

公司核心业务包括自控系统集成、自动化仪表、环境气象仪器和电气控制装置四大板块，产品涉及温度、压力、流量、电气、环境气象仪器，主要产品：电磁流量计、电磁水表、涡轮流量计、涡街流量计、热量表、压力/差压变送器、雷达物位计、热电偶/阻，电气柜。

中环天仪股份有限公司
ZHONGHUAN TIG CO.,LTD.

地址:天津新技术产业园区华苑产业区(环外)海泰发展二路1号
电话: 022-58389533 58359555 58389566
传真: 022-58389557
邮编: 300384
http://www.tig.com.cn

基于 U-Net 神经网络眼底图像的视盘分割研究

曾锟, 郭学东, 黄铭斌, 等

一种铁路隧道防灾救援监控系统设计与实现

陈军波, 程奕凌, 戴明, 等

基于 OCR 的数字仪表自动识别在工业现场中的应用

周曼, 刘志勇, 鲁乾鹏, 等

EH 油水分测量准确性的影响因素探究

邹颖, 吴立新

核电仪控软件质量支持过程的探讨和实践

吴彬

核电厂设备 0-1 层标准接口仿真模块开发

刘颖, 祁蔚, 张玉峰, 等

基于卷积神经网络的短期天气预测研究

魏超, 赵志岗, 焦晓峰, 等

基于模糊神经网络 PID 的复合控制策略

韦薇薇, 何同祥

中国核心期刊(遴选)数据库期刊
中国期刊评价数据库来源期刊
中国科技期刊网全文上网期刊
中国期刊网全文上网期刊
中国学术期刊(光盘版)
中国知网
万方 维普 超星

邮局订阅代号: 18-226 定价: 20元



高翔
业界人物



目次

《仪器仪表用户》杂志 第28卷 第1期(总第191期) 2021年1月

专题

a 共负使命 共谋发展 共创未来

——第四届中国石油化工智能工厂科技高峰论坛暨第十一届中国石油化工重大工程仪表控制技术高峰论坛侧记

——曲国利

工程设计与研究

1 基于U-Net神经网络眼底图像的视盘分割研究

——曾崧, 郭学东, 黄铭斌, 许祥丛, 杨旭伦, 张浩, 陈允照, 陈勇

6 一种铁路隧道防灾救援监控系统设计与实现

——陈军波, 程奕凌, 戴明, 钟溪

11 创意组合模型教仪的设计与开发

——石昕宇, 王仲民, 赵洪利

16 一种用户程序的自动布局算法

——孔鑫, 戴晓华, 汪宏毅, 刘威

19 煤气化在线分析样品处理系统的可靠性研究

——刘长海

解决方案与应用实例

22 基于OCR的数字仪表自动识别在工业现场中的应用

——周曼, 刘志勇, 鲁乾鹏, 施方展, 王得磊, 杨善江

25 累积取样系统在城市燃气行业的应用研究

——王欣玮, 赵欣, 仇磊, 张秀峰

28 制氢气动PSA程控阀预防性维修

——赵宽

31 影响调节阀安装效果因素分析及对策

——张松

发电自动化

34 EH油水分离测量准确性的影响因素探究

——邹颖, 马立新

39 核电仪控软件质量支持过程的探讨和实践

——吴彬

44 核电厂设备0-1层标准接口仿真模块开发

——刘颖, 祁蔚, 张玉峰, 张立群

49 基于PCA-RBF神经网络的小型压水堆故障诊断方法研究

——曹桦松, 孙培伟

56 核电厂增强现实技术应用中实时音视频解决方案与应用

——马玥竹, 桑珩

60 两种安全级仪控系统拒动率计算方法的比较

——张蔚, 张淑慧, 徐冬苓

65 基于色彩理论的核电站人机接口颜色方案

——顾青青

69 EBA阀门反向电压过大导致控制板卡失灵问题浅析及优化

——李宇, 焦龙

73 基于NP问题的环网可靠性分析与计算方法

——姚津, 孙乾, 邵书洋, 陈华, 万磊

76 β 辐伏电池能量转换效率的理论计算

——杨毓枢, 王玮, 王旭, 陈穆远, 刘吉珍

81 核电站非安全级DCS网络和主机信息安全防护

——薛文俊, 韩新宇, 徐勇

85 基于卷积神经网络的短期天气预测研究

——魏超, 赵志岗, 焦晓峰, 祖海东, 张利慧

90 基于模糊神经网络PID的复合控制策略

——韦薇薇, 何同祥

94 潮流推演在火电厂电气工程中的应用

——王晓华, 徐智伟

98 碳刷温度与励磁电参数综合分析系统

——陈朝晖, 朱恋恋, 季学友, 潘明泽

101 氨法脱硫工艺CEMS问题分析与解决策略

——朱秀海

综述

104 船用仪表计量保障的分析与思考

——叶冉冉, 王卫华, 迟雪峰, 郭玲

107 物理天平实验综述报告

——叶世海, 韩修林

111 自动化专业学生创新实践培养体系探索

——于咏梅, 樊淑萍

碳刷温度与励磁电参数综合分析系统

陈朝晖¹, 朱恋恋², 季学友², 潘明泽²

(1. 浙江浙能温州发电有限公司, 浙江 温州 325602; 2. 杭州中为电子科技有限公司, 杭州 310012)

摘要: 本文主要介绍一种基于发电机碳刷红外热成像智慧分析系统结合励磁电参数采集模块, 再利用互联网云技术建立本地及“云端”的温度、励磁电流大数据库, 通过热图像、历史温度曲线、励磁电流分布曲线将碳刷温度、温升趋势、励磁电流分布等情况直观地显示出来, 再通过对碳刷的实时温度及励磁电流分布情况的综合对比分析, 判断发电机组励磁系统的工作状态, 保障机组的安全运行。

关键词: 红外热成像; 励磁电流; 碳刷; 数据库

DOI: 10.3969/j.issn.1671-1041.2021.01.024

中图分类号: TM31

文献标志码: A

文章编号: 1671-1041(2021)1-0098-03

Comprehensive Analysis System for Carbon Brush Temperature and Excitation Electrical Parameters

Chen Chaoye¹, Zhu Lianlian², Ji Xueyou², Pan Mingze²

(1. Zhejiang Zheneng Wenzhou Power Co., Ltd., Zhejiang, Wenzhou, 325602, China;
2. Hangzhou Zhongwei Electronic Technology Co., Ltd., Hangzhou, 310002, China)

Abstract: This article mainly introduces a method based on intelligent analysis system of generator carbon brush infrared thermal imaging combined with excitation electrical parameter acquisition module, then use Internet cloud technology to build a large database of local and "cloud" temperature and excitation current, then use the thermal image, historical temperature curve, and excitation current distribution curve to visually display the carbon brush temperature, temperature rise trend, and excitation current distribution. Through thermal image, historical temperature curve, excitation current distribution curve, the carbon brush temperature, temperature rise trend, excitation current distribution and other conditions can be displayed intuitively. Then through the comprehensive comparative analysis of the real-time temperature of the carbon brushes and the distribution of the excitation current, the working status of the excitation system of the generator set is judged to ensure the safe operation of the generator set.

Key words: infrared thermography; excitation current; carbon brush; database

0 引言

2019年11月份,本公司在厂内6号机组集电环小室内安装了一套发电机碳刷红外热成像智慧分析系统,该系统利用红外热成像技术,将发电机每个碳刷及集电环的温度都以图像的形式清晰直观地展示出来,系统将每个碳刷

都做为一个独立的测温对象,通过对实时温度、温升趋势、历史温度曲线等数据的统计与分析,初步判断发电机碳刷及集电环的工作状态,并通过不同规则的预警、报警措施进一步保障发电机组的安全运行^[1]。

公司通过实际测试以及对舟山电厂、乐清电厂、嘉兴

收稿日期: 2020-08-14

作者简介: 陈朝晖(1972-),男,浙江温州人,本科,工程师,从事电厂热工自动化技术、视频监控技术工作。

电厂、台州电厂等火力发电厂的相关电气技术专工的交流讨论发现,如果只单单监测发电机碳刷的温度并不足以说明发电机组的运行状况,发电机组在不同负荷下运行碳刷发生故障时的温度并不相同(例如,在发电机组载满负荷运行时碳刷正常工作温度可达 110°C ,但在20%负荷下运行时碳刷温度如果上升 60°C 就代表碳刷可能出现故障)。发电机组集电环-碳刷系统的运行状况,必须通过碳刷的实时温度与励磁电流、励磁电压以及发电机发电功率等电参数,结合综合分析来判断。针对电厂的实际情况,本公司在原有的发电机碳刷红外热成像智慧分析系统的基础上,增加电参数数据采集模块以及相对应的分析系统模块。

1 碳刷温度与电参数数据采集

1.1 发电机碳刷红外热成像智慧分析系统

发电机碳刷红外热成像智慧分析系统,利用红外热成像技术采集发电机碳刷及集电环各部位的温度,并将其温度分布情况以热图像展现出来,并在本地计算机中建立数据库储存温度数据、热图像、视频等^[6];利用系统软件中的点、线、多边形等测温控件对每个碳刷实施重点部位的重点监控,通过历史温度曲线、温升趋势将发电机励磁系统历史及实时的工作状态展示出来,配合温度阈值报警、温升速率报警、温升趋势预警等手段,进一步保障发电机励磁系统的安全运行;同时利用互联网云技术,在集团内部服务器中建立“云端大数据库”将本地的温度数据、热图像、视频等同步到“云端”,实现集团内部的数据共享,同时扩大了数据库的基数,让得到的数据更为可靠、可信。

1.2 励磁电参数采集模块

励磁电参数采集模块主要是采集励磁总电流、励磁电压、有功功率、无功功率以及每个碳刷所分担的励磁电流。结合电厂的实际情况,励磁总电流、励磁电压、有功功率、无功功率的检测模块,电厂之前已经安装。检测到的数据已送入DCS系统,电参数采集模块只需要主动去调取数据就行,而单个碳刷所分担的励磁电流电厂原先是由巡检人员巡检时用手持的钳形表测量,没有可调用数据的实时检测设备,需要重新设计并安装一套单个碳刷励磁电流检测的设备。

1.3 励磁电流检测装置

电流检测一般采用霍尔传感器,霍尔传感器分为闭环、开环无磁、开环有磁霍尔传感器。闭环霍尔传感器测量精度高但体积大、成本高,碳刷周边的空间狭小,一个碳刷上有4~6个碳刷,空间狭小不适合使用闭环霍尔传感器;开环无磁霍尔传感器精度低,误差高达16%左右;开环有磁霍尔传感器精度误差1%左右^[2],可以满足实际需求,且体积小、成本低。所以,碳刷的励磁电流本公司采用开环有磁霍尔传感器进行测量。

励磁系统中碳刷的数量少则60多个,多则上百个,励

磁电流测量数据如果采用有线传输,布线将会非常麻烦,而且会对现场的通风等环境造成不利影响^[3]。本公司综合分析对比几种传输技术,最终选择利用2.4G无线传输技术将励磁电流数据传输出来,其抗干扰性能好、抗多径衰落能力强、对环境噪声的要求低、通信质量好、保密安全性高度可靠而且功耗较低;无线信号接收器安装在集电环小室内接收并解析电流数据,再通过通信电缆以RS485通讯的方式传输给励磁电参数采集模块。

励磁电流检测装置的供电电源采用感应取电与锂电池供电相结合的双电源供电,保障装置的长期可靠运行。感应取电即通过感应线圈收集流经碳刷刷辫的电流所产生的电磁能量并将其转换成电能^[4],为传感器提供工作电源,并通过智能储能技术将多余的电能储存在锂电池内,通过智能调频技术根据感应到的电能以及剩余电能合理安排数据的传输频率,确保传感器的连续工作。实测中,当碳刷刷辫通过的励磁电流大于0.5A时(锂电池无电),传感器即可启动工作,数据4min传输一次;当碳刷刷辫通过的励磁电流大于3A时(锂电池满电),传感器数据传输速率可达1s一次;当碳刷刷辫通过的励磁电流小于0.5A时,单独使用锂电池供电,传感器可继续工作1个月。

2 碳刷温度与励磁电参数综合分析系统

碳刷温度与励磁电参数综合分析系统是根据电厂的实际需求,在原有的发电机碳刷红外热成像智慧分析系统中,增加励磁电参数采集模块以及综合分析模块,辅助运行人员掌握发电机励磁系统的实时运行情况。如图1所示,系统首先由电参数采集模块与红外热像仪采集励磁系统的电参数及碳刷温度数据,采集到的数据通过以太网传输到计算机中,由系统软件进行分析处理并保存在数据库中,碳刷的温度以红外热图像的方式显示如图2所示,励磁电参数以实时窗口及电流分布曲线的形式显示如图3所示。最后,分析模块再利用数据库对碳刷温度数据、单碳刷励磁电流、碳刷使用情况、励磁系统工作状态等情况进行综合分析,保障发电机组的安全运行。

温度数据分析即是对碳刷的温升速率及温升趋势的综合分析,机组运行过程中碳刷的温度会受多种因素影响而发生变化,分析系统基于数据库内的温度数据综合分析出碳刷温度合理的变化范围,再利用温升速率报警及温升趋势预警来辅助运行人员判断碳刷的实时运行情况。

碳刷电流分析即是对单个碳刷所分担的励磁电流情况进行分析,碳刷由于其生产材质、批次、工艺、磨损度等因素的不同,使得各个碳刷的电阻值也存在着差异,每个碳刷所分担的电流值也不同。碳刷的“负温度特性”是指碳刷温度越高其阻值越小,分担的励磁电流越大产生的热量越多,容易形成一个恶性循环,分析系统摒弃了传统的电流数据以统计表格的形式展示^[5],而采用电流分布曲线的方式展示,对比图3、表1可以发现分布曲线能更清楚

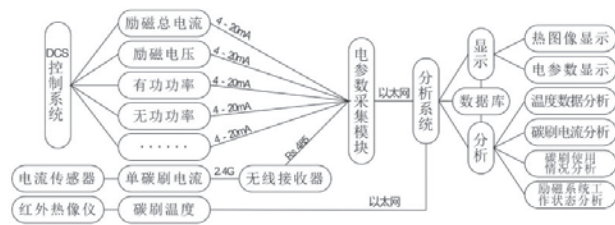


图1 系统图
Fig.1 System diagram

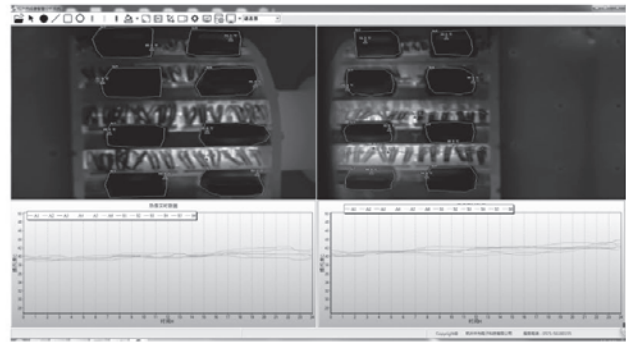


图2 红外热成像图
Fig.2 Infrared thermal imaging diagram

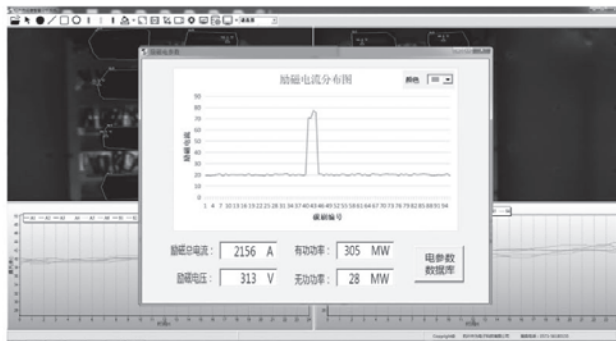


图3 励磁电流分布图
Fig.3 Distribution diagram of excitation current

地显示出励磁电流的分布情况，也能更为直观地展示出励磁电流异常的碳刷数量及位置。同时，分析系统再通过对电流数据的统计与分析计算，确定一个合理的电流差值（同一时间最大电流与最小电流的差值）及电流占比值（单个碳刷励磁电流占总电流的比值）波动区间，并设置报警信号辅助运行人员判断碳刷的实时运行情况。

碳刷使用情况、励磁系统工作状态等情况的分析是建立在大数据的基础之上，通过纵向对比分析碳刷温度及电流，利用温度及电流数据来判断碳刷的使用情况及励磁系统的工作状态。利用同一位置碳刷更换碳刷前后所分担电流数值及占比值，以及使用1、2、3个月后碳刷所分担电流数值及占比值，再结合碳刷的温度数据判断励磁系统工作状态以及碳刷是否需要更换检查；利用碳刷的温度及电流数据综合对比分析得出励磁电流通过碳刷时碳刷的合理温度，再通过温度来判断励磁系统的通风、散热等情况。

3 总结

碳刷温度与励磁电参数综合分析系统，通过红外热图像、历史温度曲线、励磁电流分布曲线将碳刷温度、温升

表1 励磁电流统计表
Table 1 Excitation current statistics table

6号机组励磁电流统计表 (2020/8/6)							
碳刷编号	励磁电流	碳刷编号	励磁电流	碳刷编号	励磁电流	碳刷编号	励磁电流
1	19.3	25	20.6	49	19.8	73	20.5
2	19.7	26	19.7	50	20.4	74	20.3
3	19	27	19.6	51	19.4	75	20.5
4	19.7	28	20.6	52	20.2	76	19.2
5	20.2	29	20.2	53	19.6	77	20.8
6	20.6	30	20.3	54	20.5	78	19.9
7	20.2	31	20.2	55	20.3	79	20.7
8	19	32	20.9	56	19.5	80	19.6
9	20.8	33	20.4	57	19.8	81	19.5
10	19.6	34	19.4	58	20.6	82	21
11	20.2	35	20.4	59	19.8	83	20.2
12	20.1	36	19.6	60	20.9	84	20.4
13	20	37	20.2	61	20.7	85	20.8
14	20.1	38	19.8	62	19.6	86	20.6
15	20.1	39	19.3	63	20.5	87	20.3
16	19.7	40	20.1	64	19.3	88	20
17	20	41	20.5	65	19.8	89	19.3
18	20.8	42	20.6	66	21	90	19.6
19	19.6	43	20.3	67	20.4	91	20.1
20	20.1	44	20.5	68	20.4	92	19.8
21	19.9	45	20.6	69	19.7	93	20
22	19.6	46	20.7	70	20.4	94	20.3
23	19.6	47	19.5	71	20.8	95	20.9
24	19	48	20.6	72	20.3	96	19.2

趋势、励磁电流分布等情况显示出来，运行人员能非常直观地掌握励磁系统的工作情况，并快速找到故障碳刷的位置与数量。系统利用互联网云技术实现本地数据库与集团数据库数据共享，提高数据的可靠性，再通过对碳刷的温度数据、电流数据的纵向综合对比分析，判断发电机组励磁系统的工作状态，保障机组的安全运行。

参考文献:

[1] 李林. 集电环-碳刷红外热成像在线监测系统[J]. 电力系统装备, 2020, 1(1): 140-141.

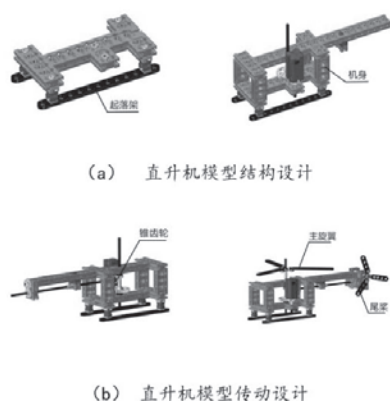


图9 “趣创新”单旋翼直升机模型

Fig.9 Single-rotor helicopter model of “interesting&innovation”

带动主旋翼转动，锥齿轮将运动传递到尾桨，使用电机进行驱动，主旋翼和尾桨同时转动，如图9(b)所示。模型符合现实中直升机的外观和功能，在拼装过程中没有用到螺钉，仅依靠零件之间的摩擦力进行稳固，不需要使用扳手和螺丝刀。

3 创意组合模型存在问题

创意组合模型发展了几十年，已经取得了大量的设计成果，特别是对于创新性教学设计也取得了一定的效果。然而，现有的创意组合模型依然没有广泛地应用于课堂上，究其原因存在以下问题。

3.1 拼装特殊模型时零件难以满足需要

现有的创意组合模型在制造零件时，为了生产的规模化和标准化都是按照一定的基准对零件进行设计和制造。创意组合模型的开发者在设计零件时，更倾向于考虑一般情况，基本上不会设计出特殊零件，这就为创新的过程增加了阻力。用户大多使用3D打印技术来弥补这个缺陷，但是3D打印出来的零件也只能适用于个别模型，而无法将其

推广到整个产品中去。创意组合模型的开发者应该及时了解用户的需求，在解决需求的过程中推动产品的创新设计。

3.2 学科交叉的思想没有完全普及

创意组合模型的设计灵感来自于现实世界，使用者搭建出来的模型大多是仿照生产与生活中的实物。设计方式的多元化是学科交叉的体现，虽然大多数创意组合模型都是模仿工业产物，但是用于搭建模型的创新性思维也适用于非工科的学生，例如数学类的学生在拼装模型的过程中可以学习零件之间的拓扑关系。创意组合模型不仅可用来拼装零件和模仿实物，而且还用来拓展思维、探索未知，更是用于帮助学生养成严谨和求知的态度。

4 总结

设计与开发国产创意组合模型教具，大力发展国产创新型教育产品，可以有效提升职业院校学生创新教育的教育质量。本文在综述国内几种创意组合模型现状及共同点的基础上，得出：智能控制是创意组合模型的发展必然，图形化编程语言是创意组合模型的特有工具，学科交叉以及拼装特殊模型的需求会有力推动创意组合模型的创新发展。

参考文献：

- [1] 刘占伟.关于机械产品创新设计的几点思考[J].机械设计与研究,2018,34(4):1-4.
- [2] 黎越.经典老牌玩具公司乐高焕发品牌新活力[J].品牌传承,2020(6):11-12.
- [3] 贺辛亥,王俊勃,金京,等.健全慧鱼实验室开放管理培养大学生创新能力[J].模具工业,2017, 43(11):72-75.
- [4] 钱玉恒,王佳伟.基于探索者平台的多足仿生机器人实验研究[J].实验室科学,2018,21(5):27-30.
- [5] LEGO.com.CN[DB/OL].<https://www.lego.com/zh-cn/product/technic-hub-88012>.
- [6] 邓成军,何俊,李锋.基于慧鱼技术的小型侦察机器人方案设计[J].实验室研究与探索,2017,36(12): 94-97.
- [7] 葛海浪,陈国彬.基于“探索者”平台的机器人课程实验教学改革[J].机电产品开发与创新, 2016,29(4):121-122.
- [8] 机器时代“探索者”[DB/OL].<http://www.robot-time.cn/h-col-116.html>.
- [9] 林彤,金濯,任玲.基于探索者机电创新平台的全地形车研制[J].中国教育技术装备,2016(22):41-44.

(上接第100页)

- [2] 魏静微.大型汽轮发电机励磁碳刷电流在线检测与分析[J].传感器与微系统,2016,35(8):33-36.
- [3] 牛野.同步发电机励磁碳刷电流监测系统[J].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2016.
- [4] 魏燕军.发电机碳刷故障分析及在碳刷电流线监测技术运用[J].

- [5] 高劲松.葛洲坝电站发电机励磁系统在线监测技术初探[J].水电厂自动化,2014,35(2):44-46.
- [6] 陈碧辉.发电机组滑环温度的红外在线监测[J].云南水力发电,2006,22(5):80-82.