本发明涉及一种井场内二氧化碳产出量计量系统及方法，系统包括：多相流量计，所述多相流量计用于测量油气水的三相总流量及三相相分率；取样装置，所述取样装置用于从多相流量计进行取样获得含有油气水的样液，并从样液的液相中析出二氧化碳，得到含有二氧化碳的混合气体；二氧化碳浓度检测仪，所述二氧化碳浓度检测仪检测混合气体中的二氧化碳体积浓度；上位机，所述上位机用于根据一定时间内采集的油气水的三相总流量可以得到这段时间内的油气水的各相体积，进而可以得到这段时间内的油气水中的二氧化碳的总质量，实现了精准计算井场产出液中二氧化碳总含量的功能。

图示

描述已自动生成

1. 一种井场内二氧化碳产出量计量系统，其特征在于，包括：

多相流量计，所述多相流量计与采油井井口的出液管线连接，所述多相流量计用于测量油气水的三相总流量及三相相分率；

取样装置，所述取样装置的取样口连接于多相流量计的后主管线，所述取样装置用于从多相流量计进行取样获得含有油气水的样液，并从样液的液相中析出二氧化碳，得到含有二氧化碳的混合气体；

二氧化碳浓度检测仪，所述二氧化碳浓度检测仪连接于取样装置，所述二氧化碳浓度检测仪检测混合气体中的二氧化碳体积浓度；

上位机，所述上位机连接于多相流量计、取样装置及二氧化碳浓度检测仪，所述上位机用于根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积，根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量，根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，进而得到样液中二氧化碳的总质量，根据一定时间段内的油气水三相总流量计算得到采油机在该时间段内产出的二氧化碳的总质量。

1. 根据权利要求1所述的井场内二氧化碳产出量计量系统，其特征在于，还包括空气过滤器，所述空气过滤器设置在取样装置及二氧化碳浓度检测仪之间，所述空气过滤器用于过滤混合气体中的水分。
2. 根据权利要求1所述的井场内二氧化碳产出量计量系统，其特征在于，还包括减压阀，所述减压阀设置在取样装置及二氧化碳浓度检测仪之间，所述减压阀用于对气源进行稳压。
3. 根据权利要求1所述的井场内二氧化碳产出量计量系统，其特征在于，还包括温度传感器及压力传感器，所述温度传感器用于获取取样装置内的温度，所述压力传感器用于获取取样装置内的压力；

所述上位机连接于压力传感器及温度传感器，所述上位机还用于根据取样装置的温度及压力获取二氧化碳对应的密度。

1. 根据权利要求1所述的井场内二氧化碳产出量计量系统，其特征在于，所述上位机还用于根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量时，判断混合气体中二氧化碳的体积浓度是否大于阈值，若大于阈值，则根据取样装置的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度，然后根据获取的饱和溶解度进行计算得到二氧化碳在样液的液相中的总质量；若小于阈值，则降低取样装置内的压力；当取样装置的压力大于预设值时，析出的二氧化碳的体积浓度大于阈值，则根据取样装置当前的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；当取样装置内的压力小于预设值，析出的二氧化碳的体积浓度小于阈值，则认定该样液中不含有二氧化碳。
2. 一种井场内二氧化碳产出量计量方法，其特征在于，包括以下步骤：

工况温度和压力的条件下，多相流量计计量采油井的油气水的三相总流量及三相相分率；

通过取样装置对多相流量计中混合均匀的三相流体进行取样得到样液，并析出样液的液相中的二氧化碳，然后将取样装置静置一段时间，得到含有二氧化碳的混合气体；

通过二氧化碳浓度检测仪检测混合气体中二氧化碳的体积浓度；

根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积；

根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量；

根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，进而得到样液中二氧化碳的总质量；

根据一定时间段内的油气水三相总流量计算得到采油机在该时间段内产出的二氧化碳的总质量。

1. 根据权利要求6所述的井场内二氧化碳产出量计量方法，其特征在于，还包括以下步骤：

取样装置内的混合气体通过空气过滤器过滤水分及减压阀稳压后送入二氧化碳浓度检测仪。

1. 根据权利要求6所述的井场内二氧化碳产出量计量方法，其特征在于，所述根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量，具体包括以下步骤：

根据取样装置内的温度及压力获取二氧化碳对应的密度；

根据混合气体中的二氧化碳的体积及获取的二氧化碳的密度进行计算混合气体中二氧化碳的质量。

1. 根据权利要求6所述的井场内二氧化碳产出量计量方法，其特征在于，所述根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量具体包括以下步骤：

判断混合气体中二氧化碳的体积浓度是否大于阈值；

若大于阈值，则根据取样装置的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；

根据获取的饱和溶解度进行计算得到二氧化碳在样液的液相中的总质量；

若小于阈值，则降低取样装置内的压力；

当取样装置的压力大于预设值时，析出的二氧化碳的体积浓度大于阈值，则根据取样装置当前的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；

当取样装置内的压力小于预设值，析出的二氧化碳的体积浓度小于阈值，则认定该样液中不含有二氧化碳。

1. 根据权利要求6所述的井场内二氧化碳产出量计量方法，其特征在于，还包括对二氧化碳浓度检测仪的标定步骤，具体以下步骤：

将二氧化碳浓度检测仪放置在洁净的空气中，并进行自动调零；

对二氧化碳浓度检测仪中通入50%浓度的二氧化碳标气，同时将目标点浓度设置为50%；

进行目标点校准，等待二氧化碳浓度检测仪检测浓度值趋于稳定，完成目标点校准；

对二氧化碳浓度检测仪通入高纯度氮气对气体管路进行吹扫，使二氧化碳浓度值归零。

**一种井场内二氧化碳产出量计量系统及方法**

**技术领域**

本申请涉及油气田开发技术领域，具体涉及一种井场内二氧化碳产出量计量系统及方法。

**背景技术**

CO2捕集、驱油与封存（CCUS-EOR）可实现温室气体的地质封存和提高低渗致密油藏原油采收率的双重目的，是现实可行的规模化减碳技术，因此CCUS中CO2产出计量系统的研究具有重要战略意义。

国内外学者针对CCUS-EOR驱油机制、CO2注入技术、CO2计量方法、封存机制和效果分析、埋存影响因素和封存效率等问题进行了大量的研究。主要包括以下几方面：

(1)CO2驱提高原油采收率机理研究：大量研究表明，CO2驱具有降低原油粘度、使原油体积膨胀、降低油水界面张力、轻烃萃取提高微小孔隙中原油动用率等优点。授权公告号为CN112304842B的中国发明专利提供了一种页岩油CO2/N2交替驱替注入量模拟分析方法。该方法根据驱替前后页岩岩心的孔隙率变化和驱油效率的变化得到CO2/N2交替驱替页岩油的注入量调整表达式，提高在实际开采过程中CO2/N2驱油总效率，进而提高页岩油的采出率。

(2)最小混相压力计算方法的研究：主要包括细管实验法、液滴悬垂法、最小界面张力法等。授权公告号为CN107939356B的中国发明专利提供了一种确定注气近混相驱压力区间的方法及系统。该方法首先获取不同的注入压力与界面张力之间的关系曲线，然后对关系曲线做半对数坐标转换，并进行分段拟合，得到非混相段关系直线和近混相段关系直线，最后根据非混相段关系直线、近混相段关系直线和超低界面张力，确定注气近混相驱压力区间，并且能降低误差、提高结果的准确度，易于实现，成功率高。

(3)CO2驱油技术方案研究：由于储层非均质性强，同时CO2驱油过程中极易受粘性指进和重力分异现象的影响，容易出现气窜现象导致驱油效果变差。授权公告号为CN108828136B的中国发明专利提供了一种室内CO2驱油规律的定性定量分析方法。该方法通过记录CO2注入量、原油采出量以及气体采出量来建立产出特征曲线，将CO2驱油过程划分为三个不同阶段：无气采油阶段、见气阶段以及气窜阶段，然后再根据不同阶段中的参数指标变化来判别CO2驱油、气窜规律及提高采收率机理，对CO2驱油具有重要的指导意义。

(4)CO2埋存相关研究：申请公布号为CN114544463A的中国发明专利提供了一种裂缝性油藏地质体CO2埋存评估方法及装置。该方法获取目标油藏地质体中取得的岩心；通过地层水岩心驱替实验得到岩心的基质渗透率Km；获得带裂缝岩心，计算出裂缝的导流能力K，在具有不同导流能力裂缝的岩心，计算CO2埋存率，得到CO2埋存率与裂缝参数之间的定量关系。

(5)CO2在油、水中的溶解度计算模型研究：陈艳芳等研究了CO2埋存量计算公式中涉及的溶解系数确定方法，确定了溶解度的计算模型，得到不同油藏条件下CO2在油和水中的溶解系数，并评估了国内某油田CO2理论埋存潜力和有效埋存潜力。水中溶解系数选用Duan等的预测模型，油中溶解系数选用薛海涛等提出的计算模型。应用这两个基本模型计算CO2在油和水中溶解系数，并将其带入理论埋存量计算公式中求得CO2在油藏中的理论埋存量，所得结果与类比法计算结果相近，验证了该方法的可靠性、正确性。

以上研究成果大多涉及CO2驱油机理和方案设计的研究，然而仅少数涉及CO2封存效率评估的研究，关于CO2产出量精确计量系统的研究更少。

**发明内容**

鉴于上述问题，本申请提供了一种井场内二氧化碳产出量计量系统及方法，解决现有对采油井中缺乏CO2产出量精确计量的问题。

为实现上述目的，发明人提供了一种井场内二氧化碳产出量计量系统，包括：

多相流量计，所述多相流量计与采油井井口的出液管线连接，所述多相流量计用于测量油气水的三相总流量及三相相分率；

取样装置，所述取样装置的取样口连接于多相流量计的后主管线，所述取样装置用于从多相流量计进行取样获得含有油气水的样液，并从样液的液相中析出二氧化碳，得到含有二氧化碳的混合气体；

二氧化碳浓度检测仪，所述二氧化碳浓度检测仪连接于取样装置，所述二氧化碳浓度检测仪检测混合气体中的二氧化碳体积浓度；

上位机，所述上位机连接于多相流量计、取样装置及二氧化碳浓度检测仪，所述上位机用于根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积，根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量，根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，进而得到样液中二氧化碳的总质量，根据一定时间段内的油气水三相总流量计算得到采油机在该时间段内产出的二氧化碳的总质量。

在一些实施例中，还包括空气过滤器，所述空气过滤器设置在取样装置及二氧化碳浓度检测仪之间，所述空气过滤器用于过滤混合气体中的水分。

在一些实施例中，还包括减压阀，所述减压阀设置在取样装置及二氧化碳浓度检测仪之间，所述减压阀用于对气源进行稳压。

在一些实施例中，还包括温度传感器及压力传感器，所述温度传感器用于获取取样装置内的温度，所述压力传感器用于获取取样装置内的压力；

所述上位机连接于压力传感器及温度传感器，所述上位机还用于根据取样装置的温度及压力获取二氧化碳对应的密度。

在一些实施例中，所述上位机还用于根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量时，判断混合气体中二氧化碳的体积浓度是否大于阈值，若大于阈值，则根据取样装置的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度，然后根据获取的饱和溶解度进行计算得到二氧化碳在样液的液相中的总质量；若小于阈值，则降低取样装置内的压力；当取样装置的压力大于预设值时，析出的二氧化碳的体积浓度大于阈值，则根据取样装置当前的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；当取样装置内的压力小于预设值，析出的二氧化碳的体积浓度小于阈值，则认定该样液中不含有二氧化碳。

还提供给了另一个技术方案，一种井场内二氧化碳产出量计量方法，包括以下步骤：

工况温度和压力的条件下，多相流量计计量采油井的油气水的三相总流量及三相相分率；

通过取样装置对多相流量计中混合均匀的三相流体进行取样得到样液，并析出样液的液相中的二氧化碳，然后将取样装置静置一段时间，得到含有二氧化碳的混合气体；

通过二氧化碳浓度检测仪检测混合气体中二氧化碳的体积浓度；

根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积；

根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量；

根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，进而得到样液中二氧化碳的总质量；

根据一定时间段内的油气水三相总流量计算得到采油机在该时间段内产出的二氧化碳的总质量。

在一些实施例中，还包括以下步骤：

取样装置内的混合气体通过空气过滤器过滤水分及减压阀稳压后送入二氧化碳浓度检测仪。

在一些实施例中，所述根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量具体包括以下步骤：

根据取样装置内的温度及压力获取二氧化碳对应的密度；

根据混合气体中的二氧化碳的体积及获取的二氧化碳的密度进行计算混合气体中二氧化碳的质量。

在一些实施例中，所述根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量具体包括以下步骤：

判断混合气体中二氧化碳的体积浓度是否大于阈值；

若大于阈值，则根据取样装置的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；

根据获取的饱和溶解度进行计算得到二氧化碳在样液的液相中的总质量。

若小于阈值，则降低取样装置内的压力；

当取样装置的压力大于预设值时，析出的二氧化碳的体积浓度大于阈值，则根据取样装置当前的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；

当取样装置内的压力小于预设值，析出的二氧化碳的体积浓度小于阈值，则认定该样液中不含有二氧化碳。

在一些实施例中，还包括对二氧化碳浓度检测仪的标定步骤，具体以下步骤：

将二氧化碳浓度检测仪放置在洁净的空气中，并进行自动调零；

对二氧化碳浓度检测仪中通入50%浓度的二氧化碳标气，同时将目标点浓度设置为50%；

进行目标点校准，等待二氧化碳浓度检测仪检测浓度值趋于稳定，完成目标点校准；

对二氧化碳浓度检测仪通入高纯度氮气对气体管路进行吹扫，使二氧化碳浓度值归零。

区别于现有技术，上述技术方案，通过多相流量计进行对采油井采集的油气水的三相总流量及三相相分率；通过取样装置对三相流量计的出液管线中油气水混合均匀的三相流体进行取样得到样液，并析出样液的液相中的二氧化碳，得到含有二氧化碳的混合气体，然后将混入气体送入二氧化碳浓度检测仪中进行检测混合气体中二氧化碳的体积浓度，根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积，根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量，根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，将混合气体中的二氧化碳的质量及液相中二氧化碳的质量进行相加即可得到样液中二氧化碳的总质量，进而根据一定时间内采集的油气水的三相总流量可以得到这段时间内的油气水的三相中体积，进而可以得到这段时间内的油气水中的二氧化碳的总质量，实现了精准计算出井场产出液中而二氧化碳的总含量。

上述发明内容相关记载仅是本申请技术方案的概述，为了让本领域普通技术人员能够更清楚地了解本申请的技术方案，进而可以依据说明书的文字及附图记载的内容予以实施，并且为了让本申请的上述目的及其它目的、特征和优点能够更易于理解，以下结合本申请的具体实施方式及附图进行说明。

**附图说明**

附图仅用于示出本申请具体实施方式以及其他相关内容的原理、实现方式、应用、特点以及效果等，并不能认为是对本申请的限制。

在说明书附图中：

图1为具体实施方式所述井场内二氧化碳产出量计量系统的一种结构示意图；

图2为具体实施方式所述井场内二氧化碳产出量计量系统的另一种结构示意图；

图3为具体实施方式所述井场内二氧化碳产出量计量系统的一种流程示意图；

图4为具体实施方式所述步骤S360的一种流程示意图；

图5为具体实施方式所述对二氧化碳浓度检测仪的标定的步骤的一种流程示意图。

上述各附图中涉及的附图标记说明如下：

110、多相流量计，

120、取样装置，

130、二氧化碳浓度检测仪，

140、上位机，

150、空气过滤器，

160、减压阀，

170、单向阀，

180、电磁阀。

**具体实施方式**

为详细说明本申请可能的应用场景，技术原理，可实施的具体方案，能实现目的与效果等，以下结合所列举的具体实施例并配合附图详予说明。本文所记载的实施例仅用于更加清楚地说明本申请的技术方案，因此只作为示例，而不能以此来限制本申请的保护范围。

在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中各个位置出现的“实施例”一词并不一定指代相同的实施例，亦不特别限定其与其它实施例之间的独立性或关联性。原则上，在本申请中，只要不存在技术矛盾或冲突，各实施例中所提到的各项技术特征均可以以任意方式进行组合，以形成相应的可实施的技术方案。

除非另有定义，本文所使用的技术术语的含义与本申请所属技术领域的技术人员通常理解的含义相同；本文中对相关术语的使用只是为了描述具体的实施例，而不是旨在限制本申请。

在本申请的描述中，用语“和/或”是一种用于描述对象之间逻辑关系的表述，表示可以存在三种关系，例如A和/或B，表示：存在A，存在B，以及同时存在A和B这三种情况。另外，本文中字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的逻辑关系。

在本申请中，诸如“第一”和“第二”之类的用语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何实际的数量、主次或顺序等关系。

在没有更多限制的情况下，在本申请中，语句中所使用的“包括”、“包含”、“具有”或者其他类似的表述，意在涵盖非排他性的包含，这些表述并不排除在包括所述要素的过程、方法或者产品中还可以存在另外的要素，从而使得包括一系列要素的过程、方法或者产品中不仅可以包括那些限定的要素，而且还可以包括没有明确列出的其他要素，或者还包括为这种过程、方法或者产品所固有的要素。

与《审查指南》中的理解相同，在本申请中，“大于”、“小于”、“超过”等表述理解为不包括本数；“以上”、“以下”、“以内”等表述理解为包括本数。此外，在本申请实施例的描述中“多个”的含义是两个以上（包括两个），与之类似的与“多”相关的表述亦做此类理解，例如“多组”、“多次”等，除非另有明确具体的限定。

在本申请实施例的描述中，所使用的与空间相关的表述，诸如“中心”“纵向”“横向”“长度”“宽度”“厚度”“上”“下”“前”“后”“左”“右”“竖直”“水平”“垂直”“顶”“底”“内”“外”“顺时针”“逆时针”“轴向”“径向”“周向”等，所指示的方位或位置关系是基于具体实施例或附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请的具体实施例或便于读者理解，而不是指示或暗示所指的装置或部件必须具有特定的位置、特定的方位、或以特定的方位构造或操作，因此不能理解为对本申请实施例的限制。

除非另有明确的规定或限定，在本申请实施例的描述中，所使用的“安装”“相连”“连接”“固定”“设置”等用语应做广义理解。例如，所述“连接”可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体设置；其可以是机械连接，也可以是电连接，也可以是通信连接；其可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连；其可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本申请所属技术领域的技术人员而言，可以根据具体情况理解上述用语在本申请实施例中的具体含义。

请参阅图1-2，本实施例提供了一种井场内二氧化碳产出量计量系统，包括：

多相流量计110，所述多相流量计110与采油井井口的出液管线连接，所述多相流量计110用于测量油气水的三相总流量及三相相分率；多相流量计110与井口出液管线法兰连接，测量油气水三相总流量以及三相相分率，其中相分率测量范围均为0-100%；多相流量计110自带温度传感器和压力传感器，实时测量流体温度和压力。三相相分率指体积含气率、含水率和含油率，含气率范围为0%-100%。

取样装置120，所述取样装置120的取样口连接于多相流量计110的后主管线，所述取样装置120用于从多相流量计110进行取样获得含有油气水的样液，并从样液的液相中析出二氧化碳，得到含有二氧化碳的混合气体，混合气体为取样装置120内原本含有的气体和液相降压后析出的气体；取样装置120在多相流量计110后主管线进行取样，中间用单向阀170控制，只允许流体从主管线流向取样装置120；取样装置120取样体积(L)由多相流量计110所测含气率决定，计算公式如下：

式中：为取样总体积，单位为升，为含气率。

取样装置120容积可由内部活塞杆控制，若含气率不为100%，则控制活塞杆增大取样装置120内部容积，从而降低内部压力，使一部分CO2从液相中析出，气体体积的增大也有利于后续CO2浓度测量，然后取样装置120静置一段时间。

二氧化碳浓度检测仪130，所述二氧化碳浓度检测仪连接于取样装置120，所述二氧化碳浓度检测仪130检测混合气体中的二氧化碳体积浓度；二氧化碳浓度检测仪130是气体检测系统的一部分，可同时记录CO2体积浓度、累积流量及累积质量等参数

上位机140，所述上位机140连接于多相流量计110、取样装置120及二氧化碳浓度检测仪130，所述上位机140用于根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积，根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量，根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，进而得到样液中二氧化碳的总质量，根据一定时间段内的油气水三相总流量计算得到采油机在该时间段内产出的二氧化碳的总质量。

通过多相流量计110进行对采油井采集的油气水的三相总流量及三相相分率；通过取样装置120对三相流量计的出液管线中油气水混合均匀的三相流体进行取样得到样液，并析出样液的液相中的二氧化碳，得到含有二氧化碳的混合气体，然后将混入气体送入二氧化碳浓度检测仪130中进行检测混合气体中二氧化碳的体积浓度，根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积，根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量，根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，将混合气体中的二氧化碳的质量及液相中二氧化碳的质量进行相加即可得到样液中二氧化碳的总质量，进而根据一定时间内采集的油气水的三相总流量可以得到这段时间内的油气水的三相中体积，进而可以得到这段时间内的油气水中的二氧化碳的总质量，实现了精准计算出井场产出液中而二氧化碳的总含量。

请参阅图2，在一些实施例中，还包括空气过滤器150，所述空气过滤器150设置在取样装置120及二氧化碳浓度检测仪130之间，所述空气过滤器150用于过滤混合气体中的水分。空气过滤器150用于对气源清洁，可过滤压缩气体中的水分，避免水分随气体进入二氧化碳浓度检测仪130。

请参阅图2，在一些实施例中，还包括减压阀160，所述减压阀160设置在取样装置120及二氧化碳浓度检测仪130之间，所述减压阀160用于对气源进行稳压。减压阀160可对气源进行稳压，使气源处于恒压状态，减小气压突变对阀门或执行器等硬件的损伤。其中，减压阀160稳压压力小于0.5MPa。

其中，取样装置120内原始气体与析出气体的混合气体通过气体管路、电磁阀180，进入过滤减压控制器，依次通过空气过滤器150和减压阀160。

请参阅图2，在一些实施例中，还包括温度传感器P及压力传感器T，所述温度传感器P用于获取取样装置120内的温度，所述压力传感器T用于获取取样装置120内的压力；

所述上位机140连接于压力传感器P及温度传感器T，所述上位机140还用于根据取样装置120的温度及压力获取二氧化碳对应的密度。

由于不同的温度和压力的情况下二氧化碳的密度不同，为了准确地获取混合气体中二氧化碳的质量，通过温度传感器P及压力传感器T进行获取取样装置120内的温度及压力，然后通过查表可以得到二氧化碳对应的密度，进而可以准确计算混合气体中二氧化碳的质量。具体的混合气体中二氧化碳的质量的计算方式如下：

①根据CO2浓度检测仪及混合气体体积，计算取样装置120温压条件下气相中CO2体积：

式中：为混合气体中CO2体积，为取样装置120降压后混合气体总体积，为CO2体积浓度。

②计算混合气体中CO2分压：

式中：为混合气体中CO2所占分压，为取样装置120内部压力，为CO2体积浓度。

③查表条件下CO2密度值。纯CO2密度值数据根据气体状态方程计算得到，详见表1：

表1：纯CO2在不同温压条件下的密度数据(kg/m3)



压力范围0-10MPa，步长为0.1MPa，温度范围280K-400K，步长为1K；

④计算混合气体中CO2质量：

式中：为混合气体中CO2质量，为条件下CO2密度，为混合气体中CO2体积。

在一些实施例中，所述上位机140还用于根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量时，判断混合气体中二氧化碳的体积浓度是否大于阈值，若大于阈值，则根据取样装置120的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度，然后根据获取的饱和溶解度进行计算得到二氧化碳在样液的液相中的总质量；若小于阈值，则降低取样装置120内的压力；当取样装置120的压力大于预设值时，析出的二氧化碳的体积浓度大于阈值，则根据取样装置120当前的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；当取样装置120内的压力小于预设值，析出的二氧化碳的体积浓度小于阈值，则认定该样液中不含有二氧化碳。

根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量时，首先判断是否大于预设阈值：

1）大于阈值。则认为液相中饱和溶解CO2，然后利用CO2在油和水中的饱和溶解度数据计算液相中的CO2质量：

①分别计算液相中油和水的体积：

式中：和分别为取样装置120液相中油的体积和水的体积，为原始取样体积，和分别为多相流量计110测量得到的含油率和含水率。

②查表条件下CO2在油和水中的饱和溶解度。CO2的溶解度数据由已知的部分实验数据插值得到，结果数据表包括温度范围280K-400K，步长为1K，压力范围0-10MPa，步长为0.1MPa，数据表大小为101\*121，如下表2和表3所示：

表2：CO2在原油中的饱和溶解度数据表(mol/L)



表3：CO2在地层水中的饱和溶解度数据表(mol/L)



③分别计算油和水中CO2的摩尔量：

，

；

式中：和分别为油和水中溶解CO2的摩尔量，和分别为取样装置120液相中油和水所占的体积，和分别为含油率和含水率。

④分别计算油和水中CO2的质量：

式中：和分别为油和水中溶解CO2的质量，和分别为油和水中溶解CO2的摩尔量，为CO2的摩尔质量，取44.1g/mol。

⑤计算取样样液中CO2的总质量：

式中：为取样样液中CO2的总质量，和分别为混合气、油和水中CO2的质量。

⑥计算一定时间段内产出CO2的总质量：

式中：为一定时间段内产出CO2的总质量，为取样样液中CO2的总质量，为一定时间段内多相流量计110计量的三相总流量，为原始取样体积。

2）小于阈值。则认为液相中CO2处于不饱和状态，控制取样装置120内活塞杆拉伸用于降低容器内部压力。

①若析出气体中CO2浓度始终小于预设阈值，且取样装置120内部压力大于0.1MPa，则重复该降压过程，直至析出气体中CO2浓度大于阈值，然后按照上述步骤1）计算产出CO2总量；

②若析出气体中CO2浓度始终小于预设阈值，且取样装置120内部压力已经小于0.1MPa，则结束该次取样分析，认为该样液中不含CO2，可继续进行下一次取样分析。

在一些实施例中，二氧化碳浓度检测仪130在使用前需要进行零点校准和50%CO2标气的标定，标定步骤如下：

①将二氧化碳浓度检测仪130放置在洁净的空气中，一键自动调零；

②二氧化碳浓度检测仪130通入50%浓度CO2标气，同时将目标点浓度设置为50.0%;

③进行目标点校准，等待测量浓度值基本上趋于稳定，AD值基本不变后，按确认键完成目标点校准；

④通入高纯氮气对气体管路进行吹扫，使CO2浓度示值归零，便于下次测量。

通过多相流量计110对油气水三相全量程范围的精准计量，获得三相相分率，然后通过带活塞杆的取样装置120析出液相中部分CO2，气、液中CO2含量单独计算后汇总，充分考虑CO2在原油和地层水中的溶解度参数，利用基于非线性最小二乘的‘S型’曲线拟合算法和三次样条曲面插值算法，对已有溶解度实验数据进行了高分辨率扩展，有效提高了计算效率及计算精度。实现了可定量计算井场产出液中CO2的总含量，结合CO2的注入量，对后期评估CO2封存效率提供了科学依据。

请参阅图3，在另一实施例中，一种井场内二氧化碳产出量计量方法，应用于上述实施例中的井场内二氧化碳产出量计量系统，方法包括以下步骤：

步骤S310：工况温度和压力的条件下，多相流量计计量采油井的油气水的三相总流量及三相相分率；其中，工况温度和工况压力均为多相流量计自带的温度传感器及压力传感器实时测量所得。

步骤S320：通过取样装置对多相流量计中混合均匀的三相流体进行取样得到样液，并析出样液的液相中的二氧化碳，然后将取样装置静置一段时间，得到含有二氧化碳的混合气体；

步骤S330：通过二氧化碳浓度检测仪检测混合气体中二氧化碳的体积浓度；

步骤S340：根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积；

步骤S350：根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量；

步骤S360：根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，进而得到样液中二氧化碳的总质量；

步骤S370：根据一定时间段内的油气水三相总流量计算得到采油机在该时间段内产出的二氧化碳的总质量。

通过多相流量计进行对采油井采集的油气水的三相总流量及三相相分率；通过取样装置对三相流量计的出液管线中油气水混合均匀的三相流体进行取样得到样液，并析出样液的液相中的二氧化碳，得到含有二氧化碳的混合气体，然后将混入气体送入二氧化碳浓度检测仪中进行检测混合气体中二氧化碳的体积浓度，根据得到的二氧化碳体积浓度计算得到混合气体中的二氧化碳的体积，根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量，根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量，将混合气体中的二氧化碳的质量及液相中二氧化碳的质量进行相加即可得到样液中二氧化碳的总质量，进而根据一定时间内采集的油气水的三相总流量可以得到这段时间内的油气水的三相中体积，进而可以得到这段时间内的油气水中的二氧化碳的总质量，实现了精准计算出井场产出液中而二氧化碳的总含量。

在一些实施例中，还包括以下步骤：

取样装置内的混合气体通过空气过滤器过滤水分及减压阀稳压后送入二氧化碳浓度检测仪。

取样装置内原始气体与析出气体的混合气体通过气体管路、电磁阀，进入过滤减压控制器，依次通过空气过滤器和减压阀。空气过滤器用于对气源清洁，可过滤压缩气体中的水分，避免水分随气体进入二氧化碳浓度检测仪。减压阀可对气源进行稳压，使气源处于恒压状态，减小气压突变对阀门或执行器等硬件的损伤。其中，减压阀稳压压力小于0.5MPa。

在一些实施例中，所述根据混合气体中的二氧化碳的体积及二氧化碳的密度得到混合气体中二氧化碳的质量具体包括以下步骤：

根据取样装置内的温度及压力获取二氧化碳对应的密度；

根据混合气体中的二氧化碳的体积及获取的二氧化碳的密度进行计算混合气体中二氧化碳的质量。

由于不同的温度和压力的情况下二氧化碳的密度不同，为了准确地获取混合气体中二氧化碳的质量，通过温度传感器及压力传感器进行获取取样装置内的温度及压力，然后通过查表可以得到二氧化碳对应的密度，进而可以准确计算混合气体中二氧化碳的质量。具体的混合气体中二氧化碳的质量的计算方式如下：

①根据CO2浓度检测仪及混合气体体积，计算取样装置温压条件下气相中CO2体积：

式中：为混合气体中CO2体积，为取样装置降压后混合气体总体积，为CO2体积浓度。

②计算混合气体中CO2分压：

式中：为混合气体中CO2所占分压，为取样装置内部压力，为CO2体积浓度。

③查表条件下CO2密度值。纯CO2密度值数据根据气体状态方程计算得到，详见表1；

④计算混合气体中CO2质量：

式中：为混合气体中CO2质量，为条件下CO2密度，为混合气体中CO2体积。

请参阅图4，在一些实施例中，所述根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量具体包括以下步骤：

步骤S410：判断混合气体中二氧化碳的体积浓度是否大于阈值；

若大于阈值，则执行步骤S420：根据取样装置的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；

步骤S430：根据获取的饱和溶解度进行计算得到二氧化碳在样液的液相中的总质量；

若小于阈值，则执行步骤S440：降低取样装置内的压力；

步骤S450：判断当取样装置的压力大于预设值时，析出的二氧化碳的体积浓度是否大于阈值；

若是，则执行步骤S460：根据取样装置当前的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度，根据取样装置的温度及压力获取二氧化碳在油和水中的对应饱和溶解度；

若否，即当取样装置内的压力小于预设值，析出的二氧化碳的体积浓度小于阈值，则执行步骤470：认定该样液中不含有二氧化碳。

根据二氧化碳在油水中的饱和溶解度计算样液的液相中的二氧化碳的质量时，首先判断是否大于预设阈值：

1）大于阈值。则认为液相中饱和溶解CO2，然后利用CO2在油和水中的饱和溶解度数据计算液相中的CO2质量：

①分别计算液相中油和水的体积：

式中：和分别为取样装置液相中油的体积和水的体积，为原始取样体积，和分别为多相流量计测量得到的含油率和含水率。

②查表条件下CO2在油和水中的饱和溶解度。CO2的溶解度数据由已知的部分实验数据插值得到，结果数据表包括温度范围280K-400K，步长为1K，压力范围0-10MPa，步长为0.1MPa，数据表大小为101\*121，如表2和表3所示；

③分别计算油和水中CO2的摩尔量：

，

；

式中：和分别为油和水中溶解CO2的摩尔量，和分别为取样装置液相中油和水所占的体积，和分别为含油率和含水率。

④分别计算油和水中CO2的质量：

式中：和分别为油和水中溶解CO2的质量，和分别为油和水中溶解CO2的摩尔量，为CO2的摩尔质量，取44.1g/mol。

⑤计算取样样液中CO2的总质量：

式中：为取样样液中CO2的总质量，和分别为混合气、油和水中CO2的质量。

⑥计算一定时间段内产出CO2的总质量：

式中：为一定时间段内产出CO2的总质量，为取样样液中CO2的总质量，为一定时间段内多相流量计计量的三相总流量，为原始取样体积。

2）小于阈值。则认为液相中CO2处于不饱和状态，控制取样装置内活塞杆拉伸用于降低容器内部压力。

①若析出气体中CO2浓度始终小于预设阈值，且取样装置内部压力大于预设值，预设值为0.1MPa，则重复该降压过程，直至析出气体中CO2浓度大于阈值，然后按照上述步骤1）计算产出CO2总量；

②若析出气体中CO2浓度始终小于预设阈值，且取样装置内部压力已经小于0.1MPa，则结束该次取样分析，认为该样液中不含CO2，可继续进行下一次取样分析。

请参阅图5，在一些实施例中，还包括对二氧化碳浓度检测仪的标定的步骤，具体以下步骤：

步骤S510：将二氧化碳浓度检测仪放置在洁净的空气中，并进行自动调零；

步骤S520：对二氧化碳浓度检测仪中通入50%浓度的二氧化碳标气，同时将目标点浓度设置为50%；

步骤S530：进行目标点校准，等待二氧化碳浓度检测仪检测浓度值趋于稳定，完成目标点校准；

步骤S540：对二氧化碳浓度检测仪通入高纯度氮气对气体管路进行吹扫，使二氧化碳浓度值归零。

二氧化碳浓度检测仪在使用前需要进行零点校准和50%CO2标气的标定，标定步骤如下：

①将二氧化碳浓度检测仪放置在洁净的空气中，一键自动调零；

②二氧化碳浓度检测仪通入50%浓度CO2标气，同时将目标点浓度设置为50.0%;

③进行目标点校准，等待测量浓度值基本上趋于稳定，AD值基本不变后，按确认键完成目标点校准；

④通入高纯氮气对气体管路进行吹扫，使CO2浓度示值归零，便于下次测量。

最后需要说明的是，尽管在本申请的说明书文字及附图中已经对上述各实施例进行了描述，但并不能因此限制本申请的专利保护范围。凡是基于本申请的实质理念，利用本申请说明书文字及附图记载的内容所作的等效结构或等效流程替换或修改产生的技术方案，以及直接或间接地将以上实施例的技术方案实施于其他相关的技术领域等，均包括在本申请的专利保护范围之内。

图示

描述已自动生成

图1

图示

描述已自动生成

图2

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

图3

图表, 图示

描述已自动生成

图4

图片包含 文本

描述已自动生成

图5