



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102243163 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 07

(21) 申请号 201110098537. 2

EP 2018464 A1, 2010. 06. 23, 全文 .

(22) 申请日 2011. 04. 20

CN 101858848 A, 2010. 10. 13, 全文 .

(73) 专利权人 河南理工大学

王忠昶 . 矿井底板岩层阻水性能的研究 . 《山东科技大学硕士学位论文》. 2003, 全文 .

地址 454000 河南省焦作市高新区世纪大道
2001 号

审查员 何雪激

(72) 发明人 易伟欣 袁海滨

(74) 专利代理机构 郑州大通专利商标代理有限公司 41111

代理人 白毅明

(51) Int. Cl.

G01N 15/08 (2006. 01)

G01N 7/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101135734 A, 2008. 03. 05, 全文 .

CN 101498710 A, 2009. 08. 05, 全文 .

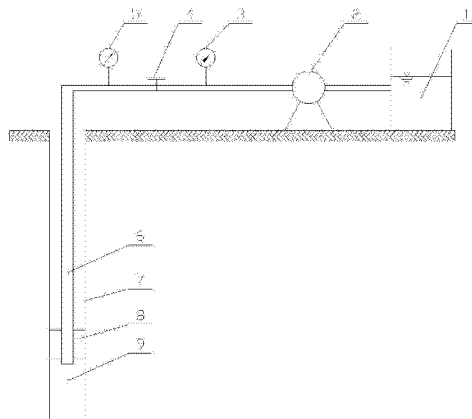
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种煤矿断层渗透性能定量评价方法

(57) 摘要

本发明涉及煤矿水文地质工程技术领域,在煤层开采中所揭露的断层带的渗透性能的快速定量评价方法。通过供水系统对封闭的评价区间进行压水实验,对评价区间分阶段定压力注入水,并分阶段提高注入压力,当达到各阶段设定的注入水压力时,通过流量计记录每次的注入水量,当注水压力达到最大压力值停止供水,封闭评价区间,然后测定封闭区间的压力从最大压力值下降到某一设定的压力值所需要的时间。实际测定过程中只需测定出经过时间这一个数据,可直观地在图上读取渗透系数,能够快速测定低渗透性煤矿断层带的渗透系数。整个试验过程和评价过程用时少,压水试验后对断层进行处理的注浆作业可以不间断直接进行,显著提高了煤矿开采工作效率。



1. 一种煤矿断层渗透性能定量评价方法,通过供水系统对封闭的评价区间进行压水实验,其特征是:供水系统采用注浆装置的水泵和管道,对评价区间分阶段定压力注入水,并分阶段提高注入压力,当达到各阶段设定的注入水压力时,通过流量计记录每次的注入水量,当注水压力达到和断层连通的承压水含水层的水压时,获得最大压力值,停止供水,同时封闭评价区间,测定封闭区间的压力从最大压力值下降到某一设定的压力值所需要的时间 T_t ,观测压力 P 下降随时间 T 变化的规律,根据压水实验时的注入水量,结合断层带的地质情况、钻孔往断层带钻进时的地质情况以及钻孔水位的恢复情况,预先给出一个渗透系数经验值 K_c ,然后以这个经验值 K_c 为中心再设定出数个渗透系数,利用非稳定渗流微分方程和有限元分析方法,结合断层实际地质条件、钻进时的实际数据和参数计算出各个渗透系数在该评价区间中的压力和经过时间的关系,得出各个渗透系数的 $P-T$ 曲线图,然后转换成 K_c-T 曲线图,从曲线图中读出之前压水试验测定出的封闭区间的压力从最大压力值下降到某一设定的压力值所需要的时间 T_t 对应的渗透系数 K_t ,即得到该评价区间的渗透系数;封闭区间的压力从最大压力值下降到某一设定的压力值的大小,根据现场条件设定为最大压力值的 80% ~ 90%。

2. 根据权利要求 1 所述的煤矿断层渗透性能定量评价方法,其特征是:设定的分阶段注入压力和最大压力值根据和断层连通的承压水含水层的水压设定,分阶段注入水时,在评价区间内的压力稳定下来的同时,通过流量计测定每阶段的注入水量;当评价区间内的压力在注入水量无法测定的情况下,即达到最大注入压力,此时停止供水,封闭评价区间。

一种煤矿断层渗透性能定量评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿水文地质工程技术领域,特别是涉及一种在煤层开采中所揭露的断层带的渗透性能的快速定量评价方法。

背景技术

[0002] 我国煤矿大多地质条件复杂,地质灾害频繁,而地下水害尤为严重,在开采时时有突水事故发生。目前,煤矿突水灾害预测与防治仍是煤矿开采中的一个难题。据统计,煤矿有 80% 的突水事故都发生在断裂构造带附近,煤田经历多次构造运动,煤田中存在有多条大中型断层,由于这些大中型断层的存在使得煤田的岩层渗透性能具有不均匀性,并且同一断层,在断层带不同部位渗透性能也不一样,导致了煤矿突水灾害预测与防治的复杂性。

[0003] 煤矿在实际开采过程中,当碰到断层时,煤矿地质人员含糊地用断层落差、断层的力学性质(即是否张性断层、压性断层或者压扭性断层)、是否和含水层沟通等特性来定性评价断层的渗透性能,简单的划分为导水断层和阻水断层,以此作为开采时是否直接通过断层或者保留防水煤柱的依据,没有具体的数据来评价断层的渗透性能。在煤矿水文地质中,一般在煤矿开采前,在地质钻孔勘探时期,做抽水实验确定煤矿中各个含水层的水文地质参数,比如渗透系数 K 、压力传导系数 a 及单位释(储)水系数 S 等,很少专门针对断层做抽水实验以确定断层的水文地质参数。并且断层带各向异性特征明显,断层带的浅部和深部透水性能差异大,而抽水实验在本质上是把含水层作为均质体来处理的,抽水试验资料不能反映岩体渗透特性空间分布的不均匀性,无法指导煤矿开采工程处理。并且抽水实验耗费时间长,设备和人工费用高。而煤矿在某一工作面开采或者巷道掘进时往往工期短,时间紧,并且当开采或者掘进工程中直接过断层时,要求马上进行断层注浆作业,所以从机理和经济角度上来说,要想确定煤矿开采中所揭露的断层的水文地质参数,选用耗费时间少,人工和设备费用低的压水试验比较合适。

[0004] 目前我国的生产单位特别是水利水电部门执行的吕荣法压水试验,是以稳定井流理论为基础,而压水试验历时短,是非稳定井流,因而吕荣法压水试验计算出的渗透系数误差必然大。并且地下水稳定流理论不能评价各向异性的断层带的渗透强度和渗透、渗压损伤或渗透、渗压稳定性的时空变化。而且,一般煤矿开采中能直接通过的断层,是渗透性能低的断层,而吕荣法压水试验没法测定渗透性差的岩体的水的注入量,吕荣数为 0,也就没法进行渗透性的定量评价,所以吕荣法压水试验不适合渗透性差的煤矿断层的渗透性能评价。煤矿开采时,通过断层后,为了预防断层在承压含水层的水压影响下滞后透水,要求马上对断层进行注浆作业。而只有得出确定的渗透系数后,才能确定合适的注入方法、注入量以及注入材料等等。所以,为了解决以上问题,提出一种能够在短时间内快速确定现场煤矿断层带的透渗系数的定量评价方法,对于煤炭开采作业的安全、高效进行是十分有必要的。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术不足,从压水试验原理和煤矿断层的含水特征出发,提出一

种对煤矿开采中所揭露断层带渗透性能的快速定量评价方法。

[0006] 本发明所采用的技术方案：

[0007] 一种煤矿断层渗透性能定量评价方法，通过供水系统对封闭的评价区间进行压水实验，供水系统采用注浆装置的水泵和管道，对评价区间分阶段定压力注入水，并分阶段提高注入压力，当达到各阶段设定的注入水压力时，通过流量计记录每次的注入水量，当注水压力达到和断层连通的承压水含水层的水压一致时，获得最大压力值，停止供水，同时封闭评价区间，测定封闭区间的压力从最大压力值下降到某一设定的压力值所需要的时间 T_t ，观测压力 P 下降随时间 T 变化的规律，然后根据压力 P 下降随时间 T 变化的规律计算煤矿断层的水文地质参数。

[0008] 所述的煤矿断层渗透性能定量评价方法，设定的分阶段注入压力和最大压力值根据和断层连通的承压水含水层的水压设定，分阶段注入水时，在评价区间内的压力稳定下来的同时，通过流量计测定每阶段的注入水量；当评价区间内的压力在一定压力状态水的注入量无法测定的情况下，即达到最大注入压力，此时停止供水，封闭评价区间。

[0009] 所述的煤矿断层渗透性能定量评价方法，封闭区间的压力从最大压力下降到某一设定的压力值的大小，根据现场条件设定为最大压力值的 80% ~ 90%。

[0010] 所述的煤矿断层渗透性能定量评价方法，根据压水实验时的注入水量，结合断层带的地质情况、钻孔往断层带钻进时的地质情况以及钻孔水位的恢复情况，预先给出一个渗透系数经验值 K_c ，然后以这个经验值 K_c 为中心再设定出数个渗透系数，利用非稳定渗流微分方程和有限元分析方法，结合断层实际地质条件、钻进时的实际数据和参数用计算工具或编制有限元计算程序算出各个渗透系数在该评价区间中的压力和经过时间的关系，在计算机中通过 Excel 的图表功能得出各个渗透系数的 P - T 曲线图，然后转换成 K_c - T 曲线图，从曲线图中读出之前压水试验测定出的所需时间 (T_t) 所对应的渗透系数 (K_t)，即得到该评价区间的渗透系数。

[0011] 本发明的有益积极效果：

[0012] 1、本发明煤矿断层渗透性能定量评价方法，使以往无法进行定量评价的低渗透性煤矿断层的渗透性能可以快速定量的评价出来，实际测定过程中只需测定出经过时间这一个数据，压水试验一结束，断层带渗透系数马上就确定，接着就可以决定注浆材料和注入量和注入方式，并且无须进行装置替换直接就可以用压水实验装置进行注浆作业，尤其适合于煤矿生产。压水试验和注浆作业可以不间断连贯实施，能够显著提高煤矿开采工作效率。

[0013] 2、本发明煤矿断层渗透性能定量评价方法，操作简单，经济高效。与传统的压水试验方法相比，在理论上以非稳定流理论取代了稳定流理论，压水试验方法操作时增加观测时间变量，更接近现场试验条件，并可以快速计算出试验对象的渗透系数、压力传导系数等水文地质参数。计算机解析计算过程可以在压水试验前期开始，压水试验结束前解析计算工程也结束，压水试验现场不需要做渗透性评价的专业人员，现场工作人员只需要在图上读出渗透系数就行，节省了人工费用。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明煤矿断层渗透性能定量评价方法压水试验装置结构示意图；图 2 为渗透系数与经过时间 K_c - T 图；

- [0015] 图 3-A 为当渗透系数为 1.0×10^{-6} (m/s) 的 P-T 图；
[0016] 图 3-B 为当渗透系数为 5.0×10^{-7} (m/s) 的 P-T 图；
[0017] 图 3-C 为当渗透系数为 1.0×10^{-7} (m/s) 的 P-T 图；
[0018] 图 3-D 为当渗透系数为 5.0×10^{-8} (m/s) 的 P-T 图；
[0019] 图 3-E 为当渗透系数为 1.0×10^{-8} (m/s) 的 P-T 图；
[0020] 图 3-F 为当渗透系数为 5.0×10^{-9} (m/s) 的 P-T 图；
[0021] 图 3-G 为当渗透系数为 1.0×10^{-9} (m/s) 的 P-T 图。

具体实施方式

[0022] 实施例一：参见图 1，本发明煤矿断层渗透性能定量评价方法，通过供水系统对封闭的评价区间 9 进行压水实验，观测压力下降随时间变化的规律，并根据压力下降随时间变化的规律计算水文地质参数，供水系统采用注浆装置的水泵 2 和管道 6，对评价区间分阶段定压力注入水，并分阶段提高注入压力，当达到各阶段设定的注入水压力时，通过流量计 3 记录每次的注入水量，当注水压力达到和断层连通的承压水含水层的水压一致时，获得最大压力值，停止供水，同时封闭评价区间，测定封闭区间的压力从最大压力值下降到某一设定的压力值所需要的时间 T_t ，并得出压力和时间的 P-T 曲线图，然后转换成 Kc-T 曲线图，从曲线图中读出封闭区间的压力从最大压力值下降到某一设定的压力值所需要的时间 T_t 对应的渗透系数 K_t ，即得到该评价区间的渗透系数。

[0023] 图中标号 1 为水箱，2 为水泵，3 为流量计，4 为阀门，5 为压力计，6 为管道，7 为钻孔，8 为橡皮塞，9 为评价区间。

[0024] 设定的分阶段注入压力和最大压力值可以根据和断层连通的承压水含水层的水压而设定合适的值，分阶段注入水时，在评价区间 9 内的压力稳定下来的同时，通过流量计 3 测定每阶段的注入水量；当评价区间内的压力在一定压力状态水的注入量无法测定的情况下，即达到最大注入压力，此时停止供水，关闭阀门 4，封闭评价区间 9。封闭区间的压力从最大压力下降到某一设定的压力值的大小，根据现场条件调整，可以设定为最大压力值的 80% ~ 90%。

[0025] 本发明煤矿断层渗透性能定量评价方法，压水试验装置和注浆装置统一，主要由封闭系统（阀门 4、钻孔 7 中设置的橡皮塞 8 和橡皮塞所封闭的评价区间 9）和供水系统（水箱 1 和供水 / 管道 6 和水泵 2）和测定系统（测定注入水量的流量计 3，测定水压的压力计 5）构成。阀门 4 一关闭，评价区间内水和气体就停止移动。也就是定压力注水后，观测压力下降随时间变化的规律，并用这些规律计算水文地质参数。与以往的压水试验方法相比，在理论上以非稳定流理论取代了稳定流理论；操作时，增加观测时间变量，更接近现场试验条件，可以计算出试验对象的渗透系数、压力传导系数等水文地质参数。

[0026] 实施例二：参见图 1。本实施例的煤矿断层渗透性能定量评价方法，在实施例一的基础上，进一步提出了渗透系数具体的定量评价方法。根据压水实验时的注入水量，结合断层带的地质情况、钻孔往断层带钻进时的地质情况以及钻孔水位的恢复情况，预先给出一个渗透系数经验值 K_c ，然后以这个经验值 K_c 为中心再设定出数个渗透系数，利用非稳定渗流微分方程和有限元分析方法，结合断层实际地质条件、钻进时的实际数据和参数计算出各个渗透系数在该评价区间中的压力和经过时间的关系，得出各个渗透系数的 P-T 曲线

图,然后转换成 K_c - T 曲线图,从曲线图中读出之前压水试验测定出的封闭区间的压力从最大压力值下降到某一设定的压力值所需要的时间 T_t 对应的渗透系数 K_t ,即得到该评价区间的渗透系数。

[0027] 实施例三:本实施例结合实例,进一步公开了本发明煤矿断层渗透性能定量评价方法的操作步骤。如图 1 所示,可以设定橡皮塞 8 下端到钻孔 7 的孔底长度和钻孔的孔径,例如可以设定为 5.0m、0.075m。

[0028] 评价区间 9 内注入水量和注入压力从 0.5905MPa(有效压力为 0MPa)、1.5905 MPa、2.0905 MPa、2.5905 MPa (有效压力为 2 MPa)分阶段增加,评价区间 9 内的压力随着一定的时间稳定下来的同时,流量计 3 测定每阶段的注入水量,前期试验方法和吕荣法压水试验(见中华人民共和国水利行业标准 SL31-2003)一致。后期当评价区间中的压力在一定压力状态水的注入量无法测定的情况下,也就是达到最大注入压力(2.5905 MPa)的情况下,停止水的供给,封闭评价区间 9。本次实验中,注入压力设定为从 0.5905 MPa (有效压力为 0MPa) 到 2.5905 MPa (有效压力是 2.0MPa)。接着,封闭后的评价区间 9 内的压力随着水一点点渗透到断层带中慢慢变低,测定评价区间内的压力从 2.5905 MPa 下降了 1.8 MPa (有效压力的 90%)所需时间 T_t 。至此就完成了压水试验。

[0029] 下面对渗透系数的评价方法做详细说明。首先,根据断层带的地质情况(比如断层的力学性质和落差等)、钻孔往断层带钻进时的地质情况、钻孔水位回复情况,和前期压水实验时的注入水量等为基础,推测出一个渗透系数经验值 K_c ,以这个值为中心,以 10^2 (m/s) 的幅度设定最大值和最小值,把最大值和最小值等分,平均分割出数个渗透系数 K_c ,比如,经验渗透系数 K_c 的值设定为 5.0×10^{-8} (m/s),则最大值设定为 1.0×10^{-6} (m/s),最小值设定为 1.0×10^{-9} (m/s),以 0.5 (m/s) 的幅度分割,设定出 1.0×10^{-9} 、 5.0×10^{-9} 、 1.0×10^{-8} 、 5.0×10^{-8} 、 1.0×10^{-7} 、 5.0×10^{-7} 、 1.0×10^{-6} (m/s) 7 个渗透系数 K_c 。

[0030] 各个渗透系数 K_c 在评价区间 9 内的压力和经过时间之间的关系,用非稳定渗流基本微分方程式和有限元分析方法为基础,用计算软件或编制相应的有限元计算程序求出(参考魏宁, 李金都, 傅旭东, 钻孔高压压水试验的数值模拟 岩石力学与工程学报 2006 年 第 25 卷 第 05 期)。所用解析参数,如评价区间长度,钻孔半径,静水压使用实际值,流体空间(二维或三维),影响半径,评价对象区间压缩率,贮水系数是根据现场状况适当推定的值。评价区间 9 内的压力值可以使用压水试验时的注入压力,也可以使用压水试验时的有效压力。

[0031] 经过计算机软件计算,把所得数据输入 Excel 中,在计算机中用 Excel 图表功能可以得出各个渗透系数的 P-T 曲线图,如图 3-A, B, C, D, E, F, G 是评价区间 9 内各个渗透系数所对应的压力和经过时间之间的关系算出图。各个渗透系数 K_c , 图中都显示压力随着时间的经过而变低,下降到一定的压力值所用的经过时间 T_c 随着渗透系数的不同而不同,渗透系数越小,经过时间就越长,从各个图把压力从 2.5905 MPa 降低 1.8 MPa(有效压力的 90%)降低到 0.7905 MPa 的经过时间 T_c 读出,得出 7 组 (T_c, K_c) 读数,以经过时间 T_c 为横坐标,渗透系数 K_c 为纵坐标,如图 2,把这 7 组读数在坐标系统中用坐标点表示出来,然后把这些点用曲线连接,连接方法用最小二乘法等的一般的近似方法算出。就可以得到得出 K-T 曲线图。计算机解析计算过程可以在压水试验前期开始,压水试验结束前解析计算工程也结束。

[0032] 然后从图 2 中读出压水试验时测定出的从 2.5905 MPa 下降 1.8 MPa 的经过时间 T_t 所对应的渗透系数 K_t , 这个值就可以作为评价区间 9 的渗透系数。由图 2 可知, 测定出的经过时间 T_t 为 700 秒时, 则对应的渗透系数 K_t 值就是 8.0×10^{-8} (m/s), 这个值就是评价区间 9 内的渗透系数, 根据这个求得的渗透系数, 马上可以决定注浆材料和注入量注浆方式, 并且用压水试验装置就可以直接实施注浆作业。由于压水试验现场不需要做渗透性评价的专业人员和专门的解析软件, 节省了人工费用和设备费用, 并且压水实验过程和评价过程用时短, 很适合煤矿生产的特点。

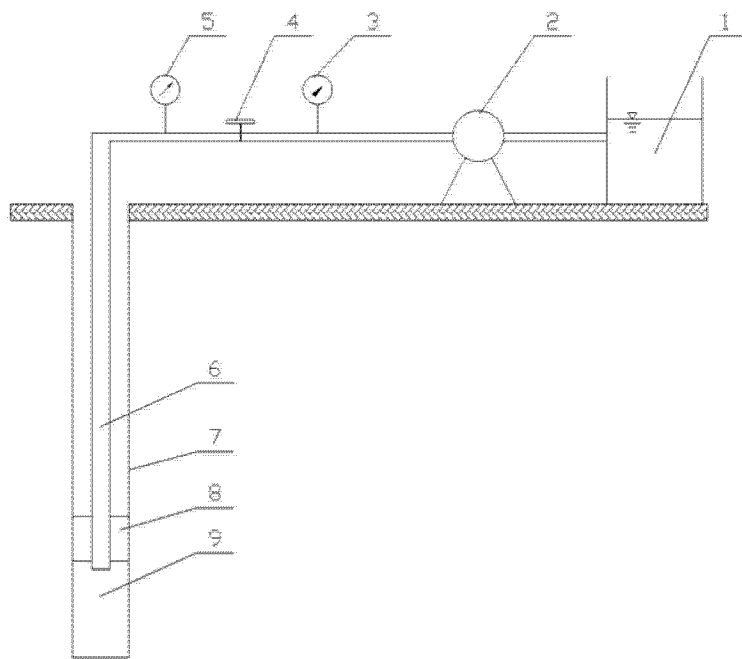


图 1

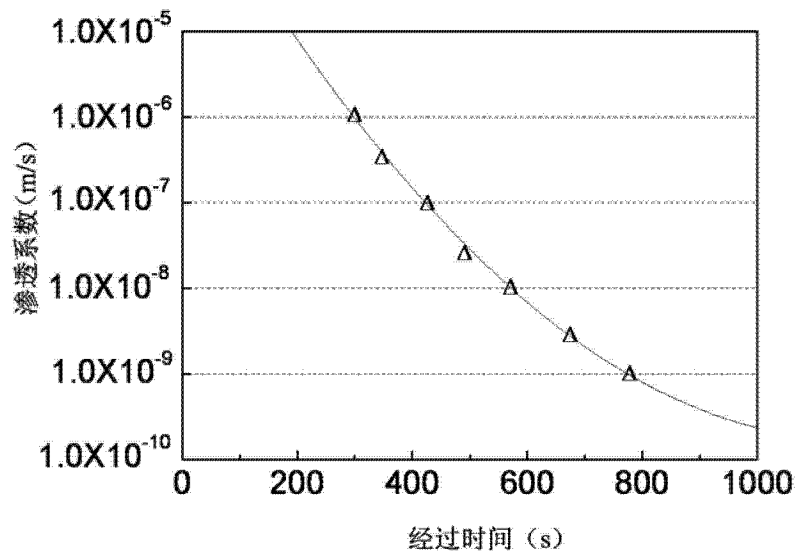


图 2

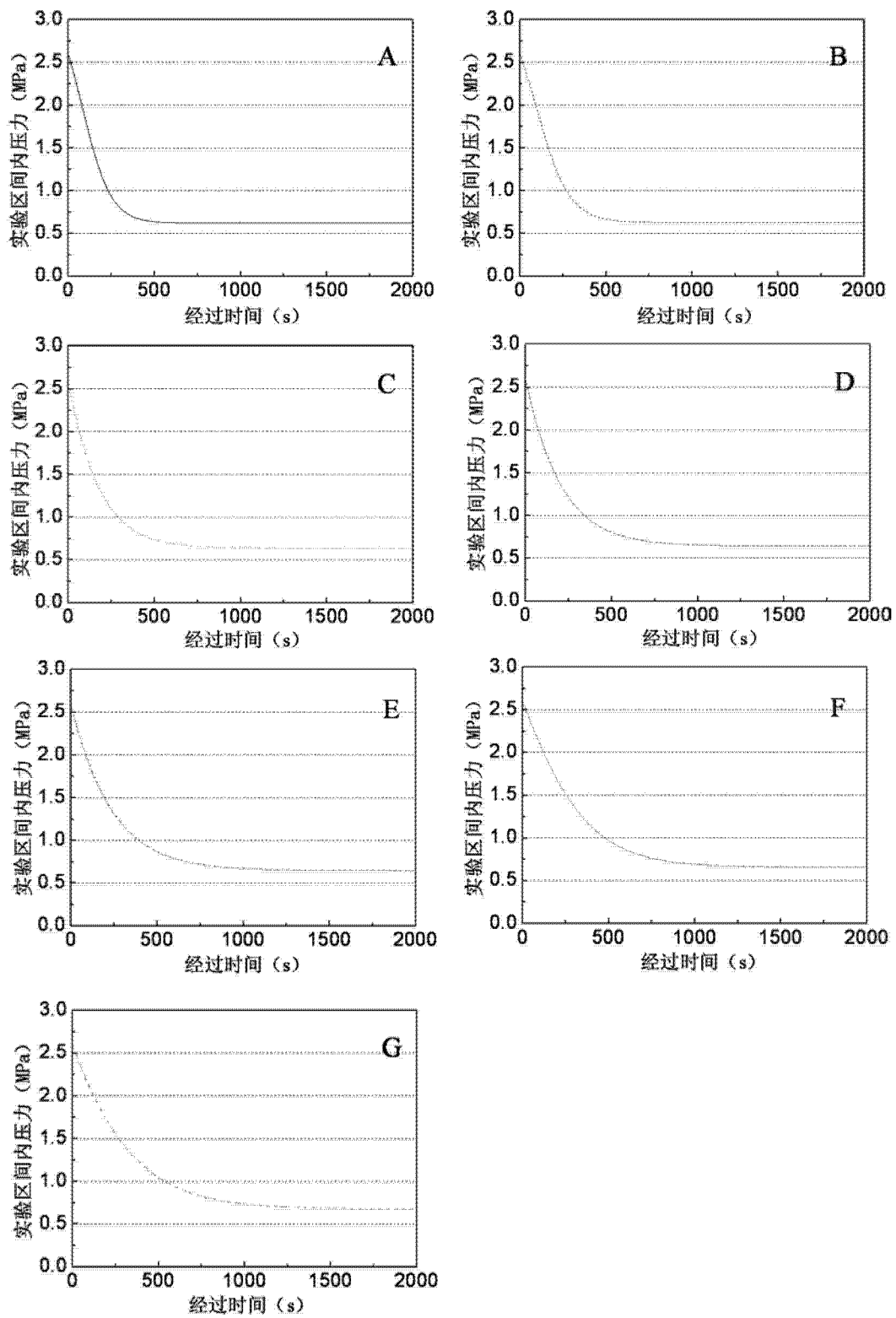


图 3