



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210802601 U

(45)授权公告日 2020.06.19

(21)申请号 201921798183.0

(22)申请日 2019.10.24

(73)专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 顾汉洋 刘莉 黄超 徐德辉

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 胡晶

(51)Int.Cl.

G01F 23/14(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

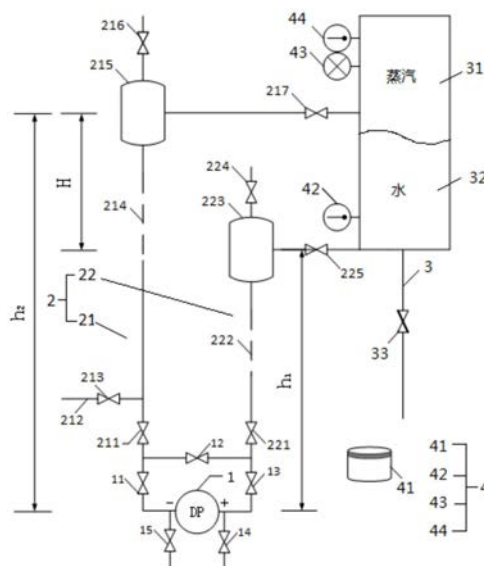
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种蒸汽工况下管内动态液位的测量系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种蒸汽工况下管内动态液位的测量系统,用于测量汽水混合管内的液位;测量系统包括:差压变送器、引压系统和仪控系统,引压系统包括正端引压子系统和负端引压子系统,差压变送器的正负两端分别通过正端引压子系统和负端引压子系统与汽水混合管的水区域和蒸汽区域连接;仪控系统包括仪控终端、压力变送器、测汽温热电偶和测水温热电偶,压力变送器和测汽温热电偶分别连接于汽水混合管的蒸汽区域,测水温热电偶连接于汽水混合管的水区域;仪控终端分别与所述差压变送器、压力变送器、测汽温热电偶和测水温热电偶电连接,解决了传统的液位计无法满足对管内液位的即时准确测量的技术问题。



1. 一种蒸汽水工况下管内动态液位的测量系统,用于测量汽水混合管内的液位,所述汽水混合管内包括蒸汽区域和水区域,其特征在于,所述测量系统包括:

差压变送器;

引压系统,其包括正端引压子系统和负端引压子系统,所述差压变送器的正负两端分别通过所述正端引压子系统和负端引压子系统与汽水混合管的水区域和蒸汽区域连接;

仪控系统,其包括仪控终端、压力变送器、测汽温热电偶和测水温热电偶,所述压力变送器和测汽温热电偶分别连接于所述蒸汽区域,所述测水温热电偶连接于所述水区域;所述仪控终端分别与所述差压变送器、压力变送器、测汽温热电偶和测水温热电偶电连接。

2. 如权利要求1所述的一种蒸汽水工况下管内动态液位的测量系统,其特征在于,所述差压变送器的正端分别设有正端截止阀和正端排污螺母,负端分别设有负端截止阀和负端排污螺母,所述正端截止阀和负端截止阀之间设有平衡阀。

3. 如权利要求2所述的一种蒸汽水工况下管内动态液位的测量系统,其特征在于,所述正端引压子系统包括依次通过正端引压管顺次连接正端下根部阀、正端平衡容器和正端上根部阀,所述正端平衡容器的上部还设有正端排空阀;

所述负端引压子系统包括依次通过负端引压管顺次连接负端下根部阀、负端平衡容器和负端上根部阀,所述负端平衡容器的上部还设有负端排空阀;

所述负端下根部阀和负端平衡容器之间的所述负端引压管还与供水管连连,所述供水管上设置一注水阀。

4. 如权利要求1所述的一种蒸汽水工况下管内动态液位的测量系统,其特征在于,所述汽水混合管的底部还设置一调节阀。

一种蒸汽水工况下管内动态液位的测量系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及液位测量技术领域,特别涉及一种高温高压蒸汽水工况下管内动态液位的测量系统。

背景技术

[0002] 核电站的回路系统中的蒸汽发生器作为高温蒸汽源,其内部充满高温高压的饱和蒸汽与水工质,水与蒸汽在蒸汽发生器内混合上升,绝大部分水经旋叶分离器后的疏水孔流至回水管内再循环回流。

[0003] 高温高压蒸汽水工况下,管内动态液位的准确测量对维持蒸汽发生器稳定高效地运行具有重要意义,因此,需要对管内液位进行精确测量与控制。液位过高会导致分离水回流阻滞,液位过低又会影响到分离水循环效率。在高温高压运行工况下,管内的液位波动较为剧烈,环境条件亦比较苛刻;且由于高温高压蒸汽的存在,使得管内地液面极不稳定,汽水界面存在较大过度空间。

[0004] 目前,传统的液位计无法满足对管内液位的即时准确测量,如:云母液位计在高温条件下无法正常工作;电接点液位计动态响应快,温度对其干扰较小,但是蒸汽中夹杂着的细碎液滴会对其测量造成影响;传统的外置平衡容器差压液位计则难以对密度变化较大的高温高压水工质液位进行准确测量。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种蒸汽水工况下管内动态液位的测量系统,以解决传统的液位计无法满足对管内液位的即时准确测量的技术问题。

[0006] 为了解决上述问题,本实用新型提供了一种蒸汽水工况下管内动态液位的测量系统,用于测量汽水混合管内的液位,所述汽水混合管内包括蒸汽区域和水区域,所述测量系统包括:

[0007] 差压变送器;

[0008] 引压系统,其包括正端引压子系统和负端引压子系统,所述差压变送器的正负两端分别通过所述正端引压子系统和负端引压子系统与汽水混合管的水区域和蒸汽区域连接;

[0009] 仪控系统,其包括仪控终端、压力变送器、测汽温热电偶和测水温热电偶,所述压力变送器和测汽温热电偶分别连接于所述蒸汽区域,所述测水温热电偶连接于所述水区域;所述仪控终端分别与所述差压变送器、压力变送器、测汽温热电偶和测水温热电偶电连接。

[0010] 较佳地,所述差压变送器的正端分别设有正端截止阀和正端排污螺母,负端分别设有负端截止阀和负端排污螺母,所述正端截止阀和负端截止阀之间设有平衡阀。

[0011] 较佳地,所述正端引压子系统包括依次通过正端引压管顺次连接正端下根部阀、正端平衡容器和正端上根部阀,所述正端平衡容器的上部还设有正端排空阀;

[0012] 所述负端引压子系统包括依次通过负端引压管顺次连接负端下根部阀、负端平衡容器和负端上根部阀,所述负端平衡容器的上部还设有负端排空阀;

[0013] 所述负端下根部阀和负端平衡容器之间的所述负端引压管还与供水管连接,所述供水管上设置一注水阀。

[0014] 较佳地,所述汽水混合管的底部还设置一调节阀。

[0015] 与现有技术相比,本实用新型存在以下技术效果:

[0016] 在本实用新型中,差压变送器的正负两端分别通过正端引压子系统和负端引压子系统与汽水混合管的水区域和蒸汽区域连接,基于水的不可压缩性,测点的压力可以迅速传送到差压变送器两端,保证了液位测量的即时性与连续性。压差、温度、压力信号都转换为电信号传输至仪控系统,实现远程监控与数据处理及修正,对动态变化的液位进行连续准确的测量。本实用新型原理简单,操作方便,能够对高温高压蒸汽工况下的管内液位进行准确连续地测量,动态响应快,工作寿命长,受环境影响极小。

[0017] 本实用新型提供的测量系统,在具体投入使用时,先将引压管内的空气排净,避免引压管内空气的压缩性引起的测量波动。而在负端测蒸汽压力处,负端平衡容器减小了蒸汽凝结与波动对压力的影响,并且两端的平衡容器都起到冷凝罐的作用,不仅保护压差变送器不因高温工质损坏,而且将引压管分为冷热两段,分别对两段工质进行基于温度与压力的密度修正,提高压差测量的准确性。

[0018] 当然,实施本实用新型的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有优点。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本实用新型实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例,对于本领域技术人员来讲,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。附图中:

[0020] 图1为本实用新型的优选实施例提供的一种蒸汽工况下管内动态液位的测量系统的结构示意图。

具体实施方式

[0021] 以下将结合图1对本实用新型提供的一种蒸汽工况下管内动态液位的测量系统进行详细的描述,本实施例在以本实用新型技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本实用新型的保护范围不限于下述的实施例,本领域技术人员在不改变本实用新型精神和内容的范围内,能够对其进行修改和润色。

[0022] 请参考图1,本实用新型提供一种蒸汽工况下管内动态液位的测量系统,用于测量汽水混合管3内的液位,所述汽水混合管3内包括蒸汽区域31和水区域32(蒸汽位于汽水混合管3的上部,水位于汽水混合管3的下部,因此将蒸汽和水分成蒸汽区域31和水区域32);所述测量系统包括:

[0023] 差压变送器1;

[0024] 引压系统2,其包括正端引压子系统22和负端引压子系统21,所述差压变送器1的正负两端分别通过所述正端引压子系统22和负端引压子系统21与汽水混合管3的水区域和

蒸汽区域连接；

[0025] 仪控系统4,其包括仪控终端41、压力变送器43、测汽温热电偶44和测水温热电偶42,所述压力变送器43和测汽温热电偶44分别连接于所述汽水混合管3的蒸汽区域31,所述测水温热电偶42连接于所述汽水混合管3的水区域32;所述仪控终端41分别与所述差压变送器1、压力变送器43、测汽温热电偶44和测水温热电偶42电连接。

[0026] 在本实施例中,所述差压变送器1的正端分别设有正端截止阀13和正端排污螺母14,负端分别设有负端截止阀11和负端排污螺母15,所述正端截止阀13和负端截止阀11之间设有平衡阀12。

[0027] 所述正端引压子系统22包括依次通过正端引压管222顺次连接正端下根部阀221、正端平衡容器223和正端上根部阀225,正端下根部阀221与正端截止阀13连接,正端上根部阀225与水区域32连接;所述正端平衡容器223的上部还设有正端排空阀224;

[0028] 所述负端引压子系统21包括依次通过负端引压管214顺次连接负端下根部阀211、负端平衡容器215和负端上根部阀217,负端下根部阀211与负端截止阀11连接,负端上根部阀217与蒸汽区域31连接;所述负端平衡容器215的上部还设有负端排空阀216;

[0029] 所述负端下根部阀211和负端平衡容器215之间的所述负端引压管214还与供水管212连接,所述供水管212上设置一注水阀213。

[0030] 所述汽水混合管3的底部还设置一调节阀33。

[0031] 进一步的,所述汽水混合管3上开设有对应于蒸汽区域31的蒸汽接口和对应于水区域32的水接口,正端上根部阀225与水接口连接,负端上根部阀217与蒸汽接口连接。

[0032] 上述所有的阀均与仪控终端电连接。

[0033] 本实用新型还提供一种实施的测量系统的测量方法,包括以下几个步骤:

[0034] 一、系统排空

[0035] 在常温常压状态下,即未建立高温高压蒸汽水工况之前,打开平衡阀、正端截止阀13、负端截止阀11、正端下根部阀221、负端下根部阀211,关闭正端上根部阀225、负端上根部阀217,打开正端排空阀224、负端排空阀216,并分别旋开正端排污螺母14和负端排污螺母15;打开注水阀213排出正端引压管222和负端引压管214内残余污水、气泡以及小颗粒杂质,保证整个测量系统的清洁性;

[0036] 二、初始化

[0037] 将正端排污螺母14和负端排污螺母15旋紧,然后通过供水管212向引压管系统注水,并通过调节注水阀213控制供水压力,注水至正端排空阀224处出水后,关闭正端下根部阀221;继续注水至负端排空阀216处出水后,关闭注水阀213,停止供水;关闭平衡阀,打开正端下根部阀221,再关闭正端排空阀224和负端排空阀216;打开正端上根部阀225和负端上根部阀217,差压变送器1将实时显示的示数 ΔP_H 发送给仪控终端41,仪控终端41接收到该数据后,通过预设的内置公式计算获得正端测点与负端测点之间的竖直高度差H:

$$[0038] \quad H = \frac{\Delta P_H}{\rho_0 g} \quad (1)$$

[0039] 式中:

[0040] ρ_0 ——现场环境温度与压力下水密度;

[0041] g ——为当地重力加速度;

[0042] 完成测量系统初始化;

[0043] 三、测试

[0044] 在建立高温高压蒸汽水工况后,仪控终端41实时接受压力变送器43、测水温热电偶42、测汽温热电偶44测量汽水混合管3内的压力 P_1 、水温度 T_1 、蒸汽温度 T_2 ;仪控终端41获得温度与压力参数后,根据内置关联的水物性函数可以实时获得相应工况下汽水混合管3内的水密度 $\rho_{\text{水}}$ 与蒸汽密度 $\rho_{\text{汽}}$,此时,差压变送器1正端与正端测点之间压力差为:

$$[0045] \quad P_1 - P_1^* = \rho_0 g h_1 \quad (2)$$

[0046] 式中:

[0047] P_1 ——差压变送器1正端压力;

[0048] P_1^* ——正端测点压力;

[0049] h_1 ——差压变送器1正端与正端测点之间竖直距离高度差;

[0050] 差压变送器1负端与负端测点之间压力差为:

$$[0051] \quad P_2 - P_2^* = \rho_0 g h_2 \quad (3)$$

[0052] 式中:

[0053] P_2 ——差压变送器1负端压力;

[0054] P_2^* ——负端测点压力;

[0055] h_2 ——差压变送器1负端与负端测点之间竖直距离高度差;

[0056] 正端测点与负端测点之间压力差为:

$$[0057] \quad P_1^* - P_2^* = \rho_{\text{水}} g h_{\text{液}} + \rho_{\text{汽}} g (H - h_{\text{液}}) \quad (4)$$

[0058] 差压变送器1示数为:

$$[0059] \quad \Delta P = P_1 - P_2 \quad (5)$$

[0060] 联立式(1)-(5)得到汽水混合管3的液位:

$$[0061] \quad h_{\text{液}} = \frac{\frac{\Delta P}{g} + (\rho_0 - \rho_{\text{汽}}) H}{\rho_{\text{水}} - \rho_{\text{汽}}} \quad (6)$$

[0062] 仪控终端41根据内置公式对获取的压差数据进行实时处理以及温度与压力的修正,获得液位数据并将其显示以便监控,液位数据随测量参数实时变化,实现高温高压汽水工况下管内动态液位的实时精确监测。

[0063] 以上公开的仅为本申请的一个具体实施例,但本申请并非局限于此,任何本领域的技术人员能思之的变化,都应落在本申请的保护范围内。

