

金属之光

5

中国科学院金属研究所
2014年 第5期 (总第156期)

INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES



出版日期: 2014年5月

用于制备聚氯乙烯的绿色催化剂掺氮碳纳米管研究取得重要进展

我国是世界上最大的聚氯乙烯生产国，产能达2000万吨/年，占全世界产能的41%。同时我国70%以上的聚氯乙烯是通过氯化汞催化剂催化乙炔氯化过程制备的。由于氯化汞对环境的不利影响以及生产过程中的高能耗，寻找一种可以替代汞的环境友好、绿色催化剂材料具有重要意义，是当前一个研究热点。

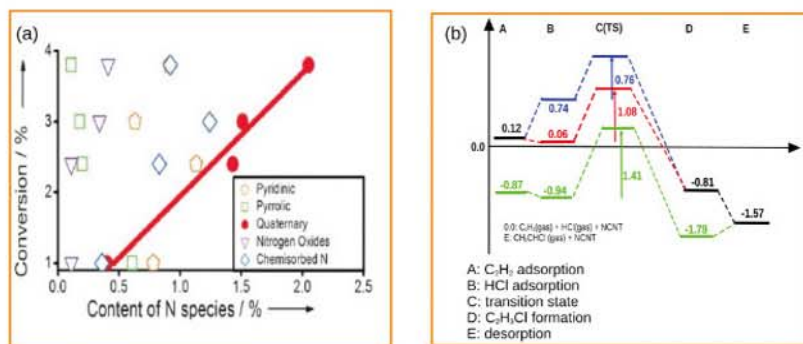
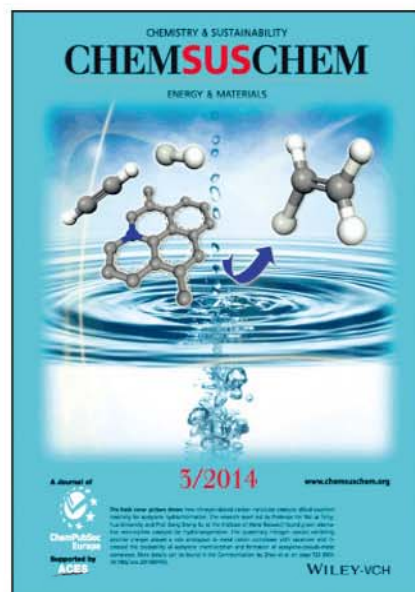
近期，金属所沈阳材料科学国家（联合）实验室

密度泛函理论计算，证明了季氮物种是主要催化活性位点。更进一步的理论计算揭示了在碳材料催化剂上的反应路径，证明乙炔吸附是反应中最重要的步骤，掺杂氮原子增强了乙炔分子在活性位上的吸附，进而提高了催化活性。通过电子结构分析发现了乙炔分子在碳材料上的吸附机理和在金属催化剂上的是截然相反的。这是因为氮掺杂改变了催化剂的酸碱性从而影响了反应分子和催化剂之间的作用形式。这些研究成果表明纳米碳材料作为一类重要的非金属催化剂材料具有广阔的应用前景，并且为高效、绿色生产聚氯乙烯开辟了新的研究方向。

不仅仅是氮原子，纳米碳材料上其他几种杂原子对于调节和控制碳材料催化剂的性质也起着重要作用。催化材料研究部利用理论化学和第一性原理计算研究了在纳米碳材料催化剂上几种不同杂原子包括氧、氮、硼、磷等的氧化-还原能力和酸碱性的性质，并且研究了它们在几种不同化学反应

中的作用。相关研究工作分别发表在J. Phys. Chem. C (2013, 117, 17485-17492)、Chem. Asian J. (2013, 8, 2605-2608)、J. Mater. Chem. A (2014, 2, 5287-5294)、Chem. Eur. J. (2014, doi: 10.1002/chem.201400347)等国际学术期刊上。

以上工作得到了金属所葛庭燧奖研金、金属所优秀学者和中科院超算集群沈阳分中心的支持。



(a) 氮物种含量和反应转化率之间的关系。(b) 第一性原理计算得到的反应路径。

催化材料研究部李波副研究员、苏党生研究员和清华大学魏飞教授研究小组合作发现，掺杂氮的纳米碳材料对乙炔氯化反应具有显著的催化活性，该工作作为杂志封底文章发表在ChemSusChem上(2014, 7, 723-728)，同时MaterialsView China对于这项研究成果进行了专题报道(<http://www.materialsviewchina.com/2014/04/lv-yi-xi-lv-se-he-cheng-ti-dai-gong-di-chan-dan-tan-cui-hua/>)。

研究表明，在碳纳米管催化剂中掺杂氮原子是催化剂优异催化活性的关键。通过氮掺杂，碳纳米管催化剂表现出了和传统金属催化剂（例如铜）相近的催化能力，掺氮碳纳米管的反应转换频率高达 $2.3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ ，具有很好的工业应用潜力。更为重要的是掺氮碳纳米管催化剂还具有优异的稳定性，而在长时间反应条件下大部分金属催化剂都表现出了催化活性的大幅降低，因而碳材料催化剂的稳定性是保证未来工业上应用的关键。通过比较不同氮物种的作用，发现季氮物种的含量和反应活性呈现较好的正比例关系。结合

金属所正式成为德国西门子公司热喷涂技术领域合格供应商

透平压缩机是石化、冶金、电力等行业重大工程成套装置的重要动力设备，功率为5000~10000千瓦。封严涂层是一种先进的气路密封技术，是提高透平压缩机工作效率、降低能耗的关键技术之一。西门子透平压缩机导流环封严涂层选用AISI系复合材料，主要成分包括AISI相、非金属相和孔隙。该类复合粉末各相物理性能差异大，流动性不好，喷涂过程中各组分熔化状态差异大，涂层组织结构可控性差。

金属所非平衡金属材料研究部通过研究焰流中粉末粒子的温度场和速度场的分布规律，发现优化粉末粒子喷射初速度和焰流中飞行速度是提高涂层组织结构可控性的有效途径，实现了温度场和速度场的最佳耦合，获得了润滑相分布均匀和残余应力低的高性能封严涂层。另一方面，导流环形状为喇叭口状，其曲率变化大，对涂层HR15y均匀性要求高，由试验阶段

向大型部件工程化转化是又一难题。因此，研究人员设计开发了高精度自动喷涂程序和独特的冷却系统，突破了大尺寸导流环（ $\Phi 900\text{mm}$ ）封严涂层制备均匀性和可重复性差的瓶颈，使涂层性能完全达到西门子的技术指标要求。

日前，西门子公司对金属所非平衡金属材料研究部热喷涂涂层生产过程进行了现场审查和试订单检查，对金属所热喷涂涂层制备技术、设备能力和质量管理水平给予了充分肯定和认可，认为能够高质量完成透平压缩机部件涂层生产。金属所正式成为西门子公司热喷涂技术领域合格供应商。



导流环自动喷涂照片

镍基单晶高温合金低周疲劳损伤行为研究

作为先进航空发动机上广泛使用的叶片材料，镍基单晶高温合金在不同温度下展现出了明显不同的变形方式。低周疲劳的研究结果表明：当温度超过800℃时，原本以应变局部化为主的变形将逐渐转变为以均匀变形为主，造成上述变化的根本原因取决于高温合金中层错能值的改变。从2010年开始，材料疲劳与断裂研究部李鹏副研究员和高温合金研究部金涛研究员、周亦曹研究员等人合作，以层错能作为切入点，有针对性地开展了对镍基单晶高温合金低周疲劳损伤行为微观机理的研究。

如图1所示，不同温度下单晶合金的形变机制不同。室温下，层错能起着主要作用，位错以平面滑移为主。随着温度的升高，层错能值增大，波状滑移特征开始显现， γ' 相的强化作用也变得显著，相界面错配度对合金的低周疲劳性能起着关键作用。而Re的加入则进一步降低

了单晶高温合金在室温下的层错能值，使得3Re合金在室温循环变形时形成大量的层错带，位错运动更多沿特定方向进行，位错塞积使得合金的循环应力提高。在高温疲劳过程中，Re抑制 γ' 相的长大使位错运动的通道变窄，增加元素的偏聚使得界面错配度增加，以及Re可能存在的双原子或者多原子团簇对合金高温低周疲劳性能起着重要作用。

该研究不仅有助于深入理解高温合金疲劳损伤行为的本质，而且可以进一步将层错能值作为调整合金成分，探寻合金元素最佳配比的重要参数，为开发出更为先进的高温合金材料提供设计思路。上述研究工作先后得到国家自然科学基金以及国家重点基础研究发展计划（973计划）项目的资助，研究成果分别发表在Int. J. Fatigue (63, (2014) 137–144); Philos. Mag ((2014) in press); Mater. Sci. Eng. A (603, (2014) 84–92)等国际学术期刊上。

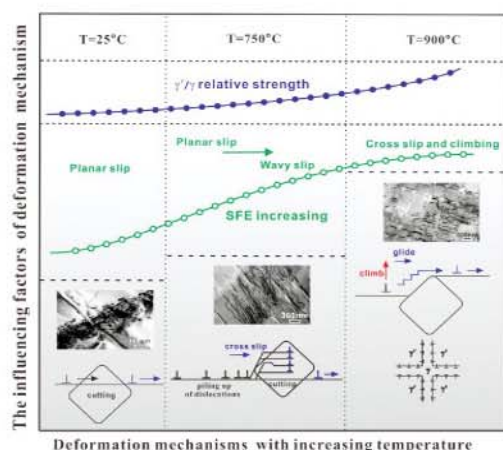


图1. 含铼与不含铼两种镍基单晶高温合金不同温度下的微观变形机制图

培训，让优秀成为一种习惯

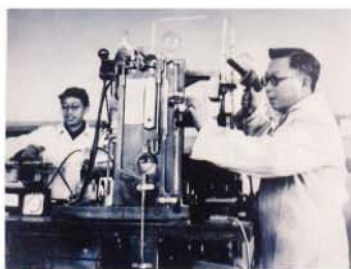
人事处 王申瑞

题记：

“培训”是近十年来才在国内火爆起来的词汇，而金属所自1953年建所以来便已开始践行“培训”之实。在金属所的历史上，经历过三次学习高潮。伴随着三次学习高潮的洗礼，金属所也跻身于科学院一流研究所的行列。培训对金属所而言与其说是一项工作，不如说是一种文化，“终身、全员”的培训理念虽无明文规定，但却心照不宣地成为金属所人的共识。以下的培训三部曲将用当前比较in的“穿越模式”带您感受金属所培训工作的“前世今生”。

那些年走过的“培训岁月”

忆往昔，时光带走了浮华，却留下了让金属所人引以为傲、津津乐道的关于“三次学习高潮”的历史回忆。金属所第一次学习高潮发生在建所初期（1954



年—1956年），代表性的事件是金属所招收近百名高小毕业的徒工，在所内集中学习后送往厂矿培训，最后成为所内辅助业务人员和技术工人。第二次学习高潮发生在1961年—1964年，标志性的事件是金属所先后邀请所内外专家讲授16门基础和专业课程，其中“位错理论”和“金属电子论”成为全国性的学习班。第三次学习高潮发生在1978年改革开放以后，80年代初，联合国计划开发署在金属所设立了“材料科学与工程”人才培养中心。此外，研究所为提高科技人员国际交流能力举办了外语学习班，掀起了外语学习的高潮。

纵观三次学习高潮，当代培训的某些思路已蕴含其中，例如“内训”与“外训”相结合、“新员工入职培训”……，金属所以那个时代特有的方式预言了未来某些培训的先进理念。

当前培训工作“步步精心”

进入新世纪，科学院对培训工作的重视程度日渐加强，并在所辖机构中提出了“全员能力提升”的培训理念，这与金属所原本的“全员、终身”培训理念不谋而合。经过几任培训主管的辛勤耕耘，金属所在2013年科学院培训评估活动中，以总分第一名的成绩位列近百个参评研究所之首，与此同时，所内的某些培训项目也连续几年获得科学院“精品培训项目”殊荣。

历任培训主管都深知，研究所的培训风格与企业迥然不同，研究所有其特有的组织架构及科研人员的特殊培训需求，简单粗

暴地对外界培训资源实行“拿来主义”必然导致水土不服，某些培训课程在所内开展之前必须经过广泛的调研与培训主管“转换式”的解读，并最终有“金属所味道”的模式呈现在受训者面前。





如果按重要程度对培训工作的各个环节进行划分，那最重要的一环非“培训体系的建立”莫属。2013年度，金属所提出的“四维”培训体系，被科学院作为培训组织体系建设的经典案例收入院内自编教材。所谓的“四维”即从全员、终身的理念出发，第一维度指所内两级（所级、部门级）培训管理制度，第二维度指所内非官方组织举办的讲座、报告类培训（如：青年职工俱乐部等），第三维度指科学院、分院及其他所组织的培训项目（如所长班、骨干班、业务培训班等），第四维度指社会培训资源，各行业、领域组织的培训。金属所学科方向多、人员结构复杂，为保证培训能够覆盖全员、有针对性、实效性、可操作性，人事部门根据所内人员特点，从岗位需求、公共需求、知识技能需求三方面设置培训课程，并通过上岗培训、在岗培训、自主选学的方式加以实施。经过对培训工作长期不懈的探索与努力，金属所现已形成了若干特色的品牌培训项目，如质量相关培训（质量标准、质量管理员、检验员等）、新入所职工系列培训、金相培训、科研秘书（助理）系列培训……；此外，为拓宽科研人员知识面、视野，提升科研选题能力，研究所和沈阳材料科学国家（联合）实验室还建立了“李薰奖讲座系列”及“研究部主任论坛”，深受科技工作者和研究生



欢迎。

在众多培训项目中，有一类培训较为特殊，即那些“未冠培训之名，却行培训之实”的项目，如所内青年职工俱乐部组织的各类学术沙龙活动，以及各研究部组织的学术讲座和论坛。这类活动在金属所内数量之多、内容之广、质量之高，令许多兄弟科研院所叹为观止。以青年职工俱乐部学术沙龙活动为例，经统计，2013年四个学术沙龙活动共举办28期，累计参与达1200余人次。这类活动的层出不穷，为金属所培训工作注入了强有力的“兴奋剂”，也是对金属所特有的“全员、终身”培训理念的精彩诠释与延伸。

未来培训工作“任重道远”

科学院对各研究所培训工作的要求日渐规范，培训也逐步由实现“人岗更加匹配”的初级要求向协助



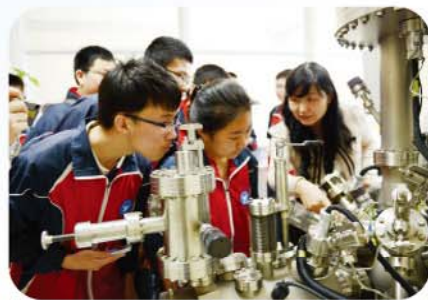
员工“追求卓越”的方向转变，如果说工资、奖金这些硬福利能让员工的生活更有保障，那么以培训为代表的软福利则能让员工“距离成功更近”。如果问历任培训主管同一个问题：“组织培训过程中，你最关心的是什么？”得到的十有八九是同一个回答，即“能否使受训学员真正有所收获！”组织者和参训学员付出了高昂的时间、经济成本，如果培训带来的价值不能弥补参训产生的各类成本，则与浪费无异。

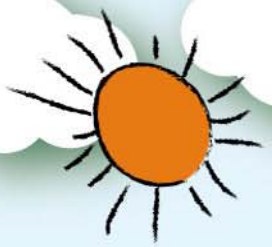
风雨沧桑60余年，建所至今，历任所领导都非常重视研究所的培训工作的重视，保证了研究所创造活力和创新能力。面对“创新2020”，培训工作仍然承担着重要使命，任重道远。

2014年度中国科学院金属研究所 公众科学日活动纪实

5月17日，一年一度的中国科学院金属研究所公众科学日活动如期举行。活动吸引了来自沈阳市第二中学、沈阳市第五中学、东北育才学校、辽宁科技大学以及社会公众近400人参加。叶恒强院士为大家作了题为“原子排列的秘密”的科普讲座。活动面向社

会公众还开放了沈阳材料科学国家（联合）实验室部分实验室和分析测试部的部分实验室，并设置了室外展示区，通过实物展示、互动小实验和展板等让大家了解了材料学相关的基本知识。活动的成功举办受到了社会公众的欢迎和好评。





大手拉小手 感受科技魅力

——“走进我们共同的家”中科院金属所首届“家属日”活动花絮

5月17日下午，中国科学院金属研究所首届“家属日”活动开幕了！400余名金属所职工和家属在欢快喜悦的气氛中参加了这次活动。举办本次“家属日”活动的目的是让金属所的职工及家属在体验材料科学魅力的同时，近距离地了解、感受金属所的发展和成就，拉近研究所与职工及家属的距离，增强职工及家属的自豪感和归属感。



科普展示



参观实验室



儿童体验游戏





近日，在中国科学院科学传播局发布的《2013年中国科学院科学出版基金科技期刊排行榜》中，金属所的三种期刊《材料科学与技术（英文版）》（获一等择优支持）、《金属学报》（获二等择优支持）和《金属学报（英文版）》（获二等择优支持）同时入围。



2013年度李薰材料科学讲座系列讲座奖获得者、美国宾夕法尼亚州立大学Mauricio Terrones教授于5月14日至16日访问金属所并开展学术交流。



5月7日，金属所研究生部、团委联合举办了“纪念五四运动九十五周年”环所长跑比赛。五四环所长跑是金属所的传统比赛项目，本次赛事吸引了近300余名研究生和职工参加。



2010年度李薰材料科学讲座系列讲座奖获得者、美国俄亥俄州立大学材料科学与工程学院Gerald Frankel教授于5月3日至5日访问金属所并展学术交流。



4月24日、25日所离退办分别在北区活动室、南区活动室和富民社区活动室，举办了离退休职工喜迎“五一”劳动节游艺活动。约300余人参加游艺，其中89岁的离休干部钟玉振和89岁的老科学家李铁藩也参加了此次活动。