析生物序列数据的能力，显著提升了国防威胁降低局对生物威胁的诊断和处理水平。

潜在影响和有效应对

充分重视开放创新时代创新资源的流动、组织和利用的新规则。作为一类新生事物，发达国家政府层面正在全面推行的“创新挑战赛奖”工具虽然刚刚起步，但具有从全球范围吸纳创新资源、推动创新资源高效流动的优点，花小钱办大事，假以时日，很有可能推动形成全球科技资源利用的全新格局。从积极的角度面讲，可以开启全球科技创新资源利用新时代，从负面角度来讲，则可以以成熟的运作手法，吸引、操控全球智力资源“为己所用”，进行国家利益的隐形博弈。

加快经济社会新常态下创新资源全球、全局配置能力建设。应立足围绕创新资源的全球流动、分化、组合、整合的新特点，特别是国际科技创新资源配置的国际竞争新态势，结合经济社会新常态下我国大众创新的新趋势和潜在需求，探索“诱导型奖项”创新政策工具纳入创新驱动发展战略顶层设计。重点开展“诱导型奖项”建设示范，逐步在政策框架、平台保障、监督检查等方面形成一套适应开放创新的、立体的制度和操作体系。

发展多类型非营利性科研机构

□ 林　新

鼓励社会化新型研发机构探索非营利性运行模式，是中共中央办公厅、国务院办公厅《深化科技体制改革实施方案》提出的明确任务。落实这项任务，要准确把握非营利机构的特点和规律，总结国内外非营利性科技研发服务机构发展的经验，从政府引导和社会参与两个方面共同探索与实践。

非营利性科研机构的特点和优势

在我国，非营利性科技研发服务机构主要指注册为民办非企业单位法人的科技研发服务机构。民办非企业单位作为非营利机构的一种类型，与国际上通行的非营利机构有着共同特点。一是机构不以营利为目的，向机构出资的个人和组织不得从非营利机构从机构赢利中分红，非营利机构的收入只能用于自身运营和业务发展。二是机构的业务范围限于法律规定的公益事业，一般包括慈善、宗教、科学、卫生、教育、文化等领域。三是机构资金来源和管理运营社会化。

科技研发服务机构采取非营利机构模式，可以发挥非营利机构兼具公益性和市场化两方面特点的优势。与科研事业单位相比，管理运行更具有自主性和灵活性；相对于企业，其非营利属性更易获得社会捐赠、企业资助。非营利性科技研发服务机构是吸引社会力量参与社会公益服务的重要形式，也是新形势下政府改革科技发展支持方式的新途径。对这类机构的财政支持，可以有效避免世界贸易组织补贴与反补贴协议的规制；政府职能转变、购买公共服务为非营利机构的发展提供了重要条件，党的十八届三中全会《决定》明确把科技类社会组织列为重点培育和优先发展的四类社会组织。我国经济社会发展的新形势为非营利性科技研发服务机构发展提供了重要机遇。

非营利性科研机构的多种模式

从国内有一定规模和影响、运营较为成功的机构的情况以及国外经验分析，下列类型的科技研发服务机构较适合采取非营利机构模式，应当作为引导和鼓励发展的方向。

区域或行业性科技研发服务机构。在一些中小企业数量较多、产业集聚的地方和行业领域，可以采取企业与政府共同投入，搭建面向本行业服务的非营利性科技研发服务平台，解决中小企业科技能力不足的问题。目前行业和区域性科技创新服务平台通常采取虚拟和实体运营两种模式，其中实体运营又分为事业单位、民办非企业单位、企业牵头运营三种类型。实践表明，实体运营模式更具有责任明确、服务高效的优势。三种实体运营机构类型中，民办非企业单位牵头模式避免了事业单位体制机制不灵活、与市场结合不紧密的问题，与企业牵头模式相比因其中立性而更容易赢得被服务企业信任的优势。美国政府实施的国家制造业创新网络计划，拟支持建立14家创新中心，以公私合作形式为特定产业的新技术研发和应用提供服务，目前投入运行的7家中心中，以非营利机构为主要依托单位的有4家，非营利机构成为美国国家制造业创新网络的重要力量。近年来一些地方政府支持建立了一批产业技术研究院，其核心任务是开展共性技术研发、推动科技成果产业化，为地方产业技术进步和战略性新兴产业发展提供科技支撑。其中上海、北京等地的产业技术研究院采取民办非企业单位的模式，其主要考虑是尝试在事业单位、企业两种法人类型之间探索科技研发服务既公益化又市场化的第三种途径。上述地方均借鉴了我国台湾工业技术研究院的成功案例，该机构是台湾1973年设立的财团法人性质的非营利性科技机构，其定位是为产业提供技术和基础平台，培育科技企业，政府设立之初的支持和其面向市场的灵活机制，使其在推动台湾产业技术创新和经济转型腾飞中扮演了关键角色。

产学研技术创新战略联盟。与上述行业性科技研发服务机构相比，产学研技术创新战略联盟更侧重于合作研究、战略性和共性技术研究。在一些行业，对应用前景不明确、经费投入需求量大、技术开发应用周期长、行业内企业共同需要、单个企业难以完成的领域，采取产学研技术创新战略联盟形式，有利于实现资源整合、优势互补、研究成果分享以及分散研发投资风险。在科技部开展的第一批试点的52家产学研技术创新战略联盟评估中，综合绩效位居首位的半导体技术产业创新战略联盟的牵头单位北京半导体照明促进中心就是民办非企业单位。

科技企业孵化及科技成果转化机构。科技企业孵化器是国际通行的为初创期科技型中小企业搭建的科技创新创业和科技成果转化服务平台，由于平台服务具有公益性，政府通常提供办公场地乃至科研设施等支持。对这类直接为企业提供服务的机构，国外政府注重发挥市场机制，基本上不直接管理和运营，交由非营利机构或委托企业管理和运营。我国科技企业孵化器中注册为民办非企业单位的孵化器只有59家，占孵化器总数的3.4%。企业性质的孵化器基于赢利的目标要求，一般不愿为入驻企业减免房租，政府也不宜直接将孵化场地提供给企业使用。因此，应借鉴国际经验，大力发展非营利性科技企业孵化器。

科学研究机构。随着科学技术对人类生产生活方式的影响日益广泛，西方社会越来越多的社会资金捐助给为公众服务的科学研究事业，甚至设立了专门资助科学研究的基金会，催生了大量非营利性科学研究机构。有些机构发展成为国际知名研究机构，如：法国的巴斯德研究所、美国艾滋病研究所、日本的未来研究所等。发达国家非营利性研究机构在科技领域已具有相当实力，美国2011年研究开发经费中，非营利科研机构执行的经费占到了全国支出经费总量4.2%。我国非营利性的科研机构近年来也发展迅速。从上海、北京两市市级注册的科技类民办非企业数据看，非营利性科研机构占到了较大比重，全国机构中除深圳光启研究院等少数几家机构在业内有较大影响外，其他机构规模普遍较小，力量较弱，亟待扶持发展。

科技普及机构。这类机构以向公众普及科学知识为目标，国外很多专业化的科普场馆采取非营利机构的运营模式。国内近年来此类机构也有所发展，如从知名科普网站科学松鼠会分离出来的哈赛科技传播中心即注册为民办非企业单位，定位为青年科学传播者俱乐部，其管理的科学松鼠会公益性科普旗舰项目在科普爱好者中已有很大影响。目前我国有一些民间科普爱好者收藏了大量各类科技标本并有向社会开放服务的意愿，这些标本的保管、传承、使用等都需要政府的支持。如果政府能够积极引导和支持，对民间非营利性科普机构发展将起到极大促进作用。

科技领域非营利机构的上述类型也为我国政府所属科研事业单位改革提供了一个新方向。十八届三中全会《决定》明确提出要“推进有条件的事业单位转为社会组织”。那些主要面向企业和社会提供公益性科技服务的科研机构，如果改制为企业，难以靠市场支撑自身发展；如果保留为事业单位，国家关于事业单位管理的有些规定又会影响其市场服务的灵活性。而民办非企业单位法人模式符合这类事业单位的宗旨和业务特点，可以作为下一步机构改革的一种选择。

科技与社会

当代世界军事

氢弹的技术机理与研制关键

□ 朱红巍

近期，各个媒体围绕朝鲜“氢弹”试爆进行了大量报道。“氢弹”是什么？研判是否是“氢弹”能不能只依据爆炸当量大小？为厘清网络上的大量报道，有必要系统性回答以上关键问题。

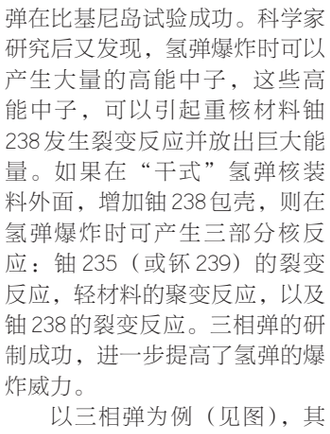
什么是氢弹

氢弹，也称聚变弹、热核弹、热核武器，是指利用原子弹爆炸的能量点燃氢的同位素氘等轻原子核产生聚变反应并瞬时释放出巨大能量的核武器。

氢弹的发展，大致上经历了三个重要的阶段：“湿式”氢弹到“干式”氢弹，再到三相弹。美国开始研制的氢弹就是使用液体轻核装料氘和氚的“湿式”氢弹。由于氘和氚在普通条件下都是气体，只有在零下二百多摄氏度的低温下，它们才能成为液体状态，因此需要笨重的冷藏设备，这就使氢弹成为一个庞然大物。美国的第一颗氢弹“乔治”重达65吨，体积比载重汽车还大，军事使用价值极低。经过大量研究，科学家发现金属锂6在中子作用下，能够生成氚。这样一来，氢弹里只需装进固体的氚化锂6，就可以在原子弹爆炸产生大量中子的情况下生成所需要的氚。这些氚与装料中的氘就可以产生聚变反应。苏联第一颗氢弹即采取这一方案，所以苏联是第一个成功把氢弹实用化的国家，1年后美国第一颗实用型氢弹在比基尼岛试验成功。科学家研究后又发现，氢弹爆炸时可以产生大量的高能中子，这些高能中子，可以引起重核材料铀238发生裂变反应并放出巨大能量。如果在“干式”氢弹核装料外面，增加铀238包壳，则在氢弹爆炸时可产生三部分核反应：铀235（或钚239）的裂变反应，轻材料的聚变反应，以及铀238的裂变反应。三相弹的研制成功，进一步提高了氢弹的爆炸威力。

以三相弹为例（见图），其基本结构主要由四部分组成：原子弹是引爆器，俗称“扳机”；氘化锂6是热核材料，完成聚变反应；铀238是裂变材料，负责产生能量和辐射。

爆炸时，首先由电子系统给出起爆信号，使原子弹爆炸产生大量的中子并放出巨大的能量，中子与氘化锂6作用生成氚，能量使氢弹内部处于极高的温度，引起氘氚发生聚变反应，放出大量的快中子和巨大的能量。快中子使铀238发生裂变反应，放出巨大的能量。



三相式氢弹原理结构示意图

需要注意的是，与铀235不同，铀238与轻核材料都不存在临界质量的限制，因此氢弹的爆炸当量既可以大至几千万吨级TNT当量水平，如，美国第一颗氢弹爆炸当量就有1040万吨TNT当量，苏联1961年试爆的“沙皇氢弹”爆炸当量则达到惊人的5000万吨TNT当量；也可以做到万吨级甚至千吨级TNT当量，如以高能中子辐射为主要杀伤力、威力为千吨级的小型氢弹——中子弹。与大当量氢弹相比，研制低当量氢弹对技术要求更高、研制难度更大。

怎么造氢弹

目前，国际上公认掌握氢弹技术的国家只有联合国安理会的五个常任理事国。虽然传言1998年印度的5次核试爆中有2次是氢弹，但很多专家基于对氢弹研制技术难度的认识，认为这2次核试爆只是加强型原子弹（所谓增强型原子弹，是指虽然有聚变材料用于核爆增强，但其主要作用还是为裂变提供足够中子，使裂变反应更充分，因此使用的聚变材料相对较少，是一种小型的战略级核弹），或失败的氢弹（只有原子弹部分发生核裂变，核聚变反应未发生）。显然，成功研制氢弹需要诸多关键要素的可靠保证。

一是理论研究要素。氢弹研制除了核物理关注的辐射流体力学方程组和材料特性方程组耦合求解问题外，还涉及等离子体物理、原子分子物理、加速器物理、凝聚态物理、爆炸力学、热力学、光学、化学、计算机科学等十余个大类上百个小类的学科体系，每一个关键问题的解决，都需要多个相关学科的协同技术攻关，以及国家大量人力物力的投入，其难度不言而喻。但是，技术问题很多时候就是一层“窗户纸”，另辟蹊径也可以轻易捅破。1992年，退役的克格勃上校弗拉基米尔·契科夫在其回忆录中提到，苏联情报机构曾在美国洛斯-阿拉莫斯实验还安插有一个叫作“佩尔西”的技术间谍，正是由于他将有关“辐射力压缩引起热核反应”的关键情报提供给苏联，才使苏联在较短时间内空爆了真正意义上的航空氢弹“埃尔德斯-37”。2009年，美国当年的核武器研究设计人员托马斯·里德和丹尼·斯蒂尔曼出版了《核快车：一枚政治核弹及其扩散》一书，对此事进行了确认。

二是试验验证要素。氢弹研制需要大量的关键参数，这些都是各有核国家的核心机密，研制国很难从公开资料中获得。要自主获得这些参数，除了理论研究外，更重要的是建立起能够再现这些极端条件的实验场地和设备，在多次试验中不断调整环境参数予以确认。但是，核试验存在诸多客观条件的限制，特别是在现有国际政治体系下，国际社会对印度、巴基斯坦和朝鲜的核试验都曾进行了严厉的制裁。虽然理论上可以靠部分试验数据配合先进巨型计算机进行模拟核试验，但核试验对于验证当量计算、聚变时间、点火温度都是极为必要的，至今仍然是新迈入核国家无法避开的重要环节。

三是国家工业要素。研制氢弹，初级的裂变材料和次级的聚变材料都是不可或缺的。生产核材料（铀、钚、重水、氘、氚、锂等）需要庞大的工厂，需要涉及重工业企业为反应堆生产关键部件，而且核试验本身也需要进行规模巨大的工程建设（地下核试验的坑道绵延数公里，深度达地下几百米），还要有复杂、精密、数量巨大的相关设备。可以说，研制氢弹是对一个国家工业能力的全面检验。

氢弹研制，是大国能力的综合体现，任何一个国家都不可能脱离核武器试验规律和现实工业能力。即使该国通过另辟蹊径获得了氢弹研制的相关技术和重要参数，也不大可能脱离核材料生产和武器试验所需工业能力的限制。即使拼尽全力研制成功，也还存在武器小型化、批量生产、运载工具以及导弹突防等一系列问题。造氢弹，目的是要威慑对手。实现这一目的，不仅要有弹，还要有枪（运载工具），更要有数量和质量保证，否则研制成功也就是象征而已。