

高温铁基超导的中国热度

本报记者 张保淑

作为国家科技创新能力重要标志之一,国家自然科学奖一等奖旨在奖励我国在数学、物理学、化学、天文学等基础研究,信息和工程技术和应用基础研究等方面,阐明自然现象特征和规律,作出突破性进展的科研人员,其评选结果备受瞩目。在经历连续3年空缺之后,该奖终于在日前再次颁出。而获此殊荣的就是中国科学院物理所和中国科技大学的“40K以上铁基高温超导体的发现及若干基本物理性质研究”,这也是中国超导体研究领域继1989年凭借“液氮温区氧化物超导体的发现”摘得此奖后第二次问鼎该奖项。

终结连续3年空缺、14年内两度获国家自然科学奖一等奖,中国超导科技取得的辉煌成就和影响远远超出了学术、科研和工业制造领域,其放射出的令人炫目的光彩吸引了社会公众普遍关注的目光。

“40K以上铁基高温超导体的发现及若干基本物理性质研究。”以准确严谨的科学语言描述的这一获奖成就,在外行听来免不了一头雾水,不知所云。然而,作为超导科技的重大突破,该成就无疑会大大推进人类对超导现象和本质的认识,并将可能催生一大批新的技术创新,进而深刻改变我们的工作和生活方式。正如获奖者之一、中科院教授陈仙辉所评价的那样:“有人说,人类文明史可以用材料来划分,石器时代、青铜时代、铁器时代……那么,下一个可以用来划分时代的材料就是超导体。超导研究百年不衰的原因之一,就是为发现室温超导体,它将给人们生活带来翻天覆地的变化。到那个时候,我们可能生活在《阿凡达》电影中,居住在悬浮的超导屋里,出门坐上无轨无轮的超导体,甚至手机、手提电脑充一次电就能用上好几个月。”

超导是20世纪最伟大的科学发现之一,指的是某些材料在温度降低到某一临界温度,或超导转变温度以下时,电阻突然消失并且不能被磁场穿过的现象。具备这

种特性的材料称为超导体。在超导研究的历史上,已经有包括发现者荷兰人卡麦林·昂尼斯在内的10位科学家5次诺贝尔奖,其科学重要性不言而喻。

物理学家麦克米兰根据传统理论计算断定,超导体的转变温度一般不能超过40K(约零下233摄氏度),这个温度也被称为“麦克米兰极限温度”。1986年,德国科学家与瑞士科学家发现以铜为关键超导元素的铜氧化物超导体,转变温度高于40K,因而被称为高温超导体。很快包括中国科学家在内的研究团队将铜氧化物超导体的临界转变温度提升到液氮温区以上,突破了麦克米兰极限温度,使其成为高温超导体。遗憾的是铜氧化物高温超导体家族有两个主要缺陷:一是作为金属陶瓷材料加工工艺严苛,二是高昂的综合成本影响广泛应用。此外,铜氧化物超导并没有揭示高温超导体电性机理丰富的物理内涵。要揭开高温超导的原理,广泛应用,寻找临界温度更高的超导体势在必行。2008年2月,日本一个研究组发现在铜铁砷化合物中存在转变温度为26K(零下247.15摄氏度)的超导性,揭示了铁砷化合物的超导性。

竞逐超导百年史

日本的上述研究结果引起了中国科学家的注意。赵忠贤和团队成员分析后认为,铜氧化物不是孤立的,26K的转变温度大有提升空间,类似结构的铁砷化合物中很可能存在系列高温超导体。之后,中国科学技术大学陈仙辉研究组和王楠林研究组几乎同时在实验中分别观测到了43K和41K的超导转变温度,突破了“麦克米兰极限”,证明铁基超导体是继铜氧化物后的又一类非常规高温超导体,在国际上引起极大轰动。中科院物理研究所赵忠贤研究组将该类铁砷化合物的超导临界温度提升至55K(零下218.15摄氏度),利用高压合成技术制备出一大批不同元素构成的铁基超导材料并制作了相图,这标志着铁基高温超导体家族基本确立。中国科学家在铁基高温超导方面发表了一系列研究论文,引起了国际

觅得铁基高温超导

同行的极大关注。据不完全统计,中国科学家在铁基超导体研究上的8篇代表性论文SCI他引达到3800多次,20篇主要论文SCI他引达到约5150次。2013年2月,中国科学院国家科学图书馆统计数据,世界范围内铁基超导研究领域被引用数排名前20的论文中,9篇来自中国,其中7篇来自物理所。《科学》《自然》等国际知名学术刊物纷纷对其作出专门评述,或将其作为亮点进行跟踪报道。中国科学家的铁基超导体工作研究也因此被评为《科学》杂志“2008年度十大科学突破”、美国物理学会“2008年度物理学重大事件”及欧洲物理学会“2008年度最佳”。

中国科学家的出色表现赢得了国际同行的高度评价。美国佛罗里达大学教授、著名理论物理学家彼得·赫胥菲尔德说:“一个或许本不该让我惊讶的事实就是,居然有如此多的高质量文章来自北京。他们的出色表现证明中国确实已经进入到了凝聚态物理强国行列。”

高温超导材料的用途非

常广阔,大致可分为3类:大电流应用、电子学应用和抗磁性应用。大电流应用即超导发电、输电和储能;电子学应用包括超导计算机、超导天线、超导微波器件等;抗磁性主要应用于磁悬浮列车和热核聚变反应堆等。而中国科学家在高温超导体方面取得的突出研究成果,特别是确立的新的超导家族以铁为关键化学元素,与传统铜氧化物高温超导体相比,在工业上更加容易制造,同时还能够承受更大电流,具有更广泛应用价值,为全面变革人类生产和生活奠定了基础。

在传统高温超导体应用方面,近年来国内外已相继研制成功了多种应用超导体器件和材料,这些成果已经渗透到人类的工作、学习和生活中。比如,高温超导滤波器已被应用于手机和卫星通讯,并明显改善通信质

催生全新超导时代

量;超导量子干涉器件装备在医疗设备上使用,则大大加强了对人体心脑血管探测检查的精确度和灵敏度;世界上首个超导示范变电站也已在我国投入电网使用,其体积小、效率高、无污染等优点引领着未来变电站发展趋势。

赵忠贤坦言,与同时期处于研发高潮的激光技术相比,超导科技的应用还远远不够,其在科学研究、信息通讯、工业加工、能源存储、交通运输、生物医学乃至航空航天等领域中的广泛而重大应用价值没有得到充分开发。而他看来,促进超导应用实现跨越式发展的途径不外乎两个方面,一是发展和改进现有实用超导材料的制备工艺,提高制冷系统的性能,提高可靠性和降低成本,同时大力开拓和培育应用市场。二是探索新的更适于应用的超导材料。随着人们对铜氧化物超导体及铁基超导体的微观机理的了解,凝聚态物理学将迎来新突破,更适于应用或具有更高临界温度的超导体将可能被发现,一旦取得决定性突破,甚至实现室温超导,人类将迎来梦寐以求的超导时代。

科幻电影《阿凡达》中的悬浮山,其悬浮的秘密在于山中蕴藏精神奇异的超导矿石



中国磁悬浮列车想象图

你可能不知的超导16大应用



超导驱动船



超导磁悬浮板

高温超导材料的用途非常广阔,大致可分为3类:大电流应用、电子学应用和抗磁性应用。具体来说,超导可以被广泛地应用到以下领域:

- 1.核聚变。**卡马克装置内的超导磁体用来束缚高温反应粒子,实现核聚变。
- 2.能量储存。**超导储能磁体能长时间、大容量地储存能量,用于军事上即聚能武器,可以把能量汇聚成极细的能束,沿着指定的方向,以光速向外发射能束,来摧毁目标。
- 3.电机制造。**超导发电机中的超导磁体可以产生远大于普通磁体的磁场,使磁流体发电的输出功率大大提高。
- 4.电磁推进。**超导电磁推进系统,它能产生很大的推力而又比常规动力系统节省能源。把它用于军事上可以使我们获得高航速、低消耗的舰艇。
- 5.加速器。**超导磁体增大了磁场,从而增强了偏转和集束能力,使各通道长度大幅减小,因而可以用做超导磁体同步加速器。
- 6.变压器。**高温超导交流损耗小,而

且绝缘转变容易,变压容易。

- 7.超导磁分离装置。**可以进行选矿,明显提高分离率。
- 8.医用超导磁体。**医生可以将制成超导铁磁性的药剂输入人体,通过外部磁场,控制该药剂达到患处,以治疗常规药物无法治疗的癌症等疾病。
- 9.医用射频超导量子干涉磁强计。**应用该技术的设备分辨率高,可以给出人体心(脑、眼)等部位的精准磁图,以确定这些部位的生理和病理状态。
- 10.超导核磁共振成像仪。**超导磁体能够提高精度及图像的清晰度。
- 11.超导计算机。**它有很高的测量精度和稳定性。在运算速度上它比现在已有的计算机提高1-2个数量级。其电路功耗显著降低,并且逻辑器件开关灵敏度高。
- 12.超导测辐射热计。**为了提高测辐射热计的灵敏度,就必须使它在低温下运行,利用超导体的某一种随温度而急剧变化的性质,超导体就可以成为有效的探测元件。
- 13.超导陀螺仪。**它是一个高速旋转

的超导球,利用磁场控制,转速更高,反应更快。

- 14.超导重力仪。**可以用来研究地球的弹性性质、监测长周期地壳运动和预测地震等。
- 15.超导开关。**这种开关可以分为电阻开关和电感开关。电阻开关是利用超导体以下性能:若改变磁场、电流和温度三个参量的任何一个,就可以使它从零电阻态变到有阻状态。电感开关可以用来靠近它的超导体作正常态和超导态之间的转变,或移动电路元件附近的超导表面,使它发生相同转变,制成开关。
- 16.超导磁悬**

浮列车。利用超导材料的抗磁性,将超导材料放在一块永久磁体的上方,由于磁体的磁力线不能穿过超导体,磁体和超导体之间会产生排斥力,超导体就可以悬浮在磁体上方。利用这种磁悬浮效应,可以制作高速超导磁悬浮列车。

(珏 晓)



超导磁悬浮列车

俄正式批准转基因农作物

据俄罗斯媒体近日报道,该国已正式批准使用转基因技术种植农作物。目前,俄罗斯的14个地区都已宣布自己是“转基因自由区”,其中包括莫斯科、圣彼得堡、别尔哥罗德等地。一般情况下,通过改变马铃薯、大豆、玉米和甜菜等细胞的基因,作物的产量可增加3倍,所以转基因育种是很有价值的。美国就曾提出入侵遗传学,当地的学术机构也已经花费很多资金,用来证明转基因食品没有危害。但在俄罗斯,对这一专业的研究此前一直未曾进行。

根据法律规定,俄罗斯的食品标签上应注明是否为转基因,但生产商都不愿意做此标记。对此,俄罗斯国家杜马副主席安德烈·图马诺夫解释称,由于缺少对转基因作物的宣传,制造商不得不将此类商品做得极其廉价,以这样的方式来增加顾客的信心。为了促销,那些原则上可能是转基因的食品也会标注“非转基因”,比如酸奶。

“民众有必要知道的是,化肥和农药比转基因作物更有害。”图马诺夫称,种植转基因作物是大势所趋,人们迟早都会对转基因作物改变看法,因为如果没有此类育种方法,农业将会陷入僵局,也不可能带来新的作物品种。而且,事实证明,转基因食品应该对人类健康是没有危害的,植物基因并不影响人类基因。如今,俄罗斯商家也不得不承认转基因作物,否则将违反俄罗斯联邦的法律。

(子 轩)

广东金融高新区发力互联网金融

本报电 由中国电子商务协会批准设立的广东金融高新技术服务区“中国电子商务互联网金融创新基地”近日在佛山市举行揭牌仪式。这是广东金融高新技术服务区向互联网金融领域迈出的坚实一步。广东金融高新区成立6年多来,坚持“金融后援基地,产业金融中心”的定位,辐射亚大的金融后援基地已效应初显,金融后台、服务外包及私募创投等各类金融要素逐步集聚。截至目前,金融高新区已引进了私募创投基金80个,募集资金达190亿元,为园区内的小微企业和科技型企业提供较好的融资支持。2013年,广东金融高新区股权投资中心、佛山民间金融街等平台相继投入使用,专注于中小微企业及科技企业的发展与融资需求,极大地释放了民间资本活力。

(林琪瑜)