



The Descriptive Problems in Contemporary Science and Philosophy

现代科学和哲学中的 描述问题

■ 王天思 著

上海大学出版社

014019531

N02
282

The Descriptive Problems in Contemporary Science and Philosophy

现代科学和哲学中的 描述问题

■ 王天思 著



北航

C1708316

上海大学出版社

N02
282

182810410

图书在版编目(CIP)数据

现代科学和哲学中的描述问题/王天思著. —上海:
上海大学出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-5671-0714-4

I. ①现… II. ①王… III. ①科学哲学-研究 IV.
①N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 052008 号

责任编辑 焦贵平 龚维才

封面设计 倪天辰

技术编辑 金鑫 章鸣

现代科学和哲学中的描述问题

王天思 著

上海大学出版社出版发行

(上海市上大路 99 号 邮政编码 200444)

(<http://www.shangdapress.com> 发行热线 021-66135112)

出版人: 郭纯生

*

南京展望文化发展有限公司排版

上海华业装潢印刷厂印刷 各地新华书店经销

开本 787×960 1/16 印张 22.25 字数 350 千字

2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5671-0714-4/N·002 定价: 68.00 元

序 言

无论在现代科学还是哲学探索中,尽管稍有不同,都同样遇到越来越基本的描述问题。爱因斯坦在相对论描述中所遇到的种种不可思议,波尔等量子物理学家在自然描述上的纠结甚至“挣扎”,从两个相距甚远的领域晓示着人们:在量子论和相对论基础上达到对世界的统一描述,建构一个统一的世界图景,任务异常艰巨,问题耐人寻味。面对人类认识发展的这样一个处境,描述问题不仅一直萦绕于怀,难以释手,而且有时是不知不觉日渐沉入。

本书将现代科学和哲学研究的主要描述问题集中呈现,不只是意在形成一个初步结构,表明这些问题之间的关联,以助具体描述问题和整个描述问题的理解;更试图通过描述问题的结构,在映照老问题的同时指向新的哲学问题。因此,本书不仅集腋成裘,更是集问成思,望引起学界对描述问题的进一步关注和深入研究。

王天恩

目 录

序言 / 王天思 1

导论：现代科学和哲学中描述问题的凸现

- (一) 解释的困境和理解的危机 / 2
- (二) 当代哲学中的描述走向 / 17
- (三) 解释的退隐和描述的凸现 / 21

第一编 逻辑基础中的描述问题

一、描述的规定前提 / 28

- (一) 从悖理性看描述与规定的内在关联 / 28
- (二) 作为描述前提的规定 / 32
- (三) 规定的超越和描述的发展 / 37

二、描述的性质和规则 / 42

- (一) 描述的两个重要性质 / 42
- (二) 描述的两类重要规则 / 45
- (三) 描述规则和悖论的形成 / 51

三、悖论的描述根源 / 53

- (一) 悖论：作为悖理性描述 / 53
- (二) 悖理性：规定的冲突 / 57
- (三) 悖理性冲突的类型 / 65

四、不完全性定理的描述根据 / 81

- (一) 不完全性定理与悖论 / 81
- (二) 不完全性定理和知识的人类学特性 / 86
- (三) 不完全性定理根源于规定的不完备性 / 89

第二编 现代科学中的描述问题

一、从描述的观点看“膜的新奇世界” / 94

- (一) “弦”和“膜” / 94
- (二) 量和形 / 97
- (三) 量的描述和形的描述 / 100

二、从描述的观点看量子奥秘 / 104

- (一) 薛定谔的猫：尴尬还是契机？ / 104
- (二) 量子叠加态：存在于客观世界本身还是主体的描述中？ / 107
- (三) 波包坍缩：波坍缩成粒子还是波函数描述的“坍缩”？ / 109

三、测不准原理的描述根源 / 112

- (一) “测不准”现象 / 112
- (二) “测不准”还是“不确定”？ / 114
- (三) 作为描述特性的“不确定性” / 118

四、量子理论中的描述介入 / 123

- (一) 微观认识中客观性的丧失和主观因素的增加 / 123
- (二) 观察介入 / 126
- (三) 描述介入 / 127

五、现代科学中的概念描述和符号描述 / 131

- (一) 量子力学形式体系和符号描述 / 131
- (二) 量子现象和概念描述 / 138
- (三) 符号描述和概念描述的互补 / 145

六、现代科学中的因果描述和几率描述 / 149

- (一) 几率描述 / 149
- (二) 描述论的因果观 / 162

- (三) 因果描述 / 168
- (四) 几率描述和因果描述的统一 / 178
- 七、量子理论中的互补描述 / 185
 - (一) 单一描述的局限和互补描述的提出 / 185
 - (二) 互补描述的观念及其论争 / 195
 - (三) 互补描述的地位和实质 / 203
- 八、量子描述和超弦描述 / 212
 - (一) 量子描述的特点 / 212
 - (二) 超弦理论的倡导 / 214
 - (三) 量子描述与超弦理论的意义 / 216
- 九、量子理论研究的描述转向 / 219
 - (一) 量子理论的描述特性 / 219
 - (二) 量子理论研究的描述转向 / 229
 - (三) 哥本哈根学派量子理论的描述性质 / 235

第三编 现代哲学中的描述问题

- 一、实在论研究的描述转向 / 240
 - (一) 实在论研究的转变 / 240
 - (二) “自我中心困境”的描述成因 / 248
 - (三) 描述论研究的实在论理解 / 252
- 二、语言哲学研究中的描述转向 / 259
 - (一) 语言学转向和描述转向 / 259
 - (二) 描述转向的语言哲学表现 / 262
 - (三) 语言哲学致思和描述论致思 / 266
- 三、语言哲学中的描述问题 / 270
 - (一) 指称理论中的描述问题 / 270
 - (二) 摹状词理论中的描述问题 / 278
 - (三) 意义理论中的描述问题 / 287

四、真理问题的描述论视域 / 299

(一) 量子领域认识对象的复杂性 / 299

(二) 真理问题的微观处境 / 302

(三) 描述论的真理观 / 305

五、辩证法：作为一种描述方式 / 308

(一) 规律、逻辑和概念辩证法 / 308

(二) 形而上学描述方式的超越和辩证法的客观化 / 312

(三) 实践、描述和辩证法的实质 / 316

六、描述和创构

——关于数字时代哲学走向的两点思考 / 322

(一) 从实在论研究转向描述论研究的最终根据 / 322

(二) 描述认识论和创构认识论双头并进 / 326

七、描述与实践 / 330

(一) 认识和实践：新形势带来的新问题 / 330

(二) 描述和实践：新问题带来的新视界 / 334

附录 参考文献 / 339

导论：

现代科学和哲学中描述问题的凸现

在现代科学研究中，一种意味深远的转变正“悄然”发生。

说“悄然”发生，当然是就整个人类知识领域和这种转变的深层内容而言的。事实上，在哲学研究中，人们早就由对客体到对主体和客体认识关系的关注，进入对主体本身特性的探索；只是甚至连这一转变的参与者也没有自觉地意识到：这种探索不仅针对主体的解释特性，而且针对主体的描述特性。在科学研究中，人们早就发现，牛顿力学所关注的已经不再是亚里士多德时代的“为什么”，相对论和量子力学所关注的也不再是牛顿力学时代的“如何”；只是甚至连现代科学理论的主要贡献者也没有注意到，现代科学已经从雄心勃勃的解释转向了相对谦逊的描述。而现代科学和哲学研究中描述问题的凸现究竟意味着什么，则更少有人追究。

透察人类描述，我们会发现一个跟我们自身的人类学特性密切关联着的层面，会发现在“描述”这样一个比“解释”相对“简单”化、“原始”化的活动后面，竟然掩藏着这么错综的人类行为和特性的踪迹，这么复杂的人类知识的秘密。

人们对于描述问题的真正发现和重视，与量子理论的创立和我们对微观领域的认识密切相关。在现代哲学研究中，描述问题则早就成了重要内容。

现代哲学不仅已经深入主体对客体的认识，而且已经深入主体以符号-逻辑对客体进行描述的探索，从而促成了现代西方哲学研究的语言学转向，正式开启了分析哲学传统，引出了语言哲学学科，使得西方几乎所有重要的哲学流派，都无不涉及语言研究，连现象学和解释学这样典型的欧陆哲学都在更深层次上涉及语言问题。事实上，哲学走向语言研究就是走向了描述研究。

现代科学和哲学研究中描述问题的凸现，是当代认识论研究的一大发展

趋势。按照研究对象,当代认识论研究有两大趋势。一个趋势是在复杂事物中探索对复杂事物的认识规律。人们对日益复杂化的事物进行着日益复杂的认识,并对这种日益复杂化的认识进行着日益复杂的认识论探讨。这种趋向典型地表现在复杂性科学——特别是在社会认识领域中。另一个趋势则是对原本看上去相对简单的事物的认识进行更深层次的探索,试图揭示关于“简单事物”认识的复杂一面。这种趋势最为典型地表现在科学发展的整个过程——尤其是量子力学的解释困境之中。

(一) 解释的困境和理解的危机

现代科学的发展,把一个前所未有的全新现象推到我们面前,从而把人类认识推向一个前所未有的处境。

量子力学的数学形式体系建立近一个世纪以来,无论在理论还是实验上,都从未受到真正的挑战。直到 21 世纪的今天,它仍然像 20 世纪初那样不可置疑。但是,自从量子力学创立以来,关于它的解释却从未停止过争论。关于数学形式体系的意义以及量子力学规律背后的实在等问题,近百年来一直争论不休,至今不仅没有休战的迹象,而且有愈演愈烈之势。

在经典物理学中,由于所研究的宏观对象是与人类的感官特性相匹配的,宏观现象可以用经典概念来描述,而经典概念本身具有解释功能,因而任何一个成功的理论体系本身都包含着对自身的说明,或者说是“自明的”;人们根本用不着另外对这一理论体系本身再进行解释。

随着经典物理学走向成熟,人们根据自己的感官特性建立起具有典型人类学特征的概念体系——经典概念,又依据这些经典概念建立起了一种与人类感官特性相匹配,从而同样具有人类学特征的世界图景。这样,一方面,作为一门经验科学,经典物理学本身与经验的联系不言自明;另一方面,人们对世界的合理解释最终必须建立在这些实证科学的基础之上,因此只需根据经验事实去理解世界,而不是真正存在科学理论适应已经建立起来的世界图景的问题。

但是,当人类认识进入量子领域,微观客体与宏观主体的感官特性不再像宏观领域中那样相匹配。微观客体与人类感官特性不相匹配的事实,以一种

非常奇特的方式表现在“波粒二象性”和“测不准”等现象中。

波粒二象性使微观客体似乎具有明显不同于宏观客体的特性，它们的行为有时像波动，有时又像粒子。但我们在宏观领域的经验表明，某个特定的物质客体不可能同时既是波动又是粒子，这两个概念完全不同。人们还发现，在某些实验中，电子的行为看上去像粒子，但又绝没有任何实验证明电子具有经典粒子的所有属性。同样，另一些实验则表明电子具有波动特性，但是也没有任何实验证明它具有波的所有属性。

“测不准现象”发生的最为典型的情景是当人们把微观客体看作是微观粒子并同时对其位置和速度进行测量的时候。在经典物理学中，我们经常碰到这样的情况：为了知道一个运动物体在未来某一时刻的位置和速度，我们必须测定它现在的位置和速度。在宏观领域，这是很平常的一件事。但是在微观领域，这样一件在宏观领域相当平常的事却出现了极为奇特的麻烦。在微观领域，如果把量子看作一个微观粒子，我们就不能同时准确地测量它的位置和速度；对它的位置测量得越准确，则其速度的测量就越不准确，反之亦然。

量子到底是波动还是粒子？它同时有没有确定的位置和速度？这些都成了不能确定的问题。对于这样一个由既是粒子又是波动，对其位置知道得越准确，则对其速度的测量就越不准确的微观客体构成的奇特世界，我们很难用经典概念自洽地描述。因此，人们依据微观尺度下的认识建立起来的量子力学，首先是一种抽象的形式体系。这种形式体系完全不像是经典物理学中的数学体系那样只是形相内容的形式化，而是对于非形相因而为人们所不能想象的内容的抽象描述系统。也就是说，面对与人类感觉特性不相匹配的奇特世界，人们开始只能用数学手段建立起量子力学的抽象数学形式体系。而面对这样一个与人类感觉没有直接联系的形式体系，人们发现对它本身还必须作出进一步的理论解释。而且这种量子力学解释，必须具有两种基本功能：

(1) 经验化功能。量子力学解释的经验化功能起着把量子力学与经验世界联系起来的重要作用。它在量子力学的数学形式体系和物理世界之间建立起一种联系。也就是阐述数学形式体系的物理意义，以使量子力学形式体系不只是没有物理背景的纯粹抽象数学。量子力学形式体系和物理世界之间的这种联系，使人们可以通过实验来对数学形式体系进行验证，即用实验结果来验证由数学形式体系所推得的预言。

(2) 世界观功能。一个量子力学解释不仅必须把形式体系与可观测物理对象联系起来,还必须定义形式体系可应用的范围,必须以不引起悖谬或矛盾的方式解释不能直接观测到的客体。这就要求量子力学解释必须具有世界观功能,以对量子力学理论如何处理不可观测的客体提供阐释。也就是根据量子力学的形式体系描述这个整体世界,以使它既不会有内在矛盾,也不会与已有经验或其他已经建立起来的科学理论相冲突。

在量子力学的解释中,首先出现的是在经典物理学理论的基础上解释实验事实的所谓“半经典解释”。这种解释的世界观功能仍然建立在经典物理学世界图景的基础之上,而其经验化功能则借助于对量子现象的重新解释。

一种比较为人们所广泛接受的半经典解释是“干扰模型”(disturbance model)。这种解释认为,在我们所研究的一个特定体系中,像位置和速度这样的成对共轭变量,“实际上”同时具有精确确定的值,只是对其中某一变量的测量行为本身对另一变量造成“干扰”,以致使测量者不能得到有关后一变量的精确知识。

量子力学的另一种半经典解释,是法国物理学家德布罗意(Louis Victor de Broglie)的“导波”(guide wave)理论。这种解释在量子力学发展的早期就已经提出来了。它认为在一个量子事件中,波和粒的相互作用具有一种特殊的基本机制:一个粒子是一个非常小的客体,它具有一个固定的空间位置;而一个波则是一个物理过程,它按照一个给定的波动方程在时间过程中的空间传播。波的振幅很小,不带能量,至少在不能探测到的意义上是如此。粒子是一个高度集中的、很小的、在波中实体化的能量区域。由于粒子在波中的这种结合,波拥有一种内在的振动。这种振动与波的振动同步,并在一种特定的“导律”(guidance law)的作用下,按照波的形态运动。

干扰模型和导波理论,在一定程度上可以说代表了量子力学解释的两种不同的趋势:一种侧重解释的经验化功能;另一种则侧重解释的世界观功能。

作为半经典解释,干扰模型和导波理论都隐含着定域性假定,因而都与贝尔不等式实验结果不一致。然而,由于各自侧重解释功能的一个方面,它们又引导出了两个各具生命力的发展方向。

由于侧重经验化功能,干扰模型虽然被一次次驳倒,但仍然是一种为实验物理学家所广泛持有的量子力学解释。从侧重经验化功能方面看,干扰模型

与量子力学的哥本哈根解释具有密切联系。事实上，在哥本哈根学派著名代表人物海森堡(Werner Heisenberg)的早期思路中，就曾使用过这种解释，只是在后来因为发现其不足，而进一步走向了哥本哈根解释，这种解释是突出经验化功能的典型代表。

由于侧重世界观功能，导波理论虽然并不成功，但仍然是一种符合人们传统实在论信念的解释努力。在导波理论中，由于“导律”最后归结为粒子的一种隐变量(hidden variable)行为的连续波动，这一解释直接导致隐变量解释，这种解释则是突出世界观功能的典型代表。

正如“隐变量”这一概念所暗示的，隐变量解释必然会有很多种思路。

在诸多隐变量解释中，美国物理学家大卫·玻姆(David Bohm)的“隐变量理论”(Hidden Variable Theory)，无疑是最具典型性的代表。玻姆是爱因斯坦(Albert Einstein)的学生和过去的合作者。这是他隐变量理论研究的一个耐人寻味的历史背景。他在隐变量理论方面所做的工作，不仅会使人们有一种与爱因斯坦相关的联想，而且被认为是探索德布罗意最初想法的“最远后果的一种最能干的努力”。

毫无疑问，隐变量理论始于半经典解释中的定域假设。量子力学的隐变量解释，最初旨在解决完备性和可预言性问题。最初的隐变量理论，事实上是用来将量子力学纳入一个严格的决定论理论的。这种理论主张存在不能测量到的变量，如果我们知道这些变量，量子力学的非决定性就会被排除。玻姆就曾声称，借助于描述不可观测的“隐蔽”过程的参数，他能够用普通的粒子概念解释整个量子力学。^①

关于隐变量理论，玻姆常常提到这样一个最为简单的例子：如果你把一张纸折叠起来并在上面画一个图案，重新把它展开后你就会得到各种新的图案。当纸被折叠时，图案是隐含着的。事实上，“隐含”一词在拉丁语中就是指“未展开”，所以我们可以说图案是未展开的。量子力学使玻姆想到：这就是实在从一个更深层级秩序中产生出来的方式。在这个更深层的秩序中，它是未展开的。实在展开产生显序又折叠回去。它正是以这样一种速率不断展开和折叠，以致使实在看起来是稳定的。

① Born M. *Physics in My Generations* [M]. Adlard and Son Limited, 1956: 145.

隐序的最好例子之一是全息,在那里,一个图案折叠进照相底片,当光照在底片上时,它又展开成为一幅可见的图像。照相底片上的每一部分都包含着关于整体的信息。因此,整体是由每一部分展开而来的。

玻姆认为,量子力学特别让人想到隐序概念。导致他产生隐序思想的正是量子力学的一个至关重要的特点——“波-粒二象性”：“你可以说某物既能够展开成一个似波实体,又可以展开成一个似粒实体。如果你仔细考察,就会看到量子力学的数学就对应着这种展开。它很像全息数学。”^①从这里,我们可以看到这种解释力极强的世界观功能及其对哥本哈根解释甚至量子力学本身所构成的挑战。

隐变量理论试图表明,量子力学是一种不完备的理论。玻姆承认量子力学的正统解释是自洽的,但认为它包含着一个不能用实验加以验证的假设:波函数是一个个体系统的最完备的描述。隐变量理论表明,这个假设在理论上是站不住脚的,因为每一个个体系统都处于完全确定的状态,而其随时间所发生的变化则是由显然与经典运动方程相似的定律确定的。“因此,正统解释具有相当大的危险性,它可能使我们掉入一个由自我封闭的循环假设链条构成的陷阱,而这些假设即使是真的,也从原则上不可验证。”^②

运用具有决定论性质的隐变量,隐变量理论可以在一定水平上处理一些解释问题。在那里,状态向量(state vector)被看作是体系的一种平均和不完整的描述,因而“知识”问题就不会产生。但是,由于阿赖恩·阿斯帕克(Alain Aspect)所做的贝尔不等式实验,玻姆的隐变量理论也面临严峻挑战。

根据贝尔不等式实验,一般认为一切建立在定域假定基础之上的隐变量理论都是不能成立的。实验结果否定了任何局域隐变量存在的可能性,不管其隐变量具有什么样的性质。任何一种隐变量理论,只要它包含定域性假定,都将和量子力学本身具有不可排解的矛盾。因为当一种隐变量理论原则上能够建立在非定域基础之上,从而与贝尔不等式实验结果相一致时,这种理论就会失去其内在经典诉求并且冒有与相对论和因果性相冲突的危险。因此,是

① P. C. W. Davies, Brown J. *The Ghost in the Atom: A Discussion of the Mysteries of Quantum Physics* [M]. Cambridge University Press, 1986: 122.

② Bohm D. *A Suggested interpretation of the quantum theory in terms of "hidden variables"* [M]// Part I, Phys. 85th ed., 1952: 169.

否会有能够成功地超越非定域性和因果性两难处境的新的隐变量理论，人们还只能拭目以待。

事实上，尽管玻姆本人也曾承认，他的解释对任何已知事实都没有实际效应，而只是加上了“具有启发意义的额外哲学见解”^①，但仅仅鉴于隐变量理论至今没有得到任何成功的实验支持而完全否定这方面的努力，至少是为时过早的。

在玻姆的隐变量理论中，由于认为宇宙是一个不可分的整体，其观念在某种程度上的确“为思考实在的普遍本性提供了一种有序得多的方式”^②。而我国著名科学家钱学森教授根据超弦理论^③在这方面所作的努力，就具有更为重要的理论意义。

钱学森教授认为，“隐秩序”不能只在微观世界中去寻找，它藏在比物质世界微观层次更深的的一个层次，即渺观层次。他是从这样一个事实出发的：物理学家们从万有引力常数 G ，光速 C 和普朗克常数 h 的结合，引出一个重要的长度单位。这个长度极小，约 10^{-34} 厘米。过去多少年，这只是个有趣的量，人们并不知道它有什么具体意义。但近年来理论物理学家为了把四种作用力（引力、弱作用力、电磁力和强作用力）纳入统一的理论，即“大统一理论 GUT”，提出一个“超弦理论”（superstring theory），而这里“超弦”的长度正好是大约 10^{-34} 厘米。超弦的世界比今天中子、质子等“基本粒子”的 10^{-15} 厘米世界还要小 19 个数量级！

超弦的世界是更下一层次的渺观世界，它具有 10 维时空，“多出来的 6 维在高一层次的微观世界是看不见的；因为它太细小了。这就使我猜想：微观层次的量子力学所表现出来的非决定性，实际是决定性的渺观层次中 10 维时空运动的混沌所形成的。本来是决定性的运动，但看来是非决定性的运动。”这是因为有 6 个因素没有考虑，因此，“可以说是因为微观世界科学家的‘无知’造成本来是决定性的客观世界，变得好像是非决定性的了。这才是‘隐秩序’，藏在渺观的秩序。对不对？可以探讨。”^④在这里，我们可以看到一个即使

① Whitaker A. *Einstein, Bohr and the Quantum Dilemma*. Cambridge University Press, 1996: 187.

② Bohm D. *Wholeness and the Implicate Order* [M]. Cambridge University Press, 1995: xi - xii.

③ 我们将在形象描述部分对超弦理论作具体分析，这里只是把它作为一种解释的基础。

④ 钱学森：《基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导》，《哲学研究》1989 年第 10 期。

在微观层次也仍旧井然有序的世界。

隐变量解释确实是量子力学解释中侧重世界观功能的典型代表。它代表着微观领域认识中人们对世界寻根究底的探索。这种探索无疑非常重要,对于人类认识的终极目的而言,也是必不可少的,只要有人类认识,它就永远不会终止。但是,隐变量解释到目前为止仍在经验化功能方面存在严重不足。

的确,从隐变量理论看微观事件,正如从经典物理学看宏观事件一样,也是完全确定的。它给出了关于世界的一个十分完满的解释。也许,人们确实有足够充分的理由相信:“解释力是真理的向导”^①,但是在量子理论中,这一向导的活动似乎受到了前所未有的限制。

隐变量理论所提供的解释,至今未能取得与物理经验的直接联系。隐变量似乎很难与可观察量联系起来。有的量子理论家认为,“隐变量”的引入并有助于量子力学的无歧义解释。因为量子理论的每一特征,都是作为避免歧义性的唯一途径而使我们不得不接受的。要通过引入“隐变量”避免这种歧义性,就必须让它们和可观察量即和经典概念联系起来,而无论这种联系是什么,都不可能不受到作用量子的存在对经典概念的应用所加的限制。^② 海森堡甚至认为:量子理论的定律本身,使特意创造的“隐参量”永远不能被观测到。如果把这种隐参量作为一种虚构的实体引进量子理论的解释,那些有决定意义的对称特性就会被破坏。^③ 隐变量解释的这些实际困难,都是其经验化功能不足所造成的。

隐变量解释目前在经验化功能方面的不足,可以在主张宇宙中所发生的每一量子跃迁都使世界分岔而变出成千上万个副本的“多世界解释”(many-worlds interpretation)看得更为清楚;这种被人们称作“彻头彻尾的精神分裂症”的量子力学解释,既不符合描述的合理性原则,又几乎完全不具有经验化功能。它们所缺少的东西,至少到现在为止只能在量子力学的哥本哈根解释中找到。

在所有的量子力学解释中,哥本哈根解释(the Copenhagen Interpretation)居

① Forrest P. *Quantum Metaphysics* [M]// Basil Blackwell Inc., 1988: VIII.

② *Selected Papers of Leon Rosenfeld* [M]// D. Reidel Publishing Company, 1979: 496.

③ Heisenberg W. *Physics and Philosophy, the Revolution in Modern Science* [M]. George Allen and Unwin, 1959: 120.

于一个独特的地位。它一直被看作是量子力学的正统解释或标准解释。

在一些量子物理学家看来,量子力学的哥本哈根解释是唯一正确的解释。英国理论物理学家鲁多尔夫·佩尔斯(Rudolf Peierls)甚至反对用“哥本哈根解释”这个词,“因为这听起来似乎有几种量子力学解释。解释只有一种。只有一种你可以理解量子力学的途径。许多人对此感到不快,力图寻找别的方式。但还没有人找到能自圆其说的别的什么。因而当你提到量子力学的哥本哈根解释时,你实际所指的就是量子力学。也正因为如此,大多数物理学家不用这一术语,它大多为哲学家们所使用”。^①

量子物理学家对哥本哈根解释的这种看法,与他们强调量子力学解释的经验化功能,而哥本哈根解释又是与侧重经验化功能的典型代表密切相关。

哥本哈根解释是一种以经验化功能为本的量子力学解释,概括地说,它包括四个基本要素:海森堡(Werner Heisenberg)的不确定性原理;玻恩(Max Born)的统计解释;波尔(Niels Bohr)的互补概念和海森堡具有实证主义倾向的哲学观。

哥本哈根解释的上述四个基本要素,使其相应具有两种基本功能:

在哥本哈根解释中,第一和第二两个基本要素履行经验化功能,它们把量子力学形式体系与实验联系起来。物理学家们在量子力学的运用中所使用的只是这两个基本原理。在许多物理学教科书中,所谓“哥本哈根解释”就是指的两条基本原理,它们主要与观测和操作相关。第三和第四两个基本要素则具有世界观功能,用以避免悖谬并在整体世界的背景中为理论本身提供一个说明,它们通常只停留于教学和哲学讨论。

哥本哈根解释的前两个要素所凭靠的主要是实验事实。正是在第一和第二两个基本要素的意义上,波尔认为哥本哈根解释已经“为实验所证明”。尽管这话至少不能在传统意义上理解,但哥本哈根解释的前两个基本要素,确实具有实验上的有效性。这一点,连哥本哈根学派观点的反对者也是承认的。一般而言,他们只是对后两个基本要素持不同看法。

玻姆的长期合作者巴瑟尔·希勒(Basil Hiley)致力于量子力学概念基础的研究,他一直反对量子力学的哥本哈根解释。他认为在考察哥本哈根解释

^① P. C. W. Davies, Brown J. *The Ghost in the Atom: A Discussion of the Mysteries of Quantum Physics*, Cambridge University Press, 1986: 71.