

DOI:10.19344/j.cnki.issn1671-5276.2025.02.060

基于 Codesys 与 MCGS 的曲柄连杆伺服压机控制系统

赵璨,王岩,袁全,程慧杰,张博,郭爽爽

(济宁科力光电产业有限责任公司,山东 济宁 272073)

摘 要:根据曲柄连杆压机的机械特性和常用工件的加工工艺要求,设计一套基于 Codesys 软 PLC 与 MCGS(昆仑通态)组态的通用性曲柄连杆伺服压机控制系统。系统摒弃了原有的传统控制系统,致力于在现有压机结构的基础上,探寻和设计一套针对压机滑块平滑运行和下死点稳定保压的控制方法,利用 Codesys 的灵活性与 MCGS 组态的全面性配合伺服驱动系统,从而更好地完成压机生产工艺需求。相较于原有系统,其具有功能性全面、精度高、响应速度快、节能等优点。

关键词:曲柄连杆压机;Codesys;MCGS;伺服驱动系统

中图分类号:TP23 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2025)02-0304-04

Control System of Crank Linkage Servo Press Based on Codesys and MCGS

ZHAO Can, WANG Yan, YUAN Quan, CHENG Huijie, ZHANG Bo, GUO Shuangshuang

(Jining Keli Photoelectric Industrial Co., Ltd., Jining 272073, China)

Abstract: According to the mechanical characteristics of the crank connecting rod press and the processing technology requirements of common workpieces, a universal crank connecting rod servo press control system based on Codesys soft PLC and MCGS (Kunlun Tongtai) configuration is designed, which abandons the original traditional control system, and is committed to exploring and designing a set of control methods for the smooth operation of the press slider and the stable pressure at the bottom dead center on the basis of the existing press structure. The flexibility of Codesys and comprehensiveness of MCGS configuration coordinating with the servo drive system better meets the production process requirements of press. Compared with the original system, the designed one has the advantages of comprehensive functionality, high precision, fast response and energy saving.

Keywords: crank connecting rod press; Codesys; MCGS; servo drive system

0 引言

目前我国制造业正处于内需消费为主的转型阶段,随着汽车、仪器仪表、航空等行业的发展,对压力机生产的需求也随之增加。我们在推动生产发展的同时,也必须正视在压机应用技术和研发强度方面与国外发达国家还是存在着不小差距的问题^[1]。在当前现有资源的基础上,寻找一套高精度、高响应、柔性化、智能化的伺服压力机控制系统显得尤为重要^[2]。

曲柄连杆压机在锻压设备中应用非常广泛,是板料冲压生产的主要设备,其能完成冲裁、落料、切边、弯曲、拉伸等多种成形工艺,被应用于各个领域^[3]。而机械伺服压机是在不改变传统机械压机主体结构的基础上,采用交流伺服电机代替传统压机的直流、交流或变频调速电机作为压机的动力源,利用伺服电机转速无级可调的特性,实

现滑块运动特性曲线柔性可控,极大地提高了压机的工作性能和工艺适应性^[4]。

本文所描述的控制系统,是在当前现有 1 100 kN 曲柄连杆压机的基础上,配合自主研发的伺服驱动系统,分析机身结构与传动机构的优缺点,Codesys 软 PLC 控制下的液压和气动系统,既弥补了压机在运行中的硬性缺点,又为伺服驱动系统控制下的主驱机构提供了柔性补偿和安全保障。随着分析和研究的逐渐深入,在不断对控制系统的改进和完善中,合理利用 MCGS 组态软件全面性的特点,选择合适的控件与脚本函数,充分编排 Codesys 控制逻辑,在最大化满足压机运行中人机交互要求和工艺需求的同时,更好地贴合了伺服驱动系统与压机本体的运行特性,使得在当前控制系统下的 1 100 kN 曲柄连杆式压机具备高精度、高响应、柔性化、智能化的特点。

第一作者简介:赵璨(1992—),男,山东济宁人,工程师,硕士,研究方向为电气工程、自动化控制技术、伺服压机相关产品研发和应用,1337891229@qq.com。

1 压机传动机构分析

1 100 kN 压力机为闭式单点压机,采用曲柄连杆机构,配合液压、气动、润滑系统,连杆与滑块之间选用球型连接,减少连杆与滑块间的摩擦,从而减少机械连接间隙增加的可能性,保证压机在长期连续运行中的高精度要求。压机机身约宽 2.1 m,高 3.5 m,深度 0.7 m。1 100 kN 压机机身结构如图 1 所示。



图 1 1 100 kN 压机机身结构图

压机通过伺服驱动系统在保留了结构简单、维护方便等特性的同时,减少了电机控制的难度,为压机高精度和高柔性的运转提供了可能^[5]。曲柄-肘杆传动机构结构如图 2 所示。



图 2 传动机构结构图

伺服驱动改变了压机原有曲柄连杆结构中滑块为正弦曲线运行的方式,使得在相同电机速度运行下,滑块到上死点和下死点附近的运行速度更加缓慢,在满足深拉伸工艺需求的同时,也使得伺服驱动系统能够更方便地提高压机运行精度和柔性。但其行程较短等缺点也凸显出来。为了能够弥补一部分的结构劣势,本控制系统结合本机

特性,分析典型工艺曲线要求,完成与伺服驱动系统高贴合度的 PLC 和 MCGS 控制系统,从而实现压机高工艺要求下的运转。

2 系统架构

本系统选用自主研发的工业 IPC 搭载 Codesys 软 PLC,搭配硬件 I/O 模块,实现与外部按钮、电磁阀、吨位仪、光栅尺等连接。触摸屏则选用昆仑通态的 TPC1561Hi 型产品,整套系统具有功能完善、操作简便、可视性好、维护性强、储存空间大等特点,在满足用户基本控制操作的同时,更能使用户得到故障数据,开辟空间为用户存储各种自定义曲线。系统构架如图 3 所示。

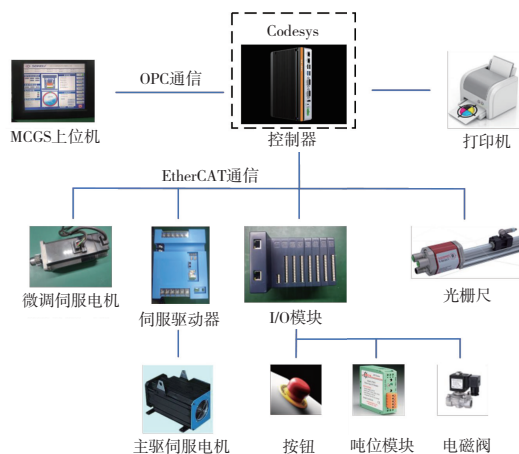


图 3 系统构架图

3 程序编写

3.1 Codesys 程序实现

Codesys 是一款遵循 IEC 61131-3 国际编程标准、面向工业 4.0 应用的软件开发平台,支持多种编程语言,全球超过 400 家知名厂商的产品是在使用此平台的基础上做二次开发。为了更好地提高系统通用性和可维护性,充分开发工业 IPC 的资源 and 降低对使用者的要求以方便用户使用。本系统利用 Codesys 平台搭载了一套完整的软 PLC 程序。

利用 Codesys 编程的灵活性和全面性,将程序模块化为一个主程序、多个子程序和封装库程序。子程序包括 EtherCAT 通信程序、滑块微调程序、光栅尺和吨位模块数据处理程序、压力机操作逻辑程序;库程序包括主逻辑处理程序、通信程序、配方数据处理程序。Codesys 程序主页面图和库程序逻辑流程图如图 4 和图 5 所示。

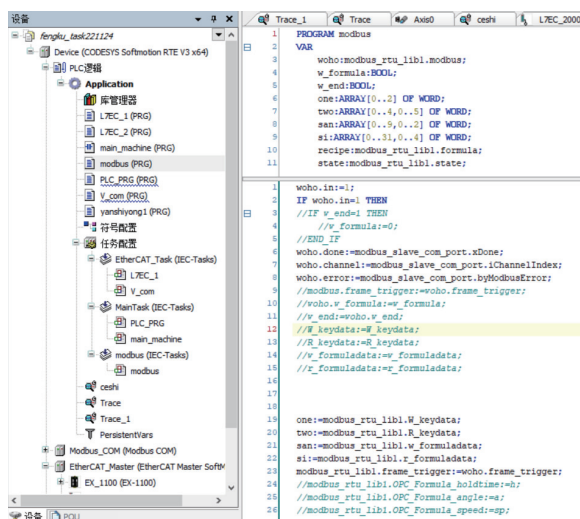


图4 Codesys 程序主页面图

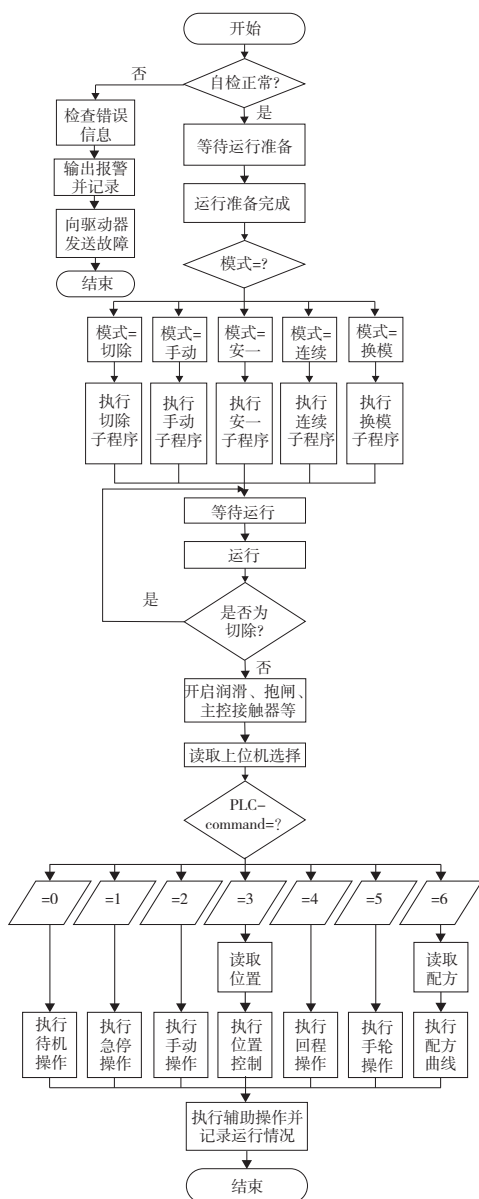


图5 库程序逻辑流程图

所编 Codesys 程序具有如下优点:

1) 利用 Codesys 总线开发性的优势,将主驱动伺服驱动器、I/O 模块、微调伺服驱动器、光栅尺等设备搭建在 EtherCAT 总线上,在提高通信速度的同时,实现了控制和数据处理上的整体统筹,为大型压力机多点位 I/O 提供了可能性;

2) 合理利用 Codesys 的封闭式库封装功能,使用户可以调用相应模块来启用核心程序功能,带来便利性的同时,又可以规避误修改的危险和保护核心程序的隐私;

3) 工业 IPC 选用 Windows 系统,在运行 Codesys runtime 实时核的同时,也方便用户进行大量的配方存储和系统脚本的运行;

4) Codesys 可以利用标签功能,生成 xml 文件与 MCGS 实现 OPC 通信,方便快捷。

3.2 MCGS 程序实现

1 100 kN 伺服压力机触摸屏软件是基于多语言版 MCGS 嵌入组态环境设计的一款触摸屏软件,通过触摸屏软件可以监控到压力机的运行状态和压力机各参数的变化趋势。整个触摸屏界面设计分为公共显示区域、运行、冲压曲线、换模系统、生产设置、状态监控、自动化系统、故障报警、系统参数和维护保养 10 个界面,其中还有部分子界面以及子窗口,用户可以通过点击不同的按钮进行界面之间的切换及子界面与子窗口的打开与关闭。MCGS 程序主界面如图 6 所示。



图6 MCGS 程序主界面

4 冲压结果分析

使用本套系统的 1 100 kN 伺服压机,可以实现快速冲压、保压、二次冲压、深拉伸、钟摆等经典冲压形式。光栅尺和吨位模块在压机运行时的实时数据采集如图 7 和图 8 所示。

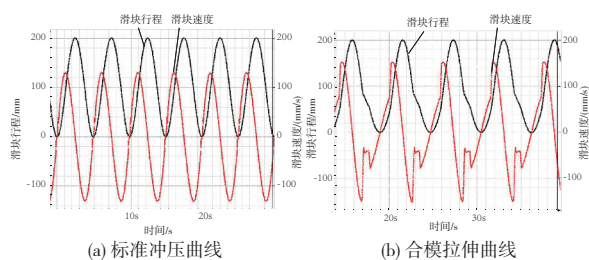


图7 标准冲压曲线和合模拉伸曲线运行数据采集

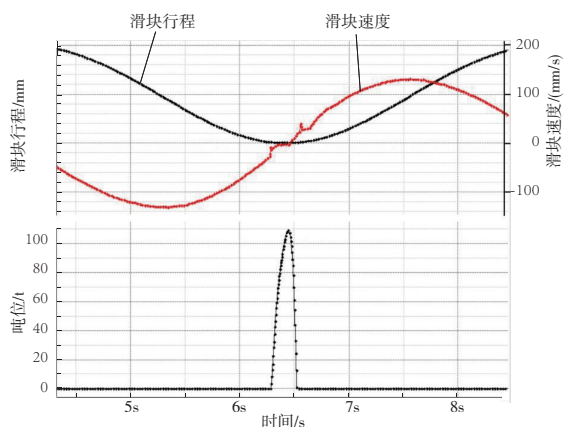


图8 标准冲压曲线运行数据采集

从图7中可以看出,用户可以根据工艺要求设定自定义的冲压曲线,不仅响应速度快,而且曲线处理平滑,完全可以满足工艺要求。从图8中可以看出,在冲压刚开始时(吨位刚开始增加时),

速度存在瞬时抖动,但很快趋于平滑,满足运行工艺要求。

5 结语

本文所描述的基于 Codesys 与 MCGS 的曲柄连杆压机控制系统应用广泛,面向大多数曲柄连杆型压机。经调试,本系统满足控制要求,实现曲柄连杆型压机正常运行,并能完成各种工艺曲线。使曲柄连杆型压机具备高响应、高精度、高可靠性等特点,弥补了机身本体方面的不足。通过本系统的优化,将曲柄连杆型压机与伺服驱动系统有机地结合在一起。

参考文献:

- [1] 豆征,李勇,陈永刚. 自动机曲柄连杆机构柔性冲击研究[J]. 机械强度,2023,45(1):176-182.
- [2] 邱浩东,张训国,范元勋. 基于反馈线性化滑模控制的电液位置同步伺服系统研究[J]. 机械制造与自动化,2022,51(6):185-189.
- [3] 冯雪峰. 伺服压力机数控系统的设计与实现[D]. 南京:东南大学,2019.
- [4] 宋清玉. 大型机械伺服压力机的关键技术及其应用研究[D]. 秦皇岛:燕山大学,2014.
- [5] 彭发忠,王传英,柴恒辉,等. 基于分层结构的伺服压力机滑块轻量化设计[J]. 清华大学学报(自然科学版),2020,60(12):1016-1022.

收稿日期:2023-08-02

(上接第265页)

- [4] 姚远,梁科,张幸,等. 基于物联网技术的变压器套管非接触式检测方法[J]. 电工技术,2022(21):185-186,241.
- [5] 潘超,陈祥,蔡国伟,等. 基于电磁-机械耦合原理的变压器三相不平衡运行绕组振动模-态特征[J]. 中国电机工程学报,2020,40(14):4695-4707,4747.
- [6] 余长厅,黎大健,陈梁远,等. 基于形态分量分析的变压器有载分接开关振动信号分离[J]. 变压器,2021,58(12):30-34.
- [7] 杨玥坪,树婷,吴玖汕,等. 变压器绕组局部放电量测量误差计算及其修正方法研究[J]. 西安交通大学学报,2022,56(10):122-129.
- [8] 张杰,程林,谭丹,等. 变压器有载分接开关的振动信号特征识别和状态评估技术研究[J]. 电测与仪表,2021,58(4):52-59.
- [9] 尚海昆,许俊彦,李宇才,等. CEEMDAN在变压器振动信号提取中的应用[J]. 控制理论与应用,2022,39(3):459-468.
- [10] 丁彬,吕亮,刘强,等. 基于振动频响法的变压器绕组

松动故障检测方法研究[J]. 高压电器,2022,58(9):203-209.

- [11] 李慧奇,李金博,杨光. 间谐波激励下变压器励磁-振动特性的实验研究与计算分析[J]. 高电压技术,2022,48(5):1781-1790.
- [12] 潘志城,邓军,彭翔,等. 计及谐波影响的在运换流变压器振动信号特性分析[J]. 变压器,2021,58(9):63-67,47.
- [13] 崔佳嘉,马宏忠,李楠,等. 基于 COMSOL 的变压器铁心振动声场分布的有限元仿真[J]. 电子测量与仪器学报,2022,36(4):48-55.
- [14] 李慧奇,闫长祺,杨光,等. 间谐波下变压器铁心振动噪声特性的实验研究[J]. 太原理工大学学报,2020,51(6):874-880.
- [15] 韩学,宋文乐,毛学魁,等. 基于磁致伸缩效应的三相五柱变压器振动特性仿真与实验研究[J]. 华北电力大学学报(自然科学版),2021,48(1):48-55.

收稿日期:2023-07-19