

山东省工程建设标准

DB

DB37/T5058-2016

住房和城乡建设部备案号 J 10180-2016

微膨胀防水混凝土应用技术规程

Technical Specification for
Waterproof Concrete with micro-expansion

2016-04-26 发布

2016-07-01 实施

山东省住房和城乡建设厅

联合发布

山东省质量技术监督局

山东省工程建设标准

微膨胀防水混凝土应用技术规程

Technical Specification for
Waterproof Concrete with micro-expansion

DB37/T 5058-2016

住房和城乡建设部备案号：J10180-2016

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省质量技术监督局

施行日期：2016 年 07 月 01 日

中国建材工业出版社

前 言

自建设部列项、山东省标准 DBJ14-017--2002《微膨胀混凝土防水技术应用规程》第二次修订实施以来，微膨胀混凝土防水技术在山东省乃至全国得到了普遍应用。但随着相关建筑材料（膨胀水泥、低热微膨胀水泥、膨胀剂、防水剂、纤维增强抗裂材料、高性能混凝土等）及工程技术的不断发展，原部分技术内容已不再适用或制约着科技新成果的推广应用，加之相关建筑材料及应用规范的陆续修订，各标准间的相互衔接和相容性需要重新评估，迫切需要对该规程进行换版修标。为此，编制组总结近年来微膨胀防水混凝土应用技术经验，参考国内外相关规范，共同改版修订了此规程。

本规程的主要技术内容是：总则、基本规定、原材料、混凝土性能、配合比、施工、质量检验和验收、附录。

本规程修订的主要内容是：

- 1、将标准名称调整为《微膨胀防水混凝土应用技术规程》；
- 2、按照 GB/T1.1 的规定重新调整编排了标准结构；
- 3、提高了微膨胀防水混凝土的最小强度等级和最小抗渗压力；
- 4、提出了膨胀剂对不同用途或不同限制膨胀率时的推荐掺量；
- 5、针对不同工程部位微膨胀混凝土的限制膨胀率设定了参考范围；
- 6、确定符合限制膨胀率要求也作为微膨胀防水混凝土配合比设计原则之一；
- 7、增加了干燥指数、混凝土抗离析和外加剂适应性的概念；
- 8、质量检验和验收方面，增加了混凝土采用无损检测验收的新方法；提出了混凝土抗冻、抗渗检验验收的方法。

本规程由山东省住房与城乡建设厅负责管理，山东省建筑材料工业设计研究院负责技术内容的解释。请相关单位在应用微膨胀防水混凝土技术时，注意积累资料和数据，总结经验，并及时将发现的问题和建议反馈给山东省建筑材料工业设计研究院(地址：济南市市中区南辛庄西路 276 号，邮编：250022，电话：15053166918，E-mail: 15053166918@163.com)，以便修订时参考。

本规程主编单位：山东省建筑材料工业设计研究院

济南市工程质量与安全生产监督站

本规程参编单位：山东省水利科学研究院

济南四建（集团）有限责任公司

山东省华冠建材技术开发有限公司

济南大学

山东华材工程检测鉴定有限公司

本规程主要起草人： 张明征 刘其贤 靳志刚 马移军 李海波 张秀芝

邵海涛 王玉峰

参加编写人员：

高付伟 张 冬 王华民 田延刚 刘甲旺 陈成立 甄平江 秦露露 孙仁东 徐志平
陈衍真 魏 涛 商 凯 宋有才 付宝华 张海峰 赵胜利 孙玉健 范肖飞 周坤英
王 勇 梁 静 宋光玉 李永华 宋光玉 唐 田 邢金水 张振坤 王锦涛 阚洪弟
王立敏 尹曰秋 刘继芹 孙建刚 董金和 许 涛 张新有 刘少涛 王新标 刘学军
朱亮广 郝晓兰 李中友 潘立志 刘 义 郭文清 郭文超 徐海南 周建伟 孙乃一
王志刚 李慧慧 陈玉粉 赵秋爽 曲开超 董 旭 郑 娟 韩庆鹏 左盼盼 焦萌萌
杜冬梅 独亚芳 譙爱芝 王伟伟 常永丰 徐 超

本规程主要审查人： 蒋世林、康会亭、鲁统卫、李良波、王彦明 、宋亦功、

袁惠星、谢慧东

目 次

1 总 则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	3
4 原材料.....	4
4.1 膨胀剂.....	4
4.2 水 泥.....	4
4.3 骨 料.....	4
4.4 矿物掺合料.....	4
4.5 外加剂.....	5
4.6 拌合用水.....	5
4.7 其它材料.....	5
5 混凝土性能.....	5
5.1 膨胀性能.....	5
5.2 防水抗渗性能.....	6
5.3 拌合物性能.....	6
5.4 力学性能.....	6
5.5 长期性能和耐久性能.....	6
6 配合比.....	7
7 施工.....	8
7.1 原材料控制.....	8
7.2 计量.....	8
7.3 搅拌.....	8
7.4 运输.....	9
7.5 浇筑成型.....	9
7.6 养护.....	9
8 质量检验和验收.....	10
附录 A 微膨胀防水混凝土限制膨胀率取值方法.....	11
引用标准名录.....	14
本规程用词说明.....	16
条 文 说 明.....	17

1 总 则

1.0.1 为规范微膨胀防水混凝土应用技术，保证工程质量，做到技术先进、安全适用、经济合理，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于微膨胀防水混凝土的原材料选择、性能要求和检测、配合比设计、制备与运输、施工、质量检验及验收。

1.0.3 配制微膨胀防水混凝土具有其他特殊要求时，原材料选择、性能要求和检测、配合比设计、制备与运输、施工及质量检验除应符合本规程外，尚应符合相关国家现行标准的规定。

2 术语

2.0.1 微膨胀防水混凝土 Waterproof concrete with micro-expansion

在混凝土硬化后具有结构尺寸产生微膨胀效果，抑制收缩，并具备特定防水性能的混凝土。

2.0.2 适应性 Adapbility

混凝土外加剂与胶凝材料、骨料、其它助剂一起使用时，混凝土拌合物的流动性及其经时变化的程度、或混凝土性能变化的程度。

2.0.3 抗离析性 Segregation resistance

混凝土拌合物中各种组分保持均匀分散的性能。

2.0.4 干燥指数 Aridity index

干燥指数又称干燥度，表征气候干燥程度的指数，它是可能蒸发量与降水量的比值，反映了某地、某时段水分的收入和支出状况。

3 基本规定

3.0.1 微膨胀防水混凝土的应用范围见表 3.0.1:

表 3.0.1 微膨胀防水混凝土的应用范围

序号	工程类别	工程部位
1	工业与民用建筑	地下防水工程、防水基础筏板或承台、抗渗外墙、超长连续防渗外墙、防渗楼面板、防渗池壁板、止水层、止水墙、挡土墙、防渗后浇带等
2	水利水电工程	水坝、水电站地下泵房、渠道和管道、蓄水池、涵洞、闸墩等
3	水处理工程	污水池、蓄水池、中水池、渠道和管道、闸板等
4	市政工程	隧道、地铁、道路防渗结构、超长抗渗路面板、市政给排水渠道和管道
5	人防工程	地下人防涵洞防渗结构
6	道路桥梁、渡河工程	隧道、桥梁、道路基础防渗结构
7	其他工程	漏水、坍塌、缺陷混凝土结构的填充修补处理

3.0.2 微膨胀防水混凝土的强度等级不得低于 C25、且抗渗压力不小于 0.8MPa。

3.0.3 微膨胀防水混凝土的微膨胀性能、拌合物性能、力学性能、抗渗性能以及其他耐久性能和长期性能应符合现行国家标准及设计要求。

3.0.4 以钙矾石作为膨胀源的微膨胀防水混凝土不得用于蒸养环境及蒸压环境或环境温度长期处于 80℃ 以上的工程中；也不得用于干燥环境（相对湿度长期处于 20% 以下，干燥指数 $K > 4$ ）的工程。

表 3.0.4

环境条件	干燥	半干燥	潮湿
相对湿度 (%)	20	45-95	>95
干燥指数(K)	>4	4-1	小于 1

4 原材料

4.1 膨胀剂

4.1.1 膨胀剂应符合现行标准《混凝土膨胀剂》GB 23439 的规定。

4.1.2 膨胀剂生产厂家必须提供相应的膨胀剂产品技术性能资料，其中应包括针对不同用途和不同限制膨胀率的推荐掺量。

4.1.3 微膨胀防水混凝土不得采用受潮结块的粉状膨胀剂。

4.2 水 泥

4.2.1 使用膨胀剂配制微膨胀防水混凝土时，宜选用强度等级不低于 42.5 级的通用硅酸盐水泥，其性能应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定。

4.2.2 选用低热微膨胀水泥、明矾石膨胀水泥、硫铝酸盐水泥等，其性能应符合相关现行标准的规定，且不宜再掺加膨胀剂。

4.2.3 水泥使用温度不宜高于 60℃，不得使用已结块的水泥。

4.3 骨 料

4.3.1 粗骨料应符合现行标准《建设用卵石、碎石》GB/T14685 的规定，粗骨料最大粒径不宜大于 50mm，宜采用连续级配，其含泥量不应大于 1%、泥块含量不应大于 0.5%。

4.3.2 细骨料应符合现行标准《建设用砂》GB/T 14684 的规定，细骨料宜选用中砂，其含泥量不应大于 3%、泥块含量不应大于 1%。当采用人工砂时，应符合现行标准《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T241 的规定。当采用海砂时，应符合现行标准《海砂混凝土应用技术规程》JGJ206 的规定，水溶性氯离子含量不应大于 0.03%，贝壳含量不应大于 3%。微膨胀防水混凝土不宜采用特细砂。

4.3.3 微膨胀防水混凝土骨料应采用非碱活性骨料。

4.4 矿物掺合料

4.4.1 微膨胀防水混凝土可掺加粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、钢渣粉、石灰石粉、磷渣粉、天然火山灰质粉或其复合矿物掺合料，应符合相关现行标准的规定。

4.4.2 当掺加粉煤灰时，不宜选用Ⅲ级或原灰，当采用 C 类粉煤灰时应进行安定性检测；当掺加粒化高炉矿渣粉时，规格等级不宜低于 S75。

4.4.3 对于民用建筑工程且采用火山灰质矿物掺合料时，应检测矿物掺合料的放射性，放射性应符合现行标准《建筑材料放射性核素限量》GB6566 的规定。

4.4.4 配制微膨胀防水混凝土，不得采用结块的矿物掺合料。

4.4.5 矿物掺合料中的氯离子含量不应大于 0.025%。

4.4.6 生产微膨胀防水混凝土时，矿物掺合料温度不宜高于 60℃。

4.5 外加剂

4.5.1 外加剂应符合现行标准《混凝土外加剂》GB8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 及其他相关现行标准的规定。

4.5.2 用于高性能、高强、自密实、泵送等的微膨胀防水混凝土时，宜采用高性能减水剂、高效减水剂、泵送剂或防水剂。冬期施工，应采用防冻剂或复合类防冻剂。

4.5.3 外加剂经试验确定其最终掺量;复合外加剂应与其他混凝土材料有良好的相容性。

4.5.4 液态外加剂应储存在密闭容器内，且要求防晒和防冻，当有沉淀等异常现象时，应经搅拌均匀、检验合格方可使用。

4.6 拌合用水

4.6.1 拌合用水应符合现行标准《混凝土用水标准》JGJ63 的规定。

4.6.2 夏季浇筑大体积微膨胀防水混凝土，当气温高于 35℃时，应采取降温措施。

4.6.3 冬期施工生产微膨胀防水混凝土，如需加热拌合水，拌合水温度不得高于 65℃。

4.7 其它材料

4.7.1 当设计要求掺纤维时，纤维应符合《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 及其他相关现行标准规定。合成纤维应符合现《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120 的规定。

4.7.2 其他材料应符合国家或行业相关现行标准的规定。

5 混凝土性能

5.1 膨胀性能

5.1.1 微膨胀防水混凝土，其限制膨胀率应符合表 5.1.1 的规定。

表 5.1.1 微膨胀防水混凝土限制膨胀率

用 途	限制膨胀率（%）	
	水中 14d	水中 14d 转空气中 28d
用于补偿收缩的微膨胀混凝土	≥0.02	≥－0.03
用于填充的微膨胀混凝土	≥0.03	≥－0.02

5.1.2 微膨胀防水混凝土的限制膨胀率应满足设计要求。

5.1.3 微膨胀防水混凝土的限制膨胀率的试验方法应符合《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 的规定。

5.2 防水抗渗性能

5.2.1 微膨胀防水混凝土的抗渗性能应满足设计技术要求，且抗渗压力不小于 0.8MPa。

5.2.2 用于地下防水工程的微膨胀防水混凝土的抗渗性能要求应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB50208 的规定。

5.2.3 微膨胀防水混凝土的抗渗试验应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定。

5.3 拌合物性能

5.3.1 微膨胀防水混凝土拌合物性能应满足设计和施工技术要求，当配制的微膨胀防水混凝土具有其他性征或用途时，其拌合物性能尚应符合相关现行标准的规定。

5.3.2 微膨胀防水混凝土拌合物的可溶性氯离子含量和碱含量应满足设计要求。

5.3.3 微膨胀防水混凝土拌合物应具有较好的保水性，泌水率不宜大于 12%；微膨胀防水混凝土拌合物应具有较好的抗离析性。

5.3.4 微膨胀防水混凝土的凝结时间应满足施工要求，不得产生急凝、假凝。

5.3.5 微膨胀防水混凝土的拌合物性能试验应符合现行标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定。

5.4 力学性能

5.4.1 微膨胀防水混凝土的力学性能必须满足设计要求。

5.4.2 微膨胀防水混凝土的力学性能试验应符合现行标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定。

5.5 长期性能和耐久性能

5.5.1 微膨胀防水混凝土的抗冻融、抗硫酸盐侵蚀、抗氯离子渗透、碳化、收缩等耐久性能应满足设计要求。

5.5.2 微膨胀防水混凝土长期性能和耐久性能的试验应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定。

6 配合比

6.0.1 微膨胀防水混凝土配合比设计应符合《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 的规定；当配制的微膨胀防水混凝土具有其他性征或用途时，配合比设计尚应符合相关现行标准的规定。

6.0.2 微膨胀防水混凝土配合比设计应符合以下规定：

- 1 胶凝材料总量不宜小于 320kg/m^3 ，其中水泥用量不宜小于 265kg/m^3 。
- 2 设计强度等级、水胶比、可溶性氯离子含量和碱含量应符合设计要求及相关现行标准的规定。水胶比不宜大于 0.50，有侵蚀性介质时水胶比不宜大于 0.45。
- 3 矿物掺合料总掺量不应大于 45%，粉煤灰或石灰石粉掺量不应大于 30%。
- 4 砂率宜为 35%~40%，泵送时可适当增加，但不宜超过 48%。
- 5 胶砂比宜为 1:1.5~1:2.5，胶凝材料浆体体积百分率不宜大于 40%。

6.0.3 膨胀剂掺量应根据设计要求的限制膨胀率、结合工程结构的约束条件、并参照厂家提供的产品技术性能资料（包括针对不同的限制膨胀率的推荐掺量）来选定，进行初步的配合比计算。

6.0.4 当设计要求为微膨胀防水混凝土，但并没有给出明确的限制膨胀率规定值时或没有实践技术统计资料时，微膨胀混凝土的限制膨胀率可参考附录 A 进行确定。

6.0.5 经计算得出初步的配合比后，采用工程实际使用的原材料进行配合比试配试验直至限制膨胀率，强度满足设计要求。

6.0.6 微膨胀防水混凝土配合比确定后，在生产和施工前应采用现场的原材料进行配合比验证试验直至满足要求，以调整后的配合比作为施工配合比。

6.0.7 微膨胀防水混凝土生产过程中，应及时检测粗、细骨料的含水率，并应根据其变化情况及时调整配合比。

7 施工

7.1 原材料控制

7.1.1 原材料进场时，应提供质量证明文件。质量证明文件应包括型式检验报告、出厂检验报告与合格证等，外加剂还应提供使用说明书。原材料进场需检验合格后方可入库贮存。

7.1.2 各种原材料贮存应符合下列规定：

1 水泥、矿物掺合料、外加剂、膨胀剂等粉状材料应按不同品种、规格、等级和生产厂家分别贮存；应防潮防雨、并应符合有关环境保护的规定；

2 粗、细骨料堆场应有防尘和遮雨设施；粗、细骨料应按品种、规格分别堆放，不得混放，不得混入杂物。

3 各种原材料贮存处应有明显标识。

7.2 计量

7.2.1 原材料计量宜采用电子计量设备。其精度应满足现行国家标准《混凝土搅拌站（楼）技术条件》GB/T 10171 的有关规定；应具有法定计量部门签发的有效检定证书，并应定期校验。混凝土生产单位每月应自检一次；每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。

7.2.2 混凝土原材料计量允许偏差应符合表 7.2.2 规定，原材料计量偏差应每班检查 1 次。

表 7.2.2 各种原材料计量的允许偏差

原材料种类	粉状材料	粗、细骨料	拌合用水	膨胀剂	外加剂
累计计量允许偏差（按质量计%）	±1	±2	±1	±1	±1
每盘计量允许偏差（按质量计%）	±2	±3	±2	±2	±2

7.3 搅拌

7.3.1 混凝土搅拌机应符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142 的规定。混凝土搅拌宜采用强制式搅拌机。

7.3.2 原材料投料方式应满足混凝土搅拌技术及拌合物质量的要求。

7.3.3 搅拌微膨胀防水混凝土时，搅拌时间应适当延长；采用自落式搅拌机时，搅拌时间不应小于 120s；对于双卧轴强制式搅拌机，可在保证搅拌均匀的情况下适当缩短搅拌时间，但

不应小于 65s。当掺用纤维、粉状外加剂、膨胀剂时，搅拌时间宜延长 30s。

7.4 运输

7.4.1 搅拌运输车装料前，搅拌罐内应无积水或积浆；在运输过程中，应控制混凝土拌合物均匀并不产生分层离析。

7.4.2 当采用搅拌运输车运送混凝土拌合物时，搅拌罐在冬期应有保温措施，夏季最高气温超过 35℃时应应有隔热措施。

7.4.3 当采用搅拌运输车运送混凝土拌合物时，卸料前应采用快档旋转搅拌罐不少于 20s。

7.4.4 从搅拌机卸料至工程浇筑地点卸料时间不宜大于 90min。因运距过远、交通或现场等问题造成坍落度损失较大而卸料困难时，可采用在其拌合物中掺入适量减水剂来调整混凝土和易性。

7.4.5 当采用泵送混凝土时，混凝土运输应能保证混凝土连续泵送，并应符合现行行业标准《混凝土泵送技术规程》JGJ/T 10 的有关规定。

7.5 浇筑成型

7.5.1 浇筑混凝土前，应严格检查并保证模板、钢筋、保护层和预埋件符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

7.5.2 浇筑混凝土前，应清除浇筑工作面上的杂物，表面干燥的地基土、垫层、木模板应喷水湿润，但不得留有积水。

7.5.3 遇高温炎热季节，微膨胀防水混凝土拌合物入模温度不应高于 35℃，若超过 35℃时应采取相应降温措施。

7.5.4 当冬期施工时，混凝土拌合物入模温度不应低于 5℃，并应有保温措施。

7.5.5 微膨胀防水混凝土浇筑同时，应制作供结构或构件出池、拆模、吊装、张拉、放张和强度合格评定用的同条件养护试件，还应按设计要求制作抗冻、抗渗或其它性能试验用的试件。

7.5.6 微膨胀防水混凝土浇筑后，在混凝土初凝前，应对浇筑面进行抹面处理。

7.5.7 微膨胀防水混凝土构件成型后，在强度达到 1.2MPa 以前，不得在构件上面踩踏行走。

7.6 养护

7.6.1 微膨胀防水混凝土可采用喷水、潮湿覆盖、喷涂养护剂、冬期蓄热养护等方法进行养护。

7.6.2 微膨胀防水混凝土浇筑完毕后应立即采用塑料薄膜覆盖养护，混凝土全部表面应覆盖严密，并保持膜内有凝结水；采用养护剂养护时，应试验养护剂的保湿效果达到要求后使

用；带模养护时间不应少于 3d。

7.6.3 微膨胀防水混凝土，采用喷水和潮湿覆盖的养护时间不得少于 14d；对于竖向混凝土结构及有特殊要求的部位，养护时间宜适当延长。

7.6.4 对于大体积混凝土，养护过程应进行温度控制，混凝土内部和表面的温差不宜超过 25℃，表面与外界温差不宜大于 20℃。

7.6.5 对于冬期施工的微膨胀防水混凝土，养护应符合以下规定：

1. 日均气温低于 5℃时，不得采用浇水自然养护方法。
2. 混凝土受冻前的强度不得低于 5MPa。
3. 模板和保温层应在混凝土冷却到 5℃方可拆除，或在混凝土表面温度与外界温度相差不大于 20℃时拆模，拆模后的混凝土亦应临时覆盖，使其缓慢冷却。
4. 混凝土强度达到设计强度等级的 50%时，方可撤除养护措施。

8 质量检验和验收

8.1 质量检验

8.1.1 原材料质量应符合本规程第 4 章的规定。

8.1.2 混凝土拌合物性能应满足施工技术要求，力学性能（强度）必须符合设计要求。用于检验力学性能（强度）的试件应在浇筑地点随机抽取。

对同一配合比混凝土，取样应符合下列规定：

- 1 每拌制 100 盘且不超过 100m^3 时，取样不得少于一次；
- 2 每工作班拌制不足 100 盘时，取样不得少于一次；
- 3 每次连续浇筑超过 1000m^3 时，每 200m^3 取样不得少于一次；
- 4 每一楼层取样不得少于一次。

8.1.3 混凝土限制膨胀率、力学指标及耐久性能应在施工现场随机抽取试件进行检验，且制作试件。混凝土有抗冻融要求时，应在施工现场进行混凝土含气量检验，其检验结果应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。对同一配合比混凝土，取样不应少于一次。

8.1.4 混凝土浇筑完毕后应及时进行养护，养护时间以及方法应符合施工技术方案的要求。

8.1.5 混凝土的力学性能指标及耐久性能可用常规检验方法，也可采用无损检测方法。

8.2 检验评定

8.2.1 膨胀防水混凝土强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107 的规定进行检验评定；也可采用无损检测方法相关标准检验评定。

8.2.2 膨胀防水混凝土耐久性能应按《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/193 的规定进行检验评定。

8.3 工程质量验收

8.3.1 现浇结构质量验收应符合下列规定：

- 1 现浇结构质量验收应在拆模后、混凝土表面未作修整和装饰前进行，并应作出记录；
- 2 已经隐蔽的不可直接观察和量测的工程部位，可检查隐蔽工程验收记录；
- 3 修整或返工的结构构件或部位应有实施前后的文字及图像记录。

8.3.2 膨胀防水混凝土的强度、耐久性指标及限制膨胀率应满足设计要求。

8.3.3 现浇结构的外观质量缺陷应由监理单位、施工单位等各方面根据其对结构性能和使用功能影响的严重程度按表 8.3.3 确定：

表 8.3.3 现浇结构外观质量缺陷

名 称	现 象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件受压主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	裂缝从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土有缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	处于长期与水或湿润土体接触的混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、粘污等	具有处于长期与水或湿润土体接触的或有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

附录 A 微膨胀防水混凝土限制膨胀率取值方法

A.0.1 微膨胀防水混凝土限制膨胀率设计原则，即抗裂防水要求应满足公式 6.0.5-1：

$$|\varepsilon_{\sigma} - (\varepsilon_w + \varepsilon_t - e)| < \varepsilon_k \quad (6.0.5-1)$$

式中： ε_k —微膨胀防水混凝土的极限延伸率（或称开裂的极限值），一般取 1×10^{-4} ；

ε_{σ} —微膨胀防水混凝土的限制膨胀率；

ε_w —微膨胀防水混凝土的干缩率；干燥空气中取 $3.0 \sim 4.0 \times 10^{-4}$ ，室内或地下洞、室、隧道等取 $0.5 \sim 1.5 \times 10^{-4}$ ；

ε_t —微膨胀防水混凝土的冷缩率，其值按公式 6.0.5-2 计算：

$$\varepsilon_t = \alpha_t \cdot \Delta t \quad (6.0.5-2)$$

式中： α_t —微膨胀防水混凝土的温度线膨胀系数，石灰岩骨料混凝土取 $5.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ，砂岩、石英岩骨料混凝土取 $11.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 。

Δt —施工温度与最低气温之差($^\circ\text{C}$)。

e —微膨胀防水混凝土的弹性伸长。

A.0.2 根据混凝土工程实际技术资料统计，不同结构的限制膨胀率 ε_{σ} 取值可按表 A.0.2 取用：

表 A.0.2 不同结构的微膨胀防水混凝土限制膨胀率取值参考范围

适用的结构部位	最小限制膨胀率 ($\times 10^{-4}$)	最大限制膨胀率 ($\times 10^{-4}$)
底板、平板结构	1.0~2.0	2.5~3.5
墙体结构	1.5~2.5	3.5~4.5
后浇带、加强带填充用结构	2.0~3.0	4.5~5.5

备注：根据不同结构的配筋率选取上、下限。

引用标准名录

1. 《混凝土结构设计规范》 GB50010
2. 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T50476
3. 《地下防水工程质量验收规范》 GB50208
4. 《混凝土质量控制标准》 GB/T50164
5. 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T500107
6. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204
7. 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》 GB50496
8. 《大体积混凝土施工规范》 GB50496
9. 《高强混凝土应用技术规程》 JGJ/T281 《建筑材料放射性核素限量》 GB6566
10. 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
11. 《普通混凝土力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
12. 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082
13. 《混凝土膨胀剂》 GB 23439
14. 《低热微膨胀水泥》 GB2938
15. 《硫铝酸盐水泥》 GB 20472
16. 《铝酸盐水泥》 GB 20472,
17. 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
18. 《建筑用砂》 GB/T 14684
19. 《建筑用卵石、碎石》 GB/T14685
20. 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T1596
21. 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T18046
22. 《砂浆和混凝土用硅灰》 GB/T 27690
23. 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》 GB/T20491
24. 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T 18736
25. 《混凝土外加剂》 GB8076
26. 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB50119
27. 《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》 GB/T 21120

28. 《混凝土搅拌站（楼）》 GB/T10171
29. 《混凝土搅拌站(楼)技术条件》 GB/T 10171
30. 《混凝土搅拌机》 GB/T 9142
31. 《混凝土搅拌运输车》 JG/T5094
32. 《补偿收缩混凝土应用技术规程》 JGJ/T178
33. 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ55
34. 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T193
35. 《清水混凝土应用技术规程》 JGJ/T169
36. 《自密实混凝土应用技术规程》 JGJ/T283
37. 《混凝土泵送施工技术规程》 JGJ/T10
38. 《高强混凝土应用技术规程》 JGJ/T281
39. 《明矾石膨胀水泥》 JC311
40. 《人工砂混凝土应用技术规程》 JGJ/T241
41. 《海砂混凝土应用技术规程》 JGJ206
42. 《混凝土用粒化电炉磷渣粉》 JG/T317
43. 《水泥砂浆和混凝土用天然火山灰质材料》 JG/T 315
44. 《砂浆、混凝土防水剂》 JC474
45. 《混凝土用水标准》 JGJ63
46. 《混凝土防冻剂》 JC475
47. 《混凝土防冻泵送剂》 JG/T377
48. 《纤维混凝土应用技术规程》 JGJ/T 221
49. 《特细砂混凝土应用技术规程》 DB50-5028

本规程用词说明

- 1 为方便在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
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用词：
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，在条件许可时首先应这样做的用词：
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 本规程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”。

山东省工程建设标准

微膨胀防水混凝土应用技术规程

DB37/T **-2016**

J ***-2016**

条 文 说 明

1 总 则

1.0.1 微膨胀防水混凝土应用技术在我省乃至我国得到了普遍应用、迅速发展并逐渐成熟。直至 2002 年，该规程已进行了两次修订；但随着相关建筑材料（膨胀水泥、膨胀剂、防水剂、纤维增强抗裂材料、低热微膨胀水泥、高性能混凝土等）及应用技术的不断发展，部分技术内容不再适用或制约着科技新成果推广应用，加之相关建筑材料及应用规范的陆续修订，为适应相关新规定，规范微膨胀防水混凝土应用技术，制定了本规程，这将有利于促进微膨胀防水混凝土应用科学的发展，更好地服务社会。

1.0.2 本规程是针对微膨胀防水混凝土的原材料选择、性能要求和检测、配合比设计、制备与运输、施工、质量检验及验收制定的专用标准，用以指导该技术的推广应用。

2 术语、符号

2.1 术语

2.0.1 膨胀是在混凝土硬化后逐渐形成。应用微膨胀效果，抑制收缩、增加混凝土密实性、从而提高了防水抗渗作用。由此对微膨胀防水混凝土进行了定义。

2.0.2 针对外加剂与混凝土其它材料的相容性，对适应性进行定义。

2.0.3 微膨胀防水混凝土具有良好的抗离析性、匀质性直接影响防水抗渗作用效果，为此对其抗离析性进行了定义。

3 基本规定

3.0.2 多年实践技术统计经验表明：当强度等级为 C20 的普通混凝土（即抗压强度在 20~25MPa）即可满足 0.6MPa 抗渗压力要求，配制微膨胀防水混凝土是为了适用于更高的防水抗渗要求，为此规定微膨胀防水混凝土的强度等级不得低于 C25，且抗渗压力不小于 0.8MPa。

3.0.3 在工程应用中微膨胀防水混凝土往往不仅仅是微膨胀防水功效，还具有其他性征或用途，比如大体积、高性能、自密实等，因而，其原材料选择、性能要求和检测、配合比设计、制备与运输、施工及质量检验除应符合本规程外，尚应符合相关现行标准的规定。

3.0.4 由于在蒸压或高温环境下会对含硫铝酸钙类、硫铝酸钙-氧化钙类等以钙矾石为膨

胀源的胶凝材料中钙矾石晶体的生成或稳定造成不利影响，因而，微膨胀防水混凝土不宜用于蒸养环境、蒸压环境且环境温度长期处于 80℃ 以上的工程中。干燥环境对微膨胀防水混凝土中钙矾石晶体的生成或稳定有较大影响（导致微膨胀防水混凝土中钙矾石脱水或发生转化），从而损害其长期和耐久性能，因而，微膨胀防水混凝土不宜用于相对湿度长期处于 20% 以下的干燥环境的工程。

4 原材料

4.1 膨胀剂

4.1.2 不同生产厂家和品种的膨胀剂，其膨胀机理和性能存在一定差异，本标准是以 JEA 膨胀防水剂实验数据为基础编制的，其他厂家应积累较详尽、可靠的产品性能数据和经验，参考本规程指导工程应用。因而，膨胀剂生产厂家必须提供相应的膨胀剂产品技术性能资料，其中应包括针对不同用途和不同限制膨胀率的推荐掺量，为配合比设计提供支持。

4.1.3 粉状膨胀剂吸水受潮会导致功效降低甚至失效，因而配制微膨胀防水混凝土不得采用受潮结块的粉状膨胀剂。

4.2 水泥

4.2.1 明矾石膨胀水泥、低热微膨胀水泥、硫铝酸盐水泥混凝土水化后已满足微膨胀防水混凝土之效果，故严禁再掺加膨胀剂。

4.2.2 考虑到 32.5 强度等级水泥中掺合料普遍加量较大，如再掺入膨胀剂会对强度和耐久性产生不良影响，故配制微膨胀防水混凝土不宜选用低于 42.5 强度等级的水泥；尤其适用于矿渣硅酸盐水泥是因使用硫铝酸钙类、硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂对矿渣硅酸盐水泥的适应性较好。

4.2.3 一般情况下，刚粉磨出厂水泥游离氧化钙含量较高、温度也较高，超过 65℃ 会对钙矾石的生成产生不利影响，因而刚进厂的水泥需放置一段时间待温度降下来、游离氧化钙稳定下来方可使用。而结块或时间过长会降低水泥活性甚至失效，故配制微膨胀防水混凝土也不宜采用出厂超过 3 个月的水泥，更不得采用结块的水泥。

4.3 骨料

4.3.1 由于微膨胀防水混凝土的应用涉及到工业及民用建筑、水利工程、水处理工程、城建市政工程、人防工程、道路交通工程等多个领域，因而，应执行国家标准。较大

粒径的粗骨料有利于减少混凝土的干缩。骨料杂质的含量越高，对混凝土性能、钙矾石的形成、膨胀效果的发挥危害性越大，因而，在本条和 4.3.2 条对粗、细骨料的含泥量和泥块含量作了限值规定。

4.3.2 配制微膨胀防水混凝土关键是保证拌合物有良好的和易性，故要求骨料有较好的颗粒级配和清洁性，细骨料宜选用中砂。采用人工砂时，应执行《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T241 的标准。采用海砂配制混凝土有一定的特殊性，氯离子含量和贝壳含量较高，必须进行处理和控制，因而需执行《海砂混凝土应用技术规程》JGJ206 的专业标准，并对氯离子含量、贝壳最大尺寸和贝壳含量进行了规定。采用特细砂宜导致黏度增大和裂缝产生，因而，配制微膨胀防水混凝土不宜采用特细砂，如特定情况下只能用特细砂，可参照相关现行标准《特细砂混凝土应用技术规程》DB50-5028-2004 的规定应用。

4.3.3 防止碱骨料反应对微膨胀防水混凝土及结构耐久性非常重要，为避免混凝土碱骨料反应造成的危害，配制微膨胀防水混凝土严禁使用碱活性骨料。

4.4 矿物掺合料

4.4.2 低品质的粉煤灰和矿粉会明显降低微膨胀防水混凝土的膨胀防水性能、强度和抗冻、抗渗性能，因而，对粉煤灰、矿粉等掺合料的质量作出了规定；当采用 C 类粉煤灰时，因氧化钙量较高易造成安定性不良，故应进行安定性检测，合格后方可使用。

4.4.3 对于居住和公共场所等民用建筑工程，为保证人身健康安全，应检测矿物掺合料的放射性，放射性应符合现行标准《建筑材料放射性核素限量》GB6566 的规定。

4.4.5 为避免钢筋锈蚀，矿物掺合料中的氯离子含量不应大于 0.02%。

4.4.6 矿物掺合料温度过高会对微膨胀防水混凝土性能产生不利影响，因而，生产微膨胀防水混凝土时，矿物掺合料温度不宜高于 60℃。

4.5 外加剂

4.5.2 配制高性能、自密实、泵送的微膨胀防水混凝土，保证较好的流动性及和易性是关键，故宜采用高效、高性能减水剂（或泵送剂）。冬期施工，应采用防冻剂或复合类防冻剂，确保混凝土能够负温下持续水化形成强度。引气可有效缓冲混凝土中水分的冻胀破坏，对有抗冻融要求的微膨防水混凝土应采用引气剂。

4.5.3 通过检验和确定外加剂与其他混凝土材料是否有良好的适应性至关重要，尤其是掺加膨胀剂后与外加剂相容性的影响；掺加膨胀剂后有时会加大对减水剂的吸附，增

大混凝土拌合物坍落度的经时损失。

4.5.4 使用速凝剂往往会影响到其他混凝土材料的相容性及钙矾石的生成，降低混凝土的密实性和微膨胀效果。

4.5.5 外加剂形态或状态的改变往往会伴随品质的变化，因而，配制微膨胀防水混凝土不应采用受潮结块或沉淀等异常现象的外加剂，或经检验合格后方可使用。

4.6 拌合用水

4.6.1 各地水质差别较大，特别有些地区水源为盐碱水甚至海水、废水对混凝土各项性能影响较大，故拌合用水和养护用水应符合现行标准《混凝土用水标准》JGJ63 规定。

4.6.2 混凝土搅拌与运输设备洗刷水和砂石分离产生的污水，作为废弃物，化学成分复杂、杂质多不宜用于配制微膨胀防水混凝土。

4.6.3 未经淡化处理的海水和盐碱水对混凝土性能危害较大，不得用于配制微膨胀防水混凝土。

4.6.4 冬期施工生产微膨胀防水混凝土，如需加热拌合水，温度过高会对钙矾石的生成产生不利，影响其微膨胀效果，故拌合水温度不得高于 60℃。

4.6.5 当气温高于 35℃时，会加速混凝土的水化和缩短凝结时间，不利于浇筑施工，应采取降温措施，加以缓解。

4.7 其它材料

4.7.1 当前普遍工程基础或超长防渗结构设计都要求掺加纤维，以达到减少和避免裂缝的作用，并符合《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的规定要求，合成纤维应符合现行标准《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120 的规定。

4.7.2 其他材料应符合相关现行标准的规定。

5 混凝土性能

5.1 微膨胀性能

5.1.1 限制膨胀率作为表征微膨胀防水混凝土微膨胀特性的技术指标，按照不同用途对其技术指标进行规定，通常其在水中 14d 达到最大值。根据多年的应用经验，将用于补偿收缩的膨胀混凝土和填充的膨胀混凝土的限制膨胀率进行了适当调整。

5.2 防水抗渗性能

5.2.1 多年应用实践统计经验表明：当强度等级为 C20 的普通混凝土（即抗压强度在 20~25MPa）即可满足 0.6MPa 抗渗压力要求；配制微膨胀防水混凝土是为了适用于更高的防水抗渗要求，故规定微膨胀防水混凝土的强度等级不得低于 C25，且抗渗压力不小于 0.8MPa。

5.3 拌合物性能

5.3.2 针对不同的环境作用等级，可溶性氯离子含量、碱含量除应满足设计技术要求外还应满足现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T5047、《混凝土结构设计规范》GB50010 和《混凝土质量控制标准》GB/T50164 的规定要求。

5.3.3 微膨胀防水混凝土的粘聚性、匀质性和稳定性对防水抗渗性能至关重要，故其应具有较好的抗离析性和保水性。

5.3.4 混凝土凝结时间表征塑性阶段的长短，塑性期越长越容易引发裂缝。因而，微膨胀防水混凝土的凝结时间在不影响其性能前提下尽量缩短；但微膨胀防水混凝土的凝结时间不应低于 3 小时；凝结时间太短影响其后期强度。微膨胀防水混凝土的凝结时间应满足施工要求，不得产生急凝、假凝。

5.4 力学性能

5.4.1 微膨胀防水混凝土的力学性能与抗渗性能存在很好的相关性，强度越高，其抗渗性能也越好。为了适用于更高的防水抗渗要求，规定微膨胀防水混凝土的强度等级不得低于 C25，且抗渗压力不小于 0.8MPa。

5.5 其它长期性能和耐久性能

5.5.1 除抗冻融、抗硫酸盐侵蚀、抗氯离子渗透、抗碳化、收缩等耐久性能外，还有抗裂、耐磨性等有特殊要求的相关指标，也应满足相应标准规范或设计的要求。

6 配合比

6.0.2 胶凝材料总量、水泥用量、设计强度等级、水胶比、可溶性氯离子含量和碱含量、矿物掺合料总掺量、砂率、灰砂比等诸多技术参数决定了微膨胀防水混凝土的各

项性能，因而，结合多年实践经验，提出了相适应的规定要求。本规程 3 基本规定中 3.0.2 条规定微膨胀防水混凝土的强度等级不得低于 C25，且抗渗压力不小于 0.8MPa。根据长期应用实践技术统计资料，达到 C25 强度等级且抗渗压力不小于 0.8MPa 的技术要求，水胶比一般不会低于 0.5。参照 JGJ 55-2011 普通混凝土配合比设计规程中 3 基本规定 3.0.4 条（表 3.0.4 混凝土最小胶材用量）水胶比为 0.5 对应的最小胶材用量为 320kg/m³。微膨胀防水混凝土通常应用在二 b 类环境条件的混凝土结构，参照 GB50010-2010 混凝土结构设计规范中 3.5 耐久性设计 3.5.3 条规定二 b 类环境条件对应的最大水胶比为 0.5、最小强度等级为 C25；当有侵蚀性介质（环境条件 S 三 a 类）时水胶比不宜大于 0.45。参照 GBT50476-2008 混凝土结构耐久性设计规范中 4.3.2 条规定的 I-B 类（长期与水或湿润土体接触的构体）环境作用等级对应的最大水胶比为 0.6、最小强度等级为 C25（使用年限 30 年）；最大水胶比为 0.55、最小强度等级为 C30（使用年限 50 年）。参照 JGJ 55-2011 普通混凝土配合比设计规程中 3 基本规定 3.0.5 条（表 3.0.5-1 钢筋混凝土中矿物掺合料最大量）水胶比 > 0.4 对应的粉煤灰最大掺量为 30%，复合掺合料最大掺量为 45%。

6.0.3 设计要求确定了限制膨胀率、工程结构约束条件和膨胀剂品种掺量会直接影响实际工程部位的微膨胀效果，需要参照厂家提供的产品技术性能资料（包括针对不同的限制膨胀率）的推荐掺量来初步选定膨胀剂的掺量。膨胀剂的品种决定了膨胀机理和效果，用明矾石配制的膨胀剂中 K₂O 和 Na₂O 含量可达 3%，由此引入的含碱量每立方米中可达 1KG，掺量过大可能会引发碱-骨料反应。氧化钙（石灰）系膨胀剂中 CaO 含量较高，掺量过大可能会混凝土安定性不良。目前，膨胀剂正朝着低掺量、低含碱量、高性能方向发展。

6.0.4 当设计要求为微膨胀防水混凝土但并没有给出明确的限制膨胀率规定值时或没有实践技术统计资料时，微膨胀混凝土的限制膨胀率可参考附录 A 进行确定。附录 A（微膨胀防水混凝土限制膨胀率取值方法）是获山东省科技进步一等奖“渠道防渗防冻害研究”（山东省水利科学研究院）项目、采用 JEA 系列膨胀防水剂配制微膨胀防渗混凝土试验研究回归分析得出的结果。

6.0.5 要针对微膨胀性能检测其限制膨胀率，经检测发现限制膨胀率指标不符合设计要求时，应适当调整膨胀剂的掺量或品种重新计算配合比，按照新计算的配合比再次进行试配测试，直至限制膨胀率满足设计要求。在一定范围内，限制膨胀率随着膨胀剂的掺量增加而提高。在一定约束条件下、限制膨胀率与早期强度成反比关系。通常情

况下，膨胀时间发生在微膨胀防水混凝土硬化后 1~14d 之内，14d 时限制膨胀率达到最大值；如果其早期强度高就会遏制了混凝土膨胀，但早期强度太低又会因膨胀而损坏，因此，强度等级小于 C20 级的混凝土不宜使用膨胀剂配制微膨胀防水混凝土。

6.0.6 微膨胀防水混凝土设计配合比确定后，在生产和施工前应采用现场的原材料进行配合比验证试验，检测流动性及经时损失，如发现外加剂与其他原材料适应性不好、混凝土拌合物性能不能满足施工技术要求，应在不改变水胶比和膨胀剂掺量的前提下进行必要的配合比调整（包括外加剂掺量、砂率的调整）直至满足要求，以调整后的配合比作为施工配合比。

6.0.7 微膨胀防水混凝土生产过程中，粗、细骨料的含水率往往是一个不断变化的值，因此，应根据其变化情况及时调整配合比，以保证水胶比和坍落度的稳定性。

7 施工

7.1 原材料控制

7.1.2 为正确有效的管理和使用原材料，对各种原材料贮存、标识和使用各个方面进行了相关规定。

7.2 计量

7.2.1 对计量设备的检定、校验、自检和零点校准有利于保证计量的精度，及时发现问题和解决问题。

7.2.3 粗、细骨料含水率的变化而称量不变，则导致实际用水量和砂石量与设计配合比产生较大偏差，从而危害混凝土的质量稳定性。因而，应根据粗、细骨料含水率的变化，及时调整粗、细骨料和拌合用水的称量。

7.3 搅拌

7.3.2 原材料投料方式应满足混凝土搅拌技术及拌合物质量要求。搅拌投料顺序宜为先将投入细骨料、粗骨料搅拌，再投入粉状材料（包括膨胀剂、水泥、粉煤灰等）搅拌，最后投入液体材料（包括水、外加剂等）搅拌。亦可先投入细骨料，再投入粉状材料（包括膨胀剂、水泥、粉煤灰等）投入搅拌机干拌不少于 30s，然后再加液体材料（包括水、外加剂等）搅拌砂浆，最后加入粗骨料搅拌。液体外加剂宜与拌合水预

混。如需添加纤维，纤维应与骨料一同投入搅拌机进行搅拌。

7.3.3 由于微膨胀防水混凝土的掺加材料特殊，搅拌时间过短不能很好发挥效用，易导致误判，因而，搅拌时间应适当延长；自落式搅拌机搅拌效率较低，因而搅拌时间不应过短，不得小于 120s，双卧轴强制式搅拌机搅拌效率较高，可在保证搅拌均匀的情况下适当缩短搅拌时间，但不应小于 60s，强制搅拌时间过长会导致混凝土拌合物状态出现异常，也不宜大于 10min。为避免刚清理过的搅拌机间隙粘料造成浆料损失影响拌合物质量，因而，宜先用所使用的配合比基础上去除石子、水胶比降低 0.02 的砂浆配合比拌制一盘砂浆、用于补偿搅拌机挂浆造成的拌合物中的浆料损失。

7.4 运输

7.4.1 搅拌罐内无积水或积浆造成罐内水胶比增大或破坏原混凝土材料比例，必然对混凝土质量产生较大的危害；在运输过程中，检查和采取措施改进搅拌罐的搅拌效果，保证混凝土不离析、不分层和组成成分不发生变化。

7.4.2 温度会对搅拌罐车内混凝土拌合物性能产生影响，因而，搅拌罐在冬期应有保温措施，夏季最高气温超过 40℃时，应有隔热措施。

7.4.3 当搅拌运输车运送混凝土拌合物过程中不可避免会出现一定的分层现象，故卸料前应采用快档旋转搅拌混凝土使之均化后方可卸料。

7.4.4 随着时间的延长混凝土必然会逐渐水化、造成坍落度损失较大而卸料困难，可采用在混凝土拌合物中掺入适量减水剂来调整混凝土和易性直至满足施工要求，并对外加剂的添加方法的规定。

7.5 浇注成型

7.5.4 当冬期施工时，混凝土拌合物入模温度低于 5℃容易导致混凝土发生冻害，因此，应采取必要的保温措施。

7.5.5 在混凝土浇筑同时，制作同条件养护试件用于拆模、吊装、张拉、放张的参考依据。

7.5.6 混凝土构件成型后，为避免荷载过大造成裂缝，在微膨胀防水混凝土强度达到 1.2MPa 以前，不得在构件上面踩踏行走。

7.6 养护

7.6.1 微膨胀防水混凝土正常膨胀组分-钙矾石晶体中含有 32 个结晶水，如水化不充分其晶体将转化为六个结晶水的水化产物、严重影响其膨胀性能，以致微膨胀防水混凝土

土产生裂缝；可采用浇水、潮湿覆盖、喷涂养护剂、冬季蓄热养护等方法进行养护；而养护水温超过 65℃ 会使钙矾石晶体开始分解。因此，不宜采用蒸汽养护、蒸压养护，热养护温度不应大于 65℃；延长带模养护时间有利于防止混凝土表面温度过早散失，在冬期施工时还能起到保温作用，防止冻害产生。

7.6.2 微膨胀防水混凝土浇筑完毕后应立即采用塑料薄膜覆盖养护防止水分散失过快。

7.6.3 微膨胀防水混凝土强度较之普通混凝土增长较缓慢，因此，应延长保水或潮湿覆盖养护的时间。

8 质量检验和验收

8.1.3 近年来，膨胀剂市场存在假冒伪劣现象，严重影响了微膨胀防水混凝土技术的应用。因而，微膨胀防水混凝土限制膨胀率进行现场复核检测是十分必要的。因不发生裂缝是防水的前提条件，故应加强对混凝土裂缝等外观质量缺陷的检查和验收。
检查方法：检查施工记录及相关试验记录和报告。

8.1.5 采用无损检测方法检验微膨胀防水混凝土快速便捷，其将成为今后混凝土快速检验验收的主要方法之一。

8.2.1 采用无损检测方法相关标准检验评定微膨胀防水混凝土是本规程引入的新方法，要不断总结积累检测实际经验，使这类先进实用的检测技术快速发展起来。

8.3.3 微膨胀防水混凝土的主要缺陷列表示出，以利全面准确验收。