

一种燃烧系统、废气燃烧控制方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质

相关申请的交叉引用

本公开要求于 2024 年 12 月 31 日提交中国专利局的申请号为 2024120000629、名称为“一种燃烧系统、废气燃烧控制方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开涉及废气处理技术领域，具体而言，涉及一种燃烧系统、废气燃烧控制方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质。

背景技术

随着工业生产的不断发展，废气处理成为环境保护的重要环节。相关的废气处理方法中，燃烧法因其高效、操作简便而被广泛应用。燃烧法的基本原理是通过高温将有害气体分解成无害物质，从而达到净化废气的目的。

然而，经发明人研究发现，在燃烧过程中，废气中的可燃组分在高温下会发生剧烈反应，导致炉内压力急剧升高。这种压力升高的现象不仅会影响燃烧效率，还可能导致设备损坏，甚至引发爆炸事故。

发明内容

本公开的目的包括提供一种燃烧系统、废气燃烧控制方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质，以确保废气能够充分燃烧净化并能够防止出现爆燃风险。

该燃烧系统包括反应室、排风机、第一控制阀、第二控制阀以及第一压力传感器。其中，反应室设有配置成通入废气的入口和配置成排出废气的出口，排风机靠近于反应室的出口设置。在上述基础上，自入口至出口，反应室内包括位于入口侧的第一燃烧区域和位于出口侧的第二燃烧区域。相应地，反应室还设有第一补气口和第二补气口，经由第一补气口和第二补气口分别向第一燃烧区域和第二燃烧区域通入压缩空气，以便于依次与废气发生反应，实现分级燃烧。为便于控制通入的压缩空气气流量，维持反应室的内部压力始终处于稳定状态，第一控制阀和第二控制阀分别设置于与第一补气口和第二补气口连通的供气管路上。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本公开的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，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它相关的附图。

- 图 1 为本实施例提供的燃烧系统的结构示意图一；
- 图 2 为本实施例提供的燃烧系统的结构示意图二；
- 图 3 为本实施例提供的燃烧系统的结构示意图三；
- 图 4 为本实施例提供的燃烧系统的结构示意图四；
- 图 5 为本实施例提供的图 4 中 A-A 处的剖面结构示意图；
- 图 6 为本实施例提供的燃烧系统的结构示意图五；
- 图 7 为本实施例提供的图 6 中 B-B 处的剖面结构示意图；
- 图 8 为本实施例提供的图 6 中 B-B 处的另一剖面结构示意图；
- 图 9 为本实施例提供的废气燃烧控制方法的流程示意框图；
- 图 10 为本实施例提供的废气燃烧控制装置的结构示意框图；
- 图 11 为本实施例提供的电子设备的结构示意图框图。

图标：10-燃烧系统；20-电子设备；21-存储器；23-处理器；30-废气燃烧控制装置；31-获取模块；33-第一控制模块；35-第二控制模块；100-反应室；101-入口；102-出口；103-第一补气口；104-第二补

气口；105-第三补气口；106-第四补气口；110-内筒；111-第三水口；113-第四水口；120-第一水冷腔；130-外筒；131-第一水口；133-第二水口；151-第一通道；153-第二通道；210-第一燃烧区域；230-第二燃烧区域；250-第三燃烧区域；300-分隔板；310-第二水冷腔；400-泄压管；500-排风机；610-第一控制阀；630-第二控制阀；650-第三控制阀；710-第一压力传感器；730-第二压力传感器；750-第三压力传感器。

### 具体实施方式

相关技术中，采用通过燃烧将有害气体分解成无害物质的废气净化方案，具有反应剧烈，炉内压力急剧升高，引发爆炸事故的问题。

针对上述问题，本公开提供了一种燃烧系统、废气燃烧控制方法、装置、电子设备 20 和存储介质，其采用分级式燃烧的方案，以便于维持反应室 100 的内腔的压力始终处于稳定状态，保证废气可以得到稳定的燃烧处理。

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本公开实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

因此，以下对在附图中提供的本公开的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本公开的范围，而是仅仅表示本公开的选定实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本公开保护的范围。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

在本公开的描述中，需要说明的是，若出现术语“上”、“下”、“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，或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系，仅是为了便于描述本公开和简化描述，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公开的限制。

此外，若出现术语“第一”、“第二”等仅配置成区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

需要说明的是，在不冲突的情况下，本公开的实施例中的特征可以相互结合。

图 1 为本实施例提供的燃烧系统 10 的结构示意图一，图 1 中的箭头所示方向为废气流向。请参阅图 1，本公开提供了一种燃烧系统 10，应用于废气处理技术领域，其包括反应室 100、排风机 500、第一控制阀 610、第二控制阀 630 以及第一压力传感器 710。

其中，反应室 100 设有配置成通入废气的入口 101 和配置成排出废气的出口 102，排风机 500 靠近于反应室 100 的出口 102 设置。在实际应用场景中，排风机 500 通过排出反应室 100 内的气体，可以降低室内气压，形成负压区。基于上述压力差的设置，可以促使反应室 100 外的废气通过入口 101 流入反应室 100 内，并在与反应室内燃烧处理后从出口 102 排出。另外，需要补充说明的是，在本公开所提供的实施例之中，通入的废气可以为大流量氢气，或者其他具有高度可燃性和爆炸性的气体。

在上述基础上，自入口 101 至出口 102，反应室 100 内包括位于入口 101 侧的第一燃烧区域 210 和位于出口 102 侧的第二燃烧区域 230。相应地，反应室 100 还设有第一补气口 103 和第二补气口 104，分别对应于第一燃烧区域 210 和第二燃烧区域 230 而设置。基于此，经由第一补气口 103 和第二补气口 104 分别向第一燃烧区域 210 和第二燃烧区域 230 通入压缩空气，以便于依次与废气发生反应，实现分级燃烧。

为便于控制通入的压缩空气气流量，维持反应室 100 的内腔压力始终处于稳定状态，第一控制阀 610 和第二控制阀 630 分别设置于与第一补气口 103 和第二补气口 104 连通的供气管路上。另外，由于第一燃烧区域 210 邻近于入口 101 设置，处于高温和高浓度废气的环境之中，其通入的压缩空气与废气发生的反应为主反应，压力波动变化显著。因此，第一压力传感器 710 设置于第一燃烧区域 210 内，配置成获取所述反应室 100 内的第一燃烧区域 210 的第一压力值。

在实际场景之中，在第一燃烧区域 210 和第二燃烧区域 230 分级燃烧的基础上，考虑至第一燃烧区域 210 为主反应，若第一压力值显示第一燃烧区域 210 可能出现燃爆风险，工作人员可以调小第一控制

阀 610 的开度, 减少压缩空气的补入量, 减少废气的反应量, 降低反应室 100 的压力。若第一压力值显示第一燃烧区域 210 处于稳定状态, 废气不存在燃爆的风险, 可以继续在第一控制阀 610 的相关开度的基础上, 持续通入压缩空气。

另外, 又由于第二控制阀 630 邻近于出口 102 处设置, 第二控制阀 630 一般处于常开状态, 保持富氧通入, 以达到完全处理废气并将废气稀释至极限值以下的目的。相应地, 也可以反应室 100 的出口 102 处, 即第二燃烧区域 230 设置第二压力传感器 730, 以便于实时获取第二燃烧区域 230 内的压力变化, 保证出口 102 处的燃烧处理或稀释处理正常进行。

请再次参阅图 1, 为实现分级燃烧, 反应室 100 内还包括位于第一燃烧区域 210 和第二燃烧区域 230 之间的第三燃烧区域 250。并且, 反应室 100 上还设有对应于第三燃烧区域 250 的第三补气口 105, 第三补气口 105 和前述实施例中的补气口类似, 也配置成向第三燃烧区域 250 通入压缩空气。相应地, 燃烧系统 10 还包括第三控制阀 650, 第三控制阀 650 设置于与所第三补气口 105 连通的供气管路上, 以便于控制通入第三燃烧区域 250 内的压缩空气气流量。

需要补充说明的是, 由于第三燃烧区域 250 位于第一燃烧区域 210 和第二燃烧区域 230 之间, 因此, 在第三燃烧区域 250 内, 第三控制阀 650 通入的压缩空气与废气反应的强烈程度, 较弱于第一燃烧区域 210 内的反应强烈程度, 较强于第二燃烧区域 230 内的反应强烈程度, 压力波动变化相对显著, 也存在燃爆的风险。基于此, 燃烧系统 10 还包括第三压力传感器 750, 第三压力传感器 750 配置成获取反应室 100 内第三燃烧区域 250 的第二压力值。容易理解的是, 废气在第一燃烧区域 210、第三燃烧区域 250 以及第二燃烧区域 230 分别对应实现局部少量燃烧、局部少量燃烧以及完全处理并稀释至极限值以下。

基于上述, 第三补气口 105 和第三控制阀 650 的增设, 控制了废气与压缩空气的混合比例和燃烧速度, 降低了单个补气口 (第一补气口 103/第二补气口 104) 处的压力和温度, 降低了反应室 100 发生燃爆的风险, 实现了分级燃烧。在另一些实施例之中, 为便于实现更安全、更高效以及更环保的分级燃烧, 第三燃烧区域 250 还可以包括沿废气流动方向依次设置多个子燃烧区域; 相应地, 反应室 100 还可以设有多个子补气口, 分别配置成向多个子燃烧区域通入压缩空气; 相应地, 燃烧系统 10 还可以包括多个调节阀, 配置成分别调节经由多个子补气口向所述多个子燃烧区域通入的所述压缩空气的通入量。可选地, 第二控制阀 630 之前的任意控制阀均为开度可调的控制阀。

请参阅图 2 至图 8, 本公开还提供了另一种燃烧系统 10 的实施例, 其与图 2 所提供的实施例的区别在于, 燃烧系统 10 还包括位于反应室 100 内的分隔板 300。在该实施例之中, 入口 101 和出口 102 分别位于分隔板 300 的两侧, 相应第一补气口 103 和第二补气口 104 也分别位于分隔板 300 两侧。并且, 分隔板 300 与反应室 100 的内壁配合形成配置成对废气导流的 U 型通道, 以便于从入口 101 通入的废气经分隔板 300 绕流后再从出口 102 排出。在此过程中, 迂回的气流路径增加了废气在反应室 100 内的停留时间, 使得反应进行得更加充分, 废气处理效率更高。与前述类似的, 第一补气口 103 和第二补气口 104 通入的压缩空气, 仍旧依次与废气发生反应, 实现分级燃烧。

如图 4 和图 5 所示, 为增加废气在反应室 100 内的流经路径和停留时间, U 型通道倒置设置, 即反应室 100 的底壁设有入口 101 和出口 102, 反应室 100 的顶壁与分隔板 300 之间存在间隔。基于此, 废气从底壁的入口 101 进入, 在分隔板 300 一侧由下至上攀升, 到达顶壁后通过分隔板 300 与顶壁之间的间隔翻越至分隔板 300 另一侧, 再由上至下排出。容易理解的是, 在该实施例之中, 第一燃烧区域 210 与第二燃烧区域 230 分别位于分隔板 300 两侧, 第三燃烧区域 250 至少部分地位于间隔处。

如前述所言, 第一燃烧区域 210 和第三燃烧区域 250 分别为主反应区域和次反应区域, 为提高废气反应均匀性, 避免局部反应过度, 第一补气口 103 的数量为多个, 且多个第一补气口 103 均沿着反应室 100 的周向间隔设置。相应地, 第三补气口 105 的数量也为多个, 且多个第三补气口 105 沿着反应室 100 的周向间隔设置。

还需要补充说明的是, 在第三补气口 105 的数量为多个的情况下, 其可以沿着整个反应室 100 的周向等距间隔设置, 以便均匀作配置成流经间隔处的废气; 在第一补气口 103 的数量为多个的情况下, 其可以沿着反应室 100 入口 101 的一侧等距间隔设置, 以便于均匀作配置成从入口 101 通过的废气。另外, 为提高第二区域内的富氧程度, 如图 5 所示, 反应室 100 出口 102 的一侧也可以相应地等距间隔设置第四补气口 106, 可选地, 第一补气口 103 和第四补气口 106 通过同一控制阀通断压缩空气。

考虑至废气反应时会释放出巨大热量, 请再次参阅图 4, 反应室 100 包括内筒 110 和外筒 130。其

中,内筒 110 的内腔为燃烧腔,配置成通入废气和压缩空气进行燃烧反应。而外筒 130 与内筒 110 共同构成双层结构,外筒 130 的内壁与内筒 110 的外壁之间形成第一水冷腔 120。容易理解的是,第一水冷腔 120 内的冷却水能够有效吸收燃烧腔产生的高温热量,确保反应室 100 温度可控。

在一些实施例之中,为便于回收利用上述高温热量,第一水冷腔 120 中的冷却水可以为循环水,如图 3 所示,外筒 130 上沿着竖直方向间隔设有第一水口 131 和第二水口 133。容易理解的是,经由第一水口 131 与第二水口 133 二者中的一个向第一水冷腔 120 通入冷却水,经由第一水口 131 与第二水口 133 二者中的另一个将第一水冷腔 120 中的冷却水排出。

示例性地,在如图 3 所示的第一水口 131 位于第二水口 133 下方的情况下,循环水经第一水口 131 进入第一水冷腔 120 后,由下至上流动,以确保能够充分接触并吸收燃烧腔内壁释放的热量,实现最大化的热交换效率。另外,还需要补充说明的是,在水源为循环水箱的情况下,第一水口 131 和第二水口 133 均与水源连通;在水源为 PCW 的情况下,第一水口 131 和第二水口 133 中的一个与水源连通,另一个与供热管路连通,以作为热源供给其他工艺,提高能源利用率。

相应地,请参阅图 6 至图 8,为避免分隔板 300 被高温烧损,分隔板 300 为中空结构,且分隔板 300 的内腔为第二水冷腔 310。容易理解的是,第二水冷腔 310 的存在确保了分隔板 300 温度始终处于安全范围内,延长了分隔板 300 的使用寿命。

另外,在一些实施例之中,如图 7 所示,内筒 110 与分隔板 300 的连接处沿着竖直方向间隔设有第三水口 111 和第四水口 113。并且,第二水冷腔 310 通过第三水口 111 和第四水口 113 与第一水冷腔 120 连通。基于此,第一水冷腔 120 和第二水冷腔 310 共同循环连通,形成了多层次的冷却系统,提高了整体热管理效率,确保了反应室 100 内部各部分温度分布更加均匀。

在一些实施例之中,如图 8 所示,反应室 100 上设有贯穿外筒 130 和内筒 110 并与第二水冷腔 310 连通的第一通道 151 和第二通道 153。基于此,第二水冷腔 310 类似于第一水冷腔 120,可以通过第一通道 151 或第二通道 153,直接与供热管路连通,座位热源供给其他工艺,提高能源利用率。为实现最大化的换热效率,通道结构亦与前述水口类似的,即,第一通道 151 与第二通道 153 沿着竖直方向间隔设置,经由第一通道 151 与第二通道 153 二者中的一个向第二水冷腔 310 通入冷却水,经由第一通道 151 与第二通道 153 二者中的另一个将第二水冷腔 310 中的冷却水排出。

为避免爆炸事故的发生,燃烧系统 10 还包括与反应室 100 的内腔连通的泄压管 400,该泄压管 400 内设计了采用压力控制的单向泄压装置作为保护措施,以将反应室 100 内高能量爆燃造成的高压泄压至大气环境之中。可选地,泄压管 400 内设有第四压力传感器、泄压膜片以及限位开关,第四压力传感器配置成获取泄压管 400 内的瞬时压力波动,限位开关与第四压力传感器通信连接,配置成打开或关闭泄压膜片,以通断反应室 100 的内腔与外部环境。

在实际场景之中,在第四压力传感器检测到泄压管 400 内的瞬时压力波动大于设定值的情况下,判定反应室 100 内的瞬时压力波动过大。此时,第四压力传感器将信号传递至限位开关,触发限位开关解除对泄压膜片的限位作用,使得泄压膜片开启,从而使得高能量爆燃造成的高压直接泄压至大气环境中。可选地,泄压膜片为铝制膜片。

请参阅图 9,本公开实施例还提供了一种废气燃烧控制方法,应用于前述实施例的燃烧系统 10 之中,该废气燃烧控制方法可以包括以下步骤:

步骤 S100,在废气通入反应室 100 的情况下,控制排风机 500、第一控制阀 610、第二控制阀 630 开启。

在步骤 S100 之前,废气可以通入前水洗装置以处理掉水溶性气体或粉尘之后,再通入反应室 100 内。

在步骤 S100 之中,需要说明的是,第一控制阀 610 以及第二控制阀 630 的开启,可以实现压缩空气的连续通入,保证在废气通过反应室 100 的过程中,有源源不断的压缩空气与废气进行反应,从而保证废气得以充分燃烧,得以被高效净化。排风机 500 配置成驱使废气进入反应室 100 内进行燃烧分解,并沿自入口 101 至出口 102 的方向流动,最终排出反应室 100 外。

步骤 S200,获取反应室 100 内的第一压力值。

在步骤 S200 之中,第一压力值是基于第一压力传感器 710 的测量值,第一压力传感器 710 位于第一燃烧区域 210 内。考虑至反应室 100 入口 101 处的压力波动变化显著,可选地,第一压力传感器 710 位于第一燃烧区域 210 靠近入口 101 的一侧。

步骤 S300,若第一压力值与第一预设压力值之间的差值大于第一预设范围,控制调小第一控制阀 610 的开度。

在步骤 S300 之中,通过判断第一压力值与第一预设压力值之间的差值是否处于第一预设范围内,

可以确认反应室 100 内的压力是否处于相对稳定的状态。若第一压力值与第一预设压力值之间的差值大于第一预设范围,则说明此时的反应室 100 的压力处于不稳定状态,废气存在燃爆的风险。基于此,调小第一控制阀 610 的开度,减少压缩空气的补入量,减少废气的反应量,即,缺氧燃烧,从而达到降低反应室 100 的压力,维持反应室 100 内的压力稳定,防止出现燃爆风险的有益效果。

相应地,若第一压力值与第一预设压力值之间的差值小于或等于第一预设范围,则说明此时的反应室 100 的压力处于稳定状态,废气不存在燃爆的风险,可以继续在第一控制阀 610 的相关开度的基础上,持续通入压缩空气。

需要说明的是,基于根据反应室 100 内的第一压力值反馈调节第一控制阀 610 的开度的机制,可以利用 PID (比例-积分-微分) 控制算法来调节阀门开度。可选地,预设范围可根据第一预设压力值的百分之十来设定。

基于上述,以第一预设压力值为  $P$  为例,在反应室 100 通入废气的情况下,在第一燃烧区域 210 内,通过第一控制阀 610 通入压缩空气,优先处理局部少量的废气。此时,允许第一燃烧区域 210 内的压力值会在小于或等于  $P+10\%P$  的范围内波动。若第一压力传感器 710 检测到第一压力值大于  $P+10\%P$  的范围,则说明此时第一燃烧区域 210 内的压力波动增加。此时,调小第一控制阀 610 的开度,减少压缩空气的补入量,减少废气的反应量,降低反应室 100 的压力,维持反应室 100 内的压力稳定,防止出现燃爆风险。

请再次参阅图 9,本公开所提供的废气燃烧控制方法还包括:

步骤 S400,获取反应室 100 内的第二压力值;

在步骤 S400 之中,第二压力值是基于第三压力传感器 750 的测量值,第三压力传感器 750 位于第三燃烧区域 250 内。考虑至第一燃烧区域 210 处的压力波动变化显著,可选地,第三压力传感器 750 位于第三燃烧区域 250 靠近第一燃烧区域 210 的一侧。

步骤 S500,若第二压力值与第二预设压力值之间的差值大于第二预设范围,控制调小第三控制阀 650 的开度。

在步骤 S500 之中,与前述类似的,通过判断第二压力值与第二预设压力值之间的差值是否处于第二预设范围内,可以确认第三燃烧区域 250 内的压力是否处于相对稳定的状态。若第二压力值与第二预设压力值之间的差值大于第二预设范围,则说明此时的第三燃烧区域 250 内的压力处于不稳定状态,废气存在燃爆的风险。基于此,调小第三控制阀 650 的开度,有助于减少此处的压缩空气的补入量,减少此处的废气的反应量,从而达到降低第三燃烧区域 250 的压力,维持第三燃烧区域 250 内的压力稳定,防止出现燃爆风险的有益效果。

相应地,若第二压力值与第二预设压力值之间的差值小于或等于第二预设范围,则说明此时的第三燃烧区域 250 的压力处于稳定状态,废气不存在燃爆的风险,可以继续第三控制阀 650 的相关开度的基础上,持续通入压缩空气。

此外,需要补充说明的是,上述步骤 S200 至 S300 与上述步骤 S400 至 S500 的执行顺序并不影响最终结果。即步骤 S200 至 S300 步骤与步骤 S400 至 S500 可以以非线性的方式进行(同时进行),而不一定要遵循严格的先后顺序。

需要说明的是,与前述类似的,基于根据反应室 100 内的第二压力值反馈调节第三控制阀 650 的开度的机制,同样可利用 PID 控制算法来调节第三控制阀 650 开度。另外,还需要说明的是,在设置有三个以上的控制阀的实施例之中,在第二控制阀 630 之前的任意控制阀均为开度可调的控制阀,通过压力反馈机制基于控制算法例如 PID 控制算法来调节控制阀的开度,控制压缩空气的供给,为维持反应室 100 内部压力稳定,避免发生爆燃。而针对位于出口 102 处的第二控制阀 630,保证其处于常开状态,保持富氧通入,使得废气充分燃烧即可。

,控制调小第一控制阀 610 的开度的步骤具体为:控制调小第一控制阀 610 的开度至第一预设开度。容易理解的是,第一预设开度的设置,能够保证第一控制阀 610 在降低第一燃烧区域 210 发生爆炸的可能性的同时,始终能够向第一燃烧区域 210 内提供压缩空气。

相应地,控制调小第二控制阀 630 的开度的步骤具体为:控制调小第三控制阀 650 的开度至第二预设开度。与前述类似的,第二预设开度的设置,能够保证第三控制阀 650 在降低第三燃烧区域 250 发生爆炸的可能性的同时,始终能够向第三燃烧区域 250 内提供压缩空气。

在上述基础上,第一预设开度的数值小于第二预设开度的数值。基于上述设置,在第一燃烧区域 210

内, 第一控制阀 610 控制通入的压缩空气的流量相对较低, 反应的废气量相对较少。因此, 即使第一燃烧区域 210 内的压力波动变化最显著, 根据压力反馈来调节第一控制阀 610 的开度, 可以使得第一压力值可以相对稳定, 防止出现燃爆风险; 而在第三燃烧区域 250 内, 第三控制阀 650 控制通入的压缩空气的流量相对较大, 反应的废气量相对较多, 同样地, 即使第三燃烧区域 250 内的压力波动变化相对显著, 根据压力反馈来调节第三控制阀 650 的开度, 可以使得第二压力值也可以相对稳定, 防止出现燃爆风险。

为保障反应室 100 的使用安全性, 定义第一控制阀 610 从全开调节至第一预设开度的时间为第一预设时间, 定义第三控制阀 650 从全开调节至第二预设开度的时间为第二预设时间。在此基础上, 使得第一预设时间小于第二预设时间。

容易理解的是, 根据上述第一预设时间和第二预设时间的比较可以获悉, 第一控制阀 610 的反应更灵敏, 能够更迅速地响应调节开度, 更精准地补入压缩空气, 从而能够更好地适应高温和高浓度废气的第一燃烧区域 210。比如, 第一预设时间可以是 100ms, 第二预设时间可以是 150ms。

请再次参阅图 9, 在步骤 S300 之后, 即若第一压力值与第一预设压力值之间的差值大于第一预设范围, 控制调小第一控制阀 610 的开度的步骤之后, 方法还包括:

步骤 S600, 控制调小排风机 500 的频率。

步骤 S600 之中, 容易理解的是, 通过调小排风机 500 的频率, 可以调小排风量。基于此, 使得反应室 100 具有负压区, 负压区的负压值始终处于预设范围内, 便于废气和压缩空气的通入。

示例性地, 在第一控制阀 610 和第三控制阀 650 的开度处于增大的情况下, 反应室 100 内的气流量增加, 压力增加, 此时, 排风机 500 的频率也相应增大, 以保证及时排出净化后的废气。在第一控制阀 610 和第三控制阀 650 的开度处于减小的情况下, 反应室 100 内的气流量减小, 压力减小, 排风机 500 的频率也相应减小, 以维持反应室 100 内的负压区, 保证及时补入压缩空气。

可选地, 控制调小排风机 500 的频率的具体步骤为: 控制调小排风机 500 的频率为预设频率。其中, 该预设频率与前述中的第一预设开度相对应。

基于上述, 可以在步骤 S600 之前, 获取第一控制阀 610 的开度调节指令, 以此作为负反馈进行风量调节。基于上述反馈调节机制, 排风机 500 也可以利用 PID 控制算法来调节频率。可选地, 在排风机 500 系统中, PID 控制器以第一压力值和第一预设压力值的压力差为输入量, 通过调整变频器的输出频率, 有效地控制排风机 500 的负荷, 从而有效地控制排风机 500 的风量, 从而保证反应室 100 内的负压值在预设范围内。

需要说明的是, 排风机 500 和第一控制阀 610 均通过 PID 控制算法进行自调节, 并且, 二者可以协同调节控制, 以便于保证分级燃烧的有序进行, 维持反应室 100 内的压力稳定, 防止出现燃爆风险的有益效果。

另外, 还需要说明的是, 在经历步骤 S100 至步骤 S600 的过程中, 也即在流经高温反应室 100 的过程中, 废气依次与第一补气口 103、第二补气口 104 以及第三补气口 105 输入的压缩空气进行燃烧反应, 实现净化。在步骤 S600 之后, 净化后的废气可以进入水箱、洗涤塔之中进行冷却后排出, 在此不作限定。

请参阅图 10, 为了执行上述各实施例提供的废气燃烧控制方法的可能的步骤, 本公开实施例提供了一种废气燃烧控制装置 30, 应用于前述实施例之中的燃烧系统 10, 配置成执行上述的废气燃烧控制方法。需要说明的是, 本公开实施例提供的废气燃烧控制装置 30, 其基本原理及产生的技术效果和上述实施例基本相同, 为简要描述, 本实施例部分未提及之处, 可参考上述的实施例中相应内容。

可选地, 本实施例提供的废气燃烧控制装置 30 可以包括获取模块 31、第一控制模块 33 以及第二控制模块 35。

其中, 获取模块 31 配置成获取反应室 100 内的第一压力值。可选地, 获取模块 31 具体可以配置成执行上述控制方法中的步骤 S100, 以实现对应的技术效果。

第一控制模块 33, 配置成控制排风机 500、第一控制阀 610、第二控制阀 630 开启。可选地, 第一控制模块 33 具体可以配置成执行上述控制方法中的步骤 S200, 以实现对应的技术效果。

第二控制模块 35, 配置成若第一压力值与第一预设压力值之间的差值大于第一预设范围时, 控制调小第一控制阀 610 的开度。可选地, 第二控制模块 35 具体可以配置成执行上述控制方法中的步骤 S300, 以实现对应的技术效果。

, 获取模块 31 还配置成获取反应室 100 内的第二压力值。即, 获取模块 31 还配置成执行上述控制方法中的步骤 S400, 以实现对应的技术效果。相应地, 所述第一控制模块 33 还配置成控制所述第三控制阀 650 开启。应用在实际场景之中, 第一控制模块 33 配置成在控制排风机 500、第一控制阀 610、第二控制阀 630 开启的同时, 控制第三控制阀 650 开启。相应地, 第二控制模块 35 还配置成若第二压力值与第二预设压力值之间的差值大于第二预设范围, 控制调小第三控制阀 650 的开度。即, 第二控制模

块 35 模块还配置成执行上述控制方法中的步骤 S500，以实现对应的技术效果。

另外，请参阅图 11，图 11 为本实施例提供的电子设备 20 的结构示意图框图，本公开还提供了一种电子设备 20，该电子设备 20 还可以包括存储器 21 和一个或多个处理器 23。

存储器 21 和处理器 23 相互之间直接或间接地电性连接，以实现数据的传输或交互。例如，这些元件相互之间可通过一条或多条通讯总线或信号线实现电性连接。废气燃烧控制装置 30 包括至少一个可以软件或固件(firmware)的形式存储于存储器 21 中或固化在服务器的操作系统(operating system, OS)中的软件功能模块。处理器 23 配置成执行存储器 21 中存储的可执行模块，例如废气燃烧控制装置 30 所包括的软件功能模块及计算机程序等。

其中，存储器 21 可以是，但不限于，随机存取存储器 21 (Random Access Memory, RAM)，只读存储器 21(Read Only Memory, ROM)，可编程只读存储器 21(Programmable Read-Only Memory, PROM)，可擦除只读存储器 21 (Erasable Programmable Read-Only Memory, EPROM)，电可擦除只读存储器 21 (Electric Erasable Programmable Read-Only Memory, EEPROM) 等。其中，存储器 21 配置成存储计算机程序代码，计算机程序代码包括计算机指令，当一个或多个处理器 23 执行计算机指令时，使得处理器 23 执行废气燃烧控制方法。

另外，本公开的一些实施例还提供了一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质存储有计算机程序，计算机程序被处理器 23 执行时实现上述任一实施例提供的空调器控制方法。

在本公开所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，附图中的流程图和框图显示了根据本公开的多个实施例的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上，流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分，模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个配置成实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意，在有些作为替换的实现方式中，方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如，两个连续的方框实际上可以基本并行地执行，它们有时也可以按相反的顺序执行，这依所涉及的功能而定。也要注意的，框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合，可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

另外，在本公开各个实施例中的各功能模块可以集成在一起形成一个独立的部分，也可以是各个模块单独存在，也可以两个或两个以上模块集成形成一个独立的部分。

功能如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对相关技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本公开各个实施例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器 21 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 21 (RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上，仅为本公开的具体实施方式，但本公开的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本公开的保护范围之内。

#### 工业实用性

综上所述，本公开提供了一种燃烧系统、废气燃烧控制方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质，其能够确保废气能够充分燃烧净化并能够防止出现爆燃风险。

## 权利要求书

1.一种燃烧系统，其特征在于，所述燃烧系统（10）包括反应室（100）、排风机（500）、第一控制阀（610）、第二控制阀（630）以及第一压力传感器（710）；其中，

所述反应室（100）设有配置成通入废气的入口（101）和配置成排出废气的出口（102），所述排风机（500）靠近于所述出口（102）设置；

自所述入口（101）至所述出口（102），所述反应室（100）内包括位于所述入口（101）侧的第一燃烧区域（210）和位于所述出口（102）侧的第二燃烧区域（230）；所述反应室（100）还设有第一补气口（103）和第二补气口（104）；经由所述第一补气口（103）和所述第二补气口（104）分别向所述第一燃烧区域（210）和所述第二燃烧区域（230）通入压缩空气；

所述第一控制阀（610）和所述第二控制阀（630）分别设置于与所述第一补气口（103）和所述第二补气口（104）连通的供气管路上；

所述第一压力传感器（710）配置成获取所述反应室（100）内的所述第一燃烧区域（210）的第一压力值。

2.根据权利要求1所述的燃烧系统，其特征在于，所述反应室（100）内还包括位于所述第一燃烧区域（210）和所述第二燃烧区域（230）之间的第三燃烧区域（250）；所述反应室（100）还设有对应于所述第三燃烧区域（250）的第三补气口（105），所述第三补气口（105）配置成向所述第三燃烧区域（250）通入所述压缩空气；

所述燃烧系统（10）还包括第三控制阀（650）和第三压力传感器（750），所述第三控制阀（650）设置于与所述第三补气口（105）连通的供气管路上，所述第三压力传感器（750）配置成获取所述反应室（100）内所述第三燃烧区域（250）的第二压力值。

3.根据权利要求2所述的燃烧系统，其特征在于，所述第三燃烧区域（250）包括沿废气流动方向依次设置多个子燃烧区域；所述反应室（100）还设有多个子补气口，分别配置成向所述多个子燃烧区域通入所述压缩空气；所述燃烧系统（10）还包括多个调节阀，配置成分别调节经由所述多个子补气口向所述多个子燃烧区域通入的所述压缩空气的通入量。

4.根据权利要求2或3所述的燃烧系统，其特征在于，所述燃烧系统（10）还包括位于所述反应室（100）内的分隔板（300）；其中，所述入口（101）和所述出口（102）分别位于所述分隔板（300）的两侧，所述分隔板（300）与所述反应室（100）的内壁配合形成配置成对废气导流的U型通道；所述反应室（100）的底壁设有所述入口（101）和所述出口（102），所述反应室（100）的顶壁与所述分隔板（300）之间存在间隔；

所述第一燃烧区域（210）与所述第二燃烧区域（230）分别位于所述分隔板（300）两侧，所述第三燃烧区域（250）至少部分地位于所述间隔处。

5.一种应用于如权利要求2至4中任意一项所述燃烧系统的废气燃烧控制方法，其特征在于：所述方法包括：

在废气通入所述反应室（100）的情况下，控制所述排风机（500）、所述第一控制阀（610）、以及所述第二控制阀（630）开启；

获取所述反应室（100）内的所述第一压力值；

若所述第一压力值与第一预设压力值之间的差值大于第一预设范围，控制调小所述第一控制阀（610）的开度。

6.根据权利要求5所述的废气燃烧控制方法，其特征在于，所述方法还包括：

在所述控制所述排风机（500）、所述第一控制阀（610）、以及所述第二控制阀（630）开启的同时，还控制所述第三控制阀（650）开启。

7.根据权利要求6所述的废气燃烧控制方法，其特征在于，所述方法还包括：

获取所述反应室（100）内的所述第二压力值；

若所述第二压力值与第二预设压力值之间的差值大于第二预设范围，控制调小所述第三控制阀（650）的开度。

8.根据权利要求7所述的废气燃烧控制方法，其特征在于，所述控制调小所述第一控制阀（610）的开度的步骤具体为：

控制调小所述第一控制阀（610）的开度至第一预设开度；

所述控制调小所述第三控制阀（650）的开度的步骤具体为：

控制调小所述第三控制阀（650）的开度至第二预设开度；

其中，所述第一预设开度的数值小于所述第二预设开度的数值。

9.根据权利要求8所述的废气燃烧控制方法，其特征在于，所述第一控制阀（610）从全开调节至所

述第一预设开度的时间为第一预设时间，所述第三控制阀（650）从全开调节至所述第二预设开度的时间为第二预设时间，所述第一预设时间小于所述第二预设时间。

10.根据权利要求6至9任一项所述的废气燃烧控制方法，其特征在于，所述若所述第一压力值与第一预设压力值之间的差值大于第一预设范围，控制调小所述第一控制阀（610）的开度的步骤之后，所述方法还包括：

控制调小所述排风机（500）的频率。

11.一种应用于如权利要求2至4中任意一项所述燃烧系统的废气燃烧控制装置，其特征在于，所述控制装置包括：

获取模块（31），配置成获取所述反应室（100）内的所述第一压力值；

第一控制模块（33），配置成控制所述排风机（500）、所述第一控制阀（610）、所述第二控制阀（630）开启；

第二控制模块（35），配置成若所述第一压力值与第一预设压力值之间的差值大于第一预设范围，控制调小所述第一控制阀（610）的开度。

12.根据权利要求11所述的废气燃烧控制装置，其特征在于，

所述获取模块（31），还配置成获取所述反应室（100）内的所述第二压力值；

所述第一控制模块（33），还配置成控制所述第三控制阀（650）开启；

所述第二控制模块（35），还配置成若所述第二压力值与第二预设压力值之间的差值大于第二预设范围，控制调小所述第三控制阀（650）的开度。

13.一种电子设备，其特征在于，包括：处理器（23）、存储器（21）以及存储在所述存储器（21）上并可在所述处理器（23）上运行的计算机程序；当所述处理器（23）执行所述程序时，实现如权利要求5至10中任一项所述的废气燃烧控制方法的步骤。

14.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被执行时实现如权利要求5至10中任一项所述的废气燃烧控制方法的步骤。