

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202330168 U

(45) 授权公告日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201120448533. 8

(22) 申请日 2011. 11. 14

(73) 专利权人 东北石油大学

地址 163319 黑龙江省大庆市高新技术开发
区发展路 199 号

(72) 发明人 艾池 李玉伟 胡超洋 冯福平
李航 王婷婷

(74) 专利代理机构 哈尔滨东方专利事务所
23118

代理人 曹爱华

(51) Int. Cl.

G01N 3/10(2006. 01)

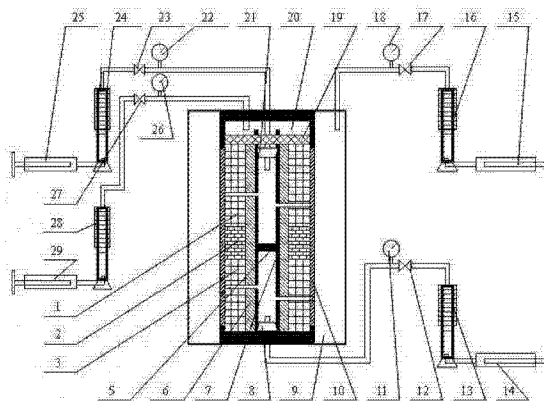
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

分层压裂层间窜流模拟实验装置

(57) 摘要

本实用新型涉及的是分层压裂层间窜流模拟实验装置,这种分层压裂层间窜流模拟测定装置的中心套管分隔成上下两个腔体,中心套管外环绕着围压室,在中心套管和分层压裂岩体中间环空胶结有水泥环;围压室内装有分层压裂岩体,分层压裂岩体由上层砂岩岩体、中间泥页岩隔层和下层砂岩岩体构成;围压室上面是上覆外载加压室,中心套管伸入上覆外载加压室中,围压室的外壁是夹持胶筒,围压室外环绕着侧向加压室。本实用新型可模拟上覆和水平复杂应力状态下分层压裂时射孔水泥环、压裂层和隔层受力状态,测定隔层、水泥环或地层—水泥环胶结面承受分层压裂层间压差极限大小。



1. 一种分层压裂层间窜流模拟实验装置,其特征在于:这种分层压裂层间窜流模拟测定装置的中心套管(7)分隔成上下两个腔体,中心套管(7)外环绕着围压室,在中心套管(7)和分层压裂岩体中间环空胶结有水泥环(6);围压室内装有分层压裂岩体,分层压裂岩体由上层砂岩岩体(1)、中间泥页岩隔层(2)和下层砂岩岩体(3)构成;围压室上面是上覆外载加压室(20),中心套管(7)伸入上覆外载加压室(20)中,围压室的外壁是夹持胶筒(10),围压室外环绕着侧向加压室(9)。

2. 根据权利要求1所述的分层压裂层间窜流模拟实验装置,其特征在于:所述的中心套管(7)上腔体与上腔体外载控制系统连通,上腔体外载控制系统由第一增压泵(25)、第一中间容器(24)和第一控制阀(23)组成,第一中间容器(24)通过第一控制阀(23)与中心套管(7)上腔体连通。

3. 根据权利要求1所述的分层压裂层间窜流模拟实验装置,其特征在于:所述的中心套管(7)下腔体与下腔体外载控制系统连通,下腔体外载控制系统由第二增压泵(14)、第二中间容器(13)和第二控制阀(12)组成,第二中间容器(13)通过第二控制阀(12)与中心套管(7)下腔体连通。

4. 根据权利要求1所述的分层压裂层间窜流模拟实验装置,其特征在于:所述的上覆外载加压室(20)与上覆外载控制系统连通,上覆外载控制系统由第三增压泵(29)、第三中间容器(28)和第三控制阀(27)组成,第三中间容器(28)通过第三控制阀(27)与上覆外载加压室(20)连通。

5. 根据权利要求1所述的分层压裂层间窜流模拟实验装置,其特征在于:所述的侧向加压室(9)与侧向外载控制系统连通,侧向外载控制系统由第四增压泵(15)、第四中间容器(16)和第四控制阀(17)组成,第四中间容器(16)通过第四控制阀(17)与侧向加压室(9)连通。

分层压裂层间窜流模拟实验装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及的是石油与天然气工程中油水井分层压裂层间窜流模拟验证和压力测定使用的装置,用于分层压裂隔层断裂和水泥环胶结失效的模拟测定,具体涉及的是分层压裂层间窜流模拟实验装置。

背景技术

[0002] 随着油田对低渗透储层和薄差油层开采的大幅增加,分层压裂技术得到广泛应用,而分层压裂层间窜流特别是薄隔层段层间窜流导致压裂失败的案例不断增加,为避免或减少压裂层间窜流的产生,需要对分层压裂隔层断裂或水泥环胶结失效引起的层间窜流进行准确判别和测定,并建立分层压裂隔层厚度与其承载压差极限的关系。目前,对于隔层受力的研究,主要基于理论计算和有限元软件模拟,而对于水泥环胶结失效的研究,尽管有人设计了相关实验,但仅是针对固井一或二界面测定胶结强度,也没能反映井眼围压、射孔及钻井液泥饼等的影响。对分层压裂层间窜流模拟测定实验装置的研究还属空白。该项装置的缺少,阻碍了分层压裂相关问题的进一步研究,诸如:分层压裂隔层厚度的选择、隔层破坏或水泥环胶结失效判别标准制定等。尽管现有理论与有限元软件模拟等手段能够在一定程度上满足当前的需要,但仍无法给予直接的测定与描述,从而影响了该项技术方面的深入研究。

发明内容

[0003] 本实用新型的目的是提供分层压裂层间窜流模拟测定装置,通过施加围压和上覆压力,模拟实际分层压裂情况下隔层和水泥环受力状态,它用于解决目前缺少对分层压裂隔层破坏或水泥环胶结失效引起层间窜流测定的装置的问题。

[0004] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:这种分层压裂层间窜流模拟测定装置的中心套管分隔成上下两个腔体,中心套管外环绕着围压室,在中心套管和分层压裂岩体中间环空胶结有水泥环;围压室内装有分层压裂岩体,分层压裂岩体由上层砂岩岩体、中间泥页岩隔层和下层砂岩岩体构成;围压室上面是上覆外载加压室,中心套管伸入上覆外载加压室中,围压室的外壁是夹持胶筒,围压室外环绕着侧向加压室。

[0005] 上述方案中的中心套管上腔体与上腔体外载控制系统连通,上腔体外载控制系统由第一增压泵、第一中间容器和第一控制阀组成,第一中间容器通过第一控制阀与中心套管上腔体连通,上腔体外载控制系统通过向上腔体泵入液体增压,对上层砂岩岩体和隔层上部水泥环施加压力。

[0006] 上述方案中的中心套管下腔体与下腔体外载控制系统连通,下腔体外载控制系统由第二增压泵、第二中间容器和第二控制阀组成,第二中间容器通过第二控制阀与中心套管下腔体连通,下腔体外载控制系统通过向下腔体泵入液体增压,对下层砂岩岩体和隔层下部水泥环施加压力。

[0007] 上述方案中的上覆外载加压室与上覆外载控制系统连通,上覆外载控制系统由第

三增压泵、第三中间容器和第三控制阀组成,第三中间容器通过第三控制阀与上覆外载加压室连通,上覆外载控制系统通过向加压室泵入液体,增加加压室压力,对岩体施加覆应力。

[0008] 上述方案中的侧向加压室与侧向外载控制系统连通,侧向外载控制系统由第四增压泵、第四中间容器和第四控制阀组成,第四中间容器通过第四控制阀与侧向加压室连通,通过泵入液体增压施加侧向载荷。

[0009] 本实用新型具有以下有益效果:

[0010] 1、本实用新型可模拟上覆和水平复杂应力状态下分层压裂时射孔水泥环、压裂层和隔层受力状态。

[0011] 2、本实用新型可验证层间窜流产生原因,测定隔层、水泥环或地层—水泥环胶结面承受分层压裂层间压差极限大小。

[0012] 3、本实用新型控压范围大,可实现 60MPa 控压。

[0013] 4、本实用新型装置结构简单、操作方便,适应能力强。

附图说明

[0014] 图 1 是本实用新型的结构示意图;

[0015] 图 2 是射孔孔眼在套管壁分布排列结构示意图。

[0016] 1. 上层砂岩岩体 2. 中间泥页岩隔层 3. 下层砂岩岩体 4. 射孔孔眼 5. 套管上下腔体分隔板 6. 水泥环 7. 中心套管 8 密封胶塞 9. 侧向加压室 10. 夹持胶筒 11. 压力表 12. 控制阀 13. 中间容器 14. 增压泵 15. 增压泵 16. 中间容器 17. 控制阀 18. 压力表 19. 上覆加压板 20. 上覆外载加压室 21. 密封胶塞 22. 压力表 23. 控制阀 24. 中间容器 25. 增压泵 26. 压力表 27. 控制阀 28. 中间容器 29. 增压泵。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本实用新型做进一步描述:

[0018] 如图 1 所示,这种分层压裂层间窜流模拟测定装置的中心套管 7 由套管上下腔体分隔板 5 分隔成上下两个腔体,套管下腔体有密封胶塞 8,套管上腔体有密封胶塞 21,上腔体与上腔体外载控制系统相连,下腔体与下腔体外载控制系统相连;中心套管 7 外部胶结水泥环 6,水泥环 6 外部胶结上层砂岩岩体 1、中间泥页岩隔层 2 与下层砂岩岩体 3 组成的分层压裂岩体,整个试件置于围压室内,围压室的外壁是夹持胶筒 10;上层砂岩岩体 1 的上端是上覆外载加压室 20,围压室与上覆外载加压室通过上覆加压板 19 隔开;中心套管 7 伸入上覆外载加压室 20 中,围压室外环绕着侧向加压室 9。

[0019] 中心套管 7 分为上下两个腔体,用于施加不同层位的压裂压力,如图 2 所示,每个腔体套管按照相同相位角和孔距开射孔孔眼 4 模拟射孔套管。制备分层压裂岩体时在中心套管 7 开孔相位和孔距对应位置开孔,使岩体开孔与中心套管 7 射孔孔眼 4 对应,并用等直径塑料管将其连通。将制备好的岩体置于围压室内并施加围压,在中心套管 7 与分层压裂岩体的环形空间注入水泥浆,水泥浆注入至指定高度后施加覆压力恒温养护,制备射孔水泥环 6。

[0020] 上覆外载控制系统由第三增压泵 29、第三中间容器 28 和第三控制阀 27 组成,上覆外载控制系统通过高压管线与上覆外载加压室 20 连接,运行时第三增压泵 29 通过高压管线向上覆外载加压室 20 中注入液体增压,对砂岩岩体施加上覆压力,施加的压力的大小可以通过调节第三增压泵 29 和第三控制阀 27 控制,压力值可以直接在压力表 26 上显示。

[0021] 侧向外载控制系统由第四增压泵 15、第四中间容器 16 和第四控制阀 17 组成,侧向外载控制系统通过高压管线与侧向加压室 9 连接,运行时第四增压泵 29 向侧向加压室 9 中注入液体对压裂岩体施加侧向外载。测试过程可根据需要通过调节第四增压泵 15 和第四控制阀 17 控制侧向外载大小,保证侧向加压室 9 对压裂岩体施加合适的外载,压力值可以直接在压力表 18 上显示。

[0022] 上腔体外载控制系统由第一增压泵 25、第一中间容器 24 和第一控制阀 23 组成,第一中间容器 24 与中心套管 7 上腔体连通,第一中间容器 24 通过第一控制阀 23 向上腔体泵入液体增压,对上层砂岩岩体 1 和隔层上部水泥环施加压力,运行时通过调节第一增压泵 25 和第一控制阀 23,使压力稳定达到设计值大小。

[0023] 下腔体外载控制系统由第二增压泵 14、第二中间容器 13 和第二控制阀 12 组成,第二中间容器 13 通过向中心套管 7 下腔体泵入液体增压,对下层砂岩岩体 3 和隔层下部水泥环施加压力,运行时通过调节第二增压泵 14 和第二控制阀 12 控制压力,当压力与中心套管 7 上腔体内压力相等后,继续稳定增加压力来增大上层砂岩和下层砂岩间压差。

[0024] 本实用新型测试过程为:首先模拟地层复杂应力环境制备用于实验的分层压裂岩体和水泥环 6,然后通过套管上腔体外载控制系统由第一增压泵 25 和第一中间容器 24 通过第一控制阀 23 向上腔体泵入液体增压,对上层砂岩岩体 1 和隔层上部水泥环施加压力达到设计值大小。套管下腔体外载控制系统由第二增压泵 14 和第二中间容器 13 通过第二控制阀 12 向套管下腔体泵入有色高压液体,当压力与中心套管 7 上腔体内压力相等后,继续稳定增加压力来增大上层砂岩和下层砂岩间压差,注意观察压力表 11 和压力表 22 示数,当压力表 11 或压力表 22 示数突然变化时表明发生层间窜流,记录此时压力表的示数可计算出发生窜流的层间压差,同时卸载所有压力,观察确认发生层间窜流的原因。

[0025] 由于使用该实验装置,能模拟井下复杂应力状态,进行分层压裂隔层破坏或水泥环胶结失效引起层间窜流的测定,可直观解释分层压裂层间窜流的原因,并测定隔层、水泥环或地层—水泥环胶结面承受分层压裂层间压差极限大小,依此制定的分层压裂隔层厚度选择、隔层破坏或水泥环胶结失效判别标准的准确率更高。

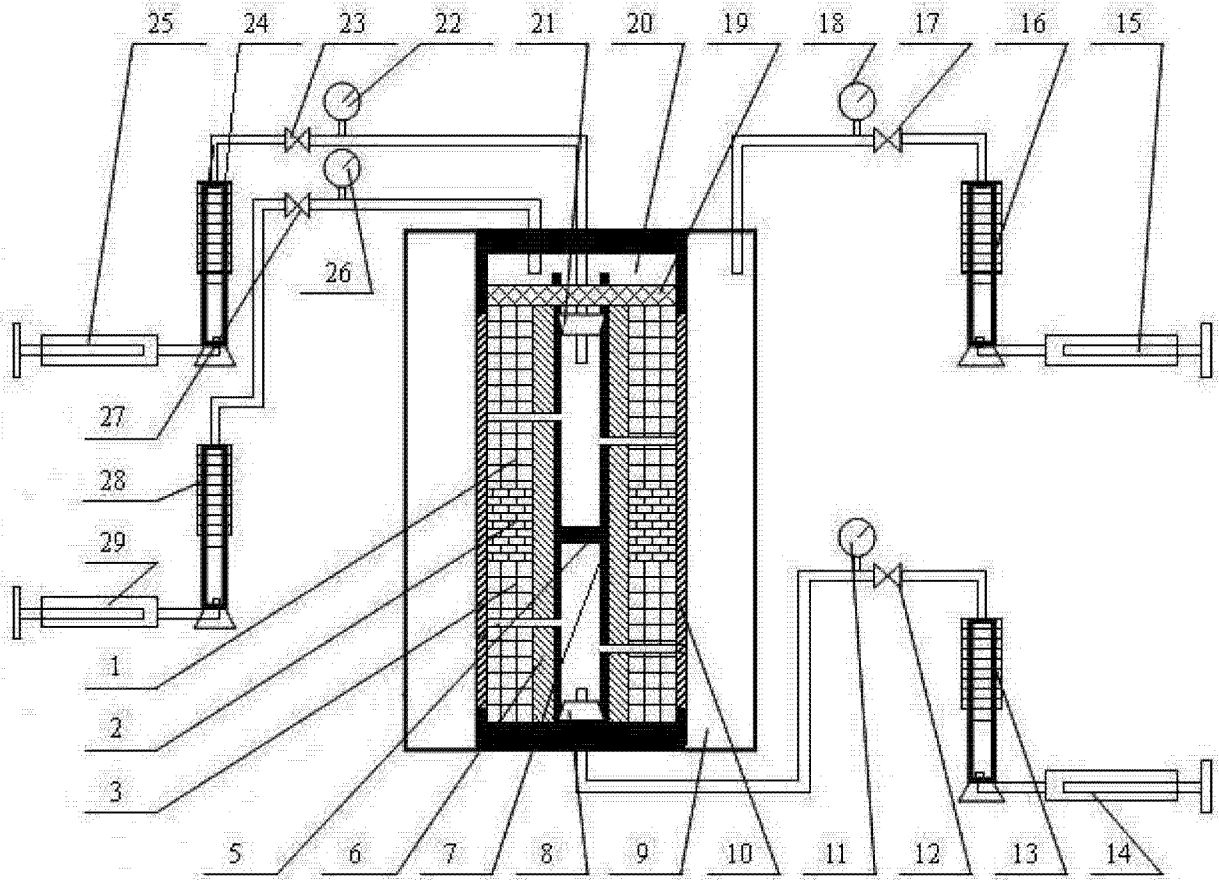


图 1

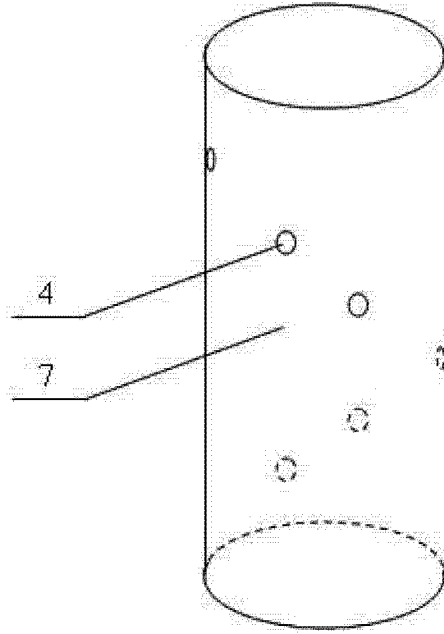


图 2