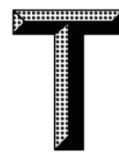


ICS 93.020  
CCS P 25



# 团 体 标 准

T/SDTRB XXXX-XXXX

## 地下工程结构用无机水性渗透结晶型 材料防水性能试验方法

Test Methods for Water Impermeability of inorganic water-based  
capillary crystallization materials Used in Underground Structures

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

山东省交通运输研究会 发布



# 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 前 言 .....             | II |
| 1 范围 .....            | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....       | 1  |
| 3 术语和定义 .....         | 1  |
| 4 试验条件 .....          | 2  |
| 5 混凝土裂缝修复性能试验 .....   | 2  |
| 6 抗渗性（混凝土渗透高度比） ..... | 8  |
| 7 新旧混凝土界面抗渗性试验 .....  | 10 |
| 8 试验报告 .....          | 15 |

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东铁路投资控股集团有限公司提出。

本文件由山东省交通运输研究会归口。

本文件起草单位：山东铁路投资控股集团有限公司、鲁南高速铁路有限公司、山东省交通科学研究院等。

本文件主要起草人：高立平 王基全 胡宗文 付建村 田月峰 郭庆亮 曹洪林 曹乾桂 周亮亮 姚希磊 王岩 姜能栋 杜继新 张占森 肖鹏 王明强 刘强 陈晓焕 裴元江 封忠意 田长超 孙万温 王兵兵 闫国庆 杨友震 钟世兴 郑江东 初林静 庄孝敏 徐小凯 季文华。

# 地下工程结构用无机水性渗透结晶型材料防水性能试验方法

## 1 范围

本文件描述了地下工程结构用无机水性渗透结晶型材料的防水性能试验方法和试验报告。

本文件适用于地下室、地下隧道、地铁等地下工程结构用无机水性渗透结晶型材料的性能测试。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 14684 建设用砂

GB/T 14685 建设用卵石、碎石

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）

GB/T 50082 混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

JG/T 249 混凝土抗渗仪

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**无机水性渗透结晶型材料** inorganic water-based capillary crystallization materials

以碱金属硅酸盐溶液为基料，加入适量催化剂、助剂，经混合反应而成，能够渗入到混凝土结构的一定深度，与水泥基材料水化产物中的氢氧化钙发生化学反应生成水化硅酸钙，具有封堵混凝土或砂浆中的毛细孔通道和裂缝功能的防水剂。[来源：T/CECS 848-2021，2.0.1，有修改]

### 3.2

**混凝土裂缝修复性能** repair performance of concrete cracks

使用无机水性渗透结晶型材料对混凝土裂缝进行修复后，通过蓄水测试渗漏水情况，判断无机水性渗透结晶型材料对混凝土裂缝的修复能力。[来源：T/CECS 848-2021，2.0.2，有修改]

## 4 试验条件

4.1 试验前试样及器具在标准试验条件下至少放置 24h。

4.2 标准试验条件：温度  $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ 。

4.3 标准养护室条件：温度  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 95%以上。

## 5 混凝土裂缝修复性能试验

### 5.1 仪器设备

#### 5.1.1 渗水速率测定装置

渗水速率测定装置应由下列部分组成（示意图见**错误!不能识别的开关参数。**）：

a) 无底量筒：透明塑料材质，底部内径应为  $(80 \pm 5) \text{ mm}$ ，容量不应小于 300mL，筒壁应带有容量刻度，分度值 10mL；

b) 量杯：2 个，容量宜为 500mL，分度值 10mL；

c) 塑料胶带：宽度不小于 20mm，用于辅助固定无底量筒；

d) 密封材料：中性硅酮密封胶（玻璃胶）或其他等效密封材料，固化后应耐水、无毒、与混凝土及塑料无化学反应；

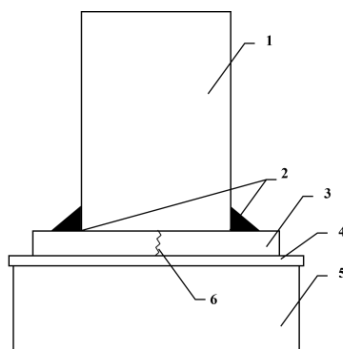
e) 秒表：分度值 1s；

f) 支架：用于水平搁置试件，支架应垂直于裂缝方向支撑，高度应使试件底面与接水容器底部保持不小于 50mm 间距；

g) 接水容器：容量不小于 500mL，用于收集渗漏水流；

h) 游标卡尺：分度值 0.02mm，用于测量裂缝宽度；

i) 金属薄片：不锈钢材质，厚度  $(0.3 \pm 0.05) \text{ mm}$ ，宽度  $(2.0 \pm 0.2) \text{ mm}$ ，长度不小于 160mm，用于预制裂缝。



1—无底量筒；2—密封材料；3—砂浆试件；4—搁置支架；5—盛水容器；6—预制裂缝；

图 1 渗水速率测定装置示意图

### 5.1.2 试模

试模应为钢模或工程塑料模，内部尺寸  $(160 \pm 1) \text{ mm} \times (130 \pm 1) \text{ mm} \times (40 \pm 1) \text{ mm}$ ，试模组装后不应漏浆，拆装方便。

### 5.1.3 其他仪器设备

仪器设备包括以下内容。

- a) 振动台：频率  $(50 \pm 3) \text{ Hz}$ ，空载振幅  $(0.5 \pm 0.1) \text{ mm}$ ；
- b) 天平：分度值  $0.1 \text{ g}$ ；
- c) 喷雾设备：雾化压力  $0.2 \text{ MPa} \sim 0.4 \text{ MPa}$ ，喷嘴孔径不大于  $0.5 \text{ mm}$ ，用于喷涂方式施作；
- d) 电热鼓风干燥箱：温度范围  $(50 \sim 200) ^\circ \text{C}$ ，分度值  $1 ^\circ \text{C}$ 。

## 5.2 试验材料及配合比

### 5.2.1 水泥砂浆

试验用水泥砂浆应按下列要求制备：

- a) 水泥：宜采用 GB 175 规定的 P · O 42.5 级普通硅酸盐水泥；
- b) 标准砂：应符合 GB/T 17671 的有关规定；
- c) 水：洁净饮用水；
- d) 胶砂配合比：水泥、标准砂、水的质量比应为  $1 : 3 : 0.5$ ；
- e) 水泥砂浆制备应按 GB/T 17671 的规定进行。

## 5.2.2 防水材料

试验用防水材料应符合下列要求：

- a) 喷涂用量： $0.5\text{kg/m}^2$ ，分 2 遍喷涂；
- b) 每遍喷涂量宜为  $0.25\text{kg/m}^2$ ，间隔时间不少于 4h，待表面干燥后进行第二遍喷涂。

## 5.3 试件制备及养护

### 5.3.1 试件制备

水泥砂浆裂缝修复性能试件应按下列步骤制备：

a) 试模准备：将试模内壁均匀涂抹脱模剂，组装试模并检查密封性。将金属薄片垂直于试模长度方向（沿 130mm 边方向）放置于试模中部，薄片下端距试模底面  $(5 \pm 1)\text{mm}$ ，薄片两侧应平行且与试模侧壁等距。金属薄片厚度应为  $(0.3 \pm 0.05)\text{mm}$ ，宽度应为  $(2.0 \pm 0.2)\text{mm}$ ，预制裂缝宽度由金属薄片厚度控制。

b) 砂浆浇筑：按 5.2.1 规定的配合比制备水泥砂浆，分两层浇筑入模，每层厚度大致相等。每层浇筑后置于振动台上振捣密实，振捣时间宜为 30s~60s，以砂浆表面泛浆、无气泡逸出为准。第二层浇筑并振捣完成后，刮平表面，确保金属薄片垂直固定于砂浆中部。

c) 拆模与裂缝成型：在实验室环境温度  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度不小于 50% 条件下静置 24h 后拆模。拆模时沿金属薄片长度方向缓慢抽出薄片，制得带预制裂缝的砂浆试件。裂缝应贯穿试件厚度方向，位于试件长度方向中部，裂缝长度宜为  $(130 \pm 2)\text{mm}$ 。用游标卡尺在裂缝两端及中部各测量 1 次裂缝宽度，取 3 次测量的算术平均值作为裂缝宽度代表值。裂缝宽度应为  $(0.3 \pm 0.05)\text{mm}$ ，超出此范围时该试件应作废。

### 5.3.2 试件养护

试件制备完成后应按下列要求进行养护：

- a) 将带预制裂缝试件置于标准养护室中养护，养护条件为温度  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 95% 以上；
- b) 养护至龄期 7d 时取出，进行初始渗水速率测定；
- c) 完成初始测定后，进行防水材料喷涂处理，处理后继续养护至修复龄期（7d、14d、28d）进行修复后渗水速率测定。

### 5.3.3 试件数量

每组试验宜制备不少于 6 个试件，其中 3 个用于初始渗水速率测定，3 个用于修复后渗水速率测定。

## 5.4 试验步骤

### 5.4.1 初始渗水速率测定 ( $Q_0$ )

初始渗水速率测定应按下列步骤进行：

- a) 试件准备：将养护至 7d 龄期的试件从养护室取出，在实验室环境下自然晾干至表面无明水。用游标卡尺复核裂缝宽度，记录裂缝宽度代表值。
- b) 量筒安装：将无底量筒底部对准试件非成型面（底面）中心区域的裂缝位置，使量筒轴线与裂缝走向垂直。用塑料胶带辅助固定量筒位置，沿量筒底部与试件接触面均匀挤注密封材料，形成连续密封带，密封带宽度不小于 5mm。密封材料固化时间不少于 2h，固化后检查密封性，应无漏气、无松动。
- c) 支架安装：将粘贴有量筒的试件水平放置于支架上，调整支架使试件底面（成型面）朝上，量筒垂直向上。支架应垂直于裂缝方向支撑，确保裂缝位于量筒正下方。在试件下方放置接水容器。
- d) 预注水排气：向无底量筒内缓慢注水，直至水流从裂缝处自然渗漏完毕，排出裂缝内空气。此步骤不计时。
- e) 正式测定：用量杯一次性向无底量筒内注入  $(300 \pm 5)$  mL 水，同时启动秒表计时。观察水流从裂缝处渗漏情况，当量筒内水流完毕（水面降至量筒底部）时停止计时，记录渗漏时间  $t$ （精确至 1s）。
- f) 重复测定：按上述步骤连续测量 2 次，2 次测量间隔时间不少于 5min，待裂缝内残留水流尽后进行下一次测量。

### 5.4.2 防水材料喷涂处理

初始渗水速率测定完成后，应按下列步骤进行防水材料喷涂处理：

- a) 试件干燥：将渗漏过水的试件置于电热鼓风干燥箱中，在  $(60 \pm 5)$  °C 条件下烘干至恒重（间隔 2h 两次称量质量差不大于 0.1g），或在实验室环境下自然晾干不少于 48h，至表面无明水、裂缝内

无积水。

b) 喷涂范围：在试件裂缝及周边 50mm 范围内喷涂防水材料。喷涂应覆盖整个裂缝及两侧各不小于 25mm 的区域，确保无漏喷。

c) 喷涂工艺：采用喷雾设备分 2 遍喷涂，每遍喷涂量宜为  $0.25\text{kg/m}^2$ 。第一遍喷涂完成后，在实验室环境下静置 4h~6h，待表面干燥（触摸不粘手）后进行第二遍喷涂。总喷涂量应为  $0.5\text{kg/m}^2$ 。

d) 修复养护：喷涂完成后，将试件置于标准养护室中继续养护，养护条件为温度  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 95% 以上。修复养护期不少于 7d，根据试验方案可分别养护至 7d、14d、28d 进行修复后渗水速率测定。

#### 5.4.3 修复后渗水速率测定 ( $Q_t$ )

修复后渗水速率测定应按下列步骤进行：

e) 试件准备：将修复养护至规定龄期（7d、14d 或 28d）的试件从养护室取出，在实验室环境下自然晾干至表面无明水。

f) 量筒安装：按 5.4.1 中第 2 款的方法重新安装无底量筒，密封材料固化后检查密封性。

g) 渗水试验：用量杯一次性向无底量筒内注入  $(300\pm 5)\text{mL}$  水，同时启动秒表计时，观察并记录下列情况：

1) 当水在 30min 内从裂缝处渗漏完毕时，记录实际渗漏时间  $t$ （精确至 1s），按 5.5.2 计算修复后渗水速率  $V_t$ ；

2) 当水在 30min 内未渗漏完毕时，记录 30min 时的实际渗水量  $V_{30}$ （mL），按 5.5.2 计算 30min 内的渗水速率  $V_{30}$ ；

3) 当水在 30min 内完全不渗漏时，保持注水状态 30min，然后将量筒内水倒出，观察并记录试件背面（成型面）裂缝处是否有湿痕。

h) 结果判定

1) 当 30min 内完全不渗漏且背面无湿痕时，判定该试件裂缝修复完全，渗水速率为 0；

2) 当 30min 内完全不渗漏但背面有湿痕时，判定该试件裂缝修复不完全，渗水速率按微量渗漏

记录;

3) 当 30min 内有渗漏时, 按实测数据计算渗水速率。

## 5.5 试验数据处理

5.5.1 初始渗水速率  $V_0$  按式 (1) 计算:

$$V_0 = \frac{300}{t} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$V_0$ ——初始渗水速率, 单位为毫升每分钟 (mL/min)。

$t_0$ ——初始渗漏时间, 单位为分钟 (min), 为 2 次连续测量时间的算术平均值。

5.5.2 修复后渗水速率  $V_t$  计算:

a) 当 30min 内有渗漏时, 按式 (2) 计算

$$V_t = \frac{300}{t} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$V_t$ ——初始渗水速率, 单位为毫升每分钟 (mL/min)。

$t_t$ ——修复后实际渗漏时间, 单位为分钟 (min)。

b) 当修复后渗水试验中, 水在 30 min 内未渗漏完毕时采用式 (3) 计算:

$$V_{30} = \frac{V'_{30}}{30} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$V_{30}$ ——30 min 内渗水速率, 单位为毫升每分钟 (mL/min);

$V'_{30}$ ——30 min 内实际渗水量, 单位为毫升 (mL);

30——恒压观测时间, 单位为分钟 (min)。

c) 若 30 min 内完全不渗漏, 则  $V_{30}=0$ 。

## 5.5.3 裂缝修复率计算

裂缝修复率应按式 (4) 计算:

$$\eta = \left(1 - \frac{V_t}{V_0}\right) \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\eta$  ——裂缝修复率（%）；

$V_t$  ——初始渗水速率，单位为毫升每分钟（mL/min）；

$V_0$  ——修复后渗水速率，单位为毫升每分钟（mL/min）。

当  $V_t=0$  时， $\eta=100$ ，表示裂缝完全修复。

6 抗渗性（混凝土渗透高度比）

6.1 仪器设备

6.1.1 喷雾设备：应符合 5.1.3 c) 的规定。

6.1.2 混凝土抗渗仪：应符合 JG/T 249 的规定；抗渗仪施加的最大水压力不应低于 2.0MPa；并宜采用全自动控制抗渗仪。

6.1.3 试模：应采用上口内部直径为 175mm、下口内部直径为 185mm、高度为 150mm 的圆台体。

6.1.4 密封材料：宜采用橡胶套等其他有效密封材料，也可以采用石蜡加松香或水泥加黄油等材料。

6.1.5 辅助设备应包括螺旋加压器、烘箱、电炉、浅盘、铁锅和钢丝刷等。

6.1.6 钢直尺：300mm，精度 1mm。

6.1.7 梯形版（图 2）应采用透明材料制成，并应画有十条等间距、垂直于梯形底线的直线。

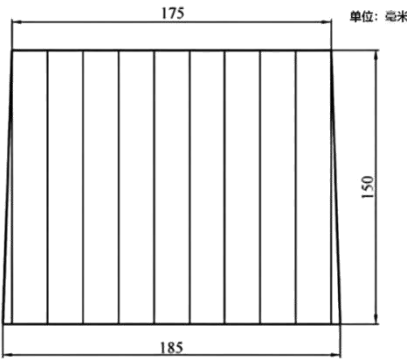


图 2 梯形板示意图

## 6.2 试验材料及配合比

6.2.1 水泥：符合 GB 175 规定的强度等级为 42.5 的硅酸盐水泥。

6.2.2 砂：符合 GB/T 14684 规定的细度模数为 2.3~3.0 的中砂。

6.2.3 碎石：符合 GB/T 14685 规定的最大粒径不超过 40mm 的碎石。

6.2.4 配制混凝土试件宜按**错误!不能识别的开关参数**。进行：

表 1 混凝土试件的建议配合比

| 水泥强度等级 | 水灰比 W/C | 每立方米混凝土材料用量 kg |     |     |      | 坍落度 mm |
|--------|---------|----------------|-----|-----|------|--------|
|        |         | 水泥             | 水   | 中砂  | 石子   |        |
| 42.5   | 0.60    | 317            | 190 | 654 | 1189 | 80±10  |

## 6.3 试件制备及养护

试件制备及养护步骤如下。

a) 在标准试验条件下，配制混凝土试件宜按**错误!不能识别的开关参数**。进行，按 GB/T 50082 成型混凝土抗渗试件。

b) 用机械拌和混凝土，振动台成型，制作(175×185×150) mm 混凝土抗渗标准试件 12 个，其中 6 个为基准混凝土试件，6 个为受检混凝土试件。

c) 成型后 24h 拆模，在(20±2)℃，相对湿度为 95%以上的条件下养护至 28d。其中 6 个基准试件继续在标准试验条件下养护至受检试件同时做抗渗试验。

d) 6 个受检试件经防水材料喷涂处理如下：防水材料用量为 0.2kg/m<sup>2</sup>。试件除去底面的脱模油，清洗干净后待表面晾干可进行首次喷涂；两次喷涂时间间隔为 24h；两次喷涂都应保证在混凝土表面湿润且无明水的情况下进行喷涂，喷涂采用横竖交叉方式，防止有遗漏之处。第二次喷涂后，移入标准养护室养护。

e) 养护到龄期 27d 三组试件一起取出，将基准混凝土和受检混凝土两组抗渗试件擦拭干净后晾干待测。

## 6.4 试验步骤

基准混凝土、受检混凝土试件的抗渗试验步骤如下：

a) 28d 基准混凝土、受检混凝土试件的抗渗压力按 GB/T 50082 渗水高度法进行。

b) 抗渗试验结束后将试件进行破型，在底边均匀取 10 点，用钢直尺逐个测量基准试件和受检试件的渗透水高度，取 6 个试件的渗水高度的平均值作为渗透高度，精确至 1mm。若基准试件在 0.8MPa 时已开始渗水，则应重新制备试件进行试验。

6.5 试验数据处理

受检混凝土与基准混凝土的渗透高度比按公式（5）计算，精确至 1%。

$$R_h = \frac{h_c}{h_0} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $R_h$ ——受检混凝土与基准混凝土渗透高度比，%；
- $h_c$ ——受检混凝土平均渗透高度，单位为毫米（mm）；
- $h_0$ ——基准混凝土平均渗透高度，单位为毫米（mm）。

7 新旧混凝土界面抗渗性试验

7.1 仪器设备

- 7.1.1 喷雾设备：应符合 5.1.3 c) 的规定。
- 7.1.2 混凝土抗渗仪：应符合 6.1.3 的规定。
- 7.1.3 试模：应符合 6.1.3 的规定。
- 7.1.4 密封材料：应符合 6.1.4 的规定。
- 7.1.5 辅助设备：应符合 6.1.5 的规定。
- 7.1.6 钢直尺：应符合 6.1.6 的规定。
- 7.1.7 梯形板：应符合 6.1.7 的规定
- 7.1.8 T 型板（图 3）应采用透明亚克力板制成，厚度不小于 5mm；其中长板为上口内部直径为 175mm、下口内部直径为 185mm、高度为 160mm 的梯形版，短板为高度应为上口内部直径为 87.5mm、下口内部直径为 92.5mm、高度为 160mm 的梯形版。

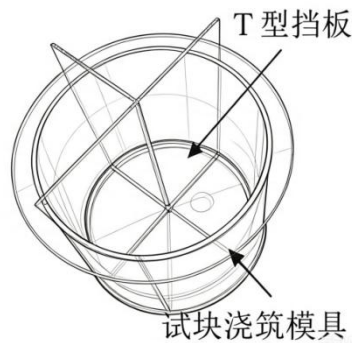


图 3 T 型板示意图

7.1.9 聚氨酯发泡胶（泡沫填缝剂）：单组分，膨胀率适中，固化后硬度不低于邵氏 A 30；

7.1.10 钢丝刷：钢丝直径 0.3mm~0.5mm，刷宽不小于 100mm；

7.1.11 凿毛设备：宜采用气动凿毛机或电动凿毛机，工作气压 0.6MPa~0.8MPa，凿毛头宜采用硬质合金钢钎，钎头宽度（6±1）mm；或采用机械刻槽装置，配备金刚石切割片，片厚（3±0.2）mm；

7.1.12 灌砂法粗糙度测量装置：包括 2mm 厚透明亚克力围板、标准砂（粒径 0.60mm~1.18mm，经烘干处理）、量筒（分度值 1mL）、天平（分度值 0.1g）；

## 7.2 试验材料及配合比

7.2.1 混凝土试验材料及配合比应参考实际使用混凝土设计配合比。

7.2.2 密封材料：聚氨酯发泡胶，发泡膨胀后应能完全填充 T 型板与试模间缝隙，且不与混凝土发生化学反应。

## 7.3 试件制备及养护

### 7.3.1 试模准备与封堵

将 T 型亚克力透明板放置于抗渗模具中，调整位置使 T 型板垂直于模具底面且居中。采用聚氨酯发泡胶沿 T 型板与模具内壁的缝隙均匀注入，填充深度不小于缝隙深度的 2/3，待发泡胶完全固化（不少于 2h）后，检查密封性，确保无漏浆通道。

### 7.3.2 第一次浇筑与半圆台试块成型

将拌合均匀的混凝土浇筑至抗渗模具高度的 1/2 处，分两层入模，每层厚度大致相等。将模具置于振动台上振捣密实，振捣时间宜为 30s~60s，以混凝土表面泛浆、无气泡逸出为准。振捣完成后，刮平表面，在实验室环境温度（20±5）℃、相对湿度不小于 50%条件下静置 24h。

### 7.3.3 拆模与端面处理

静置 24h 后拆模，用钢丝刷沿试块上下端面垂直于界面方向往复刷除水泥浆膜，直至露出粗骨料或砂浆毛面，刷除深度宜为 1mm~2mm。清理完成后，制得半圆台试块。

#### 7.3.4 第一次养护

将半圆台试块置于标准养护室中养护，养护条件为温度  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 95% 以上。养护至龄期 7d 时取出，准备二次浇筑。

#### 7.3.5 界面处理（凿毛或刻槽）

将养护至 7d 的半圆台试块取出后，对施工缝界面进行粗糙度处理。处理方式分为凿毛法和刻槽法，应符合下列规定。

a) 凿毛法：采用气动凿毛机，工作气压 0.6MPa~0.8MPa，凿毛头与界面夹角宜为  $45^\circ \sim 60^\circ$ 。凿毛深度宜为 3mm~5mm，以露出 1/3 粗骨料为宜；凿点间距宜为 10mm~15mm，呈梅花形均匀布置；凿毛面积率应不小于 90%。

b) 刻槽法：采用机械刻槽装置，在界面上切割平行槽或交叉网格槽。槽深宜为 3mm~4mm，槽宽宜为 3mm~5mm，槽间距宜为 10mm~15mm；当采用交叉网格槽时，槽与槽夹角宜为  $90^\circ$ 。刻槽应贯穿整个界面，槽形应完整，无崩边掉角现象。

c) 界面处理后，采用洁净水冲洗表面，清除浮浆、碎屑及松散颗粒，静置至表面无明水。

#### 7.3.6 界面粗糙度测量

界面粗糙度应采用灌砂法测量，测量步骤如下：

a) 将处理后的试件界面朝上水平放置，用 2mm 厚透明亚克力板围合界面区域，围板高度不小于 20mm；

b) 向内缓慢注入经烘干、粒径 0.60mm~1.18mm 的标准砂，采用振动台轻振（振幅不大于 0.2mm）使砂面与界面最高点齐平；

c) 将界面上的砂全部收集，采用量筒测量体积  $V$ （精确至 1mL），或采用天平称量质量  $G$ （精确至 0.1g）；

d) 按式（6）计算平均灌砂深度  $H$ ，作为界面粗糙度表征值：

$$H = \frac{V}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$H$ ——平均灌砂深度，单位为毫米（mm）；

$V$ ——灌砂体积，单位为立方毫米（ $\text{mm}^3$ ）；

$A$ ——界面面积，单位为平方毫米（ $\text{mm}^2$ ），取试件截面积。

### 7.3.7 界面防水处理

在施工缝界面喷涂无机水性渗透结晶性材料。喷涂应采用喷雾设备，分两道进行：第一道喷涂量宜为  $(0.3 \pm 0.05) \text{ kg/m}^2$ ，间隔 4h~6h 待表面干燥后喷涂第二道，第二道喷涂量宜为  $(0.2 \pm 0.05) \text{ kg/m}^2$ 。喷涂应均匀覆盖整个界面，无漏喷、流挂现象。喷涂完成后，在实验室环境下静置 12h~24h，使材料充分渗透结晶。

### 7.3.8 第二次浇筑与完整试块成型

将经界面处理并喷涂防水材料的半圆台试块重新放置于抗渗试模中，调整位置使施工缝位于试件高度中部。浇筑剩余 1/2 试模高度的混凝土，采用振动台振捣密实，振捣时间宜为 30s~60s。振捣完成后刮平表面，在实验室环境温度  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 、相对湿度不小于 50% 条件下静置 24h。

### 7.3.9 拆模

静置 24h 后拆模，检查试块外观，施工缝应位于试块高度中部，界面清晰，无错位、缺角等缺陷。

### 7.3.10 试件养护

试件拆模后应置于标准养护室中养护，养护条件为温度  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度 95% 以上。半圆台试块应在上述条件下养护至二次浇筑龄期 7d；完整施工缝试块成型后应继续在上述条件下养护至 28d。养护期间试件间隔不小于 20mm，表面应保持湿润，不得有滴水直接冲刷。

## 7.4 试验步骤

### 7.4.1 试件状态检查

试件状态检查步骤如下。

a) 试验前检查试件外观，施工缝应位于试件高度中部，界面清晰，无错位、缺角、裂缝等缺陷。

b) 清除试件侧面浮浆、松散颗粒及油污，用洁净抹布擦拭干净，在实验室环境下自然晾干至表面无明水。

### 7.4.2 密封处理

密封处理步骤如下。

a) 密封圈安装：在试件侧面上下两端各套设一道橡胶密封圈。胶圈应紧贴试件外表面，无扭曲、无破损、无卷边；下口胶圈应完全嵌入试件下口与钢模的间隙中，上口胶圈应环绕试件上口一周。安装后轻拉胶圈，检查其回弹复位良好。

b) 施工缝边缘密封处理：当试验渗透水压恒压 1.0MPa 时，宜采用密封胶圈密封即可；当试验渗

透水压超过 1.0MPa 时，应采用密封胶圈并配合防水涂料共同密封。防水涂料应按液料与粉料体积比 1:1.2 配制，采用机械搅拌不少于 3min，至均匀无结块。用刮刀将涂料均匀涂抹于试件整个侧面，厚度宜为 1.5mm~2.0mm；在施工缝界面周边（沿施工缝上下各延伸不小于 20mm）应重点涂抹，形成宽度不小于 40mm 的加强密封带。当需涂抹两层时，应待第一层表干（触摸不粘手，约 2h~4h）后再涂第二层，总厚度宜为 2.0mm~3.0mm。

c) 密封检查：密封完成后，目视检查试件侧面无漏涂、无气泡、无裂纹；密封胶圈无移位、无破损、无挤出变形。

#### 7.4.3 加压试验

加压试验步骤如下。

a) 将装好试件的抗渗钢模安装于抗渗仪上，按 GB/T 50082 渗水高度法进行；根据混凝土设计抗渗等级，设定试验水压力值。

b) 启动抗渗仪，在 5min 内将水压升至设定值，并恒压 24h。恒压期间水压力波动范围应控制在设定值的 $\pm 0.05\text{MPa}$ 以内。

c) 恒压期间应随时观察试件周边渗水情况。当试件周边出现渗水或压力无法维持时，应立即停止试验，记录此时的水压力及时间，检查密封状况后重新试验。

#### 7.4.4 脱模与劈裂

恒压结束后，关闭抗渗仪，缓慢卸除水压至零。将抗渗钢模从抗渗仪上取下，置于装脱模劈裂一体机上，施加压力将试件从钢模中顶出，完成脱模。将脱模后的试件置于劈裂夹具中，沿试件直径方向施加劈裂力，将试件劈裂为两半。劈裂面应平整，通过施工缝界面。

#### 7.4.5 渗水高度测量

将劈裂后的半块试件水平放置，以试件底面（加压时的迎水面）为基准线。将劈裂面底边（直径方向）10 等分，用测量板或钢直尺测量各等分点处的渗水高度，精确至 0.5mm。当渗水痕迹沿施工缝集中分布时，应单独记录施工缝界面处的渗水高度。取各测点渗水高度的算术平均值作为该试件的渗水高度代表值。并观察并记录劈裂面的渗水痕迹形态，包括渗水范围、是否沿施工缝集中渗透、有无明显渗水通道等。

#### 7.5 试验数据处理

渗透系数用式（7）计算。

$$K_r = \frac{a\bar{h}^2}{2TH} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$K_r$ ——相对渗透系数，单位为厘米每小时（cm/h）；

$a$ ——混凝土吸水率，一般为 0.03；当对精度有较高要求或混凝土配合比特殊时，按 SL 352 的有关规定实测；

$\bar{h}$  ——单组 6 个试件的平均渗水高度，单位为厘米（cm）；

$T$ ——恒压时间，单位为小时（h）；

$H$ ——水压力，以水头高度表示（单位为厘米 cm），1MPa 水压对应 10200cm 水头高度。

8 试验报告

试验报告内容至少应包括：

- a) 受检单位及产品名称；
- b) 本文件编号、检测项目；
- c) 试样编号、规格尺寸及数量；
- d) 检验类别；
- e) 检测环境；
- f) 所用的主要仪器设备；
- g) 试验结果；
- h) 观察到的异常现象；
- i) 检测单位、检测人、审核人、日期及其他。