

· 专题:科学基金深化改革的政策与举措 ·

## 关于我国发展基础研究的几点思考\*

方 新\*\*

(中国科学院,北京 100864)

**[摘要]** 本文简要介绍基础研究定义与内涵的演进,目标与功能的调整,投资、决策与执行主体的变化及投资的战略、方式与渠道;进而从坚持问题导向、完善投资机制、重在制度变革和承担社会责任四个方面简要论述了我国当前开展基础研究要特别关注的几个问题。

**[关键词]** 基础研究;定义与内涵;目标与功能;管理与投资;改进建议

我国 1985 年开展了第一次全国科技普查,在普查的统计指标中首次正式引入联合国教科文组织关于科学研究分类的概念,并以此普查结果作为制定政策和进行科技体制改革的基础之一。

根据联合国教科文组织的定义<sup>[1]</sup>,科学研究可以划分为三种类型:基础研究、应用研究和试验发展。其定义的基础研究,主要是为获得关于客观现象和可观察的事实的基本原理的新知识所进行的实验性或理论性工作。它不以任何近期专门或具体的应用或使用为目的。

### 1 基础研究的分类与功能

#### 1.1 定义与分类

这个定义从研究工作的特征出发区分三类研发活动(R&D活动),它对于根据各类工作的特点实施有效管理以提高科学的生产率是有效的,也便于国际比较。但其局限也很明显,关于基础研究的定义容易让人将其理解为纯基础研究,特别是对于发展中国家而言,要使科学真正扎下根,使产生知识的活动与发展中国家改变贫穷落后面貌的努力建立牢固的联系,仅靠纯基础研究是难以奏效的,而面向应用的基础研究在有些国家又很难得到政府的重视和支持。因而,从科学的发展与科技政策的角度,都有必要明确基础研究定义的内涵。

1989 年召开的全国第一次基础研究工作会议

明确指出,按研究对象的性质划分,基础研究包括:自然科学一般原理与规律的研究;工程技术、农学、医学等应用科学一般原理的研究;重要的(产品、工艺)技术与方法的建立及原理的研究;重要的基础资料的系统收集与整理分析<sup>[2]</sup>。其中第一点即为纯基础研究,而后三方面的研究工作恰是我国、也是一般发展中国家的薄弱之处,既反映了当代应用技术与科学融合,因而应用技术的发展更加依靠科学原理这一趋势,更是发展中国家为弥补历史上的缺课而必须格外给予支持的工作。

上世纪 90 年代,随着科学的迅速发展,科学成果商品化周期大大缩短,以至于有些纯基础研究与应用基础研究已很难区分。且由于科学研究的规模不断增大,科学技术与经济增长的关系日益密切,国家对基础研究的干预逐步加强,各国政府更多地将基础研究同国家利益、国家目标联系在一起,在继续支持完全由好奇心驱动、不考虑应用前景的纯科学研究的同时,越来越关注面向国家需求、需要大量支持以形成重点突破的重大战略任务,即战略性基础研究。如美国 NSB 提出基础研究资助要积极而均衡地追求满足两个目标:支持由最佳的研究人员在确定的知识前沿的若干领域中进行一流的研究;在战略性研究领域均衡分配资金,以及时把握科学机遇,完成国家目标。英国研究理事会将基础研究资助分成“特定目标导向模式”和“响应模式”;荷兰

收稿日期:2019-06-15;修回日期:2019-09-11

\* 本文根据第 235 期“双清论坛”的研讨整理。

\*\* 通信作者,Email:fangxin@cashq.ac.cn

科学研究组织将基础研究分为“好奇心驱动”和“需求驱动”两种类型资助;德国 DFG 将与国家重点研究领域有密切关系的资助项目列入特定的创新项目等等。最重视把科学前景的判断和社会需要的判断放在一一起的国家是日本。基于历史和文化,日本对基础研究与应用研究在本质上相分离的观点接受的较少。在明治时期日本就信奉:重大的公众和私人投资将增强国家的实力和自治,二战后这一观点又得到极大地强化。对于日本来说,对基础科学投资时,很自然的就把科学前景与社会目标结合起来。

中国政府在 2000 年召开的第二次全国基础研究工作会进一步明确,基础研究可以分为探索性基础研究和战略性基础研究,前者以科学家自由探索为主,后者为从国家重大战略需求出发开展的研究工作。对不同类型的研究分别予以支持,使得科技政策的指向更加明确<sup>[3]</sup>。

## 1.2 目标与功能

在相当长的一个历史时期内,科学研究是科学家好奇心驱动的探索未知的活动,而在当今时代,财富主要不是来自对劳动和土地的占有,而是源于对人类心灵的解放,来自有组织的研究开发活动。国家的综合国力、企业的竞争力均来源于科学技术。另一方面,科学研究自身也发生了深刻变化,随着大科学的发展和全球性问题的关注,科研需要的投入成倍增加,科研组织不断完善,科研生产率受到普遍关注。简言之,科学研究已经成为一项规模宏大的事业,成为现代社会中的一种基本社会建制和维护国家利益所必须的各项事业中的重要组成部分。因此,科学研究和国家目标有着紧密的联系,是实现国家目标的一个不可或缺的、重要的手段。

在我国,关于基础研究与国家目标的关系,有一个逐步深入的认识过程。在 70 年代后期,刚刚结束“文化大革命”的中国百废待兴,政府和公众更多地关注基础研究对经济发展的作用,希望科学研究的成果尽快转化成为现实的生产力。随着科技的发展,学者们认识到,“基础研究是国家兴盛、经济发达、社会进步、人才辈出的基础”,可从繁荣科学、促进发展、培养人才、塑造文化等方面概括基础性研究的功能<sup>[4]</sup>。这一观点也逐步为政府所认可。

1995 年 5 月 6 日发布的《中共中央、国务院关于加速科学技术进步的决定》中指出,“在当前一个时期,基础性研究要把国家目标放在重要位置,把为国民经济和社会发展提供动力作为中心任务,重点

解决未来经济和社会发展的基础理论和技术问题,创立新的技术和方法”。<sup>[5]</sup>

2000 年,第二次全国基础研究工作会指出,国家发展基础研究的目标有四:在国际科学前沿取得应有地位,跻身世界科学强国行列;为国家的经济、社会和安全目标提供强大的科学支撑;培养和造就适应 21 世纪发展需要的优秀科学家和工程师;提高全民族科学文化素质,促进精神文明建设。2006 年实施的《国家中长期科学和技术发展规划纲要》进一步肯定了上述基础研究的目标与功能。这也反映了国际学术界和政界对基础研究目标与功能的共识。

## 2 基础研究的主体与投资

### 2.1 投资主体、决策主体与执行主体

100 多年前,基础研究主要是个人投资。科学家在好奇心的驱动下个人投资或通过多种渠道获得私人或其他组织的资助去从事相关研究。第二次世界大战之后,科学事业成为国家发展中的重要组成部分,政府成为投资的主体。其后,基础研究的作用逐步为企业所认识,企业也越来越多地向基础研究投资。但截至目前,政府仍然是基础研究最重要的投资主体。这主要是由科学研究自身的特性所决定的。科学研究,特别是基础研究所得出的成果是一种公共财富,它具有供给方面的非竞争性(额外用户使用该用品时不会增加额外成本)和不可排斥性(个别的消费不减少可供消费量,并且难于排斥任何人对其消费)。虽然从根本上说,科学研究的成果是技术创新的源泉,但有些领域不能直接引导技术的发展,有些研究从开始到可以获得经济上的回报需要较长的时间且具有较大的风险,还有一些研究涉及对整个社会有重要意义的基础产业、幼稚产业或支柱产业中通用的关键新技术,这些都是私人或个别厂商不愿或难以投资的,需要政府的引导和支持。同时,随着科学研究的规模不断扩大,成本不断增加,个别厂商难以筹集必要的资金或承担全部风险,也需要政府的支持。更重要的是,促进经济增长只是科学研究的功能之一,它还有其他社会功能,在这些方面工作的开展也只能靠政府的支持。总之,对科学研究的投资不是消费类支出,而是可带来长期回报的战略性投资,是对未来的投资。从各国看,政府尤其是中央政府是基础研究投资的主体。

与投资主体相对应,基础研究的决策主体也有一个变化的过程。在科学家主导基础研究的时期,

毫无疑问,研究什么、怎样研究都由科学家自主决策;而当政府成为投资主体之后,相应也成为决策的主体。其投资的战略与管理大体经历了三个阶段,首先是起步时的希望战略,基于对科技创新发展的线性模式的认识,认为对基础研究的投资会自然的推动经济发展与社会进步,投资基础研究就是投资希望。随后,人们认识到,科技创新是一个复杂的过程,存在多种模式,要提高效率,就要加强项目管理。20世纪80年代之后,人们进一步认识到,项目管理有可能造成只见树木不见森林的后果,由此强化了战略管理,强调在多学科之间、在近期与远期之间、在好奇新驱动的基础研究与战略性基础研究之间的统筹布局 and 平衡。90年代之后,一方面新公共管理兴起,鉴于政府投资本质上用的是纳税人的钱,公众要求在政府决策中有更多的参与权和话语权;另一方面,信息技术的快速发展,也使公众可以平等、便捷地获取信息,可以更自由地表达意见、参与决策。由此,公众也成为基础研究决策主体之一,让公众理解科学,以更有力地支持科学逐步成为科学家和科学界的义务。

从各国看,基础性研究的主要执行主体是科研机构 and 高等学校。科研机构的主要功能是从事科学研究,丰富知识宝库。高等学校的首要职能是培养人才,也要开展科研,以科研促进教学。2015—2016年度,在美国获得认证的4583所高等学校中,真正从事科研的是981所能够授予博士学位的大学,也就是说真正科研型的大学还是少数<sup>[6]</sup>。美国和一些欧洲国家的国家实验室设在大学,却不是采用大学开展科研的组织方式,它以实现国家目标为主要职能,研究经费大部或全部来自政府,研究人员全时从事科研。

有两个主要因素决定了科研机构 and 大学承担基础研究的比例:

首先是制度因素。基础性研究的执行主体分布,涉及到一个国家的整个科技体制。按一般的分类,主要由高等学校开展基础研究的国家,多属于采用分散管理模式的体制;而主要由国立研究机构开展基础研究的国家,多采用的是集中管理模式。采用前者,有两个必要条件,第一,要有充分发育的具有科研功能的高等学校;第二,要有多渠道的资金支持体系。各国根据自己的实际情况去选择适当的模式。

其次是基础性研究的工作特性。若按工作的特性及组织方式划分,也可将其分为两大类。一是主

要从科学家探索未知的兴趣出发,与学科长期积累相关,可以用老师带学生的方式组织的工作;二是有一定应用背景,甚至以解决特定问题为目标,如事关国家整体和长远利益的重大项目,需要以跨学科团队合作的方式组织的工作。前一类研究被看作是培训新一代研究者的好方法,因为它为年轻科学家学习研究的技能提供了充足的机会,因此它通常由大学完成,后一类则多由具有综合实力的国立科研机构完成。

上述因素的综合作用决定了基础研究执行主体的分布,但是对一个国家而言,这些因素是在变化的,因此不同国家在不同的发展阶段分布的状况也是变化的。例如美国,基础研究过去主要是在大学中进行的,但上世纪90年代以来,政府逐步加强了对国立研究机构的支持,虽然从项目上依然是大学居多,但在经费上大学和国立研究机构大致相当。中国基础研究执行主体的分布格局在过去40年间也发生了深刻变化,高校的重要性日益凸显,科研水平不断提升,促进了科研与人才培养的有机结合。如1986年,在自然科学基金全部项目数量和资助经费中,高校占比分别为近65%和60%;2000年,高校占比分别达到75%和73%;2017年,高校的这两项指标占比均接近85%。

我们应该根据基础研究工作的特性和组织功能的特性,进一步加强科研基地建设,加强研究主体之间的分工协作,使二者优势互补,共同为国家科学事业的发展做出贡献。

## 2.2 投资渠道与投资方式

从世界各国的经验看,科学研究特别是基础性研究的经费多是由中央的科学或教育部负责,由一些协会,如美国国家科学基金会、英国大学拨款委员会、法国科研中心和西德马普学会等协助分配。由于这种中央支持系统的成功,政府职能部门的作用较小。但在美国,一些政府部门如国防部、能源部、农业部等在支持基础性研究方面也起到重要作用。

至于投资方式,除美国主要支持项目外,其他国家均采用双重支持系统,即主要通过切块经费支持研究人员、研究室组或研究所作为事业费,以课题或项目费作为补充。事业费以3~5年为一周期,有的可达10年甚至更长,而项目经费一般周期较短。事业费提供研究人员、技术人员和辅助人员的工资,标准设备,支持系统以及一些基本设施的建设、维修和运行费用,而通过竞争获得的项目经费可用于购置专用仪器设备、旅行和支持有能力的个人。虽然由



于欧盟转向更大的研究目标和更多地依靠能促进经济发展的大的战略研究计划,一部分事业费和一般性研究经费被转移到更有战略意义的重点项目上,但这种双重支持系统的机制基本未变。

所以采用这样的投资方式,是与科学研究的特性密切相关的。我们曾于1989年对我国基础研究的100个成功案例进行过分析(以下简称“调查一”)。结果显示,平均每个研究项目的持续时间平均为15.5年。“项目”的形成大致有两类情况,一类是在一个方向上的长年工作,一旦有突出成果即作为“项目”获奖,如梁思成先生对中国古建筑理论的研究,黄汲清先生对中国大地构造基本特征的研究,叶笃正先生对东压大气环流的研究及动植物志的编著等,都是经过多年的努力甚至是几代人的奋斗才取得重大成果;另一类是立项时即设定了比较明确的目标,目标实现课题即告结束,如人工合成结晶牛胰岛素,顺丁橡胶的理论研究等。对于前一类工作,经费投入要保持连续性与稳定性,故采用事业费的方式较好,后一类项目,目标比较明确,研究周期短,但多需要较大的支持强度,故较适宜采用项目费的方式。

### 3 当前需要特别关注的问题

党和政府高度重视基础研究。习近平总书记指出:基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。只有重视基础研究,才能永远保持自主创新能力<sup>[7]</sup>。李克强总理在视察中国科学院物理研究所时谈到,“一个国家基础科学研究的深度和广度,决定着这个国家原始创新的动力和活力<sup>[8]</sup>”。2018年国务院第一次常务会议,确定了从五个方面着手加强基础研究,提升原始创新能力。从放眼新时代、迎接新挑战的视角,加强基础研究需要特别重视以下工作。

#### 3.1 坚持问题导向,突出原始创新

不同类型的基础研究有其各自的活动特点,但共同的本质特征是发现和解决科学问题,因此都应该突出问题导向。在“跟跑”或“并跑”阶段,我国的相当一部分基础研究是在模仿、重复他人的研究;或为已有的研究提供新的证据、新的事实;或为实现追赶,力求不仅知其然,而且知其所以然,通过学习跟踪缩小差距;又或是由于畸形的评价制度导致的寻求容易拿项目、发文章、出成果的研究工作。当我们走向世界科学的前列,需要自己开辟新的方向、新的领域时,选准科学问题的重要性和迫切性日益凸显。

这里的“科学问题”既包括好奇心驱动的前沿科学问题,也包括面向国家需求的重大关键科学问题。习近平总书记指出,“我们科技总体上与发达国家比有差距,要采取‘非对称’赶超战略,发挥自己的优势”,“应该有非对称性‘杀手锏’,不能完全是发达国家搞什么我们就搞什么<sup>[9]</sup>”。这是一种更高的要求,即作为国家资助的重大科研项目,要将国家需求和前沿科学问题有机结合。

坚持问题导向,需要为科学家创造自由探索的环境和氛围。鼓励他们坚定创新自信,勇于挑战最前沿的科学问题,自由畅想、大胆假设、认真求证;需要从事基础研究的主体——高校和科研机构有更大的自主权,来布局基础研究,选择科研课题;需要建立符合基础研究特点和规律、突出以学术水平和贡献为核心的评价机制,针对不同类型的工作制定相应的评价标准、程序和方式;需要大力推动交叉融合,包括学科交叉、科教融合和产学研深度融合。

坚持问题导向,需要探索新的课题选择和计划组织的方式。美、德、日等国长期开展技术预见或预测工作,其重要意义不在于结果,而在于过程,在于政产学研的广泛参与,使得相关各界在互动中了解什么样的问题才是具有重要科学价值或广泛应用价值的根本问题,从而促进重大创新发现。美国、欧盟及日本自2000年开始陆续提出了一系列大型一体化国家项目,其突出特点为覆盖从基础研究、应用研究、试验发展到产品开发的全创新链条;其中有大量的基础研究,大部分是自下而上的自由探索研究项目。这种模式很好地诠释了自由探索和需求导向的一致性。我国也开展了技术预见和设立重点研究开发计划,但前者重结果而轻过程,参与的广泛性不够;后者更像一个“大口袋”,要解决的关键科学问题不够明晰。这两个方面都需要进一步改进。

#### 3.2 完善投资机制,重在提高效益

继续加大投入。基础研究经费支出(GEB)占研究开发经费总支出(GERD)的比例,反映了一个国家基础研究投入的总规模。2016年,我国基础研究经费总量为世界第二,增速世界第一,GEB/GERD达到了5.2%,为近十年的最高值。但是科技界仍然呼吁增加基础研究经费,主要出于两个原因。一是我国的R&D经费是美国的40%,而研究人员则是美国的120%,由此造成获得项目资助的竞争性很强,人均支持强度较低。二是其他一些科技大国在不同发展阶段,GEB/GERD大致稳定在12%~20%,且随着经济的发展这一比例逐步提

高。我国基础研究投入占比偏低,有因为统计指标和数据不够准确而失真的因素,例如高校从事科研的师生的经费列入教育经费而非科研经费,重大科技基础设施的费用单列等等。但即使扣除这些因素,我国基础研究投入占比仍然偏低,会影响新时期中国科技发展的后劲,需要政府持续加大对基础研究的投入。

建立多元化投入机制。我国基础研究投入偏低的一个重要原因是投资来源较为单一,尤其是企业基础研究强度明显偏低。随着企业的发展,近年来一些企业开始有需求也有实力支持基础研究。应采取政府引导、税收杠杆等方式,落实研发费用加计扣除等政策,探索共建新型研发机构、联合资助、慈善捐赠等措施,激励企业和社会力量加大基础研究投入。探索实施中央和地方共同出资、共同组织国家重大基础研究任务的新机制。

完善投资机制。当前,我国投资基础研究的事业费尚不够养人,项目研究经费主要来自自然科学基金和国家科技计划。为了更有利于基础研究的发展,应根据基础研究的特点,进一步界定国家计划、主管部门、自然科学基金、基层研究机构(包括高校)等各类投资者的作用,使之形成各有侧重又相互配合的投资体系:基层研究机构主要支持在某个方向上的长期积累和申请基金项目或国家计划前的预研项目,以及对最新进展的应急反应;国家计划和主管部门支持符合国家目标或本部门目标的重要基础研究项目;自然科学基金着重支持前沿探索的项目、学科交叉项目和科学意义重大、题目边界清晰的项目或战略性基础研究项目。

### 3.3 完善用人制度,聚集天下英才

基础研究是创造性的劳动,能否做出一流成果,关键在于培养、造就、凝聚一流的人才,在于充分激发人才的积极性和创造性。针对当前我国基础研究人才创新能力不强、顶尖人才匮乏、管理体制不顺等问题,应重点抓三方面工作。

转变人才工作理念。在人才发展模式上,要加快从计划配置向市场配置决定性作用转变,要在科研实践中培养人才,加强中青年和后备科技人才培养。在人才发展重点上,要从优先考虑规模扩张向重点关注素质提升和结构优化转变。最重要的是,要树立人人能够成才的观念。当代科学研究需要多方面的人才,人才工作是否到位固然要看是否能够培养、凝聚各种有头衔的顶尖人才,更要看能否创造公平的机会,做好团结、引领、服务工作,真诚关心人

才、爱护人才、让每个有梦想的科研人员能够通过努力奋斗,各得其所,尽展才华。

重在制度体系建设。人才工作要在基本制度建设上下功夫。一是人事制度,使各类人才有平等的进入机会和清晰的发展路径,能够清楚地了解发展的方向和每一步进步的阶梯。二是薪酬制度,要有基本的保障和有效的激励,使一切为社会做出贡献的劳动与价值都得到承认和尊重;使每个人的创造权益得到切实保障。三是科研项目管理与经费管理制度,简化繁琐程序,落实法人单位和科研人员的经费使用自主权,使科研人员有充足的时间,心无旁骛地开展科学研究,让经费为人的创造性活动服务。四是改革评价制度,为人才松绑。

择天下英才而用之。要有更加宽阔的国际视野和胸襟,实施更加开放的人才政策。要加大国家科技计划开放力度,支持海外专家牵头或参与国家科技计划项目,吸引国际高端人才来华开展联合研究。要主动融入全球创新网络,继续参与和组织实施国际大科学计划和大科学工程,共同应对全球关注的重大科学挑战。通过积极参与全球人才竞争,增强我国人才国际竞争力。

### 3.4 关注科技伦理,承担社会责任

高度关注科技伦理。当代科学所取得的一系列革命性成果,在促进经济发展、社会进步、国家安全、人民健康的同时也带来了各种风险,不仅会因科学自身的不确定性引发风险,其结果被误用和滥用的可能性也随之增大,进而带来一系列非技术性问题,包括伦理、法律和社会问题等等。由此,加强科技伦理治理体系建设已成为国际社会应对可能风险的重要举措。一般而言,走在科研领域前列的国家通常在相关伦理规范和制度建设方面发挥着更为重要的作用。我国当此从“跟跑”向“并跑”“领跑”转型的阶段,迫切需要高度关注科技伦理,承担起相应的社会责任。

加强科技伦理制度建设。完善伦理审查机制,加强对科学研究项目的风险评估,对于高伦理风险和社会风险的项目,应采取鼓励研发、受控试验、审慎推广、告知风险的措施。尽快制定相应的法律法规,使高风险研究有章可循。加强对科技人员的职业培训,要求他们要有职业操守和道德自律,承担相应的社会责任。加强和公众的沟通交流,通过对话和协商,让公众理解科学,并力求就相关的伦理问题达成共识。

## 参 考 文 献

- [1] 杨安仙. 联合国教科文组织关于科学技术活动的分类与定义. 科学学与科学技术管理, 1982, (5): 16—17.
- [2] 国家科学技术委员会. 中国科学技术政策指南第4号. 科技文献出版社, 1989, 75.
- [3] 参见《国家十五科技发展规划》.
- [4] 中科院政策所. 中国基础研究百例, 能源出版社, 1990, 3.
- [5] 中共中央、国务院关于加速科学技术进步的决定. 人民日报 (1995-05-22).
- [6] 张炜. 中美两国博士学位授予高校的比较与启示. 中国高教研究, 2019, (5): 25—30.
- [7] 回顾十八大以来习近平关于科技创新的精彩话语. 人民网—中国共产党新闻. <http://cpc.people.com.cn/xuexi/n1/2016/0531/c385476-28398570.html>.
- [8] 李克强: 基础科研深度决定一个国家原始创新活力. 中国政府网. <http://politics.people.com.cn/n/2015/0508/c1001-26972346.html>.
- [9] 习近平论科技赶超战略: 应该有非对称性“杀手锏”. 人民网—中国共产党新闻网. <http://theory.people.com.cn/n1/2016/0322/c40555-28216844.html>.

## Some thoughts on basic research development in China

Fang Xin

*(Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864)*

**Abstract** This paper briefly introduces the evolution of the definition and connotation of basic research, the adjustment of objectives and functions, the change of investment, decision-making and implementation subjects, as well as the strategies, ways and channels of investment. Then, this paper briefly discusses several problems that should be paid special attention to in carrying out basic research in China from four aspects of sticking to the problem orientation, improving the investment mechanism, focusing on the system reform and taking on social responsibility.

**Key words** basic research; definition and connotation; objectives and functions; management and investment; suggestions