

对立统一规律与“基本粒子”结构

——关于“层子”的一些哲学问题的讨论

物理系“基本粒子”理论组

在物质结构科学发展的各个历史阶段，恩格斯、列宁和毛主席曾经从哲学的高度上概括了各个历史阶段当时的科学实践，指明了物质结构的基本的辩证规律。恩格斯在物质结构的原子论的时代，就指出了原子结构的深一层次。明确提出物质结构的“层次性”，新层次出现的“关节点”。列宁在原子结构模型和电子发现的新阶段中，进一步指出，物质结构层次的“不可穷尽性”。指出“电子也是不可穷尽的”。在物质结构的科学实践进入到“基本”粒子研究的现代，毛主席继承、捍卫和发展了马克思列宁主义的哲学，进一步提出基本粒子是无限可分的论断，精辟地指出任何事物都是“一分为二”的，深刻地概括了物质结构内部对立统一的辩证规律。恩格斯、列宁和毛主席的一系列有关的论述，指示了物质结构研究发展的方向，是我们当前研究“基本粒子”物理的强大的思想武器。以辩证唯物主义哲学思想指导当前“基本粒子”理论研究，批判唯心主义和形而上学是科学研究一项重要战斗任务。*

在这篇文章里，我们将介绍“基本”粒子理论研究最近一、二年提出的一些哲学问题。对其中一些观点进行分析和批判，也提出一些问题供讨论。

(一) “层子”又是物质结构的不可分的始原吗？

50年代到60年代，“基本粒子”研究中，在哲学上和物理学上争论的焦点之一是，“基本粒子”是否真正“基本的”？“基本粒子”有没有深一层次的结构？当时，“基本粒子”物理研究的主要思潮是否否认或回避深一层次结构，在这种情况下，

-
- 关于这一段的详细讨论以及学习恩格斯列宁和毛主席对于物质结构辩证规律的经典论述的体会，在前一篇文章里(中山大学学报自然科学版1974年第4期)已作了较详细的记述，此处不作重复。

本文可以作为前一文的续篇，主要根据最近几年来“基本粒子”物理新的进展，介绍和讨论有关“层子”的哲学观点。1976年9月完稿。

我国的物理学工作者和日本的坂田昌一学派，自觉地坚持辩证唯物主义思想，抓住了“基本粒子”层次的结构这一主要矛盾，着重发展了强子结构模型的研究——“层子”模型。近十年的科学实践再一次证明了辩证唯物主义关于物质结构辩证规律的科学论断的正确性，以及它对指导“基本粒子”研究的重要意义。70年代以来，强子具有结构，研究这一层次结构已成为现在“基本粒子”物理的主流。科学实验的发展本来是越来越证实和丰富了辩证唯物主义，然而正如列宁当年指出那样：“也有少数新物理学家，在近年来伟大发现所引起的旧理论的崩溃的影响下，在特别明显地表明我们知识的相对性的新物理学危机的影响下，由于不懂得辩证法，就经过相对主义而陷入了唯心主义。”⁽¹⁾现在也是有少数物理学家，由于不懂辩证法，就经过这种或那种歧途，又再陷入唯心主义。例如一位美国著名的物理学家最近发表一篇通俗的科学论文题为：《带色和味的夸克》*，它的副标题宣称：“被称为夸克的粒子可能真正是基本的……”。这篇文章在叙述了“层子”模型成功之处以后，写道：“……无疑，有充分的根据相信它们是存在的（指“层子”一译注）。更为重要的是，夸克会是长长的一系列逐步精细的结构之终极，它们看来真正是基本的”⁽²⁾。另一方面，在近年来弱作用与电磁相互作用的统一理论有可能建立成功，不少物理学家在探讨各种相互作用的统一理论。在这种情况下，一种企图建立物质世界的终极的理论的思想也在冒头。美国一位现今最活跃的“基本粒子”理论物理学家在76年一次理论物理会议作了题为“粒子物理的展望”⁽³⁾的报告。在第Ⅱ节的小标题是：“Ⅰ，终极的理论——不可能的梦想吗？”提出了建立“终极理论”的模式，他说：“就我看来，一个终极的理论应该包含所有一切已知的相互作用，引力的，以及强、弱和电磁的相互作用……一个终极的理论只会会有一个有量纲的常数、普朗克质量，或者还有一个宇宙常数。其他一切物理量都应能被计算出，它必须解释一切自然现象——从银河系到‘夸克’以及其他”。

这就不能不使人们想起：“杜林先生的诺言”——“最后的，终极的真理”。恩格斯在批判杜林时就指出：“他解决了科学的最终的任务，从而封闭了一切科学走向未来的道路”⁽⁴⁾。“包罗万象的、最终完成的关于自然和历史的认识的体系，是和辩证思维的基本规律相矛盾的”⁽⁵⁾。杜林宣称他的“终极的真理”已经一百多年，百多年的阶级斗争、生产斗争和科学实验继续在前进。这位美国科学家题为“展望”的报告至少在这一点上似乎包含了“时间反演”运算，它实际向后看了一百年。毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”⁽⁶⁾自然界是无限的，“人类对自然界的认识同样是无穷无尽的。人类的认识总是要在实践中不断有所发展，

- 在引用外国文献时，把“quark”译为“夸克”，它相当于本文的“层子”。“味”是指一套“层子”中的各种成员，例如SU₃对的基础层子s,u,d等三种，“色”是指有好几套不同的“层子”，例如现在有的理论认为至少有三套“层子”，叫做红、黄、蓝等等。

有所创造,在人们追求物质结构的真理的过程中,每深入一步,都有人中途停顿下来,认为已经达到‘物质的始原’,认为这种‘物质的始原’再不可分了,再不包含内在的矛盾了,企图完成所谓最终的理论。自然科学的历史无情地嘲弄着这样的形而上学者们,越来越清楚地揭示出自然界固有的辩证法”〔7〕。上述两位物理学家的观点无疑是当前“基本粒子”理论研究中值得注意的动向,然而就目前大多数情况来说,讨论得最多和最为突出的则是关于“层子”的可观察性的问题。在下面讨论这一问题时也将看到关于“层子”不可分的论点的物理和哲学的渊源。

(二)“层子”是不可以作为自由态存在吗?不可以观测的吗?

“层子”模型在解释强子谱的静态性质是很成功的,解释强子反应性质也相当成功。这些实验和理论的分析,以及电子质子深度非弹性散射等为“层子”提了一种图象,“层子”在强子内部的有效质量相当小,不带奇异数的u,d“层子”质量约为0—300MeV,带奇异数的“层子”s质量约为300—500MeV,带“惑”(Charm)数“层子”c的质量 $\geq 1.5\text{Gev}$,”层子”在强子内的运动近乎自由。对于这一图象立即提出的问题是:既然“层子”质量不大,为什么经过为时十年的努力,迄今还未观测到一个自由“层子”的事例。现今加速器上能产生和探测到“层子”质量的下限已达到10Gev,已经远远超过了上述的质量估计量值。国外高能物理研究者一般认为,这是当前在理论和实验上最为令人困惑的问题。“层子”迄今未能被发现,对于这一问题,最简单的解释自然是撇开对于“层子”有效质量的量值估计,认定“层子”的质量很大,现在加速器的能量还达不到产生“层子”的阈值。另一种理论,承认上述“层子”在强子内部作为结构组分时质量是小,但是设计种种模型机制,使它在逸出成自由层子时要克服很大的势垒,作为自由层子其质量是大于现在加速器能产生的量值。此种模型例如一般称为“SLAC口袋”。“层子”在袋里是轻而自由的,但要从袋子取出则费很大劲,取出来就变成很重的了。(这种机制有时称为“层子”的暂时禁闭 temporary confinement),以上两种观点都承认“层子”是强子的组分粒子,是客观存在的客体,是可以在自由粒子状态由实验直接观测的,只要加速器能产生足够高能粒子束就可以产生层子。第三种观点一般称之为“层子禁闭”(Quarkconfinement)论,或“永久禁闭论”。这种观点认为“层子”虽然存在于强子内部的组分客体,但是“层子”却不可以自由粒子的形态存在,因此实验上不能直接观测。“层子”在强子内部是相当自由的,但是它们决不能逃出。根据这种认识,当前强子结构的关键问题就是发现这种“层子禁闭”的物理机制。形形色色的“层子禁闭”机制,这是近一二年来最为时髦和热门的玩意。其中议论得较多、最受人注意的是K.Wilson等所提出的“色屏蔽”机制。带色“层子”间超强相互作用是非亚贝尔规范场传递的相互作用,这种相互作用使带色“层子”间的互作用在短距离内是弱吸引的,在小范围内“层子”就近乎自由,但互作用吸引随距离增分出

大而增强(例如服从虎克定律的弹性力即属此类),那末要把一“层子”从强子内部成为自由态就需要供给无穷或很大的能量。能量的量级是分开一厘米需能量 $\geq 10^{13}$ GeV量级。这样巨大的能量系统内“层子”未达到自由态之前已经产生了新的“层子”反“层子”对。新的“层子”取代了原先的“层子”使强子复回原来的组分,被分出的“层子”与新产生的“层子”则结合成了新的介子,因此原来试图供给足够的能量以分出“层子”,得到的却是强子和介子。这一图象说明由于带色“层子”的强的红外相互作用,真空极化效应将“层子”色荷完全屏蔽,以致物理的粒子只可能是无色的。色荷无法被观察到的。于是“层子”可以作为组分存在于强子内部,但是你无法把它取出,当试图以巨大能量把它取出时,取出的却不是“层子”而是另一强子或多个强子。“层子”不能成为单独的单个物理粒子被在现的粒子探测器所记录。这好比“基本粒子”杂技团在变戏法,观众们看到一个无色的口袋,他们本来相信袋里有红黄兰三色的球,没有别的,可是取出的却是无色的,也不是球,也又是另一只口袋。如此循环不已,……!这个口袋与所谓“SLAC口袋”不同——,即一般称为“MIT口袋”者属于此类。

从物理上来估计“层子禁闭论”是超出本文的论题,但是从认识论和方法论的角度来评论一种理论思想则是必要的,是辩证唯物主义的战斗任务。为此目的,本文试图就这一角度提出一些问题,以供讨论。物质结构从宏观到分子、原子、原子核都是可以分解为组分的。如果按照“禁闭论”的观点,到强子这一层次就不能分解的了。尽管这一层次仍然有一定的结构,那末“层子”又怎样呢?某些人正是从这里达到他们的“层子”是最基本的不可分的粒子的结论,有人就说:“基于这种机制(指“层子禁闭”一译注),孤立的‘夸克’或‘胶子’或者任何‘夸克’胶子带色的结合体都不可能观察到。如果“夸克禁闭”这一解释是正确的话,它提出一种巧妙的方式以终止物质结构那表现的无穷无尽的逐层精细的结构,原子可以被分为电子及原子核,核分为质子和中子,质子和中子分为“夸克”,可是“夸克禁闭就启示这个系列就到此为止。如果一个粒子既然连被产生也不可能,就难于想像这粒子怎样能够会有内部结构”。^[8]由此可见,确实有一些物理学家,经过“禁闭论”,以为找到了物质的终极结构。“禁闭论”的另一认识论上的提法是强调“层子”的不可被对观察性。“层子”既然不可以作为自由粒子存在而被探测,那末可否用其他粒子作为探针深入到强子内部去探测它的存在的呢?对于这个问题,就所知,似乎未有明说,然而不难设想,根据“禁闭论”的假设的机制,由于物理粒子不带色荷,作为探针的粒子必不带色荷,那末足够高能的足够短波长的探针粒子深入强子内部时所“看到”的可能只是屏蔽掉色荷的粒子,它察觉不到色的作用。而出射的粒子也是不能带色荷的强子,它也不能“记忆”带色的作用过程,这样可能导致“层子”是完全不能以任何方式被探测的结论。物质世界竟然是由一些不可被

• 胶子(Gluon),传递“层子”间相互作用的矢量介子。

观察的元素所组成，这在物理上是前所未有的奇谈怪论，但是对于唯心主义哲学这决不会是新鲜的发明创造。唯心主义者和不可知论者(包括马赫主义者)会为此兴高采烈，以为找到了最新的科学论据。自然，还必定再进一步，“存在就是被感知”，于是“物质消失了”！由此可见，在考察“层子禁闭论”时，暂且不说它必然要导致不可知论，但决不可忽视它面前存在这通往不可知论、马赫主义的道路。我们必须提高警惕，坚持战斗的唯物主义，坚持革命的辩证法和实事求是的科学分析，以充分可靠的哲学和科学的论据，对资产阶级思想的侵袭和资产阶级世界观的复辟坚持斗争。

(三) “层子”客观存在吗？“层子”是强子结构的本质的组分还是一种动力学现象？

以上的几种观点，即使是“层子”的“永久禁闭论”，就其出发点来说，仍然承认“层子”是客观存在于强子内部的组分客体。然而这种看法还不是完全没有异议的，事实上还有几种观点，对于“层子”的本质提出疑问，或者干脆认为“层子”并非客观存在的组分客体。例如1973年出版的英国一本教科书上说：⁽⁹⁾“找寻夸克，原则上可能是毫无结果的；如果终极的结构已经由那些已被发现的粒子显示出来，则夸克只不过是描述的另一种方式罢了，它只有理论上的而没有实际的意义”。这种观点实际上就是“靴带理论”。* 这里所指的所谓“终极结构”就是指强子的靴带结构。既然强子世界已经由靴带结构所描述，那末“层子”是多余的描述，不过“层子”的描述方式在某些问题上可能是一种方便的描述。关于这一点，另一本美国1973年出版的教科书上写得更明显：“粒子物理学家中越来越多的意见认为夸克将永远不会被发现——它们仅仅代表一种方便的数学构件，用来获得基本粒子及相互作用真正合适的理论描述的一种有用的近似，这种理论描述将能说明粒子的各种对称性及其相互作用，而不必引入这种新的特异的粒子。”⁽¹⁰⁾“层子”在这里仅仅是尚未知的新理论的数学过渡元素。海森堡在1972年的一次演讲中⁽¹¹⁾认为，经常有许多物理学家这样提问题：“这个客体是由什么东西组成的？在这个较大的客体内部较小的粒子的几何或动力学的组态是怎样？”他认为“这是一种错误的提法”。只不过是旧的“古老的语言”。因为“即使夸克存在，也不能说一个质子由三个夸克组成。我们必须这样说，它一时包含三个夸克，它有时又包含四个夸克和一个反夸克，或者五个夸克和两个反夸克如此等等。……而一个夸克又可以是由两个夸克和一个反夸克所组成，如此类推”。因此，海森堡认为“夸克”之存在与否没有什么重要(虽然他倾向于夸克并不存在)，提出组分粒子的问题没有什么意义。所谓

* 对于“靴带理论”的批判，参看《中山大学学报》(自然科学版)1974年第4期，《物质结构的辩证规律和基本粒子结构》。

“基础粒子” (fundamental particles) 这个概念毫无必要。然后他问：“那末应该用什么去代替基础粒子这一概念？”他的回答是：“必须用基础对称性 (fundamental symmetry) 的概念去代替那一概念……我们需要找寻的不是基础粒子，而是基础对称性……我不以为我们还需要关于了解基本的——或者不是基本的——粒子有进一步的突破。我们只须学会如何对付这一新的可惜是相当抽象的基础对称性概念。”〔12〕

以上引证了几种颇有代表性的观点。它们都反对“层子”作为组分物质的客观性和必要性。他们或者以团团转的“靴带机构”或者以抽象的数学对象来代替“层子”。列宁早在六十多年以前批判物理学唯心主义时指出：“新物理学，确切些说，新物理学中的一些学派跟马赫主义和现代唯心主义哲学的其他变种有联系，这却是丝毫不容怀疑的。”〔13〕这种联系表现在“意识之外的客观实在被抛弃，这就是说，唯物主义被唯心主义和不可知论代替了。”〔14〕毫无疑问，现今物理学中的一些的学派仍然与马赫主义和现代唯心主义哲学的变种相联系。谁都知道，海森堡自己也宣称他的哲学思想与马赫主义的渊源。“我们所考察的新物理学的这个学派的基本思想，是否认我们通过感觉感知的并为我们的理论所反映的客观实在，或者是怀疑这种实在的存在。在这里，这个学派离开了被公认为在物理学家中间占统治地位的唯物主义……，是作为‘物理学’唯心主义的学派而离开唯物主义的。”〔15〕“在物理学的客观性问题上的‘思想动摇’，就是时髦的‘物理学’唯心主义的实质。”〔16〕

至于所谓以对称性代替基础粒子，以及所谓“层子”作为“数学构件”之类的论点，就其哲学思想来说也不是新的。同样，列宁在论述“最近的自然科学革命和哲学唯心主义”时就引用玻尔兹曼的话：“那些想以微分方程式来排除原子论的人，是只见树木，不见森林。”〔10〕“如果对微分方程式的意义不抱幻想，那就不能怀疑：世界图景（用微分方程式表明的）仍旧必然是原子论的图景。”〔11〕列宁还指出：“马赫主义者认为，这些物理学家把自己的理论局限于方程式的体系这一情况就是驳斥唯物主义：方程式就是一切，没有任何物质，没有任何客观实在，只有符号。”〔17〕“……使数学家遗忘了物质，‘物质消失了’，只剩下一些方程式。”〔18〕

从列宁批判“物理学唯心主义”以来，已经有大半个世纪，物理学经历了从原子结构到原子核到“基本粒子”几个历史发展阶段，大大地丰富了辩证唯物主义哲学，同时又始终贯穿着唯物主义与唯心主义，辩证法与形而上学两种世界观的激烈斗争。“基本粒子”物理学中与马赫主义唯心主义哲学有深刻渊源的学派的反动思潮，不断地老谱新翻，时起时伏，毛主席教导我们：“在阶级社会中，每一个人都在一定的阶级地位中生活，各种思想无不打上阶级的烙印。”〔19〕自然科学是要靠人去搞的，而搞自然科学的人又是受一定阶级的世界观的支配。只要还存在阶级社会，“物理学唯心主义”就有滋生的土壤。因此，以阶级斗争为纲，批判资产阶级，批判物理学唯心主义，是我们必须坚持不懈的长期战斗任务。

关于“层子”本质的问题，还有一种值得讨论的观点，一种说法认为，“许多物理学家倾向于不把“夸克”作为一般熟悉的（原子和核的）意义下的‘物理的’，粒子和组分，而宁肯把它作为一种理论上的制品——一种仍未发现的基本动力学的代数约定（algebraic algorithm）”〔20〕。就字面来说，这一说法与前面所引〔10〕的所谓“数学构件”的提法，似乎差别不大。不过这里提出强子的一种仍未发现的基本动力学，从近年的一些资料看来，意味着强子物质的动力学机构作用之下产生了像粒子的动力学现象，“夸克”就是这种动力学现象的表现，正如固态或液态物质中出现的元激发和准粒子那样，因此它不是通常原子结构和核结构意义下的组分的“物理的”粒子。这一说法并不排除强子结构的组分物质的存在，不排除将来能分析出这种主演基本动力学的组分物质。但是它把“层子”看作是此种未知的组分物质的动力学体现。对于这个问题还需要物理的和哲学的分析讨论。

（四）怎样认识强子结构的矛盾？

从辩证唯物主义观点来看，单单承认强子内部有“层子”，这还是不够的。毛主席指示“事物都是一分为二的”。“对立统一规律是宇宙的根本规律。……矛盾着的对立面又统一，又斗争，由此推动事物的运动和变化。”〔21〕因此，还必须探讨强子内部斗争着的矛盾。这一点在目前“基本粒子”研究是尤其重要的，有现实意义的。例如“靴带理论”，它也承认强子是复合的，但是这种理论的根本观点是“平衡”和“共处”，因此，认识存在深一层次的组分是第一步，更要重的是事物的矛盾双方的转化。毛主席在《矛盾论》中指出：“单说了矛盾双方互为存在的条件，双方之间有同一性，因而能够共处于一个统一体中，这样就够了吗？还不够。事情不是矛盾双方互助依存就完了，更重要的，还在于矛盾着的事物的互相转化。这就是说，事物内部矛盾着的两方面，因为一定的条件而各向着和自己相反的方面转化了去，向着它的对立方面所处的地位转化了去。”〔22〕从物理上来说，这就不仅是粒子对称性问题，而且涉及动力学问题。

从物质结构的历史经验来看，物质内部结构的性质和运动状态存在着多种的矛盾。物质结构的连续性和分立性的矛盾，单粒子运动和集体运动的矛盾，场源和场的矛盾，粒子和反粒子的矛盾，……在宏观物质的物理学时代，恩格斯就已指出物质结构的连续与分立的矛盾：“物质既是两者，即可分的和连续的，同时又不是两者”〔23〕。宏观物结构和运动的研究是先从连续性这一方面开始的，连续介质力学、弹性力学、经典波动力学等等。深一层次就揭露了分立的原子结构，在分立的原子论基础上建立了分子动力学。分立结构成了矛盾的主要方面，在深入到原子内部结构时，开始也是着眼于连续分布，但是后来就揭露了分立结构的主导地位。另一方面就运动形态而言，又有单粒子运动和集体运动的两个方面。固态物理就根据不同的条件，有时呈现单粒子运动为主导，有时呈现集体运动为主导。简单原子基本上呈

現單粒子運動是很好的近似。原子核中單粒子運動和集體運動表現出十分錯綜複雜的圖象。明顯地根據不同的條件矛盾的主導方面互相轉化。較之原子結構遠為複雜。那末強子的結構和運動形態又是怎樣呢？

就最近一二年以前的情況來看，對於強子的研究，一般地採取分立的觀點，主要注意在單粒子運動的形態，用稀少數目的“層子”來描述。無疑這是從強子靜態性質，對稱性等研究相聯系的。但是“基本粒子”物理現象的一個基本的事實是，粒子的產生和轉化，它是以很大的自由度系統來表征。那末單純的少數粒子描述是否足夠，是值得考慮的。近一二年開始注意到強子物質的連續描述，強子內部集體運動和多體性質等的探討。如果把強子的SU₃對稱性發現以前的“基本粒子”物理的情景比作元素週期表發現以前的化學元素情景，那末現在的“基本粒子”物理或許有點像原子核殼層模型前後的情形。直到最近以前還很少考慮到強子物質的集體運動，更談不上集體運動與單粒子運動的矛盾和轉化。

當然，物質結構究竟採取這種或那種結構和運動形態，這是要由實驗來決定的，這裡是一個物理學的問題。然而在作理論的探索和 ANALYSIS 時，是否估計到各種矛盾各種形態則有一個哲學觀點的問題，認識論和方法論的問題。正如恩格斯所指出：**“在涉及概念的地方，辯證的思維至少可以和數學計算一樣地得到有效的結果。”**^{〔24〕}這裡也是唯物辯證法起指導作用的關節。應該注意到，恩格斯在批判杜林時指出：**“正如人們可以把形式邏輯或初等數學狹隘地理解為單純證明工具一樣，杜林先生把辯證法也看成這樣的工具，這是對辯證法的本性根本不了解。甚至形式邏輯也首先是探尋新結果的方法，由已知進到未知的方法，辯證法也是這樣，只不過是更高超得多罷了；而且，因為辯證法突破了形式邏輯的狹隘界限，所以它包含着更廣的世界觀的萌芽。”**^{〔25〕}唯物辯證法必將在探索新規律中發揮它的威力。

參 考 文 獻

- 〔1〕 列寧：《唯物主義和經驗批判主義》，《列寧選集》第2卷，第364頁。
- 〔2〕 S. L. Glashow, Quarks with Color and Flavor, Scientific American, Vol. 233, No. 4, p.38 (Oct. 1975)。
- 〔3〕 B. W. Lee, Perspectives on Particle Physics: Summary of Orbis Scientiac, 1976。
- 〔4〕 恩格斯：《反杜林論》，《馬克思恩格斯選集》第3卷，第76頁。
- 〔5〕 同上，第64頁。
- 〔6〕 引自《周恩來總理在第三屆全國人民代表大會第一次會議上的政治報告》。
- 〔7〕 《紅旗》雜誌1965年第6期刊登坂田昌一，《關於新基本粒子觀的對話》一文的“編者按”。
- 〔8〕 同〔2〕。
- 〔9〕 W. E. Burcham, Nuclear Physics, an Introduction, 2nd ed (1973) p.601。

- [10] M. Leon, *Particle Physics: An Introduction* (1973) p.188.
- [11] W. Heisenberg, *Development of Concepts of the History of Quantum Mechanics*
刊于 *The Physicists Conceptions of Nature* ed. J. Mehra 1973 pp. 264—275.
- [12] 同上。
- [13] 列宁：《唯物主义和經驗批判主义》，《列宁选集》第2卷，第257页。
- [14] 同上，第264页。
- [15] 同上，第310页。
- [16] 同上，第313页。
- [17] 同上，第304页。
- [18] 同上，第314页。
- [19] 毛泽东：《实践论》《毛泽东选集》第260页。
- [20] B.T. Beld, *Models of Elementary Particles* (1969) p.365.
- [21] 毛泽东：《关于正确处理人民内部矛盾的問題》，《毛主席的五篇哲学著作》第133页。
- [22] 《毛泽东选集》第303页。
- [23] 恩格斯：《自然辯証法》，第223页。
- [24] 同上，第70页。
- [25] 恩格斯：《反杜林论》，《馬克思恩格斯选集》第3卷，第174页。