

WO 2022/011903 A1



GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明公开了一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统及工作方法, 本发明将储水罐中的一部分锅炉湿态水引入除氧器水侧入口, 替代原四段抽汽加热凝结水, 回收利用这部分湿态水的质量和热量, 在湿态水量较大时, 能够停运低压加热器, 以利用更多的湿态水来加热凝结水, 实现质量和热量利用的最大化, 大大提高了机组在深度调峰低负荷下的运行经济性。

一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统及工作方法

技术领域

本发明属于汽轮机节能减排领域，具体涉及一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统及工作方法。

背景技术

随着节能减排的实施和清洁能源的发展，燃煤机组深度调峰至低负荷运行已成为常态。当机组深度调峰至 20%~30%额定负荷时，锅炉由干态转为湿态运行，汽水分离器启动。锅炉通过汽水分离器分离出的蒸汽进入过热器，吸收燃料燃烧释放的热量变成过热蒸汽进一步膨胀做功；分离出的饱和水进入储水罐，通过水位溢流调节阀（简称“361 阀”）排入疏水扩容器或凝汽器，甚至排入排污系统。由于汽水分离器分离出的水为给水压力下的饱和水，属于高品质疏水，若直接排入凝汽器甚至排污系统而不加以回收利用，将造成大量的质量和热量损失，影响机组运行经济性。

发明内容

本发明的目的在于克服上述不足，提供一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统及工作方法，能够回收锅炉湿态运行时汽水分离器产生的高品质疏水，提高运行经济性。

为了达到上述目的，一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统，包括储水罐和除氧器，除氧器连接低压加热器和高压加热器，储水罐连接除氧器的水侧，低压加热器连接凝结水系统，高压加热器连接给水系统；

储水罐用于供给湿态水；

除氧器用于通过湿态水对低压加热器供给的凝结水加热，并送入高压加热器中。

储水罐连接凝汽器。

储水罐与凝汽器间设置有第一减温减压器。

储水罐下设置有水位溢流调节阀。

除氧器前设置有第二减温减压器。

除氧器与高压加热器间设置有给水泵。

一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统的工作方法，低压加热器持续对除氧器供给凝结水；

储水罐中的湿态水通入除氧器的水侧入口加热进入除氧器的凝结水；

通过除氧器加热后的凝结水送入高压加热器中作为给水。

储水罐供给除氧器后，多余的湿态水排入凝汽器中。

通过除氧器加热后的凝结水经过给水泵升压后送入与高压加热器中。

与现有技术相比，本发明将储水罐中的一部分锅炉湿态水引入除氧器水侧入口，替代原四段抽汽加热凝结水，回收利用这部分湿态水的质量和热量，在湿态水量较大时，能够停运低压加热器，以利用更多的湿态水来加热凝结水，实现质量和热量利用的最大化，大大提高了机组在深度调峰低负荷下的运行经济性。

本发明的方法是将储水罐中的湿态水通入除氧器的水侧入口用于加热进入除氧器的凝结水，储水罐中的湿态水通入除氧器的水侧入口加热进入除氧器的凝结水，过除氧器加热后的凝结水送入高压加热器中作为给水。能够实现质量和热量利用的最大化，大大提高了机组在深度调峰低负荷下的运行经济性。

附图说明

图1为本发明的系统框图；

其中，1、储水罐，2、除氧器，3、低压加热器，4、高压加热器，5、凝汽器，6、第一减温减压器，7、水位溢流调节阀，8、第二减温减压器，9、给水泵。

具体实施方式

下面结合附图对本发明做进一步说明。

参见图 1，一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统，包括储水罐 1 和除氧器 2，除氧器 2 连接低压加热器 3 和高压加热器 4，储水罐 1 连接除氧器 2 的水侧，低压加热器 3 连接凝结水系统，高压加热器 4 连接给水系统，除氧器 2 与高压加热器 4 间设置有给水泵 9；储水罐 1 用于供给湿态水；除氧器 2 用于通过湿态水对低压加热器 3 供给的凝结水加热，并送入高压加热器 4 中。储水罐 1 下设置有水位溢流调节阀 7，储水罐 1 连接凝汽器 5。储水罐 1 与凝汽器 5 间设置有第一减温减压器 6。除氧器 2 前设置有第二减温减压器 8。

一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统的工作方法，具体方法如下：

低压加热器 3 持续对除氧器 2 供给凝结水；储水罐 1 中的湿态水通入除氧器 2 的水侧入口加热进入除氧器 2 的凝结水，多余的湿态水排入凝汽器 5 中。通过除氧器 2 加热后的凝结水经过给水泵 9 升压后送入高压加热器 4 中作为给水。

通过本发明优化后，除氧器 2 的进汽原四段抽汽量基本为 0，全部由储水罐中的高品质湿态水的热量替代，这部分水流经第二减温减压器 8 后变为除氧器 2 的运行压力，进入除氧器 2 的水侧入口加热进入除氧器的凝结水；储水罐 1 中无法被除氧器消纳的锅炉湿态水经第一减温减压器 6 后排入凝汽器 5。此外，当锅炉湿态水量较大时，停运低压加热器 3，以利用更多的高品质湿态水来加热凝结水，实现质量和热量利用的最大化，大大提高了机组在深度调峰低负荷下的运行经济性。

某电厂一台燃煤汽轮机组的额定负荷为 350 MW，当机组深度调峰至 30%额定负荷（105 MW）运行时，锅炉分离出 80 t 的高品质湿态水（压力为 13.4 MPa，温度为 333.3 °C），实际运行时流经减温减压器直接排入凝汽器中。通过本发明改造后，将约 40 t 湿态水经减温减压器变为除氧器的运行压力 0.29 MPa 通入除氧器的水侧入口，全部替代四段抽汽提供的热量。

通过 Ebsilon 软件模拟了该机组在 30%额定负荷下回收高品质湿态水改造后的热平衡图，如图 2 所示。经计算，当 80 t 高能疏水全部排入凝汽器时，机组热耗率约为 8860 kJ/(kWh)，折合煤耗率约为 331.9 g/(kWh)；改造回收后，约 40t 锅炉湿态水进入除氧器，低压加热器 3 停运，此时机组热耗率约为 8600 kJ/(kWh)，折合煤耗率约为 322.2 g/(kWh)，相比排入凝汽器不加以回收利用时的热耗率下降了 260 kJ/(kWh)，煤耗率下降了约 9.7 g/(kWh)，下降幅度约为 2.92%。可见，回收高品质湿态水改造后机组在 30%额定负荷下热耗率和煤耗率大幅下降，运行经济性大大提高。

权 利 要 求 书

1、一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统，其特征在于，包括储水罐（1）和除氧器（2），除氧器（2）连接低压加热器（3）和高压加热器（4），储水罐（1）连接除氧器（2）的水侧，低压加热器（3）连接凝结水系统，高压加热器（4）连接给水系统；

储水罐（1）用于供给湿态水；

除氧器（2）用于通过湿态水对低压加热器（3）供给的凝结水加热，并送入高压加热器（4）中。

2、根据权利要求1所述的一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统，其特征在于，储水罐（1）连接凝汽器（5）。

3、根据权利要求2所述的一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统，其特征在于，储水罐（1）与凝汽器（5）间设置有第一减温减压器（6）。

4、根据权利要求1所述的一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统，其特征在于，储水罐（1）下设置有水位溢流调节阀（7）。

5、根据权利要求1所述的一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统，其特征在于，除氧器（2）前设置有第二减温减压器（8）。

6、根据权利要求1所述的一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统，其特征在于，除氧器（2）与高压加热器（4）间设置有给水泵（9）。

7、权利要求1所述的一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统的工作方法，其特征在于，低压加热器（3）持续对除氧器（2）供给凝结水；

储水罐（1）中的湿态水通入除氧器（2）的水侧入口加热进入除氧器（2）的凝结水；

通过除氧器（2）加热后的凝结水送入高压加热器（4）中作为给水。

8、根据权利要求7所述的一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统的工作方法，其特征在于，储水罐（1）供给除氧器（2）后，多余的湿态水排入凝汽器（5）中。

9、根据权利要求 7 所述的一种燃煤机组低负荷下锅炉湿态水回收系统的工作方法，其特征在于，通过除氧器（2）加热后的凝结水经过给水泵（9）升压后送入与高压加热器（4）中。

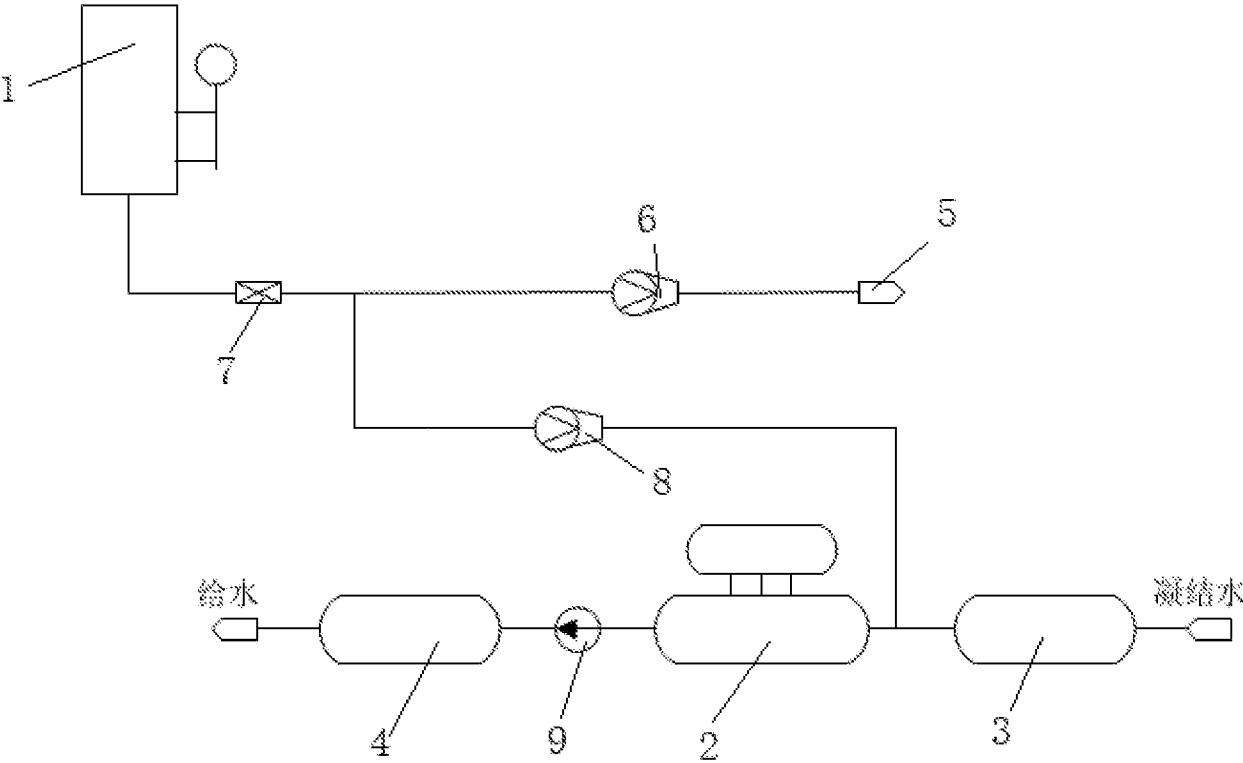


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/128441

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F22D 1/50(2006.01)i; F22D 3/00(2006.01)i; F22B 37/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F22D; F22B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI: 西安热工研究院有限公司, 石慧, 屈杰, 薛朝因, 朱蓬勃, 高庆, 高登攀, 锅炉, 机组, 低负荷, 调峰, 分离器, 水罐, 水箱, 湿态, 除氧器, 凝汽器 VEN, DWPI, SIPOABS, USTXT, WOTXT, EPTXT: boiler?, water, storag+, tank?, deaerator?, separat+, recycl+, recover+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111678119 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 18 September 2020 (2020-09-18) claims 1-9, and figure 1	1-9
PX	CN 111664435 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 15 September 2020 (2020-09-15) description, paragraphs [0020]-[0026], and figure 1	1-9
X	CN 208967776 U (SHENNENG HEHE ELECTRIC POWER (HEYUAN) CO., LTD.) 11 June 2019 (2019-06-11) description paragraphs [0002], [0019]-[0036], figure 1	1-9
X	CN 108870372 A (SHANDONG ELECTRIC POWER ENGINEERING CONSULTING INSTITUTE CORP., LTD.) 23 November 2018 (2018-11-23) description, paragraph [0052], and figure 2	1-9
A	CN 107631288 A (BEIJING YAOWEI ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY CO., LTD.) 26 January 2018 (2018-01-26) entire document	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 January 2021

Date of mailing of the international search report

18 March 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/128441**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111256192 A (QINGDAO DANENG ENVIRONMENTAL PROTECTION EQUIPMENT INCORPORATED COMPANY) 09 June 2020 (2020-06-09) entire document	1-9
A	JP 2000257806 A (NIPPON STEEL CORP.) 22 September 2000 (2000-09-22) entire document	1-9
A	JP H10169907 A (MITSUBISHI HEAVY IND. LTD.) 26 June 1998 (1998-06-26) entire document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/128441

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111678119	A	18 September 2020	None	
CN	111664435	A	15 September 2020	None	
CN	208967776	U	11 June 2019	None	
CN	108870372	A	23 November 2018	None	
CN	107631288	A	26 January 2018	None	
CN	111256192	A	09 June 2020	CN 211781361 U	27 October 2020
JP	2000257806	A	22 September 2000	None	
JP	H10169907	A	26 June 1998	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/128441

A. 主题的分类

F22D 1/50(2006.01)i; F22D 3/00(2006.01)i; F22B 37/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

F22D; F22B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNTXT, CNKI: 西安热工研究院有限公司, 石慧, 屈杰, 薛朝因, 朱蓬勃, 高庆, 高登攀, 锅炉, 机组, 低负荷, 调峰, 分离器, 水罐, 水箱, 湿态, 除氧器, 凝汽器 VEN, DWPI, SIPOABS, USTXT, WOTXT, EPTXT:boiler?, water, storag+, tank?, deaerator?, separat+, recycl+, recover+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 111678119 A (西安热工研究院有限公司) 2020年 9月 18日 (2020 - 09 - 18) 权利要求1-9, 图1	1-9
PX	CN 111664435 A (西安热工研究院有限公司) 2020年 9月 15日 (2020 - 09 - 15) 说明书第[0020]-[0026]段, 图1	1-9
X	CN 208967776 U (深能合和电力河源有限公司) 2019年 6月 11日 (2019 - 06 - 11) 说明书第[0002]、[0019]-[0036]段, 图1	1-9
X	CN 108870372 A (山东电力工程咨询院有限公司) 2018年 11月 23日 (2018 - 11 - 23) 说明书第[0052]段, 图2	1-9
A	CN 107631288 A (北京姚魏环保技术有限公司) 2018年 1月 26日 (2018 - 01 - 26) 全文	1-9
A	CN 111256192 A (青岛达能环保设备股份有限公司) 2020年 6月 9日 (2020 - 06 - 09) 全文	1-9
A	JP 2000257806 A (NIPPON STEEL CORP) 2000年 9月 22日 (2000 - 09 - 22) 全文	1-9

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 1月 22日

国际检索报告邮寄日期

2021年 3月 18日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

沈春艳

电话号码 (86-20) 28958122

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	JP H10169907 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 1998年 6月 26日 (1998 - 06 - 26) 全文	1-9

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/128441

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111678119	A	2020年 9月 18日	无	
CN	111664435	A	2020年 9月 15日	无	
CN	208967776	U	2019年 6月 11日	无	
CN	108870372	A	2018年 11月 23日	无	
CN	107631288	A	2018年 1月 26日	无	
CN	111256192	A	2020年 6月 9日	CN 211781361	U 2020年 10月 27日
JP	2000257806	A	2000年 9月 22日	无	
JP	H10169907	A	1998年 6月 26日	无	