



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102628702 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201210111513. 0

(22) 申请日 2012. 04. 16

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 许晶禹 张健 吴应湘

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所 (普通合伙) 11390
代理人 王艺

(51) Int. Cl.
G01F 1/74 (2006. 01)
G01F 1/86 (2006. 01)

(56) 对比文件
JP S5786717 A, 1982. 05. 29,
CN 200979428 Y, 2007. 11. 21,
CN 102128658 A, 2011. 07. 20,
US 2007089609 A1, 2007. 04. 26,

Rajkumar S. Mathiravedu. CONTROL SYSTEM DESIGN AND DYNAMIC SIMULATION. 《CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT AND PERFORMANCE EVALUATION OF LLC SEPARATORS》. 2001, 16-30.

张健等. 一种新型油水两相流分离计量方案的研究. 《第二十二届全国水动力学研讨会暨第十届全国水动力学学术会议文集》. 2011, 346-351.

刘海飞等. 柱型旋流器油水分离特性的数值模拟研究. 《中国造船》. 2009, 第 50 卷 369-374.

审查员 张蔚

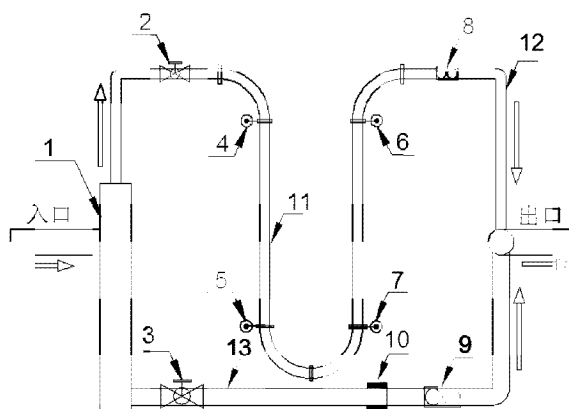
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

油水两相流部分分离在线计量的装置的应用方法

(57) 摘要

本发明公开一种油水两相流部分分离在线计量的装置的应用方法, 其中, 所述装置包括柱型旋流器、U型管、混合液管和水相分离管, 所述柱型旋流器与混合液的入口相接, 所述柱型旋流器的下出口与水相分离管的一端相接, 柱型旋流器的上出口与U型管的一端相接, U型管的另一端与混合液管的一端相接, 混合液管的另一端与水相分离管的另一端均连接到出口; U型管上设置有两个以上的压力传感器, 混合液管和水相分离管上均设置有流量计。本发明充分结合了柱型旋流器的高效分离特性和重力压降用于计算相含率的优点, 实现了对含油率范围为 0-100% 的油水混合液的各相的体流量的高精度的计量。



CN 102628702 B

1. 一种油水两相流部分分离在线计量的装置的应用方法,所述装置包括柱型旋流器、U型管、混合液管和水相分离管,其中,所述柱型旋流器与混合液的入口相接,所述柱型旋流器的下出口与水相分离管的一端相接,柱型旋流器的上出口与U型管的一端相接,U型管的另一端与混合液管的一端相接,混合液管的另一端与水相分离管的另一端均连接到出口;所述柱型旋流器的上出口和下出口均设置有控制开关;U型管上设置有两两对称分布的4个压力传感器,混合液管和水相分离管上均设置有流量计,水相分离管上设置有电导式含油率测量仪;所述方法包括:

步骤1,使单相水从入口流入,流经U型管时,使用所述压力传感器测取压力值,按照如下方式计算得到单相水的重力压降:

$$(dp/dx)_{g,w} = 0.5 * [(dp/dx)_{d,g} + (dp/dx)_{u,g}] = 0.5 * [(dp/dx)_d - (dp/dx)_u]$$

其中, $(dp/dx)_{d,g}$ 和 $(dp/dx)_{u,g}$ 分别表示为U型管的下降管和上升管的重力压降; $(dp/dx)_d$ 和 $(dp/dx)_u$ 分别为U型管的下降管和上升管中沿流动方向的总压降,且 $(dp/dx)_d$ 和 $(dp/dx)_u$ 分别由下降管中的两个传感器和上升管中的两个压力传感器的值相减得到;步骤2,使单相油从入口流入,流经U型管时,使用所述压力传感器测取压力值,计算单相油的重力压降;其中,采用与计算单相水的重力压降相同的方式得到单相油的重力压降 $(dp/dx)_{g,o}$;

步骤3,使待测的混合液从入口流入,经由柱型旋流器进行部分分离,调节柱型旋流器的上出口和下出口的控制开关,使下出口的流量尽量高,同时使用电导式含油率测量仪测量水相分离管中混合液的含油率,使下出口的混合液满足水中含油低于计量的误差 $\pm 5\%$;

步骤4,待测的混合液从入口流入,流经U型管时,使用所述压力传感器测取压力值,计算混合液的重力压降;其中,采用与计算单相水的重力压降相同的方式得到混合液的重力压降 $(dp/dx)_{g,m}$;

步骤5,按照如下方式,结合单相水的重力压降、单相油的重力压降 $(dp/dx)_{g,o}$ 和混合液的重力压降 $(dp/dx)_{g,m}$ 得到混合液的含油率 α :

$$\alpha = [(dp/dx)_{g,w} - (dp/dx)_{g,m}] / [(dp/dx)_{g,w} - (dp/dx)_{g,o}]$$

步骤6,使用混合液管的流量计测得混合液的流量 $Q_{总}$,根据所述含油率 α 得到混合液的油相的体积流量 $Q_{油}$ 和第一部分水的体积流量 $Q_{水1}$:

$$Q_{油} = Q_{总} \times \alpha$$

$$Q_{水1} = Q_{总} \times (1 - \alpha)$$

步骤7,将水相分离管的流量计测得的第二部分水的体积流量 $Q_{水2}$ 加上所述第一部分水的体积流量 $Q_{水1}$,得到水相的体积流量 $Q_{水}$ 。

油水两相流部分分离在线计量的装置的应用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油水两相流各相流量的在线计量领域,特别涉及一种油水两相流部分分离在线计量的装置的应用方法。

背景技术

[0002] 油水两相流动广泛的存在于石油工业中,由于油水两相流动的流型多变、相之间的相互作用的复杂性给油水各相的体流量的测量带来很多的不确定性和较大的测量误差。同时,油水各相的体流量是油井开采和管道输运中一个重要的参数,精确的测出流动中油水各相的实际体流量将会及时的优化生产参数,提高生产效率。

[0003] 油水两相流的在线计量的方法可以分为不分离计量和分离计量两大类,而不分离计量根据是否扰乱来流情况分为两类。通过多年来的发展,不分离计量方法得到了较快的发展。对射线衰减、电阻抗、微波和声波等在内的各种不同的方法应用于相含率和流动速率的测量进行了大量的研究并取得了一定的成果。但由于各种方法的适用范围或计量精度等问题,并没有一种很好的方法能够同时满足石油工业中安全、稳定、适用范围广和合理的精度(典型值 $\pm 5\%$) 的要求。对于分离计量,目前生产中大都采用重力分离的方法,其可以达到很高的精度,满足工业应用的需要,但由于其需要一定的分离时间,不能够实时的反馈生产运输的情况。而且,一般的分离装置体积较大,限制了其在采油平台等有限工作面积的场所使用。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题,克服现有技术的计量方法无法实时反馈生产运输的情况的问题,提出一种油水两相流部分分离在线计量的装置的应用方法,以实现实时高精度的计量。

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供一种油水两相流部分分离在线计量的装置的应用方法,包括柱型旋流器、U型管、混合液管和水相分离管,其中,所述柱型旋流器与混合液的入口相接,所述柱型旋流器的下出口与水相分离管的一端相接,柱型旋流器的上出口与U型管的一端相接,U型管的另一端与混合液管的一端相接,混合液管的另一端与水相分离管的另一端均连接到出口;所述柱型旋流器的上出口和下出口均设置有控制开关;U型管上设置有两两对称分布的4个压力传感器,混合液管和水相分离管上均设置有流量计,水相分离管上设置有电导式含油率测量仪;所述方法包括:

[0006] 步骤1,使单相水从入口流入,流经U型管时,使用所述压力传感器测取压力值,按照如下方式计算得到单相水的重力压降:

$$[0007] \quad (dp/dx)_{g,w} = 0.5 * [(dp/dx)_{d,g} + (dp/dx)_{u,g}] = 0.5 * [(dp/dx)_d - (dp/dx)_u]$$

[0008] 其中, $(dp/dx)_{d,g}$ 和 $(dp/dx)_{u,g}$ 分别表示为U型管的下降管和上升管的重力压降; $(dp/dx)_d$ 和 $(dp/dx)_u$ 分别为U型管的下降管和上升管中沿流动方向的总压降,且 $(dp/dx)_d$ 和 $(dp/dx)_u$ 分别由下降管中的两个传感器和上升管中的两个压力传感器的值相减得到;

步骤 2,使单相油从入口流入,流经 U 型管时,使用所述压力传感器测取压力值,计算单相油的重力压降;其中,采用与计算单相水的重力压降相同的方式得到单相油的重力压降 $(dp/dx)_{g,o}$;

[0009] 步骤 3,使待测的混合液从入口流入,经由柱型旋流器进行部分分离,调节柱型旋流器的上出口和下出口的控制开关,使下出口的流量尽量高,同时使用电导式含油率测量仪测量水相分离管中混合液的含油率,使下出口的混合液满足水中含油低于计量的误差 $\pm 5\%$;

[0010] 步骤 4,待测的混合液从入口流入,流经 U 型管时,使用所述压力传感器测取压力值,计算混合液的重力压降;其中,采用与计算单相水的重力压降相同的方式得到混合液的重力压降 $(dp/dx)_{g,m}$;

[0011] 步骤 5,按照如下方式,结合单相水的重力压降、单相油的重力压降 $(dp/dx)_{g,o}$ 和混合液的重力压降 $(dp/dx)_{g,m}$ 得到混合液的含油率 α :

$$[0012] \quad \alpha = [(dp/dx)_{g,w} - (dp/dx)_{g,m}] / [(dp/dx)_{g,w} - (dp/dx)_{g,o}]$$

[0013] 步骤 6,使用混合液管的流量计测得混合液的流量 $Q_{总}$,根据所述含油率 α 得到混合液的油相的体积流量 $Q_{油}$ 和第一部分水的体积流量 $Q_{水1}$:

$$[0014] \quad Q_{油} = Q_{总} \times \alpha$$

$$[0015] \quad Q_{水1} = Q_{总} \times (1 - \alpha)$$

[0016] 步骤 7,将水相分离管的流量计测得的第二部分水的体积流量 $Q_{水2}$ 加上所述第一部分水的体积流量 $Q_{水1}$,得到水相的体积流量 $Q_{水}$ 。

[0017] 本发明充分结合了柱型旋流器的高效分离特性和重力压降用于计算相含率的优点,实现了对含油率范围为 0-100% 的油水混合液的各相的体积流量的高精度的计量。

附图说明

[0018] 图 1 为油水两相流部分分离在线计量装置的结构示意图。

[0019] 其中,1—柱型旋流器;2—柱型旋流器的上出口的控制开关;3—柱型旋流器下出口的控制开关;4~7—压力传感器;8—容积型液体流量计;9—单相涡轮流量计;10—电导式含油率测量仪;11—U 型管;12—混合液管;13—水相分离管。

具体实施方式

[0020] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0021] 本发明根据目前柱型旋流器的高效分离特性,对油水两相流动进行部分分离,然后分别对上出口的高含油混合液和下出口的微含油液体进行计量。其中,根据混合液的重力压降的测量值计算高含油混合液的体积相含率,然后采用容积型流量计测量上出口高含油混合液的流动速度。对下出口的液体,其含油率可达到 0.5% 以内,作为单相水来计量。

[0022] 本发明主要由柱型旋流器和 U 型管两部分及其它流量和压力测量仪表组成。如图 1 所示,本发明实施例的油水两相流部分分离在线计量的装置,包括柱型旋流器 1、U 型管 11、混合液管 12 和水相分离管 13,其中,所述柱型旋流器 1 与混合液的入口相接,所述柱型旋流器 1 的下出口与水相分离管 13 的一端相接,柱型旋流器 1 的上出口与 U 型管 11 的一

端相接, U型管 11 的另一端与混合液管 12 的一端相接, 混合液管 12 的另一端与水相分离管 13 的另一端均连接到出口; U型管 11 上设置有两个以上的压力传感器, 混合液管 12 和水相分离管 13 上均设置有流量计。

[0023] 在本实施例中, 所述 U型管 11 上设置了两两对称分布的 4 个压力传感器 4、5、6、7。所述混合液管 12 上设置的流量计为容积型液体流量计 8; 所述水相分离管 13 上设置的流量计为单相涡轮流量计 3。水相分离管 13 上还设置有电导式含油率测量仪 10。另外, 所述柱型旋流器 1 的上出口设置有控制开关 2, 下出口设置有控制开关 3。

[0024] 柱型旋流器 1 采用切向入口产生离心力, 并通过两相流体的密度不同进行离心力分离, 密度大的水相向壁面运动同时向下从柱型旋流器 1 的下出口流出, 密度小的油相向中心运动同时从柱型旋流器 1 的上出口流出。柱型旋流器 1 是一种新型的高效分离装置, 其大大提高了分离的效率, 缩小了分离装置的尺寸。但通过大量的实验验证柱型旋流器的上出口的混合液中含水率目前很难达到计量的要求, 限制了其单独应用于油水两相流的全分离计量。在本发明实施例中, 采用柱型旋流器 1 对油水混合来液进行部分分离, 使下出口的液体含油率能够达到 0.5% 以下, 满足单相计量的精度要求, 同时在上出口得到高含油的油水混合液。对高含油混合液, 根据油水两相的密度的不同, 当不同含油率的混合液存在于竖直管道中时将产生不同的重力压降, 且为一一对应的关系。因此, 根据重力压降的测量计算出油相的体积相含率, 同时采用容积型流量计对混合液的速度进行测量, 以此得出油水各相的体积流量。

[0025] 本发明采用柱型旋流器 1 进行部分分离, 提高了下游需要测量相含率的混合液的油相的含率, 缩小了来液的相含率的范围。如, 对于含油率为 0-90% 的油水混合液, 经过柱型旋流器 1 将其含油率限制在 40%-90%。因此减小了油水两相流流型的多变性对相含率测量的影响, 提高了计量装置适用的相含率的范围。而且, 本发明采用的重力压降的测量计算相含率的方法, 对于高含油的混合液具有更高的计量精度。

[0026] 本发明实施例采用 U型管装置 11 和四个压力传感器 4、5、6、7 来测量经过柱型旋流器 1 并从上出口流出的高含油混合液的相含率。在 U型管 11 的入口采用缩颈设计, 控制 U型管 11 的管道内两相流的流型为近似单一的油在管道中心水相靠近管壁环状分布的流型, 因此在 U型管 11 的下降管和上升管中的摩擦压降近似相等。根据下降管中重力压降和摩擦压降的方向相同, 上升管中重力压降和摩擦压降方向相反, 避免了对管道中摩擦压降的测量, 提高了计量的精度, 并通过实验验证其可行性。

[0027] 本发明实施例中, 对高含油的混合液的速度测量采用容积型流量计 8。容积型流量计 8 利用机械测量元件把流体连续不断地分割成单个已知的体积部分, 根据测量室逐次重复地充满和排放该体积部分流体的次数来测量流体体积总量。容积型流量计适用于较高的粘度范围, 不受油水两相流流型变化和安装管道条件的影响, 对混合液流速的计量能够达到很高的精度。

[0028] 本发明实施例的应用上述装置进行油水两相流部分分离在线计量的方法包括:

[0029] 使用 U型管 11 的压力传感器测取压力值, 获得混合液的含油率;

[0030] 使用混合液管 12 的流量计 8 测得混合液的流量, 根据所述含油率得到混合液的油相的体积流量和第一部分水的体积流量;

[0031] 将水相分离管 13 的流量计 9 测得的第二部分水的体积流量加上所述第一部分水

的体积流量,得到水相的体积流量。

[0032] 具体地,上述实施步骤可以是:

[0033] 一、对计量装置进行标定。首先,使单相水从入口流入,流经U型管11,4个压力传感器4、5、6、7测取各点的压力值,然后计算单相水的重力压降,计算公式如下式所示。

$$[0034] \quad (dp/dx)_{g,w} = 0.5 * [(dp/dx)_{d,g} + (dp/dx)_{u,g}] = 0.5 * [(dp/dx)_d - (dp/dx)_u]$$

[0035] 其中, $(dp/dx)_{d,g}$ 和 $(dp/dx)_{u,g}$ 分别表示为U型管11的下降管和上升管的重力压降; $(dp/dx)_d$ 和 $(dp/dx)_u$ 分别为U型管11的下降管和上升管中沿流动方向的总压降,且 $(dp/dx)_d$ 和 $(dp/dx)_u$ 分别由下降管中的两个传感器4、5和上升管中的两个压力传感器6、7的值相减得到;

[0036] 然后,使单相油从入口流入,重复单相水时的步骤,得到单相油流的重力压降 $(dp/dx)_{g,o}$,其计算公式同单相水一样。可以将单相水和单相油分别流经管道时测出的重力压降值储存在主控计算机上,此计算机用于本发明实施例中数据的存储和进行简单的计算,实时显示测量的油水各相的体积流量。

[0037] 二、待测的油水混合液从入口流入,经由柱型旋流器1进行部分分离,调节上下出口的控制开关2、3,使下出口的流量尽量高,同时采用电导式含油率测量仪10测量水相分离管13中混合液的含油率,使下出口的混合液满足水中含油低于计量的误差 $\pm 5\%$ 。其中使用的电导式含油率测量仪10是根据测量混合液的电导率的变化来给出相含率值,其在低含油率的范围内具有很高的计量精度。

[0038] 三、对柱型旋流器下出口的液体,直接采用液体涡轮流量9计测量液体的体积流量。

[0039] 四、对柱型旋流器上出口的高含油混合液,流经U型管11,采集4个压力传感器4、5、6、7测出的压力值,并算出混合液流经管道时的重力压降 $(dp/dx)_{g,m}$,其计算公式如下式所示。

$$[0040] \quad (dp/dx)_{g,m} = 0.5 * [(dp/dx)_{d,g} + (dp/dx)_{u,g}] = 0.5 * [(dp/dx)_d - (dp/dx)_u]$$

[0041] 其中, $(dp/dx)_{d,g}$ 和 $(dp/dx)_{u,g}$ 分别表示为混合液流经下降管和上升管的重力压降; $(dp/dx)_d$ 和 $(dp/dx)_u$ 分别为混合液流经下降管和上升管中沿流动方向的总压降,且 $(dp/dx)_d$ 和 $(dp/dx)_u$ 分别由下降管中的两个传感器4、5和上升管中的两个传感器6、7的值相减得到。

[0042] 五、结合测得的单相水的重力压降、单相油的重力压降和混合液的重力压降算出混合液的含油率 α ,具体的计算公式如下式所示。

$$[0043] \quad \alpha = [(dp/dx)_{g,w} - (dp/dx)_{g,m}] / [(dp/dx)_{g,w} - (dp/dx)_{g,o}]$$

[0044] 其中, $(dp/dx)_{g,w}$ 、 $(dp/dx)_{g,o}$ 和 $(dp/dx)_{g,m}$ 分别为计算得到的单相水、单相油和混合液流经管道时的重力压降值。

[0045] 六、对流经U型管11的混合液采用容积型流量计8测出混合液的流量,结合上一步算出的含油率得出油相的体积流量 $Q_{油}$ 和第一部分水的体积流量 $Q_{水1}$,具体计算公式如下式所示。

$$[0046] \quad Q_{油} = Q_{总} \times \alpha$$

$$[0047] \quad Q_{水1} = Q_{总} \times (1 - \alpha)$$

[0048] 七、对上出口的第一部分水的体积流量 $Q_{水1}$ 和下出口的第二部分水的体积流量 Q

水₂进行相加,得出水相的体积流量 $Q_{水}$ 。

[0049] 八、混合液重新混合液后从出口流出本装置。

[0050] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

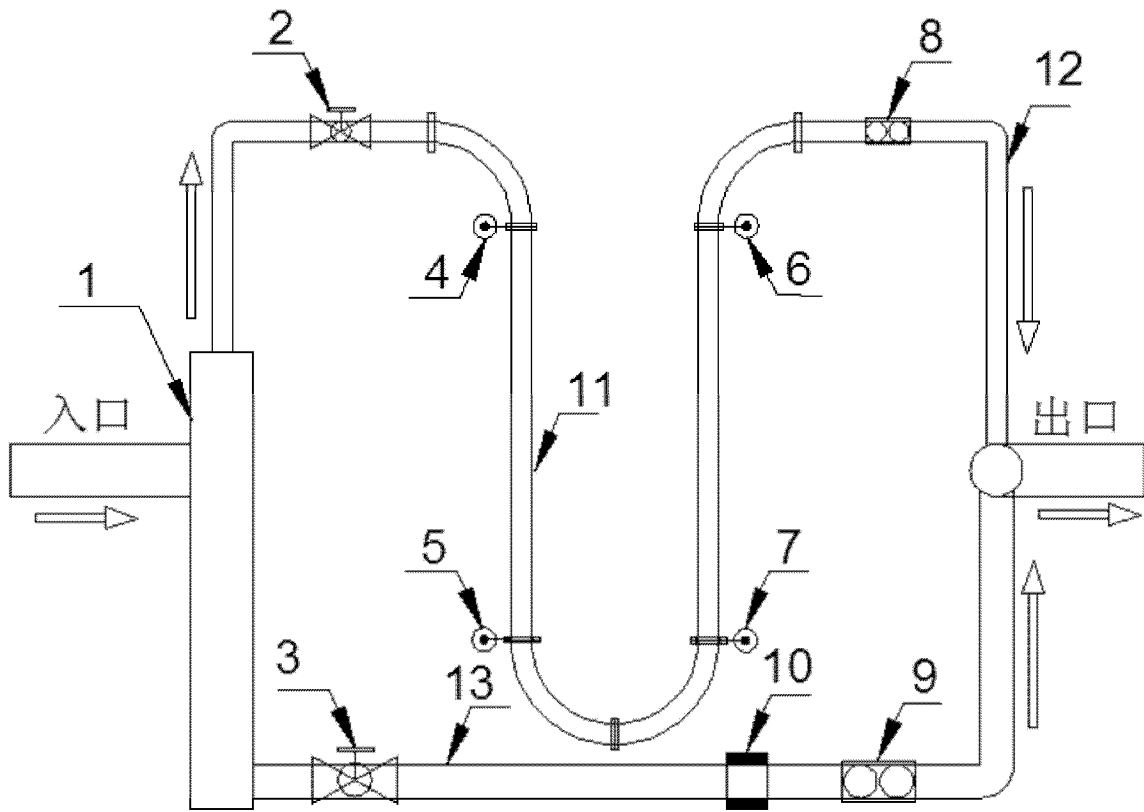


图 1