

CAMBRIDGE

当代科学技术哲学论丛 卷6

主编 成素梅

Redirecting Science

科学的转型

尼尔斯·玻尔、慈善事业和核物理学的兴起

Niels Bohr, Philanthropy and the Rise of Nuclear Physics

〔挪威〕芬·奥瑟鲁德 著

成素梅 赵峰芳 译



科学出版社

当代科学技术哲学论丛

卷6

主编 成素梅

科学的转型

尼尔斯·玻尔、慈善事业和核物理学的兴起

Redirecting Science

Niels Bohr, Philanthropy and the Rise of Nuclear Physics

〔挪威〕芬·奥瑟鲁德 著

成素梅 赵峰芳 译

本书的出版受上海社会科学院“创新工程”项目资助

科学出版社

图字：01-2015-6721 号

Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics, first edition (978-0-521-53067-5) by Finn Aaserud first published by Cambridge University Press 2003

All rights reserved.

This simplified Chinese edition for the People's Republic of China is published by arrangement with the Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom.

© Cambridge University Press & China Science Publishing & Media Ltd. 2015

This book is in copyright. No reproduction of any part may take place without the written permission of Cambridge University Press and China Science Publishing & Media Ltd.

This edition is for sale in the People's Republic of China (excluding Hong Kong SAR, Macau SAR and Taiwan Province) only.

此版本仅限在中华人民共和国境内（不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区）销售。

图书在版编目(CIP)数据

科学的转型：尼尔斯·玻尔、慈善事业和核物理学的兴起/（挪威）奥瑟鲁德（Aaserud, F.）著；成素梅，赵峰芳译．—北京：科学出版社，2015

（当代科学技术哲学论丛）

书名原文：Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics

ISBN 978-7-03-046175-9

I. ①科… II. ①奥…②成…③赵… III. ①核物理学—研究机构—历史—哥本哈根 IV. ①057-24

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 159378 号

丛书策划：胡升华

责任编辑：樊 飞 卜 新/责任校对：李 影

责任印制：张 倩/封面设计：黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 12 月第 一 版 开本：720×1000 1/16

2015 年 12 月第一次印刷 印张：20 1/4

字数：300 000

定价：95.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

总 序

梅森在他的《自然科学史》一书的导言中指出：“科学有两个历史根源。首先是技术传统，它将实际经验与技能一代代传下来，使之不断发展。其次是精神传统，它把人类的理想与思想传下来并发扬光大……这两种传统在文明以前就存在了……在青铜时代的文明中，这两种传统大体上好像是各自分开的。一种传统由工匠保持下去，另一种传统由祭司、书吏集团保持下去，虽则后者也有他们自己一些重要的实用技术……在往后的文明中，这两种传统是分开的，不过这两种传统本身分化了，哲学家从祭司和书吏中分化出来，不同行业的工匠也各自分开……但总的说来，一直要到中古晚期和近代初期，这两种传统的各个成分才开始靠拢和汇合起来，从而产生一种新的传统，即科学传统。从此科学的发展比较独立了。科学的传统中由于包含有实践和理论的两个部分，它取得的成果也就具有技术和哲学两方面的意义。”^①

显然，从梅森的观点看，科学在起源上是技术传统与哲学传统交汇的产物。然而，科学一旦产生并形成自己的独特传统之后，不仅反过来极大地影响了其根源，而且实质性地影响了远离这两个根源的其他领域。特别是，近几十年以来，当科学技术的发展由原初只是单纯地认识世界与改造世界，变成了当前的发展更需要考虑保护世界，同时日益接近于日常生活，越来越成为一项社会事业，乃至整个社会很有可能会变成一个巨大的社会实验室时，当以辩护科学为目标的英美哲学传统与以批判科学为宗旨的大陆哲学传统双双陷入困境时，当另辟蹊径、来势凶猛的关于科学技术的人文社会科学研究明显地给人留下反科学技术之嫌时，当整个哲学界对依靠科学技术发展推动社会进步的现代模式褒贬不一的讨论愈加激烈时……作为一门学科的“科学技术哲学”（philosophy of science and technology）也许会应运而生。

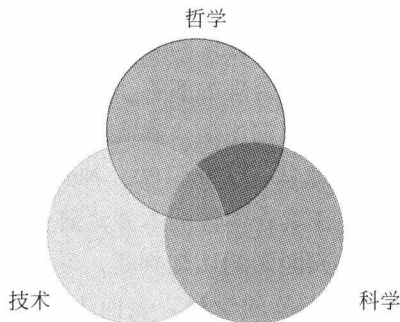
就当代哲学的发展而言，心灵哲学越来越与心理学的经验研究、神经科学、人工智能的发展内在地联系在一起；关于实在的本体论研究离不开以量子理论为

^① 梅森：《自然科学史》，上海外国自然科学哲学著作编译组译，上海：上海人民出版社，1977.6，7.

基础的微观物理学的最新发展，也离不开对不可观察的心理结构和过程的假设与实验测试；与高新技术发展密切相关的网络伦理、环境伦理、干细胞伦理等已经成为伦理学关注的重要主题；关于社会心理、社会诚信等问题的哲学研究以及关于人性的哲学思考离不开围绕科学技术异化问题展开的一系列讨论。从这个意义上看，科学技术哲学恰好能提供架起抽象的哲学研究与前沿的科学技术研究之间的桥梁。

与传统的哲学研究相比，科学技术哲学研究不是通过先验的概念反思、日常语言的逻辑辨析以及提出概念真理的思想实验来获得知识并认知包括心灵在内的世界，也不是空洞地谈论规范人类行为的道德法则，而是通过综合考虑科学理论的基本假设、思想体系以及技术发展中的具体案例等复杂因素来研究哲学问题。在哲学框架内可能提出的关于科学技术的问题主要包括本体论、认识论和方法论问题（如实在论问题、证据对理论的非充分决定性问题、技术设计问题等），还有与科学技术的内容或方法直接相关的伦理问题或社会问题（如价值在科学技术中的作用问题、克隆技术和生化技术的合法应用问题等）。概念反思、语言分析和思想实验有助于提出假设，但不能用来评价假设。因此，必须把科学技术哲学与忽略科学技术发展的哲学明确地区分开来。

然而，强调科学技术哲学研究的经验性与实践性，并不意味着主张把哲学研究还原为经验研究，而是主张基于科学技术的当前发展，重新审视与回答传统的哲学问题。一方面，承认关于知识、实在、方法和伦理的哲学问题比经验科学与技术中的问题更具有普遍性和规范性；另一方面，主张对这些哲学问题的讨论要以科学技术的发展为基础。特别是，当科学的发展进入人类无法直接或间接观察的微观世界时，当人类的文明进入信息化时代时，技术已经不再只是单纯延伸人类感官的工具和充当人类认识世界、改造世界的手段，而是成为人类认识世界的一个必不可少的中介和人类生存、生活的基本条件，甚至正在成为人类超越自身感知阈限的有效手段（如在体内植入芯片）。在这种背景下，科学、技术、哲学事实上已经不可避免地在许多基本问题上相互纠缠在一起，很难彼此分离。如果说，科学的产生源于技术传统与哲学传统的交汇，那么，科学技术哲学的产生则是科学、技术、哲学三种传统汇集与衍生的结果，如关于量子测量解释的认识论争论、关于数字生命的实在性问题的争论、关于人类基因组序列带来的伦理问题的争论、关于体内植入芯片的工具平等问题的争论等。这些争论本身内在蕴涵科学共同体在确立、维护与传播自己的学术见解时社会因素与修辞因素所起的作用。科学、技术、哲学三者之间的关系大致如下图所示。



在上图中，哲学和科学、技术的两两相交之处，分别形成了科学哲学和技术哲学；科学与技术相交的区域表现了科学的技术化与技术的科学化，即技术趋向的科学研究（如量子计算）和科学趋向的技术研究（如生物技术、智能技术）；三者相交之处，形成了科学技术哲学。因此，在非常狭义的学理意义上，科学技术哲学不是科学哲学与技术哲学的简单综合，因为科学哲学主要是基于对科学理论的形成逻辑、与世界的关系、与证据的关系、与实验的关系、理论的变化等问题的剖析来讨论哲学问题，技术哲学主要是基于对技术设计、技术发明、技术评价、技术制品（即人工物）和技术应用等问题的研究来探讨相关的哲学问题。从上图可以看出，科学技术哲学是基于技术趋向的科学研究和科学趋向的技术研究来回答哲学问题，是科学、技术与哲学的问题重叠与互补研究。在科学技术哲学的研究中，哲学的认识论、本体论、方法论和伦理学问题是彼此关联的。

首先，在科学技术哲学中，两个重要的认识论问题是以技术为前提的科学研究是否能获得真理性知识的问题和如何合理评价理论的问题。从方法论的角度看，从经验到理论的归纳主义进路和从假说到证实的假设—演绎主义进路都过分简单。科学理论的形成是在基于假设的理论化、技术为主的实验和逻辑推理之间不断进行调整，最终达到反思平衡的一个动态负反馈过程。在这个过程中，理论与实验结果之间的关系不是单纯的归纳关系或演绎关系，而是一种说明关系。但是，说明关系预设了对说明本性的理解。例如，把说明理解为语句之间的演绎关系、理论与数据之间的符合关系、机制与现象之间的本体论关系等。因此，关于说明的本性问题，既是一个认识论问题，也是一个本体论问题。

其次，在科学技术哲学中，最一般的本体论问题是，我们是否能够对不可能被直接观察的、只能通过技术手段间接地看到其效应的理论实体的存在性做出合理的辩护。例如，在量子理论中，我们是否应该相信量子物理学家用来解释物理现象的夸克、电子、光子等假定实体是真实存在的？或者，只是便于预言观察现

象的谈话方式或工具？我们仅凭先验的推理根本无法解决围绕这个问题的实在论与反实在论之争。关于理论实体的实在论问题，必须与揭示量子力学的基本假设中的哲学基础联系起来，才能得到合理的解答。同样，心理学哲学中的实在论问题是，我们是否有或能够有好的根据相信，确实存在像规则和概念之类的心理表征。对于这个问题，只有与心理学、认知科学、神经科学的前沿研究结合起来，才能得到好的解答。因此，关于实在本性的本体论研究与关于知识的认识论研究之间存在着相互影响，即存在判断影响认知判断，反之亦然。

最后，伦理学虽然是一门规范的学科，表面上与经验性的科学技术相差甚远，但是当科学技术的研究触及人类的价值或道德判断问题时，伦理理论的研究就需要与人类的道德能力相一致。对人类道德能力的关注，不是以先验的概念构造为基础，而是以经验调查为基础。例如，如何解决当前心理学与神经科学实验中的知情同意问题。根据当前流行的人工智能研究进路，当把人的心理过程理解为受控于由生物物理机制建构的大脑过程，甚至把大脑过程理解为一种计算时，就很难把不道德的行为归属于意愿的失败，这显然对自由意志的概念提出了挑战。伦理学家在基于神经科学、人工智能等研究来讨论有没有自由意志的心灵本性和人们对自己的行动是否应该负有道德责任的问题时，伦理学就与本体论问题相互联系起来。

正是在这种意义上，我们可以说，“科学技术哲学”越来越成为当代哲学问题研究的核心。这是基于科学、技术、哲学发展的学理脉络对“科学技术哲学”存在的合法性与重要性的揭示。令人遗憾的是，到目前为止，这种意义上的科学技术哲学的形式体系还很不成熟，甚至没有引起学术界的关注。

我国的“科学技术哲学”这个概念最早是在 1987 年国务院学位委员会组织修改研究生学科目录时从素有“大口袋”之称的“自然辩证法”更名而来的。与自然辩证法的这种渊源关系，决定了我国的科学技术哲学，不同于前面描述的作为一门学科的科学哲学，而是具有学科群的特征。学术界通常把我国的科学技术哲学理解为对科学技术发展所提出的相关问题、基本要求和尖锐挑战的哲学回应，对整体的科学与技术及其各门分支学科所涉及的哲学问题进行批判式反思的一个学科群。

经过几十年的发展，我国的科学技术哲学研究在与国际接轨、关注我国现实问题的进程中，不断地发展与壮大，形成了以部门哲学、科学哲学、技术哲学、科学技术的人文社会科学研究以及社会科学哲学为基本方向的相对稳定的专业队伍，呈现出从抽象理论到生活实践，从单一到多元，从立足于部分到注重整体，从翻译到对话的发展特点。特别是自 21 世纪以来，我国的科学技术哲学在每个

学科方向上都正在发生研究范式的转变、思维方式的转型和学术焦点与问题域的转移。那么，处于转变、转型和转移中的科学技术哲学将会“转”向何处？将会提出什么样的新问题？在不断地摒弃了小科学时代的科学观、技术观和哲学观之后，如何重建大科学时代的科学观、技术观和哲学观？作为学科群的科学技术哲学的不同分支领域，在深入研究的过程中，能否衍生出前面描述的作为一门学科的科学技术哲学？

陈昌曙先生在1995年发表的《科学技术哲学之我见》一文中，从学科名称的内涵与意义、学科分类及涵盖的学术交流活动的三个方面，阐明了把“自然辩证法”更名为“科学技术哲学”所具有的必要性，然后指出：“在我们的学科目录中，可以把科学技术哲学与自然辩证法作为同一的东西看待，但从学科的内容、层次看，似乎这两者又不是完全同一的；如果把当今出版和习用的《自然辩证法讲义》、《自然辩证法概论》原样不动地变换成为《科学技术哲学讲义》、《科学技术哲学概论》则未必相宜。科学技术哲学总应该有更深的哲学思考和更多的哲学色彩，而不全等于科学观与技术观。”^①他主张“科学技术哲学”可能需要写出诸如“从哲学的观点看……”之类的内容，如“从哲学的观点看基础科学与技术科学”、“从哲学的观点看科学技术化、技术科学化与科学技术一体化”等。他认为：“尽管科学与技术之间有着原则性的区别，尽管科学哲学与技术哲学有较多的差异，统一的科学技术哲学仍是设想的。”^②

陈先生基于学科名称的内涵与意义提出探索统一的科学技术哲学的设想，与基于科学、技术、哲学发展的内在要求提出的探索科学技术哲学可能性的观点是相吻合的。如果“从哲学的观点看……”之类的内容是科学技术哲学研究的一条外在论的进路，那么从科学、技术、哲学研究的相交领域形成的科学技术哲学研究则是一条内在论的进路。在内在论者的进路中，哲学不再充当外在于科学技术研究的高高在上的指挥者，而是成为科学技术研究中离不开的参与者。这种哲学角色的转变，是当代大科学时代哲学研究的一个典型特征。例如，在认知科学的研究中，由科学家、工程师、医生、哲学家、企业家甚至政治家共同参与的会议并不少见。

在这里，哲学研究既不像逻辑经验主义者所说的那样，只是澄清科学命题的意义，更不像许多社会建构论者所追求的那样，已经被社会与文化研究取而代之，而是要求把思辨与先验的要素和实证与现实的问题结合起来，作为一种不同

① 陈昌曙．科学技术哲学之我见．科学技术与辩证法，1995，（3）：2．

② 陈昌曙．科学技术哲学之我见．科学技术与辩证法，1995，（3）：3．

的视角，参与科学技术研究。这是因为，当科学技术的发展离社会生活越来越近时，科学就不只是探索真理那么简单，技术也不只是作为改造世界的工具那么单纯。科学技术作为人类文明的成果，已经成为价值有涉的研究领域。在这种情况下，为了人类的和谐发展，凡是能够探索真理的科学研究都值得倡导吗？凡是能够用来按照人的意愿达到改造世界目标的技术都应该研制吗？专家提供的发展战略一定是完全合理的吗？人类究竟在为自己建构一个什么样的社会？作为社会的人在包括科学技术研究的一切社会活动中应该如何重建社会道德与社会信用？这些问题无疑为哲学家介入或参与科学技术的研究与发展提出了内在要求。

一言以蔽之，许多哲学问题需要深入科学技术的土壤，才能得到合理的解答。当代科学技术的发展在很大程度上需要嵌入哲学思考，才能达到更理性的发展。科学技术哲学既是从哲学视域把科学、技术、社会、政治、经济等因素整合起来思考问题的一门交叉的新型学科，也是把关于自然、社会与人的和谐发展作为研究核心的一门综合型学科。

《当代科学技术哲学论丛》的筹划与出版，正是试图为科学技术哲学的探索之路添砖加瓦，同时，也是上海社会科学院“创新工程”项目“科学技术哲学创新学科”的阶段性的展示。欢迎学界专家学者给予真诚的批评与指正。

成素梅

2015年2月16日

中文版序

很高兴，我的著作现在被翻译为中文出版。这似乎是特别恰当的，因为中国是唯一把《尼耳斯·玻尔集》英文版全部翻译为中文出版的国家。我从1990年开始从事《尼耳斯·玻尔集》的英文版编辑工作，直到2007年完成。《尼耳斯·玻尔集》中文版的出版，归功于戈革教授晚年的热情工作，他在2007年去世之前完成了全部的翻译工作，然而，却无缘感受全部文集出版之后带来的喜悦。我高兴地看到，2012年，《尼耳斯·玻尔文集》中文版正式出版。我依然记得，戈革焦急地鼓励我的前任埃里克·吕丁格（Erik Rüdinger）和我作为总编辑加工作进度，以便他能够尽早翻译下一卷。这样，戈革的坚持不仅促成了他的翻译工作的完成，而且使得英文版尽早出版。我愿意把本书中文版献给戈革教授。

尼耳斯·玻尔着迷于中国文化，他首先通过邀请中国物理学家访问他的研究所来了解中国文化。在本书所涵盖的两次世界大战之间，访问尼耳斯·玻尔研究所的研究者包括中国物理学家，特别是20世纪20年代到访的周培源先生和30年代到访的张宗燧先生，他们后来都成为中国乃至国际物理学界的核心人物。1937年，玻尔访问中国，这是他多次延期环游世界的一个组成部分。为了便于长途旅行，玻尔带着他的妻子玛格丽特和长子汉斯。在他们访问中国期间，汉斯的旅行日记（指个人摄像——译者注）提供了当时中国的情景。

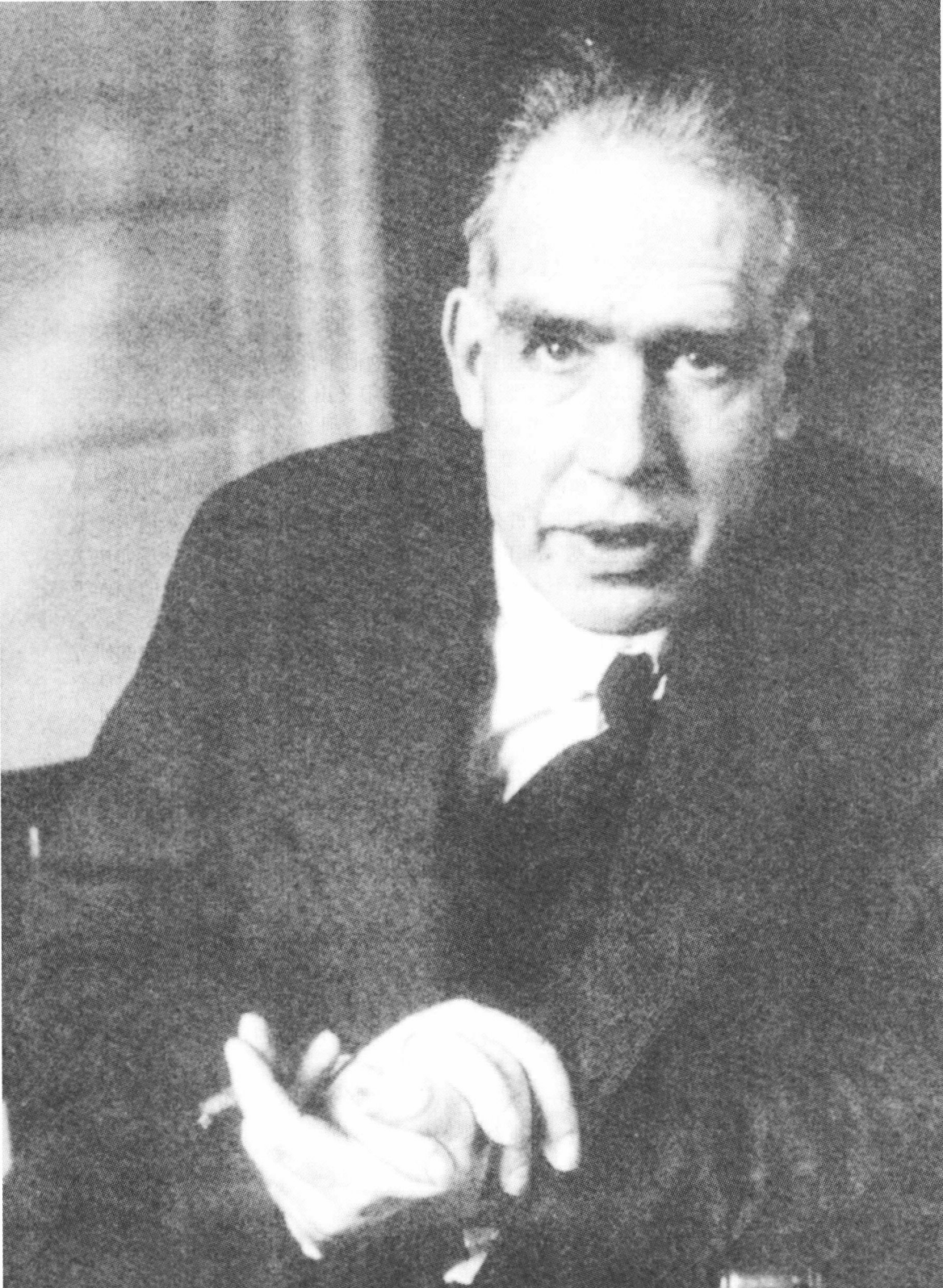
中国哲学对玻尔的思想，特别是他的互补性概念，无疑产生过影响，但被许多人有所夸大。特别是，玻尔在1947年接受由丹麦国王赐予的丹麦最高荣誉大象勋章时，选择阴-阳太极图作为家徽，表明了这一点。

本书英文版于1990年出版，这次中文版的个别地方有所修改。我尽力纠正一些印刷错误，并提供我在撰写本书时用到的全部参考文献，但不包括本书首次出版之后的相关出版物。参考文献没有增加这些出版物，特别是《尼耳斯·玻尔文集》中文版。

我很感激成素梅教授，她在2012年访问尼耳斯·玻尔文献馆期间，就对出版本书中文版给予很大的鼓励。我感谢她使这一计划成真。

芬·奥瑟鲁德

2015年2月于哥本哈根尼耳斯·玻尔文献馆



致 谢

IX

本书的完成经历了漫长的过程，并且许多人参与其中，这里不可能逐一感谢。1976~1984年，我在约翰·霍普金斯大学科学史系工作，本项目开始于我在那里的博士学位论文。我特别感谢我的两位论文指导老师——拉塞尔·麦克马科（Russell McCormach）和罗伯特·卡巩（Robert Kargon）。麦克马科在1983年离开霍普金斯之前一直指导我的工作；卡巩目睹了论文的写作过程。如果没有与鲁斯（Russ）长期时而平静、时而激烈的讨论，或者没有鲍伯（Bob）仁慈而不耐烦地督促我结束工作，我几乎不可能成功。霍普金斯的许多学生也为我的思考发挥了重要作用。我还要特别感谢米歇尔·弗里德曼（Michael Freedman），他花费很多时间了解我的论文结构与内容。他的劳动使我更加清楚地明白：我的工作究竟是怎么回事，我如何就此与他人交流。^①

1980年，当我来到哥本哈根时，我很快认识了希尔德·列维（Hilde Levi）——她于1934年作为难民从德国来到玻尔研究所。她现在正在撰写乔治·赫维西（George Hevesy）传记。从20世纪30年代中期到第二次世界大战爆发这段时期，她担任赫维西的助理工作。她毫不犹豫地对我的工作进行批评，实际上，她不久就成为我在当地的老师和亲密朋友。通过她，我认识了另一位科学史的业余爱好者库纳德·马克斯·莫勒（Knud Max Møller），她对当地任何形式的资源都无比了解。像我认识的很多人一样，我得益于他们的服务，但感觉不到他们期望有所回报。我关于这一历史项目的工作始终依赖于他们的帮助。在致谢中，我将本书献给他们。

我同样感谢伊瑞克·吕丁格（Erik Rüdinger），他作为尼尔斯·玻尔文献馆（Niels Bohr Archive, NBA）的馆长和《尼耳斯·玻尔集》的总编辑，总是情愿提供帮助和建议，包括对初稿的仔细阅读。他特别熟悉尼尔斯·玻尔（Niels Bohr）的历史资料。像希尔德和库纳德一样，在我1985年离开哥本哈根之后，他继续通过广泛的写信来提供帮助。

^① Finn Aaserud, *The Redirection of the Niels Bohr Institute in the 1930: Response to Changing Conditions for Basic Science Enterprise*, 1984年约翰霍·普金斯大学博士学位论文（国际论文库编号8510398）；也可参见：idem., “Niels Bohr as Fund Raiser” in *Physics Today* 38 (Oct 1985), 38-46.

我愿意把我的专门感谢延伸至玻尔的儿子奥格·玻尔（Aage Bohr），他贯彻了物理学的卓越传统。尽管奥格工作繁忙，但他总有时间表达对我的工作的信任。有时，他也与我分享他的经历，并就本书的初稿给予详细评论。至少在某种程度上，我希望没有辜负奥格的信任。

我也感谢 NBA 的员工和我在玻尔研究所的许多朋友，他们丰富了我的个人生活和学术生活。我尤其感谢当地的或来访的物理学家，我分享了他们两次世界大战期间在玻尔研究所的经历，他们还对几个部分提出了建设性的评论。

由于个人原因，1981~1982 年，我在奥斯陆度过了一学年。我非常感谢挪威科学与人文研究委员会研究部的汉斯·斯科伊（Hans Skoie），在我工作的关键阶段，他为我提供办公室和工作设施。在那里工作是令人愉快的。

1985 年，我来到纽约市，在美国物理学研究所（AIP）物理学史中心工作。我的办公室就在该中心尼尔斯·玻尔图书馆（Niels Bohr Library）隔壁，这里有大量馆藏，尤其是口述史采访，因此，我从来没有离开本书所需要的基本资料。尽管我在该中心的史学任务和管理任务与本书的项目无关，但我的老板斯宾瑟·沃特（Spencer Weart）和琼·瓦尔诺（Joan Warnow）总是鼓励我努力完成本书。我为此而感谢他们，也感谢斯宾瑟对书稿最终版本的评论。我也想感谢该中心对我提供过不同帮助的所有工作人员。

本书在很大程度上以档案工作为基础，也超出了 NBA 的范围。在这方面，我对后来纽约波卡蒂科山的洛克菲勒档案中心的沃伦·霍维斯（Warren Hovius）和托马斯·罗森邦（Thomas Rosenbaum）、哥本哈根嘉士伯基金会档案馆的尼尔斯·佩特里（Niels Petri），以及 AIP 的斯宾瑟·沃特和琼·瓦尔诺，表示衷心感谢。他们的帮助是无价之宝。

我要特别感谢两次世界大战期间在尼尔斯·玻尔研究所与玻尔一起工作的那些人，他们允许我就他们的这段经历与他们进行通信交流，采访他们。他们的贡献在把历史带入生活并鼓励我完成本书方面，是非常宝贵的。本书最后在“资料来源的注释”中只是部分列出这些帮助者。

到工作快结束时，本书不可估量地得益于我想感谢的两个人的批判眼光。第一个人是汤姆·康奈尔（Tom Cornell），他以前是我的同学，现在是罗彻斯特理工学院的科学史学家，他通读书稿并加注，使其几乎面目全非。我采纳了他的绝大多数建议。第二个人是本书的编辑罗纳尔德·柯亨（Ronald Cohen），他提出了同等数量的建议，变更和纠正了书稿，甚至进一步完善了最终结果。如果没有汤姆和罗纳尔德的帮助，我一想到如何阅读本书，就会感到绝望。

NBA 的秘书海勒·波拿巴（Helle Bonaparte）在校样阶段对书稿提出了关键性的批评。

除了已经提到的人之外，还有很多人在本书写作过程中对部分章节或全部章节进行了评论。我还想对这些人表示感谢：尼纳·阿比-阿姆 (Pnina Abir-Am)、史蒂芬·克罗斯 (Stephen Cross)、香农·大卫斯 (Shannon Davies)、大卫·法沃霍尔德 (David Favrholt)、保罗·福曼 (Paul Forman)、罗伯特·弗瑞德曼 (Robert Friedman)、卡斯腾·詹森 (Carsten Jensen)、约根·卡尔喀 (Jørgen Kalckar)、罗伯特·苛勒 (Robert Kohler)、莎龙·金斯兰德 (Sharon Kingsland)、赫尔吉·克拉格 (Helge Kragh)、詹斯·林德哈特 (Jens Lindhard)、阿伯拉罕·派斯 (Abraham Pais)、菲利普·鲍利 (Philip Pauly)、莫根斯·彼赫尔 (Mogens Pihl)、罗伊·波特 (Roy Porter)、尼尔斯·罗尔-汉森 (Nils Roll-Hansen)、斯特凡·罗森塔耳 (Stefan Rozental)、詹·泰伯 (Jan Teuber)、詹·瓦根 (Jan Vaagen)、查尔斯·维纳 (Charles Weiner)、席拉·韦斯 (Sheila Weiss)、维克多·韦斯考普夫 (Victor Weisskopf) 和奥格·温德 (Aage Winther)。剑桥大学出版社的三名匿名审稿人提出了若干有用的评论。我也要感谢剑桥的编辑海伦·惠勒 (Helen Wheeler) 对我工作的肯定态度。与她一起工作，是令人愉快的。

在变化莫测的计算机时代，书稿通过许多文字处理程序来修改。许多人在利用程序和进行程序之间的转换方面提供了帮助。我特别感谢尼尔斯·玻尔研究所的比腾·布朗德姆 (Bitten Brøndum) 和布杰尔·尼尔森 (Björn Nilsson)，感谢约翰·霍普金斯计算机中心的卡罗尔·温瑞赫 (Carol Weinreich) 以及 AIP 的罗曼·捷考 (Roman Czujko)。

我还感谢允许我使用各种资料的一些人和机构。最重要的是，我感谢奥格·玻尔允许我引用他父亲的文章。斯宾瑟·沃特、托马斯·罗森邦、欧文斯 (A. E. B Owen)、尼尔斯·佩特里、桑迪·泰罗 (Saundra Taylor)、埃胡德·拜纳迈 (Ehud Benamy) 和阿尼塔·柯克曼 (Anita Kerkmann) 允许我引用分别来自美国物理学研究所、洛克菲勒档案中心、剑桥大学图书馆、嘉士伯基金会档案馆、印第安纳大学的丽莱 (Lilly) 图书馆、耶路撒冷希伯来大学及位于西柏林的德国国家图书馆的资料。列维和维克多·韦斯考普夫允许引用对他们未发表的采访。弗里克斯·布洛赫 (Felix Bloch) 的遗孀、马克斯·德尔布鲁赫 (Max Delbrück) 和塞缪尔·高德斯密特 (Samuel Goudsmit) 允许我引用她们丈夫未发表的文章。杰尼·阿列纽斯 (Jenny Arrhenius)、伊丽莎白·利斯科 (Elisabeth Lisco)、博蒂·施密特-尼尔逊 (Bodil Schmidt-Nielsen) 和路易丝·斯莱特 (Louise Slater Huntington) 分别是乔治·赫维西、詹姆斯·弗兰克 (James Franck)、奥古斯特·克罗 (August Krogh) 和约翰·斯莱特 (John Slater) 的女儿，她们允许我引用她们父亲未发表的资料。希尔 (D. K. Hill) 允

许我引用他的生理学家父亲希尔 (A. V. Hill) 的研究成果。

就照片的复制而言, 我要感谢列维允许我使用 NBA 馆藏的照片; 照片的文字说明来自 NBA。在照片的其他来源中, 我想提到约翰·惠勒 (John Wheeler), 他不仅允许我复制他在 20 世纪 30 年代拍摄的从未使用过的一系列照片中的两张照片, 而且亲眼看到我印制在本书当中。

xiii

在最初阶段, 我的工作得到挪威科学与人文研究委员会的资助, 也得到丹麦教育部和美国 76 基金会 (US'76 Foundation) 的资助, 美国 76 基金会是在丹麦成立的一个临时组织, 资金来自丹麦人参与纪念美国独立宣言发表 200 周年的筹款。洛克菲勒档案中心的拨款促进了我在那里的工作。我感谢使我的工作能够进行的这些经济来源。尼尔斯·玻尔研究所的奥格·温德教授在提供工作设施和确保我在那里的经济生活方面有所帮助。

最后, 我对格罗·叙内夫·奈斯 (Gro Synnøve Naes) 和我们的小儿子安德里斯 (Andreas) 表示感谢, 格罗是我的生活伴侣和最好的朋友。她在所有地方和所有层面, 即从构造一般的论证到个别单词的输入, 都对本书的工作起了重要的促进作用。我的感谢归因于她的很多努力, 以及这一路走来她对我的鼓励。安德里斯在他生命的头两年里的模范行为和开朗性格, 使得完成这项工作既有可能, 又有回报。

引言

1

我们通常认为，今天的自然科学是政治、经济和文化的一个组成部分。它被看成是近几十年来支撑技术巨大进步的主要力量，而且已经成为发达社会财政预算的重要组成部分。我们正处在“大科学时代”，在这一时代，我们大规模地规划着国内外的科学实践。尤其是，自然科学成为一般文化争论的一部分，提出了重要的经济、社会和伦理问题。^①

这种对自然科学重要性的理解是相对新颖的。由于原子弹和雷达之类的项目取得空前巨大的成就，第二次世界大战之后，这种理解得到迅速扩展。对于科学家和历史学家来说，第二次世界大战是一个转折点，这时科学失去了它的纯粹性。但是，今天科学发展方式的历史根源，必须在较早的时代中去寻找。我希望本书有助于寻找这些历史根源。^②

早在 20 世纪之前，像物理学、天文学和化学之类的学科就已成为深奥的事业，只被极少数人理解和追问。但是，它们像其他人类事业一样，也是人类历史的一部分。历史学家如何能把它们整合到更大的历史图像中，而不忽略所有复杂的科学细节呢？^③

许多观察者表明，科学变化被认为是探测这些历史联系的一种方式。在这些变化中，科学预言本身也在不断变化，而且更容易与一般的历史趋势相互影响。历史学家、社会学家和科学哲学家不断讨论这样的问题：一般的历史发展是否应

① 大量的书籍和文章探讨科学与当代社会的日益融合。一位新闻记者写了一份富有启发性的综述 (David Dickson, *The New Politics of Science*, New York: Pantheon Books, 1984)。1988 年芝加哥大学出版社再版时，增加了一个新的序言。

② 对美国第二次世界大战前的科学和政府的经典叙述是：A. Hunter Dupree, *Science in the Federal Government: A History of Policies and Activities* (Baltimore and London: Johns Hopkins University Press, 1986)，该书最初于 1957 年由哈佛大学出版社出版。杜普里 (Dupree) 在新版本中增加了一篇阐述后续发展的短文 (pp. vii-xviii)。在广泛的历史语境中讨论第二次世界大战期间和第二次世界大战之后物理学角色的变化，参见：Daniel J. Kevles, *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America* (New York: Alfred A. Knopf, 1978)，pp. 287ff. 丹尼尔·J·凯维勒斯 (Daniel J. Kevles) 的书中还包含大量“论述来源的短文” (pp. 435-464)，这是关于丰富文献的有用指南。

③ 关于科学领域不同发展的简要说明是：Thomas S. Kuhn, “Mathematical versus Experimental Traditions in the Development of Physical Science” in *Journal of Interdisciplinary History* 7 (1976)，1-31。这篇文章再版于：Thomas S. Kuhn, *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change* (Chicago and London: University of Chicago Press, 1977)，pp. 31-65。

2 该为科学的发展速度、方向乃至内容负责。^①

资金是影响基础科学研究的一种明显手段。按照今天的标准，在第二次世界大战之前，科学资金严重短缺，但也有资助来源。在两次世界大战之间的这段时期是有组织的私人慈善事业资助基础科学的全盛时期，本书集中关注这一时期。特别是，洛克菲勒家族花费大笔资金来发展机构和个人的科学研究。尽管关于两次世界大战期间的科学基金有许多记载，但是，它对实际科学工作的影响一直没有引起更多的关注。^②

事后我们看到，物理学研究在两次世界大战期间发生的特殊变化对于随后的历史发展，具有特殊的重要性。这就是19世纪30年代科学家齐心协力地转向了关于原子核的理论研究和实验研究，这也成为10年后建造原子弹的科学基础。像这一时期科学基金的一般特征一样，20世纪30年代核物理学的内部技术问题已经受到广泛的历史关注。然而，很少有人知道原子物理学的出现和包括资金来源在内的外部发展之间的相互关系。^③

① 到目前为止，把科学发展与科学之外的发展之间的相互关联限定于科学剧变的经典尝试是：Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago and London: University of Chicago Press, 1962, enlarged edition 1970). 例如，关于这些相互关联程度的编史学讨论，参见：Roy McLeod, “Changing Perspectives in the Social History of Science” in Ina Spiegel-Rösing and Derek de Solla Price (eds.), *Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective* (London and Beverley Hills: SAGE Publications, 1977), pp. 149-195.

② 有关洛克菲勒基金，具体参见：Robert E. Kohler, “A Policy for the Advancement of Science: The Rockefeller Foundation, 1924—29” in *Minerva* 16 (1978), 480-515; *idem.*, “The Management of Science: The Experience of Warren Weaver and the Rockefeller Foundation Programme in Molecular Biology” in *Minerva* 14 (1976), 279-306, 已经出版的稍作修订的版本是：*idem.*, “Warren Weaver and the Rockefeller Foundation Program in Molecular Biology: A Case Study in the Management of Science” in Nathan Reingold (ed.), *The Sciences in the American Context: New Perspectives* (Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press, 1979), pp. 249-293. 关于更一般的叙述可参见：*idem.*, “Science, Foundations, and American Universities in the 1920s” in *Osiris* 3 (1987), 135-164. 苛勒 (Kohler,) 最近刚完成一本书：*Managers of Science: Foundations and the Natural Sciences 1900—1950*. 我很感谢苛勒让我阅读他的手稿中与本书相关的部分。关于在广泛的经济语境中解读两次世界大战期间的美国物理学的一条有洞察力的进路，参见：Spencer R. Weart, “The Physics Business in America, 1919—1940: A Statistical Reconnaissance” in Reingold (ed.), *New Perspectives*, pp. 295-358.

③ 罗杰·施托沃尔 (Roger H. Stuewer) 详细研究了两次世界大战期间核物理学的历史。特别是，参见物理学家的回忆录：Roger H. Stuewer (ed.), *Nuclear Physics in Retrospect: Proceedings of a Symposium on the 1930s* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1979), 以及他自己的文章：“The Nuclear Electron Hypothesis” in William R. Shea (ed.), *Otto Hahn and the Rise of Nuclear Physics* (Dordrecht, Boston, Lancaster: D. Reidel Publishing Company, 1983), pp. 19-67; “Gamow’s Theory of Alpha-Decay” in Edna Ullmann-Margalit (ed.), *The Kaleidoscope of Science: The Israel Colloquium: Studies in History, Philosophy, and Sociology of Science, Volume 1* (Robert S. Cohen and Marx W. Wartofsky (eds.), *Boston Studies in the Philosophy of Science, Volume 94*) (Dordrecht, etc.: D Reidel Publishing Company, 1986) 关于这一主题的其他参考文献参见本书主要部分的注释。