



北 大 中 文 核 心 期 刊  
 中 国 科 技 论 文 统 计 源 期 刊 ( 中 国 科 技 核 心 期 刊 )  
 中 国 科 学 引 文 核 心 数 据 库 期 刊 ( C S C D )  
 美 国 《 剑 桥 科 学 文 摘 》 ( CSA )、 英 国 《 科 学 文 摘 》 ( SA, INSPEC )、 俄 罗 斯 《 文 摘 杂 志 》 ( AJ ) 检 索 期 刊

ISSN 1671-7848  
 CN 21-1476/TP



400 880 9666

股票代码: 02308.HK

www.EVOC.com



# 控制工程

Control Engineering of China

2015 6  
 Vol.22 No 6

参加期刊编校无差错承诺活动

华自动化  
 网上商城

信的阳光化采购平台  
 www.zidong001.com

手持表 变频器 楼宇自动化

010-672-8859

STATE KEY LABORATORY OF SYNTHETICAL AUTOMATION  
 FOR PROCESS INDUSTRIES

# SKL

2005年国家技术发明二等奖

## 黑体空腔钢水连续测温方法与传感器

Blackbody Cavity Continuous Temperature Measurement  
 Method and Sensor for Molten Steel

本发明在国际上首次提出黑体空腔式钢水连续测温方法；建立了在线黑体空腔理论；发明并研制出黑体空腔温度传感器；解决了测温准确性、稳定性和一致性等关键问题，达到了实用化。

本项目主要发明点：

- 发明了黑体空腔钢水连续测温方法
- 建立了在线黑体空腔理论：提出腔体不等温系数K这一腔体参数，建立了在线黑体空腔辐射公式，为本发明提供了理论依据。

$$E_b(S, \lambda) = \epsilon_0^c \cdot E_b(TO / (1 - K_r), \lambda)$$

- 发明并研制出高精度钢水连续测温传感器：研究确定传感器结构和材料；解决既抗钢水侵蚀冲刷又保证光路清洁之间的矛盾，采用双层套管结构、确定结构尺寸、完成产品定型。

黑体空腔温度传感器主要性能指标  
 传感器及测温系统的主要性能指标：  
 测量范围：1400~1600℃；  
 准确性：±3℃；  
 测温管寿命：≥24h。



本发明获得中国和美国发明专利和2005年国家技术发明奖。本发明用相当于消耗型热电偶间断测温成本实现了高精度钢水连续测温，改变了以往连铸生产工人间断测温方式，成为新一代钢水测温产品；形成了自主知识产权的定型产品，已在宝钢、首钢、鞍钢、台湾中钢、巴西CSN钢厂、俄罗斯MAGNITOGORSK钢厂、瑞典SAND-VIK钢厂等多家大中型钢铁企业推广应用。

鉴定委员会鉴定意见：研究成果在理论上和技术上有重要的创新性，并在同类技术中居国际领先水平；其研究成果堪与当年作为冶金一大发明的钢液浓差定氧媲美。

ISSN 1671-7848



沈阳东创自动化仪器仪表有限公司  
 电话：024-83992716 网址：www.promeins.com





**鞍山电磁阀有限责任  
公司中德技术合作**

通过核级电磁阀设计制造资格认证  
辽宁省省级高新技术企业  
通过ISO9001A-2001国际质量体系认证  
辽宁省省级企业技术中心  
通过GJB9001A-2000国军标质量体系认证  
中国人民解放军装备承制单位  
中国船舶工业总公司联营企业  
国家电磁阀产品行业标准起草单位  
中国仪器仪表行业协会执行器专业委员会  
副理事长单位  
主要产品: 各类电磁阀(含防爆)、气动阀、  
电动阀、调节阀  
地址: 辽宁省岫岩县兴隆工业园  
邮编: 114300 E-mail: dcf@hq-dcf.com  
传真: 0412-7825018 http://www.hq-dcf.com  
销售热线: 400-0412-188 0412-7822962

**Panasonic SUNX red ipn  
N-TRON Sixnet**

PLC 变频器 触摸屏 光电光纤传感器  
安全光幕 面板表 触摸屏 PID模块  
以太网交换机 无线网络产品

网址: <http://elevanic.1688.com/>  
免费热线400-888-0901 Elevanic汇尼克  
广州汇尼克机电设备有限公司 汇尼克  
广州市中山大道建中路5号广海大厦海天楼1902室  
电话: 020-85549829/85549873/85548597  
传真: 020-85549770  
深圳公司 深圳市福田区红荔路38号群星广场A1525室  
电话: 0755-82711237 传真: 0755-82711376

中国科技实业优秀单位ISO9001:2000国际认证  
中国仪器仪表行业协会执行器副理事长单位  
**浙江永久科技实业有限公司**

**各类电磁阀**



四大类 30种系列  
5000种规格 保用二年



气动阀  
减压阀  
过液阀  
过滤阀

地址: 浙江省瑞安市沿江西路248号(5501信箱) 邮编: 325200  
电话: 0577-65663844 65623844  
传真: 0577-65664570 65625499  
网址: [www.chinayongjiu.cn](http://www.chinayongjiu.cn) E-mail: [yj@chinayongjiu.cn](mailto:yj@chinayongjiu.cn)  
京办: TEL/FAX: 010-62613615 沪办: TEL/FAX: 021-62336789  
成都办事处: TEL: 028-85538285 FAX: 028-85539285

**目次**

**\*智能控制技术及应用\***  
基于负载模型的超声清洗电源控制技术研究  
..... 张晓华, 王中晔, 张铭, 王明 (1017)  
上肢康复机器人鲁棒重复控制方法的研究..... 李醒 (1022)  
空间机械臂双臂协调操作路径规划算法  
..... 张海涛, 唐立才, 张敬鹏, 景海龙 (1028)  
基于灰色预测-模糊控制提高PZT的运动精度  
..... 何伟铭, 蒋超伟, 宋小奇, 王飞飞, 朱坚民, 甘屹 (1034)  
基于视觉伺服的非完整移动机器人镇定控制  
..... 王刚, 王朝立, 赵晓萌, 季云峰 (1042)  
中央空调冷却水系统双机变频节能控制研究  
..... 彭彦平, 任庆昌, 闫秀英 (1047)  
宽带主动目标信号的频率时延联合参量估计  
..... 周鲁革, 王福才 (1053)  
基于模糊C均值聚类算法的音乐喷泉智能识别..... 赵伟, 周建辉 (1057)

**\*过程控制技术及应用\***  
未知环境下不确定遥操作系统的自适应控制  
..... 刘永, 郑鹏, 丑武胜 (1063)  
模块化多电平换流器预充电的控制策略  
..... 姜燕, 黄禹, 胡敬伟, 汪小, 罗婉韵, 饶志蒙 (1069)  
四旋翼无人机目标跟踪系统设计  
..... 马良, 穆朝絮, 杨万扣, 贺海鹏 (1076)  
基于粒子群算法的PID调速系统的研究  
..... 王唯一, 张明泉, 杨帆, 陈次祥 (1082)  
基于广义预测控制的基准锅炉部分分散控制  
..... 傅彩芬, 谭文 (1087)  
基于自抗扰动态解耦的电渣重熔过程控制  
..... 孙昌跃 (1093)  
太阳能硅片多线切割机的改进型张力控制  
..... 蒋近, 陈琳, 王庭 (1099)  
基于逆变过载保护的电力系统分散控制实现..... 刘辉 (1103)  
信标率控制方法在车载自组织网络中的应用  
..... 解瑞云, 王明斐, 海本斋 (1108)  
整车式不停车称重系统设计..... 杨德, 邓国强, 畅福善 (1114)

**\*计算机控制技术及应用\***  
不确定非线性系统的LSSVR迭代学习辨识算法  
..... 司利云, 余强, 林辉 (1118)  
基于对象逆模型的自适应PID控制及应用  
..... 王志杰, 寻新, 刘武林 (1123)  
基于偏最小二乘算法的高维谱数据特征选择  
..... 汤健, 费美英, 刘卓, 乔勇, 赵立杰 (1127)  
非奇异终端滑模观测器的IPMSM无源控制  
..... 侯利民, 赵金鹏, 孙斌, 臧东, 蔡柯 (1131)  
一种提高预测结果多样性的资源分配算法  
..... 邓晓军, 满君丰, 文志强, 王昱 (1137)  
引入跟踪滤波的反调和彩色图像边缘分割算法  
..... 马振中 (1142)  
多服务数据监测Hadoop云平台脚本切换算法  
..... 顾成喜, 顾才东 (1146)  
不确定多时滞离散切换系统滑模可靠控制... 聂宏, 王强 (1151)  
不确定离散切换饱和系统的保成本控制  
..... 张新权, 赵志广, 柳强 (1157)  
大型网络通信系统干扰下的稳定性控制模型仿真..... 丁雪芳 (1161)  
基于小波阈值自适应修正的模糊图像修复算法..... 张婷曼 (1166)  
基于QR码签章技术的研究与设计  
..... 闵孝忠, 朱林立, 习海旭, 朱洪锦 (1171)  
基于云计算的Moodle虚拟化集群研究..... 郭欣 (1175)  
基于K-Means的无线传感网均匀分簇路由算法研究... 张雅琼 (1181)  
离散奇异跳变系统的网络化H<sub>∞</sub>鲁棒滤波..... 赖永波, 陆国平 (1186)  
一个超混沌Lorenz-Stenflo系统的同步研究  
..... 陈俞强, 郭剑岚, 刘怡俊 (1192)  
高速移动图像丢帧误差的矫正方法研究  
..... 李娜, 王维哲, 赵伟 (1196)  
基于关联子系统的分布式预测控制算法  
..... 董婷婷, 李丽娟, 熊路, 徐欧官 (1201)

**\*故障诊断、检测与监测装置\***  
基于CUS-MICA的间歇过程故障诊断..... 张晓玲, 邓晓刚 (1207)  
基于RS-BN的电力信息通信系统故障诊断方法  
..... 陈硕, 赵永彬, 刘明, 章文军 (1212)  
基于自适应案例推理算法识别变压器故障  
..... 张炜, 邓雨荣, 吴秋莉, 梁俊斌 (1218)

**\*优化控制技术及应用\***  
基于BSM1的城市污水处理优化控制方案研究  
..... 王藩, 王小艺, 魏伟, 许继平, 蒋耘伟, 王灵宇 (1224)

**\*企业资源与管理信息系统\***  
基于随机petri网的企业档案管理系统的应用  
..... 王崇, 杨帆, 许建兵 (1230)  
水平穿越理论在库存控制研究中的应用  
..... 王恪铭, 马祖军, 周愉峰 (1235)  
一类期刊质量等级的模糊决策评价方法  
..... 张全, 李新新, 栗婷婷, 于佳, 赵宇航 (1242)  
造型创新设计在电气产品中的应用  
..... 封冰, 陈思佳, 卢景同 (1247)  
连铸漏钢预报系统中的热成像分析..... 翟莹莹, 赵志广 (1251)  
期刊基本参数: CN21-1476/TP\*1994\*b\*A4\*238\*zh\*P\*¥15.00\*45\*2015-11

# 招远市大明仪表有限公司

大姆科技 DM 专业生产各种防腐仪表



- UDM-10 磁跟踪液位计(油罐用)
- UHZ-D 电子双色磁浮子液位计
- SBY-100 电子式压力变送器
- UFZ-4 浮标液位计(可带远传)
- UQK-100 浮球式液位控制器
- UQK-01, 02, 03, 04 液位开关

- LTC4000 射频导纳物位计
- PHT 系列铂电极酸度变送器
- PHS-9300 工业酸度计
- NDM-99 酸碱盐浓度变送器
- DDM 系列工业电导变送器
- YDM-1 智能数字压力计
- XMT, XMZ 系列智能显示仪
- PHG-100 工业酸度变送器
- UDM-20 浮球式液位变送器
- UDM-30 静压式液位变送器
- UDM-40 电容式液位变送器
- UHZ 翻柱式磁浮子液位计
- ST 系列压力、差压变送器
- WZP, WRN, SWB 等温度仪表

地址: 山东省招远市开发区普照路68号

电话: 0535-8216840 8381926 8381929

传真: 0535-8240881 网址: www.dmyb.com



中国驰名商标

天煌教仪·教育装备专家  
实验中心建设顾问  
实训中心建设专家

天煌教仪

中国教育装备行业著名品牌  
中国教学仪器最大研发生产基地  
生产169大系列4180多种教学设备

浙江天煌科技实业有限公司

Zhejiang Tianhuang Science & Technology Industrial Co. Ltd

地址: 杭州市西湖科技园西园五路 10 号 邮编: 310030

ADD: No. 10, Xvuanwu Rd., Xihu Science & Technology Park,  
Hangzhou P.R. China (310030)

销售电话 Tel: 0571-89978000 89978111

售后服务电话 (support Tel): 0571-89978222 89978333

传真 Fax: 0571-89978266 85229897

E-mail: sales@tianhuang.cn 网址: http://www.tianhuang.cn



以客为尊  
着意经营

沈阳卓益自动化有限公司

阿尔法变频器东北区总代

富士、西门子、欧姆龙分销商

节能锅炉控制 环境控制工程

自控设备研发 数控专机改造

维修变频器可编程等自动化产品

地址: 沈阳市和平区文化路19号金科大厦8层

电话: 024-23929855 23928166

传真: 024-23845386 邮编: 110004

技术支持: 13897953799

网址: http://www.cnjoye.com

# CONTENTS

- Research on Control Technology of Ultrasonic Cleaning Power Based on Transducer Model.....ZHANG Xiao-hua, et al (1017)
- Research on Robust Repetitive Control Method for Upper Limb Rehabilitation Robot.....LI Xing (1022)
- Research on Dual-arm Coordinated Path Planning for Space Manipulator.....ZHANG Hai-tao, et al (1028)
- Improvement of Movement Precision of PZT Based on Grey Prediction-Fuzzy Control.....HE Wei-ming, et al (1034)
- Stabilization Control of Nonholonomic Mobile Robots Based on Visual Servoing.....WANG Gang, et al (1042)
- Research on Energy-Saving Control of the Cooling Water System in Central Air Conditioning System by Using Double Machine Frequency Conversion.....PENG Yan-ping, et al (1047)
- Joint Parameters Estimation of Frequency and Time Delay for Broadband Active Target Signal.....ZHOU Lu-ping, et al (1053)
- Based on the Fuzzy C-Means Clustering Algorithm Music Fountain Intelligent Identification.....ZHAO Wei, et al (1057)
- Adaptive Control for Uncertain Tele-operation System in Unknown Environment.....LIU Yong, et al (1063)
- Pre-charging Control Strategies for Modular Multilevel Converter.....JIANG Yan, et al (1069)
- Design of Target Tracking System for Quad-rotor UAV.....MA Liang, et al (1076)
- Study of PID Speed Controller Based on Particle Swarm Optimization.....WANG Wei-yi, et al (1082)
- Partially Decentralized Control for a Benchmark Boiler Based on Generalized Predictive Control.....FU Cai-jen, et al (1087)
- Electroslag Remelting Process Based on Disturbance-Rejection Dynamic Decoupling.....SUN Chang-yue (1093)
- Improved Tension Control of Multi-wire Saw for Solar Silicon Wafer.....JIANG Jin, et al (1099)
- Decentralized Control and Implementation of Power System Based on Inverse Overload Protection.....LIU Hui (1103)
- Applications of Beaconing Rate Control in VANETs.....XIE Rui-yun, et al (1108)
- Design of Non-Stop and Whole Vehicle Weighing System.....YANG De, et al (1114)
- Iterative Learning Identification Based on LSSVR for Uncertain Nonlinear Systems.....SI Li-yun, et al (1118)
- Adaptive PID Control Based on the Inverse Model of the Object and Its Applications.....WANG Zhi-jie, et al (1123)
- Feature Selection Approach of High Dimension Spectral Data Based on Partial Least Squares Algorithm.....TANG Jian, et al (1127)
- Passivity-based Control for IPMSM Based on Nonsingular Terminal Sliding Mode Observer.....HOU Li-min, et al (1131)
- A Resource Allocation Algorithm to Improve the Diversity of Forecasting Results.....DENG Xiao-jun, et al (1137)
- Segmentation Algorithm for Contra-harmonic and Color Image Edge By the Introduction of Tracking Filter.....MA Zhen-zhong (1142)
- Hadoop Cloud Platform Script Switching Algorithm for Multi Service Mine Data Monitoring.....GU Cheng-xi, et al (1146)
- Sliding-mode Reliable Control for a Class of Uncertain Discrete-time Switched Systems with Multi-delay.....NIE Hong, et al (1151)
- Guaranteed Cost Control for Uncertain Discrete-time Switched Saturated Systems.....ZHANG Xin-quan, et al (1157)
- Simulation of Stability Control Model under Disturbance of Large Scale Network Communication System.....DING Xue-fang (1161)
- Fuzzy Image Restoration Algorithm Based on Wavelet Threshold Adaptive Correction.....ZHANG Ting-man (1166)
- Research and Design of Signature Technology Based on QR Code.....MIN Xiao-zhong, et al (1171)
- A Study on Moodle Virtual Cluster Based on Cloud Computing.....GUO Xin (1175)
- Research on Uniform Clustering Routing Algorithm based on K-means in Wireless Sensor Network.....ZHANG Ya-qiong (1181)
- Networked Robust  $H_{\infty}$  Filtering for Discrete Singular Jump Systems.....LAI Yong-bo, et al (1186)
- Study on Synchronization for a Hyper-chaotic Lorenz-Stenflo System.....CHEN Yu-qiang, et al (1192)
- High-speed Mobile Image Frame Error Correction Method.....LI Na, et al (1196)
- Distributed Predictive Control based on Associated Subsystems.....DONG Ting-ting, et al (1201)
- Fault Diagnosis Based on CUS-MICA for Batch Processes.....ZHANG Xiao-ling, et al (1207)
- Fault Diagnosis Method of Electric Power Information and Communication System Based on RSBN.....CHEN Shuo, et al (1212)
- Case-based Reasoning Adaptive Optimization Algorithm for Power Transformer Fault Diagnosis.....ZHANG Wei, et al (1218)
- Optimal Solution to Wastewater Treatment Process Control Strategy Based on Benchmark Model No.1.....WANG Fan, et al (1224)
- Construction and Application of Enterprise Archives Management System Based on Stochastic Petri Net.....WANG Chong, et al (1230)
- A Review on Applications of Level Crossing Theory in Inventory Control.....WANG Ke-ming, et al (1235)
- Fuzzy Decision Making Method for A Class of Journal Quality Level Evaluation.....ZHANG Quan, et al (1242)
- The Application of Innovative Design in Electrical Products Modeling.....FENG Bing, et al (1247)
- Thermal Imaging Analysis of the Prediction of Breakout in Continuous Casting.....ZHAI Ying-ying, et al (1251)

期刊基本参数: CN21-1476/TP\*1994\*b\*A\*238\*zh\*P\*¥15.00\*45\*2015-11

# 拥有可安装性、稳定性的小体积 大容量型新产品上市啦！



## TPR系列

### 单相功率调整器 40 A / 55 A / 70 A / 90 A / 110 A / 130 A / 160 A / 200 A

- 同额定电流中最薄的类型 (60 mm)
- 回路电源、负载电源分离提高稳定性(适用自由电源回路)
- 根据负载实现不同控制方式
- 使用注意、警报将警示细分化
- 多种保护功能  
(部分加热器断线、过电流、散热片过热、SCR短路等)

## HSR系列

### 单相 S.S.R

15 A / 25 A / 40 A / 130 A / 150 A

- 22.4mm超薄型
- 使用负载电压 90-264 V a.c / 90-480 V a.c
- 输入与输出件高绝缘
- G-R Snubber, Zero Cross功能
- 散热片一体型, 提高安装性及稳定性

