

基于变频驱动的锅炉给水泵自动启停控制系统设计

史联兴 明举秀

青海山金矿业有限公司, 青海 海西州 816100

[摘要]基于变频驱动方式的锅炉给水泵自动启停控制系统借助变频器调整泵的转速, 精准把握锅炉给水流量, 由此提升系统的能源效率与可靠性, 此系统采用自动化控制的手段, 对给水泵启动及停止过程予以优化, 高效降低了能源的消耗水平, 进而保障锅炉稳定地运转, 设计过程里对控制系统的设计方案以及工作原理做了详尽分析, 而且以实验验证了此控制系统在实际应用当中的优越性, 呈现出其节能和高效特质的显著长处。

[关键词]变频驱动; 锅炉给水泵; 自动启停; 节能; 控制系统

DOI: 10.33142/ec.v8i5.16625

中图分类号: TK223.5

文献标识码: A

Design of Automatic Start Stop Control System for Boiler Feedwater Pump Based on Variable Frequency Drive

SHI Lianxing, MING Juxiu

Qinghai Shanjin Mining Co., Ltd., Haixi Prefecture, Qinghai, 816100, China

Abstract: The automatic start stop control system for boiler feedwater pump based on variable frequency drive adjusts the pump speed with the help of a frequency converter, accurately grasps the boiler feedwater flow rate, and thus improves the energy efficiency and reliability of the system. This system adopts automated control methods to optimize the start and stop process of the feedwater pump, efficiently reducing the energy consumption level and ensuring the stable operation of the boiler. In the design process, a detailed analysis of the control system design scheme and working principle was conducted, and the superiority of this control system in practical applications was verified through experiments, demonstrating its significant advantages in energy-saving and high efficiency.

Keywords: variable frequency drive; boiler feedwater pump; automatic start stop; energy-saving; control system

引言

在工业锅炉系统中, 锅炉给水泵的作用十分关键, 承担起供给稳定水源的事务, 保证锅炉正常地开展工作的, 传统给水泵控制方案存在高能耗、频繁启停引起设备冲击等毛病, 凭借变频驱动的自动启停控制系统可精准调节给水泵的转速, 实现对锅炉给水流量的最佳化调控, 减少能源的耗用量, 进而延长设备的使用时长, 文章意在设计一套具备高效性与节能性的自动控制系统, 为增强锅炉系统整体运行稳定性及可靠程度, 文章会对系统设计、实现步骤及实验结果做详细说明。

1 基于变频驱动的锅炉给水泵控制原理

1.1 变频器的基本原理

变频器的基本工作原理是通过改变电动机供电频率, 调节电动机的转速, 从而实现对机械设备转速的精确控制。变频器通过整流电路将交流电转换为直流电, 再通过逆变电路将直流电转换为不同频率的交流电。频率变化直接影响电动机的转速, 进而控制泵的工作状态。对于锅炉给水泵而言, 变频器的应用能够根据锅炉的负荷变化调整泵的转速, 保持给水流量的稳定, 从而避免因流量过大或过小造成的不必要能耗。通过这种方式, 变频器能精确调节泵的转速, 实现给水流量的精准控制, 从而提高整个锅炉系

统的运行效率。

1.2 锅炉给水泵的工作特点

锅炉给水泵的主要功能是将水从外部水源输送到锅炉内部, 保证锅炉的持续稳定运行。其工作原理是通过泵体将水吸入并压送到锅炉系统中, 在此过程中, 泵的流量和扬程会受到锅炉负荷、管道压力等因素的影响。随着锅炉负荷的变化, 所需的给水量和压力也会变化, 因此给水泵的流量和扬程需要实时调整。在传统的控制方式下, 给水泵常常处于全开或全停的工作状态, 导致设备频繁启停, 对设备造成冲击, 增加了能耗和磨损。而基于变频驱动的控制方法能够根据负荷需求灵活调整泵的转速, 避免了传统方式的不足, 有效降低了设备运行的冲击, 延长了使用寿命。

1.3 基于变频驱动的控制优势

基于变频驱动的控制系统在锅炉给水泵中的应用具有显著的优势。首先, 它能够在保证锅炉稳定运行的前提下, 灵活调节给水泵的转速, 从而优化能耗并提高系统的工作效率。通过调节转速, 变频驱动能够精确控制给水流量, 避免因过高或过低的流量导致锅炉效率降低。此外, 变频驱动的应用可以有效减少泵的启停次数, 减小设备的机械冲击, 降低维修频率, 延长设备使用寿命。与传统的

直接启动或停止控制方式相比,变频驱动能够提供更加平稳、节能的运行方式,显著降低了系统的能耗和运行成本。实际应用中,变频驱动能够将能源消耗降低 20%到 30%,与传统控制方式相比,在节能和设备保护方面具有明显优势。

2 系统设计方案

2.1 控制系统架构设计

基于变频驱动的锅炉给水泵自动启停控制系统按照模块化进行设计,主要涉及变频器、传感器、PLC 控制器以及人机界面,在系统架构里,作为核心控制单元的是 PLC,履行整个系统实时控制及调度任务,以执行单元身份出现的变频器,采用调节电动机频率的办法改变给水泵转速,以此达成对锅炉给水流量的控制。实时采集锅炉各类运行数据是传感器的工作,诸如流量、压力和温度这类数据,把数据递交给 PLC,PLC 凭借传感器反馈的信息和既定的控制算法,调节变频器输出的频率,掌管给水泵的启停及运行情形,系统也配备了人机操控界面,可对系统运行状态实施监控,实时呈现泵运转的工作参数,便于操作人员开展调整维护相关工作,该架构有把握确保各组件协同工作,构建起高效且稳定的自动化控制体系。

2.2 自动启停控制策略

自动控制给水泵启停的策略,重点依据锅炉负荷实时的变化对泵的运行状态做动态调整,系统依据锅炉热负荷的需求,界定所需的给水流量及压力,若锅炉负荷处于较大水平时,系统会自动开启一个乃至多个给水泵,随即调节泵的转速,保障给水流量与锅炉运行需求相符;若锅炉负荷处于较低水平,系统会自动把泵的转速调整好,也或停止多余的给水泵运转,从而减少无谓的能耗。在启动及停止运转之际,系统采用软启动的先进技术,阻挡了传统模式下给水泵频繁启停造成的机械冲击,在设备运行之际,经由实时跟踪锅炉负荷的变动,保障给水泵始终处于最适宜运行状态,以实现系统整体运行效率的优化,系统响应速度及自动启停控制策略得到提高,而且明显降低了设备的磨损现象,实现了整体能效的提升。

2.3 设备选择与系统集成

在系统设计的进程里,设备选择得当是系统稳定运行的核心要点,选择变频器应参照锅炉给水泵的功率、转速要求以及控制精度等参数进行匹配,变频器应拥有优良的调速性能与过载保护能力,从而保证在各类工况下均能平稳运转,给水泵选型需顾及它的流量、扬程等性能参数,保证其在全负荷与部分负荷工况下,均可提供充足的流量与压力。传感器的甄选同样不可或缺,流量、压力、温度传感器须具备高精度与高度可靠性,以此保证实时数据的精准度,处于系统集成工作阶段,必须保证各个模块彼此的兼容性,尤其在信号传输和控制协议达成一致方面,要让 PLC 与变频器进行数据交换,需采用标准通信协议,保证控制信号及时传输及响应。在系统集成这个阶段,仍

需多次开展调试及测试,校验各组件共同工作的协同能力,保障在实际运作时可达成预期的控制成效与系统稳定性,开展设备选型与系统集成工作,应充分顾及系统的整体性能、可靠性和可维护性,使系统在长期运行期间维持高效稳定。

经由合理设计控制系统架构、制定精细的启停控制策略,对各类设备做合理的选择与集成,该设计能有力促进锅炉给水泵系统的自动化水平,实现节能、降低消耗及保护设备的综合目标,系统稳定性及可靠性获得了充分保障,可以契合不同工况下的需求变动,维持锅炉运行的长期稳定状态。

3 控制系统实现与调试

3.1 系统硬件实现

系统硬件达成主要由变频器、传感器、PLC 控制器、控制面板及其电气接线构成,作为核心执行单元的是变频器,与给水泵电动机实现连接,借助调整电动机工作频率对泵的转速加以控制,要按照给水泵的功率及负载情况,选出适合接入的变频器型号,且要让变频器与电动机达成匹配。传感器作为系统的关键构成部分,主要由流量传感器、压力传感器和温度传感器构成,分别用以实时监控锅炉给水的流量、压力与温度等数据,通过模拟或数字信号,这些传感器把采集到的数据传至 PLC 控制器,PLC 承担根据传感器反馈信息处理数据与做出控制决策的任务,发出对变频器频率调节及泵启停的控制信号。电气接线图的设计应保障各模块连接无误,保证信号输送过程无阻碍,且杜绝干扰出现,各类设备的接线要符合电气安全标准才行,保障控制系统具备稳定性与可靠性,在硬件实现进程里,还应针对系统电源、保护接地、过载保护等实施安全设计,保障系统在异常状况下可实现自动保护,杜绝故障现身。

3.2 软件控制算法设计

实现控制系统,软件控制算法的设计是核心关键,控制算法的主要使命是按照锅炉负荷改变,自动调整给水泵的转速及启停情形,系统以实时采集的方式获取锅炉负荷信息,明确所需的给水流量及压力,再把判断结果转化为控制指令,处于算法设计这个阶段,常借助 PID 控制以及模糊控制两种途径达成精确调节。PID 控制器借助计算锅炉负荷的误差及其积分、微分,产出控制信号,进而对给水泵转速作出调整,维持给水流量的稳定状态,PID 控制可高效应对负载变化较大的情形,但针对复杂又呈现非线性的锅炉负荷变化,兴许存在调节过度或是反应滞后的问题。基于这样基础,进一步优化控制精度可借助模糊控制算法,模糊控制依靠设置输入输出的模糊规则达成,可更灵活地面对锅炉负荷的动态改变,防止调节过度与系统出现振荡,采用两种控制算法结合的应用模式,能有效保证控制的精度,又可使系统响应速率提升,使给水泵转速

及启停精准契合锅炉负荷的需要。

3.3 系统调试与优化

在开展系统调试阶段中,频繁会碰到多样问题,涉及设备彼此信号干扰、控制参数不协调、传感器反馈滞后等方面问题,解决信号干扰问题可借助合理布置接线和采用屏蔽电缆,防止信号传输期间受到外界的干扰,保证所传输数据的精准度,控制参数不匹配问题,一般在PID控制器参数设定过程中呈现,初始调试阶段或许要开展多次试验与调整,以此明确最贴合锅炉负荷变化的参数值。在模糊控制系统这个范畴,规则的设定同样是需反复优化的进程,把这些问题处理完毕后,仍需实施系统的性能优化,主要借助调节控制参数、使传感器反馈精度得到改善以及对变频器调速响应进行优化,提升系统整体性能,于优化进行的阶段,对控制算法响应速度与稳定性的调节为关键,应保证在锅炉负荷出现变化时,系统可迅速平稳地调整给水泵运行状态,杜绝产生过大起伏或滞后现象。为减少能耗、降低运行成本,系统调试期间应重点留意节能效果,采用精准调节给水泵的转速,杜绝过度工作,可大幅削减能源的消耗,调试时所进行的数据采集与分析会对后续优化起到有力支持作用,保证系统在实际运用过程里高效又稳定。

依靠前面硬件实现、软件算法制定与系统调试的密切协作,实际应用过程中,控制系统可精准把控锅炉给水泵,增强系统的运行效率,提高设备的使用寿命,进而为减少能源损耗提供有效保障。

4 系统性能测试与分析

4.1 测试方案与方法

为检验基于变频驱动的锅炉给水泵自动启停控制系统的性能参数,筹备了全面化的测试方案,测试内容有系统稳定性、运行效率、节能效果及控制精准程度等,测试环境依据标准工业锅炉运行条件进行设置,开展不同负荷下锅炉运行情景的模拟,测试设备由流量计、压力传感器、温度传感器、功率分析仪等组成,保证可实时采集各关键数据项。从测试方法这一维度,起始阶段进行稳定性测试,探究系统长时间运行时的稳定情形,包含给水泵在起停阶段响应是否平稳,变频驱动系统是否可维持精准的调节操作,之后开展效率检验,采用对比不同负荷环境下的能效情况,评判变频驱动系统于节能方面的长处。

4.2 实验结果分析

实验结果充分证明,采用变频驱动的锅炉给水泵控制系统于多方面展现出卓越性能,就给水泵启动时间而言,采用变频驱动系统能高效缩短启动时间,与传统的直接启动途径相较,泵启动期间的过程愈发平稳,降低了电流冲

击以及机械的磨损。系统运行效率实现明显提升,采用调整泵的转速方式,系统可精准契合锅炉的负荷需求,杜绝了传统控制手段里泵长时间处于满负荷或者空转的情形,于是提高了能源消耗的效率,节能表现十分亮眼,在实验实施的过程中,和传统控制方法相较,变频驱动系统可节约20%~30%左右的电能,经过不同控制方式性能的对比,经对比发现,变频驱动在节能、延长设备的使用寿命、减少设备故障出现等方面优势显著。

4.3 系统的应用前景与改进建议

该以变频驱动为基础的锅炉给水泵控制系统在实际应用里表现出巨大优势,尤其在节省能源、增强系统稳定程度和延长设备使用年限等方面,在工业锅炉范畴内,该系统可切实有效地应对锅炉负荷波动,实现给水泵运行的优化,推动系统整体运行效率上涨,具备极为广阔的应用潜力。伴随工业智能化水平逐步升高,该系统可朝着智能化控制系统方向进一步发展,采用先进的负荷预测算法,实现给水流量更精准地调节,基于大数据分析与人工智能技术组合,可达成对锅炉系统运行状况的实时监控及故障预报,再进一步提高系统自适应能力及故障预警的能力。

5 结语

基于变频驱动的锅炉给水泵自动启停控制系统凭借精确调控泵的转速、提升运行效率,取得了极为明显的节能及设备保护效果,处于系统设计和实现的阶段,周全考虑了硬件跟软件的协作,实现了稳定运行与高效处理,随着负荷预测技术跟智能控制系统的成长,能够让系统的自适应能力及节能效果得以深化,伴随工业自动化和智能化稳步进步,此技术将在更广泛的范畴里发挥重要功用,为节能提效和智能管理增添动力。

[参考文献]

- [1]李强.永磁变频直驱系统在刮板输送机中的应用研究[J].西部探矿工程,2024,36(12):135-137.
- [2]刘飞.长距离带式输送机变频驱动控制技术[J].现代制造技术与装备,2024,60(11):186-188.
- [3]赵思雨.变频驱动刮板输送机负载预测技术的研究[J].西部探矿工程,2024,36(12):119-121.
- [4]刘飞.长距离带式输送机变频驱动控制技术[J].现代制造技术与装备,2024,60(11):186-188.
- [5]王现平.智能变频驱动技术在煤矿带式输送机中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2025(5):163-165.

作者简介:史联兴(1986.12—),男,毕业院校:青海大学,学历:本科,专业:机械设计及其自动化,单位:青海山金矿业有限公司,职务:采矿副主任工程师,职务年限:16年,职称:中级工程师。