

中华人民共和国国家标准

GB/T 2022-1980

## 水泥水化热试验方法(直接法)

1981—01—01 实施

发布

## 项 次

项 次.....	2
一、仪器设备 .....	4
二、准备工作 .....	5
三、热量计热容量的计算 .....	6
四、热量计散热常数的测定.....	7
五、水泥胶砂水化热的测定.....	8
六、试验结果的计算 .....	10

本标准适用于测定水泥水化热。

本标准是在热量计周围温度不变条件下，直接测定热量计内水泥胶砂温度的变化，计算热量计内积蓄和散失热量的总和，从而求得水泥水化 7 天内的水化热（单位是卡 / 克）。

注：水泥水化 7 天今期的水化热可按附录方法推算，但试验结果有争议时，以实测法为准。

## 一、仪器设备

### 1. 热量计

(1) 保温瓶：可用备有软木塞的五磅广口保温瓶，内深约 22 厘米，内径为 8.5 厘米。

(2) 截锥形圆筒：用厚约 0.5 毫米的铜皮或白铁皮制成，高 17 厘米，上口径 7.5 厘米，底径为 6.5 厘米。

(3) 长尾温度计：0 - 50 ，刻度精确至 0.1 。

### 2. 恒温水槽

水槽容积可根据安放热量计的数量及温度易于控制的原则而定，水槽内水的温度应准确控制在  $20 \pm 0.1$  ，水槽应装有下列附件：

(1) 搅拌器。

(2) 温度控制装置：可采用低压电热丝及电子继电器等自动控制。

(3) 温度计：精确度为  $\pm 0.1$  。

(4) 固定热量计用的支架与夹具。

## 二、准备工作

3. 温度计：须在 15、20、25、30、35 及 40 范围内，用标准温度计进行校核。

4. 软木塞盆：为防止热量计的软木塞盖渗水或吸水，其上、下走向及周围应用蜡涂封。较大孔洞可先用胶泥堵封，然后再涂蜡。封蜡前先将软木塞中心钻一插温度计用的小孔并称重，底面封蜡后再称其重以求得蜡重，然后在小孔中插入温度计。温度计插入的深度应为热量计中心稍低一些。离软木塞底面约 12 厘米，最后再用蜡封软木塞上表面以及其与温度计间的空隙。

5. 套管：温度计在插入水泥胶砂中时，必须先插入一端封口的薄玻璃管或铜套管，其内径较温度计大约 2 毫米，长约 12 厘米，以免温度计与水泥胶砂直接接触。

6. 保温瓶、软木塞、截锥形圆筒、温度计等均需编号并称量，每个热量计的部件不宜互换，否则需重新计算热量计的平均热容量。

### 三、热量计热容量的计算

7. 热量计的平均热容量  $C$ ，按下式计算：

$$C = 0.2 \times \frac{g}{2} + 0.45 \times \frac{g_1}{2} + 0.2 \times g_2 + 0.095 \times g_3 + 0.79 \times g_4 + 0.4 \times g_5 + 0.46 \times V$$

式中： $C$  不装水泥胶砂时热量计的热容量，卡 / ；

$g$  保温瓶重，克；

$g_1$  软木塞重，克；

$g_2$  玻璃管重，克（如用铜管时系数改为 0.095）；

$g_3$  铜截锥形圆筒重，克（如用白铁皮制时系数改为 0.11）；

$g_4$  软木塞底面的蜡重，克；

$g_5$  塑料薄膜重，克；

$V$  温度计伸入热量计的体积，厘米<sup>3</sup>（0.46 是玻璃的容积比热，卡 / 厘米<sup>3</sup>）。

[3] · 。

式中各系数分别为所用材料的比热（卡 / 克 · ）。。

## 四、热量计散热常数的测定

8. 试验前热量计各部件和试验用品应预先在  $20 \pm 2$  下恒温 24 小时，首先在截锥形圆筒上面，盖一块 16x16 厘米，中心带有圆孔的塑料薄膜，边缘向下折，用橡皮筋箍紧，移入热量计中，用漏斗向圆筒内注入 550 毫升温度约 45 的温水，然后用备好的插有温度计（带有玻璃或铜套管）的软木塞盖紧。在保温瓶与软木塞之间用蜡或胶泥密封以防止渗水，然后将热量计垂直固定于恒温水槽内进行试验。

9. 恒温水槽内的水温应始终保持  $20 \pm 0.1$ ，试验开始经 6 小时测定第一次温度  $T_1$ （一般为 35 左右），经 44 小时后测定第二次温度  $T_2$ （一般为 21 左右）。

10. 热量计散热常数的计算热量计散热常数  $K$  按下式计算注：

$$K = \frac{(C + W) \lg T_1 - \lg T_2}{0.434 t}$$

式中： $K$  散热常数，卡 / 小时。

$W$  水量（或热当量，卡 / ），克；

$C$  热量计的平均热容量，卡 / ；

$T_1$  试验开始 6 小时后热量计与恒温水槽的温度差， ；

$T_2$  试验经过 44 小时后热量计与恒温水槽的温度差， ；

$t$  自  $T_1$  至  $T_2$  时所经过的时间，小时。

注：此公式是根据测定过程中，热量计散失的热量  $Q$  与该测定过程中的平均温度差  $T$  和时间间隔  $t$  成正比推算，其比例常数为散热常数  $K$ 。

$$Q = K \cdot T \cdot t$$

$$K = \frac{Q}{T \cdot t}$$

$$\text{式中：} Q = (C + W) (T_1 - T_2)$$

$$T = \frac{T_1 + T_2}{\ln}$$

热量计散热常数应测定两次，取其平均值。两次相差应小于 1 卡 / 小时。热量计散热常数  $K$  应小于 40 卡 / 小时，热量计每年必须重行测定散热常。

## 五、水泥胶砂水化热的测定

11. 为了保证热量计温度均匀,采用胶砂进行试验。砂子采用 GB178 - 77《水泥强度试验用标准砂》中规定的平谭标准砂,水泥与砂子配比根据水泥品种与标号选定,配比的选择宜参照表 1;胶砂在试验过程中,温度最高值应在 30 - 38 范围内(即比恒温水槽的温度高 10 - 18 )。试验中胶砂温度的最大上升值小于 10 或大于 18 ,则须改变配比,重新进行试验。

表 1

水 泥 品 种	水泥与砂子配比		
	325 号	425 号	525 号以上
硅酸盐大坝水泥、普通硅酸盐大坝水泥、硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、抗硫酸盐水泥	1 : 2.0	1 : 2.5	1 : 3.0
矿渣大坝水泥、粉煤灰大坝水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥	1 : 1.0	1 : 1.5	1 : 2.0

12 .胶砂的加水量 :以水泥净浆的标准稠度( % )加系数 B( % )作为水泥用水量( % )。B 值根据胶砂配比而不同,见表 2。胶砂的加水量为胶砂配比中水泥的重量乘以水泥用水量( % )。

表 2

胶砂配比	1 : 1.0	1 : 1.5	1 : 2.0	1 : 2.5	1 : 3.0	1 : 3.5
B	0	0.5	1.0	3.0	5.0	6.0

13. 试验前,水泥、砂子、水待等材料 and 热量计各部件均应预先在  $20 \pm 2$  下恒温。试验时,水泥与砂子干混合物总重量为 800 克,按选择的胶砂配比,计算水泥与标准砂用量分别称量后,倒入拌合锅内干拌 1 分钟,移入已用湿布擦过的拌合锅内,按表 2 规定的胶砂加水量加水。湿拌 3 分钟后,迅速将胶砂装入内壁已衬有牛皮纸衬的截锥形圆筒内,粘在锅和勺上的胶砂,用小块棉花擦净,一起放入截锥形圆筒中,并在胶砂中心钻一个深约 12 米的孔,放入玻璃管或铜管以备插入温度计。然后盖上中心带有圆孔的塑



料薄膜,用橡皮筋捆紧,将其置于热量计中,用插有温度计的软木塞盖紧。从加水时间起至软木塞盖紧应在5分钟内完成,至7分钟时(自加水时间算起),记录初始温度 $t$ 及时间。然后在软木塞与热量计接缝之间封蜡或胶泥,封好后即将热量计放于恒温水槽中加以固定。水槽内高出水面应高出软木塞顶面2厘米。

注:牛皮纸衬的热容量可忽略不计。

14. 热量计放入恒温水槽后,在温度上升过程中,应每小时记录一次;在温度下降过程中,改为每2小时记录一次,温度继续下降或变化不大时改为4小时或8小时记录一次。试验进行到七昼夜为止。

## 六、试验结果的计算

15. 根据所记录各时间与水泥胶砂的对应温度，以时间为横坐标（1 厘米 = 5 小时），温度为纵坐标（1 厘米 = 1 ）在坐标纸上作图。并画出 20 水槽温度恒温线。

恒温线与胶砂温度曲线间总面积（恒温线上的面积为正面积，恒温线以下的面积为负面积） $F_{0-x}$ （小时· ）可按下列计算方法求得。

（1）用求积仪求得。

（2）把恒温线与胶砂温度曲线间的面积按几何形状划分较小的三角形、抛物线、梯形面积  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ ……（小时· ）等，分别计算，然后将其相加，因为 1 平方厘米等于 5 小时· ，所以总面积乘 5 即得  $F_{0-x}$ （小时· ）。

（3）近似矩形法：

参照图(图略)，以每 5 小时（1 厘米）作为一个计算单位，并作为矩形的宽度。矩形的长度（温度值）是通过面积补偿确定。如图所示，在补偿的面积中间选一点，这一点如能使一个计算单位的画实线面积与空白面积相等，那么这一点的高度便可作为矩形的长度，然后与宽度相乘即得矩形面积。

将每一个矩形面积相加，再乘以 5 即得  $F_{0-x}$ （小时· ）的数值

（4）用电子仪器自动记录和计算。

（5）其他方法

16. 根据水泥与砂子重量、水量及热量计平均热容量  $C$ ，按下式计算装水泥胶砂后热量计的热容量  $C_p$ （卡 / ）。

$$C_p = (0.2 \times \text{水泥重}) + (0.2 \times \text{砂重}) + 1.0 \times \text{水重} + C$$

17. 在 - 定龄期  $X$  时，水泥水化放出的总热量为热量计中积蓄热量和散失热量的总和  $Q_x$ （卡），按下式求得：

$$Q_x = C_p (t_x - t_0) + K \cdot F_{0-x}$$

式中： $C_p$  装水泥胶砂后热量计的热容量，卡 / ；

$t_x$  水泥胶砂在龄期为  $x$  小时的温度， ；

$t_0$  水泥胶砂的初始温度， ；

$K$  热量计的散热常数，卡 / 小时· ；

$F_{0-x2}$  在  $0 \sim x$  小时恒温水槽温度直线与胶砂温度曲线间的面积，小时· 。

18. 在一定龄期时水泥水化热  $q$ , (卡/克), 按下式计算:

$$q_x = \frac{Q_x}{G}$$

式中:  $Q_x$  龄期为  $x$  时, 水泥放出的总热量, 卡;

$G$  试验用水泥重量, 克。

19. 水泥水化热试验结果必须采取两次试验的平均值并取整数, 两次结果相差应小于 3 卡/克。

附录

### 7 天水化热的推算法

1. 根据热量计内水泥胶砂温升曲线 3 天末的高度  $h$  及按水泥品种选用的经验常数  $A$ , 代入下式

$$F_{3-7}(\text{推算}) = A \cdot h$$

求得  $F_{3-7}(\text{推算})$ :

式中:  $F_{3-7}(\text{推算})$  为推算的 3 - 7 天龄期恒温水槽等温线与胶砂温度曲线间的面积, 小时·°C;

$h$  水泥胶砂温升曲线 3 天末的高度, °C;

$A$  常数, 是根据大量的不同品种水泥水化热试验结果, 分别统计整理的, 其数值见下表。

2. 将  $F_{3-7}(\text{推算})$  及按水泥品种选用的 7 天末温度经验值  $T_y$  代入下式求得 3~7 天龄期推算的水泥水化热  $q_{3-7}(\text{推算})$ 。

$$q = \frac{C_p(T_y - T_3) + K \cdot F_{3-7}(\text{推算})}{G}$$

式中:  $T_y$  是根据大量水泥水化热试验实测结果, 按水泥品种分别统计整理的水泥胶砂 7 天末温度的数值, 见下表;

$T_3$  为实测水泥胶砂水化 3 天末温度值, °C;

$C_p$ 、 $K$ 、 $G$  同标准正文。

### 常数 $A$ 及 7 天末温度 $T_y$ 的统计值注

水 泥 品 种	A	Ty
硅酸盐水泥、硅酸盐大坝水泥	55	20.4
矿渣硅酸盐水泥、矿渣大坝水泥	57	20.6

注：表内 A 及 Ty 值可根据生产厂统计结果进行修正。

3.7 天水化热结果由下式求得：

$$q_7 \text{ (堆算)} = q_3 \text{ (实测)} + q_{3-7} \text{ (推算)}$$

式中：q3 (实测)      按标准法实际测得的水泥 3 天龄期水化热，卡 / 克。