

# 激动人心的“世纪之战”

——将引起世界性科技革命与工业革命的超导研究

叶盛修 颜慧超

## 历史的轨迹：超导研究76年

### △荷兰人拉开了“世纪之战”的帷幕

我们深信，就在不远的将来，当超导研究的发展给我们认识的世界带来了深刻变革的时候，全世界的人们都将永远记住这个伟大的名字——卡曼林·昂尼斯。人们还将记起这个日子——1911年4月28日，荷兰莱顿实验室传出激动人心的消息：物理学家卡曼林·昂尼斯发现当温度低于 $4.2\text{k}$ 时，水银线的电阻突然跌落到零，这就是所谓的零电阻现象或超导电现象。正是这一天，荷兰人拉开了超导研究这场“世纪之战”的帷幕。

不久，人们又发现锡、铅等金属材料也存在超导现象，物理学家把具有超导电性质的这些物体称为超导体，超导物质的电阻突然消失时的温度 $T_c$ 则被称为“临界温度”。

### △向高 $T_c$ 进军：走过漫漫的75年

半个多世纪以来，科学家们对超导之谜进行了不懈的探索。

强烈地诱惑着科学家们的是超导一旦进入实用化，所展示的辉煌前景，但由于临界温度 $T_c$ 太低，使它们的应用一直受到极大的限制。于是乎，寻找高临界温度 $T_c$ 的超导材料，便成了超导的“钟情”与垂青者们梦寐以求的目标。

令人沮丧的是，在过去的大半个世纪里，尽管科学家们不懈地朝着这个目标进击，但却举步艰难：从1911年到1973年的几十年里，超导体的临界温度差不多以每10年 $2.5\text{k}$ 的速度缓慢提

高，而1973年以后，它的最高纪录就一直由铌三锗( $23.2\text{k}$ )保持着，寻找高临界温度超导体的研究似乎到了“山穷水尽疑无路”的境地。

### △戏剧性的1987年——向室温冲刺！

另辟蹊径，为超导研究迎来“柳暗花明又一村”的是瑞士科学家柏诺兹和缪勒。1986年4月，这两个瑞士人跳出了以前从过渡金属及合金化合物中寻找高临界温度超导材料的圈子，创造性地转向从氧化物中寻找，发现钡镧铜多相氧化物的临界温度可达到 $30\text{k}$ 。这一蛰伏多年之后的跃进，使世界各国超导研究机构如趋水之鹜，纷起争先，终于引发了世界范围的规模空前的“超导热”和“超导赛”。

1987年，在超导研究史上是富于戏剧性的一年，也是激动人心的一年。从1986年12月底到1987年4月初，几个月来，超导临界温度的纪录不断刷新，至1987年3月中，德国宣布研制出 $125\text{k}$ 和 $240\text{k}$ 的两种超导材料，创下世界纪录；四月初，苏联记录到 $T_c$ 为 $250\text{k}$ 的超导样品，再次轰动世界。特别为中国人引以为自豪的是，在这场世人瞩目的“超导赛”中，中国科学家创造的为国际物理学界公认的记录：第一个做出了转变温度为 $48.6\text{k}$ 的超导体，并率先观察到转变温度为 $70\text{k}$ 的超导迹象；发现在液氮温区 $100\text{k}$ 以上的超导体，并第一个向世界公布了实验用的新超导材料——主要成份为钡钇铜氧4种元素。

超导临界温度从 $23\text{k}$ 提高到1986年初的 $30\text{k}$ 花了13年，但从 $30\text{k}$ 到 $92\text{k}$ 、 $95\text{k}$ 仅只经过了一年。科学家们预测：如果另辟蹊径，找到新路，可期望在短期内实现向室温的冲刺！

## · 科技进步展望 ·

### 拥抱新的电气化时代

#### ▽ 诱人的前景

科学家们毫不怀疑，超导技术的实用化将给人类带来一个辉煌的时代。这是因为超导技术在能源、交通、电子、通信、医学和军事等方面有着极为广泛的用途，超导技术的广泛运用足以促发一场世界性的科技革命和工业革命，而且人们的生活方式也将随之改变。

超导材料用在精密测量上，如超导量子干涉器件，能够制造灵敏度极高的磁强计，用于测量地磁场微弱的变化，在探矿等资源调查上有重大意义；超导材料用在通讯技术和电子工业上，可用超导薄膜制成的约瑟夫逊结器件做成运算速度高、功耗低的新一代电子计算机，在军事侦察、卫星通讯方面也有重大意义；超导材料用在能源上，可以制成无损耗电子传输线，若做成大磁体，可储存电能，以备用电高峰时使用，这样就不会造成电压不足，并可减少所需的发电能力，新设计的超导发电机，能够改造电力工业；超导材料用在交通上，可以利用超导磁铁制造悬浮列车和电磁推进的潜水艇；在科学的研究中，可以用超导材料研制成新一代的“粒子加速器”及核聚变装置，改进核磁共振仪；超导材料用在医学上，可以使探测人体软组织的核磁人体成像仪更加灵敏，并能降低价格……

前景是诱人的，但在向超导技术实用化迈进的进程中，科学家们面临的将是更加艰苦的奋战。按最乐观的估计，超导新材料的大规模应用还需数年时间。谁能在超导的工业应用中占优势，谁就将取得这场“世纪之战”的最后胜利。

#### ▽ 超导圣殿宝座上的主人是谁

目前，世界范围的超导研究，各国所采取的战略和途径概括起来有以下面四方面：

注：k表示绝对温度，绝对温度的零度相当于摄氏（℃）-273°。

(1) 基础研究与应用研究同时并举。以此作为超导研究战略并已取得明显成效的是日本。最近日本两个研究机构证明了过去未见有超导性质的物质中也能出现超导现象。这种超导机制很有可能不符合传统的超导理论的超导物质使传统的BCS理论又一次面临危机。在应用研究方面，近来政府更是要求全国各界组织起来，在应用开发、工业规模应用方面超过欧美，以占据未来超导技术的广大市场。

(2) 把科学成果迅速转化为商品。面对超导新材料的历史性突破，许多国家政府和工业界都急欲将这种新技术从实验推向市场，力争缩短科学发现和商业性技术开发之间惯常需要走的道路。如美国国会正在审议一项关于成立商业品国防领域超导应用委员会，以便在国内和国际上出现的超导竞赛中，指导协调全美各项行动。

(3) 提高钒钇铜氧等超导材料的性能参数。这是超导材料实用化中关键的一步。实验表明这几种超导材料具有很高的上临界磁场，但其临界电流密度较低，因此，许多实验室已把提高材料的临界电流密度作为研究方向。

(4) 为提高临界温度，要进一步改进现有材料的制作工艺和研究改变氧化物的混合成份。特别是后者，要提高氧化物超导材料的临界温度，改变氧化物混合成份是个关键。科学家正在研究用氟、氮、碳取代氧，混入超导氧化物中，以期取到室温超导氧化材料。

向超导实用化迈进——超导“世纪之战”的决战已经打响，“战争”的结果——超导圣殿宝座的主人是谁，目前还是一个问号。

人们更加关心的是，超导研究所带来的共同进步。这一点科学家已为我们作出了乐观的估计：三五年内，在电子、仪器等弱电方面可能首先突破；五至十年或更长一些时间，即到本世纪末，在电子、能源、交通等强电方面的可能开始实用。新的电气化时代即将来临！

人类期待着共同拥抱超导应用的新时代！

（责任编辑 岳公）