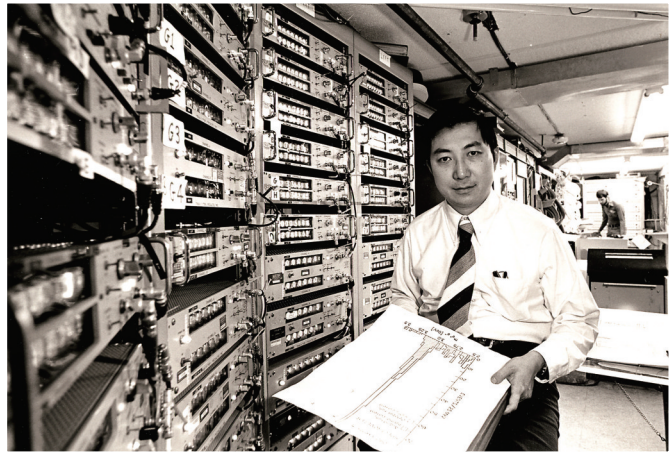


编者按 今年是诺贝尔物理学奖获得者丁肇中先生发现J粒子50周年,J粒子的发现被全球物理学界称为“11月革命”。祖籍山东的丁肇中在寻根之旅中曾多次亲临日照市科技馆的建设现场,日照市科技馆常设展厅也展示了丁肇中探索物质世界的科学实验与发现。本报特邀日照市科技馆馆长李志毅撰文,回顾J粒子的发现历程,走进丁肇中的物理世界。



1945年初,丁肇中与父母、弟弟、妹妹。



1974年11月,丁肇中在实验室。



1976年12月,丁肇中(左一)在诺贝尔奖颁奖典礼现场。



2011年5月,AMS发射前夕,丁肇中在发射架前留影。

## 丁肇中：沉浸于实验物理的“狂人”

□ 李志毅

2024年度的科学界热词中,J粒子一定拥有“姓名”。50年前,丁肇中发现J粒子,两年后获得诺贝尔物理学奖。

如今,88岁高龄的丁肇中还活跃在科研一线。他没有退休,仍是一个超大型国际合作项目阿尔法磁谱仪(AMS)的首席科学家。

AMS实验是他在耄耋之年仍全身心投入的唯一工作。每天早上7点起床,一直工作到晚上七八点,不分周末,极少社交。

若想理解丁肇中,唯一路径就是理解他的物理世界。

### 结缘物理，没听妈妈的话

1936年1月27日,丁肇中在美国密歇根州安娜堡州立大学医院里降生,早产了两个月。父亲丁观海和母亲王隽英原本希望他出生在中国,但还未回国,他就提早出世,用丁肇中的话说,“意外”成为美国公民。

出生3个月,丁肇中回到中国。正逢日军侵华,一家人颠沛流离,九死一生。

从山东日照辗转到重庆落脚,日本人的轰炸,几次打断了他的上学路。即便在家,父亲也常常向他讲述法拉第、牛顿、爱因斯坦和冯·卡门等科学家的故事。在父亲的熏陶下,丁肇中幼小的心底萌生了成为一名科学家的想法。

“战争的好处是,我可以不必上学。”丁肇中这样诙谐地形容童年时光,逃课、避难、爬树、站在码头上朝日本军舰扔石头。

上大学以前,丁肇中跟粒子物理唯一的关联,就是听新闻讲到日本广岛和长崎的时候问爸爸,“什么是原子弹?”

回忆最初零散又匆忙的求学经历,丁肇中很感恩家庭教育,“我的父母从来不管束我,而总是激励我的兴趣,他们从不强求子女在学校中得到好分数。”

1956年9月,丁肇中开始了在美国密歇根大学的艰苦学习。

一开始他选了机械工程专业,身为土木工程学教授的父亲也特别支持儿子从事工程学研究。但老师说丁肇中学不来工程,因为他画的直线总是不直。他也想过学历史,但当他发现改朝换代第一件事就是修改史书,就知道自己也学不来这个专业。

决定转学物理的时候,丁肇中告诉了



李志毅(左一)跟丁肇中(右一)在一起。

母亲。母亲委婉地反对:“学物理,要特别有天赋的人才可以。”他的回答很干脆:“我在世界上只走一次,应该照自己的兴趣去做。”

### 投身实验，“大闹物理天宫”

科学世界里,丁肇中常常是那个“把多数推翻的极少数”。他采取的方法很简单,就是实验。实验既是他的基本价值观,也是方法论。

起初,丁肇中的研究方向是理论物理。转向是因为他的导师乔治·乌伦贝克随口感慨的一句话:“一个平庸的实验物理学家也很有用,因为每一次实验测量都有意义。但是一个平庸的理论物理学家,什么都不是。整个20世纪对物理有贡献的理论物理学家,你用手指都能数得出来。”

就这样,丁肇中毅然投身于实验物理。丁肇中的物理生涯可大致概括成6个主要阶段,J粒子的发现是第三个阶段。J粒子的发现如一枚石子抛进一泓平静的池水,让物理界沸腾了。

目前的结论是,夸克是构成自然界基本元素最小的不可分割单元。一直以来,物理学家之间流行的说法是,粒子就像洋葱,剥掉一层之后,下面总会有另一层。

20世纪50-70年代,人类只发现了3种夸克。丁肇中觉得很奇怪,为什么没有第四种、第五种?

然而,要寻找新的夸克,难度极大,丁肇中自己形容“相当于北京下雨时,要在每秒钟的100亿个雨滴中找到一个不同颜色的雨滴”。

1974年11月11日,得益于严谨的实验设计和实验室的全力支持,丁肇中果然发现了第四种夸克的存在,他把由第四种夸克组成的新粒子称之为J粒子。J粒子的发现令全球物理学界激动,被称为“11月革命”。

1976年12月10日,在诺贝尔奖颁奖典礼上,丁肇中先是用中文,后又用英文发表了因发现J粒子而获得诺贝尔物理学奖的演讲:“得到诺贝尔奖,是一个科学家最大的荣誉,我是在旧中国长大的,想借这个机会向在发展中国家的青年们强调实验工作的重要性:……”

### 科学狂人，把多数推翻的极少数

时至今日,这位实验物理学家一直在一线做实验。这次,丁肇中把实验的舞台搬到了天上。

时间倒回到1994年,丁肇中做出了一个重大决定。他选择去做AMS实验,把一块“磁铁”放进遥远的太空,用来研究宇宙射线的特性和起源,特别是寻找暗物质和反物质。

虽说丁肇中的每次实验都曾遭到很多人的反对,但AMS遇到的阻力最大。丁肇中自己总结:“这是我做过的最复杂、技术上最具挑战性的实验。”同时,将磁谱仪送入太空,在丁肇中之前,从没有人敢这么想。

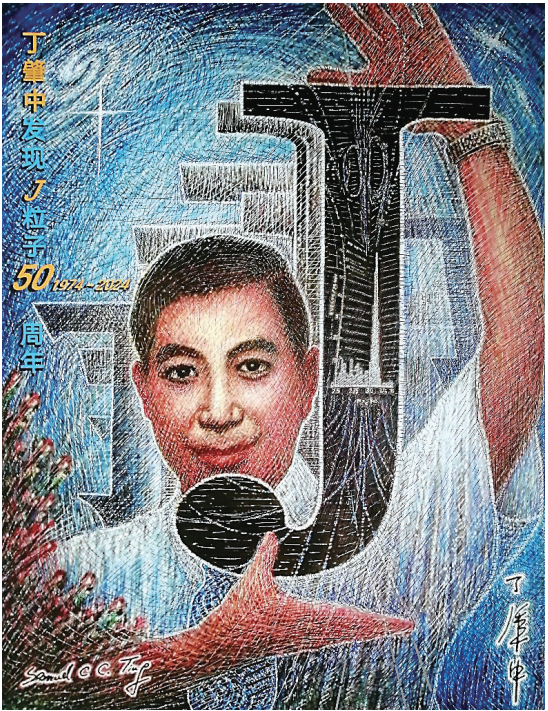
此后数年,波折不断。丁肇中一边进行实验准备,一边游说政府官员。终于,2011年5月16日,美国宇航局“奋进号”航天飞机载着AMS-02探测器正式升空。

“自然科学的发展是多数服从少数,只有极少数人把多数人的观点推翻后,科学才能向前走。”这是丁肇中常挂在嘴边的一句话。过去100年里的宇宙线测量误差极大,而AMS提供的宇宙线测量结果误差度小于1%。

太空中的AMS仍在回传数据,地球上的丁肇中仍在物理和人生之间穿梭,没有一点要退休的意思。

微尘深处穷真理,银河漫卷写此生。丁肇中的物理,让他永远年轻。

(作者系日照市科技馆馆长、研究员)



刘夕庆 创意绘制

### 《英姿勃发寻觅新世界——纪念丁肇中发现J粒子50周年》创作手记

这是我为纪念美籍华裔诺贝尔物理学奖得主丁肇中先生发现J粒子50周年而创作的一幅画。

这幅图描画了丁先生的惯用手势,力图还原50年前他和团队发现新粒子、引发“11月革命”并命名J粒子时的英姿——作品突出其按专业习惯命名“J”粒子及其渐变为中文“丁”字的过程;“J”字中央嵌入了该粒子被发现时的著名表图。

中英文竖横两枚签名,象征着他是一位中西合璧、热爱祖国的实验物理学大师。

此外,我还将丁先生佩戴的领带化为中国青花瓷罐的外形。双螺旋般的纹理象征着丁先生骨子里蕴含的中华文化基因。通过粒子运行轨迹,J粒子延伸至宇宙中普遍存在的星系。

(刘夕庆)

## 我所经历的物理实验

□ 丁肇中

我所经历 的实验包括两种,第一种是为了探索宇宙中最基本的结构,另一种是在国际空间站上进行的寻找宇宙起源的实验。

**第一个实验是测量电子的半径。**现代电磁学理论认为,电子的半径为零。在1964年,来自哈佛大学和康乃尔大学的知名专家,分别做了实验,实验结果同时证明量子电动力学是错误的,电子是有半径的。这是一个非常重要的实验。1966年,我在德国用不同的方法重新做了这个实验,结果发现电子的半径确实小到不可测量,电子是没有半径的。

**第二个实验是关于新粒子家族的发现。**到了20世纪70年代,所有已经知道的基本粒子都可归结为由3种夸克组成,所有的现象都可以用3种夸克来解释。为什么宇宙中只有3种夸克?为了寻找新粒子,我决定建造一个高灵敏度的探测器,将探测新夸克和旧夸克的灵敏度提升到一百亿分之一。

但这个实验不受物理界的欢迎。第一,当时所有的物理现象都可以用3种夸克来解释,所以人们不需要第四种夸克;第二,没有人相信这种困难的实验可以做成。因此这个实验几乎被当时所有的实验室拒绝了。1974年,我在美国布鲁克海文国家实验室做了这个实验。我们发现了一种很新的粒子,我将其命名为J粒子。实验发现的新夸克有很特别的性质:第一,它的质量比其他所有粒子重3倍;第二,它的寿命比其他所有粒子长1万倍。

**第三个实验是关于1979年胶子的发现。**大家都知道,在原子里有电子和原子核,电子和原子核之间的力由光子传送。在质子里有不同的夸克,夸克之间的力在理论上来说是由胶子来传送。那时,我们正在德国用正负电子对撞机做一个量子电动力学的实验,这期间突然想到,假设正负电子对撞这种理论是对的话,则可以产生夸克、反

夸克和胶子,这样的话就会出现3个喷柱的现象。果然,当正负电子对撞、胶子能量很小的时候,只有两个峰;当胶子的能量增大时,就会出现3个喷柱现象。3个喷柱现象的存在,意味着胶子是存在的。

**第四个实验是L3,讲国际合作的故事。**我们知道宇宙是由粒子组成的。可能不少人会问:究竟有多少个电子?电子有多大?电子能不能分成更小的粒子?为什么只有6种夸克?有没有第七种?夸克有多大?夸克能不能分成更小的粒子?

我们在世界最大的加速器上做实验。1000亿伏特的电子和1000亿伏特的正电子在十亿分之一秒内对撞,产生极大能量,这就模拟了宇宙诞生的最初一千亿亿分之一秒的情况。我们就在这样的背景下探寻宇宙基本粒子的情况。这些实验都是非常复杂而且复杂的,是第一次由美国、中国及部分欧洲国家等19国600多名科学家合作完成的实验,也是当时最大的一次国际合作。实验的结果是,电子只有3种,并且体积不可测量。夸克的体积也是小到不可能测量。

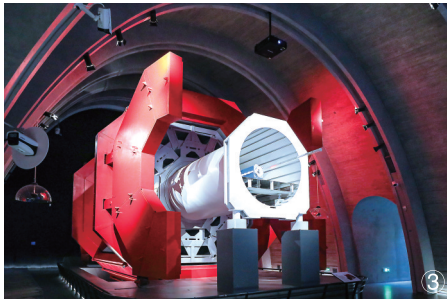
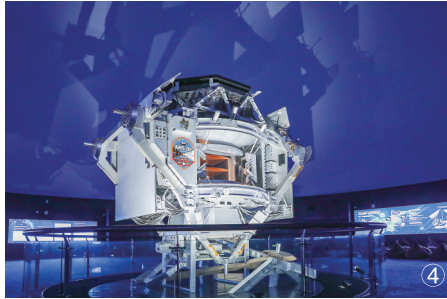
**第五个实验是寻找暗物质和反物质的宇宙,这在国际空间站上叫作AMS。**反物质的存在,是由英国理论物理学家保罗·狄拉克在理论上推导出来的。现在我们知道,所有的粒子都有反粒子。我所要问的是另一个问题,大爆炸理论中,宇宙是大爆炸形成的,因为大爆炸以前什么都没有,所以每一个电子则应该有一个反电子,每一个夸克也应该有一个反夸克,那么在刚爆炸的时候,物质和反物质应该是一样多。问题是经过138亿年之后,由反物质组成的宇宙在什么地方,我们通过实验来探寻由反物质组成的宇宙“身”在何处。

假设它存在的话,我们应该在太空中找到反He、反Ti原子。而反He、反Ti原子不

能在地面上找到,因为在穿过大气的时候,它们会被湮灭掉。由于原子和反原子有相反的电荷,所以寻找反原子必须用磁铁来测量。在磁场上的轨道,正的向一个方向旋,负的向另一个方向旋,这就是我现在所做的实验的目标,即AMS。这是国际空间站上唯一的物理实验,很多国家一起参加。

从升空至今,国际空间站已搜集到2400多亿个宇宙线数据,这大大多于过去100年全世界搜集到的宇宙线的总和。根据现有的观测数据,AMS所有的观测结果都与现有的宇宙线理论不符,带来了 对宇宙的新认识。AMS将不断扩展,颠覆我们对宇宙的认识。信息越多,争议越少。现在,我们正在升级AMS,使其接收精度提高300%,至少工作到2030年。AMS将提供前所未有的精度,以探索宇宙的起源和奥秘。

(李志毅根据丁肇中报告整理)



该组图片均摄于日照市科技馆展厅

