

UDC

中华人民共和国建材行业标准



P

GB/T 50080—2002

普通混凝土拌合物性能 试验方法标准

Standard for test method of performance on
ordinary fresh concrete

2003-01-10 发布

2003-06-01 实施

中华人民共和国国家标准

普通混凝土拌合物性能 试验方法标准

Standard for test method of performance
on ordinary fresh concrete

GB/T 50080—2002

批准部门：中华人民共和国建设部

施工日期：2003年6月1日

中华人民共和国建设部

公 告

第 102 号

建设部关于发布国家标准 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》的公告

现批准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》为国家标准，编号为 GB/T 50080—2002，自 2003 年 6 月 1 日起实施。原《普通混凝土拌合物性能试验方法》GBJ 80—85 同时时废止。

中华人民共和国建设部

2003 年 1 月 10 日

前 言

根据建设部《根据 1998 年工程建设国家标准制定、修订计划的通知》（建标[1998]94 号）的要求，标准组在广泛调研、认真总结实践经验、参考国外先进标准、广泛征求意见的基础上，对原国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法》GBJ 80—85 进行了修订。

本标准的主要技术内容有：1 总则；2 拌合物取样及试样的制备；3 稠度试验；4 凝结时间试验；5 泌水与压力泌水试验；6 拌合物表观密度试验；7 拌合物含气量试验；8 配合比分析试验；附录 A 增实因数法。

修订的主要内容是：1. 删除原标准中水压法测量混凝土含气量的试验方法；2. 对原标准中其他试验方法从技术上加以修订，使其更适用、完善；3. 由于混凝土技术的发展，增加了坍落扩展度试验、凝结时间试验、泌水与压力泌水试验、增实因数法试验；4. 原标准中的“混凝土拌合物水灰比分析”由只能分析水灰比扩展成能分析配合比四大组分的较实用的试验方法；5. 对试验仪器设备提出了标准化要求；6. 增加了试验报告应包括的内容等。

本规范将来可能需要进行局部修订，有关局部修订的信息和条文内容将刊登在《工程建设标准化》杂志上。

本规范由建设部负责管理，中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。

为提高规范质量，请各单位在执行本规范过程中，结合工程实践，认真总结经验，并将意见和建议寄交北京市北三环东路 30 号中国建筑科学研究院标准研究中心国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》管理组（邮政编码：100013，Email:Jgbzcabr@vip.sina.com）。

本标准编制单位和主要起草人名单

主编单位：中国建筑科学研究院

参编单位：清华大学

同济大学材料科学与工程学院

湖南大学

铁道部产品质量监督检验中心

贵州中建建筑科研设计院

杭州应用工程学院

上海建筑科学研究院

济南试金集团有限公司

主要起草人：戎君明 李可长 黄小平 姚燕 杨 静 李启令 黄政宇 钟美秦
林力勋 李家康 顾政民 陶立英

目 次

前 言	4
1 总 则	7
2 取样及试样的制备	8
2.1 取 样	8
2.2 试样的制备	8
2.3 试 验 记 录	8
3 稠 度 试 验	9
3.1 坍落度与坍落扩展度法	9
3.2 维勃稠度法	10
4 凝结时间试验	11
5 泌水与压力泌水试验	13
5.1 泌 水 试 验	13
5.2 压力泌水试验	15
6 表观密度试验	17
7 含气量试验	18
8 配合比分析试验	22
附录 A 增实因数法	28
本标准用词、用语说明	31

1 总 则

1.0.1 为进一步规范混凝土试验方法，提高混凝土试验精度和试验水平，并在检验或控制混凝土工程或预制混凝土构件的质量时，有一个统一的混凝土拌合物性能试验方法，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑工程中的普通混凝土拌合物性能试验，包括取样及试样制备、稠度试验、凝结时间试验、泌水与压力泌水试验、表观密度试验、含气量试验和配合比分析试验。

1.0.3 按本标准的试验方法所做的试验，试验报告应包括下列内容：

1 委托单位提供的内容：

- 1) 委托单位名称；
- 2) 工程名称及施工部位；
- 3) 要求检测的项目名称；
- 4) 原材料的品种、规格和产地以及混凝土配合比；
- 5) 要说明的其他内容。

2 检测单位提供的内容：

- 1) 试样编号；
- 2) 试验日期及时间；
- 3) 仪器设备的名称、型号及编号；
- 4) 环境温度和湿度；
- 5) 原材料的品种、规格、产地和混凝土配合比及其相应的试验编号；
- 6) 搅拌方式；
- 7) 混凝土强度等级；
- 8) 检测结果；
- 9) 说明的其他内容。

1.0.4 普通混凝土拌合物性能试验方法，除应符合本标准的规定外，尚应按现行国家强制性标准中的有关规定的要求执行。

2 取样及试样的制备

2.1 取 样

2.1.1 同一组混凝土拌合物的取样应从同一盘混凝土或同一车混凝土中取样。取样量应多于试验所需量的 1.5 倍；且宜不小于 20L。

2.1.2 混凝土拌合物的取样应具有代表性，宜采用多次采样的方法。一般在同一盘混凝土或同一车混凝土中的约 1/4 处、1/7 处和 3/4 处之间分别取样，从第一次取样到最后一次取样不宜超过 15min，然后人工搅拌均匀。

2.1.3 从取样完毕到开始做各项性能试验不宜超过 5min。

2.2 试样的制备

2.2.1 在试验室制备混凝土拌合物时，拌合时试验室的温度应保持在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，所用材料的温度应与试验室温度保持一致。

注：需要模拟施工条件下所用的混凝土时，所用原材料的温度宜与施工现场保持一致。

2.2.2 试验室拌合混凝土时，材料用量应以质量计。称量精度：骨料为 $\pm 1\%$ ；水、水泥、掺合料、外加剂均为 $\pm 0.5\%$ 。

2.2.3 混凝土拌合物的制备应符合《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 中的有关规定。

2.2.4 从试样制备完毕到开始做各项性能试验不宜超过 5min。

2.3 试 验 记 录

2.3.1 取样记录应包括下列内容：

- 1 取样日期和时间；
- 2 工程名称、结构部位；
- 3 混凝土强度等级；
- 4 取样方法；
- 5 试样编号；
- 6 试样数量；
- 7 环境温度及取样的混凝土温度。

2.3.2 在试验室制备混凝土拌合物时，除应记录以上内容外，还应记录下列内容：

- 1 试验室温度；
- 2 各种原材料品种、规格、产地及性能指标；
- 3 混凝土配合比和每盘混凝土的材料用量。

3 稠度试验

3.1 坍落度与坍落扩展度法

3.1.1 本方法适用于骨料最大粒径不大于 40mm、坍落度不小于 10mm 的混凝土拌合物稠度测定。

3.1.2 坍落度与坍落扩展度试验所用的混凝土坍落度仪应符合《混凝土坍落度仪》JG 3021 中有关技术要求的规定。

3.1.3 坍落度与坍落扩展度试验应按下列步骤进行：

1 湿润坍落度筒及底板，在坍落度筒内壁和底板上应无明水。底板应放置在坚实水平面上，并把筒放在底板中心，然后用脚踩住二边的脚踏板，坍落度筒在装料时应保持固定的位置。

2 把按要求取得的混凝土试样用小铲分三层均匀地装入筒内，使捣实后每层高度为筒高的三分之一左右。每层用捣棒插捣 25 次。插捣应沿螺旋方向由外向中心进行，各次插捣应在截面上均匀分布。插捣筒边混凝土时，捣棒可以稍稍倾斜。插捣底层时，捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层和顶层时，捣棒应插透本层至下一层的表面；浇灌顶层时，混凝土应灌到高出筒口。插捣过程中，如混凝土沉落到低于筒口，则应随时添加。顶层插捣完后，刮去多余的混凝土，并用抹刀抹平。

3 清除筒边底板上的混凝土后，垂直平稳地提起坍落度筒。坍落度筒的提离过程应在 5~10s 内完成；从开始装料到提坍落度筒的整个过程应不间断地进行，并应在 150s 内完成。

4 提起坍落度筒后，测量筒高与坍落后混凝土试体最高点之间的高度差，即为该混凝土拌合物的坍落度值；坍落度筒提离后，如混凝土发生崩坍或一边剪坏现象，则应重新取样另行测定；如第二次试验仍出现上述现象，则表示该混凝土和易性不好，应予记录备查。

的程度来评定，坍落度筒提起后如有较多的稀浆从底部析出，锥体部分的混凝土也因失浆而骨料外露，则表明此混凝土拌合物的保水性能不好；如坍落度筒提起后无稀浆或仅有少量稀浆自底部析出，则表示此混凝土拌合物保水性良好。

6 当混凝土拌合物的坍落度大于 220mm 时，用钢尺测量混凝土扩展后最终的最大直径和最小直径，在这两个直径之差小于 50mm 的条件下，用其算术平均值作为坍落扩展度值；否则，此次试验无效。

如果发现粗骨料在中央集堆或边缘有水泥浆析出，表示此混凝土拌合物抗离析性不好，应予记录。

3.1.4 混凝土拌合物坍落度和坍落扩展度值以毫米为单位，测量精确至 1mm，结果表达修约至 5mm。

3.1.5 混凝土拌合物稠度试验报告内容除应包括本标准第 1.0.3 条的内容外，尚应报告混凝土拌合物坍落度值或坍落扩展度值。

3.2 维勃稠度法

3.2.1 本方法适用于骨料最大粒径不大于 40mm，维勃稠度在 5~30s 之间的混凝土拌合物稠度测定。坍落度不大于 50mm 或干硬性混凝土和维勃稠度大于 30s 的特干硬性混凝土拌合物的稠度可采用附录 A 增实因数法来测定。

3.2.2 维勃稠度试验所用维勃稠度仪应符合《维勃稠度仪》JG 3043 中技术规定的规定。

3.2.3 维勃稠度试验应按下列步骤进行：

1 维勃稠度仪应放置在坚实水平面上，用湿布把容器、坍落度筒、喂料斗内壁及其他用具润湿；

2 将喂料斗提到坍落度筒上方扣紧，校正容器位置，使其中心与喂料中心重合，然后拧紧固定螺丝；

3 把按要求取样或制作的混凝土拌合物试样用小铲分三层经喂料斗均匀地装入筒内，装料及插捣的方法应符合第 3.1.3 条中第 2 款的规定；

4 把喂料斗转离，垂直地提起坍落度筒，此时应注意不使混凝土试体产生横向的扭动；

6 拧紧定位螺钉，并检查测杆螺钉是否已经完全放松；

7 在开启振动台的同时用秒表计时，当振动到透明圆盘的底面被水泥浆布满的瞬间停止计时，并关闭振动台。

3.2.4 由秒表读出时间即为该混凝土拌合物的维勃稠度值，精确至 1s。

3.2.5 混凝土拌合物稠度试验报告内容除应包括本标准第 1.0.3 条的内容外，尚应报告混凝土拌合物维勃稠度值。

4 凝结时间试验

4.0.1 本方法适用于从混凝土拌合物中筛出的砂浆用贯入阻力法来确定坍落度值不为零的混凝土拌合物凝结时间的测定。

4.0.2 贯入阻力仪应由加荷装置、测针、砂浆试样筒和标准筛组成，可以是手动的，也可以是自动的。贯入阻力仪应符合下列要求：

1 加荷装置：最大测量值应不小于 1000N，精度为 $\pm 10\text{N}$ ；

2 测针：长为 100mm，承压面积为 100mm^2 、 50mm^2 和 20mm^2 三种测针；在距贯入端 25mm 处刻有一圈标记；

3 砂浆试样筒：上口径为 160mm，下口径为 150mm，净高为 150mm 刚性不透水的金属圆筒，并配有盖子；

4 标准筛：筛孔为 5mm 的符合现行国家标准《试验筛》GB/T 6005 规定的金属圆孔筛。

4.0.3 凝结时间试验应按下列步骤进行：

1 应从按本标准第 2 章制备或现场取样的混凝土拌合物试样中，用 5mm 标准筛筛出砂浆，每次应筛净，然后将其拌合均匀。将砂浆一次分别装入三个试样筒中，做三个试验。取样混凝土坍落度不大于 70mm 的混凝土宜用振动台振实砂浆；取样混凝土坍落度大于 70mm 的宜用捣棒人工捣实。用振动台振实砂浆时，振动应持续到表面出浆为止，不得过振；用捣棒人工捣实时，应沿螺旋方向由外向中心均匀插捣 25 次，然后用橡皮锤轻轻敲打筒壁，直至插捣孔消失为止。振实或插捣后，砂浆表面应低于砂浆试样筒口约 10mm；砂浆试样筒应立即加盖。

2 砂浆试样制备完毕，编号后应置于温度为 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 的环境中或现场同条件下待试，并在以后的整个测试过程中，环境温度应始终保持 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 。现场同条件测试时，应与现场条件保持一致。在整个测试过程中，除在吸取泌水或进行贯入试验外，试样筒应始终加盖。

3 凝结时间测定从水泥与水接触瞬间开始计时。根据混凝土拌合物的性能，确定测针试验时间，以后每隔 0.5h 测试一次，在临近初、终凝时可增加测定次数。

4 在每次测试前 2min，将一片 20mm 厚的垫块垫入筒底一侧使其倾斜，用吸管吸去表面的泌水，吸水后平稳地复原。

5 测试时将砂浆试样筒置于贯入阻力仪上，测针端部与砂浆表面接触，然后在 10±2s 内均匀地使测针贯入砂浆 25±2mm 深度，记录贯入压力，精确至 10N；记录测试时间，精确至 1min；记录环境温度，精确至 0.5℃。

6 各测点的间距应大于测针直径的两倍且不小于 15mm。测点与试样筒壁的距离应不小于 25mm。

7 贯入阻力测试在 0.2~28MPa 之间应至少进行 6 次，直至贯入阻力大于 28MPa 为止。

8 在测试过程中应根据砂浆凝结状况，适时更换测针，更换测针宜按表 4.0.3 选用。

表 4.0.3 测针选用规定表

贯入阻力 (MPa)	0.2~3.5	3.5~20	20~28
测针面积 (mm ²)	100	50	20

4.0.4 贯入阻力的结果计算以及初凝时间和终凝时间的确定应按下述方法进行：

1 贯入阻力应按下列式计算：

$$f_{PR} = \frac{P}{A} \quad (4.0.4-1)$$

式中 f_{PR} ——贯入阻力 (MPa)；

P ——贯入压力 (N)；

A ——测针面积 (mm²)。

计算应精确至 0.1MPa。

2 凝结时间宜通过线性回归方法确定，是将贯入阻力 f_{PR} 和时间 t 分别取自然对数 $\ln(f_{PR})$ 和 $\ln(t)$ 然后把 $\ln(f_{PR})$ 当作自变量， $\ln(t)$ 当作因变量作线性回归得到回归方程式：

$$\ln(t) = A + B \ln(f_{PR}) \quad (4.0.4-2)$$

式中 t ——时间 (min)；

f_{PR} ——贯入阻力 (MPa)；

A 、 B ——线性回归系数。

根据式 4.0.4-2 求得当贯入阻力为 3.5MPa 时为初凝时间 t_s ，贯入阻力为 28MPa 时为终凝时间 t_e ：

$$t_s = e^{(A+B\ln(3.5))} \quad (4.0.4-3)$$

$$t_e = e^{(A+B\ln(28))} \quad (4.0.4-4)$$

式中 t_s ——初凝时间 (min)；

t_e ——终凝时间 (min)；

A 、 B ——式 (4.0.4-2) 中的线性回归系数。

凝结时间也可用绘图拟合方法确定，是以贯入阻力为纵坐标，经过的时间为横坐标（精确至 1min），绘制出贯入阻力与时间之间的关系曲线，以 3.5MPa 和 28MPa 划两条平行于横坐标的直线，分别与曲线相交的两个交点的横坐标即为混凝土拌合物的初凝和终凝时间。

3 用三个试验结果的初凝和终凝时间的算术平均值作为此次试验的初凝和终凝时间。如果三个测值的最大值或最小值中有一个与中间值之差超过中间值的 10%，则以中间值为试验结果；如果最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 10% 时，则此次试验无效。

凝结时间用 h:min 表示，并修约至 5min。

4.0.5 混凝土拌合物凝结时间试验报告内容除应包括本标准第 1.0.3 条的内容外，还应包括以下内容：

- 1 每次做贯入阻力试验时所对应的环境温度、时间、贯入压力、测针面积和计算出来的贯入阻力值。
- 2 根据贯入阻力和时间绘制的关系曲线。
- 3 混凝土拌合物的初凝和终凝时间。
- 4 其他应说明的情况。

5 泌水与压力泌水试验

5.1 泌水试验

- 1 试样筒：符合本标准第 6.0.2 条中第 1 款，容积为 5L 的容量筒并配有盖子；
- 2 台秤：称量为 50kg、感量力 50g；
- 3 量筒：容量为 10mL、50mL、100mL 的量筒及吸管；
- 4 振动台：应符合《混凝土试验室用振动台》JG/T 3020 中技术要求的规定；
- 5 捣棒：应符合本标准第 3.1.2 条的要求。

5.1.3 泌水试验应按下列步骤进行：

1 应用湿布湿润试样筒内壁后立即称量，记录试样筒的质量，再将混凝土试样装入试样筒，混凝土的装料及捣实方法有两种：

1) 方法 A：用振动台振实。将试样一次装入试样筒内，开启振动台，振动应持续到表面出浆为止，且应避免过振；并使混凝土拌合物表面低于试样筒筒口 $30 \pm 3\text{mm}$ ，用抹刀抹平。抹平后立即计时并称量，记录试样筒与试样的总质量。

2) 方法 B：用捣棒捣实。采用捣棒捣实时，混凝土拌合物应分两层装入，每层的插捣次数应为 25 次；捣棒由边缘向中心均匀地插捣，插捣底层时捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层时，捣棒应插透本层至下一层的表面；每一层捣完后用橡皮锤轻轻沿容量外壁敲打 5~10 次，进行振实，直至拌合物表面插捣孔消失并不见大气泡为止；并使混凝土拌合物表面低于试样筒筒口 $30 \pm 3\text{mm}$ ，用抹刀抹平。抹平后立即计时并称量，记录试样筒与试样的总质量。

2 在以下吸取混凝土拌合物表面泌水的整个过程中，应使试样筒保持水平、不受振动；除了吸水操作外，应始终盖好盖子；室温应保持在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

3 从计时开始后 60min 内，每隔 10min 吸取 1 次试样表面渗出的水。60min 后，每隔 30min 吸 1 次水，直至认为不再泌水为止。为了便于吸水，每次吸水前 2min，将一片 35min 厚的垫块垫入筒底一侧使其倾斜，吸水后平稳地复原。吸出的水放入量筒中，记录每次吸水的水量并计算累计水量，精确至 1mL。

5.1.4 泌水量和泌水率的结果计算及其确定应按下列方法进行：

1 泌水量应按下列式计算：

$$B_a = \frac{V}{A} \quad (5.1.4-1)$$

式中 B_a ——泌水量 (mL/mm^2)；

V ——最后一次吸水后累计的泌水量 (mL)；

计算应精确至 0.01mL/mm²。泌水量取三个试样测值的平均值。三个测值中的最大值或最小值，如果有一个与中间值之差超过中间值的 15%，则以中间值为试验结果；如果最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15%时，则此次试验无效。

2 泌水率应按下式计算：

$$B = \frac{V_w}{(W/G)G_w} \times 100 \quad (5.1.4-2)$$

$$G_w = G_1 - G_0 \quad (5.1.4-3)$$

式中 B ——泌水率 (%)；

V_w ——泌水总量 (mL)；

G_w ——试样质量 (g)；

W ——混凝土拌合物总用水量 (mL)；

G ——混凝土拌合物总质量 (g)；

G_1 ——试样筒及试样总质量 (g)；

G_0 ——试样筒质量 (g)；

计算应精确至 1%。泌水率取三个试样测值的平均值。三个测值中的最大值或最小值，如果有一个与中间值之差超过中间值的 15%，则以中间值为试验结果；如果最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15%时，则此次试验无效。

5.1.5 混凝土拌合物泌水试验记录及其报告内容除应满足本标准第 1.0.3 条要求外，还应包括以下内容：

- 1 混凝土拌合物总用水量和总质量；
- 2 试样筒质量；
- 3 试样筒和试样的总质量；
- 4 每次吸水时间和对应的吸水量；
- 5 泌水量和泌水率。

5.2 压力泌水试验

包括压力表、缸体、工作活塞、筛网等（图 5.2.2）。压力表最大量程 6MPa，最小分度值不大于 0.1MPa；缸体内径 $125 \pm 0.02\text{mm}$ ，内高 $200 \pm 0.2\text{mm}$ ；工作活塞压强为 3.2MPa，公称直径为 125mm；筛网孔径为 0.315mm。

2 捣棒：符合本规程第 3.1.2 条的规定。

3 量筒：200mL 量筒。

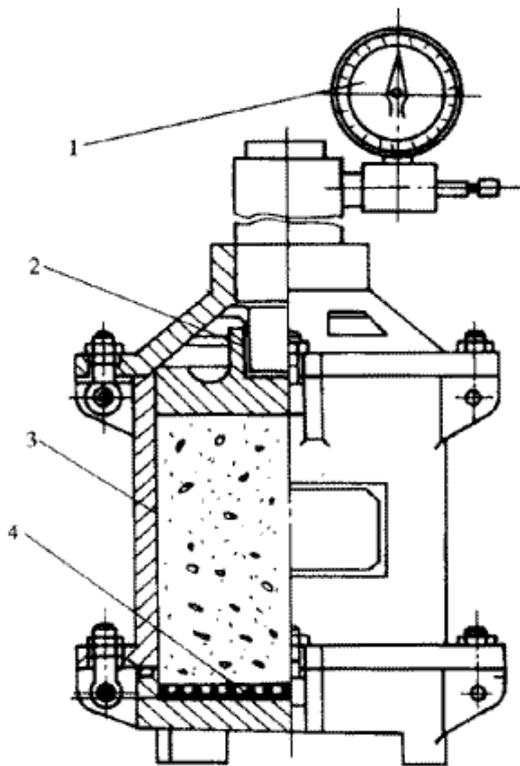


图 5.2.2 压力泌水仪

1—压力表；2—工作活塞；3—缸体；4—筛网

5.2.3 压力泌水试验应按以下步骤进行：

1 混凝土拌合物应分两层装入压力泌水仪的缸体容器内，每层的插捣次数应为 20 次。捣棒由边缘向中心均匀地插捣，插捣底层时捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层时，捣棒应插透本层至下一层的表面；每一层捣完后用橡皮锤轻轻沿容器外壁敲打 5~10 次，进行振实，直至拌合物表面插捣孔消失并不见大气泡为止；并使拌合物表面低于容器口以下约 30mm 处，用抹刀将表面抹平。

2 将容器外表擦干净，压力泌水仪按规定安装完毕后应立即给混凝土试样施加压力至 3.2MPa，并打开泌水阀门同时开始计时，保持恒压，泌出的水接入 200mL 量筒里；加压至 10s 时读取泌水量 V_{i0} ，加压至 140s 时读取泌水量 V_{140} 。

$$B_V = \frac{V_{10}}{V_{140}} \times 100 \quad (5.2.4)$$

式中 B_V ——压力泌水率 (%)；

V_{10} ——加压至 10s 时的泌水量 (mL)；

V_{140} ——加压至 140s 的泌水量 (mL)。

压力泌水率的计算应精确至 1%。

5.2.5 混凝土拌合物压力泌水试验报告内容除应包括本标准第 1.0.3 条的内容外，还应包括以下内容：

- 1 加压至 10s 时的泌水量 V_{10} ，和加压至 140s 时的泌水量 V_{140} ；
- 2 压力泌水率。

6 表观密度试验

6.0.1 本方法适用于测定混凝土拌合物捣实后的单位体积质量（即表观密度）。

6.0.2 混凝土拌合物表观密度试验所用的仪器设备应符合下列规定：

1 容量筒：金属制成的圆筒，两旁装有提手。对骨料最大粒径不大于 40mm 的拌合物采用容积为 5L 的容量筒，其内径与内高均为 186 ± 2 mm，筒壁厚为 3mm；骨料最大粒径大于 40mm 时，容量筒的内径与内高均应大于骨料最大粒径的 4 倍。容量筒上缘及内壁应光滑平整，顶面与底面应平行并与圆柱体的轴垂直。

容量筒容积应予以标定，标定方法可采用一块能覆盖住容量筒顶面的玻璃板，先称出玻璃板和空桶的质量，然后向容量筒中灌入清水，当水接近上日时，一边不断加水，一边把玻璃板沿筒口徐徐推入盖严，应注意使玻璃板下不带来任何气泡；然后擦净玻璃板面及筒壁外的水分，将容量筒连同玻璃板放在台称上称其质量；两次质量之差 (kg) 即为容量筒的容积 L；

2 台秤：称量 50kg，感量 50g；

3 振动台：应符合《混凝土试验室用振动台》JG/T 3020 中技术要求的规定；

4 捣棒：应符合规程第 3.1.2 条的规定。

6.0.3 混凝土拌合物表观密度试验应按以下步骤进行：

1 用湿布把容量筒内外擦干净，称出容量筒质量，精确至 50g。

2 混凝土的装料及捣实方法应根据拌合物的稠度而定。坍落度不大于 70mm 的混凝土，

用振动台振实为宜；大于 70mm 的用捣棒捣实为宜。采用捣棒捣实时，应根据容量筒的大小决定分层与插捣次数：用 5L 容量筒时，混凝土拌合物应分两层装入，每层的插捣次数应为 25 次；用大于 5L 的容量筒时，每层混凝土的高度不应大于 100mm，每层插捣次数应按每 10000mm² 截面不小于 12 次计算。各次插捣应由边缘向中心均匀地插捣，插捣底层时捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层时，捣棒应插透本层至下一层的表面；每一层捣完后用橡皮锤轻轻沿容器外壁敲打 5~10 次，进行振实，直至拌合物表面插捣孔消失并不见大气泡为止。

采用振动台振实时，应一次将混凝土拌合物灌到高出容量筒回。装料时可用捣棒稍加插捣，振动过程中如混凝土低于筒口，应随时添加混凝土，振动直至表面出浆为止。

3 用刮尺将筒口多余的混凝土拌合物刮去，表面如有凹陷应填平；将容量筒外壁擦净，称出混凝土试样与容量筒总质量，精确至 50g。

6.0.4 混凝土拌合物表观密度的计算应按下式计算：

$$\gamma_h = \frac{W_1 - W_2}{V} \times 1000 \quad (6.0.4)$$

式中 γ_h ——表观密度 (kg/m³)；

W_1 ——容量筒质量 (kg)；

W_2 ——容量筒和试样总质量 (kg)；

V ——容量筒容积 (L)。

试验结果的计算精确至 10kg/m³。

6.0.5 混凝土拌合物表观密度试验报告内容除应包括本标准第 1.0.3 条的内容外，还应包括以下内容：

- 1 容量筒质量和容积；
- 2 容量筒和混凝土试样总质量；
- 3 混凝土拌合物的表观密度。

7 含气量试验

7.0.1 本方法适于骨料最大粒径不大于 40mm 的混凝土拌合物含气量测定。

7.0.2 含气量试验所用设备应符合下列规定：

- 1 含气量测定仪：如图 7.0.2 所示，由容器及盖体两部分组成。容器：应由硬质、

不易被水泥浆腐蚀的金属制成，其内表面粗糙度不应大于 $3.21 \mu\text{m}$ ，内径应与深度相等，容积为 7L。盖体：应用与容器相同的材料制成。盖体部分应包括有气室、水找平室、加水阀、排水阀、操作阀、进气阀、排气阀及压力表。压力表的量程为 $0\sim 0.25\text{MPa}$ ，精度为 0.01MPa 。容器及盖体之间应设置密封垫圈，用螺栓连接，连接处不得有空气存留，并保证密闭；

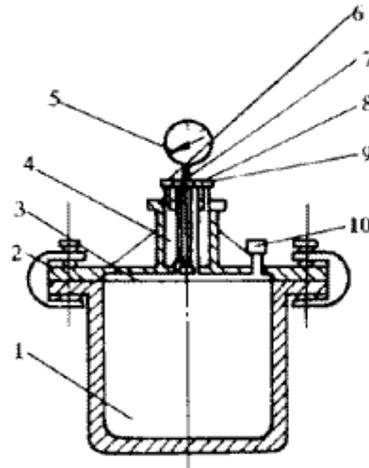


图 7.0.2 含气量测定仪

1—容器；2—盖体；3—水找平室；4—
气室；5—压力表；6—排气阀；7—操
作阀；8—排水阀；9—进气阀；
10—加水阀

2 捣棒：应符合本规程第 3.1.2 条的规定；

3 振动台：应符合《混凝土试验室用振动台》JG/T 3020 中技术要求的规定；

4 台秤：称量 50kg，感量 50g；

5 橡皮锤：应带有质量约 250g 的橡皮锤头。

7.0.3 在进行拌合物含气量测定之前，应先按下列步骤测定拌合物所用骨料的含气量：

1 应按下式计算每个试样中粗、细骨料的质量：

$$m_g = \frac{V}{1000} \times m'_g \quad (7.0.3-1)$$

$$m_s = \frac{V}{1000} \times m'_s \quad (7.0.3-2)$$

式中 m_g 、 m_s ——分别为每个试样中的粗、细骨料质量 (kg)；

m'_g 、 m'_s ——分别为每立方米混凝土拌合物中粗、细骨料质量 (kg)；

V ——含气量测定仪容器容积 (L)。

2 在容器中先注入 1/3 高度的水, 然后把通过 40mm 网筛的质量为 m_g 、 m_s 的粗、细骨料称好、拌匀, 慢慢倒入容器。

水面每升高 25mm 左右, 轻轻插捣 10 次, 并略予搅动, 以排除夹杂进去的空气, 加料过程中应始终保持水面高出骨料的顶面; 骨料全部加入后, 应浸泡约 5min, 再用橡皮锤轻敲容器外壁, 排净气泡, 除去水面泡沫, 加水至满, 擦净容器上口边缘; 装好密封圈, 加盖拧紧螺栓;

3 关闭操作阀和排气阀, 打开排水阀和加水阀, 通过加水阀, 向容器内注入水; 当排水阀流出的水流不含气泡时, 在注水的状态下, 同时关闭加水阀和排水阀;

4 开启进气阀, 用气泵向气室内注入空气, 使气室内的压力略大于 0.1MPa, 待压力表显示值稳定; 微开排气阀, 调整压力至 0.1MPa, 然后关紧排气阀;

5 开启操作阀, 使气室里的压缩空气进入容器, 待压力表显示值稳定后记录示值 P_{g1} , 然后开启排气阀, 压力仪表示值应回零; 6 重复以上第 7.0.3 条第 4 款和第 7.0.3 条第 5 款的试验, 对容器内的试样再检测一次记录表值 P_{g2} ;

7 若 P_{g1} 和 P_{g2} 的相对误差小于 0.2% 时, 则取 P_{g1} 和 P_{g2} 的算术平均值, 按压力与含气量关系曲线 (见本标准第 7.0.6 条第 2 款) 查得骨料的含气量 (精确 0.1%); 若不满足, 则应进行第三次试验。测得压力值 P_{g3} (MPa)。当 P_{g3} 与 P_{g1} 、 P_{g2} 中较接近一个值的相对误差不大于 0.2% 时, 则取此二值的算术平均值。当仍大于 0.2% 时, 则此次试验无效, 应重做。

7.0.4 混凝土拌合物含气量试验应按下列步骤进行:

1 用湿布擦净容器和盖的内表面, 装入混凝土拌合物试样;

2 捣实可采用手工或机械方法。当拌合物坍落度大于 70mm 时, 宜采用手工插捣, 当拌合物坍落度不大于 70mm 时, 宜采用机械振捣, 如振动台或插入或振捣器等; 用捣棒捣实时, 应将混凝土拌合物分 3 层装入, 每层捣实后高度约为 1/3 心容器高度; 每层装料后由边缘向中心均匀地插捣 25 次, 捣棒应插透本层高度, 再用木锤沿容器外壁重击 10~15 次, 使插捣留下的插孔填满。最后一层装料应避免过满;

表面出浆即止，不得过度振捣；

若使用插入式振动器捣实，应避免振动器触及容器内壁和底面；

在施工现场测定混凝土拌合物含气量时，应采用与施工振动频率相同的机械方法捣实；

3 捣实完毕后立即用刮尺刮平，表面如有凹陷应予填平抹光；如需同时测定拌合物表观密度时，可在此时称量和计算；然后在正对操作阀孔的混凝土拌合物表面贴一小片塑料薄膜，擦净容器上口边缘，装好密封垫圈，加盖并拧紧螺栓；

4 关闭操作阀和排气阀，打开排水阀和加水阀，通过加水阀，向容器内注入水；当排水阀流出的水流不含气泡时，在注水的状态下，同时关闭加水阀和排水阀；

5 然后开启进气阀，用气泵注入空气至气室内压力略大于 0.1MPa，待压力示值仪表示值稳定后，微微开启排气阀，调整压力至 0.1MPa，关闭排气阀；

6 开启操作阀，待压力示值仪稳定后，测得压力值 P_{01} (MPa)；

7 开启排气阀，压力仪示值回零；重复上述 5 至 6 的步骤，对容器内试样再测一次压力值 P_{02} (MPa)；

8 若 P_{01} 和 P_{02} 的相对误差小于 0.2% 时，则取 P_{01} 、 P_{02} 的算术平均值，按压力与含气量关系曲线查得含气量 A_0 (精确至 0.1%)；若不满足，则应进行第三次试验，测得压力值 P_{03} (MPa)。

当 P_{03} 与 P_{01} 、 P_{02} 中较接近一个值的相对误差不大于 0.2% 时，则取此二值的算术平均值查得 A_0 ；当仍大于 0.2%，此次试验无效。

7.0.5 混凝土拌合物含气量应按下式计算：

$$A = A_0 - A_g \quad (7.0.5)$$

式中 A ——混凝土拌合物含气量 (%)；

A_0 ——两次含气量测定的平均值 (%)；

A_g ——骨料含气量 (%)。

计算精确至 0.1%。

- 1) 擦净容器，并将含气量仪全部安装好，测定含气量仪的总质量，测量精确至 50g；
- 2) 往容器内注水至上缘，然后将盖体安装好，关闭操作阀和排气阀，打开排水阀和加水阀，通过加水阀，向容器内注入水；当排水阀流出的水流不含气泡时，在注水的状态下，同时关闭加水阀和排水阀，再测定其总质量；测量精确至 50g；
- 3) 容器的容积应按下式计算：

$$V = \frac{m_2 - m_1}{\rho_w} \times 1000 \quad (7.0.6)$$

式中 V ——含气量仪的容积 (L)；

m_1 ——干燥含气量仪的总质量 (kg)；

m_2 ——水、含气量仪的总质量 (kg)；

ρ_w ——容器内水的密度 (kg/m³)。

计算应精确至 0.01L。

2 含气量测定仪的率定按下列步骤进行：

- 1) 按第 7.0.4 条中第 5 条至第 8 条的操作步骤测得含气量为 0 时的压力值；
- 2) 开启排气阀，压力示值器示值回零；关闭操作阀和排气阀，打开排水阀，在排水阀口用量筒接水；用气泵缓缓地向气室内打气，当排出的水恰好是含气量仪体积的 1% 时。按上述步骤测得含气量为 1% 时的压力值；

3) 如此继续测取含气量分别为 2%、3%、4%、5%、6%、7%、8% 时的压力值；

4) 以上试验均应进行两次，各次所测压力值均应精确至 0.01MPa；

5) 对以上的各次试验均应进行检验，其相对误差均应小于 0.2%；否则应重新率定；

6) 据此检验以上含气量 0、1%、…、8% 共 9 次的测量结果，绘制含气量与气体压力之间的关系曲线。

7.0.7 气压法含气量试验报告内容除应包括本标准第 1.0.3 条的内容外，还应包括以下内容：

- 1 粗骨料和细骨料的含气量；
- 2 混凝土拌合物的含气量。

8 配合比分析试验

砂、石)的含量,但不适用于骨料含泥量波动较大以及用特细砂、山砂和机制砂配制的混凝土。

8.0.2 混凝土拌合物配合比水洗分析法使用的设备应符合下列规定:

- 1 广口瓶:容积为 2000mL 的玻璃瓶,并配有玻璃盖板;
- 2 台秤:称量 50kg、感量 50g 和称量 10kg、感量 5g 各一台;
- 3 托盘天平:称量 5kg,感量 5g,
- 4 试样筒:符合本标准第 6.0.2 条中第 1 款要求的容积为 5L 和 10L 的容量筒并配有玻璃盖板;
- 5 标准筛 孔径为 5mm 和 0.16mm 标准筛各一个。

8.0.3 在进行本试验前,应对下列混凝土原材料进行有关试验项目的测定:

- 1 水泥表观密度试验,按《水泥密度测定方法》GB/T 208 进行。
- 2 粗骨料、细骨料饱和面干状态的表观密度试验,按《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ 52 和《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ 53 进行。
- 3 细骨料修正系数应按下述方法测定:向广口瓶中注水至筒口,再一边加水一边徐徐推进玻璃板,注意玻璃板下不带有任何气泡,盖严后擦净板面和广口瓶壁的余水,如玻璃板下有气泡,必须排除。测定广口瓶、玻璃板和水的总质量后,取具有代表性的两个细骨料试样,每个试样的质量为 2kg,精确至 5g。分别倒入盛水的广口瓶中,充分搅拌、排气后浸泡约半小时;然后向广口瓶中注水至筒口,再一边加水一边徐徐推进玻璃板,注意玻璃板下不得带有任何气泡,盖严后擦净板面和瓶壁的余水,称得广口瓶、玻璃板、水和细粗骨料的总质量;则细骨料在水中的质量为:

$$m_{ys} = m_{ks} - m_p \quad (8.0.3-1)$$

式中 m_{ys} ——细骨料在水中的质量 (g);

m_{ks} ——细骨料和广口瓶、水及玻璃板的总质量 (g);

m_p ——广口瓶、玻璃板和水的总质量 (g);

应以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值,计算应精确至 1g。

然后用 0.16mm 的标准筛将细骨料过筛,用以上同样的方法测得大于 0.16mm 细骨料在水中的质量:

式中 m_{ys1} ——大于 0.16mm 的细骨料在水中的质量 (g)；

m_{ks1} ——大于 0.16mm 的细骨料和广口瓶、水及玻璃板的总质量 (g)；

m_p ——广口瓶、玻璃板和水的总质量 (g)。

应以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值，计算应精确至 1g。

细骨料修正系数为：

$$C_s = \frac{m_{ys}}{m_{ys1}}$$

式中 C_s ——细骨料修正系数；

m_{ys} ——细骨料在水中的质量 (g)；

m_{ys1} ——大于 0.16mm 的细骨料在的水中的质量 (g)。

计算应精确至 0.01。

8.0.4 混凝土拌合物的取样应符合下列规定：

- 1 混凝土拌合物的取样应按本标准第 2 章的规定进行。
- 2 当混凝土中粗骨料的粒径 $\leq 40\text{mm}$ 时，混凝土拌合物的取样量 $\geq 20\text{L}$ ，混凝土中粗骨料最大粒径 $> 40\text{mm}$ 时，混凝土拌合物的取样量 $\geq 40\text{L}$ 。
- 3 进行混凝土配合比分析时，当混凝土中粗骨料最大粒径 $\leq 40\text{mm}$ 时，每份取 12kg 试样；当混凝土中粗骨料的粒径 $> 40\text{mm}$ 时，每份取 15kg 试样。剩余的混凝土拌合物试样，按本标准第 6 章的规定，进行拌合物表观密度的测定。

8.0.5 水洗法分析混凝土配合比试验应按下列步骤进行：

- 1 整个试验过程的环境温度应在 15~25℃ 之间，从最后加水至试验结束，温差不应超过 2℃。
- 2 称取质量为 m_0 的混凝土拌合物试样，精确至 50g 并应符合本标准 8.0.4 条中的有关规定；然后按下式计算混凝土拌合物试样的体积；

$$V = \frac{m_0}{\rho} \quad (8.0.5-1)$$

式中 V ——试样的体积 (L)；

m_0 ——试样的质量 (g)；

ρ ——混凝土拌合物的表观密度 (g/cm³)。

计算应精确至 1g/cm³。

3 把试样全部移到 5mm 筛上水洗过筛, 水洗时, 要用水将筛上粗骨料仔细冲洗干净, 粗骨料上不得粘有砂浆, 筛下应备有不透水的底盘, 以收集全部冲洗过筛的砂浆与水的混合物; 称量洗净的粗骨料试样在饱和面干状态下在的质量 m_g , 粗骨料饱和面干状态表观密度符号为 ρ_g , 单位 g/m³。

4 将全部冲洗过筛的砂浆与水的混合物全部移到试样筒中, 加水至试样筒三分之二高度, 用棒搅拌, 以排除其中的空气; 如水面上有不能破裂的气泡, 可以加入少量的异丙醇试剂以消除气泡; 让试样静止 10min 以使固体物质沉积于容器底部。加水至满, 再一边加水一边徐徐推进玻璃板, 注意玻璃板下不得带有任何气泡, 盖严后应擦净板面和筒壁的余水。称出砂浆与水的混合物和试样筒、水及玻璃板的总质量。应按下式计算细砂浆的水中的质量:

$$m'_m = m_k - m_D \quad (8.0.5-2)$$

式中 m'_m ——砂浆在水中的质量 (g);

m_k ——砂浆与水的混合物和试样筒、水及玻璃板的总质量 (g);

m_D ——试样筒、玻璃板和水的总质量 (g)。

计算应精确至 1g。

5 将试样筒中的砂浆与水的混合物在 0.16mm 筛上冲洗, 然后将在 0.16mm 筛上洗净的细骨料全部移至广口瓶中, 加水至满, 再一边加水一边徐徐推进玻璃板, 注意玻璃板下不得带有任何气泡, 盖严后应擦净板面和瓶壁的余水; 称出细骨料试样、试样筒、水及玻璃板总质量, 应按下式计算细骨料在水中的质量:

$$m'_s = C_s(m_{cs} - m_p) \quad (8.0.5-3)$$

式中 m'_s ——细骨料在水中的质量 (g);

C_s ——细骨料修正系数;

m_{cs} ——细骨料试样、广口瓶、水及玻璃板总质量 (g);

计算应精确至 1g。

8.0.6 混凝土拌合物中四种组分的结果计算及确定应按下述方法进行：

1 混凝土拌合物试样中四种组分的质量应按以下公式计算：

1) 试样中的水泥质量应按下列式计算：

$$m_c = (m'_m - m'_s) \times \frac{\rho_c}{\rho_c - 1} \quad (8.0.6-1)$$

式中 m_c ——试样中的水泥质量 (g)；

m'_m ——砂浆在水中的质量 (g)；

m'_s ——细骨料在水中的质量 (g)；

ρ_c ——水泥的表观密度 (g/cm³)。

计算应精确至 1g。

2) 试样中细骨料的质量应按下列式计算：

$$m_s = m'_s \times \frac{\rho_s}{\rho_s - 1} \quad (8.0.6-2)$$

式中 m_s ——试样中细骨料的质量 (g)；

m'_s ——细骨料在水中的质量 (g)；

ρ_s ——处于饱和面干状态下的细骨料的表观密度 (g/cm³)。

计算应精确至 1g。

3) 试样中的水的质量应按下列式计算：

$$m_w = m_0 - (m_g + m_s + m_c) \quad (8.0.6-3)$$

式中 m_w ——试样中的水的质量 (g)；

m_0 ——拌合物试样质量 (g)；

m_g 、 m_s 、 m_c ——分别为试样中粗骨料、细骨料和水泥的质量 (g)。

计算应精确至 1g。

2 混凝土拌合物中水泥、水、粗骨料、细骨料的单位用量，应按分别按下式计算：

$$C = \frac{m_c}{V} \times 1000 \quad (8.0.6-4)$$

$$W = \frac{m_w}{V} \times 1000 \quad (8.0.6-5)$$

$$G = \frac{m_g}{V} \times 1000 \quad (8.0.6-6)$$

$$S = \frac{m_s}{V} \times 1000 \quad (8.0.6-7)$$

式中 C 、 W 、 G 、 S ——分别为水泥、水、粗骨料、细骨料的单位用量 (kg/m^3)；

m_c 、 m_w 、 m_g 、 m_s ——分别为试样中水泥、水、粗骨料、细骨料的质量 (g)；

V ——试样体积 (L)。

以上计算应精确至 $1\text{kg}/\text{m}^3$ 。

3 以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值，两次试验结果差值的绝对值应符合下列规定：水泥： $\leq 6\text{kg}/\text{m}^3$ ；水： $\leq 4\text{kg}/\text{m}^3$ ；砂： $\leq 20\text{kg}/\text{m}^3$ ；石： $\leq 30\text{kg}/\text{m}^3$ ，否则此次试验无效。

8.0.7 混凝土拌合物水洗法分析试验报告内容除应包括本标准第 1.0.3 条的内容外，还应包括以下内容：

- 1 试样的质量；
- 2 水泥的表观密度；
- 3 粗骨料和细骨料的饱和面干状态的表观密度；
- 4 试样中水泥、水、细骨料和粗骨料的质量；
- 5 混凝土拌合物中水泥、水，粗骨料和细骨料的单位用量；
- 6 混凝土拌合物水灰比。

附录 A 增实因数法

A.0.1 本方法适用于骨料最大粒径不大于 40mm、增实因数大于 1.05 的混凝土拌合物稠度测定。

A.0.2 增实因数试验所用的仪器设备应符合下列条件：

1 跳桌：应符合《水泥胶砂流动度测定方法》GB 2419 中有关技术要求的规定。

2 台秤：称量 20kg，感量 20g；

3 圆筒：钢制，内径 $150 \pm 0.2\text{mm}$ ，高 $300 \pm 0.2\text{mm}$ ，连同提手共重 $4.3 \pm 0.3\text{kg}$ ，见图

A.0.2-1；

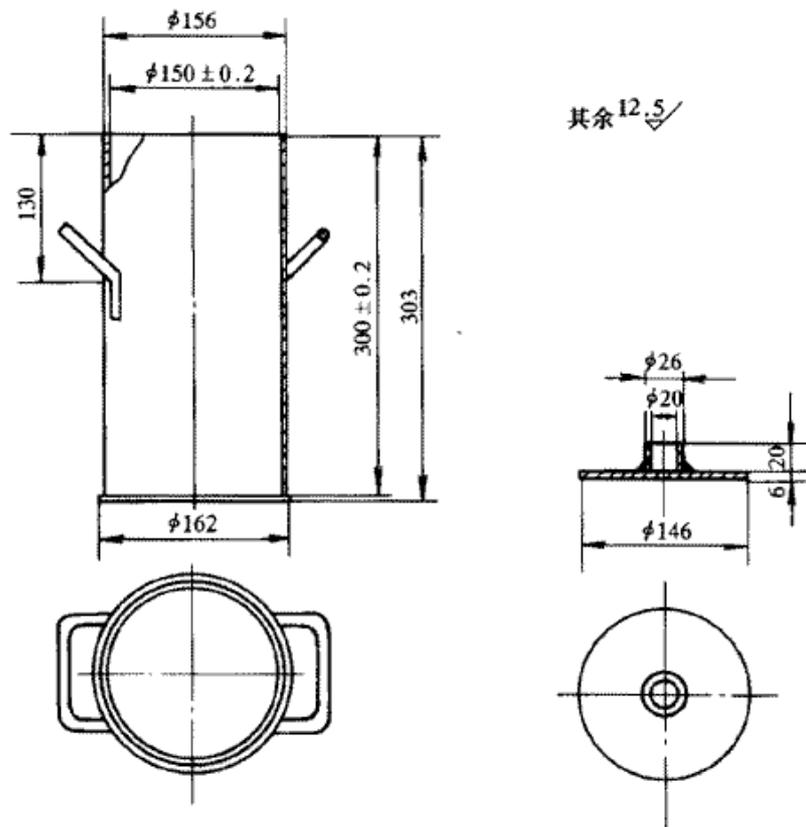


图 A.0.2-1 圆筒及盖板

4 盖板：钢制，直径 $146 \pm 0.1\text{mm}$ ，厚 $6 \pm 0.1\text{mm}$ ，连同提手共重 $830 \pm 20\text{g}$ ，见图 A.0.2-1。

5 量尺：刻度误差不大于 1%，见图 A.0.2-2。

A.0.3 增实因数试验用混凝土拌合物的质量应按下列方法之一确定：

1 当混凝土拌合物配合比及原材料的表观密度已知时，按下式确定混凝土拌合物的质量：

$$Q = 0.003 \times \frac{W + C + F + S + G}{\frac{W}{\rho_w} + \frac{C}{\rho_c} + \frac{F}{\rho_f} + \frac{S}{\rho_s} + \frac{G}{\rho_g}} \quad (\text{A. 0. 3-1})$$

式中 Q ——绝对体积为 3000mL 时混凝土拌合物的质量 (kg)；

W, C, F, S, G ——分别为水、水泥、掺合料、细骨料和粗骨料的质量 (kg)；

$\rho_w, \rho_c, \rho_f, \rho_s, \rho_g$ ——分别为水、水泥、掺合料、细骨料和粗骨料的表观密度 (kg/m^3)。

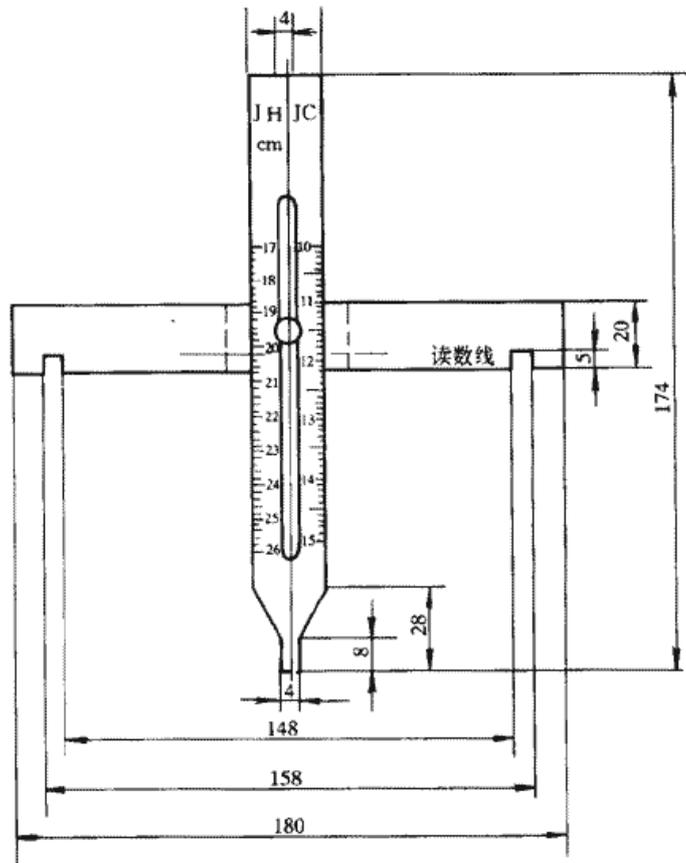


图 A.0.2-2 量尺

2 当混凝土拌合物配合比及原材料的表观密度未知时，应按下述方法确定混凝土拌合物的质量；先在圆筒内装入质量为 7.5kg 的混凝土拌合物，无需振实，将圆筒放在水平平台上，用量筒沿筒壁徐徐注水，并轻轻拍击筒壁，将拌合物中夹持的气泡排出，直至筒内水面与筒口平齐；记录注入圆筒中的水的体积，混凝土拌合物的质量应按下式计算：

式中 Q ——绝对体积为 3000mL 时混凝土拌合物的质量 (kg)；

V ——圆筒的容积 (mL)；

V_w ——注入圆筒中水的体积 (mL)；

A ——混凝土含气量。

计算应精确至 0.05kg。

A.0.4 增实因数试验应按下列步骤进行：

1 将圆筒放在台秤上，用圆勺铲取混凝土拌合物，不加任何振动与扰动地装入圆筒，圆筒内混凝土拌合物的质量按本标准附录 A.0.3 条规定的方法确定后称取；

2 用不吸水的小尺轻拨拌合物表面，使其大致成为一个水平面，然后将盖板轻放在拌合物上；

3 将圆筒轻轻移至跳桌台面中央，使跳桌台面以每秒一次的速度连续跳动 15 次；

4 将量尺的横尺置于筒口，使筒壁卡入横尺的凹槽中，滑动有刻度的竖尺，将竖尺的底端插入盖板中心的小筒内，读取混凝土增实因数 JC ，精确至 0.01。

A.0.5 圆筒容积应经常予以校正，校正方法可采用一块能覆盖住圆筒顶面的玻璃板，先称出玻璃板和空桶的质量，然后向圆筒中灌入清水，当水接近上口时，一边不断加水，一边把玻璃板沿筒口徐徐推入盖严，应注意使玻璃板下不带入任何气泡。然后擦净玻璃板面及筒壁外的余水，将圆筒连同玻璃板放在台称上称其质量。两次质量之差 (g) 即为容量筒的容积 (mL)。

A.0.6 混凝土拌合物稠度试验报告内容除应包括本标准第 1.0.3 条的内容外，尚应列出增实因素值和其他应说明的事项。

本标准用词、用语说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样不可的用词：正面词采用：“必须”；反面词采用：“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均这样做的用词：

正面词采用：“应”；

反面词采用：“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词：

正面词采用：“宜”；

反面词采用：“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用：“可”。

2 条文中指定按其他有关标准执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。