

PROFIBUS-DP在大型液压矫直压力机中的应用

苏振华 王社昌 马海宽 胡阳虎 刘维鸽 邱立朋
中国重型机械研究院股份公司 陕西 西安 710032

摘要: 依据芯棒矫直生产工艺流程, 芯棒矫直自动控制系统可划分为下位机(PLC)控制系统与上位机(工控机)控制系统。引入PROFIBUS现场总线及智能PLC现场设备, 实现了系统的分布式控制与简化安装。为满足控制需求, 系统采用两层网络架构, 详细阐述了下位机(PLC)控制系统的硬件设计及通信设置, 对芯棒矫直行业的自动化改造具有一定的参考价值。

关键词: PROFIBUS; PLC; 芯棒矫直

引言

大型液压矫直压力机主要用于无缝钢管轧制中芯棒轴的矫直。芯棒轴在粗加工外圆并调质处理后, 会产生一定的弯曲变形, 影响后续工序, 因此需要通过矫直方法将弯曲变形控制在规定范围内。本文介绍的矫直压力机矫直力为30MN, 是国内目前矫直力最大的全自动液压矫直机, 可对直径 $\phi 120\text{mm}\sim\phi 500\text{mm}$ 的棒材及轴类进行自动矫直。在国内外压点弯曲矫直工艺中, 常见的矫直设备可分为普通液压校正压装机、手动伺服精密矫直液压机和全自动精密矫直液压机三大类, 这些设备一般矫直的轴直径和长度较小。对于这种大尺寸、大弯矩、大压力、高精度要求的全自动液压矫直机, 仍需进一步研究。

1 热芯棒矫直生产工艺流程简介

热芯棒矫直生产工艺流程是确保热芯棒质量的关键环节, 其设计之严谨、执行之高效, 为热芯棒产品的稳定可靠提供了坚实保障。生产伊始, 精准吊装环节便显得至关重要。操作人员凭借熟练的技能, 将待矫直的热芯棒工件平稳、精确地放置于旋转支架上, 这一步骤为后续的矫直工作奠定了坚实的基础。随后, 检测装置启动, 对工件进行全方位、全长度的细致检测。借助先进的检测技术, 精准获取工件的弯曲度、直线度等关键数据。这些数据不仅反映了工件的当前状态, 更成为制定矫直工艺方案的核心依据。专业技术人员根据检测数据, 深入分析工件的弯曲状况, 量身定制矫直工艺方案, 明确各项工艺参数。这一步骤体现了工艺流程的个性化和精准化, 确保每一根热芯棒都能得到最合适的矫直处理。矫直机与V型支架协同移动至指定位置, 按照既定参数对工件实施精准矫直。矫直过程中, 操作人员

需密切关注设备运行状态和工件变化, 及时调整参数, 确保矫直效果达到最佳。这一环节考验着操作人员的专业素养和反应能力。矫直完成后, 检测装置再次对工件进行严格检测。这一步骤是对矫直效果的最终确认, 只有合格工件才能进入下一环节, 确保了产品的质量。最后, 矫直机移至一端, 为吊走工件腾出空间, 一个完整的热芯棒矫直生产循环至此顺利完成。这一流程不断循环往复, 不仅确保了热芯棒产品质量的稳定性和可靠性, 也为相关行业的健康发展提供了有力支撑^[1]。

2 矫直机电气控制系统的总体设计

芯棒矫直自动控制系统根据生产工艺可分为下位机(PLC)控制系统和上位机(工控机)控制系统两部分。

2.1 系统硬件网络结构设计

为满足现场控制需求, 系统采用管理层、监控层和现场设备层的两层网络结构。现场设备层: 包含生产现场的传感器、变频器、I/O部件、软启动器、电磁阀等设备, 如主机、矫直支架、可升降旋转辊道装置、旋转装置、工件直度自动检测系统等。监控层: 由工控机组成, 负责监控、优化、调度等信息传输, 并为管理层提供控制信息。监控层信息传输具有周期性和实时性, 数据吞吐量大, 因此需要较大带宽的网络^[2]。PROFIBUS-DP是一种高速、低成本的通信方式, 能满足需求。压机控制系统和直度检测系统分别设有监控计算机, 压机控制系统计算机安装在操作室, 用于监控压机系统, 包括操作、参数设置、数据设置、数据库管理等, 可直观显示设备工作状态, 并设定生产工艺参数、显示实际工艺参数、故障报警信息及联动操作提示。计算机选用研华工业PC机, 在Windows环境下运行设备监控软件, 与PLC、变频调速器及直度自动检测系统进行数据交换^[3]。直度自动测量系统计算机安装在设备现场, 用于控制、数据处理和人机交互。操作者可在主控室通过上位控制

作者简介: 苏振华(1983-), 男, 正高级工程师, 研究方向: 锻造、挤压等金属成形高端装备自动化研发设计工作

计算机或PLC控制器连接的HMI对矫直机进行控制,所有连接均通过通信总线实现。PLC控制系统根据上位机数据控制龙门架移动,驱动电机使其到达矫直压点位置,控制V型支架移动和开口距离,控制工件转动角度,最终完

成矫直操作。一次矫直流程完成后,由测量系统复测工件轴心线直线度,直至合格^[4]。PLC控制系统通过温度传感器监测工件温度,计算机根据温度确定矫直工艺,若温度低于设定值则报警。系统结构如图1所示。

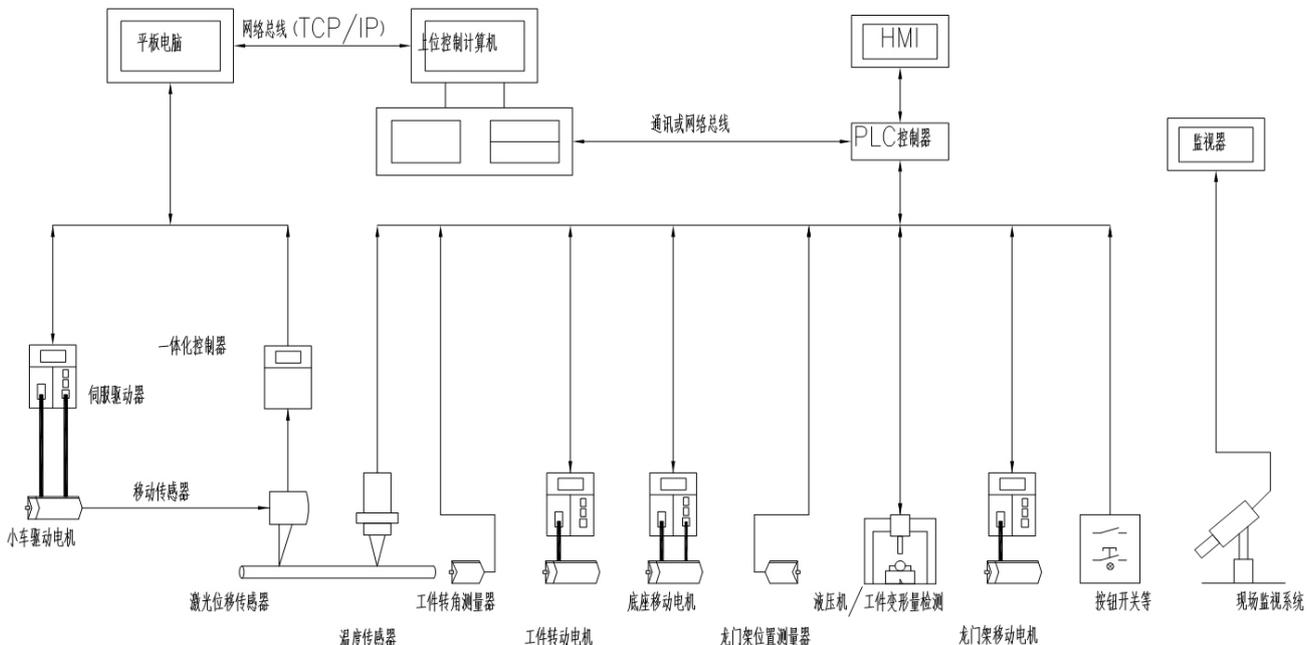


图1 矫直机系统组成

2.2 主要电气元件的选型及模块配置

针对特定的控制对象和任务,经过深入分析,我们选定了SIMATIC S7-300系列PLC中的CPU315-2DP作为主站和智能从站。CPU315-2DP凭借其出色的可扩展性和强大的通信能力,成为中等规模控制系统的理想选择。它所配备的PROFIBUS-DP接口和MPI接口,为系统实现了多种通信方式,确保了数据传输的稳定性和高效性。为了进一步加强PLC与工控PC机之间的通讯,我们选用了CP341模块,并通过RS232方式实现连接。这一配置使得工控PC机能够全面完成PLC的配置、编程、参数设定等关键任务,同时还能实现在线监控、数据采集与存储等功能,为控制系统的智能化管理提供了有力支持。在HMI方面,我们选择了西门子的MP377-12' touch面板。这款面板集成了两个PROFINET接口,非常适合工业网络应用环境。通过使用WinCC flexible 2007标准版或更高版本进行组态,我们能够轻松实现人机交互的直观性和便捷性,进一步提升控制系统的操作体验^[5]。

3 基于STEP 7的PLC控制系统设计

3.1 控制系统程序设计

本系统程序由HMI程序和PLC控制程序两大核心部分组成,共同致力于实现高效、精准的工业控制。HMI程

序基于Wincc-flexible-2008组态软件,为操作人员提供了一个直观、易用的交互界面。通过简单的调用和切换画面,操作人员可以实时监控生产过程的每一个环节,确保一切尽在掌握。同时,故障报警功能能够第一时间通知操作人员潜在的问题,而历史趋势图则为生产分析和优化提供了有力的数据支持。另一方面,PLC控制程序则负责根据上位机传输的实时数据,对龙门架、V型支架、工件转动以及压机矫直操作进行精确控制。这种精准的控制确保了生产流程的顺畅进行,避免了任何可能的误差和延误。两者协同工作,形成了一个高度自动化和智能化的过程控制体系。这不仅大大提升了生产效率,还进一步提高了产品质量,为工业生产带来了前所未有的便利和效益。

3.2 控制系统通讯实现

本系统巧妙地融合了工业以太网和PROFIBUS-DP网,为工业通信树立了新的标杆。工业以太网作为工厂的局域网骨干,通过双绞线将检测计算机与上位控制PC紧密连接,利用TCP/IP协议实现高效的数据交换。为了确保数据的安全性和准确性,系统不仅配备了专用防火墙,还采用了固定IP地址,为数据传输提供了双重保障。与此同时,PROFIBUS-DP网以其专业的工业通讯能力,

承担起了PLC主站与从站、PLC与HMI设备之间的关键通讯任务。DP总线连接方式，配合1.5M的高波特率，确保了数据传输的快速、稳定和安全。这种双网融合的架

构，不仅实现了工业控制的高效运行，还为未来的扩展和升级提供了强大的网络支撑，为工业自动化的发展奠定了坚实基础。系统结构如图2所示。

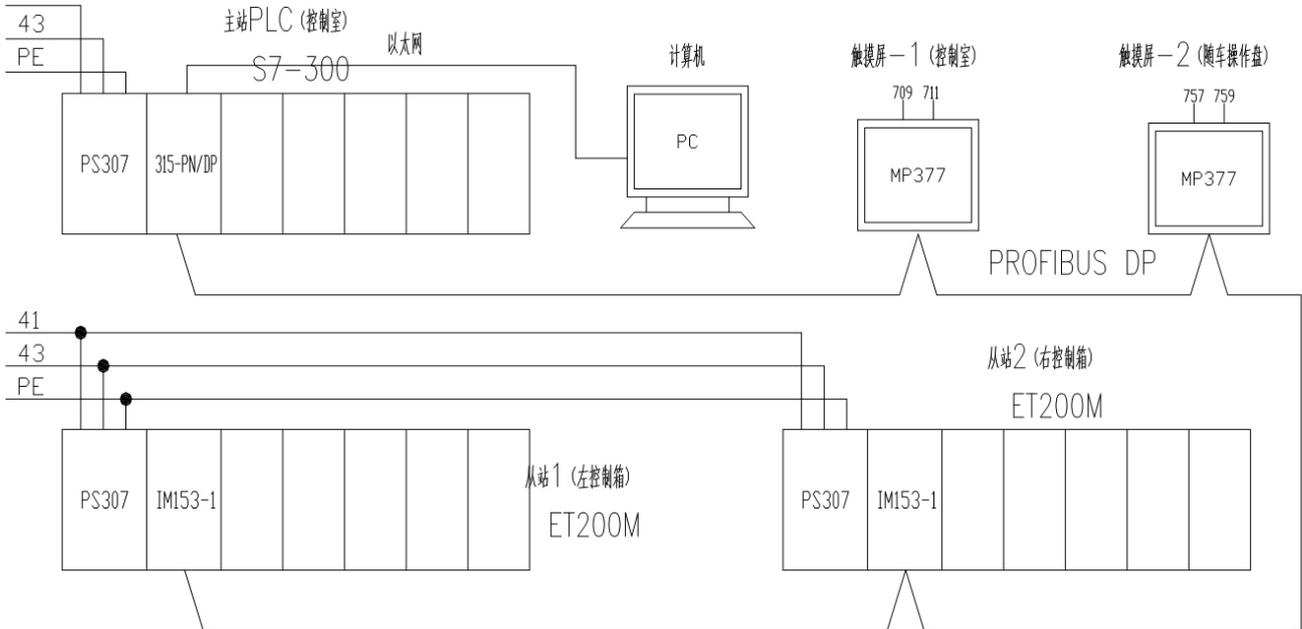


图2 矫直机控制系统

4 系统特点

在繁多的现场总线系统中，PROFIBUS以其独特的优势脱颖而出，成为加工制造、过程控制和自动化领域的佼佼者。其背后的强大支撑，便是稳定的国际标准EN50170。这一标准不仅为PROFIBUS奠定了坚实的理论基础，更在实际应用中验证了其普遍性和可靠性。PROFIBUS的开放性和厂商无关性通信理念，是其成功的关键之一。这种理念打破了传统通信的壁垒，实现了不同厂商设备之间的无缝对接，极大地提升了工业生产的灵活性和效率。想象一下，各种设备如同乐队的乐器，而PROFIBUS就是那位指挥家，让它们协同演奏，奏出工业生产的和谐乐章。市场调查显示，PROFIBUS在德国和欧洲市场的开放性工业现场总线系统中所占份额超过40%。这一数据不仅彰显了其在市场中的领先地位，更反映了用户对其的高度认可和信赖。PROFIBUS的广泛应用，离不开众多国际知名自动化技术装备生产厂商的支持。这些厂商不仅拥有技术优势，能够提供高质量的产品，还致力于提供广泛的技术服务，为用户解决实际问题。他们的支持，如同强大的后盾，推动了PROFIBUS的普及和应用。正是凭借稳定的标准、开放的理念和强大的厂商支持，PROFIBUS在工业通信领域独树一帜，成为推动工业自动化发展的重要力量。它如同工业通信的领

航者，引领着行业向着更加高效、智能的未来迈进。

结语

在芯棒矫直控制系统中引入PROFIBUS现场总线技术和工业以太网技术，显著减少了现场接线工作量，使安装、调试和设备维护更加便捷。通过上位监控机与下位PLC及其他智能现场设备的通信，实现了系统的分布式控制，整个网络速度快、开放性好、性价比高。控制系统采用的冗余方案能有效避免因单一控制设备故障导致的工厂停工，降低工厂损失。因此，本文设计的芯棒矫直控制系统可为芯棒矫直生产行业的现代化改造提供参考。

参考文献

- [1]张超逸,唐铖,钱雪平等.宽厚板矫直机控制系统的研究[J].中国金属通报,2023(3):77-78.
- [2]尹新平.液压矫直机PLC控制系统[J].自动化与仪器仪表2019(5):38-39.
- [3]朱向阳.多流矫直机电气自动化控制系统的自主研发[J].中国科技纵横,2018(13):4-5.
- [4]陈立定.电气控制与可编程控制器的原理与应用[M].北京:机械工业出版社,2005(14):26-28
- [5]吴敏,杨帆.基于PLC的矫直机控制系统[J].武汉化工学院学报,2005(2):21-22.