

理论与实验的相互作用

物理学是一门实验科学。作为科学的一个分支，它的结果可由一系列实验来重复实现，或者更确切地说，它是一组概念的集合，根据这些概念，当理论预言被实验验证时，我们对物质世界就有律可循，从而对物质世界有更清楚的了解，并能给出精确的定义。尽管有时也能从经验中找出物理学的规律，但规律的发现不应受任何常规戒律的制约，为了获得清晰而全面的认识，从实验立场出发是至关重要的，但在规律公式化时，则切记力求简明和对称。

泡利曾这样写道：“随机提取的实验数据与解释他们的理论之间的关联来源于事物本身具有的原始肖像，这些原始肖像既不会以有意识的形式出现，也不会随理性思维的设想而产生，它只是与人类潜意识有关的一种特定形式，并且带有较浓的情感因素。总之它们不是思想而是想象。”接着他更清楚地阐明了科学的方法：“只有当预先的想象与客观事物相一致时，人们就认识到自己的知识已达到了一个新的水平”。但是要取得一个可靠的结果我们要付出多大的努力啊！正如彭加勒所说：“灵感仅仅是漫漫长夜中的一次闪光，但正是这种闪光才是最重要的”。

这两段引言形象地描绘了理论如何对积累的实验数据进行处理。物理学好比是一个受实验促进和严格制约的思维结构。物理学家描述、解释和预言各种现象，亦即现象之间内在的联系方式。他经过思索、实验、再思索，并发挥其想象，然后再回到实验中去，这一过程反复存在于所有研究之中，也存在于每一位物理学家的思维与行动之中。

但是研究工作的复杂性，实验装置及理论设想的多样化均涉及到专业化的程度。费米无疑是当代最伟大的物理学家之一，他不仅是杰出的理论学家，而且也是杰出的实验大师。在过去几十年中，粒子物理学界的知名人士不是与理论物理有关，就是和实验工作有关。粒子物理正处于未知领域的前沿，为使其自身更完善，它既需要大量的实验设备来验证，也需要相应的理论来解释。当今科学界各领域都在争先恐后急起直追，作为一名物理学家虽然能够具有理论家和实验家二者兼备的很高的专业技能，也可以对理论或实验的新成果作出恰当的评价，但他想同时在理论和实验两方面都作出贡献实际是不可能的。在世界范围内，卓有成效、紧张而激烈的竞争推动着物理学的发展，谁也不可能在需要同等高深的专业化知识的不同领域中充当带头人，他必须在理论和实验面前作出选择。一位优秀的实验家所以能提出恰如其份的问题，是由于使

用了经他自己精心设计的设备，并采用了经他反复研究制订的有效的方法，因此他能在杂乱的本底噪声中识别出他人看不出来的有意义的信号。一位优秀的理论家要有比别人更深入认识事物实质的天才。为了要向人们证明一个现象区别于另一个现象仅仅是一种更普遍过程的不同方面，他必须提出一套独特的、严谨的理论体系。天才就是突然间产生出一个能对某一领域作出解释的新想法，或者忽然间无可抗拒的意识到一个新现象的出现。

实验和理论之间的竞争是不应低估的。理论家有时似乎跑在实验家前面，且能更全面的洞察物质世界的本质。但是实验家却能以向人们揭示某些完全预料不到的现象作为自己最大的愿望，通过实验证明自然界并非像理论家预言的那样，往往使理论家惊愕不已。

这种理论与实验的相互作用使二者相辅相成的发展，李政道教授在关于弱相互作用历史回顾一文中提出两个称之为“物理学家的定律”。

第一定律是：“没有实验家，理论家就会迷失方向”；第二定律是：“没有理论家，实验家就会迟疑不决。”

粒子物理学的伟大发现既可能源于实验，也可能源于理论。这一点上并无规律可循。粒子物理学从最初费米提出弱电统一的观点，发展为现代的弱电统一理论，直到1983年此理论在CERN被证实的半个世纪的历史是理论和实验相辅相成最好的说明。

虽然在今天弱电统一理论取得了巨大成功，但它只不过是对于我们尚不能完全理解的现象的一种解释。为了弄清事物的本质，理论家期待着发现新现象，并把这种期待寄托在TeV能区的夸克对撞机上得到。这也正是人们对美国的SSC和欧洲的LHC等大型质子对撞机抱有浓厚兴趣的原因。我们有标准模型，这是一大成功，但是在一个更大的对称性中，它将处于什么地位？为什么要有几代不同的夸克和轻子？最初的对称性是怎样破缺而获得不同质量的？更重要的是另一个关键性问题，即所有这些怎样与引力建立联系；超弦理论能提供上述问题的答案吗。理论家和实验家任重道远！过去三十年中重大发现的频率是每两年一次，这使我们满怀希望，目前正在完善中的新加速器将在理论家和实验家之间提供有益的联系。

(张智庆根据西欧中心理论室主任雅可比(M. Jacob)文编译)