



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105038745 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201510256217. 3

(22) 申请日 2015. 05. 19

(71) 申请人 成都欧美克石油科技有限公司

地址 610041 四川省成都市高新区世纪城南  
路 216 号 D6 栋 501 室

(72) 发明人 刘东 唐昌强 曹智

(74) 专利代理机构 成都金英专利代理事务所  
(普通合伙) 51218

代理人 袁英

(51) Int. Cl.

C09K 8/493(2006. 01)

C04B 28/00(2006. 01)

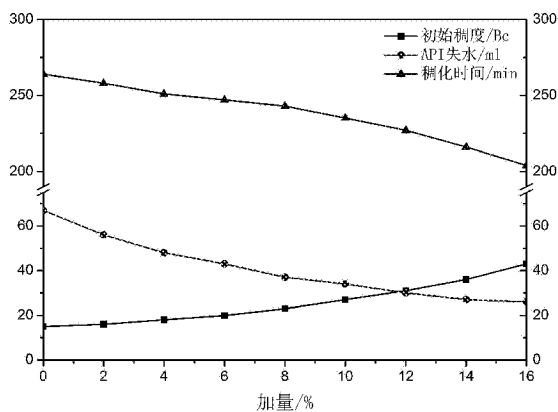
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种新型固井用液硅防窜水泥浆

(57) 摘要

本发明公开了一种新型固井用液硅防窜水泥浆,它含有以下重量份的原料:95~105份G级水泥,10~35份强度稳定剂,0.5~4份缓凝剂,0.1~0.2份消泡剂,5~15份填充剂,0.5~2份分散剂,100份水,5~15份防气窜剂,5~10份降失水剂,还含有密度调节剂。将上述的原料混合搅拌均匀即制得所述的新型固井用液硅防窜水泥浆。本发明提供的防窜水泥浆低失水、稳定性好、静胶凝过度时间短、防气窜能力强,低温下早期强度发展快,同时耐酸性介质腐蚀;水泥石微膨胀、孔隙度小、致密性高、渗透率低,能够适用于各种固井要求。



1. 一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,含有以下重量份的原料:95~105份G级水泥,5~15份防气窜剂,10~35份强度稳定剂,0.5~4份缓凝剂,0.1~0.2份消泡剂,0.5~2份分散剂,5~10份降失水剂,100份水。

2. 根据权利要求1所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,所述的防气窜剂为液硅或硅溶胶。

3. 根据权利要求2所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,所述的防气窜剂为液硅。

4. 根据权利要求3所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,所述的防气窜剂液硅为纳米级的液体二氧化硅,分为两种型号,I型密度为 $1.20\sim 1.25\text{g}/\text{cm}^3$ ,无色,II型密度为 $1.40\sim 1.45\text{g}/\text{cm}^3$ ,颜色为灰黑色。

5. 根据权利要求1所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,所述的强度稳定剂为微硅或纯度大于95%的无定型二氧化硅。

6. 根据权利要求1所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,所述的缓凝剂为AMPS聚合物,所述的消泡剂为聚醚类消泡剂。

7. 根据权利要求1所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,所述的分散剂为醛酮缩合物或萘系分散剂。

8. 根据权利要求1所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,所述的降失水剂为AMPS聚合物、酮醛缩合类、PVA中的任意一种。

9. 根据权利要求1所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,还包括5~15份填充剂,所述的填充剂为超细微粒材料。

10. 根据权利要求1所述的一种新型固井用液硅防窜水泥浆,其特征在于,还包括密度调节剂,所述密度调节剂为减轻剂或加重剂,所述的减轻剂为漂珠或粉煤灰,所述减轻剂的添加量为0~60份,所述加重剂为重晶石或铁矿粉,所述加重剂的添加量0~120份。

## 一种新型固井用液硅防窜水泥浆

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种新型固井用液硅防窜水泥浆,属于石油天然气钻井工程技术油田化学领域。

### 背景技术

[0002] 目前对固井水泥浆的防窜效果越来越重视,水泥浆的防窜能力已成为固井领域的重点研究课题。现有的固井作业中,存在浅气层和地表含水层、地层承压能力低以及冬季作业温度低的情况,使水泥浆胶凝发展强度缓慢,水泥浆侯凝时的失重导致液柱压力降低,极易导致水气窜流的发生,气窜是天然气固井中常见的现象,是指固井后气体从体层孔隙侵入环空并沿着水泥环本体、固井二界面运移的现象,是几乎所有天然气井固井都存在的一个潜在问题,严重影响固井质量。如果水泥浆防气窜能力弱,水泥浆在未凝固前使得流体、气体侵入,水泥石完整性受到破坏,造成层间窜通,从而导致环空带压,严重时甚至造成一口井的报废,影响后续钻井、完井、开发、酸化压裂等生产作业的顺利进行,而且影响油气田的安全勘探开发。气窜问题于上世纪 60 年代在储气井完井过程中被发现,目前国内外主要通过限制水泥浆返高,在水泥浆柱结构设计中采取多凝水泥浆体系,环空憋压候凝,注水泥前增加混合水或提高环空泥浆密度,采用常规多级注水泥技术,使用管外封隔器、膨胀尾管、脉冲振动发生器等工具,使用充气水泥或非渗透性等特种水泥浆体系等方式措施来预防水泥浆在凝结过程中发生环空气窜现象。

[0003] 国外开发的泡沫水泥浆体系、膨胀水泥浆体系、聚合物胶乳水泥浆体系都已经在固井及隧道工程中得到应用,特别是聚合物胶乳水泥浆体系自 1958 年应用以来,被称为最佳防气窜水泥浆体系,能有效的控制气窜。

[0004] 如公开号为 CN1425627 的中国专利文献公开了一种油田钻井固井技术深井固井领域所用的高温防窜胶乳水泥外加剂。解决了水泥浆防窜性能差、油气层损害严重、固井质量差的问题。其具有抗高温、低失水、直角胶凝、低渗透率、流变性好的特点,能够满足深井高温条件下固井施工的要求,深井高温条件下防窜能力好、固井质量好、有利于油气层保护,提高勘探开发的效果,延长油井使用寿命,但也存在相应的不足之处。比如说,通过现有技术制得的液态胶乳其固含量仅能做到 50%左右,而聚合物胶乳粉的固含量往往达到 95%以上,若需达到相应的防窜效果,液态胶乳的加量还要增加,这就会降低水泥石的抗压强度,对水泥浆的密度,流动度以及稠化时间都会造成波动。为了解决上述问题,本发明通过大量的实验和根据油气田实践经验开发一种新型固井用液硅防窜水泥浆。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种新型固井用液硅防窜水泥浆,该水泥浆体系使用的液硅使水泥浆低失水、稳定性好、静胶凝过度时间短、防气窜能力强;水泥浆低温下早期强度发展快,同时耐酸性介质腐蚀,水泥浆干结后微膨胀、孔隙度小、致密性高、渗透率低。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：

[0007] 一种新型固井用液硅防窜水泥浆，它含有以下重量份的原料：95～105份G级水泥，5～15份防气窜剂，10～35份强度稳定剂，0.5～4份缓凝剂，0.1～0.2份消泡剂，0.5～2份分散剂，5～10份降失水剂，100份水。

[0008] 所述的防气窜剂为液硅或硅溶胶。

[0009] 所述的防气窜剂为液硅。

[0010] 所述的防气窜剂液硅为纳米级的液体二氧化硅，分为两种型号，I型密度为1.20～1.25g/cm<sup>3</sup>，无色，II型密度为1.40～1.45g/cm<sup>3</sup>，颜色为灰黑色。

[0011] 所述的强度稳定剂为微硅或纯度大于95%的无定型二氧化硅。

[0012] 所述的缓凝剂为AMPS聚合物，所述的消泡剂为聚醚类消泡剂。

[0013] 所述的分散剂为醛酮缩合物或萘系分散剂。

[0014] 所述降失水剂为AMPS聚合物、酮醛缩合类、PVA中的任意一种。

[0015] 一种新型固井用液硅防窜水泥浆，还包括5～15份填充剂，所述的填充剂为超细微粒材料。

[0016] 一种新型固井用液硅防窜水泥浆，还包括密度调节剂，所述密度调节剂为减轻剂或加重剂，所述的减轻剂为漂珠或粉煤灰，所述减轻剂的添加量为0～60份，所述加重剂为重晶石或铁矿粉，所述加重剂的添加量0～120份。

[0017] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案还包括：一种液硅防窜水泥浆的制备方法，称取水泥95～105份，强度稳定剂10～35份，防气窜剂5～15份，降失水剂5～10份，缓凝剂0.5～4份，分散剂0.5～2份，消泡剂0.1～0.2份，填充剂5～15份，100份水，再根据密度需要添加密度调节剂；将上述成分混合、搅拌，即制备得到所述的一种液硅防窜水泥浆。

[0018] 本发明的有益效果是：本发明所述的液硅防窜水泥浆，其主要技术优势在于将液硅或硅溶胶运用于水泥浆体系中，本发明与现有技术相比，具有如下优势特点：

[0019] (1) 本发明的液硅防窜水泥浆体系适用温度、密度广泛，适用温度(BHCT)：4-150℃，密度范围：1.45-2.45g/cm<sup>3</sup>，适用于淡水或欠饱和盐水，因此，可以满足各种固井要求；

[0020] (2) 液硅具有非常高的比表面积，颗粒表面的硅羟基与水泥浆空隙溶液的Ca<sup>2+</sup>形成离子键，起到悬浮水泥颗粒、稳定水泥浆体的作用，零自由水；

[0021] (3) 液硅具有火山灰作用，有较明显的促凝作用，提高低温下的早期抗压强度，能减少水泥石中的孔洞，从而降低水泥石的渗透率；

[0022] (4) 液硅单独使用或与硅粉配合使用，均可起到防止水泥石强度衰退的效果，具有防止水泥石高温衰退的作用，同时可防气窜，提高界面胶结强度；

[0023] (5) 液硅防窜剂对温度压力变化不敏感；

[0024] (6) 本发明采用防气窜剂为液体，现场混配使用简单、均匀性好、易操作。

#### 附图说明

[0025] 图1为低密度(实施例1, 1.50g/cm<sup>3</sup>)90℃稠化曲线；

[0026] 图2为常规密度(实施例2, 1.90g/cm<sup>3</sup>)120℃稠化曲线；

- [0027] 图 3 为常规密度 ( 实施例 3, 1.90g/cm<sup>3</sup>) 135℃ 稠化曲线 ;
- [0028] 图 4 为高密度 ( 实施例 4, 2.20g/cm<sup>3</sup>) 120℃ 稠化曲线 ;
- [0029] 图 5 高密度 ( 实施例 5, 2.50g/cm<sup>3</sup>) 150℃ 稠化曲线 ;
- [0030] 图 6 液硅加量对初始稠度、API 失水、稠化时间的影响。

### 具体实施方式

[0031] 下面结合与现有技术水泥浆的性能比较、实施例与附图进一步详细描述本发明的技术方案,但本发明的保护范围不局限于以下所述。

[0032] 实施例和对比例如下 :

[0033] 【实施例 1】本发明提供一种新型固井用液硅防窜水泥浆,低密度 (1.50g/cm<sup>3</sup>),它含有以下重量份的原料,95 份的 G 级水泥,10 强度稳定剂,0.5 份缓凝剂,0.1 份消泡剂,5 份填充剂,0.5 份分散剂,5 份防气窜剂,5 份降失水剂,20 份减轻剂,100 份水。所述强度稳定剂为微硅,所述缓凝剂为 AMPS 聚合物,所述消泡剂为聚醚类,所述填充剂为超细微粒材料,所述分散剂为醛酮缩合物,所述防气窜剂为液硅,降失水剂为 AMPS 聚合物,所述减轻剂为漂珠。将所述原料混合、并搅拌均匀,即制备得到固井水泥浆,测定水泥浆的相关性能,结果见表 1。90℃ 稠化曲线如图 1 所示。

[0034] 【实施例 2】本发明提供一种新型固井用液硅防窜水泥浆,它含有以下重量份的原料,100 份的 G 级水泥,15 份强度稳定剂,1.5 份缓凝剂,0.15 份消泡剂,10 份填充剂,1 份分散剂,8 份防气窜剂,2 份降失水剂,100 份水。所述强度稳定剂为纯度 98% 的无定型二氧化硅,所述缓凝剂为 AMPS 聚合物,所述消泡剂为聚醚类,所述填充剂为超细微粒材料,所述分散剂为萘系分散剂,所述防气窜剂为硅溶胶,降失水剂为 PVA。将所述原料混合、并搅拌均匀,即制备得到固井水泥浆,测定水泥浆的相关性能,结果见表 1。120℃ 稠化曲线如图 2 所示。

[0035] 【实施例 3】本发明提供一种新型固井用液硅防窜水泥浆,它含有以下重量份的原料,105 份的 G 级水泥为基准,35 份强度稳定剂,4.0 份缓凝剂,0.2 份消泡剂,15 份填充剂,2.0 份分散剂,15 份防气窜剂,10 份降失水剂,100 份水。所述强度稳定剂为微硅,所述缓凝剂为 AMPS 聚合物,所述消泡剂为聚醚类,所述填充剂为超细微粒材料,所述分散剂为醛酮缩合物,所述防窜气剂为液硅,降失水剂为 AMPS 聚合物。将所述原料混合、并搅拌均匀,即制备得到固井水泥浆,测定水泥浆的相关性能,结果见表 1。135℃ 稠化曲线如图 3 所示。

[0036] 【实施例 4】本发明提供一种新型固井用液硅防窜水泥浆,高密度 (2.20g/cm<sup>3</sup>),它含有以下重量份的原料,105 份的 G 级水泥,35 份强度稳定剂,2.5 份缓凝剂,0.2 份消泡剂,8 份填充剂,1.0 份分散剂,8 份防气窜剂,6.0 份降失水剂,55 份加重剂,100 份水。所述强度稳定剂为微硅,所述缓凝剂为 AMPS 聚合物,所述消泡剂为聚醚类,所述填充剂为超细微粒材料,所述分散剂为醛酮缩合物,所述防气窜剂为液硅,降失水剂为 AMPS 聚合物,所述加重剂为重晶石。将所述原料混合、并搅拌均匀,即制备得到固井水泥浆,测定水泥浆的相关性能,结果见表 1。120℃ 稠化曲线如图 4 所示。

[0037] 【实施例 5】本发明提供一种新型固井用液硅防窜水泥浆,高密度 (2.50g/cm<sup>3</sup>),它含有以下重量份的原料,100 份的 G 级水泥,35 份强度稳定剂,3.0 份缓凝剂,0.2 份消泡剂,5 份填充剂,1.5 份分散剂,4.0 份降失水剂,8 份防气窜剂,120 份加重剂,100 份水。所

述强度稳定剂为纯度 96% 的无定型二氧化硅,所述缓凝剂为 AMPS 聚合物,所述消泡剂为聚醚类,所述填充剂为超细微粒材料,所述分散剂为萘系分散剂,所述防气窜剂为硅溶胶,降失水剂为醛酮缩合类,所述加重剂为铁矿粉。将所述原料混合、并搅拌均匀,即制备得到固井水泥浆,测定水泥浆的相关性能,结果见表 1。150℃ 稠化曲线如图 5 所示。

[0038] 【对比例 1】一种低密度 (1.50g/cm<sup>3</sup>) 固井水泥浆,各组分的重量份以 100 份的 G 级水泥为基准,20 份减轻剂,5 份填充剂,1.5 份缓凝剂,5 份降失水剂,3 份防气窜剂,0.2 份消泡剂,100 份水。所述减轻剂为漂珠,所述填充剂为超细微粒材料,降失水剂为 AMPS 聚合物,所述缓凝剂为 AMPS 聚合物,所述防窜剂为普通发气型防窜剂,所述消泡剂为聚醚类。将所述原料混合、并搅拌均匀,即制备得到固井水泥浆,测定水泥浆的相关性能,结果见表 1。

[0039] 【对比例 2】一种常规密度固井水泥浆,各组分的重量份以 100 份的 G 级水泥为基准,35 份强度稳定剂,5 份填充剂,1.5 份缓凝剂,3 份降失水剂,3 份防气窜剂,0.2 份消泡剂,100 份水。所述高温稳定剂为纯度 97% 的无定型二氧化硅,所述填充剂为超细微粒材料,降失水剂为酮醛缩合类,所述缓凝剂为 AMPS 聚合物,所述防窜剂为胶乳类防窜剂,所述消泡剂为聚醚类。将所述原料混合、并搅拌均匀,即制备得到固井水泥浆,测定水泥浆的相关性能,结果见表 1。

[0040] 【对比例 3】一种高密度 (2.40g/cm<sup>3</sup>) 固井水泥浆,各组分的重量份以 100 份的 G 级水泥为基准,35 份强度稳定剂,90 份加重剂,5 份填充剂,1.5 份缓凝剂,2 份降失水剂,3 份防气窜剂,0.2 份消泡剂,100 份水。所述高温稳定剂为微硅,所述加重剂为铁矿粉,所述填充剂为超细微粒材料,降失水剂为 PVA,所述缓凝剂为 AMPS 聚合物,所述防窜剂为胶乳类防窜剂,所述消泡剂为聚醚类。将所述原料混合、并搅拌均匀,即制备得到固井水泥浆,测定水泥浆的相关性能,结果见表 1。

[0041] 表 1 水泥浆基本性能

[0042]

序号	温度 (℃)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	流动 度	游离 液	API 失水 (mL)	稠化时间 (min)	抗压强度 (MPa)	
							24h	48h
实施例 1	90	1.50	26	0	33	276	11.2	15.4
实施例 2	120	1.90	28	0	42	315	16.3	23.5
实施例 3	135	1.90	24	0	41	396	17.6	25.6
实施例 4	120	2.20	22	0	40	342	22.3	38.5
实施例 5	150	2.50	20	0	37	314	23.2	33.4
对比例 1	90	1.50	27	0	57	335	9.7	14.2
对比例 2	120	1.90	29	0	43	343	14.7	19.3
对比例 3	150	2.40	24	0	38	364	17.0	25.7

[0043] 各实施例与对比例水泥浆防气窜能力测试评价结果如表 2:

[0044] 表 2 水泥浆防窜能力评价结果

[0045]

序号	SPN	静胶凝强度发展过渡时间 (48~240Pa) (min)	气侵危险时间 (min)	气侵阻力值 (KPa)
实施例 1	2.2	23	172	12.5
实施例 2	2.0	20	153	13.8
实施例 3	1.9	18	120	14.6
实施例 4	1.9	16	102	16.3
实施例 5	1.8	17	92	18.7
对比例 1	5.7	43	264	7.6
对比例 2	4.8	38	245	8.4
对比例 3	4.1	35	213	10.2

[0046] 水泥浆性能系数 (SPN) 是综合考虑水泥浆稠化过渡时间和水泥浆失重速率的水泥浆性能评价参数; SPN 值越小, 水泥浆稠化过渡时间和 API 失水量越小, 防窜性能更好, 防窜性能好的水泥浆 SPN 值小于 10。从表中各例的 SPN 值可看出, 本发明提供的液硅防气窜水泥浆具有更好的防窜性能。

[0047] 静胶凝强度发展过渡时间是指从 48Pa 到 240Pa 的过渡时间, 静胶凝强度发展过渡时间越短, 水泥在凝结过程中失重时间越短, 水泥石起强度的过渡时间越短, 其防止失重引起流体上窜的能力越强。由表中数据可以看出, 本发明实施例较对比例, 气侵危险静胶凝强度发展过渡时间显著缩短, 增强了水泥浆防气窜能力。

[0048] 气侵危险时间和气侵阻力值是水泥浆防气窜性能的直观评价; 气侵危险时间越短、气侵阻力值越大, 则气窜流体在水泥浆失重候凝期间上窜的阻力越大, 即水泥浆体系的防气窜能力越强。由表中数据可知, 本发明实施例气侵危险时间显著缩短, 气侵阻力值增大, 说明本发明水泥浆体系增大了气窜流体在浆柱中的上窜阻力, 有效的抑制了气窜。

[0049] 各实施例与对比例水泥石孔隙度及渗透率测试测试评价结果如表 3:

[0050] 表 3 水泥石孔隙度及渗透率评价结果

[0051]

序号	体积膨胀率 (%)	孔隙度 (%)	渗透率 (mD)
实施例 1	0.13	18	0.0096
实施例 2	0.19	15	0.0064
实施例 3	0.17	15	0.0052
实施例 4	0.20	14	0.0037
实施例 5	0.19	14	0.0033
对比例 1	-	22	0.023
对比例 2	-	19	0.018
对比例 3	-	20	0.015

[0052] 体积膨胀率是水泥浆在失重、凝固成水泥石后体积扩大的比例。若水泥浆凝固成水泥石后体积收缩会导致封固段封固不完全,存在窜通道;适当的体积膨胀率可提高固井封固质量。表3中各实施例的体积膨胀率比较相同密度水泥浆的对比例所得。本专利水泥浆体系的水泥浆在凝固成水泥石后,体积有轻微膨胀,有利于提高封固段固井质量。

[0053] 水泥石孔隙度和渗透率是评价水泥柱封固段防气窜性能最直观的参数。孔隙度越小,说明水泥石内部填充效果越好;渗透率越小,说明水泥石对流体通过的阻力越大,防窜效果越好。本专利中各实施例、对比例水泥石的渗透率均采用气体作为流体介质,在3.5MPa的静压差条件下测试所得。由表中数据可知,添加液硅防气窜剂的水泥浆凝固所得的水泥石,孔隙度和渗透率数据都减小,说明水泥石内部水化胶结质量好。



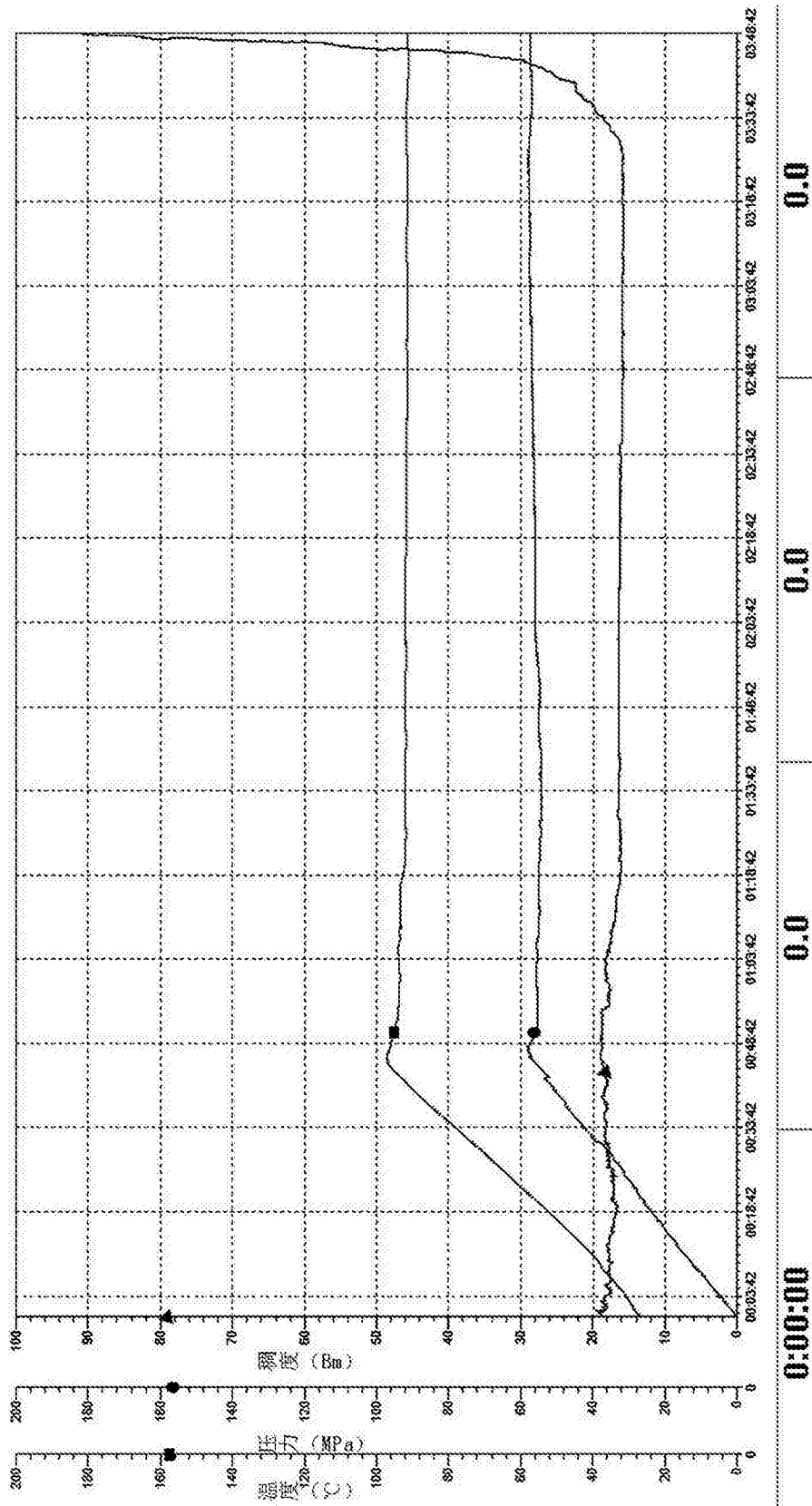


图 1

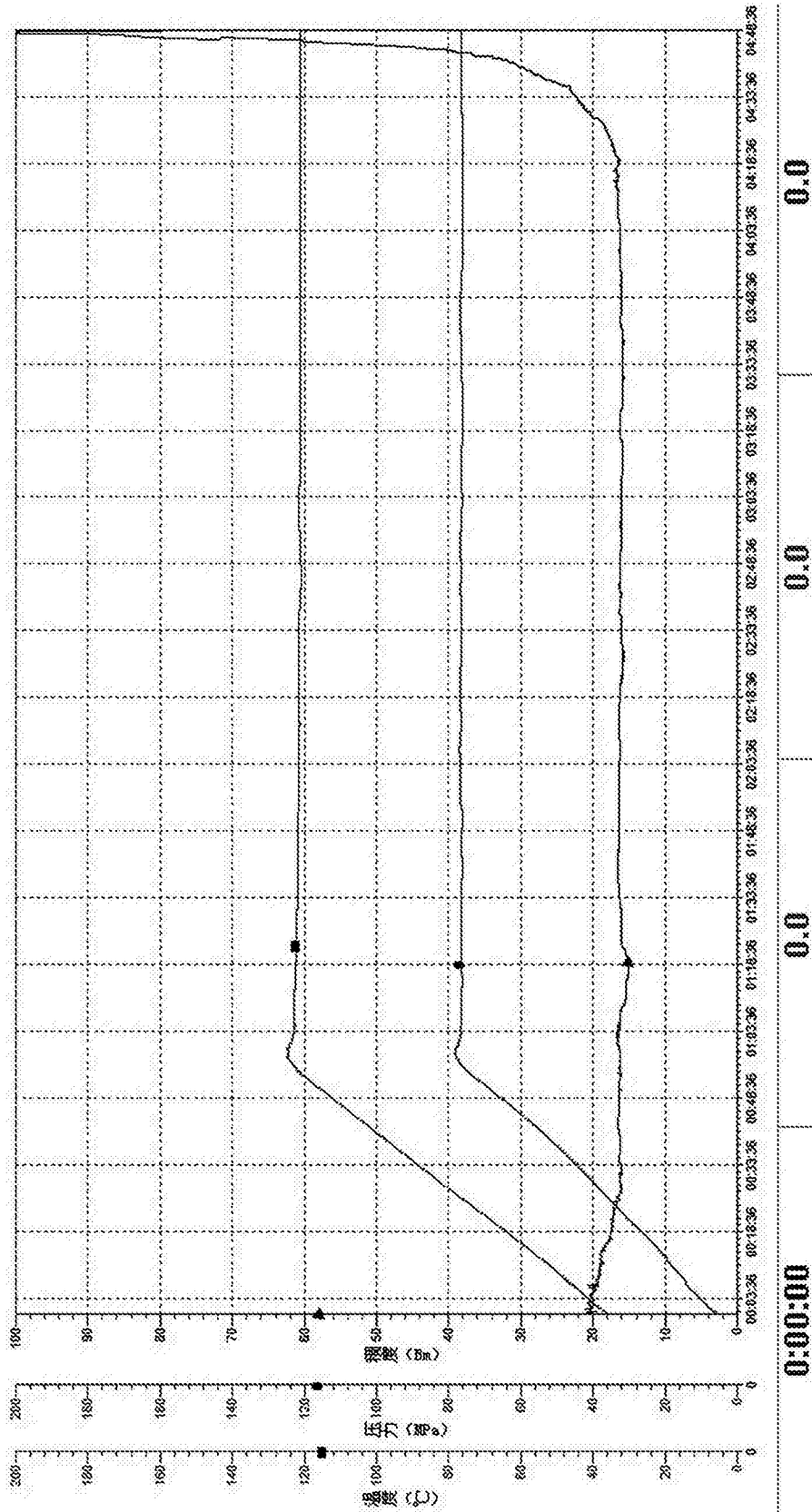


图 2

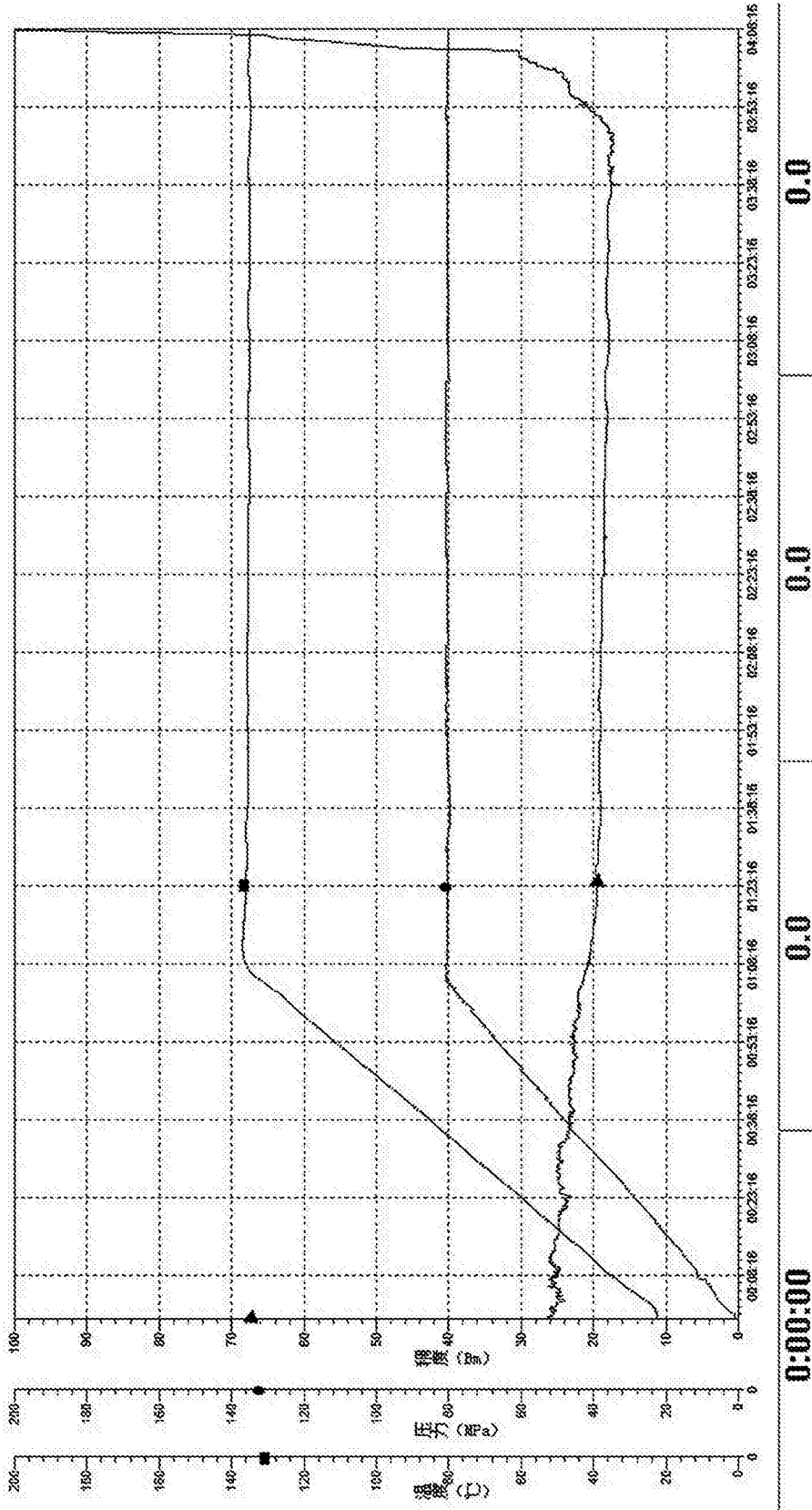


图 3

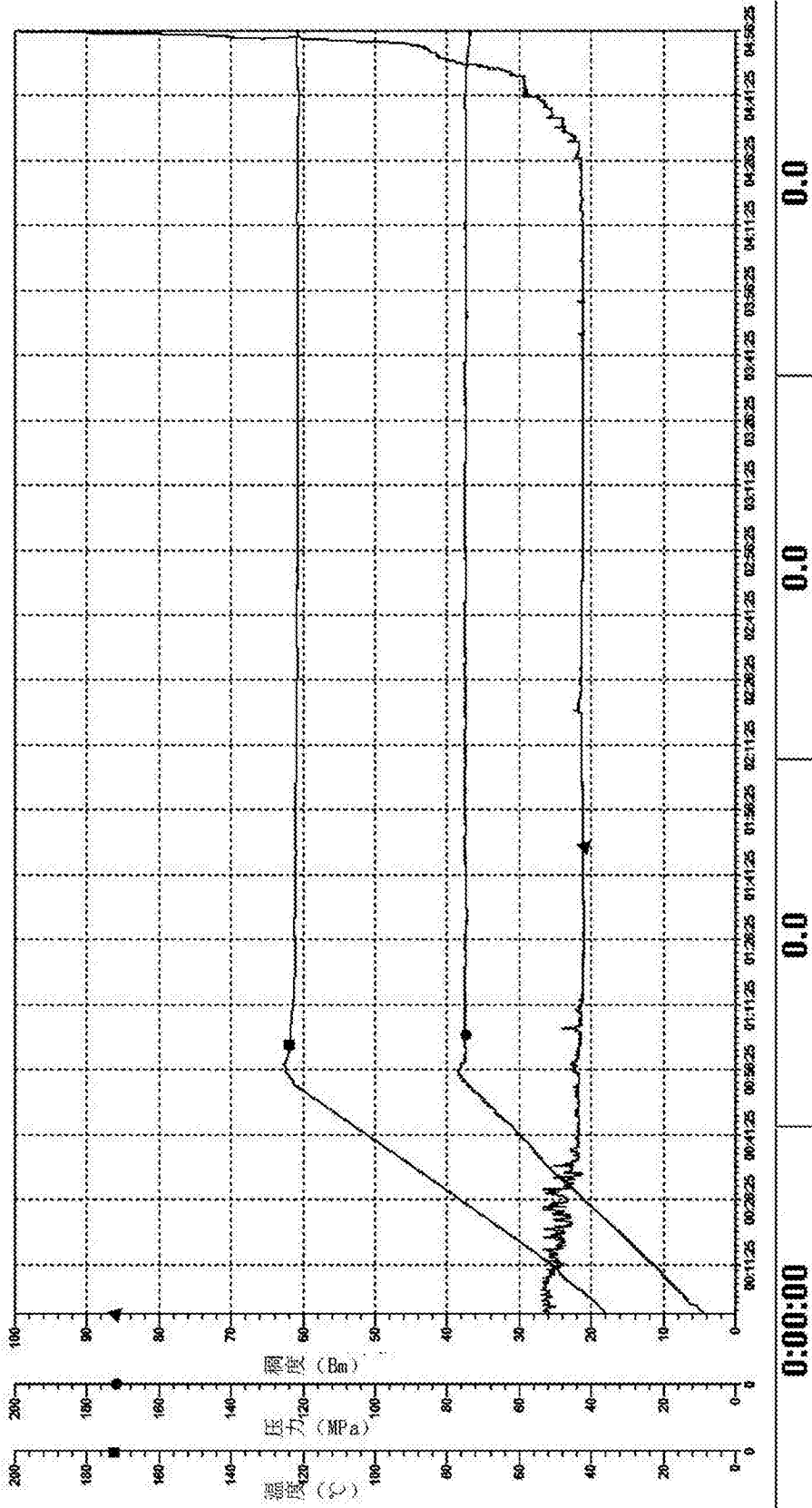


图 4

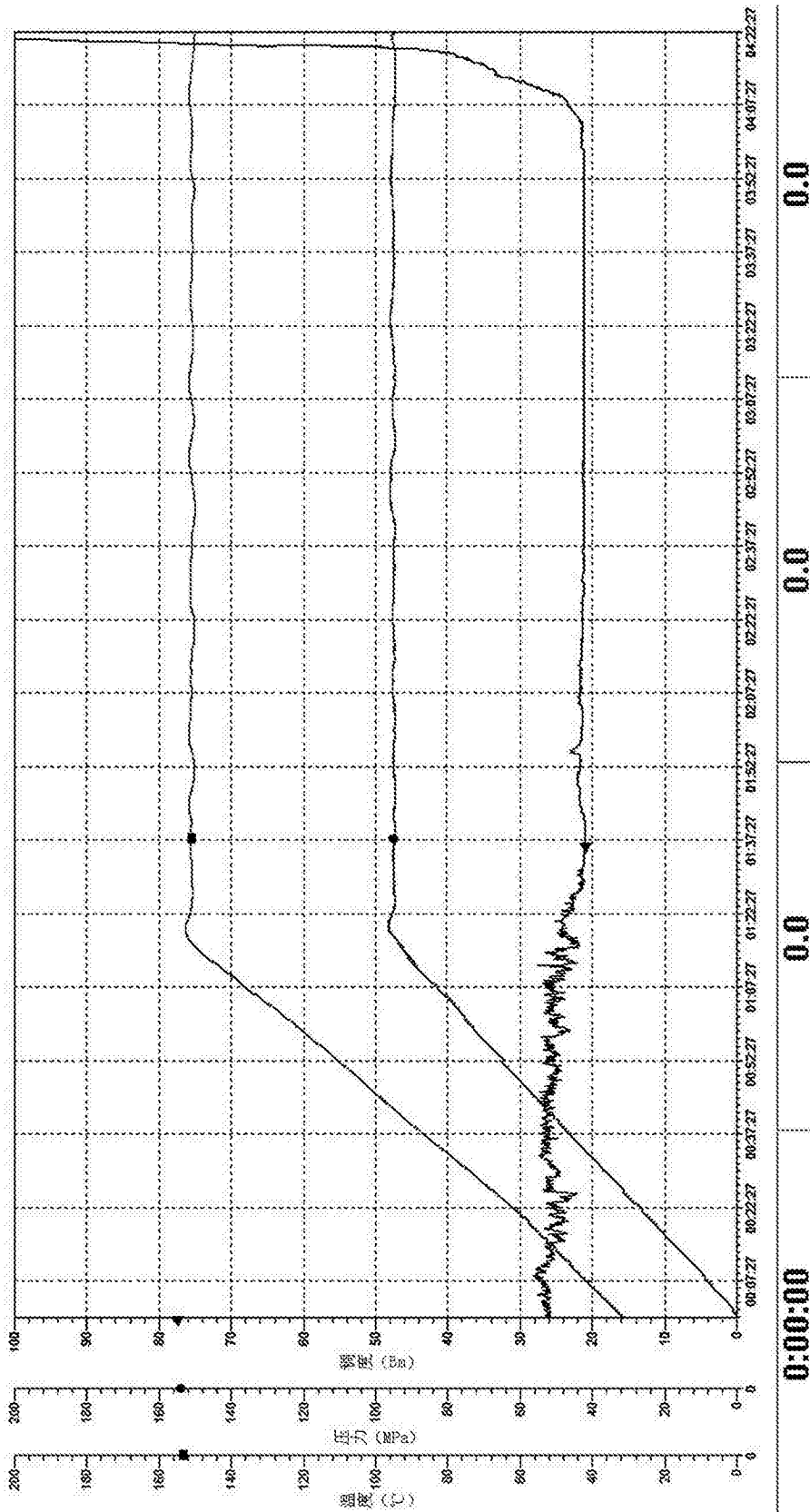


图 5

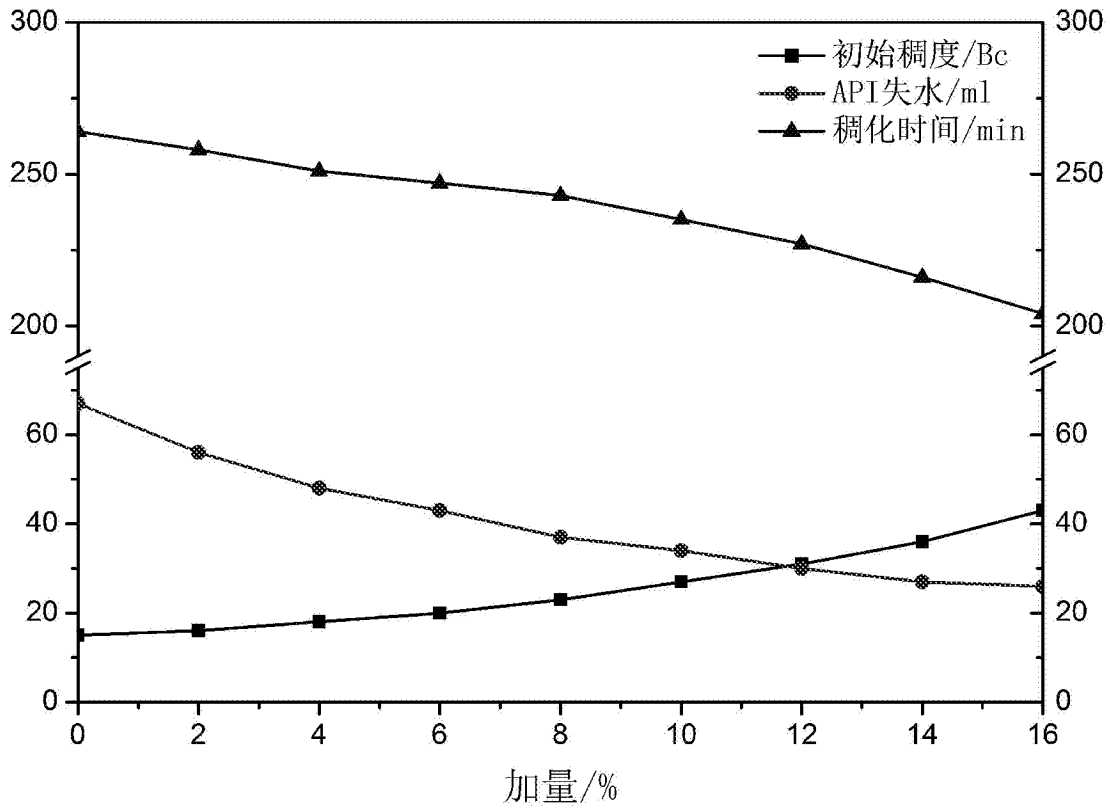


图 6