

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ 52 - 2006

普通混凝土用砂、石质量及检验 方 法 标 准

Standard for technical requirements and test method
of sand and crushed stone (or gravel)
for ordinary concrete

2006 - 12 - 19 发布

2007 - 06 - 01 实施

中 华 人 民 共 和 国 建 设 部 发 布

中华人民共和国行业标准

普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准

**Standard for technical requirements and test method of sand and
crushed stone (or gravel) for ordinary concrete**

JGJ 52 - 2006

J 628 - 2006

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2 0 0 7 年 6 月 1 日

中国建筑工业出版社

2006 北 京

中华人民共和国行业标准
普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
Standard for technical requirements and test method
of sand and crushed stone (or gravel)
for ordinary concrete
JGJ 52 - 2006

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
新华书店经销
北京密云红光制版公司制版
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：3¼ 字数：97 千字
2007 年 2 月第一版 2007 年 2 月第一次印刷

统一书号：15112·14472

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国建设部 公 告

第 529 号

建设部关于发布行业标准《普通混凝土用 砂、石质量及检验方法标准》的公告

现批准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》为行业标准，编号为 JGJ 52-2006，自 2007 年 6 月 1 日起实施。其中，第 1.0.3、3.1.10 条为强制性条文，必须严格执行。原行业标准《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ 52-92 和《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ 53-92 同时废止。

本标准由建设部标准定额研究所组织中国建筑工程出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
2006 年 12 月 19 日

前 言

根据建设部建标〔2002〕84号文的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，对原《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ 52-92 和《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ 53-92 进行了修订。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语、符号；3. 质量要求；4. 验收、运输和堆放；5. 取样与缩分；6. 砂的检验方法；7. 石的检验方法。

修订的主要技术内容是：1. 砂的种类增加了人工砂和特细砂，同时增加了相应的质量指标及试验方法；2. 增加了海砂中贝壳的质量指标及试验方法；3. 增加了 C60 以上混凝土用砂石的质量指标；4. 将原筛分析试验方法中的圆孔筛改为方孔筛；5. 增加了砂石碱活性试验的快速法。

本标准由建设部负责管理和对强制性条文的解释，由主编单位负责具体技术内容的解释。

本标准主编单位：中国建筑科学研究院（地址：北京市北三环东路 30 号；邮政编码：100013）

本标准参加单位：铁道部产品质量监督检验中心
贵州中建建筑科研设计院
重庆市建筑科学研究院
上海市建筑科学研究院
山东省建筑科学研究院
浙江省建筑科学设计研究院
河南省商丘市建委人工砂研究会
上海建工材料工程有限公司

济南四建（集团）有限责任公司

上海市东星建材试验设备有限公司

绍兴肯特机械电子有限公司

本标准主要起草人：陆建雯 钟美秦 张裕民 林力勋
敬相海 徐国孝 王文奎 袁惠星
陈尧亮 韩跃红 徐 彦 甄景泰

目 次

| | | |
|------|----------------------------|----|
| 1 | 总则 | 1 |
| 2 | 术语、符号 | 2 |
| 2.1 | 术语 | 2 |
| 2.2 | 符号 | 3 |
| 3 | 质量要求 | 5 |
| 3.1 | 砂的质量要求 | 5 |
| 3.2 | 石的质量要求 | 8 |
| 4 | 验收、运输和堆放 | 13 |
| 5 | 取样与缩分 | 15 |
| 5.1 | 取样 | 15 |
| 5.2 | 样品的缩分 | 17 |
| 6 | 砂的检验方法 | 19 |
| 6.1 | 砂的筛分析试验 | 19 |
| 6.2 | 砂的表观密度试验（标准法） | 21 |
| 6.3 | 砂的表观密度试验（简易法） | 22 |
| 6.4 | 砂的吸水率试验 | 23 |
| 6.5 | 砂的堆积密度和紧密密度试验 | 25 |
| 6.6 | 砂的含水率试验（标准法） | 27 |
| 6.7 | 砂的含水率试验（快速法） | 28 |
| 6.8 | 砂中含泥量试验（标准法） | 29 |
| 6.9 | 砂中含泥量试验（虹吸管法） | 30 |
| 6.10 | 砂中泥块含量试验 | 31 |
| 6.11 | 人工砂及混合砂中石粉含量试验（亚甲蓝法） | 32 |
| 6.12 | 人工砂压碎值指标试验 | 35 |
| 6.13 | 砂中有机物含量试验 | 36 |
| 6.14 | 砂中云母含量试验 | 38 |

| | | |
|------|---------------------------|----|
| 6.15 | 砂中轻物质含量试验 | 38 |
| 6.16 | 砂的坚固性试验 | 40 |
| 6.17 | 砂中硫酸盐及硫化物含量试验 | 43 |
| 6.18 | 砂中氯离子含量试验 | 44 |
| 6.19 | 海砂中贝壳含量试验（盐酸清洗法） | 45 |
| 6.20 | 砂的碱活性试验（快速法） | 46 |
| 6.21 | 砂的碱活性试验（砂浆长度法） | 49 |
| 7 | 石的检验方法 | 53 |
| 7.1 | 碎石或卵石的筛分析试验 | 53 |
| 7.2 | 碎石或卵石的表观密度试验（标准法） | 54 |
| 7.3 | 碎石或卵石的表观密度试验（简易法） | 56 |
| 7.4 | 碎石或卵石的含水率试验 | 58 |
| 7.5 | 碎石或卵石的吸水率试验 | 58 |
| 7.6 | 碎石或卵石的堆积密度和紧密密度试验 | 59 |
| 7.7 | 碎石或卵石中含泥量试验 | 62 |
| 7.8 | 碎石或卵石中泥块含量试验 | 63 |
| 7.9 | 碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量试验 | 64 |
| 7.10 | 卵石中有机物含量试验 | 66 |
| 7.11 | 碎石或卵石的坚固性试验 | 67 |
| 7.12 | 岩石的抗压强度试验 | 70 |
| 7.13 | 碎石或卵石的压碎值指标试验 | 71 |
| 7.14 | 碎石或卵石中硫化物及硫酸盐含量试验 | 73 |
| 7.15 | 碎石或卵石的碱活性试验（岩相法） | 75 |
| 7.16 | 碎石或卵石的碱活性试验（快速法） | 76 |
| 7.17 | 碎石或卵石的碱活性试验（砂浆长度法） | 79 |
| 7.18 | 碳酸盐骨料的碱活性试验（岩石柱法） | 82 |
| 附录 A | 砂的检验报告表 | 84 |
| 附录 B | 石的检验报告表 | 85 |
| 本标准 | 用词说明 | 86 |
| 附： | 条文说明 | 87 |

1 总 则

1.0.1 为在普通混凝土中合理使用天然砂、人工砂和碎石、卵石，保证普通混凝土用砂、石的质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于一般工业与民用建筑和构筑物中普通混凝土用砂和石的质量要求和检验。

1.0.3 对于长期处于潮湿环境的重要混凝土结构所用的砂、石，应进行碱活性检验。

1.0.4 砂和石的质量要求和检验，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 天然砂 natural sand

由自然条件作用而形成的，公称粒径小于 5.00mm 的岩石颗粒。按其产源不同，可分为河砂、海砂、山砂。

2.1.2 人工砂 artificial sand

岩石经除土开采、机械破碎、筛分而成的，公称粒径小于 5.00mm 的岩石颗粒。

2.1.3 混合砂 mixed sand

由天然砂与人工砂按一定比例组合而成的砂。

2.1.4 碎石 crushed stone

由天然岩石或卵石经破碎、筛分而得的，公称粒径大于 5.00mm 的岩石颗粒。

2.1.5 卵石 gravel

由自然条件作用形成的，公称粒径大于 5.00mm 的岩石颗粒。

2.1.6 含泥量 dust content

砂、石中公称粒径小于 $80\mu\text{m}$ 颗粒的含量。

2.1.7 砂的泥块含量 clay lump content in sands

砂中公称粒径大于 1.25mm，经水洗、手捏后变成小于 $630\mu\text{m}$ 的颗粒的含量。

2.1.8 石的泥块含量 clay lump content in stones

石中公称粒径大于 5.00mm，经水洗、手捏后变成小于 2.50mm 的颗粒的含量。

2.1.9 石粉含量 crusher dust content

人工砂中公称粒径小于 $80\mu\text{m}$ ，且其矿物组成和化学成分与

被加工母岩相同的颗粒含量。

2.1.10 表观密度 apparent density

骨料颗粒单位体积（包括内封闭孔隙）的质量。

2.1.11 紧密密度 tight density

骨料按规定方法颠实后单位体积的质量。

2.1.12 堆积密度 bulk density

骨料在自然堆积状态下单位体积的质量。

2.1.13 坚固性 soundness

骨料在气候、环境变化或其他物理因素作用下抵抗破裂的能力。

2.1.14 轻物质 light material

砂中表观密度小于 2000kg/m^3 的物质。

2.1.15 针、片状颗粒 elongated and flaky particle

凡岩石颗粒的长度大于该颗粒所属粒级的平均粒径 2.4 倍者为针状颗粒；厚度小于平均粒径 0.4 倍者为片状颗粒。平均粒径指该粒级上、下限粒径的平均值。

2.1.16 压碎值指标 crushing value index

人工砂、碎石或卵石抵抗压碎的能力。

2.1.17 碱活性骨料 alkali-active aggregate

能在一定条件下与混凝土中的碱发生化学反应导致混凝土产生膨胀、开裂甚至破坏的骨料。

2.2 符 号

δ_s ——碎石或卵石的压碎值指标；

δ_{sa} ——人工砂压碎值指标；

ϵ_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率；

ϵ_{st} ——试件浸泡 t 天的长度变化率；

μ_f ——细度模数；

ρ ——表观密度；

ρ_c ——紧密密度；

ρ_L ——堆积密度；
 ω_b ——贝壳含量；
 ω_c ——含泥量；
 $\omega_{c,L}$ ——泥块含量；
 ω_{cl} ——氯离子含量；
 ω_f ——石粉含量；
 ω_l ——轻物质含量；
 ω_m ——云母含量；
 ω_p ——碎石或卵石中针、片状颗粒含量；
 ω_{wa} ——吸水率；
 ω_{wc} ——含水率；
 m_r ——试样在一个筛上的剩留量；
 MB ——人工砂中亚甲蓝测定值。

3 质量要求

3.1 砂的质量要求

3.1.1 砂的粗细程度按细度模数 μ_f 分为粗、中、细、特细四级，其范围应符合下列规定：

粗砂： $\mu_f=3.7\sim3.1$

中砂： $\mu_f=3.0\sim2.3$

细砂： $\mu_f=2.2\sim1.6$

特细砂： $\mu_f=1.5\sim0.7$

3.1.2 砂筛应采用方孔筛。砂的公称粒径、砂筛筛孔的公称直径和方孔筛筛孔边长应符合表 3.1.2-1 的规定。

表 3.1.2-1 砂的公称粒径、砂筛筛孔的公称直径
和方孔筛筛孔边长尺寸

| 砂的公称粒径 | 砂筛筛孔的公称直径 | 方孔筛筛孔边长 |
|-------------|-------------|-------------|
| 5.00mm | 5.00mm | 4.75mm |
| 2.50mm | 2.50mm | 2.36mm |
| 1.25mm | 1.25mm | 1.18mm |
| 630 μ m | 630 μ m | 600 μ m |
| 315 μ m | 315 μ m | 300 μ m |
| 160 μ m | 160 μ m | 150 μ m |
| 80 μ m | 80 μ m | 75 μ m |

除特细砂外，砂的颗粒级配可按公称直径 630 μ m 筛孔的累计筛余量（以质量百分率计，下同），分成三个级配区（见表 3.1.2-2），且砂的颗粒级配应处于表 3.1.2-2 中的某一区内。

砂的实际颗粒级配与表 3.1.2-2 中的累计筛余相比，除公称粒径为 5.00mm 和 630 μ m（表 3.1.2-2 斜体所标数值）的累计筛余外，其余公称粒径的累计筛余可稍有超出分界线，但总超出量不应大于 5%。

当天然砂的实际颗粒级配不符合要求时，宜采取相应的技术措施，并经试验证明能确保混凝土质量后，方允许使用。

表 3.1.2-2 砂颗粒级配区

| 级配区 累计筛余 (%) 公称粒径 | I 区 | II 区 | III 区 |
|-------------------------|--------|--------|--------|
| 5.00mm | 10~0 | 10~0 | 10~0 |
| 2.50mm | 35~5 | 25~0 | 15~0 |
| 1.25mm | 65~35 | 50~10 | 25~0 |
| 630 μ m | 85~71 | 70~41 | 40~16 |
| 315 μ m | 95~80 | 92~70 | 85~55 |
| 160 μ m | 100~90 | 100~90 | 100~90 |

配制混凝土时宜优先选用 II 区砂。当采用 I 区砂时，应提高砂率，并保持足够的水泥用量，满足混凝土的和易性；当采用 III 区砂时，宜适当降低砂率；当采用特细砂时，应符合相应的规定。

配制泵送混凝土，宜选用中砂。

3.1.3 天然砂中含泥量应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 天然砂中含泥量

| 混凝土强度等级 | \geq C60 | C55~C30 | \leq C25 |
|---------------|------------|------------|------------|
| 含泥量 (按质量计, %) | \leq 2.0 | \leq 3.0 | \leq 5.0 |

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 混凝

土用砂，其含泥量不应大于 3.0%。

3.1.4 砂中泥块含量应符合表 3.1.4 的规定。

表 3.1.4 砂中泥块含量

| 混凝土强度等级 | ≥C60 | C55~C30 | ≤C25 |
|--------------|------|---------|------|
| 泥块含量（按质量计，%） | ≤0.5 | ≤1.0 | ≤2.0 |

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 混凝土用砂，其泥块含量不应大于 1.0%。

3.1.5 人工砂或混合砂中石粉含量应符合表 3.1.5 的规定。

表 3.1.5 人工砂或混合砂中石粉含量

| 混凝土强度等级 | | ≥C60 | C55~C30 | ≤C25 |
|-------------|-------------|------|---------|-------|
| 石粉含量 （%） | MB<1.4（合格） | ≤5.0 | ≤7.0 | ≤10.0 |
| | MB≥1.4（不合格） | ≤2.0 | ≤3.0 | ≤5.0 |

3.1.6 砂的坚固性应采用硫酸钠溶液检验，试样经 5 次循环后，其质量损失应符合表 3.1.6 的规定。

表 3.1.6 砂的坚固性指标

| 混凝土所处的环境条件及其性能要求 | 5 次循环后的 质量损失（%） |
|---|--------------------|
| 在严寒及寒冷地区室外使用并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土 对于有抗疲劳、耐磨、抗冲击要求的混凝土 有腐蚀介质作用或经常处于水位变化区的地下结构混凝土 | ≤8 |
| 其他条件下使用的混凝土 | ≤10 |

3.1.7 人工砂的总压碎值指标应小于 30%。

3.1.8 当砂中含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐等有害物质时，其含量应符合表 3.1.8 的规定。

表 3.1.8 砂中的有害物质含量

| 项 目 | 质 量 指 标 |
|--------------------------------------|---|
| 云母含量 (按质量计,%) | ≤ 2.0 |
| 轻物质含量 (按质量计,%) | ≤ 1.0 |
| 硫化物及硫酸盐含量 (折算成 SO_3 按质量计,%) | ≤ 1.0 |
| 有机物含量 (用比色法试验) | 颜色不应深于标准色。当颜色深于标准色时,应按水泥胶砂强度试验方法进行强度对比试验,抗压强度比不应低于 0.95 |

对于有抗冻、抗渗要求的混凝土用砂,其云母含量不应大于 1.0%。

当砂中含有颗粒状的硫酸盐或硫化物杂质时,应进行专门检验,确认能满足混凝土耐久性要求后,方可采用。

3.1.9 对于长期处于潮湿环境的重要混凝土结构用砂,应采用砂浆棒 (快速法) 或砂浆长度法进行骨料的碱活性检验。经上述检验判断为有潜在危害时,应控制混凝土中的碱含量不超过 $3\text{kg}/\text{m}^3$,或采用能抑制碱-骨料反应的有效措施。

3.1.10 砂中氯离子含量应符合下列规定:

1 对于钢筋混凝土用砂,其氯离子含量不得大于 0.06% (以干砂的质量百分率计);

2 对于预应力混凝土用砂,其氯离子含量不得大于 0.02% (以干砂的质量百分率计)。

3.1.11 海砂中贝壳含量应符合表 3.1.11 的规定。

表 3.1.11 海砂中贝壳含量

| 混凝土强度等级 | $\geq \text{C40}$ | $\text{C35} \sim \text{C30}$ | $\text{C25} \sim \text{C15}$ |
|---------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| 贝壳含量 (按质量计,%) | ≤ 3 | ≤ 5 | ≤ 8 |

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 混凝土用砂,其贝壳含量不应大于 5%。

3.2 石的质量要求

3.2.1 石筛应采用方孔筛。石的公称粒径、石筛筛孔的公称直

径与方孔筛筛孔边长应符合表 3. 2. 1-1 的规定。

表 3. 2. 1-1 石筛筛孔的公称直径与方孔筛尺寸 (mm)

| 石的公称粒径 | 石筛筛孔的公称直径 | 方孔筛筛孔边长 |
|--------|-----------|---------|
| 2. 50 | 2. 50 | 2. 36 |
| 5. 00 | 5. 00 | 4. 75 |
| 10. 0 | 10. 0 | 9. 5 |
| 16. 0 | 16. 0 | 16. 0 |
| 20. 0 | 20. 0 | 19. 0 |
| 25. 0 | 25. 0 | 26. 5 |
| 31. 5 | 31. 5 | 31. 5 |
| 40. 0 | 40. 0 | 37. 5 |
| 50. 0 | 50. 0 | 53. 0 |
| 63. 0 | 63. 0 | 63. 0 |
| 80. 0 | 80. 0 | 75. 0 |
| 100. 0 | 100. 0 | 90. 0 |

碎石或卵石的颗粒级配，应符合表 3. 2. 1-2 的要求。混凝土用石应采用连续粒级。

单粒级宜用于组合成满足要求的连续粒级；也可与连续粒级混合使用，以改善其级配或配成较大粒度的连续粒级。

当卵石的颗粒级配不符合本标准表 3. 2. 1-2 要求时，应采取措施并经试验证实能确保工程质量后，方允许使用。

表 3. 2. 1-2 碎石或卵石的颗粒级配范围

| 级配情况 | 公称粒级 (mm) | 累计筛余，按质量 (%) | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|----|----|----|
| | | 方孔筛筛孔边长尺寸 (mm) | | | | | | | | | | | |
| | | 2. 36 | 4. 75 | 9. 5 | 16. 0 | 19. 0 | 26. 5 | 31. 5 | 37. 5 | 53 | 63 | 75 | 90 |
| 连续粒级 | 5~10 | 95~100 | 80~100 | 0~15 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 5~16 | 95~100 | 85~100 | 30~60 | 0~10 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 5~20 | 95~100 | 90~100 | 40~80 | — | 0~10 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| | 5~25 | 95~100 | 90~100 | — | 30~70 | — | 0~5 | 0 | — | — | — | — | — |
| | 5~31. 5 | 95~100 | 90~100 | 70~90 | — | 15~45 | — | 0~5 | 0 | — | — | — | — |
| | 5~40 | — | 95~100 | 70~90 | — | 30~65 | — | — | 0~5 | 0 | — | — | — |

续表 3.2.1-2

| 级配情况 | 公称 粒级 (mm) | 累计筛余, 按质量 (%) | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------|------------|------------|----|-----------|----------|----|
| | | 方孔筛筛孔边长尺寸 (mm) | | | | | | | | | | | |
| | | 2.36 | 4.75 | 9.5 | 16.0 | 19.0 | 26.5 | 31.5 | 37.5 | 53 | 63 | 75 | 90 |
| 单 粒 级 | 10~ 20 | — | 95~ 100 | 85~ 100 | — | 0~ 15 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| | 16~ 31.5 | — | 95~ 100 | — | 85~ 100 | — | — | 0~ 10 | 0 | — | — | — | — |
| | 20~ 40 | — | — | 95~ 100 | — | 80~ 100 | — | — | 0~ 10 | 0 | — | — | — |
| | 31.5~ 63 | — | — | — | 95~ 100 | — | — | 75~ 100 | 45~ 75 | — | 0~ 10 | 0 | — |
| | 40~ 80 | — | — | — | — | 95~ 100 | — | — | 70~ 100 | — | 30~ 60 | 0~ 10 | 0 |

3.2.2 碎石或卵石中针、片状颗粒含量应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 针、片状颗粒含量

| 混凝土强度等级 | $\geq C60$ | C55~C30 | $\leq C25$ |
|-----------------------|------------|-----------|------------|
| 针、片状颗粒含量 (按质量计, %) | ≤ 8 | ≤ 15 | ≤ 25 |

3.2.3 碎石或卵石中含泥量应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 碎石或卵石中含泥量

| 混凝土强度等级 | $\geq C60$ | C55~C30 | $\leq C25$ |
|---------------|------------|------------|------------|
| 含泥量 (按质量计, %) | ≤ 0.5 | ≤ 1.0 | ≤ 2.0 |

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土, 其所用碎石或卵石中含泥量不应大于 1.0%。当碎石或卵石的含泥是非黏土质的石粉时, 其含泥量可由表 3.2.3 的 0.5%、1.0%、2.0%, 分别提高到 1.0%、1.5%、3.0%。

3.2.4 碎石或卵石中泥块含量应符合表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 碎石或卵石中泥块含量

| | | | |
|---------------|------|---------|------|
| 混凝土强度等级 | ≥C60 | C55~C30 | ≤C25 |
| 泥块含量 (按质量计,%) | ≤0.2 | ≤0.5 | ≤0.7 |

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的强度等级小于 C30 的混凝土，其所用碎石或卵石中泥块含量不应大于 0.5%。

3.2.5 碎石的强度可用岩石的抗压强度和压碎值指标表示。岩石的抗压强度应比所配制的混凝土强度至少高 20%。当混凝土强度等级大于或等于 C60 时，应进行岩石抗压强度检验。岩石强度首先应由生产单位提供，工程中可采用压碎值指标进行质量控制。碎石的压碎值指标宜符合表 3.2.5-1 的规定。

表 3.2.5-1 碎石的压碎值指标

| 岩石品种 | 混凝土强度等级 | 碎石压碎值指标 (%) |
|------------|---------|-------------|
| 沉积岩 | C60~C40 | ≤10 |
| | ≤C35 | ≤16 |
| 变质岩或深成的火成岩 | C60~C40 | ≤12 |
| | ≤C35 | ≤20 |
| 喷出的火成岩 | C60~C40 | ≤13 |
| | ≤C35 | ≤30 |

注：沉积岩包括石灰岩、砂岩等；变质岩包括片麻岩、石英岩等；深成的火成岩包括花岗岩、正长岩、闪长岩和橄榄岩等；喷出的火成岩包括玄武岩和辉绿岩等。

卵石的强度可用压碎值指标表示。其压碎值指标宜符合表 3.2.5-2 的规定。

表 3.2.5-2 卵石的压碎值指标

| | | |
|-----------|---------|------|
| 混凝土强度等级 | C60~C40 | ≤C35 |
| 压碎值指标 (%) | ≤12 | ≤16 |

3.2.6 碎石或卵石的坚固性应用硫酸钠溶液法检验，试样经 5 次循环后，其质量损失应符合表 3.2.6 的规定。

表 3.2.6 碎石或卵石的坚固性指标

| 混凝土所处的环境条件及其性能要求 | 5 次循环后的质量损失 (%) |
|---|-----------------|
| 在严寒及寒冷地区室外使用, 并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土; 有腐蚀性介质作用或经常处于水位变化区的地下结构或有抗疲劳、耐磨、抗冲击等要求的混凝土 | ≤ 8 |
| 在其他条件下使用的混凝土 | ≤ 12 |

3.2.7 碎石或卵石中的硫化物和硫酸盐含量以及卵石中有机物等有害物质含量, 应符合表 3.2.7 的规定。

表 3.2.7 碎石或卵石中的有害物质含量

| 项 目 | 质 量 要 求 |
|---|--|
| 硫化物及硫酸盐含量 (折算成 SO_3 , 按质量计, %) | ≤ 1.0 |
| 卵石中有机物含量 (用比色法试验) | 颜色应不深于标准色。当颜色深于标准色时, 应配制成混凝土进行强度对比试验, 抗压强度比应不低于 0.95 |

当碎石或卵石中含有颗粒状硫酸盐或硫化物杂质时, 应进行专门检验, 确认能满足混凝土耐久性要求后, 方可采用。

3.2.8 对于长期处于潮湿环境的重要结构混凝土, 其所使用的碎石或卵石应进行碱活性检验。

进行碱活性检验时, 首先应采用岩相法检验碱活性骨料的品种、类型和数量。当检验出骨料中含有活性二氧化硅时, 应采用快速砂浆棒法和砂浆长度法进行碱活性检验; 当检验出骨料中含有活性碳酸盐时, 应采用岩石柱法进行碱活性检验。

经上述检验, 当判定骨料存在潜在碱-碳酸盐反应危害时, 不宜用作混凝土骨料; 否则, 应通过专门的混凝土试验, 做最后评定。

当判定骨料存在潜在碱-硅反应危害时, 应控制混凝土中的碱含量不超过 $3\text{kg}/\text{m}^3$, 或采用能抑制碱-骨料反应的有效措施。

4 验收、运输和堆放

4.0.1 供货单位应提供砂或石的产品合格证及质量检验报告。

使用单位应按砂或石的同产地同规格分批验收。采用大型工具（如火车、货船或汽车）运输的，应以 400m^3 或 600t 为一验收批；采用小型工具（如拖拉机等）运输的，应以 200m^3 或 300t 为一验收批。不足上述量者，应按一验收批进行验收。

4.0.2 每验收批砂石至少应进行颗粒级配、含泥量、泥块含量检验。对于碎石或卵石，还应检验针片状颗粒含量；对于海砂或有氯离子污染的砂，还应检验其氯离子含量；对于海砂，还应检验贝壳含量；对于人工砂及混合砂，还应检验石粉含量。对于重要工程或特殊工程，应根据工程要求增加检测项目。对其他指标的合格性有怀疑时，应予检验。

当砂或石的质量比较稳定、进料量又较大时，可以 1000t 为一验收批。

当使用新产源的砂或石时，供货单位应按本标准第 3 章的质量要求进行全面检验。

4.0.3 使用单位的质量检验报告内容应包括：委托单位、样品编号、工程名称、样品产地、类别、代表数量、检测依据、检测条件、检测项目、检测结果、结论等。检测报告可采用附录 A、附录 B 的格式。

4.0.4 砂或石的数量验收，可按质量计算，也可按体积计算。测定质量，可用汽车地磅衡或船舶吃水线为依据；测定体积，可按车皮或船舶的容积为依据。采用其他小型运输工具时，可按量方确定。

4.0.5 砂或石在运输、装卸和堆放过程中，应防止颗粒离析、

混入杂质，并按产地、种类和规格分别堆放。碎石或卵石的堆料高度不宜超过 5m，对于单粒级或最大粒径不超过 20mm 的连续粒级，其堆料高度可增加到 10m。

5 取 样 与 缩 分

5.1 取 样

5.1.1 每验收批取样方法应按下列规定执行：

1 从料堆上取样时，取样部位应均匀分布。取样前应先将取样部位表层铲除，然后由各部位抽取大致相等的砂 8 份，石子为 16 份，组成各自一组样品。

2 从皮带运输机上取样时，应在皮带运输机机尾的出料处用接料器定时抽取砂 4 份、石 8 份组成各自一组样品。

3 从火车、汽车、货船上取样时，应从不同部位和深度抽取大致相等的砂 8 份，石 16 份组成各自一组样品。

5.1.2 除筛分析外，当其余检验项目存在不合格项时，应加倍取样进行复验。当复验仍有一项不满足标准要求时，应按不合格品处理。

注：如经观察，认为各节车皮间（汽车、货船间）所载的砂、石质量相差甚为悬殊时，应对质量有怀疑的每节列车（汽车、货船）分别取样和验收。

5.1.3 对于每一单项检验项目，砂、石的每组样品取样数量应分别满足表 5.1.3-1 和表 5.1.3-2 的规定。当需要做多项检验时，可在确保样品经一项试验后不致影响其他试验结果的前提下，用同组样品进行多项不同的试验。

表 5.1.3-1 每一单项检验项目所需砂的最少取样质量

| 检 验 项 目 | 最少取样质量 (g) |
|---------|------------|
| 筛分析 | 4400 |
| 表观密度 | 2600 |
| 吸水率 | 4000 |

续表 5.1.3-1

| 检 验 项 目 | 最少取样质量 (g) |
|-----------|--|
| 紧密密度和堆积密度 | 5000 |
| 含水率 | 1000 |
| 含泥量 | 4400 |
| 泥块含量 | 20000 |
| 石粉含量 | 1600 |
| 人工砂压碎值指标 | 分成公称粒级 5.00~2.50mm; 2.50~1.25mm; 1.25mm~630μm; 630~315μm; 315~160μm 每个粒级各需 1000g |
| 有机物含量 | 2000 |
| 云母含量 | 600 |
| 轻物质含量 | 3200 |
| 坚固性 | 分成公称粒级 5.00~2.50mm; 2.50~1.25mm; 1.25mm~630μm; 630~315μm; 315~160μm 每个粒级各需 100g |
| 硫化物及硫酸盐含量 | 50 |
| 氯离子含量 | 2000 |
| 贝壳含量 | 10000 |
| 碱活性 | 20000 |

表 5.1.3-2 每一单项检验项目所需碎石或卵石的最小取样质量 (kg)

| 试 验 项 目 | 最大公称粒径 (mm) | | | | | | | |
|-----------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10.0 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 31.5 | 40.0 | 63.0 | 80.0 |
| 筛分析 | 8 | 15 | 16 | 20 | 25 | 32 | 50 | 64 |
| 表观密度 | 8 | 8 | 8 | 8 | 12 | 16 | 24 | 24 |
| 含水率 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 6 |
| 吸水率 | 8 | 8 | 16 | 16 | 16 | 24 | 24 | 32 |
| 堆积密度、紧密密度 | 40 | 40 | 40 | 40 | 80 | 80 | 120 | 120 |

续表 5.1.3-2

| 试验项目 | 最大公称粒径 (mm) | | | | | | | |
|---------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10.0 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 31.5 | 40.0 | 63.0 | 80.0 |
| 含泥量 | 8 | 8 | 24 | 24 | 40 | 40 | 80 | 80 |
| 泥块含量 | 8 | 8 | 24 | 24 | 40 | 40 | 80 | 80 |
| 针、片状含量 | 1.2 | 4 | 8 | 12 | 20 | 40 | — | — |
| 硫化物及硫酸盐 | 1.0 | | | | | | | |

注：有机物含量、坚固性、压碎值指标及碱-骨料反应检验，应按试验要求的粒级及质量取样。

5.1.4 每组样品应妥善包装，避免细料散失，防止污染，并附样品卡片，标明样品的编号、取样时间、代表数量、产地、样品量、要求检验项目及取样方式等。

5.2 样品的缩分

5.2.1 砂的样品缩分方法可选择下列两种方法之一：

1 用分料器缩分（见图 5.2.1）：将样品在潮湿状态下拌和均匀，然后将其通过分料器，留下两个接料斗中的一份，并将另一份再次通过分料器。重复上述过程，直至把样品缩分到试验所需量为止。

2 人工四分法缩分：将样品置于平板上，在潮湿状态下拌合均匀，并堆成厚度约为 20mm 的“圆饼”状，然后沿互相垂直的两条直径把“圆饼”分成大致相等的四份，取其对角的两份重新拌匀，再堆成“圆饼”状。重复上述过程，直至把样品缩分后的材料量略多于进行试验所需量为止。

5.2.2 碎石或卵石缩分时，应将样品置于平板上，在自然状态下拌均匀，并堆成锥体，然后沿互相垂直的两条直径把锥体分成大致相等的四份，取其对角的两份重新拌匀，再堆成锥体。重复上述过程，直至把样品缩分至试验所需量为止。

5.2.3 砂、碎石或卵石的含水率、堆积密度、紧密密度检验所用的试样，可不经缩分，拌匀后直接进行试验。

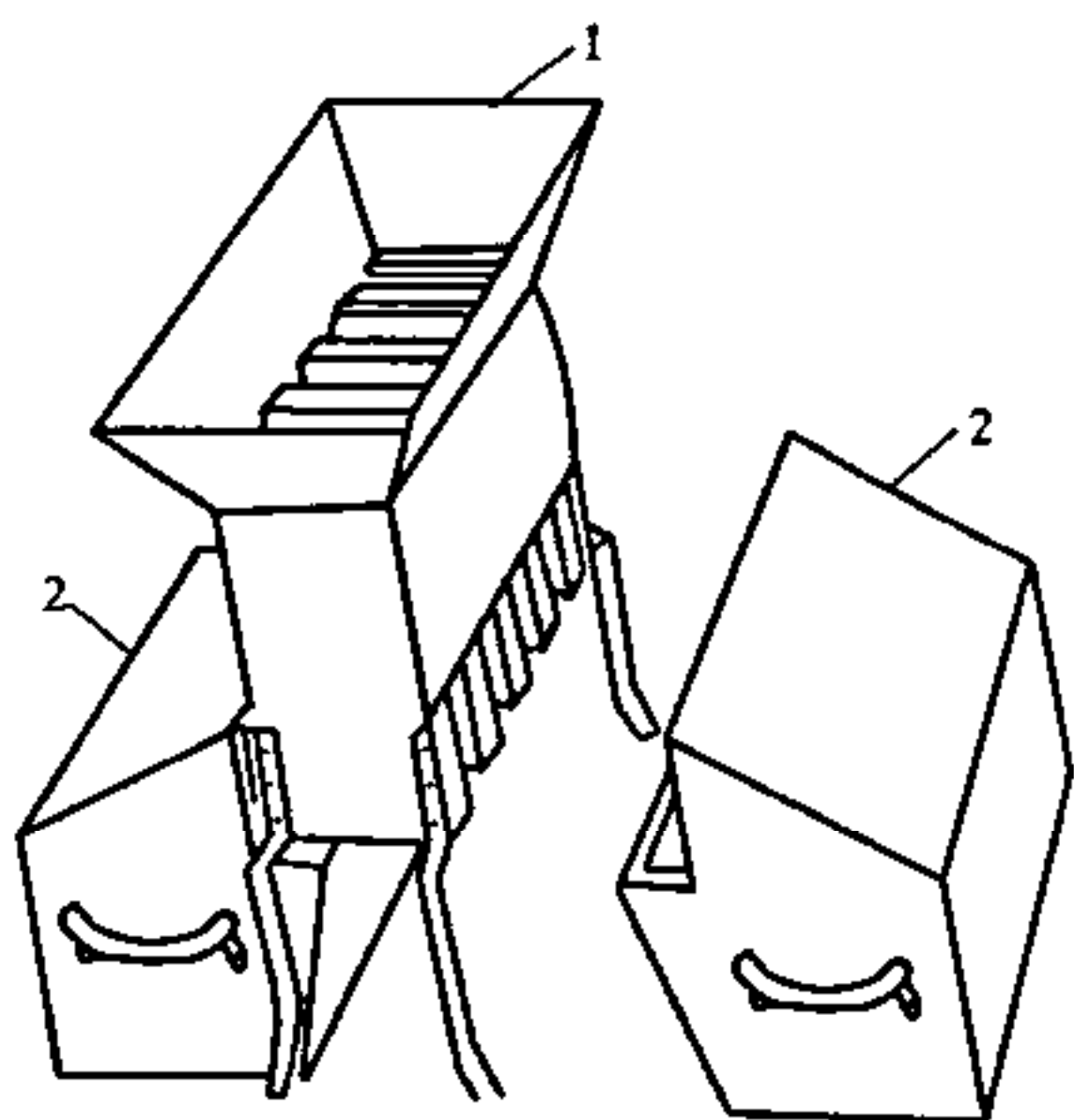


图 5.2.1 分料器
1—分料漏斗；2—接料斗

6 砂的检验方法

6.1 砂的筛分析试验

6.1.1 本方法适用于测定普通混凝土用砂的颗粒级配及细度模数。

6.1.2 砂的筛分析试验应采用下列仪器设备：

1 试验筛——公称直径分别为 10.0mm、5.00mm、2.50mm、1.25mm、630 μ m、315 μ m、160 μ m 的方孔筛各一只，筛的底盘和盖各一只；筛框直径为 300mm 或 200mm。其产品质量要求应符合现行国家标准《金属丝编织网试验筛》GB/T 6003.1 和《金属穿孔板试验筛》GB/T 6003.2 的要求；

2 天平——称量 1000g，感量 1g；

3 摇筛机；

4 烘箱——温度控制范围为 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ；

5 浅盘、硬、软毛刷等。

6.1.3 试样制备应符合下列规定：

用于筛分析的试样，其颗粒的公称粒径不应大于 10.0mm。试验前应先将试样通过公称直径 10.0mm 的方孔筛，并计算筛余。称取经缩分后样品不少于 550g 两份，分别装入两个浅盘，在 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘干到恒重。冷却至室温备用。

注：恒重是指在相邻两次称量间隔时间不小于 3h 的情况下，前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精度（下同）。

6.1.4 筛分析试验应按下列步骤进行：

1 准确称取烘干试样 500g（特细砂可称 250g），置于按筛孔大小顺序排列（大孔在上、小孔在下）的套筛的最上一只筛（公称直径为 5.00mm 的方孔筛）上；将套筛装入摇筛机内固紧，筛分 10min；然后取出套筛，再按筛孔由大到小的顺序，在

清洁的浅盘上逐一进行手筛，直至每分钟的筛出量不超过试样总量的 0.1% 时为止；通过的颗粒并入下一只筛子，并和下一只筛子中的试样一起进行手筛。按这样顺序依次进行，直至所有的筛子全部筛完为止。

注：1 当试样含泥量超过 5% 时，应先将试样水洗，然后烘干至恒重，再进行筛分；

2 无摇筛机时，可改用手筛。

2 试样在各只筛子上的筛余量均不得超过按式 (6.1.4) 计算得出的剩留量，否则应将该筛的筛余试样分成两份或数份，再次进行筛分，并以其筛余量之和作为该筛的筛余量。

$$m_r = \frac{A\sqrt{d}}{300} \quad (6.1.4)$$

式中 m_r ——某一筛上的剩留量 (g)；

d ——筛孔边长 (mm)；

A ——筛的面积 (mm²)。

3 称取各筛筛余试样的质量 (精确至 1g)，所有各筛的分计筛余量和底盘中的剩余量之和与筛分前的试样总量相比，相差不得超过 1%。

6.1.5 筛分析试验结果应按下列步骤计算：

1 计算分计筛余 (各筛上的筛余量除以试样总量的百分率)，精确至 0.1%；

2 计算累计筛余 (该筛的分计筛余与筛孔大于该筛的各筛的分计筛余之和)，精确至 0.1%；

3 根据各筛两次试验累计筛余的平均值，评定该试样的颗粒级配分布情况，精确至 1%；

4 砂的细度模数应按式计算，精确至 0.01：

$$\mu_1 = \frac{(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6) - 5\beta_1}{100 - \beta_1} \quad (6.1.5)$$

式中 μ_1 ——砂的细度模数；

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ ——分别为公称直径 5.00mm、2.50mm、

1.25mm、630 μ m、315 μ m、160 μ m
方孔筛上的累计筛余；

5 以两次试验结果的算术平均值作为测定值，精确至 0.1。
当两次试验所得的细度模数之差大于 0.20 时，应重新取试样进行试验。

6.2 砂的表观密度试验（标准法）

6.2.1 本方法适用于测定砂的表观密度。

6.2.2 标准法表观密度试验应采用下列仪器设备：

- 1 天平——称量 1000g，感量 1g；
- 2 容量瓶——容量 500mL；
- 3 烘箱——温度控制范围为（105 \pm 5） $^{\circ}$ C；
- 4 干燥器、浅盘、铝制料勺、温度计等。

6.2.3 试样制备应符合下列规定：

经缩分后不少于 650g 的样品装入浅盘，在温度为（105 \pm 5） $^{\circ}$ C 的烘箱中烘干至恒重，并在干燥器内冷却至室温。

6.2.4 标准法表观密度试验应按下列步骤进行：

1 称取烘干的试样 300g（ m_0 ），装入盛有半瓶冷开水的容量瓶中。

2 摇转容量瓶，使试样在水中充分搅动以排除气泡，塞紧瓶塞，静置 24h；然后用滴管加水至瓶颈刻度线平齐，再塞紧瓶塞，擦干容量瓶外壁的水分，称其质量（ m_1 ）。

3 倒出容量瓶中的水和试样，将瓶的内外壁洗净，再向瓶内加入与本条文第 2 款水温相差不超过 2 $^{\circ}$ C 的冷开水至瓶颈刻度线。塞紧瓶塞，擦干容量瓶外壁水分，称质量（ m_2 ）。

注：在砂的表观密度试验过程中应测量并控制水的温度，试验的各项称量可在 15 \sim 25 $^{\circ}$ C 的温度范围内进行。从试样加水静置的最后 2h 起直至试验结束，其温度相差不应超过 2 $^{\circ}$ C。

6.2.5 表观密度（标准法）应按下列公式计算，精确至 10kg/m³：

$$\rho = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_1} - a_t \right) \times 1000 \quad (6.2.5)$$

式中 ρ ——表观密度 (kg/m^3);
 m_0 ——试样的烘干质量 (g);
 m_1 ——试样、水及容量瓶总质量 (g);
 m_2 ——水及容量瓶总质量 (g);
 α_t ——水温对砂的表观密度影响的修正系数, 见表 6.2.5。

表 6.2.5 不同水温对砂的表观密度影响的修正系数

| | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 水温 (℃) | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| α_t | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.005 |
| 水温 (℃) | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | — |
| α_t | 0.005 | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.008 | — |

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。当两次结果之差大于 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 时, 应重新取样进行试验。

6.3 砂的表观密度试验 (简易法)

- 6.3.1 本方法适用于测定砂的表观密度。
- 6.3.2 简易法表观密度试验应采用下列仪器设备:
 - 1 天平——称量 1000g , 感量 1g ;
 - 2 李氏瓶——容量 250mL ;
 - 3 烘箱——温度控制范围为 $(105\pm5)^\circ\text{C}$;
 - 4 其他仪器设备应符合本标准第 6.2.2 条的规定。

6.3.3 试样制备应符合下列规定:

将样品缩分至不少于 120g , 在 $(105\pm5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 并在干燥器中冷却至室温, 分成大致相等的两份备用。

6.3.4 简易法表观密度试验应按下列步骤进行:

- 1 向李氏瓶中注入冷开水至一定刻度处, 擦干瓶颈内部附着水, 记录水的体积 (V_1);
- 2 称取烘干试样 50g (m_0), 徐徐加入盛水的李氏瓶中;
- 3 试样全部倒入瓶中后, 用瓶内的水将粘附在瓶颈和瓶壁

的试样洗入水中，摇转李氏瓶以排除气泡，静置约 24h 后，记录瓶中水面升高后的体积 (V_2)。

注：在砂的表观密度试验过程中应测量并控制水的温度，允许在 15～25℃ 的温度范围内进行体积测定，但两次体积测定（指 V_1 和 V_2 ）的温差不得大于 2℃。从试样加水静置的最后 2h 起，直至记录完瓶中水面高度时止，其相差温度不应超过 2℃。

6.3.5 表观密度（简易法） 应按下式计算，精确至 10kg/m³：

$$\rho = \left(\frac{m_0}{V_2 - V_1} - \alpha_t \right) \times 1000 \quad (6.3.5)$$

式中 ρ ——表观密度 (kg/m³)；

m_0 ——试样的烘干质量 (g)；

V_1 ——水的原有体积 (mL)；

V_2 ——倒入试样后的水和试样的体积 (mL)；

α_t ——水温对砂的表观密度影响的修正系数，见表 6.2.5。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值，两次结果之差大于 20kg/m³ 时，应重新取样进行试验。

6.4 砂的吸水率试验

6.4.1 本方法适用于测定砂的吸水率，即测定以烘干质量为基准的饱和面干吸水率。

6.4.2 吸水率试验应采用下列仪器设备：

1 天平——称量 1000g，感量 1g；

2 饱和面干试模及质量为 (340±15) g 的钢制捣棒（见图 6.4.2）；

3 干燥器、吹风机（手提式）、浅盘、铝制料勺、玻璃棒、温度计等；

4 烧杯——容量 500mL；

5 烘箱——温度控制范围为 (105±5)℃。

6.4.3 试样制备应符合下列规定：

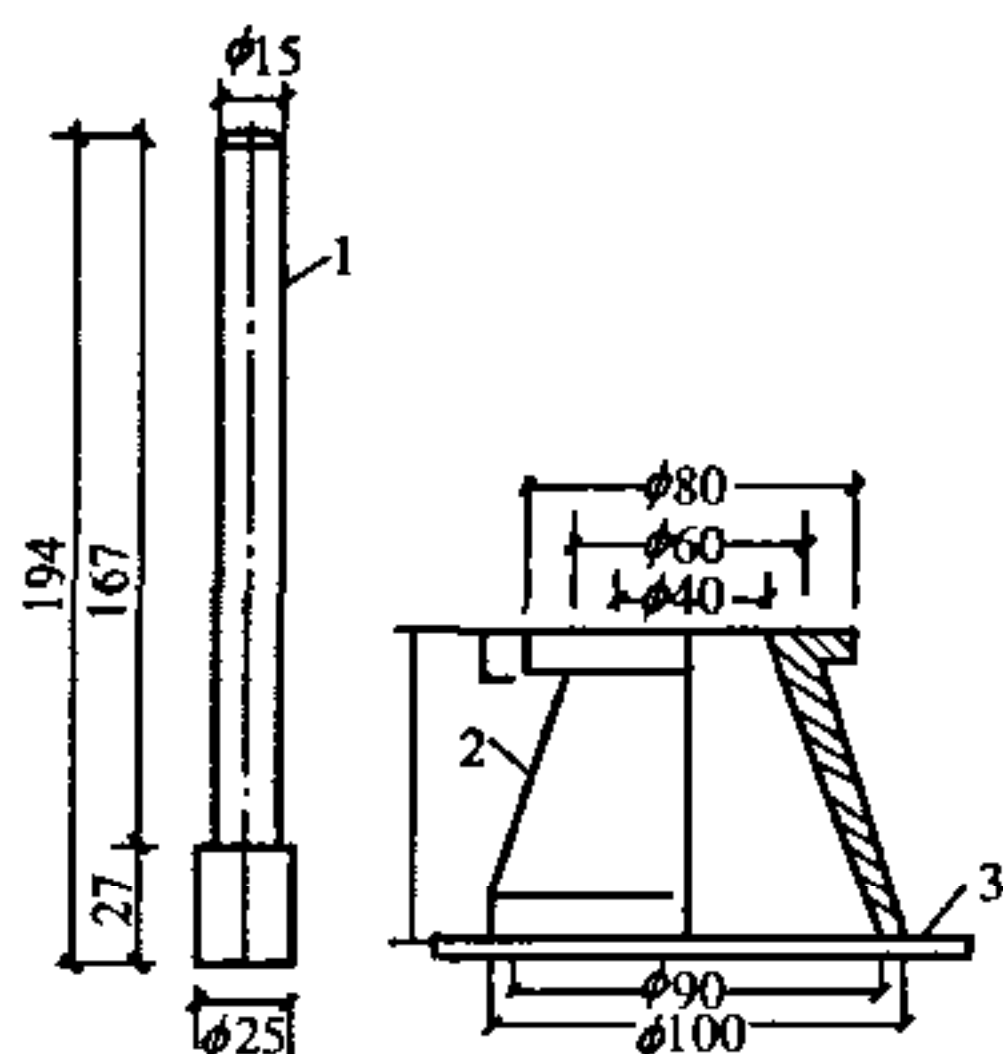


图 6.4.2 饱和面干试模及其捣棒 (单位: mm)

1—捣棒; 2—试模; 3—玻璃板

饱和面干试样的制备, 是将样品在潮湿状态下用四分法缩分至 1000g, 拌匀后分成两份, 分别装入浅盘或其他合适的容器中, 注入清水, 使水面高出试样表面 20mm 左右 [水温控制在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$]。用玻璃棒连续搅拌 5min, 以排除气泡。静置 24h 以后, 细心地倒去试样上的水, 并用吸管吸去余水。再将试样在盘中摊开, 用手提吹风机缓缓吹入暖风, 并不断翻拌试样, 使砂表面的水分在各部位均匀蒸发。然后将试样松散地一次装满饱和面干试模中, 捣 25 次 (捣棒端面距试样表面不超过 10mm, 任其自由落下), 捣完后, 留下的空隙不用再装满, 从垂直方向徐徐提起试模。试样呈 6.4.3 (a) 形状时, 则说明砂中尚含有表面水, 应继续按上述方法用暖风干燥, 并按上述方法进行试验, 直至试模提起后试样呈图 6.4.3 (b) 的形状为止。试模提起后, 试样呈图 6.4.3 (c) 的形状时, 则说明试样已干燥过分, 此时应将试样洒水 5mL, 充分拌匀, 并静置于加盖容器中 30min 后, 再按上述方法进行试验, 直至试样达到图 6.4.3 (b) 的形状为止。

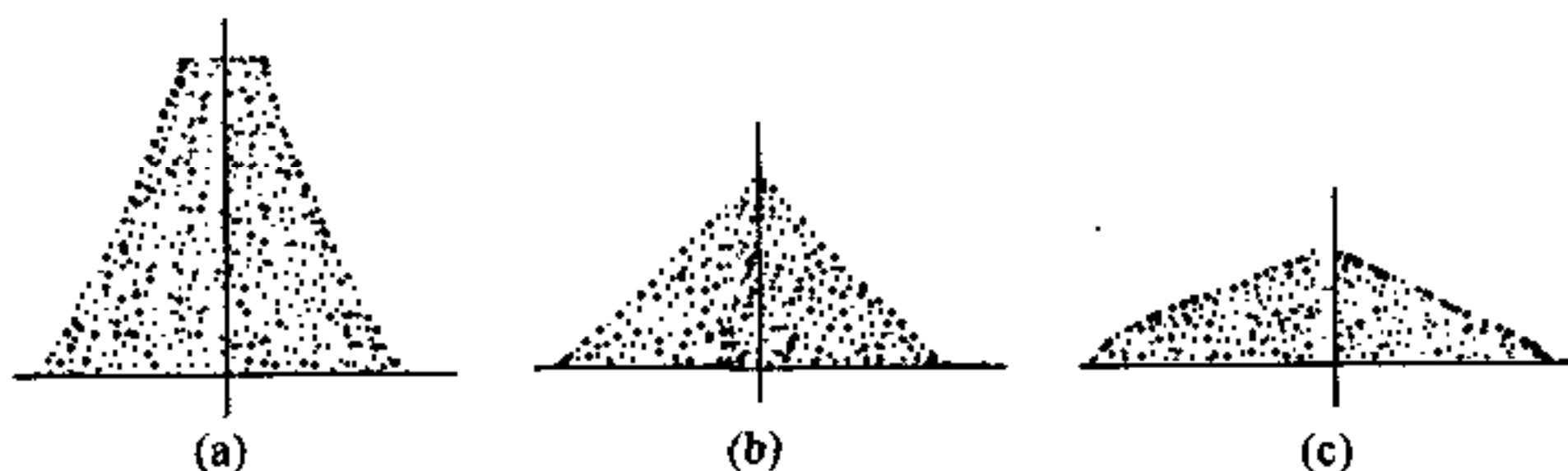


图 6.4.3 试样的塌陷情况

6.4.4 吸水率试验应按下列步骤进行：

立即称取饱和面干试样 500g，放入已知质量 (m_1) 烧杯中，于温度为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重，并在干燥器内冷却至室温后，称取干样与烧杯的总质量 (m_2)。

6.4.5 吸水率 w_{wa} 应按下列式计算，精确至 0.1%：

$$w_{wa} = \frac{500 - (m_2 - m_1)}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (6.4.5)$$

式中 w_{wa} ——吸水率 (%)；

m_1 ——烧杯质量 (g)；

m_2 ——烘干的试样与烧杯的总质量 (g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值，当两次结果之差大于 0.2% 时，应重新取样进行试验。

6.5 砂的堆积密度和紧密密度试验

6.5.1 本方法适用于测定砂的堆积密度、紧密密度及空隙率。

6.5.2 堆积密度和紧密密度试验应采用下列仪器设备：

1 秤——称量 5kg，感量 5g；

2 容量筒——金属制，圆柱形，内径 108mm，净高 109mm，筒壁厚 2mm，容积 1L，筒底厚度为 5mm；

3 漏斗（见图 6.5.2）或铝制料勺；

4 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

5 直尺、浅盘等。

6.5.3 试样制备应符合下列规定：

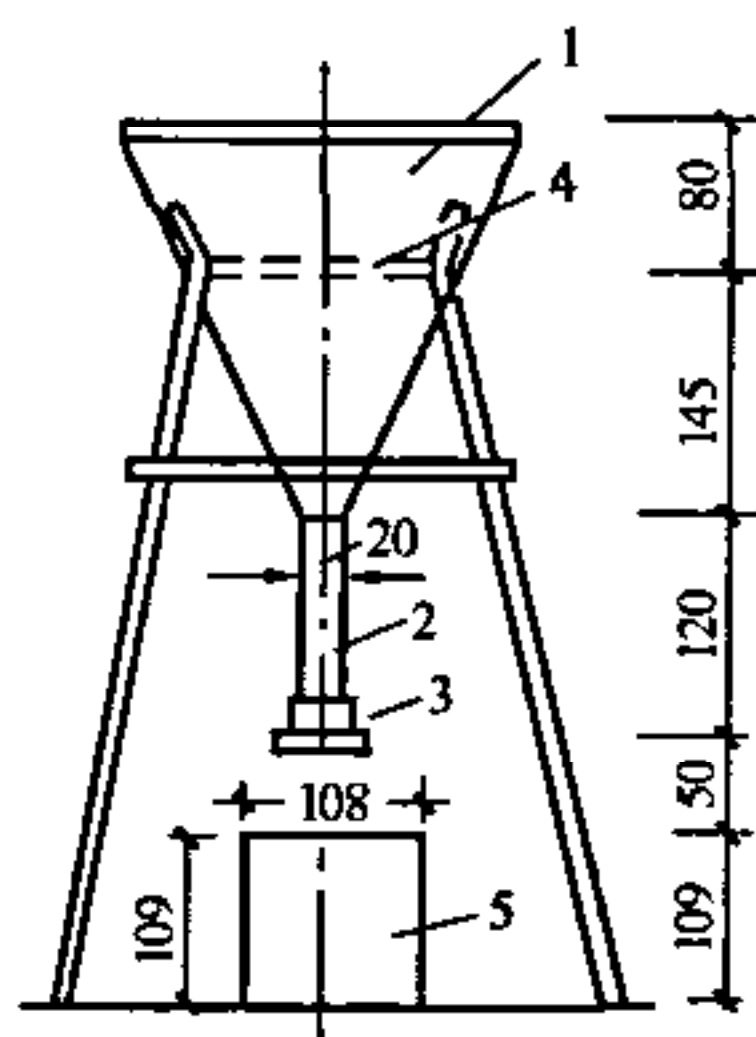


图 6.5.2 标准漏斗 (单位: mm)

1—漏斗; 2— $\phi 20\text{mm}$ 管子; 3—活动门;
4—筛; 5—金属量筒

先用公称直径 5.00mm 的筛子过筛, 然后取经缩分后的样品不少于 3L, 装入浅盘, 在温度为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重, 取出并冷却至室温, 分成大致相等的两份备用。试样烘干后若有结块, 应在试验前先予捏碎。

6.5.4 堆积密度和紧密密度试验应按下列步骤进行:

1 堆积密度: 取试样一份, 用漏斗或铝制勺, 将它徐徐装入容量筒 (漏斗出料口或料勺距容量筒筒口不应超过 50mm) 直至试样装满并超出容量筒筒口。然后用直尺将多余的试样沿筒口中心线向相反方向刮平, 称其质量 (m_2)。

2 紧密密度: 取试样一份, 分两层装入容量筒。装完一层后, 在筒底垫放一根直径为 10mm 的钢筋, 将筒按住, 左右交替颠击地面各 25 下, 然后再装入第二层; 第二层装满后用同样方法颠实 (但筒底所垫钢筋的方向应与第一层放置方向垂直); 二层装完并颠实后, 加料直至试样超出容量筒筒口, 然后用直尺将多余的试样沿筒口中心线向两个相反方向刮平, 称其质量 (m_2)。

6.5.5 试验结果计算应符合下列规定:

1 堆积密度 (ρ_L) 及紧密密度 (ρ_c) 按下式计算, 精确至 10kg/m^3 :

$$\rho_L (\rho_c) = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000 \quad (6.5.5-1)$$

式中 ρ_L (ρ_c) ——堆积密度 (紧密密度) (kg/m^3);

m_1 ——容量筒的质量 (kg);

m_2 ——容量筒和砂总质量 (kg);

V ——容量筒容积 (L).

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

2 空隙率按下式计算, 精确至 1% :

$$\text{空隙率 } \nu_L = \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho}\right) \times 100\% \quad (6.5.5-2)$$

$$\nu_c = \left(1 - \frac{\rho_c}{\rho}\right) \times 100\% \quad (6.5.5-3)$$

式中 ν_L ——堆积密度的空隙率 ($\%$);

ν_c ——紧密密度的空隙率 ($\%$);

ρ_L ——砂的堆积密度 (kg/m^3);

ρ ——砂的表观密度 (kg/m^3);

ρ_c ——砂的紧密密度 (kg/m^3).

6.5.6 容量筒容积的校正方法:

以温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的饮用水装满容量筒, 用玻璃板沿筒口滑移, 使其紧贴水面。擦干筒外壁水分, 然后称其质量。用下式计算筒的容积:

$$V = m'_2 - m'_1 \quad (6.5.6)$$

式中 V ——容量筒容积 (L);

m'_1 ——容量筒和玻璃板质量 (kg);

m'_2 ——容量筒、玻璃板和水总质量 (kg).

6.6 砂的含水率试验 (标准法)

6.6.1 本方法适用于测定砂的含水率。

6.6.2 砂的含水率试验（标准法）应采用下列仪器设备：

- 1 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- 2 天平——称量 1000g，感量 1g；
- 3 容器——如浅盘等。

6.6.3 含水率试验（标准法）应按下列步骤进行：

由密封的样品中取各重 500g 的试样两份，分别放入已知质量的干燥容器（ m_1 ）中称重，记下每盘试样与容器的总重（ m_2 ）。将容器连同试样放入温度为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重，称量烘干后的试样与容器的总质量（ m_3 ）。

6.6.4 砂的含水率（标准法）按下式计算，精确至 0.1%：

$$w_w = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100\% \quad (6.6.4)$$

式中 w_w ——砂的含水率（%）；

m_1 ——容器质量（g）；

m_2 ——未烘干的试样与容器的总质量（g）；

m_3 ——烘干后的试样与容器的总质量（g）。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

6.7 砂的含水率试验（快速法）

6.7.1 本方法适用于快速测定砂的含水率。对含泥量过大及有机杂质含量较多的砂不宜采用。

6.7.2 砂的含水率试验（快速法）应采用下列仪器设备：

- 1 电炉（或火炉）；
- 2 天平——称量 1000g，感量 1g；
- 3 炒盘（铁制或铝制）；
- 4 油灰铲、毛刷等。

6.7.3 含水率试验（快速法）应按下列步骤进行：

1 由密封样品中取 500g 试样放入干净的炒盘（ m_1 ）中，称取试样与炒盘的总质量（ m_2 ）；

2 置炒盘于电炉（或火炉）上，用小铲不断地翻拌试样，

到试样表面全部干燥后，切断电源（或移出火外），再继续翻拌 1min，稍予冷却（以免损坏天平）后，称干样与炒盘的总质量（ m_3 ）。

6.7.4 砂的含水率（快速法）应按下式计算，精确至 0.1%：

$$w_{wc} = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100\% \quad (6.7.4)$$

式中 w_{wc} ——砂的含水率（%）；

m_1 ——炒盘质量（g）；

m_2 ——未烘干的试样与炒盘的总质量（g）；

m_3 ——烘干后的试样与炒盘的总质量（g）。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

6.8 砂中含泥量试验（标准法）

6.8.1 本方法适用于测定粗砂、中砂和细砂的含泥量，特细砂中含泥量测定方法见本标准第 6.9 节。

6.8.2 含泥量试验应采用下列仪器设备：

- 1 天平——称量 1000g，感量 1g；
- 2 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- 3 试验筛——筛孔公称直径为 $80\mu\text{m}$ 及 1.25mm 的方孔筛各一个；
- 4 洗砂用的容器及烘干用的浅盘等。

6.8.3 试样制备应符合下列规定：

样品缩分至 1100g，置于温度为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后，称取各为 400g（ m_0 ）的试样两份备用。

6.8.4 含泥量试验应按下列步骤进行：

- 1 取烘干的试样一份置于容器中，并注入饮用水，使水面高出砂面约 150mm，充分拌匀后，浸泡 2h，然后用手在水中淘洗试样，使尘屑、淤泥和黏土与砂粒分离，并使之悬浮或溶于水中。缓缓地将浑浊液倒入公称直径为 1.25mm、 $80\mu\text{m}$ 的方孔套筛（1.25mm 筛放置于上面）上，滤去小于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒。试验

前筛子的两面应先用水润湿，在整个试验过程中应避免砂粒丢失。

2 再次加水于容器中，重复上述过程，直到筒内洗出的水清澈为止。

3 用水淋洗剩留在筛上的细粒，并将 $80\mu\text{m}$ 筛放在水中（使水面略高出筛中砂粒的上表面）来回摇动，以充分洗除小于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒。然后将两只筛上剩留的颗粒和容器中已经洗净的试样一并装入浅盘，置于温度为 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。取出来冷却至室温后，称试样的质量 (m_1)。

6.8.5 砂中含泥量应按下式计算，精确至 0.1%：

$$w_c = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (6.8.5)$$

式中 w_c ——砂中含泥量 (%)；

m_0 ——试验前的烘干试样质量 (g)；

m_1 ——试验后的烘干试样质量 (g)。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。两次结果之差大于 0.5% 时，应重新取样进行试验。

6.9 砂中含泥量试验（虹吸管法）

6.9.1 本方法适用于测定砂中含泥量。

6.9.2 含泥量试验（虹吸管法）应采用下列仪器设备：

1 虹吸管——玻璃管的直径不大于 5mm，后接胶皮弯管；

2 玻璃容器或其他容器——高度不小于 300mm，直径不小于 200mm；

3 其他设备应符合本标准第 6.8.2 条的要求。

6.9.3 试样制备应按本标准第 6.8.3 条的规定进行。

6.9.4 含泥量试验（虹吸管法）应按下列步骤进行：

1 称取烘干的试样 500g (m_0)，置于容器中，并注入饮用水，使水面高出砂面约 150mm，浸泡 2h，浸泡过程中每隔一段时间搅拌一次，确保尘屑、淤泥和黏土与砂分离；

2 用搅拌棒均匀搅拌 1min (单方向旋转), 以适当宽度和高度的闸板闸水, 使水停止旋转。经 20~25s 后取出闸板, 然后, 从上到下用虹吸管细心地将浑浊液吸出, 虹吸管吸口的最低位置应距离砂面不小于 30mm;

3 再倒入清水, 重复上述过程, 直到吸出的水与清水的颜色基本一致为止;

4 最后将容器中的清水吸出, 把洗净的试样倒入浅盘并在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 取出, 冷却至室温后称砂质量 (m_1)。

6.9.5 砂中含泥量 (虹吸管法) 应按下式计算, 精确至 0.1%:

$$w_c = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (6.9.5)$$

式中 w_c ——砂中含泥量 (%);

m_0 ——试验前的烘干试样质量 (g);

m_1 ——试验后的烘干试样质量 (g)。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。两次结果之差大于 0.5% 时, 应重新取样进行试验。

6.10 砂中泥块含量试验

6.10.1 本方法适用于测定砂中泥块含量。

6.10.2 砂中泥块含量试验应采用下列仪器设备:

1 天平——称量 1000g, 感量 1g; 称量 5000g, 感量 5g;

2 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$;

3 试验筛——筛孔公称直径为 $630\mu\text{m}$ 及 1.25mm 的方孔筛各一只;

4 洗砂用的容器及烘干用的浅盘等。

6.10.3 试样制备应符合下列规定:

将样品缩分至 5000g, 置于温度为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 冷却至室温后, 用公称直径 1.25mm 的方孔筛筛分,

取筛上的砂不少于 400g 分为两份备用。特细砂按实际筛分量。

6.10.4 泥块含量试验应按下列步骤进行：

1 称取试样约 200g (m_1) 置于容器中，并注入饮用水，使水面高出砂面 150mm。充分拌匀后，浸泡 24h，然后用手在水中碾碎泥块，再把试样放在公称直径 630 μ m 的方孔筛上，用水淘洗，直至水清澈为止。

2 保留下来的试样应小心地从筛里取出，装入水平浅盘后，置于温度为 (105 \pm 5) $^{\circ}$ C 烘箱中烘干至恒重，冷却后称重 (m_2)。

6.10.5 砂中泥块含量应按下列式计算，精确至 0.1%：

$$w_{c,L} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (6.10.5)$$

式中 $w_{c,L}$ ——泥块含量 (%)；

m_1 ——试验前的干燥试样质量 (g)；

m_2 ——试验后的干燥试样质量 (g)。

以两次试样试验结果的算术平均值作为测定值。

6.11 人工砂及混合砂中石粉含量试验 (亚甲蓝法)

6.11.1 本方法适用于测定人工砂和混合砂中石粉含量。

6.11.2 石粉含量试验 (亚甲蓝法) 应采用下列仪器设备：

1 烘箱——温度控制范围为 (105 \pm 5) $^{\circ}$ C；

2 天平——称量 1000g，感量 1g；称量 100g，感量 0.01g；

3 试验筛——筛孔公称直径为 80 μ m 及 1.25mm 的方孔筛各一只；

4 容器——要求淘洗试样时，保持试样不溅出 (深度大于 250mm)；

5 移液管——5mL、2mL 移液管各一个；

6 三片或四片式叶轮搅拌器——转速可调 [最高达 (600 \pm 60) r/min]，直径 (75 \pm 10) mm；

7 定时装置——精度 1s；

8 玻璃容量瓶——容量 1L；

- 9 温度计——精度 1℃；
- 10 玻璃棒——2 支，直径 8mm，长 300mm；
- 11 滤纸——快速；
- 12 搪瓷盘、毛刷、容量为 1000mL 的烧杯等。

6.11.3 溶液的配制及试样制备应符合下列规定：

1 亚甲蓝溶液的配制按下述方法：

将亚甲蓝 ($C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot 3H_2O$) 粉末在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重，称取烘干亚甲蓝粉末 10g，精确至 0.01g，倒入盛有约 600mL 蒸馏水（水温加热至 $35 \sim 40^\circ\text{C}$ ）的烧杯中，用玻璃棒持续搅拌 40min，直至亚甲蓝粉末完全溶解，冷却至 20°C 。将溶液倒入 1L 容量瓶中，用蒸馏水淋洗烧杯等，使所有亚甲蓝溶液全部移入容量瓶，容量瓶和溶液的温度应保持在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，加蒸馏水至容量瓶 1L 刻度。振荡容量瓶以保证亚甲蓝粉末完全溶解。将容量瓶中溶液移入深色储藏瓶中，标明制备日期、失效日期（亚甲蓝溶液保质期应不超过 28d），并置于阴暗处保存。

2 将样品缩分至 400g，放在烘箱中于 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重，待冷却至室温后，筛除大于公称直径 5.0mm 的颗粒备用。

6.11.4 人工砂及混合砂中的石粉含量按下列步骤进行：

1 亚甲蓝试验应按下述方法进行：

- 1) 称取试样 200g，精确至 1g。将试样倒入盛有 (500 ± 5) mL 蒸馏水的烧杯中，用叶轮搅拌机以 (600 ± 60) r/min 转速搅拌 5min，形成悬浮液，然后以 (400 ± 40) r/min 转速持续搅拌，直至试验结束。
- 2) 悬浮液中加入 5mL 亚甲蓝溶液，以 (400 ± 40) r/min 转速搅拌至少 1min 后，用玻璃棒蘸取一滴悬浮液（所取悬浮液滴应使沉淀物直径在 8~12mm 内），滴于滤纸（置于空烧杯或其他合适的支撑物上，以使滤纸表面不与任何固体或液体接触）上。若沉淀物周围未出现色晕，再加入 5mL 亚甲蓝溶液，继续

搅拌 1min，再用玻璃棒蘸取一滴悬浮液，滴于滤纸上，若沉淀物周围仍未出现色晕，重复上述步骤，直至沉淀物周围出现约 1mm 宽的稳定浅蓝色色晕。此时，应继续搅拌，不加亚甲蓝溶液，每 1min 进行一次蘸染试验。若色晕在 4min 内消失，再加入 5mL 亚甲蓝溶液；若色晕在第 5min 消失，再加入 2mL 亚甲蓝溶液。两种情况下，均应继续进行搅拌和蘸染试验，直至色晕可持续 5min。

3) 记录色晕持续 5min 时所加入的亚甲蓝溶液总体积，精确至 1mL。

4) 亚甲蓝 MB 值按下式计算：

$$MB = \frac{V}{G} \times 10 \quad (6.11.4)$$

式中 MB——亚甲蓝值 (g/kg)，表示每千克 0~2.36mm 粒级试样所消耗的亚甲蓝克数，精确至 0.01；

G——试样质量 (g)；

V——所加入的亚甲蓝溶液的总量 (mL)。

注：公式中的系数 10 用于将每千克试样消耗的亚甲蓝溶液体积换算成亚甲蓝质量。

5) 亚甲蓝试验结果评定应符合下列规定：

当 MB 值 < 1.4 时，则判定是以石粉为主；当 MB 值 ≥ 1.4 时，则判定为以泥粉为主的石粉。

2 亚甲蓝快速试验应按下述方法进行：

1) 应按本条第一款第一项的要求进行制样；

2) 一次性向烧杯中加入 30mL 亚甲蓝溶液，以 (400 ± 40) r/min 转速持续搅拌 8min，然后用玻璃棒蘸取一滴悬浊液，滴于滤纸上，观察沉淀物周围是否出现明显色晕，出现色晕的为合格，否则为不合格。

3 人工砂及混合砂中的含泥量或石粉含量试验步骤及计算按本标准 6.8 节的规定进行。

6.12 人工砂压碎值指标试验

6.12.1 本方法适用于测定粒级为 $315\mu\text{m}\sim 5.00\text{mm}$ 的人工砂的压碎指标。

6.12.2 人工砂压碎指标试验应采用下列仪器设备：

- 1 压力试验机，荷载 300kN ；
- 2 受压钢模（图 6.12.2）；

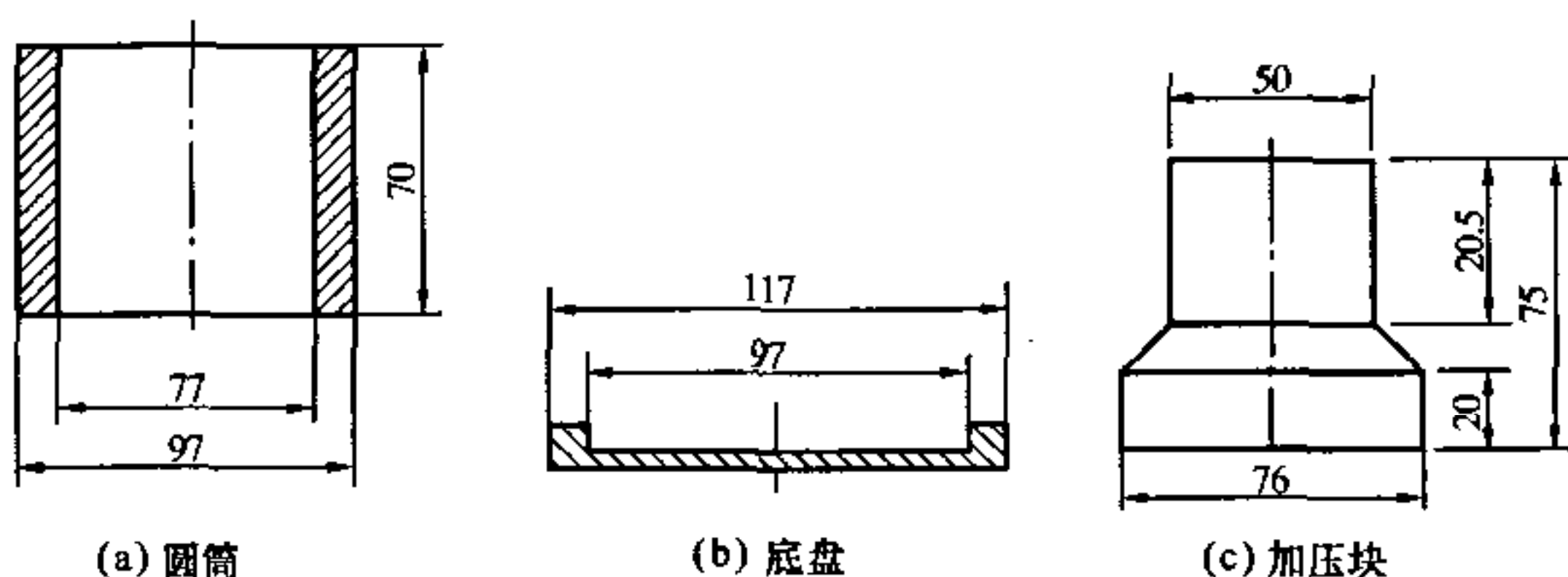


图 6.12.2 受压钢模示意图（单位：mm）

- 3 天平——称量为 1000g ，感量 1g ；
- 4 试验筛——筛孔公称直径分别为 5.00mm 、 2.50mm 、 1.25mm 、 $630\mu\text{m}$ 、 $315\mu\text{m}$ 、 $160\mu\text{m}$ 、 $80\mu\text{m}$ 的方孔筛各一只；
- 5 烘箱——温度控制范围为 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ；
- 6 其他——瓷盘 10 个，小勺 2 把。

6.12.3 试样制备应符合下列规定：

将缩分后的样品置于 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱内烘干至恒重，待冷却至室温后，筛分成 $5.00\sim 2.50\text{mm}$ 、 $2.50\sim 1.25\text{mm}$ 、 $1.25\text{mm}\sim 630\mu\text{m}$ 、 $630\sim 315\mu\text{m}$ 四个粒级，每级试样质量不得少于 1000g 。

6.12.4 试验步骤应符合下列规定：

- 1 置圆筒于底盘上，组成受压模，将一单级砂样约 300g 装入模内，使试样距底盘约为 50mm ；

2 平整试模内试样的表面,将加压块放入圆筒内,并转动一周使之与试样均匀接触;

3 将装好砂样的受压钢模置于压力机的支承板上,对准压板中心后,开动机器,以 500N/s 的速度加荷,加荷至 25kN 时持荷 5s,而后以同样速度卸荷;

4 取下受压模,移去加压块,倒出压过的试样并称其质量 (m_0),然后用该粒级的下限筛(如砂样为公称粒级 5.00~2.50mm 时,其下限筛为筛孔公称直径 2.50mm 的方孔筛)进行筛分,称出该粒级试样的筛余量 (m_1)。

6.12.5 人工砂的压碎指标按下述方法计算:

1 第 i 单级砂样的压碎指标按下式计算,精确至 0.1%:

$$\delta_i = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (6.12.5-1)$$

式中 δ_i ——第 i 单级砂样压碎指标 (%);

m_0 ——第 i 单级试样的质量 (g);

m_1 ——第 i 单级试样的压碎试验后筛余的试样质量 (g)。

以三份试样试验结果的算术平均值作为各单粒级试样的测定值。

2 四级砂样总的压碎指标按下式计算:

$$\delta_{\text{总}} = \frac{a_1\delta_1 + a_2\delta_2 + a_3\delta_3 + a_4\delta_4}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4} \times 100\% \quad (6.12.5-2)$$

式中 $\delta_{\text{总}}$ ——总的压碎指标 (%),精确至 0.1%;

a_1, a_2, a_3, a_4 ——公称直径分别为 2.50mm、1.25mm、630 μm 、315 μm 各方孔筛的分计筛余 (%);

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ ——公称粒级分别为 5.00~2.50mm、2.50~1.25mm、1.25mm~630 μm 、630~315 μm 单级试样压碎指标 (%)。

6.13 砂中有机物含量试验

6.13.1 本方法适用于近似地判断天然砂中有机物含量是否会影

响混凝土质量。

6.13.2 有机物含量试验应采用下列仪器设备：

- 1 天平——称量 100g，感量 0.1g 和称量 1000g，感量 1g 的天平各一台；
- 2 量筒——容量为 250mL、100mL 和 10mL；
- 3 烧杯、玻璃棒和筛孔公称直径为 5.00mm 的方孔筛；
- 4 氢氧化钠溶液——氢氧化钠与蒸馏水之质量比为 3：97；
- 5 鞣酸、酒精等。

6.13.3 试样的制备与标准溶液的配制应符合下列规定：

- 1 筛除样品中的公称粒径 5.00mm 以上颗粒，用四分法缩分至 500g，风干备用；
- 2 称取鞣酸粉 2g，溶解于 98mL 的 10%酒精溶液中，即配得所需的鞣酸溶液；然后取该溶液 2.5mL，注入 97.5mL 浓度为 3%的氢氧化钠溶液中，加塞后剧烈摇动，静置 24h，即配得标准溶液。

6.13.4 有机物含量试验应按下列步骤进行：

- 1 向 250mL 量筒中倒入试样至 130mL 刻度处，再注入浓度为 3%氢氧化钠溶液至 200mL 刻度处，剧烈摇动后静置 24h；
- 2 比较试样上部溶液和新配制标准溶液的颜色，盛装标准溶液与盛装试样的量筒容积应一致。

6.13.5 结果评定应按下列方法进行：

- 1 当试样上部的溶液颜色浅于标准溶液的颜色时，则试样的有机物含量判定合格；
- 2 当两种溶液的颜色接近时，则应将该试样（包括上部溶液）倒入烧杯中放在温度为 60~70℃的水浴锅中加热 2~3h，然后再与标准溶液比色；

3 当溶液颜色深于标准色时，则应按下法进一步试验：

取试样一份，用 3%的氢氧化钠溶液洗除有机杂质，再用清水淘洗干净，直至试样上部溶液颜色浅于标准溶液的颜色，然后用洗除有机质和未洗除的试样分别按现行的国家标准《水泥胶砂

强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 配制两种水泥砂浆,测定 28d 的抗压强度,当未经洗除有机杂质的砂的砂浆强度与经洗除有机物后的砂的砂浆强度比不低于 0.95 时,则此砂可以采用,否则不可采用。

6.14 砂中云母含量试验

6.14.1 本方法适用于测定砂中云母的近似百分含量。

6.14.2 云母含量试验应采用下列仪器设备:

1 放大镜 (5 倍);

2 钢针;

3 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm 和 315 μ m 的方孔筛各一只;

4 天平——称量 100g,感量 0.1g。

6.14.3 试样制备应符合下列规定:

称取经缩分的试样 50g,在温度 (105 \pm 5) $^{\circ}$ C 的烘箱中烘干至恒重,冷却至室温后备用。

6.14.4 云母含量试验应按下列步骤进行:

先筛出粒径大于公称粒径 5.00mm 和小于公称粒径 315 μ m 的颗粒,然后根据砂的粗细不同称取试样 10~20g (m_0),放在放大镜下观察,用钢针将砂中所有云母全部挑出,称取所挑出云母质量 (m)。

6.14.5 砂中云母含量 w_m 应按下式计算,精确至 0.1%:

$$w_m = \frac{m}{m_0} \times 100\% \quad (6.14.5)$$

式中 w_m ——砂中云母含量 (%);

m_0 ——烘干试样质量 (g);

m ——云母质量 (g)。

6.15 砂中轻物质含量试验

6.15.1 本方法适用于测定砂中轻物质的近似含量。

6.15.2 轻物质含量试验应采用下列仪器设备和试剂：

- 1 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- 2 天平——称量 1000g，感量 1g；
- 3 量具——量杯（容量 1000mL）、量筒（容量 250mL）、烧杯（容量 150mL）各一只；
- 4 比重计——测定范围为 1.0~2.0；
- 5 网篮——内径和高度均为 70mm，网孔孔径不大于 $150\mu\text{m}$ （可用坚固性检验用的网篮，也可用孔径 $150\mu\text{m}$ 的筛）；
- 6 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm 和 $315\mu\text{m}$ 的方孔筛各一只；
- 7 氯化锌——化学纯。

6.15.3 试样制备及重液配制应符合下列规定：

- 1 称取经缩分的试样约 800g，在温度为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重，冷却后将粒径大于公称粒径 5.00mm 和小于公称粒径 $315\mu\text{m}$ 的颗粒筛去，然后称取每份为 200g 的试样两份备用；
- 2 配制密度为 $1950 \sim 2000\text{kg}/\text{m}^3$ 的重液：向 1000mL 的量杯中加水至 600mL 刻度处，再加入 1500g 氯化锌，用玻璃棒搅拌使氯化锌全部溶解，待冷却至室温后，将部分溶液倒入 250mL 量筒中测其密度；
- 3 如溶液密度小于要求值，则将它倒回量杯，再加入氯化锌，溶解并冷却后测其密度，直至溶液密度满足要求为止。

6.15.4 轻物质含量试验应按下列步骤进行：

- 1 将上述试样一份 (m_0) 倒入盛有重液（约 500mL）的量杯中，用玻璃棒充分搅拌，使试样中的轻物质与砂分离，静置 5min 后，将浮起的轻物质连同部分重液倒入网篮中，轻物质留在网篮中，而重液通过网篮流入另一容器，倾倒重液时应避免带出砂粒，一般当重液表面与砂表面相距约 20~30mm 时即停止倾倒，流出的重液倒回盛试样的量杯中，重复上述过程，直至无轻物质浮起为止；

2 用清水洗净留存于网篮中的物质,然后将它倒入烧杯,在 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重,称取轻物质与烧杯的总质量 (m_1)。

6.15.5 砂中轻物质的含量 w_1 应按下式计算,精确到 0.1%:

$$w_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\% \quad (6.15.5)$$

式中 w_1 ——砂中轻物质含量 (%);

m_1 ——烘干的轻物质与烧杯的总质量 (g);

m_2 ——烧杯的质量 (g);

m_0 ——试验前烘干的试样质量 (g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

6.16 砂的坚固性试验

6.16.1 本方法适用于通过测定硫酸钠饱和溶液渗入砂中形成结晶时的裂胀力对砂的破坏程度,来间接地判断其坚固性。

6.16.2 坚固性试验应采用下列仪器设备和试剂:

- 1 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- 2 天平——称量 1000g,感量 1g;
- 3 试验筛——筛孔公称直径为 $160\mu\text{m}$ 、 $315\mu\text{m}$ 、 $630\mu\text{m}$ 、 1.25mm 、 2.50mm 、 5.00mm 的方孔筛各一只;
- 4 容器——搪瓷盆或瓷缸,容量不小于 10L;
- 5 三脚网篮——内径及高均为 70mm,由铜丝或镀锌铁丝制成,网孔的孔径不应大于所盛试样粒级下限尺寸的一半;
- 6 试剂——无水硫酸钠;
- 7 比重计;
- 8 氯化钡——浓度为 10%。

6.16.3 溶液的配制及试样制备应符合下列规定:

- 1 硫酸钠溶液的配制应按下述方法进行:

取一定数量的蒸馏水(取决于试样及容器大小,加温至 $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$),每 1000mL 蒸馏水加入无水硫酸钠 (Na_2SO_4) 300~

350g, 用玻璃棒搅拌, 使其溶解并饱和, 然后冷却至 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$, 在此温度下静置两昼夜, 其密度应为 $1151\sim 1174\text{kg/m}^3$;

2 将缩分后的样品用水冲洗干净, 在 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘干冷却至室温备用。

6.16.4 坚固性试验应按下列步骤进行:

1 称取公称粒级分别为 $315\sim 630\mu\text{m}$ 、 $630\mu\text{m}\sim 1.25\text{mm}$ 、 $1.25\sim 2.50\text{mm}$ 和 $2.50\sim 5.00\text{mm}$ 的试样各 100g。若是特细砂, 应筛去公称粒径 $160\mu\text{m}$ 以下和 2.50mm 以上的颗粒, 称取公称粒级分别为 $160\sim 315\mu\text{m}$ 、 $315\sim 630\mu\text{m}$ 、 $630\mu\text{m}\sim 1.25\text{mm}$ 、 $1.25\sim 2.50\text{mm}$ 的试样各 100g。分别装入网篮并浸入盛有硫酸钠溶液的容器中, 溶液体积应不小于试样总体积的 5 倍, 其温度应保持在 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。三角网篮浸入溶液时, 应先上下升降 25 次以排除试样中的气泡, 然后静置于该容器中。此时, 网篮底面应距容器底面约 30mm (由网篮脚高控制), 网篮之间的间距应不小于 30mm, 试样表面至少应在液面以下 30mm。

2 浸泡 20h 后, 从溶液中提出网篮, 放在温度为 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘烤 4h, 至此, 完成了第一次循环。待试样冷却至 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 后, 即开始第二次循环, 从第二次循环开始, 浸泡及烘烤时间均为 4h。

3 第五次循环完成后, 将试样置于 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的清水中洗净硫酸钠, 再在 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 取出并冷却至室温后, 用孔径为试样粒级下限的筛, 过筛并称量各粒级试样试验后的筛余量。

注: 试样中硫酸钠是否洗净, 可按下法检验: 取冲洗过试样的水若干毫升, 滴入少量 10% 的氯化钡 (BaCl_2) 溶液, 如无白色沉淀, 则说明硫酸钠已被洗净。

6.16.5 试验结果计算应符合下列规定:

1 试样中各粒级颗粒的分计质量损失百分率 δ_{fi} 应按下列式计算:

$$\delta_{fi} = \frac{m_i - m'_i}{m_i} \times 100\% \quad (6.16.5-1)$$

式中 δ_j ——各粒级颗粒的分计质量损失百分率 (%)；
 m_i ——每一粒级试样试验前的质量 (g)；
 m'_i ——经硫酸钠溶液试验后，每一粒级筛余颗粒的烘干质量 (g)。

2 300 μ m~4.75mm 粒级试样的总质量损失百分率 δ_j 应按下列式计算，精确至 1%：

$$\delta_j = \frac{\alpha_1 \delta_{j1} + \alpha_2 \delta_{j2} + \alpha_3 \delta_{j3} + \alpha_4 \delta_{j4}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} \times 100\% \quad (6.16.5-2)$$

式中 δ_j ——试样的总质量损失百分率 (%)；
 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ ——公称粒级分别为 315~630 μ m、630 μ m~1.25mm、1.25~2.50mm、2.50~5.00mm 粒级在筛除小于公称粒径 315 μ m 及大于公称粒径 5.00mm 颗粒后的原试样中所占的百分率 (%)。

$\delta_{j1}, \delta_{j2}, \delta_{j3}, \delta_{j4}$ ——公称粒级分别为 315~630 μ m、630 μ m~1.25mm、1.25~2.50mm、2.50~5.00mm 各粒级的分计质量损失百分率 (%)。

3 特细砂按下式计算，精确至 1%：

$$\delta_j = \frac{\alpha_0 \delta_{j0} + \alpha_1 \delta_{j1} + \alpha_2 \delta_{j2} + \alpha_3 \delta_{j3}}{\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} \times 100\% \quad (6.16.5-3)$$

式中 δ_j ——试样的总质量损失百分率 (%)；
 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ——公称粒级分别为 160~315 μ m、315~630 μ m、630 μ m~1.25mm、1.25~2.50mm 粒级在筛除小于公称粒径 160 μ m 及大于公称粒径 2.50mm 颗粒后的原试样中所占的百分率 (%)；
 $\delta_{j0}, \delta_{j1}, \delta_{j2}, \delta_{j3}$ ——公称粒级分别为 160~315 μ m、315~630 μ m、630 μ m~1.25mm、1.25~2.50mm 各粒级的分计质量损失百分率 (%)。

6.17 砂中硫酸盐及硫化物含量试验

6.17.1 本方法适用于测定砂中的硫酸盐及硫化物含量（按 SO_3 百分含量计算）。

6.17.2 硫酸盐及硫化物试验应采用下列仪器设备和试剂：

- 1 天平和分析天平——天平，称量 1000g，感量 1g；分析天平，称量 100g，感量 0.0001g；
- 2 高温炉——最高温度 1000℃；
- 3 试验筛——筛孔公称直径为 80 μm 的方孔筛一只；
- 4 瓷坩锅；
- 5 其他仪器——烧瓶、烧杯等；
- 6 10% (W/V) 氯化钡溶液——10g 氯化钡溶于 100mL 蒸馏水中；
- 7 盐酸 (1+1) ——浓盐酸溶于同体积的蒸馏水中；
- 8 1% (W/V) 硝酸银溶液——1g 硝酸银溶于 100mL 蒸馏水中，并加入 5~10mL 硝酸，存于棕色瓶中。

6.17.3 试样制备应符合下列规定：

样品经缩分至不少于 10g，置于温度为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 烘干至恒重，冷却至室温后，研磨至全部通过筛孔公称直径为 80 μm 的方孔筛，备用。

6.17.4 硫酸盐及硫化物含量试验应按下列步骤进行：

- 1 用分析天平精确称取砂粉试样 1g (m)，放入 300mL 的烧杯中，加入 30~40mL 蒸馏水及 10mL 的盐酸 (1+1)，加热至微沸，并保持微沸 5min，试样充分分解后取下，以中速滤纸过滤，用温水洗涤 10~12 次；

- 2 调整滤液体积至 200mL，煮沸，搅拌同时滴加 10mL 10% 氯化钡溶液，并将溶液煮沸数分钟，然后移至温热处静置至少 4h（此时溶液体积应保持在 200mL），用慢速滤纸过滤，用温水洗到无氯根反应（用硝酸银溶液检验）；

- 3 将沉淀及滤纸一并移入已灼烧至恒重的瓷坩锅 (m_1)

中，灰化后在 800℃ 的高温炉内灼烧 30min。取出坩锅，置于干燥器中冷却至室温，称量，如此反复灼烧，直至恒重 (m_2)。

6.17.5 硫化物及硫酸盐含量 (以 SO_3 计) 应按下式计算，精确至 0.01%；

$$w_{\text{SO}_3} = \frac{(m_2 - m_1) \times 0.343}{m} \times 100\% \quad (6.17.5)$$

式中 w_{SO_3} ——硫酸盐含量 (%)；

m ——试样质量 (g)；

m_1 ——瓷坩锅的质量 (g)；

m_2 ——瓷坩锅质量和试样总质量 (g)；

0.343—— BaSO_4 换算成 SO_3 的系数。

以两次试验的算术平均值作为测定值，当两次试验结果之差大于 0.15% 时，须重做试验。

6.18 砂中氯离子含量试验

6.18.1 本方法适用于测定砂中的氯离子含量。

6.18.2 氯离子含量试验应采用下列仪器设备和试剂：

- 1 天平——称量 1000g，感量 1g；
- 2 带塞磨口瓶——容量 1L；
- 3 三角瓶——容量 300mL；
- 4 滴定管——容量 10mL 或 25mL；
- 5 容量瓶——容量 500mL；
- 6 移液管——容量 50mL，2mL；
- 7 5% (W/V) 铬酸钾指示剂溶液；
- 8 0.01mol/L 的氯化钠标准溶液；
- 9 0.01mol/L 的硝酸银标准溶液。

6.18.3 试样制备应符合下列规定：

取经缩分后样品 2kg，在温度 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重，经冷却至室温备用。

6.18.4 氯离子含量试验应按下列步骤进行：

1 称取试样 500g (m), 装入带塞磨口瓶中, 用容量瓶取 500mL 蒸馏水, 注入磨口瓶内, 加上塞子, 摇动一次, 放置 2h, 然后每隔 5min 摇动一次, 共摇动 3 次, 使氯盐充分溶解。将磨口瓶上部已澄清的溶液过滤, 然后用移液管吸取 50mL 滤液, 注入三角瓶中, 再加入浓度为 5% 的 (W/V) 铬酸钾指示剂 1mL, 用 0.01mol/L 硝酸银标准溶液滴定至呈现砖红色为终点, 记录消耗的硝酸银标准溶液的毫升数 (V_1)。

2 空白试验: 用移液管准确吸取 50mL 蒸馏水到三角瓶内, 加入 5% 铬酸钾指示剂 1mL, 并用 0.01mol/L 的硝酸银标准溶液滴定至溶液呈砖红色为止, 记录此点消耗的硝酸银标准溶液的毫升数 (V_2)。

6.18.5 砂中氯离子含量 w_{cl} 应按下式计算, 精确至 0.001%:

$$w_{cl} = \frac{C_{AgNO_3} (V_1 - V_2) \times 0.0355 \times 10}{m} \times 100\% \quad (6.18.5)$$

式中 w_{cl} ——砂中氯离子含量 (%);

C_{AgNO_3} ——硝酸银标准溶液的浓度 (mol/L);

V_1 ——样品滴定时消耗的硝酸银标准溶液的体积 (mL);

V_2 ——空白试验时消耗的硝酸银标准溶液的体积 (mL);

m ——试样质量 (g)。

6.19 海砂中贝壳含量试验 (盐酸清洗法)

6.19.1 本方法适用于检验海砂中的贝壳含量。

6.19.2 贝壳含量试验应采用下列仪器设备和试剂:

1 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$;

2 天平——称量 1000g、感量 1g 和称量 5000g、感量 5g 的天平各一台;

3 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm 的方孔筛一只;

4 量筒——容量 1000mL;

5 搪瓷盆——直径 200mm 左右;

6 玻璃棒；

7 (1+5) 盐酸溶液——由浓盐酸（相对密度 1.18，浓度 26%~38%）和蒸馏水按 1:5 的比例配制而成；

8 烧杯——容量 2000mL。

6.19.3 试样制备应符合下列规定：

将样品缩分至不少于 2400g，置于温度为 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后，过筛孔公称直径为 5.00mm 的方孔筛后，称取 500g (m_1) 试样两份，先按本标准第 6.8 节测出砂的含泥量 (w_c)，再将试样放入烧杯中备用。

6.19.4 海砂中贝壳含量应按下列步骤进行：

在盛有试样的烧杯中加入 (1+5) 盐酸溶液 900mL，不断用玻璃棒搅拌，使反应完全。待溶液中不再有气体产生后，再加少量上述盐酸溶液，若再无气体生成则表明反应已完全。否则，应重复上一步骤，直至无气体产生为止。然后进行五次清洗，清洗过程中要避免砂粒丢失。洗净后，置于温度为 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中，取出冷却至室温，称重 (m_2)。

6.19.5 砂中贝壳含量 w_b 应按下列式计算，精确至 0.1%：

$$w_b = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% - w_c \quad (6.19.5)$$

式中 w_b ——砂中贝壳含量 (%)；

m_1 ——试样总量 (g)；

m_2 ——试样除去贝壳后的质量 (g)；

w_c ——含泥量 (%)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值，当两次结果之差超过 0.5% 时，应重新取样进行试验。

6.20 砂的碱活性试验（快速法）

6.20.1 本方法适用于在 1mol/L 氢氧化钠溶液中浸泡试样 14d 以检验硅质骨料与混凝土中的碱产生潜在反应的危害性，不适用于碱碳酸盐反应活性骨料检验。

6.20.2 快速法碱活性试验应采用下列仪器设备:

- 1 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- 2 天平——称量 1000g, 感量 1g;
- 3 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm、2.50mm、1.25mm、630 μm 、315 μm 、160 μm 的方孔筛各一只;
- 4 测长仪——测量范围 280~300mm, 精度 0.01mm;
- 5 水泥胶砂搅拌机——应符合现行行业标准《行星式水泥胶砂搅拌机》JC/T 681 的规定;
- 6 恒温养护箱或水浴——温度控制范围为 $(80 \pm 2)^{\circ}\text{C}$;
- 7 养护筒——由耐碱耐高温的材料制成, 不漏水, 密封, 防止容器内湿度下降, 筒的容积可以保证试件全部浸没在水中。筒内设有试件架, 试件垂直于试件架放置;
- 8 试模——金属试模, 尺寸为 25mm \times 25mm \times 280mm, 试模两端正中有小孔, 装有不锈测头;
- 9 慢刀、捣棒、量筒、干燥器等。

6.20.3 试件的制作应符合下列规定:

- 1 将砂样缩分成约 5kg, 按表 6.20.3 中所示级配及比例组合成试验用料, 并将试样洗净烘干或晾干备用。

表 6.20.3 砂级配表

| 公称粒级 | 5.00~ 2.50mm | 2.50~ 1.25mm | 1.25mm~ 630 μm | 630~ 315 μm | 315~ 160 μm |
|----------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 分级质量 (%) | 10 | 25 | 25 | 25 | 15 |

注: 对特细砂分级质量不作规定。

- 2 水泥应采用符合现行国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175 要求的普通硅酸盐水泥。水泥与砂的质量比为 1:2.25, 水灰比为 0.47。试件规格 25mm \times 25mm \times 280mm, 每组三条, 称取水泥 440g, 砂 990g。

- 3 成型前 24h, 将试验所用材料 (水泥、砂、拌合用水等) 放入 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温室中。

4 将称好的水泥与砂倒入搅拌机，应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 的规定进行搅拌。

5 搅拌完成后，将砂浆分两层装入试模内，每层捣 40 次，测头周围应填实，捣捣完毕后用镩刀刮除多余砂浆，抹平表面，并标明测定方向及编号。

6.20.4 快速法试验应按下列步骤进行：

1 将试件成型完毕后，带模放入标准养护室，养护（24±4）h 后脱模。

2 脱模后，将试件浸泡在装有自来水的养护筒中，并将养护筒放入温度（80±2）℃的烘箱或水浴箱中养护 24h。同种骨料制成的试件放在同一个养护筒中。

3 然后将养护筒逐个取出。每次从养护筒中取出一个试件，用抹布擦干表面，立即用测长仪测试件的基长（ L_0 ）。每个试件至少重复测试两次，取差值在仪器精度范围内的两个读数的平均值作为长度测定值（精确至 0.02mm），每次每个试件的测量方向应一致，待测的试件须用湿布覆盖，防止水分蒸发；从取出试件擦干到读数完成应在（15±5）s 内结束，读完数后的试件应用湿布覆盖。全部试件测完基准长度后，把试件放入装有浓度为 1mol/L 氢氧化钠溶液的养护筒中，并确保试件被完全浸泡。溶液温度应保持在（80±2）℃，将养护筒放回烘箱或水浴箱中。

注：用测长仪测定任一组试件的长度时，均应先调整测长仪的零点。

4 自测定基准长度之日起，第 3d、7d、10d、14d 再分别测其长度（ L_t ）。测长方法与测基长方法相同。每次测量完毕后，应将试件调头放入原养护筒，盖好筒盖，放回（80±2）℃的烘箱或水浴箱中，继续养护到下一个测试龄期。操作时防止氢氧化钠溶液溢溅，避免烧伤皮肤。

5 在测量时应观察试件的变形、裂缝、渗出物等，特别应观察有无胶体物质，并作详细记录。

6.20.5 试件中的膨胀率应按下列式计算，精确至 0.01%：

$$\epsilon_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100\% \quad (6.20.5)$$

式中 ϵ_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率 (%)；

L_t ——试件在 t 天龄期的长度 (mm)；

L_0 ——试件的基长 (mm)；

Δ ——测头长度 (mm)。

以三个试件膨胀率的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。
任一试件膨胀率与平均值均应符合下列规定：

1 当平均值小于或等于 0.05% 时，其差值均应小于 0.01%；

2 当平均值大于 0.05% 时，单个测值与平均值的差值均应小于平均值的 20%；

3 当三个试件的膨胀率均大于 0.10% 时，无精度要求；

4 当不符合上述要求时，去掉膨胀率最小的，用其余两个试件的平均值作为该龄期的膨胀率。

6.20.6 结果评定应符合下列规定：

1 当 14d 膨胀率小于 0.10% 时，可判定为无潜在危害；

2 当 14d 膨胀率大于 0.20% 时，可判定为有潜在危害；

3 当 14d 膨胀率在 0.10%~0.20% 之间时，应按本标准第 6.21 节的方法再进行试验判定。

6.21 砂的碱活性试验（砂浆长度法）

6.21.1 本方法适用于鉴定硅质骨料与水泥（混凝土）中的碱产生潜在反应的危害性，不适用于碱碳酸盐反应活性骨料检验。

6.21.2 砂浆长度法碱活性试验应采用下列仪器设备：

1 试验筛——应符合本标准第 6.1.2 条的要求；

2 水泥胶砂搅拌机——应符合现行行业标准《行星式水泥胶砂搅拌机》JC/T 681 规定；

3 钹刀及截面为 14mm×13mm、长 120~150mm 的钢制捣棒；

4 量筒、秒表；

5 试模和测头——金属试模，规格为 25mm×25mm×

280mm，试模两端正中应有小孔，测头在此固定埋入砂浆，测头用不锈钢金属制成；

6 养护筒——用耐腐蚀材料制成，应不漏水，不透气，加盖后放在养护室中能确保筒内空气相对湿度为 95% 以上，筒内设有试件架，架下盛有水，试件垂直立于架上并不与水接触；

7 测长仪——测量范围 280~300mm，精度 0.01mm；

8 室温为 $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的养护室；

9 天平——称量 2000g，感量 2g；

10 跳桌——应符合现行行业标准《水泥胶砂流动度测定仪》JC/T 958 要求。

6.21.3 试件的制备应符合下列规定：

1 制作试件的材料应符合下列规定：

1) 水泥——在做一般骨料活性鉴定时，应使用高碱水泥，含碱量为 1.2%；低于此值时，掺浓度为 10% 的氢氧化钠溶液，将碱含量调至水泥量的 1.2%；对于具体工程，当该工程拟用水泥的含碱量高于此值，则应采用工程所使用的水泥；

注：水泥含碱量以氧化钠（Na₂O）计，氧化钾（K₂O）换算为氧化钠时乘以换算系数 0.658。

2) 砂——将样品缩分成约 5kg，按表 6.21.3 中所示级配及比例组合成试验用料，并将试样洗净晾干。

表 6.21.3 砂级配表

| 公称粒级 | 5.00~ 2.50mm | 2.50~ 1.25mm | 1.25mm~ 630μm | 630~ 315μm | 315~ 160μm |
|----------|-----------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|
| 分级质量 (%) | 10 | 25 | 25 | 25 | 15 |

注：对特细砂分级质量不作规定。

2 制作试件用的砂浆配合比应符合下列规定：

水泥与砂的质量比为 1 : 2.25。每组 3 个试件，共需水泥 440g，砂料 990g，砂浆用水量应按现行国家标准《水泥胶砂流

动度测定方法》GB/T 2419 确定，跳桌次数改为 6s 跳动 10 次，以流动度在 105~120mm 为准。

3 砂浆长度法试验所用试件应按下列方法制作：

- 1) 成型前 24h，将试验所用材料（水泥、砂、拌和用水等）放入 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温室中；
- 2) 先将称好的水泥与砂倒入搅拌锅内，开动搅拌机，拌合 5s 后徐徐加水，20~30s 加完，自开动机器起搅拌 (180 ± 5) s 停机，将粘在叶片上的砂浆刮下，取下搅拌锅；
- 3) 砂浆分两层装入试模内，每层捣 40 次；测头周围应填实，浇捣完毕后用镩刀刮除多余砂浆，抹平表面并标明测定方向和编号。

6.21.4 砂浆长度法试验应按下列步骤进行：

1 试件成型完毕后，带模放入标准养护室，养护 (24 ± 4) h 后脱模（当试件强度较低时，可延至 48h 脱模），脱模后立即测量试件的基长 (L_0) 。测长应在 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温室中进行，每个试件至少重复测试两次，取差值在仪器精度范围内的两个读数的平均值作为长度测定值（精确至 0.02mm）。待测的试件须用湿布覆盖，以防止水分蒸发。

2 测量后将试件放入养护筒中，盖严后放入 $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 养护室里养护（一个筒内的品种应相同）。

3 自测基长之日起，14d、1 个月、2 个月、3 个月、6 个月再分别测其长度 (L_t) ，如有必要还可适当延长。在测长前一天，应把养护筒从 $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 养护室中取出，放入 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温室。试件的测长方法与测基长相同，测量完毕后，应将试件调头放入养护筒中，盖好筒盖，放回 $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 养护室继续养护到下一测龄期。

4 在测量时应观察试件的变形、裂缝和渗出物，特别应观察有无胶体物质，并作详细记录。

6.21.5 试件的膨胀率应按下列式计算，精确至 0.001%：

$$\epsilon_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100\% \quad (6.21.5)$$

式中 ϵ_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率 (%)；

L_0 ——试件的基长 (mm)；

L_t ——试件在 t 天龄期的长度 (mm)；

Δ ——测头长度 (mm)。

以三个试件膨胀率的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。任一试件膨胀率与平均值均应符合下列规定：

1 当平均值小于或等于 0.05% 时，其差值均应小于 0.01%；

2 当平均值大于 0.05% 时，其差值均应小于平均值的 20%；

3 当三个试件的膨胀率均超过 0.10% 时，无精度要求；

4 当不符合上述要求时，去掉膨胀率最小的，用其余两个试件的平均值作为该龄期的膨胀率。

6.21.6 结果评定应符合下列规定：

当砂浆 6 个月膨胀率小于 0.10% 或 3 个月的膨胀率小于 0.05%（只有在缺少 6 个月膨胀率时才有效）时，则判为无潜在危害。否则，应判为有潜在危害。

7 石的检验方法

7.1 碎石或卵石的筛分析试验

7.1.1 本方法适用于测定碎石或卵石的颗粒级配。

7.1.2 筛分析试验应采用下列仪器设备：

1 试验筛——筛孔公称直径为 100.0mm、80.0mm、63.0mm、50.0mm、40.0mm、31.5mm、25.0mm、20.0mm、16.0mm、10.0mm、5.00mm 和 2.50mm 的方孔筛以及筛的底盘和盖各一只，其规格和质量要求应符合现行国家标准《金属穿孔板试验筛》GB/T 6003.2 的要求，筛框直径为 300mm；

2 天平和秤——天平的称量 5kg，感量 5g；秤的称量 20kg，感量 20g；

3 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

4 浅盘。

7.1.3 试样制备应符合下列规定：试验前，应将样品缩分至表 7.1.3 所规定的试样最少质量，并烘干或风干后备用。

表 7.1.3 筛分析所需试样的最少质量

| 公称粒径 (mm) | 10.0 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 31.5 | 40.0 | 63.0 | 80.0 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 试样最少质量 (kg) | 2.0 | 3.2 | 4.0 | 5.0 | 6.3 | 8.0 | 12.6 | 16.0 |

7.1.4 筛分析试验应按下列步骤进行：

1 按表 7.1.3 的规定称取试样；

2 将试样按筛孔大小顺序过筛，当每只筛上的筛余层厚度大于试样的最大粒径值时，应将该筛上的筛余试样分成两份，再次进行筛分，直至各筛每分钟的通过量不超过试样总量的 0.1%；

注：当筛余试样的颗粒粒径比公称粒径大 20mm 以上时，在筛分过程

中，允许用手拨动颗粒。

3 称取各筛筛余的质量，精确至试样总质量的 0.1%。各筛的分计筛余量和筛底剩余量的总和与筛分前测定的试样总量相比，其相差不得超过 1%。

7.1.5 筛分析试验结果应按下列步骤计算：

1 计算分计筛余（各筛上筛余量除以试样的百分率），精确至 0.1%；

2 计算累计筛余（该筛的分计筛余与筛孔大于该筛的各筛的分计筛余百分率之总和），精确至 1%；

3 根据各筛的累计筛余，评定该试样的颗粒级配。

7.2 碎石或卵石的表观密度试验（标准法）

7.2.1 本方法适用于测定碎石或卵石的表观密度。

7.2.2 标准法表观密度试验应采用下列仪器设备：

1 液体天平——称量 5kg，感量 5g，其型号及尺寸应能允许在臂上悬挂盛试样的吊篮，并在水中称重（见图 7.2.2）；

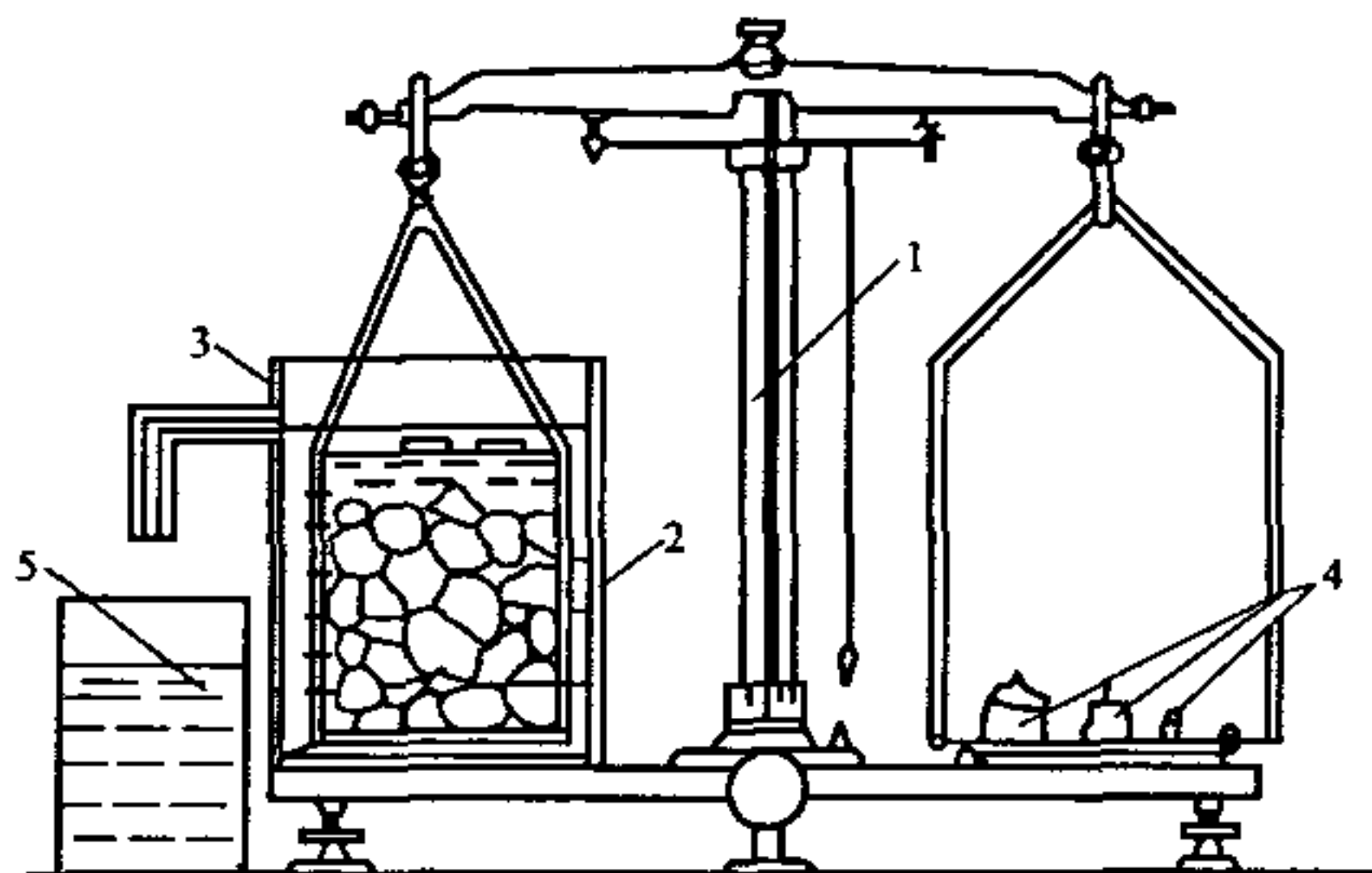


图 7.2.2 液体天平

1—5kg 天平；2—吊篮；3—带有溢流孔
的金属容器；4—砝码；5—容器

2 吊篮——直径和高度均为 150mm，由孔径为 1~2mm 的筛网或钻有孔径为 2~3mm 孔洞的耐锈蚀金属板制成；

3 盛水容器——有溢流孔；

4 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

5 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm 的方孔筛一只；

6 温度计—— $0 \sim 100^\circ\text{C}$ ；

7 带盖容器、浅盘、刷子和毛巾等。

7.2.3 试样制备应符合下列规定：

试验前，将样品筛除公称粒径 5.00mm 以下的颗粒，并缩分至略大于两倍于表 7.2.3 所规定的最少质量，冲洗干净后分成两份备用。

表 7.2.3 表观密度试验所需的试样最少质量

| 最大公称粒径 (mm) | 10.0 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 31.5 | 40.0 | 63.0 | 80.0 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 试样最少质量 (kg) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 6.0 |

7.2.4 标准法表观密度试验应按以下步骤进行：

1 按表 7.2.3 的规定称取试样；

2 取试样一份装入吊篮，并浸入盛水的容器中，水面至少高出试样 50mm；

3 浸水 24h 后，移放到称量用的盛水容器中，并用上下升降吊篮的方法排除气泡（试样不得露出水面）。吊篮每升降一次约为 1s，升降高度为 30~50mm；

4 测定水温（此时吊篮应全浸在水中），用天平称取吊篮及试样在水中的质量 (m_2)。称量时盛水容器中水面的高度由容器的溢流孔控制；

5 提起吊篮，将试样置于浅盘中，放入 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重；取出来放在带盖的容器中冷却至室温后，称重 (m_0)；

注：恒重是指相邻两次称量间隔时间不小于 3h 的情况下，其前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精度。下同。

6 称取吊篮在同样温度的水中质量 (m_1)，称量时盛水容器的水面高度仍应由溢流口控制。

注：试验的各项称重可以在 15~25℃ 的温度范围内进行，但从试样加水静置的最后 2h 起直至试验结束，其温度相差不应超过 2℃。

7.2.5 表观密度 ρ 应按下式计算，精确至 10kg/m³：

$$\rho = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_1 - m_2} - \alpha_t \right) \times 1000 \quad (7.2.5)$$

式中 ρ ——表观密度 (kg/m³)；
 m_0 ——试样的烘干质量 (g)；
 m_1 ——吊篮在水中的质量 (g)；
 m_2 ——吊篮及试样在水中的质量 (g)；
 α_t ——水温对表观密度影响的修正系数，见表 7.2.5。

表 7.2.5 不同水温下碎石或卵石的表观密度影响的修正系数

| 水温 (℃) | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| α_t | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.008 |

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。当两次结果之差大于 20kg/m³ 时，应重新取样进行试验。对颗粒材质不均匀的试样，两次试验结果之差大于 20kg/m³ 时，可取四次测定结果的算术平均值作为测定值。

7.3 碎石或卵石的表观密度试验（简易法）

7.3.1 本方法适用于测定碎石或卵石的表观密度，不宜用于测定最大公称粒径超过 40mm 的碎石或卵石的表观密度。

7.3.2 简易法测定表观密度应采用下列仪器设备：

- 1 烘箱——温度控制范围为 (105±5)℃；
- 2 秤——称量 20kg，感量 20g；
- 3 广口瓶——容量 1000mL，磨口，并带玻璃片；
- 4 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm 的方孔筛一只；
- 5 毛巾、刷子等。

7.3.3 试样制备应符合下列规定：

试验前，筛除样品中公称粒径为 5.00mm 以下的颗粒，缩分至略大于本标准表 7.2.3 所规定的量的两倍。洗刷干净后，分成两份备用。

7.3.4 简易法测定表观密度应按下列步骤进行：

1 按本标准表 7.2.3 规定的数量称取试样；

2 将试样浸水饱和，然后装入广口瓶中。装试样时，广口瓶应倾斜放置，注入饮用水，用玻璃片覆盖瓶口，以上下左右摇晃的方法排除气泡；

3 气泡排尽后，向瓶中添加饮用水直至水面凸出瓶口边缘。然后用玻璃片沿瓶口迅速滑行，使其紧贴瓶口水面。擦干瓶外水分后，称取试样、水、瓶和玻璃片总质量 (m_1)；

4 将瓶中的试样倒入浅盘中，放在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重；取出，放在带盖的容器中冷却至室温后称取质量 (m_0)；

5 将瓶洗净，重新注入饮用水，用玻璃片紧贴瓶口水面，擦干瓶外水分后称取质量 (m_2)。

注：试验时各项称重可以在 $15 \sim 25^\circ\text{C}$ 的温度范围内进行，但从试样加水静置的最后 2h 起直至试验结束，其温度相差不应超过 2°C 。

7.3.5 表观密度 ρ 应按下列式计算，精确至 10kg/m^3 ：

$$\rho = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_1} - a_t \right) \times 1000 \quad (7.3.5)$$

式中 ρ ——表观密度 (kg/m^3)；

m_0 ——烘干后试样质量 (g)；

m_1 ——试样、水、瓶和玻璃片的总质量 (g)；

m_2 ——水、瓶和玻璃片总质量 (g)；

a_t ——水温对表观密度影响的修正系数，见表 7.2.5。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。当两次结果之差大于 20kg/m^3 时，应重新取样进行试验。对颗粒材质不均匀的试样，如两次试验结果之差大于 20kg/m^3 时，可取四次测定结果的

算术平均值作为测定值。

7.4 碎石或卵石的含水率试验

7.4.1 本方法适用于测定碎石或卵石的含水率。

7.4.2 含水率试验应采用下列仪器设备：

- 1 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- 2 秤——称量 20kg，感量 20g；
- 3 容器——如浅盘等。

7.4.3 含水率试验应按下列步骤进行：

- 1 按本标准表 5.1.3-2 的要求称取试样，分成两份备用；
- 2 将试样置于干净的容器中，称取试样和容器的总质量 (m_1)，并在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重；
- 3 取出试样，冷却后称取试样与容器的总质量 (m_2)，并称取容器的质量 (m_3)。

7.4.4 含水率 w_w 应按下列式计算，精确至 0.1%：

$$w_w = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \times 100\% \quad (7.4.4)$$

式中 w_w ——含水率 (%)；

m_1 ——烘干前试样与容器总质量 (g)；

m_2 ——烘干后试样与容器总质量 (g)；

m_3 ——容器质量 (g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

注：碎石或卵石含水率简易测定法可采用“烘干法”。

7.5 碎石或卵石的吸水率试验

7.5.1 本方法适用于测定碎石或卵石的吸水率，即测定以烘干质量为基准的饱和面干吸水率。

7.5.2 吸水率试验应采用下列仪器设备：

- 1 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- 2 秤——称量 20kg，感量 20g；

- 3 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm 的方孔筛一只；
- 4 容器、浅盘、金属丝刷和毛巾等。

7.5.3 试样的制备应符合下列要求：

试验前，筛除样品中公称粒径 5.00mm 以下的颗粒，然后缩分至两倍于表 7.5.3 所规定的质量，分成两份，用金属丝刷刷净后备用。

表 7.5.3 吸水率试验所需的试样最少质量

| 最大公称粒径 (mm) | 10.0 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 31.5 | 40.0 | 63.0 | 80.0 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 试样最少质量 (kg) | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 | 8 |

7.5.4 吸水率试验应按下列步骤进行：

1 取试样一份置于盛水的容器中，使水面高出试样表面 5mm 左右，24h 后从水中取出试样，并用拧干的湿毛巾将颗粒表面的水分拭干，即成为饱和面干试样。然后，立即将试样放在浅盘中称取质量 (m_2)，在整个试验过程中，水温必须保持在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

2 将饱和面干试样连同浅盘置于 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。然后取出，放入带盖的容器中冷却 0.5~1h，称取烘干试样与浅盘的总质量 (m_1)，称取浅盘的质量 (m_3)。

7.5.5 吸水率 w_{wa} 应按下式计算，精确至 0.01%：

$$w_{wa} = \frac{m_2 - m_1}{m_1 - m_3} \times 100\% \quad (7.5.5)$$

式中 w_{wa} ——吸水率 (%)；

m_1 ——烘干后试样与浅盘总质量 (g)；

m_2 ——烘干前饱和面干试样与浅盘总质量 (g)；

m_3 ——浅盘质量 (g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

7.6 碎石或卵石的堆积密度和紧密密度试验

7.6.1 本方法适用于测定碎石或卵石的堆积密度、紧密密度及

空隙率。

7.6.2 堆积密度和紧密密度试验应采用下列仪器设备：

- 1 秤——称量 100kg，感量 100g；
- 2 容量筒——金属制，其规格见表 7.6.2；
- 3 平头铁锹；
- 4 烘箱——温度控制范围为 $(105\pm5)^{\circ}\text{C}$ 。

表 7.6.2 容量筒的规格要求

| 碎石或卵石的最大 公称粒径 (mm) | 容量筒容积 (L) | 容量筒规格 (mm) | | 筒壁厚度 (mm) |
|-----------------------|--------------|------------|-----|--------------|
| | | 内 径 | 净 高 | |
| 10.0, 16.0, 20.0, 25 | 10 | 208 | 294 | 2 |
| 31.5, 40.0 | 20 | 294 | 294 | 3 |
| 63.0, 80.0 | 30 | 360 | 294 | 4 |

注：测定紧密密度时，对最大公称粒径为 31.5mm、40.0mm 的骨料，可采用 10L 的容量筒，对最大公称粒径为 63.0mm、80.0mm 的骨料，可采用 20L 容量筒。

7.6.3 试样的制备应符合下列要求：

按表 5.1.3-2 的规定称取试样，放入浅盘，在 $(105\pm5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干，也可摊在清洁的地面上风干，拌匀后分成两份备用。

7.6.4 堆积密度和紧密密度试验应按以下步骤进行：

1 堆积密度：取试样一份，置于平整干净的地板（或铁板）上，用平头铁锹铲起试样，使石子自由落入容量筒内。此时，从铁锹的齐口至容量筒上口的距离应保持为 50mm 左右。装满容量筒除去凸出筒口表面的颗粒，并以合适的颗粒填入凹陷部分，使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等，称取试样和容量筒总质量 (m_2)。

2 紧密密度：取试样一份，分三层装入容量筒。装完一层后，在筒底垫放一根直径为 25mm 的钢筋，将筒按住并左右交替颠击地面各 25 下，然后装入第二层。第二层装满后，用同样

方法颠实（但筒底所垫钢筋的方向应与第一层放置方向垂直），然后再装入第三层，如法颠实。待三层试样装填完毕后，加料直到试样超出容量筒筒口，用钢筋沿筒口边缘滚转，刮下高出筒口的颗粒，用合适的颗粒填平凹处，使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等。称取试样和容量筒总质量（ m_2 ）。

7.6.5 试验结果计算应符合下列规定：

1 堆积密度（ ρ_L ）或紧密密度（ ρ_c ）按下式计算，精确至 10kg/m^3 ：

$$\rho_L (\rho_c) = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000 \quad (7.6.5-1)$$

式中 ρ_L ——堆积密度（ kg/m^3 ）；

ρ_c ——紧密密度（ kg/m^3 ）；

m_1 ——容量筒的质量（ kg ）；

m_2 ——容量筒和试样总质量（ kg ）；

V ——容量筒的体积（ L ）。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

2 空隙率（ ν_L 、 ν_c ）按 7.6.5-2 及 7.6.5-3 计算，精确至 1%：

$$\nu_L = \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho}\right) \times 100\% \quad (7.6.5-2)$$

$$\nu_c = \left(1 - \frac{\rho_c}{\rho}\right) \times 100\% \quad (7.6.5-3)$$

式中 ν_L 、 ν_c ——空隙率（%）；

ρ_L ——碎石或卵石的堆积密度（ kg/m^3 ）；

ρ_c ——碎石或卵石的紧密密度（ kg/m^3 ）；

ρ ——碎石或卵石的表观密度（ kg/m^3 ）。

7.6.6 容量筒容积的校正应以（ 20 ± 5 ）℃的饮用水装满容量筒，用玻璃板沿筒口滑移，使其紧贴水面，擦干筒外壁水分后称取质量。用下式计算筒的容积：

$$V = m'_2 - m'_1 \quad (7.6.6)$$

式中 V ——容量筒的体积（ L ）；

- m'_1 ——容量筒和玻璃板质量 (kg);
 m'_2 ——容量筒、玻璃板和水总质量 (kg)。

7.7 碎石或卵石中含泥量试验

7.7.1 本方法适用于测定碎石或卵石中的含泥量。

7.7.2 含泥量试验应采用下列仪器设备:

- 1 秤——称量 20kg, 感量 20g;
- 2 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- 3 试验筛——筛孔公称直径为 1.25mm 及 $80\mu\text{m}$ 的方孔筛各一只;
- 4 容器——容积约 10L 的瓷盘或金属盒;
- 5 浅盘。

7.7.3 试样制备应符合下列规定:

将样品缩分至表 7.7.3 所规定的量 (注意防止细粉丢失), 并置于温度为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱内烘干至恒重, 冷却至室温后分成两份备用。

表 7.7.3 含泥量试验所需的试样最少质量

| 最大公称粒径 (mm) | 10.0 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 31.5 | 40.0 | 63.0 | 80.0 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 试样量不少于 (kg) | 2 | 2 | 6 | 6 | 10 | 10 | 20 | 20 |

7.7.4 含泥量试验应按下列步骤进行:

1 称取试样一份 (m_0) 装入容器中摊平, 并注入饮用水, 使水面高出石子表面 150mm; 浸泡 2h 后, 用手在水中淘洗颗粒, 使尘屑、淤泥和黏土与较粗颗粒分离, 并使之悬浮或溶解于水。缓缓地将浑浊液倒入公称直径为 1.25mm 及 $80\mu\text{m}$ 的方孔套筛 (1.25mm 筛放置上面) 上, 滤去小于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒。试验前筛子的两面应先用水湿润。在整个试验过程中应注意避免大于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒丢失。

2 再次加水于容器中, 重复上述过程, 直至洗出的水清澈为止。

3 用水冲洗剩留在筛上的细粒,并将公称直径为 $80\mu\text{m}$ 的方孔筛放在水中(使水面略高出筛内颗粒)来回摇动,以充分洗除小于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒。然后将两只筛上剩留的颗粒和筒中已洗净的试样一并装入浅盘,置于温度为 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。取出冷却至室温后,称取试样的质量 (m_1)。

7.7.5 碎石或卵石中含泥量 w_c 应按下式计算,精确至 0.1%:

$$w_c = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (7.7.5)$$

式中 w_c ——含泥量 (%);

m_0 ——试验前烘干试样的质量 (g);

m_1 ——试验后烘干试样的质量 (g)。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。两次结果之差大于 0.2% 时,应重新取样进行试验。

7.8 碎石或卵石中泥块含量试验

7.8.1 本方法适用于测定碎石或卵石中泥块的含量。

7.8.2 泥块含量试验应采用下列仪器设备:

1 秤——称量 20kg,感量 20g;

2 试验筛——筛孔公称直径为 2.50mm 及 5.00mm 的方孔筛各一只;

3 水筒及浅盘等;

4 烘箱——温度控制范围为 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 。

7.8.3 试样制备应符合下列规定:

将样品缩分至略大于表 7.7.3 所示的量,缩分时应防止所含黏土块被压碎。缩分后的试样在 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 烘箱内烘至恒重,冷却至室温后分成两份备用。

7.8.4 泥块含量试验应按下列步骤进行:

1 筛去公称粒径 5.00mm 以下颗粒,称取质量 (m_1);

2 将试样在容器中摊平,加入饮用水使水面高出试样表面,24h 后把水放出,用手碾压泥块,然后把试样放在公称直径为

2. 50mm 的方孔筛上摇动淘洗，直至洗出的水清澈为止；

3 将筛上的试样小心地从筛里取出，置于温度为 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重。取出冷却至室温后称取质量 (m_2) 。

7.8.5 泥块含量 $w_{c,L}$ 应按下式计算，精确至 0.1%：

$$w_{c,L} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (7.8.5)$$

式中 $w_{c,L}$ ——泥块含量 (%)；

m_1 ——公称直径 5mm 筛上筛余量 (g)；

m_2 ——试验后烘干试样的质量 (g)。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。

7.9 碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量试验

7.9.1 本方法适用于测定碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量。

7.9.2 针状和片状颗粒的总含量试验应采用下列仪器设备：

1 针状规准仪（见图 7.9.2-1）和片状规准仪（见图 7.9.2-2），或游标卡尺；

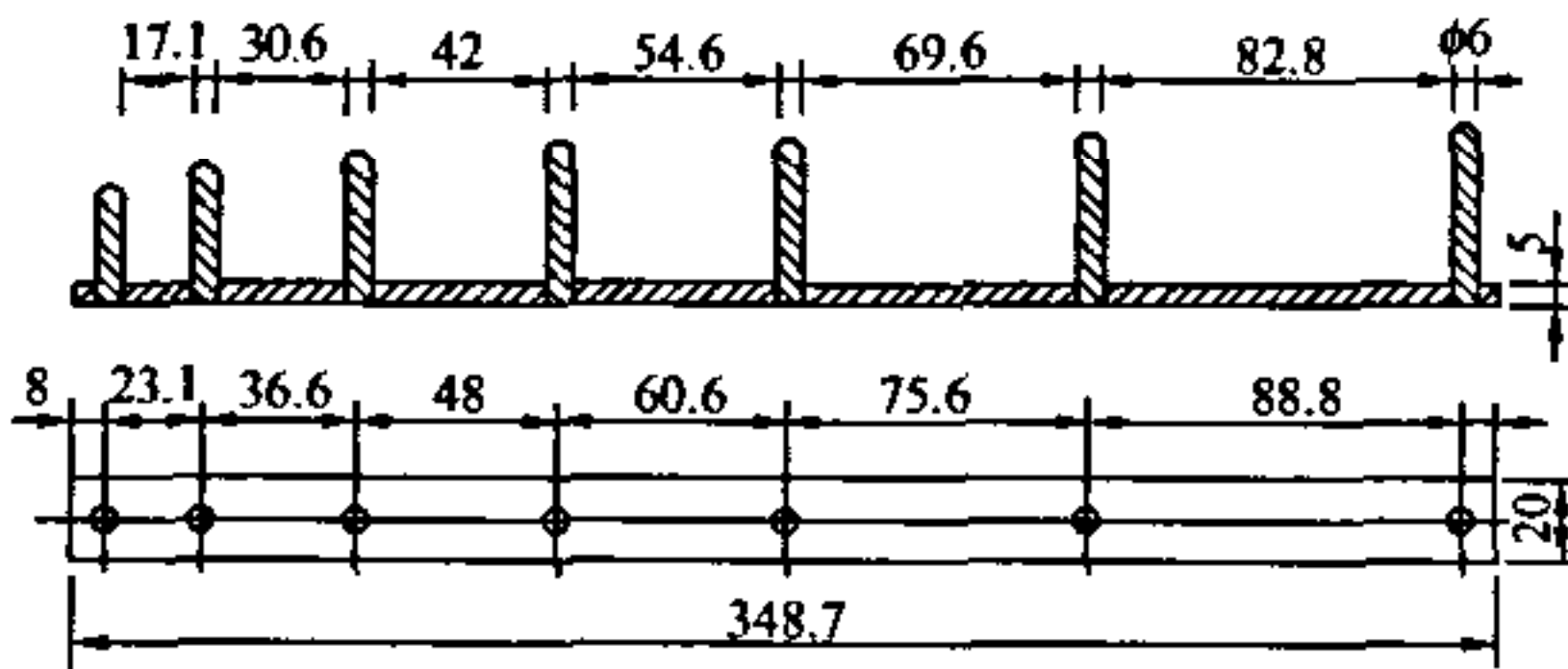


图 7.9.2-1 针状规准仪（单位：mm）

2 天平和秤——天平的称量 2kg，感量 2g；秤的称量 20kg，感量 20g；

3 试验筛——筛孔公称直径分别为 5.00mm、10.0mm、20.0mm、25.0mm、31.5mm、40.0mm、63.0mm 和 80.0mm 的方孔筛各一只，根据需要选用；

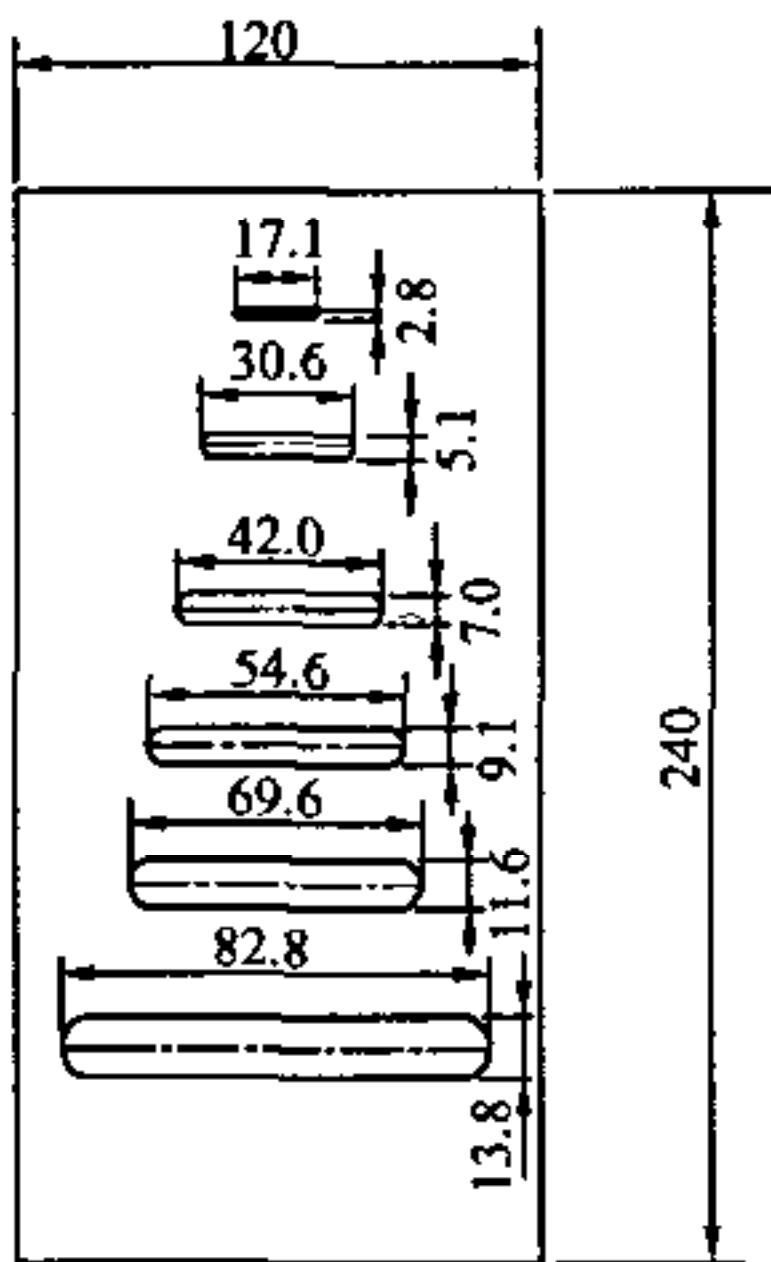


图 7.9.2-2 片状规
准仪 (单位: mm)

4 卡尺。

7.9.3 试样制备应符合下列规定：

将样品在室内风干至表面干燥，并缩分至表 7.9.3-1 规定的量，称量 (m_0)，然后筛分成表 7.9.3-2 所规定的粒级备用。

表 7.9.3-1 针状和片状颗粒的总含量试验所需的试样最少质量

| 最大公称粒径 (mm) | 10.0 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 31.5 | ≥40.0 |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|
| 试样最少质量 (kg) | 0.3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 |

表 7.9.3-2 针状和片状颗粒的总含量试验的
粒级划分及其相应的规准仪孔宽或间距

| 公称粒级 (mm) | 5.00~ 10.0 | 10.0~ 16.0 | 16.0~ 20.0 | 20.0~ 25.0 | 25.0~ 31.5 | 31.5~ 40.0 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 片状规准仪上相 对应的孔宽 (mm) | 2.8 | 5.1 | 7.0 | 9.1 | 11.6 | 13.8 |
| 针状规准仪上相 对应的间距 (mm) | 17.1 | 30.6 | 42.0 | 54.6 | 69.6 | 82.8 |

7.9.4 针状和片状颗粒的总含量试验应按下列步骤进行:

- 1 按表 7.9.3-2 所规定的粒级用规准仪逐粒对试样进行鉴定,凡颗粒长度大于针状规准仪上相对应的间距的,为针状颗粒。厚度小于片状规准仪上相应孔宽的,为片状颗粒。
- 2 公称粒径大于 40mm 的可用卡尺鉴定其针片状颗粒,卡尺卡口的设定宽度应符合表 7.9.4 的规定。

表 7.9.4 公称粒径大于 40mm 用卡尺卡口的设定宽度

| 公称粒级 (mm) | 40.0~63.0 | 63.0~80.0 |
|----------------|-----------|-----------|
| 片状颗粒的卡口宽度 (mm) | 18.1 | 27.6 |
| 针状颗粒的卡口宽度 (mm) | 108.6 | 165.6 |

- 3 称取由各粒级挑出的针状和片状颗粒的总质量 (m_1)。

7.9.5 碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量 w_p 应按下式计算,精确至 1%:

$$w_p = \frac{m_1}{m_0} \times 100\% \tag{7.9.5}$$

式中 w_p ——针状和片状颗粒的总含量 (%);
 m_1 ——试样中所含针状和片状颗粒的总质量 (g);
 m_0 ——试样总质量 (g)。

7.10 卵石中有机物含量试验

7.10.1 本方法适用于定性地测定卵石中的有机物含量是否达到影响混凝土质量的程度。

7.10.2 有机物含量试验应采用下列仪器、设备和试剂:

- 1 天平——称量 2kg、感量 2g 和称量 100g、感量 0.1g 的天平各 1 台;
- 2 量筒——容量为 100mL、250mL 和 1000mL;
- 3 烧杯、玻璃棒和筛孔公称直径为 20mm 的试验筛;
- 4 浓度为 3% 的氢氧化钠溶液——氢氧化钠与蒸馏水之质量比为 3 : 97;

5 鞣酸、酒精等。

7.10.3 试样的制备和标准溶液配制应符合下列规定：

1 试样制备：筛除样品中公称粒径 20mm 以上的颗粒，缩分至约 1kg，风干后备用；

2 标准溶液的配制方法：称取 2g 鞣酸粉，溶解于 98mL 的 10%酒精溶液中，即得所需的鞣酸溶液，然后取该溶液 2.5mL，注入 97.5mL 浓度为 3%的氢氧化钠溶液中，加塞后剧烈摇动，静置 24h 即得标准溶液。

7.10.4 有机物含量试验应按下列步骤进行：

1 向 1000mL 量筒中，倒入干试样至 600mL 刻度处，再注入浓度为 3%的氢氧化钠溶液至 800mL 刻度处，剧烈搅动后静置 24h；

2 比较试样上部溶液和新配制标准溶液的颜色。盛装标准溶液与盛装试样的量筒容积应一致。

7.10.5 结果评定应符合下列规定：

1 若试样上部的溶液颜色浅于标准溶液的颜色，则试样有机物含量鉴定合格；

2 若两种溶液的颜色接近，则应将该试样（包括上部溶液）倒入烧杯中放在温度为 60~70℃的水浴锅中加热 2~3h，然后再与标准溶液比色；

3 若试样上部的溶液的颜色深于标准色，则应配制成混凝土作进一步检验。其方法为：取试样一份，用浓度 3%氢氧化钠溶液洗除有机物，再用清水淘洗干净，直至试样上部溶液的颜色浅于标准色；然后用洗除有机物的和未经清洗的试样用相同的水泥、砂配成配合比相同、坍落度基本相同的两种混凝土，测其 28d 抗压强度。若未经洗除有机物的卵石混凝土强度与经洗除有机物的混凝土强度之比不低于 0.95，则此卵石可以使用。

7.11 碎石或卵石的坚固性试验

7.11.1 本方法适用于以硫酸钠饱和溶液法间接地判断碎石或卵

石的坚固性。

7.11.2 坚固性试验应采用下列仪器、设备及试剂；

- 1 烘箱——温度控制范围为 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 台秤——称量 5kg，感量 5g；
- 3 试验筛——根据试样粒级，按表 7.11.2 选用；
- 4 容器——搪瓷盆或瓷盆，容积不小于 50L；
- 5 三脚网篮——网篮的外径为 100mm，高为 150mm，采用网孔公称直径不大于 2.50mm 的网，由铜丝制成；检验公称粒径为 40.0～80.0mm 的颗粒时，应采用外径和高度均为 150mm 的网篮；
- 6 试剂——无水硫酸钠。

表 7.11.2 坚固性试验所需的各粒级试样量

| 公称粒级 (mm) | 5.00～ 10.0 | 10.0～ 20.0 | 20.0～ 40.0 | 40.0～ 63.0 | 63.0～ 80.0 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 试样重 (g) | 500 | 1000 | 1500 | 3000 | 3000 |

注：1 公称粒级为 10.0～20.0mm 试样中，应含有 40% 的 10.0～16.0mm 粒级颗粒、60% 的 16.0～20.0mm 粒级颗粒；
2 公称粒级为 20.0～40.0mm 的试样中，应含有 40% 的 20.0～31.5mm 粒级颗粒、60% 的 31.5～40.0mm 粒级颗粒。

7.11.3 硫酸钠溶液的配制及试样的制备应符合下列规定：

- 1 硫酸钠溶液的配制：取一定数量的蒸馏水（取决于试样及容器的大小）。加温至 $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，每 1000mL 蒸馏水加入无水硫酸钠 (Na_2SO_4) 300～350g，用玻璃棒搅拌，使其溶解至饱和，然后冷却至 $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 。在此温度下静置两昼夜。其密度保持在 $1151 \sim 1174\text{kg/m}^3$ 范围内；
- 2 试样的制备：将样品按表 7.11.2 的规定分级，并分别擦洗干净，放入 $105 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 烘箱内烘 24h，取出并冷却至室温，然后按表 7.11.2 对各粒级规定的量称取试样 (m_1)。

7.11.4 坚固性试验应按下列步骤进行：

1 将所称取的不同粒级的试样分别装入三脚网篮并浸入盛有硫酸钠溶液的容器中。溶液体积应不小于试样总体积的 5 倍，其温度保持在 20~25℃ 的范围内。三脚网篮浸入溶液时应先上下升降 25 次以排除试样中的气泡，然后静置于该容器中。此时，网篮底面应距容器底面约 30mm（由网篮脚控制），网篮之间的间距应不小于 30mm，试样表面至少应在液面以下 30mm。

2 浸泡 20h 后，从溶液中提出网篮，放在 (105±5)℃ 的烘箱中烘 4h。至此，完成了第一个试验循环。待试样冷却至 20~25℃ 后，即开始第二次循环。从第二次循环开始，浸泡及烘烤时间均可 4h。

3 第五次循环完后，将试样置于 25~30℃ 的清水中洗净硫酸钠，再在 (105±5)℃ 的烘箱中烘至恒重。取出冷却至室温后，用筛孔孔径为试样粒级下限的筛过筛，并称取各粒级试样试验后的筛余量 (m'_i)。

注：试样中硫酸钠是否洗净，可按下列法检验：取洗试样的水数毫升，滴入少量氯化钡 (BaCl_2) 溶液，如无白色沉淀，即说明硫酸钠已被洗净。

4 对公称粒径大于 20.0mm 的试样部分，应在试验前后记录其颗粒数量，并作外观检查，描述颗粒的裂缝、开裂、剥落、掉边和掉角等情况所占颗粒数量，以作为分析其坚固性时的补充依据。

7.11.5 试样中各粒级颗粒的分计质量损失百分率 δ_{ji} 应按下式计算：

$$\delta_{ji} = \frac{m_i - m'_i}{m_i} \times 100\% \quad (7.11.5-1)$$

式中 δ_{ji} ——各粒级颗粒的分计质量损失百分率 (%)；

m_i ——各粒级试样试验前的烘干质量 (g)；

m'_i ——经硫酸钠溶液法试验后，各粒级筛余颗粒的烘干质量 (g)。

试样的总质量损失百分率 δ_j 应按下式计算，精确至 1%：

$$\delta_j = \frac{\alpha_1 \delta_{j1} + \alpha_2 \delta_{j2} + \alpha_3 \delta_{j3} + \alpha_4 \delta_{j4} + \alpha_5 \delta_{j5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5} \times 100\% \quad (7.11.5-2)$$

式中 δ_j ——总质量损失百分率 (%)；

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ ——试样中分别为 5.00 ~ 10.0mm、10.0 ~ 20.0mm、20.0 ~ 40.0mm、40.0 ~ 63.0mm、63.0 ~ 80.0mm 各公称粒级的分计百分含量 (%)；

$\delta_{j1}, \delta_{j2}, \delta_{j3}, \delta_{j4}, \delta_{j5}$ ——各粒级的分计质量损失百分率 (%)。

7.12 岩石的抗压强度试验

7.12.1 本方法适用于测定碎石的原始岩石在水饱和状态下的抗压强度。

7.12.2 岩石的抗压强度试验应采用下列设备：

- 1 压力试验机——荷载 1000kN；
- 2 石材切割机或钻石机；
- 3 岩石磨光机；
- 4 游标卡尺，角尺等。

7.12.3 试样制备应符合下列规定：

试验时，取有代表性的岩石样品用石材切割机切割成边长为 50mm 的立方体，或用钻石机钻取直径与高度均为 50mm 的圆柱体。然后用磨光机把试件与压力机压板接触的两个面磨光并保持平行，试件形状须用角尺检查。

7.12.4 至少应制作六个试块。对有显著层理的岩石，应取两组试件（12 块）分别测定其垂直和平行于层理的强度值。

7.12.5 岩石抗压强度试验应按下列步骤进行：

1 用游标卡尺量取试件的尺寸（精确至 0.1mm），对于立方体试件，在顶面和底面上各量取其边长，以各个面上相互平行的两个边长的算术平均值作为宽或高，由此计算面积。对于圆柱体试件，在顶面和底面上各量取相互垂直的两个直径，以其算术

平均值计算面积。取顶面和底面面积的算术平均值作为计算抗压强度所用的截面积。

2 将试件置于水中浸泡 48h，水面应至少高出试件顶面 20mm。

3 取出试件，擦干表面，放在有防护网的压力机上进行强度试验，防止岩石碎片伤人。试验时加压速度应为 0.5～1.0MPa/s。

7.12.6 岩石的抗压强度 f 应按下式计算，精确至 1MPa：

$$f = \frac{F}{A} \quad (7.12.6)$$

式中 f ——岩石的抗压强度 (MPa)；

F ——破坏荷载 (N)；

A ——试件的截面积 (mm^2)。

7.12.7 结果评定应符合下列规定：

以六个试件试验结果的算术平均值作为抗压强度测定值；当其中两个试件的抗压强度与其他四个试件抗压强度的算术平均值相差三倍以上时，应以试验结果相接近的四个试件的抗压强度算术平均值作为抗压强度测定值。

对具有显著层理的岩石，应以垂直于层理及平行于层理的抗压强度的平均值作为其抗压强度。

7.13 碎石或卵石的压碎值指标试验

7.13.1 本方法适用于测定碎石或卵石抵抗压碎的能力，以间接地推测其相应的强度。

7.13.2 压碎值指标试验应采用下列仪器设备：

1 压力试验机——荷载 300kN；

2 压碎值指标测定仪 (图 7.13.2)；

3 秤——称量 5kg，感量 5g；

4 试验筛——筛孔公称直径为 10.0mm 和 20.0mm 的方孔筛各一只。

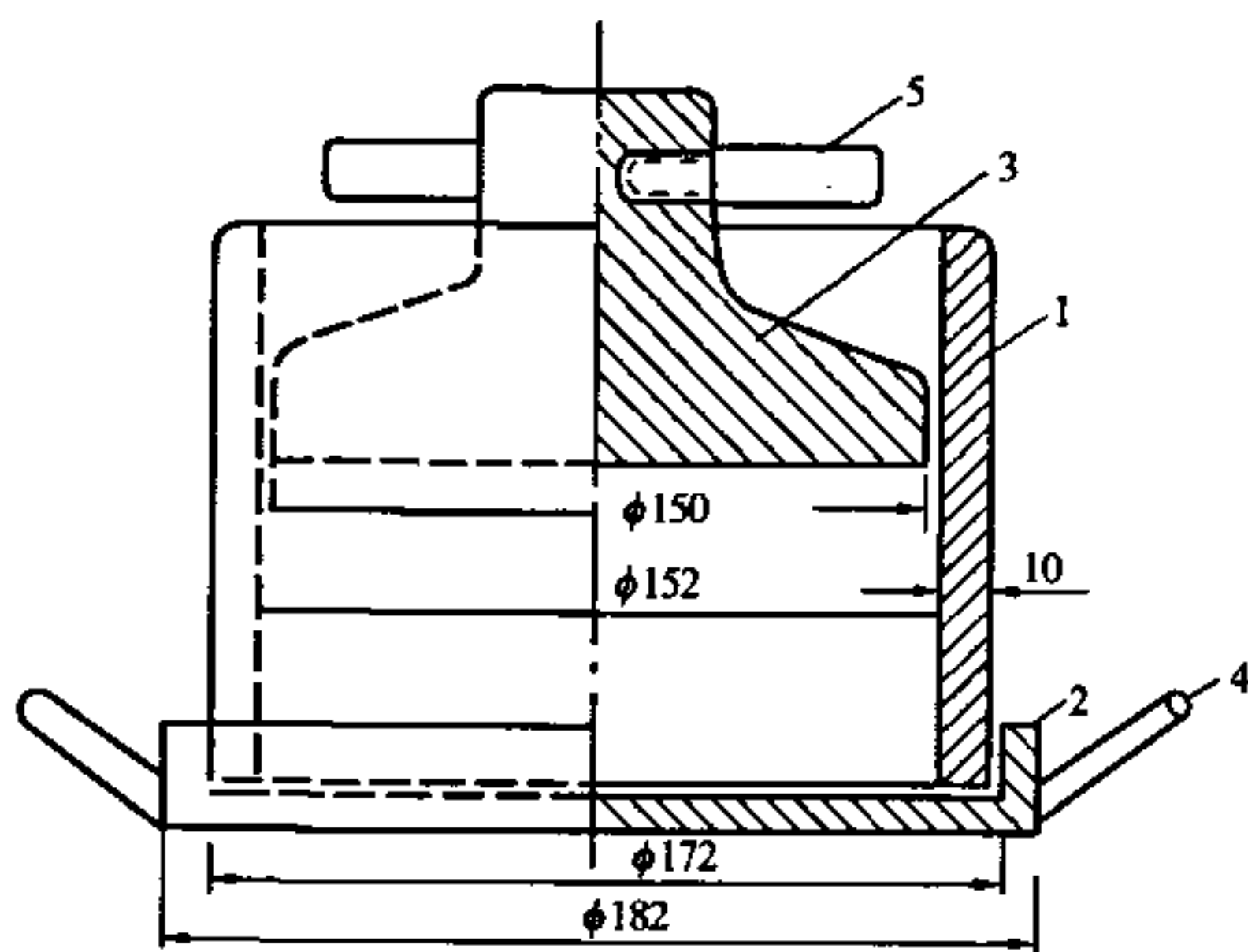


图 7.13.2 压碎值指标测定仪

1—圆筒；2—底盘；3—加压头；4—手把；5—把手

7.13.3 试样制备应符合下列规定：

1 标准试样一律采用公称粒级为 10.0~20.0mm 的颗粒，并在风干状态下进行试验。

2 对多种岩石组成的卵石，当其公称粒径大于 20.0mm 颗粒的岩石矿物成分与 10.0~20.0mm 粒级有显著差异时，应将大于 20.0mm 的颗粒应经人工破碎后，筛取 10.0~20.0mm 标准粒级另外进行压碎值指标试验。

3 将缩分后的样品先筛除试样中公称粒径 10.0mm 以下及 20.0mm 以上的颗粒，再用针状和片状规准仪剔除针状和片状颗粒，然后称取每份 3kg 的试样 3 份备用。

7.13.4 压碎值指标试验应按下列步骤进行：

1 置圆筒于底盘上，取试样一份，分二层装入圆筒。每装完一层试样后，在底盘下面垫放一直径为 10mm 的圆钢筋，将筒按住，左右交替颠击地面各 25 下。第二层颠实后，试样表面距盘底的高度应控制为 100mm 左右。

2 整平筒内试样表面，把加压头装好（注意应使加压头保

持平正), 放到试验机上在 160~300s 内均匀地加荷到 200kN, 稳定 5s, 然后卸荷, 取出测定筒。倒出筒中的试样并称其质量 (m_0), 用公称直径为 2.50mm 的方孔筛筛除被压碎的细粒, 称量剩留在筛上的试样质量 (m_1)。

7.13.5 碎石或卵石的压碎值指标 δ_a , 应按下式计算 (精确至 0.1%):

$$\delta_a = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (7.13.5-1)$$

式中 δ_a ——压碎值指标 (%);

m_0 ——试样的质量 (g);

m_1 ——压碎试验后筛余的试样质量 (g)。

多种岩石组成的卵石, 应对公称粒径 20.0mm 以下和 20.0mm 以上的标准粒级 (10.0~20.0mm) 分别进行检验, 则其总的压碎值指标 δ_a 应按下式计算:

$$\delta_a = \frac{\alpha_1 \delta_{a1} + \alpha_2 \delta_{a2}}{\alpha_1 + \alpha_2} \times 100\% \quad (7.13.5-2)$$

式中 δ_a ——总的压碎值指标 (%);

α_1 、 α_2 ——公称粒径 20.0mm 以下和 20.0mm 以上两粒级的颗粒含量百分率;

δ_{a1} 、 δ_{a2} ——两粒级以标准粒级试验的分计压碎值指标 (%)。

以三次试验结果的算术平均值作为压碎指标测定值。

7.14 碎石或卵石中硫化物及硫酸盐含量试验

7.14.1 本方法适用于测定碎石或卵石中硫化物及硫酸盐含量 (按 SO_3 百分含量计)。

7.14.2 硫化物及硫酸盐含量试验应采用下列仪器、设备及试剂:

- 1 天平——称量 1000g, 感量 1g;
- 2 分析天平——称量 100g, 感量 0.0001g;
- 3 高温炉——最高温度 1000℃;

- 4 试验筛——筛孔公称直径为 $630\mu\text{m}$ 的方孔筛一只；
- 5 烧瓶、烧杯等；
- 6 10%氯化钡溶液——10g 氯化钡溶于 100mL 蒸馏水中；
- 7 盐酸 (1+1) ——浓盐酸溶于同体积的蒸馏水中；
- 8 1%硝酸银溶液——1g 硝酸银溶于 100mL 蒸馏水中，加入 5~10mL 硝酸，存于棕色瓶中。

7.14.3 试样制作应符合下列规定：

试验前，取公称粒径 40.0mm 以下的风干碎石或卵石约 1000g，按四分法缩分至约 200g，磨细使全部通过公称直径为 $630\mu\text{m}$ 的方孔筛，仔细拌匀，烘干备用。

7.14.4 硫化物及硫酸盐含量试验应按下列步骤进行：

1 精确称取石粉试样约 1g (m) 放入 300mL 的烧杯中，加入 30~40mL 蒸馏水及 10mL 的盐酸 (1+1)，加热至微沸，并保持微沸 5min，使试样充分分解后取下，以中速滤纸过滤，用温水洗涤 10~12 次；

2 调整滤液体积至 200mL，煮沸，边搅拌边滴加 10mL 氯化钡溶液 (10%)，并将溶液煮沸数分钟，然后移至温热处至少静置 4h (此时溶液体积应保持在 200mL)，用慢速滤纸过滤，用温水洗至无氯根反应 (用硝酸银溶液检验)；

3 将沉淀及滤纸一并移入已灼烧至恒重 (m_1) 的瓷坩埚中，灰化后在 800°C 的高温炉内灼烧 30min。取出坩埚，置于干燥器中冷却至室温，称重，如此反复灼烧，直至恒重 (m_2)。

7.14.5 水溶性硫化物及硫酸盐含量 (以 SO_3 计) (w_{SO_3}) 应按下列式计算，精确至 0.01%：

$$w_{\text{SO}_3} = \frac{(m_2 - m_1) \times 0.343}{m} \times 100\% \quad (7.14.5)$$

式中 w_{SO_3} ——硫化物及硫酸盐含量 (以 SO_3 计) (%)；

m ——试样质量 (g)；

m_2 ——沉淀物与坩埚共重 (g)；

m_1 ——坩埚质量 (g)；

0.343—— BaSO_4 换算成 SO_3 的系数。

以两次试验的算术平均值作为评定指标，当两次试验结果的差值大于 0.15% 时，应重做试验。

7.15 碎石或卵石的碱活性试验（岩相法）

7.15.1 本方法适用于鉴定碎石、卵石的岩石种类、成分，检验骨料中活性成分的品种和含量。

7.15.2 岩相法试验应采用下列仪器设备：

- 1 试验筛——筛孔公称直径为 80.0mm、40.0mm、20.0mm、5.00mm 的方孔筛以及筛的底盘和盖各一只；
- 2 秤——称量 100kg，感量 100g；
- 3 天平——称量 2000g，感量 2g；
- 4 切片机、磨片机；
- 5 实体显微镜、偏光显微镜。

7.15.3 试样制备应符合下列规定：

经缩分后将样品风干，并按表 7.15.3 的规定筛分、称取试样。

表 7.15.3 岩相试验样最少质量

| 公称粒级 (mm) | 40.0~80.0 | 20.0~40.0 | 5.00~20.0 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 试验最少质量 (kg) | 150 | 50 | 10 |

注：1 大于 80.0mm 的颗粒，按照 40.0~80.0mm 一级进行试验；

2 试样最少数量也可以以颗粒计，每级至少 300 颗。

7.15.4 岩相试验应按下列步骤进行：

1 用肉眼逐粒观察试样，必要时将试样放在砧板上用地质锤击碎（应使岩石碎片损失最小），观察颗粒新鲜断面。将试样按岩石品种分类。

2 每类岩石先确定其品种及外观品质，包括矿物质成分、风化程度、有无裂缝、坚硬性、有无包裹体及断口形状等。

3 每类岩石均应制成若干薄片，在显微镜下鉴定矿物质组

成、结构等，特别应测定其隐晶质、玻璃质成分的含量。测定结果填入表 7.15.4 中。

表 7.15.4 骨料活性成分含量测定表

| | | | | |
|-----------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 委托单位 | | | 样品编号 | |
| 样品产地、名称 | | | 检测条件 | |
| 公称粒级 (mm) | | 40.0~80.0 | 20.0~40.0 | 5.00~20.0 |
| 质量百分数 (%) | | | | |
| 岩石名称及外观品质 | | | | |
| 碱 活 性 矿 物 | 品种及占本 级配试样的 质量百分含量 (%) | | | |
| | | | | |
| | 占试样总重 的百分含量 (%) | | | |
| | 合计 | | | |
| 结论 | | | 备注 | |

注：1 硅酸类活性硬度物质包括蛋白石、火山玻璃体、玉髓、玛瑙、蠕石英、磷石英、方石英、微晶石英、燧石、具有严重波状消光的石英；
2 碳酸盐类活性矿物为具有细小菱形的白云石晶体。

7.15.5 结果处理应符合下列规定：

根据岩相鉴定结果，对于不含活性矿物的岩石，可评定为非碱活性骨料。

评定为碱活性骨料或可疑时，应按本标准第 3.2.8 条的规定进行进一步鉴定。

7.16 碎石或卵石的碱活性试验（快速法）

7.16.1 本方法适用于检验硅质骨料与混凝土中的碱产生潜在反应的危害性，不适用于碳酸盐骨料检验。

7.16.2 快速法碱活性试验应采用下列仪器设备：

- 1 烘箱——温度控制范围为 (105±5)℃；

- 2 台秤——称量 5000g, 感量 5g;
- 3 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm、2.50mm、1.25mm、630 μ m、315 μ m、160 μ m 的方孔筛各一只;
- 4 测长仪——测量范围 280~300mm, 精度 0.01mm;
- 5 水泥胶砂搅拌机——应符合现行国家标准《行星式水泥胶砂搅拌机》JC/T 681 要求;
- 6 恒温养护箱或水浴——温度控制范围为 (80 \pm 2) $^{\circ}$ C;
- 7 养护筒——由耐碱耐高温的材料制成, 不漏水, 密封, 防止容器内温度下降, 筒的容积可以保证试件全部浸没在水中; 筒内设有试件架, 试件垂直于试架放置;
- 8 试模——金属试模尺寸为 25mm \times 25mm \times 280mm, 试模两端正中有小孔, 可装入不锈钢测头;
- 9 镩刀、捣棒、量筒、干燥器等;
- 10 破碎机。

7.16.3 试样制备应符合下列规定:

- 1 将试样缩分成约 5kg, 把试样破碎后筛分成按表 6.20.3 中所示级配及比例组合成试验用料, 并将试样洗净烘干或晾干备用;
- 2 水泥采用符合现行国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175 要求的普通硅酸盐水泥, 水泥与砂的质量比为 1:2.25, 水灰比为 0.47; 每组试件称取水泥 440g, 石料 990g;
- 3 将称好的水泥与砂倒入搅拌机, 应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 规定的方法进行;
- 4 搅拌完成后, 将砂浆分两层装入试模内, 每层捣 40 次, 测头周围应填实, 捣捣完毕后用镩刀刮除多余砂浆, 抹平表面, 并标明测定方向。

7.16.4 碎石或卵石快速法试验应按下列步骤进行:

- 1 将试件成型完毕后, 带模放入标准养护室, 养护 (24 \pm 4) h 后脱模。
- 2 脱模后, 将试件浸泡在装有自来水的养护筒中, 并将养

护筒放入温度 $(80 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温养护箱或水浴箱中，养护 24h，同种骨料制成的试件放在同一个养护筒中。

3 然后将养护筒逐个取出，每次从养护筒中取出一个试件，用抹布擦干表面，立即用测长仪测试件的基长 (L_0) ，测长应在 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 恒温室中进行，每个试件至少重复测试两次，取差值在仪器精度范围内的两个读数的平均值作为长度测定值（精确至 0.02mm ），每次每个试件的测量方向应一致，待测的试件须用湿布覆盖，以防止水分蒸发；从取出试件擦干到读数完成应在 $(15 \pm 5)\text{s}$ 内结束，读完数后的试件用湿布覆盖。全部试件测完基长后，将试件放入装有浓度为 1mol/L 氢氧化钠溶液的养护筒中，确保试件被完全浸泡，且溶液温度应保持在 $(80 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，将养护筒放回恒温养护箱或水浴箱中。

注：用测长仪测定任一组试件的长度时，均应先调整测长仪的零点。

4 自测定基长之日起，第 3d、7d、14d 再分别测长 (L_t) ，测长方法与测基长方法一致。测量完毕后，应将试件调头放入原养护筒中，盖好筒盖放回 $(80 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温养护箱或水浴箱中，继续养护至下一测试龄期。操作时应防止氢氧化钠溶液溢溅烧伤皮肤。

5 在测量时应观察试件的变形、裂缝和渗出物等，特别应观察有无胶体物质，并作详细记录。

7.16.5 试件的膨胀率按下式计算，精确至 0.01% ：

$$\epsilon_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100\% \quad (7.16.5)$$

式中 ϵ_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率（%）；

L_0 ——试件的基长（mm）；

L_t ——试件在 t 天龄期的长度（mm）；

Δ ——测头长度（mm）。

以三个试件膨胀率的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。任一试件膨胀率与平均值应符合下列规定：

1 当平均值小于或等于 0.05% 时，单个测值与平均值的差

值均应小于 0.01%；

2 当平均值大于 0.05%时，单个测值与平均值的差值均应小于平均值的 20%；

3 当三个试件的膨胀率均大于 0.10%时，无精度要求；

4 当不符合上述要求时，去掉膨胀率最小的，用其余两个试件膨胀率的平均值作为该龄期的膨胀率。

7.16.6 结果评定应符合下列规定：

1 当 14d 膨胀率小于 0.10%时，可判定为无潜在危害；

2 当 14d 膨胀率大于 0.20%时，可判定为有潜在危害；

3 当 14d 膨胀率在 0.10%~0.20%之间时，需按 7.17 节的方法再进行试验判定。

7.17 碎石或卵石的碱活性试验（砂浆长度法）

7.17.1 本方法适用于鉴定硅质骨料与水泥（混凝土）中的碱产生潜在反应的危险性，不适用于碱碳酸盐反应活性骨料检验。

7.17.2 砂浆长度法碱活性试验应采用下列仪器设备：

1 试验筛——筛孔公称直径为 160 μ m、315 μ m、630 μ m、1.25mm、2.50mm、5.00mm 方孔筛各一只；

2 胶砂搅拌机——应符合现行国家标准《行星式水泥胶砂搅拌机》JC/T 681 的规定；

3 钹刀及截面为 14mm \times 13mm、长 130~150mm 的钢制捣棒；

4 量筒、秒表；

5 试模和测头（埋钉）——金属试模，规格为 25mm \times 25mm \times 280mm，试模两端板正中有小洞，测头以耐锈蚀金属制成；

6 养护筒——用耐腐材料（如塑料）制成，应不漏水、不透气，加盖后在养护室能确保筒内空气相对湿度为 95%以上，筒内设有试件架，架下盛有水，试件垂直立于架上并不与水接触；

7 测长仪——测量范围 160~185mm, 精度 0.01mm;

8 恒温箱(室)——温度为 $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$;

9 台秤——称量 5kg, 感量 5g;

10 跳桌——应符合现行行业标准《水泥胶砂流动度测定仪》JC/T 958 的要求。

7.17.3 试样制备应符合下列规定:

1 制备试样的材料应符合下列规定:

1) 水泥: 水泥含碱量应为 1.2%, 低于此值时, 可掺浓度 10% 的氢氧化钠溶液, 将碱含量调至水泥量的 1.2%。当具体工程所用水泥含碱量高于此值时, 则应采用工程所使用的水泥。

注: 水泥含碱量以氧化钠 (Na_2O) 计, 氧化钾 (K_2O) 换算为氧化钠时乘以换算系数 0.658。

2) 石料: 将试样缩分至约 5kg, 破碎筛分后, 各粒级都应在筛上用水冲净粘附在骨料上的淤泥和细粉, 然后烘干备用。石料按表 7.17.3 的级配配成试验用料。

表 7.17.3 石料级配表

| 公称粒级 | 5.00~ 2.50mm | 2.50~ 1.25mm | 1.25mm~ 630 μm | 630~ 315 μm | 315~ 160 μm |
|-------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 分级质量 (%) | 10 | 25 | 25 | 25 | 15 |

2 制作试件用的砂浆配合比应符合下列规定:

水泥与石料的质量比为 1:2.25。每组 3 个试件, 共需水泥 440g, 石料 990g。砂浆用水量按现行国家标准《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419 确定, 跳桌跳动次数应为 6s 跳动 10 次, 流动度应为 105~120mm。

3 砂浆长度法试验所用试件应按下列方法制作:

1) 成型前 24h, 将试验所用材料(水泥、骨料、拌合用水等)放入 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温室中。

- 2) 石料水泥浆制备：先将称好的水泥，石料倒入搅拌锅内，开动搅拌机。拌合 5s 后，徐徐加水，20~30s 加完，自开动机器起搅拌 120s。将粘在叶片上的料刮下，取下搅拌锅。
- 3) 砂浆分二层装入试模内，每层捣 40 次，测头周围应捣实，浇捣完毕后用镩刀刮除多余砂浆，抹平表面，并标明测定方向及编号。

7.17.4 砂浆长度法试验应按下列步骤进行：

1 试件成型完毕后，带模放入标准养护室，养护 24h 后，脱模（当试件强度较低时，可延至 48h 脱模）。脱模后立即测量试件的基长（ L_0 ），测长应在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的恒温室中进行，每个试件至少重复测试两次，取差值在仪器精度范围内的两个读数的平均值作为测定值。待测的试件须用湿布覆盖，防止水分蒸发。

2 测量后将试件放入养护筒中，盖严筒盖放入 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的养护室里养护（同一筒内的试件品种应相同）。

3 自测量基长起，第 14d、1 个月、2 个月、3 个月、6 个月再分别测长（ L_t ），需要时可以适当延长。在测长前一天，应把养护筒从 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的养护室取出，放入 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的恒温室。试件的测长方法与测基长相同，测量完毕后，应将试件调头放入养护筒中。盖好筒盖，放回 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的养护室继续养护至下一测试龄期。

4 在测量时应观察试件的变形、裂缝和渗出物等，特别应观察有无胶体物质，并作详细记录。

7.17.5 试件的膨胀率应按下式计算，精确至 0.001%：

$$\epsilon_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100\% \quad (7.17.5)$$

式中 ϵ_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率（%）；

L_0 ——试件的基长（mm）；

L_t ——试件在 t 天龄期的长度（mm）；

Δ ——测头长度（mm）。

以三个试件膨胀率的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。任一试件膨胀率与平均值应符合下列规定：

1 当平均值小于或等于 0.05% 时，单个测值与平均值的差值均应小于 0.01%；

2 当平均值大于 0.05% 时，单个测值与平均值的差值均应小于平均值的 20%；

3 当三个试件的膨胀率均超过 0.10% 时，无精度要求；

4 当不符合上述要求时，去掉膨胀率最小的，用其余两个试件膨胀率的平均值作为该龄期的膨胀率。

7.17.6 结果评定应符合下列规定：

当砂浆半年膨胀率低于 0.10% 时或 3 个月膨胀率低于 0.05% 时（只有在缺半年膨胀率资料时才有效），可判定为无潜在危害。否则，应判定为具有潜在危害。

7.18 碳酸盐骨料的碱活性试验（岩石柱法）

7.18.1 本方法适用于检验碳酸盐岩石是否具有碱活性。

7.18.2 岩石柱法试验应采用下列仪器、设备和试剂：

1 钻机——配有小圆筒钻头；

2 锯石机、磨片机；

3 试件养护瓶——耐碱材料制成，能盖严以避免溶液变质和改变浓度；

4 测长仪——量程 25~50mm，精度 0.01mm；

5 1mol/L 氢氧化钠溶液——(40±1) g 氢氧化钠（化学纯）溶于 1L 蒸馏水中。

7.18.3 试样制备应符合下列规定：

1 应在同块岩石的不同岩性方向取样；岩石层理不清时，应在三个相互垂直的方向上各取一个试件；

2 钻取的圆柱体试件直径为 (9±1) mm，长度为 (35±5) mm，试件两端面应磨光、互相平行且与试件的主轴线垂直，试件加工时应避免表面变质而影响碱溶液渗入岩样的速度。

7.18.4 岩石柱法试验应按下列步骤进行:

1 将试件编号后,放入盛有蒸馏水的瓶中,置于 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温室内,每隔24h取出擦干表面水分,进行测长,直至试件前后两次测得的长度变化不超过0.02%为止,以最后一次测得的试件长度为基长 (L_0) 。

2 将测完基长的试件浸入盛有浓度为1mol/L氢氧化钠溶液的瓶中,液面应超过试件顶面至少10mm,每个试件的平均液量至少应为50mL。同一瓶中不得浸泡不同品种的试件,盖严瓶盖,置于 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温室中。溶液每六个月更换一次。

3 在 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温室中进行测长 (L_t) 。每个试件测长方向应始终保持一致。测量时,试件从瓶中取出,先用蒸馏水洗涤,将表面水擦干后再测量。测长龄期从试件泡入碱液时算起,在7d、14d、21d、28d、56d、84d时进行测量,如有需要,以后每1个月一次,一年后每3个月一次。

4 试件在浸泡期间,应观测其形态的变化,如开裂、弯曲、断裂等,并作记录。

7.18.5 试件长度变化应按下列式计算,精确至0.001%:

$$\epsilon_{st} = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (7.18.5)$$

式中 ϵ_{st} ——试件浸泡 t 天后的长度变化率;

L_t ——试件浸泡 t 天后的长度(mm);

L_0 ——试件的基长(mm)。

注:测量精度要求为同一试验人员、同一仪器测量同一试件,其误差不应超过 $\pm 0.02\%$;不同试验人员,同一仪器测量同一试件,其误差不应超过 $\pm 0.03\%$ 。

7.18.6 结果评定应符合下列规定:

1 同块岩石所取的试样中以其膨胀率最大的一个测值作为分析该岩石碱活性的依据;

2 试件浸泡84d的膨胀率超过0.10%,应判定为具有潜在碱活性危害。

附录 A 砂的检验报告表

A.0.1 砂的检验报告可采用表 A.0.1 中的格式。

表 A.0.1 砂的检验报告表

报告日期: NO.

| | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------------|---------|-------|-------|------------|
| 委托单位 | | | | 样品编号 | | | | |
| 工程名称 | | | | 代表数量 | | | | |
| 样品产地、名称 | | | | 收样日期 | | 年 月 日 | | |
| 检验条件 | | | | 检验依据 | | | | |
| 检验项目 | | 检测结果 | 附记 | 检验项目 | | 检测结果 | 附记 | |
| 表观密度(kg/m³) | | | | 有机物含量 | | | | |
| 堆积密度(kg/m³) | | | | 云母含量(%) | | | | |
| 紧密密度(kg/m³) | | | | 轻物质含量(%) | | | | |
| 含泥量(%) | | | | 坚固性质量损失率(%) | | | | |
| 泥块含量(%) | | | | 硫酸盐及硫化物含量(%) | | | | |
| 氯离子含量(%) | | | | 人工砂 | 石粉含量(%) | | | |
| 含水率(%) | | | | | MB 值 | | | |
| 吸水率(%) | | | | 压碎值指标(%) | | | | |
| 碱活性 | | | | 贝壳含量(%) | | | | |
| 颗 粒 级 配 | | | | | | | | 检测结果 |
| 公称粒径 | 10.0mm | 5.00mm | 2.50mm | 1.25mm | 630μm | 315μm | 160μm | 细度模数 |
| 砂级 颗粒区 | I 区 | 0 | 10~0 | 35~5 | 65~35 | 85~71 | 95~80 | 100~90 |
| | II 区 | 0 | 10~0 | 25~0 | 50~10 | 70~41 | 92~70 | 100~90 |
| | III 区 | 0 | 10~0 | 15~0 | 25~0 | 40~16 | 85~55 | 100~90 |
| 实际累计筛余(%) | | | | | | | | 级配区属 区砂 |
| 结论 | | | | 备注 | | | | |

技术负责人: 校核: 检验: 检测单位:(盖章)

附录 B 石的检验报告表

B.0.1 碎石或卵石检验报告可采用表 B.0.1 中的格式。

表 B.0.1 碎石或卵石检验报告表

报告日期： NO.

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 委托单位 | | | 样品编号 | | | | | | | | |
| 工程名称 | | | 代表数量 | | | | | | | | |
| 样品产地、名称 | | | 收样日期 | 年 月 日 | | | | | | | |
| 检验条件 | | | 检验依据 | | | | | | | | |
| 检验项目 | 检测结果 | 附记 | 检验项目 | 检测结果 | 附记 | | | | | | |
| 表观密度(kg/m³) | | | 有机物含量 | | | | | | | | |
| 堆积密度(kg/m³) | | | 坚固性质量损失率(%) | | | | | | | | |
| 紧密密度(kg/m³) | | | 岩石强度(N/mm²) | | | | | | | | |
| 吸水率(%) | | | 压碎值指标(%) | | | | | | | | |
| 含水率(%) | | | SO ₃ 含量(%) | | | | | | | | |
| 含泥量(%) | | | 碱活性 | | | | | | | | |
| 泥块含量(%) | | | | | | | | | | | |
| 针状和片状颗粒总含量(%) | | | | | | | | | | | |
| 颗 粒 级 配 | | | | | | | | | | | |
| 公称粒径(mm) | 80.0 | 63.0 | 50.0 | 40.0 | 31.5 | 25.0 | 20.0 | 16.0 | 10.0 | 5.00 | 2.50 |
| 标准颗粒级配范围 | | | | | | | | | | | |
| 累积筛余(%) | | | | | | | | | | | |
| 实际累计筛余(%) | | | | | | | | | | | |
| 检验结果 | | | | | | | | | | | |
| 结 论 | | | 备 注 | | | | | | | | |

技术负责人： 校核： 检验： 检测单位：(盖章)

本标准用词说明

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，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

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：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

中华人民共和国行业标准

普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准

JGJ 52 - 2006

条文说明

前 言

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52-2006，经建设部 2006 年 12 月 19 日以第 529 号公告批准发布。

本标准第一版为两本标准：《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ 52-92 和《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ 53-92，主编单位是中国建筑科学研究院，参加单位是陕西省建筑科学研究设计院、黑龙江省低温建筑研究所、四川省建筑科学研究设计院、中建四局科研设计所、上海市建筑工程材料公司、福建省建筑科研所、山东省建筑科学研究设计院、冶金部建筑科学研究总院、河南建材研究设计院。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄中国建筑科学研究院建筑工程质量检测中心（地址：北京市北三环东路 30 号；邮政编码：100013）。

目 次

| | | |
|------|----------------------|-----|
| 1 | 总则 | 91 |
| 2 | 术语、符号 | 92 |
| 3 | 质量要求 | 93 |
| 3.1 | 砂的质量要求 | 93 |
| 3.2 | 石的质量要求 | 97 |
| 4 | 验收、运输和堆放 | 100 |
| 5 | 取样与缩分 | 101 |
| 5.1 | 取样 | 101 |
| 5.2 | 样品的缩分 | 101 |
| 6 | 砂的检验方法 | 102 |
| 6.1 | 砂的筛分析试验 | 102 |
| 6.2 | 砂的表观密度试验（标准法） | 102 |
| 6.3 | 砂的表观密度试验（简易法） | 102 |
| 6.4 | 砂的吸水率试验 | 102 |
| 6.5 | 砂的堆积密度和紧密密度试验 | 102 |
| 6.6 | 砂的含水率试验（标准法） | 102 |
| 6.7 | 砂的含水率试验（快速法） | 102 |
| 6.8 | 砂中含泥量试验（标准法） | 102 |
| 6.9 | 砂中含泥量试验（虹吸管法） | 103 |
| 6.10 | 砂中泥块含量试验 | 103 |
| 6.11 | 人工砂及混合砂中石粉含量试验（亚甲蓝法） | 103 |
| 6.12 | 人工砂压碎值指标试验 | 104 |
| 6.13 | 砂中有机物含量试验 | 105 |
| 6.14 | 砂中云母含量试验 | 105 |
| 6.15 | 砂中轻物质含量试验 | 105 |

| | | |
|------|---------------------------|-----|
| 6.16 | 砂的坚固性试验 | 105 |
| 6.17 | 砂中硫酸盐及硫化物含量试验 | 105 |
| 6.18 | 砂中氯离子含量试验 | 105 |
| 6.19 | 海砂中贝壳含量试验（盐酸清洗法） | 105 |
| 6.20 | 砂的碱活性试验（快速法） | 106 |
| 6.21 | 砂的碱活性试验（砂浆长度法） | 106 |
| 7 | 石的检验方法 | 107 |
| 7.1 | 碎石或卵石的筛分析试验 | 107 |
| 7.2 | 碎石或卵石的表观密度试验（标准法） | 107 |
| 7.3 | 碎石或卵石的表观密度试验（简易法） | 107 |
| 7.4 | 碎石或卵石的含水率试验 | 107 |
| 7.5 | 碎石或卵石的吸水率试验 | 107 |
| 7.6 | 碎石或卵石的堆积密度和紧密密度试验 | 107 |
| 7.7 | 碎石或卵石中含泥量试验 | 108 |
| 7.8 | 碎石或卵石中泥块含量试验 | 108 |
| 7.9 | 碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量试验 | 108 |
| 7.10 | 卵石中有机物含量试验 | 108 |
| 7.11 | 碎石或卵石的坚固性试验 | 109 |
| 7.12 | 岩石的抗压强度试验 | 109 |
| 7.13 | 碎石或卵石的压碎值指标试验 | 109 |
| 7.14 | 碎石或卵石中硫化物及硫酸盐含量试验 | 109 |
| 7.15 | 碎石或卵石的碱活性试验（岩相法） | 109 |
| 7.16 | 碎石或卵石的碱活性试验（快速法） | 109 |
| 7.17 | 碎石或卵石的碱活性试验（砂浆长度法） | 109 |
| 7.18 | 碳酸盐骨料的碱活性试验（岩石柱法） | 109 |

1 总 则

1.0.1 为在建筑工程上合理地选择和使用天然砂、人工砂和碎石、卵石，保证新配制的普通混凝土的质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于一般工业与民用建筑和构筑物中的普通混凝土用砂和石的要求和质量检验。对用于港工、水工、道路等工程的砂和石，除按照各行业相应标准执行外，也可参照本标准执行。

修订标准中的砂系指：天然砂即河砂、海砂、山砂及特细砂；人工砂（包括尾矿）以及混合砂。石系指：碎石、碎卵石及卵石。通过本次修订扩大了砂的使用种类，将人工砂及特细砂纳入本标准，主要考虑天然砂资源日益匮乏，而建筑市场随着国民经济的发展日益扩大，天然砂供不应求，为了充分地利用有限的资源，解决供需矛盾，特作此修订。

1.0.3 “长期处于潮湿环境的重要混凝土结构”指的是处于潮湿或干湿交替环境，直接与水或潮湿土壤接触的混凝土工程；及有外部碱源，并处于潮湿环境的混凝土结构工程，如：地下构筑物，建筑物桩基、地下室、处于高盐碱地区的混凝土工程、盐碱化学工业污染范围内的工程。引起混凝土中砂石碱活性反应应具备三个条件：一是活性骨料，二是有水，三是高碱。骨料产生碱活性反应，直接影响混凝土的耐久性、建筑物的安全及使用寿命，因此将长期处于潮湿环境的重要混凝土结构用砂石应进行碱活性检验作为强制性条文。

1.0.4 砂、石的质量标准及检验除应符合本标准外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1.1 由于试验筛孔径改为方孔，原 5.00mm 的筛孔直径改为边长 4.75mm，为不改变习惯称呼，将原来砂的粒径和筛孔直径，称为砂的公称粒径和砂筛的公称直径，与方孔筛筛孔尺寸对应起来。

2.1.2 增加人工砂、混合砂是由于天然砂资源日益减少，混凝土用砂的供需矛盾日益突出。为了解决天然砂供不应求的问题，从 20 世纪 70 年代起，贵州省首先在建筑工程上广泛使用人工砂，近十几年来我国相继在十几个省市使用人工砂，并制定了各地区的人工砂标准及规定。

由于人工砂颗粒形状棱角多，表面粗糙不光滑，粉末含量较大。配制混凝土时用水量应比天然砂配制混凝土的用水量适当增加，增加量由试验确定。

人工砂配制混凝土时，当石粉含量较大时，宜配制低流动度混凝土，在配合比设计中，宜采用低砂率。细度模数高的宜采用较高砂率。

人工砂配制混凝土宜采用机械搅拌，搅拌时间应比天然砂配制混凝土的时间延长 1min 左右。

人工砂混凝土要注意早期养护。养护时间应比天然砂混凝土延长 2~3d。

实践证明人工砂配制混凝土的技术是可靠的，将给建筑工程带来经济与质量的双赢。

2.1.3 混合砂的使用是为了克服机制砂粗糙、天然砂细度模数偏细的缺点。采用人工砂与天然砂混合，其混合的比例可按混凝土拌合物的工作性及所要求的细度模数进行调整，以满足不同要求的混凝土。

3 质量要求

3.1 砂的质量要求

3.1.1 本次修订增加了特细砂的细度模数。考虑到天然砂资源越来越匮乏，使用特细砂的地区已不限于重庆地区。而原建筑工程部标准 BJG 19—65 关于《特细砂混凝土配制及应用规程》至今一直未作修订，因此本次修订将特细砂纳入本标准范围内。

由特细砂配制的混凝土，俗称特细砂混凝土，在我国特别是重庆地区应用已有半个世纪，经研究和工程应用表明其许多物理力学性能和耐久性与天然砂配制的混凝土性能相当或接近，只要材料选择恰当，配合比设计合理，完全可以用于一般混凝土和钢筋混凝土工程。与人工砂复合改性，提高混合砂的细度模数与级配，也可以用于预应力混凝土工程。

用特细砂配制的混凝土拌合物黏度较大，因此，主要结构部位的混凝土必须采用机械搅拌和振捣。搅拌时间要比中、粗砂配制的混凝土延长 1~2min。配制混凝土的特细砂细度模数满足表 1 要求。

表 1 配制混凝土特细砂细度模数的要求

| 强度等级 | C50 | C40~C45 | C35 | C30 | C20~C25 | C20 |
|------------|-----|---------|-----|-----|---------|-----|
| 细度模数 (不小于) | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 |

配制 C60 以上混凝土，不宜单独使用特细砂，应与天然砂、粗砂或人工砂按适当比例混合使用。

特细砂配制混凝土，砂率应低于中、粗砂混凝土。水泥用量和水灰比：最小水泥用量应比一般混凝土增加 20kg/m³，最大水泥用量不宜大于 550kg/m³，最大水灰比应符合《普通混凝土配

合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

特细砂混凝土宜配制成低流动度混凝土，配制坍落度大于70mm 以上的混凝土时，宜掺外加剂。

3.1.2 本次修订，筛分析试验与 ISO 6274 《混凝土-骨料的筛分析》一致，将原 2.50mm 以上的圆孔筛改为方孔筛，原 2.50mm、5.00mm、10.0mm 孔径的圆孔筛，改为 2.36mm、4.75mm、9.50mm 孔径的方孔筛。经编制组试验证明：筛的孔径调整后，砂的颗粒级配区，用新旧两种不同的筛子无明显不同，砂的细度模数也无明显的差异。

考虑到以往的习惯用法，编制了表 3.1.2-1。为不改变习惯称呼，将原来砂的粒径和砂筛筛孔直径，称为砂的公称粒径和砂筛的公称直径，与方孔筛筛孔尺寸对应起来。

本次修订规定砂（除特细砂外）颗粒级配应满足本标准要求。

由于特细砂多数均为 150 μ m 以下颗粒，因此无级配要求。

由于天然砂是自然状态的级配，若不满足级配要求，允许采取一定的技术措施后，在保证混凝土质量的前提下，可以使用。

3.1.3 增加了 C60 及 C60 以上混凝土的含泥量。国内外相关标准对含泥量的最严格的限定：美国标准 ASTM C 33 规定受磨损的混凝土的限值为 3%，其他混凝土限值为 5.0%；德国 DIN 4226、英国 BS882 标准中最严格的要求均是 4%。我国砂石国家标准规定 I 类产品为 1%，《高强混凝土结构技术规定》CECS104：99 要求配制 C70 以上混凝土时为 1.0%。经 569 批次 C60 混凝土用砂含泥量调查统计结果如下，含泥量：>1.5% 占 20.0%、>1.8% 占 18.4%、>2% 占 13.9%，鉴于砂子实际含泥的状况及国内外标准，同时考虑到在运输过程中的污染，因此将 C60 及 C60 以上混凝土的含泥量定在 2% 之内。

经试验证明，不同含泥量对混凝土拌合物和易性有一定影响。对低等级混凝土的影响比对高等级混凝土影响小，尤其是对低等级塑性贫混凝土，含有一定量的泥后，可以改善拌合物的和

易性，因此含泥量可酌情放宽，放宽的量应视水泥等级和水泥用量而定，因此本次修订去掉了对 C10 以下混凝土中含泥量的规定。

3.1.4 增加了 C60 及 C60 以上混凝土用砂的泥块含量限值。美国标准对泥块的含量不分等级，所有混凝土限值均为 3.0%；国内《建筑用砂》、《高强混凝土结构技术规程》要求 C60 以上混凝土，泥块含量为 0。据调查，用于 C60 混凝土中的砂 569 个批次，泥块含量 $>0.3\%$ 占 18.3%、 $>0.5\%$ 占 10.2%、 $>0.8\%$ 占 8.6%，考虑到砂子的现实状况及运输堆放过程中的污染，允许有 0.5% 的泥块含量存在是合理的。

对 C10 和 C10 以下的混凝土用砂，适量的非包裹型的泥或胶泥，经加水搅拌粉碎后可改善混凝土的和易性，其量视水泥等级而定，因此本次修订去掉了对 C10 以下混凝土中泥块含量的规定。

3.1.5 石粉是指人工砂及混合砂中的小于 $75\mu\text{m}$ 以下的颗粒。人工砂中的石粉绝大部分是母岩被破碎的细粒，与天然砂中的泥不同，它们在混凝土中的作用也有很大区别。石粉含量高一方面使砂的比表面积增大，增加用水量；另一方面细小的球形颗粒产生的滚珠作用又会改善混凝土和易性。因此不能将人工砂中的石粉视为有害物质。

石粉含量对人工砂的综合影响经过几十年的试验证明：贵州省从 20 世纪 70 年代开始研究使用人工砂，当人工砂中石粉含量在 0~30% 时，对混凝土的性能影响很小，对中、低等级混凝土的抗压、抗拉强度无影响，C50 级混凝土强度的降低也极小，收缩与河砂接近。铁科院的试验研究也证明，人工砂配制的混凝土各项力学性能与河砂混凝土相比更好一些（在水泥用量与混凝土拌合物稠度相等的条件下）。

许多工业发达国家早在数十年前对人工砂进行研究并把人工砂列入国家标准，现将我国有关标准及国外标准对石粉含量的要求列入表 2~表 4。

表 2 贵州省《山砂混凝土技术规定》

| | | | |
|------|------|---------|------|
| 强度等级 | <C20 | C20~C30 | >C30 |
| 石粉含量 | <20% | <15% | <10% |

表 3 国标《建筑用砂》

| | | | |
|----------|------|------|-------|
| 产品分类 | I 类 | II 类 | III 类 |
| 石粉含量 (%) | <3.0 | <5.0 | <7.0 |

表 4 国外石粉含量的限值

| | | | |
|-------|---|-----|-----------------|
| 美 国 | 英 国 | 日 本 | 德国 (0.063mm 以下) |
| 5%~7% | 用于承重混凝土 $\leq 9\%$ 一般混凝土 $\geq 16\%$ | <7% | 4%~22% |

经试验证明,当人工砂中含有 7.5%的石粉时,配制 C60 泵送混凝土强度比普通天然砂的强度稍高,当石粉含量为 14.5%时,配制 C35 的强度比普通天然砂高。因此现将石粉含量限值定为:大于等于 C60 时为 $\leq 5\%$ 、C55~C30 时为 $\leq 7\%$ 、小于等于 C25 时为 $\leq 10\%$ 是可行的。

考虑到采矿时山上土层没有清除干净或有土的夹层会在人工砂中夹有泥土,标准要求人工砂或混合砂需先经过亚甲蓝法判定。亚甲蓝法对石粉的敏感性如何?经试验证明,此方法对于纯石粉其测值是变化不大的,当含有一定量的石粉时其测值有明显变化,黏土含量与亚甲蓝 MB 值之间的相关系数在 0.99。

3.1.6 保留原条文。

3.1.7 人工砂的压碎值指标是检验其坚固性及耐久性的一项指标。经试验证明,中、低等级混凝土的强度不受压碎指标的影响,人工砂的压碎值指标对高等级混凝土抗冻性无显著影响,但导致耐磨性明显下降,因此将压碎值指标定为 30%。

3.1.8 保留原条文。

3.1.9 将原“对重要工程结构混凝土使用的砂”改为“对长期处于潮湿环境的重要结构混凝土用砂”应进行碱活性检验。因活性骨料产生膨胀，需水及高碱，缺一不可，否则不会膨胀。

去掉了原采用的化学法检验砂的碱活性，增加了砂浆棒法。因化学法易受某些因素的干扰如：碳酸盐、氧化铝等。快速砂浆棒法从制作到在 1mol/L 的氢氧化钠溶液里浸泡 14d，共 16d 即能判断砂的碱活性，快捷、方便、直观。

本标准本次修订提出了当骨料判为有潜在危害时，应控制混凝土中的碱含量不应超过 3kg/m^3 ，与《混凝土结构设计规范》GB 50010 一致。

3.1.10 本条文为强制性条文。本标准要求除海砂外，对受氯离子侵蚀或污染的砂，也应进行氯离子检测。

3.1.11 本标准中的贝壳指的是 4.75mm 以下被破碎了的贝壳。海砂中的贝壳对混凝土的和易性、强度及耐久性均有不同程度的影响，特别是对于 C40 以上的混凝土，两年后的混凝土强度会产生明显下降，对于低等级混凝土其影响较小，因此 C10 和 C10 以下的混凝土用砂的贝壳含量可不予规定。

3.2 石的质量要求

3.2.1 ISO 6274《混凝土-骨料的筛分析》方法中规定试验用筛要求用方孔筛，为与国际标准一致，同时考虑到试验筛与生产用筛一致，将原来的圆孔筛改为方孔筛。为使原有指标不产生大的变化，圆孔改为方孔后，筛子的尺寸相应的变小。编制组共进行了 164 组对比试验，对不同公称粒径的级配进行了圆孔筛及方孔筛筛分析。试验证明，筛分结果基本与原标准的颗粒级配范围基本相符合。因此表 3.2.1-2 中除将 5~16 的 4.75mm 筛上的累计筛余由原 90~100 改为 85~100 外，其余的均没变。

由于原圆孔筛与现在的方孔筛进行的筛分试验结果基本相符，在圆孔筛未损坏时，仍可使用。

为满足用户的习惯要求,筛孔尺寸改变,公称粒径称呼不变。

本次修订规定混凝土用石应采用连续粒级,去掉了可用单一粒级配制混凝土。主要是单粒级配制混凝土会加大水泥用量,对混凝土的收缩等性能造成不利影响。由于卵石的颗粒级配是自然形成的,若不满足级配要求时,允许采取一定的技术措施后,在保证混凝土质量的前提下,可以使用。

3.2.2 碎石或卵石的针、片状含量增加了大于等于 C60 以上混凝土的指标。经调查用于 C60 混凝土的 808 个批次的碎石针、片状颗粒含量 $>8.0\%$ 的占 39.6%、 $>10\%$ 的占 22.5%、 $>12\%$ 的占 5.4%,若将指标定在 5%将有一半的石子无法使用,实践证明 8%含量的针、片状颗粒能够配制 C60 的混凝土,因此本次修订将 C60 及 C60 以上混凝土的针、片状颗粒含量规定为 $\leq 8\%$ 。

3.2.3 碎石或卵石中含泥量增加了大于等于 C60 的混凝土指标。经 827 批次的数据统计:含泥量 $>0.5\%$ 占 21.8%、 $>0.6\%$ 的占 13.9%、 $>0.8\%$ 的占 4.1%。应考虑到含泥对混凝土耐久性有较大影响,将指标定在 0.5%。

3.2.4 增加了大于等于 C60 的混凝土泥块含量的指标。国标《建筑用卵石、碎石》要求 I 类等级泥块含量为 0。美国根据不同气候条件及使用部位将黏土块含量为 10%、5.0%、3.0%、2.0%四等。经 827 批次用于 C60 混凝土的石子统计, $>0.2\%$ 的占 5.6%、 >0.3 的占 1.4%、 >0.5 的占 0.1%,应考虑到运输过程的污染,将指标定在 0.2%,既满足使用要求又满足实际情况。

3.2.5 对配制 C60 及以上混凝土的岩石,由原来要求“岩石的抗压强度与混凝土强度等级之比不应小于 1.5”,修改成“岩石的立方体抗压强度宜比新配制的混凝土强度高 20%以上”。主要考虑到,随着混凝土等级的不断提高,原有的 1.5 倍要求不易达到。而提高混凝土等级不只是依靠岩石的强度,可通过不同的技

术途径，实践证明是可以做到的。

3.2.6 保留原条文。

3.2.7 保留原条文。

3.2.8 同 3.1.9 条。

4 验收、运输和堆放

4.0.1 将砂、石验收批作了统一的规定，小型工具系指拖拉机等。

4.0.2 “当质量比较稳定，进料量又较大时，可定期检验”系指日进量在 1000t 以上，连续复检五次以上合格，可按 1000t 为一批。规定了砂、石检验的必试项目，增加了人工砂、混合砂需对石粉进行必试，以及海砂应进行贝壳含量的检测。

4.0.3 规定了砂、石质量检验报告的内容及可参照的报告格式。

4.0.4 规定了砂、石数量验收的方法，可按重量计也可按体积计。

4.0.5 规定了砂、石堆放的要求。

5 取样与缩分

5.1 取 样

5.1.1 规定了砂、石在料堆上、皮带运输机上、火车、汽车、货船不同地方取样的方法及份数。

5.1.2 规定了对不合格试样可进行加倍复验。但不包括筛分析。

5.1.3 规定了每组样品的取样数量，数量约是试验量的四倍，经四分法后，得试样重。同时规定了当做几项试验，如确保样品经一项试验后不致影响另一项试验的结果，可用同一组样品做几项不同的试验。

5.1.4 规定了样品的包装。

5.2 样品的缩分

5.2.1 规定了砂的样品的缩分的两种方法：1. 用分料器；2. 用人工四分法。

5.2.2 石子的缩分用人工四分法。

5.2.3 做砂、石含水率、堆积密度、紧密密度试验时，所用试样可不缩分。

6 砂的检验方法

6.1 砂的筛分析试验

试验筛改为方孔筛，原孔径 10.0mm、5.00mm、2.50mm 的圆孔筛改为 9.50mm、4.75mm、2.36mm 的方孔筛。
筛框可采用内径为 $\phi 200$ 或 $\phi 300$ 。

6.2 砂的表观密度试验（标准法）

保留原条文。

6.3 砂的表观密度试验（简易法）

保留原条文。

6.4 砂的吸水率试验

保留原条文。

6.5 砂的堆积密度和紧密密度试验

保留原条文。

6.6 砂的含水率试验（标准法）

保留原条文。

6.7 砂的含水率试验（快速法）

保留原条文。

6.8 砂中含泥量试验（标准法）

此方法不适用于特细砂中含泥量的测定。因特细砂中公称粒

径 $80\mu\text{m}$ 以下的颗粒较多，用此方法将小于 $80\mu\text{m}$ 以下的颗粒均作为泥计算了，公称粒径 $80\mu\text{m}$ 方孔筛边长为 $75\mu\text{m}$ 。

6.9 砂中含泥量试验（虹吸管法）

本方法适用于砂中的含泥量，尤其适用于测定特细砂中的含泥量。通过沉淀虹吸不会使细小的颗粒流出。

6.10 砂中泥块含量试验

删除了“两次结果的差值超过 0.4% 时，应重新取样进行试验”的提法。因泥块不似泥粉具有分散性，当两次试验，一份有泥块，而一份无泥块时，差值往往会超过 0.4% 的要求。因此取两次试验结果的算术平均值作为测定值。

6.11 人工砂及混合砂中石粉含量试验（亚甲蓝法）

本方法是此次修订新增的试验方法，是参照欧州标准 EW933-9：1999《骨料几何特性试验中的细粉评估——亚甲蓝试验》编制。

方法的原理是试样的水悬液中连续逐次加入亚甲蓝溶液，每次加亚甲蓝溶液后，通过滤纸蘸染试验检验游离染料的出现，以检查试样对染料溶液的吸附，当确认游离染料出现后，即可计算出亚甲蓝值（MB）表示为每千克试验粒级吸附的染料克数。

也可用快速法，一次加入 30mL 亚甲蓝溶液，此时 $MB \geq 1.4$ ，若出现色晕即为合格；若不出现，即为不合格，快速简便。

人工砂及混合砂中的石粉含量的测定，首先应进行亚甲蓝试验，通过亚甲蓝试验来评定，细粉是石粉还是泥粉。

当亚甲蓝值 $MB < 1.4$ 时，则判定是石粉；若 MB 值 ≥ 1.4 时，则判定为泥粉。

亚甲蓝对石粉的敏感性：经试验将机制砂中分别掺入不含黏土成分的纯石灰石粉 10% 、 15% 、 20% ，测定其亚甲蓝值分别为 0.35 、 0.75 、 0.75 ，见图 1。

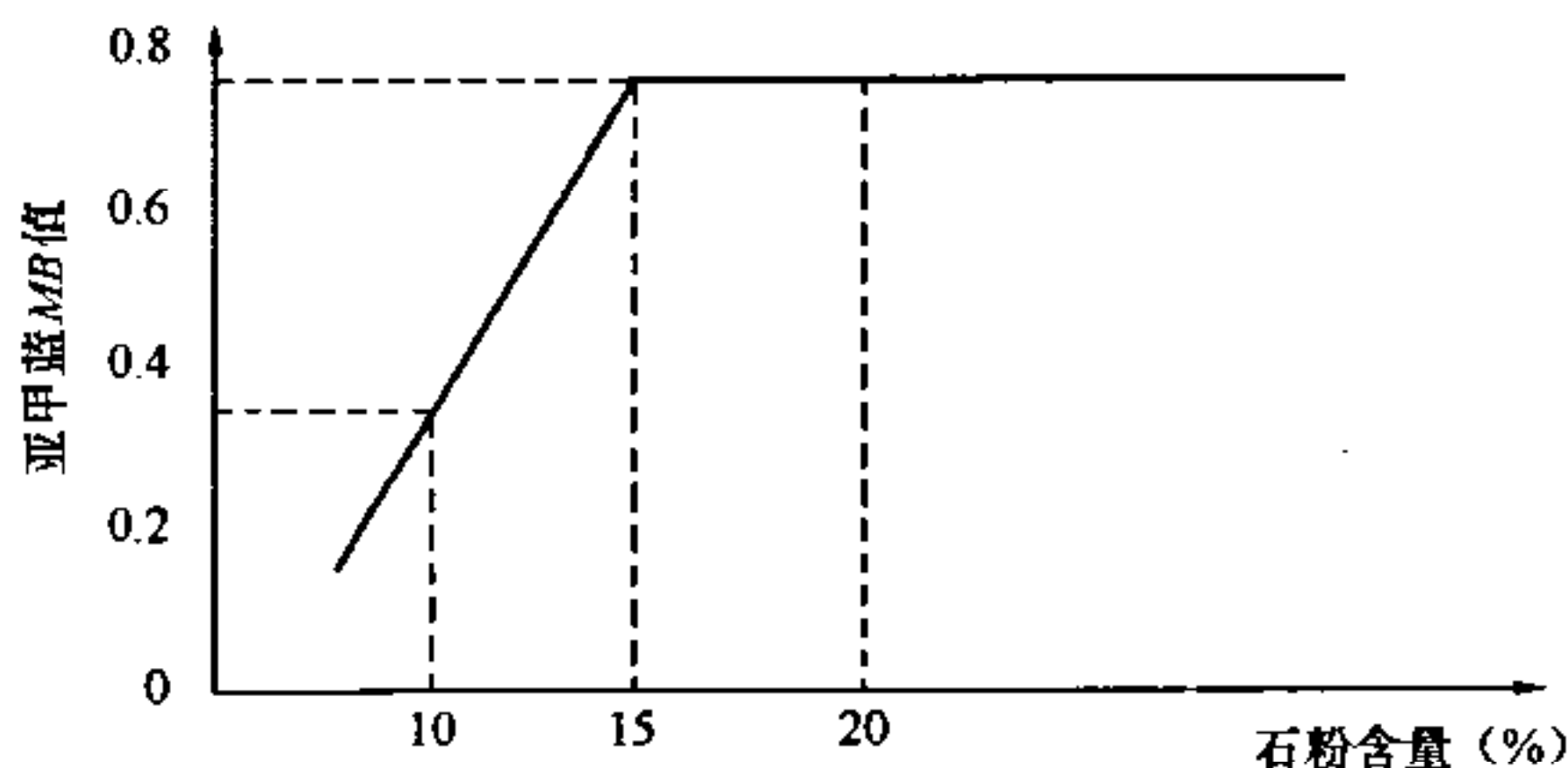


图 1

从图中可以看出机制砂中掺入不同比例的石粉，亚甲蓝测定值变化不大，说明亚甲蓝对纯石粉不敏感。

当石粉中掺入黏土时，用亚甲蓝法测其 MB 值，发现其相关性很高，相关系数可达 0.9959。这说明用亚甲兰法检测石粉中的黏土含量精确度很高。试验结果如图 2 所示。

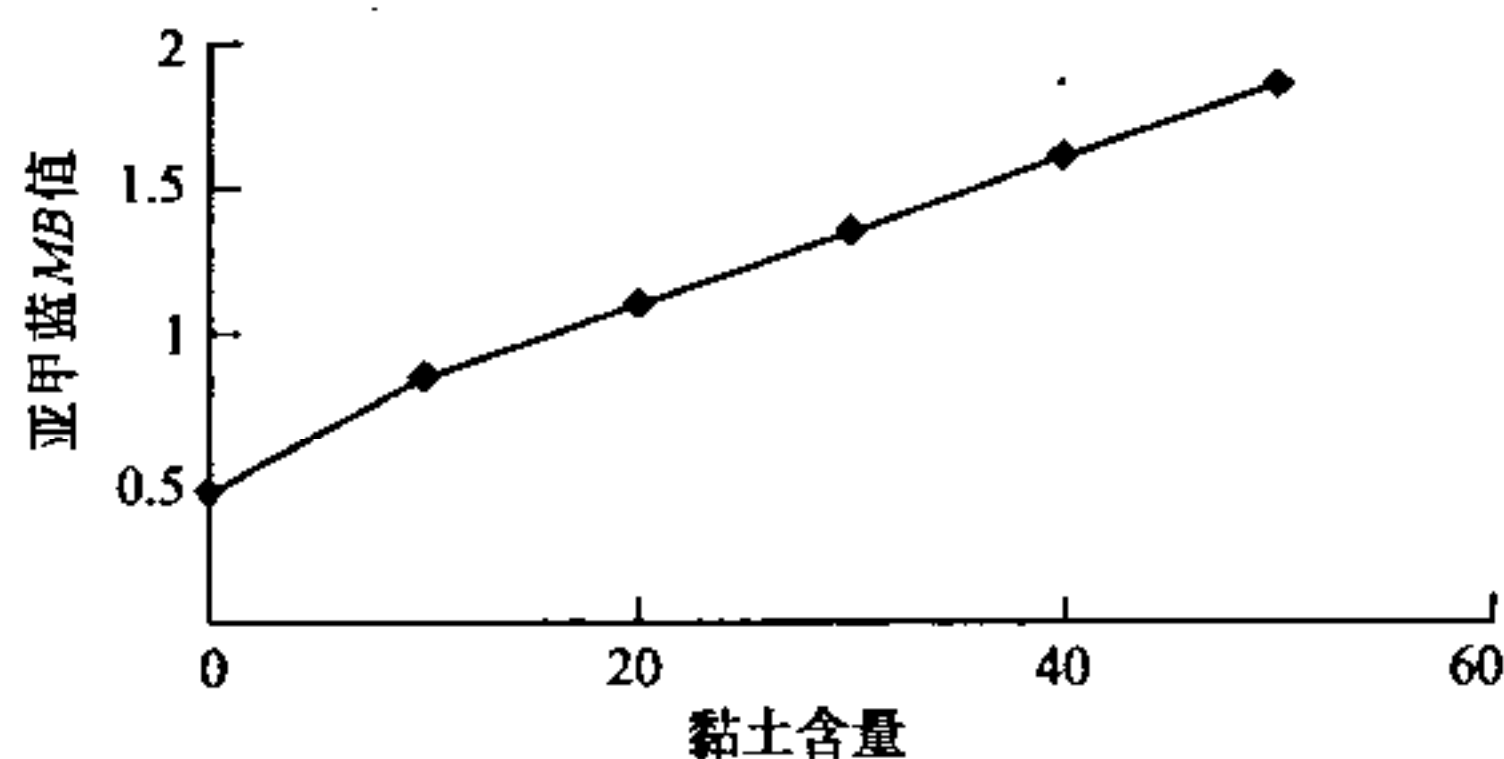


图 2

6.12 人工砂压碎值指标试验

压碎值指标是表示人工砂坚固性的一项指标。本方法取自于贵州省地方标准《山砂混凝土技术规定》。

方法规定采用四个粒级的筛分分别进行压碎，然后将四级砂样进行总的压碎值指标计算。试验证明 5~10mm 颗粒级的压碎指标比其他粒级要明显大，总的趋势是粒径越大压碎指标越小，

鉴于砂的定义，公称粒径 5.00mm 以下的颗粒为砂，所以取公称粒径 5.00mm 以下的颗粒分成公称粒级 5.00~2.50mm、2.50~1.25mm、1.25mm~630 μ m、630~315 μ m 四个粒级，每级试样 1000g。

6.13 砂中有机物含量试验

保留原条文。

6.14 砂中云母含量试验

保留原条文。

6.15 砂中轻物质含量试验

保留原条文。

6.16 砂的坚固性试验

增加了氯化钡的浓度为 10%，去掉了工业用的十水结晶硫酸钠试剂，使试验更为准确。增加了特细砂的粒级及特细砂坚固性的计算公式。

其他条文不变。

6.17 砂中硫酸盐及硫化物含量试验

试验步骤保持不变。

6.18 砂中氯离子含量试验

为使试验步骤更具有操作性，空白试验时，具体规定加入 5%铬酸钾指示剂“1mL”。

6.19 海砂中贝壳含量试验（盐酸清洗法）

本方法是新增的，本方法参照《宁波地区建筑用海砂技术规定（试行）》编写而成，该方法操作方便、实用。

试验前可以先洗去含泥，用洗去泥的砂子做贝壳含量，也可用原样做，最终结果减去含泥量。

6.20 砂的碱活性试验（快速法）

本方法是按照 ASTM C1260 - 94《碱骨料潜在活性标准试验方法（砂浆棒法）》编写而成。

1 本方法适用于检验硅质骨料与混凝土中的碱产生潜在反应的危害性，不适用于碳酸盐骨料。

本方法采用 1mol/L 氢氧化钠溶液浸泡试件 14d，温度为 80℃ 的条件下来加速骨料的碱-硅反应。当然该试验条件不能代表混凝土在使用过程中所处的实际条件，可能对于反应缓慢或在反应后期产生膨胀的骨料有用。

2 由于本方法试件是浸泡在氢氧化钠溶液中，水泥的碱含量不是影响膨胀的首要因素，所以试验中没有考虑水泥的碱含量。

3 制作试件的骨料要有一定的级配。骨料的级配与日本、美国、水工方法是一致的。并对其每一级配的重量作了规定，由于特细砂粗颗粒较少，所以对分级重量不作规定。

4 标准中制作试件的水泥与砂的重量比、水灰比及制作方法、测试步骤均与美国标准 ASTM 1260 - 94 一致。

5 由于此方法国内采用时间不长，对这方面经验积累不多。结果评定是根据美国标准制定，并与国标一致，若当 14d 的膨胀率在 0.1%~0.2% 之间时，要用砂浆长度法进行试验判定，即用 3 个月或半年的慢速方法进行〔水泥含碱量为 1.2%，温度 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 〕。

6.21 砂的碱活性试验（砂浆长度法）

保留原条文。

7 石的检验方法

7.1 碎石或卵石的筛分析试验

根据 ISO 6274 - 1984 《混凝土-骨料的筛分析》试验用筛要求用方孔筛，本次修订与国际标准一致，将原为圆孔筛改为方孔筛，筛孔尺寸，由原来的圆孔直径为：100、80.0、63.0、50.0、40.0、31.5、25.0、20.0、16.0、10.0、5.00 和 2.50mm 改为方孔边长 90.0、75.0、63.0、53.0、37.5、31.5、26.5、19.0、16.0、9.50、4.75 和 2.36mm。习惯上仍按原来圆孔直径称呼。

7.2 碎石或卵石的表观密度试验（标准法）

保留原条文。

7.3 碎石或卵石的表观密度试验（简易法）

保留原条文。

7.4 碎石或卵石的含水率试验

保留原条文。

7.5 碎石或卵石的吸水率试验

保留原条文。

7.6 碎石或卵石的堆积密度和紧密密度试验

保留原条文。

7.7 碎石或卵石中含泥量试验

保留原条文。

7.8 碎石或卵石中泥块含量试验

删除“如两次结果的差值超过 0.2%，应重新取样进行试验”，理由同 6.10 节。

其他条款，保留原条文。

7.9 碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量试验

针片状规准仪的尺寸，由于试验筛孔径的改变而改变了。根据定义，长度大于 2.5 倍的平均粒度为针状，厚度小于 0.4 倍平均粒度为片状，规准仪的尺寸作了相应的调整，具体数值见表 5、表 6。

表 5 针状规准仪（单位：mm）

| | | | | | | | |
|----|---|-----------|-----------|---------|-------|--------|----------|
| 新 | | 82.8 | 69.6 | 54.6 | 42 | 30.6 | 17.1 |
| 旧 | | 85.8 | 67.8 | 54 | 43.2 | 31.2 | 18 |
| 粒级 | 新 | 37.5~31.5 | 31.5~26.5 | 26.5~19 | 19~16 | 16~9.5 | 9.5~4.75 |
| | 旧 | 40~31.5 | 31.5~25 | 25~20 | 20~16 | 16~10 | 10~5 |

表 6 片状规准仪（单位：mm）

| | | | | | | | |
|----|---|-----------|-----------|---------|-------|--------|----------|
| 粒级 | 新 | 37.5~31.5 | 31.5~26.5 | 26.5~19 | 19~16 | 16~9.5 | 9.5~4.75 |
| | 旧 | 40~31.5 | 31.5~25 | 25~20 | 20~16 | 16~10 | 10~5 |
| 新 | | 13.8 | 11.6 | 9.1 | 7.0 | 5.1 | 2.8 |
| 旧 | | 14.3 | 11.3 | 9 | 7.2 | 5.2 | 3 |

其他条文保留原条文。

7.10 卵石中有机物含量试验

保留原条文。

7.11 碎石或卵石的坚固性试验

保留原条文。

7.12 岩石的抗压强度试验

增加了试件“应放在有防护网的”压力机上进行强度试验，“以防岩石碎片伤人”。因岩石强度越高脆性越大，破坏时会产生崩裂，碎片四溅易伤人。

7.13 碎石或卵石的压碎值指标试验

保留原条文。

7.14 碎石或卵石中硫化物及硫酸盐含量试验

增加分析天平一台，因做化学分析时，称量精度要求万分之一。

7.15 碎石或卵石的碱活性试验（岩相法）

保留原条文。

7.16 碎石或卵石的碱活性试验（快速法）

碎石或卵石的试样缩分成约 5kg，然后把试样破碎后筛分成 6.20.3 中所要求的级配及比例组合。

其他同 6.20 节。

7.17 碎石或卵石的碱活性试验（砂浆长度法）

同 6.21 节。

7.18 碳酸盐骨料的碱活性试验（岩石柱法）

保留原条文。