

混凝土集料与 混凝土试验方法

建筑科学研究院建筑材料研究室 编著

中国建筑工业出版社

混凝土集料与 混凝土试验方法

建筑科学研究院建筑材料研究室 編著

中国建筑工程出版社

重 印 说 明

本书是原建筑科学研究院建筑材料研究室在本单位试验工作的基础上，参照有关单位混凝土试验资料及国外的一些资料，于1963年编写的，由原中国工业出版社于1965年出版。全书包括混凝土细集料试验、混凝土粗集料试验、混凝土拌合物试验、混凝土物理力学性能试验四个主要部分，并附有混凝土拌合物工作度简易试验及混凝土拌合物含气量简易试验，可供混凝土试验人员及混凝土制品工厂、设计施工单位、高等院校土建专业等有关人员参考。

本书涉及到的国家标准和部颁标准，如与新的标准中有关规定相矛盾，应以新的标准为准。

这次重印，除作了个别订正外，内容上未作更动。希望读者对书中不妥之处提出意见，以便再版时修改。

中国建筑工业出版社

1972年9月

毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内，
人类总是不断发展的，自然界也总是
不断发展的，永远不会停止在一个水
平上。因此，人类总得不断地总结经
验，有所发现，有所发明，有所创
造，有所前进。

一切产品，不但求数量多，而且
求质量好，耐穿耐用。

目 录

重印说明

第一部分 混凝土细集料试验

1-1.	混凝土细集料(砂子)试验总则	1
1-2.	砂料颗粒级配试验	1
1-3.	砂料比重及吸水率试验	5
1-4.	砂料在干燥状态下的松散容重试验	8
1-5.	砂料空隙率测定	10
1-6.	砂料含水率试验	11
1-7.	砂料中粘土淤泥及细屑含量试验	11
1-8.	砂料中粘土含量试验	13
1-9.	砂料中有机物含量试验	15
1-10.	砂料中云母含量试验	16
1-11.	砂料中轻质物含量试验	17
1-12.	砂料中三氧化硫(SO_3)含量试验	18

第二部分 混凝土粗集料试验

2-1.	混凝土粗集料(卵石或碎石)试验总则	22
2-2.	石料颗粒级配试验	22
2-3.	石料比重试验	24
2-4.	石料容重试验	25
2-5.	石料空隙率测定	28
2-6.	石料含水率试验	28
2-7.	石料吸水率试验	29

2-8. 用以軋制碎石的岩石抗压強度試驗·····	30
2-9. 石料中針狀和片狀顆粒含量試驗·····	32
2-10. 卵石中軟弱顆粒含量試驗·····	33
2-11. 石料的堅固性試驗·····	34
2-12. 石料中粘土雜質含量試驗·····	37
2-13. 石料中三氧化硫 (SO_3) 含量試驗·····	38
2-14. 石料中有机物含量試驗·····	38

第三部分 混凝土拌合物試驗

3-1. 混凝土拌合物試驗總則·····	40
3-2. 混凝土拌合物試驗室拌合方法·····	40
3-3. 混凝土拌合物坍落度試驗·····	42
3-4. 混凝土拌合物工作度試驗·····	46
3-5. 混凝土拌合物析水性試驗·····	49
3-6. 混凝土拌合物均勻係數試驗·····	50
3-7. 混凝土拌合物容重試驗·····	52
3-8. 混凝土拌合物搗實因數試驗·····	54
3-9. 混凝土拌合物含氣量試驗·····	56

第四部分 混凝土物理力學性能試驗

4-1. 混凝土物理力學性能試驗總則·····	66
4-2. 混凝土抗压強度試驗·····	66
4-3. 混凝土抗拉強度試驗·····	71
4-4. 混凝土抗折強度試驗·····	79
4-5. 混凝土與鋼筋粘結力試驗·····	84
4-6. 混凝土靜力彈性模量試驗·····	89
4-7. 混凝土動力彈性模量試驗·····	100

VII

4-8.	混凝土抗渗性試驗·····	103
4-9.	混凝土抗冻性試驗·····	106
4-10.	混凝土干縮試驗·····	111
4-11.	混凝土自縮試驗·····	114
4-12.	混凝土导热系数試驗·····	116

附 录

1.	混凝土拌合物工作度簡易試驗·····	125
2.	混凝土拌合物含气量簡易試驗·····	126

第一部分 混凝土细集料試驗



1-1. 混凝土細集料（砂子）試驗总則

一、檢驗时所有砂料应按每200立方米为一批，不足200立方米者亦以一批論，至少在四处各取砂样 10~20 公斤左右，在取样时应先耙去上面一层，鏟取較深处的黃砂，将选取的砂样放在干淨的地上（最好在木板上），先用水湿润，再用鏟拌勻，鋪成 8~10 厘米厚的砂层圓堆，然后在堆上划一十字线，将堆分成四分，棄去其中成对角的两分，将所余的两分如上法重拌，并再分成四分，以此方法重复进行，直至剩下的砂約足 5 公斤时为止。

二、砂料样品重量在200克以下者，称量必須准确至0.1克，而样品重量超过200克时，称量仅需准确至 1 克。

三、200克以下的砂料試样在溫度为 105~110°C 的烘箱內烘干至恒重时，相邻两次称量差別不得大于 0.1 克，而当試样重量超过 200 克时，称量差別不得大于 1 克，相邻两次称量時間間隔不得少于 3 小时。

四、在进行試驗时室內溫度必須保持在 $20^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，并且在試驗前砂子与水必須达到室內同样溫度。

1-2. 砂料顆粒級配試驗

一、試驗目的：

在采砂場中，測定砂料的顆粒級配，并計算它的細度模数和平均粒径，評定砂粒粗細程度。在工程施工期間，定期

进行試驗，检查砂料的顆粒級配。

二、設備：

(一) 天平——秤量 2 公斤，感量 0.5 克；

(二) 恒溫烘箱——溫度可控制在 105~110°C；

(三) 标准篩（共 6 个附有底盖），其規格如下：

篩	号	5	6	7	8	9	10
篩孔尺寸 (淨孔毫米)		圓孔 5	圓孔 2.5	方孔 1.2	方孔 0.6	方孔 0.3	方孔 0.15
金屬板厚度(毫米)		1.0	1.0	—	—	—	—
金屬絲直径(毫米)		—	—	0.54	0.33	0.19	0.10
金屬絲直径	正	—	—	30	30	35	35
允許偏差(%)	負	—	—	15	15	15	15

(四) 振动篩（見圖 1）；

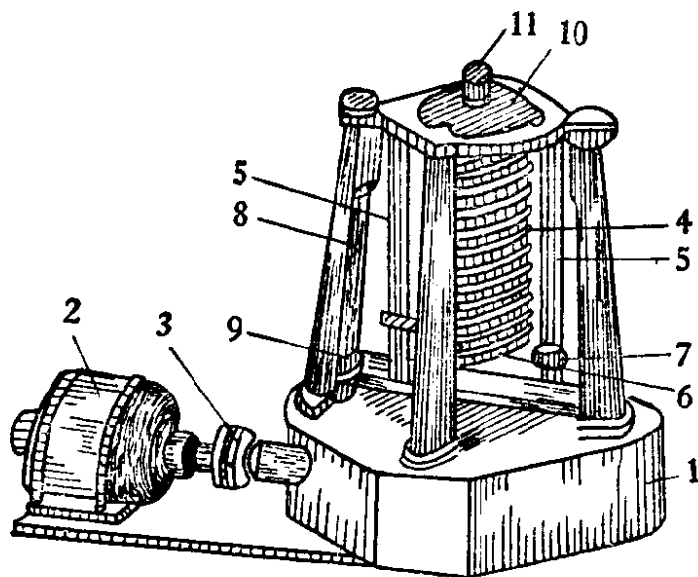


圖 1 振动篩

1—底座； 2—电动机； 3—接筒； 4—标准篩； 5—承柱； 6—底
盘； 7—卡箍； 8—小軋； 9—橫卡箍； 10—上蓋； 11—下击錘

- (五) 毛刷;
- (六) 搪瓷盘;
- (七) 白鉄盘。

三、試驗步驟:

(一) 选取 2 公斤左右的砂子均匀試料, 放于烘箱中烘干至恒重。

(二) 称量烘干的試料 (W), 并以篩孔为 10 和 5 毫米的篩子过篩, 再称量在上述篩号的篩余量为 W_{10} 和 W_5 , 計算在砂中粒径为 5 ~ 10 毫米和大于 10 毫米的卵石顆粒的百分含量 (P_5 和 P_{10}), 精度計算到 0.1%, 按下式計算:

$$P_5 = W_5 / W \cdot 100; \quad P_{10} = W_{10} / W \cdot 100$$

(三) 从通过上述 5 毫米孔径的篩子的試料中称取砂料 1000 克。

(四) 将孔径在 2.5、1.2、0.6、0.3、0.15 毫米的篩子按孔径大小順序迭置, 篩孔最小者置于最下层, 附以底盘, 上加篩盖, 装于振动篩上。

(五) 将試料放于最上的篩上之后, 把盖子盖紧, 注意勿使砂在振蕩中飞散出篩外, 开动机器, 振蕩 15 分钟, 如用手篩时, 須篩至每分钟通过量小于篩余量的 1% 时为止。

(六) 振蕩完毕, 关闭机器, 将篩取出, 称取每号篩上篩余試料的重量, 精确至 0.5 克。

(七) 以通过各号篩的累計篩余百分率为纵座标, 篩孔尺寸为横座标, 繪制篩分曲线。

四、試驗注意事項: 篩料在篩分时不得以手挤压篩料通过篩子, 篩料中如有結块状态的細骨料, 可用手指将其在篩框边輕輕压碎, 篩分析試驗进行完毕后, 在篩子底部可用軟刷子輕輕刷去篩余物, 使篩孔保持清洁。

五、計算方法：

(一) 在各篩子上的分計篩余百分率——以該項篩子上的篩余量与总砂料試样重量的百分比 (a_i) 来表示，并按下式計算 (精确至0.1%)：

$$a_i = \frac{g_i}{g} \times 100$$

式中 a_i ——分計篩余百分率；

g_i ——該号篩上的篩余量 (克)；

g ——总砂料試样重量 (克)。

(二) 在各篩子上的累計篩余百分率——即該号篩及孔径大于該号篩的篩余百分率之和 (A_i)。其計算公式如下：

$$A_i = a_{2.5} + a_{1.2} + \cdots + a_i$$

式中 $a_{2.5}$ 、 $a_{1.2}$ …… a_i ——从2.5、1.2毫米孔径篩子开始至該号篩子的分計篩余百分率。

(三) 砂料細度模数 (除去粒径大于5毫米的顆粒)——以各号篩子的全部累計篩余量之和除以100來計算，由篩孔直径为2.5毫米开始一直到篩孔直径为0.15毫米为止。

細度模数按下式計算：

$$M_k = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}{100}$$

式中 M_k ——細度模数；

A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 ——0.15、0.3、0.6、1.2及2.5毫米孔径篩上的累計篩余百分率。

注：篩分析后，如果各篩篩余重量与底盘中細粉重量之和同原取

試样重量相差超过 1 % 时，或两次試驗結果細度模数相差超过 0.1 时，試驗應該重做。

1-3. 砂料比重及吸水率試驗

一、試驗目的：

測定砂比重、飽和面干比重及吸水率，以此評定砂料質量。

注：此处所称比重為顆粒状态下的比重，或称視比重。

二、設備：

(一) 天平——秤量 2 公斤，感量 0.5 克；

(二) 长頸量瓶——容量 1000 毫升；

(三) 飽和面干試模（見圖 2）——白鐵皮制，上口直徑 38 毫米，下口直徑 89 毫米，高 73 毫米，另附鐵制搗棒，直

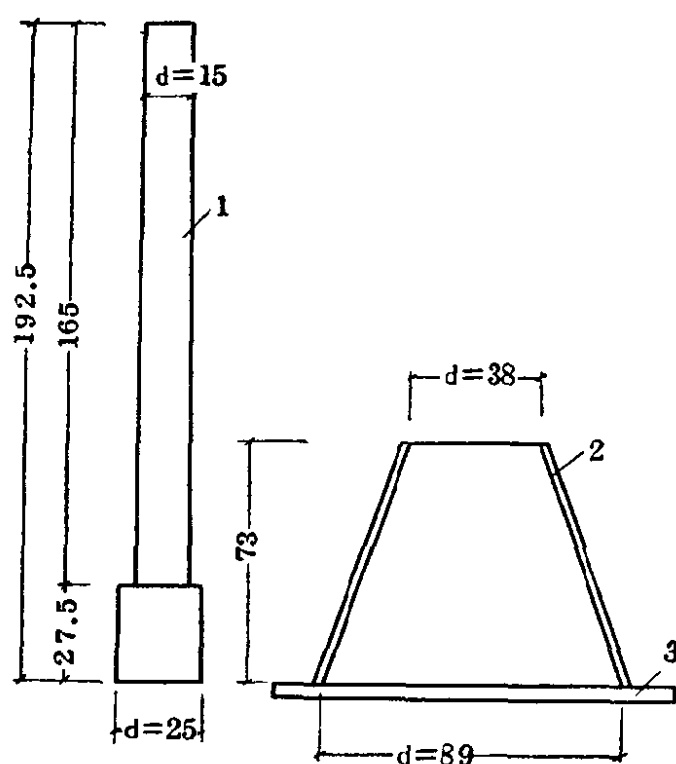


圖 2 飽和面干試模圖

1—搗棒；2—試模；3—玻璃板

尺寸單位：毫米

徑25毫米，重340克；

（四）电炉或电吹风机；

（五）恒溫烘箱；

（六）溫度計—— 50°C ，刻度 0.1°C ；

（七）白鉄盘；

（八）篩孔为 5 毫米的篩子。

三、試驗步驟：

甲、比重的測定：

（一）用四分法取样1000克左右，將試样用 5 毫米孔径的篩子进行过篩，并除去篩余物，再將試样置于 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 溫度下烘至恒重。秤出600克左右（准至0.5克），傾入盛水半滿的长頸量瓶中。用手搖动长頸量瓶，使砂样充分搅动，排除气泡。

（二）量出瓶腹部的水溫，加水至規定刻度，塞紧瓶盖，擦干瓶外部的水，秤出瓶的重量，准至0.5克。

（三）然后将量瓶內水与砂料試样全部倒出，清洗干淨，再以蒸餾水（或飲用水）重新傾入瓶內至上述刻度，并秤出重量。

乙、飽和面干比重的測定：

（一）將在水中浸泡 24 小时的砂样放在盘中，徐徐加热，并不时搅拌砂样，保証砂样均匀干燥。

（二）飽和面干状态，即砂粒吸水飽和而外表干燥的状态，測定方法如下：

將砂样放入飽和面干模內，用搗棒插搗砂样25次（棒自模頂 1 厘米处自由落下），然后刮平表面，將模垂直提起，当砂样刚刚坍落，或輕輕碰一下就坍落时的砂样，即为飽和面干状态。

(三) 制飽和面干砂样时，若发现砂样已超过飽和面干状态，即砂粒内部吸水已蒸发一部分，此种砂样須作废。

(四) 秤取飽和面干砂样約600克左右（准至0.5克），傾入盛水半滿之長頸量瓶內，用手搖動量瓶，排除空气泡，靜置約半小時，測量瓶水溫度，然後加水至規定刻度，塞緊瓶塞，擦干瓶外部，秤出重量，准确至0.5克。

(五) 然後將量瓶內水與砂料試样全部倒出，清洗干淨，再以蒸餾水（或飲用水）重新傾入瓶內至上述刻度，且秤出重量。

丙、吸水率的測定：

在測定飽和面干比重的同时，另行秤取一分飽和面干砂样約600克，准至0.5克，在105~110°C溫度下將砂样烘至恒重，秤出重量，准至0.5克。

四、試驗注意事項：在試驗操作过程中，水的溫度差別不得超過2°C。

五、計算方法：

(一) 按下式計算比重 γ ：

$$\gamma = \frac{G_1}{G_1 + G_3 - G_2}$$

式中 γ —— 比重；

G_1 —— 干砂重量（克）；

G_2 —— 干砂盛入瓶中時加水至規定刻度的重量（克）；

G_3 —— 在試驗溫度下，瓶內加水至規定刻度的重量（克）。

(二) 按下式計算飽和面干比重 γ_1 ：

$$\gamma_1 = \frac{G_0}{G_0 + G_3 - G_4}$$

式中 γ_1 ——飽和面干比重；

G_0 ——飽和面干砂重量（克）；

G_4 ——飽和面干砂盛入瓶中時加水至規定刻度的重量（克）；

G_3 ——在試驗溫度下，瓶內加水至規定刻度的重量（克）。

（三）按下式計算吸水率：

$$P = \frac{G_0 - G}{G} \times 100 \quad (1)$$

或
$$P = \frac{G_0 - G}{G_0} \times 100 \quad (2)$$

式中 P ——吸水率（%）；

G_0 ——飽和面干砂樣重量（克）；

G ——烘干後砂樣重量（克）。

注：若混凝土配合比設計中採用干砂計算，則吸水率計算採用（1）式，如採用飽和面干砂計算，則須採用（2）式計算。

六、結果評定：

（一）每批試樣進行兩次試驗，取算術平均值為試驗結果。

（二）兩次試驗中的比重差別不得大於0.02，如有超過時，須重新進行測定。

（三）吸水率試驗兩次結果相差超過0.1%時，須重做。

1-4. 砂料在乾燥狀態下的松散容重試驗

一、概述：

容重是材料在單位體積下的重量，在本試驗方法中是以公斤/立方米計量。很多因素（包括含水率的大小和骨料裝

入量筒时的压力大小)对骨料容重均有影响。

二、設備：

(一) 磅秤——秤量10公斤，感量5克；

(二) 一个圓柱形金屬量筒——容积1升，其要求如下：
量筒的内部尺寸必須保証正确。該量筒不得透水，并必須具有足够的刚度，保証在使用时不会变形，并須采取措施防止銹蝕；

(三) 标准漏斗（見图3）；

(四) 恒溫烘箱——溫度可控制在 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的范围内；

(五) 篩孔为5毫米的篩子。

三、試驗步驟：

(一) 称取均匀試样5~10公斤，放于 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的恒溫烘箱中，烘干至恒重，待冷却后再用5毫米孔径的篩子过篩。

(二) 先称出空量筒的重量，然后用鉄鏟将砂料盛滿量筒，但砂料傾落时，鉄鏟离筒口的高度应为5厘米。必須注意在可能条件下防止試样中不同粒径的骨料的分离現象。砂料的表面可用直尺刮平（如試驗室备有錐形漏斗，可将砂料通过漏斗盛滿量筒）。

(三) 称出装有砂料的圓柱量筒重量。

四、試驗注意事項：在測定砂料容重前，容重筒容积必

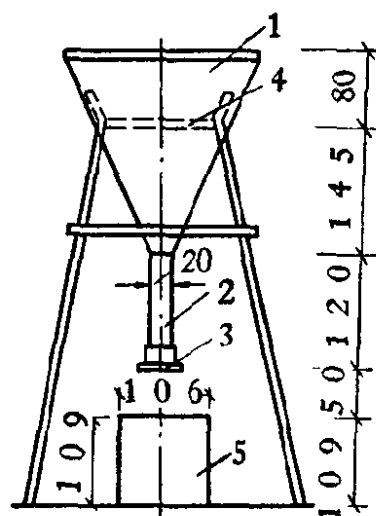


图3 标准漏斗

1—漏斗；2— $\phi 20$ 管子；3—活动門；4—篩子；5—金屬量筒

尺寸单位：毫米

須进行校核，將量筒內傾滿水直至水面与量筒边口齐平，然后秤出量筒中的水，以此来校核量筒容积。

五、計算方法：

砂料在干燥状态下的松散容重按下列公式計算：

$$\gamma = \frac{g_2 - g_1}{V}$$

式中 γ ——砂料在干燥状态下的 松 散 容 重（公 斤/立 方 米）；

g_1 ——圓柱量筒重量（公斤）；

g_2 ——圓柱量筒和砂料的总重量（公斤）；

V ——圓柱量筒容积（立方米）。

六、結果評定：

砂料容重須測定三次，每次試驗采用新的砂料試样，取算术平均值为試驗結果。

1-5. 砂料空隙率測定

一、測定目的：

測定砂料空隙率，提供混凝土配合比用。

二、計算方法：

砂料空隙率是根据砂料在干燥状态下的松散容重及砂料比重來計算的。

砂料空隙率按下列公式計算：

$$e = \left(1 - \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \right) \times 100$$

式中 e ——砂料中空隙体积对砂料总体积的百分率(%)；

γ_1 ——砂料在干燥状态下的松散容 重（公 斤/升）；

γ_2 ——砂料的比 重(公斤/升)。