

金属之光

10

中国科学院金属研究所
2015年 第10期 (总第173期)

INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCE

秋色

出版日期: 2015年12月

金属所2013年度创新基金项目 准晶和长程有序结构相复合强化镁锂合金 的探索性研究

随着车辆和航空运输事业的快速发展，轻量化和高的运行速度已成为运输事业发展的两个重要标志。要有效解决轻量化和提速的问题，就必须减轻自身重量。在结构材料用金属及合金中，镁锂(Mg-Li)合金是最轻的材料之一，其密度在1.25-1.65g/cm³之间，仅为铝合金的1/2，传统镁合金的3/4，具有高的比强度和比刚度、强的冷热变形能力、各向异性不明显和良好的低温性能等特性，各航空大国对镁锂合金在航天、航空、电子和军事等高新技术领域中的应用寄予了极高的期望。然而，镁锂合金也存在着一些问题，如绝对工程强度低和耐腐蚀性能差等，严重制约了合金的应用与进一步的发展。尽管早期研究人员利用各种手段和处理方法如合金化、热处理及机械大变形等，但仍未能使镁锂合金的力学性能和抗腐蚀能力得到显著提高。近年来，研究者们发现具有典型五次和十次等特殊对称性的准晶相可在镁合金中形成。因准晶具有高的硬度、高的抗腐蚀能力、低的界面能和高的热稳定性等，可显著提高镁合金的强度、断裂韧性、疲劳强度和耐蚀性能。针对镁锂合金性能差的问题和准晶相提高镁合金性能的优点，能否将准晶相引入到镁锂合金中来使其性能得到提升，以获得新型高性能超轻质镁合金材料是近期研究热点。

在中国科学院金属研究所创新基金项目的支持下，材料环境腐蚀研究中心许道奎研究员开展了准晶强化超轻双相Mg-Li-Zn-Y合金中准晶相的形成及合金的室温和高温力学、力学各向异性、腐蚀和室温加工成型行为研究。结果表明，准晶在镁锂合金中的形成是可行的，与合金中的Zn/Y比密切相关。力学实验结果表明，与传统镁锂合金相比，准晶强化Mg-Li-Zn-Y合金不仅具有明显高的

室温强度，还具有较高的高温拉伸性能，主要归因于准晶可有效阻碍 β -Li相在高温下的塑性流变。另外，准晶的形成可以有效增加合金中 β -Li相的体积分数，且能显著弱化挤压合金板材中 α -Mg基体的基面织构，最终极大弱化了合金的拉伸力学各向异性。腐蚀实验表明，准晶的形成有助于双相Mg-Li合金抗腐蚀性能的提高，主要归因于准晶胞结构可有效阻碍腐蚀的发展并能促使均匀腐蚀的发生。通过对合金进行热处理研究，获得了进一步显著提升准晶强化Mg-Li-Zn-Y合金力学性能的热处理制度。最后，研究表明合金具有良好的室温成型能力。冷轧后，板面很光滑，无任何边裂。同时，冷轧后合金的最大抗拉强度可达近400MPa，与传统中等强度镁合金基本相当，比传统Mg-Li合金的强度高出200MPa，且保留着明显优越的塑性，显著提升了Mg-Li合金在工程应用中的竞争力。相关研究工作分别发表在国际学术期刊Mater & Design., 2015, 88, 88-97; 2015, 69, 124-129, Scripta Mater., 2014, 71, 21-24, J. Alloys. Comp., 2014, 582, 161-166, 申请了6项中国发明专利，其中授权2项。

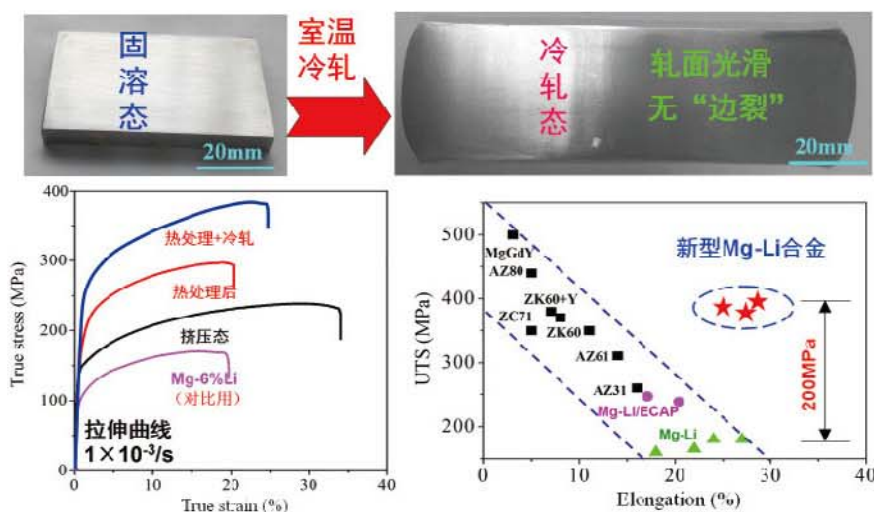


图1 准晶强化双相镁锂合金的室温成型行为和力学性能响应

金属所2013年度创新基金项目 适用于多元合金体系的原子间作用势 构建方法研究

原子间作用势在材料的原子尺度模拟中扮演着重要角色，其质量直接影响模拟结果的可靠性。然而具有实用价值的合金都是含有三种以上组份的复杂系统，可供选择的势函数极少，难以进行系统的原子模拟，这直接导致一系列重要实验结果难以圆满解释。因此有必要建立一套易操作的、适用范围广的原子间作用势的构建方法，以用于材料性能研究。

本项目结合实验结果和第一原理计算结果，采用拟合-评估的数值方法，建立数值型原子间作用势，以保证所得到的势函数既能反映实验结果，又不偏离理论计算。项目成功完成了Ti-24Nb-4Zr-7.9Sn (Ti2448)合金的原子间作用势构建，同时完成各向异性较强的六角密堆金属Ti的原子间作用势以及纯金属Fe、Mo和二元合金TiNb、TiNi的原子间作用势，为复杂合金性能的原子尺度模拟研究奠定了理论和方法基础；利用所构建的势函数考察了相应体系中的点缺陷构型演化行为，位错和孪晶等缺陷行为、得到一系列原创成果。经过近两年时间的工作，较好地完成了预期任务，编写分子动力学程序一套，累计发表SCI论文5篇，会议论文2篇，国内外会议报告4人次，展板3人次。

主要研究成果：

(一) Ti2448合金原子间作用势。采用平均场概念，利用实验数据及第一原理计算结果，拟合了Ti2448的原子间作用势，计算了不同结构下的结合能、状态方程、点缺陷能等，所得结果与已有实验结果及Ti2448合金的性能一致。采用该原子势模拟了Ti2448中位错芯和孪晶构型，为后续动力学模拟塑性行为奠定了基础。与传统方法相比，平均场方法在不损失精度的前提下计算量大幅降低，为探索复杂合金的原子间作用势开辟了新的途径。采用所构建的势函数用分子静力学方法计算了Ti2448不同滑移面的广义堆垛层错能曲面，求出了相应滑移系的位错和孪晶均匀形核势垒，并与其它体心系统进行比较，该势函数基本反应出Ti2448低模量高强度的特点。

(二) HCP钛的原子间作用势构建及缺陷行为。基于第一原理计算数据，采用Force-Matching方法拟合了六角钛的嵌入原子势。对于点缺陷构型和迁移能的计算表明，该势适合于点缺陷行为的模拟研究，并借助于激发-弛豫算法考察了钛中小尺寸空位团簇的演化过程。

(三) 特殊塑性变形模式。采用高通量分子动力学模拟系统研究了软硬晶粒模型下，不同的晶界和加载方向下，六角钛体系对外加载的响应。发现一种晶界处软取向晶粒向硬取向晶粒中生长的塑性变形行为，该变形机制通过硬取向晶粒的直接晶格取向改变而实现，研究表明该过程可能在疲劳等较温和的变形环境下实现。在体心钼中观察到加载下的相变过程，可成为严重变形下的有效塑性模式。

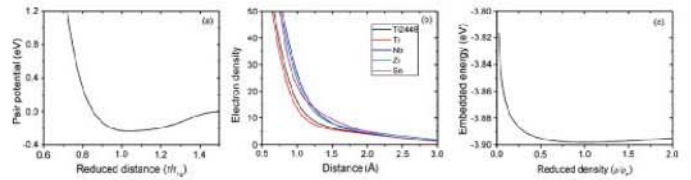


图1 Ti2448原子间作用势的对势、电子密度和嵌入能曲线

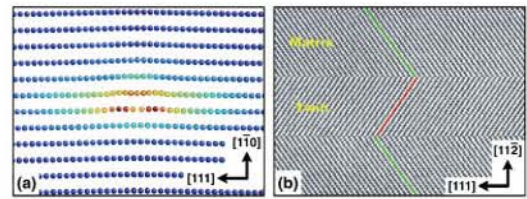


图2 采用Ti2448原子间作用势模拟得到的位错芯和孪晶构型

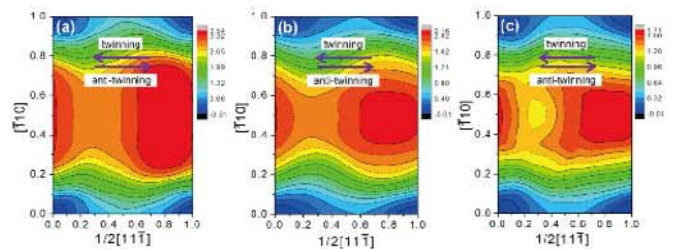


图3 (a) Mo; (b) β -Ti; (c) Ti2448的(112)面广义堆垛层错能曲面

用“安专迷”引燃人才“精神原子弹”

杨锐

如何培养和用好人才是人才强国战略的关键。一方面，中央出台了大力鼓励科技成果转化、大幅度提高科技人员创新收益的新政策，这是完全必要的。另一方面，我们也应该重视精神的力量，只有物质激励与精神引导双管齐下，才能更全面地发挥人才的作用。

如何在人才工作中发挥“精神原子弹”的作用呢？2013年刘云山同志看望国家最高科技奖获得者师昌绪先生时，师老说科技人才应提倡“安专迷”精神，即对所承担的工作做到“安心、专注、痴迷”。刘云山同志高度重视师老的建议。实际上，“安专迷”概括了人才从事创造性工作的三个境界。“安心”是第一层境界，在最底层；“专注”是第二境界，安心是专注的基础；最高境界无疑是“痴迷”，做到这一层，就做到了完全的自主性，做到了自驱

动，创新者会像分布式动力的动车组一样，不再需要首拉尾推，成果与技术会源源不断涌现。

“安专迷”不仅是科技人才应有的境界，也对人才管理工作提出了要求，即如何制订合理的人才政策使尽量多的人做到“安专迷”。要使人才“安心”，就要致力于建设良好的学术生态，保障科研资源公平合理的分配。要使人才“专注”，则要解决他们的实际问题，进一步完善科研评价体系和奖励制度，使制度的引导作用与创新驱动战略相适应。要使更多的人才“痴迷”，则要深化教育改革，从娃娃抓起。

只有更多的人才做到“安专迷”，才能形成百花齐放的创新局面，发展更多的独门绝技，造就更多内力深厚的百年老店式的企业，实现我国由大到强的深刻转变。

（转载自《光明日报》2015年11月17日 16版）

有勇气、有底气、有骨气、有人气

——谈对“以科技创新为核心推动全面创新”的认识

孙明月

第十八届五中全会党和国家提出了“以科技创新为核心推动全面创新”，作为一名科技工作者，我们深受鼓舞和启发，更加坚定了作好科技服务的信心。

中国经济保持了近二十年的高速增长，基础建设的巨大需求拉动了装备制造业的快速发展。一些企业通过购买世界先进的生产线，然后模仿制造并学习市场经济管理，实现了发展壮大。然而，在这一过程中，企业大多忙于引进装备和技术，而缺乏对技术本身的消化吸收，许多企业逐渐形成惰性，失去了自主创新的动力。2009年的金融危机打破了这种粗放型的发展模式，以往做地条钢等大路货都可以赚钱，现在却行不通了，取而代之的形势是，由于产业投入过剩，造成低端产品恶性竞争，无利润可言，而高端产品却无人能做、依赖进口。以钢铁行业为例，我国钢产量已达十亿多吨，但特殊钢仅占7%，远低于发达国家的40%水平，许多高端钢材仍高价进口，企业只能眼睁睁看着市场，却因为技术水平达不到而无能为力。企业虽然已经意识到科学技术在生产中的重要地位，但冰冻三尺非一日之寒，凭借自身的能力已很难在短期内完成技术提升。与此同时，在经济建设如火

如荼的背景下，由于评价体制等原因，一些高校、科研院所的科技人员仍封闭于象牙塔内，从事着“选题来源于文献、结果回归到文献”的纯粹性科研工作，他们缺乏实践经验，对企业提出的技术需求往往只能纸上谈兵而无法真正解决。这种现状造成了科研机构的研究工作与企业的技术需求脱节，科学技术难以切实地转化成生产力。

针对这种科研、生产两层皮的矛盾问题，党中央提出“建立以企业为主体，市场为导向，产学研相结合的技术创新体系”，第十八届五中全会更是确立了以科技创新引领全面创新的口号。在这种大环境下，我们科研人员应积极响应，明确责任与使命，深入基层主动服务企业，解企业之所难，帮企业之所需，支撑企业开展技术研发。

通过多年深入企业的摸爬滚打，老一辈科学家李依依院士总结出与企业合作的研究队伍应具备“有勇气、有底气、有骨气、有人气”的“四气”精神。

“有勇气”是指要面向国家的战略需求，敢于迎接挑战，了解并承接来自企业生产一线的重大技术难题。我们团队承担的课题既有国家的重大工程，又有

企业多年自主攻关未果的特殊难题。以2000年与中国一重联合开发轧机铸钢支承辊为例，企业连续10多年开发都未成功，我们介入该课题时，企业已没有一个技术人员敢于牵头承担该项任务，因为一次试验成本要200多万元，多次的失败已让技术人员彻底失去信心，科研攻关如同攻城一样，“一鼓作气，再而衰，三而竭”。对于这类“硬骨头”难题，承担者往往在头顶光环的同时，还要承受可能失败的千夫所指。因此，要想在企业取得成功，科研人员必须具备克服万难的决心和百折不挠的勇气。

“有底气”是指要善于理论联系实际，利用深入、系统的知识积累，实现技术创新，并应用于企业生产。很多科研人员都有这样的体会：申请纵向课题容易，获得横向课题困难，这就是底气不足的表现。因为纵向课题的题目是自己定的，做的都是擅长的东西，而横向课题的题目是企业定的，必须交硬账。我们的经验是，到企业拿项目和领兵打仗一样，首先要和企业的技术高手过招，如果能把技术负责人征服就算成功，否则外援的水平还不如人家本土的水平，技术合作就无从谈起了。因此，我们科研人员必须练就过人的技术本领，这样在企业里讲话才能有底气。

“有骨气”是指敢于挑战国外最先进的技术，瞄准国际前沿。我国很多企业盲目迷信国外引进的技术，总是想买了设备又买技术，殊不知，外国出口给我们的都是二代技术，最先进的技术是花钱买不到的。更严重的是，长此以往，我们将逐步丧失自主创新能力。因此，我们科研人员必须要有骨气，自强不息，相信国外能做到的，我们通过努力也一定能达到。以我省自主研发的大型船用曲轴为例，在省政

府、省科技厅的组织和支持下，我们放弃了以9800万元转让费从捷克引进热加工技术的想法，转由产学研联合攻关，不但实现了国产化，而且练就了一批专业技术队伍。一位长期从事曲轴认证工作的丹麦验船师在鞍钢现场说，这是我见过的成形质量最好的曲轴。由此可见，只要我们有骨气，不崇洋媚外，原子弹卫星都可以自己造，常规的工业技术问题也一定能够攻克。

“有人气”是指研究团队既要在企业里创造良好的口碑，也要注重自身的凝聚力。要想获得企业技术人员的充分信任，科研人员必须放下教授、博士的架子，与现场工人打成一片；同时要有高度的责任心和事业心，把企业的事当成自家的事，把企业的人当成自己的亲人。我们团队所服务的铸造厂工作环境差，粉尘、噪声严重，并且经常夜间生产，以前很多工厂的技术人员都不跟班。但我们认为掌握现场的一手数据非常关键，否则只能人云亦云。在这一点上，我们的老科学家起到了模范带头作用，经常不辞辛苦地带领年青人到企业去跟夜班，造就了一支不畏艰难、勇于吃苦的队伍。在我们的感染下，企业技术人员也主动跟班，产品质量问题大幅下降。为此，很多企业家与我们成为亲密无间的好朋友，合作非常愉快。由此可见，人气旺的队伍才能打胜仗。

我们庆幸赶上了好年代，感谢国家对我们青年人的培养和重用。青年科研人员朝气蓬勃，热血沸腾，非常希望能为企业做些实事。我们将在各级政府的领导下，秉承和发扬“四气”精神，切实帮助企业解决技术难题，为实现我省经济发展的企稳回升做出新的贡献。



连云宾馆(原圆通饭店)9号楼

王崇琳

1983年3月16日，李薰所长受方毅副总理委托，前往攀枝花考察含V/Ti磁铁

矿炼钢的技术难题，20日在路过昆明时因病仙逝于圆通宾馆，这一年，李所长70岁。我在德国接到庄育智先生告知噩耗后，深感悲痛，在继续完成半年研究工

参访李薰所长逝世地

作后按期归国。1984年在昆明开相图会议时，庄先生特地带我去宾馆大楼缅怀李所长，但那时未找到李所长去世的小楼。

2013年11月，我在厦门开亚洲国际粉末冶金会议(APMA2013)时，李森蓉带昆钢粉末厂杨雪峰厂长找我，探讨降低铁粉含碳量的事，昆钢想利用攀枝花矿制造合金粉末，并生产粉锻汽车连杆。这是好的想法，我向粉末冶金联盟秘书长韩伟报告此事，建议关注。2014年杨雪峰等四人来沈阳，在我家中商讨技术方案。今年4月邀我去昆钢考察，审查粉锻连杆技术报



作者在连云宾馆(原圆通饭店)9号楼二楼留影
逝世地。

5月4日我乘国航CA4176直飞昆明，在沈阳上机时得到无陪伴老人的特别照顾，回想1962年由学校分配来东北，不知不觉50多年已经过去了，我已成为77岁的老人了。

出行前我仔细阅读他们的技术报告，支持此项目就要严格审查，从中发现问题，避免几千万元投资损失。汽车连杆是关键受力件，不允许发生断裂，百万件中废品率应

为零，人们常谈及的6 σ 是指百万件产品中废品数为3.4件，所以连杆的技术指标比6 σ 还高。一旦建立



大观楼碑记

生产线，就必须保证成功。故在座谈中不能只唱赞歌，要直率地指出概念上和技术细节中的不当之处。也许是这种想法正中昆钢粉末科技人员下怀，自5月5日起至5月9日上午，连续不断的开会、参观、访谈和与老外谈判，进餐时也议论技术问题。9日下午稍作休息，营销部俞贵华陪我游温泉和曹溪寺，适遇优昙花盛开，预示好运要来。10日应昆明理工大学易健宏副校长之邀，移住该校文华酒店，顺便游览大观园，这就有机会寻访李薰所长逝世地。

5月10日司机李宏开车送我们到昆明，周晋来陪，他们拟帮我找李薰所长逝世地。我记得在《李薰传》中记载了他住进了云南省委招待所—昆明圆通饭店，我和李望平通话，她告诉我李所长逝于圆通宾馆9号楼的二楼。周晋打电话询问省委办公室，对方不予通报。好在李宏是专职司机，对当地很熟，知道昆明有个圆通地区，开车在那里转悠。先后发现圆通路和圆通寺，接着看到了连云宾馆，我们猜测这可能就是原

来的圆通饭店，便往回开车，喜出望外看到“9号楼”。周晋下车查看，门卫告之这就是圆通9号楼，我们终于找到了！“圆通”二字出于佛门，“圆”是圆彻悟道的意思，将修行悟道的方法和途径谓之为“圆通”。采用通俗的“连云”二字代替圆通，也许好记，但地名的改动带来不便，人们得多动脑筋才能找到。

我们请来9号楼的服务员，说明我们的愿望，经她向领导请示，允许参观。二楼有两个套间(925/928)，两个标间(926/927)。我们请服务员打开套间，她请示后告诉我们可以进去看，但不可照相。进门是客厅，内大卧室有一大床。李薰所长那天觉得很累，未洗漱就在客厅小床休息，秘书在大卧室睡，《李薰传》记载秘书睡在另一套间。李所长约于晨4时去世，我们敬爱的李所长离我们而去了。

《李薰传》记载了李所长曾在昆明贵金属谭庆麟所长陪同下游览了大观楼，观看了天下第一长联。那天昆钢的几位朋友陪我游了大观楼，她位于滇池北角大观公园近华浦内，建于康熙年间，清乾隆时寒士孙髯翁撰文，陆树堂书写了180字长联，上联为滇池风物，下联为昆明历史，我缺文学修养，只能先拍摄照片，再慢慢研读。

在昆钢朋友们帮助下，探访到李薰所长仙逝地，完成了赴昆心愿，特在9号楼内外留影，以示纪念。

完成了赴昆心愿，特在9号楼内外留影，以示纪念。



大观楼

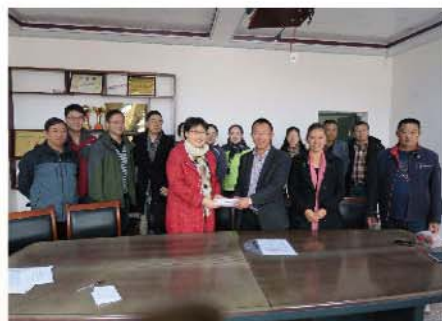


天下第一长联



11月5日，金属所与北方重工集团沈阳铸锻工业有限公司签署共建工程技术中心协议。基于

该平台，沈阳铸锻公司利用设备和资金优势，为金属所提供金属制备的中试基地；金属所发挥人才和技术优势，将先进的材料加工技术优先在沈阳铸锻公司转化实施。双方紧密合作，努力将该中心建设成东北地区领先的高端材料及器件研发基地。签约仪式上，双方进一步明确了盾构机刀具材料、矿山耐磨耐热铸件等14个联合攻关研发项目。



10月23日，由所党委副书记郝欣带队，组织我所党支部代表，赴定点扶贫地区岫

岩县朝阳镇学校和荒地村开展扶贫慰问活动。在朝阳镇学校，郝欣副书记表示，金属所今后将在科学普及、教师培训等方面给予学校更多的支持与帮助，并代表各党支部及个人将部分2016年困难学生助学款4万余元交给学校，请校方逐月代为发放。

10月21日上午，国家知识产权局专利检索咨询中心主任赵洪、总咨询师李淑芝等一行五人来所调研交流。金属所副所长张健、综合规划处处长雷浩及有关人员参加了调研。



10月21日下午，由德国巴登-符腾堡州科学部长Theresia Bauer女士带领的23人代表团访问金属所。



10月21日下午，所党委召开统战工作座谈会，学习贯彻中央统战工作会议精神，总结我所统战

工作，与民主党派和无党派代表人士进行了座谈讨论，并就今后研究所统战工作做了安排部署。



所工会于国庆节前夕举办了“金属所喜迎国庆职工研究生趣味运动会”。全所共有23个分工会、3个研究生班

级共600多人、1156人次参加了比赛。党委副书记郝欣亲临运动会现场并发表了简短而热情洋溢的讲话。

