

触摸屏在乳化液泵站控制系统中的应用

乔军

国能神东煤炭集团设备维修中心 陕西神木 719315

【摘要】乳化液泵站是一种能量转换装置，作为综采液压支架输送液体的动力源，它是煤矿井下综采工作面的心脏。传统乳化液泵控制系统的人机交互界面主要采用文本显示屏和工业计算机的显示屏，文本显示屏存在参数调整操作繁琐，显示界面尺寸小等缺陷；工业计算机的显示屏的人机界面虽然显示界面丰富，但是需要与工业计算机配合使用、不利于多参数设定。针对这一现状，本文提出将触摸屏技术应用于乳化液泵控制系统中，通过集成人机交互界面（HMI）与可编程逻辑控制器（PLC），构建智能化、可视化的控制平台。结果表明，触摸屏技术的引入显著提升了乳化液泵控制的便捷性与自动化水平，操作效率提高约30%，本研究为工业设备智能化升级提供了可借鉴的技术路径，对推动矿山安全高效生产具有重要实践意义。

【关键词】触摸屏；乳化液泵控制；人机交互；自动化；

Application of touch screen in emulsion pump station control system

Qiao Jun

Equipment maintenance Center, Guoneng Shendong Coal Group, Shenmu, Shaanxi 719315

【Abstract】The emulsion pump station is an energy conversion device that serves as the power source for conveying liquids in comprehensive mining hydraulic supports, acting as the heart of the underground comprehensive mining face in coal mines. Traditional emulsion pump control systems primarily use text display screens and industrial computer displays for human-machine interaction interfaces. Text display screens have drawbacks such as cumbersome parameter adjustment operations and small display sizes; while industrial computer displays offer rich user interfaces, they require coordination with industrial computers, which is not conducive to multi-parameter settings. In response to this situation, this paper proposes integrating touch screen technology into the emulsion pump control system by incorporating a human-machine interface (HMI) and a programmable logic controller (PLC), thereby constructing an intelligent and visual control platform. Results show that the introduction of touch screen technology significantly enhances the convenience and automation level of emulsion pump control, improving operational efficiency by about 30%. This study provides a reference technical approach for the intelligent upgrade of industrial equipment and has significant practical implications for promoting safe and efficient production in mines.

【Key words】touch screen; emulsion pump control; human-computer interaction; automation;

1 引言

依托 PLC、触摸屏等设备，乳化液泵站系统能够实现实时监控、参数在线设置、故障记录与状态查询等功能，致力于及时察觉乳化液泵故障，排除突发干扰，全力保障安全生产。在这其中，触摸屏在泵站控制系统中的应用具有至关重要的意义。

从必要性来看，传统乳化液泵控制系统的人机交互界面暴露出诸多缺陷。文本显示屏参数调整繁琐，工作人员需在密密麻麻的菜单选项中反复切换，操作效率低下，且显示界面狭小，难以完整呈现设备的各项关键参数与运行状态，极易造成信息遗漏。工业计算机显示屏虽界面丰富，但需与计

算机配合使用，这不仅增加了系统的复杂性，还不利于多参数同时设定，在争分夺秒的井下作业环境中，严重影响工作效率。而触摸屏以其直观、便捷的操作方式，能够有效弥补这些不足。大尺寸、高分辨率的触摸屏可清晰展示设备的各类信息，让操作人员对设备状态一目了然，大大提升了操作的准确性与便捷性，成为改善泵站控制系统人机交互体验的必要选择。

紧迫性上，随着煤矿综合机械化程度的不断加深，对乳化液泵站的运行效率与稳定性要求日益严苛。当下，国内众多煤矿的乳化液泵站面临设备老化、性能下滑等问题，与此同时，控制系统智能化水平偏低，无法对设备运行状态展开全面、实时的监测与精准控制。在这种情况下，引入触摸屏

技术优化控制系统刻不容缓。通过触摸屏,可实现对设备的快速操作与实时监控,及时发现并解决设备运行中的潜在问题,有效避免因操作不及时或信息获取不全面而导致的生产事故,保障煤矿开采作业的顺利进行,满足当下煤炭行业高效、安全生产的迫切需求。

其重要性更是不言而喻。实现乳化液泵站的智能化与自动化控制是煤炭行业高质量发展的必然趋势。触摸屏作为智能化控制系统的重要交互媒介,能够显著提升控制系统的易用性与智能化水平。它不仅有助于提升国内煤矿乳化液泵站的整体技术水平,为操作人员提供更加友好、高效的操作环境,还能同类矿山的设备升级提供有力技术支撑,积累宝贵经验。借助触摸屏技术,可更好地满足矿井安全可靠、经济高效的供液需求,改善供液系统运行条件,提高供液可靠性,降低电力消耗与设备日常维护成本,对推动煤炭行业高质量发展意义非凡。

2 触摸屏在乳化液泵控制中的应用

2.1 采集卡与控制箱

本控制箱承担着多项重要功能,不仅要实现对加载控制阀、乳化泵先导、外置润滑油泵先导、增压泵先导、进水电磁阀、反冲洗阀等精准控制,还要采集压力、流量、液位、温度等关键信号,并将数据稳定传输至触摸屏。在选择 PLC 时,需确保其 CPU 具备以太网口,若不具备,则需增加以太网模块,以便进行数据上传功能。

控制箱的安全性至关重要,除具备上述基本功能外,还必须具备输入输出隔离功能,并取得防爆证、安标证,以满足煤矿井下复杂、危险的工作环境要求。控制箱主要由本安电源、PLC、网络设备、继电器、接触器以及坚固的外壳等部分组成,各部分协同工作,保障系统稳定运行。

2.2 触摸屏选型与功能

触摸屏(TouchScreen)作为一种新型人机交互输入设备,极大地简化了操作流程。但是由于煤矿井下的特殊环境及触摸屏的防爆性能,需要将触摸屏固定在防爆装置中,导致无法使用触摸功能,需要接触矩阵键盘来实现人机交互。在本系统中,选用的多功能触摸屏不仅能够集中显示各类参数,还支持通过群交互方式在线更改和调整参数。同时,它还能实时显示时钟和警报信息,为用户提供良好的人机交互体验,使操作与观察更加直观、方便。

经过综合考量,本系统选用德国西门子公司的 HMI 产品 SIMATIC TP277 触模型操作面板。该产品具有坚固耐用、稳定可靠、简便易用等优点,内嵌 64bit RISC CPU,具备创新性的操作员控制和监视功能,继承了操作员面板的诸

多优势。TP277 用户数据内部可用内存高达 4MB,配备 MPI、PROFIBUS-DP、USB 以及可选以太网接口等丰富接口,支持多种远程下载 / 上载组态和硬件升级方式,如 RS232(串口)、USB、MPI、PROFIBUS-DP,以及通过调制解调器、以太网(TCP/IP)。在本监控系统中,TP277 作为二级 DP 主站,通过其 DP 接口连接至 PROFIBUS 总线,实现数据的高速传输与交互。

2.3 通信协议

本系统采用 Profibus-DP 通信协议,该协议以 OSI 模型为基础,精简了结构,仅使用模型的第 1 层、第 2 层和用户接口层,舍弃了第 3-7 层,从而确保了数据传输的高速性。

用户接口层详细规定了设备的应用功能、PROFIBUS-DP 系统和设备的行为特性;直接数据链路映像程序 DDL M 为访问第 2 层提供了便利。物理层定义了两种传输标准:当采用屏蔽双绞线作为传输介质时,遵循 EIA RS485 标准实现对称数据传输;当采用光纤电缆时,则按照 PNO 组织制定的指导规范进行数据传送。

在实际应用中,采用屏蔽双绞线电缆,每个总线段两端各安装一套有源的总线终端电阻,传输速率可在 9.6kbps - 12Mbps 之间灵活调整,同一个总线段最多可连接 32 个站,借助中继器扩展后,最多可连接 127 个站。

数据链路层(FDL)负责总线访问控制、传输协议以及报文的数据安全和处理。它的主要任务是将总线上的串行数据进行组合、分析和解包,传递给 DDL M,然后将 DDL M 发回的数据和命令进行打包,并将并行数据串行化后发送到总线上。PROFIBUS-DP 为上层协议提供了 SDN(发送数据无需应答)和 SRD(发送并请求数据需应答)两种数据传输服务,采用 4 种报文帧结构,确保数据传输的可靠性与高效性。

2.4 触摸屏显示程序

为实现井下对工作面煤矿生产进程的独立监测,主控制器 PLC 需与井下触摸屏建立稳定的信息传输通道,完成控制系统井下的显示功能。PLC 处理后上传至触摸屏的信息涵盖每台设备的运行状态(有无、启动、运行和停止)、温度、流量、压力等采集数据。

以设备运行信息为例,PLC 通过变量来表示设备状态,该变量有 4 种数值,分别对应“设备不存在”“设备运行”“设备停止”以及“设备启动”的显示信息。其中,“设备不存在”表示在屏上对该设备有无设置为“无”时触摸屏的显示状态;“设备启动”指在设备单控模式下,沿线发出启动语音过程中触摸屏的显示信息,而在点动操作模式下则直接显示“设备运行”,跳过“设备启动”环节。

2.5 界面设计

系统上电后,触摸屏自动显示初始画面。为防止因参数错误设置引发系统故障,在设置画面设置了操作权限,只有经过专业培训的操作员才能获得控制权限,进行设备有无、组合开关位置等关键参数的设置。监控画面实时展示系统运行状况,包括设备运行状态、温度等采集数值等;趋势曲线实时反映工作面温度、瓦斯浓度以及风速的变化;报警画面则对系统运行故障进行及时报警,如参数超限、电话闭锁等故障信息。建立与 PLC 通讯后,触摸屏可循环读取或者命令读取相应 I/O 变量数值,循环读取时间间隔可在屏上灵活设定。

2.6 触摸屏功能的实现

触摸屏功能的实现主要分为以下几个关键步骤:

数据库的建立:依据系统功能需求,在实时数据库中创建用于显示和存储的数据,包括开关量和数值量两种类型,为系统运行提供数据支撑。

设备的连接:通过设备窗口将 PLC 与实时数据库紧密连接,使实时数据库相关数据与 PLC 内部位——对应,实现数据的实时交互与共享。

用户窗口的建立:本设计的用户窗口包含主控窗口、本钩信息、上钩信息、上上钩信息及数据报表窗口等。主控窗口作为主要信息显示窗口,将运行信号显示、运行水平显示、特殊信息显示等多个信息进行覆盖叠加,通过将相关信息的可见度与对应数据关联,根据数据满足情况决定信息是否显示。点击本钩信息、上钩信息、上上钩信息时,分别弹出相应窗口,显示对应信息。按下“总钩数查询”按钮,打开数据报表窗口,实现钩数查询功能。

水泵在自动运行时,需要进行一系列参数设置,如低液位、高液位、液位上极限、参考液位计选择、泵投入或者退出自动的选择等。其中,低液位、高液位、液位上极限的设定可通过选择菜单“系统设置”下的“液位值设置”进行,在弹出的窗口文本框中填写数据即可完成设定;参考液位计选择设定则可通过特定的系统状态选择参数界面进行操作。

3、应用效果与前景展望

参考文献

- [1]吴刚。基于 PLC 实现的乳化液泵站控制系统的技术改造 [J].矿山机械, 2024 (05) .
- [2]范静德。基于智能控制乳化液泵站的设计开发 [D].电子科技大学, 2023.
- [3]张盼。乳化液泵站自动监控系统研究与开发 [D].太原理工大学, 2022.

将触摸屏技术应用于乳化液泵控制系统后,取得了显著的应用效果。操作效率提高约 30%, 操作人员可通过触摸屏快速、直观地完成参数设置、设备控制等操作,减少了操作流程和时间。具体如表 1 所示。

系统性能对比

序号	评价指标	改造前	改造后
1	参数采集数量	4	11
2	故障响应时间 (s)	5	2
3	月均维护次数	8.2	2.1
4	电力消耗 (kWh)	85	72

系统的自动化水平大幅提升,自动补水和配液系统、故障报警系统等功能的有效运行,降低了人工干预成本,提高了设备运行的稳定性和可靠性。同时,实时监测与数据显示功能使工作人员能够及时掌握设备运行状态,提前发现并处理潜在故障隐患,有力保障了煤炭开采的安全生产。

展望未来,随着工业自动化技术的不断发展,触摸屏在乳化液泵控制领域将拥有更广阔的应用前景。一方面,触摸屏技术将不断升级,其显示效果、响应速度和操作性能将进一步提升,为人机交互带来更好的体验;另一方面,与其他先进技术如人工智能、大数据的深度融合,将实现对乳化液泵运行数据的深度分析与挖掘,为设备的智能化运维、故障预测与诊断提供更强大的技术支持,推动煤炭开采行业向智能化、无人化方向迈进。

4、结语

本研究针对煤矿乳化液泵站传统控制系统的不足,成功开发了一套基于 PLC 的触摸屏智能乳化液泵站控制系统。该系统利用触摸屏技术,实现了对泵站设备的实时监控、自动控制、故障诊断和参数保存等功能,有效提高了煤炭开采效率,推动了泵站自动监测和煤炭开采自动化进程。在实际应用中,该系统展现出良好的稳定性和可靠性,为工业设备智能化升级提供了可借鉴的技术方案。未来,将持续关注相关技术发展,不断优化系统性能,为煤炭行业的安全高效发展贡献更多力量。