



- 主页
- 所情介绍
- 机构设置
- 科研成果
- 杰出人才
- 研究生教育
- 学术刊物
- 对外交流
- 高科技企业
- 成果转化
- 招聘信息
- 创新文化
- 服务信息
- 链接站点

您现在的位置： 首页→创新文化→金属之光→专题

## 微波功率应用技术在金属所的发展历程

张劲松

微波功率应用技术，作为一种特殊的陶瓷制备技术，20世纪80年代在欧美迅速发展，我所在夏非先生的全力支持



下，从87年研究陶瓷微波烧结技术开始，至今已走过了15年的历程。在这期间，微波烧结课题组从1个人发展成为包括流动人员和研究生在内30多人的大型课题组，研究方向从陶瓷微波烧结扩展到微波合成、微波催化、微波提取、新型陶瓷材料、复合材料、纳米材料、非平衡电催化及电化学加工等多个方向，涉及材料、化工、能源、环保、生物制药等学科领域；先后取得近50项专利技术成果，获中国科学院科技进步奖和国家“九五”科技攻关计划优秀成果奖各一项；培养博士毕业生7名、硕士毕业生5名。

1987-1990年，课题组的起步阶段。主要完成了以下工作：提出的“陶瓷微波气压烧结技术研究”得到国家“863”计划支持；提出了“会聚天线激励介质多模谐振”的设计方法，解决了微波场能密度与微波场分布均匀性之间的矛盾；成功

研制出单模和多模气压式微波烧结炉；烧结出当时国际上最大尺寸的微波烧结陶瓷样件；研制出的装置通过了中国科学院组织的科技成果鉴定，获得了很高的评价，并在“836”结题评估中，获得A级评价。

1991-1995年，巩固发展阶段。以实用化微波烧结技术为目标的“陶瓷微波气压烧结技术研究”再次顺利得到“863”计划支持。在不断改进、优化微波烧结装置的同时，通过“介质多模谐振保温方法”、“介质多模谐振+微波感应加热复合保温方法”、“微波加热激励大面积微波等离子体方法”、以及“微波加热、微波等离子体分步烧结方法”等关键专利技术的发明，研制出适用于小规模工业生产要求的实用化微波烧结装置和保温技术，彻底解决了低损耗陶瓷和高损耗陶瓷难以进行微波烧结的难题，将微波烧结技术的适用范围扩展到几乎所有工程和功能陶瓷材料，与美国同步实现微波烧结技术的实用化。1995年微波气压烧结装置与工艺的研究获得中国科学院科技进步二等奖。同年，四套实用化微波烧结装置和相关保温技术专利出售给国内三家用户。该课题组在“863”专家组历次考评中都被评为A级，曾荣获“863”计划新材料领域先进集体和先进个人奖励。

1996-2000年，全面发展阶段。96年5月，金属研究所与大连化学物理所联合提出的“微波催化工程技术研究”得到国家计委“九五”重大科技攻关计划支持，获得850万元的国拨经费资助，为全面发展微波功率应用技术提供了极其有利的条件。经过4年的艰苦奋斗，我们在以下五个关键技术方面取得突破性进展：

在微波反应器的总体设计方面，提出了“通过多次变换，将谐振腔的中轴线让给化学反应通道，并同时建立谐振”的基本设计原则，并建立了一套完整的结构转换计算设计理论和经验调试规范，研制出六种变换谐振结构，实现了微波在不同结构间低反射变换和在最终应用腔中谐振态的建立，研制出的微波加热和微波等离子体反应装置能够满足各类催化反应的需要；

在实现催化剂床层均匀微波加热方面，提出了将催化剂的电磁特性设计与反应器微波场设计统一考虑的新思路。由此思路出发，我们发现：将吸波陶瓷材料制作成泡沫状吸波陶瓷，将产生显著的三维手性特征。该特征的出现既可以



张劲松向中国科学院院长路勇祥(左二)汇报科研进展

使原本没有磁损耗的吸波材料产生磁损耗，也可以使材料的吸波能力得到大幅度增强。这一发现不仅大大降低了微波反应器中微波场的设计难度，还使人们能够在小尺寸的微波反应器中均匀加热大尺寸的催化剂，彻底解决微波反应器中场能密度与加热均匀性之间的矛盾，进而使微波能对化学反应的促进作用得到充分发挥；

在低温微波等离子体技术的方面，发明了微波强化常规丝光等离子体技术，实现了正压低温微波等离子体的激励与维持，为天然气直接转化制乙烯乙炔提供了技术支撑，同时拓宽了等离子化学的应用范围；

在微波催化剂的研制方面，提出了泡沫吸波陶瓷催化剂的新概念，实现了催化剂床层的均匀、高效、快速微波加热，还显著减少催化剂的整体重量和活性组分的用量，进而使微波功率的使用成本和催化剂的使用成本都得到显著降低；

在反应流程方面，提出了甲烷氧化偶联——乙烷脱氢耦合反应制乙烯和正压低温微波等离子体裂解天然气制乙烯乙炔等两条具有自主知识产权的新流程，不仅提高了天然气直接转化制乙烯的经济性，降低了反应过程对微波能的需求，还开辟了一条天然气高效直接转化获取化工原料的新途径。

通过对以上五个方面关键技术的突破，形成了30项专利技术，研制出适合于各类化学反应的微波加热和正压低温微波等离子体反应装置，研究出新型微波催化剂，开发出全新的天然气直接转化流程，用于天然气直接转化制乙烯、乙炔，取得了远优于国外报道的最好结果，使我国的微波催化技术和天然气直接转化技术达到国际领先水平，保证了预期攻关目标的全面实现，顺利通过国家“九五”重大攻关项目的验收，并获得国家“九五”科技攻关优秀成果奖。

近两年来，在国家“十五”科技攻关计划的支持进行“微波催化天然气直接转化制碳2烃工业小试”和“电直热催化净化汽车排气新技术研究”，同时获得国家“863”、“973”计划等大力支持，进行有关微波与材料相互作用的基础性研究工作。

在15年的拼搏奋进中，我们深深体会到：

我们是十分幸运的一代人，当历史进入20世纪80年代末，我们在科技攻关的前进道路上，有前辈几十年艰苦奋斗打下的坚实家底和积累丰富经验的支持，也有基础扎实、充满活力的年轻研究生的共同奋斗。更重要的是金属研究所优越的科研环境和民主祥和、科学务实的科研氛围。所领导和德高望重的前辈们远见卓识，十分重视对年轻科技骨干的培养，不仅在提职、分房、享受政府津贴等向年轻人倾斜，而且敢于给年轻人提供崭露头角的机会。我们课题组的成长中，始终得到历届所领导的支持和夏非研究员等老前辈的教诲和无私帮助。

坚持学科交叉，增强自主创新。学科交叉是发展微波功率技术的基础。经过多年的实践，我们改变了“你提需求，我来做；我做好了，你来用。”的模式。而是采取“你中有我，我中有你；你擅长的我要懂，我擅长的你要明白。”的方式，加强材料、微波、化学、生物领域专家之间的密切合作。结果在关键技术方面取得了突破性进展，拥有了自主知识产权，在很短的时间内赶上甚至超过发达国家在相应领域的研究和应用水平，并在国内同行间始终保持了领先地位。

地址：沈阳市沈河区文化路72号 邮编：110016 管理员邮箱：webmaster@imr.ac.cn

Copyright © 中国科学院金属研究所

辽ICP备05005387号