



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113701982 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 21

(21) 申请号 202110987251.3

审查员 彭志萍

(22) 申请日 2021.08.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113701982 A

(43) 申请公布日 2021.11.26

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 高占彪 顾洪斌 黄河激 岳连捷

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390
专利代理师 焦海峰

(51) Int. Cl.
G01M 9/04 (2006.01)

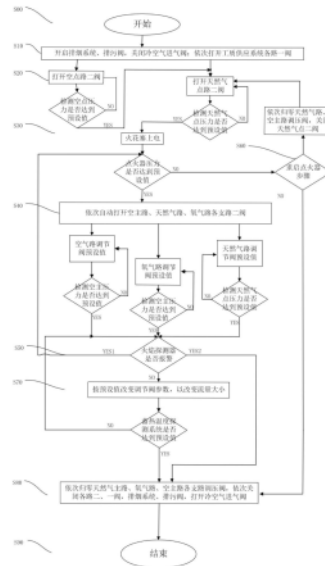
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法

(57) 摘要

本发明属于航空航天地面试验设备技术领域,针对现有技术中存在的试验设备的安全性低的技术问题,本发明公开了一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法,具体包括如下步骤:开始;开启排烟系统和排污系统,关闭冷空气进气阀,打开工质供应系统;开启燃气器点火器供气过程,并判断各自是否达到预设压力;接通电源并判断点火器压力是否达到预设值;开启燃烧器主火焰工作过程;判断火焰检测仪是否报警,并进入相应步骤;再次判断点火器压力是否达到预设值,或进入重启点火器步骤;开启蓄热燃烧器调工况阶段;依次关闭排烟系统、排污系统,打开冷空气进气阀;结束。其能够实现蓄热加热器自动化运行,提高了系统的可靠性、安全性,降低了偶发事件的可能性。



CN 113701982 B

1. 一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法,其特征在于,应用于蓄热式纯空气风洞的预加热阶段,包括工质供应系统,工质供应系统的各路调压阀前后均设置一道截止阀,分别为一阀、二阀;具体包括如下步骤:

S00:开始:试验进入自动运行阶段;

S10:开启排烟系统和排污系统,关闭冷空气进气阀,依次打开工质供应系统的空点路、天然气点路、天然气主路、空气主路各支路及氧气补充路各路一阀;

S20:依次打开空点路二阀,天然气点路二阀,并判断各自是否达到预设压力;

所述步骤S20设置为点火器供气过程,首选打开空点路二阀,控制系统根据其压力信号判断是否达到预设值P1,超时未达到,直接中断运行;否则继续打开天然气点路二阀,测控系统根据其压力信号判断天然气点路是否达到预设值P2,超时未达到,直接中断运行,否则进入步骤S30;

S30:接通电源并判断点火器压力是否达到预设值;

所述步骤S30通过火花塞上电,测控系统根据点火器的压力信号是否达到预设值P3判断是否点火成功,若成功,进入步骤S40,否则,进入步骤S50;

S40:按照预设程序同步打开空主、天然气各支路及氧气补充路二阀,并根据预设值设定各调压阀压力参数;

所述步骤S40设置为燃烧器主火焰工作过程,首先依次打开空气主路各支路、天然气主路二阀,空气主路各支路、天然气主路调节阀同步按照测控系统给出的预设参数打开,并分别判断各自压力是否达到预设值;火焰检测仪间断探测加热器是否正常燃烧,火焰检测仪工作时间间隔为 t_5 ;若探测器没报警,则继续进行S80;若探测器报警,直接进行S50;

S50:判断火焰检测仪是否报警,并进入相应步骤;

所述步骤S50为测控系统直接反转至步骤S30判断点火器压力是否达到预设值P3,若满足预设值,系统保持时间 t_6 内无操作,等待火焰检测仪报警是否消失,否则进入步骤S80,进入停车步骤;若不再报警,则继续进行步骤S70;

S60:再次判断点火器压力是否达到预设值,或进入重启点火器步骤;

所述步骤S60为蓄热燃烧器正常工作后,点火器压力低于预设值采取的操作步骤,依次将天然气主路、空气主路调压阀设置为0,关闭天然气点二阀,重新进入S20打开天然气点路二阀步骤,重启点火器路时间限制为 t_7 ,若超时则重启点火器失败,直接进入S80停车步骤。

S70:按照预设值或预设曲线改变调压阀参数,以改变流量大小,进而改变火焰功率;蓄热温度探测系统判断蓄热体是否到达所需温度梯度;

所述步骤S70为试验开始步骤,所述步骤S70设置为蓄热燃烧器调工况阶段,所述步骤S70根据步骤S00选择全人工模式、半自动模式或全自动模式中的任意一种;依次打开或依次关闭多个阀门时,间隔时间设置为 t_1 ,每一个阀门或作动机构都通过反馈信号传输到测控系统,且所述反馈信号不作为程序执行的判断依据;S80:依次归零天然气主路各支路、氧气补充路、空气主路各支路调压阀,依次关闭各支路二阀、一阀,排烟系统、排污系统,打开冷空气进气阀;

S90:结束:蓄热过程完成,进入风洞试验等待阶段。

2. 根据权利要求1所述一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法,其特征在于,所述工质供应系统包括天然气点路、空气点路、天然气主路、空气主路、氧气补充路、冷却空气路、压

力传感器和火焰检测仪；

所述天然气点路、空气点路、天然气主路、空气主路、氧气补充路、冷却空气路各路调压阀前后均设置一道截止阀；

所述天然气点路和空气点路分别与点火器相连接，通过天然气点路和空气点路为点火器输送定流量的天然气和空气；

所述天然气主路、空气主路、氧气补充路分别与蓄热燃烧器相连接，通过天然气主路和空气主路调节流量，通过氧气补充路为蓄热加热器超高温工况提供氧气输入；

所述冷却空气路与蓄热燃烧器冷却通道相连接；通过压力传感器测量点火器总压，通过火焰检测仪检测蓄热燃烧器主火焰。

3. 根据权利要求2所述一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法，其特征在于，所述天然气点路和空气点路结构设置相同，包括输气管路，以及设置在所述输气管路上且从上游到下游依次分布的传感器、一阀、减压阀、二阀、节流装置、止回阀；传感器用于测量气源压力；输气管路末尾靠近蓄热燃烧器接口处连接止回阀，止回阀下游连接蓄热燃烧器的点火器。

4. 根据权利要求1所述一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法，采用一种风洞实验用蓄热加热器的测控装置，其特征在于，该控制装置包括工质供应系统、蓄热燃烧器、蓄热本体、蓄热温度探测系统、冷空气进气阀、排烟系统、排污系统，所述蓄热本体竖直安装在蓄热井支撑架上，燃烧器通过法兰连接安装在蓄热本体顶部，工质供应系统的各支供气路通过高温软管与燃烧器接口连接；所述蓄热温度探测系统设置在蓄热本体内部，通过蓄热温度探测系统检测温度；所述的冷空气进气阀、排烟系统、排污系统安装在蓄热本体下部。

一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法

技术领域

[0001] 本发明属于航空航天地面试验设备技术领域,具体涉及一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法。

背景技术

[0002] 纯净空气风洞能够提供相对洁净的高焓气体来流,是高超声速飞行器地面试验必不可少的设备,在国际上得到了广泛的认可。但由于技术难度较大,国内外研制成功的纯净空气风洞寥寥无几。其中,蓄热加热器是其关键设备之一,如何实现蓄热加热器大比率变功率的稳定燃烧必然是蓄热加热器设计的技术难点。目前的技术方法是,采用“手动+远程控制”的方法,试验人员通过分布式控制系统在控制室对蓄热加热器进行远程操作。该方法简洁、明了,可以使试验人员及时对蓄热器工作状态进行调整。但缺点是显而易见的:

[0003] 1) 人工调节应急响应不够,蓄热加热器结构复杂,控制部位分散,涉及的信号数量大、种类多,人工调节难以对应突发状况,增加了偶发事件的随机性,降低了试验设备的安全性。

[0004] 2) 过渡依赖试验人员的专业素质,需要试验人员熟练掌握蓄热加热器的方方面面。

[0005] 3) 对试验人员的身体素质的巨大考验,预热过程一般长达40小时以上,期间需要试验人员精力高度集中以应对突发状况,对试验人员的精力和体力的较大消耗。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的人工调节难以对应突发状况,降低了试验设备的安全性的技术问题,本发明的目的在于提供一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法,其能够实现蓄热加热器自动化运行,为风洞的安全运行提供技术保障,提高了系统的可靠性、安全性,降低了偶发事件的可能性。

[0007] 本发明采取的技术方案为:

[0008] 一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法,应用于蓄热式纯空气风洞的预加热阶段,具体包括如下步骤:

[0009] S00:开始:试验进入自动运行阶段;

[0010] S10:开启排烟系统和排污系统,关闭冷空气进气阀,依次打开工质供应系统的空点路、天然气点路,天然气主路、空气主路各支路及氧气补充路各路一阀;

[0011] S20:依次打开空点二阀,天然气路二阀,并判断各自是否达到预设压力;

[0012] S30:接通电源并判断点火器压力是否达到预设值;

[0013] S40:按照预设程序同步打开空主、天然气各支路及氧气补充二阀,并根据预设值设定各调压阀压力参数;

[0014] S50:判断火焰检测仪是否报警,并进入相应步骤;

[0015] S60:再次判断点火器压力是否达到预设值,或进入重启点火器步骤;

[0016] S70:按照预设值或预设曲线改变调节调压阀参数,以改变流量大小,进而改变火焰功率;蓄热温度探测系统判断蓄热体是否到达所需温度梯度;

[0017] S80:依次归零天然气主路各支路、氧气补充路、空气主路各支路调压阀,依次关闭天然气主路各支路、氧气补充路、空气主路各支路二、一阀,排烟系统、排污系统,打开冷空气进气阀;

[0018] S90:结束:蓄热过程完成,进入风洞试验等待阶段。

[0019] 进一步的,所述工质供应系统包括天然气点路、空气点路、天然气主路、空气主路、氧气补充路、冷却空气路、压力传感器和火焰检测仪;

[0020] 所述天然气点路、空气点路、天然气主路、空气主路、氧气补充路、冷却空气路各路调压阀前后均设置一道截止阀,分别为各路一阀(第一道开关阀)、各路二阀(第二道开关阀);一阀、二阀均为气动截止阀,设置两道截止阀的目的在于,防止一道截止阀失效,造成气体泄露。

[0021] 所述天然气点路和空气点路分别与点火器相连接,通过天然气点路和空气点路为点火器输送定流量的天然气和空气;

[0022] 所述天然气主路、空气主路、氧气补充路分别与主燃烧器相连接,通过天然气主路和空气主路调节宽范围流量,通过氧气补充路为蓄热加热器超高温工况提供氧气输入。

[0023] 所述冷却空气路与燃烧器冷却通道相连接;通过压力传感器测量点火器总压,通过火焰检测仪检测燃烧器主火焰。

[0024] 进一步的,所述天然气点路和空气点路结构设置相同,且均包括输气管路、传感器、减压阀、节流装置、止回阀,所述传感器设置在该管路一阀前,通过传感器测量气源压力;所述减压阀设置在一阀和二阀之间,二阀后端连接节流装置,输气管路末尾靠近燃烧器接口处连接止回阀,止回阀下游连接燃烧器的点火器;所述天然气主路和空气主路包括多路不同流量系数的支路,根据实际需要增加或减少支路;各支路设置调节阀且同步打开,调节阀与下游压力传感器构成闭环控制回路,调节阀根据控制系统给出的参数进行实时调整。

[0025] 各路调节阀同步打开,这样做的好处在于,大流量空气、天然气可同时进入燃烧器迅速燃烧。避免了大流量空气早进,温度过低;或大流量天然气早进,产生高温火焰等情况,温差过大对蓄热体造成的冲击。

[0026] 氧气补充路是为蓄热器超高温情况下特别设置,根据试验工况需要决定开启时间和压力。

[0027] 进一步的,所述步骤S10,开启排烟阀系统、排污阀,关闭冷空气进气阀,依次打开工质供应系统各路一阀,该过程设置为一个顺序执行的过程,不可逆,并且前后逻辑互锁。这样做的好处在于,排烟系统,排污阀优选打开,然后依次打开空气、天然气一阀。保证蓄热罐内处于一个常压甚至负压环境,确保燃烧器点火成功。

[0028] 进一步的,所述步骤S80,依次关闭天然气支路、测控支路阀门,各路一阀,排烟系统、排污阀,打开冷空气进气阀,该过程设置为一个顺序执行的过程,不可逆,并且前后逻辑互锁。

[0029] 进一步的,所述步骤S20设置为燃气器点火器供气过程,首选打开空点路2阀,测控系统根据其压力信号判断是否达到预设值P1,超时未达到,直接中断运行;否则继续打开天

然气点路2阀,测控系统根据其压力信号判断天然气点路是否达到预设值P2,超时未达到,直接中断运行,否则进入步骤S30。

[0030] 进一步的,所述步骤S30,火花塞上电,测控系统根据其压力信号P3判断是否点火成功,若成功,进入步骤S40,否则,进入步骤S50。

[0031] 优选的,空点路、天然气路、点火器压力判断分别设置限定时间 t_1 、 t_2 和 t_3 ,分别根据各路压力建立的时间给出。这样做的好处在于,试验运行过程中要快速判断是否达到点火器工作条件,若达到,迅速点火,若没有,尽快切断供气。避免大量可燃气体进入蓄热罐内,发生危险。另外,先开空点路,再天然气点路亦是一个顺序执行的过程,逻辑互锁。避免空点流量没达到时,天然气进入点火器,会造成点火器火焰温度过高。待点火器成功点燃 t_4 时间后,火花塞断电。

[0032] 进一步的,所述步骤S40设置为燃烧器主火焰工作过程,首先依次打开空主各支路、天然气各支路二阀,空主路各支路、天然气路调节阀同步按照测控系统给出的预设参数打开,并分别判断各自压力是否达到预设值;火焰检测仪间断探测加热器是否正常燃烧,火焰检测仪工作时间间隔为 t_5 ;若探测器没报警,则继续进行S80;若探测器报警,直接进行S50。

[0033] 进一步的,所述步骤S50为测控系统直接反转至步骤S30判断点火器压力是否达到预设值P3,若满足预设值,系统保持时间 t_6 内无操作,等待火焰检测仪报警是否消失,否则进入步骤S80,进入停车步骤;若不再报警,则继续进行步骤S70。设置等待时间 t_6 的好处在于,在燃烧器正常工作的情况,防止火焰检测仪的误判,造成不必要的停车损失。

[0034] 进一步的,所述步骤S60为蓄热燃烧器正常工作后,点火器压力低于预设值采取的操作步骤,依次将天然气主路、空主路调压阀设置为0,关闭天然气点2阀,重新进入S20打开天然气路二阀步骤,重启点火器路时间限制为 t_7 ,若超时则重启点火器失败,直接进入S80停车步骤。

[0035] 进一步的,所述步骤S00为试验开始步骤,所述步骤S00选择全人工模式、半自动模式或全自动模式中的任意一种。全人工模式即人可以不受任何制约的情况下操作系统;半自动模式即整个试验流程是预先设计好的,试验人员只能在系统提示情况下对各路调节阀进行参数设置;全自动模式即整个试验流程全是预先设计好的,包括各路调节阀的参数设置。这样的设计的好处在于灵活多变,逐步推进。蓄热加热器调试初期,方便工作人员对蓄热加热器性能的摸索;蓄热加热器正式运行时,试验流程可固化,极大提高系统安全性和蓄热加热器运行的稳定性。

[0036] 所述步骤S70设置为蓄热燃烧器调工况阶段,根据步骤S00,步骤S70分为半自动模式或全自动模式。半自动模式下,空气主路、天然气主路的各支路,氧气补充路等调节阀参数是工作人员唯一可调整的设置。全自动模式下,将流量参数或流量随时间的变化曲线预制好,系统进行全自动运行,直到蓄热温度探测系统实时检测到蓄热体达到要求。

[0037] 依次打开或依次关闭多个阀门时,间隔时间设置为 t_1 ,每一个阀门或作动机构都通过反馈信号传输到测控系统,且该信号不作为程序执行的判断依据。这样设置的好处在于,测控系统和工作人员可以清晰的知道阀门或作动机构是否动作到位,又避免了重复设置判断条件,导致逻辑混乱,增加系统运行不稳定性。

[0038] 进一步的,采用一种风洞实验用蓄热加热器的测控装置,该控制装置包括工质供

应系统、燃烧器、蓄热本体、蓄热温度探测系统、冷空气进气阀、排烟系统、排污系统,所述蓄热本体竖直安装在蓄热井的支撑架上,燃烧器通过法兰连接安装在蓄热本体顶部,工质供应系统的各支供气路通过高温软管与燃烧器接口连接;所述蓄热温度探测系统设置在蓄热本体内部,通过蓄热温度探测系统检测温度;所述的冷空气进气阀、排烟系统、排污系统安装在蓄热本体下部。

[0039] 本发明的有益效果为:

[0040] (1) 本测控方法可选择全人工模式,半自动模式和全自动模式。全人工、半自动、全自动半自动模式切换,全人工模式,方便工作人员调试;半自动模式下,进行了相应的安全联锁设置,可以方便工作人员对蓄热加热器性能的摸索;全自动模式下,试验流程可固化,极大提高系统安全性和蓄热加热器运行的稳定性。

[0041] (2) 本测控方法于灵活多变,逐步推进,灵活直观,大幅度地减少系统设计所需的开发时间,提高风洞试验质量和效率。

[0042] (3) 本测控方法原理清楚、结构简单、易于实现,具有极高的应用价值。

附图说明

[0043] 图1为本发明中蓄热加热器工作过程示意图;

[0044] 图2为本发明中一种风洞试验用蓄热加热器的测控方法步骤图;

[0045] 图3为本发明中工质供应系统原理图;

[0046] 图4为本发明中实施例试验数据图;

[0047] 其中,1、工质供应系统;2、燃烧器;3、蓄热本体;4、蓄热温度探测系统;5、冷空气进气阀;6、排烟系统;601、排烟阀;602、风机;603、压差传感器;7、排污系统;8、火焰检测仪;

[0048] 00、点火器;01、火焰检测仪;17、压力传感器;

[0049] 11、传感器a;12、传感器c;13、传感器k;14、传感器b;15、传感器i;16、传感器d;

[0050] 21、一阀a;22、一阀c;23、一阀f;24、一阀b;25、一阀e;26、一阀d;

[0051] 31、减压阀a;32、减压阀b;

[0052] 41、调压阀c;42、调压阀d;43、调压阀h;44、调压阀g;45、调压阀e;46、调压阀f;

[0053] 51、传感器e;52、传感器f;53、传感器j;54、传感器g;55、传感器h;56、传感器l;

[0054] 61、二阀a;62、二阀c;63、二阀d;64、二阀g;65、二阀b;66、二阀f;67、二阀e;68、二阀f;

[0055] 71、节流装置a;72、节流装置c;73、节流装置d;74、节流装置h;75、节流装置b;76、节流装置g;77、节流装置e;78、节流装置f;

[0056] 81、止回阀c;82、止回阀a;83、止回阀b;84、止回阀e;85、止回阀d;

[0057] 91、开关阀b;92、开关阀c。

具体实施方式

[0058] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。

[0059] 根据风洞试验要求,该蓄热加热器需要提供温度1200K-1600K的高温高压气流,为实现技术要求选用氧化铝作为多孔蓄热陶瓷材料,堆积体积为直径0.8米,高5米。由于氧化铝的耐冷热激变属性,要求每小时温升不得超过80℃。实施例的燃烧器2工作时为常压燃

烧,即燃烧压力为0.1MPa。燃烧器2功率约600kW,工质供应系统各路流量和压力整理如下表:

工质名称	喉道取值 (mm)	流量 (g/s)	调压(MPa)
空点	2	25	3.45
天然气点	2	1.5	1.40
[0060] 空主 1	2	25-120	3.45-16.4
空主 2	4	120 -350	4.13-12.04
天然气主 1	5	1.5-6	0.5-2
天然气主 2	10	6 -20	0.5-1.67
氧气	1.1	10 -25	2.17-10.08

[0061] 结合实施例具体说明如下:

[0062] 实施例1

[0063] 如图2所示,一种风洞实验用蓄热加热器的测控方法,其特征在于,应用于蓄热式纯空气风洞的预加热阶段,具体包括如下步骤:

[0064] S00:开始;试验进入自动运行阶段;

[0065] S10:开启排烟系统和排污阀,关闭冷空气进气阀,依次打开工质供应系统各路一阀;

[0066] S20:依次打开空点二阀,天然气路二阀,并判断各自是否达到预设压力;

[0067] S30:火花塞上电并判断点火器压力是否达到预设值;

[0068] S40:按照预设程序同步打开空主、天然气、氧气各支路,并根据预设值设定各调压阀压力;

[0069] S50:判断火焰检测仪是否报警,并进入相应步骤;

[0070] S60:再次判断点火器压力是否达到预设值,或进入重启点火器步骤;

[0071] S70:按照预设值或预设曲线改变调节调压阀参数,以改变流量大小,进而改变火焰功率;蓄热温度探测系统判断蓄热体是否到达所需温度梯度;

[0072] S80:依次归零天然气支路、空气支路调压阀,依次关闭各路二、一阀,排烟系统、排污阀,打开冷空气进气阀;

[0073] S90:结束:蓄热过程完成,进入风洞试验等待阶段。

[0074] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S00,为试验开始步骤,本步骤可以选择全人工模式,半自动模式和全自动模式;所述步骤S70根据步骤S00选择。全人工模式即试验人员可以不受任何制约的情况下操作系统;半自动模式即整个试验流程是预先设计好的,试验人员只能进入步骤S70时在系统提示情况下对各路调节阀进行参数设置;全自动模式即整个试验流程全是预先设计好的,包括各路调节阀的参数设置。这样的设计的好处在于灵活多变,逐步推进。蓄热加热器调试初期,方便试验人员对蓄热加热器性能的摸索;蓄

热加热器正式运行时,试验流程可固化,极大提高系统安全性和蓄热加热器运行的平稳性。

[0075] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S10,开启排烟阀系统、排污阀,关闭冷空气进气阀,依次打开工质供应系统各路一阀是一个顺序执行的过程,不可逆,并且前后逻辑互锁。这样做的好处在于,排烟系统,排污阀优选打开,然后依次打开空点路、天然气点路一阀。保证蓄热罐内处于一个常压甚至负压环境,确保燃烧器2点火成功。

[0076] 进一步的,本发明中凡是依次打开或依次关闭的多个阀门时,根据系统阀门开关属性,间隔时间设置为0.2s,本发明的每一个阀门或作动机构都有反馈信号传输到测控系统,但这些信号不作为程序执行的判断依据。这样设置的好处在于,测控系统和工作人员可以清晰的知道阀门或作动机构是否动作到位,又避免了重复设置判断条件,导致逻辑混乱,增加系统运行不稳定性。

[0077] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S20,为燃烧器2点火器供气过程,首选打开空点路二阀,测控系统根据其压力信号判断是否达到预设值3.45MPa,超时未达到,直接中断运行;否则继续打开天然气点路二阀,测控系统根据其压力信号判断空点路是否达到预设值1.40MPa,超时未达到,直接中断运行,否则进入步骤S30。

[0078] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S30,火花塞上电,测控系统根据其压力值1.3MPa,判断是否点火成功,若成功,进入步骤S40,否则,进入步骤S50。

[0079] 优选的,空点路、天然气路、点火器压力判断分别设置限定时间1s、0.8s和1.5s,分别根据各路压力建立的时间给出。这样做的好处在于,试验运行过程中要快速判断是否达到点火器工作条件,若达到,迅速点火,若没有,尽快切断供气。避免大量可燃气体进入蓄热罐内,发生危险。另外,先开空点路,再天然气点路亦是一个顺序执行的过程,逻辑互锁。避免空点流量没达到时,天然气进入点火器,会造成点火器火焰温度过高。待点火器成功点燃5s时间后,火花塞断电。

[0080] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S40,为燃烧器2主火焰工作过程。首先依次打开空主各支路、天然气各支路二阀,空主路、天然气路各支路调节阀同步按照测控系统给出的预设参数打开,并分别判断各自压力是否达到预设值。火焰检测仪间断探测加热器是否正常燃烧,火焰检测仪工作时间间隔为5s。若探测器没报警,则继续进行S80;若探测器报警,直接进行S50。

[0081] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S50,为测控系统直接反转至步骤S30判断点火器压力是否达到预设值1.3MPa,若满足1.3MPa,系统保持时间20s内无操作,等待火焰检测仪报警是否消失,否则只能进入步骤S80,进入停车步骤;若不再报警,则继续进行步骤S70。设置等待时间20s的好处在于,在燃烧器2正常工作的情况,防止火焰检测仪的误判,造成不必要的停车损失。

[0082] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S60,蓄热燃烧器2正常工作后,点火器压力低于预设值采取的操作步骤。依次将天然气主路、空主路各支路调压阀设置为0,关闭天然气点二阀。重新进入S20打开天然气路二阀步骤,重启点火器路时间限制为8s,若超时则重启点火器失败,直接进入S80停车步骤。

[0083] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S70,为蓄热燃烧器2调工况阶段。当步骤S00设置为半自动模式时,试验人员可唯一改变各调压阀参数设置;当步骤S00设置为全自动模式时,将流量参数或流量随时间的变化曲线设置预制好,蓄热加热器进行全自动

运行,直到蓄热温度探测系统实时检测到蓄热体达到要求。

[0084] 本发明的又一实施例,如图2所示,所述的步骤S80,依次关闭天然气点路、空气点路各支路调压阀,各路一阀,排烟系统、排污阀,打开冷空气进气阀。这是一个顺序执行的过程,不可逆,并且前后逻辑互锁。

[0085] 所述的步骤S90,蓄热过程完成,进入风洞试验等待阶段。

[0086] 进一步的,各路调节阀同步打开,这样做的好处在于,大流量空气、天然气同时进入燃烧器2迅速燃烧。避免了大流量空气早进,温度过低;或大流量天然气早进,产生高温火焰等情况,温差过大对蓄热体造成的冲击。

[0087] 进一步的,氧气路是为蓄热加热器超高温工况下的特别设置,根据试验需要决定开启时间和压力。

[0088] 进一步的,空主路各支路、天然气路调节阀与下游压力传感器构成闭环控制回路,调节阀根据测控系统给出的参数进行实时调整。

[0089] 在上述实施例1基础上,本发明的又一实施例,如图3所示,包括用于点火器00的天然气点路和空气点路;用于主燃烧器2的可宽范围流量调节的天然气主路、空气主路(简称空气主路),用于冷却燃烧器本体的冷却空气路(简称空冷),用于超高温工况下的氧气补充路(简称氧气路)。还包括用于测量点火器总压的压力传感器17,用于检测燃烧器2主火焰的火焰检测仪01,以及基于PLC的控制系统。

[0090] 本实施例的天然气点路和空气点路结构相同。

[0091] 所述天然气点路包括输送工质的输气管路,测量气源压力的传感器a11设置在一阀a21前,减压阀a31设置在一阀a21和二阀a61之间,二阀a61后端连接节流装置a71,输气管路末尾靠近燃烧器2接口处分别连接止回阀a82,止回阀a82下游连接燃烧器2。

[0092] 所述空气点路包括输送工质的输气管路,测量气源压力的传感器b14设置在一阀b24前,减压阀b32设置在两道截止阀之间,二阀b65后端连接节流装置b75,输气管路末尾靠近燃烧器2接口处连接止回阀b83,止回阀b83下游连接燃烧器2。

[0093] 在实施例1的基础上,本发明的又一实施例,如图3所示,本实施例所涉及的点火器为固定功率点火器,天然气点路和空点路只需输出固定流量和压力的介质,因此天然气点路和空点路设计为固定值减压阀,计算机控制系统通过控制开关阀实现介质输出通断。这样做的好处在于减少了控制环,简化了结构,提高了系统可靠性,降低了成本。

[0094] 本发明的又一实施例,如图3所示,本实施例的天然气主路包括两路不同流量系数的支路,天然气主路包括用于输送工质的管路,测量气源压力的传感器c12设置在一阀c22前,第一支路和第二支路呈并连接,一阀c22后设为2条支路管路;

[0095] 第一支路包括调压阀c41、传感器e51、二阀c62、节流装置c72,调节介质压力的调压阀c41下游安装有测量阀后压力的传感器e51,二阀c62后连接节流装置c72;

[0096] 第二支路包括调压阀d42、传感器f52、二阀d63、节流装置d73,调节介质压力的调压阀d42下游安装有测量阀后压力的传感器f52,二阀d63后连接节流装置d73。

[0097] 第一支路和第二支路在节流装置c72和节流装置d73后汇合成一条管路,输气管路末尾靠近燃烧器2接口处连接止回阀c81,止回阀c81下游连接燃烧器2。

[0098] 如图3所示,本实施例的空气主路主要包括多路不同流量系数的支路,空气主路包括用于输送工质的输气管路,测量气源压力的传感器d16设置在一阀d26前,一阀d26后分设

为2条支路管路；

[0099] 第一之路包括调节介质压力的调压阀e45,调压阀e45下游分别安装有测量阀后压力的传感器g54,二阀e67后连接节流装置e77；

[0100] 第二之路包括调节介质压力的调压阀f46,调压阀f46下游安装有测量阀后压力的传感器h55,二阀f68后连接节流装置f78；

[0101] 第一之路和第二之路在节流装置e77和节流装置f78后汇合成一条管路,输气管路末尾靠近燃烧器2接口处连接止回阀d85,止回阀d85下游连接燃烧器2。

[0102] 进一步的,本发明的二次天然气路、二次空气路是多路不同流量系数的支路的组合,可根据实际需要增加或减少支路。这样做的好处在于,可灵活调整支路数量,实现宽范围的流量调节功能。

[0103] 在实施例1的基础上,本发明的又一实施例,如图3所示,本发明的氧气路包括用于输送工质的输气管路,测量气源压力的传感器i15设置在一阀e25前,调压阀g44设置在一阀e25和二阀f66组成的两道开关阀之间,调压阀g44下游安装有测量阀后压力的传感器j53,二阀f66后连接节流装置g76,输气管路末尾靠近燃烧器2接口处连接止回阀e84,止回阀e84后通过三通与空气主路相连。

[0104] 进一步的,氧气路与空气主路位于进燃烧器2前相连接,这样做的好处在于延长了掺混过程,可使掺混更加均匀,提高了燃烧效率。

[0105] 在实施例1的基础上,本发明的又一实施例,如图3所示,本发明的空冷路包括用于输送工质的输气管路,用于测量气源压力的传感器k13设置在一阀f23前,调压阀h43设置在一阀f23和二阀g64组成的两道开关阀之间,调压阀h43下游安装有测量阀后压力的传感器l56,二阀g64后连接节流装置h74,输气管路直接连接燃烧器2冷却通道进口,燃烧器2冷却通道出口通过管路连接一道开关阀a69,开关阀a69后通过管路排向室外。

[0106] 在实施例1的基础上,本发明的又一实施例,如图3所示,本发明空冷路在燃烧器2冷却通道出口通过三通分为两路,一路连接一阀c92通向室外;另外一路通过一道截止阀b91后连接到空气主路止回阀d85与燃烧器2之间。空冷路用于冷却燃烧器的空气可通过上述结构再次为空主提供大流量空气。这样做的好处在于,为空气主路提供了大流量的空气,实现空冷路空气的再利用,节省了能源;有效减少了空气主路分支,简化了结构,提高了系统可靠性,降低了成本。

[0107] 在上述实施例的基础上,本发明的又一实施例,如图1所示,一种风洞实验用蓄热加热器的控制装置,用于蓄热式纯净空气风洞的预加热阶段,所述的蓄热加热器控制系统包括工质供应系统1(如图1所示)、燃烧器2、蓄热本体3、蓄热温度探测系统4、冷空气进气阀5、排烟系统6、排污系统7,还包括用于检测燃烧器2主火焰的火焰检测仪8,以及基于PLC的计算机控制系统。

[0108] 所述的蓄热本体3竖直安放在蓄热井支撑架上,蓄热燃烧器2通过法兰连接安装在蓄热本体顶部,工质供应系统1位于燃烧器2不远处,各种供气路通过高温软管与燃烧器2接口连接。

[0109] 所述的蓄热温度探测系统4,蓄热体的中心线为圆柱轴线,由内到外,由下到上的成圆形散射布置的多个热电偶组成(如图1所示),热电偶经热电偶补偿导线通过转接法兰连接到PLC控制系统的远程采集模块上。

[0110] 蓄热本体下端开孔处通过法兰与耐温不锈钢管道连接,冷空气进气阀5、排烟阀系统6成90°布置通过三通与其连接,冷空气进气阀5紧挨蓄热体开孔处,排烟系统6接口与冷空气进气阀5接口距离约为0.5m。耐温不锈钢管道末端竖直连接排污系统7。

[0111] 所述的排烟系统包括与耐温不锈钢管道连接排烟阀601,下游连接风机602,风机602下游连接常压排烟管道连通室外大气。排烟系统还包括安装在蓄热本体的压差传感器603,量程为0~40bar。压差传感器603测量头一端位于蓄热本体靠近燃气器的位置,另一端位于蓄热体与不锈钢管连接处。蓄热时,蓄热本体负压环境顺利建立;风洞试验时,避免了冷空气从排烟系统直接排走,无法建压导致的风洞试验失败。

[0112] 图4是本发明一次有效试验加热数据,从图可以看出,加热过程温度上升平滑、连续。实现了量程内流量无级调节的功能。还实现了典型工况精确测控,风洞试验后再次加热的能力,极大的提高了试验效率。本发明原理清楚、结构简单、易于实现,具有极高的应用价值。

[0113] 以上所述并非是对本发明的限制,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明实质范围的前提下,还可以做出若干变化、改型、添加或替换,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

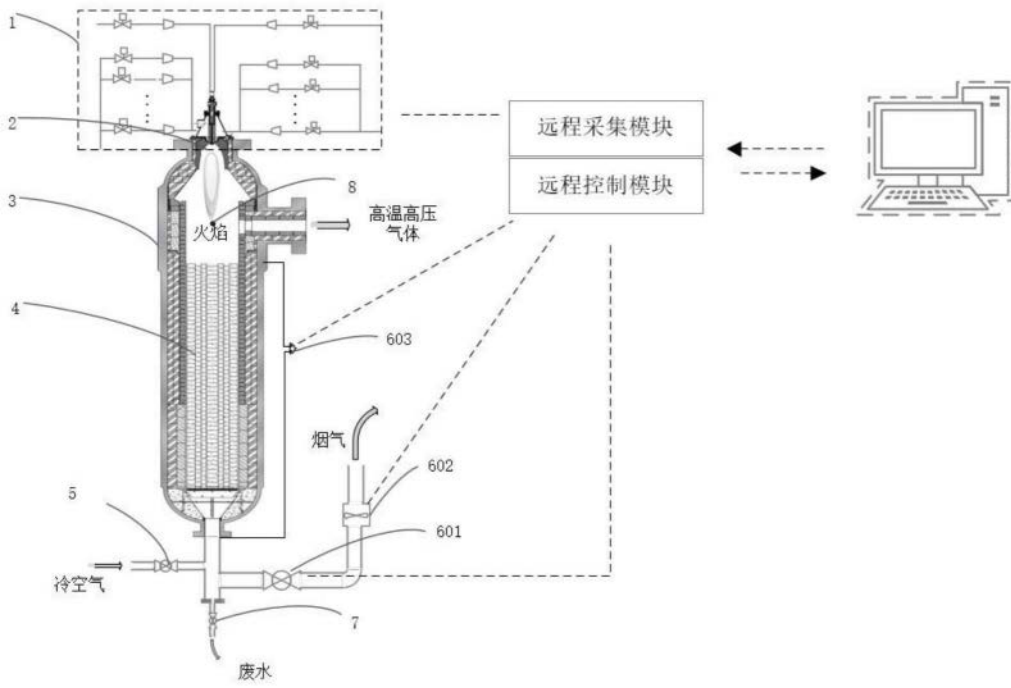


图1

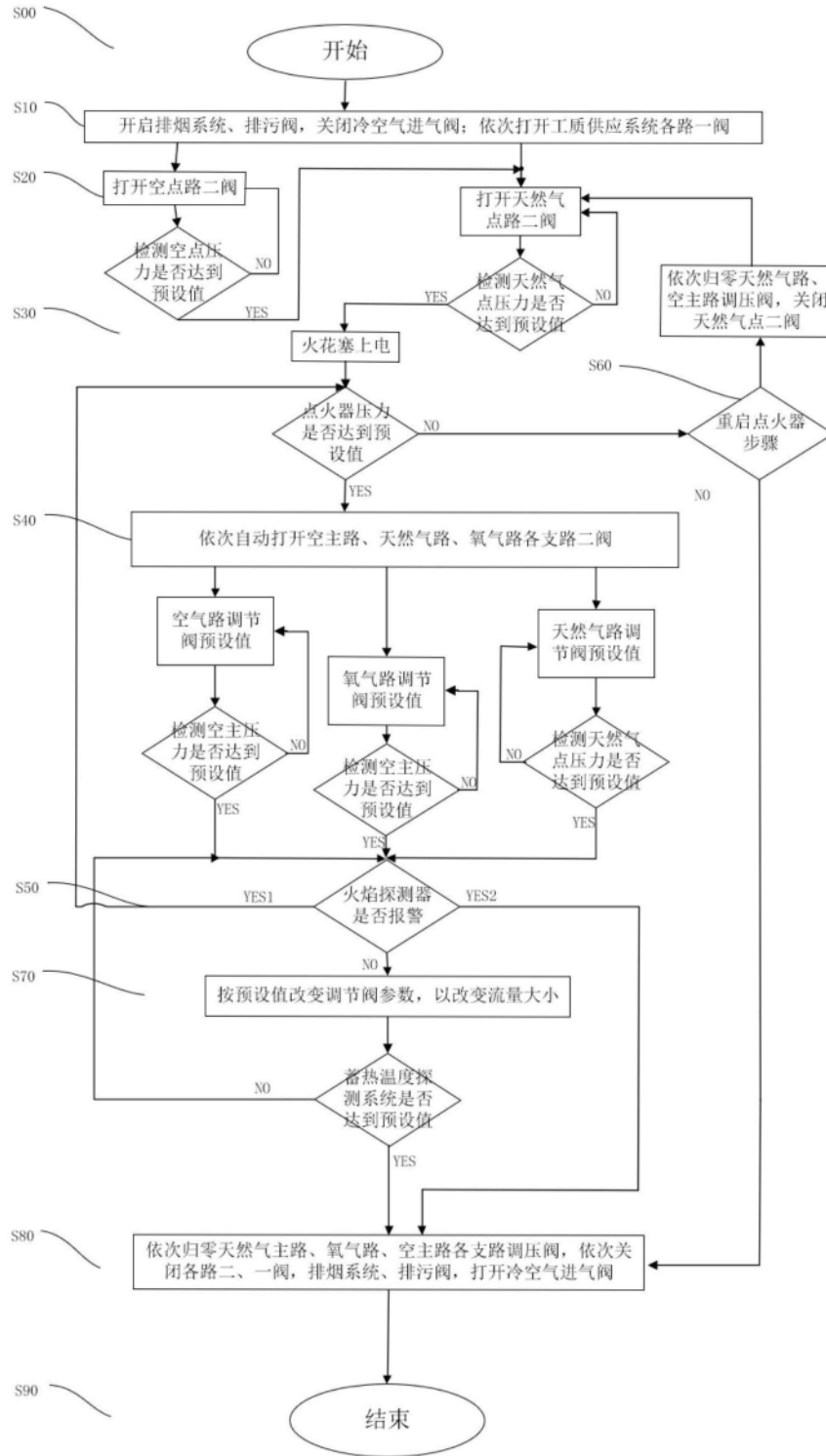


图2

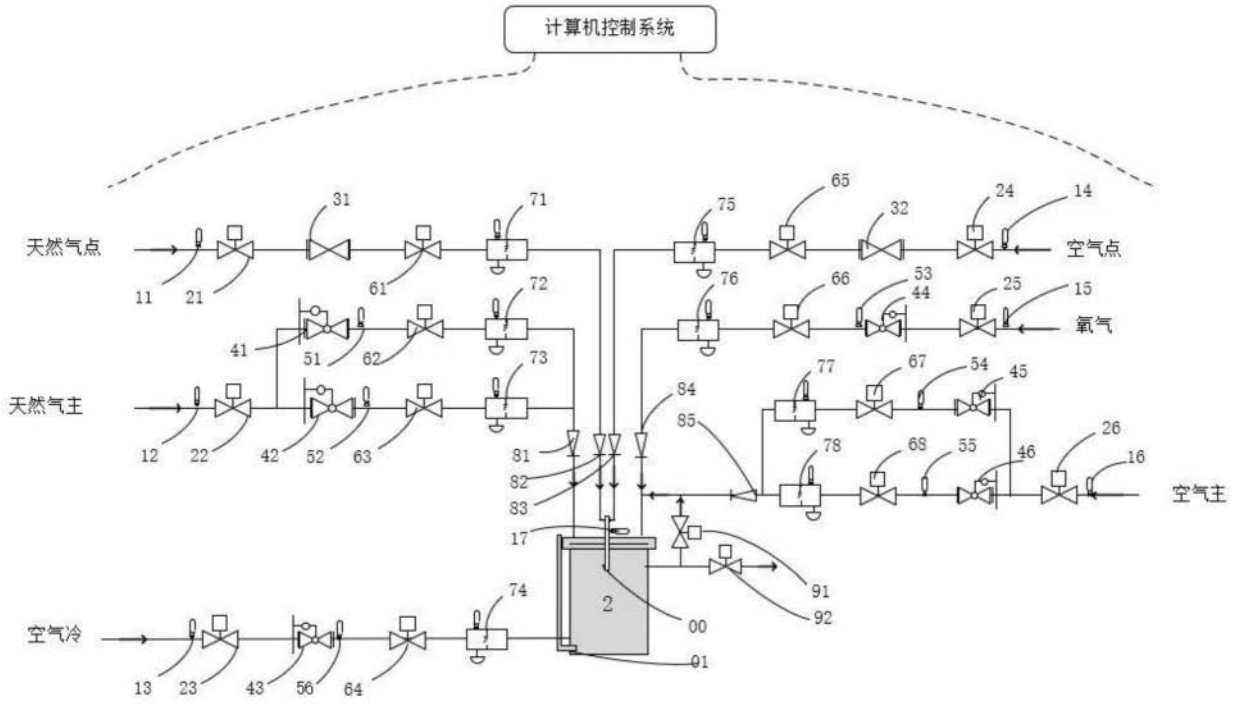


图3

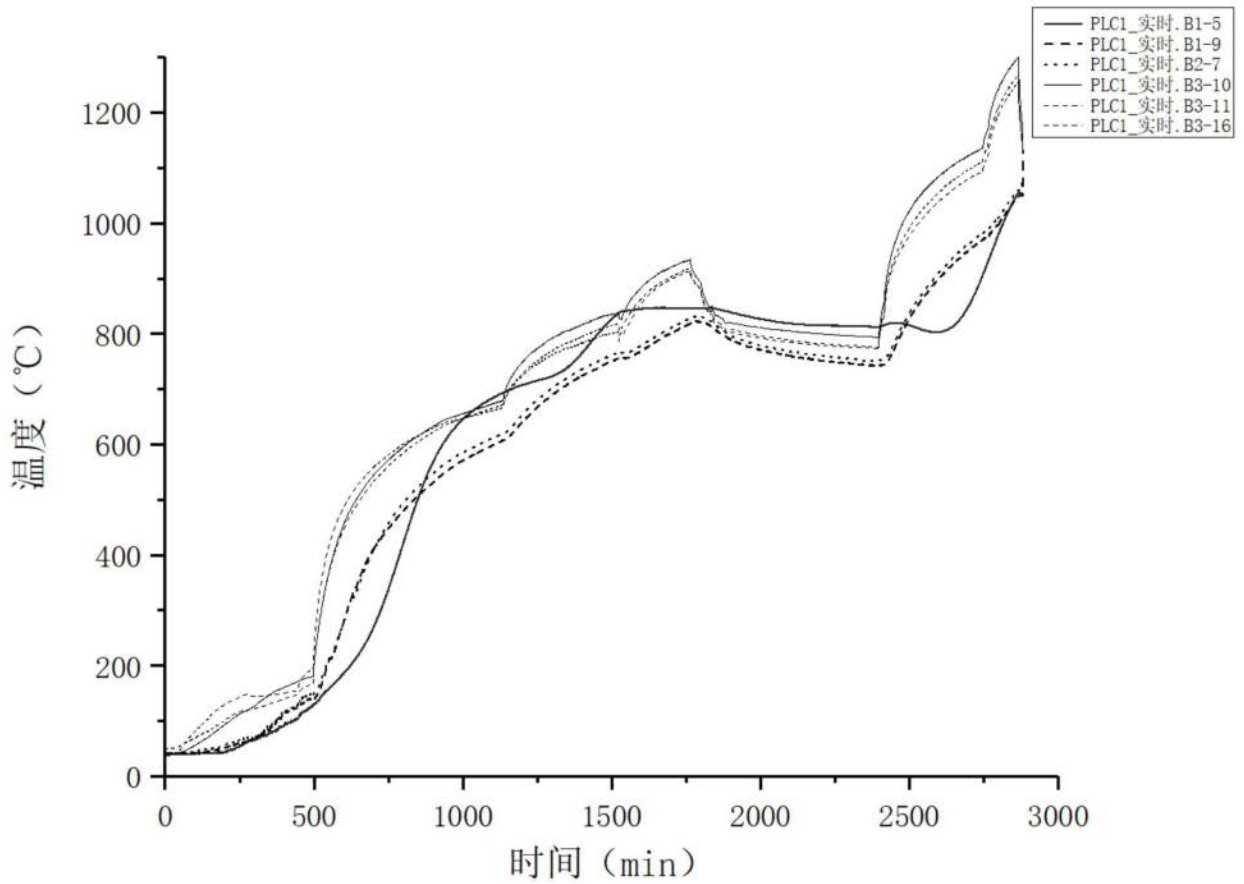


图4