



'98中国材料研讨会

材料研究与应用新进展

Advances in Materials Research & Application

(上卷)

中国材料研究学会

C-MRS

化学工业出版社

'98 中国材料研讨会

材料研究与应用新进展

Advances in Materials Research
& Application

(上 卷)

中国材料研究学会
C-MRS

化学工业出版社

· 北 京 ·

1999 年

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

'98 中国材料研讨会——材料研究与应用新进展/中国材料研究学会编. —北京: 化学工业出版社, 1999.6
ISBN 7-5025-1962-9

I.9… II.中… III.材料科学-研究-学术会议-文集
IV.TB3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 14144 号

'98 中国材料研讨会
材料研究与应用新进展
Advances in Materials Research & Application
(上 卷)

中国材料研究学会 C-MRS

责任编辑: 夏叶清 徐 蔓

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

快客印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 上、下卷总印张 73 ¼ 总字数 1941 千字

1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—700

ISBN 7-5025-1962-9/TQ·980

定 价(上、下卷): 250.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

《材料研究与应用新进展》是由中国材料研究学会(C-MRS)组织编写的论文集。为了推进中国材料科学与技术不断进步,追踪世界材料发展前沿,C-MRS按惯例每逢双年举行较大规模的综合性多学科学术盛会。国际材联'99先进材料国际大会(IUMRS-ICAM'99)将于1999年6月中旬在北京召开,这是世界系列材料研究前沿多学科交叉的综合性学术会议,同时也是C-MRS理事长李恒德院士任国际材料研究学会联合会(IUMRS)主席期间召开的大会。因此,'98中国材料研讨会('98年会)既是C-MRS逢双年照例举行的较大规模的年会,以检阅全国材料研究与应用的最新成果与进展,也是对筹备中的ICAM'99国际大会的有力推动。为此,对本届年会进行了相当精心的准备。会议的主题分会与ICAM'99基本相同。为了简化和促进跨分会合作,把35个主题分会合并成10个“大分会”进行学术交流。本论文集也是按大分会序列进行编排的。每个大分会所含主题分会如下:

第一分会: A. 纳米材料; C. 富勒碳球和相关材料; F. 薄膜和多层膜: 理论和应用;

O. 低维结构材料和器件;

第二分会: B. 高温超导; I. 硬磁材料; P. 显示材料; V. 稀土及其应用;

第三分会: J. 先进信息储存材料和工艺; K. 先进光学通讯材料、器件与应用; L. 人工晶体的理论与技术; Q. 工业和医学成像的辐射探测器;

第四分会: M. 硅基材料和器件; N. 化合物半导体材料; T. 贮能材料;

第五分会: D. 金属间化合物和块状金属玻璃; Y. 凝固科学和工程; Z. 极端条件下的材料研究和热物理;

第六分会: E. 金刚石薄膜和相关材料; X. 表面工程; W. 材料的离子束合成和改性;

第七分会: R. 受生物学启发的材料研究; S. 生物医用材料; U. 生态环境材料; II. 多孔材料;

第八分会: G. 智能材料和集成系统; H. 功能有机聚合物;

第九分会: AA. 新世纪材料科学展望; BB. 材料先进工艺; DD. 先进陶瓷; HH. 材料设计和模型; GG. 先进材料表征;

第十分会: CC. 轻金属; EE. 先进高分子结构材料; FF. 复合材料进展。

'98年会共收到学术论文摘要885篇。在年会上宣读并经评审收入本论文集的论文全文共300余篇(其中大会特邀报告10篇),分上、下两卷出版。这些报告和论文涉及学科面广,内容新颖,学术水平高,反映了当前材料领域某些热点学科前沿及材料研究与应用的最新成果。

本书对从事材料研究与开发的科学工作者、工程技术人员、高校师生及有关领导机关的人员均有重要参考价值,对与材料相关的行业读者也将大有裨益。

目 录

上 卷

材料产业可持续发展与资源效率和环境保护 左铁镭	1
对 21 世纪材料研究的一些看法 郭景坤	9
自组装: 材料“软”合成的一条途径 李恒德	12
低维纳米材料的电子显微结构研究 张 泽	22
高温超导材料的现状与未来 周 廉	25
材料仿生研究的一些新进展 周本濂	35
半导体材料产业技术概观及距世纪期间发展的前瞻 屠海令	54
复合材料发展的若干新趋势 吴人洁	64
化学气相沉积金刚石膜——回顾和展望 吕反修	72
纳米金属材料: 进展和挑战 卢 柯 徐 坚	88
纳米复合粉末的研究 严红革 陈振华 黄培云 胡 项	93
纳米硅量子线的生长模型 张洪洲 孔云川 白志刚 丁 彧 杭青岭 冯 天 王 峰 汪玉萍 盖秀贞 俞大鹏 冯孙齐	97
掺磷纳米硅薄膜显微结构和电性研究 徐刚毅 刘 明 李国华 杨海强 高聚宁 陈 晨 何宇亮 王天民	100
$\text{SO}_4^{2-}/\text{La}-\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 纳米粉体的制备及其气敏性研究 林德娟 沈水发 杨晓娟 陈耐生 黄金陵	104
一种纳米单粒级钨粉的制备方法 俞守耕 陈 峤	107
周期性纳米结构链的 hopping 电导 丁建文 颜晓红 方显承 段祝平	109
高压下块状 LaNi_5 基合金纳米材料的制备与研究 隋 郁 熊良钺 龙期威 苏文辉 许大鹏	113
纳米颗粒膜的界面结构及其控制 胡行方 肖兴成	115
纳米铁酸镍的冲击波合成及其磁学特性研究 刘建军 贺红亮 金孝刚 徐 康	118
超高压快速热压烧结 Al_2O_3 陶瓷 于晓东 朱时珍 倪国年	122
纳米金属薄膜电导率经典尺寸效应对其可见光 透射率影响的实验研究 白雪冬 黄荣芳 闻立时	124
多重孪晶铝纳米微粒的形成及其表征 陆 路 梁 伟 岩本知广 市野濑英喜 田中俊一郎 许并社	127
$(\text{Fe}_{0.99}\text{Mo}_{0.01})_{78}\text{B}_{13}\text{Si}_9$ 非晶合金的激波纳米晶化 刘应开 周效锋 侯德东 刘佐权 李德修	130
镍超微粉颗粒的 Rietveld 分析 刘 萍 王煜明	134
几种铁基非晶合金的激波纳米晶化 刘佐权 阙家德 吕毓松 陈永康 刘应开 周效锋	137
谐波齿轮减速器固体润滑膜的结构和摩擦磨损 李 光 夏立芳 马欣新 孙 跃 李刘合 于伟东	140
超细粉末流态化表面水解包覆 朱以华 李春忠 吴秋芳	143
超细 TiO_2 处理含铬废水的研究 高丕英 答 鸿 冯若兰 徐 玫 殷民辉	147
纳米 TiO_2 对马来酰亚胺聚合反应的催化作用研究 刘祥莹 熊 纲 陆路德 杨绪杰 汪 信	149
$\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 复合氧化物纳米晶的制备 熊 纲 陆路德 魏国宝 杨绪杰 汪 信	152
硅气凝胶破坏的研究 张 平 刘祖武 刘 忠	155
硫脲对铜阴极电沉积影响的研究 邹爱红 董云会	158
机械合金化 Al-V-Fe 合金纳米晶粉末的微观结构与相转变 林锦新 庞 华 贾 威 郑立静 曾梅光	163
$(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{84}\text{Zr}_{3.5}\text{Nb}_{3.5}\text{B}_8\text{Cu}_1$ 非晶合金 纳米晶化行为的研究 贺淑莉 何开元 沈保根 张宏伟 张绍英	166
铝纳米粒子接合的 HRTEM 动态观察 贾虎生 刘 珍 梁 伟 岩本知广 市野濑英喜 田中俊一郎 许并社	168
电子束辐照引起的 Al 纳米粒子在 Al_2O_3 基体上的包容 贾虎生 李晋敏 窦 涛 市野濑英喜	

田中俊一郎 许并社	170
高能电子束辐照下的铂纳米微粒的形成和接合 胡兰青 赵兴国 梁 伟 岩本知广 田中俊一郎 许并社	173
电子束照射下铝纳米微粒修饰多核 洋葱状富勒烯的原位观察 胡兰青 陆 路 卫英慧 李晋敏 岩本知广 市野濑英喜 田中俊一郎 许并社	176
两种惰性气氛下制备的碳纳米管的电子自旋共振 张海燕 何艳阳 薛新民 成晓玲 梁礼正	179
激光诱导有机硅烷气相合成非晶 SiC 纳米粉体的晶化 张 滨 刘常升 贺春林 国玉军 才庆魁	182
富勒烯/金属纳米微粒膜的生成机理 刘 珍 石巨岩 周禾丰 岩本知广 市野濑英喜 田中俊一郎 许并社	184
浮动催化裂解法大量制备碳纳米管的研究 慈立杰 魏秉庆 梁 吉 徐才录 吴德海	188
多羟基富勒烯衍生物的合成及其润滑机制的初探 官文超 廖立琼 雷 洪	191
固体 C ₆₀ 中分子间相互作用 李 泌 张志广	195
C ₆₀ X _n /TiCl ₄ 催化剂引发异丁烯、苯乙烯阳离子聚合 陈滇宝 李绍军 杨 州 闫志佩	196
碳纳米管 C ₆₀ /C ₇₀ -钨系催化丁二烯-异戊二烯共聚合 陈滇宝 刘 欣 华 静 陈永玲 仲崇祺	198
不同致密度 a-C: D 薄膜材料的氧化及 氢氘同位素交换 王玟珉	200
碳纳米结构的荷能 Ar 离子溅射合成 王震遐 王玟珉	202
ECR 等离子体辅助反应脉冲激光沉积化合物薄膜 孙 剑 吴嘉达 钟晓霞 周筑颖 伍长征 李富铭	203
一种新型 TiO ₂ 氧化物薄膜的试验研究 孙宝臣 杜彦良 赵田臣	206
掺氮四配位非晶碳薄膜的结构与表面形貌 魏爱香 陈弟虎 周有国 冯启星 林励萍 彭少麒	208
陶瓷基体上金属薄膜屈服强度及硬化指数的纳米压入法测定 马德军 徐可为 何家文 Jian LU ...	211
磁控溅射制备非掺杂/W 掺杂氧化钨薄膜结构研究 崔敬忠 邱家稳 达道安 姜万顺 李喜梅 王 枚	214
水热电化学法制备氧化锆电解质薄膜 白辰东 梁焕珍 黎少华 李锐星 喻克宁 毛铭华	217
NiTi 薄膜测试中光热技术的应用 王家敏 毛大立 张澜庭 吴建生 吴晓东	221
透明导电 ITO 和 ZAO 薄膜中的尺度效应 陈 猛 黄荣芳 闻立时	224
AgCo 颗粒膜的结构与巨磁电阻效应 郑远开 于 军 谢基凡 周文利 刘 刚 李佐宜	226
掺铜 CdS(Se) 薄膜的相结构和氧化性能 郑毓峰 马忠权 赵彦明 李冬来	229
低能团簇束流制备纳米薄膜的结构和奇特性质 王广厚 王朝晔 陈平平 韩 民	232
等离子体汽相沉积硼掺杂 C ₆₀ 薄膜 邹云娟 宋雪梅 李朝阳 陈光华 严 辉	235
铁电薄膜的尺寸效应 朱劲松 吕笑梅 张志刚 王业宁	237
Sol-Gel 法制备低压 ZB 系压敏薄膜 武光明 贾 锐 宋世庚 王小鹏 陶明德	239
人工神经网络对溅射薄膜电阻值的预测 纪松柏 毛大立 张澜庭 王家敏 常程康 吴建生	242
V ₂ O ₅ 薄膜的水相溶胶-凝胶法制备及其电色性质研究 王忠春 陈杰锋 胡行方	246
机械球磨形成 Fe(CuV)SiB 系铁磁材料的非晶化 季亚林 李 凡 刘 斌 王桂琴 吴炳尧 王广厚 赵骥万 张淑仪	249
弧热氮原子束辅助脉冲激光溅射合成 ZnSe:N 薄膜 许 宁 应质峰 杜元成 李富铭	251
木材-SiO ₂ 纳米复合材料阻燃的热动力学研究 莫小洪 程之强 田 杰 史淑兰 孙 立 王西成	254
高温超导故障限流器的选材 汪京荣 冯 勇 王天成 蔡玉荣 纪 平 周 廉 毛凤麟 李品德 张 宏	257
高温超导电缆用 Bi-2223 银 及银合金多芯带材研制 李成山 张平祥 吴怡芳 郑会玲 熊寿高 吴燧华 周红光 段镇忠 王安康 冯 勇 周 廉	259
1kA 级铋系高温超导模型电缆 林玉宝 林良真 李绍萍 张丰元 陈少飞 王银顺 徐 励 宋乃浩 温华明 李 健 周 廉 张平祥 冯 勇 李成山 郑会玲 吴晓祖 周贻茹 林 蔚 付雪奎 华佩文 邓 华 华志强 华崇远 袁冠森	262
铋系高温超导带材直流特性的实验研究 林玉宝 林良真 李绍萍 陈少飞 王银顺 宋乃浩 温华明 李 健	266
YBa ₂ Cu ₃ O _{7-δ} 外延薄膜热激活耗散行为的标定 王智河 张 宏	269
HTSC 中磁通液态区的力学测量 李 仲 朱劲松 田 伟 王业宁	273

Bi 系 2223 相超导体电流引线的制备及性能 王天成 付宝全 蔡玉荣 杜泽华 冯 勇 张平祥 周 廉 林玉宝 宋乃浩 林良真	275
时效热处理对实用 Nb46.5wt% Ti/Cu 多芯线机械性能的影响 刘向宏 周 廉 吴晓祖 周 农 张平祥 冯 勇	277
单畴 YBCO 大块超导体与永磁体的相对尺寸对磁悬浮力的影响 杨万民 周 廉 冯 勇 张平祥 张翠萍 汪京荣 于泽铭 吴晓祖	279
工艺条件对 YBCO 厚膜用 Ni 基带立方织构的影响 吴 宣 刘春芳 王飞云 杨志军 冯 勇 张平祥 吴晓祖 周 廉	282
HT-7U 托卡马克装置用 CICC 型 NbTi 超导导体的制备研究 杜社军 吴晓祖 吴丕杰 陈贞国 冯 勇 张平祥 周 廉 李保增 翁佩德	284
等静压对 Bi2223 块材性能的影响 蔡玉荣 周 廉 张平祥 冯 勇 王天成 付宝全	286
单畴高性能 YBCO 块材的制备及其性能研究 冯 勇 周 廉 杨万民 张翠萍 陈绍楷 于泽铭 汪京荣 杜泽华 吴晓祖 王克光	288
热处理制度对“双粉”法制备的 单芯带材性能的影响 郑会玲 张平祥 段镇忠 李成山 冯 勇 周 廉	290
Coated 超导体用 Ni 基带中立方织构的形成 刘春芳 吴 宣 王飞云 杨志军 冯 勇 张平祥 吴晓祖 周 廉	292
Y211 粉与 Y ₂ O ₃ 粉的掺杂对 YBCO 单晶畴生长的对比研究 张翠萍 冯 勇 杨万民 于泽铭 汪京荣 杜泽华 周 廉	294
几种不同过冷度 PMP 法 YBCO 超导体结晶动力学的比较 栾文洲 周 廉 冯 勇 张翠萍 杨万民 张平祥	296
Bi-2223/Ag 复合超导材料的后退火处理研究 邓 华 周贻茹 林 蔚 华佩文 华志强 李月南 袁冠森	298
高温超导电缆用多芯 Bi(2223)/Ag 带材的研制 林 蔚 邓 华 华佩文 周贻茹 李学峰 王温泉 周 其 袁冠森	301
SmBa ₂ Cu ₃ O _y 正交相中吸氧扩散研究 张 宏 邹小卫 胡永祥 王智河	303
热机械加工对 BPSCCO/Ag 带交流损耗峰影响 张 宏 孙 越	306
用统计处理法分析轧制工艺对 Bi(2223)/Ag 多芯带材超导性能的影响 李学峰 华佩文 林 蔚 邓 华 王温泉 金其坚 周贻茹 袁冠森	308
纳米银掺杂对 Bi(2223)超导体的影响 宋文海 姜柳笛 赵 兵 蒲明华 黄卫东 孙玉平 杜家驹	311
氧气氛退火对 Bi-2223/Ag 带材微结构和磁通钉扎的影响 赵 兵 万星拱 宋文海 蒲明华 黄卫东 孙玉平 杜家驹	313
高温超导体中磁通钉扎中心的人工引入—评述 贾志勇 乔桂文	315
采用 PMP 法在 YBCO 中引入纳米 211 粒子 陈绍楷 周 廉 王克光 冯 勇 张平祥 纪 平	317
Bi-2223/Ag 多芯超导带初始加工变形行为分析 段镇忠 张平祥 郑会玲 熊寿高 吴燧华 李成山 吴晓祖 冯 勇 周 廉	319
YBCO 厚膜用双轴织构 Ni 基带弯曲变形对其织构性能的影响 王飞云 刘春芳 吴 宣 杨志军 冯 勇 张平祥 吴晓祖 周 廉	321
永磁铁氧体磁粉生产技术的发展方向 张 耘	323
铁氧体永磁材料在工农业生产中的应用研究 杨万有	326
对获得 18Ni(350 级)马氏体时效钢磁滞性能的几种工艺的评价 陈一东 陈林福 王恺然	329
钕铁氧体磁粉单畴率及厚径比的统计测定 韦 丹 白新德 徐 健 宋 阳 要继忠 吕宝顺	331
ITO 透明导电薄膜的低温直流磁控反应溅射 陈 猛 黄荣芳 闻立时	334
热处理对添加合金元素的烧结 NdFeB 永磁材料力学性能的影响 蒋建华 曾振鹏 吴建生	337
取向度对 Nd-Fe-B 烧结磁体反磁化过程和磁性能的影响 邹光荣 傅恒志 姜战军 胡世平 王文照	341
快淬(Sm _{0.85} Dy _{0.15} Fe ₂)100-xB _x 合金的结构和磁致伸缩 赵玉华 程力智 赵恒和 董心权 张玉梅 何开元	344

YF-65 伺服阀用 AlNiCo 永磁合金的关键工艺分析 毛忠汉 段庆文 陈 靖 柏文超	346
溶胶-凝胶法制备 $\text{Li}_{2-x}\text{La}_x\text{Si}_{1-x}\text{O}_3$ 及其离子导电性研究 陈汝芬 宋秀芹 贾密英	349
用连续窄脉冲电流改善 Fe-Cr-Si-B 非晶薄带磁性和延性的研究 苏 凯 马常祥 黄宇松 苏鹏程	351
钇铜共沉淀草酸盐颗粒大小的控制 高 玮 古宏震	354
Mo-Y ₂ O ₃ 阴极中钇价态研究 王金淑 周美玲 聂祚仁 张久兴 左铁镭	357
射频溅射沉积掺稀土元素 CdTe 薄膜的光电性能研究 简基康 郑毓峰 马忠权 李东来 徐少辉	360
含稀土 Li_3VO_4 基材料的非醇盐溶胶-凝胶法合成及其离子导电性 宋秀芹 贾密英 陈汝芬	363
高显色性、高光效的复合碘化铯发光材料的研究 吕雪丽 何华强 杨桂林 蒋广霞 胡兴定	365
高效率铝酸盐荧光材料的形貌及发光性质 贾冬冬 吴伯群 刘玉龙 朱 静	368
铝酸盐荧光材料的微结构和掺杂 缺陷引起晶格畸变 贾冬冬 吴伯群 刘玉龙 朱 静	371
钼在 KOH-NaNO ₂ -H ₂ O 系中的电化学行为 周劭科 刘文科	374
Zn-cyclen-氨基酸三元配合物的合成, 晶体结构和非线性光学性质研究 王晓青 沈光球 陈 炜 尉京志 沈德忠	377
Li ₂ O-B ₂ O ₃ 体系的粘度特性研究 刘汉彬 沈光球 王晓青 尉京志 沈德忠	380
层状钙钛矿锰氧化物 La _{1-x} Sr _x Mn ₂ O ₇ 中稀土离子替代对结构及磁性的影响 张 军 王芳卫 张泮霖 严启伟	382
四(2,4-二叔丁基苯氧基)酞菁钯(铜) 配合物的合成及其光谱性质 王俊东 李邦玉 方 昕 江 舟 杨素苓 陈耐生 黄金陵	385
八辛氧基取代酞菁钴(II)配合物的合成及性质研究 方 昕 李邦玉 王俊东 江 舟 杨素苓 陈耐生 黄金陵	387
八烷氧基 2,3-萘酞菁铜的合成与性质研究 史春开 王俊东 刘尔生 杨素苓 陈耐生 黄金陵	390
用固相反应法在硅基底上形成金属硅化物的研究与评价 王金良 王天民	393
高温退火过程中 As 压对 Si-GaAs 化学配比的影响 张峰翊 屠海令 王永鸿 钱嘉裕 宋 萍	396
硅材料线切割表面损伤的研究 樊瑞新 阙端麟	399
UHV/CVD 生长锗硅组渐变缓冲层的应变弛豫 卢焕明	402
纳米硅量子线的发光特性研究 白志刚 俞大鹏 王晶晶 邹英华 钱 卫 尤力平 徐 军 张洪洲 丁 或 付济时 熊光成 冯孙齐	404
UHV/CVD 外延生长锗硅碳三元合金 卢焕明	407
真空反应法外延生长硅基 GaN 材料 卢焕明 叶志镇 张昊翔 汪 雷 赵炳辉	409
衬底预处理条件对 C-GaN/(001)GaAs 外延层质量的影响 秦福文 顾 彪 徐 茵 王三胜 丛吉远 隋 郁 肇 莹	411
固体氧化物燃料电池电解质与阴极之间反应的研究 宋彦彬 黄喜强 刘志国 吕 哲 苏文辉	414
锗/硅纳米周期超晶格的 X 射线双晶衍射 李振国 卢焕明 袁 骏 汪 雷 李先杭 阙端麟 宇佐美德隆 沙村润 白木靖宽	416
Ni ₃ Al 合金中硼原子的占位 李卫民	418
质点尺寸对 AB ₃ 型合金电化学性能的影响 贺维勇 高国忠	421
镀覆处理对 LaNiAl 材料性能影响研究 廖 彬 吕曼祺 周德惠	425
铜铋比对储氢合金电化学性能的影响 蒋利军 黄 倬 詹 锋 李 一 田芝瑞	429
MINi _{5-x} Sn _x 合金吸氢过程动力学研究 赵 爽 林 勤 朱大建 陈 宁 袁永文	432
Zr-Al-Ni-Cu 基块状非晶合金的晶化行为 齐 民	436
Mn 和 Nb 对 TiAl 价电子结构及脆性的影响 陈文哲 谢 华 钱匡武 顾海澄	439
Ti-Al-Nb 系 α_2 +B ₂ +O 三相合金板材的加工和组织控制 张建伟 李世琼 邹敦叙 马万清 仲增墉	442
直流电场对镍基高温合金凝固组织的影响 张庆生 孙文儒 杨院生	445
凝固速度对一种镍基高温合金定向凝固组织的影响 孙文儒 J. H. Lee S. M. Seo S. J. Choe 胡壮麒	448
微量硼对形变 TiAl 合金力学性能的影响 王 瑜 林栋梁 Law Chi C.	451
半固态 AlSi ₇ Mg 合金非枝晶 α 相的破碎机理 毛卫民 赵爱民 钟雪友	456

硼对多晶 Ni ₃ Al 氢脆的影响 王福合 尚家香 李家明 王崇愚	459
贮氢镁镍合金 Mg ₂ Ni 的自蔓延高温合成 温殿英 王永川	462
Ti ₃ Al-Nb 合金中 O 相的形成机制 武 英 杨德庄	465
钢-半固态铝压力复合的研究 张 鹏 杜云慧 康永林 任学平 刘汉武 崔建忠	469
非平衡快速凝固下的钢-铝固液相复合板的界面结构 张 鹏 杜云慧 任学平 康永林 刘汉武 崔建忠	472
金属熔体粘度与其组织结构相关性的研究和展望 耿浩然 刘国栋 孙民华 边秀房 马家骥	475
控制固液界面形态的非线性动力学方程组 王自东 常国威 黄南霞 胡汉起	477
高压熔态淬火下非平衡合金的形成 胡壮麒 丁炳哲 张海峰 李冬剑 姚 斌 刘浩哲 王爱民	480
液态模锻时金属凝固过程的研究 任学平 康永林 张 鹏	487
Cu-5.0wt%Ni 合金的深过冷定向凝固研究 谢发勤 傅恒志	491
铝锰合金近绝对稳定极限的定向凝固试验研究 耿兴国 傅恒志 李建国 陈 光 蔡英文	494
高梯度定向凝固单晶高温合金组织及性能 杜 炜 李建国 傅恒志	497
液态金属电磁约束成形定向凝固过程中的频率效应 张 军 李金山 李双明 李建国 傅恒志	501
镍基合金定向凝固过程中氮化物的排斥 邓宏华 黄学兵 张 匀 杨院生 胡壮麒	504
定向凝固连续铸造的工艺参数交互作用(I)——仿真与控制方法 彭立明 温宏权 邹启明 毛协民 徐匡迪	507
Al-Si 亚共晶合金电磁离心凝固热分析 吴欣强 杨院生 胡壮麒	511
凝固条件对 HK40 耐热钢组织的影响 吴欣强 杨院生 詹 倩 胡壮麒	514
枝晶生长理论的最新进展 林 鑫 黄卫东	517
快速凝固铜铬稀土合金 谢 明 刘建良 吕贤勇 施 安 李靖华 郑福前 邓忠民	520
铝合金熔模铸造铸造工艺参数对铸件缩松和机械性能的影响 李英民 李荣德	523
连铸方坯带液芯轧制的模拟实验研究 赵红阳 胡 林	526
半固态 A356 合金的组织形态对其流变行为的影响 朱跃峰 唐靖林 熊义志 曾大本	529
Ti-48Al-2Cr-2Nb 金属间化合物激光表面合金化组织中快速凝固 TiC 生长形态的研究 王华明 李晓轩 于利根	533
Fe-Mo-Si-B 非晶合金形成过程中的急冷传热研究 惠希东 杨院生 陈晓明 胡壮麒	536
快速凝固过程的非傅立叶一维传热分析 陈晓明 杨院生 惠希东 胡壮麒	539

下 卷

奥氏体不锈钢表面喷涂氧化铝陶瓷涂层微观结构研究 宋仁国 王天民 熊常健 黄卫东 李国林 潘清跃 谭 云 丰 杰	543
连续退火生产线炉辊积瘤形成机理的分析 冯碧洸	546
离子注入高速工具钢表面改性研究 王 超 刘正民 周宏余	549
Zn-5Al 共晶合金相界面的实验研究 韩 彬 李世春 胡秀莲	552
两种镍基合金涂层抗高温腐蚀性能研究 李长青 徐滨士 马世宁	555
热障涂层热冲击试验研究 陈孟成 高 阳 霍 晓 沈文雁 吴凤筠	558
离心自蔓延制取大规格耐磨陶瓷内衬钢管 祝朝晖 康志君 孙泽民 石仁俊* 夏志华	561
Ti6Al4V 合金的激光表面改性处理 张 松 王茂才 吴维安 董世运	563
钛合金激光气体表面合金化耐磨性研究 何秀丽 李晓轩 于利根 王华明	566
奥氏体不锈钢和镍基高温合金激光冲击表面强化处理组织与性能研究 王华明 李晓轩 孙锡军 于利根 王 健 邹世坤	570
TiAl 金属间化合物氮元素激光表面合金化组织与耐磨性研究 王华明 何秀丽 李晓轩 于利根	574
μ-TiAl 金属间化合物碳元素激光表面合金化研究 何秀丽 李晓轩 于利根 王华明	578
钼/钢复合板界面反应的研究 夏长清 金展鹏	581
微弧氧化涂层性质及应用 宋希剑 秦 东	584
新铸合金 500℃/10.3MPa 蒸汽中耐蚀性能的研究 李中奎 李佩志 周 廉 刘建章 赵文金 朱梅生	588

9Cr1MoNbV 钢焊接接头在高温钠中的腐蚀行为	夏天东 陈学定 路文江	591
新型电弧喷涂底层材料—镍铝合金的研究	杨中元 许亚蓝 周贻茹 雷 宏 张宝仁	594
激光处理对 U-2Nb 合金抗腐蚀性能的影响	李盛和 张友寿 蒋国纯 王 巍 任大鹏	597
不平衡靶磁控溅射-离子注入复合表面改性技术	马欣新 吴培莲 孙 跃 夏立芳	601
表面涂层复合粒子的制备及应用	陈运法 李 桦 王晨雷 谢裕生 中村浩之 木村邦夫 立山博 山田则行 广末英晴	604
纳米金刚石粉改进的 CVD 金刚石薄膜成核与生长	邵乐喜 谢二庆 贺德行 陈光华 徐 康	607
金属有机物等离子化学气相沉积 Ti(CN)涂层及其应用	石玉龙 彭红瑞 谢广文 谢 雁 赵 程 李世直	610
采用中间层在 ZnS 上沉积金刚石膜的研究	雷青松 孙亦宁 郭晚土 崔敬忠 陈蔚忠	611
WC/Co 硬质合金基体金刚石形核行为的研究	丁 谦 代明江 严志军 匡同春 周克崧	615
氮离子注入 CVD 金刚石薄膜场电子发射的初始过程	邵乐喜 谢二庆 贺德行 刘小平 陈光华	618
单晶金刚石薄膜的外延生长	张 阳 陈光华 杨新武	621
Si 衬底上金刚石薄膜成核与生长的量子化学研究	宋雪梅 王 波 陈光华 严 辉 周志刚	623
脉冲准分子激光淀积类金刚石薄膜的电阻分布	官文杰 松本卓也 川合知二	625
金刚石膜中晶体取向与热导率关系研究	罗廷礼 张永贵 何奇宇 王志娜 蔡云虹 郭 辉 孙振路	627
CVD 金刚石膜表面金属化 Ti/Cu/Ni/Au 体系的研究	潘存海 徐英惠 王少岩 崔文秀 王志娜 康增江	630
CVD 金刚石膜后续处理工艺对其电绝缘性能的影响	潘存海 杜素梅 蔡云虹 王少岩 罗廷礼 刁习刚	632
等离子体喷射法在石墨衬底上沉积金刚石膜的探讨	孙振路 郭 辉 吴晓波 臧怀壮 何奇宇 臧建民 刘秀军	634
YG ₆ 刀片金刚石涂层渗硼预处理研究	王四根 蒋 政 唐伟忠 吕反修	637
直流电弧等离子体喷射化学气相沉积金刚石膜的工艺优化	钟国防 申发振 黄天斌 唐伟忠 吕反修	640
CVD 金刚石膜三点弯曲断裂韧性测试研究	蒋 政 唐伟忠 佟玉梅 王四根 黄天斌 吕反修 刘而凯 陈继锋	644
氮化碳薄膜的结构、应力、硬度及其关系研究	郑伟涛 于文学 李海波 王煜明 曹培江 金曾孙	648
SIC 埋层中的高温诱导相变	严 辉 王 波 宋雪梅 陈光华	650
直流磁控溅射法制备 c-BN 膜	张 平	652
立方氮化硼薄膜的光学带隙	张兴旺 王 波 宋雪梅 崔贵涛 严 辉 陈光华	656
压应力对制备立方氮化硼薄膜的影响	邓金祥 严 辉 陈光华	658
铬对电弧喷涂层抗热腐蚀性能影响的研究	马世宁 刘 谦	660
金刚石膜热导率与织构方向的关系	叶社渊 张纪法 方容川 罗廷礼 张永贵 何奇宇	663
热丝 CVD 法在多孔硅衬底生长金刚石薄膜研究	廖 源 叶 峰 邵庆益 叶社渊 常 超 方容川 王冠中	666
NdFeB 基体电镀 Ni-P 镀层研究	杨建鑫 杨 冰 戴为智	668
铝型材挤压模具工作带化学抛光	柳瑞清 蔡 薇	670
6063 铝合金热挤压变形特性	柳瑞清 蔡 薇	671
质子辐照对 KNbO ₃ 晶体的光折变响应时间特性的影响	李 旗 夏宗璞 卢希庭 王 锋 陈志坚 龚旗煌 沈德忠	673
YSi1.7 及其三元稀土硅化物的沟道离子束合成与结构分析	姚淑德 吴名枋 陈守元 张 勇 王 晶 张亚伟 卢一泓	675
自组装单分子层表面磷酸盐的仿生物矿化	毛传斌 李恒德 崔福斋 马春来 冯庆玲	679
葡萄糖传感器聚氨酯扩散限制膜的制备与评价	蒋洪川 苟 立 冉均国 韩毅松	682
透明质酸钠——生物材料学剖析	顾其胜 王文斌 吴 苹	685
快速光电响应生物功能材料紫菌膜(bR)的瞬态光电荷转移特性与光吸收特性的研究	黄玉华 赵有源	

龚勤敢 杨 群 陈凌冰 李富铭 刘 坚 丁建东 李庆国	689
载酶壳聚糖凝胶葡萄糖响应性研究 何 庆 原续波 盛 京	692
壳聚糖复配膜微结构拉伸强度的研究 王静梅 姚松年	694
疫苗控释制剂用可生物降解聚合物微球的制备和表征 李孝红 袁明龙 熊成东 邓先模 张燕华	697
生化试剂 A 对羟基磷灰石溶胶稳定性的影响 刘翠秀 闫玉华 李世普 冯凌云	700
海珊瑚在不同酸性条件处理下的微结构研究 王立志 杨 兰 罗 毅 张万群 修向前 汤洪高 李凡庆 毛天球 陈富林 王会信	703
高温固相反应制备 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{O}$ 的研究 杨 兰 罗 毅 王立志 汤洪高 王会信	706
等离子球化羟基磷灰石材料学特征 常程康 黄静琪 夏继余 丁传贤 毛大立	709
一种新型的生物活性陶瓷——含碳酸盐氟羟磷灰石 母瑞虹 牛景路 丁 宁 王建平 方 玉 赵 湛	713
LGDP 和 UV 对 Dacron 材料表面改性抗细菌粘附的比较 段友容 万昌秀 吴 刚 冉均国 乐以伦 张尔永 黄云超	716
哑铃形碳化硅晶须的微观结构和生成机理探讨 白 朔 成会明* 苏 革 魏永良 沈祖洪 周本谦	719
第三代医用钛合金初探 李佐臣 周 廉 陈杜娟 张玉梅	721
常压低温烧结医用微晶氧化铝生物陶瓷的研究 李世普 陈晓明 代新祥	724
牙科用金属材料的现状及展望 韩庚子 白义平	726
口腔医学用生物材料—烤瓷牙金属冠与遮色瓷复合条件的研究 杨 雪	730
应用两种 CA 胶行小肠吻合的对照研究 滕燕青 董德正 王岭山 陈昭民	733
光交联法固定化胶原蛋白对聚苯乙烯表面的修饰及表征 潘继伦	735
新型复合血管的实验研究 董德正 张柏根 秦 峰 邝耀麟	738
抗癌光敏剂 ZnPcS_nP_m 系列化合物的活性和物化性质研究 黄剑东 刘尔生 黄福新 邱 雨 杨素苓 陈耐生 黄金陵 陈元仲	740
聚硅氧烷/聚氨酯复合弹性体外层和壳聚糖内层的双层新型复合膜创伤敷料的研究 胡 亮 郑昌琼 欧阳庆 冉均国 魏玺群	743
新型明胶生物结构材料的制备工艺及性能研究 陶海明 王玉林 万怡灶	746
多孔丝素膜的制备及性能研究 卢神州 李明忠 吴菊英 吴微宇	749
丝素的水解和膜的性能 戴志强 吴微宇	752
丝素膜对小檗碱吸收规律的研究 程万里 马梅珍 宋雷雷	755
多孔丝素膜的孔结构研究 李明忠 卢神州 童 玲 但会明 卢京华 程辉铭 吴微宇	758
丝素蛋白作为药物控制释放材料的研究 张幼珠 吴微宇 王朝霞 丁 悦 卢神州 徐帼英	762
多层药物丝素膜的研制及膜中药物的释放 丁 悦 张幼珠 吴微宇	766
抗菌药物丝素膜的研制及药物释放研究 张幼珠 吴微宇 韩龙龙 潘贵姣 徐帼英	768
药物在丝素蛋白创面保护膜中的释放动力学研究 田保中 吴微宇 张幼珠 徐帼英	770
发展生态建材实现可持续发展 龚方田 王世忠	774
多孔铝的水下吸声性能 程桂萍 陈宏灯 何德坪 舒光翼	778
人工林木木材质量特征及其合理利用 吕建雄 鲍甫成 叶克林	780
植物种胚分生组织在低能离子辐照下形貌的演变 张冬梅 崔福斋 林佑波 田民波	784
提高杉木木材表面硬度的研究——激光刺伤与化学预处理方法的影响 吴书泓 孙振莺 李伯涛	787
苧麻织物/不饱和聚酯复合材料的研究 王惠民 管映亭 郑水蓉 王俊勃 孙小寅 孙曼灵 孙永奇	791
从 HB 复合板论利用包装材料的再循环制造建筑材料的可能性 蒋 荃 乔亚玲 胡云林	794
用于软骨修复的可降解聚合物细胞支架 陈晓东 张 颖 朴东旭 胡怀建	797
蚯蚓匍匐行为的启示 朴东旭 陈晓东 毛立江 李晓光	799
表面润滑型聚乙烯醇水凝胶医用导管的研究(一)——聚乙烯醇水凝胶导管的力学性能 毛立江 胡元浩 朴东旭 孙瑞煊	802
LGDP 和 UV 对 Dacron 材料表面改性抗细菌粘附的比较 段友容 万昌秀 吴 刚 冉均国 乐以伦 张尔永 黄云超	805

几种形状记忆合金本构关系的评估 吴建生 孙国钧 吴晓东 孙鹏飞	808
形状记忆合金一维复合材料本构关系模型的建立及行为模拟 吴晓东 孟 艳 孙国钧 王家敏 吴建生	813
形状记忆合金 NiTi 丝的应力-温度相图测定及研究 吴晓东 孟 艳 孙国钧 吴建生	817
形状记忆合金复合梁的温度场 孙国钧 吴晓东 吴建生	820
含损伤弹性薄板的损伤参数识别研究 黄 蔚 吴代华	822
NiTi 薄膜的制备及其形状记忆效应 梁学磊 宫峰飞 张志方 张敬东 沈惠敏 王业宁	826
智能梁桥局部劣化与荷载的耦合识别研究 黄 蔚 吴代华	829
NiTi 合金智能垫圈的试验研究 杜彦良 孙宝臣 赵维刚 赵田臣 张筑平	832
冲击波作用下材料缺陷的逆损伤效应 龙 昕 陈亮山	835
电、光、热、声、力智能陶瓷研究 邱关明 费文伯	837
基于动态神经网络的智能梁结构辨识 魏民祥 王晓云 闫桂荣 沈亚鹏	841
含酞菁功能基聚苯胺的合成及其性能研究 韦 玮 封 伟 吴洪才	844
苯乙烯为“反应性基团”的聚烯烃功能化研究 阎卫东 洪 瀚 周 鼎 李于飞 胡友良	847
新型聚芳醚系列树脂及其复合材料的摩擦磨损性能 张 军 蹇锡高 刘少琼 刘彦军	850
新型邻苯基取代二氮杂萘型聚醚酮的研制 陈连周 蹇锡高 朱秀玲 张守海	852
氯代二氮杂萘联苯型聚醚酮的合成及溶解性能 陈连周 蹇锡高 朱秀玲 郭晓园	854
CF/PPEsk 减摩耐磨复合材料性能的研究 彭 静 蹇锡高 邓新禄 刘少琼	857
MgO 质陶瓷的结构设计 熊星云	860
(WC-M)高抗腐蚀硬面陶瓷材料及其在水轮机中的应用 王 颢 张自华 王宇棟	864
国产 SiC 纤维增韧玻璃陶瓷复合材料的研究 朱时珍 于晓东 刘以成	867
改性 PZT 复合相变陶瓷的 F_{RL} - F_{RH} 相变研究 杜 静 孙大志 瞿翠凤 金绮华 姚春华 林盛卫	871
TiC-Ni 喷雾造粒的成型行为研究 桂于清 谭寿洪 董绍明 江东亮	874
TiB ₂ 系高强度导电材料的燃烧合成过程及结构 刘 利 王 皓 傅正义 王为民	877
用 SHS 技术制备多孔陶瓷的研究 张树格 徐升美 杨小锡	880
高性能低氧含量 SiC 陶瓷纤维研究(I) 含乙烯基聚碳硅烷纤维电子束辐射交联的研究 楚增勇 宋永才 许云书 傅依备	883
新型先驱体陶瓷的制备及其电性能研究 林红吉 李永清 陈朝辉 车仁超	885
燃烧合成氮化铝晶须形态和生长机理研究 江国健 庄汉锐 李文兰 郭凤英 张宝林	887
用 PVA(聚乙烯醇)技术制备 MgAl ₂ O ₄ 尖晶石 潘秀莲 盛世善 陈恒荣 熊国兴	891
多孔羟基磷灰石的凝胶成形 杨守峰 张 琳 曹小刚 张世新 田杰谟	892
Al ₂ O ₃ 和 Y-PSZ 复合材料微观结构及力学性能的研究 王 晨 徐 军 张宝清 田杰谟	895
SiO ₂ -酚醛树脂混合凝胶的碳热还原法制备 SiC 粉 李金望 田杰谟 董利民	898
颗粒排列和烧结初始阶段计算机模拟新方法 程远方 果世驹 赖和怡	900
毛细管与玻璃封接件的疲劳寿命研究 白义平 马 光 韩庚子 赵 明	903
TiN _p /Si ₃ N ₄ 陶瓷显微结构研究 邹 红 邹丛沛 李卫军	907
U-xNb 合金的超塑性 何立峰 张鹏程 许彭栓 邱志聪 申 亮	910
溶胶-凝胶自燃烧法合成 LiZnTi 铁氧体及其磁性能 岳振星 张洪国 周 济 桂治轮 李龙土	914
多层喷射沉积技术原理及其在高性能材料制备中的应用 陈振华 严红革 袁武华 康智涛 黄培云	917
添加剂对重力分离 SHS 陶瓷内衬复合管耐蚀性的影响 王建江 叶明惠 赵忠民 王双喜 李俊寿	921
高强度 ZL205A 合金大尺寸封闭环形铸件工艺要点 贾泮江 杨 凯	925
冷拔变形量对 Fe-Cr-Ni 系奥氏体不锈钢永磁性能的影响 万 永 武天真 方 威	927
共沉降方法制备 Ti/Mo 系梯度材料 杨中民 沈 强 李俊国 张联盟	931
具有梯度孔结构金属铝基体的制备 刘少波 张联盟 熊华平 沈 强 李俊国	933
用机械合金化法制备 Fe-Ni-P-B(Cu, Nb)系非晶合金 李 凡 季亚林 吴炳尧 王桂琴 赵驷万 张淑仪	936
板状坯件的电磁约束成形 沈 军 陈 光 李建国 傅恒志	939

等离子体微弧氧化的基本特性及其应用 来永春 邓志威 薛文彬 陈如意	943
时效对银基五元合金性能的影响 段庆文 陈 靖 毛忠汉 贾 勇	946
PdY ₈ 合金薄壁管的轧制工艺 李士江 田广民 李银娥 袁弘鸣 李明利	949
钎钎合金的熔铸和热处理工艺研究 田广民 袁弘鸣 付秋枫 李银娥	952
电真空焊料的特性研究 祖国兴 田俊安 夏坚平 何 健 许 平 王立军	955
液态金属的双频电磁成形实验研究 李双明 李金山 郝启堂 张 军 李建国 傅恒志	958
液相线铸造铝合金半固态成形性研究 刘 丹 崔建忠 夏克农	962
磁量子结构中的量子相干输运 郭 永 顾秉林	966
高强超韧高分子合金研究现状与展望 金日光 武德珍	970
非醇盐溶胶-凝胶法合成 Li ₃ V _{1-x} P _x O ₄ 及其离子导电性 贾密英 宋秀芹 陈汝芬	973
新的喷雾热分解制备薄膜装置 武光明 麻慧莲	975
SHS-不锈钢显微结构分析及其性能改进 席文君 殷 声 魏延平 赖和怡	977
γ-TiAl 中合金化元素-结构缺陷复合体电子结构与材料物性 赵栋梁 王崇愚	980
无铬镍-不锈钢性能与成分关系的研究 王建邦 姚祥余 张旭峰 靳 红	983
非平衡条件下 H62 力学性能的变化 郭晓楠 秦荣山 何冠虎 周本濂	987
电子增强的 CVD 法在钨钼基体上沉积金刚石薄膜 刘文科 周幼科	989
钛合金零件的离心滚筒研磨抛光 刘文科 周幼科 赵铁夫	992
钛及钛合金的电子束冷炉床熔炼技术 刘文科 赵铁夫 周幼科	996
Cu ₂ Au 薄膜中的[001]方向反相畴界 白晓刚 倪 军 顾秉林	999
铝热剂燃烧合成 Al ₂ O ₃ -TiC 的结构形成机理 夏天东 唐燕玲 马宝玉 赵文军 王天民	1003
进口自卸车车斗底板钢热处理工艺研究 赵田臣 孙宝臣 杜彦良	1006
高钨含量 Ta-W 合金的挤压工艺研究 丁 旭 张德尧 张廷杰	1008
前驱物法合成热致收缩化合物 ZrW _{2-x} Mo _x O ₈ (x=0, 0.4, 0.6, 0.8, 1.2) [#] 张山鹰 赵新华 马 辉	1011
锆合金氧化膜的 XPS 能谱分析 李佩志 卞用庚 祝洪耀	1013
锆-4 合金低压表面预膜工艺研究 杨芳林 张建军 宋启忠	1016
气氛对 ZrO ₂ 缺陷结构的影响 王 琳 郑秀华 王宝义 马创新 牛海燕	1020
轧制温度对铝板组织与性能的影响 杨明杰 李麦海 魏忠梅	1023
FeMoBSi 非晶合金激波晶化中 α-Fe 基相晶格常数变小的研讨 侯德东 刘应开 周效锋 刘佐权 李德修	1025
退火温度对 Hf/Zr-4 板焊缝高温蒸汽腐蚀性能的影响 张建军 杨芳林	1027
物理法回收 Ag-Ni 合金废料 刘建良	1030
石墨超细片状磨碎的机理及方法 干路平 程起林 顾 达	1032
抗氢脆不锈钢中氦效应的 TEM 研究 任大鹏 陈锡瑶 倪然夫 姜桂芬 向士凯	1036
射频磁控溅射沉积热障涂层结构特征及高温氧化性能 高 阳 陈孟成 张建芬 汝继来 王仁智	1039
热障涂层热冲击试验研究 陈孟成 高 阳 霍 晓 沈文雁 吴凤筠	1044
微合金钢高温热/力学行为、动、静态析出及力学冶金模型的研究 徐有容 金 蕾 王志勇	1047
激光引起颗粒增强金属基复合材料的热损伤和断裂 周益春 龙士国 段祝平	1051
挤压-轧制工艺制备镍-钛双金属复合材料型材及其复合界面特性研究 魏 巍 柳家成 杨晓东 冯 勇 吴晓祖 周 康	1054
金属基层状复合材料中裂纹扩展方向的理论、数值分析及实验研究 戴 耀 刘海现 李 年 付永辉 何家文	1057
Al ₂ O ₃ /Cu 复合材料的高温塑性变形 武建军 张 运 李国彬 雷廷权	1060
AlNp/Al 的组织与性能 姜龙涛 马森林 武高辉 孙东立	1063
钛合金的高屈强比特性及其影响因素 胡耀君 刘果宗 陈 军	1066
铝基复合材料微区超显微硬度分布规律的研究 刘 澄 张国定	1069
Al-Ti 合金靶及薄膜性能研究 夏 慧 吴丽君 韩 雪 刘安生	1072
Al-Ti 合金靶材的显微结构 吴丽君 夏 慧 陆 彪 刘安生 韩 雪	1075
Al-Fe-V-Si 合金显微组织分析 黄 晖	1078
微量 Mg、Ag 对 Al-Cu-Li 系合金性能和组织的影响 易宏坤 郑子樵	1081

不同热处理条件下 Weldalite™ 049 合金的性能 刘琤琤 郑子樵 刘可力	1085
LY12 铝合金挤压棒材各向同性化处理工艺的研究 杨 峰 武高辉 孙东立 邵 华	1088
ZrC _p /W 复合材料的组织结构与力学性能 宋桂明 周 玉 雷廷权 孟庆昌 王五金	1091
微量 La ₂ O ₃ 对 Ag/Ni 复合材料性能与组织结构的影响 秦国义 庄滇湘 谢宏潮	1095
SiC _p /BAS 复合材料的断裂行为与力学性能的研究 顾建成 叶 枫 李其明 周 玉 雷廷权	1097
SiC-C 纤维的制备与性能 刘 军 宋永才 冯春祥	1099
退火对 SiCp/Cu 复合材料热残余应力及膨胀性能的影响 高晓霞 吉 元 李 英 钟涛兴	1102
用红外光谱技术测定环氧树脂的固化度 张银生 尤瑜升 冀克俭 刘元俊 邓卫华	1104
导电性高分子复合材料的二阶渗透现象及其电热特性 章明秋 余 钢 容敏智 曾汉民 侯艳辉 张海波	1107
双酚-S 环氧树脂/4,4'-二氨基二苯甲烷固化反应与动态力学性质 赵 敏 张荣珍 高俊刚 姚子华	1110
苈麻织物/树脂复合材料的研究 管映亭 王惠民 王俊勃 孙小寅 孙永奇 郑水蓉 孙曼灵	1112
N-苯基马来酰亚胺/甲基丙烯酸甲酯/丙烯腈乳液共聚物的合成及热分析研究 杨丽庭 张留成 刘国栋 高俊刚 刘海峰 杨明山 金日光	1115
苯乙烯-丙烯腈-N-苯基马来酰亚胺的乳液共聚及热性能研究 刘国栋 高俊刚 张留成 杨利庭 刘俊兰	1118
LMPE-g-MAANa 在 PA6/HDPE 合金中的增容作用 邹建龙 陈鹏洲 袁晓燕 沈宁祥 盛 京	1121
HDPE 管道热熔焊接复合材料的研究 成 剑 师春生 李家俊	1123
后固化工艺对环氧塑封材料的影响 杨丽芳 姚康德 Wei Koh 温 康	1125
聚苯乙烯/聚甲基硅氧烷核/壳型复合乳液的合成及其润滑性能的初探 官文超 刘晓明	1128
PS/PMMA 核/壳型复合乳液的润滑性能研究 官文超 刘晓明 郭 华	1130
合金成分和热机械处理工艺对 Ti ₂ AlNb 基合金显微组织的影响 毛 勇 张建伟 彭继华 李世琼 邹敦叙	1133

材料产业可持续发展与资源效率 and 环境保护

左铁镞

北京工业大学 北京 100022

摘要 本文讨论了材料产业发展与人类生存环境的关系,指出材料作为社会经济发展的基础和先导,推动人类文明的进程,但从资源在材料生产-使用-废弃的过程中的行为来看,可以说是将大量资源提取出来,又将大量废弃物排回到自然环境中的循环过程,人类在创造社会文明的同时,也在不断地破坏人类赖以生存的环境空间。传统的材料研究、开发与生产,往往过多的追求良好的使用性能,而对材料的生产、使用和废弃过程中需消耗大量的能源和资源,并造成严重的环境污染,危害人类生存的严峻事实重视不够。材料是人类文明进步的物质基础,又是造成资源、能源过渡消耗,生态环境恶化的主要责任者之一!面对世界资源枯竭、能源短缺、环境恶化的严峻现实,无论从整个社会经济的可持续发展,还是材料产业自身的可持续发展和环境保护来看,都应该充分考虑和重视材料整个生命周期中所造成的资源、能源和环境问题。材料产业的发展必须走与资源、能源和环境相协调的道路才是可持续发展的。也正是在这种背景下,近几年国际上提出了“生态环境材料(Ecomaterials)”概念,材料工作者转变观念,大力发展与资源、能源和环境协调的新型材料—生态环境材料,是国内外材料科学与工程研究发展的必然趋势。但目前对生态环境材料概念的了解是肤浅的,尚未形成统一的认识,也未能建立系统的评价指标、评价理论和方法。

生态环境材料应是既具有满意的使用性能又具有良好的环境协调性的一类材料。环境协调性:指对资源和能源消耗少、对环境污染小且再生利用率高。生态环境材料的研究进展,将有助于资源短缺、环境恶化等一系列问题的解决,促进社会经济的可持续发展。另外,生态环境材料的研究还与政治、经济、贸易等领域的国际竞争相联系,如许多发达国家已将环境保护列入贸易往来的条件。而且,环境问题已直接关系到我国履行国际公约的责任和义务。因此,开展材料的环境协调性评价研究,有助于准确了解材料对环境的影响程度;研究材料的环境性能,对实现材料的可持续发展有重要意义。

关键词 环境 资源 生态环境材料 可持续发展

地球是人类赖以生存的共同家园,保护资源,保护环境是全世界人们的共同使命。但是,随着世界人口膨胀、工业高速发展和科学技术飞速进步,人们对资源的消耗和破坏加剧,造成严重的环境污染,人类生存条件日益恶化。

中国是发展中社会主义国家,正以前所未有的速度发展经济,取得了举世瞩目的进展。但是,巨大的人口、资源和生态环境的压力,越来越成为中国经济与社会发展的制约因素。中国坚定的选择了走可持续发展的道路。

一、中国的材料产业与资源和环境问题

材料是国民经济和社会发展的基础和先导,是现代高新科技发展的三大支柱之一。材料产业历来被列为国民经济的基础性、关键性的支柱产业之一,受到重视,得到大力发展。中国的材料产业,包括钢铁、有色金属、化工、建材等主要行业,建国以来得到迅速发展,成为支持国民经济工业化和国防现代化的基础,成为发展高新技术的关键。据统计,中国主要的材料产量已居世界前列或重要地位,如表1所示^[2]。

表1 1996年中国主要原材料产量及世界排序

材料种类	生铁(万吨)	钢(万吨)	有色金属(万吨)	水泥(亿吨)	煤炭(亿吨)	平板玻璃(万箱)	成品钢(万吨)
材料产量	10722.5	10124	523.1	4.9	14.0	16070	9338.02
世界排序	1	1	3	1	1	1	1

上述统计结果表明,从产量上看,中国已是当今世界的材料生产大国,但是从生产基数水平、品种、质量,特别是从经济效益上看,和先进水平还有相当大的差距。

从资源和环境角度分析，材料的提取、制备、生产、使用和废弃过程是一个资源消耗和环境污染的过程，也就是说，一方面材料推动着人类社会的物质文明，而另一方面又消耗大量的资源和能源，并且这种速度在成倍增长，从 1900 至 1950 年，世界金属耗量 40 亿吨，而 1980 至 1990 年 10 年间，世界金属耗量 58 亿吨。同时在生产、使用和废弃过程中排放大量的废气、废水和工业固体废弃物，污染环境，恶化人类赖以生存的空间。

统计表明，材料产业是矿产资源的主要消耗者，有人预测不可回收资源的可用年限(以探明矿藏的 5 倍计算)仅有 50 年。经济高速发展对资源需求的增长，而资源的不合理开发利用和较落后的技术，加剧了环境污染和生态条件恶化；矿产资源的粗放型管理经营，导致生产、加工、使用过程中能源和资源的高能耗、低产出的现象十分突出，据预测，今后 30~50 年是中国经济、社会发展对矿产资源的需求增长最快的时期，除 20 多种优势矿产可以保证供需外，多数矿产，特别是经济建设需求量大的支柱性矿产将出现保证程度偏低甚至短缺的严峻局面。

特别的是，由于资金、技术、管理等原因造成资源的不合理开发，对资源、能源以及对环境的负面影响应引起极大关注。中国单位 GNP 的资源消耗远高于世界平均水平，据统计钢材、铜、铝、铅、锌的消耗分别是世界平均水平的 3.6、3.7、2.4、2.7 和 2.2 倍。能源对 GNP 产出率仅为世界平均水平的 1/7。不合理的矿产资源开发对资源和环境的污染和破坏也与日俱增，规模巨大的矿业及原材料工业的高速发展，同时也造成矿产资源、能源的过渡消耗和生态环境的严重污染。

以钢铁冶金生产为例，1 亿吨钢铁的能耗占工业能耗的 19%，排行能耗大户之首，排放废水、废气占工业排放量的 13%~14%，为仅次于化工的第二污染大户。有色金属工业是以品位很低的矿产资源为对象进行提取、生产的，生产 500 万吨产品造成的以尾矿和废渣为主的工业固体物每年超过 6000 万吨，尾矿库总库容达 10 亿立方米，生产过程中排放的二氧化硫、氟化氢、砷等废气，是有毒废气的主要源头之一。

与城镇建设高速发展相适应的我国建筑材料工业在 1979 年~1994 年间获得惊人的大发展，据统计，以水泥、玻璃、陶瓷、粘土砖为主，传统材料的产量均居世界首位，其中水泥年产量达 4.9 亿吨，占世界总产量的 31%。全国水泥工业平均粉尘、烟尘排放量达 23.2 公斤/吨，年排放量达 98 万吨，是造成城镇严重污染的大户。

表 2 1995 年中国主要原材料工业能源消耗

材料种类	能耗(万吨标准煤)	占工业能耗比重(%)
黑色金属矿采选业	268.2	0.2788
有色金属矿采选业	557.2	0.5793
非金属矿采选业	553.4	0.5753
其他矿采选业	30.3	0.0315
化学纤维制造业	1278.0	1.3286
橡胶制造业	644.1	0.6696
塑料制造业	541.9	0.5634
非金属矿物制造业	13058.0	13.5750
黑色金属冶炼	18532.8	19.2666
有色金属冶炼	2841.7	2.9542
金属制品业	993.9	1.0333
合计	39299.5	40.86
工业能耗总量(万吨标准煤)	96191.3	

表 3 1996 年中国材料制造业污染排放情况

材料种类	工业废水(万吨)	工业废气(亿标立方米)	固体废物产生量(万吨)
矿业	122966	3536	26132
化学纤维工业	52302	2541	291
橡胶制品	11021	535	91
塑料制品	3330	170	24
建筑材料及非金属矿物制品	46997	13982	946
水泥制造业	24266	11090	380
黑色金属冶炼	273695	17011	10868
有色金属冶炼	49589	7180	2113
金属制品	7110	202	69
合计	580266	56247	40914
占工业排放总量百分数 %	28.18	50.58	62.1

注：工业废水排放总量：2058881 万吨；

工业废气排放总量：111196 亿标立方米；

工业固体废物生产总量：65897 万吨，其中排放量：1690 万吨。

通过以上数据分析，应当使我们清醒地认识到，一方面材料产业和材料工作者，为国民经济发展、国防建设和人民生活水平提高作出了巨大的贡献，但另一方面，材料产业又是资源、能源的主要消耗者和环境污染的主要责任者之一。对资源的利用效率，首先是材料的利用效率。

面对这种严峻的形势，人类不得不认真回顾自己的发展历程，重新审视自己的社会经济行为，探索新的发展战略。联合国于 1992 年 6 月召开了“环境与发展”的世界首脑会议，通过了《里约宣言》和《21 世纪议程》等重要文件，并一致承诺把走可持续发展的道路，作为未来长期共同的发展战略。

经历了一百多年贫穷、落后和受尽凌辱的中国，正以前所未有的气概实现强国之梦，经济发展正处于工业化高速发展的时期，面对人民强烈的发展需求和发展所带来的严重问题，出路在哪里？既不能停止发展，也不能走先发展后治理的道路，因此走可持续发展的道路是中国唯一的必然选择，环境保护是中国的基体国策之一。面对严峻的矿产资源形势，中国政府正在大力转变经济增长方式和资源战略，摒弃以往过渡依赖消耗资源、单纯追求经济数量增长的传统发展模式，代之以可持续发展战略——以较低的资源消耗和环境代价取得较高的经济发展水平，走资源集约型道路。也就是说，在社会主义现代化的建设过程中，寻求一条使人口、经济、社会、环境和资源相互协调、兼顾当代人和子孙后代利益的发展道路，这就是可持续发展。为了实现可持续发展战略，我国编制了《21 世纪议程》，将中国可持续发展战略目标确定为“建立可持续发展的经济体系、社会体系和保护与之相适应的可持续利用的资源和环境基础。”要解决发展与环境的矛盾，利用有限的资源满足人类日益增长的需求，必需实现两个根本转变：观念和意识的转变和发展模式的转变。

观念和意识的转变：从与自然对立斗争转变为尊重自然与自然和睦相处；

从一味向自然索取转变为珍惜资源，保护环境；

从只顾自身利益转变为关心地球、关心人类；

从只考虑眼前利益转变为考虑长远持续发展。

这个转变反映了人类的“自然观”或“世界观”的主要部分的历史演变。从“天命论”、“抗争论”、“征服论”到“和谐论”或“协调论”，反映了自然科学与社会科学的发展与社会的进步。

经济发展模式的转变：从资源消耗型转变为资源节约型；

从损害环境转变为环境协调型；

从基数落后转变为基数先进型；