



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103643920 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201310647840. 2

(22) 申请日 2013. 12. 04

(73) 专利权人 北京源海威科技有限公司

地址 100085 北京市海淀区上地信息路 26
号中关村创业大厦 612 室

(72) 发明人 李昕睿

(74) 专利代理机构 北京志霖恒远知识产权代理
事务所 (普通合伙) 11435

代理人 孟阿妮

(51) Int. Cl.

E21B 43/00(2006. 01)

E21B 47/06(2012. 01)

E21B 47/07(2012. 01)

E21B 47/00(2012. 01)

(56) 对比文件

CN 101806202 A, 2010. 08. 18,

CN 102998229 A, 2013. 03. 27,

CN 102134993 A, 2011. 07. 27,

US 5710726 A, 1998. 01. 20,

CN 203729956 U, 2014. 07. 23,

审查员 廖启良

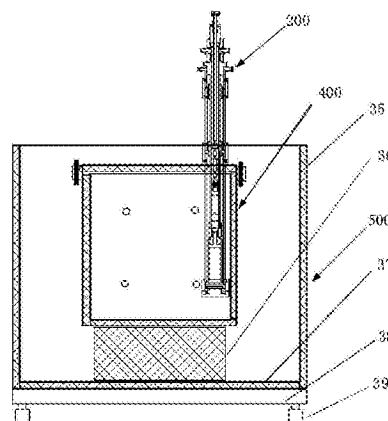
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

非常规天然气开采可视化模拟装置及其模拟
开采的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种非常规天然气开采可视化模拟装置及其模拟开采的方法,该装置包括:抽油机动态仿真装置、垂直井仿真可视装置及温度压力控制系统;所述抽油机动态仿真装置连接垂直井仿真可视装置,所述垂直井仿真可视装置安装在可视岩心夹持器模型上,所述可视岩心夹持器模型浸没在可视水箱的水中;温度压力测量控制系统,用于对温度、压力进行监测和调节;所述抽油机动态仿真装置、垂直井仿真装置及温度压力测量控制系统均通过接口与可视岩心夹持器模型相连。该装置可以形象直观地研究非常规天然气在直井开采过程中顶底板的吸水和透水情况,研究直井开采中多项渗流问题及地层岩屑在直井中被携带和迁移情况,为非常规天然气开采提供基础参数。



1. 一种非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,包括:

抽油机动态仿真装置、垂直井仿真可视装置及温度压力测量控制系统;

所述抽油机动态仿真装置连接垂直井仿真可视装置,所述垂直井仿真可视装置安装在可视岩心夹持器模型上,所述可视岩心夹持器模型浸没在可视水箱的水中;

所述温度压力测量控制系统,用于对垂直井仿真可视装置的底部温度和压力进行监测和调节;

所述抽油机动态仿真装置、垂直井仿真可视装置及温度压力测量控制系统均通过接口与可视岩心夹持器模型相连。

2. 根据权利要求1所述的非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,还包括计算机数据采集处理系统,用于采集垂直井仿真可视装置的井底温度和压力,还用于采集抽油机动态仿真装置从垂直井仿真可视装置中抽出液体的流量,以及用于对上述井底温度、压力和流量进行监测和控制,所述计算机数据采集处理系统通过接口与可视岩心夹持器模型相连。

3. 根据权利要求1或2所述的非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,所述抽油机动态仿真装置包括:游梁、平衡块、驴头、悬绳器、游梁支座、电机、刹车、减速箱、曲柄、平衡重、连杆、横梁、支架及底座;

所述游梁一端固定有平衡块,另一端设有驴头,所述垂直井仿真可视装置的上部连接在所述驴头的下方;所述驴头上固定有悬绳器,所述游梁通过滑轮放置在游梁支座上,所述游梁支座固定在支架上,所述支架、减速箱和电机固定在底座上,所述电机通过皮带连接减速箱,所述减速箱连接刹车,所述曲柄一端固定平衡重,另一端连接在减速箱一侧,所述曲柄通过连杆连接横梁,所述横梁与靠近所述平衡块一侧的游梁相连。

4. 根据权利要求3所述的非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,所述驴头下方设有公扣,垂直井仿真可视装置上部设有对应的母扣,所述公扣连接母扣。

5. 根据权利要求1或2所述的非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,所述垂直井仿真可视装置包括套管,所述套管上部依次设有第一井口装置和第二井口装置,所述套管的底部设有井底稳定器,所述套管内设有内管,所述内管内设有抽油杆,所述抽油杆底部连接活塞,所述活塞上部的抽油杆内设有单向阀,所述单向阀的上部设有玻璃球,所述抽油杆上部连接第二井口装置,所述抽油杆装有电缆,所述电缆上部连接卡绳器,所述卡绳器连接所述抽油机动态仿真装置的驴头,所述垂直井仿真可视装置的下部设置在所述可视岩心夹持器模型中。

6. 根据权利要求1或2所述的非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,所述可视岩心夹持器模型包括箱体,所述箱体上设有顶盖,所述顶盖上设有模拟井口,所述箱体内设有岩石、煤块和煤粉中的至少一种,所述可视岩心夹持器模型下部设有支撑架,所述支撑架放置在所述可视水箱中,所述垂直井仿真可视装置一端穿过所述模拟井口后安装在所述箱体上。

7. 根据权利要求6所述的非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,所述箱体为正方体,和/或,所述箱体的长度为400-600mm。

8. 根据权利要求6所述的非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,所述支撑架为不锈钢支撑架;和/或,所述顶盖通过螺丝和螺母与所述箱体固定连接。

9. 根据权利要求1或2所述的非常规天然气开采模拟装置,其特征在于,所述可视水箱

包括底板,所述底板下方设有水箱支撑架,所述水箱支撑架下方设有定位脚轮。

10.一种利用权利要求1-9任一项的非常规天然气开采模拟装置进行模拟开采的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)给可视岩心夹持器模型的箱体中放置样品,并盖好顶盖,将可视岩心夹持器模型放入可视水箱中;所述样品为岩石、煤块和煤粉中的至少一种;

(2)将垂直井仿真可视装置一端穿过顶盖上的模拟井口后安装在箱体上,然后接上抽油机动态仿真装置;

(3)在可视水箱中放入地层水,水面没过可视岩心夹持器模型上表面;

(4)启动抽油机,使地层水被抽油机抽出,从套管流出,流入一计量装置中,进行单位时间内采出地层水的计量和岩屑量的计量,同时从侧面观测可视岩心夹持器模型中岩屑的运行轨迹;

(5)通过温度压力测量控制系统对垂直井仿真可视装置的底部温度进行调节,模拟不同温度下,开采模拟装置的抽采效率,和/或,通过温度压力测量控制系统,检测垂直井仿真可视装置的底部压力的变化。

非常规天然气开采可视化模拟装置及其模拟开采的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及天然气开采领域,具体涉及一种非常规天然气开采可视化模拟装置及其模拟开采的方法。

背景技术

[0002] 非常规天然气是一种非构造控制、大面积成藏的天然气。现今的美国是世界上天然气勘探开发程度和生产应用技术最发达的国家,其致密气、煤层气和页岩气等三种非常规天然气的年总产量合计超过了天然气年总产量三分之一。平面上,在盆地中心、边缘斜坡及周缘露头区形成了广泛的天然气勘探开发生产局面。剖面上,在浅层、勘探主体深度和层位、深层及超深层中产出大量天然气。中国和美国都具有复杂的区域地质背景和多样的盆地发育类型,同时都有各种煤系地层、产气源岩、致密砂岩等在盆地中的广泛存在,盆地规模大小、发育地质时代、主要地层厚度、甚至构造破坏程度等都大致相同,按照相类似的地质类比原则中国亦当有大量的非常规天然气产出。中国与美国天然气勘探生产上的主要差距是勘探程度高低不同、认识思路各有千秋、技术水平别有特色,在对非常规天然气的机理分布认识、勘探开发技术、综合利用水平等方面存在较大差距。地质上所指的非常规天然气类型多种多样,包括成生物质、成熟度、化学成分、运聚动力、成藏机理、产出状态、资源丰度等多方面不同于常规认识和理解的天然气,也包括在工程技术条件上具有特殊性的天然气类型,它们都具有不同程度上的相对性。随着经济技术条件改进以及认识程度提高而逐渐转变为一常规气的特殊属性。其中包含因素较多,与勘探思路 and 开发技术直接相关的分类方法主要有两种,一种是在成因来源上,可以将天然气划分为生物化学作用甲烷气、有机质热成熟高峰之前的未熟—低熟气、常规意义上的热解和裂解气以及高变质阶段的高—过成熟气等,各自对应于不同的地质条件和地质特殊性。另一种是在成藏动力类型和机理模式上,可以将天然气划分为煤系地层中以吸附作用为主导动力形式的煤层气、泥岩和页岩中以吸附和游离相态同时存在的页岩气、致密砂岩储层中以活塞式运聚为特点的根缘气、常规意义上受浮力作用控制并具有置换式运聚特点的常规储层气、地层水中以水合及充填等溶解方式存在的水溶气。以及特殊的温度和压力条件下以范德华力为天然气聚集动力的水合物等。其中不同类型的天然气各自具有特殊的地质背景、储存特征及勘探生产特点,彼此类型之间各有联系、递次过渡,形成了从气源岩、致密砂岩到常规储层圈闭以及露头区在机理上过渡、在分布上连续的天然气成藏与分布序列。非常规天然气包括致密气、页岩气、煤层气。评价其富集程度的一个重要参数为可采性。要有效地评估某地区的煤层气是否具有商业化的前景,必须建立准确的可采性评价数据用于气藏模拟和生产预测。非常规天然气开采模拟设备是提供这种数据的唯一工具。

[0003] 目前国内还没有非常规天然气开采模拟方面的设备,无法对既具有吸附气,又具有游离气特点的非常规天然气开展物理模拟,评价各种模拟参数。因此,迫切需要研发一台非常规天然气开采物理模拟实验装置。

发明内容

[0004] 在下文中给出关于本发明的简要概述,以便提供关于本发明的某些方面的基本理解。应当理解,这个概述并不是关于本发明的穷举性概述。它并不是意图确定本发明的关键或重要部分,也不是意图限定本发明的范围。其目的仅仅是以简化的形式给出某些概念,以此作为稍后论述的更详细描述的前序。

[0005] 本发明实施例的目的是针对上述现有技术的缺陷,提供一种非常规天然气开采模拟装置,该装置使得非常规天然气开采模拟变得可视化,实验效果更为直观可靠。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案是:

[0007] 一种非常规天然气开采模拟装置,包括:

[0008] 抽油机动态仿真装置、垂直井仿真可视装置及温度压力控制系统;

[0009] 所述抽油机动态仿真装置连接垂直井仿真可视装置,所述垂直井仿真可视装置安装在可视岩心夹持器模型上,所述可视岩心夹持器模型浸没在可视水箱的水中;

[0010] 所述温度压力测量控制系统,用于对垂直井仿真可视装置的底部温度和压力进行监测和调节;

[0011] 所述抽油机动态仿真装置、垂直井仿真装置及温度压力测量控制系统均通过接口与可视岩心夹持器模型相连。

[0012] 本发明还提供一种上述的非常规天然气开采模拟装置进行模拟开采的方法,包括以下步骤:

[0013] (1)给可视岩心夹持器模型的箱体中放置样品,并盖好顶盖,将可视岩心夹持器模型放入可视水箱中;所述样品为岩石、煤块和煤粉中的至少一种;

[0014] (2)将垂直井仿真可视装置一端穿过顶盖上的模拟井口后安装在箱体上,然后接上抽油机动态仿真装置;

[0015] (3)在可视水箱中放入地层水,水面没过可视岩心夹持器模型上表面;

[0016] (4)启动抽油机,使地层水被抽油机抽出,从套管流出,流入一计量装置中,进行单位时间内采出地层水的计量和岩屑量的计量,同时从侧面观测可视岩心夹持器模型中岩屑的运行轨迹;

[0017] (5)通过温度压力控制系统对垂直井仿真可视装置的底部温度进行调节,模拟不同温度下,开采模拟装置的抽采效率,和/或,通过压力监控系统,检测垂直井仿真可视装置的底部压力的变化。

[0018] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0019] 利用本发明的实验装置可以在可视化的状态下模拟非常规天然气开发,可以形象直观地研究非常规天然气在直井开采过程中顶底板的吸水和透水情况,研究直井开采中多项渗流问题及地层岩屑在直井中被携带和迁移情况,为非常规天然气开采提供基础参数,同时测定非常规天然气开采的各种技术参数。利用该实验装置可以对非常规天然气勘探中取出的岩心进行测试,用计算机对采集数据进行处理获得非常规天然气开采技术参数,评价该地区非常规天然气资源潜力和开发前景,尤其适用于非常规天然气开发实验设备的制造。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1为本发明实施例提供的抽油机动态仿真装置的结构示意图;

[0022] 图2为本发明实施例提供的垂直井仿真可视装置的结构示意图;

[0023] 图3为本发明实施例提供的可视岩心夹持器模型安装于可视水箱中的结构示意图;

[0024] 图4为本发明实施例提供的温度压力测量控制系统的结构示意图;

[0025] 图5为本发明实施例提供的计算机数据采集处理系统的结构示意图;

[0026] 图6为本发明实施例提供的垂直井仿真可视装置安装于可视岩心夹持器模型的结构示意图;

[0027] 图7为图6的俯视图。

[0028] 附图标记:

[0029] 100-抽油机动态仿真装置;200-垂直井仿真可视装置;300-温度压力测量控制系统;400-可视岩心夹持器模型;500-可视水箱;600-计算机数据采集处理系统;

[0030] 1-电动机;2-刹车;3-减速箱;4-曲柄;5-平衡重;6-连杆;7-横梁;8-平衡块;9-游梁支座;10-游梁;11-驴头;12-悬绳器;13-支架;14-底座;15-卡绳器;16-第一井口装置;17-第二井口装置;18-抽油杆;19-套管;20-内管;21-玻璃球;22-单向阀;23-活塞;24-井底稳定器;25-电缆;26-箱体;27、固定螺丝28-模拟井口;29-顶盖;30-螺母;31-销子;32-螺丝;36-支撑架;37-水箱底板;38-水箱支撑架;39-定位脚轮。

具体实施方式

[0031] 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。在本发明的一个附图或一种实施方式中描述的元素和特征可以与一个或更多个其它附图或实施方式中示出的元素和特征相结合。应当注意,为了清楚的目的,附图和说明中省略了与本发明无关的、本领域普通技术人员已知的部件和处理的表示和描述。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有付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。

[0032] 参见图1、图2、图3和图4一种非常规天然气开采模拟装置,包括:

[0033] 抽油机动态仿真装置100、垂直井仿真可视装置200及温度压力控制系统300;

[0034] 抽油机动态仿真装置100连接垂直井仿真可视装置200,垂直井仿真可视装置200安装在可视岩心夹持器模型400上,可视岩心夹持器模型400浸没在可视水箱500的水中;

[0035] 温度压力测量控制系统300,用于对垂直井仿真可视装置的底部温度和压力进行监测和调节;

[0036] 抽油机动态仿真装置100、垂直井仿真可视装置200及温度压力测量控制系统300

均通过接口与可视岩心夹持器模型400相连。

[0037] 本发明的抽油机动态仿真装置,用于从垂直井仿真可视装置中抽出液体;垂直井仿真可视装置,用于动态模拟垂直井动态抽液的过程,并能够观察抽液、排液的过程;温度压力控制系统中,温度控制系统主要用来控制可视水箱中液体的温度。压力控制系统由压力传感器和二次仪表组成,主要安装在垂直井仿真可视装置的井底稳定器内,监控井底的压力变化。

[0038] 参见图5,还包括计算机数据采集处理系统600,用于采集垂直井仿真可视装置的井底温度和压力,还用于采集抽油机动态仿真装置从垂直井仿真可视装置中抽出液体的流量,进行监测和控制,所述计算机数据采集处理系统通过接口与可视岩心夹持器模型相连。

[0039] 本发明的计算机数据采集处理系统,用于采集可视水箱中热水的温度、垂直井仿真可视装置的井底压力、液体进入抽油杆内的流量,通过压力传感器和压力控制器进行监测和控制,如果计算机采集压力数据后显示压力过大,即通过压力控制器控制压力,减少流量,反之,增加流量。

[0040] 本发明可以形象直观地用于模拟研究非常规油气储层开采过程中顶底板的吸水和透水情况,在模拟实验方案设计时,可以通过岩心组合实现非常规储层的地层组合,通过模拟可以看到吸水和透水过程。同时,可以用于研究直井开采中多项渗流问题及地层岩屑在直井中被携带和迁移情况,为非常规天然气开采提供基础参数,同时测定非常规天然气开采的压力、流量参数。利用该实验装置可以对利用油气钻井的全直径岩心或柱塞样品进行模拟实验,用计算机对采集数据进行处理获得非常规天然气开采技术参数,评价该地区非常规天然气资源潜力和开发前景,尤其适用于非常规天然气开发实验设备的制造。

[0041] 参见图1,抽油机动态仿真装置100包括:游梁10、平衡块8、驴头11、悬绳器12、游梁支座9、电机1、刹车2、减速箱3、曲柄4、平衡重5、连杆6、横梁7、支架13及底座14;

[0042] 游梁10一端固定有平衡块8,另一端设有驴头11,驴头11上固定有悬绳器12,游梁10通过滑轮放置在游梁支座9上,游梁支座9固定在支架13上,支架13、减速箱3和电机1固定在底座14上,电机1通过皮带连接减速箱3,减速箱3连接刹车2,曲柄4一端固定平衡重5,另一端连接在减速箱3一侧,曲柄4通过连杆6连接横梁7,横梁7与靠近平衡块8一侧的游梁10相连。

[0043] 本发明的抽油机动态仿真装置是垂直井仿真可视装置的上下往复运动的动力源,根据抽油机的工作原理以游梁式抽油机为原型,按比例缩小成实验型抽油机。当抽油机电动工作做往复运动时,与抽油杆、抽油泵配合使用,带动垂直井内的柱塞泵上下运动,能将井下液体抽到地面。电机、减速箱和支架通过焊接方式固定在底座上。刹车通过螺丝与减速箱连接,曲柄一般通过螺丝固定平衡重,另外一端通过螺丝连接在减速箱一侧,曲柄和游梁通过连杆进行连接,连杆上部通过横梁与曲柄连接,连杆下部通过螺丝与曲柄固定连接,平衡块焊接在游梁上,悬绳器焊接于驴头上,驴头焊接于游梁上,支架通过螺丝固定在底座上。

[0044] 参见图1和图2,优选的,驴头11下方设有公扣,垂直井仿真可视装置上部设有对应的母扣,所述公扣连接母扣。通过公扣和母扣连接,连接便捷。

[0045] 参见图2,垂直井仿真可视装置200包括套管19,套管19上部依次设有第一井口装置16和第二井口装置17,套管19的底部设有井底稳定器24,套管19内设有内管20,内管20内

设有抽油杆18,抽油杆18底部连接活塞23,活塞23上部的抽油杆18内设有单向阀22,单向阀22的上部设有玻璃球21,抽油杆18上部连接第二井口装置17,抽油杆里面装有电缆25,电缆25上部连接卡绳器15,卡绳器用于固定电缆位置,卡绳器15连接抽油机动态仿真装置的驴头,垂直井仿真可视装置200的下部设置在可视岩心夹持器模型中,即卡绳器15上设有对应的母扣,与驴头11下方的公扣连接。

[0046] 本发明卡绳器15为一个带有四孔的圆环,通过螺接方式连接到第一、二井口装置上,抽油杆安放在内管内,抽油杆可以上下自由运动,内管的上下两端通过螺丝方式安放在套管中,玻璃球安放于单向阀的上部,抽油杆带动活塞向上运动时,玻璃球向下运动,单向阀关闭,封闭内管中的流体,使流体随内管向上运动,气体从第一井口装置16流出,液体从第二井口装置17流出,当抽油杆带动活塞向下运动时,单向阀打开,下部流体流入内管。如此反复进行,流体从下部井底稳定器的端口中不断被吸入,并不断被生产出来。其中,优选活塞直径为50mm,行程为200mm,垂直井仿真可视装置的流量为4.5L/min。

[0047] 参见图3、图6和图7,可视岩心夹持器模型400包括箱体26,箱体26上设有顶盖29,顶盖29上设有模拟井口28,箱体26内根据模拟实验方案可以装有岩石、煤块或煤粉中的至少一种,可视岩心夹持器模型400下部设有支撑架36,支撑架36放置在可视水箱500中,垂直井仿真可视装置200一端穿过模拟井口28后安装在箱体26上。箱体26上还设有预留固定螺丝27,当水箱放置其它需要固定的场所时,可以使用固定螺丝27固定。

[0048] 本实施例中,箱体26为正方体,和/或,箱体26的长度为400-600mm,优选的箱体规格为内腔500mm×500mm×500mm,压力为常压,内装煤块和煤粉。

[0049] 参见图3和图6,支撑架36浸没在液体中,因此支撑架36采用不锈钢材质。选用为不锈钢支撑架,和/或,顶盖29通过螺丝30和螺母32与箱体26固定连接。当将顶盖29扣在箱体33上,需要固定二者位置时,在顶盖29和箱体33上有对应大小的孔,使用时当顶盖29上的孔与箱体33上的孔对准后,可以使用销子31插入其中的孔中,插入越深越紧。达到连接牢固可靠的优点。

[0050] 参见图3,本实施例中,可视水箱500包括底板37,底板37下方设有水箱支撑架38,水箱支撑架38下方设有定位脚轮39。

[0051] 本发明的可视水箱主要用于盛装预热后的液体,并将可视岩心夹持器模型安装浸没在液体中。可视水箱规格为:内室1000mm×1000mm×800mm,为有机钢化玻璃制成。在可视岩心夹持器模型的四个侧面及底面,各布置有四个接口,一共20个接口,接口跟内腔相连处通径为10mm,跟可视水箱内液体相连处通径为3mm或6mm(可换装),各接口不用时可用丝堵堵上。设置定位脚轮,方便移动。

[0052] 本发明还提供一种上述的非常规天然气开采模拟装置进行模拟开采的方法,包括以下步骤:

[0053] (1)给可视岩心夹持器模型的箱体中放置样品,并盖好顶盖,将可视岩心夹持器模型放入可视水箱中;所述样品为岩石、煤块和煤粉中的至少一种;

[0054] (2)将垂直井仿真可视装置一端穿过顶盖上的模拟井口后安装在箱体上,然后接上抽油机动态仿真装置;

[0055] (3)在可视水箱中放入地层水,水面没过可视岩心夹持器模型上表面;

[0056] (4)启动抽油机,使地层水被抽油机抽出,从套管流出,流入一计量装置中,进行单

位时间内采出地层水的计量和岩屑量的计量,同时从侧面观测可视岩心夹持器模型中岩屑的运行轨迹;

[0057] (5)通过温度压力控制系统对垂直井仿真可视装置的底部温度进行调节,模拟不同温度下,开采模拟装置的抽采效率,和/或,通过压力监控系统,检测垂直井仿真可视装置的底部压力的变化。

[0058] 本发明温度压力测量控制系统主要由三通阀、温度压力控制显示仪表和高精度的温度压力传感器和流量计组成,温度传感器的探头通过接口放入可视岩心夹持器模型中,压力传感器和温度传感器放置在垂直井仿真可视装置的井底稳定器中,监控垂直仿真井底的压力和温度的变化。计算机数据采集处理系统主要包括计算机、打印机、数据采集卡、采集及处理软件等,可适时采集压力、温度、流量等参数。通过数模转换板把温度、压力、流量传感器采集的模拟电信号转换为数字信号,通过计算机记录到硬盘中。

[0059] 计算机利用获得温度数据、压力数据和流量数据,可以通过以下公式进行计算单位时间内的累计产出气量和液体体积。

[0060] $V_i = S_i * T_i - S_{i-1} * T_{i-1}$

[0061] 其中, $i, i-1$ 为记录的序号;

[0062] T 为时间, s ;

[0063] S 为流量, ml/s ;

[0064] V 为体积, ml 。

[0065] 本发明提供一种非常规天然气直井开采技术物理模拟装置,同时装置实现了可视化模拟,效果更加直观、清楚。本发明可以模拟不同地层温度、压力条件下,非常规天然气开采直井在一定的抽排工作制度下,天然气、地层水、岩屑等产出的速度。

[0066] 本发明可以通过车载运往非常规天然气开发现场,将各系统部分进行组装,根据不同地区所具有的不同地质特征设定好试验的时间,开展勘探现场非常规天然气开采现场实验,可以测定特定地区、不同含气性特征、含气量分布规律和不同储气能力的非常规天然气储层的渗流特征。

[0067] 本发明在井底接口设计有压力传感器接口,可适时监视垂直井的压力变化,在实验中,首先准备好岩石或煤岩样品,样品切割为应根据可视岩心夹持器大小进行,使得刚好能够放置于可视岩心夹持器模型中,拧紧螺母,把样品固定在箱体中,然后再把可视岩心夹持器模型放入可视水箱中,再装上垂直井仿真可视装置,接上抽油机。在进行实验前,首先在可视水箱中放入模拟地层水,模拟地层水由纯净水和质量百分比浓度为5%氯化钾溶液按体积比为1:1比例配制,水面没过可视岩心夹持器模型上表面,然后启动抽油机开始实验,地层水开始被抽油机抽出,从套管流出,流到一计量装置中,进行单位时间内采出地层水的计量和岩屑量的计量,同时从侧面观测可视岩心夹持器模型中岩屑的运行轨迹,确定其为悬浮式运移、跳跃式运移,还是阶梯式运移模式。同时从温度压力控制系统对垂直井仿真可视装置的底部温度进行调节,模拟不同温度下,开采模拟装置的抽采效率,同时通过压力监控系统,研究不同排采工作制度下,垂直井底压力的变化。

[0068] 采用本发明开展非常规天然气开采实验工作。通过对四川、山西等地区开采模拟实验,将所测的温度、压力和流量数据应用该地区低渗透砂岩、煤层气和页岩气开采中,取得了良好的指导效果。具体实施例为:在山西沁水盆地煤岩模拟中,通过系统模拟,得到

1000m深度,温度25℃,压力12MPa条件下,流量小于20ml/分钟时候,岩屑的运移方式才表现为悬浮式运移,运移效率高于跳跃式和阶梯式运移,有利于岩屑排出井口,不会造成井底堵塞,利于气井的稳定生产,这样模拟实验通过查明了岩屑的迁移方式,指导煤层气开采。表明该仪器装置能够顺利完成现场非常规天然气开采模拟工作,所提供的实验数据准确可信,可以快捷方便地指导非常规天然气开发实践。

[0069] 在本发明上述各实施例中,实施例的序号仅仅便于描述,不代表实施例的优劣。对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0070] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:只读存储器(Read-Only Memory,简称ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,简称RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0071] 在本发明的装置和方法等实施例中,显然,各部件或各步骤是可以分解、组合和/或分解后重新组合的。这些分解和/或重新组合应视为本发明的等效方案。同时,在上面对本发明具体实施例的描述中,针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以以相同或类似的方式在一个或多个其它实施方式中使用,与其它实施方式中的特征相组合,或替代其它实施方式中的特征。

[0072] 应该强调,术语“包括/包含”在本文使用时指特征、要素、步骤或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、要素、步骤或组件的存在或附加。

[0073] 最后应说明的是:虽然以上已经详细说明了本发明及其优点,但是应当理解在不超出由所附的权利要求所限定的本发明的精神和范围的情况下可以进行各种改变、替代和变换。而且,本发明的范围不仅限于说明书所描述的过程、设备、手段、方法和步骤的具体实施例。本领域内的普通技术人员从本发明的公开内容将容易理解,根据本发明可以使用执行与在此所述的相应实施例基本相同的功能或者获得与其基本相同的结果的、现有和将来要被开发的过程、设备、手段、方法或者步骤。因此,所附的权利要求旨在在它们的范围内包括这样的过程、设备、手段、方法或者步骤。

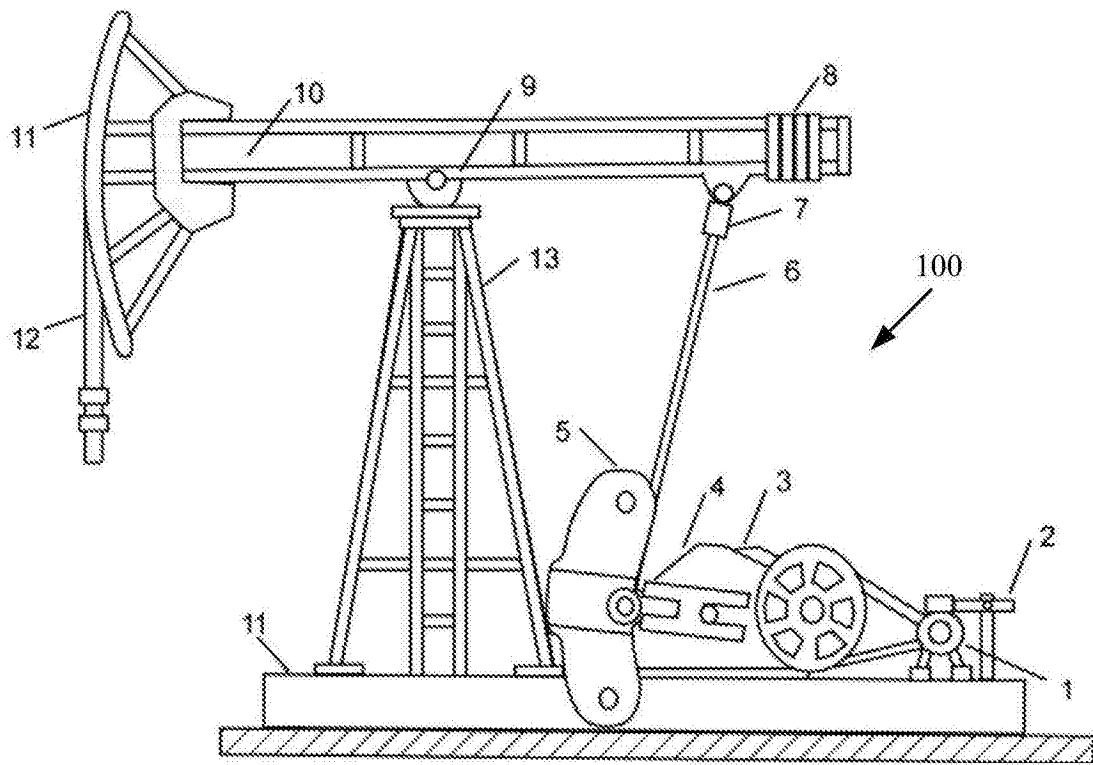


图1

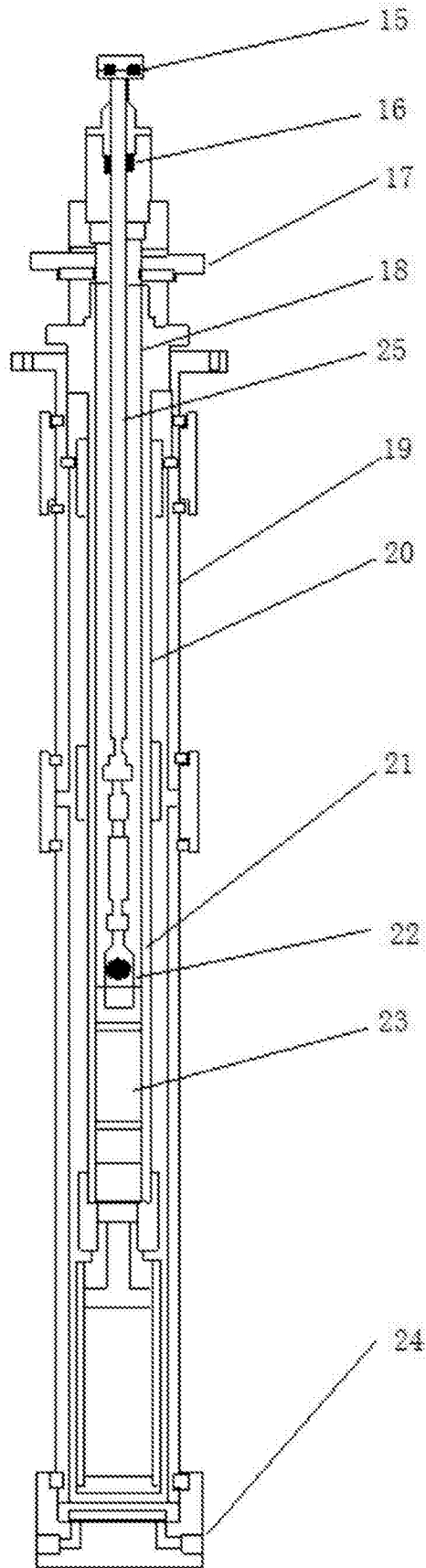


图2

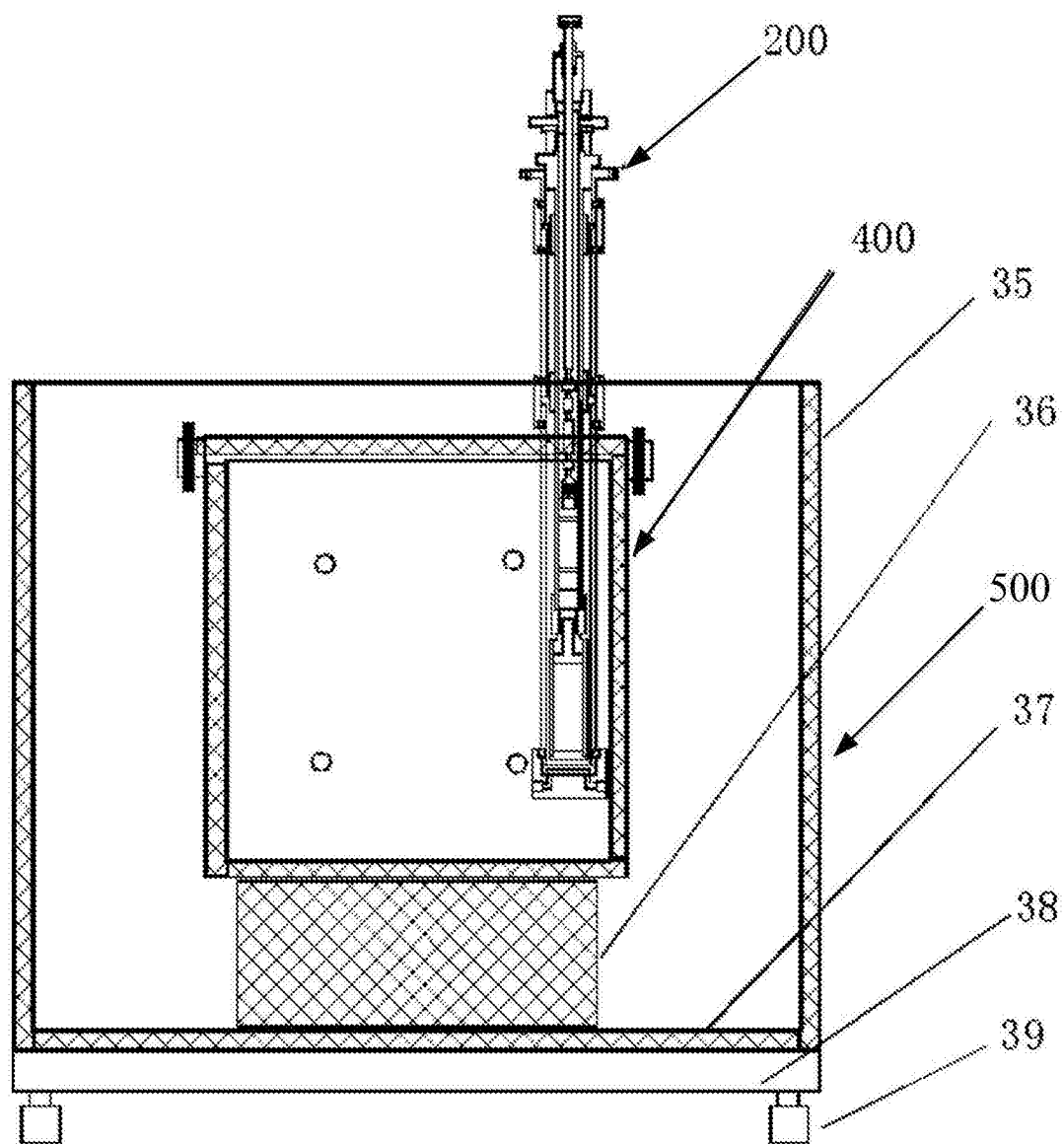


图3

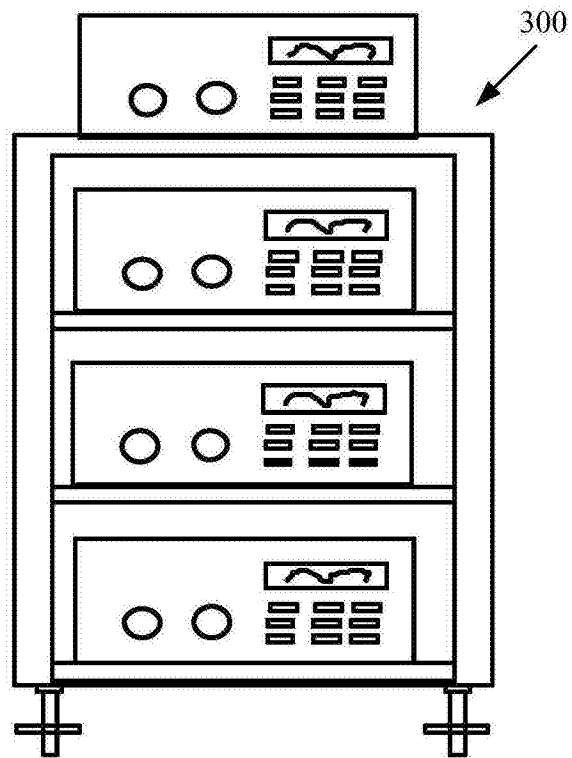


图4

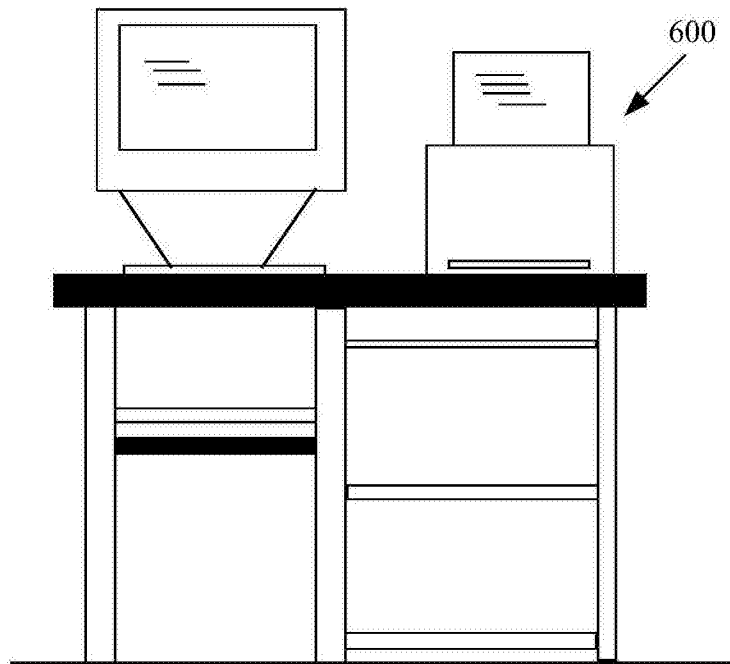


图5

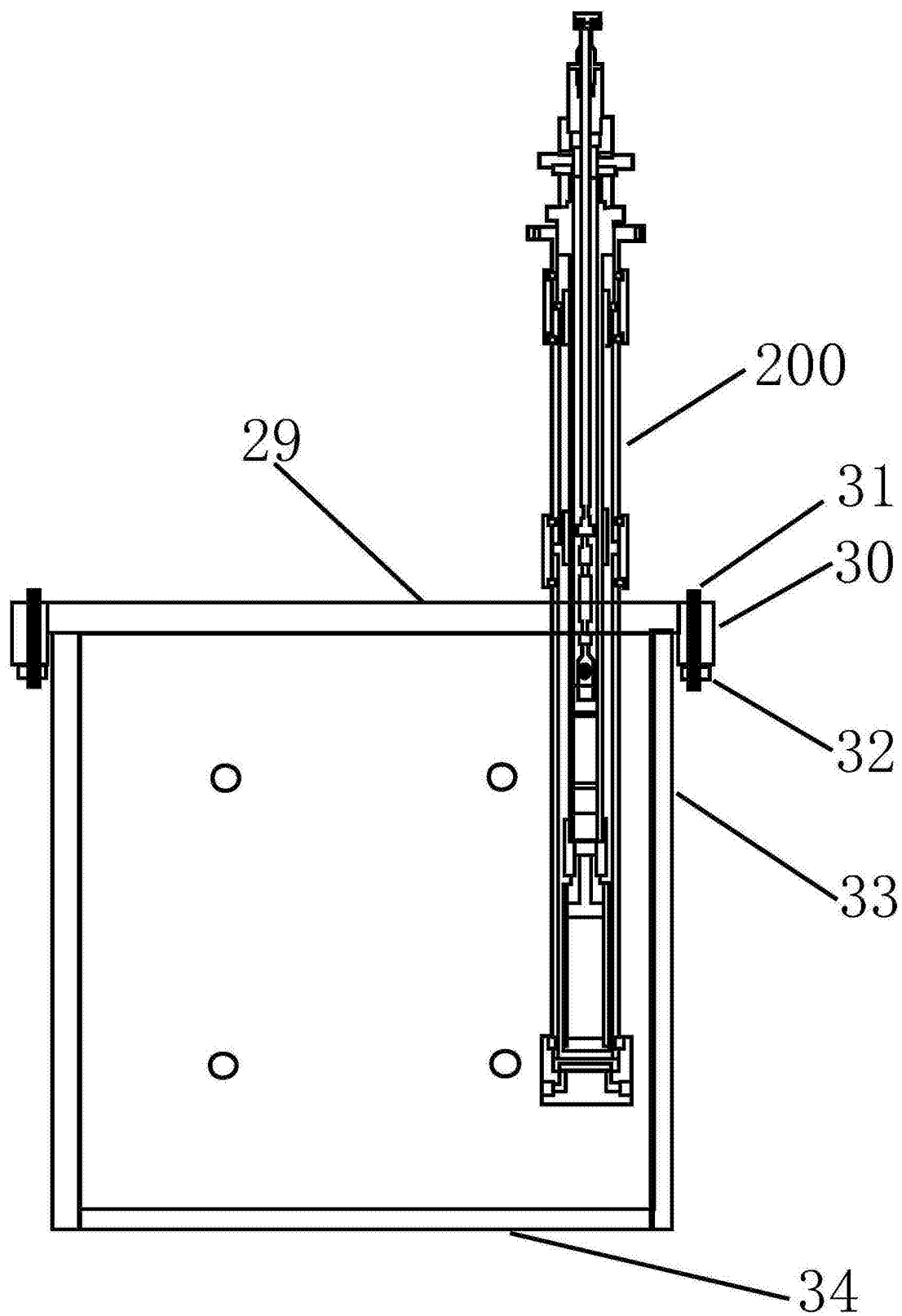


图6

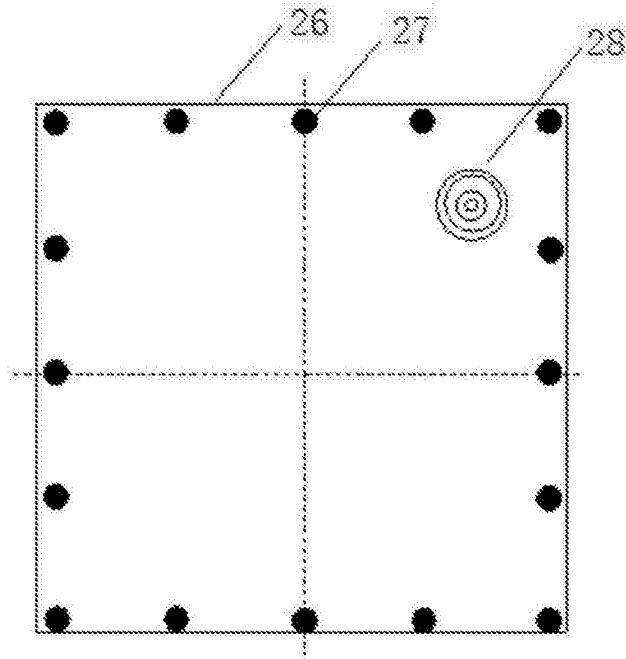


图7