

第六届全国材料与热加工 物理模拟及数值模拟 学术会议论文集(2015)

周建新 赵春华 张梅 曾建民 ◎主编



中国出版集团

世界图书出版公司

第六届全国材料与热加工 物理模拟及数值模拟 学术会议论文集 (2015)

周建新 赵春华 张梅 曾建民 ©主编

中国出版集团

世界图书出版公司

广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (C I P) 数据

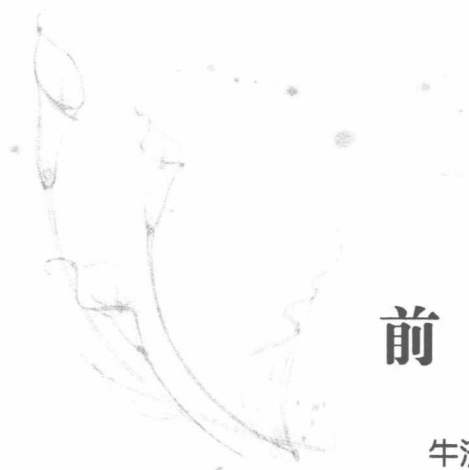
第六届全国材料与热加工物理模拟及数值模拟学术会议论文集 : 2015 /
周建新等主编. --广州 : 世界图书出版广东有限公司, 2015.8
ISBN 978-7-5192-0173-9

I. ①第… II. ①周… III. ①材料-物理模拟-学术会议-文集
②热加工-物理模拟-学术会议-文集③材料-数值模拟-学术会议-
文集④热加工-数值模拟-学术会议-文集
IV. ①TB3-53②TG306-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 205942 号

第六届全国材料与热加工物理模拟及数值模拟学术会议论文集(2015)

策划编辑 杨力军
责任编辑 杨力军
封面设计 高艳秋
投稿邮箱 stxsch@163.com
出版发行 世界图书出版广东有限公司
地 址 广州市新港西路大江冲 25 号
电 话 020-84459702
印 刷 虎彩印艺股份有限公司
规 格 880mm × 1230mm 1/16
印 张 20.25
字 数 500 千
版 次 2015 年 8 月第 1 版 2016 年 3 月第 2 次印刷
ISBN 978-7-5192-0173-9/0·0046
定 价 78.00 元



前言

牛济泰

材料在铸造、压力加工、焊接、热处理等热加工工艺过程中,以及在制成零部件后的实际服役过程中,会产生各种物理/力学行为,这些行为相当复杂,往往难以进行定量预测。伴随着先进的测试技术、计算机科学和控制理论的发展,材料现代物理模拟技术应运而生。对材料和热加工工艺来说,物理模拟通常是指利用小试样,借助某种试验装置再现材料在制备或热加工过程中的受热或同时受热、受力的物理过程,充分而精确地揭示材料在制备与热加工过程中组织与性能的变化规律,评定或预测材料在制备或热加工时可能会出现的问题,为研制新材料以及制定合理的加工工艺提供理论指导和技术依据。

数值模拟是利用数学模型来描述一个过程的基本参数的变化关系,采用数值方法求解,以获得过程的定量认识。随着数学科学和计算机软硬件的发展,目前已有许多高效的数值计算方法。数值模拟技术的应用,不仅能预测某特定工艺的最终结果,而且能显示出工艺过程的变化情况,对加工过程的组织和性能变化规律能有更深入的了解,从而可使制定工艺不单凭经验,而是建立在更为科学、更为可靠的基础上,既可节省大量人力、物力,还可研究目前尚无法采用直接试验进行研究的复杂问题,并对工艺行为的结果进行评定和预测。

必须指出,数值模拟与物理模拟具有不同特点和应用范围,两者具有互补性,物理模拟是数值模拟的基础,数值模拟是物理模拟的归宿,只有将两者有机结合起来,才能更有效地解决材料科学与工程中的复杂问题,并获得符合实际的研究结果。

我国是在材料热加工领域应用物理模拟和数值模拟较早的国家,学术活动的开展也非常活跃。在中国机械工程学会材料分会下面设置有物理模拟与数值模拟专业委员会。从1990至2014年,以中国机械工程学会的名义共举办了7次(其中5次由国内国际合办)“材料与热加工物理模拟及数值模拟国际学术会议”,现已成为国际上别具特色并具有较大影响力的系列学术会议。第一届材料与热加工物理模拟会议于1990年7月在哈尔滨召开。之后,考虑到物理模拟和数值模拟

密不可分的学术关系和工程联系,将学术会议名称由“物理模拟”扩展为“物理模拟及数值模拟”,于1997年3月在海南召开了第二届国际会议。以后分别在北京、上海、郑州、桂林等地举行会议。参会的国家和代表数目一届比一届多,论文的质量和水平也一届比一届高,为推动我国材料及热加工领域物理模拟与数值模拟技术的发展,增进与国外先进国家在本领域的相互交流、合作与接轨,起到了积极作用,也为建立国际学术组织打下了扎实的基础。2013年6月第七届“材料与热加工物理模拟及数值模拟国际学术会议”在芬兰举行,经中国、美国、日本、俄罗斯、芬兰等国家代表的建议,来自23个国家的数百名代表经过充分协商,一致同意成立一个国际性的学术组织——“材料加工物理模拟及数值模拟联合会”。基于我国在材料物理模拟及数值模拟国际学术交流方面的突出贡献,一致同意此联合会总部设在中国,挂靠于中国机械工程学会,并选举我任联合会首任主席,美国、俄罗斯、日本的学者担任副主席。

这次在宜昌召开的第六届全国材料与热加工物理模拟及数值模拟学术会议,是近年来最新成果的展示。会议集中收录了自上次会议以来在物理模拟和数值模拟方面的国内最新研究成果。内容涉及连续铸造、半固态加工、轧制、锻造、挤压、拉拔、电弧焊和高能束焊、焊接热循环过程、热裂纹敏感性评价、冷裂纹敏感性评价、淬硬脆断倾向评价、焊接工艺优化热处理和粉末冶金;热压成型、高压成型以及新材料研制的许多新领域。

本论文集由华中科技大学周建新教授、三峡大学赵春华教授、上海大学张梅教授、广西大学曾建民教授主持编写。希望论文集的出版对于提高我国材料与热加工物理模拟与数值模拟水平和推进它的工程应用起到积极的作用。

感谢三峡大学机械与动力学院、华中科技大学材料成形与模具技术国家重点实验室、Dynamic Systems, Inc.、华铸软件中心以及国家数控重大专项(2012ZX04012-011)、国家自然科学基金(No.51475181)、国家863课题(20130031003)对本次会议的资助。



2015年7月22日 于哈尔滨

(牛济泰:材料加工物理模拟与数值模拟国际联合会主席,中国材料学会材料及热加工物理模拟与数值模拟专业委员会主任委员,俄罗斯自然科学院院士,哈尔滨工业大学教授、河南理工大学、西南科技大学特聘教授)

第六届全国材料与热加工 物理模拟及数值模拟学术会议

(2015 年 9 月 17-20 日 湖北宜昌)

主办单位

三峡大学
华中科技大学
上海大学
广西大学
中国机械工程学会材料分会

承办单位

三峡大学机械与动力学院
华中科技大学材料成形与模具技术国家重点实验室
上海大学材料科学与工程学院
广西大学材料科学与工程学院
中国机械工程学会材料分会物理模拟及数值模拟专业委员会

协办单位

Dynamic Systems, Inc.
北京科技大学高效轧制国家工程研究中心
宜昌市燕狮科技开发有限责任公司
华中科技大学华铸软件中心
湖北省机械工程学会

支持媒体

《机械工程材料》杂志社

大会顾问委员会

周 玉 牛济泰 涂善东 李德群 孙 军

大会组织委员会

主 任: 胡 军 牛济泰 周华民 赵春华
成 员: 周建新 张 屹 吴海华 张 梅
郭 锦 Wayne Chen 殷亚军
曾建民

大会学术委员会

主 任: 杨院生 雷永平
成 员: 曾建民 刘祖岩 陈 旭 周贤良
赵艳君 屈朝霞 刘春风 王晓南
周旭东 周广涛 曲凤盛 王海燕
金 成 David Ferguson 张 梅
赵春华 周建新

大会执行主席

周建新 赵春华 张 梅 曾建民



C 目 录 ontents

材料物理模拟技术近年的发展、应用与前景

牛济泰

哈尔滨工业大学

001

体积平均法凝固模型

吴孟怀, LUDWIG Andreas, KHARICHA Abdellah

Christian-Doppler Laboratory for Advanced Process Simulation of Solidification
and Melting, Dept. Metallurgy, Univ. of Leoben, A-8700, 奥地利

003

材料热成形模拟仿真技术在航天液体动力领域的应用需求及现状

李护林, 杨欢庆, 王 琳, 郑 伟

西安航天发动机厂

005

三峡区域能源装备先进成型工艺与装备研究

赵春华, 吴海华, 丰 平, 陈从平, 石增敏

三峡大学 机械与动力学院

007

Gleeble 物理模拟系统及其新近进展

赵 奇, 陈伟昌, David Ferguson

Dynamic Systems Inc., P.O. Box 1234, Route 355 Poestenkill, New York 12140, USA

009

材料成形模拟仿真技术新进展	011
周华民, 柳玉起, 周建新	
华中科技大学 材料成形与模具技术国家重点实验室	

第八届材料加工物理模拟与数值模拟国际会议和材料加工物理模拟与数值模拟国际联合会介绍	012
曾建民	
材料加工物理模拟与数值模拟国际联合会秘书长	

基于 CAD/CAE 集成的异型材挤出模头结构优化设计研究	013
李 力, 唐红涛, 郭顺生, 黄 浪, 罗易彬	
武汉理工大学 机电工程学院	

塑料异型材挤出模 CAD/CAE 技术及冷却系统优化设计研究	014
黄 浪, 唐红涛, 郭顺生, 李 力, 郭 乔	
武汉理工大学 机电工程学院	

钢材不稳态加热时间的研究与计算	015
王 东, 首天成	
武汉纺织大学 机械学院	

钢材热加工中 Newton 插值法的分析与应用	021
王 东, 黄俊鸣, 王春霖	
武汉纺织大学 机械学院	

DP 工艺 GH4169 合金热变形组织演变研究	026
司家勇, 廖晓航, 刘 娜, 钟利萍	
中南林业科技大学 机电工程学院	

TC4 钛合金微弧氧化膜的高温曝露行为研究	027
陈泉志, 唐仕光, 郭宇明, 黄祖江, 李伟洲, 曾建民	
广西大学 材料科学与工程学院	

铌合金表面渗镀复合涂层及其抗氧化研究	028
杨 阳, 黄祖江, 唐仕光, 李伟洲, 张修海, 曾建民	
广西大学 材料科学与工程学院	

LGB38MnV 钢热压缩本构模型的建立	029
刘升旭, 蒙秋红, 何奥平, 段亚菲, 曾建民	
广西柳工机械股份有限公司	

Mn 对 6061 铝合金再结晶行为的影响	030
王友彬, 曾建民	
西北工业大学 凝固技术国家重点实验室	

时效对 A7N01 铝合金 PMIG 焊接接头组织与性能影响研究	031
梁天权, 覃秋梅, 莫小梅, 李伟洲, 曾建民	
广西大学 材料科学与工程学院	

Gleeble3500 用于开发低成本钛合金的研究	032
王同波, 李伯龙, 袁 杰	
北京工业大学 材料科学与工程学院	

粘性流体微滴堆积-固化过程动力学数值模拟	033
陈从平, 黄杰光, 王小云	
三峡大学 机械与动力学院	

DH32 船板钢埋弧焊接头力学性能分析	034
梁国俐, 齐铁力, 苑少强, 杨跃辉, 李 敬, 张晓娟	
唐山学院 机电工程系	

Ni-Mg-Al-LDH 的制备及其对甲基橙的吸附作用	035
谢襄漓, 徐国永, 王林江	
桂林理工大学 化学与生物工程学院	

矿物混合料球团斜盘造粒的模拟	036
曾晓乐, 曾建民	
广西大学 材料科学与工程学院	

ZL205A 铝合金铸件的偏析行为及机理研究	037
胡 武, 曾建民, 陈燕飞, 吴继峰	
广西大学 材料科学与工程学院	

模压变形 5052 铝合金的组织结构与室温拉伸性能	043
杨开怀, 曾建民, 邹泽昌, 陈文哲	
广西大学 广西有色金属及特色材料加工重点实验室	

等温锻整体铝合金汽车轮圈轮辐结构优化数值模拟研究	044
王家宣, 曾 欣, 周弘庆, 余明喜	
南昌航空大学 航空制造工程学院	

脉冲电流作用下偏晶合金连续凝固过程研究

江鸿翔, 赵九洲

中国科学院 金属研究所

045

焊接峰值温度对 X80 大变形管线钢热影响区软化的影响

由宗彬, 李烨铮, 刘 宇

油气管道输送安全国家工程实验室

046

工艺参数对 TiAl 基合金熔体凝固行为的影响

叶喜葱, 赵光伟

三峡大学 机械与动力学院

047

镁合金铸轧板坯中心线偏析形成机制

翁文凭, 盛敏奇, 屈天鹏, 许继芳, 王 璟, 陈 琦

苏州大学 沙钢钢铁学院

048

C-Mn 钢等温热处理的力学性能研究

周旭东, 刘香茹, 李 俊, 王 健

河南科技大学 材料科学与工程学院

049

热处理温度和冷速对 DP980 钢烘烤硬化性能的影响

刘香茹, 周旭东, 李 俊, 王 健

河南科技大学 物理工程学院

050

从赤泥还原铁合金的试验模拟

何奥平, 曾晓乐, 曾建民

广西大学 有色金属及加工新技术教育部重点实验室

051

Ni 基高温合金中合金化元素对 γ/γ' 相界面错配位错运动影响

樊沁娜, 王崇愚, 于 涛

钢铁研究总院 功能材料所

052

钢锭冒口感应加热技术基础研究

赵红昌, 顾 涛, 周 宣, 张美玲, 王明家

燕山大学材料学院, 燕山大学 亚稳材料制备技术与科学国家重点实验室

060

深冷处理对中碳低合金钢 ZG30CrSiMnMo 冲击磨料磨损性能的影响

刘 英, 夏一龙, 郭 红, 杨 凯, 李 卫

暨南大学 材料系

061

Ce 元素对铸造态 Mg-Li-Al-Ca 系合金在 NaCl 溶液中的腐蚀行为的影响

杨云龙

吉林工业职业技术学院

062

基于 Fluent 的空气射流冷却 BNbRE 钢轨模拟

王海燕, 郑梦珠, 高雪云, 陈树明, 吴志峰, 邹存哲

内蒙古自治区白云鄂博矿多金属资源综合利用重点实验室

063

大功率热沉的散热仿真与优化

段亚菲, 曾建民, 刘永祯, 梁丽华, 陈 平

广西大学 材料科学与工程学院

064

二硼化镁超导线材的超声波振动拉拔加工及模拟

冯建情, 王庆阳, 杨 芳, 熊晓梅, 闫 果, 张平祥

西北有色金属研究院

072

自旋无能隙半导体 Mn_2CoAl 的第一性原理研究

胡 磊, 李德贵, 覃 铭

百色学院 材料科学与工程学院

073

装载机半轴感应淬火层研究

肖毅强, 蒙秋红, 刘升旭, 曾建民

广西柳工机械股份有限公司

074

纳米石墨片微粉喷射成型工艺数值模拟

郭 辉, 吴海华, 熊 盼

三峡大学 机械与动力学院

075

超级电容器微电极电场强度及不均匀性模拟分析

熊 盼, 郭 辉, 魏正英, 吴海华

三峡大学 机械与动力学院

076

纳米银焊膏搭接接头蠕变损伤三维测试与模拟

谭沿松, 唐 珊, 陈 旭

天津大学 化工学院

085

 Y_2O_3 含量对 Ni-20Cr-5Al 合金高温抗氧化性的影响

孙端君, 赖灿伟, 尚金龙, 梁春园, 尹继辉, 宋亚茹, 张修海

广西大学 有色金属及材料加工新技术教育部重点实验室

086

Al-Zn-Mg 系高强铝合金喷射成型工艺	087
阎世景, 黄 干, 汤宏群, 曾建民, 王荣妹, 罗 曼	
广西大学 材料科学与工程学院	
H70 铜合金高温变形行为研究	094
边 鸽, 程 明, 王瑞雪	
广东精艺金属股份有限公司	
谈谈最小作用量原理及虚功原理	102
刘祖岩	
哈尔滨工业大学 金属精密热加工国家级重点实验室	
压力容器中心对称 J 型坡口接头的残余应力计算与测试	108
雷永平, 谢濡泽, 林 健, 符寒光, 吴中伟, 徐 晓	
北京工业大学 材料科学与工程学院	
感应熔化过程温度和流动耦合行为数值模拟	109
汪 洪, 周建新, 殷亚军, 吴 凯	
华中科技大学 材料成形与模具技术国家重点实验室	
螺旋电磁场下铸钢锭凝固过程宏观偏析数值模拟	116
汪 洪, 周建新, 殷亚军, 吴 凯	
华中科技大学 材料成形与模具技术国家重点实验室	
热浸镀铝层的阻尼机制研究	117
王友彬, 曾建民	
西北工业大学 凝固技术国家重点实验室	
不同聚合物熔体壁面滑移的试验研究	118
孙秀伟	
唐山学院 机电工程系	
热镀锌锌铁化合物形成过程模拟	119
罗 立, 曾建民, 王友彬, 张 锐	
广西大学 材料科学与工程学院	
碳纤维树脂基复合材料纤维体积分数对固化过程影响的模拟研究	120
孙 飞, 廖敦明, 周建新, 董长春, 朱大雷	
华中科技大学 材料成形与模具技术国家重点实验室	

基于有限元法的定向凝固过程中高温合金叶片温度场数值模拟

曹 流, 廖敦明, 陈 涛, 孙 飞, 周建新, 庞盛永

华中科技大学 材料成形与模具技术国家重点实验室

121

AP1000 核电主管道淬火过程温度场有限元模拟

彭新元, 周贤良, 华小珍, 李 超, 唐龙书

南京航空航天大学 材料科学与技术学院

122

金属熔滴在基板上碰撞过程的数值分析模型的建立

殷凤良, 朱 胜, 刘宏伟, 曹 勇

装甲兵工程学院 装备再制造技术国防科技重点实验室

123

铸造高硼低合金高速钢相图计算与分析

杨勇维, 符寒光, 雷永平, 王开明, 朱礼龙, 江 亮

北京工业大学 材料科学与工程学院

124

等离子-MIG 复合焊接电弧的数值模拟

朴圣君, 金 成

大连交通大学 材料科学与工程学院

125

基于元模型方法的 6013 铝合金热变形流变行为建模

肖 昱, 杨钦文, 何 欢, 李落星, 曾建民

湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室

126

Fe-Mn-Al-C 低密度钢热变形与组织性能的研究

章小峰, 杨 浩, 冷德平, 张 龙, 黄贞益, 陈 光

安徽工业大学 冶金工程学院

127

7N01 铝合金等温多道次热压缩变形行为研究

何宇棋, 张 婷, 符跃春

广西大学 有色金属及材料加工新技术教育部重点实验室, 材料科学与工程学院

128

铝合金焊接接头细观多晶模型及拉伸织构演化数值模拟

丛述玲, 金 成

大连交通大学 材料科学与工程学院

134

基于两种热力学数据获取方法的 Al-4Cu-6Si 合金凝固路径计算

赵光伟, 叶喜葱, 黄才华

三峡大学 机械与动力学院

135

激光熔覆原位合成 Mo ₂ NiB ₂ 的热力学分析	
胡肇炜, 李文戈	136
上海海事大学 商船学院	
基于数值模拟的锻造成形工艺优化方法研究	
覃荣武, 廖小平, 王承辉, 曾建民, 夏 薇	137
广西大学 广西有色金属及特色材料加工重点实验室	
800MPa 级微合金化 C-Mn 高强钢激光焊接接头的组织及疲劳性能	
王晓南, 孙 茜, 王 卫, 邱洪双, 陈长军, 吴宝强, 朱国辉	138
苏州大学 沙钢钢铁学院	
焊接工艺对 800MPa 级微合金 C-Mn 钢焊接接头组织性能的影响	
王 卫, 王晓南, 王海生, 章顺虎, 朱国辉, 陈长军, 张 敏	140
苏州大学 沙钢钢铁学院	
抗拉强度 700MPa 级微合金钢激光焊接接头组织性能	
王海生, 王晓南, 王 卫, 朱国辉, 陈长军, 张 敏	142
苏州大学 沙钢钢铁学院	
汽车用双相钢 DP590 激光焊接接头组织及性能研究	
孙 茜, 邱洪双, 王晓南, 杨兆华, 张 敏, 陈长军	143
东北大学 轧制技术及连轧自动化国家重点实验	
焊缝熔池凝固组织中枝晶形貌的元胞自动机法模拟	
张 敏, 李露露, 薛 覃, 李继红	144
西安理工大学 材料科学与工程学院	
基于刚塑性模型的二维金属塑性成形有限元模拟	
滕子浩, 廖敦明, 陈 涛, 王新云	150
华中科技大学 材料成形及模具技术国家重点实验室	
PP/DBDPE/OMMT/ Sb ₂ O ₃ 复合材料的制备与阻燃性能的研究	
卢 红, 陆桂焕, 谢襄漓, 王林江	151
桂林理工大学 材料与科学工程学院	
共沉淀法制备水滑石-蒙脱石复合材料	
李存军, 谢襄漓, 王林江	153
桂林理工大学 广西矿冶与环境科学实验室中心	

层状双氢氧化物与蒙脱石在水中的剥离及组装行为研究

梁启超, 陈 耀, 谢襄漓, 王林江
桂林理工大学 材料科学与工程学院

154

热模拟法研究 12Cr1MoVG 再热裂纹敏感性

石云哲, 成 鹏, 朱 平, 王淦刚, 赵建仓, 王鹏飞
苏州热工研究院有限公司

156

粘土矿物在有机溶剂中的高产率剥离及蒙脱石/层状双氢氧化物复合材料制备

陈 耀, 梁启超, 谢襄漓, 王林江
桂林理工大学 材料科学与工程学院

163

Al-5Zn-0.03In-xEr 模拟阳极合金组织与性能研究

李 航, 魏 兵, 许征兵, 曾建民
广西大学 有色金属材料及其加工新技术教育部重点实验室

165

超音速电弧喷涂 Ti-Al 涂层的组织与性能研究

魏 兵, 李 航, 许征兵, 曾建民
广西大学 有色金属材料及其加工新技术教育部重点实验室

166

核电压力容器锻件热处理过程的组织转变规律

李传维, 韩利战, 刘庆东, 骆晓萌, 顾剑锋, 张伟民
上海交通大学 材料科学与工程学院材料改性与数值模拟研究所

167

形貌可控纳米 ZnO 的电沉积制备

于梅花
广西大学 材料科学与工程学院

174

低合金高强高韧马氏体钢的静态软化行为

赵艳君, 马本莉, 曾建民, 孟庆雪
广西大学 材料科学与工程学院

175

热挤压变形对镍基高温合金组织和热变形行为的影响

何国爱, 杨 川, 刘 锋, 司家勇, 江 亮
中南大学 粉末冶金国家重点实验室

176

正负张力对大规格棒材内部组织致密性影响规律研究

张 龙, 刘青松, 沈 潮, 曹 燕, 黄贞益
安徽工业大学 冶金工程学院

177

薄壁大平面钛合金铸件的铸造模拟及工艺优化	178
张 晨, 崔新鹏, 周 黔, 南 海	
北京百慕航材高科技股份有限公司	
基于铸型边界单元的铸造热变形数值模拟	179
陈 涛, 廖敦明, 庞盛永, 周建新, 殷亚军, 滕子浩, 曹 流	
华中科技大学 材料成形与模具技术国家重点实验室	
X65 管线用钢焊接热模拟研究	180
刘文艳, 徐进桥, 袁桂莲, 黄治军, 郑江鹏	
武钢研究院	
PLD 过程中 InAl 靶材温度场分布及其相结构稳定性	181
覃嘉媛, 黄 瀛, 阮孟财, 韦小凤, 符跃春, 何 欢, 陆书龙, 边历峰, 沈晓明	
广西大学 材料科学与工程学院, 有色金属及材料加工新技术教育部重点实验室	
低碳微合金钢的变形行为及流变应力模型	182
赵宝纯, 李桂艳, 刘凤莲, 谢广群	
鞍钢股份有限公司技术中心	
原位水解制氢多功能燃料电池包的研发	183
唐 美, 詹海鸿, 许征兵, 曾建民, 何国强	
广西大学 材料科学与工程学院	
铝/钢 CMT 熔钎焊接头强度的数值模拟研究	185
付 参, 林 健, 雷永平, 符寒光, 吴中伟	
北京工业大学 材料科学与工程学院	
热喷涂扁平粒子的形成及其物理模拟	186
李 辉, 周 正, 贺定勇, 雷永平	
北京工业大学 材料科学与工程学院	
毫米级羟基磷灰石粒子的微观组织及其形成	187
李 辉, 陈 伟, 谷佳宾, 贺定勇, 雷永平	
北京工业大学 材料科学与工程学院	
毫米级镍扁平粒子的微观组织特征及其传热过程	188
李 辉, 王本鹏, 栗卓新, 贺定勇, 雷永平	
北京工业大学 材料科学与工程学院	