



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114674585 B

(45) 授权公告日 2024.01.12

(21) 申请号 202210288435.5

EP 1870646 A2,2007.12.26

(22) 申请日 2022.03.23

US 2003074982 A1,2003.04.24

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2004225458 A1,2004.11.11

申请公布号 CN 114674585 A

US 5363905 A,1994.11.15

(43) 申请公布日 2022.06.28

WO 2017050207 A1,2017.03.30

(73) 专利权人 华电电力科学研究院有限公司

CN 101750115 A,2010.06.23

地址 310030 浙江省杭州市西湖区三墩镇

CN 103836610 A,2014.06.04

西园一路10号

CN 109211439 A,2019.01.15

(72) 发明人 郭容赫 王政先 王健 柳桐

CN 111895489 A,2020.11.06

骆仁达

CN 113294773 A,2021.08.24

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

CN 101737311 A,2010.06.16

11227

CN 107543733 A,2018.01.05

专利代理师 王燕

CN 112070358 A,2020.12.11

(51) Int. Cl.

代宝民.热工基础课程实验教程.天津大学出版社,2018,全文.

G01M 99/00 (2011.01)

郭容赫.200MW纯凝机组低压转子光轴改造供热研究应用.资源节约与环保.2019,全文.

(56) 对比文件

CN 203287064 U,2013.11.13

田亮;王桐.供热机组汽轮机低压缸排汽流量软测量.系统仿真学报.2018,(第05期),全文.

CN 207813675 U,2018.09.04

审查员 舒悦

权利要求书3页 说明书11页 附图3页

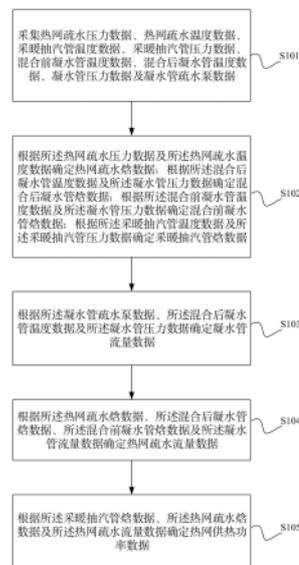
(54) 发明名称

一种供热能力测量方法、装置及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种供热能力测量方法、装置及系统,通过采集相关温度压力数据及凝水管疏水泵数据;根据相关温度压力数据计算得出相关焓数据;再根据所述凝水管疏水泵数据及相关温度压力数据确定凝水管流量数据;根据相关焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;根据相关焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。本发明认识到热网疏水管在压力发生突然变化时,形成了无法进行精准流量计算的气液混合物,得不到准确的热网输水流量数据,而本发明摒弃了对所述热网疏水管中的流量通过工具直接测量,而是选择根据凝水管中的水在混合所述热网疏水管排出的疏水前后的焓变,反推出所述热网疏水管的精确流量。

CN 114674585 B



1. 一种供热能力测量方法,其特征在于,包括:

采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;

根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;

根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据;

根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;

根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据;

所述根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据包括:

通过下式确定所述热网输水流量 m_1 ;

$$m_1 = \frac{h - h_2}{h_1 - h_2} \times m$$

其中, h 为所述混合后凝水管焓数据; h_1 为所述热网疏水焓数据; h_2 为所述混合前凝水管焓数据; m 为所述凝水管流量数据;

所述根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据包括:

通过下式确定所述热网供热功率数据 w ;

$$w = \frac{m_1 \times (h_c - h_1) \times 10^{-6}}{3.6}$$

其中, h_c 为所述采暖抽汽管焓数据。

2. 一种供热能力测量装置,其特征在于,包括:

采集模块,用于采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;

焓计算模块,用于根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;

凝水管流量模块,用于根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据;

输水管流量模块,用于根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;

供热评估模块,用于根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据;

所述输水管流量模块包括:

流量计算单元,用于通过下式确定所述热网输水流量 m_1 ;

$$m_1 = \frac{h - h_2}{h_1 - h_2} \times m ;$$

其中, h 为所述混合后凝水管焓数据; h_1 为所述热网疏水焓数据; h_2 为所述混合前凝水管焓数据; m 为所述凝水管流量数据;

所述供热评估模块包括:

供热计算单元,用于通过下式确定所述热网供热功率数据 w ;

$$w = \frac{m_1 \times (h_c - h_1) \times 10^{-6}}{3.6} ;$$

其中, h_c 为所述采暖抽汽管焓数据。

3. 一种供热能力测量设备,其特征在于,包括:

存储器,用于存储计算机程序;

处理器,用于执行所述计算机程序时实现如权利要求1所述的供热能力测量方法的步骤。

4. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1所述的供热能力测量方法的步骤。

5. 一种供热能力测量系统,其特征在于,包括汽轮机、采暖抽汽管、热网加热器、热网疏水管、混合管、凝结水管、数据采集组件及数据处理器;

所述汽轮机通过所述采暖抽汽管为所述热网加热器供汽,所述热网加热器的疏水依次通过所述热网疏水管及所述混合管汇入所述凝结水管;

所述凝结水管包括凝水疏水泵,所述凝水疏水泵用于对混合所述热网加热器的疏水后的凝结水管水进行加压;

所述数据采集组件包括设置于所述采暖抽汽管上的采暖抽汽管压力传感器及采暖抽汽管温度传感器;设置于所述热网疏水管上的热网疏水管压力传感器及热网疏水管温度传感器;设置于所述凝结水管,且位于所述混合管上游的混合前凝水管温度传感器;设置于所述凝结水管,且位于所述混合管下游的混合后凝水管温度传感器及凝水管压力传感器;

所述数据处理器与所述数据采集组件及所述凝水疏水泵信号连接,用于通过如权利要求1所述的供热能力测量方法确定热网供热功率数据。

6. 如权利要求5所述的供热能力测量系统,其特征在于,所述混合管设置于所述凝结水管上的相邻的两个低压加热器之间。

7. 如权利要求6所述的供热能力测量系统,其特征在于,所述混合后凝水管温度传感器设置于所述混合管与下游低压加热器的进水口之间;

所述数据采集组件还包括凝水管流量温度传感器,所述凝水管流量温度传感器设置于

所述下游低压加热器的出水口的下游；

所述数据处理器通过所述凝水管流量温度传感器发送的流量温度数据、所述凝水管疏水泵数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据。

8. 如权利要求7所述的供热能力测量系统,其特征在于,所述凝水管流量温度传感器设置于所述凝水管压力传感器的下游。

一种供热能力测量方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及热电厂供热领域,特别是涉及一种供热能力测量方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 居民供热作为民生工程,主要由热电厂承担其供热任务。热电厂的热电联合生产,是将燃料化学能产生的高位热能先用来生产电能,然后将作过功,品质降低的热能对外供热。热负荷有工艺热负荷、采暖热负荷及热水负荷,对于居民供热而言需要的是采暖热负荷。

[0003] 大型热电厂通常将中压缸排汽(即采暖抽汽)一部分引入到热网加热器中。采暖抽汽在热网加热器中对循环水放热,蒸汽凝结成水后通过热网疏水泵送到汽轮机热力系统中的低压回热系统;热网循环水在热网加热器中吸收热量,生成高温的循环水对热用户供热,供热后的热网水通过热网循环水泵返回热网加热器中。

[0004] 采暖抽汽在热网加热器释放热量后凝结成水,该冷凝水就是热网加热器疏水,此疏水接近饱和状态下,饱和压力和饱和温度呈正向对应关系。由于发电负荷和采暖负荷为强耦合关系,调整供热负荷或发电负荷,调整不当都会使采暖抽汽流量和压力出现大幅和频繁波动,当热网加热器汽侧压力突然降低时,对应的饱和温度也相应降低,此时疏水温度高于饱和温度,疏水会汽化并有气泡产生,呈现汽-水两相流,使疏水流量测量不准确,导致在实际运行中,热网疏水流量测量不准确是普遍现象,也就导致热网加热器的供热能力计算不准确。

[0005] 因此,如何对热网加热器的供热能力进行准确测量,就成了现有技术中亟待解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种供热能力测量方法、装置及系统,以解决现有技术中热网加热器的供热能力测量不准确的问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供一种供热能力测量方法,包括:

[0008] 采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;

[0009] 根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;

[0010] 根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据;

[0011] 根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据

及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据；

[0012] 根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。

[0013] 可选地,在所述的供热能力测量方法中,所述根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据包括:

[0014] 通过下式确定所述热网输水流量 m_1 ;

$$[0015] \quad m_1 = \frac{h - h_2}{h_1 - h_2} \times m$$

[0016] 其中,h为所述混合后凝水管焓数据; h_1 为所述热网疏水焓数据; h_2 为所述混合前凝水管焓数据;m为所述凝水管流量数据。

[0017] 可选地,在所述的供热能力测量方法中,所述根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据包括:

[0018] 通过下式确定所述热网供热功率数据w;

$$[0019] \quad w = \frac{m_1 \times (h_c - h_1) \times 10^{-6}}{3.6}$$

[0020] 其中, h_c 为所述采暖抽汽管焓数据。

[0021] 一种供热能力测量装置,包括:

[0022] 采集模块,用于采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;

[0023] 焓计算模块,用于根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;

[0024] 凝水管流量模块,用于根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据;

[0025] 输水管流量模块,用于根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;

[0026] 供热评估模块,用于根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。

[0027] 一种供热能力测量设备,包括:

[0028] 存储器,用于存储计算机程序;

[0029] 处理器,用于执行所述计算机程序时实现如上述任一种所述的供热能力测量方法的步骤。

[0030] 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述任一种所述的供热能力测量方法的步骤。

[0031] 一种供热能力测量系统,包括汽轮机、采暖抽汽管、热网加热器、热网疏水管、混合

管、凝结水管、数据采集组件及数据处理器；

[0032] 所述汽轮机通过所述采暖抽汽管为所述热网加热器供汽,所述热网加热器的疏水依次通过所述热网疏水管及所述混合管汇入所述凝结水管；

[0033] 所述凝结水管包括凝水疏水泵,所述凝水疏水泵用于对混合所述热网加热器的疏水后的凝结水管水进行加压；

[0034] 所述数据采集组件包括设置于所述采暖抽汽管上的采暖抽汽管压力传感器及采暖抽汽管温度传感器；设置于所述热网疏水管上的热网疏水管压力传感器及热网疏水管温度传感器；设置于所述凝结水管,且位于所述混合管上游的混合前凝水管温度传感器；设置于所述凝结水管,且位于所述混合管下游的混合后凝水管温度传感器及凝水管压力传感器；

[0035] 所述数据处理器与所述数据采集组件及所述凝水疏水泵信号连接,用于通过如上述任一种所述的供热能力测量方法确定热网供热功率数据。

[0036] 可选地,在所述的供热能力测量系统中,所述混合管设置于所述凝结水管上的相邻的两个低压加热器之间。

[0037] 可选地,在所述的供热能力测量系统中,所述混合后凝水管温度传感器设置于所述混合管与下游低压加热器的进水口之间；

[0038] 所述数据采集组件还包括凝水管流量温度传感器,所述凝水管流量温度传感器设置于所述下游低压加热器的出水口的下游；

[0039] 所述数据处理器通过所述凝水管流量温度传感器发送的流量温度数据、所述凝水管疏水泵数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据。

[0040] 可选地,在所述的供热能力测量系统中,所述凝水管流量温度传感器设置于所述凝水管压力传感器的下游。

[0041] 本发明所提供的供热能力测量方法,通过采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据；根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据；根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据；根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据；根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据；根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据；根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据；根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。

[0042] 本发明认识到热网加热器的供热能力测量不准的主要原因是热网疏水管在压力发生突然变化时,温度跟不上变化导致管内气泡增加,形成了无法进行精准流量计算的气液混合物,得不到准确的热网输水流量数据,也就计算不出准确的热网供热功率数据,而本发明摒弃了对所述热网疏水管中的流量通过工具直接测量,而是选择根据凝水管中的水在混合所述热网疏水管排出的疏水前后的焓变,反推出所述热网疏水管的精确流量,进而得到的热网供热功率数据的准确性大大提高。本发明同时还提供了一种具有上述有益效果的供热能力测量装置、系统。

附图说明

[0043] 为了更清楚的说明本发明实施例或现有技术的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 图1为本发明提供的供热能力测量方法的一种具体实施方式的流程示意图;

[0045] 图2为本发明提供的供热能力测量装置的一种具体实施方式的结构示意图;

[0046] 图3为本发明提供的供热能力测量系统的一种具体实施方式的结构示意图;

[0047] 图4为本发明提供的供热能力测量系统的另一种具体实施方式的结构示意图。

具体实施方式

[0048] 热网加热器是热网系统的关键设备,是热电厂的主要辅助设备之一,换热方式为表面式,其主要功能是利用汽轮机的抽汽或从锅炉引来的蒸汽(加热介质)来加热水供应系统中的循环水以满足供热用户要求。

[0049] 热网加热器运行状态好坏,关系到居民供热质量,因此掌握热网加热器的供热能力、汽侧流量、水侧流量、传热系数、温升、端差等性能指标是非常有必要的,特别是供热能力尤其重要。机组供热能力与采暖抽汽流量大小直接相关,计算供热能力的前提是准确获取采暖抽汽流量,同时监测采暖抽汽流量大小对汽轮机运行调整也是至关重要的。

[0050] 大型热电厂的热网加热器汽侧、水侧管道管径都比较大,如200MW机组采暖抽汽管道管径在 $\Phi 800$ 以上,对于如此大的管径,现有的测量技术,无法对其蒸汽流量进行测量。

[0051] 采暖抽汽流量的通用获取方法是,在热网加热器疏水管道加装节流孔板,测量其差压值,根据伯努利方程和流动连续性方程推导出流量与差压的关系式,从而求出疏水流量值,该值既是采暖抽汽流量。

[0052] 目前的现状是,现有测量技术无法从热网加热器汽侧获得采暖抽汽流量,受现场安装条件限制及运行的影响,也无法从疏水侧准确获取采暖抽汽流量。由于获取的采暖抽汽流量不准确,影响了供热能力计算的准确性;机组发电或供热负荷调整时,增加了运行人员的操作量和操作难度。

[0053] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0054] 本发明的核心是提供一种供热能力测量方法,其一种具体实施方式的流程示意图如图1所示,称其为具体实施方式一,包括:

[0055] S101:采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据。

[0056] 凝水管中的压力基本不会发生各处不一致的情况,因此本发明对于凝水管压力的测量没有分别取混合前与混合后的压力数据,当然,也可根据实际情况取混合前混合后两个压力值,本发明在此不做限定。

[0057] S102:根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据。

[0058] 需要注意的是,本步骤中的各个焓数据,可以一次性计算完成,也可分解为多个步骤分开计算,本发明在此不作限定。本发明中的焓数据,可通过参照IFC97对照表(或其他版本的对照表),或通过IFC公式计算得到,当然,也可通过其他方法得到,本申请在此不作限定。

[0059] S103:根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据。

[0060] 本步骤中的所述凝水管流量数据可通过国家标准的计算方式获得,如采用式(1)计算获得:

$$[0061] \quad m = 3600 \times C \times K_m \times \sqrt{\Delta p \times \rho} \quad (1)$$

[0062] 其中,C为流出系数, K_m 为常数, V_p 为压差(通过所述凝水管疏水泵数据获得), ρ 为管道内介质密度(通过所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据计算得到);

[0063] 更进一步地,所述 K_m 通过式(2)(3)计算得到:

$$[0064] \quad K_M = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \sqrt{\frac{2}{1-\beta^4}} \quad (2)$$

$$[0065] \quad \beta = \frac{d}{D} \quad (3)$$

[0066] 其中,d为所述凝水管疏水数据对应的凝水疏水泵的孔板上的小孔的直径,D为凝水管管道直径, β 为孔板上小孔与管道直径的直径比。

[0067] S104:根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据。

[0068] 具体地,本步骤通过下式(4)确定所述热网输水流量 m_1 ;

$$[0069] \quad m_1 = \frac{h-h_2}{h_1-h_2} \times m \quad (4)$$

[0070] 其中,h为所述混合后凝水管焓数据; h_1 为所述热网疏水焓数据; h_2 为所述混合前凝水管焓数据;m为所述凝水管流量数据。

[0071] 本步骤中通过质量平衡方程及热量平衡方程,联立得到矩阵方程(5),根据所述混合管前后所述凝水管中的数据变化算出所述热网输水流量;

$$[0072] \quad \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ h_1 & h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ h \end{bmatrix} [m] \quad (5)$$

[0073] 其中, m_2 为混合后凝水管流量数据,可通过仪器测量或计算得到。

[0074] 结合式(1)及式(5),即可得到本优选实施方式中的式(4),当然,也可用其他方法

计算得到所述热网输水流量,本发明在此不作限定。

[0075] S105:根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。

[0076] 作为一种优选实施方式,通过下式(6)确定所述热网供热功率数据 w ;

$$[0077] \quad w = \frac{m_1 \times (h_c - h_1) \times 10^{-6}}{3.6} \quad (6)$$

[0078] 其中, h_c 为所述采暖抽汽管焓数据。

[0079] 本发明中的热网供热功率数据的单位是兆瓦,反映了热网加热器对外的供热能力,换言之,将热网循环水在热网加热器中吸收热量量化;相比与现有技术中仅草草对电厂等热源对热网换热器提供的热量进行简单评估相比,本发明能直接对用户收到的热量进行量化,结果更精确,更具代表性。

[0080] 采用本优选实施方式,整体流程中的各个算法的物理意义明确、原始输入数据少、运算速度快、计算精度高,解决了热网疏水管的流量无法精确测量的难题,具有较高的实用价值。

[0081] 本发明所提供的供热能力测量方法,通过采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据;根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。本发明认识到热网加热器的供热能力测量不准的主要原因是热网疏水管在压力发生突然变化时,温度跟不上变化导致管内气泡增加,形成了无法进行精准流量计算的气液混合物,得不到准确的热网输水流量数据,也就计算不出准确的热网供热功率数据,而本发明摒弃了对所述热网疏水管中的流量通过工具直接测量,而是选择根据凝水管中的水在混合所述热网疏水管排出的疏水前后的焓变,反推出所述热网疏水管的精确流量,进而使得到的热网供热功率数据的准确性大大提高。

[0082] 下面对本发明实施例提供的供热能力测量装置进行介绍,下文描述的供热能力测量装置与上文描述的供热能力测量方法可相互对应参照。

[0083] 图2为本发明实施例提供的供热能力测量装置的结构框图,称其为具体实施方式二,参照图2供热能力测量装置可以包括:

[0084] 采集模块100,用于采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;

[0085] 焓计算模块200,用于根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定

热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;

[0086] 凝水管流量模块300,用于根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据;

[0087] 输水管流量模块400,用于根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;

[0088] 供热评估模块500,用于根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。

[0089] 作为一种优选实施方式,所述输水管流量模块400包括:

[0090] 流量计算单元,用于通过下式确定所述热网输水流量 m_1 ;

$$[0091] \quad m_1 = \frac{h - h_2}{h_1 - h_2} \times m$$

[0092] 其中,h为所述混合后凝水管焓数据; h_1 为所述热网疏水焓数据; h_2 为所述混合前凝水管焓数据;m为所述凝水管流量数据。

[0093] 作为一种优选实施方式,所述供热评估模块500包括:

[0094] 供热计算单元,用于通过下式确定所述热网供热功率数据w;

$$[0095] \quad w = \frac{m_1 \times (h_c - h_1) \times 10^{-6}}{3.6}$$

[0096] 其中, h_c 为所述采暖抽汽管焓数据。

[0097] 本实施例的供热能力测量装置用于实现前述的供热能力测量方法,因此供热能力测量装置中的具体实施方式可见前文中的供热能力测量方法的实施例部分,例如,采集模块100,焓计算模块200,凝水管流量模块300,输水管流量模块400,供热评估模块500,分别用于实现上述供热能力测量方法中步骤S101,S102,S103,S104和S105,所以,其具体实施方式可以参照相应的各个部分实施例的描述,在此不再赘述。

[0098] 本发明所提供的供热能力测量装置,通过采集模块100,用于采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;焓计算模块200,用于根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;凝水管流量模块300,用于根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据;输水管流量模块400,用于根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;供热评估模块500,用于根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。本发明认识到热网加热器的供热能力测量不准的主要原因是热网疏水管在压力发生突然变化时,温度跟不上变化导致管内气泡增加,形成了无法进行精准流量计算的气

液混合物,得不到准确的热网输水流量数据,也就计算不出准确的热网供热功率数据,而本发明摒弃了对所述热网疏水管中的流量通过工具直接测量,而是选择根据凝水管中的水在混合所述热网疏水管排出的疏水前后的焓变,反推出所述热网疏水管的精确流量,进而使得到的热网供热功率数据的准确性大大提高。

[0099] 本发明还提供了一种供热能力测量系统,其一种具体实施方式的结构示意图如图3所示,称其为具体实施方式三,包括汽轮机01、采暖抽汽管02、热网加热器03、热网疏水管04、混合管07、凝结水管05、数据采集组件及数据处理器;

[0100] 所述汽轮机01通过所述采暖抽汽管02为所述热网加热器03供汽,所述热网加热器03的疏水依次通过所述热网疏水管04及所述混合管07汇入所述凝结水管05;

[0101] 所述凝结水管05包括凝水疏水泵09,所述凝水疏水泵09用于对混合所述热网加热器03的疏水后的凝结水管05水进行加压;

[0102] 所述数据采集组件包括设置于所述采暖抽汽管02上的采暖抽汽管压力传感器17及采暖抽汽管温度传感器18;设置于所述热网疏水管04上的热网疏水管压力传感器10及热网疏水管温度传感器11;设置于所述凝结水管05,且位于所述混合管07上游的混合前凝水管温度传感器12;设置于所述凝结水管05,且位于所述混合管07下游的混合后凝水管温度传感器13及凝水管压力传感器16;

[0103] 所述数据处理与器与所述数据采集组件及所述凝水疏水泵09信号连接,用于通过如上述任一种所述的供热能力测量方法确定热网供热功率数据。

[0104] 本具体实施方式中的供热能力测量系统与前文中的供热能力测量方法相对应,具体技术细节请参考前文,在此不再赘述。

[0105] 本具体实施方式中的各个采集组件采集的数据对应前文中供热能力测量方法中的各个数据,如所述采暖抽汽管压力传感器17对应前文的采暖抽汽管02压力数据,采暖抽汽管温度传感器18对应前文的采暖抽汽管02温度数据等,在此不再一一赘述。

[0106] 需要注意的是,所述凝水疏水泵09自带压差传感器15,可得到对应的压差数据用于相关计算。

[0107] 作为一种具体实施方式,所述混合管07设置于所述凝结水管05上的相邻的两个低压加热器之间,请参考图4,由于所述热网疏水管04的输出压力与一般火电厂中的低压加热器之间的凝结水管05中的压力近似,因此直接通过所述混合管07连接在两个低压加热器之间可大大降低安装架设成本,不需要再加装其他压力隔离装置,降低了建造成本。更进一步地,两个低压加热器分别为三号低压加热器及四号低压加热器。

[0108] 作为一种优选实施方式,所述混合后凝水管温度传感器13设置于所述混合管07与下游低压加热器08的进水口之间;

[0109] 所述数据采集组件还包括凝水管流量温度传感器14,所述凝水管流量温度传感器14设置于所述下游低压加热器08的出水口的下游;

[0110] 所述数据处理器通过所述凝水管流量温度传感器14发送的流量温度数据、所述凝水管疏水泵数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据。

[0111] 所述下游低压加热器08指位于下游(本发明的上下游指对应的管道中的水流方向的上下游,即来水的方向为上游,水流向的方向为下游)的低压加热器,即两个低压加热器中,接收经过所述热网疏水管04混合后的凝结水的低压加热器,与之对应,另一个接收没有

经过所述混合管07混合的凝结水管05的低压加热器称为上游低压加热器06。

[0112] 本优选实施方式中,新增设了所述凝水管流量温度传感器14,这是由于在通过所述低压加热器前后,所述凝结水管05中的水温度变化较大,所述凝水管流量温度传感器14对应的是经过两个低压加热器的水流,可获得稳定且具有代表性的水温数据,以便提升所述凝水管流量数据的计算准确度,进而进一步提升最终得到的热网供热功率数据的准确度。

[0113] 更进一步地,所述凝水管流量温度传感器14设置于所述凝水管压力传感器16的下游,由于目前用于流体测量的温度传感器在工作过程中本身就要发热,因此如果将所述凝水管流量温度传感器14设置于所述凝水管压力传感器16的上游,就会由于外部因素造成水体温度上升,致使压力读数存在误差,因此,本申请将所述凝水管流量温度传感器14设置于所述凝水管压力传感器16的下游,避免了温度测量对压力测量的干扰,进一步提升了测量准确性。

[0114] 本发明所提供的供热能力测量系统,包括汽轮机01、采暖抽汽管02、热网加热器03、热网疏水管04、混合管07、凝结水管05、数据采集组件及数据处理器;所述汽轮机01通过所述采暖抽汽管02为所述热网加热器03供汽,所述热网加热器03的疏水依次通过所述热网疏水管04及所述混合管07汇入所述凝结水管05;所述凝结水管05包括凝水疏水泵09,所述凝水疏水泵09用于对混合所述热网加热器03的疏水后的凝结水管05水进行加压;所述数据采集组件包括设置于所述采暖抽汽管02上的采暖抽汽管压力传感器17及采暖抽汽管温度传感器18;设置于所述热网疏水管04上的热网疏水管压力传感器10及热网疏水管温度传感器11;设置于所述凝结水管05,且位于所述混合管07上游的混合前凝水管温度传感器12;设置于所述凝结水管05,且位于所述混合管07下游的混合后凝水管温度传感器13及凝水管压力传感器16;所述数据处理器与所述数据采集组件及所述凝水疏水泵09信号连接,用于通过如上述任一种所述的供热能力测量方法确定热网供热功率数据。本发明认识到热网加热器03的供热能力测量不准的主要原因是热网疏水管04在压力发生突然变化时,温度跟不上变化导致管内气泡增加,形成了无法进行精准流量计算的气液混合物,得不到准确的热网输水流量数据,也就计算不出准确的热网供热功率数据,而本发明摒弃了对所述热网疏水管04中的流量通过工具直接测量,而是选择根据凝水管中的水在混合所述热网疏水管04排出的疏水前后的焓变,反推出所述热网疏水管04的精确流量,进而使得到的热网供热功率数据的准确性大大提高。

[0115] 一种供热能力测量设备,包括:

[0116] 存储器,用于存储计算机程序;

[0117] 处理器,用于执行所述计算机程序时实现如上述任一种所述的供热能力测量方法的步骤。本发明所提供的供热能力测量方法,通过采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力

数据确定凝水管流量数据;根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。本发明认识到热网加热器的供热能力测量不准的主要原因是热网疏水管在压力发生突然变化时,温度跟不上变化导致管内气泡增加,形成了无法进行精准流量计算的气液混合物,得不到准确的热网输水流量数据,也就计算不出准确的热网供热功率数据,而本发明摒弃了对所述热网疏水管中的流量通过工具直接测量,而是选择根据凝水管中的水在混合所述热网疏水管排出的疏水前后的焓变,反推出所述热网疏水管的精确流量,进而使得到的热网供热功率数据的准确性大大提高。

[0118] 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述任一种所述的供热能力测量方法的步骤。本发明所提供的供热能力测量方法,通过采集热网疏水压力数据、热网疏水温度数据、采暖抽汽管温度数据、采暖抽汽管压力数据、混合前凝水管温度数据、混合后凝水管温度数据、凝水管压力数据及凝水管疏水泵数据;根据所述热网疏水压力数据及所述热网疏水温度数据确定热网疏水焓数据;根据所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合后凝水管焓数据;根据所述混合前凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定混合前凝水管焓数据;根据所述采暖抽汽管温度数据及所述采暖抽汽管压力数据确定采暖抽汽管焓数据;根据所述凝水管疏水泵数据、所述混合后凝水管温度数据及所述凝水管压力数据确定凝水管流量数据;根据所述热网疏水焓数据、所述混合后凝水管焓数据、所述混合前凝水管焓数据及所述凝水管流量数据确定热网疏水流量数据;根据所述采暖抽汽管焓数据、所述热网疏水焓数据及所述热网疏水流量数据确定热网供热功率数据。本发明认识到热网加热器的供热能力测量不准的主要原因是热网疏水管在压力发生突然变化时,温度跟不上变化导致管内气泡增加,形成了无法进行精准流量计算的气液混合物,得不到准确的热网输水流量数据,也就计算不出准确的热网供热功率数据,而本发明摒弃了对所述热网疏水管中的流量通过工具直接测量,而是选择根据凝水管中的水在混合所述热网疏水管排出的疏水前后的焓变,反推出所述热网疏水管的精确流量,进而使得到的热网供热功率数据的准确性大大提高。

[0119] 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它实施例的不同之处,各个实施例之间相同或相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0120] 需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0121] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元

及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0122] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0123] 以上对本发明所提供的供热能力测量方法、装置及系统进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

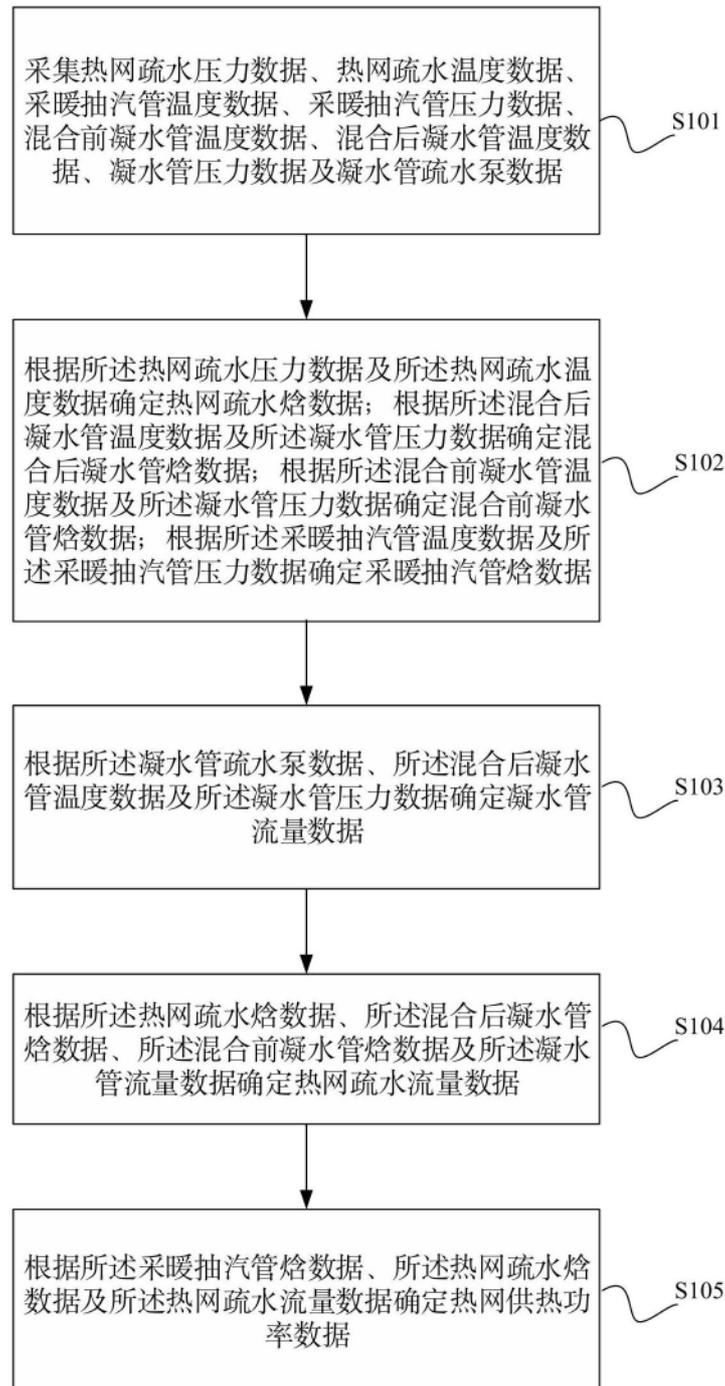


图1

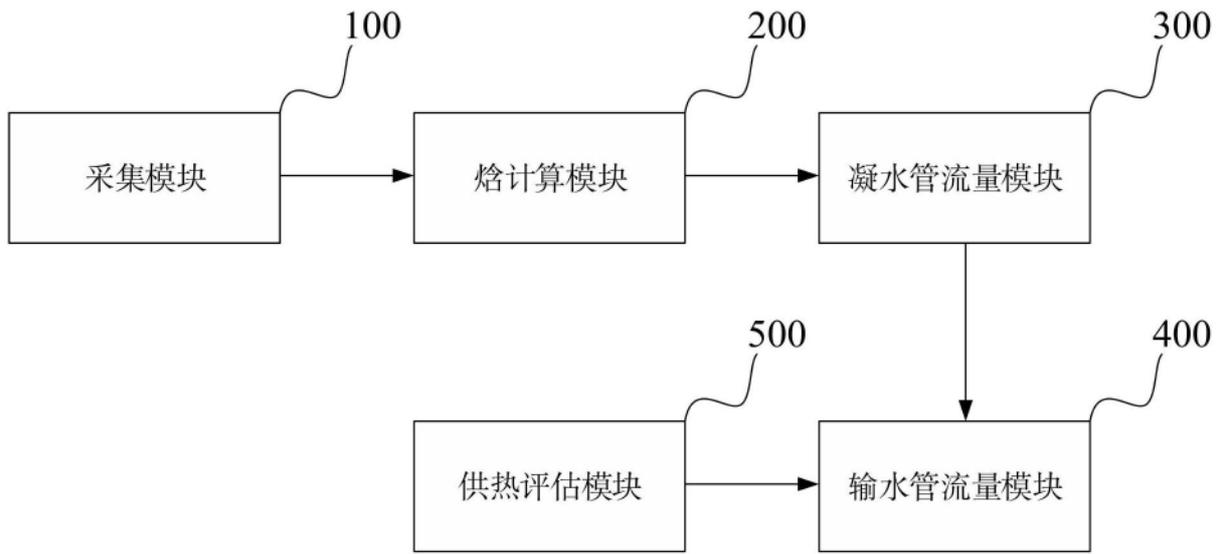


图2

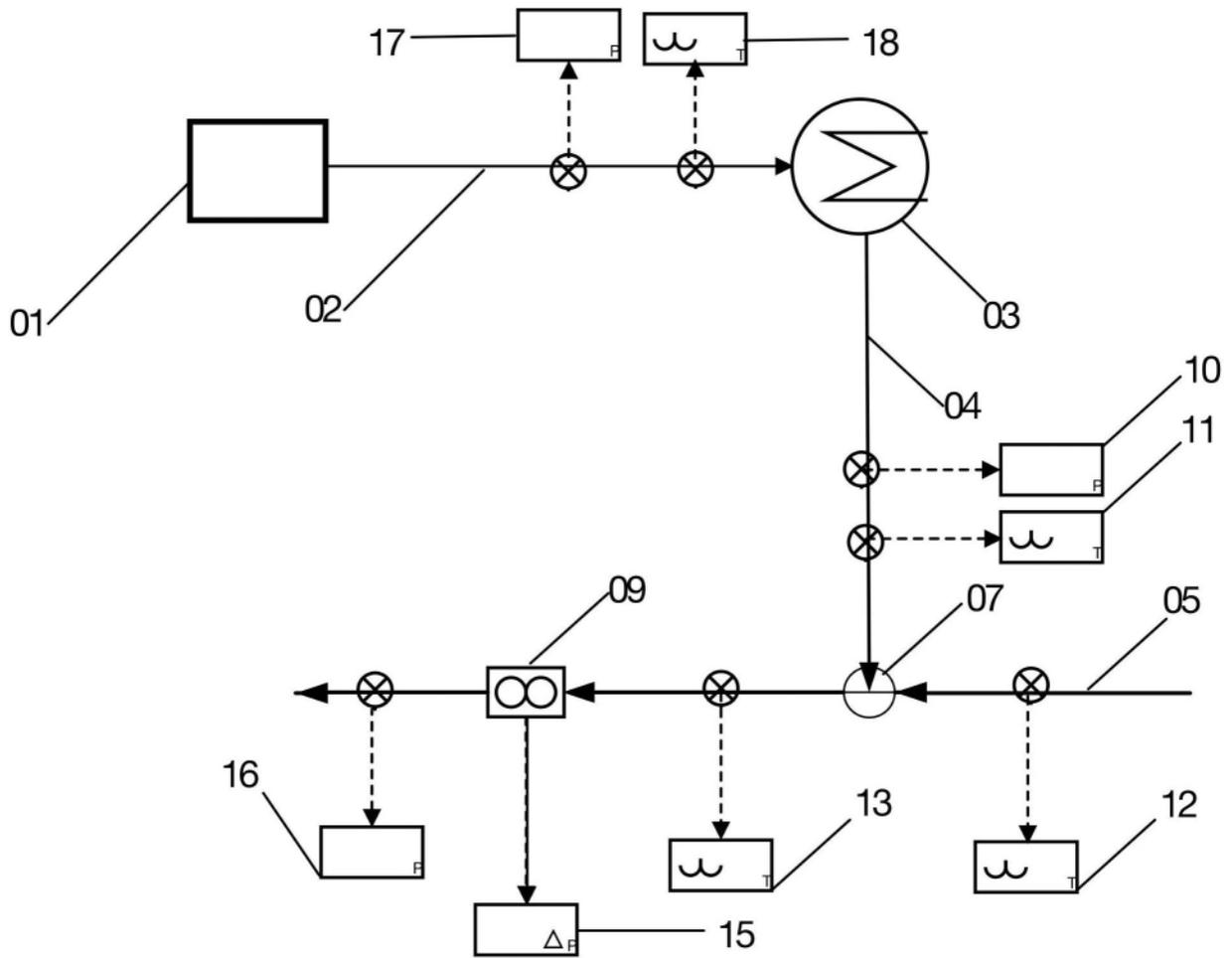


图3

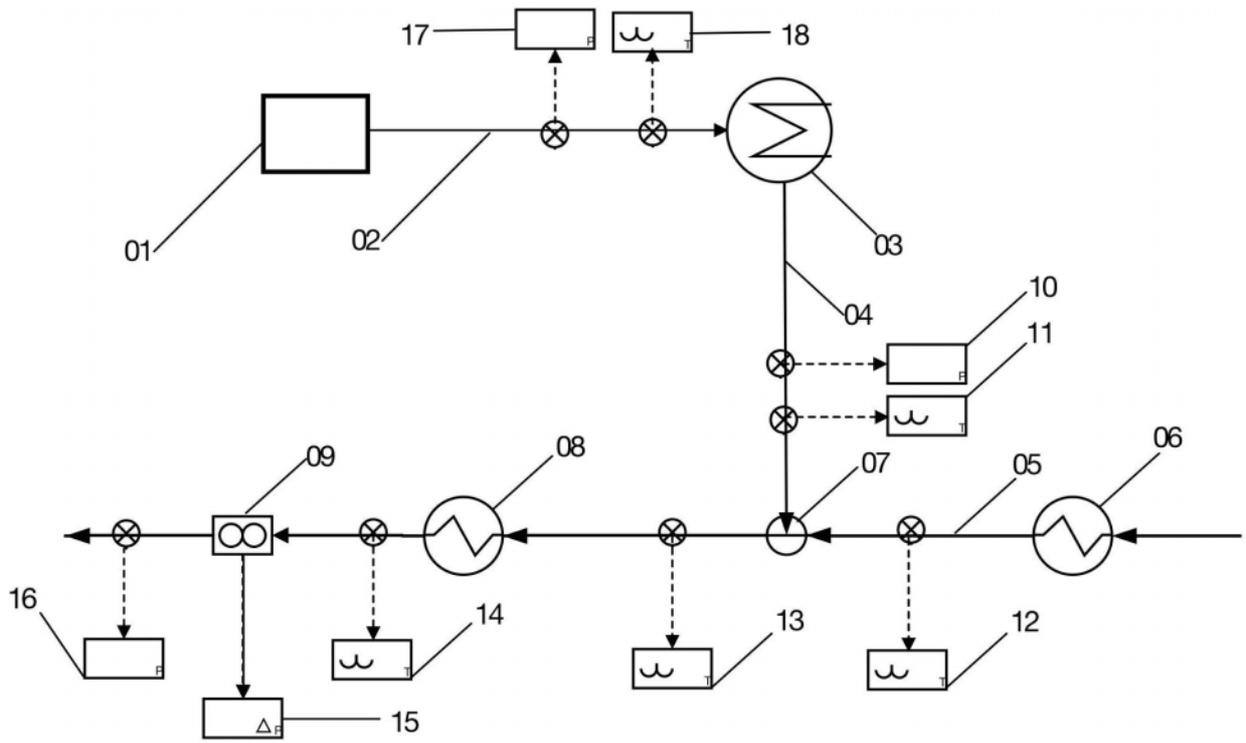


图4