

# 严寒地区烧结轻细骨料混凝土砂浆应用技术规程

（征求意见稿）

（联系单位：哈尔滨学院）

联系人：江守恒

联系电话：0451-86614321、13936210036

联系邮箱：coldregion@163.com

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

黑龙江省住房和城乡建设厅  
黑龙江省市场监督管理局

发 布

目 次

前 言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 2

4 基本规定 ..... 4

5 混凝土和砂浆进场原材料技术要求 ..... 4

    5.1 混凝土和砂浆用烧结轻细骨料技术要求 ..... 4

    5.2 水泥 ..... 6

    5.3 矿物掺合料 ..... 6

    5.4 混凝土用粗骨料 ..... 7

    5.5 外加剂 ..... 7

    5.6 水 ..... 7

    5.7 添加剂及功能材料 ..... 7

    5.8 其他功能材料 ..... 7

6 烧结轻细骨料混凝土和砂浆性能 ..... 8

    6.1 一般规定 ..... 8

    6.2 混凝土性能 ..... 8

    6.3 砂浆性能 ..... 9

    6.4 冬期施工烧结轻细骨料混凝土和砂浆性能要求 ..... 10

7 烧结轻细骨料混凝土砂浆配合比设计 ..... 11

    7.1 一般规定 ..... 11

    7.2 混凝土配合比设计 ..... 12

    7.3 混凝土配合比计算与调整 ..... 14

    7.4 砂浆配合比设计 ..... 16

8 混凝土和砂浆制备、运输和施工 ..... 18

    8.1 一般规定 ..... 18

    8.2 混凝土和砂浆制备 ..... 18

    8.3 砂浆制备 ..... 19

    8.4 混凝土和砂浆拌合物运输 ..... 21

    8.5 混凝土浇筑与振捣 ..... 22

    8.6 混凝土拆模 ..... 22

    8.7 混凝土养护 ..... 22

9 砂浆施工及冬期施工 ..... 23

    9.1 一般规定 ..... 23

    9.2 砌筑砂浆施工 ..... 23

    9.3 抹灰砂浆施工 ..... 24

9.4 地面砂浆施工 ..... 24

9.5 砂浆冬期施工施工 ..... 24

10 混凝土砂浆施工质量检验及验收 ..... 25

10.1 原材料质量检验 ..... 25

10.2 混凝土性能检验 ..... 26

10.3 混凝土质量验收 ..... 26

10.4 砂浆质量验收一般规定 ..... 26

10.5 砌筑砂浆质量验收 ..... 27

10.6 抹灰砂浆质量验收 ..... 27

10.7 地面砂浆质量验收 ..... 27

附 录 A （规范性） 烧结轻细骨料筒压强度试验方法..... 29

A.1 范围 ..... 29

A.2 仪器设备 ..... 29

A.3 试验步骤 ..... 29

A.4 试验结果计算与评定 ..... 30

附 录 B （规范性） 烧结轻细骨料软化系数试验方法..... 31

B.1 范围 ..... 31

B.2 仪器设备 ..... 31

B.3 试验步骤 ..... 31

B.4 计算结果与评定 ..... 31

附 录 C （规范性） 烧结轻细骨料吸水率与压力吸水率试验方法..... 32

C.1 范围 ..... 32

C.2 仪器设备 ..... 32

C.3 试验步骤 ..... 32

C.4 结果计算与评定 ..... 32

附 录 D （规范性） 烧结轻细骨料抗冻系数试验方法..... 34

D.1 范围 ..... 34

D.2 仪器设备 ..... 34

D.3 试验步骤 ..... 34

D.4 计算结果与评定 ..... 34

# 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅负责组织实施。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅负责解释。

本文件起草单位：哈尔滨学院、黑龙江省城乡建设研究所、哈尔滨工业大学……等

本文件主要起草人：董淑慧、江守恒、常远……等

# 严寒地区烧结轻细骨料混凝土砂浆应用技术规程

## 1 范围

本文件规定了烧结轻细骨料混凝土和砂浆的术语和定义，基本规定，进场原材料技术要求，混凝土和砂浆性能，混凝土和砂浆配合比设计，制备、运输和冬期施工，施工质量检验及验收。

本文件适用于黑龙江省严寒气候条件下使用的烧结轻细骨料混凝土和砂浆用材料选择、技术性能、配合比设计、制备运输与冬期施工、质量检验及验收。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 9142 建筑施工机械设备 混凝土搅拌机
- GB 9774 水泥包装袋
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14902 预拌混凝土
- GB/T 17431.1 轻集料及其试验方法 第1部分 轻集料
- GB/T 17431.2 轻集料及其试验方法 第2部分 试验方法
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂
- GB/T 23439 混凝土膨胀剂
- GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料
- GB/T 25181 预拌砂浆
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 35159 喷射混凝土用速凝剂
- GB 46039 混凝土外加剂安全技术规范
- GB 50003 砌体结构设计规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50164 混凝土质量控制标准

GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范  
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范  
GB 50209 建筑地面工程施工质量验收规范  
GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收标准  
GB 50411 建筑节能工程施工质量验收标准  
GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准  
GB 50496 大体积混凝土施工标准  
GB 50666 混凝土结构工程施工规范  
GB/T 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范  
GB 50924 砌体结构工程施工规范  
GB 55008 混凝土结构通用规范  
JG/T 223 聚羧酸系高性能减水剂  
JG/T 426 抹灰砂浆增塑剂  
JG/T 164 砌筑砂浆增塑剂  
JG/T 568 高性能混凝土用骨料  
JGJ/T 10 混凝土泵送施工技术规程  
JGJ/T 12 轻骨料混凝土应用技术标准  
JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准  
JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程  
JGJ 63 混凝土用水标准  
JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准  
JGJ/T 98 砌筑砂浆配合比设计规程  
JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程  
JGJ/T 193 混凝土耐久性检验评定标准  
JGJ/T 220 抹灰砂浆技术规程  
JGJ/T 223 预拌砂浆应用技术规程  
JGJ/T 240 铁尾矿烧结骨料应用技术规程  
JB/T 11185 建筑施工机械与设备干混砂浆搅拌机  
JB/T 11859 建筑施工机械与设备湿拌砂浆搅拌站  
JC/T 474 砂浆、混凝土防水剂  
JC/T 475 混凝土防冻剂  
JC/T 2190 建筑干混砂浆用纤维素醚  
JC/T 2457 建筑用干湿地面砂浆

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**烧结轻细骨料混凝土**

用烧结轻细骨料或部分烧结轻细骨料做细骨料配制而成的混凝土。

3.2

**烧结轻细骨料**

采用铁尾矿经高温焙烧发泡后冷缺结块、破碎、筛分等工序制备的，粒径小于4.75 mm的颗粒称为烧结轻细骨料。

3.3

**天然砂**

在自然条件作用下岩石产生破碎、风化、分选、运移、堆/沉积，形成的粒径小于4.75 mm的岩石颗粒。

3.4

**混合砂**

由天然砂与烧结轻细骨料按一定比例混合而成的砂。

3.5

**细度模数**

衡量砂粗细程度的指标。

3.6

**泥块含量**

砂中粒径大于1.18 mm，经水浸泡、淘洗等处理后小于0.60 mm的颗粒含量。

3.7

**吸水率**

烧结轻细骨料在规定时间下吸收的水与单位质量之间的比例。

3.8

**压力吸水率**

烧结轻细骨料在规定压力与时间条件下吸收的水与单位质量之间的比例。

3.9

**抗冻系数**

烧结轻细骨料在规定5℃～-15℃正负温度经50次冻融循环后的筒压强度值与烧结轻细骨料筒压强度的比值。

3.10

**软化系数**

是指烧结轻细骨料在饱和吸水状态下的筒压强度与干燥状态下筒压强度的比值。

3.11

**空隙率**

烧结轻细骨料在松散堆积体积中空隙体积所占的比例。

3.12

**烧结轻细骨料取代率**

烧结轻细骨料混凝土中烧结轻细骨料用量占砂总用量的体积百分比。

3.13

**附加用水量**

混凝土用烧结轻细骨料吸水24h饱和面干状态时所含水的质量。

3.14

**净用水量**

不包括烧结轻细骨料饱和面干状态时所含水质量的铁尾矿烧结混凝土拌合水质量。

3.15

**总用水量**

净用水量与附加用水量之和。

**4 基本规定**

- 4.1 被污染的铁尾矿不得用于制备混凝土和砂浆用烧结轻细骨料。
- 4.2 用于混凝土砂浆生产的烧结轻细骨料，宜按照密度等级划分进行分类存储，应避免不同等级的原材料出现混料。若不同等级原材料出现混料情况，应将混料重新评定密度等级后使用。
- 4.3 烧结轻细骨料混凝土和砂浆生产企业应建立全封闭式料场，避免生产的烧结轻细骨料直接暴露在雨、雪等影响其含水率等性能的环境中，同时应采取有效措施避免轻物质、泥土、有害物质等杂质混入。
- 4.4 烧结轻细骨料混凝土不得用于预应力混凝土。冻融环境条件下使用的混凝土和砂浆制备用烧结轻细骨料除应符合 GB/T 17431.1 的规定外，尚应符合本文件要求。
- 4.5 烧结轻细骨料混凝土的强度等级不应低于 C15，不宜高于 C40；砂浆的强度等级不应低于 M5，不宜高于 M20。
- 4.6 烧结轻细骨料混凝土和砂浆生产企业应建立健全质量保证体系，具备原材料、生产、运输等环节的质量控制能力。烧结轻细骨料混凝土和砂浆的生产、施工应符合安全、环保要求。
- 4.7 冬期施工烧结轻细骨料混凝土和砂浆应制定专项技术方案，并经论证后方可实施。
- 4.8 烧结轻细骨料混凝土和砂浆的应用，除应符合本文件的相关规定，尚应符合 JGJ/T 12 及国家、行业和黑龙江省有关标准的规定。

**5 混凝土和砂浆进场原材料技术要求**

**5.1 混凝土和砂浆用烧结轻细骨料技术要求**

5.1.1 混凝土和砂浆用进场烧结轻细骨料的粗细程度按细度模数分为粗砂、中砂、细砂和特细砂 4 种规格，分别为：

- 1) 粗砂：3.7~3.1；
- 2) 中砂：3.0~2.3；
- 3) 细砂：2.2~1.6；
- 4) 特细砂：1.5~0.7。



5.1.2 混凝土和砂浆用烧结轻细骨料颗粒级配应符合表 1 和表 2 的规定。烧结轻细骨料的细度模数宜在 2.3~3.7 范围内。砂的实际累计筛余，除 4.75 mm 和 0.60 mm 筛档外可以略有超出，但各类砂累计筛余超出值的总和不应大于 5.0 %，用于砂浆生产的烧结轻细骨料不应含有 4.75 mm 以上粒径的颗粒。

表1 烧结轻细骨料累计筛余

方孔筛尺寸 mm	级配区		
	1区	2区	3区
	累计筛余，%		
4.75	5~0	5~0	5~0
2.36	35~5	25~0	15~0
1.18	65~35	50~10	25~0
0.60	85~71	70~41	40~16
0.30	95~80	92~70	85~55
0.15	97~85	94~80	94~75

表2 烧结轻细骨料分计筛余

筛孔尺寸，mm	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	筛底
分计筛余，%	0~10	10~15	15~25	20~31	20~30	5~15	0~20

5.1.3 混凝土和砂浆用烧结轻细骨料可以和天然砂以合理比例均匀混合制备成混合砂，天然砂的品质应符合 JGJ 52 的规定，混合砂成品应进行质量检验和分类。混合砂的细度模数宜在 2.3~3.0 之间。

5.1.4 混凝土和砂浆用烧结轻细骨料的密度等级按堆积密度划分，并应符合表 3 的规定。

表3 烧结轻细骨料密度等级

堆积密度范围	>500	>600	>700	>800	>900	>1000	>1100
kg/m³	≤600	≤700	≤800	≤900	≤1000	≤1100	≤1200
密度等级	600	700	800	900	1000	1100	1200

5.1.5 混凝土和砂浆用烧结轻细骨料的筒压强度应不低于表 4 的规定。

表4 烧结轻细骨料筒压强度

密度等级	600	700	800	≥900
筒压强度（MPa）	2.0	3.0	4.0	5.0

5.1.6 混凝土和砂浆用烧结轻细骨料其他性能指标要求应符合表 5 的规定。

表5 烧结轻细骨料其他性能指标要求

项目名称	技术指标
含泥量，%	≤3.0
	结构混凝土用烧结砂≤2.0
	用于砌筑砂浆，≤5.0
	用于抹灰、地面砂浆，≤3.0
泥块含量，%	≤1.5

项目名称		技术指标
		结构混凝土用烧结砂≤0.5
		用于砌筑砂浆，≤2.0
		用于抹灰、地面砂浆，≤1.0
煮沸质量损失，%		≤5.0
吸水率，%	1h	≤15.0
	24h	≤25.0
压力吸水率，%		≤40.0
抗冻系数		≥0.90
软化系数		≥0.90
烧失量，%		≤5.0
硫化物和硫酸盐含量（按SO <sub>3</sub> 计），%		≤1.0
有机物含量		不深于标准色
氯离子含量，%		≤0.02

5.1.7 烧结轻细骨料筒压强度、软化系数、压力吸水率、抗冻系数的试验方法，按附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 的规定执行，其他性能参数按 GB/T 17431.2 的规定执行。

5.1.8 烧结轻细骨料的碱骨料反应活性应符合 GB/T 14684 的规定。烧结轻细骨料不应具有低温碳硫硅钙石反应活性。

5.1.9 烧结轻细骨料的放射性应符合 GB 6566 的规定。

5.1.10 烧结轻细骨料中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块、炉渣、沥青等杂物。

5.1.11 结构混凝土用烧结轻细骨料的技术性能指标应符合 GB 55008 的规定，且煮沸质量损失指标不应大于 5 %；对于有抗冻、抗渗、抗腐蚀、负温或其他特殊要求的混凝土和砂浆，其含泥量不应大于 3.0 %，泥块含量不应大于 2.0 %，压力吸水率不应大于 20.0 %，抗冻系数指标不应小于 0.95，软化系数不应小于 0.95。

5.1.12 烧结轻细骨料入场前，供应单位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，产品合格证书应包括下列内容：

- 5) 烧结轻细骨料规格和生产单位名称；
- 6) 批量编号及供货数量；
- 7) 检验结果、日期及执行标准编号；
- 8) 合格证编号及发放日期；
- 9) 检验部门及检验人签章。

5.1.13 烧结轻细骨料入场后，使用单位应按 GB/T 17431.1 和 GB/T 17431.2 的规定进行取样检验，检验合格后方可使用。

5.1.14 烧结轻细骨料进场后，应按产地、规格分别堆放，堆场地面应进行硬化处理，搭设遮雨棚，设置排水系统；存放应采取防止离析和混入杂质的措施。

5.2 水 泥

5.2.1 烧结轻细骨料混凝土和砂浆宜选用通用硅酸盐水泥，且其性能应符合 GB 175 的规定；当制备冬期施工施工、有高抗冻融要求混凝土和砂浆时，水泥宜选用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥；当采用其他品种水泥时，其性能应符合国家现行有关标准的规定。

5.2.2 冬施施工时，水泥不得加热，入机温度不宜超过 60 ℃。

5.3 矿物掺合料

- 5.3.1 矿物掺合料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰等,其性能应分别符合 GB/T 1596、GB/T 18046、GB/T 27690 和 GB/T 18736 的规定。当采用其他掺合料时,应经试验验证后方可使用。
- 5.3.2 矿物掺合料必须品质稳定、来料均匀、来源固定。
- 5.3.3 矿物掺合料可单独使用,也可复合使用,并应符合国家现行有关标准的规定。
- 5.3.4 矿物掺合料的试验方法应符合 GB/T 1596、GB/T 18046 和 GB/T 18736 等标准的规定。
- 5.3.5 矿物掺合料储存时,不得与其他材料混杂,且应防止受潮。

## 5.4 混凝土用粗骨料

- 5.4.1 粗骨料宜选用质地坚硬、洁净、级配合理、粒形良好、吸水率小的碎石或卵石。
- 5.4.2 粗骨料应符合 JGJ 52 的规定。
- 5.4.3 粗骨料宜采用连续级配的碎石或卵石。当颗粒级配不符合要求时,可采取多级配组合的方式进行调整。
- 5.4.4 粗骨料最大粒径应符合 GB 50164 的规定。
- 5.4.5 考虑严寒地区的低负温影响,粗骨料不应具有低温碳硫硅钙石反应活性
- 5.4.6 考虑严寒地区的低负温影响,粗骨料不应具有碱-碳酸盐反应和碱-硅酸盐反应活性。粗骨料快速砂浆棒法膨胀率检验结果宜小于 0.10%,不应大于等于 0.20 %。对于快速砂浆棒法膨胀率检验结果大于等于 0.10 %、小于 0.20 %的粗骨料,必须使用时,应采取有效的预防碱骨料反应措施,并按 GB/T 50733 的规定进行抑制碱骨料反应活性有效性试验,并验证有效。

## 5.5 外加剂

- 5.5.1 混凝土和砂浆应根据严寒地区气候特点和工程要求选用**防冻剂、早强剂、减水剂、引气剂、泵送剂、缓凝剂、速凝剂、防水剂、膨胀剂**等外加剂,**防冻剂应符合 GB 46039 的规定。**
- 5.5.2 混凝土和砂浆用外加剂应符合 GB 8076、GB 50119、GB 23439、JC/T 475、JC 474/T、JG/T 223 和 GB/T 35159 等的规定。
- 5.5.3 减水剂的选用应综合考虑减水率、坍落度经时变化量、含气量、凝结时间差和收缩率比等性能指标。
- 5.5.4 烧结轻细骨料混凝土和砂浆选用的减水剂应与所用水泥、矿物掺合料之间应有良好的适应性。

## 5.6 水

- 5.6.1 拌合用水应符合 JGJ 63 的规定。除不溶物、可溶物不作要求外,养护用水的其他性能应符合 JGJ 63 的规定。
- 5.6.2 拌合用水性能的试验方法应符合 JGJ 63 的规定。
- 5.6.3 符合国家标准的水可饮用水可直接作为混凝土和砂浆的拌合与养护用水。当采用其他水源或对水质有疑问时,应对水质进行检验。

## 5.7 添加剂及功能材料

- 5.7.1 烧结轻细骨料砂浆用保水增稠材料应符合 JG/T 164、JG/T 426 和 JC/T2190 的规定。
- 5.7.2 烧结轻细骨料砂浆用重质碳酸钙、轻质碳酸钙、石英粉、滑石粉等填料时其质量应符合相关标准的规定或经过试验验证。
- 5.7.3 烧结轻细骨料砂浆用其他添加剂应符合国家现行有关标准的规定,并应进行试验验证,确定砂浆性能满足工程应用要求后再使用。

## 5.8 其他功能材料

当烧结轻细骨料混凝土采用其他功能材料时，其技术指标应符合相关标准规定及配制混凝土所需性能要求。

6 烧结轻细骨料混凝土和砂浆性能

6.1 一般规定

- 6.1.1 烧结轻细骨料混凝土的力学参数应按 GB 50010 取值。
- 6.1.2 烧结轻细骨料混凝土的强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。烧结轻细骨料混凝土的强度等级划分为：C15、C20、C25、C30、C35 和 C40 等 6 个等级。
- 6.1.3 结构混凝土用烧结轻细骨料的技术性能指标应符合 GB 55008 和的规定。
- 6.1.4 烧结轻细骨料混凝土不应用于预应力混凝土结构。
- 6.1.5 烧结轻细骨料砂浆的强度等级强度等级划分为：M5、M7.5、M10、M15、M20 等 5 个等级。
- 6.1.6 烧结轻细骨料可以用于配制砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆。地面砂浆不宜用于地面面层。
- 6.1.7 烧结轻细骨料配制的砂浆抗压强度等级要求宜符合表 6 的规定：

表6 烧结轻细骨料配制砂浆强度等级要求

密度等级	适用的砂浆强度等级
600	M5、M7.5
700	M5、M7.5
800	M5、M7.5、M10
900	M5、M7.5、M10
1000	M5、M7.5、M10、M15
1100	M5、M7.5、M10、M15、M20
1200	M5、M7.5、M10、M15、M20

- 6.1.8 烧结轻细骨料砂浆于承重结构砌筑时，宜采用密度等级不低于 900 级的烧结轻细骨料配制砌筑砂浆，砌体抗剪强度应符合 GB 50003 的规定执行。
- 6.1.9 地坪以下、与土体接触以及严寒地区潮湿环境的砌体，烧结轻细骨料砌筑砂浆宜采密度等级不低于 1000 级的烧结轻细骨料配制砌筑砂浆，强度等级不应低于 M10。
- 6.1.10 外墙有粘贴饰面砖或外保温系统，孔洞填补，窗台、阳台用烧结轻细骨料抹灰砂浆的强度等级不应低于 M15。
- 6.1.11 强度高的烧结轻细骨料抹灰砂浆不应设置在强度低的抹灰砂浆基层上。
- 6.1.12 烧结轻细骨料地面砂浆宜采密度等级不低于 1000 级的烧结轻细骨料配制，强度等级不应小于 M15，屋面找平层的烧结轻细骨料地面砂浆强度等级应采用 M20。
- 6.1.13 混凝土烧结轻细骨料配制的地面砂浆可用于地面面层，混合烧结轻细骨料和混合砂配制的地面砂浆不宜用于地面面层。
- 6.1.14 采用烧结轻细骨料的预拌砂浆性能应符合 GB/T 25181 的有关规定。
- 6.1.15 烧结轻细骨料砂浆性能试验方法应按 GB/T 25181 和 JGJ/T 70 的规定执行。

6.2 混凝土性能

- 6.2.1 混凝土拌合物性能要求如下所列：
  - 1) 烧结轻细骨料混凝土拌合物应具有良好的流动性、黏聚性和保水性，不得泌水或离析；

- 2) 烧结轻细骨料混凝土坍落度应满足工程设计和施工要求;用于泵送的混凝土坍落度 1 h 经时损失不宜大于 30 mm。混凝土坍落度的试验方法应按 GB/T 50080 的规定执行;
- 3) 烧结轻细骨料混凝土拌合物的凝结时间应满足施工要求和混凝土性能要求;
- 4) 烧结轻细骨料混凝土拌合物的总碱含量应符合 GB 50010 的规定;
- 5) 烧结轻细骨料混凝土拌合物的水溶性氯离子最大含量应符合表 7 的规定。混凝土拌合物中水溶性氯离子含量应作为烧结轻细骨料混凝土生产过程和进场控制指标,工程验收应以硬化混凝土中氯离子含量检测结果为最终依据。

表7 拌合物水溶性氯离子最大含量

环境条件	水溶性氯离子最大含量(胶凝材料用量的质量百分比,%)	
	钢筋混凝土	素混凝土
干燥环境	0.30	1.00
潮湿但不含氯离子的环境	0.20	
潮湿且含有氯离子的环境	0.10	
冻融或腐蚀环境	0.06	

6.2.2 混凝土力学性能要求如下所列:

- 1) 烧结轻细骨料混凝土强度等级应按 GB/T 50107 进行评定。
- 2) 烧结轻细骨料混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量、轴心抗压强度与轴心抗拉强度设计值、疲劳变形模量等应符合 GB 50010 的规定。混凝土力学性能应按 GB/T 50081 的规定执行,并应满足设计要求。
- 3) 烧结轻细骨料混凝土的弹性模量应通过试验确定。

6.2.3 混凝土长期性能和耐久性能要求如下所列:

- 1) 烧结轻细骨料混凝土宜具有良好的早期抗裂性能。抗裂性能的试验方法应按 GB/T 50082 的规定执行。
- 2) 烧结轻细骨料混凝土的收缩和徐变性能应符合设计要求。收缩和徐变性能试验方法应按 GB/T 50082 的规定执行。
- 3) 烧结轻细骨料混凝土的抗冻性应符合设计要求;当设计无要求时,耐久性应符合 GB/T 50164 和 JGJ/T 12 的规定。抗冻性能试验方法应按 GB/T 50082 的规定执行。
- 4) 烧结轻细骨料混凝土的抗渗、抗氯离子渗透、抗碳化和抗硫酸盐侵蚀等耐久性能应符合设计要求;当设计无要求时,耐久性应符合 GB/T 50164 和 JGJ/T 12 的规定。耐久性能试验方法应按 GB/T 50082 的规定执行。

6.3 砂浆性能

6.3.1 湿拌或现场搅拌烧结轻细骨料砂浆性能应符合表 8 的规定。

表8 或现场搅拌烧结轻细骨料砂浆性能指标

项目	湿拌砌筑砂浆	湿拌抹灰砂浆		湿拌地面砂浆
强度等级	M5、M7.5、M10、M15、M20	M5	M7.5、M10、M15、M20	M15、M20
稠度(mm)	50、70、90	70、90、100		50
保水率(%)	≥88.0	≥88.0		≥88.0
保塑时间(h)	6、8、12、24	6、8、12、24		4、6、8
14d拉伸粘结强度(MPa)	-	≥0.15	≥0.20	-

项目		湿拌砌筑砂浆	湿拌抹灰砂浆	湿拌地面砂浆
28d收缩率（%）		-	≤0.20	-
抗冻性	强度损失率（%）	≤25		
	质量损失率（%）	≤5		
注：黑龙江省地处严寒地区，当砂浆使用环境有冻融时，应进行50次冻融循环抗冻性试验。				

6.3.2 湿拌或现场搅拌烧结轻细骨料砂浆稠度实测值与施工规定的稠度值之差应符合表 9 的规定。

表9 湿拌或现场搅拌烧结轻细骨料砂浆稠度允许偏差

单位为毫米

规定稠度（mm）	允许偏差（mm）
<100	±10
≥100	-10~+5

6.3.3 干混烧结轻细骨料干混砂浆应均匀且无结块。

6.3.4 干混烧结轻细骨料干混砂浆性能应符合表 10 的规定。

表10 干混烧结轻细骨料砂浆性能指标

项目		干混砌筑砂浆	干混抹灰砂浆		干混地面砂浆
强度等级		M5、M7.5、M10、M15、M20	M5	M7.5、M10、M15、M20	M15、M20
保水率（%）		≥88.0	≥88.0		≥88.0
凝结时间（h）		3~12	3~12		3~9
2h稠度损失率（mm）		≤30	≤30		≤30
14d拉伸粘结强度（MPa）		-	≥0.15	≥0.20	-
28d收缩率（%）		-	≤0.20		-
抗冻性	强度损失率（%）	≤25			
	质量损失率（%）	≤5			
注：黑龙江省地处严寒地区，当砂浆使用环境有冻融时，应进行50次冻融循环抗冻性试验。					

6.4 冬期施工烧结轻细骨料混凝土和砂浆性能要求

6.4.1 烧结轻细骨料混凝土的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能应符合设计要求，当设计无要求时，应符合 GB50164、JGJ/T 12 和 JGJ/T 104 的规定。

6.4.2 冬期施工浇筑的烧结轻细骨料混凝土，受冻临界强度应符合下列规定：

- 1) 采用蓄热法、暖棚法、加热法等施工的普通混凝土，采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥配制时，其受冻临界强度不应小于设计混凝土强度等级值的 40%；
- 2) 当室外最低气温不低于-15℃时，采用综合蓄热法、负温养护法施工的混凝土受冻临界强度不应小于 3.0MPa；当室外最低气温不低于-30℃时，采用负温养护法施工的混凝土受冻临界强度不应小于 5.0MPa；
- 3) 对有抗渗要求的混凝土，不宜小于设计混凝土强度等级值的 40%；
- 4) 对有抗冻耐久性要求的混凝土，不宜小于设计混凝土强度等级值的 50%；
- 5) 当采用暖棚法施工的混凝土中掺入早强剂时，可按综合蓄热法受冻临界强度取值。
- 6) 冬期施工需要提高混凝土强度等级时，应按提高后的强度等级确定混凝土的受冻临界强度。

6.4.3 烧结轻细骨料砂浆的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能应符合设计要求，当设计无要求时，应符合 GB 50003、GB/T 25181 和 JGJ/T 104 的有关规定。

6.4.4 冬期施工浇筑的烧结轻细骨料砂浆，受冻临界强度应符合下列规定：

- 1) 当室外最低气温不低于 $-10^{\circ}\text{C}$ 时，受冻临界强度不应小于设计砂浆强度等级值的 60 %；
- 2) 当室外最低气温不低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 时，受冻临界强度不应小于设计砂浆强度等级值的 80 %；
- 3) 对有防水要求的砂浆，不应小于设计砂浆强度等级值的 100 %；
- 4) 对有抗冻要求的砂浆，不应小于设计砂浆强度等级值的 100 %；
- 5) 冬期施工需要提高砂浆强度等级时，应按提高后的强度等级确定砂浆的受冻临界强度。

## 7 烧结轻细骨料混凝土砂浆配合比设计

### 7.1 一般规定

#### 混凝土一般规定

7.1.1 烧结轻细骨料混凝土配合比设计应根据混凝土强度等级、施工和易性性能、长期性能和耐久性能等要求，在满足工程设计和施工要求的条件下，遵循低水泥用量、低用水量和低收缩性能的原则。

7.1.2 烧结轻细骨料混凝土用于有特殊性能要求的混凝土工程时（如弹性模量、碳化等），其性能应符合设计要求，设计无要求时，应符合相关标准的规定，配合比应通过试验确定。

7.1.3 对用于抗裂性能要求高和开裂倾向较大的敏感部位的烧结轻细骨料混凝土，应通过混凝土早期抗裂试验和收缩试验确定配合比，并采取抗裂技术措施。

7.1.4 在硫酸盐、碳酸盐及低温环境中使用，应采取防止低温硫酸盐侵蚀技术措施。

7.1.5 用于泵送施工的烧结轻细骨料混凝土的配合比设计，应根据混凝土原材料、混凝土运输距离、混凝土泵与混凝土输送设备、环境气温等具体施工条件进行试配，并应符合 GB 50164、JGJ/T 12 和 JGJ/T 10 的规定。

7.1.6 烧结轻细骨料混凝土配合比设计时，烧结轻细骨料的选择应满足制备混凝土的要求。

7.1.7 配制负温混凝土、冬期施工用混凝土、有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土时，应使用密度等级不低于 1000 级的烧结轻细骨料；负温烧结轻细骨料混凝土的含气量宜控制在 3.5 %~5.5 %。

7.1.8 配制烧结轻细骨料混凝土时宜优先选用 2 区砂。当采用 1 区砂时，宜提高砂率，并保持足够的胶凝材料用量，以满足混凝土的和易性，不发生明显上浮。泵送烧结轻细骨料混凝土宜选用密度等级不低于 800 级的 2 区中砂，体积砂率宜为 40 %~50 %。

7.1.9 烧结轻细骨料混凝土的原材料品种、质量有显著变化，或对混凝土性能指标有新特殊要求，或混凝土生产间断半年以上时，应重新进行混凝土配合比设计。

#### 砂浆一般规定

7.1.10 烧结轻细骨料砂浆配合比设计应满足砂浆和易性、强度和耐久性的要求。

7.1.11 烧结轻细骨料砂浆有特殊性能时，其性能应符合设计要求，设计无要求时，应符合相关标准的规定，配合比应通过试验确定。

7.1.12 对用于抗裂性能要求高和开裂倾向较大的敏感部位的烧结轻细骨料砂浆，应通过抗裂试验和收缩试验确定配合比，并采取抗裂技术措施。

7.1.13 碳酸盐质混凝土材料生产的烧结轻细骨料，在硫酸盐、碳酸盐及低温环境中使用，应采取防止低温硫酸盐侵蚀技术措施。

7.1.14 配制负温砂浆、冬期施工用砂浆、有抗冻、抗渗或其他特殊要求的砂浆时，应使用密度等级不低于 1000 级的烧结轻细骨料。

7.1.15 对于有防水抗渗、抗腐蚀、耐磨、抗冻和负温施工砂浆或其他特殊要求的砂浆，砂含泥量不应

大于 3.0 %，泥块含量不应大于 1.0 %。

7.1.16 用于普通砌筑砂浆、普通抹灰砂浆和机喷抹灰砂浆以及湿拌砌筑砂浆、湿拌抹灰砂浆的烧结轻细骨料最大粒径不宜大于 2.36 mm；用于普通防水砂浆的砂最大粒径不宜大于 2.36 mm。

7.1.17 用于薄层砌筑砂浆和薄层抹灰砂浆的烧结轻细骨料最大粒径不宜大于 1.18 mm，天然砂最大粒径不宜大于 2.36 mm。

7.1.18 用于抹灰砂浆和地面砂浆的烧结轻细骨料中微粉含量宜符合表 11 的规定。

表11 预拌砂浆用烧结轻细骨料性能指标

项目		要求
用于干混砂浆的烧结轻细骨料含水率（%）		≤0.5
天然砂和混合砂含泥量（%）	用于砌筑砂浆	≤5.0
	用于抹灰砂浆、地面砂浆	≤3.0
	用于普通防水砂浆	≤1.0

7.1.19 制备自流平砂浆宜采用 24 h 饱和面干吸水率≤20 %的烧结轻细骨料。

7.1.20 配制烧结轻细骨料砂浆时宜优先选用 2 区砂。当采用 1 区砂时，宜提高砂率，并保持足够的胶凝材料用量，以满足砂浆的和易性。泵送、机喷砂浆宜选用 2 区砂。

7.1.21 烧结轻细骨料砂浆的原材料品种、质量有显著变化，或对砂浆性能指标有新特殊要求，或生产间断半年以上时，应重新进行砂浆配合比设计。

7.2 混凝土配合比设计

7.2.1 烧结轻细骨料配合比应按 JGJ 55 和 JGJ/T 12 的规定进行设计。烧结轻细骨料混凝土宜采用绝对体积法或松散体积法进行配合比计算，烧结轻细骨料松散堆积体积可在天然砂松散堆积体积基础上适当增加 0.05 m³~0.15 m³，配合比计算中粗细骨料用量均应以干燥状态为基准，在不使用引气型外加剂时，空气量可取 1.0 %。

7.2.2 烧结轻细骨料混凝土配制强度的确定

1) 烧结轻细骨料混凝土试配强度应按公式（1）计算：

$$f_{cu,0} \geq f_{cu,k} + 1.645\sigma \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $f_{cu,0}$ ——烧结轻细骨料混凝土配制强度，单位为兆帕（MPa）；
- $f_{cu,k}$ ——烧结轻细骨料混凝土立方体抗压强度标准值，取混凝土的设计强度等级值单位为兆帕（MPa）；
- $\sigma$ ——烧结轻细骨料混凝土强度标准差单位为兆帕（MPa）。

2) 烧结轻细骨料混凝土抗压强度标准差应根据同品种、同强度等级的烧结轻细骨料混凝土统计资料计算确定，并应符合 JGJ/T 12 的规定。当无统计资料时，其抗压强度标准差宜按表 12 取值。

表12 烧结轻细骨料混凝土抗压强度标准差建议值

单位为兆帕

强度等级	≤C20	C25、C30	C35、C40
$\sigma$	4.0	5.0	6.0

7.2.3 烧结轻细骨料仅可用于强度等级不大于 C40 的混凝土。混凝土烧结轻细骨料的密度等级选用及



最大取代率无试验数据时，可参考表 13 的推荐值，混合砂取代率应通过试验确定。

表13 混凝土烧结轻细骨料最大取代率 %

烧结轻细骨料等级	烧结轻细骨料混凝土强度等级					
	C15	C20	C25	C30	C35	C40
600	≤40	≤20	—	—	—	—
700	≤60	≤40	≤20	—	—	—
800	≤80	≤60	≤20	—	—	—
900	100	≤60	≤20	—	—	—
1000	100	≤80	≤40	≤30	—	—
1100	100	≤80	≤60	≤40	≤20	—
1200	100	100	≤80	≤60	≤40	≤20

7.2.4 宜取烧结轻细骨料 24 h 吸水率为附加水量，若无烧结轻细骨料吸水率数据时，可适当增加用水量，并按施工坍落度度要求进行调整。净用水量的取值，宜根据设计要求的坍落度和粗骨料的粒径，按 JGJ 55 的规定取值。

7.2.5 在配制相同强度等级的混凝土时，烧结轻细骨料混凝土的配合比设计应考虑烧结轻细骨料中的吸水率，在天然砂混凝土基础上，适当调整胶凝材料用量，具体用量应通过试验确定；对于配制冬期施工用混凝土和负温混凝土时，水泥用量宜适当增加，可通过试验确定。

7.2.6 掺合料的品种和掺量，应结合烧结轻细骨料，通过试验确定。

7.2.7 烧结轻细骨料混凝土的砂率应以体积砂率表示。体积可用绝对体积或松散体积表示，对应的砂率为绝对体积砂率或松散体积砂率。烧结轻细骨料混凝土的砂率宜在天然砂混凝土砂率的基础上适当提高。当缺乏技术资料时，烧结轻细骨料混凝土砂率的确定应符合下列规定：

- 1) 坍落度小于 50 mm 的混凝土，其砂率应通过试验确定；
- 2) 坍落度为 50 mm~80 mm 的混凝土，其砂率宜通过试验确定，当缺乏试验条件或技术资料时，可根据粗骨料最大公称粒径及水胶比按表 14 或表 15 选取；
- 3) 坍落度大于 80 mm 的混凝土，其砂率可通过试验确定，也可在表 14 或表 15 的基础上，按坍落度每增大 20 mm，砂率增大 1 % 的幅度调整。

表14 烧结轻细骨料混凝土的砂率

单位为百分数

水胶比	最大公称粒径（mm）			
	16.0	20.0	25.0	31.5
0.40	31~38	30~37	29~36	28~35
0.50	34~41	33~40	32~39	31~38
0.60	37~44	36~43	35~42	34~41
0.70	40~47	39~46	38~45	37~44

表15 烧结轻细骨料混凝土松散体积砂率

单位为百分数

施工方式	砂率
预 制	35~50
现 浇	40~55

7.2.8 掺加外加剂的烧结轻细骨料混凝土,外加剂的品种与掺量应根据混凝土的强度等级、施工要求、混凝土所处环境条件等因素经试验确定,并应符合 GB 50119 的规定。

7.2.9 烧结轻细骨料混凝土配合比应根据基准河砂混凝土配合比和烧结轻细骨料取代率按照下列规定进行试配:

- 1) 测定烧结轻细骨料的堆积密度、筒压强度和 24 h 吸水率,烧结轻细骨料混凝土总用水量应在基准河砂混凝土用水量基础上增加烧结轻细骨料的 24 h 吸水率对应水量作为附加用水量;
- 2) 通过进一步调整外加剂用量来调整烧结轻细骨料混凝土拌合物的工作性;
- 3) 当进行泵送混凝土配合比设计时,根据烧结轻细骨料用量与烧结轻细骨料饱和面干吸水率、烧结轻细骨料压力吸水率估算烧结轻细骨料由干燥状态达到 5.0 MPa 压力吸水所需的用水量,作为泵送混凝土附加用水量;在净用水量的基础上,先增加 0.5~0.7 倍的附加用水量,作为试配用水量;通过进一步调整外加剂用量和用水量来调整烧结轻细骨料混凝土拌合物的工作性,但总用水量不宜超过净用水量与附加用水量之和;
- 4) 当实际用水量超出净用水量的 3.0 % 时,为了得到与普通混凝土相同工作性、相同强度等级的烧结轻细骨料混凝土,可在水胶比不变的情况下在基准胶凝材料用量的基础上,增加 5.0 %~10 % 的胶凝材料用量,外加剂用量应随胶凝材料用量调整,砂率可相应调整。

7.2.10 烧结轻细骨料混凝土配合比设计应将工程设计文件提出的耐久性能和长期性能要求作为重要设计目标;当工程设计文件提出轻骨料混凝土收缩、徐变等长期性能要求时,则配合比设计也应将其作为重要设计目标。未提出耐久性能要求时,应结合工程具体情况以 GB/T 50476 中混凝土结构使用年限、环境类别和作用等级对耐久性能的要求作为设计目标,经试验确定烧结轻细骨料混凝土配合比是否满足耐久性能和长期性能的要求。

### 7.3 混凝土配合比计算与调整

7.3.1 烧结轻细骨料混凝土配合比计算可采用松散体积法,也可采用绝对体积法。配合比计算中粗细骨料用量均以干燥状态为基准。

7.3.2 按 JGJ 55 和 JGJ/T 12 的规定计算混凝土试配强度,选择净用水量,计算胶凝材料用量,进而计算矿物掺合料用量和水泥用量。

7.3.3 松散体积法应按下列步骤进行:

- 1) 根据设计要求的混凝土强度等级、混凝土的用途,确定烧结轻细骨料的密度等级和粗骨料的种类与最大粒径;
- 2) 测定烧结轻细骨料的堆积密度、筒压强度和 24 h 吸水率,并测定粗骨料的堆积密度;
- 3) 本文件第 7.2.7 条选取松散体积砂率;
- 4) 根据粗、细骨料松散堆积体积,按下列公式计算粗、细骨料用量:

$$V_s = V_t \times \beta_s \dots\dots\dots (2)$$

$$M_s = V_s \times \rho_{ls} \dots\dots\dots (3)$$

$$V_a = V_t - V_s \dots\dots\dots (4)$$

$$M_a = V_a \times \rho_{la} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$V_s$ 、 $V_a$ ——分别为每立方米混凝土的细、粗骨料松散堆积的体积,单位为立方米 ( $\text{m}^3$ );

$V_t$ ——粗、细骨料的松散堆积的总体积,单位为立方米 ( $\text{m}^3$ );

$m_s$ 、 $m_a$ ——分别为每  $\text{m}^3$  混凝土细骨料和粗骨料用量,单位为公斤 ( $\text{kg}$ );

$\beta_s$ ——松散体积砂率,为百分比 (%);

$\rho_{ls}$ 、 $\rho_{la}$ ——分别为细骨料和粗骨料的堆积密度,单位为公斤每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

5) 按公式(6)计算总用水量;在采用预湿的烧结轻细骨料时,净用水量即为总用水量。

$$m_{wt}=m_{wn}+m_{wa} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$m_{wt}$ ——每立方米混凝土的总用水量,单位为公斤(kg);

$m_{wn}$ ——每立方米混凝土的净用水量,单位为公斤(kg);

$m_{wa}$ ——每立方米混凝土的附加水量,单位为公斤(kg)。

6) 按公式(7)计算轻骨料混凝土干表观密度( $\rho_{cd}$ ),并与设计要求的干表观密度进行对比,如其误差大于2%,则应重新调整和计算配合比。

$$\rho_{cd}=1.15m_b+m_a+m_s \dots\dots\dots (7)$$

#### 7.3.4 绝对体积法应按下列步骤进行:

- 1) 根据设计要求的混凝土的强度等级、密度等级和混凝土用途,确定烧结轻细骨料的密度等级和粗骨料的种类与最大粒径;
- 2) 测定烧结轻细骨料的堆积密度、颗粒表现密度、筒压强度和1h吸水率,并测定粗骨料的堆积密度和表观密度;
- 3) 按本文件第7.2.7条选取绝对体积砂率;
- 4) 按公式(8)计算粗、细骨料用量:

$$V_s = \left[ 1 - \left( \frac{m_c}{\rho_c} + \frac{m_{wn}}{\rho_w} \right) \div 1000 \right] \times s_p \dots\dots\dots (8)$$

$$m_s = V_s \times \rho_s \dots\dots\dots (9)$$

$$V_a = \left[ 1 - \left( \frac{m_c}{\rho_c} + \frac{m_{wn}}{\rho_w} + \frac{m_s}{\rho_s} \right) \div 1000 \right] \dots\dots\dots (10)$$

$$m_a = V_a \times \rho_{ap} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$V_s$ ——每立方米混凝土的细骨料体积,单位为立方米( $m^3$ );

$m_s$ ——每立方米混凝土的细骨料用量,单位为公斤(kg);

$m_c$ ——每立方米混凝土的水泥用量,单位为公斤(kg);

$m_{wn}$ ——每立方米混凝土的净用水量,单位为公斤(kg);

$s_p$ ——密实体积砂率, %;

$V_a$ ——每立方米混凝土的粗骨料体积,单位为立方米( $m^3$ );

$m_a$ ——每立方米混凝土的粗骨料用量,单位为公斤(kg);

$\rho_c$ ——水泥的密度,可取  $\rho_c=2900 \text{ kg/m}^3 \sim 3100 \text{ kg/m}^3$ ;

$\rho_w$ ——水的密度,可取  $\rho_w=1000 \text{ kg/m}^3$ ;

$\rho_s$ ——细骨料的表观密度,单位为公斤每立方米( $\text{kg/m}^3$ );

$\rho_{ap}$ ——粗骨料的表观密度,单位为公斤每立方米( $\text{kg/m}^3$ )。

5) 按公式(6)计算总用水量;在采用预湿的烧结轻细骨料时,净用水量即为总用水量。

6) 按公式(7)计算轻骨料混凝土干表观密度( $\rho_{cd}$ ),并与设计要求的干表观密度进行对比,如其误差大于2%,则应重新调整和计算配合比。

7.3.5 在配合比试拌的基础上,烧结轻细骨料混凝土配合比应按JGJ 55的规定进行强度试验,并进行配合比调整和校正。

a) 对选定配合比进行方量校正,步骤如下:

1) 按公式 (12) 计算选定配合比的混凝土拌合物的湿表观密度;

$$\rho_{cc}=m_a+m_s+m_b+m_{wt}$$
 (12)

式中:

$\rho_{cc}$ ——按选定配合比各组成材料计算的湿表观密度, 单位为公斤每立方米 (kg/m<sup>3</sup>);  
 $m_a, m_s, m_b, m_{wt}$ ——选定配合比中的粗骨料用量、细骨料用量、胶凝材料用量、总用水量, 单位为公斤 (kg)。

2) 实测混凝土拌合物的湿表观密度, 并按公式 (13) 计算方量校正系数 ( $\eta$ ) 。

$$\eta = \frac{\rho_{c0}}{\rho_{cc}}$$
 (13)

式中:

$\eta$ ——方量校正系数;  
 $\rho_{c0}$ ——实测混凝土拌合物的湿表观密度, 单位为公斤每立方米 (kg/m<sup>3</sup>) 。

b) 选定配合比中的各项材料用量均乘以校正系数即为调整确定的配合比。

7.3.6 校正后的烧结轻细骨料混凝土配合比, 应在满足混凝土拌合物性能要求和混凝土试配强度的基础上, 对设计提出的混凝土耐久性项目进行检验和评定, 符合要求的配合比确定为试验室设计配合比。

7.4 砂浆配合比设计

7.4.1 砂浆配合比设计应按 JGJ/T 98、JGJ/T 220 或 JC/T 2457 的相关规定进行计算基准砂浆配合比。

7.4.2 现场配制烧结轻细骨料砂浆的试配应符合下列规定:

c) 应进行配合比设计, 砂浆的试配抗压强度应按式 (12) 计算:

$$f_0=k_1k_2 f \cdots \cdots \cdots (12)$$

式中:

$f_0$ ——砂浆的试配强度, 单位为兆帕 (MPa), 精确至0.1 MPa;  
 $f$ ——砂浆强度等级值, 单位为兆帕 (MPa), 精确至0.1 MPa;  
 $k_1$ ——砂浆生产质量水平系数, 按表16取值;  
 $k_2$ ——烧结轻细骨料水平系数, 根据筒压强度和取代率按表17取数值较大者。

表16 烧结轻细骨料砂浆生产质量水平系数取值

砂浆生产质量水平	优良	一般	较差
$k_1$	1.2	1.25	1.3

表17 烧结轻细骨料水平系数取值

烧结轻细骨料水平	筒压强度 (MPa)			取代率 (%)		
	>5.0	5.0~4.0	<4.0	<30	30~70	>70
$k_2$	1.2	1.30	1.40	1.20	1.30	1.40

d) 水泥用量的计算应符合下列规定:

1) 每立方米砂浆中的水泥用量, 应按式 (13) 计算:

$$Q_c=1000 (f_{m,0}-\beta) ( a f_{ce}) \cdots \cdots \cdots (13)$$

式中:

$Q_c$ ——立方米砂浆的水泥用量, 单位为公斤 (kg), 精确至1 kg;

$f_{ce}$ ——水泥的实测强度，单位为兆帕（MPa），精确至0.1 MPa；  
 $\alpha$ 、 $\beta$ ——砂浆的特征系数，其中 $\alpha$ 取3.03， $\beta$ 取-15.09。  
注：各地区也可用本地区试验资料确定 $\alpha$ 、 $\beta$ 值，统计用的试验组数不得少于 30 组。  
2) 在无法取得水泥的实测强度值时，可按式（14）计算：

$$f_{ce} = \gamma_c f_{ce,k} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- $f_{ce,k}$ ——水泥强度等级值，单位为兆帕（MPa）；  
 $\gamma_c$ ——水泥强度等级值的富余系数，宜按实际统计资料确定；无统计资料时可取1.0。  
e) 每立方米砂浆中的砂用量，应按干燥状态（含水率小于 0.5 %）的堆积密度值作为计算值，精确至 1 kg。当采用混合砂时，以该基准砂浆配合比中的天然砂用量为基础，以等体积替代天然砂的方法计算烧结轻细骨料用量。  
f) 每立方米砂浆中的净用水量可根据砂浆稠度等要求选用 210 kg~310 kg。

7.4.3 烧结轻细骨料砂浆配合比中的总用水量应根据基准砂浆配合比和烧结轻细骨料取代率按照下列规定进行试配：

- 1) 烧结轻细骨料砂浆总用水量应在基准砂浆净用水量基础上增加烧结轻细骨料 24 h 吸水率为附加水量；
- 2) 若无烧结轻细骨料吸水率数据时，根据烧结轻细骨料用量，在净用水量的基础上，先增加 0.2~0.4 倍的附加用水量，作为试配用水量；通过进一步调整外加剂用量和用水量来调整烧结轻细骨料砂浆拌合物的工作性，但总用水量不宜超过净用水量与附加用水量之和；
- 3) 当进行泵送砂浆配合比设计时，根据烧结轻细骨料用量与煤灰烧结砂饱和面干吸水率、烧结轻细骨料压力吸水率估算烧结轻细骨料由干燥状态达到 5.0 MPa 压力吸水所需的用水量，作为泵送砂浆附加用水量；若无烧结轻细骨料吸水率数据时，在净用水量的基础上，先增加 0.3~0.5 倍的附加用水量，作为试配用水量；通过进一步调整外加剂用量和用水量来调整泵送烧结轻细骨料拌合物的工作性，但总用水量不宜超过净用水量与附加用水量之和；
- 4) 当实际用水量超出净用水量的 5.0 %时，为了得到与普通砂浆相同工作性、相同强度等级的烧结轻细骨料浆，可在水胶比不变的情况下在基准胶凝材料用量的基础上，增加 5.0 % 左右的胶凝材料用量，外加剂用量应随胶凝材料用量调整，烧结砂用量可相应调整。

7.4.4 根据已有技术资料 and 砂浆性能要求确定烧结轻细骨料体积取代率；当无技术资料作为依据时，烧结轻细骨料用于抹面砂浆最大取代率宜按符合表 18 的规定选取，最佳取代率应通过试验确定。

表18 烧结轻细骨料在抹面砂浆中的最大取代率（%）

烧结轻细骨料 密度等级	砂浆强度等级				
	M5	M7.5	M10	M15	M20
1200	100	100	100	80	50
1100	100	100	80	60	30
1000	80	70	60	-	-
900	60	50	40	-	-
800	50	30	20	-	-
700	40	20	-	-	-
600	30	15	-	-	-

7.4.5 用于砌筑砂浆和地面砂浆的烧结轻细骨料体积取代率应经试验确定。

7.4.6 在配制相同强度等级的砂浆时，烧结轻细骨料砂浆配合比设计应在天然砂砂浆基础上，适当调整胶凝材料用量，具体用量应通过试验确定；对于配制冬期施工用砂浆时，水泥用量宜适当增加，可通过试验确定。

7.4.7 掺合料的品种和掺量，应结合烧结轻细骨料吸附，通过试验确定。

7.4.8 掺加外加剂的烧结轻细骨料砂浆，外加剂的品种与掺量应根据砂浆的强度等级、施工要求、使用环境等因素经试验确定，并应符合 GB 50119 的规定。外加剂掺量宜在仅使用天然砂的普通砂浆外加剂掺量的基础上增加 0.1 %~0.2 %，具体通过试验确定。

7.4.9 在烧结轻细骨料砂浆配合比试拌的基础上，烧结轻细骨料砂浆应按相关标准规定进行强度试验，并进行配合比调整和校正。

7.4.10 校正后的烧结轻细骨料砂浆配合比，应在满足拌合物性能要求和试配强度的基础上，对设计提出的其他长期耐久性能等项目进行检验和评定，选择符合性能要求且经济性好的配合比作为试验室配合比。

## 8 混凝土和砂浆制备、运输和施工

### 8.1 一般规定

8.1.1 烧结轻细骨料混凝土宜采用预拌混凝土，其性能应符合 GB/T 14902 的有关规定。

8.1.2 施工前，施工单位宜根据设计要求、工程性质、结构特点和环境条件等，制定烧结轻细骨料混凝土施工技术方案。

8.1.3 施工中，应对混凝土原材料计量、搅拌、运输、浇筑、拆模及养护进行全过程质量控制。

8.1.4 烧结轻细骨料或混合砂、粗骨料含水率的检验每工作班不应少于 1 次，当雨雪天气等外界影响导致混凝土骨料含水率变化时，应及时检验，并应根据检验结果及时调整施工配合比。

8.1.5 烧结轻细骨料砂浆原材料的贮存应符合下列规定：

- 1) 各原材料必须分仓贮存，并应有明显的标识。
- 2) 水泥应按生产厂家、品种及强度等级分别贮存，同时应具有防潮和防污染措施。
- 3) 烧结轻细骨料的贮存应保证其均匀性，不同等级、规格的砂应分别贮存，烧结轻细骨料的堆放场地应为能排水的硬质地面。
- 4) 掺合料应按品种、级别分别贮存，严禁与水泥或其他粉状材料混杂。
- 5) 外加剂、添加剂应按生产厂家、品种分别贮存，应具有防止质量发生变化的措施。

8.1.6 烧结轻细骨料砂浆所采用的计量设备应符合下列规定：

- 1) 计量设备应按有关规定由法定计量部门进行检定，使用期间应定期进行校验。
- 2) 计量设备应能连续计量不同配合比砂浆的各种原材料，并应具有实际计量结果逐盘记录和存储功能。

8.1.7 烧结轻细骨料砂浆的生产、运输与贮存应符合 GB/T 25181 和 JGJ/T 223 以及相关标准的规定。

8.1.8 烧结轻细骨料砂浆宜采用预拌工艺，其性能应符合 GB/T 25181 的有关规定。

8.1.9 施工前，施工单位宜根据设计要求、工程性质、结构特点和环境条件等，制定烧结轻细骨料砂浆施工技术方案。

8.1.10 施工过程中，应对原材料计量、土搅拌、运输、施工及养护进行全过程控制。

8.1.11 烧结轻细骨料或混合砂含水率的检验每工作班不应少于 1 次，当雨雪天气等外界影响导致砂含水率变化时，应及时检验，并应根据检验结果及时调整施工配合比。

8.1.12 混凝土和砂浆在运输、输送、浇筑过程中严禁加水。

### 8.2 混凝土和砂浆制备

- 8.2.1 原材料计量应符合 GB 50164 和 GB 50666 的规定。
- 8.2.2 原材料称量宜采用自动计量，并应严格按照施工配合比进行计量。每盘原材料计量的允许偏差应符合表 19 的规定。

表19 每盘原材料计量的允许偏差

单位为百分数

原材料种类	允许偏差（按质量计，%）
胶凝材料	±2
外加剂	±1
拌合用水	±1
烧结轻细骨料、混合砂	±2
粗骨料	±3

- 8.2.3 烧结轻细骨料混凝土的搅拌应符合 GB 50164 和 GB 50666 的有关规定。
- 8.2.4 混凝土搅拌机应符合 GB/T 9142 的有关规定。
- 8.2.5 混凝土的搅拌时间应在天然砂混凝土搅拌时间的基础上延长 20 s~30 s，且应每班检查不少于 2 次。
- 8.2.6 烧结轻细骨料混凝土应按下列步骤拌合：
- 1) 采用干燥或自然含水的烧结轻细骨料时，先将烧结轻细骨料、粗骨料和水泥加入搅拌机内，加入二分之一拌合用水，搅拌 1 min 后再加入剩余拌合水量继续拌 2 min 即可；
  - 2) 采用经过淋水预湿处理的烧结轻细骨料时，先将烧结轻细骨料滤去明水，与粗骨料、水泥一起拌合 1 min 后，再加入拌合用水量，继续拌合 2 min 即可；
  - 3) 掺和料或粉状外加剂可与水泥同时加入，液体外加剂或预制成溶液的粉状外加剂宜加入剩余拌合用水中。
- 8.2.7 泵送粉混凝土采用的烧结轻细骨料在使用前，宜进行浸水预湿处理，预湿后的吸水率不应小于 24 h 吸水率。
- 8.2.8 冬期施工混凝土原材料宜采用加热水的方法，当加热水的方法不能满足设计要求时，可对骨料进行加热，拌合水的温度不宜超过 80 ℃，骨料温度不宜超过 60 ℃，水泥不得直接加热。
- 8.2.9 混凝土的坍落度允许偏差应符合表 20 的规定。

表20 混凝土坍落度允许偏差

单位为毫米

坍落度	允许偏差
<50	±10
50~90	±20
>90	±30

8.3 砂浆制备

- 8.3.1 烧结轻细骨料湿拌砂浆原材料的贮存应符合下列规定：
- 1) 各原材料贮存应符合本文件 8.1.1 的规定；
  - 2) 烧结轻细骨料的堆放场地宜具备进行预湿处理的工艺条件。
- 8.3.2 烧结轻细骨料湿拌砂浆各种原材料的计量应符合下列规定：
- 1) 原材料的计量均应按质量计；

- 2) 天然砂、烧结轻细骨料应分开计量；
- 3) 原材料称量宜采用自动计量，并应严格按照施工配合比进行计量。每盘原材料计量的允许偏差应符合表 21 的规定。

表21 每盘原材料计量的允许偏差

原材料种类	允许偏差（按质量计，%）
胶凝材料	±2
外加剂	±1
添加剂	±1
拌合用水	±1
烧结轻细骨料、混合砂	±2

8.3.3 烧结轻细骨料湿拌砂浆的生产应符合下列规定：

- 1) 湿拌砂浆应采用符合现行行业标准《建筑施工机械与设备湿拌砂浆搅拌站》JB/T 11859 要求的搅拌机进行搅拌；
- 2) 湿拌砂浆的搅拌时间从全部材料投完算起，掺有矿物掺合料、添加剂或外加剂时，搅拌时间不宜少于 180 s；由水泥、砂和水配制的砂浆，搅拌时间不宜少于 120 s；
- 3) 生产中应测定砂的含水率，每个工作班不应少于 1 次；当含水率有显著变化时，应增加测定次数，根据测试结果及时调整用水量和砂用量；
- 4) 湿拌砂浆生产过程中应避免对周围环境污染，所有粉料的输送及计量工序均应在密闭状态下进行，并应有收尘装置；砂堆场应有防扬尘措施；
- 5) 应严格控制生产废水的排放。

8.3.4 烧结轻细骨料湿拌砂浆的运输应符合下列规定：

- 1) 湿拌砂浆运输应采用搅拌运输车。装料前入料口应保持清洁，搅拌罐内不得有积水、积浆及杂物；
- 2) 在装料及运输过程中，应保持搅拌罐按一定速度旋转，保证砂浆拌合物均匀，不产生分层、离析现象，且稠度应满足施工要求；
- 3) 运输设备不应吸水、不漏浆，并保证卸料及输送畅通，严禁在运输及卸料过程中加水；
- 4) 湿拌砂浆用搅拌运输车运输的延续时间应符合表 22 的规定；

表22 烧结轻细骨料湿拌砂浆运输延续时间

气温	运输延续时间（min）
5℃～30℃	≤150
冬施施工	≤120

- 5) 湿拌砂浆供货量以立方米为计算单位。

8.3.5 烧结轻细骨料湿拌砂浆的贮存应符合下列规定：

- 1) 施工现场应配备湿拌砂浆贮存容器，贮存容器应密闭、不吸水，使用时内部应无明水、杂物，贮存容器应便于贮存、清洗和取用；
- 2) 烧结轻细骨料砂浆存取时应有防雨措施，宜采取遮阳、保温等措施；
- 3) 不同品种、强度等级的烧结轻细骨料湿拌砂浆应分别存放在不同的存容器中，并应对贮存容器进行标识；
- 4) 湿拌砂浆在贮存及使用过程中不应加水。出现少量泌水时，应拌合均匀后使用；
- 5) 烧结轻细骨料砂浆用完后应立即清理贮存容器；



- 6) 湿拌砂浆贮存地点的环境温度宜为 5℃～30℃，冬期施工时，应采取保温措施。
- 8.3.6 烧结轻细骨料干混砂浆原材料的贮存与处理应符合下列规定：
- 1) 各原材料贮存应符合本文件 8.1.1 的规定；
  - 2) 砂应进行干燥处理，必要时，宜进行筛分处理。砂的含水率应小于 0.5%。
- 8.3.7 烧结轻细骨料干混砂浆各种原材料的计量应符合下列规定：
- 1) 各种原材料的计量均应按质量计；
  - 2) 原材料的计量允许偏差应符合表 23 的规定。

表23 烧结轻细骨料干混砂浆原材料计量允许差

单次计量值（kg）	主要原材料		外加剂和添加剂		
	W>500	W≤500	W>10	1≤W≤10	W<1
允许偏差	±2%	±1%	±200g	±50g	±30g

- 8.3.8 烧结轻细骨料干混砂浆的生产应符合下列规定：
- 1) 干混砂浆搅拌机应符合 JB/T 11185 要求；
  - 2) 搅拌时间应根据砂浆品种及搅拌机特点合理确定，并应保证砂浆混合均匀；
  - 3) 生产中应测定干燥砂的含水率，每个工作班不应少于 1 次；
  - 4) 应定期检查砂浆混合效果，以及进出料口的封闭情况；
  - 5) 砂浆品种更换时，搅拌及输送设备等应清理干净；
  - 6) 干混砂浆生产过程中应避免对周围环境污染，所有粉料的输送及计量工序均应在密闭状态下进行，并应有收尘装置；砂堆场应有防扬尘措施。
- 8.3.9 烧结轻细骨料干混砂浆的包装和标志应符合下列规定：
- 1) 干混砂浆可袋装或散装；
  - 2) 袋装干混砂浆每袋净含量不应少于其标志质量的 99 %。随机抽取 20 袋，总质量不应少于标志质量的总和；
  - 3) 包装袋应符合现行国家标准《水泥包装袋》GB 9774 的规定；
  - 4) 袋装干混砂浆包装袋上应有标志标明产品名称、标记、商标、强度等级、加水量范围、净含量、使用说明、贮存条件及保质期、生产日期或批号、生产单位、地址和电话等；
  - 5) 散装干混砂浆应附卡片标志，内容与袋装标志相同。
- 8.3.10 烧结轻细骨料干混砂浆的运输和贮存应符合下列规定：
- 1) 干混砂浆在装、运、卸时，应有防扬尘措施，不应污染环境；
  - 2) 干混砂浆在运输和贮存过程中不应受潮和混入杂物。不同品种和规格型号的干混砂浆应分别贮运，不应混杂；
  - 3) 散装干混砂浆宜采用专用罐装车运送。贮存应密封防水、防潮，并具有除尘装置。更换砂浆品种时，贮存罐应清空并清理干净；
  - 4) 袋装干混砂浆可采用交通工具运输。运输过程中，不得混入杂物，并应有防雨、防潮、防扬尘措施。搬运时，不应摔包，不应自行倾卸。

8.4 混凝土和砂浆拌合物运输

- 8.4.1 烧结轻细骨料混凝土的运输应符合 GB 50164、GB 50666 和 GB/T 14902 的相关规定。
- 8.4.2 泵送施工烧结轻细骨料混凝土和砂浆，其运输应保证连续泵送，并符合 JGJ/T 10 规定。
- 8.4.3 混凝土和砂浆运输至浇筑现场时，不得出现泌水、离析或分层现象。
- 8.4.4 对于采用搅拌运输车运输的混凝土，当坍落度损失较大不能满足施工要求时，可在运输车罐内加入适量的与原配合比相同成分的泵送剂，并快速旋转搅拌均匀，并应在达到要求的工作性能后再泵送

或浇筑。泵送剂加入量应事先由试验确定，并应进行记录。

8.4.5 冬期施工混凝土或负温混凝土和砂浆运输过程中应采取保温措施，保证混凝土入模温度满足设计要求，混凝土运输和入模温度可按 JGJ/T 104 的规定进行计算。

8.5 混凝土浇筑与振捣

8.5.1 烧结轻细骨料混凝土的浇筑应符合 GB 50164 和 GB 50666 的有关规定。

8.5.2 烧结轻细骨料混凝土浇筑时的自由倾落高度不宜大于 3.0 m。当大于 3.0 m 时，应采用滑槽、漏斗、串筒等器具辅助输送混凝土。

8.5.3 振捣应保证烧结轻细骨料混凝土密实、均匀，并应避免欠振、过振和漏振，振捣延续时间应以拌合物捣实和避免烧结轻细骨料上浮为原则，若颗粒上浮面积较大，可采用表面振动器复振，使砂浆返上再作抹面。

8.5.4 夏季施工时，混凝土拌合物入模温度不应超过 35 ℃，并宜选择夜间浇筑混凝土。当现场温度高于 35 ℃时，宜对金属模板进行浇水降温，并不得留有积水，并可采取遮挡措施避免阳光照射金属模板。

8.5.5 冬期施工时，混凝土拌合物入模温度不应低于 5 ℃，并应采取保温措施。

8.5.6 当风速大于 5 m/s 时，混凝土浇筑宜采取挡风措施。

8.5.7 浇筑大体积混凝土时，应采取必要的温控措施，保证混凝土温差控制在设计要求的范围以内。当混凝土温差设计无要求时，应符合 GB 50496 的规定。

8.5.8 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 300 mm~350 mm。

8.5.9 混凝土振捣时，应避免碰撞模板、钢筋及预埋件。

8.5.10 混凝土在浇筑过程中，应观察模板支撑的稳定性和接缝的密合状态，不得出现漏浆现象，同时及时排出混凝土泌水。

8.6 混凝土拆模

8.6.1 混凝土侧模拆除时，其强度应能保证结构表面、棱角以及内部不受损伤。

8.6.2 混凝土底模拆除时，其强度应符合设计要求；当设计无要求时，强度应符合表 24 的规定。

表24 底模拆除时混凝土强度

结构类型	结构尺度, m	达到混凝土设计强度的百分比, %
板	≤2	≥50
	>2, ≤8	≥75
	>8	≥100
	≤8	≥75
梁、拱、壳	>8	≥100
悬臂构件	—	≥100

8.6.3 混凝土拆模后，其强度未达到设计强度的 75 %时，应避免与流动水接触。

8.6.4 当遇大风或气温急剧变化时，不宜拆模。

8.7 混凝土养护

8.7.1 混凝土的养护应按 GB 50164 和 GB 50666 的相关规定执行。

8.7.2 混凝土振捣密实后，宜采用塑料薄膜及时顶浆覆盖。在终凝以前应采用抹面机械或人工多次抹压，并应在抹压后进行保湿养护。保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式。

8.7.3 混凝土成型后，抗压强度达到 1.2 MPa 以前，不应在混凝土上踩踏。

#### 8.7.4 混凝土养护时间应符合下列规定：

- 1) 采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配制时，采取洒水和潮湿覆盖的养护时间不得少于 7 d；
- 2) 采用铁尾矿硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥配制时，或掺加缓凝剂、以及大掺量矿物掺合料时，采取洒水和潮湿覆盖的养护时间不应少于 14 d；
- 3) 对于竖向混凝土结构，养护时间宜适当延长。

#### 8.7.5 混凝土构件或制品养护应符合下列规定：

- 1) 采用蒸汽养护或湿热养护时，养护时间和养护制度应满足混凝土及其制品性能的要求。
- 2) 采用蒸汽养护时，应分为静停、升温、恒温 and 降温四个阶段。混凝土成型后的静停时间不宜少于 2 h，升温速度不宜超过 25 °C/h，降温速度不宜超过 20 °C/h，最高温度和恒温温度均不宜超过 65 °C；混凝土构件或制品在出池或撤除养护措施前，应进行温度测量，且构件出池或撤除养护措施时，表面与外界温差不应大于 20 °C。
- 3) 采用潮湿自然养护时，应符合相关标准的规定。

8.7.6 大体积混凝土养护过程中应进行温度控制，混凝土内部和表面的温差不宜超过 25 °C，表面与外界温差不宜大于 20 °C；保温层拆除时，混凝土表面与环境最大温差不宜大于 20 °C。

8.7.7 冬期施工混凝土或负温混凝土不得采取洒水保湿养护方法。撤除保温养护措施时，受冻临界强度应达到本文件 6.3 节的规定。冬期施工时，对于墙体，带模养护不应小于 14 d。

### 9 砂浆施工及冬期施工

#### 9.1 一般规定

9.1.1 烧结轻细骨料砂浆的品种选用应根据设计施工等要求确定。

9.1.2 不同品种、规格的烧结轻细骨料砂浆不得混合使用。

9.1.3 烧结轻细骨料砂浆施工前，施工单位应按施工方案进行技术交底，并应做好施工记录。

9.1.4 烧结轻细骨料砂浆施工现场的环境控制，应符合 JGJ 146 的规定。

9.1.5 烧结轻细骨料砂浆施工应符合 JGJ/T 223 的有关规定。

#### 9.2 砌筑砂浆施工

##### 9.2.1 块体砌筑应符合下列规定：

- 4) 施工前块材应试排块；
- 5) 多孔砖及小砌块的半盲孔面，应作为铺浆面；
- 6) 非烧结块材砌筑时龄期不应少于 28 d。
- 7) 烧结块材、蒸压加气混凝土砌块砌筑前应提前 1d~2d 适度湿润，不得采用干砖或吸水饱和状态的砖砌筑。
- 8) 蒸压压加气混凝土砌块的含水率宜小于 30 %；烧结块材的相对含水率宜为 60 %~70 %；其他非烧结类块材的相对含水率宜为 40 %~50 %；
- 9) 混凝土多孔砖和混凝土实心砖砌筑前不宜浇水湿润，当天气干燥炎热时，宜在砌筑前对其表面适当喷水润湿；
- 10) 砌筑轻集料混凝土小型空心砌块砌体时，应提前浇水湿润；砌筑时，砌块表面不应有明水。

9.2.2 烧结轻细骨料砌筑砂浆的水平灰缝厚度宜为 10 mm，允许偏差宜为 ±2 mm。

9.2.3 砌砖工程当采用铺浆法砌筑时，一次铺浆长度不得超过 750 mm；施工期间气温超过 30 °C 时，一次铺浆长度不得超过 500 mm。

9.2.4 砌体的灰缝应横平竖直、厚薄均匀、密实饱满；竖向灰缝应采用加浆法或挤浆法使其饱满，不应先干砌后灌缝；烧结轻细骨料砌筑砂浆可用原浆对墙面勾缝，但必须随砌随勾。

9.2.5 对砖砌体、小砌块砌体，每日砌筑高度宜控制在 1.5 m 以下或一步脚手架高度内；对石砌体，每日砌筑高度不应超过 1.2 m。

9.2.6 其他按 GB 50924 的有关规定执行。

### 9.3 抹灰砂浆施工

9.3.1 施工前，施工单位宜和生产企业、监理单位共同模拟现场条件制作抹灰样板，在规定龄期进行烧结轻细骨料抹灰砂浆的实体拉伸粘结强度检验，合格后封存留样。

9.3.2 砂浆抹灰层的总厚度应符合设计要求，抹灰的允许偏差应符合 GB 50210 的规定。

9.3.3 抹灰施工应在砌筑工程施工完毕至少 7 d，并经主体结构验收合格后进行。

9.3.4 抹灰砂浆的一次涂抹厚度不宜大于 10 mm；当抹灰砂浆厚度大于 10 mm 时，应分层抹灰，且应在前一层砂浆凝结硬化后再进行后一层抹灰；当抹灰砂浆总厚度大于或等于 35 mm 时，应采取加强措施。

9.3.5 抹灰砂浆凝结硬化后，应及时进行保湿养护，养护时间不应少于 7 d。

9.3.6 其他按 GB 50210 和 JGJ/T 220 的有关规定执行。

### 9.4 地面砂浆施工

9.4.1 当烧结轻细骨料地面砂浆以及屋面找平层铺设面积超过 30m<sup>2</sup> 时，应设置分格缝，其间距不宜大于 6m。

9.4.2 烧结轻细骨料地面砂浆抹压应分 2 次进行，水泥初凝前进行抹平，终凝前再进行压实抹平。

9.4.3 烧结轻细骨料地面砂浆施工完成 1 d 后，应进行洒水保湿养护，养护时间不少于 7 d。

9.4.4 烧结轻细骨料地面砂浆施工完成后，应有防止玷污和损坏的措施。

9.4.5 其他要求按 GB 50209 的有关规定执行。

### 9.5 砂浆冬期施工施工

9.5.1 烧结轻细骨料预拌砂浆冬期施工应符合 JGJ/T 104 的规定。

9.5.2 烧结轻细骨料抹灰砂浆不宜进行室外冬期施工。

9.5.3 冬期施工砂浆或负温砂浆运输过程中应采取保温措施，保证施工开始前出机温度满足设计要求，运输和入模温度可按 JGJ/T 104 的规定进行计算，且现场出机温度不应低于 5℃。

9.5.4 烧结轻细骨料湿拌砂浆冬期施工时，应适当缩短砂浆凝结时间，但应经试配确定。烧结轻细骨料湿拌砂浆的贮存容器应采取保温措施。

9.5.5 冬期施工可采用加热保温措施提高烧结轻细骨料砂浆强度增长，但应监测砂浆表面温度，不得浇水养护。

9.5.6 冬期施工的烧结轻细骨料砂浆，根据天气气温及性能要求，施工方法宜符合下列规定：

- 11) 当室外最低气温不低于-3℃时，宜采用蓄热法、综合蓄热法施工；
- 12) 当室外最低气温不低于-5℃时，宜采用综合蓄热法、暖棚法、加热法施工；
- 13) 当室外最低气温不低于-20℃时，宜采用暖棚法、加热法施工；
- 14) 有防水抗渗要求时，宜采用暖棚法、加热法施工；
- 15) 有抗冻耐久要求时，宜采用暖棚法、加热法施工。

9.5.7 雨天不宜进行外墙抹灰施工，确需施工时，应采取防雨措施，且在烧结轻细骨料抹灰砂浆凝结前不应受雨淋。

9.5.8 在多风、空气干燥的季节，进行室内抹灰施工时，宜对门窗进行封闭；进行室外抹灰施工时，

应采取防风措施，并均应在砂浆凝结后及时保湿养护。

9.5.9 夏季施工时，烧结轻细骨料预拌砂浆应随拌随用，以防高温影响砂浆工作性能。夏季气温高于30℃时，外墙抹灰应采取遮阳措施，并应加强保湿养护。

## 10 混凝土砂浆施工质量检验及验收

### 10.1 原材料质量检验

10.1.1 烧结轻细骨料混凝土原材料进场时，应按规定批次验收，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，外加剂产品还应具有使用说明书。

10.1.2 原材料进场后，应进行抽样检验，抽检的项目应符合下列规定：

- 1) 水泥应对胶砂强度、凝结时间、安定性和烧失量进行检验，对于有预防混凝土碱骨料反应要求的混凝土，还应检验其碱含量；当用于大体积混凝土时，还宜检验水化热；
- 2) 砂应对颗粒级配、细度模数、筒压强度、堆积密度、吸水率和压力吸水率进行检验；对于有抗渗、抗冻要求的混凝土，还应检验抗冻系数；对于有预防混凝土碱骨料反应要求的混凝土，还应进行碱活性试验；
- 3) 粗骨料应对颗粒级配、含泥量、泥块含量、针片状颗粒含量、压碎值指标和坚固性进行检验；对于有预防混凝土碱骨料反应要求的混凝土，还应进行碱活性试验；
- 4) 铁尾矿应对细度、需水量比、烧失量和三氧化硫含量进行检验，C类铁尾矿应增加游离氧化钙含量和安定性检验；粒化高炉矿渣粉应对比表面积、三氧化硫含量、活性指数和流动度比进行检验；硅灰应对比表面积、二氧化硅含量和活性指数进行检验；矿物掺合料均应进行放射性检验；
- 5) 外加剂应对 pH 值、氯离子含量、碱含量、减水率、凝结时间差和抗压强度比进行检验；引气剂和引气减水剂应增加含气量检验；防冻剂应增加含气量和 50 次冻融强度损失率比检验；膨胀剂应增加凝结时间、限制膨胀率检验；
- 6) 拌合用水应对 pH 值、不溶物含量、可溶物含量、硫酸根离子含量、氯离子含量、凝结时间差和抗压强度比进行检验；对于有预防混凝土碱骨料反应要求的混凝土，还应检验其碱含量；
- 7) 当工程设计有其他要求时，原材料还应增加相应检验项目。

10.1.3 原材料的检验规则应符合下列规定：

- 1) 烧结轻细骨料应以 200 m<sup>3</sup> 为一个检验批；应按密度等级分别划分批量；不同批次或非连续供应的不足一个检验批时，应按一检验批计；
- 2) 对于同一生产厂家、同一强度等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装水泥应以 200 t 为一个检验批，散装水泥应以 500 t 为一个检验批；不足一个检验批时，也应按一个检验批计；
- 3) 粗骨料应以 400 m<sup>3</sup> 或 600 t 为一个检验批；不足一个检验批时，也应按一额检验批计；
- 4) 铁尾矿、粒化高炉矿渣粉等矿物掺合料应按 200 t 为一个检验批，硅灰应按每 30 t 为一个检验批；不足一个检验批时，也应按一个检验批计；
- 5) 外加剂应按每 50 t 为一检验批；不足一个检验批时，也应按一个检验批计；
- 6) 拌合用水应按同一水源不少于一个检验批；
- 7) 当原材料来源稳定且连续三次检验合格时，可将检验批量扩大一倍；
- 8) 原材料的取样应按有关标准执行；
- 9) 烧结轻细骨料及其他原材料的质量应符合本文件第 4 章的规定。

10.2 混凝土性能检验

- 10.2.1 混凝土原材料计量系统应经检定合格后才可使用，且混凝土生产单位每月应自检一次。原材料计量偏差应每班检查 1 次，原材料计量偏差应符合 8.2.2 的规定。
- 10.2.2 在生产和施工过程中，应对混凝土拌合物进行抽样检验，流动性、黏聚性和保水性应在搅拌地点和浇筑地点分别取样检验。
- 10.2.3 对于混凝土拌合物的流动性、黏聚性和保水性项目，每工作班应至少检验 2 次。
- 10.2.4 混凝土拌合物性能应符合本文件 6.2.1 的规定。
- 10.2.5 硬化混凝土性能检验应符合下列规定：
- 1) 混凝土强度的检验评定应符合 GB/T 50107 的规定；
  - 2) 混凝土长期性能和耐久性能的检验评定应符合 JGJ/T 193 的规定；
  - 3) 混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能应分别符合 6.2 的规定。

10.3 混凝土质量验收

- 10.3.1 烧结轻细骨料混凝土工程施工质量验收应符合 GB 50204 的规定。
- 10.3.2 烧结轻细骨料混凝土工程验收时，应符合本文件对混凝土力学性能、长期性能和耐久性能的规定。

10.4 砂浆质量验收一般规定

- 10.4.1 烧结轻细骨料砂浆进场时，供应商应按批次向使用单位提供生产单位的出厂检验报告；首次进场时还应提供产品型式检验报告。烧结轻细骨料砂浆进场后应委托具有资质的检验机构进行复验。
- 10.4.2 烧结轻细骨料砂浆进场验收项目应符合下列规定：
- 4) 外观检查，散装干混砂浆应均匀，无结块、受潮现象；袋装干混砂浆应包装完整，无结块、受潮现象；湿拌砂浆应均匀，无离析、泌水现象；
  - 5) 烧结轻细骨料湿拌砂浆应进行稠度检验；
  - 6) 烧结轻细骨料砂浆外观检验合格后，应按表 25 的规定项目进行复验；

表25 烧结轻细骨料预拌砂浆进场复验项目

砂浆品种		复验项目
湿拌砂浆	砌筑砂浆	保水率、保塑时间、抗压强度
	抹灰砂浆	保水率、保塑时间、抗压强度、拉伸粘结强度
	地面砂浆	保水率、保塑时间、抗压强度
干混砂浆	砌筑砂浆	保水率、2 h稠度损失率、抗压强度
	抹灰砂浆	保水率、2 h稠度损失率、抗压强度、拉伸粘结强度
	地面砂浆	保水率、2 h稠度损失率、抗压强度

- 7) 当烧结轻细骨料砂浆确需在温度低于 0℃条件下进行冬期施工时，应进行烧结轻细骨料砂浆负温性能检验。
- 10.4.3 烧结轻细骨料砂浆取样时，干混砂浆宜从搅拌机出料口取样，湿拌砂浆宜从运输车出料口或贮存器随机取样，砂浆抗压强度试块制作、养护等应符合 JGJ/T 70 的规定。
- 10.4.4 烧结轻细骨料砂浆抗压强度应按验收批进行评定，其合格条件应符合下列规定：
- 8) 同一验收批砂浆试块抗压强度平均值应大于或等于设计强度等级所对应的立方体抗压强度的 1.10 倍，且最小值应大于或等于设计强度等级所对应的立方体抗压强度的 0.85 倍；

- 9) 同一验收批砂浆抗压强度试块不应少于 3 组。当同一验收批抗压强度试块少于 3 组时，每组试块抗压强度均须大于或等于设计强度等级所对应的立方体抗压强度的 1.10 倍。
- 10.4.5 烧结轻细骨料抹灰砂浆实体拉伸粘结强度应按验收批进行评定。
- 10.5 砌筑砂浆质量验收
- 10.5.1 对同品种、同强度等级的烧结轻细骨料砌筑砂浆，湿拌砌筑砂浆应以 50 m³ 为一个检验批，干混砌筑砂浆应以 100 t 为一个检验批；不足上述数量时，应按一批计。
- 10.5.2 每检验批应至少留置 1 组抗压强度试块。
- 10.5.3 其他应符合 GB 50203 和 JCJ/T 223 的规定。
- 10.6 抹灰砂浆质量验收
- 10.6.1 烧结轻细骨料抹灰砂浆工程检验批应按下列规定划分：
- 10) 相同砂浆品种、强度等级和施工工艺的室外抹灰工程，每 1000 m² 应划分为一个检验批；不足 1000 m² 时，应按一批计；
- 11) 相同砂浆品种、强度等级和施工工艺的室内抹灰工程，每 50 个自然间（大面积房间和走廊按抹灰面积 30 m² 为一间）应划分为一个检验批；不足 50 间时，应按一个检验批计。
- 10.6.2 每个检验批的检查数量应符合下列规定：
- 12) 室外抹灰工程，每检验批每 100 m² 应至少抽查一处，每处不得小于 10 m²。
- 13) 室内抹灰工程，每检验批应至少抽查 10 %，并不得少于 3 间；不足 3 间时，应全数检查。
- 10.6.3 抹灰层与基层之间及各抹灰层之间应粘结牢固，应无脱层、空鼓，面层应无起砂、爆灰和裂缝。
- 10.6.4 抹灰表面应光滑、洁净、平整、阴阳角顺直，分格缝应清晰。
- 10.6.5 抹灰层拉伸粘结强度检测时，相同砂浆品种、强度等级、施工工艺的抹灰工程每 5000 m² 应划分为一个检验批，每个检验批应取一组试件进行检测，不足 5000 m² 时，也应取一组。
- 10.6.6 同一验收批的抹灰层拉伸粘结强度平均值应大于或等于表 18 中的规定值，且最小值必须大于或等于表中规定值的 0.85 倍。当同一验收批拉伸粘结强度试验少于 3 组时，每组试件拉伸粘结强度均须大于或等于表 26 中的规定值。

表26 烧结轻细骨料抹灰砂浆拉伸粘结强度规定值

单位为兆帕

应用工程	拉伸粘结强度
内墙抹灰	0.15
外墙、顶棚抹灰	0.25

- 10.6.7 当烧结轻细骨料抹灰砂浆外表面粘贴饰面砖或外墙外保温系统时，尚应符合 GB 50411 和 JGJ 126 以及相关保温系统标准的规定。
- 10.6.8 其他应符合 GB 50210 和 JGJ/T 220 的规定。
- 10.7 地面砂浆质量验收
- 10.7.1 烧结轻细骨料地面砂浆应按每一层或每层施工段（或变形缝）为一个检验批。
- 10.7.2 每个检验批的检查数量应符合下列规定：
- 14) 每检验批应按自然间或标准间随机检验，抽查数量不应少于 3 间，不足 3 间时，应全数检查。走廊（过道）应以 10 延长米为 1 间，工业厂房（按单跨计）、大厅、门厅应以两个轴线为 1 间计算。

15) 对有防水要求的建筑地面，每检验批应按自然间（或标准间）总数随机检验，抽查数量不应少于 4 间，不足 4 间时，应全数检查。

10.7.3 烧结轻细骨料地面砂浆层应平整、密实，上一层与下一层应结合牢固，应无空鼓、裂缝，表面应洁净，并应无起砂、脱皮、麻面等缺陷。

10.7.4 其他应符合 GB 50209 和 JGJ/T 223 的规定。



附 录 A  
(规范性)  
烧结轻细骨料筒压强度试验方法

A. 1 范围

本附录规定了用承压筒法测定烧结轻细骨料颗粒的平均相对强度指标。

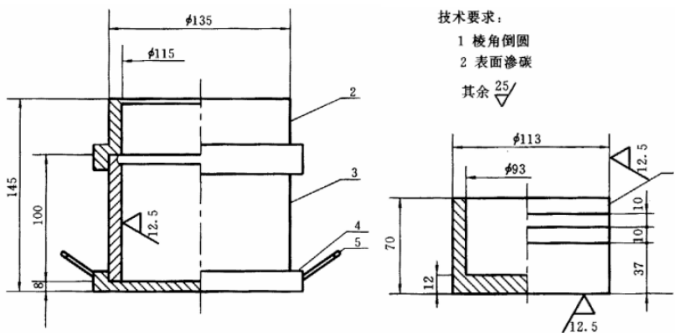
A. 2 仪器设备

A. 2.1 承压筒

由圆柱形筒体（另带筒底）、冲压模和导向筒三部分组成（见图1）；筒体可用无缝钢管制作，有足够刚度，筒体内表面和冲压模底面须经渗碳处理。筒体可拆，并装有把手。冲压模外表面有刻度线，以控制装料高度和压入深度。导向筒用以导向和防止偏心。

A. 2.2 压力机

根据筒压强度的大小选择合适吨位的压力机，测定值的大小宜位于所选压力机表盘最大读数的20%~80%范围内。



1-冲压模；2-导向筒；3-筒体；4-筒底；5-把手

图A. 1 测定烧结轻细骨料筒压强度的承压筒

A. 2.3 其他

- a) 天平：量程为 5 kg、分度值为 5 g；
- b) 烘箱：温度控制范围为 105 °C±5 °C。

A. 3 试验步骤

A. 3.1 筛取2.36 mm~4.75 mm粒级的试样5 L，放入干燥箱内干燥至恒量。

A. 3.2 用取样勺或小料铲将试样从离容器口上方50 mm处（或采用标准漏斗）均匀倒入，让试样自然落入带筒底的承压强度筒，且不得碰撞承压强度筒。装满后使承压强度筒口上部试样成锥体，然后用直尺沿筒边缘从中心向两边刮平表面凹陷处，用粒径较小的集料填平后，称量。分别测定3次松散料质量，取其算术平均值。将测得的平均松散料重乘以填充系数1.10作为试样量。

A. 3.3 按A. 3.2试样量称取试样，装入承压筒内，先用木锤沿筒壁四周轻敲数次，然后装上导向筒和冲压模。检查冲压模的下刻度线是否与导向筒的上缘重合，如不重合，再轻敲筒壁四周直至完全重合为止。

把承压筒放在压力机的下压板上，以每秒300 N~500 N的速度匀速加荷。当冲压模压入深度为20 mm时，记下压力值。

A. 4 试验结果计算与评定

A. 4. 1 烧结轻细骨料的筒压强度按式（A. 1）计算：

$$f_a = \frac{P}{F} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中：

- $f_a$ ——粗集料的筒压强度，单位为兆帕（MPa），精确至0.1 MPa；
- $L$ ——压入深度为20 mm时的压力值，单位为牛顿（N）；
- $F$ ——承压面积（即冲压模面积 $F=10000\text{ mm}^2$ ）。

A. 4. 2 烧结轻细骨料的筒压强度以3次试验结果的算术平均值作为测定值。若3次试验结果中最大值和最小值之差大于平均值的15 %时，须重做。

附 录 B  
(规范性)  
烧结轻细骨料软化系数试验方法

B.1 范围

本附录规定了适用于测定烧结轻细骨料浸水前后的筒压强度变化，以求其软化系数的试验方法。

B.2 仪器设备

与附录A所需设备相同。

B.3 试验步骤

B.3.1 取试样10 L，粒级要求与A.3.1相同。

B.3.2 取5 L试样，采用下述方法浸水制备成面干饱和试样。

- a) 把试样拌合均匀，分成三等份，分别称量，然后放入盛水的容器中。如有颗粒漂浮于水上，必须采取措施将其压入水中。
- b) 试样浸水 24 h 后，取出，倒入 0.63 mm 的筛子上，滤水 1 min~2 min。然后倒在拧干的湿毛巾上，用手握住毛巾两端，使其成为槽形，让烧结轻细骨料在湿毛巾上来回滚动至表面无多余水分后倒入瓷盘里。即将烧结轻细骨料制成饱和面干试样，然后称量。

B.3.3 按A.3.2和A.3.3分别测定干燥试样和24 h饱和面干试样的筒压强度值。

B.4 计算结果与评定

B.4.1 烧结轻细骨料的软化系数按式（B.1）计算：

$$\psi = \frac{f_t}{f_0} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- $\psi$ ——烧结轻细骨料的软化系数，精确至0.01；
- $f_t$ ——浸水24 h的饱和面干烧结轻细骨料筒压强度值，单位为兆帕（MPa）；
- $f_0$ ——干燥状态下粗集料的筒压强度值，单位为兆帕（MPa）。

B.4.2 饱和面干试样和干燥试样筒压强度值试验结果的计算和评定方法与A.4相同。

B.4.3 软化系数以3次试验结果的算术平均值作为测定值。若3次试验结果中最大值和最小值之差大于平均值的15 %时，须重做。

附 录 C  
(规范性)  
烧结轻细骨料吸水率与压力吸水率试验方法

C.1 范围

本附录规定了烧结轻细骨料吸水率与在水压力作用下的压力吸水率试验方法。

C.2 仪器设备

仪器设备应符合下列要求：

- a) 烘箱：温度控制范围为 105 ℃±5 ℃；
- b) 天平：量程应不小于 1000 g，最小分度值应不大于 0.1 g；
- c) 筛子；
- d) 真空加压饱水装置，最大压力不小于 35.0 MPa，最小分度值应不大于 0.1 MPa。
- e) 容器、磁盘、毛巾等。

C.3 试验步骤

- C.3.1 取试样4 L，用筛孔为2.36 mm的筛子过筛，取筛余物干燥至恒量，备用。
- C.3.2 把试样拌合均匀，分成三等份，分别称量，然后放入盛水的容器中。如有颗粒漂浮于水上，必须设法将其压入水中。
- C.3.3 试样浸水24h后，按B.3.2的方法，将试样制成饱和面干，然后称量。
- C.3.4 将浸水24h后试样放入真空加压饱水装置，在10 min内将压力升至5.0 MPa，并恒压30 min，泄压后按B.3.2的方法，将试样制成饱和面干，然后称量。

C.4 结果计算与评定

C.4.1 烧结轻细骨料吸水率按式（C.1）计算：

$$\omega_a = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：  
ω<sub>a</sub>——烧结轻细骨料24 h吸水率，精确至0.1 %；  
m<sub>1</sub>——24h吸水后饱和面干试样质量，单位为克（g），精确至0.1 g；  
m<sub>0</sub>——烘干试样质量，单位为克（g），精确至0.1 g。

以3次试验结果的算术平均值作为测定值。

C.4.2 烧结轻细骨料压力吸水率按式（C.2）计算：

$$\omega_p = \frac{m_2 - m_0}{m_0} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：  
ω<sub>p</sub>——烧结轻细骨料压力吸水率，精确至0.1%；  
m<sub>2</sub>——加压5.0 MPa，30 min饱水试样质量，单位为克（g），精确至0.1 g；  
m<sub>0</sub>——烘干试样质量，单位为克（g），精确至0.1 g。

以3次试验结果的算术平均值作为测定值。

若3次试验结果中最大值和最小值之差大于平均值的15 %时，须重做。

**附 录 D**  
(规范性)  
**烧结轻细骨料抗冻系数试验方法**

**D.1 范围**

本附录规定了烧结轻细骨料抗冻系数试验的方法。

**D.2 仪器设备**

**D.2.1 仪器设备应符合以下规定：**

- a) 烘箱：温度控制在  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 天平：量程应不小于 1000 g，最小分度值应不大于 0.1 g；
- c) 快速冻融试验机：符合 GB/T 50082 的规定。
- d) 承压筒：应符合本文件 A.4.1 的规定。
- e) 压力机：应符合本文件 A.4.2 的规定。

**D.3 试验步骤**

**D.3.1 取试样10L，粒级要求与A.3.1相同。**

**D.3.2 取5L试样，采用下述方法浸水饱和并进行冻融冻融循环。**

- a) 把试样拌合均匀，分成三等份，分别称量，然后放入盛水的容器中。如有颗粒漂浮于水上，必须采取措施将其压入水中。
- b) 试样浸水 24 h 后，分别放入冻融试验箱，冻融循环 50 次，取出，倒入 0.63 mm 的筛子上，滤水 1 min~2 min。然后倒在拧干的湿毛巾上，用手握住毛巾两端，使其成为槽形，让烧结轻细骨料在湿毛巾上来回滚动至表面无多余水分后倒入瓷盘里。即将烧结轻细骨料制成冻融 50 次后饱和面干试样。

**D.3.3 按A.3.2和A.3.3分别测定干燥试样和24h饱和面干试样的筒压强度值。**

**D.4 计算结果与评定**

**D.4.1 烧结轻细骨料的抗冻系数按式（D.1）计算：**

$$\beta = \frac{f_a}{f_0} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

- $\beta$ ——烧结轻细骨料的软化系数，精确至0.01；
- $f_a$ ——浸水24 h后冻融50次的饱和面干烧结轻细骨料筒压强度值，单位为兆帕（MPa）；
- $f_0$ ——干燥状态下粗集料的筒压强度值，单位为兆帕（MPa）。

**D.4.2 24 h浸水后50次冻融饱和面干和干燥试样筒压强度值试验结果的计算和评定方法与A.4相同。**

**D.4.3 抗冻系数以3次试验结果的算术平均值作为测定值。若3次试验结果中最大值和最小值之差大于平均值的15 %时，须重做。**