

# 费米学派成功经验分析

刘月蕾

(中国科学院自然科学史研究所 北京 100010)

恩里科·费米(Enrico Fermi)是著名的意大利科学家,20世纪杰出的理论物理学家和实验物理学大师,诺贝尔奖获得者。他在1926~1938年领导一个学派所进行的一系列重要工作,轰动了全世界,尤其是学派关于中子物理、核物理方面的工作为意大利物理学恢复了世界名誉,带来了意大利物理学的又一次复兴。

## 一、学派产生的历史背景

绝大多数学派的产生都是与当时社会生产力和科学技术的发展紧密相关的,而费米学派则与众不同。它产生于意大利历史上的文化荒芜时期,社会生产力和科学技术没有能够成为其产生的推动力。

由于资本主义生产关系的产生和发展,从14世纪开始,始于意大利而后很快扩大到整个欧洲的“文艺复兴运动”出现了。由于它强调思想的解放,强调对实践的重视,所以为科学的振兴铺平了道路,促进了近代自然科学的兴起。意大利从此在自然科学领域一度处于世界领先水平,在国际科学界辉煌无比。但是文艺复兴之后,由于封建教会对科学的干涉和对伽利略进行迫害所造成的严重影响,意大利科学很快便衰落了。尤其是在伏打、阿伏伽德罗之后,由于意大利全境连年爆发战争,导致社会生产力止步不前,大学教育不能正常进行,科学研究几乎濒于瘫痪。再加上当时意大利教育体制十分不合理:过分重视人文科学,忽视自然科学,尤其是基础科学。意大利科学进入了一个黯然失色的时期,到20世纪初,象伽利略、伽伐尼、伏打、阿伏伽德罗这样的国际知名科学家再也没有在意大利国土上诞生。但是这种状况自从意大利有了费米,出现了费米学派,就从此成为了历史,意大利物理学重新在世界上崛起。

## 二、学派的主要研究成果及其影响

恩里科·费米,1901年9月29日出生在意大利罗马铁路部门的一家普通职员家庭。费米从小聪明好学,科学天赋极佳。从小就自学了相当于研究生水平的经典物理学和数学著作,到他1918年考上比萨高等师范学院的时候,他的经典物理学知识就已相当于出色的研究生了。在大学期间,费米把主要时间用于拓展自己在现代物理和纯粹数学方面的知识,并和好朋友佛朗哥·拉赛蒂(Franco Rasetti)一起做了大量物理学实验,全面提高了实验技能。不久,还是一个学生的费米就成了学校里量子力学和相对论方面的权威。1922年获得博士学位毕业后,去拜见意大利物理研究所所长、公共教育大臣和参议员O. M. 科比诺(O. M. Corbino),得到科比诺的极大赏识,从此两人开始共同为组建一个举世瞩目的学派而努力。

1926年,费米与狄拉克分别独立发现了著名的费米-狄拉克统计,于是费米名声大振。不久,科比诺为费米在意大利大学理学院首次设立了理论物理学教授席位。同年,在费米的推荐下,费米的好友、出色的实验物理学家拉赛蒂来到罗马。于是三人开始招募学生。在科比诺的呼吁下,工学院学生爱德阿多·阿玛尔迪(Edoardo Amaldi)、埃米里奥·赛格雷(Emilio Segre)、艾托里·玛扎拉纳(Ettore Majorana)先后加入进来,费米学派逐渐形成,并健康而稳步地向前发展。后来,达戈斯蒂诺(D'Agostino)和布鲁诺·蓬泰科尔沃(Bruno Pontecorvo)加入进来,学派力量进一步扩大。

从费米学派进入罗马大学到20年代末,正在形成和日益发展的学派的工作主要集中在由费米和拉赛蒂带动下的光谱学和原子物理上。其间学派在国内外发表了大量论文,提高了学派的知名度。1929年,费米被任命为意大利王

家科学院院士,这是科比诺杰出活动才能的又一次体现. 1930年,又是通过科比诺的努力,在意大利罗马大学为拉赛蒂设立了光谱学教授席位,这恰恰发生在由光谱学转向核物理的关键时刻.

本世纪20年代,量子力学发展迅速并日益完备,这表明原子物理学已趋完备. 费米觉察到学派必须立即进入一个新的领域,于是学派决定转攻核物理. 这个决定充满风险,因为学派成员几乎没有这方面的任何实验和理论经历. 但学派经过一系列充分的准备,采取了一系列重要措施和步骤,终于在核物理领域取得了许多举世瞩目的成就. 其中最著名的包括:

1.  $\beta$ -衰变理论. 为了解释 $\beta$ 衰变,无数物理学家摸索了很长时间,但一直没能得到令人满意的结果. 1933年,在中微子假说的基础上,费米建立了定量的 $\beta$ -衰变理论. 这一理论的建立,不仅可以指导原子核衰变问题的研究,而且还把粒子间的相互作用延伸到弱相互作用,开辟了弱相互作用的研究. 这一理论是核物理领域的里程碑.

2. 中子轰击产生40种放射性元素,在研究核分类上提供了大量材料;同时,对改革化学和生物技术也大有裨益. 另外,用中子作为炮弹轰击元素,是科学研究上的首次尝试,这一创造为以后人们更好地进行中子物理研究奠定了基础.

3. 提出慢中子理论. 这一理论的提出,为人类和平利用核能打开了大门.

4. 学派对“超铀元素”的研究为后来哈恩发现核裂变现象开辟了道路.

费米学派的研究成果,使费米学派站在了国际核物理界的前沿,由此意大利物理恢复了“失去的辉煌”,意大利物理学重新崛起于世界物理学之林. 另外,费米学派在科研管理等方面也产生了深刻影响. 费米学派的活动作为一种模式不仅影响了意大利,而且还远及美国和欧洲.

1935年后,由于意大利国内政治形势日益恶化,加上科比诺于1937年的去世,往日里那

种无忧无虑的工作环境一去不复返了. 大多数学派成员相继离开罗马,学派走向解体. 后来,费米在美国,阿玛尔迪在意大利,赛格雷在美国等分别仿照费米学派的模式建立了一个又一个的学派,都取得了重要成就.

### 三、学派的成功原因分析

费米学派产生并成长于一个社会生产力和科学均不发达的国度里. 它之所以能够拔地而起,在一个很短的时间内取得丰硕的研究成果,这不能不说是一个奇迹.

可以说,费米学派从产生到解体的整个过程,都是举步维艰的. 他们不仅要克服周围敌对势力(包括社会上、学术上)的反对和打击,还要和当时简陋的实验条件作斗争. 在整个过程中,都是无处不在、神通广大的科比诺在保护着学派,使学派可以排除外界的干扰,安心从事物理学研究. 科比诺对学派的成长及活动的影响是相当广泛的. 科比诺总是尽最大努力为学派争取最多和最好的职位. 1926年科比诺顶住各方压力,为费米设立了理论物理学教授席位,这是意大利历史上第一个理论物理学教授席位;1926年,科比诺费尽周折把拉赛蒂调入罗马,1930年又为其设立光谱学教授席位;1929年费米被任命为王家科学院院士,这也与科比诺的努力是分不开的. 诸如此类的事情不胜枚举. 科比诺还凭借自己的权利和杰出的活动才能,为学派争取到尽可能多的科研经费. 当时费米学派每年的研究经费为2000~3000美元,这虽然只是卡文迪许实验室的零头,但却是当时意大利别的物理研究中心的10倍之多. 在仪器和实验设备的设置上,科比诺也总是能够利用人际关系为学派节省不少经费. 这一切都大大促进了研究工作的顺利进展. 科比诺经常以朋友和学派成员的身份和年轻人聊天,从学业和生活方面给他们以帮助. 科比诺本人曾是一名出色的物理学家,曾作出过杰出的成就,所以科比诺在科研方面给予学派的帮助尤为重要. 例如,在学派决定转向时,科比诺和学派一起认真探讨了转向的可能性和必要性,并为此大声疾呼,极大地争取到了政府和公众的理解

和支持。所以说科比诺不仅是一位天赐的保护神、可靠的决策者，也是一位认识论上的指导者。费米学派的成功和科比诺的作用是分不开的。

从以上的分析中，我们不难看出，科学的发展不仅需要杰出的学科带头人，而且需要社会、政治、经济、文化等外部因素的支持。这是否可以使我们从中得到一些启示呢？即在我们的政府管理部门内，吸收那些在科学上德高望重而又过了事业巅峰期的著名科学家进入政府科研管理部门。现代科学越分越细，难度越来越大，一般行政管理人員要想对科学有深刻的了解是不太可能的。因此尽管有科技咨询人员的帮助，决策有时也难免会失之偏颇。而著名科学家对自己的专业必定了如指掌，让他们直接担任行政管理人員的职位，凭着他们对科学的热爱，他们会不惜一切努力扶持年轻的科技工作者，尽可能为他们提供机会。在资金投入的方向、数量等方面均容易作出正确的决断。这样，会大大有助于我国科技事业的发展。

费米学派的成功在很大程度上取决于他们善于进行国际交流。费米从一开始就注意到物理学的国际化特征，从小就自学了法语和德语。后来去哥廷根、哥本哈根、美国、南美洲的工作和访问则更加强了他心目中物理学家属于国际社会的这种感觉，并使他在后来组建学派的过程中很好地利用了这种科学国际化所提供的便利，积极开展国际学术交流。

首先，费米学派注重派遣成员出国学习。在学派创建初期，为全面提高成员综合素质，学派成员分头去世界上不同的著名实验室学习先进知识和实验技术。在转向初期，为了尽快获得核物理领域的最新知识和核物理实验技术，学派再一次出国学习。这样，学派成员不仅成长快，而且能紧跟国际物理最新进展。后来在从事中子物理研究期间，为加快交流，也经常派人出国，同时也扩大了学派的知名度。

费米学派还很注意参加和组织国际会议，热情接待来访客人，彼此加强交流。参加和组织国际会议给学派在知识储备和影响方面作了

准备。同时成功地组织国际会议也为费米学派进行国际交流创造了条件。

费米学派还积极利用国外的杂志发表文章。学派了解到意大利语的杂志在国外阅读的人不多。所以为了扩大影响，他们除了在国内发表文章外，同时也用德语和英语在国际一些知名杂志上发表。

从上述分析中，我们可以得到如下启示：积极开展国际学术交流是科研工作取得成功所不可缺少的一个重要方面。要为科研人员创造出国际交流的机会。科研人员本身要提高素质。不仅在专业上要努力进取，而且要学会利用外语这门工具去更好地加强国际交流。

费米学派初期工作主要是关于光谱学和原子物理学方面的。但是到了1929年，费米学派在既无知识储备、又无实验设施的情况下，大胆地选择了核物理这个崭新的领域作为主攻方向，这不能不需要很大的勇气。也正是这种正确的抉择为以后学派在短短的几年内取得辉煌成就开辟了道路。1938年费米离开意大利去美国，学派解体后，留下来的阿玛尔迪在意大利物理学处于一盘散沙的状态下，经过认真研究，选择了宇宙射线作为研究课题，使得罗马物理研究所重新恢复了生机，取得了卓越的成就。从中我们可以得到如下启示：在选择研究课题时，不仅要结合主客观实际情况，同时也要有长远目光，要密切注视国际物理学的最新进展；要学会分析和观察物理学发展方向，在该转向的时候要勇于转向，要有点冒险精神。费米学派的作风值得我们学习。

费米本人既是一位优秀的理论物理学家，又是一位出色的实验物理学大师。他的过人之处在于他擅长于将理论造诣、实验技巧、渊博知识与概括才能巧妙地结合在一起。虽然人们普遍认为20世纪初期或中期象卢瑟福、玻尔、爱因斯坦这一等级的大师都具有某种超越常人的优势，或者在新的理论方面，或者在纯粹实验直觉方面，但没有一个人象费米这样兼具这些能力。作为领导的费米时时强调理论与实验的结合，这就使得学派成员都注意兼顾理论与实验，

# 海森堡和量子统一场论

杨建邨

(华中理工大学物理系 武汉 430074)

古希腊有位作家名叫阿泰拉奥斯(约公元2~3世纪),他曾写了一个故事,说的是埃及法老泰俄斯原以为斯巴达王阿革西拉乌斯一定相貌堂堂,一表人才,但亲眼看见斯巴达王以后却大为失望,于是他当面讽刺说:“山怀孕了,万神之王宙斯大吃一惊,但山却生了一个小老鼠。”阿革西拉乌斯针锋相对地回答说:“你把我看作老鼠,但总有一天,你会把我看成狮子。”

有趣的是,爱因斯坦的统一场论也有与斯巴达王相似的经历。原来认为爱因斯坦研究统一场论纯粹是场悲剧的玻恩,到了70年代才认识到,统一场论并不像他原来想象的那样,是一只令人讨厌的和令人厌恶的小老鼠,事实证明他还颇有雄狮的那种威风。玻恩承认,近代科学正沿着爱因斯坦指出的统一理论方向走去。1979年第21期美国《科学新闻》(Science News)上登载过一篇纪念爱因斯坦诞辰100周年的文章,其中有一段话写道:“现在有望了,统一场论正风靡一时,这是量子统一场论(不是爱因斯坦研究的那一种)。……他们表现了解决问题和提供爱因斯坦所希望的宏伟的统一的可能。”杨振宁教授于1979年也指出:“爱因斯坦的统一场论……这种固执观念与对理论物理的基本结构的理解应当是有深刻联系的。而我还要补充一点,这种深刻理解更是今天物理研究的课题。”那么,这一切又是怎么发生的呢?说来也真令人深思,因为统一场论的进一步发展,恰恰是由于被爱因斯坦轻视的量子力学和基本粒子物理学迅速发展的结果。

从不顾此失彼。费米学派理论与实验并重的科研作风,符合现代科学发展的趋势。现代科学理论越来越高深,实验越来越精细,科研工作者如果没有理论知识与实验技能的融会贯通,要

量子力学和基本粒子物理学的迅速发展,对爱因斯坦的几何统一场论既是一个沉重的打击,也是一个巨大的促进。一方面,强、弱相互作用的发现,使统一场论由统一电磁、引力2个相互作用,增加到要统一4个相互作用,这就使得原来已经困难重重的几何统一场论处于更加窘迫的地位;另一方面,量子力学的发展,又不得不求助于统一场论的建立。这也就是说,虽然困难越来越大,但需要却越来越迫切。这是因为本世纪20年代以后,大量新的基本粒子不断被发现,这对物理学家来说是提出了一个相当难于克服的难题。

我们知道,每一个基本粒子,它既有粒子性又有场的性质。量子场论认为,有一种粒子就有一种场,粒子是场的激发态。例如,电子是电子场的激发态,光子是电磁场的激发态,介子是介子场的激发态。描述不同的粒子需要不同的场论,描述光子用的是量子电动力学,而对介子则要用介子场论。当基本粒子到50年代已出现到40多种时,物理学家显然不能满意这种穷于对付的状态,他们理所当然地想用一种统一的场论描述日益增多的粒子。另一方面,量子力学用于电磁场时,出现了发散的困难。所谓发散的困难是指当人们考虑交换场粒子实现相互作用后,如果只考虑低级近似常常与实验结果相符,但每当进一步作高级近似时,得到的结果却与实验结果不符,而且其结果无穷大!为了克服上述种种困难,物理学家想了许多方法,其中有一种方法就是想用统一场论来摆脱困

想取得大的突破是不太可能的。这就要求科研工作者在从事科学研究工作时,既要重视理论知识的学习,又要重视实验技能的培养,做到理论与实验并重。