

LIGHTWEIGHT STEEL CONSTRUCTION
WALLS & ROOFING DESIGN MANUAL

轻钢结构 墙面屋面 设计手册

乐嘉龙 李 勇 主 编
江世哲 赵 贺 白聚会 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

LIGHTWEIGHT STEEL CONSTRUCTION
WALLS & ROOFING DESIGN MANUAL

轻钢结构 墙面屋面 设计手册

乐嘉龙 李 勇 主 编
江世哲 赵 贺 白聚会 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

随着轻钢结构建筑的推广,压型钢板墙面屋面在工业与民用建筑中广泛应用,本手册结合工程实例,介绍轻钢结构的设计、墙面、门窗、屋面、天窗的保温与非保温的做法,压型钢板的板基、色彩、防腐做法,压型板的檩条选型,钢屋面的通风排水做法。本手册以图为主,浅显易读,图文并茂,涵盖面广。本手册可供设计、施工单位的技术人员使用,可供有关专业的大专院校师生参考,也适合于房地产开发人员应用。

图书在版编目(CIP)数据

轻钢结构墙面屋面设计手册 / 乐嘉龙, 李勇主编. —北京: 中国电力出版社, 2014.2

ISBN 978-7-5123-4807-3

I. ①轻… II. ①乐… ②李… III. ①轻型钢结构—墙—建筑设计—技术手册②轻型钢结构—屋顶—建筑设计—技术手册 IV. ①TU227-62②TU231-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 181657 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 2 月第一版 2014 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 236 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

轻钢结构墙面屋面设计手册

编 委 会

主 编 乐嘉龙 李 勇

副主编 江世哲 赵 贺 白聚会

编 委 关晓松 徐 伟 姜学宜 闫 伦

耿宝钢 陈 钢 林 洋 王丽颖

窦立军 国忠岩 庞元勋



前 言

彩色压型钢板具有外观亮丽、耐蚀性好、易加工成型、使用寿命长、功能实用的特点，广泛应用于工业与民用建筑行业。彩色压型钢板能满足各种建筑用途，施工简便、维护费用低的优势，已成为主要的建筑材料之一。

随着轻钢结构建筑的推广，压型钢板墙面屋面在工业与民用建筑中广泛应用，本手册结合工程实例，介绍轻钢结构的设计、墙面、门窗、屋面、天窗的保温与非保温的做法，压型钢板的板基、色彩、防腐做法，压型板的檀条选型，钢屋面的通风排水做法。本手册适合于房地产开发人员应用。本手册以图为主，浅显易读，图文并茂，涵盖面广，是一本实用的设计工具书。

本手册编制过程中得到了中冶建筑研究总院的蔡昭昀总建筑师，宝钢集团公司徐伟，长春工程学院王丽颖、窦立军院长以及中国建筑标准设计研究院王祖光同志的大力支持，并提出了宝贵意见，在此表示谢意。

限于时间和作者水平，疏漏和不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者

2013 年 8 月



前言

第一章 压型钢板墙面屋面概述	1
第一节 压型钢板的起源与发展	3
第二节 压型钢板的分类	3
第三节 压型钢板的选用	4
第四节 压型钢板的侵蚀级别	5
第五节 压型钢板涂层	6
第六节 彩板面漆图层的种类	6
第七节 彩板的镀层做法	7
第八节 压型板屋面选择	9
第二章 压型钢板的计算	11
第一节 压型钢板的荷载	13
第二节 荷载组合	15
第三节 压型钢板设计指标	22
第四节 压型钢板选用的要点	23
第五节 强风地区抗风设计	24
第三章 压型钢板物理性能	27
第一节 压型钢板的温度变形	29
第二节 隔声性能	29
第三节 保温和隔热	30
第四节 屋面采光	31
第五节 防火设计	32
第六节 建筑彩色压型钢板性能指标	33
第七节 保温夹芯板的热工计算	34
第八节 压型钢板屋面的腐蚀处理	35
第九节 屋面板的排水验算	37

第四章 工业厂房通风天窗设计	41
第一节 工业厂房自然通风的计算	43
第二节 现行工程成品通风天窗选用要求	43
第三节 通风天窗、通风器的选用	44
第五章 压型钢板的安装施工	47
第一节 压型钢板的安装	49
第二节 压钢板伸缩缝与引水槽	50
第三节 压型钢板的搭接	51
第六章 压钢板、压型铝板的技术参数	55
第一节 压钢板技术参数	57
第二节 压型铝合金板技术参数	74
第三节 压型板耐久性能	77
第四节 压钢板的技术标准	79
第七章 轻钢结构墙面屋面资料图	81
第一节 轻钢厂房组成图示	83
第二节 屋面通风天窗与采光板	102
第三节 屋面做法	132
第四节 墙面做法	178
第五节 轻钢住宅做法	191
参考文献	210

轻钢结构墙面屋面设计手册

第一章

压型钢板墙面屋面概述



第一节 压型钢板的起源与发展

压型钢板在 20 世纪 30 年代产生于美国, 80 年代初武钢、宝钢先行引进彩涂钢板生产线, 从此我国开始将国产彩涂压型钢板应用于工业建筑, 随着彩涂压型钢板应用技术迅速发展, 应用范围不断扩大, 用量不断增加, 2006 年全国压型钢板建筑约达 6000 万 m^2 , 需要彩涂钢板 200 多万 t。2011 年据不完全统计已翻了两番。

进入 21 世纪, 我国国民经济高速平稳发展, 建筑业已成为国民经济的支柱产业, 彩涂压型钢板也已从一般工业建筑进入各地的大型公共建筑, 如机场候机楼、火车站、体育场馆、音乐厅、大剧院、大型超市、物流中心、2008 年奥运场馆、2010 年上海世博会等。建筑屋顶、楼面和墙面采用了受力和连接更为合理的板型, 施工方法更为科学和防腐性能更强的镀铝锌板、铝镁锰合金板、钛合金板、不锈钢等的研发, 大大提高了压型金属板的应用技术水平。

在板型构造与标准方面, 出现了咬边构造、扣合构造以及紧固件隐藏式连接等第二代压型钢板产品; 闭口型板楼盖已有成熟的应用; 同时压型钢板的镀层板(基板)增加了镀铝板、镀锌铝板品种, 涂层板增加了偏聚氟乙烯(PVDF)涂层板、高耐候聚酯涂层板(HDP)等新产品; 相关标准 GB/T 2518《连续热镀锌钢板及钢带》、GB/T 12754《彩色涂层钢板及钢带》、GB 50205《钢结构工程施工质量验收规范》等陆续进行了修订。

第二节 压型钢板的分类

压型钢板通常根据应用部位、板型波高、搭接构造、保温要求和材质等不同, 有多种分类方式。常见的分类方式有如下几种:

(1) 按应用部位分类——分为屋面板、墙板、楼承板和吊顶板等。使用中同时采用彩色钢板平板作墙面装饰板, 建筑装饰效果比较新颖、独特。

(2) 按波高分类——分为高波板(波高 $\geq 70\text{mm}$)、中波板与低波板(波高 $< 3\text{mm}$)。

(3) 按单层或复合分类:

1) 单层彩钢板——在工厂或现场经压型机辊压成型, 沿板宽方向形成连续波形截面的钢板, 可直接用作屋面板、墙面板、楼面板等, 也可在内表面喷涂防结露、



防噪声或隔热材料,具有更好的建筑功能。单层板是建筑压型钢板中使用最多的板材。

2) 现场复合板——在一层或二层压型钢板之间铺设隔热保温,防水、无纺布等材料现场用复合而成的屋面板、墙面板(外、内墙)。

3) 工厂制作夹芯板——在工厂制作,上下二层金属面板(也可用不同材料)之间用胶粘接聚苯乙烯、岩棉、矿渣棉或聚氨酯发泡形成芯材的夹芯板。

(4) 按基板材质分类——分为热镀锌基板、热镀铝锌和热镀锌铝基板等。

(5) 按板缝构造方式分类——分为搭接、咬边和扣压构造等。其中咬边、扣压的中、高波板宜用作防水要求较高的屋面板;搭接的中、高波板镀锌板宜用作楼盖板;搭接的低波板宜用作墙面板。

(6) 其他类型:

经专门压型机械成型的双曲压型拱板,兼有防护、承重的板架合一功能,可直接用作 18~30m 跨度的屋盖结构。

第三节 压型钢板的选用

压型钢板是以冷轧薄钢板(厚度一般为 0.6~1.2mm)为基板,经镀锌或镀锌后被覆彩色涂层再冷加工辊压成形的波形板材,具有良好的承载性能与抗大气腐蚀能力。压型钢板的使用寿命一般为 15~20 年,当采用无紧固件或咬合接缝构造压型板时,其使用期可达 30 年以上。

压型钢板的分类参见表 1-1。彩色涂层板性能见表 1-2。

表 1-1 压型钢板的分类

分类方法	压型钢板	特点及其要求
按表面处理情况	镀锌压型钢板	其基板为热镀锌板,镀锌层重应不小于 275g/m^2 (双面),产品标准应符合 GB/T 2520《连续热镀锌薄钢板和钢带》的要求
	涂层压型钢板	为在热镀锌基板上增加彩色涂层的薄板压型而成,彩涂板性能可见表 2-2-2,其产品标准应符合 GB/T 12754《彩色涂层钢板及钢带》的要求
	锌铝复合涂层压型钢板	为新一代无紧固件的扣压式压型钢板,其使用寿命更长,但要求基板为专用的强度级别更高的锌铝复合涂层板
按波形截面	高波板	波高大于 75mm,适用于重载屋面
	中波板	波高 50~75mm,适用于楼盖板及一般屋面
	低波板	波高小于 50mm,适用于墙面

表 1-2 彩色涂层板性能

性能参数 涂料种类		涂层厚度/ μm	60°光泽			硬度	弯曲		反向冲击/J		耐盐雾/h			
			高	中	低		厚度 $\leq$ 0.8mm 180°	厚度 $>$ 0.8mm	厚度 $\leq$ 0.8mm	厚度 $>$ 0.8mm				
建筑外用	外用聚酯	≥ 20	> 70	$40\sim 70$	< 40	$\geq \text{HBS}$	$\leq 8t$	90°	≥ 6	≥ 9	≥ 500			
	硅改性聚酯						$\leq 10t$		≥ 4		≥ 750			
	外用丙烯酸										≥ 500			
	塑料溶胶	≥ 100	—			—	0		≥ 9		≥ 1000			
建筑内用	内用聚酯	≥ 20	> 70			$40\sim 70$	< 40		$\geq \text{HBS}$	$\leq 8t$	90°	≥ 6	≥ 9	≥ 250
	内用丙烯酸											≥ 4		
	有机溶胶	≥ 30	—						—	$\leq 2t$		≥ 9		≥ 500
	塑料溶胶	≥ 100	—						—	0				≥ 1000

第四节 压型钢板的侵蚀级别

压型钢板可用作建筑物的围护板材及屋盖与楼盖的承重板材。其中镀锌压型钢板宜用于无侵蚀和弱侵蚀环境，彩色涂层压型钢板可用于无侵蚀、弱侵蚀和中等侵蚀环境，同时可根据侵蚀条件选用相应的涂层系列，有关侵蚀级别的确定，见表 1-3。

表 1-3 外界条件对压型金属板的侵蚀作用分类

地区	相对湿度（%）	对压型金属板的侵蚀作用		
		室内		露天
		采暖房屋	非采暖房屋	
农村、一般城市的商业区及住宅区	干燥<60	无侵蚀性	无侵蚀性	弱侵蚀性
	普通 60~75		弱侵蚀性	中等侵蚀性
	潮湿>75			
工业区、沿海地区	干燥<60	弱侵蚀性	中等侵蚀性	
	普通 60~75			
	潮湿>75	中等侵蚀性		

注 1. 表中的相对湿度系指当地的年平均相对湿度。对于恒温恒湿或有相对湿度指标的建筑物，则采用室内的相对湿度。

2. 一般城市的商业区及住宅区泛指无侵蚀性介质的地区，工业区则包括受侵蚀性介质影响及散发轻微侵蚀性介质的地区。



第五节 压型钢板涂层

一、面漆

通常彩涂钢板涂层的种类是以正面面漆命名，一般有聚酯（PE）、硅改性聚酯（SMP）、高耐久性聚酯（HDP）、聚偏二氟乙烯（PVDF）、丙烯酸、PVC 等，性能特性见表 1-4。

表 1-4 卷钢面漆树脂品种的特性

树脂类别	硬度	折弯	耐腐蚀性	耐候性	成本
聚酯	优	良	良	良	优
丙烯酸树脂	良	可	良	良	优
硅改性聚酯	良	良	良	优	良
PVC 溶胶	可	优	优	良	可
PVDF 树脂	良	优	优	优	劣
高分子聚酯	良	优	良	劣	良

二、底漆

底漆根据成膜树脂不同分为聚酯底漆、聚氨酯底漆、环氧底漆等，不同需要可选择不同的底漆。常用的是环氧底漆和聚氨酯底漆。

第六节 彩板面漆图层的种类

一、常用的面漆种类（见表 1-5）

表 1-5 常用面漆的种类

面漆种类	面漆特性
聚酯（PE）	聚酯（PE）是目前使用量最大的涂料，耐久性能一般，涂层的硬度和柔韧性较好，价格适中
硅改性聚酯（SMP）	硅改性聚酯（SMP）耐久性和光泽、颜色的保持性能较好，但是涂层的柔韧性略差
高耐久性聚酯（HDP）	高耐久性聚酯（HDP）的优点是在耐久性方面进行了改进，性价比较高
聚偏二氟乙烯（PVDF）	聚偏二氟乙烯（PVDF）耐久性强，涂层柔韧性好，硬度相对较低，可以提供的颜色较少，价格较高

各种面漆详细性能指标主要根据用途、环境腐蚀性、使用寿命、耐久性、加工方式和变形程度等因素来确定。

近几年硅改性聚酯（SMP）、高耐久性聚酯（HDP）和聚偏二氟乙烯（PVDF）等高耐候涂料的用量逐年增加，在我国会展中心、体育场馆、航空枢纽、文化设施等许多标志性建筑中得到了应用和认可。

二、功能性涂层种类（见表 1-6）

表 1-6 功 能 性 涂 层 种 类

涂层种类	涂 层 性 能
印花涂层	彩涂印花钢板也称印刷钢材，是在钢板上涂一层油漆烘烤后，用照象凹版技术印刷出图案，再涂上透明清漆经过烘烤而成，图纹一般是木纹状
金属压花涂层	金属压花彩涂钢板，金属压花彩涂钢板是在钢板彩涂之后，进行压花处理使彩涂钢板被压出凹凸花纹的产品。 金属压花彩涂钢板因具有优良立体感，广泛应用于室内装饰面板等用途
抗菌涂层	抗菌涂层，采用先控制微生物的活动和繁殖，创造一个清洁环境，并将其逐步杀灭的技术，具有长期杀菌作用；以生活环境中生息的细菌为对象；抗菌效果可达数年以上，长期保持生活环境的（微生物学）卫生性。 抗菌彩涂钢板一般采用无机类抗菌剂，使用复合的金属离子溶出型和活性氧的抗菌剂，达到长效和广谱抗菌的要求，低毒性用于医院墙面、天花板、食品储藏加工区域、通风系统等
三涂层厚膜涂层	三涂层厚膜彩涂钢板，膜厚一般在 30μm 以上。厚膜产品一般采用多涂层技术，三涂层为主，涂层（正面）由 3 层涂层构成，包括底涂、中涂、面涂，背面也可根据需要涂敷 2 层或 3 层涂层，中涂、面涂主要采用氟碳、高耐候等耐久性优异的涂料品种。 三涂层产品是一种高质量、长寿命、高成本的产品，主要应用于体育场馆、机场建筑、展览馆等重大的工程建设项目及环境恶劣的建筑
抗静电涂层	抗静电涂层，不同物质的分子，原子以及对电子的相互吸引作用各不相同，两种不同物质的表面相互接触，瞬间就能产生电荷，这种电荷就称为静电荷。如果材料表面电阻很大，聚积在表面的静电荷就很难散去。试验表明，只有当材料表面电阻 $\leq 109\Omega/\text{cm}^2$ 时，聚积在表面的静电荷才能有效地发散出去，也就是具有抗静电性，一般卷钢涂料的表面电阻约为 $10^3\sim 10^6\Omega/\text{cm}^2$ 。采用抗静电涂料可以降低表面电阻并满足抗静电性要求，抗静电涂料使用高尖端技术，用一种特殊的导电性材料包裹在特殊颜料的外面作为导静电载体，该材料的使用不仅要求能提供良好的抗静电性，还要保证彩色涂层钢板的耐久性和加工性能。 该产品主要使用在电子厂房、医院、食品储藏区等地方，它具有较强的抗静电作用，能营造一种干净、明亮、无尘的生活工作环境

第七节 彩板的镀层做法

一、热镀锌

热镀锌指的是热镀纯锌，在我国俗称为白铁皮或雪花钢板，在建筑上的应用最



为广泛, 在没有作为彩涂基板以前它已经广泛应用于建筑行业, 它的镀层表面状态是铸造态, 有均匀光亮的锌花 (在汽车和家电用热镀锌多崇尚无锌花粗糙表面), 有各种不同的表面状态。不同的特性和用途见表 1-7。

表 1-7 不同锌花热镀锌的特性和用途

表面形貌类型	质量特性	用 途
小锌花	因控制了锌花的结晶长大, 所以表面晶粒结构细小; 因表面均匀, 所以涂装后表面质量优良; 涂装性优于常规锌花	家具和办公用装备, 家电, 作涂层钢板的基材
零锌花	因为在熔融锌固化过程中锌粒长大完全被控制, 所以肉眼很难看出锌花; 因表面均匀, 所以涂装后表面质量优良	家具和办公用装备, 家电, 作涂层钢板的基材
光整锌花	熔融锌固化后经平整得到极光滑表面; 因表面光整, 所以涂装后表面质量优良	家具和办公用装备, 家电, 作涂层钢板的基材

彩涂钢板用热镀锌涂层基板, 根据用途和使用环境可以提供不同表面状态、不同镀锌量的基板品种, 在家电、装饰、建筑行业应用十分广泛。

二、热镀铝锌

热镀铝锌是我们所说的高铝钢板。该产品的镀层成分大致为 55%铝、43.5%锌和 1.5%硅, 具有优良耐大气腐蚀性, 耐腐蚀是镀锌板的 2~5 倍, 还具备 Al 板的高温腐蚀性, 表面光滑, 外观良好, 但其镀层的成型及焊接性稍差。各种镀层 (涂层) 钢板综合评价见表 1-8。

直接使用的镀铝锌产品表面必须进行后处理以防止产品在后期发黑。一般来说, 家电用途进行钝化处理, 建筑用则进行耐指纹膜处理, 这层耐指纹膜能进一步提高耐腐蚀性, 并通过耐指纹膜改善加工润滑性能, 得到高光泽度的表面性能。

热镀铝锌钢板和热镀铝锌彩涂钢板在国内外已经广泛使用, 如昆明会展中心屋面外板使用了镀层重量 75g/m^2 镀铝锌原色板。

表 1-8 各类镀层 (涂层) 钢板的综合评价

指 标	热镀铝铝	热镀锌	电镀锌	合金化	热镀铝	热镀铝锌
加工成型性	5	3	5	3	2	3
裸板耐蚀性	4	3	3	2	5	5
切口保护性	5	5	5	5	1	3
成型后耐蚀性	5	3	3	3	2	3
涂膜附着力	5	4	5	5	2	4

续表

指 标	热镀锌铝	热镀锌	电镀锌	合金化	热镀铝	热镀铝锌
涂漆后耐蚀性	5	4	4	5	3	4
可焊性	4	4	5	5	1	2
耐热/反射性	3	3	3	2	5	4
成本	尚可	较低	较高	较低	尚可	尚可

注 5=最好, 4=良好; 3=可, 2=差, 1=最差。

第八节 压型板屋面选择

压型钢板屋面由于多为一脊双坡,其坡度比传统建筑物屋面坡度要小得多,一般采用 1:15 或 1:20 (约 $3.80^{\circ}\sim 2.85^{\circ}$),有的甚至做到 1:50 (1.15°)。同时屋面单坡长度很长,单坡长度达到 30m 是常见的,达到 60m 甚至 80m 也有实例,这时其汇水面积巨大,保证其可靠的排水就显得更为重要。此外,多脊双坡的多跨屋面形式和有女儿墙的屋面都会因屋面不均匀积雪与昼夜冻融的差别造成排水不畅,甚至因堵水而渗漏,也对此处屋面排水提出了更高的要求。压型钢板围护结构的排水问题集中反映在屋面。屋面的面积巨大,对以压型钢板作围护结构的建筑物,其屋面面积可占总围护结构面积的 70%以上,可见解决好屋面排水问题的重要性是不言而喻的。

一、屋面坡度的选择

一般来说,屋面坡度越大,其排水的水流速度就会越大,而压型钢板波距和波高增大都会对排水有利,所以屋面的水流速度和板型是选定屋面坡度的两个互相关联的因素。压型钢板屋面坡度以 1:15 或 1:20 为宜,若对室内使用条件要求不那么苛刻且接缝的防水可以充分保证的话,则采用 1:25 或 1:30 的坡度也是可以接受的。

二、单脊双坡与多脊双坡

多脊双坡屋面会出现多个内天沟,但其屋面单坡长度较短,如选用单脊双坡,则不会出现内天沟,但单坡长度较长。

三、女儿墙的设置

在整体建筑设计中,有时会出现女儿墙的形式,这同样会出现内檐沟构造。因女儿墙的背后将会形成气流漩涡,这与上述的内天沟极为相似,但其积雪深度可能更厚。在严寒的多雪地区以及有极大暴雨出现的炎热地区,女儿墙的设置都将是屋面出现漏水的重大隐患。

