(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113236190 A
(43)申请公布日 2021.08.10

(21)申请号 202110682055.5

(22)申请日 2021.06.19

(71)申请人 西南石油大学
地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72)发明人 赖欣 陈鑫 黄俊宁 汪春浦 刘永辉 罗程程

(51)Int.Cl.
E21B 43/00(2006.01)
E21B 17/10(2006.01)
E21B 47/00(2012.01)
E21B 47/06(2012.01)
E21B 34/14(2006.01)

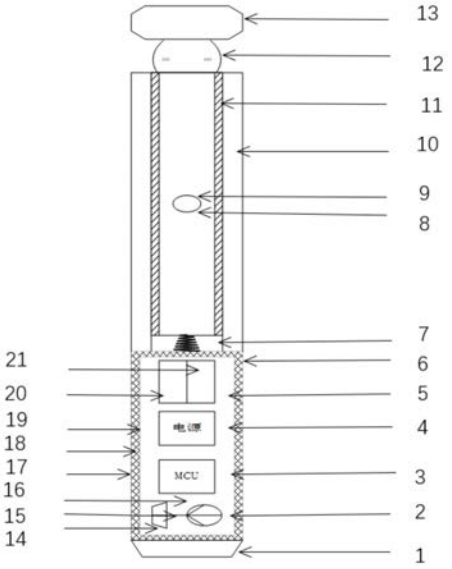
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种排水采气智能可变径柱塞

(57)摘要

本发明涉及一种智能可变径柱塞，用于石油天然气开采领域。其技术方案：由机械系统、柱塞控制系统和减震密封系统组成；机械系统包括底座、弹簧、滑套进液孔、柱塞进液孔、柱塞本体、滑套、扶正器、打捞头；柱塞控制系统包括主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块；减震密封系统包括减震密封模块。本装置利用加速度传感器、可变径设计和独特制动设计，灵活调整柱塞在井下的下落位置，避免了井下卡定装置的安装，实现了柱塞举液量的灵活控制。



CN 113236190 A

1.一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于,包括机械系统、柱塞控制系统和减震密封系统,所述机械系统包括底座(1)、弹簧(7)、滑套进液孔(8)、柱塞进液孔(9)、柱塞本体(10)、滑套(11)、扶正器(12)、打捞头(13);所述柱塞控制系统包括主动制动模块(2)、控制模块(3)、电源模块(4)、传感器模块(5);所述减震密封系统包括减震密封模块(6);柱塞本体(10)内部部分为中空结构,柱塞本体(10)的下方为底座(1),主动制动模块(2)、控制模块(3)、电源模块(4)、传感器模块(5)依次位于底座(1)上方的柱塞本体(10)内部,减震密封模块(6)位于主动制动模块(2)、控制模块(3)、电源模块(4)、传感器模块(5)与柱塞本体中间,将主动制动模块(2)、控制模块(3)、电源模块(4)、传感器模块(5)完全覆盖保护,传感器模块(5)上方为中空的柱塞本体(10)结构,弹簧(7)固定于传感器模块(5)上方柱塞本体结构,弹簧(7)上方与滑套(11)焊接连接,滑套(11)上方与扶正器(12)相连接,扶正器(12)上方固定有打捞头(13)。

2.根据权利要求1所述的一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于:所述柱塞控制系统中主动制动模块(2)包含步进电机(16)、连接轴(15)和带有橡胶垫的轴头(14),步进电机(16)与连接轴(15)首段相连接,连接轴(15)末端固定有轴头(14),需要主动制动时,步进电机(16)转动带动连接轴(15)及轴头(14)径向运动挤压井壁;所述柱塞控制系统中传感器模块(5)包括加速度传感器(20)和压力传感器(21)。

3.根据权利要求1所述的一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于:所述减震密封系统中减震密封模块(6)采用隔层设计,利用钢结构板A(17)和钢结构板B(19)夹弹片(18)的设计,隔层与元器件接触一侧钢结构板(19)上涂有散热材料。

4.根据权利要求1所述的一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于:所述机械系统中底座(1)为圆弧形且具有一定锥度;所述机械系统中柱塞本体(10)径向分布有2个柱塞进液孔(9),所述滑套(11)径向分布有2个滑套进液孔(8),柱塞进液孔(9)与滑套(11)进液孔(8)具有相同的开孔大小,且滑套进液孔(8)与柱塞进液孔(9)开孔位置相对应;所述机械系统中扶正器(12)包括套环A(23)、套环B(27)、固定环A(22)、固定环B(28)、弹簧片A(24)、弹簧片B(25)和弹簧片C(26),弹簧片A(24)、B弹簧片(25)和弹簧片C(26)安装于分布在固定环A(22)和固定环B(28)上的卡槽内,固定环A(22)通过螺纹固定住套环A(23),固定环B(28)通过螺纹固定住套环B(27)。

一种排水采气智能可变径柱塞

技术领域

[0001] 本发明涉及一种排水采气智能可变径柱塞，用于石油天然气开采领域。

背景技术

[0002] 天然气是我国能源结构中的重要一环，而天然气开采过程中常常会遇到井底积液问题，若不及时解决该问题，会对天然气开采造成巨大影响。柱塞气举排水采气技术是解决此类问题的一类常用手段，该技术基于气举排水原理，将柱塞投入井下，落到井底卡定装置处，柱塞作为固体分界面使得井底积液与所需开采气体分隔开，再利用气井自身能量将柱塞与井底积液举升到井口进行排水采气。传统柱塞气举排水采气技术会有举升过程漏液严重、需安装繁琐的井下卡定装置等缺点，不能满足石化行业对天然气开采高效、智能化的要求，亟需改进。

发明内容

[0003] 本发明旨在提供一种排水采气智能可变径柱塞，解决现有柱塞下行速度慢、上行漏液严重和需安装井下卡定装置的缺点，实现柱塞的快速下行、井下下降深度控制以及举升过程密封性提升。

[0004] 一种排水采气智能可变径柱塞，其特征是：包括机械系统、柱塞控制系统和减震密封系统，所述机械系统包括底座、弹簧、滑套进液孔、柱塞进液孔、柱塞本体、滑套、扶正器、打捞头；所述柱塞控制系统包括主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块；所述减震密封系统包括减震密封模块；柱塞本体内部部分为中空结构，柱塞本体的下方为底座，主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块依次位于底座上方的柱塞本体内部，减震密封模块位于主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块与柱塞本体中间，将主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块完全覆盖保护，传感器模块上方为中空的柱塞本体结构，弹簧固定于传感器模块上方柱塞本体结构，弹簧上方与滑套焊接连接，滑套上方与扶正器相连接，扶正器上方固定有打捞头。

[0005] 一种排水采气智能可变径柱塞，其特征是：所述柱塞控制系统中主动制动模块包含步进电机、连接轴和带有橡胶垫的轴头，步进电机与连接轴首段相连接，连接轴末端固定有轴头，需要主动制动时，步进电机转动带动连接轴及轴头径向运动挤压井壁；所述柱塞控制系统中传感器模块包括加速度传感器和压力传感器。

[0006] 一种排水采气智能可变径柱塞，其特征是：所述减震密封系统中减震密封模块采用隔层设计，利用钢结构板A和钢结构板B之间夹弹片的设计，与元器件接触一侧钢结构板上涂有散热材料。

[0007] 一种排水采气智能可变径柱塞，其特征是：所述机械系统中底座为圆弧形且具有一定锥度；所述机械系统中柱塞本体径向分布有2个柱塞进液孔，所述滑套径向分布有2个滑套进液孔，柱塞进液孔与滑套进液孔具有相同的开孔大小，且滑套进液孔与柱塞进液孔开孔位置相对应；所述机械系统中扶正器包括套环A、套环B、固定环A、固定环B、弹簧片A、弹

簧片B和弹簧片C，弹簧片A、弹簧片B和弹簧片C安装于分布在固定环A和固定环B上的卡槽内，固定环A通过螺纹固定住套环A，固定环B通过螺纹固定住套环B。

[0008] 本发明的有益效果是：1.利用加速度传感器和可变径设计，灵活调整柱塞在井下的下落位置，避免了井下卡定装置的安装；2.采用独特制动设计，设计实现了柱塞下行阶段的快速下行和上行阶段接触式密封，改善传统柱塞下行速度慢和上行漏液严重的缺点；3.打破了传统柱塞机械结构固定的缺点，本设计可根据现场开采效率灵活更换不同弹性系数的柱塞内弹簧，控制进入柱塞进液孔和滑套进液孔的液量，实现了柱塞举液量的灵活控制，达到增产和提升生产效率的目的。

附图说明

[0009] 图1为本发明整体装置结构示意图。

图2为本发明立体结构示意图。

[0010] 图3为本发明扶正器结构示意图。

[0011] 图中：1、底座，2、主动制动模块，3、控制模块，4、控制模块，5、传感器模块，6、减震密封模块，7、弹簧，8、滑套进液孔，9、柱塞进液孔，10、柱塞本体，11、滑套，12、扶正器，13、打捞头，14、轴头，15、连接轴，16、电机，17、钢结构板A，18、弹片，19、钢结构板B，20、加速度传感器，21、压力传感器，22、固定环A，23、套环A，24、弹簧片A，25、弹簧片B，26、弹簧片C，27、套环B，28、固定环B。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图1，2，3说明对本发明作进一步的说明。

[0013] 一种排水采气智能可变径柱塞，其特征在于，包括底座1、主动制动模块2、控制模块3、电源模块4、传感器模块5、减震密封模块6、弹簧7、滑套进液孔8、柱塞进液孔9、柱塞本体10、滑套11、扶正器12、打捞头13，柱塞本体10内部部分为中空结构，柱塞本体10的下方为底座1，主动制动模块2、控制模块3、电源模块4、传感器模块5依次位于底座上方的柱塞本体10内部，减震密封模块6位于主动制动模块2、控制模块3、电源模块4、传感器模块5与柱塞本体10中间，将主动制动模块2、控制模块3、电源模块4、传感器模块5完全覆盖保护，传感器模块5上方为中空的柱塞本体10结构，弹簧7固定于传感器模块5上方柱塞本体10结构，弹簧7上方与滑套11焊接连接，滑套11上方与扶正器12相连接，扶正器12上方固定有打捞头13。

[0014] 排水采气的一个工作周期分为下行阶段和上行阶段两个部分。下行阶段，扶正器12开始作用，固定环A22和固定环B28通过螺纹与柱塞连接，套环A23和套环B27固定的弹簧片A24、弹簧片B25和弹簧片C26与井壁触碰并发生弹性形变，使得柱塞保持在井下截面中心位置。钢结构板A17、钢结构板B19以及弹片18起到缓冲作用，保护柱塞内部结构。智能柱塞内主动制动模块2中电机16处于初始位置，即电机16上连接轴15末端轴头14不与井壁接触，柱塞本体10上滑套进液孔8与柱塞进液孔9 相联通，类似于快速柱塞的旁通阀打开。柱塞在油管内下行，以及后续入水过程中，油管内气体通过滑套中空结构，此时柱塞下行阻力小，可实现柱塞在井下未接触井底积液前快速下行。

[0015] 柱塞下行，加速度传感器20和压力传感器21开始工作，探测到柱塞进入井底积液达到一定深度之后，到达预设柱塞深度时，主动制动模块2开始作用，电机16转动带动连接

轴15及其固定在连接轴15上的轴头14径向运动挤压井壁，增加井壁与柱塞间的摩擦力实现柱塞的制动及柱塞在井底积液中的悬停；与此同时，通过联通的柱塞进液孔9和滑套进液孔8进入滑套内部的液体增多，滑套上部积液产生的压力逐渐增大，弹簧7受压伸缩，滑套11相对于柱塞本体10向下滑动，使得滑套进液孔8和柱塞进液孔9相错开，柱塞上部与下部相隔开，此时柱塞可类似为一实心柱塞，成为固体分界面。

[0016] 随着井底压力开始积聚，当井底压力值即将达到能够推动柱塞上行的压力时，主动制动模块2作用，解除一部分的制动效果，即控制电机16反向旋转一定圈数，使得井壁与柱塞的摩擦力下降同时不会影响柱塞举升液体时漏液。

[0017] 上行阶段，井底气体推动柱塞上行，直至柱塞上部液体到达井口排出。等到举升液体排出，柱塞下部气体产出后，柱塞下方压力传感器21检测到压力值变化，主动制动模块2控制电机16反向旋转使电机16处于初始位置。

[0018] 一个排水采气周期完成后，柱塞依靠自重再次下行，进入第二个工作周期。

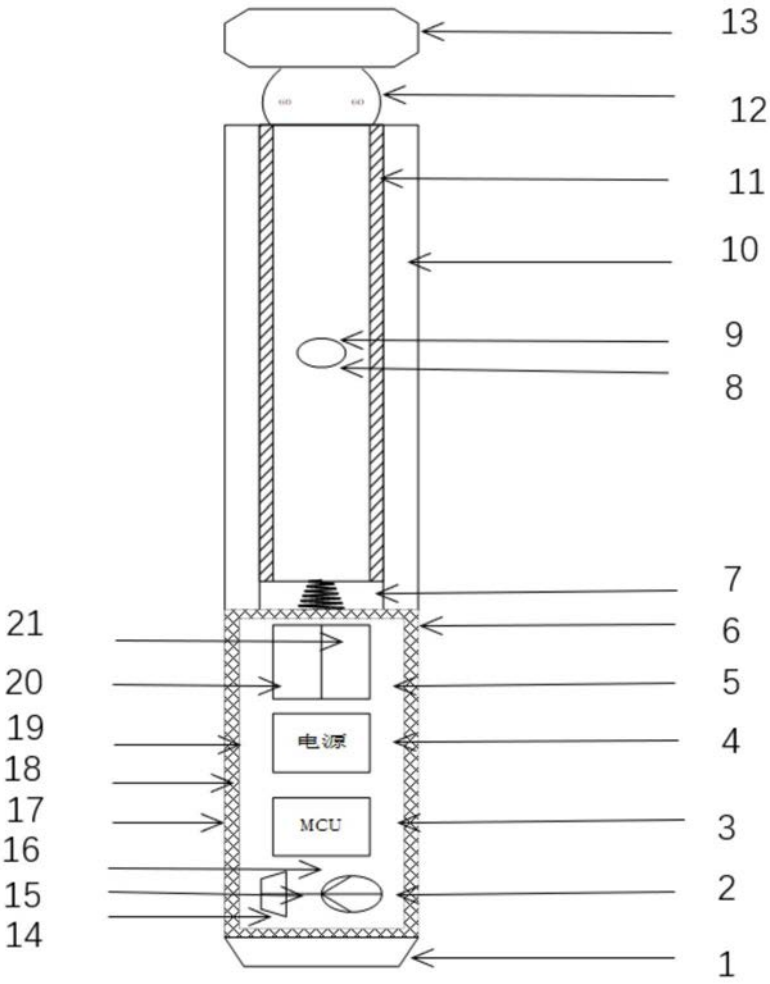


图1

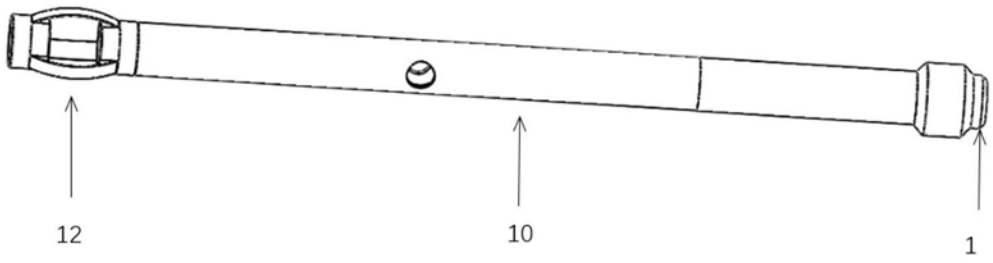


图2

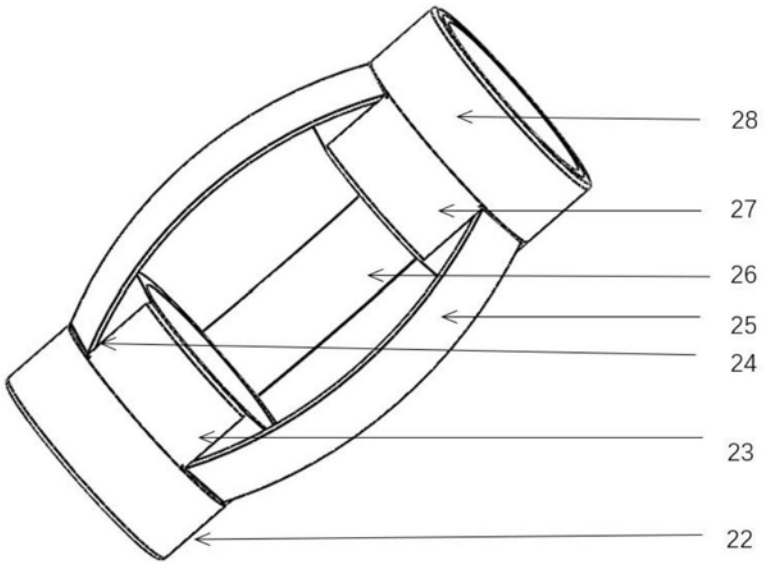


图3