

比约肯谈实验数据的重要性

周 顺 邢志忠

詹姆斯·比约肯(James Bjorken),当代著名理论物理学家,对基本粒子物理学的学位发展做出过若干影响深远的重要贡献。他1956年在麻省理工学院获得理学学士学位,1959年在斯坦福大学获得理学博士学位,1962~1979年在SLAC(美国斯坦福直线加速器中心)先后任副教授和教授,1979~1989年担任费米实验室理论部副主任,1989年后重返SLAC,1998年至今为斯坦福大学荣誉教授。比约肯教授2004年荣获国际理论物理中心颁发的狄拉克奖章。本文是他在颁奖典礼上所做的报告,题目为*Data Matters*,特别强调了实验数据对高能物理学发展所起的作用,其独到的观点无论对理论家还是对实验家都具有启发意义。

在我职业生涯的大部分时间里,我选择了与数据打交道。20世纪60年代是粒子物理学发展的黄金时期,那得益于加速器物理学的显著进展——加速器能量的提高和粒子探测器技术的成熟。比如说在我刚开始从事研究工作的时候,人们从未料到会在那么短的时间内理解强相互作用的动力学机制。当时弱相互作用同样也是一大难题。现在,我们却对两者都有了深刻认识和理解。

技术水平的稳步提高是上述进展的最主要的推动力,其次就是实验技巧的发展以及进行这些实验的机遇。于是理论只能排在最后了。当然,技术、实验和理论都是科学知识进步的必要组成部分,而且它们之间的相互影响和促进是至关重要的。

还有一个同样关键的因素,就是实验的进度能有多快。当数据出来得很快,并且即将获取更多的数据时(最多只要几年的时间),研究者就能持有一个公平和客观的科学观点。“如果测量到某某东西,那么我就是对的。但是,如果实验结果并非如此,那么谁谁就是对的。”无论哪种方式,我们都能很快就知道物理真相。另一方面,如果过了很长时间,实验数据还出不来,人们往往就会产生更为固执的想法,更加容易拒绝其他供选择的观点。我第一次目睹这种情况是在60年代,在宇宙线这个研究领域。那时,在质子衰变实验触发这个领域的技术革命之前,宇宙线研究发展得十分缓慢。相互独立的研究活动演变成有组织的形式,并产生各持己见的研究团体。倘若当初这个领域更具生命力的话,那些针锋相对的观点就根本不可能成气候。

今天,基本粒子物理学的前进步伐已经减缓,因为实验变得规模庞大、需要巨额投资而且运转周期长。另外,标准模型是如此成功,以致不能给研究者提供很多既未得到解答、又在实验可检验范围内的

问题。这就使得那些已经僵化的观点更加根深蒂固。如果该领域在实验方面充满活力的话,诸如此类的情况就不会发生。我觉得,弱电能标下的超对称要比人们普遍认为的那样不可信得多。对超对称的强调使得人们把寻找暗物质的努力过分集中于WIMP粒子(即一些有质量的、与标准模型粒子的相互作用很弱的粒子),然而这是以放弃其他选择方案为代价的,特别是“轴子”。类似地,那些受弦理论的启发所得到的物理想法比那些与弦理论无关的想法更容易得到认可,进而获得资助。有些真正遥不可及的想法,像大尺度的额外维或弱电能标下的强引力,也受到重视。它们也许不值得被如此认真地对待。

我当前的兴趣主要集中在引力论和宇宙学上,而对这一领域来说,我只是个新手。迄今为止,我发觉引力理论这一研究团体分裂成若干个相互独立的小圈子,其原因也在于实验数据的缺乏。然而情况并不总是这样,例如观测宇宙学和黑洞的研究、引力辐射和洛伦兹协变性破坏的实验研究都是相互有联系的。我没有与这些研究团体打交道的丰富经验,但我还是冒昧地说出我的猜测:他们肯定比那些致力于更形式化的或与实验相去甚远的研究领域的科学团体更兼容并蓄和丰富多彩。

弦理论家们在很大程度上来说就是我行我素。这个团体依然如故,几乎完全与实验数据相脱离;而且对于其自身所要解决的问题,该团体拒绝尝试其他可行的方法。坦白地说,我一点儿也不喜欢这样的局面。研究弦理论的人们似乎被一种强烈的信念推动着,那就是他们自以为其基本的思想体系是正确的,这其实是很大程度上建立在美学基础上的信念。我对所有持这种意识形态的立场或见解疑心重重,主要是因为它很可能是错的。现时的风气应该讲究的是谦虚谨慎。鉴于该学科的思辨性,善于质

疑和促进各种不同方法之间的相互交流才会推动研究向前发展。

我发现这样一个荒谬的现象:那些将会被实验检验的物理思想总是遭受这样或那样的质疑;而那些更具思辨色彩的物理思想,比如说弦理论,却在更大程度上得到了赞同而非质疑。不过,这种怪事容易解释——一言以蔽之,就是担惊受怕。在实验科学的那些生气勃勃的领域里,从事研究工作的人不能够过于教条或过于武断。原因很简单,他们的物理想法很快就会受到检验。除非你对自己的思想有异乎寻常的把握,否则教条和武断是不可取的。因为这样做的后果就是损失太大——你要么得为自己错了而感到羞愧,要么得为陷入窘境而感到不安,甚至还会在求职的问题上遇到更多的麻烦。

当科学的发展强烈地依靠实验数据推动时,置“担惊受怕”于何处,实验之前还是之中,这一点会造成研究者在其行为上有很大的差异。而这种差异会在整个科学界反馈成为良性的行为准则。另一方面,如果没有什么好担惊受怕的,教条主义就得不到惩罚。如此一来,教条和武断就会经常出现。

我并不是在暗示不为实验数据所推动的科学就不是好的科学,因为那样就会把数学整个排除在外了。美学判定仍然是很重要的。但我认为,从事这类科学研究工作时,人们至少应该表现出足够的怀疑,而不仅仅是成竹在胸;人们至少还应该像从事以实验为基础的科学那样,能够对其他不同的观点有足够的宽容。

两点补充:

关于宇宙的起源和演化问题 尽管科学家们仍在密切关注着一些大问题,比如时间的起源、空间的边界和终极理论的特性,我们还不清楚这些是不是严格意义上的科学问题。就像正文中谈到的那样,我认为目前致力于这些问题的所有思想体系都很可能是错的。以史为鉴,使我做出这样的评价。先前那些伟大的思想家们,包括开普勒、牛顿和爱因斯坦,都曾对宇宙的物理图像有过很多看法。然而,根据当前的观测数据,宇宙起源和演化的现实与他们当初的设想大相径庭。如果硬要说如今的情况已不同于过去,我想一个必要条件就是得有具体证据显示理论正趋于简单化;然而,无论是观测宇宙学和弦唯象学,还是弱电能标或大统一能标的超对称唯象学,都没有给出更简洁的有关宇宙起源和演化的图

像。无论从哪个方面看,当前的局面都是一团混乱,大量观测数据尚未得到很好的理解。理解整个宇宙的起源和演化,如果这一点真能做得到的话,那也是离我们非常遥远的事情了。

再谈弦理论 弦理论值得长期研究下去。撇开其思辨性的和社会性的问题不谈,弦理论仍然是一套漂亮的工艺。它所发展出来的方法和技巧已经给粒子理论和宇宙学带来很多新的概念和见识。其中一部分概念和见解,即使不是很多,很有可能会以适当的方式进入将来的理论。不过,我认为把弦理论看作包罗万象的理论是不对的。经典引力理论、有效场论、全息论、热引力、圈引力和其他新兴的引力理论都是很值得我们认真关注的。

(北京中国科学院高能物理研究所 100049)

科苑快讯

汽车中的多溴二苯醚

多溴二苯醚 (polybrominated diphenyl ethers, PBDEs) 是含溴阻燃剂的主要成分。它有很强的脂溶性,可以沉积在生物体的脂肪组织,会对肝和神经系统的发育造成毒害,同时干扰甲状腺内分泌,可能致癌或引起生物性别错乱。大量的多溴二苯醚还会影响人的大脑功能、卵巢功能,降低男性生育能力。由于其为高度稳定的化合物,因此它是永久性有机污染物之一。

首次对汽车内部多溴二苯醚类有机物的研究表明,乘坐或驾驶 90 分钟汽车与待在室内 8 小时,接触到的多溴二苯醚一样多。美国非营利性的独立调查、研究机构生态学中心(Ecology Center)在其撰写的报告《加速中毒:汽车中的化学物质与环境安全》中讨论了这个问题。报告指出,小轿车中多溴二苯醚的浓度高达每平方米 1.7 微克,是家庭和办公室浓度的 10 倍。多溴二苯醚用于汽车中的织物、扶手、地垫和电器设备的绝缘材料。研究者发现,覆盖在汽车玻璃内表面的贴膜中的多溴二苯醚水平特别高,其中又以水平相对较低的十溴二苯醚阻燃剂(deca flame retardant)最为著名。这一发现说明,十溴二苯醚可能会在汽车内部分解产生其他分子量较小的多溴二苯醚类有机物。

(高凌云编写;部分内容编译自 *Environmental Science & Technology*, 2006 年第 1 期)