 **CECS 406:2015**

|  |
| --- |
|  |

**中国工程建设协会标准**

**现浇泡沫混凝土轻钢龙骨复合墙体**

**应用技术规程**

**前 言**

根据中国工程建设标准协会《关于印发2012年第二批工程建设协会标准制订、修订计划》的要求，规程编制组在广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并广泛征求意见基础上，制订本规程。

本规程的主要内容包括：总则、术语、材料、设计、加工制作与运输、安装施工、工程验收、保养和维护。

根据原国家计委计标【1986】1649号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求，推荐给工程建设、设计、施工、监理等使用单位及工程技术人员采用。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由中国建筑标准设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请寄往中国建筑标准设计研究院有限公司（地址：北京市海淀区首体南路9号主语中际5号楼7层，邮编：100048）。

主编单位：中国建筑标准设计研究院有限公司

北京优耐德新型建材有限公司

参编单位：中国建材检验认证集团有限公司

 中交地产武汉开发有限公司

中建八局第四建设有限公司

湖南省异格建筑节能工程有限公司

黑龙江省汉唐建筑工程有限公司

内蒙古天达建材有限公司

山东鲁泰建材科技集团有限责任公司

北京广惠精研泡沫混凝土科技有限责任公司

主要起草人：郝 伟 沈仲文 周可璋 张 萍 江 立 赵德存 穆秀君 顾 灏 张 君 叩殿强 李雪丰 沈仲谋 闫振甲 韩光平 徐 松 王 凯 宋 婕 王 旭

主要审查人：徐平涛 刘继峰 张增寿 谢明哲 张 卫 宋耿友 陆世英

徐伦军

目 次

[1 总 则 3](#_Toc434994105)

[2 术 语 4](#_Toc434994106)

[3 材料 5](#_Toc434994107)

[3.1一般规定 5](#_Toc434994108)

[3.2泡沫混凝土 5](#_Toc434994109)

[3.3纤维增强水泥板 6](#_Toc434994110)

[3.4轻钢龙骨及龙骨组件 9](#_Toc434994111)

[3.5固定件及连接件 9](#_Toc434994112)

[3.6密封材料 9](#_Toc434994113)

[3.7其他 10](#_Toc434994114)

[4设计 12](#_Toc434994115)

[4.1一般规定 12](#_Toc434994116)

[4.2泡沫混凝土 13](#_Toc434994117)

[4.3纤维增强水泥板 14](#_Toc434994118)

[4.4轻钢龙骨及龙骨组件 15](#_Toc434994119)

[5施工 17](#_Toc434994120)

[5.1一般规定 17](#_Toc434994121)

[5.2施工流程 18](#_Toc434994122)

[5.3施工准备 19](#_Toc434994123)

[5.4轻钢龙骨安装 19](#_Toc434994124)

[5.5纤维增强水泥板安装 19](#_Toc434994125)

[5.6泡沫混凝土浇筑 20](#_Toc434994126)

[5.7养护 21](#_Toc434994127)

[6质量验收 23](#_Toc434994128)

[6.1一般规定 23](#_Toc434994129)

[6.2龙骨安装 23](#_Toc434994130)

[6.3纤维增强水泥板安装 24](#_Toc434994131)

[6.4泡沫混凝土浇筑 25](#_Toc434994132)

[本规程用词说明 29](#_Toc434994133)

[引用标准名录 30](#_Toc434994134)

## 1 总 则

1.0.1 为规范泡沫混凝土轻钢龙骨复合墙体在建筑工程应用上的技术要求，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规范适用于现在以现浇泡沫混凝土轻钢龙骨复合墙体作为民用建筑与一般工业建筑中自承重内墙、自保温或复合保温外墙的设计、施工及质量验收。

1.0.3 现浇泡沫混凝土轻钢龙骨复合墙体的设计和施工应遵守国家有关结构安全、防火安全和环境保护的规定。

1.0.4现浇泡沫混凝土轻钢龙骨复合墙体的设计、施工和质量验收除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

2.0.1现浇泡沫混凝土轻钢龙骨复合墙体 composite wall of cast-in-place Foamed concrete with light board keel

以轻钢龙骨为支撑，以固定在轻钢龙骨上的纤维增强水泥板为面板，中间现浇泡沫混凝土的新型复合墙体，简称为复合墙体。现浇泡沫混凝土轻钢龙骨复合墙体可用于建筑外墙和建筑隔墙，分别简称为复合外墙和复合隔墙。

2.0.2泡沫混凝土 foamed concrete

 用物理方法将泡沫剂制备成泡沫，再将泡沫加入到由硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥、骨料、掺合料、外加剂和水等制成的浆料中，经混合搅拌、浇注成型、养护而成轻质微孔混凝土。

2.0.3纤维增强水泥板 fiber-reinforced-cement sheet

以非石棉类无机矿物纤维、有机合成纤维或纤维素纤维(不包括玻璃纤维)单独或混合作为增强材料，以水泥或在水泥中掺入硅质、钙质材料为基材制成的材料。

2.0.4轻钢龙骨 light steel keel

以连续热镀锌钢板（带）或以连续热镀锌钢板（带）为基材的彩色涂层钢板（带）作原材料，采用冷弯工艺生产的薄壁型钢。

## 3 材料

### 3.1一般规定

3.1.1复合墙体应采用节能、利废、性能稳定、无放射性，以及对环境无污染的原材料，不得使用国家明令淘汰的材料。

3.1.2复合墙体用材料应符合现行国家标准《墙体材料应用统一技术规范》GB50574的规定。

3.1.3复合墙体用纤维增强水泥板、密封材料、保温材料、固定件等的化学性质应相容。

3.1.4复合墙体用防封堵材料应符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864和《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267的规定。

3.1.5复合墙体用材料的核素限量不得超出现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566中A类的规定。

### 3.2泡沫混凝土

3.2.1复合墙体中的泡沫混凝土应采用普通硅酸盐水泥。

3.2.2泡沫混凝土应采用原材料应符合下列标准的要求：

1 《普通硅酸盐水泥》GB 175；

2 《硅酸盐建筑制品用粉煤灰》JC/T 409；

3 《硅酸盐建筑制品用砂》JC/T 622；

4 《混凝土用水标准》JGJ 63；

5 《混凝土外加剂》GB 8076

3.2.3泡沫混凝土用的原材料与发泡剂、泡沫稳定剂、混凝土外加剂的化学性质应相容。

3.2.4泡沫混凝土应用物理发泡。

3.2.5泡沫混凝土的性能应符下列规定：

1 泡沫混凝土干密度不应大于表3.2.5-1中的规定，其容许误差应为+5%；导热系数不应大于表3.2.5-1中的规定。

表3.2.5-1 泡沫混凝土干密度和导热系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 干密度等级 | A04 | A05 | A06 | A07 | A08 | A09 | A10 |
| 干密度（kg/m3） | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
| 导热系数（W/(m·K)） | 0.10 | 0.12 | 0.14 | 0.18 | 0.21 | 0.24 | 0.27 |

2 泡沫混凝土每组立方体试件的强度平均值和单块强度最小值不应小于表3.2.5-2的规定。

表3.2.5-2 泡沫混凝土强度等级（MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 强度等级 | C0.3 | C0.5 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C7.5 | C10 |
| 强度 | 每组平均值 | 0.30 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 7.50 | 10.00 |
| 单块平均值 | 0.225 | 0.425 | 0.850 | 1.700 | 2.550 | 3.400 | 4.250 | 6.375 | 8.500 |

3 泡沫混凝土吸水率不应大于表3.2.5-3的规定。

表3.2.5-3 泡沫混凝土吸水率（%）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 吸水率等级 | W5 | W10 | W15 | W20 | W25 | W30 | W40 | W50 |
| 吸水率 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 |

4 泡沫混凝为不燃烧材料，其建筑构件的耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的相关规定。

5 泡沫混凝土在不同环境的抗冻性要求应符合现行行业标准《泡沫混凝土应用技术规程》JGJ/T 341的相关规定。

3.2.6 泡沫混凝土性能试验方法应按现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T 266、《泡沫混凝土应用技术规程》JGJ/T 341的相关规定进行。

### 3.3纤维增强水泥板

3.3.1复合外墙用纤维增强水泥板的外观质量、规格尺寸、尺寸允许偏差、物理性能及力学性能应符合下列规定。

1 复合外墙用纤维增强水泥板的正表面应平整、边缘整齐，不应有裂纹、分层、脱皮、起鼓等缺陷；

2 复合外墙用纤维增强水泥板的规格尺寸宜符合表3.3.1-1的规定；

表3.3.1-1 复合外墙用纤维增强水泥板的规格尺寸（mm）

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 公称尺寸 |
| 长度 | 600～3600 |
| 宽度 | 150～1250 |
| 厚度 | 10～30 |
| 注：上述产品规格仅规定了范围，实际产品规格可在此范围内按建筑模数的要求进行选择。 |

3 复合外墙用纤维增强水泥板的尺寸允许偏差应符合表3.3.1-2的规定；

表3.3.1-2合外墙用纤维增强水泥板的尺寸允许偏差

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 尺寸允许偏差 |
| 长度（mm） | ＜1200 | ±3 |
| 1200~2440 | ±5 |
| ＞2440 | ±8 |
| 宽度（mm） | ≤1200 | ±3 |
| ＞1200 | ±5 |
| 厚度（mm） | ＜8 | ±0.5 |
| 8～20 | ±0.8 |
| ＞20 | ±1.0 |
| 厚度不均匀度（%） | ≤6 |
| 边缘直线度（mm） | ＜1200 | ≤2 |
| ≥1200 | ≤3 |
| 边缘垂直度(mm/m) | ≤3 |
| 对角线差（mm） | ≤5 |

4 复合外墙室外侧面用纤维增强水泥板的物理性能及力学性能应符合现行行业《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396的规定；

5 复合外墙室内侧面板用纤维增强水泥板的物理性能及力学性能应符合现行行业标准《纤维水泥板平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1规定。

3.3.2复合外墙室外侧面板用纤维增强水泥板应进行六面防水处理。

3.3.3复合隔墙用纤维增强水泥板的外观质量、规格尺寸、尺寸允许偏差、物理性能及力学性能应符合下列规定：

1 复合隔墙用纤维增强水泥板的正表面应平整、边缘整齐，不应有裂纹、分层、脱皮、起鼓等缺陷；

2 复合隔墙用纤维增强水泥板的规格尺寸宜符合表3.3.3-1的规定；

表3.3.3-1 复合隔墙用纤维增强水泥板的规格尺寸（mm）

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 公称尺寸 |
| 长度 | 600～3600 |
| 宽度 | 150～1250 |
| 厚度 | 10～30 |
| 注：上述产品规格仅规定了范围，实际产品规格可在此范围内按建筑模数的要求进行选择。 |

3 复合隔墙用纤维增强水泥板的尺寸允许偏差应符合表3.3.3-2的规定；

表3.3.3-2复合隔墙用纤维增强水泥板的尺寸允许偏差

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 尺寸允许偏差 |
| 长度（mm） | ＜1200 | ±3 |
| 1200~2440 | ±5 |
| ＞2440 | ±8 |
| 宽度（mm） | ≤1200 | ±3 |
| ＞1200 | ±5 |
| 厚度（mm） | ＜8 | ±0.5 |
| 8～20 | ±0.8 |
| ＞20 | ±1.0 |
| 厚度不均匀度（%） | ≤6 |
| 边缘直线度（mm） | ＜1200 | ≤2 |
| ≥1200 | ≤3 |
| 边缘垂直度(mm/m) | ≤3 |
| 对角线差（mm） | ≤5 |

4 复合隔墙用纤维增强水泥板的物理性能及力学性能应符合现行行业《纤维水泥平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1的规定.

### 3.4轻钢龙骨及龙骨组件

3.4.1复合墙体用轻钢龙骨外观、尺寸及力学性能应符合现行国家标准《建筑用轻钢龙骨》GB/T 11981的规定。

3.4.2复合外墙用轻钢龙骨壁厚应不小于0.7mm ，复合隔墙用龙骨壁厚应不小于0.6mm。

3.4.3复合外墙用轻钢龙骨及龙骨组件的耐盐雾性能应小于1000h。

3.4.4复合墙体用轻钢龙骨及龙骨组件的双面镀锌量和双面镀层厚度应符合表3.4.4的规定。

表3.4.4 轻钢龙骨镀锌量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 用途 | 双面镀锌量（g/m2） | 双面镀层厚度（μm） |
| 外墙用 | ≥180 | ≥27 |
| 隔墙用 | 一般 | ≥100 | ≥14 |
| 潮湿 | ≥120 | ≥18 |

### 3.5固定件及连接件

3.5.1复合外墙用的固定件及连接件的材质均为不锈钢材质，或采用等效防腐蚀措施。

3.5.2复合隔墙用固定件及连接件应进行热镀锌等有效防腐蚀措施。

### 3.6密封材料

3.6.1复合墙体用密封材料的粘结性能和耐久性应满足设计要求，并应有与所接触材料的相容性试验报告。

3.6.2复合外墙用填缝、密封材料应采用硅铜建筑密封胶，其性能应符合现行国家标准《硅铜建筑密封胶》GB/T 14683的规定。

3.6.3复合隔墙用密封材料可采用硅铜建筑密封胶、聚硫建筑密封胶、聚氨酯建筑密封胶或柔性水泥胶粘剂，其性能应符合下列规定：

1 硅铜建筑密封胶应符合现行国家标准《硅铜建筑密封胶》GB/T 14683的规定；

2 聚硫建筑密封胶应符合现行行业标准《聚硫建筑密封胶》JC/T 486的规定；

3 聚氨酯建筑密封胶应符合现行行业标准《聚氨酯建筑密封胶》JC/T482的规定；

4 柔性水泥胶粘剂的性能应符合表3.6.3的规定

3.6.3柔性水泥胶粘剂物理力学性能

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 性能指标 |
| 凝结时间 | 初凝（min.） | ≥45 |
| 终凝（h） | ≤12 |
| 抗压强度（MPa） | 28d | ≥24.0 |
| 抗折强度（MPa） | 28d | ≥8.0 |
| 压折比 | ≤3.0 |
| 粘结强度（MPa） | 7d | ≥1.0 |
| 28d | ≥1.2 |
| 耐碱性（饱和Ca(OH)2溶液，168h） | 无开裂， 无剥落 |
| 耐热性（100℃水，5 h） | 无开裂， 无剥落 |

### 3.7其他

3.7.1 复合外墙选用复合保温外墙形式时，外墙外保温的保温材料及其系统材料应符合下列规定：

1 硬泡聚氨酯板及其系统材料应符合现行行业标准《硬泡聚氨酯板薄抹灰外墙外保温系统材料》JG/T 420的规定。

2 挤塑聚苯板及其系统材料应符合现行国家标准《挤塑聚苯板（XPS）薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 30595的规定。

3 模塑聚苯板及其系统材料应符合现行国家标准《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 29906的规定。

4 岩棉应符合现行国家标准《建筑外墙外保温用岩棉制品》GB/T 25975的规定。

5 保温装饰板及其系统材料应符合现行标准《保温装饰板外墙外保温系统材料》JG/T 287的规定。

3.7.2 复合外墙中选用复合保温外墙形式时，外墙内保温材料及其系统材料应符合现行行业标准《外墙内保温工程技术规程》JCJ/T 261的相关规定。

## 4设计

### 4.1一般规定

4.1.1复合墙体安装前，工程设计单位应完成复合墙体的设计技术文件。设计技术文件应包括下列内容：

1 复合墙体的轴线分布、复合墙体的厚度、门窗位置和洞口尺寸；

2 复合墙体的防火、隔声、防水、保温等技术性能要求；

3 复合墙体的抗震性能要求和相应的抗震、加固措施；

4 复合墙体的吊挂重物要求和相应的加固措施；

5 复合墙体耐撞击性能要求和特殊部位的加固措施。

4.1.2 复合墙体的设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 5002的相关规定，复合墙体尺寸应标准化和模数化。

4.1.3 复合墙板的厚度，应根据使用部位、环境气候条件、主体结构承载力要求等因素综合确定，厚度宜符合表4.1.3的规定。

表4.1.3 复合墙体的厚度选用表（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 墙体厚度 | 面板厚 | 龙骨宽 |
| 66、91、100、120 | 6、8、10、12 | 50、75、80、100 |
| 150～450 | 8～30 | 50～75（双排安装）130、180（单排安装） |

4.1.4复合墙板应进行承载力及稳定性计算，复合外墙在风荷载作用下应进行变形验算。

4.1.5 复合墙体的热工性能，应符合下列国家现行标准的规定：

1 《民用建筑热工设计规范》GB 50176；

2 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189；

3 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26；

4 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75；

5 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134.

4.1.6 在寒冷及严寒地区，复合外墙体宜选用复合保温外墙形式，增设保温构造，并满足现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ144、《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T 261的相关规定。

4.1.7 复合墙体的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的规定。

4.1.8 当复合外墙采用复合保温外墙形式时，保温材料的燃烧性能等级低于A级，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和《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289的规定。

4.1.9 复合墙体的隔声性能，应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的规定。

4.1.10 复合墙体的选用，宜符合表4.1.10的规定。

表4.1.10 复合墙体的选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 墙体厚度（mm） | 泡沫混凝土密度等级 | 纤维增强水泥板（mm） | 耐火极限（h） | 隔声性能（dB） | 适用范围 |
| 1 | 91 | 不低于A04 | ≥8 | 2 | 38 | 隔断、卫生间隔墙 |
| 2 | 100 | 不低于A04 | ≥8 | 2 | 40 | 隔断、卫生间隔墙、分室墙 |
| 34 | 120 | 不低于A04 | ≥8 | 2 | 42 | 卫生间隔断、管道井、分室墙 |
| 4 | 150 | 不低于A05 | ≥8 | 3 | 43 | 楼梯间墙、分室墙 |
| 5 | 200 | 不低于A05 | ≥10 | 3 | 48 | 楼梯间墙、分户墙、外墙 |
| 6 | 200以上 | 不低于A05 | ≥10 | 3 | ≥48 | 外墙、防火墙 |

### 4.2泡沫混凝土

4.2.1 复合外墙中泡沫混凝土的干密度等级不应小于A06，导热系数不应大于0.14W/（m.K）；抗压强度不应低于1.6MPa，吸水率不应大于20%。

4.2.2 复合隔墙之分户墙、楼梯间墙、卫生间隔墙及管道井所用泡沫混凝土的干密度等级不应小于A05，导热系数不宜大于0.12W/（m.K）；抗压强度不应低于1.0MPa。

4.2.3 复合隔墙之分室墙、隔断中泡沫混凝土的密度等级不应小于A04，；抗压强度不应低于0.8MPa。

### 4.3纤维增强水泥板

4.3.1复合外墙室内侧面板及复合隔墙用纤维增强水泥板，当复合墙体厚度不小于150mm时应选用中密度或高密度纤维增强水泥板，板棍子应符合表4.110的相关要求。

4.3.2 复合墙体用纤维增强水泥板的排列与铺设应符合下列规定：

1 排列与铺设应与轻钢龙骨的布置相适应；

2 平面复合墙体用纤维增强水泥板应竖向排列与铺设；

3 曲面复合墙体用纤维增强水泥板宜横向排列与铺设。

4.3.3纤维增强水泥板的接缝与固定应符合下列规定：

1 复合墙体中的纤维增强水泥板间应留有3mm～5mm缝隙。且应为坡口与坡口相接；

2 复合墙体两端的纤维增强水泥板与相邻的建筑主体结构间应留有3mm缝隙；

3 纤维增强水泥板的四边均应与轻钢龙骨固定，同一轻钢龙骨两侧的纤维增强水泥板应错缝拼接；

4 纤维增强水泥板应采用沉头自攻螺钉固定，板中的固定点间距不应大于250mm，板边的固定点间距应不大于200mm，固定点距离纤维增强水泥板端部距离应为10mm～15mm，固定拧紧后的沉头自攻螺钉顶面应微凹入纤维增强水泥板表面下0.5mm～1mm；

5 门、窗洞口等部位的纤维增强水泥板端部应与轻钢龙骨平齐；

6 复合隔墙用于防火墙时，纤维增强水泥板应在增设的横龙骨处增加固定。

4.3.4在寒冷及严寒地区或高层建筑中，复合外墙用纤维增强水泥板的强度等级不应低于Ⅲ级。

4.3.5 长期处于潮湿环境时，复合隔墙宜使用中密度或高密度纤维增强水泥板。

4.3.6复合分户墙及宜悬挂水箱或采暖器等重物的分室墙应采用中密度或高密度纤维增强水泥板，且强度等级宜为Ⅳ级或Ⅴ级。

### 4.4轻钢龙骨及龙骨组件

4.4.1 复合墙体用轻钢龙骨及龙骨组件的布置和固定应符合下列规定：

1 复合墙体的轻钢龙骨与建筑主体结构可采用膨胀螺栓固定，不得使用射钉固定；复合隔墙的轻钢龙骨与建筑主体可采用射钉或膨胀螺栓固定；

2 复合外墙上、下横龙骨与建筑主体结构固定点间距不应大于400 mm，复合隔墙的上、下横龙骨与建筑主体结构固定点间距不应大于600 mm；

3 上、下横龙骨与建筑主体结构的固定距离龙骨端部不应大于100 mm，上、下横龙骨在门窗洞口处需要截断时，固定点距离龙骨端部不应大于50mm；

4 上、下横龙骨的两端与建筑主体结构的间隙不应小于10mm，上、下横龙骨需要接长时，接长处两龙骨的间隙不宜小于10mm；

5 上横龙骨在固定在钢结构基层上时，应在上横龙骨和钢结构基层之间增设一层橡胶垫板，垫板宽度与上横龙骨同宽，厚度不宜小于3 mm；

6 当复合墙体的龙骨高度大于选用的纤维增强水泥板尺寸时，应在纤维增强水泥板最大高度处增设龙骨；

7 竖龙骨的间距不应大于600mm；

8 竖龙骨顶部与上横龙骨顶部底面应留置10mm间距；

9 边竖龙骨与建筑主体构件固定的间距不应大于700mm；

10 竖龙骨需要接长时，宜采用内衬钢龙骨进行对接连接；对接处内衬的轻钢龙骨在接缝两侧应等长设置，内衬的轻钢龙骨总长度不应小于300mm；内衬的轻钢龙骨与竖龙骨应采用拉铆钉或龙骨钳固定；

11 门窗洞口及水、电箱柜等开洞处，轻钢龙骨应设置加强措施，复合外墙的门窗洞口两侧应采用双排75 mm轻钢龙骨或20#槽钢的安装形式，复合墙体的轻钢龙骨或槽钢的开口不应朝向洞内；

12 复合墙体厚度大于150mm时，宜采用双排轻钢龙骨；双排龙骨之间应进行拉结，可采用纤维增强水泥的中密度板条进行拉结；当采用中密度纤维增强水泥板条接结时，双排轻钢龙骨和拉结板条的尺寸应符合表4.4.1的规定；

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 复合墙体厚度b | 150≤b＜200 | 200≤b＜300 | b≥300 |
| 双排轻钢龙骨中的每排龙骨宽度 | 50、75  | 75 |
| 板条宽度 | ≥40 |
| 板条厚度 | ≥8 | ≥10 |
| 拉结间隔 | ≤800 | ≤700 | ≤600 |

13 复合隔墙手于防火墙时，应采用双排轻钢龙骨；双排轻钢龙骨间距不应小于30 mm；每一排轻钢龙骨均应增设不少于2根横龙骨。

4.4.2 复合外墙门窗洞口两侧安装完轻钢龙骨后，应在轻钢龙骨的两侧用水泥板封闭，浇筑C20以上混凝土作为构造柱。

4.4.3 复合外墙的窗台部位应做防水返台，防水返台高度不能低于200 mm，窗台顶部应做细石混凝土压点处理，压点高度不能低于100 mm。

4.4.4 复合外墙与建筑主体结构相接时，复合墙体侧边应采用增设植筋的方式与建筑主体结构连接。拉结钢筋数量、长度和直径应通过计算确定，且应沿复合外墙高度方向每隔700 mm配置2根直径不小于6 mm的拉结钢筋，拉结钢筋伸入复合外墙的长度不应小于300 mm。拉结钢筋应与轻钢龙骨可靠连接，并应做有效防腐蚀处理。

4.4.5 当复合墙体内预埋水、电线管时应预先设计水、电线管和线盒应与轻钢龙骨连接牢固。

4.4.6 当复合墙体上预设的门窗处、预埋的水（电）箱（柜）等开洞处与竖龙骨位置冲突时，应对轻钢龙骨的布置进行调整。

4.4.7 轻钢龙骨在悬挂水箱或采暖器等处，应设置轻钢龙骨加强措施。

4.4.8 当复合墙体高度超过4.5m时，应在复合墙体半高处设置与建筑主体结构连接且沿复合墙体全长贯通的钢筋混凝土现浇带。现浇带应与复合墙体同宽，现浇带截面高度宜为200 mm，水平方向应配置4根直径不应小于12 mm的钢筋，箍筋直径不宜小于8 mm，箍筋间距不宜大于200 mm。

4.4.9复合墙体长度超过6 m或长度超过宽度3倍时，应采取防止复合墙体变形的构造措施。

## 5施工

### 5.1一般规定

5.1.1 复合墙体工程的施工单位应根据设计技术文件编制专项施工方案。

5.1.2 现浇泡沫混凝土拌合物浇筑施工前，应按规定留样复检。

5.1.3复合墙体施工时，应在上一道施工工序质量验收合格后再进行下一道工序的施工。

5.1.4泡沫混凝土不得在日平均温度5℃以下进行建筑工程现场浇筑施工； 5级以上大风天施工时应有防止泡沫混凝土拌合物水分散失过快的措施。

5.1.5复合墙体工程在雨期应按雨期、高温天气和冬期施工时，应符合下列规定：

1 雨季和降雨期间应按雨期施工要求采取措施，严禁在下雨而无任何避雨等防护措施下进行现浇泡沫混凝土施工；

2 当日平均气温达到30℃及以上时，应按高温天气施工要求采取措施；

3 冬期施工时，应按现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的相关规定进行；当气温骤降至0℃以下时，应按冬期施工的要求采取应急防护措施；泡沫混凝土在越冬期间，应采取维护保温措施。

5.1.6泡沫混凝土养护期间不得进行震动性较大的其他施工。

5.1.7施工单位应建立复合墙体工程现场施工安装质量保证体系，设专人对各工序进行验收和保存验收记录，并应按施工程序组织隐蔽工程的验收和保存施工及验收记录。

5.1.8在施工安装时，应根据材料特性，采取保证复合墙体完整、安装质量和生产安全的措施，施工安装完成后的复合墙体应做好成品保护措施。

5.1.9施工单位应采取有效措施控制建筑工程施工现场的各种粉尘、废弃物、噪声对周围环境造成的污染和危害。

5.1.10施工设备应符合下列要求：

1 定期对相关和生产设备进行检查、试运行，确保设备的正常运转；

2 定期检查生产设备的相关安全保护及维护措施，确保设备的安全运行；

3 定期对计量设备按有关规定由计量单位进行校准；

4 施工前应配备设备相关易损部件，设备出现故障及维修，严禁设备带病运行；

5 设备检修应有专业人员进行操作，未经培训不得进行设备的检修工作；

6 设备操作就要安排专人进行，操作人员就要经培训合格后才能上岗。

5.1.11施工安装现场临时用电应符合国家现行标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的相关规定。

5.1.12施工安装现场使用建筑机械应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33的相关规定。

### 5.2施工流程

5.2.1复合墙体施工应按以下流程进行：

纤维增强水泥板安装

轻钢龙骨安装

养护

发泡混凝土浇筑

预埋线管敷设

5.2.2轻钢龙骨安装应按以下流程进行：

特殊部位龙骨

竖龙骨

下横龙骨

上横龙骨

5.2.3纤维增强水泥板安装应按以下流程进行：

开设灌浆孔

板缝嵌填密封剂

封板

裁板

5.2.4发泡混凝土浇筑应按以下流程进行：

浇筑

封灌浆孔

泵送

搅拌

配料

### 5.3施工准备

5.3.1复合墙体工程施工安装前应做好下列准备：

1 安装复合墙体的部位已具备施工条件；

2 应清扫楼、地面浮灰；天气干燥时，应先将基层润湿，但不得有积水；

3 室内应弹出标高控制线，并根据复合墙体施工图进行平面放线；

4 熟悉图纸，并向作业班组作详细的技术交底。

5.3.2所有原材料应符合设计要求，并验收合格。

5.3.3所有原材料应按现场平面布置分类堆放，堆放地点应有防潮、避雨措施。

5.3.4板锯、电动切割机、电动剪、电动自攻钻、电动无齿锯、手电钻、射钉枪、直流电焊机、刮刀、线坠、靠尺等主要施工机具准备就绪。

5.3.5水泥料浆输送泵、泡沫发泡机、水泥料浆搅拌机、水泥上料机、输送管道、蓄水袋，水泵等灌浆专用机械准备就绪。

### 5.4轻钢龙骨安装

5.4.1应按平面控制线将上、下龙骨固定于顶面和地面。混凝土基层射钉射入深度应为23 mm±1mm；实心砖墙应为30 mm±1mm；空心砖墙应为50 mm±1mm，膨胀螺栓的锚固深度和拉拔力指标应符合设计要求。

5.4.2竖龙骨安装时，应先安装边竖龙骨，再安装中竖龙骨。

5.4.3竖龙骨应根据施工图规定的尺寸要求进行裁切，安装时翼缘应朝向板面方向推入横龙骨内。竖龙骨需要接长时，应符合设计要求。

5.4.4轻钢龙骨的布置和固定应符合设计要求，当建筑工程施工现场的条件与复合墙体施工图不符时，轻钢龙骨的改动应由设计单位确认后实施。

5.4.5不得为埋设水（电）线管剔凿已安装完成的轻钢龙骨。

### 5.5纤维增强水泥板安装

5.5.1安装门窗附框、水（电）线管、电气设备的隐蔽工程在封板前进行。

5.5.2纤维增强水泥板安装应在轻狂钢龙骨安装及复合墙体内预埋管线敷设完毕并验收合格后进行；也可在一侧纤维增强水泥板安装的同时，配合安装复合墙体内预埋的水（电）线管和配套设施，并经验收合格后，再安装另一侧纤维增强水泥板。

5.5.3纤维增强水泥板的排列、铺设、接缝与固定应符合设计要求。

5.5.4纤维增强水泥板应从预留洞口处开始安装，并应自下而上、逐块逐排安装；如需对接时，应紧靠，但不得强压就位。纤维增强水泥板的四边均应落在轻钢龙骨的中线上。

5.5.5安装纤维增强水泥板时，螺钉应先从板中部固定，再向四周扩展，螺钉顶面略沉入板内，固定后应补刷防锈漆。

5.5.6纤维增强水泥板接缝处理应按下列规定：

1 复合墙体中部的纤维增强水泥板接缝处，先清除接缝处的浮土，再用小刮刀或小抹子把接缝密封材料嵌入板缝，板缝应嵌满、嵌实，并与坡口刮平。板面不得残留多余的密封材料；

2 复合墙体两端的纤维增强水泥板与相邻的建筑主体结构接缝处，应先在接缝处涂抹密封材料，然后铺板，挤压密封材料使纤维增强水泥板和相邻的建筑主体结构表面通过密封材料接触；

3 待密封材料固化后，应在接缝处涂刷聚醋酸乙烯胶粘剂，并迅速将防开裂用网格布贴牢、压实；

4 阴角处的接缝处理方式应与复合墙体中部的接缝处理方法相同，并用防开裂网格布做加强处理；

5 阳角处的接缝处理方式应与复合墙体中部的接缝处理方法相同，做加强处理的防开裂网格布应粘贴两层，并向两侧翻包，翻包长度不应小于50 mm。

5.5.7纤维增强水泥板安装完成后，在复合墙体一侧的纤维增强水泥板上方开设灌浆孔，灌浆孔应靠近上横龙骨下边缘，灌浆孔直径宜为60mm～80mm，并应在适当位置开设排气孔。

### 5.6泡沫混凝土浇筑

5.6.1 泡沫混凝土浇筑前应按设计及工艺要求确定泡沫混凝土的配合比。泡沫混凝土的性能应满足设计和施工的要求。

5.6.2泡沫混凝土的配合比确定后，当需要更改泡沫混凝土的配合比和原材料时，应由设计单位、施工单位确认后实施，严禁擅自变更配合比，严禁擅自变动泡沫混凝土的原材料。

5.6.3 泡沫混凝土的配料及生产过程，应符合下列规定：

1 配料和生产过程的工艺参数，应能满足复合墙体的设计要求；生产过程中严禁擅自变更；

2 应有可靠的计量手段和控制措施，制备设备应有物理指示装置。

5.6.4宜采用强制式搅拌机搅拌，泵送浇筑；其他类型的搅拌与输送，应符合设计及生产需要。

5.6.5 泡沫混凝土配比应准确，搅拌时间不宜少于3min。

5.6.6泡沫混凝土浇筑施工应符合以下规定：

1 水（电）线管及预埋件应验收合格；

2 泡沫混凝土浇筑应在轻钢龙骨和纤维增强水泥板安装验收合格后进行；

3 泡沫混凝土浇筑过程中，应注意保护复合墙体内预埋的水（电）线管不被破坏，预埋的箱、柜、盒等无变形移位，并采取适当措施确保泡沫混凝土浆体不流入预埋的箱、柜、盒中；

4 泡沫混凝土应分层浇筑，每层浇筑高度应控制在800mm以下；待前次浇筑面达到初凝后方可再次浇筑；

5 泡沫混凝土浇筑施工时，出料口离浇筑面垂直距离不宜超过3000mm；

6 泡沫混凝土浇筑过程中，不得采取机械振捣方式密实，可采用橡皮锤随时轻击纤维增强水泥板表面进行外部震动；

7 泡沫混凝土浇筑完成后，应用木抹子抹平灌浆孔，与纤维增强水泥板的高度差不大于0.5mm,并及时将板面和接缝处清理干净。

### 5.7养护

5.7.1泡沫混凝土养护期间，不得在复合墙体上进行钉、凿、剔等施工，不得撞击墙体。

5.7.2泡沫混凝土浇筑完成后，养护时间不得少于14d；日平均温度低于5℃时，养护时间不得少于21d。

## 6质量验收

### 6.1一般规定

6.1.1复合墙体工程质量验收时应检查下列文件和记录：

1 复合墙体施工图、设计说明及相关设计文件；

2 材料的检测报告、产品合格证、进场验收记录和复验报告；

3 隐蔽工程验收记录（附录A）；

4 施工记录和检验批质量验收记录表（附录B、附录C）。

6.1.2应对下列隐蔽工程项目进行验收：

1 轻钢龙骨与建筑主体结构连接节点；

2 墙体中水（电）线管、设备的敷设节点；

6.1.3复合墙体的检验批划分应符合下列要求：

1 相同材料、工艺和施工条件的复合外墙工程应以每1000 m2为一个检验批，不足1000 m2 按一个检验批计；

2 相同材料、工艺和施工条件的复合隔墙工程每30间（大面积房间和走廊按施工面积30 m2为一间）为一个检验批，不足30间按一个检验批计。

6.1.4检查数量应符合下列规定：

1 复合外墙工程每个检验批每100 m2应至少抽查一处，每处不得小于10 m2；

2 复合隔墙工程每个检验批应至少抽查10%，并不得少于3个自然间进行全数检验。

6.1.5检查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。

### 6.2龙骨安装

Ⅰ主控项目

6.2.1轻钢龙骨材质、规格、型号应符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告及复验报告。

6.2.2轻钢龙骨安装应牢固。

检验方法：观察；手扳；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

Ⅱ一般项目

6.2.3轻钢龙骨水平度及垂直度应符合要求：水平面允许偏差为4mm，垂直面允许偏差为5mm。

检验方法：用2m靠尺和线坠检查。

6.2.4固定点间距应符合设计要求。射钉外露9±1mm。

检验方法：观察、尺量。

### 6.3纤维增强水泥板安装

Ⅰ主控项目

6.3.1纤维增强水泥板的品种、规格应符合设计要求。

检验方法：观察；检查产品合格证书、进场验收记录和性能检测报告。

6.3.2安装纤维增强水泥板所需固定件的位置、数量、固定方法及防腐处理应符合设计要求。

检验方法：观察；尺量；检查隐藏工程验收记录。

6.3.3 纤维增强水泥板安装应垂直、平整、位置正确，板材不应有裂缝或缺损。

检验方法：观察。

Ⅱ一般项目

6.3.4嵌缝材料的品种及接缝方法应符合设计要求。

检验方法：观察；检查产品合格证书和施工记录。

6.3.5纤维增强水泥板安装允许偏差应符合表6.3.5的规定。

表6.3.5 板材安装允许偏差（mm）

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差（mm） |
| 立面垂直度 | 4 |
| 表面平整度 | 4 |
| 阴阳角方正 | 4 |

检验方法：观察、尺量。

### 6.4泡沫混凝土浇筑

Ⅰ主控项目

6.4.1泡沫混凝土的容重、强度、导热系数、含水率应符合设计要求。

检验方法：检查新拌混凝土的留样记录。

6.4.2泡沫混凝土的容重应均匀。

检验方法：分别在墙面的上、中及下部钻芯取样，容重的偏差应不大于5%。

6.4.3泡沫混凝土中水泥、粉煤灰及水的质量计量允许偏差为±0.5%，骨料的质量计量允许偏差为±0.2%。泡沫混凝土密度均匀性偏差时应符合要求。

检验方法：检查新拌混凝土的留样记录。

Ⅱ一般项目

6.4.3泡沫混凝土浇筑应密实，空鼓面积每处不得超过100 mm ×100mm，且每面墙不得多于3处。

检验方法：用橡皮锤敲击。

附录A 隐蔽工程检查验收记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | 部位 | 建设单位 | 监理单位 | 施工单位 |
|  |  |  |  |  |
| 隐蔽工程（或物件） | 单位 | 数量 | 说明 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 试验单号 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 检查检验意见 |
| 施工单位检查人： | 监理单位检查人：（建设单位） |
| 单位工程技术负责人 |  | 项目经理 |  | 施工员 |  | 总监理工程师 |  |

附录B材封堵工程检验批质量验收记录表

|  |  |
| --- | --- |
| 单位（于单位）工程名称 |  |
| 分部（于分部）工程名称 |  | 验收部位 |  |
| 施工单位 |  | 项目经理 |  |
| 分包单位 |  | 分包项目经理 |  |
| 施工执行标准名称及编号 | CECSxxx：2015现浇泡沫混凝土轻钢龙骨复合墙体应用技术规程 |
| 施工质量验收规范的规定 | 施工单位检验评定记录 | 监理（建设）单位验收记录 |
| 主控项目 | 1 | 龙骨规格 | 第6.2.1条 |  |  |
| 2 | 龙骨安装 | 第6.2.2条 |  |
| 3 | 板材规格 | 第6.3.1条 |  |
| 4 | 板材固定 | 第6.3.2条 |  |
| 5 | 板材安装 | 第6.3.3条 |  |  |
| 6 | 泡沫混凝土留样 | 第6.4.1条 |  |  |
| 7 | 泡沫混凝土容重 | 第6.4.2条 |  |  |
| 8 | 泡沫混凝土配比 | 第6.4.3条 |  |  |
| 一般项目 | 1 | 龙骨安装偏差 | 第6.2.3条 |  |  |
| 2 | 龙骨固定点 | 第6.2.4条 |  |
| 3 | 板材嵌缝材料 | 第6.3.4条 |  |
| 4 | 板材安装允许偏差 | 第6.3.5条 | 允许偏差（mm） |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 施工单位检查评定结果 | 专业工长（施工员） |  | 施工班组长 |  |
| 项目专业质量检查员： 年 月 日 |
| 监理（建设）单位验收结论 | 专业监理工程师：（建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 |

附录C 骨架隔墙工程检验批质量验收记录表

|  |  |
| --- | --- |
| 单位（于单位）工程名称 |  |
| 分部（于分部）工程名称 | 装饰装修分部 | 验收部位 |  |
| 施工单位 |  | 项目经理 |  |
| 分包单位 |  | 分包项目经理 |  |
| 施工执行标准名称及编号 | GB50210-2001建筑装饰装修工程质量验收规范 |
| 施工质量验收规范的规定 | 施工单位检验评定记录 | 监理（建设）单位验收记录 |
| 主控项目 | 1 | 材料质量 | 第7.3.3条 |  |  |
| 2 | 龙骨连接 | 第7.3.4条 |  |
| 3 | 龙骨间距及构造连接 | 第7.3.5条 |  |
| 4 | 防火、耐腐 | 第7.3.6条 |  |
| 5 | 墙面板安装 | 第7.3.7条 |  |
| 6 | 墙面板接缝材料及方法 | 第7.3.8条 |  |
| 一般项目 | 1 | 表面质量 | 第7.3.9条 |  |  |
| 2 | 孔洞、槽、盒 | 第7.3.10条 |  |
| 3 | 填充材料 | 第7.3.11条 |  |
| 4 | 龙骨隔墙安装允许偏差 | 项目 | 允许偏差（mm） |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 施工单位检查评定结果 | 专业工长（施工员） |  | 施工班组长 |  |
| 项目专业质量检查员： 年 月 日 |
| 监理（建设）单位验收结论 | 专业监理工程师：（建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 |

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于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”。

 2 条文中指明应按其它标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《建筑模数协调标准》GB/T 50002

《建筑设计防火规范》GB 50016

《民用建筑隔声设计规范》GB 50118

《民用建筑热工设计规范》GB 50176

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194

《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574

《通用硅酸盐水泥》GB 175

《建筑材料放射性核素限量》GB 6566

《混凝土外加剂》GB 8076

《建筑用轻钢龙骨》GB/T 11981

《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683

《防火封堵材料》GB 23864

《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267

《建筑外墙外保温用岩棉制品》GB/T 25975

《模塑聚苯板薄抹灰外墙保温系统材料》GB/T 29906

《挤塑聚苯板（XPS）薄抹灰外墙保温系统材料》GB/T 30595

《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26

《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

《混凝土用水标准》JGJ 63

《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75

《建筑工程冬期施工规程》JGJ /T 104

《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134

《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144

《外墙内保温工程技术规程》JGJ /T 261

《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289

《泡沫混凝土应用技术规程》JGJ/T 341

《泡沫混凝土》JG/T 266

《保温装饰板外墙外保温系统材料》JG/T 287

《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396

《硬泡聚氨酯板薄抹灰外墙保温系统材料》JG/T 420

《硅酸盐建筑制品用粉煤灰》JG/T 409

《纤维水泥平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板》JG/T 412.1

《聚氨酯建筑密封胶》JG/T 482

《聚硫建筑密封胶》JG/T 483

《硅酸盐建筑制品用砂》JG/T 622