住房和城乡建设部备案号：JXXXXX-**2022**

**DB**

**重庆市工程建设标准**

**DBJXX-XXX-2022**

**免蒸养混凝土预制构件生产技术标准**

**Technical Standard for manufacture of Prefabricated Concrete without Steaming**

（**征求意见稿**）

**2022－XX－XX发布 2022－XX－XX实施**

**重庆市住房和城乡建设委员会 发布**

**重庆市工程建设标准**

**免蒸养混凝土预制构件生产技术标准**

**Technical Standard for manufacture of Prefabricated Concrete without Steaming**

**DBJ/T-xxx-20**XX

主编单位：重庆建工高新建材有限公司

批准部门：重庆市城乡建设委员会

施行日期：20XX年XX月XX日

**前言**

为推动重庆市混凝土预制构件生产技术水平，促进绿色化生产，根据重庆市城乡建设委员会《关于印发2020年工程建设标准制订、修订项目计划的通知》（渝建〔2020〕号）的要求，重庆建工高新建材有限公司、重庆大学等会同有关单位，开展了广泛的调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家和其它省市地方先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本技术标准。

本规程的主要技术内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.材料；5.混凝土配合比；6.构件生产；7.质量检验。

本技术标准由重庆市城乡建设委员会负责管理，重庆建工高新建材有限公司负责技术内容的解释。本技术标准的实施、应用过程中，希望各单位注意收集资料，总结经验，并将需要修改、补充的意见和有关资料交重庆建工高新建材有限公司（地址：重庆市綦江区綦江工业园区金福大道42号；邮编：401420；电话：023-48642645；网址：http://cqjggx.com/content/54.aspx），以便今后修订时参考。

本规程主编单位：重庆建工高新建材有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

# 

**目次**

[1 总 则 1](#_Toc20795)

[2 术 语 2](#_Toc24021)

[3 基本规定 3](#_Toc31769)

[4 材料 4](#_Toc4803)

[4.1 钢筋及预埋件 4](#_Toc341)

[4.2 混凝土原材料 4](#_Toc18717)

[5 混凝土配合比 6](#_Toc30142)

[6 构件生产 7](#_Toc26782)

[6.1 一般规定 7](#_Toc22437)

[6.2 混凝土生产 7](#_Toc24017)

[6.3 构件成型 7](#_Toc4857)

[6.4 养护及脱模 8](#_Toc6191)

[7 质量检验 9](#_Toc26480)

[7.1 一般规定 9](#_Toc13871)

[7.2 混凝土性能检验 9](#_Toc18651)

[7.3 构件检验 9](#_Toc14028)

[附录A 原位表层混凝土渗透性测试方法 12](#_Toc21258)

[本标准用词说明 14](#_Toc1103)

[引用标准名录 15](#_Toc30194)

**Contents**

[1 General Provisions 1](#_Toc2326)

[2 Terms 2](#_Toc32146)

[3 Basic Requirements 3](#_Toc23817)

[4 Materials 4](#_Toc11602)

[4.1](#_Toc16407) [Reinforcement](https://cn.bing.com/dict/search?q=Reinforcement&FORM=BDVSP6&cc=cn)[and](https://cn.bing.com/dict/search?q=and&FORM=BDVSP6&cc=cn)[embedded](https://cn.bing.com/dict/search?q=embedded&FORM=BDVSP6&cc=cn)[parts](https://cn.bing.com/dict/search?q=parts&FORM=BDVSP6&cc=cn) [4](#_Toc16407)

[4.2](#_Toc19931) [Concrete](https://cn.bing.com/dict/search?q=concrete&FORM=BDVSP6&cc=cn)[Materials](https://cn.bing.com/dict/search?q=materials&FORM=BDVSP6&cc=cn) [4](#_Toc19931)

[5 Concrete Mix 6](#_Toc8073)

[6 Production of Components 7](#_Toc4605)

[6.1 General Requirements 7](#_Toc15064)

[6.2 Concrete Production 7](#_Toc23444)

[6.3](#_Toc5031) [Component](https://cn.bing.com/dict/search?q=Component&FORM=BDVSP6&cc=cn) [Molding 7](#_Toc5031)

[6.4 Curing and Demoulding 8](#_Toc6150)

[7](#_Toc21203) [Quality Inspection 9](#_Toc21203)

[7.1 General Requirements 9](#_Toc8608)

[7.2](#_Toc29386) [Performance](https://cn.bing.com/dict/search?q=Performance&FORM=BDVSP6&cc=cn)[Test](https://cn.bing.com/dict/search?q=Test&FORM=BDVSP6&cc=cn)[of](#_Toc29386)[concrete](https://cn.bing.com/dict/search?q=concrete&FORM=BDVSP6&cc=cn) [9](#_Toc29386)

[7.3](#_Toc21770) [Component](https://cn.bing.com/dict/search?q=Component&FORM=BDVSP6&cc=cn)[testing](https://cn.bing.com/dict/search?q=testing&FORM=BDVSP6&cc=cn) [9](#_Toc21770)

[Appendix A In Situ Air Permeability Test Method of Near Surface Concrete 12](#_Toc21258)

[Explanation of Wording in This Standard 14](#_Toc1103)

[List of Quoted Standards 15](#_Toc30194)

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范免蒸养混凝土预制构件生产与验收，做到安全可靠、技术先进、经济合理、确保质量，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于重庆市装配式建筑免蒸养混凝土预制构件的生产。

**1.0.3** 免蒸养混凝土预制构件生产除应符合本标准外，尚应符合国家及重庆市现行有关标准的规定。

# 2 术 语

**2.0.1** 免蒸养 non-steam curing

混凝土制品在养护过程中不使用蒸汽，主要依靠胶凝材料自身水化发展强度的生产工艺。

**2.0.2** 免蒸养混凝土 non-steam curing concrete

不使用蒸汽养护，主要依靠胶凝材料自身水化发展强度的混凝土。

**2.0.3** 自热保温养护 self-heating insulation curing

混凝土构件在养护过程中采取措施，尽量隔绝养护设施与外界环境的热交换，充分保持混凝土自身的水化放热不散失的生产工艺。

**2.0.4** 表层混凝土气体渗透系数 air permeability index （API） of near surface concrete

用来表征构件表层混凝土气体渗透性能的参数。

**2.0.5** 原位气体渗透系数测试方法 in situ air permeability test method

直接在构件表面测试，用于反映表层混凝土抗气体渗透能力的试验方法。

# 

# 3 基本规定

**3.0.1** 生产单位应建立完善的生产质量管理体系，保障产品质量。

**3.0.2** 生产单位应建立健全职业健康安全管理制度和环境管理制度。

**3.0.3** 生产单位应建立产品可追溯的信息化管理系统，宜采用建筑信息模型（BIM）技术实现预制构件生产全过程管理。

**3.0.4** 预制构件生产前，应进行技术交底，并对相关岗位人员进行专业技术培训，特种作业人员应持证上岗。

**3.0.5** 钢筋、预埋件、混凝土原材料、纤维等质量和质量检验方法除应符合设计文件和本标准要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**3.0.6** 预制构件生产过程资料应完善，主要内容应包括混凝土、钢筋及受力埋件质量证明文件、主要材料进厂复检报告、构件生产过程记录及必要的试验和检验记录。

**3.0.7** 预制构件生产中采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，生产单位应制定专门的生产方案；必要时进行样品试制，经检验合格后方可实施。

**3.0.8** 预制构件经检查合格后方可出厂，并应出具质量证明文件。

# 4 材料

## 4.1 钢筋及预埋件

**4.1.1** 普通钢筋、预应力钢筋性能指标和要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

**4.1.2** 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的规定。

**4.1.3** 构件的预埋件应根据相应的产品标准和应用技术规定选用。

## 4.2 混凝土原材料

**4.2.1** 免蒸养制品混凝土宜选用42.5及以上强度等级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。



**4.2.2** 免蒸养制品混凝土宜选用早强型水泥。

***4.2.1、4.2.2条文说明：****为节能减排及提高预制构件的生产效率，免蒸养制品混凝土要求有较高的早期强度，通用硅酸盐水泥中硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的早期强度较高，因此水泥宜选用42.5级及以上强度等级早强型的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。*

**4.2.3** 拌制混凝土的水泥温度不宜大于60℃。

***条文说明：****目前，建设工程对水泥的需求量很大，水泥供应短缺，存在水泥出厂运到生产现场时温度过高的情况，水泥温度过高时拌制混凝土对混凝土性能不利，应予以控制。*

**4.2.4** 水泥进场后应按生产厂家、品种和强度等级分仓存储；水泥在仓储过程中应有防潮措施，并应符合环保要求。

**4.2.5** 出厂2个月以上的水泥，应重新检测质量有无变化

***条文说明：****现行国家标准规定对水泥出厂超过三个月时，应进行复验，并应按复验结果使用。免蒸养制品混凝土要求有较高的早期强度，应缩短水泥存储时间，避免水泥可能产生受潮结块导致品质下降，直接影响制品混凝土结构质量。*

**4.2.6** 免蒸养混凝土预制构件生产宜优先选用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰等活性矿物掺合料，不宜采用复合矿物掺合料。

**4.2.7** 粉煤灰宜选用Ⅱ级及以上等级，粒化高炉矿渣粉宜选用S95级及以上等级，钢渣粉宜选用一级。

***4.2.6、4.2.7条文说明：****市售复合矿物掺合料的活性较差，对混凝土早期强度发展不利。粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰等矿物掺合料的活性较高，对混凝土早期强度发展有利，故免蒸养混凝土预制构件混凝土宜采用Ⅱ级及以上等级粉煤灰、S95级及以上等级粒化高炉矿渣粉、硅灰。当选用钢渣粉时，宜选用活性较高的一级钢渣粉。*

**4.2.8** 选用钢渣粉时，应通过试验验证混凝土的安定性。

***条文说明：****钢渣粉中的游离氧化钙及游离氧化镁含量偏高，如使用不当，将对混凝土质量造成危害，需要采用沸煮法、压蒸法检验其安定性，确保预制构件质量。*

**4.2.9** 免蒸养混凝土宜采用具有早强功能的外加剂。掺入早强功能外加剂的受检混凝土应符合表4.2.9的规定。

**表4.2.9 掺早强功能外加剂的受检混凝土性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | | 指标值 |
| 凝结时间之差/min | 初凝 | -120~0 |
| 终凝 | -120~0 |
| 抗压强度比/% | 12h | ≥180 |
| 1d | ≥135 |
| 3d | ≥130 |
| 7d | ≥110 |
| 28d | ≥100 |
| 90d | ≥100 |

***条文说明：****宜采用Ⅰ型早强剂，现行团体标准《混凝土早强剂》T/CECS 10124给出了掺入Ⅰ型早强剂的受检混凝土性能指标。免蒸养混凝土构件宜缩短混凝土凝结时间，加快混凝土早期强度的发展。*

**4.2.10** 外加剂释放氨限量应符合现行国家标准《混凝土外加剂中释放氨的限量》GB 18588的规定。

**4.2.11** 由外加剂引入混凝土中以Na2O+0.658K2O计的碱含量、氯离子含量和以Na2SO4计的硫酸盐含量应分别小于5.0%、0.1%和5.0%。

**4.2.12** 外加剂的选用应符合下列规定：

**1** 符合预制构件设计文件和生产工艺要求；

**2** 满足预制构件的混凝土性能和外观质量要求；

**3** 与其他材料的相容性好；

**4** 宜选用聚羧酸高性能减水剂；

**5** 外加剂应不含对预制构件的外观质量有影响的组分。

**4.2.13** 不同厂家、品种或性能的液体外加剂应分罐（池）储存，存储罐（池）应配备搅拌设施，并密闭储存。

**4.2.14** 预制构件可选用钢纤维和有机合成纤维，并应符合设计要求。

**4.2.15** 对预制构件外观质量有特别要求时，宜采购同一厂家、同一批次的水泥、骨料、矿物掺合料及外加剂等。

# 

# 5 混凝土配合比

**5**.**1**.**1** 混凝土配合比设计应符合国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**5.1.2** 免蒸养混凝土掺加矿物掺合料的种类及掺量应经过试验确定，采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥时，矿物掺合料掺量宜符合下列规定：

**1** 单独采用粉煤灰作为矿物掺合料时，粉煤灰掺量不宜超过胶凝材料总量的20%；

**2** 单独采用粒化高炉矿渣粉作为矿物掺合料时，粒化高炉矿渣粉掺量不宜超过胶凝材料总量的35%；

**3** 双掺粉煤灰和粒化高炉矿渣粉作为矿物掺合料时，总量不宜超过胶凝材料总量的30%，且各组分矿物掺合料的掺量不应超过单独掺用时的最大掺量。

***条文说明：****现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55给出了不同混凝土中矿物掺合料的最大掺量，以便保证混凝土耐久性能，免蒸养混凝土不仅要考虑混凝土耐久性，还应考虑混凝土特殊的养护方式和强度发展的要求。因此，对于矿物掺合料的最大单掺掺量参照预应力混凝土执行，而双掺掺量在参照预应力混凝土的要求上做了进一步限定。*

**5.1.3** 强度等级不低于C50的免蒸养混凝土宜掺加硅灰，硅灰掺量宜通过试验验证进行确定。

***条文说明：****硅灰作为活性粉体材料，掺入混凝土中有利于改善混凝土性能，但具体掺量应根据设计要求通过试验确定。*

**5.1.4** 外加剂的类型和掺量宜通过试验验证确定。

**5.1.5** 免蒸养混凝土配合比设计不仅要满足配制强度要求，还应满足脱模强度的要求。

# 

# 6 构件生产

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 免蒸养混凝土预制构件生产除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土质量控制标准》GB 50164及《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**6.1.2** 免蒸养预制构件生产前应编制生产技术方案，并应做好各项准备工作。

**6.1.3** 免蒸养预制构件的养护设施应设置保温保湿措施，保温材料的选择和技术方案应进行专项设计。

## 6.2 混凝土生产

**6.2.1** 混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机搅拌，混凝土应按照混凝土配合比通知单进行生产，原材料每盘称量的允许偏差应符合表6.2.1的规定。

**表6.2.1 混凝土原材料每盘称量的允许偏差**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 | 粗、细骨料 | 胶凝材料 | 拌合用水 | 外加剂 |
| 允许偏差 | ±3% | ±2% | ±1% | ±1% |

**6.2.2** 混凝土搅拌时间不宜小于120s；制备高强混凝土、纤维混凝土等宜适当延长搅拌时间。

***条文说明：****现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164及《混凝土结构工程施工规范》GB 50666规定，不同混凝土坍落度、搅拌机机型、搅拌机出机量，混凝土搅拌的最短时间不同，当坍落度≤40mm时混凝土搅拌的最短时间为120s。*

## 6.3 构件成型

**6.3.1** 混凝土拌合物从搅拌机卸出至浇筑完毕的延续时间，气温高于25℃时不宜超过60min，气温不高于25℃时不宜超过90min。

***条文说明：****混凝土连续浇筑的原则是上层混凝土应在下层混凝土初凝之前完成浇筑，为了更好地控制混凝土质量，混凝土还应以最短的时间完成混凝土运输、输送入模过程。本条遵循现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666及现行地方标准《装配式建筑混凝土预制构件生产技术标准》DBJ50/T-190的规定，现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164规定了混凝土拌合物从搅拌机卸出至施工现场接收的时间间隔不宜大于90min。*

**6.3.2** 夏季生产时，免蒸养混凝土拌合物入模温度不应高于35℃*。*

***条文说明：****规定混凝土入模最高温度是为了控制混凝土入模最高温度，有利于混凝土裂缝控制及结构工程质量控制。应对搅拌站、储水器、骨料采取遮阳防晒措施，控制原材料最高入机温度，并尽可能避开高温时段，确保混凝土入模温度满足夏季高温施工的要求。*

**6.3.3** 冬季生产时，免蒸养混凝土拌合物入模温度不应低于10℃，并应有保温措施。

***条文说明：****规定混凝土最低入模温度是为了保证在低温施工阶段混凝土的早期强度能快速发展，缩短预制构件脱模、出厂时间，提高生产效率。冬季生产混凝土时，根据生产实际情况，宜加热拌合水及骨料，拌合水及骨料最高加热温度不宜超过60℃及40℃，混凝土生产及养护过程中应采取保温措施。*

## 6.4 养护及脱模

**6.4.1** 免蒸养混凝土预制构件宜采用自热保温养护。

**6.4.2** 应采取措施保证养护环境温度不低于50℃，相对湿度不低于95%。

***6.4.1、6.4.2条文说明：****根据相关研究，将混凝土试样置于聚氨酯材质的密闭保温箱中，水泥自身水化可以使混凝土试样温度超过55℃，做好养护设施的保温隔热措施及构件进出养护设施时能及时密闭情况下完全可以达到本条规定的养护环境温度不低于50℃的要求。*

**6.4.3** 免蒸养混凝土预制构件脱模起吊时的混凝土强度应计算确定，且不宜小于15MPa。

***条文说明：****现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231要求混凝土预制构件脱模时混凝土强度不宜小于15MPa，具体应计算确定。*

**6.4.4** 免蒸养混凝土预制构件出厂前养护时间不宜少于5d，不应少于3d。

***条文说明：****规定免蒸养混凝土预制构件出厂前的养护时间，主要是因为混凝土构件的体积变形稳定需要足够时间，也有利于混凝土构件的强度充分发展。*

**6.4.5** 免蒸养混凝土预制构件出厂后应继续保湿养护，总养护时间不宜少于14d。

***条文说明：****免蒸养混凝土预制构件出厂后应继续保湿养护，总养护时间不宜少于14d。免蒸养混凝土宜采用早强功能的外加剂，且掺入矿物掺合料，充分保湿养护有利于混凝土内部结构趋于稳定。*

# 

# 7 质量检验

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 预制构件生产应建立首件验收制度。

**7.1.2** 免蒸养混凝土预制构件质量检验除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231及《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

**7.1.3** 预制构件不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经原设计单位认可，制定技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

## 7.2 混凝土性能检验

**7.2.1** 混凝土拌合物性能应满足设计和施工要求。混凝土拌合物性能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的有关规定。

**7.2.2** 混凝土的力学性能应满足设计和施工的要求。混凝土力学性能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的有关规定。混凝土抗压强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的有关规定进行检验评定，并应合格。

**7.2.3** 混凝土的耐久性应满足设计和使用的要求。混凝土耐久性能试验方法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的有关规定。

## 7.3 构件检验

**7.3.1** 预制构件生产时应采取措施避免出现外观质量缺陷，外观质量缺陷根据其影响结构性能、安装和使用功能的严重程度，可按表7.3.1规定划分为严重缺陷和一般缺陷。

**表7.3.1 预制构件外观质量缺陷分类**

| 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 | 构件主要受力部位有疏松 | 其他部位有少量疏松 |
| 裂缝 | 缝隙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 | 构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动，插筋严重锈蚀、弯曲，灌浆套筒堵塞、偏位，灌浆孔洞堵塞、偏位、破损等 | 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、飞出凸肋等，装饰面砖粘结不牢、表面不平、砖缝不顺直等 | 清水或具有装饰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、沾污等 | 具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 |

**7.3.2** 预制构件出模后应对外观质量进行全数目测检查。预制构件外观不应有缺陷，对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验，技术处理方案应经原设计单位认可，对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

**7.3.3** 预制构件出厂时的混凝土强度不宜低于设计混凝土强度等级值的75%。

***条文说明：****构件出厂时的混凝土强度不宜低于设计强度等级值的75%，主要是为了避免构件在吊运过程中和施工安装完成后，因强度不够而造成构件不可修复性破坏。*

**7.3.4** 预制构件结构性能检验应符合下列规定:

**1** 梁板类简支受弯预制构件进场时应进行结构性能检验，并应符合下列规定:

1. 结构性能检验应符合国家现行有关标准的有关规定及设计的要求，检验要求和试 验方法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 有关规定。
2. 钢筋混凝土构件和允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝 宽度检验；不允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和抗裂检验。
3. 对大型构件及有可靠应用经验的构件，可只进行裂缝宽度、抗裂和挠度检验。
4. 对使用数量较少的构件，当能提供可靠依据时，可不进行结构性能检验。
5. 对多个工程共同使用的同类型预制构件，结构性能检验可共同委托，其结果对多个工程共同有效。

**2** 对于不可单独使用的叠合板预制底板，可不进行结构性能检验。对叠合梁构件，是否进行结构性能检验、结构性能检验的方式应根据设计要求确定。

**3** 对本条第1、2款之外的其他预制构件，除设计有专门要求外，进场时可不做结构性能检验。

**7.3.5** 当设计对混凝土抗气体渗透性能有要求时，构件的表层渗透性测试应按附录A执行。

***条文说明：****表层混凝土透气性系数的测量可选用原位透气性测试仪，根据达西定律，利用测试压力与测试时间等参数计算气体渗透系数（API）。*表层混凝土抗气体渗透性能等级应在中及以上。

# 附录A 原位表层混凝土渗透性测试方法

**A.0.1** 本方法适用于常温条件下强度等级为C20~C60混凝土表层渗透性的原位检测与评价。

**A.0.2** 原位表层混凝土渗透性测试所采用的试件应符合下列规定：

**1** 在进行原位气体渗透系数测试时，试样龄期不应小于28d，掺有大量矿物掺合料的混凝土试样期龄不宜早于56d。

**2** 应避开混凝土表面的气孔、蜂窝及含明显裂缝部位，确保仪器与混凝土表面的密封性。若测试点混凝土表面进行过防护处理，应先去除混凝土表面防护层，再进行测试。

**3** 测试点表层混凝土深为0~20mm的范围内应避开钢筋、导管或电缆等部位。

**4** 原位气体渗透系数测试的测点位置与构件边缘距离至少应为50mm。

**5** 为降低混凝土内部相对湿度对原位气体渗透系数测试结果的影响，应确保混凝土表面与内部（20mm）相对湿度低于80%。若测前混凝土表面与水（包括：降雨、降雪、养护用水等）相接触，建议延缓测试。

**6** 若需对同一测点进行反复多次测试，建议时间间隔至少应为2h，且间隔期间应避免水分与被测试面接触。

**A.0.3** 原位气体渗透系数试验装置技术参数应符合下列规定：

**1** 压力传感器：额定压力范围为0～0.6大气压（Bar），具有温度补偿功能，补偿范围0～60℃，精度±0.25%，线性度高，可重复性高。

**2** 温度传感器：额定温度范围为0～100℃，测量不确定度优于0.5℃，重复性误差不大于0.5℃，采样时钟频率不小于100kHz，最小分度高于0.1℃。

**3** 电源：提供稳定恒压24V直流电，精度为±1.0 V，电流范围为0～2A。

**4** 空压机：压力范围至少为0～2大气压（Bar），容积流量为10 L/min。

**5** 计时器：最小读数为ms（1ms=10-3s）。

**6** 时钟模块：具有温度补偿功能，年误差小于1min，工作温度范围为0～60oC。

**7** 其他：仪器在温度为5～60oC、相对湿度小于或等于90%的环境条件下能够正常工作。

**A.0.4** 原位气体渗透系数试验装置的配件应符合下列规定：

**1** 钢尺：最小刻度为1mm。

**2** 水砂纸：规格为200#～600#。

**3** 细锉刀：可为备用工具。

**4** 扭矩扳手：扭矩范围为20 N·m～100 N·m，测量误差不超过±5％。

**5** 黄铜刷：可为备用工具。

**A.0.5** 原位表层混凝土气体渗透系数试验应按下列步骤进行：

**1** 在测试开始之前，用黄铜刷清理混凝土表面，使其保持干净、无油污或灰砂。

**2** 在测点周边钻孔，用膨胀螺栓或机械夹具固定试验仪器。可先固定测试底盘，再将试验装置安装于测试底盘之上。

**3** 在试验装置安装完成后，可向测试仪器腔内注入测试气体以检测仪器密封性。当测点位置有可能造成气体渗漏时，应重新安装测试装置。

**4** 在确认密封性完好后，接通电源，向测试装置内加压至0.5Bar，记录测试装置腔内温度、压力变化，当测试装置腔内压力小于0.015Bar时，结束试验。通常情况下，测试时长为15min。

**5** 试验结束后，应及时拆除测试设备，清理试验装置并妥善保存。

**6** 原位表层混凝土气体渗透系数试验宜在5～50 oC的环境中进行。

**A.0.6** 根据达西定律，利用原位气体渗透系数测试设备得出测试压力与测试时间等参数，表层混凝土气体渗透系数（API）应按下式进行计算：

 （A.0.6）

式中：Pi——测试初始时（位于时间t）腔体内气体压力（Bar）；

Pt——测试结束时（位于时间t）腔体内气体压力（Bar）；

ti——测试开始时间（min）；

tt——测试结束时间（min）；

——转换系数，当测试面直径为50mm时，为1，测试面直径为75mm时，为0.444。

**A.0.7** 表层混凝土气体渗透系数结果评定应符合下列规定：

**1** 同一测区测点数量应依据测区具体情况而定，但至少应设3个测点。将同一测区内各个测点所得气体渗透系数由小至大依次排列，即：API1≤API2≤API3≤API4 …，计算同一测区内混凝土气体渗透系数平均值（MAPIx）、标准差（SAPIx）和中位值（Mma）。当最大值或最小值与平均值差超过平均值的20%时，应去除此值，再取其余值的平均值作为测定值；当所取最大值和最小值与平均值差均超过中位值的20%时，取中位值作为测定值。

**2** 利用原位气体渗透测试方法评价混凝土抗气体渗透性应符合表A.0.7的规定。

**表A.0.7 混凝土抗气体渗透等级评价表**

|  |  |
| --- | --- |
| 原位气体渗透系数  （ln（pressure）/min） | 表层混凝土  抗气体渗透性能等级 |
| ≥ 0.80 | 差 |
| 0.35-0.80 | 中 |
| 0.10-0.35 | 良 |
| ≤ 0.10 | 优 |

# 本标准用词说明

**1** 为了便于在执行本规范条文时区别对待，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”。

表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词：

**3**） 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** 标准中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……有关规定（要求）”或“应按……执行。

# 引用标准名录

**1** 《混凝土结构设计规范》GB 50010

**2** 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231

**3** 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

**4** 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

**5** 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

**6** 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114

**7** 《混凝土早强剂》T/CECS 10124

**8** 《混凝土外加剂中释放氨的限量》GB 18588

**9** 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

**10** 《混凝土质量控制标准》GB 50164

**11** 《装配式建筑混凝土预制构件生产技术标准》DBJ50/T-190

**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** 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080

**14** 《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081

**15** 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

**16** 《混凝土用复合掺合料》JG/T 486

**17** 《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003

**18** 《预制混凝土构件质量检验标准》T∕CECS 631

**19** 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

**20** 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046