

福建省工程建设地方标准

DB

工程建设地方标准编号：DBJ/Txx-xxx-xxxx

住房和城乡建设部备案号：Jxxxxx-xxxx

装配式轻型钢结构工业厂房技术标准

Technical Standard for assembled lightweight Industrial Plant of Steel
Structure in Fujian

(送审稿)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

福建省住房和城乡建设厅 发布

福建省工程建设地方标准

福建省轻型钢结构工业厂房技术标准

Technical Standard for assembled lightweight Industrial Plant of Steel
Structure in Fujian

工程建设地方标准编号：DBJ/Txx-xxx-xxxx

住房和城乡建设部备案号：J1xxxx-xxxx

主编单位：

批准部门：福建省住房和城乡建设厅

实施日期：202x 年 xx 月 xx 日

202x 年 福州

前 言

本标准根据福建省住房和城乡建设厅《关于公布 2020 年第二批建设科学技术计划的通知》（闽建办科【2020】9 号）的要求，标准编制组在广泛调研、认真总结实践经验、参考国内外先进标准和广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准的主要技术内容是： 1 总则；2 术语、符号；3 材料；4 建筑设计；5 结构设计；6 轻型钢框架体系房屋结构；7 冷弯薄壁型钢体系房屋结构；8 防护与保温隔热；9 施工与验收；附录等。

本标准由福建省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送福建省住房和城乡建设厅科技处（地址：福州市北大路 242 号，邮编：350001）。

本标准主编单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

目 次

1	总则	1
2	术语、符号	2
3	材料	5
3.1	钢结构材料	5
3.2	围护材料	6
3.3	保温材料	7
4	建筑设计	8
4.1	一般规定	8
4.2	模数协调	8
4.3	平面设计	9
4.4	墙体、楼面及屋面设计	9
4.5	节能设计	10
5	结构设计	11
5.1	一般规定	11
5.2	构件设计	11
5.3	连接设计	12
5.4	地基基础	13
6	轻型钢框架体系房屋结构	15
6.1	结构设计	15
6.2	墙板	18
6.3	楼、屋面板	26
7	冷弯薄壁型钢体系房屋结构	27
7.1	结构设计	27
7.2	墙板	33
7.3	楼、屋面板	38
7.4	楼梯	42
8	防护与保温隔热	43
8.1	防护	43
8.2	保温、隔热	43
9	施工与验收	45
9.1	施工	45
9.2	验收	46
	附录 A 构件畸变屈曲应力计算	47
	附录 B 确定螺钉材料抗剪强度设计值的标准试验	50
	本标准用词说明	52
	附：条文说明	54

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
3	Materials	5
3.1	Steel Structure Material	5
3.2	Enclosing Material	6
3.3	Thermal Insulation Material	7
4	Architectural Design	8
4.1	General Requirements	8
4.2	Modular Coordination	8
4.3	Plane Design	9
4.4	Walls、Floors and Roofs Structural Design	9
4.5	Energy Saving Design	10
5	Structural Design	11
5.1	General Requirements	11
5.2	Design of Members	11
5.3	Connection Design	12
5.4	Foundation Design	13
6	Ligh Weight Steel Building Structures with Frame Systems	15
6.1	Structural Desgin	15
6.2	Wallboard	18
6.3	Boards of Floors and Roofs	26
7	Cold-Formed Thin-Wall Steel Structural Building Systems	27
7.1	Structural Design	27
7.2	Wallboard	33
7.3	Boards of Floors and Roofs	38
7.4	Stairs	42
8	Protection、Heat Preservation and Insulation	43
8.1	Protection	43
8.2	Heat Preservation and Insulation	43
9	Construction and Using	45
9.1	Construction	45
9.2	Using	46
Appendix A Calculation of Sructural Distortion Buckling Stress		47
Appendix B Standard Test to Determine the Design Value of Shear Strength of Screw Material		50
List of Quoted Standards		53
Addition:Explanation of Provisions		错误！未定义书签。

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家和福建省建筑产业化政策，提高提高装配式施工技术在轻型钢结构工业厂房领域中的应用程度，进一步提高轻型钢结构工业厂房的环境效益、经济效益，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于以轻型钢结构为结构体系，并配套有满足功能要求的墙体、楼板和屋面建筑系统且层数不超过 6 层的非抗震设防以及抗震设防烈度为 8 度及以下的轻型钢结构工业厂房的设计、施工及验收。

1.0.3 设计轻型钢结构工业厂房时，应合理选用材料、结构方案和构造措施，应保证结构满足强度、稳定性和刚度要求，并符合防火、防腐要求。

1.0.4 轻型钢结构工业厂房的设计、施工及验收，除应符合本标准外，尚应符合国家和福建省现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 装配式轻型钢结构工业厂房 fabricated light steel structure industrial plant

以热轧 H 型钢、高频焊接 H 型钢、普通焊接 H 型钢、冷弯型方钢等构件以及冷弯薄壁轻型构件构成承重钢结构体系，以预制外墙板、隔墙板、楼面板、屋面板等构件构成围护体系，主要构件工厂预制、现场装配的工业厂房。

2.1.2 围护板材 closure board

外墙、隔墙、楼面和屋面等围护结构主体用预制板材，包括外墙板、隔墙板、楼面板、屋面板等。

2.1.3 集成化工业厂房建筑 integrated industrial plant building

在标准化、模数化和系列化的原则下，构件、设备由工厂化配套生产，在建造现场组装的工业厂房建筑。

2.1.4 模数协调 modular coordination

应用模数来实现尺寸及安装位置协调的方法和过程。

2.1.5 单板外墙 single-board exterior wall

由单层外墙板构成的外墙。

2.1.6 复合外墙 composite exterior wall

由双层外墙板组合构成的设置一定空气间层的外墙，按保温构造方式分为夹心保温复合外墙和外保温复合外墙。

2.1.7 热桥 thermal bridge

围护结构中保温隔热能力较弱的部位，这些部位热阻较小，热传导较快。

2.1.8 优先尺寸 preferred size

从模数数列中事先排选出的模数或扩大模数尺寸。

2.1.9 冷弯效应 effect of cold forming

因冷弯引起钢材性能改变的现象。

2.1.10 受力蒙皮作用 stressed skin action

与支承构件可靠连接的压型钢板体系所具有的抵抗板自身平面内剪切变形的能力。

2.1.11 墙架柱 wall stud

组成墙体单元的冷弯薄壁型钢竖向构件，承受竖向荷载并与结构面板相连共同承担水平荷载。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

M —弯矩；

N —轴压力；

σ_{cd} —轴压畸变屈曲应力；

N_v^f —一个螺钉的抗剪承载力设计值。

2.2.2 计算指标

f_y —钢材屈服强度；

f —钢材抗压强度设计值；

f_{yf} —翼缘板屈服强度；

f_{yw} —腹板屈服强度；

f_v^s —螺钉材料抗剪强度设计值；

N_C —整体失稳时轴压承载力设计值；

N_A —畸变屈曲时轴压承载力设计值；

N_u —稳定承载力设计值；

M_C —考虑轴力影响的整体失稳受弯承载力设计值；

M_A —考虑轴力影响的畸变屈曲受弯承载力设计值；

M_d —畸变屈曲受弯承载力设计值；

σ_{cd} —畸变屈曲应力。

2.2.3 几何参数

A —毛截面面积；

h —腹板高度；

b —翼缘宽度；

b_{es} —折减后的板件有效宽度；

a —卷边高度；

t —壁厚；

A_{cd} —畸变屈曲时有效截面面积；

W —截面模量；

W_e —有效截面模量；

A_{en} —有效净截面面积；

A_e —有效截面面积；

λ_{md} —确定用的无量纲长细比；

t_w —腹板厚度；

h_w —腹板净高；

I_x —绕 X 轴毛截面惯性矩；

I_{sf} —中间加劲板件对中轴线的惯性矩；

t_s —等效板件厚度。

2.2.4 计算系数及其他

k_ϕ —计算受弯构件的承载力和稳定性时的系数；

λ_{cd} —确定用的无量纲长细比；

φ —轴心受压构件的稳定系数；

β_m —等效弯矩系数；

n —螺钉个数；

μ_N —框架柱轴压比。

3 材 料

3.1 钢结构材料

3.1.1 钢材选用应符合下列规定：

1 用于轻型钢结构工业厂房建筑的钢材，应采用符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 规定的 Q235 级、Q350 级、Q390 级、Q420 级、Q460 级和 Q355GJ 钢材，或符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 和《连续热镀锌铝锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978 规定的 550 级钢材。当有可靠依据时，可采用其他牌号的钢材，但应符合相应现行国家标准的规定。

2 冷弯薄壁型钢可采用锌或铝锌合金镀层防腐，其质量应符合现行国家标准。

3.1.2 轻型钢结构工业厂房承重结构采用的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度以及硫、磷含量的合格保证。对焊接承重结构的钢材尚应具有碳含量的合格保证和冷弯试验的合格保证。对有抗震设防要求的承重结构钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85，伸长率不应小于 20%。

3.1.3 钢材的强度设计值和物理性能指标应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定采用。

3.1.4 钢结构焊接材料的选用应符合下列要求：

1 手工焊接采用的焊接材料应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117 或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的规定；自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和相应的焊剂应与主体金属力学性能相适应，并应符合现行有关国家标准的规定；二氧化碳气体保护焊接用的焊丝，应符合现行国家标准《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T8110 的规定；

2 焊接连接材料应按强度级别和母材相匹配选用。两种不同钢号的材料焊接时，宜采用与强度较低钢号匹配的焊条或焊丝焊剂。焊接材料的匹配与焊接工艺等要求，应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定；

3 承受较强地震作用的构件与节点的焊接连接，宜选用低氢型焊条；

4 焊缝的强度设计值应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 的有关规定。

3.1.5 钢结构连接螺栓、锚栓材料应符合下列要求：

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；

2 高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T1231 和《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接

副》GB/T3632 的规定；

3 锚栓可采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 中规定的 Q235 钢或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 中规定的 Q355 钢制成；

4 螺栓、锚栓连接的强度设计值、高强度螺栓的预拉力值以及高强度螺栓连接的钢材摩擦面抗滑移系数应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定采用；

5 连接薄钢板、其他金属板或其他板材采用的自攻、自钻螺钉应符合现行国家标准《自钻自攻螺钉》GB/T 15856.1~GB/T15856.5 或《自攻螺钉》GB/T 5282~GB/T 0285 的规定；

6 抽芯铆钉应采用现行国家标准《标准件用碳素钢热轧圆钢》GB/T 715 中规定的 BL2 或 BL3 号钢制成，同时符合现行国家标准《抽芯铆钉》GB/T 12615~12618 的规定；

7 射钉应符合现行国家标准《射钉》GB/T 18981 的规定。

3.1.6 钢结构防腐涂料应符合《建筑用钢结构防腐涂料》JG/T 224 的规定。

3.2 围护材料

3.2.1 围护材料应采用节地、节能、利废、环保的原材料，不得使用国家明令淘汰、禁止或限制使用的材料。

3.2.2 围护材料应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 和《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定；并满足工业厂房建筑规定的物理性能、热工性能、耐久性能和结构要求的力学性能。

3.2.3 围护材料采用的玻璃纤维增强材料应符合我国现行行业标准《耐碱玻璃纤维网布》JC / T 841 的要求。

3.2.4 围护材料宜采用轻钢龙骨复合墙体、型钢网架整体喷筑 速凝墙体、轻质水泥基的复合型多功能型墙体以及幕墙等，且 节能环保的材料；当有可靠依据时也可采用水泥加气发泡类材料、轻质混凝土空心材料等；其构造要求、性能指标应满足有 关现行国家、行业标准。

3.3 保温材料

3.3.1 用于轻型钢结构工业厂房的保温隔热材料应具有满足设计要求的热工性能指标、力学性能指标和耐久性能指标。

3.3.2 轻型钢结构工业厂房的保温隔热材料可采用模塑聚苯乙烯泡沫板(EPS 板)、挤塑聚苯乙烯泡沫板(XPS 板)、硬质聚氨酯板(PU 板)、岩棉、玻璃棉等。

3.3.3 当使用 EPS 板、XPS 板、PU 板等有机泡沫塑料作为装配式轻型钢结构工业厂房的保温隔热材料时，保温隔热系统整体应采取合理的防火构造措施。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 轻型钢结构工业厂房建筑设计必须执行国家和地方方针政策和法规，满足建筑使用功能，体现以人为本、可持续发展和节能、节地、节材、节水的指导思想，考虑环境保护、职业健康和运行管理等的不同要求。

4.1.2 轻型钢结构工业厂房建筑设计应以集成化工业厂房建筑为目标，应按模数协调的原则实现构配件标准化、设备产品定型化。

4.1.3 轻型钢结构工业厂房建筑的设计应遵循模数协调原则，做到建筑与部品模数协调，以及部品之间的模数协调和部品的集成化和工业化生产，实现土建、钢结构、围护板材与装修在模数协调原则下的一体化，并做到装修一次性到位。

4.1.4 轻型钢结构工业厂房建筑的设计应选用工厂化生产的预制构配件，因地制宜积极采用新材料、新产品和新技术。

4.1.5 轻型钢结构工业厂房建筑应严格按照建筑模数制进行设计，以少规格、多组合的原则，实现工业厂房部品部件的系列化和多样化，为工业化部品构件尺寸协调、互换通用创造条件，便于工厂统一加工。

4.1.6 轻型钢结构工业厂房建筑建筑的设计应符合国家现行各类建筑设计标准规范的要求及相关防火、防水、节能、隔声、抗震及安全防范等标准规范的要求，同时应符合建筑工业化及绿色建筑的要求。

4.2 模数协调

4.2.1 轻型钢结构工业厂房设计中的模数协调应符合现行国家标准《厂房建筑模数协调标准》GB/T50006 的规定。专用体系厂房建筑可以自行选择合适的模数协调方法。

4.2.2 轻型钢结构工业厂房的建筑设计应充分考虑构、配件的模数化和标准化，应以通用化的构配件和设备进行模数协调。

4.2.3 建筑设计应遵循模数协调原则，做到建筑与部品模数协调，以及部品之间的模数协调和部品的集成化和工业化生产，实现土建、钢结构、围护板材与装修在模数协调原则下的一体化，并做到装修一次性到位。

4.2.4 结构网格应以模数网格线定位。模数网格线应为基本设计模数的倍数，宜采用优先参数为 $6M$ 的模数系列， M 是基本模数， $1M=100mm$ 。

4.2.5 装修网格应由内部部件的重复量和大小决定，宜采用优先参数为 $3M$ 。管道设备可采用 $M/2$ 、 $M/5$ 和 $M/10$ 。厨房、卫生间等设备多样、装修复杂的房间应注重模数协调的作用。

4.2.6 轻型钢结构工业厂房建筑墙板应按模数协调要求确定墙板中基本板、洞口板、转角板和调整板等类型板的规格、截面尺寸和公差。

4.2.7 当体系中的部分构件难于符合模数化要求时，可在保证主要构件的模数化和标准化的条件下，通过插入非模数化部件适调间距。

4.3 平面设计

4.3.1 轻型钢结构工业厂房建筑的平面布局应根据使用性质、功能要求等合理布局，宜采用大开间。

4.3.2 轻型钢结构工业厂房建筑的平面形状应简洁规整，采用少规格、多组合的原则，利用少量的基本单元组合多样化的建筑形式。

4.3.3 柱网开间、进深等定位轴线尺寸应符合现行国家标准《厂房建筑模数协调标准》GB/T50006 等相关标准的规定。应遵循模数化原则，以标准化、系列化的模数进行整合设计。

4.3.4 轻型钢结构工业厂房建筑的平面布置应考虑承重墙体、柱上下对应贯通，突出与挑出部分不宜过大，具体满足结构计算要求。

4.3.5 平面设计应在优先尺寸的基础上运用模数协调实现尺寸的配合，优先尺寸宜根据工业厂房设计参数与所选通用性强的成品建筑部件或组合件的尺寸确定。

4.3.6 建筑平面设计应与结构体系相协调，并应符合下列要求：

1 平面几何形状宜规则，其凹凸变化及长宽比例应满足结构对质量、刚度均匀的要求，平面刚度中心与质心宜接近或重合；

2 空间布局应有利于结构抗侧力体系的设置及优化。

4.3.7 平面设计宜采用大开间。

4.3.8 建筑应考虑使用的灵活性，以使用户分隔和改造。

4.3.9 可采用异形柱、扁柱、扁梁或偏轴线布置墙柱等方式，宜避免室内露柱或露梁。

4.4 墙体、楼面及屋面设计

4.4.1 根据因地制宜、就地取材、优化组合的原则，墙体和屋面材料应采用性能可靠、技术配套的水泥基预制轻质复合保温条形板、轻钢龙骨复合保温墙体、加气混凝土板、轻质陶粒混凝土条板等轻质材料。

4.4.2 应根据保温或隔热的要求选择合适密度和厚度的轻质围护材料，轻质围护体系各部分的传热系数 K 和热惰性指标 D 应符合福建省节能指标，并应符合建筑隔声和耐火极限的要求。

4.4.3 轻型钢结构工业厂房建筑的外墙外保温宜采用保温装饰一体化材料。

4.4.4 轻型钢结构工业厂房建筑的外墙构件应符合标准化设计、工厂化生产的要求，并便于运输与安装。

4.4.5 外围护墙体的水密性能、气密性能、防火性能、隔声隔热性能、抗风压性能的等级要求应根据建筑物所在气候地区、使用功能要求、抗震设防要求等综合确定。

4.4.6 墙体和屋面应有防裂、防潮和防雨措施，并应有保持保温隔热材料干燥的措施。

4.4.7 非上人屋面不宜设女儿墙，否则，应有可靠的防风构造措施。

4.4.8 轻型钢结构工业厂房建筑外墙板的设计应充分考虑其制作工艺、运输及施工安装的可行性，满足施工安装的三维可调性要求，做到标准化、系列化，实现工业化生产，并兼顾其经济性。

4.4.9 轻型钢结构工业厂房建筑的外墙保温体系和面层材料宜选用高耐久性、耐候性和防火性的建筑材料，在建筑保温材料全寿命周期内保持外观完整统一。

4.4.10 空调室外机位宜结合工业厂房平面整合设计，并预留空调管道出口。独立的装饰构件

和空调器室外机组等与预制外墙板应有可靠连接，自重较大者应连接在结构受力构件上。

4.4.11 轻型钢结构工业厂房建筑的外墙以及外墙连接节点处隔声应符合现行国家标准的要求。

4.4.12 屋面防水等级不应低于Ⅲ级，其材料的选用及构造应符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB50207的相关要求，同时应符合其他现行国家规范和标准的有关规定。

4.4.13 设备管道穿楼板时，必须采取防水、隔声密封措施。

4.5 节能设计

4.5.1 墙体节能设计除应符合国家现行标准《公共建筑节能设计标准》GB50189、《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245的要求外，尚应满足福建省节能设计标准的要求。

4.5.2 轻型钢结构工业厂房建筑的外围护结构应按建筑围护结构热工设计要求确定保温隔热措施和建筑体形系数。外墙、屋顶、门窗、楼板、分户墙、底层地面等围护结构传热系数、窗墙面积比、遮阳系数以及外墙外饰面材料的色彩等要求应符合现行的建筑节能设计规范、标准。

4.5.3 预制外墙板与梁、板、柱相连时，其连结处宜采取措施保持墙体保温的连续性，连接处的保温材料应选用不燃材料。

4.5.4 带有门窗的整体预制外墙板，其门窗洞口与门窗框间的密闭性不应低于门窗的密闭性。

4.5.5 屋面保温隔热系统应外包覆盖在钢檩条上，屋檐挑出钢构件应有保温隔热措施。当采用室内吊顶保温隔热屋面系统时，屋面与吊顶之间应有通风措施。

4.5.6 屋面保温隔热系统应与外墙保温隔热系统连续且密实衔接。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 轻型钢结构工业厂房设计应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153 的规定，工业厂房结构的设计使用年限不应少于 50 年，其安全等级不应低于二级。

5.1.2 轻型钢结构工业厂房建筑的结构设计采用以概率理论为基础的极限状态设计法，用分项系数的设计表达式进行计算。

5.1.3 轻型钢结构工业厂房建筑的承重结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计，荷载和地震作用的组合应符合国家现行有关标准的规定。

5.1.4 轻型钢结构工业厂房建筑的结构分析应根据结构体系的受力性能、连接和节点的特点采取合理准确的计算模型，应考虑围护墙体、连接和节点的刚度对结构内力分布的整体刚度的影响。

5.1.5 轻型钢结构工业厂房的结构整体受力分析，宜利用内嵌板和镶嵌填充轻质墙板的侧向刚度对整体结构抗侧移的作用，墙体的侧向刚度应根据墙体的材料、连接方式及开洞情况由试验确定。

5.1.6 冷弯薄壁型钢结构进行水平剪力分配计算时，当楼盖平面内刚度不小于竖向抗侧力构件刚度 2 倍时，可采用刚性楼盖假定，水平剪力按抗侧力构件水平等效刚度分配；不满足刚性楼盖假定时，可按柔性楼盖计算，水平剪力按抗侧力构件从属面积上重力荷载代表值的比例分配；结构的整体计算分析尚应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

5.1.7 结构构件承载力应符合下列要求：

$$1 \text{ 无地震作用组合} \quad \gamma_0 S_d \leq R_d \quad (5.1.7-1)$$

$$2 \text{ 有地震作用组合} \quad S_d \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (5.1.7-2)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，对于一般钢结构工业厂房安全等级取二级，当设计使用年限不少于

50 年时， γ_0 取值不应小于 1.0；

S_d ——作用组合的效应设计值，应按本规程第 5.1.8 条规定计算；

R_d ——结构或结构构件的抗力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定取值；

5.1.8 作用组合的效应设计值应按下列要求：

1 无地震作用组合的效应：

$$S_d = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_Q S_{Qk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (5.1.8-1)$$

式中： γ_G ——永久荷载分项系数，一般情况下取 1.3，当重力荷载效应对构件承载力有利时应大于 1.0；

γ_Q ——楼、屋面活荷载分项系数，取 1.5；

γ_w ——风荷载分项系数，取 1.4；

S_{Gk} ——永久荷载效应标准值；

S_{Qk} ——楼、屋面活荷载效应标准值；

S_{wk} ——风荷载效应标准值；

Ψ_k ——风荷载效应组合系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定取值。

2 有地震作用组合的效应：

$$S_d = \gamma_{GE} S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} \quad (5.1.8-2)$$

式中： γ_{GE} ——重力荷载分项系数，一般情况下取 1.2，当重力荷载效应对构件承载力有利时不应大于 1.0；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，应取 1.3；

S_{GE} ——重力荷载代表值效应标准值；

S_{Ehk} ——水平地震作用效应标准值。

5.1.9 轻型钢结构工业厂房建筑的荷载应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的有关规定计算，地震作用应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定计算。

5.1.10 轻型钢结构工业厂房建筑的结构计算模型和基本假定应与构件及连接的实际性能相符合。

5.1.11 结构体系的模数协调应遵照以下原则：建立与建筑模数相协调的结构模数网格，结构构件按模数网格定位。

5.1.12 轻型钢结构工业厂房建筑的结构布置应符合下列要求：

- 1 结构平面布置宜规则、对称，应尽量减少因刚度、质量不对称造成结构扭转；
- 2 结构传力直接简单，应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径；
- 3 结构布置应与建筑设计相协调，结构体系中梁、柱、支撑布置等，均宜经比选、优化并与建筑设计协调确定；
- 4 建筑的结构布置宜避免室内露柱和露梁；
- 5 应具备必要的刚度和承载力、良好的变形能力和耗能能力。

5.2 构件设计

5.2.1 轻型钢结构工业厂房的柱构件计算长度应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

5.2.2 需要进行抗震验算的还应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定进行。

5.2.3 预制装配式楼板与钢结构梁应有可靠连接。

5.2.4 预制结构构件设计应根据结构整体分析的结果,进行构件承载能力极限状态及正常使用极限状态的计算,包括承载力、变形和裂缝宽度的验算。

5.2.5 预制结构构件的设计和构造措施应充分考虑生产、运输、施工安装各个环节的受力状态,进行各个阶段的承载力、变形及裂缝控制验算。

5.3 连接设计

5.3.1 对高强度螺栓连接节点,高强度螺栓的级别、大小、数量、排列和连接板等应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 的规定进行计算和设计,需要进行抗震验算的还应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定。

5.3.2 对焊接连接节点,焊缝的形式、焊接材料、焊缝质量等级、焊接质量保证措施等应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定进行计算和设计,需要进行抗震验算的还应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定。

5.3.3 轻型钢结构工业厂房建筑的钢节点连接宜采用全螺栓连接,包括柱脚节点、梁柱连接节点、主次梁连接节点等。在施工条件允许、焊接质量和效率能够得以保证的情况下,也可采用焊接连接。

5.3.4 轻型钢结构工业厂房建筑的围护板材连接节点应根据节点受力性能、预制构件生产工艺、运输条件、安装方案以及经济性综合确定。围护板材与钢结构之间的连接型式可采用粘接、卡件连接、自钻自攻螺钉连接、螺栓连接及焊接等,并宜采用螺栓连接。

5.3.5 围护板材连接节点设计时,应根据连接节点型式采用理论分析或实验的方式验算节点承载力及变形。

5.3.6 外墙板与主体钢结构连接构造节点应保证在重力荷载、风荷载及多遇地震作用的影响下外墙不发生破坏,在罕遇地震的作用下外墙不发生脱落。外墙与主体钢结构的连接接缝应采取柔性连接,接缝应满足在温度应力、风荷载及地震作用等外力作用下,其变形不会导致密封材料的破坏。有防火材料的应采用防火材料嵌填。

5.3.7 应根据建筑类型及抗震等级选择适当的节点连接方式和构造措施。重要且复杂的节点与连接的受力性能应通过试验确定,试验方法应符合现行国家标准的规定。

5.3.8 用于围护板材(或围护板材上预埋薄壁连接件)与薄壁钢连接件之间紧密连接的自钻自攻螺钉连接的强度可按下列规定计算:

1 在自钻自攻螺钉杆轴方向受拉的连接中,每个自钻自攻螺钉所受的拉力应不大于按下列公式计算的抗拉承载力设计值。

当只受静荷载作用时:

$$N_t^f = 17tf \quad (5.3.8-1)$$

当受含有风荷载的组合荷载作用时：

$$N_t^f = 8.5tf \quad (5.3.8-2)$$

式中： N_t^f ——一个自钻自攻螺钉的抗拉承载力设计值（N）；

t ——较薄钢连接件厚度（mm）；

f ——被连接钢连接件的抗拉强度设计值（N/mm²）；

2 当连接件受剪时，每个连接件所承受的剪力应不大于按下列公式计算的抗剪承载力设计值。

当 $\frac{t_1}{t} = 1$ 时：

$$N_t^f = 3.7\sqrt{t^3d}f \quad (5.3.8-3)$$

且

$$N_t^f \leq 2.4tdf \quad (5.3.8-4)$$

当 $\frac{t_1}{t} \geq 2.5$ 时：

$$N_v^f \leq 2.4tdf \quad (5.3.8-5)$$

当 $\frac{t_1}{t}$ 介于 1 到 2.5 之间时，抗剪承载力由公式 5.3.8-3 和 5.3.8-5 插值求得。

式中： N_v^f ——一个连接件的抗剪承载力设计值（N）；

d ——自钻自攻螺钉螺钉直径（mm）；

t ——较薄板厚度（mm）；

t_1 ——较厚板厚度（mm）；

f ——被连接钢连接件的抗拉强度设计值（N/mm²）；

3 同时承受剪力和拉力作用的自钻自攻螺钉连接，应符合下式要求。

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^f}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^f}\right)^2} \leq 1 \quad (5.3.8-6)$$

式中： N_v 、 N_t ——一个连接件所承受的剪力和拉力；

N_v^f 、 N_t^f ——一个连接件的抗剪和受拉承载力设计值；

5.4 地基基础

5.4.1 应根据建筑层数、地质状况、地域特点等因素，轻钢结构建筑的基础形式可采用柱下独立基础或条形基础，当有地下室时，可采用筏板基础或独立柱基加防水板的做法，必要时

也可采用桩基础。

5.4.2 基础底面应有素混凝土垫层，基础中钢筋的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准的规定，有地下水时宜适当增加混凝土保护层厚度。

5.4.3 地基基础的变形和承载力计算应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的规定进行。

5.4.4 当地基主要受力层范围内不存在软弱土层时，轻型钢结构建筑的地基及基础可不进行抗震承载力验算。

5.4.5 设有地下室时，地下室的钢柱宜采用钢丝网水泥砂浆包裹。地下室的防水应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108 的要求。

5.4.6 冷弯薄壁型钢建筑的结构和基础应进行抗滑移和抗拔连接验算。

6 轻型钢框架体系房屋结构

6.1 结构设计

6.1.1 轻型钢框架体系房屋结构的钢构件宜选用热轧 H 型钢、高频焊接或普通焊接的 H 型钢、冷轧或热轧成型的钢管、钢异形柱等。

6.1.2 轻型钢框架体系房屋结构的框架柱长细比不应大于 $150\sqrt{235/f_y}$ 。

6.1.3 中心支撑的长细比应符合下列要求：

- 1 轻型钢框架体系房屋结构的支撑构件长细比，按受压设计时不宜大于 $180\sqrt{235/f_y}$ ；
- 2 当采用拉杆时，其长细比不宜大于 $250\sqrt{235/f_y}$ ，但对张紧拉杆可不受此限制。

6.1.4 非抗震设防的轻型钢框架体系房屋结构的框架柱和梁，其板件宽厚比限值应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的有关规定。需要进行抗震验算的轻型钢框架体系房屋结构的框架柱和梁，其板件宽厚比尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定

6.1.5 钢结构柱构件可采用矩形钢管混凝土柱，其设计应符合《矩形钢管混凝土结构技术规程》CECS 159 的有关规定。

6.1.6 型钢梁、柱可采用外伸端板式全螺栓连接(图 6.1.8)，端板厚度和高强度螺栓数可按刚性节点设计计算。

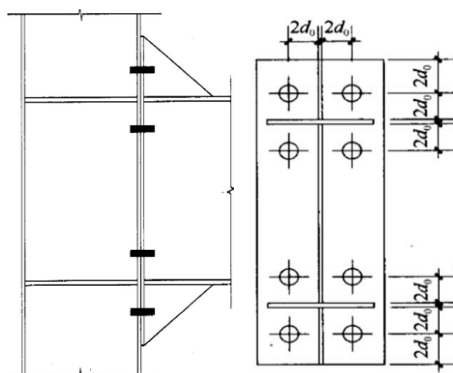


图 6.1.6 外伸端板式全螺栓连接

d0-螺栓孔径

6.1.7 钢管柱与 H 型钢梁的刚性连接可采用柱带悬臂梁段式连接(图 6.1.9)，梁的拼接可采用全螺栓连接或焊接和螺栓连接相结合的连接形式。

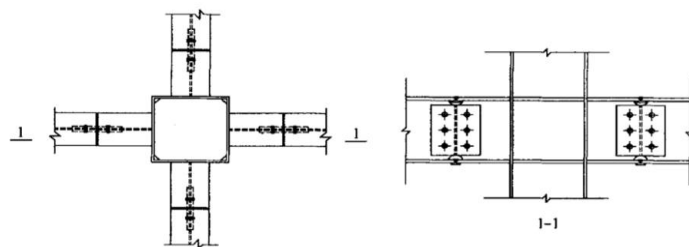


图 6.1.7 柱带悬臂梁段式连接

6.1.8 钢管柱与 H 型钢梁的刚性连接可采用圆弧过渡隔板贯通式节点(图 6.1.10-1)，也可采用

变宽度隔板贯通式节点(图 6.1.10-2) 。

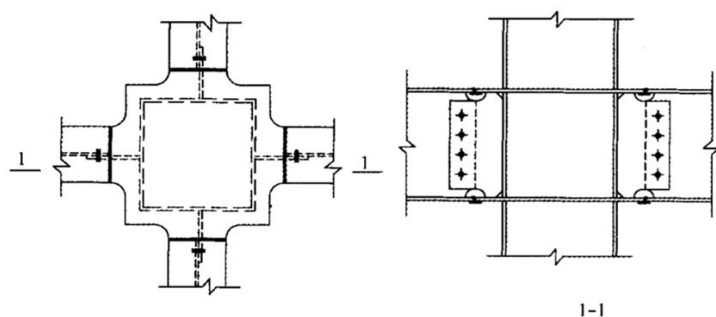


图 6.1.8-1 圆弧过渡隔板贯通式节点

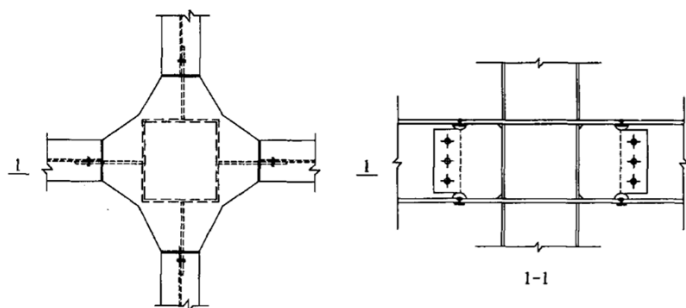


图 6.1.9-2 变宽度隔板贯通式节点

6.1.9 钢管柱与 H 型钢梁的连接也可采用在柱外面加套筒的套筒式梁柱节点(图 6.1.11), 其构造应符合下列要求:

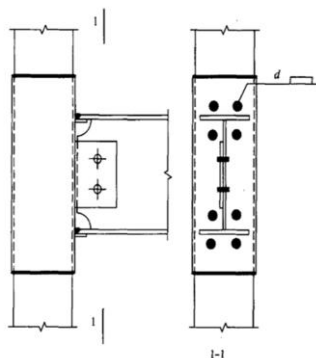


图 6.1.9 套筒式梁柱节点

- 1 套筒的壁厚应大于钢管柱壁厚与梁翼缘板厚最大值的 1.2 倍。
- 2 套筒的高度应高出梁上、下翼缘外 60mm~100mm;
- 3 除套筒上、下端与柱焊接外, 还应在梁翼缘上下附近对套筒进行塞焊, 塞孔直径 d 不宜小于 20mm。

6.1.10 钢柱脚可采用预埋锚栓与柱脚板连接的外露式做法, 也可采用预埋钢板与钢柱现场焊接, 并应符合下列要求:

- 1 柱脚板厚度不应小于柱翼缘厚度的 1.5 倍。
- 2 预埋锚栓的长度不应小于锚栓直径的 25 倍。
- 3 柱脚钢板与基础混凝土表面的摩擦极限承载力可按下列式计算:

$$V = 0.4(N + T) \quad (6.1.10)$$

式中： N—柱轴力设计值；

T—受拉锚栓的总拉力，当柱底剪力大于摩擦力时应设抗剪件。

4 柱脚与底板间应设置加劲肋。

5 柱脚板与基础混凝土间产生的最大压应力标准值不应超过混凝土轴向抗压强度标准值的 2/3。

6 对预埋锚栓的外露式柱脚，在柱脚底板与基础表面之间应留 50mm~80mm 的间隙，并应采用灌浆料或细石混凝土填实间隙。

7 钢柱脚在室内平面以下部分应采用钢丝网混凝土包裹。

6.2 墙板

6.2.1 轻型钢框架体系房屋外墙墙体宜采用纤维增强复合保温外墙板，也可采用由冷弯薄壁型钢龙骨体系和覆面结构面板组成的龙骨式复合墙体。隔墙墙体宜采用轻质隔墙板，也可采用由冷弯薄壁型钢龙骨体系和覆面结构面板组成的龙骨式复合墙体。

6.2.2 轻型钢框架体系房屋的外墙板采用轻质复合保温外墙板时，外墙构造应按功能、保温隔热等要求确定，外墙主要型式分为单板外墙和复合外墙：

1 单板外墙；

2 复合外墙，按保温方式可分为夹心保温复合外墙(图 6.2.2-1)和外保温复合外墙(6.2.2-2)

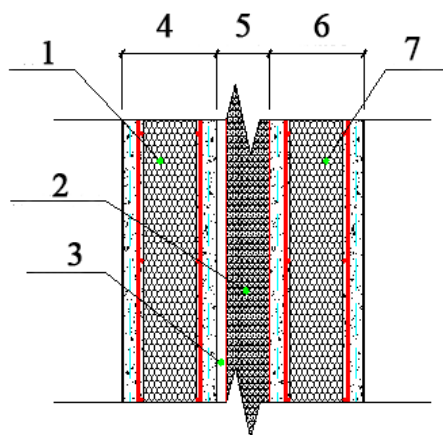


图 6.2.2-1 (夹心保温)复合外墙

1-外挂板；2-夹心保温层；3-空气间层；4-外挂板厚；5-间层；6-内嵌板厚；7-内嵌板

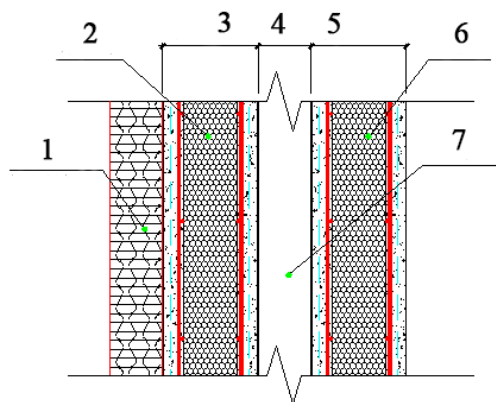


图 6.2.2-2 (外保温)复合外墙

1-外挂板；2-外保温层；3-外挂板厚；4-间层；5-内嵌板厚；6-内嵌板；7-空气间层

6.2.3 当采用轻质复合保温外墙板时，外墙板与钢结构框架柱连接节点可采用以下连接型式：

- 1 外墙板与钢框架柱采用卡件连接（图 6.2.3-1）；
- 2 外墙板与钢框架柱采用自钻自攻螺钉连接（图 6.2.3-2）；
- 3 外墙外挂板与钢框架柱采用螺栓连接（图 6.2.3-3）；
- 4 外墙内嵌板与钢框架柱采用螺栓连接（图 6.2.3-4）；

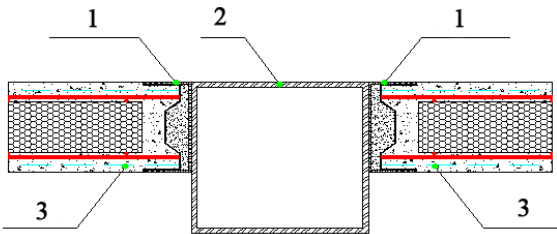


图 6.2.3-1 外墙板与钢框架柱卡件连接

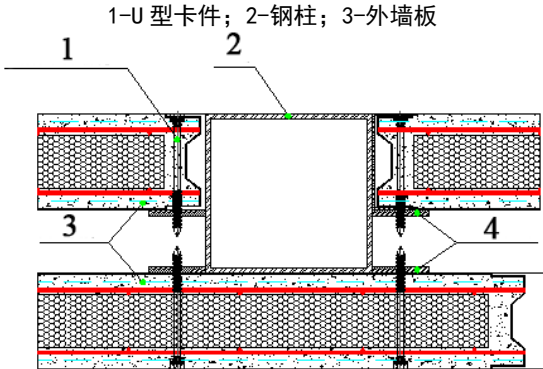


图 6.2.3-2 外墙板与钢框架柱自钻自攻螺钉连接
1-自钻自攻螺钉；2-钢柱；3-外墙板；4-钢连接件

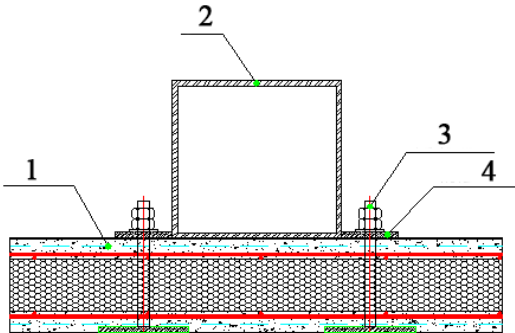


图 6.2.3-3 外墙外挂板与钢框架柱螺栓连接
1-外墙板；2-钢柱；3-定制螺栓；4-钢连接件

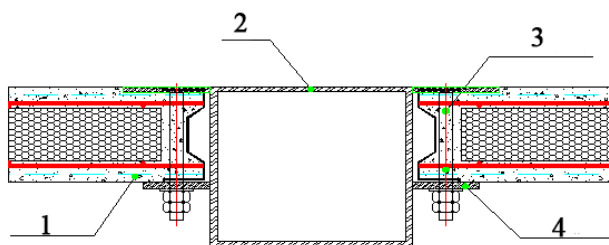


图 6.2.3-4 外墙内嵌板与钢框架柱螺栓连接

1-外墙板；2-钢柱；3-定制螺栓；4-钢连接件

6.2.4 当采用轻质复合板保温外墙板时，外墙板与钢结构框架梁连接节点可采用以下连接型式：

- 1 外墙板与钢框架梁采用卡件连接（图 6.2.4-1）；
- 2 外墙板与钢框架梁采用自钻自攻螺钉连接（图 6.2.4-2）；
- 3 外墙板与钢框架梁采用螺栓连接（图 6.2.4-3）。

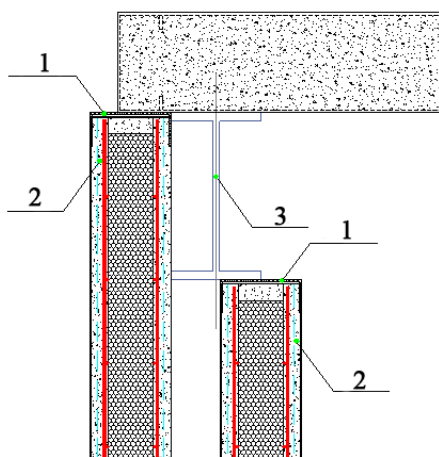


图 6.2.4-1 外墙板与钢框架梁卡件连接

1-U 型卡件；2-外墙板；3-钢架；

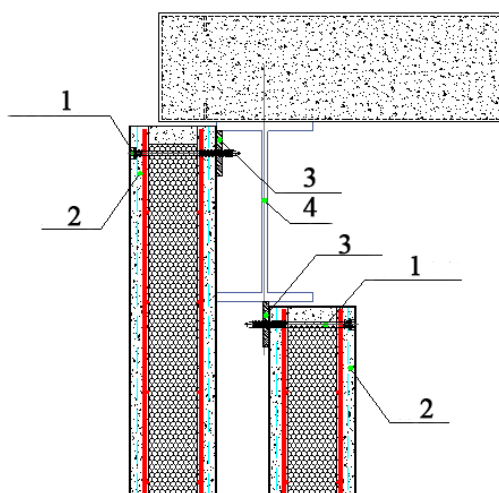


图 6.2.4-2 外墙板与钢框架梁自钻自攻螺钉连接

1-自钻自攻螺钉；2-外墙板；3-钢连接件；4-钢梁

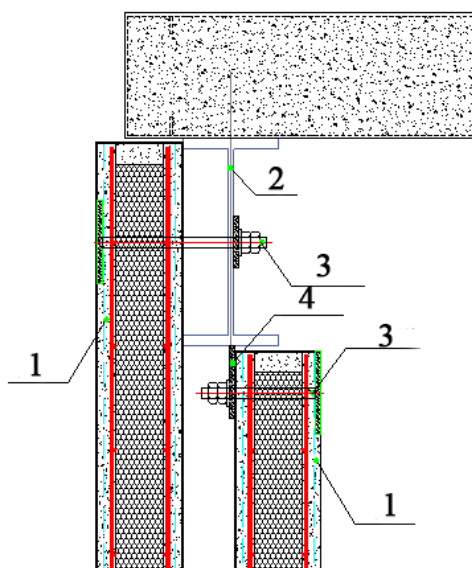


图 6.2.4-3 外墙板与钢框架梁螺栓连接

1-外墙板；2-钢梁；3-定制螺栓；4-钢连接件

6.2.5 当采用轻质复合板保温外墙板时，外墙板与楼、地面连接节点可采用以下连接型式：

- 1 外墙板与楼、地面采用卡件连接（图 6.2.5）。

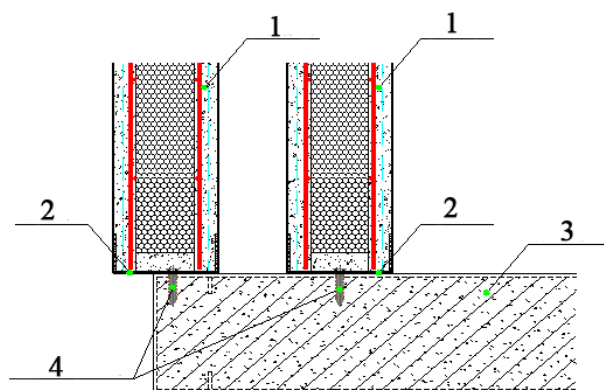


图 6.2.5 外墙板与楼（地面）卡件连接

1-外墙板；2-U 型卡件；3-楼、地面；4-自钻自攻螺钉

6.2.6 当采用轻质复合板保温外墙板时，外墙板与外墙板拼接缝可采用以下连接型式：

- 1 外墙板与外墙板拼接缝粘接连接（图 6.2.6-1）；
- 2 外墙板与外墙板拼接缝卡件连接（图 6.2.6-2）；
- 3 外墙板与外墙板拼接缝自钻自攻螺钉连接（图 6.2.6-3）。

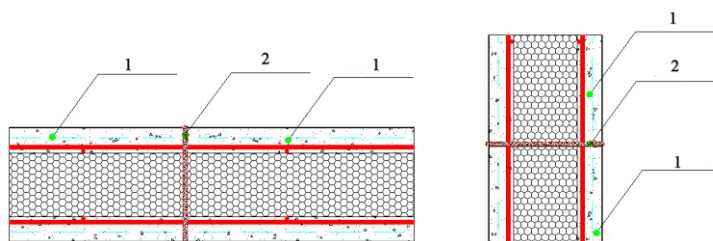


图 6.2.6-1 外墙板拼接缝粘接连接

1-外墙板；2-粘结剂

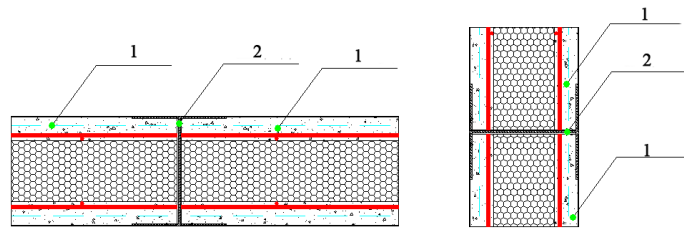


图 6.2.6-2 外墙板拼接缝卡件连接

1-外墙板；2-H 型卡件

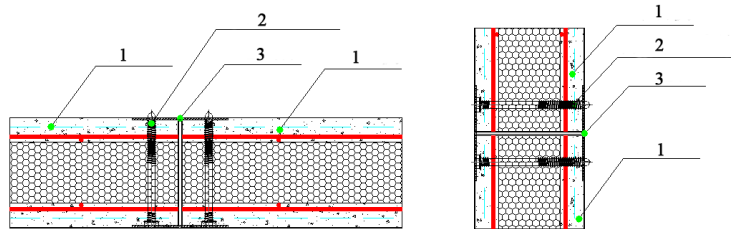


图 6.2.6-3 外墙板拼接缝自钻自攻螺钉连接

1-外墙板；2-自钻自攻螺钉；3-连接件

6.2.7 当采用轻质复合板保温外墙板时，外墙外挂板与内嵌板可采用以下连接型式：

- 1 外墙外挂板与内嵌板粘接连接（图 6.2.7-1）；
- 2 外墙外挂板与内嵌板自钻自攻螺钉连接（图 6.2.7-2）；
- 3 外墙外挂板与内嵌板对穿螺栓连接（图 6.2.7-3）。

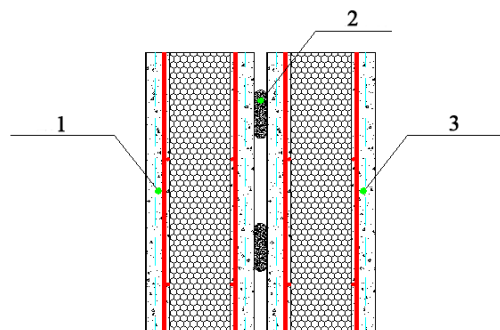


图 6.2.7-1 外墙外挂板与内嵌板粘接连接

1-外墙外挂板；2-粘结剂；3-外墙内嵌版

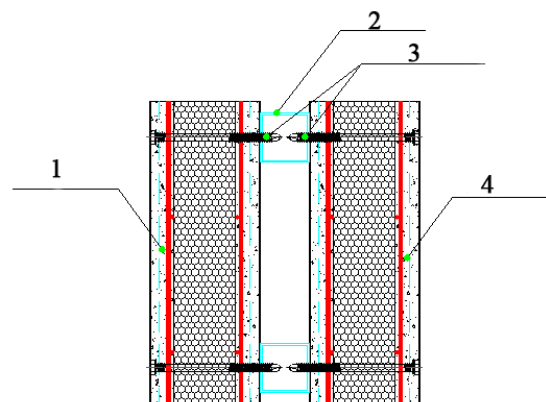


图 6.2.7-2 外墙外挂板与内嵌板自钻自攻螺钉连接

1-外墙外挂板；2-钢连接件；3-自钻自攻螺钉；4-外墙内嵌板

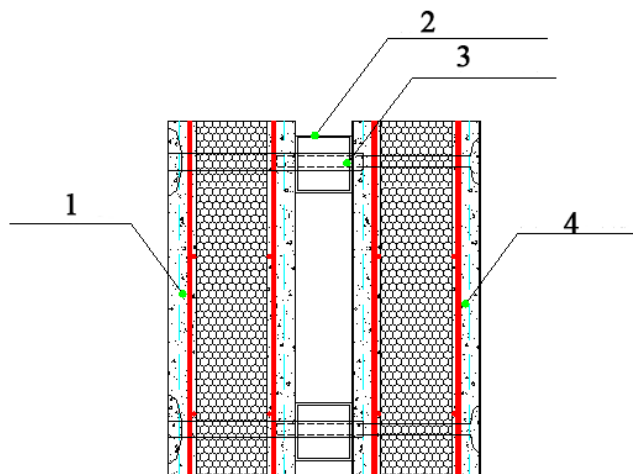


图 6.2.7-3 外墙外挂板与内嵌板对穿螺栓连接

1-外墙外挂板；2-钢连接件/垫块；3-对穿尼龙螺栓；4-外墙内嵌板

6.2.8 当采用轻质隔墙板时，隔墙板与钢框架柱可采用以下节点型式：

- 1 隔墙板与钢框架柱卡件连接（图 6.2.8-1）；
- 2 隔墙板与钢框架柱自钻自攻螺钉连接（图 6.2.8-2）；
- 3 隔墙板与钢框架柱螺栓连接（图 6.2.8-3）。

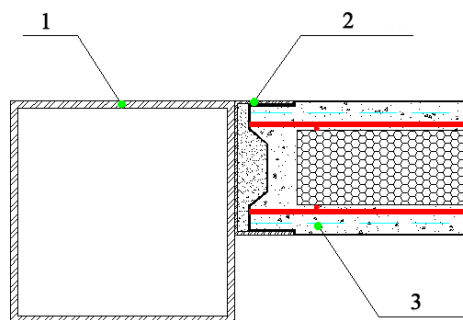


图 6.2.8-1 隔墙板与钢框架柱卡件连接

1-钢柱；2-U 型卡件；3-隔墙板

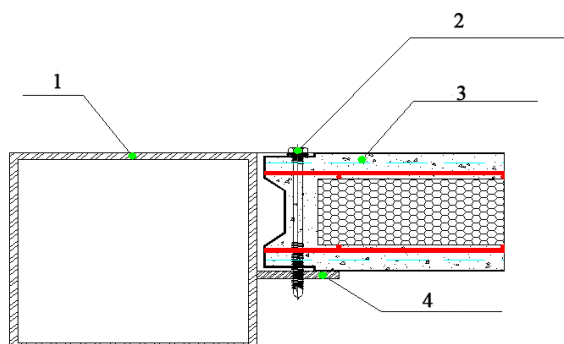


图 6.2.8-2 隔墙板与钢框架柱自钻自攻螺钉连接

1-钢柱；2-自钻自攻螺钉；3-隔墙板；4-钢连接件

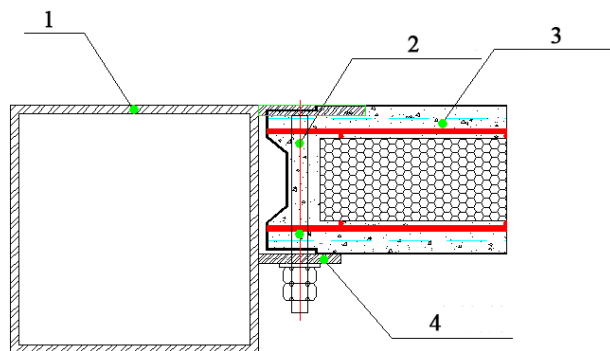


图 6.2.8-3 隔墙板与钢框架柱螺栓连接

1-钢柱；2-定制螺钉；3-隔墙板；4-钢连接件

6.2.9 当采用轻质隔墙板时，隔墙板与钢框架梁可采用以下节点型式：

- 1 隔墙板与钢框架梁卡件连接（图 6.2.9-1）；
- 2 隔墙板与钢框架梁自钻自攻螺钉连接（图 6.2.9-2）；
- 3 隔墙板与钢框架梁螺栓连接（图 6.2.9-3）。

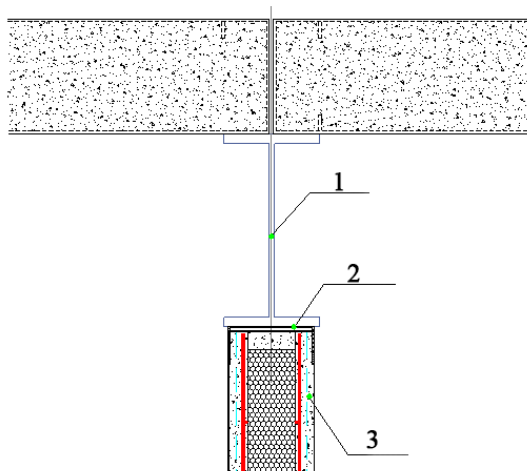


图 6.2.9-1 隔墙板与钢框架梁卡件连接

1-钢梁；2-U 型卡件；3-隔墙板

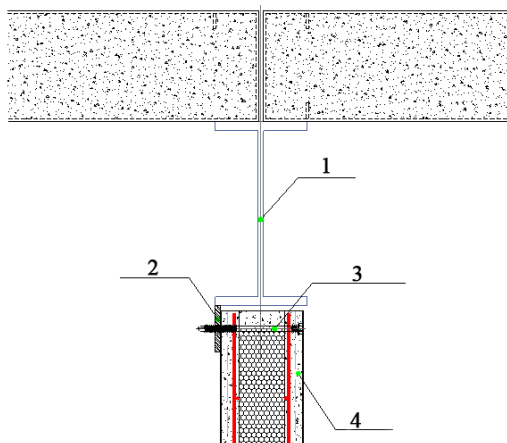


图 6.2.9-2 隔墙板与钢框架梁卡件连接

1-钢梁；2-U 型卡件；3-自钻自攻螺钉；4-隔墙板

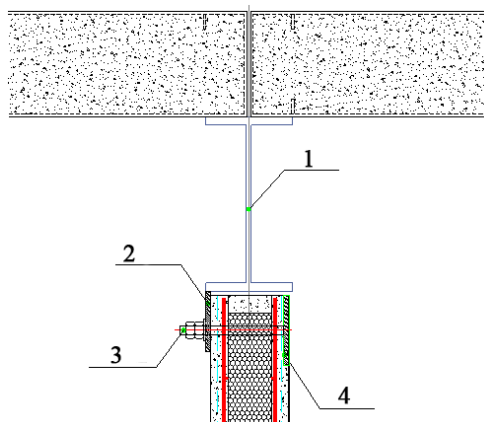


图 6.2.9-3 隔墙板与钢框架梁卡件连接

1-钢梁；2-钢连接件；3-定制螺钉；4-隔墙板

6.2.10 当采用轻质隔墙板时，隔墙板与楼、地面及屋面（平屋面）连接节点可采用以下连接型式：

- 1 隔墙板与楼、地面采用卡件连接（图 6.2.10-1）；
- 2 隔墙板与楼、屋面采用卡件连接（图 6.2.10-2）。

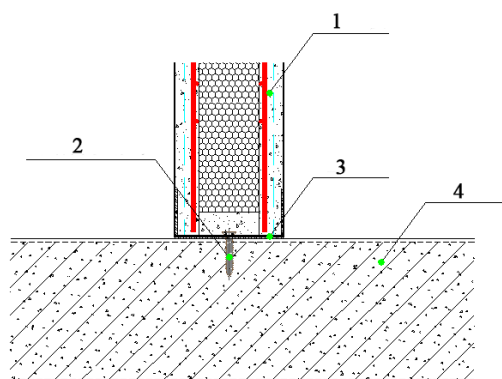


图 6.2.10-1 隔墙板与楼（地面）卡件连接

1-隔墙板；2-自钻自攻螺钉；3-U 型卡件；4-楼、地面

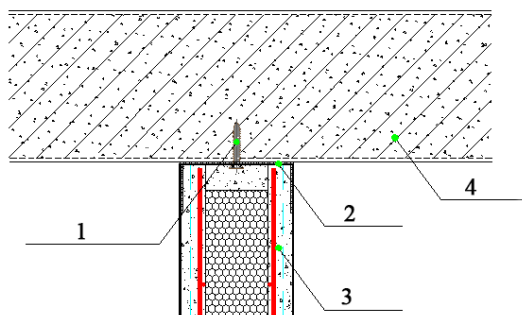


图 6.2.10-2 隔墙板与楼（屋面）卡件连接

1-自钻自攻螺钉；2-U 型卡件；3-隔墙板；4-楼、屋面

6.2.11 当采用轻质隔墙板时，隔墙板与外墙板、隔墙板连接节点可采用以下连接型式：

- 1 隔墙板与外墙板、隔墙板采用粘接连接（图 6.2.11-1）；
- 2 隔墙板与外墙板、隔墙板采用卡件连接（图 6.2.11-2）。

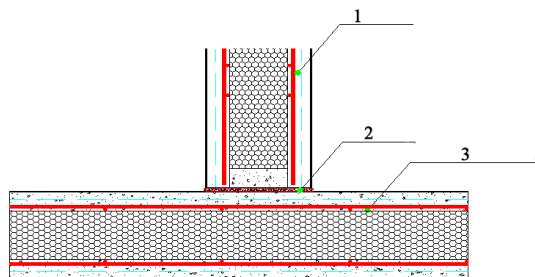


图 6.2.11-1 隔墙板与外墙板（隔墙板）采用粘接连接

1-隔墙板；2-粘结板；3-外墙板/隔墙板

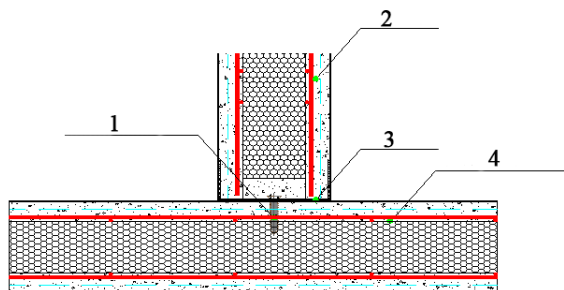


图 6.2.11-2 隔墙板与外墙板（隔墙板）采用卡件连接

1-隔墙板；2-自钻自攻螺钉；3-U 型卡件；4-外墙板/隔墙板

6.2.12 当采用由冷弯薄壁型钢龙骨体系和覆面结构面板组成的龙骨式复合墙体时，墙体龙骨与钢梁、钢柱的连接可采用自钻自攻螺钉连接、螺栓连接及其组合的方式连接。

6.3 楼、屋面板

6.3.1 轻型钢框架体系房屋的楼、屋面板宜采用预制钢骨架轻型楼、屋面板，也可采用预制圆孔板或配筋的水泥发泡类楼、屋面板。

6.3.2 楼、屋面板与钢框架的连接以及楼楼、屋面板与楼、屋面板的连接方式可采用焊接、自钻自攻螺钉连接、螺栓连接及其组合的方式连接，并宜采用螺栓连接。

6.3.3 采用预制钢骨架轻型楼面板、屋面板时，应满足下列要求：

- 1 楼、屋面板应轻质、高强、防火，并应根据钢结构建筑的特点进行标准化的设计。
- 2 楼、屋面板选用应符合结构规定的耐久年限要求。
- 3 楼、屋面板的燃烧性能和耐火等级应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关要求。
- 4 屋面板侧边应有企口，拼缝处的保温材料应连续，企口内应有填缝剂，板应紧密排列，不得有热桥。

6.3.4 当采用预制圆孔板或配筋的水泥发泡类楼、屋面板时，板与钢梁搭接长度不应小于 50mm，并应有可靠连接，采用焊接的应对焊缝进行防腐处理。

7 冷弯薄壁型钢体系房屋结构

7.1 结构设计

7.1.1 冷弯薄壁型钢构件常用的截面类型可采用图 7.1.1-1、7.1.1-2 所示截面。

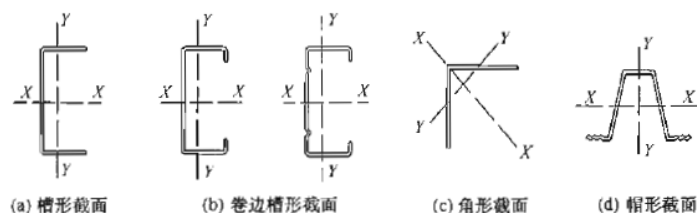


图 7.1.1-1 冷弯薄壁型钢构件常用的单一截面类型

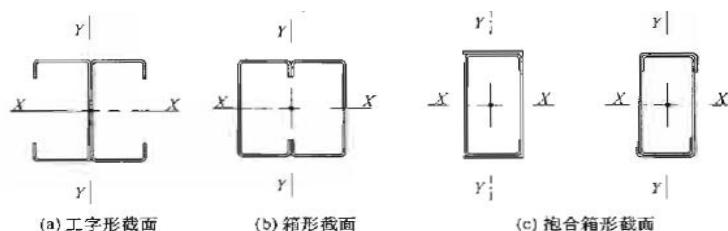


图 7.1.1-2 冷弯薄壁型钢构件常用的拼合截面类型

7.1.2 冷弯薄壁型钢结构承重构件的壁厚不宜大于 6mm，不宜小于 1.5mm，不应小于 0.6mm。主要承重构件的壁厚不宜小于 2mm，不应小于 0.75mm。

7.1.3 受压构件的长细比，不宜大于表 7.1.2 规定的限值。受拉构件的长细比，不宜大于 350，但张紧拉条的长细比可不受此限制。当受拉构件在永久荷载和风荷载或多遇地震组合作用下受压时，长细比不宜大于 250。

表 7.1.3 受压构件的长细比限值

构件类别	长细比限值
主要承重构件（梁、立柱、屋架等）	150
其他构件及支撑	200

7.1.4 低层冷弯薄壁型钢房屋同一榀构架的立柱、楼板梁、屋架宜在同一平面内，构件形心之间的偏心不宜超过 20mm。

7.1.5 承重墙体、楼面以及屋面中的立柱、梁等承重构件应与结构面板或斜拉支撑构件可靠连接。

7.1.6 轴心受拉构件的强度应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定进行计算。

7.1.7 轴心受压构件的强度和稳定性应按下列规定进行计算：

1 开口截面除应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定进行计算外，对于不符合本标准第 7.1.10 条规定的，还应考虑畸变屈曲的影响，可按下列规定进行计算。

$$N \leq A_{cd} f \quad (7.1.7-1)$$

$$\lambda_{cd} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cd}}} \quad (7.1.7-2)$$

当 $\lambda_{cd} < 1.414$ 时:

$$A_{cd} = A(1 - \lambda_{cd}^2 / 4) \quad (7.1.7-3)$$

当 $1.414 \leq \lambda_{cd} \leq 3.6$ 时:

$$A_{cd} = A[0.055(\lambda_{cd} - 3.6)^2 + 0.237] \quad (7.1.7-4)$$

式中: N ——轴压力;

A ——毛截面面积;

A_{cd} ——畸变屈曲时有效截面面积;

f ——钢材抗压强度设计值;

λ_{cd} ——确定 A_{cd} 用的无量纲长细比;

f_y ——钢材屈服强度;

σ_{cd} ——轴压畸变屈曲应力, 应按本标准附录 A 中第 A.0.1 条的规定计算。

2 拼合截面(图 7.1.1-2)的强度应按公式(7.1.7-5)计算, 稳定性应按公式(7.1.7-6)计算。

$$N \leq A_{en} f \quad (7.1.7-5)$$

$$N \leq N_u \quad (7.1.7-6)$$

式中: A_{en} ——有效净截面面积;

N_u ——稳定承载力设计值, 按下列规定计算。

- 1) 对 X 轴, 可取单个开口截面稳定承载力乘以截面的个数;
- 2) 对抱合箱形截面, 当截面拼合连接处有可靠保证且构件长细比大于 50 时, 对绕 y 轴的稳定承载力可取单个开口截面对自身形心 y 轴的弯曲稳定承载力乘以截面个数后的 1.2 倍。

注: 在计算中间加劲受压板件的有效宽厚比时, 应按本标准第 7.1.11 条的规定计算。

7.1.8 受弯构件的强度和稳定性应按下列规定进行计算:

1 卷边槽形截面绕对称轴受弯时, 除应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定进行计算外, 尚应考虑畸变屈曲的影响, 按下列公式计算。

当 $k_\phi \geq 0$ 时:

$$M \leq M_d \quad (7.1.8-1)$$

当 $k_\phi < 0$ 时:

$$M \leq \frac{W_e}{W} M_d \quad (7.1.8-2)$$

式中: M ——弯矩;

k_{ϕ} ——系数，应按本标准附录 A 中第 A.0.2 条的规定计算；

W ——截面模量；

W_e ——有效截面模量，截面中受压板件的有效宽度按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定进行计算，在计算中间加劲受压板件的有效宽厚比时，应按本标准第 7.1.11 条的规定计算；计算有效宽厚比时，截面的应力分布按全截面受 $1.165 M_d$ 弯矩值计算；

M_d ——畸变屈曲受弯承载力设计值，按下列规定计算；

- 1) 当畸变屈曲的模式为卷边槽形和 Z 形截面的翼缘绕翼缘与腹板的交线转动时，畸变屈曲受弯承载力设计值应按下列公式计算；

$$\lambda_{md} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{md}}} \quad (7.1.8-3)$$

当 $\lambda_{md} \leq 0.673$ 时：

$$M_d = Wf \quad (7.1.8-4)$$

当 $\lambda_{md} > 0.673$ 时：

$$M_d = \frac{Wf}{\lambda_{md}} \left(1 - \frac{0.22}{\lambda_{md}} \right) \quad (7.1.8-5)$$

- 2) 当畸变屈曲的模式为竖直腹板横向弯曲且受压翼缘发生横向位移时，畸变屈曲受弯承载力设计值应按下列公式进行计算：

当 $\lambda_{md} < 1.414$ 时：

$$M_d = Wf \left(1 - \frac{\lambda_{md}^2}{4} \right) \quad (7.1.8-6)$$

当 $\lambda_{md} \geq 1.414$ 时：

$$M_d = Wf \frac{1}{\lambda_{md}^2} \quad (7.1.8-7)$$

式中： λ_{md} ——确定 M_d 用的无量纲长细比；

σ_{cd} ——受弯时的畸变屈曲应力，应按本标准附录 A 中第

A.0.2 条的规定计算。

2 拼合截面（图 7.1.1-2）绕 X 轴的强度和稳定性应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定计算。拼合截面的几何特性可取各单个开口截面绕本身形心主轴几何特性之和。对抱合箱形截面，当截面拼合连接处有可靠保证时，可将构件翼缘部分作为部分加劲板件按照叠加后的厚度来考虑组合后截面的有效宽厚比。

7.1.9 压（拉）弯构件的强度和稳定性应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定进行计算。需考虑畸变屈曲的影响时，可按下列公式计算：

$$\frac{N}{N_j} + \frac{\beta_m M}{M_j} \leq 1.0 \quad (7.1.9-1)$$

$$N_j = \min(N_C, N_A) \quad (7.1.9-2)$$

$$M_j = \min(M_C, M_A) \quad (7.1.9-3)$$

$$N_C = \varphi A_e f \quad (7.1.9-4)$$

$$M_C = \left(1 - \frac{N}{N'_E} \varphi\right) W_e f \quad (7.1.9-5)$$

$$N_A = A_{cd} f \quad (7.1.9-6)$$

$$M_A = \left(1 - \frac{N}{N'_E} \varphi\right) M_d \quad (7.1.9-7)$$

$$N'_E = \frac{\pi^2 EA}{1.165 \lambda^2} \quad (7.1.9-8)$$

$$b_{es} = b_e - 0.1t(b/t - 60) \quad (7.1.9-9)$$

式中： φ ——轴心受压构件的稳定系数，按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定采用；

A_e ——有效截面面积，对于受压板件宽厚比大于 60 的板件，应采用公式(7.1.5-9)对板件

有效宽度进行折减；

b_{es} ——折减后的板件有效宽度；

N_C ——整体失稳时轴压承载力设计值；

N_A ——畸变屈曲时轴压承载力设计值；

A_{cd} ——畸变屈曲时的有效截面面积，按本标准第 7.1.7 条的规定计算；

M_C ——考虑轴力影响的整体失稳受弯承载力设计值；

M_A ——考虑轴力影响的畸变屈曲受弯承载力设计值；

M_d ——畸变屈曲受弯承载力设计值，根据弯曲时畸变屈曲的模式，按本标准公式 (7.1.8-3)～公式 (7.1.8-7) 计算；

β_m ——等效弯矩系数，按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 确定。

对拼合截面计算轴压承载力设计值 N_j 、受弯承载力设计值 M_j 时，应分别按本标准第 7.1.7 条第 2 款和第 7.1.8 条第 2 款的规定进行。

7.1.10 冷弯薄壁型钢结构开口截面构件符合下列情况之一时，可不考虑畸变屈曲对构件承载力的影响：

- 1 构件受压翼缘有可靠的限制畸变屈曲变形的约束。
 - 2 构件长度小于构件畸变屈曲半波长(λ)；畸变屈曲半波长可按下列公式计算。
- 对轴压卷边槽形截面：

$$\lambda = 4.8 \left(\frac{I_x h b^2}{t^3} \right)^{0.25} \quad (7.1.10-1)$$

对受弯卷边槽形和 Z 形截面：

$$\lambda = 4.8 \left(\frac{I_x h b^2}{2t^3} \right)^{0.25} \quad (7.1.10-2)$$

$$I_x = a^3 t (1 + 4b/a) / [12(1 + b/a)] \quad (7.1.10-3)$$

式中： h ——腹板高度；
 b ——翼缘宽度；
 a ——卷边高度；
 t ——壁厚；
 I_x ——绕 X 轴毛截面惯性矩；

- 3 构件截面采取了其他有效抑制畸变屈曲发生的措施。

7.1.11 中间加劲板件宽度可按等效板件的有效宽度采用(图 7.1.11a)。等效板件厚度(图 7.1.11b)可按下列式计算：

$$t_s = \sqrt[3]{12I_{sf}/b} \quad (7.1.11)$$

式中： t_s ——等效板件厚度；

I_{sf} ——中间加劲板件对中轴线的惯性矩；

b ——中间加劲板件的宽度；

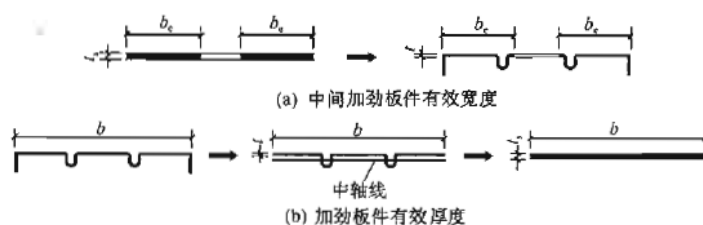


图 7.1.11 中间加劲板件有效宽度和厚度

7.1.12 连接计算和构造应符合下列规定：

- 1 应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 有关螺钉连接计算的规定。
- 2 连接 LQ550 级板材且螺钉连接受剪时，尚应按下式对螺钉单剪抗剪承载力进行验算。

$$N_v^f \leq 0.8A_e f_v^s \quad (7.1.12-1)$$

式中： N_v^f ——一个螺钉的抗剪承载力设计值；

A_e ——一螺钉螺纹处有效截面面积；

f_v^s ——螺钉材料抗剪强度设计值，可由本标准附录 B 规定的标准试验确定。

3 多个螺钉连接的承载力应在按本条第 1、2 款得到的承载力的基础上乘以折减系数，折减系数应按下式计算。

$$\varepsilon = \left(0.535 + \frac{0.465}{\sqrt{n}} \right) \leq 1.0 \quad (7.1.12-2)$$

式中：n——螺钉个数。

7.1.13 采用螺钉连接时，螺钉至少应有 3 圈螺纹穿过连接构件。螺钉的中心距和端距不得小于螺钉直径的 3 倍，边距不得小于螺钉直径的 2 倍。受力连接中的螺钉连接数量不得少于 2 个。用于钢板之间连接时，钉头应靠近较薄的构件一侧（图 7.1.13）。

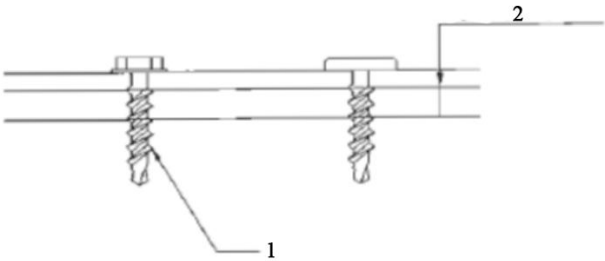


图 7.1.13 螺钉连接示意图

1—至少 3 圈螺纹；2—从较厚板到较薄板

7.1.14 顶导梁、底导梁、边梁的槽形构件可采用如图 7.1.14 所示的拼接形式，每侧连接腹板的螺钉不应少于 4 个，连接翼缘的螺钉不应少于 2 个。卷边槽形构件的拼接件厚度不应小于所连接的构件厚度。

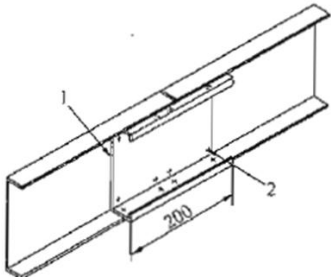


图 7.1.14 槽形构件拼接示意

1—卷边槽形构件；2—螺钉

7.1.15 地脚螺栓直径不应小于 12mm。承重构件中，螺钉和射钉的直径不应小于 4.2mm。

7.1.16 构件受压板件的宽厚比不应大于表 7.1.16 规定的限值。

表 7.1.16 受压板件的宽厚比限值

板件类别	宽厚比限值
非加劲板件	45
部分加劲板件	60
加劲板件	250

7.1.17 冷弯薄壁型钢构件的腹板开孔时（图 7.1.17）应满足下列要求：

- 1 孔口的中心距不应小于 600mm。
- 2 水平构件的孔高不应大于腹板高度的 1/2 和 65mm 的小值。

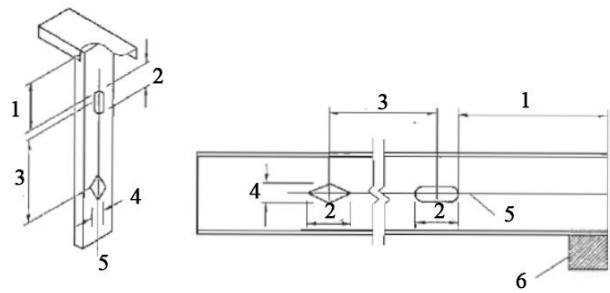


图 7.1.17 构件开孔示意

1-端距；2-孔宽；3-中心距；4-孔高；5-柱腹板中线；6-支撑条件

- 3 竖向构件的孔高不应大于腹板高度的 1/2 和 40mm 的较小值。
- 4 孔宽不宜大于 110mm。
- 5 孔口边至最近端部边缘的距离不得小于 250mm。当不满足时，应根据本标准第 7.1.18 条的要求对孔口加强。

7.1.18 当腹板开孔不满足本标准第 7.1.17 条的要求时，应对孔口进行加强，见图 7.1.18。孔口加强件可采用平板、槽形构件或卷边槽形构件。孔口加强件的厚度不应小于所要加强腹板的厚度，且伸出孔口四周不应小于 25mm，加强件与腹板应采用螺钉连接，螺钉最大中心间距应为 25mm，最小边距应为 12mm。

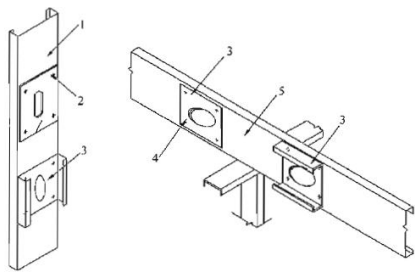


图 7.1.18 孔口加强示意

1-立柱；2-螺钉；3-洞口加强件；4-自攻螺钉；5-梁

7.1.19 在构件支座和集中荷载作用处，应设置腹板加劲件。加劲件可采用厚度不小于 1.0mm 的槽形构件和卷边槽形构件，且其高度宜为被加劲构件腹板高度减去 10mm。加劲件与构件腹板之间应采用螺钉连接（图 7.1.19）。螺钉应布置均匀。

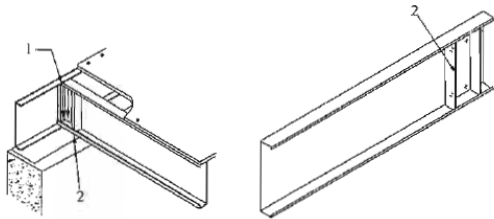


图 7.1.19 腹板加劲件的设置

1-连接螺钉；2-腹板加劲件

7.1.20 楼面梁及屋架弦杆支承在冷弯薄壁型钢承重墙体上时，支承长度不应小于 40mm。中间支座处宜设置腹板加劲件。

7.1.21 槽钢边梁、腹板加劲件和刚性撑杆的厚度不应小于与之连接的梁的厚度。槽钢边梁与相连梁的每一翼缘应至少用 1 个螺钉可靠连接；腹板加劲件与梁腹板应至少用 4 个螺钉可靠连接，与槽钢边梁应至少用 2 个螺钉可靠连接。承压加劲件截面形式宜与对应墙体立柱相同，最小长度应为对应楼面梁截面高度减去 10mm。

7.2 墙板

7.2.1 冷弯薄壁型钢体系房屋宜采用由冷弯薄壁型钢龙骨体系和覆面结构面板组成的龙骨式复合墙体（图 7.2.1-1），龙骨式复合墙体分为承重墙体和自承重墙体。墙体龙骨由顶部龙骨、底部龙骨以及中间龙骨（分横、竖龙骨）组成（图 7.2.1-2）。

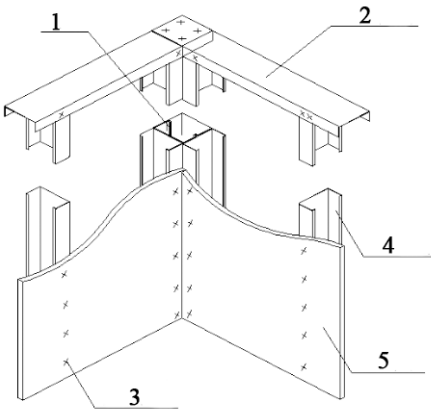
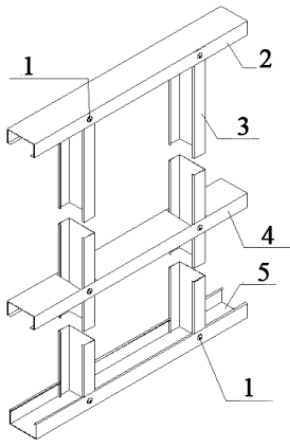


图 7.2.1-1 龙骨式复合墙体图

1-组合柱；2-顶部龙骨；3-自攻自钻钉；4-竖龙骨；5-组合板



7.2.1-2 龙骨式复合墙体龙骨

1-自攻自钻钉；2-顶部龙骨；3-墙立柱；4-中间龙骨；5-底部龙骨

7.2.2 当龙骨式复合墙体平行方向由三根（包括三根）以上龙骨组成时，龙骨间需用拉带进行加固，拉带的端头要固定在横竖龙骨连接处（图 7.2.2）。

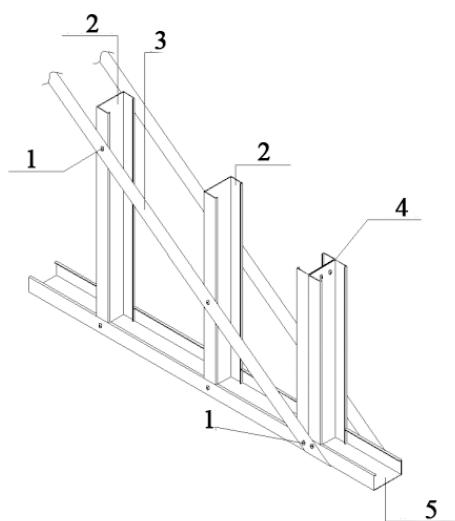


图 7.2.2 墙面拉带连接

1-自攻自钻钉；2-中间龙骨；3-拉带；4-端部竖龙骨；5-墙地面横龙骨

7.2.3 两面龙骨式复合墙体的交接处需满足下列要求：

1 两面墙体对接时，连接处可采用自钻自攻螺钉连接、螺栓连接及其组合的方式连接（图 7.2.3-1）；

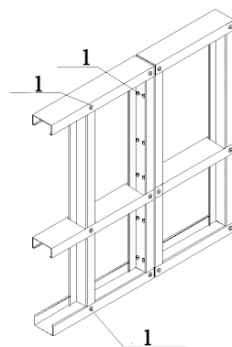
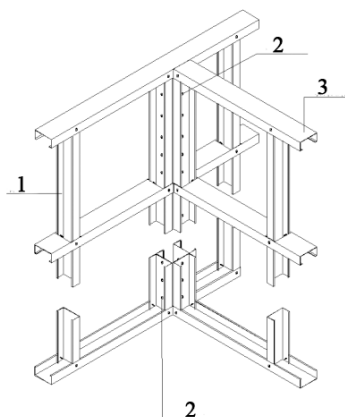


图 7.2.3-1 对接墙体连接图

1-自攻自钻钉（龙骨两边各一个）

2 两面墙体垂直相接时，交接处要设在有竖龙骨处，必要时为便于连接可增加竖龙骨（图 7.2.3-2）；



7.2.3-2 T 字型墙连接

1-墙立柱；2-自攻自钻钉；3-顶部龙骨

3 墙体转角处龙骨的连接，当为垂直相接时，做法如同上一条规定，但需在竖龙骨交接处增加加固连接件（图 7.2.3-3）；当交接处不是直角时，相接处内外两面都要设连接件，其外侧连接件用角钢通长设置，内侧连接件可间隔设置（图 7.2.3-4）。

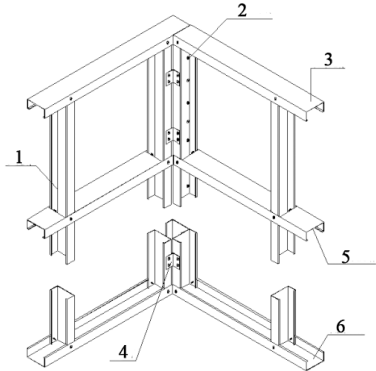
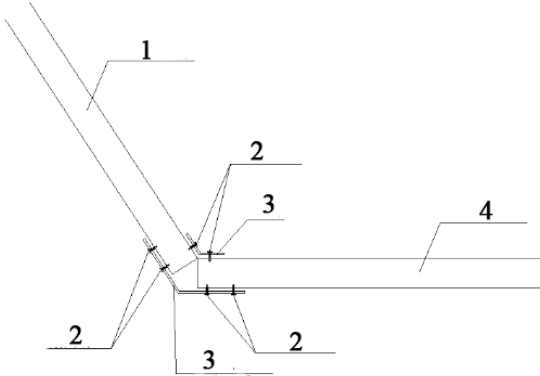


图 7. 2. 3-3 墙体转角处连接（直角）

1-竖龙骨；2-自攻自钻钉；3-顶部龙骨；4-中间龙骨；5-连接件；6-底部龙骨



7. 2. 3-4 墙体转角处连接（非直角）

1-轻钢龙骨墙体；2-自攻自钻钉；3-连接件；4-轻钢龙骨墙体

7.2.4 当龙骨式复合墙体上有门窗洞口时，洞口处四周需有龙骨布置且两侧竖龙骨需增加布置。对于窗洞口，要在洞口侧边增加垫片以安装窗帘杆（图 7.2.4-1，图 7.2.4-2，图 7.2.4-3）。

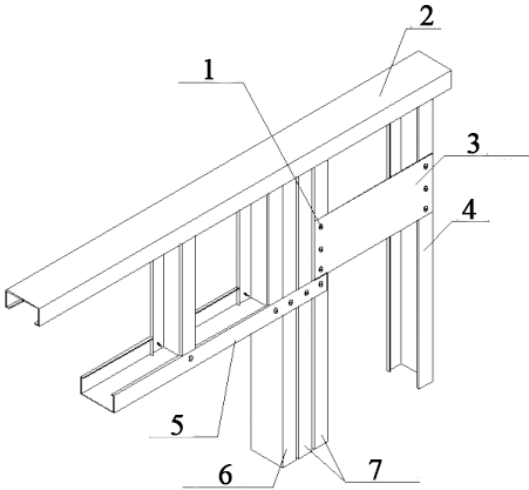


图 7. 2. 4-1 窗帘杆安装垫片连接

1-自攻自钻钉；2-顶龙骨；3-垫板 长度为龙骨间距；4-竖龙骨；5-窗口上楣；6-窗口边龙骨；7-窗口加强龙骨

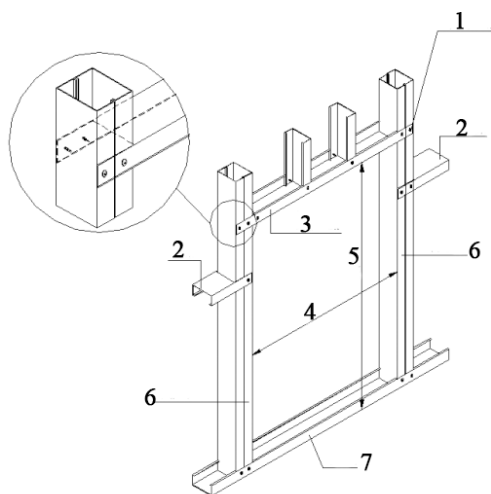


图 7.2.4-2 墙体门洞处连接

1-自攻自钻钉；2-横龙骨；3-门楣横龙骨；4-净宽；5-净高；6-门边龙骨；7-底龙骨

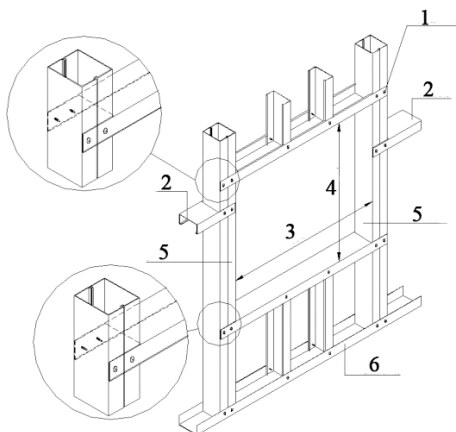


图 7.2.4-3 墙体窗洞处连接

1-自攻自钻钉；2-横龙骨；3-净宽；4-净高；5-窗边龙骨；6-墙体底龙骨

7.2.5 龙骨式复合墙体与薄壁型钢组合梁的连接处墙体龙骨与梁连接可采用自钻自攻螺钉连接、螺栓连接及其组合的方式连接。采用自钻自攻螺钉连接时要在交接处加设连接件（图 7.2.5-1，图 7.2.5-2）。

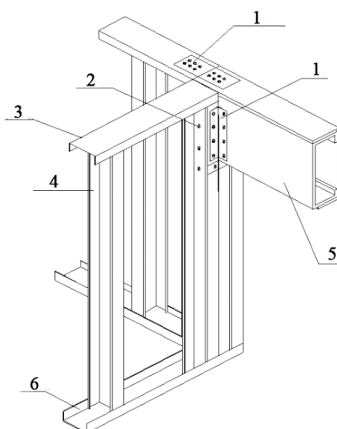


图 7.2.5-1 墙与梁对接连接一

1-连接件；2-自攻自钻钉；3-顶部龙骨；4-竖龙骨；5-组合梁；6-底部龙骨

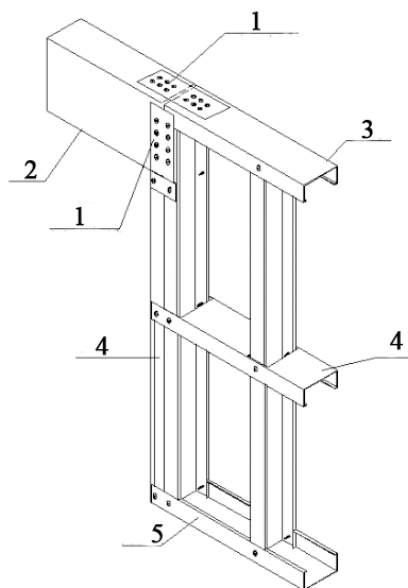


图 7.2.5-2 墙与梁对接连接二

1-连接件；2-组合梁；3-顶部龙骨；4-竖龙骨；5-底部龙骨

7.2.6 对于冷弯薄壁型钢房屋结构中上、下墙体间应设置抗拔件，墙体和基础间应设置地脚螺栓和抗拔件(图 7.2.6):

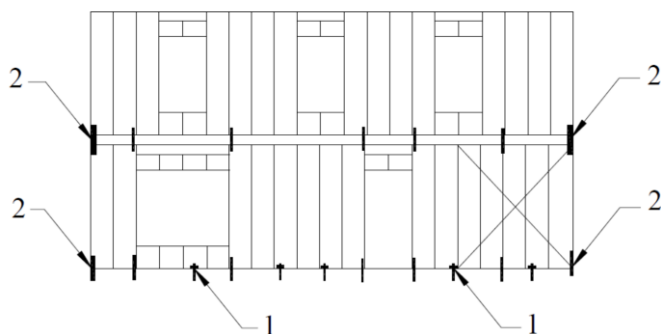


图 7.2.6 抗剪墙连接件布置

1-地脚螺栓；2-抗拔件

7.2.7 墙体立柱和墙体面板的构造应符合下列规定(图 7.2.7):

- 1 墙体立柱宜按照模数上下对应设置；
- 2 墙体立柱可采用卷边冷弯槽钢构件或由卷边冷弯槽钢构件、冷弯槽钢构件组成的拼合构件；立柱与顶、底导梁应采用螺钉连接；
- 3 承重墙体的端边、门窗洞口的边部应采用拼合立柱，拼合立柱间采用双排螺钉固定，螺钉间距不应大于 300mm；
- 4 在墙体的连接处，立柱布置应满足钉板要求；
- 5 墙体面板应与墙体立柱采用螺钉连接，墙体面板的边部和接缝处螺钉的间距不宜大于 150mm，墙体面板内部的螺钉间距不宜大于 300mm；
- 6 墙体面板进行上下拼接时宜错缝拼接：在拼接缝处应设置厚度不小于 0.8mm 且宽度不小于 50mm 的连接钢带进行连接。

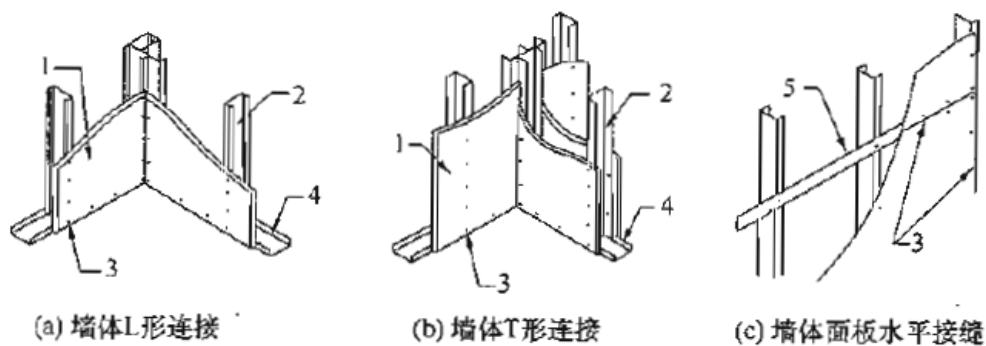


图 7.2.7 墙体与墙体的连接

1-墙面板；2-墙体立柱；3-螺钉；4-底导梁；5-钢带拉条

7.2.8 结构面板的燃烧性能和耐火等级应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关要求。

7.2.9 结构面板宜采用结构用定向刨花板，厚度不应小于 15mm。结构面板与梁应采用螺钉连接，板边缘处螺钉的间距不应大于 150mm，板中间区螺钉的间距不应大于 300mm，螺钉孔边距不应小于 12mm。

7.2.10 用于石膏板、结构用定向刨花板与钢板连接的螺钉，其头部应沉入石膏板、结构用定向刨花板(0~1)mm，螺钉周边板材应无破损。

7.3 楼、屋面板

7.3.1 楼面板与冷弯薄壁型钢的连接以及楼面板与楼面板的连接方式可采用焊接、自攻自钻螺钉连接、螺栓连接及其组合的方式连接，并宜采用螺栓连接：

1 楼面板与钢龙骨宜采用自攻自钻螺钉连接（图 7.3.1-1）；

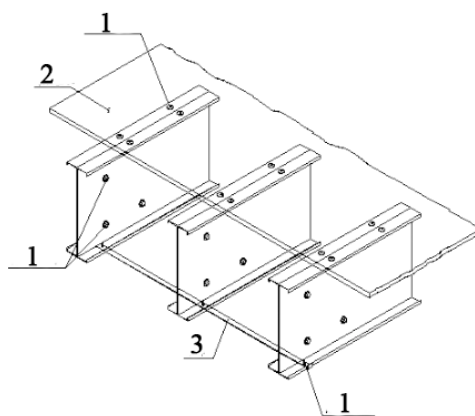


图 7.3.1-1 楼面板与钢龙骨连接

1-自攻自钻钉；2-楼面基板；3-拉带

2 C 型钢梁与 C 型钢梁之间宜采用自攻自钻螺钉连接（图 7.3.1-2）；

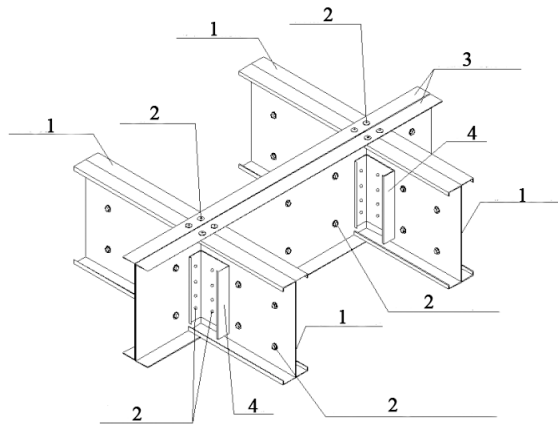


图 7.3.1-2 C 型钢梁与 C 型钢梁连接

1-双根 C 型钢梁扮靓；2-自攻自钻钉@300，距端头 300mm；3-P 型钢包边楼板梁；4-支撑龙骨；

3 钢龙骨与冷弯薄壁型钢梁宜采用自攻自钻螺钉连接，并设置连接件（图 7.3.1-3）；

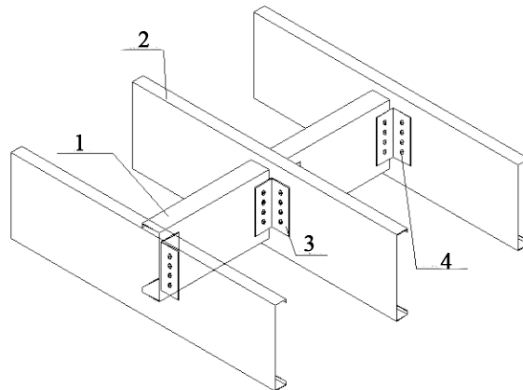


图 7.3.1-3 钢龙骨与钢梁连接

1-C 型钢楼板梁；2-横撑龙骨；3-连接件；4-自攻自钻钉

4 中间楼层的地龙骨与下层的天龙骨宜设置抗拔螺栓（图 7.3.1-4）；

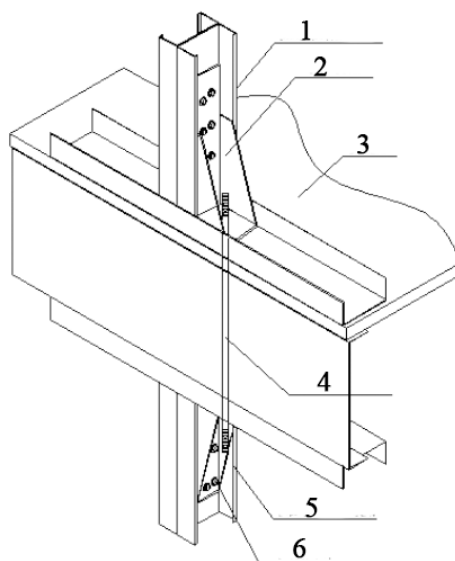


图 7.3.1-4 楼层间抗拔螺栓

1-墙面上层墙体竖龙骨；2-抗拔连接件；3-楼面基板；4-螺栓；5-楼板下层墙体竖龙骨；6-自攻自钻钉

5 钢龙骨在楼层处宜设置竖向拉带连接（图 7.3.1-5）。

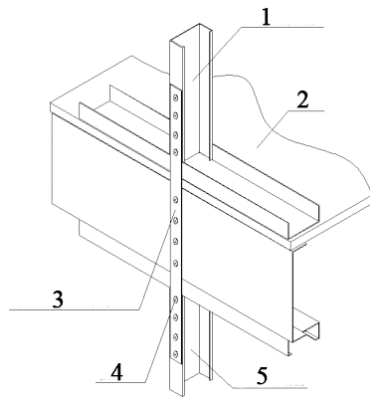
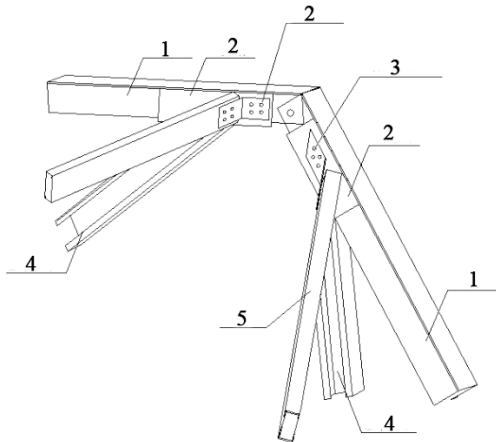


图 7.3.1-5 楼层间竖向拉带连接

1-墙面上层墙体竖龙骨；2-楼面基板；3-楼层间上下竖向拉带，间距不小于@1200；4-自攻自钻钉；5-楼板下层墙体竖龙骨

7.3.2 钢屋架可采用连接板栓接：

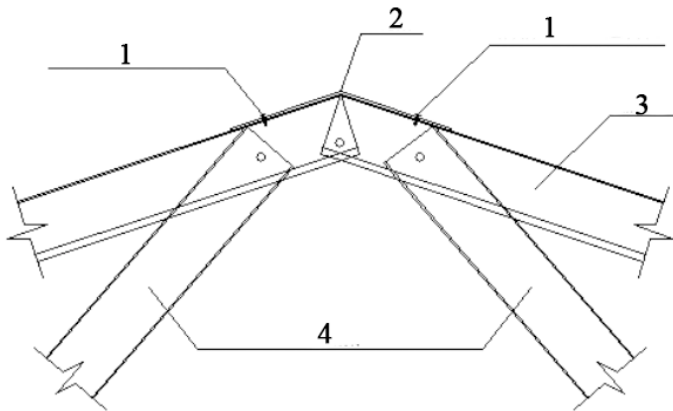
1 阳脊梁与轻型钢屋架采用自攻自钻螺钉通过连接板连接（图 7.3.2-1）；



7.3.2-1 阳脊梁与轻型屋架连接

1-屋架上弦；2-连接件；3-自攻自钻钉；4-屋架腹杆；5-阳脊梁

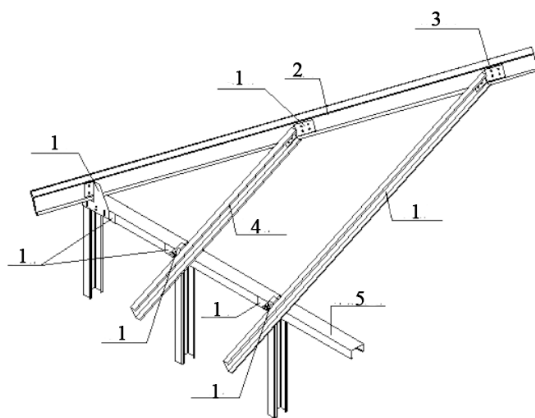
2 屋脊处宜设置连接板并用自攻自钻钉连接（图 7.3.2-2）；



7.3.2-2 屋脊节点

1-自攻自钻钉间距同屋架间距；2-连接件；3-屋架上弦；4-屋架腹杆

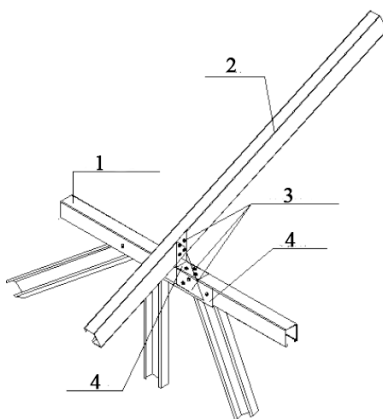
3 阳脊梁、连系杆与外墙之间宜设置连接板并用自攻自钻钉连接（图 7.3.2-3）；



7.3.2-3 阳脊梁、连系杆与外墙连接

1-连接件；2-阳脊梁；3-自攻自钻钉；4-连接杆；5-外墙顶龙骨

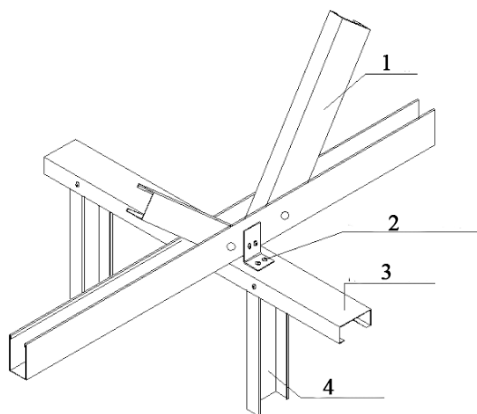
4 连系杆与 T 型屋架采用自攻自钻螺钉通过连接板连接（图 7.3.2-4）；



7.3.2-4 连系杆与 T 型屋架连接

1-T 形屋架上弦；2-连系杆；3-自攻自钻钉；4-连接件

5 内承重墙与屋架间宜设置连接件并采用自攻自钻螺钉连接（图 7.3.2-5）；



7.3.2-5 屋架与内承重墙连接

1-屋架腹杆；2-连接件；3-内承重墙顶部龙骨；4-内承重墙龙骨

7.3.3 有楼面次梁结构的，次梁连接节点应满足承载力要求。对桁架式次梁，各榀桁架的下弦之间应有系杆或钢带拉结。

7.3.4 在屋架上弦应铺设结构板或设置屋面钢带拉条支撑。当屋架采用钢带拉条支撑时，支撑与所有屋架的交点处应用螺钉连接。交叉钢带拉条的厚度不应小于 0.8mm。屋架下弦宜铺设结构板或设置纵向支撑杆件。

7.3.5 每块楼（屋）面板应至少有两根檩条支撑，板与檩条连接应按产品专业技术规定进行或采用螺栓连接。

7.3.6 楼（屋）面板与檩条当采用自钻自攻螺钉连接时，应符合下列要求：

- 1 螺钉规格不宜小于 ST6.3；
- 2 螺钉长度应穿透檩条翼缘板外露不少于 3 圈螺丝；
- 3 螺钉帽应加扩大垫片；
- 4 坡度较大时应有止推件抗滑移措施。

7.3.7 验算楼面梁的强度和刚度时，可不考虑楼面面板的组合作用。

7.4 基础构造

7.4.1 底层墙体的底梁与基础顶面之间应通长设置厚度不小于 1mm 的防潮层，其宽度不应小于底梁腹板宽度。

7.4.2 底层墙体与基础连接（图 7.4.2）应符合下列规定：

1 与基础连接的抗剪螺栓应采用预埋锚栓。抗剪螺栓直径不应小于 12mm，间距不应大于 1200mm。靠近墙体端部及脚部的抗剪螺栓距墙角柱及墙体端部的距离不应大于 300mm；抗剪螺栓上应设置 C 形截面垫块，垫块长度不小于 150mm，厚度与墙架柱相同。

2 墙体的端柱和角柱应通过抗拔件和抗拔锚栓与基础连接。抗拔件的立板厚度不宜小于 3mm，底板厚度不宜小于 6mm。每个抗拔件与墙架柱连接的螺钉数量不宜少于 6 个；抗拔锚栓采用预埋锚栓，其规格不宜小于 M16，间距不宜大于 6m。抗拔锚栓上应设置垫片，垫片厚度与抗拔件底板厚度相同。

3 采用锚栓连接时，应预先在底梁上冲孔，孔的直径比锚栓直径大 1.5mm~3mm，孔中心到底梁的边缘距离不应小于 1.5 倍锚栓直径，孔之间的中心距离不应小于锚栓直径的 3 倍。

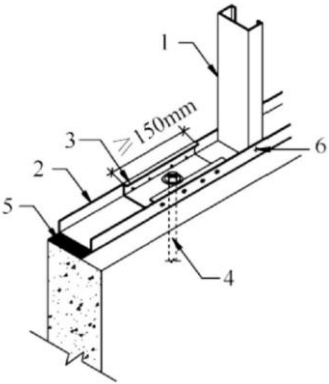


图 7.4.2 屋架与内承重墙连接

1-墙架柱；2-底梁；3-地坎；4-锚栓；5-防潮层；6-螺钉

7.5 楼梯

7.5.1 楼梯制作时需符合《冷弯薄壁型钢结构技术规程》GB50018 和《钢结构工程质量验收规范》GB50205 等规定的原则，结合冷弯薄壁型钢房屋的特点制定。

7.5.2 轻钢楼梯面板需采用轻质，高强，可钉可锯的材料，厚度不应小于 12mm，面板和轻钢楼梯龙骨一般采用自攻自钻钉固定。

7.5.3 楼梯与墙体应采取可靠连接，宜采用自攻自钻钉连接楼梯马牙墙和室内外轻钢墙，楼梯的承重墙应与建筑物的内外墙采用柔性材料隔开。

8 防护与保温隔热

8.1 防护

8.1.1 在钢结构设计文件中应明确规定钢材除锈等级、除锈方法、防腐涂料(或镀层)名称、及涂(或镀)层厚度等要求。

8.1.2 钢结构构件的除锈应按设计文件要求进行，当设计文件未作规定时，宜选用喷砂或抛丸除锈方法，并应达到不低于Sa2.5 级除锈等级。

8.1.3 钢结构的防腐蚀及涂装设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017的有关规定，综合考虑结构的重要性、基材种类、环境腐蚀条件、维护条件和使用寿命，以及工程造价和施工条件等因素。冷弯薄壁型钢结构防腐尚应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

8.1.4 钢结构防腐涂装施工的质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB50212 的要求。

8.1.5 用于钢结构防火涂料的防腐蚀底漆，须与防火涂料相兼容，两者应具有良好的附着力。设计要求涂装防火涂料的钢结构，其采用的防火涂料的性能、涂层厚度及质量要求应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB14907 和《钢结构防火涂料应用技术规范》CECS24 中的规定，并应符合下列要求：

1 需做防火涂料层的构架表面，可除锈后做底漆涂层。当要求底漆为耐高温（400℃）时，宜选用有机硅富锌底漆或溶剂型无机富锌底漆；

2 在厚型防火涂料的施工过程中，若需要在连接件处打磨除去防腐蚀底漆，之后应进行打磨，除去焊渣等，用刷涂法补涂防腐蚀底漆以保证其防腐蚀功能。

8.1.6 除有特殊需求外，设计中一般不应因考虑腐蚀而加大钢材截面厚度。当设计中考虑腐蚀而加大钢材截面厚度时，钢结构的单面腐蚀裕量应符合《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的规定。

8.1.7 浴室、卫生间和厨房的垂直排风管，应采取防回流措施或在支管上设置防火阀。厨房的

排油烟管道与垂直排风管连接的支管处应设置动作温度为 150℃的防火阀。

8.1.8 建筑内管道穿过楼板、工业厂房建筑单元之间的墙和分户墙时，应采用防火封堵材料将空隙紧密填实；当管道为难燃或可燃材质时，应在贯穿部位两侧采取阻火措施。

8.1.9 设备或电气管线应有塑料绝缘套管保护。

8.1.10 外墙及屋顶的外覆材料应符合现行国家或行业标准规定的耐久性、适用性以及防火性能的要求。在外覆材料内侧，结构覆面板材外侧，应设置防潮层、透气层、隔汽层，其物理性能、防水性能和水蒸气渗透性能应符合设计要求现行国家或行业标准的规定。

8.2 保温、隔热

8.2.1 外墙保温隔热可在墙体空腔中填充纤维类保温材料和（或）在墙体外铺设硬质板状保温材料。采用墙体空腔中填充纤维类保温材料时，热阻计算应考虑立柱等热桥构件的影响，保温材料宽度应等于或略大于立柱间距，厚度不宜小于立柱截面高度。

8.2.2 屋面保温隔热可采用保温材料沿坡屋面斜铺或在顶层吊顶上方铺的方法。采用保温材料在顶层吊顶上方铺的方式时，在顶层墙体顶端和墙体与屋盖系统连接处，应确保保温材料、隔汽层和防潮层的连续性和密闭性。

9 施工与验收

9.1 施工

9.1.1 钢结构的制作、安装和验收应严格按设计文件要求进行，其质量除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的要求。

9.1.2 钢结构防腐涂装施工的质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 和《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 的规定。当喷涂防火涂料时，尚应符合现行国家标准《钢结构防火涂料通用技术条件》GB 14907 的规定。

9.1.3 原材料、构配件和设备进场时，应提供相应的产品合格证、材质证明和检测报告。

9.1.4 轻型钢结构工业厂房的构件应按设计要求在生产车间内制作完成，不得在施工现场进行；钢构件的螺栓孔应采用钻成孔，严禁烧孔或现场气割扩孔。螺栓孔周边应无毛刺、破裂、喇叭口和凹凸痕迹，切屑应清除干净。

9.1.5 钢结构施工应有可靠措施确保预埋件尺寸符合设计允许偏差的要求。

9.1.6 钢结构安装顺序应先形成稳定的空间单元，然后再向外扩展，并应及时消除误差。

9.1.7 钢结构构件在露天中放置时，应避免由于雨雪、暴晒、冰雹等气候对构件及其表面镀层造成腐蚀。

9.1.8 构件运输、堆放应垫平固牢，搬运构件时不得采用损伤构件或涂层的滑移拖运。

9.1.9 高强度螺栓摩擦面、埋入钢筋混凝土结构内的钢构件表面及密封构件内表面不应做涂装。

9.1.10 弯薄壁型钢结构安装过程中应采取措施避免撞击，当结构构件的变形、缺陷超出允许偏差时，应进行处理，并应经检验合格后方可使用。

9.1.11 复合外墙墙板施工应符合下列要求：

1 双层墙板在安装好外侧墙板后，可根据设计要求安装固定好墙内管线，验收合格后方可安装内侧板；

2 双层外墙的内侧墙板宜镶嵌在钢框架内，与外层墙板拼缝宜错开 200mm~300mm 排列，并应按内隔墙板安装方法进行。

9.1.12 内隔墙板安装应符合下列要求：

1 应从主体钢柱的一端向另一端顺序安装，有门窗洞口时，宜从洞口向两侧安装；

2 应先安装定位板，并在板侧的企口处、板的两端均匀满刮粘结材料，空心条板的上端应局部封孔；

3 顺序安装墙板时，应将板侧榫槽对准另一板的榫头，对接缝隙内填满的粘结材料应挤紧密实，并应将挤出的粘结材料刮平；

4 板上、下与主体结构应采用 U 形钢卡连接；

5 需竖向拼接的隔墙板，其竖向拼缝应错缝连接，相邻板材的拼缝间距不应小于 300mm，并应根据墙体高度采取相应的加固措施；

6 隔墙板安装时应减少振动，板材上开槽、打孔应用专用机具切割或电钻钻孔，不得直接敲击或手动剔凿。

9.1.13 墙面整理和成品保护应符合下列要求：

- 1 墙面接缝处理应在门框、窗框、管线及设备安装完毕后进行；
- 2 应检查墙面：补满破损孔隙，清洁墙面，对不带饰面的毛坯墙应满铺防裂网刮腻子找平；
- 3 对有防潮或防渗漏要求的墙体，应按设计要求进行墙面防水处理；
- 4 对已完成抹灰或刮完腻子的墙面不得再进行任何剔凿；
- 5 在安装施工过程中及工程验收前，应对墙体采取防护措施，防止污染或损坏。

9.1.14 大于 100mm×100mm 的楼板洞口应在工厂预留，对所有洞口应填补密实。

9.1.15 楼板安装应平整，相邻板面高差不宜超过 3mm，且安装平面水平度全长不宜超过 10mm。

9.1.16 预制钢骨架轻型屋面板与板拼缝处钢边框及外围钢边框必须采取保温构造措施阻断“热桥”。

9.1.17 屋面施工前应符合下列要求：

- 1 设计屋面排板图；
- 2 确定屋面板搬运、起重和安装方法；
- 3 制定高空作业安全措施。

9.1.18 轻质墙板施工前应符合下列要求：

- 1 设计墙体排板图（包含立面、平面图）；
- 2 确定墙板的搬运、起重方法；
- 3 确定外墙板外包主体钢结构的干挂施工方法；
- 4 制定测量措施；
- 5 制定高空作业安全措施。

9.1.19 轻钢龙骨复合墙体施工前应符合下列要求：

- 1 运输和堆放轻钢龙骨或蒙皮用面板时应文明装卸，不得扔摔、碰撞，防止变形；
- 2 锯割龙骨和面板应采用专用工具，切割后的龙骨和面板应边缘整齐、尺寸准确；
- 3 施工机具进场应提供产品合格证，安装工具或机具应保证能正常使用；
- 4 应先清理基层，按设计要求进行墙位置测量放线，应用墨线标出墙的中心线和墙的宽度线，弹线应清晰，位置应准确，检查无误后方可施工。

9.1.20 施工时应确保保温材料、防潮层和隔汽层的连续性、密闭性、整体性。

9.2 验收

9.2.1 钢结构工程施工质量的验收应在施工单位自检合格的基础上，按照检验批、分项工程的划分，作为主体结构分部工程验收。

9.2.2 竣工验收应由建设单位组织实施，勘察单位、设计单位、监理单位、施工单位共同参与。

9.2.2 钢结构工程施工质量验收应在施工单位自检合格的基础上，按照检验批、分项工程、分部（或子分部）工程划分，并应符合下列要求：

1 应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定；

- 2 应符合工程勘察、设计文件的要求；
- 3 涉及结构安全的试块、试件以及有关材料，应按规定进行见证取样检测；
- 4 检验批质量应按主控项目和一般项目验收；

5 涉及结构安全和使用功能的重要分部工程应进行抽样检测；

6 工程观感质量应由验收人员通过现场检查，并应共同确认。

9.2.4 冷弯薄壁型钢工业厂房工程中，部分构件和工艺项目允许偏差应符合现行行业标准《低层冷弯薄壁型钢房屋建筑技术规程》JGJ 227 的有关规定。

9.2.5 楼板工程的施工验收应按主体结构验收要求进行，可作为主体结构中的一个分项工程。

9.2.6 墙体验收一般并入主体工程分部，作为主体分部工程的分项工程。

9.2.7 检验批合格质量应符合下列要求：

1 主控项目应符合合格质量标准的要求；

2 一般项目其检验结果应有 80% 及以上的检验点符合合格质量标准的要求，且最大值不应超过其允许值的 1.2 倍；

3 质量检查记录、质量证明文件等资料应完整。

9.2.8 分项工程的合格应在所含检验批均合格的基础上，并应对资料的完整性进行检查。

9.2.9 分项工程质量标准应符合下列要求：

1 各检验批质量验收文件应齐全，施工质量验收应合格；

2 观感质量验收应合格；

3 有关结构性能或使用功能的进场材料检验资料应齐全，并应符合设计要求。

9.2.10 钢结构分部工程的合格应在各分项工程均合格的基础上，进行质量控制资料检查、材料性能复验资料检查、观感质量现场检查。各项检查均应要求资料完整、质量合格。

附录 A 构件畸变屈服应力计算

A.0.1 J 卷边槽形截面构件（图 A.0.1）的轴压畸变屈服应力可按下列公式计算：

$$\sigma_{cd} = \frac{E}{2A} \left[(\alpha_1 + \alpha_2) - \sqrt{(\alpha_1 + \alpha_2)^2 - 4\alpha_3} \right] \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$\alpha_1 = \frac{\eta}{\beta_1} (I_x b^2 + 0.039 J \lambda^2) + \frac{k_\phi}{\beta_1 \eta E} \quad (\text{A.0.1-2})$$

$$\alpha_2 = \eta \left(I_y + \frac{2}{\beta_1} \bar{y} b I_{xy} \right) \quad (\text{A.0.1-3})$$

$$\alpha_3 = \eta \left(\alpha_1 I_y - \frac{\eta}{\beta_1} I_{xy}^2 b^2 \right) \quad (\text{A.0.1-4})$$

$$\beta_1 = \bar{x}^{-2} + \frac{(I_x + I_y)}{A} \quad (\text{A.0.1-5})$$

$$\lambda = 4.80 \left(\frac{I_x b^2 h}{t^3} \right)^{0.25} \quad (\text{A.0.1-6})$$

$$\eta = \left(\frac{\pi}{\lambda} \right)^2 \quad (\text{A.0.1-7})$$

$$k_\phi = \frac{Et^3}{5.46(h + 0.06\lambda)} \left[1 - \frac{1.11\sigma'_{cd}}{Et^2} \left(\frac{h^2 \lambda}{h^2 + \lambda^2} \right)^2 \right] \quad (\text{A.0.1-8})$$

σ'_{cd} 由公式（A.0.1-1）计算，其中 α_1 应改用公式（A.0.1-9）计算：

$$\alpha_1 = \frac{\eta}{\beta_1} (I_x b^2 + 0.039 J \lambda^2) \quad (\text{A.0.1-9})$$

卷边受压翼缘的 A 、 $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ 、 J 、 I_x 、 I_y 、 I_{xy} 通过下列公式确定：

$$A = (b + a)t \quad (\text{A.0.1-10})$$

$$\bar{x} = \frac{(b^2 + 2ba)}{2(b + a)} \quad (\text{A.0.1-11})$$

$$\bar{y} = \frac{a^2}{2(b + a)} \quad (\text{A.0.1-12})$$

$$J = \frac{t^3(b + a)}{3} \quad (\text{A.0.1-13})$$

$$I_x = \frac{bt^3}{12} + \frac{ta^3}{12} + bt\bar{y}^2 + at\left(\frac{a}{2} - \bar{y}\right)^2 \quad (\text{A.0.1-14})$$

$$I_y = \frac{bt^3}{12} + \frac{ta^3}{12} + at(b - \bar{x})^2 + bt\left(\bar{x} - \frac{b}{2}\right)^2 \quad (\text{A.0.1-15})$$

$$I_{xy} = bt\left(\frac{b}{2} - \bar{x}\right)(-\bar{y}) + at\left(\frac{a}{2} - \bar{y}\right)(b - \bar{x}) \quad (\text{A.0.1-16})$$

式中： h ——腹板高度；
 b ——翼缘宽度；
 a ——卷边高度；
 t ——考虑结构试件变异性的因子壁厚

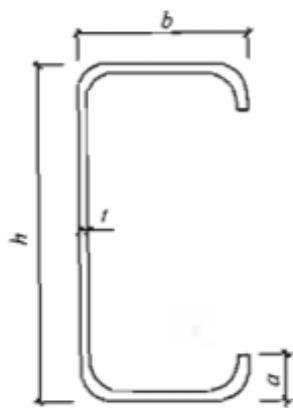


图 A.0.1 槽形截面示意

a —翼缘卷边的高度； b —翼缘的宽度

h —构件的高度； t —板件的厚度

A.0.2 卷边槽形和 Z 形截面绕对称轴弯曲时，畸变屈服应力 σ_{md} 可按公式 (A.0.1-1) 计算，但系数 λ 和 k_ϕ 应按下列公式计算：

$$\lambda = 4.80 \left(\frac{I_x b^2 h}{2t^3} \right)^{0.25} \quad (\text{A.0.2-1})$$

$$k_\phi = \frac{2Et^3}{5.46(h + 0.06\lambda)} \left[1 - \frac{1.11\sigma'_{md}}{Et^2} \left(\frac{h^4 \lambda^2}{12.56\lambda^4 + 2.192h^2 + 13.39\lambda^2 h^2} \right) \right] \quad (\text{A.0.2-2})$$

如 k_ϕ 为负值， k_ϕ 按公式 (A.0.2-2) 计算时，应取 $\sigma'_{md} = 0$ 。

如完全约束带卷边翼缘在畸变屈曲时的转动的支撑间距小于由公式 (A.0.1-1) 计算得到的 λ 时，应取支撑间距。

σ'_{md} 可由公式 (A.0.1-1)、(A.0.1-9)、(A.0.1-3)、(A.0.1-4)、(A.0.1-5)、(A.0.2-1)、

(A.0.1-7) 和 (A.0.2-2) 计算。

附录 B 确定螺钉材料抗剪强度设计值的标准试验

B.0.1 螺钉材料抗剪强度设计值的确定可采用图 B.0.1 所示试验方法,并应符合下列相关规定:

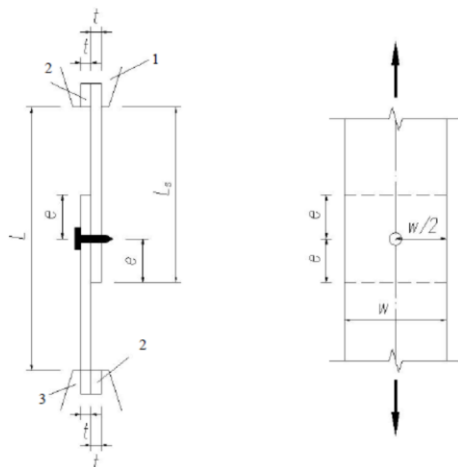


图 B.0.1 试验装置示意 ()

1- 上夹头; 2-垫块; 3-下夹头; L-连接板搭接后总长度 (不包括夹头夹住部分);

Ls-单块连接板长度 (不包括夹头夹住部分); W-连接板宽度; e-端距; t-连接板厚度

1 应在试验装置夹头处设置垫块,从而确保试验装置施加的荷载通过搭接节点中心。

2 连接板应采用钢板,其厚度不得小于螺钉直径,以保证螺栓被剪断;螺钉至少应有 3 圈螺纹穿过钢板。

3 螺钉的端距和边距均不得小于其直径的 3 倍,且不宜小于 20mm;连接板宽度不得小于螺钉直径的 6 倍,且不宜小于 40mm。

4 单块连接板长度 Ls (不包括夹头夹住部分)不宜小于 100mm,连接板搭接后总长度 L (不包括夹头夹住部分)不宜小于 160mm。

B.0.2 当螺钉不能钻穿钢板时,应在钢板上预开孔,预开孔径 d_0 应不小于 $0.9d$ (d 为螺钉公称直径)。

B.0.3 试验中,加载速率的控制应符合现行国家标准《金属材料室温拉伸试验方法》GB/T 228 的规定。

B.0.4 螺钉剪断承载力设计值应由下式确定:

$$N_{vt}^s = \frac{R_{min}}{1.1k_t} \quad (\text{B.0.4})$$

式中: N_{vt}^s ——螺钉剪断承载力设计值;

R_{min} ——螺钉剪断试验结果的最小值;

k_t ——考虑结构试件变异性的因子。

B.0.5 螺钉材料抗剪强度设计值应按下列公式确定:

$$f_v^s = \frac{N_{vt}^s}{A_e} \quad (\text{B.0.5-1})$$

$$A_e = \frac{\pi d_e^2}{4} \quad (\text{B.0.5-2})$$

式中： d_e ——螺钉有效直径；

A_e ——螺钉螺纹处有效面积；

N_{vt}^s ——试验得到的一个螺钉剪断承载力设计值；

f_v^s ——螺钉抗剪强度设计值。

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用词：

正面词采用“可”；反面词采用“不可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 3 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 4 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 5 《钢结构设计标准》GB 50017
- 6 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 7 《机械工业厂房建筑设计规范》GB 50681
- 8 《机械工业厂房结构设计规范》GB 50906
- 9 《有色金属工业厂房结构设计规范》GB 51055
- 10 《洁净厂房施工及质量验收规范》GB 1110
- 11 《电子工业厂房综合自动化工程技术标准》GB 51321
- 12 《厂房建筑模数协调标准》GB / T 50006
- 13 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 14 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 15 《碳素结构钢》GB / T 700
- 16 《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB / T 1228
- 16 《钢结构用高强度大六角螺母》GB / T 1229
- 17 《钢结构用高强度垫圈》GB / T 1230
- 18 《定向刨花板》LY / T 1580
- 19 《低层冷弯薄壁型钢房屋建筑技术规程》JGJ 227
- 20 T/CSUS 01-2019 装配式轻型钢结构工业厂房技术标准

福建省工程建设地方标准

装配式轻型钢结构工业厂房技术标准

Technical Standard for assembled lightweight Industrial Plant of Steel
Structure in Fujian

工程建设地方标准编号：
住房和城乡建设部备案号：

条文说明

制订说明

《福建省轻型钢结构工业厂房技术标准》DBJ/T xx-xxx-xxxx，经福建省住房和城乡建设厅 201x 年 xx 月 xx 日以闽建科[201x]xx 号公告批准、发布，并经住房和城乡建设部备案，备案号 Jxxxxx-xxxx。

本标准制订过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，总结了我省里氏硬度法现场检测建筑钢材抗拉强度的实践经验，同时参考借鉴了国内有关技术标准，通过广泛征求意见，反复修改后制订的。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《装配式轻型钢结构工业厂房技术标准》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、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	59
2	术语、符号	2
3	材料	5
3.1	钢结构材料	5
3.2	围护材料	6
3.3	保温材料	7
4	建筑设计	8
4.1	一般规定	8
4.2	模数协调	8
4.3	平面设计	9
4.4	墙体、楼面及屋面设计	9
4.5	节能设计	10
5	结构设计	11
5.1	一般规定	11
5.2	构件设计	11
5.3	连接设计	12
5.4	地基基础	13
6	轻型钢框架体系房屋结构	15
6.1	结构设计	15
6.2	墙板	18
6.3	楼、屋面板	26
7	冷弯薄壁型钢体系房屋结构	27
7.1	结构设计	27
7.2	墙板	33
7.3	楼、屋面板	38
7.4	楼梯	42
8	防护与保温隔热	43
8.1	防护	43
8.2	保温、隔热	43
9	施工与验收	45
9.1	施工	45
9.2	验收	46

1 总 则

1.0.3 本条文提出了设计中应该具体考虑的一些注意事项。

3 材 料

3.1 钢结构材料

3.1.1 在制定本标准时参考《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《装配式轻型钢结构住宅技术规程》DBJ 13-317-2019, 并对现行国家标准《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978 中的 550 级钢材 S550 的力学性能进行过系统的分析, 得出了 550 级钢材可以用于冷弯薄壁型钢房屋结构的结果, 并得到了不同厚度时的屈服强度和强度设计值作为设计依据。因此, 本标准将 550 级钢材作为可以选用的钢材之一。对于现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 和《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978 中其他级别的钢材, 由于未进行过系统的分析, 在使用时可按屈服强度的大小偏安全地归入 Q345 级或 Q235 级使用。本标准中将 550 级钢材定名为 LQ550, 材性参考澳大利亚标准《AS/NZS 4600: 2005》中 G450(厚度 $t \geq 1.5\text{mm}$)、G500 ($1.5\text{mm} > t > 1.0\text{mm}$)和 G550($t \leq 1.0\text{mm}$)三种钢材。目前, 这类 550 级钢材国内已有生产, 并广泛用于 2mm 以下冷弯薄壁型钢构件, 其屈服强度在 550MPa 左右, 但随厚度变化很大, 其材料性能要求见现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 及《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978 中的 550 级钢材, 其断后延伸率未规定。

当采用国外钢材时, 该钢材必须符合我国现行有关标准的规定。

3.1.2 该条文引自现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定, 是对钢材力学性能最基本也是最重要的规定。

3.1.3 对冷加工成型的钢材, 当壁厚不大于 6mm 的材料强度设计值按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定取值, 但构件计算公式仍然采用现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。当壁厚大于 6mm 的材料强度和构件设计计算公式都按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定执行。

3.2 围护材料

3.2.4 围护材料是钢结构工业厂房技术的重点和难点, 要求它质量轻、强度高、保温隔热性能好、经久耐用、经济适用。国外钢结构建筑及其产业化之所以比我国成熟, 主要是国外的建材业发达, 可供选用的建材品种多、质量好、科技含量高, 应用配套技术全面, 能形成体系化。随着建筑工业化的发展, 发达国家早在 20 世纪四五十年代便开始了墙体建筑材料的转变: 即小块墙材向大块墙材转变, 块体墙材向各种轻质板材和复合板材方向转变。墙体的材料是建筑节能的关键。轻质围护材料应采用节地、节能、利废和环保的材料, 严禁使用国家明令禁止、淘

汰或限制的材料。要坚持建筑资源可持续利用的科学发展观。

根据我国国情和福建省的建筑气候特点，建议围护材料采用以普通水泥为主要原料的复合型多功能预制轻质条形板材、轻质块体，或者是轻钢龙骨复合保温墙体等。围护材料产品的干密度不宜超过 $800\text{kg} / \text{m}^3$ ，并以条形板为宜，便于施工安装。以保温为主要目的外墙板或屋面板，应选用密度较小的复合保温板材；以隔热为主要目的外墙板或屋面板，应选用密度较大的复合保温板材。产品质量及试验方法均按我国国家有关标准执行。有关承载力性能的试验应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定执行。

轻质围护材料应为专门生产厂家制造，生产厂家应有质量保证体系、有产品标准、有专业生产的工艺设备和技术、有产品使用安装工法，并具有试验和经专家论证、政府主管部门备案的资料和文件。使用单位应作材料复检和技术资料审核。

3.3 保温材料

3.3.3 该节所列工程中常用的保温隔热材料，其性能指标取自我国现行相关标准规范的规定，采用有机泡沫塑料作为保温隔热材料时，应对其有防火保护措施,如采用水泥浇筑的聚苯夹心复合板形式等。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 本条强调装配式轻型钢结构工业厂房的建筑设计必须执行国家和各地方现行的政策和法规，全面体现以人为本，可持续发展和节能、节地、节水、节材的设计指导思想，还需考虑环境保护、职业健康和运行管理等的不同要求。安全、适用、经济、美观是国家对建筑建设提出的一贯的方针政策，建筑设计过程中应全面理解和贯彻安全、适用、经济、美观的方针，确保建筑工程质量，并符合环保的要求，以体现装配式低层钢结构建筑的优越性，促进建筑产业化发展。

4.1.2 集成化工业厂房建筑是工业化和产业化的要求，而工业化的前提是标准化和模数化。装配式轻型钢结构工业厂房建筑具有产业化的优势和特点，装配式轻型钢结构工业厂房技术开发应以工业化为手段，以产业化为目标，进行产品和技术配套开发，形成房屋体系。此条为轻型钢结构工业厂房建筑技术方向性导则。

4.1.3 轻型钢结构工业厂房建筑的构件或配件及其应用技术，具有较高的工业化生产程度和较严谨的操作程序,难以现场复制。否则，其功能或性能得不到保证。因此建筑、结构、设备和装修设计应紧密配合，应综合考虑，实现一体化设计，避免现场随意改动。

4.1.4 建造轻型钢结构工业厂房建筑各类构配件制品，如同工厂制造的产品一样，用工业化方法生产，然后运到现场进行安装。低层钢结构建筑的主要优点是生产效率高，构件质量好，施工速度快，自重轻，抗震性能好，到场湿作业少，受季节性影响小和减少环境污染。采用工厂化预制生产的方式，可以取得较好的工程质量和效果。低层钢结构建筑的建造是实现建筑工业化的主要途径。工业化的建筑体系以建筑的建造生产为基础，不仅是建筑部品的集成，也是集其综合设计系统、部品生产系统、集成技术系统于一体的优化集成产品。大力推广工业化的装配整体式建筑，使建筑生产从手工现场作业向工业化生产方式转变，以标准化构建部品化；以部品化推动工业化，以工业化促进产业化，从而促进建筑的可持续发展。随着建筑的商品化、市场化，建筑设计越来越多样化，作为低层钢结构建筑，应积极采用工厂化生产的各类预制构配件，注意加强标准化和多样化的工作，充分发挥低层钢结构建筑的优势。同时，因地制宜地积极采用各种新材料、新结构和新技术，并通过新技术集成与优化，提升建筑整体设计水平和建造质量。

4.1.5 轻型钢结构工业厂房应严格按照建筑模数制要求进行设计。设计强调建筑模数制的目的，在于使工业化建筑的各类部品、构件能做到标准化、系列化，尺寸协调，互换通用，便于工

厂统一加工，从而降低建造成本。

4.1.6 轻型钢结构工业厂房设计除应执行本标准外，尚应符合国家和本市现行有关强制性标准的规定。2000 年 4 月，国家颁布了《中华人民共和国工程建设标准强制性条文(房屋建筑部分)》；2005 年 11 月，国家颁布了《建筑建筑规范》GB50368 全文强制性规范，对这些规定以及《建筑设计规范》GB50096 中的强制性条文，装配整体式建筑设计时均应严格执行。此外，2005 年 11 月，中华人民共和国建设部颁布了《关于发布(全国民用建筑工程设计技术措施——节能专篇建筑)的通知》(建质[2006]277 号文)，重在指导全国建筑设计单位进行建筑节能设计。

4.2 模数协调

4.2.6 模数协调就是设计尺寸协调和生产活动协调。它既能使设计者的建筑、结构、设备、电气等专业技术文件相互协调；又能达到设计者、制造业者、经销商、建筑业者和业主等人员之间的生产活动相互协调一致，其目的就是推行工业厂房产业化。产业化的前提是工业化，而工业化生产是在标准化指导下进行的。工业厂房有其灵活多样性特点，如何最大限度地采用通用化建筑构配件和建筑设备，通过模数协调，实现灵活多样化要求，是设计者要解决的问题。轻型钢结构工业厂房建筑设计和制造是易于实现产业化的，可以做到设计标准化、生产工厂化、现场装配化。本节旨在引导技术和产品开发以及设计和建造应以产业化为方向，实现建筑产品和部件的尺寸协调以及安装位置的模数协调。

4.3 平面设计

4.3.2 轻型钢结构工业厂房的设计宜纳入标准化和系列化体系范围，以较少的设计基本类型，通过组合的方式，满足建筑多样化的需求。同时便于工厂集约化生产加工，提高工厂质量，并降低工程造价。

4.3.5 优先尺寸就是从模数数列中事先排选出的模数或扩大模数尺寸。在选用部件中对通用性强的尺寸关系，指定其中几种尺寸系列作为优先尺寸，其他部件应与已选定部件的优先尺寸关联配合。

4.3.6 工业厂房建筑平面设计在方案阶段应与钢结构专业配合，便于结构专业布置梁柱，使结构受力合理、用材经济，充分发挥钢结构优势。

4.3.7 工业厂房大开间布置，有利于工业厂房空间灵活分隔，具有可改性。

4.3.8 室内露柱或露梁影响使用和美观，在平面布置时，建筑和结构专业应充分配合，合理布置构件，或采用异形构件满足建筑使用要求。

4.4 墙体、楼面及屋面设计

4.4.6 外围护墙体是建筑节能的关键，墙体要有一定的热阻值，才能达到保温隔热的效果。钢结构特点之一是钢材的导热系数远大于墙板的导热系数，其热阻相对很小，热量极易通过钢材传导流失，形成“热桥”。因此，要在钢结构部位增加热阻，采取隔热保温措施。该条给出了墙板式墙体可操作的强制性做法。

钢结构结合预制墙板装配的建筑体系，是近年来开发钢结构建筑的主要形式之一。但这种新的建筑体系不为广大工程师们所熟悉，为规范这种建筑体系设计，有必要对涉及建筑主要功能性、适用性的设计方法作出强制性规定。

4.4.10 外墙和屋面属于外围护体系，是钢结构建筑设计重点之一，其设计应满足工业厂房的功能和性能，并与主体结构同寿命。

围护板材连接设计节点时，应根据连接节点类型采用理论分析或试验的方式验算节点承载力及变形。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.4 本节明确了本标准的结构设计是采用极限状态设计法，对承重结构应分别考虑承载能力极限状态和正常使用极限状态，以及净截面和毛截面在结构构件设计中的使用原则。同时为了提高建筑经济性能，提倡考虑维护墙体、连接和节点对结构整体刚度的影响。

5.3 连接设计

5.3.2 无论是螺栓连接还是焊接，都要求设计人员进行设计和计算确定连接强度，不应让加工厂或施工单位做节点连接的“深化”设计。

5.3.3 采用全螺栓连接，可以提高施工速度和质量，是装配式建筑的初衷和目标。低层钢结构建筑体系根据已有工程经验，钢结构节点连接采用全螺栓连接确实加快施工速度，但与此同时，由于连接节点处连接板和螺栓几何尺寸的影响，会造成大量的预制墙板、楼屋面板开槽开洞和围护结构缝隙填补工作，往往会增大成本，降低综合经济效益。因此，本标准推荐钢结构节点连接采用全螺栓连接，在施工条件允许、焊接质量和效率能够得以保证的情况下，也可采用焊接连接。

5.3.4 围护板材与钢结构之间的连接型式可采用粘接、卡件连接、自钻自攻螺钉连接、螺栓连接及焊接等。各种连接节点型式在受力性能上各有优劣，应根据结构和节点的受力型式和受力大小不同选取不同的节点型式，以螺栓连接的受力性能最可靠；螺栓连接可能会要求预制围护板材上于工厂提前预制钢连接件，会对围护板材的生产工艺、运输方案和安装方案产生一定的影响，同时对钢结构及围护板材现场安装的精度要求也更高；现场焊接应保证焊接的质量，并做好防腐蚀处理。

5.3.5 节点包括主构件、次构件和连接件，通常为一个主构件通过连接件连接一个或多个次构件；主构件通过连接件连接次构件叫连接。节点验算包含对主、次构件连接部位及连接件承载力和变形的验算。

5.3.7 结构的节点连接方式可以有多种选择，所选用的各种连接节点方式，当没有相关标准时，应经过试验研究，证实其各种性能的安全可靠。

5.3.8 本条文参考现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的相关规定制定。

6 轻型钢框架体系房屋结构

6.1 结构设计

6.1.3 支撑构件板件的宽厚比应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定取值。

6.1.6 H 型钢梁、柱采用端板全螺栓式连接,可满足现场全装配施工的需要,而且能避免现场焊接质量不能保证的弊端,这方面的研究成果较多,我国现行标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》CECS 102 中也有较详细的设计计算公式,推荐给工程技术人员应用实践。

6.1.7 柱带外伸梁段后,将梁的现场连接外移,容易满足设计要求。柱横隔板贯通的节点形式是近几年来抗震研究的成果之一,由于在工厂施焊,焊缝质量容易得到保证,在此介绍几种节点连接方法供设计参考。

6.1.9 对小截面的方、矩形钢管柱,在梁柱连接节点处,当不方便加焊内横隔板时,可以采用外套筒式的节点加强方法进行梁柱连接。该条是根据中国建筑科学研究院的研究成果提出的套筒构造要求,在轻钢结构中有推广应用的实际意义。近几年来,我国天津大学、同济大学、湖南大学等都做了这方面的研究工作,并于 2008 年在武汉市进行了几十万平方米的钢结构住宅工程实践,在日本也有这方面的研究和实践报道,在此提出这种节点形式供设计参考。

6.1.10 该条对柱脚的做法建议是出于施工便利考虑的,按照此做法的柱脚为刚接柱脚。式中 T 可根据柱脚板下反力直线分布假定,按柱受力偏心距的大小确定。

6.2 墙板

6.2.2 对于建筑型式、功能要求等不同的建筑,其外墙的具体要求有高有低,用纤维增强复合保温外墙板作为外墙的基材,并不能满足所有建筑外墙的需求,当设计要求高于墙板产品标准性能指标时,应进行材料补充检测并有质量合格证明文件。

6.2.3 本条文给出了外墙板与钢框架以及外墙板与外墙板之间的连接方式,包括粘接连接、卡件连接、自钻自攻螺钉连接、螺栓连接等。针对具体工程的节点设计,应根据实际工程的抗风抗震要求及其它结构性能要求,同时考虑现场装配施工的便捷性,装饰装修的可持续性,综合考虑结构的安全性、经济性、质量效率等确定连接方式。

6.2.8 本条文给出了隔墙板与钢框架以及隔墙板与外墙板、隔墙板之间的连接方式,包括粘接连接、卡件连接、自钻自攻螺钉连接等。针对具体工程的节点设计,应根据实际工程的抗震要求及其它结构性能要求,同时考虑现场装配施工的便捷性,装饰装修的可持续性,综合考虑结构的安全性、经济性、质量效率等确定连接方式。

6.3 楼、屋面板

6.3.2 本条文给出了楼面板与钢框架以及板与板之间的连接节点型式，包括焊接连接、自钻自攻螺钉连接、螺栓连接等。针对具体工程的节点设计，应根据实际工程的抗震要求及其它结构性能要求，同时考虑现场装配施工的便捷性，装饰装修的可持续性，综合考虑结构的安全性、经济性、质量效率等确定连接方式。

6.3.4 目前，工程中使用的轻质楼板主要有两类，一类是厚型的，如预制圆孔板、水泥加气发泡板。另一类是薄型板，如 OSB 板、钢丝网水泥板等。本节给出了这些楼板安装的基本要求，具体细则还应结合各专业设计进行。

7 冷弯薄壁型钢体系房屋结构

7.1 结构设计

7.1.1 本条综合了目前国内低层冷弯薄壁型钢房屋结构构件常用的几种截面类型。由于壁厚一般在 2mm 以下，截面形式多为开口截面和拼合截面。本节采用的公式针对除图 7.1.1-1 中(c)以外的截面构件的验证性研究较多。对其他截面，可参考本节采用的承载力计算公式进行设计。特殊截面情况下宜通过进一步的构件设计可靠度分析来确定。

7.1.2 进行可靠度分析时，壁厚太薄的试件，材料强度、试验结果离散性过大，所以规定了最小壁厚的要求；另考虑福建省为沿海城市，经常承受海风侵蚀影响；在进行大量钢结构设计单位和工程实例的调研下，提高了承重构件的最小壁厚值。

7.1.4 构件形心之间的偏心超过 20mm 后，应考虑附加偏心距对构件的影响（图 1）。楼面梁支承在承重墙体上，当楼面梁与墙体柱中心线偏差较小时，楼面梁承担的荷载可直接传递到墙体立柱，在楼盖边梁和支承墙体顶导梁中引起的附加弯矩可以忽略，不必验算边梁和顶导梁的承载力，否则要单独计算，计算方法同墙体过梁。

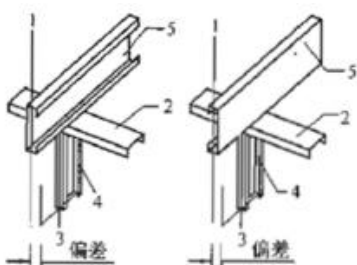


图 1 同一榀构架的偏差
1—水平构件的形心线；2—顶导梁；
3—立柱的形心线；4—立柱；5—水平构件

7.1.5 低层冷弯薄壁型钢结构属于受力蒙皮结构，结构面板既是重要的抗侧力构件（抗剪墙体）的组成部分，同时也为所连接构件提供可靠的稳定性保障，因此必须可靠连接。

7.1.9 低层冷弯薄壁型钢房屋结构构件由于壁厚较薄，通常在 2mm 以下，截面易发生畸变屈曲，且与局部屈曲、弯曲屈曲、扭转屈曲相互影响，因此构件承载力计算较为复杂。第 7.1.7~7.1.9 条对这类低层冷弯薄壁型钢开口截面轴压和受弯构件的承载力计算及畸变屈曲以外的稳定性计算，仍按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 各类构件的相应规定进行，但因为板件很薄，有效宽厚比计算中必须考虑板组稳定影响；对畸变失稳对应的承载力，直接参考澳大利亚标准(AS/NZS 4600: 2005)的公式给出。对压弯构件，本标准建议采用一个简单的公式来考虑。对由典型开口截面拼合而成的截面的轴压构件，原则上可由两个单个开口截

面轴压构件的承载力简单叠加，但考虑到组合后的截面部分板件重合，且之间有按构造要求布置的螺钉(间距不小于 600mm)相连，对相互之间的板件稳定有明显影响，且一般由于内外覆板的约束而只存在墙体面外弯曲的可能，根据相关、试验研究结果可以考虑这部分的增强。同济大学、西安建筑科技大学、中国建筑标准设计研究院、博思格钢铁（中国）、上海绿筑住宅系统科技有限公司、上海钢之杰钢结构建筑有限公司等开展合作研究，对 LQ550 级、Q235 级、Q355 级钢材开口及拼合截面的轴压构件、偏压构件、受弯构件承载力及破坏模式进行了系统的试验研究。同济大学采用本标准提出的公式进行承载力估计，对各类构件进行了详细的设计可靠度分析，结果表明该方法是合理可行的，能够满足相关设计可靠度的要求。对压（拉）弯构件，式(7.1.9-1)~式(7.1.9-7)仅考虑卷边槽形截面绕对称轴弯曲的情况，这也是卷边槽形截面实际工程应用中的主要情形。

7.1.10 由于冷弯薄壁型钢构件截面畸变屈曲行为复杂且破坏具有脆性，结构构造设计中应尽量避免出现，这样可在提高构件承载力的同时，避免了复杂的计算。目前有一定研究基础的构造设计措施包括：1）构件受压翼缘有可靠的限制畸变屈曲变形的约束；如构件受压翼缘的外侧平面覆有有效板材及螺钉连接间距加密一倍；2）构件长度小于构件畸变屈曲半波长 λ ，从而抑制截面畸变屈曲的形成；3）构件截面采取如设置间距小于构件畸变屈曲的半波长 λ 的拉条或隔板等有效抑制畸变屈曲发生的措施。

7.1.11 在现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 中没有对中间加劲板件给出有效宽度的计算方法。本条参考澳大利亚标准(AS/NZS 4600: 2005)，接“等效板件”的概念给出这类板件的有效宽度计算公式。同济大学对 LQ550 级钢材含中间加劲板件截面的轴压构件承载力进行了试验研究及计算分析。表明该方法的合理性，并容易与现有规范的计算方法相衔接。在中间加劲板件有效宽度实际计算中，主要是先根据图 7.1.11(a)中左图得到失效宽度，再根据右图考虑原始截面失效的面积或面积矩。

7.1.12 螺钉的抗剪连接破坏主要表现为被连接板件的撕裂和连接件的倾斜拔脱，这两种破坏模式下的承载力可采用《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 中推荐的公式进行计算。采用 2mm 以下薄板或高强度薄板时，试验中还发现有明显的螺钉剪断现象，存在一定的“刀口”效应，其承载力也明显低于上述两种破坏模式。澳大利亚标准(AS/NZS 4600: 2005)要求该承载力由试验确定，且不能小于 1.25 倍规范公式承载力（即被连接板件的撕裂和连接件的倾斜拔脱对应的承载力）。另外，同济大学进行的一系列单剪试验研究表明，当一个螺钉的抗剪承载力不低于按螺钉螺纹处有效截面面积和材料抗剪强度计算得到的剪断承载力的 80%时，螺钉有可能发生剪断破坏，因此建议按式(7.1-1)验算，使螺钉连接受剪时不会发生剪断破坏，仍可按规范

公式进行计算。目前，由于对不同厂家生产的螺钉材料的抗剪承载力缺乏标准，且“刀口”效应难以量化，所以本条第 2 款规定单剪剪断承载力应考虑相连的板件厚度及连接顺序，由标准试验确定。同时，采用多个螺钉连接时，螺钉群存在明显的剪切滞后效应。同济大学在试验研究的基础上，建议参考文献 La Boubé RA, Sokol MA. Behavior of screw connections in residential construction. Journal of Structural Engineering, 2002, 128 (1): 115 -118 的公式。由于原公式在 $n=1$ 时不等于 1，故将其中一个系数 0.467 改为 0.465。

7.1.15 本条是对直径的最低要求。

7.1.16 本条中受压板件的宽厚比限值是为了限制板件的变形，并保证截面承载力计算基本符合本标准给出的计算模式，因此与钢材材料的强度无关。

7.1.18 本条提到的螺钉包括自钻螺钉和螺钉。以后有关条款中提到螺钉时也是如此。

7.1.20 本条规定是要保证梁及屋架在支承处的局部稳定。楼面梁及屋架弦杆支承长度的规定是参照美国规范取值，主要是从构造确保楼面梁及屋架弦杆在支座处具备一定支承面积，同时加强了楼面、屋面和墙体结构连接的整体性。

7.1.21 边梁对结构面板边缘起加强作用，同时是连接楼面梁与墙体的过渡构件。梁在支承点处宜布置腹板承压加劲件，避免复杂的腹板局部稳定性验算。当厚度大于 1.1mm 时，可采用相应的无卷边槽钢作为承压加劲件。安装时承压加劲件应与楼面梁腹板支座区中心对齐，宜设置在楼面梁的开口一侧，且应尽量与下翼缘顶紧。

7.2 墙板

7.2.7 墙体连接处立柱布置，满足钉板要求。

8 防护与保温隔热

8.1 防护

8.1.7 为防止火灾通过建筑内的浴室、卫生间和厨房的垂直排风管道（自然排风或机械排风）蔓延，要求这些部位的垂直排风管采取防回流措施或在其支管上设置防火阀。由于厨房中平时操作排出的废气温度较高，若在垂直排风管上设置 70℃时动作的防火阀将会影响平时厨房操作中的排风。根据厨房操作需要和厨房常见火灾发生时的温度，本条规定工业厂房厨房的排油烟管道的支管与垂直排风管连接处应设 150℃时动作的防火阀。

8.1.8 工业厂房建筑内的管道如水管等，因受条件限制必须穿过单元之间的墙和分户墙时，应用水泥砂浆等不燃材料或防火材料将管道周围的缝隙紧密填塞。对于采用塑料等遇高温或火焰易收缩变形或烧蚀的材质的管道，为减少火灾和烟气穿过防火分隔体，应采取措施使该类管道在受火后能被封闭，如设置热膨胀型阻火圈等。

8.1.11 外覆层是指屋面瓦片、外墙面材或外墙挂板等建筑最外侧保护层，目的是遮挡外界风雨侵袭以保护内部构造，可遮挡掉绝大部分的外部雨水。其耐久年限应在综合考虑初次投资与后期维护（拆换清洗等）的基础上确定，并满足相关国家或行业标准的规定。

由于外覆层的本身材料属性、材料老化和施工及维护缺陷等原因，外覆层本身可能做不到万无一失的防水，而需要结合防潮层来遮挡掉偶然进入到外覆层内部的水分。防潮层材料的选择取决于外覆层材料的防护性能和可靠性，常见的防潮层材料，有沥青防潮纸毡、防潮透气膜等。其物理性能、防水性能和水蒸气渗透性取决于具体的墙体设计。

8.2 保温、隔热

8.2.1 为确保墙体空腔中填充的保温材料不会塌陷，保温材料应轻质且回弹性能好，厚度与轻钢立柱厚度等厚或略厚，通常采用玻璃棉毡等轻质纤维状保温产品。

在墙体外铺设的硬质板状保温材料，主要目的是减少钢立柱热桥的影响，以防止建筑墙体内表面或内部的冷凝和结露。由于冷弯薄壁型钢立柱的传热能力比立柱间空腔保温材料的传热能力大许多，其热桥效应对建筑围护传热会产生很大的影响，计算外墙热阻时应考虑保温材料的性能折减。

8.2.2 冷弯薄壁型钢建筑屋顶保温材料一般有在吊顶上平铺和随坡屋面斜铺的两种方式。保温材料（一般为玻璃棉等纤维类保温材料）在吊顶上平铺，节省保温材料，且其上有通风隔热空

间，可以提高屋顶的保温隔热性能。考虑到冷弯薄壁型钢屋顶蓄热性能低，在采用保温材料随屋面斜铺的方式时，应将保温材料热阻按标准要求予以提高以满足国家热工标准中屋顶隔热性能的要求。在构造设计时，应确保屋顶保温材料与墙体保温材料的连续性，以防止由于保温材料不连续而造成的传热损失和冷凝。

为减少屋顶钢构件的热桥效应，防止屋顶内部冷凝和屋顶室内侧出现立柱黑影，在顶层吊顶上方平铺的纤维类屋顶保温材料，厚度不宜小于屋顶钢构件截面高度并不宜小于 200mm;沿坡屋面斜铺的保温材料，在寒冷地区和严寒地区，宜增加铺设连续的硬质板状保温材料，以防止屋顶面冷凝和室内侧出现黑影。

9 施工与验收

9.1 施工

9.1.10 冷弯薄壁型钢构件壁厚较薄，在冲击外力作用下容易产生局部变形或整体弯曲，导致构件存在缺陷部位。在构件正式安装前，要对这些部位进行校正或补强，以免影响结构的受力性能。