

# 中国材料进展

11  
2020



## MATERIALS CHINA

CN 61—1473/TG  
ISSN 1674—3962  
Vol.39 No.11



热障涂层力学专栏 (II)

聚焦2020新材料国际发展趋势高层论坛

IFAM2020 新材料国际发展趋势高层论坛

International Forum on Advanced Materials

ISSN 1674-3962



9 771674 396201



西北有色金属研究院  
中国材料研究学会  
化学工业出版社

主办  
出版





# 中国材料进展

ZHONGGUO CAILIAO JINZHAN

第39卷总第467期 2020年第11期 (月刊)



## 目次

### 聚焦2020新材料国际发展趋势高层论坛

新格局下新任务 共话材料争自主

——2020新材料国际发展趋势高层论坛纪实 ..... (795)

绿色材料与冶金：助力产业升级和经济发展 ..... (798)

夯实电子材料技术发展基础 促进全球市场格局变化 ..... (799)

集中力量攻克“卡脖子”技术 增强关键基础材料自主保障能力 ..... (800)

超人工结构 超常规性能 超前景应用 ..... (802)

“周廉院士先进材料创新之路座谈会”同期召开 ..... (803)

精彩报告 熠熠风采——23个分会报道 ..... (804~849)

多维展示 深度沟通 启迪创新 共话发展

——2020IFAM优秀青年科学家论坛侧记 ..... (850)

### 热障涂层力学专栏 (II)

重型燃气轮机高温叶片热障涂层烧结问题研究进展

..... 吕博文, 江 鹏, 李定骏, 王铁军 (855)

基于力热能量密度等效原理的热障涂层损伤数值研究

..... 李定玉, 王树彬, 徐念东, 李卫国 (871)

热障涂层失效的声发射实时表征技术研究进展

..... 杨 丽, 周益春, 朱 旺 (878)

热障涂层系统损伤与断裂研究进展

..... 晋小超, 侯 成, 吉新阔, 陈 垚, 范学领 (897)

期刊基本参数: CN61-1473/TG\*1982\*M\*A4\*116\*ZH\*P\* ¥ 40.00\*1300\*04\*2020-11

### 【编者按】

2020年10月30日~11月01日,“2020新材料国际发展趋势高层论坛(IFAM2020)”在西安成功召开,在“新冠”疫情常态化下,第十届高层论坛热烈召开,意义非凡。本刊用60个版面的彩页报道汇总探讨4个材料主题和23个材料研究方向的精彩报告和发展趋势,展示材料界专家学者认真热切地展示交流的风采,以表敬意和留念。

热障涂层以其卓越的隔热防护能力,当前被广泛应用于航空发动机高温部件,极大地提高了发动机的使用寿命,但热障涂层也由于高温、高载荷等苛刻服役环境下的振动疲劳会加速其屈曲、剥落,严重制约着热障涂层的应用。加强热障涂层力学性能评价,揭示涂层失效机制,对热障涂层的发展和具有非常重要的意义。“热障涂层力学”专栏特邀湘潭大学周益春教授组织了国内8位学者就热障涂层力学研究的最新进展及发展趋势等,撰写了8篇有特色的文章,与同行分享,以期促进热障涂层研究领域的交流和创新。本专栏分2期发表,专栏I已于10期发表。

主办单位:西北有色金属研究院  
中国材料研究学会

主 编:周 廉  
副主编:单智伟(常务) 刘建章  
王爱红  
社 长:杜明焕  
副社长:贾豫冬 闫 果  
西安编辑部:王 方 惠 琼 吴 锐  
朱宏康 张雨明 王 瑶  
费蒙飞 王嘉琦 高 虹  
本期责任编辑:惠 琼

编 辑:《中国材料进展》杂志社  
地 址:陕西省西安市未央路96号  
邮 编:710016  
电 话:029-86226599  
传 真:029-86282362  
E-mail:rml@c-nin.com  
网 址:http://www.mat-china.com

北京办事处:翁 端 张增志 窦 臻  
电 话:010-58768037  
E-mail:materialschina@163.com





**INTERNATIONAL  
UNION OF MATERIALS  
RESEARCH SOCIETIES**

**President**

Yafang Han  
Institute of Aeronautical Materials, China

**Immediate Past President**

Soo Wahn Lee  
Sunmoon University, South Korea

**First Vice President**

Rodrigo Martins  
FCT-UNL, Portugal

**Second Vice President**

Yuan Ping Feng  
National University of Singapore, Singapore

**Secretary**

J.S. Williams  
Australian National University, Australia

**Treasurer**

Paul Jain-Long Horng  
Industrial Technology Research Institute, Taiwan

**IUMRS ADHERING BODIES**

- African Materials Research Society (African-MRS)
- Australian Materials Research Society (A-MRS)
- Brazil Materials Research Society (B-MRS)
- Chinese Material Research Society (C-MRS)
- European Materials Research Society (E-MRS)
- Materials Research Society of India (MRS-I)
- Materials Research Society of Indonesia (MRS-Ina)
- Materials Research Society of Japan (MRS-J)
- Materials Research Society of Korea (MRS-Korea)
- Materials Research Society of Mexico (MRS-Mexico)
- Materials Research Society of Russia (MRS-R)
- Materials Research Society of Singapore (MRS-S)
- Materials Research Society of Taiwan (MRS-T)
- Materials Research Society of Thailand (MRS-Thailand)

Edited by The Editorial Board of Materials China  
Address: No.96, Weiyang Road, Xi'an City,  
Shaanxi 710016, P.R. China  
Website: <http://www.mat-china.com>

Editor-in-Chief: Zhou Lian  
Editorial Office:  
Telephone: +86-29-86226599  
E-mail: [rml@c-nin.com](mailto:rml@c-nin.com)  
[materialschina@163.com](mailto:materialschina@163.com)

Overseas Distributor:  
China International Book Trading Corporation  
Overseas Circulation Code: M2980  
Overseas Annual Subscription Rate: USD180  
(Price changes due to RMB-USD exchange rate)

# MATERIALS CHINA

Vol.39 No.11 Sum 467 November 2020 (Monthly)

## Contents

### Focus on 2020 International Forum on Advanced Materials

New Tasks Under the New Pattern of Current World Situation, Communication on Materials Research to Promote Independent Development ——Documentary Report of 2020 International Forum on Advanced Materials .....	(795)
Topic on Green Materials and Metallurgy .....	(798)
Topic on Electronic Materials Technology and Application .....	(799)
Topic on Materials Preparation and Application .....	(800)
Topic on Metamaterials .....	(802)
Symposium on Materials Innovation Research of Academician ZHOU Lian .....	(803)
Reports of 23 Sub-Forums .....	(804~849)
Report of the 6th Excellent Young Scientist Sub-Forum of 2020IFAM .....	(850)

### Issue on Mechanics of Thermal Barrier Coatings

Advances on the Sintering of Thermal Barrier Coatings for High Temperature Blade of Industrial Gas Turbines ..... LV Bowen, JIANG Peng, LI Dingjun, <i>et al</i> (855)	(855)
Numerical Simulation of Thermal Barrier Coating Damage Failure Based on the Force-Heat Equivalence Energy Density Principle ..... LI Dingyu, WANG Shubin, XU Niandong, <i>et al</i> (871)	(871)
Research Progress in the Real-Time Acoustic Emission Characterization of Failure in Thermal Barrier Coatings ..... YANG Li, ZHOU Yichun, ZHU Wang (878)	(878)
Advances in Damage and Fracture of Thermal Barrier Coatings ..... JIN Xiaochao, HOU Cheng, JI Xinkuo, <i>et al</i> (897)	(897)

Serial Parameters: CN61-1473/TG\*1982\*M\*A4\*116\*ZH\*P\* ¥ 40.00\*1300\*04\*2020-11



**S** 扫描电子显微镜  
Scanning Electron Microscope



分辨率：1nm@30KV  
3nm@ 1KV

场发射枪扫描电子显微镜 KYKY-EM8100



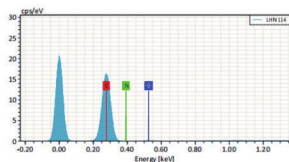
分辨率：3nm@30KV  
可选配 LaB6、低真空等

钨灯丝扫描电子显微镜 KYKY-EM6900

**C** 成分分析探测器  
Component Analysis Detector



能谱仪



阴极荧光成像探测系统

反射镜收集效率：>90%  
光谱响应范围：200-1100nm  
视场范围：>1mm  
均匀探测范围：~1mm  
电镜工作距离：6.5mm

**S** 制样设备  
Sample Preparation Equipment



蒸碳仪（高真空）



喷金仪



磁控离子溅射仪



氩离子溅射仪（高真空）

**E** 电镜耗材  
Electron Microscope Consumables



812环氧包埋剂



GMA树脂



K4M树脂



LRWHITE树脂



SPURR包埋剂



高真空润滑脂



微栅



碳双面导电胶带

电话：010-62571593 010-82548096（耗材） 18611817232（24小时热线）

地址：北京市海淀区成府路268号中科科仪大厦