



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105698161 B

(45)授权公告日 2018.11.09

(21)申请号 201610052301.8

F23L 15/00(2006.01)

(22)申请日 2016.01.26

审查员 解茜

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105698161 A

(43)申请公布日 2016.06.22

(73)专利权人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路2号

(72)发明人 孙杨 李惊涛 任婷 赵铁铮

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 朱琨

(51)Int.Cl.

F22D 1/36(2006.01)

F22D 11/06(2006.01)

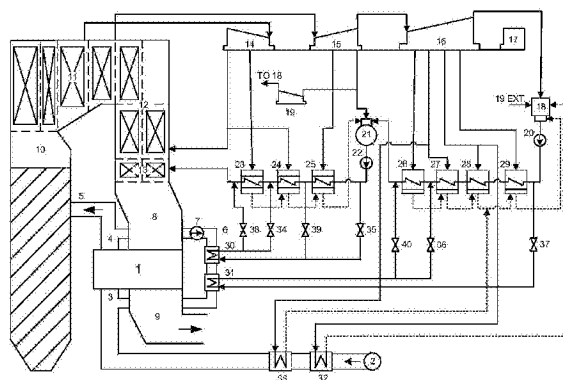
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

围绕一次风的燃煤电站能级匹配热集成系统

(57)摘要

本发明属于电站节能设备设计技术领域,尤其涉及一种围绕一次风的燃煤电站能级匹配热集成系统,在空气预热器热一次风出口后设置了热一次风旁路,并增设数级风水换热器和数级抽汽冷凝式暖风器。按照能级匹配、梯级利用的原则,本发明利用低温烟气和汽轮机低压缸抽汽置换出高温一次风参与回热过程。与传统电站汽水系统相比,本发明打破了传统机炉界限,创新性地利用热一次风参与汽轮机回热过程,提高了机组热力系统的热集成水平,实现了汽水系统多环节传热焓效率的提高,更充分地挖掘了高品位能量的做功潜力,达到了提高能源利用效率、提高机组能耗水平的目的。



1. 一种围绕一次风的燃煤电站能级匹配热集成系统,其特征在于,包括:

在锅炉内依次连接的炉膛(10)、过热器(11)、再热器(12)、省煤器(13);省煤器(13)通过空气预热器入口烟道(8)与空气预热器(1)相连,空气预热器出口烟道(9)与电除尘设备相连;

第一高压加热器(23)、第二高压加热器(24)分别与汽轮机高压缸(14)相连;

第三高压加热器(25)、除氧器(21)分别与汽轮机中压缸(15)相连;

第一低压加热器(26)、第二低压加热器(27)、第三低压加热器(28)、第四低压加热器(29)和凝汽器(18)分别与汽轮机低压缸(16)相连;

省煤器(13)、第一高压加热器(23)、第二高压加热器(24)、第三高压加热器(25)、除氧器(21)、第一低压加热器(26)、第二低压加热器(27)、第三低压加热器(28)、第四低压加热器(29)和凝汽器(18)顺次相连;

一次风机(2)依次通过第一级抽汽冷凝式暖风器(32)、第二级抽汽冷凝式暖风器(33)、空气预热器入口风道(3)与空气预热器(1)相连,空气预热器出口风道(4)依次通过热一次风道(5)、制粉系统与炉膛相连;

所述空气预热器出口风道(4)上设置热一次风旁路(6),热一次风旁路(6)上加装旁路引风机(7)保持热风压头,并依次布置第一级风水换热器(30)和第二级风水换热器(31);热一次风旁路(6)的出口接入空气预热器入口风道(3);

所述系统的工作方法为:

由一次风机(2)引入的冷空气通过第一级抽汽冷凝式暖风器(32)和第二级抽汽冷凝式暖风器(33)分级预热;来自空气预热器出口风道(4)的300-350℃热风分为两部分,一部分进入热一次风道(5)流经制粉系统后进入炉膛;另一部分进入热一次风旁路(6)并依次流经第一级风水换热器(30)和第二级风水换热器(31),随后与第二级抽汽冷凝式暖风器(33)预热后的冷一次风混合,进入空气预热器(1),换热后继续进行上述循环过程;

第三阀门(35)和第四阀门(34)起到了控制进入第一级风水换热器(30)的给水位置及其流量的作用,利用第一级风水换热器(30)回收旁路热风的热量加热一部分给水,减少了第二高压加热器(24)和第三高压加热器(25)的汽轮机抽汽量,排挤了抽汽效率更高的汽轮机抽汽;

备选第三阀门(39)和备选第四阀门(38)起到了调节第一级风水换热器(30)传热温差的作用,需要时用备选第三阀门(39)代替第三阀门(35),或用备选第四阀门(38)代替第四阀门(34);

同理,第一阀门(37)、第二阀门(36)和备选第二阀门(40)起到了控制进入第二级风水换热器(31)的给水位置及其流量,利用第二级风水换热器(31)回收旁路热风的热量加热一部分凝结水,减少了第二低压加热器(27)、第三低压加热器(28)和第四低压加热器(29)的汽轮机抽汽量,实现一定的节能效果;同时,由于第一级风水换热器(30)的使用,第二级风水换热器(31)处的工质温度匹配程度更高,按照热力学第二定律的观点,可避免不必要的热能贬值;

所述第一级风水换热器(30)的水侧进口通过第三阀门(35)与第三高压加热器(25)的入口相连,或者通过备选第三阀门(39)与第二高压加热器(24)的入口相连,第一级风水换热器(30)的水侧出口通过第四阀门(34)与第二高压加热器(24)的出口相连,或者通过备选

第四阀门(38)与第一高压加热器(23)的出口相连;

所述第二级风水换热器(31)的进口通过第一阀门(37)与第四低压加热器(29)的入口相连,第二级风水换热器(31)的出口通过第二阀门(36)与第二低压加热器(27)的出口相连。

2.根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述第一级抽汽冷凝式暖风器(32)与连接第三低压加热器(28)和汽轮机低压缸(16)之间的管道相连,疏水通过疏水管道流入凝汽器(18)。

3.根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述第二级抽汽冷凝式暖风器(33)与连接第二低压加热器(27)和汽轮机低压缸(16)之间的管道相连,并且与第三低压加热器(28)的输水管道相连。

4.根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述热一次风旁路(6)的热能直接供给厂外耗热冷源。

5.根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述热一次风旁路(6)的风流量控制方法包括:

当一次风温度过低时,则停止增加热一次风旁路的风流量;

当排烟温度接近酸露点时,则停止增加热一次风旁路的风流量。

围绕一次风的燃煤电站能级匹配热集成系统

技术领域

[0001] 本发明属于电站节能设备设计技术领域,尤其涉及一种围绕一次风的燃煤电站能级匹配热集成系统。

背景技术

[0002] 在现有电站设备中,一般采用高压加热器、除氧器和低压加热器抽取汽轮机中的蒸汽来加热系统中的凝结水,这就是传统意义上的“回热”过程。这部分蒸汽离开了汽轮机缸体,将无法继续做功,但抽汽回热也可提高给水温度,同时降低锅炉相关换热面的传热温差,既可以显著降低锅炉的传热熵损,又有助于提高机组的运行安全性。因此回热系统早已是燃煤电厂的标配。

[0003] 事实上,如果机组中有其它匹配热源代替抽汽加热一部分凝结水,即可减少相应比例的汽轮机抽汽,这部分蒸汽在汽缸中即可进一步做功。如果该热源的使用并不显著地为机组增加额外的能耗,可以认为机组在相同能耗下获得了更高的发电量,即实现了机组经济性提高。以其它热源替代部分抽汽加热凝结水或给水、进而细化回热级的过程,可以视为一种广义的回热过程。

[0004] 这也正是排烟余热利用的原理所在。利用设计值在120℃左右的锅炉排烟(空气预热器排烟)加热相应温度的凝结水,可以排挤低压缸抽汽至低压缸继续做功,这就是传统排烟余热利用常用的技术方案。然而根据等效焓降理论,汽轮机各级抽汽的抽汽效率有明显差异,即被排挤的抽汽的热能转化为有用能的比例具有明显差异,譬如高压缸抽汽的抽汽效率可达50%以上,而低压缸抽汽的最低抽汽效率可能不足10%。而传统余热利用往往只能排挤低压缸抽汽,节能潜力十分有限。

[0005] 因此近年出现了一些传统排烟余热利用方案的推广方案,如华北电力大学的“机炉耦合的电站余热优化利用系统”、山东大学的“一种电站锅炉排烟余热能量转移多级利用系统”,这些方案都是以锅炉尾部烟道内烟气为核心、通过优化热力系统内热工质之间的能级匹配关系,实现了排挤了高中压缸抽汽,更有效地提高了机组的热经济性。

[0006] 与这一类推广方案相似,本发明基于能量对口、梯级利用的原则,引入一次风参与热工质的能级匹配并以此为核心优化回热过程,调整了传统的制粉系统送风方式与传统的排烟余热利用方式,对汽轮机抽汽、锅炉排烟、热一次风、凝结水进行了更细致的能级匹配,改善了机组的热集成水平,提高了系统的熵效率,经济效益显著。与围绕锅炉尾部烟道的电站热集成方案相比,受热面运行环境更佳,可有效延长换热设备的使用寿命。

发明内容

[0007] 为了提高机炉系统热工质的能级匹配程度,降低常规机组多组件的传热熵损,提升机组的经济性能,本发明提出了一种围绕一次风的燃煤电站能级匹配热集成系统,包括:

[0008] 在锅炉内依次连接的炉膛10、过热器11、再热器12、省煤器13;省煤器13通过空气预热器入口烟道8与空气预热器1相连,空气预热器出口烟道9与电除尘设备相连;

- [0009] 第一高压加热器23、第二高压加热器24分别与汽轮机高压缸14相连；
- [0010] 第三高压加热器25、除氧器21分别与汽轮机中压缸15相连；
- [0011] 第一低压加热器26、第二低压加热器27、第三低压加热器28、第四低压加热器29和凝汽器18分别与汽轮机低压缸16相连；
- [0012] 省煤器13、第一高压加热器23、第二高压加热器24、第三高压加热器25、除氧器21、第一低压加热器26、第二低压加热器27、第三低压加热器28、第四低压加热器29和凝汽器18顺次相连；
- [0013] 一次风机2依次通过第一级抽汽冷凝式暖风器32、第二级抽汽冷凝式暖风器33、空气预热器入口风道3与空气预热器1相连，空气预热器出口风道4依次通过热一次风道5、制粉系统与炉膛相连。
- [0014] 所述空气预热器出口风道4上设置热一次风旁路6，热一次风旁路6上加装旁路引风机7保持热风压头，并依次布置第一级风水换热器30和第二级风水换热器31；热一次风旁路6的出口接入空气预热器入口风道3。
- [0015] 所述第一级风水换热器30的水侧进口通过第三阀门35与第三高压加热器25的入口相连，或者通过备选第三阀门39与第二高压加热器24的入口相连，第一级风水换热器30的水侧出口通过第四阀门34与第二高压加热器24的出口相连，或者通过备选第四阀门38与第一高压加热器23的出口相连。
- [0016] 所述第二级风水换热器31的进口通过第一阀门37与第四低压加热器29的入口相连，第二级风水换热器31的出口通过第二阀门36与第二低压加热器27的出口相连。
- [0017] 所述第一级抽汽冷凝式暖风器32与连接第二低压加热器28和汽轮机低压缸16之间的管道相连，疏水通过疏水管道流入凝汽器18。
- [0018] 所述第二级抽汽冷凝式暖风器33与连接第二低压加热器27和汽轮机低压缸16之间的管道相连，并且与第三低压加热器28的输水管道相连。
- [0019] 所述热一次风旁路6的热能直接供给厂外耗热冷源。
- [0020] 所述热一次风旁路的风流量控制方法包括：
- [0021] 当一次风温度过低时，则停止增加热一次风旁路的风流量；
- [0022] 当排烟温度接近酸露点时，则停止增加热一次风旁路的风流量。
- [0023] 与传统回热系统相比，本发明带来的技术效果有：
- [0024] 1.各种热工质能级高度匹配，对机组节能工作极具意义。
- [0025] 2.热一次风的引入，避免了烟气参与回热过程中的低温腐蚀、积灰、磨损的问题。
- [0026] 3.具有多种额外功效，譬如利用热风回收排烟余热、利用旁路一次风流量避免热一次风超温等，这些都是对于国内机组非常具有实际价值的。
- [0027] 4.系统简单，便于实施，投资需求有限；产出灵活，便于因地制宜。

附图说明

[0028] 图1为本发明实施例1的示意图图中标号分别表示：1-空气预热器；2-一次风机；3-空气预热器入口风道；4-空气预热器出口风道；5-热一次风道；6-热一次风旁路；7-旁路引风机；8-空气预热器入口烟道；9-空气预热器出口烟道；10-炉膛；11-过热器；12-再热器；13-省煤器；14-汽轮机高压缸；15-汽轮机中压缸；16-汽轮机低压缸；17-发电机；18-凝汽

器;19-给水泵驱动汽轮机;20-凝结水泵;21-除氧器;22-给水泵;23-第一高压加热器;24-第二高压加热器;25-第三高压加热器;26-第一低压加热器;27-第二低压加热器;28-第三低压加热器;29-第四低压加热器;30-第一级风水换热器;31-第二级风水换热器;32-第一级抽汽冷凝式暖风器;33-第二级抽汽冷凝式暖风器;34-第四阀门;35-第三阀门;36-第二阀门;37-第一阀门;38-备选第四阀门;39-备选第三阀门;40-备选第二阀门。

[0029] 图2为本发明实施例2的示意图,省去第一级风水换热器(30)、第二级风水换热器(31)及附属管路,替换为旁路热一次风-厂外冷源换热器(41)。其他连接关系与图1相同。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图,对实施例作详细说明。

[0031] 本发明提出了一种围绕一次风的燃煤电站能级匹配热集成系统,如图1所示,包括:

[0032] 在锅炉内依次连接的炉膛10、过热器11、再热器12、省煤器13;省煤器13通过空气预热器入口烟道8与空气预热器1相连,空气预热器出口烟道9与电除尘设备相连;

[0033] 第一高压加热器23、第二高压加热器24分别与汽轮机高压缸14相连;

[0034] 第三高压加热器25、除氧器21分别与汽轮机中压缸15相连;

[0035] 第一低压加热器26、第二低压加热器27、第三低压加热器28、第四低压加热器29和凝汽器18分别与汽轮机低压缸16相连;

[0036] 省煤器13、第一高压加热器23、第二高压加热器24、第三高压加热器25、除氧器21、第一低压加热器26、第二低压加热器27、第三低压加热器28、第四低压加热器29和凝汽器18顺次相连;

[0037] 一次风机2依次通过第一级抽汽冷凝式暖风器32、第二级抽汽冷凝式暖风器33、空气预热器入口风道3与空气预热器1相连,空气预热器出口风道4依次通过热一次风道5、制粉系统与炉膛相连。

[0038] 所述空气预热器出口风道4上设置热一次风旁路6,热一次风旁路6上加装旁路引风机7保持热风压头,并依次布置第一级风水换热器30和第二级风水换热器31;热一次风旁路6的出口接入空气预热器入口风道3。

[0039] 所述第一级风水换热器30的水侧进口通过第三阀门35与第三高压加热器25的入口相连,或者通过备选第三阀门39与第二高压加热器24的入口相连,第一级风水换热器30的水侧出口通过第四阀门34与第二高压加热器24的出口相连,或者通过备选第四阀门38与第一高压加热器23的出口相连。

[0040] 所述第二级风水换热器31的进口通过第一阀门37与第四低压加热器29的入口相连,第二级风水换热器31的出口通过第二阀门36与第二低压加热器27的出口相连。

[0041] 所述第一级抽汽冷凝式暖风器32与连接第二低压加热器28和汽轮机低压缸16之间的管道相连,疏水通过疏水管道流入凝汽器18。

[0042] 所述第二级抽汽冷凝式暖风器33与连接第二低压加热器27和汽轮机低压缸16之间的管道相连,并且与第三低压加热器28的输水管道相连。

[0043] 所述热一次风旁路6的热能直接供给厂外耗热冷源。

[0044] 在现有电站设备中,一般采用高压加热器、除氧器和低压加热器抽取汽轮机中的

蒸汽来加热系统中的凝结水,这就是传统意义上的“回热”过程。这部分蒸汽离开了汽轮机缸体,将无法继续做功,但抽汽回热也可提高给水温度,同时降低锅炉相关换热面的传热温差,既可以显著降低锅炉的传热焓损,又有助于提高机组的运行安全性。因此回热系统早已是燃煤电厂的标配。

[0045] 事实上,如果机组中有其它匹配热源代替抽汽加热一部分凝结水,即可减少相应比例的汽轮机抽汽,这部分蒸汽在汽缸中即可进一步做功。如果该热源的使用并不显著地为机组增加额外的能耗,可以认为机组在相同能耗下获得了更高的发电量,即实现了机组经济性提高。遵循热力学第二定律的指导方针,将各种热工质按照能级匹配换热,即可有效地减少热能的非必要贬值,提高能源的利用效率。

[0046] 结合现有技术,本发明专利的工作原理是:

[0047] 由一次风机2引入的冷空气通过第一级抽汽冷凝式暖风器32和第二级抽汽冷凝式暖风器33分级预热;来自空气预热器出口风道4的300-350℃热风分为两部分,一部分进入锅炉一次风道5流经制粉系统后进入炉膛;另一部分进入旁路风道6并依次流经第一级风水加热器30和第二级风水加热器31,随后与第二级抽汽冷凝式暖风器33预热后的冷一次风混合,进入空气预热器1,换热后继续进行上述循环过程。

[0048] 第三阀门35和第四阀门34起到了控制进入第一级风水换热器30的给水位置及其流量的作用,可以利用第一级风水换热器30回收旁路热风的热量加热一部分给水,减少了第二高压加热器24和第三高压加热器25的汽轮机抽汽量,排挤了抽汽效率更高的汽轮机抽汽;

[0049] 备选第三阀门39和备选第四阀门38起到了调节第一级风水换热器30传热温差的作用,需要时可以用备选第三阀门39代替第三阀门35,或用备选第四阀门38代替第四阀门34。

[0050] 同理,第一阀门37、第二阀门36和备选第二阀门40起到了控制进入第二级风水换热器31的给水位置及其流量,可以利用第二级风水换热器31回收旁路热风的热量加热一部分凝结水,减少了第二低压加热器27、第三低压加热器28和第四低压加热器29的汽轮机抽汽量,也可实现一定的节能效果。同时,由于第一级风水换热器30的使用,第二级风水换热器31处的工质温度匹配程度更高,按照热力学第二定律的观点,可避免不必要的热能贬值。

[0051] 如图2所示的实施例2,不再利用热一次风参与回热,而选择在电厂可以获得其他收入的情况下将热量直接传输至厂外,通过旁路热一次风-厂外冷源换热器41加热需供能冷源。这种实施例虽然可能影响热力系统本身的热经济性能,但对于全厂经济效益来说,整体经济效益未必低于封闭式热力系统。实施例2的设计思路也更符合本专利“广义”的设计思想,因地制宜,不拘一格。

[0052] 本发明深化了能量的匹配程度,提高了能量的利用效率,并可有效利用电站锅炉内的余热资源,结合旁路热一次风的合理利用,可有效提高电站的经济效益。旁路热一次风换热量不必与排烟焓降严格对应,经验证,适度增加旁路热一次风量亦可带来更高的经济性。

[0053] 此实施例仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明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发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

