

计算机网络技术引导下脱磷工业炉过程控制系统设计研究

张国辉

北京旭阳精创科技有限公司 北京 100001

摘要: 在计算机网络技术引导下设计脱磷工业炉过程控制系统设计, 能够保证过程控制系统设计具有良好质量, 保证系统稳定运行, 发挥出自身价值和作用。本文阐述了分析传统脱磷工业炉生产和控制存在的问题, 并分析了如何利用计算机网络技术设计脱磷工业炉过程控制系统, 希望能为相关从业者开展工作提供一定的理论依据。

关键词: 计算机网络技术; 脱磷工业炉; 过程控制系统设计

前言

工业炉过程控制系统是一套复杂的系统, 会对生产效率、能源利用、生产安全、产品质量产生较大影响。在当今时代, 企业想要提升市场竞争力、降低经营生产成本, 就需要利用计算机网络技术打造过程控制系统, 实现无人化、智能化生产, 让工业炉生产过程变得更加安全、可靠、高效。但由于工业炉生产环境较为极端, 这对系统的稳定性提出了较高要求, 设计人员需要解决系统设计存在的诸多难题, 打造高质量的脱磷工业炉过程控制系统。

一、传统脱磷工业炉生产存在的问题

(一) 污染严重

传统脱磷工业炉在生产过程中会消耗大量能源, 同时排出大量的污染物。在脱磷工作中需要使用大量化学药物, 这些化学药物普遍存在易燃、易爆、有毒等属性, 在生产过程中一旦出现泄漏等问题, 就会严重破坏当地环境, 还可能会威胁工作人员及周边居民的生命财产安全。同时, 在完成脱磷工作后, 也会产生较多污染物, 这些污染物如果没有得到妥善处理就排放到大自然, 也会对自然环境造成严重破坏, 甚至导致企业面临国家相关部门的巨额处罚, 这会给企业经营带来较大影响。

部分工业炉并未配备高质量污染物处理设备, 导致对污染物处理的效率较低, 几乎难以处理污染物中的各类有害物质, 这会对环境造成严重破坏^[1]。

(二) 能耗高

传统脱磷工业炉在生产时需要在较高温度下进行, 这需要工业炉消耗大量能源以满足加热需求, 目前脱磷工业炉一般采用燃烧化石燃料的方式开展脱磷工作, 这使得化石能源消耗量较大, 同时也会存在大量污染物。同时, 无论是采用高温磷化还是中温磷化, 其处理时间

都相对较长, 可能需要消耗数十分钟, 在生产过程中如果无法合理地控制温度、风速等因素, 就会导致生产过程中的能源消耗增加。

在燃烧时, 如果无法合理地控制炉内温度、氧气含量, 还可能会引发燃烧不充分情况, 这不仅会导致能源利用率降低, 还可能会出现大量残渣, 这些残渣处理难度高、成本高, 如果不妥善处理还可能会对周边环境造成严重污染, 这也是企业必须考虑的问题。

(三) 难以精细控制

传统锅炉缺乏精细控制功能, 工作人员往往难以对一些精细参数进行调节, 也难以对炉内温度、压力、氧气含量等参数进行全程监测, 当燃烧效率较低时, 工作人员也难以及时发现, 这就会引发能耗高、生产质量差、污染严重等问题, 甚至可能还会带来一些安全风险。

同时, 由于难以实现精细控制, 在开展脱磷工作时, 工作人员往往无法根据需求人为调控生产参数, 这会对生产效率和质量产生一定影响。

二、传统工业炉控制问题

传统工业炉的控制方法通常基于数学模型, 这些模型会将工业炉的运行环境设置为静态、可预测。但在实际生产过程中, 工业炉会受到外部环境、原材料等因素影响, 导致模型难以准确描述炉内动态变化。同时, 工业炉往往采用伪线性系统, 这导致传统开环控制方法难以有效应对其存在的非线性特点, 这会引发控制性能不稳定问题出现。传统电路控制系统依赖于数据采集和控制, 但受限于传感器数量、性能, 往往难以对炉内状态开展精确的实时监测。并且想要对闭环控制系统的参数进行精确调整, 需要工作人员具备较高的专业能力和丰富的经验, 并且需要为工作人员提供相对稳定的工作环境, 一旦外部环境发生变化, 工作人员就难以对系统进行及时调整, 这就会对其运行稳定性带来影响。

传统控制方法难以预测，也难以监测炉内动态变化，这可能会引发能源浪费问题，由于难以应对动态变化，这导致企业难以灵活调整工业炉的运行状态，这会给企业成本控制工作带来一定影响。同时，由于缺乏实时监控和精细化控制，传统炉控制方法难以应对一些突发事件，这可能会引发安全事故，对工作人员及企业财产带来威胁^[2]。

三、计算机网络技术引导下脱磷工业炉过程控制系统设计研究

(一) 系统整体软件架构设计

在设计脱磷工业炉过程控制系统时，项目选择使用来自西门子的S7-1500冗余系统，在整个系统中，OP操作面板扮演着重要角色，该面板能够提供生产工艺参数检查和调整功能，确保系统能够高质量运行。操作面板能够被用于确认系统安全性，工作人员能够利用操作面板查看系统运行情况、报警信息、执行应急操作。通过这套较为完善的过程控制系统，就能让脱磷生产过程变得更加精细、安全、稳定，这能有效提升生产质量和生产效率，尽可能减低生产风险。

(二) 过程控制系统模块设计

过程控制系统是一种高效且复杂的系统，一般由五个模块组成。退火模块是十分重要的模块，该模块由专业人员设计，能够对退火数据进行科学计算，并实时动态地纠正退火曲线，确保炉内温度能够得到精确控制。在安装退火模块后，模块会利用在线数字模型对退火温度进行全程监控，并根据燃烧情况以及预设参数对炉内问题进行精确调整，确保炉内始终保持较高的燃烧效率，一定程度上控制高能耗问题。

L3数据通信模块与过程控制系统有着密切关联，该模块能够传输待退火钢卷信息、组垛信息、退火完毕钢卷信息，利用该模块的协同作用，就能帮助工作人员获取实时信息，以便其对整个脱磷生产链开展控制。

实时数据采集模块是自动化系统构建的重要组成部分，该模块由大量传感器组成，这些传感器负责收集生产过程中产生的大量数据信息，这些数据信息汇总到实时数

据采集模块后，模块会对数据进行分析、整理、储存，为后续开展调控、管理等工作提供良好的数据信息支持。

HMI监控系统是过程控制系统的核心模块，其能够覆盖钢卷组垛信息、退火工艺温度曲线、能源使用情况等多项内容。HMI监控系统不仅具备实时监控功能，还能对生产数据进行整理、保存，为工作人员提供了可视化数据信息，以便于工作人员开展后续的调控、管理。

数据服务器最重要是数据储存仓库，大量生产、储存、管理数据都被储存在数据库内，数据库能否高效运行是确保过程控制系统良好地运行的基础，数据则为后续开展管理、决策工作提供了有力的支持^[3]。（见图1）

(三) 网络构架设计

根据工艺以及控制要求，脱磷工业炉过程控制系统应采用第三级计算机进行控制，其中L1级为基础自动化控制、L2级为过程自动化控制、L3级为生产管理层级。系统基于500M网络连接，L1级电气控制站、人机接口操作站、客户机、服务器等相关设备全部连接至网络中，实现设备与交换机的密切关联。L1级与L2级数据管理均采用客户机服务模式，两者共同设定了网管计算机，网管计算机负责进行数据交换传输工作，以满足过程控制需求。L2级与L3级控制则给予网管Gateway安全传输管理数据信息打造，其控制系统内环由MCC室、L2级服务器室、交换机组成，控制系统内环与通过工业炉L1级内环控制网与外环网连接。

L1级基础自动化控制子系统由多个PLC构成，在设计控制站、监控站时选择Server/Client模式，服务器一般选用冗余模式。工业炉主体系统一般选用Rsview监控软件为载体，整体控制系统包含多个子系统，如上料、投料、辅机、气化冷却、LT控制、供水等。L2级过程自动化控制子系统主要负责二级模型系统工作内容，硬件系统则基于TCP/IP以及一级AB PLC控制系统、工业炉计划生产调度系统等。该系统共划分为8个工作环节，不同环节分别代表不同的功能，其指令以层级方式下达，让系统形成一个整体体系^[4]。

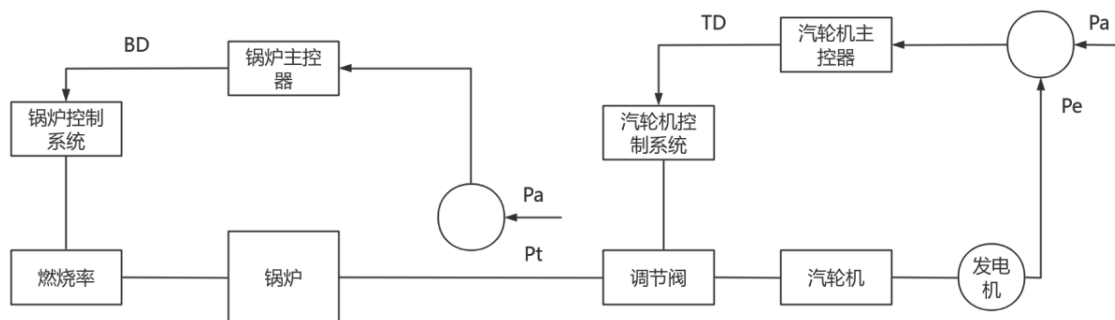


图1 锅炉跟随控制方式

在设计工业炉过程控制系统时，一般采用双环链路结构。该结构由两个相互独立的环形链路组成，每个环上的节点都能接收、转发数据，以形成互相备份的冗余，让数据传输变得更加高效、集中、可控，一旦主环上某个节点出现故障，备用环能在毫秒内自动接管流量，确保服务不会中断。这种结构有着维护成本低、易于管理、网络故障低等特点，能有效提升系统运行可靠性。在部署双环链路结构时，应重点考虑节点设备的兼容性与协议标准，主环和副环均需支持相同数据封装格式，节点之间的通信协议应选择较为成熟的标准，以确保其工作具有较高稳定性。由于工业炉在生产过程中对于实时性有着较高要求，在开展网络系统设计时，应确保其拥有足够的带宽保证数据能够实时传输，确保监测数据能够快速传递至控制系统，同时也能确保指令能够得到高效、准确的执行。为了确保数据高效传输，设计人员还应提前设置数据优先级，确保关键数据能够获取更多的传输带宽。系统还应具备网络带宽使用监测功能，应设计带宽管理功能，让工作人员能够根据网络流量情况对带宽使用状态进行调整，以提升网络的灵活性和适应性^[5]。

（四）工艺模型设计

在设计过程控制系统时，应考虑预计算功能，以便计算出合理的退火工艺区曲线。该功能需要对退火材料的加热时间、保温时间、退火时间精准计算，确保工业炉具有良好的热处理效率。工作人员需要对组垛钢卷参数进行设置，让系统提前规划炉内温度，以便更好地开展退火工作，确保工业炉生产效率得到良好保障，同时也能有效降低故障和安全事故发生的概率。动态在线计算功能也是需要设计的重要功能，通过实际入炉的钢卷信息进行计算，就能在出现差异时迅速对燃烧温度、氧气含量等参数进行调整，保证工业炉生产始终处在最佳状态。同时，在线计算技术能帮助工作人员及时发现参数异常，及时规避一些可能出现的突发事件，让工业炉在操作过程中更加智能、高效。

SDM模型是控制工业炉工作的重要核心内容，SDM模型根据其状态，可以分为动态和静态。静态模型通过对物料平衡、热平衡开展计算，得到合适的加料、供氧等参数，但在工业炉工作过程中，可能会出现忽视温度变化、碳含量变化等问题。动态模型则是基于含碳量、含氧量、温度等参数开展计算，并对早期静态模型进行修正，以实现生产过程的状态控制^[6]。

四、案例系统运行效果

在构建脱磷工业炉过程控制系统后，在L1级与L2级自动化控制系统的工作下，工业炉的使用寿命得到了明显延长，其耐材消耗也逐渐在下降，同时还解决了传

统生产工艺中存在的部分不平衡问题。工作人员能够及时发现工业炉生产过程中存在的数据异常，并及时对其运行参数进行调整，及时规避故障和安全事故。当出现故障时，通过对数据进行分析，也能快速定位故障、修复故障，在应用过程控制系统后，故障处理时间减少了约98%，这大幅度提升了工作效率，降低了维护成本。

在本案例中，利用静态模型和动态模型进行对比，能够发现两者的稳定性、可靠性都显著高于传统生产方法。过程控制系统能够实现自动化管理，合理地控制温度、氧气含量等参数，这使得生产效率、生产质量大幅度提升，并进一步降低了生产成本。较高的燃烧效率不仅节约了能源，还一定程度上减少了污染物排放。同时，由于燃烧效率较高，炉内残留的残渣也较少，这延长了工业炉内衬的使用寿命，同时也降低了维护难度和维护成本^[7]。

结语

利用计算机网络技术为载体设计脱磷工业炉过程控制系统，能够大幅度提升工业炉的工作质量和效率，进一步提升产品质量，并降低生产成本、生产风险，有效提升企业市场竞争力。在对脱磷工业炉过程控制系统开展设计时，应明确系统主体，随后围绕主体来开展网络、架构、模型设计。在脱磷工业炉过程控制系统搭建完毕后，经过测试发现其运行效果良好，系统运行稳定性、可靠性都较高，同时还包含了诸多功能，能为企业开展生产工作提供良好帮助。

参考文献

- [1] 李志成, 蒋坤, 吴疆, 等. 基于PLC的卧式氧化炉过程控制系统设计与实现[J]. 微电子学, 2024(7).
- [2] 来成芳. 以PLC与DCS技术为基础的过程控制系统设计[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2023(2): 675-676.
- [3] 赵光平, 黄玉洲. 过程控制系统中的MATLAB仿真设计[J]. 电脑乐园, 2023(1): 0088-0090.
- [4] 程鼎, 姜爱华, 张墨杨. 石油化工基本过程控制系统的设计与可靠性研究[J]. 石油化工建设, 2024, 46(4): 41-43.
- [5] 张斌. 基于PCS7与SMPT-1000的连续过程控制系统设计[J]. 工业控制计算机, 2024, 37(7): 61-63.
- [6] 董宗哲, 李坤鹏, 曾春霞, 等. 基于组态王的过程控制系统仿真实训平台设计[J]. 数字化用户, 2023, 29: 238-241.
- [7] 曾平红, 周南, 胡涛. 无线传感网络下的密炼过程控制系统设计[J]. 无线互联科技, 2023, 20(16): 43-46.