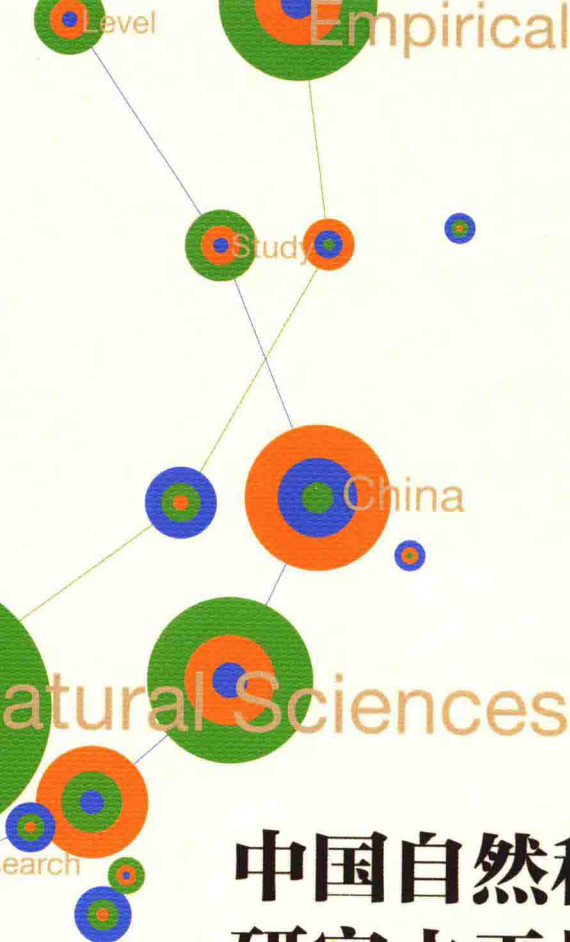




中国自然科学 研究水平的实证研究

AN EMPIRICAL STUDY ON
THE LEVEL OF **NATURAL SCIENCES**
RESEARCH IN CHINA

吴彩丽 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

吴彩丽 著

中国自然科学 研究水平的实证研究

AN EMPIRICAL STUDY ON
THE LEVEL OF NATURAL SCIENCES
RESEARCH IN CHINA



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

中国自然科学研究水平的实证研究 / 吴彩丽著.

—北京: 社会科学文献出版社, 2016. 3

ISBN 978 - 7 - 5097 - 8732 - 8

I. ①中… II. ①吴… III. ①自然科学 - 研究 - 中国

IV. ①N12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 025779 号

中国自然科学研究水平的实证研究

著 者 / 吴彩丽

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 张建中

责任编辑 / 张建中

出 版 / 社会科学文献出版社 · 社会政法分社 (010) 59367156

地址: 北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编: 100029

网址: www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367018

印 装 / 三河市尚艺印装有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 15.25 字 数: 176 千字

版 次 / 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 8732 - 8

定 价 / 65.00 元

本书如有印装质量问题, 请与读者服务中心 (010 - 59367028) 联系

 版权所有 翻印必究

前 言

随着大科学时代科学研究社会化程度的不断增强，科学技术与国家经济和社会的关系越来越密切，为了提高国家的自然科学研究水平，各国的自然科学研究的投入越来越大，但一味的高投入未必换来高产出。正是在此背景下，本书以现有代表自然科学研究水平的科研成果为依据，将自然科学研究的本质规律和科学社会学的原理结合起来，运用科学计量学的方法，尝试对我国自然科学的研究水平进行实证研究。

本书首先对我国“自然科学研究水平”的概念进行了界定，提出自然科学研究水平社会定义方式的理论和方法，对科研评价的“质”和“量”的关系进行了说明，并介绍了分别代表科研水平“质”和“量”的主要指标，对国家自然科学研究水平评价的理论和指标进行了简要介绍；然后，对我国自然科学研究的状况进行了初步介绍，包括我国自然科学研究的经费状况、人才队伍状况和区域差异状况三个方面；接下来利用科学计量学的方法，以各种软件为辅助，对我国自然科学的研究水平进行了量化研究，分别对研究型大学和其他科研机构进行了量化分析，对我国自然科学研究人员的年龄结构和合作

模式进行了量化研究，并把我国自然科学研究水平放在经济社会大背景中考察，对影响我国自然科学研究水平的科研教育、科研经费、科研人员、政策环境和科研文献五个角度进行了研究；此外，将我国与国际主要发达国家的自然科学研究水平进行了比较，尝试提出提高我国自然科学研究水平的对策和建议。

本研究试图运用大量的数据进行相关实证研究，在表征具体的问题时，采用提取相关数据库内容的方法，并用软件和科学计量学的方法对数据进行辅助分析，使得出的研究结论更具有说服力。但由于学科之间差异性的存在，本研究难以从所有学科的角度进行全面的实证研究，所有数据方法不仅建立在数学的合理性基础上，还主要利用科学哲学和科学社会学等理论进行分析和解释，这是本研究的局限。

自然科学研究社会化现象的存在，既使得本研究成为可能，也使得研究涉及的因素众多，不能一一把握，只是从实证角度对各主要方面进行把握和研究。希望本研究能对相关研究人员和政策管理部门的管理和决策提供参考。

目 录

第1章 绪论	001
1.1 自然科学研究水平的一般界定	001
1.2 研究背景及意义	007
1.3 本书工作构想及量化研究方法	011
本章参考文献	013
第2章 科研评价的基本理论与方法	016
2.1 科研评价的可能性	016
2.2 科研评价的基本理论和指标	020
2.3 引证法作为科学评价局限性的实证研究	027
本章参考文献	036
第3章 中国自然科学研究的基本状况	039
3.1 中国自然科学研究队伍状况	039
3.2 中国自然科学研究经费状况	051
3.3 中国科学研究的区域差异	062
本章参考文献	067

第4章 中国自然科学研究水平的量化分析	069
4.1 自然科学研究水平总体状况的量化分析	069
4.2 研究型大学自然科学研究水平的量化分析	075
4.3 其他科研机构科研水平的量化分析	087
4.4 科研人员年龄与科研水平的量化分析	088
4.5 自然科学高水平科研成果的合作模式	092
本章参考文献	102
第5章 中国自然科学研究水平的影响因素	105
5.1 科学教育对自然科学研究水平的影响	108
5.2 科研经费对自然科学研究水平的影响	119
5.3 科研人员对自然科学研究水平的影响	127
5.4 政策环境对自然科学研究水平的影响	143
5.5 科研文献对自然科学研究水平的影响	153
5.6 产学研合作对自然科学研究水平的影响	163
5.7 基于论文的区域产学研合作的 学科分布模式研究	169
本章参考文献	178
第6章 中国自然科学研究水平的国际比较	183
6.1 中国自然科学研究经费的国际比较	183
6.2 中国自然科学研究人才的国际比较	186
6.3 中国自然科学研究成果的国际比较	192
6.4 中国自然科学研究合作模式的国际比较	193
本章参考文献	194

第 7 章 提高中国自然科学研究水平的策略建议	195
7.1 中国自然科学研究经费分配的建议	195
7.2 中国自然科学人才模式的建议	203
7.3 走出科研评价的误区	206
7.4 中国自然科学政策环境的建议	213
本章参考文献	216
第 8 章 结论和展望	218
8.1 研究的结论	218
8.2 研究的展望	222
本章参考文献	224
附录 1 基于 ESI 的高校中文名和英文译名对照表	225
附录 2 有关科技区域分布的科技部的原始数据	227

第 1 章 绪论

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追求科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

——斯蒂芬·霍金

1.1 自然科学研究水平的一般界定

1.1.1 近代自然科学的发展概述

近代自然科学是在 16 世纪问世的，其诞生的主要标志是 1543 年波兰天文学家哥白尼（Nicolaus Copernicus，1473 - 1543）的《天体运行论》一书的发表。近代科学的创建阶段结束于牛顿（Isaac Newton，1642 - 1727）1687 年《自然哲学的数学原理》（拉丁文：*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*）的出版。19 世纪科学进入了全面发展的鼎盛时期，在文化史上，19 世纪被称为“科学世纪”。在 19 世纪中叶，科学由运用观察、实验、解剖等经验方法搜集、积累材料的阶

段，进入对所获经验材料进行综合整理并从理论上加以概括说明、创立新理论的阶段，此时，职业化的科学研究工作与早期单纯满足欲望和追求真理的科学研究工作不同，是与社会相结合的、并与社会融为一体而起作用的科学技术^[1]。

20 世纪的科学事业已经成为现代国家的重要事业，而科学的发展也日益依赖于社会经济的发展和国家的支持。此时，大量的科学研究工作从分散的单纯个人活动转化为社会化的集体活动，出现了所谓“大科学”（big science），研究活动规模越来越大，发展到企业规模、国家规模，甚至国际规模^[2]。

美国著名的科学家普赖斯（Derek John de Solla Price，1922 - 1983）在一本《小科学、大科学》的书中写道：“现代科学不仅硬件如此璀璨不朽，堪与埃及金字塔和欧洲中世纪的大教堂相媲美，而且国家用于科学事业人力和物力的支出，也使科学骤然成为国民经济的主要环节，现代科学的巨大规模，面貌一新，而且强大无比，它使人们不得不用大科学这一名词而美誉之。”^[3]

自然科学通常被认为是研究大自然中有机或无机的事物和现象的科学。自然科学包括天文学、物理学、化学、地球科学、生物学，等等。

关于数学是否是自然科学历来存在争议。有人认为数学是一门人文科学，也有人认为数学是哲学的分支，是逻辑学的一部分。但数学与自然科学息息相关是无可争辩的。数学广泛应用于一切自然科学领域，而自然科学的需要，又促进了数学的发展，基于数学与自然科学的密不可分性，为了对中国自然科学的研究水平做整体考察得出更加科学的结论，本书也把数学纳入研究范围。

在中国古代，人们把自然科学称为“物理”，指研究自然物理的学问，算学（现代称“数学”，三代时期的六艺中也称“数”）则是一门独立于物理的学科。古代涌现了许多科学家，三国时期的杨泉（约公元265年前后在世）著有《物理论》，明朝的方以智（1611~1671）著有《物理小识》。不过，以前的学问分科不细不严，古代学者往往通多种学问，如墨子（公元前468年~前376年）是一位自然科学家，也是一位思想家、哲学家、政治学家，还是一位社会政治活动家、工程师等；祖冲之（429~500）是天文学家，又是数学家、机械工程师。

一些人认为，在西方，亚里士多德（Aristototele，公元前384年~前322年）^①是自然科学的创始人，伽利略（Galileo Galilei，1564-1642）^②是将实验引入自然科学的首倡人。18世纪以前欧洲自然科学与哲学几乎不可分。古希腊的哲学家也同时是自然科学家。笛卡儿（Rene Descartes，1596-1650）^③、莱布尼茨（Gottfried Wilhelm von Leibniz，1646-1716）^④、洛克（John Locke，1632-1704）^⑤等著名的自然科学家也同时是哲学家。

随着越来越多的各种物质运动形式相互联系、相互转化，各门自然科学之间的渗透越来越深，产生了越来越多的边缘学

① 古希腊斯吉塔拉人，世界古代史上最伟大的哲学家、科学家和教育家之一。公元前335年，他在雅典办了一所叫吕克昂的学校，被称为逍遥学派创始人。

② 意大利著名数学家、物理学家、天文学家、哲学家、近代实验科学的先驱。

③ 1596年3月31日生于法国都兰城。笛卡儿是伟大的哲学家、物理学家、数学家、生理学家，解析几何的创始人。

④ 德国最重要的自然科学家、数学家、物理学家、历史学家和哲学家，一位举世罕见的科学天才，和牛顿同为微积分的创建人。

⑤ 英国哲学家、经验主义的开创人。

科。由于人类改造自然的实践活动不断发展,自然界(包括人工自然)新的极其广泛的联系和规律不断被揭示,从而不但出现了像控制论、信息论、系统论这样的横断学科,而且还从基础自然学科中发展出了一系列应用学科。现代自然科学是一个具有十分复杂的科学分类结构的完整知识体系。自然科学研究工作可按其性质、目的和过程进行分类,一般按过程分为基础研究、应用研究和开发研究三种类型。三者既相互区别又相互联系,共同构成科学研究的结构体系。基础研究指没有特定商业目的,以创新探索知识为目标的研究;应用研究指为获得新知识而进行的创造性的研究,具有特定的实际目的或应用目标;开发研究指利用基础研究、应用研究成果和现有知识为创造新产品、新方法、新技术、新材料,以生产产品或完成工程任务而进行的技术研究活动^[4]。

本研究没有严格区分基础研究、应用研究和开发研究,由于自然科学研究水平的研究涉及的因素众多,如果再仔细区分以上三种研究进行分门别类研究的话,势必造成研究的复杂性,可能会导致对主要因素和问题的忽略,所以本研究侧重从整体入手对中国自然科学研究水平的现状、问题和影响因素等进行实证研究。

1.1.2 “自然科学研究水平”的概念界定

1.1.2.1 自然科学研究的社会属性

维基百科对“自然科学”的定义为:“自然科学是研究大自然中有机或无机的事物和现象的科学。自然科学包括物理学、化学、天文学、地球科学、生物学,等等”。

自然科学是反映自然界事物本质特性及其发展规律的知识体系，它具有客观性、真理性、系统性、相对性等特点，该知识体系是人们在特定的社会建制中以科学方法论为指导获得的，并随着人类对客观事物认识的深化而不断发展和完善。与之相关的活动可称为自然科学研究活动。

美国著名的科学史教授普赖斯^①于1962年第一次提出“大科学”的概念。他说：“现代科学的大规模性，面貌一新而且强大有力，使人们不能不以‘大科学’一词来美誉之。”1984年西德科学社会学家G. 贝希曼又明确指出：“‘大’科学并不意味着要产生‘大’的知识，而是要解决‘大’问题。”^[5]

大科学时代的科学技术与社会的关系也随之发生了变化，科研人员的工作离不开从社会获得的相应的情报、物资、人才、资金等资源，与此相应，科学技术也会对社会有影响，即科学技术与社会相互作用^[6]。

科学家们不仅处于一个科学共同体当中，进行着交流和沟通，他们还处于“课题小组”“攻关小组”等一个个研究团队当中，为了一个个确定的目标紧密地团结起来。科学家们已经不是自我决定者，而是在很多方面必须接受资助方的指挥和控制，这就导致在资助方和科学共同体之间存在明显的“信息不对称性”（the asymmetry of information）^[7]，双方为了达到各自的目的，就必须让渡各自的一部分权利，通过相互妥协以达到双方的满意。这样实质上在双方之间就形成了一种社会契约（social contract）关系^[8]。正是这种契约关系，协调和控制着今天科学研究中的问题选择、资金流向、研究进度以及产出结

① 美国科学学家、科学计量学奠基人和情报科学创始人之一。

果等诸多方面。

大科学的发展使得科学研究不再是以个体研究为特征，而是以合作研究为特征，科学事业已进入国家规模乃至国际规模的新时代。大科学的出现和发展是当代科学技术发展的潮流，是科学社会化和社会科学化的必然产物^[9]。

由于大科学时代科学研究具有明显的社会属性，自然科学研究的水平通常可以通过对自然科学成果的社会评价来衡量。这种社会评价通常表现为科研成果质量的社会定义方式。下面将分析自然科学水平的社会定义方式的理论基础和方法。

1.1.2.2 自然科学研究水平的社会定义方式

自然科学研究的水平既科研质量，通常采用社会定义的方法，其依据的哲学观点是：没有绝对真理，真理是由社会决定的^①。因为现在认为是正确的东西，将来也许不正确，所以如果有能符合绝对标准的任何科学发现的话，也是少数。以长远观点看，所有的发现都会在某个基本方面被认为是错误的^[10]。清华大学的刘立教授在其《科学技术与社会导论》的译著中也指出：“STS 研究中的一个核心观点：所有科学技术活动都不是与世隔绝的，而是在特定的社会域境（context）、政治域境和经济域境中进行的。”^[11]库恩（Thomas S. Kuhn, 1922 - 1996）在《科学革命的结构》一书中说：“没有绝对真理，真理是由社会决定的。”^[12]

所以我们定义某人的工作质量高是指他的同行认为这项工作现在是有用的。如果科学家在日常生活中找到了一个在工作上有用的特殊思想，那么这个思想就是有价值的，我们就称它

① 库恩，《科学革命的结构》，对这个观点的进一步讨论见该书第3章。

是一个高质量的思想。这种“工作的质量”是具有社会属性的。

区别于传统的科学史家评价科学论文质量的绝对定义方式,这种方式认为那些把科学真理具体表现出来,并使我们能更加了解经验现象的论文是高质量的论文,一组特别的论文可能是昙花一现或者被暂时忽视,因为使用这样的定义时,只有用历史回顾的方法,才能测量出工作成果的质量,如果我们使用绝对的定义的话,这样的事实就不能使我们认识工作成果的质量。

本研究的自然科学研究水平指在社会域境中的科研过程和结果的水平,指那些可定量的代表科研水平高低的指标。

1.2 研究背景及意义

1.2.1 现代科学评价的理论与实践

在自然科学技术的功能日益增长、科研投资规模日益增大的社会背景下,各国开始逐步把科研水平的评价提上日程^[13]。

美国学术界率先提出了对科学质量问题的研究课题。20世纪80年代初期,美国学者在由美国国家科学基金会和国家人类学募捐委员会资助的《科学、技术和人类价值》季刊上首次发表了一组文章,对科学研究的质量问题进行了探讨^[14]。1982年,在收集了九篇有关论文和三篇专家讨论会议纪要的基础上,美国麻省理工学院出版社出版了《科学质量》(*Quality in Science*)一书,该书阐述了研究科学质量的社会背景、主

要方向、评价和检验方法等问题^[15]。从此，各国科学界开始重视在科学发展研究中存在的“重数量轻质量”问题。

20 世纪 90 年代以来，各国政府都将科学技术作为提高国家经济实力、赢得军事竞争优势的重要手段，科学研究活动已经不再是科学家个人及其团体的兴趣爱好，已成为由政府直接领导和支持的一项社会事业和职业^[16]。科学研究的国家战略导向越来越突出。各国政府对科技活动的评价更加重视，科技绩效评价越来越被广泛地、制度化地开展起来。例如，1993 年美国国会颁布了《政府绩效与结果法案》（GPRA），将支持基础研究的联邦机构也纳入了绩效评估的范畴；1994 年 6 月，美国国家自然科学基金委员会政策局在其编印的《美国国家基金会关于科学质量的评估》资料中指出：如何评估科学研究的质量是科研管理工作面临的一个重要课题。然而，度量和表征科研质量依然是困扰国内外科学研究领域的一个难题^[17]。1997 年，日本科学技术会议审议通过了《国家研究开发评价实施办法大纲指针》，极大地推进了日本开放型研究评价体制的建设。

同行评议有很多弊端：评议的结果因人而异；埋没新思想；评议人滥用（如著名的费立格和索曼事件）；评议人之间互相利用；粗心的看门人（如轰动一时的阿尔赛布提案）；等等^[18]。

由于以上等原因，即使是定性的同行评议，很多国家也经常采用层次分析法或其他方法将定性评价进行量化^{[19][20]}。例如，英国高等教育拨款委员会（HEFCE）的 RAE 大学科研评估过去主要采取同行专家评审方式。2007 年 11 月英国政府发布了《研究卓越框架：2008 年后高等教育研究评估与经费资助》^[21]，这一咨询文件被称为计划构建，称为 REF（Research

Excellence Framework) 的科研评价新框架。该框架更加偏重于计量学指标^[22]。

可见由于成本和操作上的原因,科研绩效评价越来越侧重于基于数量指标的评价体系。而且随着科学计量学的发展以及技术手段的进步,我国的“科研量化评价已是大势所趋”^[23]。因此为了更好地研究我国自然科学研究的水平,本书采用定量的方法。

1.2.2 中国科研自主创新的时代需求

1995年,中共中央、国务院再一次对科技体制改革和科技政策进行了顶层设计,颁布了《关于加速科学技术进步的决定》(以下简称《决定》),提出科教兴国战略:把粗放式经济增长转别为集约式经济增长,走上依靠科学技术进步和劳动者素质提高而实现经济增长的轨道。

这个《决定》颁布之后,我国的科技政策开始表现出资源向重大项目集中的趋势。这些项目包括:中国科学院知识创新工程、教育部21世纪教育振兴计划以及世界一流大学计划(“985计划”)、科技部国家重点基础研究计划(“973计划”)、国家自然科学基金杰出青年基金项目。此后,实施科教兴国战略、加强国家创新体系的建设开始成为中国科技政策的主要方向。

1999年,中共中央、国务院颁布了《关于加强技术创新,发展高科技,实现产业化的决定》,该决定开启了中国自主创新战略的大门。

2006年我国政府颁布了《国家中长期科学和技术发展规