

编者按 10月18日,诺贝尔物理学奖得主、中国科学院院士、著名物理学家杨振宁先生在北京逝世,享年103岁。杨振宁的百年人生,是一段科学探索、家国天下的佳话。本报约请传记作者和熟悉杨振宁科学贡献的专家,带领读者重温这位大家的科学成就,感受其高超的学术水平和高尚的情怀品德。

# 百年归故土 生命终成圆

## 杨振宁：“我当指路松”

□ 林开亮

2012年11月13日,我在清华大学高等研究院的杨振宁办公室,第一次见到了杨先生。他之所以约见我,是因为我此前发送的一封邮件。信中提及,我希望对他与普林斯顿高等研究院的同事弗里曼·戴森(Freeman Dyson)开展比较研究——那是他学术黄金时期的重要伙伴。当时我还是首都师范大学数学科学学院的一名博士研究生。令人意外的是,杨先生竟通过邮件里的联系方式,邀请我这样的年轻人到清华大学细谈。

谈及戴森,杨先生回溯了两人在普林斯顿高等研究院共事的岁月。临别之际,杨先生送给我很多书,并在他最看重的《杨振宁论文选集》上签了名。

那天我满载而归,骑车返回首都师范大学时,有一种“春风得意马蹄疾”的快感。后来杨先生又约我谈了几次,我觉得幸福极了。

2014年毕业后,我依然和杨先生保持着比较密切的联系。

杨先生跟我讲:“如有来生,我要做一个数学家。”这句话背后,藏着一段往事——先生年轻时本想学数学,却因父亲的不赞成,最终转向物理学领域。即便后来他在物理学界成就斐然,那份对数学的初心与遗憾,仍会不经意间流露。

2015年2月2日,《纽约客》推出了关于华人数学家张



## 用一生画了一个圆

2002年,杨振宁在其80岁生日晚宴上曾说道:“清华园是我幼年成长的地方,我一生走了一个大圆。那么我最后的事业也将是我一生中特别有意义的一幕:我的起点是我的终点……我的终点是我的起点。”

杨振宁1922年10月1日出生于安徽合肥。1929年,杨振宁的父亲杨武之先生受聘清华大学算系教授,他随父母来到清华,在清华园度过了8年的少年时光。1938年秋天,他考入西南联合大学。23岁时他赴美留学,开启辉煌学术生涯。“杨-米尔斯规范场论”被认为是现代物理学的基石之一,“弱相互作用中宇称不守恒”以革命性思想斩获诺贝尔物理学奖,“杨-巴

克斯特方程”开辟了物理和数学研究的新方向……杨振宁卓著而丰富的成就,在科学史上留下难以磨灭的印记。

尽管在美国学术成就卓著,杨振宁始终心系故土。他后来多次提到,加入美国国籍是一个很痛苦的决定,“父亲直到临终前,对于我放弃故国,他在心底一角始终没有宽恕过我”。2015年,杨振宁放弃美国国籍,之后从中国科学院外籍院士转为中国科学院院士。

从清华园的童年,到西南联合大学的峥嵘岁月,再到远渡重洋成为国际上最具影响力的科学家之一,最后回到清华园开拓新的事业——这位探索宇宙奥秘的智者,用百年光阴画下了一个完美的圆。

(林开亮)

## 他们打破了物理学世界“完美对称”的认知

□ 王庆林

1956年,杨振宁和李政道共同提出了弱相互作用中宇称不守恒理论,这一理论推翻了物理学界长达30年的“宇称守恒”普遍假设。1957年,他们因这项研究共同获得了诺贝尔物理学奖。

宇称,即空间反射对称性;宇称守恒,意味着一个物理过程与其镜像过程应遵循相同的规律,就像左手与右手互为镜像。

### 矛头直指宇称守恒定律

在20世纪50年代以前,宇称守恒被视为自然界的基本定律之一。然而,随着粒子物理学的发展,一个被称为“ $\theta-\tau$ 之谜”的难题逐渐浮现。实验观测发现, $\theta$ 介子衰变为两个 $\pi$ 介子,而 $\tau$ 介子衰变为三个 $\pi$ 介子。根据宇称理论,这两种衰变模式具有不同的宇称,因此, $\theta$ 和 $\tau$ 应为两种不同的粒子。但令人困惑的是, $\theta$ 和 $\tau$ 在质量、寿命、电荷、自旋等所有可测物理性质上完全一致,这使得物理学家难以解释它们为何会如此相似。

这一矛盾在1956年4月召开的第六届国际高能物理会议上成为讨论的焦点。会议期间,物理学家马丁·布洛克提出了一个极具挑战性的想法: $\theta$ 和 $\tau$ 会不会就是同一种粒子,只是在弱相互作用中,宇称并不守恒?美籍犹太裔物理学家理查德·费曼敏锐地意识到这个想法的潜在意义,在随后的正式讨论中,他向全体与会者转述了这一设想,强调如果宇称在弱相互作用中不成立,那么“ $\theta-\tau$ 之谜”便可迎刃而解。

费曼的公开引述使这一观点获得了前所未有的关注,参加会议的杨振宁和李政道深受启发,开始系统性地审视宇称守恒的实验基础。他们意识到,要将一个大胆的猜想发展为可检验的科学理论,首先必须证明传统观念所依赖的实验证据并不充分。经过一个多月的深入研究,他们得出了两

个关键结论:第一,过去所有关于弱相互作用的实验,实际上并未真正检验宇称是否守恒;第二,尽管在强相互作用中宇称守恒已被高精度实验证实,但在弱相互作用领域,尚无任何实验证据能够支持这一守恒定律。

基于这些分析,李政道与杨振宁于1956年10月1日联名发表论文《弱相互作用中的宇称守恒问题》,论文指出“在弱相互作用中,宇称可能不守恒。”更重要的是,他们不仅提出了这一观点,还设计了多个可操作的实验方案来验证其正确性,其中最核心的建议是通过极化原子核的 $\beta$ 衰变实验,观测电子发射方向是否具有空间不对称性。

### 多个实验相继证明宇称不守恒

由于都是理论物理学家,他们需要实验专家的帮助来实现验证,于是便求助同在哥伦比亚大学任教的实验物理学家吴健雄博士。吴健雄与美国国家标准局的低温物理学家埃里克·安伯勒合作,组建了一支由低温物理、核探测和晶体生长专家组成的团队。从1956年底开始,吴健雄团队的实验持续数月,精确测量钴-60在 $\beta$ 衰变中释放的电子出射方向。如果宇称守恒,电子应等概率地向自旋方向的上方和下方发射;然而,实验结果显示:绝大多数电子的出射方向与原子核自旋方向相反,表现出强烈的空间不对称性。这一现象如同“左手螺旋”效应,确凿无疑地证明了在弱相互作用中宇称并不守恒。

吴健雄的实验消息传出后,美国物理学家利昂·莱德曼团队仅用4天时间设计完成基于 $\pi-\mu-e$ 衰变链的实验,也观测到该效应;麻省理工学院的杰罗姆·弗里德曼团队也独立完成验证。吴健雄团队与莱德曼团队的论文同时发表于1957年《物理评论》第105卷第4期,弗里德曼团队的论文发表在创刊第5期。三个实验证明了,在弱相互作用中,宇称不守恒。

宇称守恒这一定律在弱相互作用中被彻底推翻。这一发现震惊整个科学界,彻底改变了人类对自然对称性的理解。

(作者系亚太工程组织联合会执委、新兴技术常设委员会主席、中国科协国际合作部原一级巡视员)

图①:1974年,周光召(右二)同黄昆(左一)、邓稼先(左二)、黄宛(左三)、杨振宁(右一)游览北京颐和园。

新华社发

图②:1978年,杨振宁在北京与科技工作者进行学术交流。

新华社记者 于小平 摄

图③:1957年,杨振宁从瑞典国王古斯塔夫六世·阿道夫手中接受诺贝尔奖章。图片来源自《杨振宁传:规范与对称之美》

图④:杨振宁在普林斯顿高等研究院的办公室里。

图片来源自诺贝尔奖官方网站  
图⑤:1986年5月26日,杨振宁在北京向来自全国各地的物理研究生和科研人员作报告。

新华社记者 兰红光 摄

图⑥:2004年9月,杨振宁在清华大学指导本科生。

新华社发(清华大学供图)



林开亮(右)和杨振宁合影。(作者供图)