

第四届国际冷聚变会议记实

1993年12月6~9日在美国夏威夷举行了第四届国际冷聚变会议,来自十一个国家的300余人,提交了有关冷聚变研究中的量热学、核产物、理论、材料科学四方面的论文180余篇。我国学者共提交了十四篇论文。从提交的论文中可看出国际上的冷核聚变研究又有新的进展,如停电后的过热现象的确认,核反应产物的进一步确认,理论模型的多样化,材料充氘过程的深入研究等。

停电后的过热现象 早在1992年名古屋会议之前弗莱施曼和庞斯就在钨电极电解重水的实验中发现,一旦出现“膜沸腾”(film boiling)现象,电解液在蒸干之后仍会保持发热达数小时之久。由于此阶段中输入的功率为0,而输出功率不为0,因而成为“过热”(excess heat)的又一明证。在开放式电解池中人们曾担心这不过是吸入电极中的氘与空气中的氧化合发热而已,而在这次会议上斯坦福研究所的麦库布(McKubre)介绍了他们在实验中也看到过热现象。在会后顺访夏威夷大学的熔盐电解实验时也看到了当初出现“停电后过热”的实验现场和实物“残骸”。

氦-4和氦 早在1989年,我国物理学家苟清泉先生就提出测“过热”的同时要注意测氦-4。由于氦-4的量很小,加上空气中就有少量的氦,而且氦的渗透性很强,这方面的实验很难进行。1991年弗莱施曼呼吁在世界范围内设立一个公用的高精度测氦的实验室来推动这一工作。在这次会议上意大利的Gozzi报告了他们在测氦-4的同时测量了氦-20,因为空气中的氦-4与氦-20是同时存在的,且有一定的比例关系,所以如果氦-4信号只是由于空气中漏入,就可以从 ^4He 、 ^{20}Ne 的信号比来判断,如果氦-4来源于样品本身,则会明显地影响此比值。Gozzi的测量倾向于氦-4产生于电解重水所得到的气体样品。美国海军武器研究所的迈尔斯(Miles)一直在作过热与氦-4关联的实验,他在1993年的27轮实验中,16轮有过热,而16轮中每次都看到了氦-4,其余11轮实验没有观察到过热,也没有测到氦-4,可见过热与氦-4有正关联在迈尔斯的实验中进一步得到了确认。

理论的难题 尽管“过热”与“核产物”在实验上都得到了确认,并且有定性的正关联,但在定量上两者相去甚远,“核产物”往往比期待的值小很多。对此,我国学者在会上提出了“两阶段”模型,引起了与会者的重视,即“过热”不一定完全由核反应产生,而可能是在核反应发生之前的另一种过程,即在固体晶格内的电子运动状态可以进入一种能量更低的状态,在向此更低的状态跃迁时可以放出大量的热(比一般的化学反应热高2个数量级)。同时会促成库仑位置的穿透,从而产生核反应产物。我国学者认为,如果出现了这种穿透机制(如复合共振隧穿,或中子转移反应)则不仅应该有“冷聚变”,还应出现“冷裂变”。此观点与M.I.T哈格尔斯坦教授(Hagelstein)的理论不谋而合。

充氘过程的深入研究 斯坦福研究所最早提出在钨电极中氘原子与钨原子数之比(简称充氘率)应该超过某一个阈值($D/pd > 0.80$),只有在此值以上才有可能发生“过热”现象,世界上许多实验室之所以未能重复弗莱施曼和庞斯的实验,原因之一就在于通常作实验都不易超过此阈值。有鉴于此世界各国(包括中国)都展开了提高充氘率的系统研究,日本的IMRA公司发现,影响充

氘率的因素很多,如电解液的性质(LiOD , NaOD , KOD),电解液的温度,电解的电流密度,阴极的预处理,电极表面的性质,镀金或硫脲(thiourea),电极成分(含铑(Rh)或银)和电极表面的过电位(over voltage)等。他们发现,起决定性作用的是过电位,甚至认为过电位比充氘率更重要,是决定“过热”是否能出现的必要条件。过电位指的是电解液与电极表面之间的一种电位降。IMRA的工作表明,只要能适当控制此过电位,并在表面覆盖一层阻挡氘原子结合成氘分子的硫脲就有可能使充氘率超过0.9,甚至达到1.00。弗莱施曼此次也在讨论材料性质的大会上发言,认为迄今没有很好的理论模型来解释钨-氘系统的奇异行为,例如氘在钨内的状态既不是分子态,也不是原子态,而是以质子的状态(即电离的氢原子)存在。这就会使质子受到金属内电场的影响(包括波动的电场的影响)。他认为除了传统的 α 相、 β 相,还应该存在一个 γ 相,而影响异常核过程的正是此 γ 相。

中国的努力

从1992年名古屋会议后,清华大学曾以很大的努力企图在气体放电管中研究异常现象,虽然未能证实存在着异常的高能中子(能量大于2.45兆电子伏),但却认识到X射线中可能有异常,在高能物理所看到的几个X射线峰中有一个130千电子伏的峰尚无法解释,这一点在会议交流中引起了哈格尔斯坦的注意,因为他正在寻找一个129.6千电子伏的峰以支持他的中子转移反应理论。

清华大学曾因经费和人力的缺乏,对量热学的实验有所放松。事实证明,量热学的信号可以远强于核产物信号,特别是在台湾清华大学材料科学研究所二次访问清华大学后,使我们更加重视在升压升温后电解重水以增强“过热”信号的可能。这次出席会议的中科院化学研究所的代表提出,“Burst”(猝发式过热)与“Baseline”(低水平过热)是不一样的,并提出了进一步作微量热计实验和与核信号同步测量的设想。

由于信号十分微弱,中子测量在会议中逐渐倾向于被否定,即使过去一度测到中子“Burst”信号的S. 琼斯(S. Jones)和H. 门洛夫(H. Menlove)都认为测到的信号虽然是中子,但也很可能是宇宙线引起的。我国核工业总公司的原子能科学院的代表在鉴别中子能谱方面作了很好的工作。清华大学今后将转向与化学所共同研究X射线。

清华大学从1991年访问斯坦福研究所以后,一直坚持研究气相充氘法中影响充氘率的各种因素。并得出了明确的结果。

气体放电中虽然没有很强的异常中子信号,但气体放电中异常现象的研究在中国开始最早,前苏联的工作也表明,确有异常值得继续探索。但要注意把重点转向X-射线、 γ -射线和测过热。

从理论上讲,如果过热与核反应有任何联系,则必然有穿透库仑位垒的问题,而一旦能穿透位垒则必然可以同时有聚变和裂变,所以要从实验上寻找铀的自发裂变在充氘后的变化,不妨也用正电子湮没实验来诊断一下充氘后是否会在局部形成高密度的电子浓集区。

蓬勃的发展势头

此次国际会议显示了一股蓬勃发展的势头,日本的 Matsui 宣布,日本将在东京建立新氢能研究和开发中心,在北海道建立新氢能实验室,计划在四年内投资 3000 万美元(到 1997 年 3 月)。ENECO 公司宣布与犹他大学达成协议接收由庞斯和弗莱施曼发起的冷聚变技术权利。“Cold Fusion”期刊宣布从 1994 年 3 月起创刊发行。

ENECO 还出资支持了二个在原苏联的实验室和 5 个在美国的大学和实验室。美国电力研究所(EPRI)则仍保持每年投资 200 万美元的势头,继续支持冷聚变研究

展 望

在此次会议中还召开了国际咨询委员会的会议,商定 1995 年春在法国召开第五届冷聚变国际会议。会议主席麦库布还提议,1996 年的会议在中国召开,得到了全体咨询委员的积极赞同。

为了在 1996 年使我国的冷聚变研究工作取得更大的进展,建议国家科委和自然科学基金委从政策和经费上对冷聚变研究给予更多的资助。

(责任编辑 刘先曙)

科研动态

日本研究人员证实了冷聚变

据《日本科学与技术》杂志报道,最近,日本电报电话公司的研究人员宣布,通过采用一种独特的真空技术,他们在实验中观察到氦 4 的产生,这是发生了冷聚变的决定性证据。更为重要的是,他们的实验结果具有极高的精确度,且复现率高达 100%。这一成就使他们确信,外国研究人员在重复此项实验时将会得出完全相同的结果。

日本电报电话公司的研究人员从 1989 年 5 月起开始对冷聚变进行研究。他们利用了研究固体性质的过程中积累起来的知识,设计出一种独特的真空实验系统来检测实验中产生的额外热量、带电粒子和原子。在这一真空系统中,影响冷聚变的精确性的各种因素(例如很容易污染实验装置的空气和水份等)都被清除干净,因此实验中形成的粒子(除中子外)可以精确地实时检测出来。

该实验使用了一块尺寸为 $30 \times 30 \times 1$ 毫米的钯板,钯板的一面涂了一层氧化物薄膜。将钯板置于反应室中,然后把反应室抽成真空,注入氘后再加热。接着,缓慢地使钯板冷却,在这一过程中钯板可吸收相当于其本身体积 760 倍的氘。再把反应室抽成真空,并通过蒸汽沉

积法在钯板的未复有氧化物薄膜的一面上镀一层金。最后将反应室第三次抽成真空,并用电加热器对试样加热,便可以观察到氦 4 的产生。研究人员在精确测定了反应室中生成的气体的质量后,确认其中有氦 4 原子。根据测得的氦 4 的质量,研究人员计算出试样内的核聚变速率最大可达每秒 10^{15} 次。此外,当氦 4 产生时,试样的温度也上各项了 100°C 。

在两个氘原子的聚变反应中,反应途径可能有 3 条。第一是反应后生成氚和氢,第二是生成氦 3 和中子,第三就是生成氦 4。日本研究人员在他们的实验中除了观察到氦 4 外,也检测了氚和氢,但量很小。这说明在三种反应途径中,生成氦 4 的反应途径占了优势,而这一反应途径恰好也是最安全的反应方式,因为它不产生中子辐射。

日本研究人员通过独特的真空方法以及通过试样预热把试样内的气体完全抽干净的方法,使他们的实验结果具有高度的复现性。在他们进行的 5 次实验中,每一次都证实了氦 4 和额外热量的产生。如果这一结果能被其它国家的研究人员普遍证实的话,那将是核聚变研究史上具有划时代意义的重大飞跃。

(上接第 51 页)

学,不仅在生态学内与其它分支——从传统的遗传生态学、生理生态学、种群生态学和群落生态学,到现代的生态系统生态学、景观生态学、保护生态学等——有密切联系,而且与生态学外的近邻学科——如地理学、土壤学、生物气象学、环境化学、工程学,甚至经济学等——保持着广泛的学科交叉。正因为如此,恢复生态学在重建自然灾害(地震、火山、泥石流等)破坏的陆地和淡水生态系统方面,在重建人类工业活动(采矿、冶炼、化工、建筑等)破坏的土地及其生态系统方面,取得了引人注目的成功。

恢复生态学也应以采矿地的生态重建作为自己的一个重要的实验室。今天,人类对地球生物圈

的影响几乎是无所不在的,因此,真正的生态学研究不应当回避这种影响,而应当把这种影响当作生物圈发展的基本前提来认识。采矿地的生态重建为研究人类影响下的生态学创造了机会。由于它是在一个大尺度的时间和空间中进行的,所以克服了传统实验室框架引起的失真;由于它进行着一系列的生态工程作业,所以更有可能克服传统生态学中野外观察对生态学机理认识的不足。采矿地的生态重建,将把恢复生态学锻炼成为大尺度生态环境治理的主要手段。这将使生态学家在环境领域中有可能摆脱那种纯粹“咨询、顾问”者的角色,而成为具有高度实践能力的、具有“工程师”和“技术员”素养的专家。

(责任编辑 蔡 今)