



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112856479 A

(43) 申请公布日 2021.05.28

(21) 申请号 202110117354.4

(22) 申请日 2021.01.28

(71) 申请人 南京金炼科技有限公司

地址 210023 江苏省南京市玄武区玄武大道699-8号徐庄软件产业基地7幢3层

(72) 发明人 孙振华 刘玉环

(74) 专利代理机构 南京苏博知识产权代理事务所(普通合伙) 32411

代理人 陈婧

(51) Int. Cl.

F23N 5/20 (2006.01)

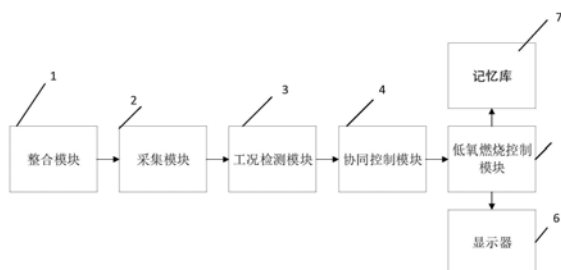
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种加热炉低氧燃烧装置及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种加热炉低氧燃烧装置及系统,包括整合模块、采集模块、工况检测模块、协同控制模块和低氧燃烧控制模块。整合模块将本装置和原有DCS集散控制系统整合,一氧化碳在线分析仪实时检测炉顶烟气中一氧化碳含量,同时通过工况检测模块对工艺介质的压力、流量、温度、燃料量、辐射室顶部负压和排烟温度等多种参数进行检测,然后协同控制模块和低氧燃烧控制模块基于以上参数,作为检测和控制对象,可将加热炉烟气氧含量长期稳定控制在1%或者1%以下,控制一氧化碳不超过100ppm,减少调节滞后的时间,减少运行波动,从而最大限度提高加热炉的热效率,解决现有手动方式控制配风会使调节滞后不及时,加热炉的运行波动变大的问题。



1. 一种加热炉低氧燃烧装置,其特征在于,

包括整合模块、采集模块、工况检测模块、协同控制模块和低氧燃烧控制模块,所述整合模块、所述采集模块、所述工况检测模块、所述协同控制模块和所述低氧燃烧控制模块依次连接;

所述整合模块,用于和DCS系统进行连接;

所述采集模块,用于从DCS系统和一氧化碳分析仪中获取采集数据;

所述工况检测模块,用于获取加热炉工况的变化参数;

所述协同控制模块,用于基于变化参数和采集数据调整控制策略;

所述低氧燃烧控制模块,用于基于控制策略选择最佳控制路线。

2. 如权利要求1所述的一种加热炉低氧燃烧装置,其特征在于,

所述整合模块包括通信单元和软开关切换单元,所述软开关切换单元与所述通信单元连接,所述通信单元,用于和DCS系统进行连接通讯,所述软开关切换单元,用于在自动优化控制状态和DCS控制状态之间进行切换。

3. 如权利要求1所述的一种加热炉低氧燃烧装置,其特征在于,

所述协同控制模块包括助燃风阀位控制单元、烟道挡板控制单元和鼓风机控制单元,所述助燃风阀位控制单元、所述烟道挡板控制单元和所述鼓风机控制单元分别和所述工况检测模块连接;

所述助燃风阀位控制单元,用于对助燃风阀位进行控制;

所述烟道挡板控制单元,用于对烟道挡板进行控制;

所述鼓风机控制单元,用于对鼓风机进行控制。

4. 如权利要求3所述的一种加热炉低氧燃烧装置,其特征在于,

所述协同控制模块还包括引风机控制单元,所述引风机控制单元与所述工况检测模块连接,所述引风机控制单元,用于对引风机进行控制。

5. 如权利要求4所述的一种加热炉低氧燃烧装置,其特征在于,

所述协同控制模块还包括阀门控制单元,所述阀门控制单元与所述工况检测模块连接,所述阀门控制单元,用于对阀门进行控制。

6. 如权利要求5所述的一种加热炉低氧燃烧装置,其特征在于,

所述协同控制模块还包括深度学习单元,所述深度学习单元与所述助燃风阀位控制单元、所述烟道挡板控制单元、所述鼓风机控制单元、所述引风机控制单元、所述阀门控制单元连接,所述深度学习单元,用于对所述助燃风阀位控制单元、所述烟道挡板控制单元、所述鼓风机控制单元、所述引风机控制单元和所述阀门控制单元进行数据收集和学习。

7. 如权利要求1所述的一种加热炉低氧燃烧装置,其特征在于,

所述低氧燃烧控制模块包括时间控制单元、消耗控制单元、供风控制单元和炉膛压力控制单元,所述时间控制单元、所述消耗控制单元、所述供风控制单元和所述炉膛压力控制单元依次连接,所述时间控制单元,用于基于参数进行运算得出最短的响应时间;所述消耗控制单元,用于基于参数进行运算得出最少的燃料消耗控制,所述供风控制单元,用于根据加热炉的燃料气量寻优得出热风供风量和烟气排放量,所述炉膛压力控制单元,用于结合工况参数,自动修正炉膛压力设定。

8. 一种加热炉低氧燃烧系统,包括如权利要求1-7任意一项所述的一种加热炉低氧燃

烧装置,其特征在于,还包括显示器和记忆库,所述显示器和所述记忆库分别与所述加热炉低氧燃烧装置连接。

一种加热炉低氧燃烧装置及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及加热炉控制技术领域,尤其涉及一种加热炉低氧燃烧装置及系统。

背景技术

[0002] 采用自动控制技术是提高加热炉在整个运行周期内平均热效率的有效途径,也是现代化生产过程控制系统发展和科技水平不断进步的必然趋势。加热炉生产过程控制中对主要影响加热炉热效率的两个最主要回路的控制,即热风供风量和烟气引风量的控制,绝大部分装置还停留在依赖于人工操作调节的落后状态。

[0003] 由于DCS系统中采用常规仪表的单回路PID调节控制方式,无法适应加热炉运行过程的复杂性,在经常出现各种扰动因素和工况变化条件下,难以达到理想的控制效果。加热炉自动控制基本停留在原有的水平,DCS自动控制系统的热风和烟气回路自动调节控制及使用效果并不理想。绝大多数装置仍依赖于人工用手动方式控制配风,调节滞后不及时,加热炉的运行波动较大。加热炉在整个运行周期内的平均热效率,低于定期检测和检查评比时得到的数据。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种加热炉低氧燃烧装置及系统,旨在解决现有手动方式控制配风会使调节滞后不及时,加热炉的运行波动变大的问题。

[0005] 为实现上述目的,第一方面,本发明提供了一种加热炉低氧燃烧装置,包括整合模块、采集模块、工况检测模块、协同控制模块和低氧燃烧控制模块,所述整合模块、所述采集模块、所述工况检测模块、所述协同控制模块和所述低氧燃烧控制模块依次连接;所述整合模块,用于和DCS系统进行连接;所述采集模块,用于从DCS系统和一氧化碳分析仪中获取采集数据;所述工况检测模块,用于获取加热炉工况的变化参数;所述协同控制模块,用于基于变化参数和采集数据调整控制策略;所述低氧燃烧控制模块,用于基于控制策略选择最佳控制路线。

[0006] 其中,所述整合模块包括通信单元和软开关切换单元,所述软开关切换单元与所述通信单元连接,所述通信单元,用于和DCS系统进行连接通讯,所述软开关切换单元,用于在自动优化控制状态和DCS控制状态之间进行切换。

[0007] 其中,所述协同控制模块包括助燃风阀位控制单元、烟道挡板控制单元和鼓风机控制单元,所述助燃风阀位控制单元、所述烟道挡板控制单元和所述鼓风机控制单元分别和所述工况检测模块连接;

[0008] 所述助燃风阀位控制单元,用于对助燃风阀位进行控制;

[0009] 所述烟道挡板控制单元,用于对烟道挡板进行控制;

[0010] 所述鼓风机控制单元,用于对鼓风机进行控制。

[0011] 其中,所述协同控制模块还包括引风机控制单元,所述引风机控制单元与所述工况检测模块连接,所述引风机控制单元,用于对引风机进行控制。

[0012] 其中,所述协同控制模块还包括阀门控制单元,所述阀门控制单元与所述工况检测模块连接,所述阀门控制单元,用于对阀门进行控制。

[0013] 其中,所述协同控制模块还包括深度学习单元,所述深度学习单元与所述助燃风阀位控制单元、所述烟道挡板控制单元、所述鼓风机控制单元、所述引风机控制单元、所述阀门控制单元连接,所述深度学习单元,用于对所述助燃风阀位控制单元、所述烟道挡板控制单元、所述鼓风机控制单元、所述引风机控制单元和所述阀门控制单元进行数据收集和学习。

[0014] 其中,所述低氧燃烧控制模块包括时间控制单元、消耗控制单元、供风控制单元和炉膛压力控制单元,所述时间控制单元、所述消耗控制单元、所述供风控制单元和所述炉膛压力控制单元依次连接,所述时间控制单元,用于基于参数进行运算得出最短的响应时间;所述消耗控制单元,用于基于参数进行运算得出最少的燃料消耗控制,所述供风控制单元,用于根据加热炉的燃料气量寻优得出热风供风量和烟气排放量,所述炉膛压力控制单元,用于结合工况参数,自动修正炉膛压力设定。

[0015] 第二方面,本发明还提供一种加热炉低氧燃烧系统,包括加热炉低氧燃烧装置、显示器和记忆库,所述显示器和所述记忆库分别与所述加热炉低氧燃烧装置连接。

[0016] 本发明的一种加热炉低氧燃烧装置及系统,通过所述整合模块可以将本装置和生产装置原有的DCS集散控制系统能有机整合,并形成了非常方便于操作的架构模式——该模式利用了工业控制计算机和DCS集散控制系统可扩充的通讯功能,具有高可靠性、安全性,最低的费用投入。激光一氧化碳在线分析仪,实时检测炉顶烟气中一氧化碳含量,同时通过所述工况检测模块对工艺介质的压力、流量、温度、燃料量、辐射室顶部负压和排烟温度等多种参数进行检测,然后所述协同控制模块和所述低氧燃烧控制模块基于以上参数,作为检测和控制对象,可将加热炉烟气氧含量长期稳定控制在1%或者1%以下,控制一氧化碳不超过100ppm,减少调节滞后的时间,减少运行波动,从而最大限度提高加热炉的热效率,解决现有手动方式控制配风会使调节滞后不及时,加热炉的运行波动变大的问题。

附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图1是本发明的一种加热炉低氧燃烧系统的结构图;

[0019] 图2是本发明的整合模块的结构图;

[0020] 图3是本发明的协同控制模块的结构图;

[0021] 图4是本发明的低氧燃烧控制模块的结构图;

[0022] 图5是本发明的一种加热炉低氧燃烧装置系统的控制原理图。

[0023] 1-整合模块、2-采集模块、3-工况检测模块、4-协同控制模块、5-低氧燃烧控制模块、6-显示器、7-记忆库、11-通信单元、12-软开关切换单元、41-助燃风阀位控制单元、42-烟道挡板控制单元、43-鼓风机控制单元、44-引风机控制单元、45-阀门控制单元、46-深度学习单元、51-时间控制单元、52-消耗控制单元、53-供风控制单元、54-炉膛压力控制单元、

511-第一数据获取器、512-时间控制器、513-第一模糊逻辑处理器、521-第二数据获取器、522-消耗控制器、523-第二模糊逻辑处理器。

具体实施方式

[0024] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0025] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0026] 请参阅图1~图5,本发明提供一种加热炉低氧燃烧装置,包括:

[0027] 整合模块1、采集模块2、工况检测模块3、协同控制模块4和低氧燃烧控制模块5,所述整合模块1、所述采集模块2、所述工况检测模块3、所述协同控制模块4和所述低氧燃烧控制模块5依次连接;

[0028] 所述整合模块1,用于和DCS系统进行连接;

[0029] 所述采集模块2,用于从DCS系统和一氧化碳分析仪中获取采集数据;

[0030] 所述工况检测模块3,用于获取加热炉工况的变化参数;

[0031] 所述协同控制模块4,用于基于变化参数和采集数据调整控制策略;

[0032] 所述低氧燃烧控制模块5,用于基于控制策略选择最佳控制路线。

[0033] 在本实施方式中,通过所述整合模块1可以将本装置和生产装置原有的DCS集散控制系统能有机整合,并形成了非常方便于操作的架构模式——该模式利用了工业控制计算机和DCS集散控制系统可扩充的通讯功能,具有高可靠性、安全性,最低的费用投入。激光一氧化碳在线分析仪,实时检测炉顶烟气中一氧化碳含量,同时通过所述工况检测模块3对工艺介质的压力、流量、温度、燃料量、辐射室顶部负压和排烟温度等多种参数进行检测,然后所述协同控制模块4和所述低氧燃烧控制模块5基于以上参数,作为检测和控制对象,可将加热炉烟气氧含量长期稳定控制在1%或者1%以下,控制一氧化碳不超过100ppm,减少调节滞后的时间,减少运行波动,从而最大限度提高加热炉的热效率,解决现有手动方式控制配风会使调节滞后不及时,加热炉的运行波动变大的问题。

[0034] 进一步的,所述整合模块1包括通信单元11和软开关切换单元12,所述软开关切换单元12与所述通信单元11连接,所述通信单元11,用于和DCS系统进行连接通讯,所述软开关切换单元12,用于在自动优化控制状态和DCS控制状态之间进行切换。

[0035] 在本实施方式中,MODBUS通讯规约是一个完全可靠的工业化标准,自动优化控制系统接收DCS的数据可靠,从系统安全性考虑,自动优化控制系统输出的阀位控制信号,不是直接送达现场的执行机构,而是由DCS系统界面中新增的所述软开关切换单元12所决定,调试时自动优化控制系统出现任何问题,可以随时切换回到DCS系统,当系统从DCS切换到自动优化控制时,由于设定值和输出都是跟踪切换前的实际值,显然是无扰动的。同样,系统在自动优化控制下运行后,再切回到DCS时,DCS已经处于手动状态,DCS设定值也始终跟

踪现场阀位的。所以系统无论如何切换,都是无扰动的切换。

[0036] 进一步的,所述协同控制模块4包括助燃风阀位控制单元41、烟道挡板控制单元42和鼓风机控制单元43,所述助燃风阀位控制单元41、所述烟道挡板控制单元42和所述鼓风机控制单元43分别和所述工况检测模块3连接;

[0037] 所述助燃风阀位控制单元41,用于对助燃风阀位进行控制;

[0038] 所述烟道挡板控制单元42,用于对烟道挡板进行控制;

[0039] 所述鼓风机控制单元43,用于对鼓风机进行控制。

[0040] 在本实施方式中,根据加热炉工况参数的变化,适应系统中出现的各种干扰,自动调整控制规律,通过对助燃风阀位、烟道挡板,鼓风机的实时控制,实现加热炉燃烧过程的全自动优化。

[0041] 进一步的,所述协同控制模块4还包括引风机控制单元44,所述引风机控制单元44与所述工况检测模块3连接,所述引风机控制单元44,用于对引风机进行控制。

[0042] 在本实施方式中,通过对引风机的控制,可以进一步提高自动化程度,另外还可以提升控制的准确度。

[0043] 进一步的,所述协同控制模块4还包括阀门控制单元45,所述阀门控制单元45与所述工况检测模块3连接,所述阀门控制单元45,用于对阀门进行控制。

[0044] 在本实施方式中,通过对阀门的控制,可以进一步提高自动化程度,另外还可以提升控制的准确度。

[0045] 进一步的,所述协同控制模块4还包括深度学习单元46,所述深度学习单元46与所述助燃风阀位控制单元41、所述烟道挡板控制单元42、所述鼓风机控制单元43、所述引风机控制单元44、所述阀门控制单元45连接,所述深度学习单元46,用于对所述助燃风阀位控制单元41、所述烟道挡板控制单元42、所述鼓风机控制单元43、所述引风机控制单元44和所述阀门控制单元45进行数据收集和学习。

[0046] 在本实施方式中,通过所述深度学习单元46基于其他单元产生的数据可以进行学习,能够根据知识和经验的积累,进行在线推理和系统辨识,在线整定和优选最佳的控制路线。具有很好的系统适应性、容错性、鲁棒性、组织功能、实时性和人机协同等功能。

[0047] 进一步的,所述低氧燃烧控制模块5包括时间控制单元51、消耗控制单元52、供风控制单元53和炉膛压力控制单元54,所述时间控制单元51、所述消耗控制单元52、所述供风控制单元53和所述炉膛压力控制单元54依次连接,所述时间控制单元51,用于基于参数进行运算得出最短的响应时间;所述消耗控制单元52,用于基于参数进行运算得出最少的燃料消耗控制,所述供风控制单元53,用于根据加热炉的燃料气量寻优得出热风供风量和烟气排放量,所述炉膛压力控制单元54,用于结合工况参数,自动修正炉膛压力设定。

[0048] 在本实施方式中,在同样工况条件下,加热炉热效率的高低和燃烧效果的好坏,最终可以归结为加热炉内的过剩空气系数,过剩空气系数取决于燃烧过程实际配风量,即空燃比的高低。不同的过剩空气系数,与加热炉的燃料消耗量有直接关系。本系统根据加热炉的当前燃料气量,经过短时间寻优得出的最佳热风供风量和烟气排放量,跟随进炉燃料气总量而变化,始终保持加热炉处于最佳燃烧状态。在确保燃料完全燃烧和低污染排放的前提下,使参与燃烧所需的氧含量为最低作为空燃比自动寻优最佳状态。炉膛压力的大小影响加热炉系统的抽力平衡,直接影响高温烟气在炉膛内的分布及停留时间,进而影响炉膛

内热量的传导速率、热量的扩散速率和热量的辐射效率,这些因素都是最终影响加热炉热效率的关键。采用加热炉自动优化控制技术,结合烟气温度、炉膛温度、烟气含氧量和一氧化碳等诸多工艺参数,自动修正炉膛压力设定值使之保持在更为合理的范围内,降低加热炉的能耗。

[0049] 进一步的,所述时间控制单元51包括第一数据获取器511、时间控制器512和第一模糊逻辑处理器513,所述第一数据获取器511、所述时间控制器512和所述第一模糊逻辑处理器513依次连接,所述第一数据获取器511,用于获取工况参数,所述时间控制器512,用于基于工况参数得到最短时间性能泛函,所述第一模糊逻辑处理器513,用于采用模糊逻辑处理方法实现自动最短时间控制。

[0050] 在本实施方式中,影响这个目标函数的主要因素有:燃料流量 $u(t)$ 、空气流量 $v(t)$ 、炉膛压力 $p(t)$ 和炉膛温度 $T(t)$;

[0051] 它们之间是相互关联和互交作用的。即:

[0052] $J=f[u(t), v(t), p(t), T(t)]$

[0053] 而加热炉内燃烧热效率又是助燃空气和总的燃料比值的函数,即:

[0054] $\eta(t)=\Phi[v(t)/u(t)]$

[0055] 这就形成了四个变量相互协调的优化组合,即多变量的自动优化控制。所述第一模糊逻辑处理器513将上述自动优化控制目标函数和人工智能的理论,采用模糊逻辑处理方法,运用C++软件编程技术,在无需建立精确数学模型的情况下,实现性能较好又非常实用的自动优化控制。

[0056] 进一步的,所述消耗控制单元52包括第二数据获取器521、消耗控制器522和第二模糊逻辑处理器523,所述第二数据获取器521、所述消耗控制器522和所述第二模糊逻辑处理器523依次连接,所述第一数据获取器511,用于获取工况参数,所述消耗控制器522,用于基于工况参数得到最小能耗性能泛函,所述第一模糊逻辑处理器513,用于采用模糊逻辑处理方法实现自动最小能耗控制。

[0057] 在本实施方式中,影响这个目标函数的主要因素有:燃料流量 $u(t)$ 、空气流量 $v(t)$ 、炉膛压力 $p(t)$ 和炉膛温度 $T(t)$;

[0058] 它们之间是相互关联和互交作用的。即:

[0059] $J=f[u(t), v(t), p(t), T(t)]$

[0060] 若以最少的燃料消耗控制,其性能泛函可写成如下表达式:

[0061]
$$J(t)=\int_{t_0}^{t_f}\sum_{j=1}^m C_j / u_j(t) / dt$$

[0062] 式中: $u_j(t)$ 是 m 维的控制向量 $u(t)$ 的各个分量; c_j 是正的比例系数。将以上两式综合化简后可得:

[0063]
$$J(t)=k\int_{t_0}^{t_f} dt + \int_{t_0}^{t_f} /u(t) / dt$$

[0064] 再经过哈密顿变换求极小值。

[0065] 所述第二模糊逻辑处理器523将上述自动优化控制目标函数和人工智能的理论,采用模糊逻辑处理方法,运用C++软件编程技术,在无需建立精确数学模型的情况下,实现

性能较好又非常实用的自动优化控制。

[0066] 另外还可以将时间控制单元51和所述消耗控制单元52结合进行判断,使得可以得到一个均衡的控制方式。

[0067] 第二方面,本发明还提供一种加热炉低氧燃烧系统,包括:加热炉低氧燃烧装置、显示器6和记忆库7,所述显示器6和所述记忆库7分别与所述加热炉低氧燃烧装置连接。

[0068] 在本实施方式中,通过所述显示器6可以对控制信息进行可视化显示,提高操作的方便性;通过所述记忆库7可以对产生的控制数据进行缓存使得可以进行历史数据查询,方便出现问题时寻找原因。

[0069] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程,并依本发明权利要求所作的等同变化,仍属于发明所涵盖的范围。

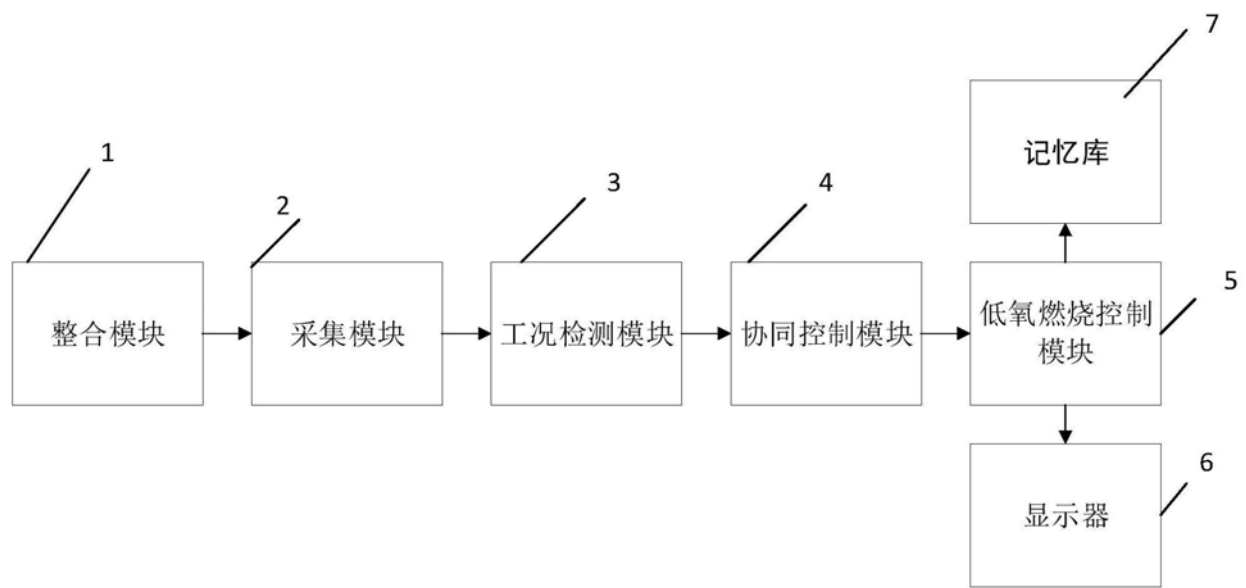


图1

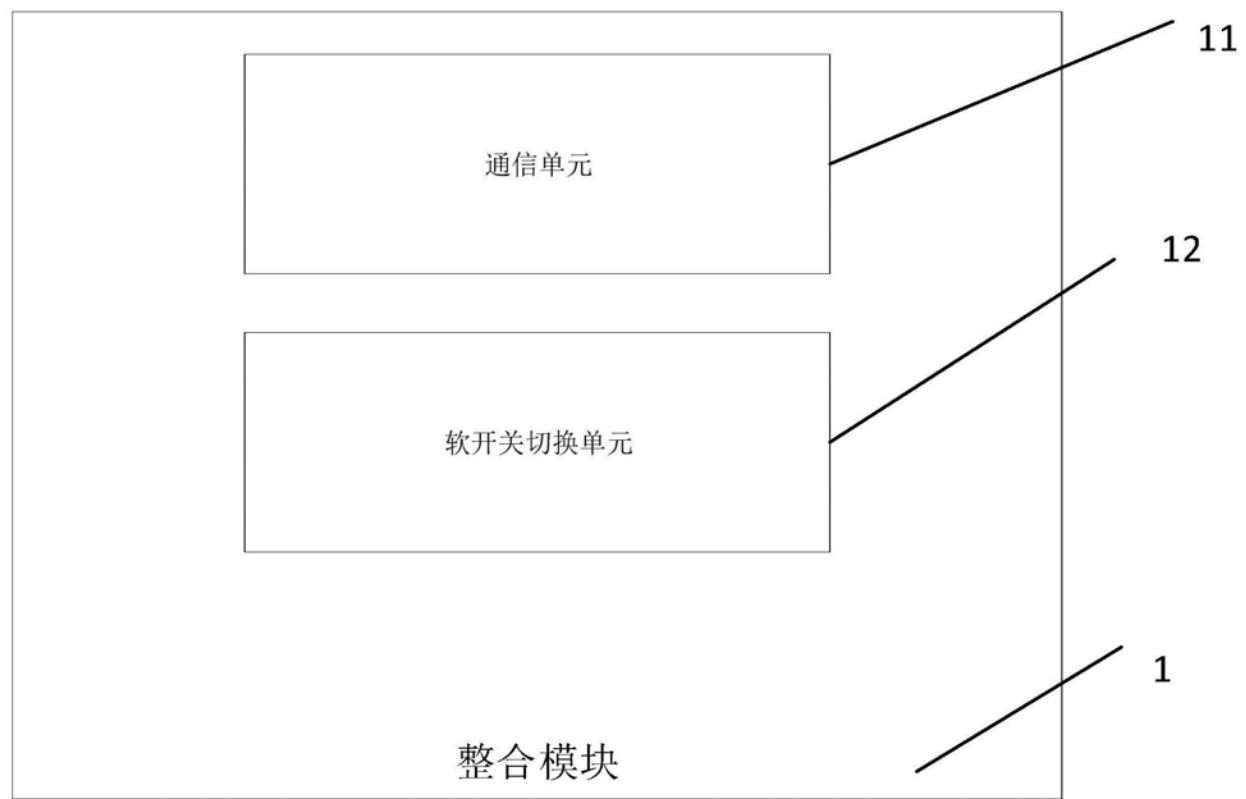


图2

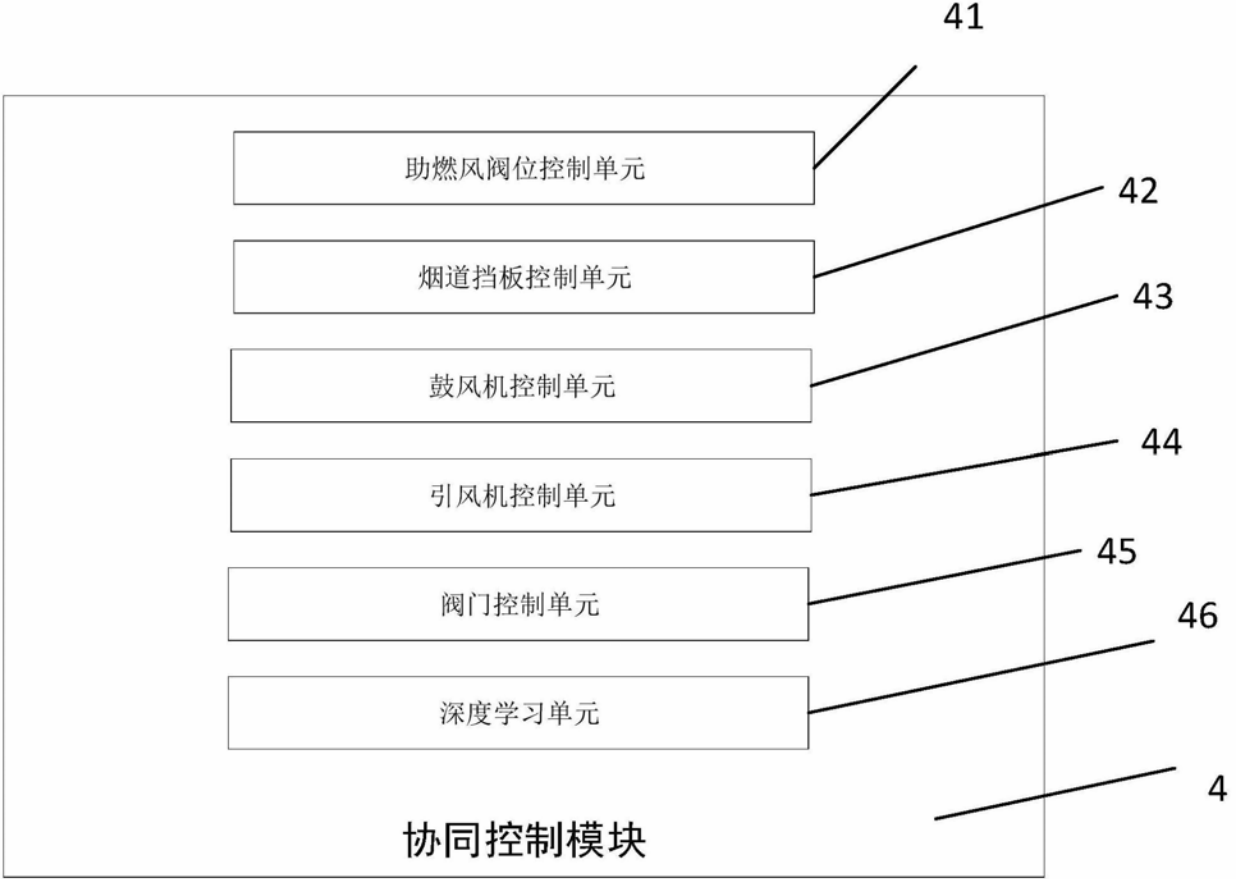


图3

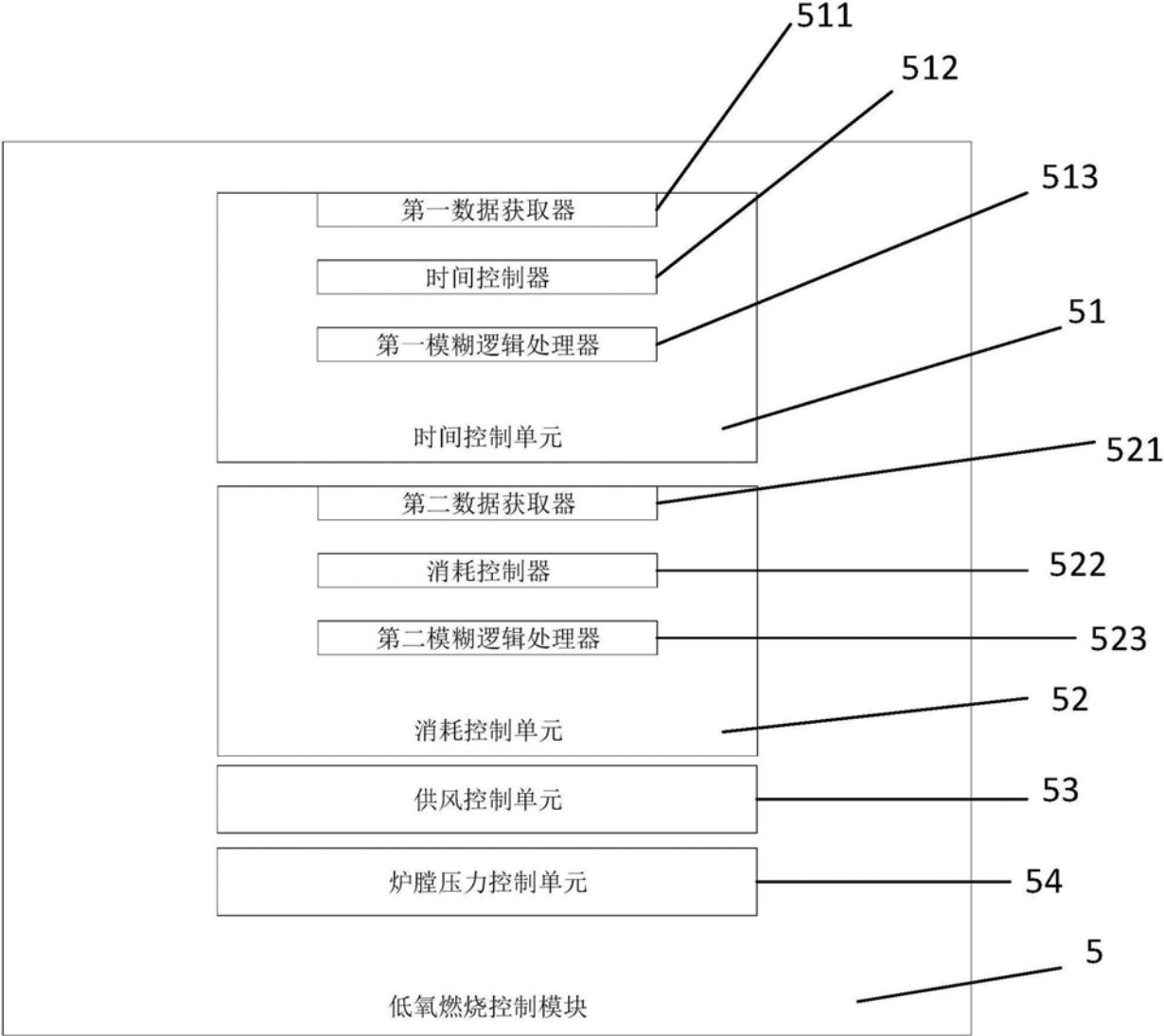


图4

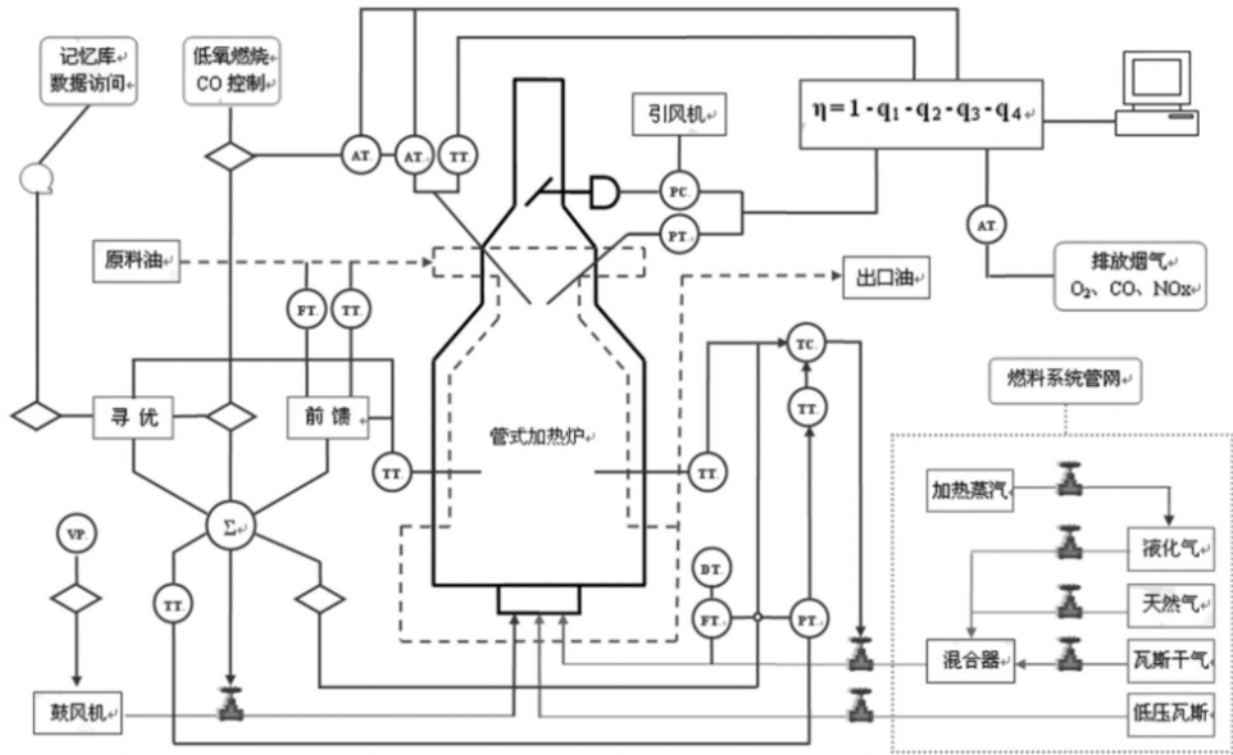


图5