



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102242249 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 06

(21) 申请号 201110180333. 3

CN 101168827 A, 2008. 04. 30, 全文.

(22) 申请日 2011. 06. 30

EP 0199703 A2, 1986. 10. 29, 全文.

CN 201083461 Y, 2008. 07. 09, 全文.

(73) 专利权人 首钢总公司

地址 100041 北京市石景山区石景山路 68 号

审查员 张辉

(72) 发明人 陈冠军 杨小龙

(74) 专利代理机构 北京华谊知识产权代理有限公司 11207

代理人 刘月娥

(51) Int. Cl.

G21D 9/70 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101839638 A, 2010. 09. 22, 全文.

CN 101196369 A, 2008. 06. 11, 全文.

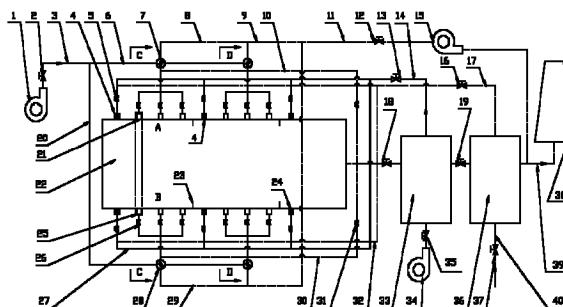
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种改善钢坯加热质量的加热设备及使用方法

(57) 摘要

一种改善钢坯加热质量的加热设备及使用方法, 包括加热炉、蓄热系统鼓风机、平焰系统鼓风机、助燃空气管道、煤气管道、蓄热系统引风机、空气换热器、煤气热管换热器、排烟管道和烟囱; 加热炉预热段安装 2~4 个点火烧嘴, 加热段和均热段均安装 12~30 对蓄热式烧嘴和 4~12 个平焰烧嘴, 包括蓄热式烧嘴与平焰烧嘴的助燃空气、煤气流量合理分配, 分段设置炉温和加热时间, 高温烟气和炉尾烟气分级预热助燃空气、煤气温度, 冷热钢坯交叉入炉, 间歇移动钢坯, 汽化冷却钢坯, 该系统改善炉内流场, 通过煤气与空气管道系统的合理布置实现烧嘴空气煤气流量的优化配置, 梯级利用加热炉高温烟气余热, 达到减少待炉时间提高钢坯加热的均匀性, 实现钢坯的高效加热。



1. 一种改善钢坯加热质量的加热设备,包括加热炉(22)、蓄热系统鼓风机(1)、平焰系统鼓风机(34)、助燃空气管道、煤气管道、蓄热系统引风机(15)、空气换热器(33)、煤气热管换热器(36)、排烟管道和烟囱(38),其特征在于,

加热炉(22)的烧嘴包括点火烧嘴(24)、蓄热式烧嘴和平焰烧嘴(4),布置在加热炉(22)的A侧和B侧,每侧分上部和下部两排布置,分别连接助燃空气管道和煤气管道;

利用隔墙(23)将加热炉(22)分预热段、加热段和均热段三段,其中预热段安装2~4个点火烧嘴(24),加热段和均热段均安装12~30对蓄热式烧嘴和4~12个平焰烧嘴(4),每2~4个蓄热式烧嘴都与平焰烧嘴(4)间隔布置;加热段和均热段的蓄热式烧嘴分别连接2~10个三通换向阀,2~4个蓄热式烧嘴构成一组蓄热式烧嘴组;蓄热式烧嘴的煤气与助燃空气分别进入加热炉(22)内;

加热炉(22)上部第一蓄热式烧嘴的助燃空气支管在上,煤气支管在下,上部第一蓄热式烧嘴空气喷口斜向下与水平线夹角为5~15度,上部第一蓄热式烧嘴煤气喷口斜向上与水平线夹角为5~10度;

加热炉(22)下部第二蓄热式烧嘴的煤气支管在上,助燃空气支管在下,下部第二蓄热式烧嘴空气喷口斜向上与水平线夹角为5~15度,下部第二蓄热式烧嘴煤气喷口斜向下与水平线夹角为5~10度;

助燃空气管道包括助燃空气总管、助燃空气支管,分别安装空气流量调节阀,煤气管道包括煤气总管和煤气支管,分别安装煤气流量调节阀和煤气快切阀;

助燃空气管道分为两路;一路经蓄热系统鼓风机(1)、A侧第一三通换向阀(7)或B侧第二三通换向阀(28),与蓄热式烧嘴相连,加热段上部第一蓄热式烧嘴组和下部第二蓄热式烧嘴组分别连接一个三通换向阀,均热段上部第一蓄热式烧嘴组和下部第二蓄热式烧嘴组共同连接一个三通换向阀;另一路经平焰系统鼓风机(34)、空气换热器(33)与平焰烧嘴(4)相连;煤气管道经煤气热管换热器(36)与加热炉(22)的蓄热式烧嘴和平焰烧嘴(4)相连;

炉内安装步进梁和汽化冷却装置。

2. 根据权利要求1所述的加热设备,其特征在于,平焰烧嘴(4)的煤气支管在中心,助燃空气支管在外侧分5~10孔半圆弧均布。

3. 根据权利要求1所述的加热设备,其特征在于,与加热炉(22)上部第一蓄热式烧嘴相连的蓄热系统助燃空气总管(3)安装蓄热系统助燃空气总管空气流量调节阀(2),蓄热系统A侧助燃空气支管(85)安装蓄热系统A侧助燃空气支管空气流量调节阀(84),蓄热系统B侧助燃空气支管安装B侧助燃空气支管空气流量调节阀(26);

与加热炉(22)上部第一蓄热式烧嘴和下部第二蓄热式烧嘴相连的煤气支管依次安装煤气快切阀和煤气流量调节阀。

4. 一种权利要求1所述的加热设备的使用方法,其特征在于,加热炉(22)使用煤气热值范围为8000~15000kJ/m³;点火过程依次开启点火烧嘴(24)、平焰烧嘴(4)和蓄热式烧嘴,停炉过程依次关闭蓄热式烧嘴、平焰烧嘴(4)和点火烧嘴(24),烧炉一换向期间,加热段和均热段的A侧蓄热式烧嘴(21)和B侧蓄热式烧嘴(78)的工作状态相反,加热段上部第一蓄热式烧嘴组和下部第二蓄热式烧嘴组工作状态相反,下一个换向周期内,蓄热式烧嘴工作状态相反;加热炉A侧、B侧、上部和下部的平焰烧嘴(4)工作状态相同,

加热炉(22)采用点火烧嘴(24)点火,待炉温在 $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$,开启平焰烧嘴(4),到炉温升至 $650 \sim 850^{\circ}\text{C}$,开启蓄热式烧嘴烧炉,关闭上部点火烧嘴(24)但保留下部点火烧嘴(24)燃烧,进行停炉时,关小蓄热式烧嘴的空气流量调节阀和煤气流量调节阀,炉温在 $600 \sim 650^{\circ}\text{C}$,关闭蓄热式烧嘴,炉温在 $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$,关闭平焰烧嘴(4),最后关闭点火烧嘴(24);

加热炉(22)A侧蓄热式烧嘴(21)工作时,助燃空气和煤气分别经A侧蓄热式烧嘴(21)的助燃空气通道和煤气通道进入炉内燃烧,B侧蓄热式烧嘴(78)的煤气通道关闭,B侧蓄热式烧嘴(78)的助燃空气通道通 $1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ 的高温烟气,处于排烟状态;上部第一蓄热式烧嘴工作时,通助燃空气和煤气处于燃烧状态,下部第二蓄热式烧嘴的助燃空气通道通 $1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ 的高温烟气,处于排烟状态;均热段上部第一蓄热式烧嘴组和下部第二蓄热式烧嘴组的工作状态相同,都处于燃烧或排烟状态;

烧炉期间,所有平焰烧嘴(4)处于燃烧,停炉期间,所有平焰烧嘴(4)关闭;

$1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ 高温烟气和 $850 \sim 950^{\circ}\text{C}$ 炉尾烟气分级预热助燃空气、煤气,钢坯加热过程包括以下步骤:

设置加热炉(22)上部第一蓄热式烧嘴与下部第二蓄热式烧嘴的助燃空气流量的分配比例为 $0.8 \sim 0.9$;设置加热炉(22)上部第一蓄热式烧嘴与下部第二蓄热式烧嘴的煤气流量的分配比例为 $0.8 \sim 0.9$;煤气流量与助燃空气流量比例范围为 $2 \sim 4$;

分三段设置加热炉(22)炉温范围 $850 \sim 1300^{\circ}\text{C}$,分三段设置加热时间为 $40 \sim 130$ 分钟,分三段设置阀门开度 $20\% \sim 95\%$,设置炉内氧含量范围为 $0.5\% \sim 5\%$,设置炉压范围为 $0 \sim 20\text{Pa}$;

根据冷热钢坯温度、钢坯加热温度和钢坯厚度计算钢坯的在炉加热时间;

以钢坯的在炉加热时间短为先入原则,设定冷热钢坯交叉入炉顺序;

根据轧制速度间歇移动钢坯,保持出钢速度与炉内钢坯移动同步。

一种改善钢坯加热质量的加热设备及使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于钢铁工业轧钢加热技术领域,特别是涉及一种改善钢坯加热质量的加热设备及使用方法,在轧钢加热炉改善炉内流场提高钢坯加热质量时使用。

背景技术

[0002] 加热炉是轧钢的主要能耗设备,其作用是加热钢坯,为轧机提供合适加热温度的坯料。加热炉按工艺用途可分为线材、板材、型材加热炉等;按热源分为煤气炉、油炉、煤炉、电炉等;按结构型式主要分为室式、开隙式、台车式、井式、步进式、振底式、连续式等,按热工制度及操作方式则分为恒温炉、间断变温炉及连续变温炉等。

[0003] 随着现代轧钢产品质量、品种的升级,对钢坯加热的质量越来越高。钢坯过烧,钢坯阴阳面,加热不透,钢坯表面质量烧损严重,加热炉检修频繁及加热能力下降等问题不断出现,为此,如何实现高效加热提高钢坯加热质量是轧钢领域的关键环节。

[0004] 节能燃烧器有高速烧嘴、煤气亚高速烧嘴、平焰烧嘴、辐射管烧嘴和蓄热式烧嘴。平焰烧嘴主要以对流方式传热给炉墙,炉墙和火焰面同时对工件辐射加热,有利于强化炉内传热过程,和实现均匀加热,避免工件过烧,提高加热速度,具有炉子升温快、加热均匀,降低炉膛高度、减少氧化烧损、降低燃料消耗等优点,技术成熟,适合用于高温加热炉上。蓄热式烧嘴,可将助燃空气预热到 1000℃,排烟温度降低到 150℃以下,热效率高,节能效果显著,近年不断推广应用到各类工业炉上。

[0005] 同时,蓄热式加热炉由于蓄热式烧嘴换向造成的炉温波动、炉压波动等问题不断出现,使用后期的技术性能下降引起检修次数增多,导致其节能作用降低。针对上述问题,国内外学者提出了一些改进方法。

[0006] 实用新型专利 200720072622.0,黄夏兰等人提出了一种蓄热式板坯加热炉,在均热段的下部侧墙上配置有蓄热式烧嘴,在均热段的炉顶上配置有平焰烧嘴。

[0007] 发明专利 200810010023.5,蔡九菊等人提出蓄热-换热式联用加热炉及其加热方法,应用前部采用蓄热燃烧,后部采用换热燃烧方法,克服换热式和蓄热式这两种加热炉及其烟气余热回收技术的缺陷。

[0008] 实用新型专利 200820180370.8,刘洪等人提出了空煤气双蓄热加热炉,在空煤气双蓄热加热炉体上开设置与炉腔相通的辅助烟道,在此辅助烟道上设置烟道闸板控制炉压。

[0009] 上述方法在一定程度上缓解了蓄热式加热炉使用问题,但是炉温波动问题,炉内局部流场均匀性还有待改善,为进一步保证钢坯加热质量减少烧损,本发明提出了蓄热与常规加热技术相结合,利用烟气分级预热助燃空气和煤气温度,分段控制炉温与加热时间的加热设备,有效保证钢坯的高效加热。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种改善钢坯加热质量的加热设备及使用方法,其原理是

利用平焰烧嘴的流场减弱蓄热式烧嘴换向造成的回流改善流场,通过加热炉上下助燃空气煤气管道流量的合理布置实现钢坯上下加热的均匀,利用炉尾烟气分级预热助燃空气煤气温度,高温烟气预热助燃空气,实现钢坯的高效加热。

[0011] 本发明的加热设备包括加热炉 22、蓄热系统鼓风机 1、平焰系统鼓风机 34、助燃空气管道、煤气管道、蓄热系统引风机 15、空气换热器 33、煤气热管换热器 36、排烟管道和烟囱 38,

[0012] 加热炉 22 的烧嘴包括点火烧嘴 24、蓄热式烧嘴和平焰烧嘴 4,布置在加热炉 22 的 A 侧和 B 侧,每侧分上部和下部两排布置,分别连接助燃空气管道和煤气管道;

[0013] 利用隔墙 23 将加热炉 22 分预热段、加热段和均热段三段,其中预热段安装 2~4 个点火烧嘴 24,加热段和均热段均安装 12~30 对蓄热式烧嘴和 4~12 个平焰烧嘴 4,2~4 个蓄热式烧嘴与平焰烧嘴 4 间隔布置;加热段和均热段的蓄热式烧嘴分别连接 2~10 个三通换向阀,2~4 个蓄热式烧嘴构成一组蓄热式烧嘴组;蓄热式烧嘴的煤气与助燃空气分别进入加热炉 22 内;

[0014] (1) 加热炉 22 上部第一蓄热式烧嘴的助燃空气支管在上,煤气支管在下,上部第一蓄热式烧嘴空气喷口斜向下与水平线夹角为 5~15 度,上部第一蓄热式烧嘴煤气喷口斜向上与水平线夹角为 5~10 度;

[0015] (2) 加热炉 22 下部第二蓄热式烧嘴的煤气支管在上,助燃空气支管在下,下部第二蓄热式烧嘴空气喷口斜向上与水平线夹角为 5~15 度,下部第二蓄热式烧嘴煤气喷口斜向下与水平线夹角为 5~10 度;

[0016] (3) 平焰烧嘴的煤气支管在中心,助燃空气支管在外侧分 5~10 孔半圆弧均布;

[0017] 助燃空气管道包括助燃空气总管、助燃空气支管,分别安装空气流量调节阀,煤气管道包括煤气总管和煤气支管,分别安装煤气流量调节阀和煤气快切阀;

[0018] (1) 与加热炉 22 上部第一蓄热式烧嘴相连的蓄热系统助燃空气总管 3 安装蓄热系统助燃空气总管空气流量调节阀 2,蓄热系统 A 侧助燃空气支管 85 安装蓄热系统 A 侧助燃空气支管空气流量调节阀 84,蓄热系统 B 侧助燃空气支管安装 B 侧助燃空气支管空气流量调节阀 26;

[0019] (2) 与加热炉 22 上部第一蓄热式烧嘴和下部第二蓄热式烧嘴相连的煤气支管均安装煤气快切阀和煤气流量调节阀;

[0020] 助燃空气管道分为两路;一路经蓄热系统鼓风机 1、A 侧第一三通换向阀 7 或 B 侧第二三通换向阀 28,与蓄热式烧嘴相连,加热段上部第一蓄热式烧嘴组和下部第二蓄热式烧嘴组分别连接一个三通换向阀,均热段上部第一蓄热式烧嘴组和下部第二蓄热式烧嘴组共同连接一个三通换向阀;另一路经平焰系统鼓风机 34、空气换热器 33 与平焰烧嘴 4 相连;煤气管道经煤气热管换热器 36 与加热炉 22 的蓄热式烧嘴和平焰烧嘴 4 相连;

[0021] 炉内安装步进梁和汽化冷却装置。

[0022] 本发明的使用方法是加热炉 22 使用煤气热值范围为 8000~15000kJ/m³,使用方法如下:

[0023] 点火过程依次开启点火烧嘴 24、平焰烧嘴 4 和蓄热式烧嘴,停炉过程依次关闭蓄热式烧嘴、平焰烧嘴 4 和点火烧嘴 24,烧炉一换向期间,加热段和均热段的 A 侧蓄热式烧嘴 21 和 B 侧蓄热式烧嘴 78 的工作状态相反,加热段的上部第一蓄热式烧嘴和下部第二蓄热式

烧嘴工作状态相反,下一个换向周期内,蓄热式烧嘴工作状态相反;加热炉 A 侧、B 侧、上部和下部的平焰烧嘴 4 工作状态相同:

[0024] (1) 加热炉采用点火烧嘴 24 点火,待炉温高于 200 ~ 250℃,开启平焰烧嘴 4,到炉温升至 650 ~ 850℃,开启蓄热式烧嘴烧炉,关闭上部点火烧嘴 24 但保留下部点火烧嘴 24 燃烧,进行停炉时,关小蓄热式烧嘴的空气流量调节阀和煤气流量调节阀,炉温低于 600 ~ 650℃,关闭蓄热式烧嘴,炉温低于 200 ~ 250℃,关闭平焰烧嘴 4,最后关闭点火烧嘴 24;

[0025] (2) 烧炉期间,加热段和均热段的 A 侧蓄热式烧嘴和 B 侧蓄热式烧嘴的工作状态相反,即 A 侧蓄热式烧嘴 21 工作时,助燃空气和煤气分别经 A 侧蓄热式烧嘴 21 的助燃空气通道和煤气通道进入炉内燃烧,B 侧蓄热式烧嘴 78 的煤气通道关闭,B 侧蓄热式烧嘴 78 的助燃空气通道通 1100 ~ 1300℃ 的高温烟气,处于排烟状态;加热段的上部第一蓄热式烧嘴和下部第二蓄热式烧嘴工作状态相反,即上部第一蓄热式烧嘴工作时,通助燃空气和煤气处于燃烧状态,下部第二蓄热式烧嘴的助燃空气通道通 1100 ~ 1300℃ 的高温烟气,处于排烟状态;均热段的上部第一蓄热式烧嘴和下部第二蓄热式烧嘴的工作状态相同,即都处于燃烧或排烟状态;

[0026] (3) 加热炉 A 侧、B 侧、上部和下部的平焰烧嘴 4 工作状态相同,即烧炉期间,所有平焰烧嘴 4 处于燃烧,停炉期间,所有平焰烧嘴 4 关闭;

[0027] 烧炉参数包括流量、炉温、炉压和阀门开度设置及调节过程,包括不同部位的蓄热式烧嘴的助燃空气及煤气流量设置,煤气流量与助燃空气流量的比例设置,分段设置炉温、加热时间和自适应调节炉内氧含量和炉压,高温烟气和炉尾烟气分级预热助燃空气、煤气,冷热钢坯交叉入炉,间歇移动钢坯过程:

[0028] (1) 设置加热炉 22 上部第一蓄热式烧嘴与下部第二蓄热式烧嘴的助燃空气流量的分配比例为 0.8 ~ 0.9;设置加热炉 22 上部第一蓄热式烧嘴与下部第二蓄热式烧嘴的煤气流量的分配比例为 0.8 ~ 0.9;煤气流量与助燃空气流量比例范围为 2 ~ 4;

[0029] ① 设置上部第一蓄热式烧嘴与下部第二蓄热式烧嘴的煤气流量比例与设置上部第一蓄热式烧嘴和下部第二蓄热式烧嘴的助燃空气流量比例相同;均热段的上部第一蓄热式烧嘴与下部第二蓄热式烧嘴的助燃空气流量比例为 80% ~ 90%;

[0030] ② 设置平焰烧嘴 4 的煤气热值为蓄热式烧嘴的煤气热值的 1.2 ~ 1.4 倍,通过空气流量调节阀和煤气流量调节阀设定蓄热式烧嘴的煤气与助燃空气流量比例范围为 2 ~ 4,平焰烧嘴 4 的煤气与助燃空气流量比例范围为 2.5 ~ 3.5;

[0031] (2) 分三段设置炉温范围 850 ~ 1300℃,分三段设置加热时间为 40 ~ 130 分钟,分三段设置阀门开度 20% ~ 95%,设置炉内氧含量和炉压,其中设置炉内氧含量范围为 0.5% ~ 5%,设置炉压范围为 0 ~ 20Pa,包括以下步骤,

[0032] ① 以钢坯加热温度 1100 ~ 1300℃ 为基准,均热段炉温按高于钢坯加热温度 50 ~ 100℃ 设置,加热段炉温按高于均热段 50 ~ 100℃ 设置,预热段按 850 ~ 950℃ 设置;

[0033] ② 在此炉温分布情况下,根据钢坯加热厚度和传热模型计算各段的加热时间,分别设定钢坯在预热段的加热时间为 60 ~ 100 分钟、加热段的加热时间为 90 ~ 130 分钟和均热段的加热时间为 40 ~ 80 分钟;

[0034] ③ 根据各段炉温和钢坯加热时间设定各段的燃烧负荷;根据燃烧负荷设定蓄热式烧嘴与平焰烧嘴 4 的燃烧负荷,并设定助燃空气、煤气流量调节阀开度 20% ~ 95%;

[0035] ④根据炉温、钢坯在炉的实测温度和待轧时间调整助燃空气、煤气流量调节阀开度 20%~95%，设定缓加热与快速加热相结合的加热曲线，即钢坯在炉的实测温度接近钢坯出钢温度时，炉温升高，负向调节助燃空气、煤气流量调节阀开度，待轧时间减少，正向调节助燃空气、煤气流量调节阀开度；

[0036] ⑤根据炉内氧含量调整蓄热式烧嘴与平焰烧嘴 4 的空燃比；利用炉尾烟道烟气流量调节阀 18、炉尾烟气 A 侧回流支管烟气流量调节阀 53 和炉尾烟气 B 侧回流支管烟气流量调节阀 31 调整加热炉的炉压为 0~20Pa；

[0037] (3) 1100~1300℃ 高温烟气和 850~950℃ 炉尾烟气分级预热助燃空气、煤气，包括以下过程；

[0038] ①排烟期内，体积比例为 60%~70% 的 1100~1300℃ 高温烟气经蓄热式烧嘴的助燃空气支管预热蓄热体，以此预热燃烧期内的助燃空气温度 900~1100℃，此经蓄热体后烟气温度降为 150~200℃；

[0039] ②体积比例为 40%~30% 的 850~950℃ 炉尾烟气，分为两股，其中一股烟气体积比例为 6%~12%，与蓄热式烧嘴的助燃空气直接混合，其余烟气先后经空气换热器 33 和煤气热管换热器 36 先预热平焰烧嘴的助燃空气温度 400~500℃，其次预热煤气温度 150~200℃，最后经煤气热管换热器 36 后的炉尾烟气温度降为 150~200℃；

[0040] ③经蓄热式烧嘴换热后的烟气，经助燃空气支管、三通换向阀、排烟支管、蓄热系统烟气总管 11 和蓄热系统引风机 15 与经煤气热管换热器 36 的炉尾烟气汇总排烟总管，经烟囱 38 排出；

[0041] (4) 冷热钢坯交叉入炉，间歇移动钢坯，包括以下步骤，

[0042] ①根据冷热钢坯温度、钢坯加热温度和钢坯厚度计算钢坯的在炉加热时间；

[0043] ②以钢坯的在炉加热时间短为先入原则，设定冷热钢坯交叉入炉顺序；

[0044] ③根据轧制速度间歇移动钢坯，保持出钢速度与炉内钢坯移动同步。

[0045] 该技术方案综合利用平焰烧嘴与蓄热式烧嘴的技术互补改善加热炉内流场，通过煤气与助燃空气管道系统的合理布置实现烧嘴助燃空气煤气流量的优化配置，梯级利用加热炉高温烟气余热，达到减少待炉时间提高钢坯加热的均匀性，减少炉温炉压波动等问题。

[0046] 本发明所述的改善钢坯加热质量的加热设备及使用方法，具有如下优点：

[0047] 1 改善钢坯加热均匀性

[0048] 充分发挥平焰烧嘴与蓄热式烧嘴的技术性能优势，改善加热炉局部不均匀流场，减少炉温波动，提高炉温均匀性，

[0049] 2 减少能耗和待炉时间降低烧损

[0050] 通过分段控制炉温和加热时间，阀门开度及时调整燃烧负荷，可以有效减少过烧，实现快速加热与缓加热的结合，达到加热制度优化和降低燃料消耗，有效抑制炉内氧化铁生成，降低烧损。

[0051] 3 集成步进、蓄热、汽化冷却和热送等先进技术

[0052] 该系统充分考虑目前加热炉上步进、蓄热、汽化冷却和热送等各类先进技术，发挥其技术优势，最终达到系统节能和综合节能的最佳效果。

[0053] 4 高效回收烟气余热，实现梯级利用

[0054] 将高温烟气用于预热助燃空气，低温烟气预热煤气，实现了能源的梯级利用，另外

烟气回流不仅降低能耗,而且可以降低助燃空气 O_2 浓度,真正达到高温空气贫氧燃烧目标。

[0055] 5 方便检修

[0056] 平焰系统不需要换向,故障率相对低,而蓄热系统检修相对频繁,故在蓄热系统检修时,依然可以保持一定的钢坯加热能力,即方便检修同时减少了检修造成的生产损失。

附图说明

[0057] 图 1 为本发明的布置总图。其中,蓄热系统鼓风机 1、蓄热系统助燃空气总管空气流量调节阀 2、蓄热系统助燃空气总管 3、平焰烧嘴 4、助燃空气支管空气流量调节阀 5、蓄热系统 A 侧助燃空气支管 6、A 侧第一三通换向阀 7、蓄热系统 A 侧烟气第二支管 8、蓄热系统 A 侧烟气第一支管 9、炉尾烟气 A 侧回流支管 10、蓄热系统烟气总管 11、蓄热系统烟道流量调节阀 12、助燃空气总管空气流量调节阀 13、助燃空气总管 14、蓄热系统引风机 15、煤气总管煤气流量调节阀 16、煤气总管 17、炉尾烟道烟气流量调节阀 18、空气换热器烟气流量调节阀 19、蓄热系统 B 侧助燃空气支管 20、A 侧蓄热式烧嘴 21、加热炉 22、隔墙 23、点火烧嘴 24、B 侧蓄热式烧嘴 25、蓄热系统 B 侧助燃空气支管空气流量调节阀 26、助燃空气支管 27、B 侧第一三通换向阀 28、蓄热系统 B 侧烟气第二支管 29、炉尾烟气 B 侧回流支管 30、炉尾烟气 B 侧回流支管烟气流量调节阀 31、B 侧煤气支管 32、空气换热器 33、平焰系统鼓风机 34、平焰系统助燃空气切断阀 35、煤气热管换热器 36、煤气总管煤气切断阀 37、烟囱 38、烟道总管 39、煤气总管 40。

[0058] 图 2 为本发明的上下结构布置 C-C 示意图。其中,钢坯 41、A 侧上部第一蓄热式烧嘴空气喷口 42、A 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气喷口 43、B 侧上部第一蓄热式烧嘴空气喷口 44、B 侧上部第一蓄热式烧嘴空气流量调节阀 45、B 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气喷口 46、A 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气流量调节阀 47、A 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气快切阀 48、A 侧下部第二蓄热式烧嘴煤气喷口 49、A 侧下部第二蓄热式烧嘴空气喷口 50、B 侧下部第二蓄热式烧嘴煤气喷口 51、B 侧下部第二蓄热式烧嘴空气喷口 52、B 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气快切阀 53、B 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气流量调节阀 54、炉尾烟气 A 侧回流支管 55、炉尾烟气 A 侧回流支管烟气流量调节阀 56、A 侧下部第二蓄热式烧嘴煤气快切阀 57、A 侧下部第二蓄热式烧嘴 58、炉尾烟道总管 59、炉尾烟道主支管 60。

[0059] 图 3 为本发明的上下结构布置 D-D 示意图。其中,蓄热系统 A 侧上部烟气第二支管 61、A 侧上部三通换向阀 62、蓄热系统 A 侧下部烟气第二支管 63、A 侧下部三通换向阀 64、炉尾烟气 A 侧回流支管 65、蓄热系统 B 侧上部烟气第二支管 66、B 侧上部三通换向阀 67、蓄热系统 B 侧下部烟气第二支管 68、B 侧下部三通换向阀 69。

[0060] 图 4 为本发明的空气系统示意图。其中,蓄热系统 A 侧助燃空气支管空气流量调节阀 70、蓄热系统 A 侧助燃空气第二支管 71、A 侧第二三通换向阀 72、A 侧助燃空气支管 73、A 侧第一蓄热式烧嘴组 74、A 侧第二蓄热式烧嘴组 75、B 侧第一蓄热式烧嘴组 76、B 侧第二蓄热式烧嘴组 77、B 侧蓄热式烧嘴 78、蓄热系统 B 侧助燃空气第二支管 79、B 侧第二三通换向阀 80、B 侧助燃空气支管 81。

[0061] 图 5 为本发明的煤气系统示意图。其中,A 侧煤气支管 82、B 侧煤气支管 83。

[0062] 图 6 为本发明的烟气系统示意图。其中,蓄热系统 A 侧助燃空气支管空气流量调节阀 84、蓄热系统 A 侧助燃空气支管 85、A 侧蓄热式烧嘴蓄热体 86、B 侧蓄热式烧嘴蓄热体

87、蓄热系统烟道 88。

[0063] 图 7 为本发明的点火、烧炉、停炉的过程图。

[0064] 图 8 为本发明的钢坯加热过程图。

具体实施方式

[0065] 本发明以均热段和加热段分别安装 1 对平焰烧嘴和 3 对蓄热式烧嘴,每侧相近 3 个蓄热式烧嘴组成一蓄热式烧嘴组,每个三通换向阀控制一蓄热式烧嘴组,本实施一案例初始参数如表 1 所示,

[0066] 表 1 本实施一案例初始参数

[0067]

序号	名称	参数
1	设计能力(t/h)	250~350
2	换热方式	蜂窝预热空煤气、换热器预热空煤气
3	钢坯厚度(mm)	150~300
4	钢坯运动方式	步进梁
5	钢坯冷却方式	汽化冷却
6	钢坯出炉温度(°C)	1150~1250
7	燃料类型	高焦转炉混合煤气
8	燃料热值(kJ/Nm ³)	8000~10000
9	煤气流量(Nm ³ /h)	28000~38000
10	助燃空气流量(Nm ³ /h)	76000~78000
11	蓄热系统 助燃空气预热温度(°C)	900~1000
12	平焰系统 助燃空气预热温度(°C)	400~500
13	蓄热系统 煤气预热温度(°C)	800~1000
14	平焰系统 煤气预热温度(°C)	150~200
15	空气过剩系数	1.05
16	炉尾烟气温度(°C)	900~1100
17	蓄热系统排烟温度(°C)	150~200
18	平焰系统排烟温度(°C)	150~200

[0068] 如图 1 和 6 所示,在加热炉 22 均热段,以一换向周期内,蓄热系统 A 侧燃烧, B 侧排烟为例,助燃空气经蓄热系统鼓风机 1、蓄热系统助燃空气总管空气流量调节阀 2 进入蓄热系统助燃空气总管 3,分为两路,每路分上下股,其中上股助燃空气经蓄热系统 A 侧助燃空气支管 6,经 A 侧第一三通换向阀 7,分为三股,一股经蓄热系统 A 侧助燃空气支管 85,蓄热系统 A 侧助燃空气支管空气流量调节阀 70,进入 A 侧蓄热式烧嘴蓄热体 86,预热为温度 900~1100°C 的助燃空气进入炉内,此时 B 侧第一三通换向阀 28 阀位与 A 侧第一三通换向阀 7 相反,另一路进入蓄热系统 B 侧助燃空气支管 20 被切断;煤气经开启煤气总管煤气切断阀 37 进入煤气热管换热器 36,经煤气总管 17 和煤气总管煤气流量调节阀 16,分为两路,一路经 A 侧煤气支管 82 分为上下股,上股煤气经 A 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气流量调节阀

47 和 A 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气快切阀 48, 经 A 侧上部第一蓄热式烧嘴煤气喷口 43 进入炉内, 另一路进入平焰烧嘴 4; 上股煤气与前面上股助燃空气分别进入炉内, 并在钢坯上方混合燃烧, 下股煤气经 A 侧下部第二蓄热式烧嘴煤气快切阀 57 与下股助燃空气分别进入炉内, 在钢坯下方混合燃烧; 此时 B 侧体积比例为 60%~80% 的 1100~1300℃ 高温烟气经 B 侧第一蓄热式烧嘴组 76, 经蓄热系统 B 侧助燃空气支管空气流量调节阀 26、B 侧第一三通换向阀 28 和蓄热系统 B 侧烟气第二支管 29, 经蓄热系统烟气总管 11 和蓄热系统烟道流量调节阀 12, 经蓄热系统引风机 15 进入烟道总管 39, 此时烟气温度降为 150~200℃; 炉尾烟气体积比例为 20%~40% 的 850~950℃ 炉尾烟气, 分为两股, 其中一股烟气体积比例为 6%~12%, 与蓄热系统 A 侧助燃空气支管 85 内助燃空气混合经 A 侧第一蓄热式烧嘴组 74 进入炉内, 其余炉尾烟气经空气换热器 33 预热来自平焰系统鼓风机 34 的助燃空气温度 400~500℃, 并经煤气热管换热器 36 预热来自煤气总管 40 煤气温度 150~200℃, 此时炉尾烟气温度降为 150~200℃; 两路烟气汇总烟道总管 39, 经烟囱 38 排出; 在下一换向周期内, 蓄热系统 B 侧燃烧, A 侧排烟, 上部与下部第二蓄热式烧嘴的工作状态相同; 在加热炉 22 加热段, 以蓄热系统 A 侧燃烧, B 侧排烟为例, 如图 3 所示, 上部和下部第二蓄热式烧嘴的工作状态相反。平焰系统的助燃空气经平焰系统鼓风机 34、平焰系统助燃空气切断阀 35 和空气换热器 33 预热为温度 400~500℃ 的助燃空气, 经助燃空气总管 14、助燃空气总管空气流量调节阀 13 和助燃空气支管 27, 与其中经煤气热管换热器 36 预热后温度为 150~200℃ 的一路煤气在平焰烧嘴 4 内混合进入炉内燃烧, 其中 A 侧与 B 侧, 上部与下部燃烧状态相同, 各段烧嘴燃烧状态如表 2 所示, 煤气与助燃空气流量比例分配一典型案例如表 3 所示; 在下一个换向周期内, 蓄热式烧嘴的工作状态相反; 如图 7 所示, 加热炉 22 的点火、烧炉、停炉的实施过程如下, 开启点火烧嘴 24 点火, 待炉温高于 200℃, 开启平焰烧嘴 4, 到炉温高于 650℃, 开启蓄热式烧嘴烧炉, 进行停炉时, 炉温低于 600℃, 关闭蓄热式烧嘴, 炉温低于 200℃, 关闭平焰烧嘴 4, 最后关闭点火烧嘴 24, 实现加热炉 22 停炉熄火; 如图 8 所示, 根据钢坯尺寸、入炉温度和出钢温度计算待加热时间, 并设定预热段、加热段和均热段炉温, 加热炉 22 炉温、加热时间、空燃比设定范围如表 4 所示, 根据上述数据计算蓄热式烧嘴和平焰烧嘴 24 的燃烧负荷, 根据煤气热值和烟道残氧计算调整空燃比, 对应调节助燃空气和煤气流量调节阀开度, 根据待轧时间和钢坯在炉温度确定钢坯移动速度, 对应调整预热段、加热段和均热段炉温和加热时间, 保持钢坯移动速度与出钢速度同步, 实现减少钢坯待炉时间, 减少钢坯氧化烧损, 改善钢坯加热质量的效果。

[0069] 表 2 本实施一案例的各段烧嘴燃烧排烟状态

[0070]

名称		A 侧上部	A 侧下部	B 侧上部	B 侧下部
预热段	点火烧嘴	关闭	燃烧	关闭	燃烧
加热段	蓄热式烧嘴	燃烧	排烟	排烟	燃烧
	平焰烧嘴	燃烧	燃烧	燃烧	燃烧
均热段	蓄热式烧嘴	燃烧	燃烧	排烟	排烟
	平焰烧嘴	燃烧	燃烧	燃烧	燃烧

[0071] 表 3 本实施一案例煤气与助燃空气流量比例分配一典型案例

[0072]

名称	总管	部位	支管		均热段烧嘴			加热段烧嘴			预热段 点火烧 嘴
			蓄热	平焰	蓄热		平 焰	蓄热		平 焰	
					A 侧	B 侧		A 侧	B 侧		
煤气 流量 (%)	100	上部	32~ 38	10	14~ 16	0	6	18~ 22	0	4	0
		下部	37~ 43	15	16~ 18	0	6	0	21~ 25	4	5
助燃 空气 流量 (%)	100	上部	32~ 38	10	14~ 16	0	6	18~ 22	0	4	0
		下部	37~ 43	15	16~ 18	0	6	0	21~ 25	4	5

[0073] 表 4 本实施一案例炉温、加热时间、空燃比设定范围

[0074]

名称	预热段	加热段	均热段
炉温 (°C)	900~1000	1250~1350	1200~1300
时间 (分钟)	60~100	90~130	40~80
空燃比	2.2~2.7		
炉压	0~20Pa		
炉内氧含量 (%)	0.5~5		

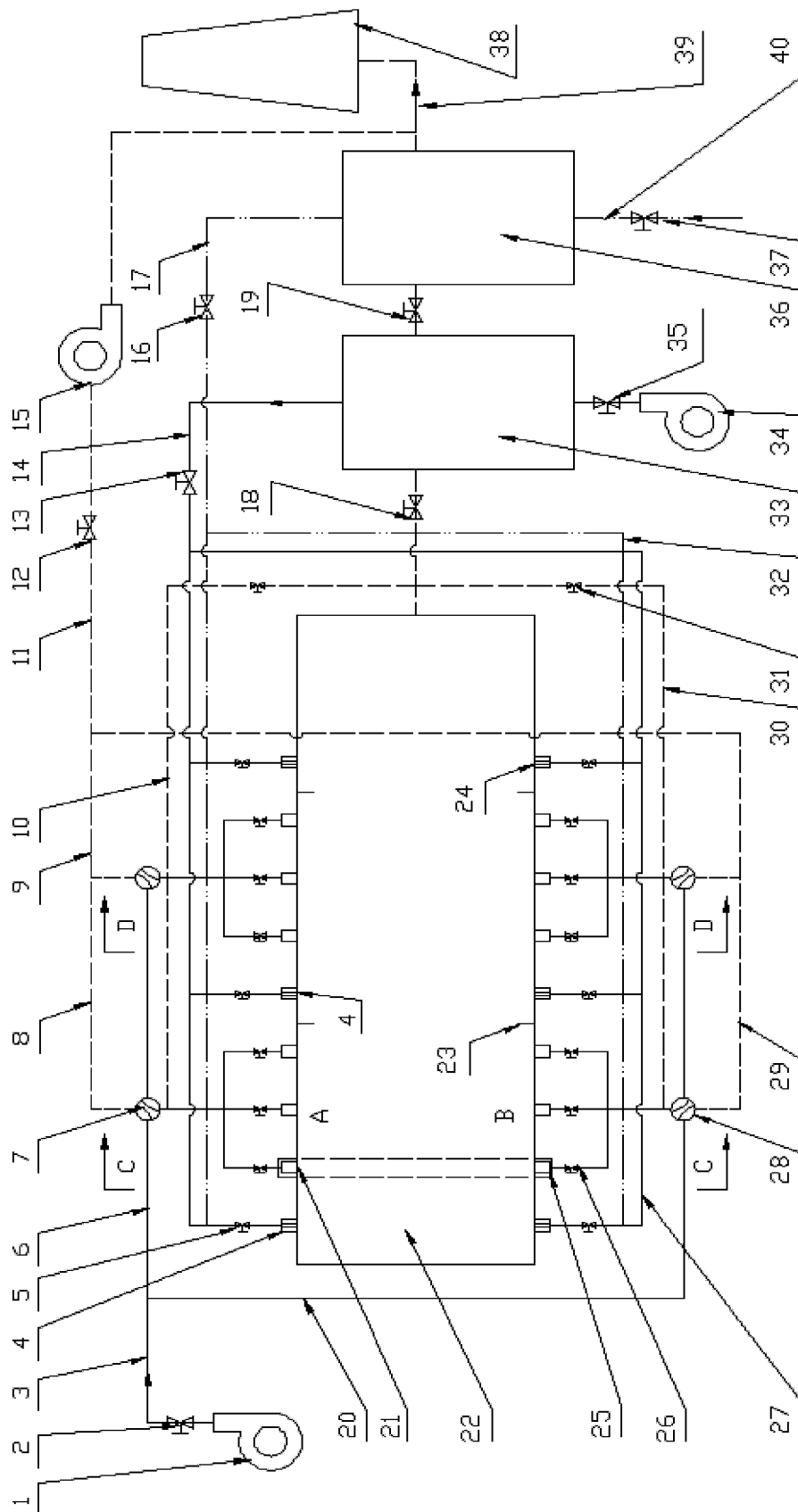


图 1

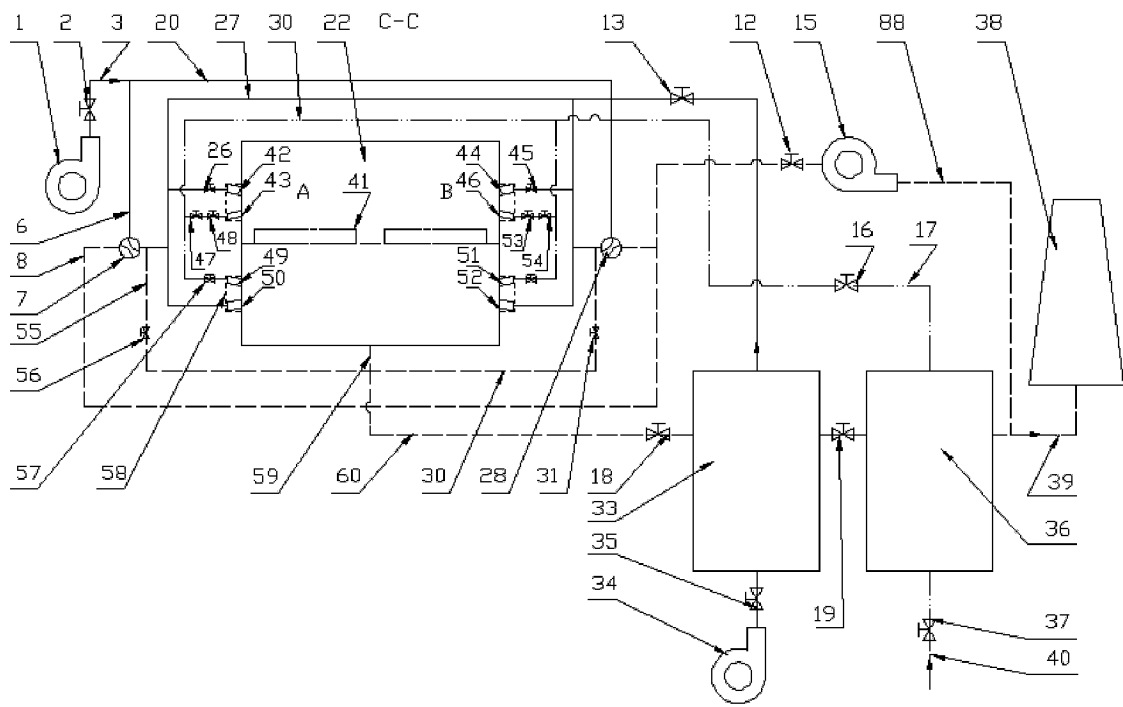


图 2

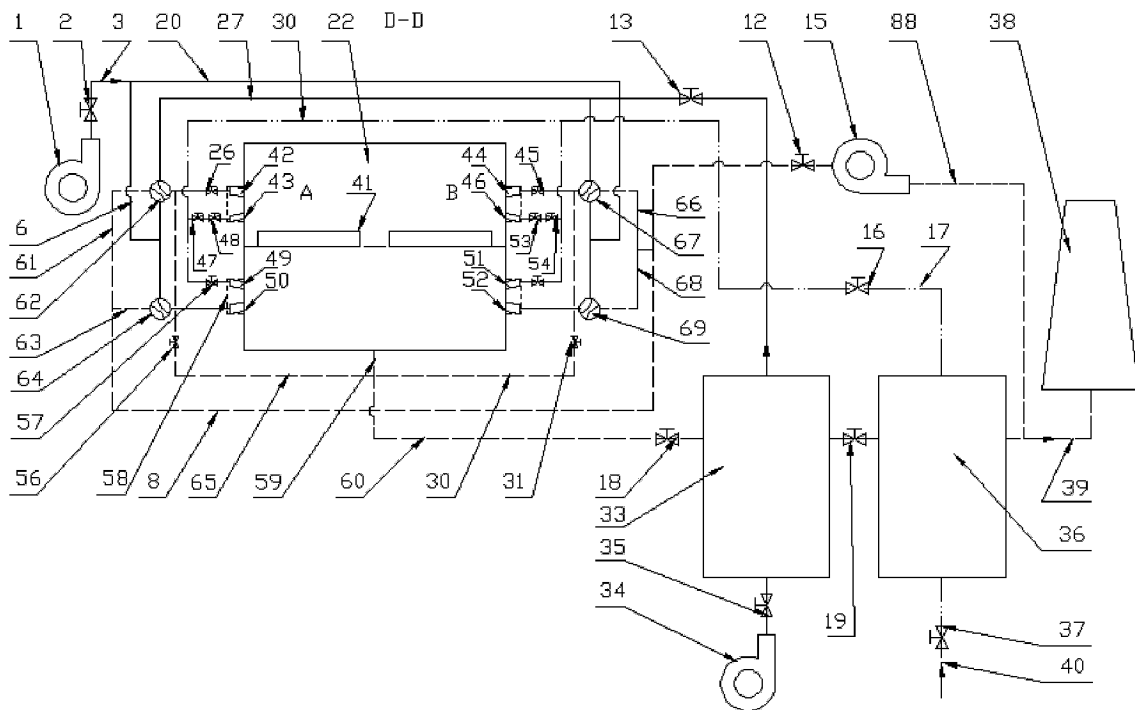


图 3

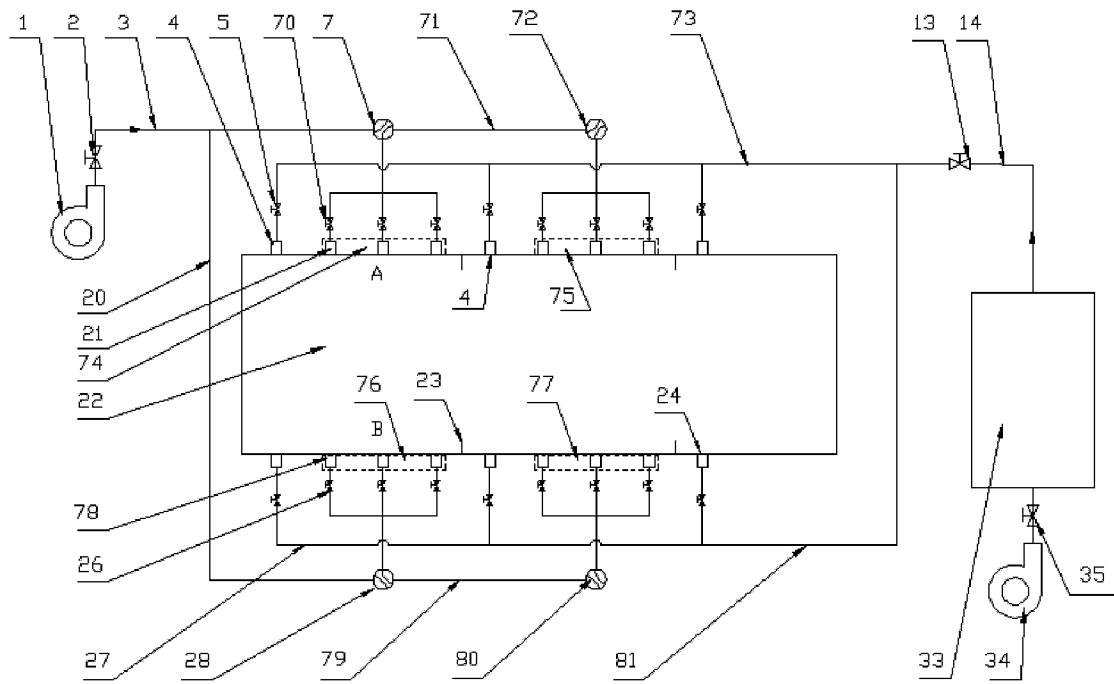


图 4

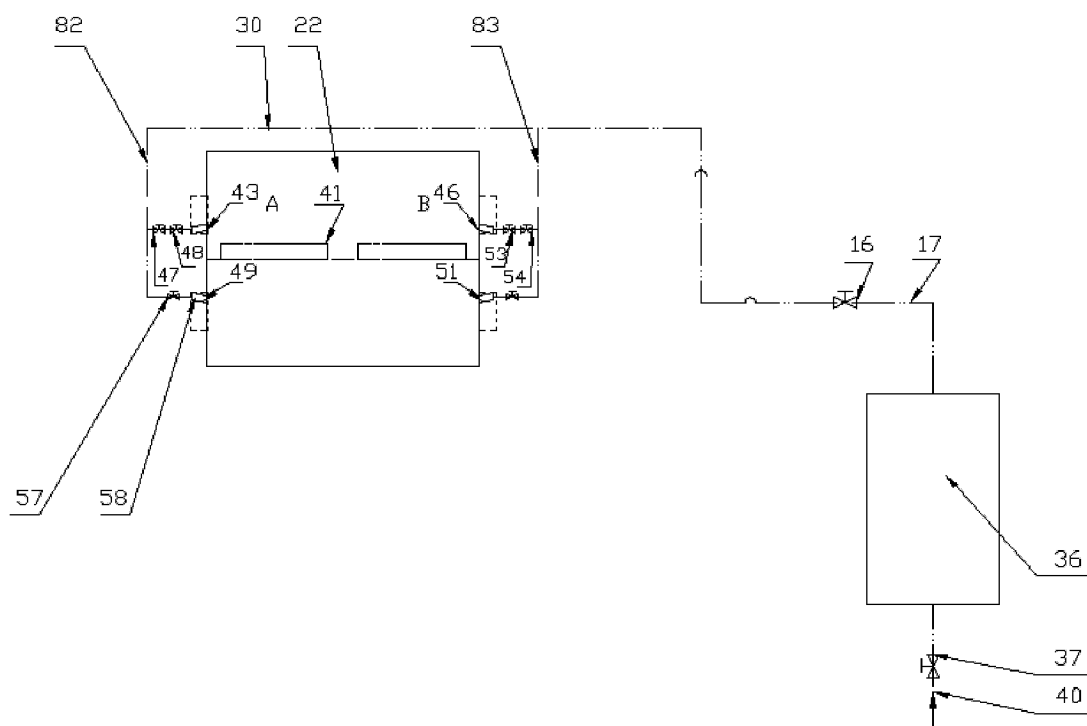


图 5

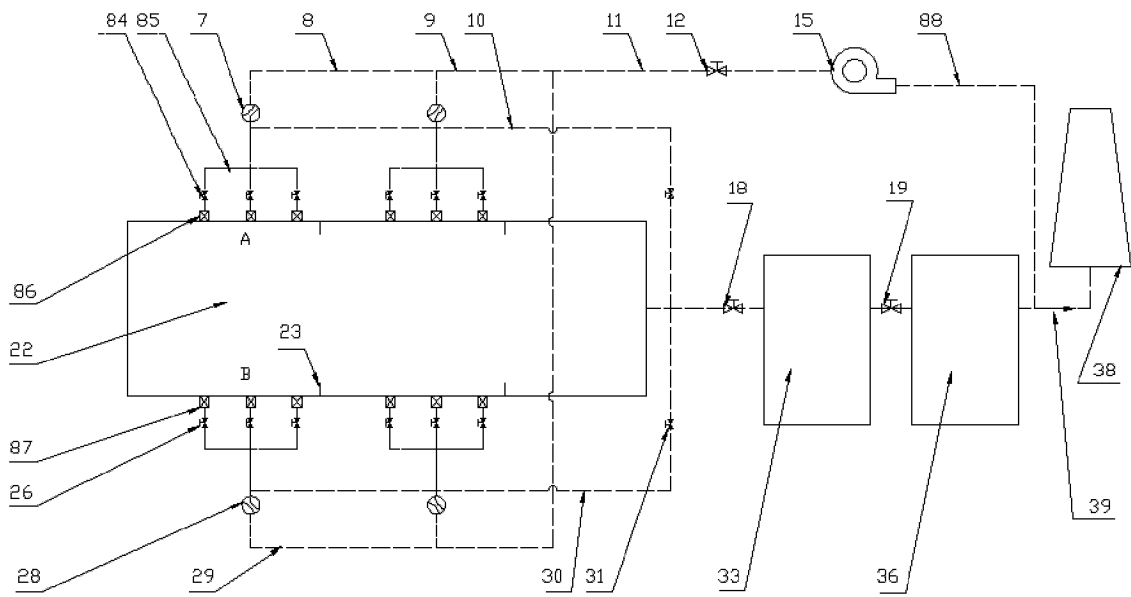


图 6

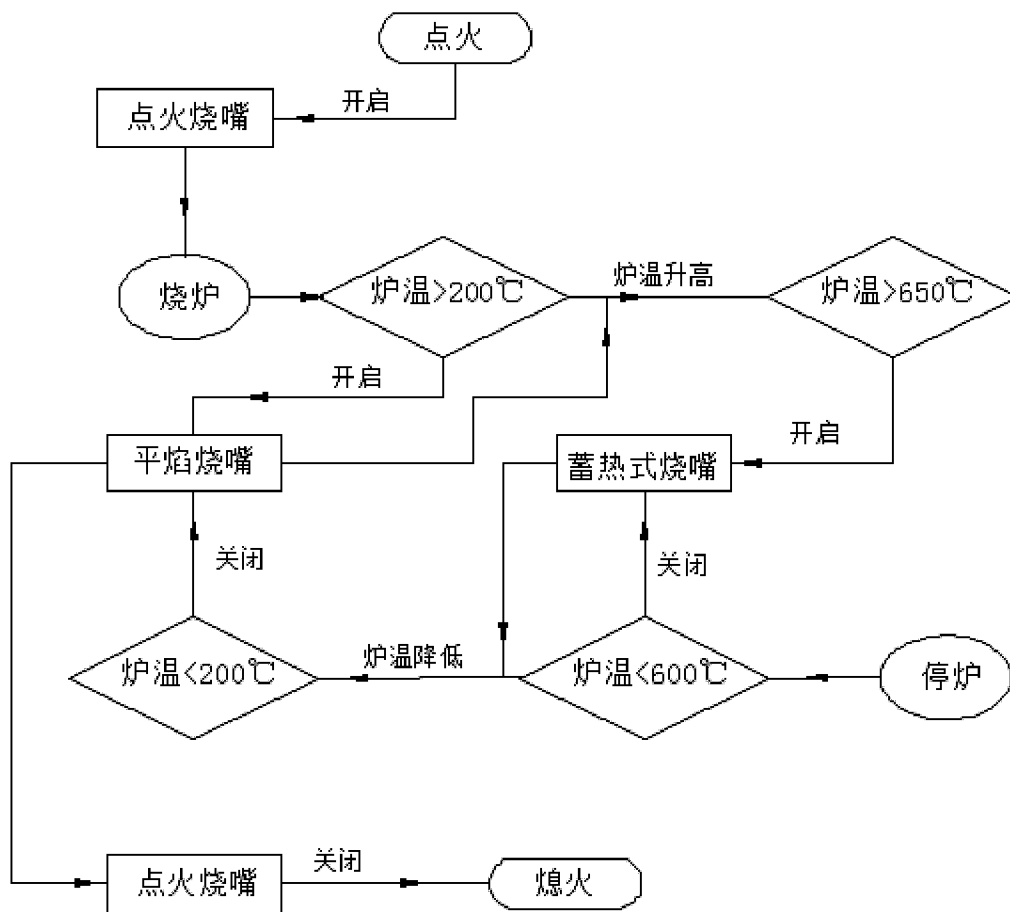


图 7

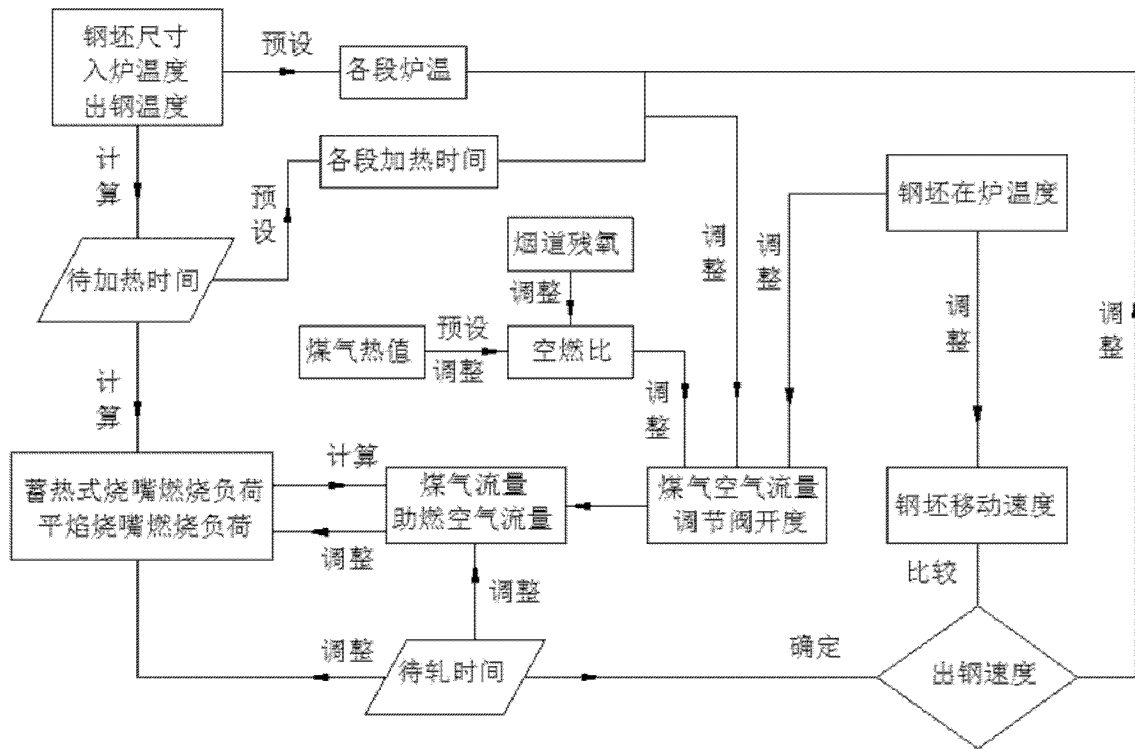


图 8