



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111363527 A
(43)申请公布日 2020.07.03

(21)申请号 202010213329.1

(22)申请日 2020.03.24

(71)申请人 嘉华特种水泥股份有限公司
地址 614003 四川省乐山市市中区九峰路
马鞍山2号

(72)发明人 曾雪玲 张洋勇 古安林

(74)专利代理机构 成都天嘉专利事务所(普通合伙) 51211
代理人 王朋飞

(51) Int. Cl.
C09K 8/46(2006.01)
C04B 28/06(2006.01)

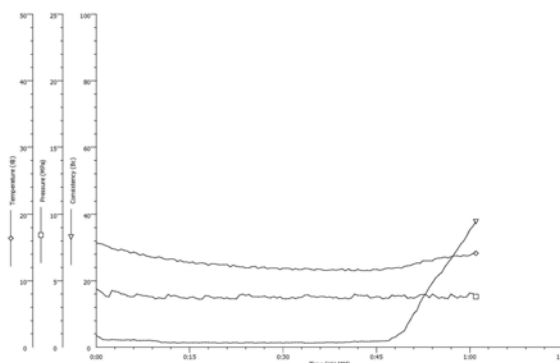
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种低温高强油气井封堵剂

(57)摘要

本发明公开了一种低温高强油气井封堵剂,涉及石油钻井材料技术领域。本发明包括以下按质量百分比计的原料:无机凝胶材料70-90%,纤维增韧剂0-0.5%,填充材料1-20%,膨胀剂1-5%,絮凝剂0.1-0.3%,缓凝剂0.05-0.2%;所述无机凝胶材料为硫铝酸盐水泥;所述纤维增韧剂的纤维长度小于12cm;所述填充材料为碳酸钙粉;所述缓凝剂为硼酸和D-葡萄糖酸钠的组合。本发明采用硫铝酸盐熟料以及活性外掺料、水溶性有机材料等原料,在特定配比下,使得封堵剂在10-60℃下,具有小时强度发展快,水下抗冲击能力强、酸溶性强,触变性能好的特性,利用自身特点达到封堵的目的。



1. 一种低温高强油气井封堵剂,其特征在于:包括以下按质量百分比计的原料:无机凝胶材料 70-90%,纤维增韧剂0-0.5%,填充材料1-20%,膨胀剂1-5%,絮凝剂0.1-0.3%,缓凝剂0.05-0.2%;所述无机凝胶材料为硫铝酸盐水泥;所述纤维增韧剂的纤维长度小于12cm;所述填充材料为碳酸钙粉;所述缓凝剂为硼酸和D-葡萄糖酸钠的组合。

2. 如权利要求1所述的一种低温高强油气井封堵剂,其特征在于:所述的硫铝酸盐水泥的比表面积为 $350\text{cm}^2/\text{g}$ - $450\text{cm}^2/\text{g}$ 。

3. 如权利要求1所述的一种低温高强油气井封堵剂,其特征在于:所述纤维增韧剂为玄武岩纤维或碳纤维中的一组或两种的组合。

4. 如权利要求1所述的一种低温高强油气井封堵剂,其特征在于:碳酸钙粉的比表面积大于 $800\text{cm}^2/\text{g}$ 。

5. 如权利要求1所述的一种低温高强油气井封堵剂,其特征在于:所述絮凝剂为聚丙烯酰胺或羟丙基甲基纤维素醚中的一种或两种的组合。

6. 如权利要求1所述的一种低温高强油气井封堵剂,其特征在于:所述膨胀剂为膨润土或硅藻土中的一种或两种的组合。

一种低温高强油气井封堵剂

技术领域

[0001] 本发明涉及石油钻井材料技术领域,尤其涉及一种油气井封固堵漏剂,更具体地说涉及一种低温高强油气井封堵剂。

背景技术

[0002] 随着气田的开发,地层压力以每年8%的速度下降,井漏及“漏转喷”形式越来越严峻。发生井漏的原因主要与开采地区的地质结构及岩层情况相关。开采地区以植表土、砂砾层、流砂层为主,地表水深度较浅,而且地层压力也比较敏感,一旦在钻井过程中使用的钻井液浓度不合适就会出现意外情况,浓度低会造成出水、浓度高会出现井漏。

[0003] 在油气田开采工程中,部分气田主要是针对产水层以及一次没有堵实情形进行堵水。因此,堵剂的选择是要求能够在储层温度及压力下,对泄露的储层或产水层形成完全封堵。然而以往采取的堵剂,存在以下几个缺点:①堵剂封堵地层的驻留性差,对层间渗透率差异大的地层处理半径不均,导致层间封堵强度差异较大,影响整个封堵效果。②堵剂自身包被效应低,易被地层水稀释,凝固后强度降低,特别是与泥质含量高的地层胶结强度不高,在注采压力下易失效。③堵剂受地层水矿化度影响大,初凝时间控制难,增加了施工风险,现场适应性不强。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术中存在的缺陷和不足,本发明提供了一种低温高强油气井封堵剂,本发明的发明目的在于解决现有技术中油气井封堵剂低温强度发展慢,在油气井低堵水时,抗冲击能力弱,不能满足封窜堵漏的施工要求,导致封堵效率低,甚至造成巨大损失的问题。本发明发明提供一种新的低温高强油气井封堵剂,采用硫铝酸盐熟料以及活性外掺料、水溶性有机材料等原料,在特定配比下,使得封堵剂在10-60℃下,具有小时强度发展快,水下抗冲击能力强、酸溶性强,触变性能好的特性,利用自身特点达到封堵的目的。

[0005] 为了解决上述现有技术中存在的问题,本发明是通过下述技术方案实现的:

一种低温高强油气井封堵剂,其特征在于:包括以下按质量百分比计的原料:无机凝胶材料 70-90%,纤维增韧剂0-0.5%,填充材料1-20%,膨胀剂1-5%,絮凝剂0.1-0.3%,缓凝剂0.05-0.2%;所述无机凝胶材料为硫铝酸盐水泥;所述纤维增韧剂的纤维长度小于12cm;所述填充材料为碳酸钙粉;所述缓凝剂为硼酸和D-葡萄糖酸钠的组合。

[0006] 优选的,所述的硫铝酸盐水泥的比表面积为 $350\text{cm}^2/\text{g}$ - $450\text{cm}^2/\text{g}$ 。

[0007] 优选的,所述纤维增韧剂为玄武岩纤维或碳纤维中的一组或两种的组合。

[0008] 优选的,碳酸钙粉的比表面积大于 $800\text{cm}^2/\text{g}$ 。

[0009] 优选的,所述絮凝剂为聚丙烯酰胺或羟丙基甲基纤维素醚中的一种或两种的组合。

[0010] 优选的,所述膨胀剂为膨润土或硅藻土中的一种或两种的组合。

[0011] 与现有技术相比,本发明所带来的有益技术效果表现在:

1、本发明通过对胶凝材料的特性选择,并加入特定比例的增韧剂、絮凝剂、膨胀剂、填充材料、增强剂以及缓凝剂,使得封堵水泥浆在到达漏层位置丧失流动性之后,水泥石强度快速增长,并且抗水冲击性能优良,通过团聚及自身强度的发展,满足10-60℃条件下的井下封堵要求,在该温度范围内,稠化时间可调,4小时强度>5Mpa,8小时强度>8Mpa,保持水下不分散的性能,模拟漏层封堵率>90%。堵漏作业后3~5h就可以进行继续钻井,可缩短施工时间,降低工程成本。

[0012] 2、本发明中选用硫铝酸盐水泥作为基础无机胶凝材料,硫铝酸盐水泥本身具有较高的早期强度,具有良好的抗冻性能和负温施工性能。由于油气井封堵剂,无论是封堵裂缝还是堵水,一般采用密度1.60g/cm³以下的浆体,因此该发明要求硫铝酸盐水泥比表面积350cm²/g -450cm²/g,不仅能够吸收多余的水分,还能够提高强度,满足井下封堵的要求。

[0013] 3、本发明中,选用玄武岩纤维及碳纤维中的至少一种作为纤维封堵剂,在无机胶凝材料中加入纤维材料能够改善水泥浆性能。纤维水泥浆堵漏主要是运用纤维在缝孔处的桥接、摩擦、阻挂和滞留作用,此为堵漏提供了很好的平台。不同尺寸的纤维自身所具有的搭桥成网和不同级配固相颗粒的填充特性。当纤维与水泥浆进入漏层时可形成“滤网结构”,可以增加水泥浆体的流动阻力,借助于水泥浆的水化胶凝作用和未水化固相颗粒的填充作用,达到堵漏和提高地层承压能力的目的。纤维的长度小于12cm,太长的纤维不利于水泥浆搅拌及泵送,纤维过段不利于架桥成网,滞留水泥浆。

[0014] 4、本发明中,需用膨润土做为膨胀剂,由于膨润土不溶于水,但能够在水中搭接成网络结构,使得周边大量的自由水转化为束缚水,整体形成具有一定黏度的非牛顿流体类型的均匀胶体,对封堵水泥浆液稳定性有一定的影响,能够防止在井下带压堵水时,封堵剂被水冲散,达不到迅速团聚的作用。同时,加入膨润土的浆体在剪切力存在并搅动时,结构氢键受到破坏,胶体黏度降低,转化为悬浮液;停止搅动时,会自动逐渐恢复胶体状态,不发生离析现象,黏度随之增大,该特点能够提高该发明封堵剂的触变性。

[0015] 5、本发明中,选用聚丙烯酰胺、羟丙基甲基纤维素醚中的一种或几种作为絮凝剂。这两类絮凝剂都属于有机高分子类絮凝剂,它们的絮凝作用主要是以架桥作用为主,同时也具备电荷中和的作用。水泥浆早期的水化阶段是将颗粒看成带表面双电层的固体颗粒分散体系。絮凝剂加入到水泥颗粒体系中时,由于自身的长链上的大量活性官能团,将吸附大量的水泥颗粒起到架桥作用,形成絮团;另外高分子絮凝剂具有特殊的电位隧道,在电位隧道中含有反号离子,被束缚的反号离子能够吸附到有机高分子絮凝剂分子上。水泥水化的同时伴随着絮凝剂的电离,水泥水化后带有较大的负 Z 电位,聚丙烯类和纤维素类絮凝剂都属于阴离子型高分子,故两种颗粒相遇时将产生排斥作用。

[0016] 6、本发明中,选用硼酸和D-葡萄糖酸钠复合作为缓凝剂;缓凝机理分析:加入硼酸后,在水泥浆体中形成硼酸钙微小晶粒,这些小晶粒覆盖在熟料表面形成包裹层,加入D-葡萄糖酸盐后,其阴离子吸附在固相和水化产物表面形成包裹层。两者都能够减慢Ca²⁺, H₂O, SO₃²⁻进入无水硫铝酸钙的速度,减缓了钙矾石晶体的形成及生长速度,从而起到延缓水泥凝结的作用。

[0017] 一般来说,缓凝剂延缓水泥凝结时间,势必影响水泥石强度,为了消除缓凝剂对浆体强度的不良影响,本发明采用硼酸和D-葡萄糖酸钠复合作为缓凝剂。

[0018] 大量的实验表明,硼酸的掺入,会使硫铝酸盐水泥的初期强度降低(龄期为4h时),

但适量的硼酸的掺入,会在一定程度上提高硫铝酸盐水泥的后期强度;D-葡萄糖酸钠效果相反,能够稳定早强强度,削弱后期强度。硼酸和D-葡萄糖酸钠的复合作用,能够对封堵浆体强度起到稳定作用。

[0019] 7、本发明选用碳酸钙粉作为填充材料,CaCO₃在封堵剂水泥浆体中起到填充和分散作用,CaCO₃粒径很小,能够充分的填充水泥石的空隙,使水泥石的密实度增加,同时改善了粒径分布,起到一定分散作用,促进了水泥的水化速度;掺入CaCO₃粉后,与硫铝酸盐水泥水化产物无水硫铝酸钙、氢氧化钙、硅酸钙凝胶发生反应,加速了硫铝酸盐水泥水化过程中钙矾石的生成速度;碳酸钙粉要求其比表面积>800 cm²/g,能够与硫铝酸盐水泥、膨润土实现最佳颗粒级配。基于以上几点说明碳酸钙粉能够提高该体系封堵浆体的强度。

附图说明

[0020] 图1为本发明中实施例1的稠化时间曲线图;

图2为本发明中实施例5的稠化时间曲线图。

具体实施方式

[0021] 下面结合说明书附图,对本发明的技术方案作出进一步详细地阐述。

[0022] 实施例1

作为本发明一较佳实施例,参照说明书附图1,本实施例公开了:

一种低温高强油井封堵剂,包括以下按质量百分比计的原料:硫铝酸盐水泥80%,玄武岩纤维0.1%,羟丙基甲基纤维素醚0.1%,聚丙烯酰胺0.1%,碳酸钙18%,膨润土1.6%,硼酸0.05%,D-葡萄糖酸钠0.05%;所述的硫铝酸盐水泥的比表面积为350cm²/g-450cm²/g;玄武岩纤维的纤维长度小于12cm;碳酸钙粉的比表面积大于800cm²/g。

[0023] 实施例2

作为本发明又一较佳实施例,参照说明书附图1,本实施例公开了:

一种低温高强油井封堵剂,包括以下按质量百分比计的原料:硫铝酸盐水泥70%,羟丙基甲基纤维素醚0.2%,聚丙烯酰胺0.1%,碳酸钙20%,膨润土9.65%,硼酸0.02%,D-葡萄糖酸钠0.03%;所述的硫铝酸盐水泥的比表面积为350cm²/g-450cm²/g;玄武岩纤维的纤维长度小于12cm;碳酸钙粉的比表面积大于800cm²/g。

[0024] 实施例3

作为本发明又一较佳实施例,参照说明书附图1,本实施例公开了:

一种低温高强油井封堵剂,包括以下按质量百分比计的原料:硫铝酸盐水泥90%,玄武岩纤维0.3%,羟丙基甲基纤维素醚0.25%,碳酸钙4.33%,膨润土5%,硼酸0.02%,D-葡萄糖酸钠0.1%;所述的硫铝酸盐水泥的比表面积为350cm²/g-450cm²/g;玄武岩纤维的纤维长度小于12cm;碳酸钙粉的比表面积大于800cm²/g。

[0025] 实施例4

作为本发明又一较佳实施例,参照说明书附图1,本实施例公开了:

一种低温高强油井封堵剂,包括以下按质量百分比计的原料:硫铝酸盐水泥85%,玄武岩纤维0.5%,羟丙基甲基纤维素醚0.1%,聚丙烯酰胺0.05%,碳酸钙12.3%,膨润土1%,硼酸0.05%,D-葡萄糖酸钠0.1%;所述的硫铝酸盐水泥的比表面积为350cm²/g-450cm²/g;玄武岩

纤维的纤维长度小于12cm;碳酸钙粉的比表面积大于800cm²/g。

[0026] 实施例5

作为本发明又一较佳实施例,参照说明书附图1,本实施例公开了:

一种低温高强油井封堵剂,包括以下按质量百分比计的原料:硫铝酸盐水泥75%,玄武岩纤维0.2%,羟丙基甲基纤维素醚0.2%,聚丙烯酰胺0.1%,碳酸钙14.3%,膨润土10%,硼酸0.10%,D-葡萄糖酸钠0.10%;所述的硫铝酸盐水泥的比表面积为350cm²/g-450cm²/g;玄武岩纤维的纤维长度小于12cm;碳酸钙粉的比表面积大于800cm²/g。

[0027] 实施例1-5的堵漏剂抗压强度、稠化时间数据如下表1所示。

| 指标 | 抗压强度 MPa | | 稠化时间 min | |
|-------|----------|---------|-----------|------------|
| | 4h, 15℃ | 4h, 60℃ | 15℃, 5MPa | 60℃, 35MPa |
| 实施例 1 | 5.2 | — | 60 | — |
| 实施例 2 | 5.8 | — | 49 | — |
| 实施例 3 | 5.4 | — | 53 | — |
| 实施例 4 | — | 6.8 | — | 90 |
| 实施例 5 | — | 6.0 | — | 112 |

[0028] 表1。

[0029] 实施例6

对实施例5中的封堵剂做抗水侵性能测试,测试方法具体为:将实施例5中的封堵剂与地层水按照1:1的体积比进行混合,测试混合之后水泥石的凝结时间以及强度。测试结果见表2。

| | 凝结时间 min | 抗压强度 MPa | |
|------------|----------|----------|-----|
| | | 24h | 48h |
| 浆体 | 53 | 28 | 39 |
| 浆体: 水=1: 1 | 97 | 19 | 27 |

[0030] 表2

由测试结果可知,在封堵剂浆体在与地层水体积比1:1的混合之后,仍然能够保持良好的强度发展。

[0031] 实施例7

对实施例5进行模拟漏层承压能力的测试,测试方法:利用现有高温高压失水仪进行改进,制成简易的防漏堵漏评价装置。具体结构如下:该装置主要由一个失水仪器部分和连接失水仪的一个下筒组成,下筒放置孔板或者缝板,并且连接于上筒。下盖用于密封下筒,滤液将经过下盖小孔流出,通过加压测试从下盖的小孔流出的体积量来评价堵漏效果,该装置可以升温升压,压力最高可达 7 MPa。

[0032] 实验方法为:将缝板和孔板珠放入下筒中,将下筒连接到失水仪的杯筒上(上筒),然后将配制好的堵漏浆倒入上筒中,密封好整个浆筒,直接加压至 7 MPa,打开筒内通道,

观察浆体从下盖小孔漏出的情况,记录20s漏失量,以此来判断承 7 MPa 压力的封堵效果,测试结果如下表3:

| | 漏失体积 10 ℃, ml | 漏失体积 30 ℃, ml | 漏失体积 40 ℃, ml | 漏失体积 60 ℃, ml |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 模块 1 孔径 1mm×90 个 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 模块 2 缝宽 2mm×1 条 | 1 | 2 | 0.8 | 0 |
| 模块 3 缝宽 3mm×1 条 | 3 | 1.8 | 1 | 1 |
| 模块 4 缝宽 5mm×1 条 | 5 | 3 | 1.5 | 1 |

从表3可知,低温高强封堵剂的封堵能力强,在10~60℃的温度范围内,无论是渗透性模块还是裂缝性模块封堵情况均良好,漏失量小于2%。

[0033] 实施例8

将实施例5进行酸溶性测试,测试方法:实验室将封堵剂试块脱模后,放入60℃烘箱中干燥至衡重,记录试块的重量,然后将试块放入15%盐酸溶液中,室温浸泡1h后取出剩余的试块并用清水冲洗干净,然后将其放入60℃烘箱中干燥至衡重,记录剩余试块的重量,实验结果如表4:

| 模块 | 溶解前质量 | 溶解后质量 | 溶解率 |
|---------|---------|--------|-----|
| 低温高强封堵剂 | 182.95g | 23.75g | 87% |

表4:低温高强封堵剂酸溶性。

[0034] 实施例9

将实施例5进行触变性检测,是实验方法采用GB/T 10238-2012进行,分别测试浆体的流动度,初始稠度,0-40BC所需要时间以及40-100BC需要时间,测试结果如表5。

| 温度 ℃ | 密度 g/cm ³ | 初始稠 度 BC | 0-40BC min | 40-100B C min | 流动 度 mm | 禁止 5min 流动 度 mm |
|---------|-------------------------|----------------|---------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| 10 | 1.60 | 4.3 | 55 | 62 | 210 | 204 |
| 30 | 1.60 | 6.0 | 69 | 74 | 210 | 200 |
| 60 | 1.60 | 5.7 | 106 | 112 | 213 | 205 |

[0035] 表5在不同温度条件下,高强堵漏浆体具有强驻留作用。

[0036] 由表5可知,堵漏液密度在 1.60g/cm³范围内,在不同的温度条件下,初始稠度低,

其流动度均大于200mm,流动性能较好,满足现场安全施工的要求。当在浆体静止不动时发生胶凝,一经搅动或摇动,已经胶凝的浆体又重新获得流动性,说明堵漏浆体触变性强,具有较强的驻留作用。

[0037] 实施例1的封堵剂在15℃稠化时间曲线图如图1所示。实施例5的封堵剂在60℃稠化时间曲线图如图2所示。从图1和图2可知:本发明的低温早强封堵剂通过调节配方,可以实现在不同温度下的稠化时间可调,并且通过以上两个实施例,在15℃,60℃的稠化曲线可以看出该堵漏剂能够实现直角稠化,稠化时间能够满足井下堵漏的要求。

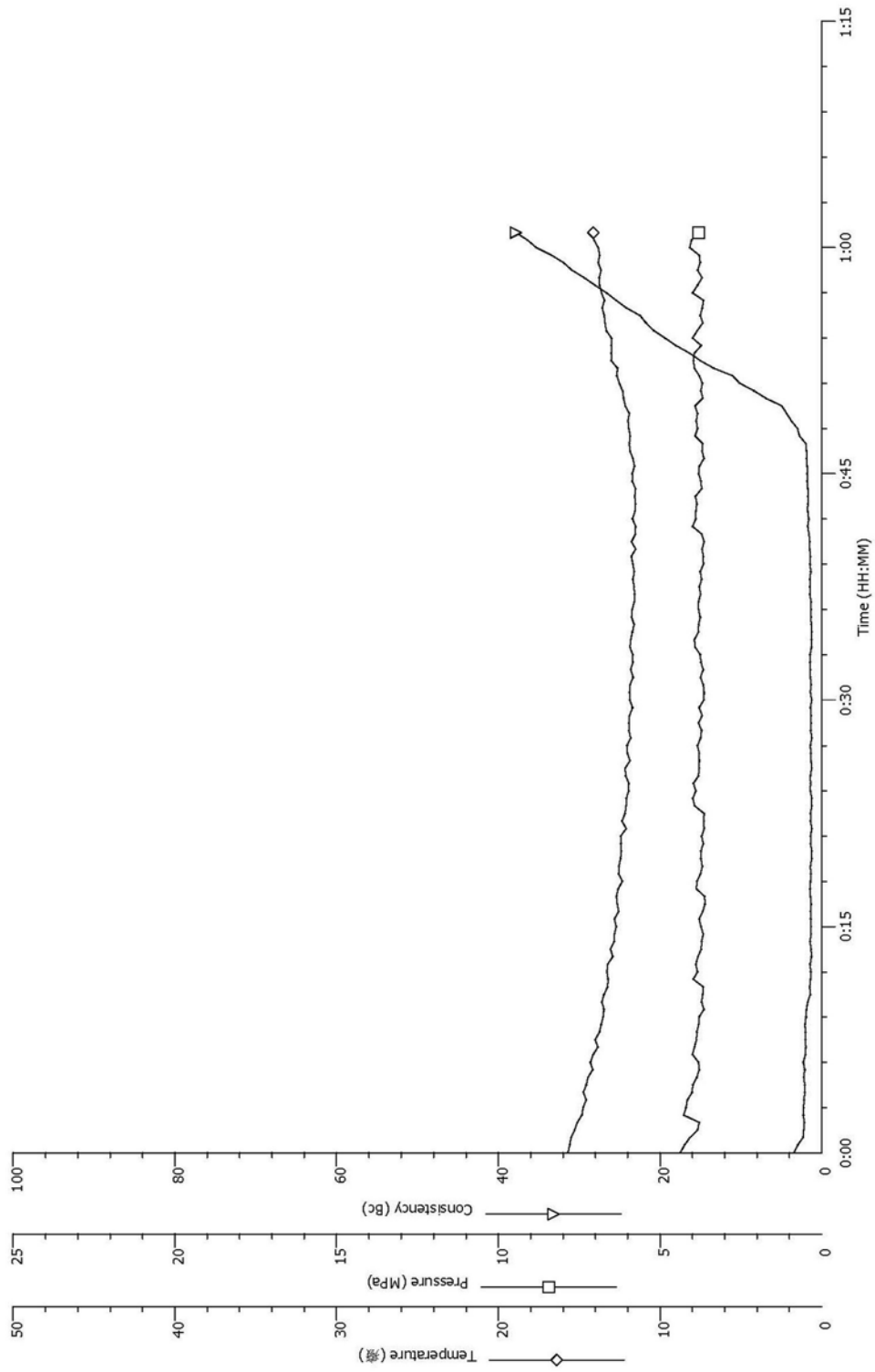


图1

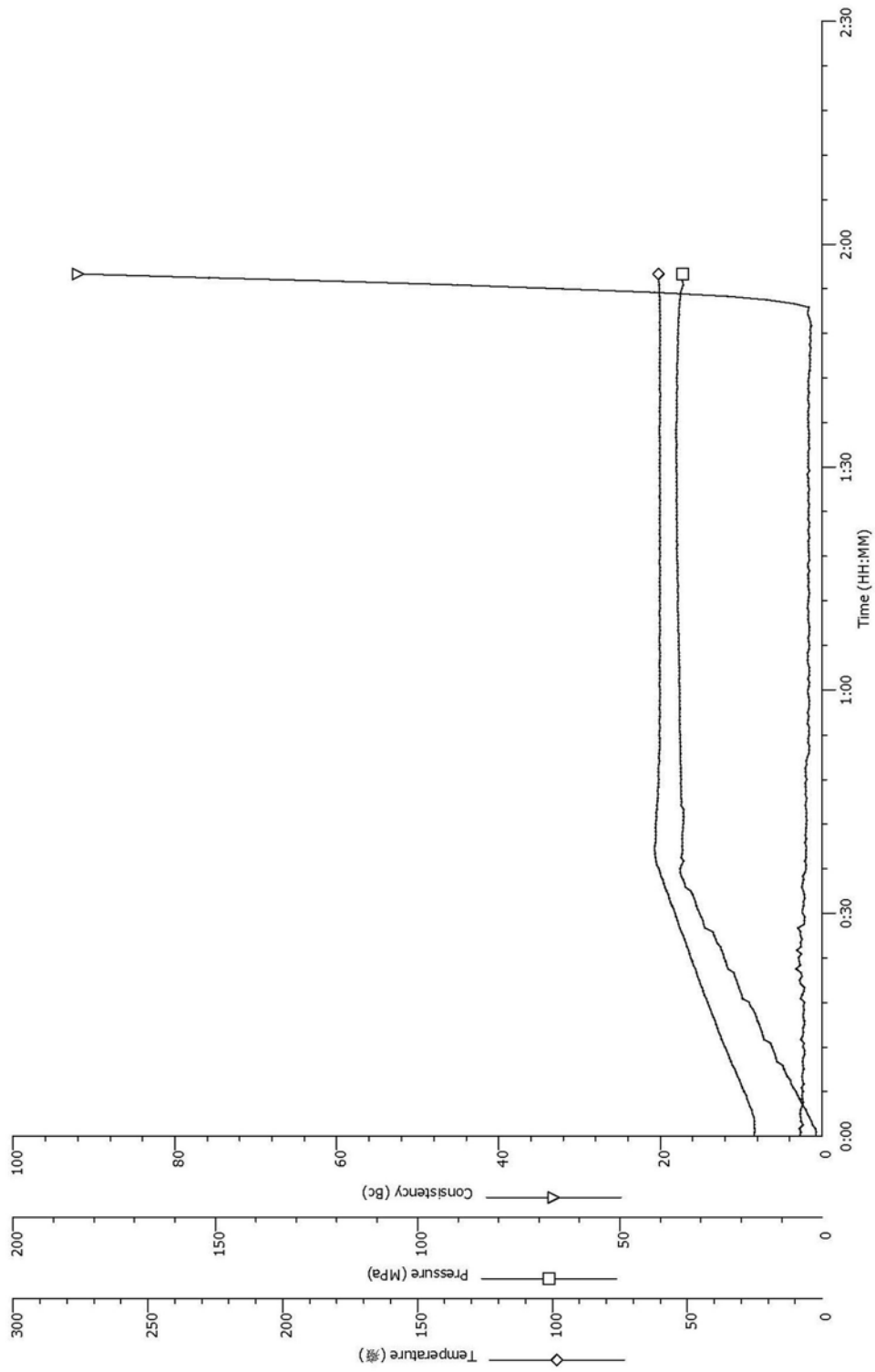


图2