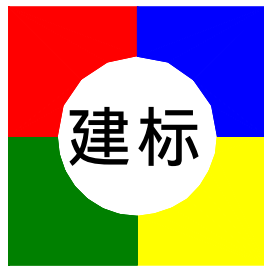


中华人民共和国城乡建设环境保护部
部 标 准

混凝土减水剂质量标准和试验方法

Water Reducing Admixture Used for
Concrete——Quality Requirements and
Testing Methods

JGJ 56—84



中华人民共和国城乡建设环境保护部
部 标 准

混凝土减水剂质量标准和试验方法

Water Reducing Admixture Used for
Concrete——Quality Requirements and
Testing Methods

JGJ 56—84

中华人民共和国城乡建设环境保护部 批准
1984—12—25 发布 1985—07—01 实施

目 录

1. 总则	1
1.1 适用范围	1
1.2 定义及分类	1
2. 混凝土减水剂质量标准	2
2.1 混凝土减水剂质量标准	2
2.2 混凝土试验条件	2
2.3 混凝土减水剂试验项目	3
3. 混凝土减水剂试验方法	5
3.1 减水率	5
3.2 泌水率	5
3.3 含气量(气压法)	8
3.4 含气量(水压法)	8
3.5 凝结时间(贯入阻力法)	8
3.6 立方体抗压强度	10
3.7 收缩	10
附录 A 减水剂匀质性试验方法(参考件)	11
A.1 固体含量或含水量	11
A.2 PH 值	12
A.3 比重	13
A.4 密度	15
A.5 松散容重	16
A.6 表面张力(铂环法)	17
A.7 表面张力(毛细管法)	19
A.8 起泡性(机摇法)	20

A.9	起泡性(手摇法).....	21
A.10	氯化物含量	22
A.11	硫酸盐含量(重量法)	26
A.12	硫酸盐含量(转换法)	27
A.13	全还原物含量	30
A.14	木质素含量(盐酸法)	32
A.15	木质素含量(β -萘胺法).....	33
A.16	钢筋锈蚀快速试验(钢筋在饱和氢氧化钙溶液中阳 极极化电位的测定).....	34
A.17	钢筋锈蚀快速试验(钢筋在新拌砂浆中阳极极化电 位的测定).....	37
A.18	钢筋锈蚀快速试验(钢筋在硬化砂浆中阳极极化 电位的测定).....	40
附录 B	掺减水剂的净浆及砂浆试验方法(参考件)	43
B.1	水泥净浆流动度.....	43
B.2	净浆减水率.....	44
B.3	砂浆减水率.....	45
B.4	砂浆含气量.....	47
附录 C	掺减水剂的混凝土试验方法(参考件)	49
C.1	塌落度及塌落度损失.....	49
C.2	抗冻融性.....	51
C.3	混凝土中钢筋锈蚀试验.....	54

1. 总 则

1.1 适 用 范 围

本标准适用于工业、民用建筑及构筑物混凝土用减水剂质量的鉴定。

工程选用减水剂时,可参照本标准(试验时可采用该工程所用的材料)。

1.2 定 义 及 分 类

减水剂是在不影响混凝土和易性条件下,具有减水及增强作用的外加剂。按其作用分为普通型减水剂,高效型减水剂,早强型减水剂,缓凝型减水剂和引气型减水剂。

1.2.1 普通型减水剂

具有一般减水、增强作用的减水剂。

1.2.2 高效型减水剂

具有大幅度减水、增强作用的减水剂。

1.2.3 早强型减水剂

兼有早强作用的减水剂。

1.2.4 缓凝型减水剂

兼有缓凝作用的减水剂。

1.2.5 引气型减水剂

兼有引气作用的减水剂。

2. 混凝土减水剂质量标准

2.1 混凝土减水剂质量标准

鉴定任何一种减水剂均需测定掺减水剂混凝土的性能，并应满足表 2.1 混凝土减水剂质量标准之要求。

2.2 混凝土试验条件

检测混凝土减水剂质量时，混凝土的试验条件应遵照下列规定：

2.2.1 材料

2.2.1.1 水泥：应采用熟料中 C_3A 含量在 5~8%，并以二水石膏作调凝剂的 425 号或 525 号普通硅酸盐水泥，其质量应符合现行的水泥国家标准。若用硬石膏作调凝剂时，其掺量不宜超过调凝剂总量的 1/2。

2.2.1.2 砂子：采用二区中砂，应符合 (JGJ 52—79)《混凝土用砂质量标准及检验方法》。

2.2.1.3 石子：采用粒径为 5~20mm 的卵石或碎石，应符合 (JGJ 53—79)《普通混凝土用卵石或碎石质量标准及检验方法》。

2.2.1.4 水：采用清洁的饮用水。

2.2.2 基准混凝土

2.2.2.1 水泥用量 $305 \pm 5 \text{ kg/m}^3$

2.2.2.2 砂率通过试拌，选择基准混凝土最佳砂率。

2.2.2.3 坍落度 $6\pm 1\text{cm}$ 。

2.2.3 试验混凝土

2.2.3.1 水泥、砂子和石子用量与基准混凝土相同。掺引气型减水剂的混凝土的砂率应比基准混凝土的砂率减少 1~3%。

2.2.3.2 坍落度 $6\pm 1\text{cm}$ 。

2.2.3.3 减水剂掺量,按研制单位或生产厂推荐的掺量。

2.2.4 试块制作及养护

2.2.4.1 搅拌方法:试验混凝土应与基准混凝土在相同条件下搅拌,试验采用机械搅拌,将全部材料及减水剂倒入搅拌机后,搅拌三分钟,出料后在铁板上用人工翻拌二次,拌和量应不少于搅拌机额定搅拌量的四分之一。

2.2.4.2 试块制作及养护:试块的成型振捣方法应与含气量测定的成型方法一致。用振动台成型,振动 15~20 秒;用插入式高频振捣器,振捣 10 秒。试块成型后应覆盖,以防止水分蒸发,在室温为 $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ 情况下,静置一昼夜,然后编号拆模,拆模后试块立即放在温度为 $20\pm 3^{\circ}\text{C}$,湿度为 90%以上的标准养护室中养护。

2.3 混凝土减水剂试验项目

2.3.1 需进行掺减水剂的混凝土减水率、泌水率、含气量、凝结时间、抗压强度、以及收缩等试验项目。

2.3.2 减水剂产品应均匀、稳定。为此,应根据减水剂品种,定期选测下列项目:固体含量或含水量、pH 值、比重、密度、松散容重、表面张力、起泡性、氯化物含量、主要成分含量(如硫酸盐含量、还原糖含量、木质素含量等)、钢

筋锈蚀快速试验、净浆流动度、净浆减水率,砂浆减水率、砂浆含气量等。

2.3.3 掺减水剂的混凝土性能除按表 2.1 要求的项目外,根据工程要求选测抗冻融性及混凝土中钢筋锈蚀试验等。

3. 混凝土减水剂试验方法

3.1 减水率

3.1.1 仪器设备

- a. 坍落度筒；
- b. 捣棒；
- c. 小铲、钢板尺、抹刀等。

3.1.2 试验步骤

3.1.2.1 测定基准混凝土的坍落度，记录达到该坍落度时的单位用水量(W_0)。

3.1.2.2 在水泥用量相同，水泥、砂、石比例保持不变的条件下，测定掺减水剂的混凝土达到与基准混凝土相同坍落度时的单位用水量(W_1)。

3.1.3 试验结果处理

减水率按(3.1)式计算：

$$\text{减水率}(\%) = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \quad (3.1)$$

式中 W_0 ——基准混凝土单位用水量(kg/m^3)；

W_1 ——掺减水剂的混凝土单位用水量(kg/m^3)。

3.2 泌水率

3.2.1 仪器设备

- a. 容重筒：取内径18.5 cm，高20 cm，容积为5升

混凝土减水剂质量标准

表 2.1

试 验 项 目		减 水 剂 类 别				
		普 通 型	高 效 型	早 强 型	缓 凝 型	引 气 型
		质 量 标 准				
减 水 率 (%)		≥ 5	≥ 12	≥ 5	≥ 5	≥ 10
泌 水 率 比 (%)		≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 95
含 气 量 (绝对值%)		≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 3.0	3.0~5.5
凝 结 时 间 之 差 (时 : 分)	初 凝	-1 : 00~+2 : 00	-1 : 00~+2 : 00	-1 : 00~+2 : 00	+2 : 00~+6 : 00	-1 : 00~+2 : 00
	终 凝	-1 : 00~+2 : 00	-1 : 00~+2 : 00	-1 : 00~+2 : 00	+2 : 00~+6 : 00	-1 : 00~+2 : 00
抗 压 强 度 比 (%)	1 天	—	≥ 135	≥ 125	—	—
	3 天	≥ 110	≥ 125	≥ 125	≥ 100	≥ 110
	7 天	≥ 110	≥ 120	≥ 115	≥ 100	≥ 110
	28 天	≥ 110	≥ 115	≥ 110	≥ 110	≥ 110
	90 天	≥ 110	≥ 100	≥ 100	≥ 110	≥ 100
收 缩 (三个月) 增加不大于 (毫米/米)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

注：1. 表中所列数据为试验混凝土与基准混凝土的差值或比值。

2. 自本标准实施之日起，原国家基本建设委员会 1980 年批准的《木质素磺酸钙减水剂在混凝土中使用的技术规定》的第七条作废。

的容重筒，带盖（或玻璃板）；

b. 磅称：称量 50kg、感量 50g；

c. 具塞量筒：100ml；

d. 其它：吸液管、定时钟、铁铲、捣棒及抹刀等。

3.2.2 试验步骤

3.2.2.1 容重筒用湿布润湿，称重 G_0 ；

3.2.2.2 将混凝土拌合物一次装入筒中，在振动台上振动二十秒，然后用抹刀将顶面轻轻抹平，试样表面比筒口边低 2cm 左右。

3.2.2.3 将筒外壁及边缘擦净，称出筒及试样的总重 G_1 ，然后将筒静置于地上，加盖，以防止水分蒸发。

3.2.2.4 自抹面开始计算时间，前 60 分钟每隔 10 分钟用吸液管吸出泌水一次，以后每隔 20 分钟吸水一次，直至连续三次无泌水为止。吸出的水注入量筒中，读出每次吸出水的累计值，准确至毫升。

3.2.2.5 每次吸出泌水前 5 分钟，应将筒底一侧垫高约 2 厘米，使筒倾斜，便于吸出泌水，取出泌水后仍将筒轻轻放平盖好。

3.2.3 试验结果处理

泌水率按下式计算：

$$B (\%) = \frac{V_w}{(W/G) G_w} \times 100 \quad (3.2-1)$$
$$G_w = G_1 - G_0$$

式中 B ——泌水率 (%)；

V_w ——泌水总量 (g)；

W ——混凝土拌合物的用水量 (g)；

G ——混凝土拌合物的总重量 (g)；

G_w ——试样重量 (g);

G_1 ——筒及试样重 (g);

G_0 ——筒重 (g)。

泌水率值取三个试样的算术平均值。如其中一个与平均值之差大于平均值的 20% 时, 则取二个相近结果的平均值。

泌水率比按下式计算:

$$\text{泌水率比} = \frac{\text{掺减水剂的混凝土泌水率}}{\text{基准混凝土泌水率}} \quad (3.2-2)$$

3.3 含气量 (气压法)

参照国标混凝土基本性能试验——拌合物性能试验。

注: 检测减水剂成型时, 装料和振捣方法与国标不同, 应按下列规定:

- ①混凝土试样一次装满容器, 并略高于容器。
- ②采用振动台成型, 振动 15~20 秒。
- ③采用插入式高频振捣器 ($\varnothing 34\text{mm}$, 14000 次/分) 成型, 振动 10 秒, 棒头沿试样中心插入, 距底约 2 厘米。

3.4 含气量 (水压法)

参照国标混凝土基本性能试验——拌合物性能试验。

注: 检测减水剂成型时, 装料和振捣方法与国标不同, 应按下列规定:

- ①混凝土试样一次装满容器, 并略高于容器。
- ②采用振动台成型, 振动 15~20 秒。
- ③采用插入式高频振捣器 ($\varnothing 34\text{mm}$, 14000 次/分) 成型, 振动 10 秒, 棒头沿试样中心插入, 距底约 2 厘米。

3.5 凝结时间 (贯入阻力法)

3.5.1 仪器设备

a. 贯入阻力仪：最大负荷为 120kg，精度 0.5kg，附有可拆装的贯入度试针两个。其断面积分别为 1cm^2 和 0.2cm^2 。

b. 砂浆容器：容器要求坚实，不透水、不吸水、无油渍，截面为圆形或方形，直径或边长为 15cm，高度为 15cm。

c. 吸管。

d. 筛子：孔径为 5mm。

e. 计时钟。

3.5.2 试验步骤

3.5.2.1 试样制备

a. 将混凝土拌合物通过 5mm 筛，振动筛出的砂浆装在经表面湿润的塑料盆内。

b. 充分拌匀筛出砂浆，装入砂浆容器内，在震动台上震动 2~3 秒钟，置于 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 室温条件下。

3.5.2.2 贯入阻力测试

a. 在初次测试贯入阻力前，清除试样表面的泌水，然后测定贯入阻力值，先用断面为 1cm^2 的贯入度试针，将试针的支承面与砂浆表面接触，在 10 秒钟内缓慢而均匀地垂直压入砂浆内部 2.5cm 深度，记录所需的压力和时间（从水泥与水接触开始计算），贯入阻力值达 $3.5\text{N}/\text{mm}^2$ ($\approx 35\text{kgf}/\text{cm}^2$) 以后，换用断面为 0.2cm^2 的贯入度试针，每次测点应避开前一次的测试孔，其净距为试针直径的 2 倍，至少不小于 1.5cm，试针距容器边缘不小于 2.5cm。

b. 在 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 条件下，普通混凝土贯入阻力初次测试一般在成型后 3~4 小时开始，以后每隔 1 小时测定一次。掺早强型减水剂的混凝土一般在成型后 1~2 小时开始，以

后每隔半小时测定一次，掺缓凝型减水剂的混凝土，初测可推迟到成型后 4~6 小时或更多以后每隔 1 小时进行一次，直至贯入阻力略大于 28N/mm^2 ($\approx 280\text{kgf/cm}^2$)。

3.5.3 试验结果处理

3.5.3.1 贯入阻力按 (3.5-1) 式计算

$$\text{贯入阻力} = \frac{P}{A} \times 10^{-1} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3.5-1)$$

$$\text{贯入阻力} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

式中 P ——贯入深度达 2.5cm 时所需的净压力 (kg)；

A ——贯入度试针断面面积 (cm^2)。

3.5.3.2 以贯入阻力为纵坐标，测试时间为横坐标，绘制贯入阻力与时间关系曲线。

3.5.3.3 以 3.5N/mm^2 ($\approx 35\text{kgf/cm}^2$) 和 28N/mm^2 ($\approx 280\text{kgf/cm}^2$) 划两条平行横坐标的直线，直线与曲线交点的横坐标值即为初凝和终凝时间。

3.5.3.4 试验精度

试验应固定人员及仪器，每盘混凝土拌合物取一个试样，三个试样为一组，凝结时间取三个试样的平均值，试验误差值应不大于平均值的 ± 30 分钟，如不符合要求应重做。

3.6 立方体抗压强度

参照国标混凝土基本性能试验——基本力学性能试验。

3.7 收 缩

参照国标混凝土基本性能试验——基本力学性能试验。

附 录 A

减水剂匀质性试验方法

(参考件)

A.1 固体含量或含水量

A.1.1 仪器设备

- a. 扁平式称量瓶 (10ml 或 20ml);
- b. 电热鼓风干燥箱 0~200℃或电热真空干燥箱;
- c. 分析天平 (称量 200g, 感量 0.1mg);
- d. 干燥器 (装有硅胶) Ø240mm。

A.1.2 试验步骤

称取 3~5g 样品置于洁净恒重的扁平式称量瓶中,在烘箱中以 100~105℃烘干或真空干燥至恒重(烘干温度可视减水剂特性而定),然后放入装有硅胶的干燥器中冷却至室温称重。

A.1.3 试验结果处理

固体含量按下式计算:

$$\text{固体含量 (\%)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \quad (\text{A.1-1})$$

含水量按下式计算:

$$\text{含水量 (\%)} = 1 - \text{固体含量 (\%)} \quad (\text{A.1-2})$$

式中 W_1 ——干燥前的样品重量 (g);

W_2 ——干燥后的样品重量 (g)。

取三个试样测定数据的平均值为试验结果,精确到0.01。

A 2 pH 值

A 2.1 仪器设备

- a.** 酸度计；
- b.** 甘汞电极；
- c.** 玻璃电极；

A 2.2 试验步骤

A 2.2.1 电极安装

先把电极夹子夹在电极杆上，然后将已在蒸馏水中浸泡 24 小时的玻璃电极和浸在饱和氯化钾溶液中的甘汞电极夹在电极夹子上，并适当地调整两支电极的高度和距离，将两支电极的插头引出线分别正确地全部插入插孔，以便紧固在接线柱上。

A 2.2.2 校正

- a.** 将适量的标准缓冲溶液注入试杯，将两支电极浸入溶液。
- b.** 将温度补偿器调至在被测缓冲液的实际温度位置上。
- c.** 按下读数开关，调节读数校正器，使电表指针指在标准溶液的 pH 值位置。
- d.** 复按读数开关，使其处在放开位置，电表指针应退回到 pH7 处。
- e.** 校正至此结束，以蒸馏水冲洗电极，校正后切勿再旋转校正调节器，否则必须重新校正。

A 2.2.3 测量

- a.** 用滤纸将附于电极上的剩余溶液吸干或用被测溶液洗涤电极，然后将电极浸入被测溶液中。

b. 温度器拨在被测溶液的温度位置，按下读数开关，电表指针所指示的值即为溶液的 pH 值。

c. 测量完毕后，复按读数开关，使电表指针退回 pH 位置，用蒸馏水冲洗电极，以待下次测量。

A 2.2.4 精度

取三个试样测定数据的平均值为试验结果，精确至 0.1。
试验在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 条件下进行。

A 3 比 重

A 3.1 仪器设备 PZ-A-5 液体比重天平。

A 3.2 试验步骤

A 3.2.1 天平的安装和调整

使用时先将盒内各种零件顺次取出。将测锤 (5) 和玻璃量筒 (6) 用纯水或酒精洗净，再将支柱紧定螺钉 (4) 旋松，托架 (1) 升至适当高度后旋紧螺钉。横梁 (2) 置于托架之玛瑙刀座 (3) 上，用等重砝码 (7) 挂于横梁右端之小钩上。调整水平调节螺钉 (8)，使横梁上的指针与托架指针尖成水平线，以示平衡。如无法调整平衡时，首先将平衡调节器 (9) 上的定位小螺钉松开，然后略微转动平衡调节器 (9)，直至平衡止。仍将中间定位螺钉旋紧，严防松动。

将等重砝码取下，换上整套测锤，此时必须保持平衡，但允许有 ± 0.0005 的误差存在。

如果天平灵敏度高，则将重心调节器 (10) 旋低，反之旋高。

A 3.2.2 测试步骤

a. 将被测试溶液放入玻璃量筒内。

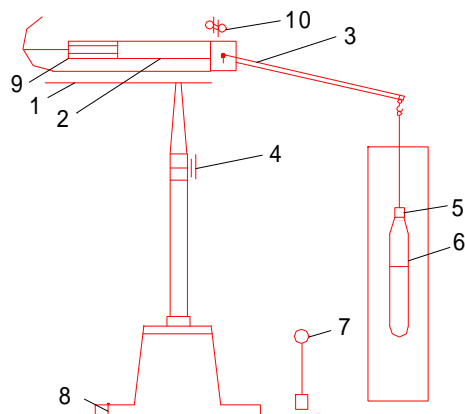


图 4.3 液体比重天平示意图

1—托架；2—横梁；3—玛瑙刀座；4—支柱紧固螺钉；5—测锤；6—玻璃量筒；7—等重砝码；8—水平调节螺钉；9—平衡调节器；10—重心调节器

b. 将测锤浸入被测液体中央，这时横梁失去平衡，在横梁 V 形槽与小钩上加放各种骑码使之恢复平衡，即是测得液体之比重数值。

c. 读数方法

横梁上 V 形槽与各种骑码的关系皆为十进位。

砝码放在各个位置上	砝码的名义值			
	5 克	500 毫克	50 毫克	5 毫米
	其代表的数值			
放在第十位（小钩上）时则为	1	0.1	0.01	0.001
放在第九位（横梁 V 型槽上）时则为	0.9	0.09	0.009	0.0009
放在第八位（横梁 V 型槽上）时则为	0.8	0.08	0.008	0.0008

以此类推。

A 3.2.3 注意事项

- a. 定期进行清洁工作和计量性能检定。
- b. 天平要移动位置时，应把易于分离的零件、部件及横梁等卸下分离，以免损坏刀刃。

A 3.2.4 精度

取三个试样测定数据的平均值为试验结果，精确到 0.001。

试验在 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下进行。

A 4 密 度

A 4.1 仪器设备

- a. 比重瓶（50ml 或 100ml）；
- b. 分析天平（称量 200g，感量 0.1mg）；
- c. 干燥器（装有硅胶） $\varnothing 240$ 或 300mm。

A 4.2 试验步骤

A 4.2.1 校正比重瓶的容积

- a. 依次用水、丙酮、乙醚洗净比重瓶，放入装有硅胶的干燥器内自然干燥至重，称量空瓶重量（ G_0 ）。
- b. 在比重瓶中装入蒸馏水至毛细管上口相平，将它置于干燥器内，24 小时后称量比重瓶装水后的重量（ G_1 ）。
- c. 计算比重瓶的校正容积

比重瓶的校正容积按下式计算：

$$V_{\text{校正}} = \frac{G_1 - G_0}{d} \quad (\text{A. 4-1})$$

式中 $V_{\text{校正}}$ ——比重瓶的校正容积（ml）；

G_0 ——比重瓶的空瓶重量（g）；

G_1 ——比重瓶装满蒸馏水重量 (g)；

d ——水在 20℃时的密度 (g/ml)。

A 4.2.2 密度测定

按所需的浓度称取减水剂样品于 50ml 烧杯中 (按照配 50ml 或 100ml 来计算)。先加入少量蒸馏水搅拌溶解,装入容积已经过校正的比重瓶中,然后加蒸馏水摇匀,再加少许蒸馏水使溶液上升到毛细管上口相平,摇匀放置于干燥器内,24 小时后称量比重瓶装入减水剂溶液后的重量 (G_2)。

A 4.3 试验结果处理

减水剂溶液的密度按下式 (A.4-2) 或 (A.4-3) 计算:

$$\rho = \frac{G_2 - G_0}{V_{\text{校正}}} \times 10^3 \quad (\text{kg/m}^3) \quad (\text{A.4-2})$$

或
$$\rho = \frac{G_2 - G_0}{V_{\text{校正}}} \quad (\text{g/ml}) \quad (\text{A.4-3})$$

式中 ρ ——减水剂溶液的密度 (kg/m^3) 或 (g/ml)；

G_2 ——比重瓶装入减水剂溶液后的重量 (g)。

A 4.4 精度

取三个试样测定数据的平均值为试验结果,精确至 0.0005。

试验在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 条件下进行。

A 5 松散容重

A 5.1 仪器设备

a. 500ml 容重筒, 内径 75mm, 高 115mm;

b. 药物天平 (称量 1000g, 感量 1g)。

A 5.2 试验步骤

A 5.2.1 容重筒容积校正

称取容重筒和玻璃板的重量,将自来水装满容重筒,用

玻璃板沿筒口推移使其紧贴水面，盖住筒口（玻璃板和水面间不得带有气泡）。擦干筒外壁的水，然后称其重量。

容重筒的校正容积按下式计算：

$$V_{\text{校正}} = \frac{G_3 - G_2}{\text{水的密度}} \quad (\text{A. 5-1})$$

式中 $V_{\text{校正}}$ ——容重筒的校正容积（ml）；

G_2 ——容重筒及玻璃板总重（g）；

G_3 ——容重筒、玻璃板及水总重（g）。

A 5.2.2 松散容重测定

a. 称量干燥的 500ml 空容重筒的重量（ G_0 ）。

b. 将减水剂在高于容重筒顶面 2cm 处装入容重筒内，直至试样超出容重筒口高度。用直尺沿筒口中心向两侧方向轻轻刮平，然后称其重量（ G_1 ）。

A 5.3 试验结果处理

松散容重按下式（A. 5-2）或（A. 5-3）计算：

$$d_{\text{松}} = \frac{G_1 - G_0}{V_{\text{校正}}} \times 10^3 \quad (\text{kg/m}^3) \quad (\text{A. 5-2})$$

或
$$d_{\text{松}} = \frac{G_1 - G_0}{V_{\text{校正}}} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (\text{A. 5-3})$$

式中 $d_{\text{松}}$ ——松散容重（ kg/m^3 ）或（ g/cm^3 ）；

G_0 ——空容重筒重（g）；

G_1 ——容重筒装满减水剂后的重（g）。

取三个试样测定数据的平均值为试验结果，精确至 0.01。

A 6 表面张力（铂环法）

A 6.1 仪器设备

a. 界面张力仪（BZY-180）；

b. 比重瓶（50ml 或 100ml）；

c. 分析天平（称量 200g，感量 0.1mg）。

A 6.2 试样制备

减水剂按在混凝土中推荐掺量的两倍定为被测溶液的百分浓度。

A 6.3 试验步骤

A 6.3.1 配制试样，测定减水剂溶液的密度。

A 6.3.2 将仪器调至水平，用质量法对仪器进行校正（详见产品说明书）。

A 6.3.3 把铂金环放在吊杠臂的下末端，调节微调使吊杠臂上的指针与反射镜上的红线重合。

A 6.3.4 把被测液倒入盛样皿中（离皿口 5~7mm），并将样品座升高，使铂金环浸入液体 5~7mm。

A 6.3.5 旋转蜗轮把手，匀速增加钢丝扭力，同时下降样品座，使向上与向下的二个力保持平衡（保持指针与反射镜上的红线重合），直至环被拉脱离开液面，在游标盘读出 P 值，重复三次。

A 6.4 试验结果处理

溶液表面张力 σ 按下式（A.6-1）或（A.6-2）计算：

$$\sigma = F \cdot P \quad (\text{mN/m}) \quad (\text{A.6-1})$$

或
$$\sigma = F \cdot P \quad (\text{dyn/cm}) \quad (\text{A.6-2})$$

校正因子（F）按下式计算：

$$F = 0.7250 + \sqrt{\frac{0.01452P}{C^2(D-d)}} + 0.04534 - \frac{1.679}{R/r} \quad (\text{A.6-3})$$

式中 σ ——表面张力（mN/m 或 dyn/cm）；

P——游标盘上读数（mN/m 或 dyn/cm）；

C——铂金环周长 $2\pi R$ （cm）；

R ——铂金环内半径和铂金丝半径之和 (cm);

d ——上相密度 (g/ml) (空气密度);

D ——下相密度 (g/ml) (被测溶液密度);

r ——铂金丝半径 (cm)。

A 6.5 注意事项。

A 6.5.1 试验时被测溶液、盛样皿、铂环等须保持相同的温度。试验需在 $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 条件下进行。

A 6.5.2 被测溶液、盛样皿、铂环必须保持清洁, 不得沾有污物。

A 6.5.3 铂环在液面上要保持水平, 在接近分离点时要保持液面平稳。

A 6.5.4 如果被测样品内有沉淀物, 必须过滤去除沉淀后方能测定。

A 7 表面张力 (毛细管法)

A 7.1 仪器设备

a. 两端开口的玻璃毛细管;

b. 电热鼓风干燥箱 $0 \sim 200^\circ\text{C}$;

c. 比重瓶 (50ml 或 100ml);

d. 分析天平 (称量 200g, 感量 0.1mg)。

A 7.2 试样制备

减水剂按在混凝土中推荐掺量的两倍定为被测溶液的百分浓度。

A 7.3 试验步骤

A 7.3.1 配制试样, 测定减水剂溶液的密度。

A 7.3.2 将清洗过的干燥的毛细管垂直固定于溶液中, 开始时毛细管放得比实验位置低 $2 \sim 3\text{cm}$, 并且在此位

置保持几分钟。

A 7.3.3 将毛细管稍稍垂直上提,并固定于支架上,稳定 20 分钟,让被测溶液在毛细管中自行上升。

A 7.3.4 测量毛细管中液面上升高度(h),反复试验两次,读数之差不应大于 0.5mm。

A 7.4 试验结果处理

溶液的表面张力按(A.7-1)或(A.7-2)式计算:

$$\sigma = \frac{1}{2} h r d g \quad (\text{mN/m}) \quad (\text{A.7-1})$$

或
$$\sigma = \frac{1}{2} h r d g \quad (\text{dyn/cm}) \quad (\text{A.7-2})$$

式中 σ ——表面张力 (mN/m 或 dyn/cm);

h ——液面上升高度 (cm);

r ——毛细管半径 (cm);

d ——被测溶液密度 (g/cm^3);

g ——地区重力加速度 (cm/S^2)。

A 8 起泡性 (机摇法)

A 8.1 仪器设备

a. 摇泡机 (见图 A.8);

b. 具塞量筒 (100ml);

c. 容量瓶 (500ml);

d. 移液管 (20ml);

e. 秒表。

A 8.2 试样制备

减水剂按在混凝土中推荐掺量的两倍定为被测溶液的百分浓度。

A 8.3 试验步骤

A 8.3.1 用500 ml 容量瓶配制所需浓度的减水剂溶液。

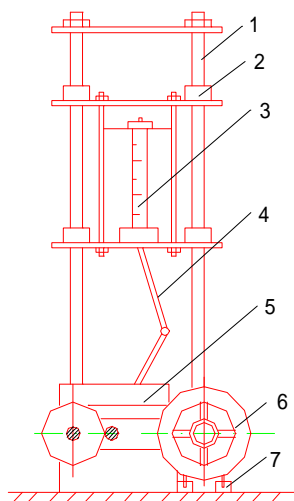


图 A.8 摇泡机示意图

1—主架；2—升降机；3—
具塞量筒；4—曲臂；5—减
速箱；6—电动机；7—底座

液。

A 8.3.2 在具塞量筒中，沿壁装入一定浓度的减水剂溶液20ml，将具塞量筒固定于摇泡机的样品座上。

A 8.3.3 开动摇泡机，摇30秒（84次）静置，立即迅速量出泡沫最顶点的体积，记录从停机开始到泡沫消退至刚露出水面的时间。

A 8.4 试验结果处理

A 8.4.1 发泡体积等于摇30秒后泡沫最顶点的体积与起始体积（20ml）之差。

A 8.4.2 消泡时间为从停机开始到泡沫消退至刚露出水面所需的时间。

A 9 起泡性（手摇法）

A 9.1 仪器设备

- a. 具塞量筒（100ml）；
- b. 容量瓶（500ml）；
- c. 移液管（20ml）；
- d. 秒表。

A 9.2 试样制备

减水剂按在混凝土中推荐掺量的两倍定为被测溶液的百分浓度。

A 9.3 试验步骤

A 9.3.1 用500ml 容量瓶配制所需浓度的减水剂溶液。

A 9.3.2 在具塞量筒中沿壁装入一定浓度的减水剂溶液40ml。

A 9.3.3 用手强烈摇动20次静置，立即迅速量出泡沫最顶点的体积，记录从静置开始到泡沫消退至刚露出水面的时间。

A 9.4 试验结果处理

A 9.4.1 发泡体积等于摇20次后泡沫最顶点的体积与起始体积（40ml）之差。

A 9.4.2 消泡时间为从停机开始到泡沫消退至刚露出水面所需的时间。

A 10 氯化物含量

A 10.1 仪器设备

a. 电位测量仪：直流数字电压表或自动电位滴定计或酸度计；

b. (PAg) 银离子电极或216型银电极；

c. 参比电极217型双盐桥饱和甘汞电极；

d. 电磁搅拌器；

e. 10ml 自动滴定管（下接聚乙烯塑料毛细管）；

f. 25ml 自动滴定管（下接聚乙烯塑料毛细管）；

g. 400ml 烧杯。

A 10.2 试剂

a. 0.1000N 氯化钠标准溶液：精确称取5.844g 分析纯 NaCl，用蒸馏水（或去离子水）溶解并稀释至一升，摇匀（氯化钠应在 130 ~ 150℃烘干 2 小时），此溶液即为 0.1000N NaCl 标准溶液。

b. 0.1N 硝酸银溶液：称取17g（精确16.9873g）分析纯固体 AgNO₃，用蒸馏水溶解，放入一升棕色容量瓶中稀释至刻度，摇匀，用0.1000N NaCl 标准溶液对硝酸银溶液进行标定。

标定0.1N 硝酸银溶液：

取10ml (0.1000N) NaCl 标准溶液于烧杯中，加蒸馏水稀释至200ml，加2ml 浓 HNO₃，用 AgNO₃溶液滴定，用电位法滴定终点，过等当量点后，在同一溶液中再加入0.1000N NaCl 标液10ml，滴定至第二个终点，用微商法计算得到 Ag-NO₃消耗的体积 V_1 、 V_2 。

V 为10ml 0.1000N NaCl 消耗 AgNO₃的体积，按下式计算：

$$V = V_2 - V_1 \quad (A.10-1)$$

硝酸银溶液的浓度按下式计算：

$$N = \frac{N_1 V_1}{V} \quad (A.10-2)$$

式中 N ——AgNO₃溶液的当量浓度；

V ——消耗 AgNO₃溶液的体积 (ml)；

N_1 ——NaCl 标液当量浓度；

V_1 ——NaCl 标液体积 (ml)。

c. 分析纯 HNO₃；

d. 分析纯饱和 NH₄NO₃溶液；

e. 高纯试剂 KCl。

A 10.3 试验步骤

准确称取减水剂样品0.5000~10.0000g,放入烧杯中,加200ml蒸馏水和2ml浓HNO₃,使溶液呈酸性,搅拌至全部溶解,再准确加入10ml0.1N NaCl标准溶液,插入银电极和甘汞电极,将电极与PZ-8(或电位滴定计)相连接,电磁搅拌器不断搅动试液,用0.1N AgNO₃溶液缓慢滴定,记录电势和对应的滴定管读数。由于接近终点电势增加很快,故要定量加入(0.1~0.2ml),反应终点对仪器读数有突跃的变化,得到第一个终点时AgNO₃溶液消耗体积V₁。在同一溶液中再准确加入0.1N NaCl标准溶液10ml(此时溶液电势降低),按上述方法继续用AgNO₃标液滴至第二个终点,得到AgNO₃溶液消耗的体积V₂。

A 10.4 试验结果处理

用微商法计算结果,或用差示滴定曲线来计算:以记录每一次AgNO₃溶液用量(ml)和毫伏数,计算每毫升AgNO₃所上升的毫伏数(mV/ml),然后以此数作纵坐标,加入AgNO₃溶液的毫升数作横坐标,绘制差示曲线,曲线峰尖的横坐标值即为滴定终点所需的AgNO₃溶液体积,两次加入标准NaCl溶液,可得二个峰尖,取平均值。

减水剂中氯离子所消耗的AgNO₃体积(ml)按下式计算:

$$V = \frac{(V_1 - V_{1平}) + (V_2 - V_{2平})}{2} \quad (A. 10-3)$$

减水剂中氯离子百分含量按下式计算:

$$Cl^- \% = \frac{N \cdot V \cdot 35.45}{W \cdot 1000} \times 100 \quad (A. 10-4)$$

式中 V₁——试样溶液加10ml NaCl标准溶液所消耗

AgNO₃溶液体积 (ml);

V_2 ——试样溶液加20ml NaCl 标准溶液所消耗 Ag-NO₃溶液体积 (ml);

V ——减水剂中氯离子所消耗 AgNO₃体积 (ml);

N ——滴定用 AgNO₃溶液当量浓度;

Cl⁻%——减水剂中氯离子百分含量;

W ——减水剂样品重 (g);

$V_{1平}$ ——200ml 蒸馏水+2ml 浓 HNO₃+10ml NaCl 标准溶液所消耗 AgNO₃溶液体积 (ml);

$V_{2平}$ ——200ml 蒸馏水+2ml 浓 HNO₃+20ml NaCl 标准溶液所消耗 AgNO₃溶液体积 (ml);

用1.565乘氯离子的含量,即获得减水剂中等当量的无水氯化钙的含量,按下式进行计算:

$$\text{CaCl}_2\% = 1.565 \times \text{Cl}^-\% \quad (\text{A. 10-5})$$

A 10.5 注意事项

A 10.5.1 所列分析方法为可溶性氯化物含量的测定。

A 10.5.2 使用新的银电极要先用乙醇擦洗,要用蒸馏水泡1天,然后用0.001N AgNO₃溶液浸泡20~30分钟,以便将电极活化。若是经常使用的银电极,使用后用蒸馏水清洗,并浸泡在蒸馏水中。使用前再在0.001N AgNO₃溶液中活化15分钟。

A 10.5.3 甘汞电极应经常添加饱和 KCl 及更换盐桥内的 NH₄NO₃。

A 10.5.4 实验环境应无氯气。

A 10.5.5 加入 AgNO₃的速度不能太快,近终点时要定量加入。

A. 10.5.6 电位法测定氯离子必须加足HNO₃, 保证

在酸性条件下进行，否则电位变化范围缩小。

A 11 碳酸盐含量（重量法）

A 11.1 仪器设备

- a.** 高温炉（最高温度1000℃）；
- b.** 分析天平（称量200g，感量0.1mg）；
- c.** 瓷坩埚（18~20ml）
- d.** 其它：烧杯（400ml）、紧密定量滤纸、长颈漏斗等。

A 11.2 试剂

a. 5%氯化铵（分析纯）溶液：以氯化铵5g 溶于100ml 水中。

b. 10%氯化钡（分析纯）溶液：100g 氯化钡溶于1000ml 水中过滤后使用。

c. 0.1%硝酸银（分析纯）溶液：0.1g 硝酸银溶于100ml 水中保存于棕色瓶中。

d. 1:1盐酸（分析纯）溶液。

e. 1%甲基红指示剂溶液。

A 11.3 试验步骤

A 11.3.1 称取试样0.5g（准确至0.0001g）于400ml 烧杯中，加入200ml 蒸馏水搅拌溶解，再加入5%氯化铵溶液50ml，加热煮沸后过滤，滤液浓缩在200ml 左右，加2~3滴甲基红，用1:1盐酸酸化至刚出现红色，再加5~10滴盐酸，在不断搅动下加热，趁热滴加10%氯化钡至沉淀完全，在上部清液中再加几滴氯化钡，直至无更多沉淀生成时，再加2~4ml 氯化钡，在水浴上继续加热15~30分钟，取下烧杯，置于加热板上，控制 50 ~ 60℃静置 2 ~ 4 小时，或常温静置8小时。

A 11.3.2 用紧密定量滤纸过滤，烧杯中的沉淀用热蒸馏水洗2~3次后移入滤纸，再洗至无氯离子（用0.1%硝酸银溶液检验），但也不宜过多洗。

A 11.3.3 将沉淀和滤纸移入已灼烧恒重的瓷坩埚中，小心烘干，灰化至呈灰白色。

A 11.3.4 在800℃高温炉中灼烧20~30分钟，然后在干燥器中冷却至室温（约20~30分钟）称重。再将坩埚灼烧15~20分钟，称量至恒重（两次称量之差小于±0.0002g）。

A 11.4 试验结果处理

硫酸根离子含量按下式计算：

$$\text{SO}_4^{2-} (\%) = \frac{(G_2 - G_1) \times 0.4116}{G} \times 100 \quad (\text{A. 11-1})$$

硫酸钠含量按下式计算：

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 (\%) = 1.4792 \times \text{SO}_4^{2-} (\%) \quad (\text{A. 11-2})$$

式中 G ——试样重 (g)；

G_1 ——空坩埚重 (g)；

G_2 ——带硫酸钡沉淀坩埚重 (g)；

0.4116——由 BaSO_4 换算为 SO_4^{2-} 的系数；

1.4792——由 SO_4^{2-} 换算为 Na_2SO_4 的系数。

取三个试样测定数据的平均值为试验结果。

A 12 硫酸盐含量（转换法）

A 12.1 仪器设备

a. 离心沉淀机 (2000r/min)；

b. 离心试管 (10ml)；

c. 分析天平 (称量200g，感量0.1mg)；

d. 容量瓶 (250ml)；

- e. 三角烧瓶 (100ml);
- f. 移液管 (5ml、10ml),
- g. 微量滴定管 (5ml)。

A 12.2 试剂

- a. 0.05*N* 盐酸;
- b. 0.01*N* 氢氧化钠;
- c. 3*M* 碳酸钠溶液;
- d. 10%氯化钡溶液;
- e. 10~20%氯化铵溶液;
- f. 0.1*N* 硫酸;
- g. 1:1盐酸、
- h. 苯酚红指示剂。

A 12.3 试验步骤

A 12.3.1 精确称取6.000g 减水剂，溶于少量蒸馏水中，再将此溶液移至250ml 容量瓶中加水稀释至刻度，摇匀备用。

A 12.3.2 用移液管吸取5ml 或2ml 减水剂溶液，注入10ml 离心试管中，加入1~2滴1:1盐酸及1~2滴20%氯化铵溶液，放在水浴中加热，滴加氯化钡溶液（过量），边滴边搅拌，使沉淀完全。在水浴中静停10分钟左右，取出试管趁热离心沉淀，用氯化钡溶液检验清液，若无白色沉淀则表明硫酸钡沉淀完全。弃去清液，用70℃以上热水洗涤沉淀2~3次至无钡离子存在（用0.1*N* 硫酸检验）。

A 12.3.3 在水浴中，将3*M* 碳酸钠溶液7~8ml 加入洗涤干净的硫酸钡沉淀中，搅拌，静停2~3分钟，离心沉淀，取清液1ml 左右，加入1~2滴氯化钡，则有白色沉淀生成。然后加入1:1盐酸，若白色沉淀部分消失，溶液浑浊，

则表明硫酸钡尚未完全转换成碳酸钡。弃去清液，重新在沉淀物中加入新鲜碳酸钠溶液，水浴加热，搅拌，离心沉淀，检验清液，如此过程反复2~3次。当按上述方法检验清液时，若白色沉淀全部消失，溶液透明，则表明硫酸钡已全部转换成碳酸钡，弃去清液。

A. 12.3.4 用蒸馏水（切忌热水）洗涤碳酸钡沉淀2~3次，取出1~2ml 清液加入氯化钡溶液后，若没有白色沉淀出现，则表明碳酸钡沉淀已被洗涤干净。

A. 12.3.5 在洗涤干净的碳酸钡沉淀中加入0.05*N* 经标定的盐酸10ml，溶解碳酸钡，水浴加热驱走二氧化碳（二氧化碳在80℃以上溶解度极小）约10分钟左右。

A. 12.3.6 将试管中的溶液移至100ml 三角烧瓶中，加入1~2滴苯酚红指示剂，冷却至室温，用0.01*N* 经标定的氢氧化钠溶液滴定，溶液由黄色变成桃红色即为滴定终点，记录氢氧化钠溶液消耗的毫升数。

A. 12.4 试验结果处理

硫酸根离子的含量按下式计算：

$$\text{SO}_4^{2-} (\%) = \frac{(N'V' - NV) \times 98.5 \times 0.4873}{G \times 1000} \times 100 \quad (\text{A. 12-1})$$

硫酸钠含量按下式计算：

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 (\%) = 1.4792 \times \text{SO}_4^{2-} (\%) \quad (\text{A. 12-2})$$

式中 *G*——所吸取的减水剂样品重 (g)；

N'——盐酸当量浓度；

V'——盐酸加入量 (ml)；

N——氢氧化钠当量浓度；

V——氢氧化钠消耗量 (ml)；

98.5——碳酸钡的当量；

0.4873——由 BaCO_3 换算为 SO_4^{2-} 的系数；

1.4792——由 SO_4^{2-} 换算为 Na_2SO_4 的系数。

A 12.5 注意事项

A 12.5.1 移取溶液，洗涤搅拌棒，弃去清液等操作应十分小心仔细，以防由此而引起误差。

A 12.5.2 减水剂中硫酸钠含量约在15~30%左右时，上述取样量为最佳取量。若硫酸钠含量低于下限，配制减水剂溶液时应相应增加其浓度。

A 12.5.3 测定蒽系减水剂时，洗涤硫酸钡沉淀时除用热水之外，必须在第二或第三次洗涤时加入1~2滴1:1盐酸和4~5滴20%氯化铵溶液。

A 13 全还原物含量

A 13.1 仪器设备

a. 磨口具塞量筒（50ml）；

b. 三角烧瓶（100ml）；

c. 移液管（5ml、10ml）；

d. 滴定架及滴定管。

A 13.2 试剂

a. 20%的醋酸铅溶液：称量中性 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 20g 溶于水，稀至100ml。

b. 10%草酸钾、磷酸氢二钠混合液：称取 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 3g， $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 7g 溶于水稀至100ml。

c. 斐林氏溶液 A：称取34.6g 硫酸铜 $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ 溶于400毫升水中，煮沸放置一天，然后再煮沸、过滤，稀至1000ml。

d. 斐林氏溶液 B: 称取酒石酸钾钠 ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 173g, 氢氧化钠 50g, 溶于水中稀至 1000ml。

e. 0.25% 葡萄糖溶液: 称取 2.75~2.76g 葡萄糖于 1 升容量瓶中, 加盐酸 (1.19 比重) 1 毫升, 加水稀至刻度。

A 13.2.1 1% 次甲基蓝指示剂: 精确称取 1g 次甲基蓝, 在玛瑙研钵中加少量水研溶后, 用水稀至 100ml。

A 13.3 试验步骤

A 13.3.1 精确吸取 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 的废液 5ml 置于 50ml 具塞量筒中 (若是干粉则称 5g 溶于 100ml 容量瓶中, 取 5ml), 加入 7.5ml 20% 醋酸铅溶液, 混合后再加入 10ml 10% 草酸钾、磷酸氢二钠混合溶液放置片刻, 加水稀至刻度, 将量筒颠倒数次, 使之混匀后, 放置澄清, 取上层清液作为试样。

A 13.3.2 吸取斐林溶液 A、B 各 5ml 于 100ml 三角烧瓶中, 混合均匀后加水 20ml, 然后精确吸取试样 10ml, 置于三角烧瓶中, 并加适量的 0.25% 葡萄糖溶液, 在电炉上加热, 待沸腾后加一滴次甲基蓝指示剂, 再沸腾 2 分钟, 继续用 0.25% 葡萄糖溶液滴定并不断摇动, 保持沸腾状态, 直到最后一滴使次甲基蓝退色为止。

A 13.3.3 用同样方法做空白试验, 消耗 0.25% 葡萄糖数即为力价。

A 13.4 试验结果处理

全还原物含量按 (A-13) 式计算:

$$\text{全还原物 (\%)} = (\text{力价} - \text{葡萄糖溶液消耗毫升数}) \times 0.25\% \times \frac{1 \times 100}{\frac{10}{50} \times 0.25} = (\text{力价} - \text{葡萄糖溶液消耗毫升数}) \times 5$$

(A. 13)

A 13.5 注意事

A 13.5.1 废液加醋酸铅溶液脱色是为了使还原物等有色物质与铅生成沉淀物。

A 13.5.2 加草酸钾、磷酸氢二钠溶液是为了除去溶液中的铅，其用量以保证溶液中无过剩铅为准，若过量也会影响脱色。

A 13.5.3 滴定时必须先加适量葡萄糖溶液，使沸腾后滴定消耗量在0.5ml 以内，否则终点不明显。

A 14 木质素含量（盐酸法）

A 14.1 仪器设备

a. 分析天平（称量200g，感量0.1mg）；

b. 电热鼓风干燥箱0~200℃；

c. 抽滤瓶（500ml）

d. 真空泵；

e. G_3 滤杯；

f. 移液管（5ml、10ml）；

g. 烧杯（50ml）；

h. 水浴锅。

A 14.2 试剂12%盐酸。

A 14.3 试验步骤

吸取10ml 样品溶液（精确称取绝干木质素干粉5g 溶于100ml 容量瓶中）于50ml 烧杯中，加入12%HCl（重量比）15ml，搅拌下加热近沸。在沸水浴上保温到溶液澄清，趁热用 G_3 玻璃滤杯过滤，用热水洗涤至无酸性为止（用甲基橙指示剂检验），置于105℃烘箱中干燥，直至恒重。

A. 14.4 试验结果处理

木质素含量按下式计算：

$$\text{木质素 (g/l)} = \frac{G_1 - G}{V} \times 1000 \quad (\text{A. 14})$$

式中 G_1 ——滤杯及 HCl 沉淀的木质素重量 (g)；

G ——恒重滤杯重量 (g)；

V ——样品体积 (ml)。

A 15 木质素含量 (β —萘胺法)

A 15.1 仪器设备

a. 分析天平 (称量200g，感量0.1mg)；

b. 移液管 (10ml)；

c. 水浴锅；

d. G_4 滤杯。

A 15.2 试剂

a. 盐酸：0.3N

b. β —萘胺盐酸盐溶液 ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$)：溶解7.5g β —萘胺于250ml 0.3N 盐酸溶液中，若不溶解，可略加热，待溶解后过滤使用。

A 15.3 试验步骤

取1.0g 木钙粉溶于100ml 容量瓶中，用0.3N 盐酸调节 pH 至3(刚果红试纸呈蓝色)，加 β —萘胺盐酸盐溶液10ml，充分搅拌均匀，置于100℃水浴中煮沸一小时，逐渐形成细粒黄色沉淀，慢慢变成桔黄色及褐色，最后形成胶状物。然后用已知重量的 G_4 滤杯过滤，于100±2℃干燥箱中干燥至恒重，在干燥器中冷却至常温称重。

A 15.4 试验结果处理

木质素磺酸钙的含量按下式计算：

$$\begin{aligned}\text{木质素磺酸钙 (\%)} &= \frac{a \times 0.842 \times 1.22 \times 100}{1.0} \\ &= a \times 102.72\end{aligned}\quad (A.15)$$

式中 a ——沉淀重量 (g);

1.22——修正系数;因在用 β -萘胺盐酸盐溶液沉淀时,约有18%的木素磺酸没有被沉淀出来,仍存于溶液中,故以数修正之;

0.842—— β -萘胺木素磺酸换算成木质素磺酸钙的系数。

A 16 钢锈蚀快速试验 (钢筋在饱和氢氧化钙溶液中阳极极化电位的测定)

A 16.1 仪器设备

- a. 恒电位仪 (HDV-7型或其它定型产品);
- b. 铂金电极 (213型) 或采用与阳极相同的试件;
- c. 甘汞电极 (232型或222型);
- d. 烧杯 (300ml、1000ml);
- e. 塑料桶 (10l) 或广口玻璃瓶 (10l);
- f. 定时钟;
- g. 有机玻璃盖板。

A 16.2 试剂与材料

- a. 氢氧化钙或氧化钙 (化学纯);
- b. 硝酸钾 (化学纯);
- c. 琼脂 (生物试剂);
- d. 铜芯塑料线 (型号 RV, 1×16/0.15mm);
- e. 绝缘涂料 (石蜡: 松香=9:1)。

A 16.3 试验步骤

A 16.3.1 制作钢筋电极

将 I 级建筑钢筋加工，制成直径7mm，长100mm，光洁度▽6的试件，用汽油、乙醇、丙酮依次浸擦除去油脂，并在一端焊上长130~150mm 的导线，再用乙醇仔细擦去焊油，钢筋两端浸涂热熔石蜡松香绝缘涂料，使钢筋中间暴露长度为80mm，计算其表面积值。经处理后的钢筋放入干燥器内备用，每组试件三根。

A 16.3.2 制备盐桥

0.1M 硝酸钾溶液中加入3%琼脂在沸水浴上搅拌溶解后灌入 U 型玻璃管内（直径8mm），冷凝后即可使用（注意管内不可带进气泡）。

A 16.3.3 制备电解质溶液

a. 称取30~50g 化学纯氢氧化钙（或氧化钙）试剂，溶于10l 常温蒸馏水中，搅拌至充分溶解，稍静置后呈微浑浊状便可使用。

b. 量取饱和氢氧化钙溶液800ml，将减水剂按推荐掺量的两倍加入饱和氢氧化钙溶液中，充分搅拌使其溶解。

A 16.3.4 按照图 A. 16. 1连接试验装置。

A 16.3.5 试验装置连接完毕，在未接通外加电流前，1分钟时读出阳极钢筋的自然电位值 V_0 （即阳极钢筋相对于甘汞电极的电位值）。

A 16.3.6 接通外加电源，控制电流密度为 $30 \times 10^{-2} \text{A/m}^2$ （即 $30 \mu\text{A/cm}^2$ ），调节电流值，同时计时，依次按1、2、3、4、5、8、10、15、20、25、30分钟记录阳极极化电位值。

A. 16.4 试验结果处理

A 16.4.1 以三个试验电极测量结果的平均值作为钢

筋阳极极化电位的测定值，以时间为横坐标，阳极极化电位为纵坐标，绘制电位-时间曲线，如图 A. 16. 2。

A. 16. 4. 2 根据电位-时间曲线判断减水剂对钢筋锈蚀的影响。

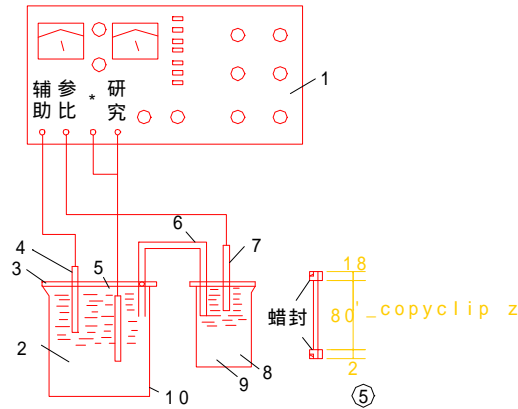


图 A. 16. 1 阳极极化电位测试装置图

1—HDV—7恒电位仪；2—饱和氢氧化钙溶液；3—有机玻璃盖板；
4—铂金电极或钢筋阴极；5—钢筋阳极；6—盐桥；7—甘汞电极；8—
饱和氯化钾溶液；9—烧杯300ml；10—烧杯1000ml

a. 电极通电后，阳极钢筋电位迅速向正方向上升，并在1~5分钟内达到析氧电位值，经30分钟测试，电位值无明显降低。如图 A. 16. 2中的曲线①，则属钝化曲线，表明阳极钢筋表面钝化膜完好无损，则可认为所测减水剂对钢筋是无害的。

b. 通电后，阳极钢筋电位先向正方向上升，随即又逐渐下降，如图 A. 16. 2中的曲线②，说明钢筋表面钝化膜已部分受损。而图 A. 16. 2中的曲线③属活化曲线，说明钢筋

钝化膜破坏严重。由于饱和溶液测试法来考虑混凝土的保护层和水化的缓蚀作用，出现上述非钝化曲线状态时，则需再作硬化砂浆阳极极化电位的测量，以进一步判别减水剂对钢筋有无锈蚀危害。

A. 17 钢筋锈蚀快速试验（钢筋在新拌砂浆中 阳极极化电位的测定）

A. 17.1 仪器设备

- a.** 恒电位仪（HDV-7型或其它定型产品）；
- b.** 铂金电极（213型）或采用与阳极相同的试件；
- c.** 甘汞电极（232型或222型）或硫酸铜电极；
- d.** 定时钟；
- e.** 电线：铜芯塑料线（型号 RV1×16/0.15mm）；
- f.** 绝缘涂料（石蜡：松香=9：1）；
- g.** 试模：用木模或塑料有底活动模（尺寸40×100×150mm）。

A. 17.2 试验步骤

A. 17.2.1 制作钢筋电极

将Ⅰ级建筑钢筋加工，制成直径7mm，长度为100mm，光洁度▽6的试件，用汽油、乙醇、丙酮依次浸擦除去油脂，并在一端焊上长130~150mm的导线，再用乙醇仔细擦去焊油，钢筋两端浸涂热熔石蜡松香绝缘涂料，使钢筋中间暴露长度为80mm，计算其表面积。经过处理后的钢筋放入干燥器内备用，每组试件三根。

A. 17.2.2 拌制新鲜砂浆

在无特定要求时，采用水灰比0.5，灰砂比1：2.5配制砂浆，水为蒸馏水，砂为软练标准砂，水泥品种为普通硅酸盐

水泥（或按试验要求的配合比配制）。干拌1分钟，湿拌3分钟。检验减水剂时，减水剂按比例随拌合水加入。

A 17.2.3 砂浆及电极入模

把控制好的砂浆浇入试模中，先浇一半（厚2cm左右）。将两根处理好的钢筋电极平行放在砂浆表面，间距4cm，拉出导线，然后灌满砂浆抹平，并轻敲几下侧板，使其密实。

A 17.2.4 连接试验仪器

按图 A.17 连接试验装置。以一根钢筋作为阳极接仪器的〔研究〕与〔*号〕接线孔，另一根钢筋为阴极（即辅助电极）接仪器的〔辅助〕接线孔，再将甘汞电极或硫酸铜电极的下端与钢筋阳极的正中位置对准，与新鲜砂浆表面接触，并垂直于砂浆表面。甘汞电极或硫酸铜电极的导线接仪器的〔参比〕接线孔。

A 17.2.5 测试

a. 未通外加电流前，先读出阳极钢筋的自然电位 V_0 （即钢筋阳极与硫酸铜电极之间的电位差值）。

b. 接通外加电流，并按电流密度 $50 \times 10^{-2} A/m^2$ （即 $50 \mu A/cm^2$ ）调整 μA 表至需要值。同时，开始计算时间，依次按2、4、6、8、10、15、20、25、30分钟，分别记录阳极极化电位值。

A 17.3 试验结果处理

A 17.3.1 以三个试验电极测量结果的平均值，作为钢筋阳极极化电位的测定值，以时间为横坐标，阳极极化电位为纵坐标，绘制电位-时间曲线（如图 A.16.2）。

A. 17.3.2 根据电位-时间曲线判断砂浆中的水泥、减水剂等对钢筋锈蚀的影响。

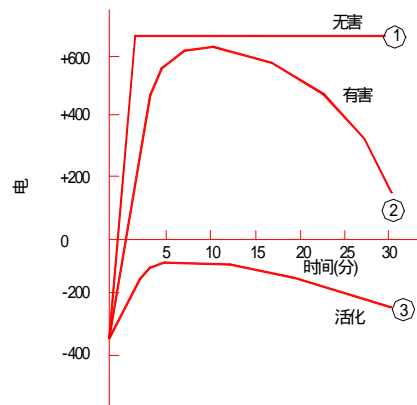


图 4.16.2 恒电流、电位-时间曲线分析图

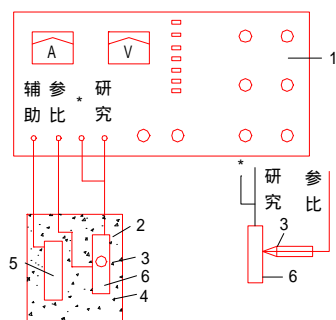


图 4.17 新鲜砂浆极化电位测试装置图

1—HDV-7恒电位仪；2—木模或硬塑料模；3—甘汞电极或硫酸铜电极；4—新拌砂浆；5—钢筋阴极；6—钢筋阳极

a. 电极通电后, 阳极钢筋电位迅速向正方向上升, 并在1~5分钟内达到析氧电位值, 经30分钟测试, 电位值无明显降低。如图 A. 16. 2中的曲线①, 则属钝化曲线。表明阳极钢筋表面钝化膜完好无损, 所测减水剂对钢筋是无害的。

b. 通电后, 阳极钢筋电位先向正方向上升, 随即又逐渐下降, 如图 A. 16. 2中的曲线②, 说明钢筋表面钝化膜已部分受损。而图 A. 16. 2中的曲线③属活化曲线, 说明钢筋钝化膜破坏严重。这两种情况均表明钢筋钝化膜已遭损坏。但这时对试验砂浆中所含的水泥、减水剂对钢筋锈蚀的影响仍不能作出明确的判断, 还必须再作硬化砂浆阳极极化电位的测量, 以进一步判别减水剂对钢筋有无锈蚀危害。

A 18 钢筋锈蚀快速试验 (钢筋在硬化砂浆中 阳极极化电位的测定)

A 18. 1 仪器设备

- a.** 恒电位仪 (HDV-7型或其它定型产品);
- b.** 铂金电极 (213型) 或采用与阳极相同的试件;
- c.** 甘汞电极 (232型或222型) 或硫酸铜电极;
- d.** 定时钟;
- e.** 电线: 铜芯塑料线 (型号 RV1×16/0. 15mm);
- f.** 绝缘涂料 (石蜡: 松香=9:1);
- g.** 搅拌锅、搅拌铲;
- h.** 试模: 长95mm, 宽和高均为30mm 的棱柱体, 模板两端中心带有固定钢筋的凹孔, 其直径为7.5mm, 深2~3mm, 半通孔。试模材料可用钢或8mm 厚硬PVC 塑料板。

A 18.2 试验步骤

A 18.2.1 制备埋有钢筋的砂浆电极

a. 制备钢筋

采用 I 级建筑钢筋经加工成直径7mm，长度100mm，光洁度▽6的试件，使用汽油、乙醇、丙酮依次浸擦除去油脂，放入干燥器中备用，每组三根。

b. 成型砂浆电极

将钢筋插入试模两端板的预留凹孔中，位于正中。按配比拌制砂浆，灰砂比为1:2.5，采用普通硅酸盐水泥，软练标准砂，蒸馏水（用水量按砂浆稠度5~7cm 时的加水量而定），减水剂采用推荐掺量。将称好的材料放入搅拌锅内干拌1分钟，湿拌3分钟。将拌匀的砂浆灌入预先安放好钢筋的试模内，置软练砂浆振动台上振5~10秒，然后抹平。

c. 砂浆电极的养护及处理

试件成型后盖上玻璃板，移入标准养护室养护，24小时后脱模，用水泥净浆将外露的钢筋两头覆盖，继续标准养护两天。取出试件，除去端部的封闭净浆，仔细擦净外露钢筋头的锈斑。在钢筋的一端焊上长130~150mm 的导线，用乙醇擦去焊油，并在试件两端浸涂热熔石蜡松香绝缘，使试件中间暴露长度为80mm，如图 A. 18. 1所示。

A 18.2.2 进行测试

a. 将处理好的硬化砂浆电极置于饱和氢氧化钙溶液中，浸泡2小时左右（浸泡时间以浸透试件所需时间为准，并注意不同类型或不同掺量减水剂的试件不得放置同一容器内浸泡，以防互相干扰）。

b. 把一个浸泡后的砂浆电极移入盛有饱和氢氧化钙溶液的玻璃缸内，使电极浸入溶液的深度为8cm，以它作为阳

极，以另一个钢筋电极作为阴极（即辅助电极），以甘汞电极或硫酸铜电极作为参比。按图 A. 18.2 要求接好试验线路。

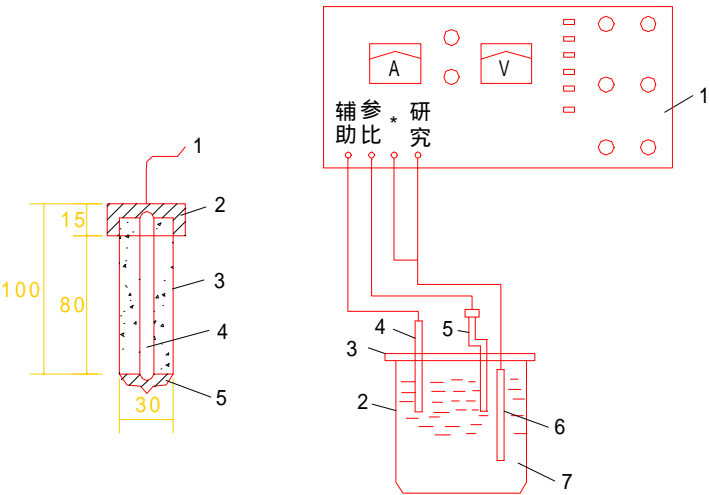


图 A. 18.1 钢筋
砂浆电极
1—导线，2、5—石
蜡，3—砂浆，4—钢
筋

图 A. 18.2 硬化砂浆极化电位测
试装置图
1—HDV-7恒电位仪；2—烧杯1000ml；
3—有机玻璃盖；4—铂金电极或钢筋阴极；
5—甘汞电极或硫酸铜电极；6—硬化砂浆电
极（阳极）；7—饱和氢氧化钙溶液

c. 未通外加电流前，先读出阳极（埋有钢筋的砂浆电极）的自然电位 V_0 。

d. 接通外加电流，并按电流密度为 $50 \times 10^{-2} \text{A/m}^2$ （即 $50 \mu\text{A/cm}^2$ ）调整 μA 表到需要值。同时开始计算时间，依次按 2、4、6、8、10、15、20、25、30 分钟，分别记

录埋有钢筋的砂浆电极阳极极化电位值。

A. 18.3 试验结果处理

A. 18.3.1 取一组三个埋有钢筋的硬化砂浆电极极化电位的测量结果的平均值作为测定值,以极化电位为纵坐标,时间为横坐标,绘制阳极极化电位-时间曲线。

A. 18.3.2 根据电位-时间曲线判断砂浆中的水泥、减水剂等对钢筋锈蚀的影响。

a. 电极通电后,阳极钢筋电位迅速向正方向上升,并在1~5分钟内达到析氧电位值,经30分钟测试,电位值无明显降低。如图 A. 16. 2中的曲线①,则属钝化曲线。表明阳极钢筋表面钝化膜完好无损,所测减水剂对钢筋是无害的。

b. 通电后,阳极钢筋电位先向正方向上升,随即又逐渐下降,如图 A. 16. 2中的曲线②,说明钢筋表面钝化膜已部分受损,而图 A. 16. 2中的曲线③属活化曲线,说明钢筋钝化膜破坏严重。这两种情况均表明钢筋钝化膜已遭破坏,所测减水剂对钢筋是有锈蚀危害的。

附 录 B

掺减水剂的净浆及砂浆试验方法

(参考件)

B. 1 水泥净浆流动度

B. 1.1 仪器设备

a. 软练水泥净浆搅拌机;

b. 截锥圆模:上口直径为36mm,下口直径为64mm,高度为60mm,内壁光滑无接缝的金属制品;

- c. 玻璃板直径为350~400mm,
- d. 秒表;
- e. 钢直尺: 300mm;
- f. 刮刀;
- g. 药物天平 (称量100g, 感量0.1g);
- h. 药物天平 (称量1000g, 感量1g)。

B. 1. 2 试验步骤

B. 1. 2. 1 调整玻璃板至水平位置。

B. 1. 2. 2 将锥模置于水平玻璃板上, 锥模和玻璃板均用湿布擦过, 并将湿布覆盖上面。

B. 1. 2. 3 称取水泥300g, 倒入用湿布擦过的搅拌锅内。

B. 1. 2. 4 加入推荐掺量的减水剂及87g 或105g 水, 搅拌三分钟。

B. 1. 2. 5 将拌好的净浆, 迅速注入截锥模内刮平, 将锥模按垂直方向迅速提起, 三十秒钟时量取互相垂直的两直径(mm), 取其平均值作为水泥净浆的流动度。

B. 1. 3 试验结果处理

表达净浆流动度 (mm) 时, 需注明用水量。取三次试验的平均值为试验结果。

B. 2 净浆减水率

B. 2. 1 仪器设备

- a. 软练水泥净浆搅拌机;
- b. 跳桌 (附5mm 厚玻璃板);
- c. 截锥圆模: 上口直径为65mm, 下口直径为75mm, 高为40mm;

d. 刮刀、捣棒和游标卡尺或钢直尺（300mm）。

B.2.2 试验步骤

B.2.2.1 将截锥模置于附有玻璃板的跳桌上。（预先用湿布擦过，并用湿布覆盖）。

B.2.2.2 称取水泥400g，放入湿布擦过的搅拌锅内，加水搅拌，加入的水量使基准水泥净浆扩散度达140~150mm。搅拌三分钟，迅速装入截锥模内，稍加插捣赶出气泡，并抹平表面，将截锥模垂直向上提起，以每秒一次的速度使跳桌跳动三十次，然后量取互相垂直的两直径，取两个数的平均值，当扩散度为140~150mm时的用水量为基准水泥净浆用水量（ w_0 ）。

B.2.2.3 再称取水泥400g，以同样的方法测定掺减水剂后水泥净浆扩散度为140~150mm时的用水量即为减水后水泥净浆用水量 w_z 。

B.2.3 试验结果处理

净浆减水率按下式计算：

$$\text{净浆减水率 (\%)} = \frac{w_0 - w_z}{w_0} \times 100 \quad (B.2)$$

式中 w_0 ——基准水泥净浆扩散度为140~150mm时的用水量（g）；

w_z ——掺减水剂后水泥净浆扩散度为140~150mm时的用水量（g）。

减水率值取三个试样的算术平均值。

B.3 砂浆减水率

B.3.1 仪器设备

a. 胶砂搅拌机（软练用）；

- b. 跳桌（须加5mm 厚玻璃板）；**
- c. 圆柱捣棒：由金属材料制成，直径20mm，长约185mm；**
- d. 截锥圆模及模套：截锥圆模尺寸，高为 $60\pm 0.5\text{mm}$ ，上口直径 $\varnothing 70\pm 0.5\text{mm}$ ，下口直径 $\varnothing 100\pm 0.5\text{mm}$ ，模套须与截锥圆模配合，截锥模与模套用金属材料制成；**
- e. 直尺（量程300mm）或量程300mm 的卡尺；**
- f. 抹刀；**
- g. 台秤（5kg）。**

B.3.2 试验步骤

B.3.2.1 测出基准砂浆的用水量

- a. 称取300g 水泥和750g 标准砂倒入搅拌锅内，开动搅拌机，拌和5秒钟后徐徐加水，30秒内加完。自开动机器起搅拌三分钟停止。将粘在叶片上的砂浆刮下，取下搅拌锅。**
- b. 在拌和砂浆的同时，用湿布抹擦跳桌台面，捣棒、截锥圆模和模套内壁，并把它们置于玻璃板中心，盖上湿布。**
- c. 将拌好的砂浆迅速地分两层装入模内，第一层装至圆锥模高约三分之二，用捣棒自边缘向中心均匀插捣十五次，接着装第二层砂浆，装至高出圆模约二厘米，同样用圆柱棒捣十五次。在装胶砂与捣实时，用手将截锥模按住，以免产生移动。**
- d. 捣好后，取下模套，用抹刀将高出截锥圆模的砂浆刮去并抹平，随即将圆模垂直向上轻轻提起。手握手轮摇柄，以每秒一次的速度使跳桌连续跳动三十次。**
- e. 跳动完毕，用卡尺测量砂浆底部扩散直径，取互相垂直的两个直径的平均值为该用水量时的砂浆扩散度，用**

mm 表示。当砂浆基准扩散度为 $140\pm 5\text{mm}$ 时的用水量即为基准砂浆扩散度的用水量。

B.3.2.2 按(B.3.2.1)测出掺减水剂砂浆扩散度达 $140\pm 5\text{mm}$ 时的用水量。

B.3.3 试验结果处理

砂浆减水率按下式计算：

$$\text{砂浆减水率}(\%) = \frac{w_0 - w_1}{w_0} \times 100 \quad (\text{B.3})$$

式中 w_0 ——基准砂浆扩散度为 $140\pm 5\text{mm}$ 时的用水量(g)；

w_1 ——掺减水剂后的砂浆扩散度为 $140\pm 5\text{mm}$ 时的用水量(g)。

减水率值取三个试样的算术平均值。

B.4 砂浆含气量

B.4.1 仪器设备

- a. 水泥胶砂搅拌机(软练用)；
- b. 跳桌(须加5mm厚玻璃板)；
- c. 砂浆计量筒 内径75mm,高115mm,壁厚约5mm的钢制圆筒,20℃时的容积约为 $500\pm 1\text{ml}$ ；
- d. 截锥圆模及模套
截锥圆模尺寸；
高 $60\pm 0.5\text{mm}$ ；
上口内径 $\varnothing 70\pm 0.5\text{mm}$ ；
下口内径 $\varnothing 100\pm 0.5\text{mm}$ ；
- e. 卡尺量程300mm(或用300mm钢直尺)；
- f. 圆柱捣棒 由圆钢制成,直径20mm,长约185mm；

- g. 长柄刮刀;
- h. 台秤 (最大称量5kg);
- i. 药物天平 (称量1000g, 感量1g);
- j. 橡皮榔头;
- k. 100×100×5mm 玻璃板一块。

B. 4. 2 试验步骤

B. 4. 2. 1 准确测定试验用水泥的比重。

B. 4. 2. 2 胶砂的制备按“B. 3砂浆减水率”测定方法中所述, 取符合砂浆扩散度为 $140\pm 5\text{mm}$ 的砂浆进行含气量的测定。

B. 4. 2. 3 砂浆计量筒及工具用湿润布仔细擦过, 砂浆分三层装入。每层用刮刀沿边缘向中心均匀插捣15次, 刮刀插捣底层时应贯穿整个深度, 插捣第二层和顶层时刮刀应插透本层, 并使之刚刚插入下面一层。砂浆装完后用橡皮榔头沿计量筒外壁均等的各部位轻敲五下, 以排除带入的空气。再用玻璃板沿计量筒边缘推平顶面多余的砂浆, 使表面平整无泡, 盖上玻璃板以免气泡溢出, 仔细擦净计量筒外壁, 称其重量 (整个操作在两分钟内完成)。

B. 4. 3 试验结果处理

砂浆含气量按下式计算:

$$A (\%) = \frac{T-W}{T} \times 100 \quad (B. 4-1)$$

式中 A ——砂浆含气量值;

W ——所拌砂浆单位体积重量;

T ——按无含气量的单位体积内砂浆重量, 按下式计算

即
$$T = \frac{w_1}{V} \quad (B. 4-2)$$

式中 w_1 ——砂浆总量（砂重+水泥重+水重）；

V ——砂浆绝对体积，按下式计算

$$V = \frac{\text{水泥重}}{\text{水泥比重}} + \frac{\text{砂重}}{\text{砂比重}} + \frac{\text{水重}}{\text{水比重}} \quad (B.4-3)$$

附 录 C

掺减水剂的混凝土试验方法 (参考件)

C.1 塌落度及塌落度损失

C.1.1 仪器设备

a. 塌落筒 用铸铁或薄钢板焊成的截锥体圆筒，上下面须平行并与锥体轴心垂直，筒外两侧焊两只把手，近下端两侧焊脚踏板，锥筒内面应光滑且无凸出或凹陷，塌落筒的内部尺寸为：

底部直径 $200 \pm 2\text{mm}$

顶部直径 $100 \pm 2\text{mm}$

高 $300 \pm 2\text{mm}$

筒壁厚度不应小于1.5mm

b. 捣棒直径16mm，长600mm，端部磨圆。

c. 小铲、钢尺、抹刀等。

C.1.2 试验步骤

C.1.2.1 湿润塌落筒，将它置于平坦的、湿润且不吸水的底板上，然后用脚踩二个脚踏板，使塌落筒在装料时固定位置。把按要求取得的混凝土试样分三层装入筒内，每层捣实后的高度大致为塌落筒高的三分之一。

C.1.2.2 每层用捣棒插捣二十五次，各次插捣应在每

层截面上均匀分布。插捣底层时，捣棒需稍稍倾斜并贯穿整个深度。插捣第二层时和顶层时捣棒应插透本层，并使之刚插入下面一层。各层插捣时均应把约一半的插捣次数呈螺旋形由外向中心进行。插捣顶层时，应将混凝土灌满到高出塌落筒，如果插捣使混凝土沉落到低于筒口，则应随时添加混凝土，使它自始至终都保持高出塌落筒顶。顶层插捣完后，把混凝土表面抹平。

C.1.2.3 刮清塌落度筒的周围底板，并小心地垂直提起塌落筒。塌落筒的提高过程应在5~10秒内完成，应平稳地向上提起，并注意混凝土试体不受碰撞或震动。试验时从开始装料到提起塌落筒的整个过程应不间断地进行，并应在不大于150秒钟完成。

C.1.2.4 提起塌落筒后，量测筒高与塌落后混凝土试体最高点之间的高度差，此即为该混凝土拌合物的塌落度值。

C.1.2.5 在测量塌落度值的同时，应目测检查混凝土的粘聚性及保水性。粘聚性的检查方法，是用捣棒在已塌落的混凝土锥体一侧轻打，如果轻打后锥体渐渐下沉，表示粘聚性良好，如果锥体突然倒塌，部分崩裂或发生石子离析，即表示粘聚性不好。

保水性是以混凝土拌合物中稀浆析出的程度来评定的。塌落筒提起后，如有较多稀浆从底部析出，而混凝土试体则因失浆而骨料外露，则表示此类混凝土拌合物的保水性能不好。如塌落筒提起后无稀浆或仅有少量稀浆自底部析出，而锥体部分混凝土试体含浆饱满，则表示此混凝土拌合物保水性良好。

C.1.3 实验结果处理

C.1.3.1 混凝土拌合物塌落度以 cm 表示，精确至 0.5cm，在记录塌落度值的同时应记录混凝土拌合物的粘聚性和保水性情况。

C.1.3.2 塌落度损失率除按塌落度测定要求外，混凝土每次拌合物最少以 12kg 水泥计，将出机后的混凝土拌合物，在铁板上用手工拌二次后，立即测定塌落度，余下用塑料布覆盖，测定前取一份翻拌三次后使用。测过塌落度的料不能重复使用。测定混凝土拌合物出机后停放 20、30、60 分钟时的塌落度，并与出机后的基准混凝土塌落度相比较，按下式计算塌落度损失率。

$$\text{塌落度损失率 (\%)} = \frac{SL_0 - SL_n}{SL_0} \times 100 \quad (C.1)$$

式中 SL_0 ——混凝土拌合物刚出机后的塌落度 cm；

SL_n ——混凝土拌合物出机后停放 20、30、60 分钟时的塌落度 cm。

C.2 抗冻融性

C.2.1 仪器设备

a. 冷冻箱（或室）：装在试件后能使箱（室）内温度保持在 -15~-20℃ 的范围以内。

b. 融解水槽：装有试件后使水温保持 15~20℃ 范围以内。

c. 框蓝：用钢筋焊成，其尺寸应与所装的试件相应。

d. 案秤：称量 10kg，感量 5g。

e. 压力试验机：精度不低于 ±2%，量程应能使试件的预期破坏荷载值，不小于全量程的 20%，也不大于全量程的 80%。

C.2.2 试件

- a. 采用100×100×100mm 立方体试件。
- b. 试件组数如表中所示。每组试件为三块。

抗冻试验所需试件最少组数

设计抗冻标号	M25	M50	M100	M150	M200
检验强度时的冻融循环次数	25	50	50及100	100及150	150及200
鉴定28天强度所需试件组数	1	1	1	1	1
冻融试件组数	1	1	2	2	2
对比试件组数	1	1	2	2	2
总计试件组数	3	3	5	5	5

C.2.3 试验步骤

C.2.3.1 如无特殊要求，试件应在28天龄期时进行冻融试验。试验前四天应把冻融试件、对比试件从养护地点取出。做好外观检查，随后放在15~20℃水中浸泡。浸泡时水面应至少没过试件顶部20mm。试件浸泡四天后即进行试验，对比试验浸泡到相当龄期时进行抗压试验。

C.2.3.2 浸泡后，取出试样，用湿布擦除表面水分，称重，按编号放入框篮后，即可放入冷冻箱（室）开始冻融试验，在箱（室）中框篮应架空，试件与框篮接触处应垫以垫条，以保证周围至少留有20mm 空隙，框篮中各试件之间应至少保持50mm 的空隙。

C.2.3.3 试件在箱内温度到达-15℃时放入。装完试件温度重新降至-15℃时起算冻结时间。每次从装完试件到重新降至-15℃所需的时间不应大于2小时。冷冻箱（室）内的温度均以其中心温度为准。

C.2.3.4 每次循环中试件的冻结时间为4小时，冻结

结束后,试件即取出应立即放入15~20℃的水槽中进行融解,试件融解时间不少于4小时,融解完毕即该次冻融循环结束。

C.2.3.5 应经常对冻融试件外观进行检查,发现有严重破损时应进行称重,如试件平均失重率超过5%,即可停止冻融循环试验。

C.2.3.6 混凝土试件达到表中规定的冻融循环次数后,即应进行抗压强度试验,抗压试验前应称重,并进行外观检查,详细记录试块情况。如试件表面破损严重,应在抗压试验前用早强水泥或快硬水泥浆把试件两承压面修平,修补层厚度不少于2mm。养护三天,第一天保持在潮湿环境,后两天放在温度为15~20℃的水中养护。

C.2.3.7 在冻融过程中,如因故中断试验,为避免失水和影响强度,应将试件保存在负温的条件下直至继续进行冻融循环为止。

C.2.3.8 对比试件应在水槽中养护到相当龄期时试压。检验用试件的相当龄期按下式计算得出:

当每昼夜进行三次冻融循环时:

$$T_x = a + 0.2N \quad (\text{冻融各4小时}) \quad (C.2-1)$$

当每昼夜进行二次冻融循环时:

$$T_x = a + 0.35N \quad (\text{融2小时}) \quad (C.2-2)$$

$$T_x = a + 0.25N \quad (\text{融6小时}) \quad (C.2-3)$$

当每昼夜进行一次冻融循环时

$$T_x = a + 0.8N \quad (\text{融20小时}) \quad (C.2-4)$$

$$T_x = a + 0.7N \quad (\text{融18小时}) \quad (C.2-5)$$

式中 T_x ——换算后的相当龄期(天);

a ——试件在冻融试验前的养护天数;

N ——预定的冻融循环数。

C.2.4 试验结果处理

C.2.4.1 混凝土冻融后的强度损失按下式计算：

$$K_n = \frac{R_0 - R_n}{R_0} \times 100 \quad (C.2-6)$$

式中 K_n —— N 次冻融循环后的混凝土强度损失 (%)；

R_0 ——相当龄期试件的抗压强度平均值 (MPa)；

R_n ——经 N 次冻融循环后的试件抗压强度平均值 (MPa)。

C.2.4.2 混凝土冻融后的重量损失值按下式计算：

$$W_n = \frac{G_0 - G_n}{G_0} \times 100 \quad (C.2-7)$$

式中 W_n —— N 次冻融循环后的重量损失率 (%)；

G_0 ——冻融循环试验前的试件重量 (kg)；

G_n —— N 次冻融循环后的试件重量 (kg)。

C.2.4.3 混凝土抗冻标号同时应满足强度损失不超过 25%，重量损失不超过 5% 的最大循环次数来表示。

C.3 混凝土中钢筋锈蚀试验

C.3.1 仪器设备

a. 碳化箱：带有密封盖的密闭容器。容器的容积一般应至少为预定进行试验的试件体积的二倍。箱内应有架空试件的铁架，二氧化碳入口，分析时气体引出口，箱内气体的对流循环装置、温湿度测量以及为保持箱内恒温恒湿所需的设施。必要时并应有玻璃观察口以进行箱内温湿度读数。

b. 气体分析仪：能分析箱内气体的二氧化碳浓度，精确到 1%。

c. 钢筋定位板：用木质五合板或薄木板锯成，尺寸100×100mm 在板上钻有穿插钢筋的圆孔（见图 C.3）。

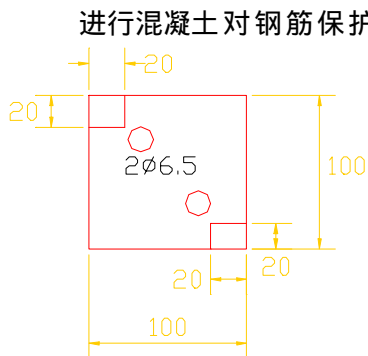


图 C.3 定位板（单位：mm）

进行混凝土对钢筋保护作用的性能检验时，定位板所控制的钢筋保护层厚度为20mm。如需进行保护层厚度确定试验，可按设计需要改变定位板上的孔径位置。

d. 二氧化碳供气装置：包括气瓶、压力表，及流量计。

e. 100×100×300mm 混凝土试模。

f. 工业天平：称量1kg，感量0.01g。

g. 其它：烘箱、干燥器、求积仪等。

C.3.2 试验步骤

a. 试验用钢筋试件采用 $\phi 6$ 普通低碳钢热轧圆盘条调直制成，其表面不得有锈坑及其它严重缺陷。每根钢筋的试件长度约为 $299 \pm 1\text{mm}$ 。用砂轮将其一端磨出长约30mm的平面，用钢字打上标记。然后用12%盐酸溶液进行酸洗，再用石灰水中和，擦干后在干燥器中至少存放四小时。然后用工业天平称取每根钢筋的初重（精确到0.01g），再存放在干燥器中备用。

b. 试验用混凝土试件采用100×100×300mm的棱柱体以每组三块。按混凝土配制要求，拌制掺入减水剂的混凝土。在试件成型前应将套有定位板的钢筋放入试模，定位板应紧贴试模的两个端板，此时应防止钢模上的隔离剂沾污钢筋。

将新拌混凝土装入100×100×300mm 试模中，在震动台上振15~20秒，压平混凝土表面，试件成型1~2昼夜后编号拆模，然后用钢丝刷将试件两个端部混凝土刷毛，用1:2水泥砂浆抹上20mm 的保护层，就地潮湿养护（或用塑料薄膜盖好）一昼夜，移入标准养护室养护。

c. 试件标准养护到25天龄期取出，自然放置凉干二天后移入烘箱，在60℃（±1℃）的温度下烘干24小时，冷却后放入碳化箱，在二氧化碳浓度为20±3%，相对湿度70±5%，温度20±5℃的条件下碳化28天。

d. 试件碳化处理后，再移入标准养护室养护。此时，试件间隔的距离应不小于50mm，并应避免试件直接淋水。在潮湿条件下存放56天后破型，检查钢筋情况。

e. 试件破型时，先沿试件侧面纵向劈开，将试件中段200毫米的区间，分成10等份，测定碳化深度。

（用下式计算出各试验龄期的平均碳化深度 d ，计算精确到0.1mm）。

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (C.2)$$

式中 d_i ——两个侧面上各测点的碳化深度；

n ——两个侧面上的测点总数。

以在标准条件下（即二氧化碳浓度为20±3%、温度为20±5℃、湿度为70±5%）的三个试件碳化28天的碳化深度平均值作为该混凝土的碳化特征值，以此值来对比各种混凝土的抗碳化能力及对钢筋的保护作用。

以各龄期计算所得碳化深度绘制碳化时间 t -深度 d 的曲线图，以表示在该条件下混凝土的碳化发展规律。

f. 取出试件中钢筋，刮去钢筋上沾附的混凝土、用水

彩勾出锈蚀轮廓,然后用描图纸或塑料薄膜描下锈蚀图形,再用求积仪求出锈蚀面积。

描下锈蚀图后,将钢筋用12%盐酸溶液进行酸洗,然后用石灰水中和,擦干后在干燥器中至少存放四小时,用工业天平称重(精确至0.01g)计算锈蚀失重。

C.3.3 试验结果处理

试件破型后,记录钢筋锈蚀面积,按(C.3-1)式计算锈蚀率,按(C.3-2)式计算钢筋锈蚀失重率。

$$\text{钢筋锈蚀率 (\%)} = \frac{F_1}{F} \times 100 \quad (C.3-1)$$

式中 F_1 ——实测的钢筋锈蚀面积 (cm^2);

F ——钢筋的展开面积 (cm^2)。

$$\text{钢筋锈蚀失重率 (\%)} = \frac{g_0 - g}{g_0} \times 100 \quad (C.3-2)$$

式中 g_0 ——钢筋未锈前重量 (g);

g ——钢筋锈蚀后重量 (g)。

计算精确至0.01%。

上述各指标均取3个试件6根钢筋的算术平均值作为试验结果。

附加说明

本标准由上海市建筑科学研究所归口

本标准由上海市建筑科学研究所、中国建筑科学研究院混凝土所、天津市建筑科学研究所、四川省建筑科学研究所、陕西省建筑科学研究所、北京市建筑工程研究所负责起草。

本标准主要起草人:陆继光、吴菊珍、臧庆珊、陈嫣兮、袁凤娟、符萍芳、张连茹、钱丽冰、赵慧如、雷富恒。