北京大学
中国教育财政科学研究所

简　　报

怀仁怀朴　唯真唯实

2013 年第 4 期（总第 78 期）　　**2013 年 4 月 3 日**

科学经济学译介

于　洋*

编者按：二战以后，随着美国“曼哈顿计划”等一系列科研项目的实施，科学经济学开始进入经济学家的研究视野，真正的科学经济学随之产生。对于中国而言，这是一个非常新的领域。中国正处于经济结构调整和产业转型的关键时期，科学研究的重要作用不断凸显；技术进步对经济的影响、学术劳动力市场的供给与需求等问题，也越来越受到各领域的关注。国外科学经济学在对科研效率、科研资助制度、科研劳动力市场，尤其是对企业科研的分析方面，取得了一些成果，值得我们学习与借鉴。

本文节译自 Paula E. Stephan 的《科学经济学》（The Economics of Science）[1]一文，旨在描述科学经济学所涵盖的研究方向及理论基础，以期为我国的相关研究提供新的视角和方法。

* 译者简介：于洋，北京大学中国教育财政科学研究所 博士研究生。

[1] 载于 Bronwyn H. Hall 和 Nathan Rosenberg 编著的《技术革新经济学手册》（Handbook of Economics of Technical Change），2007 年。

一、知识的公共属性和科学研究的奖励机制

Kenneth Arrow 在其 1962 年关于信息经济学的文章中指出，知识的特性使它成为一种公共物品。它不会因为共享而枯竭，且一经公布便很难拒绝他人使用。[2]此外，若增加一个使用者，成本增加值为零。[3]一些科学社会学家和经济学家通过实证研究证实：科学界推行的非市场性奖励机制，为科学家们按照社会需求的方式，生产和分享他们的知识提供了有效的激励。

在这一属性之下，优先权和薪酬发挥着有效的激励作用，成为科学研究最主要的奖励形式。

（一） 科学的奖励机制：优先权

Robert Merton 提出了科学发现优先权的重要性。在 20 世纪 50 年代的一系列文章中，Merton（1957, 1961, 1968, 1969）提出，科研工作者的目标是通过首次阐明知识的进步，来确立科学发现的优先权；且优先权是科学界对首创性给予的认可。

优先权的确认有多种形式，取决于科研领域所判定的这项发现的重要性。首先，最高荣誉是以发现者的名字命名，如哈雷彗星。[4]其次是获得科研奖项，其中诺贝尔奖是最著名的。最后，出版物是相对次要的确认形式，却是确立优先权的必要步骤。获得冠名权或者较高荣誉的奖项超出了很多人的能力范围，但是出版的激励是大部分科研工作者力所能及的。

---

[2] 研究发现只有通过形成文字让他人理解，才能成为公共产品。因此，作为研究产出的知识，与知识成文之后形成的信息之间是存在区别的（Dasgupta and David 1994, p.493）。

[3] 事实上，使用的边际成本比零要大，因为使用者必须支付时间的机会成本，也要支付获取材料和参与会议的直接成本。当然，信息只能被那些掌握知识要素并了解“密码”的人使用。Michel Callon(1994)称，科学的公共属性被过度强化了。学习不成文的静态知识，比学习成文的知识花费的成本更多。

[4] 在 CERN 建立了拥有四个对撞机的新加速器之后，希格斯粒子近期成为了一个热点。该粒子以苏格兰物理学家 Peter Higgs 的名字来命名，他第一个证明了这种粒子的存在，之后在每一台对撞机的实验过程中都能够观测到该粒子。

（二） 科学的奖励机制：薪酬

薪酬是科学奖励机制的另一个部分。赢者通吃给科研工作者增加很多风险[5]。因此，科学界的薪资普遍被分为两部分：一部分不考虑个人在竞争中成功与否；另一部分在优先权的基础上，反映获胜者对科学所贡献的价值（Diamond 1986a, Howard Tuckman and Jack Leahy 1975）[6] 。

对一些大学的研究团队而言，专利技术使用费是一种附加的薪酬。近些年高校获得的专利使用费大幅上升，研究人员获得的专利使用费也有所增长。虽然高校在研究者专利使用费分配方面的政策不同，但是在每种政策下研究者都能够得到部分收益。Saul Lach 和 Mark Schankerman 研究了这种分配机制和研究发现之间的关系，证明科研发现的数量与研究者准许获得的分成收益额是正相关的[7]。

二、知识是怎样被生产的

任何新的理念成为易于接受的实验假设并且被实证检验所揭示，都需要大量的时间、认知和研究资源的投入。这三点是知识生产的必要条件。

（一） 时间和认知的投入

研究表明，科学需要时间投入，认知性资源的多少也与研究发现相关联。认知性资源一方面是能力，另一方面是研究者的知识背景。知识背景对科学研究的影响较为复杂：

---

[5] Arrow 指出，如果制度安排是基于教学而不是研究（这会导致高度的不规律）来为研究者提供薪酬的话，那么教学和研究成为研究者的两个工作内容这种情况就存在偶然性。即科研工作不一定成为研究者关注的对象。

[6] 对教授的奖励超出了他的工资，这就加强了薪酬和生产率之间的关系。在美国的一些大学，学校通过和研究者分担间接成本的方式加强对研究者提交研究计划的激励，从而加强了生产力和薪酬之间的关系。

[7] 并不是所有的研究发现都要通过学校来获取专利。Thursby and Anne Fuller（2005）发现美国 29%的研究者专利是属于企业的。同样，在实行“教授优先权”的一些欧洲国家，教授的研究发现没有必要归属于学校。Gustavo Crispi, Aldo Geuna, and Bart Verspagen (2007)发现，在他们的样本中，绝大部分学校内的研究专利是不属于学校的；相反，很多是归属于企业的。事实上，我们对属于学校之外的专利的使用费知之甚少。

第一，它强化了竞争，因为知识的公共属性意味着很多研究者都有权了解解决问题所需的知识。

第二，这些知识在研究中可以被具体的表达出来，也可以不予表述，但是别人可以通过文献（或者通过他人）来获知。在科研竞争过程中，这种特点直接影响成果的发表过程。不予表达或者不及时表达，形成了科研垄断的一种方式。

第三，研究者若不及时了解其所在学科领域的变化，其知识背景就会变得陈旧。

第四，“太多”知识会拖累研究者。例如，由于年轻人知道的比年长者少一些，因此他们在选择研究问题和解决问题的过程中不会受太多的拖累[8]。这使得在某些科研竞争中，年轻人成为作出卓越贡献的主力。

最后，在以上四个特点之下，为了使认知资源获得累加，研究者往往通过组织一支研究团队或者雇佣其他实验室或国家的研究者协作完成。一些因素使得研究中合作的重要性加强了[9]。第一，跨学科研究十分重要。第二，研究者需要获得更加细化的专门技术，来补充知识进步带来的教育需求（Benjamin Jones 2005b）。第三，高速的互联网络，降低了学术机构合作的成本（Ajay Agrawal and Avi Goldfarb 2005； Levin， Stephan and Anne Winkler 2006）。

（二） 研究资源的投入

研究工具精细化的提高表明，研究的资源——劳动力比率发生了改变。研究技术的巨大转变也从本质上改变了某些领域的研究方向。例如在化学中，核磁共振与 X-射线晶体学和先进的计算能力相结合，能够更迅速地阐明蛋白质结构。这使得研究从对某种蛋白质结构的说明，转向检测和比较不同的蛋白质结构。

[8] 有文献表明，来自研究领域边缘的研究者——或者 “研究领域外面的人”——对科学的贡献大于那些致力于该领域的研究者（Thomas Gieryn and Richard Hirsch 1983）。Stephan and Levin (1992)指出，这也是意外发现更多的来自年轻人的原因。其对诺贝尔获奖者的研究结论表明，尽管获奖的工作不需要研究者特别年轻，但是研究者在研究生涯中期获奖的可能大大减小。

[9] 合作形式的变化给机构带来了一些挑战。例如，随着合著者数量的增加，在任职和晋升过程中评估工作越来越难。例如，研究者在博士后出站后，如果只有和导师共同发表的文章，处境就十分不利。然而近些年，例如宾夕法尼亚大学医学院的一些项目，就已经放松了对这种情况的约束，开始考虑让这类研究人员晋升。

研究设备和资源的重要性在于，研究者之间的相互交换在促进研究和产生激励方面具有重要作用。例如，研究者分享信息、研究资源的使用权，或者交换技术，来获得引用权限和合著者身份[10]。随着研究资源重要性的提高，交换也越来越重要。

对于大多数学科而言，研究设备的重要性和设备成本，意味着资源的使用权限是做研究的必备条件。在美国的高校中，设备和给予研究生、博士后的津贴，在入职时大多都由院长来决定[11]。之后，研究人员的时薪[12]、设备的购买和毕业生、博士后的津贴是由研究者来分配的。研究者工作中要使用校外的大型机器必须得到许可，以获得一些使用时间。这意味着在不同的领域，研究基金成了初入研究者做独立研究的必备条件。

三、 科研竞争的选择和研究的特性

（一） 竞争的选择

科研竞争赢者通吃的特点促使科研工作者谨慎地选择所要加入的科研领域。由于不一定能够率先做出发现，因此这就成为一种持续性的威胁。在经典科学领域更是如此[13]。

科研工作者通过在某项研究中寻求垄断，可以把风险最小化。另一个降低风险的方式是开发一项新兴的技术，然后通过提供部分权限和技术与其他人合作。科研工作者还可以通过选择一些边缘于主流科研的问题，或者通过逆向研究[14]的

---

[10] Bruno LaTour (1987)提供了详细的资料，记录了学术人员怎样通过交换来培养他们的专业知识。

[11] Ehrenberg, Michael Rizzo and G.H. Jakubson (2003)对美国高校的科研启动费状况进行了调研。他们发现，化学专业助理教授的平均启动费为 489,000 美元；生物专业为 403,071 美元。化学专业最高为 580,000 美元；生物专业最高为 437,000 美元。对于有经验的研究者，化学专业的平均启动费为 983,929 美元（最高 1,172,222 美元）；生物专业为 957,143 美元（最高 1,575,000 美元）

[12] 对于给予研究者的薪酬，高校越来越希望能够取消科研经费中的学年工资而采用时薪支付。这对于收益弹性较大的岗位而言是必要的，同时对于拥有永久教职的研究者而言，这种情况也越来越普遍。

[13] 这需要明确社会风险和个人风险之间的区别。因为不断积累知识是研究过程中重要的投入，所以从社会角度来看，传统科学并不存在特别的风险（Dasgupta and David 1987, p.526; Arrow 1962）。从研究者个体的角度来看，风险是存在的。但对社会群体和科学家而言，这种风险的存在是截然不同的。

[14]逆向研究在于找到矛盾事物之间的共性，努力将各种不同的矛盾统一于一个概念之下。

方式来减小风险。

研究者不仅要选择研究项目，同时必须要选择研究方法（Dasgupta and David 1994），这就加入了一种不确定性[15]。运用新兴方法，得不到成果的风险非常大[16]。由于研究的不可预知性，研究结果经常会解决非目标性问题[17]。因此，这种风险可以通过升级研究目标来降低。

目前，科学领域已经推行了一些制度上的安排，来帮助研究者降低风险或者提供一些针对风险的保险，比如说上文刚提到的垄断一项研究的能力[18]。其他还包括：采取一种研究组合，其中的项目预期成果的风险等级不同；形成研究团队和研究网络；按照研究者对团队的贡献（通过成果被引用的情况来测定）将奖励措施分类；给予研究者保障经费，确保他们不会忽视集体的工作（Steve Fuller 1994，p.13）。

（二） 研究的特性

许多年来我们一直在尝试将研究分为基础型或应用型，这种分类将研究过程和研究动机过分简单化了。Donald Stokes 指出，今天的许多研究既是应用需求的，也是基础理论需求的。

发生在公共领域的研究（高校）与发生在别处的研究（企业）截然不同，这种假定也是过分简单化的说法。这两种研究的界限是不明显的，并且越来越不明显。

大学的研究者被发生在学校之外的研究机遇所影响，所以会经常与校外的学者和工程师一起工作。其次，这种跨领域的合作会提高校内研究者的工作效率。Lynne Zucker，Michael Darby 和他们的合著者发现，当学术机构科研人员与生物

[15] Susan Linquist 是休斯医学研究所(HHMI)的研究员，在 MIT 研究蛋白质功能，她表示在她的研究生涯早期，将研究重点由水果转到酵母是一个有风险的选择。（Claudia Dreifus 2007）

[16] 所导致的一个结果是，参与竞争的同行都经常会采用高度相关的研究方法。从社会角度看，高度相关的研究方法由于不能提供多样化的成果，就会降低研究的效率，因为社会倾向于选择成功几率最大化的方案来配置资源(Dasgupta and David 1994)。Scherer 对多元化的独立研究为社会带来的收益做了检验（1966）。

[17] Michael Polanyi 解释了科研发现的不可预知性（1962）。

[18] 随着对公开研究资料的需求的增长，垄断某一项研究资料无论是数据还是方法的可能性正在降低，例如基因测序百慕大规则的公开。

技术公司的科研人员合作时产出会提高；Edwin Mansfield（1995）发现，与企业有关系的学术机构研究者会表示，他们的学术研究问题经常会在他们为企业做顾问时得以解决，企业顾问的工作也会影响政府资助的研究工作。

（三） 双重知识的生产

从事公共研究的研究者越来越需要考虑，是通过发表来宣布他们独有的研究发现，还是寻求知识产权的保护（例如专利的形式），或者同时拥有专利并发表。知识的生产需要时间，这意味着专利和发表可以相互替代，但是两者相互补充更加令人青睐。专利可以是研究活动的逻辑产出，而又需要通过发表的形式来确认首创性。这种双重产出能够实现的原因有三：第一，研究的结果经常可以既有专利又被发表，具有双重性；第二，学术机构的研究者和产业部门合作的机会越来越多，这也提高了研究产出，鼓励了专利的产生；第三，学术机构的奖励机制鼓励发明专利，以此作为研究产出的一种形式。

一些研究检验了发表和专利之间的替代关系（Agrawal and Rebecca Henderson (2002); Nicholas Carayol (2007); Mario Calderini, Franzoni and Andrea Vezzulli (2004), and Stephan, et. al (2007) 。尽管存在一些研究方法方面的问题，比如内生性，但大多数研究还是发现了发表和专利是相互补充而不是替代的证据。

四、效率和资助制度

（一） 奖励机制的效率特点

基于优先权的奖励机制是令社会满意的。优先权解决了监管的问题。“由于努力程度不能被统一监管，因此奖励不能以此作为基础。所以，科研工作者获得奖励不是看努力程度，而是看成就”（Dasgupta and David）。建立在优先权基础上的奖励机制要求科研工作者，如果要确立优先权，就要分享信息。这个过程就允许同伴做出评价，从而降低剽窃和欺骗，建立科学中的共识。这一过程也保证了科研工作者有能力保障他们的原创思想，同时深化了社会化的过程。

在经济学家看来，基于优先权的奖励机制的显著标志，在于它为 “知识”

的生产提供了一种非市场性的激励措施（Stephan）。Merton 指出，“只要研究者将他们的文章发表，或者采取更好的方式——公共出版，使大众拥有阅读权限，知识才合理地成为属于他自己的物品。知识的私有属性是通过将其实质地分享来建立的（1988, p.620）。

对于优先权的认可引发了一个问题，即在某些学科竞争中参与者是否过多，从而引发重复研究的问题。Merton 说：“与奇异的、古怪的、或者不寻常的发现相比，科研中独立的重复性发现，是科研工作的一种主要形式”（1961, p.356）。

重复性研究发现的存在，一方面是由于研究者拥有对知识的自由权限，一方面是由于不能确定谁将做出发现，使得研究者选择相似的研究资料（Dasgupta and Maskin 1987）[19]。重复性的存在避免了研究者逃避义务的可能，使得科研的进展快节奏地进行。

还有一个相关的问题是，相对教学而言，研究者在研究上花费的时间是否过长。由于只有极少数的科研工作者能够做出卓越的贡献，意味着那些侍从身份的研究者花费大量的时间进行研究是非常无效率的。

（二） 资助制度

基于科研的风险特点，我们可以明确的是，研究必须被资助，无论是由政府还是公益组织[20]。政府支持科研的基本原因在于研究的重要性、国防的发展，以及赢取 Harry Johson 所说的“科学奥林匹克”的愿望；同样还有科学对经济增长的重要性。

许多国家通过支持研究机构间接的资助科研工作者，这意味着在某些情况下科研工作者直接受雇于政府；或者意味着资助通过政府拨付到研究人员雇佣安排确定的机构。即这些机构有些是国家直接成立的研究机构，比如法国国家科学研究中心（CNRS）；有些则是非国家机构，例如美国的国家标准与技术研究院。

美国在学术机构或者某些研究机构工作的研究者有责任通过向资助机构提

[19] 尽管专利竞赛的形式很流行，但是重复性研究在科学研究中比在技术开发中更为普遍。原因在于，科研关注规则和事实，技术开发则寻求解决问题的方法。并且，科学问题的答案通常只有一个，而解决实际问题的方法有很多。

[20] Callon（1994）提出对科研的公共支持是必要的，这能够带来对科研工作更为广泛的质询。

交研究计划的方式来募集资金。不同机构评估项目的方式不同，NIH 和 NSF 依据同行评议[21]。NIH 的评议赋予当期数据和过去的成就不同的权重，其中包括发表的情况以及“血统”（测量指标为研究者的受训地点和博士后工作的地点）。

在学术部门和研究院获取资助时，名誉也很重要。在英国，学术机构根据他们的研究质量（通过被引用频次计量）和学生数来获得资助，主要通过五年一次的研究评价测试（RAE）[22] 。

某些私人基金也会支持大学的科研。企业也会为学术研究提供支持，这种资源的重要性在八十到九十年代的美国和其他 OECD 国家都在不断提高。

以研究所为单位的方式有其益处：保证了科研工作者能够长时间地按照研究日程进行工作（提供不确定的产出），并且避免了科研工作者花较长时间去寻找资源。

同行评议的体制也有其益处：鼓励研究者在一生中都持续产出，因为研究者若想拥有一间实验室就必须保持活跃的状态。这种机制的成功之处在于，资助的获得并不完全取决于过往研究，这就为前一年的失败者提供了转败为胜的机会。同行评议促进了质量和信息的共享。

五、企业中的科研工作者

截止到 1999 年，在欧盟 15 个国家、日本和美国大约有两百万研究者是被企业雇佣的。在美国，三分之一的自然科学和工程学博士都会在私人部门供职。与此同时，这一比例近年来逐渐上升，由 1973 年的 23%升至 2003 年的 36%。

企业加入到研究中出于多种原因。在某些情况下，研究是开发一个新的产品或工艺的副产品（Rosenberg 1990）。在另外一些情况下，目标就是通用知识的生产，它是由一种信念驱动的，即一种特殊的新产品或者工艺的创新将会从这种知识中诞生。研究活动（和相关的出版物）同样能够成为公司获取第三方资金，或者是研究基金的信号，例如风投资金。

---

[21] 并不是所有由政府分发的资金都要经过评议。在美国一种常见的方法是国会拨付“专项经费”资助学校。

[22] 2006 年末，雷丁大学成为英国排名第 27 位的大学，这是由于 1997 年雷丁大学宣布关闭了它的物理学院。理由是：新生数量不足——或者研究收益不足（“Another Physics Department Down” 2006）。

正是由于公司要跟上相关研究领域的发展，并且能够有准备地吸收其他科研工作者的发现，因此对公司来说基础研究是必须的（Cohen and Daniel Levinthal 1989）。有时公司期望基础性的研究能够为公司的技术提供科研基础，这也成为公司致力于科研的一种激励。公司进行基础性研究也可能是因为缺乏产业升级所需的基础性知识，并且这种知识也不容易被学术界所关注。这意味着，一些为企业工作的科研工作者和工程师与学术界的同行是没有区别的[23]。

六、结论

可以把本文的主要内容概括如下：

第一，科研中优先权为基础的奖励机制激励科学家朝着社会受益的方向努力。尤其是，优先权的奖励方式鼓励知识的生产和共享，并因此在解决公共知识生产中专用性的内在困境方面取得了长足的进步。

第二，科学不仅与名誉相关，同时也与财富相关。科研中的许多经济奖励都源于优先权，例如，工资与文章和被引用数量呈正相关。同时也有证据表明，名誉对企业而言也十分重要。例如，一些公司会鼓励科研人员进行成果发表。同时，新成立的公司可以通过雇用著名研究者来获益。

第三，我们开始对科学和经济增长的关系进行定量分析，理解了科学影响经济增长的两个路径。一方面是知识的溢出效应能够使企业获利。另一方面，知识的溢出效应本身就是经济增长的源泉，溢出效应本身具有内生性。尽管新增长经济学的研究者更加关注企业研发活动在溢出过程中的重要性（企业是溢出效应的创造者，同时也是受益者），但是非营利部门的科研也具有部分内生性，因为这些部门科研的某些内容也是寻利行为所驱动的。

第四，一些在 20 世纪 90 年代晚期、21 世纪早期进行的研究帮助我们理解了科研工作者和工程师的产出情况。另外，我们将对于产出的研究扩展到专利和发表情况，并且对两者之间的关系进行了研究。

简言之，经济学家已经完成了相当数量的关于科学的研究，但是还有很多问

[23] 一些企业的科研人员和工程师获得了相关领域的最高荣誉。贝尔实验室、杜邦公司、IBM、法国史克实验室、索尼和通用电气都是诺贝尔获奖者的研究基地。1994 年美国国家科学院 2088 名成员中，3.8%的人来自企业。

题有待进一步讨论。

上期回顾

2013 年第 3 期（总第 77 期）

探索公平、透明的基础教育财政体制—巴西基础教育发展基金会案例分析

摘要：上世纪 90 年代后期，巴西启动了以扩大教育投入、促进教育公平为导向的基础教育财政体制改革，成立了基础教育发展基金会。2006 年以后，基金会从 FUNDEF 进入 FUNDEB 阶段，不仅掌握的资金规模更为庞大，服务对象也从初等教育扩大到整个基础教育阶段。利用规范、透明的经费筹集、分配方式，辅之以利益相关者共同参与的教育财政问责机制，基金会不仅保障了基础教育经费的来源，而且大幅度缩小了地区教育投入差异。本文将从实施背景、经费筹集、分配、使用、问责等方面介绍巴西基础教育发展基金会，以期对我国基础教育财政体制改革有所裨益。

本《简报》由北京大学中国教育财政科学研究所主办；旨在反映本所最新的学术科研活动；相关内容仅体现作者本人观点，并不必然代表本所的立场。

简报内容仅供参考，如需转载须事先征得本研究所同意。

本期印发：1900 份

下载网址：http://ciefr.pku.edu.cn

主办单位：北京大学中国教育财政科学研究所

电子信箱：newspaper@ciefr.pku.edu.cn

责任编辑：周　娟

电　　话：010-6275-8398

地　　址：北京市海淀区颐和园路 5 号
北京大学教育学院楼 413 室（100871）

传　　真：010-6275-6183