文章来源: 自然辩证法通讯199505
加入时间: 2003-12-23
阅读次数： 2096 次

对量子力学互补性诠释的理解

李莉

量子力学在本世纪二十年代就形成了其形式系统，然而它的物理意义，亦即对它的解释却一直众说纷纭，时至今日仍是物理学家和哲学家关注的一个中心问题。虽然在其体系形成后不久，玻尔就在玻恩的几率诠释和海森堡的测不准原理基础上，提出了系统一贯的互补性诠释并成为被普遍接受的正统诠释，但互补思想的确切内容却始终没有人能说得清，因为玻尔总是把他深奥的思想，深深藏在晦涩冗长的深思熟虑的句子和事例性的说明之中，而没有任何现成的条条款款，这就使得无论接受它的还是反对它的人都给出了各式各样不同的理解，所以互补含义亟需澄清。关于量子力学诠释研究的主要问题也都与互补性诠释密切相关（如因果性问题、几率性问题、关于测不准关系的理解问题、测量问题、完备性问题等），这些问题的澄清和解决也首先需要正确理解互补性诠释。

1．互补性诠释的逻辑结构

与互补性诠释不同的其它诠释的逻辑结构是，先设计出某种本体实在的模式，再将这种本体实在与量子力学中的某种符号联系起来，然后将这种符号按量子力学演绎的理论结果与观察结果对照来解释量子现象和量子理论。在这些解释中，观察结果不是作为解释的根据，而是作为量子力学演绎的结果。如隐变量理论先假设有因果决定性的亚量子层的隐变量的本体实在，再将这种本体实在隐变量的统计平均与量子力学中的可观察量联系起来，量子力学的理论值就代表着隐变量的统计平均的演化结果，它与统计性的结果相对应，这样隐变量理论就将观察结果和量子力学的描述解释为客体的隐变量的统计平均的表现和对这种统计平均的变化规律的描述。统计系综诠释则先假设统计分布具有实在的客观性，它代表着微观客体的状态和特征，量子力学描述中的波函数ψ的模方就表示客体的这种统计分布，波动方程的解的模方与观察结果的统计分布相一致，表示着客体的统计分布状态。互补性诠释不从一个预先的本体实在模式的假设出发，而是直接对观察结果进行分析和解释，然后从这种对观察结果的分析中推出客体的实在特点和对它进行描述的符号的意义。当然，从一般假设能演绎出一个唯一的结果，而从观察结果只能推出客体实在的某些本质特征，不会得出唯一确定的实在模式和对它描述的符号的完全确定的意义。因为观察结果可以由各种不同的符号系统描述，即使只有一套符号，其数学演算过程也无法与实际的物理过程一一对应，而只能将演算结果与观察结果对应，所以，虽然观察是唯一确定的，但关于它的描述和解释却可以有多种。这说明解释具有一定的灵活性，允许有各种不同的关于实在的假设，但这些假设的实在并不就是真实的实在，而只是在某些方面反映着由观察结果所表征的实在。互补性诠释通过对观察结果的认识特点和描述的语义方面的分析，找到对客体和谐一致的互补描述方式，再从这种描述中找出客体的实在特点，而不是先给出一种实在的模式或图景。

互补性诠释从观察到的原子的稳定性和辐射光谱的不连续性所表征的量子性出发，以量子公设作为其理论的出发点来构建对具有量子性的原子客体的合理描述。量子公设本身意味着过程的非连续性、个体性，也就意味着观察过程中仪器与客体的相互作用过程是不可细分的，观察结果中必然包含了仪器及其对客体的作用。在经典物理中，仪器对客体的作用比客体本身的物理量小得可以忽略，即使不能忽略也能通过对过程的分析将它剔除，但在对原子客体的观察中，仪器对客体的作用与客体的物理量相比拟，其作用过程又是非连续的，所以不可能将仪器的作用剔除，这样，观察结果中就必然包含了观察仪器的作用，而不是代表客体本身

的现象，对客体的描述也必然只能是观察下的客体的描述，而不可能是对没有观察的孤立客体本身的描述，所以对客体的任何描述都依赖一定的观察，没有观察，就没有可描述的确定的现象，即使没有对应于客体本身的观察，也必然存在与之相关的其它客体的观察。这不是说，没有观察，现象世界就不存在，而是说，没有观察，确定的客体就不存在，没有观察，世界上可以发生许多事件，但我们却不能确定对它们的描述。

观察对描述的重要性和观察中仪器对原子客体的作用的不可分性是原子现象及其描述的特殊性之所在。正是观察的特殊性带来了概念的定义和描述上的新特点，从而带来描述方式的根本改变和实在的新特点。

在对原子客体的观察中，仪器与客体间的不可剔除的相互作用，使得对客体的时空确定和态的确定间成为互斥的。当我们通过一种仪器如刚性标尺和时钟对客体进行时空的观察和确定时，观察中仪器的作用和对时空的确定条件，排斥对客体的态进行定义，因为这种确定时空的仪器对客体的作用所带来的客体的态的改变是无法确定的，从而客体在另一种确定它的态的仪器下所确定的对态的定义的条件被破坏，而不再可能对时空观察下的客体进行态的定义。当我们利用另一种仪器对客体的能量和动量进行观察和定义时，由于仪器与客体相互作用的时间的不确定性，使得对客体的时空确定成为不可能。客体的时空标示和态的描述间的互斥，不仅在于时空观察带来的态的不可控制的改变，而且也是定义客体两种属性的条件的互斥的表现。态的定义要求消除除态的观察外的任何观察的外来干扰，而时空的观察必包含有对客体的干扰，两种描述所代表的定义的理想化和观察的理想化的互斥，使得它们不能再统一在一种描述图景中对客体进行时空中的因果描述，只能对客体进行这两种互斥的描述。因为它们都是对客体的描述，并且只有两种描述一起才能构成对客体的全面描述，所以二者是互补的。这就是对原子客体的互补性描述方式。

量子公设所蕴涵的仪器与客体的不可避免的相互作用是互补性诠释的一个逻辑起点，作用量子的公式所包含的波粒二象性是互补性诠释的另一逻辑起点。

时空和能量动量描述的互补性意味着经典的粒子图象和波动图象都不完全适于原子客体，它们只是诠释两种原子现象的不同尝试。在这种诠释中，经典概念的局限性以互补的方式表现出来。在粒子图象中，因果要求的满足必伴随对时空描述的放弃；在波动图象中，时空传播规律的描述必伴随因果描述的放弃而只能代之以统计的考虑。如果我们不把时空描述和因果描述看作互补的而坚持经典的时空概念，我们就必会面对光和物质有时表现象波有时又象粒子的矛盾，所以，光和物质粒子的本性不是经典描述的粒子或波，而是时空和因果的互补描述的波粒二象性，即其时空描述遵循波动的叠加规律、其因果描述遵循粒子的守恒定律的两种图象的互补。任何将客体看作经典波或经典粒子的解释都是行不通的。如薛定谔将原子客体看作经典电磁波的电磁波解释，就遇到波包的扩散、波是位形空间而不是真实空间的波以及波函数与测量与所选择的非对易的可观察量有关等问题，这些问题恰恰反映了经典波概念对原子客体描述的局限性。统计系综诠释虽把原子客体看作粒子，但却不是经典的能够对它作时空描述的粒子，而是只能对粒子系综的统计规律进行描述的粒子，因果描述和时空描述的互补性被包含在系综的能量、动量和时间空间的统计散差具有反比性的特殊统计性中。隐变量理论虽然为量子力学描述建立了一个亚量子层的因果描述，但它对可观察的量子层的描述与量子力学的统计描述完全一样，而且在其亚量子层的因果描述中也加入了与经典描述不同的隐变量与测量的相关性。所以，因果描述和时空描述的互补性是不可避免的，用经典的粒子图象或波动图象来解释所有原子现象都会遇到逻辑困难，因而必须将它们加以修正并使它们互补起来。

2．对量子力学描述的统计性的理解

统计性是量子力学描述的一个基本特点，统计或几率概念是量子理论的基本概念，理解它是理解量子力学的关键所在，各种诠释的主要分歧也在于此。按照互补性诠释，统计性是量子性的必然结果，或者说统计性是逻辑地包含在量子概念之中的。因为作用量子的存在本身就意味着原子过程不再是因果连续的，而是非连续的个体性过程，对于这种过程不可能进行因果描述，而只能对个体事件进行统计描述，而且量子公设还意味着观察对原子客体状态的不可控制的改变，从而使我们无法通过观察建立起客体运动变化的因果规律。量子概念中所蕴涵的时空的确定和能量动量的确定间的互斥关系，也使我们不可能给出客体的一个初始状态而对客体进行因果性的描述和预言，所以，量子性必意味着描述的统计性，对非连续的原子过程只能进行几率描

述。描述恰当地反映了原子过程的非连续的变化的可能性而不是因果连续变化的必然性，它对原子客体的物理量的描述不再是具有唯一确定值，而是按一定的统计分布具有一系列的值，这些值及其统计分布就是对原子客体的这一物理属性的描述，而量子力学对原子客体的物理量的值谱和统计分布的变化规律的描述就是对原子客体的统计变化规律的描述。这种由量子公设带来的统计描述也必然包含描述的互补性，只有通过时空描述和能量动量描述的互补性才能理解对原子客体的统计描述的这些特点。量子力学描述中波函数按薛定谔方程随时间的演化，往往给人一种感觉，它就是对客体的态或客体的统计性（或趋向性）的因果变化的描述。其实，薛氏方程并不能满足人们对因果描述的追寻，虽然我们可以从波函数中找到关于客体的所有属性的描述，但是波函数的随时间的演化并不代表客体的状态的因果变化，因为波函数与客体的行为并无对应关系，只有波函数的模方才代表客体的几率，波动方程只是以恰当的数学形式包含了对客体满足叠加原理的波动属性的描述，而这种描述的合理性是以客体作为粒子出现的几率对波函数的诠释来达到的，波动方程的解不是描述代表客体的波，而是描述代表客体的粒子的几率，波动方程描述中对量子描述的互补性就表现在这里。所以波动方程并不表示对客体的因果描述，而是以波动描述形式对粒子几率进行描述的波－粒互补性的表现。

３．对测不准关系的理解

测不准关系是量子力学中的一个重要内容，它是量子力学形式体系的一个直接数学结论，所以接受量子力学的人都能接受它，但对于这个数学公式的理解却千差万别。由于测不准关系表现为对物理量的测量的限制关系，所以，不少早期的量子力学教科书把它作为量子力学的一个核心内容和逻辑基础或操作基础，但是，正如Karl R.Popper所指出的，从薛定谔方程可导出测不准关系而从测不准关系导不出薛氏方程，这说明测不准关系应是某种基础的推论。在互补性诠释看来，测不准关系是量子公设所蕴涵的波粒二象性的结果，它表现的是经典概念的可定义的精确度间的互补关系。玻尔从关于作用量子的基本公式ＥＴ＝Ｉλ＝ｈ出发，从其中所蕴涵的经典概念的矛盾推出关于这些经典概念的可定义的最大精确度间的普遍反比关系即测不准关系，从而使这个关系代表了时空和因果描述间的互补性的一种简单的符号化表示，测不准关系中共轭物理量的测量精确度间的反比关系恰当地反映了两物理量的互斥互补关系。

海森堡把他所发现的测不准关系看作是对经典概念的适用性的限制和对经典物理量的可确定程度的限制，并且正是由于这种不确定性导致因果律的失效和量子力学的统计描述，这种解释带有明显的操作论和实证论倾向，是一种只讲其然而不讲其所以然的解释。互补性诠释则给出了其所以然的说明，是对测不准关系的更深层的理解，避免了上述操作解释的弊端。如海森堡把物理量的测量的不确定度解释为测量的操作结果，而不是不同概念的可定义和可观察的互补性的结果，就会导致由于我们测量和认识能力的限制，使我们对本来可能存在精确值和因果性的客体只能作有限精确度和统计描述的实证论的和不可知论的问题。测不准关系所表征的一种物理量的测量中仪器的作用导致另一种物理量的不确定，证明了互补性诠释的仪器对客体的不可控制作用的说法，但是这种仪器的干扰作用是对原子客体进行描述所必需的，也是量子力学描述中所包含的，而不是对客体进行描述所要排除的。

Popper的统计系综诠释认为，测不准关系的含义是两个正则共轭变量的标准偏差之积有一下限ｎ／４π，它不象互补性诠释的测不准关系是从对理想实验的分析得到的，而是量子力学形式体系的逻辑数学推论，而且由于现在实际的对测不准关系的实验检验还不能达到个体粒子测量所要求的精确度，而往往是对许多粒子的统计平均的偏差的测量，所以统计系综诠释显得比互补性诠释有更坚实的经验支持。我认为，也许统计系综诠释较互补性诠释在数学上更严密，但互补性诠释对量子性的描述特点的分析显得更深刻。

４．对描述的完备性问题的回答和理解

完备性问题和测量问题是量子力学诠释之争的两个焦点问题，近几十年量子力学的基础研究主要围绕这两个问题展开且使问题不断演化，并挖掘出不少新的内容，互补性诠释无论对这两个问题的提出还是发展都有着直接的影响，而它对这两个问题的解释也成为互补性诠释本身的重要内容。

完备性问题是爱因斯坦与玻尔论战的第三次交锋中在著名的Ｅ－Ｐ－Ｒ论文中提出的。文中通过一个Ｅ－Ｐ

－Ｒ实验论证了量子力学的描述不是对实在的完备描述。此文引起的首先是关于何为实在的讨论，后来讨论的焦点转移到关于Ｅ－Ｐ－Ｒ关联究竟意味着非局域性、非因果性还是不可分离性的问题。

Ｅ－Ｐ－Ｒ的论文从没有干扰而能预言的客体的物理属性为物理实在这一实在概念出发，通过大家所熟知的Ｅ－Ｐ－Ｒ实验，论证了量子力学描述不是对实在的完备描述。简述如下：相互作用后的两粒子，按量子力学描述，可以通过对第一个粒子的两非对易物理量的测量而不加干扰地得到对第二个粒子的同样的两非对易物理量的预言，既然是不加干扰且两粒子相距无限远，第二个粒子的两非对易量虽对应于第一个粒子的不同时的两次测量，但却是同时属于第二个粒子的物理实在，否则就得假设两粒子间具有超距作用；Ｅ－Ｐ－Ｒ又认为，完备描述应同时对同时存在的物理实在进行描述，但量子力学的描述却将对非对易的两个物理实在的描述看作互补的，即对一个进行精确描述时对另一个则不能进行同时的精确描述，所以Ｅ－Ｐ－Ｒ得出结论说，量子力学蕴涵着Ｅ－Ｐ－Ｒ悖论，其原因是量子力学描述不完备。

大量实验证实了Ｅ－Ｐ－Ｒ关联的存在，也证明了量子力学描述的成功，但如何解决Ｅ－Ｐ－Ｒ悖论却仍有两条道路可以选择，这便是修正Ｅ－Ｐ－Ｒ的两个前提，或者修正实在概念，或者修正分离原理（包括局域性原理和可分离性原理），前者是玻尔对Ｅ－Ｐ－Ｒ的回答，后者是隐变量实在论者对Ｅ－Ｐ－Ｒ关联的解释，虽然实在概念不同（一个是必包含有观察的实在；一个是不包含观察干扰的实在），但却都包含了仪器与客体的状态、客体与其有相互作用的其它客体的状态的相关。

互补性诠释通过修正实在概念，即认为实在必包含有观察的干扰来解决Ｅ－Ｐ－Ｒ悖论。正如互补性诠释的逻辑前提中所认为的，任何描述必是对观察的描述，任何预言也必是对观察的预言，任何实在也必是观察的实在而不是独立自在的实在，观察的作用必包含在实在之中，观察的作用不仅意味着仪器对客体的直接的物理作用，而且意味着一种仪器所特有的对仪器和所观察客体的整体的反映方式和描述方式，所以客体的描述和实在必与进行观察的仪器的类型相关，无论是直接的观察还是象Ｅ－Ｐ－Ｒ实验中的间接观察。这就是量子力学中的相对性，即客体状态与仪器的相对性。所以Ｅ－Ｐ－Ｒ实验中对第二个粒子的非对易物理量的预言所对应的是不同的测量，因而仍是不同时的实在，对它们的描述也是互补的描述而不能是同时的描述，所以这与量子力学描述并无矛盾。Ｅ－Ｐ－Ｒ关联所反映的是仪器类型和描述预言类型及实在类型的必然联系和仪器作用的不可细分所带来的仪器与客体实在的不可分，对第二个粒子的描述与对第一个粒子测量的关联，恰恰表明了观察和描述类型一致的要求和仪器与所描述客体实在的不可分性，不是仪器或第一个粒子对第二个粒子的超距作用使第二个粒子的实在发生了改变，而是它们的实在本身就是一个不可分的整体，它们的状态必然相关而不是独立的，所以互补性诠释在新的实在概念中包含了对可分离性原理的否定，解决了Ｅ－Ｐ－Ｒ悖论。其实，互补性诠释虽然是在对Ｅ－Ｐ－Ｒ悖论的回答中明确了它的新的实在概念，但它的仪器与客体的实在的不可分性，仪器与客体状态、描述的不可分性早在como演讲中作为互补性诠释、互补描述的逻辑前提就已经提出来了，难怪戈革先生说玻尔提前八年预先回答了Ｅ－Ｐ－Ｒ佯谬。

５．对测量问题的回答和理解

测量问题顾名思义就是关于测量过程的解释和描述问题，由于在微观测量中仪器对客体的作用使客体发生了不可忽略的改变，从而使微观测量不再象经典宏观的测量那样可以忽略仪器对客体的作用，直接将客体对仪器作用产生的仪器上的读数当作客体本身的状态，微观测量的结果是测量后客体的状态，它与测量前客体的状态不同。由测量引起的客体状态的突变叫波包收缩，如何解释和描述波包收缩亦即测量过程中客体状态的变化就是量子力学的测量问题。在量子力学描述中，描述客体状态的ψ（ｘ）的变化有两种方式，一种是按薛定谔方程随时间的因果演变，另一种是测量时突变为所测力学量的一个本征态ψ［，ｎ］（ｘ），也就是客体由各种可能值的几率分布变为按一定几率实现的确定值，如果测量前的统计分布　　，测量后的统计分布　　，其中各本征态的相干项消失了。为什么测量时客体状态要变为本征态？为什么相干项消失？这些问题成为量子力学测量问题的中心问题。各种测量理论大都力图通过分析仪器与客体的相互作用过程，并以薛定谔方程来描述这一过程以求找到问题的解答。互补性诠释认为，波包收缩和干涉项的消失是由一种描述方式向互补的另一种描述转换的结果，这种结果的出现是由互补的两种描述的定义的条件不同和观测中仪

器和客体的相互作用关系不同造成的。

首先，ψ（x）所表示的是如果测量客体的位置，其位置分布将是怎样的，而不是说测量前客体的状态是怎样的，｜ψ（x）｜［2］表示的是在x处找到粒子的几率。算符x在坐标表象中对应于确定值x　的本征函数是δ（x－x　），将ψ（x）按x的本征函数展开即　　，虽然包含有干涉项，但对于x［，i］处的几率｜ψ（x［，i］）｜［2］与　　是一样的，因为除x　［，n］＝x［，i］时δ函数不为零外其余都为零，所以干涉项根本就不存在，｜ψ（x）｜［2］本身就是指测量位置时测得各种位置数值的几率。

其次，双缝实验中双缝后的波函数ψ（x）是两缝的波函数之和即ψ（x）＝ψ［，A］（x）＋ψ［，B］（x）但当测定究竟粒子穿过哪一个缝时就会使干涉项消失，这是因为ψ（x）＝ψ［，A］（x）＋ψ［，B］（x）所蕴涵的测量条件和描述方式与｜ψ（x）｜［2］＝｜ψ［，A］（x）｜［2］＋｜ψ［，B］（x）｜［2］所蕴涵的不同，前者是在双缝后的屏幕上测得的干涉情况，后者是在各单个缝后测得衍射的相加，由于在测粒子是否穿过一个缝时，测量仪器对客体的作用使客体的互补物理量发生了改变，如测粒子动量时就会使它的位置发生不可控制的改变而引起位置的一个不准量，这种不准量将引起相等的条纹位置的不准量，从而不再出现任何干涉效应。所以这里的干涉项的消失不是客体测量前的自身状态向测量后状态的突变，而是观察干涉效应向寻求粒子轨道的描述的转变，是一种观测条件下的态向另一种观测条件下的态的转变，它所表现的是互补性现象在互斥的实验装置下的不同表现。

对于一般力学量Q，ψ（x，t）可按Q的本征值所对应的本征函数展开，　　其中u［，n］（x）为Q的本征值Q［，1］、Q［，2］…Q［，n］的本征函数，按量子力学，当测量到本征值Q［，1］时，系统就处于本征态u［，1］（x），其几率是｜a［，1］（t）｜［2］，但在观测到确定数值前，量子力学给出的是ψ（x，t）而不是Q［，1］和u［，1］（x），但实际上，所给出的预言和实际测得Q［，1］的几率｜a［，1］（t）｜［2］是一致的，　　，由于u［，n］（x）是正交归一函数系，u［*，m］（x）u［，n］（x）＝0，当m≠n时，所以干涉项不出现，　　，这就是说，ψ（x，t）给出的就是测量时各本征值出现几率的分布，对客体状态的由ψ（x，t）到u［，n］（x）的转变只是对客体测量后所有可能状态的几率分布的集合预定到其中一个状态元素按相同几率实现的描述变化，而并不对应客体本身的在有无测量的不同条件下的状态的变化。

所以按照互补性诠释，由ψ（x，t）到u［，n］（x）的波包收缩不是测量引起的测量前后客体状态的变化。测量肯定会引起客体的变化，但这种变化已经包含在ψ（x，t）中，而且不同类型的测量会引起不同的变化，这由所测得的不同类型的本征值和本征函数表现出来，如果　　中有干涉项，那么新的测量所引起的变化还会表现在干涉项的消失上。因此，波包收缩中干涉项的消失是由互斥的测量导致的由一种描述向互补的另一种描述的转换造成的，而波包收缩中由对许多可能值的预言到其中一个值的实现的波函数的变化，只是预言条件的变化引起的统计预言的变化，而不对应客体本身的状态变化。

由此可见，在测量的波包收缩过程中，引起客体状态变化的是不同的测量的实验条件和它们对客体的不同类型的作用，关于客体知识的变化引起的是对客体的统计预言条件的变化，而不是客体本身的状态变化，所以，这里没有任何主体的作用，也不需要引入主体意识的最后一瞥。冯．诺意曼之所以需要引入人的最后一瞥，是因为他把仪器在测量中的作用当作一个纯粹的量子客体，而没有看到在仪器身上所必须兼有的使确定的观察结果和经典概念的适当运用成为可能的特性，这样一来，就象冯氏所分析的那样，我们的观察和描述就必然要无限后退，直至求助于意识的最后一瞥。

当然，从量子现象的普遍性上讲，仪器也与微观客体一样具有量子性，但量子性又必须通过我们的宏观观察和经典概念来观察和描写，所以，仪器又是认识的一个逻辑起点，它必须能够直接被观察且能用经典概念进行描述。只有这样我们才能通过仪器来观察和描述微观客体。仪器的这种既是量子客体又是宏观客体的二重性是互补描述的基础。我们的认识必须从直接观察和由这种观察而定义的概念开始，但又必须对超出这种直接观察和日常概念框架的新现象进行逻辑一致的描述，这就必然导致概念框架和描述方式的改变。如果没有

仪器的直接可观察性，就不能得到任何微观客体的经验、现象和可描述的东西，而如果没有仪器与客体的一致性，仪器也就不可能对客体的信息进行反映记录，所以，仪器的二重性是认识微观客体的必然要求。这并不会引起宏微分界问题（即把世界分为宏观和微观两个截然分裂的世界的问题），而只意味着一个可直接认识，而另一个则需借助于宏观仪器的观察，因为量子性是客观物体具有的普遍特性，只是由于这种特性超出了日常概念的理解范围而必须借助于对日常概念的修正来达到对它的理解。量子性的认识特殊性并不在于它的微观尺度，而在于它的非连续的、个体的观察条件与我们建立日常概念时的连续的、无限可分的观察条件不同，这种不同就需要我们对各概念的适用条件和相互关系进行修正。实际上，宏观客体的观察也一样需要借助于我们建立概念时的观察，这里不是宏观微观的不同，也没有二者的截然分界，只有所描述现象在多大程度上与我们建立概念的观察条件的符合程度的不同，所以，微观描述一方面是对经典描述的修正，一方面又以经典概念为基础，这不是一个逻辑矛盾，而是意味着微观描述必须以可直接理解的经典概念为起点，通过对这些概念在新的观察条件下适用程度和相互关系的修正来达到对微观现象的合理描述，这不是互补性诠释的矛盾，而是理解量子概念与经典描述的矛盾所必需的。

对于企图用量子理论来描述测量过程以求得到一个统一的描述的做法，互补性诠释认为是不会有结果的。因为我们对微观现象的观察和描述必须借助于我们的日常的观察和概念，而这种观察和概念建立的条件是无法形式化的。

主要参考文献

1］　玻尔：《原子论与自然的描述》，北京：商务印书馆，１９６４。

2］　玻尔：《原子物理学和人类知识》，北京：商务印书馆，１９７８。

3］　玻尔：《原子物理学和人类知识续编》，北京：商务印书馆，１９７８。

4］　玻尔：《尼尔斯·玻尔集》，北京：商务印书馆，科学出版社，１—９卷。

〔作者简介〕：李莉，女，１９６５年８月生，哲学硕士，河北省社会科学院哲学所助理研究员。

（本文责任编辑　吴国盛）