

铝电解多功能机组远程智能控制系统

邱永峰^{1,2}, 路辉¹, 陈才荣¹, 陶力¹, 闫朝宁¹, 郑祎², 易焯腾²

(1. 贵阳铝镁设计研究院有限公司, 贵州 贵阳 550081; 2. 湖南天桥嘉成智能科技有限公司, 湖南 株洲 412007)

[摘要] 针对铝电解行业对自动化和智能化升级改造的迫切需求, 本论文以铝电解多功能机组为研究对象, 提出了基于运行轨迹控制的行车精准定位方法, 研制了铝电解换极作业远程智能控制系统, 介绍了控制系统相应的软硬件设计, 在铝电解车间开展了试验测试, 定位精度和远程控制满足铝电解多功能机组的工作要求, 为铝电解企业实现全面智能制造奠定了技术基础。

[关键词] 铝电解多功能机组; 精准定位; 自动控制; 智能化

[中图分类号] TF821 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2022)02-0001-03

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.02.001

0 引言

随着“中国制造 2025”战略的逐步推进, 国家提出了加快新型基础设施建设的进度, 制造企业开始智能制造, 并积极应用 5G、人工智能、大数据、工业互联网、机器人等相关技术, 建设和布局智能工厂, 铝冶炼行业也不例外^[1-3]。

铝电解多功能机组是铝冶炼行业电解车间的核心作业装备, 是预焙阳极铝电解槽工艺操作的专用设备^[4-6]。它将铝电解槽换极、捞渣、添加氧化铝、添加覆盖料、出铝、抬母线、吊运铝电解槽及车间内零星吊运功能集于一身, 在其机械辅助作业下, 提高了铝电解槽工艺作业效率, 降低了劳动强度, 提升了电解铝生产力。然而, 铝电解行业因为其复杂的工艺技术和高温、强磁场、粉尘、多腐蚀性气体的恶劣环境, 常规的自动控制技术和高精尖传感设备无法

直接应用于铝电解多功能机组等装备。行业整体的自动化和信息化程度不高, 产业升级的需求极为迫切。为推动铝冶炼行业的自动化升级, 学者们做了相关的研究工作^[7-9]。高莹对铝电解多功能机组控制系统开展了相关研究, 从性能和安全的角度, 系统总结了当前的发展现状, 也对未来的发展方向及趋势做了前瞻性的分析^[10]。

综上所述, 本论文以铝电解多功能机组为研究对象, 提出了基于运行轨迹控制的行车精准定位方法, 研制了铝电解换极作业远程智能控制系统, 在铝电解车间开展了试验测试, 定位精度和远程控制满足铝电解多功能机组的工作要求, 为铝电解企业实现全面智能制造奠定了技术基础。

1 基于运行轨迹控制的行车精准定位方法

铝电解多功能机组是集多种功能于一体的特种行车, 行车是关键的重载搬运工具, 随着电子和计算机技术的发展, 行车的自动化和无人化运行成为一种趋势, 而行车的精准定位是实现行车自动化运行的关键和基础。在定位过程中, 引入加、减速控制, 可以有效减小负载在启动和停止时由于大惯性而滞后或过冲及在停止时少摇摆, 但对行车定位过程中的加、减速过程该如何控制才能最大限度地实现行车快速精准定位是行业一大难题。

基于此, 本文提出一种基于运行轨迹控制的行车精准定位方法, 行车上设有与 PLC 信号连接的测距传感器, PLC 内置的路径规划及计算程序模块根

[收稿日期] 2021-11-01

[作者简介] 邱永峰(1985—), 男, 湖南娄底人, 博士后, 主要从事控制系统、天线和电磁兼容等方面的研究工作, 现任湖南天桥嘉成智能科技有限公司总工程师。

[通讯作者] 路辉(1982—), 男, 河南周口人, 博士, 高级工程师, 主要从事铝工业智能制造工作。

[基金项目] 科技成果转化及产业化计划-高新技术产业科技创新引领计划-5G 重载搬运智能装备研发及产业化(2021GK4008)

[引用格式] 邱永峰, 路辉, 陈才荣, 等. 铝电解多功能机组远程智能控制系统[J]. 有色设备, 2022, 36(2): 1-3.

据行车的实时位置输出行车的实时速度来控制行车工作,定位步骤如下:首先,预设定位运行过程的加速度、减速度、最大运行速度、定位完成区间、定位完成设定时间、定位精度区间和运算周期;其次,根据相关预设值计算行车定位运行轨迹;再次,PLC在定位过程中根据测距传感器的实际位置反馈以及计算的运行轨迹和设定的计算程序模块运算周期动态输出行车的实时运行速度;然后,行车到达定位区间,PLC开始计时,当计时达到定位完成设定时间,结束定位并停止速度输出;最后,检查定位完成结果。

2 换极作业智能控制系统

2.1 硬件设计

铝电解换极作业智能控制系统的硬件框架如图1所示,控制端主要有遥控器、工业PAD和普通计算机三种,三者都可以远程控制天车的运行;控制端通过无线与执行端相连,执行端主要包括视觉测量模块、交换机、工控机、服务器和铝电解多功能机组。视觉测量模块用于对需更换阳极进行扫描拍照并将扫描结果反馈给机组模块,机组模块根据视觉测量模块的扫描反馈结果对大车小车位置、起升高度及回转角度进行调整,完成换极操作。

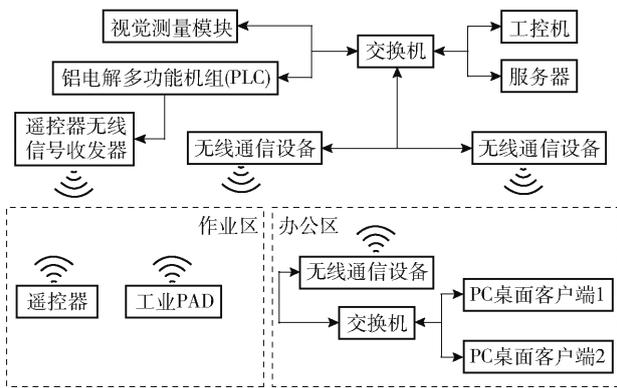


图1 硬件框架图

铝电解多功能机组的结构示意图,如图2所示。在铝电解多功能机组的大、小车上,加装了编码尺和激光定位传感器,以获取各自的精确位置;视觉测量模块用于位置补偿,为打壳头和拔极装置提供相对位置信息,以引导其准确到达目标位置;铝电解多功能机组的核心控制器PLC,根据实时反馈的位置信息,结合接收的上位机程序下传指令,控制变频器动态输出速度,使各个执行机构准确到达目标位置,并完成相关动作。

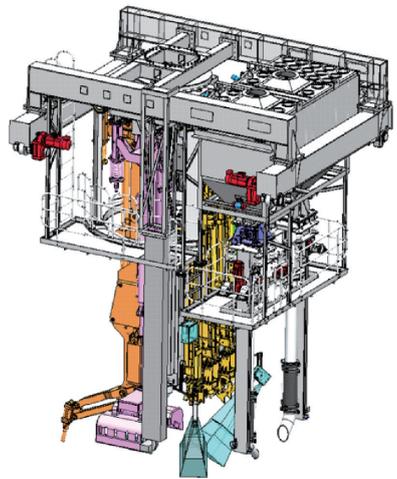


图2 结构示意图

2.2 软件设计

铝电解换极作业智能控制系统的软件设计为三层结构,如图3所示,包括应用层、中间层和执行层。应用层用于接收用户输入的控制参数并下传给中间层,中间层将从应用层接收到的控制参数下发至执行层及将执行层采集的数据上传至应用层,中间层为通信调度系统,中间层通过应用层和执行层的信息交互生成换极作业流程最优策略,执行层根据中间层下发的最优策略控制换极作业。

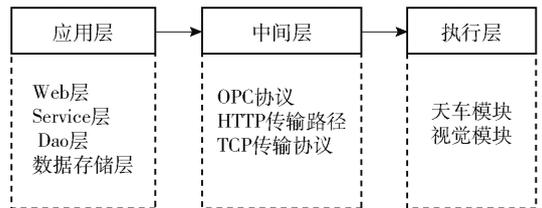


图3 软件架构图

执行层包括相互信号连接的机组模块和视觉测量模块,视觉测量模块用于对需更换阳极进行扫描拍照并将结果反馈给机组模块,机组模块根据扫描反馈结果对大车小车位置、起升高度及回转角度进行调整,完成换极操作。远程控制面板PAD界面程序,如图4所示。

3 实物和实验

研制的新型智能铝电解多功能机组如图5所示,在云南某铝厂开展了自动换极作业实验,利用工业PAD在远程下传自动换极作业指令,在激光测距传感器和机器视觉的辅助下,天车能自动运行到残极附近,开展打壳作业;打壳完成后,机器视觉引导拔极



图4 PAD界面

组件准确找到极杆顶端,抓取极杆,完成换极作业。



图5 铝电解多功能机组实物图

4 结语

基于铝电解行业对自动化升级的迫切需求,本论文提出了基于运行轨迹控制的行车精准定位方法,研制了铝电解换极作业远程智能控制系统,采用激光测距传感器和读码技术,实现了天车大小车的

自动行走和准确定位,基于机器视觉辅助技术和路径规划,利用工业 PAD 在远程上传作业指令,铝电解多功能天车可以实现换极作业的自动完成。该项工作有利推动了铝电解作业装备的自动化进程,同时,对类似产品的设计与改进创新具有重要的指导意义。

[参考文献]

- [1] 张玉雷,王冉,韩栋. 新型碳素材料绿色制造关键工艺智能控制系统集成与应用[J]. 自动化博览,2019(8):78-81.
- [2] 桂卫华,曾朝晖,陈晓方,等. 知识驱动的流程工业智能制造[J]. 中国科学:信息科学,2020,50(9):1345-1360.
- [3] 宫会彬,白锐,马恩杰. 铝电解制造执行系统现状及发展趋势[J]. 辽宁工业大学学报:自然科学版,2020,40(2):104-107.
- [4] 高军永. 铝电解多功能机组智能化面临的难题及研究现状[J]. 有色设备,2019,33(3):4-7.
- [5] 刘红枫. 铝电解多功能机组技术发展浅析[J]. 有色设备,2015,29(1):1-3.
- [6] 徐兆德. 铝电解多功能机组下料系统料仓设计[J]. 有色设备,2017,31(3):28-31.
- [7] 邝吉贵. 铝电解多功能机组关键技术及部件的分析与研究[D]. 太原:太原科技大学,2011.
- [8] 周作仕. 电解铝多功能天车机组的常见电气故障及排除措施[J]. 大科技,2017(16):46-47.
- [9] 楚文江,高军永,柴婉秋,等. 铝电解多功能机组智能定位控制系统设计与实践[J]. 有色设备,2020,34(2):12-15.
- [10] 高莹. 铝电解多功能机组安全控制的发展[J]. 有色设备,2020,34(3):8-11.

Remote Intelligent Control System of Multi-purpose Unit for Aluminum Electrolysis

QIU Yong-feng, LU Hui, CHEN Cai-rong, TAO Li, YAN Zhao-ning, ZHENG Yi, YI Ye-teng

Abstract: In view of the urgent necessity of aluminum electrolysis industry for automation and intelligent upgrading, this paper studies the multi-purpose unit for aluminum electrolysis, proposes a precise crane positioning method based on running track control, develops a remote intelligent control system for electrode changing in aluminum electrolysis, and introduces the corresponding software and hardware design of the control system. Tests are carried out in aluminum electrolysis plant, and the positioning precision and remote control meet the operating requirements of aluminum electrolysis multi-purpose unit, laying a technical foundation for the realization of comprehensive intelligent manufacture of the aluminum electrolysis enterprises.

Key words: multi-purpose unit for aluminum electrolysis; precise positioning; automatic control; intellectualization

