

关于 τ 轻子质量测量的初步结果

◆ 中国科学院高能物理研究所一室 薛生田

随着关于 τ 轻子质量测量的初步结果的报道见诸报端, 有更多的高能物理界同行及广大爱好者关心在北京正负电子对撞机 (BEPC) 上运转的大型探测器——北京谱仪 (BES) 上完成的 τ 轻子质量的测量情况。我代表北京谱仪合作组 (BES Collaboration) 的同事们向大家作个简单的介绍。

正像本刊 1992 年第二期所载漆纳丁同志《关于 τ 轻子质量测定》一文所指出的那样, τ 轻子质量的精确测定对于检验标准模型理论具有十分重大的意义, 所以有关 τ 轻子物理的一些实验成为近期高能物理界普遍关注的一个问题。正是在这种情况下, 在北京正负电子对撞机和北京谱仪上工作的中美两国近百名科学家在经过一段时间的蕴酿、方案论证

及实验准备之后, 决定充分利用北京正负电子对撞机在这一能区的高亮度、小能散度及北京谱仪较好分辨率的优势, 期望在较短时间内完成 τ 轻子质量测量这一重要实验。

在对对撞机及谱仪进行一系列精心调整之后, 实验于 1991 年 11 月 1 日正式开始取数, 至 1992 年 1 月 20 日取数阶段结束, 历时整整九九——八十一天。这一期间无论是正负电子对撞机还是谱仪, 在广大科研人员及运行值班人员的精心维护下, 高质量地运转, 创造了对撞机及谱仪自 1988 年运转以来的最好工作状态, 使实验得以如期顺利完成。在这期间及其后, 实验数据分析一直在紧张进行。

这次 τ 轻子质量测量采取近阈扫描的方法, 从国际上目前认可的 τ 轻子质量平均数值作为起始能量点开始取数, 下一个实验能量点则是根据前面能量点探测到的 τ 轻子对数目的多少依最大似然法拟合来确定的。故整个实验过程中, 一天数据量的处理, 即所谓的离线分析, 也必须在其获取后的八小时内迅速完成。整个实验共取了十二个能量点, 约 5000nb^{-1} 积分亮度, 其中前十个能量点为近阈扫描, 并由此最终确定了

τ 轻子质量数值。由图 1 可见十个实验能量点逐步逼近 τ 轻子质量测量值的情形。后二个能量点为远阈实验点, 用于确定探测效率。

在经过紧张的数据分析之后, 今年 4 月初给出了 τ 轻子质量测量的初步结果。4 月 15 日郁志强研究员代表 BES 合作组在昆明粒子物理会议上报告; 4 月 22 日漆纳丁博士代表 BES 合作组在华盛顿美国物理学

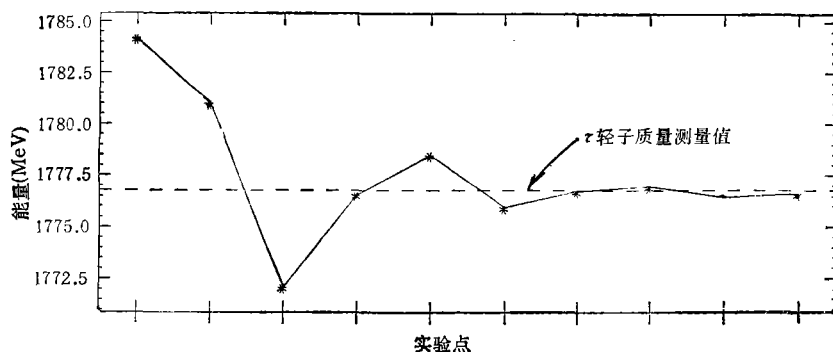
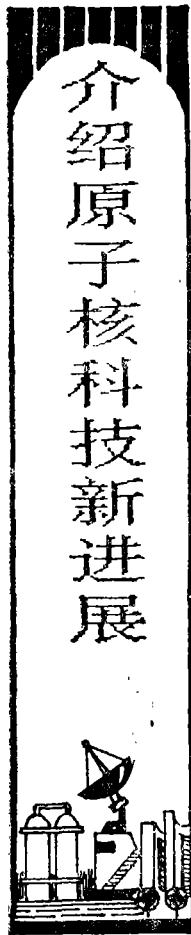


图 1

会 (APS) 会议上报告; 次日郑志鹏研究员在同一会议的海外华裔物理学学会会议上报告。4 月 23 日国内各报先后报道这一消息。据报载, 在北京正负电子对撞机和北京谱仪上完成的 τ 轻子质量的精确测定引起了国内外高能物理界的强烈反响, 认为这是国际高能物理学界近期最重要的成果之一。

总结我们的 τ 轻子质量测量实验之所以会得以顺利完成并得到具有较高实验精度的实验结果, 除北京正负电子对撞机及北京谱仪的良好性能及可靠运转外, 中美双方科学家从实验方案论证起就作了大量调研工作, 采取了与以往实验不同的近阈扫描方案, 即实验在 τ 轻子质量的灵敏区进行; 同时对 τ 轻子对产生截面的近阈行为, 即 τ 轻子对库仑相互作用及辐射修正等作了全面考虑; 在实验点选取上未采用通常的逐点扫描法, 而采用最大似然法, 以前面所有实验点的全部信息预言下一个实验点, 从而保证了实验的可靠性和高效率。这是这次 τ 轻子质量测量成功的几个关键因素。我们的实验给出的 τ 轻子质量的初步结果为 $1776.9^{+0.4}_{-0.5} \pm 0.3 \text{ MeV}$, 其中后二项中的前一项为统计误差, 后一项为系统误差, 其数值较目前国际上公认



根据《现代物理知识》编辑部安排,从本期起将陆续发表由上海原子核研究所一些专家所撰写的文章。这些文章深入浅出地叙述了原子核科学技术中某些分支领域的最新进展、研究动向和最新信息,展望了这些分支领域在科学研究中的作用和国民经济发展中的应用前景。

自1896年发现天然放射性以来,原子核科学技术已经历了九十多年的发展历史,它大大地丰富了人类知识的宝库。从人工放射性的发现,原子核模型的建立,核内粒子的相互作用及其运动规律的探索,到粒子加速器的建成,核反应堆的成功运转,第一颗原子弹的试爆成功。核电站和其他核动力装置的出现,标志着原子核科学不仅作为一门基础学科得到不断的发展,使人类对客观世界的认识深入到原子核的内部,从而在更深的层次上解释自然界的某些现象。而且核科学技术的应用已形成了一门技术科学——核技

术,它是当代最重要的技术科学之一,对世界政治、经济产生了巨大的影响。例如,核武器的生产和部署,常常成为超级大国之间力量较量的一种手段,而核电站和其他动力装置则在各发达国家的能源生产中占据越来越大的比重。核技术的其他应用,又把人们的视野从宏观推向微观,从而有可能从分子水平(甚至原子水平、原子核水平)动态地观察自然现象。例如有关物质的微观结构及超微量成分,以及生命科学中细胞水平和分子水平的生物学行为信息,目前都可以或只能通过核技术灵敏而精确地加以测定。核技术为自然科学各学科的发展提供了多种实验手段,并开拓了一些重要的边缘学科。同位素示踪技术、正电子发射断层显像技术、核分析技术应用于生命科学,将促进核医学的发展;离子束加工技术和辐射加工技术用于材料改性,有可能导致材料学的突破性进展;核天文学、考古学、核地质学等都是从核技术衍生出来的重要边缘学科。¹

中科院周光召院长在给上海原子核所建所30周年的贺信中说:“核科学是一门基础性很强又具有广泛应用前景的科学。我国经济建设和社会发展对科学技术寄予厚望,希望你们在我国社会主义建设事业中,不断总结经验发挥优势,在进一步加强核科学为国民经济服务,在核科学基础理论和实验,在培养人才等方面取得更大的成就。”我们相信,核科技发展将促使人们更深入了解自然现象、解释自然现象;核应用技术向各行业的渗透,将促进传统行业的技术改造,并加速新技术革命的进程,推进高技术产业的建立。

希望从本期起陆续刊登的核科学方面的文章,有助于广大读者增进对核科学最新信息和科研动态的了解。
(蒋鲁冰)

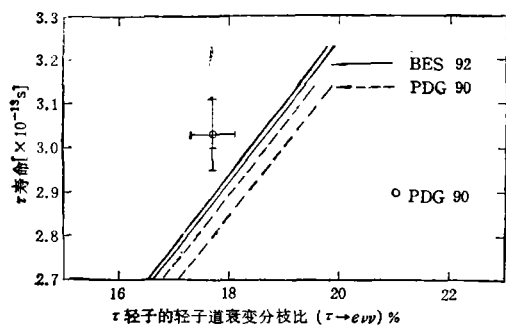


图 2

的数值下降了 7.2 MeV,其精度好于以往测量精度五倍以上。这一结果连同当前关于 τ 轻子寿命及轻子道分支比的实验数据,虽最终并未完全满足标准模型所予言的关系式,但已较前大大地接近了一步。如图 2 表示,如完全满足标准模型理论的予言,图中代表寿命和

轻子道分支比的实验点应落在斜线区内,图中宽斜线区代表以往 τ 质量值的情况,而窄斜线区则代表我们的实验给出的 τ 质量值的情况,明显与前述实验点更接近了。

顺便提一句,目前国外几个实验组也有关于 τ 轻子质量测量的传闻。据传,其质量值与我们测量的数据相近,它从侧面支持了我们的实验结果,但因测量方法不同,其测量结果误差较大,迄今还未见有正式文章报道。

总之, τ 轻子质量精确测定是 τ 轻子物理领域的重要实验结果之一。为进一步检验标准模型理论,它向人们提出新的课题,即 τ 轻子寿命及 τ 轻子道衰变分支比更精确的实验测量。目前,国外不同能区的几个大型实验正在进行中,预期在不久的将来,在上面提到的两个实验方面也将会有新的实验结果,它将会把人们对标准模型理论的认识进一步提高到一个新的水平。