

**CECS XXX:2019**

**中国工程建设协会标准**

**装配式轻质混凝土围护结构技术规程**

**Technical specification for** [**building**](javascript:;)[**envelope**](javascript:;)

**of light-weight concrete**

（征求意见稿）

公 告

前 言

为促进我国建筑产业化的发展，提高装配式建筑中围护结构设计、施工质量水平，根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2017年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2017]031号）的要求，规程编制组在广泛调查研究，认真总结实践经验，采纳最新试验成果，并参考有关国际标准和国外先进标准，并广泛征求意见基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.材料；4.基本规定；5.建筑设计；6.结构设计；7.加工制作；8.施工；9.验收；附录A.轻质混凝土围护墙板抗力设计值试验确定方法；附录B.轻质混凝土围护墙板刚度与抗裂试验检验方法。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑产业化分会归口管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请反馈给中冶建筑研究总院有限公司（地址：北京市海淀区西土城路33号，邮编:100088，邮箱：shangrenjie@aliyun.com）。

本 规 程 主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

本 规 程 参编单位：中国建筑标准设计研究院

中国建筑科学研究院有限公司

北京建筑大学

南京旭建新型建材股份有限公司

中国京冶工程技术有限公司

福建省建筑科学研究院

北京太空板业股份有限公司

北京绿环中创建筑科技有限公司

山东天意机械股份有限公司

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc15038632)

[2 术语和符号 2](#_Toc15038633)

[2.1术语 2](#_Toc15038634)

[2.2 符 号 3](#_Toc15038635)

[3 材 料 5](#_Toc15038636)

[3.1 轻质混凝土围护墙板材料 5](#_Toc15038637)

[3.2 轻质混凝土围护墙板 6](#_Toc15038638)

[3.3 连接及密封材料 8](#_Toc15038639)

[4 基本规定 9](#_Toc15038640)

[5 建筑设计 10](#_Toc15038641)

[5.1 一般规定 10](#_Toc15038642)

[5.2 模数协调 10](#_Toc15038643)

[5.3 热工设计 11](#_Toc15038644)

[5.4 防水、防火与隔声 12](#_Toc15038645)

[5.5 细部构造 13](#_Toc15038646)

[6 结构设计 14](#_Toc15038647)

[6.1 一般规定 14](#_Toc15038648)

[6.2 荷载与效应 15](#_Toc15038649)

[6.3 墙板设计 17](#_Toc15038650)

[6.4 连接设计 17](#_Toc15038651)

[6.5 连接构造 18](#_Toc15038652)

[7 加工制作 21](#_Toc15038653)

[7.1一般规定 21](#_Toc15038654)

[7.2 加工制作 21](#_Toc15038655)

[7.3运输与堆放 22](#_Toc15038656)

[8 施 工 23](#_Toc15038657)

[8.1 施工准备 23](#_Toc15038658)

[8.2 安装与连接 24](#_Toc15038659)

[9 验 收 26](#_Toc15038660)

[9.1 一般规定 26](#_Toc15038661)

[9.2 墙板及配套材料 27](#_Toc15038662)

[9.3 安装及成品 28](#_Toc15038663)

[10 维护 30](#_Toc15038665)

[附录A 轻质混凝土围护墙板抗力设计值试验确定方法 31](#_Toc15038666)

[附录B 墙板刚度与抗裂试验检验方法 33](#_Toc15038667)

[本规程用词说明 34](#_Toc15038668)

[引 用 标 准 名 录 35](#_Toc15038669)

附：条文说明………………………………………………………………………………………36

**Contents**

1 General Provisions………………………………………………………………………………1

2 Terms and Symbols…………………………………………………………………………...2

2.1 Terms……………………………….………………….…………………………...2

2.2 Symbols……………………………………………………………………………...…3

3 Materials………………………………………………………………………………………5

3.1 Materials of light-weight concrete wallboard………………………………………..…..5

3.2 Light Weight Concrete wallboard…………………………………………………………6

3.3 Connecting Materials and sealing materials………………………………………….....8

**4** Basic Requirements………………………………………………………………..…..…9

**5** Architectural Design………………………………………………………………..…..…10

5.1 General Requirements…………………………………………………………...……..10

5.2 Modular Coordination…………………………………………………………...10

5.3 Thermal Dsign ………………………………………………………………….…..…..11

5.5 Water Proof Fire Proof and Sound Insulation………….……………………………..…12

5.5 Architecture Design in Details………………………….……………………………..…13

6 Structural Design ………………………………………………………………………………..14

6.1 General Requirements………………………………………………………………….14

6.2 Action and Actions Combinations……………………………………….…….………15

6.3 Wallboard Design…………………………………………………………………….....17

6.4 Connecting Design……………………………………………………………………..17

6.5 Connecting Detailing…………………………………………………………………..18

7 Manufacturing…………………………………………………………………………21

7.1 General Requirements……………………………………………………………….21

7.2 Manufacturing………………………………………………………………………....21

7.3 Transportation and Storage………………………………………………………....22

8 Construction…………………………………………………………………………………….23

8.1 Construction Preperation……………………………………………………………….23

8.2 Erection and Connection ………………………………………………………………...24

9 Acceptance………………………………………………………………………………….26

9.1 General Requirements………………………………………………………………….26

9.2 Light-weight Panel and Materials ……………………………………………………...27

9.3 Installation and Finished product………………………………………………………..28

10 Maintenance………………………………………………………………………………….30

Appendix A Experimental Method to Determine the Resistance Value of Light-Weight Panel……31

Appendix B Experimental Method to Check the Deflection and Cracks of Light -Weight Panel……33

Explanation of Wording in This Standard…………………………………………………...34

List of Quoted Standards………………………………………………………………………...35

Addition:Explanation of Provisions…………………………………………………………….36

# 1 总 则

1.0.1 为发展装配式建筑，在装配式轻质混凝土围护结构的设计、施工及验收中贯彻执行技术经济政策，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑的围护外墙采用装配式轻质混凝土围护墙板的设计、施工及验收。

1.0.3 装配式轻质混凝土围护外墙的设计、施工及验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1术语

**2.1.1** 围护结构 enclosing envelop

分割建筑室内与室外，以及建筑内部使用空间的建筑部件。本规程特指分割建筑室内与室外的外围护结构。

**2.1.2** 围护墙板 enclosing wallboard

用来遮阳、蔽雨、挡风、防寒、隔热、吸声和隔声的非承重预制外墙板。

**2.1.3** 轻质混凝土围护墙板 light-weight concrete wallboard

以泡沫混凝土、聚苯颗粒混凝土、蒸压加气混凝土或轻骨料混凝土等轻质混凝土为基材，或以纤维增强无机板为面板，配置钢筋、钢丝网、型钢或薄壁型钢等，预制而成的外墙板。轻质混凝土围护墙板按板型可分为轻质大板和轻质条板，按断面结构可分为实心单一材料墙板、空心单一材料墙板、面板复合墙板和夹芯复合墙板。

**2.1.4** 装配式轻质混凝土围护结构 precast light-weight concrete wall panel

以工厂预制的轻质混凝土围护墙板为墙体材料，现场与主体结构按装、连接形成的外围护结构体系。

**2.1.5** 实心单一材料墙板 solid wallboard with single material

由泡沫混凝土、聚苯颗粒混凝土、蒸压加气混凝土或其他轻骨料混凝土等单一轻质混凝土为基材，配置钢丝网、钢筋等，形成的轻质混凝土预制墙板。本标准专指外围护墙板。

**2.1.6** 空心单一材料墙板 solid wallboard with single material

由泡沫混凝土、聚苯颗粒混凝土、蒸压加气混凝土或其他轻骨料混凝土等单一轻质混凝土为基材，配置钢丝网、钢筋等，形成的轻质混凝土空心预制墙板。本标准专指外围护墙板。

**2.1.7** 面板复合墙板 composite wallboard with exterior wythe panel

以纤维增强无机板为面板，由轻钢龙骨连接，中间后浇筑轻质混凝土组合而成的复合墙板。本标准专指外围护墙板。

**2.1.8** 夹芯复合墙板 composite wallboard with insulation core panel

以岩棉、XPS、EPS、聚氨酯塑料、酚醛树脂板等保温材料，或用密度较低的泡沫混凝土、聚苯颗粒混凝土等轻质混凝土等为保温芯材，配置钢丝网、钢筋等，面层和四周浇筑轻质混凝土组合而成的复合墙板。本标准专指外围护墙板。

**2.1.9** 内嵌式连接 in-filled connecting

外围护墙板安装在上、下两层主体结构之间，嵌入主体结构外边缘内、部分主体结构外露的连接方式。

**2.1.10** 外挂式连接 out-hung connecting

外围护墙板安装在主体结构以外，悬挂在主体结构外侧并将主体结构包围在内部的连接方式。

## 2.2 符 号

**2.2.1**  作用、作用效应及承载力

*R*d——墙板承载力设计值；

*S*d——墙板作用组合效应设计值；

——全部永久荷载标准值计算的荷载效应值；

——风荷载标准值计算的荷载效应值；

—沿最不利方向施加于墙板重心处的水平地震作用标准值；

—垂直于墙面方向施加于墙板的分布水平地震作用标准值；

—墙板的重力荷载标准值；

——风荷载作用组合的效应设计值；

——水平地震作用组合的效应设计值；

——竖向地震作用组合的效应设计值；

——永久荷载标准值计算的荷载效应值；

——风荷载标准值计算的荷载效应值；

——水平地震作用标准值计算的荷载效应值；

——竖向地震作用标准值计算的荷载效应值。

**2.2.2** 几何参数

*A*w —— 轻质墙板单面面积；

——墙板计算跨度（mm）；

——墙板等效抗弯刚度（N∙mm2）。

**2.2.3** 计算系数及其他

—地震动力放大系数；

—— 高度z处的阵风系数；

——结构重要性系数；

——水平地震作用分项系数；

——竖向地震作用分项系数；

——永久荷载分项系数；

—— 承载力抗震调整系数；

——风荷载分项系数；

——风荷载效应组合值系数。

—— 风荷载局部体型系数；

—— 风压高度变化系数。

# 3 材 料

## 3.1 轻质混凝土围护墙板材料

**3.1.1**轻质混凝土围护墙板采用的轻质混凝土应符合下列要求：

**1**蒸压加气混凝土应符合现行国家标准《蒸压加气混凝土板》GB15762的规定。

**2** 泡沫混凝土应符合国家现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T266的规定。

**3** 轻骨料混凝土应符合国家现行行业标准《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ51的规定。

**4**聚苯颗粒混凝土应符合国家现行行业标准《轻钢轻混凝土结构技术规程》JGJ 383的规定。

**3.1.2**轻质混凝土围护墙板当采用面板复合时，面板采用的纤维增强无机板应符合相应的产品标准要求和设计要求，当采用玻璃纤维增强水泥板时，应符合国家现行行业标准《外墙用非承重纤维增强水泥板》JC/T 396的规定。

**3.1.3**轻质混凝土围护墙板采用的轻钢龙骨应符合现行国家标准《建筑用轻钢龙骨》GB/T11981的规定。

**3.1.4**轻质混凝土围护墙板采用的钢筋应符合国家现行标准《低碳钢热轧圆盘条》GB/T701、《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB1499.2、《冷轧带肋钢筋》GB13788或《混凝土用冷拔低碳钢丝》JC/T540的规定，并应做有效的防腐处理。

**3.1.5** 轻质混凝土围护墙板的保温材料可采用模塑型聚苯乙烯泡沫板（EPS板）、挤塑型聚苯乙烯泡沫板（XPS板）、硬质聚氨酯板（PU板）、酚醛树脂板（PF）、岩棉（带）等保温材料，也可采用低密度泡沫混凝土或聚苯颗粒混凝土等，墙板保温材料应符合下列规定：

1模塑型聚苯乙烯板(EPS)、挤塑型聚苯乙烯板(XPS)、聚氨酯板（PU）、酚醛树脂板（PF）、岩棉（带）的性能应符合国家现行行业标准《外墙保温复合板通用技术要求》JG/T480的规定。

2其他保温材料应符合现行国家相关标准的规定。

3当防火等级为A级时，宜采用岩棉、泡沫混凝土等A级防火材料，当采用聚苯颗粒混凝土时，其密度不应低于280kg/m3。

**3.1.6**当轻质混凝土围护墙板室内装修层与墙板一体时，室内装修层尚应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325、《混凝土外加剂中释放氨限量》GBl8588和《建筑材料放射性核素限量》GB6566的规定。

## 3.2 轻质混凝土围护墙板

**3.2.1** 轻质混凝土围护墙板物理力学性能应符合表3.2.1的规定。

表3.2.1 墙板性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | 指 标 |
| 1 | 抗冲击性能（次） | ≥5 |
| 2 | 单点吊挂力(kN) | ≥1.0 |
| 3 | 抗弯破坏荷载 | ≥1.5倍板自重，抗弯荷载等级见表3.2.2 |
| 4 | 连接节点承载力（kN） | ≥20 |
| 5 | 外露轻质混凝土抗压强度（不含保温芯材） | ≥3.5 |
| 6 | 软化系数 | ≥0.80 |
| 7 | 折合密度（kg/m3） | ≤1200 |
| 8 | 干燥收缩值（mm/m） | ≤0.5 |
| 9 | 抗渗透性,水面下降高度（mm） | 不透水,≤18 |
| 10 | 空气声计权隔声量（dB） | ≥45 |
| 11 | 耐火极限（h） | ≥2 |
| 12 | 综合传热系数 | 应根据热工分区和建筑节能要求确定 |
| 13 | 含水率（%） | 潮湿地区/中等地区/干燥地区：≤12/10/8 |
| 14 | 抗冻性 | 抗冻性要求见表3.2.3 |

注：1.序号12项，传热系数应考虑断面构造的影响。

2 序号13项中潮湿地区：年平均相对湿度大于75%；中等地区：年平均相对湿度50%~75%；干燥地区：年平均相对湿度小于50%。

**3.2.2** 轻质混凝土围护墙板抗弯荷载等级应符合表3.2.2的规定。

表3.2.2 围护墙板抗弯荷载等级 （kN/m2）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 等级代号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 分级指标值 | ≥2.0 | ≥2.5 | ≥3.0 | ≥3.5 | ≥4.0 | ≥4.5 |

**3.2.3** 轻质混凝土围护墙板抗冻性应符合表3.2.3的规定。

表3.2.3 围护墙板抗冻性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 使用环境条件 | 抗冻标号 | 指标 |
| 温和地区、夏热冬暖地区 | D15 | 质量损失不大于5%，强度损失不大于25%，  不出现可见裂纹，表面无损坏。 |
| 夏热冬冷地区 | D25 |
| 寒冷地区 | D35 |
| 严寒地区 | D50 |
| 注：环境条件应符合GB50176. | | |

**3.2.4**轻质混凝土墙板长度标尺L宜按连接方式不同取值：

1 当墙板外挂时，L为层高减去技术处理空间尺寸；

2 当墙板内嵌时，L为层高减去楼盖结构构件（如梁、板）厚度及技术处理空间尺寸；

3 长度标尺 L宜为10mm的整数倍，且符合设计要求，由供需双方协商确定。

**3.2.5** 墙板宽度标志B宜为300mm的整数倍，优化参数为600mm、900mm，辅助尺寸采用50mm递增。

**3.2.6** 厚度标志尺寸H最小宜为150mm，宜采用10mm递增，优化参数为200mm、250mm、300mm，其他规格尺寸可由供需双方协商确定，其相关技术指标应符合相近规格产品的要求。

**3.2.7**轻质混凝土围护墙板外观质量应符合表**3.2.7**的规定。

表**3.2.7** 外观质量要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 质量要求 |
| 1 | 板面外露筋纤，  飞边毛刺 | 无 |
| 2 | 板面泛黄 | 无 |
| 3 | 面层脱落 | 复合夹芯墙板表面脱落，无 |
| 4 | 板面横向裂缝 | 0.1mm≤宽度≤0.2mm，长度≤B/10，不超过2条/板 |
| 5 | 板面纵向裂缝 | 0.1mm≤宽度≤0.2mm，不超过3条/板，总长≤L/10 |
| 6 | 缺棱掉角 | 宽度长度10mm25mm~2030mm，不超过2处/板 |
| 7 | 蜂窝气孔 | 长径5mm~30mm，深度3mm~10mm， 不超过2处/板 |

注：4、5、6、7项中低于下限值的缺陷忽略不计，高于上限值的缺陷为不合格。

**3.2.8** 轻质混凝土围护墙板尺寸偏差应符合表**3.2.8**的规定。

表**3.2.8**  尺寸偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | | 允许偏差（mm） |
| 板 长L | | ±4 |
| 板 宽B | | ±4 |
| 板 厚T | | ±2 |
| 面板厚（面板复合墙板） | | ±1 |
| 对角线偏差 | | L/600 |
| 表面平整度 | | 3 |
| 侧向弯曲 | | L/1000 |
| 翘 曲 | | L/1000 |
| 预留洞口 | 中心位置 | 10 |
| 洞口大小 | ±5 |
| 预埋连接件 | 中心位置 | 10 |
| 平整度 | 5 |

## 3.3 连接及密封材料

**3.3.1** 轻质混凝土围护墙板面层及连接用玻璃纤维网布增强材料应符合现行行业标准《耐碱玻璃纤维网布》JC/T841的相关规定。

**3.3.2** 轻质混凝土围护墙板安装用预埋件、连接件宜采用不锈钢、耐候钢材料，也可采用碳素结构钢或低合金高强结构钢材，材料选用应符合下列规定：

**1** 不锈钢应采用奥氏体不锈钢，其化学成分应符合现行国家标准《[不锈钢和耐热钢牌号及化学成分](http://www.zjhstg.com/不锈钢管/GB／T20878-2007%20不锈钢和耐热钢-牌号及化学成分.pdf)》GB/T20878的规定；

**2** 耐候钢应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T4171的规定；

**3** 碳素结构钢和低合金高强度结构钢的种类、牌号和质量等级应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700和《低合金高强度结构钢》GB/T1591的规定，并应做防腐处理。

**3.3.3** 轻质混凝土围护墙板连接用焊接材料、螺栓、锚栓等紧固件材料应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661和《钢筋焊接及验收规程》JGJ18等的规定。

**3.3.4** 轻质混凝土围护墙板连接用的胶粘剂材料应满足强度要求和耐久性要求，拌合后的砂浆应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的规定。

**3.3.5** 接缝处密封防水胶应采用有弹性、耐老化的密封材料，衬垫材料与密封防水胶应相容，耐老化与使用年限应满足设计要求；硅酮、聚氨酯、硫磺建筑密封胶应分别符合国家现行标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683、硅酮结构密封胶应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB16776、《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482和《硫磺建筑密封胶》JC/T 483的规定。聚氨酯泡沫填缝剂应符合现行行业标准《单组份聚氨酯泡沫填缝剂》JC936的规定。

**3.3.6**密封胶条宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶制品，并应符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498的规定。

# 4 基本规定

**4.0.1**装配式轻质混凝土围护结构设计应按模数协调的原则实现构配件标准化、系列化，设备产品定型化，并应按建筑、结构、设备和装修一体化设计原则进行综合设计。

**4.0.2**  装配式轻质混凝土围护墙体的设计，应合理选择轻质混凝土材料、墙板板型及构造、与主体结构的连接方式，满足墙板运输、安装、使用过程中的安全及功能要求。

**4.0.3** 装配式轻质混凝土围护结构的墙板设计使用年限宜与建筑使用年限相同，密封及防水设计使用年限不低于20年。

**4.0.4** 装配式轻质混凝土围护结构施工前应进行施工图深化设计。

**4.0.5** 装配式轻质混凝土围护墙板及配套材料应配套使用，并宜由系统产品供应商配套提供。

**4.0.6** 装配式轻质混凝土围护墙板应能适应结构的正常变形，在长期承受自重、风载荷和室外气候变化的情况下，不应出现裂缝、空鼓、脱落等现象，在罕遇地震发生时不应发生脱落。

**4.0.7** 装配式轻质混凝土围护墙板的受力性能应通过计算确定，特殊情况及有设计要求时应通过试验确定或通过试验验证。

**4.0.8** 装配式轻质混凝土围护结构的设计包括：

1. 墙体的布置、墙体的厚度、门窗位置、阳台位置和洞口尺寸；
2. 墙体的保温、隔热、隔声、防水、防潮、防火等技术性能要求；
3. 墙体的力学性能要求和相应的抗风、抗震构造措施；
4. 墙体吊挂重物要求和构造措施。

# 5 建筑设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 装配式轻质混凝土围护结构的建筑设计应根据建筑物的使用功能、建筑立面要求和技术经济能力，选择轻质混凝土围护墙板的立面构成、结构型式和外表面装饰。

**5.1.2** 装配式轻质混凝土围护外墙的饰面宜采用密实、耐久、不易污染的材料。设计单位或建设单位应在墙板生产前确认墙板样品的表面颜色、质感、图案等。

**5.1.3** 装配式轻质混凝土围护结构的设计应根据当地气候条件、设计使用年限、建筑等级、使用功能、建筑造型、节能环保、施工技术等要求，选择轻质混凝土围护墙板和外围护系统，并进行建筑性能与构造设计。

**5.1.4** 装配式轻质混凝土围护结构的建筑设计宜包括以下内容：墙体的保温、隔热设计，防潮设计，防水设计，防火设计，隔声和吸声设计，附加保温装饰层的连接及构造设计，细部构造设计等建筑功能设计。

**5.1.5** 轻质混凝土围护墙板之间、墙板与门窗洞口之间、墙板与主体结构之间应满足防渗漏、防热桥、防火等性能要求。

**5.1.6**外围护墙体的水密性、气密性要求应根据建筑物所在气候地区、使用功能等综合确定。

## 5.2 模数协调

**5.2.1** 采用装配式轻质混凝土围护结构的建筑设计宜符合国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002的规定。

**5.2.2**装配式轻质混凝土围护墙板设计时，宜根据主体结构建筑的开间与柱距、进深与跨度、门窗洞口宽度等模数，按模数协调确定墙板中基本板、洞口板、转角板和调整板等类型板的规格、截面尺寸和公差。

**5.2.3** 当体系中部分构件难于符合模数化要求时，可在保证主要构件模数化和标准化的条件下，通过插入非模数化部件适调间距。

**5.2.4**装配式轻质混凝土围护墙板产品应符合《建筑用轻质混凝土围护墙板》CCES\*-20\*\*的要求，产品应根据模数化要求形成尺寸规格系列供装配式轻质混凝土围护结构建筑设计选用，围护墙板长、宽、高尺寸模数宜满足本规程第3.2.4条、第3.2.5条、第3.2.6条的规定。

## 5.3 热工设计

**5.3.1** 装配式轻质混凝土围护系统热工设计应包括下列内容：

**1**围护系统保温、隔热、防潮等性能设计。

**2** 建筑热工设计应与地区气候相适应，保证室内基本的热环境要求，符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定。

**3**民用建筑热工设计分区及热工设计要求应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定。工业建筑可参照民用建筑热工分区，热工设计要求应根据工业建筑工艺要求确定。

**4**热工设计还包括节能设计，墙体节能设计除应符合国家现行标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《严寒地区和寒冷地区住宅建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75的要求外，尚应满足当地节能设计标准要求。

**5.3.2** 围护结构热工设计应根据地区气候特点，确定墙体传热系数。当选择保温一体化轻质混凝土墙板时，墙板应满足传热系数的要求；当轻质混凝土墙板自身不能满足传热系数要求时，应通过附加保温层达到设计要求的传热系数。

**5.3.3** 围护结构的附加保温层形式、保温材料、厚度应根据建筑所在地的气候条件、结构形式、采暖运行方式、外饰面层等因素选择。

**5.3.4** 围护结构应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176进行保温性能设计，应具有抵御冬季室外气温作用和气温波动的能力，围护墙体内表面温度与室内空气温度的差值应控制在的该规范要求范围内。

**5.3.5** 围护墙体应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176的规定进行隔热设计，在给定两侧温度及变化规律的情况下，外墙内表面最高温度应符合该规范要求。

**5.3.6** 装配式轻质混凝土围护外墙板可通过采用低导热系数的新型墙体材料、具有封闭空气间层的复合墙体构造等措施提高墙板的热阻值，满足围护结构的保温、隔热性能。

**5.3.7** 冬季室外空气计算温度 低于0.9℃时，应对围护墙体进行内表面结露验算。结露验算应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176的规定进行内表面温度计算，计算应考虑墙板中钢龙骨空腔、厚度方向配筋等构造引起的热桥效应，并应采取保温措施，确保热桥内表面温度低于房间气露点温度。

**5.3.8** 热桥部位的处理可遵循下列原则：

**1** 提高热桥部位的热阻；

1. 确保热桥和平壁的保温材料连续；
2. 切断热流通路；
3. 减少热桥中低热阻部分的面积；
4. 降低热桥部位内外表面材料的导热系数。

**5.3.9** 装配式外围护墙体构造应防止水蒸气渗透进入围护结构内部，围护结构内部不应产生冷凝。

## 5.4 防水、防火与隔声

**5.4.1**轻质混凝土围护墙体的外饰面涂料宜采用水溶性涂料，其性能应符合设计要求和相关标准要求。

**5.4.2** 轻质混凝土围护墙体防水应符合行业标准《建筑外墙防水技术规程》JGJ/T235的规定，并应符合下列规定：

**1**应做好密封和防水构造设计，重要部位应有详图；

**2**水平或倾斜的出挑部位以及延伸至地面以下的部位应做防水、防潮处理；

**3**安装设备管道必须固定于主体结构上，并应做密封和防水设计。

**5.4.3** 墙板与墙板间接缝、墙板与主体结构接缝、门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应满足下列规定：

**1** 墙板间的水平缝宜采用高低缝或企口缝构造；

**2** 墙板间的竖缝可采用平口或槽口构造；

**3** 当接缝空腔需要设置导水管排水时，接缝内侧应增设气密条密封构造。

**5.4.4** 墙板连接接缝采用材料防水时，应采用防水性能可靠的嵌缝材料，并应符合下列要求：

**1**接缝宽度设计应满足：在热胀冷缩及风荷载、地震作用等外界环境影响下，接缝尺寸变形不会导致密封胶的破裂或剥离破坏；接缝的变形应满足密封胶最大容许变形要求。

**2** 接缝宽度应控制在6mm~20mm范围内，接缝胶深度控制在8mm~15mm范围内。

**5.4.5** 轻质混凝土围护墙体防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

**5.4.6**外围护墙板的保温芯材燃烧性能等级低于A级时，且采用外挂方式安装时，应设置防火隔离带。防火隔离带的设置应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB50016和行业标准《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ289的规定。

**5.4.7**当使用有机材料作为轻质混凝土围护墙板的保温隔热材料时，保温隔热系统整体应有合理的防火构造措施，并符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的相关规定，在特定高温环境下有害气体挥发量应满足国家相关规范的规定。

**5.4.8** 轻质混凝土围护墙体内装饰材料的燃烧性能应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB50222对不同部位室内材料燃烧性能的要求。

**5.4.9** 轻质混凝土围护墙体的隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》**GB50118**的规定，计权隔声量与交通噪声频谱修正量之和应符合表**5.4.9**规定,当墙板自身不能满足隔声要求时，应采取隔声或吸声措施。

表**5.4.9** 外围护墙体空气隔声标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 建筑类型 | 住宅、学校教学用房、  医院各类房间、办公建筑 | 宾馆客房 | | |
| 特级 | 一级 | 二级 |
| + | 45 | 40 | 35 | 30 |

## 5.5 细部构造

**5.5.1** 装配式轻质混凝土围护墙板应采取防裂、防潮和防雨水措施，并应采取措施保持保温隔热材料干燥。

**5.5.2** 轻质混凝土围护墙板与门窗之间的缝隙、外墙板之间的缝隙应采取构造措施，满足防水和保温隔热要求。

**5.5.3** 轻质混凝土围护墙板挑出的阳台、雨棚、空调室外板等构件与外墙交接处应进行防水及保温隔热处理。

**5.5.4** 轻质混凝土围护墙板预留洞口或开槽位置除应有结构补强措施外，还应对保温隔热采取局部弥补措施。

**5.5.5** 屋面保温隔热系统与外墙保温隔热系统应连续、密实衔接；屋檐挑出构件，轻质混凝土围护墙板和楼板、屋面板连接处，应采取保温措施；当采用室内吊顶保温隔热屋面系统时，屋面与吊顶之间应采取通风措施。

**5.5.6** 轻质混凝土围护墙板采用内嵌式连接时，主体结构外露部位及墙板与主体结构连接处应采取保温措施，确保保温的连续性。

# 6 结构设计

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 装配式轻质混凝土围护结构的墙板及连接应按围护结构进行设计，计算时只应考虑承受直接施加于墙板上的荷载与作用，不应考虑分担主体结构所承受的荷载和作用。

**6.1.2**墙体的高度不宜大于一个层高；带窗子的外围护墙体，宜采用窗附框将窗子荷载直接传到主体结构（图6.1.2a），当窗子直接安装在墙板上时（6.1.2b），应考虑窗子传递到墙板的荷载。



（a）有窗附框 （b）无窗附框

图6.1.2 窗墙排板示意图

1—窗子；2—窗侧墙板；3—窗下墙板；4—窗上墙板；

5—墙板与主体结构连接点；6—窗附框

**6.1.3** 支承墙板的主体结构构件应具有足够的强度和刚度。

**6.1.4**墙板与主体结构的连接节点应具有足够的承载力和适应主体结构变形的能力，并应采取可靠的防腐和防火措施。

**6.1.5** 装配式轻质混凝土围护结构的墙板应满足承载能力极限状态、正常使用极限状态和耐久性要求。

**6.1.6**装配式墙板结构分析应采用线弹性方法，其计算简图应符合实际受力状态。

**6.1.7** 围护墙板及连接除应进行永久荷载、风荷载、设防烈度地震作用计算分析外，还应对主体结构变形下的变形适应性进行分析。

**6.1.8** 装配式轻质混凝土围护结构的墙板应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，并应用分项系数设计表达式进行计算。

**6.1.9**装配式轻质混凝土围护墙板承载力应通过设计计算确定，当没有成熟的计算方法时，可按附录A通过试验确定围护墙板承载力。

## 6.2 荷载与效应

**6.2.1** 计算外围护墙板及连接节点承载力时，荷载组合的效应设计值应符合下列规定：

1 风荷载设计状况：

（6.2.1-1）

2 地震设计状态：

（6.2.1-2）

式中： ——风荷载作用组合的效应设计值；

——水平地震作用组合的效应设计值；

——竖向地震作用组合的效应设计值；

——永久荷载标准值计算的荷载效应值；

——风荷载标准值计算的荷载效应值；

——水平地震作用标准值计算的荷载效应值；

——竖向地震作用标准值计算的荷载效应值；

——永久荷载分项系数，取1.3；

——风荷载分项系数，取1.5；

、——水平地震作用与竖向地震作用分项系数，按表6.2.1取值；

——风荷载效应组合值系数，取0.2。

表6.2.1 地震作用分项系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地震作用 |  |  |
| 仅计算水平地震作用 | 1.3 | 0.0 |
| 仅计算竖向地震作用 | 0.0 | 1.3 |
| 同时计算水平及竖向地震作用（水平地震为主） | 1.3 | 0.5 |
| 同时计算水平及竖向地震作用（竖向地震为主） | 0.5 | 1.3 |

**6.2.2** 进行轻质混凝土围护墙板跨中变形和裂缝验算时，应按本规程第6.2.1条风荷载设计工况，采用荷载的标准组合计算，永久荷载和可变荷载的荷载分项系数均应取 1.0。

**6.2.3**围护墙板的自重标准值应根据所选墙板的产品确定，并应考虑附加保温和内外装饰材料的重量。

**6.2.4**围护结构的风荷载应按下列规定确定：

**1** 垂直于围护外墙表面的风荷载标准值，应按下式计算，且不应小于1.0kN/m2：

（6.2.4）

式中： — 风荷载标准值（kN/m2）；

— 高度z处的阵风系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009取值；

— 风荷载局部体型系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009取值，并应计算建筑物墙板所在位置外部压力和内部压力局部体型系数之和；

— 风压高度变化系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009取值；

— 基本风压（kN/m2），应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009取值。

**2** 对于重要且体型复杂的建筑，宜由风洞试验确定风荷载参数。

**6.2.5** 围护外墙的地震力计算应符合下列要求：

**1** 各块墙板的地震力应施加于其重心，水平地震力应沿任一水平方向。

**2** 墙板自身重力产生的地震作用可采用等效侧力法计算；对支承于不同楼层的围护墙板，除自身重力产生的地震作用外，尚应同时计及地震时支承点之间相对位移产生的作用效应。

**6.2.6** 等效侧力法计算水平地震作用时，水平地震作用标准值宜按下式计算：

（6.2.6-1）

（6.2.6-2）

其中：

—沿最不利方向施加于墙板重心处的水平地震作用标准值，一般应考虑垂直于墙面方向和平行于墙面方向；

—垂直于墙面方向施加于墙板的分布水平地震作用标准值；

—动力放大系数，取5.0；

—墙板的重力荷载标准值；

Aw—墙板单面面积；

—水平地震影响系数最大值，应按表6.2.6取值。

表6.2.6 水平地震影响系数最大值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 6度 | 7度 | 8度 | 9度 |
|  | 0.04 | 0.08（0.12） | 0.16（0.24） | 0.32 |

注：抗震设防烈度7、8度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为0.15g和0.30g。

**6.2.7**竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的0.65倍。

## 6.3 墙板设计

**6.3.1** 装配式轻质混凝土围护墙板承载力极限状态设计应符合下列要求：

**1** 无地震作用组合 γ0*S*d ≤*R*d (6.3.1-1)

**2** 有地震作用组合 *S*d≤ *R*d/γRE (6.3.1-2)

式中：γ0——结构重要性系数，安全等级为一级时，取1.1；安全等级为二级时，取1.0；安全等级为三级时，取0.9；

*S*d——作用组合效应设计值，应按本规程第**6.2.1**条规定计算；

*R*d——墙板抗力设计值，可通过计算或按本规程附录A试验确定；

γRE——承载力抗震调整系数，取1.0。

**6.3.2** 墙板在垂直于墙面均布风荷载作用下跨中相对挠度不应大于层高的1/300，墙板挠度可按两端简支计算，当墙板抗弯刚度没有成熟计算公式确定时，可按附录B试验确定。

**6.3.3**墙板在垂直于墙面的各类荷载下不应出现开裂（计算最大裂缝宽度不应大于0.05mm），裂缝宽度没有成熟公式计算时，可通过附录B试验检验。

## 6.4 连接设计

**6.4.1** 墙板与主体结构的连接应具有足够的强度、刚度和耐久性，连接节点不应先于所连接的墙板或主体结构破坏，并不应产生影响结构受力性能的变形。当有抗震设防要求时，连接强度设计值不应低于轻板连接作用组合效应值的1.2倍及20kN。

**6.4.2**连接节点按承载能力极限状态设计和按正常使用极限状态验算时，应考虑墙体自重、风荷载、地震作用等荷载作用的不利组合，当有必要时，应考虑温度作用的组合。

**6.4.3** 墙板与钢结构连接时宜通过连接件，连接件与钢结构的连接计算应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017的相关规定。

**6.4.4**墙板与混凝土结构连接时宜通过预埋件，预埋件应在主体结构混凝土施工时埋入，预埋件应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的相关规定进行设计。当没有条件采用预埋件连接时，应采用其他可靠的连接措施，并应通过设计计算或试验确定其承载力。

**6.4.5**围护墙板与主体结构的连接构造除应满足强度要求外，还应将墙板荷载传递到主体结构，并能与主体结构变形相适应。

**6.4.6** 外墙板与主体结构采用外挂式连接时，墙板平面内变形能力应为主体结构层间弹性变形限值的3倍，主体结构层间弹性变形限值应符合表6.4.6的规定。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构类型 | | 限值 |
| 混凝土结构 | 框架 | 1/550 |
| 框架-剪力墙  框架-核心筒  板柱-剪力墙 | 1/800 |
| 筒中筒、剪力墙 | 1/1000 |
| 除框架结构外的转换层 | 1/1000 |
| 钢结构 | | 1/250 |
| 注1：表中混凝土结构为高度不大于150m的高层建筑；  注2：当混凝土结构高度不小于250m时，限值为1/500;  注2：当混凝土结构高度在150m~250m时，限值可按线性差值。 | | |

表6.4.6 主体结构楼层间最大位移与层高之比限值

**6.4.7** 外墙板与主体结构采用点支承连接时，连接件的滑动孔尺寸，应根据穿孔螺栓的直径、层间位移值和施工误差等因素确定。

**6.4.8** 外墙板与主体结构采用内嵌式连接时，墙板与主体结构之间宜采用柔性连接，连接节点除具有足够的承载力外，还应满足主体结构的变形能力。

## 6.5 连接构造

**6.5.1** 墙板与主体结构可采用内嵌式连接和外挂式连接两种形式。

**6.5.2** 当外墙板与主体结构采用内嵌式连接时，墙板的上、下节点构造可根据被连接主体结构形式选用：可与混凝土的边梁连接，见图6.5.2（a）；可与钢结构或混凝土结构的混凝土楼板连接，见图6.5.2（b）；可与钢结构的混凝土楼板和钢梁连接，见图6.5.2（c）；可与钢梁连接，见图6.5.2（d）。

 

（a）与混凝土梁连接 （b）与混凝土楼板连接

 

（c）与混凝土楼板及钢梁连接 （d）与钢连连接

图6.5.2 内嵌式节点

1—轻质墙板；2—混凝土边梁或板；3—预埋件；4—连接角钢；

5—连接压板；6—连接螺杆；7—预埋螺丝或连接杆；8—坐浆

**6.5.3** 当外墙板与主体结构采用外挂式连接时，墙板的上、下节点构造可根据被连接主体结构形式选用：可与混凝土的边梁连接，见图6.5.3（a）；可与钢结构或混凝土结构的混凝土楼板连接，见图6.5.3（b）；可与钢结构的混凝土楼板和钢梁连接，见图6.5.3（c）；可与钢梁连接，见图6.5.3（d）（e）。

 

（a）与混凝土梁连接 （b）与混凝土楼板连接

  

（c）与混凝土楼板及钢梁连接 （d）与钢连连接 （e）与钢梁连接

图6.5.3 外挂式节点

1—轻质墙板；2—混凝土边梁或板；3—预埋件；4—连接角钢；

5—连接压板；6—连接螺杆；7—预埋螺丝或连接杆；8—坐浆

# 7 加工制作

## 7.1一般规定

**7.1.1**墙板的生产制作单位应具备相应的设备、机具；应保证构件加工精度的要求，量具应定期进行计量检定。并应有完善的质量管理体系和相应的检测手段。

**7.1.2**墙板在加工制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应制定生产方案；生产方案应包括排板拼接图、特殊板放样、生产工艺、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

**7.1.3**对于定制尺寸墙板，在加工制作前，应对建筑物的设计施工图进行核对，并应对已建的建筑物进行复测，按实测结果调整墙板的高度偏差。

## 7.2 加工制作

**7.2.1**轻质混凝土围护墙板生产企业应采用性能稳定的原材料生产轻质混凝土围护墙板，逐批验收进厂原材料合格证，并对主要原材料的性能进行定期复检。

**7.2.2**轻质混凝土围护墙板采用的轻质混凝土应符合本规程第3.1.1条的规定，用于生产轻质混凝土墙板的胶凝材料、集料、水、外加剂等均应符合国家现行有关标准的规定。

**7.2.3** 轻质混凝土围护墙板所用纤维增强无机板、轻钢龙骨、配筋应分别满足本规程第3.1.2条、第3.1.3条和第3.1.4条的规定。

**7.2.4** 轻质混凝土围护墙板采用的保温材料应符合本规程第3.1.5条的规定。

**7.2.5**当有条件时，轻质混凝土围护墙板内的预埋管线宜在生产时埋入，预埋管线定位尺寸应满足设计要求。

**7.2.6**轻质混凝土围护墙板的物理力学性能应满足本规程第**3.2.1**条的规定。

**7.2.7**轻质混凝土围护墙板外观质量、尺寸偏差、预埋件位置、预留洞口偏差应满足本规程第**3.2.7**条和第**3.2.8**条的墙板进场检验要求。

**7.2.8**轻质混凝土围护墙板检查合格后，应在构件上设置表面标识，标识内容宜包括墙板编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。

## 7.3运输与堆放

**7.3.1**轻质混凝土围护墙板运输时应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施，并对轻质混凝土围护墙板边角部位宜设置保护衬垫。

**7.3.2**轻质混凝土围护墙板存放过程中应采取防潮、防水、防雨、防暴晒等保护措施，贮存条件应符合产品使用说明书的规定。

**7.3.3**轻质混凝土围护墙板堆放时可采用插放架或靠放架直立堆放，也可采用水平堆放。直立堆放的插放架或靠放架应有足够的承载力和刚度，并应采取保持支架稳固的措施；平堆放时，轻质混凝土围护墙板连接件应朝上，码垛层数应经过验算。

# 8 施 工

## 8.1 施工准备

**8.1.1**轻质混凝土围护墙板安装应在墙体安装部位的主体结构验收合格后进行。

**8.1.2**混凝土结构预埋件、钢结构连接件应在主体结构施工时埋设和连接，预埋件、连接件的尺寸及位置偏差应符合设计要求。当设计无明确要求时，预埋件、连接件的标高偏差不应大于 10mm ，位置偏差不应大于 20mm。

**8.1.3** 轻质混凝土围护墙板应有专业厂家生产，并应提供满足设计要求的承载力、正常使用性能等产品性能指标。

**8.1.4**施工作业人员应进行必要的技术培训，经考核合格，方可上岗作业；作业前应进行技术交底，熟悉施工图及相关技术文件。

**8.1.5** 轻质混凝土围护结构施工前应编制专项施工方案，施工方案应包括下列内容：

**1** 应根据轻质混凝土围护墙板特点和设计要求确定吊装方案、连接方法、防水做法、门窗洞口做法、穿墙管线以及吊挂重物的加固构造措施等；

**2** 应根据轻质混凝土围护墙板产品和设计图纸绘制排板图，确定安装顺序；

**3**施工质量控制措施以及安装后墙体的成品保护措施；

4冬季或雨季施工时，应包括相应的防冻、防水等技术措施；

**5**控制施工现场粉尘、废弃物、噪声等对周围环境影响的环保措施；

**6** 防火安全措施和安全文明施工措施。

**8.1.6** 施工前准备工作应符合下列要求：

**1** 装卸、运输过程中墙板面层材料发生碰损时，应在安装前修补，当墙板损伤影响结构受力时，应先作补强处理；

**2**材料进场时，应进行进场验收，供方应提供产品合格证、质量检验报告、承载力和正常使用性能试验报告；

**3**材料进场后，应按不同种类或规格堆放，不得被其他物料污染，露天堆放时应有防潮、防雨和防暴晒等措施；

**4**提前先拼装后安装的大块外围护墙体单元应在加工区组装完成，并按建筑楼层与轴线编号；

**5** 复核轻质混凝土围护墙板装配位置、节点连接构造及临时支撑方案；

**6** 将与轻质混凝土围护墙板连接处的楼面、梁面、柱面和地面清理干净；

**7** 预埋件及连接件等应清理干净，清除表面浮锈；

**8**检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态。

**8.1.7**大面积施工前，宜选择有代表性的轻质混凝土围护墙板进行样板墙安装，根据安装结果及时调整、完善施工方案，并经有关各方确认后，方可进行施工。

## 8.2 安装与连接

**8.2.1**轻质混凝土围护墙板安装可根据连接形式的不同采用相应的安装顺序。外挂式围护墙体单元宜分层按顺序吊装，先下后上，逐层安装；内嵌式围护墙体可不考虑分层顺序。

**8.2.2** 同层、同侧墙体宜从一端向另一端顺序安装，当有门窗洞口时，可从洞口向两侧顺序安装。

**8.2.3**轻质混凝土围护墙板可采用单板安装，也可采用先在地面拼装成组合墙体单元再安装。组合墙体单元的划分应满足立面形式、建筑功能、结构受力及经济合理等要求，并应便于组装、运输和施工安装。

**8.2.4** 轻质混凝土围护墙板起吊宜采用专用吊具，吊装方案应经过设计、验算或试验检验，起吊时绳索与水平面夹角不宜小于60°，不应小于45°，起吊就位应垂直平稳。

**8.2.5** 轻质混凝土围护墙板吊装就位后应采取临时固定措施保证构件稳定，并应及时校正位置和垂直度。垂直度应以墙板外表面为主进行校核，墙板接缝位置应以满足墙面平整、相邻表面平顺为目标进行校核。

**8.2.6**轻质混凝土围护墙板与主体结构采用螺栓连接、焊接时应按设计要求或相关规范规定进行施工检查和质量控制，并做好外露部分的防腐和防火处理。

**8.2.6**轻质混凝土围护组合墙体单元、墙板单元接缝处施工应符合下列规定：

**1**施工前，应将板缝空腔清理干净，并保持干燥；

**2**应按设计要求填塞填充材料；

**3**密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、表面平滑，其厚度应符合设计要求。

**8.2.7** 当轻质混凝土围护墙板接缝采用专用粘结剂连接时，应在连接接触面两侧均匀满刮粘结材料，对接缝隙内填满的粘结材料应密实挤紧，并应将挤出的粘结材料刮平。

**8.2.8** 轻质混凝土围护墙板内布置的线管应在墙板生产时预埋，当墙板内安装管线需要现场开槽时，应经过设计和厂家认可，并应满足下列规定：

**1** 应使用专用切割工具在板的单面开槽，并应在管线安装完成后用不低于C20细石混凝土填补；

**2** 竖向槽深不宜大于板厚的1/3，水平向槽深不宜大于板厚的1/5，水平向槽长不应大于板宽的1/3；

**3** 开槽不宜切断配置的竖向钢筋或型钢，当切断钢筋或型钢时应采取补强措施达到原墙板承载能力。

**8.2.9** 墙板面需开洞时，洞口尺寸不宜大于80mm×80mm，不应大于150mm×150mm，且洞宽不应大于板宽的15%。

**8.2.10** 轻质混凝土围护墙板安装后应根据墙板产品要求进行相应的墙面处理，墙面处理应符合下列要求：

**l** 墙面处理应在门框、窗框、管线及设备安装完毕后进行；

**2** 对墙面小的破损和孔隙应先用腻子填满刮平，对不带饰面的毛坯墙应满铺防裂网并刮腻子找平；

**3**对有防潮或防渗漏要求的墙体，应按设计要求进行墙面防水处理。

**8.2.11** 轻质混凝土围护墙体的门、窗安装应满足下列规定：

**1** 安装在墙板上的门窗，宜在墙板预制时根据设计要求位置安装预埋件；

**2** 安装在附框上的门窗，应在安装墙板时按设计要求位置安装对应的附框；

**3** 门、窗的安装应在墙板安装完毕后进行，安装前应检查洞口的垂直度、平整度及对角线差值，当不满足要求时应进行调整。

**8.2.12**施工过程中及工程验收前，应对轻质混凝土围护墙体采取保护措施， 防止污染或损坏墙体，保护内容主要包括：

**1**禁止在轻质混凝土围护墙面上随意剔凿，并避免尖锐对象撞击；

**2**门窗洞口的边、角，宜采取保护性措施。

**8.2.13**轻质混凝土围护结构施工过程中应采取安全保证措施，并应注意下列事项：

**1**吊装墙板时，墙板下方应拉警戒线，墙板就位固定后方可脱钩；

**2** 遇到雨、雪、大雾天气，或者风力大于5级时，不得进行吊装作业。

**8.2.14**当轻质混凝土围护墙板自身保温不能满足建筑节能要求时，应按设计要求在墙板安装完成后进行保温系统施工。

**8.2.15**除本规程规定外，轻质混凝土围护结构安装施工尚应符合《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46和地方相关标准的规定。

# 9 验 收

## 9.1 一般规定

**9.1.1** 装配式轻质混凝土围护结构施工可按建筑装饰装修分部工程中外围护墙板子分部工程、外墙防水子分部工程和建筑节能分部工程中外围护墙节能子分部工程来验收。

**9.1.2** 装配式轻质混凝土围护结构工程施工质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411的相关规定。

**9.1.3**装配式轻质混凝土围护结构施工可根据材料划分为围护墙板、连接材料、防水材料，当有附加保温层时，还包括保温材料等检验批。

**9.1.4** 装配式轻质混凝土围护结构施工可根据施工内容分为墙板安装、板缝连接、防水施工、保温安装等检验批。

**9.1.5** 轻质混凝土围护墙板同一批材料制成的相同规格的轻质混凝土围护墙板，每1000件为一个检验批，不足1000件时亦作一个检验批。

**9.1.6** 检验批质量合格应符合下列规定：

**1** 主控项目的质量经抽样检验均应合格；

**2** 一般项目的质量经抽样检验应合格；一般项目当采用计数抽样检验时，合格点率应达到90%及以上，且偏差不应超过允许值的1.5倍；

**3** 应具有完整的施工操作依据、质量检查记录。

**9.1.7** 每个检验批应至少抽查5%，但不得少于3件。

**9.1.8**轻质混凝土围护结构工程质量验收应根据工程实际情况选择检查下列文件和记录：

**1**轻质混凝土围护墙板和主要配套材料的出厂合格证、性能检测报告、进场验收记录、抽样复验报告；

**2**轻质混凝土围护结构施工图或竣工图、结构计算书或结构性能试验报告、热工性能计算书或热工性能试验报告；

**3**施工方案和施工工艺；

**4**轻质混凝土围护墙板安装施工记录文件；

**5**隐蔽工程检查验收文件；

**6**分项工程质量验收文件；

**7**后置埋件的现场拉拔检测报告；

**8**施工过程中重大技术问题的处理文件、设计变更或洽商记录等文件。

**9**墙体的气密性能、水密性能检测报告；

**10**外墙防水施工记录；

**11**轻质混凝土围护结构接缝及门窗安装部位淋水试验记录；

**12** 其他必要文件和记录。

**9.1.9**装配式围护结构工程应在安装施工过程中完成下列隐蔽项目的现场验收：

**1**预埋件；

**2**墙体与主体结构的连接节点；

**3**外围护墙体与主体结构之间的封堵构造节点；

**4**外围护墙体变形缝及墙面转角处的构造节点。

## 9.2 墙板及配套材料

主控项目

**9.2.1** 轻质混凝土围护墙板应在明显部位标明生产单位、型号、生产日期和质量验收合格标志，并应提轻质混凝土围护出厂证明文件。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查产品合格证书。

**9.2.2** 轻质混凝土围护墙板的结构性能应经过试验检验，并应符合设计要求。

检查数量：同一类型墙板，不超过1000件为一个检验批，每批抽取一件进行试验。

检验方法：承载力、正常使用性能试验检验。

**9.2.3** 轻质混凝土围护墙板的预埋件、预留孔洞规格、数量应符合本标准和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照本标准和设计图纸进行观察。

**9.2.4** 轻质混凝土围护墙板不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，当尺寸偏差影响结构性能以及影响安装、使用功能时，不得使用。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查技术方案。

**9.2.5**连接材料、防水材料、保温材料应符合本标准和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察并检查产品合格证书。

一般项目

**9.2.6** 轻质混凝土围护墙板的外观质量不宜有一般缺陷。外观质量一般缺陷应符合本规程表3.2.7的规定，对已经出现的一般缺陷应按技术方案进行处理，并应重新验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查技术方案。

**9.2.7** 轻质混凝土围护墙板外形、预埋件、预留孔洞的尺寸允许偏差应符合本规程表3.2.8的规定。

检查数量：同一类型墙板，不超过100个墙板为一个检验批，每批现场抽查5%，且不应少于3件。

## 9.3 安装及成品

主控项目

**9.3.1**安装及成品检验批划分应符合下列规定：

**1**轻质混凝土外围护墙体应结合楼层、结构缝或施工段划分检验批，不大于1000m2划分为一个检验批；

**2** 每个检验批每100m2应至少抽查一处，每处不得小于10m2。

**9.3.2**检验批质量合格应符合下列规定：

**1**主控项目和一般项目的质量经抽样检验合格；

**2**具有完整的安装施工操作依据、质量检查记录。

**9.3.3**轻质混凝土外围护墙体单元的结构性能、热工性能应符合设计要求。检验方法：检查型式检验报告、出厂检验报告。

**9.3.4**主体结构的预埋件、后置埋件的位置、数量、规格尺寸及后置埋件的拉拔力应符合设计要求。检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录；后置埋件的拉拔试验检测报告。

**9.3.5**轻质混凝土外围护墙体与主体结构预埋件或后置埋件之间的连接、安装必须可靠并符合设计要求。检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

**9.3.6**轻质混凝土外围护墙体单元间的接缝处理、构造节点及嵌缝做法应符合设计要求。检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

**9.3.7**轻质混凝土外围护墙体与门窗安装部位不得渗漏。检验方法：观察和淋水试验检查。

**9.3.8**严寒和寒冷地区外墙热桥部位，应按设计要求采取节能保温等隔断热桥措施。检验方法：对照设计和施工方案观察检查；检查隐蔽工程验收记录。

一般项目

**9.3.9**轻质混凝土外围护墙体的造型、立面应符合设计要求。饰面层不得有缺角、裂纹、裂缝、斑痕等不允许的缺陷。面板表面应平整、洁净，无污染。检验方法：观察；尺量检查。

**9.3.10**板缝应平直，均匀。注胶封闭式板缝的注胶应饱满、密实、连续，胶缝的宽度和厚度应符合设计要求；胶条封闭式板缝的胶条应连续、均匀、安装牢固，板缝宽度应符合设计要求。检验方法：观察；尺量检查。

**9.3.11**轻质混凝土外围护墙体与主体结构之间的封堵构造应整齐美观，并符合设计要求。检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

**9.3.12**轻质混凝土外围护墙体的变形缝及墙面转角处的构造应符合设计要求。检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

检验方法：观察、检查施工记录及填充材料强度，包括隐蔽工程记录。

**9.3.13** 轻质混凝土墙板安装位置、平整度、垂直度允许偏差应符合表9.3.13的规定。

检查数量：全数检查。

表9.3.13 墙体安装的允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
| 1 | 轴线位移 | 5 | 用钢尺量 |
| 2 | 表面平整度 | 3 | 用靠尺和塞尺量 |
| 3 | 相邻板高差 | 3 | 用靠尺和塞尺量 |
| 4 | 层内垂直度 | 3 | 用托线板或吊线，钢尺量 |
| 5 | 门窗洞口尺寸 | ±5 | 用钢尺量 |

# 9.3.14 轻质混凝土外围护墙体接缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：按批检验。每个检验批每100m2应至少抽查一处，每处不少于10m2。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

# 10 维护

**10.0.1**工程竣工验收时，承包方应向业主提供墙体使用维护说明书。说明书应包括下列内容：

**1**轻质混凝土外围护墙体的使用注意事项；

**2**轻质混凝土外围护墙体日常与定期的维护、保养要求；

**3**轻质混凝土外围护墙体的主要结构特点及易损零部件更换方法；

**4**承包商的保修责任。

**10.0.2**建筑使用维护说明书中宜包含下列注意事项：

**1**不得破坏轻质混凝土外墙饰面层和保温层；

**2** 不得在外墙上安装超过设计要求的挂件；

**3**装修时不得破坏与外墙相连的厨房或卫生间的防水层；

**4**未经设计许可，不得随意在外墙上开洞和安装空调或其他设备。

**10.0.3**在工程竣工验收后，当遇到特大级风、地震等自然灾害时，应对外围护墙体进行一次全面检查。

**10.0.4** 建筑正常使用过程中，每五年宜对围护外墙检查和维护一次，检查和维护项目应包括：

**1**轻质混凝土外围护墙体有无变形、错位、松动，当发现上述情况，应对该部位对应的隐蔽结构进行进一步检查；

**2**轻质混凝土外围护墙体的主要承力构件、连接构件和连接螺栓等是否损坏、连接是否可靠、有无锈蚀等；

**3**密封胶有无脱胶、开裂、起泡，密封胶条有无脱落、老化等损坏现象；重点检查单元板块间的胶条有无松动、脱落、老化等损坏现象，发现密封胶或密封胶条脱落或损坏时，应及时进行修补与更换。

**10.0.4**轻质混凝土外围护墙体的检查、保养与维修的作业中，凡属高空作业者，应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80的有关规定。

# 附录A 轻质混凝土围护墙板抗力设计值试验确定方法

**A.0.1**墙板受弯承载力设计值可采用本附录试验方法确定，试验应符合现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152的相关规定。

**A.0.2**墙板试件宜采用足尺，试件与试验装置之间的连接、支承方式应能合理、有效地模拟结构构件的受力状态。

**A.0.3**对相同型号轻板的同一性能X进行试验测试，有效试件数量不少于3件，墙板达到承载力极限状态判断准则应符合现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152的规定，并应按表A.0.3确定承载力检验系数。

表A.0.3 承载力检验系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 受力类型 | 承载力标志 | 承载力检验系数 |
| 受 弯 | 弯曲挠度达到跨度的1/50或悬臂长的1/25 | 1.20（1.35） |
| 受拉主筋处裂缝宽度达到1.50mm或钢筋应变达到0.01 | 1.20（1.35） |
| 构件受拉主筋断裂 | 1.60 |
| 弯曲受压区混凝土开裂、破碎 | 1.30（1.50） |

注：采用无明显屈服钢筋为主筋时，取用括号内数值。

**A.0.4**同型号墙板性能量测结果考虑承载力检验系数后的统计特征值应按下列公式计算：

（A.0.4-1）

平均值： （A.0.4-2）

标准差： （A.0.4-3）

式中：—性能X的第*i*个测量值，X包括受弯、轴心受压、受剪承载力等；

—第*i*个测量值考虑承载力检验系数后的数值；

**A.0.5**对试验中多次量测系列数据中与其余量测值有明显差异的可疑数据，可按下式决定取舍：

（A.0.5）

式中：*d*n—合理的误差限制，按本规范表A.0.5取值。

表A.0.5 试验值舍弃标准

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *d*n | 1.65 | 1.73 | 1.80 | 1.86 | 1.92 | 1.96 |

注：当量测次数小于5次时，如果能够确定某一量测结果为可疑数据，可以直接将可疑数据舍弃；若不能确定某一量测结果是否为可疑数据，则需要增加试验次数。

**A.0.6**墙板性能X的抗力设计值可按下列公式计算得到：

（A.0.6）

式中：—— 分位值为0.05时的单侧容限系数，按本标准表A.0.6取值。

表A.0.6 取值表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *k*s | 3.37 | 2.63 | 2.33 | 2.18 | 2.08 | 2.00 | 1.95 | 1.92 |

# 附录B 墙板刚度与抗裂试验检验方法

**B.0.1**轻质混凝土外围护墙板在按本标准附录A得到抗力设计值后，可采用本附录方法检验轻板的正常使用性能，试验方法应符合现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152的规定。

**B.0.2**挠度检验应在使用状态试验荷载作用下、持荷结束时量测挠度值，挠度试验检验应符合下列要求：

（B.0.2-1）

—在使用状态试验荷载作用下，构件的挠度实测值（mm）；

—构件挠度设计的限值（mm），墙板应取跨度的1/300；

—考虑荷载长期效应组合对挠度增大的影响系数，受压侧配筋率时取=2.0，时取1.6，其他情况线性插值；

**B.0.3**裂缝宽度检验应在使用状态试验荷载作用下、持荷结束时量测裂缝宽度，并取量测结果的最大值作为最大裂缝宽度实测值，构件裂缝宽度试验检验应符合下列要求：

（B.0.3-1）

—在使用状态试验荷载作用下，构件的最大裂缝宽度实测值（mm）；

—构件最大裂缝宽度检验允许值（mm），按表B.0.3采用。

表B.0.3 构件最大裂缝宽度检验允许值（mm）

|  |  |
| --- | --- |
| 设计标准限值 |  |
| 0.05 | 0.03 |
| 0.10 | 0.07 |

# 

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对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，在正常情况均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中必须按指定的标准、规范或其它有关规定执行的，其用语是“应按……规定确定”或“应符合……规定”；非必须按照所指定的标准、规范或规定执行的，其用语是“参照…”

# 引 用 标 准 名 录

**1** 《建筑结构荷载规范》GB 50009

**2** 《混凝土结构设计规范》GB 50010

**3** 《建筑抗震设计规范》GB 50011

**4** 《建筑设计防火规范》GB 50016

**5** 《钢结构设计规范》 GB 50017

**6** 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018

**7**  [《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068](http://www.so.com/link?m=a7EV7l8rtD81KVBsj4bb9%2BQ6%2BbUcIme%2BVUut4o%2BmYVEHhDlj5HZ32b1iR4SDUJD42Pd4dzERa7BTHf2X2zIzhBdnC6aeMaVraWgBYN7cb4uVqWJMc)

**8**  《工程结构可靠性设计统一标准》 GB 50153

**9** 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204

**10** 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300

**11** 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325

**12** 《钢结构焊接规范》GB 50661

**13** 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

**14** 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566

**15** 《碳素结构钢》GB/T 700

**16** 《混凝土外加剂中释放氨限量》GB 18588

**17** 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591

**18** 《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518

**19** 《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190

**20** 《耐候结构钢》GB/T 4171

**21** 《铝合金建筑型材》GB/T 5237

**22** 《蒸压加气混凝土性能试验方法》GB/T 11969

**23** 《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683

**24** 《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978

**24** 《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878

**25** 《预拌砂浆》GB/T 25181

**26** 《住宅建筑模数协调标准》GB/T 50100

**27** 《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152

**28** 《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ 12

**29** 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

**30** 《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19

**31** 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114

**32** 《建筑隔墙用轻质条板》JG/T 169

**33** 《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482

**34** 《硫磺建筑密封胶》JC/T 483

**35** 《耐碱玻璃纤维网布》JC/T 841

**中国工程建设协会标准**

**装配式轻质混凝土围护结构技术规程**

**CECS \*\*\*\*:2019**

# 1 总 则

1.0.1 围护体系是建筑的重要组成部分，可占到土建部分工程量的40%左右，随着我国装配式建筑的快速发展，围护体系也在向装配式发展，砖、砌块等砌筑式外墙建造方式将被逐渐淘汰，随之而来的是装配式围护体系。轻质混凝土围护体系是除金属围护体系外的重要形式，适合于混凝土框架结构、钢结构等工业和民用建筑，可占装配式围护体系的80%以上，但是，目前国内轻质混凝土围护体系的设计、施工和验收大都按厂家的要求进行，缺少统一的技术标准，本标准正是为装配式轻质混凝土围护结构的设计、施工、验收而编制。

装配式轻质混凝土围护体系已经在工程中大量应用，符合装配式建筑发展要求，工厂预制可提高围护体系技术质量、现场安装可提高现场施工速度，墙体、保温、装饰一体化围护体系可减少现场施工环节，有效提高现场施工效率。该项工程建设标准是装配式建筑标准体系中不可或缺的关键标准，是“十三五”国家重点研发计划“建筑工业化技术标准体系与标准化关键技术”中的关键标准，本标准的编制可进一步完善装配式建筑标准规范，推进[集成化](https://baike.so.com/doc/1977904-2093186.html)设计、[工业化](https://baike.so.com/doc/5401329-5638943.html)生产、装配化施工、[一体化](https://baike.so.com/doc/5331090-5566327.html)装修，支持部品部件生产企业完善品种和规格，引导企业研发适用技术、设备和机具，提高装配式建材应用比例，促进建造方式现代化。

1.0．2 本标准的名称为“装配式轻质混凝土围护结构技术规程”，虽然围护结构包括了围护墙体和屋面系统，但是，现在行业内所指的装配式轻质混凝土围护结构多指围护外墙体系，市场上发展的装配式轻质混凝土围护体系也是围护墙体，因此，本规程特指围护外墙体系，未包括屋面围护体系。

1.0.3围护结构装配式轻质混凝土围护结构包括了混凝土结构，与主体结构的连接，主体结构可为钢结构或混凝土结构，围护结构的主要功能是保温、隔热、隔音等建筑功能，因此，除了满足本规程要求外，还应满足《混凝土结构设计规范》GB50001、《钢结构设计规范》GB50017、《民用建筑热工设计规范》GB50176、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411等标准的相关规定。

# 2 术语和符号

## 2.1术语

本节所列术语参照了《民用建筑设计术语标准》GB/T50504-2009和《墙体材料术语》GB/T 18968-2003。

轻骨料混凝土是用轻粗骨料、轻细骨料或普通砂、水泥和水配制成的干表观密度不大于1950kg/m3的混凝土，当用于轻板结构时，密度一般不大于1600kg/m3。《轻钢轻混凝土结构技术规程》 JGJ383-2015中给出轻混凝土定义，也就是轻质混凝土的定义：干密度不大于1600kg/m3的泡沫混凝土或聚苯颗粒混凝土，轻骨料混凝土、泡沫混凝土或聚苯颗粒混凝土都可用于制造轻板。蒸压加气混凝土是以水泥、石灰、硅砂为主要原料，以铝粉为发气剂，经过高温高压蒸汽养护而成的多孔混凝土材料,简称ALC(或NALC)，密度一般不大于900kg/m3。

**2.1.3**轻质混凝土围护墙板按断面结构可分为实心单一材料墙板、空心单一材料墙板、面板复合墙板和夹芯复合墙板，见图1。



（a）轴测图

 

（a）实心单一材料墙板剖面 （b）空心单一材料墙板剖面

 

（c）面层复合墙板剖面 （d）夹芯复合墙板剖面

1——轻质混凝土；2——配筋；3——面层混凝土板；4——轻钢龙骨；5——保温夹芯

图1 轻质混凝土围护墙板构造示意图

# 3 材 料

## 3.1 轻质混凝土围护墙板材料

**3.1.1**围护结构主要承受墙板自重、单层的风荷载和地震荷载，荷载相对较小，因此，墙板承受的弯矩、剪力都不大，混凝土强度不需要很高；另外，围护结构会给建筑结构附加重力荷载，自重越小，附加荷载越小，所以，多采用轻质混凝土。目前常见的轻质混凝土有蒸压加气混凝土、泡沫混凝土、轻骨料混凝土、聚苯颗粒混凝土等。

《蒸压加气混凝土板》GB 15762是专门针对墙板的标准，配筋板材强度按《蒸压加气混凝土板》GB 15762-2008最低取A2.5。《泡沫混凝土》JG/T266-2011中泡沫混凝土按干密度分为16个等级，分别对应于A01、A02……A16，干密度分别对应于100kg/m3、200kg/m3…...1600kg/m3，干密度较低时，泡沫混凝土可只用作保温材料，用于受力时干密度从400 kg/m3开始考虑。聚苯颗粒混凝土近来虽然应用较多，但是，相应的材料、产品标准还没有，其力学性能在《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ51中有规定。

当采用轻质混凝土只作为保温时，强度和密度可不受限制。

**3.1.2**轻质混凝土围护墙板当采用面板复合时，面板是采用预先制作好的纤维增强水泥板或其他板材，最常用的是玻璃纤维增强水泥纤维板，应符合国家现行行业标准《外墙用非承重纤维增强水泥板》JC/T 396的规定。另外，还应选择合适的厚度，保障面板的抗渗、防潮等建筑要求。

**3.1.3**四种类型的轻质混凝土围护墙板都可采用轻钢龙骨来受力，轻钢龙骨的类型、材料要求等都在国家标准《建筑用轻钢龙骨》GB/T11981中有规定。

**3.1.5**轻质混凝土围护墙板是适应装配式建筑的一种围护体系。保温材料和装饰面层可在工厂与墙板一起预制完成，形成一体化墙板，减少现场的施工工序。轻质混凝土围护墙板结构自身有一定的保温性能，但是，在北方地区还不能满足建筑保温需要，需要与保温材料复合在一起或在轻板结构上做保温，保温材料可采用EPS板、XPS板、PU板等有机泡沫塑料材料，但必须做好防火构造措施，在特定高温环境下有害气体挥发量应满足国家相关规范要求，产品厂家应对高温下有害气体的挥发进行检验和说明。试验表明，当采用聚苯颗粒混凝土时，其密度不低于280kg/m3时，就可以满足A级防火要求。

轻质混凝土墙板保温隔热材料采用模塑聚苯乙烯泡沫板（EPS板）、挤塑聚苯乙烯泡沫板（XPS板）、硬质聚氨酯板（PU板）、岩棉等时，材料性能指标应符合表3.1.5的规定，并应满足耐久性要求。

表3.1.5 保温隔热材料性能指标

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 保温材料 | EPS板 | XPS板 | | PU板 | 岩棉 | |
| 不带表皮 | 带表皮 | 板 | 条 |
| 表观密度（kg/m3） | 18~22 | 22~35 | | 20~80 | 64~120 | ≥100 |
| 导热系数[W/(m·K)] | ≤0.039 | ≤0.032 | ≤0.030 | ≤0.024 | ≤0.040 | ≤0.048 |
| 水蒸气渗透系数[ng/(Pa·m·s)] | ≤4.5 | ≤3.5 | | ≤6.5 | — | |
| 压缩强度（Mpa） | ≥0.10 | ≥0.20 | | ≥0.08 | — | |
| 体积吸水率（%） | ≤3.0 | ≤1.5 | | ≤3.0 | ≤5.0 | |

注：压缩强度为相对压缩变形为10%时对应的压缩应力。

**3.1.6**国家质检总局2001年底颁布《室内装饰装修材料有害物质限量10项强制性国家标准》，分别为《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量》GB 18580、《室内装饰装修材料溶剂型木器涂料中有害物质限量》GB 18581、《室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量》GB 18582、《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》GB 18583、《室内装饰装修材料木家具中有害物质限量》GB 18584、《室内装饰装修材料壁纸中有害物质限量》GB 18585、《室内装饰装修材料聚氯乙烯卷材地板中有害物质限量》GB 18586、《室内装饰装修材料地毯、地毯衬垫及地毯用胶粘剂中有害物质释放限量》GB 18587 、《混凝土外加剂中释放氨限量》GB 18588、《建筑材料放射性核素限量》GB 6566，轻板用装饰装修材料应满足这10项标准要求。

## 3.2 轻质混凝土围护墙板

3.2.1由于外墙板采用的混凝土强度低，为了保证轻质墙板或屋面板的耐久性，故对其软化系数作出要求，围护结构外墙材料的软化系数是参考《普通混凝土力学性能试验方法》GB50081确定。

抗冲击性能是为了保证轻板结构在使用过程中承受可能存在的冲击，行业标准《建筑隔墙用轻质条板》JG/T 169-2016第7.4.1节给出了确定轻板抗冲击性的试验装置和试验方法，轻板要在30kg沙袋按要求冲击5次后满足开裂相应要求。单点吊挂力的确定是根据吊装、运输和使用过程中可能存在的吊挂要求确定的，行业标准《建筑隔墙用轻质条板》JG/T 169-2016第7.4.7节给出了确定单点吊挂承重力的装置和试验方法。

3.2.2 轻质混混凝土围护墙板按《混凝土轻质条板》JG/T 350-2011和 《建筑用轻质混凝土围护墙板》对外墙板的要求分为6个荷载等级，最低要求为2.0kN/m2。

3.2.3 轻质混凝土墙板的抗冻等级是参考《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574确定。由于轻板采用的混凝土强度低，混凝土内空隙多，为了保证轻质墙板或屋面板的耐久性，故对其抗冻性作出要求。

**3.2.5**墙板的宽度采用模数化尺寸，根据《住宅建筑模数协调标准》GBT50100的规定，建筑的装修网格由内部部件的重复量和大小决定，宜采用nM，优先采用3M，也就是300mm。市场上最常用的条板宽度都为600mm，因此，墙板宽度的优化参数为600mm、900mm。

3.2.6《住宅建筑模数协调标准》GBT50100-2001外墙厚度的优先尺寸系列为150mm、200mm、250mm、300mm。

## 3.3 连接材料

3.3.1为了防止轻质混凝土墙板的表面微裂缝，许多产品的表面都有一层纤维网布增强材料，可以很好的防止表面微裂纹的产生。

3.3.2 近年来，不锈钢材料已经在工程结构中应用，不锈钢结构也颁布了工程建设标准化协会标准[《不锈钢结构技术规程》](https://bbs.co188.com/thread-9228668-1-1.html)CECS 410:2015，可以参考该标准的技术要求。

3.3.3 轻质混凝土墙板与主体结构的连接，一般是在混凝土主体结构上设置预埋件、钢筋锚固板，或者在钢结构上焊接连接件，墙板与预埋件或连接件之间采用焊接、螺栓等形式连接，焊接或螺栓连接的焊材、螺栓都可以按国家现行标准采用。

3.3.5 墙板接缝处的密封材料和放水材料，应满足墙板伸缩变形的要求，其强度要求主要是满足墙板间变形不协调产生的剪应力。密封防水胶主要还应该满足防水、耐候、防火等建筑物理要求。密封胶的厚度应该根据计算确定，但是，目前都是根据工程经验和各类胶的国家现行标准和产品说明书要求来对墙板接缝进行密封。

3.3.6 三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶制品都具有很好的耐候性、耐臭氧性、耐水性以及耐化学性，以及广泛用在建筑门窗、幕墙的密封中，也可用于建筑外围护墙板的密封中。

# 4 基本规定

**4.0.1**装配式建筑采用工厂预制，现场拼装的建筑模式，大量建筑部品由车间生产加工完成，建筑构件种类主要有：外墙板，内墙板，叠合板，阳台，空调板，楼梯，预制梁，预制柱等，外墙板是很主要的建筑构件。装配式建筑采用建筑、装修一体化设计、施工，理想状态是装修可随主体施工同步进行，而围护墙板可以与保温、装修、管线埋设一体化完成，这是最理想的装配式外围护结构的设计、施工模式。目前，建筑行业都在朝着一体化设计原则开展研究，成熟、成套的一体化技术还较少。

**4.0.2**装配式建轻质混凝土围护墙板有许多形式和产品，《建筑用轻质混凝土围护墙板》从结构上将其分为4类：实心单一材料墙板、空心单一材料墙板、面板复合墙板和夹芯复合墙板，基本包含了轻质围护墙板的各种类型，设计时应根据热工分区的气候条件，选取合适的墙板类型，根据主体结构的形式，选取墙板与主体结构的连接方式。

**4.0.3**轻质混凝土围护墙板、主体结构的连接均能满足建筑使用年限的要求，但是，有些密封胶可能只有20年耐久性，本条不包括密封胶、防水胶的使用年限。

**4.0.4**围护系统设计包含的内容较多：结构、热工、隔声、密封性等，技术要求较高，材料构造复杂，施工图阶段设计深度不能直接指导施工安装和后期维护保养，因此需要根据施工图设计要求进行深化设计。

**4.0.5**装配式轻质混凝土围护墙板产品很多，每个产品都有自己的配套的连接构造和连接材料，且都是经过大量的工程实际检验的，因此，应由其系统产品供应商配套提供墙板配套的材料。

**4.0.6**装配式轻质混凝土围护墙板的实心单一材料墙板和空心单一材料墙板由单一材料预制，面板复合墙板和夹芯复合墙板都是几种材料复合而成，长期使用中可能存在层间的空鼓或脱落现象，应在墙板制作时通过加强层间连接构造避免空鼓和脱落的发生。另外，墙板使用过程中，主体结构会随荷载发生相应的变形，墙板应能适应主体结构的变形，而不产生墙板开裂。

**4.0.7**围护墙板主要承受横向荷载和自身的重力荷载，横向风荷载、地震荷载下，墙板主要承受弯曲作用，除了轻骨料混凝土和蒸压加气混凝土外，轻质混凝土配筋或配置型钢结构的弯曲承载力极限状态设计计算及弯曲正常使用极限状态的设计计算，目前还没有成熟的设计计算公式，可以通过本规程附录提供的基于试验的承载力和正常使用设计方法进行设计。

**4.0.8**围护结构是一套系统，不仅要承受风荷载、地震荷载等外力，还要承受环境的温度变化，实现其建筑功能：保温、隔热、防水、隔声、防潮、防火等，这些建筑要求的细节在《民用建筑热工设计规范》中有明确的规定，可以按该规范进行设计，本规程没有重复给出设计细节。围护外墙上设置有门、窗、阳台等，墙体设计应根据外墙的这些建筑构造进行划分墙板板块及排板。

# 5 建筑设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1 ~5.1.6** 传统的外围护墙体分3个工序施工：墙体砌筑、保温层安装、装饰层安装，装配式建筑要求外围护墙体采用墙板，更希望保温、装饰与墙体一体化。

外围护墙结构的建筑设计除包含了建筑外立面、外表面装饰等建筑效果外，还包括热工性能、隔声性能、防水防潮、防火设计、隔声和吸声设计等，结构设计主要是满足墙体承载力和正常使用性能，满足墙板与主体结构连接的安全性等。这部分内容在结构设计的标准中几乎是不涉及的，因此，本规程将重点给出相应的规定。

## 5.2 模数协调

**5.2.1~5.2.4**模数协调就是设计尺寸协调和生产活动协调，它既能使设计者的建筑、结构、设备、电气等专业技术文件相互协调；又能达到设计者、制造者、经销商、建设者和业主等人员之间的生产活动协调一致，目的就是推动房屋建造的装配化、住宅产业化。产业化的前提是工业化，工业化是在标准化基础上进行的，非标准化的工厂预制会大大降低生产效率。采用模数化设计就是最大限度地采用通用的建筑构配件和建筑设备，而墙板是最容易实现标准化设计和标准化生产的，通过模数协调，可以实现用标准化的板材实现灵活多样的建筑要求，1M（1M=100mm）模数系列也是建筑中常常采用的模数。

装配式建筑标准《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232-2016、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016、《装配式木结构建筑技术标准》GB/T 51233-2016都给出了建筑设计的模数数列，应根据主体结构的建筑模数来确定装配式围护墙板模数。建筑设计还应该考虑转角处的公差配合，做到现场不需要裁板就可以安装，实现转角的顺利对接。本节旨在引导技术和产品开发以及设计和建造者以工业化、产业化为方向，实现建筑产品和部件的尺寸协调及安装位置的模数协调。

轻板结构是在轻板产品基础上进行设计，建筑设计时应根据轻板产品规格，选用合适的尺寸组合，形成模数化的建筑尺寸。

## 5.3 热工设计

**5.3.1**《民用建筑热工设计规范》将全国划分为五个热工分区，每个分区都有各自的热工特点，各个热工分区也都制定了各自的建筑节能设计标准，都有各自的节能措施，围护结构的主要功能就是保温、隔热、防潮、防水等，围护结构必须要结合各地节能标准的要求进行热工设计和节能设计。

**5.3.2~5.3.3**墙体的传热系数是围护结构节能设计、热工设计的主要指标，热工设计时应根据热工分区和建筑节能要求确定外围护墙体的传热系数。墙板的传热系数应根据墙板的构造，考虑保温材料、轻质混凝土材料、轻钢龙骨等不同 的导热系数，根据《民用建筑热工设计规范》中传热系数的计算方法计算，当有必要时也可以根据试验确定，计算过程中应考虑热桥的影响。

对于严寒地区、寒冷地区，单一材料的轻质混凝土墙板很难满足保温要求，应在墙板安装后进行附加保温措施。

**5.3.4**  《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016第5.1.1条根据控制墙板内表面不结露和基本舒适度两项指标来给出室内空气与墙板内表面之间的允许温差，并且在该标准的第5.1.2条~5.1.4条给出了外围护结构内表面计算方法，设计时应根据该标准要求，按该标准中的温度计算方法进行设计计算。

**5.3.5**  轻质混凝土围护体系的隔热是体现建筑在夏季室外热扰动条件下的防热特性的基本指标，主要是指外围护结构在室外非稳定热扰动条件下抵抗室外热扰动能力的一种特性，通常采用外围护结构内表面温度，以及温度和热流波在围护结构中传播时的衰减和延迟特性来表示。《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016第6.1.1条以强制性条文给出了明确的规定，并在附录C.3中给出了外墙内表面温度计算方法。

**5.3.9**  轻质混凝土围护结构在使用过程中，当内部某处的温度低于空气露点温度时，围护结构内部的空气中的水分或渗入围护结构内部的水分就会发生冷凝，形成液体水。轻质混凝土由于材料密度低，密实性稍差，因此，应该控制轻质混凝土密实性，尤其墙板表面的密实性，防止水蒸气渗透进入轻板内部，防止墙板内部产生冷凝水。

## 5.4 防水、防火与隔声

**5.4.9** 国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2010对各类建筑的外墙隔声有明确的规定，对于商业建筑，根据商业功能不同有不同的隔声要求，本条没有具体给出，可参照相关标准。

## 5.5 细部构造

**5.5.1~5.5.6** 建筑设计的细节构造是保证建筑质量的关键，大部分节点构造都是常规的构造方式，并不是装配式围护外墙 特有的，在此没有单独列出，可以按相关的标准规范执行。

# 6 结构设计

## 6.1 一般规定

**6.1.1~6.1.2** 装配式围护外墙可分为内嵌式和外挂式连接，内嵌式连接的墙板只能做到一层，对于外挂式围护墙板，减小墙板的高度可以减小墙板所受弯矩，因此，外挂式墙板也按一个层高来设计和施工。按一个层高设计墙板，墙板的承载力规格比较容易统一，也便于施工。

墙板设计时只考虑直接施加在墙板上的风荷载、地震荷载、墙板自重等，不考虑主体结构上的荷载向围护墙板的传递，这样，主体结构和围护墙板受力都明确，另外，主体结构设计时也避免围护结构对主体结构产生受力影响。



图 窗口墙排板图

对于有窗子的墙体，窗子最好采用窗附框，如果窗子直接安装在墙板上，如图中的墙板②、③、⑤、⑥、⑦、⑧都与窗子相连接，窗子的荷载会传递到这六块墙板上，且墙板⑤、⑥、⑦、⑧还属于悬挑受力，计算中应根据墙板实际情况采用相应的计算模型。

**6.1.3** 装配式轻质混凝土围护墙板一般是上下端分别与主体结构的边梁或楼板固定，当主体结构连接困难时，会在主体结构上预埋或连接出结构连接件，主体结构构件强度、刚度大都能满足围护墙板受力要求。特殊情况下，如主体结构的边梁只为了外围护结构，室内没有楼板，没有其他恒载和活载，这种情况下，应该注意固定围护结构的主体结构的强度和刚度。

**6.1.4** 装配式围护外墙与主体结构的连接应具有一定的变形能力，主体结构变形时能协调变形而不产生结构内力。

## 6.2 荷载与效应

**6.2.1** 装配式外围护墙板竖向主要承受自身的重力荷载和竖向地震荷载，水平向主要承受风荷载与水平地震荷载，因此，墙板及其连接的承载力设计主要考虑了三种荷载工况：一种是重力荷载与风荷载组合，一种是重力荷载、风荷载与水平地震的组合，一种是重力荷载与竖向地震组合。

荷载作用分项系数按《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018取用，永久荷载分项系数由原来的1.2调整为1.3，可变荷载分项系数由原来的1.4调整为1.5，不再考虑由永久荷载效应控制的组合。

地震设计状况是按《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第5.4.1条结构构件的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合的规定，考虑水平地震、竖向地震与风荷载的组合。

本条的分项系数与组合值系数取值与最新版的《建筑结构荷载设计规范》GB50009一致。

**6.2.2** 装配式外围护墙板的变形和裂缝验算主要针对墙板承受水平方向风荷载时的墙板跨中变形和裂缝验算。

**6.2.4** 围护结构的风荷载计算按《建筑结构荷载规范》GB50009-2012第8.1.1条，计算围护结构时的规定。参考《点支式玻璃幕墙工程技术规程》CECS127-2001中对点支玻璃幕墙中玻璃和支承装置上的风荷载标准值最小取1.0kN/m2，本规程围护墙板的风荷载最小标准值也取1.0kN/m2，与《建筑幕墙》GB/T21086-2007抗风压标准值最小为1.0kN/m2基本一致。同时，产品标准《建筑用轻质混凝土围护墙板》及《混凝土轻质条板》JG/T350-2011都将外围护墙板的荷载等级最低定为2.0kN/m2，该荷载等级为试验加载达到的值，考虑分项系数1.5后为1.33kN/m2，再考虑破坏形式的承载力检验系数后，荷载标准值也基本相当于1.0kN/m2，与幕墙标准及墙板的产品标准也是一致的。

按照《建筑结构荷载规范》GB50009-2012第8.3.5条确定围护墙板的室内风压局部体型系数。对于封闭式建筑物，建筑物内部风压按其外表面风压的正负情况取-0.2或0.2；仅一面墙有主导洞口时，应根据洞口所占比例按该规范确定内部压力局部体型系数；当开放式建筑时，应按开放式建筑局部体型系数取值。

**6.2.6~6.2.7** 轻质混凝土围护墙板的地震力作用按《建筑抗震设计规范》GB50010-2010第13章“非结构构件”的规定给出。

采用等效侧力法计算水平地震力时，按该规范第13.2.3条的规定，水平地震力的标准值采用的计算公式为：

为非结构构件的功能系数，按该规范附录M2.2取1.4；为类别系数，按该规范附录M2.2取0.9；为状态系数，对于预制墙板取2.0；为位置系数，建筑物顶点宜取2.0，底部宜取1.0，沿高度线性变化。将这4个系数乘在一起，得到本规程公式（6.2.6-1）的放大系数，最小值为2.52，最大为5.04，因此，简化为一个值5.0。《玻璃幕墙工程技术规程》JGJ102-2003也采用了统一的放大系数，且放大系数取5.0。

根据《建筑抗震设计规范》GB50010-2010第5.3.1条规定，竖向地震影响系数的最大值，可取水平地震影响系数最大值的65%。

## 6.3 墙板设计

**6.3.1** 轻质混凝土围护墙板的承载力抗震调整系数按《建筑抗震设计规范》GB50010-2010第13.2.5条规定取为1.0。

**6.3.2** 轻质混凝土围护墙板的风荷载标准值可按本规程6.2.4条确定，但是，由于轻质混凝土墙板的构造复杂，有的墙板由多种材料复合而成，有的是配有轻钢龙骨，有的配有钢筋网，墙板的抗弯刚度难以通过材料属性计算确定。

## 6.4 连接设计

**6.4.5~6.4.6** 轻质混凝土墙板与主体结构的连接，对于内嵌式连接方式，一般是墙板的下端安装在相应层的地面上，竖向荷载传递到地面层；墙板的上端与顶板层连接，该连接只传递水平荷载，不传递竖向荷载。对于外挂式连接方式，可以是墙板的上端承受竖向荷载，也就是常说的上挂下扶，也可以墙板的下端承受竖向荷载，也就是下托上扶形式。

表6.4.6中的限值是根据《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99-2015中结构在风荷载或多遇地震标准值作用下，按弹性方法计算的层间最大水平位移与层高之比的限值。3倍的取值考虑了结构的塑性变形并参考了《建筑幕墙》GB/T 21086-2007的规定。

## 6.5 连接构造

**6.5.1~6.5.3** 本节的连接构造只是给出了围护墙板与主体结构连接的相对关系及方式，图示只是示意，应根据设计计算确定连接件大小和具体连接方式，如采用焊接、螺栓连接等。墙板接缝及墙板与主体结构之间的接缝连接，不同产品和厂家都有特有的连接方式，需要经过试验检验或工程检验。

# 7 加工制作

## 7.1一般规定

**7.1.1**轻质混凝土围护墙板都是工厂加工制作，运到现场进行安装，预制构件的质量涉及到工程质量和结构安全，加工制作的厂家必须具备国家和地方规定的生产企业相关要求，包括设备设施、人员配置、质量管理体系、质量检测手段等。

**7.1.2**轻质混凝土围护墙板加工制作应有详细的工艺流程和运输、堆放方案，这些技术流程和方案必须向一线工作人员进行详细交底，一线加工制作的人员必须严格按流程和技术方案执行。

**7.1.3**轻质混凝土围护墙板大部分都是标准化尺寸，但是，也很遇到工程定制的尺寸和墙板构造，定制产品应根据工程实际情况加工制作。

## 7.2 加工制作

**7.2.1~7.2.5** 轻质混凝土围护墙板加工制作所需要的原材料必须严格按相应的产品标准进行验收，合格后才可以使用。原材料主要包括水泥、水、骨料、外加剂、钢筋、轻钢龙骨、纤维增强无机板、保温材料，还包括连接用的预埋件等。

**7.2.6~7.2.8** 规定了加工制作完成的轻质混凝土围护墙板应满足的物理力学性能，外观质量、制作偏差的要求，墙板标识要求等，是轻质混凝土围护墙板用于工程设计和施工的基础资料。

## 7.3运输与堆放

**7.3.1~7.3.3** 轻质混凝土围护墙板在工厂加工制作完成后，在工厂内有场地内的运输，还要运输到工地，运输堆放都涉及到墙板的外观质量、墙板是否收到损伤，也涉及到环保和安全，因此，应该根据墙板尺寸和特点制定详细的运输和堆放方案，策划重点环节。运输到工地后，尽量减少二次运输，并做好墙板的保护。

# 8 施 工

## 8.1 施工准备

**8.1.1~8.1.6** 轻质混凝土围护结构的施工方式是装配式安装，墙板安装必须在相应位置的主体结构施工完成，并达到安装墙板的受力要求后安装围护墙板，因此，安装前的准备工作包括了安装部位主体结构的检查。

轻质混凝土围护墙板由工厂预制，运到现场后进行安装，因此，施工准备包括了预制墙板的检验。对于损伤不严重的墙板进场后进行修复，都是施工前需要完成的。

轻质混凝土围护墙板安装的专项施工方案也是施工前的技术工作，包括排板图、安装顺序等。

**8.1.7**轻质混凝土围护墙板的安装方式、连接方式、接缝的防水和密封方式，与墙板的产品种类、主体结构的类型有很大关系，且每个墙板生产企业或安装企业都有各自的成熟经验和施工工艺，根据“样板先行”的质量控制方法， 大面积施工前，宜选择有代表性的轻质混凝土围护墙板进行样板墙安装，根据安装结果及时调整、完善施工方案，并经有关各方确认后，然后进行大面积施工。“样板先行”可以避免产生难以预料的技术问题，将可能出现的问题在样板中及时发现并解决。

## 8.2 安装与连接

**8.2.1~8.2.3** 轻质混凝土围护墙板安装顺序是影响施工速度的关键，也会影响围护结构的施工质量，特别是接缝施工质量与安装顺序有一定关系，应该在施工方案中详细给出围护墙板的安装顺序。对于条板，为了提高施工速度，经常会把条板在地面先形成大块的组合墙板单元，然后进行大块组合墙板单元的安装，组合墙体单元的安装应合理确定墙体大小、连接方式、吊装方式等，做到安全可靠、施工方便。

**8.2.4~8.2.7** 轻质混凝土围护墙板安装时吊装要求、临时固定要求、连接节点要求、接缝处理要求等。

**8.2.8** 墙板水平方向开槽会严重破坏墙板的受荷载截面，显著降低承载力，因此，现场不允许水平方向开槽。如墙板确需沿水平方向表面开槽，开槽不应切断竖向配筋或型钢，槽深不应大于板厚的1/5，如果切断了钢筋或型钢，应该将钢筋或型钢通过连接件焊接补强，并应该把开槽破坏的轻质混凝土用不低于C20混凝土填补。

**8.2.14**对于严寒地区和寒冷地区，轻质混凝土围护墙板自身保温可能不满足建筑节能要求，应按设计要求在墙板安装完成后进行保温系统施工，附加的保温形式为外保温或内保温，应根据工程实际情况采用。

# 9 验 收

## 9.1 一般规定

装配式轻质混凝土围护结构不属于主体结构，按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300规定，施工可按建筑装饰装修分部工程中外围护墙板子分部工程，外墙接缝防水与密封属于外墙防水子分部工程，外墙节能属于建筑节能分部工程中外围护墙节能子分部工程，因此，整个外围护墙板的施工包括在三个子分部工程中，这主要是由于《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300并没有关注装配式建筑和装配式外墙。由于装配式轻质混凝土围护结构工程施工属于三个子分部工程，因此，质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411的相关规定。

## 9.2 墙板及配套材料

本节主要规定了轻质混凝土围护结构的主要材料，包括轻质混凝土围护、墙板板上的预埋件及预留孔洞、连接材料、防水材料等的验收规定，保温材料可以作为保温分项进行验收。

## 9.3 安装及成品

本节主要规定了轻质混凝土围护结构安装、连接节点、接缝处理、保温性能、隔断热桥措施等的验收要求。

安装完成轻质混凝土围护结构的外观主要是通过测量来验收，检查是否满足安装的允许偏差值。

淋水试验是参考了《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014中外墙板接缝处应进行淋水试验。

# 10维护

过去的技术规程一般不包括施工完成后的工程维护，由于装配式围护结构是通过预知墙板现场安装形成的围护系统，接缝密封和防水是围护系统的薄弱环节，墙板自身可以达到与主体结构同寿命，但是，密封与防水的使用寿命与材料寿命直接相关，一般在20年左右，而主体结构的寿命一般都不小于50年，因此，在建筑结构后期使用过程中应对围护结构，尤其是接缝的密封与防水进行定期检查和维护，尽量延长围护结构接缝材料的使用寿命，当局部出现老化时可以进行及时修补，当大面积出现老化时，应对接缝的密封和防水进行统一的处理。

# 附录A 轻质混凝土围护墙板抗力设计值试验确定方法

本附录给出了依据试验确定构件承载力的方法，参照了《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153-2008附录D“试验辅助设计”中的经典统计方法以及国际标准《General principles on reliability for structures》ISO2394-2015的相关条文，当性能X服从正态分布时，其设计值可按下列公式确定：

式中：——性能X的平均值；

——性能X的标准差；

——标准值单侧容限系数；

——换算系数的设计值，换算系数的评估主要取决于试验类型和材料；

——分项系数，具体数值应根据试验结构的应用领域来选定。

《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153未给出系数和的取值，结合《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152-2012中承载力检验系数[γu]给出，也就是近似取 =1/[γu]，这样就可以得到公式：

考虑到不同试件破坏形式可能不同，采用的值也会不同，就将的考虑放在了前面，对每个试验数据先考虑，得到（A.0.6）式。

# 附录B 墙板刚度与抗裂试验检验方法

本附录依据现行国际标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152-2012给出。