

女性与元素

姜广智 秦炎福 编译

(陕西师范大学 西安 710062)



1939年,随着最后一个天然元素和核裂变被先后发现,人类谱写了科学史上的新篇章。其中每项发现都包含有女性所做的重大贡献,这令20世纪女科学家格外引人注目。

回顾女科学家在元素和核裂变发现中所做的贡献,会发现一个有趣的历史现象:有很多女科学家参与并开辟了现代科学的重要领域。她们在自然界发现5个天然元素(钋、镭、镭、镭、钋)和十几个同位素,与20世纪前79个基本元素(92个基本元素中有3个人造元素:镓、钷、碲)全部由男性发现形成强烈的反差。其中有3位女科学家参与发现核裂变的工作。她们中最具有代表性的女科学家是:玛丽·居里、莉斯·迈特纳、爱达·诺达克、伊雷娜·约里奥·居里、玛格丽特·佩雷、玛利亚乔帕特·迈耶、吴健雄。开创性工作是由玛丽·居里完成的。她们中有3人获得4次诺贝尔奖,有两人另两次诺贝尔奖密切相关。

一、玛丽·居里及影响

玛丽·斯克洛多夫斯卡·居里(1867~1934)是一位杰出女性。她在放射性和核研究领域做出的贡献举世闻名。她的丈夫皮埃尔·居里(1859~1906)放弃自己的研究工作,同她一起从事放射性和核研究工作,在1889年发现放射性元素钋(84)和镭(88)。1903年他们与1896年发现放射性现象的亨利·贝克勒尔共同分享诺贝尔物理学奖。1906年皮埃尔因车祸去世后,巴黎大学理事会全体成员全票一致通过由居里夫人接替皮埃尔的教授职务,因此居里夫人成为巴黎大学历史上第一位女教授。居里夫人强忍失去丈夫的悲痛,继续放射性研究工作,于1910年成功分离出0.1克纯金属镭,并确定出镭发射的 β 射线就是电子束流。1911年,居里夫人虽然由于世俗偏见未能当选法国科学院院士,却因发现两种

新元素获得诺贝尔化学奖。

她是迄今为止

在不同科学领域惟一两次获得诺贝尔奖的科学家。

尽管居里夫人由于受到实证经验论的限制,未能使她进一步创立关于放射性本质的理论,然而她的影响力是无可置疑的。1899年她的早期同事之一——安德列·德比埃尔运用她的方法发现元素镭(89),1900年德国的弗雷德里克·多恩利用她的技术发现元素氡(86)。在居里夫人的影响下,她的女儿伊雷娜走上了成功的道路;曾协助她检验放射源的一位助手,埃伦·格莱迪奇在回到祖国挪威后继续多年从事放射性研究。居里夫人在从事自己研究的同时,还帮助另外两位女科学家索尼娅·科特和夏米分离镭的蜕变物的工作。

居里夫人还特别慷慨地为其他研究者提供镭样品,包括在加拿大工作的欧内斯特·卢瑟福。1902年哈丽特·布鲁克斯(1876~1933)和卢瑟福在麦吉尔大学研究 α 射线的穿透能力,首次尝试通过散射方法确定氡的密度。1904年他们通过研究镭的半衰期,得出结论:氡能够形成3种连续蜕变的产物——镭A、镭B和镭C,后来它们分别被鉴定为钋、铅和铋的同位素。

二、发现核裂变前的女科学家

莉斯·迈特纳(1878~1968)是20世纪前期最重要的女科学家之一。虽然她的父母是犹太血统,她在维也纳还是接受了基督教洗礼。她于1906年完成学业,是第二位维也纳大学物理学女博士。后来来到柏林师从马克思·普朗克,不久和放射专家奥托·哈恩开始长达30年的合作。起初禁止她和其他女学生在实验室工作,后来才安排她在装满辐射检测仪器的楼外木结构工作间里,进出还只能走外面的

始了隐居生活。1909年,他很内疚地说玻耳兹曼是在科学事业中“比我们都要更敏锐、更认真的人。”在科学事实面前,奥斯特瓦耳德变得谦虚和中肯了,他在即将获得诺贝尔奖时自叹不如玻耳兹曼。

玻耳兹曼这颗耀眼的科学巨星在浩瀚的宇宙夜空中,将永远放射出越来越灿烂的光辉。熵世界观必将在全世界普及,长眠于维也纳中央公墓的玻耳兹曼终于可以得到告慰了。

大门。她像玛丽·居里一样在第一次世界大战中当过 X 射线护士。退役后,她和哈恩从沥青铀矿石中提炼出放射性物质,并于 1917 年发现镤(91)元素——锕族系的第一个放射性元素。

迈特纳 1918 年担任威廉皇帝协会物理部主任,1926 年被破格提拔为柏林大学教授。在柏林她和普朗克、爱因斯坦、薛定谔曾是同事。她用十几年的时间来研究 β 、 γ 射线之间的关系。1934 年她获悉费米正在研究超铀元素后,就劝说哈恩与她合作研究中子轰击铀实验,鉴定其衰变生成物,从而发现一种镤的同位素半衰期是 13 分钟。后来他们发现一系列 β 衰变物,发现既不是镤、锕,也不是钍。他们经过近 5 年的时间才发现,原来他们认为是 β 衰变实际上是核裂变。

同一时期,首先提出核裂变观点的是另一位女性——爱达·诺达卡。她生于 1896 年,1921 年获得柏林大学博士学位。1922 年开始同沃尔特·诺达卡(1893~1960)、奥托伯格开展合作研究,寻求亨利·莫斯利曾于 1914 年预言的两个未知元素(43 和 75)。他们用了 3 年时间通过对钒铁矿系统提纯,利用 X 光谱于 1925 年 5 月得到 2 毫克 75 号元素的样品。该元素是最后一个稳定的元素,并以爱达·诺达卡的诞生地莱茵河命名为“镱”。后来他们发现了 43 号元素,并命名为 (镱的旧称——译者注)。1937 年塞格雷和卡罗·佩列尔在伯克利大学利用回旋加速器研究发现 43 号元素半衰期很短,他们根据希腊文“Artificial”重新命名为镱。1926 年爱达·诺达卡和沃尔特·诺达卡结婚。他们在柏林通过研究制成第一克镱,并测定了它的特性。1935 年他们到弗莱堡大学主持稀土元素研究工作。

伊雷娜·约里奥·居里(1897~1956)是参与发现核裂变和同位素的第三位女性。1918 年开始在她母亲居里夫人主持的镭研究所作助手,1924 年和夏米利用一种新手段测定氢气的半衰期。1925 年她在博士论文中,分析了在威尔逊云室拍摄的 α 射线径迹。1926 年与物理学家弗雷里克·约里奥(1900~1958)结婚并合作开展放射性研究。1932 年他们通过 α 射线轰击铍,发现产生某种贯穿能力很强的射线,并且发现通过石蜡能打出质子。他们把这种射线当作 γ 射线,并认为从石蜡中打出质子只不过是 γ 射线的一种新作用。遗憾的是,他们没有认识到工作的重要性,而詹姆斯·查德威克于 1932 年根据他们的实验结果发现了中子。他们还先于卡尔·安

德森在云室中观察到了正电子,却误认为是电子。

1934 年约里奥·居里夫妇发现人工放射性,并于 1935 年获得诺贝尔化学奖。他们通过 α 射线轰击铝、硼、镁产生中子及新的放射性同位素,并分别确定为 ^{30}P 、 ^{13}N 、 ^{27}Si ,其半衰期在 3~14 分钟,每次衰变都伴随着正电子产生。他们通过 α 射线轰击原子核还曾观察到成对的电子和正电子。

三、发现核裂变中的女科学家

1934 年沃尔特·诺达卡和爱达·诺达卡被邀请测试一种认为含有超铀元素的铀矿石样品,经化学分析发现这种假定是不妥的。爱达·诺达卡对费米关于超铀元素的观点持反对态度,然而却缺乏令人信服的证据。她提出费米已经完成通过分裂铀而产生较轻元素可能性。核裂变发现前四年,爱达·诺达卡在一篇发表的论文中进一步阐述自己的大胆设想:通过中子轰击原子核发生的核反应,与通过质子、 α 粒子轰击原子核发生的核反应有很大的差别。利用中子轰击重核后会产生一些较大的碎片,这些碎片肯定是已知元素的同位素,但它们并不都具有放射性。遗憾的是,爱达·诺达卡没有用实验验证自己的大胆假设。费米和哈恩也都拒绝接受这种观点。

1937 年伊雷娜·约里奥·居里对利用中子轰击铀来研究超铀元素发生兴趣。她与南斯拉夫科学家萨维奇合作发现一种放射性同位素,它不能利用哈恩-迈特纳铂沉淀法从铀生成物中分离出来,其半衰期 3.5 小时,化学性质与镧(57)相似。假如当时认识到这实际上就是镧的同位素,他们可能会发现核裂变。

1938 年 7 月莉斯·迈特纳由于纳粹政权侵吞她的祖国奥地利而不得不开德国,到瑞典首都斯德哥尔摩诺贝尔研究所工作。哈恩和弗里茨·斯特拉斯曼继续研究她所从事的超铀研究工作,由于对居里-萨维奇实验半信半疑,他们在重做实验时,在用中子轰击铀所产生的生成物中发现几种意想不到的放射性同位素。应迈特纳要求,通过鉴定竟意外发现了放射性钡(56)。他们开始误认为该放射性元素与镭的化学性质相似,后来经过严格的化学分析鉴定为钡的同位素。放射性钡会衰变成居里和萨维奇曾观察到的半衰期为 3.5 小时镧同位素。虽然他们进一步断定生成物是钡,但其过程恰恰与人们熟知的放射性衰变相反:作为化学家,我们需要修订放弃的衰变计划,插入 Ba、La、Ce 元素符号代替 Ra、Ac、

Th。然而作为与物理密切相关的“核化学家”，由于和以前核物理实验相矛盾我们不得不停下来。也许有一系列假象异常地巧合。

在发表结论前，哈恩给在瑞典过 1938 年圣诞节的迈特纳写了一封信征求意见。她立刻解释了这些现象，认为铀核分裂后变成两个像钡一样较轻的核，并且质量近似。当时因不愿为德国纳粹卖力，在哥本哈根玻尔理论研究所工作的迈特纳的外甥奥托·弗里施，恰好在斯德哥尔摩过圣诞节。于是莉泽·迈特纳跟弗里施一起利用玻尔原子核液滴模型对这一实验结果做出了理论解释：由于质子的相互排斥导致铀核分裂为两个较小的核，与由于电荷作用使液滴表面张力减小很相似。迈特纳通过计算比较铀原子核裂变前后的质量，发现裂变前后质子数不变，裂变后中子数减少。他们认为裂变前后能量不一致。整个“裂变”过程难以用基本的、经典的方法来描述。他们在 1939 年元月出版的《自然》杂志上发表论文，首次提出“裂变”概念，预言 ^{239}U 结构并断定 ^{239}U 会衰变为 93 号超铀元素（镎，1940 年发现）。

数周内，包括约里奥·居里、萨维奇和弗里施在内的几位科学家宣布成功实现核裂变实验。在 20 年中，迈特纳在瑞典利用诺贝尔研究所回旋加速器研究放射性同位素，并发表几篇相关的论文。她拒绝参与原子弹计划的邀请。1945 年奥托·哈恩由于发现核裂变而获得 1944 年诺贝尔化学奖。而与哈恩一起研究裂变的弗里茨·斯特拉斯曼和莉泽·迈特纳却没有与之分享，显然是不公正的。

四、裂变发现后的女科学家

约里奥·居里夫妇为发现周期表中最后一批元素和许多新的同位素开辟了道路。1940 年女科学家伊维特·科舒瓦和奥里·胡卢贝伊通过 X 射线定性分析金-碲矿石时发现钷的同位素。同年，她们从氢的生成物中发现 85 号元素，并根据希腊文“不稳定的”一词命名为砒。砒的半衰期仅有 8.3 小时。

从 20 岁开始，她在巴黎居里研究所工作了近 10 年。1939 年玛格丽特·佩雷发现自然界最后一个天然元素，同年宣布发现核裂变。她发现经 α 粒子轰击铀后，有 1.2% 的衰变生成物变成 87 号新元素，再用 β 射线轰击后，衰变成镭的同位素半衰期为 22 分钟，该同位素也可直接从原来的铀元素得到。佩雷成功提纯这种元素，为纪念自己的祖国法国，取名为“钷”。她用几年的时间研究钷的性质和生理作用。

吴健雄是另一位在核研究领域有卓越贡献的女

科学家。她和物理学家袁家骝结婚。1912 年吴健雄出生在中国上海，1940 年在塞格雷指导下获得加利福尼亚大学物理学博士学位。早期同塞格雷一起从铀裂变产物中获得大量的钨。1942 年她利用回旋加速器进一步确认几种稀土元素的同位素。其中包括 61 号人造元素，1948 年命名为“钷”。她还利用核裂变和加速器实验发现其他几种同位素，成为 β 衰变专家。1957 年作为放射性钷 β 粒子实验小组负责人，验证了李政道和杨振宁曾预言 β 衰变中宇称不守恒的正确性。李政道和杨振宁因此获得 1957 年诺贝尔物理学奖。

玛利亚·戈帕·迈耶是第二位获得诺贝尔物理学奖的女性。她使居里夫人的研究事业在 50 年后达到了高潮。1930 年她获得戈丁根大学理论物理博士。随后同戈丁根大学的美国化学家洛克菲勒·费洛结婚。1930 年他们到约翰斯·霍普金斯大学从事双 β 衰变理论分析工作。1939 年他们来到哥伦比亚大学。迈耶曾和哈罗德·尤里通过分离铀同位素和量子理论推测一组稀土超铀元素存在的可能性，和爱德华·泰勒一起研究用核爆炸理论解释宇宙间元素之所以如此丰富的原因。1946 他们夫妇来到芝加哥大学，迈耶作为芝加哥大学教授在阿贡国家实验室从事研究工作。迈耶经过系统研究原子核的性质，提出原子核壳层模型，用来解释一些同位素的异常的稳定性。1963 年她同得出相似结论的德国科学家汉斯·延森共同获得诺贝尔物理学奖。1960 年她被任命为加利福尼亚大学正式教授。

在先驱者居里夫人的影响下，她的追随者们相互合作在激动人心的新领域获得了巨大成功。她们发现新元素和核裂变的成就表明，女性完全有能力在传统上被男性统治的领域里做出意义重大的贡献。有趣的是她们中有 5 位和自己的同事结婚，并和自己的丈夫分享合作研究的成果。同时，她们能够在和其他科学家进行的合作研究，显示出自己的独立性。她们卓越的科学贡献将激励着更多的女性为之奋斗，并脱颖而出。

