

装配式纤维增强水泥轻型挂板围护工程 技术规程

Technical specification of fabricated fiber reinforced cement light panel for enclosure
engineering

2019-12-16 发布

2020-03-01 实施

江苏省市场监督管理局
江苏省住房和城乡建设厅

发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 符号 4

5 材料 6

6 轻型挂板设计 8

7 轻型挂板制作加工 21

8 轻型挂板施工 23

9 轻型挂板验收 27

10 轻型挂板保养和维修 30

附录 A（规范性附录） 预埋件设计 32

附录 B（规范性附录） 轻型挂板分类和标记 35

附录 C（规范性附录） 轻型挂板外墙分项工程验收表 36

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由南京倍立达新材料系统工程股份有限公司提出。

本标准由江苏省住房和城乡建设厅归口。

本标准主要起草单位：南京倍立达新材料系统工程股份有限公司、江苏省建筑科学研究院有限公司。

本标准参与起草单位：南京工业大学、中民筑友科技(江苏)有限公司、南京长江都市设计院、东南大学、上海建工房产有限公司、上海建工集团股份有限公司、北京城建集团有限责任公司、北京江河幕墙系统工程有限公司、安徽倍立达住工科技有限公司、南京倍立达欧陆装饰艺术工程有限公司。

本标准主要起草人：熊吉如、张云龙、汪杰、陆春华、贺鲁杰、潘金龙、张亚梅、钱进、房霆宸、刘京城、陈光烁、于成新、陶婷婷、张慧宁、方寅生、夏卫忠、叶红雨、张正斌、宗明明、周瑞荣。

装配式纤维增强水泥轻型挂板围护工程技术规程

1 范围

本标准规定了装配式纤维增强水泥轻型挂板围护工程的总则、术语、符号、材料、轻型挂板设计、轻型挂板制作加工、轻型挂板施工、轻型挂板验收、轻型挂板保养和维修。

本标准适用于高度120m以内，非抗震设计和抗震设防烈度为8度以下抗震设计的轻型挂板工程的设计、制作、安装施工、工程验收，以及保养和维修。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 2015 白色硅酸盐水泥
- GB/T 2847 用于水泥中的火山灰质混合材料
- GB/T 5237 铝合金建筑型材
- GB/T 5277 紧固件 螺栓和螺钉通孔
- GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 12470 埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝—焊剂组合分类要求
- GB/T 13912 金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法
- GB/T 14684 建筑用砂
- GB/T 14685 建筑用卵石、碎石
- GB/T 15227 建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法
- GB/T 15231 玻璃纤维增强水泥性能试验方法
- GB/T 18250 建筑幕墙平面内变形性能检测方法
- GB/T 21086 建筑幕墙
- GB/T 23261 石材用建筑密封胶
- GB/T 27690 混凝土和砂浆用颜料及其试验方法
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50017 钢结构设计规范

GB 50018 冷弯薄壁型钢结构技术规范
 GB 50057 建筑物防雷设计规范
 GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
 GB 50429 铝合金结构设计规范
 GB 50661 钢结构焊接规范
 JC/T 482 聚氨酯建筑密封胶
 JC/T 539 砂浆和混凝土用硅灰
 JC/T 572 耐碱玻璃纤维无捻粗纱
 JC/T 841 耐碱玻璃纤维网布
 JC/T 881 混凝土接缝用建筑密封胶
 JC/T 1057 玻璃纤维增强水泥外墙板
 JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程
 JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范
 JGJ 63 混凝土用水标准
 JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
 JG/T 340 混凝土结构工程用锚固胶
 YB/T 151 混凝土用钢纤维

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

纤维增强水泥 fiber Reinforced Cement (简称 FRC)

以耐碱玻璃纤维、合成纤维、不锈钢纤维等为主要增强材料、水泥为胶凝材料、砂子为集料并辅以活性材料、外加剂等制成的纤维增强水泥基外墙复合材料的总称。

3.2

装配式 FRC 轻型挂板 Fabricated FRC light panel

由饰面层、结构层和支承结构体系组成，并可加入保温材料复合的建筑外围护用装配式一体化挂板。轻型挂板可安装在主体结构上作为非承重外围护结构，其面密度在 $1.8\text{ g/cm}^3 \sim 2.2\text{ g/cm}^3$ 范围的轻型挂板。

3.3

FRC 有肋单板 FRC ribbed single layer panel

在FRC单层板背面四周或需要加强的部位制作有FRC加强肋的FRC挂板。

3.4

FRC 背附钢架板 FRC stud frame panel

将FRC面板、柔性锚杆（或其它形式的柔性锚固件）和钢框架等在工厂按设计要求一次预制完成的FRC挂板。

3.5

高强板 high performance panel

一种掺入活性材料,水胶比小于0.25,面板抗压强度不低于100Mpa的FRC挂板。

3.6

饰面层 decorative layer

覆盖在有特殊外观要求的轻型挂板表面,按一定比例配合的非增强砂浆、混凝土和外加剂混合料。

3.7

结构层 structure layer

饰面层初凝后放入模具中的FRC混和料,构成轻型挂板主要结构。

3.8

活性材料 active powder

制作轻型挂板用的活性矿物掺合料,包含矿粉、粉煤灰、硅灰等。

3.9

聚合物 polymer

通过聚合得到的抗碱合成热塑性乳液,用作轻型挂板制作时的养护剂。

3.10

集料 aggregate

在轻型挂板饰面层和结构层中起骨架作用,包括砂子、细石子、玻璃碎屑、陶瓷碎屑、贝壳类碎屑、云母碎片等。

3.11

耐碱玻璃纤维 alkali-resistant glass fiber

用高氧化锆含量 $\geq 16\%$ 的玻璃制成,以提高对碱性溶液抵抗力的玻璃纤维。

3.12

外加剂 admixture

为改善砂浆或水泥浆性能而添加的一种材料。

3.13

表面防护材料 surface protection materials

用于提高轻型挂板表面防护(防水、耐污、耐久)性能的一种材料。

3.14

喷射工艺 spraying technology

纤维和料浆通过喷射设备同时喷射到轻型挂板模型中的生产工艺。

3.15

柔性锚杆 flex anchor

用来连接FRC面板与背附钢架做成90° 拐弯的钢筋件，通常用来传递横向的风荷载和地震作用，允许在面板垂直方向上有一定的转动自由度。

3.16

重力锚杆 gravity anchor

用来连接FRC面板与背附钢架的金属件，位置通常靠近FRC面板底部（即结构层上），用来承担整个面板的重量的连接件。

3.17

锚杆粘接盘 anchor bonding pad

为了固定FRC锚固件而在FRC结构层上额外堆起的一块FRC材料，尺寸大小执行设计要求，通常用于有背附钢架FRC产品上。

3.18

FRC 标准试件 FRC normative test coupons

采用按GB/T 15231标准方法制作的FRC试验板，经过标准养护或与FRC构件同等条件下养护下养护至期龄后，在距试验板边缘规定的距离以内的中间部位切割而成的，用于FRC不同性能试验且符合相关试验标准尺寸的试件。

4 符号

下列符号适用于本文件。

A — 轻型挂板平面面积或立柱毛截面面积。

A_n — 立柱的净截面面积。

a — 矩形轻型挂板短边计算边长。

b — 矩形轻型挂板长边计算边长。

d_f — 构件在风荷载标准值或永久荷载标准值作用下产生的挠度值。

$d_{f, \text{lim}}$ — 构件挠度限值。

f — 型材的抗弯强度设计值。

f_{LK} — 抗弯比例极限强度标准值。

f_c^w — 对接焊缝抗压强度。

f_t^w — 对接焊缝抗拉和抗弯强度。

f_v^w — 对接焊缝抗剪强度。

f_f^w — 角焊缝抗压、抗拉和抗剪强度。

G_k — 轻型挂板构件的重力荷载标准值。

- h — 板区格面板厚度。
 l — 跨度。
 l_n — 长边净跨。
 M — 立柱的弯矩设计值。
 m — 均布荷载作用下的最大弯矩系数。
 N — 立柱的轴向压力设计值。
 N_E — 临界轴向压力。
 P_{Ek} — 平行于轻型挂板平面的集中水平地震作用标准值。
 q_k — 重力荷载或风荷载或地震作用标准值。
 q_{Ek} — 垂直于轻型挂板平面的地震作用标准值。
 R — 构件抗力设计值。
 S — 作用效应组合的设计值。
 S_E — 地震作用效应和其他荷载效应按基本组合的设计值。
 S_{Ek} — 地震作用效应标准值。
 S_{Gk} — 永久荷载效应标准值。
 S_{wk} — 风荷载效应标准值。
 t — 轻型挂板厚度。
 W — 在弯矩作用方向上较大受压边的毛截面抵抗矩。
 W_n — 立柱在弯矩作用方向的净截面抵抗矩。
 W_0 — 在弯矩作用方向的净截面弹性抵抗矩。
 α_{max} — 水平地震影响系数最大值。
 β_E — 动力放大系数。
 β_{gz} — 阵风系数。
 γ — 截面塑性发展系数。
 γ_b — 标准试件与挂板构件抗弯性能差异系数。
 γ_m — FRC挂板构件强度分项系数。
 γ_w — 风荷载分项系数。
 γ_E — 地震作用分项系数。
 γ_G — 永久荷载分项系数。
 γ_0 — 重要性系数。
 γ_{RE} — 结构构件承载力抗震调整系数。
 σ — 按基本组合, FRC挂板构件截面应力设计值。
 σ_k — 面板在重力荷载或风荷载或地震作用下产生的截面应力标准值。
 σ_{wk} — 风荷载下截面的最大应力标准值。
 σ_{Ek} — 地震作用下截面的最大应力标准值。
 λ — 长细比。
 μ_s — 风荷载体型系数。
 μ_z — 风压高度变化系数。
 ψ_E — 地震作用的组合值系数。
 ψ_w — 风荷载的组合值系数。
 φ — 弯矩作用平面内的轴心受压的稳定系数。
 ω_k — 风荷载标准值。

ω_0 — 基本风压。

5 材料

5.1 一般要求

5.1.1 按照轻型挂板的结构将其分为四种类型：单层板、有肋单板、背附钢架板和夹芯板。

5.1.2 按照轻型挂板的抗压性能将其分为两种类型：普通板和高强板。

5.2 FRC 挂板材料

5.2.1 饰面层材料

5.2.1.1 饰面层水泥应采用通用硅酸盐水泥或白色硅酸盐水泥，其性能应分别符合 GB 175、GB/T 2015 的规定。

5.2.1.2 饰面层集料可采用砂、石子、玻璃碎屑、陶瓷碎屑、贝壳类碎屑、云母碎片，应分别符合国家现行有关标准的规定。

5.2.1.3 耐碱玻璃纤维短切纱应符合 JC/T 572 的规定。用作通用硅酸盐水泥增强材料的耐碱玻璃纤维中的二氧化锆 ZrO_2 含量不应小于 16.0%。

5.2.1.4 合成纤维可采用聚丙烯纤维、维纶纤维、聚乙烯醇纤维等，应分别符合国家现行有关标准的规定。

5.2.1.5 不锈钢纤维应符合 YB/T 151 的规定。

5.2.1.6 水应符合 JGJ 63 的规定。

5.2.1.7 外加剂应符合 GB 8076 的规定。可选择性地加入高效减水剂、塑化剂、缓凝剂、早强剂、防冻剂、防锈剂等外加剂；当构件中含有钢质增强材料或钢质预埋件时，不应使用氯化钙基的外加剂。

5.2.1.8 使用通用硅酸盐水泥时，宜掺入活性材料，其中火山灰质混合材料应符合 GB/T 2847 的规定，粉煤灰应符合 GB/T 1596 的规定，硅灰应符合 GB/T 27690 的规定。

5.2.1.9 自然养护的 FRC 构件应采用掺加聚合物乳液养护剂，乳液固体含量不应小于 45%，聚灰比不应小于 5%。

5.2.1.10 颜料应符合 JC/T 539 的规定，应采用无机矿物颜料。

5.2.2 结构层材料

5.2.2.1 结构层水泥应采用通用硅酸盐水泥或白色硅酸盐水泥，其性能应分别符合 GB 175、GB/T 2015 的规定，其强度等级应大于 42.5R。

5.2.2.2 集料采用砂、石子，其性能应分别符合 GB/T 14684、GB/T 14685 的规定。

5.2.2.3 耐碱玻璃纤维无捻粗纱、耐碱玻璃纤维短切丝应符合 JC/T 572 的规定；耐碱玻璃纤维网格布应符合 JC/T 841 的规定；用作通用硅酸盐水泥增强材料的无捻粗纱和短切丝中的二氧化锆 ZrO_2 含量不应小于 16.0%。

5.2.2.4 合成纤维可采用聚丙烯纤维、维纶纤维、聚乙烯醇纤维等，应分别符合国家现行有关标准的规定。

5.2.2.5 不锈钢纤维应符合 YB/T 151 的规定。

5.2.2.6 水应符合 JGJ 63 的规定。

5.2.2.7 外加剂应符合 GB 8076 的规定。可选择性地加入高效减水剂、塑化剂、缓凝剂、早强剂、防冻剂、防锈剂等外加剂；当构件中含有钢质增强材料或钢质预埋件时，不应使用氯化钙基的外加剂。

5.2.2.8 活性材料中火山灰质混合材料应符合 GB/T 2847 的规定，粉煤灰应符合 GB/T 1596 的规定，硅灰应符合 GB/T 27690 的规定。

5.3 金属材料

5.3.1 轻型挂板选用的金属支承结构材料应符合 GB/T 699、GB/T 700、GB/T 5237 等国家标准的規定。

5.3.2 轻型挂板用背附钢架应采用轻型钢、结构型钢或铝合金型材制作，材质应符合国家现行相关标准。

5.3.3 紧固件、螺栓、锚栓、铆钉应符合 GB/T 5277 及相关标准的规定。

5.3.4 装配式 FRC 轻型挂板与主体结构连接的预埋件应采取防腐处理或采用不锈钢材质，严禁采用预埋钢筋代替预埋件。

5.3.5 装配式 FRC 轻型挂板用钢材应采取防腐蚀措施，背附钢架及连接件应采用整体热浸镀锌，镀锌质量应符合 GB/T 13912 的规定，镀锌层破坏后应涂刷环氧富锌涂料。

5.4 建筑密封材料

5.4.1 密封材料应采用聚氨酯系列密封胶，并应符合 JC/T 482 的规定及 JC/T 881、GB/T 23261 的规定。密封胶条应符合国家现行相关标准的规定。

5.4.2 结构胶和密封胶与相接触的材料应进行相容性试验并取得相容性试验合格报告后才能施工。

5.4.3 轻型挂板系统中接缝密封胶用于外露的接缝，必须满足以下要求：

- a) 密封胶应与 FRC 面板材料具有良好的相容性、并不应产生影响饰面效果的污染；
- b) 密封胶抵抗的接缝位移量应不小于设计规定接缝宽度的±25%。

5.5 焊接材料

5.5.1 焊接材料所选用的焊条型号应与金属结构材料相匹配。

5.5.2 自动焊或半自动焊采用的焊丝和焊剂，应与主体金属相适应，且其熔敷金属的抗拉强度应符合本规程表 1 的规定。

5.5.3 埋弧焊用焊剂、焊丝应符合 GB/T 5293 的规定。

5.5.4 全熔透焊缝的质量等级为二级，角焊缝的质量等级为三级。所有现场焊缝施焊完毕以后，应进行焊渣清理和防腐处理。

5.5.5 钢板件的坡口形式及尺寸应符合 GB/T 985.1 的规定。

5.5.6 焊缝的强度应符合表 1 的规定。

焊缝的强度设计值 (N/mm²)

焊接方法和焊条型号	构件钢材		对接焊缝				角焊缝
	牌号	厚度或直径 d (mm)	抗压 f_c^w	抗拉和抗弯受拉 f_t^w		抗剪 f_v^w	抗压、抗拉和抗 剪 f_f^w
				一级、二级	三级		
自动焊、半自动焊和 E43 型 焊条的手工焊	Q235 钢	$d \leq 16$	215	215	185	125	160
		$16 < d \leq 40$	205	205	175	120	

		40<d≤60	200	200	170	115	
表中的一级、二级、三级是指焊缝质量等级，应符合GB50661的规定。 自动焊和半自动焊所采用的焊丝和焊剂，应保证其熔敷金属力学性能不低于GB/T 5293和GB/T 12470相关规定。 表中厚度是指计算点的钢材厚度，对轴心受力构件是指截面中较厚板件的厚度。							

5.6 保温材料

5.6.1 装配式 FRC 轻型挂板用保温材料应符合国家现行有关产品标准的规定及设计要求。

5.6.2 在设计及制作 FRC 挂板时可将岩棉、玻璃棉、泡沫玻璃等保温材料复合在轻型挂板面板中，形成复合保温一体化装配式 FRC 轻型挂板。

5.6.3 宜采用无机保温材料，燃烧等级应符合 GB 8624 的有关规定。

5.6.4 保温材料厚度应符合设计要求。

5.7 其它材料

5.7.1 装配式 FRC 轻型挂板用表面防护材料应符合国家现行有关产品标准的规定及设计要求，宜选用混凝土专用表面防护剂且对 FRC 挂板表面质感无侵蚀影响。

5.7.2 装配式 FRC 轻型挂板用锚固胶性能应符合 JG/T 340 的规定。

5.7.3 装配式 FRC 轻型挂板中使用偏高岭土、磨细粉煤灰、磨细矿渣等应符合国家现行有关产品标准的规定并应按照合格供货商提供的说明使用，当采用再生材料时，放射性含量应小于国家相关标准要求。

5.7.4 装配式 FRC 轻型挂板中加入其他隔声、隔热或加强作用的各种填充材料应符合设计要求。

5.8 轻型挂板性能指标

轻型挂板性能指标应符合表2的规定。

轻型挂板性能指标

项 目		预混工艺		喷射工艺	
		普通板	高强板	普通板	高强板
抗弯比例极限 强度 (MPa)	平均值	≥7.25	≥10	≥8.00	≥10
	单块最小值	≥5.00	≥6	≥6.00	≥8
抗弯极限强度 (MPa)	平均值	≥10	≥15	≥19.00	≥22
	单块最小值	≥8	≥12	≥15.00	≥20
抗压强度 (MPa)		≥50	≥100	≥50	≥100
抗剪切强度 (MPa)		2	4	2	4
体积干密度 (g/cm ³)		≥1.8	≥2	≥1.8	≥2.0
吸水率 (%)		≤8	≤4	≤8	≤6
抗冲击强度 (kJ/m ²)		≥10	≥15	≥15	≥25
燃烧性能		A 级			
抗冻融		50 次冻融循环， 无起层、剥落等 破坏现象	100 次冻融循环， 无起层、剥 落等破坏现象	50 次冻融循环， 无起层、剥落等破 坏现象	100 次冻融循环，无起层、剥落 等破坏现象

6 轻型挂板设计

6.1 一般要求

6.1.1 轻型挂板应根据建筑物的使用功能、立面设计，经综合技术经济分析，选择其型式、材料、构造形式和表面效果。

6.1.2 轻型挂板应与建筑物整体及周围环境相协调。

6.1.3 轻型挂板应便于更换、维护和清洁。

6.2 性能设计

6.2.1 轻型挂板的性能设计应根据建筑物的类别、高度、体型以及所在地的地理、气候和环境等条件进行。轻质挂板的性能应包括抗风压性能、水密性能、气密性能、平面变形性能要求，以及保温性能、空气声隔声性能、耐撞击性能、防火性能、承重力性能等。

6.2.2 轻型挂板的抗风压性能应满足在风荷载标准值作用下，变形不得超过规定值，且不发生任何损坏。

6.2.3 水密性能

6.2.3.1 轻质挂板水密性能指标应参照 GB/T 21086 计算确认。

6.2.3.2 有水密性要求的建筑轻质挂板在现场淋水试验中，不应发生水渗漏现象。

6.2.3.3 开放式建筑轻质挂板的水密性能可不作要求。

6.2.4 轻型挂板系统整体气密性能不应低于 GB/T 21086 中的 2 级，其分级指标值不应大于 $2.0\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ；开放式轻型挂板的气密性能不作要求。

6.2.5 轻型挂板平面内变形性能以建筑轻型挂板层间位移角为性能指标。非抗震设计时，指标值应不小于主体结构弹性层间位移角控制值；抗震设计时，指标值应不小于主体结构弹性层间位移角控制值 3 倍。

6.2.6 有热工性能要求时，轻型挂板传热系数应符合建筑设计要求。

6.2.7 有隔声性能设计时应根据建筑物的使用功能和环境条件确定。

6.2.8 耐撞击性能应满足设计要求。人员流动密度大或青少年、幼儿活动的公共建筑的建筑轻型挂板，耐撞击性能指标不应低于 GB/T 21086 中的 2 级。

6.2.9 轻型挂板应能承受自重和设计时规定的各种附件的重量，并能可靠地传递到主体结构。在自重标准值作用下，水平受力构件在单块轻型挂板两端跨距内的最大挠度不应超过该轻型挂板两端跨距的 $1/250$ 。

6.2.10 性能检测项目应包括抗风压性能、气密性能、水密性能和平面内变形性能，设计有要求时可增加其他性能检测项目；性能指标应参照 GB/T 21086 中的规定并符合设计要求；抗风压性能、气密性能、水密性能检测方法应采用 GB/T 15227，平面内变形性能应采用 GB/T 18250。

6.2.11 轻型挂板的防火、防雷性能

6.2.11.1 轻型挂板的防火设计应符合 GB 50016 的有关规定。

6.2.11.2 在无主体结构实体墙的部位，板块与周边防火分隔构件间的缝隙以及与楼板或隔墙外沿间的缝隙等，应进行防火封堵设计；在有主体结构实体墙的部位，与实体墙面洞口边缘间的缝隙以及与实体墙周边的缝隙等，应进行防火封堵设计。

6.2.11.3 当无窗槛墙设计时,应在每层楼板外沿设置耐火极限不低于 1.0h、高度不低于 0.8m 的不燃烧实体裙墙或者防火玻璃裙墙。位于楼板边缘的混凝土梁板或钢梁板的高度可以计入此高度。

6.2.11.4 轻型挂板与各层楼板、隔墙外沿的间隙应采取防火封堵措施,并应符合下列要求:

- a) 在窗槛墙部位宜采用上下两层水平防火封堵构造。当采用一层防火封堵时,防火封堵构造应位于窗槛墙的下部;
- b) 水平防火封堵构造应采用不小于 1.5mm 镀锌钢板与主体结构、挂板框架可靠连接;钢板支撑构造与主体结构、挂板构部件以及钢承托板之间的接缝处应采用防火密封胶密封;
- c) 当采用岩棉或矿棉封堵时,应填充密实,填充厚度应不小于 100mm。

6.2.11.5 挂板系统的防雷设计应符合 GB 50057 的规定。板块的金属框架应与主体结构的防雷装置可靠连接,并保持导电通畅。

6.3 建筑构造设计

6.3.1 轻型挂板的建筑构造设计应满足安全、实用、美观的原则,便于制作、安装、维修和更换。

6.3.2 轻型挂板应选用具有防潮性能的保温材料或采取隔汽、防潮构造措施。

6.3.3 轻型挂板接缝部位、企口对插部位等,宜按雨幕原理进行构造设计。对可能渗入雨水和形成冷凝水的部位,应采取导排构造措施。

6.3.4 轻型挂板的所有连接部位应有防止构件之间因相互摩擦产生噪声的措施。

6.3.5 不同金属材料相接触部位,应设置绝缘衬垫或采取其他有效的防腐蚀措施。

6.3.6 轻型挂板的分格尺寸及接缝设计,应能在平面内变形产生最大位移时,板块之间不发生挤压碰撞。

6.3.7 轻型挂板的单元板块不应跨越主体建筑的变形缝,其与主体建筑变形缝相对应的构造缝的设计,应能够适应主体建筑变形的要求。

6.4 与主体结构连接设计

6.4.1 轻型挂板不应承受主体结构传递的荷载和作用。

6.4.2 轻型挂板与主体结构的连接节点必须用防滑垫或增设防坠落装置,来控制轻型挂板的防松、防脱和防滑。

6.4.3 轻型挂板结构连接节点处的连接件、焊缝、螺钉、螺栓、铆钉设计,应符合 GB 50017、GB 50429 的相关规定。

6.4.4 轻型挂板结构连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值,锚板厚度应不小于 6mm。

6.4.5 轻型挂板立柱与主体混凝土结构应通过预埋件连接,预埋件应在主体结构混凝土施工时埋入,预埋件的位置应准确;当没有条件采用预埋件连接时,应采用其他可靠的连接措施,并通过试验确定其承载力。

6.4.6 由锚板和对称配置的锚固钢筋所组成的受力预埋件,可按本规程附录 A 的规定设计。

6.4.7 槽式预埋件的预埋钢板及其他连接措施,应按照 GB 50017 的有关规定进行设计,并应通过试验确认其承载力。

6.4.8 轻型挂板骨架与主体结构采用后加锚栓连接时,应符合下列规定:

- a) 产品应有出厂合格证;
- b) 碳素钢锚栓应经过防腐处理;

- c) 应进行承载力现场试验, 必要时应进行极限拉拔试验;
 - d) 每个连接节点不应少于2个锚栓;
 - e) 锚栓直径应通过承载力计算确定, 并不应小于10mm;
 - f) 就位后需焊接作业的后置埋件应使用机械扩底锚栓, 或化学锚栓与机械锚栓交叉布置。化学锚栓超过半数的后置埋件, 就位后不应在其部件及连接件上焊接作业;
 - g) 锚栓承载力设计值不应大于其极限承载力的50%。
- 6.4.9 轻型挂板与砌体结构连接时, 应在连接部位的主体结构上增设钢筋混凝土或钢结构梁、柱。轻质填充墙不应作为板块的支承结构。
- 6.4.10 轻型挂板与主体钢结构连接应在主体钢结构加工时提出设计要求。现场不宜再在钢结构柱、主梁上焊接其他转接件。
- 6.4.11 轻型挂板构件和连接的计算分析应有明确的计算模型。应力计算必须考虑轻型挂板重力偏心和连接偏心产生的附加影响。
- 6.4.12 轻型挂板或型材的盖板、扣件和装饰件应有可靠的连接。当轻型挂板形状复杂时, 盖板、扣件和装饰件应采用机械连接。

6.5 结构设计

6.5.1 荷载组成部分

- 6.5.1.1 轻型挂板应按围护结构设计。轻型挂板在进行结构设计计算时, 不应分担主体结构所承受的荷载和作用。
- 6.5.1.2 轻型挂板结构设计应计算永久荷载、风荷载和地震作用, 必要时还应计算温度作用。当与水平面夹角小于等于 75 度时, 应计算雪荷载、活荷载或积灰荷载。
- 6.5.1.3 轻型挂板结构设计使用年限不应少于 25 年, 主要支承结构的设计使用年限宜与主体建筑结构相同。
- 6.5.1.4 轻型挂板结构设计应计算下列作用效应:
- a) 非抗震设计时, 应计算重力荷载和风荷载作用效应;
 - b) 抗震设计时, 应计算重力荷载、风荷载和地震作用效应。
- 6.5.1.5 轻型挂板结构, 可按弹性方法分别计算施工阶段和正常使用阶段的作用效应, 并按本规程第 6.5.4 的规定进行作用效应的组合。
- 6.5.1.6 轻型挂板应按各种效应组合中最不利组合进行计算。
- 6.5.1.7 轻型挂板应按下列规定验算承载力和挠度:

- a) 无地震作用效应组合时, 承载力应符合公式(1)的要求:

$$\gamma_0 S \leq R \quad \dots\dots\dots (1)$$

- b) 有地震作用效应组合时, 承载力应符合公式(2)的要求:

$$S_E \leq R / \gamma_{RE} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- S — 荷载效应按基本组合的设计值;
- S_E — 地震作用效应和其他荷载效应按基本组合的设计值;
- R — 构件抗力设计值;

γ_0 — 结构构件重要性系数，应取不小于 1.0；

γ_{RE} — 结构构件承载力抗震调整系数，应取 1.0。

c) 挠度应符合公式 (3) 的要求：

$$d_f \leq d_{f, \text{lim}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

d_f — 构件在风荷载标准值或永久荷载标准值作用下产生的挠度值；

$d_{f, \text{lim}}$ — 构件挠度限值，宜取其支承点间长边边长的 1/250。

d) 双向受弯的杆件，两个方向的挠度应分别符合公式 (3) 的要求。

6.5.2 荷载和地震作用

6.5.2.1 轻型挂板的风荷载标准值应按公式 (4) 计算，并且不应小于 1.0 kN/m^2 。

$$\omega_k = \beta_{gz} \mu_s \mu_z \omega_0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ω_k — 风荷载标准值 (kN/m^2)；

β_{gz} — 阵风系数，应按 GB 50009 的规定采用；

μ_s — 风荷载体型系数，应按 GB 50009 的规定采用；

μ_z — 风压高度变化系数，应按 GB 50009 的规定采用；

ω_0 — 基本风压 (kN/m^2)，应按 GB 50009 的规定采用。

6.5.2.2 当建筑主体进行风洞试验时轻型挂板的风荷载标准值可按风洞试验结果确定。

6.5.2.3 垂直于轻型挂板平面的分布水平地震作用标准值可按公式 (5) 计算：

$$q_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k / A \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

q_{Ek} — 垂直于轻型挂板平面的分布水平地震作用标准值 (kN/m^2)；

β_E — 动力放大系数，可取 5.0；

$\alpha_{\max}$ — 水平地震影响系数最大值，应按表 3 的规定确定；

G_k — 轻型挂板构件（包括轻型挂板和背附钢架）的重力荷载标准值 (kN)；

A — 轻型挂板平面面积 (m^2)。

6.5.2.4 水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max}$ 见表 3。

水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max}$

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
$\alpha_{\max}$	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)
注：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 的地区。			

6.5.2.5 平行于轻型挂板平面的集中水平地震作用标准值可按公式 (6) 计算：

$$P_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

P_{Ek} — 平行于轻型挂板平面的集中水平地震作用标准值 (kN)。

6.5.2.6 轻型挂板的支承结构以及连接件、锚固件所承受的地震作用标准值，应包括轻型挂板构件传来的地震作用标准值和其自身重力荷载标准值产生的地震作用标准值。

6.5.2.7 轻型挂板的面板材料重力密度 $18 \text{ kN/m}^3 \sim 20 \text{ kN/m}^3$ ，弹性模量 15000 N/mm^2 ，泊松比 0.24，线膨胀系数 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5} (1/^\circ\text{C})$ 。

6.5.3 作用效应计算

6.5.3.1 轻型挂板结构可按弹性方法计算，计算模型应与构件连接的实际情况相符合，计算假定应与结构的实际工作性能相符合。

6.5.3.2 形状规则的构件可按解析或近似公式计算作用效应。形状复杂的构件，可采用有限元方法计算作用效应。

6.5.3.3 当轻型挂板结构可能有较大位移时，作用效应计算时应考虑几何非线性影响；当轻型挂板支承结构为桁架或其他大跨度钢结构时，应考虑结构和构件的稳定性。

6.5.4 作用效应组合

6.5.4.1 考虑几何非线性影响计算轻型挂板结构时，应首先进行荷载与作用的组合，然后计算组合荷载与作用的效应。采用线弹性方法计算轻型挂板结构时，可先计算各荷载与作用的效应，然后再进行荷载与作用效应的组合。

6.5.4.2 轻型挂板构件承载力极限状态设计时，其作用效应的组合应符合下列规定：

a) 无地震作用效应组合时，应按公式 (7) 进行：

$$S = \gamma_G S_{GK} + \psi_w \gamma_w S_{wK} \dots\dots\dots (7)$$

b) 有地震作用效应组合时，应按公式 (8) 进行：

$$S = \gamma_G S_{GK} + \psi_w \gamma_w S_{wK} + \psi_E \gamma_E S_{EK} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

S — 作用效应组合的设计值；

S_{GK} — 永久荷载效应标准值；

S_{wK} — 风荷载效应标准值；

S_{EK} — 地震作用效应标准值；

γ_G — 永久荷载分项系数；

γ_w — 风荷载分项系数；

γ_E — 地震作用分项系数；

ψ_w — 风荷载的组合值系数；

ψ_E — 地震作用的组合值系数。

6.5.4.3 进行轻型挂板构件的承载力设计时，作用分项系数应按下列规定取值：

a) 一般情况下，永久荷载、风荷载和地震作用的分项系数 γ_G 、 γ_w 、 γ_E 应分别取 1.2、1.4 和 1.3；

b) 当永久荷载的效应起控制作用时，其分项系数 γ_G 应取 1.35；此时，参与组合的可变荷载效应仅限于竖向荷载效应；

c) 当永久荷载的效应对构件有利时，其分项系数 γ_G 的取值不应大于 1.0。

6.5.4.4 可变作用的组合值系数应按下列规定采用：一般情况下，风荷载的组合值系数 ψ_w 应取 1.0，地震作用的组合值系数 ψ_E 应取 0.5。

6.5.4.5 轻型挂板构件的挠度验算时，风荷载分项系数 γ_w 和永久荷载分项系数 γ_G 均应取 1.0，可考虑作用效应标准组合。

6.5.5 承载力极限设计

6.5.5.1 对于风荷载控制的基本组合，挂板构件截面应力设计值应按公式（9）进行验算：

$$\gamma_0 \sigma \leq \frac{f_{LK}}{\gamma_m \gamma_b} \dots\dots\dots (9)$$

- 式中：
- γ_0 — 重要性系数，应取不小于1.0；对于抗震设计，不考虑重要性系数；
 - σ — 按基本组合，FRC挂板构件截面应力设计值；
 - f_{LK} — 抗弯比例极限强度标准值, 取值参照表3.8；
 - γ_m — FRC挂板构件强度分项系数，取1.4；
 - γ_b — 标准试件与挂板构件抗弯性能差异系数。

6.5.5.2 标准试件与挂板构件抗弯性能差异系数 γ_b ，见表 4。

标准试件与挂板构件抗弯性能差异系数 γ_b

板厚（mm）	12~16	20	40	60	100	200	300
γ_b	1.02	1.08	1.15	1.2	1.25	1.37	1.5

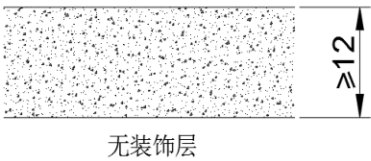
注：对于中间值采用线性插入法即可。

6.5.5.3 异形截面挂板可采用有限元方法计算确定。

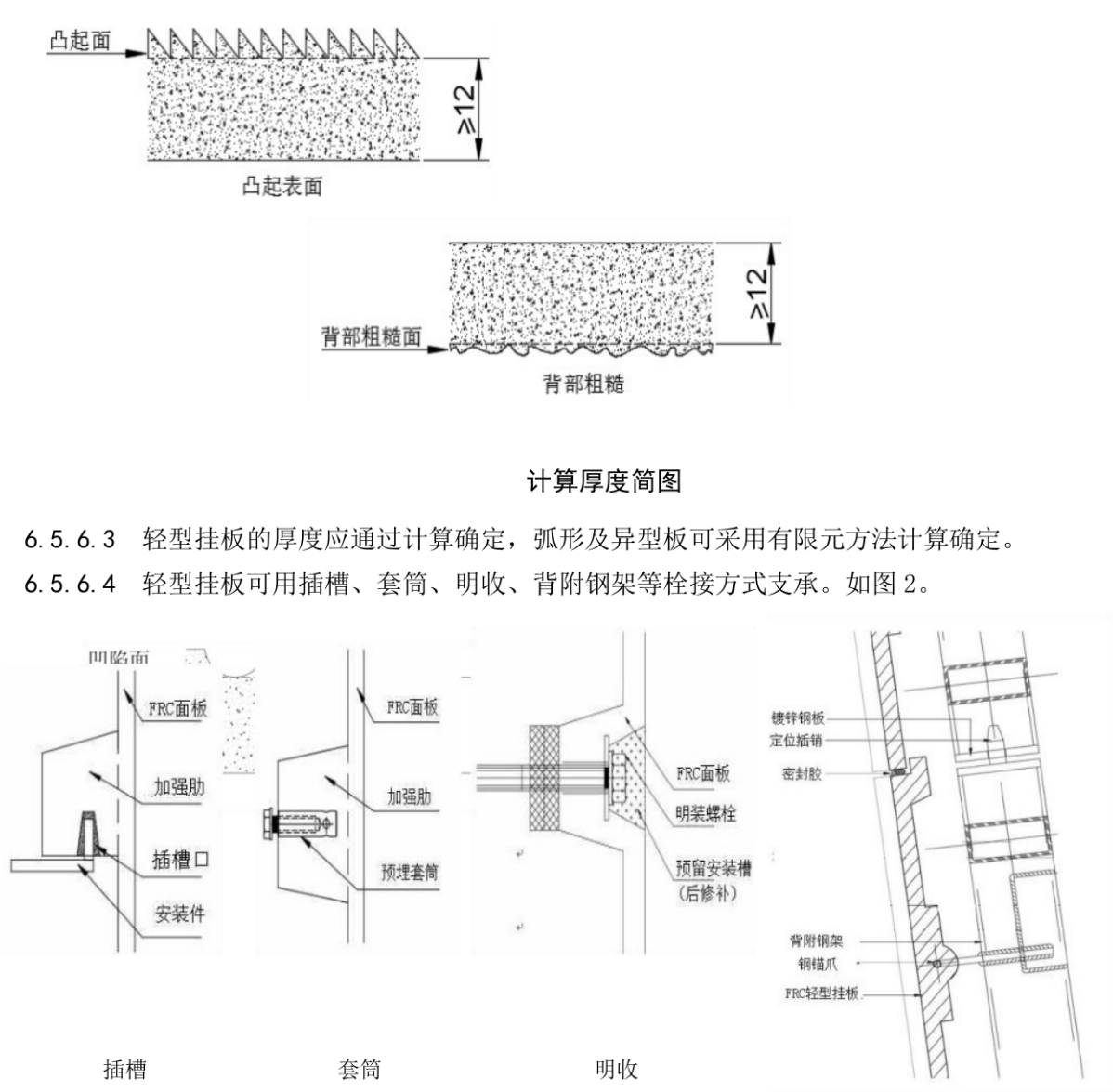
6.5.6 轻型挂板的设计

6.5.6.1 水平悬挂、倾斜挂装或安装高度超过 60m 时，板块的连接和支承应予以加强。水平悬挂、倾斜挂装及高层建筑的轻型挂板，板块应有防止轻型挂板块碎裂坠落的可靠措施。

6.5.6.2 轻型挂板的计算厚度应≥12mm，轻型挂板表面平整且无饰面层时，按公称厚度（总厚度）采用；表面有波纹或者装饰性凹凸时，应减去表面凸起高度或凹陷深度，背面粗糙时，减去背面粗糙层厚



度。如图 1。



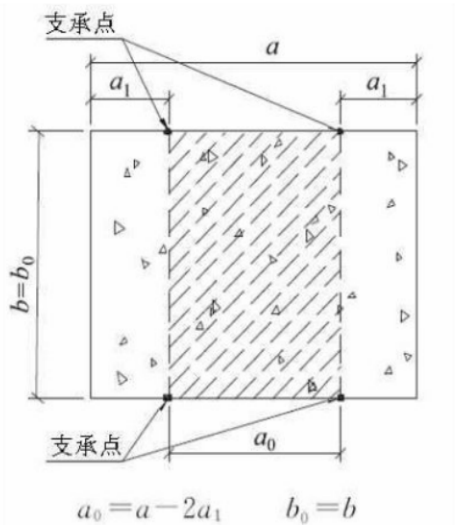
计算厚度简图

6.5.6.3 轻型挂板的厚度应通过计算确定，弧形及异型板可采用有限元方法计算确定。

6.5.6.4 轻型挂板可用插槽、套筒、明收、背附钢架等栓接方式支承。如图 2。

栓接方式支承图

6.5.6.5 轻型挂板采用短槽支承、套筒支承连接，面板设计采用四点支承时，可按四点支承板计算。面板采用对边通槽连接时，可按对边简支板计算。面板采用四边通槽或四边框接时，可按四边简支板计算。轻型挂板的计算边长 a_0 、 b_0 见图 3。



轻型挂板的计算边长 a 、 b 。

6.5.6.6 轻型挂板抗弯设计应符合下列规定：

a) 等效平板或弯曲半径很大的曲面区隔板四点支承板最大弯曲应力标准值应按公式(10)、公式(11) 计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6m\omega_k b^2}{t^2}$$

..... (10)

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} b^2}{t^2}$$

..... (11)

式中：

- σ_{wk} 、 σ_{Ek} — 风荷载、地震作用下载面的最大应力标准值 (N/mm²)；
- ω_k 、 q_{Ek} — 垂直于轻型挂板平面的风荷载、地震作用标准值 (N/mm²)；
- b — 矩形轻型挂板长边计算边长 (mm)；
- t — 轻型挂板厚度 (mm)；
- m — 均布荷载作用下的最大弯矩系数, 见表5。

均布荷载作用下的最大弯矩系数 m

a/b	0.00	0.20	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60	0.65
m	0.125	0.126	0.127	0.129	0.130	0.132	0.134	0.136
a/b	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	—
m	0.138	0.140	0.142	0.145	0.148	0.151	0.154	—

注： a 为矩形轻型挂板短边计算边长 (mm)。

轻型挂板中最大弯曲应力标准值按本规程4.5.4的规定组合，所得的最大弯曲应力设计值应不超过轻型挂板的抗弯强度设计值。

b) 造型复杂或弯曲半径较小的曲面区隔板四点支承板最大弯曲应力标准值应按公式(12) 计算：

$$\sigma = M/W_0$$

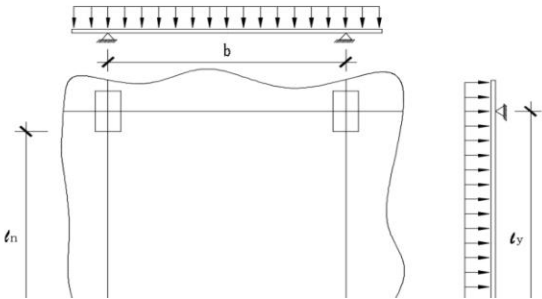
..... (12)

式中：

- M — 立柱弯矩设计值 (N·mm) ；
- W_0 — 在弯矩作用方向的净截面弹性抵抗矩 (mm³) ；
- 所得的最大弯曲应力设计值应不超过面板的抗弯强度设计值。

c) 当轻型挂板长宽比小于0.5时，可简化为单向板计算。可将面荷载等效转换为线荷载，再根据支承形式不同，可按《建筑结构静力计算手册（第二版）》进行计算。

d) 框架型轻型挂板块采用纵横相互平行排列的柔性锚杆的支承形式可简化为点支承结构。计算简图4所示，截面应力按公式（13）计算。



任一板区格内的计算简图

$$\sigma_k = 0.7312 \frac{q_k l_n^2}{h^2} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

σ_k — 面板在重力荷载或风荷载或地震作用下产生的截面应力标准值 (MPa), 即 σ_k 分别代表 σ_{GK} 或 σ_{WK} 或 σ_{EK} ;

q_k — 重力荷载或风荷载或地震作用标准值 (MPa), 即 q_k 分别代表 q_{GK} 或 w_k 或 q_{EK} ;

l_n — 板区格长边净跨 (mm);

H — 板区格面板厚度 (mm)。

6.5.7 单层板

6.5.7.1 单层板宜用于外形流畅、工艺简洁的产品形式, 如线板、一般柱身和装饰平板等, 典型单层板如图 5 所示。

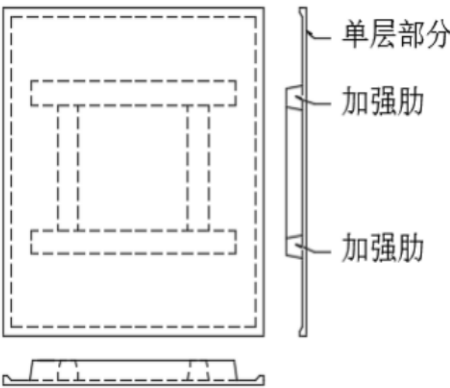


典型单层板

6.5.7.2 单层轻型挂板的厚度应通过计算确定, 弧形及异型板可采用有限元方法计算确定。也可简化为简支梁、连续梁等计算模型。

6.5.8 有肋单层板

6.5.8.1 沿板四周边缘和设计的受力部位布置有加强肋的单层板, 宜用于幅面尺寸在 $6m^2$ 以内的平板和双曲轻型挂板, 典型有肋单层板如图 6 所示。

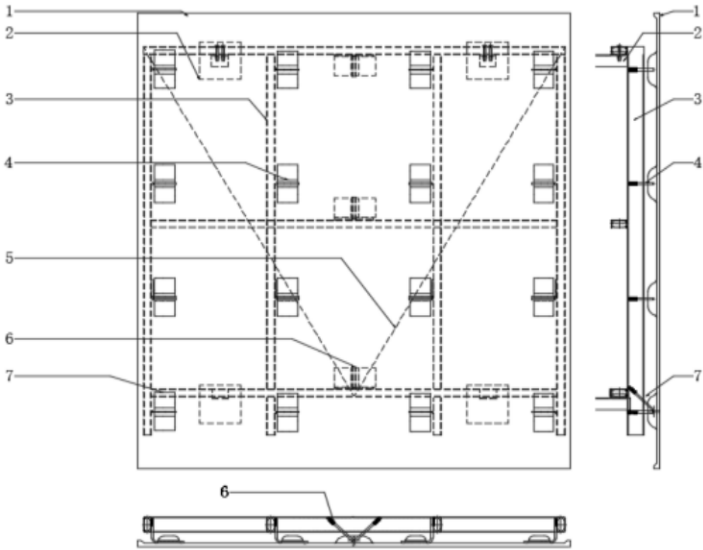


典型有肋单层板

- 6.5.8.2 加强肋宜沿着受力点通长布置，加强肋的形式和尺寸应通过计算确定。
- 6.5.8.3 宜将板块简化为简支梁、连续梁等计算模型，按照整体模型计算全截面力学性能，局部验算加强肋之间的区隔板和加强肋截面。

6.5.9 背附钢架板

6.5.9.1 背附钢架板构件由板面、钢框架和分布于板背面的“L”形钢筋等三部分组成。其中钢框架起承载的作用，“L”形钢筋起板面和钢框架间的连接作用。宜用于幅面尺寸在 6m^2 以上的大尺度平板和曲面轻型挂板。典型背附钢架板如图 7 所示。



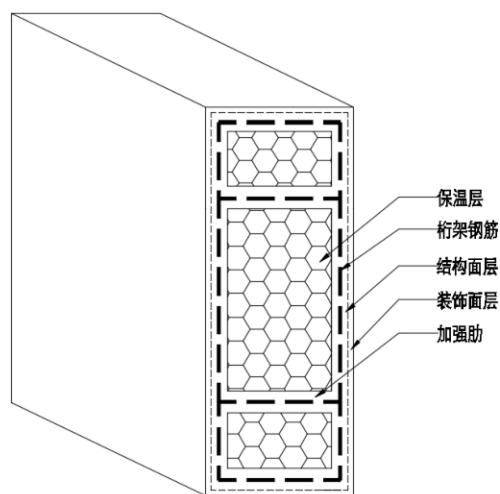
1—面板；2—连接件；3—钢框架；4—水平锚件；5—加强撑；6—抗震锚件；7—重力锚件

典型背附钢架板

- 6.5.9.2 背附钢架截面应通过计算确定，异型板的背附钢架可按照受力钢架间距等效线荷载或集中荷载施加方式，采用有限元方法计算确定。
- 6.5.9.3 结构设计时可以将板块按照整体模型计算全截面力学性能，局部验算锚固件之间的区隔板计算，局部验算时可简化为四点支承板或连续梁进行计算。
- 6.5.9.4 背附钢架的设计需进行挠度的验算，其挠度的限值为 $L/250$ 。

6.5.10 夹芯板

6.5.10.1 有保温、隔声等性能的围护结构，宜选用 FRC 与保温、隔声材料有效的结合的复合型轻型挂板。典型夹芯板如图 8 所示。



典型夹芯板

6.5.10.2 夹芯板的厚度应通过计算确定，宜采用有限元方法计算确定。

6.5.11 横梁

6.5.11.1 横梁截面主要受力部位的厚度，应符合下列要求：

- a) 截面的宽厚比应符合国家现行标准 GB 50017、GB 50018、GB 50429 的有关规定；
- b) 铝合金横梁型材截面有效受力部位的厚度不应小于 2.0mm。铝合金型材孔壁与螺钉之间直接采用螺纹受拉、压连接时，应进行螺纹受力计算。螺纹连接处，型材局部加厚部位的壁厚不应小于 4mm，宽度不应小于 13mm；
- c) 热轧钢型材截面有效受力部位的厚度不应小于 2.5mm。冷成型薄壁型钢截面有效受力部位的厚度不应小于 2.0mm。在采用螺纹进行受拉、受压连接时，应进行螺纹受力计算。

6.5.11.2 应根据板材在横梁上的支承状况决定横梁的荷载，并计算横梁承受的弯矩和剪力。当采用大跨度开口截面横梁时，宜考虑约束扭转产生的双力矩。

6.5.11.3 横梁截面受弯承载力和受剪承载力应符合 GB 50017、GB 50018、GB 50429 的有关规定。

6.5.11.4 板块在横梁上偏置使横梁产生较大的扭矩时，应进行横梁抗扭承载力计算，并采取相应的构造措施。

6.5.11.5 横梁在风荷载标准值作用下产生的挠度 d_f 应符合公式 (13) 规定：

$$d_f \leq l/200 \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

l ——横梁的跨度 (mm)，悬臂构件可取挑出长度的 2 倍。

6.5.12 立柱

6.5.12.1 立柱截面主要受力部位的厚度,应符合下列要求:

- a) 铝型材截面开口部位的厚度不应小于 3.0mm, 闭口部位的厚度不应小于 2.5mm;
- b) 铝型材孔壁与螺钉之间直接采用螺纹受拉、压连接时, 应进行螺纹受力计算, 其螺纹连接处的型材局部加厚部位的壁厚不应小于 4mm, 宽度不应小于 13mm;
- c) 热轧钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于 3.0mm, 冷成型薄壁型钢截面主要受力部位的厚度不应小于 2.5mm, 采用螺纹进行受拉连接时, 应进行螺纹受力计算;
- d) 对偏心受压立柱和偏心受拉立柱的杆件, 其有效截面宽厚比应符合本规程第 5.5.11.1 条的相应规定。

6.5.12.2 上、下立柱之间互相连接时, 连接方式应与计算简图一致, 并应符合下列要求:

- a) 采用铝合金闭口截面型材的立柱, 宜设置长度不小于 250mm 的芯柱连接。芯柱一端与立柱应紧密滑动配合, 另一端与立柱宜采用机械连接方式固定;
- b) 采用开口截面型材的立柱, 可采用型材或板材连接。连接件一端应与立柱固定连接, 另一端的连接方式不应限制立柱的轴向位移;
- c) 采用闭口截面钢型材的立柱, 可采用本条第 1 款或第 2 款的连接方式;
- d) 两立柱接头部位应留空隙, 空隙宽度不宜小于 15mm。

6.5.12.3 多层或高层建筑中跨层通长布置立柱时, 立柱与主体结构的连接支承点每层不宜少于一个。按铰接多跨梁设计的立柱每层设两个支承点时, 上支承点宜采用圆孔, 下支承点宜采用长圆孔。

6.5.12.4 在楼层内单独布置立柱时, 其上、下端均宜与主体结构铰接, 宜采用上端悬挂方式; 当柱支承点可能产生较大位移时, 应采用与位移相适应的支承装置。

6.5.12.5 承受轴力和弯矩作用的立柱, 其承载力应符合公式 (14) 要求:

$$\frac{N}{A_n} + \frac{M}{\gamma W_n} \leq f \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

N — 立柱的轴力设计值 (N);

M — 立柱的弯矩设计值 (N · mm)

A_n — 立柱的净截面面积 (mm²);

W_n — 立柱在弯矩作用方向的净截面抵抗矩 (mm³);

γ — 截面塑性发展系数, 冷弯薄壁型钢和铝型材可取 1.0, 热轧钢型材可取 1.05;

f — 型材的抗弯强度设计值 f_a 或 f_s (N/mm²)。

6.5.12.6 承受轴向压力和弯矩作用的立柱, 其在弯矩作用方向稳定性应符合公式 (15)、公式 (16) 的要求:

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M}{\gamma W(1 - 0.8N / N_E)} \leq f \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$N_E = \frac{\pi^2 EA}{1.1\lambda^2} \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中:

N — 立柱的轴向压力设计值 (N);

- N_E — 临界轴向压力 (N);
 M — 立柱的最大弯矩设计值 (N·mm);
 ϕ — 弯矩作用平面内的轴心受压的稳定系数, 可按表 6 采用;
 A — 立柱的毛截面面积 (mm²);
 W — 在弯矩作用方向上较大受压边的毛截面抵抗矩 (mm³);
 λ — 长细比;
 γ — 截面塑性发展系数, 铝型材可取 1.0, 钢材可取 1.05;
 f — 型材的抗弯强度设计值 f_x 或 f_y (N/mm²)。

轴心受压柱的稳定系数 ϕ

长细比 λ	热轧钢型材		冷成型薄壁型钢		铝型材			
	Q235	Q345	Q235	Q345	6063-T5 6061-T4	6063A-T5	6063-T6 6063A-T6	6061-T6
20	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.93	0.96	0.95
40	0.90	0.88	0.89	0.87	0.85	0.80	0.86	0.82
60	0.81	0.73	0.82	0.78	0.72	0.65	0.69	0.58
80	0.69	0.58	0.72	0.63	0.57	0.48	0.48	0.38
90	0.62	0.50	0.66	0.55	0.50	0.41	0.39	0.31
100	0.56	0.43	0.59	0.48	0.43	0.35	0.33	0.25
110	0.49	0.37	0.52	0.41	0.38	0.30	0.28	0.21
120	0.44	0.32	0.45	0.35	0.33	0.26	0.24	0.18
130	0.39	0.28	0.40	0.30	0.29	0.22	0.20	0.16
140	0.35	0.25	0.35	0.26	0.26	0.20	0.18	0.14
150	0.31	0.21	0.31	0.23	0.23	0.17	0.16	0.12

6.5.12.7 承受轴向压力和弯矩作用的立柱, 其长细比 λ 不宜大于 150。

6.5.12.8 立柱由风荷载标准值产生的挠度 d_f 应符合公式 (17) 要求:

$$d_f \leq l / 200 \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

l — 支点间的距离 (mm), 悬臂构件应取挑出长度的 2 倍。

7 轻型挂板制作加工

7.1 一般要求

7.1.1 FRC 轻型挂板生产单位应具有相应的生产工艺设备和必要的试验检测手段，并应建立完善的质量管理体系。

7.1.2 FRC 轻型挂板的制作前，应根据设计要求、工艺要求和质量标准进行技术交底，并应制定相应的生产方案。

7.2 FRC 挂板制作

7.2.1 FRC 轻型挂板制作前进行产品图的深化设计，产品图应与安装图相一致。

7.2.2 FRC 轻型挂板产品图应标识产品尺寸、预埋件规格及背附钢架对应位置、产品剖面、细部详图、材料名称及规格等信息。

7.2.3 制作 FRC 轻型挂板产品的模具应有足够的刚度和尺寸精度且不吸水。投产前应对模具进行验收。应选用对 FRC 轻型挂板产品表面无污染的隔离剂，并将隔离剂均匀的涂覆于模具表面。

7.2.4 浇筑成型的 FRC 轻型挂板宜选用自流平或自密实料浆，或采用内、外辅助振动工艺进行密实。

7.2.5 带有背附钢架的 FRC 轻型挂板在完成喷射或浇筑作业后应立即进行背附钢架的放置。钢架的放置时，定位尺寸应按产品的设计图纸进行，同时采取必要的承托和定位措施防止钢架的锚爪直接放置在产品上。

7.2.6 FRC 轻型挂板料浆初凝后应静置养护，不含丙烯酸乳液的 FRC 轻型挂板的养护应采取保湿措施，养护温度不宜低于 10℃。

7.2.7 FRC 轻型挂板应达到一定强度时方可脱模，脱模时不应采用局部应力过于集中的方法。普通的带肋轻型挂板和造型特殊的轻型挂板或尺寸较大不带背附钢架的轻型挂板在生产时，应在产品中埋入专用的脱模套管或套环。脱模时应借助起吊设备或脱模辅助装置进行。轻型挂板脱模前应做好标识，标识内容包括规格型号、生产日期、生产班组号、挂板流水号等相关信息。

7.2.8 脱模后自然养护时间，FRC 轻型挂板在常温下不应低于 7 天，低于标准温度时养护时间应适当延长。

7.3 金属件加工

7.3.1 背附钢架的加工应符合 GB 50205 的有关规定；背附钢架焊接、螺栓连接件、钢埋件等应符合 GB 50017、GB 50018、GB 50661 的有关规定。

7.3.2 铝合金型材构件加工应符合 GB50429 的有关规定。

7.3.3 FRC 轻型挂板生产企业应配置金属构件加工所需的场地和设施，加工好的金属构件不应产生变形。

7.3.4 背附钢架的加工制作应符合设计要求，与 FRC 轻型挂板产品装配前应检验尺寸偏差、安装点位置、焊接质量、防锈涂层或镀锌质量等。

7.4 检验

7.4.1 FRC 轻型挂板不应有严重缺陷，对于一般缺陷应在工厂内修复后方能出厂。

7.4.2 FRC 轻型挂板的尺寸允许偏差及检验方法应参照 JC/T 1057 的规定及表 7 的规定。

FRC 轻型挂板尺寸偏差及检验方法

项 目	允许偏差	检验方法
长度	挂板长度 $\leq 2\text{m}$ 时, 允许偏差为: $\pm 3\text{mm}/\text{m}$ 挂板长度 $> 2\text{m}$ 时, 总允许偏差为: $\pm 6\text{mm}$	卷尺测量
宽度	挂板宽度 $\leq 2\text{m}$ 时, 允许偏差为: $\pm 3\text{mm}/\text{m}$ 挂板宽度 $> 2\text{m}$ 时, 总允许偏差为: $\pm 6\text{mm}$	卷尺测量
厚度	$0 \sim +2\text{mm}$	厚度仪
板面平整度	$\leq 5\text{mm}$, 有特殊饰面效果要求的除外。	2 米靠尺、塞尺测量
对角线偏差	板面面积小于 2m^2 时, 对角线差 $\leq 5\text{mm}$, 板面面积大于或等于 2m^2 时, 对角线差 $\leq 10\text{mm}$ 。	卷尺测量
钢架位移偏差	$\pm 5\text{mm}$	直角尺、卷尺测量
预埋件、预留孔、槽位移偏差	$\pm 5\text{mm}$	直角尺、卷尺测量

7.4.3 背附钢架的尺寸允许偏及检验方法应符合表 8 的规定。

背附钢架尺寸偏差及检验方法

项 目	允许偏差 (mm)	检验方法
边长	± 10	卷尺测量
对角线	≤ 10	卷尺测量
连接件、支承件、锚杆加工尺寸	± 5	卷尺测量
孔、槽位移偏差	± 5	卷尺测量
翘曲变形	≤ 5	2 米靠尺、塞尺测量

7.4.3.1 FRC 轻型挂板的色差应控制在距挂板 5 米外的范围外目测整批挂板无明显的颜色变化的要求。

7.4.3.2 FRC 轻型挂板经过检验后, 应在挂板的显著位置设置挂板的合格标识, 标识的内容包括合格状态、生产企业名称、检验日期等信息。

7.5 搬运和堆放

7.5.1 FRC 轻型挂板的搬运应符合下列规定:

- a) FRC 轻型挂板的搬运应可能做到次数最少化, 搬运时应根据挂板的形状、尺寸和重心的不同, 采取合理的搬运措施;
- b) 搬运时, 轻型挂板应避免受到因振动、碰撞或挤压导致的局部应力过大或集中;
- c) 在搬运过程中, 应采取确保人身安全和防止挂板损坏的必要保护措施, 对于特殊的挂板应制订安全措施。

7.5.2 FRC 轻型挂板堆放应符合下列规定:

- a) 应根据 FRC 轻型挂板的造型特点按顺序进行堆放, 堆放时应避免挂板产生变形、破坏或开裂的因素。支承性、填充性以及防护性材料不应对接板产生损坏和污染;
- b) 堆放在成品区的轻型挂板应采取必要的包装保护措施, 应避免淋雨与土、油、侵蚀性气体、焦油或烟雾的直接接触;
- c) 轻型挂板在雨期和寒冷天气下储存堆放时, 应采取防雨和防雪措施。

8 轻型挂板施工

8.1 一般要求

8.1.1 安装轻型挂板的主体结构，应符合主体结构施工质量要求及轻型挂板安装施工要求。

8.1.2 进场的轻型挂板及附件的材料品种、规格、色泽和性能，应符合设计要求。安装前应对现场施工人员进行技术交底。

8.1.3 安装施工单位应编制专项施工方案，并应包括下列内容：

- a) 工程概况；
- b) 编制依据；
- c) 施工部署；
- d) 施工进度计划；
- e) 施工准备与资源配置计划；
- f) 主要施工方法；
- g) 施工顺序；
- h) 检验方法；
- i) 安全与文明施工措施；
- j) 施工现场平面布置及主要施工管理计划等基本内容。

8.1.4 轻型挂板的施工应符合安全规定。

8.1.5 FRC 轻型挂板的安装应与屋面、墙体保温施工和门窗安装施工等工种协调配合进行。

8.1.6 轻型挂板施工前应进行测量，测量应与主体结构测量相配合，及时调整、分配、消化测量偏差，不应积累。放线时应进行多次校正；

8.1.7 轻型挂板安装过程中，对轻型挂板或组件的存放、搬运、吊装，以及对安装完成的半成品、成品应采取有效的保护措施。

8.1.8 进行焊接作业时，应对受其影响的轻型挂板采取有效的保护措施。施焊后应对受到焊接影响的部位进行表面防护处理。

8.2 运输与现场堆放

8.2.1 轻型挂板的装卸应：

- a) 挂板的装卸顺序应与安装顺序相符；
- b) 装卸挂板时应有相应的保护措施，挂板与包装紧固材料之间应有软质保护材料进行隔离；
- c) 装卸设备应根据挂板的造型和包装特点进行确定，一般情况下不允许用人工装卸。应采用专用的托盘、支架进行包装，装卸应采用机械设备（如叉车、吊机）进行。当采用吊机进行装卸时，应将吊点设置在托盘或支架上；
- d) 叠放时应考虑竖向力的传递方向，必要时应使用专用的支架加以支承；当长形条板竖向放置时，两端应有侧向水平支承；
- e) 装卸时应保持平稳，尽可能做到轻拿轻放。

8.2.2 挂板的运输应：

- a) 运输方案应根据项目特点和挂板造型加以制定，对于超宽、超高或造型特殊的挂板应采取相对安全的措施；

- b) 在运输车辆上应放置软物垫块, 确定挂板的码放位置, 确保运输途中托盘、支架的平稳;
- c) 运输车辆应满足挂板装载和造型尺寸限制的要求, 应采取防止挂板移动、倾倒、变形的固定措施, 并进行安全合理的固定与捆扎;
- d) 运输时应采取防止挂板损坏的措施, 对挂板的边、角部位及捆扎固定的接触部位应采用软物加以隔垫。

7.2.3 挂板堆放应:

- a) 施工现场应规划挂板堆放区域, 不宜与其它建筑材料、设备混放, 挂板应按照安装顺序、PD图编号依次进行堆放;
- b) 现场堆放应有防尘、防污、防水的保护措施, 施工车辆、机械或其它作业应避免对挂板造成意外的破坏。

8.3 施工准备

- 8.3.1 安装施工之前, 应对 FRC 轻型挂板、安装辅件及主体结构上的锚固件应进行检查验收, 判定是否具备轻型 FRC 挂板安装施工条件。
- 8.3.2 FRC 轻型挂板安装前应对主体结构进行现场测量和对安装部位结构和墙体进行检查。
- 8.3.3 轻型挂板储存时应依照安装顺序排列放置, 储存位置应有足够的承载力和刚度。
- 8.3.4 轻型挂板与主体结构连接的预埋件, 应在主体结构施工时按设计要求埋设。预埋件的施工应符合现行国家标准及设计要求。当预埋件位置偏差过大或未预先埋设预埋件时, 应采取有效的补救措施。
- 8.3.5 由于主体结构施工偏差过大而影响轻型 FRC 挂板施工安装时, 应会同业主、设计单位、施工单位洽商, 采取相应的措施, 并作好记录。
- 8.3.6 轻型挂板安装前应进行检验与校正, 不合格的构件不应安装使用。

8.4 安装施工

- 8.4.1 柱式挂板可采用一点吊装, 横向尺度较大的挂板应采用两点或多点吊装, 无论是单点、多点吊装, 吊点的设置应保持平衡。
- 8.4.2 有背附钢架的挂板, 吊点数量和位置应根据背附钢架的刚度和挂板、钢架构件的形状确定。但吊装点应布置在钢架上, 吊装荷载不应作用在挂板或锚杆上。
- 8.4.3 无背附钢架的挂板吊装点不应采用安装预埋件代替, 应在挂板上专门设置吊装点, 专门吊装点宜采用吊装套筒或预埋吊装钢绳等, 其材质要求为热浸锌。
- 8.4.4 挂板应通过支承结构与主体结构相连接。挂板与支承结构应采用插槽或螺栓连接, 严禁现场焊接。
- 8.4.5 支承结构与主体结构的连接方式应:
 - a) 混凝土结构应采用预埋件或后锚固件;
 - b) 钢结构宜采用螺栓连接, 在焊缝的防腐措施能保证的前提下也可采用焊接方式连接;
 - c) 挂板不宜直接安装在砌体结构上。
- 8.4.6 支承结构与主体结构的焊接部位防腐处理应符合设计要求。
- 8.4.7 竖向连接分布挂板宜自下而上安装, 竖向不连续分布的挂板可同时在不同层次安装。横向连接挂板的安装顺序应从边、角位开始安装, 环窗的挂板安装顺序应为窗台—窗边—窗眉。
- 8.4.8 横向挂板安装, 应有不小于 3% 的排水坡度, 挂板上要设置有滴水线。排水方向由设计根据主体结构的排水加以确定。

- 8.4.9 每件挂板均应独立与主体结构或支承结构连接，不应承受相邻挂板的荷载。
- 8.4.10 支承结构与主体结构的连接应在围护墙体和屋面保温层、防水层施工前完成。如遇特殊情况需要倒序施工时，对破坏的保温层、防水层应进行填充封堵。安装挂板时，严禁踩踏、碰撞和二次破坏保温层、防水层。
- 8.4.11 挂板的安装接缝偏差，在允许范围内，可将部分安装偏差在挂板接缝中调整消化。
- 8.4.12 挂板与挂板之间、挂板与其它围护墙体之间的连接宜采用嵌缝连接处理。
- 8.4.13 对于复合挂板外墙，宜采用双重止水构造，在密封胶嵌缝前应粘结止水胶条，止水胶条宜为空心胶条，两侧应粘结到挂板上，其外径尺寸应大于缝的宽度，其深度应预留满足密封胶嵌入深度为宜。
- 8.4.14 挂板与墙体接缝及与其它围护材料的接缝处理措施，应符合设计要求。
- 8.4.15 挂板安装过程中出现的局部缺棱掉角、表面污染等问题，应进行修补或去污处理。
- 8.4.16 挂板无涂层装饰要求时，应在出厂前做好防护处理。如在施工现场做防护处理的，应在接缝密封胶施工完成后进行，所用防护剂不宜改变挂板的外观和质感，且不应影响密封胶的粘接性能或与密封胶发生反应。
- 8.4.17 挂板与主体结构的连接节点应按隐蔽工程进行验收。
- 8.4.18 轻型挂板立柱的安装应符合下列要求：
- 立柱安装轴线的允许偏差为小于 12 mm；
 - 相邻两根立柱安装标高差相邻两根立柱固定点距离应符合表 9 的要求；
 - 立柱安装就位、调整后应及时紧固。
- 8.4.19 轻型挂板横梁的安装应符合下列要求：
- 横梁应安装牢固、贴缝严密。横梁与立柱间留有伸缩间隙时，其尺寸应满足设计要求；采用密封胶缝时，胶缝施工应均匀、密实、连续；
 - 同一根横梁两端或相邻两根横梁端部的水平标高偏差、同层横梁最大标高偏差应符合表 9 的要求；
 - 安装完成一层后，应及时进行检查、校正和固定。
- 8.4.20 轻型挂板其他主要附件安装应符合下列要求：
- 防火、保温材料应铺设平整、可靠固定，拼接处不应留缝隙；
 - 通气孔及雨水排出口等应按设计要求施工，不应遗漏；
 - 封口处应进行封闭处理；
 - 安装施工采用的临时螺栓等，应在轻型 FRC 挂板固定后拆除。

8.5 安装质量要求

8.5.1 挂板与主体结构的净距离应符合下列要求：

- 挂板背面与预制混凝土结构净距不应小于 40mm，与现浇混凝土结构净距不应小于 50mm；
- 挂板背面与钢结构净距不应小于 40 mm；
- 对于高层或不规则的结构，净距不应小于 50 mm；
- 柱套与柱子之间的净距不应小于 75 mm；
- 挂板与主体结构的连接点在上下、左右、前后三个方向内的调节空间净空距离不应小于 25 mm。

8.5.2 安装效果应符合下列要求：

- 安装后的挂板外立面应是线条清晰、层次分明、表面平整、曲面过渡光滑、横向挂板应保证平

直度，竖向挂板应保证垂直度，整体效果应达到建筑设计要求；

b) 挂板安装后应保证表面洁净、表面颜色和质感应符合样板要求；

c) 挂板间接缝应平直、均匀，不应有歪斜、错台及边角损坏现象

8.5.3 轻型挂板安装允许偏差应符合表 9 的规定：

轻型挂板安装允许偏差

序号	项目	尺寸范围	允许偏差 (mm)	检查方法
1	相邻立柱间距（固定端）	——	±2.0	金属直尺
2	相邻两横梁间距（mm）	≤2000mm	±2.0	金属直尺
		>2000mm	±3.0	金属直尺
3	框格对角线长度差	$l \leq 2000\text{mm}$	±3.0	金属直尺或钢卷尺
		$l > 2000\text{mm}$	±4.0	金属直尺或钢卷尺
4	立柱、竖缝及墙面的垂直度	$H \leq 30\text{m}$	±10.0	激光仪或经纬仪
		$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	±15.0	
		$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	±20.0	
		$90\text{m} < H \leq 150\text{m}$	±25.0	
		$H > 150\text{m}$	±30.0	
5	立柱、竖缝直线度	——	±3.0	2.0m 靠尺或塞尺
6	相邻两立柱墙面的平面度	——	±3.0	2.0m 靠尺或塞尺
	立柱、墙面的平面度	$B \leq 20\text{m}$	±4.0	激光仪或经纬仪
		$20\text{m} < B \leq 40\text{m}$	±5.0	
		$40\text{m} < B \leq 60\text{m}$	±6.0	
		$60\text{m} < B \leq 80\text{m}$	±10.0	
		$B > 80\text{m}$	±15.0	
7	横梁、横缝水平度	长度 ≤ 2000mm	±3.0	水平仪或水平尺
		长度 > 2000mm	±4.0	
8	同一标高横梁的高度差	$B < 35\text{m}$	±5.0	金属直尺、塞尺或水平仪
		$B > 35\text{m}$	±7.0	
9	缝宽度（与设计值比较）	——	±3.0	卡尺
10	弧形异形 FRC 挂板立柱外表面与设计位置差	——	±3.0	激光仪或经纬仪
11	建筑平面内，挂板与建筑轴线的距离偏差	——	≤12	钢卷尺
12	立面 3m 高度的挂板立面垂直度偏差	——	≤5	2.0m 靠尺或塞尺钢卷尺
13	立面 15m 高度的挂板立面垂直度偏差	——	≤10	2.0m 靠尺或塞尺钢卷尺
14	立面高度大于 30m 的挂板立面垂直度偏差	——	≤20	2.0m 靠尺或塞尺钢卷尺
15	单个挂板顶部标高与设计标高偏差	——	≤10	2.0m 靠尺或塞尺钢卷尺
16	相邻挂板顶部标高偏差	——	≤5	2.0m 靠尺或塞尺钢卷尺

17	挂板接缝宽度与设计宽度偏差	长度 $\leq 6\text{m}$ 时	≤ 5	钢卷尺
		长度 $> 6\text{m}$ 时	≤ 10	钢卷尺
18	相邻两挂板的面内错台偏差	——	≤ 5	2.0m 靠尺或塞尺
19	与主体结构相连的连接件定位偏差	——	≤ 5	钢卷尺
注：H 为 FRC 挂板总高度，B 为 FRC 挂板总宽度，L 为框格长边边长。				

8.5.4 建筑密封胶施工前要保证胶面清洁、干燥，不宜在夜晚、雨天、雾天施工。

8.6 安全要求

8.6.1 轻型挂板的安装施工除应符合 JGJ80、JGJ33、JGJ46 的有关规定外，还应遵守施工组织设计中确定的相关安全要求。

8.6.2 安装施工机具在使用前，应进行安全检查。电动工具应进行绝缘电压试验。

8.6.3 采用外脚手架施工时，脚手架应符合建筑施工规范要求。

8.6.4 当轻型挂板安装与主体结构施工交叉作业时，在主体结构的施工层下方应设置防护设施；在距离地面约 3m 高度处，应设置挑出宽度不小于 6m 的水平防护设施。

9 轻型挂板验收

9.1 一般要求

9.1.1 工程验收应包括技术资料复核、现场检查和抽样检查。检验批的划分应符合下列规定：

a) 设计、材料、工艺和施工条件相同的轻型挂板工程，每 1000m^2 为一个检验批，不足 1000m^2 应划分为一个独立检验批，超过 10000m^2 的以每 3000m^2 为一个检验批。每个检验批每 100m^2 应至少抽查一处，每处不应少于 10m^2 ；

b) 同一单位工程中不连续的轻型挂板工程应单独划分检验批；

c) 对于异形或有特殊要求的轻型挂板，检验批的划分应根据轻型挂板的结构、工艺特点及轻型挂板工程的规模，宜由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。

9.1.2 轻型挂板工程验收前应将其表面清洗、擦拭干净。

9.1.3 轻型挂板工程验收时，应根据工程实际情况提交下列资料的部分或全部：

- a) 轻型挂板工程的竣工图或施工图、结构计算书、设计变更文件及其他设计文件；
- b) 轻型挂板工程所用材料、构件及组件、紧固件及其他附件的产品合格证书、性能检测报告、进场验收记录；
- c) 国家认可的检测机构出具的硅酮结构密封胶相容性和剥离粘接性试验报告；
- d) 后置锚固件的现场拉拔检验报告；
- e) 设计要求的气密性能、水密性能、抗风压性能及其他性能检测报告；
- f) 注胶环境温度、湿度记录及养护记录；双组份硅酮结构密封胶的混匀性试验记录及拉断试验记录；
- g) 防雷装置测试记录；
- h) 隐蔽工程验收文件；
- i) 轻型挂板安装施工记录；
- j) 淋水试验记录；
- k) 其他质量保证资料。

9.1.4 轻型挂板工程验收前，应在安装施工过程中完成下列隐蔽项目的现场验收：

- a) 预埋件或后置锚固件；
- b) 轻型挂板构件与主体结构的连接节点；
- c) 轻型挂板面板与支承结构的连接节点；
- d) 轻型挂板四周、轻型挂板内表面与主体结构之间的封堵构造；
- e) 轻型挂板变形缝及转角节点构造；
- f) 轻型挂板防雷系统及其节点构造；
- g) 轻型挂板隔热、保温系统；
- h) 轻型挂板防火、隔烟节点构造。

9.2 进场验收

9.2.1 施工单位应提供符合设计要求的相关证明文件，包括经审批的设计图纸、生产厂家轻型挂板的型式检验报告。

9.2.2 进场验收应检查轻型挂板的产品合格证、背附钢架、连接件的材质证明及合格证、安装密封胶的合格证等文件资料。

9.2.3 设计或合同有要求时应提供密封胶与轻型挂板的相容性测试报告。

9.2.4 进场轻型挂板应进行包装、外观、尺寸的抽查，抽查比例不应小于 1%（件数或面积）。

9.2.5 轻型挂板工程所使用的各种材料、构件和组件的质量，应符合设计要求及国家现行产品标准和工程技术规范的规定。

检验方法：检查材料、构件、组件的产品合格证书、进场验收记录、性能检测报告和材料的复验报告。

9.2.6 轻型挂板工程主体结构的预埋件和后置埋件的位置、数量、规格尺寸及槽式预埋件、后置埋件的拉拔力必须符合设计要求。

检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录；槽式预埋件、后置埋件的拉拔试验检测报告。

9.2.7 钢结构焊接连接焊缝均匀、无气泡、无焊渣，表面后加防腐涂层符合设计要求。焊缝长度符合设计要求。

检验方法：观察；尺量检查；设计有规定时进行超声探伤。

9.2.8 轻型挂板构架与主体结构预埋件或后置埋件的连接、挂板之间的连接、面板连接件与面板的连接、面板连接件与主体钢构的连接、安装必须可靠且符合设计要求。

检验方法：手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

9.2.9 轻型挂板的防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求，填充应密实、均匀、厚度一致。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

9.2.10 轻型挂板的框架及连接件的防腐处理应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

9.2.11 轻型挂板的防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

9.2.12 轻型挂板节点、各种结构变形缝、墙角的连接点应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

9.3 中间验收

9.3.1 FRC 轻型挂板工程应进行阶段性的施工质量的中间验收，并应填写验收记录。中间验收记录表可按附录 B 的要求进行填写。

9.3.2 中间验收应符合下列规定：

- a) FRC 轻型挂板的造型、尺寸、表面效果应符合设计或确认的样板要求；
- b) FRC 轻型挂板的预埋件、锚固件、连接件、安装孔、槽应符合设计要求；
- c) FRC 轻型挂板与主体结构的连接应符合设计要求，安装必须牢固、可靠；
- d) FRC 轻型挂板外墙工程的保温、防水、防污、防火、防雷的处理应符合设计要求；
- e) FRC 轻型挂板外墙密封施工和接缝处理应符合设计要求；
- f) FRC 轻型挂板的安装质量要求应符合本规程第 7.5 条的规定。

9.4 竣工验收

9.4.1 FRC 轻型挂板外墙工程竣工验收前应将其表面全面清洗干净。

9.4.2 FRC 轻型挂板外墙工程竣工验收时应提交下列资料：

- a) 通过审查并经建筑设计单位确认的有关图纸、结构计算书、设计变更文件等；
- b) 进场验收及中间验收阶段相关联的合格证、抽检检验、检测报告、验收记录，见附录 C；
- c) 设计单位提出检测要求所涉及 FRC 轻型挂板中的预埋件、锚固件、连接件拉拔及剪切性能的检测报告；
- e) 隐避工程的中间验收记录；
- f) 设计单位提出检测要求所涉及外墙系统的性能检测报告；
- g) 现场安装施工记录；
- h) 竣工验收表；
- i) 其它合同有要求的质量保证资料。

9.4.3 主控项目

9.4.3.1 轻型挂板工程所使用的各种材料、构件和组件的质量，应符合设计要求及国家现行产品标准和工程技术规范的规定。

检验方法：检查材料、构件、组件的产品合格证书、进场验收记录、性能检测报告和材料的复验报告。

9.4.3.2 轻型挂板构架与主体结构预埋件或后置埋件的连接、挂板之间的连接、面板连接件与面板的连接、面板连接件与主体钢构的连接、安装必须可靠且符合设计要求。

检验数量：按批检验。

检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录；槽式预埋件、后置埋件的拉拔试验检测报告。

9.4.3.3 FRC 轻型挂板与主体结构连接应符合设计要求，安装必须牢固、可靠。

检验数量：按批检验。

检验方法：观察；检查隐蔽工程中间验收记录。

9.4.3.4 FRC 轻型挂板外墙工程的保温、防水、防污、防火、防雷的处应符合设计要求。

检验数量：按批检验。

检验方法：观察；检查隐蔽工程中间验收记录。

9.4.3.5 FRC 轻型挂板外墙密封施工和接缝处理应符合设计要求。

检验数量：按批检验。

检验方法：观察；淋水试验、检查施工记录和中间验收记录。

9.4.3.6 FRC 轻型挂板的安装质量要求应符合本规范第 7.5 条的规定。

检验数量：按批检验。

检验方法：观察；检查施工记录和中间验收记录。

9.4.3.7 轻型挂板的造型和立面分格应符合设计要求。

检验方法：观察；尺量检查。

9.4.3.8 轻型挂板应无渗漏。

检验方法：在易渗漏部位进行淋水试验。

9.4.3.9 轻型挂板的压条应平直、洁净、结构严密、安装牢固。

检验方法：观察；手板检查。

9.4.3.10 轻型挂板的密封胶缝应横平竖直、深浅一致、宽窄均匀、光滑顺直。

检验方法：观察。

9.4.3.11 轻型挂板上的滴水线、流水坡向应正确、顺直。

检验方法：观察；用水平尺检查。

9.4.3.12 轻型挂板的安装偏差应符合本标准第 7.5.3 条的规定。

检验数量：按批检验

检验方法：观察；测量；检查施工记录和中间验收记录。

9.4.4 一般项目

9.4.4.1 轻型挂板工程整体观感检查应包括下列要求：

- a) 轻型挂板工程总体造型、外观效果应符合设计或确认的样板要求；
- b) 外墙胶缝（含开放式外墙板明缝及滴水线）应横平竖直，表面应光滑平整无污染；
- c) 外墙整体验收应统一，色彩应自然，局部色差和修补痕迹要达到在 6m 外观察不明显；
- d) 轻型挂板表面无凹坑、缺边掉角、开裂、破损、斑痕、污染等 3m 内可见明显缺陷；

检验数量：全数检验。

检验方法：观察检查；触摸检查。

9.4.4.2 FRC 轻型挂板外墙嵌缝（含开放式外墙的明缝及滴水线）应横平竖直，表面光滑、平整、无污染。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察。

9.4.4.3 FRC 轻型挂板外墙整体颜色应统一，色彩应自然，局部色差和修补痕迹要达到在 6m 外观察不明显。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察。

9.4.4.4 FRC 轻型挂板表面应 6m 距离外无可见的凹凸、缺棱掉角，贯通裂缝、破损、斑痕污染等明显缺陷。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察。

9.4.4.5 钢结构焊接连接焊缝均匀、无气泡、无焊渣，表面后加防腐涂层符合设计要求。焊缝符合设计要求。

检验数量：按批检验。

检验方法：观察；尺量检查。

9.4.4.6 轻型挂板的防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求，填充应密实、均匀、厚度一致。

检验数量：按批检验。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

9.4.4.7 轻型挂板的框架及连接件的防腐处理应符合设计要求。

检验数量：按批检验。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录

9.4.4.8 轻型挂板的防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接。

检验数量：按批检验。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

9.4.4.9 轻型挂板节点、各种结构变形缝、墙角的连接点应符合设计要求。

检验数量：按批检验。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

10 轻型挂板保养和维修

10.1 轻型挂板保养

10.1.1.1 工程竣工验收后，应制定装饰的保养、维修计划与制度，定期进行保养与维修。

10.1.1.2 轻型挂板的保养应根据涂料表面积灰污染程度，确定清洗的次数与周期，组织进行定期清洗。

10.1.1.3 使用单位应每隔 5 年对轻型挂板进行一次全面检查。应对板材、密封胶等进行检查。

10.2 轻型挂板维修

10.2.1.1 当发现螺栓松动，应及时拧紧，当发现连接件锈蚀应除锈补漆或更换。

10.2.1.2 发现板材松动、破损时，应及时修补与更换。

10.2.1.3 发现密封胶或密封条脱落或损坏时，应及时修补与更换。

10.2.1.4 发现轻型挂板的连接件损坏，或连接件与主体结构的锚固松动或脱落时，应及时更换或采取措施加固修复。

10.2.1.5 当遇到台风、地震、火灾等自然灾害时，灾后应对装饰板进行全面检查，并视损坏程度进行维修加固。

10.2.1.6 不应在 4 级以上风力或大雨天气进行装饰板外侧检查、保养与维修作业。

10.2.1.7 检查、清洗、保养维修时，应找专业的检查、清洗、维修的人员，所采用的机具设备必须安全可靠。

10.2.1.8 在保养与维修作业中，凡属高处作业者必须遵守 JGJ80 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
预埋件设计

A.1 由锚板 and 对称配置的直锚筋所组成的受力预埋件 (图A.1), 其锚筋的总截面面积 A_s 应符合下列规定:

a) 当有剪力、法向拉力和弯矩共同作用时, 应按分别按公式 (A.1) 和 (A.2) 计算, 并取二者的较大值:

$$A_s \geq \frac{V}{\alpha_r \alpha_v f_y} + \frac{N}{0.8 \alpha_b f_y} + \frac{M}{1.3 \alpha_r \alpha_b f_y z} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$A_s \geq \frac{N}{0.8 \alpha_b f_y} + \frac{M}{0.4 \alpha_r \alpha_b f_y z} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

b) 当有剪力、法向压力和弯矩共同作用时, 应分别按公式 (A.3) 和 (A.4) 计算, 并取二者的较大值:

$$A_s \geq \frac{V - 0.3N}{\alpha_r \alpha_v f_y} + \frac{M - 0.4Nz}{1.3 \alpha_r \alpha_b f_y z} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$A_s \geq \frac{M - 0.4Nz}{0.4 \alpha_r \alpha_b f_y z} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

$$\alpha_v = (4.0 - 0.08d) \sqrt{\frac{f_c}{f_y}} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

$$\alpha_b = 0.6 + 0.25 \frac{t}{d} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

V — 剪力设计值 (N);

N — 法向拉力或法向压力设计值 (N)。当为法向压力设计值时, 不应大于 $0.5 f_c A$, 此处 A 为锚板的面积 (mm^2);

M — 弯矩设计值 (N·mm)。当 M 小于 $0.4 Nz$ 时, 取 M 等于 $0.4 Nz$;

α_r — 钢筋层数影响系数。当锚筋等间距配置时, 二层取 1.0, 三层取 0.9, 四层取 0.85;

α_v — 锚筋抗剪承载力系数。当 α_v 大于 0.7 时, 取 α_v 等于 0.7;

d — 锚筋直径 (mm);

t — 锚板厚度 (mm);

α_b — 锚板弯曲

z — 沿剪力作用

f_c — 混凝土轴心

f_y — 钢筋抗拉

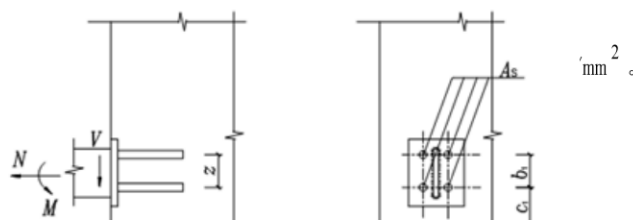


图 A.1 锚板和直锚筋组成的预埋件

A.2 预埋件的锚板宜采用Q235、Q345 级钢。锚筋应采用HRB400 或HPB300 级钢筋，严禁采用冷加工钢筋。

A.3 预埋件的受力直锚筋不宜少于 4 根，且不宜多于 4 排；其直径不宜小于 8mm，且不宜大于 25mm。受剪预埋件的直锚筋可采用 2 根。预埋件的锚筋应放置在构件的外排主筋的内侧。

A.4 直锚筋与锚板应采用T型焊。当锚筋直径不大于 20mm时，宜采用压力埋弧焊；当锚筋直径大于 20mm时，宜采用穿孔塞焊。当采用手工焊时，焊缝高度不宜小于 6mm，且对 300MPa级钢筋不宜小于 $0.5d$ ，对其他钢筋不宜小于 $0.6d$ ， d 为锚筋直径。

A.5 受拉直锚筋和弯折锚筋的锚固长度应符合下列要求：

a) 当计算中充分利用锚筋的抗拉强度时，其锚固长度应按公式 (A.7) 计算：

$$l_a = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

l_a — 受拉钢筋锚固长度 (mm)；

f_t — 混凝土轴心抗拉强度设计值，应按 GB50010 的规定取用；当混凝土强度等级高于 C40 时，按 C40 取值；

d — 锚筋公称直径 (mm)；

α — 锚筋的外形系数，光圆钢筋取 0.16，带肋钢筋取 0.14。

b) 抗震设计的系统，钢筋锚固长度应按本规程公式 (A.7) 计算值的 1.1 倍采用；

c) 当锚筋的拉应力设计值小于钢筋抗拉强度设计值 f_y 时，其锚固长度可适当减小，但不应小于 15 倍锚固钢筋直径。

A.6 受剪和受压直锚筋的锚固长度不应小于 15 倍锚固钢筋直径。除受压直锚筋外，当采用HPB300 级钢筋时，钢筋末端应作 180° 弯钩，弯钩平直段长度不应小于 3 倍的锚筋直径。

A.7 锚板厚度应根据其受力情况按计算确定，不宜小于锚筋直径的 0.6 倍。锚筋中心至锚板边缘的距离 c 不应小于锚筋直径的 2 倍和 20mm的较大值 (图A.1)。

对受拉和受弯预埋件，其钢筋的间距 b 、 b_1 和锚筋至构件边缘的距离 c 、 c_1 均不应小于锚筋直径的 3 倍和 45mm 的较大值 (图 A.1)。

对受剪预埋件，其锚筋的间距 b 、 b_1 均不应大于300mm，且 b_1 不应小于锚筋直径的6倍及70mm的较大值；锚筋至构件边缘的距离 c_1 不应小于锚筋直径的6倍及70mm的较大值，锚筋的间距 b 、锚筋至构件边缘的距离 c 均不应小于锚筋直径的3倍和45mm的较大值（图A.1）。

附 录 B
(规范性附录)
轻型挂板分类和标记

B.1 轻型挂板分类和标记

B.1.1 按照轻型挂板的结构分类

按照轻型挂板的结构将其分为四种类型：单层板、有肋单板、背附钢架板和夹芯板，分类和标记见表 B.1。

表B.1 分类和标记

序 号	分 类	标 记
1	单层板	D
2	有肋单板	L
3	背附钢架板	B
4	夹芯板	J

B.1.2 按照轻型挂板的抗压性能分类

按照轻型挂板的抗压性能将其分为两种类型：普通板和高强板，分类和标记见表 B.2。

表B.2 按抗压性能分类

序 号	分 类	抗压性能	标 记
1	普通板	≥ 50 MPa	PB
2	高强板	≥ 100 MPa	GB

附 录 C
(规范性附录)
轻型挂板外墙分项工程验收表

C.1 轻型挂板外墙分项工程验收表

进场验收记录应符合表 C.1 的规定。

表C.1 FRC 轻型挂板进场验收记录

工程名称				检验日期	
生产厂家				检验批次	
验收数量	件, m ²			抽检比例	%
抽检产品 编号	检验项目				检验结果
	外观	尺寸	包装	其他	
检验结论					
签 名	施工单位 检验员		建设(监理)单位		
	检 验 日 期	年 月 日	见 证 日 期		

C.2 中间验收记录表

中间验收记录应符合表 C.2 的规定

表C.2 FRC 轻型挂板外墙分项安装工程中间验收记录表

工程名称			
施工单位			
检验批次部位		批次数量	
检验项目		检验结果	
施工单位 验收结论		施工单位检验员	
日 期	年 月 日	日 期	
监理单位 验收结论		监理工程师	
日 期	年 月 日	日 期	