

Ics 91. 120. 30

Q17

T/SZWA003__2020

深圳市防水行业协会标准

混凝土内掺型自修复防水材料及施工 技术规程

Specification for self_repairing waterproof material and construction
technology of concrete

中国建材工业出版社



统一书号:155160 • 3656

定 价:36.00 元

深圳市防水行业协会标准

混凝土内掺型自修复防水材料及施工 技术规程

specification for self_repairing waterproof material and construction
technology of concrete

T/SZWA003_2020

2020_08_25 发布

2020_09_25 实施

深圳市防水行业协会 发布

科洛防水技术集团

科洛防水技术集团有限公司

科洛防水技术集团有限公司

科洛防水技术集团有限公司

科洛防水技术集团有限公司

科洛防水技术集团有限公司

科洛防水技术集团有限公司

深圳市防水行业协会标准

混凝土内掺型自修复防水材料及施工技术规程

Specification for self-repairing waterproof material and construction
technology of concrete
T/SZWA003_2020

出版：中国建材工业出版社

地址：北京市海淀区三里河路 11 号

印刷：北京印刷集团有限责任公司

开本：850mm×1168mm 1/32 印张：1.25 字数：40 千字
2022 年 12 月第一版 2022 年 12 月第一次印刷

统一书号：155160 • 3656

定价：36.00 元

版权所有 翻印必究

(邮政编码 100044)

本社网址：www.jcbs.com

深圳市防水行业协会关于发布团体标准 《混凝土内掺型自修复防水材料及施工 技术规程》的公告

深防协发〔2020〕10号

根据国家标准化管理委员会《团体标准管理规定》的有关要求，由深圳市防水行业协会会同有关单位共同编制的《混凝土内掺型自修复防水材料及施工技术规程》，经组织专家审查，现批准发布，编号为 T/SZWA003_2020，自2020年9月25日起实施。

本标准由深圳市防水行业协会负责管理及具体内容的解释。

深圳市防水行业协会

2020年8月25日

科洛自防水技术集团有限公司

前 言

为规范和更好推广混凝土内掺型自修复防水材料在混凝土工程中的应用，依据国家标准化管理委员会《团体标准管理规定》的有关要求，结合混凝土内掺型自修复防水材料在地下工程、隧涵、管廊、桥梁、水坝、水池、屋面等防水工程中的应用与实践经验，在广泛征求意见的基础上编制本文件。

本文件内容包括：总则、术语、基本规定、材料、设计、施工、验收。

本文件由深圳市防水行业协会负责解释。为了促使混凝土内掺型自修复防水材料技术在应用中不断得到完善，保证工程质量，请各单位在执行本文件的过程中，注意积累资料，总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄送深圳市防水行业协会（深圳市振华路 8 号设计大厦 1426 室，邮编 518031），供今后修订时参考。

主 编 单 位：深圳市防水行业协会

深圳市新黑豹建材有限公司

常伟股份有限公司

深圳市房屋安全和工程质量检测鉴定中心

参 编 单 位：深圳市建筑工程质量安全监督总站

深圳市建筑科学研究院股份有限公司

深圳大学建筑设计研究院有限公司

深圳市土木建筑学会

国控基业（北京）科技有限公司

上海凯顿百森建筑材料科技发展有限公司

深圳市先泰实业有限公司

金华市欣生沸石开发有限公司

科洛结构自防水技术（深圳）有限公司

科顺防水科技股份有限公司

深圳市卓宝科技股份有限公司

佛山市源水通防水材料有限公司

南京晶磊兴建材有限公司

深圳市地下空间防水工程有限公司

深圳市教授协会防水专家委员会

深圳市土木建筑学会防水专业委员会

主要起草人：瞿培华 王荣柱 徐伟杰 郑伟 刘小斌

王莹 易举 秦绍元 刘福义 张道真

梁国柱 叶学平 邓腾 陈俊 杨飞

叶吉 林旭涛 徐荣彬 陈春红 姜鼎昌

王伟伟 饶陈 杨鸣 黄佳萍

主要审查人：朱国梁 朱祖熹 陆松润 张慧敏 宁琳

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	材料	5
4.1	混凝土原材料性能	5
4.2	混凝土内掺型自修复防水材料的掺量	6
5	设计	7
6	施工	9
7	验收	12
7.1	自修复防水材料的质量控制	12
7.2	自修复防水材料进场检验	13
7.3	工程验收	13
附录 A	混凝土内掺型自修复防水材料相容性快速试验方法	15
附录 B	混凝土裂=自修复性能试验方法	18
附录 C	产品生产企业目录	24
	本文件用词说明	27
	引用标准名录	28

科洛自防水技术集团有限公司

1 总 则

1·0·1 为规范和促进混凝土内掺型自修复防水材料（以下简称“自修复防水材料”）在防水工程中的应用，提升防水混凝土的抗渗性能，减少混凝土的开裂，改善混凝土性能，提高混凝土工程质量，满足设计和施工要求，做到技术先进、安全可靠、经济合理、节能环保，制定本文件。

1·0·2 本文件适用于混凝土内掺型自修复防水材料在混凝土工程中的应用。

1·0·3 自修复防水材料在防水混凝土工程中的应用，除应符合本文件外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 混凝土内掺型自修复防水材料 self_repairing waterproof material mixed in concrete

一种掺入至水泥混凝土拌合物中使用，能与水泥水化产物发生反应生成不溶于水的针状晶体，具有填塞和修复混凝土结构中的毛细孔隙和微细裂=功能的防水材料，包括水泥基渗透结晶型防水剂和无机硅质防水混合材。

2.0.2 水泥基渗透结晶型防水剂 cement based permeable crystalline waterproofing agent

以碱金属盐或碱土金属盐、络合化合物组成的活性化学物质为主要成分配制成的混凝土用防水添加剂。

2.0.3 无机硅质防水混合材 inorganic siliceous waterproof ad_mixture

以氧化硅、氧化铝等活性矿物质为主要成分配制成的混凝土用防水添加剂。

2.0.4 活性化学物质 active chemicals

由碱金属盐或碱土金属盐络合化合物复配而成，或以氧化硅、氧化铝等活性矿物质为主要成分，能与水泥的水化产物发生反应生成不溶于水的结晶体的化学物质。

2.0.5 自修复能力 self healing ability

掺入混凝土中的活性化学物质，在有水渗入的情况下，与水泥中的水化产物结合生成不溶于水的结晶体，可以填塞防水混凝土中的毛细孔隙和微细裂=，达到自愈修复的目的。

2.0.6 相容性 compatibility

自修复防水材料与混凝土中胶凝材料、骨料、其他外加剂相匹配时，拌合物的流动性及其经时变化的程度。

3 基本规定

3.0.1 掺自修复防水材料的混凝土用于有抗渗要求的混凝土工程,主要包括:地下工程、隧涵、管廊、桥梁、水坝、水池、屋面等防水工程。

3.0.2 当建筑地下工程的底板和侧墙不具备外防水的施工条件,应采用掺自修复防水材料的混凝土,并应采取施工保证措施。

条文说明:掺自修复防水材料的混凝土单独使用时可达到表面无渗漏无湿渍,可用于现场不具备迎水面施工外防水的一级防水工程,如深层地下室基础的底板、侧墙等。当地下室底板采用抗浮锚杆,且锚杆密集,设置外防水层穿孔后易形成渗漏点,难以保证防水层的施工质量;以及地下室侧壁采用地下连续墙,或支护桩与地下室侧墙之间距离小,无外防水施工的安全操作空间时,应采用掺自修复防水材料的防水混凝土。

应采取施工措施,如:适当增加地下室底板底筋保护层厚度;混凝土浇筑过程中应加强振捣,保证混凝土的密实度;加强混凝土的养护等。

3.0.3 当自修复防水材料与其他混凝土外加剂同时使用时,应经试验验证,并确保混凝土性能满足设计和施工要求后再使用。

3.0.4 试配掺自修复防水材料的混凝土应采用工程实际使用的原材料,检测项目应根据设计和施工要求确定,检测条件应与施工条件相同,当工程所用原材料或混凝土性能要求发生变化时,应重新试配。

3.0.5 掺自修复防水材料的混凝土应检验自修复防水材料与其他混凝土原材料的相容性,符合要求后再使用。相容性试验应按

本文件附录 A 的方法进行。

3·0·6 掺自修复防水材料的混凝土工程的性能及技术指标，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010\《地下工程防水技术规范》GB50108\《混凝土质量控制标准》GB50164\《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107\《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476_2019 的有关规定。

3·0·7 掺自修复防水材料的防水混凝土工程的设计和使用年限与建筑主体结构寿命相同。

4 材 料

4.1 混凝土原材料性能

4.1.1 混凝土内掺型自修复防水材料的性能应符合表4.1.1要求，其中第1至11项指标按《水泥基渗透结晶型防水材料》GB18445的检测方法进行，第12项指标检测方法详见本标准附录B。

表 4.1.1 混凝土内掺型自修复防水材料性能指标

序号	试验项目		性能指标
1	外观		均匀、无结块
2	含水率/%		≤ 1.5
3	细度, 0.63mm 筛余/%		≤ 5
4	氯离子含量/%		≤ 0.10
5	总碱量/%		报告实测值
6	减水率/%		< 5
7	含气量/%		≤ 3.0
8	凝结 时间差	初凝/min	> 90
		终凝/h	--
9	抗压强 度比/%	7d	≥ 100
		28d	≥ 100
10	收缩率比/%, 28d		≤ 110
11	混凝土抗 渗性	掺防水剂混凝土的抗渗压力/Mpa, 28d	报告实测值
		抗渗压力比/%, 28d	≥ 200
		掺防水剂混凝土的第二次抗渗压力/Mpa, 56d	报告实测值
		第二次抗渗压力比/%, 56d	≥ 150
12	裂=修复系数/%, 28d		≥ 25

4.1.2 掺自修复防水材料的混凝土宜选用普通硅酸盐水泥。有抗硫酸盐要求时，宜选用抗硫酸盐硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥，并应经试验确定，所用水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175 的规定。

4.1.3 掺自修复防水材料的混凝土所用砂、石应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52 的规定，宜采用最大粒径不大于 25mm 连续级配的石子。

4.1.4 所用粉煤灰和粒化高炉矿渣粉等矿物掺合料，应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 和《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定，硅灰应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 的规定。

4.1.5 掺自修复防水材料的混凝土用水包括拌合用水和养护用水，应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63 的规定。

4.2 混凝土内掺型自修复防水材料的掺量

4.2.1 自修复防水材料的掺量应以防水材料质量占混凝土中胶凝材料总质量的百分数表示。

4.2.2 防水材料应按供方推荐掺量掺加。

4.2.3 应采用工程实际使用的原材料和配合比，对混凝土的性能要求、施工与气候条件、缓凝和原材料等因素经试验确定。

5 设计

5.1 地下工程掺自修复防水材料混凝土的结构设计，应符合下列规定：

5.1.1 掺自修复防水材料的混凝土，若用于一级或二级防水设计，可减少一道迎水面防水层。

5.1.2 地下工程掺自修复防水材料的混凝土，抗裂=自修复能力宽度不得小于 0.3mm。结构抗裂=验算宽度不得大于 0.2mm；强度等级应不低于 C30，抗渗设防等级应符合表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 内掺型自修复防水材料混凝土的设计抗渗等级

工程埋置深度 H/m	H<5	5 ≤H<10	10 ≤H<20	H≥20
设计抗渗等级	P6	P8	P10	P12

5.1.3 水剂型的内掺型自修复防水材料，在配合比中只能替换等量的水；粉剂型的自修复防水材料，在配合比中只能替换等量的细骨料，均不得减少配合比中的水泥用量。

5.1.4 地下工程内掺自修复防水材料的混凝土结构，构件的最小厚度应符合表 5.1.4 的规定。

表 5.1.4 混凝土构件的最小厚度

构件名称	底板	侧墙	顶板
最小厚度/mm	400	300	200

5.1.5 地下工程采用掺自修复防水材料的混凝土顶板，应在迎水面至少设计一道柔性防水层；种植顶板的柔性防水层应采用耐根穿刺的防水材料。

5.2 混凝土垫层应满足下列要求：

5.2.1 混凝土垫层的强度等级应不低于 C15，厚度宜不小于 150mm。

5.2.2 基础下设抗拔锚杆时，垫层厚度宜不小于 200mm。

5.2.3 当基础置于岩石类地基上时，宜在混凝土垫层下设置滑动层。

5.3 掺自修复防水材料的混凝土后浇带应符合下列规定：

5.3.1 在底板后浇带处迎水面的垫层上，应增设一道柔性附加防水层，宽度应超出后浇带每边不小于 500mm；同时底板后浇带的背水面，应连续抹厚度不小于 20mm 的防水砂浆，或涂刷不少于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料，或喷涂其他防水液，宽度应超出后浇带每边不小于 500mm。

5.3.2 侧墙后浇带处，应在迎水面增设一道柔性附加防水层，宽度应超出后浇带每边不小于 500mm；侧墙后浇带的背水面同时还应增设附加防水增强层，连续抹厚度不小于 10mm 的防水砂浆，或涂刷不少于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料，或喷涂其他防水液，宽度应超出后浇带每边不小于 500mm。

5.3.3 顶板后浇带处，迎水面应增设一道柔性附加防水层，宽度应超出后浇带每边不小于 500mm。

6 施 工

6.1 防水混凝土施工前，施工单位应编制专项施工方案和技术交底，主要包括下列内容：

6.1.1 工程概况、施工段划分、施工流向、施工进度计划、资源配制、机械设备计划、劳动力进场计划、组织机构、管理网络、平面布置要求、垂直水平运输方法、相关混凝土分部和分项工程的施工方法、检查验收要求、季节性施工技术措施、安全生产、文明施工措施等。

6.1.2 混凝土运输、浇筑、振捣、拆模、养护施工要求、节点构造、施工=处理措施等。

6.1.3 施工方法、步骤、预计发生施工=的留置方法和预备接=处理的材料及环境条件发生变化时的应急措施等。

6.1.4 混凝土搅拌、运输、浇筑、振捣、养护、拆模等关键工序的衔接，设备和人力的配备，施工质量控制措施及其检查方法。

6.1.5 混凝土主体防水构造做法及质量检查方法。

6.1.6 节点构造、接=处理措施等应做出专门的操作细则和质量检查方法。

6.2 防水混凝土配合比的设计，可按照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 规定的方法进行。同时应符合本文件规定。

6.3 混凝土厂拌和

6.3.1 配合比确定后，须于搅拌站内进行搅拌试验，并进行必要的调整，以确认正怯生产的防水混凝土的质量能符合本文件之规定。

6.3.2 搅拌站料仓、计量器、校正用标准砝码、给水等计量设

备的精度要求须符合标准规定。有需求时，相关方可委托有资质的检测机构对混凝土原材料质量、生产配合比进行检验和验证，检验和验证结果应符合标准和设计要求。

6.4 防水混凝土出厂时，混凝土车前须置放有掺自修复防水材料标识牌。

6.5 地下工程施工垫层前，必须将地下水降至垫层以下，严禁在垫层面有明水的环境下浇筑底板混凝土。

6.6 防水混凝土宜分层浇筑，上下层间隔时间不得超过下层混凝土初凝时间。

6.7 混凝土浇筑与捣实应符合《地下工程防水技术规范》GB 50108_2008 第4章地下工程混凝土结构防水相关规定。

6.7.1 防水混凝土应分区浇筑，各区的浇筑顺序、分层高度与泵送设备位置应于施工计划书中说明，并经审查同意后方可执行。

6.7.2 防水混凝土运抵工地时，应先核对送货单上资料，包括运输车号、工程名称、送达地点、设计坍落度、设计强度、自修复防水材料的品种、掺量、抗渗等级、出厂时间等，并确认为本工程所需混凝土，以免误用。

6.7.3 混凝土搅拌站供料应配合现场自修复防水混凝土的浇筑速度，避免浇筑中断或待料过久的情形发生。

6.7.4 浇筑作业时，自修复防水混凝土出厂至泵送前的待料时间应不超过初凝时间，超过初凝时间严禁使用。

6.7.5 浇筑过程中，承包商应指派有经验工程人员随时检查模板状况，如发现沉陷、变形、变位、扭转或严重漏浆等情形时，应立即停止浇筑，经检查并加强稳固后，方可继续浇筑。

6.8 在炎热天气下浇筑时，泵送管应覆盖湿润麻布袋降温，以维持新拌混凝土温度不因泵送而升高。若混凝土在初凝前，表面

已产生塑性裂=或塑性沉降裂=，应进行二次压实抹平。

6.9 防水混凝土中心温度与表面温度的差值不应大于 25℃，表面温度与大气温度的差值不宜大于 20℃，温降梯度不得大于 3℃/d，应采取保温保湿的养护措施。

6.10 防水混凝土养护应符合《地下工程防水技术规范》GB 50108_2008 第 4 章地下工程混凝土结构防水之规定。

防水混凝土终凝后应立即进行养护，养护时间不得小于 14d。

6.10.1 水平构件，防水混凝土振捣找平、抹平完成后，应立即采用塑料薄膜覆盖混凝土表面，防止表面水分蒸发过快，或终凝后覆盖麻袋等吸水性好的养护材料定时浇水养护；也可以采用蓄水养护的办法。

6.10.2 垂直构件，防水混凝土终凝后及时在结构顶端安设多孔淋水管养护，达到拆模强度后及时松动对拉螺栓，使墙体与模板之间有 2mm~ 5mm 的=隙，确保上部淋水进入模板与墙体间，也可采取其他保湿养护措施。

6.10.3 当采用喷涂养剂养护时，应确保不漏喷和保湿效果。

防水混凝土养护，喷淋于混凝土表面的养护水温度与混凝土表面温度，二者温度不宜大于 15℃。当环境发生急剧变化时(如暴雨、气温骤降等)应采取相应的保温保湿措施。

7 验 收

7.1 自修复防水材料的质量控制

7.1.1 进入施工现场的自修复防水材料，必须具有生产厂家提供的产品合格证及产品说明书等技术文件。供方应向需方提供下列质量证明文件：

- 1 型式检验报告。
- 2 出厂检验报告与合格证。
- 3 产品说明书。

7.1.2 自修复防水材料进场时，同一供方、同一品种的应按本文件规定的检验项目与检验批量进行检验与验收，检验样品应随机抽取。防水掺合料批量进货应与留样一致，应经检验合格后再使用。

7.1.3 进场检验合格的自修复防水材料标识应清楚。

7.1.4 当同一品种外加剂的供方、批次、产地和等级等发生变化时，应调整混凝土配合比，检验混凝土的强度和掺和性能，应合格并满足设计和施工要求后再使用。

7.1.5 粉状防水材料应防止受潮结块，有结块时应进行检验，合格者应经粉碎至全部通过公称直径为 $630\mu\text{m}$ 方孔筛后再使用；液体防水材料应贮存在密闭容器内，并应防晒和防冻，有沉淀、异味、漂浮等现象时，应经检验合格后再使用。

7.1.6 自修复防水材料计量系统在投入使用前，应经标定合格后再使用，标识应清楚，计量应准确，计量允许偏差应为 $\pm 1\%$ 。

自修复防水材料在贮存、运输和使用过程中应根据不同种类和品种分别采取安全防护措施。

7.2 自修复防水材料进场检验

7.2.1 自修复防水材料应按每 50t 为一检验批，不足 50t 时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两等份：其中一份应按本文件第 7.2.2 条规定的项目进行检验；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

7.2.2 自修复防水材料进场检验项目应包括细度、含水率、减水率、抗压强度、自修复能力。

7.3 工程验收

7.3.1 一般规定

1 防水混凝土工程质量验收的程序和组织，应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的有关规定。

2 防水混凝土的质量应满足现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB50208 及相关规范和材料标准的要求。

3 防水混凝土的质量验收应在施工单位自行检查合格后进行，由施工单位提出申请，由监理、建设单位技术负责人组织验收，并形成验收文件和图像资料。

4 对出现渗漏现象的工程不予验收。

7.3.2 主控项目

1 施工单位应提供防水混凝土的设计文件、专项施工方案和施工记录。

2 施工单位应提供防水混凝土的各种原材料的出厂合格证和现场抽检、检验报告，不合格材料不得在工程中使用。

3 防水混凝土的各类型防水材料的技术指标必须符合本文

件表 4. 1. 1 条的指标和设计要求。

4 各类型防水材料的掺量配合比应符合原材料标准并经试配检测合格。

5 防水混凝土的抗压试件、抗渗试件应在浇筑地点制作并在标准条件下养护，连续浇筑混凝土每 500m³ 应留置一组抗渗试件（每组 6 个试件），每工作班不少于一组，每项工程不少于两组。

6 混凝土的抗压强度、抗渗等级和收缩率比必须符合设计要求。

7.3.3 一般项目

1 混凝土结构表面应平整，不得有蜂窝、露筋等缺陷。

2 混凝土表面裂缝宽度应不大于 0.2mm，且不得有贯通裂缝。

3 混凝土结构施工后，检查发现有渗水裂缝或渗水面后，要绘制展开图和文字记录，工程验收前仍未自愈的，要进行补强堵漏处理直至完全无渗漏，验收时应提供渗水和补强堵漏记录及图像资料。

附录 A 混凝土内掺型自修复防水材料相容性快速试验方法

A·1 本试验方法适用于自修复防水材料与胶凝材料、细骨料和其他外加剂的相容性试验。

A·2 试验所用仪器设备应符合下列规定：

1 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/T681 的有关规定。

2 砂浆扩展度筒应采用内壁光滑无接口的筒状金属制品(图 A.2)，尺寸应符合下列要求：

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

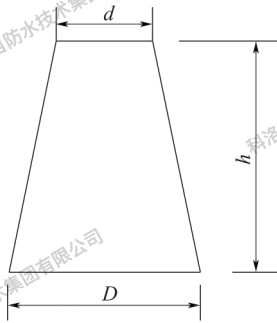


图 A.2 砂浆扩展度筒示意

3 捣棒应采用直径为 $8\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 、长为 $300\text{mm}\pm 3\text{mm}$ 的钢棒，端部应磨圆；玻璃板的尺寸应为 $500\text{mm}\times 500\text{mm}\times 5\text{mm}$ ；

应采用量程为500mm、分度值为1mm的钢直尺；应采用分度值为0.1s的秒表；应采用分度值为1s的时钟；应采用量程为100g、分度值为0.01g的天平；应采用量程为5kg、分度值为1g的台秤。

A.3 试验所用原材料、配合比及环境条件应符合下列规定：

1 应采用工程实际使用的自修复防水材料、水泥、矿物掺合料和其他外加剂。

2 工程实际使用的砂，应筛除粒径大于5mm以上的部分，并应自然风干至气干状态。

3 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，水胶比应降低0.02，砂浆总量不应小于1.0L。

4 砂浆初始扩展度应为 $350\text{mm}\pm 20\text{mm}$ 。

5 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 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应低于50%。

A.4 试验方法应按下列步骤进行：

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。

2 将砂浆扩展度筒置于玻璃板中央，并用湿布覆盖待用。

3 按砂浆配合比的比例分别称取自修复防水材料、水泥、矿物掺合料、砂、水及其他外加剂待用。

4 自修复防水材料为粉状时，先将胶凝材料、砂及防水材料加入搅拌锅内预搅拌10s，再将其他外加剂和水混合均匀后加入；防水材料为液体时（如有），先将胶凝材料、砂加入搅拌锅内预搅拌10s，再将防水材料、其他外加剂与水混合均匀后加入。

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。

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，10S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。

7 砂浆初始扩展度未达到要求时，应调整其他外加剂的掺量，并重复本条第 1~6 款的试验步骤，直至砂浆初始扩展度达到要求。

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 10min、30min、60min，开启搅拌机，快速搅拌 1min，按本条第 7 款步骤测定砂浆扩展度。

A.5 试验结果评价应符合下列规定：

- 1 应根据砂浆扩展度经时损失判断外加剂的相容性。
- 2 试验结果有您议时，可按实际混凝土配合比进行试验验证。
- 3 应注明所用自修复防水材料、其他外加剂、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 混凝土裂=自修复性能试验方法

B. 1 试验仪器、材料及装置

B. 1. 1 砂浆搅拌机、砂浆稠度仪: 符合《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70_2009 规定。

B. 1. 2 电子秤和秒表: 电子秤感量 1g, 量程不小于 1000g。

B. 1. 3 厚度仪: 符合《塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法》GB/T6672 规定。

B. 1. 4 定力矩扭力扳手: 扭力矩为 $40\text{N}\cdot\text{m}$, 精度 $\pm 5\text{N}\cdot\text{m}$ 。

B. 1. 5 试模: 符合《混凝土试模》JG/T237 的规定, 试模尺寸 $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 300\text{mm}$ 。

B. 1. 6 PVC垫片: PVC硬质塑料片, 厚度为 $0.30\text{mm}\pm 0.05\text{mm}$, 用于制造开裂断面和设置裂=宽度。

B. 1. 7 密封材料: 硅酮结构密封胶或其他适合的粘结密封材料, 用于断面两侧密封及通水装置与试件表面粘结。

B. 1. 8 试件折断装置: 可采用压力机、混凝土抗折夹具或其他有效装置, 能够将试件在预设开裂位置折断; 不允许采用切割方法。

B. 1. 9 试件固定装置: 每套装置由两块不锈钢挡板 (长约 170mm 、约宽 100mm 、厚度不小于 10mm)、两根不锈钢螺杆 (M16, 长约 360mm)、螺母和垫片组成。每个挡板在长度方向对称开两个孔, 孔径约 18mm , 孔心间距约 128mm , 螺杆可从孔心穿过。该装置用于将折断后的两个半块试件重新夹紧固定。

B. 1. 10 通水装置: 由通水管及底座组成, 通水管贯通底座, 通水管内径 75mm , 设有满足试验水头高度要求的溢水口, 溢水口

按不同高度可设置多个，高度范围一般为 50~ 100mm。

B·1·11 供水系统：能提供稳定水流装置，保证在工作状态时通水装置中水头高度偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，水质和温度应符合《土工布及其相关产品 无负荷时垂直渗透特性的测定》GB/T15789 要求。

裂=自修复性能试验装置示意图 B. 1. 11。

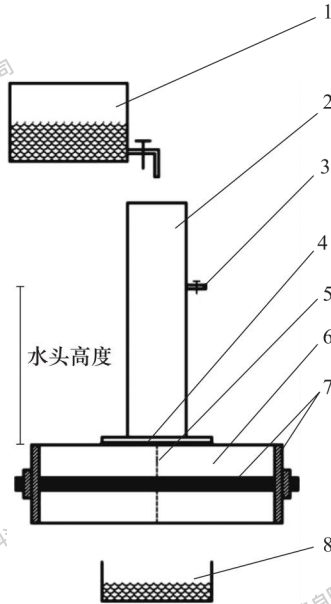


图 B. 1. 11 裂=自修复性能试验装置示意图

1—供水系统；2—通水管及底座；3—溢水口；4—底座与试件表面间的密封胶；
5—裂=；6—试件；7—固定装置（挡板、螺杆、螺母）；8—盛水容器

B·2 原材料及配合比

B·2·1 水泥：基准水泥，符合《混凝土外加剂》GB8076 要求。

B·2·2 砂：符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52 中 C30 及以上天然砂技术要求，"区中砂、中砂。

B. 2. 3 拌合用水: 符合《混凝土用水标准》JGJ63 的规定。

B. 2. 4 外加剂: 减水剂应符合《混凝土外加剂》GB8076 中高性能减水剂要求, 减水率宜为 25% ~30%, 减水剂应复配消泡组分 (或另掺入消泡剂), 消泡组分或消泡剂的掺量应能控制砂浆拌合物含气量不大于 6%。

B. 2. 5 自修复防水材料: 按厂家推荐掺量。

B. 2. 6 对比试件和试验试件材料比例见表 B. 2. 6。

表 B. 2. 6 对比试件和试验试件材料比例 (质量比)

	水泥	自修复防水材料	砂	外加剂	水
对比试件	1	—	2.5	按生产厂家推荐掺量, 对比试件与试验试件掺量相同	按拌合物稠度 70mm~80mm 确定
试验试件	1-A	A	2.5		
1. A为自修复防水材料厂家推荐的掺量; 2. 对比试件和试验试件砂浆拌合物含气量不应大于 6%。					

B. 3 试验及养护条件

B. 3. 1 养护水: $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$;

B. 3. 2 试验环境、静停环境: $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

B. 4 试件数量

对比试件和试验试件各 5 个。

B. 5 试验步骤

B. 5. 1 按《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70__2009 第 3 章要求进行试样制备, 试验试件和对比试件配合比按 B. 2. 6 规定, 试件成型数量按 B. 4 规定。稠度检测按《建筑砂浆基本

性能试验方法标准》JGJ/T70_2009 第 4 章进行。

B. 5. 2 试件成型、静置、脱模按《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70_2009 中第 9 章进行，试模尺寸符合 B. 1. 5 规定。成型后，在每个试件成型面长度的中间横向垂直插入一个长 100mm、高 5mm 的 PVC 垫片，使试件表面在宽度方向形成一个断口，以便于试件折断。

B. 5. 3 脱模后试件放置 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 水中养护 27d。取出试件，在 B. 1. 8 规定的折断装置上，将试件沿插入 PVC 垫片的位置折断成两个半块。

B. 5. 4 取其中一个半块试件，在其断面的四角处各粘贴一个长 10mm、宽 5mm 的 PVC 垫片。在断面的两侧边缘从上至下各涂布一条密封材料，密封材料的用量应使得两个半块试件按原位方向重新对齐固定后，两侧边缘能够各形成一个宽度约 15mm，长 100mm 的密封条，见图 B. 5. 4。涂布好密封材料后，将两个半块试件采用 B. 1. 9 固定装置按折断前的方向对齐，用扭力扳手扭紧螺母，紧固扭力矩为 40N·m。试件固定后，在断面处将形成一个宽度约 70mm、高度 100mm、断面间距约 0.3mm（由垫片形成的，约为垫片厚度）的贯通=隙。对比试件及试验试件均按此方法制作。

B. 5. 5 将通水装置安装在固定好的试件上，试件表面=隙位于通水管中部位置，通水装置底座与试件表面使用密封材料进行粘结固定，并保证在试验的水头压力下，底座与试件表面间不渗漏。安装好通水装置的试件放置在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境条件下静停 24h，以便试件侧面及表面的密封材料固化。

B. 5. 6 密封材料固化后，将带有通水装置的试件放入 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 水中约 4h，水面应没过试件上表面。从水中取出带有通水装置的试件，将供水系统接入通水装置，水头高度保持 80mm，用电

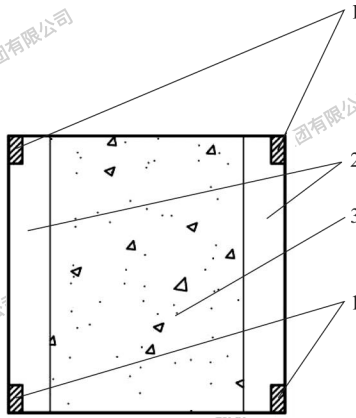


图 B.5.4 混凝土试件断面示意图

1—PVC垫片；2—涂布密封胶条；3—混凝土试件断面

子秤和秒表测量水流量。当测得的水流量小于 $100\text{g}/\text{mi}^2$ 或大于 $400\text{g}/\text{mi}^2$ 时，可调整水头高度，水头高度一旦确定，在以后的测试中应保持不变，并且所有的对比试件和试验试件应采用同一水头高度。待通水量稳定后，测量 1mi^2 的水流量，连续测量两次，两次偏差不超过 3g 时，取两次平均值作为该试件初始通水量 $V_{\text{初始}}$ ，精确至 1g 。测量完成后将带有通水装置的试件放入 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 水中养护，水面应没过试件上表面，继续养护 28d ，按初始通水量测量方法测量 28d 龄期（从测量初始通水量开始计算龄期）通水量 $V_{28\text{d}}$ 。

B.6 结果计算

按法（1）计算每个试件 28d 通水量降低率 μ 。精确至 0.1% 。试验试件和对比试件每组各 5 个试件中，去掉通水量降低率最大和最小值，取剩余 3 个的平均值 $\mu_{\text{试验}}$ 、 $\mu_{\text{对比}}$ ，按法（2）计算修复系数 K ，精确至 1% 。

$$\mu_m = \frac{V_{\text{初始}} - V_{28d}}{V_{\text{初始}}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: μ _____ 试验试件或对比试件 28d 通水量降低率, % ;

$V_{\text{初始}}$ _____ 试验试件或对比试件初始通水量, g/min ;

V_{28d} _____ 试验试件或对比试件 28d 通水量, g/min.

$$K = \mu_{\text{试验}} - \mu_{\text{对比}} \quad (2)$$

式中: K _____ 修复系数, % ;

$\mu_{\text{试验}}$ _____ 3 个试验试件 28d 通水量降低率平均值, % ;

$\mu_{\text{对比}}$ _____ 3 个对比试件 28d 通水量降低率平均值, % .

附录 C 产品生产企业目录

表 C 产品生产企业目录

序号	产品名称	品种	型号	参考掺量	生产/经销单位
1	亚力士水泥基渗透结晶防水材料	涂料型水泥基渗透结晶防水材料	CW 217	4%~6%	BESTONE株会社
2	BESTONE混凝土内掺型无机活性防水混合材	混凝土内掺型无机活性硅质系防水混合材	BESTONEA	4%~6%	常伟股份有限公司 深圳市新黑豹
3	水泥基渗透结晶防水涂料添加剂	水泥基渗透结晶防水材之无机活性硅质系添加剂	BESTONEB	4%~6%	建材有限公司
4	抗渗混凝土内掺防水剂	—	KS-101B	5%	科顺防水 科技股份有限公司
5	水泥基渗透结晶型防水剂	DS100 (永固 100)	A型 (内掺型、或外加剂型)	1%	深圳市先泰 实业有限公司
6	TWY-270 水泥基渗透结晶防水剂	—	—	5%	佛山市涂无忧 建材有限公司 深圳市卓宝 科技股份有限公司

续表C

序号	产品名称	品种	型号	参考掺量	生产/经销单位
7	durab M1	水泥基渗透结晶型 防水剂	A类	1.5%	上海凯顿百森建筑材料 科技发展有限公司
8	科洛永凝液 DPS	—	DPS_KL373	2%	科洛结构防水技术 (深圳) 有限公司
9	科洛混凝土防水剂	—	KELO_408	2%	
10	无机纳米抗裂防渗剂	—	KL_200	2%	
11	FS101 砂浆防水剂	砂浆特种外加剂	FS101	0.22%	深圳市地下空间 防水工程有限公司
12	FS102 混凝土防水密实剂	混凝土特种外加剂	FS102	0.21%	
13	硅质抗裂防水剂	粉剂	XI I I	3%~5%	南京晶磊兴 建材有限公司
14	水化热抑制剂	粉剂	XI I IW	5%	
15	MAC102 水泥基渗透 结晶型防水剂	水泥基渗透 结晶型防水材料	MAC102	1%~2%	
16	F_511B抗渗混凝土防水密实剂	内掺型刚性防水材料	F_511B	0.2%	国控基业 (北京) 科技有限公司
17	F_511A砂浆防水剂		F_511A	0.8%	

续表 C

序号	产品名称	品种	型号	参考掺量	生产/经销单位
18.	抗裂硅质防水剂	内掺型砂浆防水剂	JX-I	5%	金华市欣生沸石 开发有限公司
19.		内掺型砂浆防水剂 (建筑外墙专用)	JX-IIQ	5%	
20.		内掺型细石混凝土防水剂	JX-II	5%	
21.		内掺型混凝土防水剂	JX-IIIW	5%	
22.			JX-IIIWD	2.5%	
23.			JX-E	1%—2%	
24.	YST-A 型结构防水材料	内掺型刚性防水材料	混凝土专用型	6%	佛山市源水通 防水材料有限公司
25.	YST-B 型结构防水材料		砂浆专用型	6%	
26.	YST-AB 型水泥基渗透结晶防水增强剂		混凝土砂浆通用型	2.5%	

本文件用词说明

1 为便于在执行本文件条文时区别对待，对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，在条件下许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，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”。

引用标准名录

- 1 《深圳市建设工程防水技术标准》 SJG19_2019
- 2 《深圳市非承重墙体与饰面工程施工及验收标准》 SJG14_2018
- 3 《通用硅酸盐水泥》 GB175
- 4 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T1596
- 5 《塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法》 GB/T6672
- 6 《混凝土外加剂》 GB8076
- 7 《土工布及其有关产品 无负荷时垂直渗透特性的测定》 GB/T15789
- 8 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T18046
- 9 《水泥基渗透结晶型防水材料》 GB18445
- 10 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T18736
- 11 《混凝土结构设计规范》 GB50010
- 12 《混凝土物理力学性能试验方法标准》 GB/T50081
- 13 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T50107
- 14 《地下工程防水技术规范》 GB50108
- 15 《混凝土质量控制标准》 GB50164
- 16 《地下防水工程质量验收规范》 GB50208
- 17 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB50300
- 18 《混凝土结构耐久性设计标准》 GB/T50476_2019
- 19 《砂浆、混凝土防水剂》 JC/T474
- 20 《行星轴水泥胶砂搅拌机》 JC/T681
- 21 《混凝土试模》 JG/T237

- 22 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ52
- 23 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ55_2011
- 24 《混凝土用水标准》 JGJ63
- 25 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T70_2009

科洛自防水技术集团有限公司