

### 内养生水泥混凝土技术规程

Technical code of practice for internal curing of concrete

2022 - 06 - 24 发布

2022 - 07 - 30 实施



## 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 基本规定 .....	2
5 材料技术要求 .....	2
5.1 一般规定 .....	2
5.2 高吸水性树脂 .....	2
6 混凝土技术要求 .....	3
7 配合比设计方法 .....	3
7.1 一般规定 .....	3
7.2 配合比设计 .....	4
8 生产和施工质量控制 .....	4
8.1 一般规定 .....	4
8.2 拌合物生产及运输 .....	4
8.3 路面及桥面铺装混凝土施工 .....	5
8.4 桥涵结构混凝土施工 .....	5
8.5 大体积混凝土施工 .....	6
9 质量检测和验收 .....	6
9.1 一般规定 .....	6
9.2 路面及桥面铺装混凝土 .....	6
9.3 桥涵结构混凝土 .....	6
9.4 大体积混凝土 .....	6
附录 A（规范性） 混凝土高吸水性树脂相容性快速测试方法 .....	7
附录 B（规范性） 高吸水性树脂的吸液/吸水倍率测试方法 .....	9
附录 C（规范性） 高吸水性树脂的释液特性试验方法 .....	10
附录 D（规范性） 混凝土自收缩变形试验方法 .....	11
附录 E（规范性） 早期抗裂性试验方法 .....	13





## 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某些专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西壮族自治区交通运输厅提出并宣贯。

本文件由广西交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：广西交科集团有限公司、广西北部湾投资集团钦州至北海高速公路改扩建工程建设指挥部、广西新恒通高速公路有限公司、广西路桥工程集团有限公司、广西西江集团红花二线船闸有限公司、广西宽扩建设工程有限公司。

本文件主要起草人：周胜波、韦勇克、冯学茂、刘家庆、谢政专、何廷全、张仰鹏、贤有汞、熊剑平、杨凯吕、潘荣建、农纪源、王泽能、李威、陈宇、韦港荣、谢树志、李用鹏、王建军、焦晓东、黄建勇、翁贻令、张建球、周军、蒋春钢。



# 内养生水泥混凝土技术规程

## 1 范围

本文件界定了内养生水泥混凝土技术涉及的术语和定义,规定了内养生水泥混凝土的材料技术要求、配合比设计方法、生产和施工质量控制、质量检测和验收的要求。

本文件适用于广西壮族自治区行政区域内水泥混凝土路面、桥面铺装、桥涵结构物和其它应用内养生技术的混凝土。

## 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/T176 水泥化学分析方法
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 22875—2018 纸尿裤和卫生巾用高吸收性树脂
- GB 50164 混凝土质量控制标准
- JC/T 681 行星式水泥胶砂搅拌机
- JC/T 2551 混凝土高吸水性树脂内养护剂
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JTG/T F30 公路水泥混凝土路面施工技术细则
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**内养生** internal curing

向混凝土内部引入养护用水,可持续提供水化需水,补偿水分蒸发和自干燥失水。

### 3.2

**内养生材料** internal curing materials

在混凝土水硬化过程中,可以持续提供自由水分,起到内养护作用的高吸水材料。

### 3.3

**高吸水性树脂** super absorbent resin

一种能吸收数倍至数百倍于自身质量的水,掺入水泥基材料中能起到内养护作用,减少自收缩的聚合物材料。

### 3.4

**内养生水泥混凝土** internal curing concrete

向混凝土掺入内养生材料作为养护剂的水泥混凝土。

3.5

**保水性 moisture retention**

内养生材料在新拌混凝土中吸收水分并能保持一定时间不释水的性能。

3.6

**释水性 desorption properties**

在混凝土持续水化过程中，能够释放出预吸收水分的性能。

3.7

**碱容性 alkaline compatibility**

固体颗粒树脂在碱性溶液或者其他碱液中具有的吸液特性。

3.8

**体积稳定性 volume stability**

在受外部约束和环境温湿度作用条件下，混凝土抵抗收缩和膨胀变形的能力。

3.9

**自收缩 autogenous shrinkage**

密封条件下，由于水泥水化造成的绝对体积减小。

3.10

**吸液倍率 absorption rate**

在规定条件下，混凝土内养生材料在碱性溶液中吸收的液体质量与其自身质量之比。

## 4 基本规定

- 4.1 内养生水泥混凝土的内养生材料宜选用高吸水性树脂，具有良好的保水性、释水性和碱容性。
- 4.2 内养生用水应计入混凝土水胶比中，总水胶比和胶凝材料用量应满足应用场合的控制要求。
- 4.3 内养生水泥混凝土应有良好的体积稳定性、自收缩小，混凝土的各项性能应满足应用场合的要求。
- 4.4 大体积水泥混凝土采用内养生技术延迟或降低水化热温升时，应进行专项设计。
- 4.5 干燥环境及薄壁结构混凝土采用内养生时，应采取内养生与表面养生综合养生措施。

## 5 材料技术要求

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 路面用内养生水泥混凝土原材料应符合 JTG/T F30 的规定。
- 5.1.2 桥涵结构物用内养生水泥混凝土原材料应符合 JTG/T 3650 的规定。
- 5.1.3 其他领域用内养生水泥混凝土原材料应符合 GB 50164 的规定。
- 5.1.4 混凝土外加剂应符合 GB 8076 的规定。
- 5.1.5 外加剂及矿物掺合料与内养生材料之间应具有良好的相容性，应按附录 A 验证。

### 5.2 高吸水性树脂

- 5.2.1 混凝土内养生材料用的高吸水性树脂应符合 JC/T 2551 的规定。
- 5.2.2 高吸水性树脂的通用性能应符合表 1 的要求。
- 5.2.3 高吸水性树脂的控制指标应符合表 2 的要求。
- 5.2.4 高吸水性树脂以 20 t 为一批，每批取样数量不少于 2 kg，按表 1 和表 2 的项目的检验方法进行检验，各项技术指标和控制指标应符合要求。

表1 高吸水性树脂的技术要求

项目	单位	指标	检查方法
残留单体（丙烯酸）	mg/kg	≤800	GB/T 22875—2018中附录A
挥发物含量	%	≤10.0	GB/T 22875—2018中附录B
碱含量控制	%	≤7	GB/T 176
氯离子含量	%	≤0.1	JC/T 2551
pH	/	4.0~8.0	GB/T 22875—2018中附录C
密度	g/cm <sup>3</sup>	0.65~0.7	GB/T 22875—2018中附录E
细度	目	140~400	JTG 3420
外观	/	色泽均一	目测

表2 高吸水性树脂的控制指标

项目	指标	检查方法
吸水倍率	≥300	按附录B
释碱液特性	释放	按附录C
吸碱液倍率	≥10	按附录B

## 6 混凝土技术要求

- 6.1 路面用内养生水泥混凝土的施工性能、弯拉强度、耐磨性和抗滑性应符合 JTG/T F30 的规定。
- 6.2 桥涵结构用内养生水泥混凝土的施工性能、抗压强度和耐久性应符合 JTG/T 3650 的规定。
- 6.3 内养生水泥混凝土的通用技术指标应符合表 3 的规定。

表3 内养生水泥混凝土的技术指标要求

项目	指标	检查方法
凝结时间差/min	初凝	0~+120
	终凝	
坍落度比/%	≥90或基准值-50 mm	JTG 3420
抗压强度比/%	7 d	≥90
	28 d	≥100
自收缩率比/%	28 d	≤30
弯拉强度比 (%)		≥100
早期塑性开裂率比/%		≤20

注：路面混凝土检验弯拉强度比；桥涵结构混凝土检验抗压强度比。路面混凝土、桥面铺装混凝土、高性能及超高性能混凝土检验自收缩比和早期塑性开裂比。

## 7 配合比设计方法

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 路面用内养生水泥混凝土基准配合比按弯拉强度进行设计，设计方法及步骤应符合 JTG/T F30

的规定。

7.1.2 桥涵结构用内养生水泥混凝土基准配合比按抗压强度进行设计，强度等级为 C60 以下的混凝土配合比设计方法及步骤应符合 JGJ 55 的要求；强度等级大于或等于 C60 时，应根据水胶比控制要求进行特殊设计。

7.1.3 内养生水泥混凝土配合比设计宜在基准配合比设计的基础上，确定内养生材料用量及内养生用水量，内养生用水量计入混凝土水胶比中。

## 7.2 配合比设计

7.2.1 根据内养生水泥混凝土的应用场合和设计目标要求，确定基准配合比，测定基准配合比混凝土的凝结时间和塌落度。

7.2.2 路面和桥面铺装混凝土，应检验基准配合比混凝土的 7 d 和 28 d 弯拉强度，符合 JTG/T F30 的要求；混凝土自收缩率和塑性收缩开裂率应控制在允许范围内。

7.2.3 桥涵结构混凝土、高性能和超高性能混凝土，应检验基准配合比混凝土的 7 d 和 28 d 抗压强度，符合 JTG/T 3650 的要求；高性能和超高性能混凝土，应检验混凝土的自收缩率和塑性收缩开裂率，控制在允许范围以内。

7.2.4 内养生水泥混凝土配合比设计中，内养生材料的掺量宜为胶凝材料用量的 0.1%~0.3%，由内养生材料的吸液倍率及设计目标要求确定，优先掺量为胶凝材料用量的 0.2%。

7.2.5 内养生水泥混凝土的单位用水量应根据基准混凝土的水胶比及施工性能要求确定：

- a) 当基准混凝土的水胶比 $\geq 0.43$ 、每立方米混凝土中内养生材料吸液量 $\leq 10$  kg 时，内养生水泥混凝土可不增加额外用水量，可通过适当调整减水剂掺量，满足混凝土施工性能要求；
- b) 当基准混凝土的水胶比 $< 0.43$  时，应按下列情况调整内养生水泥混凝土的用水量：
  - 1)  $0.38 < \text{水胶比} < 0.43$  时，考虑吸液量后内养生水泥混凝土的水胶比 $\leq$ 基准配合比水胶比 $+0.02$ ；
  - 2)  $0.30 < \text{水胶比} \leq 0.38$  时，考虑吸液量后内养生水泥混凝土的水胶比 $\leq$ 基准配合比水胶比 $+0.02$ ，塌落度不低于基准配合比塌落度 $-50$  mm；
  - 3) 水胶比 $\leq 0.30$  时，应按内养生材料的吸液量增加额外用水量，并调整胶凝材料用量及外加剂用量，保证混凝土施工性能符合要求。

7.2.6 测定内养生水泥混凝土的表观密度，校正每立方米内养生水泥混凝土的材料用量，按表 3 的检验项目及方法检验内养生水泥混凝土的施工性能、抗裂性能和强度，应符合要求。

7.2.7 大体积内养生水泥混凝土应根据水化热温升控制要求确定内养生材料用量及额外需水量，考虑内养生材料吸液量后，混凝土单位用水量、水胶比及水化热温升应符合大体积混凝土的控制要求。

## 8 生产和施工质量控制

### 8.1 一般规定

8.1.1 路面和桥面铺装内养生水泥混凝土的施工应符合 JTG/T F30 的规定。

8.1.2 桥涵结构内养生水泥混凝土的施工应符合 JTG/T 3650 的规定。

8.1.3 内养生水泥混凝土施工环境最大风速 $\leq 8$  m/s， $5$  °C $\leq$ 环境温度 $\leq 35$  °C，平均相对湿度 $\geq 30\%$ 。

### 8.2 拌合物生产及运输

8.2.1 内养生水泥混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，搅拌机的出料容量不宜小于  $1\text{ m}^3$ 。

8.2.2 测定内养生材料的吸液量及外加剂浓度，内养生材料的吸液量及外加剂的含水量应计入搅拌用水量中。

8.2.3 混凝土生产前应测定原材料的含水率，混凝土用水量应扣除原材料含水量，当粗集料含水率 $\leq 0.2\%$ 或细集料含水率 $\leq 0.3\%$ 时，集料含水量可不扣除。

8.2.4 混凝土的原材料应采用自动控制的计量设备进行计量，计量偏差应符合表4的规定。

表4 原材料每盘称量的允许偏差

材料名称	允许偏差 (%)
内养生材料	$\pm 1$
水泥、矿物掺合料	$\pm 1$
粗、细骨料	$\pm 2$
水、外加剂	$\pm 1$

8.2.5 内养生材料宜与细集料同时掺加，外加剂宜与搅拌用水同时掺加，胶凝材料、粗细集料和内养生材料加入搅拌机后，宜干拌5s~7s，再均匀分散加入外加剂和水，加水时间不宜超过10s。

8.2.6 全部原材料投入搅拌机后，宜根据搅拌叶片行程或搅拌电流控制搅拌时间，搅拌叶片三分之二高度处的平均行程不宜小于120m，搅拌电流达到稳定后宜继续搅拌5s~10s。最长搅拌时间不准超过最佳搅拌时间的3倍。

8.2.7 内养生水泥混凝土的匀质性应符合GB 50164的要求。

8.2.8 路面及桥面铺装用内养生水泥混凝土宜采用自卸汽车运输，最长运输时间不宜超过30min，当1h的塌落度满足施工要求时，最长运输时间不准超过1h。

8.2.9 桥涵结构混凝土宜采用混凝土搅拌运输车运输，当混凝土2h的塌落度符合施工要求时，最长运输时间不宜超过1h，运输过程中搅拌筒的旋转次数不宜超过90转。

### 8.3 路面及桥面铺装混凝土施工

8.3.1 路面内养生水泥混凝土采用滑模摊铺施工时，振捣系统的振动频率宜选用高频率区间，振捣系统的振动频率宜 $\geq 150$ Hz。

8.3.2 路面内养生水泥混凝土采用三辊轴摊铺整平工艺施工时，排式振捣机的振动频率宜 $\geq 180$ Hz，三辊轴摊铺机的振动整平遍数不宜大于3遍。

8.3.3 路面内养生成型过程中，应控制提浆厚度，防止内养生材料颗粒上浮至路表面聚集，内养生材料明显上浮时，应采用整平板、刮尺或刮板压入混凝土内部。

8.3.4 桥面铺装内养生水泥混凝土宜采用三辊轴摊铺整平工艺施工，施工过程中不宜采用插入式振动机内部振捣，表面浮浆应刮除。

8.3.5 路面内养生水泥混凝土应采用薄膜覆盖养生综合养生工艺，混凝土初凝后应及时覆盖薄膜，防止水分蒸发损失；桥面铺装内养生水泥混凝土宜采用养生剂养生与薄膜覆盖养生综合养生工艺，混凝土初凝后应及时采用养生剂养生，并覆盖薄膜。养生期间7d内不宜洒水。

### 8.4 桥涵结构混凝土施工

8.4.1 桥涵结构内养生水泥混凝土从混凝土搅拌运输车中卸料前，宜搅拌5s~10s再卸料，卸料后宜直接入模或采用输送泵入模；采用吊斗入模时，应缓慢起吊，防止内养生材料上浮。

8.4.2 桥涵结构内养生水泥混凝土宜采用高频振捣，插入式振动棒的振动频率宜 $\geq 150$ Hz，附着式振动器的振动频率宜 $\geq 120$ Hz。

8.4.3 桥涵结构内养生水泥混凝土宜采用覆盖薄膜养生工艺，养生期间7d内不宜洒水或喷淋。

8.4.4 水下混凝土及长期受浸水影响的混凝土不宜采用内养生水泥混凝土。

## 8.5 大体积混凝土施工

- 8.5.1 大体积内养生水泥混凝土宜采用分层浇筑。
- 8.5.2 大体积水泥混凝土采用内养生措施时，内部降温措施应考虑内养生材料额外吸水的降温作用。
- 8.5.3 大体积内养生水泥混凝土除应采取内养生和内部降温措施外，宜采取外部覆盖保温、保湿措施。

## 9 质量检测和验收

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 路面内养生水泥混凝土的质量检测和验收应符合 JTG/T F30 及 JTG F80/1 的规定。
- 9.1.2 桥涵结构混凝土和大体积混凝土的质量检测和验收应符合 JTG/T 3650 和 JTG F80/1 的规定。
- 9.1.3 内养生材料应有出厂合格证或出厂检验报告，符合表 1 和表 2 的规定。

### 9.2 路面及桥面铺装混凝土

- 9.2.1 内养生水泥混凝土路面的强度采用钻芯取样劈裂抗拉强度试验进行评定，换算成弯拉强度的代表值应符合要求。
- 9.2.2 内养生水泥混凝土路面表面硬度采用表面回弹值进行评价，高速及一级公路水泥混凝土路面表面回弹值应不低于 40，二级及以下公路混凝土路面表面回弹值应不低于 37。
- 9.2.3 内养生水泥混凝土路面不应有明显的塑性收缩裂缝和温度翘曲裂缝，有表面裂缝的内养生水泥混凝土路面应进行处理。
- 9.2.4 内养生桥面铺装水泥混凝土应在内养生的基础上，采取养护剂与表面覆盖养生的综合养生措施。

### 9.3 桥涵结构混凝土

- 9.3.1 桥涵结构内养生水泥混凝土的强度应采用标准温度条件下薄膜覆盖养生 28 d 的抗压强度评定，抗压强度代表值及极值应符合要求。
- 9.3.2 内养生水泥混凝土分层施工时，分层表面应无明显的水泥砂浆及内养生材料颗粒聚集，硬化混凝土的接缝应进行凿毛处理。
- 9.3.3 桥涵结构内养生水泥混凝土应采取薄膜包裹，防止水分蒸发损失，养生期间 7 d 内不宜洒水。

### 9.4 大体积混凝土

- 9.4.1 大体积内养生水泥混凝土分层施工和内部温度降低值应符合设计要求，外部应采取保温保湿措施。
- 9.4.2 大体积内养生水泥混凝土分层浇筑时，分层表面应无明显水泥砂浆及内养生材料聚集。
- 9.4.3 大体积内养生水泥混凝土应采取覆盖塑料薄膜和保温材料，防止水分蒸发和失温。



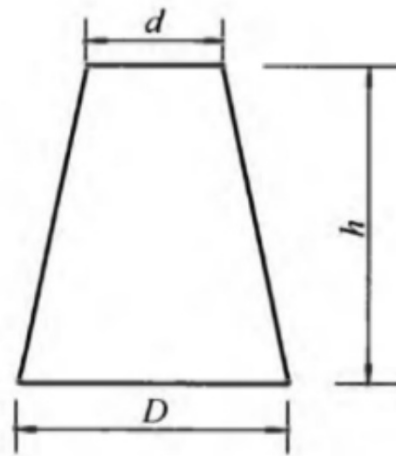
附录 A  
(规范性)  
混凝土高吸水性树脂相容性快速测试方法

A.1 试验仪器

A.1.1 水泥胶砂搅拌机应符合JC/T 681的有关规定。

A.1.2 砂浆扩展度筒应采用内壁光滑无缝的筒状金属制品见图A.1，尺寸应符合下列要求：

- a) 筒壁厚度不应小于 2 mm；
- b) 上口内径  $d$  尺寸为  $50\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ ；
- c) 下口内径  $D$  尺寸为  $100\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ ；
- d) 高度  $h$  尺寸为  $150\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 。



图A.1 砂浆扩展度筒示意图

A.1.3 其他应符合下列要求：

- a) 捣棒采用直径为  $8\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$ 、长为  $300\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  的钢棒，端部应磨圆；
- b) 玻璃板的尺寸应为  $500\text{ mm} \times 500\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ ；
- c) 应采用量程为 500 mm 分度值为 1 mm 的钢直尺；
- d) 应采用分度值为 0.1 s 的秒表；
- e) 应采用分度值为 1 s 的时钟；
- f) 应采用量程为 100 g、分度值为 0.01 g 的天平；
- g) 应采用量程为 5 kg、分度值为 1 g 的台秤。

A.1.4 试验所用原材料、配合比及环境条件应符合下列规定：

- a) 应采用工程实际使用的高吸水性树脂、外加剂、水泥和矿物掺合料；
- b) 工程实际使用的砂，应筛除粒径大于 5 mm 以上的部分，并应自然风干至气干状态；
- c) 砂浆配合比应采用与工程实际使用的混凝土配合比中去除粗骨料后的砂浆配合比，砂浆总量不应小于 1.0 L。

A.1.5 砂浆初始扩展度应符合下列要求：

- a) 普通砂浆初始扩展度应为  $260\text{ mm} \pm 20\text{ mm}$ ；
- b) 掺加高吸水性树脂的砂浆初始扩展度应大于或等于 250 mm。

A.1.6 试验应在砂浆成型室标准试验条件下进行，试验室温度应保持在  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应低于 50%。

## A.2 试验步骤

- A.2.1 将玻璃板水平放置，用湿布将玻璃板、砂浆扩展度筒搅拌叶片及搅拌锅内壁均匀擦拭，使其表面润湿。
- A.2.2 将砂浆扩展度筒置于玻璃板中央，并用湿布覆盖待用。
- A.2.3 按砂浆配合比的比例分别称取水泥、矿物掺合料、砂、高吸水性树脂、水及外加剂待用。
- A.2.4 内养生材料为粉状，先将胶凝材料、砂、高吸水性树脂及外加剂加入搅拌锅内预搅拌10 s，再加入水。
- A.2.5 加水后立即启动胶砂搅拌机，并按胶砂搅拌机程序进行搅拌，从加水时刻开始计时。
- A.2.6 搅拌完毕，将砂浆分两次倒入砂浆扩展度筒，每次倒入约筒高的1/2，并用捣棒自边缘向中心按顺时针方向均匀插捣15下，各次插捣应在截面上均匀分布。插捣筒边砂浆时，捣棒可稍微沿筒壁方向倾斜。插捣底层时，捣棒应贯穿筒内砂浆深度，插捣第二层时，捣棒应插透本层至下一层的表面。插捣完毕后，砂浆表面应用刮刀刮平，将筒缓慢匀速垂直提起，10 s后用钢直尺量取相互垂直的两个方向的最大直径，并取其平均值为砂浆扩展度。
- A.2.7 砂浆初始扩展度未达到要求时，应调整外加剂的掺量，并重复A.2.1~A.2.6的试验步骤，直至砂浆初始扩展度达到要求。
- A.2.8 将试验砂浆重新倒入搅拌锅内，并用湿布覆盖搅拌锅，从计时开始后10 min、30 min、60 min，开启搅拌机，快速搅拌1 min，按A.2.7步骤测定砂浆扩展度。

## A.3 试验结果评价

应符合下列规定：

- a) 应根据高吸水性树脂掺量和砂浆扩展度经时损失判断高吸水性树脂的相容性；
- b) 试验结果有异议时，可按实际混凝土配合比进行试验验证；
- c) 应注明所用高吸水性树脂、外加剂、水泥、矿物掺合料和砂的品种、等级、生产厂及试验室温度、湿度等。

## 附录 B (规范性)

### 高吸水性树脂的吸液/吸水倍率测试方法

#### B.1 试验仪器

B.1.1 分析天平：量程0 g~200 g，最小分度值为0.000 1 g。

B.1.2 纸质茶袋：尺寸为60 mm×85 mm。

B.1.3 夹子：固定茶袋用。

#### B.2 试验步骤

吸液/吸水倍率测试按照以下步骤：

- a) 吸液/吸水倍率测试吸收液：
  - 1) 饱和氢氧化钙吸收液：称取 3 g 分析纯氢氧化钙，加入到 1 L 蒸馏水中，注入聚乙烯容器中，密封放置清亮，用吸管吸取上层清液即得到饱和氢氧化钙吸收液；
  - 2) 吸水倍率：采用蒸馏水。
- b) 称量 0.2 g 高吸水性树脂试样，精确至 0.01 g，并将该质量计作 ( $m$ )，所有试样倒入茶袋底部；
- c) 密封茶袋并浸泡在饱和氢氧化钙溶液或蒸馏水中，浸泡时间 30 min；
- d) 将装有试样的茶袋拿出，用夹子悬挂起来，静止状态下滴液 10 min；
- e) 称量装有试样茶袋的质量 ( $m_1$ )；
- f) 空白茶袋重复上述实验，称量空白茶袋重量 ( $m_2$ )。

#### B.3 数据分析处理

吸液/吸水倍率按式 (B.1) 计算，结果取整数。

$$\beta = (m_1 - m_2) / m \quad \text{..... (B.1)}$$

式中：

- $\beta$ ——吸液/吸水倍率；  
 $m_1$ ——装有试样茶袋的质量，单位为克 (g)；  
 $m_2$ ——空白实验茶袋的质量，单位为克 (g)；  
 $m$ ——称取试样的质量，单位为克 (g)。

注：同时进行三次测试，并取其算术平均值作为测试结果，结果精确至小数点后一位。如果其中一次测量超过中间值15%时，取中值作为样品吸液倍率测试结果，当有两个测量超过中间值15%时应重新测试。

附录 C

(规范性)

高吸水性树脂的释液特性试验方法

C.1 试验仪器

C.1.1 分析天平：量程0 g~200 g，最小分度值为0.000 1 g。

C.1.2 纸质茶袋：尺寸为60 mm×85 mm。

C.1.3 夹子：固定茶袋用。

C.2 实验步骤

实验步骤如下：

- a) 称量 0.2 g 试样，精确至 0.01 g，并将该质量计作 ( $m$ )，所有试样倒入茶袋底部；
- b) 密封茶袋并浸泡在饱和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液装有待测液的烧杯中，直至吸液饱和；
- c) 将装有试样的茶袋拿出，滤去茶袋及烧杯多余液体；
- d) 称量装有试样茶袋的质量（记为  $m_t$ ），并置于恒温环境中；
- e) 每隔 1 h 称重一次（记为  $m_{t-1}$ ）。

C.3 数据分析处理

失水率按式 (C.1) 计算，结果保留0.1%。

$$R = (m_t - m_{t-1})/m_t \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$R$ ——失水率%；

$m_t$ —— $t$ 时刻高吸水性树脂和吸液量的总质量，单位为克 (g)；

$m_{t-1}$ —— $t-1$ 时刻高吸水性树脂和吸液量的总质量，单位为克 (g)。

注：同时进行三次测试，并取其算术平均值作为测试结果，结果精确至小数点后一位。如果其中一次测量超过中间值15%时，取中值作为样品吸液倍率测试结果，当有两个测量超过中间值15%时应重新测试。

附录 D  
(规范性)  
混凝土自收缩变形试验方法

## D.1 试验仪器

### D.1.1 试模

规格为100 mm×100 mm×400 mm或100 mm×100 mm×515 mm的金属试模，两个端板的中心有放置测钉的孔，用于安装测钉。

### D.1.2 测钉

以不锈钢的金属制成。

### D.1.3 测长仪器

D.1.3.1 测量标距为540 mm~600 mm，允许偏差为0.01 mm的测微计（附有标准棒）。

D.1.3.2 其他测长仪，至少达到0.002%的相对测量精度。

D.1.3.3 测量混凝土变形的装置应具有殷钢或石英玻璃制作的标准杆，以便在测量前及测量过程中校核仪器的读数。

### D.1.4 干缩室（箱）

室（箱）内控温为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $60\%\pm 5\%$ 。室（箱）内配有温度、湿度自动记录仪，记录温度、湿度变化。置于恒温室中的干缩箱内应放干燥剂去湿。

### D.1.5 非标准干缩室

干缩试件放在室内控温为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于50%非标准条件下养护。

### D.1.6 非标准养护室

室内控温为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度大于50%非标准条件下养护。

## D.2 试验步骤

D.2.1 干缩率试验以三个试件为一组。混凝土的拌合、成型按JTG 3420的规定进行。

D.2.2 如果采用预埋测钉，将干净的测钉安置在试模两头端板的中心孔中。成型试件的过程中，应防止测钉脱落。试件成型后送养护室养护，约2 h~4 h后抹平表面，并防止水珠滴在试件表面。试件应带模养护1 d~2 d(视当时混凝土实际强度而定)。

D.2.3 如果采用后埋测钉，成型试件后，试件应带模养护1 d~2 d(视当时混凝土实际强度而定)。拆模后，立即用环氧树脂或其它化学粘结剂加固轴心测钉，且对试件全表面进行覆盖薄膜放至标准养护室或非标准养护室养护。

D.2.4 试件应在3 d龄期(从搅拌混凝土加水时算起)从标准养护室或非标准养护室取出，并立即移入干缩室内测定初始长度(含测头)。初始长度应重复测定三次，取算术平均值作为基准长度的测定值。

D.2.5 从移入干缩室日起计算，在1 d、3 d、7 d、14 d、28 d、60 d、90 d、120 d、150 d、180 d测定试件的长度。

D.2.6 测量前应先用标准杆校正仪器的零点,并应在半天的测定过程中至少校核1~2次(其中一次在全部试件测读完后)。如复核时发现零点与原值的偏差超过±0.01 mm,应调零后重新测定。

D.2.7 试件每次在收缩仪上放置的位置、方向应保持一致。为此,应在试件上标明相应的记号。试件在放置及取出时应仔细,不能碰撞表架及表杆,否则应重新校核零点。每次读数应重复3次。

D.2.8 试件经测长和称量后,将底面架空置于不吸水的硬质网格垫板上,连同垫板放在试件架上,试件之间的间距应不小于30 mm。

注:湿试件和干试件应分开储存。

D.2.9 如需测定混凝土自收缩试件,在3 d龄期时从标准养护室取出立即密封处理。密封处理可采用金属套或蜡封,采用金属套时试件装入后应盖严焊死,不准许留有任何缝隙。外露的测头周围应用石蜡封堵。封蜡时至少应涂蜡3次,每次涂蜡前应用浸蜡的纱布裹严蜡封完毕后应套塑料布。

D.2.10 收缩试验期间,试件应无质量变化,在180 d内质量变化不超过10 g,否则无效。

### D.3 数据分析处理

某一龄期混凝土的干缩率按式(D.1)计算:

$$S_d = (X_{01} - X_{t1})/L_0 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

$S_d$ ——龄期d天的混凝土干缩率,单位为百分比(%);

$X_{01}$ ——试件的初始长度(含测头),单位为毫米(mm);

$X_{t1}$ ——龄期t天时干缩长度测值(含测头),单位为毫米(mm);

$L_0$ ——试件的测量标距,等于混凝土试件的长度(不计测头凸出部分)减去2倍测头埋入深度,单位为毫米(mm)。

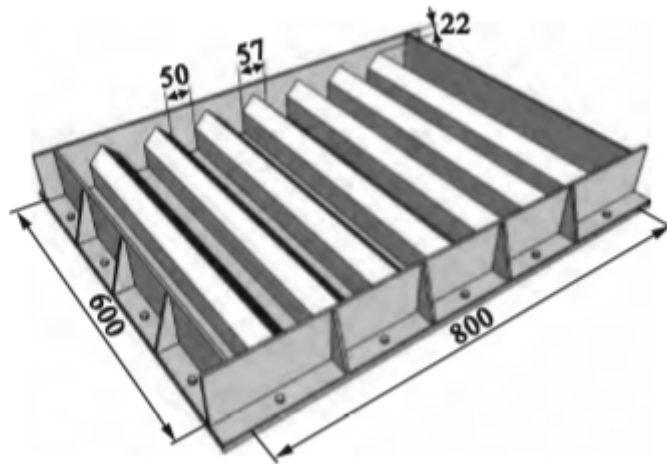
取3个试件干缩率的算术平均值作为试验结果,干缩率计算精确至0.0001%。

附录 E  
(规范性)  
早期抗裂性试验方法

### E.1 仪器设备

E.1.1 本方法应采用尺寸为800 mm×600 mm×100 mm的平面薄板型试件，每组应至少2个试件。混凝土骨料最大公称粒径不应超过31.5 mm。

E.1.2 混凝土早期抗裂试验装置应采用钢制磨具，磨具的四边(包括长侧板和段测板)宜采用槽钢或者角钢焊接而成，侧板厚度不应小于5 mm，模具四边与底板宜通过螺栓固定在一起，见图E.1。



图E.1 混凝土早期抗裂试验装置示意图

E.1.3 模具内应设有7根裂缝诱导器，裂缝诱导器可分别用50 mm×50 mm、40 mm×40 mm角钢与5 mm×50 mm钢板焊接组成，并应平行于模具短边。底板应采用不小于5 mm厚的钢板，并应在底板表面铺设聚乙烯薄膜或者聚四氟乙烯做隔离层。模具应作为测试装置的一个部分，测试时应与试件连接在一起。

E.1.4 风扇的风速应可调，并且应能够保证试件表面中心处的风速不小于5 m/s。

E.1.5 温度计精度不应低于±0.5 ℃。相对湿度计精度不应低于±1%。风速计精度不应低于±0.5 m/s。

E.1.6 刻度放大镜的放大倍数不应小于40倍，分度值不应大于0.01 mm。

E.1.7 照明装置可采用手电筒或者其他照明装置。

E.1.8 钢直尺的最小刻度应为1 mm。

### E.2 试验步骤

E.2.1 试验宜在温度为(20±2) ℃，相对于湿度为(60±5)%的恒温湿度室中进行。

E.2.2 将混凝土浇筑至模具内以后，应立即将混凝土摊平，且表面应比模具边框略高。可使用平板表面振捣器或者采用振捣棒插捣，应控制好振捣时间，并应防止过振和欠振。

E.2.3 在振捣后，应用抹子整平表面，并应使骨料不外露，且应使表面平实。

E.2.4 应在试件成型30 min后，立即调节风扇位置和风速，使试件表面正中心上方100 mm处风速(5±0.5) m/s，并应使风向平行于试件表面和裂缝诱导器。

E.2.5 试验时间应从混凝土搅拌加水开始计算，应在(24±0.5) h测读裂缝。当一个刀口上有两条裂缝时，可将两条裂缝的长度相加，折算成一条裂缝。

E.2.6 裂缝宽度应采用放大倍数至少40倍的读数显微镜进行测量，并应测量每条裂缝的最大宽度。

E.2.7 平均裂缝面积、单位面积的数目和单位面积上的总开裂面积应根据混凝土浇筑24 h测量得到裂缝数据来计算。

E.3 数据分析处理

采用裂缝宽度观测仪采集塑性裂缝，试验结果计算及确定按（E.1~E.3）规定：

a) 每条裂缝的平均开裂面积应按式（E.1）计算：

$$a = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (W_i \times L_i) \dots\dots\dots (E.1)$$

b) 单位面积的裂缝数目应按式（E.2）计算：

$$b = \frac{N}{A} \dots\dots\dots (E.2)$$

c) 单位面积上的总开裂面积应按式（E.3）计算：

$$c = a \times b \dots\dots\dots (E.2)$$

式中：

*a*——每条裂缝的平均开裂面积（mm<sup>2</sup>/条）；

*N*——总裂缝数目，单位为条；

*W<sub>i</sub>*——第*i*条裂缝的最大宽度，单位为毫米（mm）；

*L<sub>i</sub>*——第*i*条裂缝的长度，单位为毫米（mm）；

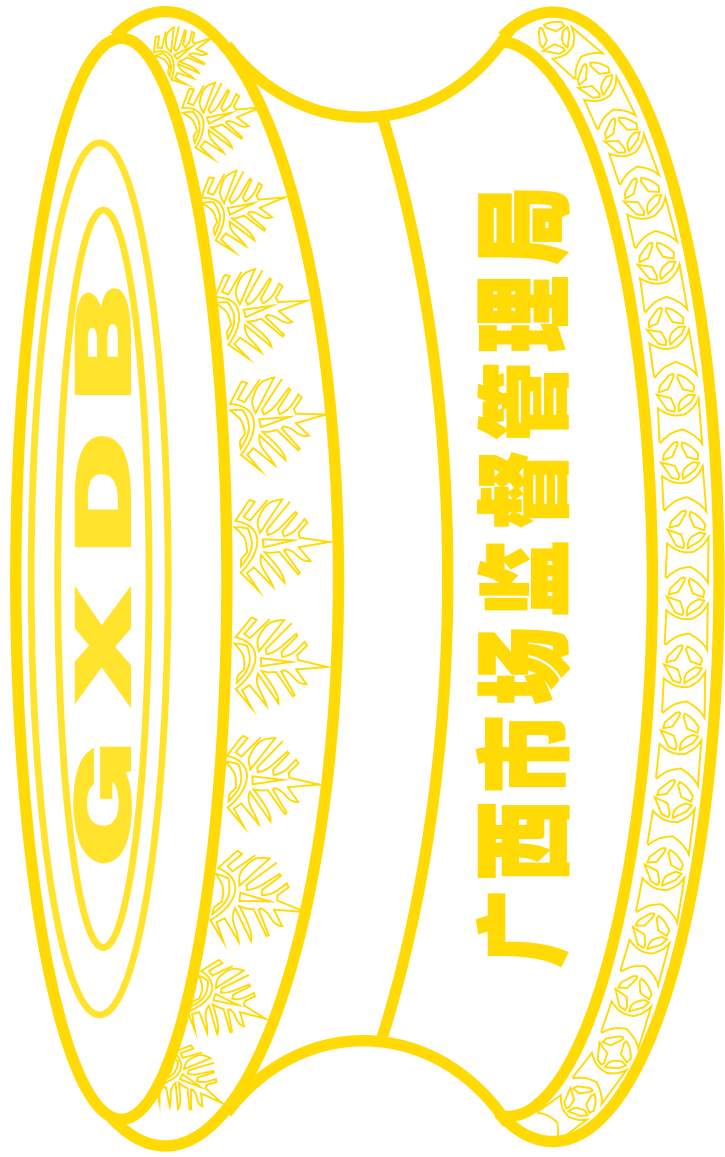
*b*——单位面积的裂缝数目（条/m<sup>2</sup>）；

*A*——平板的面积；

*c*——单位面积上的总开裂面积（mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>）。







**GXDB**

**广西市场监督管理局**

中华人民共和国广西地方标准

内养生水泥混凝土技术规程

DB 45/T 2528—2022

广西壮族自治区市场监督管理局统一印刷

版权专有 侵权必究