

第1章 引言

1.1 研究背景

1.1.1 实践背景

中国的科学研究在过去几十年间经历了令人惊叹的高速发展。科研经费的稳定增长,人才培养与科研合作的深度开放与国际化,各类人才计划的相继实施,使得中国的科学研究在过去四十年里取得了飞速发展。就科研产出而言,中国科技论文发表量自 2005 年起超越日本,成为世界第二大论文发表国,仅居美国之后,2018 年科学论文发表已超越美国,成为世界最大论文发表国(见图 1.1)。根据 Web of Science 的数据,在代表研究影响力的论文引用量上,中国也从 2006 年起相继超过法国、日本、德国、英国,于 2012 年成为仅次于美国的第二大科学论文被引用国。

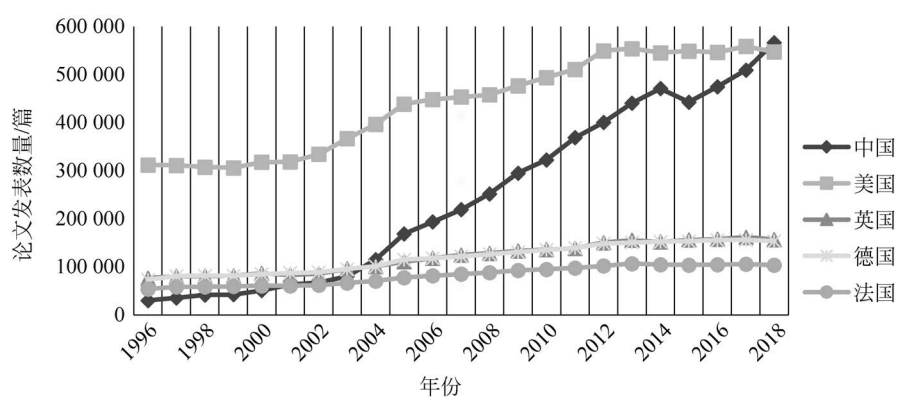


图 1.1 各国科学论文发表增长情况比较
数据来源: Scopus

除了数量的增长,中国科学界在世界前沿领域也取得了越来越多高质量的研究成果,高校与科研机构的研究能力快速提高。根据 Nature Index

(自然指数),即一个收录了来自各个学科领域 82 本顶级期刊而形成的用于衡量高水平研究的科学指数,中国高水平科学研究实力在稳定且显著地增长。2015—2018 年,在 Nature Index 增长最快的 50 个机构中,有 41 个来自中国,而包括中国科学院大学、清华大学、上海交通大学等在内的 10 所高校更是包揽了世界 Nature Index 增长最快机构前 10 位(见图 1.2)。《自然》在发布 2019 年自然指数的同时评价道:“美国依旧在科学研究中占据‘霸主’地位,但与此同时中国正逐渐取代欧洲,成为科学研究中的主导力量。”随着高质量研究的增多,大批有国际影响力的中国顶尖科学家在快速

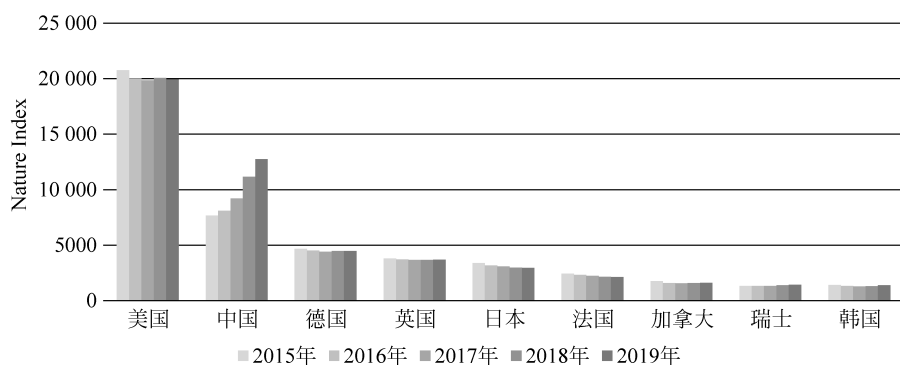


图 1.2 Nature Index 各国增长趋势比较

数据来源: Nature Index

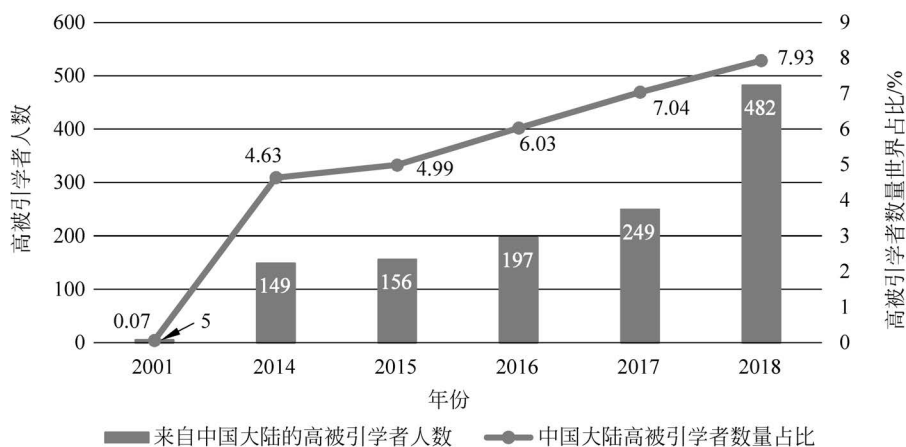


图 1.3 中国大陆世界 top1% 高被引学者数量增长趋势

数据来源: Web of Science, 高被引学者报告

崛起。根据 Web of Science 历年发布的各研究领域全球 top1% 高被引学者名单,2001 年来自中国大陆的高被引学者仅为 5 人,到 2018 年增至 482 人,全球占比 7.93%,总人数位于美国、英国之后,居世界第三;相较 2017 年的 249 人增长了 94%,是全球高被引学者数增长最快的国家,2019 年中国高被引学者数量居世界第二,仅次于美国(见图 1.3)。

中国科学在过去 40 年取得的成就毋庸置疑,但随之而来的问题是来自国内与国际社会对于中国科学崛起的审视与反思。国内普遍关心的一个问题是科学发展是否带来了科技实力的提升。这本质上是前沿科研成果转化的问题。包括中国、美国等在内的多数国家,科学与技术的发展都受到 Bush^[1] 提出的“线性模式”的影响,将基础科学与技术应用作为“一个杠杆的两端”,由社会系统中独立运行的职能部门——公共研发机构与企业分别开展。“线性模式”概括了从基础研究到技术开发再到产业创新的发展路径,在这个意义上,国家科研体系往往将基础研究作为技术进步的内在动力,通过不断加强前端的基础科学投入,提升国家的基础科学研究能力,中国才能够在近几十年来获得前沿科学的快速崛起。但是,“线性模式”影响下的科研体系往往面临着关键的问题:不断强化前端投入而得到的一系列前沿的科学研究成果是否有效转化成了产业的核心关键技术?基础科学的发展是否带动了企业创新、产业升级与国家科技实力的提升?尤其是近年来,随着中美贸易摩擦加剧,双方的对抗逐渐蔓延到科技领域,美国对中国中兴、华为等企业下达“科技禁令”,实行对华技术与知识产权的“封杀”,我们越来越清醒地认识到“舶来技术”已经难以为继,必须依靠本土的基础研究,实现产业关键核心技术的替代。在创新研究中,我们往往将高新技术产品出口作为衡量产业突破性创新与核心技术能力的重要指标,因为这意味着该产品在世界范围内也是新颖的。基于《中国高技术产业年鉴》中的一项指标“高新技术出口中,本国产业内资出口占比”来衡量产业核心技术的创新,数据显示十几年间高新技术产品出口依旧主要依赖外资企业,本土产业的核心技术创新能力并未得到显著提高(见图 1.4)。

因此,如何通过前沿的基础科学研究,促进国家技术能力的提升,促进产业核心技术的创新,成为政策界和学术界都关注的焦点问题;而在这一转化过程中,科学家的角色及其商业化的行为尤为重要。尤其是随着以中国为代表的越来越多新兴国家的科学家跻身科学研究的世界前沿,大家开始重新审视这些处于世界前沿的顶尖科学家在国家创新体系尤其是在科技成果转化中的角色和作用^[2-4]。我们的科学家取得了世界前沿的科学研究

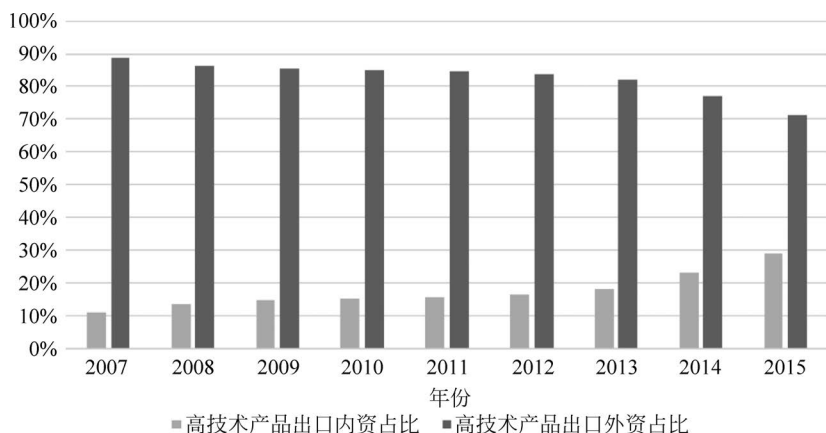


图 1.4 以高技术出口看产业核心创新能力

数据来源：《中国高技术产业年鉴》

成果，在国际学术社区中获得了更高的地位、声誉和影响力；“线性模式”指导下的科技政策的初衷是通过对基础前沿科研的大量投入，通过前沿知识成果向国内企业的知识转移以及科学家在商业化转化过程中的参与，促进本国企业的创新、产业的升级与追赶。但是，一个逐渐引起学术界和政策界关注的悖论是：随着这些优秀的科研工作者逐步嵌入国际科研共同体中，成为拥有世界领先水平 and 地位的科学家，他们是贡献于本国的产业升级，促进国际前沿知识在本国产业界的扩散、成功商业化以提高本土企业的创新，还是随着嵌入国际科研共同体而逐步脱离了本国的产业实践，从事更少的本土知识转移？

另外，中国前沿科学的快速发展也吸引了大量来自国际社会的关注。*Economist* 在 2019 年第一期的 *Red moon rising: How China could dominate science* 一文中评论道：“近几十年，中国政府通过经费、人员与制度的集中投入，在暗物质、量子通信、基因组学、新能源、人工智能等多个领域取得了前沿重大的研究成果。……西方社会对中国科学崛起表示忧虑，但另一方面，也非常关心中国的科学发展如何影响和贡献于整个世界科学发展，世界能从中国科学的崛起中收获什么。”这本质上是中国前沿科学研究的国际扩散的问题。

于中国自身而言，前沿知识的国际扩散是评价研究质量的重要方面，是判断中国科学是否真正崛起的重要却还未被充分关注和深入挖掘的研究视角。一直以来，经济的内生增长理论将知识扩散与技术进步视作经济长期

增长的内生动力,认为知识的价值来自知识的广泛扩散^[5-7]。换言之,如果中国只是生产了大量知识,但是却没有基于这些知识做更多的研究,我们就很难说中国科学实现了对前沿国家的快速追赶。

长久以来,中国科学的快速崛起常常伴随着有关“质量”的质疑。尽管近几年,中国论文发表在数量快速增长的同时,引用量也在稳步追赶,世界前沿水平的高被引科学家也越来越多,但是这些成绩多大程度上是源自本土偏差(home bias),即研究成果的扩散和引用源自本土学者,这些研究又在多大程度上被国际科学界所认可与接受?谁站在中国“科学巨人”——那些顶尖科学家——的肩膀上做研究?中国前沿科学研究如何贡献于国际学术社区?这些都是中国科学发展到现今水平,必须要回答的问题。

总而言之,在中国前沿科学快速崛起这一背景下,本研究试图回答当前国内和国际社会普遍关注的、迫切需要回答但是却未有研究深入探讨的两个重要问题:(1)中国的顶尖科学家如何向本土企业转移知识,影响本土产业创新?(2)中国顶尖科学家的研究如何向国际学术社区扩散,贡献于人类前沿科学发展?

1.1.2 理论背景

“顶尖科学家跨边界的知识转移”是由现象驱动的研究话题,作者拟从地位、网络的理论视角去探讨科学家的地位、网络关系如何影响科学家的行为以及如何影响前沿知识跨边界的扩散。本部分内容将从理论与现象之间的适配以及理论将如何补充和贡献于我们对于现象的理解两个维度来说明选择如下两个理论视角的原因。

研究视角1:基于地位视角的顶尖科学家的知识商业化行为研究

一直以来,科学家向企业的知识转移研究多聚焦于科学家的个体特质,例如性格、价值取向、动机、人力资本与社会资本等个体特质^[8-12],组织(高校)层面的制度与政策,例如财务激励与产权分配等^[13,14]以及宏观经济环境与创业基础设施^[15-17]。

但是科学家在学术界所处的位置与结构如何影响科学家向企业的知识转移行为,尤其是关于顶尖科学家的商业化行为的相关讨论并不多。从科学家在学术界所处的位置与结构出发,研究科学家的知识商业化行为是社会学的研究视角。社会学视角下的组织研究从组织或者个体在社会中所承担的角色(role)、构建的关系(tie)和所在的位置(position)来理解组织和个体的行为逻辑^[18-22]、地位(status),这便是其中的一个重要视角。

关于地位如何影响个体行为,Phillips 和 Zuckerman^[23]在“中等地位服从”(middle status conformity)的研究中讨论了在一个群体中所处的地位高低对个体行为尤其是偏离性(deviation)行为的影响。他们的研究指出高地位的人往往已经得到受众(audience)的广泛认可和接受,因此并不会会有强烈的遵从该社区中受众的价值标准的意愿,故而没有地位动摇带来的危机感,也不会因为不遵从群体内的受众普遍接受的评价标准与价值取向而丧失他们在该群体中的身份(identity)。高地位者的行为偏离能够取得地位豁免,避免受众的惩罚;低地位的人往往被受众排除在评价外,趋同压力也较小,因为受众的关注点并不在低地位者身上,低地位者也不会因为遵从了受众的价值与规范而从中收获更多的效益;而相比较之下,中层地位的人往往有着“地位焦虑”(status anxiety),他们一旦不遵从受众的价值标准,就很容易被受众否定从而失去他们的成员(membership)资格。因此,中层地位的人趋同压力最大,对于群体内受众的价值标准具有最强的遵循意愿,也最不可能在行动上偏离群体内普遍的价值规范,这一理论被称为“中层地位服从”。

地位理论为研究顶尖科学家向企业转移知识的行为提供了合适的研究视角。科研人员将科学研究成果向产业转移和输送,参与科研成果转移与商业化活动的行为是偏离该学术社区的受众,即科研体系内的同行以及科研评价组织,所广泛采取的价值取向、规范和判断准则的行为。基于“中层地位服从”理论逻辑的推断,在学术社区中处于中层地位的科研人员,比起高地位和低地位的科研人员,往往最不可能产生行为偏离,出现参与科研成果商业化的行为。

但是,另一方面,基于现象的观察和已有的实证证据^[2,24-26],高地位的科学家往往拥有前沿的科研能力和研究成果,深度嵌入国际学术共同体,与发达国家的优秀科学家开展深入合作,且在国际学术圈中获得了一定地位和话语权。相比低地位的本土科研工作者而言,高地位的世界顶尖科学家往往被认为在获得地位后,会更专注于学术研究,更多地嵌入国际科研社区中,而他们的研究因为过于前沿而难以满足新兴国家本土企业的实际知识需求而逐步偏离本地产业实践,他们的科研成果因为与企业吸收能力和知识需求不匹配等原因,更可能被成功地商业化。这与“中层地位服从”论断刚好是相悖的。

因此,基于当前从结构与位置的社会学视角探索科学成果转移的相关研究空缺,本研究提出从地位的理论视角研究顶尖科学家的知识转移与商

业化行为：地位如何影响科学家与产业界之间的联结？如何影响科学家尤其是顶尖科学家参与科研成果商业化的意愿？是来自前沿的高地位的顶尖的科学家，还是一般科学家更愿意向本土企业进行知识转移？

研究视角2：网络关系与顶尖科学家的国际扩散

个体或组织所拥有的网络关系是解释该组织或个体行为的另一重要视角。一直以来，网络关系对行为的影响研究可以总结为两个方面^[20]：(1)网络关系作为连接资源、信息、知识的通道，实现网络联结两端的社会交换以及知识与资源的流动，即网络关系的通道作用(network as pipes)；(2)网络作为质量的信号，是质量的一种映射，也是对外传递地位的一种渠道^[21]，与地位高者建立网络关系将带来自身地位的提高，使得受众对其产出质量的预期提升，即网络关系的棱镜作用(network as prisms)。环境越是缺乏确定性，定性的环境中，网络关系就越容易被受众解读为质量的信号：受众对你的遵从与认可，并不与你真实、客观的产出质量完全相关，网络关系与质量之间存在一种松散关联的关系^[27]。

基于网络关系在上述两个方面的影响，网络关系成为研究知识扩散尤其是跨边界的知识扩散的重要理论视角之一。一方面，网络关系作为知识扩散的通道(as pipes)，促进了知识的流通与扩散；另一方面，网络关系——与谁相连(whom you know)——塑造了受众对于知识质量的偏差性的感知，拥有更优的网络关系，例如与优质生产者的连接关系，又如与学术圈中掌握学科话语权的科学家的合作关系等将成为知识生产者的质量(what you do)的信号，提升受众对于产出知识质量的评价，从而也影响知识扩散。从这两个角度来说，网络关系大大影响了知识的转移与流通^[28-31]。但是，质量与网络的这一松散关系，如何替代性地、互补性地影响知识的转移与扩散，这一问题鲜少研究。

由于质量与关系往往是混杂内生的，即高质量的产出者往往能够建立更有优势的网络关系，而网络关系将进一步影响受众对于质量的有偏感知，因此鲜有实证研究将两者剥离开进行讨论：在质量相同的情况下，是否依旧存在知识的有偏流动？而网络关系多大程度上解释了知识的有偏流动？质量是否可以完全替代网络关系，实现去差别的知识流动？

但是质量与网络关系松散关联的视角对于理解中国科学从追赶走向前沿，在多大程度上受到了国际学术圈的认可、实现了国际扩散有着重要意义。本研究在中国前沿科学质量快速提高的背景下，拟将质量与网络关系结合起来，探讨中国顶尖科学家的研究扩散，我们在质量上的追赶，是否同

步带来了研究的国际影响力和国际扩散？在质量相同的情况下，与国外相比是否存在更显著的本土偏差或国际扩散？网络关系多大程度上修正了这种本土偏差或国际扩散？而质量的提高，在多大程度上与网络关系之间存在替代性关系？在本研究情境中，作者具体关注了人才流动（海外留学背景科学家回国）、国际科研合作关系、同族关系（ethnic tie，在海外的华人科学家）如何修正本土偏差，促进知识的国际扩散。

1.2 研究问题的提出

1.2.1 研究问题

在中国前沿科学快速崛起，中国科学家逐步走向国际前沿成为顶尖科学家这一大背景下，为了更理性地认识中国前沿科学的发展，解析科学跨界的扩散机制，本研究将分别从地位、网络与质量的松散关联两个视角回答中国的前沿科学究竟对本土企业和国际学术社群产生了多大程度上的知识扩散。

本研究希望通过探讨中国前沿科学的扩散，回答两个核心问题：（1）顶尖科学家向本土的知识转移：中国的顶尖科学家，在多大程度上带来了前沿知识向本土产业的扩散，促进了本土企业的创新？（2）中国顶尖科学家的国际扩散：中国前沿科学在多大程度上贡献于国际学术社区，又存在多大程度上的本土偏差？

1.2.2 研究内容

研究内容1：基于地位视角探索顶尖科学家向本土企业的知识转移行为

这一部分围绕“中国顶尖科学家向本土企业的知识转移”，主要完成以下几个部分的研究：（1）中国顶尖科学家向本土企业的知识转移效应大小研究。主要通过回答“比起非前沿的本土科学家，中国的顶尖科学家们是更多地贡献于本土的知识转移，还是逐步脱离了本土产业实践？”这一问题，测度中国顶尖科学家向本土企业转移效应的大小。（2）中国顶尖科学家向企业知识转移的机制研究。这一部分主要拟从地位视角，讨论跨领域的地位溢出与知识转移之间的关系。具体而言，学术地位能否跨领域从学术社区向产业领域转化，地位的可转移性如何影响顶尖科学家向企业的知识转移行为？本研究拟探讨建立在专业领域研究质量上的专有性地位（specialized

status,例如高水平发表)与可以被企业和科学家同行两种不同类别的受众都认可的通用性地位(general status,例如科学家有主持国家重大项目的政府认证、高排名大学的组织背书,科学家国际关系嵌入程度较高),如何共同影响科学家通过与企业合作专利、将专利向企业授权的科研成果商业化行为。

研究内容 2: 网络关系与质量: 顶尖科学家的国际知识扩散研究

这一部分围绕中国顶尖科学家研究的国际扩散,希望探讨网络关系与质量如何共同影响中国前沿科学的国际扩散,拟完成以下一系列的层层递进的研究内容:

(1) 中国顶尖科学家的知识扩散,相较于其他国家同水平的顶尖科学家,是否存在更显著的本土偏差(即中国前沿科学的扩散多局限于本土学者),而更少地向国际扩散?

(2) 中国前沿科学知识扩散中存在的本土偏差产生机制研究: 知识扩散中显现出来的本土偏差是由于本土科学家更偏好于在中国顶尖科学家的基础上做研究,还是国外的科学家更倾向于非中国的研究成果?

(3) 质量差异对中国顶尖科学家国际扩散效应的影响。通过引文数量将顶尖科学家的论文划分为不同的质量水平,确定中国前沿科学的知识扩散中的本土偏差、国际扩散主要源自哪一部分,不同质量的论文在国际知识扩散中的异质性,质量是否存在对知识扩散中的网络效应的完全替代。

(4) 网络关系对中国前沿科学国际扩散的促进机制研究: 中国科学研究高速发展的近四十年来,中国政府致力于学术国际化,大规模地推动访学与留学人才派出;同时通过各类人才计划吸引海外人才回国,促进人才的国际流动,深度开展国际化科研合作。这种合作网络、人员流动以及海外的华人学者社群如何影响与修正了中国前沿知识的国际扩散,使中国前沿科学的崛起具有更小的本土偏差与更广泛的世界影响力?

1.3 研究意义

1.3.1 实践意义

本研究围绕中国的前沿科学发展,基于地位、网络的理论视角,希望回答两个核心问题: (1) 中国的顶尖科学家如何向本土企业转移知识,影响本土产业创新? (2) 中国的顶尖科学家如何向国际学术社区进行知识扩散,影响世界?

回答好这两个问题,在当前现实背景下具有重要的实践意义。近几十年来中国前沿科学快速崛起,但是也一直面临着来自国内和国际的质疑:国内关心的是持续稳定增长的科研投入在带来大量论文产出尤其是高水平科研成果产出的同时,究竟如何影响了本土企业的创新。国际社会关心的是中国在前沿科学领域持续增长的论文和引用,究竟多大程度上来自国际学术圈对中国科学的认可,多大程度上来自中国的本土偏差。换言之,中国前沿科学如何向国际扩散,贡献于国际学术社区,影响人类前沿科学的发展?本书的研究回答了上述疑问,有助于更好地理解中国前沿科学的发展,并且通过探讨中国前沿科学的有效扩散机制,为中国的前沿科学发展提供了重要的借鉴与政策启示。

此外,本研究创新性地提出了一个评估国家科研质量与影响力的新视角。一直以来,论文引用被普遍认为是衡量研究影响力的重要维度,但是本研究将通过分析论文引用的地理分布,剔除同质(本土)偏差,提供一个更核心、更干净的研究影响力的评价视角。这一研究也为国家科技评价体系发展、科研经费分配与科技奖励等相关政策制定、对学者与高校的研究质量评估和排名提供了新的视角和启示。

1.3.2 理论意义

首先,本研究丰富了知识转移的相关研究视角。一直以来,知识转移的研究多从新地理经济学的视角展开,讨论地理临近、知识黏性、知识类别(默会知识与显性知识)、吸收能力等因素对知识转移的影响^[30,32]。但是本研究创新性地采用了社会学中的地位理论视角,关注科学家在学术圈中的地位如何影响跨边界的知识转移,讨论地位黏性、地位跨领域(从学术向商业)的可转移性如何影响科学家的知识转移行为。

其次,本研究对地位相关理论有所贡献。一直以来,地位的相关研究在探讨地位跨边界溢出(status spillover)时多限定在同领域,例如市场地位在不同区域市场之间的转移(从国内向国外的地位溢出),但都局限于以产品和市场为代表的经济领域。当我们讨论同一领域的地位时,质量(being good)与声誉(being known)往往是一致的,是紧密相关的,因为受众对于“质量”的判断有普遍接受的标准,质量带来了“声誉”。而本研究中,科学领域向产业领域的转移为地位转移的研究提供了全新的研究情境,在这个情境中,不同领域的受众(科学家同行与企业)对于什么是“高质量”的研究是存在不同的标准与判断规则的。在这一情境下,研究地位如何跨边界转移