

高尔夫式气举球、气举采油装置、控制系统及控制方法

技术领域

本发明涉及油气举升设备技术领域，具体而言，涉及一种高尔夫式气举球、气举采油装置、控制系统及控制方法。

背景技术

目前，常用的气举采油装置，一种方式是依靠从地面注入井内的高压气体与油层产生流体在井筒中的混合，利用气体的膨胀使井筒中的混合液密度降低，将流入到井内的原油举升到地面；另一种方式是利用高压气体将气举球沿管柱泵送至井底，然后靠高压气体和气举球的推力将油举升至地面。但是，由于油层通常位于较深的地下，随着油气的不断采出，井下环境复杂多变，例如井底压力、井底温度以及流体流速等常发生变化，而传统的气举采油装置无法实时获取井下各条件的变化情况，进而无法对注入高压气体的泵入速度或气举球的投球频率进行及时调整，从而影响气举采油效率。

发明内容

本发明提供了一种高尔夫式气举球气举采油装置、控制系统及控制方法，能够有效解决上述问题。

本发明的实施例通过以下技术方案实现：

本发明第一方面提供了一种高尔夫式气举球，用于在气举管内依靠高压气体提供动力对油气进行举升，所述气举管为三汇管，包括送气管、举升管和尾管，所述高尔夫式气举球包括球体和设置在所述球体外侧壁上的若干凸起，所述凸起为硬质尖块或软质毛刺，所述球体的直径小于所述送气管的内径，所述球体的直径小于所述举升管的内径。

进一步地，所述送气管与所述举升管的内径相同，均为 40.2mm-40.4mm 或均为 50.2mm-50.4mm；优选地，均为 40.3mm 或 50.3mm。

若所述送气管与所述举升管的内径均为 40.3mm，则所述球体的直径为 36mm-37mm，优选为 37mm；若所述送气管与所述举升管的内径均为 50.3mm，则所述球体的直径为 46mm-47mm，优选为 47mm。

其中，若所述凸起为硬质尖块，则所述高尔夫式气举球的外径小于所述送气管的内径，所述高尔夫式气举球的外径小于所述举升管的内径；

进一步地，若所述送气管与所述举升管的内径均为 40.3mm，则带硬质尖块的高尔夫式气举球的外径为 38mm-38.5mm，优选为 38mm；若所述送气管与所述举升管的内径均为 50.3mm，则带硬质尖块的高尔夫式气举球的外径为 48mm-48.5mm，优选为 48mm。

其中，若所述凸起为软质毛刺，则所述高尔夫式气举球的外径大于或等于所述送气管的内径，所述高尔夫式气举球的外径大于或等于所述举升管的内径，所述软质毛刺变形紧贴于所述举升管或所述送气管的内管壁上；

进一步地，若所述送气管与所述举升管的内径均为 40.3mm，则带软质毛刺的高尔夫式气举球的外径为 40.3mm-42mm，优选为 41mm；若所述送气

管与所述举升管的内径均为 50.3mm，则带软质毛刺的高尔夫式气举球的外径为 50.3mm-52mm，优选为 51mm。

其中，所述球体呈空心状，在所述球体的侧壁上开设有连通孔，在所述内侧壁上设有软质层，在所述软质层内埋设有第一传感器，所述第一传感器包括：压力传感器、温度传感器和/或速度传感器；

其中，所述软质层的材质可以为棉、橡胶、硅胶、软质塑料等；

其中，所述第一传感器包括安装座和感应头，所述安装座安装在所述软质层内，所述感应头未与所述软质层接触。

本发明第二方面提供了一种收投球装置，用于回收和投放前述高尔夫式气举球，包括壳体，在所述壳体上分别设有进球口、出球口、出气口和出油口，所述进球口的高度高于所述出球口的高度，在所述进球口与所述出球口之间设有气举球滑道，所述气举球滑道的一端与所述进球口连接，另一端与所述出球口连接，所述气举球滑道的内径大于所述出球口的内径，所述气举球滑道的侧壁分布有若干空隙，在所述出球口的外侧安装有低高压转换阀。

其中，所述气举球滑道呈螺旋状，所述气举球滑道由输送管和开放滑道组成，所述开放滑道包括圆环和四根金属杆组成，所述圆环设于所述金属杆的端部，四根所述金属杆呈环形阵列排布，在所述气举球滑道上设有若干支撑件，所述支撑件包括若干固定环，所述固定环套设于所述气举球滑道的外壁上，若干所述固定环之间设有固定杆；

其中，在所述壳体的内部安装有空心杆，在所述空心杆的侧壁上设有若干排气孔，所述空心杆连接有输气管；

其中，在所述气举球滑道的端部安装有气举球收纳器，所述气举球收纳器呈环状，所述气举球收纳器的内径与所述出球口的内径相同，所述气举球收纳器与所述出球口贴合，所述气举球收纳器连接有自动伸缩杆，所述自动伸缩杆安装在所述壳体的内底部，所述自动伸缩杆的伸缩方向与所述气举球收纳器的轴线方向垂直，所述自动伸缩杆的驱动方式为电驱或气驱；

其中，所述低高压转换阀包括第一舱室和第二舱室，所述第一舱室与所述第二舱室串连，所述第一舱室与所述出球口连接，在所述第一舱室与所述出球口之间设有第一阀门，在所述第一舱室与所述第二舱室之间设有第二阀门，在所述第二舱室的底部设有第三阀门，所述第二舱室还连接有第一高压气泵，在所述第二舱室的侧壁上安装有卸压口，在所述卸压口处安装有第四阀门，四个阀门均可以为电磁阀、球阀和气动阀中的一种；

其中，所述低高压转换阀包括球形外壳，所述球形外壳呈空心状，在所述球形外壳的侧壁上分别安装有进球通道、出球通道、高压气通道和余油通道，所述进球通道的内径与所述出球通道的内径相同，所述高压气通道的内径小于所述进球通道的内径，所述余油通道的内径小于所述高压气通道的内径，在所述球形外壳内设有呈圆球状的阀芯，所述阀芯与所述球形外壳的内壁贴合，在所述阀芯的轴线上同轴设有第一通孔和第二通孔，所述第一通孔的直径等于所述进球通道的内径，所述第二通孔的直径等于所述高压气通道的内径，所述高压气通道连接有第二高压气泵，在所述球形外壳的外部设有旋转驱动件，所述旋转驱动件用于驱动阀芯转动，所述旋转驱动件的驱动方式为电驱或气驱，具体地，旋转驱动件为减速电机。

本发明第三方面提供了一种分级启动装置，用于将前述高尔夫式气举球在井下进行分级启动，所述分级启动装置包括气举管和若干气举阀，若

于所述气举阀沿所述气举管的长度方向设置；

所述气举管为呈 Y 型的三汇管，包括送气管、举升管和尾管；

所述气举阀呈 H 型，包括第一通道、第二通道和第三通道，所述第一通道与所述送气管连通，所述第二通道与所述举升管连通，所述第三通道将所述第一通道与所述第二通道连通，在所述第三通道内设有活动闸门。

其中，在所述第三通道的顶部设有密封舱，在所述密封舱内分别设有固定板和活动板，在所述固定板与所述活动板之间设有伸缩件，在所述密封舱与所述第三通道之间设有第三通孔，所述活动闸门为板状闸门，所述板状闸门穿设于所述第三通孔处，所述板状闸门的一端与所述活动板固定连接，另一端为自由端，在所述板状闸门的自由端处设有限位块。

其中，所述伸缩件为弹簧；

在所述密封舱与所述第三通道之间设有传压孔，所述传压孔位于所述板状闸门靠近所述第二通道的一侧；

其中，所述伸缩件为电动伸缩件；

在所述第二通道的内侧壁上分别设有第一压力传感器和第一 PLC 控制器，所述第一压力传感器的信号输出端与所述第一 PLC 控制器的信号输入端连接，所述第一 PLC 控制器的信号输出端与所述电动伸缩件的信号输入端连接；

其中，所述活动闸门为筒状闸门，所述筒状闸门包括共轴线设置的阀芯与阀壳，所述阀芯在所述阀壳内可绕轴线转动，所述阀芯的外壁与所述阀壳的内壁贴合，在所述阀芯与轴线垂直的方向上设有第四通孔，在所述

阀壳的两侧对称设有通槽，所述通槽与所述第四通孔相匹配；

在所述第二通道的内侧壁上分别设有第二压力传感器和第二 PLC 控制器，所述第二压力传感器的信号输出端与所述第二 PLC 控制器的信号输入端连接，所述第二 PLC 控制器的信号输出端与所述筒状闸门的信号输入端连接；

其中，在所述尾管的下端设有射孔枪和套筒；

所述射孔枪呈柱状，在所述射孔枪的尾部设有第一电缆，在所述射孔枪的侧壁上设有若干收纳槽，在所述收纳槽内设有射孔弹，在所述射孔弹的尾部设有起爆器，所述起爆器位于所述射孔枪的中轴线处，所述起爆器呈环状，在所述射孔枪的中轴线上埋设有引线，所述引线穿设于所述起爆器内，在所述收纳槽的开口处设有弧形板，所述弧形板的材质为延展金属；

所述套筒套设于所述射孔枪的外部，在所述套筒的内部设有发热体，所述发热体连接有第二电缆，在所述套筒与所述射孔枪之间设有加热丝，所述加热丝的一端与所述发热体固定连接，另一端与所述弧形板固定连接，在所述套筒的侧壁上开设有若干射孔弹出口，所述射孔弹出口与所述收纳槽相匹配，在所述射孔弹出口处设有金属箔。

其中，所述弧形板点焊在所述收纳槽的开口处或点焊在所述射孔弹出口处。

其中，在所述射孔枪的外侧壁上设有若干第一电动伸缩杆，在所述套筒的内侧壁上设有若干凹槽，所述凹槽与所述第一电动伸缩杆相匹配；在所述套筒的外侧壁上设有若干第二电动伸缩杆，在所述第二电动伸缩杆的端部安装有突刺。

本发明第四方面提供了一种高尔夫式气举球气举采油装置，由高尔夫式气举球、收投球装置和分级启动装置组成。

本发明第五方面提供了一种高尔夫式气举球气举采油装置的智能控制系统，用于控制前述高尔夫式气举球气举采油装置，使高尔夫式气举球、收投球装置和分级启动装置实现联动，包括：

第一传感器，埋设于高尔夫式气举球内部，用于采集动态位置数据；

信号触发单元，用于激发第一传感器，使其发出信号；

无线信号接收器，用于接收第一传感器发射的无线信号并转换为数字信号；

智能控制器，用于接收无线信号接收器输出的数字信号，生成操控指令；

执行模块，用于将智能控制器输出的操控指令转换为收投球装置投球自动操作、高压气泵注气自动操作；

操控面板，用于显示系统状态与输入操控数据；

信号发射接收模块，用于将采集的动态位置数据通过无线信号的方式发送至平台或陆地，还用于接收来自平台或陆地发出的控制指令。

本发明第六方面提供了一种高尔夫式气举球气举采油装置的智能控制方法，用于控制前述高尔夫式气举球气举采油装置，使高尔夫式气举球、收投球装置和分级启动装置实现联动，包括如下步骤：

S1、采集井下的动态数据；

所述动态位置数据包括压力、温度和球移动速度；

S2、根据步骤 S1 所采集的数据，调整球控装置的投球频率和高压气源的注气压力；

若压力为 X，温度为 Y，速度为 Z；

则收投球装置的投球频率为 A，高压气泵的注气压力为 B。

本发明实施例的技术方案至少具有如下优点和有益效果：

本发明所提供的高尔夫式气举球气举采油装置，在结构上包括了三大部分，即高尔夫式气举球、收投球装置和分级启动装置，并同时提供了该装置的控制方法及控制系统；

针对第一部分高尔夫式气举球，能够顺畅地在气举管内移动并将尾管处的油气举升至地面，且球体的直径小于管径，能够有效形成水车效应，另外在高尔夫式气举球的球体外侧壁上设置有硬质尖块或软质毛刺，能够对气举管内壁的积蜡进行及时清理；

针对第二部分收投球装置，结构简单，且能够对高尔夫式气举球进行有效回收和发射，具有良好的气举球采油效率，另外，在本装置中，气举球滑道由两个圆环和若干根金属杆组成，如此结构使得气举球只能在金属杆围成的空间内有序移动，不会出现大量气举球聚集的现象发生，且该结构使得气举球的球表面暴露在外，在移动过程中，由于离心力的作用，气举球表面粘附的石油更加容易甩落，使得气举球在再次下井前被清理干净；

针对第三部分分级启动装置，通过在三汇管上设置多级气举阀，实现分段排液，在气举球的水车原理作用下，排液快，效率高，排的更干净，

并且分段后能够显著降低各段的流压，则使得总的井底流压降幅大增，如此有利于在较低的启动压力下将井底的油气分段举升至地面，适用于深井气举采油；且在其下端设置的装置，能够通过射孔弹将加热丝和弧形板送入至地层裂缝中，对地层裂缝中的稠油进行加热，有效提升了稠油的流动性，即提升了油气的开采效率。

针对装置的控制方法及控制系统，通过实时采集井下的温度、压力和速度等数据，以此为依据，调整地面上的球控装置的投球频率以及高压气源的注气压力，从而提升气举采油效率，并且，本系统还能够实现数据远程传输以及远程控制，智能且高效。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例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发明的某些实施例，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。

图1为本发明实施例1提供的高尔夫式气举球的结构示意图；

图2为图1所示高尔夫式气举球的内部结构示意图；

图3为本发明实施例2提供的高尔夫式气举球的结构示意图；

图4为本发明实施例3提供的收投球装置的结构示意图；

图5为图4所示收投球装置的内部结构示意图；

图6为图5中A处的结构示意图；

图 7 为图 4 所示收投球装置中的低高压转换阀的结构示意图；

图 8 为本发明实施例 4 所提供的收投球装置的结构示意图；

图 9 为图 8 所示收投球装置中的新低高压转换阀的结构示意图；

图 10 为本发明实施例 5 所提供的分级启动装置 I 型的结构示意图；

图 11 为图 10 所提供的分级启动装置 I 型中的气举阀的结构示意图；

图 12 为本发明实施例 6 所提供的分级启动装置 II 型中的气举阀的结构示意图；

图 13 为本发明实施例 7 所提供的分级启动装置 III 型中的气举阀的结构示意图；

图 14 为本发明实施例 8 所提供的射孔枪加套筒的结构示意图；

图 15 为图 14 所示的射孔枪加套筒射孔释放后的结构示意图；

图 16 为本发明实施例 9 所提供的高尔夫式气举球气举采油装置的结构示意图；

图 17 为本发明实施例 10 所提供的高尔夫式高尔夫式气举球气举采油装置的智能控制系统框图；

图 18 为本发明实施例 10 所提供的高尔夫式高尔夫式气举球气举采油装置的智能控制方法框图。

图标：1-高尔夫式气举球，11-球体，111-连通孔，112-软质层，113-第一传感器，12-硬质尖块，13-软质毛刺，2-收投球装置，21-壳体，211-

进球口, 212-出气口, 213-出球口, 214-出油口, 22-气举球滑道, 221-输送管, 222-开放滑道, 223-支撑件, 2231-固定环, 2232-固定杆, 23-空心杆, 231-排气孔, 24-气举球收纳器, 241-自动伸缩杆, 25-低高压转换阀, 251-第一舱室, 2511-抽液管, 252-第二舱室, 2521-卸压口, 2522-第四阀门, 253-第一阀门, 254-第二阀门, 255-第三阀门, 256-第一高压气泵, 26-新低高压转换阀, 261-球形外壳, 2611-进球通道, 2612-出球通道, 2613-高压气通道, 2614-余油通道, 262-阀芯, 2621-第一通孔, 2622-第二通孔, 3-分级启动装置 I 型, 31-三汇管, 311-送气球管, 312-举升管, 313-尾管, 32-气举阀, 321-第一通道, 322-第二通道, 323-第三通道, 3231-板状闸门, 32311-限位块, 3232-筒状闸门, 32321-阀芯, 323211-第四通孔, 32322-阀壳, 324-密封舱, 3241-固定板, 3242-活动版, 3243-波纹管, 3244-弹簧, 3245-第三通孔, 3246-传压孔, 3247-电动伸缩件, 4-射孔枪, 41-收纳槽, 411-弧形板, 42-射孔弹, 421-起爆器, 43-引线, 44-第一电动伸缩杆, 5-套筒, 51-发热体, 52-加热丝, 53-射孔弹出口, 531-金属箔, 54-凹槽, 55-第二电动伸缩杆, 6-第一电缆, 7-第二电缆。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚, 下面将结合本发明实施例中的附图, 对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述, 显然, 所描述的实施例是本发明一部分实施例, 而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

因此, 以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围, 而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本

发明中的实施例，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例，都属于本发明保护的范围。

实施例 1

如图 1-2 所示，本实施例提供了一种高尔夫式气举球 1，用于在气举管内依靠高压气体提供动力对油气进行举升，气举管可以为常规的三汇管结构，包括送气管、举升管和尾管，该高尔夫式气举球 1 包括球体 11 和设置在球体 11 外侧壁上的若干凸起，球体 11 的材料为硬质橡胶，凸起为硬质尖块 12，硬质尖块 12 的材料同样为硬质橡胶，球体 11 的直径小于送气管的内径，球体 11 的直径小于举升管的内径，高尔夫式气举球 1 的外径小于送气管的内径，高尔夫式气举球 1 的外径小于举升管的内径，具体地，送气管与举升管的内径均为 40.3mm，球体 11 的直径为 37mm，加上硬质尖块 12 以后，高尔夫式气举球 1 的直径为 38mm。

另外，本实施例所提供的高尔夫式气举球 1 的球体 11 呈空心状，在球体 11 的侧壁上开设有连通孔 111，通孔的数量可以为一个或多个，这里以一个为例，连通孔 111 的作用在于使得油气能够进入到球体 11 内部，即使得球体 11 内外压力平衡，在球体 11 内侧壁上设有软质层 112，软质层 112 的材料为橡胶，在软质层 112 内埋设有第一传感器 113，可同时监测压力、温度和速度的集成传感器，该第一传感器 113 包括安装座和感应头，安装座安装在软质层 112 内，感应头未与软质层 112 接触，如此，感应头能够充分与油气接触。

实施例 2

如图 3 所示，本实施例提供了一种实施例 1 的替代方案，其余特征与实施例 1 相同，所不同之处在于，凸起为软质毛刺 13，软质毛刺 13 的材料

为软质橡胶，高尔夫式气举球 1 的外径大于送气管的内径，高尔夫式气举球 1 的外径大于举升管的内径，具体地，送气管与举升管的内径均为 40.3mm，球体 11 的直径为 37mm，加上软质毛刺 13 以后，高尔夫式气举球 1 的直径为 41mm，当其进入到送气管或举升管中时，软质毛刺 13 变形紧贴于管壁上。

实施例 3

如图 4-7 所示，本实施例提供了一种收投球装置 2，用于回收和投放前述高尔夫式气举球 1，该收投球装置 2 包括壳体 21，在壳体 21 的侧壁上分别设有进球口 211 和出气口 212，在壳体 21 的底壁上分别设有出球口 213 和出油口 214，在壳体 21 的内部设有气举球滑道 22 和空心杆 23，气举球滑道 22 呈螺旋状，气举球滑道 22 由输送管 221 和开放滑道 222 组成，开放滑道 222 包括圆环和四根金属杆组成，圆环设于金属杆的端部，四根金属杆呈环形阵列排布，在气举球滑道 22 上设有若干支撑件 223，支撑件 223 包括若干固定环 2231，固定环 2231 套设于气举球滑道 22 的外壁上，若干固定环 2231 之间设有固定杆 2232，如此设置，高尔夫式气举球 1 在输送管 221 内时能够被高压气体推动向前移动，当高尔夫式气举球 1 移动到开放滑道 222 处后，高压气体卸压，此时高尔夫式气举球 1 依靠惯性和自身重力移动，且在这个过程中，油气流入到壳体 21 的内底部，气举球滑道 22 的一端安装在进球口 211 处，气举球滑道 22 的另一端安装在出球口 213 处，在出球口 213 与气举球滑道 22 的端部之间设有气举球收纳器 24，气举球收纳器 24 呈环状，气举球收纳器 24 的内径大于出球口 213 的内径，气举球收纳器 24 与出球口 213 贴合，气举球收纳器 24 连接有自动伸缩杆 241，该自动伸缩杆 241 的驱动方式为气驱，自动伸缩杆 241 安装在壳体 21 的内底部，空心杆 23 设在呈螺旋状的气举球滑道 22 的中心处，在空心杆 23 的侧壁上设有若干排气孔 231，空心杆 23 连接有输气管（设在壳体的外底部，

图中被遮挡,未示出),在出球口 213 的外侧安装有低高压转换阀 25,低高压转换阀 25 包括第一舱室 251 和第二舱室 252,第一舱室 251 与第二舱室 252 串连,第一舱室 251 与出球口 213 连接,第一舱室 251 的底部安装有抽液管 2511,抽液管 2511 外接有抽吸泵,用于将第一舱室 251 内的积液抽出,在第一舱室 251 与出球口 213 之间设有第一阀门 253,在第一舱室 251 与第二舱室 252 之间设有第二阀门 254,在第二舱室 252 的底部设有第三阀门 255,第二舱室 252 还连接有第一高压气泵 256,在第二舱室 252 的侧壁上安装有卸压口 2521,在卸压口 2521 处安装有第四阀门 2522。

实施例 4

如图 8-9 所示,本实施例提供了一种实施例 3 的改进方案,其余特征与实施例 1 相同,所不同之处在于,提供了一种结构不同的新低高压转换阀 26,具体地,新低高压转换阀 26 包括球形外壳 261,球形外壳 261 呈空心状,在球形外壳 261 的侧壁上分别安装有进球通道 2611、出球通道 2612、高压气通道 2613 和余油通道 2614,进球通道 2611 与壳体 21 的出球口 213 连通,进球通道 2611 的内径与出球通道 2612 的内径相同,高压气通道 2613 的内径小于进球通道 2611 的内径,余油通道 2614 的内径小于高压气通道 2613 的内径,在球形外壳 261 内设有呈圆球状的阀芯 262,阀芯 262 与球形外壳 261 的内壁贴合,在阀芯 262 的轴线上同轴设有第一通孔 2621 和第二通孔 2622,第一通孔 2621 的直径等于进球通道 2611 的内径,第二通孔 2622 的直径等于高压气通道 2613 的内径,高压气通道 2613 连接有第二高压气泵(图中未示出),在球形外壳 261 的外部设有减速电机(图中未示出),减速电机的输出端与阀芯 262 连接,用于驱动阀芯 262 转动。

实施例 5

如图 10-11 所示, 本实施例提供了一种分级启动装置 I 型 3, 包括三汇管 31 和若干气举阀 32, 若干气举阀 32 沿三汇管 31 的长度方向设置, 三汇管 31 呈 Y 型, 包括送气球管 311、举升管 312 和尾管 313, 气举阀 32 呈 H 型, 包括第一通道 321、第二通道 322 和第三通道 323, 第一通道 321 与送气球管 311 连通, 第二通道 322 与举升管 312 连通, 在三汇管的 31 尾管 313 处的气举阀 32, 其第一通道 321 的一端与送气球管 311 连通, 另一端封死, 其第二通道 322 的一端与举升管 312 连通, 另一端与尾管 313 连通, 第三通道 323 将第一通道 321 与第二通道 322 连通, 在第三通道 323 内设有板状闸门 3231, 在第三通道 323 的顶部设有密封舱 324, 在密封舱 324 内分别设有固定板 3241 和活动板 3242, 在固定板 3241 与活动板 3242 之间设有伸缩件和波纹管 3243, 该伸缩件为弹簧 3244, 需要说明的是, 在若干气举阀中, 沿三汇管的深度方向, 越深, 气举阀中的弹簧的弹性系数越大, 这是由于越深, 流体压力越大, 因此需要弹性系数较大的弹簧, 弹簧 3244 设于波纹管 3243 的内部, 在密封舱 324 与第三通道 323 之间设有第三通孔 3245, 板状闸门 3231 穿设于第三通孔 3245 处, 板状闸门 3231 的一端与活动板 3242 固定连接, 另一端为自由端, 在自由端处设有限位块 32311, 在密封舱 324 与第三通道 323 之间还设有传压孔 3246, 传压孔 3246 位于板状闸门 3231 靠近第二通道 322 的一侧。

实施例 6

如图 12 所示, 本实施例提供了一种实施例 5 的改进方案, 提供了一种分级启动装置 II 型, 其余特征与实施例 1 相同, 所不同之处在于, 将弹簧 3244 置换为电动伸缩件 3247, 并且在第二通道 322 的内侧壁上分别设有第一压力传感器和第一 PLC 控制器, 第一压力传感器的信号输出端与第一 PLC 控制器的信号输入端连接, 第一 PLC 控制器的信号输出端与电动伸缩件 3247

的信号输入端连接，电动伸缩件 3247、第一压力传感器和第一 PLC 控制器的电力均由井下电缆提供。

实施例 7

如图 13 所示，本实施例提供了一种实施例 5 的改进方案，提供了一种分级启动装置 III 型，其余特征与实施例 1 相同，所不同之处在于，无密封舱 324，且将板状闸门 3231 置换为筒状闸门 3232，该筒状闸门 3232 包括共轴线设置的阀芯 32321 与阀壳 32322，阀芯 32321 在阀壳 32322 内可绕轴线转动，阀芯 32321 的外壁与阀壳 32322 的内壁贴合，在阀芯 32321 与轴线垂直的方向上设有第四通孔 323211，在阀壳 32322 的两侧对称设有通槽 323221，通槽 323221 与第四通孔 323211 相匹配。另外，在第二通道 322 的内侧壁上分别设有第二压力传感器和第二 PLC 控制器，第二压力传感器的信号输出端与第二 PLC 控制器的信号输入端连接，第二 PLC 控制器的信号输出端与筒状闸门的信号输入端连接，筒状闸门 3232、第二压力传感器和第二 PLC 控制器的电力均由井下电缆提供。

实施例 8

如图 14-15 所示，作为实施例 5 的改进方案，在分级启动装置 I 型 3 的尾管 313 的下端设有射孔枪 4 和套筒 5，射孔枪 4 呈柱状，在射孔枪 4 的尾部设有第一电缆 6，在射孔枪 4 的侧壁上设有若干收纳槽 41，在收纳槽内设有射孔弹 42，在射孔弹 42 的尾部设有起爆器 421，起爆器 421 位于射孔枪 4 的中轴线处，起爆器 421 呈环状，在射孔枪 4 的中轴线上埋设有引线 43，引线 43 穿设于起爆器 421 内，在收纳槽 41 的开口处点焊有弧形板 411，弧形板 411 的材质为延展金属，具体为铜板，套筒 5 套设于射孔枪 4 的外部，在套筒 5 的内部设有发热体 51，发热体 51 连接有第二电缆 7，在

套筒 5 与射孔枪 4 之间设有加热丝 52，加热丝 52 的一端与发热体 51 固定连接，另一端与弧形板 411 固定连接，在套筒 5 的侧壁上开设有若干射孔弹出口 53，射孔弹出口 53 与收纳槽 41 相匹配，在射孔弹出口 53 处设有金属箔 531。

另外，在射孔枪 4 的外侧壁上设有若干第一电动伸缩杆 44，在套筒 5 的内侧壁上设有若干凹槽 54，凹槽 54 与第一电动伸缩杆 44 相匹配，在套筒 5 的外侧壁上设有若干第二电动伸缩杆 55，在第二电动伸缩杆 55 的端部安装有突刺。

实施例 9

如图 14 所示，本实施例提供了一种高尔夫式气举球气举采油装置，由实施例 1 所提供的高尔夫式气举球 1、实施例 3 所提供的收投球装置 2 以及实施例 5 所提供的分级启动装置 3 组成。

在本装置中，高尔夫式气举球 1 被收投球装置 2 送入至分级启动装置 3 中，将油气从分级启动装置 3 中举升携带至收投球装置 2 内，如此循环，实现油气举升。

实施例 10

如图 15-16 所示，本实施例提供了一种高尔夫式气举球气举采油装置的智能控制系统及对应的智能控制方法，用于控制前述高尔夫式气举球气举采油装置，使高尔夫式气举球、收投球装置和分级启动装置实现联动，智能控制系统包括：

第一传感器，埋设于高尔夫式气举球内部，用于采集动态位置数据；

信号触发单元，用于激发第一传感器，使其发出信号；

无线信号接收器，用于接收第一传感器发射的无线信号并转换为数字信号；

智能控制器，用于接收无线信号接收器输出的数字信号，生成操控指令；

执行模块，用于将智能控制器输出的操控指令转换为收投球装置投球自动操作、高压气泵注气自动操作；

操控面板，用于显示系统状态与输入操控数据；

信号发射接收模块，用于将采集的动态位置数据通过无线信号的方式发送至平台或陆地，还用于接收来自平台或陆地发出的控制指令。

智能控制方法包括如下步骤：

S1、采集井下的动态数据；

所述动态位置数据包括压力、温度和球移动速度；

S2、根据步骤 S1 所采集的数据，调整球控装置的投球频率和高压气源的注气压力；

若压力为 X，温度为 Y，速度为 Z；

则收投球装置的投球频率为 A，高压气泵的注气压力为 B。

以上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。

权 利 要 求 书

1. 一种高尔夫式气举球，用于在气举管内依靠高压气体提供动力对油气进行举升，所述气举管为三汇管，包括送气管、举升管和尾管，其特征在于，所述高尔夫式气举球包括球体和设置在所述球体外侧壁上的若干凸起，所述凸起为硬质尖块或软质毛刺，所述球体的直径小于所述送气管的内径，所述球体的直径小于所述举升管的内径。

2. 根据权利要求 1 所述的高尔夫式气举球，其特征在于，若所述凸起为硬质尖块，则所述高尔夫式气举球的外径小于所述送气管的内径，所述高尔夫式气举球的外径小于所述举升管的内径。

3. 根据权利要求 1 所述的高尔夫式气举球，其特征在于，若所述凸起为软质毛刺，则所述高尔夫式气举球的外径大于或等于所述送气管的内径，所述高尔夫式气举球的外径大于或等于所述举升管的内径，所述软质毛刺变形紧贴于所述举升管或所述送气管的内管壁上。

4. 根据权利要求 1-3 任意一项所述的高尔夫式气举球，其特征在于，所述球体呈空心状，在所述球体的侧壁上开设有连通孔，在所述球体的内侧壁上设有软质层，在所述软质层内埋设有第一传感器，所述第一传感器包括：压力传感器、温度传感器和/或速度传感器。

5. 一种收投球装置，用于回收和投放如权利要求 1-4 任意一项所述的高尔夫式气举球，其特征在于，包括壳体，在所述壳体上分别设有进球口、出球口、出气口和出油口，所述进球口的高度高于所述出球口的高度，在所述进球口与所述出球口之间设有气举球滑道，所述气举球滑道的一端与所述进球口连接，另一端与所述出球口连接，所述气举球滑道的内径大于

所述出球口的内径，所述气举球滑道的侧壁分布有若干空隙，在所述出球口的端部安装有低高压转换阀。

6. 根据权利要求 5 所述的收投球装置，其特征在于，所述气举球滑道呈螺旋状，所述气举球滑道由输送管和开放滑道组成，所述开放滑道包括圆环和四根金属杆组成，所述圆环设于所述金属杆的端部，四根所述金属杆呈环形阵列排布，在所述气举球滑道上设有若干支撑件，所述支撑件包括若干固定环，所述固定环套设于所述气举球滑道的外壁上，若干所述固定环之间设有固定杆。

7. 根据权利要求 5 所述的收投球装置，其特征在于，在所述壳体的内部安装有空心杆，在所述空心杆的侧壁上设有若干排气孔，所述空心杆连接有输气管。

8. 根据权利要求 5 所述的收投球装置，其特征在于，在所述气举球滑道的端部安装有气举球收纳器，所述气举球收纳器呈环状，所述气举球收纳器的内径与所述出球口的内径相同，所述气举球收纳器与所述出球口贴合，所述气举球收纳器连接有自动伸缩杆，所述自动伸缩杆安装在所述壳体的内底部，所述自动伸缩杆的伸缩方向与所述气举球收纳器的轴线方向垂直。

9. 根据权利要求 5-8 任意一项所述的收投球装置，其特征在于，所述低高压转换阀包括第一舱室和第二舱室，所述第一舱室与所述第二舱室串连，所述第一舱室与所述出球口连接，在所述第一舱室与所述出球口之间设有第一阀门，在所述第一舱室与所述第二舱室之间设有第二阀门，在所述第二舱室的底部设有第三阀门，所述第二舱室还连接有第一高压气泵，在所述第二舱室的侧壁上安装有卸压口，在所述卸压口处安装有第四阀门。

10. 根据权利要求 5-8 任意一项所述的收投球装置，其特征在于，所述低高压转换阀包括球形外壳，所述球形外壳呈空心状，在所述球形外壳的侧壁上分别安装有进球通道、出球通道、高压气通道和余油通道，所述进球通道的内径与所述出球通道的内径相同，所述高压气通道的内径小于所述进球通道的内径，所述余油通道的内径小于所述高压气通道的内径，在所述球形外壳内设有呈圆球状的阀芯，所述阀芯与所述球形外壳的内壁贴合，在所述阀芯的轴线上同轴设有第一通孔和第二通孔，所述第一通孔的直径等于所述进球通道的内径，所述第二通孔的直径等于所述高压气通道的内径，所述高压气通道连接有第二高压气泵，在所述球形外壳的外部设有旋转驱动件，所述旋转驱动件用于驱动阀芯转动，所述旋转驱动件的驱动方式为电驱或气驱。

11. 一种分级启动装置，用于将如权利要求 1-4 任意一项所述的高尔夫式气举球在井下进行分级启动，其特征在于，所述分级启动装置包括气举管和若干气举阀，若干所述气举阀沿所述气举管的长度方向设置；

所述气举管为呈 Y 型的三汇管，包括送气管、举升管和尾管；

所述气举阀呈 H 型，包括第一通道、第二通道和第三通道，所述第一通道与所述送气管连通，所述第二通道与所述举升管连通，所述第三通道将所述第一通道与所述第二通道连通，在所述第三通道内设有活动闸门。

12. 根据权利要求 11 所述的分级启动装置，其特征在于，在所述第三通道的顶部设有密封舱，在所述密封舱内分别设有固定板和活动板，在所述固定板与所述活动板之间设有伸缩件，在所述密封舱与所述第三通道之间设有第三通孔，所述活动闸门为板状闸门，所述板状闸门穿设于所述第三通孔处，所述板状闸门的一端与所述活动板固定连接，另一端为自由端，

在所述板状闸门的自由端处设有限位块。

13. 根据权利要求 12 所述的分级启动装置，其特征在于，所述伸缩件为弹簧；

在所述密封舱与所述第三通道之间设有传压孔，所述传压孔位于所述板状闸门靠近所述第二通道的一侧。

14. 根据权利要求 12 所述的分级启动装置，其特征在于，所述伸缩件为电动伸缩件；

在所述第二通道的内侧壁上分别设有第一压力传感器和第一 PLC 控制器，所述第一压力传感器的信号输出端与所述第一 PLC 控制器的信号输入端连接，所述第一 PLC 控制器的信号输出端与所述电动伸缩件的信号输入端连接。

15. 根据权利要求 11 所述的分级启动装置，其特征在于，所述活动闸门为筒状闸门，所述筒状闸门包括共轴线设置的阀芯与阀壳，所述阀芯在所述阀壳内可绕轴线转动，所述阀芯的外壁与所述阀壳的内壁贴合，在所述阀芯与轴线垂直的方向上设有第四通孔，在所述阀壳的两侧对称设有通槽，所述通槽与所述第四通孔相匹配；

在所述第二通道的内侧壁上分别设有第二压力传感器和第二 PLC 控制器，所述第二压力传感器的信号输出端与所述第二 PLC 控制器的信号输入端连接，所述第二 PLC 控制器的信号输出端与所述筒状闸门的信号输入端连接。

16. 根据权利要求 11-15 任意一项所述的分级启动装置，其特征在于，在所述尾管的下端设有射孔枪和套筒；

所述射孔枪呈柱状，在所述射孔枪的尾部设有第一电缆，在所述射孔枪的侧壁上设有若干收纳槽，在所述收纳槽内设有射孔弹，在所述射孔弹的尾部设有起爆器，所述起爆器位于所述射孔枪的中轴线处，所述起爆器呈环状，在所述射孔枪的中轴线上埋设有引线，所述引线穿设于所述起爆器内，在所述收纳槽的开口处设有弧形板，所述弧形板的材质为延展金属；

所述套筒套设于所述射孔枪的外部，在所述套筒的内部设有发热体，所述发热体连接有第二电缆，在所述套筒与所述射孔枪之间设有加热丝，所述加热丝的一端与所述发热体固定连接，另一端与所述弧形板固定连接，在所述套筒的侧壁上开设有若干射孔弹出口，所述射孔弹出口与所述收纳槽相匹配，在所述射孔弹出口处设有金属箔。

17. 根据权利要求 16 所述的分级启动装置，其特征在于，所述弧形板点焊在所述收纳槽的开口处或点焊在所述射孔弹出口处。

18. 根据权利要求 16 所述的分级启动装置，其特征在于，在所述射孔枪的外侧壁上设有若干第一电动伸缩杆，在所述套筒的内侧壁上设有若干凹槽，所述凹槽与所述第一电动伸缩杆相匹配；在所述套筒的外侧壁上设有若干第二电动伸缩杆，在所述第二电动伸缩杆的端部安装有突刺。

19. 一种高尔夫式气举球气举采油装置，其特征在于，由高尔夫式气举球、收投球装置和分级启动装置组成；

所述高尔夫式气举球为权利要求 1-4 任意一项所述的高尔夫式气举球；

所述收投球装置为权利要求 5-10 任意一项所述的收投球装置；

所述分级启动装置为权利要求 11-18 任意一项所述的分级启动装置。

20. 一种高尔夫式气举球气举采油装置的智能控制系统，用于控制如权利要求 19 所述的高尔夫式气举球气举采油装置，使高尔夫式气举球、收投球装置和分级启动装置实现联动，其特征在于，包括：

第一传感器，埋设于高尔夫式气举球内部，用于采集动态位置数据；

信号触发单元，用于激发第一传感器，使其发出信号；

无线信号接收器，用于接收第一传感器发射的无线信号并转换为数字信号；

智能控制器，用于接收无线信号接收器输出的数字信号，生成操控指令；

执行模块，用于将智能控制器输出的操控指令转换为收投球装置投球自动操作、高压气泵注气自动操作；

操控面板，用于显示系统状态与输入操控数据；

信号发射接收模块，用于将采集的动态位置数据通过无线信号的方式发送至平台或陆地，还用于接收来自平台或陆地发出的控制指令。

21. 一种高尔夫式气举球气举采油装置的智能控制方法，用于控制如权利要求 19 所述的高尔夫式气举球气举采油装置，使高尔夫式气举球、收投球装置和分级启动装置实现联动，其特征在于，包括如下步骤：

S1、采集井下的动态数据；

所述动态位置数据包括压力、温度和球移动速度；

S2、根据步骤 S1 所采集的数据，调整球控装置的投球频率和高压气源的注气压力；

若压力为 X，温度为 Y，速度为 Z；

则收投球装置的投球频率为 A，高压气泵的注气压力为 B。