

备案号:14584—2004

# JC

## 中华人民共和国建材行业标准

JC/T 738—2004

代替JC/T 738—1986(1996)

---

### 水泥强度快速检验方法

Accelerated test method for cement strength

2004-10-20 发布

2005-04-01 实施

---

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 前 言

本标准代替 JC/T 738—86(1996)《水泥强度快速检验方法》。

本标准与 JC/T 738—86(1996)相比，主要变化如下：

- 在本标准适用范围中，增加了复合硅酸盐水泥(本版第 1 章)；
- 对标准砂、试验室温湿度控制要求，改为“应符合 GB/T 17671—1999《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》有关要求”(1986 版的 1.1；本版的 4.1)；
- 试体成型，改为“按 GB/T 17671—1999《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》规定进行”(1986 版第 4 章；本版第 7 章)；
- 试体成型后养护制度改为“预养  $4\text{h} \pm 15\text{min}$ ”(1986 版的 5.1；本版的 8.1)；
- 增加了检验方法精确性要求(本版附录 A.3.1)和对 28 天预测精度的计算(本版附录 A.4)。

本标准附录 A 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准由中国建筑材料工业协会提出。

本标准由全国水泥标准化技术委员会(SAC/TC184)归口。

本标准负责起草单位：中国建筑材料科学研究院。

本标准参加起草单位：云南开远水泥股份有限公司、福建省水泥质量监督检验站、深圳市建设工程质量检测中心。

本标准主要起草人：白显明、江丽珍、王昕、霍春明、张明珊、苏怀锋。

本标准于 1986 年首次发布，本次为第一次修订。

# 水泥强度快速检验方法

## 1 范围

本标准规定了水泥强度快速检验方法的原理、仪器、材料、试验室温、湿度、试体成型、养护制度、抗压强度试验以及水泥28天抗压强度的预测方法。

本标准适用于硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥的水泥强度的快速检验以及28天水泥石抗压强度的预测。

本方法可用于水泥生产和使用的质量控制，但不作为水泥品质鉴定的最终结果。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 17671—1999 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)(idt ISO 679:1989)

## 3 原理

本方法是按GB/T 17671—1999《水泥胶砂强度检验方法(ISO法)》有关要求制备40mm×40mm×160mm胶砂试体，采用55℃湿热养护加速水泥水化24h后进行抗压强度试验，从而获得水泥快速强度。通过水泥快速强度，预测标准养护条件下水泥28d抗压强度。

## 4 仪器

4.1 水泥胶砂搅拌机、振实台(振动台)、试模、下料漏斗、刮平刀、抗折试验机、抗压试验机及抗压夹具均应符合GB/T 17671—1999的规定。

4.2 湿热养护箱(见图1)，由箱体和温度控制装置组成。箱体内腔尺寸650mm×350mm×260mm；腔内装有试体架，试体架距箱底高度为150mm；箱顶有密封的箱盖；箱壁内填有良好的保温材料。养护箱通常用1kW电热管加热。温度控制装置由感温计及定时控制器组成。湿热养护箱温度精度应不大于±2℃，相对湿度大于90%。

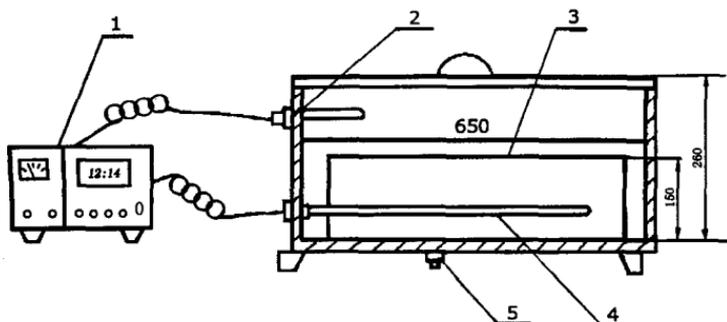
4.3 常温养护箱温度控制应为20℃±1℃，相对湿度大于90%。

## 5 材料

5.1 水泥样品应充分混合均匀。

5.2 标准砂应符合GB/T 17671—1999的有关要求。

5.3 试验用水应是洁净的饮用水。



- 1—恒温定时控制器;
- 2—感温探头;
- 3—试体架;
- 4—电热管;
- 5—放水阀。

图1 湿热养护箱示意图

6 试验室温、湿度

试验室温度、湿度，应符合GB/T 17671—1999的有关规定。

7 试体成型

应符合GB/T 17671—1999的规定。

8 养护制度

- 8.1 试体成型后，立即连同试模放入常温养护箱内预养 4 h ± 15 min。
- 8.2 将带模试体放入湿热养护箱内的试体架上，盖好箱盖。从室温开始加热，在 1.5 h ± 10 min 内等速升温至 55℃，并在 55℃ ± 2℃ 下恒温 18 h ± 10 min 后停止加热。
- 8.3 打开箱盖，取出试模，在试验室中冷却 50 min ± 10 min 后脱模。
- 8.4 每次试验从试体养护到脱模的总体时间相差，不宜超过 ± 30 min。

9 抗压强度试验

按第8章要求完成试体养护并脱模后的试体，应立即按GB/T 17671—1999的有关规定进行抗压强度试验，得到水泥快速强度  $R_{快}$ 。

10 水泥 28 天抗压强度的预测

水泥 28 d 抗压强度的预测按式 (1) 计算，计算结果保留至一位小数：

$$R_{28天} = a \times R_{快} + b \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$R_{28\text{预}}$  ——预测的水泥28天抗压强度，单位为兆帕(MPa)；

$R_{快}$  ——水泥快速抗压强度，单位为兆帕(MPa)；

$a$ 、 $b$  ——待定系数。

预测公式的建立方法和 $a$ 、 $b$ 的确立见附录A，计算实例参见附录B。

附录 A  
(规范性附录)

水泥 28 天抗压强度预测公式的建立方法

A.1 预测待定系数 a、b 的确立

常数 a、b 按以下公式计算，计算结果保留至小数点后两位：

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i} \times R_{快i} - \left( \sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i} \right) \times \left( \sum_{i=1}^n R_{快i} \right) / n}{\sum_{i=1}^n R_{快i}^2 - \left( \sum_{i=1}^n R_{快i} \right)^2 / n} \quad (\text{A. 1})$$

$$b = \bar{R}_{28\text{天}} - a \times \bar{R}_{快} \quad (\text{A. 2})$$

$$\bar{R}_{28\text{天}} = \left( \sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i} \right) / n \quad (\text{A. 3})$$

$$\bar{R}_{快} = \left( \sum_{i=1}^n R_{快i} \right) / n \quad (\text{A. 4})$$

式中：

$n$  —— 试验组数；

$R_{28\text{天}i}$  —— 第  $i$  个水泥样品 28 天标准养护实测抗压强度，单位为兆帕 (MPa)；

$R_{快i}$  —— 第  $i$  个水泥样品快速抗压强度，单位为兆帕 (MPa)；

$\bar{R}_{28\text{天}}$  ——  $n$  个水泥样品 28 天标准养护实测抗压强度平均值，单位为兆帕 (MPa)；

$\bar{R}_{快}$  ——  $n$  个水泥样品快速抗压强度平均值，单位为兆帕 (MPa)。

为了提高预测结果的准确性，a、b 值应由标准使用单位根据试验数据确定，其试验组数应不小于 30 组。不同单位的 a、b 值允许不同。a、b 值的计算，也可借助计算机统计分析作图功能通过建立的线性关系图直接求取。

A.2 水泥 28 天强度预测公式的建立

a、b 值确定后，代入预测公式  $R_{28\text{天}} = a \times R_{快} + b$  中，即可获得本单位使用的专用式。根据使用情况，必要时可修正 a、b 值。

A.3 预测公式的可靠性

A.3.1 检验方法的精确性

水泥 28 d 标准养护实测抗压强度检验方法的精确性，应符合 GB/T 17671—1999 的有关规定，即同一试验室的重复性试验，28 d 抗压强度变异系数应在 1%~3% 之间；不同试验室间再现性试验，28 d 抗压强度变异系数应不超过 6%。

水泥快速强度方法的精确性，同一试验室按本标准得出的水泥快速强度值变异系数应不大于 3%。

A.3.2 相关系数 r 和剩余标准偏差 S 的计算

为了保证预测结果的可靠性, 预测公式建立后应按公式(A.5)和(A.6)计算相关系数 $r$ 和剩余标准偏差 $S$ , 计算结果保留至小数点后两位:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i} \times R_{快i} - \left( \sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i} \right) \times \left( \sum_{i=1}^n R_{快i} \right) / n}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i}^2 - \left( \sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i} \right)^2 / n \right] \left[ \sum_{i=1}^n R_{快i}^2 - \left( \sum_{i=1}^n R_{快i} \right)^2 / n \right]}} \quad (\text{A.5})$$

$$S = \sqrt{\frac{(1-r^2) \times \left[ \sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i}^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n R_{28\text{天}i} \right)^2 \right]}{n-2}} \quad (\text{A.6})$$

式中:

$R_{28\text{天}i}$ ——第 $i$ 个水泥28天标准养护实测抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

$R_{快i}$ ——第 $i$ 个水泥快速抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

$n$ ——试验组数。

相关系数 $r$ 应不小于0.75(单一强度等级时不作规定), 且越接近1越好。相关系数 $r$ 的计算, 也可借助计算机统计分析功能通过建立的线性关系图直接求取。

同时, 还要求公式(1)的剩余标准偏差 $S$ 愈小愈好, 要求 $S$ 应不大于所用全部水泥样品28d实测抗压强度平均值 $\bar{R}_{28\text{天}}$ 的7.0%。

#### A.4 预测结果的精度

将任一快速强度值 $R_{快0}$ 代入预测公式, 即可得到相应的28d预测抗压强度值 $R_{28\text{天}}$ 。预测结果的置信区间, 可以表示为 $[R_{28\text{天}} - 2S_x, R_{28\text{天}} + 2S_x]$ , 即所预测到的强度值有95%的概率在此区间内。其中,  $R_{28\text{天}}$ 为预测28d抗压强度;  $S_x$ 为实验标准差, 可按公式(A.7)计算, 计算结果保留至小数点后一位。

$$S_x = S \times \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(R_{快0} - \bar{R}_{快})^2}{\sum_{i=1}^n (R_{快i} - \bar{R}_{快})^2}} \quad (\text{A.7})$$

式中:

$S$ ——剩余标准偏差;

$n$ ——确立预测常数时水泥样品的试验组数;

$R_{快0}$ ——新输入的快速强度值, 单位为兆帕(MPa);

$\bar{R}_{快}$ ——确立预测常数时水泥样品快速强度平均值, 单位为兆帕(MPa);

$R_{快i}$ ——确立预测常数时的第 $i$ 个水泥样品快速强度值, 单位为兆帕(MPa)。

附录 B  
(资料性附录)

建立水泥 28 天抗压强度预测公式的应用实例

某试验室用不同品种、不同标号的水泥进行了 38 组水泥强度试验，试验结果见下表。

表 B.1 试验及计算结果

序号	品种	$R_{\text{试}}$	$R_{28\text{天}}$	$R_{\text{试}}^2$	$R_{28\text{天}}^2$	$R_{\text{试}} \cdot R_{28\text{天}}$	$R_{28\text{天}}$	$R_{28\text{天}} - R_{\text{试}}$	相对误差, %
1	P042.5	32.4	55.5	1049.80	3080.25	1798.20	55.8	0.3	0.55
2	P042.5R	27.6	56.5	761.76	3192.25	1559.40	50.6	-5.9	-10.39
3	P042.5R	31.3	58.3	979.69	3398.89	1824.79	54.6	-3.7	-6.31
4	P032.5	23.1	44.6	533.61	1989.16	1030.26	45.8	1.2	2.65
5	PII42.5	29.9	53.9	894.01	2905.21	1611.61	53.1	-0.8	-1.47
6	PS32.5	22.5	44.5	506.25	1980.25	1001.25	45.1	0.6	1.43
7	P042.5	30.9	56.5	954.81	3192.25	1745.85	54.2	-2.3	-4.09
8	P042.5	31.7	50.0	1004.9	2500.00	1585.00	55.0	5.0	10.10
9	PS32.5	21.3	43.7	453.69	1909.69	930.81	43.8	0.1	0.33
10	PF32.5	24.2	44.8	585.64	2007.04	1084.16	47.0	2.2	4.84
11	P032.5	29.5	52.9	870.25	2798.41	1560.55	52.7	-0.2	-0.42
12	PS32.5	23.8	46.8	566.44	2190.24	1113.84	46.5	-0.3	-0.56
13	PS32.5	26.7	52.5	712.89	2756.25	1401.75	49.7	-2.8	-5.41
14	PS32.5	21.2	39.9	449.44	1592.01	845.88	43.7	3.8	9.61
15	P042.5	30.6	54.4	936.36	2959.36	1664.64	53.9	-0.5	-0.98
16	P052.5R	35.4	64	1253.20	4096.00	2265.60	59.0	-5.0	-7.75
17	P032.5	22.0	43.1	484.00	1857.61	948.20	44.6	1.5	3.47
18	PS32.5	26.4	48.6	696.96	2361.96	1283.04	49.3	0.7	1.52
19	PII42.5	38.4	55.2	1474.60	3047.04	2119.68	62.3	7.1	12.81
20	P042.5R	33.7	57.9	1135.70	3352.41	1951.23	57.2	-0.7	-1.20
21	PS32.5	26.5	51.7	702.25	2672.89	1370.05	49.4	-2.3	-4.36
22	P042.5	30.0	50.9	900.00	2590.81	1527.00	53.2	2.3	4.55
23	PII62.5R	50.4	70.0	2540.20	4900.00	3528.00	75.2	5.2	7.43
24	PII52.5R	33.7	56.1	1135.7	3147.21	1890.57	57.2	1.1	1.97
25	P032.5R	23.5	42.2	552.25	1780.84	991.70	46.2	4.0	9.51
26	P042.5	25.9	48.6	670.81	2361.96	1258.74	48.8	0.2	0.41
27	P032.5R	18.9	42.4	357.21	1797.76	801.36	41.3	-1.1	-2.70

表 B.1 (续)

序号	品种	$R_{快}$	$R_{28天}$	$R_{快}^2$	$R_{28天}^2$	$R_{快} \cdot R_{28天}$	$R_{28天预}$	$R_{28天预} - R_{28天}$	相对误差, %
28	PS32.5	20.2	39.8	408.04	1584.04	803.96	42.7	2.9	7.18
29	PII42.5	30.4	54.6	924.16	2981.16	1659.84	53.6	-1.0	-1.74
30	PO42.5	29.6	48.6	876.16	2361.96	1438.56	52.8	4.2	8.62
31	PO42.5	24.7	50.2	610.09	2520.04	1239.94	47.5	-2.7	-5.37
32	PII42.5	32.9	58.9	1082.4	3469.21	1937.81	56.3	-2.6	-4.34
33	PF32.5	22.9	43.4	524.41	1883.56	993.86	45.6	2.2	4.99
34	PP32.5	21.1	42.9	445.21	1840.41	905.19	43.6	0.7	1.70
35	PF42.5	34.7	64.1	1204.10	4108.81	2224.27	58.3	-5.8	-9.08
36	PF42.5	38.3	66.5	1466.90	4422.25	2546.95	62.2	-4.3	-6.52
37	PF32.5	23.6	49.6	556.96	2460.16	1170.56	46.3	-3.3	-6.61
38	PF32.5	24.3	47.3	590.49	2237.29	1149.39	47.1	-0.2	-0.47
Σ		1074.2	1951.4	31851	102287	56763.49	1951.4	—	—
平均		28.3	51.4	838.19	2691.75	1493.78	51.4	2.4	4.6

注1: 表中 $R_{快}$ 指水泥快速强度值,  $R_{28天}$ 指水泥28天标准养护条件下实测强度值,  $R_{28天预}$ 指预测强度值。  
注2: 表中相对误差, 指水泥28天预测值与实测值间相对误差。

示例:

- 1 按公式A.1~公式A.4计算预测公式待定系数。

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n R_{28天i} \times R_{快i} - \left( \sum_{i=1}^n R_{28天i} \right) \times \left( \sum_{i=1}^n R_{快i} \right) / n}{\sum_{i=1}^n R_{快i}^2 - \left( \sum_{i=1}^n R_{快i} \right)^2 / n} = \frac{56763.49 - 1951.4 \times 1074.2 / 38}{31851 - (1074.2)^2 / 38} = 1.08$$

$$b = \bar{R}_{28天} - a \times \bar{R}_{快} = 51.4 - 1.08 \times 28.3 = 20.84$$

- 2 建立预测方程。

由a、b值得出快速强度与28d强度的预测关系式如下:

$$R_{28天预} = a \times R_{快} + b = 1.08 \times R_{快} + 20.84$$

- 3 方法可靠性的评定。

根据公式(A.5)和(A.6)计算预测方程相关系数和剩余标准偏差, 如下:

$$r = \frac{56763.49 - 1951.4 \times 1074.2 / 38}{\sqrt{[102287 - (1951.4)^2 / 38] \times [31851 - (1074.2)^2 / 38]}} = 0.91$$

$$S = \sqrt{\frac{(1-r^2) \left[ \sum_{i=1}^n R_{28天i}^2 - \frac{1}{n} (R_{28天i})^2 \right]}{n-2}} = 3.13 \text{ MPa}$$

$$\frac{S}{\bar{R}_{28天}} \times 100\% = 6.1\%$$

由于相关系数 $r$ 为0.91, 且剩余标准偏差 $S$ 与强度平均值 $\bar{R}_{28天}$ 的相对百分数为6.1% (小于7.0%), 故所建立的预测方程可以使用。

#### 4 预测结果的精度。

设某样品测定快速强度 $R_{快0} = 35 \text{ MPa}$ , 代入预测公式可得 $R_{28天} = 58 \text{ MPa}$ 。按公式 A.7 计算实验标准差 $S_x$ 如下:

$$S_x = S \times \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(R_{快0} - R_{快})^2}{\sum_{i=1}^n (R_{快i} - \bar{R}_{快})^2}} = 3.13 \times 1.029 = 3.2 \text{ MPa}$$

则28 d水泥强度预测结果有95%的概率在 $[58 - 2 \times 3.2, 58 + 2 \times 3.2]$ 内。