

# 开拓人类能源新时代的核裂变能

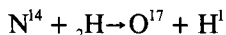
薛志宇

(东胜伊盟电大 内蒙古 017000)

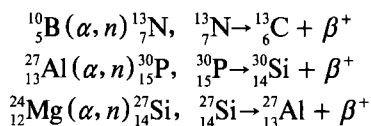
能源是人类社会繁荣和发展的象征。几千年来,人类为了生存和发展不断地向大自然探求和索取能源。19世纪电力出现后,极大地提高了社会生产率,从根本上改变了人类社会面貌。进入20世纪50年代后,石油和天然气的消耗量超过煤炭,二者成为世界的主要能源,大大促进了世界经济的繁荣和发展,然而石化能源是一次性能源,它的储量极其有限,地球上现储的石化能源充其量也只能供人类使用200多年的时间;另一方面石化能源的使用,特别是20世纪50年代以来掠夺性的开采和使用使人类的生存环境遭到严重破坏,并且正在不断地趋向恶化。于是寻求代替石化能源的能源就成为当今世界各国普遍关注的一个问题,它是人类社会可持续发展的一个战略问题。20世纪40年代人类掌握了核裂变能,经过半个世纪的发展,现在已成为除石化能源之外的第二大能源,且发展潜力巨大,是发达国家和发展中国家都看好的能源。

## 一、核裂变的发现

1906—1907年期间,卢瑟福和他的助手盖革一起致力于研究 $\alpha$ 粒子,并证明了它是除去电子的氮原子。1908—1911年,卢瑟福进一步研究 $\alpha$ 粒子被50万分之一英寸厚的金箔散射的实验时,发现了原子核,于1911年首次发表了核式结构的原子理论。1919年,卢瑟福用 $\alpha$ 粒子轰击干燥空气:



使氮核裂变放出质子的实验,世界上第一次实现了人工核反应。1920年卢瑟福又把氢的原子核称为质子。1932年2月17日,查德威克发现了中子,同年海森伯与伊万年科各自独立地提出了原子核是由质子和中子组成的理论。1934年,约里奥-居里夫妇用 $\alpha$ 粒子轰击轻元素(B、Mg、Al),当轰击停止后还有一段时间发射正电子:



发现了人工放射性。费米根据中子不带电更容易穿透原子核,于是他用中子作炮弹去轰击原子核。靶

核俘获中子后产生一个不稳定的核,这个不稳定的核通过 $\beta$ 衰变得稳定的核。后者比最初作为靶子的核在质量数和原子序数上都高了一个单位。费米和他的助手就是用这种方法在短短的几个月内发现多种新的放射性核素。1934年5月,费米与他的合作者阿马尔迪、塞格雷用 $\alpha$ -铍中子源照射铀样品,在实验室首次实现了铀核裂变,他们实际上观测到的是裂变产物铪的同位素 ${}^{101}\text{Tc}$ 的放射性。并将结果与铀下行到铅几个元素进行比较后,根据已有核反应理论错误地得出铀核在中子轰击下生成“超铀”元素93号(或94号)元素的结论。铀核被中子轰击的实验在国际上引起多位科学家的关注。这个时期柏林的迈特纳、哈恩、斯特拉斯曼研究小组和巴黎的约里奥-居里研究小组都重复了费米小组的实验,并且得到了与费米小组生成“超铀”元素相同的结论。这就是说,3个研究小组都发现了铀核“裂变”的事实。然而,他们当时谁也没有认清真相。研究费米小组实验结果的诸多科学家中,惟独化学家诺达克能客观冷静地抓住问题的关键,并于1934年9月在德国《自然化学杂志》上发表文章,针对费米小组的实验,指出中子轰击铀核产物鉴别的正确方法是应与所有元素进行比较,而不是像费米小组那样只与一部分元素进行比较,同时指出铀核在中子轰击下可能生成若干大小的碎片的新设想。诺达克的正确建议没有引起任何一个研究小组和任何一位科学家的重视。诺达克除发表文章阐述自己的观点外,还主动与哈恩等人接近申述自己的意见。今天,当我们回顾这段历史的时候,使后人费解的是诺达克的忠恳、及时、正确的意见和检测方法为什么没有引起理论物理学家、实验物理学家、化学家任何一方面的重视!致使铀核裂变这个20世纪伟大的发现推后了4年多的时间。

迈特纳不愧是那个时代的一位杰出的核物理学家,凭她的敏锐的自觉,使她并不满意“超铀”元素的结论。于是她耐心说服哈恩、斯特拉斯曼,并精心指导他们对实验结果的检测,每当实验结果的检测偏离正确方向时,她总是耐心地说服他们向诺达克指

引的方向靠拢。功夫不负有心人,终于使迈特纳兴奋的日子到了,1938年12月,哈恩、斯特拉斯曼两位化学家把他们被迫作出的:“铀俘获中子后所产生的新物质的性质不和镭相同,而恰恰和钡相同”的结论写信告诉了迈特纳,并请她在物理上给予解释。迈特纳接到哈恩的来信后十分激动,当即与她的外甥弗里希进行了深入讨论,在物理上确认了铀核在中子轰击下分解为两部分的反应形式。1939年1月6日,哈恩、斯特拉斯曼把铀核被中子轰击后的产物具有“钡”性质的论文发表在德国《自然科学》上,几周后迈特纳、弗里希在英国《自然》杂志上发表论文给出铀核被中子轰击后分裂的物理解释,并首次提出“裂变”概念。1946—1948年,我国科学家钱三强与何泽慧、沙士戴勒和微聂隆合作研究原子核分裂时,发现铀核的三分裂和四分裂现象,为核裂变理论的完善作出了重大贡献。

## 二、核裂变能源的和平利用

在迈特纳、弗里希根据玻尔的液滴模型理论给出铀核裂变正确的物理解释的同时,迈特纳又根据爱因斯坦质能相当关系  $E = mc^2$  预言了一个铀核裂变为一个钡核和一个氪核会释放出 200MeV 的能量。此预言很快被弗里希在实验上观测到。1939年初,迈特纳、弗里希把“裂变”和裂变时释放出巨大能量的消息告诉了玻尔,正好玻尔要去美国开一个物理会议,当玻尔将这一消息带给大会时,与会的科学家十分兴奋,纷纷离会去证实迈特纳、哈恩、斯特拉斯曼的结果,科学家们认识到,要使裂变释放出的巨大能量得到利用成为可能,必须在裂变时能够释放出足够数量的中子,才能形成所谓的链式反应,核能才可能在大块裂变材料中大规模地释放出来。1939年4月,法国的约里奥-居里、前苏联的库尔查托夫和美国的费米小组都宣布测得了裂变的次级中子,使裂变能的利用有了实质性的进展。然而,核裂变链式反应释放出巨大能量的利用成为可能,链式反应又必须是可控的。1942年12月,费米领导的小组建成世界上第一座人工裂变反应堆,首次实现了可控链式反应。这为人类利用核裂变能做出了有决定意义的贡献。

继美国之后,前苏联于1946年建成欧洲第一座原子能反应堆,并于1954年6月27日建成世界上第一座核裂变电站。从此核裂变能的和平利用的研究工作进展迅速,核电技术取得了飞速发展。50多年来,约有31个国家和地区建成核裂变电站,核裂变

能已经成为许多国家的能源支柱。截止1992年6月底统计,全世界正在运行的核电站419座,总装机容量为:34255.1万千瓦;正在施工建设的85座,总装机容量为:7712.9万千瓦;计划兴建的61座,总装机容量为:5879.9万千瓦。不久世界总核电站将达565座,总装机容量为47847.9万千瓦。核电已占全世界总发电量的17%。美国有100多座核电站,核电占全国发电总量的20%,核电装机容量占世界核电总装机容量的30%,居首位。法国是世界上核发电最发达的国家,有核电站22座,在役核电机组58个,正在兴建的用于发电的核反应堆10座,核电装机容量占世界核电总装机容量的17.5%,居第二位,据1998年统计,核电比已达80%,为世界之首。核电已成为法国的主要能源。法国已进入了核电投资与收益的良性循环阶段,核电除自给外还大量出口。日本是能源缺乏的国家,一贯鼓励发展核电,并把核电作为主要能源。2000年,日本核电比达40%,核电装机容量占世界核电总装机容量的11.3%,居第三位。除美、法、日3国外,世界上核电比高的国家和地区有:比利时59.3%,瑞典51.6%,匈牙利48.4%,韩国47.5%,台湾43.6%等。我国1991年12月建成的秦山核电站300MW压水堆机组并网发电实现了核能发电零的突破,1993年底建成的大亚湾核电站,一号机组装有两套900MW压水堆发电机组,1994年并网发电。

核裂变能为什么引起世界很多国家重视,原因很多。一方面铀矿储量丰富,按现在全球对能源的消耗量计算,已探明的铀资源可供人类使用几百年,核裂变能源将成为人类未来世界的主要能源之一;众所周知,核裂变能具有重要的战略意义;核裂变能在农业、工业、医疗等方面有广泛的用途。另一方面核裂变能源较石化能源有以下优点:

核电比火电经济。铀-235分裂时产生的热量是同等质量煤炭热量的260万倍,是石油的160万倍。一座100万千瓦压水堆核电站,每年补充40吨核燃料,其中只消耗1.5吨铀-235,其余的尚可回收利用。而同样是100万千瓦的火电厂,每年却要消耗350万吨煤或200万吨石油,至少每天要一艘万吨轮供油或3列40节车厢的火车运煤。核电虽然一次性投资大,建设周期长,但从长远看经济上是十分合算的。目前核电成本低于火电。根据国际原子机构调查的数字,1982年,欧共体和日本的核电成本比火电低20%~50%;1985年,法国低41.4%,比利时低

现代物理知识

34.7%，英国低 23%~38%；美国十几年来，100 多座核电站使美国减少原油进口 30 亿桶，仅此一项减少开支 1000 多亿美元。因此说，核电的经济效益是显而易见的。

核电比火电安全可靠。核电站的安全问题一直是人们研究的焦点。理论和实践证明核电站比火电站安全可靠。美国核工业统计资料，1942 年到 1975 年核工业每百万工时发生的各种事故不及其他工业的 1/3；在相同负荷情况下年伤亡人数，核电站为 0.2—0.8 人，煤电站为 10—25 人。1979 年，美国三里岛核电事故，据详细调查核电站周围 80 千米的居民没有受到核辐射的伤害，核辐射最严重的相当于作一次 X 光胸透剂量。随着核电事业的发展，安全问题已经提到重要日程。近年来，核电国家采取了一系列核安全措施，签署了《国际核安全公约》，使核安全达到很高的水平。多年来，除切尔诺贝利核电事故外，尚未发生过急性辐射致人死亡的事故。巴西核电专家卡马尔戈说，从理论和实际情况看，核电都是比较安全的。他认为切尔诺贝利核电事故主要是人为因素造成的，只要制定和执行严格的管理办法，核电的安全是有保证的。上海核工程研究设计院沈增耀副院长认为切尔诺贝利核电事故的发生，是由于操作人员严重缺乏责任心等原因造成的。世界上诸多核电专家均认为核电的安全问题是有保证的。

核电对环境污染比火电小。气象学家最近的计算表明，全球以煤为主要能源，释放出大量的二氧化碳，是产生温室效应引起全球气温明显升高的主要原因。温室效应给全球生态环境带来一系列灾难性的后果。核电污染环境远比煤电小，经详细测算，同

为百万千瓦级的电站，核电站比煤电站每年少排放几吨二氧化硫、氧化氮等有害气体和上百千克汞、镉等致癌物质。就放射性物质对周围居民的影响也比煤电站（烟尘中的钍、镭）少 50%—70%。核发电最发达的法国，1980 年核电比是 20%，1986 年上升至 70%，在此期间法国发电总量增加了 40%，而排放的二氧化硫却减少了 56%，氧化氮减少了 9%，尘埃减少了 36%。

众多专家认为开发核电是解决我国能源、环境和交通问题的根本出路。我国发电量居世界第二位，但火电占 72.9%，核电仅占 1.3%，到 2002 年核电也只能达到 3%，火电造成环境污染问题不容忽视。近年来，我国在治理环境方面出台了一系列政策和法规，各级政府和全民的环保意识都有所增强，局部环境确实有所改善，但总体还是趋向恶化。现在河湖干枯、土地沙化、盐碱化，草场退化，生物多样性减少，沙尘暴逐年增加。1998 年，国际卫生组织公布了全球空气污染严重的 10 个城市，依次是太原、米兰、北京、乌鲁木齐、莫斯科、兰州、重庆、济南、石家庄、德黑兰。其中我国就占 7 个城市。能源与环境保护是解决人类可持续发展的重要因素，为此，我们应该在保护和改善环境的前提下开发和利用能源。根据我国已探明的铀资源估计，如果充分利用这些资源和已成熟的快堆技术，到 2040 年核电也将成为我国的主要能源，到那时我国的环境会有根本的改观。抓住机遇，加大调整能源结构的力度，充分利用我国丰富的核资源和已成熟的核技术，无疑是我国 21 世纪改善环境和解决能源问题的一种较好的选择。

## · 封面说明 ·

### 近地小行星“爱神”星

用 1994 年发现撞击木星的彗星“苏梅克—列维 9 号”的美国科学家苏梅克的名字命名的近地小行星探测器“NEAR—苏梅克”号，在宇宙中飞行了 5 年后于今年 2 月 12 日在小行星“爱神”的表面成功着陆，开始了新的探索。

第 433 号小行星“爱神”是 1898 年 8 月 13 日由德国天文学家古斯塔夫韦特发现并命名的。这颗形似马铃薯的“爱神”星长约 33 千米，厚 13 千米，在小行星中算是较大的，也是被天文学家观测得最多的。

“爱神”的年龄约为 45.4 亿年，与地球的年龄相近，特别是在不久前的星际碰撞中，“爱神”星剥落了一块物质，并裸露出新鲜的“内部”，因此它被选定为这次探测的目标。

这次探测对于研究地球及太阳系的形成具有重要意义。据专家推算，“爱神”星在 150 万年后可能与地球相碰撞，这次探测对于防止小行星撞击地球，也有着深远的意义。

（博文）