

中國科學技術協會
全國青年學術年會

論文集

二學分冊(上冊)

中國科學技術協會青年學術年會

執行委員會

中國科學技術出版社

内 容 提 要

中国科协首届青年学术年会(工科部)论文集共分上、下两册,内含 214 篇高水平的学术论文。这些论文覆盖了包括通信、电子、能源、交通、材料、计算机、自动化技术、化学工业、环境科学、海洋工程、国防科技、航空航天和消费品工业等几乎所有工程学科领域,反映了我国青年学者(包括国外留学生)在高科技领域内所取得的具有代表性的科技成果。部分论文居于国内领先水平,有些论文已达到国际水平。

本书不但可以为有关领域内的青年科技工作者提供科研选题等方面的帮助,而且还可作为老、中、青科学家以及全社会各阶层全面了解我国青年科技工作者的业务能力和学术水平现状等提供必要的参考。

(京)新登字 175 号

中国科学技术协会首届青年学术年会
论 文 集
(工科分册·上)

中国科协首届青年学术年会
执行委员会 编

*

中国科学技术出版社出版(北京海淀区白石桥路 32 号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
机械工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 37.5 字数: 915 千字
1992 年 4 月第一版 1992 年 4 月第一次印刷
印数: 1—1,000 册 定价: 40.00 元
ISBN 7-5046-0721-5/T·6

祝賀

中國科協首屆青年學術年會開幕

科技興國
強我中華

嚴濟慈題

一九九二年三月

海盛峰安
學強險民
游國攀泰
山祖關國
書為難喜
登跨

衷心祝賀中國科協首屆
青年學術年會開幕

盧嘉錫



一九九二年四月

青年科技人才是跨世纪
的科技骨干和栋梁

祝贺中国科协首届青年学术年会召开

钱三强

一九九二年五月二十日

科技增強國力

青年開創未來

朱克亞

學海無涯迎接挑戰
韶華似火獻身祖國

中國科協首屆青年學術年會

一九九二年吳階平



中国科协首届青年学术年会 指导委员会名单

主 席：庄逢甘
副 主 席：刘 恕
秘 书 长：林振中
副秘书长：马 阳
委 员：张兰生 李志坚 鲍文奎 胡亚美 吴明瑜 卢景霆
特邀委员：陈佳洱 倪维斗 石元春 程德基 吴 猛

中国科协首届青年学术年会 执行委员会名单

主 席：冯长根
秘 书 长：沈爱民
委 员：潘新春 骆建华 朱 进 严纯华 楼 伟 张晓军
杨义先 张玉卓 柴茂林 林须端 王彦佳 杨文志
孙其信 朱 明 邱 刚 杨 民 穆大伟 王虹崢
胡学恺 马惠娣 朱 青 朱澜新 郑文艺 朱雪芬
董 正 张晓梅 盛小列 抗 难 孙 铭 白卫平
和学生 李玉国

前 言

在当今国际社会，世界各国都把科学技术视为决定生产力的首要因素，国与国之间的激烈竞争也更多地表现为包括科学技术在内的综合国力的竞争，特别是青年科技人才的竞争。在这新旧交替的历史时期，青年科技工作者，作为走向 21 世纪的主力军，对于推动科技发展和社会进步有着义不容辞的责任。中国科协召开的首届青年学术年会是一次旨在检视我国青年科技工作者的科技成果，发现和培养优秀青年科技人才，树立青年科技工作者良好的科学道德风尚，激励青年科技工作者奋发图强精神的一次盛会。

本论文集集中收录的 214 篇论文是从本次大会工科分部所收到的来自国内外的 2800 余篇应征文章中精选出来的，它们具有如下鲜明的特点：第一，选题新颖、学术水平高。部分论文选题居于国内领先地位，有些已达到国际水平；第二，覆盖面广，剪表性强。它们几乎含盖了电子信息、自动化技术、新能源、新材料、交通、激光技术、航空航天技术、国防科学技术、海洋工程、环境科学、化学工业、消费品工业等所有与国民经济密切相关的领域和学科；第三，具有一定的学术参考价值，许多论文都提出了一些极富潜力的新观点和新方法，基本上代表了当今我国青年科技工作者（包括国外留学生）的学术水平，比较全面准确地反映出了我国工科领域内青年科技工作者的研究成果；第四，入选的论文作者具有比较广泛的代表性，他们之中既有在国内外获得博士学位的著名青年科学家，又有自学成才的青年科技工作者；第五，为了便于加强青年学者之间的交流和联系，我们在每篇文章的最后对该文作者都作了简介。由于篇幅有限，不少好文章只得忍痛割爱，但不管是否入选本论文集，我们对所有应征文章的作者都表示衷心的感谢！并向热心推荐青年作者的专家和单位致以崇高的敬意！

最后，感谢元林、王家祯、叶培大、冯长根、刘以成、齐立根、吴迪敬、张有天、张锐生、苏健民、张兴儒、张良铎、罗沛霖、杨可仁、钟义信、赵林春、柯有安、唐泽圣、高原、黄熙君、雷天觉、雷树萱诸位专家和中国科协与工科有关的 58 个学会、协会、研究会在学术上对我们的指导；感谢清华大学、北京邮电学院、中国科技会堂、中国轻工协会、煤炭部研究院、中科院计算机研究所在会务筹备和学术组织工作上给予的大力支持；感谢万秀芳、刘虹、余遐、谢芳等同志为本论文集的出版和本次大会的召开所付出的辛勤劳动。

“抛砖”期在“引玉”。希望今后有更多更好的科技文章问世，希望通过本次大会的召开和本论文集的出版能够促进我国科研整体水平的不断提高。

中国科协首届青年学术年会工科部

1992.1.31

目 录

(上 册)

超塑性金属基复合材料制造方法的研究	张立斌 海锦涛	(1)
旋转扫描电弧传感器焊缝双向跟踪系统的研究	廖宝剑 潘际奎	(6)
两通道随机载荷台架强化试验技术研究	刘 伟	(12)
套阀式绝对压力调节器动、静态性能优化设计	王贵军	(17)
涂层硬质合金的切削性能及其数据库	周 渠 于启勳	(20)
二次转速调节静液驱动系统调节特性研究	谢卓伟	(25)
一种新型铝合金熔剂喷吹综合处理技术的研究 ...	李培杰 陈玉勇等	(31)
机电液一体化的钢坯快速输送机械手	张志伟	(36)
Fe-40Al 合金与 Al_2O_3 的界面润湿现象	汪德宁 徐 东等	(40)
置换溶质原子对锯齿屈服的影响	陈文哲 钱匡武	(45)
冲天炉熔炼过程自适应控制系统	吴辰文 王智平	(49)
无矩球壳的动态响应	武秀丽 张相周	(54)
大容量风力发电机组的设计	田 德 绪方正幸	(61)
集中载荷作用的波纹圆板非线性弯曲问题的精确解	郑晓静 马金国	(70)
集装箱运输汽车自装卸机构的运动学和动力学分析	金先龙	(76)
汽车非线性系统瞬态响应模拟及分析	蔡艳春 李承德	(82)
新型堆放式小麦收割机的研究与设计	李保谦 杜金生等	(90)
熔融盐中 $FeCl_3-NiCl_2$ 石墨层间化合物的生成 ...	王正德 稻垣道夫	(94)
碳化硅分解石墨的结构与形态	康飞宇 白东军	(99)
统一泛函变分原理在电磁场数值计算中的应用 ...	崔 翔 谢 羲等	(103)
输电线路覆冰机理与防冰新技术研究	蒋兴良	(110)
三峡水库的长期使用和对航运条件的改善	陈志轩	(116)
试论全国分布式水文数据库系统(NDHDBS)的分析与设计 ...	余达征	(121)
平面二维泥沙数学模型在三峡工程中的初步应用	周建军	(126)
广义随机空间内的结构可靠度逼近分析方法	李云贵	(132)
圆柱绕流二维大涡模拟与涡量耗散	苑明顺	(137)
拱坝体形选择专家系统中拱坝应力分析方法研究 ...	贾金生 朱伯芳	(143)
复杂流动的数值预报	李 嘉 罗 麟等	(150)
长河段,长时期河床平面细部变形数值模拟方法 ...	吴伟明 李义天	(155)
三峡枢纽下游河床冲刷对荆江河段防洪影响的初步分析	卢金友	(160)

洪水风险分析及近期防洪策略	向立云	(167)
大型水力发电机组振动及稳定性研究	马震岳 钱学智	(172)
SIMPLE 算法的一个改进方案及其在内燃机		
缸内流动计算中的应用	阮振伟 张晓男等	(177)
内燃机的活塞裙外型面的设计理论和研究	谢正海 陈大荣等	(183)
芯片带翅冷却块的液体射流冲击冷却技术与特性	彭晓峰	(188)
三维复杂高超声速粘性流场的数值模拟	沈 清	(192)
用扫描隧道显微镜对材料进行表面修饰的研究 ...	沈 健 竺长新等	(197)
微波等离子体 CVD 法制备金刚石薄膜的研究	王向东	(203)
知识的因素表示	刘增良	(208)
DETECE——一个通用型化工过程训练仿真器综合开发		
环境	朱家宝等	(213)
机器人触觉系统; 识别物体的形状、位置和		
姿态	贾云得 李科杰等	(219)
间歇生产过程的神经网络模型及优化控制	冯恩波	(224)
一个利用句子结构特征实现的中日机器翻译系统	范莉馨	(232)
一类智能过程控制系统框架	徐滇生 毛绪瑾	(238)
步进数控系统连续平滑轨迹控制方法的研究	陈国祥	(242)
时变参数的自适应辨识: 理论与算法	张洪华	(247)
人和遥控机器人的协调控制	杨 慧	(258)
基于分维模型的一类图像特征的提取方法	张 颖 陈维南	(266)
一般非线性控制系统的局部输入输出解耦	刘晓平	(272)
广义 μ 函数的数值计算	储德林	(280)
带有一类多个静态非线性系统的自适应控制	熊宇飞	(288)
光学轮廓仪	高 宏 薛实福等	(294)
傅立叶红外光谱法在生物学中的应用	刘布鸣 钟正贤	(298)
焊锡真空蒸馏脱铅炉动态作业仿真	冯丽辉	(302)
用逐次修正法求解在均布载荷作用下		
对称膜盒的非线性问题	常 明 刘利亭	(310)
厚膜湿敏陶瓷元件的交流特性分析	卢跃东 张靖漓等	(313)
RASH 特征的自动识别和实用 ΔM 数据采集系统	何茂彬 肖 军等	(319)
TCXO 补偿网络的自动配置与设计	周 彤 宋 丽	(322)
微循环图像血管管径的精确测量研究	胡庆茂 李树祥	(328)
近景摄影测量与计算机辅助设计运动鞋的方法	施建刚	(335)

采用国际标准提高经济效益的途径	叶寒萍	(340)
三维脑电地形图的研究	周龙旗 杨文俊等	(345)
机床造型设计实践和探讨	杨 勤 卢文雄	(350)
降低宽带 VCO 相位噪声的一种有效措施	刘逸平 李 镇	(355)
钝体的非线性流固耦合振动	宗 智 赵德有	(360)
非线性条件下二维状态空间数字系统的稳定性分析	肖 扬	(365)
捷变频雷达目标、背景与干扰模拟器	张鹏飞 方再根等	(372)
全硅化场致发射冷阴极真空微电子二极管实验研究 ...	关 辉 朱长纯等	(378)
分形维数估计的子波函数方法	李柄成	(384)
位相调制光外差激光稳频系统	陈国庆	(390)
等离子体 cereukev 脉塞(PCN)的粒子模拟	刘 列 常文蔚等	(397)
注入式电致发光神经网络	林 是 陈奋铨等	(404)
一个新颖的大型通用电路软件包:TUMW	纪承军	(410)
微波介质谐振器理论及其在高 Tc 超导膜表面		
阻抗无损测试中的应用	戎教生 孙忠良	(415)
块状 Pb-Bi-Sr-Ca-Cu-O 陶瓷高温超导体		
的透射电子显微镜研究	沙 维	(422)
半导体激光器四波混频中的相位噪声	惠荣庆	(426)
基于家族模型的日中机器翻译系统	任福继 范莉馨	(431)
乌托邦: 一个用于大型异构分布式		
计算机的负载共享系统	周松年 郑小虎等	(438)
统计纹理生成模型	徐国栋 郭恒业	(446)
ABS-90jr 互连网络的性能分析	李晓明等	(450)
子流水线概念及其在超标量结构中的应用	李亚民	(455)
Bernstein-Bezier 曲面的光顺方法	彭国华 高光涛	(460)
软件可靠性灰色预测模型的研究	肖 平 许凤璋等	(467)
非确定性密钥分配	何敬民 张 立等	(472)
GSKS-1 型汉语语键综合文本编辑系统	陈善广	(477)
灰度/深度图象序列的三维空间内插——		
一种新的计算机图象生成技术	王新成 朱维乐等	(483)
矩形涂覆平板雷达截面 RCS 的缩比研究	曾学刚	(489)
掺铒石英光纤中的几个频率上转换现象	华一敏 陈英礼等	(493)
计算机视频显示器辐射信息的接收与复原机理	韩 放	(497)
均匀各向异性介质的球波函数与并矢格林函数	任 伟	(502)

一种新的带限信号重构算法	赵亦工	(507)
用人工神经网络方法——Hopfield 网络模型		
求解旅行推销商问题的通用理论	刘 荣 刘泽民等	(512)
地震-重力联合反演——不同的实现方式	李 雄等	(522)
舰船 EMC 数模软件研究及应用	宋东安	(527)
陶瓷涡轮接触应力的理论分析和试验研究	陆季波 翁史烈等	(532)
弹性联轴器动态特性试验研究	屠尉立	(539)
南浦大桥交通监控系统	潘文灏 张 敏等	(545)
可编程控制器与上位计算机之通讯	梁寒初	(551)
自动雷达避碰决策仪(ARCADA)的设计	邱志雄	(556)
电子海图的数据压缩	董小兵	(563)
电子海图与 GPS 综合导航系统	林庆平	(568)
ARPA 信息语音传播和自动试避碰系统	柳小鸣	(573)

超塑性金属基复合材料制造方法的研究

张立斌 海锦涛

(机电部北京机电研究所)

摘要: 在介绍金属基复合材料的特点、制造方法及存在的问题基础上, 论述了一种较简单、有效、成本较低的制造 SiCp/LY12 复合材料方法——包套模具热压+等温热反挤压方法。用该方法研制出机械性能良好且具有较好超塑性性能的复合材料。

1 前言

金属基复合材料是很有发展前途的高技术结构材料和功能材料, 在航空航天、军工、汽车等领域有着广泛的应用前景。美国、日本等工业发达国家在这方面已取得了一定的成果, 特别是日本丰田公司用氧化铝短纤维增强铝基复合材料制造柴油机活塞获得成功, 开创了金属基复合材料在民用汽车工业商业应用的先例。

金属基复合材料具有普通金属材料、非金属基复合材料所不具备的优良性能, 如高的比强度、比模量, 良好的高温性能和导电导热性能, 热膨胀系数小, 尺寸稳定性好, 不吸湿不老化, 无放气污染, 耐磨性与阻尼性都良好, 特别是其性能可设计性更倍受重视。从研究初期到现在, 航空、航天、军工对高性能材料的需求一直是金属基复合材料研究的动力, 因为在这些领域里, 是把材料的性能放在第一位, 而材料的成本却不十分重要。然而, 要使金属基复合材料在汽车等民用工业获得广泛应用, 就必须降低复合材料的成本, 才可能同其它材料在经济上进行竞争。80年代之后, 制造工艺简单、成本较低廉的短纤维、晶须、颗粒增强的金属基复合材料得到了较快的发展。目前, 金属基复合材料的制造工艺不是较复杂就是还有技术上的问题尚未解决, 另外金属基复合材料的某些性能(如: 塑性、疲劳性能)较差, 已成为其应用的障碍之一。复合材料制造方法是十分重要的。而国外关于制造方法方面的报导都是很粗略的, 关键技术严格保密。下面在简介制造不连体增强铝基复合材料的方法、特点等基础上, 阐述一种较简单的超塑性金属基复合材料制造方法的研究过程。

2 制造方法及存在的问题

制造不连体(即晶须、颗粒、短纤维)增强金属基复合材料常用方法是粉末冶金法(即 PM 法)、扩散联接、搅伴铸造和压力铸造等方法。其中铸造方法的生产成本最为低廉, 可加入的增强体量要比其它方法多(可达 50%), 但是铸造法的制造温度高, 存在增强体与基体金属间的化学反应和润湿性问题。因增强体与基体的比重不同, 在重力作用下将引起沉淀作用, 产生簇团, 缠结和偏聚, 导致增强体在基体中分布不均匀, 若这些问题不能很好的解决, 将影响复合材料的机械性能和应用。图 1-3 是常用较典型的铸造法制造不连续体增强金属基复合材料的工艺流程图。

Al₂O₃ 微粉除水分→装模套→冷压→将模套装入模具→浇入熔融铝→加压→切除模套

图 1 高压熔浸法制造 Al₂O₃/Al 复合材料工艺流程

制造 SiC 晶须预制块→预制装入模具→注入熔融铝→加压→卸载取出复合材料

图 2 高压铸造法制造 SiCp/Al 复合材料的工艺流程

颗粒或短纤维→半固态基体合金浆料、搅拌→浇铸→坯料→二次加工

图 3 半固态铸造法制造复合材料工艺流程

用粉末冶金法制造复合材料关键在于混料工序和固结工序，目前国内外较普遍采用的固结的方法是 HIP，粉末挤压和热压（其中热压是指真空热压）。图 4~6 是国内外粉末冶金法制造复合材料的工艺流程图。

添加分散剂→混合→压制→除去添加剂→固结（热压、HIP、挤压等）→加工

图 4 美国 Silag 公司生产复合材料工艺流程

湿混料→除气→粉末热挤压→去除包套→热处理

图 5 国内生产 SiCp/LD2 复合材料工艺流程

混合→预成型→除气→固-液两相区热压→零件或二次加工

图 6 常用制造复合材料的工艺流程

以上这些 PM 工艺方法基本上都需要专用设备，工艺也较为复杂，制造成本也较高。本文采用一种工艺较简单、成本较低、不需要专用设备的工艺方法，即包套模具热压+等温热反挤压的工艺方法，制造出具有良好机械性能和超塑性能的 SiCp/LY12 复合材料。

3 超塑性 SiCp/LY12 复合材料制造方法的研究

3.1 工艺流程和工艺特点 本文法制造复合材料的工艺流程如下：

雾化制粉→混料→装包套除气→模具热压→去除包套→等温热反挤压

采用工业供应 LY12（CZ 态）挤压棒料作为喷粉母材，熔炼前对 LY12 棒料进行表面清理，采用感应加热，氩气雾化制粉。碳化硅颗粒（SiCp）是工业磨料，相对晶须、纤维而言，其成本低廉，货源充足。试验所用的是绿 SiCp 微粉（W7，平均尺寸为 7μm），其化学成分为：SiC 不少于 94%，Fe 含量不多于 0.70%，Fe₂O₃ 含量不多于 0.70%。使用前 SiC 要进行酸处理。采用干湿混料法，试验结果表明此方法有效可行。同现有的 PM 法相比，本文方法有以下三个特点：

（1）不需要专用设备，固结、加工过程均在通用液压机上进行，设备投资小。制造的复合材料性能优良。

（2）通过控制工艺参数（在不进行热处理的情况下）可使复合材料实现超塑性。减少超塑处理的工序，降低了成本，提高了效率。

（3）采用包套模具热压工艺，避免了使用复杂的真空热压工装，简化了工艺装备。等温热反挤压工艺除具有正热挤压的工艺特点（如：强烈的三向压应力，大塑性变形，静水压作用强烈等）外，还具有金属流动较均匀，受外摩擦影响较小，变形较均匀，利于热压坯微小孔洞的压实焊合，挤压制品的压余小，材料利用率较高，工艺参数便于控制等特点。另外，工装简单，使用方便可靠。

3.2 制造超塑性 SiCp / LY12 复合材料的实验研究

3.2.1 热压工艺的研究^[1] 采用粉末冶金法制造复合材料, 消除孔洞是十分重要的。因此研究工艺条件对材料致密度的影响也十分重要。

为了确定合理的热压工艺参数, 采用浮动凹模双向压制模具装置, 在美国的 Gleeble1500 材料热力模拟试验机上进行 SiCp / LY12 粉末热压试验。热压工艺参数对热压坯密度的影响见图 7~9。

图 7 是在 480℃、 $2\sim 5\times 10^{-4}$ 托的真空条件下, 热压压力与热压坯密度的关系曲线, 其中 480℃×10min (10min) 的括号内的 10min 是表示当 480℃热压 10 分钟后卸载保温 10 分钟 (即单一扩散作用 10 分钟, 下类同)。从曲线上可以看到, 当热压压力达到 49MPa 时, 热压坯相对密度达 99.75%, 再增大压力, 压坯密度增加的幅度很小, 如热压压力为 78MPa 时, 热压坯的相对密度为 99.79%, 仅提高 0.04%, 尽管增大压力对密度的影响很小, 但对再结晶有较大的影响。随压力增大, 热压坯的晶粒尺寸逐渐减小。当压力小于 49MPa 时, 压坯密度降低, 当小于 25MPa 时, 压坯密度急剧下降, 原因是小于 25MPa 的压力不足以破坏粉末颗粒形成的“拱桥”, 不能使粉末颗粒产生足够的塑性变形以密实孔洞。

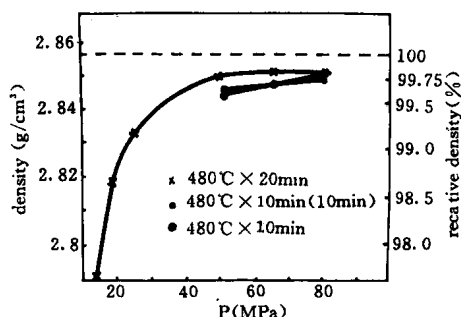


图 7 热压压力与压坯密度关系

观察图 8 可以看到, 随热压温度的提高, 压坯密度也随之提高, 当高于 480℃之后, 压坯密度基本上不再提高, 热压时间短, 热压温度对压坯密度的影响就越大, 热压时间越长, 热压温度对压坯密度的影响相对减小。从提高压坯密度角度来说, 提高温度是有利的, 但热压温度不益过高, 否则将导致基体材料 LY12 过烧, 另外热压温度高, 热压时间长, 将使材料的晶粒粗大。热压时间与热压温度是密切相关的两个工艺参数, 从图 9 曲线上可知, 在低温时, 热压时间对热压坯密度影响较大, 而在大于 470℃的情况下影响就小得多, 也就是说在较高的热压温度条件下, 热压坯密度对热压时间不敏感。利用这个原理可以大大地缩短热压固结周期, 提高生产效率。另外, 除气方法也十分重要。扩散时间和卸载温度对热压坯密

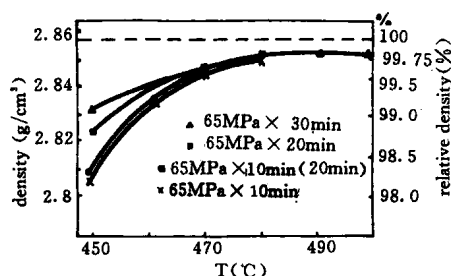


图 8 热压温度与压坯密度关系曲线

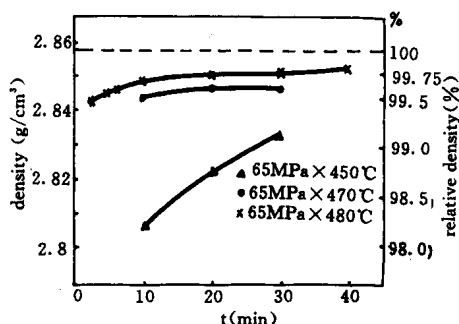


图 9 热压时间与压坯密度关系曲线

对热压坯密度影响较大, 而在大于 470℃的情况下影响就小得多, 也就是说在较高的热压温度条件下, 热压坯密度对热压时间不敏感。利用这个原理可以大大地缩短热压固结周期, 提高生产效率。另外, 除气方法也十分重要。扩散时间和卸载温度对热压坯密