



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105928050 B

(45)授权公告日 2020.10.23

(21)申请号 201610211974.3

(22)申请日 2016.04.07

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105928050 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(73)专利权人 中国舰船研究设计中心  
地址 201108 上海市闵行区华宁路2931号

(72)发明人 林芑 韩伟 汪妇欢

(74)专利代理机构 上海航天局专利中心 31107  
代理人 冯和纯

(51)Int.Cl.  
F24D 19/10(2006.01)  
F24D 3/02(2006.01)  
F24H 8/00(2006.01)

(56)对比文件

- CN 201321918 Y, 2009.10.07
- CN 203258723 U, 2013.10.30
- CN 203454100 U, 2014.02.26
- CN 103453513 A, 2013.12.18
- US 2008/0092875 A1, 2008.04.24
- CN 103925025 A, 2014.07.16
- KR 10-2015-0042956 A, 2015.04.22

审查员 李蕾

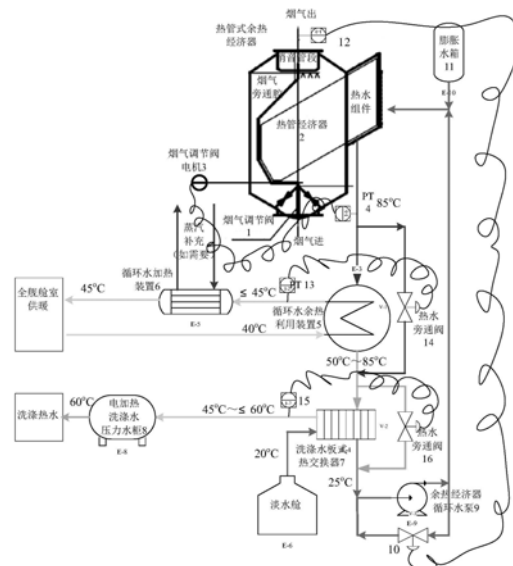
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统及方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统及方法,综上所述,本发明基于热管型余热经济器,优化舰船余热供暖系统,提高自动化水平,解决变工况变负荷的余热利用系统控制问题,并避免烟气低温腐蚀。该系统主要原理为:经烟气加热后,余热经济器热水出口温度在85℃左右,首先通过循环水余热利用装置加热空调循环水,再通过洗涤水板式热交换器加热水加热洗涤水柜给水,余热利用后回水温度~25℃。



1. 一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统,其特征在于,包括:

原动机通过烟气调节阀与热管余热经济器连接,烟气调节阀与一烟气调节阀电机连接,烟气调节阀电机调节烟气调节阀的出气大小,原动机的排烟烟气通过烟气调节阀加热所述热管余热经济器,设置于所述热管余热经济器热水出口处的第一温度测点,所述烟气调节阀电机与第一温度测点联动,用于将热管余热经济器热水出口温度控制在85℃;

与所述热管余热经济器连接的循环水余热利用装置,循环水余热利用装置用于加热空调循环水;

与所述循环水余热利用装置连接的洗涤水板式热交换器,与所述洗涤水板式热交换器连接的电加热洗涤水压力水柜;

余热经济器循环水泵,所述余热经济器循环水泵的进水端与所述洗涤水板式热交换器连接,所述余热经济器循环水泵的出水端与所述热管余热经济器连接,并联于所述余热经济器循环水泵侧的第三热水旁通阀,并联于所述余热经济器循环水泵与热管余热经济器的连通管路上的膨胀水箱,设置于原动机的烟气出口的第四温度测点,所述第三热水旁通阀与所述第四温度测点联动,当原动机烟气量不足或烟气温度较低时,通过第三热水旁通阀减小循环水量,确保经余热利用后的烟气排出温度不低于190℃;

设置于循环水余热利用装置循环水出口侧的第二温度测点,设置于循环水余热利用装置侧的与所述第二温度测点联动的第一热水旁通阀,所述第一热水旁通阀的进水端连接于所述热管余热经济器与循环水余热利用装置的连通管路上,所述第一热水旁通阀的出水端连接于循环水余热利用装置与洗涤水板式热交换器的连通管路上,当第二温度测点测到当循环水余热利用装置出水温度超过45℃时,所述第一热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保循环水经加热后温度不超过45℃;

设置于所述洗涤水板式热交换器的洗涤水出口侧的第三温度测点,设置于所述洗涤水板式热交换器侧的与所述第三温度测点联动的第二热水旁通阀,所述第二热水旁通阀的进水端连接于所述循环水余热利用装置与洗涤水板式热交换器的连通管路上,所述第二热水旁通阀的出水端连接于所述洗涤水板式热交换器与所述余热经济器循环水泵的连通管路上,当洗涤水板式热交换器出水温度超过60℃时,所述第二热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保洗涤热水经烟气热量加热后温度不超过60℃。

2. 如权利要求1所述的基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统,其特征在于,所述系统还包括与所述循环水余热利用装置连接的蒸汽加热的循环水加热装置。

3. 如权利要求1所述的基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统,其特征在于,所述电加热洗涤水压力水柜,用于当原动机的烟气热量不足时,通过对洗涤热水进一步加热,使洗涤热水出水温度达到60℃。

4. 一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖方法,其特征在于,采用如权利要求1~3任一项所述的系统,所述方法包括:

原动机的排烟烟气加热所述热管余热经济器,通过所述第一温度测点和烟气调节阀控制所述热管余热经济器的热水出口温度在85℃;

经所述热管余热经济器的热水注入循环水余热利用装置,通过循环水余热利用装置加热空调循环水,当第二温度测点测得所述循环水余热利用装置的出水温度超过45℃时,所述第一热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保循环水经加热后温度不超过45℃,

经循环水余热利用装置的热热水继续通过洗涤水板式热交换器,所述洗涤水板式热交换器加热电加热洗涤水压力水柜给水,当所述第三温度测点测得洗涤水板式热交换器的出水温度超过60℃时,所述第二热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保洗涤热水经烟气热量加热后温度不超过60℃;

当原动机烟气量不足或烟气温度较低导致第四温度测点测出的烟气出口的温度低于190℃时,通过第三热水旁通阀减小循环水量,确保经余热利用后的烟气排出温度不低于190℃。

5.如权利要求4所述基于热管余热经济器的舰船余热供暖方法,其特征在于,经所述热管余热经济器的热水注入循环水余热利用装置,通过循环水余热利用装置加热空调循环水的步骤之后,还包括:

当原动机的烟气热量不足时,通过蒸汽加热的循环水加热装置,使循环水余热利用装置输出的循环水温度达到45℃。

6.如权利要求4所述基于热管余热经济器的舰船余热供暖方法,其特征在于,经循环水余热利用装置的热热水继续通过洗涤水板式热交换器,所述洗涤水板式热交换器加热电加热洗涤水压力水柜给水的步骤之后,还包括:

当原动机的烟气热量不足时,通过电加热洗涤水压力水柜对洗涤热水进一步加热,使洗涤热水出水温度达到60℃。

## 基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于水面舰船节能减排领域,特别涉及一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统及方法。

### 背景技术

[0002] 热管型余热经济器能够实现原动机排烟热能的高效置换。但原动机的排烟热能与全船供暖负荷都在不断变化。负荷变工况、热量不匹配是舰船余热利用的普遍现象。传统的舰船余热利用系统自动化水平较低,并且往往需要增设热井、冷却海水泵等设备,在夏季等无需用热工况,反而成为耗能系统,没有起到应有的节能减排效果。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统及方法,能够使舰船余热供暖系具有自动控制功能、良好调节能力,实现舰船排烟热能的高效梯级利用,降低舰船冬季供暖负荷。

[0004] 为解决上述问题,本发明提供一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统,包括:

[0005] 原动机通过烟气调节阀与热管余热经济器连接,烟气调节阀与一烟气调节阀电机连接,烟气调节阀电机调节烟气调节阀的出气大小,原动机的排烟烟气通过烟气调节阀加热所述热管型余热经济器,设置于所述热水出口处的第一温度测点,所述烟气调节阀电机与第一温度测点联动,用于将热管余热经济器热水出口温度控制在85℃左右;

[0006] 与所述热管余热经济器连接的循环水余热利用装置,循环水余热利用装置用于加热空调循环水;

[0007] 与所述循环水余热利用装置连接的洗涤水板式热交换器,与所述洗涤水板式热交换器连接的电加热洗涤水压力水柜;

[0008] 余热经济器循环水泵,所述余热经济器循环水泵的进水端与所述洗涤水板式热交换器连接,所述余热经济器循环水泵的出水端与所述热管余热经济器连接,并联于所述余热经济器循环水泵侧的第三热水旁通阀,并联于所述余热经济器循环水泵与热管余热经济器的连通管路上的膨胀水箱,设置于原动机的烟气出口的第四温度测点,所述第三热水旁通阀与所述第四温度测点联动,当原动机烟气流不足或烟气温度较低时,通过第三热水旁通阀减小循环水量,确保经余热利用后的烟气排出温度不低于190℃;

[0009] 设置于循环水余热利用装置循环水出口侧的第二温度测点,设置于循环水余热利用装置侧的与所述第二温度测点联动的第一热水旁通阀,所述第一热水旁通阀的进水端连接于所述热管余热经济器与循环水余热利用装置的连通管路上,所述第一热水旁通阀的出水端连接于循环水余热利用装置与洗涤水板式热交换器的连通管路上,当第二温度测点测到当循环水余热利用装置出水温度超过45℃时余热,所述第一热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保循环水经加热后温度不超过45℃;

[0010] 设置于所述洗涤水板式热交换器的洗涤水出口侧的第三温度测点,设置于所述洗涤水板式热交换器侧的与所述第三温度测点联动的第二热水旁通阀,所述第二热水旁通阀的进水端连接于所述循环水余热利用装置与洗涤水板式热交换器的连通管路上,所述第二热水旁通阀的出水端连接于所述洗涤水板式热交换器与所述余热经济器循环水泵的连通管路上,当洗涤水板式热交换器出水温度超过60℃时,所述第二热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保洗涤热水经烟气热量加热后温度不超过60℃。

[0011] 进一步的,在上述系统中,所述系统还包括与所述循环水余热利用装置连接的蒸汽加热的循环水加热装置。

[0012] 进一步的,在上述系统中,所述电加热洗涤水压力水柜,用于当原动机的烟气热量不足时,通过对洗涤热水进一步加热,使洗涤热水出水温度达到60℃。

[0013] 根据本发明的另一面,提供一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖方法,包括:

[0014] 原动机的排烟烟气加热所述热管余热经济器,通过所述第一温度测点和烟气调节阀控制所述热管余热经济器的热水出口温度在85℃左右;

[0015] 经所述热管余热经济器的热水注入循环水余热利用装置,通过循环水余热利用装置加热空调循环水,当第二温度测点测得所述循环水余热利用装置的出水温度超过45℃时,所述第一热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保循环水经加热后温度不超过45℃,

[0016] 经循环水余热利用装置的热水继续通过洗涤水板式热交换器,所述洗涤水板式热交换器加热电加热洗涤水压力水柜给水,当所述第三温度测点测得洗涤水板式热交换器的出水温度超过60℃时,所述第二热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保洗涤热水经烟气热量加热后温度不超过60℃;

[0017] 当原动机烟气量不足或烟气温度较低导致第四温度测点测出的烟气出口的温度低于190℃时,通过第三热水旁通阀减小循环水量,确保经余热利用后的烟气排出温度不低于190℃。

[0018] 进一步的,在上述方法中,经所述热管余热经济器的热水注入循环水余热利用装置,通过循环水余热利用装置加热空调循环水的步骤之后,还包括:

[0019] 当原动机的烟气热量不足时,通过蒸汽加热的循环水加热装置,使循环水余热利用装置输出的循环水温度达到45℃。

[0020] 进一步的,在上述方法中,经循环水余热利用装置的热水继续通过洗涤水板式热交换器,所述洗涤水板式热交换器加热电加热洗涤水压力水柜给水的步骤之后,还包括:

[0021] 当原动机的烟气热量不足时,通过电加热洗涤水压力水柜对洗涤热水进一步加热,使洗涤热水出水温度达到60℃。

[0022] 与现有技术相比,本发明基于热管型余热经济器,优化舰船余热供暖系统,提高自动化水平,解决变工况变负荷的余热利用系统控制问题,并避免烟气低温腐蚀。该系统主要原理为:经烟气加热后,余热经济器热水出口温度在85℃左右,首先通过循环水余热利用装置加热空调循环水,再通过洗涤水板式热交换器加热电加热洗涤水压力水柜给水,余热利用后回水温度~25℃。整套系统采用自动控制,主要控制设备包括2只设置在换热器进出口的热水旁通阀:第一热水旁通阀对应的第二温度测点为循环水余热利用装置出水温度,当循环水余热利用装置出水温度超过45℃时余热热水旁通阀开启;第二热水旁通阀对应的第三温度测点为洗涤水板式热交换器出水温度,当该出水温度超过60℃时余热热水旁通阀开启,若

余热负荷不足以使出水温度达到以上设定值,系统通过蒸汽/电加热进一步使热水升温;系统另一主要控制设备为设置在热管型余热经济器内的烟气调节阀,该烟气调节阀始终控制余热经济器热水出水温度不高于90℃,若第一温度测点测得的经烟气加热后的热管余热经济器出水温度超过此设定值,说明全船热负荷需求太小,烟气调节阀电机驱动的烟气调节阀自动调节(关小),反之亦然,烟气调节挡板阀亦可手动调节。因此,在过渡季节及夏季,全船仅有少量热用户时,可通过以上3种控制策略联合运行,确保烟气按比例进行旁通,余热经济器出水温度始终为85℃,同时循环水余热利用装置、洗涤水板式热交换器出水温度不超过规定值。若全船无热用户,烟气调节阀自动关闭。在余热经济器循环水泵进出口设置第三旁通调节阀,第三旁通调节阀与烟气出口的第四温度测点联动。通过调节循环水量,确保烟气出口温度始终保持190℃以上,避免出现原动机低负荷时出现烟气低温露点腐蚀。

### 附图说明

[0023] 图1是本发明一实施例的基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统的原理图。

### 具体实施方式

[0024] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0025] 如图1所示,本发明提供一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖系统,包括:

[0026] 原动机通过烟气调节阀1与热管余热经济器2连接,烟气调节阀1与一烟气调节阀电机3连接,烟气调节阀电机3调节烟气调节阀1的出气大小,原动机的排烟烟气通过烟气调节阀1加热所述热管型余热经济器2,设置于所述热水出口处的第一温度测点4,所述烟气调节阀电机与第一温度测点联动,用于将热管余热经济器2热水出口温度控制在85℃左右;在此,设置在热管型余热经济器中的烟气调节阀作为系统总热负荷调节机构,控制余热经济器热水出水温度不高于90℃,若经烟气加热后的余热经济器出水温度超过此设定值,说明全船总热负荷需求太小,烟气调节阀电机驱动的烟气调节阀自动调节(关小),反之亦然;

[0027] 与所述热管余热经济器2连接的循环水余热利用装置5,循环水余热利用装置5用于加热空调循环水,以为全舰舱室供暖;优选的,还包括与所述循环水余热利用装置5连接的蒸汽加热的循环水加热装置6,在此,当原动机烟气热量不足时,通过蒸汽加热的循环水加热装置,使循环水余热利用装置输出的循环水温度达到45℃,满足冬季舱室供暖需求;

[0028] 与所述循环水余热利用装置5连接的洗涤水板式热交换器7,与所述洗涤水板式热交换器7连接的电加热洗涤水压力水柜8;根据舱室供暖负荷的不同,经循环水余热利用装置的烟气热水温度为50℃-85℃,该热水继续通过洗涤水板式热交换器加热所述电加热洗涤水压力水柜给水;

[0029] 余热经济器循环水泵9,所述余热经济器循环水泵9的进水端与所述洗涤水板式热交换器7连接,所述余热经济器循环水泵9的出水端与所述热管余热经济器2连接,并联于所述余热经济器循环水泵9侧的第三热水旁通阀10,并联于所述余热经济器循环水泵9与热管余热经济器2的连通管路上的膨胀水箱11,设置于原动机的烟气出口的第四温度测点12,所述第三热水旁通阀10与所述第四温度测点12联动,当原动机烟气量不足或烟气温度较低时,通过第三热水旁通阀10减小循环水量,确保经余热利用后的烟气排出温度不低于190

℃;在此,为防止原动机处于部分负荷,排出烟气量及温度较低,经余热利用后,烟气温度进一步降低,出现低温露点腐蚀的情况,在余热经济器循环水泵需设置第三热水旁通阀,第三热水旁通阀温度测点为烟气出口温度,原动机烟气量不足或烟气温度较低时,通过第三热水旁通阀减小循环水量,确保经余热利用后的烟气排出温度不低于190℃;

[0030] 设置于循环水余热利用装置5循环水出口侧的第二温度测点13,设置于循环水余热利用装置5侧的与所述第二温度测点13联动的的第一热水旁通阀14,所述第一热水旁通阀14的进水端连接于所述热管余热经济器2与循环水余热利用装置5的连通管路上,所述第一热水旁通阀14的出水端连接于循环水余热利用装置5与洗涤水板式热交换器7的连通管路上,当第二温度测点13测到当循环水余热利用装置5出水温度超过45℃时余热,所述第一热水旁通阀14开启,进行流量旁通调节,确保循环水经加热后温度不超过45℃;

[0031] 设置于所述洗涤水板式热交换器7的洗涤水出口侧的第三温度测点15,设置于所述洗涤水板式热交换器7侧的与所述第三温度测点15联动的第二热水旁通阀16,所述第二热水旁通阀16的进水端连接于所述循环水余热利用装置5与洗涤水板式热交换器7的连通管路上,所述第二热水旁通阀16的出水端连接于所述洗涤水板式热交换器7与所述余热经济器循环水泵9的连通管路上,当洗涤水板式热交换器7出水温度超过60℃时,所述第二热水旁通阀16开启,进行流量旁通调节,确保洗涤热水经烟气热量加热后温度不超过60℃。优选的,所述电加热洗涤水压力水柜8,用于当原动机的烟气热量不足时,通过对洗涤热水进一步加热,使洗涤热水出水温度达到60℃,满足洗涤热水温度需求。在过渡季节及夏季,全船仅有少量热用户时,可通过以上烟气调节阀、第一热水旁通阀、第二热水旁通阀三种控制手段联合运行,确保烟气按比例进行旁通,热管余热经济器出水温度始终为85℃,同时循环水余热利用装置、洗涤水板式热交换器出水温度不超过规定值。若全船无热用户,烟气调节阀自动关闭。烟气调节阀同样可手动调节,手动调节模式分为0、40%、70%和100%,共4个档位。以上系统设计及控制措施可确保全船供暖处于部分负荷或无需供暖时,本发明能够充分利用原动机排烟热量,利用余热实现舰船供暖,使舰船余热供暖系具有自动控制功能、良好调节能力,降低舰船冬季供暖负荷,实现舰船排烟热能的高效梯级利用,系统不需要热井以及冷却海水泵将置换出的热能额外进行冷却,起到真正意义的节能效果,提高续航力及经济性,同时系统可避免烟气露点腐蚀问题,实现安全可靠长期运行。热管余热经济器热水回路需配置余热经济器循环水泵以及膨胀水箱。本发明中,热管余热经济器的热水首先经过循环水余热利用装置,再经过洗涤水板式热交换器进行余热梯级利用,尽量降低余热利用后经济器水温,拉大温差,降低经济器循环水流量,以减小余热经济器循环水泵功耗,热管余热经济器热水回路作为闭式循环,设置膨胀水箱。

[0032] 本发明还提供另一种基于热管余热经济器的舰船余热供暖方法,使用上述热管余热经济器的舰船余热供暖系统,包括:

[0033] 步骤S1,原动机的排烟烟气加热所述热管余热经济器,通过所述第一温度测点和烟气调节阀控制所述热管余热经济器的热水出口温度在85℃左右;设置在热管型余热经济器中的烟气调节阀作为系统总热负荷调节机构,控制余热经济器热水出水温度不高于90℃,若经烟气加热后的余热经济器出水温度超过此设定值,说明全船总热负荷需求太小,烟气调节阀电机驱动的烟气调节阀自动调节(关小),反之亦然;

[0034] 步骤S2,经所述热管余热经济器的热水注入循环水余热利用装置,通过循环水余

热利用装置加热空调循环水,当第二温度测点测得所述循环水余热利用装置的出水温度超过45℃时,所述第一热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保循环水经加热后温度不超过45℃,当原动机烟气热量不足时,通过蒸汽加热的循环水加热装置,使循环水余热利用装置输出的循环水温度达到45℃;在此,经所述热管余热经济器的热水注入循环水余热利用装置,通过循环水余热利用装置加热空调循环水,冬季工况下空调循环水负荷为舰船最主要热用户,系统首先通过循环水余热利用装置加热空调循环水,在循环水余热利用装置循环水出口侧设定第二温度测点,在余热经济器热水侧设置与第二温度测点联动的第一热水旁通阀,当第二温度测点测得所述循环水余热利用装置的出水温度超过45℃时,所述第一热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保循环水经加热后温度不超过45℃,优选的,当原动机烟气热量不足时,通过蒸汽加热的循环水加热装置,使循环水余热利用装置输出的循环水温度达到45℃,满足冬季舱室供暖需求;

[0035] 步骤S3,经循环水余热利用装置的热水继续通过洗涤水板式热交换器,所述洗涤水板式热交换器加热水加热洗涤水压力水柜给水,当所述第三温度测点测得洗涤水板式热交换器的出水温度超过60℃时,所述第二热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保洗涤热水经烟气热量加热后温度不超过60℃,优选的,当原动机的烟气热量不足时,通过电加热洗涤水压力水柜对洗涤热水进一步加热,使洗涤热水出水温度达到60℃;在此,根据舱室供暖负荷的不同,经循环水余热利用装置的烟气热水温度为50℃-85℃,该热水继续通过洗涤水板式热交换器,所述洗涤水板式热交换器加热水加热洗涤水压力水柜给水,在洗涤水板式热交换器的洗涤水出口侧设定第三温度测点,在洗涤水板式热交换器侧设置与所述第三温度测点联动的第二热水旁通阀,当所述第三温度测点测得洗涤水板式热交换器的出水温度超过60℃时,所述第二热水旁通阀开启,进行流量旁通调节,确保洗涤热水经烟气热量加热后温度不超过60℃,当原动机的烟气热量不足时,通过电加热洗涤水压力水柜对洗涤热水进一步加热,使洗涤热水出水温度达到60℃,满足洗涤热水温度需求;

[0036] 步骤S4当原动机烟气量不足或烟气温度较低导致第四温度测点测出的烟气出口的温度低于190℃时,通过第三热水旁通阀减小循环水量,确保经余热利用后的烟气排出温度不低于190℃。在此,为防止原动机处于部分负荷,排出烟气量及温度较低,经余热利用后,烟气温度进一步降低,出现低温露点腐蚀的情况,在余热经济器循环水泵需设置第三热水旁通阀,第四温度测点用于测定烟气出口温度,当原动机烟气量不足或烟气温度较低导致时烟气出口温度低于190℃,通过第三热水旁通阀减小循环水量,确保经余热利用后的烟气排出温度不低于190℃,即在原动机排烟能量不足的情况下,为防止出现烟气温度过低产生低温露点腐蚀,余热经济器循环水泵设置进出口第三旁通调节阀,第三旁通调节阀与第四温度测点联动,通过调节循环水量,确保烟气出口温度始终保持190℃以上,避免出现烟气低温露点腐蚀。另外,额定工况下余热利用后热管余热经济器回水温度约25℃,因此,在过渡季节及夏季,全船仅有少量热用户时,可通过以上烟气调节阀、第一热水旁通阀、第二热水旁通阀三种控制手段联合运行,确保烟气按比例进行旁通,热管余热经济器出水温度始终为85℃,同时循环水余热利用装置、洗涤水板式热交换器出水温度不超过规定值。若全船无热用户,烟气调节阀自动关闭。烟气调节阀同样可手动调节,手动调节模式分为0、40%、70%和100%,共4个档位。本发明可确保全船供暖处于部分负荷或无需供暖时,系统不需要热井以及冷却海水泵将置换出的热能额外进行冷却,起到真正意义的节能效果,热管余



热经济器热水回路需配置余热经济器循环水泵以及膨胀水箱。

[0037] 综上所述,本发明基于热管型余热经济器,优化舰船余热供暖系统,提高自动化水平,解决变工况变负荷的余热利用系统控制问题,并避免烟气低温腐蚀。该系统主要原理为:经烟气加热后,余热经济器热水出口温度在85℃左右,首先通过循环水余热利用装置加热空调循环水,再通过洗涤水板式热交换器加电加热洗涤水柜给水,余热利用后回水温度~25℃。整套系统采用自动控制,主要控制设备包括2只设置在换热器进出口的热水旁通阀:第一热水旁通阀对应的第二温度测点为循环水余热利用装置出水温度,当循环水余热利用装置出水温度超过45℃时余热热水旁通阀开启;第二热水旁通阀对应的第三温度测点为洗涤水板式热交换器出水温度,当该出水温度超过60℃时余热热水旁通阀开启,若余热负荷不足以使出水温度达到以上设定值,系统通过蒸汽/电加热进一步使热水升温;系统另一主要控制设备为设置在热管型余热经济器内的烟气调节阀,该烟气调节阀始终控制余热经济器热水出水温度不高于90℃,若第一温度测点测得的经烟气加热后的热管余热经济器出水温度超过此设定值,说明全船热负荷需求太小,烟气调节阀电机驱动的烟气调节阀自动调节(关小),反之亦然,烟气调节挡板阀亦可手动调节。因此,在过渡季节及夏季,全船仅有少量热用户时,可通过以上3种控制策略联合运行,确保烟气按比例进行旁通,余热经济器出水温度始终为85℃,同时循环水余热利用装置、洗涤水板式热交换器出水温度不超过规定值。若全船无热用户,烟气调节阀自动关闭。在余热经济器循环水泵进出口设置第三旁通调节阀,第三旁通调节阀与烟气出口的第四温度测点联动。通过调节循环水量,确保烟气出口温度始终保持190℃以上,避免出现原动机低负荷时出现烟气低温露点腐蚀。

[0038] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0039] 显然,本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包括这些改动和变型在内。

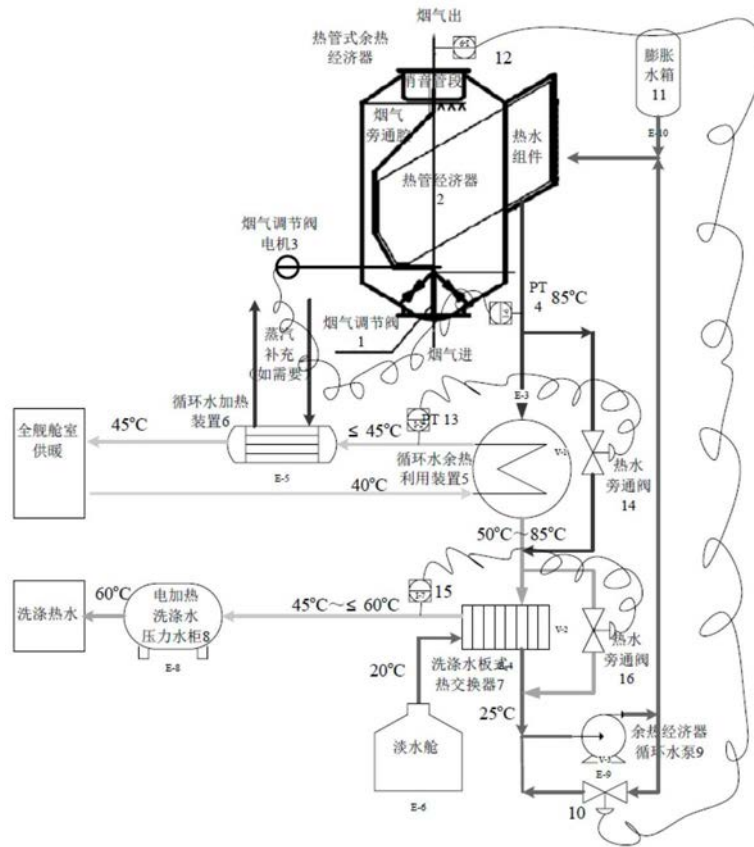


图1