

# 赵忠贤:探寻超导世界“新高度”

文·本报记者 李艳



本报记者 周维海摄

“我们口袋里装着许多把钥匙,同时还在不断地制造出新的钥匙,而只有其中一把能够开启科学之门。我们要做的,就是不懈努力,制造、修改每一把钥匙,直到打开这扇大门。也许,此前试验过的那么多钥匙都失败了,于是有人选择了放弃——但谁又能肯定,接下来这把钥匙不会解开未知之谜呢?”

1月9日上午,在人民大会堂,赵忠贤从国家主席习近平手中接过了国家最高科学技术奖证书。他的笑容一如既往地爽朗。

2016年9月,我国研制出全球首根百米量级铁基超导长线。这一消息在业内引起极大的轰动。它被认为是铁基超导材料从实验室研究走向产业化进程的关键一步,在美、日、欧等国家的铁基超导线制备还处于米级水平的时候,我国已走在世界最前沿。这一切,与中科院院士、物理学家赵忠贤八年前在铁基高温超导研究上实现的突破是分不开的。

半个世纪以来,赵忠贤的名字一直与我国超导发展

紧密相连。他在我国最早提出要探索高温超导体;最早建议成立国家超导实验室;他在高温超导研究出现的两次重大突破中都做出了重要贡献,代表中国站到国际物理学界的大舞台;他的研究成果曾两次获得科技界最受瞩目的荣誉之一国家自然科学奖一等奖……

57年前,年轻的赵忠贤从他的家乡辽宁来到北京,那时中国的超导研究才刚刚起步,高温超导更是天方夜谭。如今,赵忠贤培养和影响了一批高温超导研究优秀人才,正在引领中国走在高温超导的前沿。而他本人也因为在高温超导领域的一次次突破,站到了最高领奖台上。

## “北京的赵”蜚声学界

1987年,赵忠贤的研究推翻了传统理论,向世界证明超导临界温度可以超过40K。一时间,世界物理学界震动了。“北京的赵”出现在国际著名物理学刊物上……

1987年是属于赵忠贤的荣耀时刻。这一年,他的名字出现在世界各大通讯社,在世界上刮起了一阵液氮温区超导体的旋风。这一年,他作为五位特邀报告人之一,参加了美国物理学会三月会议。引爆全场,成为中国物理学家走上世界高温超导研究舞台的标志事件。

1986年,欧洲科学家柏德诺兹和穆勒发表了铜-钡-铜-氧体系可能存在35K超导的工作。当时国际超导主流尚未认可这篇论文,而赵忠贤和其他少数几个学者对柏德诺兹和穆勒的论文产生了兴趣。该文中提到的“杨-泰勒”效应与赵忠贤1977年文章中提到的“结构不稳定性又不产生结构相变会导致高的超导温度”产生共鸣,促使他立刻组织团队。在科研条件相对简陋的情况下,开始研究铜氧化物超导体。

从1911年荷兰物理学家卡麦林·昂尼斯在汞研究中偶然发现超导电性开始,超导研究一直吸引着全世界物理学家的目光。麦克米兰根据1972年诺贝尔奖的BCS理论计算,认为超导临界温度不大可能超过

40K(约零下233摄氏度),他的计算得到了国际学界的普遍认同,40K也因此被称为“麦克米兰极限”。为了突破40K麦克米兰极限温度,世界各国的科学家多年以来不断尝试,赵忠贤做到了。

1986年底,赵忠贤团队和国际上少数几个小组几乎同时在铜-钡-铜-氧体系中突破了麦克米兰极限,获得了40K以上的高温超导体。

赵忠贤的研究成果推翻了传统的理论,他向全世界证明超导临界温度是可以超过40K的,突破麦克米兰极限温度的超导体,被称为高温超导体。一时间,世界物理学界震动了。赵忠贤被称为“北京的赵”,出现在国际著名物理学刊物上。

此后,仍在北京的实验室里埋头苦干的赵忠贤“乘胜追击”——1987年2月19日深夜,他的团队独立发现了临界温度93K的液氮温区超导体,并在国际上首次公布其元素组成:钇-钡-铜-氧。这一突破性的发现让赵忠贤团队因此荣获1989年度国家自然科学奖一等奖,他也作为团队代表获得了第三世界科学院物理学奖。

## 时隔20余年再掀高潮

2008年,赵忠贤带领团队将铁基超导体的临界温度提高到50K以上,创造了55K的纪录并保持至今,实现了高温超导研究领域的第二次突破……

曾经有一种说法,科学家的黄金科研时期是短暂的,当青年科学家走过自己的创新高峰期之后就会趋于沉寂。然而,这个说法在赵忠贤这里并不成立。1987年的辉煌已经过去,20年后,赵忠贤的名字再次震动了世界物理学界。这一年他67岁。

2008年,日本科学家Hosono报道在铜-氧-铁-砷体系中存在26K的超导,与赵忠贤“在具有多种相互作用的四方层状结构的系统中会有高温超导电性”的新思路是一致的,他立刻意识到这一类铁砷化合物(后来被称为“铁基超导体”)很可能是新的高温超导体。事实上,赵忠贤在1994年就研究过结构完全相同的稀土-铜-砷-氧体系,但没有用铁元素。

赵忠贤提出了高温高压合成结合稀土元素替代的方案,带领团队很快将铁基超导体的临界温度提高到50K以上,创造了55K的纪录并保持至今,为确认铁基超导体为第二个高温超导体家族提供了重要依据,实现了高温超导研究领域的第二次突破。在这期间,他以67岁的年纪3次带领年轻人几乎通宵工作,

完成了初期最关键的3篇论文。

赵忠贤的铁基超导研究得到了国内外的高度评价。美国《科学》杂志3次报道赵忠贤小组的工作,其中在题为《新超导体将中国物理学家推向最前沿》的一篇文章中对于赵忠贤小组的贡献予以充分的肯定。赵忠贤小组的成果作为“40K以上铁基高温超导体的发现及若干基本物理性质研究”的重要部分,荣获2013年度国家自然科学奖一等奖。

超导体,指的是在一定的温度下,其电阻为零,这就有可能使电力传输无损耗。如果能够实现室温超导,它的社会效益是极大的。问题是怎样找到常温或接近常温的超导材料。假如能找到-80℃的超导材料(或:假如能够实现-80℃的超导),就能用在南极,如果能找到-50℃的超导材料,就能用在西伯利亚。赵忠贤在铁基超导研究中的突破让铁基超导材料走向应用成为了可能。铁基超导材料在工业、医学、通讯、国防等诸多领域具有广阔的应用前景,被认为是最具发展前景的新型高温超导体之一。

## 一生只做一件事

“现在社会上各种诱惑很多,好像很多选择都比做科研赚钱,但如果选择了科研这条道路,不妨安心下来,坚持一下,我相信你们坚持十年一定会有重大突破。”

赵忠贤人生中最“郁闷”的时期是上世纪八十年代。国际物理学界在探索高温超导体的研究上遇到了瓶颈,相关研究跌入低谷。国内的研究也受了影响,很多团队解散。

赵忠贤的研究完全停滞,这期间他不得不赴美一年帮着别人做研究,但最终他发现那不是自己喜欢的高温超导方向,于是迅速决定回国。

回国以后,他又不得不面对窘境——没有设备,没有团队,没有经费。

“热的时候坚持,冷的时候也坚持。”赵忠贤带领超导团队坚守这块阵地,持之以恒地进行实验。经费有限,他曾与同事自己动手绕制烧结炉,也曾将趁着“大减价”时淘换来的“土炮”当作“重型武器”使用。

1986年底到1987年初,赵忠贤和同事们夜以继日地奋战在实验室中。饿了,就煮面条;累了,轮流在椅子上打个盹。在最困难的时候,他们充满信心,相互鼓励:“别看现在这个样品不超导,新的超导体很可能就诞生在下一个样品中。”

最终赵忠贤等到了。

中科院超导国家重点实验室研究员孙力玲与赵忠贤共事多年,她在接受科技日报采访时说,赵老师

给我印象最深的就是他对科研方向的坚持,他真的做到了扎下根,决定一个方向后就全力以赴。

在赵忠贤看来,搞科研最重要的一点是能够迅速抓住问题的本质,并驾驭自己的知识和能力去解决它。他在接受科技日报采访时说:“如果说我做科研有什么优势,那就是我的科研直觉比较准,我能够感觉到正确的方向在哪里。而这种科研直觉来自于大量的经验,来自于在长期坚持后的积累,长期积累的升华吧。”

赵忠贤跟学生们说,不要只盯着论文,要真的去解决科学问题;坚持十年,一定会有突破。“现在社会上各种诱惑很多,好像很多选择都比做科研赚钱。但如果选择了科研这条道路,不妨安心下来,坚持一下,我相信你们坚持十年一定会有重大突破。”他说。

他跟身边人开玩笑说,就好比打麻将,你若一直打,也总有和牌的时候。“我们口袋里装着许多把钥匙,同时还在不断地制造出新的钥匙,而只有其中一把能够开启科学之门。我们要做的,就是不懈努力,制造、修改每一把钥匙,直到打开这扇大门。也许,此前试验过的那么多钥匙都失败了,于是有人选择了放弃——但谁又能肯定,接下来这把钥匙不会解开未知之谜呢?”赵忠贤说。(科技日报北京1月9日电)

## “大咖”印象

### “这个老头还不错”

“千万不要说我还科研一线工作,这不符合实际!”赵忠贤在接受采访时一再说:“超导研究经常要自己磨样品,在毫米量级甚至更小的材料上接引线,这些活年轻人才能做。我现在眼花了,手抖了,就算在显微镜下也做不好。所以不能说我在第一线工作,千万不能!”

他还秉承一贯的风趣幽默跟团队成员们开玩笑说,在老年痴呆之前他还能帮着你们出主意,探讨一下科研方向,一旦发现他出现了老年痴呆的前兆必须马上提醒他闭嘴。

从前几年开始,赵忠贤把更多的精力投入到为年轻人把握科研方向和营造好的科研环境上。他说:“虽然超导研究的两次热潮我都赶上了,而且也做出了成绩,但仔细分析我也错过了好多机会。我希望将自己的这些经验教训分享给年轻科研工作者,让他们少走些弯路,取得更大的成绩。”

到现在,赵忠贤还带着四名博士生,因为他实在喜欢年轻人,喜欢跟他们交流,听听年轻人的想法。“我鼓励实验室里的年轻人什么都可以做,不怕失败,要不断创新、不断尝试。”赵忠贤说,他的团队在20世纪90年代就曾经做过和铁基超导体的结构相同的材料,只不过用的是铜。“铁具有磁性,不利于超导,所以我压根没往那上想。现在回过头来看,思想应该再解放一些。”赵忠贤说。

他的团队成员超导国家重点实验室研究员董晓莉告诉科技日报记者,赵忠贤很幽默,大家都爱跟他聊天。赵忠贤对超导历史很熟悉,他不仅记得像元素组成、超导温度这些重要参数,很多超导体团队可以报出发现年代、发现者的名字。他还常常跟团队成员包括学生们分享名人轶事,“再带点科学家八卦什么的”,让大家哈哈大笑的同时把知识给记住。

在大家的眼中,赵忠贤就是个带着东北口音的逗趣老爷子,而在他自己看来,只要这些年轻人觉得“这个老头还不错”他就挺高兴。

## 光影人生



1987年赵忠贤(右)在自制的烧结YBCO的炉子边与黄玉珍的工作照



1987年9月,第三世界科学院Salam院长授予赵忠贤(左)TWAS奖



1992年前后,赵忠贤在实验室工作中

## 峥嵘

### 艰苦岁月 坚守科研

赵忠贤1964年从中国科技大学毕业分配到中国科学院物理研究所,在他的回忆里当时的科研条件是艰苦的,却又是快乐的。

1911年人类发现超导,而这一年中国还在辛亥革命。一直到上世纪50年代,中国低温物理与低温技术研究的开创者之一洪朝生先生回国才带着国内的年轻学者,首先实现了氦和氖的液化。

我国当时在科研基础和知识储备上的薄弱可见一斑。

然而幸运的是,赵忠贤在中科大得到了包括钱三强在内大师们的悉心指导。“我至今记得先生在黑板上写教案的情景。”赵忠贤感慨地说。

这段求学经历让赵忠贤在日后的科研中学会了如何在最艰难的条件下坚持科研,如何在设备差、经费少的情况下依然把科研成果做得漂亮。

## 链接

### 超导不“高冷”

对大多数人来说,超导是陌生又高深的科学名词。

实际上,很多人都不知道,超导就在我们身边。现在医院里用的1.5T和3T的核磁共振成像仪的核心部件是1.5特斯拉(磁感应强度的度量单位)或3特斯拉的超导磁体。北美地区有几万台高温超导滤波器服务在手机基站上,与传统基站相比大大改善了通信质量。2012年发现“上帝粒子”的欧洲核子中心的大型对撞机中,几十公里长的超导加速环和多个有几层楼高的超导探测器都是最关键的部件。

赵忠贤告诉科技日报记者,超导体在航空航天、信息通讯、能源存储等领域有着重要应用前景。他说,平时大家都觉得好像超导在现实生活中没什么用。

超导被认为是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,即超导转变温度以下时,电阻突然消失的现象。具备这种特性的材料称为超导体。

在中科院物理所研究员郑东宁看来超

导未来的应用前景会越来越光明。他说,国内已经有电厂使用超导技术,在国外,德国利用高温超导磁体的涡流加热技术,将铝材热加工的电能转化效率提高30%。日本已计划在2027年开始运行采用超导的时速500公里的磁悬浮列车的新干线。“一旦超导技术得到广泛的应用,将为人创造相当可观的效益。”他强调。

在科学家们的眼中,超导的独特地位不仅在于它可能产生的应用前景,更是因为它在当今物理学界最重要的前沿问题之一,超导的研究过程中会推动量子力学的发展。

自1911年人类发现超导以来,诺贝尔奖已5次颁发给10位研究超导的科学家。在赵忠贤看来,此次自己能获得国家最高科学技术奖代表着超导将在未来发展中起到更加重要的作用。他告诉科技日报记者,经历了这么多年,全世界世代科学家的努力,超导研究中最最重要的两个问题——怎样找到临界温度更高、更适于应用的超导体?超导体为什么会超导,它的机理到底是什么?这也将是他眼中中国超导未来的发展方向。