

Niels Bohr



尼耳斯·玻尔集

第十卷 物理学以外的互补性

1928-1962

戈 革○译



华东师范大学出版社

F·奥瑟若德 主编

尼耳斯·玻尔集

第十卷

物理学以外的互补性

1928-1962

D·否尔霍耳特 编 戈 革 译

华东师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

尼耳斯·玻尔集. 第 10 卷, 物理学以外的互补性: 1928~1962/(丹)玻尔(Bohr, N. H. D.)著; 戈革译. —上海: 华东师范大学出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-5617-9562-0

I. ①尼… II. ①玻… ②戈… III. ①玻尔, N. H. D. (1885~1962)—文集 ②互补性问题—应用—文集 IV. ①Z453.4②022-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 108392 号

尼耳斯·玻尔集 第十卷 物理学以外的互补性(1928—1962)

著 者 (丹麦)尼耳斯·玻尔

译 者 戈 革

策划编辑 王 焰

特约策划 黄曙辉

项目编辑 庞 坚

审读编辑 沈毅骅

装帧设计 高 山

出版发行 华东师范大学出版社

社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062

网 址 www.ecnupress.com.cn

电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105

客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887

门市地址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口

网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com/>

印 刷 者 上海中华商务联合印刷有限公司

开 本 787×1092 16 开

印 张 31.75

字 数 550 千字

版 次 2012 年 6 月第 1 版

印 次 2012 年 6 月第 1 次

印 数 1—1 500

书 号 ISBN 978-7-5617-9562-0/O·225

定 价 128.00 元(精)

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)



尼耳斯·玻尔在他的书房中,1942 年

译者说明

1. 本书作者可以说是科学史上一位“大名垂宇宙”的人物；他的生平，见本书第一卷所载其得意门生雷昂·罗森菲耳德撰写的《传略》；他的科学-哲学思想，应该由科学史界和科学哲学界作出认真的研究和公平的评价，在此不以个人浅见妄加评论。

2. 本书所收的文章和书信，除英文者外，有的附有丹麦文原文或德文原文，中译本主要据英文本译出，其他文字的原文一律不排印，以节省篇幅。

3. 人名译法：有通用译法者尽量采用通用译法，但也有少数例外；索引中已有者，正文中不再附注原文；索引中没有者，在正文中初次出现时附注原文。

4. 中译本排列次序一依外文版原书。

5. 原书中的个别印刷错误或明显笔误，中译本中都作了改正，一般不再附注说明。

6. 本书中的边码均为外文版原书中的页码（不一定连贯）。

7. 中译本脚注格式参照外文版原书，少量中译者注另行标出。

主 编 序

V

自从 1927 年尼耳斯·玻尔表述了互补性观点时起,这一观点就构成了他的各式各样的思想和活动的基础. 首先,正如《尼耳斯·玻尔集》第六卷和第七卷中的文献所证实的那样,这一观点起源于玻尔在物理学中的工作;在那一学科中,他继续精化了这个观点. 然而,玻尔其次就用越来越大的精力试图向越来越广泛的听众解释并推行了互补性. 在这种过程中,他把自己的观点应用到了物理学以外的一些领域,例如心理学、生物学和人类学中. 本卷包括了玻尔在这种领域中主要发表的论述,它同时也是他对哲学问题的主要贡献. 第三,互补性观点是在一种背景上提出的,那种背景可以大致地称为玻尔的政治活动;这是将成为本书第十一卷的中心注意点的一个论题.

不过必须强调,因为玻尔把互补性看成了一种概括着所有这些领域的普遍概念,这套著作集的卷次划分所暗示的关于他的互补性观点的各种应用之间的区分是随意的. 因此,本卷的内容必须联系到玻尔的其他著作来加以考虑,特别是联系到编入第六、七和十一卷中的那些著作来加以考虑. 事实上,正如本卷的前言是从讨论表示在第七卷的某些文章中的那些玻尔的哲学观点开始的那样,第十一卷的前言也将必须引用编入第十卷中的某些文章.

玻尔关于哲学问题的著作一直是分散的,而且他也从来没能出版他的某些亲密同事们所说的“大书”(The Book),即他的互补性观点及其应用的综合论述. 玻尔撰写那样一本书的动机,部分地起源于他对专业哲学家们的怀疑;那些人对现代自然科学中那些迅速发展的不够敏感是他在私下谈话中常感痛心的. 然而,与此同时,“大书”却也将证实,玻尔并不是没有顾及哲学传统就根据他的科学知识及科学活动而达到了他的哲学立场. 正如这一特定卷的编者在他的全卷引言中所指明的那样,玻尔的哲学兴趣是从很年轻时就开始了的. 事实上,当他在 20 年代后期表述了互补性观点时,他的友人之一就曾在这种观点中认出了玻尔在青年时期提出的一些想法.

没有那本“大书”,我们就不得不满足于在玻尔所发表的关于哲学问题的各种论述中寻求一种综合. 收集了玻尔带有哲学倾向的出版物的现在的这本文集,

VI

无疑是这种寻求所能应用的最好资料。考虑到玻尔的分散著作中的焦点的缺乏和重复,我们特别幸运的是有一位兼通科学史的哲学家来作我们的指导。虽然最终我们必须倚靠玻尔自己的原话,但是大卫·否尔霍耳特对这些叙述的阅读却为诠释和解说玻尔的多种多样的哲学观点提供了一种有帮助的和有新意的构架。

这是《尼耳斯·玻尔集》中我独自担负了主编职责的第一卷。然而,在我于1989年接手这一任务之前,工作已经由于否尔霍耳特(在和前任主编艾里克·吕丁格尔的密切合作下)奠定了坚实的基础而得到了很好的准备。事实上,当时否尔霍耳特和吕丁格尔已经在即将载入本卷中的资料的选择方面取得了实质性的进展。在我还根本没有想到我会接替他职位的很久以前,吕丁格尔就在如何做《玻尔集》的工作方面教给了我许多东西,尽管在那个阶段上我还没有正式介入这一工作。为了这种指教,也为了他在担负了完全不同的职责以后继续给予的协助和建议,我对他实在非常感谢。在被任命接替吕丁格尔当了尼耳斯·玻尔文献馆的馆长以后,我和否尔霍耳特越来越密切地一起做了本卷的工作。我将深切怀念最近这些年来和否尔霍耳特在一起时的愉快和亲密合作。

在各种其他任务之间完成这一工作,曾经是涉及许多困难任务的一个长久而曲折的过程,其中尤其显著的是翻译的过程。尽管模仿玻尔的独特文体将必然遭到失败,但是我们仍然作出了努力,避免了玻尔不会用到的那些词句。翻译了原为德文的信件希耳黛·列维(Hilde Levi)也曾经作出了另外的贡献;她对因某种原因而认为不合适的任何译文提出了严正的批评。在特别困难的事例中,来自约尔根·卡耳卡尔和奥格·玻尔的协助是不可估价的。在辨认六篇康普顿演讲中的玻尔字句方面,奥格·玻尔的协助也是不可缺少的;那些演讲曾专为本卷而进行了重录。我们的前任秘书海丽·波拿巴(Helle Bonaparte),在1991年离开文献馆之前翻译了一些玻尔的文章;她的卓越语文才能对本卷的早期准备起了重要作用。从那以后,从丹麦文到英文的翻译一直是在和菲利希蒂·泡尔斯密切合作下进行的;我确信,我们之间常常出现的导致有关英语之几乎一切方面的建设性讨论的那些分歧观点,曾经对最后的结果有一种积极的效果。

其他的任务关系到用作范本的那些发表物的寻索和选择,以及在编辑脚注中给出的那些背景资料的获得。在许多事例中,这是由吕丁格尔和否尔霍耳特完成的那种基础工作的一部分,但是仍然留下了若干问题,其中一些问题涉及了向若干地方进行的若干探询。对这一过程作出了贡献的个人和单位为数甚多,以致我无法一一举出。下面的叙述应该够了:乌普萨拉大学的卡尔·格朗丁在取得瑞典的文献方面帮了大忙,而波洛尼亚大学的鸠连诺·潘卡耳迪教授则协助提

供了一份特别难得的范本。

在工作中,我曾经和艾耳塞维(Elsevier)的尤斯特·基尔茨(Joost Kircz)及其下属人员进行了精彩的合作,其中我愿意特别感谢贝特西·莱特福特(Betsy Lightfoot),她在本卷的技术准备的一切方面的努力曾经是不可缺少的。

然而,我的最密切的合作却是和尼耳斯·玻尔文献馆的工作人员的合作。菲利希蒂·泡尔斯(Felicity Pors)曾经作为对等的工作者在一切阶段上并在所有层次上参加了工作,而安妮·丽丝·喇斯姆森(Anne Lis Rasmussen)则愉快地参加了各种计算机打印技术的学习,这种技术是书籍生产的这一新时代所必需的。我将永远感谢他们两人,也永远感谢希耳黛·列维,为了他们那种极其耐心和积极热情的独特结合。每年在尼耳斯·玻尔文献馆待半年的阿伯拉罕·派斯曾经提供了一专长的和精神的一般支持。

最后,我要为了他们温和而坚定地推动我完成了工作而向尼耳斯·玻尔文献馆的董事会敬致谢忱。

芬·奥瑟若德

1997年5月于尼耳斯·玻尔文献馆

第十卷前言

IX

《尼耳斯·玻尔集》的这一卷刊载了玻尔的若干演讲词和文章,全卷分为四编。本卷的标题“物理学以外的互补性”主要是指的第一编,该编比其他各编大得多,并且包括了讨论生物学及其有关的心理学问题和哲学问题之基本问题的一些论文。在刊载了由玻尔付诸发表的那些论文以后,在第一编后加了一个单独的附录,其中刊载了玻尔在这一领域中未发表的一些最有兴趣和最重要的著作。第一编中的文章涵盖了玻尔一生最后的三十年,并且显示了他对生物学问题的巨大兴趣,以及他论证生物学不能归结为物理学和化学的那种坚持不懈的努力。他的基本观点是,和有生机体的科学分析有关的观察,要求一种互补的眼光,这种眼光在相等的程度上排除了生机论和传统的机械论。虽然在这些文章中有可能追索出玻尔的观点在三十年间的某种发展,但是他的基本观点却从头到尾保持了不变。

第二编包括了一些具有更普遍文化兴趣的作品。其中某些作品表明,玻尔认为互补观点在科学领域以外也是有价值的。

第三编包括玻尔所写的关于伟大丹麦哲学家哈若德·赫弗丁的文章,玻尔总是怀着很大的敬意谈到赫弗丁的。赫弗丁是玻尔的父亲克里斯蒂安·玻尔的一位亲密朋友;当尼耳斯·玻尔在哥本哈根大学读一年级时,他通过赫弗丁的讲课接触了哲学的主要论题。这些短文被单独编成一编,是由于科学史中的一种持续的争论,即关于赫弗丁对玻尔在物理学中的工作以及他的整个科学手法的可能影响的争论。

第四编包括阐述 20 世纪物理学史的一些文章。玻尔对他的前辈们和老师们怀着很大的敬意,从而他很慎重地准备了这些文章。

在第一至第四编中的每一编中,发表的材料都是根据一篇演讲被提出的日期,或者当文章并不是一篇演讲的直接结果时,则根据文章的发表日期而按编年次序排列的。例如,虽然直到 1952 年才印出,玻尔在 1928 年在他的同班同学在丹麦中学毕业的 25 周年集会上发表的演讲(第二编,文 I)是按照他发表演讲的年份来排定次序的。然而,在一篇演讲稿在印出以前经过了实质性的改动的情况

X

下,则采用其印行的年月作为编排的基础。“斯提诺演讲”(第一编,文X)就是这种情况;玻尔在1949年发表了这篇演讲,但是直到1957年才把它印出。

复制在本卷中的任何范本,却是所涉及的文章的最初文本。唯一的例外是第一篇文章,《光 and 生命》,此处所印的文本是玻尔所明确认定的文本。当后来的文本和最初的文本有实质性的差异时,这些差异都已在该范本前面的一页上注明。

第五编包括和从第一编到第四编中的资料有关的通信。照例,尼耳斯·玻尔文献馆所藏的有关的未发表稿本的一份简目,形成了本卷的一篇附录。

工作是在艾里克·吕丁格尔任尼耳斯·玻尔文献馆馆长的期间开始的;我承他第一次介绍到文献馆来,并在有关传记学和科学史的许多问题方面给予了普遍的指导,无任感谢。自从芬·奥瑟若德在1989年接任馆长以来,我曾经和他进行了密切而有成果的合作。他曾经用最大的细心校阅并改进了我已经做了的工作,直到最小的细节,而他的努力对本卷的编选来说是不可缺少的。在文献馆的工作中,我从希耳黛·列维、菲利希蒂·泡尔斯和文献馆的前任秘书海丽·波拿巴那里得到了特别高品质的协助。我也感谢现任秘书安妮·丽丝·喇斯姆森在定稿的编辑方面所给予的大力协助。

一些引言的未定稿不但由艾里克·吕丁格尔和芬·奥瑟若德看过,而且由奥格·玻尔和约尔根·卡耳卡尔看过。我从这些人,以及从因斯·林德哈德受到了许多批评和指教,对此我甚为感谢。在工作中,我有一段时间和阿伯拉罕·派斯合用一间办公室,他的许多发人深思的评论和鞭辟入里的看法曾经对我是很重要的。

大卫·否尔霍耳特

1997年4月于奥登塞大学

《尼耳斯·玻尔集》前几卷概况

XV

在雷昂·罗森菲耳德(1904—1974)担任了《尼耳斯·玻尔集》的头三卷的主编以后,艾里克·吕丁格尔继续担任了从第五卷到第九卷的主编(其中第七卷是和芬·奥瑟若德共同主编的)*. 在以下,这些卷(都由 North-Holland/Elsevier 出版)将简称为“第一卷”、“第二卷”等等. 它们是:

第一卷,早期著作(1905—1911)(J·汝德·尼耳森编). 1972 年版.

第二卷,关于原子物理学的著作(1912—1917)(乌耳里希·霍伊尔编). 1981 年版.

第三卷,对应原理(1918—1923)(J·汝德·尼耳森编). 1976 年版.

第四卷,周期系(1920—1923)(J·汝德·尼耳森编). 1977 年版.

第五卷,量子力学的出现(以 1924—1926 年为主)(克劳斯·斯陶耳岑堡编). 1984 年版.

第六卷,量子物理学的基础 I (1926—1932)(约尔根·卡耳卡尔编). 1985 年版.

第七卷,量子物理学的基础 II (1933—1958)(约尔根·卡耳卡尔编). 1996 年版.

第八卷,带电粒子在物质中的穿透(1912—1954)(因斯·陶尔森编). 1987 年版.

第九卷,原子核物理学(1929—1952)(鲁道尔夫·派尔斯编). 1986 年版.

* [中译者按: 第四卷没有主编署名,实际上是由尼耳森和吕丁格尔共同负责的.]

期刊名称缩写表

<i>Ann. d. Phys.</i>	Annalen der Physik(Leipzig)
<i>Berl. Tid.</i>	Berlingske Tidende (Copenhagen)
<i>Chem. News.</i>	Chemical News (London)
<i>Fys. Tidsskr.</i>	Fysisk Tidsskrift (Copenhagen)
<i>Handbuch der Phys.</i>	Handbuch der Physik (Berlin)
<i>ICSU Review.</i>	International Council of Scientific Unions Review (Amsterdam)
<i>J. Chem. Soc.</i>	Journal of the Chemical Society (London)
<i>J. Mond. Pharm.</i>	Journal Mondial de Pharmacie (The Hague)
<i>Kgl. Dan. Vid. Selsk., Filos. Medd.</i>	Filosofiske Meddelelser udgivet af Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab(Copenhagen)
<i>Kgl. Dan. Vid. Selsk., Mat. -fys. Medd.</i>	Matematisk-fysiske Meddelelser udgivet af Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab (Copenhagen)
<i>Kgl. Dan. Vid. Selsk. Skr.</i>	Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. Naturvidenskabelig og matematisk Afdeling (Copenhagen)
<i>Month. Not. Roy. Astr. Soc.</i>	Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (London)
<i>Nach. Akad. Wiss. Göttingen, Math- Phys. Kl.</i>	Nachrichten von der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse
<i>Nach. Ges. Wiss. Göttingen, Math- Phys. Kl.</i>	Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse
<i>Naturwiss.</i>	Die Naturwissenschaften (Berlin)
<i>Overs. Dan. Vid. Selsk.</i>	Oversigt over Det Kongelige Danske Videnskabernes

<i>Overs. Dan. Vidensk.</i>	Selskabs Forhandlinger ^① (Copenhagen)
<i>Selsk. Forh.</i>	
<i>Overs. Dan. Vidensk.</i>	
<i>Selsk. Virks.</i>	
<i>Phil. Mag.</i>	Philosophical Magazine (London)
<i>Phil. Sci.</i>	Philosophy of Science (East Lansing, Michigan)
<i>Phil. Today.</i>	Philosophy Today (Collegeville, Indiana)
<i>Phys. Rev.</i>	Physical Review(New York)
<i>Phys. Z.</i>	Physikalische Zeitschrift(Leipzig)
<i>Phys. Zs.</i>	
<i>Phys. Zeitsch.</i>	
<i>Proc. Phys. Soc.</i>	Proceedings of the Physical Society(London)
<i>Proc. Roy. Soc.</i>	Proceedings of the Royal Society of London
<i>Sitz. Ber. Wiener Akad.</i>	Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissen-
<i>d. Wiss., mat. nat. Kl.</i>	schaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse
<i>Verh. deutsch. Phys. Ges.</i>	Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft
	(Braunschweig)
<i>Z. Phys.</i>	Zeitschrift für Physik(Braunschweig)
<i>Z. Physik</i>	
<i>Zs. f. phys.</i>	

① 自 1931 年 6 月份起: Oversigt over Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Virksomhed.

名词缩写表

AHQP	Archive for History of Quantum Physics (量子物理学史档案)
AIP	American Institute of Physics (美国物理学协会), College Park, Maryland
Bohr MSS	Bohr Manuscripts(玻尔文稿), AHQP
BSC	Bohr Scientific Correspondence (玻尔科学通信), AHQP
CERN	Centre Européen pour la Recherche Nucléaire(欧洲核研究中心), Geneva
DF	David Favrholt(大卫·否尔霍耳特)
Mf	Microfilm(缩微胶片)
MS, MSS	Manuscript(稿本)
NBA	Niels Bohr Archive, Copenhagen(尼耳斯·玻尔文献馆, 哥本哈根)

全 卷 引 言

物理学以外的互补性

大卫·否尔霍耳特 撰

本卷所收各文处理的主要是尼耳斯·玻尔关于物理学以外的一些课题的想法. 远在量子力学被建立的很久以前, 他就对有关心理学中和生物学中描述的问题显示了兴趣, 然而却没有发表他的观点. 只有在他于 1927 年提出了他的互补性论点来作为量子力学中观察和描述之条件的一种阐明以后, 玻尔才公开评论了其他的知识领域, 其目的在于证明可以从“量子力学的认识论教益”得出什么结果. 从 1929 年开始, 他在发表的演讲词和文章中一次又一次地讨论了心理学中和生物学中, 以及人类学科中的认识论问题. 既已找到了处理量子力学之不寻常特色的方法, 他显然感到自己处于一种较好的地位来对其他科学领域中的观察和描述的条件作出一些阐明.

本卷每一编中的文章是按编年次序排列的, 为的是显示玻尔关于生物学、心理学以及物理学以外的其他学科的想法的发展. 可以看到, 他在对他举出的观点的许多反驳中间, 一步步地澄清了自己的观点和精化了自己的术语. 然而, 在他的思维的基本主题方面, 从 1927 年以来却几乎看不出什么变化. 因此, 在这篇总的引言中, 我在提出这一阶段中的问题方面并没有照顾编年次序.

1. 玻尔最初发表的论述

玻尔在 1927 年 9 月纪念亚力山德罗·伏打逝世 100 周年的国际物理学家会议上发表了他的所谓《科摩演讲》, 引入了互补性这一概念. 他在七个月以后问

世的一篇演讲词修订本中写道^①：

就这样，量子理论的本性就使我们不得不承认时空标示和因果要求是依次代表观察的理想化和定义的理想化的一些互补而又互斥的描述特点……确实，在原子现象的描述中，量子公设给我们提出了这样一个任务：要发展一种“互补性”理论，该理论的无矛盾性只能通过权衡定义和观察的可能性来加以判断。

玻尔的互补性论点常常被看成量子力学中的观察局面的一种哲学诠释，而且被说成了“哥本哈根诠释”；这种诠释得到了其他许多人的支持，其中包括海森伯、泡利和玻恩的支持。然而玻尔却不认为他的观点是一种诠释，而认为它是量子力学内部的描述和观察的可能性的一种叙述。互补性论点处理的是我们进行观察的条件，从而它就是一种认识论的叙述。然而，既然这些条件是受到作用量子之存在的制约的，并从而是不同于我们在经典物理学中所遇到的那些条件的，那么，量子力学就已经给了我们一种玻尔所说的“认识论的教益”，这种教益可能也有助于我们阐明其他科学领域中的基本问题。我们即将看到，线索就在于不断地检查我们的观察和描述的条件，从而玻尔就下功夫思索了描述的本性和概念的应用等问题。

于是，从1927年开始，他对基本的心理学问题和生物学问题的旧兴趣便复活了。这种重新抬头的兴趣的最初迹象，出现在前面所引的那篇文章中。该文提到了量子力学内部的局势，并且结束如下^②：

然而，我希望，互补性这一概念是适于表征目前形势的；这种形势和人类概念形成中的一般困难深为相似，这种困难是主体和客体的区分中所固有的。

这种说法在一篇于1929年6月发表在“Die Naturwissenschaften”(自然科学)上的文章中得到了进一步的加工。在这里，玻尔评论了描述我们自己的心理活动时

① N. Bohr, *The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory*, Nature (Suppl.) 121 (1928) 580—590, quotation on p. 580. 演讲词的稍有补充的文本见 *Atomic Theory and the Description of Nature*, Cambridge University Press, Cambridge 1934 (reprinted 1961), pp. 52—91, quotation on pp. 54—55. The latter volume is photographically reproduced as *Atomic Theory and the Description of Nature, The Philosophical Writings of Niels Bohr, Vol. I*, Ox Bow Press, Woodbridge, Connecticut 1987. The former version of the article is reproduced in Vol. 6, pp. 148—158, quotation on p. 148. 关于玻尔这篇演讲的详细版本资料见本书 Vol. 6, pp. 110—112.

② Bohr, *Quantum Postulate*, ref. 1, Vol. 6, p. 158.

的困难^③：

所讨论的认识论问题可以简单地叙述如下：为了描述我们的心理活动，一方面，我们要有一种客观给定的内容来和一个知觉主体相对立；而另一方面，正如在这样一个断语中所暗示的，在主体和客体之间不可能保持任何明确分界线，因为知觉主体也属于我们的心理内容。

他也讨论了意志自由的问题，并且建议说，“人脑的种种过程的细致考察”是由于作用量子而被排除了的。他说，我们必须预料，一种观察脑中过程的尝试“将在意志的感知中带来本质的改变”^④。

不久以后，玻尔就在1929年8月在第18届斯堪的纳维亚自然科学家会议上的演讲中提出了关于生物学的某种更详细的观点。他在那里论述说^⑤：

但是，在更加深奥的生物学问题中，我们所关心的是机体反应外界刺激时的自由和适应能力，而对于这种问题来说，我们就必须期待发现这样一件事实：更大范围的联系的认知，将要求我们把一些条件考虑在内，这些条件和在原子现象的情况下确定着因果描述的界限的那些条件相同。

XXI

上述的三篇文章，于1929年11月间发表在哥本哈根大学的一本校庆文集^⑥中。在文集的“绪论”^⑦中，玻尔写道，第三篇文章中对心理学问题的提及^⑧具有一种双重的目的，那就是既要使我们更容易习惯于物理学中的新局势，又要为在量子力学之认识论教益的启示下更深入地理解心理学问题铺平道路^⑨：

③ N. Bohr, *Wirkungsquantum und Naturbeschreibung*, *Naturwiss.* 17 (1929) 483—486. Reproduced in Vol. 6, pp. 203—206 and reprinted in *Atomtheorie und Naturbeschreibung*, Julius Springer Verlag, Berlin 1931, pp. 60—66. Translated into English as *The Quantum of Action and the Description of Nature* in *Atomic Theory and the Description of Nature*, ref. 1, pp. 92—101, quotation on p. 96. The English version is reproduced in Vol. 6, pp. 208—217, quotation on p. 212.

④ *Ibid.*, pp. 216—217.

⑤ N. Bohr, *The Atomic Theory and the Fundamental Principles Underlying the Description of Nature* in *Atomic Theory and the Description of Nature*, ref. 1, pp. 102—119, quotation on pp. 118—119. Reproduced in Vol. 6, pp. 236—253, quotation on pp. 252—253.

⑥ N. Bohr, *Atomteori og Naturbeskrivelse. Festskrift udgivet af Københavns Universitet i Anledning af Universitetets Aarsfest November 1929*, Bianco Luno, Copenhagen 1929.

⑦ N. Bohr, *Indledende Oversigt* in *ibid.*, pp. 5—17, reproduced in Vol. 6, pp. 259—273. Translated into English as *Introductory Survey* in *Atomic Theory and the Description of Nature*, ref. 1, pp. 1—24, which is reproduced in Vol. 6, pp. 279—302.

⑧ Bohr, *Quantum of Action*, ref. 3.

⑨ Bohr, *Introductory Survey*, ref. 7, Vol. 6, p. 298.