

一九八八年诺贝尔物理奖和杰克·斯坦博格

吴为民

当从日内瓦来的电传,以及相继而来的报纸、电台、电视节目宣布,一九八八年的诺贝尔物理奖,授予莱德曼(Leon Lederman)、施瓦茨(Melvin Schwartz)、与斯坦博格(Jack Steinberger)三位美国科学家时,我们十分欣喜,但并不惊讶。他们在一九六二年所发现的中微子有不同的属性,由此而形成的轻子有“代”的概念,经过二十多年高能物理发展的考验,终究得到了全世界的承认。这项研究成果,在人类对微观世界研究的道路上,立下了一个不可磨灭的里程碑。事隔廿六年,他们荣获诺贝尔奖的好消息,虽“迟”,然而却都“到”了。这证明了这项成就的深远影响与巨大的生命力:历史,没有忘记他们。

当一九三一年,泡里从研究 β 衰变的能谱出发,提出中微子的假设时,几乎没有人能够想象,怎么去“捕捉”这神秘莫测的“粒子”。一九三四年,费米根据泡里的假设,提出了原子核中的中子,衰变成质子,同时放出一个电子与中微子的 β 衰变的理论。费米的理论指出,原子核 β 衰变的相互作用,不同于电磁相互作用,是一种“弱相互作用”。费米的理论计算与实验结果,符合得很好,间接地证明了中微子的存在。即使如此,人们仍然不知道,如何真正地去测量它。其原因是,中微子是中性的,所以用于测量带电粒子的所有办法,对它都无效。它与物质的相互作用又极弱,甚至可以穿过整个地球而不被任何物质吸收。所以长期来,中

本上都差不多,作成一个个多层的园桶形状,套在束流管外(电子和正电子在束流管道内对撞),在园桶的两端加两个端盖,端盖上也装有探测器。

图1是北京谱仪的示意图。谱仪的中心是束流管道。离束流管对撞点各1.9米处在束流管外安装有亮度监测器,用于测量对撞机的亮度。从束流管向外,第一层是中心漂移室,记录带电粒子的径迹。第二层是主漂移室,测量带电粒子的径迹和粒子在单位长度内的能量损失,这样可以得出粒子的动量和分辨带电粒子的种类。第三层是用塑料闪烁体构成的飞行时间计数器,用以记录带电粒子从对撞点飞到这探测器的时间,这一信息也可以用来分辨粒子。第四层是簇射计数器,用来记录光子和电子的能量。再外面是螺线管线圈。这个大线圈重31吨,它所产生的磁场使带电粒子在漂移室内偏转,从而可以测定粒子的动量。线圈

中微子神出鬼没地出现在理论家的计算中,但实验上,始终无法“确认”它!

尽管如此,经过科学家的长期努力,中微子这个“幽灵”,还是给“捕捉”到了。

一九五二年戴维斯(Davis)按照早在一九四一年由我国科学家王淦昌所提出的建议,用 κ 俘获法证明了中微子的存在。

一九五三年,在反应堆旁观测到了反中微子。一九五六年,克汪(Cowan),里纳斯(Reines)等人,在实验上直接观察到中微子。一九五八年,哥德哈勃(Goldhaber)等人,还精确地测出了中微子的螺旋性。以上这些实验的一个总的特点是,中微子,或者是在反应堆里产生的,或者是局限在核的研究领域,其方法,也不外乎以下三类:

1) β 能谱法:用量能器测量 β 衰变时的能谱,由于电子只带走了衰变前后原子核能量差的一部分,其余部分的能量,即由中微子带走。这是最早的,也是最粗糙的定性地,间接地证实中微子存在的实验。

2) 原子核反冲法:大家知道,原子核在 β 衰变发射电子的同时,原子核本身还要受到一个反作用力,使原子核本身获得一个反冲速度。只要测出了发射电子与反冲核的动量,从能动量的守恒,就可以确认中微子的存在。

3) κ 俘获法:最著名的,就是由哥德哈勃做的实

外面是作为磁回路的轭铁。轭铁有三层,每层分别装正比计数管,名叫 μ 子鉴别器。 μ 子可以穿透轭铁,而被 μ 子鉴别器所记录。以上是桶部的情况,在两端的两个端盖上各装了飞行时间计数器和簇射计数器。

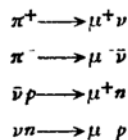
北京谱仪跟在这一能区作物理的美国的一台名叫Mark III的谱仪相比(Mark IV在SPEAR上工作,是目前世界上唯一的一台在对撞机上作物理的谱仪),我们在漂移室、簇射计数器方面都有所改进,而且比Mark III增加了端盖飞行时间计数器,总的性能比Mark III好,是目前在这一能区性能最好的谱仪。

北京正负电子对撞机已初步实现对撞,北京谱仪也已记录了宇宙线径迹,我国高能物理实验已经初步有了一定的工作条件。我们相信,在不久的将来,我国的科学家一定能依靠这些实验条件作出世界水平的 work,绝不会辜负全国人民的期望。

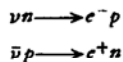
验。E₁²，俘获一个K壳层的电子，变成S₁²的激发态，再放出一个中微子，成为S₁¹。

经过仔细分析，他们第一次确定，中微子的螺旋性是-1，反中微子是+1。

到了一九六二年，对中微子的研究，进入了一个革命性的崭新阶段。哥伦比亚大学的莱德曼、施瓦茨、斯坦博格等人，想到可以用加速器来产生中微子。他们在纽约长岛的布鲁克海文的国家实验室里，用15 GeV的质子束打击铍靶，从而产生π束流。π介子，在飞行中衰变，产生μ子，同时放出一个中微子。他们将束流通过很大质量的铁，以致大部分的μ子都被吸收掉，从而获取相当纯的中微子束流。然后，他们将中微子束流，注入火花室，观察到所产生的新的μ子。这些反应过程，可以表达为：



他们发现，在火花室中，并没有观察到下面这种过程，即

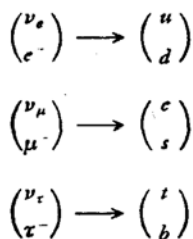


这说明，π衰变成μ子所伴随的中微子与β衰变所产生的中微子是两种不同类型的中微子。

这样，这种神秘的中微子，不仅被探测到了，而且，还发现了具有分别与电子与μ子相关的两种属性。这一杰出的发现，为不久以后中性流的发现与弱电统一理论的建立，奠定了基础。

正如瑞典皇家科学院宣布的诺贝尔奖金的奖状所评述的那样，他们由于用“中微子束方法和通过发现μ子型中微子而验证轻子的二重态结构”，“为研究物质最深层结构和动态开创了崭新的机会”。“由于这项获奖的研究成果，妨碍弱力研究取得进一步进展的两大障碍消除了。”

在这以后，一九六三年，西欧中心的充满液态氟利昂的泡室，也证实了这一发现。今天，人们已经确信，轻子种类，至少有六种，即电子与电子中微子，μ子与μ中微子，τ与τ中微子以及它们的反粒子，共十二个，并可以明显地分成三代，而且，这六种轻子和六种夸克之间，似乎也有一一对应的关系，它们的内部结构，也存在某种联系。



尽管第六种夸克——t夸克(或称顶夸克)的存在，有待实验的进一步探索与澄清，但人们还是热切地期待着上述对称关系的存在。当人们回顾这种轻子与夸克的“代”的概念的形成与发展时，人们不得不承认，一九八八年诺贝尔物理奖的获得者们，对此是做出了开创性的贡献的。

其实，这三位科学家，能荣获一九八八年诺贝尔物理奖，不是偶然的。他们几十年如一日，孜孜不倦地研究，这是他们富有天才的想象力与创造性的结晶。一九六二年的这项成就，只是他们在高能物理领域的研究工作众多的建树中的一个代表作而已。

现年六十六岁的莱德曼，现在是美国国立费米实验室的所长。事实上，μ子型中微子的发现，只是他对高能事业所作贡献的一部分。一九六五年，他所领导的实验组，在布鲁克海文实验室，用质子束轰击铜靶的实验，对于夸克模型的建立，起着直接的影响。他一九七一年后，在西欧中心ISR上的工作，发现了被人称之为“莱德曼肩膀”的异常现象，差一点率先发现了J/ψ粒子。

现年五十七岁的施瓦茨，曾经是哥伦比亚与加利福尼亚大学的教授，现在是一家计算机通讯公司的经理，是高能物理学界中少有的“富翁”。他也许是科学家变为企业家的一个成功的例子。他在J/ψ粒子的发现与研究上，也作出了杰出的贡献。

现年六十七岁的杰克·斯坦博格教授，一九二一年生于西德巴特基辛根，是犹太人。十三岁时，为逃避纳粹的迫害，来到了美国。曾先后就读于芝加哥大学、加利福尼亚大学和哥伦比亚大学，并在该校任教。他与李政道、杨振宁等华裔科学家，有着亲密的同事关系。一九六二年，他与莱德曼、施瓦茨与其它一些哥伦比亚大学的物理学家共七人，一起进行了这项发现μ子型中微子的实验。一九六八年，一直在西欧核子研究中心工作，同时，还被聘为美国国家科学院、美国国家科学与艺术学院，以及海德堡科学院的院士。由他所领导的CDHS实验组，具有世界上最大的中微子探测器、总长达二十米，直径3.75米，总重量达1400吨，有二十一个模块组成，每个模块包括复杂的量能器、磁场、漂移室等设施。这个组第一个最著名的结果，就是否定了鲁比亚的“高Y反常”现象。

在科学发展史上，常常不乏这样的先例，即否定一件事比肯定一件事更困难，更需要勇气。七十年代中期，由世界著名物理学家鲁比亚领导的一个实验组，在费米实验室，宣布了他们发现的一个现象：当反中微子与核子相撞时所产生的低能μ子，具有反常的Y值，大大偏离了标准模型的理论预测。要解释这个现象，需要有全新类型的夸克，而不象已经设想存在的第四、第五种的夸克。

这显然是一个爆炸性的新闻。斯坦博格回忆起

一九七六年与鲁比亚在他的花园里的一场讨论。鲁比亚对斯坦博格说：“杰克，你不会找到什么大的发现的。”是啊！如果斯坦博格的 CDHS 组，证实了“高 γ 反常”，那只不过是证明了鲁比亚已经做过的事而已；如果证实了没有“高 γ 反常”，那也不算是有什么大的发现，因为本来就没什么，所以也许很快被人忘掉。

但是，斯坦博格的 CDHS 组，还是一丝不苟地对“高 γ 反常”问题，进行了仔细的验证。结果，否定了鲁比亚的实验结果。标准模型还是对的。“高 γ 反常”，成了高能物理发展史上的一个小插曲，逐渐被人遗忘了，但斯坦博格否定“高 γ 反常”的一丝不苟的工作作风，在高能物理学界，至今还传为佳话。CDHS 组，在以后的近十年里，积累了大量数据，进行了费曼参量 x 以及结构函数的测量，这些实验结果，与量子色动力学 QCD 的理论预言，十分符合，使理论家们面临的许多困惑的问题，都迎刃而解了。人们实际上看到了标度的破坏，看到了在距离很小时，在“夸克”之间的“色力”变得越来越弱，以及实际上发现了胶子存在的间接证据。高能物理学的编史学家在评论这些工作时讲：“这些辛苦的、不迷人的工作，并没有使任何人获得诺贝尔奖金，但它终究是标准模型的最确信的奠基石。”

一九八六年五月，世界上许多著名高能物理学家，聚会西欧中心，举行学术报告会，庆祝斯坦博格教授六十五岁生日时，人们总结他的研究风格，有三特点：

第一，实验结果精益求精，准确可靠。斯坦博格领导的实验组所获得的测量数据，例如 W 角，结构函数等参量，常常被引入数据手册而被公认并引用。

第二，理论概念清楚，不仅给出一个确切的实验结果，而且给出一个深刻的理论意义。他们所发现的 μ 子型中微子，不仅仅是一个新的粒子被确认，更深远的是，确立了 μ 子型中微子与 μ 子间的相互联系，提出了轻子的“代”的概念，这为以后二十多年的理论实验发展，起了重大的指导作用。

第三，不迷信任何名人的结论。对重大问题的结论，非要仔细亲自试验不可。

其实，斯坦博格的上述学风，是与他的高尚人品与气质分不开的。他常常说，“最大的创造力来源于热爱自己的工作”。他有许多业余爱好，帆船、爬山、旅行，吹笛子，他还是高能物理学界十分有名的酒的品尝行家。但，他一旦工作起来，就全神贯注。

斯坦博格教授，始终坚持在第一线做研究工作，哪怕已是六十多岁高龄时也不例外。在 CDHS 组取数据时，他与所有的从研究生到教授的合作者一样，轮流在实验室值班，夜班也不例外。他目前是 LEP 上的 ALEPH 国际协作组的负责人，他对于探测器的关键部件 TPC 的读出条的长短与布局都亲自计算，对数据压缩带的内容结构，都仔细考虑，提出建议。无论大小组会，他常常亲临参加，并不时发问，进行讨论。

斯坦博格身为著名物理学家，但从从不盛气凌人。人们在评论他的领导艺术时说，“杰克希望你做什么，是从与你讨论什么开始的。”当我到 CDHS 组工作时，总请他给安排工作。他说，“你喜欢干什么，就干什么。”这对于习惯由领导分配任务的中国学者来讲，有时反而感到为难了。事实证明，他是对的。当你自己选定某项工作时，你就会感到，这是自己的决定，不仅符合自己的兴趣和愿望，而且有一种自己赋予自己的责任感。ALEPH 是一个有十个国家，三十来个研究所与大学，四百余名物理学家组成的国际协作组，要靠那个头头，去分配哪个人，干什么工作，几乎是不可能的。杰克的领导天才在于，制定出大致的轮廓与物理研究方向，然后自由报名，自由组合。这种充分民主的气氛，正是创新思想的成长与诞生的不可缺少的源泉。ALEPH 开全体会议时，常常座位爆满，杰克就坐在走廊的台阶上。圣诞节举行联欢会，或者在什么公共场合，如有什么合影的照片，你常常只能在一个偏僻的角落里找到他。

我在此，费了这么多笔墨描写斯坦博格教授的情况，一个重要原因是，他对中国人民怀有特别友好的感情。他多次说：“我与中国合作的兴趣和热情，来源于对李政道、杨振宁、吴健雄等这些人的尊敬。”他说，新中国应该也可以造就新一代的李杨等人。一九七九年与一九八六年，他曾两次访问中国，他对于中国古代文化的钦佩和几千年的文明史的赞赏是由衷的。

斯坦博格教授，对北京高能所参加 ALEPH 协作，给予特殊的关怀与支持，为这项协作的建立与发展，他至少写过四、五十封信件。为了培养年轻的一代，他又亲自与 ALEPH 的各个协作单位联系，请他们资助中国年轻研究生到他们那儿进修，以便使他们回到中国后，能为发展中国的高能物理学作出贡献。

一九八六年五月二十五日，是斯坦博格教授六十五岁生日。这一天，他是在北京，与中国科学家与 ALEPH 协作的同事们共同度过的。周光召院长为他举行了生日宴会，ALEPH 组的同事们为他举行了联欢会。他衷心祝愿中国的科技事业，进一步发展。

一九八八年七月的一天，他接到一个电话，告诉他荣获八八年度美国总统科学奖。当时，他有些惊讶，开玩笑地说，“今天不是四月一日愚人节。”不久，正式信件确认了这个消息。里根总统在白宫，把总统科学奖章授予他。当他把与里根总统的合影照片，送给笔者时，笔者给他讲：“杰克，这不是故事的结束，而是刚刚开始。下一个故事，就是荣获诺贝尔奖。”杰克听完，并不作声，只是微微一笑。不出三个月，瑞典皇家科学院，正式宣布了这个激动人心的消息。他说，他感到完全的意外。但，对于他的同事们来讲，这是意料之中的事。对于这些为高能事业奋斗了近半个世纪的科学家，历史，是不会忘记他们的。