

《精炼用功能化低碳耐火材料设计及制备》项目信息

一、项目名称：精炼用功能化低碳耐火材料设计及制备

二、提名者及提名等级：

提名单位：湖北省教育厅

提名等级：湖北省自然科学奖一等奖

三、项目简介：

本项目属于材料科学与工程与冶金工程的交叉学科领域。高性能洁净钢是保障国家安全、促进高质量发展和抢占未来制高点的基础材料。功能耐火材料作为洁净钢高质高效生产的重要保障，是钢铁工业实施高端化、绿色化转型发展的关键材料。但传统碳复合功能耐火材料存在高能耗、增碳以及氧化损毁等问题，难以满足国家“双碳”战略目标及高品质钢洁净化冶炼技术发展需要。针对上述问题，本项目在国家自然科学基金和湖北省自然科学基金的支持下，针对碳复合耐火材料低碳化引发的功能耐火材料热震稳定性低、抗侵蚀性能差、污染洁净钢液及连铸生产安全问题，以提升精炼-连铸用碳复合耐火材料功能化与长寿化为目标，开展了低碳功能耐火材料的结构设计、制备及结构性能调控的研究，取得了一批有特色的创新性研究成果，5篇代表作发表在本领域权威期刊（其中ESI高被引论文2篇），主要科学发现如下：

(1) 率先提出“快速传质”制备低维材料及表面功能化设计新思路，拓展熔盐合成理论，发现了熔盐传质过程中多种反应形态对低维材料形貌和组成的影响规律，创新性设计了低维纳米碳化硅及其改性碳材料、可控晶型纳米ZrN及TiC的熔盐合成方法，突破微纳米功能耐火原料形貌及表面可控设计难题。

(2) 首次提出三维互穿陶瓷网络结合低碳耐火材料体系新理论，发现表面功能化微纳米耐火原料通过调控基体材料中关键气相(Al_2O 、 $\text{SiO}(\text{g})$)的长效、可控释放，实现材料内部陶瓷相的原位构建，揭示了体系中催化剂及微纳颗粒的催化行为，为制备高温结构稳定性好、热震稳定性优和抗侵蚀性能强的结构功能一体化陶瓷网络结合耐火材料提供理论指导，突破低碳功能耐火材料无法兼具优异抗热震性与抗熔体侵蚀性能的困境。

(3) 建立陶瓷相增强高一致性材料微结构设计与其性能调控之间的内在关联，

突破低碳复合耐火材料因抗热震性差难以实现循环间歇使用的困境,揭示高一致性陶瓷网络结构构筑、结构演变与高温服役性能的内在联系及影响机制,为陶瓷网络结合低碳耐火材料的高效应用提供理论指导。

四、主要完成人(完成单位):

丁军(武汉大学)、刘正龙(武汉大学)、王杏(武汉大学)、马北越(东北大学)、邓承继(武汉大学)

五、代表性论文(专著)目录:

序号	论文(专著)名称/刊名/作者	年卷页码 (xx年xx卷xx页)	发表时间 (年月日)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共同)	国内作者	他引总次数	检索数据库	论文署名单位是否包含国外单位
1	Novel synthesis and characterization of silicon carbide nanowires on graphite flakes, Ceramics International, Jun Ding, Chengji Deng, Wenjie Yuan, Hongxi Zhu, Xiaojun Zhang	2014, 40: 4001-4007	2013年8月16日	Chengji Deng	Jun Ding	丁军, 邓承继, 员文杰, 祝洪喜, 张小军	65	SCIE	否
2	Evolution of c-ZrN nanopowders in low-carbon MgO-C refractories and their properties, Journal of the European Ceramic Society, Yang Chen, Chengji Deng, Xing Wang, Chao Yu, Jun Ding, Hongxi Zhu	2020, 41: 963-977	2020年8月7日	Jun Ding	Yang Chen	陈洋, 邓承继, 王杏, 余超, 丁军, 祝洪喜	35	SCIE	否
3	Designing low-carbon MgO-Al ₂ O ₃ -La ₂ O ₃ -C refractories with balanced performance for ladle furnaces, Journal of the European Ceramic Society, Xinming Ren, Beiyue Ma, Hao Liu, Zhoufu Wang, Chengji Deng, Guoqi Liu, Jingkun Yu	2022, 42: 3986-3995	2022年3月26日	Beiyue Ma	Xinming Ren	任鑫明, 马北越, 刘浩, 王周福, 邓承继, 刘国齐, 于景坤	41	SCIE	否
4	不同氮化温度下 h-BN 对 Al ₂ O ₃ -C 耐火材料显微结构与性能的影响, 硅酸盐学报, 陈韬, 王杏, 刘正龙, 邓承继, 余超, 丁军, 祝洪喜	2022, 50: 3305-3313.	2022年12月1日	丁军	陈韬	陈韬, 王杏, 刘正龙, 邓承继, 余超, 丁军, 祝洪喜	1	CNKI	否

5	Synthesis of stoichiometric titanium carbide by a combination of carbothermal reduction and molten salt method and its characterization, Rare Metal Materials and Engineering, Yunfei Song, Hongxi Zhu, Chengji Deng, Wenjie Yuan, Jun Ding	2019, 47: 1834-1840	2018年4月24日	Chengji Deng	Yunfei Song	宋云飞, 祝洪喜, 邓承继, 员文杰, 丁军	13	SCIE	否
---	---	---------------------	------------	--------------	-------------	------------------------	----	------	---