

“层子模型”十一年

高能物理研究所基本粒子理论组

(一)

“层子模型”是什么?“层子模型”是一个关于“基本”粒子的构造和它们之间的相互转化的理论模型。

“层子模型”的基本思想是在一九六五年提出来的,经过将近一年的时间,由中国科学院原子能研究所、数学研究所、北京大学和中国科学技术大学等单位从事“基本”粒子理论研究的同志所组成的北京基本粒子理论组的共同努力,完成了有关“基本”粒子的构造和它们之间的相互转化的研究的一系列科学论文,解释了许多高能物理的现象,获得了较好的研究成果。在一九六六年北京暑期物理讨论会上报告了这项工作,得到了与会四大洲物理学家的好评。

“层子模型”的基本思想是怎样提出来的?

“层子模型”的基本思想是这个组的同志们努力学习毛主席“一分为二”的光辉哲学思想,并自觉运用来指导“基本”粒子理论研究,在分析了当时国际上累积起来的大量的实验事实的基础上提出来的。

顾名思义,“基本”粒子,应当是构成天地万物的最“基本”的单元。的确,许多年来,人们是一直这样地想的,最先是哲学家,然后是科学家,他们想象,而且试图去证明,天地万物应当有一种最小的单元,一种最基本的砖石。但是,人类对微观世界认识的历史,却是一部物质结构基本单元不断改变、不断更新的历史。最先是哲学家提出来的原子,后来被证明它并不是最基本的,原子是可分的,分成电子和原子核。那么原子核是最基本的了?也不是,科学的发展证明了原子核是由质子和中子构造而成的,而且为了说明质子和中子能够构造原子核,科学家还预言了介子,这种介子(后来叫做 π 介子)的存在,是在理论提出之后十多年被证实了的。有一段时期,“基本”粒子指的是质子、中子、电子、介子(π 和 μ)、光子和中微子,似乎它们就是构成微观世界的基本砖石。

但是自然界的现象,往往比人们的想象要来得丰富。从五十年代开始了新的“基本”粒子发现的时期,有更多的粒子,进入到“基本”粒子的行列中去,到一九六五年,被发现的“基本”粒子已经数以百计,而且还在增加。“基本”粒子并不基本的实验迹象,已经显示出来,这就是“层子模型”提出来时高能物理实验的情况。

(二)

我们刚才说过,“基本”粒子并不基本的实验迹象,

在一九六五年以前就已经显示出来,但当时并不是所有高能物理学家都这样看的。面对数目如此众多的“基本”粒子,很自然提出一个问题:在它们之后,究竟是否有着更基本的东西?

有一个西方的权威说:讨论什么粒子更为基本是没有意义的。对于强子来说(就是构成“基本”粒子中绝大多数的那些参与强作用的粒子——注),它们是“民主”的,每个粒子都同样地基本,它们是相互构成(你构成我,我构成你……)的。这样一来,讨论现有的上百种“基本”粒子的结构便失去任何科学的意义。高能物理学于是可以归结为几条数学上的定理,“最大解析性原理”、“么正性原理”等的研究。如果有人宣称元素周期表中上百种的化学元素是同样地基本,它们相互构成,而没有更深入一层的结构,我们都会说这是一个很荒唐的理论。但是说来颇发人深思,就是上述理论却曾经风行一时,虽然它决不比上百种化学元素相互构成的这种荒唐说法有科学基础。

当时另外一些西方的物理学家,虽然注意到了这大量的“基本”粒子、共振态的物理性质的规律性,找到了解释这些规律性的一个很重要的关键——强相互作用的对称性,并由此成功地解释了这些粒子的性质之间的一些关系,但是,他们不承认有更深一层的层次,并否认表面上的对称性后面有更为本质的东西。

在当时,国际上这两个方面的论文数量多得惊人,似乎构成了足以左右“基本”粒子研究的潮流。他们的共同特点就是否定有比“基本”粒子更加深入的层次。

面对当时这种情况,我们中国“基本”粒子理论的科研工作者该怎样着手进行研究?

(三)

在一九六四年前后,毛主席在同刘少奇资产阶级路线斗争的过程中,亲自发动和领导了哲学战线上对“合二而一”修正主义谬论的批判,“事物都是一分为二的”伟大哲学思想得到了空前广泛的传播。在这期间,毛主席对于日本物理学家坂田昌一的文章《新基本粒子观对话》给予很大的注意和重视,多次热情称赞坂田是站在辩证唯物主义立场上的,指出自然科学家能够自觉地运用辩证唯物主义指导自己的研究工作,并且写出这样好的作品还是少见的。《红旗》杂志按照毛主席的推荐,发表了坂田的文章,并在编者按中传达了毛主席的光辉思想:宇宙从大的方面看来是无限的,宇宙从小的方面看来也是无限的。在原子里头就

充满着矛盾的统一。有原子核和电子两个对立面的统一。原子核里又有质子和中子的对立统一；质子，又有反质子；中子，又有反中子……质子、反质子、中子、反中子、电子、正电子等等，这些“基本”粒子还是可分的。物质是无限可分的。**“一分为二，这是个普遍的现象，这就是辩证法”**。这些指示对于我们我们是战斗的动员，是极大的鼓舞和鞭策，它指出了自觉地运用辩证唯物主义来指导研究工作的必要性和深入到“基本”粒子内部去研究它的结构和矛盾的正确方向。

在这样的思想指导下，我们系统地分析了当时“基本”粒子理论及实验上的状况，总结出启示“基本”粒子存在内部结构的主要迹象是：

(1) 当时实验上已发现的一百多种“基本”粒子质量大小不等，可以排成一个“质量谱系”，这情况与从前研究原子结构时所依据的原子光谱十分相象，这说明“基本”粒子是有内部结构的。

(2) 实验上已经测到质子、中子等的半径大小和电荷、磁矩分布，这说明“基本”粒子不是一个点，而是有内部结构的。

(3) 实验上已发现了一些高自旋粒子，很可能说明这些“基本”粒子内部有轨道动量矩。

(4) 么正对称性取得的成功，表明“基本”粒子内部可能存在有更为基本的东西。

就这样，根据毛主席“一分为二”的哲学思想，对大量的客观事实进行分析后，提出了“层子模型”的思想。

(四)

“层子模型”的基本物理图象是：

1. 现有的种类繁多的“基本”粒子，都是由更深一层次的粒子组成的。实验上显示出来的质量谱系，和对这谱系分类的么正对称性都和这更深一层次的组成粒子的性质有关。为了强调物质的无限层次，我们把这种更深一层的组成粒子叫做层子。层子存在的最终证明尚有待于高能物理实验上的发现，但是它的存在和物理性质，会从很多方面显示出来，就象远在原子核发现之前，它的性质就已通过原子光谱显示出来一样。

2. 在更深的一个层次上，自然规律会具有新的性质，甚至会有些方面和上一层次的运动规律很不一样。就象原子这一层次的结构，虽然在图象上和太阳系颇为相象，但描述它的运动性质的时候，却不能用描述太阳系的古典力学，而要用量子力学一样。但是，新的力学是从天上掉下来的吗？不是！在新的力学出现之前我们就只能等待吗？不能！我们采用了现有的量子场论和原子核理论的方法来描述“基本”粒子这样一个由层子构成的束缚系统，作出了不但考虑对称性质，而且也考虑动力学性质的尝试，并且考虑到“基本”粒子整体的高速运动的性质，把相对论不变性也包括在理论之中，紧紧地抓住描述这个体系的主要特征的束缚态

波函数，和描述束缚态变化的跃迁矩阵元。

在这样的物理图象之下，在不到一年的时间里，作出了后来称为“层子模型”的一批研究工作，对“基本”粒子的电磁性质、弱相互作用过程、电磁相互作用过程，做了比较系统的研究，得到了许多有意义的结果。

(五)

从“层子模型”发表以来，十一年过去了。在这十一年中，高能物理实验又累积了许多新的实验事实，这些事实说明，“层子模型”的基本物理图象是正确的。这些事实的主要点是：

1. 发现了核子内有点状粒子的结构，无论用电子或中微子来轰击核子，实验结果都显示出有点状粒子结构的迹象。如果说，在一九六六年，国际上接受“基本”粒子有内部结构的思想的只是少数人的话，十一年后的现在，这个思想已为大多数高能物理学家所接受。

2. 层子这一阶层的独特的物理性质，正在越来越多地显示出来。一九七四年冬 J/ψ 粒子的发现，显示出层子具有所谓“粲数”这一独特的物理性质，而最近发现的 γ 粒子，显示出层子除了粲数之外，还可能具有更新的性质。现在不但层子这个概念被普遍接受，而且人们也越来越多地谈论层子的谱系了。

3. 在“层子模型”提出时那位西方权威在说到轻子时，把它们叫做“贵族”的粒子，因为它们只有有限的几种：中微子，电子和 μ 子。现在不但他称为“民主”的强子的内部结构越来越多地显示出来，连那些被他称为“贵族”的轻子的结构也正在开始显露，人们发现了重轻子，而且也 and 强子一样，开始研究轻子的谱系。

回顾这十一年来高能物理学发展的进程，使我们更加体会到自觉地运用辩证唯物主义来指导科学研究的重要性，更加体会到毛主席“一分为二”的光辉哲学思想的无比正确。

但是，在近几年中，我们的研究工作受到林彪、特别是“四人帮”的反革命修正主义路线的严重破坏。他们鼓吹“基础理论无用论”，攻击加强基础研究是“刮理论风”，搞高能物理“不是当务之急”，对基础理论研究采取一批二压三砍的手段。同时，他们在理论研究中又极力鼓吹对现代科学理论成就采取虚无主义的态度，用唯心论的先验论来代替唯物论的反映论，把人的思想搞乱，把科学研究组织打散甚至取消。在这样困难的条件下，我们牢记毛主席和周总理对高能物理研究的亲切关怀和殷切期望，顶住了压力，尽力把研究工作坚持下来了。

现在，以英明领袖华主席为首的党中央，一举粉碎了“四人帮”，并作出了抓纲治国的战略决策。在这大好的形势下，我们要抓紧时间，把由于林彪、“四人帮”反动路线干扰、破坏而丧失的时间夺回来。我们面对

着许多重大的研究课题,我们相信,有伟大领袖和导师毛主席的光辉思想的指导,有以英明领袖华主席为首的党中央的领导,有社会主义制度的优越性,我们一定能够和全国各兄弟单位一起攻克这些研究课题,为发展我国高能物理研究,作出新的贡献。