



T/CECS 1170-2022

中国工程建设标准化协会标准

装配式轻质混凝土围护墙板应用 技术规程

Technical specification for application of prefabricated enclosing
wallboard of light-weight concrete

中国建筑工业出版社

中国工程建设标准化协会标准

装配式轻质混凝土围护墙板应用
技术规程

Technical specification for application of prefabricated enclosing
wallboard of light-weight concrete

T/CECS 1170-2022

主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20 2 3 年 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

2022 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第1317号

关于发布《装配式轻质混凝土围护墙板 应用技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2017年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2017〕031号）的要求，由中冶建筑研究总院有限公司等单位编制的《装配式轻质混凝土围护墙板应用技术规程》，经本协会建筑产业化分会组织审查，现批准发布，编号为 T/CECS 1170-2022，自2023年2月1日起施行。

中国工程建设标准化协会
2022年9月28日

前 言

为促进我国建筑产业化发展，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年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2017〕031号）的要求，编制组在进行了系列研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并广泛征求意见基础上，制定本规程。

本规程共分9章和2个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料及构配件、建筑设计、结构设计、施工、验收、维护等。

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，由中冶建筑研究总院有限公司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）。

主 编 单 位：中冶建筑研究总院有限公司

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

江苏顺为绿色建筑科学研究院有限公司

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

埃迪泰克(北京)科技有限公司

主要起草人: 尚仁杰 高志强 曾 滨 张国伟 侯兆新
武子斌 王汝成 王文正 吴耀华 许 庆
谢应鹏 孙小曦 孟宪忠 陈 颖 张 强
赵奕程 刘晓刚 喻 弟 秦艳慧 仇 浩
荣 华 王 凯 邵彦超 王 聪
主要审查人: 李东彬 蒋勤俭 李晨光 段朝霞 尤天直
姜忆南 王 姓 贾英杰 翁端衡

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	基本规定	(5)
4	材料及构配件	(6)
4.1	墙板材料	(6)
4.2	轻质混凝土围护墙板	(7)
4.3	连接及密封材料	(10)
5	建筑设计	(12)
5.1	一般规定	(12)
5.2	模数协调	(12)
5.3	热工设计	(13)
5.4	防水、防火与隔声	(14)
5.5	细部构造	(16)
6	结构设计	(18)
6.1	一般规定	(18)
6.2	作用与作用效应	(19)
6.3	墙板设计	(22)
6.4	连接设计	(23)
6.5	节点构造	(24)
7	施 工	(27)
7.1	施工准备	(27)
7.2	安装与连接	(28)
8	验 收	(31)

8.1 一般规定	(31)
8.2 材料及构配件	(32)
8.3 安装与实体	(34)
9 维护	(37)
附录 A 轻质混凝土围护墙板承载力设计值确定的 试验辅助方法	(38)
附录 B 轻质混凝土围护墙板挠度与抗裂性的 试验辅助检验方法	(40)
用词说明	(42)
引用标准名录	(43)
附：条文说明	(47)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(5)
4	Materials and products	(6)
4.1	Materials of wallboard	(6)
4.2	Enclosing wallboard of light-weight concrete	(7)
4.3	Connecting materials and sealing materials	(10)
5	Architectural design	(12)
5.1	General requirements	(12)
5.2	Modular coordination	(12)
5.3	Thermal design	(13)
5.4	Waterproof, fire proof and sound insulation	(14)
5.5	Design in details	(16)
6	Structural design	(18)
6.1	General requirements	(18)
6.2	Actions and actions combinations	(19)
6.3	Wallboard design	(22)
6.4	Connecting design	(23)
6.5	Connecting detailing	(24)
7	Construction	(27)
7.1	Construction preparation	(27)
7.2	Installation and connection	(28)
8	Acceptance	(31)

8.1	General requirements	(31)
8.2	Materials and products	(32)
8.3	Installation and entity	(34)
9	Maintenance	(37)
Appendix A	Determining the resistance value of enclosing wallboard of light -weight concrete assisted by testing	(38)
Appendix B	Checking the deflection and cracks of enclosing wallboard of light -weight concrete assisted by testing	(40)
	Explanation of wording	(42)
	List of quoted standards	(43)
	Addition : Explanation of provisions	(47)

1 总 则

1.0.1 为了建筑外墙使用装配式轻质混凝土围护墙板时贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 适用于工业与民用建筑的围护结构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墙板的设计、施工及验收，除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 围护结构 building envelop

由建筑物外墙、屋面、外门窗及其他部品部件等组合而成，用于分隔建筑室内外环境的部品部件的整体。

2.1.2 装配式轻质混凝土围护墙体 building envelop prefabricated with wallboard of light-weight concrete

以工厂预制的轻质混凝土围护墙板为墙体材料，现场安装并与主体结构连接形成的外围护结构体系。

2.1.3 外围护墙板 exterior enclosing wallboard

用来遮阳、避雨、挡风、防寒、隔热、吸声和隔声的非承重预制外墙板。

2.1.4 轻质混凝土围护墙板 enclosing wallboard of light-weight concrete

以轻骨料混凝土、蒸压加气混凝土、聚苯颗粒混凝土、泡沫混凝土或其他轻质混凝土为基材，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，按断面结构可分为单一材料实心墙板、单一材料空心墙板、面板复合墙板和夹芯复合墙板。

2.1.5 单一材料实心墙板 solid wallboard with single material

由轻骨料混凝土、蒸压加气混凝土、聚苯颗粒混凝土、泡沫混凝土或其他单一轻质混凝土为基材，配置钢丝网、钢筋等，形成的轻质混凝土实心预制墙板。

2.1.6 单一材料空心墙板 hollow wallboard with single material

由轻骨料混凝土、蒸压加气混凝土、聚苯颗粒混凝土、泡沫混凝土或其他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。

2.1.7 面板复合墙板 composite wallboard with exterior panels

以纤维增强无机板为内外表面的面板，中间由轻钢龙骨连接并填充轻质混凝土或保温材料组合而成的复合墙板。

2.1.8 夹芯复合墙板 composite wallboard with insulation core

以岩棉、挤塑型聚苯乙烯泡沫板 (XPS 板)、模塑型聚苯乙烯泡沫板 (EPS 板)、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，面层及两侧浇筑轻质混凝土或普通混凝土组合而成的复合墙板。

2.1.9 内嵌式连接 in-filled connecting

外围护墙板安装在上下两个楼层主体结构之间，嵌入主体结构外边缘内的连接方式。

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：

F_{Ek} ——施加于墙板重心处的水平地震作用标准值；

G_x ——墙板的重力荷载标准值；

q_{eht} ——垂直于墙面方向施加于墙板的分布水平地震作用标准值；

R_4 ——墙板承载力设计值；

S_4 ——墙板作用组合效应设计值；

S_m ——水平地震作用组合的效应设计值；

S_k —— 水平地震作用标准值计算的荷载效应值;

S_E —— 竖向地震作用标准值计算的荷载效应值;

S_{ck} ——永久荷载标准值计算的荷载效应值;

S_w ——风荷载作用组合的效应设计值;

S_{wk} ——风荷载标准值计算的荷载效应值。

2.2.2 几何参数:

A_w ——轻质墙板单面表面积;

B ——墙板宽度;

L ——墙板长度;

T ——墙板厚度。

2.2.3 计算系数及其他:

β_e ——地震动力放大系数;

B ——高度 x 处的阵风系数;

γ_o ——结构重要性系数;

γ_{en} ——水平地震作用分项系数;

γ_{ew} ——竖向地震作用分项系数;

γ_c ——永久荷载分项系数;

γ_w ——风荷载分项系数;

μ_a ——风荷载局部体型系数;

μ_z ——风压高度变化系数

ψ_w ——风荷载效应组合值系数。

3 基本规定

3.0.1 装配式轻质混凝土围护墙板设计工作年限宜与建筑使用年限相同，且不应低于30年。

3.0.2 装配式轻质混凝土围护墙板设计应遵循模数化、标准化原则，并宜按建筑、结构、设备和装修一体化原则进行协同设计，围护墙板产品宜系列化、定型化。

3.0.3 装配式轻质混凝土围护墙板及其连接材料、防水材料、附加保温材料、装饰材料等应配套使用，并宜由材料或产品供应商配套提供。

3.0.4 装配式轻质混凝土围护墙板用作外围护墙体时，墙板外侧混凝土密度或采取的构造措施应满足外墙防水、防渗和耐久性要求，在长期承受自重、风载荷和室外气候变化的情况下，轻质混凝土围护墙板表面不应出现裂缝、空鼓、脱落等质量缺陷。

3.0.5 轻质混凝土围护墙板除应进行承载力极限状态和正常使用极限状态设计外，尚应进行墙板与主体结构的连接设计。在遭遇罕遇地震时，墙板与主体结构的连接不应发生脱落。

3.0.6 轻质混凝土围护墙板安装前，应先对墙板安装部位的主体结构进行施工质量验收，验收合格后方可进行围护墙板施工。

3.0.7 轻质混凝土围护墙板施工应由具有同类墙板施工经验的专业施工人员进行。

3.0.8 轻质混凝土围护墙板施工质量验收可作为一个独立的分部工程进行验收，其子分部工程及分部分项工程划分应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。

4 材料及构配件

4.1 墙 板 材 料

4.1.1 围护墙板采用的轻质混凝土，应符合下列规定：

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》GB/T15762 的有关规定；

2 轻骨料混凝土应符合现行行业标准《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T12 的有关规定；

3 聚苯颗粒混凝土应符合现行行业标准《轻钢轻混凝土结构技术规程》JGJ383 的有关规定；

4 泡沫混凝土应符合现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266的有关规定。

4.1.2 轻质混凝土围护墙板采用面板复合墙板时，面板可采用玻璃纤维增强水泥板，其性能应符合现行行业标准《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396的有关规定。

4.1.3 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 的有关规定。

4.1.4 轻质混凝土围护墙板采用的钢筋质量、性能应符合国家现行标准《低碳钢热轧圆盘条》GB/T701、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2、《冷轧带肋钢筋》GB/T13788 和《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》JC/T540 的有关规定。当钢筋未做防腐处理不能满足耐久性要求时，应做镀层、喷涂等防腐处理。

4.1.5 轻质混凝土围护墙板的一体化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 板)、岩棉(带)、低

密度泡沫混凝土或聚苯颗粒混凝土等，并应符合下列规定：

1 模塑型聚苯乙烯板（EPS 板）、挤塑型聚苯乙烯板（XPS 板）、聚氨酯板（PU 板）、酚醛树脂板（PF 板）、岩棉（带）的质量和性能应符合现行行业标准《外墙保温复合板通用技术要求》JG/T480 的有关规定；

2 当防火要求采用A 级燃烧性能材料时，宜采用岩棉、泡沫混凝土等保温材料；当采用聚苯颗粒混凝土时，其密度不应低于 280kg/m^3 。

4.1.6 当轻质混凝土围护墙板室内装修与墙板一体化时，墙板室内墙面装饰材料应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB50325、《混凝土外加剂中释放氨的限量》GB 18588、《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的有关规定。

4.2 轻质混凝土围护墙板

4.2.1 生产轻质混凝土围护墙板采用的原材料应符合本规程第4.1节的规定，墙板预制厂应逐批验收进厂原材料合格证，并应对原材料的性能按相应产品标准要求进行了复检。

4.2.2 轻质混凝土围护墙板的规格尺寸(图4.2.2), 应符合下列规定：

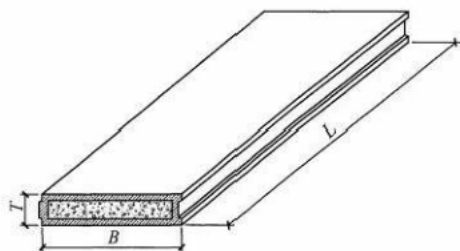


图4.2.2 墙板尺寸标识

1 墙板宽度标志尺寸B 宜为600mm、900mm、1200mm、1500mm 等300mm 的整数倍；

2 厚度标志尺寸T 宜为150mm、200mm、250mm、300mm；其他规格尺寸可由供需双方协商确定；

3 长度标志尺寸L 宜为10mm 的整数倍，并应根据建筑层高和安装方式确定：当墙板外挂时，L 为层高减去水平缝宽度；当墙板内嵌时，L 为层高减去楼盖结构构件厚度及水平缝宽度。

4.2.3 对于定制尺寸的围护墙板，应在加工制作前核对设计施工文件对墙板尺寸的要求，复测建筑物相关尺寸，并按实测结果调整围护墙板的制作偏差。

4.2.4 轻质混凝土围护墙板可按断面构造分为单一材料实心墙板、单一材料空心墙板、面板复合墙板和夹芯复合墙板等类型。各种类型轻质混凝土围护墙板物理力学性能应符合表4. 2. 4的规定，检验方法应符合现行国家标准《建筑墙板试验方法》GB/T 30100的有关规定。

表4. 2. 4 围护墙板物理力学性能指标

项 目	指标
抗冲击性能(次)	≥5
单点吊挂力(kN)	≥1.0
抗弯荷载	≥1.5倍板自重，抗弯荷载分级 见本规程表4. 2. 5
连接节点承载力(kN)	≥20
轻质混凝土抗压强度 (不含保温芯材)(MPa)	≥3.5
软化系数	≥0.85
折合密度(kg/m ³)	≤≤1200
干燥收缩值(mm/m)	≤0.5
抗渗透性，水面下降高度(mm)	不透水， 18
空气声计权隔声量(dB)	≥45
耐火极限(h)	≥2

续表4.2.4

项 目		指标
墙板传热系数①		应根据热工分区和建筑节能要求确定
含水率(%)②		潮湿地区/中等地区/干燥地区: 12/10/8
抗冻性		抗冻性要求见本规程表4.2.6
耐候性③	外观	无粉化、起鼓、起泡、脱落现象 无宽度大于0.15mm裂缝
	面板复合墙板、 夹芯复合墙板的拉伸粘结强度	$\geq 0.1\text{MPa}$, 破坏发生在保温夹芯层
注: ①传热系数为考虑断面构造影响的综合传热系数 ②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耐候性主要针对面板复合墙板及保温装饰一体化墙板, 耐候性可按行业标准《泡沫混凝土保温装饰板》JC/T 2432-2017第7.14节进行试验		

4.2.5 轻质混凝土围护墙板抗弯荷载分级应符合表4.2.5 的规定。

表4.2.5 围护墙板抗弯荷载分级 (kN/m²)

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

4.2.6 轻质混凝土围护墙板抗冻性应符合表4.2.6的规定。

表4.2.6 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	F15	强度损失不大于20%, 不出现可见裂纹, 表面无损坏
夏热冬冷地区	F25	
寒冷地区	F35	
严寒地区	F50	

注: 环境条件应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的有关规定。

4.3 连接及密封材料

4.3.1 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/T 841的有关规定。

4.3.2 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，也可采用碳素结构钢或低合金高强度结构钢，且材料选用宜符合下列规定：

1 不锈钢宜采用奥氏体不锈钢，并宜符合现行国家标准《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》GB/T 20878 和现行协会标准《不锈钢结构技术规程》CECS410 的有关规定；

2 耐候钢宜符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的有关规定；

3 碳素结构钢和低合金高强度结构钢宜符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的有关规定，并宜做钢材防腐处理。

4.3.3 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《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB50661、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的有关规定。

4.3.4 当轻质混凝土围护墙板接缝用砂浆填充时，拌合后的砂浆应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的有关规定。

4.3.5 墙板接缝处密封胶应采用有弹性、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；墙板接缝处密封胶应符合现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T881 的有关规定，且宜选用低模量弹性密封胶，位移能力不宜低于20级；硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应符合国家现行标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683、《建筑用硅酮结构密封胶》GB16776、《聚氨酯建筑密封胶》

JC/T482、《聚硫建筑密封胶》JC/T483 的有关规定。

4.3.6 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》JC/T 936 的有关规定。

4.3.7 密封胶条宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶制品，并宜符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498的有关规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 装配式轻质混凝土围护墙板用作外围护墙体时，应根据当地气候条件、设计工作年限、使用功能、建筑造型、主体结构形式、外表面装饰、节能环保、施工技术条件等进行建筑设计，且其外饰面宜采用密实、耐久、不易污染的材料。

5.1.2 装配式轻质混凝土围护墙板用作外围护墙体的建筑设计应包括下列内容：

- 1 墙体的保温、隔热设计；
- 2 防潮设计；
- 3 防水设计；
- 4 防火设计；
- 5 隔声和吸声设计；
- 6 附加保温装饰层的连接及构造设计；
- 7 门窗位置、阳台位置和洞口尺寸等细部构造设计。

5.1.3 装配式轻质混凝土围护墙板的气密性、水密性要求应根据建筑物所在地区气候条件和使用功能要求等综合确定。

5.2 模数协调

5.2.1 装配式轻质混凝土围护墙板应用的建筑设计宜符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的有关规定。

5.2.2 装配式轻质混凝土围护墙板宜与建筑空间和结构设计相协调，并宜采用标准化产品构件，且宜根据主体结构建筑的开间、进深、门窗洞口宽度等按模数协调原则确定墙板的基本板、洞口板、转角板和调整板等墙板的规格、截面尺寸和公差。

5.2.3 装配式轻质混凝土围护墙板应根据模数化要求形成系列的尺寸规格产品，供装配式轻质混凝土围护结构的建筑设计选用，墙板尺寸规格模数应符合本规程第4.2.2条的规定。

5.3 热 工 设 计

5.3.1 装配式轻质混凝土围护墙板热工设计应包括保温设计、隔热设计、防潮设计等。

5.3.2 装配式轻质混凝土围护墙板热工设计，应符合下列规定：

1 热工设计除应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的有关规定外，尚应与所在地区气候相适应，并满足室内热环境要求；

2 民用建筑热工设计的节能设计除应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的有关规定外，尚应根据所在地区的热工分区，符合现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26、《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 的有关规定，并应满足当地节能设计标准要求；

3 工业建筑热工设计的节能设计应符合现行国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 的有关规定。

5.3.3 墙体传热系数应根据所在地区气候条件和节能要求确定。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；当轻质混凝土墙板不能满足传热系数要求时，应增加附加保温层。

5.3.4 装配式轻质混凝土围护墙板的附加保温层形式、保温材料、厚度应根据所在地区的气候条件、结构形式、供暖运行方式、外饰面层等确定。

5.3.5 装配式轻质混凝土围护墙体保温性能设计应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定，围护系统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符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的有关规定。

5.3.6 装配式轻质混凝土围护墙体隔热性能设计应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的有关规定。

5.3.7 装配式轻质混凝土围护墙体采用低导热系数的新型材料、具有封闭空气间层的复合墙体构造等措施时，应满足围护墙体的保温、隔热性能要求。

5.3.8 冬季室外空气计算温度低于 0.9°C 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 的有关规定进行内表面温度计算，计算应考虑墙板上龙骨空腔、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墙体内表面温度不低于室内空气露点温度。

5.3.9 装配式轻质混凝土围护墙体应采取防止水蒸气通过渗透进入墙板结构内部并产生冷凝的措施。在供暖建筑中，对于保温层外侧有密实保护层或保温层蒸汽渗透系数较小的复合外墙板，当内侧结构层的蒸汽渗透系数较大时，应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定进行外围护墙体内部冷凝验算。

5.3.10 装配式轻质混凝土围护墙体热桥部位的处理，应符合下列规定：

- 1 宜提高热桥部位的热阻；
- 2 墙板采用内嵌式连接时，外露主体结构部位的保温和墙板应采取保温连续措施；
- 3 应切断热流通路；
- 4 应减少热桥中低热阻部分的面积；
- 5 应降低热桥部位内外表面材料的导热系数。

5.4 防水、防火与隔声

5.4.1 轻质混凝土围护墙体的防水层应设置在墙板基体和涂料

饰面层之间，外饰面涂料宜采用水溶性涂料。

5.4.2 轻质混凝土围护墙体防水除应符合现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T235 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 围护墙体应进行密封和防水构造设计；
- 2 围护墙体水平或倾斜的出挑部位及延伸至地面以下的部位应做防水、防潮处理；
- 3 围护墙体外安装的设备管道应固定在主体结构上，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、墙板上的门窗洞口等宜采取材料防水和构造防水相结合措施，且应符合下列规定：

- 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、企口或槽口构造；
- 3 当接缝空腔需要设置导水管排水时，接缝内侧宜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，接缝应采用嵌缝密封材料填充，接缝构造应符合下列规定：

- 1 接缝宽度应满足在温度、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 接缝宽度宜控制在10mm~30mm 范围内，接缝胶深度应宜为10mm~20mm；当计算接缝宽度大于30mm 时，宜调整节点连接形式，或采用弹性密封胶；
- 3 密封胶厚度不宜小于8mm， 且不宜小于缝宽的一半；
- 4 密封胶内侧宜采用背衬材料填充。

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》GB 50016 的有关规定。

5.4.6 轻质混凝土围护墙板的保温芯材燃烧性能等级低于A 级

并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现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ289 的有关规定。

5.4.7 当轻质混凝土围护墙板采用有机保温隔热材料时，保温隔热系统应采取防火构造措施，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定，且在高温环境下有害气体挥发量应符合环境保护要求。

5.4.8 轻质混凝土围护墙体室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》GB 50222对室内材料燃烧性能的要求。

5.4.9 在民用建筑中，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 的有关规定，计权隔声量 R_w 与交通噪声频谱修正量 C 之和应符合表5.4.9的规定。当墙板自身不能满足隔声要求时，应采取附加隔声或吸声措施。

表5.4.9 围护墙体空气隔声标准 (dB)

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
R_w	+C	≥ 45	≥ 40	≥ 35
		≥ 40	≥ 35	≥ 30

5.5 细 部 构 造

5.5.1 装配式轻质混凝土围护墙体应采取防裂、防潮和防雨水措施，并应采取保持保温、隔热、材料干燥的措施。

5.5.2 轻质混凝土围护墙板与门窗之间、墙板之间、墙板与主体结构之间的缝隙应采取满足防水、防热桥、防火等构造措施。

5.5.3 轻质混凝土围护墙体挑出的阳台、雨篷、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采取结构

补强措施外，尚应采取保温隔热措施。

5.5.5 外墙保温隔热系统与屋面保温隔热系统应连续、密实衔接；轻质混凝土围护墙板和楼板、屋面板、屋檐挑出构件连接处，应采取保温措施。

5.5.6 轻质混凝土围护墙板采用内嵌式安装时，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。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 装配式轻质混凝土围护墙板及其连接应按围护结构进行设计，宜考虑施加于墙板上的荷载与作用，可不考虑分担主体结构所承受的荷载和作用。

6.1.2 装配式轻质混凝土围护墙板的高度不宜大于层高。带门、窗的外围护墙体宜采用门、窗附框(图6.1.2a)，并将门、窗所受荷载通过附框传递到主体结构；当无门、窗附框，门、窗直接安装在墙板上时(图6.1.2b)，应考虑门、窗传递到墙板的荷载。

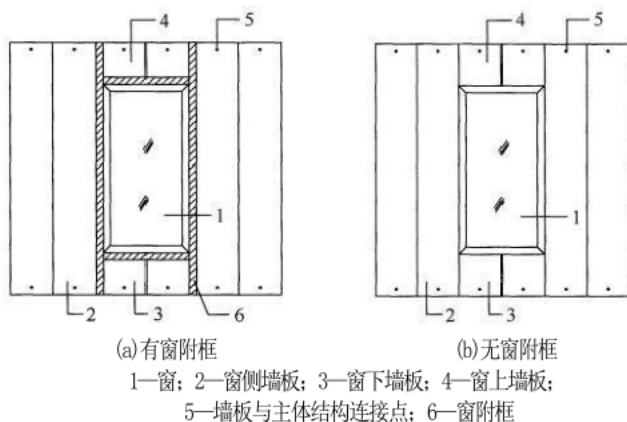


图6.1.2 有窗墙排板示意

6.1.3 支承墙板的主体结构构件，其强度和刚度应满足围护墙板传力和变形要求。

6.1.4 装配式轻质混凝土围护墙板与主体结构的连接节点应满

足承载力要求和适应主体结构变形能力要求，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墙板除应满足使用过程中承载能力极限状态和正常使用极限状态要求，还应满足墙板吊装和运输的受力要求。

6.1.6 装配式轻质混凝土围护墙板设计应采用以概率理论为基础、以分项系数设计表达的极限状态设计方法。

6.1.7 装配式轻质混凝土围护墙板承载力宜通过设计计算确定；当缺少可靠计算公式时，可采用试验辅助设计方法，按本规程附录 A 通过试验确定围护墙板承载力。

6.2 作用与作用效应

6.2.1 计算轻质混凝土围护墙板及连接节点承载力时，作用组合的效应设计值应符合下列规定：

1 风荷载设计工况应按下式计算：

$$S_w = \gamma_c S_{ck} + \gamma_w S_{wk} \quad (6.2.1-1)$$

2 地震作用设计工况应按下式计算：

$$S_{En} = Y_c S_{ck} + \gamma_w Y_w S_{wk} + Y_{en} S_k + Y_{ESe} S_{Ek} \quad (6.2.1-2)$$

式中： S_w ——风荷载作用组合的效应设计值；

S_n ——水平地震作用组合的效应设计值；

S_{ck} ——永久荷载标准值计算的荷载效应值；

S_{wk} ——风荷载标准值计算的荷载效应值；

S_k ——水平地震作用标准值计算的荷载效应值；

S_{Ek} ——竖向地震作用标准值计算的荷载效应值；

Y_c ——永久荷载分项系数，取1.3；

γ_w ——风荷载分项系数，取1.5；

Y_{en} 、 Y_{ESe} ——水平地震作用与竖向地震作用分项系数；

γ_w ——风荷载效应组合值系数，取0.2。

6.2.2 水平地震作用与竖向地震作用分项系数应按表6.2.2的

规定取值。

表6.2.2 水平地震作用与竖向地震作用分项系数

地震作用	YE _h	YE _v
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(水平地震作用为主)	1.3	0.5
同时计算水平及竖向地震作用(竖向地震作用为主)	0.5	1.3

6.2.3 轻质混凝土围护墙板平面外跨中变形计算应按本规程第6.2.1条风荷载设计工况，采用荷载的标准组合计算，永久荷载和风荷载的荷载分项系数均应取1.0。当进行裂缝宽度验算时，应按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的效应，荷载准永久组合的效应设计值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的有关规定。

6.2.4 轻质混凝土的自重标准值应根据所选墙板确定，并应考虑附加保温和内外装饰材料的重量。

6.2.5 外围护结构的风荷载应按下列规定确定：

1 垂直于外围护墙板表面的风荷载标准值应按下式计算，且不应小于1.0kN/m²：

$$w_k = \beta \mu_s \mu_z \mu_t w_0 \quad (6.2.5)$$

式中： w_k ——风荷载标准值 (kN/m²)；

β ——高度 x 处的阵风系数；

μ_s ——风荷载局部体型系数，应考虑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；

μ_z ——风压高度变化系数

w_0 ——基本风压 (kN/m²)。

B 、 a 、 μ_2 及 w_0 均应按现行国家标准《建筑结构荷载规

范》GB 50009 的有关规定取值。

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。

6.2.6 外围护结构的地震作用计算,应符合下列规定:

1 各块墙板的地震力合力应施加于其重心,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力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,尚应考虑地震时支承点之间相对位移产生的作用效应;

3 在罕遇地震作用下,外围护墙板连接节点的承载力验算应采用不计入风荷载效应的地震作用效应标准组合计算效应值。

6.2.7 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列公式计算:

$$F_{phk} = \beta_e a_{mx} G_k \quad (6.2.7-1)$$

$$q_{Ehk} = F_{Ek}/A_w \quad (6.2.7-2)$$

式中: F_k ——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;

q_{Ehk} ——垂直于墙面方向施加于墙板的分布水平地震作用标准值;

β_e ——地震动力放大系数,计算多遇地震作用下墙板构件承载力时取5.0;计算设防烈度或罕遇地震作用下连接节点承载力时丙类建筑可取4.0,乙类建筑可取5.6;

G_k ——墙板的重力荷载标准值;

A_w ——轻质墙板单面表面积;

a_x ——水平地震影响系数最大值。

6.2.8 水平地震影响系数最大值应根据抗震设防烈度按表6.2.8的规定取值。

表6.2.8 水平地震影响系数最大值 α_x

地震影响	6度	7度	8度	9度
多遇地震	0.04	0.08(0.12)	0.16(0.24)	0.32
设防地震	0.12	0.23(0.34)	0.45(0.68)	0.90
罕遇地震	0.28	0.50(0.72)	0.90(1.20)	1.40

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；

6.2.9 竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的65%。

6.3 墙 板 设 计

6.3.1 装配式轻质混凝土围护墙板按承载力极限状态设计时，应符合下列规定：

无地震作用组合： $Y_0 S_a \leq R_4$ (6.3.1-1)

有地震作用组合： $S_a \leq R_4$ (6.3.1-2)

式中： y_0 ——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_a ——墙板作用组合效应设计值，应按本规程第6.2.1条规定取值；

R_4 ——墙板承载力设计值，可通过计算或按本规程附录A 试验辅助方法确定。

6.3.2 装配式轻质混凝土围护墙板在垂直于墙面均布风荷载标准值作用下平面外跨中相对挠度不应大于层高的1/300。围护墙板平面外跨中相对挠度可通过计算确定，也可按本规程附录B 试验辅助方法检验，墙板在挠度计算或试验辅助方法检验时可按两端简支考虑。

6.3.3 装配式轻质混凝土围护墙板在垂直于墙面的各类荷载下不宜出现开裂，计算最大裂缝宽度不应大于0.05mm，裂缝宽度可通过计算或通过本规程附录B 试验辅助方法检验。

6.4 连接设计

6.4.1 墙板与主体结构的连接应满足强度、刚度和耐久性要求。连接强度设计值不应低于围护墙板连接作用组合效应值的1.2倍，并不应小于20kN。

6.4.2 墙板与主体结构的连接节点按承载能力极限状态设计时，应考虑墙体自重、风荷载、地震作用等作用的不利组合。当墙板上挂有挂件时，应将挂件荷载计入作用的不利组合；当存在温度作用影响时，应将温度作用计入作用的不利组合。

6.4.3 墙板与钢结构连接宜采用连接件，连接件与钢结构的连接应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的有关规定。

6.4.4 墙板与混凝土结构连接宜采用预埋件，预埋件应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定进行设计。当采用其他连接方式时，墙板与混凝土结构连接的承载力应通过计算或试验确定。

6.4.5 墙板与主体结构的连接构造除应满足强度要求外，还应能将围护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 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 $\Delta u/h$ 的3倍。主体结构层间弹性变形限值 $\Delta u/h$ 可按表6.4.6的规定采用。

表6.4.6 主体结构层间弹性变形限值 $\Delta u/h$

结构类型		$\Delta u/h$ 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；
2 当混凝土结构高度不小于250m时， $\Delta u/h$ 限值为1/500；
3 当混凝土结构高度在150m~250m时， $\Delta u/h$ 限值可按线性插值取值。

6.4.7 墙板与主体结构采用内嵌式连接时, 墙板与主体结构之间的连接除应满足承载力要求外, 尚应满足主体结构的变形能力。

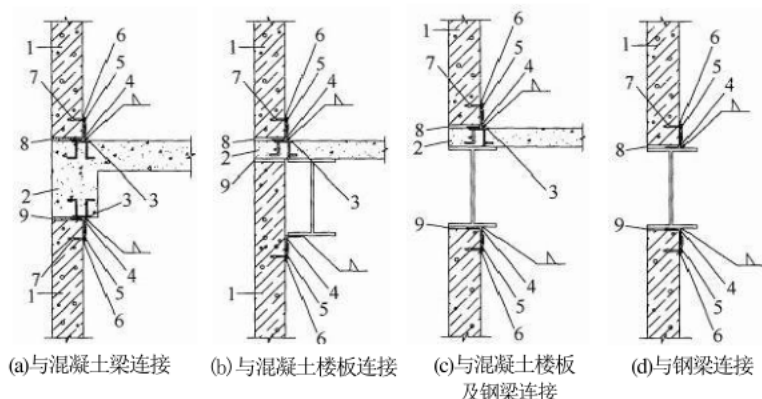
6.4.8 墙板与主体结构的连接为点支承连接时, 连接件的滑动孔尺寸应根据穿孔螺栓直径、层间位移值和施工误差等确定。

6.5 节点构造

6.5.1 墙板与主体结构可采用内嵌式连接和外挂式连接。

6.5.2 当墙板与主体结构采用内嵌式连接时, 墙板连接的上下节点构造可根据主体结构形式按下列方式选用:

1 上下均与混凝土结构的边梁连接 (图6.5.2a);



1—轻质围护墙板; 2—混凝土边梁或板; 3—预埋件; 4—连接角钢;
5—连接压板; 6—连接螺栓; 7—预埋螺丝或连接杆; 8—坐浆及密封; 9—密封构造

图6.5.2 内嵌式连接节点

2 上下均与钢结构或混凝土结构的混凝土楼板连接 (图6.5.2b);

3 下端与钢结构的混凝土楼板连接, 上端与钢梁连接 (图6.5.2c);

4 上下均与钢梁连接(图6.5.2d)。

6.5.3 当墙板与主体结构采用外挂式连接时,围护墙板的上下节点构造可根据主体结构形式按下列方式选用:

1 上下均与混凝土的边梁连接(图6.5.3a);

2 上下均与钢结构或混凝土结构的混凝土楼板连接(图6.5.3b);

3 下端与钢结构的混凝土楼板,上端与钢梁连接(图6.5.3c);

4 上下均与钢梁连接(图6.5.3d)。

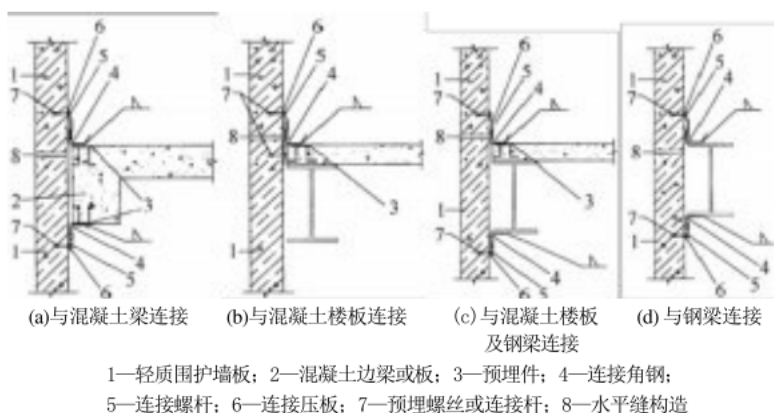


图6.5.3 外挂式连接节点

6.5.4 墙板接缝应采用不少于一道材料防水和构造防水相结合的防水构造措施;受热带风暴和台风袭击地区的围护墙板接缝应采用不少于两道材料防水和构造防水相结合的防水构造措施,其他地区高层建筑宜采用不少于两道材料防水和构造防水相结合的防水构造措施。

6.5.5 墙板水平缝和垂直缝防水构造应符合下列规定:

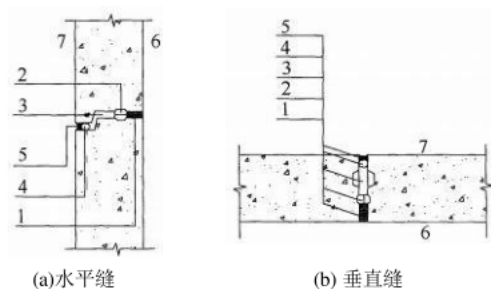
1 水平缝和垂直缝应采用带空腔的防水构造措施;

2 水平缝宜采用内高外低的企口构造措施(图6.5.5a);

3 受热带风暴和台风袭击地区的围护墙板垂直缝应采用槽

口构造措施(图6.5.5b)；

4 其他地区的围护墙板垂直缝宜采用企口构造，多层建筑围护墙板的垂直缝可采用平口构造措施。



1—防火封堵材料；2—气密条；3—空腔；4—背衬材料；
5—密封胶；6—室内；7—室外

图6.5.5 围护墙板水平缝和垂直缝构造示意

7 施 工

7.1 施 工 准 备

7.1.1 墙板安装需要的混凝土结构预埋件、钢结构连接件应在主体结构施工时进行埋设和连接，预埋件、连接件的尺寸及位置偏差应符合设计要求。

7.1.2 墙板施工前应根据设计要求选用专业厂家生产的轻质混凝土围护墙板，墙板应具备产品规格、型号、产品性能、外观和质量证明文件。

7.1.3 施工操作人员应经过培训，应具备各自岗位需要的基础知识和技能水平，并经考核合格，方可允许上岗；施工作业前，应对施工人员进行技术交底。

7.1.4 装配式轻质混凝土围护墙板施工前应进行施工图深化设计，施工图深化设计应包括下列内容：

- 1 轻质混凝土围护墙板选型及排板图；
- 2 墙板与主体结构连接构造及做法；
- 3 墙板上、下、左、右接缝构造措施及做法；
- 4 墙板及连接的防水构造及做法；
- 5 门窗洞口做法、穿墙管线以及吊挂重物的加固构造措施；
- 6 附加保温、装饰层、断热桥等做法。

7.1.5 轻质混凝土围护墙板施工前应编制专项施工方案，专项施工方案应包括下列内容：

- 1 轻质混凝土围护墙板吊装方案，墙板宜采用小型机械设备吊装；
- 2 轻质混凝土围护墙板排板图及墙板安装顺序；
- 3 施工质量控制措施以及安装后墙体的成品保护措施；

- 4 冬期或雨期施工期间防冻、防水等技术措施；
- 5 施工现场防止粉尘、废弃物、噪声等环保措施；
- 6 针对施工现场可能发生的危害、灾害与突发事件的应急预案等。

7.1.6 施工前现场准备工作应包括下列内容：

- 1 墙板进场时，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报告；
- 2 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；
- 3 墙板安装前，应清理墙板连接处的主体结构埋件与连接件，复核墙板安装位置偏差；
- 4 墙板安装前应检查复核吊装设备及吊具，均应处于安全操作状态。

7.1.7 墙板安装前，宜选择有代表性的轻质混凝土围护墙板进行样板墙体安装，并根据样板墙体安装情况调整、完善施工方案，且经建设单位、监理单位审核批准后组织实施。

7.1.8 轻质混凝土围护墙板运输和堆放应符合下列规定：

- 1 运输时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等固定措施，且墙板边角部位宜设置保护衬垫；
- 2 墙板存放应采取防潮、防水、防雨、防暴晒等保护措施，且储存条件应符合产品使用要求，不得被其他物料污染；
- 3 墙板堆放时，可采用插放架或靠放架直立堆放，也可水平堆放。直立堆放的插放架或靠放架应满足承载力和刚度要求，并应采取措施保持支架稳固；水平堆放时，墙板连接件应朝上，码垛层数应经过验算确定。

7.2 安装与连接

7.2.1 墙板安装可根据不同连接形式采用相应的安装顺序，外挂式连接宜分层按顺序吊装，先下后上，逐层安装。

7.2.2 同层、同侧墙板宜从一端向另一端顺序安装，当有门窗洞口时，可从门窗洞口向两侧顺序安装。

7.2.3 墙板可采用单板安装，也可在地面拼装成组合墙体后再进行安装。组合墙体单元的划分应满足立面形式、建筑功能、结构受力和安装的要求。

7.2.4 墙板的吊装宜采用专用吊具，吊装方案应经过设计、验算或试验检验确定。墙板起吊时，吊具绳索与水平面夹角宜为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

7.2.5 墙板吊装就位后，应采取临时固定措施，并应校正墙板位置和垂直度。

7.2.6 墙板与主体结构采用螺栓连接或焊接连接时，螺栓规格或焊缝尺寸应符合设计要求，并应对连接外露部分进行防腐和防火处理。

7.2.7 墙板接缝施工应符合下列规定：

- 1 施工前，应将墙板接缝空腔清理干净，并保持干燥；
- 2 墙板接缝的填塞、填充材料应符合设计要求；
- 3 墙板接缝密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、表面平滑，其厚度应满足设计要求。

7.2.8 当墙板接缝采用专用粘结材料连接时，应在接缝两侧接触面均匀满刮粘结材料，密实挤紧，并将挤出的粘结材料刮平。

7.2.9 墙板内布置的线管应在墙板生产时预埋，当在墙板内安装管线需要现场开槽时，应经过设计单位和生产厂家确认，并应符合下列规定：

- 1 应使用专用切割工具在板的内侧开槽，并应在管线安装完成后采用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。

7.2.10 墙板板面开洞时，洞口尺寸不应大于 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，且洞宽不应大于板宽的15%。

7.2.11 墙板安装后应进行墙面处理，并应符合下列规定：

- 1 应在门框、窗框、管线及设备安装完毕后进行；
- 2 墙面局部破损和孔隙可用腻子填满刮平，无饰面的毛坯墙应满铺防裂网并刮腻子找平；
- 3 对有防水要求的墙体，应进行墙面防水处理。

7.2.12 围护墙体上的门窗安装，应符合下列规定：

- 1 安装在围护墙板上的门窗，宜在墙板预制时安装预埋件；
- 2 安装在附框上的门窗，应在安装墙板时同步安装对应的附框；
- 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；当不满足设计要求时，应进行调整。

7.2.13 墙板吊装应采取安全措施，并应符合下列规定：

- 1 吊装墙板时，墙板下方应拉警戒线，墙板就位固定后，吊装方可脱钩；
- 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。

7.2.14 施工过程中应对围护墙体采取保护措施，并应符合下列规定：

- 1 不得在围护墙面上剔凿或使用尖锐物体撞击墙板；
- 2 门窗洞口的边角宜采取保护性措施。

7.2.15 当围护墙板需要外保温系统时，外保温施工应在墙板安装完成后进行。

8 验 收

8.1 一 般 规 定

8.1.1 装配式轻质混凝土围护墙板工程施工质量验收除应符合本规程规定外，尚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标准》GB 50210、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411 的有关规定。

8.1.2 装配式轻质混凝土围护墙板施工可分为围护墙板安装、接缝连接、防水施工、保温系统安装等检验批。

8.1.3 围护墙板安装工程隐蔽工程验收，应包括下列内容：

- 1 预埋件；
- 2 墙体与主体结构的连接节点；
- 3 墙体与主体结构之间的封堵构造节点；
- 4 墙体变形缝及墙面转角处的构造节点。

8.1.4 装配式轻质混凝土围护墙板工程施工质量验收应具备下列文件资料：

- 1 墙板及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 设计文件、图纸会审记录和技术交底资料；
- 3 施工组织设计或专项施工方案；
- 4 安装施工记录及施工单位自查评定报告；
- 5 隐蔽工程验收资料；
- 6 设计变更或洽商记录等文件；
- 7 墙体的气密性能、水密性能检测报告；
- 8 外墙防水施工记录；
- 9 墙板接缝及门窗安装部位淋水试验记录；

10 施工竣工文件等。

8.2 材料及构配件

I 主控项目

8.2.1 轻质混凝土围护墙板产品应具有生产单位、型号、生产日期和质量验收合格标志及墙板出厂证明文件。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查产品合格证书。

8.2.2 轻质混凝土围护墙板的结构性能应符合设计要求。

检查数量：同一类型围护墙板，每1000件为一个检验批，不足1000件时亦为一个检验批。每个检验批抽查1件。

检验方法：承载力、正常使用性能试验检验。

8.2.3 轻质混凝土围护墙板的预埋件、预留孔洞规格、数量应符合本规程第4.3.2条规定和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

8.2.4 轻质混凝土围护墙板的连接材料、密封材料、防水材料、保温材料应符合本规程第4.3.3条～第4.3.7条、第4.1.5条规定和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察并检查产品合格证书。

II 一般项目

8.2.5 轻质混凝土围护墙板的外观质量应符合表8.2.5的规定。

表8.2.5 围护墙板的外观质量

序号	项 目	质量要求
1	板面外露筋纤，飞边毛刺	无

续表8.2.5

序号	项 目	质量要求
2	面层脱落	无
3	板面横向裂缝	$0.10\text{mm} \leq \text{宽度} \leq 0.15\text{mm}$ 长度 $\leq B/10$, 不超过2条/板
4	板面纵向裂缝	$0.10\text{mm} \leq \text{宽度} \leq 0.15\text{mm}$, 不超过3条/板, 总长 $\leq L/10$
5	缺棱掉角	宽度 $\times$ 长度 $10\text{mm} \times 25\text{mm} \sim$ $20\text{mm} \times 30\text{mm}$, 不超过2处/板
6	蜂窝气孔	长径 $5\text{mm} \sim 30\text{mm}$, 深度 $3\text{mm} \sim 10\text{mm}$ 不超过2处/板

注：3、4、5、6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。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测。

8.2.6 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表8.2.6的规定。

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

检验方法：量测、观察。

表8.2.6 尺寸允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
板长L	± 4
板宽B	± 4
板厚T	± 2
面板复合围护墙板面板厚	± 1
对角线差	$L/600$
表面平整度	3

续表8.2.6

项 目		允许偏差 (mm)
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
	标高	±10

8.3 安装与实体

I 主控项目

8.3.1 主体结构后置埋件的施工质量应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145 的有关规定。

检查数量：按现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145 的有关规定执行。

检验方法：检查施工质量检验记录及现场拉拔试验报告。

8.3.2 轻质混凝土围护墙板与主体结构连接件、预埋件、后置埋件之间的连接、安装应符合设计要求，焊接、螺栓连接应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察；检查施工质量检验记录；当采用焊接、螺栓连接时，按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的有关规定执行。

8.3.3 轻质混凝土围护墙板间的接缝处理、构造节点及嵌缝做法应符合设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察，检查施工质量检验记录。

8.3.4 严寒和寒冷地区轻质混凝土外围护墙板周边的热桥部位，应按设计要求采取节能保温等隔断热桥措施。

检查数量：全数检验。

检验方法：检查施工质量检验记录。

8.3.5 轻质混凝土围护墙板接缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：按检验批检验。结合楼层、结构缝或施工段划分检验批，不大于 1000m^2 划分为一个检验批；每个检验批每 100m^2 至少抽查1处，每处不得小于 10m^2 。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

II 一般项目

8.3.6 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。墙体表面应平整、洁净，无污染。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察，尺量检查。

8.3.7 墙板接缝应平直，均匀。用注胶封闭的板缝，注胶应饱满、密实、连续，胶缝的宽度和厚度应符合设计要求；用胶条封闭的板缝，胶条应连续、均匀、安装牢固，板缝宽度应符合设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察，尺量检查。

8.3.8 轻质混凝土围护墙板与主体结构之间的封堵构造应整齐美观，并应符合设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察，检查施工质量检验记录。

8.3.9 轻质混凝土外围护墙板的变形缝及墙面转角处的构造应

符合设计要求。

检查数量：全数检验。

检验方法：观察，检查施工质量检验记录。

8.3.10 轻质混凝土围护墙板安装位置、平整度、垂直度允许偏差和检验方法应符合表8.3.10的规定。

检查数量：按检验批检验。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；每个检验批每100m²至少抽查1处，每处不得小于10m²。

检验方法：观察，尺量检查。

表8.3.10 墙板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 维 护

9.0.1 在建筑物正常使用期间，轻质混凝土围护墙体维护应符合下列规定：

- 1 不得破坏墙体饰面层和保温层；
- 2 不得在墙体上安装超重的挂件；
- 3 不得破坏与围护墙体内厨房或卫生间的防水层；
- 4 不得未经设计允许在外墙上开洞、安装空调或其他设备。

9.0.2 在建筑物正常使用期间，每间隔5年宜对围护墙体进行一次检查维修，其检查维修应包括下列内容：

1 检查轻质混凝土围护墙体有无变形、错位、松动，发现异常情况，应查明原因并及时维修处置；

2 检查围护墙体的主要承力构件、连接构件和连接螺栓等的损坏情况，连接可靠性，锈蚀程度等，发现问题应及时维修；

3 检查密封胶有无脱胶、开裂、起泡，密封胶条有无脱落、老化等损坏情况，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。

9.0.3 当建筑物正常使用期间遭遇地震、台风、火灾等各种危害和灾害时，应在灾害后对围护墙体进行一次全面检查和维修，其检查维修应包括下列内容：

- 1 围护墙体饰面层和保温层；
- 2 围护墙体是否存在非正常裂缝或破坏；
- 3 围护墙板与主体结构的连接是否损坏；
- 4 围护墙板的接缝处是否遭受破坏。

附录 A 轻质混凝土围护墙板承载力 设计值确定的试验辅助方法

A.0.1 轻质混凝土围护墙板受弯承载力设计值确定的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 的有关规定。

A.0.2 轻质混凝土围护墙板试件宜采用足尺，试件与试验装置之间的连接、支承方式应满足实际受力要求。

A.0.3 对相同型号墙板的同一性能 X 进行试验测试，有效试件数量 n 不应少于3件，墙板承载力试验与评价应符合现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152 的有关规定。当确定墙板的受弯承载力时，应按表 A.0.3 确定受弯承载力检验系数 $[\gamma_u]$ 。

表 A.0.3 受弯承载力检验系数

承载力标志	承载力检验系数 $[\gamma_u]$
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)
墙板剪切破坏	1.40

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 X 测量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：

$$X_a = X / [\gamma_u] \quad (\text{A.0.4-1})$$

$$\text{平均值: } m_{X_d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{di} \quad (\text{A.0.4-2})$$

$$\text{标准差: } S_{Xd} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{di} - m_{Xd})^2}{n-1}} \quad (\text{A.0.4-3})$$

式中: X_i ——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;

X_a ——第 i 个测量值 X_i 考虑承载力检验系数后的数值。

A.0.5 对试验中多次测量系列数据中与其余测量值有明显差异的可疑数据 X_a , 可按下式决定取舍:

$$\left| \frac{X_{di} - m_{Xd}}{S_{Xd}} \right| \leq d_n \quad (\text{A.0.5})$$

式中: d_n ——合理的误差限制, 可按表 A.0.5 取值。

表 A.0.5 合理的误差限制

??	5	6	7	8	9	10
d_n	1.65	1.73	1.80	1.86	1.92	1.96

注: n 为量测次数。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 轻质混凝土围护墙板性能 X 的抗力设计值 X_a 可按下式计算:

$$X_a = m_x X - k_s S_x \quad (\text{A.0.6})$$

式中: k_s ——分位值为 0.05 时的单侧容限系数, 可按表 A.0.6 取值。

表 A.0.6 k_s 取值

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 轻质混凝土围护墙板挠度与 抗裂性的试验辅助检验方法

B.0.1 轻质混凝土围护墙板挠度与抗裂性的试验辅助检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 的有关规定。

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，挠度试验检验应满足下式要求：

$$a \leq [a;] / \theta \quad (\text{B.0.2})$$

式中：a。——在使用状态试验荷载作用下，围护墙板挠度实测值 (mm)；

[a;]——构件挠度设计的限值 (mm)，应取围护墙板跨度的 1/300；

θ ——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 $p' = 0$ 时取 $\theta = 2.0$ ， $p' = p$ 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，构件裂缝宽度试验检验应满足下式要求：

$$w_{mx} \leq [w_{mx}] \quad (\text{B.0.3})$$

式中： w_{mx} ——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)；

[w_{mx}]——墙板最大裂缝宽度检验允许值 (mm)，按表 B.0.3 采用。

表 B.0.3 墙板最大裂缝宽度检验允许值 (mm)

设计标准限值 w_{im}	检验允许值 $[W_{max}]$
0.05	0.03
0.10	0.07

用 词 说 明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

- 《建筑模数协调标准》GB/T 50002
- 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《钢结构设计标准》GB 50017
- 《民用建筑隔声设计规范》GB50118
- 《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152
- 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210
- 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325
- 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
- 《钢结构焊接规范》GB50661
- 《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245
- 《碳素结构钢》GB/T 700
- 《低碳钢热轧圆盘条》GB/T 701
- 《低合金高强度结构钢》GB/T1591
- 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2

《耐候结构钢》GB/T 4171
《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
《建筑用轻钢龙骨》GB/T 11981
《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788
《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T14683
《蒸压加气混凝土板》GB/T 15762
《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776
《混凝土外加剂中释放氨的限量》GB18588
《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》GB/T 20878
《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T24498
《预拌砂浆》GB/T 25181
《建筑墙板试验方法》GB/T 30100
《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T 12
《钢筋焊接及验收规程》JGJ18
《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26
《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134
《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145
《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235
《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ289
《轻钢轻混凝土结构技术规程》JGJ383
《泡沫混凝土》JG/T 266
《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396
《外墙保温复合板通用技术要求》JG/T 480
《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482
《聚硫建筑密封胶》JC/T 483
《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》JC/T 540
《单组份聚氨酯泡沫填缝剂》JC/T 936

《耐碱玻璃纤维网布》JC/T 841

《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881

《泡沫混凝土保温装饰板》JC/T2432-2017

《不锈钢结构技术规程》CECS 410

中国工程建设标准化协会标准

装配式轻质混凝土围护墙板应用
技术规程

T/CECS 1170-2022

条文说明

制 定 说 明

本规程制定过程中，编制组进行了深入的调查研究，总结了我国装配式轻质混凝土围护墙板在建筑工程中应用的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过防火试验给出了聚苯颗粒混凝土达到A级燃烧性能时的密度要求。

装配式轻质混凝土围护墙板是框架结构体系重要的围护结构形式，是装配式建筑的重要组成部分，工程应用较为广泛。本规程系统规定了轻质混凝土围护墙板的材料性能，给出了墙板应用的建筑设计、结构设计、施工与验收等条文，对于装配式轻质混凝土围护墙板在实际工程中应用具有积极的意义。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《装配式轻质混凝土围护墙板应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则	(52)
2 术 语 和 符 号	(54)
2.1 术 语	(54)
3 基 本 规 定	(56)
4 材 料 及 构 配 件	(58)
4.1 墙板材料	(58)
4.2 轻质混凝土围护墙板	(60)
4.3 连接及密封材料	(61)
5 建 筑 设 计	(63)
5.1 一般规定	(63)
5.2 模数协调	(63)
5.3 热工设计	(64)
5.4 防水、防火与隔声	(65)
5.5 细部构造	(65)
6 结 构 设 计	(67)
6.1 一般规定	(67)
6.2 作用与作用效应	(68)
6.3 墙板设计	(70)
6.4 连接设计	(70)
6.5 节点构造	(71)
7 施 工	(73)
7.1 施工准备	(73)
7.2 安装与连接	(74)
8 验 收	(75)
8.1 一般规定	(75)

8.2 材料及构配件	(75)
8.3 安装与实体	(76)
9 维 护	(77)
附录 A 轻质混凝土围护墙板承载力设计值确定的 试验辅助方法	(78)
附录 B 轻质混凝土围护墙板挠度与抗裂性的 试验辅助检验方法	(79)

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。装配式轻质混凝土围护墙板是装配式围护体系的基本构件，是除金属围护墙板外的重要墙板形式，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，目前国内装配式轻质混凝土围护墙板体系的设计、施工和验收大都按厂家的要求进行，缺少统一的技术标准，本规程正是为装配式轻质混凝土围护墙板应用在围护体系的设计、施工、验收而编制。

装配式轻质混凝土围护墙板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，本规程的编制可进一步完善装配式建筑标准规范，推进集成化设计、工业化生产、装配化施工、一体化装修，支持部品部件生产企业完善墙板品种和规格，引导企业研发相关的技术、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 本规程的名称为“装配式轻质混凝土围护墙板应用技术规程”，虽然内隔墙也称为围护结构，但是，现在行业内所指的装配式轻质混凝土围护墙板多指围护外墙体系，市场上发展的装

配式轻质混凝土围护体系也是外围护墙体，因此，本规程特指围护外墙体系。

1.0.3 装配式轻质混凝土围护墙板应用在围护结构中，涉及轻质混凝土围护墙板与主体结构的连接，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、隔声、防水等建筑功能，因此，除了满足本规程要求外，还应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《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》GB 50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411 等标准的有关规定。

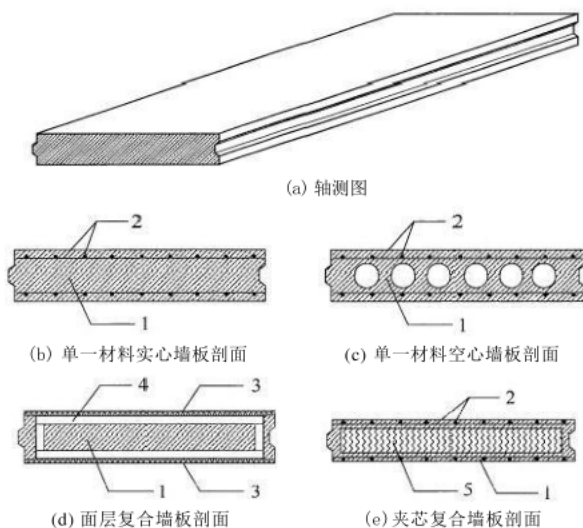
2 术语和符号

2.1 术 语

本节所列术语主要参照现行国家标准《民用建筑设计术语标准》GB/T50504 和《墙体材料术语》GB/T 18968 并结合本规程的具体情况给出的。

2.1.4 轻骨料混凝土是用轻粗骨料、轻细骨料或普通砂、水泥和水配制成的表观密度不大于 1950kg/m^3 的混凝土，当用于墙板结构时，密度一般不大于 1600kg/m^3 。行业标准《轻钢轻混凝土结构技术规程》JGJ383-2016 中给出了轻混凝土定义，也就是轻质混凝土的定义：表观密度不大于 1950kg/m^3 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墙板。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/m^3 。轻质混凝土围护墙板采用的骨料粒径一般不大于 15mm ，多为细骨料混凝土。

2.1.5~2.1.8 轻质混凝土围护墙板按断面结构可分为单一材料实心墙板、单一材料空心墙板、面板复合墙板和夹芯复合墙板，见图1，夹芯复合墙板可以通过中间纵肋将横断面分为几个腔体，腔体内为保温材料，形成多腔夹芯复合墙板，见图2。



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

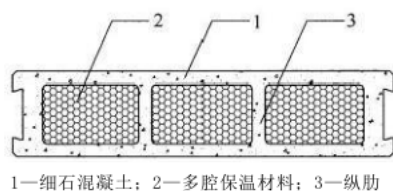


图 2 多腔夹芯复合墙板构造示意

3 基 本 规 定

3.0.1 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。密封胶使用年限一般只有20年，因此应注意密封胶与墙板的搭配使用。

3.0.2 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，外墙板是装配式建筑主要的建筑构件。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。

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

3.0.4 装配式建筑轻质混凝土围护墙板有许多形式和产品，从结构上将其分为四类：单一材料实心墙板、单一材料空心墙板、面板复合墙板和夹芯复合墙板，这四个类型基本包含了轻质围护墙板的各种产品，设计时应根据热工分区的气候条件，选取合适的墙板类型。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。对于经常遭遇台风的沿海地区，轻质混凝土围护墙板外表面的密度、防水性能、防渗性能，

都是选取墙板的重要考虑因素。

3.0.5 围护墙板主要承受自身的重力荷载、横向风荷载和地震荷载等，墙板自身的承载力、刚度和抗裂性一般是由墙板产品来满足，而墙板与主体结构的连接设计是墙板应用在围护系统的关键，根据建筑抗震三水准设防目标：当遭遇高于本地区的基本设防烈度的罕遇地震时，建筑物不倒或者不发生危及生命的破坏；在遭遇罕遇地震时，墙板与主体结构的连接不应发生脱落。

3.0.6 装配式轻质混凝土围护墙板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才可以安装围护墙板。

3.0.7 施工生产专业化，有利于提高工人的熟练程度和技术水平，提高劳动生产率，有利于保证和提高工程质量。随着装配式建筑的发展，对于施工的专业化要求越来越高，轻质混凝土围护墙板的施工包括：墙板与主体结构连接、接缝处理、墙板找平对齐、防水等，必须由具有墙板安装经验的专业化队伍施工，才可以保证墙板的施工质量。

3.0.8 装配式轻质混凝土围护墙板安装成的围护结构不属于主体结构，国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013并没有把围护结构单独拿出来作为一个独立的分部工程，而是分散在若干分部工程中：墙板安装在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，这主要是由于国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013还没有关注装配式建筑和装配式外墙，装配式轻质混凝土围护结构更接近一个分部工程，作为一个分部工程进行验收更加合理。

4 材料及构配件

4.1 墙 板 材 料

4.1.1 轻质混凝土围护墙板主要承受墙板自重、单层的风荷载和地震作用，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，地震响应越小，所以，围护结构多采用轻质混凝土。目前常见的轻质混凝土有蒸压加气混凝土、轻骨料混凝土、聚苯颗粒混凝土、泡沫混凝土等。

现行国家标准《蒸压加气混凝土板》GB/T 15762 是专门针对蒸压加气混凝土墙板的产品标准，配筋板材强度按国家标准《蒸压加气混凝土板》GB/T15762-2008 最低取 A2.5。行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266-2011中泡沫混凝土按干密度分为11个等级，分别对应于A03、A04……A16，干密度分别对应于 300kg/m^3 、 400kg/m^3 …… 1600kg/m^3 ，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 400kg/m^3 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，其力学性能在行业标准《轻钢轻混凝土结构技术规程》JGJ383-2016 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。

4.1.2 轻质混凝土围护墙板当采用面板复合墙板时，面板采用的是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，应符合现行行业标准《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T396 的有关规定。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。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。

4.1.3 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、材料要求等都在现行国家标准《建筑用轻钢龙骨》GB/T11981 中有规定。

4.1.5 轻质混凝土围护墙板是适应装配式建筑的一种围护体系墙板。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墙板结构上做保温,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。保温材料也在不断出现新产品,当采用新型保温材料时,其性能应符合相关标准的规定。

聚苯颗粒混凝土的燃烧性能与其密度紧密相关,试验表明,当密度不低于 280kg/m^3 时,就可以满足A级燃烧性能要求。

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1的规定,并应满足耐久性要求。

表 1 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/m^3)	18~22	22~35		20~80	64~120	≥ 100
导热系数 $[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$	≤ 0.039	≤ 0.032	0.030	≤ 0.024	≤ 0.040	≤ 0.048
水蒸气渗透系数 [$\text{ng}/(\text{Pa}\cdot\text{m}\cdot\text{s})$]	≤ 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:压缩强度是相对压缩变形为10%时对应的压缩应力。

4.1.6 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》，分别为现行国家标准《室内装饰装修材料 人造板及其制品中甲醛释放限量》GB18580、《木器涂料中有害物质限量》GB18581、《建筑用墙面涂料中有害物质限量》GB18582、《室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量》GB18583、《室内装饰装修材料 木家具中有害物质限量》GB18584、《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》GB18586、《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》GB18587、《混凝土外加剂中释放氨的限量》GB18588、《建筑材料放射性核素限量》GB 6566, 墙板用装饰装修材料应满足这10项现行国家标准要求。

4.2 轻质混凝土围护墙板

4.2.1 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。

4.2.2 墙板的宽度采用模数化尺寸，根据现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T50002 的有关规定，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、1200mm，也有产品采用1500mm。现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002外墙厚度的优先尺寸系列为150mm、200mm、250mm、300mm。

4.2.3 轻质混凝土围护墙板大部分都是标准化尺寸，但是，也会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。

4.2.4 由于外墙板采用的混凝土强度低，为了保证轻质墙板的

耐久性，故对其软化系数作出规定，围护结构外墙材料的软化系数是参考现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T50081 确定的。

抗冲击性能是为了保证墙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通用技术要求》JG/T 169-2016第7.4.1节给出了确定墙板抗冲击性的试验装置和试验方法，墙板要在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通用技术要求》JG/T169-2016 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。

折合密度是指外围护墙板总质量与总体积的比值，而不是轻质混凝土材料的密度。

4.2.5 轻质混凝土围护墙板按行业标准《混凝土轻质条板》JG/T350-2011 对外墙板的要求分为6个抗弯荷载等级，最低要求为2.0kN/m²。

4.2.6 轻质混凝土墙板的抗冻等级是参考现行国家标准《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574 确定的。由于墙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。建材标准习惯用慢冻法，用D表示，混凝土结构习惯用快冻法，用F表示。

4.3 连接及密封材料

4.3.1 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，可以有效防止表面微裂缝的产生。

4.3.2 近年来，不锈钢材料和耐候钢已经在工程结构中应用，不锈钢结构也颁布了协会标准《不锈钢结构技术规程》CECS 410:2015, 可以参考该规程的技术要求。

4.3.3 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。

4.3.5 墙板接缝处的密封材料和防水材料，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。

4.3.7 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，已经广泛用在建筑门窗、幕墙的密封中，也可用于建筑围护墙板的密封中。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1~5.1.3 传统的外围护墙体分三个工序施工：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预制墙板，可以做到保温、装饰与墙体一体化。

外围护墙结构的建筑设计除包含建筑外立面、外表面装饰等建筑效果外，还包括热工性能、防水防潮、防火设计、隔声和吸声设计等。

5.2 模数协调

5.2.1~5.2.3 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标准化、装配化、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，可以通过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。

装配式建筑的三部现行国家标准《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T51232、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式木结构建筑技术标准》GB/T 51233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。

墙板结构是在墙板产品基础上进行设计,建筑设计时应根据墙板产品规格,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 现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176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,根据现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 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难以满足保温要求时,应在墙板安装后进行附加保温措施。

5.3.5 国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016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,并且在该规范的第5.1.2条~第5.1.4条给出了外围护结构内表面计算方法,设计时应根据该规范要求,按该规范中的温度计算方法进行设计计算。

5.3.6 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。国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016-2021第4.3.2条给出了明确规定，并在国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016附录 C.3 中给出了外墙内表面温度计算方法。

5.3.8、5.3.9 防潮、防结露设计。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，尤其是墙板表面的密实性，防止水蒸气渗透进入墙板内部，防止墙板内部产生冷凝水。

5.3.10 隔热桥是围护系统热工设计的关键，热桥主要体现在一些节点的处理，本条给出了一些关键节点隔热桥措施。

5.4 防水、防火与隔声

5.4.4 围护墙板之间的缝隙关系到安装质量、气密性和水密性，欧洲、日本、美国对接缝宽度及密封胶的厚度都有规定。本条根据工程经验并参考了行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T458-2018 给出。接缝的预留宽度不宜太小，否则，安装误差难以消除；接缝的预留宽度也不宜过大，否则，密封胶厚度增大，容易损坏。

5.4.9 现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 对各类建筑的外墙隔声有明确的规定，对于商业建筑，应根据商业功能不同采用不同的隔声要求，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，并不是装配式轻质混凝土围护墙体特有的，因此，本节只是给出了需要考虑的构造细节关键点，没有给出具体构造细节内容，具体内容可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 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。围护结构的结构设计在各类结构设计标准中基本没有专门的章节，因此，本规程将重点给出结构设计相应的规定。装配式轻质混凝土围护墙板分析应采用线弹性方法，其计算简图应符合实际受力状态。

装配式围护墙板与主体结构的连接从空间关系上可分为内嵌式和外挂式两种连接方式，内嵌式连接的墙板只能做到一层，对于外挂式连接围护墙板，原则上可以跨层，但是，减小墙板的高度可以减小墙板所受弯矩，因此，外挂式墙板也多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、地震作用、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。

对于有窗的墙体，窗最好采用窗附框，如果窗直接安装在墙板上，如图3中的墙板②、③、⑤、⑥、⑦、

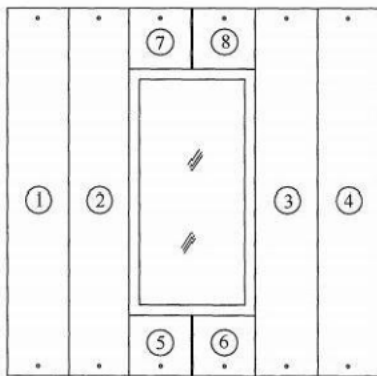


图3 窗口墙排版图

⑧都与窗相连接，窗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而设，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 装配式轻质混凝土围护墙板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附加的结构内力。

6.1.7 除了轻骨料混凝土和蒸压加气混凝土外，对于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，根据国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 - 2008附录D“试验辅助设计”以及国际标准《General principles on reliability for structures》ISO 2394-2015的相关条文，可以根据试验辅助设计的原则，通过本规程附录 A 提供的基于试验的承载力和设计方法进行设计。

6.2 作用与作用效应

6.2.1、6.2.2 装配式轻质混凝土围护墙板竖向主要承受自身的重力荷载和竖向地震作用，水平向主要承受风荷载与水平地震作用，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作用组合。

荷载作用分项系数按国家标准《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。

地震设计工况是按国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010(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现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009一致。

6.2.3 装配式轻质混凝土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。

6.2.5 围护结构的风荷载按国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012第8.1.1条计算围护结构时的规定计算。参考协会标准《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/m^2 ,本规程围护墙板的风荷载最小标准值也取 1.0kN/m^2 ,与国家标准《建筑幕墙》GB/T21086-2007 抗风压标准值最小为 1.0kN/m^2 基本一致。同时,行业标准《混凝土轻质条板》JG/T 350-2011将外围护墙板的荷载等级最低定为 2.0kN/m^2 ,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/m^2 ,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/m^2 ,与幕墙标准及墙板的产品标准也是一致的。

按照国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 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;当为开放式建筑时,应按开放式建筑局部体型系数取值。

6.2.6~6.2.9 装配式轻质混凝土围护墙板的地震作用按国家标准《建筑抗震设计规范》GB50010-2010(2016 年版)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作用时，按该规范第13.2.3条的规定，水平地震作用的标准值采用的计算公式为：

$$F=m\xi_1\xi_2 \text{ cmG} \quad (1)$$

γ 为非结构构件的功能系数，按该规范附录M 第 M.2.2 条取 1.4； η 为非结构构件的类别系数，按该规范附录 M 第 M.2.2 条取 0.9； ξ_1 为状态系数，对于预制墙板取 2.0； ξ_2 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，得到本规程式 (6.2.7-1) 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。行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102-2003 也采用了统一的放大系数，且放大系数取 5.0。计算连接节点承载力时 β 取值参考了行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T458-2018 第 6.2.7 条。

根据国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50010 -2010 (2016年版) 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 装配式轻质混凝土围护墙板的承载力抗震调整系数按国家标准《建筑抗震设计规范》GB50010-2010 (2016 年版) 第 13.2.5 条规定取为 1.0，因此，公式中没有写承载力抗震调整系数。

6.3.2 装配式轻质混凝土围护墙板的风荷载标准值可按本规程第 6.2.5 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，因此，可以按本规程附录 B 试验辅助确定。

6.4 连 接 设 计

6.4.1 装配式轻质混凝土围护墙板在高空与主体结构连接，必

须保证连接的安全可靠，因此，要求连接强度不低于组合值的1.2倍，当组合值较小时，也不应低于20kN,20kN 是连接强度的最低值，与本规程表4.2.4的第4项对应。

6.4.5、6.4.6 装配式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，也可以是墙板的下端承受竖向荷载，也就是下托上扶形式。

表6.4.6中的限值是根据行业标准《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》JGJ 99-2015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国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086-2007 的规定。

6.5 节点构造

6.5.1~6.5.3 本节的连接构造只是给出了装配式轻质混凝土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法，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自己独特的连接方式，需要经过试验检验或工程检验。

6.5.4 围护墙板的接缝是防水的关键环节也是最薄弱的环节，应结合当地气候条件做好接缝的防水构造措施。受热带风暴和台风袭击的地区，气压、气流和雨水对外围护结构的作用更加强烈，对接缝防水的要求更高。本条根据工程经验并参考了现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术规程》JGJ/T458 给出。

6.5.5 围护墙板的接缝主要就是上、下的水平缝和左、右的垂

直缝，水平缝采用内高外低的企口形式有利于室外雨水不进入室内，因此，推荐采用。但是，工程中采用平接缝的很多，只要做好防水构造措施也是可以有效防水的。本条根据工程经验并参考了现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458给出。总之，防水构造措施必须紧密结合当地的气候条件，结合墙板产品的企口形式，结合密封胶的类型等因素，并经过试验和实践检验，形成成套的配套产品和构造形式。

7 施 工

7.1 施 工 准 备

7.1.1~7.1.6 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，施工准备包括了主体结构上预埋件、连接件的检查，预制墙板的检验。

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。

目前也有一类内嵌式装配式轻质混凝土围护结构是与主体一起施工的，先将墙板安装，墙板作为柱的模板，再浇筑柱混凝土，这类装配式围护结构应按其成熟的施工经验和方式进行施工。

7.1.7 装配式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进行全面施工。“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。

7.1.8 装配式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，运输堆放都涉及墙板的外观质量、墙板是否受到损伤，也涉及环保和安全，因此，应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。

7.2 安装与连接

7.2.1~7.2.3 装配式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。

江苏顺为绿色建筑科学研究院有限公司开发了先安装墙板、再施工主体结构的围护结构与主体结构同步施工方法。混凝土轻质复合墙板先行安装后，可以以墙板作为主体结构的部分模板，再浇筑主体结构梁、柱。主体结构与墙板通过后浇混凝土连接成整体，墙板与主体结构的连接牢固，还可以节省主体结构部分模板费用。装配式轻质混凝土墙板的先安装工艺可以使维护结构和主体结构同步完工，而且有利于机械化施工，可以加快施工进度。

7.2.4~7.2.8 这几条给出了轻质混凝土围护墙板安装时的吊装要求、临时固定要求、连接节点要求、接缝处理要求等。

7.2.9 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，槽深不宜大于板厚的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。

7.2.15 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。

8 验 收

8.1 一 般 规 定

国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013规定了建筑工程施工验收的分部工程、子分部工程、分项工程划分方法，但是，并没有把围护系统作为一个独立的分部工程，围护外墙的安装施工属于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。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》GB 50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411的有关规定。

8.2 材料及构配件

本节主要规定了装配式轻质混凝土围护墙板应用的主要材料，包括装配式轻质混凝土围护墙板、墙板的预埋件、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。

I 主 控 项 目

8.2.2 轻质混凝土围护墙板的结构性能应经过试验检验，每个检验批抽查1件进行试验检验，试验确定承载力时由产品厂家完成，本条的试验检验并不是根据试验确定承载力，而是通过试验检验墙板是否满足承载力、裂缝、刚度要求。

II 一般项目

8.2.5、8.2.6 这两条规定了加工制作完成的装配式轻质混凝土围护墙板应满足的外观质量和制作偏差要求，是装配式轻质混凝土围护墙板用于工程设计和施工的基础资料。墙板外观质量及尺寸偏差检验可按现行国家标准《建筑墙板试验方法》GB/T 30100的有关规定执行。

8.3 安装与实体

本节主要规定了装配式轻质混凝土围护墙板安装、连接、接缝处理、保温性能、隔断热桥措施等的验收要求。

安装完成的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。

淋水试验参考了行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014 中外墙板接缝处应进行淋水试验。

9 维 护

过去的技术规程一般不包括施工完成后的工程维护，由于装配式轻质混凝土围护结构是通过预制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50年，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，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修，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承载力设计值 确定的试验辅助方法

本附录给出了依据试验确定构件承载力的方法，参照了国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153-2008 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》ISO 2394-2015 的相关条文，当性能 X 服从正态分布时，其设计值 X_d 可按下式确定：

$$X_d = \frac{\eta_d}{\gamma_m} (m_x - k_{ak} S_x) \quad (2)$$

式中： m_x ——性能X 的平均值；

S_x ——性能X 的标准差；

k_{ak} ——标准值单侧容限系数；

η_d ——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；

γ_m ——分项系数，具体数值应根据试验结构的应用领域来选定。

国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 - 2008未给出系数 η_d 和 γ_m 的取值，结合国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T50152-2012 中承载力检验系数 $[\gamma_u]$ 给出，

也就是近似取 $\frac{\eta_d}{\gamma_m} = 1/[\gamma_u]$ ，这样就可以得到公式：

$$X_d = (m_x - k_{ak} S_x) / [\gamma_u] \quad (3)$$

考虑到不同试件破坏形式可能不同，采用的 $[\gamma_u]$ 值也会不同，就将 $[\gamma_u]$ 的考虑放在了前面，对每个试验数据 X；先考虑 $[\gamma_u]$ ，得到本附录式 (A.0.6)。

附录B 轻质混凝土围护墙板挠度与 抗裂性的试验辅助检验方法

装配式轻质混凝土围护墙板的混凝土材料强度低，墙板构造复杂，目前还没有成熟的刚度、开裂计算方法，直接进行试验检验是简单可行的方法，也是本附录“试验辅助设计”方法对于挠度和抗裂设计的体现。

本附录依据国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152-2012给出。