

《石膏矿渣基大体积混凝土抗裂抗渗技术规范》

团体标准编制说明

标准编制组

二〇二四年 十 月

一、工作简况（包括任务来源、起草单位、主要工作过程等）

1、任务来源

随着建筑工程领域对混凝土性能要求的不断提高，石膏矿渣基混凝土因其独特的性能优势得到了越来越多的应用，比如水化热低可以从根本上解决大体积混凝土热胀冷缩引起的温度裂缝，体积微膨胀可以显著缓解湿胀干缩引起的收缩裂缝等。

抗裂是抗渗的前提，抗渗需要混凝土具有良好的致密性，为确保承台、墩柱、大坝等大体积混凝土，以及地铁、隧道等迎水面防水结构物满足抗裂抗渗性能的工程要求，有必要制定专门的技术规范，约束石膏矿渣基混凝土的温度裂缝和干缩裂缝，鉴于此，特提出此标准。

本标准，由山东省硅酸盐学会牵头组织，由山东恒建工程建设集团有限公司作为主要起草单位，广泛邀请全国建筑材料研究及使用技术机构、企业等参与编制工作，计划项目完成时间是 2024 年 12 月。

2、起草单位

本文件参加起草单位：河北邢台建德水泥有限公司、山东恒建工程检测有限公司、安丘市交通运输局、邹平市交通运输局、山东恒建新材料有限公司、山东高速集团新动能科技有限公司、邹平市汇创通达建设发展有限公司、山东宏昌路桥集团有限公司、潍坊滨海经济技术开发区建设交通局、青州市交通运输局、县市公路事业发展中心、昌邑市交通运输局、潍坊市市政工程发展服务中心、昌乐县交通运输局、山东恒建工程监理咨询有限公司、济南大学、青岛理工大学、山东理工大学。

本标准主要起草人：蔡军旺 孟增臣 刘艳 董亮 任文凯 赵鹏 吴学琴 郭玉萍 刘强 洪进 房明 王鑫洋 邱国亮 张鸽 王佳欣 王国栋 徐国栋 宋伟 张晓蕾 魏平 赵智峰 王守超 陈砚波 崔伟 刘俊 周国峰 魏清波 马少春 于泳 陈衡 曹俞斌 王峰 房日宝 李东升 李宁 魏晓芳 黄振伟 李宁 王燕茹 杜振兴 侯鹏坤 李琴飞 吴哲辉 邱清永 牛全林 张瑞。

3、标准编制过程

(1) 起草工作阶段：

2024年4月，由山东恒建工程建设集团有限公司提出，启动了《石膏矿渣基大体积混凝土抗裂抗渗技术规范》团体标准的制定工作，成立了标准编制组，2024年10月完成标准草案，计划召开送审稿审查会，具体工作过程如下：

1) 标准调研、验证阶段（2024年1月~2024年4月）

2024年1月~2024年4月，明确工作后立即成立了编制组，邀请行业内优秀企业及相关的设计、使用单位参与，在前期充分研究基础上对石膏矿渣基混凝土做了进一步论证，在应用方面提出了相应改进意见，并就该项目的国内外相关技术标准进行了充分的调研，对技术指标进行了综合分析和完善。

2) 标准初稿起草阶段（2024年5月~2024年8月）

2024年5月，起草组完成标准初稿，经归口单位审阅，并与起草组进行了标准开题论证会，编制组开始分析整理试验数据，完成了石膏矿渣基混凝土的相关技术、准备资料的收集整理，完成了石膏矿

渣基混凝土的编制大纲初稿，并召开立项评审会及标准编制大纲评审会。编制组根据专家意见，对标准工作组草案进行修订，进一步完善了该系列产品的应用技术。

3) 征求意见稿起草阶段（2024 年 9 月～2024 年 10 月）

2024 年 9 月，在充分调研和分析总结的基础上，编制组在初稿基础上确定了胶结料和混凝土的各项技术指标，经过讨论和改进，完成征求意见稿，并进行公开征求社会意见。

4) 送审稿起草阶段（2024 年 10 月～2024 年 11 月）

2024 年 10 月～2024 年 11 月，根据意见汇总和处理情况，重新对《用于耐盐碱腐蚀的石膏矿渣混凝土》团体标准进行修订，完成标准送审稿，于 2024 年 11 月召开标准送审稿审查会。

5) 报批稿起草阶段（2024 年 12 月）

2024 年 12 月，根据标准送审稿审查会各位专家意见，对《用于耐盐碱腐蚀的石膏矿渣混凝土》团体标准修订，完成标准报批稿，于 2024 年 12 月提交归口单位，进行报批。

二、标准编制原则和主要内容

1、编制原则

本标准的制定工作遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则，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》给出的规则编写。

(1) 科学性和合理性：基于充分的试验研究和工程实践经验，

确保规范内容的科学性和可行性。

(2) 先进性和适应性：关注行业发展的最新趋势和技术成果，使规范具有一定的前瞻性和适应性。

(3) 协调性和一致性：与现行的相关国家和行业标准协调一致，避免冲突和矛盾。

2、主要内容（根据标准具体内容修改）

本标准规定了石膏矿渣基混凝土从原材料要求及性能、配合比设计、施工到质量检验与验收过程的技术要求，以约束石膏矿渣基混凝土的温度裂缝和干缩裂缝。

3、主要内容的解释和说明（根据标准具体内容修改）

(1) 术语和定义：对石膏矿渣基混凝土抗裂抗渗相关的专业术语进行明确和统一的解释。

(2) 原材料：详细规定了石膏矿渣基混凝土原材料的质量要求和性能指标，包括石膏、矿渣、水泥、骨料、外加剂等，以从源头上保证混凝土的性能。

(3) 配合比设计：阐述了基于抗裂抗渗性能要求的配合比设计方法和原则，包括水胶比、胶凝材料用量、骨料级配等关键参数的确定。

(4) 施工工艺：从搅拌、运输、浇筑、振捣、养护等环节，明确了施工过程中的技术要求和操作要点，以保证施工质量。

(5) 质量检验与验收：

①原材料检验：

石膏：检测其化学成分、细度、凝结时间等指标，确保其符合相关标准要求。

矿渣：检验活性指数、细度、含水量等，保证矿渣的质量和性能稳定。

水泥：检查其强度、安定性等性能指标。

骨料：检测颗粒级配、含泥量、坚固性等。

外加剂：验证其品种、性能、掺量是否满足设计要求。

②施工过程检验：

坍落度：在浇筑地点随机抽取试样，检测坍落度是否符合设计要求，偏差应在允许范围内。

凝结时间：根据施工条件和环境，定期检测混凝土的初凝和终凝时间，确保施工的顺利进行。

③混凝土强度检验：

按照规定的频率和组数留取混凝土抗压强度试件。

养护至规定龄期后进行抗压强度试验。

强度评定应按照国家现行标准进行，当强度不满足设计要求时，应采取相应的处理措施。

④抗裂性能检验：

通过肉眼观察混凝土表面，检查是否存在可见裂缝，并记录裂缝的数量、宽度和长度。

对于重要工程或有特殊要求的，可以采用专业的裂缝检测仪器，如裂缝宽度测量仪、超声波检测仪等，进行定量检测。

根据裂缝的情况，按照规范规定的评定标准判断混凝土的抗裂性能是否合格。

⑤抗渗性能检验：

按照规定的方法制作抗渗试件，并在标准条件下养护至规定龄期。

进行抗渗试验，逐级加压，记录试件开始渗水时的压力值。

根据试验结果评定抗渗等级，抗渗等级应符合设计要求。

三、主要试验（或验证）情况分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

按照本标准条款要求，组织实施了相关重要的试验项目进行验证，实施的试验项目有：抗压/抗折/抗拉（劈裂抗拉）强度，56d 氯离子扩散系数，28d 压力水抗渗实验，碳化和冻融实验、平板抗裂实验、大体积水化热实验。经过以上试验全面验证标准编写条款的适用性和可行性，验证结果来看，满足标准编写要求。

编写标准的重要意义：

提供统一的技术指导，规范石膏矿渣基混凝土在抗裂抗渗方面的设计、施工和质量控制流程；保障石膏矿渣基混凝土在各类建筑工程中的应用质量，提高工程结构的安全性和耐久性；促进技术创新和行业发展，推动石膏矿渣基混凝土的广泛应用和优化改进。本标准的制订，将对石膏矿渣基混凝土的推广应用产生推动作用，更好服务“绿色低碳循环发展”的建设事业。

本标准的制定，充分反映了国内外行业的水平。

1.混凝土实验验证工作

1.1 中国建科院国检中心

主要检验项目：抗压/抗折/抗拉（劈裂抗拉）强度，56d 氯离子扩散系数，28d 压力水抗渗实验，碳化和冻融实验。

国家建筑工程质量监督检验中心检验报告
TEST REPORT OF NATIONAL CENTER FOR QUALITY
SUPERVISION AND TEST OF BUILDING ENGINEERING

委托编号(Commission No.): 2015-003222

报告编号(No. of Report): BETC-DLCL1-2015-00061 (A) 第 2 页 共 2 页 (Page 2 of 2)



2015000333Z (2015) 国认监认字(077)号

检验报告

TEST REPORT

BETC-DLCL1-2017-00014

工程/产品名称
Name of Engineering/Product 缓凝型高性能减水剂

委托单位
Client 山东华伟凯建材科技股份有限公司

检验类别
Test Category 委托检验

国家建筑工程质量监督检验中心
NATIONAL CENTER FOR QUALITY SUPERVISION
AND TEST OF BUILDING ENGINEERING

混凝土配合比

| 项目(kg/m ³) 编号 | 水胶比 | 胶材 | 水泥 | 矿粉 | 砂 | 石 | 增效剂 A | 增效剂 B | 水 |
|------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-----|
| 61-1 (对比) | 0.40 | 357 | 42 | 315 | 673 | 1097 | 63 | 3.57 | 168 |
| 61-2 (基准) | 0.40 | 420 | 420 | 0 | 673 | 1097 | 0 | 0 | 168 |

混凝土性能

| 检验项目 | 编号 | |
|--|-----------|-----------|
| | 基准 (61-2) | 对比 (61-1) |
| 坍落度 (mm) | 220 | 210 |
| 扩展度 | 490 | 450 |
| 表观密度 | 2430 | 2450 |
| 含气量 (%) | 2.5 | 1.7 |
| 抗压强度 (MPa) | 7d | 37.7 |
| | 28d | 49.9 |
| | 90d | 54.6 |
| 抗折强度 (MPa) | 7d | 5.0 |
| | 28d | 6.7 |
| 劈裂抗拉强度 (MPa) | 28d | 3.67 |
| 56d 抗氯离子渗透试验 (氯离子迁移系数, $\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$) | 6.0 | 0 |
| 碳化深度 (mm) (标养 56d) | 3d | 0 |
| | 7d | 0 |
| | 14d | 0 |
| | 28d | 0 |
| 28d 抗水渗透试验 (渗水高度法, mm) | 6.5 | 0 |
| 抗冻试验 (快冻法) | 175 | 200 |

备注: 济南鲁新建材 S95 矿粉、增效剂 A、增效剂 B、减水剂由委托方提供, 配合比与委托方协商确定, 北京产 5~25mm 碎石、北京产中砂、山水 P.O42.5 由检测方提供。(以下...)

抗压力水渗透性: 石膏矿渣水泥混凝土渗透深度 0mm

普通混凝土渗透深度 6.5mm

| | | |
|--|-----|---|
| 56d 抗氯离子渗透试验 (氯离子迁移系数, $\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$) | 6.0 | 0 |
| 28d 抗水渗透试验 (渗水高度法, mm) | 6.5 | 0 |

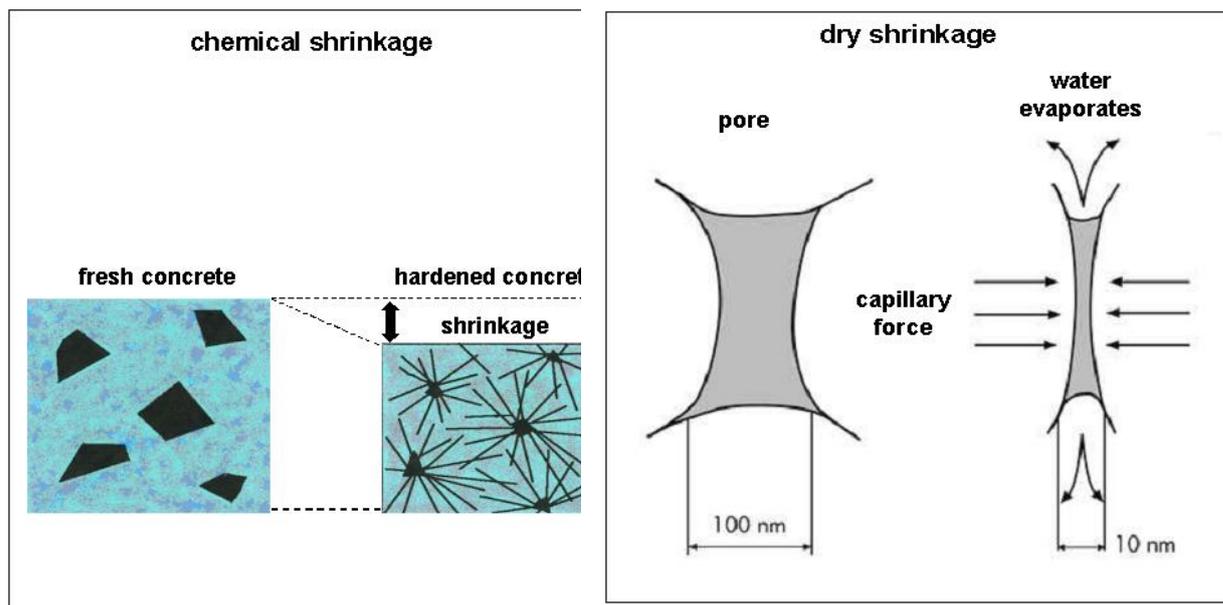
抗海水渗透: 氯离子扩散系数为 0, 普通混凝土 6.5×10^{-12}

1.2 水泥胶砂氯离子扩散系数检测

新材料水泥胶砂氯离子扩散系数

| 编号 | 制件日期 | 制件数量 | 龄期 | 胶结料类型 | 盐溶液氯离子浓度 (mol/L) | 氯离子扩散系数平均值 ($\times 10^{-14}$ m ² /s) | 备注 |
|----|-------------|------|----|--------------------|------------------|---|----------------|
| 1# | 2024. 8. 28 | 一组3块 | 30 | 纯po | 4 | 640 | 此数据持疑, 已重新制件检测 |
| 2# | 2024. 8. 28 | 一组3块 | 30 | po+50% \leq 95矿粉 | 4 | 268 | |
| 3# | 2024. 8. 28 | 一组3块 | 30 | po+30%粉煤灰 | 4 | 261 | |
| 4# | 2024. 8. 28 | 一组3块 | 30 | A3 | 4 | 76 | |
| 5# | 2024. 8. 28 | 一组3块 | 30 | A4 | 4 | 150.00 | |

1.3 平板抗裂实验





1.4 大体积水化热实验

主检项目：大体积混凝土中心和表面温差



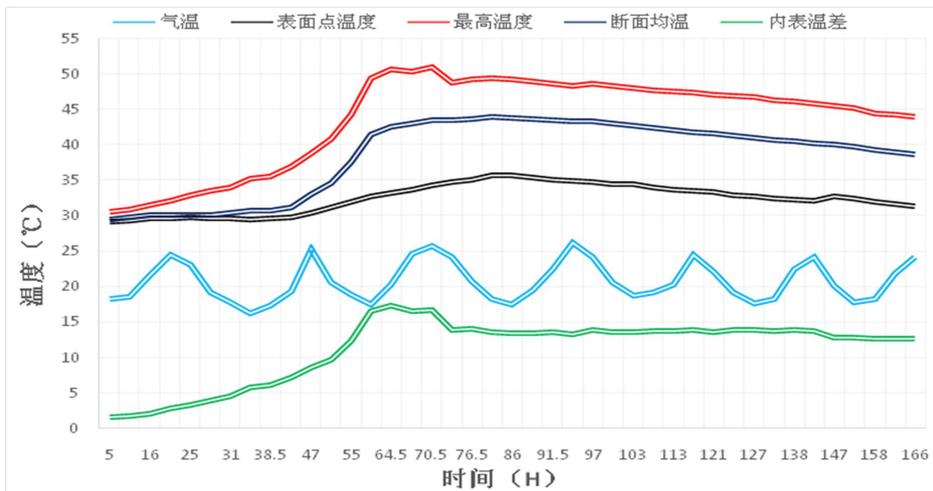
山东恒建工程建设集团有限公司

三、测试分析报告

三、测试分析报告及主要试验、测试记录报告

3.1 2014年下半年，受中国中铁大桥设计院委托，研发团队先后6次到港珠澳大桥项目开展海工砼耐久性设计试验工作，利用该胶结料开展了室内的胶砂、砼试验，并在西人工岛进行了中试。

| 水泥+粉+砂+石子 | 2d | 7d | 28d |
|-------------------|----------|----------|-----------|
| 1. 100%+0%+0%+0% | 22.5/6.6 | 45.9/7.5 | 59.7/11.2 |
| 2. 45%+20%+25%+0% | 17.7/2.9 | 25.4/5.2 | 52.1/12.0 |
| 3. 25%+70%+0%+5% | 25.4/5.8 | 24.0/7.2 | 60.7/16.0 |
| 4. 8%+77%+15% | 24.2/8.8 | | 58.5/10.6 |
| 5. 22.5%+70%+7.5% | 22.5/5.6 | | 60.2/11.5 |



| 出机温度 | 浇筑温度 | 最高温度 | 温峰出现时间 | 最大断面均温 | 最大内表温差 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 27.5°C | 28.2°C | 51.0°C | 70.5h | 44.0°C | 17.4°C |

本标准是通过超硫水泥（石膏矿渣基胶结料前身）的性能进行深度优化基础提出的，最后采用复合激发技术得到了理想的结果，并在 2008 年 9 月取得了突破性进展，超缓凝效果明显，四天强度和七天强度达到甚至超过了通用硅酸盐水泥。

同时，还进行了 C25-C50 的混凝土实验，标准养护 28d 后置于室外，60d、180d 强度也持续增长，C50 试件 180d 强度高达 80-90MPa。

从耐久性的角度考虑，使用石膏矿渣基超缓凝低碳胶结料，可降低混凝土开裂风险，有效保护钢筋及构件；与硅酸盐水泥相比，可显著降低碱集料反应引起的膨胀，有效抑制硫酸盐腐蚀的发生，在结构物抗硫酸盐腐蚀、抗氯离子渗透等方面也有着显著的优势，不仅会有效提高混凝土结构的耐久性，也具有社会效益和环境效益。

经过十几年的持续探索，该胶结料在凝结时间、力学性能、防腐性能和水化热（针对大体积混凝土而言）等方面获得了不同程度的优化，更好满足了不同结构施工工艺、结构性能对材料的具体要求，并降低了

材料成本和碳排放，从技术经济和环境效益上看，都有着广阔的发展前景。

2.2 预期的经济效果

每生产一吨硅酸盐水泥熟料，约消耗石灰石和粘土 1.6 吨，排放 0.9 吨 CO₂，消耗标准煤 150kg；每生产一吨普通硅酸盐水泥，综合电耗约为 120-130kWh，因此，传统的硅酸盐系列水泥是典型的高能耗、高污染、高资源消耗的行业。

我国 2020 和 2021 年水泥产能分别为 24.77 和 23.63 亿吨，年均碳排放高达 15 亿吨，若全国 10%的通用硅酸盐水泥用石膏矿渣基胶结料替代，可减少碳排放 1.5 亿吨；水泥价格平均以 500 元/吨计，每年可节约成本 160-200 亿元左右。

节能降耗减排对国家的可持续发展战略具有重要意义，结合工程需要，适时推广石膏矿渣基超缓凝低碳胶结料，可以显著降低水泥成本，改善工程耐久性，并具有重要的环境意义。

目前山东省已建立了两大生产基地，在山西、河北、内蒙、云贵和海南等省份发展该材料也大有潜力。山西为煤炭大省，粉煤灰、煤矸石和脱硫石膏资源丰富；河北是钢铁大省，矿渣和钢渣资源丰富，在双碳政策背景下都对固废利用做出了积极探索。

感谢信

山东恒建工程建设集团有限公司:

2022 浦江创新论坛(第十五届)于8月27-30日在上海成功举办,“全球低碳创新实践案例”征集作为响应论坛年度主题“低碳:全球创新新使命”的重要活动之一,取得了热烈反响和丰硕成果。

在此,论坛秘书处由衷感谢贵单位在“全球低碳创新实践案例”征集活动中的积极参与,贵单位的优秀案例之于低碳创新和可持续发展发挥了积极的示范、引领作用,为中国实现碳达峰、碳中和目标提供了可行路径。

2022 浦江创新论坛年会虽已落幕,但创新的步伐永不停歇。我们真诚期待在未来的发展道路上,能够与贵单位再度携手合作,共同传播科技创新的力量。

浦江创新论坛秘书处
(上海浦江创新论坛中心盖章)
国家技术转移东部中心
2022年9月

中国技术市场协会交通运输专业委员会

感谢信

山东恒建工程建设集团有限公司:

值此辞旧迎新之际,我们怀着感恩的心情向贵单位致以亲切的问候和诚挚的谢意!感谢过去的一年里,贵单位对中国技术市场协会交通运输专业委员会的支持和厚爱,使我们取得了不断的进步和成长。

中国科学技术信息研究所“前沿领域发展述评”项目组：

你组于2月13日寄给李盛霖部长的关于《硅酸盐水泥与石膏矿渣水泥技术经济对比分析》的征求意见函，已经盛霖部长批转我司研究回复。经咨询有关专家意见，我司答复如下：

石膏矿渣水泥确实具有环保与节能以及水化热低、抗渗性能较好等优点，在交通行业建设中也有较好的应用前景。但在抗硫酸盐侵蚀能力、颗粒级配等工程技术性能及工艺方面还有待进一步完善。建议有关部门在全面性能检测的基础上，制定出石膏矿渣水泥产品国家标准。

2009年第3期（总第17期）

中国科学技术信息研究所

2009年2月10日

本期主题：硅酸盐水泥与石膏矿渣水泥技术经济的对比分析

目录

- 摘要
- 两种水泥的发展历史及现状
- 两种水泥的性能及机理
- 两种水泥的应用情况
- 两种水泥节能减排的前景分析
- 我国发展石膏矿渣水泥的可行性



四、采用国际标准和国外先进标准的情况，与国际、国内同类标准水平的对比情况

本标准没有采用国际标准。

本标准在制定过程中未查到同类国际标准。

本标准的总体技术水平属于国内领先水平。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本规范与现行的国家标准和行业标准相互补充、协调一致。对于已有标准中涵盖的通用内容，本规范直接引用；对于石膏矿渣基混凝土抗裂抗渗的特殊要求，本规范进行了详细的规定和补充。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布 1 个月后实施。

本标准发布后,应向石膏矿渣基混凝土生产、使用单位进行宣传、贯彻,向所有从事建设工程工作的相关人员推荐执行本标准。

1. 加强对规范的宣传和培训,提高行业内对规范内容的理解和执行水。

2. 在实际工程中,应根据具体工程条件和要求,合理应用规范,确保工程质量。

3. 定期对规范进行评估和修订,以适应技术发展和工程需求的变化。

通过本技术规范的制定和实施,将为石膏矿渣基混凝土在抗裂抗渗方面的应用提供可靠的技术保障,推动建筑工程质量的提升和行业的可持续发展。

九、其他应予说明的事项

无