

所谓的明锐衍射花样,无论从数学还是物理的角度看都有含混的地方.衍射在数学上是当作傅里叶变换处理的,当实空间的结构为无穷大的周期结构时,衍射斑点由 δ -函数给出,这时它们确实是“clear-cut”.对于有限尺寸结构的实际衍射花样的测量数据,其实不足以通过逆变换给出原子的精确位置.对于周期性的晶体结构这不是太大的问题,而基于衍射数据确实难以构造出准晶的三维结构,给出原子的精确位置^[9].可以想象,大尺度结构单元的准晶,其结构的严格性可能受到更多的不确定因素的影响.正是基于这样的事实,文献[8]中利用干涉花样作为模板有一定的局限性,有理由猜测这样得到的准晶中很容易产生缺陷.何时人们能够象生长晶体一样将配料混合后置于适当的条件下就能得到预期的准晶结构,恐怕还要等待数学、物理学、化学和材料科学等诸学科更深入的研究成果.

参考文献

- [1] Ervin Schrödinger. What is life? Cambridge. 1948
- [2] Shechtman D, Blech I, Gratias D *et al*. Phys. Rev. Lett., 1984, 53, 1951
- [3] Bindi L, Steinhardt P J, Yao N *et al*. Science, 2009, 324, 1306
- [4] Zeng X B, Ungar¹ G, Liu Y S *et al*. Nature, 2004, 428, 157
- [5] Hayashida K, Dotera T, Takano A *et al*. Phys. Rev. Lett., 2007, 98, 195502
- [6] Talapin D V, Shevchenko E V, Bodnarchuk M I *et al*. Nature, 2009, 461, 964
- [7] van Blaaderen A. Nature, 2009, 461, 892
- [8] Mikhael J, Roth J, Helden L *et al*. Nature, 2008, 454, 501
- [9] Glotzer S C, Keys A S. Nature, 2008, 454, 420
- [10] 曹则贤. 物理, 2008, 37, 74 [Cao Z X. Wuli (Physics), 2008, 37, 74]
- [11] Lu P J, Steinhardt P J. Science, 2007, 315, 1106

· 物理新闻和动态 ·

金属流体的自搅动

在核聚变反应装置中,为了保护装置的内壁不被热等离子体撞击,常常在内壁上涂上一层钨.但固体的涂料层常因受热而产生裂纹,从而与热等离子体发生反应,反应后产生的物质能使热等离子体冷却.根据实验证实,金属流体可以对装置起更好的保护作用,因为金属流体可像瀑布似的沿壁向下流动,然后再用泵将流体提升到顶部或者利用多孔介质通过毛细作用使流体上升.

在流体学中,一般将通过磁场与温度控制的流动称为温差磁流体动力流(thermoelectric magnetohydrodynamic, 简称为 TEMHD),这是在 1979 年核聚变反应中出现的一种现象,但对于如何控制其流动性等技术问题一直没有完全解决.这个现象从物理角度来看,就是在金属液体中产生了温度差后形成流动而产生的电流(热电效应).这时若有外部磁场存在,就会对整个电流产生一个作用力,这类类似于在垂直磁场作用下的载流导线会感受到一个侧向的力一样.

最近 20 年来,并没有在有控制的实验中直接观察到这个感应运动,直到 2005 年在普林斯顿核聚变反应实验中,研究者们注意到在用电子束加热锂液体时出现了金属液体的流动,当时他们认为这是由于热引起的金属表面张力差造成的流动,即所谓的马拉高尼效应(maragoni effect).为了能更精细地研究这个奇特的现象,Illinois 大学的 M. Jaworski, D. Ruzic 和他们的同事,用一个长、宽各为 10cm, 高为 1cm 的浅盘作为容器,在容器内装入熔化后的金属锂液体,并对其加上磁场;接着用一束带状的电子束去冲击锂液体,使其在液体表面以线状聚焦热点.他们惊奇地发现,TEMHD 机制在液体内部产生了一个涡流.显然这不是马拉高尼效应.这是一个由温差导致的电流,它在浅盘底部沿着锂与不锈钢间的界面流动,盘中的电子从热中心处流出后再流向金属液体中温度更高的区域,从而形成了一个电子回路.这种依赖于金属界面间的热电效应实际上就是热电偶温度计的基本原理,即在两种不同金属间的温差会产生一定的电压差,外加磁场促进了电流的旋转而形成涡流.如果跟随液体表面上杂质的轨迹并拍摄下来,就能测定出液体的旋转速度约为 30cm/s.为了保证实验的精确性,研究组做了多种试验,他们控制磁场的方向来测定液体旋转的方向;他们在锂液体下放上绝缘层来阻止锂液体的流动等.所有这些实验结果仍然符合 TEMHD 理论的数值.由此可见,这是一个典型的 TEMHD 现象.

对于核聚变反应来说,利用磁场与温度梯度来控制金属流体的流动和旋转,可以起到去除等离子体中杂质的作用,这种作用称之为等离子体的偏滤器,它可以保持热等离子体的温度.当然这个工作对于冶金学中金属合金的生成也能起一定的作用.

(云中客 摘自 Physical Review Letters, 5 March 2010)