



中华人民共和国国家标准

GB/T 39533—2020

常压下泡沫水泥浆的制备及试验方法

Preparation and testing of foamed cement slurries at atmospheric pressure

(ISO 10426-4:2004, Petroleum and natural gas industries—Cements and materials for well cementing—Part 4: Preparation and testing of foamed cement slurries at atmospheric pressure, MOD)

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 取样	1
3.1 总则	1
3.2 方法	1
4 水泥浆计算	1
4.1 含表面活性剂和不含表面活性剂的基浆配方计算	1
4.2 水泥浆体积和质量的确定	2
5 试验仪器	4
5.1 带密封盖的搅拌浆杯	4
5.2 搅拌浆叶总成	4
6 基浆的制备	4
6.1 搅拌浆杯容积的确定	4
6.2 基浆的制备方法	5
7 常压下泡沫水泥浆的制备	5
7.1 总则	5
7.2 泡沫水泥浆的制备方法	5
8 常压下制备泡沫水泥浆的计算示例	6
8.1 总则	6
8.2 质量分数计算	6
8.3 不含表面活性剂的基浆密度计算	6
8.4 已知气体体积分数计算泡沫水泥浆密度	7
8.5 计算所需含表面活性剂的基浆质量(克数)	7
8.6 计算所需表面活性剂和基浆的质量(克数)	7
8.7 计算示例总结	7
9 常压下泡沫水泥浆试验方法	7
9.1 总则	7
9.2 泡沫水泥浆的密度测定	7
9.3 泡沫水泥浆的稳定性测定	8
9.4 抗压强度的测定	10
9.5 渗透率的测定	10
10 未发泡基浆的其他性能测定	10
10.1 总则	10
10.2 稠化时间的测定	10
10.3 滤失量的测定	10
10.4 流变性的测定	10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 10426-4:2004《石油天然气工业 固井用水泥和材料 第 4 部分:常压下泡沫水泥浆的制备及试验方法》。

本标准与 ISO 10426-4:2004 相比存在技术性差异,这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示。

本标准与 ISO 10426-4:2004 的技术性差异及其原因如下:

- 修改了第 1 章“范围”,增加了适用范围,原国际标准论述笼统,不够具体;
- 关于规范性引用文件,本标准做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 19139 代替了 ISO 10426-2:2003;
- 为了便于标准使用者计算,在“4.1 含表面活性剂和不含表面活性剂的基浆配方计算”中增加了“含表面活性剂的基浆密度的计算公式(3)”;
- 将“6.2.2 温度”中的“浆杯总成应每年校验转速,4 000 r/min 误差±200 r/min,12 000 r/min 误差±500 r/min。”移至 5.2 中,使得标准更有条理性;
- 将“7.2 泡沫水泥浆的制备方法”中的“在 12 000 r/min 转速下搅拌水泥浆 15 s”修改为“在 12 000 r/min 转速下搅拌 15 s 或 4 000 r/min 转速下搅拌水泥浆 60 s”,更能指导试验人员根据设备条件灵活配制泡沫水泥浆;
- 将“8.4 已知气体体积分数计算泡沫水泥浆密度”中的“1 749 kg/m³”修改为“1 737 kg/m³”,原国际标准引用错误,应采用“8.1 总则”中的“含表面活性剂的基浆密度为 1 737 kg/m³”;
- 将“9.3.2 泡沫水泥石的稳定性”中的“带盖的直径 50.8 mm、高度 101.6 mm 的圆筒中养护”修改为“带盖的直径 25.4 mm、高度 101.6 mm 的圆筒中养护”,更符合我国在水泥浆稳定性测试中的习惯;
- 修改了“9.3.2 泡沫水泥石的稳定性”中的公式(11),原国际标准公式单位错误,将“水泥试样的密度 ρ_s 。”更改为“水泥试样的相对密度 d_{rel} ”。

本标准做了下列编辑性修改:

- 将标准名称修改为《常压下泡沫水泥浆的制备及试验方法》;
- 删除了 ISO 10426-4:2004 中相关参数 USC 单位的量值,全部采用 SI 单位;
- 删除了 ISO 10426-4:2004 中采用 USC 单位制公式,全部采用 SI 单位制公式;
- 因增加了“含表面活性剂的基浆密度的计算公式(3)”,顺延调整了后续公式编号;
- 删除了参考文献。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本标准起草单位:中海油田服务股份有限公司、中国石油化工股份有限公司石油工程技术研究院。

本标准主要起草人:王清顺、王永松、代丹、许前富、张福铭、房恩楼、肖京男。

常压下泡沫水泥浆的制备及试验方法

1 范围

本标准规定了常压下泡沫水泥浆及未起泡的基浆的制备及试验方法。
本标准适用于常压下泡沫水泥浆及未起泡的基浆的制备及试验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 19139 油井水泥试验方法(GB/T 19139—2012,ISO 10426-2:2003,MOD)

3 取样

3.1 总则

水泥或水泥混料、固体外加剂、液体外加剂以及拌合水的取样方法应符合 GB/T 19139 的要求。最佳取样方法应保证样品材料尽可能与现场一致。

3.2 方法

用于泡沫固井作业的液体和固体材料取样方法见 GB/T 19139。需要测量温度时,用精度为±2℃的热电偶或温度计测量拌合水、水泥或水泥混料、液体外加剂的温度,并记录测量的温度。温度测量装置应每年校准(对于热电偶)一次,或每年检查精度(对于温度计)一次。

4 水泥浆计算

4.1 含表面活性剂和不含表面活性剂的基浆配方计算

制备含有表面活性剂的基浆,配浆时先混配其他外加剂,后加入表面活性剂。因此需要计算表面活性剂在泡沫水泥浆中的质量分数。表面活性剂的质量分数等于表面活性剂的质量除以基浆和表面活性剂的总质量。(这种计算方法假设外加剂材料不使水泥浆体系起泡)

表面活性剂的质量分数计算见公式(1):

$$w_s = [m_s / (m_c + m_s + m_w)] \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- w_s ——表面活性剂的质量分数, %;
- m_s ——表面活性剂的质量,单位为克(g);
- m_c ——水泥的质量,单位为克(g);
- m_a ——外加剂的质量,单位为克(g);
- m_w ——水的质量,单位为克(g)。

不含表面活性剂的基浆密度的计算见公式(2):

$$\rho_{\text{bas}} = \frac{m_c + m_a + m_w}{V_c + V_a + V_w} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

ρ_{bas} ——不含表面活性剂的基浆密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

m_c ——水泥的质量,单位为克(g);

m_a ——外加剂的质量,单位为克(g);

m_w ——水的质量,单位为克(g);

V_c ——水泥的绝对体积,单位为立方厘米(cm^3);

V_a ——外加剂的绝对体积,单位为立方厘米(cm^3);

V_w ——水的绝对体积,单位为立方厘米(cm^3)。

含表面活性剂的基浆密度的计算见公式(3):

$$\rho_{\text{bas}} = \frac{m_c + m_a + m_w + m_s}{V_c + V_a + V_w + V_s} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

ρ_{bas} ——含表面活性剂的基浆密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

m_c ——水泥的质量,单位为克(g);

m_a ——外加剂的质量,单位为克(g);

m_w ——水的质量,单位为克(g);

m_s ——表面活性剂的质量,单位为克(g);

V_c ——水泥的绝对体积,单位为立方厘米(cm^3);

V_a ——外加剂的绝对体积,单位为立方厘米(cm^3);

V_w ——水的绝对体积,单位为立方厘米(cm^3);

V_s ——表面活性剂的绝对体积,单位为立方厘米(cm^3)。

4.2 水泥浆体积和质量的确定

4.2.1 含表面活性剂的基浆体积

4.2.1.1 总则

含表面活性剂的基浆体积确定。基浆的总体积应包括表面活性剂的体积,表面活性剂应在配浆结束后加入基浆中。含表面活性剂的基浆体积(搅拌浆杯中)有两种计算方法,见 4.2.1.2 和 4.2.1.3。

4.2.1.2 已知气体含量

已知单位体积泡沫水泥浆中所含的气体体积分数,可确定泡沫水泥浆的密度。计算见公式(4):

$$\rho_{\text{fo}} = \left(\frac{100 - \varphi_g}{100} \right) \times \rho_{\text{bas}} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

ρ_{fo} ——泡沫水泥浆的密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

φ_g ——泡沫水泥浆中气体的体积分数,%;

ρ_{bas} ——含表面活性剂且未发泡的基浆密度,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

4.2.1.3 已知泡沫水泥浆密度

已知泡沫水泥浆的密度[或由公式(4)计算得到],可计算加入搅拌浆杯中制备泡沫水泥浆所需的基浆和表面活性剂的质量。含有表面活性剂的基浆质量的计算见公式(5):

$$m_{\text{ufss}} = V_{\text{mc}} \times \rho_{\text{fs}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

m_{ufss} ——加入浆杯中含有表面活性剂的基浆质量,单位为克(g);

V_{mc} ——浆杯容积,单位为立方厘米(cm^3);

ρ_{fs} ——泡沫水泥浆的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

4.2.2 表面活性剂和基浆质量

试验用表面活性剂和基浆的质量按公式(6)和公式(7)计算。

加入基浆中表面活性剂的质量的计算见公式(6):

$$m_{\text{s}} = m_{\text{ufss}} \times \frac{w_{\text{s}}}{100} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

m_{s} ——表面活性剂的质量,单位为克(g);

m_{ufss} ——含有表面活性剂的基浆质量,单位为(g);

w_{s} ——表面活性剂的质量分数, %。

不含表面活性剂的基浆质量的计算见公式(7):

$$m_{\text{dfs}} = m_{\text{ufss}} - m_{\text{s}} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

m_{dfs} ——不含表面活性剂的基浆质量,单位为克(g);

m_{ufss} ——含表面活性剂的基浆质量,单位为克(g);

m_{s} ——加入基浆中的表面活性剂质量,单位为克(g)。

注:每种外加材料质量分数的确定按4.1。

4.2.3 补充计算

已知泡沫水泥浆的密度,气体体积分数的计算见公式(8):

$$\varphi_{\text{g}} = \frac{\rho_{\text{ufss}} - \rho_{\text{fs}}}{\rho_{\text{ufss}}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

φ_{g} ——泡沫水泥浆中的气体体积分数, %;

ρ_{ufss} ——含表面活性剂的基浆密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

ρ_{fs} ——泡沫水泥浆的密度,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

含表面活性剂的基浆体积计算见公式(9):

$$V_{\text{us}} = V_{\text{mc}} - \frac{V_{\text{mc}} \times \varphi_{\text{g}}}{100} \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

V_{us} ——含表面活性剂的基浆体积,单位为立方厘米(cm^3);

V_{mc} ——浆杯的容积,单位为立方厘米(cm^3);

φ_{g} ——泡沫水泥浆中的气体体积分数, %。

含表面活性剂的基浆质量计算见公式(10):

$$m_{\text{ufss}} = V_{\text{us}} \times \rho_{\text{ufss}} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

m_{ufss} ——含表面活性剂的基浆质量,单位为克(g);

V_{us} ——含表面活性剂的基浆体积,单位为立方厘米(cm^3);

ρ_{mix} ——含表面活性剂的基浆密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

注:公式(8)和公式(10)中的密度单位可用 kg/m^3 或 g/cm^3 。

5 试验仪器

5.1 带密封盖的搅拌浆杯

用于实验室中常压下制备泡沫水泥浆的搅拌浆杯见图1。

搅拌浆杯与制备常规水泥浆的浆杯相似,不同之处在于它的杯盖带有丝扣和O型密封圈。杯盖的中心位置有一个直径为19 mm的圆孔,配有带排气孔可拆卸的密封塞。传统的搅拌浆杯没有密封设计,不能用于泡沫水泥浆制备。

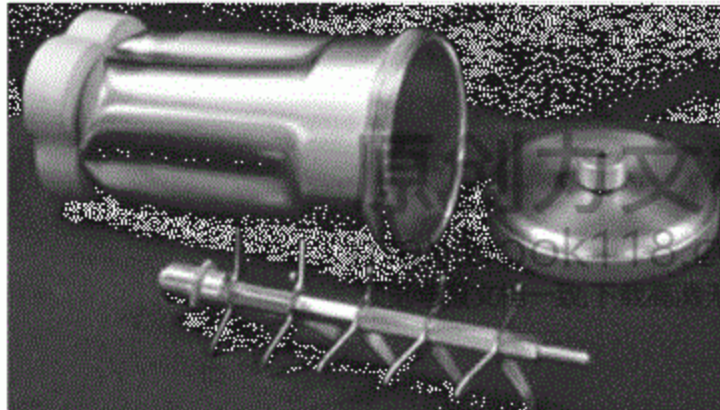


图1 搅拌浆杯及多叶片浆叶总成

5.2 搅拌浆叶总成

5.2.1 总则

配有单叶片浆叶总成或多叶片浆叶总成。浆杯总成应每年校验转速,4 000 r/min 误差 ± 200 r/min, 12 000 r/min 误差 ± 500 r/min。

根据泡沫水泥浆体系,选用不同浆叶总成;浆叶总成选用对所制备泡沫水泥浆性能无影响。

5.2.2 单叶片浆叶总成

符合 GB/T 19139 的要求。

5.2.3 多叶片(层叠状叶片)浆叶总成

由一组叶片组成,单个叶片符合 GB/T 19139 的要求。

多叶片总成由5个标准叶片连接在一根中心轴杆上,相邻叶片间距相等。

6 基浆的制备

6.1 搅拌浆杯容积的测定

本方法按4.1描述的方法制备泡沫水泥浆基浆,制备好的基浆加入带密封盖的搅拌浆杯中,并称重。由于水泥浆体积、密度以及泡沫水泥浆与气体比率的计算是以搅拌浆杯容积为依据,故需精确测定,其过程如下。

称量清洁、干燥的搅拌浆杯(包括浆叶总成、螺纹盖、旋紧塞)。旋开浆杯上的螺纹盖,拧开盖上的旋紧塞,向浆杯中加满水,拧紧螺纹盖。从盖子上的小孔向浆杯中注水,直至注满,将旋紧塞拧进盖子。擦净由塞子的排气孔中溢出的多余的水,重新称重。浆杯中水的质量除以水的密度就是浆杯的准确容积。

更换浆叶或浆杯有任何损坏而影响容积时,应检查浆杯的容积。浆杯容积应每6个月校核1次。

注:大体积水泥浆制备可能需要多次按标准混拌程序配浆,或使用大体积混配装置。参考GB/T 19139—2012附录A中的制备大体积水泥浆方法。

6.2 基浆的制备方法

6.2.1 总则

含外加剂(表面活性剂除外)的水泥浆的制备应按GB/T 19139的规定进行。

6.2.2 温度

水泥样品、外加剂、拌合水的温度宜维持在现场记录或预测温度的 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。此温度不是井内预测温度,而是现场地面环境温度。浆杯的温度宜与拌合水的温度一致。

6.2.3 密度测定

基浆密度测定可按照GB/T 19139的规定进行。

7 常压下泡沫水泥浆的制备

7.1 总则

根据4.2的计算结果,量取基浆加入搅拌浆杯中,然后加入计算量的表面活性剂。应对照4.2.1.3的设计计算量,核对基浆和表面活性剂的总量。

7.2 泡沫水泥浆的制备方法

把浆杯盖和旋塞装到浆杯上,确保浆杯密封。用5.2.2或5.2.3所述的浆叶总成,在12 000 r/min转速下搅拌15 s或4 000 r/min转速下搅拌水泥浆60 s。

泡沫水泥浆体积和黏度的增加,可能会使搅拌浆叶的每分钟最大转速小于12 000 r/min。搅拌器马达的功率、水泥浆密度和泡沫质量决定了每分钟最大转速。记录和报告最终每分钟的转速。

搅拌过程中,搅拌器声音(音高)会有明显变化。搅拌结束后,为防止泡沫水泥浆因搅拌产生的压力,预先打开密封塞进行泄压处理后,再打开浆杯盖检查水泥浆是否充满浆杯。搅拌结束后,如果水泥浆没有充满浆杯,则可能在现场条件下发泡不佳。这时应重新设计水泥浆。

在密封搅拌器中制备泡沫水泥浆时,通常泡沫水泥浆的最终密度小于设计密度。由于搅拌能量和表面活性剂的作用使气泡相对尺寸增大,形成的压力导致产生膨胀。泡沫水泥浆由搅拌器中取出后体积会有所膨胀。要得到与设计密度很接近的泡沫水泥浆,可采用下面所述方法:

- 设计用于发泡的基浆密度,例如:1 893 kg/m³的基浆发泡后密度为1 318 kg/m³;
- 根据设计在实验室制备1 318 kg/m³的泡沫水泥浆;
- 测量泡沫水泥浆的密度,例如1 246 kg/m³;
- 如果测量密度小于设计密度,检查设计计算;
- 如果计算正确,用设计密度减去测量密度得到“校正偏差”,例如:1 318 kg/m³ - 1 246 kg/m³ = 72 kg/m³校正偏差;
- 利用校正偏差重新计算水泥浆密度,例如:1 318 kg/m³ + 72 kg/m³ = 1 390 kg/m³;

- g) 根据修正密度制备新的泡沫水泥浆,例如:1 893 kg/m³ 发泡后为 1 390 kg/m³;
- h) 测量泡沫水泥浆的密度,此时泡沫水泥浆的密度应接近预期的 1 318 kg/m³ 的密度;
- i) 如果此时的密度仍不可接受,计算新的校正偏差并制备新的基浆;
- j) 如果测量的泡沫水泥浆密度高于设计值,现场很难得到合适密度的泡沫水泥浆,应重新设计。

8 常压下制备泡沫水泥浆的计算示例

8.1 总则

下面的计算演示了用 4.1 和 4.2 中公式确定基浆和表面活性剂的合适用量。

已知单位体积泡沫水泥浆中所含气体体积分数为 31%,含表面活性剂的基浆密度为 1 737 kg/m³。

水泥浆设计:

水泥+表面活性剂(每吨水泥 0.017 75 m³)

含表面活性剂的基浆密度

=1 737 kg/m³

表面活性剂密度

=1 198 kg/m³

设计气体体积分数

=31%

搅拌浆杯容积

=1 170 cm³

8.2 质量分数计算

基浆材料的质量和体积,见表 1。

表 1 基浆材料的质量和体积

材料	质量/kg	体积/m ³
水泥	1 000	0.318 7
表面活性剂 (0.017 75 m ³ /t)	21.3	0.017 75
水	590	0.590
合计	1 611.3	0.926 45

计算基浆材料的质量分数,见表 2。

表 2 基浆材料的质量分数计算

材料	质量分数
水泥	(1 000 kg/1 611 kg)×100=62.1%
表面活性剂	(21.3 kg/1 611 kg)×100=1.3%
水	(590 kg/1 611 kg)×100=36.6%

8.3 不含表面活性剂的基浆密度计算

不含表面活性剂的基浆密度($\rho_{b,wo}$)按表 3 计算。

表 3 不含表面活性剂的基浆材料

材料	质量/kg	体积/m ³
水泥	1 000	0.318 7
水	590	0.590
合计	1 590	0.908 7

$$\rho_{\text{基浆}} = 1\,590 \text{ kg} / 0.908\,7 \text{ m}^3 = 1\,749 \text{ kg/m}^3$$

8.4 已知气体体积分数计算泡沫水泥浆密度

已知气体体积分数计算泡沫水泥浆密度,用 4.2.1.2 中的公式(4)计算:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{fo}} &= [(100 - \varphi_g) / 100] \times 1\,737 \text{ kg/m}^3 \\ &= [(100 - 31) / 100] \times 1\,737 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1\,198.53 \text{ kg/m}^3 (= 1.198 \text{ g/cm}^3) \end{aligned}$$

8.5 计算所需含表面活性剂的基浆质量(克数)

所需含表面活性剂的基浆质量,用 4.2.1.3 中的公式(5)计算:

$$\begin{aligned} m_{\text{fo}} &= 1\,170 \text{ cm}^3 \times 1.198 \text{ g/cm}^3 \\ &= 1\,401.7 \text{ g} \end{aligned}$$

8.6 计算所需表面活性剂和基浆的质量(克数)

所需表面活性剂质量用 4.2.2 中的公式(6)计算:

$$\begin{aligned} m_s &= 1\,401.7 \times (1.3 / 100) \\ &= 18.22 \text{ g} \end{aligned}$$

基浆质量用 4.2.2 中的公式(7)计算:

$$\begin{aligned} m_{\text{fo}} &= 1\,401.7 \text{ g} - 18.22 \text{ g} \\ &= 1\,383.5 \text{ g} \end{aligned}$$

8.7 计算示例总结

在容积为 1 170 cm³ 的浆杯中按示例制备泡沫水泥浆需要:

基浆 1 383.5 g;

表面活性剂 18.22 g。

9 常压下泡沫水泥浆试验方法

9.1 总则

由于泡沫水泥浆中含有大量气体,有必要修正某些标准试验程序避免错误的测试结果。

9.2 泡沫水泥浆的密度测定

将泡沫水泥浆充满一个固定容积的敞口测量容器中,测量其密度。称量测量容器;倒满泡沫水泥浆,用刮刀刮平容器口平面,擦拭干净容器外表面,再次称重。水泥浆的质量除以测量容器的体积即泡沫水泥浆的密度,可根据需要转换单位。

不应使用加压密度计测量泡沫水泥浆密度,因为加压密度计可以压缩气泡使水泥浆密度偏高。也不推荐常压密度计,因为密度计盖子上的小孔可以形成一定的阻力,使泡沫水泥浆局部承受压力,造成测量误差。

9.3 泡沫水泥浆的稳定性测定

9.3.1 泡沫水泥浆的沉降稳定性

把泡沫水泥浆倒入 250 mL 量筒或其他相似尺寸的容器中,密封量筒口防止脱水。将量筒放在稳定、不振动的台面上静置 2 h,定期检查泡沫水泥浆的沉降性和稳定性,记录泡沫水泥浆的外观状态,如游离液、沉淀物、气泡的聚集位置等。盛泡沫水泥浆的量筒不能置于高于环境温度的条件下养护,因为温度升高会使气泡尺寸及水泥浆体积增大,从而影响泡沫水泥浆的稳定性。

2 h 后,可根据需要测量量筒中不同部位的泡沫水泥浆密度。测量量筒中不同位置的泡沫水泥浆密度可以使用带软管的大注射器,在上、中、下不同部位采样,推荐用导管或搅拌型注射器。将采取的泡沫水泥浆样品加入小量筒中测量其质量。然后根据已知体积计算密度。

9.3.2 泡沫水泥石的稳定性

通过测量养护后凝固的水泥试样从上到下不同位置的密度,检查泡沫水泥浆的稳定性。

将样品置于无润滑脂、带盖的直径 25.4 mm、高度 101.6 mm 的圆筒中养护,或使用类似的带盖容器。避免使用润滑脂或其他脱模剂,它们会影响泡沫水泥浆的稳定性。

水泥养护 24 h 或完全凝固。取出水泥试样,测量其长度。将试样从上到下标记成大致相等的三段,切开。用锯切水泥试样时不能用水,因为试样会吸水造成密度发生变化。如果从上到下试样的密度变化大,说明稳定性差。

按下面方法测量每一段水泥试样在空气中和水中的质量。在天平上放置一个盛淡水的烧杯,天平归零。把一段试样放在天平上(烧杯旁),记录质量后拿走试样,天平归零。取一根细线系在试样上,把试样完全浸入烧杯中的淡水中,不要碰到烧杯杯壁及底部。快速测量试样浸在水中的质量,尽量避免试样吸入过多的水。从水中取出试样。按程序重复测量每一块试样。根据阿基米德原理,每一段水泥试样的相对密度计算见公式(11)。

$$d_{rel} = \frac{m_a}{m_w} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

d_{rel} ——水泥试样的相对密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

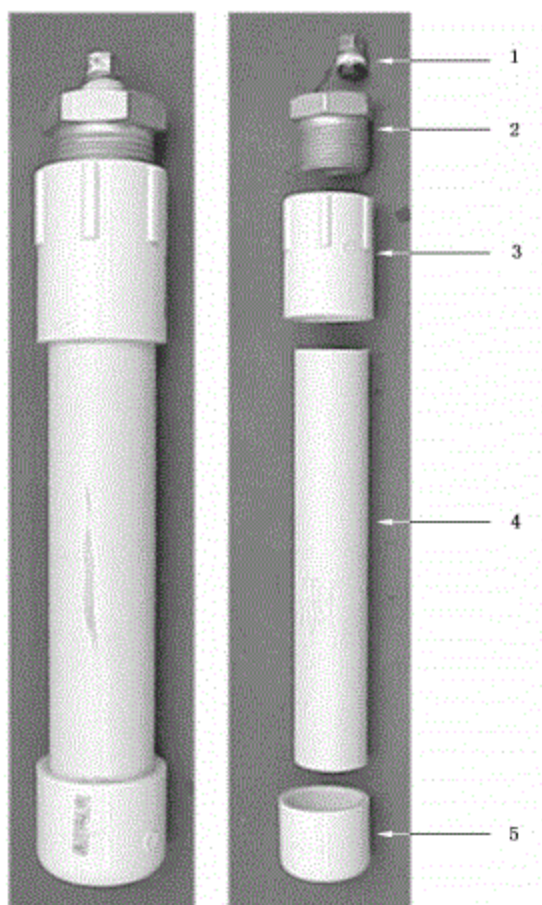
m_a ——水泥试样在空气中的质量,单位为克(g);

m_w ——水泥试样在水中的质量,单位为克(g)。

9.3.3 在温度 $<90\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下评价泡沫水泥浆的稳定性

准备合适的模具养护泡沫水泥浆样品。

制作一个 PVC 养护模具,各部件用底漆/清洁剂和胶水组装在一起(图 2)。时间足够长以便胶水凝固。用生料带密封铜质部件。如选用 PVC 或塑料材料,其优点是泡沫水泥浆不会胶结在模具表面上。选用其他材料也可以,但模具表面不应涂抹润滑脱模材料。



说明:

- 1——6.35 mm 铜塞;
- 2——25.4 mm×6.35 mm 铜盖;
- 3——25.4 mm PVC 短接;
- 4——25.4 mm PVC 40 型管,长度 152 mm~203 mm;
- 5——25.4 mm PVC 盖帽。

图 2 评价泡沫水泥浆稳定性的养护模具示例

把泡沫水泥浆倒入模具中,拧紧铜盖(或其他防腐蚀材料所做)。水泥浆必须从铜盖的中心小孔中溢出。然后把铜塞拧紧到铜盖上。在设计温度下养护至凝固。试样可根据需要按垂直或一定角度养护。

养护结束后,冷却至室温,打开顶部的铜盖和铜塞,确认试样正常。注意观察试样的上面有没有问题。把 PVC 模具切成至少 3 等份,标记每一块的相对位置(例如,上、中、下)。试样在切割过程中不能接触水,因为水泥会吸收水造成密度变化。沿纵向小心切割每段的 PVC 管,将 PVC 管移除。检查水泥试样段是否稳定。试样段的密度用如前所述的阿基米德原理测量。

9.3.4 泡沫不稳定现象

泡沫不稳定现象包括:

- a) 一条以上游离液通道;
- b) 试样上表面有大气泡脱溢迹象;
- c) 试样表面存在大的凹陷(弯月面是正常);

- d) 自上向下颜色由浅加深表明密度变化明显；
- e) 试样上下密度变化大。

9.4 抗压强度的测定

将泡沫水泥浆倒入可密封的养护试模中(密封盖应防止泡沫水泥浆受热膨胀,膨胀会导致密度降低)。养护试模为 50.8 mm 标准尺寸的立方模具(长度 50.8 mm、高度 50.8 mm),带有盖子和密封衬垫,盖子上不带槽。也可以用直径 50.8 mm、高度 101.6 mm 的 PVC 圆筒模具替代,模具上部可用盖子密封。试样长径比、几何形状(立方体或圆柱体)对强度测定有明显影响。试样两端应平整、光洁。

把装有泡沫水泥浆的试模置于常压水浴中养护,抗压强度的测定按照 GB/T 19139 的规定进行。

9.5 渗透率的测定

对于泡沫水泥浆渗透率的测定,需将泡沫水泥浆倒入抗压强度养护试模中并在常压下养护。养护的试样从试模中取出、切割及装芯到测试仪器中,要格外小心防止试样损坏。

试样渗透率的测定按照 GB/T 19139 规定进行。

10 未发泡基浆的其他性能测定

10.1 总则

常压下发泡的水泥浆不应在加压条件下测试。在常压下制备的泡沫水泥浆上加压会压缩泡沫,改变密度和气体比。当在增压稠化仪中测试稠化时间时也会引起污染。

对于下列试验,按照 GB/T 19139 的规定制备不含表面活性剂的基浆。配制水泥浆后,停止搅拌器,加入表面活性剂,用刮刀轻轻搅动浆体至均匀。将水泥浆由搅拌浆杯轻轻倒入烧杯中,再倒回来,重复 3 次,确保表面活性剂分布均匀。试验中可以加入少量消泡剂消除基浆中的气泡。

10.2 稠化时间的测定

表面活性剂可能会影响稠化时间,通常使用标准增压稠化仪测定含表面活性剂的基浆稠化时间。基浆稠化时间的测定按 GB/T 19139 的规定进行。

10.3 滤失量的测定

用常压下制备的泡沫水泥浆测试的滤失量结果不可靠。泡沫水泥浆的滤失量要低于其基浆的滤失量。通常把基浆的滤失量标示为泡沫水泥浆的滤失量。

含有表面活性剂的基浆的静态滤失量测试按照 GB/T 19139 的规定进行。

10.4 流变性的测定

使用旋转黏度计测试泡沫水泥浆可能会使气体从水泥浆中逸出,得到的结果不准确。可用关系式把基浆的流变性参数转换为不同泡沫质量的泡沫水泥浆的流变性参数,以模拟现场条件。

含有表面活性剂的基浆的流变性能测试按照 GB/T 19139 的规定进行。

中华人民共和国
国家标准
常压下泡沫水泥浆的制备及试验方法
GB/T 39533—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2020年11月第一版

*

书号: 155066 · 1-66412

版权专有 侵权必究



GB/T 39533-2020