

在自然科学中,实验和理论的关系是,理论必须由实验来检验,只有经得起实验检验的理论才会真正地被人承认,而这一点在高能物理发展中表现更为突出。在高能物理学的形成与发展中,高能实验始终是处于主导地位,起着决定作用。

1932年,中子和正电子的发现是高能粒子物理学形成的初期萌芽阶段。当时的实验手段很有限,既不能人工加速粒子,又没有理想的探测器。利用云雾室探测来自宇宙的粒子是唯一可行的实验方法。然而,实验发现正电子及正、负电子的湮没现象,打破了人们关于“基本”粒子固定不变的旧概念,从而产生了“基本”粒子不但可以产生,也可以消失和转化的新概念,奠定了“基本”粒子的理论基础。但是,由于技术条件的限制,实验适应不了理论的需要。例如,关于核力问题,当时在理论上是有所预言的。而在实验上却没有办法得到验证。当然,当时的理论也还是很不成熟的。

1935年,日本物理学家汤川秀树为了解释核力,预言存在着一种质量约为电子质量200倍的粒子—— π 介子,它起着核力传递的媒介作用。为了用实验验证他的预言,高能物理实验学家想方设法地创造更好的实验条件,终于在1947年利用核乳胶技术在宇宙线中发现了 π 介子。与此同时,人们也开始建造了可以人工产生 π 介子的同步回旋加速器。1948年美国 and 苏联先后建成了350—500 MeV能量的质子同步回旋加速器,产生了大量 π 介子,深入地研究了 π 介子和核力关系,使“基本”粒子物理大大地前进了一步。这就是人工开始变革“基本”粒子的阶段。

高能加速器和高能探测器的发展,为高能物理实验创造了条件。尤其是在1959年以后,西欧中心(CERN)的28 GeV质子加速器和美国布鲁克海汶实验室(BNL)的33 GeV质子加速器的相继建成以及氢气泡室和大量高分辨率的电子学计数器谱仪的出现,使高能实验得到了迅速的发展。当时在实验上,除了发现许多奇异粒子外,还发现了反质子、反中子、反超子等,使“基本”粒子的数目增加到20多种。尤其是弱相互作用中宇称不守恒的实验证实,以及反粒子普遍存在的逐步被实验所检验等等,促进了理论的发展。在这段期间,理论与实验配合比较紧密,互相依赖,互相促进。

1964年,美国理论物理学家盖尔曼根据大量共振态的实验结果,提出了“夸克”(国内称“层子”)模型。他

认为可能存在着三种更基本的带有分数电荷的东西,叫做“夸克”,而所有强作用粒子都是由这三种“夸克”及它们的反“夸克”组成。这理论与实验符合得相当好,因此认为是高能物理理论方面发展的一个转折点。为了在实验上进一步验证这理论的正确性,许多实验物理学家进行了各种各样寻找新的共振态及“夸克”的实验。高能物理实验也更加活跃起来,尤其是1974年,美籍实验物理学家丁肇中发现 J 粒子以后,高能实验

进展更快。然而,为了寻找更多更重的新粒子,打静止靶的加速器能量已远远不够,因此出现了质子——质子对撞机和正负电子对撞机。与此同时,也发展了高质量的、既复杂又庞大的、采用在线快速计算机技术的高能探测器。目前,已发现的“基本”粒子达到了三百多种,各种新现象,新规律层出不穷,高能物理的实验仍在继续前进。现在可以说,已进入了现代的高能物理发展的新阶段。

以上我们可以看出:高能物理的发展是离不开实验的,始终贯穿着实验。

我们再来看实验和理论之间的关系。实验产生理论。美籍实验物理学家丁肇中教授1974年8月发现了新粒子—— J 粒子。理论如何解释这个新粒子?给理论工作者提出了新任务。

前面说过,原先理论家认为强子是由三种层子(夸克)和反层子所组成,这对解释已知的强子是很好的。但在解释丁肇中发现的这个新粒子时遇到了困难,因为它的质量为 $3.1 \text{ GeV}/c^2$,而寿命却比质量 $2 \text{ GeV}/c^2$ 以上的共振态的寿命长几千倍。这与原先认为的质量愈大寿命愈短的理论就相矛盾。为了使理论与实验相符合,再引进一个比较重的第四个层子(叫粲层子),这样就能较好地解释 J 粒子了。

理论的发展,又促进实验的进展。反粒子的存在首先是由理论上预言的。在1897年发现电子以后,就有人提出,既然电子是带负电荷,那么有没有带正电荷的正电子呢?实验物理工作者进行了各种实验,终于在1932年利用云雾室在宇宙线中发现了正电子。接着,1956年用电子学计数器方法发现了反质子,同年又发现反中子。1957年我国著名实验物理学家王淦昌领导的组,在苏联联合原子核研究所进行这方面实验,也在1959年发现了反西格马负($\bar{\Sigma}^-$)超子。同年美国的一个小组也发现了反兰姆达($\bar{\Lambda}$)超子。此后,人们相继发现了几乎所有的反粒子。可见理论的预言,对实验同样具有指导作用。

谈谈高能物理实验的重要性

石
念

关于实验的进展推动理论不断向前发展，还可举一些例子。大家知道，在理论物理研究中有三个关于对称性的守恒定律：宇称(P)对称守恒(镜像反射不变性)；时间(T)反演守恒(时间倒转不变性)；电荷共轭(C)守恒(反正变换不变性)。这些守恒定律的严格性过去是没有人敢怀疑的。可是实验的进展发现，有的守恒是被破坏的。1956年，著名的美籍物理学家李政道、杨振宁，分析了许多实验后，提出在弱相互作用中宇称不守恒的假设，和检验这理论的实验方法。接着，美籍女物理学家吴健雄，利用在极低温下把钴60原子核加以极化，探测其 β 衰变中上下不对称的现象，成功地证实了在弱相互作用中宇称不守恒。1964年美国的实验物理学家们又在 K^0 衰变中，发现了CP不守恒。这些实验都为发展理论提供了依据。

丁肇中教授在领取诺贝尔奖金时曾用中文发表演讲：“……得到诺贝尔奖，是一个科学家最大的荣誉，我是在旧中国长大的，因此想借这个机会向在发展国家的青年们强调实验工作的重要性。

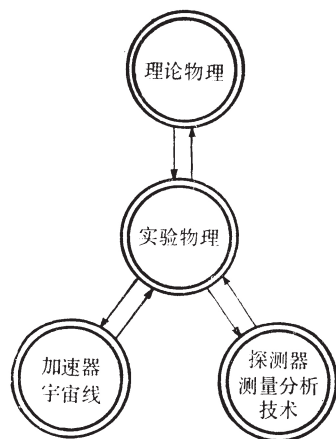
中国有一句古话：‘劳心者治人，劳力者治于人。’这种落后的思想，对在发展国家的青年们有很大的害处。由于这种思想，很多在发展国家的学生们都倾向于理论的研究，而避免实验工作。

事实上，自然科学理论不能离开实验的基础，特别，物理学是从实验产生的。

我希望由于我这次得奖，能够唤起在发展国家的学生们的兴趣，而注意实验工作的重要性。”

丁肇中教授用自己的亲身体会，强调实验工作的重要性，这对大家都是有很大启发的。

在整个高能物理中，实验物理是最活跃、最生动的因素。只有实验成果才是一个国家水平是否先进的标



志。

在高能物理中，高能加速器、高能探测器、高能实验物理及“基本”粒子理论，四者是互相联系，缺一不可的，它们构成一个整体。但这四者之中有没有核心？彭桓武先生曾形象地用图回答了这个问题，他说得很对，要搞实验物理，当然离不开加速器，离不开探测器，也离不开理论物理的指导。但是实验物理却是这四者的核心。

建造高能加速器的目的是为了做高能实验。假如有了加速器，可是探测器和实验跟不上，将失去建造加速器的作用。苏联早在1957年就建成10GeV质子加速器，1967年又建成76GeV质子加速器。但是由于实验物理工作跟不上，没有做出什么好的物理成果来。

现在，以华主席为首的党中央决定要在十年内建立一个现代化的高能物理实验基地。我们一定要吸取外国的经验和教训，重视物理实验，抓好物理实验人材的培养(包括物理思想和探测器的技术)，把国外先进技术做为我们的起点，建造各种高质量探测器及精确测量设备和先进计算技术，组成一个完整的实验区。这个任务可能要比建造加速器本身更为艰巨，更为困难，花钱也更多。但必须引起重视，并切实地抓起来。