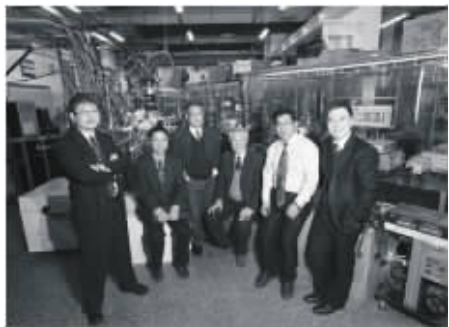


40K 以上铁基高温超导体被中国科学家发现



中科院院士赵忠贤(左四)和团队在高温超导实验室里,从左至右分别为:丁洪、王楠林、方忠、赵忠贤、陈仙辉、闻海虎。

1月10日,北京人民大会堂。国家科技奖励大会在这里隆重举行。会上,党和国家领导人向获得2013年度国家自然科学奖的项目颁奖。只见中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室(筹)(以下简称“物理所”)研究员、中科院院士赵忠贤走上主席台,从国家主席习近平手中接过自然科学一等奖证书。在连续三年空缺之后,“40K以上铁基高温超导体的发现及若干基本物理性质研究”在基础科学领域拔得头筹。这一刻是中国物理人的光荣,也是中国科技界的光荣。

赵忠贤,一个中国科技界十分熟悉的名字。1986年,赵忠贤等就因为“液氮温区氧化物超导体的发现及研究”走在当时世界超导领域的最前沿,这项工作于1989年获得国家自然科学一等奖。24年后,赵忠贤等人再次摘得自然科学一等奖的桂冠。不过,这次获奖比上次更让人欣喜:因为取得40K以上铁基高温超导体的突破,是一支老、中、青三代相结合的研究团队,包括赵忠贤、陈仙辉(中国科技大学)、王楠林、闻海虎、方忠、靳常青、丁洪、任治安、陈根富等。

铁基高温超导在中国“井喷”?

超导是物理世界中最奇妙的现象之一,它的发现已有百年历史。

1911年,荷兰莱顿大学的卡末林·昂内斯意外地发现,将汞冷却到-268.98℃时,汞的电阻突然消失了。后来他又发现许多金属、合金都具有与汞相类似的低温下失去电阻的特性。卡末林将汞的这种特殊导电性能称为超导态。由于这一物理新发现,卡末林获得了1913年的诺贝尔物理奖。

此后,物理学家麦克米兰根据传统理论计算推断,超导体的转变温度不能超过40K(约-233℃),这个温度也被称为麦克米兰极限温度。此理论意味着若要实现电阻为零的超导态,必须要有极低温环境,这便给超导应用带来困难。

人类对超导的应用是否只能被限制在40K以下?抑或是麦克米兰所依据的传统理论本身存在缺陷?40K麦克米兰极限温度能否被突破?为了探索这些问题,几十年来,世界各国的科学家们做了无数次尝试。特别是相对于麦克米兰极限所描述的低温环境,科学家们研究超导的美好愿望就是找到40K以上的“高温”超导。

1986年初,欧洲科学家贝德诺兹和缪勒发现以铜为关键超导元素的铜氧化物超导体,转变温度达到35K。这一年的9月份,赵忠贤坐在物理所图书馆翻阅着最新一期的《物理学》杂志,当读到贝德诺兹和缪勒发表的文章时,他陷入了长时间的思考。他认为缪勒的想法是有道理的,就是要充分利用材料结构的不稳定性来实现高温超导。10月中旬,赵忠贤便与物理所其他科研人员合作,开始了铜氧化物的超导体研究工作。

到12月20日,赵忠贤等人在镧铜铜氧中实现了起始温度为48.6K的超导转变。紧接着,在第二年的2月19日,赵忠贤等人又在钇钡铜氧中发现了起始温度高于100K、中点温度为92.8K的超导转变。在此之前,世界上一切超导研究都必须采用昂贵并难以使用的液氮来使超导体达到转变温度,这对超导研究形成了巨大障碍。赵忠贤团队是使用液氮来达到超导转变温度的,这一方法为超导研究开辟了新天地,大大方便和加速了全世界的高温超导研究。5天以后,中国科学家正式公布了这一最新成果。

那一时期,国际上经常有高温超导的最新成果发布,世界范围内形成了“超导热”。但这之后的20多年时间里,超导体研究一直停留在铜氧化物领域。这种材料易脆,作为输电缆应用时延展性与柔性不够好,在大范围的普及应用上仍有一定困难。在突破了麦克米兰极限之后,全世界科学家们对超导材料的探索又一次陷入了迷茫。到上世纪90年代中后期,国际物理学界倾向认为铜氧化物超导体能给出的信息基本上被挖掘殆尽,通过铜氧化物超导体探索高温超导机理的研究遇到了瓶颈。随着时间的推移,超导研究的热度逐渐降低,很多研究者在数次碰壁后纷纷转移到其他研究领域。

但是,物理所和中科大的超导团队没有转,仍然坚守着“冷板凳”。这“冷板凳”一坐就是20年。

赵忠贤还在研究超导。他带着自己

中国首次300米饱和潜水作业成功

1月12日凌晨2时22分,80后小伙儿管猛从潜水钟里钻出,像鱼儿一样游动,对海底进行探摸。有着丰富潜水经验的他又一次来到童话般的海底世界。而这一次,是他从没尝试过的300米深海。

“可上九天揽月,可下五洋捉鳖”,是中国人探寻自然的梦想。如今,我国深海饱和潜水又一次挑战了极限。

潜水大事记

2007年11月,上海打捞局与DIVEX公司签订了300米饱和潜水系统建造合同。该系统主舱为9人双舱减压舱,辅舱为6人双舱减压舱,潜水钟为3人钟,最大深度可达300米,这是我国最先进的饱和潜水系统,也代表了当今的国际先进水平,具有更加安全、经济和高效的使用特点。

合同签订两年后,2009年11月17日,设备系统交付使用,从这一天起,我国拥有了300米深水潜水作业的设备能力。

2011年,上海打捞局做好了300米

一届又一届的学生持之以恒地做着实验,无数次的制备、观察、放弃、重新开始。终于,这个“冷板凳”被他们坐热了,在铁基高温超导体的探索上揭开了新的篇章。

在超导百年的研究史中,从来就没有人看好铁基材料一族。赵忠贤说,超导体有两个基本性质:一是零电阻,二是抗磁性。铁由于自身的铁磁性从来就不为超导研究者所青睐。以前也曾有科学家用含有铁成分的材料试验超导,但也仅限于3K、5K,离40K的麦克米兰极限温度相距甚远。

2008年2月18日,日本东京工业大学的细野秀雄教授与合作者在《美国化学会志》上发表了一篇两页的文章,指出氟掺杂镧氧铁砷(LaOFeAs)化合物在26K(-247.15℃)时具有超导电性。虽然26K距40K也还有一段距离,但它立刻引起了中国科学家的高度关注。

在长期研究中保持着跨界关注习惯的物理所陈根富和王楠林小组立即捕捉到了这一消息的价值,他们迅速转向制作掺杂样品,一周内实现了超导并测量了基本物理性质。几乎与此同时,闻海虎研究组通过在镧氧铁砷材料中用二价金属Sr替换三价的La,发现有25K以上的超导电性。

铁基高温超导在中国南北同时开花。在安徽合肥,中国科技大学从上世纪80年代以来,也一直在高温铜氧化合物超导研究领域开展工作,并于1992年成立了中科大超导研究所,是我国超导研究的重要基地之一。3月25日,中科大的陈仙辉研究组在SmO1-xFxFeAs体系常压下发现超导转变温度为43K的超导电性,这一结果突破了传统超导的麦克米兰极限,证明铁基超导体是除铜氧化物之外的又一类非常规高温超导体。磁性离子钐(Sm)取代非磁性离子镧(La)实现的超导转变温度大幅提高也表明铁基超导体具有非常规的超导电性。这项研究成果发表在《自然》杂志上,迄今被引总次数已超过900次。

在北京,3月26日,王楠林、陈根富也独立发现临界温度超过40K的铁基超导体,证实为非传统超导。

3天后,赵忠贤、任治安通过氟掺杂的镱氧铁砷化合物的超导临界温度可达更高的52K(-221.15℃);4月初该研究组又发现无氟缺氧钐氧铁砷化合物在压力环境下合成超导临界温度可进一步提升至55K(-218.15℃),创造了世界铁基超导体临界温度的最高纪录。

与此同时,王楠林研究组与从事理

论研究的方忠研究组合作,最早提出了铁基超导材料母体中的条纹自旋密度波相,随后便为物理所戴鹏程和美国另一个研究组的中子散射实验证实。一时间,世界上数十家一流的研究机构都向物理所要求提供样品。

为了进行更加系统和深入的研究,必须合成一系列的铁基超导材料才能提供全面、细致的信息。赵忠贤研究组利用高压合成技术高效地制备了一大批不同元素构成的铁基超导材料,转变温度很多都是50K以上的,创造了55K的铁基超导体转变温度纪录并制作了相图,这被国际物理学界公认为铁基高温超导家族基本确立的标志。

那一时段,中国铁基高温超导研究成果像井喷一样涌现。赵忠贤说,那是激动人心的日日夜夜,每两三天我们就会有新的成果展现给世界。

2008年以前,科学家们只找到了铜氧化物一个高温超导体家族。但这个家族的成员属于金属陶瓷材料,其加工工艺严苛,综合成本相当高,影响了它的广泛应用;此外,关于这一家族的高温超导电性的机理一直也没有解决。而由中国科学家新合成的系列铁基高温超导体被确认为第二个高温超导家族,中国创造并保持了铁基超导体临界温度的最高纪录。

铁基高温超导应用前景广泛?

也许大多数人都不知道,其实超导已经或多或少地走进了人们的生活。近年来,国内外相继研制成功了多种超导材料和超导应用器件,超导正在为人类的工作、学习和生活提供着便利。如高温超导滤波器已被应用于手机和卫星通讯,明显改善了通讯信号和能量损耗;世界上各医院使用的磁共振成像仪器中的磁体基本上都是由超导材料制成的;使用的超导量子干涉器件装备在医疗设备上使用,大大加强了对人体心脏探测检查的精确度和灵敏度;世界上首个示范性超导变电站也已经在我国电网投入使用,它具备体积小、效率高、无污染等优点,是未来变电站发展的趋势;目前可以量产的高温超导线材的传输能力是传统铜电缆的10倍之多,可以自动抑制电网中的脉冲现象,并且具有体积小特点,将成为城市电力的重要组成部分……

专家甚至预测,比高铁快近一倍的超导磁悬浮列车,比现有计算机快数十倍的超导计算机,还有基于超导技术的导弹防御和潜艇探测系统,都将在不远的未来走进我们的生活、生产和国防。

《科技日报》2014.1.11文/李大庆

潜出,在海里巡潜工作到14时。然后,乘坐潜水钟“电梯”,返回生活舱。

中国航天人实现了中华民族千年飞天梦,中国救捞人正在实现中国人的千年深海探宝梦。

什么是饱和潜水?

深潜水是世界各国正在攻关的尖端难关,实现深潜水的关键技术,就是饱和潜水。

据300米饱和潜水现场总指挥郭杰介绍,潜水深度每超过10米,压力就增加1个大气压。潜水员潜水完毕后,人必须减压。如果不减压,在高压下溶解进潜水员身体内的惰性气体会残留在身体组织中,造成严重的减压病,甚至危及生命。在常规潜水中,60米水深下,潜水员只能工作半个小时,就必须出水进入减压舱,进行长时间减压,作业时间很短。

美国1957年提出“饱和潜水”,就是创造出一种环境和条件,使潜水员体内各组织体液中所溶解的惰性气体达到完全饱和的程度,潜水员可以在高压下停留几十天,待作业完成后,一次减压,返



1月12日5时零9分,我国首次深海300米饱和潜水作业取得成功。图为参加饱和潜水作业的6名饱和潜水员在潜水钟前合影。

新华社发回正常生活。这就需要建造一个生活舱,给舱里加压形成高压环境,潜水员在舱里呼吸的气体是氦气和氧气的混合气体。在不同的深度和高压环境下,混合气体的配比和加压时间都不同。1981年,美国完成了第一次实验,3名潜水员在686米的海底,生活工作了7个昼夜。

郭杰介绍,此次作业中,在300米海底,潜水员承受的压力是地面的30倍。作业完成后,需要在减压舱里过11天,才能完成减压。

新华社2014.1.12文/林红梅 齐中熙