



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110411677 A

(43)申请公布日 2019.11.05

(21)申请号 201910701122.6

(22)申请日 2019.07.31

(71)申请人 中国船舶科学研究中心(中国船舶重工集团公司第七〇二研究所)

地址 214082 江苏省无锡市山水东路222号

(72)发明人 王秋波 何涛 梁赞 沈斌琪 黄伟稀

(74)专利代理机构 无锡华源专利商标事务所 (普通合伙) 32228

代理人 聂启新

(51)Int.Cl.

G01M 3/24(2006.01)

G01H 11/08(2006.01)

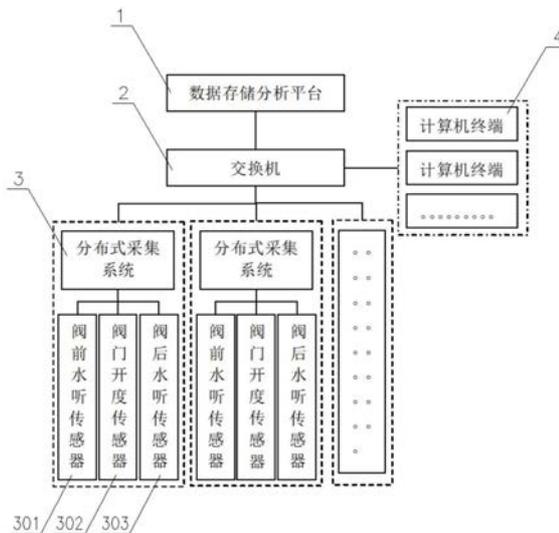
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置及监测方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置及监测方法,监测装置中的硬件系统包括若干个分布式采集系统,每个分布式采集系统均包含若干个与终端连接的阀前水听传感器、阀门开度传感器和阀后水听传感器,分布式采集系统通过交换机分别与数据存储分析平台和计算机终端连接,软件系统包括设置于数据存储分析平台内的数据存储分析系统,数据存储分析系统包括用户管理模块、WEB功能模块、数据库模块和后台功能模块,WEB功能模块还设置于计算机终端内。通过系统布置、参数设置、传感器信号采集、信号处理、数据比对和上传、数据存储等功能,实现与监测对象的实时交互和控制,能有效监测阀门内漏和空化所发出的微小信号,保障阀门使用安全。



1. 一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置,包括硬件系统和软件系统,其特征在于:所述硬件系统包括若干个分布式采集系统(3),每个分布式采集系统(3)均包含若干个与终端连接的阀前水听传感器(301)、阀门开度传感器(302)和阀后水听传感器(303),各分布式采集系统(3)共同通过交换机(2)分别与数据存储分析平台(1)和若干计算机终端(4)连接;

所述软件系统包括设置于数据存储分析平台(1)内的数据存储分析系统(5),所述数据存储分析系统(5)包括用户管理模块(501)、WEB功能模块(502)、数据库模块(503)和后台功能模块(504),所述WEB功能模块(502)还设置于计算机终端(4)内。

2. 如权利要求1所述的一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置,其特征在于:各阀前水听传感器(301)和阀后水听传感器(303)均为压电式水听传感器。

3. 如权利要求1所述的一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置,其特征在于:所述数据库模块(503)包括数据库操作功能、数据表设计功能及受WEB功能模块(502)控制的数据库备份与还原功能。

4. 利用权利要求1所述基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置进行监测的方法,其特征在于还包括以下步骤:

第一步:系统配置;

第二步:参数设置;

第三步:传感器信号采集;

第四步:数据处理;

第五步:将频域数据上传并将频域数据存储至数据库中;

第六步:由数据存储分析系统判断频域数据是否超限值,若是,同时跳转至第七和第十步,若否,跳转至第八步;

第七步:将时域数据上传并将时域数据存储至数据库中;

第八步:由数据存储分析系统判断频域数据变化趋势是否正常,若是,则跳转至第九步,若否,则同时跳转至第七和第十步;

第九步:结束此次监测;

第十步:软件系统发出警告提示。

5. 如权利要求4所述基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置进行监测的方法,其特征在于:第一步系统配置包括硬件系统配置和软件系统配置。

6. 如权利要求4所述基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置进行监测的方法,其特征在于:第三步传感器信号采集的内容为来自阀前水听传感器(301)、阀门开度传感器(302)和阀后水听传感器(303)的水声信号。

7. 如权利要求6所述基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置进行监测的方法,其特征在于:第四步数据处理的对象为第三步中通过传感器采集得到的水声信号。

## 一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置及监测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及阀门或管道系统设备监测领域,尤其是一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置及监测方法。

### 背景技术

[0002] 阀门是船舶与海洋工程以及石化领域各型装置及管道中最为常见的一种控制单元,通过阀门的启闭和调节能实现管道中流体机制的连通、切断及改变流向等功能。但同时在使用过程也存在因磨损、腐蚀以及密封件老化等原因而出现的阀门内漏或外漏的现象,一般阀门的外漏可以通过阀门外表面直观看出,但阀门的内漏很难有效监测,而阀门的内漏若不及及时发现和处理可能会导致严重的事故(输送流体流失、舱室进水等)。

[0003] 此外阀门在使用过程中,随着流体的流动以及压力的变化,当流体介质内部某处的压力小于饱和蒸汽压时,就会在此处产生空泡;当流体通过阀门后,空泡处恢复到高压环境,空泡就会溃灭,产生内向破裂,这种现象称之为空化。空化会导致阀门零部件的振动以及在流体介质中产生特定的流动噪声,此外空化形成的局部高温高压冲击会对阀门内表面造成空蚀伤害,影响阀门的使用寿命。

[0004] 传统的阀门内漏以及空化现象的监测方式主要为人工判断,或使用带有红外、超声技术的设备进行检查。目前,声发射技术在阀门监测领域的应用也逐步受到重视,但现有技术主要基于阀门内漏较大时引起流体射流激发结构振动这一原理,通过传声器监测因振动产生的空气噪声的变化,并将对监测数据进行进一步分析来判断阀门是否内漏,该方法存在难以监测微小渗漏,当阀门产生空化现象时容易误监测等问题和缺陷。

### 发明内容

[0005] 本申请人针对上述现有生产技术中的缺点,提供一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置及监测方法,所述监测装置对于微小渗漏产生的异常信号高度敏感,可应用于阀门微小渗漏及空化状态的监测,通过配套的监测方法,能根据阀门内漏以及空化时产生的异常噪声判断阀门的工作状态,调整系统内液体流动状态,避免阀门长时间在内漏或空化状态下运行,并基于应用场景的大系统对系统内数量众多的阀门进行同时监测和分析,从而为阀门的长期使用提供保障。

[0006] 本发明的监测装置所采用的技术方案如下:

[0007] 一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测装置,包括硬件系统和软件系统,所述硬件系统包括若干个分布式采集系统,每个分布式采集系统均包含若干个与终端连接的阀前水听传感器、阀门开度传感器和阀后水听传感器,各分布式采集系统共同通过交换机分别与数据存储分析平台和若干计算机终端连接;所述软件系统包括设置于数据存储分析平台内的数据存储分析系统,所述数据存储分析系统包括用户管理模块、WEB功能模块、数据库模块和后台功能模块,所述WEB功能模块还设置于计算机终端内。

[0008] 其进一步技术方案在于:

- [0009] 阀前水听传感器和阀后水听传感器均为压电式水听传感器；
- [0010] 数据库模块包括数据库操作功能、数据表设计功能及受WEB功能模块控制的数据库备份与还原功能。
- [0011] 本发明的监测方法所采用的技术方案如下：
- [0012] 一种基于水声信号的阀门泄露和空化监测方法，所述监测方法包括以下步骤：
- [0013] 第一步：系统配置；
- [0014] 第二步：参数设置；
- [0015] 第三步：传感器信号采集；
- [0016] 第四步：数据处理；
- [0017] 第五步：将频域数据上传并将频域数据存储至数据库中；
- [0018] 第六步：由数据存储分析系统判断频域数据是否超限值，若是，同时跳转至第七和第十步，若否，跳转至第八步；
- [0019] 第七步：将时域数据上传并将时域数据存储至数据库中；
- [0020] 第八步：由数据存储分析系统判断频域数据变化趋势是否正常，若是，则跳转至第九步，若否，则同时跳转至第七和第十步；
- [0021] 第九步：结束此次监测；
- [0022] 第十步：软件系统发出警告提示。
- [0023] 其进一步技术方案在于：
- [0024] 第一步系统配置包括硬件系统配置和软件系统配置；
- [0025] 第三步传感器信号采集的内容为来自阀前水听传感器、阀门开度传感器和阀后水听传感器的水声信号；
- [0026] 第四步数据处理的对象为第三步中通过传感器采集得到的水声信号。
- [0027] 本发明的有益效果如下：
- [0028] 本发明通过水听器传感技术来监测阀门渗漏和空化现象，对微小异常有着高度敏感性；本发明装置可以根据所需监测阀门的种类以及流体介质的不同设置监测策略和数据处理方法，在测试终端对测试数据进行预处理，在指定间隔时间内向远程终端传输频谱分析数据，且仅在水声信号出现异常时记录并传输部分时域数据，具有广泛的适用性，并有效降低了数据传输量和存储量；本发明使用测试终端对现场采集信号进行频谱分析、滤波、积分等相关分析计算，根据采集处理后的信号频谱特征以及分频段的信号总级对阀门内部微小渗漏及空化等异常状态进行及时可靠的监测和评估，并上传远程终端进行报警以及异常处理，同时在计算机终端可以直接查看系统网络图中阀门所在的位置以及相应的水声学信号数据结果，能精准判断风险等级，快速定位并作出安全响应，整套装置运行高效稳定，为维护阀门安全工作环境提供了有力保障。

#### 附图说明

- [0029] 图1为本发明的硬件系统示意图；
- [0030] 图2为本发明的软件系统示意图；
- [0031] 图3为本发明的传感器安装位置示意图；
- [0032] 图4为本发明的系统原理图。

[0033] 其中:1、数据存储分析平台;2、交换机;3、分布式采集系统;301、阀前水听传感器;302、阀门开度传感器;303、阀后水听传感器;4、计算机终端;5、数据存储分析系统;501、用户管理模块;502、WEB功能模块;503、数据库模块;504、后台功能模块。

### 具体实施方式

[0034] 下面结合附图,说明本发明的具体实施方式。

[0035] 如图1~4所示,本发明包括硬件系统和软件系统,硬件系统包括若干个分布式采集系统3,每个分布式采集系统3均包含若干个与终端连接的阀前水听传感器301、阀门开度传感器302和阀后水听传感器303,各分布式采集系统3共同通过交换机2分别与数据存储分析平台1和若干计算机终端4连接;软件系统包括设置于数据存储分析平台1内的数据存储分析系统5,数据存储分析系统5包括用户管理模块501、WEB功能模块502、数据库模块503和后台功能模块504,WEB功能模块502还设置于计算机终端4内。

[0036] 各阀前水听传感器301和阀后水听传感器303均为压电式水听传感器,数据库模块503包括数据库操作功能、数据表设计功能及受WEB功能模块502控制的数据库备份与还原功能。

[0037] 本发明的监测方法包括以下步骤:

[0038] 第一步:系统配置,包括硬件系统配置和软件系统配置,这一步要确定使用本发明的大系统内需要进行重点监控的阀门对象,在需要重点监控的阀门附近布置测试终端,在阀门前后管道及阀门上分别安装阀前水听传感器301、阀门开度传感器302和阀后水听传感器303,调节配套的软件和硬件系统,完成传感器的连接并接入以太网。

[0039] 第二步:参数设置,包括阀门与管道的通径,管道材质与壁厚,流体介质的温度、密度、声速和动力粘度等参数,也包括传感器相关的灵敏度、工作温度范围、量程、电荷/电压放大倍数、采样频率等参数。

[0040] 第三步:传感器信号采集,传感器信号采集的内容为来自阀前水听传感器301、阀门开度传感器302和阀后水听传感器303的水声信号。

[0041] 第四步:数据处理,数据处理的对象为第三步中通过传感器采集得到的水声信号,当管内介质开始流动或者阀门发生内泄漏时,即在各水听传感器内产生相应的微弱电流信号变化,电流信号经过电荷放大器放大后,由数据采集器采集并输入数据处理系统,在数据处理系统中电流信号匹配相应的水动力噪声声压值,而声压的分贝值可以通过以下公式来转换为水动力噪声级:

$$[0042] \quad L_p = 20 \log_{10} (p/p_0) \quad (1)$$

[0043] (1)式中: $L_p$ —水动力噪声声压级dB;

[0044]  $P$ —测得的水动力噪声声压pa;

[0045]  $P_0$ —水动力噪声声压基准值 $P_0 = 10^{-6}$ ;

[0046] 此后,对于所有水听器信号,还可以通过快速傅里叶变换获得各个测点的水动力噪声线谱,并进而计算1/3倍频程,得到各个频段内的水动力噪声级,该数据即为与频域相关的数据,数据处理的频率范围为10~20kHz。

[0047] 第五步:将频域数据上传并将频域数据存储至数据库中。

[0048] 第六步:由数据存储分析系统5判断频域数据是否超限值,远程终端的数据存储分

析系统5将流噪声测量值与发生泄漏以及空化时的流噪声特征谱线进行对比分析,并就特定频段内的测量值与系统稳定时的限值进行比较,如果特定频段内的流噪声总级与泄露时的特征谱线高度重合,系统将结合管道所处的状态(开关或开度)进行判断,若超出设定值则系统发出警告,并要求测试终端上传时域数据(同时跳转至第七和第十步),若没有超过设定值则跳转至第八步,同时即使不超过限值,系统也会要求测试终端在特定间隔时间内上传频域特征数据存储备用。

[0049] 第七步:将时域数据上传并将时域数据存储至数据库中。

[0050] 第八步:判断频域数据变化趋势是否正常,若是,则跳转至第九步,若否,则同时跳转至第七和第十步。

[0051] 第九步:结束此次监测。

[0052] 第十步:软件系统发出警告提示。

[0053] 用户可以通过计算机终端4查询数据存储分析系统5中特定时间段内的阀门流噪声数据,也可以实时查看现场数据。

[0054] 以上描述是对本发明的解释,不是对发明的限定,本发明所限定的范围参见权利要求,在本发明的保护范围之内,可以作任何形式的修改。

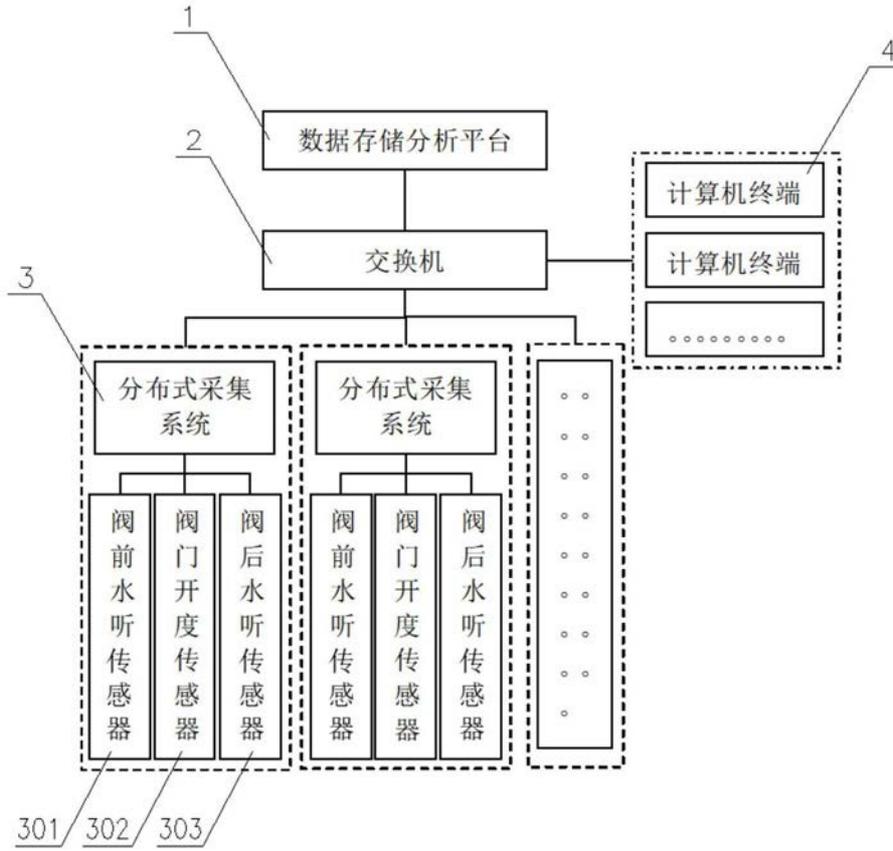


图1

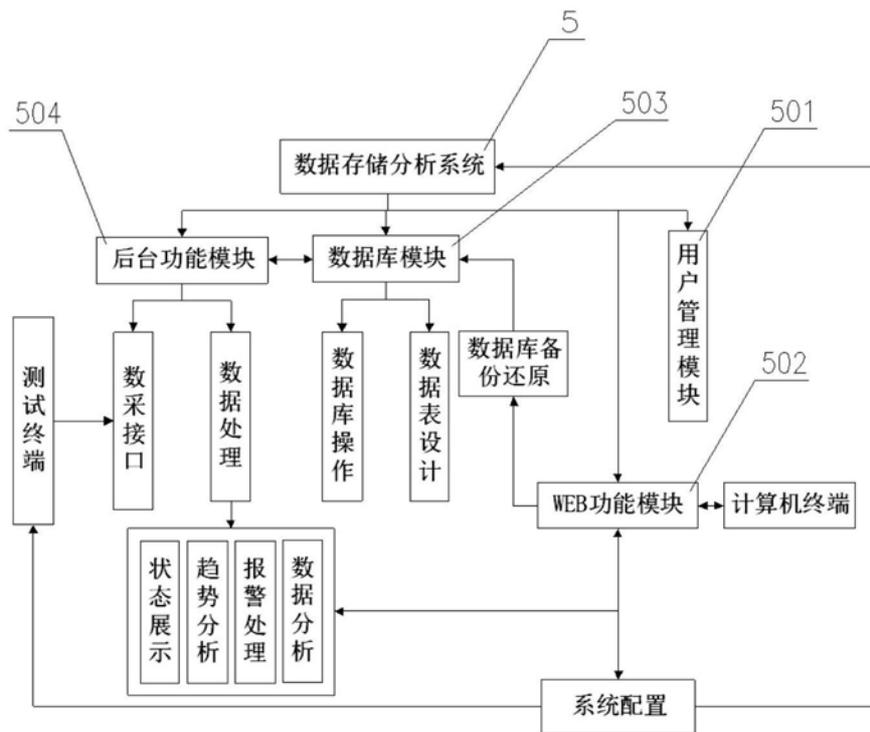


图2

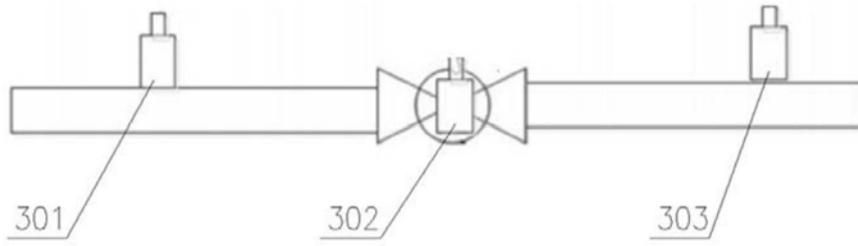


图3

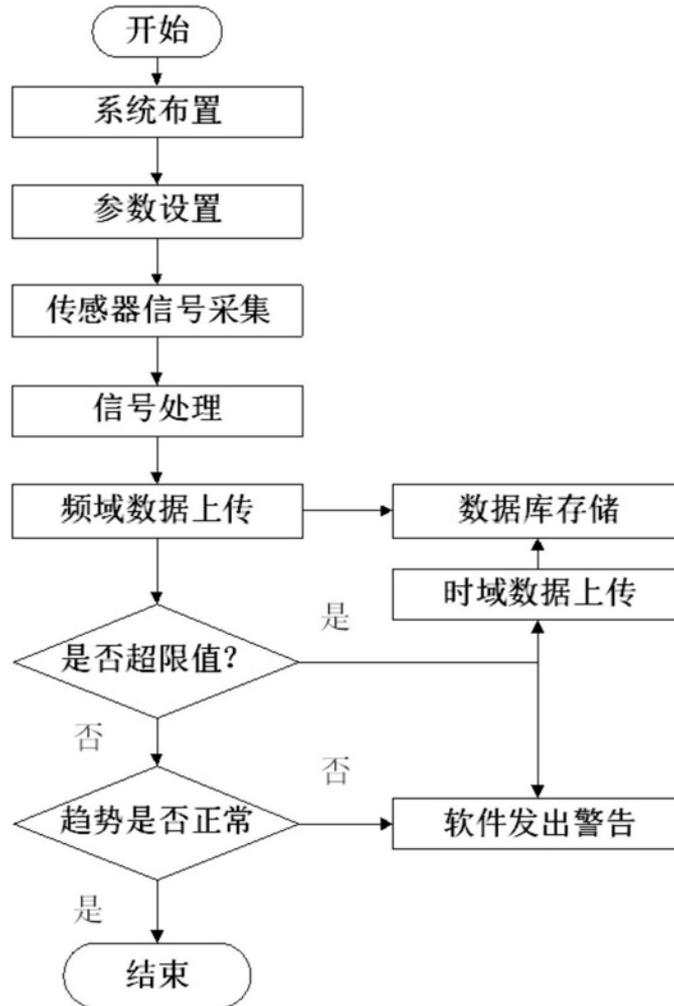


图4