



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109681190 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 20

(21) 申请号 201910171718.X

(22) 申请日 2019.03.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109681190 A

(43) 申请公布日 2019.04.26

(73) 专利权人 中国海洋石油集团有限公司
地址 100010 北京市东城区朝阳门北大街
25号
专利权人 中海石油(中国)有限公司湛江分
公司

(72) 发明人 李炎军 张万栋 吴江 杨玉豪
吴红建 杨焕强 郑双进

(74) 专利代理机构 广州市南锋专利事务有限
公司 44228
专利代理师 李慧 王允辉

(51) Int. Cl.

E21B 47/005 (2012.01)

E21B 47/06 (2012.01)

E21B 33/13 (2006.01)

E21B 34/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104500034 A, 2015.04.08

CN 106761679 A, 2017.05.31

CN 108868746 A, 2018.11.23

CN 210105843 U, 2020.02.21

US 2017205388 A1, 2017.07.20

审查员 李东鹏

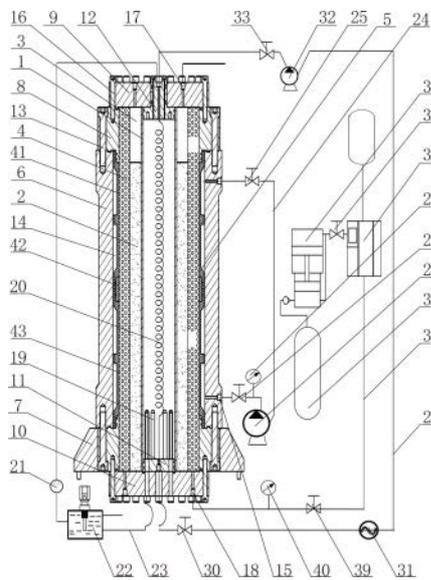
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

高温高压气井水泥环密封完整性评价系统

(57) 摘要

本发明公开了一种高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,包括套管、固井水泥环、筒状模拟地层、密封胶套、耐压外筒、外筒下法兰、外筒上法兰、套管上法兰、套管下法兰、套管下堵头、套管上堵头、气井温度模拟调节装置、围压模拟调控装置、套管内压力模拟调控装置和气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置,系统中围有密闭的围压模拟环形密封腔和固井水泥环端面泄压模拟密封腔。本系统可根据高温高压气井的实际工况,模拟温度及压力的持续变化对水泥环密封失效的影响,并根据环空带压情况,实现环空气体泄压值、泄压步长、泄压周期等参数对水泥环完整性的评价。



1. 一种高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,其特征在于:包括套管(1)、固井水泥环(2)、筒状模拟地层(4)、密封胶套(5)、耐压外筒(6)、外筒下法兰(7)、外筒上法兰(8)、套管上法兰(9)、套管下法兰(10)、套管下堵头(11)、套管上堵头(12)、气井温度模拟调节装置、围压模拟调控装置、套管内压力模拟调控装置和气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置,密封胶套(5)套装在筒状模拟地层(4)的外围,耐压外筒(6)套装在密封胶套(5)的外围,耐压外筒(6)的长度小于筒状模拟地层(4)的长度,外筒下法兰(7)和外筒上法兰(8)套装在筒状模拟地层(4)的外围且通过第一螺栓(13)分别与耐压外筒(6)的两端连接,耐压外筒(6)的两端分别与外筒下法兰(7)和外筒上法兰(8)之间设有密封圈,密封胶套(5)、耐压外筒(6)、外筒下法兰(7)和外筒上法兰(8)围成了一个密闭的围压模拟环形密封腔(14),所述耐压外筒(6)的筒壁上设有高压气流动端口(15),所述围压模拟调控装置通过高压气流动端口(15)将高压气送入围压模拟环形密封腔(14)内;套管(1)位于筒状模拟地层(4)内,固井水泥环(2)位于套管(1)和筒状模拟地层(4)之间,并且固井水泥环(2)的长度分别小于套管(1)的长度和筒状模拟地层(4)的长度,套管上法兰(9)、套管下法兰(10)位于筒状模拟地层(4)的两端,并且通过第二螺栓(16)分别与外筒上法兰(8)、外筒下法兰(7)连接,套管下堵头(11)、套管上堵头(12)分别固定在套管上法兰(9)、套管下法兰(10)上,套管下堵头(11)、套管上堵头(12)插接在套管(1)的两端将套管(1)封闭,套管(1)的两端与套管下堵头(11)、套管上堵头(12)之间设有全氟密封圈,所述气井温度模拟调节装置用以调节套管(1)内的模拟温度,所述套管内压力模拟调控装置用以调节套管(1)内的模拟压力,筒状模拟地层(4)、固井水泥环(2)、套管(1)和套管上法兰(9)围成一个固井水泥环端面泄压模拟密封腔(3),套管上法兰(9)上设有与固井水泥环端面泄压模拟密封腔(3)连通的泄压模拟进气通道(17),所述套管下法兰(10)上设有与筒状模拟地层(4)的端面相对的窜流模拟进气通孔(18),气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置通过泄压模拟进气通道(17)给固井水泥环端面泄压模拟密封腔(3)输入高压气;气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置给窜流模拟进气通孔(18)输入高压气;

所述套管(1)内充满了导热油;所述气井温度模拟调节装置的温度调节范围 $0^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$;

所述气井温度模拟调节装置包括气井温度模拟电加热管(19)、低温循环热交换螺旋管(20)、循环泵(21)、低温水浴槽(22)和热交换介质循环管路(23),所述气井温度模拟电加热管(19)和低温循环热交换螺旋管(20)位于套管(1)内,气井温度模拟电加热管(19)安装在套管下堵头(11)或套管上堵头(12)上,低温循环热交换螺旋管(20)的两端分别固定在套管下堵头(11)和套管上堵头(12)上,热交换介质循环管路(23)的两端与低温循环热交换螺旋管(20)的两端连通,循环泵(21)、低温水浴槽(22)设在热交换介质循环管路(23)上;

所述套管内压力模拟调控装置包括高压液循环管路(29)、阀C(30)、恒温槽(31)、高压液输出泵(32)和阀D(33),所述套管下堵头(11)和套管上堵头(12)上设有高压液通道,高压液循环管路(29)的两端分别与套管下堵头(11)上的高压液通道和套管上堵头(12)上的高压液通道连通,阀C(30)、恒温槽(31)、高压液输出泵(32)和阀D(33)设在高压液循环管路(29)上。

2. 根据权利要求1所述的高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,其特征在于:所述筒状模拟地层(4)的两端面分别与外筒下法兰(7)和外筒上法兰(8)平齐。

3. 根据权利要求2所述的高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,其特征在于:所述套管下堵头(11)和套管上堵头(12)分别固定在套管下法兰(10)和套管上法兰(9)的中心部。

4. 根据权利要求1所述的高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,其特征在于:所述围压模拟调控装置包括高压气循环管路(24)、气阀A(25)、压力表(26)、高压泵(27)和气阀B(28),所述耐压外筒(6)上的高压气流动端口(15)设有两个,高压气循环管路(24)的两端分别与两个高压气流动端口(15)连通,气阀A(25)、压力表(26)、高压泵(27)和气阀B(28)设在高压气循环管路(24)上。

5. 根据权利要求1所述的高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,其特征在于:所述气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置包括空压机(34)、气体增压泵(35)、阀E(36)、储气罐(37)、高压气输出管路(38)、阀F(39)和气压表(40),所述空压机(34)、气体增压泵(35)、阀E(36)、储气罐(37)依次连接,高压气输出管路(38)的一端与储气罐(37)连接,阀F(39)和气压表(40)设在高压气输出管路(38)上,泄压模拟时,高压气输出管路(38)的另一端和套管上法兰(9)上的泄压模拟进气通道(17)连接,窜流模拟时,高压气输出管路(38)的另一端和套管下法兰(10)上的窜流模拟进气通孔(18)连接。

6. 根据权利要求1所述的高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,其特征在于:所述的套管(1)采用直径为177.8mm、长度为1.1m的P110型号生产尾管;所述的固井水泥环(2)直径为240mm、长度为1.0m;所述的筒状模拟地层(4)直径为400mm、长度为1.1m;所述的密封胶套(5)的材质为氟橡胶,直径为420mm、长度为1.1m;所述的耐压外筒(6)的材质为42CrMo,内径为460mm、外径为600mm、长度为1.1m。

7. 根据权利要求6所述的高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,其特征在于:所述的密封胶套(5)由上胶套部(41)、中胶套部(42)和下胶套部(43)对接而成。

高温高压气井水泥环密封完整性评价系统

技术领域

[0001] 本发明涉及石油钻井工程技术领域,具体涉及一种高温高压气井水泥环密封完整性评价系统。

背景技术

[0002] 南海勘探开发前景广阔,是南海大气区建设和国家南海能源基地建设的重点区域。据调查,南海高温高压领域天然气资源量达15万亿方,占南海总资源量的2/3,资源潜力巨大。近年来,高温高压领域发现的地质储量占南海西部地区总发现地质储量的60%,证实了高温高压领域已经成为该区天然气储量的主要增长点,高温高压气藏开发将在“十三五”期间成为南海西部天然气产量的主要增长点。

[0003] 随着南海地区勘探开发的进一步深入,井下温度与压力越来越高,现阶段探井的井底温度接近甚至超过了200℃,压力系数达到2.2,对固井质量和后期井筒完整性提出了极大挑战。一旦高压油气井井筒完整性出现问题,可能导致环空带压,甚至造成油气井报废和人员伤亡。挪威石油安全管理局(PSA)调查发现,在生产开发的问题井中,18%的井都是由环空带压所引发的安全问题。

[0004] 高温高压井水泥石所处工况复杂,不仅受作业管柱的机械冲击作用,而且还要承受后期增产作业和套管试压引起的高压、温度变化和腐蚀,致使水泥环容易遭受破坏,油气上窜形成环空带压。

[0005] 水泥环失效引起的油气窜流一直是困扰学者们的一大难题,国内外学者大多从防气窜水泥浆体系的研发、气窜机理、水泥环失效形式及机理、水泥石力学性能、水泥环界面胶结强度等方面开展研究。

[0006] 目前,针对水泥环失效形式及失效机理的研究主要有理论计算及室内实验两种方法,国内外各石油院校、科研院所、石油承包商非常重视水泥环密封完整性评价方面的研究,研制了多套水泥环密封完整性评价装置。然而,现有的评价装置大都通过相似原理进行了缩小,模拟井下温度及压力载荷变化的能力也十分有限,同时,无法模拟环空带压情况下环空气体泄压参数对水泥环完整性的影响,因此,开展高温高压气井水泥环密封完整性评价实验研究具有重要的现实意义。

发明内容

[0007] 为了克服上述之不足,本发明的目的在于提供一种高温高压气井水泥环密封完整性评价系统。本系统可根据高温高压气井的实际工况,模拟温度及压力的持续变化对水泥环密封失效的影响,并根据环空带压情况,实现环空气体泄压值、泄压步长、泄压周期等参数对水泥环完整性的评价。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

[0009] 一种高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,包括套管、固井水泥环、筒状模拟地层、密封胶套、耐压外筒、外筒下法兰、外筒上法兰、套管上法兰、套管下法兰、套管下堵

头、套管上堵头、气井温度模拟调节装置、围压模拟调控装置、套管内压力模拟调控装置和气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置,密封胶套套装在筒状模拟地层的外围,耐压外筒套装在密封胶套的外围,耐压外筒的长度小于筒状模拟地层的长度,外筒下法兰和外筒上法兰套装在筒状模拟地层的外围且通过螺栓分别与耐压外筒的两端连接,耐压外筒的两端分别与外筒下法兰和外筒上法兰之间设有密封圈,密封胶套、耐压外筒、外筒下法兰和外筒上法兰围成了一个密闭的围压模拟环形密封腔,所述耐压外筒的筒壁上设有高压气流动端口,所述围压模拟调控装置通过高压气流动端口将高压气送入围压模拟环形密封腔内;套管位于筒状模拟地层内,固井水泥环位于套管和筒状模拟地层之间,并且固井水泥环的长度小于套管和筒状模拟地层的长度,套管上法兰、套管下法兰位于筒状模拟地层的两端,并且通过螺栓分别与外筒上法兰、外筒下法兰连接,套管下堵头、套管上堵头分别固定在套管上法兰、套管下法兰上,套管下堵头、套管上堵头插接在套管的末端将套管封闭,套管的末端与套管下堵头、套管上堵头之间设有全氟密封圈,所述气井温度模拟调节装置用以调节套管内的模拟温度,所述套管内压力模拟调控装置用以调节套管内的模拟压力,筒状模拟地层、固井水泥环、套管和套管上法兰围成一个固井水泥环端面泄压模拟密封腔,套管上法兰上设有与固井水泥环端面泄压模拟密封腔连通的泄压模拟进气通道,所述套管下法兰上设有与筒状模拟地层的端面相对的窜流模拟进气通孔,气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置通过泄压模拟进气通道给固井水泥环端面泄压模拟密封腔输入高压气;气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置给窜流模拟进气通孔输入高压气。

[0010] 进一步地,所述筒状模拟地层的两端面分别与外筒下法兰和外筒上法兰平齐。

[0011] 进一步地,所述套管下堵头和套管上堵头分别固定在套管下法兰和套管上法兰的中心部。

[0012] 进一步地,所述套管内充满了导热油;所述气井温度模拟调节装置的温度调节范围 $0^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

[0013] 进一步地,所述气井温度模拟调节装置包括气井温度模拟电加热管、低温循环热交换螺旋管、循环泵、低温水浴槽和热交换介质循环管路,所述气井温度模拟电加热管和低温循环热交换螺旋管位于套管内,气井温度模拟电加热管安装在套管下堵头或套管上堵头上,低温循环热交换螺旋管的两端分别固定在套管下堵头和套管上堵头上,热交换介质循环管路的末端与低温循环热交换螺旋管的两端连通,循环泵、低温水浴槽设在热交换介质循环管路上。

[0014] 进一步地,所述围压模拟调控装置包括高压气循环管路、气阀A、压力表、高压泵和气阀B,所述耐压外筒上的高压气流动端口设有两个,高压气循环管路的末端分别与两个高压气流动端口连通,气阀A、压力表、高压泵和气阀B设在高压气循环管路上。

[0015] 进一步地,所述套管内压力模拟调控装置包括高压液循环管路、阀C、恒温槽、高压液输出泵和阀D,所述套管下堵头和套管上堵头上设有高压液通道,高压液循环管路的末端分别与套管下堵头上的高压液通道和套管上堵头上的高压液通道连通,阀C、恒温槽、高压液输出泵和阀D设在高压液循环管路上。

[0016] 进一步地,所述气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置包括空压机、气体增压泵、阀E、储气罐、高压气输出管路、阀F和气压表,所述空压机、气体增压泵、阀E、储气罐依次连接,高压气输出管路的一端与储气罐连接,阀F和气压表设在高压气输出管路上,泄压模拟时,

高压气输出管路的另一端和套管上法兰上的泄压模拟进气通道连接,窜流模拟时,高压气输出管路的另一端和套管下法兰上的窜流模拟进气通孔连接。

[0017] 进一步地,所述的套管1采用直径为177.8mm、长度为1.1m的P110型号生产尾管;所述的固井水泥环2直径为240mm、长度为1.0m;所述的筒状模拟地层4直径为400mm、长度为1.1m;所述的密封胶套5的材质为氟橡胶,直径为420mm、长度为1.1m;所述的耐压外筒6的材质为42CrMo,内径为460mm、外径为600mm、长度为1.1m。

[0018] 本发明的有益效果在于:本发明具备最高200°C加热、套管内压力及围压最大70MPa加载、水泥环端面40MPa气体加载的实验能力,可根据高温高压气井的实际工况,模拟温度及压力的持续变化对水泥环密封失效的影响,并根据环空带压情况,实现环空气体泄压值、泄压步长、泄压周期等参数对水泥环完整性的评价,有针对性的进行环空压力管理及水泥浆体系优化工作。

附图说明

[0019] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图:

[0020] 图1为本发明的结构示意图。

[0021] 图中:1、套管;2、固井水泥环;3、固井水泥环端面泄压模拟密封腔;4、筒状模拟地层;5、密封胶套;6、耐压外筒;7、外筒下法兰;8、外筒上法兰;9、套管上法兰;10、套管下法兰;11、套管下堵头;12、套管上堵头;13、螺栓;14、围压模拟环形密封腔;15、高压气流动端口;16、螺栓;17、泄压模拟进气通道;18、窜流模拟进气通孔;19、气井温度模拟电加热管;20、低温循环热交换螺旋管;21、循环泵;22、低温水浴槽;23、热交换介质循环管路;24、高压气循环管路;25、气阀A;26、压力表;27、高压泵;28、气阀B;29、高压液循环管路;30、阀C;31、恒温槽;32、高压液输出泵;33、阀D;34、空压机;35、气体增压泵;36、阀E;37、储气罐;38、高压气输出管路;39、阀F;40、气压表。41、上胶套部;42、中胶套部;43、下胶套部。

具体实施方式

[0022] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细的描述,需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0023] 如图1所示,一种高温高压气井水泥环密封完整性评价系统,包括套管1、固井水泥环2、筒状模拟地层4、密封胶套5、耐压外筒6、外筒下法兰7、外筒上法兰8、套管上法兰9、套管下法兰10、套管下堵头11、套管上堵头12、气井温度模拟调节装置、围压模拟调控装置、套管内压力模拟调控装置和气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置,密封胶套5套装在筒状模拟地层4的外围,耐压外筒6套装在密封胶套5的外围,耐压外筒6的长度小于筒状模拟地层4的长度,外筒下法兰7和外筒上法兰8套装在筒状模拟地层4的外围且通过螺栓13分别与耐压外筒6的两端连接,耐压外筒6的两端分别与外筒下法兰7和外筒上法兰8之间设有密封圈,密封胶套5、耐压外筒6、外筒下法兰7和外筒上法兰8围成了一个密闭的围压模拟环形密封腔14,所述耐压外筒6的筒壁上设有高压气流动端口15,所述围压模拟调控装置通过高压

气流动端口15将高压气送入围压模拟环形密封腔14内;套管1位于筒状模拟地层4内,固井水泥环2位于套管1和筒状模拟地层4之间,并且固井水泥环2的长度小于套管1和筒状模拟地层4的长度,套管上法兰9、套管下法兰10位于筒状模拟地层4的两端,并且通过螺栓16分别与外筒上法兰8、外筒下法兰7连接,套管下堵头11、套管上堵头12分别固定在套管上法兰9、套管下法兰10上,套管下堵头11、套管上堵头12插接在套管1的两端将套管1封闭,套管1的两端与套管下堵头11、套管上堵头12之间设有全氟密封圈,在套管1内实现温度200°C、压力70MPa条件下的密封。

[0024] 所述的套管1采用直径为177.8mm、长度为1.1m的P110型号生产尾管。

[0025] 所述的固井水泥环2直径为240mm、长度为1.0m,采用现场用水泥浆外加剂材料按高温高压井固井水泥浆标准配制本试验用固井水泥浆,以便更好的模拟高温高压气井实际工况条件下固井水泥环的失效情况。

[0026] 所述的筒状模拟地层4直径为400mm、长度为1.1m,采用标号为52.5的高强度水泥、黄砂、石子、水以及外加剂按一定配比制备成强度等级为50MPa的高强度混凝土,满足实际地层对抗压强度以及实验围压的要求。

[0027] 所述的密封胶套5的材质为氟橡胶,直径为420mm、长度为1.1m,当围压大于3MPa时,密封胶套实现与模拟地层的密封,防止水泥环端面气体从模拟地层外表面窜流。所述的密封胶套5由上胶套部41、中胶套部42、下胶套部43对接而成。

[0028] 所述的耐压外筒6的材质为42CrMo,内径为460mm、外径为600mm、长度为1.1m,可承受70MPa的围压。

[0029] 另外,螺栓13采用24个M30的高强度螺栓连接,满足70MPa套管内压力及40MPa水泥环端面压力的安全要求,并利用全氟密封圈实现密封;螺栓16采用24个M20的高强度螺栓连接,满足70MPa围压的安全要求,并利用全氟密封圈实现密封。

[0030] 所述气井温度模拟调节装置用以调节套管1内的模拟温度,所述套管内压力模拟调控装置用以调节套管1内的模拟压力,筒状模拟地层4、固井水泥环2、套管1和套管上法兰9围成一个固井水泥环端面泄压模拟密封腔3,套管上法兰9上设有与固井水泥环端面泄压模拟密封腔3连通的泄压模拟进气通道17,所述套管下法兰10上设有与筒状模拟地层4的端面相对的窜流模拟进气通孔18,气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置通过泄压模拟进气通道17给固井水泥环端面泄压模拟密封腔3输入高压气;气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置给窜流模拟进气通孔18输入高压气。

[0031] 所述筒状模拟地层4的两端面分别与外筒下法兰7和外筒上法兰8平齐,所述套管下堵头11和套管上堵头12分别固定在套管下法兰10和套管上法兰9的中心部,所述套管1内充满了导热油。

[0032] 所述气井温度模拟调节装置包括气井温度模拟电加热管19、低温循环热交换螺旋管20、循环泵21、低温水浴槽22和热交换介质循环管路23,所述气井温度模拟电加热管19和低温循环热交换螺旋管20位于套管1内,气井温度模拟电加热管19安装在套管下堵头11或套管上堵头12上,低温循环热交换螺旋管20的两端分别固定在套管下堵头11和套管上堵头12上,热交换介质循环管路23的两端与低温循环热交换螺旋管20的两端连通,循环泵21、低温水浴槽22设在热交换介质循环管路23上。所述气井温度模拟调节装置的温度调节范围0°C~200°C。气井温度模拟电加热管用以加热升温,实现最高200°C套管内温度的施加及精确

控制;低温循环热交换螺旋管20、循环泵21、低温水浴槽22和热交换介质循环管路23用以降温,实现最低0°C套管内温度的施加与精确控制,两者的配合来实现对套管1内的温度调控。

[0033] 所述围压模拟调控装置包括高压气循环管路24、气阀A25、压力表26、高压泵27和气阀B28,所述耐压外筒6上的高压气流动端口15设有两个,高压气循环管路24的两端分别与两个高压气流动端口15连通,气阀A25、压力表26、高压泵27和气阀B28设在高压气循环管路24上。

[0034] 所述套管内压力模拟调控装置包括高压液循环管路29、阀C30、恒温槽31、高压液输出泵32和阀D33,所述套管下堵头11和套管上堵头12上设有高压液通道,高压液循环管路29的两端分别与套管下堵头11上的高压液通道和套管上堵头12上的高压液通道连通,阀C30、恒温槽31、高压液输出泵32和阀D33设在高压液循环管路29上。

[0035] 进一步地,所述气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置包括空压机34、气体增压泵35、阀E36、储气罐37、高压气输出管路38、阀F39和气压表40,所述空压机34、气体增压泵35、阀E36、储气罐37依次连接,高压气输出管路38的一端与储气罐37连接,阀F39和气压表40设在高压气输出管路38上,泄压模拟时,高压气输出管路38的另一端和套管上法兰9上的泄压模拟进气通道17连接,窜流模拟时,高压气输出管路38的另一端和套管下法兰10上的窜流模拟进气通孔18连接。气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置能实现最高40MPa的气体压力的施加及精确控制。

[0036] 该装置的运行过程如下:

[0037] 1、实验前准备工作

[0038] 检查评价装置所有部件,确保所有部件能够正常运转;

[0039] 2、筒状模拟地层4的制备

[0040] 将外筒下法兰7与套管下法兰10通过螺栓连接,将偏心环放置于套管下法兰上,并将内衬钢管置于偏心环的内圆中,之后将筒状模拟地层模具放在外筒下法兰内,在筒状模拟地层模具与内衬钢管形成的环空中填充配制好的C50规格的混凝土,1天后取出内衬钢管,拆除筒状模拟地层模具,对形成的筒状模拟地层进行养护,以形成筒状模拟地层。

[0041] 3、装置下部安装

[0042] 待筒状模拟地层形成后,将密封胶套5包覆在筒状模拟地层的外表面,并通过全氟密封圈与外筒下法兰实现密封,将耐压外筒6吊装到密封胶套5外部,通过螺栓将耐压外筒6与外筒下法兰7连接,通过螺栓将套管下堵头与套管下法兰连接,将套管放置于模拟地层内部,并与套管下堵头通过全氟密封圈实现密封。

[0043] 4、固井水泥环2试件的制备

[0044] 按照深水固井水泥浆制备标准GB/T 19139-2012,根据实验方案配制一定量的水泥浆,并将配置好的水泥浆填充到套管1与筒状模拟地层4之间的环空间隙中,模拟深水油气井中的固井水泥浆。

[0045] 5、装置上部安装

[0046] 通过螺栓及密封圈将外筒上法兰与耐压外筒连接并密封,通过全氟密封圈实现外筒上法兰与密封胶套的密封,通过螺栓及密封圈将外筒上法兰与套管上法兰连接并密封,通过螺栓及密封圈将套管上法兰与套管上堵头连接并密封。

[0047] 6、井下高温高压条件的施加及固井水泥环养护

[0048] 在套管1中注满导热油,打开阀C30、阀D33,并给气井温度模拟电加热管19通电,加热到设定温度并稳定后,启动高压液输出泵32,使套管内压力达到设定值,打开气阀A25、气阀B28,启动高压泵27,使围压模拟环形密封腔14内的压力达到设定值,使固井水泥环在设定的温度、压力条件下养护。

[0049] 7、环空气体窜流实验

[0050] 高压气输出管路38的另一端和套管下法兰10上的窜流模拟进气通孔18连接。气窜模拟及水泥环密封泄压模拟装置能实现最高40MPa的气体压力的施加及精确控制,打开阀E36及阀F39,启动空压机34以及气体增压泵35,逐步增大并记录气体增压泵35的压力,当气体压力出现突然下降时,表明气体发生窜流,记录的最大气体压力即为环空气体窜流压力。

[0051] 8、环空圈闭泄压模拟

[0052] 高压气输出管路38的另一端和套管上法兰9上的泄压模拟进气通道17连接,打开阀E36及阀F39,启动空压机34以及气体增压泵35,向固井水泥环端面泄压模拟密封腔3内施加一定的气体压力,保压2min,然后根据设定的实验方案改变泄压步长以及泄压周期,达到环空圈闭泄压模拟的实验目的。

[0053] 本发明的实验目的:通过全尺寸的高温高压气井水泥环密封完整性评价装置,模拟不同工况引起的温度、压力变化下固井水泥环的密封完整性情况;利用水泥环端面处施加气体压力,模拟高压气井环空气窜情况,为水泥浆体系优化及固井施工参数提供支持。

[0054] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不限于本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

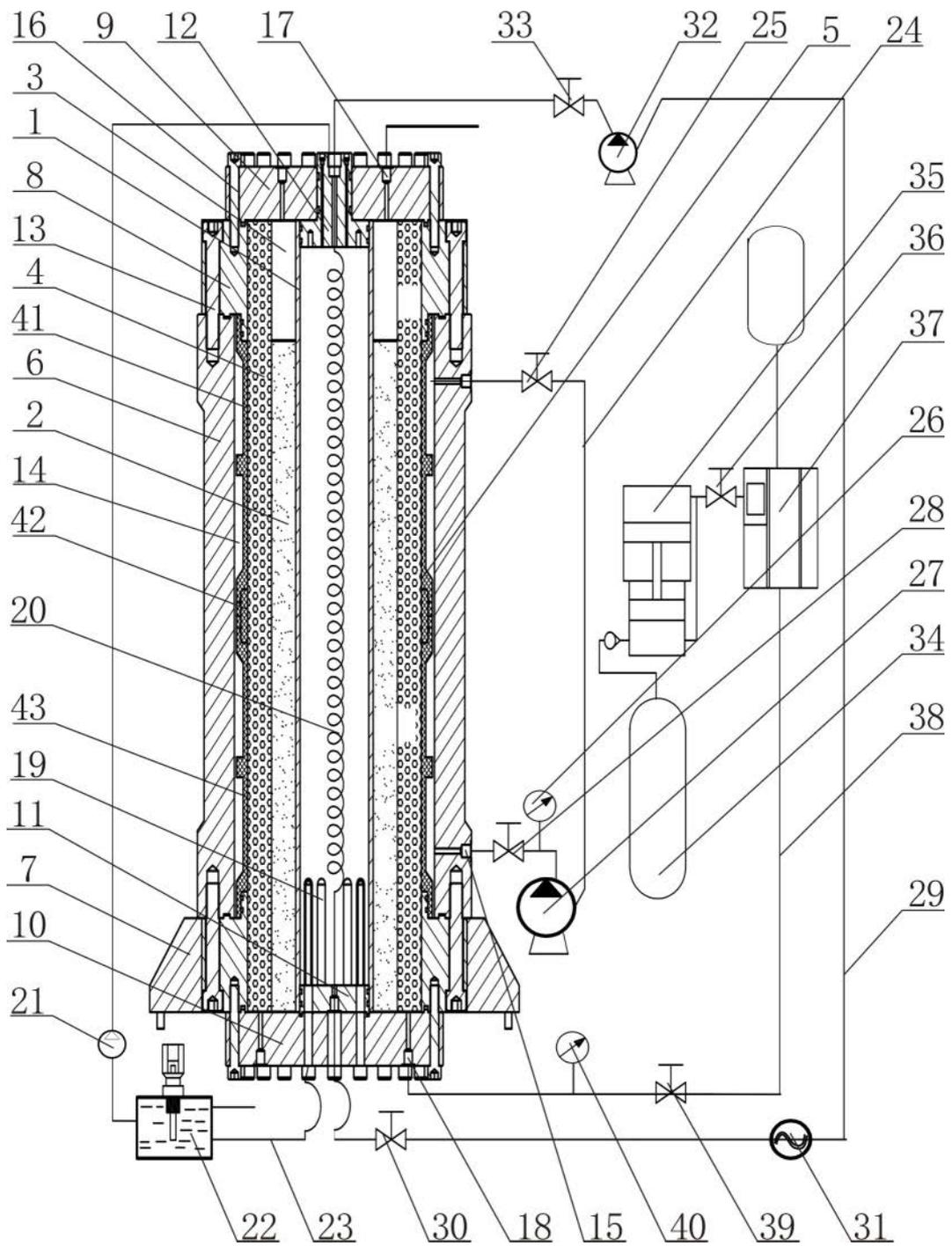


图1