



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112521957 A

(43)申请公布日 2021.03.19

(21)申请号 201910972495.7

C10B 57/00(2006.01)

(22)申请日 2019.10.14

(66)本国优先权数据

201910885569.3 2019.09.19 CN

(71)申请人 赫普能源环境科技有限公司

地址 100176 北京市大兴区经济技术开发区
科创十三街18号院12号楼

(72)发明人 金红光 崔华 陈辉 杨豫森

(74)专利代理机构 北京市中联创和知识产权代
理有限公司 11364

代理人 李萌 赵志洁

(51) Int. Cl.

C10B 53/00(2006.01)

C10B 57/14(2006.01)

C10B 57/10(2006.01)

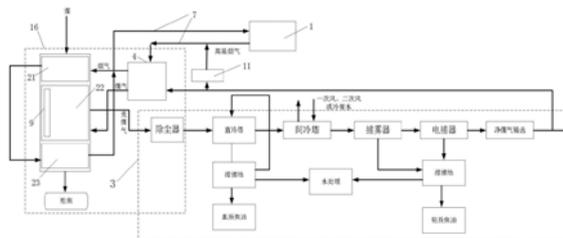
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种火电厂热解煤系统及调峰控制、运行方法

(57)摘要

本发明提供了一种火电厂热解煤系统及调峰控制、运行方法,其中的低温热解装置包括相连的煤气焦油净化分离装置、低温干馏炉、高温换热器,所述低温干馏炉、高温换热器分别与电站锅炉相连,所述低温干馏炉的加热热源为高温换热器加热的煤气、电站锅炉内的高温烟气、电加热装置、补燃室的高温烟气中的至少一种;煤气焦油净化分离装置产生的洁净煤气、焦油及干馏炉产生的粗焦中的任意一种进入电站锅炉参与燃烧或对外销售。本发明不需要将原煤进行型化或高温焦化等复杂操作,直接将原煤在500-600℃下干馏热解,简化生产工艺,即满足电厂的调峰需求,又可增加产品附加值,提高经济效益;同时,高效利用电站锅炉烟气余热,改造、运行成本低。



CN 112521957 A

1. 一种火电厂热解煤系统,包括电站锅炉(1),其特征在于,还包括低温热解装置(16),所述低温热解装置(16)包括相连的煤气焦油净化分离装置(3)、低温干馏炉(2)、高温换热器(4),所述低温干馏炉(2)、高温换热器(4)分别与电站锅炉(1)相连,所述低温干馏炉(2)的加热热源为高温换热器(4)加热的煤气、电站锅炉(1)内的高温烟气、电加热装置(9)、补燃室(11)的高温烟气中的至少一种;煤气焦油净化分离装置(3)产生的洁净煤气、焦油及低温干馏炉(2)产生的粗焦中的任意一种进入电站锅炉(1)参与燃烧或对外销售。

2. 根据权利要求1所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述低温干馏炉(2)采用外热式低温热解炉或内热式低温热解炉。

3. 根据权利要求1所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述低温热解装置(16)与电站锅炉(1)相邻设置,利用耐高温工质管(7)将电站锅炉(1)的高温烟气引入高温换热器(4),并利用引风机(10)和耐高温工质管(7)将换热后的烟气送回电站锅炉(1),所述耐高温工质管(7)上设有挡板,用于控制引流电站锅炉(1)烟气的流量。

4. 根据权利要求3所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述高温换热器(4)通过间隔式换热加热净煤气,所述加热后的净煤气送入低温干馏炉(2),对干燥后的煤进行接触式加热热解,产生的荒煤气进入煤气净化与分离装置(3)。

5. 根据权利要求1或2所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述低温干馏炉(2)内设有电加热装置(9),所述电加热装置(9)为电加热管单元、电磁加热单元、电极放电加热单元、高压电弧加热单元中的任意一种或组合。

6. 根据权利要求1所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述火电厂热解煤系统还包括补燃室(11),所述补燃室(11)的进口端与所述煤气焦油净化分离装置(3)相连,所述补燃室(11)的出口端与耐高温工质管(7)相连;所述补燃室(11)接收由所述煤气焦油净化分离装置(3)产生的净化后的煤气并使之燃烧,并将燃烧而产生的高温烟气作为补热烟气通过耐高温工质管(7)输送给所述高温换热器(4)。

7. 根据权利要求3或6所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述耐高温工质管(7)包括耐火层(12)、支撑层(13)、保温层(14),所述支撑层(13)设置1层或2层,位于耐火层(12)的内侧和/或外侧,所述保温层(14)套设在位于外侧的所述支撑层(13)或耐火层(12)的外侧四周。

8. 根据权利要求7所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述耐高温工质管(7)还包括与耐高温工质管(7)同方向延伸的多根冷却水管(15),所述冷却水管(15)位于保温层(14)内且沿保温层(14)的周侧分布。

9. 根据权利要求8所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,冷却水管(15)内的冷却水来自火电厂汽水系统或冷却水系统或热网循环水系统。

10. 根据权利要求1所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,煤气焦油净化分离装置(3)包括焦油储罐、气柜及依次相连的直冷塔、间冷塔、澄清池、捕雾器、电捕器、焦油储罐、气柜。

11. 根据权利要求1所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述火电厂热解煤系统还包括相连的磨煤机(5)、燃烧器(6),所述磨煤机(5)接收低温干馏炉(2)产生的粗焦、或粗焦与原煤的混合物,磨制完成的焦粉或焦煤混合粉送入燃烧器(6)中参与电站锅炉(1)的燃烧。

12. 一种火电厂热解煤系统的负荷调峰控制方法,所述方法使用权利要求1-10任意一项所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述方法包括步骤:

电网调度下达下一时段对火电厂的负荷需求数据,火电厂依据电网调峰需求下达控制指令,然后利用下面的电站锅炉抽取烟气调峰的技术手段或低温热解装置(16)的电加热装置(9)调峰手段中的至少一种实现火电厂负荷调峰控制;

所述控制指令直接要求电站锅炉(1)负荷降低,则通过控制耐高温工质管(7)上挡板的开度和引风机(10)的功率,控制从电站锅炉(1)引出的高温烟气流量,进而减少电站锅炉(1)水蒸汽的蒸发量,从而实现电站锅炉(1)负荷降低到控制指令要求值;

如果火电厂电站锅炉(1)负荷降低到锅炉安全运行的最低负荷值,或电网调度要求火电厂快速响应降负荷要求,则启动低温热解装置(16)的电加热装置(9),利用增加电加热装置(9)的耗电量,满足火电厂快速降低上网电量的调峰需求。

13. 一种火电厂热解煤系统的运行方法,所述方法使用权利要求1-10任意一项所述的火电厂热解煤系统,其特征在于,所述方法包括步骤:

原煤进入电站锅炉(1)内燃烧,产生高温蒸汽驱动发电装置运行,将产生的电力输送至电网;

被高温换热器(4)加热的煤气、电站锅炉(1)内的高温烟气、电加热装置(9)、补燃室(11)的高温烟气中的至少一种作为低温干馏炉(2)的加热热源并对干燥煤进行加热至指定温度实现低温热解,并产生粗煤气及粗焦;

在高温换热器(4)内完成换热的烟气进入低温干馏炉(2)的干燥段(21),对入料原煤进行干燥加热,换热后的低温烟气送入冷却段(23)对热态粗焦进行冷却,升温后的烟气送入电站锅炉(1)的排烟烟道(8)或返回干燥段(21)再次对原煤进行干燥;

产生的粗煤气输送至煤气焦油净化分离装置(3)内处理,得到洁净的煤气及焦油;同时粗焦直接进入磨煤机(5)内磨成焦粉或与原煤混合后进磨煤机(5)磨成煤焦粉并送入电站锅炉(1)内燃烧或者直接混合原煤送入电站锅炉(1)燃烧;

所述低温干馏炉(2)产生的粗煤气经过煤气焦油净化分离装置(3)得到的洁净的煤气或焦油送入电站锅炉(1)作为助燃稳燃的燃料,或对外销售。

一种火电厂热解煤系统及调峰控制、运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及火电站技术领域,特别涉及火电厂热解煤系统及调峰控制、运行方法。

背景技术

[0002] 研究发现,煤炭中赋存着较高的油气资源。因此煤炭热解技术能够提高煤炭的品质和利用效率,并且热解产物煤焦油和热解煤气能够作为石油和天然气的补充。而常规燃煤火力发电厂由于近几年煤炭价格上涨,进入电站锅炉的煤炭品质逐年下降,使得燃煤锅炉燃烧效率、锅炉效率都有所下降。

[0003] 目前的大型煤热解工艺中,存在大量的能源消耗及污染物排放,煤的热解过程中需要消耗煤自身或补燃气体的大量热值,烟气、废水等污染物处理成本高昂。

[0004] 另外,目前随着可再生能源发电比例的上升,越来越多的火电站面临长时间的低负荷调峰运行状态,现有的电站锅炉很难进行稳定的高经济性的低负荷运行。因此,希望有一种技术方案来克服或至少减轻现有技术的至少一个上述缺陷。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明旨在提出一种火电厂热解煤方法及调峰控制、运行方法,以使电厂能够在确保经济性的前提下,通过对煤进行低温干馏,提升品质后的粗焦混合原煤进入锅炉燃烧,提升锅炉燃烧效率,另外,利用锅炉烟气或调峰电力或煤气作为煤热解的热源,从而保证电站锅炉低负荷稳定运行,增强火电厂的深度调峰能力。

[0006] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0007] 一种火电厂热解煤系统,包括电站锅炉,还包括低温热解装置,所述低温热解装置包括依次相连的煤气焦油净化分离装置、低温干馏炉、高温换热器,所述低温干馏炉、高温换热器分别与电站锅炉相连,所述低温干馏炉的加热热源为高温换热器加热的煤气、电站锅炉内的高温烟气、电加热装置、补燃室的高温烟气中的至少一种;煤气焦油净化分离装置产生的洁净煤气、焦油及低温干馏炉产生的粗焦中的任意一种进入电站锅炉参与燃烧或对外销售。

[0008] 进一步的,所述低温干馏炉采用外热式低温热解炉或内热式低温热解炉。

[0009] 进一步的,所述低温热解装置与电站锅炉相邻设置,利用耐高温工质管将电站锅炉的高温烟气引入高温换热器,并利用引风机和耐高温工质管将换热后的烟气送回电站锅炉,所述耐高温工质管上设有挡板,用于控制引流电站锅炉烟气的流量。

[0010] 进一步的,所述高温换热器通过间隔式换热加热净煤气,所述加热后的净煤气送入低温干馏炉,对干燥后的煤进行接触式加热热解,产生的荒煤气进入煤气净化与分离装置。

[0011] 进一步的,所述低温干馏炉内设有电加热装置,所述电加热装置为电加热管单元、电磁加热单元、电极放电加热单元、高压电弧加热单元中的任意一种或组合。

[0012] 进一步的,所述火电厂热解煤系统还包括补燃室,所述补燃室的进口端与所述煤

气焦油净化分离装置相连,所述补燃室的出口端与耐高温工质管相连;所述补燃室接收由所述煤气焦油净化分离装置产生的净化后的煤气并使之燃烧,并将燃烧而产生的高温烟气作为补热烟气通过耐高温工质管输送给所述高温换热器。

[0013] 进一步的,所述耐高温工质管包括耐火层、支撑层、保温层,所述支撑层设置1层或2层,位于耐火层的内侧和/或外侧,所述保温层套设在位于外侧的所述支撑层或耐火层的外侧四周。

[0014] 进一步的,所述耐高温工质管还包括与耐高温工质管同方向延伸的多根冷却水管,所述冷却水管位于保温层内且沿保温层的周侧分布。

[0015] 进一步的,冷却水管内的冷却水来自火电厂汽水系统或冷却水系统或热网循环水系统。

[0016] 进一步的,煤气焦油净化分离装置包括焦油储罐、气柜及依次相连的直冷塔、间冷塔、澄清池、捕雾器、电捕器。

[0017] 进一步的,所述火电厂热解煤系统还包括相连的磨煤机、燃烧器,所述磨煤机接收低温干馏炉产生的粗焦、或粗焦与原煤的混合物,磨制完成的焦粉或焦煤混合粉送入燃烧器中参与电站锅炉的燃烧。

[0018] 一种火电厂热解煤系统的负荷调峰控制方法,所述方法使用上述的火电厂热解煤系统,所述方法包括步骤:

[0019] 电网调度下达下一时段对火电厂的负荷需求数据,火电厂依据电网调峰需求下达控制指令,然后利用下面的电站锅炉抽取烟气调峰的技术手段或低温热解装置的电加热装置调峰手段中的至少一种实现火电厂负荷调峰控制;

[0020] 所述控制指令直接要求电站锅炉负荷降低,则通过控制耐高温工质管上挡板的开度和引风机的功率,控制从电站锅炉引出的高温烟气流量,进而减少电站锅炉水蒸汽的蒸发量,从而实现电站锅炉负荷降低到控制指令要求值;

[0021] 如果火电厂电站锅炉负荷降低到锅炉安全运行的最低负荷值,或电网调度要求火电厂快速响应降负荷要求,则启动低温热解装置的电加热装置,利用增加电加热装置的耗电量,满足火电厂快速降低上网电量的调峰需求。

[0022] 一种火电厂热解煤系统的热量平衡计算方法,所述热量平衡计算方法使用上述的火电厂热解煤系统,所述低温干馏炉的热平衡的计算公式为

$$[0023] \quad Q_{\text{低温干馏炉}} = Q_{\text{高温烟气}} + Q_{\text{电}} + Q_{\text{煤气补热}} - Q_{\text{散失}} = Q_{\text{电}} + Q_{\text{煤气换热}} - Q_{\text{散失}};$$

$$[0024] \quad Q_{\text{高温烟气}} = F_{\text{烟气}} * C_{p\text{烟气}} * (T_{\text{进烟}} - T_{\text{出烟}});$$

$$[0025] \quad Q_{\text{电}} = 3600 * P_{\text{调峰电}} * t_{\text{调峰}};$$

$$[0026] \quad Q_{\text{煤气补热}} = F_{\text{煤气补热}} * q_{\text{煤气}};$$

$$[0027] \quad Q_{\text{煤气换热}} = F_{\text{煤气换热}} * C_{p\text{煤气}} * (T_{\text{进煤气}} - T_{\text{出煤气}});$$

[0028] 其中 $P_{\text{调峰电}}$ 为电加热装置的运行功率,kW; $Q_{\text{高温烟气}}$ 为电站锅炉内经耐高温工质管进入低温干馏炉内换热的烟气热量,KJ; $Q_{\text{散失}}$ 为低温干馏炉产生的散失热量,KJ; $Q_{\text{低温干馏炉}}$ 为低温干馏炉内吸收的总热量,KJ; $Q_{\text{电}}$ 为电加热装置产生的热量,KJ; $Q_{\text{煤气补热}}$ 为煤气进入补燃室内燃烧产生的热量,KJ; $Q_{\text{煤气换热}}$ 为被加热后的煤气进入低温干馏炉与煤接触换热的热量,KJ; $F_{\text{烟气}}$ 、 $F_{\text{煤气补热}}$ 、 $F_{\text{煤气换热}}$ 分别为进入耐高温工质管内高温烟气、进入补燃室或低温干馏炉换热的煤气的流量,kg/h; $C_{p\text{烟气}}$ 为高温烟气的比热容,kJ/(kg·°C); $C_{p\text{煤气}}$ 为净煤气的比热容,kJ/(kg·°C);

$T_{进烟}$ 、 $T_{出烟}$ 、 $T_{进煤气}$ 、 $T_{出煤气}$ 分别为高温烟气换热前、换热后及煤气换热前、换热后的温度， $^{\circ}\text{C}$ ； $q_{煤气}$ 为单位质量煤气所含热量， KJ/kg ； $t_{调峰}$ 为电加热装置的运行时间， h 。

[0029] 一种火电厂热解煤系统的运行方法，所述方法使用上述的火电厂热解煤系统，所述方法包括步骤：

[0030] 原煤进入电站锅炉内燃烧，产生高温蒸汽驱动发电装置运行，将产生的电力输送至电网；

[0031] 被高温换热器加热的煤气、电站锅炉内的高温烟气、电加热装置、补燃室的高温烟气中的至少一种作为低温干馏炉的加热热源并对干燥煤进行加热至指定温度实现低温热解，并产生粗煤气及粗焦；

[0032] 在高温换热器内完成换热的烟气进入干馏炉的干燥段，对入料原煤进行干燥加热，换热后的低温烟气送入熄焦段对热态粗焦进行冷却，升温后的烟气送入电站锅炉的排烟烟道或返回干燥段再次对原煤进行干燥；

[0033] 产生的粗煤气输送至煤气焦油净化分离装置内处理，得到洁净的煤气及焦油；同时粗焦直接进入磨煤机内磨成焦粉或与原煤混合后进磨煤机磨成煤焦粉并送入电站锅炉内燃烧或者直接混合原煤送入电站锅炉燃烧；

[0034] 所述低温干馏炉产生的粗煤气经过煤气焦油净化分离装置得到的洁净的煤气或焦油送入电站锅炉作为助燃稳燃的燃料，或对外销售。

[0035] 相对于现有技术，本发明所述的一种火电厂热解煤系统具有以下优势：

[0036] (1) 本发明不需要将原煤进行型化或高温热解焦化等复杂操作，直接将原煤在低温（约 $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$ ）下进行干馏热解，简化生产工艺，即满足电厂的调峰需求，同时能提高原煤的品质和产品附加值，提高经济效益；

[0037] (2) 本发明将原煤的低温干馏热解与电厂发电有机结合，并能高效利用了烟气余热，改造、运行成本低；

[0038] (3) 本发明可将产生的粗焦通过磨煤机制成焦粉，送入电站锅炉燃烧，可以部分替代常规煤粉，提高电站锅炉的燃烧效率和炉膛温度；

[0039] (4) 本发明可将分离的煤气进行外售或直接送入电站锅炉燃烧，并利用电站锅炉烟气处理系统进行无害化处理，减少煤热解装置的烟气处理费用；同时煤热解过程中产生的其他废水、废渣，均可利用火电厂现有处理设施进行处理，降低了项目的初投资。

附图说明

[0040] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0041] 图1是本发明所述火电厂热解煤系统的系统示意图；

[0042] 图2是本发明所述火电厂热解煤系统的又一种结构示意图；

[0043] 图3是本发明实施例所述的耐高温工质管的一种截面示意图；

[0044] 图4是本发明实施例所述的耐高温工质管的另一种截面示意图。

[0045] 附图标记说明：

[0046] 电站锅炉-1、低温干馏炉-2、干燥段-21、干馏段-22、冷却段-23、煤气焦油净化分离装置-3、高温换热器-4、磨煤机-5、燃烧器-6、耐高温工质管-7、排烟烟道-8、电加热装置-

9、引风机-10、补燃室-11、耐火层-12、支撑层-13、保温层-14、冷却水管-15、低温热解装置-16、外包装层-18。

具体实施方式

[0047] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0048] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0049] 实施例1

[0050] 如图1所示,一种火电厂热解煤系统,包括电站锅炉1及低温热解装置16,所述电站锅炉1与发电装置相连,上述电站锅炉1与发电装置的结构与连接关系均为现有技术,在此不再进行赘述。所述系统将低温热解装置16与电厂发电设备有机结合,利用烟气余热,降低低温干馏炉2的能耗,同时根据生产需要调整煤气、焦油、电力的生产比例,从而兼顾电厂的调峰及经济性。所述低温热解装置16包括相连的煤气焦油净化分离装置3、低温干馏炉2、高温换热器4,所述煤气焦油净化分离装置3的煤气出口与补燃室11相连;低温干馏炉2的出口依次与磨煤机5、燃烧器6及电站锅炉1相连;原煤或低阶煤可不经过程化等复杂操作直接进入低温干馏炉2内干馏热解并产生粗煤气、粗焦,粗煤气可进入电站锅炉1内燃烧或者进入煤气焦油净化分离装置3内净化;所述粗煤气经煤气焦油净化分离装置3净化后产生焦油及洁净的煤气,焦油可进行暂存或外售或进入电站锅炉1内参与燃烧,洁净的煤气可进入补燃室11内燃烧或者进入高温换热器4进行换热;也可以进入燃烧器6内燃烧或者对外销售;所述粗焦包括提质煤、洁净煤、粗焦或半焦中的至少一种,所述粗焦可直接进入磨煤机5内制成焦粉,也可以与原煤混合后进入磨煤机5内磨制成焦煤混合物,焦粉或焦煤混合物可外售或随一次风进入燃烧器6内以参与电站锅炉1的燃烧。作为本发明的一个示例,所述低温干馏炉2的反应温度为500-600℃。

[0051] 所述低温干馏炉2与电站锅炉1相邻设置,包括干燥段21、干馏段22及冷却段23。所述低温干馏炉2为外热式低温热解炉或内热式低温热解炉。作为优选,所述低温干馏炉2为内热式低温热解炉。所述电站锅炉1上设有排烟烟道8,所述排烟烟道8上设有耐高温工质管7。作为优选,所述耐高温工质管7在靠近电站锅炉1的炉膛的一端设有引风机10,用于加速换热后烟气返回电站锅炉1的炉膛内。作为本发明的一个示例,所述低温热解装置16设在电站锅炉1旁边,利用耐高温工质管7将电站锅炉1产生的高温烟气引入高温换热器4,并利用引风机10和耐高温工质管7将换热后的烟气送回电站锅炉1内。作为优选,所述耐高温工质管7上设置再次进入电站锅炉1内的烟气流量的挡板。作为本发明的一个示例,所述干馏段22内设有电加热装置9,所述电加热装置9可以是电加热管单元、电磁加热单元、电极放电加热单元、高压电弧加热单元中的任意一种或组合。该设置可电加热装置9与电厂的发电装置相连通,从而利用发电装置产生的电能来驱动电加热装置9,方便调峰。作为优选,所述电加热装置9为电加热管,所述电加热管与电厂的发电装置相连,可将产生的电能转化为低温干馏炉2的热能。所述低温热解装置16的加热热源来自高温换热器4加热的煤气、电站锅炉1的高温烟气、电加热装置9的热能、补燃室11燃烧产生的高温烟气等加热热源中的任意一种或组合。

[0052] 作为本发明的一个示例,所述高温换热器4分别与电站锅炉1、低温干馏炉2及煤气

焦油净化分离装置3相连,通过间隔式换热加热净煤气,所述加热后的净煤气送入低温干馏炉2,对干燥后的煤进行接触式加热热解,产生的荒煤气进入煤气焦油净化分离装置3。

[0053] 所述火电厂热解煤系统还包括补燃室11,所述补燃室11的进口端与煤气焦油净化分离装置3相连,所述补燃室11的出口端与耐高温工质管7相连;所述补燃室11接收由所述煤气焦油净化分离装置3产生净化后的煤气并使之燃烧,并将燃烧而产生的高温烟气作为补热烟气通过耐高温工质管7输送给所述高温换热器4。

[0054] 如图3所示,所述耐高温工质管7包括耐火层12、支撑层13、保温层14,所述支撑层13至少有1层。作为本发明的一个示例,所述支撑层13有2层,分别位于耐火层12的内外侧,所述保温层14套设在位于外侧的所述支撑层13的外周。作为本发明的又一个示例,所述支撑层13有一层,位于耐火层12的内侧或外侧。作为优选,所述支撑层13位于耐火层12的内侧,所述保温层14位于耐火层12的外侧。该设置既能防火又能保温,能够满足高温烟气作为低温干馏炉2的一种加热热源的需求。作为优选,所述耐高温工质管7还包括与耐高温工质管7同方向延伸的多根冷却水管15,所述冷却水管15位于保温层14且沿保温层14的周侧分布。该设置结构简单,可将高温烟气的热量通过冷却水管15进行初次换热,提高电站锅炉1产生高温烟气的热量利用率。冷却水管15内的冷却水来自火电厂汽水系统或冷却水系统或热网循环系统。该设置利用耐高温管对汽水系统或冷却水系统进行部分的预加热或者对热网循环系统进行保温或进一步加热,降低系统的运行成本。如图3、图4所示,所述耐高温工质管7的横截面为矩形或圆形。作为优选,所述耐高温工质管7的横截面为圆形。此外,作为本发明另一个示例,所述耐高温工质管7的外侧还设有环绕在保温层14外围的外包装层18。

[0055] 所述煤气焦油净化分离装置3包括焦油储罐、气柜及相连的直冷塔、间冷塔、澄清池、捕雾器、电捕器。该设置可将粗煤气净化分离呈焦油及洁净的煤气,实现清洁生产。作为本发明的一个示例,低温干馏炉2的干馏段22产生的荒煤气经过除尘器处理后,进入直冷塔内进行气液分离,产生的液体经澄清池后产生重质焦油,重质焦油可暂存在焦油储罐内;同时气体部分则依次进入间冷塔、捕雾器及电捕器进行深度除焦后得到洁净的煤气,煤气可外售或进入补燃室11内燃烧或进入高温换热器4内进行换热。

[0056] 原煤进入低温干馏炉2的干燥段21,原煤在干燥段21通过高温烟气进行预加热,之后进入干馏段22以500-600℃下进行干馏热解,产生的荒煤气进入煤气焦油净化分离装置3进行处理或直接进入电站锅炉1内燃烧;产生的热态粗焦在冷却段23与烟气进行二次换热并产生粗焦,二次换热后的烟气返回电站锅炉1的炉膛内。煤气焦油净化分离装置3处理后产生焦油及洁净的煤气,所述焦油包括重质焦油、轻质焦油,可暂存或对外销售;洁净的煤气可外售或者进入补燃室11内燃烧或进入高温换热器4内与高温烟气换热,换热升温后的煤气可返回到低温干馏炉2内对干燥后的煤进行接触式加热热解,产生的荒煤气再次进入煤气焦油净化分离装置3中处理,最终根据调峰及市场需要,生产得到电力、煤气、焦油等产品,从而使电厂能够在确保经济性的前提下,进行低负荷的运行。

[0057] 实施例2

[0058] 如图2所示,一种火电厂热解煤系统,包括电站锅炉1及低温热解装置16。所述低温热解装置16与电站锅炉1相邻设置,包括相连的煤气焦油净化分离装置3、低温干馏炉2、高温换热器4。所述系统可将低温热解装置16与电厂发电设备有机结合,利用烟气余热,降低低温干馏炉2的能耗,同时根据生产需要调整煤气、焦油、电力的生产比例,从而兼顾电厂的

调峰及经济性。

[0059] 所述电站锅炉1上设有耐高温工质管7,所述耐高温工质管7在靠近电站锅炉1的炉膛的一端设有引风机10,用于加速换热后烟气再次进入电站锅炉1的炉膛,利用耐高温工质管7将电站锅炉1产生的高温烟气引入高温换热器4,并利用引风机10和耐高温工质管7将换热后的烟气送回电站锅炉1。作为优选,所述高温换热器4利用耐高温工质管7引流的电站锅炉1的高温烟气,通过间隔式加热方式来加热所述煤气焦油净化分离装置3分离出的净煤气,被加热后的净煤气送入所述低温干馏炉2的干馏段22,通所述加热后的净煤气直接接触式加热热解煤,产生的荒煤气送入煤气焦油净化分离装置3进行净化分离。

[0060] 所述高温换热器4热源来自电站锅炉1的高温烟气、补燃室11燃烧产生的高温烟气等加热热源中的任意一种或组合。所述电站锅炉1上设有排烟烟道8,所述排烟烟道8上设有耐高温工质管7。作为优选,所述耐高温工质管7在靠近电站锅炉1的炉膛的一端设有引风机10,用于加速换热后烟气返回电站锅炉1的炉膛内或排烟烟道8内。

[0061] 作为本发明的另一个示例,所述煤气焦油净化分离装置3包括澄清池和依次相连的直冷塔、间冷塔、电捕器、气柜;所述澄清池与直冷塔相连。低温干馏炉2在干馏段22产生的荒煤气进入直冷塔内气液分离,产生的液体经澄清池后产生焦油,同时气体部分则进入间冷塔内,通过电厂冷却水或一次风、二次风进行来进一步降温,并通过电捕器进行深度除焦,得到轻焦油及洁净的煤气,洁净的煤气可暂存与气柜中。作为优选,所述煤气焦油净化分离装置3中气柜的出口与补燃室11及燃烧器6相连,用于补充高温烟气或通过燃烧器6进入电站锅炉1内参与燃烧。原煤或低阶煤可不经过型化等复杂操作直接进入低温干馏炉2内干馏热解并产生荒煤气、粗焦;所述荒煤气经煤气焦油净化分离装置3净化后产生焦油及洁净的煤气,焦油外售,煤气可外售、暂存或进入补燃室11、燃烧器6内燃烧;所述粗焦包括提质煤、洁净煤、粗焦或半焦中的至少一种,所述粗焦直接进入磨煤机5内制成焦粉,焦粉可外售或与煤粉混合后随一次风进行电站锅炉1内燃烧。作为本发明的一个示例,所述低温干馏炉2的反应温度为500-600℃。

[0062] 所述高温换热器4分别与电站锅炉1、低温干馏炉2相连,电站锅炉1产生的高温烟气通过耐高温工质管7进入高温换热器4内,可与来自气柜的净煤气进行热交换,换热后的烟气通过耐高温工质管7可再次返回电站锅炉1的炉膛内也可依次进入低温干馏炉2的干燥段21、冷却段23;换热后的烟气也可以进入干燥段21内对原煤进行预热干燥,而再次降温的烟气可进入冷却段23与热态粗焦进行换热,既能提高高温烟气的能量利用率,又能降低系统的能耗;同时,换热升温后的煤气可进入低温热解炉2的干馏段22,并对干燥后的原煤进行接触式加热热解,进一步降低反应的能耗,产生的荒煤气进入煤气焦油净化分离装置3内处理。

[0063] 所述耐高温工质管7包括耐火层12、支撑层13、保温层14以及冷却水管15,所述支撑层13有2层,分别位于耐火层12的内外两侧,所述保温层14套设在位于外侧的所述支撑层13的外周;所述冷却水管15有多根且与耐高温工质管7同方向延伸,所述冷却水管15位于保温层14且沿保温层14的周侧分布。所述耐高温工质管7的横截面为圆形。

[0064] 电站锅炉1产生的高温烟气与冷却水管15内的冷却水进行处理换热,之后进入低温干馏炉2内耦合换热;同时原煤进入低温热解装置16内反应,得到煤气、焦油,产生的焦粉与原煤混合后进入燃烧器6内燃烧;高温烟气的热量不足以满足低温干馏炉2的反应需求

时,可将煤气通入补燃室11内进行燃烧供热。

[0065] 实施例3

[0066] 一种火电厂热解煤系统的负荷调峰控制方法,所述方法使用上述的火电厂热解煤系统,所述方法包括:

[0067] 电网调度下达下一时段对火电厂的负荷需求数据,并对火电厂集控系统下达AGC指令;根据电网运行的峰谷变化,电网调度分阶段或实时向火电厂下达负荷需求数据,火电厂集控系统接收的数据转化成AGC指令。

[0068] 所述火电厂AGC指令直接要求电站锅炉1负荷降低,则通过控制耐高温工质管7上挡板的开度和引风机10的功率,控制从电站锅炉1引出的高温烟气流量,进而减少电站锅炉1水蒸汽的蒸发量,从而实现电站锅炉1负荷降低到AGC指令要求值;若需要降负荷运行时,根据AGC指令来控制耐高温工质管7的挡板开度以及引风机10的功率,从而增加从电站锅炉1引出到低温干馏炉2的高温烟气的流量,从而将电站锅炉1的负荷降低至AGC指令要求值。

[0069] 如果火电厂电站锅炉1负荷降低到安全运行的最低负荷值,或电网调度要求火电厂快速响应降负荷要求,则启动低温热解装置16的电加热装置9,利用增加电加热装置9的耗电量,满足火电厂快速降低上网电量的调峰需求。若电站锅炉1负荷已降至最低,可启动低温热解装置16中低温干馏炉2的电加热装置9,通过电加热装置9消耗部分已产生的电量,从而进一步满足调峰需求;或者当电网调度需要电厂快速响应时,也可以直接启动电加热装置9同时降低电站锅炉1的负荷,通过消耗产生的电量及降低电站锅炉1的水蒸气蒸发量(电站锅炉1的负荷),同时响应电网调度下达指令。

[0070] 本发明还提供了一种所述系统的能量平衡计算方法,所述低温干馏炉2的能量平衡的计算公式为

$$[0071] \quad Q_{\text{低温干馏炉}} = Q_{\text{高温烟气}} + Q_{\text{电}} + Q_{\text{煤气补热}} - Q_{\text{散热}} = Q_{\text{电}} + Q_{\text{煤气换热}} - Q_{\text{散热}};$$

$$[0072] \quad Q_{\text{高温烟气}} = F_{\text{烟气}} * C_{p\text{烟气}} * (T_{\text{进烟}} - T_{\text{出烟}});$$

$$[0073] \quad Q_{\text{电}} = 3600 * P_{\text{调峰电}} * t_{\text{调峰}};$$

$$[0074] \quad Q_{\text{煤气补热}} = F_{\text{煤气补热}} * q_{\text{煤气}};$$

$$[0075] \quad Q_{\text{煤气换热}} = F_{\text{煤气换热}} * C_{p\text{煤气}} * (T_{\text{进煤气}} - T_{\text{出煤气}});$$

[0076] 其中 $P_{\text{调峰电}}$ 为电加热装置9的运行功率,kW; $Q_{\text{高温烟气}}$ 为电站锅炉1内经耐高温工质管7进入低温干馏炉2内换热的烟气热量,KJ; $Q_{\text{散热}}$ 为低温干馏炉2产生的散失热量,KJ; $Q_{\text{低温干馏炉}}$ 为低温干馏炉2内吸收的总热量,KJ; $Q_{\text{电}}$ 为电加热装置9产生的热量,KJ; $Q_{\text{煤气补热}}$ 为煤气进入补燃室11内燃烧产生的热量,KJ; $Q_{\text{煤气换热}}$ 为被加热后的煤气进入低温干馏炉2与煤接触换热的热量,KJ; $F_{\text{烟气}}$ 、 $F_{\text{煤气补热}}$ 、 $F_{\text{煤气换热}}$ 分别为进入耐高温工质管7内高温烟气、进入补燃室11或低温干馏炉2换热的煤气的流量,kg/h; $C_{p\text{烟气}}$ 为高温烟气的比热容,kJ/(kg·°C); $C_{p\text{煤气}}$ 为净煤气的比热容,kJ/(kg·°C); $T_{\text{进烟}}$ 、 $T_{\text{出烟}}$ 、 $T_{\text{进煤气}}$ 、 $T_{\text{出煤气}}$ 分别为高温烟气换热前、换热后及煤气换热前、换热后的温度,°C; $q_{\text{煤气}}$ 为单位质量煤气所含热量,KJ/kg; $t_{\text{调峰}}$ 为电加热装置9的运行时间,h。

[0077] 实施例4

[0078] 一种火电厂热解煤系统的运行方法,所述方法使用上述的火电厂热解煤系统,包括:

[0079] 原煤进入电站锅炉1内燃烧,产生高温蒸汽驱动发电装置运行,将产生的电力输送至电网;

[0080] 被高温换热器4加热的煤气、电站锅炉1内的高温烟气、电加热装置9、补燃室11的高温烟气中的至少一种作为低温干馏炉2的加热热源并对干燥煤进行加热至指定温度实现低温热解,并产生粗煤气及粗焦;电站锅炉1产生的高温烟气可以直接对低温干馏炉2进行加热,也可以进入高温换热器4内与煤气进行换热,换热后降温的烟气可进入低温干馏炉2的干燥段21,对原煤进行预热、干燥;而被高温换热器4换热升温的煤气可对干燥后的原煤升温至500-600℃进行接触式加热热解,并产生粗煤气及粗焦;

[0081] 在高温换热器4内完成换热的烟气进入干馏炉的干燥段21,对入料原煤进行干燥加热,换热后的低温烟气送入冷却段23对热态粗焦进行冷却,换热再次升温后的烟气送入电站锅炉1的排烟烟道8或返回干燥段21再次对原煤进行干燥;

[0082] 产生的粗煤气输送至煤气气焦油净化分离装置3内处理,得到洁净的煤气及焦油;同时粗焦直接进入磨煤机5内磨成焦粉或与原煤混合后进磨煤机5磨成煤焦粉并送入电站锅炉1内燃烧或者直接混合原煤送入电站锅炉1燃烧;

[0083] 所述低温干馏炉2产生的粗煤气经过煤气焦油净化分离装置3得到的洁净的煤气或焦油送入电站锅炉1作为助燃稳燃的燃料,或对外销售。

[0084] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

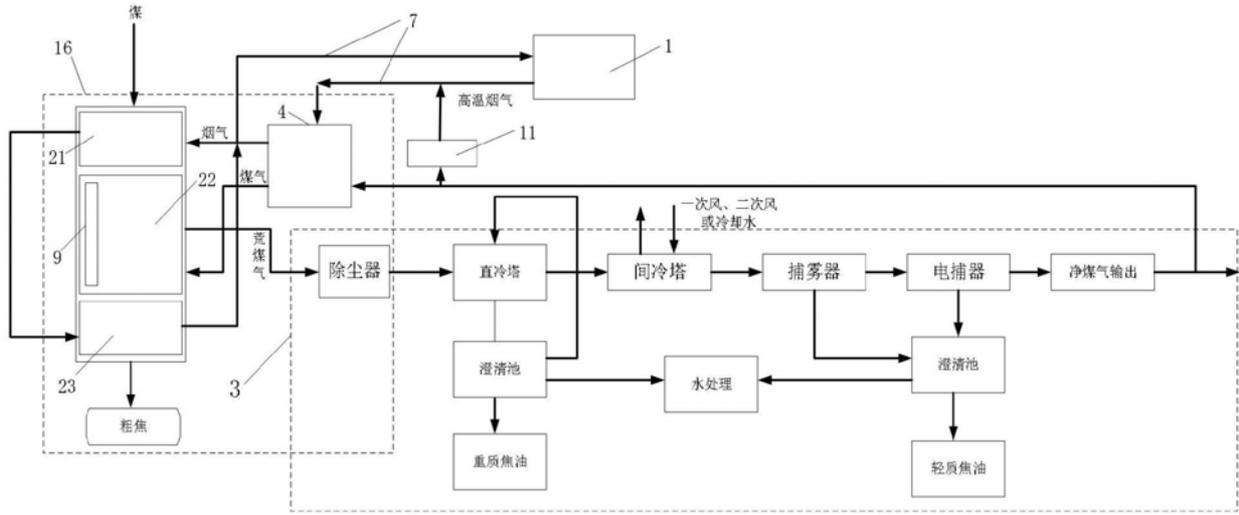


图1

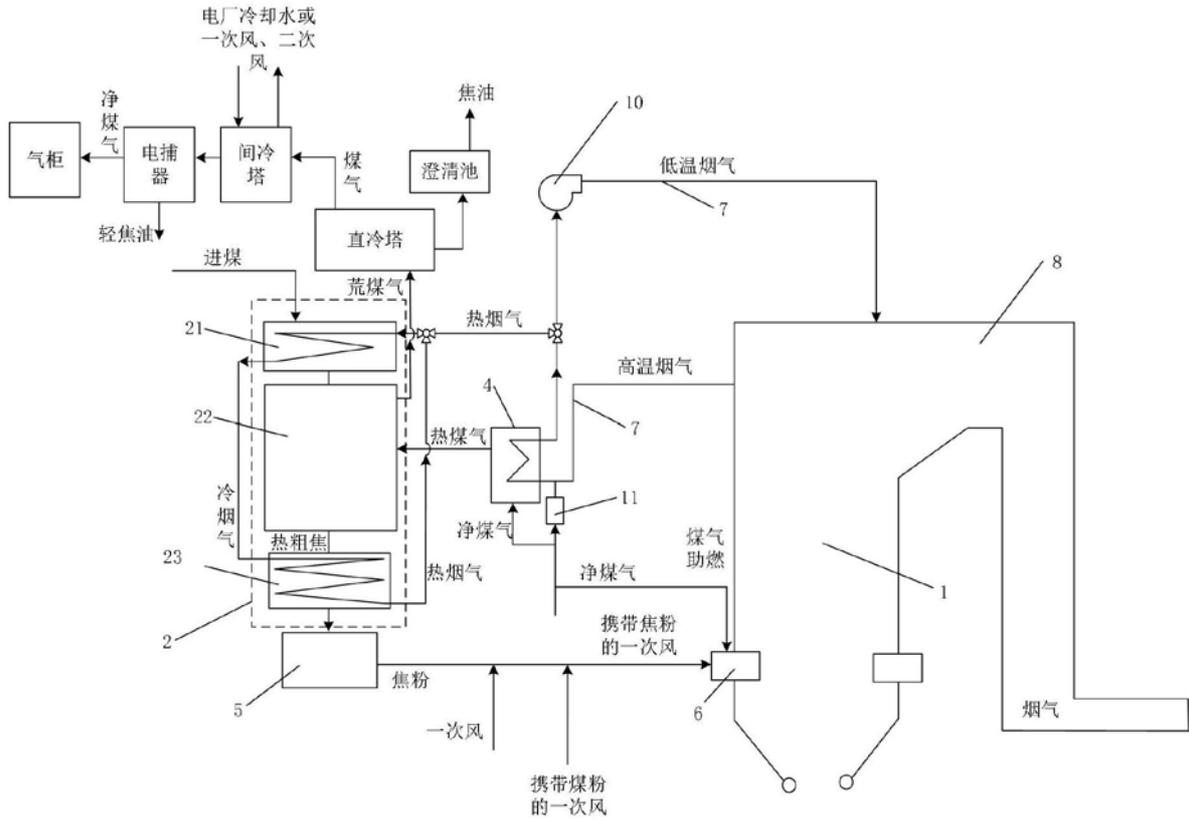


图2

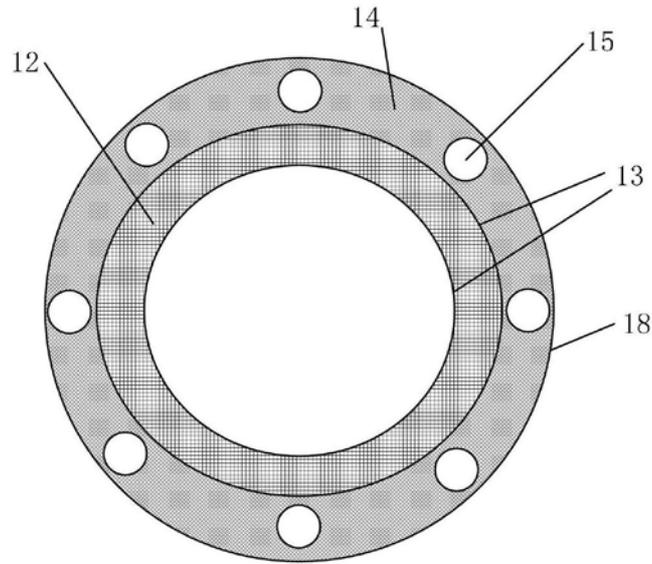


图3

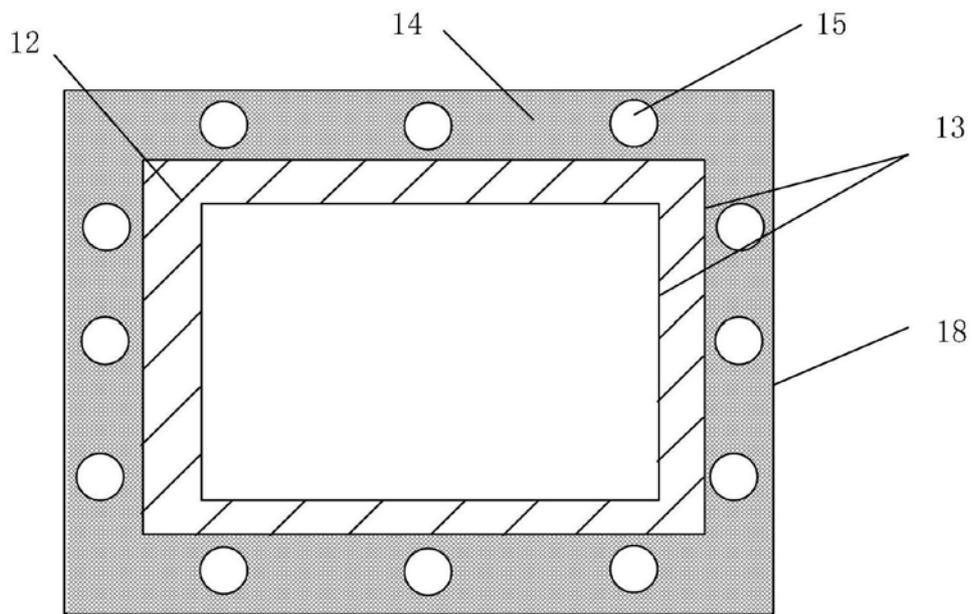


图4