

吉林省工程建设地方标准

混凝土复合保温外墙挂板技术标准

Technical standard for thermal insulation concrete
composite exterior wall cladding

DB22/T 5031—2019

主编部门：吉林省建设标准化管理办公室

批准部门：吉林省住房和城乡建设厅

吉林省市场监督管理厅

施行日期：2019年12月5日

2019·长 春

吉林省工程建设地方标准全文公开

吉林省住房和城乡建设厅 吉林省市场监督管理厅

公告

第 535 号

吉林省住房和城乡建设厅 吉林省市场监督管理厅 关于发布吉林省工程建设地方标准《混凝土复合保 温外墙挂板技术标准》的公告

现批准《混凝土复合保温外墙挂板技术标准》为吉林省工程建设地方标准，编号为：DB22/T 5031-2019，自发布之日起实施。原《预制钢筋混凝土复合保温外墙挂板技术规程》，编号为：DB22/T 1039-2011，同时废止。

吉林省住房和城乡建设厅
吉林省市场监督管理厅
2019 年 12 月 5 日

吉林省工程建设地方标准全文公开
库七七 www.cdw.com 提供下载

前 言

根据吉林省住房和城乡建设厅《关于下达〈2019 年全省工程建设地方标准制定（修订）计划（一）〉的通知》吉建标〔2019〕1 号文件要求，对原《预制钢筋混凝土复合保温外墙挂板技术规程》DB22/T1039-2011 进行修订。

本标准的主要内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 性能要求；5 建筑设计；6 结构设计；7 构件制作与运输；8 安装施工；9 工程验收；10 保养与维修。

本标准修订的主要内容是：1 根据吉林省建筑节能标准要求，修订了墙板的热工性能指标；2 根据工程实践应用及提高构件安全性，删掉了钢筋桁架连接复合墙板，增加了墙板内叶的厚度；3 复合墙板与连接的设计应符合国家现行可靠度要求，删掉了具体计算公式；4 修订了工程验收的规定，增加了墙板制作、施工安全应急预案、环境保护和绿色施工等。

本标准由吉林省建设标准化管理办公室负责管理，由长春工程学院和吉林佳泓新型节能建材有限公司负责具体技术内容的解释。

本标准在执行过程中，如有意见或建议，请将有关意见和建议反馈给吉林省建设标准化管理办公室（长春市民康路519号，邮编130041，联系电话：0431-88932615，电子邮箱：jljsbz@126.com），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：长春工程学院

吉林佳泓新型节能建材有限公司

本标准主要起草人员：窦立军 李九阳 隋艳娥 张 华

王 莹 朱 坤 刘 卉 李和光

本标准主要审查人员：周 毅 陶乐然 王 毅 张海泉

赵英鹏 赫双龄

吉林省工程建设地方标准全文公开
库七七 www.cjw.com 提供下载

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	4
4 性能要求	6
4.1 复合墙板	6
4.2 保温材料	7
4.3 混凝土	8
4.4 钢筋	8
4.5 焊接材料	9
4.6 连接材料	9
4.7 预埋件	9
4.8 独立连接件	9
4.9 密封胶、背衬材料、止水材料	10
4.10 防火材料	10
4.11 变位材料	11
4.12 其它	11
5 建筑设计	12
5.1 一般规定	12
5.2 复合墙板的热工设计	12
5.3 复合墙板的防水设计	14
5.4 复合墙板的防火设计	14
6 结构设计	15
6.1 一般规定	15
6.2 作用、作用效应及效应组合	15
6.3 设计原则	16

6.4 复合墙板的设计	17
6.5 连接设计	18
7 制作与运输	20
7.1 一般规定	20
7.2 制作	20
7.3 运输与存放	23
7.4 检验	25
8 安装施工	29
8.1 一般规定	29
8.2 安装连接	29
9 验收	33
9.1 一般规定	33
9.2 主控项目	34
9.3 一般项目	36
10 保养与维修	37
本标准用词说明	38
引用标准名录	39
附：条文说明	41

1 总则

1.0.1 为规范混凝土复合保温外墙挂板应用技术，做到技术先进、安全适用、经济合理，确保工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建钢或混凝土框架结构混凝土复合保温外墙挂板的设计、制作、运输、安装施工、工程验收及保养维修。

1.0.3 混凝土复合保温外墙挂板的工程设计、施工质量验收，除应符合本标准外，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 混凝土复合保温外墙挂板 concrete composite exterior wall cladding

由两层钢筋混凝土板内夹保温材料,通过独立连接件将三部分连接而成的安装在结构框架上的非承重复合外墙板,简称复合墙板。

2.1.2 墙板内叶 inside wall cladding

复合墙板位于室内一侧的钢筋混凝土层。

2.1.3 墙板外叶 outside wall cladding

复合墙板位于室外一侧的钢筋混凝土层。

2.1.4 外饰面层 outside facing layer

墙板外叶外表面根据建筑外观设计选用的面砖、石材、涂料等,即复合墙板的外装饰层。

2.1.5 保温层 insulation

位于复合墙板外叶和内叶之间,起保温节能作用的构造层。

2.1.6 独立连接件 independent fittings

由FRP(纤维增强塑料)或金属材料制成,将墙板外叶、保温层、墙板内叶连接成整体的拉接件。

2.1.7 防水材料 waterproof material

用于板缝之间、复合墙板与主体结构之间的硅酮类、聚硫类、聚氨酯类、丙烯酸类防止雨水渗透的材料。

2.1.8 背衬材料 backing materials

在复合墙板内侧板缝之间,为控制板缝防水材料的设置厚度和避免密封胶接缝三面粘接而设置的填充材料。

2.1.9 板端止水带 water stop strip for the wall cladding edge

用于复合墙板板端，防止雨水渗入的构造带。

2.1.10 洞口止水带 water stop strip for the opening

用于复合墙板洞口四周，防止雨水渗入的构造带。

2.2 符号

2.2.1 材料性能和抗力

R_0 ——材料的总传热阻；

R_i ——内表面换热阻；

R_j ——材料的计算热阻；

R_e ——外表面换热阻；

λ ——材料的导热系数；

λ_c ——材料的计算导热系数，即修正后导热系数；

$[v]$ ——复合墙板的挠度限值；

$[\omega]$ ——复合墙板的裂缝宽度限值；

R ——构件或连接的承载力设计值。

2.2.2 作用和作用效应

$v_{\max}$ ——复合墙板的最大挠度；

$\omega_{\max}$ ——复合墙板的最大裂缝宽度。

2.2.3 其他符号

A_{sb} ——连接件穿过保温材料的截面面积；

A_I ——保温层面积；

d ——材料层的厚度；

v_0 ——结构重要性系数；

v_{RE} ——承载力抗震调整系数；

S ——构件或连接的效应设计值。

2.2.4 系数

a ——导热系数的修正系数；

k ——导热系数的影响系数。

3 基本规定

3.0.1 复合墙板按照围护结构设计，适用于抗震设防烈度小于等于7度地区的乙类及以下建筑，使用年限不超过50年的二a、二b类环境类别。

3.0.2 在应用复合墙板时，应结合本地区的具体情况进行建筑和技术经济分析，按照通用化、模数化、标准化的要求设计复合墙板。复合墙板的各部分名称见图3.0.2。

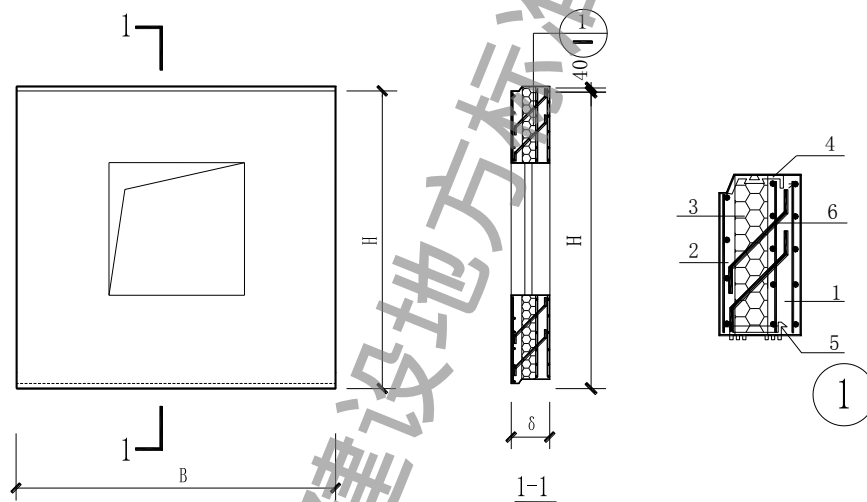


图3.0.2 复合墙板各部分名称

1-墙板内叶；2-墙板外叶；3-保温层；4-板端止水带；
5-洞口止水带；6-独立连接件

3.0.3 建筑设计时，应尽量采用标准化复合墙板。标准化复合墙板的宽度不宜大于5.4m，高度不宜大于3.9m，非标准化板型可根据工程需要进行深化设计。

3.0.4 复合墙板的建筑热工性能设计应符合现行地方标准《居住建筑节能设计标准》DB22/T 450、《公共建筑节能设计标准》DB22/JT 149的有关规定。

3.0.5 复合墙板板缝及外墙门窗洞口的设计尚应符合国家相关标准中气密性能、水密性能的要求。

3.0.6 复合墙板在设计使用年限内应能承受自重以及直接作用在复合墙板上的各种荷载与作用,在温度和室外环境的长期作用下不产生有害变形和破坏;在施工阶段能承受各种施工荷载而不产生破坏。

3.0.7 复合墙板及其连接在地震作用下的性能应符合下列规定:

1 当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震作用时,复合墙板应不受损坏或不需修理可继续使用;

2 当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震作用时,节点连接件应不受损坏,复合墙板可能发生损坏,但经一般性修理后可继续使用;

3 当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震作用时,复合墙板不应脱落;

4 使用功能或其他方面有特殊要求时,可设置更高的抗震设防目标。

3.0.8 复合墙板与主体结构的连接构造节点应具有足够的承载力、刚度和适应主体结构的变位能力;在多重作用的不利组合及主体结构变形的影响下,应具有安全性。

3.0.9 复合墙板中混凝土部分的设计、施工及验收应符合现行国家或行业标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

3.0.10 复合墙板中钢筋、预埋件、连接件等的设计、施工及验收应符合现行国家或行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114、《钢结构设计标准》GB 50017、《混凝土结构设计规范》GB 50010 等的有关规定。

3.0.11 复合墙板的设计、生产加工、施工安装等尚宜符合绿色建筑评价标准、建筑信息化管理要求。

4 性能要求

4.1 复合墙板

4.1.1 复合墙板的主要物理力学性能应符合下列规定。

表4.1.1 复合墙板主要物理力学性能表

项目	性能指标	试验方法
抗弯破坏荷载（板自重倍数）	≥ 1.5	GB/T 30100
抗冲击性（次）	≥ 5	GB/T 30100
单点吊挂力（N）	≥ 1000	GB/T 30100
吸水率（kg/m ² ）	≤ 1.0	GB/T 30100
不透水性	板背面无水滴出现	GB/T 30100
混凝土抗压强度（N/mm ² ）	≥ 25	GB/T 30100
抗冻性能（经 50 次冻融循环后）	板质量损失 $\leq 5\%$ 强度损失 $\leq 25\%$ 外观无损坏	GB/T 30100
空气声计权隔声量(dB)	≥ 50	GB/T 19889.5
耐火极限(h)	≥ 2	GB/T 9978.1

4.1.2 复合墙板的保温性能

1 复合墙板应用于居住建筑时，传热系数应符合现行地方标准《居住建筑节能设计标准（节能65%）》DB22/T 450的规定；

2 复合墙板应用于公共建筑时，传热系数应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB22/JT 149的规定。

4.2 保温材料

4.2.1 复合墙板的保温材料可以采用模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）板、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）板、硬质聚氨酯泡沫塑料（PU）板或岩棉板。

4.2.2 模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）板、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）板、硬泡聚氨酯板（PU）应符合下列要求：

- 1 外形：表面平整，无明显收缩变形和膨胀变形；
- 2 熔结：熔结良好；
- 3 杂质：无明显油渍和杂质。

4 模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）板、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）板、硬质聚氨酯泡沫塑料板（PU）应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1、《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.2、《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T 21558 的各项要求，具体技术指标见表 4.2.2。

表4.2.2 EPS板、XPS板、PU的技术指标

项目 \ 材料名称	EPS 板	XPS 板	PU
密度 (kg/m^3)	18~22	25~35	≥ 35
导热系数(W/m.k)	≤ 0.039	≤ 0.030	≤ 0.024
抗压强度(kPa)	≥ 100	≥ 150	≥ 180
体积吸水率(%)	≤ 3.0	≤ 1.5	≤ 3.0
尺寸稳定性(%)	≤ 3.0	≤ 2.0	≤ 1.5
燃烧性能等级	B1 级	B1 级	B1 级
导热系数修正系数 a	1.05	1.10	1.15

4.2.3 岩棉板应符合下列要求：

- 1 岩棉板的纤维平均直径应不大于 $7.0\mu\text{m}$ ；

2 岩棉板的渣球含量（粒径大于0.25mm）应不大于10.0%（质量分数）；

3 外观质量要求，应表面平整，不得有妨碍使用的伤痕、污迹、破损；

4 尺寸可由供需双方商定，允许偏差应满足现行国家标准《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835的要求；

5 岩棉板性能应符合现行国家标准《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835的各项要求，技术指标应符合表4.2.3的规定。

表4.2.3 岩棉板的技术指标

密度 (kg/m ³)	密度单 值允许 偏差 (%)	导热系数 [W/(m.k)](平均 温度 70±2 ⁰ C)	有机 物含 量 (%)	燃烧 性能 等级	热荷重 收缩温 度 (°C)	酸度 系数
≥80	±10	≤0.041	≤4.0	A 级	≥600	≥1.6

注：1 导热系数的修正系数 a 为 1.1；

2 其他密度产品，其指标由供需双方商定。

4.3 混凝土

4.3.1 混凝土的性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的要求，强度等级不应低于C25。

4.4 钢筋

4.4.1 墙板内叶、墙板外叶的钢筋宜采用CRB 550级冷轧带肋钢筋制作的机械焊接钢筋网片，钢筋性能应符合现行国家标准《冷轧带肋钢筋》GB 13788的要求，同时机械焊接钢筋网尚应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的要求。

4.4.2 复合墙板中的吊装配件宜采用专用吊杆或预埋内螺纹类吊装配件，吊装配件的设计应满足相关规范的设计要求，并确保吊装配件在混凝土中的锚固有效。

4.5 焊接材料

4.5.1 焊接用焊条的质量，应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117、《不锈钢焊条》GB/T 983 或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的规定，选用的焊条型号应与主体金属力学性能相匹配。

4.5.2 自动焊接或半自动焊接采用的焊丝或焊剂，应与主体金属强度相适应，焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957 或《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB 8110 的规定。

4.6 连接材料

4.6.1 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓》GB/T 5782 和《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 的规定；螺栓连接的强度设计应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定采用。

4.7 预埋件

4.7.1 复合墙板与主体结构连接用预埋件、节点连接件应采用热浸镀锌材料制作，也可以根据工程要求采用不锈钢材料制作，同时应考虑防火要求。

4.8 独立连接件

4.8.1 复合墙板中独立连接件应符合下列要求：

- 1 具有足够的承载安全性和长期耐久性；
- 2 满足与混凝土的锚固、防腐、防火要求；
- 3 采用 FRP 材料时，FRP 棒材与混凝土的粘结力与锚固长度应进行相应的试验测定，材料力学性能指标应符合表 4.8.1 的规定，其在混凝土中的直线锚固长度不应小于 30mm；

表4.8.1 独立连接件材料（FRP）性能指标

项目	拉伸强度	拉伸弹模	层间剪切强度	剪切模量
设计值	>600MPa	>42GPa	>30MPa	>40.6GPa

4 采用金属材料连接件时，应采取可靠的防腐措施，热工设计时应考虑其热桥影响。

4.9 密封胶、背衬材料、止水材料

4.9.1 复合墙板接缝所用的防水密封材料应选用耐候性密封胶，密封胶应与混凝土具有相容性，并具有低温柔性、防霉性及耐水性等性能。

4.9.2 密封胶可采用中性硅酮类、聚硫类、聚氨酯类、丙烯酸类建筑密封胶，技术性能应满足现行行业标准《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T 881的规定。

4.9.3 当选用硅酮类密封胶时，尚应满足现行国家标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683的要求。

4.9.4 接缝中的背衬材料可采用直径为缝宽1.3倍~1.5倍的发泡闭孔聚乙烯圆棒或发泡氯丁橡胶棒；当采用发泡闭孔聚乙烯圆棒时，其密度不宜大于 37kg/m^3 。

4.9.5 复合墙板的保温层采用吸水性保温材料时，复合墙板的板端及窗洞口边缘预埋硬聚氯乙烯（PVC）止水带，阻止雨水渗入保温层中。硬聚氯乙烯（PVC）的技术性能应符合现行国家标准《门、窗用未增塑聚氯乙烯（PVC-U）型材》GB/T 8814要求。

4.10 防火材料

4.10.1 防火材料及防火封堵材料可选用矿棉或岩棉等，其技术性能应符合现行国家标准《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835要求。

4.11 变位材料

4.11.1 复合墙板的连接构造节点一般要求在连接螺栓垫板与连接件间设置滑移垫片，滑移垫片宜采用 1mm 厚的聚四氟乙烯板或不锈钢板制作。也可以通过设置弹性氯丁橡胶垫块满足节点的地震或温度变形要求。

4.12 其它

4.12.1 复合墙板中需要防腐处理时宜采用热浸镀锌处理，当采用热浸镀锌防腐蚀处理时，锌膜厚度应符合现行国家标准《金属覆盖层钢铁制品热镀锌层技术要求》GB/T 13912的规定，也可采用不锈钢材料制作。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 采用复合墙板的建筑，不得自行更改复合墙板的构造组成，其设计与构造尚应符合现行行业《预制混凝土外墙挂板应用技术标准》JGJ/T 458的相关规定。

5.1.2 常用规格的复合墙板可根据单体设计要求进行深化和优化设计，既要满足构件标准化、模数化设计要求，又便于制作和施工安装。非标准复合墙板需进行专门设计，同时应便于制作和施工安装。

5.1.3 建筑饰面材料可采用反打一次成型工艺制作，也可现场施工。

1 采用反打一次成型工艺制作时，面砖宜选择背面为燕尾槽的面砖，其性能尚应满足相应规定；

2 石材背面应采用不锈钢挂件与混凝土实现机械锚固连接，连接件固定数量应满足设计要求，石材厚度不小于25mm，单块面积不宜大于1200mm×1200mm；

3 涂料饰面时应采用耐候性好的涂料，选用涂料的性能应符合相应涂料标准的要求。

5.1.4 复合墙板板缝之间、复合墙板与主体结构之间应进行保温、防水、防火等的综合处理，避免出现渗漏和火灾隐患。

5.2 复合墙板的热工设计

5.2.1 复合墙板的热工设计应满足吉林省节能设计标准的要求，并根据当地的气候条件进行热工设计。

5.2.2 复合墙板的热工设计应采用主断面的传热系数作为其热工设计指标。复合墙板设计时应尽可能减少金属件等热桥影响。

5.2.3 金属连接件连接的复合墙板，应考虑金属的热工性能对保温材料的影响乘以影响系数 k ，同时考虑保温材料导热系数的修正系数 a ，因此保温材料导热系数的计算值 λ_c 为：

$$\lambda_c = ak\lambda \quad (5.2.3-1)$$

a ——修正系数,取值见表4.2.2、4.2.3;

λ ——保温材料的导热系数，根据选用材料种类确定，尚应满足表4.2.2、4.2.3规定；

k ——金属连接件对保温材料导热性能的影响系数，见式5.2.3-2。

$$k = \frac{(1 - \frac{A_{sb}}{A_I}) \times \lambda_1 + \frac{A_{sb}}{A_I} \times \lambda_2}{\lambda_1} \quad (5.2.3-2)$$

A_{sb} ——金属连接件截面积；

A_I ——保温材料面积；

λ_1 ——保温材料的导热系数；

λ_2 ——金属连接件的导热系数。

5.2.4 复合墙板保温层厚度应计算确定，保证复合墙板的热阻满足相应建筑的热工要求。

5.2.5 复合墙板内墙面的温度不应低于室内空气露点温度,在窗口、檐口、挑板等部位应避免产生热桥。

5.3 复合墙板的防水设计

5.3.1 复合墙板与门窗的接缝、复合墙板之间的接缝，在设计时应根据使用环境和使用年限要求合理选用防水构造及防水材料。

5.3.2 复合墙板板缝可采用两道材料防水和构造防水相结合的做法，且板缝气密性指标值不应大于 $2.0\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，水密性指标值不宜低于700Pa。

5.3.3 复合墙板的保温层采用吸水性保温材料时，复合墙板的板端及窗洞口边缘预埋止水带，阻止雨水渗入保温层中。

5.3.4 复合墙板的板缝宽度宜为 $20\pm 5\text{mm}$ ，缝内先采用直径为缝宽1.3倍~1.5倍的发泡闭孔聚乙烯圆棒或发泡氯丁橡胶棒填塞缝隙，然后圆棒外侧采用密封胶封堵。密封胶的厚度应按缝宽的1/2且不小于8mm设计。

5.3.5 复合墙板板缝之间采用的密封材料应选用耐候性密封胶，密封胶与混凝土的相容性、低温柔软性、最大伸缩变形量、剪切变形性、防霉性及耐水性等均应满足设计要求，且应满足外饰面防污和环保要求。

5.4 复合墙板的防火设计

5.4.1 复合墙板板缝、复合墙板与主体结构之间、门窗部位等防火设计应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的防火要求。

5.4.2 设计要明确复合墙板防火封堵构造及防火封堵材料的选择。复合墙板与主体结构之间接缝防火材料的耐火极限不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016中楼板的耐火极限要求；复合墙板之间的接缝应在室内侧采用A级不燃材料进行封堵。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 复合墙板应按照围护结构进行结构设计,复合墙板与主体结构宜采用柔性连接。

6.1.2 复合墙板及其连接应按照相关现行国家标准进行承载能力极限状态和正常使用极限的设计与验算。

6.1.3 复合墙板内叶厚度不应小于复合墙板计算跨度的 $1/40$,且不宜小于 100mm ,墙板外叶厚度不宜小于 60mm 。

6.1.4 复合墙板外叶钢筋网的混凝土保护层厚度,有饰面层时不应小于 15mm ,清水混凝土时不应小于 20mm ;墙板内叶钢筋网混凝土保护层厚度不应小于 15mm 。

6.1.5 复合墙板的混凝土、钢筋、预埋件、独立连接件等材料的性能应满足本标准第4.3~4.7节的各项要求;墙板外叶中钢筋网的钢筋直径不应小于 4mm ,间距不宜大于 150mm ;墙板内叶中钢筋应采用双层双向配筋,受力钢筋直径不宜小于 6mm ,间距不宜大于 200mm 。

6.2 作用、作用效应及效应组合

6.2.1 复合墙板的设计与验算应针对加工制作阶段、运输阶段、吊装安装阶段、使用阶段的具体情况,按照相应的支承情况确定作用及计算模型,宜采用有限元程序进行作用效应的计算。

1 加工制作阶段根据吊点位置、翻身、起吊方案等，按照简支构件确定计算简图，作用采用自重乘以1.5倍的荷载动力系数，计算作用效应；

2 存贮阶段根据存贮方案、支承点位置，按照简支构件确定计算简图，根据叠放层数和复合墙板自重确定荷载，计算作用效应；

3 运输阶段根据运输方案、支承点位置，按照简支构件确定计算简图，作用采用自重乘以1.5倍动力系数，计算作用效应；

4 安装阶段根据吊装方案、吊点位置，按照简支构件确定计算简图，作用采用自重乘以1.5倍动力系数，计算作用效应；

5 使用阶段根据复合墙板承受的实际作用及作用方向，按照四边简支或四点简支确定计算简图，计算作用效应。

6.2.2 复合墙板根据各阶段的受力特点、作用情况，进行作用效应的计算，承载能力极限状态的计算采用效应的基本组合，各种作用的分项系数、组合值系数按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009采用。

6.2.3 进行连接节点、预埋件等承载能力极限状态计算时，采用效应的基本组合，各种作用的分项系数、组合值系数按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 采用。

6.2.4 进行挠度、裂缝宽度等正常使用极限状态的验算时，采用效应的标准组合、准永久组合、频遇组合。

6.3 设计原则

6.3.1 按照极限状态设计的原则，复合墙板、连接件、预埋件承载能力极限状态验算的一般表达式为：

$$\text{不考虑地震作用的组合时：} \gamma_0 S \leq R \quad (6.3.1-1)$$

$$\text{考虑地震作用的组合时：} S \leq R / \gamma_{RE} \quad (6.3.1-2)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，取1.0；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，取1.0；

S ——构件或连接效应组合的设计值；

R ——构件或连接的承载力设计值。

6.3.2 复合墙板正常极限状态的设计按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》（GB50010）计算，其设计一般表达式为：

$$\text{挠度： } v_{\max} \leq [v] \quad (6.3.2-1)$$

$$\text{裂缝： } \omega_{\max} \leq [\omega] \quad (6.3.2-2)$$

式中： $v_{\max}$ ——复合墙板的最大挠度；

$[v]$ ——复合墙板的挠度限值，可取复合墙板计算跨度的
1/200；

$\omega_{\max}$ ——复合墙板的最大裂缝宽度；

$[\omega]$ ——复合墙板的裂缝宽度限值，可取0.2mm。

6.4 复合墙板的设计

6.4.1 复合墙板的承载力计算应按施工、使用各阶段墙板的受力状态分别计算。

6.4.2 复合墙板宜采用有限元分析的内力进行挠度与裂缝计算。

6.4.3 复合墙板在水平荷载作用下的层间位移应能适应主体结构的变形，不对主体结构产生刚度影响。可通过支座滑移的设计满足要求。

6.4.4 独立连接件的设计应满足将墙板外叶承受的作用有效地传递到墙板内叶。独立连接件可按照构造要求布置，利用有限元程序对复合墙板进行整体分析，确定独立连接件承受的内力，按照其受力状态验算其强度和变形。

独立连接件应均匀布置，直径不小于8mm，间距不宜大于300mm，在复合墙板的边角部位，间距宜减小。

6.5 连接设计

6.5.1 复合墙板与主体结构的连接设计应满足下列要求：满足复合墙板施工过程中的偏差三维调节要求；满足将复合墙板的各种作用有效传递到主体结构上，并可协调主体结构层间位移及垂直方向变形。

6.5.2 复合墙板与主体结构的连接方法如下：复合墙板上、下两端通过节点连接件（角钢）、预埋件、螺栓与框架梁进行侧面柔性连接；当条件允许时，复合墙板底部可通过框架梁挑耳与框架实现支承连接。复合墙板与主体结构的连接见图 6.5.2。

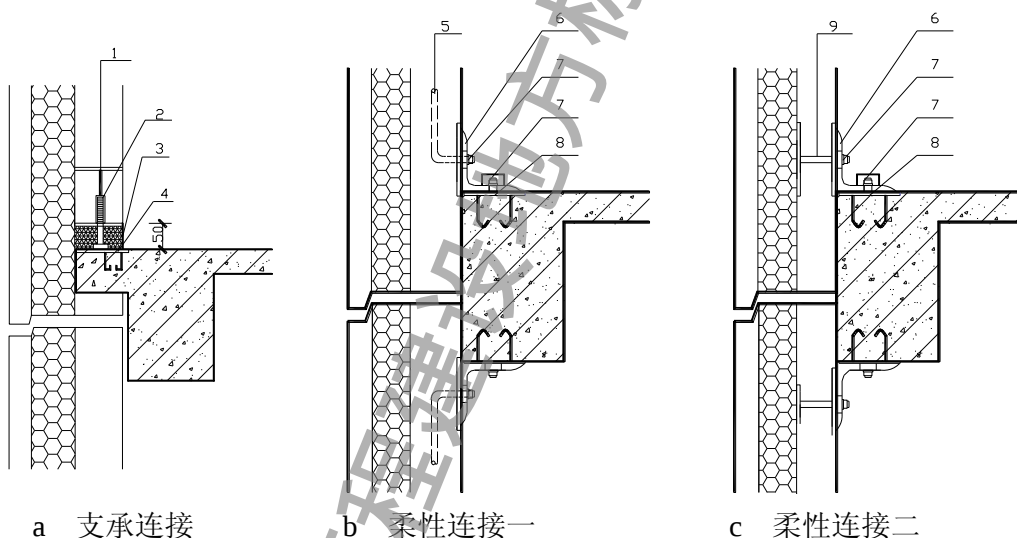


图6.5.2 复合墙板与主体结构的连接

1-支承预埋件；2-螺栓杆；3-岩棉填塞；4-框架梁上预埋件一；
5-墙板预埋件一；6-角钢；7-螺帽；8-框架梁上预埋件二；9-墙板预埋件二

支承连接计算时，支承螺栓承受复合墙板自重，按照螺栓受压计算所需螺栓的直径；侧面连接计算时，连接螺栓承受复合墙板传来的外部作用，按照螺栓受剪、受拉计算所需螺栓的直径、数量。

6.5.3 连接节点设计包括连接预埋件、节点连接件（角钢）、螺栓、支承预埋件、焊缝等部件的选用与计算，其计算、构造应符合现行

国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《钢筋混凝土结构预埋件》04G 362的各项要求，每个侧面连接处的预埋受力螺栓或锚板中锚筋数量不宜少于2个。

6.5.4 复合墙板与主体结构连接用预埋件、节点连接件的材料性能应符合本标准第 4.5～4.7 节的要求；预埋件锚板厚度不宜小于 8mm，锚筋直径不应小于 12mm；螺栓直径不应小于 16mm。

6.5.5 复合墙板的连接节点应优先考虑埋置于混凝土结构层或装饰层中，无法埋置时，所有外露金属件应采取可靠的防腐蚀和防火措施，保证耐久性满足设计使用年限要求。

7 制作与运输

7.1 一般规定

7.1.1 复合墙板的制作与运输除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458、《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T565 的有关规定。

7.1.2 复合墙板生产前应进行下列准备工作：

- 1 建设单位组织设计、生产、施工单位进行设计文件交底和会审；
- 2 生产单位应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输方案、吊装方案等编制加工详图；
- 3 绘制独立连接件布置图和保温板排列图，对带饰面砖或石材饰面的复合墙板应绘制排板图；
- 4 生产单位应编制生产方案，生产方案宜包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和成品保护方案等。

7.1.3 复合墙板生产宜建立样板构件制作与验收制度。

7.2 制作

7.2.1 原材料及配件应按照现行国家有关标准、设计文件及合同约定进行进厂检验。检验批划分应符合下列规定：

- 1 复合墙板生产单位将采购的同一厂家同批次材料、配件及半成品用于生产不同工程的复合墙板时，可统一划分检验批；
- 2 获得认证或来源稳定且连续三批均一次检验合格的原材料

及配件，进场检验时检验批的容量可按本标准的有关规定扩大一倍，且检验批容量仅可扩大一倍。扩大检验批后的检验中，出现不合格情况时，应按扩大前的检验批容量重新验收，且该种原材料或配件不得再次扩大检验批容量。

7.2.2 独立连接件进厂检验应符合下列规定：

- 1 同一厂家、同一类别、同一规格产品，不超过 10000 件为一批；
- 2 检查质量证明文件，质量证明文件包括出厂检验报告和型式检验报告；
- 3 按批抽取试样进行外观质量、尺寸偏差、材料力学性能检验，检验结果应符合设计要求。

7.2.3 除设计有特殊要求外，复合墙板模具尺寸允许偏差和检验方法应符合表 7.2.3 的规定。

表7.2.3 复合墙板模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度		0, -2	钢尺检查3点,用尺量平行构件长度方向,取其中偏差绝对值较大处
2	宽度		0, -2	钢尺检查3点,用尺量平行构件宽度方向,取其中偏差绝对值较大处
3	厚度		±1	每边检查2点,用尺测量两端或中部,取其中偏差绝对值较大处
4	底模表面平整度	清水混凝土	1	用2m靠尺和塞尺量
		面砖、石材饰面	2	
5	对角线差		3	用钢尺量对角线
6	侧向弯曲		$L/1500$ 且 ≤ 2	拉线,用钢尺量测侧向弯曲最大处
7	翘曲		$L/1500$	对角拉线测量交点间距离值的两倍
8	组装缝隙		1	用塞片或塞尺量测,取最大值
9	端模与侧模高低差		1	用钢尺量

注：L为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

7.2.4 复合墙板上预埋件和预留孔洞宜通过模具进行定位，并安装牢固，其安装偏差应符合表 7.2.4 的规定。

表7.2.4 模具上预埋件、预留孔洞安装允许偏差和检验方法

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		平面高差	-2,0	钢直尺和塞尺检查
2	预埋线盒、管线的水平和垂直方向的中心线位置偏移		2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
3	预埋螺栓	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		外露长度	+5,0	用尺量测
4	预留孔洞	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		尺寸	+3,0	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
5	吊环	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		外露长度	0, -5	用尺量测

注：L为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

7.2.5 复合墙板中预埋门窗框时，应在模具上设置限位装置进行固定，并应逐件检验。门窗框安装偏差和检验方法应符合表 7.2.5 的规定。

表7.2.5 门窗框安装允许偏差和检验方法

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	锚固脚片	中心线位置	5	钢尺检查
		外露长度	+5,0	钢尺检查
2	门窗框位置		2	钢尺检查
3	门窗框高、宽		±2	钢尺检查
4	门窗框对角线		±2	钢尺检查
5	门窗框的平整度		2	钢尺检查

7.2.6 面砖饰面复合墙板宜采用反打一次成型工艺制作，石材饰面复合墙板应采用反打一次成型工艺制作，并应符合下列规定：

1 根据设计要求选择面砖和石材的大小、颜色、图案。面砖背面应设置燕尾槽或确保连接性能可靠的构造；

2 面砖入模铺设前，宜根据排砖图将单块面砖制成面砖套件，套件的长度不宜大于 600mm，宽度不宜大于 300mm；

3 石材入模铺设前，宜根据排板图进行配板和加工，并应提前在石材背面安装不锈钢锚固拉钩和涂刷防返碱处理剂；

4 使用柔韧性好、收缩性小、具有抗裂性能且不污染饰面的材料嵌填面砖或石材间的接缝，并应采取防止饰面层在安装钢筋及浇筑混凝土工序中出现位移的措施。

7.2.7 复合墙板宜采用水平浇筑方式成型，并应符合下列规定：

1 宜先浇筑外叶墙板混凝土层，再安装保温材料，最后浇筑内叶墙板混凝土层；

2 独立连接件的数量和位置满足设计要求，应采取措施保证独立连接件锚固可靠；独立连接件穿过保温材料的孔洞应采取有效措施封堵；

3 保证保温材料拼缝严密或使用粘接材料密封处理；

4 在上层混凝土浇筑振捣完成之前，下层混凝土不得初凝；

5 保证混凝土均匀与密实性，混凝土振捣过程中不应损伤或移动饰面层、钢筋、预埋件和独立连接件。

7.2.8 复合墙板养护过程中，最高养护温度不宜大于 60℃。

7.2.9 复合墙板脱模起吊时的混凝土强度应计算确定，且不宜小于 15MPa。

7.3 运输与存放

7.3.1 复合墙板存放应符合下列规定：

1 场地应平整、坚实，应有排水措施；

2 实行分区管理和信息化台账管理，按照型号、规格、检验状态分类存放；

3 应采用直立存放或外叶墙板面朝上水平多层叠放，产品标识明确、耐久，标识应向外，预埋吊件应朝上；

4 直立存放宜采用专用支架，支架应有足够的承载力和刚度，复合墙板薄弱部位和门窗洞口应采取防止变形开裂的临时加固措施；

5 水平叠放时，每层垫木必须上下对齐，叠放层数需计算确定；

6 应合理设置垫块支点位置，确保复合墙板存放稳定，支点宜与起吊点位置一致；

7 与清水混凝土或其他饰面层接触的垫块应采取防污染措施。

7.3.2 复合墙板成品保护应符合下列规定：

1 复合墙板的存放应采取措施防止开裂，避免雨雪渗入保温材料、保温材料与混凝土板之间的缝隙中；

2 外露预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈；

3 预埋螺栓孔宜采用海绵棒填塞，保证吊装前预埋螺栓孔清洁。

7.3.3 复合墙板在运输过程中应采取安全和保护措施，并应符合下列规定：

1 宜采用立式运输，运输架应专门设计，进行强度、刚度和稳定性验算；

2 应根据复合墙板尺寸和形状采取可靠的固定措施；

3 对于超高、超宽、形状特殊的墙板的运输和存放应制定专门的质量安全保证措施；

4 运输时宜采取下列防护措施：

1) 设置柔性垫片，避免复合墙板边角部位或链索接触处的

混凝土损伤；

- 2) 墙板之间应设置隔离垫块，用塑料薄膜包裹垫块和垫片，避免复合墙板外观污染；
- 3) 门窗框、装饰面层和棱角采用塑料贴膜或其他防护措施；
- 4) 禁止多块墙板水平叠放同时吊运，单块墙板水平吊运时，应经设计人员审核确认。

7.4 检验

7.4.1 清水混凝土饰面和其它饰面层的复合墙板检验应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210和现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169的有关规定。

7.4.2 外观质量缺陷根据其影响结构性能、安装和使用功能的严重程度，可按表7.4.2的规定分为严重缺陷和一般缺陷。

表7.4.2 构件外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	墙板表面钢筋外露	—
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	墙板外表面、板侧面有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	墙板外表面、板侧面有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	墙板外表面、板侧面有夹渣；其他部位有夹渣且影响复合墙板的耐久性能	其他部位有少量不影响墙板耐久性能及其他使用功能的夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	墙板表面有疏松	—
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	墙板构件有影响结构性能的裂缝；墙板外表面和板侧面有影响防水、耐久等性能及外观效果的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝

续表 7.4.2

连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷, 连接件松动, 与主体结构连接用节点连接件严重锈蚀、弯曲、偏位等	连接部位有影响墙、板与主体结构之间传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	墙板外表面和板侧面有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他部位有不影响使用功能或装饰效果的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	墙板外表面有外表缺陷	其他部位有不影响使用功能的外表缺陷

7.4.3 外观质量不应有缺陷, 对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验, 对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

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

7.4.5 复合墙板尺寸偏差及预留孔洞、预埋件的位置和检验方法应符合表7.4.5的规定。

表7.4.5 复合墙板外形尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目			允许偏差 (mm)	检验方法
1	规格尺寸	高度		±3	用尺量两端和中间部, 取其中偏差绝对值较大值
2		宽度		±3	用尺量两端和中间部, 取其中偏差绝对值较大值
3		厚度		±2	用尺量两端和中间部, 取其中偏差绝对值较大值
4	板正面对角线差			4	在构件表面, 用尺量测两对角线的长度, 取其绝对值的差值
5	外形	表面平整度	内表面	4	用 2m 靠尺安放在构件表面上, 楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙
			外表面	3	

续表 7.4.5

6		板侧面侧向弯曲		L/1500 且≤2	拉线，钢尺量最大弯曲处
7		板正面扭翘		L/1500	四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的 2 倍为扭翘值
8	预埋 部件	预埋 钢板	中心线 位置偏 移	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
			平面高 差	0, -3	用尺紧靠在预埋件上，楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
预埋 螺栓		中心线 位置偏 移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值	
		外露长 度	+5, 0	用尺量	
9		预埋 吊件	中心线 位置偏 移	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
			平面高 差	0, -5	用尺紧靠在预埋件上，楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
10		中心位置偏移		4	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
11	预留 洞	洞口尺寸、深度		+3,0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中最大值

7.4.6 复合墙板中的预埋件、预留孔洞的规格、数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、尺量。

7.4.7 面砖与混凝土的粘结强度应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ110 和《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ126 的有关规定。

检查数量：按同一工程、同一工艺的复合墙板分批抽样检验。

检查方法：检查试验报告单。

7.4.8 复合墙板的独立连接件类别、数量、使用位置及性能应符合设计要求。

检查数量：按同一工程、同一工艺的复合墙板分批抽样检验。

检查方法：检查试验报告单、质量证明文件及隐蔽工程检查记录。

7.4.9 复合墙板用的保温材料类别、厚度、位置及性能应满足设计要求。

检查数量：按批检查。

检查方法：观察、量测，检查保温材料质量证明文件及检验报告。

7.4.10 混凝土强度应符合设计文件及现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定。

检查数量：按复合墙板生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件；每工作班拌制的同一配合比的混凝土，每拌制100盘且不超过100m³取样不应少于一次，不足100盘和100m³取样不应少于一次。

检查方法：应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的有关规定。

8 安装施工

8.1 一般规定

8.1.1 复合墙板的安装施工除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《钢结构工程施工规范》GB 50755和现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458的有关规定。

8.1.2 施工单位应根据装配式混凝土建筑工程特点配置组织机构和人员。管理人员、施工作业人员应具备岗位需要的基础知识和技能，施工单位应对管理人员、施工作业人员进行质量安全技术交底。

8.1.3 施工组织设计应包含复合墙板安装施工专项方案和安全专项方案。

8.1.4 复合墙板安装施工前，宜选择有代表性的单元进行墙板试安装，并应根据试安装结果及时调整施工工艺、完善施工方案。

8.1.5 复合墙板安装施工宜采用建筑信息模型技术对施工全过程和关键工艺进行信息化模拟。

8.2 安装连接

8.2.1 复合墙板施工专项方案宜包括工程概况、编制依据、工程进度计划、与设备安装工程的协调配合方案、施工场地布置、复合墙板运输与存放、安装与连接施工、施工全过程的成品保护措施、绿色施工、质量管理、安全管理、信息化管理、应急预案等内容。

8.2.2 复合墙板、安装用材料及配件等应按照国家现行相关标准的规定进行进场验收，未经检验或检验不合格的产品不得使用。

8.2.3 施工现场应规划复合墙板运输通道和存放场地，并应符合下列规定：

- 1 现场运输道路和存放场地应平整坚实，排水设施通畅；
- 2 现场运输道路转弯半径应满足复合墙板运输车辆的要求；
- 3 复合墙板运至施工现场后，应按照规格、品种、使用部位、吊装顺序分别设置存放场地。存放场地设置在吊装设备的起重半径范围内，堆垛之间应设置通道；
- 4 采取存放安全稳定措施和成品保护措施。

8.2.4 安装施工前，应对已建主体结构进行复测，确认其符合设计要求，并按复测结果对复合墙板设计进行复核，保证复合墙板的混凝土强度、型号、规格、数量、装配位置、节点连接构造等符合设计要求。已建主体结构上用于与复合墙板连接的预埋件位置偏差过大或未预先埋设，应制定可行变更措施或可靠连接方案，并经设计单位审核同意后方可实施。

8.2.5 安装施工前，应进行测量放线，并设置安装定位标识。复合墙板的施工测量除应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的有关规定外，尚应注意消除安装偏差累积影响。

8.2.6 安装施工前，应复核吊装设备的吊装能力，检查复核吊装设备及吊具处于安全工作状态。

8.2.7 复合墙板严格按吊装顺序起吊，起吊时应垂直平稳，宜设置缆风绳控制墙板转动，引导墙板就位。

8.2.8 复合墙板吊装就位后，应及时对水平位置、安装标高、垂直度进行调整校正并采取临时固定措施。

8.2.9 复合墙板与吊具的分离应在临时支撑安装完成后进行。

8.2.10 临时支撑系统和临时固定装置应符合下列规定：

- 1 应具有足够的强度、刚度和整体稳定性，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定进行验算；
- 2 临时支撑不宜少于2道；

3 上部斜支撑,其支撑点距离板底的距离不宜小于墙板高度的2/3,且不应小于墙板高度的1/2;斜支撑应与墙板可靠连接;

4 墙板安装就位后,可通过临时支撑对墙板的平面位置和垂直度进行微调。

8.2.11 复合墙板安装应符合下列规定:

- 1 就位前,应在墙板底部设置调平装置,控制墙板安装标高;
- 2 墙板应以轴线和外轮廓线同时控制墙板的水平位置;
- 3 安装就位后应设置可调支撑临时固定,通过墙底调平装置、临时支撑或节点连接件进行调整水平位置、安装标高和垂直度;
- 4 带饰面层复合墙板应对装饰面的完整性进行校核与调整;
- 5 安装过程中应采取保护措施,避免墙板被污染、损伤。

8.2.12 复合墙板与主体结构的连接节点施工应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构施工规范》GB 50750的有关规定,并应符合下列规定:

- 1 利用节点连接件作为墙板临时支撑和固定系统时,支撑系统应能调节墙板安装偏差;
- 2 有变形能力要求的连接节点,最后固定前应核对节点连接件的初始相对位置,保证连接节点的可变形量满足设计要求;
- 3 连接节点采用焊接施工时,应避免灼伤已施工完成的结构、复合墙板的混凝土和保温材料;
- 4 墙板安装固定后应及时进行防腐涂装和防火涂装施工。

8.2.13 复合墙板安装允许偏差应符合现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458中表8.2.11的规定。

8.2.14 板缝施工应符合下列规定:

- 1 施工前应将板缝空腔清理干净,空腔如有破损,须专门处理经设计部门审核同意后方可施工;
- 2 按设计要求填塞背衬材料,严格控制背衬材料塞入板缝的深度;

3 为防止密封胶施工时污染板面，打胶前应在板缝两侧粘贴防污胶条，注意保证胶条上的胶不得污染到板面；

4 填缝时应保证板十字缝处300mm范围内水平缝和垂直缝要一次完成；

5 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面平滑，其厚度应满足设计要求。

8.2.15 复合墙板安装施工应符合现行行业标准《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46等有关规定。

8.2.16 根据施工特点对重大危险源进行分析并公示，并制定相对应的安全生产应急预案。

8.2.17 对安装作业及相关人员进行安全培训和交底，识别墙板进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的作业风险，并制定防控措施。

8.2.18 安装作业前，应对安装作业区进行围护并做出明显标识，拉警戒线，严禁与安装作业无关人员进入。

8.2.19 安装施工机械安装作业使用的吊具、吊索、施工中使用的临时支撑，在使用前，应进行安全验算，使用过程中进行定期、不定期检查，确保其安全状态。

8.2.20 工程的上下部交叉作业时，结构施工层下方应采取可靠的安全防护措施。

8.2.21 现场焊接作业时，应采取防火措施。遵守现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720有关规定。

8.2.22 严格控制噪声，并严格遵守现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523的规定。

8.2.23 施工现场加强对废水、污水的管理。安装过程中废弃物应进行分类回收。

9 验收

9.1 一般规定

9.1.1 复合墙板安装工程验收除应符合本标准外，尚应符合现行国家或行业标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

9.1.2 复合墙板装饰装修工程的验收应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210的有关规定。

9.1.3 复合墙板工程验收时应检查下列资料：

- 1 设计文件、工程设计单位确认的复合墙板工程深化设计施工图、图纸会审记录、设计变更和洽商；
- 2 复合墙板的产品合格证书，复合墙板安装工程所用各种材料和连接件性能检测报告、进场验收记录和进场复验报告；
- 3 复合墙板安装施工记录；
- 4 打胶、养护环境的温度、湿度记录；
- 5 防火、防雷节点验收记录；
- 6 现场淋水试验记录；
- 7 工程重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 8 其他对工程质量有影响的重要技术资料。

9.1.4 复合墙板安装施工用的复合墙板、原材料及配件均应按检验批进行进场验收。

9.1.5 复合墙板与主体结构的连接节点应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列内容：

- 1 预埋件的规格、数量、位置；

- 2 接缝处防水等构造做法；
- 3 其他隐蔽项目。

9.2 主控项目

9.2.1 专业企业生产的复合墙板进场检验应符合下列规定：

1 施工单位或监理单位代表驻厂监督生产过程时，构件应有其签字的质量证明文件；

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件。

2 当无驻厂监督生产过程时，构件进场时除检查质量证明文件外，应对其主要受力钢筋和独立连接件数量、规格、间距、保护层厚度及混凝土强度等进行实体检验。

检查数量：全数检查质量证明文件；实体检验数量按批检测，同一类型复合墙板不超过1000个为一批，每批随机抽取墙板数量的1%且不少于5块。

检查方法：检查质量证明文件和进行实体检验试验。

9.2.2 复合墙板混凝土外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、尺量；检查处理记录。

9.2.3 饰面砖与复合墙板外叶混凝土的粘结强度应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ110的有关规定。

检查数量：按同一工程、同一工艺的复合墙板分批抽样检验。

检查方法：检查试验报告单。

9.2.4 复合墙板的传热系数应满足设计要求。

检查数量：同一类型复合墙板为一检验批，每批检验数量为1块。

检查方法：检查第三方检验报告。

9.2.5 复合墙板临时固定措施应符合专项施工方案要求及现行国家标准的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、检查施工方案、施工记录或设计文件。

9.2.6 复合墙板连接节点采用焊接连接时，焊缝质量应符合满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的要求进行。

9.2.7 复合墙板连接节点采用螺栓连接时，连接质量应符合满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的要求进行。

9.2.8 复合墙板连接节点防腐涂料涂装前的表面除锈、防腐涂料品种、涂装遍数、涂层厚度应满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

9.2.9 复合墙板连接节点防火涂料涂装前的钢材表面除锈及防锈底漆涂装、防火涂料的粘结强度和抗压强度、涂层厚度、涂层表面裂纹宽度应满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

9.2.10 复合墙板接缝及外门窗安装部位的防水性能应符合设计要求。

检验数量：按批检验。设计、材料、工艺和施工条件相同的复合墙板安装工程，每1000m²墙体（含窗）且不超过一个楼层为一个检验批，不足1000m²时也应划分为一个检验批；每个检验批每100m²至少抽查一处，每处面积不得少于10m²且至少包含一个十字接缝区域。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

9.2.11 复合墙板与主体结构在楼层位置接缝处的封堵应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，检查处理记录。

9.3 一般项目

9.3.1 复合墙板安装尺寸和缝宽允许偏差应符合设计要求，设计无要求时，应符合现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458中表8.2.11的规定。

检查数量：按楼层或施工段划分检验批。同一检验批内，应按照建筑立面抽查10%且不少于5块。

10 保养与维修

10.0.1 风力超过4级、雨雪雾天气不应进行复合墙板外表面的检查、保养和维修。

10.0.2 复合墙板应定期检查，检查应包含下列项目：

- 1 墙板是否存在变形、错位、松动；
- 2 墙板混凝土是否存在开裂或破损；
- 3 墙板防水系统是否完整有效；
- 4 密封胶有无脱胶、开裂、起泡；
- 5 饰面材料是否开裂、松动、污损。

10.0.3 复合墙板的保养与维修应符合下列规定：

1 当墙板局部损坏不影响结构安全时，可局部维修或更换损坏部位；当影响墙板结构性能时，应及时更换损坏的墙板；

2 发现墙板与主体结构连接件锈蚀时，及时除锈补漆或采取其他防锈措施；

3 发现墙板局部破损时，及时修补并采取有效的防止开裂和防水补强措施；

4 发现墙板有局部裂缝，及时修补；当裂缝宽度大于0.15mm或出现墙板厚度方向的贯通裂缝时，应进行防水处理；

5 保持墙板防水系统的完整性和有效性。如发现堵塞应及时疏通；密封胶损坏脱落时应及时修补和更换，修补时应采用相容性、污染性符合要求的密封胶；

6 发现墙板外饰面有污损时，应及时清理和修补；

7 发现门窗启闭不灵或损坏时，应及时修理或更换。

10.0.4 强风、地震、火灾等灾害后，应由专业技术人员对墙板进行全面检查，制定处理方案，及时处理。

10.0.5 复合墙板的清洗次数根据外表面污染程度确定。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对严格要求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”。
表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按照其它有关标准的规定执行时，写法为“应符合....规定”或“尚应符合....要求”。

引用标准名录

- 1 《不锈钢焊条》 GB/T 983
- 2 《碳钢焊条》 GB/T 5117
- 3 《低合金钢焊条》 GB/T 5118
- 4 《六角头螺栓 C 级》 GB/T 5780
- 5 《六角头螺栓》 GB/T 5782
- 6 《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》 GB 8110
- 7 《门窗框用硬聚氯乙烯（PVC）型材》 GB/T 8814
- 8 《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》 GB/T 10801.1
- 9 《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》 GB/T 10801.2
- 10 《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》 GB/T 11835
- 11 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB 12523
- 12 《冷轧带肋钢筋》 GB/T 13788
- 13 《金属覆盖层钢铁制品热镀锌层技术要求》 GB/T 13912
- 14 《硅酮和改性建筑密封胶》 GB/T 14683
- 15 《熔化焊用钢丝》 GB/T 14957
- 16 《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》 GB/T 21558
- 17 《建筑墙板试验方法》 GB/T 30100
- 18 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 19 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 20 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 21 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 22 《工程测量规范》 GB 50026
- 23 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 24 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 25 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 26 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB 50210

- 27 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 28 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 29 《建设工程施工现场消防安全技术规范》 GB 50720
- 30 《钢结构施工规范》 GB 50750
- 31 《钢结构工程施工规范》 GB 50755
- 32 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 33 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 34 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 35 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 36 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
- 37 《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》 JGJ 110
- 38 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114
- 39 《外墙饰面砖工程施工及验收规程》 JGJ 126
- 40 《清水混凝土应用技术规程》 JGJ 169
- 41 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》 JGJ 276
- 42 《预制混凝土外墙挂板应用技术标准》 JGJ/T 458
- 43 《工厂预制混凝土构件质量管理标准》 JG/T 565
- 44 《混凝土建筑接缝用密封胶》 JC/T 881
- 45 《钢筋混凝土结构预埋件》 04G 36250
- 46 《公共建筑节能设计标准》 DB22/JT 149
- 47 《居住建筑节能设计标准》 DB22/T 450
- 48 《预制火山渣混凝土复合保温外墙板应用技术规程》
DB22/JT 170

吉林省工程建设地方标准

混凝土复合保温外墙挂板技术标准

DB22/T 5031-2019

条文说明

修订说明

本标准是在原《预制钢筋混凝土复合保温外墙挂板》DB22/T 1039-2011的基础上修订而成的。原规程是编制组通过相关预制复合墙板的调研、参考国内外相关的技术标准,并通过试验的基础上,于2011年首次制定的。在混凝土复合保温外墙挂板应用的过程中,根据工程使用中的问题,结合国家对工程安全度的提高,及吉林省建筑节能标准的变化,特修订此标准。

本次修订的主要内容是:1 根据吉林省建筑节能标准要求,修订了墙板的热工性能指标;2 根据工程实践应用及提高构件安全性,删掉了钢筋桁架连接复合墙板,增加了墙板内叶的厚度,墙板外叶不参与计算;3 复合墙板与连接的设计应符合国家现行可靠度计算要求;4 修订了工程验收的规定,增加了墙板制作、施工安全应急预案、环境保护和绿色施工等。

为方便广大设计、施工、监理等有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行过程中需注意的有关事项进行了说明,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总则	45
2 术语和符号	46
2.1 术语	46
3 基本规定	47
4 性能要求	49
4.1 复合墙板	49
4.2 保温材料	49
4.3 混凝土	50
4.4 钢筋	50
4.7 预埋件	50
4.8 独立连接件	50
4.9 密封胶、背衬材料、止水材料	51
5 建筑设计	52
5.1 一般规定	52
5.2 复合墙板的热工设计	52
5.3 复合墙板的防水设计	55
6 结构设计	56
6.1 一般规定	56
6.2 作用、作用效应及效应组合	56
6.3 设计原则	57
6.4 复合墙板的设计	57
6.5 连接设计	58
7 制作与运输	59
7.1 一般规定	59

7.2 制作	59
7.3 运输与存放	61
7.4 检验	61
8 安装施工	62
8.1 一般规定	62
8.2 安装连接	62
9 验收	64
9.2 主控项目	64
10 保养与维修	65

吉林省工程建设地方标准

1 总则

1.0.1 混凝土复合保温外墙挂板是一种夹心复合墙板，它是在内外钢筋混凝土层中间夹填岩棉、苯板等保温材料，并由连接件将三层材料连接固定。预制混凝土建筑构件具有工业化水平高、减少材料浪费、减少施工现场湿作业、提高建筑质量、降低成本等优点，为了促进吉林省建筑工业化的发展，做到技术先进、安全适用、经济合理，以及确保工程质量、节约能耗，实现墙体革新，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于吉林省各地区气候条件且抗震设防烈度为7度及以下的地区。

根据设防烈度7度地区框架结构的最大适用高度，本标准确定复合墙板的最大适用高度为50m。

本标准复合墙板为非承重墙板，因此，主要适用于框架结构房屋中框架部分的外围护墙体，可以应用于二a、二b类环境类别。

1.0.3 本标准对复合墙板的性能、建筑与结构的设计、施工及质量验收作出了规定，同时涉及到许多其它相关标准。因此，除应执行本标准外尚应遵守国家现行的有关标准。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.2~2.1.6 考虑到钢筋桁架连接复合墙板在工程应用的实际情况和计算的复杂性，并参考国内相关技术标准，本次标准修订将钢筋桁架连接复合墙板修改为金属连接件连接。

2.1.7 考虑到工程应用中FRP材料需要模具生产，因此增加了独立连接件可以采用金属材料。

3 基本规定

3.0.1 本标准复合墙板应用于框架结构的外围护墙体,因此不承受主体结构传来的作用,属于非承重建筑结构构件,但其设计应满足围护结构的保温隔热、防水、隔声、防风、抗震、防火等要求。

3.0.2 本标准复合墙板的构造采用三层夹心形式,三层材料采用独立连接件连接。独立连接件可以采用金属连接件和非金属连接件两种。金属连接件连接的复合墙板热工性能受热桥影响较大,但造价较低;非金属连接件连接的复合墙板热工性能较好,但需单独加工,造价较高,因此设计人员可根据气候条件、工程具体情况合理选用。

3.0.3 常用建筑尺寸的墙板可直接选用,特殊要求的墙板可根据建筑需要进行深化设计。

3.0.4 复合墙板的热工性能除了满足国家对民用建筑、公共建筑的热工设计要求外,尚应符合地方节能设计标准《居住建筑节能设计标准》DB22/T 450、《公共建筑节能设计标准》DB22/JT 149对各种层数建筑的热工要求,真正实现国家的节能目标。

3.0.6 复合墙板属于非承重构件,因此不承受主体结构传来的各种作用,但应能承受直接作用在围护结构上的各种作用。复合墙板可以参考一般受弯构件,按照相应的效应组合,进行裂缝和挠度计算;复合墙板属于外围护结构,环境类别可以为二a、二b类,因此裂缝控制等级为三级。

3.0.7 复合墙板按照非结构构件考虑地震作用并进行构件设计;复合墙板与主体结构连接是复合墙板应用的关键,应按照复合墙板的最不利内力组合进行连接的设计与计算。

3.0.8 复合墙板与主体结构应采用柔性连接,避免对主体结构刚度产生较大影响,同时又应满足:

1 可以将复合墙板承受的各种作用有效地传递到主体结构上;

2 对规范规定的主体结构误差、构件制作误差、施工安装误差等具有三维可调节适应能力；

3 可协调主体结构层间位移及垂直方向变形的随动性；

4 对复合墙板、节点连接件的极限温度变形具有自由变形的吸收能力；

5 当罕遇地震发生时，不应从主体结构脱落，发生伤人事件。

3.0.9～3.0.10 复合墙板的主要材料是混凝土、钢筋以及保温材料，与主体结构的连接采用预埋件、角钢、螺栓、焊缝等方式，因此复合墙板及连接的设计除应满足本标准外，尚应满足国家现行相关标准的各项要求。

3.0.11 随着国家对绿色建筑的要求和建筑信息化发展的现状，复合墙板的设计、生产加工、施工安装等各阶段均宜考虑绿色环保及信息化的要求。

4 性能要求

4.1 复合墙板

4.1.1 复合墙板是一种新型墙体，其主要技术性能指标参考了目前围护墙体材料及轻质复合墙体的技术指标。抗弯性能、抗冲击性能、吊挂力、吸水率、抗压性能、抗冻性能等指标参考现行地方标准《预制火山渣混凝土复合保温外墙板应用技术规程》DB22/JT 170、《建筑墙板试验方法》GB/T30100的测试方法和标准，热阻、空气声计权隔声量、耐火极限按照国家有关公共建筑、民用建筑的标准及测试方法确定。

复合墙板的保温性能按照吉林省现行《居住建筑节能设计标准》、《公共建筑节能设计标准》进行了更新；复合墙板的空气声计权隔声量按照《民用建筑隔声设计规范》进行了更新。

4.2 保温材料

4.2.1~4.2.3 复合墙板的保温材料可以采用模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）板、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）板、硬质聚氨酯泡沫塑料（PU）板或岩棉板等高效保温材料。质量较好的保温材料具有较好的保温效果，质量较差的不仅保温效果较差，而且强度低，压缩性大。因此，对保温材料的各项指标密度、导热系数、抗压、拉或弯强度、尺寸稳定性，岩棉板的纤维直径、渣球含量等必须严格控制。

4.3 混凝土

4.3.1 复合墙板的主要材料，按照目前实际工程的应用情况，混凝土强度等级不应低于C25。

4.4 钢筋

4.4.1~4.4.2 墙板内叶、墙板外叶的钢筋采用机械焊接钢筋网，机械焊接钢筋网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术标准》JGJ 114 的要求；金属连接件在保温层中穿过，有明显的热桥现象，因此应控制金属连接件直径不宜过大，建议采用 CRB550 级冷轧带肋钢筋；吊环宜选用专用吊杆或预埋内螺纹类吊装配件，避免了吊装后的切割；吊装配筋应经过设计验算，并满足在混凝土中的锚固要求。

4.7 预埋件

4.7.1 复合墙板中的预埋件、主体结构中的预埋件可采用热浸镀锌钢材制成，复合墙板与主体结构的连接，考虑外露金属的防腐、耐久性等要求，可采用热浸镀锌或耐候结构钢以及不锈钢等材料制成。

4.8 独立连接件

4.8.1 复合墙板独立连接件可以采用FRP材料或者金属材料，FRP材料具有较高的拉伸强度，表面制作纹路或加砂处理后与混凝土具有一定的粘结力，但其耐火性较差，国家目前还没有完全针对FRP

棒材的检验标准，因此，在应用FRP棒材时应对其在混凝土中的粘结力与锚固长度进行相应的试验测试。

4.9 密封胶、背衬材料、止水材料

4.9.1~4.9.2 复合墙板中的密封胶应采用耐候性密封胶，同时进行相容性试验和对饰面材料的无污染试验，还应注明有效期和使用年限。

4.9.5 复合墙板的保温层采用吸水性保温材料(如模塑聚苯乙烯泡沫塑料(EPS)、岩棉)时，吸水后的保温材料保温性能会大大降低。为防止雨水从板端或窗洞口边缘渗入保温层中，在复合墙板的板端及窗洞口边缘预埋止水带，阻止雨水渗入保温层中。复合墙板的保温层采用非吸水性保温材料时，在复合墙板的板端及窗洞口边缘可不预埋止水带。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1~5.1.2 建筑设计时应优先考虑建筑模数,选择合适的复合板板型以实现工业化生产,也可根据单体建筑设计要求,进行深化和细化设计,但不得更改复合墙板的构造与组成,不得自行将复合墙板切割使用。

5.1.3 复合墙板采用反打一次成型工艺制作,饰面层质量可以得到很好的保证,因此宜优先选用反打一次成型工艺制作,也可根据设计要求,在现场安装饰面层。采用反打一次成型工艺制作时,饰面材料应确保质量和粘接(连接)性能满足设计要求。涂料饰面复合墙板所用外墙涂料应采用装饰性强、耐久性好的涂料,宜优先选用耐候性好的材料,满足设计要求。

5.1.4 复合墙板的板缝外侧填充密封胶、板缝内侧填充矿棉,板端采用止水带、板缝中部用发泡氯丁橡胶气密条密封,复合墙板与主体结构之间采用矿棉或岩棉做防火封堵,以实现保温、防火、防水的综合处理。

5.2 复合墙板的热工设计

5.2.1 应因地制宜地选用复合墙板的保温材料,并根据当地气候和节能设计标准要求确定保温层厚度。

5.2.2 因复合墙板是挂在主体结构梁、柱的外侧,没有梁、柱部位的热桥问题,因此复合墙板的热工设计可采用主断面的传热系数作为其热工设计指标。

5.2.3 采用金属连接件连接时,需考虑金属对复合墙板热工性能的影响。计算时首先考虑金属连接件对保温层热阻的影响,同时考虑保温材料自身导热系数的修正,因此保温材料导热系数的计算值 λ_c ,应等于保温材料的导热系数 λ 乘以修正系数 a ,再乘以金属连接件影响系数 k 。对于常用的保温材料:模塑聚苯乙烯泡沫塑料(EPS)板、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(XPS)板、硬质聚氨酯泡沫塑料(PU)板、岩棉板,导热系数的影响系数 k 见表5.2.3。

表5.2.3 常用保温材料导热系数的影响系数 k

A_{sb}/A_l (%) 材料	0.008	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022
EPS板	1.106	1.133	1.159	1.186	1.212	1.239	1.265	1.292
XPS板	1.138	1.173	1.207	1.242	1.276	1.311	1.345	1.380
PU	1.173	1.216	1.259	1.302	1.345	1.388	1.431	1.475
岩棉板	1.096	1.120	1.144	1.169	1.193	1.217	1.241	1.265

注: 1 A_{sb} ——金属连接件截面面积; A_l ——保温材料面积;

2 以 $A_{sb}/A_l=0.02\%$ 为例, EPS板导热系数的计算值 $\lambda_c=1.05 \times 1.265 \times 0.039=0.052$ 。

5.2.4 采用金属连接件连接的复合墙板,应先计算保温材料导热系数的修正值,按照5.2.3计算;然后按照两层混凝土、一层保温层形成多层围护结构按式(5.2.4-1)、(5.2.4-2)计算复合墙板的热阻。

$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3 + R_i + R_e \quad (5.2.4-1)$$

式中:

R_1 、 R_2 、 R_3 ——分别为墙板外叶、保温层、墙板内叶的计算热阻, $m^2 \cdot K / W$;

R_i ——内表面换热阻;

R_e ——外表面换热阻;

其中 R_1 、 R_2 、 R_3 的值由式5.2.4-2计算:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j} \quad (5.2.4-2)$$

式中： R_j ——分别为墙板外叶、保温层、墙板内叶的计算热阻， $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ；

d_j ——分别为墙板外叶、保温层、墙板内叶的厚度， m ；

λ_j ——分别为墙板外叶、保温层、墙板内叶的导热系数计算值，即修正后的导热系数， $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

当采用纤维材料作为独立连接件时，纤维材料的导热系数较小，热工设计可忽略纤维材料与保温材料热工性能的差异，仅考虑保温材料的热工性能，即两层混凝土、一层保温层形成多层围护结构，按照式(5.2.4-1)、(5.2.4-2)计算热工指标。

金属连接件连接的复合墙板，常用保温材料厚度、墙板厚度的热工指标可按表5.2.4-1选用；纤维连接件连接的复合墙板，常用保温材料厚度、墙板厚度的热工指标可按表5.2.4-2选用。

表 5.2.4-1 金属连接件连接常用复合墙板热工指标

保温材料	墙板厚度 (mm)	保温层厚度 (mm)	传热阻值 【(m ² ·K)/W】	传热系数 【W/ (m ² ·K)】
EPS 板	220	110	2.222	0.45
	280	170	3.294	0.30
XPS 板	190	80	2.209	0.45
	230	120	3.185	0.31
PU	180	70	2.379	0.42
	210	100	3.288	0.30
岩棉板	230	120	2.258	0.44
	290	180	3.258	0.31

表 5.2.4-2 纤维连接件连接常用复合墙板热工指标

保温材料	墙板厚度 (mm)	保温层厚度 (mm)	传热阻值 【(m ² .K)/W】	传热系数 【W/(m ² .K)】
EPS 板	220	90	2.173	0.46
	270	140	3.237	0.31
XPS 板	200	70	2.379	0.42
	230	100	3.288	0.30
PU	180	50	2.258	0.44
	210	80	3.458	0.29
岩棉	230	100	2.181	0.46
	280	150	3.143	0.32

注:1 表 5.2.4-1 中各种保温材料的导热系数的影响系数以金属连接件截面面积与保温层面积之比是 0.014%按表 5.2.3 取值的;当金属连接件截面面积与保温层面积之比不是 0.014%,按照类似方法计算;表 5.2.4-2 仅考虑保温材料导热系数的修正系数。

2 墙板厚度为混凝土层厚度加上保温层厚度;

3 混凝土导热系数 λ 取值为 1.74, 金属连接件导热系数 λ 取值为 51.8。

5.2.5 复合墙板拼缝、墙角、屋顶檐口、门窗洞口等易产生热桥的部位, 应采取减少或阻断热量传递的措施, 加强这些部位的保温。

5.3 复合墙板的防水设计

5.3.1~5.3.3 复合墙板的薄弱环节是板缝之间、复合墙板与门窗之间的防水。因此板缝之间采用两道材料加构造防水相结合的方法, 以最大限度地解决复合墙板的渗漏问题。两道材料防水构造的做法, 即在复合墙板接缝处采用耐候密封胶防水的基础上, 增设一道发泡氯丁橡胶密封条防水。

复合墙板板端止水带将保温层端部包裹, 可有效阻止雨水渗入保温层。止水带的凹槽内嵌入发泡氯丁橡胶密封条可有效防止雨水从板端缝隙渗入建筑内部。复合墙板洞口止水带将洞口四周外露的保温层包裹, 窗框与止水带连接, 同时利用压条将窗框与止水带之间的缝隙遮盖, 可阻止雨水渗入复合墙板。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 复合墙板是安装在主体结构上的围护构件，与主体结构之间的连接宜采用柔性连接，以满足适应主体结构的层间变位要求，从而在主体结构刚度计算时可不考虑其影响。

6.1.2 复合墙板及其连接应按照构件和连接进行承载力、变形等计算，计算准则和方法应符合现行国家相关标准。

6.2 作用、作用效应及效应组合

6.2.1 复合墙板的作用应考虑复合墙板从加工制作、施工安装及使用阶段的各种可能，在加工制作阶段，脱模时，如果采用自翻式平台，可不考虑脱模吸附力；运输、堆放、吊装阶段，应考虑动力效应，可按构件自重标准值乘以荷载增大系数作为计算作用；在使用阶段，按照实际支承情况，进行承载能力极限状态和正常使用极限状态相应的计算。复合墙板在各阶段的支承方式不同，相应的计算简图不同，因此在各阶段的计算中，应根据不同的计算简图进行效应计算。对于整间板开设洞口时，属于四点支承开洞的双向板，因此应考虑采用有限元程序计算；没有洞口时，可采用有限元程序或手算计算方法。

6.2.2~6.2.4 复合墙板的设计及连接的效应及效应组合对持久状况和短暂状况，均采用效应的基本组合；变形和裂缝等的效应和效应组合按照正常使用极限状态计算，可采用效应的标准组合、频遇组合、准永久组合。分项系数按照现行国家标准采用。

6.3 设计原则

6.3 复合墙板、连接件、预埋件应进行承载能力极限状态的各项验算。复合墙板尚应进行正常使用极限状态的验算。设计原则同混凝土结构构件、钢结构构件。

6.4 复合墙板的设计

6.4.1~6.4.2 复合墙板的设计，按照各阶段的作用、支承情况，按照截面实际构成，选用合理的有限元单元与模型，利用有限元程序进行计算。

复合墙板按照墙板内叶参与工作进行墙板的配筋计算；墙板外叶按照构造要求配置钢筋。

利用有限元程序可以直接得到复合墙板的单元挠度和最大挠度。

复合墙板的裂缝宽度计算：首先利用有限元程序求得复合墙板在各种作用下受拉区、受压区单元的弯矩标准值，然后按照钢筋混凝土构件计算墙板内叶、墙板外叶的最大裂缝宽度。

6.4.3 复合墙板的层间位移应适应主体结构层间位移的要求，考虑计算的复杂性，因此通过节点连接处设置滑移孔槽，满足复合墙板在水平作用下的侧移，避免其对主体结构刚度产生影响。

6.4.4 复合墙板采用独立连接件连接时，根据独立连接件材料的强度（拉伸强度、剪切强度）计算所需的数量。独立连接件采用FRP材料时，FRP材料性能应进行试验验证，同时应控制其设计应力及最大变形，以保证墙板的外观。

独立连接件与混凝土的粘结力与连接件材料外观有较大关系，采用粗糙面或光滑面的连接材料，与混凝土的粘结应力相差较多，而墙板外叶及承受的各种作用需要靠连接件传递到墙板内叶上，因

此，独立连接件末端采用弯钩，且其直线部分长度不小于30mm，以实现其传力要求。

6.5 连接设计

6.5.1~6.5.2 复合墙板与主体结构的连接是复合墙板安全的保证，因为复合墙板本身整体性好，刚度大，关键环节是与主体结构的连接。复合墙板与主体结构连接的设计体现在以下两方面：

1 复合墙板与主体结构的连接采用了两道安全设防。首先，复合墙板与主体结构（框架梁）通过侧面连接，承受全部作用，进行连接的设计；同时在工程条件允许时，可以将框架梁设置挑耳，复合墙板与框架结构采用外包形式，复合墙板内叶搁置在挑耳上，墙板自重通过支承连接将自重传递到主体结构框架梁上。

2 复合墙板与主体结构的连接实现柔性连接，避免对主体结构刚度产生较大的影响。因此首先复合墙板与主体结构（框架梁）采用螺栓连接；同时为了实现复合墙板的水平平动，与复合墙板连接的角钢肢上开竖向长孔，与主体结构连接的角钢肢上开纵向水平长孔。因此，既可协调主体结构层间位移及垂直方向变形的随动性，应能满足将复合墙板的荷载有效传递到主体结构上。

3 主体结构采用钢框架时，可参考使用该连接方式。

6.5.5 复合墙板与主体结构的连接件从耐久性与防腐性及建筑美观的角度应优先考虑埋置在混凝土中。不能埋置的钢构件，考虑耐久性要求应采用热浸镀锌或耐候结构钢等材料制作，也可以根据工程要求采用不锈钢材料制作，同时所有外露的金属件必须采取可靠的防腐蚀和防火措施。

7 制作与运输

7.1 一般规定

7.1.1 现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231和现行行业标准《预制混凝土外墙挂板应用技术标准》JGJ/T 458对外墙挂板的制作、运输、安装、施工进行了详细的规定。复合墙板作为一种典型的预制混凝土外墙挂板，应满足这两个标准的相关要求。工程实践表明，构件加工精度和质量直接影响现场的施工质量、安全和使用功能。本标准针对复合墙板的自身特点和需求，在构件制作和运输等方面给出了更具体详细的规定。

7.1.2 生产制作前，施工单位应编制构件加工详图，并确保加工详图的设计深度满足生产要求。加工详图包括：墙板模具图；满足建筑、结构和机电设备各专业要求和构件制作、运输、安装各环节要求的预埋件布置图；面砖或石板的排板图；拉结内外叶墙板的独立连接件布置图和保温板排板图。

在生产制作前，制定生产方案对构件的加工质量和进度管控的作用非常突出。生产方案应具有针对性和可操作性。必要时，应对复合墙板的脱模、翻转、吊运、存放、运输、安装等工况进行计算。

7.1.3 工程实践表明，在正式批量生产之前，样板制作有助于优化生产工艺、控制加工质量。当样板不满足要求时，应及时调整生产工艺并重新制作样板构件，直至满足要求后方可批量生产。

7.2 制作

7.2.1 原材料质量的优劣对墙板的质量起着非常重要的作用。墙板所用原材料种类很多，在生产前应充分了解设计要求，必要时通过

试验合理选择材料，满足设计要求。生产单位应按原材料现行国家或行业标准的规定组织进货验收工作。

7.2.2 独立连接件需要开展的检验工作包括三项：型式检验、出厂检验、进厂检验。

7.2.3 复合墙板的加工精度要求较高，建议采用精度更高的模具制作。条文参照了现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231和现行行业标准《预制混凝土外墙挂板应用技术标准》JGJ/T 458的有关规定。

7.2.5 因为建筑外墙门窗框的定位和尺寸精度对建筑外立面的效果影响较大，所以当在复合墙板中预埋门窗框时，应对门、窗框的定位和尺寸精度提出更高要求。

7.2.6 带外饰面层的复合墙板除了要满足安全耐久性要求外，还需保证装饰效果。饰面材料分隔缝，面砖缝可采用发泡塑料条成型，石材可采用弹性材料填充。

7.2.7 复合墙板宜采用反打成型工艺。反打成型工艺中，先浇筑外叶墙板混凝土，再安装保温材料，最后浇筑内叶墙板混凝土。正打成型工艺的顺序与此相反。反打成型具有外饰面效果好，不易出现裂缝，外叶墙板混凝土质量好等优点。

复合墙板中的独立连接件的设置对拉结内外叶墙板、保证外叶墙板的安全、避免墙板开裂极为重要。控制内外叶混凝土浇筑时间是为了保证内外叶墙板混凝土形成一个整体。保温材料通常由若干块保温板拼接而成，混凝土浇筑振捣时混凝土容易进入保温板之间的接缝中，形成冷桥影响复合墙板的保温效果。因此在加工过程中应对保温板之间的接缝以及连接件穿过保温板的孔洞进行密封处理。

7.2.8 此条规定是因为有机保温材料在较高温度下会产生热变形，影响产品质量。

7.3 运输与存放

7.3.1~7.3.2 复合墙板立式存放有利于构件起吊,避免墙板在翻转过程中开裂破损。带饰面层的复合墙板,为避免对饰面层造成损坏或污染,墙板应采用直立存放或饰面层朝上存放。

当场地受限需要水平叠放时,应支垫的位置、数量,按照多跨连续梁,根据复合墙板的抗震、抗剪和局部受压强度计算,确定叠放层数。

7.3.3 构件运输过程通常要经过起吊、装车、运输和卸车等工序。为防止构件变形或破坏,起吊、运输时混凝土强度应事先计算。

运输前应根据工程实际条件制定专项运输方案,确定运输方式、运输线路、构件固定及成品保护措施等。对于超高或超宽的板要制定运输安全措施。重要部位(墙板边角、门窗框、装饰面)应采取特殊措施。墙板边角处的破损不仅影响墙板的外观效果,而且会影响墙板接缝处的混凝土质量和接缝宽度,降低接缝处密封防水的施工质量。实际工程经验表明,即使对接缝处破损棱角进行修补,修补部位的混凝土也很容易开裂和剥落,密封胶也容易失效,引发墙板漏水和耐久等严重质量问题。运输和存放中使用的垫片容易造成墙面污染,故宜采用塑料薄膜包裹垫片。

7.4 检验

7.4.2 复合墙板的外表面经受风、雨、雪、温度等荷载和作用的考验,因此将墙板的外表面质量缺陷均划分为严重缺陷。

墙板接缝部位是重要的防水节点和装饰线条,接缝两侧墙板侧面及棱角处的缺陷严重影响防水和装饰功能,因此将此处质量缺陷划分为严重缺陷。

7.4.3 在保证构造要求与防水性能的前提下可以修补墙板。检查合格的产品应予以标注,不合格产品应废弃。

8 安装施工

8.1 一般规定

8.1.3 复合墙板的安装施工质量,是影响复合墙板使用年限内安全性、适用性的关键因素,同时复合墙板安装施工又是多工种的联合施工,和其他分项施工难免会有交叉和衔接的工序,因此,为了保证复合墙板安装施工质量,要求安装施工单位单独编制复合墙板专项施工方案。

8.1.4 为避免由于设计或施工缺乏经验造成工程实施障碍或损失,保证复合墙板施工质量,并不断摸索和积累经验,在构件安装前应进行试安装。试安装应特别重视安装精度和调整工艺、外饰面和棱角保护、接缝密封胶施工重要质量控制环节。通过试安装发现问题,及时调整安装工艺和技术质量控制措施。施工前的试安装,对于没有经验的承包商非常必要,不但可以验证设计和施工方案存在的缺陷,还可以培训人员、调试设备、完善方案。

8.1.5 宜用BIM组织模型指导和模拟施工,制定合理的施工工艺,提高施工管理水平和施工效率。

8.2 安装连接

8.2.4 复合墙板与主体结构的连接节点是确保墙板安全性和使用功能的关键部位,因为墙板重量大,对连接节点要求的承载力和变形能力较大。预埋件的埋设精度直接关系复合墙板的安装质量。

8.2.5 安装定位标识是定位和校正的依据,标识点应清晰明确,定位顺序应便于查询标识。墙板的安装定位测量还应与主体结构的测量相协调,减小主体结构偏差造成的不利影响,且安装偏差不得累

积。应定期校核墙板安装定位基准，以保证安装基准的正确性，避免因此产生安装误差。

8.2.14 接缝防水施工是墙板安装施工过程中的关键工序，是保证复合墙板外墙防水性能的关键。接缝设计构造的凹槽和空腔，起到平衡内外空气压力，阻断外部水分渗透路径等作用。在安装过程中应避免水泥浆料及其它杂质混入接缝空腔中，接缝空腔清理干净后方可防水施工。为提高墙板的气密性，在接缝内侧设置橡胶空心气密条，气密条宜在完成侧面混凝土清理和涂刷专用胶粘剂之后、墙板吊装之前粘贴在墙板侧面。由于墙板安装完成后无法对气密条的粘贴质量进行检查，因此需在墙板吊装前检查气密条粘贴的牢固性和完整性。

接缝密封胶背衬材料主要起到控制密封胶厚度，便于密封胶施工的作用，同时还能避免密封胶与接缝混凝土三面粘结。应事先采取措施控制背衬材料在接缝中的位置，在背衬材料填塞过程中，保持背衬材料在接缝中的深度与密封胶厚度一致，且背衬材料与两侧混凝土填充密实。墙板十字接缝处的密封胶受力变形复杂，施工质量控制难度大，容易成为防水薄弱部位，在密封胶施工过程中，此处应一次完成，严格控制密封胶的施工质量。

9 验收

9.2 主控项目

9.2.1 对专业企业生产的预制构件，质量证明文件包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告、预制构件生产过程的关键验收记录及其他重要检验报告等。

实体检验时，宜从设计荷载最大、受力最不利或生产数量最多的墙板中抽取。“同一类型”是指同一钢种、同一混凝土强度等级、同一独立连接件设置和同一生产工艺。

实体检验宜采用非破损方法，也可采用破损方法。非破损方法应采用专业仪器，检查方法参照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204附录 D、附录 E的有关规定进行。

9.2.2 对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，以及拉结件类别、数量和位置有不符合设计要求的情形应作退场处理。如经设计同意可以进行修理使用，则应制定处理方案并获得监理确认后，预制构件生产单位应按技术处理方案处理，修理后应重新验收。

9.2.10 复合墙板的接缝防水施工是外墙防水性能的关键，施工时应按设计要求进行选材和施工，并采取严格的检验验证措施。

复合墙板接缝的现场淋水试验应在精装修进场前完成，并应满足下列要求：淋水量应控制在 $3\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ 以上，持续淋水时间为24h。某处淋水试验结束后，若背水面存在渗漏现象，应对该检验批的全部外墙板接缝进行淋水试验，并对所有渗漏点进行整改处理，并在整改完成后重新对渗漏的部位进行淋水试验，直至不再出现渗漏点为止。

10 保养与维修

10.0.2 在竣工验收后一年，墙板一些缺陷均有不同程度的暴露，故一年后应对墙板项目进行首次全面的检查，此后检查年限为每5年检查一次，或根据墙板厂家的使用维修说明确定检查时间间隔。