

促进我国超导高技术产业的形成和发展¹⁾

甘子钊

(北京大学物理系 北京 100871)

自从1911年荷兰科学家卡末林·昂内斯发现超导现象以来,超导电性的研究一直是科学界很重视的一个领域。这不仅是因为超导电性从本质上说是一种在宏观尺度上的量子力学现象,超导体的物理性质和超导电性的微观机理的研究具有很重要的基础意义,而且也是因为超导电性的实际应用会给人类社会带来巨大的利益。60年代以来,超导电性已经在许多方面开始得到实际应用,初步显示出其独特的优越性和巨大的潜力。液氮温区超导体的发现把超导技术在经济发展上的和人类社会进步方面的作用又推向更重要的地位。

我国从50年代中开始进行超导电性的研究。70年代中,看到超导应用的发展,组织了一支包括专门研究机构、高等学校和产业部门的超导研究开发队伍,使我国的超导应用研究开发有显著的进展,在国际上占有一席之地,并被列为国际上重要竞争者之一。在这个过程中我们也强调了不能忽视超导电性的基础研究。在国家攀登计划和国家高技术发展计划(即863计划)中,分别组建了国家超导专家委员会和国家超导技术联合研究开发中心,组织和协调全国超导攻关。鉴于我国目前经济发展的现状,国家对高温超导的基础性研究和超导技术的应用研究的支持强度很低。我国的超导研究开发工作面临着许多困难,与世界先进水平相比,正在出现差距。我们要记取在半导体和激光等技术发展过程中的经验教训,使超导技术应用在中国能良性发展。我们有责任会同各有关方面,尽可能地帮助从事超导研究开发的科学工作者解决困难。我们相信随着我国经济状况的进步发展,研究工作的条件是会逐步得到改善的。

目前,当我们制订九五规划和展望21世纪时,对我国的超导科学技术应该提出什么样的期望呢?

毫无疑问,超导电性的基础研究应该继续得到重视和加强。物理学家和材料科学家告诉我们,高温超导体的物理,高温超导氧化物材料的材料物理和材料化学都有许多内容丰富、很有意义的科学问题有待解决。从科学本身上看,高温超导电性的机理研究已成为凝聚态物理最重要的内容。而且,从科学上说,没有任何理由认为不可能找到性能更优良、临界温度更高、甚至是室温的超导材料。一旦发现了这种材料,其科学意义和实际意义该是多么重大!我们相信,我国的科学家一定会在超导领域的基础研究上为人类作出贡献,为祖国争得荣誉。

在这里着重探讨的是怎样促进我国超导高技术产业的形成和发展。超导技术在一系列大型科学实验装置(如高能加速器、核聚变装置、自由电子激光器、科学实验用的磁体等)上已成为必不可少的。超导核磁成像已成为相当普及的一种医疗设备。在能源技术中应用超导技术(如超导储能、超导输电、超导变压器、超导电机、磁流体发电中应用超导磁体等)有独特的优越性,前景看好。超导磁悬浮列车,各种利用超导技术的电磁推进技术,已证明在未来的交通运输技术中是很有竞争力的。超导磁分离技术在实践中已证明是可行的和有效益的。超导电子学应用更是范围广阔,前景良好,没有疑问将会发展成一个有相当规模的应用技术领域。从60年代开始逐步发展起来的超导高技术产业,随着超导的应用技术研究、实用超导材料的研

1) 1995年5月15日收到。

究和低温技术的研究的进展,据估计现在已发展成为世界年销售额约 15 亿美元的一个高技术产业部门。1993 年 5 月,美国、日本、西欧的一些对超导高技术产业的发展有兴趣的企业和研究机构在日本召开了名为“第二次国际超导工业高峰会议”的国际会议(我国国家超导研究开发中心也应邀派观察员出席了会议),会上对今后一段时期世界范围超导产品的市场的发展(按目前产品的不变价格计算)作了如下的预测(见表 1)。

表 1

时间		2000 年	2010 年	2020 年
总的市场销售量 (美元)		80—120 亿	600—900 亿	1500—2000 亿
市 场 分 配	电子学	23%	32%	46%
	能 源	15%	16%	18%
	运 输	9%	6%	9%
	医 疗	30%	24%	11%
	其 他	23%	22%	16%

在第二次国际超导工业高峰会议上,他们还预测,从 2000 年开始,高温超导的产品的比重逐渐上升,到 2020 年,高温超导(液氮温区的超导)与低温超导(液氦温区的超导)的比例大致上是 70% 和 30% 左右。对于他们的这个预测,我们没有作过具体的分析,数字的可靠性怎样?是不是过于乐观?还是估计得不够?这些都不好具体回答。但是,超导高技术产业将会有很大的发展,是不会有疑问的。

一门高技术产业的发展,在它起步的初期常常是很难做出太具体的估价的,尤其是像超导技术这样其相应的学科领域还在迅速发展的高技术产业。比如说如果一旦发现了临界温度更高,甚至是室温的超导材料,或者发现了实用成材化比现在的氧化物高温超导材料容易和性能优良的材料,对发展的预测就会完全不同。在发展的过程中,常常也会出现一些现在还没有估计到的应用领域。结合我国的具体情况,又要有特殊的考虑。例如表 1 中关于医疗上的应用的预测是建立在发达国家医用核磁成像仪器

的市场不久就会趋于饱和的估计的基础上的。这对我国这样一个人口众多的正在发展中的国家来说,就不一定合适。所以,国际上的预测,对我们展望和规划今后的发展,也只有参考的价值。有关部门还应该结合我国实际,对发展资源和能源节约型的产业这一重要技术作出自己的分析和预测。

根据江泽民总书记要有所赶,有所不赶的指示,我们要通过科学论证,选择若干项处于国际前沿、有望形成下世纪新兴产业,我国已有一定科研基础和优势的重大科技项目,集中力量,重点攻关,为下一世纪支柱产业和产业群的形成奠定基础。从学科发展的现况,国际上新兴高技术产业发展的趋势和我国已有的基础来看,超导科学技术是可能而且应当被选择为这样的重大科技项目的。我们有理由期望,到下世纪,在世界范围的超导高技术产业中,我国能够“占有一席之地”。

要实现这个目标,就要通过认真的研究分析,选择好超导科学技术中我们的几个主攻方向。在选择时既要考虑到国际上发展的动向,又要考虑我国的基础,同时也要考虑到近期和长期的目标的配合,安排要有纵深的部署。通过努力,扎扎实实打好在我国发展超导高技术产业的基础。比如说,从研究工作来看,当然是应该以高温超导电性的基础研究和应用基础研究为主。但是,未来的超导高技术产业中,低温超导技术的应用显然是很重要的一部分,我国原来也有一定基础和具有资源优势,因此,就要协调发展高、低温超导技术,并且认真考虑怎样促进我国低温超导高技术产业的形成的方案。又比如说,看来高温超导电性在近期能有一定规模的应用是在电子学方面,或者说是在弱电应用方面,因此,必须适当集中力量在有关的应用基础研究和应用研究上,并认真考虑将来形成产品的步骤。但是,高温超导的强电应用也不应该忽视,如储能和输电,认真考虑我国发展的需要,安排好为强电应用打基础的高温超导实用成材研究,争取安排一些强电应用的项目就很重要。总之,要从促进我国超导高技术产

业的形成和发展的角度,认真考虑制订项目的计划。定下来后就要适当集中人力物力来贯彻执行,切忌分散力量,低水平的重复。

高技术产业一定是国际性的,一定要在国际市场上有竞争力。制订项目的规划时一定要参与国际市场竞争、进入世界市场的意识。要追求有自己特色的产品和技术,要有我国的“专利”。我们希望我国的科学技术专家能发挥自己的创造性,研究开发工作的组织和实施要把形成自己的特色和优势作为一个重要的目标。超导高技术产业还有一个非常突出的特点是综合性。超导核磁成像技术就是核磁共振学、计算机技术、电子学技术和超导技术综合的结果,当然,必不可少的还有医疗科学作为基础。发展超导在微波技术上的应用,需要微波技术专家的参加,发展超导量子干涉器件在地球物理勘探上的应用,需要地球物理学家和仪器学家的参加。在制订超导科学技术的规划时一定要充分考虑这个特点,把各方面的力量动员起来,组织起来。

最重要的问题是培养队伍。目前,我国超导研究开发工作的主力是一批 40—50 多岁的

中年科学工作者,他们有很强的事业心,有较丰富的工作经验,也有较高的科学水平。但是,到下一世纪,“自然换班”总是不可避免的。因此,怎样吸引和培养年青一代科学技术工作者便成为摆在我们面前的最重要的问题。几乎所有的科学技术部门都面临这个问题,超导科学技术当然也不例外。我们要为下世纪中国超导高技术产业的形成打好基础,选准目标,造就一大批跨世纪人才。

在这篇短文中,我想不要展开来谈更多关于超导科学技术发展的具体问题了。这里强调的就是,超导技术是下一世纪的一门新兴的重要高技术产业,是对经济发展和社会发展都会有巨大效益和重要影响的一门高技术产业。我们应该而且可能在世界范围的超导高技术产业中“占有一席之地”。在制订九五计划和 2000 年规划时,我们应该把发展我国的超导科学技术,促进我国超导高技术产业的形成和发展作为一个重要课题来研究、考虑。我们也相信,我国的超导科学技术工作者一定会千方百计地来争取和实现这个目标。

1995 年第 12 期《物理》内容预告

知识和进展

设计合成分子性铁磁体的亚铁磁方法(缪明明等)

物理学和经济建设

铁电陶瓷及其应用(李德修)

实验技术

X 射线衍射 ϕ 旋转及其应用(郝建民)

讲座

薄膜物理及其应用讲座第八讲 激光分子束外延——

一种研究薄膜的先进方法(陈正豪);

核磁共振成像技术的新进展(下)(郭学文)

物理学史和物理学家

祝贺汪德昭院士 90 华诞(钱祖文);

核磁共振发现 50 周年(李国栋)

书刊评介

评 C₆₀ 分子发现 10 周年出版的两本专著——兼论专与博及科学发现的偶然性与必然性(郭可信)

中国物理学会同步辐射专业委员会第一次学术年会报告选登(II)

原子、分子和团簇与同步辐射(奎热西);

同步辐射 X 射线吸收边辐照技术(靳涛);

同步辐射在地球科学中的应用(安庆骥);

同步辐射 X 射线荧光分析技术在石油勘探中的应用(李葵发);

同步辐射(软 X 射线、紫外)辐照农作物的生物效应的研究(唐掌雄);

微细加工新方法——LIGA 技术(田扬超);

同步辐射软 X 射线单色仪的进展(吕丽军)