



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103148898 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 12

(21) 申请号 201310025484. 0

(22) 申请日 2013. 01. 10

(71) 申请人 济南大学

地址 250022 山东省济南市济微路 106 号

(72) 发明人 张刚 张立卿

(51) Int. Cl.

G01F 1/34 (2006. 01)

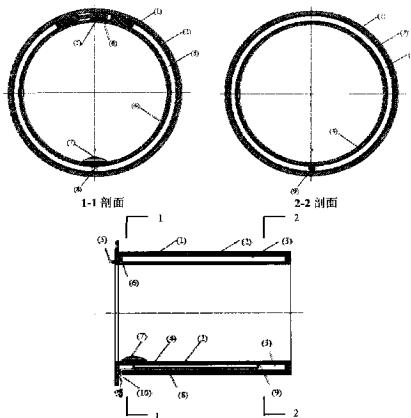
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种非满流圆管流量在线计量装置

(57) 摘要

本发明公开了一种非满流圆管流量在线计量装置。该装置基于非满流圆管流体流动特性，在建立流量与管径、坡度及水深函数关系的基础上，通过在线计量水深进行流量计算，从而得出管道断面流量。与同类流量计量装置相比，该装置安装方便，应用灵活，安装后可做埋地处理，不占用地表面积，结构简单，数据传输量小，降低了信号干扰风险，既克服了堰式流量计易淤积的缺限，又避免了流速 - 水位型流量计忽视流速的不均匀分布造成 的系统误差，有一定的推广应用价值。



1. 一种非满流圆管流量在线计量装置,包括流量计外壳、防腐内衬、球冠状定位仪、压力传感器及与之相连的转换器、控制器、显示器,其特征在于:

所述装置为一管式流量计,即可安装于既有管道之内,或作为管段进行直接安装;球冠状定位仪与压力传感器共母线布置,位置可微调至管段底部;工作中,压力传感器将水流压力信号经双绞屏蔽线传输至转换器,转换成数字信号后传输至控制器,经计算得出流量数据并传输至显示器进行显示。

2. 根据权利要求 1 所述的一种非满流圆管流量在线计量装置,其特征在于:

基于非满流流体特性,可推导得出断面流量与管径、管道坡度、水深的函数关系;依据上述函数关系编制程序,于装置安装时实测管径及坡度并输入程序,在线检测静水压强,依据水位与压强的线性关系计算水位并输入程序,从而对在线流量进行计算。

3. 根据权利要求 1 所述的一种非满流圆管流量在线计量装置,其特征在于:

所述的管式流量计底部设有球冠状定位仪,该定位仪与压力传感器共母线安装,定位仪外壳上标有相互垂直的两道刻度,安装后其一与管轴线方向平行,其二与管轴线方向垂直;通过微调定位仪位置,使气泡处于后一刻度线上,此时定位仪与压力传感器均位于管道断面最低点;读取气泡所处刻度值,即可推算出管道坡度。

4. 根据权利要求 1 所述的一种非满流圆管流量在线计量装置,其特征在于:

所述的流量计量装置,应用于既有管道,安装于管道内壁,外层套有弹性套筒,内为钢管壳,管壳上端开口,端部设有调节旋钮可对管径进行调节。

5. 根据权利要求 1 所述的一种非满流圆管流量在线计量装置,其特征在于:

所述的流量计量装置作为管段进行工程安装,两端设有承插口,可分别与上下游管道连接。

一种非满流圆管流量在线计量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种流量计量装置,用于在线计量非满流圆管中的流体流量,可广泛应用于市政雨污水管网、污废水处理设施排出口的流量在线计量等。

背景技术

[0002] 在给水排水系统中,流量是重要的过程参数之一。对于压力流管段,以电磁流量计为代表流量计量方法得到广泛应用,对于重力流渠道,以文丘里计量槽、巴氏计量槽为代表的槽式计量方法也日臻成熟,然而对于重力非满流圆管,当前的流量计量方式普遍存在缺憾。传统的非满流圆管流量计量仪表,按测量原理大致可分为计量堰法、PB 测流槽法、流速 - 水位计算法和电磁流量计法等四类。

[0003] 堰法通过在检查井中设置计量堰,测定堰上水头的方式进行流量计量,结构简单,计量精度高,但存在堰上悬浮物堆积的问题,且不适用于小坡度管段;PB 槽流量计对圆管结构进行改造,将圆形断面收缩成倒梯形喉道,水流在喉道部产生射流。通过测量上游水位进行流量计算,该方法具有管壁粗糙度影响小、水头损失小等优点,但要求管道坡度高于 2%,而实际工程中,大多数圆管管段小于该坡度;流速 - 水位计算法应用超声波流速仪和液位计,分别计量管内流速及液位,计算得出管内流量,具有适用范围广、安装方便等优点,但成本较高,且易受流速分布影响;电磁流量计法在圆管内设置挡板,于挡板底部设置电磁流量计,通过电磁流量计进行流量计量,该方法对上下游管段情况要求不高,但水头损失较大,易形成悬浮物堆积,且不适用于小流量测量。

[0004] 近年来,针对上述非满流圆管流量计量方式存在的问题,广大工程技术人员开展了大量试验研究,开发形成了多种非满流圆管流量计,上述流量计多基于电磁流量计测量原理,通过对圆管中流速及液位的测量,对流量进行计算,避免了传统潜水式电磁流量计计量存在的水头损失大、易堵塞等缺陷,然而对于管内经常出现的小流量、低流速水流计量仍不准确,且需同时计量水位、流速,结构相对较为复杂。

[0005] 非满流圆管流量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$ 可表达为过水断面面积 $A(\text{m}^2)$ 与流速 $v(\text{m}/\text{s})$ 的乘积,也即:

$$Q = A \cdot v$$

依据曼宁公式,水力半径为 $R(\text{m})$ 、坡度为 $i(\%)$ 的非满流圆管中,流速 v 可表达为:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

其中, n 为与管材有关的管壁粗糙系数,水力半径 R 为过水断面面积 A 与湿周 $x(\text{m})$ 之比,由几何关系, A 与 x 均可由管径 D 及水深 $h(\text{m})$ 表出,因而,对于非满流圆管,当 $h < D/2$ 时,其过水流量可表达为:

$$Q = \frac{i^{\frac{1}{2}}}{n} \left(\frac{D}{4} - \frac{(D-2h)(Dh-h^2)^{\frac{1}{2}}}{D-2h} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{D^2}{8} \arccos \frac{D-2h}{D} - \left(\frac{D}{2} - h \right) (Dh-h^2)^{\frac{1}{2}} \right)$$

当 $h > D/2$ 时, 过水流量可表达为 :

$$Q = \frac{i^{\frac{1}{2}}}{n} \left(\frac{\pi D^2}{4} - \left(\frac{D^2}{8} \arccos \frac{2h-D}{D} + \frac{1}{2} (2h-D)(Dh-h^2)^{\frac{1}{2}} \right) \right)^{\frac{5}{3}} \left(\pi D - D \arccos \frac{2h-D}{D} \right)^{-\frac{2}{3}}$$

其中, 水力坡度 i 等于管底坡度 I , 因而, 对于管径、管材已知的非满流管段, D 及 n 均为定值, 对于待测管段, I 也为定值, 只需在线测量水深 h 即可进行流量测算。

[0006] 非满流管路中, 水流径向深度 h 与竖向深度 h' 间满足 $h' = h \cos i$, 而管底压强 P (Pa) 又与竖向水深 h' 成线性关系, 因而, 水流径向深度 h 可由管底压强 P 线性表出。

[0007] 综上所述, 对于管径及坡度既定的非满流圆管, 可通过在线连续计量管底压力进行流量连续计量。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种非满流圆管流量在线计量装置, 该装置基于曼宁公式, 通过在线连续监测静水压力进行流量测算, 具有结构简单、安装方便、数据可靠、适用性广等优点, 可广泛应用于市政雨污水管道流量在线计量、污水处理厂(站)处理水排放等场合。

[0009] 为了实现上述目的, 本发明采取如下的技术解决方案:

非满流圆管流量在线计量装置由管式外壳、绝缘内衬、定位仪、压力传感器、转换器、控制器、及进行信号传输的双绞屏蔽线构成, 其中, 管式外壳为具有一定长度的管式壳体, 绝缘内衬布置于管式外壳内壁之上, 压力传感器布置于进水端外壳内壁, 覆盖于绝缘内衬之下, 以双绞屏蔽线接出与转换器相连, 转换器以双绞屏蔽线与控制器相连; 定位仪由球冠状外壳体与内部定位气泡构成, 壳体上附刻度线, 与压力传感器布置于装置内壁同一母线上。

[0010] 优选的, 管式外壳具备一定长度, 保证流量计装置轴线与管轴线重合; 压力传感器设置于进水端, 避免管口处水力坡降造成的测量误差; 管壳外径可微调, 就位后可通过扩张外径与排水管内壁紧密连接; 外壳出水端设置卡紧装置, 如在既有管道中安装, 可固定在管道端部。

[0011] 优选的, 球冠状定位仪由球冠状外壳及内壁构成, 所围成的密闭腔体内容有液体及小气泡, 球冠状外壳体由高强度、高透光率材料制成, 于中部平行于管轴线标有刻度, 球冠中心处刻度标记为 0, 其它刻度按定位仪倾斜角度与管线坡度的线性关系进行标记。

[0012] 优选的, 压力传感器与球冠状定位仪布置于管式外壳内壁同一母线上, 由与管轴线平行的导轨相连, 流量计外壳就位后, 调整定位仪至最低点, 由于导轨的连接, 此时压力传感器也位于所处断面最低点。

[0013] 优选的, 压力传感电子元件布置于流量计进水端, 在线连续测定测点净水压力并将信号通过线缆传输至转换器, 转换为数字信号后输入控制器, 经计算得出流量在线监测值。

[0014] 由以上方案可见, 本发明公布了一种非满流圆管流量计量装置, 可广泛应用于各种非满流圆管的流量计量。与传统计量装置相比, 具有如下优势:

1、本发明所述装置安装方便, 即可安装于既有管道内壁, 又可作为管段独立进行安装, 安装后可做埋地处理, 不占用地表面积;

2、本发明所述装置为管式结构，对过流断面无影响，水头损失小于堰式、槽式计量设施，且不会拦截悬浮物、漂浮物造成堵塞、淤积；

3、通过计量测点静水压力计算水深，进而应用曼宁－谢才公式计算流速及流量，避免了当前流速－水位型流量计由于断面流速分布不均造成的测量误差；

4、结构简单，数据传输量小，仅需进行压力计量即可进行流量计算，最大程度上降低了信号传输的干扰风险。

附图说明

[0015] 图 1 为非满流圆管流量计量装置工艺示意图；

图 2 为承插式非满流圆管流量计工艺示意图；

图 3 为球冠状定位仪示意图。

[0016] 以下结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细地说明。

具体实施方式

[0017] 参阅图 1，本发明所涉及装置包括柔性保护层（1）、外壳体（2）及其围成的通道（3）、绝缘内衬（4）、球冠状定位仪（7）、压力传感器（9）、双绞屏蔽线（10）组成。

[0018] 参阅图 1，对装置安装过程进行说明。

[0019] 既有排水管道中，保持装置定位仪及压力传感器位于底部，将本装置于排水管下游出水口插入排水管，末端固定法兰盘卡于排水管管口，然后通过调整管径微调旋钮（5），使装置管径在齿状调节器（6）的作用下增大并与排水管内壁卡紧，并通过法兰盘螺孔进行固定；调整定位仪（7）的位置，使定位仪（7）内气泡定位于刻度线上，此时定位仪（7）位于所处截面最底部，由于压力传感器（9）通过与管轴线平行的导轨（8）与定位仪（7）连接，因而此时压力传感器也位于所处断面最底部；读取定位仪（7）上气泡中心所处刻度的读数，并换算为管道坡度。

[0020] 继续参阅图 1，对装置的流量在线计量过程进行说明。

[0021] 压力传感器连续计量测点断面水流净水压力，并将该压力模拟信号通过双绞屏蔽线传送至转换器，转换成数字信号后传输至控制器，进行计算得出流量值后输送至显示器。

[0022] 参阅图 2，对承插式非满流圆管流量计量装置进行说明。

[0023] 图 1 所述装置适用于既有管道中的流量计量。对于新建工程，可采用图 2 所示的承插式流量计，于流量计两端分别加工承口和插口，压力传感器布置于上游管段，球冠状定位仪与压力传感器同母线布置；安装中，首先通过调整装置位置使压力传感器及定位仪位于所处断面最底端，后分别在两端与上下游管道进行承插连接，并读取定位仪坡度读数。

[0024] 参阅图 3，对球冠状定位仪工作原理进行说明。

[0025] 球冠状定位仪由球冠状外壳体、密封板、内容液及气泡组成。其中，外壳体由透明或半透明材质制成，上标有相互垂直的两条刻度线，其中一条平行于水流方向，用于装置就位安装，确保定位仪位于断面最底端；而另一条则与水流方向垂直，由于刻度线中心与球心连线与竖直方向的夹角在数值上等于管道倾斜角度，因而可以反映管道坡度；安装中，首先通过调整管道位置，使定位仪内气泡大致处于水平刻度线中心，将管道安装就位后，微调定位仪位置，使气泡处于水平刻度中心；上游接口连接完毕后，读取气泡在平行于水流方向刻

度线上所处的刻度，换算后可得管道坡度。

[0026] 本发明基于重力流流体特性，建立了圆管流量与管径、水力坡度、水深的函数关系，在此基础上进行了流量计量装置的开发。本发明所述装置结构简单，安装方便且不占用地表面积，操作简便，水头损失小，计量准确，既克服了堰式流量计易淤积的缺限，又避免了流速－水位型流量计忽视流速的不均匀分布造成的系统误差，有一定的推广应用价值。

[0027] 当然，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解，依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求范围内。

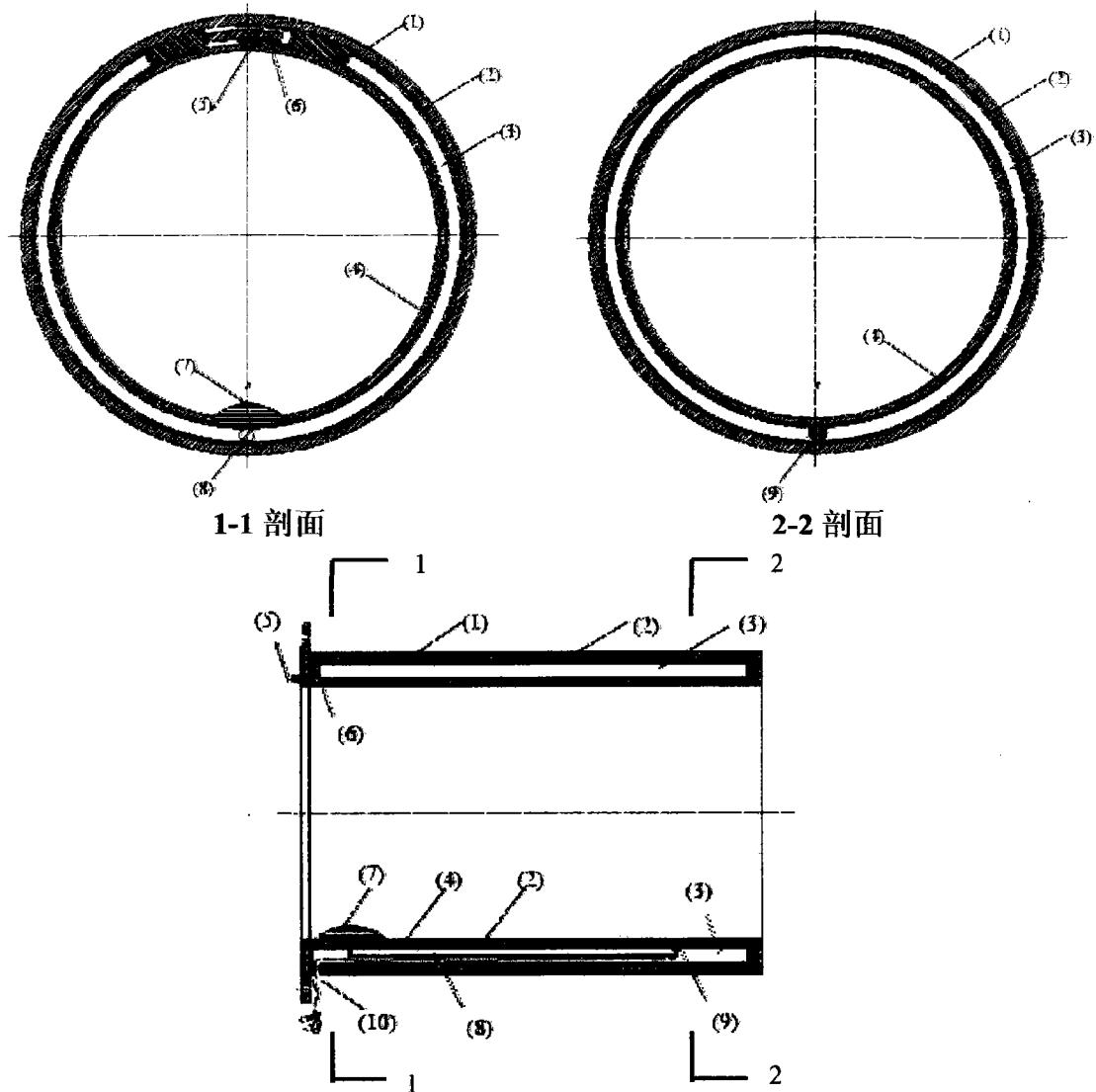


图 1

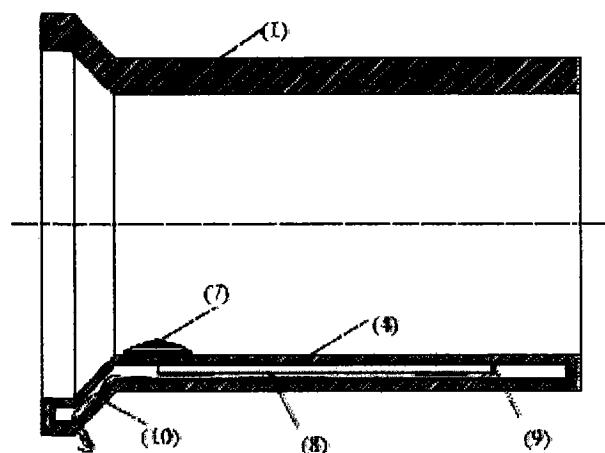


图 2

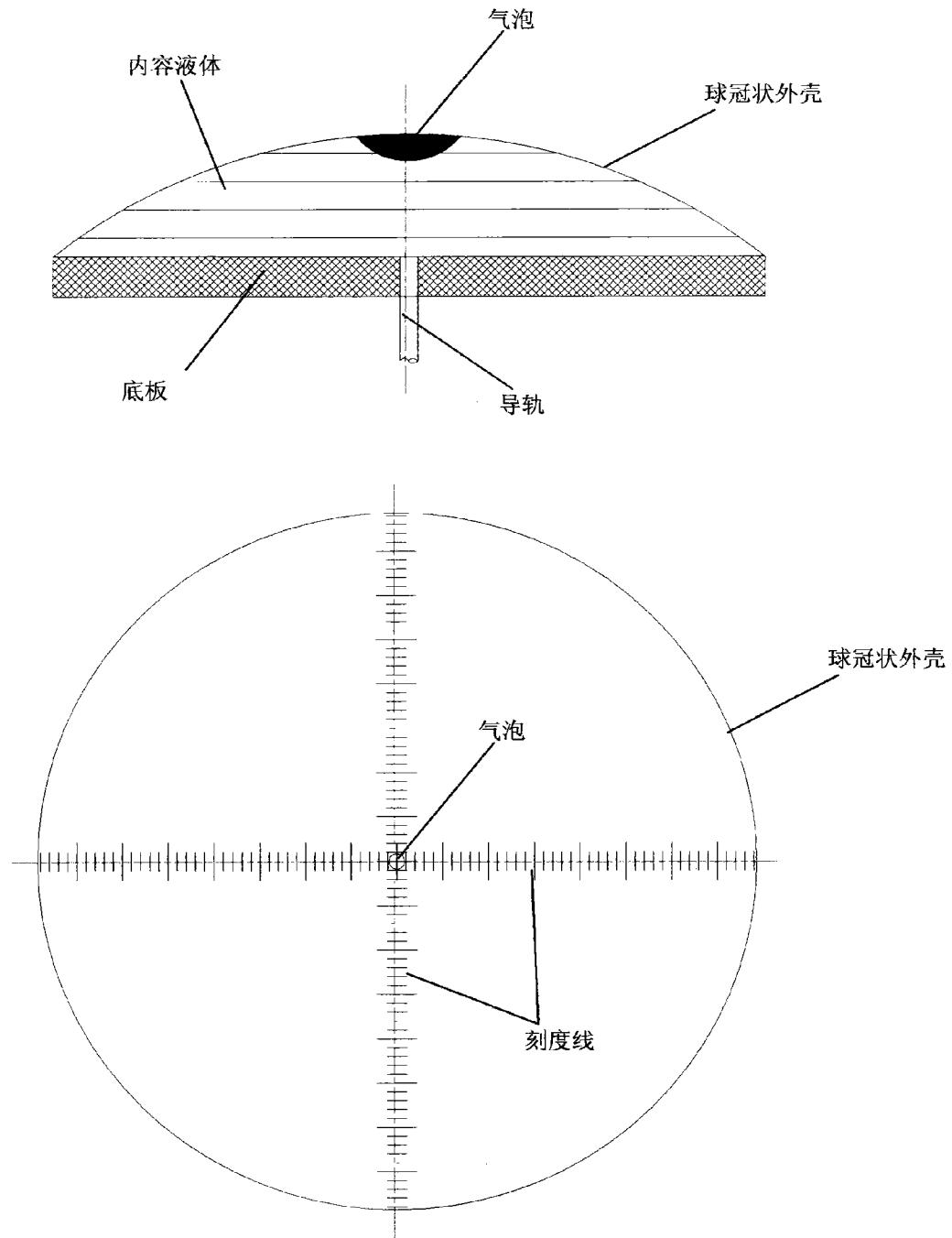


图 3