[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 15/08 (2006.01)

[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720087599.2

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 201096705Y

[22] 申请日 2007.10.18
[21] 申请号 200720087599.2
[73] 专利权人 中国科学院武汉岩土力学研究所
地址 430071 湖北省武汉市武昌区小洪山
[72] 发明人 李小春 王 颖 魏 宁

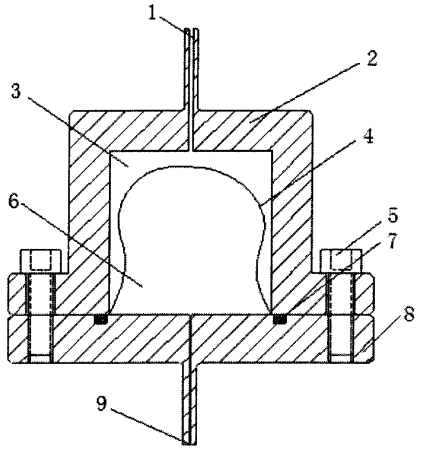
[74] 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所
代理人 黄瑞棠
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 实用新型名称

基于流体综合压缩性可变的变容水量容器

[57] 摘要

本实用新型公开了一种基于流体综合压缩性可调的变容水量容器，涉及一种替代瞬态压力脉冲法测量岩石流体渗透系数实验装置中的水箱。包括进/出液口(1)、筒身(2)、液体腔(3)、分隔膜(4)、螺栓(5)、气体腔(6)、密封圈(7)、底盖(8)和进/出气口(9)；从上到下，筒身(2)、密封圈(7)和底盖(8)通过螺栓(5)连接为一个密封的容器，在容器内设置有分隔膜(4)并形成液体腔(3)和气体腔(6)；在筒身(2)的顶部设置有进/出液口(1)，在底盖(8)下面设置有进/出气口(9)。本实用新型可实现优化试验装置，扩大测量范围，加快试验速度，提高实验精度的目的。



1、一种基于流体综合压缩性可变的变容水量容器，其特征在于：

包括进/出液口（1）、筒身（2）、液体腔（3）、分隔膜（4）、螺栓（5）、气体腔（6）、密封圈（7）、底盖（8）和进/出气口（9）；

从上到下，筒身（2）、密封圈（7）和底盖（8）通过螺栓（5）连接为一个密封的容器，在容器内设置有分隔膜（4）并形成液体腔（3）和气体腔（6）；在筒身（2）的顶部设置有进/出液口（1），在底盖（8）下面设置有进/出气口（9）。

2、按权利要求 1 所述的一种基于流体综合压缩性可变的变容水量容器，其特征在于：

分隔膜（4）为一种由整体成膜工艺形成的可自由变形、不易断裂的圆筒形薄膜。

基于流体综合压缩性可变的变容水量容器

技术领域

本实用新型涉及一种替代瞬态压力脉冲法测量岩石流体渗透系数实验装置中的水箱；具体地说，主要是针对实验室内瞬态压力脉冲法测量岩石渗透系数的实验装置进行优化改进；改进后，容器内流体综合压缩性可调，且可调整至所需的大小，从而实现岩石流体渗透系数快速精确地测量。

背景技术

渗透性是孔隙和裂隙介质的一种重要性质。近年来，由于低渗透油气田的开发、放射性物质的地下存埋及二氧化碳等温室气体的地中隔离等重大工程问题的研究，迫切需要对具有较低渗透系数的天然和人工材料在复杂地质条件下的长期渗透性能有进一步了解。实验室内渗透测量方法有常水头法和变水头法，其中对于低渗透测量方法主要为变水头法。变水头法主要有恒流泵法、压力振荡法和压力脉冲法。实践表明：压力脉冲法因其理论成熟，操作容易，而应用较为广泛。但实际的测量精度很大程度上取决于测量系统的设计、制作和操作程序是否合理。

瞬态压力脉冲法首先由Brace等于1968年提出并用于测量Westerly花岗岩的渗透系数，其实验原理如图 6，试件（B）两端分别连接一个大小形状一定的上游水箱（A）和下游水箱（C），水箱内注满水，水的压缩性已知且不可变；水箱容积已知，由此可计算出水箱内流体容水量的大小，为一定值不可变。该实验只能得到渗透系数的近似解，且在水箱容水量不可改变的情况下，该试验的测量范围也具有一定的局限性，一般测量两个数量级范围内岩石流体渗透系数较准确。

此后，众多的研究者致力于求解渗透系数计算方法上的突破，Hsieh 等给出了基于水头表达的渗流基本方程和无穷级数形式的解析解。Neuzi 等提出了求解渗透系数和比贮留系数的图解方法。但是这些方法的主要问题是比较繁琐并易产生人为误差。Zhang M 等提出了反分析的方法，该方法比图解法方便，并消除了人为任意性。

但是，截至现在，此类测量系统中的关键装置——水箱并没有实质性的改变。对于测量渗透性较低的岩石，用现有的实验装置将需要很长的时间，且测量结果误差较大。所以目前采用瞬态压力脉冲法的实验装置对于测量岩石流体渗透系数的适用范围非常狭窄。若要得到高精度的测量结果，在系统设计、装置制作和试验操作上还有很多需要注意和改进的地方。

另外，在目前采用瞬态压力脉冲法实验装置，每次测量渗透系数跨越两个量级的岩石时都需要重新拆装，换成容水量大小较合适的水箱。容水量定义为容器内单位压力变化引起的流体体积改变量。传统瞬态压力脉冲法测量装置中水箱容水量与水箱容积成线性关系，在每一个既定容积水箱装置中只能测量两个量级范围内的渗透系数，所得到的测量结果误差在可接受范围内。因此，目前采用的瞬态压力脉冲法实验装置，需要配备不同容量的水箱，而且每次拆装都会引进更多的误差，从而影响测量结果。此外，以增大容器容积的方式增大容水量导致装置笨重和制造成本增加。

基于目前采用传统瞬态压力脉冲法的测量装置的局限性，研究测量范围更广，测量精度更高的实验装置，具有非常重要的意义。

发明内容

本实用新型的目的就是为了克服现有技术存在的上述缺点和不足，提供一种基于流体综合压缩性可变的变容水量容器（简称容器），是一种替代采用瞬态压力脉冲法测量岩石流体渗透系数实验装置中的水箱。

本实用新型的目的是这样实现的：

如图 1，本实用新型包括进/出液口（1）、筒身（2）、液体腔（3）、分隔膜（4）、螺栓（5）、气体腔（6）、密封圈（7）、底盖（8）和进/出气口（9）；

从上到下，筒身（2）、密封圈（7）和底盖（8）通过螺栓（5）连接为一个密封的容器，在容器内设置有分隔膜（4）并形成液体腔（3）和气体腔（6）；在筒身（2）的顶部设置有进/出液口（1），在底盖（8）下面设置有进/出气口（9）。

本实用新型工作原理：

利用气体和液体的压缩系数量级相差较大，气体压缩性很大，液体压缩性很小的物理特性。将气体和液体同时置于同一容器内，通过分隔膜（4）将其隔开，而不会互相混合或溶解，以免影响容器内流体综合压缩性的计量。如果气液混合溶解，一来无法准确量化其混合后的压缩性，二来混合后的压缩性变化范围减小，所以必须要采用分隔膜（4）将气液隔开。具体地说，通过进/出液口（1）进液，进/出气口（9）出气，使得容器内液体体积增加，气体体积减少，从而降低了气液体积比，降低了容器内流体综合压缩性，压缩系数减小，容器容水量减小；同理，若增大气体体积，减少液体体积，即提高气液体积比，则容器内流体综合压缩性增加，压缩系数增大，容器容水量增大。

整个过程实现了在不拆装调换不同体积水箱容器条件下，在不影响试验整体性和操作连续性条件下，水箱容水量可根据试验需求随意调整，直至合适大小。

本实用新型具有以下优点和积极效果：

①在试验过程中，可实时调整改变容器内气液体积比，从而改变容器内流体综合压缩性，即改变容器容水量；

②试验原理直观、结构简单、精度高、效率高、稳定性好、易于操作、无需拆卸。

③能根据不同岩石试件流体渗透系数测量需要，实现整个试验过程中只用一个水箱容器，从而有效地节省人力、物力和财力。

④不仅便于试验操作，也避免了拆装调换不同体积水箱后，需要再次抽真空，再次注水，再次检查系统泄漏，再次标定等繁琐程序。

总之，本实用新型可替代瞬态压力脉冲法测量岩石渗透系数试验装置中的水箱装置，实现优化试验装置，扩大测量范围，加快试验速度，提高实验精度的目的。

附图说明

图 1 是本实用新型结构示意图；

图 2 是分隔膜结构示意图；

图 3 是筒身结构示意图；

图 4 是底盖结构示意图（主视）；

图 5 是底盖结构示意图（俯视）；

图 6 是传统瞬态压力脉冲法原理图。

其中：

1—进/出液口；	2—筒身；	3—液体腔；
4—分隔膜；	5—螺栓；	6—气体腔；
7—密封圈；	8—底盖；	9—进/出气口；
A—上游水箱；	B—试件；	C—下游水箱。

具体实施方式

下面结合附图和实施示例对本实用新型进一步说明：

一、各部件的结构

1、分隔膜（4）

如图 1、2，分隔膜（4）为一种由整体成膜工艺形成的可自由变形、不易断裂的圆筒形薄膜；薄膜材质可为：聚四氟乙烯、聚氯乙烯等塑料。

分隔膜（4）将容器分隔成两个腔：液体腔（3）和气体腔（6）；随着气液体积比的变化，分隔膜（4）在容器内的形状也在不断变化；

分隔膜（4）内置于筒身（2）内，分隔膜（4）的裙边被夹紧固定在筒身（2）和底盖（8）之间。

2、筒身（2）

如图 1、3，筒身（2）是一种采用通用压力容器形成方法制作成的容器；

进/出液口（1）设在筒身（2）的上端。

3、底盖（8）

如图1、4、5，底盖（8）是一种采用通用压力容器形成方法制作成的盖板；

下进/出气口（9）设在底盖（8）的下端。

4、密封圈（7）

如图1、4、5，密封圈（7）嵌固于底盖（8）上板面的凹槽内；用于密封分隔膜（4）的裙边。

5、螺栓（5）

如图1，螺栓（5）为常用件，连接筒身（2）和底盖（8），用于紧固密封整个容器。

二、使用方法

1、整个容器抽真空后，通过进/出液口（1）注入液体（如水）至液体腔（3）内，注满整个容器；对整个容器施加基压，排除液体腔（3）内的蒸汽。

2、整个容器施加基压排气后，通过进/出气口（9）注入气体（如空气）至气体腔（6）内，注入适当体积。

3、注入气体时，气体腔（6）体积增大，分隔膜（4）胀开，液体腔（3）体积减小，部分液体通过进/出液口（1）排出容器；量测排出液体之质量可换算得所注入气体的体积。

三、容器内流体综合容水量的计量

流体容水量计量公式为：

$$C_s=(C_w \cdot V_w + C_g \cdot V_g) / V_s \qquad (1)$$

$$V_s= V_w + V_g \qquad (2)$$

其中：

C_s—流体综合压缩系数；

C_w—液体压缩系数；

C_g—气体压缩系数；

V_s—容器体积；

V_w—液体体积；

V_g—气体体积。

容器体积已知，通过注气排液，量测排出液体质量换算得注入气体的体积，从而可得容器内液体和气体的体积；液体和气体的压缩系数目前有现成可靠的数据可用；此时，将各数据代入以上公式可得到容器内流体综合压缩系数 C_s。由此可见，通过调节容器内气体体积的大小，就可以改变容器内流体综合压缩性大小。

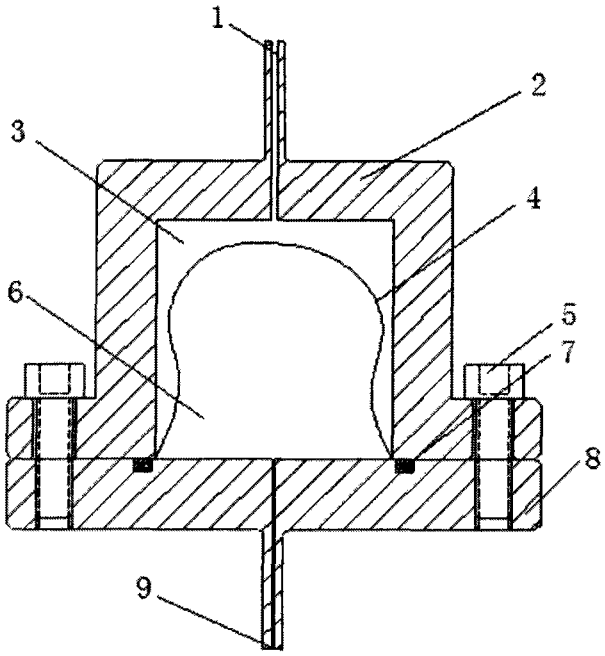


图 1

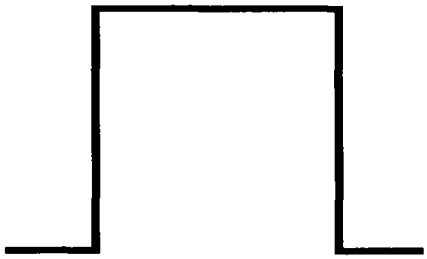


图 2

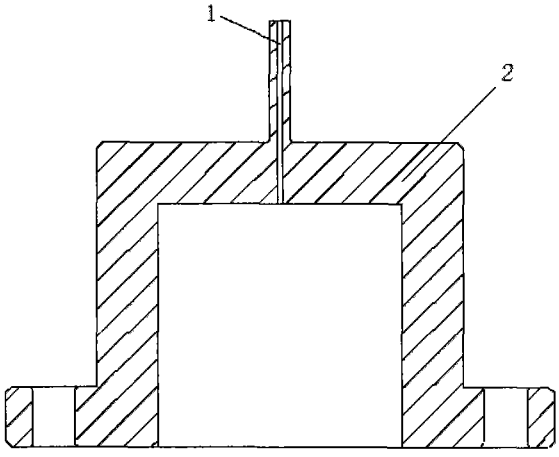


图 3

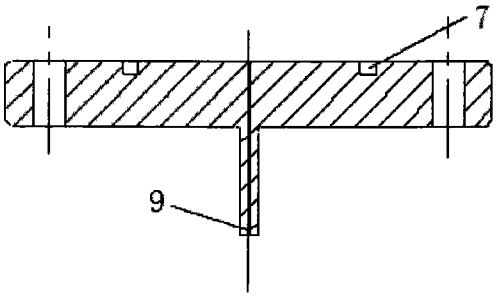


图 4

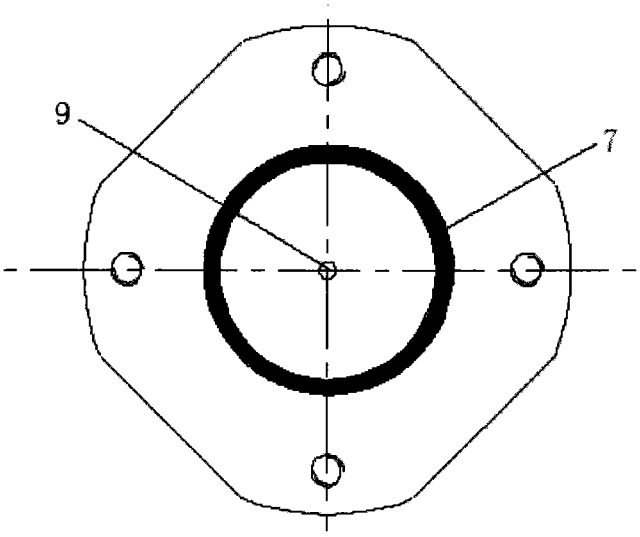


图 5

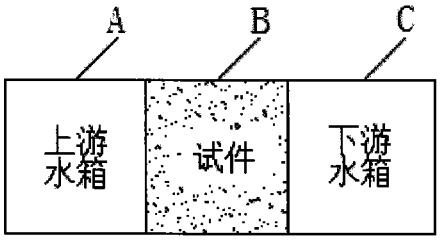


图 6