

周光召先生和我合作科学研究

高崇寿

(北京大学物理学院 北京 100871)

周光召先生是我的老师,1956年我在北京大学物理系学习时,周光召先生给我们全年级120位同学讲授电动力学课程.从1962年起,我又在周光召先生指导下从事场论和粒子物理理论的科学研究.以后又和周光召先生合作进行场论和粒子物理理论的前沿探索科学研究.

1962年,苏肇冰和我在周光召先生指导下从事场论和粒子物理理论的科学研究,当时高能物理实验上发现了大量的不稳定粒子,粒子的运动、相互作用和转化都显示出新的现象和特征.国际上在这领域的前沿理论研究主要是集中在强相互作用色散关系理论和Regge极点理论的探索研究方面,美国和欧洲的著名学术期刊如Physical Review上大量发表的理论学术论文都是这个领域的.周光召先生对我们说:你们现在进行高能物理理论的探索研究,要注意了解和关注这方面的国际进展,但是你们更应从事粒子物理对称性理论的探索研究.从事对称性理论的研究所用的数学工具和强相互作用色散理论及Regge极点理论所用的数学工具完全不同,要困难得多.但如果你们直接从这里开展研究,很快就可以达到国际上这个领域的最前沿.实际上,后来到了1963年,国际上场论和粒子物理理论的前沿研究工作重点已经转向粒子的对称性分析和对称性理论方面.按照周光召先生的指导,我们直接从事粒子物理对称性的理论研究.完成了第一项研究工作之后,我继续在新粒子的对称性分析和新粒子的分类方面进行唯象的探索理论研究,这些工作为以后探索建立强相互作用粒子的相对论性结构模型理论准备了基础.

理论物理的科学研究,首先要看到研究的主战场,认清研究的前沿.在20世纪50年代,周光召先生在杜布纳联合核子研究所工作期间,就在当时场论和粒子理论研究的前沿主战场开展探索研究,取得重要的成果.他提出了螺旋态的概念,研究了螺旋态的运动规律,在粒子理论方面有重要的影响.他是轴矢量部分守恒规律的主要提出人,这个规律是粒子运动演化的重要性质,在粒子理论的发展方面有重要的影响.苏肇冰和我开始做场论和粒子物理理

论的探索研究时,周光召先生直接把我们领到当时这领域的主战场,进行粒子物理对称性理论的研究,很快进入了前沿.

1978年全世界9个高能物理实验组的实验验证了 $SU(2) \times U(1)$ 电弱统一理论,提出 $SU(2) \times U(1)$ 电弱统一理论的三位科学家被授予1979年诺贝尔物理学奖.1978年起,周光召先生和我共同研究电弱统一理论在原有的实验已经确立的 $SU(2) \times U(1)$ 理论基础上进一步扩充的可能性.指出电弱统一对称性最简单的扩充有三种,即 $SU(2) \times U(1) \times U(1)$ 对称性、 $SU(2) \times SU(2) \times U(1)$ 对称性和 $SU(3) \times U(1)$ 对称性.进一步证明了如果考虑把 $SU(2) \times U(1)$ 电弱统一理论扩充为 $SU(3) \times U(1)$ 电弱统一理论,从普遍的物理要求出发,存在而且只存在两种可能的方案.国际上许多学者探讨了 $SU(3) \times U(1)$ 电弱统一理论,但都只研究了其中的一种方案,另一种方案还没有人发现、提出和研究过.周光召先生和我提出并且系统地研究了新的 $SU(3) \times U(1)$ 电弱统一理论,指出如果电弱相互作用具有这种 $SU(3) \times U(1)$ 对称性,则要求温伯格角满足一个很强的约束条件 $\sin^2 \theta_w \leq 0.250$ (现在实验值为 $\sin^2 \theta_w = 0.23119 \pm 0.00014$);在弱相互作用中还存在着一种新的守恒量 S_w ,它是与一种整体对称性对应的守恒量,在对称性破缺后仍然保持守恒,理论还预言应该存在更多的规范玻色子和费米子,质量很重,并且其中有些粒子电荷的绝对值大于1,由于新的守恒定律的限制,它们之中有许多会表现为相当稳定的粒子,这些都可以在实验上进行检验.这四种扩充方案中哪一种正确还有待未来实验的检验.到1980年发展建立了包括轻子和夸克的 $SU(4) \times SU(3) \times U(1)$ 模型.

周光召先生是我的老师,他指导我进行场论和粒子物理理论的研究工作,后来又和我合作研究.我们的合作研究,是真正的、实质性的合作研究.两人一起讨论研究,有时要推导、计算分析,就分头做推导、计算分析,再合在一起讨论研究,最后总结整理,这些都是一起做的.1978年的合作,就是这样做的,实际上常常每星期要合作讨论几次,进展很快.1979

年秋,我去美国访问研究,但和周光召先生的合作研究仍然继续,只不过所有的讨论和交流都是通过邮寄信件进行,那时信件从北京到美国大约要 9 天,因此一次讨论交流来回大约要 20 天. 这样的越洋

合作研究一直继续了一年,最后我们合作建立的包括轻子和夸克的 $SU(4) \times SU(3) \times U(1)$ 模型的论文还是由我起草初稿,由周光召先生定稿发表的.