

On the application of electrical automation technology in the dry dust removal system of blast furnace

Heng Zhao

Guangxi Huarui Engineering Design Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi, 545000, China

Abstract

As a key part of the metallurgical industry, the blast furnace dry dust removal system aims to effectively control the dust emission and improve the environmental protection level. With the acceleration of the industrialization process, the requirements for dust removal efficiency and system reliability are constantly improved. The rapid development of electrical automation technology provides a new opportunity for the optimization and upgrade of the blast furnace dry dust removal system. Through the application of advanced sensors, data collection and analysis technology, combined with intelligent control and remote monitoring means, it can realize the real-time monitoring and accurate control of the system operation state. In this context, the following will discuss the application of electrical automation technology in the blast furnace dry dust removal system, focusing on the analysis of the key technologies in data collection, fault diagnosis, remote monitoring and optimization and improvement, aiming to provide a solid guarantee for the safety and sustainable development of blast furnace production.

Keywords

blast furnace dry dust removal system; electrical automation technology; application

试论电气自动化技术在高炉干法除尘系统中的应用

赵恒

广西华锐工程设计有限公司, 中国·广西柳州 545000

摘要

高炉干法除尘系统作为冶金行业中的关键组成部分,旨在有效控制粉尘排放,提升环保水平。随着工业化进程的加快,对除尘效率和系统可靠性的要求不断提高。而快速发展的电气自动化技术为优化升级高炉干法除尘系统提供了新的契机,其通过应用先进的传感器、数据采集和分析技术,结合智能控制和远程监控手段,能够实现对系统运行状态的实时监控和精确调控。在此背景下,下文将对高炉干法除尘系统中电气自动化技术的应用进行探讨,重点对其在数据采集、故障诊断、远程监控和优化改进等方面的关键技术进行分析,旨在为高炉生产的安全和可持续发展提供坚实保障。

关键词

高炉干法除尘系统;电气自动化技术;应用

1 高炉煤气干法除尘系统工艺流程的概述

高炉煤气干法除尘系统的工艺流程可以详细描述如下:高炉炉顶压力较高的荒煤气通过荒煤气下降管引入重力除尘器到荒煤气主管,随后至布袋除尘器过滤干净后进入净煤气主管,送至通过调压阀(或TRT发电机组)将压力降至10Kpa-15Kpa送至煤气总管。以备后续使用或再做处理。具体工艺流程如图1所示。

燃气温度的升降是整个工艺流程中的重要控制参数,为此高炉煤气干法除尘系统中专门在筒体外侧设置蒸汽保温管和保温棉,确保煤气在净化过程中保持在适宜的温度范围内。这些保温措施可以对气体的温度进行有效的调节,保

证在净化过程中不会因为过高或过低的温度而使布袋的净化效果受到影响。系统通过这种控温,在避免温度波动对设备造成不必要的伤害的同时,还能保证煤气的净化质量。

2 电气自动化技术在高炉干法除尘系统中的应用

2.1 数据采集与处理

高效的数据采集和处理能力是电气自动化技术在高炉干法除尘系统中的核心。首先,正确选择传感器。通常情况下使用频率较高的是能够提供不同工况下高精度测量结果的粉尘浓度传感器、温度传感器、湿度传感器、压力变送器、温度料位计、射频料位计、流量计等。

例如,粉尘浓度传感器:利用静电感应法来检测粉尘浓度,并将浓度数据实时输出至后台程序,自动化程序对数据进行分析,从而进行相应的控制和调整。

【作者简介】赵恒(1997-),男,中国广西桂林人,本科,助理工程师,从事供配电及工业自动化设计研究。

温度料位计：筒体内设置多个点位的温度检测，后台自动化程序对流动的煤气温度及高炉灰温度的数据进行筛选、分析、对比，来判断布袋过滤后，产生的灰尘在筒体内的累计量。

压力变送器：变送器的取样点设计在布袋过滤前后各一个，通过压力的差值可以判断出布袋的使用情况、流量、过滤风速、布袋透气性、布袋板结等情况，并作为重要数据的收集及参考等等。

除此之外，科学地设置数据采集模块。通过该模块将各种传感器的模拟信号转换为数字信号并传送到中央处理单元也是不可或缺的一点。通过高性能计算平台，中央处理单元能够开展存储和分析数据等工作。对于大型资料，为了提高储存效率及资料安全性，可以采用数据压缩及加密算法的方式来完成。并且还能整合智能算法，针对复杂的工艺流程，可以对收集到的数据进行趋势分析和故障预测，减少人

工干预，提高系统自动化程度。此外，可利用处理后的数据进行历史资料的实时监控和查询。该系统通过 HMI（人机界面）提供了友好的操作界面，使操作者可以对各种参数及其曲线趋势进行直观的查看。同时，可通过与控制系统联动的数据分析结果，对除尘设备的运行状态进行自动调节。

①系统可通过对于过滤后的净煤气粉尘颗粒浓度的变化来判断筒体内布袋的状况。当粉尘浓度长期保持在低水平，说明布袋使用状况良好；当粉尘浓度出现大幅增长且长期维持在高水平，说明布袋出现破损，需及时发出报警，提示维修人员进行检查和更换布袋。

②系统通过布袋除尘器过滤前后的压差曲线及设定布袋反吹强度曲线确定的情况下判断布袋使用的状况，分析出布袋表面的灰薄膜是否有板结的情况，在根据板结情况判断布袋的使用寿命情况，可以确定布袋更换周期。

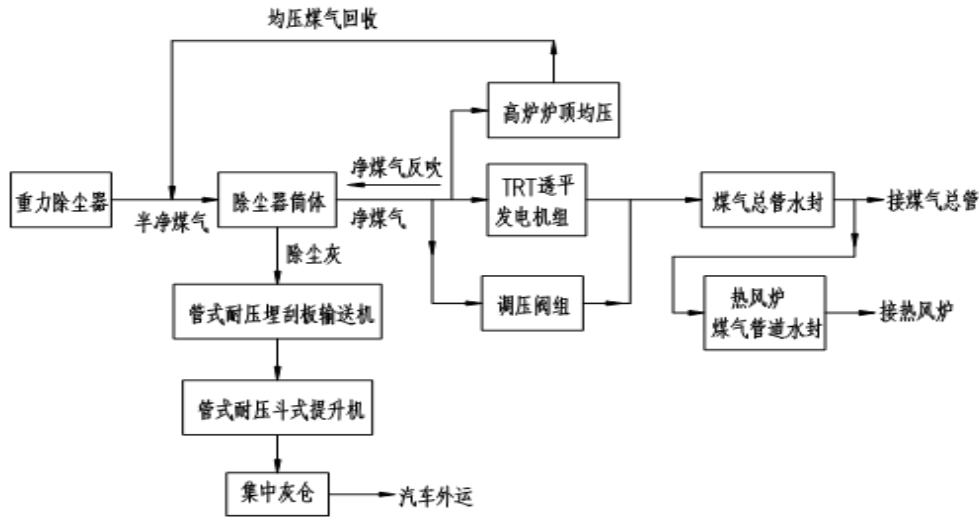


图1 高炉煤气干法除尘系统工艺流程

2.2 自动控制与调节

在高炉干法除尘系统中，自动控制与调节技术的实施是确保系统高效运行的关键。该技术依赖于先进的控制算法、执行机构以及反馈机制的协同作用，其可以通过实施PID控制、模糊式或自适应式的控制来达到精确调节除尘装置工作状态的目的。首先是可编程式逻辑控制器（distributed control system, DCS），它是控制系统的核心部件。它具有很高的可靠性以及很强的实时应变能力，适用于开关迅速控制和状态监视器。

在高炉连续生产作业过程中，存在着各类操作或炉况波动异常，造成高炉煤气压力瞬时升高、温度异常等情况。这些异常都会对干法除尘系统产生干扰，为此可通过程式逻辑设计器设计相关的安全连锁装置，PLC实时采集分析各项数据，触发预先设定的控制流程报警系统并在持续异常情况下将对设备进行动态调整，告知工艺操作人员做好此类异常情况的操作前准备，提醒相关岗位做好应急准备，并且

联动本岗位应急操作进行阀门或设备设施的联动，达到系统的最佳运行。

当高炉生产异常波动，温度超高大于布袋正常过滤温度时（ $\geq 250^{\circ}\text{C}$ ），此时除尘筒体内布袋处于极限状态，此时自动化程序通过收集到的相关数据分析判断后，能够自动停用部分箱体，以防止出现特殊状况。

当高炉则频繁打水降温，煤气中如若打水量过大，除尘灰粘黏性大，因此需要自动化系统监测高炉炉顶煤气产量及打水量的比重及除尘筒体布袋过滤前后的压力变化来触发布袋反吹连锁，提高反吹频率。

2.3 故障诊断与预警

在高炉干法除尘系统中，故障诊断与预警技术的应用对于保障系统的稳定性和高效性至关重要。此项技术主要是通过数据分析、传感器以及智能控制系统来合理预测故障。通过深层次剖析设备运行数据与状态，能够在第一时间发现可能存在的故障隐患与风险，从而降低事故发生概率。首先，

采用模型基础与信号处理相结合的方法对故障进行诊断。其诊断原理主要在于使用设备数学模型，比对具体运行数据来及时识别出系统是异常状态。

例如，在承压式机械密封式输灰刮板机、斗提机在运行过程当中，根据实时电机变频器负载电流的变化判断下灰情况，根据电机运行最高保护电流反馈做实时报警。比如刮板机电机功率为 18.5KW，减速机速比扭矩为 12100Nm，加速比 100.22。在空载运行过程中实时的负载电流为 14A，正常工况放灰运行情况负载 19A，通过电机实时负载电流取点设定负载在达到 20A 时，刮板机为重负载情况，需马上连锁布袋除尘箱体需马上停止放灰，关闭放灰阀门，并作声光报警警示工艺操作人员，确保设备的良好运行。

其次，信号处理方法主要是分析传感器所收集到的数据，常用的技术有时域分析、频域分析、小波变换等，这些都是目前比较普遍的技术。以温度传感器为例，可以对设备的工作状态进行实时监测，分析设备在不同工况下的温度变化趋势。如果操作者检查或维护温度超过预设阈值，系统会自动触发报警机制。再次，早期预警系统是故障诊断的重要环节，其主要是基于 Data Mining 和机器学习的算法，系统能够提取历史数据中的模式，并对设备运行中的异常行为进行识别。例如，建立故障预测模型，基于历年运行数据和故障记录，通过监测实时数据，系统可以识别出类似历史故障的状态，并预先发出警报，对维修人员进行必要的措施提示。最后，采用集中式或分布式架构来实现智能故障诊断系统。集中式架构适用于故障模式比较简单的场景，通过中央处理单元收集和分析所有设备。分布式架构则让每个设备都可以在本地进行数据分析和故障诊断，使得系统的反应速度和灵活度都得到了提升。如部分高炉干法除尘系统采用边缘计算技术，初步故障诊断可由设备自主进行，把关键数据传送到中央系统后实施深层次剖析。

2.4 远程监控与管理

在高炉干法除尘系统中，远程监控与管理技术的应用是提升操作效率和安全性的关键手段。该技术以物联网（Internet Technology）、云计算与大数据分析为基础，构建了一个高效灵活的监控平台，通过实时数据采集传输，运行人员可在远程位置全面监视设备状态。首先，资料收集模块向远程管理系统传送各种传感器的实时资料。其中监视的参数有粉尘浓度，煤气流量，气流温度等几个方面。这些资料实时从无线网或有线网上传到中央控制系统中，保证了信息的时效与准确。

例如，粉尘浓度传感器所监控的实时资料可向监视台提供直接的实时数据，从而帮助经营者迅速对系统运行状况进行判断。其次，云平台的搭建使资料存储和加工变得更有效率。系统可以通过云计算技术对海量的运行数据进行处

理，并对存储分析进行高效率的应用。工作人员可以借助云端强大的计算能力，对潜在的操作问题进行识别，将历史数据与实时情况相联系分析。系统可根据粉尘浓度变化与装置运行状态的关系，对可能的故障源进行识别，并对维护提出有针对性的建议。再者，用户界面的设计给操作者提供了一个友好的交互式体验。远程监控平台一般配有可视化仪表盘，对关键参数的实时变化进行显示。操作者可以通过图形化界面对各种监控资料进行方便的访问，对异常情况及时发现。比如，筒体的运行参数异常，界面会显示给红色警告，这样反应起来比较方便。

2.5 优化与改进

高炉干法除尘系统的优化与改进是提升其效率和可靠性的关键环节。电气自动化技术的综合应用可以有效地提高系统的整体性能、降低能耗以及运行费用。

首先，实现系统完善的一项重要措施就是对装备的参数进行优化。除尘效率可以通过对温度、气流量、压力等关键参数的优化调整而得到显著提高。如利用布袋过滤前后压力变化即压差上升曲线即固定压差值进行布袋反吹清灰操作，从而确保布袋表面形成一层致密的灰膜，对后续的过滤效果性能更加优。其次，对系统性能影响显著的还有对传感器布局的优化的作用。传感器的合理配置可以达到对盲区的更全面的监视作用，所以为实现较为准确的监视数据，可对粉尘浓度较高的地区增设传感器，以实现更为精确的监测数据。通过对传感器数据的综合分析，及时调整除尘设备的运行状态，确保系统始终处于最佳工作状态

3 结语

综上所述，电气自动化技术在高炉干法除尘系统中的应用，不仅提高了除尘效率和系统稳定性，还为冶金工业的可持续发展提供了有力的技术支持。随着技术的不断进步，未来电气自动化技术在高炉干法除尘系统中的应用将会更加广泛和深入。

参考文献

- [1] 曾子钦,荣金标,蒙露露.干法除尘技术在高炉冶炼中的应用[J].冶金信息导刊, 2023, 60(3):15-18.
- [2] 黄海荣.自动控制技术在高炉煤气干法除尘系统中的应用[J].电子制作, 2023, 31(12):110-113.
- [3] 尹作明,周吉华.高炉煤气干法除尘系统运行率的提升研究[J].山西冶金, 2023, 46(5):257-258.
- [4] 王强,许柳柳,黄瑜.冶金企业烟气除尘系统改造工艺研究[J].中国金属通报, 2022(13):4-6.
- [5] 于欣淼,王冰,李庆洋.大型高炉集成技术及装备的应用实践[J].山西冶金, 2023, 46(7):127-129.
- [6] 胡中杰,尹腾,华建明,等.宝钢股份高炉煤气干法除尘与湿法除尘的选择[J].炼铁, 2024, 43(1):1-5.