

# 量子力学的哲学基础

[德] H. 赖欣巴哈 著

侯德彭 译

内部读物

商务印书馆



# 量子力学的哲学基础

[德] H. 賴欣巴哈 著

侯 德 彭 译

~~~~~  
本书是供内部参考用的，写  
文章引用时务請核对原文，  
并在注明出处时用原著版本。  
~~~~~

商 务 印 书 馆

1965 年 • 北京

內 部 讀 物

量子力学的哲学基础

〔德〕H. 賴欣巴哈著

侯德彭譯

---

商 务 印 书 馆 出 版

北京复兴門外翠微路

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 107 号)

京 华 印 书 局 印 装

統一书号: 2017·141

---

1965 年 5 月初版

开本 850×1168 1/32

1965 年 5 月北京第 1 次印刷

字数 188 千字

印数 8

印数 1—2,500 册

定价(9) 1.00 元

*Hans Reichenbach*

**PHILOSOPHIC FOUNDATIONS OF  
QUANTUM MECHANICS**

(University of California Press, 1948)

2640/81/27  
內容提要

本书以现代实证主义的哲学观点分析了量子力学的研究成果。作者认为，从量子力学的基本原理可以得出客体必然要受观测干扰的结论。作者把物理世界划分为可观测的“现象世界”和不可观测的“中间现象世界”。关于“中间现象”的陈述是不可证实的，因此对它容许有各种等价的描述，可以随意选择。

书中还分析了量子力学的语言结构，认为这一分析能更精确地表示出物理世界的结构。作者主张量子力学应当采取所谓三值的语言，量子力学的适当逻辑形式是所谓三值逻辑。

现代实证主义是马赫主义的变种。它歪曲和利用现代科学的成就，宣扬彻头彻尾的唯心主义观点和不可知论。通过本书，我们可以具体看到现代资产阶级学者是怎样歪曲和利用量子力学来为唯心主义服务的。

## 譯 者 序

本书作者賴欣巴哈是现代资产阶级实证主义哲学家。1891年生于德国汉堡。1933年法西斯上台后,被納粹驅逐,流亡国外,1938年起任美国加利福尼亚大学哲学系教授,1953年去世。本书是賴欣巴哈的一本主要著作,写于1942年。他从现代实证主义哲学立場出发,利用和歪曲量子力学的科学成就,表述了他对哲学基本问题的看法,并据此阐释了关于知识的性质、客观实在(即所谓“观测之外的事物”)以及因果性等问题。作者在这些问题上所得出的結論,是彻头彻尾的唯心主义。

现代实证主义的一个基本論点就是认为人类的一切知識都来自經驗,而經驗則是与观察、測量等等相联系的可以証实的東西。科学就是人們从种种观测材料中主观整理出来的一套套規則。这就是现代实证主义的所謂“証实原則”。他們认为:“可証实的”范围有一个不可超越的界限,誰要是迈出这个界限一步,誰就会陷入形而上学。现代实证主义者宣称,从来的哲学体系,不論是唯物主义还是唯心主义,都是形而上学体系,因为它们都包含有不可証实的陈述;因此,他們认为只有自己的哲学才是唯一“科学的”哲学,是凌駕于唯心主义和唯物主义之上的。

在现代实证主义看来,实在的世界有两个。一个是人們观测到的世界,另一个是“观测之外的”世界。二者的規律是否一致,他們认为无法知道。因为关于前者的陈述是可証实的,而后者的陈述是不可証实的,无意义的。

现代实证主义的各种流派,諸如邏輯实证主义、邏輯分析学

派、語义学派、实用主义等等，不管它們在形式上有何不同，无一不是以上述論点为其基本出发点的。

其实这个論点并不新穎。它是馬赫哲学的现代翻版。现代实証主义的“观测”和“可以証实的材料”等等讲法，无非是馬赫的“感觉”和“感觉要素”的別称。不可証实的观测之外的世界，实际上也就是康德学派的“物自身”的代詞。如果再往上追溯，我們还可以追溯到巴克萊和休謨那里去。他們不也是說什麼一切对象都限于“我的感官印象”嗎？休謨不也是在攻击一切“沒有經驗基础的形而上学”嗎？大家知道，列宁早已在《唯物主义和經驗批判主义》一书中把这些純粹經驗主义者和不可知論者批駁得体无完肤了。

在方法論上，现代实証主义者所使用的恰恰是形而上学的研究方法。他們认为，为了获得哲学真理，只要对观测材料进行邏輯分析或对語言进行邏輯分析就行了。他們往往不对对象进行具体分析，只是抓住片面抽象地加以夸大。在他們的“理論”中，常常是巧立名目，引入五花八門的術語，令人眼花繚乱；表面看来，他們讲的道理似乎井井有条，非常“尊重”科学事实，其实是在片面閹割科学成果，装腔作势，故意吓人。他們常常連最普通的常識都熟視无睹，以致在理論上和邏輯上总是自相矛盾，无法自圓其說。

现代实証主义的一个特点是專門利用和歪曲自然科学的成就，借以“論証”他們的不可知論。在这方面，本书可以說是一个典型。作者在本书中具体运用了伪科学的邏輯实証主义、邏輯分析学派和語义学派的观点和方法，曲解了现代量子力学的成就，得出了微观世界不可知的主观唯心主义結論。

大家知道，量子力学标志着物理学中继相对論之后的一場深刻的革命。以量子力学为基础的现代物理学，在根本上不同于以

牛頓力学为基础的古典物理学。这首先表现在物质由顆粒性的粒子所組成的古典概念被推翻了，代之而起的是物质具有波粒二象性的量子概念。这已在著名的电子衍射实验中得到了光輝的証实。其次表现在古典物理学是一个拉普拉斯决定論式的理論<sup>①</sup>，而量子力学本质上是一个統計理論。这些根本性的变化，导致一系列的古典概念被推翻，或者显示出应用上的局限性。

例如，过去把电子看成是粒子。现在，在某些实验中，例如在电子衍射实验中，表明电子具有波动性。另一方面，在其他实验中，例如当电子通过盖革计数器时，我們明明听到它所引起的搭搭声，表明它似乎是粒子。粒子和波这两个概念是有矛盾的，因为前者在空間中占据着明确的区域，而后者严格說来是充滿整个空間的。这两个互相矛盾的性质现在竟表现在同一个对象中。电子究竟是什么呢，究竟是粒子还是波呢？怎样理解这种波粒二象性呢？

电子既然并不单纯是一个顆粒性粒子，它在运动时也就不能有确定的連續軌道。因此它在給定的时刻就不能同时有确定的位置和速度（或动量）。这就是量子力学中著名的測不准关系。<sup>②</sup>怎样解释这个关系呢？資产階級学者认为，电子运动既无明确軌道可言，人們就不能在空間中連續跟踪它的运动，这就破坏了因果性。因此它与因果性是不相容的。

所有这些問題，不仅牵涉到物理学本身，而且牵涉到哲学。就目前情况看来，从物理上具体解决这些問題还有賴于物理学今后的发展，特别是现代基本粒子理論的发展。但是，这首先要有正确

---

① 資产階級学者常常把古典理論称为“严格因果的理論”，这个术语是意义含混的，不正确的。

② 书中把測不准关系称为“不确定原理”，这是故意夸大和歪曲。实际上它仅仅是物质的波粒二象性之反映，仅仅表明我們把电子当作古典粒子的可能性的限度，而不是表明我們对电子所能有的知識的限度。

的哲学指导，否則物理学本身的发展也将受到阻碍。

事实上，在对待这些問題的哲学解释上，唯物主义和唯心主义是截然相反的。

从辯証唯物主义看来，事情是很明显的。微观世界的波粒二象性是一个客观事实。它不仅沒有推翻世界的物质性及其統一性的原理，而是更进一步証明了客观物质世界的統一性及其规律的可知性。量子力学表明人們对客观物质世界的認識进一步深入了，表明我們过去的科学知識只是客观规律的近似反映。它恰恰巩固了我們关于知識的理論的基础，即唯物主义的反映論，而絕沒有动摇这一基础。

辯証唯物主义承认一切事物都是矛盾的統一体，而且正是通过事物的矛盾才能把握事物本身。波和微粒就是微观客体的矛盾的两个方面。因此，量子力学提出了物质的波粒二象性，可以說是真正揭示出了客观物质世界的辯証法。

但是主观唯心主义的看法正相反。例如，哥本哈根学派（玻尔、海森堡、約当等）就公开否认微观世界的客观实在性和因果规律性，說什么量子力学証明了主客体的界限不可区分，这个界限可以随意划定；客观是由知觉的主体創造出来的，等等。

賴欣巴哈作为一个哲学家，似乎与玻尔等人的看法有些不同，在哲学上表现得要乖觉些。他对主体創造客体之类的說法也表示不能同意，认为这是哲学上的神秘主义的见解。但他同样认为量子力学与我們关于实在和知識性质的传统概念相矛盾，必須加以“修正”。下面我們將看到，作者的观点与玻尔等人的观点并无本质的区别，只不过导致更加彻底的不可知論罢了。

作者說，我們应当把世界分为两个，一个叫做“現象世界”，現象由一切发生于“巧合”中的事件构成，它們是可观測的或是广义

可观测的；另一个世界叫做“中間现象世界”，中間现象是不可观测的。例如电子从輻射源中射出以及到达衍射屏上这两个事件，都是现象，电子在二者之间的运动过程則是中間现象。因为中間现象不可观测，所以关于它可以有各种等价的描述方式，其中任何一种都同样的真，只要它不与观测到的现象有矛盾就行。一棵树，在我們不去看它时是什么样子呢？我們可以认为它和我們看到它的时候是同一个样子。作者說，在这样的描述中包含两个假定：第一是假定观测到的和观测之外的树遵从同一的规律，第二是假定观测无干扰。这样的描述体系称为“正常体系”，它也就是我們通常所約定采用的描述。但这并不是唯一的真描述。我們同样可以认为，一棵树在我們不去看它时总是分裂成两棵，它們遵从一种“异常的”光学规律，以致它們所产生的影子只有一个，并且当我們观测它們时，它們又变成了一棵。这种解释虽然十分异常，但与上述“正常解释”同样的真。

作者进一步說，古典物理学的特点就在于我們对全部现象都能“插入”类似于上述第一种解释的、滿足因果性要求的中間现象描述。正如在数学表的两个已知数值之間总能按照一定規則，利用插入法求出未知数一样，在古典物理学中，我們总能根据“正常体系”的两个假定“插入”正常的中間现象，作出正常的“因果追加”。

可是，作者分析說，微观世界的情况就完全不同了。首先，据說測不准关系必然要帶來观测的干扰，因此我們无法作出“正常体系”的第二个假定。其次，电子在某些实验里需用微粒解释作为正常解释，在另一些实验里又需用波动解释作为正常解释。因此，对电子的全体中間现象說来，微观解释和波动解释不可能“正常地”貫徹到底，統一的正常解释不可能存在。“因果异常”在微观世界

里总是存在着，决不可能把这个幽灵从微观世界里赶出去。作者把这称为“异常原理”。

为了表示微观世界的这种情况，作者在此引入了两个术语。凡是在一种科学解释中包括对“中间现象”的描述，这就称为“详尽解释”，如果仅限于描述“现象”，则称为“有限解释”。微粒解释和波动解释都属于详尽解释。用这些术语来说，微观世界的特点就在于，不可能存在一种正常的适用于全体中间现象的详尽解释。量子力学的基本原理表明微观世界与正常的因果性不相容。但是作者接着安慰我们说，我们不必为这种“因果异常”而不安，因为第一，这种异常仅限于中间现象，那反正是观测不到的；第二，对于**每一个**中间现象说来，我们还是可以有一种正常的详尽解释的。我们可以在一个实验里使用微粒解释，在另一实验里使用波动解释。只是要记住，满足正常因果性的详尽解释与因果异常的详尽解释是同样有效的，我们根本不能证实其中那个是真，那个是假。

不过，作者说，我们还是有可能使我们的科学理论中不包括“因果异常”的，只要我们仅限于有限解释就行。这是可能的，因为详尽解释涉及到中间现象，就科学预言的目的说来，这是不必要的累赘。这样，采用有限解释就能“消除因果异常”。有限解释有两种，一种是宣布有关中间现象的陈述都是无意义的，另一种是宣布这些陈述的真假性不确定，它们既不真也不假。

以上就是作为“根据”量子力学基本原理分析得出的微观世界的面貌，以及对于知识原理和实在、因果性等等概念“修正”的基本情况。作者还为微观世界构想出一个宏观模型，值得在这里谈谈，以便使读者能够更清楚地看出作者的观点。这里，为了明晰起见，我们略为把它简化了一下。

设想我用步枪瞄准某人射击。假定子弹飞行得很快，以致我

們根本无法观测到它在空中行进时是什么样子：它也許是个沿确定軌道飞行的粒子，也許是充滿整个空間的波，也許是别的什么东西。现在我勾动扳机，听得一声枪响之后，我对面那个人倒下了。这里，在极其邻近的两个时刻发生了两个可观测的“巧合”事件。一个是，我发现原来在枪膛中的一顆子弹不见了，推理表明它被射出去了；另一个是，在此瞬間之后我发觉对面有一个人倒下了，并且在他身体中找出一顆原来沒有的子弹。怎样解释这些已知的“巧合”事件呢？我們不能說前一个事件是原因，后一个事件是結果。因为我們观测不到子弹在飞行中的样子，无法跟踪子弹的运动，因此我們不能断定那个人身体中的子弹是否就是原来在我枪膛中的那顆子弹，当然它們也就談不上有什么因果关系。但我們可以在这两个可观测事件之間“插入”一种中間现象，**假定**子弹从枪膛中射出后仍然保持是粒子，沿着确定的軌道飞行。这样我們就在它們之間建立起了因果关系。我就可以說，我所瞄准的那个人之所以中弹倒下，是因为他恰恰处在子弹飞行的軌道上。因为作了上述假定，这个因果陈述也就成为可以檢驗的了。

这个解释，就是我們通常所約定的解释。但它并非唯一正确的解释。我們同样可以认为，子弹在空中飞行时是一个充滿整个空間的波，在它向前传播时遇到了一个人，突然又收縮成一顆子弹。这种解释尽管十分异常，但与第一种解释是等价的，我們无法証实那个是眞，那个是假。

作者說，如果上述的子弹是普通的宏观子弹，我們就总是可以采取第一种正常解释的，即总能作出正常的因果“追加”。但如果它像电子那样的話，我們就不能对它有一个**統一**的正常描述了。这是微观世界因果异常原理的表现。

这个微观世界的宏观模型，尽管与现实的宏观世界很不相同，

但据作者說，它是从量子力学基本原理导出的，因此要求我們要熟悉它，习惯于它。

事实上，这完全是对量子力学基本原理的歪曲。作者“論証”中的原則性錯誤在于：第一，他根本不承认电子具有波粒二象乃是一个科学事实。在他的“論証”中，总是暗中包含有这样一个前提：要求把微粒解释或把波动解释貫徹到底，如果其中任何一种解释不能貫徹到底，那便是“因果异常”。电子同时具有微粒和波动的属性在作者看来是难以理解的。因此他仅仅看到了波和微粒的对立方面，而沒有看到它們还有統一的方面。第二，作者片面夸大了测不准关系的作用，把它說成是量子力学的一个“基本原理”。事实上，它仅仅是波粒二象性的反映，仅仅反映我們有多大的可能性能把电子看成古典的粒子。第三，作者无視于量子力学是一个統計理論的事实，在作者看来，科学要能对未来作出“精确的預言”。因此他把“精确的預言”与因果性等同起来，而不承认統計因果性也是普遍因果联系的一个表现形式。个体的动力学规律和統計规律虽然彼此有联系，但却是两种本质上不同的规律，不能要求把其中任何一种归結为另一种。而书中却常常隱含有这种錯誤要求。第四，也是最重要的一点：作者不承认我們的知識乃是对客观物质世界的反映，而客观物质世界并非有两个，只有一个。“观测之外的”世界和我們观测到的世界是同一个世界，是根本上一致的。我們可以認識它，改造它。这是人类的社会实践活动所証明了的。为了获得科学知識，我們就要去改造和变革这个世界，要去“干扰”这个世界。“你要有知識，你就得参加变革现实的实践”。“你要知道原子的組織同性质，你就得实行物理学和化学的實驗，变革原子的情况。”（《毛澤东选集》，第一卷，1951年人民出版社版，第287頁）可是在作者看来，科学知識仅仅是对现有观测材料的整理规

則，並不反映客觀實在。我們“干擾”客觀世界不是我們獲得關於實在的知識的必經途徑，反而妨礙我們去認識實在，這不能不是絕大的錯誤。

因此，作者的“觀測之外的世界”或“中間現象世界”乃是純粹的主觀虛構，與康德的不可知的“物自身”是同一貨色。作者奢談邏輯分析，其實自己常常陷入邏輯矛盾。既然“中間現象”是不可觀測的，有許多等價的描述方式，那我們何必採取一種認為它不存在的描述方式呢？這樣做的話，“中間現象世界”豈不變成虛無了嗎？觀測之外的存在豈不是不存在了嗎？而我們觀測到的世界既是我們干擾觀測之外世界的結果，那麼，在這種情況下，我們觀測到的世界就是觀測對於“虛無”干擾的結果，這豈不是觀測世界產生於觀測嗎？此外，假如像作者所說，關於“中間現象”的陳述都是無意義的或其真假性不確的，那末，作者關於中間現象的知識还有什么意義呢？這些知識能夠証實嗎？作者在這裡是不能自圓其說的。

由此可見，作者表面上似乎在尊重科學，其實是真正地反科學。作者所導致的結論完全是不可知論。他說他所作出的結論不是消極的知識，而是積極的知識。實際上這個“積極的”知識，就是：我們關於微观世界不可能獲得確定的知識。

為了使自己的“論證”穿上嚴密化和科學化的外衣，作者在本書的最後一篇建立了所謂“三值邏輯”的系統，說它是量子力學的適當的邏輯形式。如前所述，量子力學的邏輯問題根本不是形式邏輯的問題。甚至連資本主義國家中的物理學家，例如曾對量子力學有過重大貢獻的玻恩，都不相信作者編造的這套邏輯。玻恩曾說三值邏輯純粹是符號遊戲，毫無價值。而且，它往往要用二值邏輯來解釋。因此它無非是一個自相矛盾的、混亂的邏輯系統，這

里无須多費笔墨談它了。

总之，本书是一部彻头彻尾的唯心主义著作。书中的基本哲学立場和方法論是反科学的。它不仅无助于量子力学本身的发展，而且无助于我們对现有量子力学成就及其哲学意义的正确理解。但是，它却是一本很好的反面教材，通过它，我們可以具体地看到现代实証主义是如何曲解现代科学成果来“論証”唯心主义观点，以适应于帝国主义需要的。而且，在对本书的具体的全面批判中，也一定会加强辯証唯物主义在量子力学哲学斗争中的陣地。

\*

\*

\*

本书譯文和譯序中錯誤之处在所难免，敬希讀者予以指正。

譯 者

1964年5月

# 目 录

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 作者序.....                      | 3   |
| 第一篇 一般探討 .....                | 9   |
| § 1. 因果律和几率律 .....            | 9   |
| § 2. 几率分布 .....               | 14  |
| § 3. 不确定原理 .....              | 19  |
| § 4. 客体受观测的干扰 .....           | 26  |
| § 5. 观测之外客体的确定 .....          | 30  |
| § 6. 波和微粒 .....               | 34  |
| § 7. 干涉实验之分析 .....            | 38  |
| § 8. 詳尽解释和有限解释 .....          | 48  |
| 第二篇 量子力学数学方法概述 .....          | 64  |
| § 9. 函数用正交函数集展开 .....         | 64  |
| § 10. 函数空間的几何解释 .....         | 73  |
| § 11. 逆变換和复合变換 .....          | 80  |
| § 12. 多变量函数和位形空間 .....        | 87  |
| § 13. 从德布洛意原理推导薛定諤方程 .....    | 90  |
| § 14. 物理实体的算符、本征函数和本征值 .....  | 98  |
| § 15. 对易規則 .....              | 102 |
| § 16. 算符矩陣 .....              | 105 |
| § 17. 几率分布的确定 .....           | 109 |
| § 18. $\psi$ 函数与时间的关系 .....   | 115 |
| § 19. 变換到其他态函数 .....          | 121 |
| § 20. 用观测方法确定 $\psi$ 函数 ..... | 122 |
| § 21. 关于测量的数学理論 .....         | 128 |
| § 22. 几率运算的法則和测量之干扰 .....     | 135 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| § 23. 几率和量子力学統計系綜的性质 ..... | 140 |
| 第三篇 解释 .....               | 148 |
| § 24. 經典統計与量子力学統計之比較 ..... | 148 |
| § 25. 微粒解释 .....           | 156 |
| § 26. 鎖鏈結構之不可能 .....       | 161 |
| § 27. 波动解释 .....           | 171 |
| § 28. 观测語言和量子力学語言 .....    | 179 |
| § 29. 限制含义的解释 .....        | 184 |
| § 30. 經由三值邏輯的解释 .....      | 190 |
| § 31. 二值邏輯的規則 .....        | 195 |
| § 32. 三值邏輯的規則 .....        | 197 |
| § 33. 通过三值邏輯消除因果异常 .....   | 210 |
| § 34. 观测語言中的不确定性 .....     | 218 |
| § 35. 可測性的限度 .....         | 221 |
| § 36. 相关体系 .....           | 223 |
| § 37. 結論 .....             | 231 |
| 索引 .....                   | 233 |

## 作 者 序

现代物理学的面貌由两个伟大的理論结构勾画而成，这就是相对論和量子論。前者大体上是一个人的发现，因为爱因斯坦的工作决不是別人的貢獻所能相比的，例如洛伦茲，他仅仅接近于完成特殊相对論的基础，又例如明可夫斯基，他仅仅确定了这个理論的几何形式。量子論的情况就不同了。它是在許多人的合作之下发展起来的，其中，每个人都在重要的方面有其貢獻，每个人都在自己的工作中利用了別人的結果。

这种合作的必要性在量子論这个課題中似乎具有深刻的根源。首先，量子論的发展主要是靠观测結果的提供，是靠观测数据的精确性。如果没有实验工作者队伍的支持，沒有他們用精密仪器把譜綫的照片拍摄下来，或去仔細观察基本粒子的行为，那末，即便在量子論的基础已經建立起来以后，这个理論也决不可能彻底完成。其次，量子論的基础在邏輯形式上与相对論十分不同。量子力学基本原理决不能形成一个統一原理，而且，不管数学上如何精巧，它們都不像相对性原理那样具有使我們一看就能信服的启发性。最后，和相对論过去对时空概念的批判情况比較起来，这些原理与經典物理原理的距离要大得多；它們不仅意味着从因果律过渡到了几率律，而且意味着我們要修正哲学上关于观测之外客体的存在問題的观念，甚至要修正邏輯原理，这就从根本上动摇了我們关于知識的理論基础。

量子物理理論形式的发展可以分为四个时期。第一个时期与普朗克、爱因斯坦以及尼·玻尔的名字联系在一起。普朗克在