

层

子

模

型

中国科学院高能物理研究所

任石

层子模型是我国理论物理工作者，自觉运用马列主义、毛泽东思想的光辉哲学思想，批判了国外高能物理理论中的唯心论和形而上学倾向，认真分析了“基本”粒子的已有实验和理论，敢想、敢干、走自己的道路，在一九六五到一九六六年间提出的。最先在《原子能》和《北京大学学报》两杂志上发表，后来又在北京科学讨论会一九六六年暑期物理讨论会上正式报告，并受到各方面的好评。以后，层子模型理论和它的发展在我国国内一直很受重视，在国外也有一定影响。

首先介绍一下提出层子模型的经过。在

三届人大会上，周总理的政府工作报告传达了毛主席的指示：“人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。这个历史永远不会完结。在有阶级存在的社会内，阶级斗争不会完结。在无阶级存在的社会内，新与旧、正确与错误之间的斗争永远不会完结。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。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。停止的论点、悲观的论点，无所作为和骄傲自满的论点，都是错误的。其所以是错误，因为这些论点，不符合大约一百万年以来人类社会发展的历史事实，也不符合迄今为止我们所知道的自然界（例如天体史，地球史，生物史，其他各种自然科学史所反映的自然界）的历史事实。”我国“基本”粒子物理理论工作者，在基层党组织领导下，反复学习了这一指示，深受鼓舞，受到启发很大，横扫了无所作为的悲观论点，思想大大解放。他们决心努力做到“四个有所”，在“基本”粒子物理领域内做出成绩，为人类认识自然界做出我国科学工作者应有的贡献。也正是在这个时候，《红旗》杂志发表了坂田昌一《关于新基本粒子观对话》一文，在“编者按”里传达了伟大领袖关于物质无限可分，“基本”粒子也是“一分为二”的光辉哲学思想。为我国“基本”粒子物理工作者指明了研究方向，照亮了前进的道路。

在指导思想明确后，我国“基本”粒子物理工作者

就对国际上已有的实验和理论进行了系统的调查研究和系统的分析批判。他们很快地发现了揭示“基本”粒子内部结构的条件正在成熟，揭示“基本”粒子内部结构的任务已提到“基本”粒子物理工作者的面前，仅仅由于当时唯心的、形而上学的流派在“基本”粒子物理研究工作中非常盛行，使得国外很多“基本”粒子物理工作者不愿接受“基本”粒子并不基本，并具有内在结构的事实；不肯接受“基本”粒子的进一步一分为二的事实。那时的主要事实有：电子在氢原子核（质子）和氘原子核（质子和中子的结合态）上散射的实验，已清楚表明质子和中子有一定大小。而且实验把它们的电荷和磁矩在空间分布行为也测得十分精确。理论上做了许多尝试，指出对于实验测量到的核子（即质子、中子的统称）的电荷分布和磁矩分布在不考虑核子内部结构时是不能解释的。另一方面的事实是当时“基本”粒子已经发现了一百多种，而且发现它们的性质有类似化学元素周期律和类似原子光谱的规律性。众所周知，化学元素周期律和原子光谱是原子结构的表现，即原子核带的电荷数和核外电子的行为的表现。那么“基本”粒子这些规律性就不是“基本”粒子内部结构的表现吗？！可是由于唯心论、形而上学的影响，尽管有这样突出的实验事实，当时的国外“基本”粒子研究的主流仍是不承认“基本”粒子有进一步结构。当时国际上的主流是：要么提出“靴襁儿理论”，在死胡同里碰来碰去；要么是停留在现象的研究上，只从对称性出发，对“基本”粒子进行分类，即唯象地研究“基本”粒子的谱系，力图把“基本”粒子表现出的对称性扩大，不去追求使“基本”粒子表现出对称性的内在本质。

当时在北京几个单位的“基本”粒子物理理论工作者组织起来，分析了这一形势，在毛主席“一分为二”的思想指导下，学习了毛主席关于敢于实践的教导：“你要知道梨子的滋味，你就得变革梨子，亲口吃一吃。”“我们看事情必须要看它的本质，而把它的现象只看作入门的向导，一进了门就要抓住它的实质，这才是可靠的科学的分析方法。”既批判了“靴襁儿理论”，也批判了只停留在现象上的错误倾向。同时对于国际上“基本”粒子对称性工作的成就也给予充分肯定，把它做为入门的向导。在做了这些工作之后，他们得出被实验证实的SU(3)和SU(6)对称性是由于“基本”粒子中的强子是由“更基本”的粒子组成的这一本质的表现的结论，从而提出了层子模型。并把这“更基本”的粒子命名为“层子”。在给层子命名时，他们也注意了贯彻物质无限可分的思想。他们坚信物质无限可分，坚信层子也是一分为二的，层子只是物质无限可分的长程中的一个层次，他们因此采用层字定名为“层子”，克服过去对于物质一分为二的每个阶层的认识上和命名上的形而上学，如“原子”、“基本”粒子等都打上了不可

分的印迹。

层子模型的主要精神是“基本”粒子中的强子是由“更基本”的层子组成，组成的方式与以前的原子组成分子；电子和原子核组成原子；质子和中子组成原子核等相似，但也有不同的地方。已经知道的不同点是以前那些是弱束缚态，而现在却是强束缚态。层子质量很大，束缚得很紧，很难从强子中把层子打出来。此外还有许多不同之处有待我们去认识。相似之点是与原子、原子核类似，上百种强子是由少数几种层子和反层子组成，上百种强子的各种跃迁归结为内部几种层子和反层子的跃迁，此外还有一些其他类似之处。

对于到底有几种层子的问题，层子模型把它做为一个有待解决的问题。鉴于实验指出强子分类理论只有 $SU(3)$ 和稍加扩大的 $SU(6)$ 理论成功，这意味着层子至少要有三种。他们从最简单的可能性讨论起，即从强子表现出 $SU(3)$ ($SU(6)$) 的对称性的事实出发，先假定层子有三种，推断这三种层子的电荷、弱荷、同位旋等等性质，定下层子间的各种可能的跃迁。这样一来，实验发现的二百多种强子就都是由这三种层子和三种反层子组成，二百多种强子间的跃迁都是这三种层子和三种反层子间的跃迁。因此，把许多过去看来没有联系的事物联系起来，抓住了事物的本质，找出了事物的内在联系。

层子模型的最初的工作是从这统一的图象出发，系统地计算了强子的电磁跃迁和弱跃迁过程，包括介子所有的电磁和弱的湮灭过程，所有的放出(或吸收)单光子跃迁过程以及半轻子弱衰变过程(即强子衰变成另一强子时，要产生正、反电子或正、反 μ 介子和正反中微子的过程)等。选择这些过程是因为人们对电磁过程和弱过程了解得比较清楚，也是因为这些过程在计算时近似最少，计算最可信。然后从中归纳出层子模型揭示出的内在联系(例如强子中的重子与介子在这些过程中表现出来的联系和其中的电磁过程与弱过程表现出来的联系。)并与已有的实验进行比较，结果发现这个模型图象与实验基本符合。这说明层子模型的图象有道理，是正确的，即说明层子模型的图象抓住了强子结构这一主要矛盾。

顺便指出，当时国际上深入到抓“基本”粒子内部结构问题上的人不多。例如一个很有代表性的人物，他对“基本”粒子的分类、对称性理论如 $SU(3)$ 理论等做了不少工作，而且他也发现了只要认为强子是由三种“更基本”的粒子(他起名为夸克)组成，就能使强子具有 $SU(3)$ 的对称性。但是由于唯心论和形而上学的支配，他硬把夸克称为数学实体。在这种思想支配下，不可能把夸克当做真实的物质状态去计算强子的跃迁。国外也有一些人坚持了“基本”粒子有结构的方向，但他们或者只进行了一般的讨论，或者只是做了非相对论(低速情况下的近似)的计算。层子模型当时对

层子的波函数作了合理的假设，部分地考虑了相对论效应，而在计算弱作用和电磁作用时则使用了相对论量子场论的方法，验证了在弱作用和电磁作用范围内，相对论的量子场论对于层子也是适用的。所以层子模型这一工作在一九六五至六六年期间在这方面在世界上是先走了一步的。

从层子模型提出到现在的主要发展：一九六六年以来，我国的“基本”粒子理论工作者和实验工作者做了大量的工作。现在已认识到层子只有三种是不够的。从层子——层子之间结合得非常紧，而强子——强子之间的相互作用相对地弱的事实，以及层子的统计性质，认识到层子不能少于九种。此外，一九七四年底以来，国外陆续发现了好几个非常重、而寿命相对地非常长的粒子。对于这些粒子现在人们还没有认识清楚，但是普遍的看法是需要增加层子的数目才能解释这些新实验。另一方面的发展是对以前层子模型计算的基础进行改进，把它研究得更清楚更牢靠，对某些过程的计算做了改进，并且开始深入系统地研究层子——层子间相互作用。层子模型在最初提出的时候，我国“基本”粒子理论工作者把用毛主席的“一分为二”和“实践——认识——实践”的思想为指导放在首位，在分析大量实验材料的基础上，先抓主要矛盾，大胆实践，因此不过分要求严格性。当时做为第一步是从已有的实验中分析出强子中层子的分布行为(波函数)，而把回答这些分布行为的问题做为第二步任务，以后再说。在搞清了一些基本图象后，他们就不再满足于第一步成果，而是开始着手对如何改进计算方法进行了认真的研究，以求把层子模型理论基础搞得更牢固，使从实验导出的强子内部层子分布行为更可靠。同时把第二步任务提到日程上来——探讨层子间的相互作用和它们所遵循的规律，力图从根本上来回答强子内部层子为什么有那样的分布行为和强子的谱系，即强子是怎样一分为二的等一系列问题。目前我国的“基本”粒子物理工作者正坚定地沿着“基本”粒子是有结构的这个方向胜利前进。

在我国理论工作者提出层子模型后，我国实验物理工作者也做了许多工作，他们想方设法从自然界中寻找没有束缚在强子内的自由层子，想从实验上直接证实层子的存在。他们利用我国云南高山站上的大磁云室，在宇宙线中专门找质量很大，所带电荷大小为一个电子电荷(或更小)的稳定的重粒子事例。一九七二年已经找到一个这样的事例。这个事例有些方面的性质象层子，只由于仅有一个事例，因此不能得出最后的结论。这一工作他们现在还在继续进行中。另外我国实验物理工作者，还利用比较灵敏的同位素分离器，找寻带电大小为一个电子电荷，质量为核子几十倍的粒子。结果是在他们的仪器灵敏度下没有找到具有这

些性质的稳定粒子*。

一九六六年以来，由于层子模型和国外类似的其他模型的理论取得的成就，“基本”粒子可分思想已为国际上越来越多的物理工作者所接受。尽管他们不用层子的名称，还是沿用“夸克”的名称，但是其含意已不再是符号，而是认真地把它看做真实的事物了。同时，国外的实验工作者也做了大量找自由层子的工作，但至今尚未找到。在这种情况下，由于自由层子没有找到，国外又有人开始倒退，怀疑“基本”粒子的结构，出现了把目前没有找到自由层子的实验绝对化，过早做出自由层子不存在的结论，甚至否定有比“基本”粒子更深的下一层次，重新回到“靴襪儿理论”去的逆流。这些物理工作者，虽然有自发的唯物主义倾向，但是常常抗拒不了唯心论和形而上学的影响，表现出摇摆性。我国的物理工作者，由于有马列主义和毛主席的哲学思想指导，就能自觉地把从事的具体研究工作置于辩证唯物主义哲学的指导之下，因此能比较自觉地与唯心论和形而上学划清界线，少走弯路。在对待层子模型理论本身上也能注意避免形而上学。虽然层子模型取

得了一定的成就，得到实验一定程度的检验，但是他们一直把层子模型看做是有待发展的理论。他们认为现在有许多需进一步回答的问题：例如层子有多少种？层子还有哪些基本属性？为什么目前实验都没有发现自由层子？强子如何一分为二地分出层子？……这些问题的回答只能靠“实践——认识——实践”来解决，也就是说必须不断进行变革“基本”粒子的实践，不断地总结经验，不断提高认识“基本”粒子世界的本领，包括大加速器的建造，各种探测器的改进，新探测器的发明和实验数据的积累以及做各种理论上的尝试等等。将来的层子模型理论一定要比现在的完善得多。然而层子模型的最基本点——“基本”粒子可分，“基本”粒子有深一层次结构等思想，是肯定不会改变的。

层子模型是在光辉的辩证唯物主义哲学思想指导下建立的，它和它今后的发展也将会回过来以大量新的、无可辩驳的科学实验事实和发现的规律，进一步证明辩证唯物主义哲学的普遍正确性。

* 这一实验安排中，首先让样品的粒子束未进入同位素分离器之前，穿过一个经过仔细设计的薄膜，使通常的离子全部被膜吸收，保证所发现的粒子不会是离子。