

世界著名物理学家传记丛书

一代神话

哥本哈根学派

哥本哈根学派



关洪/著

武汉出版社

(鄂)新登字 08 号

图书在版编目(CIP)数据

一代神话:哥本哈根学派/关洪著. —武汉:武汉出版社,2002.4

(世界著名科学学派丛书)

ISBN 7-5430-2531-0

I. 一… II. 关… III. 量子力学-科学研究-学派

IV. 0413.1-06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 023363 号

书 名:一代神话——哥本哈根学派

著 者:关 洪

责任编辑:郭庭军 周雁翎

封面设计:刘福珊

出 版:武汉出版社

社 址:武汉市江汉区新华下路 103 号 邮 编:430015

电 话:(027)85606403 85600625

印 刷:湖北省通山县印刷厂 经 销:新华书店

开 本:880×1230mm 1/32

印 张:7.75 字 数:165 千字 插 页:5

版 次:2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

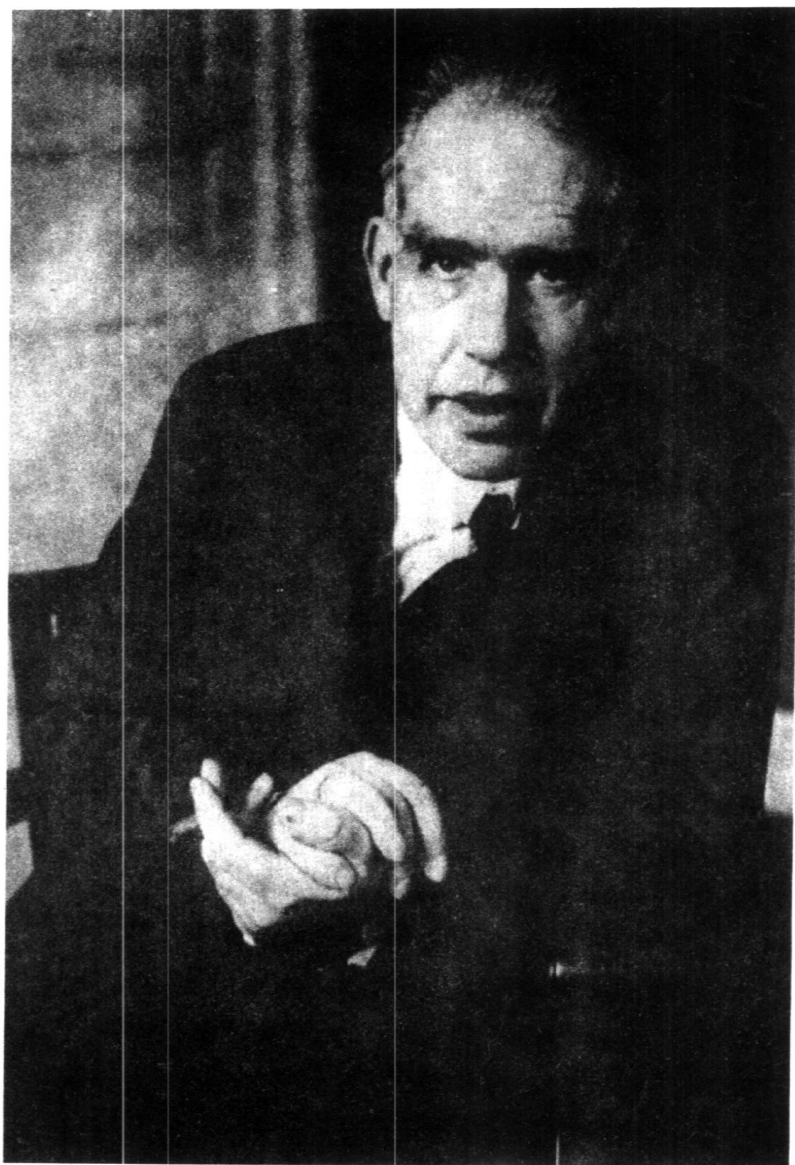
印 数:0001-3000 册

ISBN 7-5430-2531-0/0·9

定 价:15.50 元

版权所有·翻印必究

如有质量问题,由承印厂负责调换。



Niels Bohr

尼耳斯·玻尔签名照片



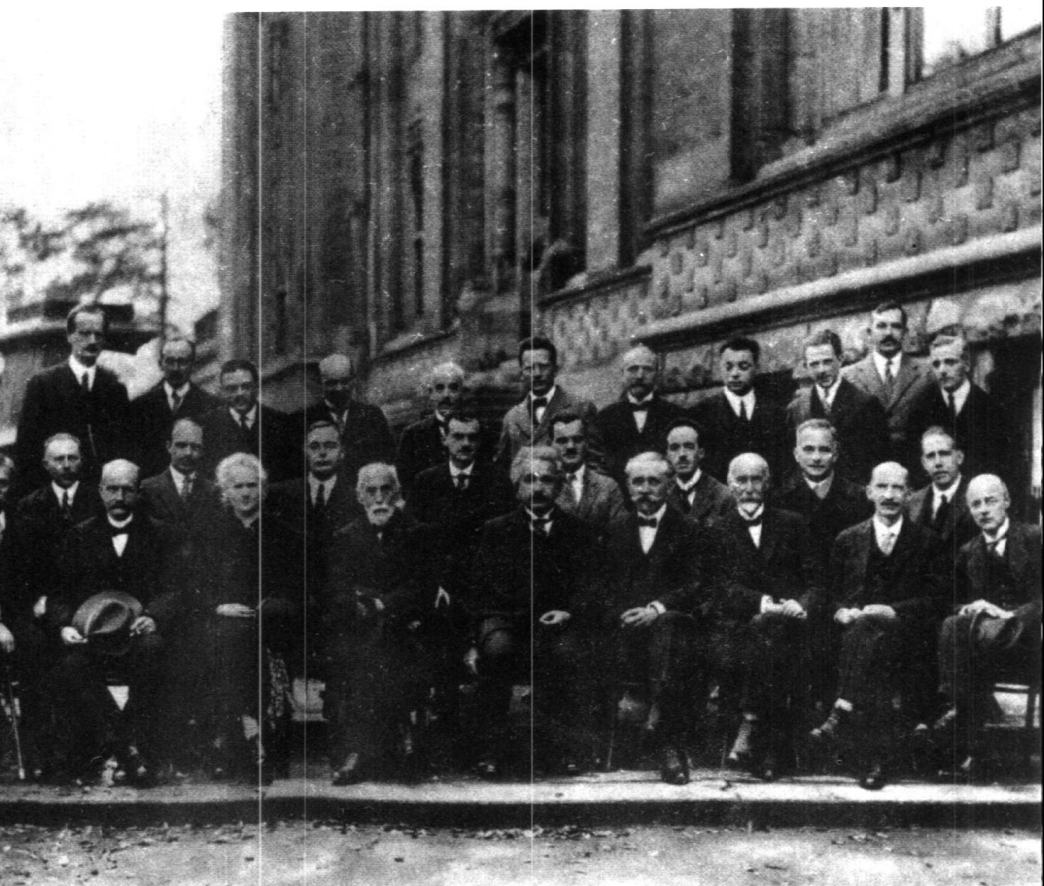
海森堡在1924年



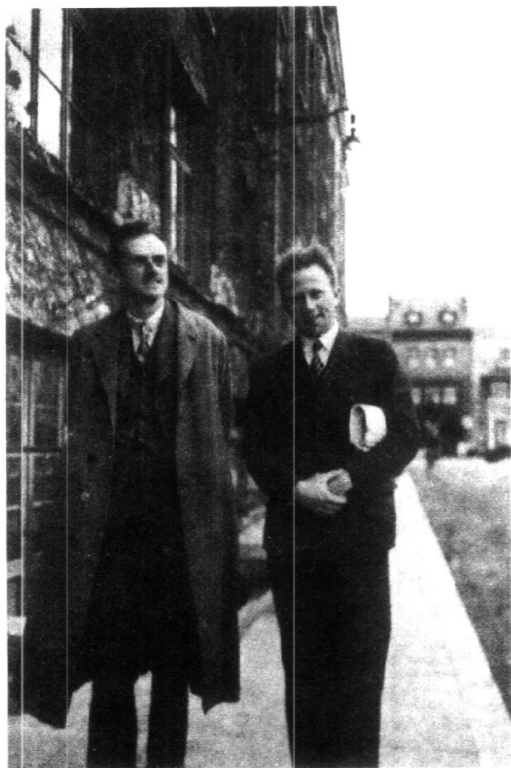
玻尔与海森堡在1925年



薛定谔、海森堡和狄拉克1933年合影于斯德哥尔摩火车站



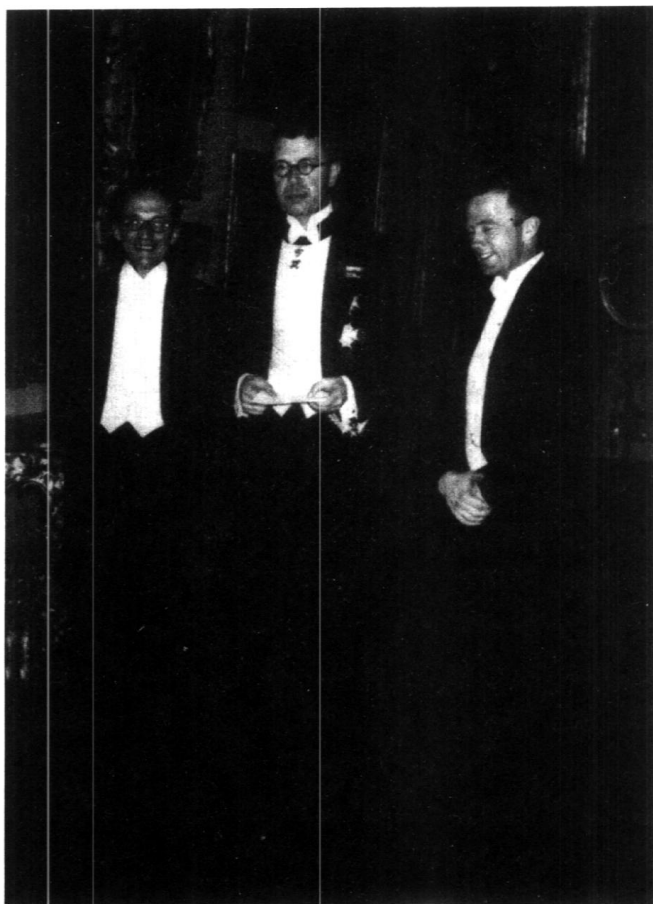
1927年索尔维会议代表合影



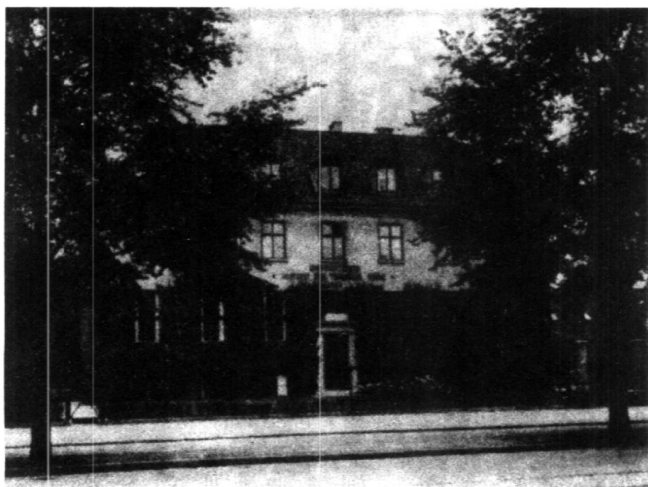
狄拉克与海森堡在20世纪30年代



海森堡(右二)与约丹(右一)



海森堡与狄拉克在诺贝尔奖授奖典礼上与瑞典国王合影



哥本哈根大学理论物理研究所20世纪20年代的外貌



1936年6月在哥本哈根召开的物理学会议

弁 言

这是一套关于自然科学学派的丛书。

与研究机构以及研究的组织和管理机构相比，科学学派是在研究者的有意与无意之间形成的一种研究队伍组织形式。我们可以按照我们的设想和计划，去设立专门组织研究事业和管理研究活动的机构，也可以按照研究方向或者研究课题成立一个研究机构，但是却不一定能够拿出一个可行的计划设立某个学派，或者成功地实施这个计划。

我们通常所说的学派，是指在学术上围绕集中的问题，聚集了优秀的人才，采取了新颖的视角，形成了独特的风格，取得了引人注目的成就的研究群体。这个群体的成员，可以在一个研究机构中，也可以分散在若干研究机构中。提出一个或者一组重要问题、聚集几个优秀人才到一个研究机构中，这并不难；难的是这些人要能够探索出一个新颖的研究进路，在这个进路上形成独有的研究风格，并且以突出的成就表现出来，因为这不是规划能够实践的、金钱能够堆出的、指令能够起作用的、干劲能够出效益的事情。

一般说来，有学就有派。古代的毕达哥拉斯学派就

是很著名的哲学学派和数学学派，更不用说现代科学中的学派林立了。但是，有几个人，采取类似的方法，研究接近的题目，发表几篇论文，在一起开开会，形成一个圈子，并不就意味着形成了一个学派。科学界的多数论文加入不到科学文献引证体系中去，多数人是游离于学派之外的“自由电子”。有的科学大师，如爱因斯坦等，我们也很难把他放到那个学派中去。但是，重要的科学学派不仅是做出奠基性、里程碑式和开拓性的工作的群体，而且也是涌现新的学界领袖的摇篮；既是科学知识的生产基地，又是培植新的科学思想和科学方法的温床。像李比希学派在有机化学领域、哥本哈根学派在量子力学领域都起到了这样的作用。

因此可以说，研究和了解重要自然科学学派的情况，会使我们对科学研究的组织形式有更多的认识，会对我们形成有国际影响的原创性研究群体有一定的启发意义，也会对我们的科学研究管理工作提供新的思路。

为了使这套丛书真正能够起到预想中的作用，我们在组织丛书时作了这样的一些考虑：

第一，选择的科学学派必须是人们公认的并且在历史上产生过重大影响者。

第二，作者们尽量在前人关于有关学派研究的基础上，做出自己的研究，并且在书稿中充分反映研究结果。本丛书中的每本书都是作者的研究专著。作者应当熟悉相应的原始文献和重要的二手文献。

第三，对每个学派的介绍尽量完整。分析阐述中注重思想性，完整交代各个学派形成、发展和终结的背景与过程，以及每个学派的风格、主要人物、代表成就、科学思想、研究方法和历史地位。

第四，突出科学学派个性化的介绍和分析，避免程式化的概括。对各个学派的评价力求公允、客观，不回避其局限性，同时注意避免主观贬损与之对立的学派。

第五，主要通过事实而不是主观断言，交代各个学派思想和成就对于现代科学与社会的影响。如有关学派对中国科学界产生过直接影响，在书中亦应有一定的介绍。

第六，撰写风格力求清新活泼。遇到技术性内容应尽量做出通俗有趣的解释，避免干巴巴的“学术”语言和生造的所谓“新概念”和“新名词”。因此，这套丛书应适合中等文化水平以上的读者阅读。

组织这套丛书的创意，最初是武汉出版社社长兼总编辑彭小华先生提出来的。从他1997年委托我们组织这套丛书开始，到第一辑正式出版，经历了4年时间。应当说，作者们为这套书付出了许多努力。根据我们的现有条件和我国读者的需要，我们把主要的努力放在系统介绍和分析有关学派的基本情况上。相信这套丛书的出版，会在读者中陆续产生一些积极的作用。

需要指出的是，国际学术界对科学学派的研究形成一定的气候，从1970年代就开始了。据美国学者盖森(Gerald L. Geison)1981年的统计，到那时为止，曾被认真深入研究过的以实验室为基地的学派就已经有9个。这些学派先后活跃于1800—1937年间，其中有一贯成功的，有暂时成功的，也有部分失败和相对失败的。自1981年以后，又有更多的研究成果发表。国际著名的科学史年刊《奥西里斯》(Osiris)1993年号，就是他和霍姆斯(Frederic L. Holmes)合作编辑的研究学派专号。在研究方法上，外国学者的工作除了描述和分析之外，还引入

了网络分析，以及科学知识社会学（SSK）中的有关观点和做法。

我国对于国际学术界关于科学学派的研究的译介工作，是在1980年代中期至1990年代早期，集中在《科学与哲学》、《科学学译丛》和《科学史译丛》等刊物上。山西大学张家治教授和刑润川教授在1993年曾经主编出版了《历史上的自然科学研究学派》一书。这些工作虽然还来不及完全吸收国际学术界的有关成果，但是却为我们今天研究科学学派提供了一定的基础。《世界著名科学学派丛书》的出版在我国还是第一次。随着研究的深入，以及对于国际学术界的更多了解，我国学者将会在消化国际学术界有关成果和方法的基础上，在学派研究领域取得更多更好的成果。当然，这不是赶洋时髦，虽然赶时髦并不一定就不是好事。

任定成

2001年12月

于台湾宜兰林美山云起楼

学术顾问

周光召 何祚庥
许智宏 韩启德

编辑委员会

主编

任定成 周雁翎

委员 (以姓氏汉语拼音字母为序)

郭庭军 李三虎

莫少群 彭小华

任定成 王蒲生

赵万里 周雁翎

目 录

第一章	绪论	(1)
1.1	什么是哥本哈根学派	(1)
1.2	玻尔和他的研究所	(8)
1.3	哥本哈根解释的要点	(16)
第二章	从量子论到量子力学	(25)
2.1	原子的量子论	(25)
2.2	波动—微粒二象性	(35)
2.3	矩阵力学和波动力学	(45)
第三章	量子力学的物理解释	(56)
3.1	早期的经典解释	(56)
3.2	波函数的概率诠释	(64)
3.3	海森堡的测不准原理	(72)
第四章	玻尔的互补原理	(85)
4.1	互补原理的提出	(85)
4.2	互补原理的展开	(95)
4.3	对微观系统的测量	(104)

第五章	玻尔—爱因斯坦论战	(113)
5.1	分歧的由来	(113)
5.2	一场决战	(123)
5.3	EPR 论证	(133)
第六章	哥本哈根学派的兴衰	(145)
6.1	量子力学正统解释的形成	(145)
6.2	“学派”内外	(153)
6.3	非正统解释的复兴	(163)
第七章	对正统解释的异议	(174)
7.1	量子力学的统计解释	(174)
7.2	什么是量子力学的主要特征	(185)
7.3	费曼的路径积分否定了玻尔的互补原理	(194)
第八章	回顾与展望	(201)
8.1	对哥本哈根解释的晚近反应	(201)
8.2	量子力学的基本概念是在经典物理学概念的基 础上建立起来的吗	(209)
8.3	量子力学解释的新进展	(219)
	参考文献	(226)

第一章 绪 论

1.1 什么是哥本哈根学派

通常说来，哥本哈根学派是指对量子力学这门现代物理学基本理论的概念体系的一派观点，亦即是对它的一套观念上的解释。因为这个学派的代表人物是丹麦物理学家尼尔斯·亨里克·大卫·玻尔（Niels Henrik David Bohr, 1885—1962），其主要活动场所在这个国家的首都哥本哈根（Copenhagen），故此得到这一名称。

自然科学或者社会人文科学里的学派，在国外一般叫做“研究学派”，而在国内则大都称为“科学学派”。之所以有这样的差别，或许是因为，在国外看来，一切研究活动都是科学研究，称呼为“研究（research）”就可以了。但在国内，“研究研究”每每成为搪塞或者拖延的托词，于是就要特别指明是“科学研究”，或简称为“科研”，似乎这样就可以同那些官方的“研究研究”区别开来了。

我想，“科学学派”这个称呼的意义好像偏重于客观。例如，数学里的几何学和代数学，可以用来研究同

世界著名科学流派丛书

一个课题，而使用的方法不同；又如，物理学里的热力学和统计物理学，分别从系统的宏观现象和微观聚集两个方面进行研究。这些都反映了不同学科分支在观察角度、考虑方法和研究手段等方面的差别。所以，“科学学派”这一名称，也许容易同学科分支的区别相混淆。另一方面，“研究学派”这一称呼的意义好像侧重于主观，着重表达的是对于科学的研究行为，用来指派给一些特定的研究集体，也许是比较适当的。

一般地说，一个研究集体可以认为形成了一个“研究学派”或者“科学学派”，大致需要满足以下一些主要条件：

第一，有一位（或者少数几位）代表人物，他（他们）在研究工作上已经达到了高深的造诣，在相关的学术界里亦树立了崇高的声望。他（他们）是这个集体的核心人物，起到领导和（或）组织的作用。

第二，由这位（或这些）代表人物构思和提炼出来的具有鲜明特色的一套系统的学术思想，它在这个集体的研究工作中起到指导的作用。

第三，在这套学术思想的指导下，在各个时期或时段里，形成了或者制订出明确的研究纲领，并且贯彻到集体中的各项工作，从项目选题、研究路线到具体方法的各个环节中去。

第四，有一支适当规模的研究队伍，其中的各个成员之间，或者有密切的合作研究关系，或者有亲密的师生传授关系，保证了学术思想的继承和发展，以及研究人员的补充和换代。

第五，研究集体有足够的财政和物质上的支持，例如有了研究所和实验室等固定的工作场所，以及获得了