

# DB1331

雄 安 新 区 地 方 标 准

DB1331/T 049 - 2023

## 雄安新区高性能混凝土 应用技术规程

Technical specification for application of high performance  
concrete in Xiong'an

2023-08-11 发布

2023-08-15 实施

河北雄安新区管理委员会建设和交通管理局  
河北雄安新区管理委员会改革发展局 联合发布

## 前 言

本规程是根据河北雄安新区管理委员会改革发展局《关于印发 2022 年雄安新区地方标准第一批立项项目计划的通知》的要求，由雄安集团基础建设有限公司会同相关单位，深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并广泛征求意见，最后经审查定稿。

本规程共分 10 章，主要内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 原材料、5 配合比、6 混凝土生产、运输和浇筑、7 养护与拆模、8 质量检验与验收、9 绿色生产、10 智能化生产。

本规程由河北雄安新区管理委员会建设和交通运输局负责管理，由中国雄安集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈给中国雄安集团基础建设有限公司（地址：河北省容城县容信路 6 号，邮编：071700，电话：13880741593）。

**主编单位：**中国雄安集团有限公司

中国雄安集团基础建设有限公司

**参编单位：**河北雄安容西混凝土有限公司

河北雄安寨里混凝土有限公司

河北雄安咎岗混凝土有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

中国二十二冶集团有限公司

北京建工新型建材有限责任公司

北京金隅混凝土有限公司

海南瑞泽双林建材有限公司

清华大学

哈尔滨工业大学

同济大学

**主要起草人：**张利峰 张耀东 盛智平 毕晏云 唐 强 郝挺宇 高 毅 褚雅楠  
任铁钺 任雪梅 张舒栋 田国选 高 峰 宋家茂 李栋学 师建博  
李 坦 白立志 王 强 曹国强 吴伟达 李茂彬 刘 创 李双成  
王君健 陆文斌 水嘉漪 王建博 王 斐 刘羽涵 胡俊鹏 骆 钢  
周海成 刘伟力 张义朋 刘坤嵩 牛思海 胡 宇 刘 昊 马保平  
豆少强 曹岩甫 周春圣 张 润 王俊杰 任 强 朱 海

**主要审查人：**刘加平 冷发光 蒋正武 王 冲 李化建 李彦昌 俞海勇

# 目 次

|      |                  |    |
|------|------------------|----|
| 1    | 总则.....          | 1  |
| 2    | 术语.....          | 2  |
| 3    | 基本规定.....        | 4  |
| 4    | 原材料.....         | 5  |
| 4.1  | 一般规定.....        | 5  |
| 4.2  | 水泥.....          | 5  |
| 4.3  | 矿物掺合料.....       | 5  |
| 4.4  | 骨料.....          | 6  |
| 4.5  | 外加剂.....         | 7  |
| 4.6  | 水.....           | 7  |
| 5    | 配合比.....         | 9  |
| 5.1  | 一般规定.....        | 9  |
| 5.2  | 配合比参数.....       | 11 |
| 6    | 混凝土生产、运输和浇筑..... | 15 |
| 6.1  | 一般规定.....        | 15 |
| 6.2  | 混凝土生产.....       | 15 |
| 6.3  | 运输.....          | 15 |
| 6.4  | 浇筑.....          | 16 |
| 7    | 养护与拆模.....       | 18 |
| 8    | 质量检验与验收.....     | 19 |
| 8.1  | 一般规定.....        | 19 |
| 8.2  | 出厂检验.....        | 19 |
| 8.3  | 交货检验.....        | 20 |
| 8.4  | 评定和验收.....       | 20 |
| 9    | 绿色生产.....        | 21 |
| 9.1  | 一般规定.....        | 21 |
| 9.2  | 生产区域要求.....      | 21 |
| 9.3  | 设备设施要求.....      | 21 |
| 9.4  | 生产过程管理.....      | 21 |
| 9.5  | 废弃物再利用.....      | 22 |
| 9.6  | 绿色生产评价及监测.....   | 22 |
| 9.7  | 碳排放管理.....       | 22 |
| 10   | 智能化生产.....       | 23 |
| 10.1 | 一般规定.....        | 23 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 10.2 生产调度.....             | 23 |
| 10.3 生产设备.....             | 23 |
| 10.4 技术质量.....             | 23 |
| 附录 A 混凝土直流阶跃法电阻率测量方法 ..... | 25 |
| 附录 B 混凝土毛细吸水速率测试方法 .....   | 28 |
| 附录 C 机制砂球体类似度测试方法 .....    | 32 |
| 附录 D 生产系统二氧化碳排放核算方法 .....  | 34 |
| 附录 E 运输系统二氧化碳排放核算方法 .....  | 36 |
| 用词说明.....                  | 38 |
| 引用标准名录.....                | 39 |
| 附：条文说明.....                | 41 |

# Contents

|      |                                                      |    |
|------|------------------------------------------------------|----|
| 1    | General Provisions .....                             | 1  |
| 2    | Terms.....                                           | 2  |
| 3    | Basic requirements .....                             | 4  |
| 4    | Raw materials.....                                   | 5  |
| 4.1  | General requirements .....                           | 5  |
| 4.2  | Cement .....                                         | 5  |
| 4.3  | Mineral admixture .....                              | 5  |
| 4.4  | Aggregates .....                                     | 6  |
| 4.5  | Chemical admixture .....                             | 7  |
| 4.6  | Water .....                                          | 7  |
| 5    | Mixing ratio .....                                   | 9  |
| 5.1  | General requirements .....                           | 9  |
| 5.2  | Mix parameters .....                                 | 10 |
| 6    | Concrete production、 transportation and pouring..... | 14 |
| 6.1  | General requirements .....                           | 14 |
| 6.2  | Concrete production .....                            | 14 |
| 6.3  | Transportation .....                                 | 14 |
| 6.4  | Pouring.....                                         | 15 |
| 7    | Maintenance and Demolition .....                     | 17 |
| 8    | Quality Inspection and Acceptance.....               | 18 |
| 8.1  | General requirements .....                           | 18 |
| 8.2  | Factory inspection .....                             | 18 |
| 8.3  | Delivery inspection .....                            | 19 |
| 8.4  | Evaluation and acceptance .....                      | 19 |
| 9    | Green production.....                                | 20 |
| 9.1  | General requirements .....                           | 20 |
| 9.2  | Production area requirements.....                    | 20 |
| 9.3  | Equipment and facilities requirements.....           | 20 |
| 9.4  | Production process management.....                   | 20 |
| 9.5  | Waste Reuse .....                                    | 21 |
| 9.6  | Green production evaluation and monitoring.....      | 21 |
| 9.7  | Carbon emission management .....                     | 21 |
| 10   | Intelligent production .....                         | 23 |
| 10.1 | General requirements .....                           | 23 |

|            |                                                                                 |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10.2       | Production scheduling.....                                                      | 23 |
| 10.3       | Production Equipment .....                                                      | 23 |
| 10.4       | Technical quality .....                                                         | 23 |
| Appendix A | DC step method for measuring electrical resistivity of concrete .....           | 25 |
| Appendix B | Test method for capillary water absorption rate of concrete.....                | 28 |
| Appendix C | Test method for similarity of mechanized sand spheres .....                     | 32 |
| Appendix D | Accounting method for carbon dioxide emissions from production systems.....     | 34 |
| Appendix E | Accounting Method for carbon dioxide emissions from transportation systems..... | 36 |
|            | Explanation of Words.....                                                       | 38 |
|            | List of quoted Standards .....                                                  | 39 |
|            | Addition: Explanation of provisions .....                                       | 41 |

# 1 总则

**1.0.1** 为支撑雄安新区高质量发展，夯实雄安工程建设质量基础，促进高性能混凝土在雄安新区建设工程中的应用，加强混凝土生产、施工过程质量控制，节约资源、保护环境，结合雄安新区特点，制定本技术规程。

**1.0.2** 本技术规程主要适用于雄安新区新建或改建工程中强度等级不低于 C30 的结构混凝土，C30 以下参照执行。

**1.0.3** 雄安新区高性能混凝土除应符合本技术规程外，尚应符合国家、行业和河北省现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 高性能混凝土 high-performance concrete

以建设工程设计、施工和使用对混凝土性能特定要求为总体目标,选用优质常规原材料,合理掺加外加剂和矿物掺合料,采用较低水胶比并优化配合比,通过预拌和绿色生产方式以及严格的施工措施,制成具有优异的拌合物性能、力学性能、耐久性能和长期性能的混凝土。

### 2.0.2 混凝土拌合物工作性能 working performance of concrete mixture

混凝土拌合物易于生产、浇筑及振捣,并能具有质量均匀、成型密实的性能,主要包括流动性、粘聚性、保水性。

### 2.0.3 混凝土结构耐久性 durability of concrete structure

在环境作用和正常的维护、使用条件下,混凝土结构保持适应性和安全性的能力。

### 2.0.4 混凝土体积稳定性 volume stability of concrete

混凝土在凝结硬化与服役过程中,抵抗因自身体积变化和外界因素引起的收缩或膨胀,保持其初始几何尺寸的能力。

### 2.0.5 设计使用年限 design service life

在设计规定的结构或结构构件不需要进行大修即可按预定目的使用的年限。

### 2.0.6 环境作用 environmental effects

温、湿度及其变化以及二氧化碳、氧、盐、酸等环境因素对结构或材料性能的影响。

### 2.0.7 浆体比 slurry ratio

混凝土中水泥、矿物掺合料、机制砂中粒径小于  $75\mu\text{m}$  的石粉、水、气体和外加剂的体积之和与混凝土总体积之比。

### 2.0.8 绿色生产 green production

是以节能降耗、减排为目标,采用先进的技术和管理措施,实现混凝土生产全过程的资源节约和环境保护的综合活动。

### 2.0.9 浆水 mud and water

预拌混凝土生产企业的剩退混凝土和清洗废料经砂石分离后产生的含粉料、细骨料、外加剂、水等的混合液。

### 2.0.10 机制砂球体类似度 sphericity

表征砂颗粒与球体形状类似程度的指标,即同一颗粒在不同方向上的投影面积与其最小外接圆面积比值的平均值的  $3/2$  幂次方。

### 2.0.11 混凝土碳足迹 carbon footprint of products

基于全生命周期评价的方法,对混凝土生产系统中原材料、生产、运输、使用和再生利用等阶段的温室气体排放和吸收的汇总,利用二氧化碳当量的形式来表述,表征它们对气候变化的贡献。



#### **2.0.12 智能化 intellectualization**

在网络、大数据、物联网和人工智能等技术的支持下，设备设施、系统软件等具有自学习、自优化的理论、方法和技术。

### 3 基本规定

**3.0.1** 高性能混凝土结构设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和其它相关设计标准的规定。

**3.0.2** 高性能混凝土原材料的选用、配合比设计及施工与验收应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 的相关规定。

**3.0.3** 高性能混凝土的耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定。

**3.0.4** 高性能混凝土拌合物工作性能及拌合物中水溶性氯离子最大含量值应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定和施工要求，其试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定。

**3.0.5** 高性能混凝土的物理力学性能应满足设计要求，其试验方法应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定，有自密实要求的，还应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定。

**3.0.6** 高性能混凝土耐久性和长期性能应满足设计要求，其试验方法除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 的规定外，还可按照附录 A 和附录 B 进行电阻率和毛细吸水率的检测评价。

**3.0.7** 高性能混凝土的制备和运输应符合现行行业标准《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328 和雄安新区相关规定的要求。

**3.0.8** 高性能混凝土中需添加其他原材料或有其他技术要求时，尚应符合相应标准要求。

**3.0.9** 生产企业宜提高智能制造应用水平，实现智能化生产。

## 4 原材料

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 原材料进厂应核验型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，并按厂家、品种分批进行检验，检验项目及检验批量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

**4.1.2** 高性能混凝土所使用原材料应对人体和环境无毒、无害，放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定。

**4.1.3** 同一工程相同部位所使用的高性能混凝土，宜使用相同品种、规格、厂家或产地的原材料。

### 4.2 水泥

**4.2.1** 高性能混凝土用水泥宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，且应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 和国家其他相关标准的规定。

**4.2.2** 高性能混凝土用水泥的比表面积应不低于  $300\text{m}^2/\text{kg}$ ，且宜不高于  $360\text{m}^2/\text{kg}$ 。P·O 42.5 水泥的 3d 抗压强度宜不大于 30.0 MPa，28d 抗压强度宜不低于 50.0 MPa。

**4.2.3** 水泥实际使用温度宜不大于  $60^\circ\text{C}$ 。

**4.2.4** 水泥中不应含有影响混凝土长期性能和耐久性能的助剂或激发剂。

**4.2.5** 高性能混凝土用水泥，尚应满足下列规定：

- 1 有预防混凝土碱—骨料反应要求的宜采用碱含量低于 0.6% 的水泥；
- 2 大体积高性能混凝土宜采用符合现行国家标准《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》GB/T 200 规定的中、低热硅酸盐水泥，也可使用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥同时复合使用大掺量的矿物掺合料；
- 3 盐冻融和低温硫酸盐腐蚀环境下不宜采用含石灰石粉的水泥；
- 4 化学腐蚀环境下宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

### 4.3 矿物掺合料

**4.3.1** 配制高性能混凝土可采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、钢渣粉、粒化电炉磷渣粉、石灰石粉、复合掺合料等矿物掺合料，可采用两种或两种以上的矿物掺合料按一定比例经试配验证后混合使用。

**4.3.2** 高性能混凝土用粉煤灰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 的规定，应采用不低于 II 级的 F 类粉煤灰，粉煤灰应颜色均匀、不应有明显刺激性气味。

**4.3.3** 高性能混凝土用粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定，应选用 S95 级及以上等级。

**4.3.4** 高性能混凝土用硅灰应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 的有关规定，二氧化硅含量宜大于 90%。

**4.3.5** 高性能混凝土用钢渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491 的有关规定。

**4.3.6** 高性能混凝土用粒化电炉磷渣粉应符合现行行业标准《混凝土用粒化电炉磷渣粉》JG/T 317 的有关规定。

**4.3.7** 高性能混凝土用石灰石粉应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164 的规定，碳酸钙含量宜不低于 80%，活性指数宜不低于 65%，流动度比应不小于 100%，掺量应不大于胶凝材料总量的 20%。

**4.3.8** 高性能混凝土用复合掺合料应符合现行国家标准《混凝土用复合掺合料》JG/T 486 的有关规定。

**4.3.9** 高性能混凝土用矿物掺合料中不应含有影响混凝土长期性能和耐久性能的激发剂或其他助剂。

**4.3.10** 化学腐蚀环境下宜复合使用优质的矿物掺合料；低温硫酸盐腐蚀环境下不得使用石灰石粉类矿物掺合料。

**4.3.11** 在高性能混凝土中使用其他掺合料应经系统试验研究和论证，并应进行长期性能和耐久性能试验验证。

## **4.4 骨料**

**4.4.1** 细骨料应选择质地坚硬、级配良好的天然砂或机制砂，应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 中 II 类砂的规定，宜为 II 区中砂。机制砂 MB 值小于 1.0g/kg，石粉含量应不大于 15.0%；MB 值在 1.0~1.4 g/kg 时，石粉含量应不大于 10.0%。

**4.4.2** 机制砂不应含有变质岩软颗粒和风化石颗粒，其单粒级最大压碎值指标应不大于 25%。

**4.4.3** 高性能混凝土用砂应满足以下要求：

1 砂的饱和面干吸水率应不大于 2.0%，抗冻融混凝土用砂的饱和面干吸水率应不大于 1.0%；

2 使用砂的料源更换前，应进行砂和外加剂相容性试验，对外加剂进行必要调整，满足使用要求；

3 砂颜色出现较大差异时，应进行差异化检测，确定其对混凝土性能的影响，并对混凝土配合比进行必要调整，满足使用要求；

4 天然砂和机制砂混合使用时，混合后的砂性能应满足现行国家标准对机制砂的要求；

5 I类机制砂的球体类似度应不小于0.6, II类机制砂的球体类似度应不小于0.5, 机制砂球体类似度试验方法见附录C。

4.4.4 高性能混凝土用粗骨料, 应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 中II类碎石的规定, 尚应满足以下要求:

1 宜采用同料源两级或多级配粗骨料, 最大粒径宜不大于25mm, 松散堆积空隙率宜不大于45%;

2 粗骨料的吸水率应不大于1.5%, 抗冻融混凝土用粗骨料的吸水率应不大于1.0%;

3 自密实混凝土用粗骨料, 最大粒径宜不大于20mm;

4 大体积混凝土用粗骨料, 最大粒径宜不大于31.5mm;

5 粗骨料中针、片状颗粒含量应小于8%, 其压碎值应小于10%, 且不得混入风化颗粒;

6 C50及以上强度等级高性能混凝土应采用碎石, 其压碎指标值宜小于8%, 针、片状颗粒含量应小于5%, 最大粒径宜不大于25mm。

4.4.5 高性能混凝土宜采用非碱活性骨料, 当无法使用非碱活性骨料时, 应采取有效抑制碱—骨料反应措施并验证其有效性。

## 4.5 外加剂

4.5.1 高性能混凝土用外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土膨胀剂》GB/T 23439、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 以及现行行业标准《混凝土防冻剂》JC/T 475 的规定。

4.5.2 外加剂使用前应考虑外加剂与胶凝材料的相容性, 其掺量应根据外加剂的推荐掺量、环境温度、施工要求、运输距离、停放时间等经试验确定, 且应同时满足混凝土工作性、力学性能、耐久性和体积稳定性的要求。

4.5.3 配制连续施工的超长结构、自防水结构、填充结构使用的高性能混凝土时, 宜掺入具有降低开裂风险的外加剂, 并满足相关标准的规定。

4.5.4 有含气量要求的高性能混凝土宜单独掺加引气剂, 其掺量应根据试验确定, 使用前应稀释, 新拌混凝土的含气量宜控制在3.0%~5.0%。

4.5.5 含有六价铬、亚硝酸盐和硫氰酸盐成分的外加剂, 不应用于饮水工程中及建成后与饮用水直接接触的混凝土。

4.5.6 含有亚硝酸盐或碳酸盐的早强型减水剂、早强剂、防冻剂和含有亚硝酸盐的阻锈剂, 不应用于预应力混凝土结构。

## 4.6 水

4.6.1 混凝土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》JGJ 63 的规定。

4.6.2 用于混凝土生产前, 浆水应通过试验确定其适用范围和使用量, 并应符合现行行业标

准《预拌混凝土生产企业废水回收利用规范》JGJ/T 2647 的规定。

## 5 配合比

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 高性能混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定，大体积混凝土配合比设计应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的规定。

**5.1.2** 高性能混凝土配合比应根据混凝土设计要求的强度等级、耐久性能以及施工工艺要求，通过计算、试拌、调整等步骤确定。

**5.1.3** 高性能混凝土配合比设计时应考虑混凝土抗裂性能。

**5.1.4** 混凝土结构暴露环境类别应按表 5.1.4 的规定确定。

表 5.1.4 环境类别

| 环境类别 | 名称          | 劣化机理            |
|------|-------------|-----------------|
| I    | 一般环境        | 正常大气作用引起钢筋锈蚀    |
| II   | 冻融环境        | 反复冻融导致混凝土损伤     |
| III  | 海洋氯化物环境     | 自然环境下氯盐侵入引起钢筋锈蚀 |
| IV   | 除冰盐等其他氯化物环境 | 人工干预下氯盐侵入引起钢筋锈蚀 |
| V    | 化学腐蚀环境      | 硫酸盐等化学物质对混凝土的腐蚀 |

**5.1.5** 配筋混凝土结构的环境作用等级应按表 5.1.5 的规定确定。

表 5.1.5 环境作用等级

| 环境类别        | 环境作用等级  |         |         |         |           |           |
|-------------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
|             | A<br>轻微 | B<br>轻度 | C<br>中度 | D<br>严重 | E<br>非常严重 | F<br>极端严重 |
| 一般环境        | I-A     | I-B     | I-C     | —       | —         | —         |
| 冻融环境        | —       | —       | II-C    | II-D    | II-E      | —         |
| 海洋氯化物环境     | —       | —       | III-C   | III-D   | III-E     | III-F     |
| 除冰盐等其他氯化物环境 | —       | —       | IV-C    | IV-D    | IV-E      | —         |
| 化学腐蚀环境      | —       | —       | V-C     | V-D     | V-E       | —         |

**5.1.6** 一般环境对配筋混凝土结构的环境作用等级应按表 5.1.6 的规定确定。

表 5.1.6 一般环境的作用等级

| 环境作用等级                                                                                               | 环境条件           | 结构构件示例                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| I-A                                                                                                  | 室内干燥环境         | 常年干燥、低湿度环境中的结构内部构件                                                          |
|                                                                                                      | 长期浸没水中环境       | 所有表面均处于水下的构件                                                                |
| I-B                                                                                                  | 非干湿交替的结构内部潮湿环境 | 中、高湿度环境中的结构内部构件                                                             |
|                                                                                                      | 非干湿交替的露天环境     | 不接触或偶尔接触雨水的外部构件                                                             |
|                                                                                                      | 长期湿润环境         | 长期与水或湿润土体接触的构件                                                              |
| I-C                                                                                                  | 干湿交替环境         | 与冷凝水、露水或与蒸汽频繁接触的构件内部构件；<br>地下水位较高的地下室构件；<br>表面频繁淋雨或频繁与水接触的构件；<br>处于水位变动区的构件 |
| 注：1 环境条件系指混凝土表面的局部环境；<br>2 干燥、低湿度环境指平均湿度低于 60%，中、高湿度环境指年平均湿度大于 60%；<br>3 干湿交替指混凝土表面经常交替接触到大气和水的环境条件。 |                |                                                                             |

**5.1.7** 混凝土配合比设计时，外加剂和拌合水的使用应符合以下规定：

1 混合使用多种外加剂，应验证不同外加剂之间以及不同外加剂与胶凝材料之间的相容性；减水剂复配的引气剂满足含气量要求时可替代单独应用的引气剂，当减水剂复配引气剂使混凝土含气量不能满足设计要求时，可另行加入引气剂；

2 钢筋混凝土严禁使用含有氯盐的外加剂，预应力混凝土严禁使用含有氯盐、亚硝酸盐和碳酸盐的外加剂；

3 严禁将含有强电解质无机盐的外加剂用于与镀锌钢材或铝材相接触、有外露钢筋预埋件、与直流电源相接触以及距离高压直流电源 100 m 以内的混凝土；

4 补偿收缩混凝土、后浇带或充填预留孔洞的混凝土中宜掺加膨胀剂，其配合比设计应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。

**5.1.8** 对于重要结构或（重要）工程部位的混凝土，宜通过足尺或缩尺模型和施工工艺适应性试验对混凝土理论配合比进行验证，模型试验的规格尺寸应由设计、施工和监理各方共同研究确定。

**5.1.9** 以下情况应重新进行混凝土配合比设计：

- 1 混凝土用原材料质量发生显著变化时；
- 2 混凝土性能指标有特殊要求时；
- 3 同一配合比的混凝土生产间断三个月以上；
- 4 环境温度变化较大。



## 5.2 配合比参数

5.2.1 高性能混凝土的浆体比宜符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 不同等级混凝土浆体比推荐性参数

| 强度等级                     | 浆体比         |
|--------------------------|-------------|
| C30~C50（不含 C50）          | $\leq 0.32$ |
| C50~C60（不含 C60）          | $\leq 0.35$ |
| C60 及以上                  | $\leq 0.38$ |
| 注：自密实高性能混凝土浆体比宜不大于 0.40。 |             |

5.2.2 一般环境和冻融环境下钢筋混凝土和预应力混凝土中矿物掺合料最大掺量宜分别符合表 5.2.2-1 和表 5.2.2-2 的规定。

表 5.2.2-1 钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量

| 矿物掺合料种类                                                                                                                                                                                 | 水胶比         | 最大掺量（%）  |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|------------|
|                                                                                                                                                                                         |             | 采用硅酸盐水泥时 | 采用普通硅酸盐水泥时 |
| 粉煤灰                                                                                                                                                                                     | $\leq 0.40$ | 45       | 35         |
|                                                                                                                                                                                         | $> 0.40$    | 40       | 30         |
| 粒化高炉矿渣粉                                                                                                                                                                                 | $\leq 0.40$ | 65       | 55         |
|                                                                                                                                                                                         | $> 0.40$    | 55       | 45         |
| 石灰石粉                                                                                                                                                                                    | $\leq 0.40$ | 25       | 20         |
|                                                                                                                                                                                         | $> 0.40$    | 20       | 15         |
| 钢渣粉                                                                                                                                                                                     | —           | 30       | 20         |
| 磷渣粉                                                                                                                                                                                     | —           | 30       | 20         |
| 硅灰                                                                                                                                                                                      | —           | 10       | 10         |
| 复合掺合料                                                                                                                                                                                   | $\leq 0.40$ | 65       | 55         |
|                                                                                                                                                                                         | $> 0.40$    | 55       | 45         |
| 注：1 采用其他通用硅酸盐水泥时，应将水泥混合材掺量 20%以上的混合材量计入矿物掺合料；<br>2 复合掺合料各组分的掺量不应超过单掺时的最大掺量；<br>3 采用硅酸盐水泥时，经混凝土耐久性和长期性能试验验证，复合掺合料最大掺量可放宽 5%；<br>4 石灰石粉不宜单独使用；<br>5 当采用含石粉机制砂时，机制砂中的石粉含量应计入石灰石粉掺量，并经试验验证。 |             |          |            |

表 5.2.2-2 预应力钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量

| 矿物掺合料种类 | 水胶比   | 最大掺量 (%) |            |
|---------|-------|----------|------------|
|         |       | 采用硅酸盐水泥时 | 采用普通硅酸盐水泥时 |
| 粉煤灰     | ≤0.40 | 35       | 30         |
|         | >0.40 | 25       | 20         |
| 粒化高炉矿渣粉 | ≤0.40 | 55       | 45         |
|         | >0.40 | 45       | 35         |
| 石灰石粉    | ≤0.40 | 20       | 15         |
|         | >0.40 | 15       | 10         |
| 钢渣粉     | —     | 20       | 10         |
| 磷渣粉     | —     | 20       | 10         |
| 硅灰      | —     | 10       | 10         |
| 复合掺合料   | ≤0.40 | 55       | 45         |
|         | >0.40 | 45       | 35         |

5.2.3 一般环境中高性能混凝土的水胶比应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 一般环境中的高性能混凝土水胶比

| 控制项目 | 环境作用等级 |       |       |
|------|--------|-------|-------|
|      | 50 年   | 100 年 |       |
|      | I-C    | I-B   | I-C   |
| 水胶比  | ≤0.45  | ≤0.42 | ≤0.40 |

5.2.4 冻融环境中高性能混凝土的水胶比、胶凝材料用量应符合表 5.2.4-1 的规定，复合掺合料使用应符合表 5.2.4-2 的规定。

表 5.2.4-1 冻融环境中高性能混凝土配合比参数

| 控制项目              | 环境作用等级 |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 50 年   |       |       | 100 年 |       |       |
|                   | II-C   | II-D  | II-E  | II-C  | II-D  | II-E  |
| 水胶比               | ≤0.45  | ≤0.42 | ≤0.38 | ≤0.42 | ≤0.38 | ≤0.35 |
| 胶凝材料用量<br>(kg/m³) | ≥350   | ≥380  | ≥400  | ≥380  | ≥400  | ≥420  |

表 5.2.4-2 冻融环境中复合掺合料最大掺量推荐性参数

| 水胶比                                                                                       | 最大掺量 (%) |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|
|                                                                                           | 采用硅酸盐水泥时 | 采用普通硅酸盐水泥时 |
| ≤0.40                                                                                     | 60       | 50         |
| >0.40                                                                                     | 50       | 40         |
| 注：1 复合掺合料中各掺合料组分的掺量不宜超过表 5.2.2-1 中单掺时的限量。<br>2 采用硅酸盐水泥时，经混凝土耐久性和长期性能试验验证，复合掺合料最大掺量可放宽 5%。 |          |            |

5.2.5 氯化物环境中高性能混凝土的配合比参数基本要求宜符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 氯化物环境中高性能混凝土配合比参数

| 控制项目                                                                                                                                                                                                                            | 环境作用等级        |               |               |               |               |               |               |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                                                                                                                                                                                                 | 50 年          |               |               |               | 100 年         |               |               |               |
|                                                                                                                                                                                                                                 | III-C<br>IV-C | III-C<br>IV-C | III-C<br>IV-C | III-C<br>IV-C | III-C<br>IV-C | III-C<br>IV-C | III-C<br>IV-C | III-C<br>IV-C |
| 水胶比                                                                                                                                                                                                                             | ≤0.42         | ≤0.40         | ≤0.36         | ≤0.34         | ≤0.40         | ≤0.36         | ≤0.34         | ≤0.32         |
| 矿物掺合料掺量<br>(%)                                                                                                                                                                                                                  | ≥35           |               |               |               | ≥40           |               |               |               |
| <p>注：1 矿物掺合料掺量为采用普通硅酸盐水泥情况的掺量。</p> <p>2 宜选用复合掺合料、单掺矿粉、单掺粉煤灰或者粉煤灰、矿渣、硅灰中的两种或三种复合，也</p> <p>可采用其他可相对有效降低混凝土氯离子迁移系数和电通量的矿物掺合料。当采用硅灰时，同</p> <p>时满足硅灰掺量应不大于 10%。</p> <p>3 矿物掺合料掺量上限应根据试验确定。</p> <p>4 当海洋氯化物环境与冻融环境同时作用时，应采用引气混凝土。</p> |               |               |               |               |               |               |               |               |

5.2.6 化学腐蚀环境高性能混凝土的水胶比、矿物掺合料掺量宜符合表 5.2.6-1 的规定，高性能混凝土抗硫酸盐或镁盐侵蚀时，其水胶比、矿物掺合料掺量宜符合表 5.2.6-2 的规定。

表 5.2.6-1 化学腐蚀环境中高性能混凝土配合比参数

| 控制项目                        | 环境作用等级 |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             | 50 年   |       |       | 100 年 |       |       |
|                             | V-C    | V-D   | V-C   | V-D   | V-C   | V-D   |
| 水胶比                         | ≤0.42  | ≤0.39 | ≤0.36 | ≤0.39 | ≤0.36 | ≤0.33 |
| 矿物掺合料掺量（%）                  | ≥30    |       |       | ≥35   |       |       |
| 注：1 矿物掺合料掺量为采用普通硅酸盐水泥情况的掺量； |        |       |       |       |       |       |

|                                            |
|--------------------------------------------|
| 2 宜选用复合掺合料、单掺矿粉、单掺粉煤灰或者粉煤灰、矿渣、硅灰中的两种或三种复合。 |
| 当                                          |
| 采用硅灰时，同时满足硅灰掺量应不大于 10%；                    |
| 3 矿物掺合料掺量上限应根据试验确定。                        |

**表 5.2.6-2 高性能混凝土抗硫酸盐或镁盐侵蚀配合比参数**

| 抗硫酸盐等级                                                                                                                           | 最大水胶比 | 矿物掺合料掺量 (%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| KS120                                                                                                                            | 0.42  | ≥30         |
| KS150                                                                                                                            | 0.38  | ≥35         |
| > KS150                                                                                                                          | 0.33  | ≥40         |
| 注：1 矿物掺合料掺量为采用普通硅酸盐水泥情况的掺量；<br>2 宜选用复合掺合料、单掺矿粉、单掺粉煤灰或者粉煤灰、矿渣、硅灰中的两种或三种复合；<br>当<br>采用硅灰时，同时满足硅灰掺量应不大于 10%；<br>3 矿物掺合料掺量上限应根据试验确定。 |       |             |

**5.2.7** 对于服役 100 年及以上高性能混凝土单方用水量不宜超过 160kg。

**5.2.8** 电阻率测量值评定宜符合表 5.2.8 的规定。

**表 5.2.8 电阻率测量值评定参数**

| 电阻率 ( $\Omega \cdot m$ ) | 混凝土渗透性性能 |
|--------------------------|----------|
| <100                     | 高        |
| ≥100, <200               | 中        |
| ≥200, <400               | 低        |
| ≥400                     | 非常低      |

**5.2.9** 毛细吸水速率的等级划分符合表 5.2.9 的规定。

**表 5.2.9 毛细吸水速率 S ( $mm/min^{0.5}$ ) 的等级划分**

| 等级   | I          | II            | III           | IV            | V  |
|------|------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 取值区间 | >0 且 ≤0.02 | >0.02 且 ≤0.06 | >0.06 且 ≤0.30 | >0.30 且 ≤1.00 | >1 |

## 6 混凝土生产、运输和浇筑

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 高性能混凝土施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 规定。
- 6.1.2 高性能混凝土泵送应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规范》JGJ/T 10 规定。
- 6.1.3 高性能混凝土在施工之前应制定专项质量保证方案和施工技术方案，并有效实施。
- 6.1.4 高性能混凝土应具有良好的工作性能和匀质性，无分层、离析和泌水现象。
- 6.1.5 搅拌运输车装料前应反转罐体，确保罐体内无积水和浆体。
- 6.1.6 高性能混凝土拌合物在运输和浇筑成型过程中严禁加水。

### 6.2 混凝土生产

- 6.2.1 高性能混凝土原材料计量宜采用电子计量设备，其精度应符合现行国家标准《混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171 的规定，计量设备应进行自检，每季度不少于 1 次；每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。
- 6.2.2 高性能混凝土原材料计量的允许偏差应符合表 6.2.1 的规定，原材料计量偏差应每班抽查不少于 1 次。

表 6.2.2 各种原材料计量的允许偏差(按质量计%)

| 原材料品种                               | 水泥 | 骨料 | 水  | 外加剂 | 掺合料 | 纤维 |
|-------------------------------------|----|----|----|-----|-----|----|
| 每盘计量允许偏差                            | ±2 | ±3 | ±1 | ±1  | ±2  | ±1 |
| 累计计量允许偏差                            | ±1 | ±2 | ±1 | ±1  | ±1  | ±1 |
| 注：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量偏差之和。 |    |    |    |     |     |    |

- 6.2.3 搅拌时间应能保证混凝土拌合物质量均匀，从全部材料装入搅拌机中至开始卸料的时间应不少于 45s，C50 及以上强度等级的高性能混凝土搅拌时间应不少于 60s。当掺入引气剂、膨胀剂、纤维及其它特殊材料时应适当延长搅拌时间。
- 6.2.4 高性能混凝土中掺加硅灰生产时，搅拌时间延长应不少于 60s。
- 6.2.5 冬季施工时，高性能混凝土搅拌时间较常温延长应不少于 30s。

### 6.3 运输

- 6.3.1 高性能混凝土搅拌运输车应符合现行国家标准《混凝土搅拌运输车》GB/T26408 的规定。
- 6.3.2 为确保高性能混凝土浇筑连续性，实际运输距离不宜超过 30km，应严格控制在 40km 以内。坍落度要求小于 100mm 的混凝土的运输距离宜控制在 20km 以内。
- 6.3.3 根据季节变化，运输过程中应做好混凝土的防晒、防雨和隔热保温措施。

**6.3.4** 运输过程中应保证混凝土拌合物均匀不产生分层、离析，搅拌运输车行驶中宜保持匀速运转，现场卸料前应快速搅拌应不少于 60s。

## **6.4 浇筑**

**6.4.1** 高性能混凝土浇筑前，应检查并控制模板、钢筋、保护层和预埋件等的尺寸、规格、数量和位置，其偏差值应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定，并应检查模板支撑的稳定性以及接缝的密合情况，保证模板在混凝土浇筑过程中不失稳、不跑模和不漏浆。

**6.4.2** 大体积高性能混凝土的施工应符合现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496 的规定。

**6.4.3** 混凝土的自由垂直倾落高度不应超过 3m，当超过 3m 时，应用串筒、溜槽等做辅助设施，缩小垂直倾落高度。

**6.4.4** 夏季浇筑高性能混凝土时，应符合下列规定：

1 高性能混凝土拌合物的入模温度不应高于 35℃，并宜选择晚间或夜间浇筑混凝土；

2 现场温度高于 35℃时，应对金属模板进行浇水降温，但不得留有积水，并宜采取遮挡措施避免阳光照射金属模板；

3 大体积高性能混凝土入模温度宜控制在 30℃以下，在入模温度的基础上绝热温升不宜大于 50℃，中心最高温度不宜高于 70℃，混凝土的降温速率不宜大于 2℃/d。

**6.4.5** 冬季浇筑混凝土应遵照现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 和现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定。根据本地区气候条件，冬季施工应使用防冻型外加剂，混凝土拌合物入模温度不应低于 5℃，并应有保温措施。

**6.4.6** 在恶劣天气条件下，不宜浇筑高性能混凝土。

**6.4.7** 高性能混凝土的振捣宜符合下列要求：

1 高性能混凝土振捣宜采用机械振捣。当施工无特殊振捣要求时，可采用振捣棒进行捣实，插入间距不应大于振捣棒振动作用半径的 1 倍，连续多层浇筑时，振捣棒应插入下层拌合物约 50mm 进行振捣；当浇筑厚度不大于 200mm 的表面积较大的平面结构或构件时，宜采用表面振动成型；

2 应注意二次振捣的方式和时间，确保有效地消除混凝土初凝前产生塑性沉降及塑性收缩开裂；

3 振捣时间宜按拌合物稠度和振捣部位等不同情况，当混凝土拌合物表面出现泛浆，无明显气泡溢出，可视为捣实，应避免过振或漏振。

**6.4.8** 高性能混凝土需分层浇筑时，应符合下列规定：

1 浇筑竖向尺寸较大的结构物时，应分层浇筑，每层浇筑厚度宜控制在 300mm~350mm；

2 大体积高性能混凝土分层浇筑时，可利用自然流淌形成斜坡沿高度均匀上升，分层厚

度不应大于 500mm，上下两层同一位置浇筑的间隔时间不宜超过 120min，并应在下层混凝土初凝前浇筑相邻的上层混凝土，同时应减少分层浇筑的次数。

## 7 养护与拆模

**7.0.1** 高性能混凝土养护水温与混凝土表面温度之间的温差宜不大于 20℃。日均气温低于 5℃时，不得采取浇水养护方法。

**7.0.2** 高性能混凝土横向结构抹压完成后应立即用塑料薄膜严密覆盖。

**7.0.3** 竖向结构应制定相应的养护措施。采用混凝土养护剂进行养护时，养护剂的性能应符合现行行业标准《水泥混凝土养护剂》JC/T 901 的规定。

**7.0.4** 在风速较大的环境下养护时，应采取适当的防风措施。

**7.0.5** 冬季高性能混凝土养护和受冻临界强度应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定。

**7.0.6** 高性能混凝土拆模应符合现行国家标准《混凝土工程结构施工规范》GB 50666 的规定。

**7.0.7** 冬季施工中，模板和保温层应在混凝土冷却至 5℃方可拆除，或在混凝土表面温度与外界温度相差小于 20℃时拆模，拆模后的混凝土亦应及时覆盖，使其缓慢冷却。



## 8 质量检验与验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 高性能混凝土质量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《预拌混凝土》GB/T 14902 和《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 的规定。

**8.1.2** 高性能混凝土的质量检验分为出厂检验和交货检验，出厂检验由供方负责，交货检验由需方负责。

**8.1.3** 出厂检验时，取样、试验工作应在搅拌地点由供方负责。混凝土拌合物坍落度检测频率应与设计规定龄期抗压强度检测频率一致。

**8.1.4** 交货检验作为质量验收的依据，应在施工现场由需方和现场监理共同见证取样、试验、送检。检验频率应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 执行。在交货检验完成后，需方对混凝土的施工质量负责。

### 8.2 出厂检验

**8.2.1** 高性能混凝土出厂前，应留置抗压强度试验试件，并对拌合物坍落度进行检验，高性能混凝土抗压强度试件取样频率为：

1 同一生产任务单，每 100m<sup>3</sup>取样一次，留置设计规定龄期标养试件，不足 100m<sup>3</sup>时按 100m<sup>3</sup>计算；

2 当同一生产任务单连续供应量超过 1000m<sup>3</sup>时，每 200m<sup>3</sup>取样一次；

3 供方可根据内控要求，留置不同龄期的混凝土抗压强度试件。

**8.2.2** 高性能混凝土坍落度 2h 经时损失不宜大于 30mm。

**8.2.3** 同一工程、同一配合比的掺引气剂或引气型外加剂的高性能混凝土拌合物含气量应至少检测一次。抗冻融混凝土的含气量出厂检测频率应与坍落度试验相同。同一配合比的混凝土拌合物水溶性氯离子含量的检验应至少取样一次。

**8.2.4** 高性能混凝土凝结时间检测应每月至少检验 1 次。

**8.2.5** 高性能混凝土有耐久性指标要求的，检验频率应符合现行行业标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定，对于同一配合比的混凝土，取样检测不应少于一次。

**8.2.6** 自密实高性能混凝土应检验扩展度和扩展时间，出厂检验频率为每 100m<sup>3</sup>相同配合比的混凝土至少检验 1 次，当一个台班的相同配合比的混凝土不足 100m<sup>3</sup>时，检验不得少于 1 次；检测结果应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定。

**8.2.7** 混凝土抗氯离子渗透性能可采用直流阶跃法电阻率法检测，试验方法见附录 A。

**8.2.8** 混凝土的表层吸水性可采用毛细吸水速率试验进行检测，试验方法见附录 B。

## 8.3 交货检验

**8.3.1** 高性能混凝土施工企业应在浇筑地点设置标准养护室或养护装置。用于交货检验的混凝土试件的成型与养护应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定。

**8.3.2** 用于交货检验的高性能混凝土试件应有一定比例由需方和监理共同见证取样、制作和养护。

**8.3.3** 高性能混凝土交货检验取样及坍落度试验应在混凝土运到交货地点 20min 内完成，试样的制作应在 30min 内完成。

**8.3.4** 在浇筑前，需方应对高性能混凝土的坍落度或扩展度进行检测，不符合施工要求的不得直接泵送浇筑。

**8.3.5** 高性能混凝土的抗压强度检验的取样频率应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 和《大体积混凝土施工标准》GB/T 50496 的规定。

**8.3.6** 有耐久性能要求的高性能混凝土取样频率应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定，同一工程、同一配合比的混凝土氯离子含量应至少检验一次，抗冻融混凝土拌合物的含气量检测频率与坍落度检测频率相同。

## 8.4 评定和验收

**8.4.1** 高性能混凝土拌合物性能以及拌合物中水溶性氯离子含量、混凝土含气量指标的检验结果应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 的规定。

**8.4.2** 高性能混凝土的强度评定符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定。

**8.4.3** 高性能混凝土耐久性能检验结果符合现行国家标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 和现行行业标准《混凝土耐久性检验标准》JGJ/T 193 的规定。

**8.4.4** 高性能混凝土工程质量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定进行验收。大体积混凝土、地下结构混凝土、超长结构混凝土宜采用 60d、90d 龄期进行验收。

**8.4.5** 高性能混凝土质量验收时，供方宜提供混凝土配合比通知单、碱含量计算书、氯离子含量计算书、混凝土运输单和混凝土质量合格证以及合同约定的其他资料。

## **9 绿色生产**

### **9.1 一般规定**

- 9.1.1** 生产企业宜通过质量管理体系、职业健康安全管理体系、环境管理体系和能源管理体系的四体系认证。
- 9.1.2** 生产企业宜进行绿色建材产品认证，在生产各环节中应尽量减少碳排放，宜使用尾矿等固废制备的骨料和矿物掺合料，总掺加量宜不少于 30%。
- 9.1.3** 生产企业应制定高性能混凝土绿色生产方案。
- 9.1.4** 原材料运输车和混凝土搅拌运输车宜选用清洁能源车辆，并应符合雄安新区环保要求。
- 9.1.5** 原材料宜选用获得绿色建材认证的厂家，采购本地化程度应不小于 95%。
- 9.1.6** 生产及生活用热水、照明等宜采用可再生能源。

### **9.2 生产区域要求**

- 9.2.1** 骨料堆场和厂区道路应硬化，排水通畅，绿地面积占总用地面积比率不宜低于 20%。
- 9.2.2** 搅拌楼应整体封闭，并有除尘系统，骨料堆场、皮带输送通廊应全封闭，有降尘和收尘装置。
- 9.2.3** 运输车辆出入口应设有清洗装置，保证车辆清洁。

### **9.3 设备设施要求**

- 9.3.1** 生产企业严禁使用化石燃料锅炉。
- 9.3.2** 高性能混凝土骨料上料方式应减少使用燃油装载机，宜采用皮带输送。
- 9.3.3** 生产企业应配置废弃混凝土回收设备，回收能力满足处置需要固体废弃物和浆水应回收循环利用。
- 9.3.4** 生产企业应配备室外抑尘设施。
- 9.3.5** 生产企业应设置噪音和大气环境质量监测设施。
- 9.3.6** 混凝土搅拌运输车应有防止遗撒装置和搅拌罐反转报警装置。

### **9.4 生产过程管理**

- 9.4.1** 生产企业主要设备应定期维修保养，其中收尘器滤芯及粉料仓顶安全阀应每月检查一次。
- 9.4.2** 粉料运输车不得采用燃油车载输送系统，使用非燃油车载输送系数时，噪声排放应满足规定要求。
- 9.4.3** 生产企业宜建立综合调度中心，实现生产全过程信息化互联互通，生产区域内的主要

排放点、关键工序和重要设备运行情况应实现可视化，监控数据保存期不少于 3 个月。

**9.4.4** 生产企业应合理安排生产供应，控制返厂混凝土量。

**9.4.5** 混凝土搅拌运输车外表应干净整洁，入料口、卸料斗不得粘灰，在厂内行驶速度不超过 5km/h，避免扬尘。

## **9.5 废弃物再利用**

**9.5.1** 生产企业应通过必要技术措施对生产过程中产生的浆水和固体废弃物进行循环利用，利用率宜达到 100%。

**9.5.2** 搅拌机、混凝土搅拌运输车的清洗应优先使用中水、雨水，清洗产生的浆水应循环利用，其排放量应为零。

## **9.6 绿色生产评价及监测**

**9.6.1** 生产企业应按照《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328 达到二星级绿色生产评价要求。

**9.6.2** 绿色生产监测控制对象应包括生产性粉尘、厂界噪声、浆水和固体废弃物的排放与利用，结果应满足环保要求，并应定期委托有资质的第三方进行粉尘和噪声监测。

**9.6.3** 生产企业宜设置能源管理中心，做好能源数据采集，定期对生产用能进行分析，混凝土单方产品控制能耗限额等级不应低于Ⅱ级，单方产品生产能耗应控制在 0.7kgce/m<sup>3</sup>以下，单方产品运输能耗控制在 2.65kgce/m<sup>3</sup>以下。

## **9.7 碳排放管理**

**9.7.1** 生产企业应自行分别核算主体生产系统和运输系统的二氧化碳的排放情况，并利用核算结果对其二氧化碳排放情况进行改善。其中生产系统的二氧化碳排放参照附录 D 的要求核算，运输系统的二氧化碳排放参照附录 E 的要求核算。

**9.7.2** 生产企业宜对混凝土碳足迹核算，对其从原材料直到生产、运输、使用和再生利用等阶段的温室气体排放采取相应的优化措施。

**9.7.3** 生产系统年度二氧化碳直接排放与间接排放总量达到 5000t（含）二氧化碳当量以上的企业，应按照雄安新区碳排放权交易管理相关规定履行二氧化碳排放控制责任，参与碳排放权交易报告。

**9.7.4** 生产系统年度二氧化碳直接排放与间接排放总量达到 2000t（含）～5000t（不含）二氧化碳当量的混凝土核算主体，均应参照北京市碳排放权交易管理相关规定核算年度二氧化碳排放情况。

## **10 智能化生产**

### **10.1 一般规定**

**10.1.1** 生产企业应加强对各种生产数据的收集和规范化管理，更新或升级设备仪器，实现生产过程数据自动采集功能。

**10.1.2** 生产企业应实现生产过程数据和影像的存储，存储形式宜采用本地和云空间等相结合的方式。

**10.1.3** 生产企业应实现智能生产，包括但不限于生产调度管理、生产及试验设备管理、原材料管理、技术质量管理等模块，各模块间数据具备互联互通功能。

### **10.2 生产调度**

**10.2.1** 生产调度模块应具备生产订单线上提交、审核、查询、修改、存储等功能。

**10.2.2** 混凝土使用方宜通过移动端实时查询生产过程运输车辆信息，合理安排施工进度，在线确认混凝土使用数量。

**10.2.3** 生产调度模块宜实现混凝土运输全过程的可视化监管，具备运输路线规划、司机驾驶室监控、施工现场卸料过程监控、混凝土搅拌运输车反转监控等功能。

### **10.3 生产设备**

**10.3.1** 生产企业应具备对厂区人员、车辆、物料运输的智能监控功能。

**10.3.2** 生产设备管理模块应具备存储物料数量及相关信息实时更新、超限位报警、低限位自动生成采购提醒的功能，实现智能化管理。

**10.3.3** 混凝土搅拌站(楼)宜采用整体封闭式，宜在皮带传输机、搅拌主机及卸料口等部位安装实时监控系統，具备智能监控功能。

**10.3.4** 生产设备管理模块应实现原材料自动上料、自动化传输功能。

**10.3.5** 生产设备管理模块应自动匹配最优配料时间、搅拌时间和卸料时间。

**10.3.6** 生产设备管理模块应具备计量检测功能，实现计量超差异常自动报警，宜具备汇总和分析功能。

**10.3.7** 生产企业应有废弃新拌混凝土及浆水的处理设备，设备具备实时数据更新、报警及分析功能。

### **10.4 技术质量**

**10.4.1** 生产企业应更新或升级数字化质量检测装备的使用，宜具备计算机视觉识别、数据自动采集并存储、远程控制等功能。

**10.4.2** 生产企业宜实现各生产环节发生数据的应用功能,包括但不限于:原材料过磅数据、混凝土搅拌机工控数据、混凝土工作性数据、混凝土试压强度数据、试验室环境温湿度数据。

**10.4.3** 生产企业宜实现混凝土生产过程数据与相关施工单位及行业监管部门的互联互通。

**10.4.4** 生产企业宜实现资料数字化管理,逐步提高技术资料的电子化程度。

## 附录 A 混凝土直流阶跃法电阻率测量方法

**A.0.1** 本方法采用直流电源，双电极。用起始电流 200mA，以 20mA 阶跃递减至 0mA，电流换向，阶跃递增至 200mA 的恒电流瞬间断电测量混凝土试件的电阻率，进而评估混凝土抗氯离子渗透性。

### A.0.2 试验设备

**1** 混凝土直流电阻率测量仪：由直流电阻率测试仪主机、试件夹具、测量电极、配重、信号线、保湿海绵组成；

- 1) 试件夹具：采用耐高温、表面光滑、韧性高的尼龙制成；
- 2) 测量电极：采用厚度 2mm、直径 150mm 的圆形不锈钢或铜片制成，其面积至少与试件横截面等大，实现方形、圆柱形试样的测量；
- 3) 配重：采用实心不锈钢块，重量 2kg；
- 4) 数据线：采用抗干扰屏蔽信号线；
- 5) 保湿海绵：对于标准正方体试件，推荐采用厚度 5mm、边长 100mm 的方形海绵；海绵面积至少与试件横截面等大。放置于电极和试件之间，使试件与电极充分接触。

**2** 标准电阻：用于校准电阻率测试仪。

- 1) 游标卡尺：精度 0.1mm，用于测量试件外形尺寸；
- 2) 干抹布：用于擦拭试件表面。

### A.0.3 试件制备

**1** 混凝土直流电阻率测试采用测量抗压强度的边长 100 mm 的立方体混凝土试块；

**2** 试块的制作和养护应按照国家标准《混凝土物理力学性能实验方法标准》GB/T 50081 的有关规定执行；

**3** 同批次混凝土每组应制备至少 3 个标准试块，试验时以 3 块试块为 1 组；

**4** 拌合均匀的新拌混凝土浇筑到正方体模具后，充分振捣密实成型，覆膜养护 24h±2h 内脱模，放入标准养护室内养护至 28d 或 56d，以备测量；

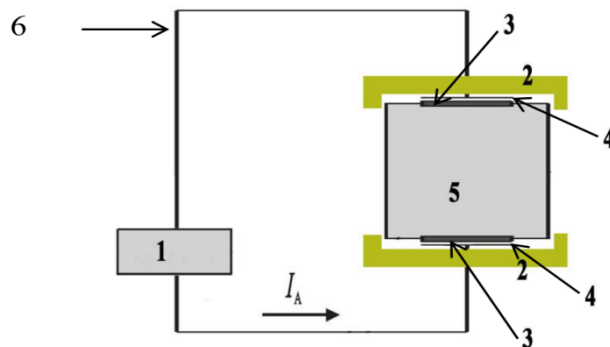
**5** 使用游标卡尺测量试件边长，取 3 次测量数据的平均值作为实际边长，精度为 0.1mm；

### A.0.4 混凝土直流电阻率测试

**1** 直流电阻率测量所处的实验室温度应控制在  $22^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%；且周围无强电磁场影响；

**2** 使用标准市电为电阻率测试仪供电，电压为交流 220V，频率 50Hz；

**3** 测量装置如图 A.0.4 所示；



1—直流电阻率测试仪 主机；2—夹具；3—保湿海绵；  
4—电极；5—混凝土试件；6—数据线。

**图 A.0.4 混凝土直流阶跃法电阻率测量装置**

#### 4 测量步骤

- 1) 将电阻率测量装置按上图所示连接安装，接通电源，开机预热；
- 2) 使用标准电阻对设备进行校准，测量误差应小于 5%；
- 3) 在电阻率测试仪主机页面输入试块的尺寸，用于计算试件电阻率；
- 4) 将试件从养护室取出以备测量，测量前应保持试件表面湿润。试件取出后，为保证试件湿润，可将试件放入水中保存，直至测量；
- 5) 将试件表面的碎屑刷洗干净，并用干抹布擦拭至表面干燥；
- 6) 将试件立即安装于混凝土电阻率测量仪夹具内，海绵吸水后放置于试件与夹具之间；对齐混凝土试件两端夹具，并在上方夹具上放置 2kg 不锈钢配重块，用于夹紧试件；
- 7) 启动测量仪主机，对试件进行测量，主机内置软件自动计算出混凝土试件的电阻率值；
- 8) 对每组 3 个试件进行测量，取 3 个试件电阻率测量值的算术平均值作为该组试件的电阻率代表值。当 3 个试件测量结果误差在 10%以内，则取 3 个试件结果的平均值作为该混凝土试件的体电阻率值。若误差大于 10%，则重新测量。为保证混凝土表面 100%潮湿，整个测量过程应在 10 分钟内完成。

#### A.0.5 混凝土电阻率计算

$$\rho = \frac{(V_A - V_B) \cdot S}{I_A \cdot L} \quad (\text{A.0.5-1})$$

式中： $\rho$  ——混凝土体电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )；

$V_A$ ——通电后测得的电位 (V)；

$V_B$ ——断电后电位 (V)；

$S$  ——混凝土试块横截面积 ( $\text{m}^2$ )；

$L$  ——两电极片之间距离，即混凝土试件的厚度 (m)。

#### A.0.6 电阻率测量值评定宜符合表 A.0.6 的规定。



表 A.0.6 电阻率测量值评定参数

| 电阻率 ( $\Omega \cdot m$ ) | 混凝土渗透性性能 |
|--------------------------|----------|
| <100                     | 高        |
| 100~200                  | 中        |
| 200~400                  | 低        |
| >400                     | 非常低      |

## 附录 B 混凝土毛细吸水速率测试方法

**B.0.1** 本方法适用于密实型富混凝土材料，不适用于使用多孔轻骨料、超吸水树脂、引气剂的混凝土及透水混凝土等。

### B.0.2 试验设备

- 1 电子天平：符合 GB/T 26497 的规定，具有足够量程，精确至 0.01g；
- 2 计时器：符合 GB/T 22773 的规定，精确至 1s；
- 3 平底箱：面积足够同时放置 3 个圆饼试件（直径 100 或 150mm）、高度大于 100mm 的防水容器，要求半透明以便能在箱外观测箱内水位；
- 4 支撑件：由防水且耐强碱腐蚀的高密度材料制成的三角形断面长条，放入水中架空试件使底面能自由吸水，可采用 1 元面值硬币代替；
- 5 吸水布：拧干后用来擦除试件底面多余的自由水；
- 6 切割机：符合 GB 14807 的规定，用于切割混凝土试件；
- 7 真空干燥箱：最高温度至少 105℃，控温精度 1℃，温度差 1℃；
- 8 游标卡尺：精度高于 0.1mm，用于测量试件外形尺寸；
- 9 环氧树脂：用于密封试件侧面，硬化时间不超过 12h；
- 10 塑料盖：用以盖住试件上表面，防止试件通过上表面与环境交换水分。

### B.0.3 试件制备

- 1 毛细吸水速率测试应采用边长或直径  $100 \pm 1\text{mm}$ 、厚度  $50 \pm 2\text{mm}$  的混凝土标准试件，边长或直径极差不超过 0.2mm，厚度极差不超过 0.2mm，端面平整度不超过 0.1mm；
- 2 同批次混凝土每组应制备 3 个标准试件，可浇筑成型或钻芯后切割制备；
- 3 在实验室利用模具浇筑成型时不应使用脱模剂，拌和均匀后应充分振捣密实成型，覆膜养护 1d 后拆模并立即置于标准养护室养护至 28d 龄期（矿物掺合料用量超过 30% 时可采用 56d 龄期或合同约定），然后使用切割机沿与成型面平行方向，从试件中部切出厚度为 50mm 的标准试件，试件圆形或方形表面离浇筑面应至少 1 倍最大骨料粒径；
- 4 当利用钻芯切割法从混凝土构件中制备标准试件时，宜直接以构件暴露面为吸水面，必要时可以适当切割打磨平整；
- 5 利用游标卡尺测试试件边长（或直径），取 3 次独立测试的平均值作为有效边长（或有效直径），精确至 0.1mm；
- 6 试件侧面宜采用环氧树脂进行防水密封处理，将试件置于平整表面并保持吸水面朝上，利用工具在试件侧面均匀涂抹薄层环氧树脂，将侧面所有表面密封（注意封堵侧面较大气孔），吸水面不应沾染环氧树脂，另一端面允许沾染少量环氧树脂，沾染面不应超过 20%。

### B.0.4 干燥预处理

毛细吸水试验之前，应对试件进行干燥预处理，可酌情选用快速预处理或绝干预处理方

法。

1 快速预处理：将试件置入真空干燥箱（箱内用较大面积托盘乘装一层蓝色硅胶以控制湿度），抽真空后在  $60^{\circ}\text{C}$  条件下烘干 72h，之后将试件取出并放入由蓝色硅胶控制相对湿度的干燥器内干燥并缓慢冷却 24h 至室温；

2 绝干预处理：将试件置入真空干燥箱（同样用蓝色硅胶控制湿度），抽真空后在  $60^{\circ}\text{C}$  条件下烘干至恒重（每周质量相对变化不超过 0.1%），取出并放入由蓝色硅胶控制相对湿度的干燥器内冷却 24h 至室温。

### B.0.5 毛细吸水速率测试

1 毛细吸水速率测试过程中，试件温度、室温、水温应控制在  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，室内相对湿度不高于 80%；

2 测试装置的布置如图 B.0.5 所示：



图 B.0.5 毛细吸水速率测试装置

3 具体测试步骤为：

- 1) 将平底箱底部调平，将支撑件放置在平底箱底部，注入足够水分以淹没支撑件顶部 3~5mm，测试过程中定期加水以维持水面高出支撑件 3~5mm；
- 2) 利用电子天平测量试件初始质量，精确到 0.01g；
- 3) 快速将吸水面向下的混凝土试件放置在支撑件上部，当试件开始与自由水接触时开始计时，之后间隔  $60\pm 2\text{s}$  依次放入另外 2 个试件，并用塑料盖盖住试件上表面；
- 4) 在吸水时间为  $4\text{min}\pm 20\text{s}$  时，将混凝土试件取出并用拧干的吸水毛巾快速擦干吸水面处自由水，快速测量吸水试件的质量（精确到 0.01g）后重新放入平底箱继续吸水试验，单个试件质量测试时间不超过 20s；之后间隔  $60\pm 2\text{s}$  依次测量另 2 个试件吸水后的质量。测试吸水试件的质量时不停止计时，并记录实际吸水时间（精确到 1s）；
- 5) 在第 1 个小时接下来的时间内，在 15min 的整数倍时刻  $t$  ( $\pm 1\text{min}$ ，精确到 1s)，重复测量各试件在该时刻的质量，直至吸水时间达到 1h；
- 6) 从第 2 个小时开始，间隔  $30\pm 2\text{min}$  钟重复测量吸水时刻  $t$  时的试件质量，直至吸水时间达到 4h；
- 7) 当采用绝干预处理试件进行测试时，若有必要可继续开展长期毛细吸水速率测试。在吸水时间 4~12h 内，间隔  $1\text{h}\pm 5\text{min}$  测试各试件吸水后的质量；在吸水时间 12~72h

内，每间隔  $8\pm 1\text{h}$  进行测试；在吸水时间  $72\text{h}\sim 7\text{d}$  内，每间隔  $24\pm 2\text{h}$  进行测试。若吸水面尚未到达试件顶面，可继续间断开展测试。

### B.0.6 毛细吸水速率计算

1 混凝土试件在  $t$  时刻的吸水率  $i(t)$  可按式计算：

$$i(t) = \frac{m(t) - m(0)}{A \cdot \rho_w} \quad (\text{B.0.6-1})$$

式中：  $i$  ——吸水率（mm）；

$m(t)$ —— $t$ 时刻试件质量（g）；

$A$  ——吸水面面积（ $\text{mm}^2$ ），由边长或直径计算得到；

$\rho_w$  ——水的密度（ $0.001\text{g}/\text{mm}^3$ ）。

2 混凝土试件的毛细吸水速率  $S$ （ $\text{mm}/\text{min}^{0.5}$ ）可通过对 4h 吸水时间以内不同  $t$  时刻的吸水率  $i(t)$  与根号时间  $t^{0.5}$  的关系进行最小二乘线性拟合计算得到：

$$i(t) = S\sqrt{t} + b \quad (\text{B.0.6-2})$$

直线的斜率即为毛细吸水速率  $S$ （精确到  $0.0001\text{mm}/\text{min}^{0.5}$ ），截距  $b$ （精确到  $0.0001\text{mm}$ ）表示试件端部效应的影响程度，如图 B.0.6 所示。若线性拟合的相关系数  $R^2 < 0.98$  或截距  $b < 0$ ，则毛细吸水速率计算结果无效。

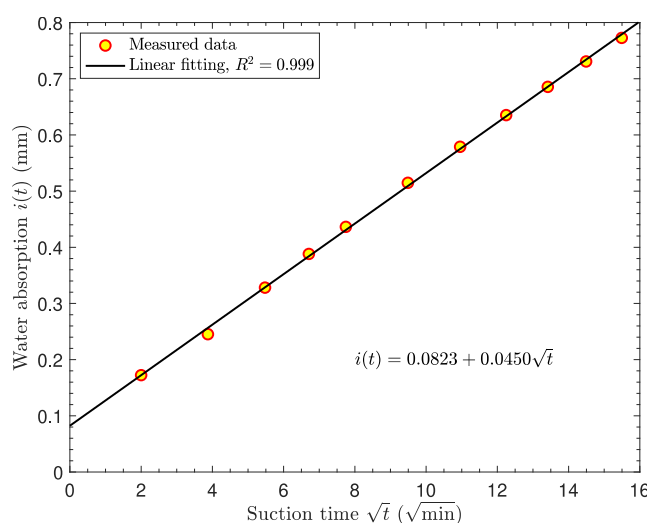


图 B.0.6 毛细吸水速率  $S$  的拟合计算

3 同一组混凝土材料的毛细吸水速率  $S$  取为 3 个试件的算术平均值，若极差超过平均值的 30%，则将  $S$  取为 2 个毛细吸水速率较大试件的算术平均值；

4 混凝土毛细吸水速率测量的试验报告应详细记录混凝土材料的配合比、龄期、试件数量和编号。对每个试件，应记录开始/结束高温干燥时间、开始/结束室温干燥时间、密封处理前后质量（精确到  $0.01\text{g}$ ）、高温干燥前后质量（精确到  $0.01\text{g}$ ）、室温干燥冷却前后质量（精确到  $0.01\text{g}$ ）、吸水面边长（或直径，精确到  $0.1\text{mm}$ ）、试件厚度（精确到  $0.1\text{mm}$ ）、吸水过程中  $t$  时刻（精确到  $1\text{s}$ ）的试件质量（精确到  $0.01\text{g}$ ）、线性拟合所得毛细吸水速率（精确至  $0.0001\text{mm}/\text{min}^{0.5}$ ）、截距（精确至  $0.0001\text{mm}$ ）和相关系数  $R^2$ （精确至  $0.001$ ）。

B.0.7 毛细吸水速率的等级划分符合表 B.0.7 的规定。

表 B.0.7 毛细吸水速率  $S$  ( $\text{mm}/\text{min}^{0.5}$ ) 的等级划分

| 等级   | I                  | II                    | III                   | IV                    | V        |
|------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 取值区间 | $>0$ 且 $\leq 0.02$ | $>0.02$ 且 $\leq 0.06$ | $>0.06$ 且 $\leq 0.30$ | $>0.30$ 且 $\leq 1.00$ | $> 1.00$ |

## 附录 C 机制砂球体类似度测试方法

**C.0.1** 本方法通过测定同一粒机制砂在空间不同方向上投影图形的圆形度，进而表征机制砂的球体类似度。

### C.0.2 试验设备

- 1 数码相机：放大倍数宜为 5~10 倍；
- 2 数字图像处理软件：可进行照片处理，将数码图像转变成二值化图像与数据。

### C.0.3 试样准备

- 1 同一批机制砂分别对 1.18mm~2.36mm 和 2.36mm~4.75mm 两个级配进行测试，每个粒级随机选取 10 粒机制砂颗粒进行测试；
- 2 每个机制砂颗粒采集 4 个及以上随机方向上的投影图形。

### C.0.4 球体类似度测试测试方法

- 1 利用数码相机获取不同空间方向上的机制砂颗粒的图片，见图 C.0.4-1；



图 C.0.4-1 机制砂颗粒不同方向上的照片

- 2 使用数字图像处理软件将同一粒机制砂颗粒的数码影像处理为二维平面图形，获取颗粒各投影的面积与长度，具体步骤如下：

- 1) 打开图像处理软件，导入图片；
- 2) 将图片转化为灰阶 8 位图像；
- 3) 通过最佳适配增强图像；
- 4) 通过二值化处理获取机制砂投影黑白图像，见图 C.0.4-2；
- 5) 通过软件测量机制砂颗粒投影面积和长度。



图 C.0.4-2 二值化处理后的机制砂投影黑白图像

### C.0.5 机制砂球形度计算

- 1 单颗机制砂颗粒圆形度计算方法如下所示：

$$Y = \frac{4G}{\pi L^2} \quad (C.0.5-1)$$

式中：Y——圆形度；

G——颗粒的投影面积；

L——颗粒投影长度。

2 单颗机制砂颗粒球体类似度计算方法如下所示：

$$Q = \left( \frac{\sum Y}{n} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (\text{C.0.5-2})$$

式中：Q——颗粒球体类似度；

n——空间投影方向总数。

3 同一批次机制砂的球体类似度计算方法如下所示：

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q}{N} \quad (\text{C.0.5-3})$$

式中： $\bar{Q}$ ——同一批次机制砂的球体类似度；

$\sum Q$ ——N个机制砂颗粒的球体类似度总和；

N——机制砂颗粒总数。

#### C.0.6 合格性判定

I类机制砂的球体类似度 $\geq 0.6$ ，II类机制砂的球体类似度 $\geq 0.5$ ，则判定机制砂粒形合格。

## 附录 D 生产系统二氧化碳排放核算方法

### D.0.1 核算和报告排放源

1 排放源包括二氧化碳排放核算边界内生产系统的直接排放源和间接排放源；

2 生产系统的直接排放源包括厂区内消耗天然气、燃油、液化石油气等化石燃料的工业锅炉，以及其他消耗化石燃料的固定设施。不包括厂区内完成生产活动所使用的、消耗化石燃料的车辆，以及行政用车。直接排放源产生的二氧化碳排放称为“直接排放”；

3 生产系统的间接排放源包括厂区内“配料—计量—搅拌—卸料”全过程中消耗电力和外购热力的设备和设施。间接排放源产生的二氧化碳排放称为“间接排放”。

### D.0.2 数据统计

1 企业应对直接排放源和间接排放源建立台账，以消费能源种类为分类基础，分别或者合并记录直排排放源和间接排放源的月度和年度能源消费量；

2 能源消费量优先选用计量表读数，并根据供应商提供的发票或者结算单等结算凭证进行交叉核对。如果计量表读数不可获得，可采用供应商提供的发票或者结算单等结算凭证上的数据，并通过月度混凝土产量与能源消费量的对比进行交叉核对。

### D.0.3 二氧化碳排放计算方法

1 二氧化碳排放量均以“吨二氧化碳当量”为单位，记为  $tCO_2e$ ；

2 直接排放量计算

直接排放量按照公式 D.0.3-1 计算：

$$E_{FF} = \sum_i (A_i \times F_i) \quad (D.0.3-1)$$

式中： $E_{FF}$ ——化石燃料烧二氧化碳排放量（ $tCO_2e$ ）；

$A_i$  ——化石燃料燃烧活动水平数据，工业锅炉所消耗的第  $i$  种化石燃料的热量（TJ）；

$F_i$  ——第  $i$  种化石燃料的排放因子（ $tCO_2e/TJ$ ），化石燃料的排放因子数据参见 E.0.4；

$i$  ——化石燃料类型。

3 化石燃料燃烧活动水平数据

公式 D.0.3-1 中化石燃料燃烧活动水平数据按照公式 D.0.3-2 计算：

$$A_i = RL_i \times RZ_i \times 10^{-3} \quad (D.0.3-2)$$

式中： $A_i$ ——核算和报告年企业所消耗第  $i$  种化石燃料的热量（TJ）；

$RL_i$ ——核算和报告年第  $i$  种化石燃料的消费量，天然气单位为万立方米（ $万 \cdot Nm^3$ ），其他燃料单位为吨（t）；

$RZ_i$ ——核算和报告年第  $i$  种燃料的平均低位发热量，天然气单位为吉焦/万立方米（ $GJ/万 \cdot Nm^3$ ），其他燃料单位为吉焦/吨（ $GJ/t$ ），化石燃料的平均低位发热量数据参见 E.0.4；



$10^{-3}$ ——单位转换系数。

#### 4 间接排放量计算

间接排放量按照公式 D.0.3-3 计算：

$$E_{D,H} = D \times f_g + H \times f_r \quad (\text{D.0.3-3})$$

式中： $E_{D,H}$ ——间接排放量（tCO<sub>2</sub>e）；

$D$ ——企业的电力消耗量，单位为兆瓦时（MW·h，即  $10^3\text{kW}\cdot\text{h}$ ）；

$f_g$ ——电力消费排放系数。采用政府主管部门发布的最近年份排放系数，其中 2015 年发布的电力消费排放系数参见 E.0.4；

$H$ ——企业的外购热力消耗量，单位为吉焦（GJ）；

$f_r$ ——热力消费排放系数，可取推荐值 0.11tCO<sub>2</sub>e/GJ，也可采用政府主管部门发布的官方数据。

## 附录 E 运输系统二氧化碳排放核算方法

### E.0.1 核算和报告排放源

1 排放源包括二氧化碳排放核算边界内、消耗汽油、柴油、天然气、液化石油气等化石燃料的混凝土运输车、原材料运输车。

### E.0.2 数据统计

1 企业应对混凝土搅拌车建立台账，以消费化石燃料种类为分类基础，分别或者合并记录混凝土搅拌车月度和年度能源消费量；

2 能源消费量优先选用计量表读数，并根据供应商提供的发票或者结算单等结算凭证进行交叉核对。如果计量表读数不可获得，可采用供应商提供的发票或者结算单等结算凭证上的数据，并通过月度混凝土运输量、运输距离与化石燃料消费量的对比进行交叉核对；

3 委托第三方物流承担运输服务的混凝土企业，应记录第三方混凝土搅拌在接料、运至浇筑地点卸料并返回场站的整个运输过程中车辆号牌、运货量、运输距离等排放源信息。

### E.0.3 二氧化碳排放计算方法

1 二氧化碳排放量均以“吨二氧化碳当量”为单位，记为 tCO<sub>2</sub>e；

2 混凝土搅拌化石燃料燃烧直接排放量计算：

搅拌车化石燃料燃烧直接排放量按照公式 E.0.3-1 计算：

$$E_{VF} = \sum_i (A_i \times F_i) \quad (\text{E.0.3-1})$$

式中：E<sub>VF</sub>——搅拌车化石燃料燃烧二氧化碳排放量（tCO<sub>2</sub>e）；

A<sub>i</sub> ——化石燃料燃烧活动水平数据，搅拌车所消耗的第 i 种化石燃料的热量（TJ）；

F<sub>i</sub> ——第 i 种化石燃料的排放因子（tCO<sub>2</sub>e/TJ），化石燃料的排放因子数据参见 E.0.4；

i ——化石燃料类型。

3 化石燃料燃烧活动水平数据

公式 E.0.3-1 中化石燃料燃烧活动水平数据按照公式 E.0.3-2 计算：

$$A_i = RL_i \times RZ_i \times 10^{-3} \quad (\text{E.0.3-2})$$

式中：A<sub>i</sub>——核算和报告年搅拌车所消耗第 i 种化石燃料的热量（TJ）；

RL<sub>i</sub>——核算和报告年第 i 种化石燃料的消费量，天然气单位为万立方米（万·Nm<sup>3</sup>），其他燃料单位为吨（t）；

RZ<sub>i</sub>——核算和报告年第 i 种燃料的平均低位发热量，天然气单位为吉焦/万立方米（GJ/万·Nm<sup>3</sup>），其他燃料单位为吉焦/吨（GJ/t），化石燃料的平均低位发热量数据参见 E.0.4；

10<sup>-3</sup>——单位转换系数。液体燃料往往以体积作为计量单位，需通过燃料密度转换为重量单位。

### E.0.4 相关参数的缺省值

表 E.0.4 相关参数的缺省值

| 燃料品种                                                                                                       | 平均低位发<br>热量<br>(GJ/t 或 GJ/<br>万 Nm <sup>3</sup> ) | G<br>单位热值含<br>碳量<br>(tC/TJ) | H<br>燃料碳氧化率<br>(%) | I<br>CO <sub>2</sub> 与碳分子量<br>比 | J<br>(J=G×H×I)<br>排放因子<br>(tCO <sub>2</sub> e/TJ) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| 汽油                                                                                                         | 44.800                                            | 18.9                        | 98                 | 44/12                           | 67.91                                             |
| 柴油                                                                                                         | 43.330                                            | 20.2                        | 98                 | 44/12                           | 72.59                                             |
| 煤油                                                                                                         | 44.750                                            | 19.6                        | 98                 | 44/12                           | 70.43                                             |
| 燃料油                                                                                                        | 40.190                                            | 21.1                        | 98                 | 44/12                           | 75.82                                             |
| 其他油品                                                                                                       | 41.031                                            | 20.0                        | 98                 | 44/12                           | 71.87                                             |
| 焦炉煤气                                                                                                       | 173.54                                            | 13.6                        | 99                 | 44/12                           | 49.37                                             |
| 其他煤气                                                                                                       | 52.270                                            | 12.2                        | 99                 | 44/12                           | 44.29                                             |
| 液化石油气                                                                                                      | 47.310                                            | 17.2                        | 98                 | 44/12                           | 61.81                                             |
| 炼厂干气                                                                                                       | 46.050                                            | 18.2                        | 98                 | 44/12                           | 65.40                                             |
| 天然气                                                                                                        | 389.31                                            | 15.3                        | 99                 | 44/12                           | 55.54                                             |
| <p>注：1 数据取值来源为《北京市企业（单位）二氧化碳排放核算和报告指南（2015 版）》。</p> <p>2 2015 年北京市电力消费排放系数为 0.611tCO<sub>2</sub>e/MWh。</p> |                                                   |                             |                    |                                 |                                                   |

## 用词说明

1 为便于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，非这样作不可的：

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，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”；

2 条文中指定按其他有关标准执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

## 引用标准名录

- 1 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 2 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 3 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
- 4 《混凝土质量控制标准》 GB 50164
- 5 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 6 《大体积混凝土施工标准》 GB 50496
- 7 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 8 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 9 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 10 《水泥化学分析方法》 GB/T 176
- 11 《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》 GB/T 200
- 12 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》 GB/T 1346
- 13 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596
- 14 《水泥比表面积测定方法 勃氏法》 GB/T 8074
- 15 《建筑施工机械与设备混凝土搅拌站（楼）》 GB/T 10171
- 16 《水泥水化热测定方法》 GB/T 12959
- 17 《预拌混凝土》 GB/T 14902
- 18 《建设用砂》 GB/T 14684
- 19 《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685
- 20 《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》 GB/T 17671
- 21 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046
- 22 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》 GB/T 20491
- 23 《混凝土膨胀剂》 GB/T 23439
- 24 《用于水泥和混凝土中的粒化电炉磷渣粉》 GB/T 26751
- 25 《砂浆和混凝土用硅灰》 GB/T 27690
- 26 《石灰石粉混凝土》 GB/T 30190
- 27 《高性能混凝土技术条件》 GB/T 41054
- 28 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
- 29 《混凝土物理力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 30 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082
- 31 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 32 《混凝土结构耐久性设计标准》 GB/T 50476

- 33 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》 GB/T 50733
- 34 《城市污水再生利用城市杂用水水质》 GB/T 18920
- 35 《地下防水工程质量验收规范》 GB 50208
- 36 《混凝土结构通用规范》 GB 55008
- 37 《混凝土防冻泵送剂》 JC/T 377
- 38 《混凝土防冻剂》 JC 475
- 39 《水泥砂浆和混凝土用天然火山灰质材料》 JG/T 315
- 40 《混凝土用复合掺合料》 JG/T 486
- 41 《高性能混凝土用骨料》 JG/T 568
- 42 《轻骨料混凝土技术规程》 JGJ/T 12
- 43 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 44 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 45 《补偿收缩混凝土应用技术规程》 JGJ/T 178
- 46 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193
- 47 《海砂混凝土应用技术规范》 JGJ 206
- 48 《纤维混凝土应用技术规程》 JGJ/T 221
- 49 《高强混凝土应用技术规程》 JGJ/T 281
- 50 《自密实混凝土应用技术规程》 JGJ/T 283
- 51 《混凝土中氯离子含量检测技术规程》 JGJ/T 322
- 52 《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》 JGJ/T 328
- 53 《预拌混凝土生产企业废水回收利用规范》 JGJ/T 2647
- 54 《高性能混凝土评价标准》 JGJ/T 385
- 55 《公路桥涵施工技术规范》 JTG/T 3650
- 56 《水工混凝土试验规程》 SL/T 352
- 57 《公路桥涵施工技术规范》 JTG/T 3650
- 58 《铁路混凝土》 TBT 3275
- 59 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》 TB 10005
- 60 《水泥混凝土养护剂》 JC/T 901
- 61 《高性能混凝土应用技术规程》 CECS207:206

河北省雄安新区地方标准

雄安新区高性能混凝土  
应用技术规程

DB1331/T 049 - 2023

条 文 说 明

# 目 次

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 1   | 总则.....          | 44 |
| 2   | 术语.....          | 45 |
| 3   | 基本规定.....        | 46 |
| 4   | 原材料.....         | 47 |
| 4.1 | 一般规定.....        | 47 |
| 4.2 | 水泥.....          | 47 |
| 4.3 | 矿物掺合料.....       | 48 |
| 4.4 | 骨料.....          | 48 |
| 4.5 | 外加剂.....         | 49 |
| 4.6 | 水.....           | 49 |
| 5   | 配合比.....         | 51 |
| 5.1 | 一般规定.....        | 51 |
| 5.2 | 配合比参数.....       | 51 |
| 6   | 混凝土生产、运输和浇筑..... | 52 |
| 6.1 | 一般规定.....        | 52 |
| 6.2 | 混凝土生产.....       | 52 |
| 6.3 | 运输.....          | 52 |
| 6.4 | 浇筑.....          | 52 |
| 7   | 养护与拆模.....       | 54 |
| 8   | 质量检验与验收.....     | 55 |
| 8.1 | 一般规定.....        | 55 |
| 8.2 | 出厂检验.....        | 55 |
| 8.3 | 交货检验.....        | 56 |
| 8.4 | 评定与验收.....       | 56 |
| 9   | 绿色生产.....        | 58 |
| 9.1 | 基本要求.....        | 58 |
| 9.2 | 生产区域要求.....      | 58 |
| 9.3 | 设备设施要求.....      | 58 |
| 9.4 | 废弃物再利用.....      | 59 |
| 9.6 | 绿色生产评价及监测.....   | 59 |
| 9.7 | 碳排放管理.....       | 59 |
| 10  | 智能化生产.....       | 60 |



|      |           |    |
|------|-----------|----|
| 10.1 | 一般规定..... | 60 |
| 10.2 | 生产调度..... | 60 |
| 10.3 | 生产设备..... | 60 |
| 10.4 | 技术质量..... | 60 |

## 1 总则

**1.0.1** 本条说明了本规程的编制目的。混凝土是基本建设中最重要工程材料之一，其技术发展的最新趋势是高性能混凝土。雄安地区未来将建设大量混凝土结构，采用高性能混凝土对保障新区建设混凝土结构质量具有重要意义，编制本规程的目的即是结合本地区地材特点制订技术规程指导高性能混凝土的应用。

**1.0.2** 本条规定了本规程的适用范围，指出本规程适用的混凝土强度等级应等于或高于 C30，雄安地区 C30 以下混凝土用量不足 20%。

**1.0.3** 本条明确了本规程与其他国家现行有关标准的关系。除应符合本技术规程外，尚应符合国家、行业和河北省现行有关标准的规定。

## 2 术语

**2.0.1** 本规程中高性能混凝土是指针对工程要求，制备的特定混凝土。

1 高性能混凝土强调混凝土的综合性能，不仅考虑混凝土的强度，还综合考虑混凝土的拌合物性能、力学性能、体积稳定性能、长期性能和耐久性能。

2 选用合理的原材料，不仅应满足标准的基本要求，还须达到较高的指标要求。

3 高性能混凝土宜采用高性能减水剂，以控制混凝土的拌合物和长期性能；通过控制矿物掺合料的合理掺量，来调整混凝土细粉料的颗粒级配以及达到化学组成的平衡。

4 采用较低水胶比，也是配制高性能混凝土的技术关键之一。水胶比的确定应综合考虑混凝土的施工性能，力学性能，长期性能，耐久性能和经济性。

5 高性能混凝土采用预拌混凝土生产方式，工厂化生产，可以使施工与生产分离，从而使混凝土的生产朝专业化方向发展，能够更好地提升质量控制水平，并满足不同工地的特殊的施工及环境要求。

6 严格施工措施是制作高性能混凝土的重要环节，也是实现混凝土实体结构达到预期性能和使用寿命的重要手段。

**2.0.4** 混凝土体积稳定性是指如何减小混凝土体积变化和增加混凝土抗裂性的性能。包括成型后抵抗早期沉降收缩和干燥收缩的能力，硬化后的自由身体积变化产生的收缩或膨胀，以及外界因素引起的体积变化，干缩湿胀、碳化收缩、水泥安定性不良、碱-骨料反应、硫酸盐侵蚀、盐类结晶等。

**2.0.10** 机制砂球体类似度是指在三维空间中机制砂颗粒的立体形状与球形的类似程度。

### 3 基本规定

**3.0.1** 除本条明确的现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 外，还应满足现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 等相关标准。

**3.0.6** 本条规定的电阻率法、毛细吸水率法，均属于快速无损的检测方法，已经过大量试验验证，能在实验室快速评价混凝土试件的耐久性，在雄安地区积累数据后能与电通量等标准方法建立良好的相关性，对于快捷检测评价所制备混凝土的耐久性具有重要意义。

**3.0.9** 对生产企业的智能化工作要求目前没有统一标准，暂时无法量化评价。现阶段各生产企业开展智能化工作的主要动机是解决实际问题，可能会存在同样问题不同解决方式、设计不规范、不同厂家针对同一问题重复开发等情况，相信经过一段时间的实践后，会慢慢形成统一和共识。所以，现阶段应该鼓励大家多开展智能化工作，多尝试，多实践。

## 4 原材料

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 现行国家标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 中提出，水泥进厂应提供型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，且质量证明文件应包含混合材品种及掺量。因各种原因，原材料进厂资料会有提供不及时的情况发生，生产企业相关部门应建立相关机制或制度作为补救手段，也可以进行数字化改造。

**4.1.2** 现行行业标准《高性能混凝土评价标准》JGJ/T 385 中提出，所有原材料应对人体和环境无毒、无害。高性能混凝土的组成及表现应该是安全的、环保的。

**4.1.4** 特殊使用环境包括自然环境和使用环境，尤其是特殊工程或特殊部位，高性能混凝土在使用前应做好充分的试验验证工作，结合相关标准的试验项目及方法，对试验结果进行客观评价。另外，高性能混凝土中新材料的使用不可避免，在使用前应该进行充分的试验验证，以保证混凝土成品满足设计要求。

### 4.2 水泥

**4.2.2** 现行国家标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 中对硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的比表面积要求是不大于  $360\text{m}^2/\text{kg}$ ，未对下限提出具体要求。

结合当地实际混凝土应用及所使用水泥相关数据的采集情况，对 P·O 42.5 水泥各龄期强度提出具体要求，3d 抗压强度不大于 30.0MPa，希望混凝土早期强度的增长不宜过快；28d 抗压强度不宜低于 50.0MPa，希望水泥中掺合料掺加比例不宜过高。使用 P·O 52.5 时，应符合国家相关标准规定。

**4.2.3** 为控制夏季施工的混凝土温度，对所使用的水泥温度提出要求，相关标准中都是按 60℃ 进行控制，水泥进厂温度不高于 60℃ 在实际工作中的操作性不强，随测温技术手段越来越多而且越来越便捷、有效，同时生产企业的水泥储料罐大且多，按使用温度不高于 60℃ 进行控制是可行的。

**4.2.4** 为保证混凝土的质量安全，建议生产企业应加强对非必试项目的检测内容和检测设备的研究和投入。

**4.2.5** 现行国家标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 中提出，高性能混凝土应采用符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 规定的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；盐冻融环境下的高性能混凝土，不宜采用含石灰石粉的水泥；有预防混凝土碱—骨料反应要求的高性能混凝土宜采用碱含量低于 0.6% 的水泥；大体积高性能混凝土宜采用符合现行国家标准《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》GB/T 200 规定的中、低热硅酸盐水泥，也可使用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥同时复合使用大掺量的矿物掺合料；化学腐蚀环境下的高性能混

凝土，宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥同时复合使用优质的矿物掺合料，其中低温硫酸盐腐蚀环境下不宜采用含石灰石粉的水泥或掺合料。本条款的提出主要考虑水泥对混凝土耐久性能的影响，碱含量低、中低热水泥对混凝土耐久性有帮助作用。石灰石粉掺加比例的确定，应建立在大量试验数据支持的基础之上。

## 4.3 矿物掺合料

**4.3.1** 此条款列出的各种矿物掺合料均可以进行混凝土生产使用，并可以复合使用，体现了标准对消纳生产垃圾的支持态度，同时应强调的是，除粉煤灰、矿粉和硅粉外，其他材料的使用必须建立在大量的试验数据支持之上。

**4.3.2** 现行国家标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 中提出，对于高强高性能混凝土或有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或有其他特殊要求的混凝土，应不采用低于 II 级的粉煤灰。针对粉煤灰市场良莠不齐的情况，生产企业应加强对进厂粉煤灰的检测。

**4.3.4** 在特殊要求混凝土中会使用硅灰，硅灰容易受潮，在检测中容易出现误差，在生产中容易影响性能发挥，因此，在试验和生产中均需格外注意。

**4.3.7** 规范石灰石粉的使用，明确检测指标和掺加比例，实际生产前需要进行试验验证。使用时宜选用比表面积大、二氧化硅含量高的石灰石粉。

**4.3.10** 低温硫酸盐腐蚀环境下不宜采用矿物掺合料，低温硫酸盐腐蚀环境下不得采用石灰石粉类矿物掺合料，因为石灰石粉在 5℃以下低温硫酸盐环境下加剧腐蚀效果。

## 4.4 骨料

**4.4.1** 机制砂的使用越来越普及，高性能混凝土用机制砂的指标需要重点关注 MB 值和石粉含量，本条款对 MB 值和石粉含量做了更具体的要求。宜采用两级或多级配粗骨料，机制砂的母岩不得含有变质岩的软弱颗粒和风化石颗粒。

**4.4.2** 考虑当地实际情况，使用天然砂时，需要严格控制其风化程度。

### 4.4.3

2 考虑当地实际情况，在试验项目指标检测无异常情况下，仍出现不同料源的砂与外加剂适应性问题，通过调查发现原因与不同砂的母矿组成元素有关。

3 在实际工作中发现，砂颜色不同代表组成母矿的岩性不同，与其他原材料的适应性可能会出现问題，建议在砂颜色出现明显改变时，在实际使用前进行必要试验验证和配合比调整工作。

### 4.4.4

1 现行协会标准《高性能混凝土应用技术规程》CECS 207 提出，粗骨料的最大粒径不宜大于 25mm，宜采用 15~25mm 和 5~15mm 两级粗骨料配合。强调同料源，是为了规避不同种类的骨料与外加剂的适应性可能会出现问題，在实际工作中已经出现过类似问題，所以

需要引起重视。对空隙率提出要求,是希望骨料生产企业和混凝土生产企业能够加强对骨料生产的重视程度,优化生产工艺,为高性能混凝土性能表现提供支持。从目前搜集的数据看,空隙率达到 45%属于中等要求。

5 现行协会标准《高性能混凝土应用技术规程》CECS 207 提出,粗骨料中针片状颗粒含量应小于 10%,且不得混入风化颗粒。

6 当地生产的 C50 及以上等级混凝土多用于市政设施居多,调研当地骨料生产实际情况,生产高性能混凝土,需要严格控制粗骨料的压碎值及外观形状。

4.4.5 14d 膨胀率小于 0.1%的非活性骨料并非到处可得,目前工程中常遇到 14d 膨胀率介于 0.1~0.2%之间的骨料,在采取适当措施有效抑制潜在反应的前提下可以使用。现行国家标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 中还提出,高性能混凝土当采用碱活性骨料时,除应采取抑制骨料碱活性措施外,还应在混凝土表面采用隔离措施。

## 4.5 外加剂

4.5.1 外加剂对混凝土的性能影响较大,外加剂技术发展也较快,实现高性能混凝土长期性能和耐久性能,外加剂作用功不可没,所以,对外加剂提出更高要求。

4.5.2 减少混凝土开裂情况的发生,控制混凝土结构实体收缩,对外加剂的收缩率比指标提出明确的要求,按收缩率比值分为普通型和减缩型高性能减水剂。现行行业标准《高性能混凝土评价标准》JGJ/T 385 中提出,减缩型高性能减水剂收缩率比不大于 90%;高性能减水剂 28d 收缩率比不大于 110%。现行国家标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 中提出,28d 收缩率比宜不大于 110%。

4.5.3 预防混凝土结构开裂应采取多种方法,有物理类的和化学类的,根据具体情况需几种方法同时使用。通过改进外加剂组分及功能,比如:使用具有减缩作用的外加剂,结合一定掺量的膨胀剂或纤维共同应用于混凝土中,思路和方法可能各有不同,能够达到预防混凝土结构裂缝效果的,就值得研究。

4.5.4 生产有含气量要求的混凝土时,一般采用添加引气剂满足混凝土含气量要求的方法,如果将引气剂混入外加剂,受外加剂掺量与混凝土工作性关系变化影响,在实际应用中容易造成混凝土含气量不满足要求的情况。如果采用单独添加引气剂的方法,在混凝土含气量有波动时,可以通过调整引气剂掺量来满足混凝土含气量要求,宜使用液态引气剂,便于生产和降低计量难度。

## 4.6 水

4.6.1 使用混凝土拌合和养护的用水应符合相关标准规定。

4.6.2 每日混凝土运输完成后,司机需要对混凝土搅拌运输车罐内的混凝土残余物进行清洗,残余物与水的混合物经砂石分离机处理后的浆水稀释后,通过试验确定掺量以及与其他原材

料的适应性。浆水使用应满足现行行业标准《预拌混凝土生产企业废水回收利用规范》JGJ/T 2647 的规定。



## 5 配合比

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 高性能混凝土的配合比设计应根据混凝土的设计强度、混凝土耐久性以及施工工艺等要求，通过计算、试验调整完成，试验是混凝土配合比设计的关键，计算为试验服务，目的是将试验工作压缩到一个较小的合理范围，使试验工作更为简洁、明确和减少工作量。

**5.1.8** 对于重要结构或工程部位的混凝土，宜通过足尺或缩尺模型试验和施工工艺适应性试验对混凝土理论配合比进行验证，模型试验的规格尺寸应由设计、施工和监理各方共同研究确定。

### 5.2 配合比参数

**5.2.1** 高性能混凝土配合比设计时，不同强度等级对浆体比的要求。自密实高性能混凝土浆体比不宜大于 0.40。

**5.2.2** 对于一般环境和冻融环境下钢筋混凝土和预应力混凝土中矿物掺合料最大掺量提出了具体要求。

**5.2.3** 针对一般环境，规定了高性能混凝土对水胶比的要求。

**5.2.4** 冻融环境中高性能混凝土配合比的基本要求主要针对混凝土的抗冻性能。能够提高混凝土抗冻的手段：其一提高混凝土的密实度，即降低混凝土的水胶比，适当提高试配强度；其二是适当提高含气量，引气剂的掺量需要在合理范围内，过高会降低混凝土强度。

**5.2.5** 混凝土中氯化物以水溶性氯离子的形式通过扩散、渗透和吸附等途径从混凝土结构表面向内部迁移，可引起混凝土内钢筋的锈蚀。提高混凝土的密实性可有效提高抗混凝土抗氯离子渗透性能，因此水胶比要求更低。提高掺合料用量可以提高混凝土的抗氯离子渗透性能。

**5.2.6** 常见的对混凝土有腐蚀作用的化学物质包括土中、地下水中的硫酸盐和酸类等物质以及大气中的盐分、硫化物、氮氧化合物等污染物质。这些物质对混凝土的腐蚀主要是化学腐蚀，但盐类侵入混凝土也有可能产生盐结晶的物理腐蚀。水、土中的硫酸盐对混凝土的腐蚀作用，除硫酸根离子的浓度外，还与硫酸盐阳离子的种类及浓度、混凝土表面的干湿交替程度、环境温度以及土的渗透性、地下水的流动性等因素有关。

高性能混凝土中适量的矿物掺合料对提高混凝土抵抗化学腐蚀的能力有良好的作用。高性能混凝土水胶比低、密实度高，可提高抗化学腐蚀渗透的能力，含矿物掺合料的胶凝材料反应生成的水化产物也可提高混凝土抵抗水、酸和盐类物质腐蚀的能力。因此，在化学腐蚀环境下，不宜单独使用硅酸盐水泥作为胶凝材料。

化学腐蚀环境，高性能混凝土除应提高混凝土的密实性外，尚应减少混凝土中参与化学反应和易溶出的成分，在低水胶比、胶凝材料比较充分的情况下，宜掺入较多矿物掺合料。

## 6 混凝土生产、运输和浇筑

### 6.1 一般规定

**6.1.6** 混凝土在运输、输送、浇筑过程中加水会严重影响混凝土质量，本条为强制性条文，应严格执行。

### 6.2 混凝土生产

**6.2.1** 混凝土生产企业必须重视计量设备的自检和零点校准，制定校检计划及生产前核对，用以规范操作行为，保证计量设备运行质量。

### 6.3 运输

**6.3.1** 本条规定了高性能混凝土搅拌运输车的车辆配置要求。

**6.3.2** 本条规定的目的是通过对供货辐射距离进行控制，进而确保混凝土待料时间控制在90min内。因现代交通繁忙、堵塞、限行设置、道路颠簸等因素，距离过长容易造成混凝土的离析分层及待料时间过长，不利于高性能混凝土质量稳定。虽然通过混凝土外加剂技术可以调整混凝土拌合物的凝结时间并满足硬化混凝土性能要求，但控制混凝土从搅拌机出料到浇筑完毕的时间对混凝土浇筑质量仍然非常重要，控制运输距离尽早完成浇筑也有利于浇筑成型各方面的操作。

**6.3.4** 规定运输车在运输过程为防止混凝土离析分层，需保持搅拌罐的匀速运转状态；卸料前采用快档旋转搅拌60s，目的是将拌合物得到充分搅拌均匀，利于泵送施工。

### 6.4 浇筑

**6.4.3** 本条规定了竖向结构的混凝土浇筑方式，当混凝土自由倾落高度过大时，采用或设置串筒、溜管或振动溜管等辅助设备有利于避免混凝土离析；混凝土浇筑离析现象的产生，与混凝土下料方式、最大粗骨料粒径以及混凝土倾落高度有最主要的关系。本条倾落高度限值适用于常规情况，对柱、墙底部钢筋极为密集的特殊情况，仍需增加措施防止混凝土离析。

**6.4.4** 混凝土拌合物入模温度过高，容易产生过高的混凝土内外温差，不利于混凝土温度裂缝控制，进而导致温差裂缝，特别是大体积混凝土及剪力墙部位混凝土，更应严格控制。

**6.4.5** 混凝土在冬期容易被冻伤，混凝土拌合物入模温度过低，对水泥水化和混凝土强度发展不利。入模温度高于5℃有利于混凝土尽快达到其受冻临界强度。

**6.4.6** 恶劣天气是指大雪、冰冻、低温、大风、高温炎热、降雨和连续降雨等天气。雨天不可以进行浇灌混凝土施工，如果在混凝土浇筑中突然遇到降雨，可以将施工现场用塑料布遮盖，避免雨水进入已浇筑的混凝土中。

#### **6.4.8**

**1** 混凝土分层浇筑厚度过大不利于混凝土振捣，影响混凝土的成型质量。

**2** 浇筑层厚度也称作摊铺厚度、虚铺厚度。常用的插入式振捣棒作用有效长度为 450mm，浇筑层厚度一般不大于振捣棒作用有效长度的 1.25 倍。

## 7 养护与拆模

**7.0.1** 混凝土成型后立即用塑料薄膜覆盖可以预防混凝土早期失水和被风干燥，是比较好的养护措施。对于难以潮湿覆盖的结构立面混凝土等，可采用养护剂进行养护，养护剂可有效降低碳化深度，但养护效果应通过试验验证，养护剂的技术要求应符合现行行业标准《水泥混凝土养护剂》JC/T 901 的规定；采用水养护的大体积混凝土，控制好养护水温，可有效控制混凝土内部温度应力对混凝土浇筑体结构的不利影响，降低裂缝产生风险。

**7.0.2** 混凝土带模养护在实践中证明是行之有效的，带模养护可以解决混凝土表面过快失水的问题，也可以解决混凝土内外温差控制问题。在带模养护的条件下混凝土达到一定强度后，可拆除模板进行后期养护。

**7.0.4** 采取适当的防风措施有利于保温并防止覆盖物被吹散。

**7.0.5** 冬施带模养护使混凝土尽快达到防冻临界强度，同时也起到控制混凝土表面及外界温差过大作用。

**7.0.7** 本条主要强调混凝土的温度控制，可有效降低混凝土内部温度应力对结构的不利影响，减小温度裂缝产生风险。

## 8 质量检验与验收

### 8.1 一般规定

**8.1.2** 本条与现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 第 9.1.1 条规定相符。

**8.1.3~8.1.4** 高性能混凝土质量控制分为两个阶段，第一阶段为生产质量控制，由供方负责，包括原材料进场验收检验、配合比设计、开盘搅拌、计量、出厂检验、运输等工序；出厂检验是高性能混凝土作为半成品商品出厂前对拌合物工作性能的检验，合格后方可出厂；第二阶段是施工质量控制，包括浇筑、泵送、振捣、养护、拆模等，施工企业应按照现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 进行规范施工，才能保证混凝土强度和耐久性指标要求。现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 第 9.3.4 条规定，混凝土坍落度取样频率与强度检测相同。

为保证所浇筑的混凝土符合设计和施工要求，浇筑前必须进行交货检验。交货检验由需方对混凝土的数量和拌合物质量进行检验，并制作试件，监理需按一定比例参与见证。一般情况下，浇筑前经过交货检验合格的混凝土，可以判定供方送到工地的混凝土拌合物性能合格。需方应对交付时的预拌混凝土试件检验结果进行统计与评定，并以评定结果作为验收依据。目前交货检验环节存在很多问题，交货检验的试验条件不具备；不设立标养室；试验方法不规范；试块制作随意，制作人员不具备资格等，这些混乱状态易造成质量纠纷。交货检验应执行现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 规定，交货检验的取样和试验工作由需方承担，当需方不具备试验人员技术资质时，供、需双方协商确定委托有检验资质的单位承担，并在合同中予以明确。

### 8.2 出厂检验

**8.2.1** 高性能混凝土出厂前，应留置抗压强度试验试件，并对拌合物坍落度进行检验，可根据工程需要，留置 3d、7d、14d、60d、90d 等龄期试块。

**2** 供方对高性能混凝土抗压强度的出厂检测频率，应大于交货检验的取样频率。雄安新区混凝土生产企业大多设置多条生产线，大部分生产线搅拌容量在 4m<sup>3</sup>/盘及以上，每条生产线存在原材料和设备计量等偏差，每个生产任务单应尽量在同一条生产线，所以混凝土出厂抗压强度检验应按照每个生产任务单 100m<sup>3</sup> 进行取样，一次浇筑量超过 1000m<sup>3</sup>（含大体积混凝土）时，按 200m<sup>3</sup> 取样一次。

**3** 供方在生产时可根据需要制作不同龄期的试件，判定配合比强度发展有无异常。混凝土试件应标明试件编号、强度等级、龄期和制作日期，用于出厂检验的混凝土试件应按年度分类连续编号。试件制作应由专人负责，并建立制作台帐。台帐内容应包括试件编号、强度等级、坍落度实测值、工程名称、任务量、制作日期、龄期和制作人等信息。

**8.2.2** 本条依据现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 第 3.1.5 条主要是确保高性能混凝土的拌合物优异性能。

**8.2.3** 在混凝土中加入有引气功能的外加剂能增加混凝土的含气量,有利于提高混凝土的抗冻性,当含气量低于设计要求时,会降低混凝土的抗冻性能,高于设计要求时,对混凝土的强度产生不利影响,应严格控制混凝土的含气量。

**8.2.4** 依据现行国家标准《混凝土质量控制》GB 50164 第 3.1.7 条,混凝土拌合物的凝结时间应满足施工要求和混凝土工作性能的要求;同一配合比的混凝土凝结时间会因为原材料的质量波动、外加剂掺量调整、掺合料种类、环境温度、养护条件等因素受到影响,因此建议对于常用的、用量较大的高性能混凝土配合比每月至少检验一次。

**8.2.5** 高性能混凝土耐久性检测项目有抗冻融性能、抗水渗透能性能、抗硫酸盐侵蚀性能抗氯离子渗透性能、抗碳化性能、早期抗裂性能,出厂检测应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

**8.2.6** 高性能自密实混凝土出厂检验应符合现行国家标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定。自密实混凝土出厂检测,坍落扩展度和扩展时间应相同配比每 100m<sup>3</sup> 检测一次。自密实高性能混凝土扩展度控制目标为 600mm~700mm,扩展时间 T500 不宜大于 15s。

**8.2.7~8.2.8** 供方可采用此两种方法快速评价混凝土相关性能。

## **8.3 交货检验**

**8.3.2** 交货检验时,监理参与见证取样。

**8.3.3** 依据照现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 第 9.3.2 条,试件的制作时间缩短 10min,能更真实反应高性能混凝土交货检验的质量。

**8.3.4** 高性能混凝土拌合物应有良好的和易性,且坍落度、扩展度、坍落度经时损失和凝结时间等拌合物性能必须满足施工要求。

**8.3.5** 高性能混凝土交货检验的拌合物性能、力学性能、耐久性能的取样频率应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定;大体积高性能混凝土交货检验的抗压试件取样频率应符合现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496 第 5.7 节的规定。用于交货检验的高性能混凝土试件,宜植入电子芯片管理,便于识别混凝土身份和质量信息。

## **8.4 评定与验收**

**8.4.2~8.4.3** 施工企业应对交付时成型试件的强度或耐久性进行检验与评定。高性能混凝土强度检验评定依据现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107;高性能混凝土耐久性检验评定依据现行国家标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193。

**8.4.4** 大体积混凝土、地下结构混凝土、超长结构高性能混凝土宜采用 60d、90d 和 180d 龄期进行验收。掺加粉煤灰的混凝土，地上、地面工程宜为 28d 或 60d，地下工程宜为 60d 或 90d，大坝混凝土宜为 90d 或 180d。

**8.4.5** 依据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 第 7.6.7 条及条文说明，可规范资料管理。

## 9 绿色生产

### 9.1 基本要求

**9.1.1** 混凝土行业进行管理体系认证是促使企业管理走向正规化的重要途径,也是提升企业信誉和市场竞争力的重要手段,建立 ISO 三体系对于企业来说可以为招投标工作增加筹码,在指导企业开展各类经营活动的时候也可以达到预期的效果。按照可持续发展目标,高性能混凝土生产企业更应高度重视能源管理,建立并运行能源管理体系,对企业生产用能进行改善,从而达到节约能源的目的。

**9.1.2** 雄安新区 2022 年 6 月 13 日印发的《雄安新区政府采购支持绿色建材促进建筑品质提升工作实施方案》提出,到 2025 年底,雄安新区新建建筑全面执行绿色建筑标准,绿色建材应用比例达到 75%以上,星级绿色建筑全面使用绿色建材。绿色建材的推广应用已是大势所趋。

**9.1.4** 原材料运输宜选用清洁能源车辆,车辆所使用的能源应符合雄安新区环保要求,且应达到尾气污染物排放标准要求;混凝土搅拌车应使用清洁能源,并应符合雄安新区环保要求,可参照《雄安新区预拌混凝土绿色生产管理导则》。

**9.1.5** 原材料供应是整条绿色供应链的源头,宜选用获得绿色认证的材料厂家。依据现行行业标准《绿色建材评价 预拌混凝土》T/CECS 10047 规定,预拌混凝土生产企业其绿色建材评价指标应满足能源属性指标要求。原材料采购应遵循本地化原则,本地化程度(公路运输距离小于 200 公里)应不小于 95%;超过 200 公里宜采用铁路运输。

**9.1.6** 生产及生活用热水、照明等采用可再生能源,可有效降低预拌混凝土生产企业的碳排放。

### 9.2 生产区域要求

**9.2.3** 依据现行行业标准《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328 和《雄安新区预拌混凝土绿色生产管理导则》中对厂区、设备设施的要求制定。

### 9.3 设备设施要求

**9.3.2** 为助力我国早日实现“双碳”目标,生产企业宜提高智能制造应用水平,改善原有用能模式。生产用热宜使用清洁能源锅炉或从当地热电厂采购,骨料上料方式应减少使用燃油装载机,宜使用皮带输送模式或电动装载机,优化用能结构。

**9.3.3** 生产企业应配置废弃混凝土回收设备,回收能力满足处置需要;固体废弃物和浆水应回收循环利用,参照《雄安新区预拌混凝土绿色生产管理导则》。



## 9.4 生产过程管理

**9.4.4** 生产企业应使用预拌混凝土生产管理系统合理调度生产,保证浇筑连续性和供应量的准确性,避免因现场压车或超量造成剩退混凝土返厂报废,应尽量减少固体废弃物的产生。

**9.4.5** 混凝土搅拌运输车外表面洁净,在厂区和市区道路行驶不得拖泥带砂,所以混凝土搅拌站出入口应设置洗轮机,施工现场出入口应有清洗池。

## 9.5 废弃物再利用

**9.5.2** 混凝土搅拌站宜配备中水处理系统和雨水收集池,搅拌机、混凝土搅拌运输车清洗应优先使用中水和雨水等回收水,并应循环利用。清洗产生的残余物经砂石分离机处理后,产生的砂、石、浆水应及时清理分类使用。

## 9.6 绿色生产评价及监测

**9.6.2** 依据现行行业标准《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328 和《雄安新区预拌混凝土绿色生产管理导则》中对厂区环境监测控制要求制定。

**9.6.3** 现行国家标准《预拌混凝土单位产品能源消耗限额》GB 36888 对预拌混凝土单位产品能耗限额等级做出了规定,能耗限额等级分为 3 个级别,同时在现行协会标准《绿色建材评价 预拌混凝土》T/CECS 10047 标准中,能源属性评价指标要求须满足 2 级单位产品能耗限额等级要求,方可进行绿色建材认证评价。认证要求生产能耗不能大于Ⅱ级( $0.7\text{kgce}/\text{m}^3$ ),如生产能耗大于  $0.7\text{kgce}/\text{m}^3$ ,则不能进行绿色建材产品认证。

## 9.7 碳排放管理

**9.7.1** 《雄安新区预拌混凝土绿色生产管理导则》中碳排放管理要求,企业应自行分别核算主体生产系统和运输系统的二氧化碳排放情况。

**9.7.2** 生产企业不但应对厂界范围内的温室气体排放进行改善,还应对其产品从原材料到生产、运输、使用和再生利用等阶段的温室气体排放情况进行了解,并尽可能降低其某一阶段的温室气体排量。

## **10 智能化生产**

### **10.1 一般规定**

**10.1.1** 通过自动采集，积累有效数据，为设备间的信息互联和数据应用提供基础。

**10.1.2** 数据的存储数量和容量直接影响数据应用的准确性和安全性，对企业可持续发展具有战略意义。

**10.1.3** 为避免重复投入和建设，生产企业应以现有运营管理控制系统为基础（或中心），不断完善和开发各组成子系统和模块的功能，逐步降低人为干扰，向智能化生产方向转型。

### **10.2 生产调度**

**10.4.2** 生产企业智能化工作向施工单位延伸，实现信息对称，尽可能多地让施工单位参与到生产供应过程中来。

### **10.3 生产设备**

**10.3.4** 生产过程中的配合比选取比较复杂，因施工要求多，生产用配合比的数量和种类较多，目前未发现有将配合比参数通过数据接口自动上传搅拌机工控系统的案例，但可以将流程进行分段处理，首先实现对生产线工作的要求。

**10.3.6** 提出汇总和分析功能，是希望通过智能化手段改变目前生产计量超差被动解决现状。

**10.3.7** 依据环保要求，生产企业一般都配备了砂石分离机及浆水使用设备，为保证生产应用不出问题，分离后砂石和浆水的使用不仅要有必要的试验数据支持，而且在生产设备的功能上也提出了智能化要求。

### **10.4 技术质量**

**10.4.1** 远程控制功能的开发对生产企业的长远发展帮助较大，移动远程办公是今后的发展方向。

**10.4.2** 生产过程各环节数据应实现共享，各子系统和模块间可以共同使用，同时具备数据汇总、分析和预测功能。调研发现，目前生产企业对生产数据的关注和使用情况不理想，技术质量相关数据的应用比较广泛。

**10.4.3** 生产企业生产过程数据不仅在企业内部实现互联互通，还要实现与相关行业和部门的数据互通。

**10.4.4** 生产企业的技术资料种类和数量较多，实现资料的电子化不仅能够提高工作效率，而且对于环保和转变工作模式有一定帮助作用。