

中国科学哲学论丛

李醒民 张志林 / 主编

ZHONGGUO KEXUE ZHIXUE LUNCONG

ZHONGGUO KEXUE ZHIXUE LUNCONG

成素梅 / 著

在宏观与微观之间

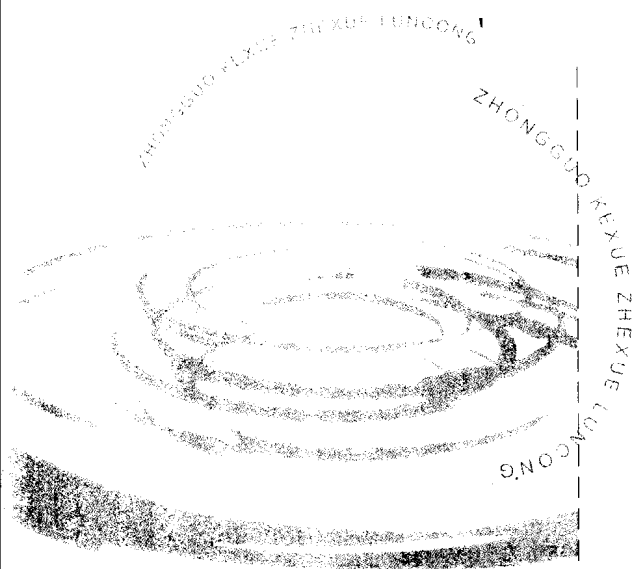
——量子测量的解释语境与实在论

“语境实在论所强调的是以实验与测量语境为本体，消除理论的人为性和主观性成分。把“客观性”概念理解成科学研究最终希望达到的结果，它代表着科学研究的宗旨，证明了科学研究的可能性。

中山大学出版社

中国科学哲学论丛

■ 李醒民 张志林 / 主编



成素梅 / 著

在宏观与微观之间

—— 量子测量的解释语境与实在论

中山大学出版社

· 广州 ·

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

在宏观与微观之间: 量子测量的解释语境与实在论/成素梅著. —广州:
中山大学出版社, 2006. 1

(中国科学哲学论丛/李醒民, 张志林主编)

ISBN 7-306-02653-4

I. 在… II. 成… III. 量子—计量—实在论 IV. TB939-02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 059682 号

责任编辑: 李海东

封面设计: 大象

责任校对: 何凡

责任技编: 黄少伟

出版发行: 中山大学出版社

编辑部电话 (020) 84111996, 84113349

发行部电话 (020) 84111998, 84111160

地址: 广州市新港西路 135 号

邮编: 510275 传真: (020) 84036565

印刷者: 广州市番禺市桥印刷厂

经销者: 广东新华发行集团

规格: 787mm × 960mm 1/16 19.25 印张 315 千字

版次印次: 2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

定价: 39.00 元

本书如有印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换

内 容 提 要

本书首先运用语境分析的方法，立足于重要的原始文献，系统地考察了量子测量难题产生的历史背景和研究现状，详细地梳理和比较分析了量子测量研究中的多派观点，明确地揭示了非定域性和实在论概念的内涵与意义。其次，从整体论的观点出发，以测量语境为本体，运用隐喻思考和模型化方法，通过对科学理论的性质、真理的意义和物理测量的本质等传统理解方式的重新反思，独创性地阐述了与量子力学相容的语境实在论的观点，提出了语境实在论的六个基本原理，论述了科学进步的语境生成论模式。然后，运用这种观点，对当代科学实在论难以解决的“非充分决定性论题”进行了求解。

作者简介

成素梅，哲学博士，山西大学科学技术哲学研究中心副主任，教授，博士生导师，《科学技术与辩证法》杂志常务副主编，牛津大学哲学系物理哲学研究小组成员，广西师范大学兼职教授。曾在英国牛津大学、剑桥大学、李约瑟研究所以及柏林理工大学进行学术访问。发表学术论文 80 余篇，出版学术专著 4 部，合著 1 部，译著 3 部。多篇学术论文与主要观点曾被《哲学年鉴》、《哲学动态》、人大复印资料与《新华文摘》转载或评论。主持承担或完成教育部人文社会科学重点研究基地重大项目、省留学基金项目、省软科学研究项目等 13 项。主要研究方向为科学哲学、物理哲学与休闲哲学。

科学哲学的论域、沿革和未来

——“中国科学哲学论丛”新序

李醒民 张志林

科学哲学 (philosophy of science) 是对作为一个整体的科学 (知识体系、研究活动、社会建制) 及其分支学科进行反思和批判的哲学学科。科学哲学的研究范围和边界虽然难以精确划定, 但是我们依然可以大致勾勒它的四个论域或内涵, 尽管其间难免有诸多交叉和重叠。

PS1 即科学哲学元论。它涉及科学哲学的根本性论题, 是科学哲学的“形而上学”层次, 与科学知识本身相距较远。例如, 科学的目的、目标、对象、价值、范围、限度、划界、方法、预设、信念等。

PS2 即科学哲学通论。它涉及科学哲学的普遍性论题, 与科学知识整体的关系密切。例如, 科学的事实、问题、概念、原理、理论结构, 科学的发现和发明、证明和辩护、说明和诠释、语言和隐喻, 科学的发展、进步、革命, 科学中的机械论和有机论、还原论和活力论、进化论和目的论、因果性和几率性、连续性和分立性, 对科学的经验主义、理性主义、现象主义、工具主义、物理主义、操作主义、历史主义、约定主义、整体主义、后现代主义的解读等。

PS3 即科学哲学个论。它是科学各门分支学科中的哲学问题。例如, 物理学、生物学、系统论、信息论、复杂性科学中的哲学问题等。

如果说以上三个论域大体属于科学哲学内论的话, 那么 **PS4**

则可以称为**科学哲学外论**。它的主要研究对象是科学活动和科学建制的本性以及科学与外部世界——自然界、社会、人——的错综复杂的关系。例如，科学的规范结构和精神气质，科学的起源，科学的社会文化功能，科学与人生和人的价值，科学与政治、经济、文化、艺术、哲学、伦理、宗教的内在关联和外在互动，等等。

科学哲学的历史沿革源远流长。在这里，我们愿把近代科学诞生之前的科学哲学称为**前科学哲学**。它可以分为两个时期——**萌芽时期**和**湮濛时期**。萌芽时期的科学哲学有一个早慧的、天才的开端，留基伯和德谟克利特的原子论、毕达哥拉斯和柏拉图的数的和谐、亚里士多德的形式逻辑和四因说、欧几里得和阿基米德的演绎系统化理想等，自始至终影响着科学思维和科学发展。湮濛时期的科学哲学贯穿在整个中世纪：它像科学一样，也是从古希腊思想的高峰跌落下来，步履维艰地沿着通向近代知识的斜坡匍匐进行。中世纪的科学哲学并非像人们想像的那样是千年暗夜，它与科学相伴，在神学的一统天下愚拙而执拗地蒸馏和沉淀着。托马斯·阿奎那经院哲学的理性主义和宇宙图式，格罗斯泰斯特的归纳、证实和否定学说，罗吉尔·培根倡导的实验方法，邓斯·司各脱的批判哲学和求同法，奥康姆的差异法、“剃刀”原则、重视直观和证据的认识论，奥特库尔的尼古拉的怀疑论、因果性概念、同一和矛盾原则，比里当及其巴黎学派的自然哲学和经验科学精神，等等，都成为近代科学哲学的不可多得的精神遗产和思想元素。

与近代科学相比照，近代科学哲学也可以称为**古典科学哲学**或**经典科学哲学**。弗兰西斯·培根和笛卡儿分别代表了经典科学哲学的经验论传统之翼和理性论传统之翼。伽利略、开普勒、牛顿则在两翼之间保持了必要的张力，并将其付诸创造实践，在科学探索过程中予以锤炼。他们三人不仅是经典科学的奠基人，而且也是经典科学哲学的建构者。法国百科全书派、洛克、莱布尼兹、休谟、康德都是经典科学哲学当之无愧的里程碑，约翰·赫谢耳、孔德、休厄尔、J. S. 穆勒则使经典科学哲学更加系统化和体系化。

19世纪末和20世纪初，伴随着经典科学的危机和现代科学革命的酝酿，前现代科学哲学应运而生，大放异彩。除了德国哲人科学家群体（赫兹、亥姆霍兹、基尔霍夫、玻尔兹曼等）的杰出贡献外，以马赫、彭加勒、迪昂、奥斯特瓦尔德、皮尔逊为代表的**批判学派**则是其创造者和

集大成者。这个学派是由哲人科学家形成的“无形学院”，它的科学统一思想、历史-批判风格、对直觉和思维经济以及科学美的推崇、进化认识论、科学的人文主义（新人文主义）和人文的科学主义（新科学主义）、诸多后现代意识（观察渗透理论、不充分决定论、判决实验不可能、归纳法不切实际、方法和理论多元化、科学中的语言翻译和诠释、关系实在论、主体间性、科学发明即是直觉选择等）以及要素论、约定论、整体论、能量论、感觉论，成为现代科学哲学的源头（马赫的经验论和彭加勒的约定论是其“活水”）和后现代科学哲学的引酵，同时也确实孕育和哺育了现代科学。

现代科学哲学的桂冠，理所当然地落在逻辑实证论或逻辑经验论及其分析哲学和语言哲学的头上。其中坚人物石里克、卡尔纳普、莱欣巴赫、维特根斯坦、艾耶尔等在对科学的逻辑和语言分析方面贡献卓著、有目共睹，在科学哲学的历史上树立起一座永恒的纪念碑。但是，逻辑经验论坚持极端的科学主义立场，拒绝历史主义和形而上学的维度，缺乏整体论的观点和广阔的兴趣与视野，漠视科学发现和科学进步的研究，排斥多元主义的方法论，这样就不免背离了批判学派的思想菁华。其结果，逻辑经验论不仅加重了科学文化和人文文化的分裂，而且也导致了哲学与科学的疏离——批判学派的哲学与科学水乳交融及其前瞻性和勃勃生机在它那里消失得无影无踪了。造成这种后果的原因其实倒很简单：逻辑经验论的代表人物虽然有良好的科学素养和扎实的哲学功底，然而他们毕竟没有哲人科学家那样的科学创造实践和科学发明体验。

在这里，很有必要对爱因斯坦的科学哲学大书一笔。爱因斯坦可以说是历史上的和他所处时代的科学哲学遗产的优秀继承者，尤其是他从批判学派那里直接汲取了丰富的思想营养和独到的学术理路，加上他对自己科学活动和成果的反思，致使他这位20世纪最伟大的科学家也成为20世纪最伟大的科学哲学家。爱因斯坦的科学哲学是熔温和经验论、科学理性论、基础约定论、意义整体论、纲领实在论于一炉的多元张力哲学，与之相辅相成的探索性的演绎法、逻辑简单性原则、臻美取向和形象思维等科学方法又锦上添花，从而在科学哲学的历史上谱写了最壮丽的华章。

20世纪50年代和60年代，以波普尔的批判理性主义和证伪主义、库恩的历史主义和范式论、拉卡托斯的研究纲领等为先导，后现代科学

哲学昂然登上历史的舞台。奎因、弗耶阿本德、罗蒂、范·弗拉森等都先后引领过潮流。尽管他们有意或无意地继承了批判学派的某些后现代意向，但是却恣意地把它们推向极端乃至危险的边沿——这在他们的反基础主义、反本质主义、反理性主义、无政府主义方法论、文化相对主义中表现得尤为淋漓尽致。不过，后现代科学哲学中也有警世之言和时代的睿智，值得批判地予以借鉴。

21 世纪的科学哲学向何处去？我们不是预言家，不好就此妄加评论和断言。但是，这并不妨碍我们尝试做一些大胆的猜测。在未来较长的一段时期内，科学哲学大概会回归批判学派的旨趣和进路，在与现代科学哲学和后现代科学哲学保持必要的张力中为自己开辟前进的道路。这里有两个指路标。其一是宏观综合视野：通过跨学科的研究和多维度的透视，发掘科学思想、科学方法、科学精神的人文价值和精神底蕴，揭示科学的文化蕴蓄和文化意义，从而彰显科学的智慧之神韵，促进科学文化和人文文化的汇流和整合——这是科学哲学外展或科学文化哲学的路向。其二是微观分析视野：立足于各门科学的肥沃土壤，着眼于科学家（尤其是哲人科学家）的创造活动和思想淀积，在缜密分析和精心提炼的基础上生发出鲜活的科学哲学——这是科学哲学内生的路向。在这两个路向，科学哲学家的开掘还十分有限，在诸多领域只不过刚刚开始。因此，科学哲学不仅有伟大的过去，也有充实的现在和光明的未来。

科学哲学在中国的历史相当单纯。在五四新文化运动时期（1914—1937），科学哲学曾经有过一段颇为辉煌的时期，此后由于救亡、战乱和特殊的政治生境，它不幸长期处于萧条乃至沉寂状态。直至 20 世纪 70 年代末和 80 年代初，它才伴随着改革开放的春风吹绿神州大地。在近 25 年的执著奋进和顽强抗争中，科学哲学既作为思想启蒙的一支劲旅影响了转型时期的中国社会和中国人，也作为蓬勃发展的哲学学科跻身于中国乃至世界学术之林。1979 年创刊的《自然辩证法通讯》就是其最好的见证，25 卷杂志忠实地记载了新时期科学哲学在中国的坎坷经历和坚实足迹。科学哲学在中国已由 80 年代的引进评论阶段进入 90 年代以来的问题研究阶段，我们企望 21 世纪它在方法和范式上有所创造。但是，加强问题意识，淡化体系建构，始终应该作为我们的研究导向——这也是即使在以评介为主的 80 年代，仍有不少学术佳作和思想成果问世的原因。

由于多位热心人士的力促，在中山大学出版社的慷慨赞助和鼎力支

持下，“中国科学哲学论丛”在中止了三年有半之后，像烈火中的凤凰一样，在充满馨香的氛围中复生了。我们期待她能不断接纳科学哲学（包括部分自然哲学、技术哲学、科学思想史、科学社会学）的力作，成为中国科学哲学学人和学子的思想创新的竞技场和精神漫游的休憩园。我们不奢望她能够万寿无疆，但却祝祷她天长日久。为此，我们愿以下述诗句恭迎她斐然出场：

凤凰涅槃复生还，馨火焚烧若等闲。
留得雄文乾坤在，太阳神殿献祭坛。

2005 年岁末于京、穗

前 言

到目前为止，量子力学是当代科学发展中最成功、也是最神秘的理论之一。其成功之处在于，它以独特的形式体系与特有的算法规则，对原子物理学、化学、固体物理学等学科中的许多物理效应和物理现象作出了说明与预言，已经成为科学家认识与描述微观现象的一种普遍有效的概念与语言工具，同时也是日新月异的信息技术革命的理论基础；其神秘之处在于，与其形式体系的这种普遍应用的有效性恰好相反，量子物理学家在表述、传播和交流他们对量子理论的基本概念的意义理解时，至今仍未达成共识。量子物理学家在理解和解释量子力学的基本概念的过程中所存在的分歧，不是关于原子世界是否具有本体论地位的分歧，而是能否仍然像经典物理学理论那样，把量子理论理解成对客观存在的原子世界的正确描述之间的分歧。

在量子力学诞生的早期岁月里，这些分歧的产生主要源于对量子理论中的波函数的统计性质的理解。因为量子力学的创始人把量子力学看成一个完备的理论，把量子统计理解成不同于经典统计的观点，在根本意义上，带来了量子理论描述中的统计决定性特征。而理论描述的统计决定性与物理学家长期信奉的因果决定论的实在论研究传统相冲突。在当时的背景下，对于那些在经典物理学的熏陶下成长起来的许多传统物理学家而言，对量子力学的这种理解是难以容忍的。这些物理学家仍然坚持以经典实在观为前提，希望重建对原子对象的因果决定

论的描述。这种观点认为，现有的量子力学只是临时的现象学的理论，是不完备的，将来总会被一个拥有确定值的能够解决量子悖论的新理论所取代。量子哲学家普遍地把这种实在论称为定域实在论，或者是非语境论的实在论。从 EPR 悖论到贝尔定理的提出正是沿着这一思路发展的。这种观点把量子论中的统计决定论与经典实在论之间的矛盾，理解成量子论与实在论之间的矛盾。

但是，自从 20 世纪 80 年代之后所进行的一系列实验没有支持定域隐变量理论的预言，而是给出了与量子力学的预言相一致的实验结果以来，量子论与实在论之间的矛盾焦点，由对量子理论中的统计决定性特征的质疑，转向了对更加基本的量子测量过程中的“波包塌缩”现象的理解。因为量子测量问题是量子理论中最深层次的概念问题。冯·诺意曼 (J. von Neumann) 在本体论意义上引入量子态的概念来表征量子实在的做法，直接导致了至今难以解决的量子测量难题。为此，一种类型的实在论者是在承认量子力学的统计性特征，把量子世界看成由客观的不确定性、随机性和量子纠缠所支配的世界的前提下，通过假设非定域的隐变量的存在，寻找对量子测量过程的因果性解释。量子哲学家把这种实在论称为非定域的实在论。另一种类型的实在论者是在承认现有的量子力学的形式体系和基本特征是完全正确的前提下，通过多元本体论的假设来对具有整体性特征的量子测量过程作出实在论的解释。量子哲学家把这种实在论称为非分离的实在论。

与这些努力正好相反，传统的量子物理学家在创立了量子力学的形式体系之后，并不追求从量子测量现象到量子本体论的超越中提供一种本体论的理解。他们认为，如果离开量子测量过程的实际进行，量子理论的基本方程就成为没有任何物理意义的纯数学方程。所以，量子理论只是对量子测量现象的描述，而不是对量子客体的基本属性的言说。他们在强调测量过程中的测量对象、测量仪器与测量主体之间所具有的不可分割的整体性的同时，在语义学的意义上，把“客观性”概念理解成“主体间性”。这种理解方式所隐藏的一个直接后果是，使“客观性”概念失去了与“主观性”概念相对立的基本含义。通常我们习惯于把“主观性”理解成研究者在解释证据时搀进了自己的先入之见，被看成对证据的扭曲，从而也就降低了证据的有效性；把“客观性”理解成“主观性”的反面。可是，如果把“客观性”理解成“主体间性”，那么，至

少在认识论与方法论的意义上有可能否定对理论的实在论解释。因为“主体间性”所强调的只是研究者在理解方式上的一致性，而这种具有一致性的理解并不等于就是正确的理解，尽管正确的理解最终会成为一致性的理解。这是一种非分离的反实在论的观点。

量子现象的非定域性和非分离性所反映的是量子整体性。因此，关于量子论与实在论之间的矛盾就转化为，在承认量子力学的统计性特征的前提下，如何解决实在论与量子测量的整体性之间的矛盾。这是因为，如果把量子测量系统理解成一个包括观察者在内的整体，我们就永远不可能在观察者与被观察系统之间作出任何分割。而观察者与被观察系统之间的分界线的消失，将会使我们在不考虑观察者的情况下对物理实在进行客观描述的梦想彻底地破灭。正是在这个意义上，量子物理学家宁愿满足于接受成功的具有可操作性的数学体系，而把关于量子理论的基本问题的讨论归于量子哲学家的研究范围。传统量子物理学家的这些做法，致使一些科学哲学家相信，量子力学的成功应用已经证明了科学实在论的失败。然而，这个结论不仅与科学研究的宗旨相背离，而且与科学的成功应用的事实不相符。因此，对量子测量问题的研究既是物理学家关注的前沿问题，同时也是科学哲学家在阐述自己的观点时必然要介入的一个重要领域。这也是为什么近几十年来，反思与研究量子力学与量子测量的概念基础，成为不计其数的论著和论文所讨论的中心论题的主要原因所在。

这种研究状况，与19世纪末处于兴盛时期的经典物理学的发展状况恰好相反。那时的物理学家十分坚信，他们能够在经典物理学的解释语境中，说明一切新的实验现象。是不断产生的新实验与旧理论之间的尖锐矛盾，迫使他们不得不重新反思经典物理学的概念基础。当前，在讨论量子力学的基本问题的过程中，虽然实验对理论预言的不断证实，越来越体出现有理论体系的正确性，但是，物理学家在非常熟练地应用着量子力学的算法规则，承认量子力学的形式体系的正确性的同时，却对量子测量过程给出了不一致的解释，提出了各种不同的量子测量理论。正是这些观念之间的分歧，迫使物理学家与哲学家在一致性地放弃了试图把量子理论纳入经典物理学框架之内的追求后，必须对量子测量过程的每一个环节进行认真的思考。

当然，从根本意义上看，量子测量难题的最终解决，是纯粹的物理

学问题，而不是哲学问题。但是，在问题得到解决之前，对它进行哲学上的辨析是必要的。理论物理学的研究停止不前的地方，恰好是需要哲学研究全面介入的地方。如同马赫（E. Mach）和彭加勒（H. Poincaré）等著名哲学家对经典物理学概念基础的反思与批判，为相对论和量子力学的诞生提供了思想准备和方法论启迪一样，当前，对量子测量的不同解释语境的产生与发展，以及不同解释语境之间的异同关系进行系统的考察，无疑有助于物理学家澄清某些混乱而模糊的基本概念与观念，有助于在不同的解释语境之间架起可能交流与对话的桥梁。

正如维特根斯坦（L. Wittgenstein）所指出的那样，哲学的任务并不是通过数学或逻辑的发现去解决矛盾，而是使我们有可能看清楚给我们造成麻烦的数学的现状：在矛盾解决之前的事态。哲学有助于我们通过发现和发明中间过渡性环节，在词的使用中“看到关联”，有助于弄懂由游戏规则所引发的各种纠缠。爱因斯坦（A. Einstein）也曾深有体会地指出，科学研究的结果，往往使离开科学领域很远的问题的哲学观点发生变化。哲学的推广必须以科学成果为基础。可是，当某种哲学一经建立并广泛地被人们接受以后，它们又常常促进科学思想的进一步发展，指示科学如何从许多可能的道路中选择一条路。这正是本书选题的出发点。对“量子测量的解释语境与实在论”课题的研究，一方面，有助于把科学前沿的思想认识内化到科学哲学的思考与研究当中；另一方面，有利于运用当代科学哲学研究中的新方法系统地澄清与量子测量难题相关的基本概念与观念。这也是本书的理论意义与现实价值所在。

本书主攻的关键问题是，如何基于量子论所要求的基本假设，阐述一种与它相容的实在论观点。解决这一问题的着眼点之一，是选择行之有效的研究方法，澄清和明确与所阐述的问题相关的某些基本概念的意义与内在本质；着眼点之二，是通过对量子测量的多种观点的比较分析，总结出量子力学形式体系中所隐藏的最本质的新特征。本书的难点有二：一是准确地搞清楚量子测量难题产生的主要根源所在，并且尽可能地量子测量的几种解释语境，特别是相对态解释语境，作出准确而合理的理解；二是在对实在论的哲学学说进行分析的基础上，明确阐述实在论观点的最核心的基本前提，并以此为出发点，找到将量子论与实在论协调起来的突破口。本书在方法论意义上的创新之处是，首次运用语境分析法对量子测量的不同解释语境进行了比较研究。本书在理论意义上的

创新之处是：其一，提出了与量子力学相容的“语境实在论”的六个基本原理，阐述了科学进步的语境生成论模式；其二，运用语境实在论的基本观点，对传统实在论难以解决的“非充分决定性论题”进行了求解，并通过对当代科学实在论的困境与出路这一案例的具体分析，进一步阐述了语境实在论观点的可行性与合理性。

语境实在论所强调的是以实验与测量语境为本体，消除理论的人为性和主观性成分。把“客观性”概念理解成科学研究最终希望达到的结果，它代表着科学研究的宗旨，证明了科学研究的可能性。坚持科学研究是朝着兼收并蓄的方向发展，并在发展的过程中不断地得到获取客观性知识的可能性的观点。突出了在科学的历史进程中，不断地纠正从某一特定的语境中得出的不成熟的或者是天真观念的倾向的观点。要求在科学哲学的研究中，在本体论意义上，用普遍的本体论的关系论的观点取代传统的本体论的原子论的观点；在认识论意义上，用理论模型的隐喻论的观点取代理论模型的镜像论的观点；在方法论意义上，用语义学方法取代传统的认识论方法；在经验的意义上，用现象生成论的测量观取代现象再现论的测量观；在语义学的意义上，用整体论或依赖于语境的隐喻语言范式取代非隐喻的字面意义上的真理范式。

本书写作的基本思路是：第一章是对问题、现状和视角的考察；第二章确立了分析问题的概念前提与方法论前提；第三章到第六章分别阐述了最有影响的量子测量的四种解释语境；第七章是在前面分析的基础上专门对微观粒子的非定域性特征进行了讨论，确立了把量子力学中的非定域性理解成非分离性的观点；第八章是从非分离的整体论的观点出发，通过对经典物理学解释中的实在论观点的剖析，对量子理论产生的实验基础的考察，以及对量子测量的不同解释语境的比较分析，总结出量子测量解释中的实在观，突出了科学实在论研究中的语义学方法的重要性；第九章是在放弃真理符合论的前提下，通过思维方式的彻底转变，运用隐喻思考和模型化方法，提出并阐述了语境实在论的观点和科学进步的语境生成论模式；最后一章是通过一个具体的案例分析，进一步对语境实在论的观点进行了印证。

在进入正文之前还有必要说明下列几点：①非相对论的量子力学的表述形式有两种并存而等价的数学描述，即矩阵力学的表述形式和波动力学的表述形式。物理学家在希尔伯特空间中表述量子力学时，通常把

Ψ 函数称为态函数或态矢量；当他们用波动的术语表述量子力学的形式体系时，通常把 Ψ 函数称为波函数。本书在阐述不同的解释时，主要按照解释者的习惯，把 Ψ 函数有时称为波函数，有时称为态函数，有时称为态矢量，简称态矢。实际上，这些不同的称呼所指的是同一个函数。②通常把冯·诺意曼对量子测量的解释称为标准解释，把哥本哈根解释称为传统解释，本书在讨论问题时也采用了这种区分。③本书尽量略去复杂的数学推理形式，采取语言表述的方式陈述思想。④在本书选题的范围内，语境实在论只是作为与量子论相容的一个哲学结论，而对它的更细致而深入的分析已超出本书论题的范围，成为我今后进一步深入研究的新课题。

目 录

第一章 问题、现状与视角	(1)
第一节 量子测量难题产生的历史背景	(1)
第二节 量子测量难题的症结所在	(8)
第三节 解决量子测量难题的基本方案	(14)
第四节 量子测量解释的研究现状与视角	(19)
第二章 概念前提与方法论前提	(24)
第一节 物理学理论的形式与解释	(24)
第二节 说明、理解与解释	(30)
第三节 语境的内涵与解释语境的构成	(34)
第四节 解释语境的基本功能	(38)
第五节 语境分析法的内在本质	(42)
第六节 语境分析法的基本原则	(43)
第三章 量子测量的玻尔解释语境	(48)
第一节 对玻尔解释的理解	(48)
第二节 量子观察的意义语境	(52)
第三节 量子系统与测量仪器之间的关系语境	(56)
第四节 量子测量现象的描述语境	(61)
第五节 玻尔解释的困难与其他解释兴起的理由	(66)