

朱经武教授访问记

INTERVIEW WITH PROF. ZHU JINGWU

编者按 美国材料研究会(MRS)1987年秋季国际会议于11月30日至12月5日在波士顿举行。有近3400名代表参加了会议,包括来自中国的专家学者。会上美籍华裔物理学家、休斯顿大学的朱经武教授为高温超导组作了题为“通向超导最高临界温度之路(Road to Highest T_c of Superconductor)”的报告。会下,朱经武教授接受了本刊记者的采访,就超导的进一步发展、科研工作的选题和人员组织,以及基础研究和应用研究的关系等问题谈了自己的看法。特将采访情况整理成文刊出,以飨读者。

记者问:请您先大致介绍一下您发言的核心内容。

朱经武:这次会议的主办者要我谈谈用什么办法可以得到最高临界温度(T_c)的超导体。我主要谈了三方面的内容:1.为什么要找更高临界温度的超导体?主要是由于科学上的重要性和技术上的需要。2.我归纳了世界上所有具有很高 T_c 超导迹象的材料,其中有包括中国科技大学和北京师范大学在内的21个正式报道。在这些报道中,所谈到的超导迹象一般都不稳定,有的把电阻下降当作一个迹象,或者是把有一点点的迈斯纳(Meissner)效应(完全抗磁性)、相反的约瑟夫森(Josephson)效应当作一种迹象,另外重复性很低。我分析了根据观察得到的上述迹象中可能存在的问题,如对电阻的下降提出了八种可能性。我认为目前判断超导存在应具备四个条件:1)电阻系数为零;2)有迈斯纳效应;3)稳定性很高;4)重复性很高。按这四个标准判断,目前临界温度仍在90~100K之间。不过根据我们自己实验的结果,我相信很快可以在120K左右稳定下来,更高的温度可能还需一段较长的时间。3.下一步应如何进行,包括物理、化学上的方法。

问:是否可以说近来超导研究的进展不大?

朱经武:从温度上看是这样,但在了解材料及其物理特性方面进展则非常快。人们对材料及其物理特性都有了新的了解,当然问题还没解决。

问:近来的发展情况与年初时比较相对平静。从超导研究的历史来看,这是否意味着高温超导体的研究正孕育着一个新的突破?

朱经武:我想人们应该这样乐观地去想,也有这种可能,但不能肯定。

问:刚刚您谈到对材料及其物理特性都有了新的了解,理论上有什么新进展?

朱经武:基本理论没有什么大进展,但又推出了许多新模式。一个理论是否有价值应看它是否与实际相吻合。目前来看,许多实验虽然取得了很多结果,但更细致的结果现在还没有,比方说,我们需要有完整的单晶,但现在世界上还找不到这样的单晶,因此就无法得到更细致的结果,也就无法说理论上是否进步了。从推陈出新的理论的数目来说的确进步了很多,但究竟哪个正确现在还无法知道,还需有更多的实验结果与这些理论作比较。当然理论的推进又往往是根据一定

的实验结果。理论应有几个目的，一个最好的理论应该是非常简单的，且应能解释目前看到的全部现象；此外更重要的是应该预言下一步的发展。目前的理论都没能达到这个程度。

问：这样看来是否过去的BCS(电声子相互作用)理论也是失败的，因为它所预言的最高临界温度已经大大突破了。

朱经武：还不能这么说，它对以前的东西是相当成功的。因为首先它非常简单；其次又相当普遍，当年的超导现象基本都可以解释；第三它也有正确的预言。对 T_c 没有正确预言，这是它的一个缺点，但这的确也相当困难。

问：那么此理论目前仍适用吗？

朱经武：经常有人问新材料是不是BCS超导体。这可分三部分回答：1. BCS理论说在超导体中电子应成配对，而新材料中电子是成配对的；2. BCS理论有一套推导是否超导材料的数学方法，新推出的理论中，有一部分数学推导方法仍属这个范畴，有些则与其不同，如安德森的推导方法；3. 什么促成了电子生成配对，即超导的机构问题。传统的超导体理论没讲需要什么机构使其成配对，只是说它们有吸引力就行。过去人们说，要使普通材料中电子之间互相有吸引力就必需有电声子作用，但电声子作用的确没法预言 T_c 可以超过40K，从这点看电声子作用是不行的，而这当中又不可能完全没有电声子作用，也许作用要小些。

问：就是说除电声子作用外一定还有其他作用。

朱经武：是的。现在大家有各种不同的提法，但哪个正确还不知道。

问：您比较赞成哪种提法？

朱经武：我比较赞成激子(exciton)作用。有人不赞成这个提法，因为光学实验在吸收光谱中看不到有一个峰，其实那个峰是不应看到的。激子作用中牵涉到K波向量(K Wave Vector)的问题，光学转变时的K值很大，这就表示在光学方面应该是看不到的，因此这个模式还是很值得研究的，从材料结构形态上也是可能的。

问：有机物中超导的前景如何？

朱经武：现在有机超导材料的临界温度达到了十

几K。有机材料的好处是种类繁多，随便把氢键，碳键改变一下就是新材料，而且加工也较容易，因此是很有前途的，可惜目前的临界温度还相当低。

问：照您看未来的5~10年会发展到什么程度？

朱经武：我想3~5年内，微电子器件、很灵敏的探测器的应用都会成为事实。计算机上的元器件还要有一段时间，因为现在还没有适当的元器件可替代半导体。10年左右大概可以解决线材问题。一旦解决了线材问题，人类生活将有很大改变。

问：您下一步的目标是什么？

朱经武：有三个。第一，继续把材料的物理、化学特性搞清楚，从中学到些新知识来指导我们朝什么方向努力。第二，达到更高的临界温度。第三是结合新材料的特性找出一些新的应用领域。

问：在高温超导体研究方面您做出了杰出的成绩，遗憾的是这次没能获得诺贝尔物理奖。请您就此谈谈科学选题的秘诀何在，以及如何培养年轻人成才？

朱经武：得奖与否并不是最重要的。不过我认为这次瑞士人得奖并不是选题的优势，因为氧化物超导体很早就有人说了，他们使临界温度升上去了，这是个很大的功劳。我认为，选题最主要的还是要按个人的兴趣。老实讲，去年这个时候如果问任何人是否有高温超导体，肯定他会回答你说，这是在做梦。当时我们的结果还没公布，当然也没有相信瑞士人的结果。所以我认为年轻人从事科学工作应照自己的兴趣去做，不要去钻热门。很多热门的东西过一段时间就不热了；而很多冷门的东西，如果有兴趣去做，说不定就会做活了，使大家都有兴趣了。当你有兴趣去做一样东西的时候，假如从科学角度说是可以做出来的，即使一时做不出来，也没什么，因为科学是知识的积累。我们所从事的工作正是我们在学习的东西，即便达不到最终目的，学到了东西，就慢慢积累上去了。比如超导，我们就做了很多年，当然我们也做其他的题目，但超导始终没放弃。我们知道超导中有许多有趣的东西，我们可以研究超导的本性，也可用超导来研究其他的物理特性，当然目的是得到高温超导，但在没得到以前也不后悔，因为我们一直是在

做自己喜爱的工作。所以做科研一定要执着, 根据自己的兴趣, 钻热门是不可取的。

问: 您刚刚谈到做科研要凭个人的兴趣。在个人的兴趣确定后, 如何才能做到正确的判断呢? 信心、动力和韧性从何而来?

朱经武: 首先要看前人是怎么做的, 因为科学的发展是靠知识的一点点累积, 所以前人的经验十分重要。其次, 做科研还要有感觉, 就好象学画的人, 如果只是凭画功来作画就不能叫画家, 只能叫画匠。你说要这样画一笔, 我就这样画一笔, 所以只能是匠。做实验要有一定的感觉, 还要有足够的知识, 这跟平时的训练有关, 与天性也有关。此外还必须十分执着。信心和动力一定要有, 否则你看到的东西自己可能根本不去注意它。但信心并不是充分的条件, 也不能乱信。我们在做超导实验时就是有足够的结果告诉我们这个情况非常可能, 但并不一定, 否则就没必要去做了。

问: 中国在高温超导体的研究中也取得了很大成绩, 在国际竞争中取得了领先地位(最近还制成世界上最大的超导氧化物单晶)。现在大家普遍关心的是中国如何才能继续保持这种领先地位, 并在超导应用方面也走到前列。您认为中国目前在组织、规划等方面有哪些需进一步加强、完善?

朱经武: 国内总的说来相当不错。虽然我与国内交往较多, 但对详细情况还不太清楚。

问: 是不是可以谈谈人员的组织和资金使用方面的问题。因为我听说您已经得到许多风险公司的资助来创办公司, 这说明美国对新技术的发展非常重视, 希望马上就能用到生产当中, 而国内在科研成果转化到生产方面一般都比较慢。

朱经武: 是有很多风险公司给我提供资金, 但我还没有接受。关于人员, 我认为绝大多数人都不是圣人。对圣人可能无所谓, 他们可以拼老命去干, 但百分之九十九点九九都不是圣人, 这就需给他们以鼓励, 不仅仅是精神上的, 还有财力上的, 这样大家做起来才有劲。做得好的就要奖励, 奖罚分明。世界这么大, 我想每个人都有其适当的位置, 总可以找到他发挥作用的地方, 不必每个人都做科研。

人员要非常精。老实讲, 科研如果做不出成果对社会是个很大的包袱。我们希望科研都能做出成果, 但并不是说做超导就一定要临界温度上去了才算成果。对整个知识的了解都是成果, 还可给后人积累些经验。还有大家要相互合作, 互相了解, 这也是很重要的。我们小组非常幸运, 大家相处得非常好。最近许多报纸、杂志、电视台的记者到世界各地的研究小组访问过。他们讲没有见到一个小组能象我们小组相处得这么好。他们认为也许正因为这样, 我们才做出了那么多成绩。我认为人与人的相处是十分重要的, 但我并不觉得这是我的功劳, 只是我的运气好, 碰到一组很好的人。

问: 在人员组织方面您是如何作的呢?

朱经武: 我想我很幸运, 从某种程度上说我并没有到外面去积极招徕人。我认为要承认同我们合作的人的贡献, 因为大家都有个很自然的想法, 就是希望取得成功, 每个人花那么多精力, 都希望他的贡献能得到认可, 因此在这点上我们很小心。我们小组内几乎每样东西都是公开的, 希望每个成员都能了解彼此在做什么, 而且为什么这样做。每次做实验, 即便不能把全组同事都叫来, 我也会跟几位同事从头到尾讲清楚为什么要这么做, 然后谈谈我对怎样做的意见。同时征求同事们的意见, 最后确定方案。做出成果大家都很高兴, 做不出来也由大家分担责任, 这样大家都很高兴, 没有怨天尤人, 也发挥了很高的效率, 一星期七天内实验室总有人在。假设某人感觉很累没来, 也没人去找他, 非常自由, 结果每人的工作时间远远超出40小时, 因为大家共同感到能碰上这个机会非常幸运, 很多人感觉一生中如果能见到它就 very 幸运了, 我们不仅看到了, 而且真正参加了这个工作的一部分就更加幸运, 因此也就能够认可。

问: 您认为基础研究和应用研究应如何安排?

朱经武: 我认为基础研究和应用研究是延续性的, 很难划线。1983年我参加了国内的凝聚态物理会议, 当时国内争论的就是什么是基础, 什么是应用, 以及如何划分比重。我当时就以超导为例提出了这

个观点。假如给基础研究下定义，就是一个人不知道他在干什么，他可能就是在做纯碎的研究，而不是应用研究。其实我认为，中国这么大，养一批人去做基础研究，随他们自己去做也未尝不可。当然这样的人应该是很优秀的，有自己的主张和意见，领导也应该信任他们。应用研究就有一定的目的性，包括做成什么器件，这当中牵涉到许多方面，可以是基础，也可以是应用，所以很难划分。此外，这也不是一成不变的，如超导的拉线问题，不同部门、不同层次对其看法就不同。当一个国家，一个单位真正

需要成品的时候，就应该投入一定资金生产，要按实际情况而定。

问：我想任何应用研究都应有基础研究作指导。

朱经武：一定要！一定要！但工业发展有不同的层次，对高技术一定要有，要有连带性，特别是对一个国家。但对低技术就不一定需要。

问：谢谢您给我介绍了许多，祝您在研究工作中取得更大成就。

朱经武：谢谢！

（本刊记者 朱世南）

（上接55页）器，以提供高质量的电子注，特别是在较短的波长上，不但要求更高的电子注能量，而且相应的诊断系统也很困难和昂贵，因此在我国现有条件下，是不可能也不必要遍地开花，最好能根据现有的加速器条件安排2~3个点，开展实验工作。实验也不必重复，有的以Raman（拉曼）型为主，有的以Campton（康普顿）型为主。工作频段的选择应根据加速器和诊断设备的条件并结果应用的需要来确定，比如可选在毫米波——远红外，及近红外波段，同时在有条件的高等院校建立小型装置，作有关基础性研究及培养专业人才，这样的小装置花钱不多，灵活性强，便于改装，特别适于进行探索性的研究。

应该看到在FEL的研究过程中，仍有很多需要解决的问题，特别是根据我国现有条件，要很快有明显的经济效益是不太可能的，但也不是遥遥无期。它应算一个中期项目，根据世界先进水平来看，近期内FEL就可能发挥巨大经济效益。

国内开展FEL研究的单位应互相支持，情报、资料要公开，交流；人力、设备也应交流配合，才能相互促进，减少重复性工作，充分利用人力、设备和科研成果。

FEL的研究也应对外开放，加强国际合作。目前我国还刚起步，充分吸收国外先进经验，广泛开展国际交流是十分有益的。

· 书讯 ·

欢迎订阅高中理科学习解疑丛书

为帮助高中学生解决在理科学习方面普遍存在的一些疑难问题，本社邀请《教学通报》《物理通报》、《化学通报》、《生物学通报》编辑部有关同志共同组织有经验的中学教师和大学教师，结合他们多年办刊和教学积累的资料，编写了一套高中理科学习解疑丛书。全书分：数学学习解疑、物理学习解疑、化学学习解疑和生物学习解疑等四册。这套书以现行高中教材为背景，对教学大纲规定的重点内容中的疑难问题作了针对性解释；对学生似是而非、容易混淆的概念加以辨析；并结合实例从思考和方法上给予启发和点拨；在一些问题上作了深入的分析和讨论；本书按教材内容顺序编排。本丛书对提高青年教师和高中学生的教与学的水平，对高中学生的总复习是一套有价值的参考书，无疑也是自学和进修的一套好参考书。本丛书每册以问答形式解疑了150~200个教学中经常遇到的疑难问题。每个分册定价分别为：数学1.50元；物理1.30元；化学1.20元；生物1.50元。全套书于三月底出版。对订购数达到10套以上的订户，给予优惠价。欲购者请来信索取订购单。

北京海淀区学院南路86号

学术期刊出版社 发行部

电话：北京896731转595