

冷聚变研究的争论

Arguments on Cold Fusion Research

何景棠/HE Jing-tang

中国科学院高能物理研究所, 北京 100049

Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

[摘要] 简要介绍了冷聚变研究的争论,列举最近冷聚变研究的令人信服的实验证据,包括:反常核聚变——Fleischmann-Pons 效应的实验;常温下的正常核聚变,热核聚变反应中的反常核产物的实验证据。实验证实:冷聚变是能够真实发生、可信的。

[关键词] Fleischmann-Pons 效应,冷聚变,热核聚变,反常核产物

[中图分类号] O571.44

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2005)09-0069-03

Abstract: This article describes the arguments of cold fusion research, lists recent experimental identifications of cold fusion, including abnormal fusion: Fleischmann-Pons effect, normal fusion at room temperature, abnormal fusion products in the hot fusion.

Key Words: Fleischmann-Pons effect, cold fusion, hot fusion, abnormal fusion products

CLC Number: O571.44

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2005)09-0069-03

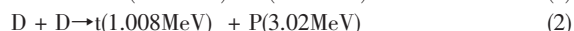
1 冷聚变研究的起源

1989年3月23日,美国犹他大学的M·菲雷斯曼(Martin Fleischmann)和S·庞斯(Stanley Pons)宣布:发现以钯金属为阴极、以铂金属为阳极进行重水D₂O的电解,产生了超热。这些超热的量不能用已知的化学反应来解释,因此,他们宣布发现了常温下的核聚变,又称冷聚变,简称F-P效应。

随后,美国的洛杉矶阿莫斯实验室、斯坦福研究所、得克萨斯农工大学、夏威夷大学,以及日本、印度、意大利、俄罗斯等国的科学工作者纷纷宣布重复证实了菲雷斯曼和庞斯的电解重水产生超热的冷聚变实验。但是世界上最著名的核物理实验室,如英国的哈威尔核物理实验室、美国的橡树岭核物理实验室、加州理工工大学等,尽管他们有世界上最高水平的探测核聚变产物的中子、 γ 射线的仪器装备,却没有探测到证明产生了核聚变的产物——中子或 γ 射线(由于核聚变的其它核产物,如质子、氘、⁴He,因为是带电的,而且能量太低,无法飞出电解池,所以,一般说来,以探测核聚变的特征产物中子或 γ 射线,去评判是否产生了核聚变)。注意,这就是说,他们是以热聚变的一般规律去评判冷聚变的特殊现象。

2 对冷聚变的质疑

上述实验后不久,美国能源部委派以黑真格(J.A.Huizenga)为首的能源研究顾问委员会(Energy Research Advisory Board,ERAD)对冷聚变进行评审。黑真格是热聚变专家,他认为按热聚变应有如下反应:



热聚变是强相互作用,而强相互作用是与电荷无关的,即反

应(1)和反应(2)出现的几率相等;而反应(3)是电磁相互作用,实验测量到反应(3)与反应(1)产额之比等于 10^{-7} 、反应(4)与反应(1)产额之比等于 10^{-9} 。

黑真格以上述的热聚变规律去评判冷聚变现象,他对冷聚变现象提出以下三大质疑。

1) 聚变率神话

氘核是带正电荷的,要克服库仑位垒才能产生聚变。如果氘核在钯金属的晶格原子中的距离为 $r \approx 0.74\text{\AA}$,按热聚变规律,在室温 $T \approx 300\text{K}$ 时,聚变率约为 3×10^{-69} 聚变/秒 DD;但如果把M·菲雷斯曼和S·庞斯宣布发现的以钯金属为阴极、以铂金属为阳极,进行重水D₂O的电解产生的超热,归结为常温下的核聚变,那么聚变率应约为 3×10^{-22} 聚变/秒 DD,即常温下的核聚变产生的超热比按热聚变规律能提供的热量高出 10^{47} 倍。

2) 核产物分支比神话

热聚变是强相互作用,而强相互作用是与电荷无关的。即反应(1)和反应(2)出现的几率相等。但有些冷聚变实验宣称有超热的同时探测到氘而没有中子,反应(2)和反应(1)出现的几率之比等于 10^4 倍。

3) 没有核产物神话

有些冷聚变实验宣称有超热的同时探测到⁴He,而没有探测到反应(3)的能量为23.7 MeV的 γ 射线,也没有探测到反应(4)的正电子湮灭产生的能量为0.511 MeV的 γ 射线,即冷聚变实验只有超热,而除了探测到⁴He外,没有探测到其它核产物。

1989年10月31日,以黑真格为首的能源研究顾问委员会发表对冷聚变的评审报告蓝皮书,认为没有可靠的证据说明产生了冷聚变、冷聚变的实验证据与半个多世纪以来获得的已知的核科学理论不符,建议联邦财政不应支持冷聚变研究。1992年5月黑真格还把他的反对冷聚变的观点写成一本书,名为:《冷聚变:20世纪科学的悲剧》(Cold Fusion:The Scientific Fiasco of the

收稿日期:2005-05-17

作者简介:何景棠,男,北京市918信箱中国科学院高能物理研究所,研究员,中国科学院研究生院教授,研究方向为实验粒子物理;

E-mail: jingtang@mail.ihep.ac.cn

Century)》。

1989年11月,欧洲核子研究中心的科学政策委员会的委员、著名的粒子实验物理学家道格拉斯·莫里松(Douglas R.O.Morrison)把冷聚变贴上“病态科学”的标签。

1990年,世界最著名的科学杂志《Nature》宣布,以后一律不刊登冷聚变的文章。

1991年1月19日,英国著名的科学杂志《New Scientists》同时刊登了正反意见的两篇文章:一是英国的卢瑟福实验室著名的核科学和粒子物理学理论家弗兰克·克鲁斯(Frank.Close)的反对文章“从来没有冷聚变的发现(Cold fusion: The discovery that never was)”;二是美国得克萨斯农工大学的约翰·博克斯雷(John Bockris)的支持文章“冷聚变仍是真的(Cold fusion: the story continue)”。

1991年11月,美国的所谓世界最差诺贝尔奖评审委员会,把M·菲雷斯曼和S·庞斯评为1991年世界最差诺贝尔奖获得者。菲雷斯曼和庞斯在某些会议期间,还受到人身攻击,以至于在1994年12月在夏威夷举行的第四届世界冷聚变研究会议上,菲雷斯曼呼吁停止对他的人身攻击。S·庞斯也把他在犹他大学附近的住房卖掉,搬到法国去,与M·菲雷斯曼一起,继续坚持进行冷聚变研究(因为法国有家公司——IMRA EUROPE公司——出钱支持他们继续进行冷聚变研究)。

至此,冷聚变研究遭遇冰河期,既在财政上得不到国家的支持,又顶着“病态科学”的坏名声,文章不能在著名的科学杂志上发表。但仍有少数人坚持继续研究,他们中的大多数人是由公司或除美国以外的其他国家的政府支持的。冷聚变研究工作者每年仍然召开1次世界冷聚变研究会议,交流工作成果,经过15年的研究,取得了许多肯定的实验证据。

2004年12月1日,美国能源部重新召开了对冷聚变的评审会^[1],评审15年来从低能核反应获得能源的进展。冷聚变科学家向美国能源部提交了题目为“金属氘化物中的新物理效应”的30页的报告。能源部组织了18位科学家作了同行评议,其中9位还参加了为期1天的口头报告会,来自美国各地的6个研究小组在会上作了报告。这次评审报告认为存在冷聚变效应。与1989年10月31日能源研究顾问委员会发表的对冷聚变的评审报告蓝皮书建议联邦财政不应支持冷聚变研究不同,这次评审报告推荐,联邦财政应择优支持基于公正的同行评议的优秀的冷聚变研究项目,并建议两个重点研究方面——研究氘化金属的特征以及氘化金属薄膜产生的核聚变。这样,就把冷聚变研究从“病态科学”解放出来,成为正常科学;因而,冷聚变科学家也不再是“病态科学家”,而是正常科学家。

关于冷聚变研究的世界性大争论中,下面的两个故事,值得一提,耐人寻味。

1)前后有3位诺贝尔物理学奖获得者是支持进行冷聚变研究的。

从M·菲雷斯曼和S·庞斯宣布发现冷聚变效应开始,1965年诺贝尔物理学奖获得者施温格(Julian Schwinger)就支持冷聚变研究。他认为,存在于钽金属的晶格原子中的氘核,在钽金属的晶格原子的影响下可能产生冷聚变反应。当时,有人认为已经71岁的施温格是老糊涂了,所以才会支持冷聚变研究这类病态科学。为此,施温格专门写了几篇文章,详细阐述他为什么支持冷聚变研究的观点及理论依据,并且到处演讲,说明冷聚变是可能的。

在以黑真格为首的能源研究顾问委员会(Energy Research Advisory Board, ERAD)对冷聚变的评审小组中,评审小组的副组长、哈佛大学的物理学教授、1989年诺贝尔物理学奖获得者F·拉姆齐(F.Ramsey)认为,当时并不能说明冷聚变被证实或被否定,他坚持最后的评审报告如果不写下如下的一段话,他就辞去副组长的职务。

“由于有许多矛盾的结果,目前,不能绝对地说明所有的冷聚

变被证实或被否定,但是,只要有一类冷聚变实验是真的,冷聚变时代就是革命性的。(With the many contradictory existing claims, it is not possible at this time to state categorically that all the claims for cold fusion have been convincingly either proved or disproved, even a single short but valid cold fusion period would be revolutionary)”

但是,黑真格一意孤行,不顾不同意见,强行通过他主张的完全否定冷聚变的评审结论。

2004年6月30日,在德国的林道(Lindau)举办的诺贝尔奖获得者讲座上,因发现超导体的约瑟夫逊效应而获得1973年诺贝尔物理学奖的约瑟夫逊(Brian D. Josephson)根据15年大量的实验结果,特别是近几年的最新实验结果,说明冷聚变是真的。并指出:冷聚变可能是完全不同于已知的热聚变规律的一种全新的物理过程,因为氘核在钽金属的晶格中,冷聚变显然与凝聚态物理有关,而磁约束热聚变时氘核是自由的,因此不能想当然地就用热聚变的规律来否定凝聚态产生的冷聚变现象。约瑟夫逊还把那些将冷聚变贴上“病态科学”标签的人称为“病态怀疑论者”。

2)道格拉斯·莫里松(Douglas R.O.Morrison)态度的改变。

道格拉斯·莫里松是欧洲核子研究中心的科学政策委员会的委员、著名的粒子实验物理学家,曾在1989年11月把冷聚变贴上“病态科学”的标签。他几乎每年都自费参加世界冷聚变研究会议。在20世纪90年代末,当他从世界冷聚变研究会议上获悉冷聚变是真的消息后,亲自出马到欧洲国家的一些冷聚变实验室参加冷聚变实验,并且用他自己认为最佳的公式去计算超热的量和误差,结果发现冷聚变果然是真的。可惜道格拉斯·莫里松于2001年2月25日逝世,否则,由他来讲清楚为什么冷聚变是真的,可能更有说服力。

3 冷聚变研究最新进展

事实胜于雄辩,实践是检验真理的唯一标准。世界各国的冷聚变研究工作者在不同的国家,利用不同的方法,经过15年的研究,目前已经得到确实的实验证据,证实冷聚变是真的。

对于以钽金属为阴极、以铂金属为阳极,进行重水D₂O的电解,只要同时满足以下两个条件,一是氘钽比要大于0.88,二是电流密度要大于280 mA/cm²,就能产生过热^[2,3]。

重要的是,冷聚变研究工作者还证实,冷聚变实验测量结果表明,F-P效应测量到的过热来源于如下核聚变反应:



表1是约瑟夫逊于2004年6月30日,在德国林道举办的诺贝尔奖获得者讲座上,所作的报告中的一张幻灯片。这张幻灯片总结了若干个不同实验室冷聚变效应重复性的结果。从中可以看到,目前在某些国家,冷聚变效应的重复性已经达到百分之百。

表1 冷聚变效应的重复性

国家	研究领域	进行冷聚变 研究年数	进行热聚变 研究年数	估计实验数	重复性(%)	
					5年前	最近12个月
意大利	化学工程	无	是	无	无	50
俄罗斯	凝聚态物理	18	无	1 000	无	60
意大利	物理	14	16	300	40	75
美国	物质结构	13	无	6 000	25	75
美国	物理化学	14	无	200	10	80
美国	金属学	14	无	3 000	50	90
日本	核工程	14	20	20	70	100
罗马尼亚	原子物理	10	无	40	70	100
美国	放射化学	14	无	700	50	100
俄罗斯	核工程	13	2	3 500	无	100
总计				14 720	45%	83%

此外,还有一些实验旁证了冷聚变是真的。例如钟斯(S.E. Jones)^[4,5]等人美国的Brigham Young大学的100 m深的地下实

实验室进行了两个实验,测量到吸氘后的钛金属在常温下,产生了前述反应(1)的中子和反应(2)的质子,说明了吸氘后的钛金属在常温下,产生了核聚变反应。

另外,日本的 Jirohta Kasagi 等人^[6]用 150 keV 的氦核轰击氘化钛薄膜,因为氦核的能量足够地高,所以这是典型的热聚变反应。他们除了测量到前面的(2)式反应的能量为 3MeV 的单能质子,还测量到:



这是一种三体聚变反应。三体聚变反应放出的能量由 α 粒子(${}^4\text{He}$)、质子和中子带走。由能量守恒和动量守恒计算可知,三体聚变反应时, α 粒子(${}^4\text{He}$)、质子和中子所带走的能量不是单能的,而是连续分布的。质子所带走的最大能量可达 17 MeV,而 α 粒子(${}^4\text{He}$)带走的最大能量可达 6.5 MeV。Jirohta Kasagi 等人的测量结果说明,高能的氦核轰击氘化钛薄膜时,除了二体聚变反应外,还产生了三体聚变反应。普通的热核聚变反应,因为氦核是自由的,所以只能产生二体聚变反应,不可能产生三体聚变反应;现在产生了三体聚变反应,唯一的条件是氦核是被约束在钛金属的晶格原子之间,说明氘化钛金属薄膜内,存在(DD)的集结现象。当高能的氦核轰击氘化钛金属薄膜时,高能的氦核击中(DD)集团,才会产生三体聚变反应。这旁证了 F-P 效应即冷聚变是可能的。因为当氦钼比大于 0.88 后,氘化钼金属薄膜内,也会存在(DD)的集结现象,使(DD)间的距离变得相当近,从而发生冷聚变。Jirohta Kasagi 等人的测量结果是:在入射氦核的能量从 90 keV 到 170 keV 时,反应(6)的 α 粒子(${}^4\text{He}$)在三体聚变反应中的产额与反应(2)二体聚变反应中质子产额的比为 1×10^{-6} 到 2×10^{-6} 左右。

4 展望

由于美国能源部对冷聚变研究的重新评价,可以预见,世界

各国将掀起新一轮的冷聚变研究高潮。我们目前对冷聚变研究的期望值不能过高。回顾一下热聚变研究的历史,20 世纪 50 年代就开始了热聚变研究,当时,前苏联的热聚变科学工作者宣布,20 年内,可有商用热聚变反应堆。但今天 50 多年过去了,并没有看到商用热聚变反应堆。目前,全世界的热聚变科学工作者正准备协同合作,花费 100 多亿美元,在法国建造联合热聚变反应堆。而冷聚变研究只有 15 年的历史,考虑到其在财政上得不到国家的支持,很多国家停止了冷聚变研究;又顶着“病态科学”的坏名声,目前不少人可能仍然认为,冷聚变研究是“病态科学”;文章不能在著名的科学杂志上发表,大众对冷聚变研究的进展毫不知情,要改变这种状况,恐怕还需要很长时间。

冷聚变研究是交叉科学,牵涉到材料科学、凝聚态物理科学、化学、量热学、核物理,应该由国家权威领导部门出面,组织多部门联合攻关,才能取得更大进展。

参考文献(References)

- [1] Toni F. *Physics Today*, 2005, (1): 31
- [2] Peter L H, Michael C H M, David J N, et al. New physical effect in metal deuterides, <http://www. LENR-CANR.org>
- [3] Edmund S. My history with cold fusion, <http://www. LENR-CANR.org>
- [4] Jones S E, et al. Neutron emissions from metal deuterides(C), In: 10th Inter Conf on Cold Fusion 2003 Cambridge, MA U.S.A
- [5] Jones S E, et al. Charged-particle emissions from metal deuterides[C], In: 10th Inter Conf on Cold Fusion 2003 Cambridge, MA U.S.A
- [6] Jirohta K, et al. *J Phys Soc Japan*, 1995, 64(3): 777-783

(责任编辑 王 芷)

·图片科技新闻·

中国科协 2005 年学术年会在新疆召开



图 1 学术年会主会场



图 2 周光召主席致开幕词



图 3 颁发求是杰出科学家奖



图 4 热烈讨论



图 5 分会场一瞥



图 6 维族学生听院士报告

8 月 20 日至 24 日,中国科协 2005 年学术年会在新疆召开。5 000 多名来自全国各地科研、生产、教学、管理第一线的科技工作者围绕着“科学发展观和资源可持续利用”的大会主题开展学术交流。大会开幕式由中国科协党组书记邓楠主持,中国科协主席周光召院士在开幕式上致词。中共中央政治局委员、新疆维吾尔自治区党委书记王乐泉,全国人大常委会副委员长、中国科学院院长路甬祥,国务委员陈至立等党和国家领导人出席开幕式并讲了话。开幕式上,中国科协和求是基金会对本年度获得“求是”科技大奖的专家进行了表彰。由于在量子信息论和量子论基本问题等世界学术前沿领域取得了一系列开创性成果,并将我国多粒子纠缠态试验研究带入国际领先水平,中国科技大学年仅 36 岁的潘建伟教授获得了“中国科协求是杰出科学家奖”,朱碎焕、王传福等 19 位科学家获“中国科协求是杰出青年奖”。

中国科协 2005 年学术年会是继 1999 年至 2004 年分别在杭州、西安、长春、成都、沈阳和博鳌成功举办六届学术年会后的又一次科技界盛会,除主会场外,本次学术年会还有 51 个分会场同时在乌鲁木齐召开学术会议。根据新疆维吾尔自治区的发展特点和需求,年会还专门组织了 12 个新疆专题论坛,并举办了第三届中国科学院-新疆科技合作洽谈会。与前六届学术年会相比,本届学术年会更加强调“大科普”功能,除在大会报告中充分体现科普功能外,还举办了一系列大型科普展览,以及“百名院士、专家进百校”、“大手拉小手,科普报告新疆行”等科普活动。

根据年会组委会安排,我社组织承办了本届学术年会第 48 分会场——主题为“以科学发展观促进科技的创新”的学术沙龙。中国科协书记处书记、科技导报社社长兼主编冯长根教授出席了沙龙开幕式并强调,追求真理、繁荣学术、造就人才是学术会议的核心价值;中国航空学会副理事长、中国工程院院士张彦仲研究员做了“建设节约型社会与科技创新”的精彩主题报告,章维一、张剑清、吐尔根·依布拉音等 7 位科技工作者分别做了报告交流,102 名代表出席了第 48 分会场的学术沙龙讨论。

(本刊记者 苏 青)