

DL/T 5117—2000

水下不分散混凝土试验规程

目 次

前言	63
1 范围	64
2 引用标准	64
3 术语和符号	64
3.1 术语定义	64
3.2 符号	65
4 水下不分散混凝土原材料试验方法	65
5 实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法	66
6 新拌水下不分散混凝土现场取样方法	67
7 水下不分散混凝土试件的成型与养护方法	68
7.1 水下试件的成型与养护方法	68
7.2 空气中试件成型与养护方法	69
8 新拌水下不分散混凝土性能试验	69
8.1 抗分散性试验	69
8.2 流动性试验	70
8.3 容重试验 (重量法)	73
8.4 含气量试验 (气压法)	74
8.5 泌水性试验	74
8.6 凝结时间试验 (贯入阻力法)	75
9 硬化的水下不分散混凝土性能试验	76
9.1 抗压强度试验	76
9.2 抗折强度试验	77
9.3 劈裂抗拉强度试验	79
9.4 黏结劈裂抗拉强度试验	80
9.5 抗渗性能试验	81
9.6 干缩 (湿胀) 试验	82
附录 A (标准的附录) 水下不分散混凝土对原材料的要求	83
附录 B (提示的附录) 水下不分散混凝土配合比参数	84
条文说明	85

前 言

本标准是根据原电力工业部 1995 年电力行业标准计划项目（技综 [1995] 15 号文）的安排制订的。

水下不分散混凝土自开发、应用以来，已在电站、隧洞、桥梁、煤矿、市政建设等工程实际中应用并取得很好的效果。随着应用领域的不断扩展，对这种材料的需求不断增长，因此，迫切需要尽快统一专业术语和技术标准并建立相应的试验规程。水下不分散混凝土是指在新拌混凝土中掺入抗分散剂，使之成为一种新型水下混凝土。本规程中关于原材料和混凝土拌和物等的试验方法参照了《水工混凝土试验规程》；抗分散剂属混凝土外加剂范畴，参照了《水工混凝土外加剂技术规程》。鉴于水下不分散混凝土具有流动性大、需水中浇注和在水中养护试件等特点在水工混凝土试验规程中没有相关规定，则参考了国外的有关标准和资料，如美国材料试验协会标准（ASTM）、英国国家标准（BS）、日本“水下不分散混凝土设计与施工指南”等，并结合我国实际情况做了适当修改，制定了适合国内使用的水下不分散混凝土的标准试验方法。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B 是提示的附录。

本标准由中国水利水电科学研究院提出。

本标准由电力行业水电施工标准化技术委员会归口。

本标准的起草单位是中国水利水电科学研究院。

本标准的主要起草人：买淑芳、吴怀国、汪毅。

本标准由中国水利水电科学研究院负责解释。

1 范 围

本标准规定了水下不分散混凝土的试验方法。对试验用原材料的试验方法、试件的成型与养护方法及其性能试验均作出规定，并对现场取样方法也作了规定。

本标准适用于室内试验和现场取样试验。

2 引 用 标 准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 175—1999 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥

GB/T 6920—1986 水质 pH 值的测定（玻璃电极法）pH 值测试方法

GB/T 11901—1989 水质悬浮物的测定（重量法）混浊度测试方法

GB/T 14684—1993 建筑用砂

GB/T 14685—1993 建筑用石

DL/T 5100—1999 水工混凝土外加剂技术规程

SD 105—1982 水工混凝土试验规程

3 术 语 和 符 号

3.1 术 语 定 义

3.1.1 水下不分散混凝土 non-dispersible underwater concrete

指掺加了抗分散剂后具有水下不分散性的混凝土。

3.1.2 水下不分散混凝土抗分散剂 non-dispersible agent

指加入新拌混凝土中，使混凝土具有黏稠性，在水下浇灌施工时抑制水泥浆流失、骨料离析，使混凝土具有良好性能的外加剂。

3.1.3 黏稠性 viscosity

指即使在水下，混凝土的组分也不分散的性质。

3.1.4 自流平 self-leveling

指新拌混凝土流动性极佳、可向平面扩展且形成水平表面的性质。

3.1.5 自密实 self-condensing

指混凝土靠自重和自流平特性而流入窄小空隙或模板边角并填充至密实。

3.1.6 坍落度 slump

表示混凝土流动性的指标。

3.1.7 坍扩度 extension

表示混凝土流动性的指标。

3.1.8 扩展度 extension

表示混凝土流动性的指标。

3.1.9 水中自由落差 drop distance

浇注水下不分散混凝土时，从浇灌口卸出的混凝土到达浇灌地点所经历的水中落下距离。

3.2 符 号

3.2.1 符号的代表意义见表 3.2.1。

表 3.2.1 符 号 说 明

符号	意义说明	符号	意义说明
NDC	水下不分散混凝土	γ_0	混凝土容重 kg/m^3
C	水泥用量 kg/m^3	f_A	空气中制作水下不分散混凝土的抗压强度 MPa
W	用水量 kg/m^3	f_c	水中制作水下不分散混凝土的抗压强度 MPa
W/C	水灰比	f_b	水下不分散混凝土的抗折强度 MPa
β_s	砂率 %	f_{PL}	水下不分散混凝土的劈裂抗拉强度 MPa
V_s	细骨料体积 L/m^3	f_{ZP}	水下不分散混凝土的黏结劈拉强度 MPa
V_c	粗骨料体积 L/m^3	ϵ_b	水下不分散混凝土的干缩（湿胀）率 %
S/C	砂灰比		

4 水下不分散混凝土原材料试验方法

4.0.1 适用范围

适用于水下不分散混凝土原材料的性能试验。

4.0.2 水泥

按 GB 175—1999 中的有关规定执行。

4.0.3 骨料

按 GB/T 14684—1993 中的有关规定执行。

4.0.4 外加剂

按 SD 105—1982 中第八章“外加剂”和 DL/T 5100—1999 中的有关规定执行。

5 实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法

5.0.1 适用范围

适用于水下不分散混凝土拌和物的实验室制备。

5.0.2 材料准备

1 实验室的温度应保持在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，制备混凝土的各种材料的温度应与实验室的温度相同。

2 水泥应密闭于防潮容器中，水泥如有结块应用 0.9mm 筛子进行筛分，去掉筛余。

3 对于粗、细骨料，应检测骨料饱和面干吸水率和表面含水率。

5.0.3 材料计量

1 各种材料均按质量计量，水和液体掺加剂也可按容积计量。

2 称量精度：水泥与水为 $\pm 0.3\%$ ，骨料为 $\pm 0.5\%$ 。

3 已称量的骨料在搅拌之前其含水量不得散失。

5.0.4 仪器设备

1 混凝土搅拌机：容量为 50L~100L 的自落式搅拌机或强制式搅拌机。

2 手持振捣器：振动电机为 50 型 1.1kW 的圆头或方头电机，振动棒为 $\phi 35\text{mm} \times 4000\text{mm}$ （或 $\phi 35\text{mm} \times 6000\text{mm}$ ）。

3 拌和钢板：平面尺寸不小于 $1500\text{mm} \times 2000\text{mm}$ ，厚 5mm 左右。

4 磅秤：称量 50kg，感量 50g。

5 托盘天平：称量 1kg，感量 0.5g。

6 台秤：称量 10kg，感量 5g。

7 其他：盛料容器和铁铲等。

5.0.5 试验步骤

1 混凝土的搅拌应在温度 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 60% 以上的实验室中进行。

2 原则上用搅拌机搅拌，一次拌和量必须大于或等于 20L。

3 混凝土一次搅拌量应比试验用量多 10L 左右。当用搅拌机拌制混凝土时，混凝土体积应达到搅拌机公称容量的 1/2 以上，但不得少于 20L。拌和量不足 20L 时可用人工拌料。

4 机械拌料：拌和前应将搅拌机筒体内冲洗干净，先预拌少量相同配比混凝土，使搅拌机内壁挂浆。将称好的石料、水泥、砂料、水和抗分散剂投入搅拌机中，开动搅拌机 2min~3min，停止 30s；再搅拌 2min~3min，反复 3 次~5 次，将混凝土搅拌均匀。拌好的混凝土倒在钢板上，刮出粘附在搅拌机筒体内的拌和物，人工翻拌 2 次~3 次使之均匀。

5 人工拌料：在拌和钢板上拌料，应事先将钢板、铁铲等洗干净，并保持表面湿润，预拌少量相同配比混凝土使其摊附在钢板上，用湿布涂匀。然后将称好的水泥、砂料倒在钢板上用铁铲翻拌均匀，再放入称好的石料翻拌 3 次，堆在一起并使顶部形成凹坑，将拌和用水和抗分散剂一同加入，小心翻拌约 5min，再用手持振捣器插入拌和物中，使振捣器与拌和物有尽可能大的接触面积，边振捣边翻拌，约 10min。振捣结束后再翻拌 2 次~3 次。

5.0.6 试验报告

报告中应记录以下内容：

- 1 试验目的;
- 2 试验日期;
- 3 批量;
- 4 实验室温度 (°C) 和相对湿度 (%);
- 5 所用各种材料名称、种类、牌号、生产厂家及产地;
- 6 所用各种材料的温度;
- 7 骨料的最大粒径、比重、含水率;
- 8 混凝土配合比;
- 9 搅拌方式、搅拌机类型及混凝土的一次搅拌量和搅拌时间;
- 10 材料的投入顺序及混凝土浇注和养护条件, 如是否水中浇注及水温、气温等;
- 11 其他。

6 新拌水下不分散混凝土现场取样方法

6.0.1 适用范围

适用于从搅拌机、料斗、混凝土运输设备中及浇注部位采取水下不分散混凝土拌和物样品。

6.0.2 试验材料

供试验用的材料, 必须代表将要试验的混凝土, 取料方法见下节。采用其中的一种方法将取出的材料集中, 再放在拌和板上人工翻拌 2 次~3 次, 使之均匀, 并立即供试验用。取料量应在 20L 左右, 最好比试验所必需的量多出 5L 以上。

6.0.3 取样方法

1 从搅拌机中取样。当混凝土从搅拌机中流出时, 从 3 个 (或多于 3 个) 部位进行取样, 或停机用铁铲从搅拌机内部的 3 个或 3 个以上部位取出样品。

2 从车载搅拌机或搅拌运输车中取样。从车载搅拌机或搅拌运输车流出的混凝土中, 按适当间隔取得 3 次以上的样品, 注意不要取最初和最后流出的混凝土。

3 从混凝土泵中取样。以一台搅拌车或一盘混凝土为一批料, 从泵管口流出的整个拌和物横断面进行 3 次以上的取样, 或从卸出的混凝土料堆的 3 个以上部位取样。

4 从漏斗或吊罐中取样。从漏斗或吊罐流出来的混凝土料中的 3 个以上部位取样。

5 从翻斗汽车等装置中取样。在汽车车厢的中央附近选 3 个以上部位, 取样时将上面的混凝土铲掉, 或从卸出的混凝土料堆中取 3 个部位以上的样品。

6 从手推车上取样。应尽可能在靠近浇灌地点的位置, 在运送一个批量混凝土的手推车中, 至少从 3 台以上手推车中取样。

6.0.4 试验报告

报告中应记录以下内容:

- 1 取样日期;
- 2 天气情况;
- 3 气温;
- 4 取样方法;

- 5 批号;
- 6 运输车号;
- 7 混凝土配合比;
- 8 混凝土温度;
- 9 取样人姓名;
- 10 其他。

7 水下不分散混凝土试件的成型与养护方法

7.1 水下试件的成型与养护方法

7.1.1 适用范围

适用于水下不分散混凝土性能试验用试件的水下成型与养护。

7.1.2 仪器设备

1 试模：试模为 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 的立方体，模板拼接要牢固，振捣时不得变形。尺寸精度要求：边长误差不得超过边长的 $1/150$ ；角度误差不得超过 1° ；平整度误差不得超过边长的 0.05% 。

2 养护室：标准养护室应控制温度为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 95% 以上。在没有标准养护室时，试件允许在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 的静水中养护，但须在报告中注明。

3 水箱：水箱高度 450mm ，长、宽尺寸以能够容纳试验所需数量的试模为宜，水温保持在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。

4 其他：木锤、抹刀。

7.1.3 试验步骤

1 将水下成型用的试模置于水箱中，将水加至该试模上限以上 150mm 处。水箱最好放置于标准养护室中，若无标准养护室，应保持其水温在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。

2 用手铲将水下不分散混凝土拌和物从水面处向水中落下，浇入试模中。每次投料量为试模容积的 $1/10$ 左右，投料应连续操作，料量应超出试模表面，每个试模的投料时间约为 $0.5\text{min} \sim 1\text{min}$ 。

3 将试模从水中取出，静置 $5\text{min} \sim 10\text{min}$ ，使混凝土自流平、自密实而达平稳状态。

4 用木锤轻敲试模的两个侧面以促进排水，然后将其放回水中。

5 试模表面的加工。超量浇注的混凝土在初凝之前用抹刀抹平，放置 2 天拆模，在水中标准养护，试件之间应保持一定距离，每一龄期以 3 个试件为一组（特殊规定除外）。

6 在达到预定龄期时，从水中将试件取出，进行测试。水下浇注方法见图 7.1.3。

7.1.4 试验报告

报告中应记录以下内容：

- 1 成型日期;
- 2 实验室温度 ($^\circ\text{C}$)、相对湿度 (%);
- 3 成型试件的试验项目、编号及组数;
- 4 混凝土配合比;
- 5 成型方式 (水下或空气中);

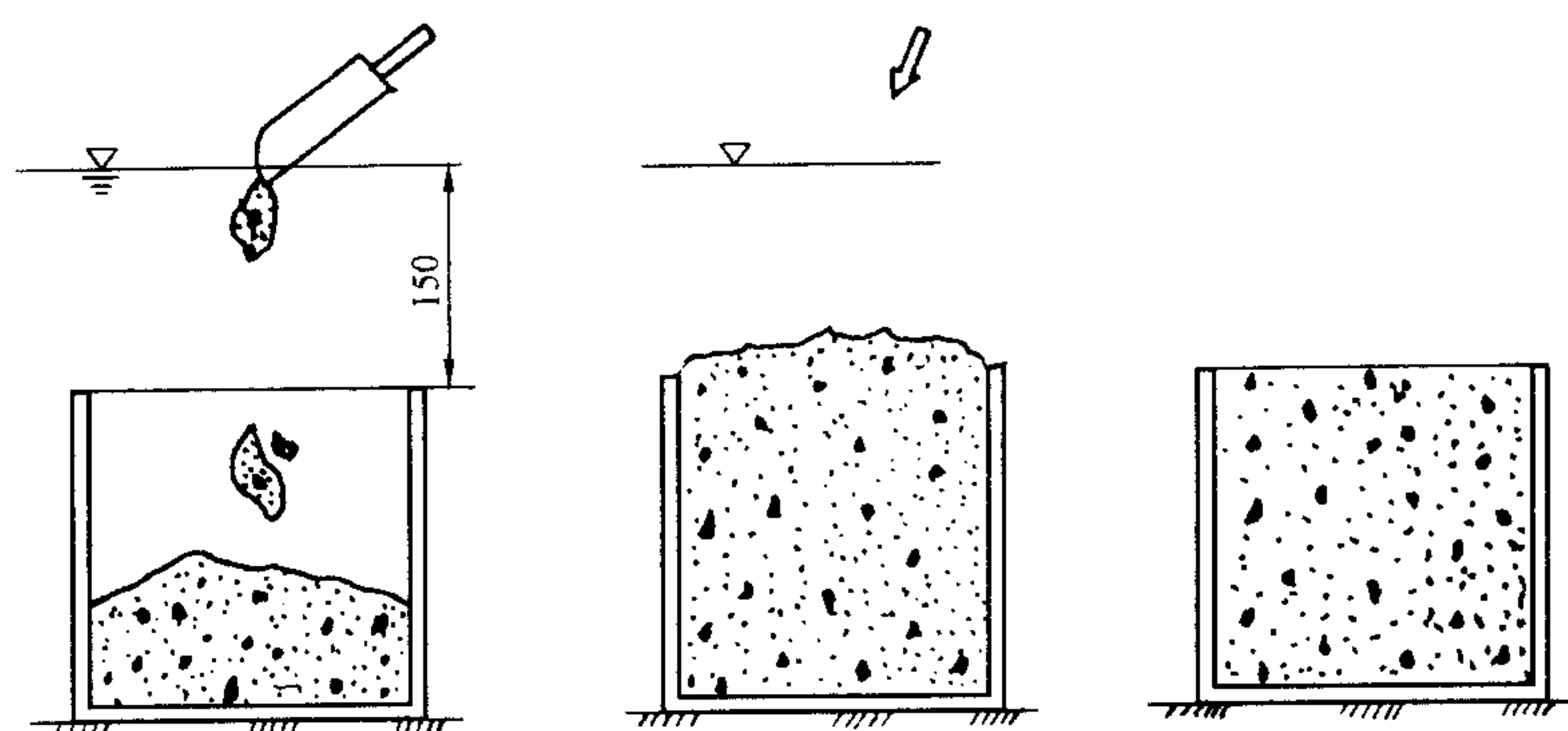


图 7.1.3 水下混凝土浇注方法 (单位: mm)

- 6 养护方式 (水下或空气中) 及养护条件 (温度、相对湿度);
- 7 试验者姓名。

7.2 空气中试件成型与养护方法

7.2.1 适用范围

适用于水下不分散混凝土性能试验用试件的空气中成型与养护。

7.2.2 仪器设备

同 7.1.2 的规定。

7.2.3 试验步骤

- 1 水下不分散混凝土试件的空气中成型方法除把试模放在空气中外, 其他操作同 7.1。
- 2 拆模后的试件应立即送入养护室养护, 试件之间应保持一定距离。
- 3 每一龄期以 3 个试件为一组 (特殊规定除外)。

7.2.4 试验报告

报告中应记录以下内容:

- 1 成型日期;
- 2 实验室温度 (°C)、相对湿度 (%);
- 3 成型试件的试验项目、编号及组数;
- 4 混凝土配合比;
- 5 成型方式 (水下或空气中);
- 6 养护方式 (水下或空气中) 及养护条件 (温度、相对湿度);
- 7 试验者姓名。

8 新拌水下不分散混凝土性能试验

8.1 抗分散性试验

8.1.1 称重法测水泥流失量

- 1 适用范围: 适用于以水下不分散混凝土在水中浇注前后的水泥流失量评价其抗分散性。

2 仪器设备:

- 1) 铁皮桶: 高 550mm, 直径 400mm, 壁厚 1mm~2mm。
- 2) 天平: 称量 2kg, 感量为 0.01g。
- 3) 容器: 容积 1500mL 的广口容器。

3 试验步骤: 在桶底部放一容积 1500mL 的容器, 桶内装水至高度 500mm。拌制 2kg 水下不分散混凝土, 从水面自由落下倒入水中的容器内, 使之全部进入水下容器, 不得洒漏, 静置 5min。将容器从水中提起, 排掉混凝土上面积留的水, 称其重量。重复进行上述操作三次, 取各次平均值, 精确到 0.1%。

4 试验结果处理: 水泥流失量按公式 (8.1.1) 计算

$$\text{流失量}(\%) = \frac{a - b}{a - c} \times 100 \quad (8.1.1)$$

式中 a ——浸水前混凝土和容器的总重;

b ——浸水后混凝土和容器的重量;

c ——容器的重量。

按附录 A 的规定以水泥流失量来评价水下不分散混凝土的抗分散性。

8.1.2 悬浊物含量测定

1 适用范围: 适用于以水下不分散混凝土水中自由落下产生的悬浊物评价其抗分散性。

2 仪器设备:

- 1) 烧杯: 外径 110mm, 高 150mm, 容积为 1000mL。
- 2) 其他设备按 GB/T 11901 中规定执行。

3 试验步骤:

1) 在 1000mL 烧杯中加入 800mL 水, 然后将 500gNDC 分成 10 等份, 用手铲将每一份 NDC 从水面缓慢地自由落下, 该操作在 10s~20s 内完成, 将烧杯静置 3min。

2) 用吸管在 1min 内将烧杯中的水轻轻吸取 600mL, 注意不要吸入浇入的混凝土, 吸出的水作为试验样品, 迅速进行测试。

3) 悬浊物质测定方法, 按照 GB/T 11901 中规定执行。

4) 按附录 A 的规定以悬浊物含量来评价水下不分散混凝土的抗分散性。

8.1.3 pH 值测定

1 适用范围: 适用于以水下不分散混凝土在水中自由落下后水的 pH 值评价其抗分散性。

2 试验步骤: 按照 8.1.2 中 3 的方法制备试验样品, pH 值的测定按照 GB/T 6920 的规定执行。

3 试验结果处理: 按附录 A 的规定以所测 pH 值评价水下不分散混凝土的抗分散性。

8.2 流动性试验

水下不分散混凝土的流动性试验方法, 可从下面所示的两种方法中选择。

8.2.1 坍落度和坍扩度试验

1 适用范围: 适用于测定水下不分散混凝土的坍落度和坍扩度, 以评定其流动性。

2 仪器设备:

- 1) 坍落度筒：采用 SD 105—1982 (402—80) 所规定的坍落度筒尺寸。
- 2) 捣棒：直径 16mm、长度 650mm 的金属棒，其端头为弹头状。
- 3) 其他：钢板尺、抹刀、钢卷尺、秒表等。

3 试验步骤：

1) 按照本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法” 拌制水下不分散混凝土拌和物。

2) 将圆锥坍落度筒用湿布擦净，置于水平放置的钢板上（或不透水平板），将试料分三层装入，每次的装入量大致相同。向坍落度筒中装入混凝土的时间从开始到结束以不超过 3min 为宜。对装入的每一层试料用捣棒插捣 25 次，在捣实各层时，捣棒的下端要插入到下一层表面以下 1cm~2cm 处，最底层的插捣应穿透该层。

3) 将装在坍落度筒中的混凝土表面抹平后，立即将坍落度筒轻轻地垂直提起，并放置于试样旁边，用钢尺量出试样顶部中心点与坍落度筒的高度之差，即为坍落度值。然后立即再量出试验混凝土相互垂直的两个直径值，取其平均值即为坍扩度值，精确至 5mm。在圆锥筒离开混凝土时掀表计时，在 $t = 30s$ 和 $t = 2min$ 时各测一次坍落度和坍扩度。

4 试验报告。报告中应记录以下内容：

- 1) 测试日期、样品编号；
- 2) 实验室温度 ($^{\circ}C$) 和相对湿度 (%)；
- 3) 平均坍落度、坍扩度 (mm)；
- 4) 试验者姓名。

8.2.2 扩展度试验

1 适用范围：适用于测试水下不分散混凝土及其他高流态混凝土的扩展度，以评定其流动性。

2 仪器设备：

1) 扩展度试验台：由顶板、底板、合页及上下止动板等组成。顶板尺寸：700mm × 700mm，厚 1.5mm，质量为 $16kg \pm 1kg$ ，其上表面画有十字线和直径为 200mm 的圆并设手把和下止动板。底板尺寸为 700mm × 820mm，厚 1.5mm，用合页与顶板铰接；并设上止动板，以控制底板抬高高度为 $40mm \pm 1mm$ ，见图 8.2.2-1。

2) 流动度筒：金属制空心平截圆锥体，筒壁最小厚度为 1.5mm，不被水泥浆侵蚀、不生锈；上口直径 $130mm \pm 2mm$ ，下口直径 $200mm \pm 2mm$ ，高度 $200mm \pm 2mm$ ，底部和顶部开口，彼此互相平行，与圆锥轴线垂直；流动度筒底部应安装两个脚板，上面有两个手柄。见图 8.2.2-2。

3) 捣棒：横截面为 $40mm \times 40mm$ 的金属棒，最小长度为 200mm，其后有一段长 120mm~150mm 的圆柱状手柄，见图 8.2.2-3。

4) 其他：铁铲（宽 100mm）；成型底盘（ $1200mm \times 1200mm \times 50mm$ ）由无锈蚀金属制成，厚度至少为 1.5mm；平铲；刻度尺（长度大于 700mm）。

3 试验步骤：

1) 按照本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法” 拌制水下不分散混凝土拌和物。

2) 把扩展度试验台放在一个平板上，不受外界振动干扰，使铰接顶板能抬高到准确的高度，然后自由下落到下止动板，此过程中应没有明显倾斜，不使上板反弹。

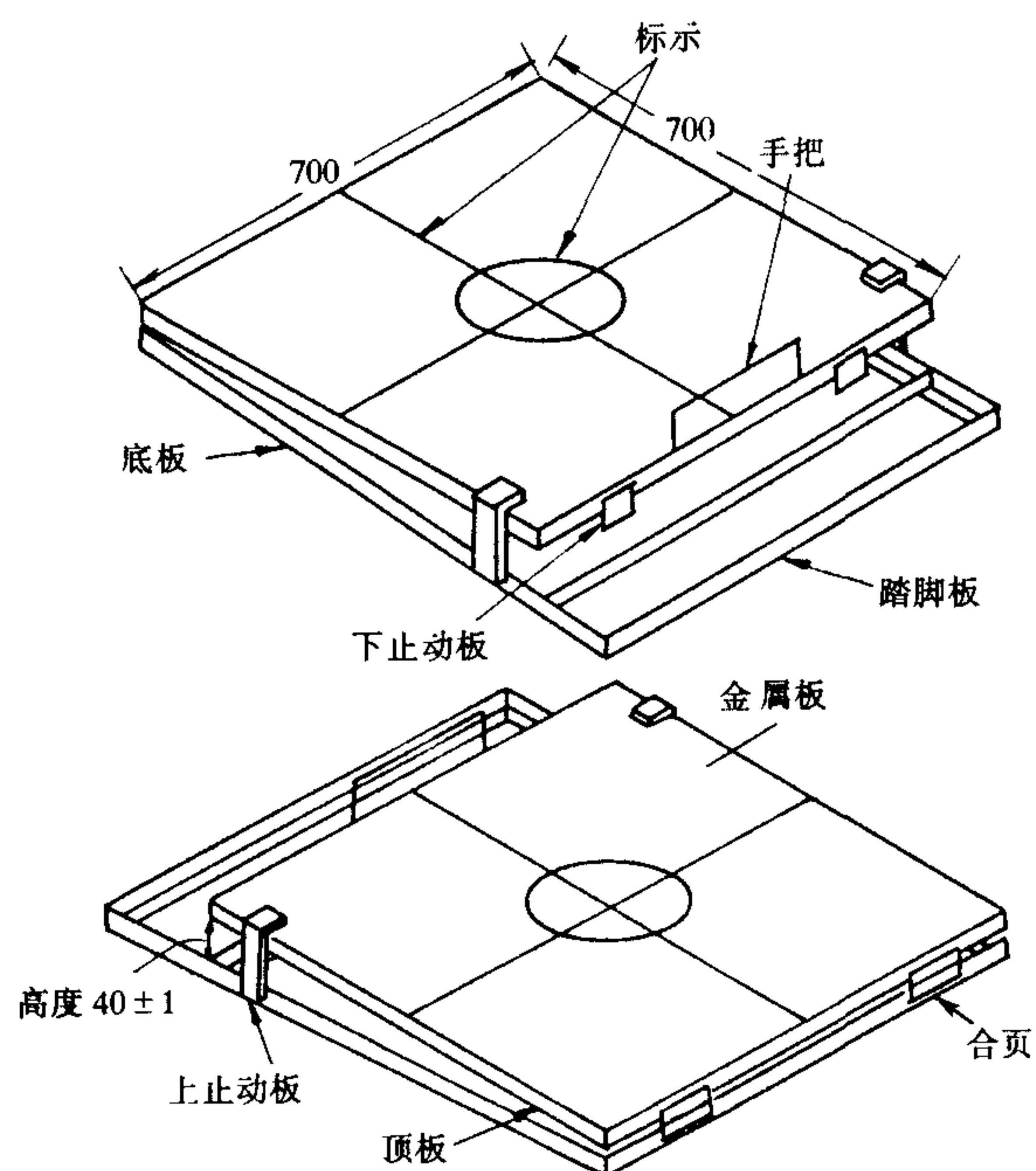


图 8.2.2-1 扩展度试验台 (单位: mm)

3) 试验前应使扩展度试验台和流动度筒保持清洁、潮湿, 把流动度筒放在试验台上板中部, 用双脚站在两片踏脚板上。混凝土分成相等的两层用手铲浇入流动度筒, 在 3min 内装完。每一层用捣棒插捣 25 次, 在插捣上层时捣棒的下端要插入到下一层表面以下 10mm~20mm 处, 最底层插捣应穿透该层, 最后将混凝土表面抹平。

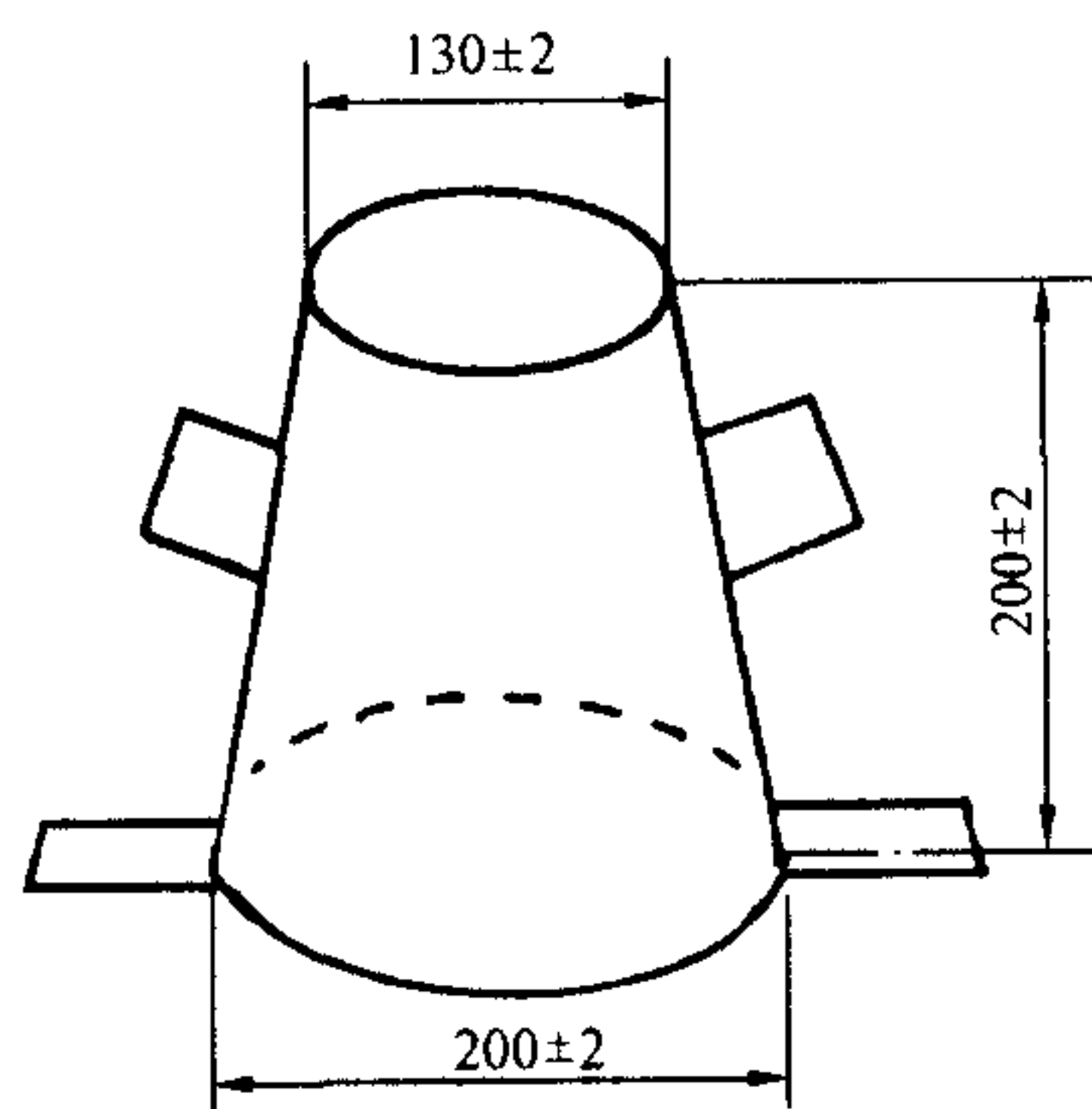


图 8.2.2-2 流动度筒 (单位: mm)

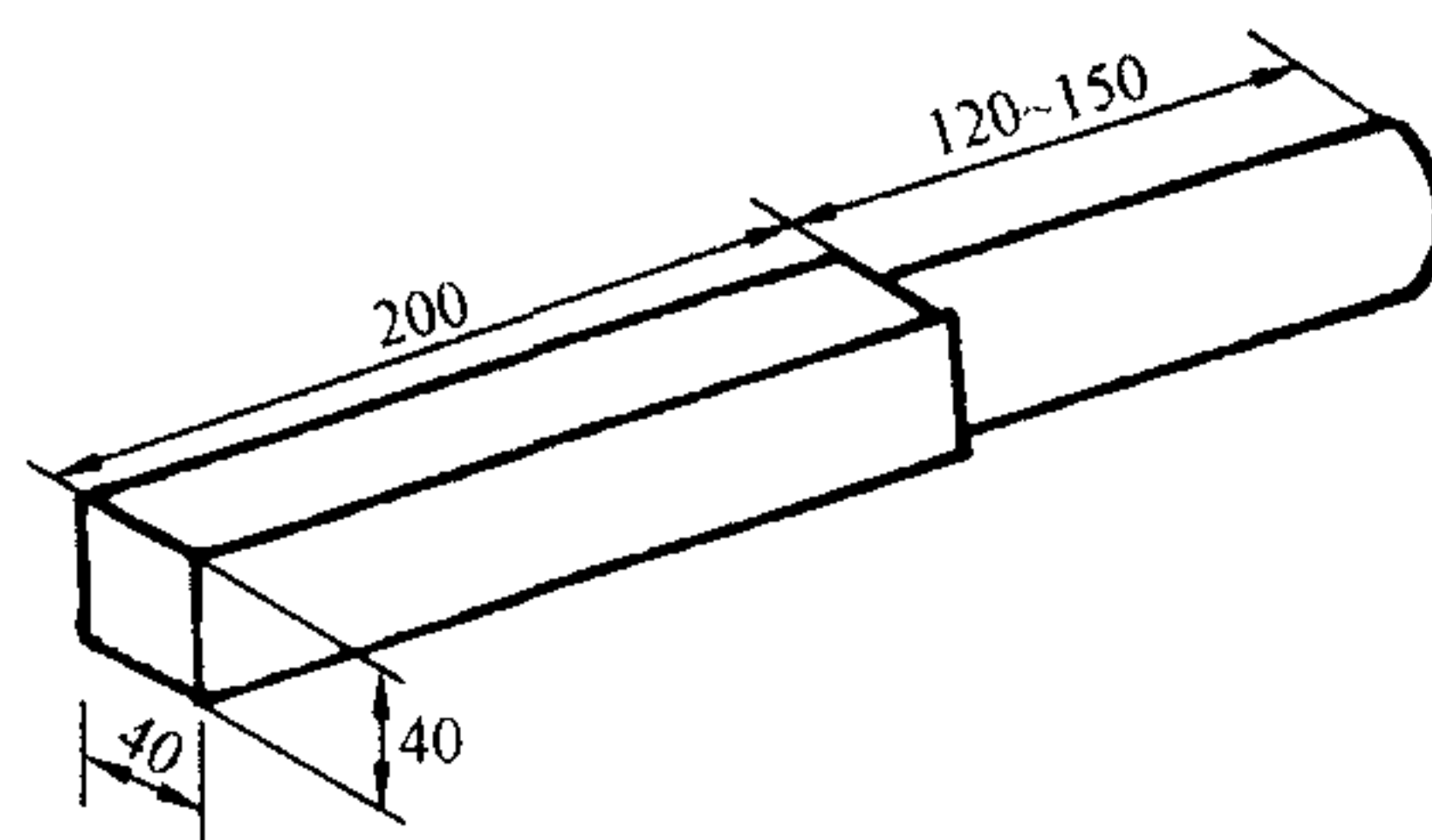


图 8.2.2-3 捣棒 (单位: mm)

4) 垂直提起流动度筒 (在 3s~6s 内), 与此同时, 操作者站在流动台的前踏脚板上使之稳定, 缓慢提起上板, 直至达到上止动板。上板不得撞击上止动板, 再使其自由下落至下止动板。重复上述操作 15 次, 每次操作时间在 3s~5s 之间, 混凝土将在上板扩展开。

5) 用直尺在平行台板的两个垂直方向量出混凝土扩展的直径, 取两者的算术平均值作为扩展度, 以 mm 计。

4 试验报告。报告中应记录以下内容:

- 1) 测试日期、样品编号;
- 2) 实验室温度 (°C) 和相对湿度 (%);
- 3) 平均扩展度 (mm);
- 4) 试验者姓名。

8.3 容重试验 (重量法)

8.3.1 适用范围

适用于测定水下不分散混凝土单位体积的重量, 为设计配合比计算材料用量提供依据。

8.3.2 仪器设备

1 容量筒: 金属制圆筒, 筒壁应有足够刚度使之不变形, 筒的尺寸可根据骨料的最大粒径确定, 见表 8.3.2, 容器的容积必须通过率定准确计量。

表 8.3.2 试验容器尺寸

粗骨料的最大粒径 mm	容器的尺寸 mm	
	内 径	高 度
≤10	140	140
≤20	240	240
≤40	350	350

2 捣棒: 直径 16mm、长 650mm 的圆钢, 其端头为弹头状。

3 手持振捣器: 振动电机为 50 型 1.1kW, 振动棒为 $\phi 35\text{mm} \times 4000\text{mm}$ (或 $\phi 35\text{mm} \times 6000\text{mm}$)。

4 磅秤: 称量范围 100kg~150kg, 感量为 100g~150g。

5 其他: 玻璃板 (尺寸稍大于容量筒直径), 金属直尺等。

8.3.3 试验步骤

1 按照本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法” 拌制水下不分散混凝土拌和物。

2 测定容量筒体积: 将干净的容量筒与玻璃板一起称重, 再将容量筒装满水, 仔细用玻璃板从筒口的一边推到另一边, 保证筒内满水及玻璃板下无气泡。擦干筒、盖的外表面, 称重。两次重量相减得出水重, 除以该温度下水的密度即得容量筒体积 V_c 。(正常情况下水温影响可忽略不计, 水的密度为 1.000kg/L)。

3 擦净空容量筒, 称重 (G_1)。

4 使用捣棒插捣: 将拌和物分三层装入容器, 每次加量各为 1/3, 整平后用捣棒按表 8.3.3 所示的次数进行均等插捣, 插捣底层时插至底面, 以上各层插至下一层 10mm~20mm 处。为使混凝土表面不出现大气泡, 用木槌轻敲容器外侧 10 次~15 次。最后一次装料应稍高出容器, 用金属尺沿筒口刮掉多余的拌和物, 抹平表面, 擦净容量筒外部, 称量 (G)。

表 8.3.3 捣棒插捣次数

容器的内径 mm	各层的插捣次数
140	10
240	25
350	50

5 使用振捣器振捣: 将拌和物装至容器的 1/2 处, 用振捣器振捣, 接着再装料至稍高出容器。当用插入式振捣器时, 振捣器的下端可达到下层混凝土。振捣时间为混凝土表面不出现大的气泡所需的最短时间, 上层混凝土捣实后, 用金属尺沿筒口刮掉多余的料, 抹平表面, 擦净容量筒外部, 称重 (G)。

8.3.4 试验结果处理

按 SD 105—1982 [407—80] 有关内容处理试验结果。

8.3.5 试验报告

报告中应记录以下内容:

- 1 试验日期;
- 2 实验室温度 (°C) 和相对湿度 (%);
- 3 混凝土配合比;
- 4 外加剂种类;
- 5 容重;
- 6 混凝土温度 (°C)。

8.4 含气量试验 (气压法)

按照本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法” 拌和混凝土, 其余按 SD 105—1982 [406 (2) —80] 有关规定执行。

8.5 泌水性试验

8.5.1 适用范围

适用于测定新拌混凝土泌水量, 及各种因素如材料组成、环境因素等对混凝土泌水性的影响。

8.5.2 仪器设备

- 1 容量筒: 容积为 1.4L 左右的金属圆筒, 其内径及高均为 267mm, 壁厚 3mm, 内壁光滑干净, 无锈蚀。
- 2 磅秤: 称量 50kg, 感量 50g。
- 3 带塞量筒: 容积为 100mL。
- 4 捣棒: 直径 16mm、长 650mm 的钢棒, 顶端为弹头形。
- 5 金属杯: 容量为 1000mL。
- 6 天平: 灵敏度 0.1g。
- 7 电热板: 小型电热板或其他热源。
- 8 其他: 吸管、镋刀、铁铲等。

8.5.3 试验步骤

1 按照本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法” 拌制水下不分散混凝土拌和物。

2 试验时保持环境温度为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$, 将容量筒内用湿布润湿, 称量筒重。

3 将混凝土拌和物分两层装入容器, 每层均匀插捣 35 次, 上层插捣时捣棒插入下层表面 10mm~20mm 处, 底层插至筒底, 试样顶面比筒口低 40mm 左右, 每组两个试样。用镋刀抹平, 将筒口及外表面擦净, 立刻记录时间并称出筒及混凝土试样的总重量, 静置于无振动的地方, 盖好筒盖避免泌水蒸发, 除了吸水时整个试验中都要加盖。

4 在开始的 40min 内, 每隔 10min 吸取一次表面水, 以后每隔 30min 吸水一次, 直至连续三次无泌水为止。为便于吸水, 在每次吸水前 5min 将容器倾斜放置, 容器底的一侧垫高 30mm, 吸水后仍将筒轻轻放平盖好。

5 把每次取出的水注入 100mL 带塞量筒, 记录每次吸水的累积值。当只要求测定泌水总体积时, 可省去定期取水操作, 而一次把水取出。如果要求测定泌水量, 要轻轻把量筒中的水倒入金属烧杯, 测定烧杯及水的质量并做记录。把烧杯烘干至恒重, 记录最后的烧杯重量。

8.5.4 试验结果处理

- 1 试件表面单位面积泌水量，按公式 (8.5.4-1) 计算：

$$V = V_1/A \quad (8.5.4-1)$$

式中 V ——单位面积泌水的体积， mL/cm^2 ；
 V_1 ——选定时间范围内的泌水体积， mL ；
 A ——暴露的混凝土面积， cm^2 。

以单位时间内泌水体积作为泌水速度。

- 2 泌水率的计算：以试验样品中拌和水总重的百分比表示，按公式 (8.5.4-2) 计算：

$$B(\%) = \frac{V_w}{(W/G)g} \times 100 \quad (8.5.4-2)$$

式中： B ——泌水率，%；
 V_w ——泌水总重， g ；
 W ——一次拌和的用水量， g ；
 G ——一次拌和混凝土的总重量， g ；
 g ——试样重量， g 。

以两次测值的平均值作为试验结果。

- 3 以时间为横坐标，泌水量累积值为纵坐标，绘出泌水过程线。

8.5.5 试验报告

报告中应记录以下内容：

- 1 试验日期；
- 2 实验室温度 ($^{\circ}\text{C}$) 和相对湿度 (%)；
- 3 混凝土配合比；
- 4 捣实方法；
- 5 单位面积泌水体积；
- 6 泌水率；
- 7 其他。

8.6 凝结时间试验 (贯入阻力法)

8.6.1 适用范围

适用于测定水下不分散混凝土的初凝时间和终凝时间。

8.6.2 仪器设备

除改用孔径为 10mm 的筛子外，其余均按 SD 105—1982 [408—80] “混凝土拌和物凝结时间试验” 中有关规定执行。

8.6.3 试验步骤

- 1 按照本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法” 拌制水下不分散混凝土拌和物。

- 2 选有代表性的部分取足够数量的混凝土拌和物，通过 10mm 筛子取得砂浆并拌和均匀，分别浇入 3 个砂浆筒。每个筒内均放置尺寸合适但高出筒口 100mm 的塑料袋装拌和物，

轻敲筒壁消除气泡，使表面平整，砂浆表面要低于筒口约 10mm，测定并记录砂浆的温度。将砂浆筒编号后放在磅秤上，记录砂浆筒的总重量作为基数。砂浆表面用水覆盖，水面与筒口相平，扎紧袋口。

3 把砂浆筒置于温度为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 环境中，不要直接被阳光照射，记录试验开始时和结束时的环境温度。

4 从混凝土拌和完毕起经 2h 开始贯入度测试，测试前吸掉表面水，将测针端部与砂浆表面接触，按动手柄平稳加压，经 10s 使测针贯入砂浆深度 25mm，记录磅秤示值。此值扣除砂浆筒的总重后即为贯入压力 (F)，每只砂浆筒每次测 2 个点，测点间距应大于 20mm，每次测定之后要在塑料袋里加水至与筒口相平并封紧袋口。

5 对普通水下不分散混凝土拌和物，随后每隔 2h 测试一次。如果拌和物掺有促凝剂，建议 1h 后开始首次测试，随后隔 0.5h~1h 测试一次。对掺有缓凝剂的混凝土，首次测试时间推迟至 3h~4h。在所有情况下，测试时间间隔都可以根据凝结速度和贯入点的数目进行调整。在临近初凝和终凝时，应适当缩短测试时间间隔，增加测次。如此反复进行，直至贯入阻力大于 28.0MPa 为止。

6 在测试过程中，需要根据砂浆的凝固情况适时更换测针，按 SD 105—1982 [408—80] 中有关规定执行。

8.6.4 试验结果处理

按 SD 105—1982 [408—80] “试验结果处理” 所规定的方法执行。

8.6.5 试验报告

报告中应记录以下内容：

- 1 试验日期；
- 2 混凝土配合比的资料，水泥和外加剂的品种名称、类型和用量；
- 3 新拌混凝土含气量及测试方法；
- 4 混凝土坍落度和坍扩度；
- 5 过筛砂浆的温度；
- 6 凝结时间试验中，贯入阻力对延续时间曲线图；
- 7 其他。

9 硬化的水下不分散混凝土性能试验

9.1 抗压强度试验

9.1.1 适用范围

适用于测试水下不分散混凝土的抗压强度。

9.1.2 仪器设备

- 1 压力机或万能材料试验机：试件的预计破坏荷载应在试验机全量程的 20%~80% 之间，试验机应定期（一年左右）校正。示值误差不应大于标准值的 $\pm 2\%$ 。
- 2 加压垫板：其尺寸比试件承压面稍大，表面平整度在 0.02mm 以内。
- 3 试模：150mm×150mm×150mm 的立方体。

9.1.3 试验步骤

1 按本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法”和 7 “水下不分散混凝土强度试件成型与养护方法”有关规定制备试件。

2 试件在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 的水中养护至龄期进行测试，测试龄期为 7d、28d、90d，到规定龄期后将试件从水中（或从雾室）取出，用湿布覆盖防止干燥，尽快测试强度。

3 试验前将试件擦干净，检查外观，有严重缺陷者应淘汰。

4 试件上、下端面的中心对准上下压板的中心，试验机压板和试件受压面要完全吻合。

5 开启试验机，控制加荷速度为每秒 $0.2\text{N}/\text{mm}^2 \sim 0.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，均匀加荷不得冲击，直至试件破坏，记录试件破坏荷载值。

9.1.4 试验结果处理

抗压强度按公式 (9.1.4) 计算：

$$f_n = \frac{P}{A} \quad (9.1.4)$$

式中： f_n ——试验龄期的抗压强度 (MPa)；

P ——最大破坏荷载 (N)；

A ——试件承压面积 (mm^2)。

9.1.5 试验报告

报告中应包括以下内容：

- 1 试验日期；
- 2 试件编号；
- 3 龄期；
- 4 试件尺寸 (mm)；
- 5 破坏荷载 (N)；
- 6 抗压强度 (MPa)；
- 7 养护方式和养护温度；
- 8 破坏情况；
- 9 其他。

9.2 抗折强度试验

9.2.1 适用范围

适用于三点加荷法测水下不分散混凝土的抗折强度。

9.2.2 仪器设备

1 试验机：小吨位万能试验机，或带有抗折试验架的压力试验机，其要求按本规程 9.1 “抗压强度测试方法”有关规定。

2 三等分点加荷装置：双点加荷的钢制加压头，其要求应使两个相等的荷载同时作用于小梁的两个三分点处，与试件接触的两个支座头和两个加压头，应具有直径 15mm 的圆弧面，其中的三个（一个支座头和两个加压头）宜做得既能滚动又可前后倾斜。抗折试验示意图见图 9.2.2。

9.2.3 试验步骤

1 按本标准 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法”和 7 “水下不分散混凝土

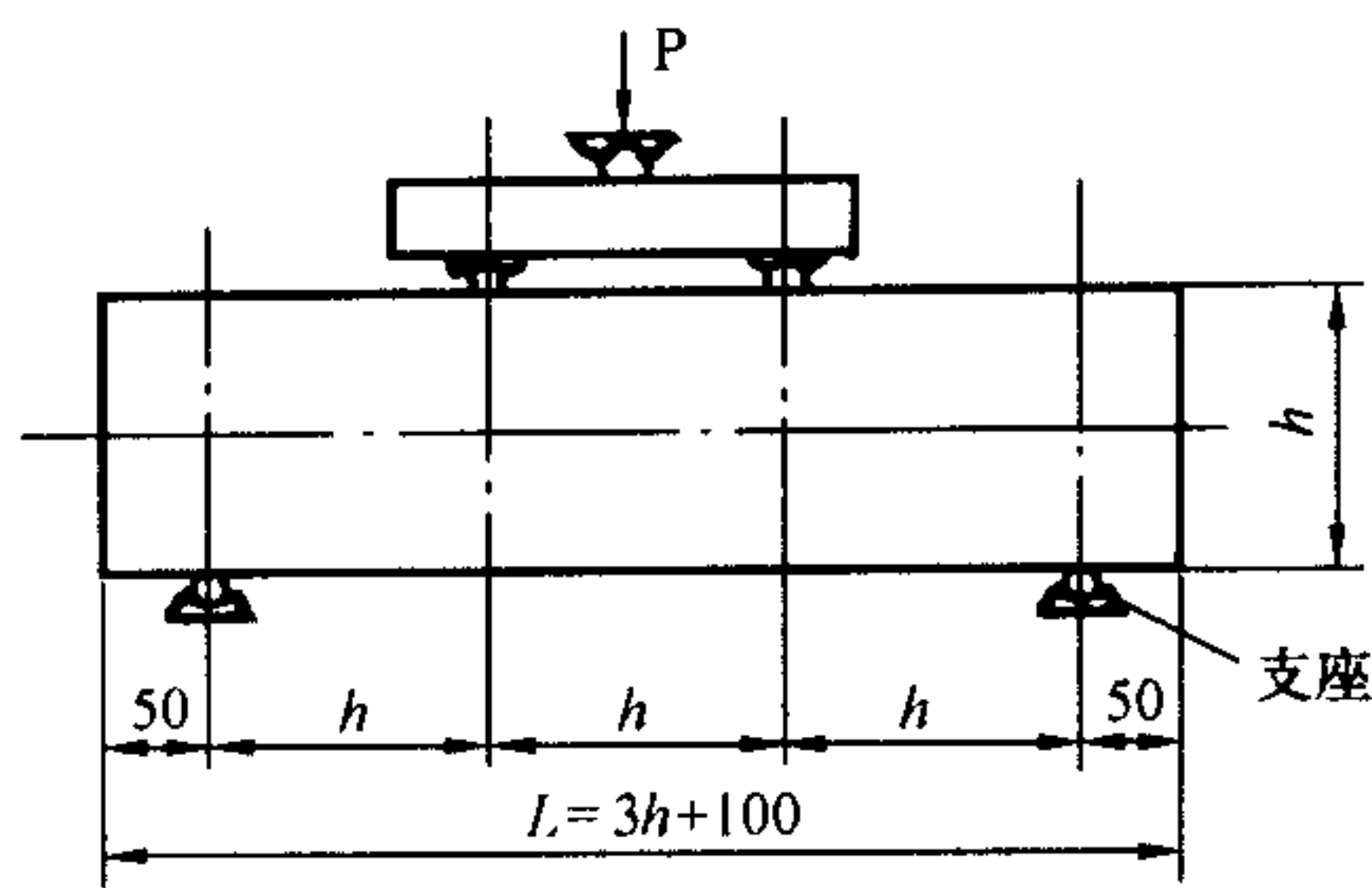


图 9.2.2 抗折试验示意图 (单位: mm)

试块的成型与养护方法”中的有关规定制备试件。

2 试件为断面尺寸为 150mm × 150mm、长 550mm 的小梁, 也可以用断面 100mm × 100mm、长 400mm 的试件。

3 试件在 (20 ± 3)℃ 的水中养护至龄期进行测试, 测试龄期为 7d、28d、90d。

4 到达龄期时, 将试件从水中取出, 用湿布覆盖防止干燥, 并尽快测试。

5 测试前将试件擦干净, 检查外观, 不得有明显缺陷, 在试件侧面准确划出加荷点的位置。试件两支点间距应为试件高度的 3 倍。

6 将试件放在试验机的支座上, 要平稳、居中, 承压面应为试件成型时的侧面, 调整支座及加压头的位置, 其间距的尺寸偏差应在 ±1mm 之内。

7 开动试验机, 当试件与加压头快接触时, 调整加压头及支座, 使接触均匀, 以每秒 0.8N/mm² ~ 1.0N/mm² 的加荷速度连续、均匀加荷, 不得冲击, 直到试件破坏。

8 记录破坏荷载及破坏位置, 并测量 3 个试件破坏断面的平均高度和平均宽度, 在试件破坏断面的 3 个部位测量宽度, 准确至 1mm。在断面的两个部位测量高度, 准确至 1mm, 取平均值。

9.2.4 试验结果处理

1 试件折断面位于两个加荷点之间时, 抗折强度按公式 (9.2.4-1) 计算:

$$f_b = \frac{PL}{bh^2} \quad (9.2.4-1)$$

式中: f_b ——抗折强度 (MPa);

L ——支座间距即跨度 (mm);

P ——试件破坏荷载 (N);

b ——试件的平均宽度 (mm);

h ——试件的平均高度 (mm)。

2 折断面发生在加荷点外侧, 但超出距离 (q) 小于两支座间距的 5% 时, 抗折强度按公式 (9.2.4-2) 计算:

$$f_b = \frac{3Pa}{bh^2} \quad (9.2.4-2)$$

式中 a 为折断面与较近一端支座间的距离 (mm), 可按图 9.2.4 测出的 m 、 n 、 o 、 p 四个值平均而得。

3 折断面发生在加荷点外侧且超出距离 (q) 大于两支座间距的 5% 时, 该试件作废。

4 取 3 个试件测值的平均值, 作为该组试件抗折强度的试验结果。当单个试件的测值超过平均值的 15% 时, 该值应剔除。取余下两个试件测值的平均值作为试验结果。如一组中可用的测值小于两个时, 该组试验须重做。

9.2.5 试验报告

报告中应记录以下内容:

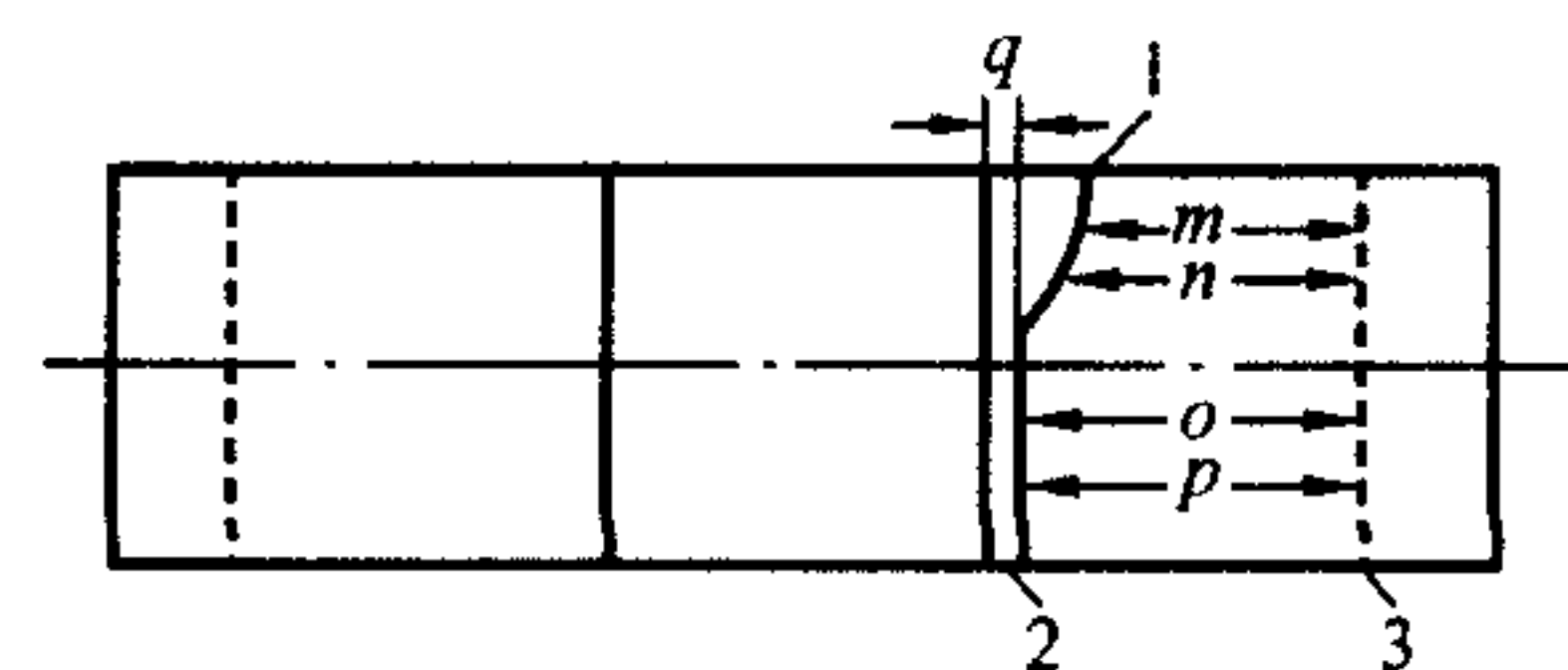


图 9.2.4 试件折断面示意图

- 1 试验日期;
- 2 试件编号;
- 3 试件龄期;
- 4 试件尺寸;
- 5 养护方式;
- 6 最大荷载 (N);
- 7 抗折强度 (MPa);
- 8 试件破坏情况;
- 9 其他。

9.3 劈裂抗拉强度试验

9.3.1 适用范围

适用于测试水下不分散混凝土劈裂抗拉强度。

9.3.2 仪器设备

- 1 试验机：按本规程 9.1 “抗压强度试验” 中规定。
- 2 上下加压板：加压板的尺寸比试件承压面稍大，压缩面平整度在 0.02mm 以内。
- 3 垫条：截面为 5mm×5mm、长 200mm 的钢制垫条，必须平直。
- 4 试模：为 150mm×150mm×150mm 的立方体。

9.3.3 试验步骤

1 按本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法” 和 7 “水下不分散混凝土试件的成型与养护方法” 有关规定制备试件。

2 试件在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 的水中成型并养护至龄期进行测试，测试龄期为 7d、28d、90d。

3 到达龄期时，将试件从水中取出，用湿布覆盖防止干燥，并尽快测试。

4 测试前将试件表面擦干净，检查外观，不得有明显缺陷。在试件成型时的顶面和底面中轴线处划出相互平行的直线，准确定出劈裂面的位置。

5 将试件及垫条安放于试验机上，加压板之间保持平行，加压板与垫条及垫条与试件之间的接触线上不得有缝隙，见图 9.3.3。

6 开动试验机以每秒 $0.4\text{N}/\text{mm}^2 \sim 0.5\text{N}/\text{mm}^2$ 的速度均匀加荷，不得冲击，直至试件破坏，记录破坏荷载。

9.3.4 试验结果处理

劈裂抗拉强度按公式 (9.3.4) 计算，准确至 0.01MPa。

$$f_{pl} = \frac{2P}{\pi L^2} = 0.637 \frac{P}{L^2} \quad (9.3.4)$$

式中： f_{pl} ——劈裂抗拉强度 (MPa)；

P ——破坏荷载 (N)；

L ——试件边长 (mm)。

取 3 个试件的平均值作为该组试件的劈裂抗拉强度。当单个试件的测值超过平均值的 15% 时，该值应剔除。取余下两个试件测值的平均值作为试验结果。如一组中可用的测值

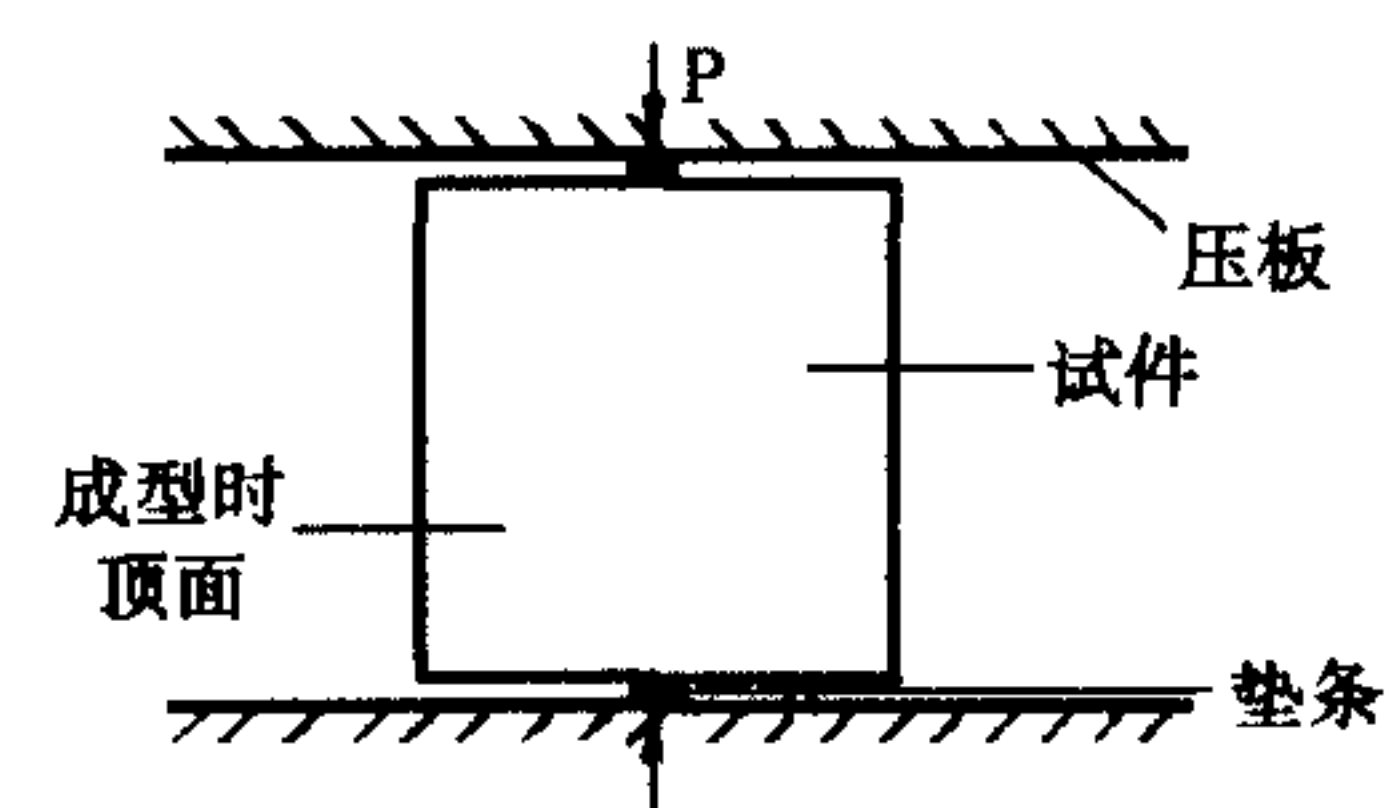


图 9.3.3 劈裂抗拉试验示意图

小于两个时，该组试验须重做。

9.3.5 试验报告

报告应记录以下内容：

- 1 试件编号；
- 2 试件龄期；
- 3 试件尺寸 (mm)；
- 4 破坏荷载 (N)；
- 5 劈裂抗拉强度 (MPa)；
- 6 养护方法和养护温度 (℃)；
- 7 试件破坏情况；
- 8 测试日期。

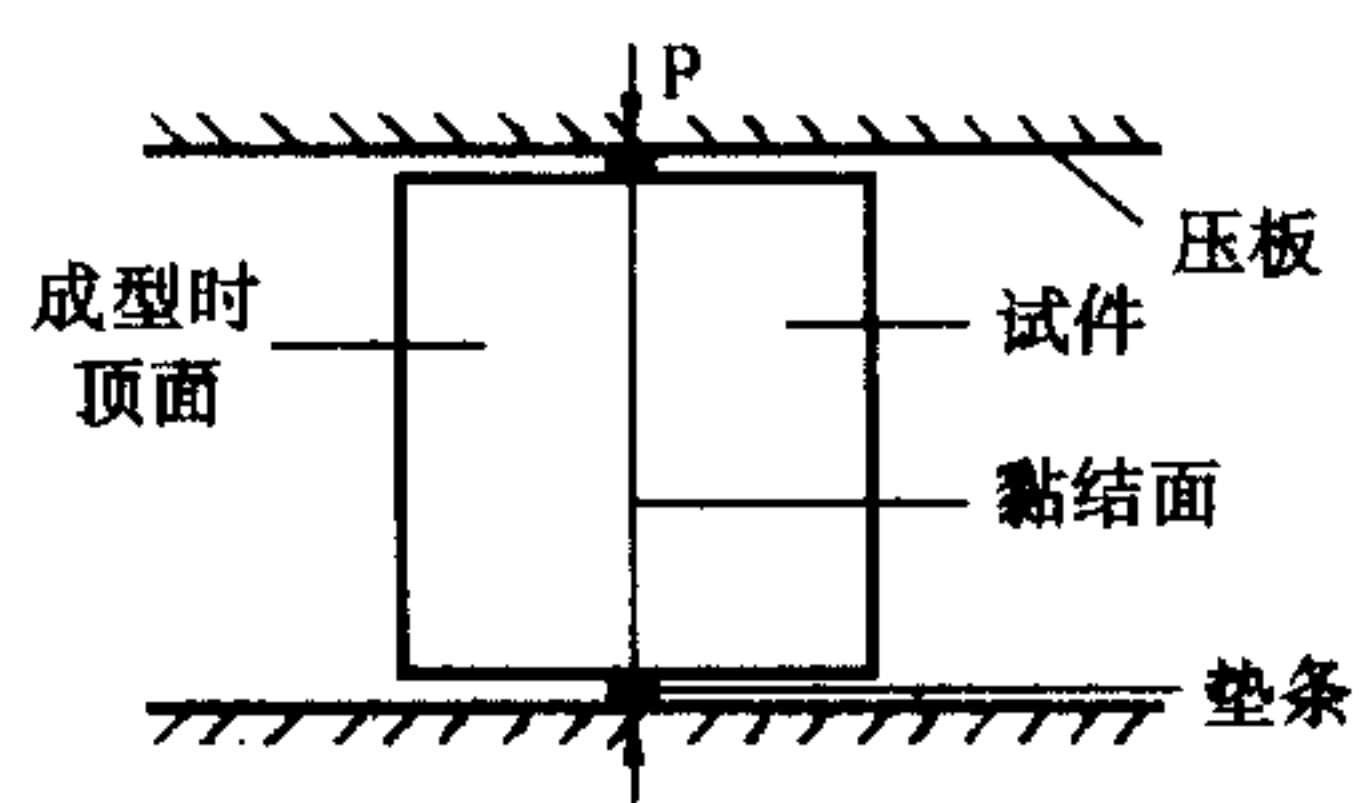
9.4 黏结劈裂抗拉强度试验

9.4.1 适用范围

适用于测试水下不分散混凝土对老混凝土的黏结强度。

9.4.2 仪器设备

- 1 试验机：参照本规程 9.1 “抗压强度试验”中有关规定。
- 2 上下加压板：加压板的尺寸比试件承压面稍大，压缩面平整度在 0.02mm 以内。
- 3 垫条：截面为 5mm×5mm、长 200mm 的钢制方形垫条，必须平直。
- 4 试模：150mm×150mm×150mm 的立方体。



9.4.3 试验步骤

1 按本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法”和 7 “水下不分散混凝土试件的成型与养护方法”中的有关规定制备试件。

2 试模内放置一尺寸为 150mm×150mm×75mm 的老混凝土块，其抗压强度应大于 30.0MPa，被黏结的表面要用钢丝刷刷 2~3 遍，清洗干净，不得有污物，浇模之前放入水中直立于试模内。不被黏结的混凝土面应紧贴试模壁，脱模剂可用石蜡或专用脱模剂，不得用机油、矿物油，以免玷污黏结面。

3 试件在 (20±3)℃ 的水中浇注，养护至龄期进行测试，测试龄期为 28d, 90d。

4 到达龄期时，将试件从水中取出，用湿布覆盖防止干燥，并尽快测试。

5 测试前将试件表面擦干净，检查外观，不得有明显缺陷。在试件顶面和底面的新老混凝土黏结处划出相互平行的直线，准确确定出劈裂面的位置。

6 将试件及垫条安放于试验机上，加压板之间保持平行，加压板与垫条及垫条与试件之间的接触线上不得有缝隙，按图 9.4.3 所示。

7 开动试验机以每秒 0.4N/mm²~0.5N/mm² 的速度均匀加荷，不得冲击，直至试件破坏，记录破坏荷载。

9.4.4 试验结果处理

黏结劈裂抗拉强度按公式(9.4.4)计算,准确至 0.01MPa。

$$f_{\text{sp}} = \frac{2P}{\pi L^2} = 0.637 \frac{P}{L^2} \quad (9.4.4)$$

式中： f_{sp} ——黏结劈裂抗拉强度（MPa）；

P ——破坏荷载（N）；

L ——试件边长（mm）。

取3个试件的平均值作为该组试件的劈裂抗拉强度。当单个试件的测值超过平均值的15%时，该值应剔除。取余下两个试件测值的平均值作为试验结果。如一组中可用的测值小于两个时，该组试验须重做。

9.4.5 试验报告

报告应记录以下内容：

- 1 试验日期；
- 2 试件编号；
- 3 试件龄期；
- 4 试件尺寸（mm）；
- 5 破坏荷载（N）；
- 6 黏结劈裂抗拉强度（MPa）；
- 7 养护方法及养护温度（℃）；
- 8 试件破坏情况（劈裂断面的描述：破坏在新浇混凝土、老混凝土或黏结面）；
- 9 其他。

9.5 抗渗性能试验

9.5.1 适用范围

适用于测试水下不分散混凝土的抗渗性能。

9.5.2 仪器设备

按 SD 105—1982 [511 (1) —80] “混凝土抗渗性试验”的有关规定执行。

9.5.3 试验步骤

1 按本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法”和 7 “水下不分散混凝土试件的成型与养护方法”中的有关规定制备试件，以 6 个试件为一组。拆模后用钢丝刷刷去上下表面的水泥浆膜。

2 试件在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 的水中养护至龄期进行测试，测试龄期为 28d。

3 到达规定龄期将试件从水中取出，擦干表面。其余操作按 SD 105—1982 [511 (1) —80] “混凝土抗渗性试验”中规定的方法执行。

9.5.4 试验结果处理

按 SD 105—1982 [511 (1) —80] 中的有关规定执行。

9.5.5 试验报告

报告应包括以下内容：

- 1 试验日期；
- 2 试件编号；
- 3 试件龄期；
- 4 养护方法及养护温度（℃）；

- 5 试件渗水情况；
- 6 混凝土抗渗标号；
- 7 其他。

9.6 干缩（湿胀）试验

9.6.1 适用范围

适用于测试水下不分散混凝土在无外荷载和恒温条件下，在空气中和水中由于干、湿引起的轴向长度变形。

9.6.2 仪器设备

1 试模：规格为 100mm×100mm×400mm 或 100mm×100mm×500mm 的棱柱体金属试模，两端可埋设不锈的金属测头，用做试件长度的测点。

2 测长仪器：可用弓形螺旋测微计、比长仪或卧式混凝土干缩仪，测量精度为 0.01mm。

3 恒温干缩室：室内温度控制在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(60 \pm 5)\%$ 。

4 恒温水箱：内装 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的净水。

9.6.3 试验步骤

1 按本规程 5 “实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法” 和 7 “水下不分散混凝土试件的成型与养护方法” 中的有关规定制备试件，一组 3 个试件。

2 金属测头应埋设牢固，位置准确。

3 空气中浇注的试件，成型后放在标准养护室中养护，水中浇注的试件在水箱中养护，两昼夜后拆模、编号。

4 试件拆模后，立即送干缩室测基准长度，每次测试重复两次，取两次读数的平均值作为基准长度测定值，应同时测定标准棒长度。

5 测定基准长度后，将空气中成型试件底面架空置于不吸水的硬质垫板上，一同放置在干缩室的试件架上，试件间距不小于 3cm，水中成型试件置于 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 恒温水箱内，底面架空，试件间距不小于 3cm，到龄期后取出，擦去表面水进行测试，测后仍放回原处。

6 试件的测试龄期从测定基准长度后算起，龄期为 3d、7d、14d、28d、60d、90d、180d，每个龄期测长一次，测试条件应与测基准长度相同，每次测长前应测定标准棒长度。

7 为防止测头生锈，每次测长后在测头涂一薄层凡士林，下次测长时将凡士林擦净。

9.6.4 试验结果处理

1 某一龄期的干缩（湿胀）率按公式 (9.6.4) 计算（表示为 0.01×10^{-4} ）；

$$\epsilon_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \quad (9.6.4)$$

式中： ϵ_t —— t 天龄期时的干缩（湿胀）率；

L_0 ——试件的基准长度（mm）；

L_t —— t 天龄期时试件的长度（mm）；

Δ ——金属测头的长度（mm）。

2 取一组 3 个试件测值的平均值作为某一龄期试件干缩（湿胀）率的试验结果（负值

为收缩、正值为膨胀)。根据需要可绘制试件的轴向长度变形随时间的变化曲线。

注：试件拆模时间或测基准长度前的养护方式有改变时，须在试验报告中说明。

9.6.5 试验报告

报告中应包括以下内容：

- 1 试件编号；
- 2 试件尺寸；
- 3 养护方法及养护温度（℃）；
- 4 水泥品种及标号；
- 5 混凝土配合比；
- 6 成型日期；
- 7 测试日期；
- 8 平均干缩（湿胀）率（分别标出空气中和水中的测定结果）；
- 9 试验资料记录表（按 SD 105—1982 [509—80] “混凝土干缩（湿胀）试验”中的有关规定执行）。

附 录 A

（标准的附录）

水下不分散混凝土对原材料的要求

A1 水泥：普通硅酸盐水泥，强度等级为 42.5 或 52.5。

注：按本规程水下不分散混凝土要求用普通硅酸盐水泥，强度等级为 42.5 或 52.5，国内外的有关资料也同样要求用普通硅酸盐水泥，这同目前国内外水下不分散混凝土所用的抗分散剂的化学组成有关。用其他品种水泥也做过不少试验，如硫铝酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥等。但硫铝酸盐水泥属特种水泥价格较贵，更适合于低温条件下使用；而用矿渣硅酸盐水泥浇注水下不分散混凝土时，有不硬化和逐渐发散的现象。使用普通硅酸盐水泥基本无上述现象，但在试验中和现场施工中发现同为普通硅酸水泥，水泥强度等级都是 52.5，用完全相同的配合比，但不同厂家的产品，浇注的水下不分散混凝土质量相差较多。所以在使用普通硅酸盐水泥时应采用通过国家质量检验合格的水泥，而且在工程正式使用之前，要做强度试验。

A2 骨料：应符合 SDJ 207—1982 《水工混凝土施工规范》的规定，用质地坚硬、清洁、级配良好的骨料。粗骨料采用一级配河卵石或碎石，粒径为 5mm~20mm。细骨料用水洗河砂，细度模数为 2.6~2.9。

注：水下不分散混凝土与空气中浇注混凝土不同，它是在水中浇注，不经振捣而自流平，要求这种材料在水中水泥不流失，骨料不离析，主要措施是掺抗分散剂增加混凝土拌和物的黏聚力。规定采用一级配骨料（粒径在 20mm 以内）也是为了减少骨料的离析。在水下浇注不分散混凝土，骨料粒径越大水中浇注时产生骨料离析的可能性越大，在室内试验时也曾对二级配骨料（粒径在 40mm 以内）做过试验，但在工程应用中很少使用，所以试验规程附录 A 中规定用一级配骨料。

国外资料规定水下不分散混凝土用一级配河卵石做骨料，既考虑到水下骨料不离析又考虑到良好的流动性，但在工程实际应用中发现有的地区、有的工程，当地只有碎石骨料，要用河卵石很不方便且运输费用太高。因此，我们用碎石骨料做了很多室内试验，对流动性、强度进行测试比较，认为在无卵石的条件下可以用碎石代替，但在有卵石的地方首先要考虑用一级配河卵石做水下不分散混凝土的骨料。

A3 拌和用水：采用饮用水。

A4 抗分散剂：按生产厂或研制单位推荐的掺量掺入。掺入抗分散剂后应使混凝土达到的质量标准见表 A-1。

表 A-1 掺抗分散剂水下不分散混凝土的性能要求

试 验 项 目		性 能 要 求
泌 水 率 %		<0.5
含 气 量 %		<4.5
坍落度 mm	30s	230±20
	2min	230±20
坍扩度 mm	30s	450±20
	2min	450±20
抗分散性	水泥流失量 %	<1.5
	悬浊物含量 mg/L	<150
	pH	<12
凝结时间 h	初 凝	≥5
	终 凝	≤30
水下成型试件与空气中成型 试件抗压强度比 %	7d	>60
	28d	>70
水下成型试件与空气中成型 试件抗折强度 %	7d	>50
	28d	>60

附 录 B

(提示的附录)

水下不分散混凝土配合比参数

B1 水泥用量：400kg/m³~450kg/m³。

B2 用水量：使混凝土拌和物达到坍落度 230mm±20mm，坍扩度 450mm±20mm 时的用水量。

B3 含气量：<4.5%。

B4 砂率：38%~42%。

水下不分散混凝土试验规程

DL/T 5117—2000

条文说明

目 录

3	术语和符号.....	87
3.1	术语定义	87
5	实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法.....	87
8	新拌水下不分散混凝土性能试验.....	87
8.2	流动性试验	87
8.6	凝结时间试验（贯入阻力法）	88
9	硬化的水下不分散混凝土性能试验.....	88
9.4	黏结劈裂抗拉强度试验	88

3 术语和符号

3.1 术语定义

3.1.1 水下不分散混凝土抗分散剂：掺入新拌混凝土中使混凝土在水下浇注施工时，抑制水泥流失和骨料离析的外加剂称为抗分散剂。现在国内所用的絮凝剂、不分离剂等，在用于水下不分散混凝土时应统称之为抗分散剂。

3.1.2 水下不分散混凝土：指该混凝土在水中水泥不流失、骨料不离析而言，国内出版的图书、刊物、杂志等均称之为“水下不分散混凝土”。国外资料用“Non-dispersible underwater concrete”表示这种混凝土，其中文意思就是“水下不分散混凝土”，故这类材料统一用“水下不分散混凝土”表示。

3.1.6 坍扩度：是表示水下不分散混凝土流动性的指标。指测坍落度时混凝土拌和物圆锥体自然下坍后材料扩展的直径。通常在评价水下不分散混凝土流动性时，同时采用坍落度和坍扩度。

3.1.7 扩展度：表示水下不分散混凝土流动性的指标。指把锥形筒提起之后，放置混凝土拌和物的扩展度试验台重复抬起和落下之后，测得的混凝土拌和物扩展的直径为扩展度，与坍落度、坍扩度一样是表示混凝土流动性的一种指标。

3.1.9 水中制作试件：在水中使水下不分散混凝土自由落下浇入试模制成试件，该试件在脱模之后必须按规定的条件在水中养护，到龄期时从水中取出，测试强度。不得将试件放在空气中养护。

5 实验室水下不分散混凝土拌和物的制备方法

5.0.5 混凝土搅拌

4 机械拌料：指用强制式搅拌机和间歇式搅拌方法拌料，因水下不分散混凝土掺入抗分散剂后，黏度大，按普通混凝土的搅拌方式很难拌匀。从施工实践中总结出，间歇式搅拌即搅拌 2min~3min，停 30s，再搅拌 2min~3min，拌和效果较好。

5 人工拌料：拌制水下不分散混凝土时若拌和量不大，用机械拌料会使许多材料粘附在搅拌机上，出料少浪费大，用手工拌料较好。加入抗分散剂后，拌和物很黏稠，手工翻拌很费力，而且拌不均匀，采用手持振捣棒，平插入拌和物，边振捣边翻拌不仅省力而且搅拌效果好。

8 新拌水下不分散混凝土性能试验

8.2 流动性试验

通常，混凝土流动性是按 SD 105—1982 [402—80] “混凝土拌和物坍落度试验”方法操作，该方法适合于普通混凝土坍落度的测试。水下不分散混凝土的流动性较大，其坍落度

在 200mm~250mm，坍扩度在 450mm 左右，再用普通坍落度测试方法便不够准确。目前国内尚没有新的测试标准，仍采用普通混凝土坍落度的测试方法。国外标准中对流动性大的混凝土采用测扩展度的方法，符合水下自落施工工艺原理等优点，测定比较准确。因此，我们在水下不分散混凝土的流动性测试方法中，将测坍落度、坍扩度和测扩展度的方法并列提出，建议逐渐采用扩展度测试方法。

8.6 凝结时间试验（贯入阻力法）

8.6.3 试验步骤

3 按 SD 105—1982 中有关规定，测混凝土凝结时间时混凝土拌和物要求通过 5mm 的筛子以取得砂浆。本规程用 10mm 筛子，理由是水下不分散混凝土比较黏稠，用 5mm 的筛子筛料比较困难，不仅操作费力而且筛出的砂浆少，采用 10mm 筛子效果与 5mm 筛子相近。

测定水下不分散混凝土凝结时间时，在试模内放一塑料袋高出试模 100mm。称量完砂浆筒的总重量之后，在塑料袋内混凝土拌和物表面轻轻注入温度与室温相同的水，扎紧塑料袋口，每次测试时要打开塑料袋，把混凝土表面的水吸出，测完贯入度后再补充适量水至与试模边缘持平，再扎紧袋口，如此操作直至测试结束。因为水下不分散混凝土是在水中浇注和养护，如果在空气中测试件凝结时间，混凝土的表面状态与水中不一样，测试结果误差较大。在试件表面加一层水，与水中试件条件更为接近，结果会更准确一些。

9 硬化的水下不分散混凝土性能试验

普通混凝土龄期 28d 强度基本稳定，通常以 28d 的强度代表混凝土的强度。水下不分散混凝土强度增长较慢，28d 强度尚未稳定，一般要到 90d 之后强度增长基本稳定。另外，一般工程单位在使用中对早期强度也有要求，不希望早期强度太低。所以在强度试验这一部分规定龄期为 7d、28d、90d。对于黏结劈拉强度和抗渗试验 7d 龄期意义不大，则规定测试龄期为 28d、90d。

9.4 黏结劈裂抗拉强度试验

水下不分散混凝土用于水工建筑物，经常遇到与老混凝土黏结的问题，如大坝上游面水下防渗层施工、电站护坦冲坑的修补等。新老混凝土之间黏结性能的好坏关系到施工的成败，故水下不分散混凝土对老混凝土黏结强度试验是十分必要的。本试验的操作过程并不复杂，但要取得很可靠的试验结果并不容易，因为对黏结强度有影响的因素比较多。试验方法中规定了被黏结的老混凝土的强度指标、表面清理和脱模剂的选择。被黏结的老混凝土试件 28d 抗压强度要大于 30.0MPa；表面要用钢丝刷至少刷两遍，去掉表面污物，每次刷过之后立即用自来水冲洗干净，在浇模之前放入水中并立即浇注水下不分散混凝土，试模非黏结表面要用石蜡或专用脱模剂，不得用机油、矿物油做脱模剂，因这类脱模剂容易漂浮在水中粘附在新浇混凝土表面，而影响黏结强度。