

科学家

我国核物理研究的开拓者赵忠尧

高能物理研究所^{*}

(北京 100039)

关键词 核物理, 开拓者

2002 年 6 月 4 日, 我国核物理和粒子物理研究的奠基人之一赵忠尧先生的百年纪念会在京举行。

赵忠尧对物理学的发展做出了划时代的贡献, 完成了历史上第一次观测到直接由反物质产生和湮没所造成的现象的物理实验, 主持建

成了中国第一台质子静电加速器。他一生兢兢业业, 从不张扬。

他以毕生精力从事科学和教育事业, 为发展我国核物理和高能物理研究事业、为培养我国原子能、核物理和高能物理的实验研究人才做出了重大贡献。诺贝尔奖获得者李政道教授在纪念会上说: “赵忠尧本来应该是第一个获诺贝尔物理学奖的中国人。”

1 求学之路

赵忠尧, 1902 年 6 月 27 日出生于浙江省诸暨县。他的父亲以行医为生, 希望子女能多读书, 将来为国为民出力。赵忠尧从小学习刻苦, 15 岁进入诸暨县立中学读书。他学习兴趣广泛, 文理科并重, 尤其对数理化等科目求知欲望强烈。中学毕业



后, 报考了南京高等师范学校, 在数理化部的化学系就读, 但他对数学、物理也一直同样重视, 这为日后担任物理助教、进而转入物理界打下了基础。

1924 年春, 赵忠尧提前半年修完了高师的学分。当时因父亲去世家境困难, 他决定先就

业再争取进修的机会, 于是在东南大学物理系任助教。他一边教书一边参加听课、考试, 并进入暑期学校学习。第二年他补足了高师与大学本科的学分差额, 取得了东南大学毕业资格。

1924 年冬, 物理学界的前辈叶企孙教授从国外归来, 在东南大学讲授近代物理, 对工作踏实的助教赵忠尧甚为满意。1925 年夏, 赵忠尧随叶企孙教授前往清华大学任助教、教员。这期间赵忠尧有机会自习了大学物理系的必修课程, 达到国外较好大学的水平, 还和学生们一起读了德文, 听了法文。

2 反常吸收和特殊辐射的发现

当时, 清华大学的教师每六年有一次公费出国进修一年的机会。赵忠尧不想等这么久, 他依靠自己的积蓄、师友借助和清华大学生活半费补助金 (每月 40 美元) 于 1927 年进入美国加州理工学院研

^{*} 收稿日期: 2002 年 6 月 14 日

究生部。他的导师就是该校校长——1923 年获得诺贝尔物理学奖的 R. A. 密立根(Millikan) 教授。

经过一年基础课的学习, 赵忠尧顺利通过预试, 开始了研究工作, 并得到每年 1 000 美元的科研补助, 于是他把原来清华大学的半费补助金转给了别的同学。密立根教授起初给赵忠尧一个利用光学干涉仪的论文题目。赵忠尧想尽量多学些科学方法和技术, 希望密立根教授换一个可以学到更多东西的题目, 这使密立根教授感到十分意外。过了一段时间, 密立根教授为赵忠尧选择了“硬 γ 射线通过物质时的吸收系数”的题目, 不仅能从中学到实验技术, 而且在物理上也极有意义。

当时, 人们认为 γ 射线通过物质时的吸收主要是由电子的康普顿(A. Compton) 散射所引起的。用于计算吸收系数的克莱因-仁科(Klein-Nishina) 公式则刚刚问世。密立根教授让赵忠尧通过硬 γ 射线吸收系数的实验测量, 验证这一公式的正确性。当赵忠尧将测量的结果与克莱因-仁科公式相比较时, 发现硬 γ 射线只有在轻元素上的散射才符合公式的预言。而当硬 γ 射线通过重元素, 譬如铅时, 所测得的吸收系数比公式的结果大了约 40%。1929 年底, 赵忠尧便将结果整理成论文。但由于实验结果与密立根教授的预期不相符, 他不甚相信。文章交给他后两三个月无回音, 幸亏当时替密立根教授代管研究生工作的鲍文(I. S. Bowen) 教授十分了解该实验从仪器设计到结果分析的全过程, 他向密立根教授保证实验结果可靠, 文章才得以于 1930 年 5 月在美国的《国家科学院院报》上发表。当赵忠尧在加州作硬 γ 射线吸收系数测量时, 英、德两国几位物理学家也在进行这一测量。三处同时分别发现了硬 γ 射线在重元素上的这种反常吸收, 并都认为可能是原子核的作用所引起的。

吸收系数的测量结束后, 赵忠尧为进一步研究硬 γ 射线与物质相互作用的机制, 设计了一个新的难度较大的实验——观测重元素对硬 γ 射线的散射现象。1930 年春开始用高压电离室和真空静电计进行测量。由于反常吸收只在重元素上被观测到, 赵忠尧选择 Al 与 Pb 为轻、重元素的代表, 比较在这两种元素上的散射强度。实验结果首次表明, 伴随着硬 γ 射线在重元素中的反常吸收, 还存

在一种特殊辐射。由于电离电流很弱, 要将特殊辐射与本底分开是很困难的。康普顿散射主要在朝前方向, 朝后的部分不仅强度弱, 能量也低, 因而在朝后方向观测到的特殊辐射信号最清楚。赵忠尧不仅测得了这种特殊辐射的能量大约等于一个电子的质量, 而且还测出它的角分布大致为各向同性。这一结果于 1930 年 10 月发表在美国《物理评论》杂志上。

反常吸收和特殊辐射揭示了一种新的相互作用机制。但是, 当时还不能认识到这些现象的具体机理。赵忠尧的同学安德逊(C. D. Anderson) 对这些结果很感兴趣。两年后的 1932 年, 安德逊在威尔逊云雾室观测宇宙线的云雾室照片时, 发现了一条和电子径迹相似但在磁场中弯曲方向相反的径迹, 从而发现了正电子。

赵忠尧的两项实验结果对于确立人们对于量子电动力学的认识起了很大作用。人们逐步认识到: 三个实验组同时发现的反常吸收是由于部分硬 γ 射线经过原子核附近时转化为正负电子对; 而赵忠尧首先发现的特殊辐射则是一对正负电子湮灭并转化为一对光子的湮灭辐射。

赵忠尧本应以他的发现在本世纪 30 年代获得诺贝尔物理学奖。但紧接着赵忠尧之后, 有两个人做了与他相同的关于散射 γ 射线的实验, 一个没有重复出赵忠尧的结果, 一个没有观测到赵忠尧实验中的软 γ 射线。后来证明, 这两个实验, 一个是做错了, 一个是灵敏度不够。他人不正确的数据混淆了是非, 使诺贝尔奖与赵忠尧失之交臂。

瑞典皇家学院院士、前诺贝尔物理学奖委员会主任爱克斯朋(G. Ekspong) 教授曾专门讲到此事, 并告诫人们, “疏漏”赵忠尧的这一历史功绩, 是一桩“很令人不安的、无法弥补的疏漏(disturbing omission)”。他还特别指出, 赵忠尧先生观察到的没有方向性、相对“软”的 γ 射线, 实际上是由正负电子湮没出来的, 其能量恰好是电子的静质量(0.5MeV), 这就是对正电子质量的最早测量!

3 心系祖国

1931 年赵忠尧获博士学位。1931—1932 年在德国哈勒(Halle) 大学从事研究工作, 当时的中国正是国难当头, “九·一八”事变充分暴露了日本军国

主义并吞整个中国的野心。赵忠尧十分焦虑,决定回国到清华大学任教,在教学和科研上探索为国效力的道路。当时的清华大学条件极为简陋,赵忠尧曾一度接任物理系主任,与萨本栋、周培源等教授齐心协力,进行教学和科研,先后在 γ 射线、人工放射性、中子共振等课题上做了一些工作。

1937年“七·七”事变后,由于日寇的步步进逼,大部分国土沦陷,清华大学南迁,研究工作不得不中断。第二年,西南联大在昆明成立后,赵忠尧到那里任教,前后共8年之久。这期间,除教学之外,赵忠尧还与张文裕教授用盖革-密勒计数器做了一些宇宙线方面的研究工作。

1945年冬,赵忠尧应中央大学吴有训校长邀请,离开西南联大,赴重庆担任中央大学物理系主任。1946年夏,美国在太平洋的比基尼岛进行原子弹试验。国民党政府派两个代表前去参观。赵忠尧作为科学家代表,被中央研究院总干事萨本栋推荐去参观美国在太平洋中的原子弹实验,并委托他为中央研究院购置5万美金的核物理实验设备,后又加上7万美金购买其它科学器材。因为钱实在太少,订购一台完整的200万电子伏的静电加速器就要40万美金以上,要完成这项任务十分困难。赵忠尧认为,核物理是一门新兴的基础学科,国家需要它。经与友人多次商讨,决定自行设计一台规模较小但结构比较先进的高气压型静电加速器,仅用有限的资金购买国内难于买到的部件和其它少量的核物理器材,加工国内无法加工的部件,然后运回国配套组装。加速器非赵忠尧的本行,有人劝他不如趁在美国的机会多做些研究工作。但赵忠尧认为,一个人在国外做出成绩,虽能给自己带来荣誉,但对于提高中华民族的科学文化水平,对于国家的富强,作用并不大。他希望在国内外建立起核科学的实验基地,能在国内开展研究工作,培养人才,个人为此做出牺牲是值得的。

按这个计划,赵忠尧先在麻省理工学院电机系静电加速器实验室学习静电加速器发电部分和加速管的制造。半年后,为了进一步学习离子源的技术,赵忠尧转去华盛顿卡内基磁研究所访问。那里有两台质子静电加速器和一台回旋加速器在工作,学习环境很好。赵忠尧请另一位中国学者、电

子学家毕德显(1944年获美国加州理工学院博士学位)帮助他继续设计静电加速器。六个月后,赵忠尧重返麻省理工学院的宇宙线研究室,联系定做加速器的各种部件。经多日奔走,加速器的运转部分——绝缘柱及电极的制造有了着落,购置了核物理实验及电子学研究所所需的器材。同时,还替中央大学定制了一个多板云雾室,并买好了与之配套的照相设备。

1948年冬,赵忠尧来到加州理工学院。那里有两台中等大小的静电加速器,具备研究核反应所需要的重粒子和 β 谱仪,正适合学习在加速器上的核物理实验研究。赵忠尧在那里工作了近两年,并发表了合作论文“质子轰击F19时所产生的低能 α 粒子的研究”。这类问题正是当时核反应研究的前沿。

1949年,中华人民共和国成立,赵忠尧开始做回国的准备,最重要的是要将那批花了几年心血定制的加速器部件与核物理实验器材发运回国。他利用1949—1950年初中美之间短暂的通航时期,办理托运手续。美国联邦调查局盯上了这批仪器设备,千方百计阻挠托运。在美国科学家的帮助和支援下,这批器材装了大小30多箱,总算装船启运了。

但这时中美之间的通航却中止了。经过五个月的等待,赵忠尧与一批急于回国的留美人员终于得到了香港的过境签证,于1950年8月底在洛杉矶登上了开往中国的“威尔逊总统号”海轮。美国联邦调查局派人到船上扣留了赵忠尧最宝贵的东西:一批公开出版的物理书籍和期刊。船到日本横滨,赵忠尧和另外两位从加州理工学院回来的人被美军便衣关进了日本的巢鸭监狱。当时,台湾当局则派各方代表前来威胁劝诱说,“只要愿意回美国或去台湾,一切都好商量”,被赵忠尧坚决拒绝。在祖国人民和国际科学界同行的声援下,1950年11月15日赵忠尧等人获得释放,经香港回到祖国大陆。

4 献身新中国的科技事业

回国后,赵忠尧积极为发展新中国的科学事业努力。1951年到中国科学院近代物理研究所主持核物理方面的工作,着手实验装置的建设。不久,他千辛万苦从美国运回的加速器部件和各种器材

也陆续到达。利用从美国带回的部件,1955年,赵忠尧主持建成了我国第一台700keV质子静电加速器。在此基础上,1958年又研制成功能量为2.5MeV的高气压型质子静电加速器。在当时国内一穷二白的条件下,这两台加速器的研制既无资料可查,又不能出国考察,的确不是一件轻而易举的事。它的研制成功不仅使我国加速器技术迈出了第一步,还发展了真空技术、高电压技术、离子源技术,推动了我国高技术的发展。在他主持下,以静电加速器为基础又建设了核物理实验室,开展了我国最早用加速器的核物理实验,一批中青年科技骨干迅速成长起来。

50年代中期,我国向苏联订购了一座原子反应堆、两台回旋加速器和若干测试仪器,并派一批中年骨干和青年学生去苏联学习。1956年,在北京远郊坨里兴建的一堆(原子核反应堆)一器(回旋加速器)与中关村的基地合并成为原子能研究所,赵忠尧任副所长。坨里的回旋加速器于1958年建成,赵忠尧指导并直接参加在回旋加速器上进行的质子弹性散射、氘核裂变反应等方面的研究工作。

为迅速扩大科研队伍,提高队伍的素质,中国科学院于1958年建立中国科学技术大学。赵忠尧负责筹建近代物理系并担任系主任。由于有中国科学院各研究所的支持,科大的师资和设备都是一流的,赵忠尧请了院内外不少一流的专家到系里任教,学生的反映很好。在赵忠尧的主持下,近代物理系较快地建立起一个专业实验室,开设了 β 谱仪、气泡室、 γ 共振散射、穆斯堡尔效应、核反应等较先进的实验。同时,赵忠尧很注意培养方法,尽可能使学生在理论和实验两方面都得到发展,培养出一批理论、实验并重的人才。科大近代物理系能在短时间内跻身于国内一流大学一流系科行列,与赵忠尧的贡献是分不开的。

1973年,中国科学院高能物理研究所成立,赵忠尧担任副所长并主管实验物理部的工作。几代人为之奋斗的目标——在中国建造高能加速器已提上了议事日程。尽管赵忠尧年事已高,但他积极参加与高能物理研究所的建设有关的学术讨论、工作和会议。看着中国自己的高能加速器从破土动

工、建成出束到积累数据,看着新的科研成果陆续问世,看到一批中青年科技人员成长起来,队伍不断壮大,赵忠尧感慨万千!他深情地说:“回想自己一生,经历过许多坎坷,惟一希望的就是祖国繁荣昌盛,科学发达。我们已经尽了自己的力量,但国家尚未摆脱贫穷与落后,尚需当今与后世无私的有为青年再接再厉,继续努力。”

由于赵忠尧对我国物理研究的杰出贡献,1995年获何梁何利科学与技术进步奖,赵忠尧将奖金全部捐献,在几所大学设立了“赵忠尧奖学金”。

1948年赵忠尧当选为中央研究院院士,1955年受聘为中国科学院学部委员(后称院士)。他曾担任中国物理学会副理事长和中国核学会的名誉理事长。自1954年第一届全国人民代表大会起一直担任全国人大代表;1964年起当选为第三、四、五、六届全国人民代表大会常务委员会委员。他热情关心我国科学事业的发展。经常考虑如何从我国经济实力出发,尽快发展国内的科研和教育事业。他曾就建造串列式加速器、中能加速器、建立中心实验室、缩短学制、成立研究生部等许多与我国科学和教育发展有关的问题向各级领导提出建议。

赵忠尧学问精深,德高望重,平易近人,深受同事和学生们的爱戴。他以毕生精力从事科学和教育事业,为发展我国核物理和高能物理研究事业、为培养我国原子能事业、核物理和高能物理的实验研究人才做出了重大贡献,是我国原子核物理、中子物理、加速器和宇宙线研究的先驱者和奠基人之一。

赵忠尧曾在他的自传中写道:“惟一可以自慰的是,60多年来,我一直在为祖国兢兢业业地工作,说老实话,做老实事,没有谋取私利,没有虚度光阴。”1998年5月28日下午15时55分,赵忠尧因病逝世,享年96岁。

今年,正值赵忠尧百岁诞辰,我们缅怀赵忠尧为近代物理学中量子力学的发展、为新中国科技教育事业所做出的卓越贡献,更为他一生为人正直、忠于科学、潜心研究,朴素无华、实实在在的科学精神而感动。

赵忠尧的科学业绩和优秀品格永存!