

第六届国际冷聚变会议纪实

李兴中

(清华大学物理系,教授 北京 100081)

1996年10月13~18日,第六届国际冷聚变会议在日本北海道的札幌市召开,170余名科学家和青年学者共提交了40多篇大会报告和70余篇张贴式报告。5名中国学者出席了会议,作了一篇大会报告和13篇张贴式报告,并担任了分会的主席。会议由日本通商产业省和“自然资源及能源局”资助,由“日本新能源和工业技术开发组织”(NEDO)主办,会议所在地是日本最大的冷聚变研究基地:新氢能源(NHE)实验室的所在地。

出乎意料的“核嬗变”现象

从上次会议以来,最大的进展就是确认了在轻水电解中也存在着核嬗变现象。1995年4月在摩纳哥(Monaco)举行第五次冷聚变国际会议时,由“洁净能源技术公司”(CETI)用佩德森动力电池(Patterson Power Cell)演示了轻水电解中的“过热”实验。当时并未引起多数人的重视,因为在人们心目中“重水”电解的“过热”似尚难得到公认,又冒出一个“轻水”电解“过热”,似乎离开传统的“氘-氘聚变”更远,更不可捉摸了。然而,国际著名刊物《聚变技术》(Fusion Technology)杂志的主编迈利(Miley)在伊利诺大学的核工系“聚变研究实验室”以十分精密的数据,令人信服地证实了在轻水电解实验中确实存在着核嬗变现象。佩德森动力电池的特点是电解池内放着大量的塑料小珠子(直径约1毫米),在小珠子表面镀有一薄层的镍,或钯,或者是镍、钯交替的镀层(厚度不到1微米),电解液则是 Li_2SO_4 的轻水溶液,当电解电流从电解液中经过小珠子从阳极流向阴极时,就会有“过热”产生。“过热”的功率最大时可达到输入功率的10倍以上。迈利并不是简单地重复这一实验,而是在CETI公司的资助下对于反应产物进行了深入的研究。迈利采用了中子活化分析技术,在电解以后小珠子中测到多种新生成的核素,其中数量最大的是银和铜,在采用镍镀层的小珠子上,经过两星期的电解后,居然有40%的镍转化成其他元素。采用中子活化分析、二次离子质谱仪、俄歇电子谱仪和X射线分析(EDX)等高精度的现代化测试技术,迈利成功地证明了电解后新生成的元素多达数十余种,而最主要的是银和铜。人们首先会怀疑是不是电解过程中有杂质沉积到小珠表面的金属薄层上。迈利定量地分析了电解以前在电解液及电解电极(钛)中作为杂质存在的银和铜的总量分别是3.00微克和80.0微克。然而,在两周电解之后,测得的银是1.51毫克,铜是1.11毫克,这就排除了杂质沉积到小珠子上形成“核嬗变”假象的可能性。迈利还进一步用表面碘化后导电的小珠子代替镀镍的小珠子作同样的实验,发现在电解之后并没有产生大量的银和铜;迈利还分析了小珠子上新生成的银和铜中的各种同位素的丰度,发现其中同位素的丰度不同于自然界中天然的银和铜的同位素丰度,这就再一次证明了这些小珠子表面的银和铜不可能来源于自然界而是某种“核嬗变”的产物;进一步的旁证还来自日本的实验,北海道大学的米佐诺(Mizuno)用钯阴极电解重水,北海道国立技术学院的欧莫里(Ohmori)用金阴极电解轻水都观察到了相似的“核嬗变”产物,而迈利在迄今进行的20轮实验中每次都观察到了类似的现象。俄罗斯科学家在会下不无遗憾地说,这样的“核嬗变”现象其实他们早就观察到了,只是因为

觉得“太离谱”而不敢公开发表。

“过热”现象的研究更加深入

“过热”现象的重复性仍不如“核嬗变”现象的重复性那么好,但是法国马赛大学的别贝列恩(Biberian)教授报告了在法国原子能委员会的资助下经过2年半的努力,重复了弗莱希曼和庞斯(Fleischmann & Pons)的早期“过热”实验,特别是在电解后期电解池趋于沸腾的实验。意大利米兰大学的普雷帕拉塔报道了用细长钯丝($\Phi 50$ 微米,250厘米长)作阴极,在大的功率输入(80W)下得到大的功率输出(170W)的“过热”实验,他们特地比较了两种不同的“量热计”即:等温环境(isoperibolic)量热计和质量流(mass-flow)量热计,前者靠标准热源不时地标定,后者则是靠恒定流量的恒温水流过电解池外围后温度上升,按此温升来计算电解池内的“过热”总量。中国清华大学则报道了在气体充氙系统中观察到“过热”。同样是采用细长的钯丝($\Phi 340$ 微米,250厘米长),但是不采用电解方式充氙而是利用钨丝来实现充氙。不仅实现了高的充氙率,观察到了氙-钯系统的温度比氢-钯系统高,而且定量地证明氙-钯系统中的热源在数量上是与其温度对时间的导数成正比的,而符号则恰好相反。这样,从实验上也支持了“共振隧穿库仑位垒”的“自锁共振”理论。

氦-4与“过热”的关联

氦-4一直是“冷聚变”实验中最令人关心的主题,因为在人们发现冷聚变的“核嬗变”现象之前,一直把氦-4作为“过热”的主要关联产物来测量。由于在空气中存在着微量的氦,氦的渗透性又特别强,因此排除空气中氦的干扰一直成为测氦的难题之一。另一个困难来自氦-4与 D_2 分子的质量很接近,在一般的质谱仪上很难将氦-4的信号与 D_2 分子的信号分开,第三方面的困难来自氦-4的扩散率很小,在钯内生成的氦-4很难扩散到金属表面,就很难用一般的方法探测到它。在大阪大学的访问学者张月嫦与阿拉塔(Arata)一起出色地克服了这三大困难,首先是采用高分辨率的四极质谱仪,它能清楚地分开氦-4与 D_2 分子的信号;其次是利用高温下氦-4扩散率可以明显增大的特性、将电解以后的钯电极加热到1300K,把氦-4赶出来;第三是采用分阶段加热,辅以吸气剂除氦(Gettering Pump)的方法使得氦-4信号越来越强,而氙分子信号越来越弱,再加上与空白钯片的结果相对照,这样就完全确认了氦-4来自钯电极而不是来自空气中的氦干扰。这项实验与迈利的“核嬗变”实验一起有力地证实了“过热”的起源是“核反应”。

新氢能实验室

趁这次会议的机会,一名中国代表参观了日本最大的“冷聚变”实验室—新氢能实验室(NHE Lab.)。1993年12月在夏威夷第四次冷聚变国际会议上曾获悉,日本的通产省已投资3000万美元从事冷聚变研究,通产省下属的“自然资源与能源局”出面资助“新能源与工业”(下转第58页)

来,为刚刚跨出冷战时代的人类创造了走向一体化的良好开端。

一体化行为的原始动因恐怕只能由经济学给予合理的解释。但是,传统的经济学理论在解释贸易保护主义和贸易自由的发生原因时,以及地区主义和国际一体化的行为动因时却经常陷入矛盾之中。似乎发达国家和发展中国家总是处于一种经济利益的对立之中,因而他们的行为选择就必然处于对抗中。一边鼓吹贸易自由,另一边必然举起贸易保护主义的旗帜;一边积极倡导全球一体化,另一边就搞起地区主义。这种观念自19世纪40年代由德国历史学派的先驱弗里德里希·李斯特提出以后就一直统治着经济学理论界。但是,随着科学技术的迅猛发展,国际分工的日益深化,不仅一般商品,而且生产要素、科学技术、资本的流动日趋国际化,建立在生产要素不具有国际流动性基础上的传统经济理论就逐渐丧失了存在的合理性。特别是90年代以来,经济一体化已不再仅仅是经济发展水平相接近国家(地区)之间的事了,而是在那些经济发展水平差距较大的国家(地区)间也搭起了新的一体化框架。无论是欧盟的扩展,还是美加墨自由贸易区的形成,甚至亚太经合组织所设计的未来远景中都显示出这种新迹象的存在。

对此,哈佛大学经济学教授雷蒙德·弗农等人所作出的解释还是可信的。弗农把新产品的生命周期划分为创新产品、成熟产品和标准化产品几个阶段。在每一阶段上,不同的国家有着不同的比较优势。在创新产品阶段,作为创新国的美国等最发达的国家有着比较优势。但创新国考虑到产品的销路和降低成本等因素,必然会到其他能够接受该产品价格的发达国家进行投资生产,使得技术得以普及,产品以较低的成本大量生产出来,成为成熟产品。随着时间的推移和产品的扩散,新技术逐渐变得更易于掌握,该产品的生产必然会流向成本更低的发展中国家,成为标准化产品,直至发展中国家成为该产品的净出口国。今天,先进的高科技产品处于创新产品阶段,纺织品、皮革和橡胶制品处于标准化产品阶段,汽车似乎处于成熟产品阶段。因此,在国际一体化的过程中,由于竞争所导致的受损只是暂时的和局部的。从长期来看,所有的参与

国都将成为受益国。传统理论所设置的此消彼长的相互冲突的经济利益界限已经变得日益模糊,并逐渐为彼此共生的共同利益所代替。

应当说一体化的真正伟力根植于人类深厚的文化土壤之中。由一种文化的文明积淀成的精粹越多,品位越高,传播得越广,建立在这种文化基础上的各个国家和民族就越易于交往,人们心目中的界限(如意识形态、民族意识、宗教信仰、风俗习惯等)也就越发模糊,从而对一体化的认同感也就越发强烈。反之,狭隘与极端的文化观念必然造成各个国家和民族之间的敌视、对峙、猜疑和战争状态。两次世界大战与冷战的发生确实需要我们人类从文化的层面上反思过去,反省自我,不断创新文化理念。因此,一体化被我们理解为一种人类文化品位的提升和传统文化界限走向模糊的状态。

综上所述,一体化是人类理性的选择。回首往事,我们人类常为自己所取得的自然科学成就沾沾自喜。遗憾的是,我们在社会工程方面所取得的成果却寥若晨星,至今尚无一例人类整体合作的大型社会工程项目可以引以自豪。由2000年文明史积淀而成的智慧应该走向成熟。这种成熟的标志是一体化新思维的面世,它向我们展示了人类社会迄今为止最伟大的一体化社会工程,也向我们提出了一个问题:是让社会选择我们,还是让我们选择这个社会?处于世纪之交的人类难道不需扪心自问吗?

世界已经进入这样一个时代。在这个时代里,人类社会的一切重大问题不仅需要专门家的“匠”级思考,同样也更需要“大师”级的深思。本文的写作就是为了引起环球大师们对此问题的关注,以期减少齟齬与摩擦,最大限度地增进全人类的福祉。

参考文献

- [1]周茂荣,论80年代中期以来的国际经济一体化趋势,世界经济,1995.6
 - [2]罗肇鸿,世界经济全球化一体化与制度创新,世界经济,1995.10
 - [3]路易斯·埃默里杰,全球化、地区化与世界贸易,世界经济译丛,1993.3
 - [4]张二震,略论经济一体化发展新趋向,国际贸易问题,1995.5
- (责任编辑 孙立明)

(上接第64页)

技术开发组织”(NEDO),由NEDO与应用能源研究所(IAE)签订合同,在东京和札幌分别筹建一个中心和一个实验室。NEDO兼管与国外研究单位的合作,IAE则出面协调私人企业界的资助和10余所大学的相关基础研究。4年来,在这一系列研究发展活动中最大的进展就是建立了这个900m²的新氢能实验室,在这里我们几乎看到了所有的实验装置,从弗莱希曼和庞斯(Fleischmann & Pons)的开放式电解池量热器到库尼马兹(Kunimatsu)的封闭式燃料电池电极的电解池量热器;

从核反应产物(中子, Gamma, 氚, 氦-4, X射线, 带电粒子等)到充氘过程的研究;从金相分析到X衍射的在线分析,乃至核磁共振分析H/D比。除了这次会议上新公开的“核嬗变”现象和中国的气态充氘研究外,新氢能实验室几乎包揽了每一个重要方面的研究。

国家科委基础处与国家自然科学基金委在十分困难的条件下一直支持国内的“常温核聚变”研究,并希望我们能独辟蹊径,将“常温核聚变”的研究深入下去。

(责任编辑 刘先曙)