中国科学技术协会 主管
中国金属学会 主办
北京钢研柏苑出版有限责任公司

ISSN 1006-9356
CN 11-3729/TF

China Metallurgy

中国冶金

中国金属学会会刊
中文核心期刊
中国科技核心期刊
第五届中国精品科技期刊

美国《化学文摘（CA）》收录期刊
入选中国科协“产业发展服务项目”
入选“中国精品科技期刊顶尖学术论文（F5000）”
入选《科技期刊世界影响力指数（WJCI）报告》

2023 Vol.33 3

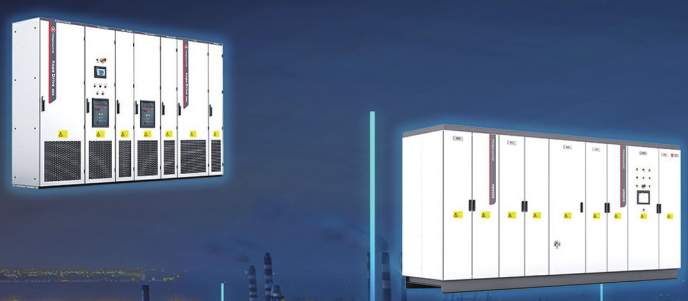
中国冶金 第三十三卷 第三期 二〇二三年

广告

禾望电气
Hopewind

高端智造传动专家

禾望电气为冶金行业提供全工艺环节高中低压变频器，包括中压交直交变频（IGCT）、中低压交直交变频设备，为板、棒、线、钢管、型钢等生产线提供全方位、全规格的主、辅传动产品。



HD8000工程型中压变频器
8MW~72MW 3.3kV、6.6kV、10kV

HV500高性能低压变频器
2.2~560kW 220V、380V、690V

HD2000工程型低压变频器
7.5kW~22400kW 380V、690V、1140V、1380V

HV350通用型低压变频器
0.75kW~110kW 380V

电话：0755-86026786/400-8828-705
网站：www.hopewind.com

万方数据

中国冶金
ZHONGGUO YEJIN
第 33 卷　第 3 期
2023 年 3 月

目　次

技术综述

先进氧化物弥散强化钢制备技术研究进展…… 赵定国，李　月，刘　岩，王书桓　1
无取向硅钢夹杂物控制与变质技术研究进展
…… 王海军，牛宇豪，凌海涛，乔家龙，付　兵，仇圣桃　17
钒钛磁铁矿直接提钒的研究进展…… 何　佳，姜　鑫，纪　恒，靳亚涛，张志新，沈峰满　29
中国钢铁国际产能合作现状及国别分析 …… 胡日荣，于治民，查春和　39

冶金英才特约

板带材多功能高精度热处理新技术研发进展 …… 刘红艳，陈子刚，邓想涛，王昭东　45

专题研究

不同料柱模式下高炉内煤气流分布的模拟
…… 徐英杰，余雪峰，李红兵，曹卫强，张计斌，薛庆国　54
冶炼工艺对 FGH96 合金洁净度的影响 …… 谷　雨，赵　朋，袁　艺，杨树峰　62
碱金属氧化物对帘线钢中夹杂物的影响
…… 赵家七，麻　晗，王德永，蔡小锋，马建超，侯　栋　68
连铸对 M2 高速钢偏析与碳化物的影响 …… 姚　健，满廷慧，刘　宇，朱喜达，董　瀚　77
Si 含量与表面缺陷对 Q235 热轧钢板热镀锌层的影响规律
…… 牛跃威，李逸伦，刘　超，杨志刚，黄伟丽，杨树峰　85

生产技术

首钢京唐公司超厚料层烧结的试验分析
…… 陈绍国，张晓臣，梁　洁，王冬青，潘　文，张亚鹏　94
梅钢 5 号高炉长期休风后温度场模拟研究与应用…… 韩宏松，王振阳，刘　欢，司瑞帅　103
100 t 电弧炉能效优化工艺实践 …… 徐阿帆，杨俊峰，王小平，陈　煜，朱　荣，魏光升　109
唐钢新区 200 t 转炉高效冶炼生产实践 … 李末卓，张军国，戴雨翔，崔怀周，贺　庆，林　路　117
高牌号无取向硅钢硫含量控制实践 …… 邱在军　124
QP 钢板坯角部气泡缺陷成因与调控 …… 胡暑名，常文杰，丁占元，田　晨，袁　磊　132

节能环保

钢铁企业高氯循环废水反渗透处理及膜污染分析 … 向思羽，张朝晖，邢相栋，郭胜兰，折　媛　137

装备技术

HC 冷轧机凸度工作辊使用制度 …… 彭良贵，周一林，陈亚飞，邓　菡，王　煜，李长生　144

冶金科技英才

刘红艳……（151）
刘晓明……（152）

冶金科学技术奖

合金化热镀锌(GA)超高强汽车板生产关键技术、装备研发与应用……（153）
攀西钒资源绿色高效利用关键技术与应用……（154）

征订启事 ……（44）（76）（116）

万方数据

CHINA METALLURGY **Vol. 33 No. 3**
Monthly, Started Publication in 1991 **March 2023**

CONTENTS

Summarization of Technology
Research progress for manufacturing technology of advanced oxide dispersion strengthened steel
…… ZHAO Ding-guo, LI Yue, LIU Yan, WANG Shu-huan 1
Investigation development on inclusion control and modification in non-oriented silicon steel
…… WANG Hai-jun, NIU Yu-hao, LING Hai-tao, QIAO Jia-long, FU Bing, QIU Sheng-tao 17
Research progress on direct extraction of vanadium from vanadium titanium magnetite
…… HE Jia, JIANG Xin, JI Heng, JIN Ya-tao, ZHANG Zhi-xin, SHEN Feng-man 29
Status and country analysis on international production capacity cooperation of China's iron and steel
…… HU Ri-rong, YU Zhi-min, ZHA Chun-he 39
Special Contribution of Metallurgy Talent
Development of new technologies for multi-function and high-precision heat treatment of plate and strip
…… LIU Hong-yan, CHEN Zi-gang, DENG Xiang-tao, WANG Zhao-dong 45
Monographic Study
Simulation of gas flow distribution in blast furnace under different column modes
…… XU Ying-jie, SHE Xue-feng, LI Hong-bing, CAO Wei-qiang, ZHANG Ji-bin, XUE Qing-guo 54
Effect of smelting process on cleanliness of FGH96 superalloy
…… GU Yu, ZHAO Peng, YUAN Yi, YANG Shu-feng 62
Effect of alkali metal oxide on inclusions in cord steel
…… ZHAO Jia-qi, MA Han, WANG De-yong, CAI Xiao-feng, MA Jian-chao, HOU Dong 68
Effect of continuous casting on segregation and carbide of M2 high speed steel
…… YAO Jian, MAN Ting-hui, LIU Yu, ZHU Xi-da, DONG Han 77
Effect of Si content and surface defects on hot-dip galvanizing layer of Q235 hot-rolled steel sheet
…… NIU Yue-wei, LI Yi-lun, LIU Chao, YANG Zhi-gang, HUANG Wei-li, YANG Shu-feng 85
Production Technology
Experimental analysis on ultra-deep bed sintering in Shougang Jingtang
…… CHEN Shao-guo, ZHANG Xiao-chen, LIANG Jie, WANG Dong-qing, PAN Wen, ZHANG Ya-peng 94
Study and application for temperature field simulation of No. 5 blast furnace in Meishan Steel after long-term blowing break …… HAN Hong-song, WANG Zhen-yang, LIU Huan, SI Rui-shuai 103
Energy efficiency optimization process practice of 100 t electric arc furnace
…… XU A-fan, YANG Jun-feng, WANG Xiao-ping, CHEN Yu, ZHU Rong, WEI Guang-sheng 109
Industrial practice for high efficiency smelting of 200 t converter in Tanggang New Area
…… LI Mo-zhuo, ZHANG Jun-guo, DAI Yu-xiang, CUI Huai-zhou, HE Qing, LIN Lu 117
Practice of sulfur content control for high grade non-oriented silicon steel …… QIU Zai-jun 124
Cause analysis and improvement of bubble defects in corners of QP steel
…… HU Shu-ming, CHANG Wen-Jie, DING Zhan-Yuan, TIAN Chen, YUAN Lei 132
Energy Saving and Environmental Protection
Analysis for reverse osmosis treatment of high chloride wastewater and membrane pollution in iron and steel enterprises … XIANG Si-Yu, ZHANG Zhao-Hui, XING Xiang-Dong, GUO Sheng-Lan, SHE Yuan 137
Equipment Technology
Using system for crown work roll of HC cold rolling mill
…… PENG Liang-gui, ZHOU Yi-lin, CHEN Ya-fei, DENG Han, WANG Yu, LI Chang-sheng 144
Metallurgy Talent
LIU Hong-yan …… (151)
LIU Xiao-ming …… (152)
Metallurgical Science and Technology Award
…… (153)(154)
Subscription Announcement
…… (44)(76)(116)

万方数据

中国钢铁工业协会　中国金属学会
冶金科学技术奖获奖项目简介

攀西钒资源绿色高效利用关键技术与应用

编　　号： 2022149　　**获奖等级：** 一等

完成单位： 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、攀钢集团成都钢钒有限公司、攀钢集团钒钛资源股份有限公司、攀钢集团工程技术有限公司、重庆大学、武汉科技大学、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司、钒钛资源综合利用国家重点实验室

完 成 人： 何文艺、彭　毅、刘作华、王绍东、薛楠楠、张　林、叶　露、杨　兵、张小兵、陶长元、陈　燕、申　彪、郝建璋、罗以超、李月鹏

项目简介：

项目属转炉钒渣提钒技术领域。

钒是中国的优势战略资源，但钒的提取常伴随着高污染和高能耗。现有钒渣钠盐提钒工艺存在废弃物种类多、总量大以及综合能耗高、成本高的难题，全行业每年产生310万 m^3 高盐废水、170万t提钒固废，消耗 1.25×10^7 GJ能源，排放340万t二氧化碳，末端治理困难，这是制约钒产业高质量发展的瓶颈问题。

项目基于源头减排的思路，依托国家“十一五”科技支撑计划项目，联合重庆大学、武汉科技大学等，历经10余年，从基础研究、技术创新、装备研发到工业化应用，首次实现了钒资源的绿色、高效利用。

主要创新如下：(1)原创性提出“钒渣钙化焙烧-铵介质循环”提钒新工艺，从源头根除了传统钠盐工艺高盐废水及副产大量固废的弊端，突破了国内外钒产业无法兼顾过程绿色、产品质量和低能耗生产的技术瓶颈，产品 V_2O_5 质量分数大于98%，钒收率达到84.10%。与传统钠盐工艺相比，辅材源头减量51.40%，副产固废减少52.40%，能耗降低33.18%，碳减排62.88%，加工成本降低51.08%。(2)首次阐明了钒渣焙烧过程反应热非线性释放行为及其对物料体系温度的影响规律，首创基于热量调控的“缓释热控温-无黏结焙烧”的通用技术，突破了焙烧设备黏结和钒氧化钙化率低的工程技术难题，钒的转化率从俄罗斯图拉工艺的83%提高到88%以上，处理能力提高32%，回转窑利用系数达到行业最优。(3)揭示了钙化焙烧熟料中钒磷溶解规律，建立了酸浸动力学模型，开发出恒pH选择性强化搅拌浸出技术及其装备，突破了不能选择性浸钒抑磷的技术难题，钒浸出率大于97%，浸出液 $V/P\geqslant1\ 200$，不用除磷直接沉钒。(4)开发了提钒尾渣浮选分离石膏-低硫富铁料制作炼钢造渣球技术，以及低锰浓度提钒废水电解回收金属锰技术，首次实现了钒渣中锰资源的高值利用和铁的有效利用，实现了“变废为宝”。

项目获1项纽伦堡国际发明博览会金奖、2项中国发明专利优秀奖和3项四川省科技进步一等奖，参加了国家“十二五”科技创新成就展；已获16项国际发明专利、17项中国发明专利和2项实用新型专利，制定1项行业标准。

基于项目而建的西昌钒制品公司，成为钒行业唯一入选国务院国资委标杆企业，2021年9月以46.11亿元被上市公司收购；从2012年投产运行至今，年处理钒渣达到21万t，2018－2021年6月产值67亿元，利润35亿元，经济效益和社会效益显著。

由干勇、费维扬、邱定蕃、毛新平、王运敏5位院士等组成的评价委员会，一致认为“项目成果核心技术达到国际领先水平”。

万方数据