

原子物理学

〔联邦德国〕W·海森堡 著

马名驹等 译校

中国社会科学出版社

的发展和社会

[联邦德国]W·海森堡 著

原子物理学的发展和社会

马名驹 张 敏 黄 勇
张静安 马世品 黄麟维
沈玉春 译
马名驹 张 敏 校

中国社会科学出版社

1985 北京

责任编辑：庞长富

责任校对：王 新

封面设计：式 一

版式设计：钱 锋

原子物理学的发展和社会

YUANZI WULI XUE DE FAZHAN HE SHEHUI

中国社会科学出版社 出版

北京书店北京发行所发行

太阳宫印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 8.75印张 192千字

1985年4月第1版 1985年4月第1次印刷

印数1—6,700册

统一书号：2190·122 定价：1.45元

PHYSICS AND BEYOND
Encounters and Conversation

Werner Heisenberg

Translated from the German

by Arnold J. Pomerans

London

GEORGE ALLEN & UNWIN LTD

《根据伦敦乔治·艾伦和昂温有限公司1971年版译出》

中译本前言

海森堡 (Werner Heisenberg, 1901—1976), 是当代最卓越的物理学家之一。他在科学上的主要成就是, 创建了量子力学的矩阵形式, 提出了著名的量子力学测不准原理, 为此, 获得了一九三二年的诺贝尔物理学奖。此外, 他还在运用量子力学解决铁磁性、 μ 介子的相对论效应等方面作出了贡献。晚年他主要从事基本粒子统一场论的研究。他在科学上的贡献是巨大的、多方面的。

由于现代自然科学高度抽象的理论思维特征, 海森堡同当代其他著名的科学家一样, 在探索现代科学重大问题的过程中, 对哲学发生了浓厚的兴趣, 写下了一系列自然科学哲学问题的论著。《原子物理学的发展和社会》(1969年德文版名为《部分和整体》, 1971年英译本名为《物理学及其他》, 我们这个中译本是根据1971年英译本翻译的), 是他在这方面的代表作之一。这本书详尽地记述了本世纪二十年代至六十年代原子物理学建立和发展过程中, 他同普朗克、索末菲、爱因斯坦、玻尔、薛定谔、玻恩、狄拉克、泡利、哈恩等当代著名科学家之间进行的对话和讨论。其内容既有原子物理学的重要实验、基本概念和理论模式, 又涉及到物理学、化学、生物学等学科之间的相互关系。他强调指出, 科学固然以实验为基础, 但是科学的成果必须通过科学工作

者之间的相互对话和讨论，对实验的事实作出正确的理论解释，才能取得。他在这本书中尽量客观地介绍了各学术派别的思想和观点，再现了他们之间的学术争论和思想交锋，充分地展现了现代科学思维的创造过程。从这个意义上说，这本书以独特的风格，为我们研究现代科学思想的发展过程，探讨现代科学的认识论和方法论，提供了丰富的有重要价值的学术资料。

海森堡是哥本哈根学派的重要代表人物。这个学派同以爱因斯坦为代表的学术观点，进行了长达数十年的、科学史上罕见的激烈争论，至今还在进行。他在这本书中自然详尽地阐述哥本哈根学派的观点，强调统计特性是事物最本质的特征，只有用互补的观点，才能完整地理解微观粒子的波粒二象性以及其他一切事物。他认为，原子物理学所提出的诸如整体性、复杂性、统计性等特征，对于哲学、宗教、伦理和社会政治问题，产生了巨大的冲击；社会的价值观念支配着人们的行为、目标和道德，反映着不同人们之间认识上的差别；科学可以帮助我们找到一种所谓的“中心秩序”，从而把人们不同的价值观念统一起来，并“再次指明我们的道路”。对于海森堡在世界观、人生观等方面的这些论述，读者需要运用马克思主义的观点分析研究，作出自己正确的评价。

序 言

这些演讲所涉及的事情中……，我觉得现在已不可能记住那些演讲的确切用语了。因此，按照我的办法，就使每个讲话人说出在他那种环境下会说出的话来，而且尽可能保持指导他当时讲话的思路。

——修昔底德^{*}

科学是由人们创造的，这个自明的事实却常常被忘掉了。这里，倘若恢复这种认识，那么就有希望缩小艺术和科学这两种文明之间的差别。现在这本书讨论过去五十年间作者经历了的原子物理学的发展。科学以实验为基础；科学的成果是通过在其中工作的人们，同相互磋商、对这些实验作出自己解释的人们之间的讨论达到的。这些讨论构成这本书的主要内容。通过这些谈话，作者希望论证科学是根植于对话的。不用说，过了几十年已不可能按原样逐字逐句地把这些对话记述下来。然而，作者也不愿意将这本书写成回忆录。相反，作者不受约束地浓缩和删去了某些细节；他所期望再现的，是一幅更为广阔的图景。在这些对话中，原子物理学不一定，而且远非是最重要的主题，而人类的、哲学的和政治的问题将不断出现。作者想要说明，科学和这些更为

^{*} 修昔底德，公元前455—400年，古希腊历史学家。——译者注

普遍的问题，是完全分不开的。

作者之所以提到书中许多人的姓名，一方面因为一般公众还不知道他们，另一方面也因为用这种方式完全表达了作者同他们的关系，而且这应当有助于避免造成作者在提供一份逐字逐句、每个细节都确凿无疑的报告这样的印象。由于这个原因，没有试图对这些人物勾画出一幅更为确切的形象，而只要根据他们讲话的风度，实际上就可以认识他们了。可是，对于对话的确切气氛，作者给予了细心的留意。因为在这种气氛中，明确地显示了科学的创造过程；它有助于说明，在最重要的科学成果中，各种人们之间的合作是怎样达到高潮的。假如作者能够用这种方式来表达智力过程的某些观念，即使这种过程同原子物理学关系甚少，这将是作者最为高兴的事情。因为这种智力已加入原子科学的发生和发展，尽管作者事实上已被迫采用了某些高度抽象和极为复杂的数学关系。

最后，通过回忆这些对话，作者试图追求一个更为广阔的目标。现代原子物理学已对哲学、伦理学和政治的基本问题，提出了新的见解。期望这本书可以有助于尽可能多的人们加入这种生动活泼的讨论，也许不是过奢的。

目 录

序 言	1
第 一 章 第一次遇到原子概念 (一九一九—— 一九二〇年)	1
第 二 章 研究物理学的决心 (一九二〇年)	18
第 三 章 现代物理学中的“理解” (一九二〇—— 一九二二年)	32
第 四 章 政治和历史课的教训 (一九二二—— 一九二四年)	51
第 五 章 量子力学以及同爱因斯坦的谈话 (一九二五——一九二六年)	68
第 六 章 新领域 (一九二六——一九二七年)	80
第 七 章 科学和宗教 (一九二七年)	91
第 八 章 原子物理学与实用主义 (一九二九年)	103
第 九 章 生物学、物理学和化学之间的关系 (一九三〇——一九三二年)	113
第 十 章 量子力学和康德哲学 (一九三〇—— (一九三四年)	127
第十一章 关于科学语言的讨论 (一九三三年)	133
第十二章 革命和大学生活 (一九三三年)	153

第十三章	原子能和基本粒子（一九三五——一九三七年）	169
第十四章	面对政治灾难时的个人行为（一九三七——一九四一年）	179
第十五章	走向新起点（一九四一——一九四五年）	195
第十六章	科学家的责任（一九四五——一九五〇年）	209
第十七章	实证主义、形而上学和宗教（一九五二年）	223
第十八章	科学的和政治的争论（一九五六——一九五七年）	238
第十九章	统一场论（一九五七——一九五八年）	251
第二十章	基本粒子和柏拉图哲学（一九六一——一九六五年）	258
译后记		270

第一章

第一次遇到原子概念

(一九一九——一九二〇年)

一九二〇年春天，第一次世界大战的结局，给德国青年带来了极大的混乱。统治权已经从深感幻灭的老一代人手中丢失了，而年青的一代人则聚拢起来，试图闯出一条新路，至少也要发现一颗新星，可以在普遍的黑暗中指引他们前进的道路。如果我记得不错的话，在一个春光明媚的早晨，我们一、二十个青年人，其中大多数比我小一些，漫步出发，经过施塔恩贝格湖西岸的小山。透过浓密的绿宝石般的山毛榉屏幕的间隙，我们偶然可以瞥见下面的湖泊和远处的高山。就是在这里，我对原子世界进行了头一次对话，而原子世界在我以后的生涯中起了极为重要的作用。首先需要说明，为什么一群沉浸在灿烂的春色喜悦之中的大自然青年爱好者，要约会进行这次谈话呢？也许我应当指出，那种把青年人束缚在和平环境里的家庭和学校，已被混乱的时代冲破了，换句话说，我们感受到一种新的自由感，在基本知识方面，用不着再去思考追求比我们已有的知识更多的东西，提出什么见解。

在我前面几步远的地方，走着—一个高个的英俊少年，他的父亲曾要我帮助他完成家庭作业。—一年前，当他十五岁的

时候，正是慕尼黑苏维埃共和国时期，他的父亲在维特斯贝希喷泉后面驻防，配备了一架机关枪，他给他父亲扛过弹药。包括我在内的其他人，作为农庄的劳动者，都在巴伐利亚人的苏格兰高地做工。这种艰苦的生活，对于我们来说，并不是难于接受的；那时，我们也不怕在一些很深奥的问题上形成自己的见解。

由于我正在准备夏季的大学考试，我们的谈话大概转向原子问题。我喜欢同我的朋友库尔特讨论科学的对象问题，他和我有同样的兴趣，立志做一个工程师。库尔特出身于一个教会职员的家庭，性情直爽，待人忠厚。一年前，当慕尼黑被政府军包围的时候，我们两家有很长时间断了粮。于是，他和我以及我弟弟就冒险出去搜寻食物。我们穿越前线到达加尔琼，从那里背上满满一背包面包、黄油和咸肉返回来。这样一段经历有助于我们之间的相互了解和相互信任。现在，我告诉库尔特，在对我全然不能提供理智的教科书中，我已偶然发现一个例证。也就是说，对于描述两种均匀物质化合成第三种均匀物质，即形成化合物的基本化学过程，教科书认为，解释这一过程的成因，最好是用这样的假定：这些元素的一些最小微粒或称之为原子，互相结合成很小的原子团，或叫做分子。例如二氧化碳分子可以说是由一个碳原子和两个氧原子组成的。这就是我们的教科书所要证明的反应过程。为了明确解释为什么一个碳原子和两个氧原子能够结合成一个二氧化碳分子，艺术家把原子比喻为“风纪扣”，因为“风纪扣”可以把原子互相连接起来。我认为这种说法是令人难以接受的。在我的头脑中，“风纪扣”完全是一种随意性的结构，它们的形状可以随意改变，使之适合于各种不同的技术目标。但是，可以想象得到，原子和原子

结合成分子，是受严格的自然规律支配的。我觉得这里并没有为人们的“风纪扣”这种发明创造留有余地。

库尔特争辩说：“如果你不赞成‘风纪扣’的说法——我也对它持相当怀疑的态度——那么，你仍然需要获得一些具体经验，以便说服艺术家不要再用这种描述方法。因为现代科学开始于实验，而不是开始于哲学的臆测。只要我们相当细心地加以收集，就可以得到过去提供的全部实验。据我所知，化学家已阐明，一种化合物的基本粒子，在固定的辐射中总是用重量单位来表示的。这在本质上是值得注意的。因为即使一个人确信存在着原子，即确信存在着每一种化学元素的特殊粒子，我们用自然界中通常遇到的力，也难于解释，为什么一个碳原子一直吸引着两个氧原子，并与它们相结合，而排斥其他的粒子。即使我们承认在两种类型的原子之间存在着某种吸引力，那么我将怎样去解释，为什么三个氧原子却不能替换两个氧原子去与一个碳原子相结合呢？”

“也许碳原子和氧原子由于空间的原因所具有的形状，决定了它不能去同三个氧原子结合。”

“如果你作了这种假定，而这种假定似乎是很合理的，那么你就象教科书上的‘风纪扣’问题那样，在许多事情上又后退了。也许艺术家所要表现的正是这种东西，因为他们还没有认识到原子看起来到底象什么东西。艺术家简单地提出风纪扣来，是为了说明：借助原子自身所具有的形状，一个碳原子才能和两个氧原子结合，而决不能与三个氧原子结合。”

“这很对，‘风纪扣’没有现实的意义。但是，你认为影响原子存在的自然规律，还赋予原子合理的形状，而这种形状又确保原子之间以适当的方式相结合。可惜的是，我们当中

还没有一个人熟悉这种形状，正是由于这个原因，教科书也没有插图。我们所能说明的仅仅是，由于原子的这种形状决定了一个碳原子只能和两个氧原子结合，而不能和三个氧原子结合。正如教科书告诉我们的，化学家为了达到这一具体目标，已发明了‘化合价’的概念。‘化合价’究竟只是一个措词，还是一种真正有用的概念，这个问题要留待以后去看。”

“这大概比一个措词所包含的意义要多。因为就碳原子来说，它具有四个化合价，可以认为碳原子与每个氧原子用两价连接，这样一来，就必须设法把碳原子与四面体的形状联系起来。因此，一般都不会怀疑，这种化合价的概念是建立在实验事实之上的，它比我们现在已掌握的实验事实要丰富得多。”

这时，罗伯特也加入了我们的谈话。他悄悄地走到我们身旁，显然是在听我们的谈话。罗伯特长着一副瘦长而结实的脸盘，乌黑的头发，初次见面还有点害羞。他很少参加我们这种习惯于在漫步中不拘形式的谈话。晚上无论什么时候，他总是在帐篷里拿着书看。吃饭的时候，我们喜欢听他的诗歌朗诵，因为我们当中谁也没有他知道的德国诗歌和德国哲学家多，于是，就一齐把目光投向了他。他除了少数几次由于苦恼或过于劳累的时候外，都要朗诵诗歌。他是我们当中最认真的人，甚至有关诗人的生平事迹，他都要搞清楚。他沉着镇静，能够系统地阐明自己的思路。这一切都吸引着大家去听他的朗诵。他讲的东西是我们听到的最有价值的东西，有时真能扣人心弦。现在很明显，他对于我们关于原子问题的谈话已感到不满了。

他说：“你们这些科学的崇拜者，把经验说得神乎其神，都相信经验可以直接引向真理。可是，假如你们仔细想

一想经验，认真分析一下在‘经验’中所发生的事情，那么你们就一定会改变自己的看法。我们表达任何事情，是以思想为根据的，只有我们的思想才能直接为我们自己所理解。但是，思想并不是事物。我们不能直接去领会事物，而必须首先把事物转化为观念，再把观念变成概念。我们从外部世界所获得的东西，完全是一些没有条理的不确定的感觉印象的混合体，这些印象与后来我们所觉察到的形状和数量之间没有直接联系的渠道。例如，我们观察在一张纸上画的正方形，不论在大脑皮层里，还是在神经细胞里，都不会留下正方形的痕迹。为了要认识它，我们应当把我们的感觉经验，用一种无意识的过程，即有助于把感觉经验转化为有条理的过程加以整理，使之成为‘有意义’的图象。只有通过这种转化，使这些个别的经验适应于一种‘可理解’的整体的时候，我们才能够认为察觉到了任何事物。因此，我们应当更周密地考查一下，我们的理性所依赖的图象来源，从而确定感觉经验是如何被概念所理解的，是如何与事物相联系的，只有那时，我们才能对经验的含义作出有权威的判断。显然，因为理性对于经验来说是更重要的，理性确实是所有经验的先决条件。”

“你所期望的从知觉的对象中分离出来的纯粹理性，真的是从经验转化而来的吗？这难道不会象一个人天真地相信的那样，是用重复一系列相同感觉经验的方法，直接转化的，或是用连接不同感觉材料的方法而间接转化的呢？”“这似乎没有多少必然性，甚至特别不能使人信服。近来我正在阅读马勒伯朗士*的著作，他对这个非凡问题的引证，使我

* 马勒伯朗士 (Malebranche)，公元1638年至1715年，法国玄学家。——译者注

深有感触。马勒伯朗士考查了理性可能起源的三种方式：第一种是刚才你自己所说的，当理性侵入我们的感觉时，主体就会在我们的头脑中产生概念，这正是马勒伯朗士所排斥的第一种可能性。这里，感觉印象从本质上来看，既不同于事物，又不同于理性。第二种可能性是，人的头脑本来就具有理性，至少它本身具有形成这种理性的能力。在这种情况下，感觉经验仅仅是把已经存在的理性再现出来，或者是促使我们的头脑形成理性。还有第三种可能性，马勒伯朗士把它归结为人的大脑参与了一种神秘活动的原因造成的。这种可能性与上帝有关，而且是从上帝那里引申出概括力、想象或理性，用它们就可以整理出大量的感觉经验，并形象地把感觉经验表达清楚。”

“你这个哲学家，总是急急忙忙地求助于神学。”库尔特表示反对，他说：“事情一遇到困难，你就拿出许多不知道的东西使你离开常规。举例来说，我不能用这种方式去劝阻你，因为你自己提出的问题正好告诉我，理性所掌握的人类头脑是在现实的世界，而不是彼岸的世界。头脑和理性都是存在于现实世界的，难道不是这样的吗？如果你不赞成理性是来源于经验的观点，那么你就应当解释，理性是怎样成为人脑一部分的。你提出了这种理性，或者至少提出了形成理性的能力，但是，一个孩子可以通过理性体验现实的世界，这难道是天生的吗？如果你认为不是天生的，那么你就应当相信，我们的理性是从世代代的人们的经验中产生出来的。总之，就我们涉及的问题而言，不论是现在的经验，还是过去多少代人的经验，这倒关系不大。”

罗伯特解释说：“不！这完全不是我所指的东西。一方面学习作为经验的成果，是否要通过遗传的过程往下传递，

这是值得怀疑的。另一方面马勒伯朗士的观点，可以表现为一种非神学的色彩，可以把这种观点引向更加接近于现代科学的地步。我也要这样试着去做。马勒勃朗士可以很容易地说，规定现实世界的可见的秩序、提供化学元素的存在及其属性、提供晶体的结构以及保证生命和各种事物的创造的这种相同的意向，还能在人的大脑创造活动中进行着。这种意向产生了与事物相应的理性，并确保了概念的清晰。当我们从人的角度去考查、从人的认识去处理这种意向时，它就担负着把那些全部现实的结构，分解为一种客观的因素（事物）和一种主观的因素（理性）。马勒伯朗士的观点同你的信仰一般说来有这种关系，即所有的理性都是以经验为根据的，这种观点描述为，形成理性的能力随着生命体和外在世界的交往，完全可以从进化的过程中产生。然而马勒伯朗士又强调说，这些连接不能用决定论的因果关系把这种特殊的过程解释清楚，换句话说，他论述了在生物物种和遗传的创造过程中，我们遇到了更高形态学的结构，它要完全避开其中包含原因和结果的这两种概念。经验对于理性，或理性对于经验来说，哪一个在先的问题，同鸡和蛋哪个在先的老问题相比，也许不是更合适的。”

他接着说：“至于其他方面，我不想干涉你们的对话，我只是要忠告你们，在和原子打交道的时候，不要在经验问题上做这种巧辩，因为这样做的结果可能是，你的原子终将回避直接的观测，即它不是事物，而是更为基本的结构的一部分，而这种结构在区分理性和客体方面，是不会有什麼意义的。当然，我不赞成从字面上去理解教科书上的‘风纪扣’，这涉及到人们的著作中已广泛存在的各种原子的图景。那种认为能促进我们理解力的图景，只是用来遮掩现实问题的。