



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213900752 U

(45) 授权公告日 2021.08.06

(21) 申请号 202023061279.4

(22) 申请日 2020.12.17

(73) 专利权人 华电福新能源股份有限公司安砂水力发电厂

地址 366021 福建省三明市永安市安砂镇龙江路1号

(72) 发明人 黄美信 于任鑫 陈建城 管君严 林琳 傅景林 张绰 邹文河 赖斌

(74) 专利代理机构 厦门龙格思汇知识产权代理有限公司 35251

代理人 黄庆鹊

(51) Int.Cl.

F17D 5/02 (2006.01)

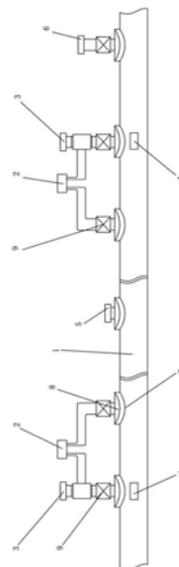
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置,包括设置在平铺的输水管道前后两端的两个差压监测模块,差压监测模块包括差压变送器,差压变送器设置在输水管道上间隔大于等于20米的两个取压孔之间;所述取压孔通过管道与差压变送器相连,其中一个取压孔与差压变送器的连接管道上设有第一压力传感器,两个差压监测模块间的输水管道上设有第二压力传感器,位于后端的差压监测模块的后方设有第三压力传感器;所述输水管道上安装有超声波流量计。本实用新型通过多种传感器的合理布置,即控制了成本,又能够保证测量数据的准确性。多种数据的有效监测能够保证负压波法、压力梯度法、压力流量质量分析法计算结果的准确性。



1. 基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置, 其特征在于: 包括设置在平铺的输水管道 (1) 前后两端的两个差压监测模块; 所述差压监测模块包括差压变送器 (2); 所述差压变送器 (2) 设置在输水管道 (1) 上间隔大于等于 20 米的两个取压孔 (7) 之间; 所述取压孔 (7) 通过管道与差压变送器 (2) 相连, 其中一个取压孔 (7) 与差压变送器 (2) 的连接管道上设有第一压力传感器 (3), 两个差压监测模块间的输水管道 (1) 上设有第二压力传感器 (5), 位于后端的差压监测模块的后方设有第三压力传感器 (6); 所述输水管道上安装有超声波流量计 (4); 所述超声波流量计 (4) 设置在差压监测模块的其中一个取压孔 (7) 所在管段的侧方。

2. 根据权利要求 1 所述的基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置, 其特征在于: 所述取压孔 (7) 的直径为 6mm; 所述取压孔 (7) 上焊接有 10mm 的补强板 (8); 所述取压孔 (7) 通过设置在管道上的三通阀 (9) 与差压变送器 (2) 相连。

3. 根据权利要求 1 所述的基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置, 其特征在于: 所述第二压力传感器 (5) 安装处管道不用开孔, 第二压力传感器 (5) 使用现有压力表的测压孔。

4. 根据权利要求 1 所述的基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置, 其特征在于: 所述第三压力传感器 (6) 安装处开设有取压孔 (7); 所述取压孔 (7) 的直径为 6mm; 所述取压孔 (7) 上焊接有 10mm 的补强板 (8); 所述取压孔 (7) 通过设置在管道上的三通阀 (9) 与第三压力传感器 (6) 相连。

基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及水力输水领域,尤其涉及到基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置。

背景技术

[0002] 安砂水电厂坝后有一根从上游水库引至下游的灌溉管道,管道路径穿过整个厂区,同时也紧挨升压站及开关站围墙外侧,主要为下游安砂镇人民提供农业灌溉用水及生活用水,管径0.8m,管道总长五百多米,自1975年投运至今已运行45年,管道在服役过程中,随着设备的老化、腐蚀,在水力瞬变引发管路压力特性变化时,一些焊缝及管壁存在爆管的风险,近年来已经出现两次爆管事件,由于管径较大、流量较大、压力较高,管道的泄漏将会给下游的人民生命及财产造成严重的安全威胁,其中已有两次爆管造成安砂镇群众农业灌溉用水及生活用水中断,造成了巨大的经济损失;同时由于管道紧挨升压站及开关站围墙外侧,也严重威胁厂区的一些重要基础设施,存在极大的安全隐患。因此,需建立输水管路水力瞬变仿真的数学模型,对输水管道的泄漏进行预测分析及监测,在输水管道发生泄漏的情况下,可准确预报并联动控制,防止爆管或大规模泄漏的发生解决管路泄漏导致的水资源浪费问题和安全隐患问题,并为同类型输水管道泄漏的预测分析与监测提供可靠技术方案,对类似企业提供有益的借鉴,形成良好的应用价值和推广价值。

[0003] 考虑到将采用水力瞬变仿真方法对电站坝后管路系统进行仿真,因此需要先对电站坝后管路系统进行参数化,便于最终有针对性地求解有压管路非恒定流方程。

[0004] 建立电站水库及坝后管道(含两条生活供水管道和抽水泵)水力瞬变数学模型,以数学形式描述水力元器件处的压力及速度变化规律,明确各元器件位置的能量与压力损失特性。并将仿真计算结果与现场试验数据进行对比,验证并校正数学模型。

[0005] 在建立电站管路系统数学模型时,坝后管路可用有压管路非恒定流方程描述,而在管路系统进出口则需要设定一定的边界条件。通过在边界处给定压力与速度,形成方程求解的初始及附随条件。边界条件的给定十分重要,其中上游水库的水位值以及末端阀门的开度最为关键,应当参考电站长期运行过程中水位的变化,从而确定管路进出口压差,使得管路内部压力变化的求解更为准确。在不同库水位条件下,对生活供水泵启动、抽水、停泵过程中不同的运行状态进行流动仿真计算,确定管道水力特征的实时状态。

[0006] 爆管发生过程中及之后,管路系统的数学模型将发生变化。爆管后形成的漏点,其可视为出口边界,具有一定的当量直径、局部压力、压力梯度与流速等特征。因此,需要在原有数学模型基础上,根据爆管位置及其当量直径假设值,开展管路系统数学模型的修正,形成爆管事件发生下的水力瞬变预测数学模型。

[0007] 基于管路水力系统数学模型,采用一维特征线法对其水力特性进行预测。主要预测管路进口至出口之间的压力变化、速度变化、压力波传递等特性。不同边界条件下获得的预测结果,可与现场试验数据相对比,明确爆管前管路系统水力特性的同时,验证并校正数学模型。

[0008] 假设爆管事件发生后,根据爆管位置、爆管当量直径、爆管当量泄露量等特征,对数学模型进行校正。然后,预测不同位置发生爆管情况下管路水力系统内部水力特征(压力、流量、速度等)的变化。具体分析典型位置(现场监测位置)的水力特征瞬态变化规律,明确爆管事件发生对于系统暂态水力特性的影响。将数学预测结果作为现场监测结果的对比,为爆管的分析与预警提供依据。建立爆管位置的数学模型,在水力瞬变计算结果的基础上,将正常工作时与泄漏发生时的管道水力特性进行对比分析,预测泄漏点可能出现的位置和泄漏量,为监测控制系统泄漏报警以及联动关闭进水阀门提供判据。

[0009] 研究分析负压波检漏法、压力梯度法、压力-流量-质量分析法检测原理,同时结合现场管路泄漏点模拟试验,获得超声波流量计、压力变送器实时监测数据,在分析了解管道压力、流量分布特征的基础上建立可靠适用的管道泄漏监测数学模型。

[0010] 负压波法:当输水管道发生泄漏时,由于输水管道内压力大于外部气压,泄漏处的水迅速流出,压力突降,泄漏瞬间会产生负压波。该负压波以一定的速度迅速向管道两端传播,经过若干时间后将分别被安装在泄漏点两端的三个压力传感器检测到。根据检测到的负压波的波形特征,就可以判断是否发生了泄漏,同时还可以根据负压波传到这三个压力传感器的时间差确定泄漏点位置。负压波的传播速度是一个变化的物理量,受管道弹性模量、管壁厚度和管径大小等因素的影响,用下述方法能够实时加以动态修正,从而更为准确地判断泄漏位置。

[0011] 如图1所示,管道泄漏点与P2点之间的距离X按如下公式计算:

$$[0012] \quad X = [L + S * (t_2 - t_1) / (t_3 - t_2)] / 2$$

[0013] 式中,t₁、t₂、t₃分别为负压力波到达P₁、P₂、P₃点的时间。

[0014] 压力梯度法:输水管道输送介质的粘度系数、沿程摩阻系数及密度等参数都是温度函数,在稳定流的理想条件(等温)下,沿管道压力梯度为固定斜率的直线,泄漏时泄漏点上游流量增大,压力梯度增大,泄漏点下游流量减小,相应的压力梯度也减小,压力梯度由直线变为折线,通过找到第二类间断点就可以判断为泄漏点。

[0015] 具体而言,在管道上、下游两端各设置两个压力传感器检测压力信号,通过上、下游的压力信号分别计算出上、下游管道的压力梯度。当没有发生泄漏时,沿管道的压力梯度呈斜直线;当发生泄漏时,泄漏点前的流量变大,压力梯度变陡,泄漏点后的流量变小,压力梯度变平,沿管道的压力梯度呈折线状,折点即为泄漏点,由此可计算出泄漏点的位置,其定位原理见图2。

[0016] 管道泄漏点与P上点之间的距离X按如下公式计算:

$$[0017] \quad X = \frac{P_{上} - P_{下} - LG_{下}}{G_{上} - G_{下}}$$

[0018] 公式中,P_上为入口压力;P_下为出口压力;G_上为泄漏点上游压力梯度;G_下为泄漏点下游压力梯度;L为管道长度。

[0019] 压力-流量-质量分析法:压力-流量-质量分析法基于管道中流体物质流动的质量或体积守恒关系,即液体的注入量与流出量的差应等于管道内停滞的流体量。在管道运行稳定后,流入量与流出量视为相等,于是在检测管道多点位的输入和输出流量时,若差值大于一定范围,即表明所测管道内可能发生泄漏。管道中的流体物质沿管道运行时其温度、压

力、密度、粘度等可能发生变化,容易产生误检。在实际应用中可由下列公式进行修正:

$$[0020] \quad QL=Qi-Qo-Qa$$

[0021] 公式中,QL为管道泄漏的体积流量;Qi,Qo分别为测量段入口与出口的体积流量;Qa为与温度、体积、压力、密度、粘度等有关的管道内流体体积改变量。当QL超过设定的阈值时,就进行预警和泄漏故障报警,泄漏点的位置可由流量、上下游测量点压力,水头、管道长度、管道直径计算得出。

[0022] 使用压力流量质量分析法进行泄漏检测时,流量计的精度和管道中的流体物质存余量的估计对泄漏检测精度有一定的影响。

[0023] 流量计之间的距离不宜设置过远,以确保流量计之间管道中流体物质余量预测的精确性。压力流量质量分析法对于检测运行状况不断变化的管道和泄漏量少的情況时,检测误差会较大,可以与前面两种方法配合使用。

[0024] 上述几种不同的方法均能够监测出泄漏点,但都各有优缺点,只有使用多种方式一起使用,才能够有效的提高监测的准确性和判断具体的泄露位置,而现有技术中通常只在特定位置设置不同的传感器,用于测量所需的数据,这种方式无法做到精准测量并有效的获取瞬态压力变化,降低了测量的精度。

实用新型内容

[0025] 本实用新型的目的在于克服上述现有技术中的不足之处而提供一种数据测量准确、安全可靠的基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置。

[0026] 本实用新型是通过如下方式实现的:

[0027] 基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置,包括设置在平铺的输水管道前后两端的两个差压监测模块;所述差压监测模块包括差压变送器;所述差压变送器设置在输水管道上间隔大于等于20米的两个取压孔之间;所述取压孔通过管道与差压变送器相连,其中一个取压孔与差压变送器的连接管道上设有第一压力传感器,两个差压监测模块间的输水管道上设有第二压力传感器,位于后端的差压监测模块的后方设有第三压力传感器;所述输水管道上安装有超声波流量计;所述超声波流量计设置在差压监测模块的其中一个取压孔所在管段的侧方。

[0028] 进一步的,所述取压孔的直径为6mm;所述取压孔上焊接有10mm的补强板;所述取压孔通过设置在管道上的三通阀与差压变送器相连。

[0029] 进一步的,所述第二压力传感器安装处管道不用开孔,第二压力传感器使用现有压力表的测压孔。

[0030] 进一步的,所述第三压力传感器安装处开设有取压孔;所述取压孔的直径为6mm;所述取压孔上焊接有10mm的补强板;所述取压孔通过设置在管道上的三通阀与第三压力传感器相连。

[0031] 本实用新型的有益效果在于:通过第一、第二、第三压力传感器分别测量4个断面的瞬态压力,可以获得输水管道中更加准确的瞬态压力变化,通过设置三通阀,便于日常排水排污。差压检测模块通过合理的管段跨度进行安装,既控制了成本,又能够保证测量数据的准确性。多种数据的有效监测能够保证负压波法、压力梯度法、压力流量质量分析法计算结果的准确性。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本实用新型实施方式的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本实用新型的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0033] 图1是负压波分析法确定泄漏位置原理图。

[0034] 图2是压力梯度法原理图。

[0035] 图3是本实用新型结构示意图。

具体实施方式

[0036] 为使本实用新型实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本实用新型实施方式中的附图,对本实用新型实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式是本实用新型一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本实用新型中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本实用新型保护的范围。因此,以下对在附图中提供的本实用新型的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本实用新型的范围,而是仅仅表示本实用新型的选定实施方式。基于本实用新型中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本实用新型保护的范围。

[0037] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,术语“上”、“下”、“内”、“外”“前端”、“后端”、“两端”、“一端”、“另一端”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0038] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“设有”、“连接”等,应做广义理解,例如“连接”,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0039] 实施例:

[0040] 如图3所示,基于水力瞬变仿真的输水管道泄漏预警数据监测装置,包括设置在平铺的输水管道1前后两端的两个差压监测模块;所述差压监测模块包括差压变送器2,差压变送器2采用高精度的美国罗斯蒙特3051CD差压变送器;所述差压变送器2设置在输水管道1上间隔等于20米的两个取压孔7之间;所述取压孔7通过管道与差压变送器2相连,其中一个取压孔7与差压变送器2的连接管道上设有第一压力传感器3,两个差压监测模块间的输水管道1上设有第二压力传感器5,位于后端的差压监测模块的后方设有第三压力传感器6;所述输水管道上安装有超声波流量计4,超声波流量计4采用日本富士FSSC高精度夹装式超声波流量计;所述超声波流量计4设置在差压监测模块的其中一个取压孔7所在管段的侧方,通过在输水管道水平段上前后两个断面,即两个差压监测模块的其中一个取压孔7所在位置分别布置一套超声波流量计,实时对比流入和流出该段管道的流量,以检查输水管道

是否发生泄漏,当泄漏发生时能够准确地测出泄漏流量。

[0041] 本实用新型的一实施例中,所述取压孔7的直径为6mm;所述取压孔7上焊接有10mm的补强板8;所述取压孔7通过设置在管道上的三通阀9与差压变送器2相连。

[0042] 本实用新型的一实施例中,所述第二压力传感器5安装处管道不用开孔,第二压力传感器5使用现有压力表的测压孔。

[0043] 本实用新型的一实施例中,所述第三压力传感器6安装处开设有取压孔7;所述取压孔7的直径为6mm;所述取压孔7上焊接有10mm的补强板8;所述取压孔7通过设置在管道上的三通阀9与第三压力传感器6相连。

[0044] 本实用新型的一实施例中,所述第一压力传感器3、第二压力传感器5、第三压力传感器6均采用德国德玛仕EDC压力传感器。

[0045] 本实用新型通过第一、第二、第三压力传感器分别测量4个断面的瞬态压力,可以获得输水管道中更加准确的瞬态压力变化,通过设置三通阀,便于日常排水排污。差压检测模块通过合理的管段跨度进行安装,即控制了成本,又能够保证测量数据的准确性。多种数据的有效监测能够保证负压波法、压力梯度法、压力流量质量分析法计算结果的准确性。

[0046] 以上所述仅为本实用新型的优选实施方式而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

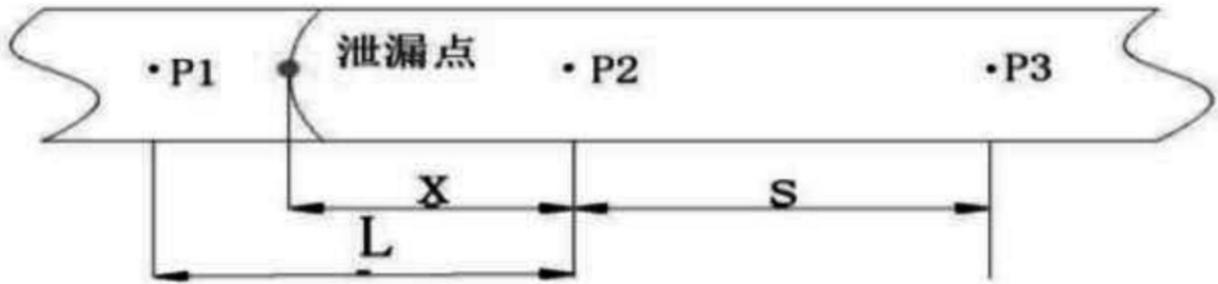


图1

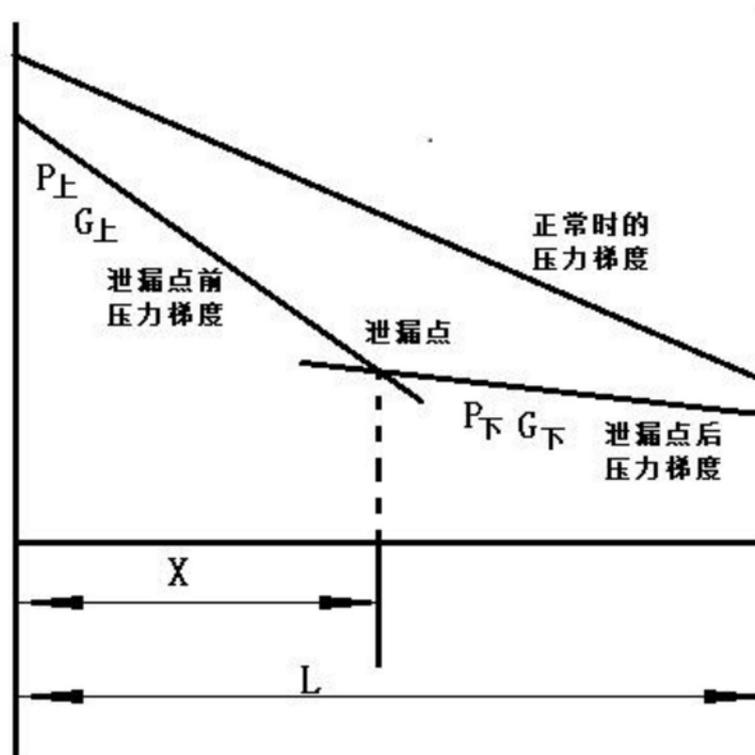


图2

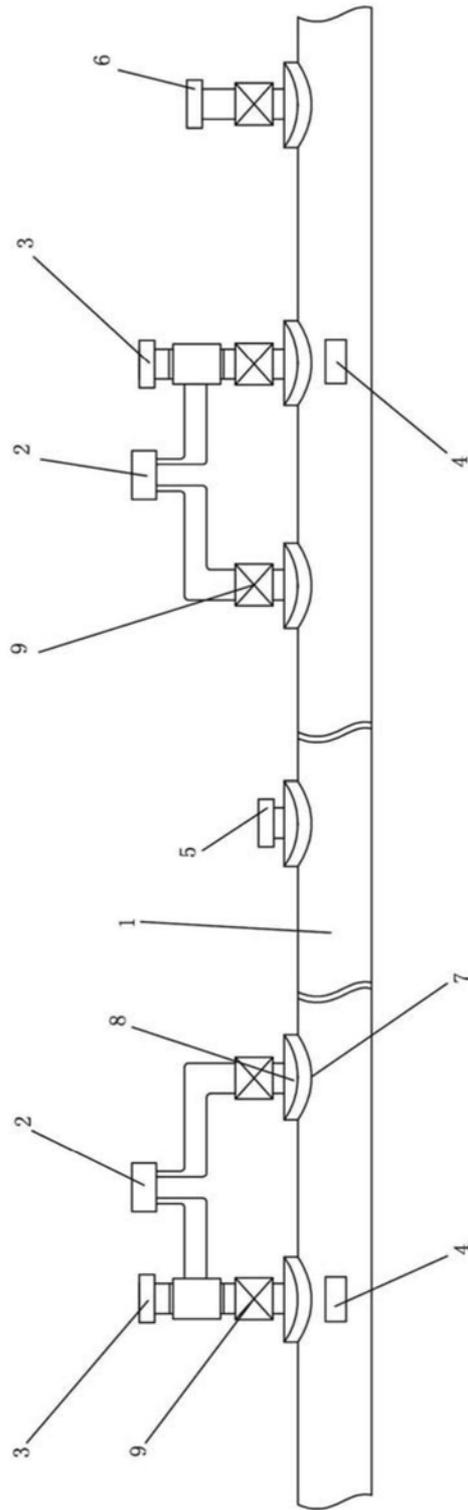


图3