

基础研究与良序科学

Basic Research and Well-ordered Science

白惠仁 /BAI Huiren

(浙江大学哲学学院, 浙江杭州, 310058)
(School of Philosophy, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang, 310058)

摘要: 当前我国高水平科技自立自强和新型举国体制都要求发展和革新面向未来的基础研究。构建“前瞻性”的基础研究需要处理好: 研究方向和重点领域的选择问题、长期稳定的知识供给问题、公共价值的充分代表问题及如何符合人类道德规范的问题。“良序科学”作为科学哲学家所论证的关于现代科学形态的理想模型, 提供了一种扩展科学多样性的思路, 可以从认知多样性和价值多样性的角度分别回应上述的基础研究的认知需求和价值需求, 为解决“前瞻性”基础研究的现实难题提供了启发。

关键词: 基础研究 良序科学 科学多样性

Abstract: At present, China's high-level science and technology self-reliance and the new whole nation system require the development and innovation of future-oriented basic research. Building “prospective” basic research requires addressing the following issues: the selection of research direction and key fields, the long-term and stable supply of knowledge, the full representation of public value and ethical rules. “Well-ordered science”, as an ideal model of modern science demonstrated by philosophers of science, provides a way to expand the diversity of science. It can respond to the epistemic and value needs of basic research from the perspective of cognitive diversity and value diversity, and provide inspiration for solving the practical problems of “prospective” basic research.

Key Words: Basic research; Well-ordered science; The diversity in science

中图分类号: N031 文献标识码: A DOI: 10.15994/j.1000-0763.2022.06.003

2019年以来, 来自外部的中美科技竞争和“卡脖子”技术难题, 来自内部的科技创新推动高质量发展和新冠疫苗研发, 都将基础研究再一次推到关系着社会主义现代化强国建设的核心位置。习近平总书记在2020年9月11日科学家座谈会上明确提出: “持之以恒加强基础研究”。^[1] 李克强总理在2021年7月19日考察国家自然科学基金委员会时, 进一步明确了基础研究对我国当前科技发展格局的重要性——“基础研究是推动原始创新、构筑科技和产业

发展‘高楼’的基石。我国已经到了必须大力加强基础研究的关键时期, 立足现实, 决不能错过这个时机。”^[2] 美国国会于2021年5月通过的《无止境前沿法案》(Endless Frontier Act 2021, 该法案也被称为United States Innovation and Competition Act of 2021) 也再一次呼吁美国政府对基础研究展开新一轮的公共资金支持, 以保持其科学技术强国地位。^[3]

基础研究当然需要充足的资金支持、强大的科研人才供给与合理的科技政策安排, 但在

基金项目: 国家社会科学基金青年项目“科学知识的分配正义问题研究”(项目编号: 17CZX022)。

收稿日期: 2022年1月3日

作者简介: 白惠仁(1988-)男, 内蒙古巴彦淖尔人, 浙江大学哲学学院“百人计划”研究员, 研究方向为知识正义、科技伦理。
Email: baihuiren@zju.edu.cn

哲学层面，我们也需要论证基础研究理念自身的演变过程、认知方式、价值基础等问题，科学哲学家基切尔(Philip Kitcher)的“良序科学”(Well-ordered Science)可以作为一种科学事业的理想模型为面向未来的基础研究提供思想资源，实际上“良序科学”在科学决策和科学研究的规划上已经蕴含了我们对未来基础研究的一些核心诉求。由此，本文将通过以下结构展示这种可能性：第一部分将围绕《科学：无尽的前沿》报告的前世今生及后续影响考察基础研究的演变历程与核心问题，进而结合我国基础研究发展历史与现状提出未来基础研究需要处理的困难；第二部分引入“良序科学”的基本框架，着重讨论其科学决策的“理想协商”(ideal deliberation)程序和科学研究的“认知劳动分工”(The Division of Cognitive Labor)理论；第三部分结合“良序科学”的理想模型讨论其对“前瞻性”基础研究的可能启示，这部分将重点考虑“良序科学”所隐含的“科学多样性”理念以回应基础研究的认知需求和价值需求。

一、“无尽的前沿”

当代学术界和科技政策实践中所使用的“基础研究”(basic research)的概念来自于布什(Vannevar Bush)在二战后组织撰写的著名报告——《科学：无尽的前沿》(*Science: The Endless Frontier*)。这本现代科技政策的奠基之作作为基础研究划定了边界，即“进行基础研究并不考虑实际目的，它产生的是一般性知识以及对自然及其规律的理解”，^[4]同时也为政府稳定长期资助基础研究提供了合法性论证，即：国家安全和公共利益都依赖于新原理和新概念(即新知识)，“而这些新原理和新概念则源自基础科学研究，基础科学研究是科学资本”，([4], p.118)进一步，“高等院校和研究机构要满足工业界和政府对新科学知识日益增长的需求，就应该利用公共资金加强基础研究”，([4], p.119)由此对基础研究的支持成为了政府的一项责任。布什进一步提出政府对

基础研究进行稳定资助的同时必须保持科学共同体的自主性，即“广泛的科学进步源于学者的思想自由及研究自由，他们理应在好奇心的驱使下探索未知，自主选择研究的方向……研究自由在任何政府资助的科学规划中都必须得到保障。”([4], p.57)布什的以上论证为基础研究奠定了两个底层原则：与社会经济直接相关的新发明创造直接来自于作为科学资本的基础研究，即著名的基础研究与应用研究的“线性模式”；大学和各类研究机构是基础研究的中心，政府在支持基础研究的同时必须保证科学探索的自由，即科学自治的理念。这两个底层原则在此后七十多年中产生了深刻的影响、引起了巨大争议，然而在布什报告提出之前，政策界和产业界就已经对这些问题存在着不同的看法。

布什报告提出之后的几十年当中，科技界广泛认为布什对基础研究的重视是复兴了近代欧洲纯科学(pure science)的理想。从17世纪到19世纪早期，欧洲学者们在他们各自的学科中引入了“纯”(pure)与“应用”(applied)的区分。1817年英国作家柯勒律治(Samuel Taylor Coleridge)受康德哲学的启发，第一次将纯科学(pure sciences)与应用科学(applied sciences)这两个术语引入到英语世界。^[5]然而，纯科学提出的时候就从来不是与实践目标无关的，恰恰相反，纯科学从一开始就被描述为未来实际应用的源头，著名科学史学家夏平(Steven Shapin)将其概况为“延时生效的功利主义”(postdated utilitarianism)。^[6]很快，19世纪后半叶在德国的化工业和美国的电气业出现的大量工业实验室所从事的“基础”研发工作催生了“产业科学”(industrial science)的新形态。从19世纪80年代后期开始，美国学术界一系列科学文章说明了传统科学家、工程师和新兴的产业科学家是如何与纯科学的理想“做斗争”的，他们的核心诉求是将“科学”视为一种科学知识的生产活动，此时术语的使用就发生了根本的变化，“研究”(research)取代了“科学”(science)。而关于“基础研究”，其实最初使用的是“fundamental research”，这

这个词出现在19世纪90年代中期的美国植物学研究中,植物育种中以问题为导向的研究使科学家们了解了纯植物学尚未提出的植物生理学问题,因此应用植物学家们认为没有理由把纯科学和应用科学区分开来,他们的工作都有望改善耕作方式和增加作物产量,所以称之为“基础研究”(fundamental research)。基础研究这一术语的普及过程不仅表明了农业和工业领域对新科学知识需求的日益增长,而且引发了一场关于科学手段和目的的广泛辩论,到20世纪30年代所达成的共识是:“基础研究”是指促进农业、工业和民生的,以基础科学问题为中心的研究。^[7] 布什在其报告中使用了basic research,并将基础研究与应用研究严格区分开来,他所构想的基础研究不涉及任何实用目的,这实际上与历史上的pure science或者fundamental research都不同,这种设定的作用是在政府资助科学的同时保持研究自由和科学自治。

布什报告所提出的科学自治原则是:政府提供资助,科学家自由探索。理由是科学家的自由探索必然会增加科学资本,进而为国家安全、医疗、民生带来实际利益,这就形成了某种“科学的社会契约”,只是在布什的方案当中科学家对科学决策拥有完全的决定权,这看似恢复17世纪的科学理想,但正如基切尔所述:“17世纪的绅士们之所以可以追寻自己喜欢的问题的答案,是因为他们还不理解他们的事业可以改变每一个人所生活的这个世界”,^[8]然而在20世纪中叶科学已经逐渐成为塑造人类社会的重要力量的时代,布什再维护这样的理想似乎就显得不合时宜了。这里的内在矛盾是:17世纪的纯科学理想所形成的科学家自由探索是建立在知识本身就具有价值(知识的内在价值)的预设之上的,而布什报告所提出的政府资助基础研究是建立在知识能够保证人民健康、国家安全和公共利益(知识的外在价值)的预设之上的,而后布什仍然要求保持科学家完全自由的探索,这就形成了错位。

实际上,二战期间在美国政府内部就如何达成这种契约是存在不同方案的,美国科学促

进会(AAAS)首席执行官霍尔特(Rush Holt)介绍了1945年国会内部的另外一个科学规划方案——参议员基尔戈尔(Harley Kilgore)的报告。^[9] 基尔戈尔和布什都认为科学的价值被严重低估,政府应当设立一个能同时覆盖军民科研的中央资助机构,以促进全国范围内的科学教育和传播,同时评估和协调美国大学和研究所开展的各个项目。但他们对于这个公共机构的设定和运作方式上却存在理念上的差异,霍尔特认为:“双方在立场上存在根本的不同,这是一场关于科学如何发展以及科学应当与社会形成何种关系的辩论”。([4], p.23) 布什的方案要求科学家在选择研究方向上的完全自主权,基尔戈尔则希望研究能够直接面向国家的社会经济需求,并希望资金能够有针对性的分配到全国,从研究中所得的专利将属于公众。对于这样负责资助基础研究 of 公共机构,“基尔戈尔想要的是一个更接近政治进程的机构,布什想要的是一个更受专业驱动且与自由派政治圈子所倡导的那种公共控制相隔离的机构。”([4], p.24) 在科研资源分配的决策模式上,布什和基尔戈尔都倡导精英决策,不同的是布什的方案只有科学精英,基尔戈尔的方案是政治精英与科学精英共同决策。但在科学与公众的关系上,二人的方案却存在根本差异,布什相信科学进步本质上来自科学家无需考虑实用目标的自由研究,因此他的方案在促进研究繁荣的同时也造成了科学与公众的隔绝;基尔戈尔则主张建立一套面向整个社会且负担更大责任的体系,他要让所有由政府资助的科学家成为“人民的真正公仆”。^[9]

通过以上的考察可以发现,布什报告所提出的线性模式和科学自治两个原则在当时都是存在争议的。不可否认的是,布什报告的确在后来世界各国科研体系的规划中发挥了重要作用,但这种作用更接近于某种象征作用和政治修辞。“布什模式在二战后的50多年里,成为了许多人推动和捍卫科学技术政策的公理,这不得不说与其稻草人性质密切相关,因为无论从哪方面对布什模式进行攻击,它都像一个稻草人一样,通过灵活的可伸缩性来转移视线,

避免正面回应而屹立不倒，而且还会在重要时刻被请出来作为有效的修辞工具。”^[10]在布什报告后来的70多年当中，他强行划分的基础研究与应用研究的界限早已被科学自身形态的变化所模糊，后学院科学、后常规科学、技性科学等都提供了强有力的说明；同时，科技创新的实践也没有遵循布什的线性模型演变，“著名的有克莱因（Lawrence Klein）和罗森伯格（Nathan Rosenberg）提出的创新链式模型（1986），提出创新是一个发明、设计和生产相互作用的过程，科学只是一个因素；斯托克斯（Donald E. Stokes）提出的著名的巴斯德象限（1997），指出在纯基础研究（波尔的工作）和纯应用的研究（爱迪生的工作）之外，还有一类研究是应用激发的基础研究，可以称作巴斯德象限的研究。”^[11]同时，布什关于科学自治的理想也由于其将基础研究和公众隔离而在后世的科学决策实践中面临失败，20世纪70年代开始，科学决策同时形成了自下而上的公众参与科学运动和自上而下的科学政策试验，公众对基础研究的参与集中表现在对科研资源分配决策的参与中，这样才达到了一个现代社会中整全的“科学的社会契约”。兼具科学精英和政治精英双重身份的霍尔特也直接提出：“我们应该考虑重拾基尔戈尔的部分民粹主义思想，以示公众才是国家科学政策的目标受益者。我们应当明确的将研究指向社会需求，并将研究成果与区域经济发展更多的联系起来。”（[4]，p.35）

我国的初期基础研究整体设计在以上两个底层原则上与布什报告有所不同。1956年中央编制的《1956-1967年科学技术发展远景规划纲要》发布，这是我国第一个科学发展规划，其中明确了国家建设所需要的57项重要科学技术任务和616个中心问题，提出了各门学科的发展方向，确立了“任务带学科”的基本原则。在此后的很长一段时间，我们发展基础研究所秉持的理念是：“我国基础科学研究实力远不及发达国家，因此应该借鉴发达国家发展基础科学的研究经验，按‘有选择性’的方式，结合我国的基本国情、国家利益等方面来选择基础

科学的研究方向，并设计出一套系统的方法来应对在发展基础科学研究中的机遇与挑战，以便取得较好的成果。”^[12]基础研究的深度和广度决定了一个国家的原始创新活力，我们将基础研究与社会需求紧密结合在一起的方式也的确推助了国家整体高水平科技成就的达成，^[13]但是科技举国体制的弊端在于无法适应没有明确方向的探索性研究。^[14]我们当前面临的“卡脖子”技术难题恰恰需要零基础的原始创新、需要面对充满不确定性的基础研究探索，恰如70多年前布什在其报告中的明确判断：“我们不能再指望以被二战蹂躏的欧洲作为基础知识的来源。过去，我们致力于应用国外发现的基础知识。未来，我们必须更加专注于自己发现基础知识，因为未来的科学应用将比以往任何时候都更依赖于基础知识。”（[4]，p.78）我国当前也面临着类似的局面，2020年1月科技部等五部委印发了《加强“从0到1”基础研究工作方案》，期望切实解决我国基础研究缺少“从0到1”原创性成果的问题，充分发挥基础研究对科技创新的源头供给和引领作用，以迎接世界科学中心的再次转移。

十九大报告中提出：“创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑。要瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破。”^[15]这里的“前瞻性”基础研究，既包括对未来重点基础研究方向的认知需求，也包含代表社会公共利益的价值需求。因此，结合本节所讨论的布什报告以来关于基础研究政策规划的两个底层原则的讨论，我国面向未来的“前瞻性”基础研究需要处理好以下几个重大问题：第一、当前基础研究与应用研究边界不断模糊，其内在动力是回答科学如何有效回应社会需求这一从历史走向未来的重大问题，即国家如何确定基础研究的方向和重点领域；第二、基础研究是创新驱动发展的供给侧，基础研究的供给结构和供给能力直接关系到创新驱动发展的水平与动力，即如何使得基础研究提供稳定、广泛和长期的知识供给；第三、新冠疫情的全球爆发和疫苗的快速研发再一次提醒我们基础

研究必须要回应广大公众的基本利益,资金充足、训练有素的科研人员不能取代公众的知情和参与,即基础研究如何代表公共价值;第四、当前基础研究的发展呈现出学科发展持续细分、研究交叉融合深入的趋势,尤其体现在人工智能、认知科学、神经科学、合成生物学等领域,这对人类当前的存在和交往方式产生了重大伦理挑战,即基础研究如何符合人类伦理规范。

二、作为理想形态的“良序科学”

“良序科学”是作为科学哲学家的基切尔提出的关于科学的理想形态,这一概念是在2001年出版的《科学、真理与民主》(*Science, Truth, and Democracy*)当中第一次出现的。但“良序科学”整体构造是通过三本著作完成的,还包括1993年出版的《科学的进展》(*The Advancement of Science*)和2011年出版的《民主社会中的科学》(*Science in a Democratic Society*)。基切尔将秩序良好的科学形态划分为:第一个阶段是针对具体项目决定需要投入多少资源,如人力和设备;第二个阶段考虑如何以最有效的方式来研究这个项目,这个时候会受到道德的约束使得某些可能的项目被排除;第三个阶段将决定各种研究成果如何转化为实践性后果。([16], p.148)因此,就有三类不同的决策:资源如何配置给项目?道德上可容许的研究有哪些约束?研究成果如何被应用?基切尔认为,第一类和第三类的科学决策有相似的框架,因此他所刻画的“理想协商”发生于前端的科学知识生产和后端的科学知识传播,决策者包含了科研管理者、专家、理想协商者;科学研究则是由具体领域的研究者通过认知劳动分工高效实施,并在其中排除掉违反伦理规范的研究项目。在《科学的进展》当中,基切尔集中讨论了“科学研究”阶段,即通过“认知劳动分工”理论提出了科学家共同体如何达成有效的组织;在《科学、真理与民主》当中讨论了“科学决策”阶段,即通过“理想协商”刻画了科研资源如何分配、成果如何应用的决

策程序;在《民主社会中的科学》当中为“良序科学”提出了进一步的理论辩护,包括将其置于一个更为广泛的人类“公共知识系统”语境当中,并且详细讨论了“良序科学”对现实科学实践当中的一些具体问题(如生物医学研究、转基因食品、气候变化等)的启示。

在基础研究的公共资源分配方面,科学政策规划者最基本的需求是为目标设置优先顺序,但很少关注分配的一致性和优先性。这是因为,规划者的基本诉求是使得来自政府的公共资源获得更大的社会效用,而科学本身的部门化使得研究资源的分配变得分裂:倾向于争取更多的资源以获得重大进展,同时忽视了对社会优先需求的满足。科学政策规划者既关心长期的知识供给也在意解决社会经济发展迫切需求的问题,而不同领域的科学家则希望本领域内最好的研究能够得到资助,这中间常常存在着错位。基切尔的“理想协商”为公共科研资源分配提供了一个规范性程序,他认为:“对‘基础的’理解的追求是与未来的实践方面的承诺相伴而行的。”([8], p.111)该程序,“假定由接受过科学专家辅导的群体来做出决策,并把社会中相对广泛的所有看法都纳入进来”,而参与这种协商的人,“应当包括各种观点的代表,不应仅仅来自科学团体内部,也不应仅仅来自支持科学研究的人群,而应来自整个人类社会”。([16], p.142)这些代表应具备至少两方面的条件:第一,他们必须能够代表所在社会中的所有利益群体;第二,他们要对所商谈的科学研究项目有着全面的了解。这些代表由社会中的各个利益群体选举产生,参与商谈的代表比例应当与他们所代表的利益群体在社会中所占的比例一致,他们应当能够透彻地掌握自己所代表的群体对科学研究项目的基本期望以及相应的资源投入。

具体的公共科研资源分配的“理想协商”程序被区分为六个阶段:

第一,按照基切尔的构想,作为代表的理想协商者对于潜在研究项目的意义是无知的,因此需要不断传播信息,使得每一个协商者都能知道与潜在研究相关的认知和实践意义。理

想的协商需要呈现意义图的结构，以揭示意义的多重源泉。这一步完成后，协商者就会修改他们初始的偏好，以容纳进新的信息。在这个过程中，基切尔设定每个人都考虑潜在的研究是否能够实现我们以前设定的目标。这样的考虑会产生一组协商者希望科学研究促进的后果清单，还附有测量愿望强度的指数。这样，个体偏好就转换为受过指导的个体偏好。

第二，理想协商者们相互交流他们的受过指导的个体偏好，解释他们为什么会以某种程度想要某个后果，并且倾听其他人给出的解释。在这个过程中，基切尔假定，每个人都尊重其他人的偏好并想着达成一个共识清单，且每个人都得到充分考虑。协商者承诺看待其他人像自己一样，都有实现自己愿望的要求，因此会认真对待其他人对自己偏好和困境的描述，以及他们做出选择的理由。因此，理想的协商者承认，他们处于与其他人的长期的互动过程中，这些人拥有不同于他们自己的处境和基本愿望，并且不能指望这些人会为了其他人的偏好而牺牲自己的愿望。在这样的交流之后，理想协商者的偏好又会再次得到修正，因为他们他们充分认识了其他人的需要。

第三，理想协商者们需要在研究可能产生的结果中列出偏好的优先序。这就存在两种不同的情形：第一种情况是存在共识，即在理解了各个研究项目的科学意义和其他协商者的受过指导的偏好后，每一方都提出相同的清单，对每一种结果赋予相同的价值，这样所得出的清单就反映了集体偏好；第二种情况是，某些协商者倾向于不同的清单，但每一个都准备接受他们认为是公平的一组清单，不同清单组存在非空的交集，在这种情形下，如果这个交集只包含一个成员，则它表达了集体偏好，否则，理想的协商者必须投票决定在交集的哪一个清单被偏好。基切尔指出，“在这一阶段，我们的协商者已经形成了他们希望科学研究去解决的问题的看法，并且指出了这些问题的相对权重。他们的看法，已经受过指导，清楚地理解了已经完成和有可能进行的科学研究的意义来源，因此能够既认识到满足好奇心的可能

性也认识到实践干预的机会，既认识到长期的收益也认识到近期的目标。”（[16]，p.143）

第四，需要评估特定的研究项目是否能够满足理想协商者的集体愿望。这就涉及到了科学研究项目达到人们所愿的可能性问题，基切尔认为这要交还给专家群体来决定。那么专家是如何被挑选出来的呢？他假定理想协商者能够挑出在科学事务上他们通常尊重的一组人，这组人在一个特定领域的问题上会尊重人数更少的一组人，这组人在某个更小的领域内的问题上会尊重人数还少的一组人，如此等等。并且挑选出的专家都是没有自己的私利的，或者任何专家成员如果其个人偏好会受到所审查的项目的影响，他参与这个过程的人员资格就被取消。

专家的评估也可能存在不同的情况。如果事情比较简单，在每个阶段专家针对研究的结果都有一致的概率判断，那么得出的概率判断正是最终选择出的一组专家所赋予的概率值的集合。但还存在三种比较复杂的情况：首先，在对哪些人是值得尊重的判断上存在差异；其次，专家只能给出概率的区间值，甚至可能是很宽的区间值；第三，专家可能在概率（或概率的区间值）的判断上出现分歧。基切尔处理这些情况的方式是包容分歧：“如果任何这些情况出现，概率判断的结果不再是单独一组数值，而是不同专家群体做出的判断的明确记录，再附上这些专家群体受协商者支持的程度，而协商者对于目前的研究状况以及这些专家群体过去的表现有充分的知识。因此，一个研究项目是否能够到达我们愿望所的结果，其概率判断不再简单地只是一个确定的数值，而是一个更复杂的报告，其中包括，被看作是专家的人分为哪几个群体，完全掌握各个群体历史记录协商者以多大的频率挑选了哪个群体，这个群体在判断上产生分歧的比率如何，这些判断赋予的概率值的区间是什么样的。”（[16]，p.144）

第五，基切尔假定无私利的“仲裁者”利用已得出的概率的信息，再加上集体愿望清单，草拟出研究的可能议程。这里的“仲裁者”在现实科学决策中意指相关的政府决策部门。因

此仲裁者首先需要做的是确定研究项目的潜在资源投入水平,进而挑选出一个最有利于实现协商者集体愿望的公共资源分配方案。基切尔指出,在比较简单的情况下,“仲裁者被给出了一个点概率值,决策程序能够具体陈述如下:针对每一个预算水平,人们在与理想协商者赞同的道德约束相容的科研项目中挑选出一组可能的资源分配方案,从这组方案中挑出能够最大化期望效用的那一个(或一组),这里,效用值来自于集体愿望清单和专家的概率判断。”([16], p.145)而如果情况比较复杂,即如果对于谁是合适的专家存在异议,专家之间在不同的观点,或者概率分布是一个范围,那么仲裁者必须在满足预算和道德约束的资源分配方案中,根据对概率值的不同选择,挑出一组大多数人理想中的专家所选择的资源分配方案。

第六,最后一个阶段是理想协商者对合适的预算水平以及对应的研究议程的判断。如果理想协商者之间在支持研究的预算水平上能达成共识,仲裁者就在处于那个预算水平的研究项目间给出一个资源分配方案。如果没有达成共识,基切尔还是将最终的决定诉诸于投票来做出,他认为不论是来自共识还是来自投票,这样的结果就是最好地反映了理想协商者代表的社会愿望的研究项目。

基切尔认为以上的理想协商程序可以运用于理想的科学形态的第一和第三阶段,即科研资源分配和科学成果应用的决策当中。在科学研究阶段,基切尔希望通过一种“认知劳动分工”以达到认知效率的最大化,他的基本理念是:当相互竞争的理论具有不同的认识价值或不同的方法具有互补的优势时,将资源(包括智力资源和物质资源)分配给不同的理论或方法比将所有可用的资源分配给一种理论或方法更合理,为此他在《科学的进展》当中提供了认知资源分配的具体模型,此处不是本文论证的重点,不做赘述。

最后,当某一个社会中的科学形态符合以上描述时,就是具有良好秩序的,即:“对于完美的良序科学,我们要求必须有制度治理一个

社会的研究实践,保证科学研究在三个方面与作为一个社会的不同观点的代表的理想协商者的判断相符。首先,在议程设置阶段,研究项目的资源分配是通过我们描述的理想协商过程选择的。其次,在进行研究的时候,所采用的方法在所有符合理想协商者集体选择的道德约束的方法中是最有效的。第三,在把研究成果转化为应用的时候,所遵循的政策是理想协商者在经过我们所描述的过程后推荐的。”([16], p.148)

三、“前瞻性”基础研究

对于第一部分提出的关于“前瞻性”基础研究的四个重要问题,“良序科学”可以提供丰富的思想资源与哲学论证。本文认为“良序科学”实际上论证了一种“科学多样性”,其中包含了认知多样性和价值多样性,下文将以此为框架回应“前瞻性”基础研究的认知需求和价值需求。多样性是一个在多学科中都具有重要意义的概念:除了生态学当中广为讨论的多样性,^[17]这个术语在物理学、^[18]生命与信息科学、^{[19], [20]}以及社会学研究中也反复出现,^[21]近年来在科技政策与STS研究中也凸显出来。^{[22], [23]}哲学家对于科学多样性的关心则出于认知与伦理两个层面的原因:第一个原因与认知共同体的成功有关,即哲学家们普遍认为多样性提高了共同体的探究能力;第二个原因涉及社会正义,即女性、少数族裔和其他弱势群体应该获得与同辈人平等的学术工作机会。本文认为,当一个共同体的成员具有不同的研究风格和技能、对研究主题的不同观点或获得不同主体的经验证据时,这个共同体就具有认知多样性;当一个共同体的成员具有不同的非认知价值(如道德和政治价值)或不同的社会位置(如性别、民族身份、国籍和种族)时,这个共同体就是价值多样性的。

在认知多样性方面,“良序科学”分别论证了某种研究共同体和决策共同体的认知多样性。关于研究共同体的认知多样性,基切尔提出:“在研究共同体中引入尽可能多的不同类型

抓住了民主的一个核心主题（而且在其认知劳动分工的概念中）：其他人可能知道我对关于世界的所有类型的事情一无所知，但在我自己的处境和抱负上，我是一个更好的权威。因此，与其把良序科学看作是在研究共同体中增加多样性的替代者，不如将多样性看作是通往良序科学的好方法。”（[8]，p.185）基础研究中问题的提出和确立过程很大程度上是取决于研究人员的特殊兴趣、价值观和经验，因此，当研究共同体中的成员都拥有不同生活经历时，将有助于丰富提出的研究问题，使得很多科学项目不太可能被系统地忽略，即扩大可供选择的研究项目的清单，同时不同背景的成员可能倾向于提出不同的假说或者以不同的范式解决问题。此外，多样化的研究共同体更有可能认识到现有科学模型的问题，并产生新的替代方案，与研究问题类似，科学模型也承载研究者的基本预设、刻板印象和兴趣，当这些预设被一群同质化的研究者共享时，就很难识别出它们的存在，反之科学模型的这些基本预设却更容易被拥有不同经历、价值观和兴趣的人发现。研究共同体的认知多样性对于文章第一部分提出的保证“前瞻性”基础研究的原创性知识供给具有重要的促进作用。

关于决策共同体的认知多样性，基切尔提出在公共科研资源分配决策中的参与主体应当包括科学家、科研管理部门、理想协商者。关于公共科研资源分配的决策方式上，学界和政策界的一般理念是：“支持由科学界决策的观点非常明确：在他们自己的专业领域里，科学家最能胜任科学研究的评估工作。也只有科学家才有能力对研究项目的独创性、科研价值和可行性、负责人的能力以及研究方法进行评估。政治家和公众应该尊重科学家对于研究项目的科学判断。但是政治家和公众更有资格对研究项目的伦理意义、社会意义和法律意义进行评估。政治家和公众可以更好地权衡研究项目的社会价值或影响、涉及人类及动物研究的伦理道德问题、科研诚信中的利益冲突或其他问题。”^[24]基切尔的“理想协商”程序中决策共同体的多样性实际上也在认知层面回应了对于

“从0到1”的基础研究最为棘手的研究风险和方向不确定性的难题。我们当前倡导的“新型举国体制”或者“国家科学”^[25]所面临的一个难题是基础研究方向的选择，由于完全原创性的基础研究具有很大的不确定性和认知风险，因此其方向性的选择错误所付出的代价将是十分沉重的。“理想协商”的决策共同体中纳入了充分了解相关研究项目认知意义的“理想协商者”（公众）和充分了解本国科研布局、资源配置的“无私利仲裁者”（科研管理者），将有效降低国家整体研究风险。理想协商者形成他们希望科学研究去解决的问题，并且指出了这些问题的相对权重，无私利的专家赋予已形成的集体愿望清单中每一个项目以可能实现的概率值，政府利用这些已得出概率的信息，再加上集体愿望清单，草拟出研究的可能议程，最后决定权再次交回到理想协商者手中，他们对合适的预算水平以及这个预算水平上的研究议程给出最终的判断。美国国会近期通过的《无止境前沿法案》中也提出了类似“理想协商”程序的“REEXAMINATION”制度，即在公共科研资助的优先性排序决策中要在科学精英和政治精英之间进行反复检验。^[26]以上的程序充分降低了某些研究项目失败可能带来的不确定性和国家整体科研选择的的风险，从而部分回应了本文第一部分提出的“前瞻性”基础研究的发展方向 and 重点领域选择的问题。

“良序科学”的价值多样性则主要表达在决策共同体当中。基切尔认为只有科学家们自己知道如何以有效的方式进行科学研究，所以这一阶段如果要进行公共决策的话，也只与公共道德有关，即排除那些违反道德的研究项目。因此，基切尔假定，“理想协商者会相互交流他们关于一般认定的权利持有者和这些权利会禁止哪类研究的观点，并借助原则来保卫他们的概念。通过这样的交流，他们会调整何种道德约束是合适的观念。在这个过程的最后，他们可能处于三种情景之一：有共识，没有共识但一致认为某个观点是不同观点的公平代表，没有共识而且对于如何代表集体态度没有一致意见。在最后一种情况下，问题也必须再一次

通过投票来解决。”([16], p.146)这就要求代表公共利益的“理想协商者”在基础研究的选择就要加入到研究项目是否符合道德规范的判断中,通过公众价值的多样性在科研的前期阶段就排除掉可能产生伦理争议的项目,从而降低基础研究成果的技术转化和社会应用中的科技伦理风险,这回应了“前瞻性”基础研究的伦理问题,也直接面向当前我国“科技伦理治理”的现实需求,2021年12月17日中央全面深化改革委员会审议通过了《关于加强科技伦理治理的指导意见》,习近平总书记明确要求科技伦理“健全多方参与、协同共治的治理体制机制”。

科学决策往往面临着一个两难的困境:一方面,公众对公共科研资助的支持取决于这些资助是否能够产生他们所期待的社会利益;另一方面,影响社会利益的因素很多,科学知识只是其中之一,科学进步与社会进步的联系是间接的。如果说受到公共资助的科学是为了促进社会利益,那么对于科研资源分配决策过程的评估就必须意识到并处理好基础研究和应用研究之间的关系。然而,关于科技政策的社会科学研究并没能发展出好的方法、模型或数据库,从而能够有效评估科研资源分配决策与科学的社会收益之间的制度性因素。科学制度本身也不能自动调节科学活动与公共价值实现之间的复杂关系。这实际上来源于科学哲学家图尔明(Stephen Toulmin)在20世纪60年代对科学政策划定的两个主题:“一个是经济学家的观点,认为科学是工业增长的支撑,因而科学基本上是值得支持的;另一个是科学家的观点,认为技术是科学的‘赌盘’,那些最多投入的人往往赢得最大的奖励”。^[27]他的这个二分法为日后的大部分科学政策的研究划定了边界,这些边界条件有助于理解科技创新所取得的巨大成就,却很难关注到研究方向和制度安排对于实现非经济目标的公共价值的的能力。当知识创造过程与知识应用过程通过合适的制度安排紧密联系起来时,我们才能期待知识生产者和知识使用者之间取得价值结构的一致性。

著名科学政策学者布朗(Mark B. Brown)

概括了三种公共科研资助的路径:“第一种路径赋予科学家们唯一的权威以决定他们将要进行什么研究;第二种路径继续允许科学家相当大的自治,但对研究强加了由专家咨询委员会确定的伦理限制;第三种路径根据由研究机构、大学和其他利益集团游说的自我本位的结果来分配联邦的科学资金,通过公共政策的补贴以努力刺激公共资助的研究的商业化。”他指出:“这些路径中没有哪一种提供了确保公共研究议程满足一般公民的需求和利益的途径。”“第四种路径寻求把科学的和伦理的关怀整合到一个包括外行的公众在内的民主政治过程中。”^[28]他认为“良序科学”为第四种路径提供了哲学辩护和理想方案。在科学政策实践中,价值多样性的表达方式是在科学决策中容纳社会多方面的观点,尤其是公众对科学的参与得到了特别的鼓励,政府希望科学研究能够体现公共价值,而不仅仅是反映科学家和资助者的利益。

基切尔的“理想协商”程序充分考虑了科学决策中社会价值的广泛代表问题,同时又在认知价值层面将公民常识、专家知识、政治意识进行了融合。因此,“良序科学”促进决策共同体的价值多样性的意义在于:第一,价值多样性提升了基础研究中公共价值的充分代表。个体的性别、社会阶层、种族和民族背景会影响他们所持有的价值观,并让他们对某些结果的好坏有不同的看法。因此,如果一个单一化的社会群体在决策共同体中占主导地位,那么科研资源的分配和研究方向的选择都会趋向于单一化的利益导向,但是如果决策者来自不同的社会群体,那么他们的价值判断更有可能代表整个社会的利益,科学本身也更加能够取得公众信任,以达到“负责的研究和创新”(RRI),同时也能够有效达成公共资助的基础研究对当前急剧增加的私有资助研究的补充和纠错作用,以调整私有资金不断进入基础研究所可能引发的未来社会不公。基切尔甚至对“理想协商者”提出了更加多样化的要求,即“理想协商者必须代表那些无法为自己发声的人:未来的社会成员、儿童以及残疾人,他们的观点将通过了解他们并致力于为他们的利益服务

的人来表达，而对于非人的动物也是如此”。（[8]，p.118）第二，价值多样性有助于社会正义的实现。科学对于当代社会生活的深度介入和塑造，使得科学知识分布的不公正对于社会正义产生了深刻影响。决策共同体的价值多样性将扩展社会整体知识供给的多元化，为社会非正义问题的消解提供潜在的认知资源。由此，决策共同体的价值多样性回应了“前瞻性”基础研究的公共价值的充分代表问题。

结 语

现代意义上的科学政策诞生于二战之后，但在相当长的时期内科学政策的相关研究相对分散，没有得到充分的社会关注，这是因为布什报告所论证的线性模式被认为是理所当然的。然而，以中国为代表的后发国家在科技创新活动中的“跨越式”发展引发了各国对线性模式的反思，同时，创新范式也由“基于技术的创新”转向“基于科学的创新”。^[29]随着科学各领域的持续细化和学科交叉，摆在公共科学部门面前的科研选项越来越多，如何有效分配有限的科研资源以达到社会经济效用的最大化成为了基础研究所面临的最迫切的现实问题。科学所需要的资源是通过更大的系统进行决策的，这一系统不仅包括科学家和政策制定者，还包括受到科学影响的所有人。以上基础研究面临的共同问题在我国当下的语境中表现为“高水平科技自立自强”的实现和“新型举国体制”的构建。美国《无止境前沿法案》中对以上问题已经有专门的体现：在“法案”第2005节就列出了未来基础研究的重点资助领域，其追求能够增强关键技术知识；（[26]，p.79）在“法案”第2527节强调了联邦意志在公共资金支持的基础研究中的重要性，（[26]，p.511）美国对基础研究的態度也积极转向了某种国家科学。

习近平总书记在2021年两院院士大会上的讲话中指出：“加强基础研究是科技自立自强的必然要求，是我们从未知到已知、从不确定性到确定性的必然选择。”^[30]因此，我们在面向

未来的“前瞻性”基础研究的构造中要处理好以下问题：零基础原始创新（高水平科技自立自强）、基础研究重点领域选择（新型举国体制、国家战略科技力量）、代表公共价值的科学（国家科学）、符合伦理规范的基础研究（科技伦理）。而“良序科学”作为哲学家所论证的关于科学形态理想模型，实际上提供了一种扩展科学多样性的思路，为我们考虑以上四个关于“前瞻性”基础研究的现实难题提供了思想资源。美国《无止境前沿法案》也在第2201节明确提出在国家自然科学基金会（NSF）内部设立多样性执行官（Chief Diversity Officer of the Foundation）的想法。（[26]，p.141）在科学哲学与科学社会学的研究传统中，认知多样性往往被视为增强科学的精确性和创造力的重要手段。^[31]多样化的科研项目组合作为一个资源池（resource pool）可以灵活应对未来的不确定性，制度与技术的多样性则可以有效刺激科技创新。^[32]而价值多样性更是弥补了布什报告所留下的科学与公众之间的裂痕，为科学服务于人类福祉这一长久以来的理念提供了现实可能性。

【参 考 文 献】

- [1] 习近平主持召开科学家座谈会并发表重要讲话 [EB/OL]. 中华人民共和国中央人民政府网站, http://www.gov.cn/xinwen/2020-09/11/content_5542851.htm. 2021-08-07.
- [2] 李克强考察国家自然科学基金委并主持召开座谈会 [EB/OL]. 中华人民共和国中央人民政府网站, http://www.gov.cn/xinwen/2021-07/20/content_5626185.htm. 2021-08-07.
- [3] 'United States Innovation and Competition Act of 2021' [DB/OL]. Congress. GOV, https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/1260/text?utm_medium=email&utm_source=FYI&dm_i=1ZJN,7DHSF,1D91T1,TPD5,1. 2021-08-07.
- [4] 范内瓦·布什、拉什·霍尔特. 科学：无尽的前沿 [M]. 崔传刚译, 北京：中信出版社, 2021.
- [5] Kaldewey, D., Schauz, D. "The Politics of Pure Science" Revisited [J]. *Science and Public Policy*, 2017, 44(6): 883-886.
- [6] Shapin, S. *The Scientific Life* [M]. Chicago: University of Chicago Press, 2009, 43.

- [7] Kaldewey, D., Schauz, D. *Basic and Applied Research: The Language of Science Policy in the Twentieth Century*[M]. New York: Berghahn Books, 2018.
- [8] 菲利普·基切尔. 民主社会中的科学[M]. 白惠仁、袁海军译, 杭州: 浙江大学出版社, 2019.
- [9] Kilgore, H. M. 'Science and the Government'[J]. *Science*, 1945, 102(2660): 630-638.
- [10] 丁利娜、蔡仲. 布什模式中创新链的稻草人形象[J]. 自然辩证法研究, 2021, 37(7): 65-71.
- [11] 樊春良. 没有止境边疆的科学——《科学: 没有止境的边疆》75年的历程和影响[J]. 科技中国, 2020, (7): 56-64.
- [12] 侯剑华、李旭彦. 基础科学研究前沿格局的知识图谱解析[M]. 北京: 科学出版社, 2019, 59.
- [13] Hu, A. G. Z. 'Public Funding and the Ascent of Chinese Science: Evidence from the National Natural Science Foundation of China'[J]. *Research Policy*, 2020, 49(5): 1-13.
- [14] 李侠. 科研范式变革了, 科技界怎么做[N]. 中国科学报, 2021-09-01(1).
- [15] 习近平. 决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL]. <http://www.12371.cn/2017/10/27/ARTI1509103656574313.shtml>. 2021-08-07.
- [16] 菲利普·基切尔. 科学、真理与民主[A], 胡志强等译, 方新、王春法: 决策科学化译丛[C], 第二辑, 上海: 上海交通大学出版社, 2015, 117-136.
- [17] McCann, K. S. 'The Diversity-stability Debate'[J]. *Nature*, 2000, 405(6783): 228-233.
- [18] Shevchenko, E. V., Talapin, D. V., Kotov, N. A., et al. 'Structural Diversity in Binary Nanoparticle Superlattices'[J]. *Nature*, 2006, 439(7072): 55-59.
- [19] Smith, J. M. 'Trees, Bundles or Nets?'[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 1989, 4(10): 302-304.
- [20] Kauffman, S. A. *The Origins of Order: Self-organization and Selection in Evolution*[M]. New York: Oxford University Press, 1993.
- [21] Grabher, G., Stark, D. 'Organizing Diversity: Evolutionary Theory, Network Analysis and Postsocialism'[J]. *Regional Studies*, 1997, 31(5): 533-544.
- [22] Nowotny, H., Scott, P. B., Gibbons, M. T. *Re-thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*[M]. New Hampshire: John Wiley & Sons, 2013.
- [23] Stirling, A. 'A General Framework for Analysing Diversity in Science, Technology and Society'[J]. *Journal of the Royal Society Interface*, 2007, 4(15): 707-719.
- [24] 戴维·雷斯尼克. 政治与科学的博弈——科学独立性与政府监督之间的平衡[M]. 陈光、白太成译, 上海: 上海交通大学出版社, 2015, 121.
- [25] 胡升华. “国家科学”时代到来, 如何应对?[N]. 中国科学报, 2021-06-10(1).
- [26] Congressional Bills 117th Congress. 'United States Innovation and Competition Act of 2021'[R]. Washington D.C.: U.S. Government Publishing Office, 2021, 603.
- [27] Toulmin, S. 'The Complexity of Scientific Choice: A Stocktaking'[J]. *Minerva*, 1964, 2(3): 343-359.
- [28] 古斯通、萨雷威策. 塑造科学与技术政策——新世代的研究[M]. 李正风等译, 北京: 北京大学出版社, 2011, 6.
- [29] 林苞、雷家骥. 基于科学的创新与基于技术的创新——兼论科学-技术关系的“部门”模式[J]. 科学学研究, 2014, 32(9): 1289-1296.
- [30] 习近平. 在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/28/content_5613746.htm. 2021-08-07.
- [31] Nature Editorial. 'Science Benefits from Diversity'[J]. *Nature*, 2018, (558): 5-6.
- [32] Hofstra, B., Kulkarni, V. V., Galvez, S. M. N., et al. 'The Diversity-innovation Paradox in Science'[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2020, 117(17): 9284-9291.

[责任编辑 李斌]