

中国工程科技论坛

爆炸合成纳米金刚石 和岩石安全破碎 关键科学与技术

● 中国工程院

高等教育出版社

中国工程科技论坛

爆炸合成纳米金刚石和岩石 安全破碎关键科学与技术

Baozha Hecheng Nami Jingangshi He Yanshi
Anquan Posui Guanjian Kexue Yu Jishu

高等教育出版社·北京

内容提要

本书收录了中国工程院第 188 场中国工程科技论坛“爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎关键科学与技术”论坛上交流的有关论文, 共计 69 篇, 分为爆破理论研究、爆炸合成新材料、爆炸复合新技术、岩石破碎关键技术、爆破安全与爆破器材五个主题, 总体上反映了我国在爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎关键科学与技术方面取得的研究成果, 对国内爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎方面的理论和技术水平提高具有较强的指导意义。

本书可供从事爆炸合成纳米金刚石和岩石破碎的科研人员、工程技术人员阅读, 也可供大专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(C I P)数据

爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎关键科学与技术 / 中国工程院编著. -- 北京 : 高等教育出版社, 2015.5
(中国工程科技论坛)
ISBN 978 - 7 - 04 - 042404 - 1

I. ①爆… II. ①中… III. ①金刚石 - 人工合成 ②岩石切削机理 IV. ①TQ164.8 ②TU45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 067995 号

总 策 划 樊代明

策划编辑 王国祥 黄慧靖 责任编辑 黄慧靖 张 冉
封面设计 顾 斌 责任印制 张泽业

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400 - 810 - 0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	中国农业出版社印刷厂	网上订购	http://www.landraco.com
开 本	787 mm × 1092 mm 1/16		http://www.landraco.com.cn
印 张	35.5	版 次	2015 年 5 月第 1 版
字 数	640 千字	印 次	2015 年 5 月第 1 次印刷
插 页	1	定 价	60.00 元
购书热线	010 - 58581118		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 42404 - 00

编辑委员会

主 任:汪旭光

副主任:张正宇 李晓杰

委 员(按拼音字母排序):

陈绍潘	池恩安	范述宁	方桂富	高文学	高荫桐
关尚哲	雷 振	龙 源	贾永胜	金 沐	李平仓
李晓杰	李战军	刘殿书	刘连生	孟祥栋	沈兆武
史长根	施富强	宋锦泉	佟 铮	汪 浩	王茂玲
王明林	王小林	王耀华	汪艮中	王 勇	王中黔
吴新霞	谢先启	徐宇皓	薛培兴	颜事龙	杨 军
杨仁树	杨旭升	杨 译	于淑宝	于亚伦	张永哲
张正宇	张志毅	赵瑞晋	周家汉		

秘 书:宋文峰 何平成

目 录

第一部分 综述

综述	3
----------	---

第二部分 主题报告及报告人简介

爆破理论研究

纳米金刚石合成理论计算与实验分析	李晓杰 等	11
连续-非连续单元方法及其在爆炸破岩领域的应用	冯 春 等	20
岩石爆破破碎过程数值模拟研究	高文学 等	32
基于 SPH 方法的岩石爆破破碎过程数值模拟研究	廖学燕 等	39
二维柱对称装药爆轰波与水下斜冲击波测试	李晓杰 等	46
水下爆炸冲击波压实生物活性材料的探索性研究	盛振新 等	54
爆炸加载诱发低碳钢表面纳米化研究	佟 铮 等	64
改进特征线方法对水下爆炸近场的研究	张程娇 等	71
冰体结构与冲击加载条件下破坏特征研究	佟 铮 等	80

爆炸合成新材料

纳米聚晶金刚石的相变机理及其在半导体产业中的巨大应用前景	邵丙璜 等	89
激波合成纳米聚晶金刚石在半导体超精细加工产业中的应用		
前景和社会经济效益	邵丙璜 等	113
爆炸纳米多晶金刚石的技术进展	张 凯 等	132
纳米 Al_2O_3 /金刚石复合颗粒的爆轰制备法探讨	李晓杰 等	148
冲击波法制备 N 掺杂纳米 TiO_2 光催化剂	陈鹏万 等	157

激波合成立方氮化硼的现状及其应用前景——立方氮化硼磨

刀具是加工黑色金属及其合金之王	邵丙璜	164
纳米金刚石的化学改性及其摩擦学性能研究	柯刚等	173
爆轰技术制备纳米铜球颗粒研究	孙贵磊等	181
多元素掺杂锰铁氧体爆轰制备方法	王小红等	187
超级奥氏体不锈钢 N08367 爆炸复合板开发应用	王斌等	193
纳米金刚石粉水溶胶制备与表征	王小红等	200
爆炸合成法制取超细氧化铝	李瑞勇等	208
沉积能量对电爆炸法制备纳米粉体的影响	彭楚才等	213
纳米氧化物气相爆轰合成及表征	闫鸿浩等	219
核壳结构碳包覆磁性金属纳米材料爆轰合成的实验研究	罗宁等	225
利用液体炸药爆轰制备石墨烯的研究	孙贵磊等	236

爆炸复合新技术

碰撞速度对爆炸压涂铜涂层性能影响研究	赵铮等	245
不同热处理制度对爆炸复合板界面硬度影响分析	赵惠等	252
3A21/TA2/L907A 过渡接头的爆炸焊接试验研究	徐宇皓等	259
聚能效应在爆炸焊接中的应用研究	周景蓉等	265
超纯铁素体不锈钢爆炸复合板退火工艺研究	王强达等	271
爆炸焊接理论计算与数值模拟	李晓杰等	276
双立爆炸焊接防护装置数值模拟和试验研究	史长根等	287
ASME SA - 533 B Cl. 1 + SA - 240 304L 核电用复合板的研究		
开发	范述宁等	296
超声波显示波形判断铝合金 - 纯铝 - 钢复合板内部缺陷研究	王军等	306
复合板结合界面粗糙度与结合强度的研究	关尚哲等	313
C10100 + 316LN 复合板爆炸焊接工艺研究	李玉平	321
爆炸焊接过程的数值模拟	陈鹏万等	327
不锈钢复合板波纹状缺陷产生原因分析	杨国俊等	333
锆 - 钢复合板及压力容器制造焊接工艺研究	周景蓉等	342
热处理制度对 316L + 15CrMoR(H) 复合板低温冲击功的影响	郭励武	347
钢桥用 321 - Q370q 爆炸复合钢板焊接性能试验研究	王小华等	351
爆炸复合棒的超声检验方法分析	王礼营等	364
爆炸焊接布药工艺的研究	刘自军等	371
大面积钛 - 钢复合板的爆炸焊接工艺、组织与性能研究	张杭永等	376

T 型剥离法在薄复层双金属复合板结合强度检验中的应用·····	赵 峰 等	382
超长超厚 S30403/14Cr1MoR 复合板的热处理研究·····	张 迪 等	389
膨胀波、激波在爆炸复合中的行为分析·····	郭新虎 等	395
爆炸 - 轧制 BFe30 - 1 - 1/CCSB 复合板的组织和性能研究 ·····	邓光平 等	401
钛合金 - 不锈钢爆炸复合管接头研究·····	李 莹 等	410
1050A/T2/Q235B 过渡接头制造工艺的研究·····	郭龙创 等	419
大面积钛 - 钢复合板复层撕裂问题研究·····	夏小院 等	425
控制爆炸焊接空气冲击波有害效应的几点思考·····	张越举 等	430
电解行业中的应用的新材料铅钢复合板·····	邓光平 等	438
减少爆炸焊接中边缘效应的应用研究·····	方 雨 等	442
高压开关用铜钢导电块爆炸焊接及性能试验研究·····	张小磊 等	447
爆炸层状金属复合板生产工艺“同等条件”的研究·····	王 军 等	453
安注箱用爆炸复合板组织性能分析·····	王虎年 等	460

岩石破碎关键技术

延时爆破岩石破碎过程研究·····	施富强 等	467
炽热体爆破应用的研究·····	倪嘉滢	474
基于模糊综合评价的矿岩可爆性分级·····	杨海涛 等	480
白水泥厂回转窑预热器粉渣结块除渣控制爆破实践·····	朱 琳 等	486
中深孔逐孔起爆和分段装药技术在太钢复合材料厂白云石矿的 应用·····	李玉平等	491
破碎岩体预裂爆破试验研究·····	杨海涛 等	496

爆破安全与爆破器材

民爆仓库与埋地天然气管道的安全影响分析·····	赵润东 等	505
岩石爆破引起的环境振动污染安全评价研究·····	田运生 等	510
落锤试验模拟爆破振动对民居安全性影响分析·····	李 明 等	518
建议生产一种大板爆炸复合专用毡垫状可卷展平板炸药·····	邵丙璜	525
柔性导爆索系统分离过程中的速度分布和能量分配·····	陈 荣 等	536
民用炸药耐热性能的分析与比较·····	郭子如 等	546

附录 主要参会人员名单·····	553
后记·····	559

第一部分

综 述

理事长汪祖光将应邀作开幕词，他指出本片是

“科技论坛”系列丛书的重要组成部分，是

科技史、科技史、科技史的重要组成部分

科技史的重要组成部分

科技史的重要组成部分

科技史的重要组成部分

综 述

一、论坛背景

为深入贯彻落实党的十八大和十八届三中全会精神,大力实施创新驱动发展战略,努力推动“四新”技术的研发与应用,进一步促进我国爆破行业转型升级和创新发展,2014年9月14~17日第188场中国工程科技论坛“爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎关键科学与技术”在安徽省合肥市召开。本场论坛由中国工程院主办,中国工程院化工、冶金与材料工程学部和中国工程爆破协会承办,安徽江南化工股份有限公司协办。中国工程院院士、中国工程爆破协会理事长汪旭光担任论坛主席。

论坛结合我国爆炸合成纳米金刚石和岩石破碎发展现状,探讨了我国爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎关键科学与技术的发展方向。中国工程院原副院长干勇、冯叔瑜、王一德、屠海令、王泽山、王梦恕、王景全、张国成、姜德生、张文海等11位院士和王耀华、梅锦煜、殷怀堂、杨学海4位将军出席论坛。中国工程院一局副巡视员杨丽到会指导。来自中国科学院力学研究所、大连理工大学、北京理工大学、解放军理工大学、南京理工大学、北京工业大学、中国矿业大学、安徽理工大学、中国劳动关系学院、中国船舶重工集团公司第七二五研究所、中国船舶科学研究中心、马鞍山矿山研究院、南京宝泰特种材料股份有限公司、南京三邦金属复合材料有限公司、安徽弘雷金属复合材料科技有限公司、西安天力金属复合材料有限公司、安徽江南化工股份有限公司、安庆向科爆破工程技术有限公司、新疆天河爆破工程有限公司、宝钛集团有限公司、广东宏大爆破股份有限公司、贵州新联爆破公司、武汉爆破公司等国内爆破领域的科研机构、研究院所、生产施工企业的专家、学者、企业家等共计186人出席了论坛。论坛设大会场和两个分会场。

中国工程爆破协会理事长汪旭光院士主持开幕式,他指出本次论坛是继2011年第125场中国工程科技论坛“爆炸合成新材料与高效、安全爆破关键科学与技术”之后,我国爆破行业又一次高规格、高水平的学术盛会。本次会议依托“中国工程科技论坛”这一学术品牌,倾心聆听院士和专家们的精辟见解,深入交流“四新”技术研发与应用成就,进一步促进了爆破产业结构调整 and 转型升级,有力地推动了爆破行业科技创新与发展。

中国工程院原副院长干勇在开幕式致辞中指出,纳米金刚石作为爆炸合成新材料产业中应用前景最广阔的功能材料,引起了全球爆破行业的广泛关注。早在 30 多年前,就已研制出了纳米金刚石,近年来随着研究的不断深入,纳米金刚石已在金属镀层、润滑油、磁性记录系统、医学等领域应用,并有不断扩展之势。岩石安全破碎关键科学与技术一直是我国爆破行业研究的一项重要课题,在多年的爆破工程实践的基础上,我国爆破界本着“从效果着眼,从过程入手”的原则,提出了精细爆破理念,通过定量化的爆破设计、精心的爆破施工与管理,对炸药爆炸能量释放与介质破碎、抛掷等过程实行精密控制,从而既达到预定的爆破效果,又实现对爆破有害效应的有效控制,最终实现安全可靠、绿色环保及经济合理的爆破作业。因此,研究探讨爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎关键科学与技术符合国家发展与行业升级的需要。

二、论坛成果总结

(一) 推进爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎新理论、新技术不断发展

在大会报告中,大连凯峰超硬材料公司的张凯教授讲述了爆炸多晶金刚石的发展历史,并根据实验结果,阐明了圆管收缩爆炸在技术上存在限制,影响转化率提高。张教授还根据自己 23 年的从事爆炸多晶金刚石的研究历程,介绍了影响爆炸多晶金刚石产出率的众多关键技术,指出计算压力的“均相分布理论”力学模型不被实验所证实,他还发现了粉体中气体的绝热压缩现象,发现飞片下气体不能向侧向排出,最终产生绝热压缩,形成巨大速度气流。该报告为我国今后爆炸合成纳米多晶金刚石的理论和技术发展提供了方向。

为应对半导体芯片平整度快速提高的需求,中国科学院力学研究所邵丙璜研究员介绍了激波合成纳米聚晶金刚石的优异性能——可避免化学机械抛光的缺点,还可大幅提高太阳能光伏电池的光电转换率。鉴于激波合成纳米聚晶金刚石的优异性能,邵研究员还从市场分析和优势分析方面介绍了该技术在半导体晶片/芯片超精细加工中的应用前景,为突破我国半导体产业无高精芯片的现状提供了有力的基础。

大会还邀请了我国部分研究单位的专家就爆炸合成纳米金刚石理论与技术方面的最新研究成果作了报告。大连理工大学李晓杰教授介绍了纳米 Al_2O_3 /金刚石复合颗粒的爆轰制备法,得出氨水共沉淀法制备出的前驱体相比复合沉淀法制备的前驱体爆轰更易得到 Al_2O_3 /金刚石复合颗粒,且具有较好的分散性;提高炸药含量和添加微量添加剂有利于保护金刚石不被氧化(或石墨化)。北京理工大学陈鹏万教授介绍了研制具有可见光活性改性 TiO_2 光催化剂的方法,通

过采用炸药爆轰驱动飞片高速碰撞产生冲击波的方法对双氰胺与偏钛酸的粉末混合物进行冲击加载,以实现冲击诱导氮元素的高浓度掺杂及对可见光的宽谱吸收,并通过亚甲基蓝和罗丹明 B 染料分析了该掺杂催化剂的可见光催化降解活性。这些实验研究必将为推进爆炸合成纳米金刚石的生产发挥巨大作用。

(二) 推动爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎中青年专家的学术成长

为了发挥爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎中青年专家的作用,增加研究生的学术研究兴趣,论坛安排了两个分会场,并邀请了一批年轻专家和学生到会作报告,报告内容丰富且有深度,为我国中青年专家和学生的学术成长提供了很好的环境。邀请的专家包括大连理工大学王小红副教授、闫鸿浩副教授,中国矿业大学工程力学系罗宁副教授,中国石油大学(华东)李瑞勇副教授,中国劳动关系学院孙贵磊副教授,中国科学院力学研究所冯春助理研究员等。

(三) 促进爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎学术界与企业界的合作交流

爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎具有典型行业背景,学术界和企业界的广大业内同行参加了该论坛。论坛按爆炸合成纳米金刚石的动高压合成原理及技术,纳米金刚石等材料的提纯、分级、分散技术及应用研究,爆炸合成、爆炸复合各种新材料及应用,岩石破碎机理,岩石与爆炸冲击的相互作用研究,岩石安全破碎关键技术等方向进行了广泛征文,得到了全国爆破工作者的热情支持和积极参与,内容丰富,比较全面地反映了全国爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎的最新学术和技术成果。

(四) 扩大中国工程科技论坛影响

中国工程科技论坛是我国工程科技交流的重要平台,在中国工程院的支持下,本次论坛结合我国爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎理论及技术与国外的差距,在安徽省合肥市召开爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎关键科学与技术发展前沿论坛。论坛系统地总结了我国爆炸合成纳米金刚石和岩石安全破碎关键科学与技术的发展现状及存在的问题,深入探讨了未来的发展方向,明确了今后的发展目标。

第二部分

主题报告及报告人简介

爆破理论研究
