

尼耳斯·玻尔集

E. 吕丁格尔 主编

第五卷 量子力学的出现

(以 1924—1926 年为主)

K. 斯陶耳岑堡 编

戈 革 译

科学出版社

1991

NIELS BOHR
COLLECTED WORKS
GENERAL EDITOR
E. Rüdinger
VOLUME V
THE EMERGENCE OF QUANTUM MECHANICS
(MAINLY 1924—1926)
EDITED BY
K. Stolzenburg
Elsevier Science Publishers B. V., 1984

尼耳斯·玻尔集

E. 吕丁格尔 主编

第五卷 量子力学的出现
(以 1924—1926 年为主)

K. 斯陶耳岑堡 编

戈 革 译

责任编辑 鄢德平

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991 年 3 月第 一 版 开本:850×1168 1/32

1991 年 3 月第一次印刷 印张:18 插页:4

印数:001—600 字数:467 000

ISBN 7-03-002113-4/O · 399

定价:25.70 元



1925年的尼耳斯·玻尔

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 L. 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正的评价，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，中译文主要据英文译出（有些书信只有德、法文的，也译出），丹麦文或德文的原文一律不排，以节省篇幅。德、法等文的翻译，得到友人协助的，都分别注名，以示感谢。

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（开耳文不作“开耳芬”，能斯特不作“能斯脱”，等等）；索引中已有者，正文中不再附注原文；索引中没有（出现次数较少）者，在初次出现时附注原文。人名译法力求全书（十一卷）一致，但在前几卷中有个别译法实在欠妥者，则酌予改正。

4. 原著中的个别印刷错误或明显笔误，译文中都作了改正，一般不再附注说明。

5. 书中边码均为英文版原书的页码，书中“见本卷原第××页”所标页码是指英文版原书页码，即本书边码。

主 编 序

当像本书这样一部历史性的出版物被拟想为历时达几十年之久时，人们常常会预料到更换编者并作出安排来保证工作的顺利进行。不幸的是，对于《尼耳斯·玻尔集》来说情况却并非如此。随着L.罗森菲耳德在1974年的突然逝世，本书就失去了曾经作为玻尔的多年合作者而设计了它的出版并担任了它的主编的那个人。这一事件发生在第一卷以后的各卷还未准备就绪的时候。因此，曾经和罗森菲耳德在第一卷中进行了密切合作的寅斯·汝德·尼耳森*能够担任第二至四卷的主编，这就是一大幸事了。

无庸赘言，在承担任务来继续进行这一丰功伟业时，鄙人是不无踌躇的。这种踌躇心情只由于一事实而部分地有所减缓，那就是鄙人曾经有幸亲自认识了尼耳斯·玻尔，并有幸和L.罗森菲耳德讨论了编选工作的一些方面。

在这种局面下，或许可以说是一件幸事的就是，《尼耳斯·玻尔集》本身就有着某种内在的不连续性。例如，在前几卷中，按课题的区分在某种程度上是和年代的顺序相一致的，而在以后的各卷中情况则不再是这样的了——以后各卷的课题都是玻尔在他的余年中所致力研究的。因此，在不小的程度上是有鉴于本卷和以后各卷所处理的颇不相同的课题，我们将对某些风格上的差别有所准备，这些差别反映着所收材料的不同本性。这就使得编选工作可以有某种程度的灵活性，可以照顾到各卷编者的特殊愿

* 于1979年4月20日逝世。

望。

vi 各卷的划分曾经带来一种特定的困难。玻尔常常在同一篇论文中处理多个课题。这一事实有时就使我们很难决定一篇特定的论文应该分入哪一卷才最自然。在这样的情况下，各卷的编者们就利用自己的判断决定了各论文按卷次的最适当的分配。在少数这种特别困难的事例中，我们——按照罗森菲耳德的一种早期决定——决定了把一篇论文或一篇论文的一部分同时编入两卷之中，然而，一般说来，我们曾经满足于给出各卷之间的交叉参考文献。

玻尔常常在一些会议上发表演讲，特别是在丹麦皇家科学文学院的一些会议上，在多数情况下，这些演讲只保存了简略的提纲。虽然这些提纲很少是有巨大参考价值的，我们还是把所有已知的提纲都收了进来，为的是对玻尔在各时期所曾面对过的听众以及他所处理过的课题给出一个尽可能全面的图景。关于玻尔对其他物理学家的演讲所作出的讨论，则只收入那些可以适当地自行说明的言论；然而我们将努力对他的其他讨论发言给出尽可能完备的文献目录。

有时另一位作者的论文是和玻尔的某一篇著作密切地联系着的；在这种情况下，我们觉得这样一篇论文将对读者很有用处，从而也应该把它编入《尼耳斯·玻尔集》中。这又是和罗森菲耳德的一个早期决定相一致的。这样的论文通常将按原来的文字重印。

丹麦文原文和德文原文的英译曾经带来了很大的问题。派尔斯所说的玻尔“对语文的特别艰深的用法”^{*}，向译者提出了可怕的要求。我们曾经力图在适当通顺的英文和特殊风格的保持方面达

* 见本书第九卷的引言。

成一个平衡；那种特殊风格是绝不会被认错的玻尔风格，它构成了玻尔作品的格调和魅力的一个不可分割的部分。

在这方面也必须提到，我们在本卷中第一次遇到玻尔和非斯堪的纳维亚人的通信，而那些人是通晓两种语言的。泡利和海森伯很快地学会了丹麦文，虽然他们愿用德文来写复信，玻尔却几乎总是用丹麦文给他们写信的。另外，因为这是一些关键性的通信，我们——违反了罗森菲耳德的原有规定——就决定把这些往返信件都译了出来，以便在这些特别重要的资料中提供全部有关信件的英译本。

在符号方面也作了一点小的改动。各位编者觉得，为了便于交叉征引，在引言中和在通信录中把他们的注释进行首尾一贯的编号将是有用的。在所引的信件中，作者所加的原有注释用星号来标明。然而，在论文和底稿中，玻尔自己的小注通常是编了号的，而这种制度在译文中也是同样采用了的。因此，在这些部分，编者的小注将用星号标明（并用专门的括号括起来）。

vii

我们曾经尽了一切努力来追寻所复印的材料的版权保有者。我很高兴地声明，一切有关的人员和机关都很慷慨地允诺了我们复印这些材料。

对我来说，向各地曾经对这一工作给于协助的朋友们和同道们表示致谢乃是一件快事。其中多数人都已在本卷的前言中提到了，但是在这里，我愿意特地向同我们作了有益交谈的约翰 L. 海耳布朗和马丁 J. 克莱恩致以衷心的感谢，并向为我们提供了某些照片的姚恩 N. 瓦尔奥（Joan N. Warnow）致以衷心的感谢。

从一开始，这一著作集的各卷就是打算在较短的几年中印出的；这有好处也有坏处。不论是好是坏，我们都因为能使人们容易

得到玻尔的全部论文而感到欣慰和自豪。我们确信，这些论文——正像人们在谈到法拉第的著作时所说的那样*——“将永不停止地被人们带着景仰和欣喜的心情来阅读”。

E. 吕丁格尔

* E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, Vol. 1, Thomas Nelson and Sons, London and Edinburgh 1951, 2nd ed., p. 197.

第五卷前言

ix

当第三卷和第四卷所处理的那个时期即将结束时，物理学家们开始意识到旧量子理论的那些困难是何等地根深蒂固了。这种情况很快就发展成了一个转折点，当时人们意识到理论的基础本身也已处于危险之中。然而，各个主要问题的解答却来得意外地快，而且早在他 1927 年的《科摩演讲》中，尼耳斯·玻尔就提出了他的互补性论点，这种论点代表了和自然哲学的传统原理的全面决裂。

正如寅斯·汝德·尼耳森所指出的那样，这就造成了一个大约为期两年的空档，从 1924 年初到 1926 年初；在此期间，玻尔本人没有发表很多论文，但是他的学生和合作者却取得了重要的进步——其中最领先的就是亨德里克 A. 克喇摩斯和沃尔纳·海森伯。然而，这一时期却是受到了玻尔、克喇摩斯和斯累特尔的大胆假说的支配；这一假说虽然很快就被盖革和玻特的以及康普顿和西蒙的“美好方法”所否定*，但是事实却证明，这一假说却是对后来的发展有着最大的重要性的。按照海森伯的说法就是**：

“这种探索代表了量子理论危机中的实际高潮，而且它虽然没有能够指示脱离困境的正确出路，但它在澄清量子理论中的局势方面所

* 见本卷原第 276 页（即本卷边码，后同）。

** W. Heisenberg, *Die Entwicklung der Quantentheorie 1918—1928*, *Naturwiss.* 17(1929) 490—496, 此处所引在 p.492.

做的贡献却比那一时期的任何其他论文都大得多。”

有鉴于这篇论文的重要性，汝德·尼耳森在早期阶段就建议用单独一卷来处理它的创生和随后的发展，这种发展以矩阵力学的发现和电子自旋假说的最终被接受为顶点。和《尼耳斯·玻尔集》的其他各卷相比，这一卷在问题的性质方面将更多地依靠通信以及和玻尔一起工作的其他物理学家们的某些关键性著作，这样本卷就将代表向着玻尔在量子物理学基础方面的基本工作的一种“跃迁”，那种工作将在第六卷中加以处理。

在这种情况下，编者觉得有必要写一篇相当详细的引言，以便向读者提供一个有关许多颇为分散的证据的首尾一贯的论述；那些证据将使我们能够追溯玻尔的思路。所收许多材料的高度专门性也要求一套相当完备的文献目录，以便使感兴趣的读者可以更细致地研究所讨论的那些特殊问题。

正当包括更换主编在内的实际问题大大延缓了本卷的出版时，关于所涉及的这一时期的若干有争议的重要研究却问世了。可惜的是，在多数情况下由于工作已经进行得太远，我们无法把这些研究考虑在内了。

在符号方面应该提到，每当日期出现在正文中时我们使用了日期的英美记法，即把月份写在日子的前面。但是在边注中和在脚注的标准文献中，我们却遵照通例采用了欧洲大陆的写法，即把日子写在月份的前面。

正如在主编序中提到的那样，翻译工作曾经带来很大的困难。我们很感谢大卫·C·卡塞迪博士，他在提供和校订这些译文方面付出了辛勤的劳动，并且修改了引言的文字。

我们曾经得到了许多朋友和同行给我们的协助和指教，这给

我们很大鼓舞。由于篇幅有限，不能在这里一一感谢他们对这一计划所给予的特殊的、往往是无私的支援，但是我们愿意在此衷心地感谢下列这些以不同方式帮助了我们的人们：阿格·玻尔，苏菲·海耳曼*，约尔根·卡耳卡尔，卡尔·封·梅因，寅斯·汝德·尼耳森**，布姚恩·尼耳孙，斯忒藩·里希特尔，彼得·罗伯孙，克里斯塔·斯陶耳岑堡，沃尔纳·斯陶耳岑堡和寅斯·陶尔森。

也应特别感谢我们的秘书海丽·波纳帕特和丽丝·马德森，以及北荷兰出版公司的责任编辑耶恩·库尔曼和西蒙·派平，他们都给予了热情的帮助。

E. 吕丁格尔

K. 斯陶耳岑堡

* 于1979年9月19日去世。

** 于1979年4月20日去世。

本研究所衷心感谢卡尔斯伯基金会继续给予的慷慨支援，这种支援对《尼耳斯·玻尔集》的得以出版起了不可缺少的作用。

本研究所也要感谢从雷昂·罗森菲耳德奖学金和由丹麦皇家科学院监管的尼耳斯·玻尔基金得到的宝贵拨款。

尼耳斯·玻尔研究所

期刊名称缩写表

<i>Am. J. Phys.</i>	American Journal of Physics (New York)
<i>Ann. d. Phys.</i>	Annalen der Physik (Leipzig)
<i>Arch. Hist. Exact Sci.</i>	Archive for History of Exact Sciences (Berlin, Heidelberg, New York)
<i>Astrophys. J.</i> <i>Astrophys. Journ.</i>	The Astrophysical Journal (Chicago)
<i>Ber. Berlin. Akad.</i> <i>Berl. Akad.</i>	Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften (Berlin)
<i>Bull. Natl. Res. Council. U.S.A.</i>	Bulletin of the National Research Council (Washington D.C.)
<i>Camb. Phil. Soc.</i>	Proceedings of the Cambridge Philosophical Society
<i>Comm. Leiden</i>	Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden
<i>C.R. Acad. Sci.</i>	Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences (Paris)
<i>Dan. Vidensk. Selsk. Skrifter,</i> <i>naturvid. mat. Afd.</i>	Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, naturvidenskabelig og matematisk Afdeling (København)
<i>Fys. Tidsskr.</i>	Fysisk Tidsskrift (København)
<i>Göttingen Nachr.</i>	Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen
<i>Hist. Stud. Phys. Sci.</i>	Historical Studies in the Physical Sciences (Princeton)

<i>Ind. Journ. Phys.</i>	Indian Journal of Physics (Calcutta)
<i>J. Am. Chem. Soc.</i>	Journal of the American Chemical Society (Washington, D.C.)
<i>Journ. Chem. Ind.</i>	Indian Journal of Chemistry (New Delhi)
<i>J. Chem. Soc.</i>	Journal of the Chemical Society (London)
<i>J. d. Phys.</i>	Le Journal de physique et le radium (Paris)
<i>J. Franklin Inst.</i>	Journal of the Franklin Institute (Philadelphia)
<i>Journ. Frankl. Inst.</i>	
<i>J. Opt. Soc. Am.</i>	Journal of the Optical Society of America (New York)
<i>Journ. of the Opt. Soc. of Am.</i>	
<i>Journal of the Opt. Soc.</i>	
<i>Journ. Opt. Soc. of Am.</i>	
<i>Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Math.-fys. Medd.</i>	Matematisk-fysiske Meddelelser udgivet af Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab (København)
<i>Mat.-Fys. Medd. Dan. Vidensk. Selsk.</i>	
<i>Mat. Tidsskr.</i>	Matematisk Tidsskrift (København)
<i>Mess. of Math.</i>	Messenger of Mathematics (London, Cambridge)
<i>Mitt. Phys. Ges. Zürich</i>	Mitteilungen der Physikalischen Gesellschaft in Zürich
<i>Nachr. Ges. Wiss. Göttingen Math. Phys. Kl.</i>	Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-physikalische Klasse
<i>Nat. Phil.</i>	Natural Philosopher (New York)
<i>Naturw.</i>	Die Naturwissenschaften (Berlin)
<i>Naturwiss.</i>	
<i>Nord. astron. Tidsskr.</i>	Nordisk astronomisk Tidsskrift (København)
<i>Nucl. Phys.</i>	Nuclear Physics (Amsterdam)
<i>Opt. soc. Am.</i>	Journal of the Optical Society of America (New York)
<i>Overs. Dan. Vidensk. Selsk. Forh.</i>	Oversigt over Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskabs Forhandling (København) (until May 1931)
<i>Overs. Dan. Vidensk. Selsk. Virks.</i>	Oversigt over Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskabs Virksomhed (København) (from June 1931)

<i>Phil. Mag.</i> <i>Philosoph. Mag.</i>	Philosophical Magazine (London)
<i>Phys. Rev.</i> <i>Phys. review</i>	The Physical Review (New York)
<i>Phys. Z.</i> <i>Phys. Zeitschr.</i> <i>Physik. Zeitschr.</i> <i>Physikal. Zeitschr.</i>	Physikalische Zeitschrift (Leipzig)
<i>Proc. Camb. Phil. Soc.</i> <i>Proc. Cambr. Phil. Soc.</i>	Proceedings of the Cambridge Philosophical Society
<i>Proc. roy. soc.</i> <i>Proc. Roy. Soc. London</i>	Proceedings of the Royal Society of London
<i>Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.</i> <i>Proc. Washington Acad.</i>	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (Washington D.C.)
<i>Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss.</i>	Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften (Berlin)
<i>Skr. Nor. Vidensk.-Akad. Oslo, I.</i> <i>Matem.-naturvid. Klasse</i>	Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, I. Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse
<i>Verh. Deutsch. Phys. Ges.</i>	Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (Braunschweig)
<i>Z. Phys.</i> <i>Zs. f. Phys.</i> <i>Zs. für Phys.</i> <i>Zeitschr. f. Phys.</i> <i>Zeitschr. für Phys.</i> <i>Zeitschrift für Phys.</i>	Zeitschrift für Physik (Braunschweig)
<i>Z. techn. Phys.</i>	Zeitschrift für technische Physik (Leipzig)

名词缩写表

AHQP	Archive for History of Quantum Physics (量子物理学史档案)
Bohr MSS	Bohr Manuscripts (玻尔文稿)
BSC	Bohr Scientific Correspondence (玻尔科学通信)
I, sect.	Introduction to Part I, section (第一编的引言, 第×节)
I, n.	Introduction to Part I, footnote (第一编的引言, 注×)
Mf	Microfilm (缩微胶片)
MS	Manuscript (底稿)
PWB I	Pauli Wissenschaftlichen Briefwechsel, Bd. I (《泡利科学通信集》卷一, 见 I, p. 23, n. 57)