



以智能电网、新型医疗装备、高能物理、新一代高速轨道交通为代表的领域对超导材料的综合性能提出了越来越高的要求。“十二五”期间，国内外超导材料及应用技术不断取得新的突破。我国已将超导技术列入国家中长期科学和技术发展规划和“中国制造2025”。在“863”、“973”、核聚变专项和加速器先导专项持续支持下，超导材料和技术从“十二五”已经开始向工程化和产业化发展。目前我国超导技术已从追赶阶段步入与国际先进水平齐头并进，在国家层面进一步推动超导技术进步，有望在电力、医疗和军事领域率先获得突破性应用，深入推动超导产业发展。

国内超导材料及应用技术领先 前景无限



超导材料主题由吴以成院士（左一）和李卫院士（右一）主持。南京大学闻海虎教授（左二）作了题为“新超导材料和超导应用基础研究进展与思考”的报告、西北有色金属研究院张平祥研究员（右二）作了题为“实用化超导材料研究现状与展望”的报告。

西北有色金属研究院张平祥研究员 全面分析了实用超导材料与应用技术的研究进展。分享了低温超导线材产品打入国际市场、公里级第二代高温超导带材实现量产、世界最高电压等级的550 kV高温超导故障电流限流器研发成功等重要成果，并指出了超导技术未来发展中的机遇与挑战。表示随着磁约束聚变工程堆、高能粒子加速器等大科学工程的不断推动以及智能电网、超导磁悬浮等领域的进一步发展，未来我国实用化超导材料及应用技术有望取得更大的突破。

南京大学闻海虎教授 重点介绍了铜氧化物、铁基、二硼化镁和硫化氢等高温超导材料的研究进展，并探讨了应用的可能性。报告指出铜氧化物用于追求液氮温区好用的超导体仍然有机可寻；铁基超导体具有上临界磁场高、电子结构接近三维等优点，有望获得液氮温区

的新型超导体；二硼化镁超导体的临界温度接近40 K，通过掺杂可以有效提高其上临界磁场，另外加上制备技术简单，成本较低，在超导核磁成像技术方面有一定的优势。最后，结合硫化氢和其他过渡金属化合物的研究进展，对探寻新型超导材料提出了新思路。

热烈讨论

● 前一段时间关注一个新闻，马伟明院士在全面推动超导电机这一领域取得了重大的进展。我想问一下西北有色金属研究院集团公司有没有进行战略布局？

张平祥研究员：我们现在用高温超导做推进电机，包括跟712所合作、船舶的推进电机等，它要比常规电机效率高。

● **吴以成院士**：最后的总结时提出寻找新的高温超导材料的一些经验式的规律，这些年主要是考虑到它的本征特征和临界温度。我想了解，你们有没有往下考虑，在应用的时候需要的一些结构条件，比如成型、制备方面有没有可能进行设计考虑？

闻海虎教授：吴老师这个问题非常好。超导材料第一个是发现，发现现象本身就比较困难。超导很奇特，它跟磁学不太一样，磁学理论上预言，很多材料都有磁性，都能解释。但是超导材料除了电声子能够预言一点，大部分材料不能预言。第二个，刚才吴老师也问了，在应用上我们也有一些感觉。比如说层状性最好不要太强，比如铁基里面的铁硒，还有钽铋122，这个结构基本上是偏离二维，偏离二维的材料基本上比较好。

● **高温陶瓷类的超导材料做线材，是不是放在银管拉拔以后把2201相析出2223和2212相，做器材以后再变成线材还是有其他方法？**

张平祥研究员：您讲的这个Bi系统线材应该是把它先做成粉末末装在银管里面加工成线之后，然后进行热处理，让它成型。因为直接加工，不管2212、2223，实际上它是表面有些非晶化的，还有晶粒连接性不好。热处理的时候还要产生一些液相来弥合缺陷，克服它的弱连接，另外通过加工产生织构。

● **报告里面已经讲了很多磁体的建设在国际上处在引领的位置，据我所知，如果要让中国的磁约束聚变堆真正走向应用，我个人觉得是不是在磁体里面还应该做一些工作？**

张平祥研究员：在法国ITER制造中心磁场在11个特斯拉，中国设计的聚变工程实验堆（CFETR）中心磁场在15个特斯拉，这对目前的超导材料是一个挑战。ITER之后我们这两年的研发，使超导线性能提高了30%。应该说中心磁场可以达到15个特斯拉的水平。但是更高的磁场，我们还期盼着Bi-2212能够做成，它未来可以到20个特斯拉，那聚变堆的效果会更高。

● **国家在超导方面特别是应用方面有很大的投资力度，你们讲讲应用方面国内有哪些，除了刚才讲的核聚变、聚核反应堆需要很高磁场，像磁悬浮列车等等，还有什么国内研究活跃的领域？**

闻海虎教授：超导尽管在国际市场，我感觉我们速度很快，在很多方面有超越之势，但是确实经费方面还是很缺的。超导应用刚才讲了很多磁体，那现在在磁浮方面国内也有单位在做，像西南交大在做利用高温超导体的磁悬浮模拟实验。他的速度在真空管道达到150km/h，但是环型的。日本把它作为一个长期战略来做，比如2030年真的要通车，而且它先用低温超导体来做。到时候高温超导体一成熟，马上就做。我们这个战略确实有欠缺，下一步在国家的支持下，国内超导界结合前瞻性的应用，与材料一块努力，要弥补这个差距。

张平祥研究员：我补充一点，我觉得超导还有一个重要的应用就是核磁共振光谱仪。我们国家实际上现在每百万人口拥有核磁共振光谱仪大概是3~5台的水平，而西方发达国家在40~50台。现在在日本、欧洲大量的手术用机器人做，机器人远程做的时候，它需要开放的核磁共振现场成像，这是一个非常好的领域。另外就是电力领域，这方面基本上国家没有投入，企业在投入，电力集团在投入。另外是超导的储能，它不像电池的储能和其他的储能，储的快取的快，而且损耗小，这是国家应该支持发展和应用的一个方向。另外我刚才也汇报了，可在电网应用超导故障限流器等，都是常规材料没法代替的，只能用超导材料的特性来实现。