

冷聚变研究现状和前景——兼评日本新氢能计划的下马

Present State on the Cold Fusion Research and Its Prospects

张武寿

(中国科学院物理所, 博士后 北京 100080)

1989年3月弗莱希曼和庞斯(以下简称F-P)宣布在钯阴极电解重水系统中观测到在化学层次无法理解的超额热效应,当时称之为冷聚变。这一巨大发现本身和它所蕴含的能源价值在当时掀起一场世界范围内的冷聚变热,但时隔不久,由于很多实验室无法重复他们的实验,特别是美国能源部顾问委员会在对部分实验结果进行调查并公布了其持否定性倾向的报告后,冷聚变热迅速降温,冷聚变研究从此在经费和舆论上都遇到很大的压力。虽然如此,近年来的冷聚变研究仍在困难条件下取得重大突破,为了使读者对冷聚变有一个简明的印象,本文介绍近期内几个著名的实验。

冷聚变实验从实现方法上主要可分为干法和湿法两大类,湿法指金属—轻水(重水)电解系统,干法指金属—氢气(氘气)系统。异常核效应主要表现在两个方面,一是系统中有异常超热的放出;二是异常核产物的生成,实验测量也集中在这两点上。虽然这几年各方面的实验都得到一定的成果,但简单可重复地证明超热和(或)核产物产生的实验只是最近才取得显著进展。

循着F-P的技术路线研究钯—重水电解系统的异常核效应,一直是冷聚变研究的主流,但该类实验受到两方面的困扰,一是重复性差,虽然经过多年的努力人们已掌握了提高实验重复性的一些技术,但其关键所在仍是未知数;二是相关的核产物测量难以给出容易说服人的结果,根据传统的核反应理论,应在冷聚变实验中测到与超热相对应的一定数目的氘氘聚变产物中子和氦,但实际观测到的中子和氦的数量远小于传统理论的估计。于是人们猜想冷聚变中氘氘反应的产物是 ^4He ,虽然迈尔斯等人在实验上验证了 ^4He 和超热产生间的正相关性,但由于超热绝对值太小、重复性差和 ^4He 的本底很大等原因,使得这种测量很困难。F-P型实验的最大进展是由日本大阪大学的荒田和张月嫦作出的,他们实验的最大特点是采用了一种双结构的钯阴极,所谓双结构即是在钯瓶内装满钯粉(钯粉的直径为0.02~0.06微米),电解重水时氘会穿过

钯瓶壁进入钯粉内使钯粉达到高的充氘状态。当输入功率为130W时超热约为20W。通过5000小时的电解,他们观测到的异常超热平均到单位体积钯上为200~500MJ/cm³Pd。停止电解后他们将钯粉置于高温(>1000℃)高真空(~10⁻⁸torr)环境中解吸氦,结果在抽出的气体中用四极质谱仪测到比本底高10⁶~10⁷倍的 ^4He , ^4He 与D的原子比为(1~0.2)%,而 ^3He 和氚的信号则没有检测到。铂阴极对比实验和轻水对比实验则测不到超热和氦,该实验确切表明 ^4He 是氘氘聚变的产物。到目前为止,荒田和张月嫦的实验还未被其他小组重复,他们也未给出进一步详细的结果。如果做到以上两点的话,他们的实验很可能成为冷聚变存在的判决性实验之一。

除了重水电解实验外,轻水电解实验也是冷聚变研究的一大类型。1991年米尔斯和奈齐斯首次报道了在镍阴极电解轻水系统中测到数倍于输入能的超热,该效应为其他小组证实。1995年底,美国的帕特森在一个展览会上展示了他的超热装置,在直径2.5厘米,高度10厘米的电解池中装有40毫升的小球,小球是直径1毫米的塑料小球,薄镀一层铜,再交替沉积镍和钯形成多层膜,数以千计的这种小球构成阴极。在这种装置中用于电解轻水的输入功率为0.1~1.5瓦,而超热竟达到450~1300瓦,其超热的绝对量和相对量在已知的冷聚变装置中都是最大的。

去年,美国核物理学会的核心期刊《聚变技术》的主编米利与帕特森等人合作对帕特森装置的核产物进行了测量,在经过长时间电解的镍和镍钯多层膜(500~3000Å厚)阴极中观测到原子序数在3~92的稳定核素。所产核素可分为四个主要群,相应的原子序数约为6-18、22-35、44-54和75-85,核素产率的峰值在原子序数约为12、30、48和80处。其中一例是经过两周的电解。约1000个小球(约0.5毫升)共生成约1毫克核素,即有大于40%的金属嬗变为其它核素,原子产率为每毫升金属膜每秒产10¹⁶个原子,平均到每个金属原子上的

能量约为 60 千电子伏。在米利等人的实验中为了使实验确切可信,他们同时采用了中子活化分析、二次离子质谱、能量色散 X 射线分析和俄歇电子谱等多种手段。所产核素的同位素丰度与天然丰度完全不同,表明是异常核过程的产物。所产核素集中于金属体内或金属与塑料的界面处,说明核素不是由外界扩散进去的。用磺化塑料球作阴极所做的对比实验也证明了观测到的核素不是杂质污染。不同实验室的样品都给出相似的结果,说明了它是可重复的。用钡作阴极也观测到类似的四群核素,但其产率比镍和镍钡多层膜的要低很多量级,说明 F—P 型实验中用轻水测不到超热是由于钡—轻水电解系统的核反应率太低所致。当用玻璃代替塑料作阴极内核时高原子序数的两群核素产率明显降低,表明内核材料对核过程有明显影响。他们未测到中子、 γ 射线和 X 射线。

核嬗变现象其实在 1991 年就由俄罗斯的卡尔布特等人在气体放电实验中观测到了,但由于他们的实验别人难以重复,所以未得到广泛承认。其他小组也曾得到部分类似的结果,但都没有米利小组的详细而全面。

米利等人的实验将从以下几个方面对冷聚变研究给予推进:一是确定了冷聚变的核性质,此前的实验都无法简单而直接地证明这一点,反对者总以实验误差来否定冷聚变的存在。该实验以多种核素的高额产率,从不同方面可重复地证明了冷聚变的核性质,为冷聚变获得广泛承认奠定了基础。二是说明了冷聚变现象中存在除了聚变以外的其它(如嬗变)核过程,虽然在此之前的实验中也曾观测到异常核素的产生,但一直无法确认和重复,此实验表明所谓冷聚变现象其实代表着一大类低能核异常。此处的异常包括三个方面的含义:(1)低能(包括室温)条件下粒子间发生了传统上认为仅在高能情况下才可能发生的核反应;(2)各种反应道

间发生反应几率的比值与传统的结果大不相同;(3)能量释放方式奇特,能量主要以晶格振动能(热)的方式放出,而经典核反应中常见的核产物如高能粒子和 γ 射线却很难观测到。三是为冷聚变研究指明了一个方向,此前的实验重心一直在于重复和获得大的超额热效应,但总的进展不大,此实验从核过程和材料两个方面为对冷聚变现象的了解和深入研究提供了一个突破口。

日本通产省在 1992 年宣布了一个新氢能计划,5 年内政府拨款和几家大公司的资助共达 2 000 万美元,用于执行这一计划,以支持冷聚变的研究。可是不久前,日本《读卖新闻》报道了新氢能计划下马的消息,这似乎给人一种冷聚变研究在日本遭受失败的印象。其实,新氢能计划的下马有其内在的原因,从冷聚变的发现到不久前由于受经费支持者的限制和异常核效应本身难以重复,使得国际上冷聚变研究的重心一直侧重于提高输出功率与输入功率的比值,研究者们企图用大的超额热效应来赢得科学界的承认和产业界的支持。由于对内在机理缺乏认识,使得实验重复性一直得不到提高,核产物测量也未给出足以说服外人的结果。这些情况又导致整个科学界和公众舆论对冷聚变的怀疑甚至否定,而这又加重了冷聚变研究的困难,正是这些内外因造成冷聚变研究的困境和新氢能计划的下马。

新氢能计划的下马和冷聚变实验取得的巨大进展表明,冷聚变作为一种获得能源的技术在目前尚未成熟,但其作为一个未知的科学领域正成为下一个研究热点。正如米利小组的成员构成所表明的,这是一个核物理、材料和电化学等几个学科交叉形成的新领域,对其深入研究不仅可开辟认知领域的新天地,而且为将来的能源利用、核废物处理等可预见和尚不可预见的技术领域提供广阔的应用前景。

(责任编辑 刘先曙)

(上接第 39 页)

房等福利问题上的矛盾,并有能力解决科研编制的流动性住房问题;同时也不会对学校造成永久负担或对教学工作造成冲击。

鉴于目前高等学校教学单位人才结构的现状,应引入适当的过渡办法。如对年纪偏大的人员仍可采用老办法。但对进入新编制方法的人员应有明显的激励措施,即有岗上岗下之分,鼓励年轻人竞争上岗。

应改进教学人员的年度考核方法,不再考核教学工作数量,而应着重考核教学质量。学校教学行政机构应组织专业委员会严格监督教学质量,并不断改进。对科研工作的考核应着重质量和水平。考

核方法应有利于推动发展学科及其特色,同时要弱化科研经费数量在考核中的作用。总之,考核方法应能考虑到高等学校的特点和应有的社会作用,促进高等学校高水平教学和科研中心的建设。

另外,国家有关部门应制定政策,加强科研项目中对智力及人工费用的投入,防止国家高等教育经费的流失。

相信经过认真努力,或总结出更好的改进措施,可以克服上述的种种问题与矛盾,大大提高高等学校的办学效率,推动专业学科的健康发展;同时也可以使高等学校教师的社会地位得到明显的提高。

(责任编辑 王宏章)