

横剪生产线控制及信息管理系统设计及实现

刘利军, 强建波, 彭金龙

(西安启源机电装备有限公司, 陕西 西安 710018)

摘 要:为适应目前变压器制造行业实施数字化、信息化的迫切需求,分析了变压器铁心车间系统网络架构。以变压器核心生产设备——横剪生产线为研究对象,建立了集设备控制与信息管理为一体的横剪线控制及信息管理软件系统框架,采用 C# 高级语言、关系型数据库、三层体系架构等关键技术开发了软件系统,实现了横剪生产线及生产数据的管控,能够较好地与企业信息管理系统集成。

关键词:变压器;横剪生产线;体系结构;数据库设计;C#语言

中图分类号:TP274 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2019)04-0142-03

Software Development On Control and Information Management System for Cut-to-Length Production Line

LIU Lijun, QIANG Jianbo, PENG Jinlong

(Xi'an Qiyuan Mechanical and Electrical Equipment Co., Ltd., Xi'an 710018, China)

Abstract: To meet the urgent requirements of digitalization and information in the current transformer manufacturing industry, the network architecture in transformer core workshop management system is analysed. The software system frame for control and information management is established. This paper takes the transformer key cut-to-length production line as object of study. The software system is developed by using C# language, relational database, architecture with three layers and other key technologies. This system is used with the enterprise' information management system to better control and manage the production line and production data.

Keywords: transformer; cut-to-length production line; architecture; database design; C# language

0 引言

智能制造作为中国制造 2025 的主攻方向,为企业实现数字化、网络化和智能化提出了一个可以探索的路径。当前制造企业正在经历一场从传统的以经验为主的管理模式向以信息为基础的管理模式,即以信息化为支撑、信息化和工业化高层次深度结合,以信息化带动工业化、以工业化促进信息化,追求可持续发展的两化融合模式^[1]转变。作为制造类企业的核心环节——制造车间,它不仅是制造计划的具体执行者,也是制造信息的反馈者,更是大量实时制造信息的集散地^[2]。因此,制造车间管理和控制的信息化是实施“两化融合”的关键所在。

制造车间管理和控制的信息化是一个系统性的问题,需要从整体上通盘考虑,但是实现却是分步实现、交换渗透的过程。制造车间面临的是一条条具体的生产线,如何从生产线出发,自下而上提高生产线自身的自动化、信息化水平,是车间实现数字化、信息化的基础。本文结合公司多年来对变压器装备的研发,以变压器核心生产设备——横剪线为研究对象,开发了横剪生产线控制与信息管理系统软件,以提高横剪生产线自身的自动化、信息化水平,打通企业信息系统与横剪生产线设备之间的信息断

层,确保信息可以在企业内部及时顺利地传递,为变压器企业实现数字化车间、智能车间打下基础^[3]。

1 变压器横剪生产线简介

硅钢片横剪生产线是用于变压器铁心剪切加工的一种专用自动化设备,在变压器的制造过程中起着至关重要的作用,被称为电力变压器生产过程中的生产线^[4],其设备结构复杂、自动化程度高,零部件较多,与设备相关、与产品工艺相关的数据信息较多,制造信息量非常大。目前国内广泛使用的是自动化横剪生产线,根据加工范围,分为 200 型、400 型、600 型、900 型等多个规格、多种配置。

1.1 常规变压器横剪线的总体结构

图 1 为常规横剪线结构示意图,主要由开卷机、导料装置、送料机、冲剪单元、排料装置、理料系统、接料车、气动系统、电控系统、安全护栏等组成。

1.2 横剪线控制系统介绍

因横剪生产线系统复杂,伺服电机、运动执行部件和传感器较多,并对系统的性能有较高要求,因此,在控制系统中,下位控制器选用的是西门子的 Simotion 实时多轴多

作者简介:刘利军(1983—),男,陕西西安人,硕士,主要从事变压器专用生产装备研发、设计及智能制造领域的研究工作。

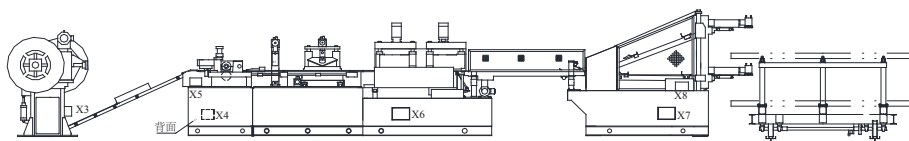


图1 常规横剪线结构图

任务运动控制器^[5],伺服电机均选用的是西门子高动态1FT6、1FK7同步伺服电机及S120驱动装置。软件采用PLC高级编程语言ST语言模块化编写,控制系统所有的控制和逻辑功能均通过软件来实现。各电机、阀、编码器、从站均使用西门子Profinet工业以太网现场总线技术,既

减少了现场连线,提高了电控系统的可靠性,又可满足对现场各类过程数据实时采集的需求。控制系统可实时采集设备各类故障信息、编码器数值、伺服电机、变频电机的电流、转速等信息。横剪线设备控制框图如图2所示。

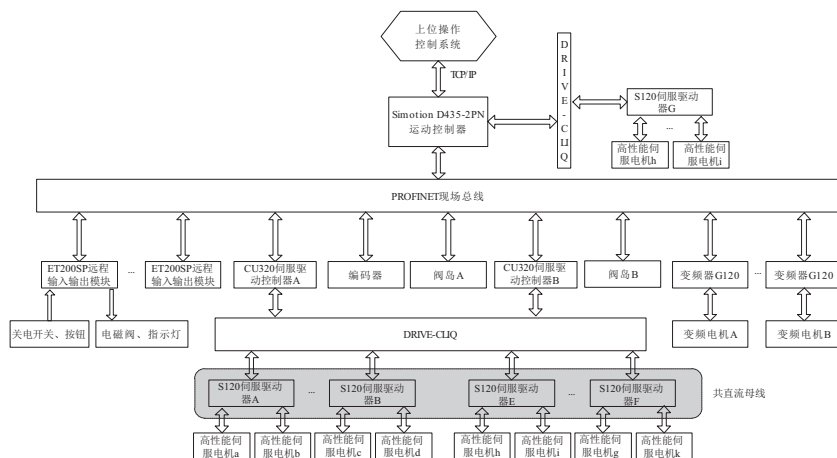


图2 设备控制框图

2 变压器铁心车间系统网络架构设计

变压器铁心车间主要完成硅钢片的纵向剪切、横向剪切、铁心叠片等任务,其主要设备有硅钢片横剪线、纵剪线、铁心翻转台等设备。各企业生产的变压器产品种类繁多,生产数据较多。车间管理的主要功能是以生产线为主线,以完成工厂下达的生产任务,并在任务实施过程中对生产过程中的各种数据进行监控、传输、统计、处理等。根据实际变压器铁心生产业务信息流向可建立如图3所示的铁心车间网络架构图。企业ERP、MES、PLM等系统对变压器生产任务数据进行提取、分析、处理,得到相应的变压器铁心数据、片型数据、生产任务数据,然后下发到横剪生产线控制及信息管理系统中,由横剪生产线控制及信息管理系统对相应设备进行控制,全周期监控、管理各个生产任务执行状态,并将生产数据实时或定期统计、整理汇总反馈回上层MES、ERP信息系统,从而实现变压器铁心生产过程的闭环控制。

3 横剪线控制及信息管理系统体系结构及功能结构设计

整个系统采用C#语言开发,基于WinForm三层分布式体系结构设计,充分采用模块化编程思想。其系统的总体结构如图4所示。表示层位于最上层,用于显示和接收

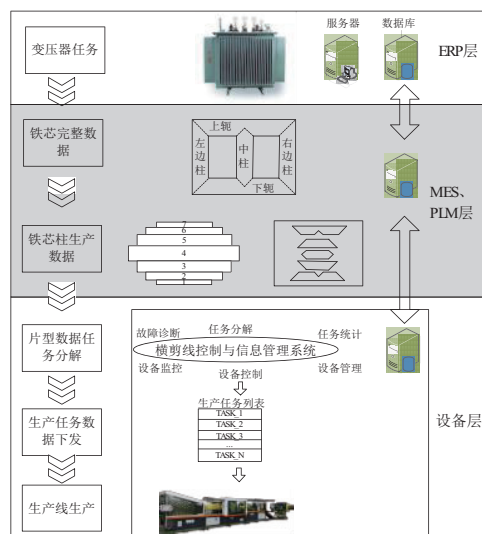


图3 变压器铁心车间网络架构

用户提交的数据,为用户提供交互式的界面;业务逻辑层是表示层和数据访问层之间沟通的桥梁,主要负责数据的传递和处理;数据访问层主要实现对数据的读取、保存和更新等操作。三层架构的优点在于增强了代码的可重用性,便于不同层次的开发人员之间的合作,可扩展性高、结构清晰、耦合度低^[7]。系统采用OPC或标准TCP/IP协议与下位西门子SIMOTION实时通讯,可采用数据库中间表、XML文件、OPC通信、消息服务、文本文件等多种手段

实现与企业信息系统如 MES、ERP 系统的集成。整个系统具有很好的灵活性和可重构性。

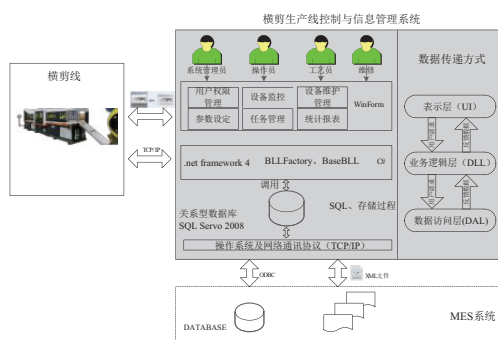


图4 横剪线控制及信息管理系统体系结构

横剪线控制及信息管理系统的主要功能结构由用户权限管理模块、设备控制模块、任务管理模块、生产统计模块等组成,其功能模块如图5所示。其中用户权限管理模块主要对系统使用人员信息和权限进行管理;设备操作模块主要包括横剪线设备监控、参数设置、片型管理、任务管理等功能;设备维护模块主要进行集中监视、管理设备的定期维护事项(如日检修、周检修、月检修、半年检修以及刀具使用寿命情况等)。生产统计模块主要是对变压器铁心生产任务的完成量、每天生产硅钢片量、设备开机率等信息进行统计,并可按指定报表格式输出。故障诊断模块主要是检测 PLC、伺服电机、变频器以及系统逻辑故障信息,并进行记录保存,便于后续追溯查询。

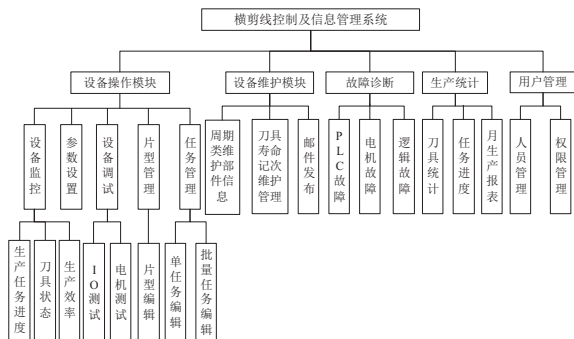


图5 横剪线控制及信息管理系统功能结构

4 控制系统设计及实现

4.1 数据库设计

本软件系统选用 SQL Server2008 关系型数据库来存储,使用 CA ERwin 7.0 数据库建模工具进行数据表的建立,采用合理的数据库表结构,建立了优化的数据库索引,设计了各表的主键、外键、约束规则,有效地保证了数据的完整性和快速检索要求。

4.2 系统实现

横剪线控制及信息管理系统软件主要包含用户登录模块、设备控制模块、任务管理模块、生产统计模块。用户进入登陆模块,输入用户名和密码便登陆到该系统,并根

据自己的权限可进行相应的软件操作。例如,要进行设备监控可以点击右上方的“监控”菜单进入相应的设备监控画面(图6),在该界面可实时显示设备及生产任务运行状态。通过“数据管理”—“片型管理”操作可进入片型编辑画面(图7),能够以图形、数据表格方式快速片型编程。点击“调试”菜单可打开调试界面(图8),设备关键部件(如电机、PLC IO 点、电磁阀、传感器等)进行独立测试。进入数据统计界面(图9),可以对生产任务数据、刀具寿命情况进行统计报表显示和输出。



图6 设备监控界面

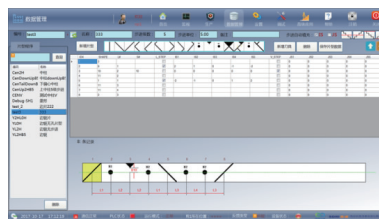


图7 片型编辑画面

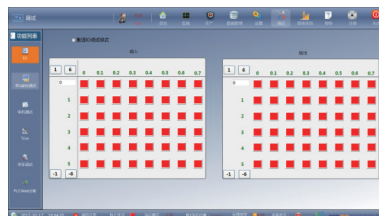


图8 设备调试界面

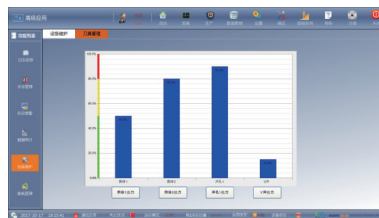


图9 数据统计界面

5 结语

数字化、智能化车间是变压器制造未来的发展方向。本文针对公司生产的核心变压器铁心生产设备——横剪线为对象,建立了变压器铁心制造车间的网络架构,并结合横剪生产线的特点设计了横剪线控制及信息管理系统 (下转第 155 页)

凹坑轴上插拔的可行性。

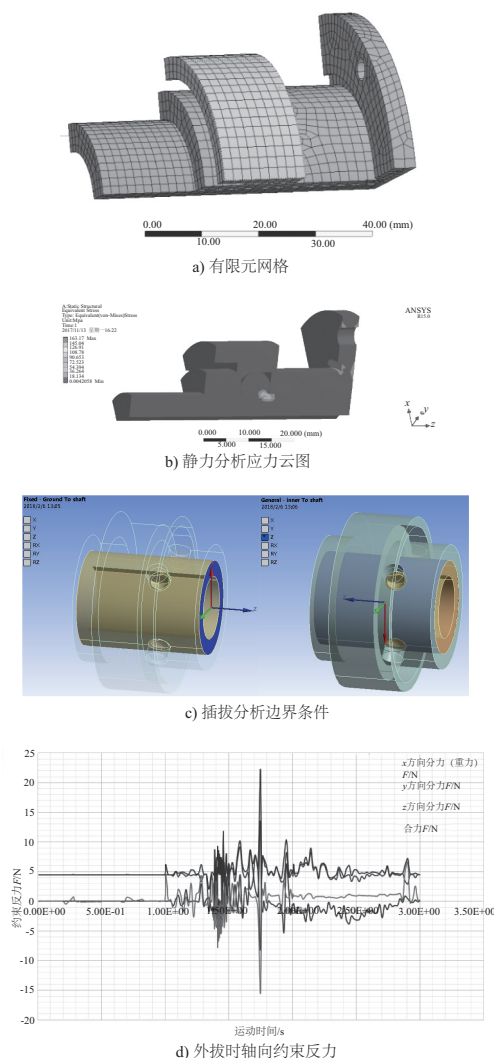


图7 快速接头有限元分析

在接头被卡套锁死时,接头需要承受由末端执行器工作所引起的弯扭组合应力以及轴向的拉力。静力分析时,采用对称分析简化仿真模型,为减少计算时间在平台承载

轴的截断处施加固定约束,在螺钉安装孔处施加轴向力 200 N,力矩 $20 \text{ N} \cdot \text{m}$,最大应力如图 7b) 所示为 163.17 N/mm^2 ,仿真结果满足强度要求。计算插拔力时,舍去了接头处的法兰并将承载轴、接头、卡球定义为刚体以减少网格数量,接触处设置摩擦系数 0.1,通过运动副施加接头与承载轴的运动以及平台承载轴的截断处的固定约束,对接头的卡套施加运动速度以模拟人工插拔的情况,采集固定处的约束反力。图 7c) 显示在向外拔接头时接头的位移与轴向约束反力的曲线图,最大反力为 22.206 N,结构未发生自锁,满足人工插拔的需要。最大反力发生位置为即将离开轴上凹坑,将与轴外表面接触时。

4 结语

本文提出一种可快速更换末端执行器的操作臂方案。通过快速接头和臂上搭载平台的配合,可实现排爆机械臂与多款排爆工具的快速更换。整套设备采用模块化设计理念,安装方便,结构紧凑。此外,所有导线与电气接口全部隐藏在装置内部,提高防护等级。最后,对快速接头进行了强度校核以及插拔反力的仿真以验证人工插拔的可行性,防止结构的不合理所带来的自锁。

参考文献:

- [1] Gondokaryono R, Wibowo P, Salman Y, et al. Budiarto A and Budiyo A, 2015, Design and manufacturing and explosive ordnance disposal robot chassis[J]. The Journal of Instrumentation, Automation and Systems, 2015, 2(1):31-36.
- [2] Li J, Song N, Tang Y, et al. Battlefield Explosive Ordnance Disposal Robot[C]// International Conference on Sustainable Energy and Environmental Engineering, 2016.
- [3] Kececi, E Faruk. Completely mechanical quick changeable joints for multipurpose explosive ordnance disposal robots[J]. Robotics, 2009, 27(4):28-31.
- [4] 明添. 排爆机器人操作臂机械系统设计及工作性能与作业规划研究[D]. 南京:东南大学, 2015.

收稿日期:2018-02-08

(上接第 144 页)

体系结构及功能结构。基于 C# 语言,采用关系型数据库、三层体系架构等技术开发的软件系统具有良好的可扩展性和可靠性。目前该系统已在我公司生产的横剪生产线设备中成功应用,效果良好。系统一方面扩展了横剪线设备的功能,另一方面对变压器铁心生产车间管理工作的标准化、数字化、信息化提供了有力的支持。

参考文献:

- [1] 曾辉龙. 论制造业数字化车间的建设思路分析[J]. 现代经济信息, 2012(24):134-135.

- [2] 孟丽丽,路春光,赵会珍. 制造企业车间管理与控制信息系统[J]. 电气与自动化, 2013(5):170-173.
- [3] 胡福康. 数字化车间设备集成技术探析[J]. 现代工业经济和信息化, 2017(16):48-49, 55.
- [4] 张锐,薛彦俊,刘志辉. 变压器铁心数控横剪生产线调宽导轨对剪片精度的影响分析[J]. 变压器, 2015(1):54-56.
- [5] 蒋彧. 三层网络架构在医院信息系统网络中的应用[J]. 医学信息, 2013(3):43-45.

收稿日期:2018-03-05