



CECS XXX: 2011

中国工程建设协会标准

交错桁架体系钢结构

技术规范

Technical code for staggered truss system of steel structure

(2011年8月1日征求意见稿)

中国计划出版社

目 录

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	2
3 材料.....	5
4 设计规定.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 作用与作用效应组合.....	8
5 结构分析.....	13
5.1 结构布置.....	13
5.2 结构分析方法.....	14
6 桁架的计算与构造.....	20
7 柱的计算与构造.....	27
8 楼盖的计算与构造.....	30
8.1 一般规定.....	30
8.2 楼盖计算.....	32
8.3 楼盖构造.....	36
9 围护结构.....	38
10 制作与安装.....	40
10.1 一般规定.....	40
10.2 制作.....	40
10.3 安装.....	42
11 结构的防护.....	47
12 验收.....	49

CONTENTS

Chapter 1	General	1
Chapter 2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	2
Chapter 3	Materials.....	5
Chapter 4	Design Requirments	7
4.1	General.....	7
4.2	Actions and Combination for Action Effects.....	8
Chapter 5	Structral Analysis	13
5.1	Structural Arrangement.....	13
5.2	Methods of Structral Analysis.....	14
Chapter 6	Calculations and Details of Truss.....	20
Chapter 7	Calculations and Details of Column.....	27
Chapter 8	Calculations and Details of Slab	30
8.1	General.....	30
8.2	Calculations of Slab	32
8.3	Details of Slab.....	36
Chapter 9	Retaining Structure.....	38
Chapter 10	Fabrication and Installation.....	40
10.1	General.....	40
10.2	Fabrication	40
10.3	Installation.....	42
Chapter 11	Corrosion and Protection of Structure	47
Chapter 12	Acceptance	49

1 总则

1.0.1 为了在交错桁架体系钢结构建设中贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，制定本规范。

【条文说明】本条是本规范的编制目的。

1.0.2 本规范适用于非抗震设防和抗震设防烈度 7 度及 7 度以下地区、乙类及以下的交错桁架体系钢结构工程。

【条文说明】本条是交错桁架体系钢结构建筑的适用条件。

1.0.3 交错桁架体系钢结构建筑的抗震设防类别的划分和抗震设防标准应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的规定。

【条文说明】本条关于建筑工程的抗震设防类别和抗震设防标准的划分，执行现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的规定。根据该规定，抗震设防类别主要按建筑遭受地震破坏对各方面影响后果的严重性分为甲、乙、丙、丁四类，并对各抗震设防类别建筑的抗震设防标准做了明确规定。交错桁架体系钢结构一般不用于甲类建筑。

1.0.4 交错桁架体系钢结构的设计、制作、安装与验收，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 交错桁架体系 staggered truss system

由柱子、平面桁架和楼面板组成的结构体系。其中柱子布置在房屋的外围，无中柱；桁架的高度与层高相同，长度与房屋宽度相同；桁架的两端支承于外围柱子上，在相邻的柱列上为上、下层交错布置；楼面板一端搁置在桁架的上弦，另一端设置在相邻桁架的下弦。

2.1.2 混合式桁架 composite truss

由弦杆、竖腹杆和斜腹杆组成，在某些节间可无斜腹杆的平行弦桁架。

2.1.3 底层落地桁架 truss setting at ground floor

布置于交错桁架结构底层的混合式桁架。

2.1.4 组合梁效应 composite beam effect

钢梁和所支撑的钢筋混凝土楼板组合成一个整体而共同抗弯的性能。

2.1.5 平面协同分析模型 plane collaborative model

采用刚性链杆模拟楼板传递水平力的作用的交错桁架体系钢结构的平面简化计算模型。

2.1.6 矩形钢管混凝土柱 concrete-filled rectangular steel tube column

在矩形钢管内浇注混凝土并由钢管和管内混凝土共同承担荷载的交错桁架体系钢结构的柱子。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

G_j ——第 j 层的重力荷载代表值；

GJ_i ——第 i 层桁架的抗扭刚度之和；

H_{ni} ——柱顶假想水平力；

K_{ij} ——第 i 层第 j 榀桁架的抗剪刚度；

N_V^c ——开孔钢板连接件单孔抗剪承载力设计值；

P_i ——第 i 层以上的竖向荷载总和；

Q_i ——第 i 层的总重力荷载设计值；
 R ——结构构件承载力设计值；
 S ——不考虑地震作用时荷载效应组合的设计值；
 S_i ——按二阶弹性分析得到的构件内力值；
 S'_i ——假定结构无侧移时按一阶弹性分析得到的构件内力值；
 S''_i ——结构各节点有侧移时按一阶弹性分析得到的构件内力值；
 S_E ——考虑多遇地震作用时，荷载和地震作用效应组合的设计值；
 u_i ——按二阶弹性分析得到的第 i 层的楼层水平位移；
 u'_i ——按一阶弹性分析得到的第 i 层的楼层水平位移；
 V_i ——第 i 层的水平剪力；
 V_{\max} ——楼板传递的最大面内水平剪力；
 V_{ij} ——作用于第 i 层第 j 榀桁架的剪力；
 V_{ij}^S ——第 i 层第 j 榀桁架所分配的楼层剪力；
 V_{ij}^T ——当楼层总剪力与刚心偏离时作用于第 i 层第 j 榀桁架的剪力；
 V_{EKi} ——第 i 层对应于水平地震作用标准值的楼层剪力；
 Δ_i ——按一阶弹性分析得到的第 i 层的层间水平位移。

2.2.2 材料性能和抗力

E ——钢材的弹性模量；
 f_t ——混凝土的抗拉强度设计值；
 f_v ——压型钢板抗剪强度设计值；
 f_{ys} ——钢筋的抗拉强度设计值；
 f_c ——混凝土抗压强度设计值。

2.2.3 几何参数

A ——腹杆的截面面积；
 A_p ——压型钢板的单位截面面积；
 A_s ——开孔钢板连接件中孔洞中贯通钢筋截面面积；
 a ——除空腹节间外，其它节间的宽度；
 B ——深梁构件的楼板高度；

b ——平行于桁架的孔洞边的尺寸；
 b_d ——楼板的计算宽度；
 b_1 ——孔洞与桁架间最近距离；
 c ——空腹节间的宽度；
 D ——桁架的跨度；
 d ——开孔钢板连接件中开孔直径；
 e_d ——偏心距设计值；
 e_0 ——楼层总剪力作用点至楼层刚度中心的距离；
 h ——楼板的计算厚度；
 h_d ——楼板进深尺寸（桁架跨度）；
 h_h ——垂直于桁架的孔洞边的尺寸；
 h_i ——第 i 层的层高；
 h_s ——桁架的高度；
 h_1 ——孔洞与次梁间最近距离；
 I ——弦杆的惯性矩；
 L ——垂直于楼层剪力方向的结构平面尺寸；
 L_i ——第 i 层垂直于地震作用方向的建筑物长度；
 l ——腹杆的长度；
 l_0 ——楼板开间尺寸；
 m ——第 i 层桁架总数；
 n ——结构计算总层数；
 x_j ——单榀桁架相对于楼层刚度中心的坐标。

2.2.4 计算系数

α_y ——钢材强度影响系数；
 β ——放大系数；
 γ_0 ——结构重要性系数；
 γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 采用；
 λ ——剪力系数。

3 材料

3.0.1 交错桁架体系钢结构宜采用牌号为 Q235，质量等级为 B、C、D 的碳素结构钢以及牌号为 Q345、Q390，质量等级为 B、C、D、E 的低合金高强度结构钢。其质量应分别满足现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。当有可靠依据时，可采用其他牌号的钢材，但应符合有关标准的规定和要求。

【条文说明】现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 规定了承重结构的钢材宜采用 Q235 钢、Q345 钢、Q390 钢和 Q420 钢。在现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 将 Q235 钢分为 A、B、C、D 四个等级，其中 A 级钢不要求做冲击试验、只有用户要求时才进行冷弯试验、碳含量可以不作为交货条件，现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 将 Q345 钢、Q390 钢分为 A、B、C、D、E 五个等级，其中 A 级钢不要求做冲击试验，也不保证冲击韧性和延性的基本要求，故不推荐采用 A 级钢。

3.0.2 在技术经济合理的情况下，可在同一结构或构件中采用不同牌号的钢材。

【条文说明】交错桁架体系钢结构根据受力不同采用不同的钢材，优化结构用钢。柱子和弦杆受力大可以采用强度较高的钢材，腹杆受力相对较小，可以采用强度较低的钢材。

3.0.3 用于承重结构的钢材和连接材料，应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度、和硫、磷含量的合格保证。对焊接承重结构，尚应具有碳当量和冷弯试验的合格保证。有抗震设防要求时，其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%。

【条文说明】综合了现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。保证钢材具有足够的塑性变形能力和冲击韧性是抗震结构的基本要求。

3.0.4 在结构设计图纸和材料订货文件中，应注明所采用钢材的牌号和等级、供货条件等以及连接材料的型号（或钢材的牌号）。必要时，尚应注明对钢材所要求的机械性能和化学成分的增加保证项目。

【条文说明】本条提出在设计和订货中应具体考虑的一些注意事项。

3.0.5 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 的规定采用。

3.0.6 焊接材料和紧固件的选择及其强度设计指标，应按现行国家标准《钢结构设计规范》

GB 50017 的规定采用。

3.0.7 锚栓可采用 Q235 钢 或 Q345 钢，其质量应分别满足现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。

3.0.8 栓钉连接件的材料应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 的规定。

3.0.9 钢管混凝土柱中填充的混凝土，其强度等级不宜低于 C30。对 Q235 钢管柱，宜填充 C30 或 C40 级的混凝土；对 Q345 钢管柱，宜填充 C40 或 C50 级的混凝土；对 Q390 钢管柱，宜填充不低于 C50 级的混凝土。

【条文说明】根据工程实践经验，钢管混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C30 级。按照常用的钢管和混凝土面积比值范围，采用 Q235 钢管配置 C30 至 C40 级的混凝土；采用 Q345 钢管配置 C40 或 C50 级的混凝土；对 Q390 钢管配置 C50 级及以上的混凝土较为匹配、合理。

3.0.10 楼板混凝土的强度等级不应低于 C30。当采用装配整体式叠合楼板时，叠合层混凝土强度等级不应低于 C35。采用轻骨料混凝土时，其强度等级不应低于 LC35，力学性能应符合有关现行国家标准的规定。

【条文说明】交错桁架体系钢结构中楼板除了承受竖向作用外，还传递横向框架间的水平作用，因此其混凝土强度等级不应低于 C30。采用轻骨料混凝土楼板，可以降低地基与基础费用，减轻结构自重，减小地震作用。

3.0.11 结构中的混凝土强度等级、力学性能以及钢筋混凝土构件的钢筋均应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

【条文说明】本条规定了交错桁架体系钢结构所用的混凝土的强度等级和力学性能、钢筋应符合的现行国家标准。

4 设计规定

4.1 一般规定

4.1.1 交错桁架体系钢结构的横向框架在竖向平面内每隔一层设置桁架层，相邻横向框架的桁架层交错布置，使每层楼面形成二倍柱距的大开间（如图 4.1.1 所示）。必要时，也可通过设置吊杆，在局部使楼面形成三至四倍柱距的大开间。

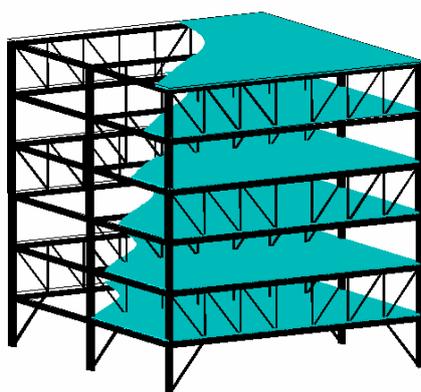


图 4.1.1 交错桁架体系钢结构

【条文说明】结构体系的基本组成是：楼板、平面桁架和柱子，柱子仅在房屋周边布置。桁架高度与层高相同，跨度与建筑物宽度相同，桁架两端支承在房屋纵向边柱上。在相邻轴线间，楼层板一端支承在下一层桁架的上弦杆上，另一端支承在上一层桁架的下弦杆上，一般不需要设楼面梁。

4.1.2 交错桁架体系钢结构在风荷载作用下，顶点质心位置的侧移不宜超过建筑高度的 1/500；质心层间侧移不宜超过楼层高度的 1/400。

【条文说明】按照现行国家标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99 的规定采用。

4.1.3 交错桁架体系钢结构的第一阶段抗震设计，层间位移不得超过结构层高的 1/300；交错桁架体系钢结构的第二阶段抗震设计，横向方向的层间位移不得超过结构层高的 1/75，纵向方向层间位移不得超过结构层高的 1/50。

【条文说明】按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定采用。考虑到交错桁架体系钢结构横向方向结构延性相对较差，在二阶段设计时对层位移限制严格一些。

4.1.4 交错桁架体系钢结构的高度不宜大于 110m，高宽比不宜大于 6；结构单元中桁架的

跨度不宜大于 21m。

【条文说明】交错桁架结构体系适用于多层、小高层建筑。高宽比参照现行国家行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 中 6、7 度及非抗震设防时的框架-支撑钢结构体系取用。依据国外现有工程实践，跨度过大后结构不经济。

4.1.5 受弯构件的挠度与其跨度的比值，不宜大于表 4.1.5 规定的限值。

表 4.1.5 受弯构件的挠度限值

构件类别		构件挠度限值	
		全部荷载	活荷载
楼层梁	(1) 主梁	$l/400$	$l/500$
	(2) 次梁	$l/250$	$l/300$
楼 板		$l/250$	—

注：1 表中 l 为构件跨度；

2 对悬臂梁，按悬伸长度的 2 倍计算受弯构件的跨度。

【条文说明】楼层梁按照现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定采用；楼板因需要传递水平荷载，挠度限值小于 GB 50017 规定。

4.2 作用与作用效应组合

4.2.1 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，按分项系数设计表达式进行计算。

【条文说明】按照现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定采用。

4.2.2 设计交错桁架体系钢结构时，荷载标准值、荷载分项系数、荷载组合、荷载组合值系数均应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用；抗震设防的结构还应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

4.2.3 交错桁架体系钢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。

1 按承载能力极限状态设计时，应考虑荷载效应的基本组合，必要时尚应考虑荷载效应的偶然组合。荷载和材料强度均采用设计值。结构的承载能力计算应包括构件和连接的强度、结构和构件的稳定性。抗震设防的结构尚应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和其它有关要求对结构构件和连接的抗震承载能力计算。承载能力计算应满足下列要求：

$$\text{不考虑地震作用时} \quad \gamma_0 S \leq R \quad (4.2.3-1)$$

$$\text{考虑多遇地震作用时} \quad S_E \leq R / \gamma_{RE} \quad (4.2.3-2)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数，按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068

采用；

S ——不考虑地震作用时荷载效应组合的设计值；

S_E ——考虑多遇地震作用时，荷载和地震作用效应组合的设计值；

R ——结构构件承载力设计值；

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

采用。

2 按正常使用极限状态设计时，应采用荷载的标准组合，结构或构件的变形不应超过达到正常使用要求的规定限值。计算结构和构件的变形时，可按构件毛截面计算。荷载效应的标准组合应取与构件承载力验算相同的组合，但各荷载或作用的分项系数应取 1.0。对桁架的弦杆—楼板组合梁尚应考虑荷载效应的准永久值组合。

【条文说明】按照现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定的原则进行。

4.2.4 交错桁架体系钢结构的抗震设计，应符合下列要求：

1 按 6 度设防位于 I—III 类场地上的丙类建筑，可不计算地震作用；

2 按 6 度设防位于 IV 类场地上的丙类建筑、按 6 度设防的乙类建筑以及按 7 度设防的乙、丙类建筑，应按本地区的设防烈度计算地震作用；

3 按 6 度设防的建筑可不进行罕遇地震作用下的结构计算。

【条文说明】本条是在现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的基础上，对交错桁架体系钢结构建筑，特别是 6 度设防的该类建筑的设计要求，做了进一步的规定。

4.2.5 交错桁架体系钢结构内力与位移可按弹性方法计算，横向方向一般可不考虑二阶效应，纵向方向宜考虑结构的二阶效应。

【条文说明】交错桁架体系钢结构的横向刚度较大， $P-\Delta$ 效应影响很小。纵向为框架或框架—支撑体系，跨数较多，刚度也较大， $P-\Delta$ 效应影响宜按分析确定。

4.2.6 当交错桁架体系钢结构沿纵向等柱距布置，且框架数量为奇数，沿高度方向桁架均匀错层设置，同一层内每榀框架的构件材性、截面都相同时，可不考虑扭转效应的影响，沿建筑结构的两个主轴方向分别计算水平地震作用，各方向的水平地震作用应由该方向抗侧力构件承担。

【条文说明】结构布置符合本条要求时结构的质量中心与刚度中心基本重合，可忽略结构整体扭转效应。否则，应考虑结构扭转影响。

4.2.7 交错桁架体系钢结构布置不满足第 4.2.6 条的要求时，在横向荷载作用下应考虑结构整体扭转对结构内力的影响；质量和刚度分布明显不对称的结构，应计算双向水平地震作用并计入扭转的影响。

4.2.8 计算单向地震作用，且考虑扭转影响时，应考虑偶然偏心的影响。矩形平面每层沿垂直于地震作用方向的附加偏心距可按下式采用：

$$e_i = \pm 0.05L_i \quad (4.2.8)$$

式中 L_i ——第 i 层垂直于地震作用方向的建筑物长度。

4.2.9 交错桁架体系钢结构的阻尼比在多遇地震作用计算时可取 0.035，在罕遇地震作用计算（弹塑性时程分析）时可取 0.05。

【条文说明】根据相关资料和现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011，在弹性阶段，结构阻尼比可取 0.035；在弹塑性阶段，结构阻尼比可取 0.05。

4.2.10 交错桁架体系钢结构的水平地震作用应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定计算。对高度不超过 40m，质量和刚度沿高度分布比较均匀的交错桁架体系钢结构的地震反应弹性分析可采用底部剪力法。其它情况宜采用振型分解反应谱法，对于不考虑扭转影响的结构，可按“平方和开平方法（SRSS 法）”得出振型组合内力及位移；对需要考虑扭转影响的结构，可按“完全二次型方根法（CQC 法）”得到振型组合内力及位移。对复杂交错桁架体系钢结构宜采用时程分析法。第二阶段抗震设计验算应采用时程分析法计算结构的弹塑性地震反应。

【条文说明】本条规定参考了现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011。交错桁架体系钢结构布置规整，且质量和刚度沿竖向分布基本均匀，弹性分析时可采用底部剪力法，一般情况下，底部剪力法得到的地震作用偏于安全。SRSS 法、CQC 法分别为现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 中的指定方法。

交错桁架体系钢结构在横向（桁架方向）有较大的侧向刚度。纵向的抗侧力体系通常由建筑物外围的抗弯框架或支撑体系、电梯井、楼梯间组成。一般情况下，结构的前三阶振型分别为纵向变形、横向变形和扭转变形。当结构纵向抗侧移刚度较小时，纵向变形为结构的第一振型。

4.2.11 交错桁架体系钢结构按多遇地震进行抗震变形验算时，可不考虑与风荷载效应的组合。进行罕遇地震作用验算时，不应计入风荷载，其竖向荷载宜取重力荷载代表值。

【条文说明】交错桁架体系钢结构按《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定，地震作用效

应和其它荷载效应的基本组合中，可不考虑风荷载参与组合。

4.2.12 在分析交错桁架体系钢结构的横向水平荷载作用时，宜考虑组合梁效应。如横向水平荷载作用下内力分析时未考虑组合梁效应，内力组合时可假定所有横向水平荷载引起的桁架弦杆轴力由混凝土楼板承受，不参与弦杆的内力组合；而横向水平荷载引起的剪力和弯矩由桁架弦杆承受，参与弦杆的内力组合。

【条文说明】在计算模型中是否考虑平面桁架与混凝土楼板的组合作用，将对计算结果产生较大的影响。压型钢板组合楼板、现浇钢筋混凝土楼板通过抗剪连接件与桁架弦杆相连，混凝土楼板在一定程度上参与桁架弦杆的受力。美国 AISC 设计指南“Steel Design Guide Series 14: Staggered Truss Framing System”认为在竖向荷载作用下，桁架下弦杆产生轴拉力，鉴于混凝土材料不能有效传递拉力，建议分析竖向荷载作用时忽略组合梁效应；分析横向水平荷载作用时，要考虑组合梁效应，楼板参与受力，但在横向水平荷载下的桁架内力分析时并不考虑楼板组合效应，而在最后弦杆内力组合时考虑楼板影响，AISC 设计指南采用如下假定：所有横向荷载引起的桁架弦杆轴力由混凝土楼板承受，不参与桁架弦杆的内力组合；横向水平荷载引起的桁架弦杆剪力和弯矩由弦杆承受，参与桁架弦杆的内力组合。

4.2.13 结构不进行平扭耦联计算时，平行于地震作用方向的两个边框架，其地震作用效应应乘以增大系数，短边可按 1.15 采用，长边可按 1.05 采用。

【条文说明】本条来源于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 中规则结构不进行扭转耦联计算时，平行于地震作用方向边榀框架地震作用效应增大系数。

4.2.14 桁架端斜杆、与空腹节间相邻斜杆的轴力设计值应乘以增大系数 1.4。对于部分桁架落地的交错桁架体系钢结构，桁架不落地的横向框架底层应设斜撑，斜撑轴力设计值应乘以增大系数 1.5。

【条文说明】静力推覆试验及有限元模拟结果表明，交错桁架体系钢结构中桁架端斜杆受力最大，其破坏起始于桁架端斜杆和相邻空腹节间的斜杆受压屈曲或拉断。端斜杆一旦断裂，桁架不能传力给柱子，结构体系失效。混合式桁架体系在横向水平地震作用下，结构的延性耗能主要集中在无斜腹杆的空腹节间。为保证空腹节间形成主要的耗能区域，在强烈地震作用下，相邻斜腹杆及连接应避免过早破坏。

桁架不落地时，底层支撑斜杆轴力设计值的增大系数 1.5 与《建筑抗震设计规范》GB50011 多层和高层钢结构房屋中心支撑斜杆的 1.5 相同，底层斜撑分担主要的水平剪力，因此需保证其具有足够的安全储备。相应的连接应按增大的构件内力计算。

4.2.15 当结构底层局部无法设置落地桁架，只能设置斜撑时，底层框架柱的地震内力应乘

以增大系数 1.8。

【条文说明】出于强柱弱梁的考虑，柱脚不能过早出现塑性铰。底层不设落地桁架，只设斜撑时刚度偏弱。参考现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 钢结构转换层下的钢框架，对底层柱的地震内力偏于安全地取增大系数 1.8。交错桁架体系钢结构中，桁架刚度相当大，立柱所分担的剪力较小，根据多道设防原则，立柱地震剪力应乘以 1.8 的调整系数，再与其它作用效应组合后进行立柱截面设计。连接计算时应考虑构件内力的增大。

4.2.16 在多遇地震作用下，交错桁架体系钢结构任一楼层的水平地震剪力应符合下式要求：

$$V_{EKi} \geq \lambda \sum_{j=i}^n G_j \quad (4.2.16)$$

式中 V_{EKi} ——第 i 层对应于水平地震作用标准值的楼层剪力；

λ ——剪力系数，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 取值；

G_j ——第 j 层的重力荷载代表值；

n ——结构计算总层数。

【条文说明】本条来源于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011。

4.2.17 框架柱为钢管混凝土柱时尚应按空钢管进行施工阶段的强度、稳定性和变形验算。施工阶段的荷载主要为湿混凝土的重力和实际可能作用的施工荷载。钢管柱在施工阶段的轴向应力不应大于其抗压强度设计值的 60%，并应满足强度和稳定性的要求。

【条文说明】本条内容来源于《矩形钢管混凝土结构技术规程》CECS 159:2004。

5 结构分析

5.1 结构布置

5.1.1 交错桁架体系钢结构的平面宜采用规则、对称的矩形或弧形平面布置，具有足够的抗扭刚度，尽量减少结构抗侧刚度中心与水平合力中心不重合所产生的扭转效应。

【条文说明】交错桁架体系钢结构适合于简单、对称、规则的矩形或弧形平面建筑。

5.1.2 交错桁架体系钢结构平面布置时，每个结构单元的桁架榀数不应少于 5 榀。下层刚度不应小于上层刚度 70%。

【条文说明】榀数太少后结构弱方向与强方向刚度相差过大。竖向应避免刚度突变。

5.1.3 交错桁架体系钢结构的纵向抗侧力体系，可采用框架-支撑结构或框架-剪力墙结构。交错桁架体系钢结构的柱子强轴宜平行于桁架方向。

【条文说明】交错桁架体系钢结构的纵向抗侧刚度较弱，应与横向抗侧刚度协调，尽量使结构两个方向的刚度接近。

5.1.4 交错桁架体系钢结构宜采用混合桁架，斜腹杆宜单向设置，在竖向荷载下受拉；房屋的纵向走廊宜设在桁架跨度中央或其附近的 1/3 跨度范围内。

【条文说明】空腹式桁架刚度较小，仅适用于层数较少的建筑，因此一般情况下采用混合式桁架。由于桁架端部受剪力较大，因此设置走廊的空腹节间应避免桁架端部。

5.1.5 交错桁架体系钢结构中桁架的跨高比一般为 4:1-7:1。柱距宜取 6m-9m，当层数大于 12 层时，柱距可适当减小。

【条文说明】跨高比对结构的横向刚度和周期以及经济性有影响，分析表明，跨高比在 5:1 左右比较合适。

5.1.6 交错桁架体系钢结构通过传递层间剪力的楼板，保证横向框架空间协同工作以抵抗横向水平荷载，楼板与桁架弦杆之间必须可靠连接。楼面结构可采用混凝土现浇楼板、压型钢板组合楼板或装配整体式楼板。当楼面有较大开洞时，宜采用现浇楼面结构或采取刚性水平支撑加强。对楼板与桁架弦杆相连处的混凝土受拉区，应沿拉应力方向加强构造配筋。

【条文说明】交错桁架体系钢结构的楼板除承受并传递楼面竖向荷载外，还担负着把水平荷载传递到相邻桁架的任务，因此，对楼板的的面内刚度和楼板与桁架连接的要求较高，应配置受拉构造钢筋。不应采用预制楼板。

5.1.7 有抗震设防要求时，底层落地桁架的数量应不少于横向框架榀数的一半；没有设置落地桁架的横向框架，宜设置横向支撑及其他抗侧力构件。

【条文说明】避免在结构底部形成薄弱层。

5.1.8 交错桁架体系钢结构的柱子应连续，其截面需要变化时，应自下而上逐渐减小。当柱的材料和截面类型发生变化时，宜设置竖向过渡段。

【条文说明】避免竖向刚度发生突变。

5.2 结构分析方法

5.2.1 交错桁架体系钢结构的内力和位移一般采用弹性分析方法计算。对于高度大于 50 米，或者不满足 5.1.2 或 5.1.7 条的交错桁架体系钢结构应采用两阶段设计法。第一阶段为多遇地震作用下的弹性分析，应计算构件的承载力和结构的层间位移；第二阶段为罕遇地震作用下的弹塑性分析，应计算结构的层间侧移和层间侧移延性比。

【条文说明】目前国内结构设计规范均用弹性分析求结构作用效应，而在截面设计时考虑弹塑性的影响；对于抗震设防的多高层交错桁架体系钢结构，根据目前国内外该结构的抗震试验结果，对多层和高层交错桁架体系钢结构应根据“大震不倒”的原则验算罕遇地震作用下结构的层间位移和层间位移延性比。

5.2.2 对结构进行弹塑性分析时，可采用杆系模型，钢构件的恢复力模型可采用二折线型，其滞回模型可不考虑刚度退化。

【条文说明】第二阶段抗震设计时，结构进入塑性，采用杆系模型进行时程分析可以了解结构各构件的时程反应。交错桁架体系钢结构构件的恢复力模型目前尚缺乏足够的试验研究资料，暂按《高层民用建筑钢结构技术规程》制定。

5.2.3 在横向水平荷载作用下，对结构进行弹性分析时，宜考虑混凝土楼板与钢桁架上弦的共同作用，组合楼盖中上弦杆的惯性矩按下列规定采用：对两侧有楼板的上弦杆取 $1.5I_b$ ，对一侧有楼板的上弦杆取 $1.2I_b$ ， I_b 为上弦杆的惯性矩。但进行弹塑性分析时，应忽略混凝土楼板与钢桁架上弦的共同作用。

【条文说明】交错桁架体系钢结构水平力通过楼板传递到相邻横向框架，钢桁架弦杆与楼板连接可靠，弹性分析时宜考虑楼板和钢桁架上弦杆的共同作用，弹塑性分析时，混凝土楼板可能开裂，故不考虑共同工作。

5.2.4 交错桁架体系钢结构需要考虑结构二阶效应的影响可采用如图 5.2.4 所示的计算简图进

行二阶弹性分析，在每层柱顶增加假想水平力 H_{ni} ，即

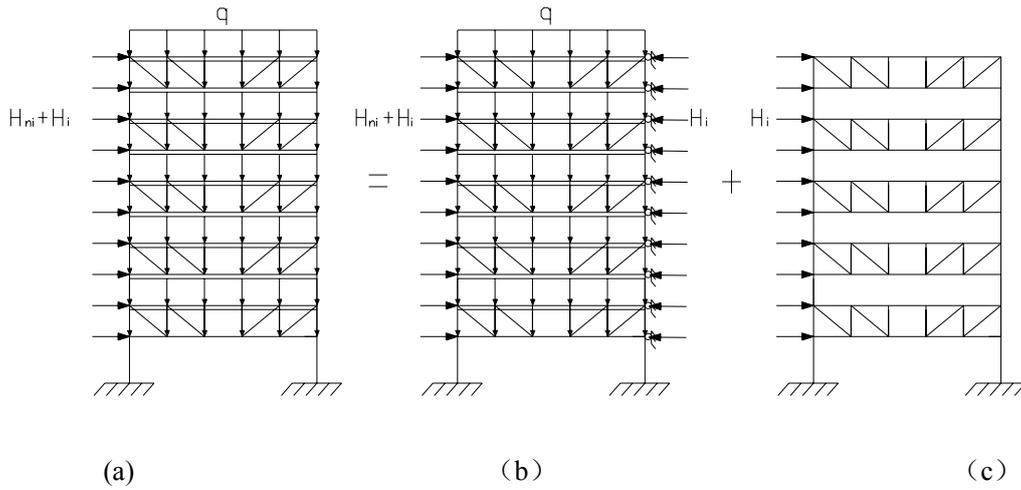


图 5.2.4 交错桁架体系钢结构计算简图

$$H_{ni} = \frac{\alpha_y Q_i}{250} \sqrt{0.2 + \frac{1}{n}} \quad (5.2.4 - 1)$$

$$u_i = \beta u_i' \quad (5.2.4 - 2)$$

$$S_i = S_i' + \beta S_i'' \quad (5.2.4 - 3)$$

$$\beta = \frac{1}{1 - \alpha_i} \quad (5.2.4 - 4)$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i} \quad (5.2.4 - 5)$$

式中 H_{ni} ——柱顶假想水平力；

n ——结构计算总层数；

Q_i ——第 i 层的总重力荷载设计值；

α_y ——钢材强度影响系数，Q235 为 1.0，Q345 为 1.1，Q390 为 1.2；

β ——放大系数；

P_i ——第 i 层以上的竖向荷载总和；

Δ_i ——按一阶弹性分析得到的第 i 层的层间水平位移；

V_i ——第 i 层的水平剪力；

h_i ——第 i 层的层高；

u_i ——按二阶弹性分析得到的第 i 层的楼层水平位移；

u_i' ——按一阶弹性分析得到的第 i 层的楼层水平位移；

S_i ——按二阶弹性分析得到的构件内力值；

S'_i ——假定结构无侧移时（图 5.2.4b）按一阶弹性分析得到的构件内力值；

S''_i ——结构各节点有侧移时（图 5.2.4c）按一阶弹性分析得到的构件内力值。

【条文说明】采用二阶弹性分析时，通过假想水平力来考虑结构和构件的各种缺陷对内力的影响。

5.2.5 当结构布置符合 4.2.6 条要求时，可采用平面协同分析模型进行横向水平荷载作用下结构内力和位移分析。采用平面协同分析时，可先将相同类型的框架合并成总框架，总框架的刚度取合并框架的刚度之和。然后根据两类总框架楼层水平位移相等的条件，将两类框架在楼层处用刚性链杆连接起来，组成计算平面结构（图 5.2.5）。

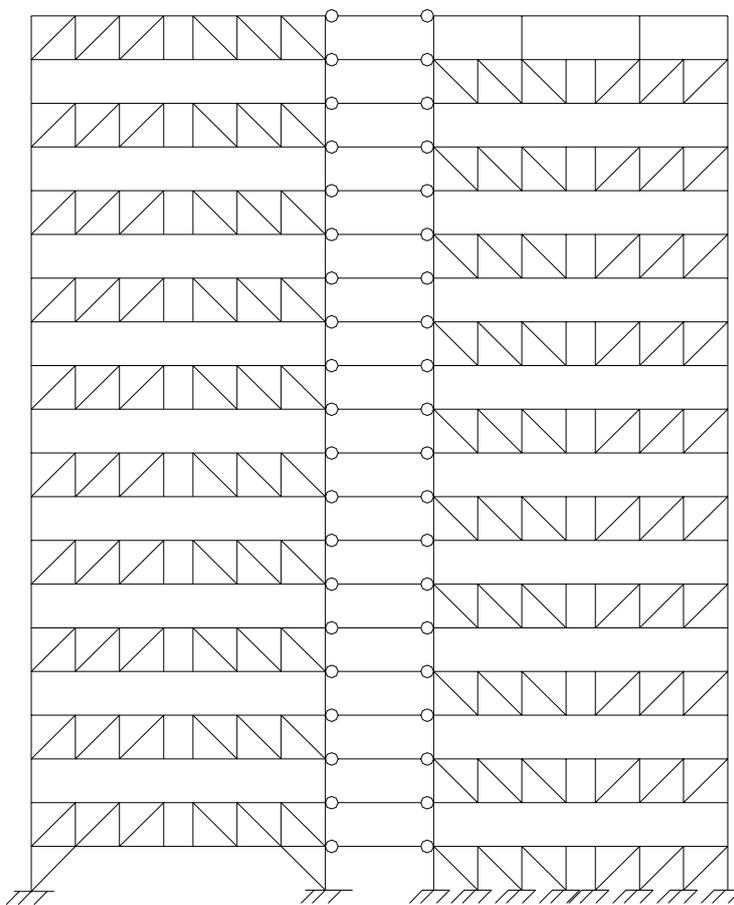


图 5.2.5 交错桁架体系钢结构的平面协同分析模型

【条文说明】该平面简化计算模型采用刚性链杆模拟楼板传递水平力的作用，根据周期石博士学位论文《钢结构交错桁架体系静力和动力性能分析》，该模型计算结构与空间有限元模型计算结果相比较，二者相差较小。

5.2.6 在垂直荷载作用下，可不考虑结构的空作用，对空腹交错桁架体系钢结构可取单榀横向框架对结构进行内力分析，对混合交错桁架体系钢结构可取图 5.2.6 所示计算模型。

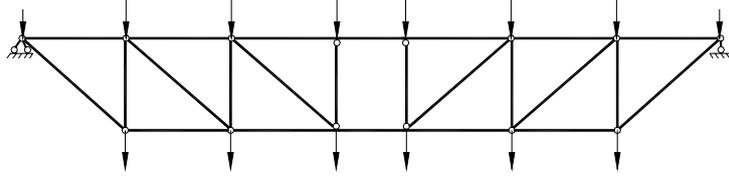


图 5.2.6 混合交错桁架体系钢结构计算模型

【条文说明】结构在竖向荷载作用下，侧移很小，且沿结构纵向方向上各榀横向框架有规律的布置，作用在结构上的竖向荷载也沿纵向均匀分布，因此可不考虑结构的整体空间作用。

5.2.7 在水平荷载作用下，交错桁架体系钢结构采用如下简化方法计算分配到桁架上的水平剪力：

$$V_{ij} = V_{ij}^S + V_{ij}^T \quad (5.2.7-1)$$

$$V_{ij}^S = V_i \times K_{ij} / \sum_{j=1}^m K_{ij} \quad (5.2.7-2)$$

$$V_{ij}^T = V_i \times e_d \times x_j \times K_{ij} / GJ_i \quad (5.2.7-3)$$

$$GJ_i = \sum_{j=1}^m x_j^2 K_{ij} \quad (5.2.7-4)$$

式中 V_{ij} ——作用于第 i 层第 j 榀桁架的剪力；

V_{ij}^S ——第 i 层第 j 榀桁架所分配的楼层剪力；

m ——第 i 层桁架总数；

V_{ij}^T ——当楼层总剪力与刚度中心偏离时作用于第 i 层第 j 榀桁架的剪力

K_{ij} ——第 i 层第 j 榀桁架的抗剪刚度，按式 (5.2.8) 计算；

GJ_i ——第 i 层桁架的抗扭刚度之和；

e_d ——偏心矩设计值，非地震作用时宜取 $e_d = e_0$ ，地震作用时宜取 $e_d = e_0 + 0.05L$ ；

e_0 ——楼层总剪力作用点至楼层刚度中心的距离；

L ——垂直于楼层剪力方向的结构平面尺寸；

x_j ——单榀桁架相对于楼层刚度中心的坐标；

V_i ——第 i 层的水平剪力。

【条文说明】桁架上分配的水平剪力可由两部分组成，一部分为按水平刚度分配的剪力，另一部分为偏心引起的剪力。

5.2.8 单榀桁架的抗剪刚度按下式进行计算：

$$K_{ij} = \frac{ED^2}{\sum \frac{l^3}{A} + \frac{h_s^2(2a^3 + c^3)}{24I}} \quad (5.2.8)$$

式中 E ——钢材的弹性模量；

D ——桁架的跨度；

l 、 A ——腹杆的长度和截面面积；

h_s ——桁架的高度；

c ——空腹节间的宽度；

a ——除空腹节间外，其它节间的宽度；

I ——弦杆的惯性矩。

【条文说明】根据美国 AISC 钢结构交错桁架体系设计指南制定。

5.2.9 交错桁架体系钢结构采用三维空间整体模型进行分析时，为简化计算，可假定楼板在其自身平面内是绝对刚性的。

【条文说明】交错桁架体系钢结构楼板通常采用现浇混凝土楼板或钢—混凝土组合楼板，其在自身平面内的刚度相当大，因此可假设楼板在其平面内的刚度无穷大。

5.2.10 交错桁架体系钢结构采用三维空间整体模型或平面简化模型进行分析时，为简化计算，可假定空腹节间及与空腹节间相邻节间的桁架弦杆是连续的，其余节间的弦杆为铰接，腹杆与弦杆为铰接（图 5.2.10）。

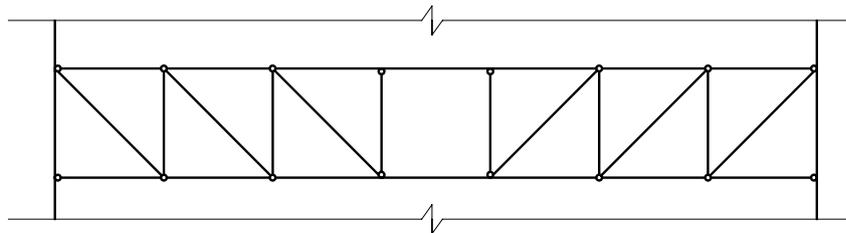


图 5.2.10 桁架的计算模型

【条文说明】混合交错桁架体系钢结构中除空腹节间及其相邻节间的弦杆外，其余杆件中的内力以轴力为主，弯矩很小，因此可假定空腹节间及与空腹节间相邻节间的桁架弦杆是连续，其余节点为铰接。

5.2.11 当桁架腹杆轴线交点与弦杆轴线的偏心距 e 满足 $-0.55 \leq e/h_0 \leq 0.25$ 时，可忽略偏心的影响，按铰接模型计算桁架杆件内力，式中 h_0 为弦杆截面高度。否则必须考虑节点处由于偏心距 e 所产生的附加弯矩的影响，可按节点处相连杆件的相对刚度来分配附加弯矩，或按图 5.2.11 所示简化模型计算桁架杆件内力。

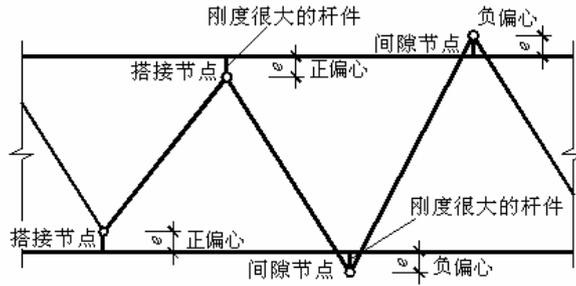


图 5.2.11 考虑节点偏心的桁架杆件内力计算简化模型

【条文说明】国际管结构发展与研究委员会（CIDECT）和 AISC 空心钢管结构设计规程均规定，当 $-0.55 \leq e/h_0 \leq 0.25$ 时，可忽略偏心的影响。M.Saidani 采用杆系计算模型，计算了节点相对偏心（ $e/h_0=0$ 、0.5 和 -0.5）对矩形钢管桁架内力分布的影响。计算结果表明：节点偏心对弦杆轴力影响较小，节点正负偏心产生弦杆轴力的误差在 1% 以内；但对腹杆轴力影响较大，正负偏心造成腹杆轴力的误差可以达到 8~15%，其中正偏心低估了腹杆的轴力，而负偏心则高估了腹杆的轴力。由于这一规定是根据杆系计算模型计算结果确定的，因此同样适用于矩形钢管混凝土桁架，故建议交汇杆件轴线的偏心 e 应满足 $-0.55 \leq e/h_0 \leq 0.25$ 。

5.2.12 在沿纵向方向的水平荷载作用下，交错桁架体系钢结构纵向框架平面内的内力和侧移可采用 D 值法进行简化计算。

【条文说明】交错桁架体系钢结构在纵向方向一般为框架结构或框架支撑结构，因此可采用 D 值法进行简化计算。

6 桁架的计算与构造

6.0.1 桁架构件截面设计时，腹杆可按轴心受力构件计算，弦杆应计入局部弯矩，按压弯或拉弯构件计算。

【条文说明】在计算简图中，假定腹杆两端为铰接，故按轴心受力构件计算。弦杆在跨中为刚接或通常都存在节间荷载作用，弦杆既存在轴力还存在弯矩，故按压弯或拉弯构件计算。

6.0.2 桁架杆件的计算长度可按以下方法确定：

- 1 弦杆在桁架平面内的计算长度 $l_{0x} = l_x$ ， l_x 为弦杆节点间的几何长度。
- 2 弦杆在桁架平面外的计算长度 $l_{0y} = l_y$ ， l_y 为弦杆侧向支撑点的间距。
- 3 腹杆在桁架平面内的计算长度 $l_{0x} = 0.8l$ ， l 为腹杆在节点间的几何长度。
- 4 腹杆在桁架平面外的计算长度 l_{0y} ：当用节点板与弦杆连接时， $l_{0y} = l$ ；当腹杆直接与弦杆焊接时， $l_{0y} = 0.8l$ ； l 为腹杆在节点间的几何长度。

6.0.3 桁架受压构件的长细比不应大于 150；受拉构件的长细比不应大于 350。

【条文说明】按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 的规定采用。

6.0.4 桁架杆件的截面选择：对受拉杆件，应进行强度和刚度验算。强度验算时，如杆件有螺栓孔削弱时，应采用净截面计算；刚度验算应使杆件在两个方向长细比中较大者 λ_{\max} 小于容许长细比。对受压杆件，应进行强度、刚度和稳定性验算。对压弯构件，应进行平面内、外的稳定性验算及刚度验算，必要时进行强度验算。

【条文说明】按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 的规定采用。

6.0.5 桁架构造的一般要求

1 桁架杆件可采用工字钢、矩形方钢管、槽钢、角钢及其组合截面；弦杆常采用宽翼缘工字钢，腹杆常采用方钢管。桁架杆件截面高度不宜大于此杆件长度的 1/10；弦杆的最小截面宽度不宜小于 200mm。

2 用填板连接而成的双角钢或槽钢杆件(图 6.0.5)，可按实腹式杆件进行计算，但填板间的距离 l_1 不应超过 $40i$ (压杆)或 $80i$ (拉杆)。 i 为回转半径。

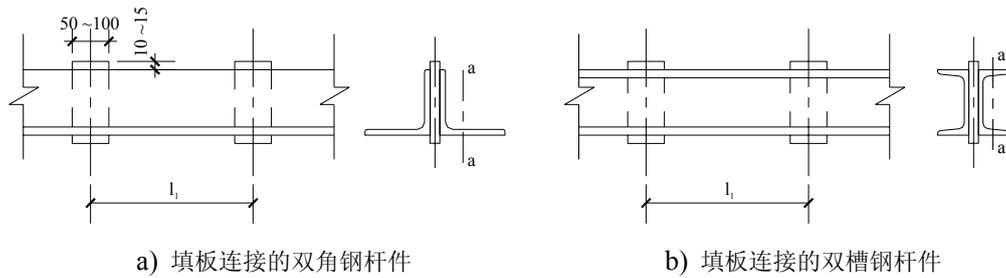


图 6.0.5 桁架杆件的填板

- 3 桁架弦杆应连续，当需拼接时，应采用刚性拼接。
- 4 桁架节点的连接构造应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 的规定。
- 5 桁架的杆件采用节点板连接时，节点板的厚度可根据所连接杆件内力的大小确定，但不得小于 6mm。确定节点板的平面尺寸时，应适当考虑制作和安装的误差。

【条文说明】为了保证楼板的可靠支承，桁架弦杆的最小宽度不宜小于 200mm。节点板的厚度可根据所连接杆件内力的大小查表 6.0.5 确定。

表 6.0.5 桁架节点板厚度参考选用表 (Q235 钢)

确定节点板厚度的杆件最大内力 (kN)	≤150	151~250	251~400	401~600	601~1000	1010~1400	1410~1800	>1800
节点板厚度(mm)	6	8	10	12	14	16	18	20
端支座节点板厚度 (mm)	8	10	12	14	16	18	20	24

注：节点板采用 Q345 钢时，其厚度可较表中数值适当减小。

6.0.6 桁架与 H 型钢柱和钢管柱的连接可采用高强度螺栓连接，如图 6.0.6-1、6.0.6-2 所示。

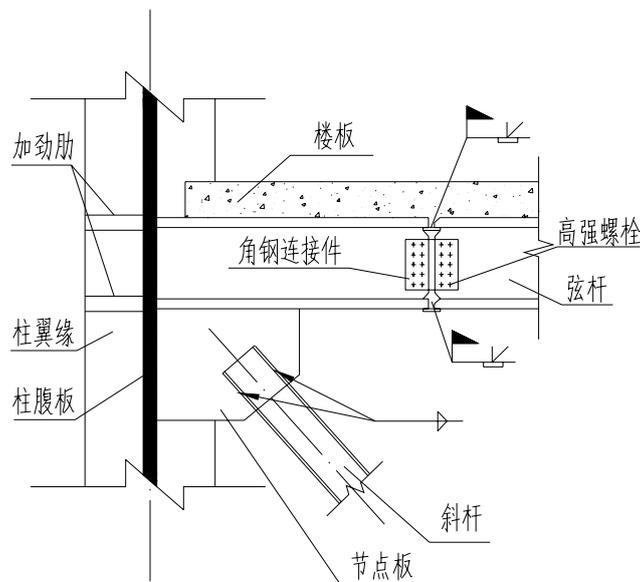


图 6.0.6-1 桁架与 H 型钢柱连接构造

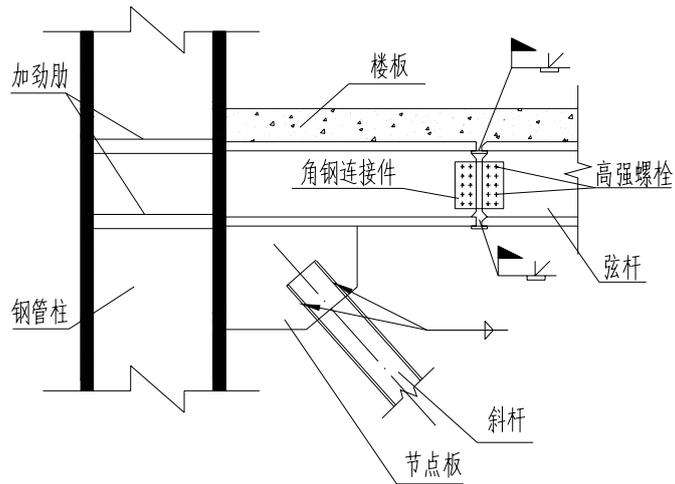


图 6.0.6-2 桁架与钢管柱连接构造

【条文说明】在桁架布置的平面内，桁架与柱的连接节点主要以传递剪力为主，而柱中的弯矩产生的应力比不大于 0.1，所以可将桁架与抗弯刚度较弱的 H 型钢柱的腹板相连。另外对交错桁架体系钢结构来说，其横向刚度比其纵向刚度要大得多，因此按图示节点构造还可使交错桁架体系钢结构的纵向刚度加强。

6.0.7 桁架的上弦节点可采用如图 6.0.7 所示的构造方式。

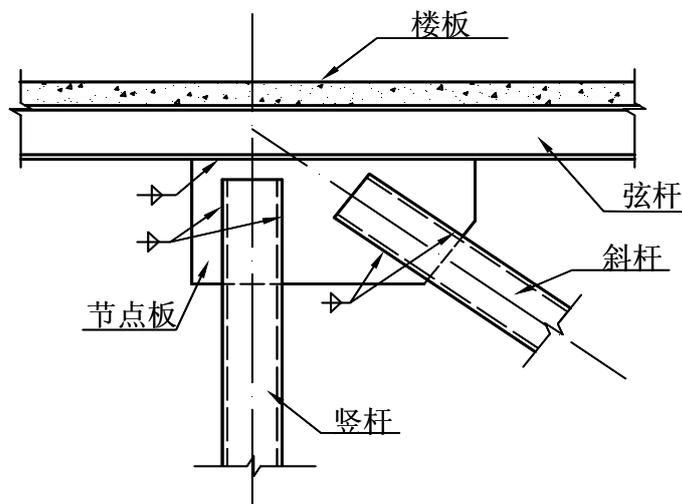


图 6.0.7 桁架上弦节点构造

6.0.8 桁架的下弦节点可采用如图 6.0.8 所示的构造方式。

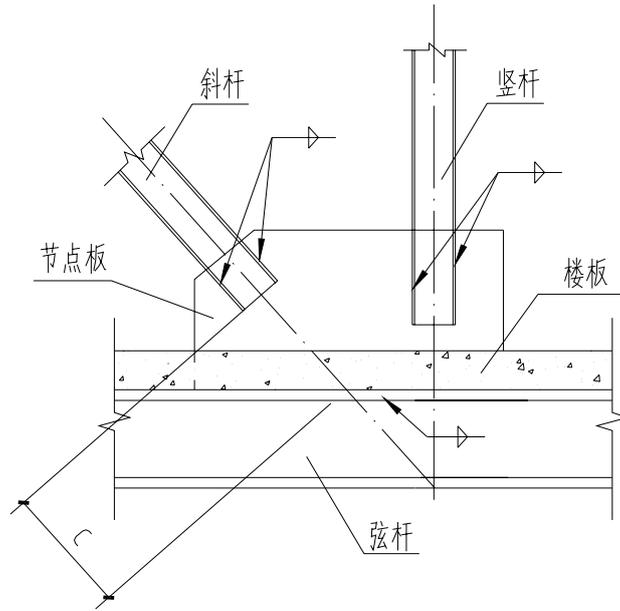


图 6.0.8 桁架下弦节点构造

6.0.9 桁架在走廊门洞处的竖腹杆与桁架弦杆应采用刚性连接，可采用如图 6.0.9-1 和 6.0.9-2 所示的构造方式。

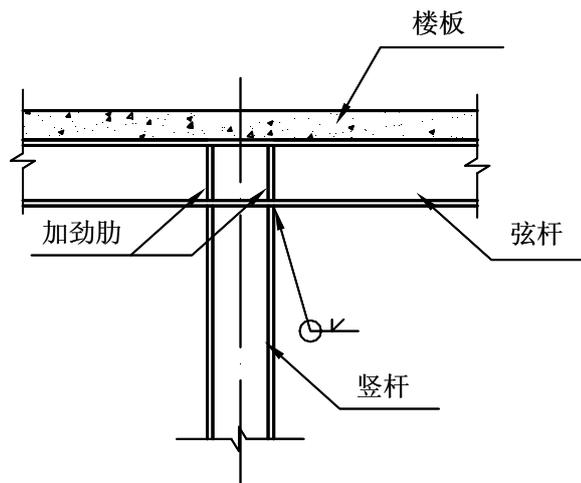


图 6.0.9-1 桁架在走廊门洞处上弦节点构造

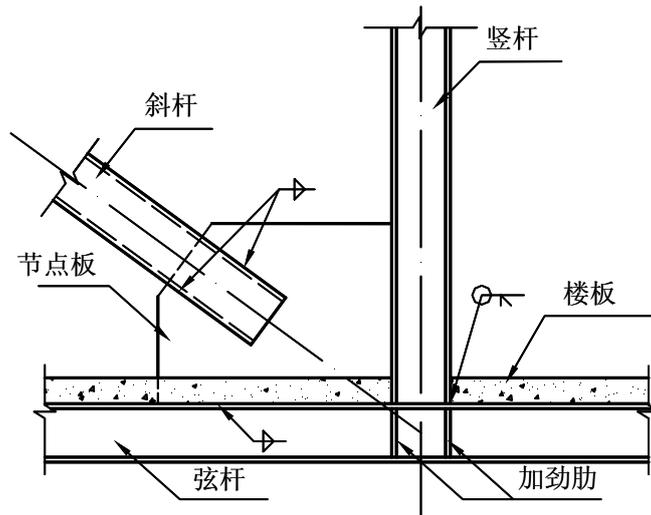


图 6.0.9-2 桁架在走廊门洞处下弦节点构造

【条文说明】图 6.0.7、图 6.0.8、图 6.0.9-1 及图 6.0.9-2 的连接方式使腹杆在节点板以外段的弯曲刚度大大低于节点板内的弯曲刚度，使得腹杆在节点板以外具有一定的平面内转动刚度，这种弯曲变形能力对于提高腹杆的耗能能力具有重要的意义。这种连接形式也适应桁架总体工厂制造，便于现场与柱吊装连接的结构形式，为施工提供了方便。

6.0.10 当走廊门洞处弦杆和竖腹杆的强度或桁架的整体刚度不足时，可在弦杆的腹板、腹杆的翼缘板表面焊接加强板，如图 6.0.10 所示。

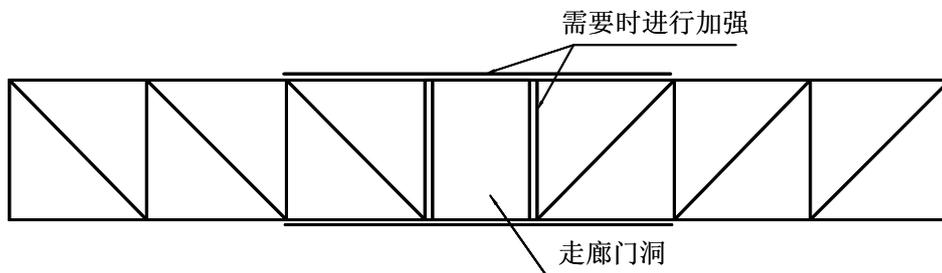


图 6.0.10 桁架在走廊门洞处局部加强示意图

6.0.11 在交错桁架体系钢结构的纵向，框架梁与柱宜采用图 6.0.11-1、6.0.11-2 所示的刚性连接。梁翼缘应采用全熔透焊缝连接，梁腹板宜采用摩擦型高强度螺栓连接。

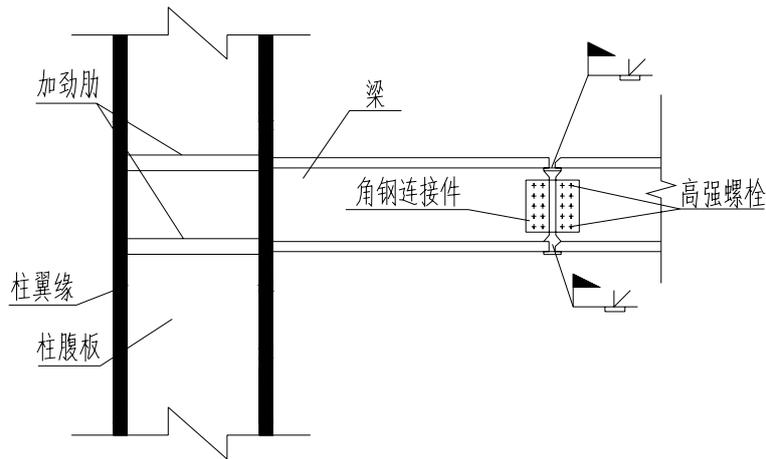


图 6.0.11-1 梁与 H 型钢柱连接节点构造

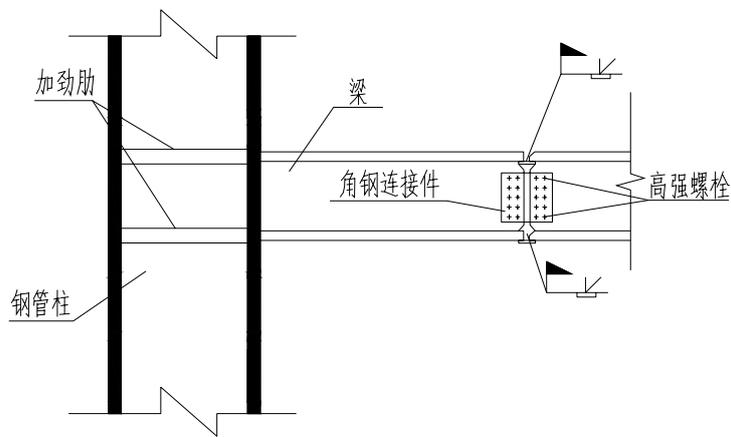


图 6.0.11-2 梁与钢管柱连接节点构造

【条文说明】本构造采用栓-焊组合连接，全部焊接适用于工厂连接，不适用于工地连接，全部螺栓连接费用太高。在节点连接中将同一力传至同一连接件上时，不容许同时采用两种方法连接（如又焊又栓等）。

6.0.12 桁架节点板在斜腹杆压力作用下平面外稳定性可用下列方法进行计算：

1 对有竖腹杆相连的节点板，当 $c/t \leq 15\sqrt{235/f_y}$ 时 (c 为受压腹杆连接肢端面中点沿腹杆轴线方向至弦杆的净距离，见图 6.0.8； t 为节点钢板厚度。)，可不计算稳定。否则，应进行稳定计算。在任何情况下， c/t 不得大于 $22\sqrt{235/f_y}$ 。

2 对无竖腹杆相连的节点板，当 $c/t \leq 10\sqrt{235/f_y}$ 时，节点板的稳定承载力可取为 $0.8b_e t f$ 。当 $c/t > 10\sqrt{235/f_y}$ 时，应进行稳定计算，但在任何情况下， c/t 不得大于 $17.5\sqrt{235/f_y}$ 。

【条文说明】一般交错桁架的下弦都要支撑楼面板，为使腹杆与装配式楼面板不相碰， c 值可能较大，为保证节点板具有稳定的承载力， c/t 应按该条严格控制，当应进行稳定计算时可

参考《钢结构设计规范》GB50017-2003 的附录 F。

7 柱的计算与构造

7.0.1 交错桁架体系钢结构的柱子可采用 H 型钢、钢管、组合截面柱，或矩形钢管混凝土截面柱。柱子应按压弯构件进行承载力计算。

【条文说明】交错桁架体系钢结构横向的桁架提供较大的抗侧刚度，纵向当采用纯框架时抗侧刚度较弱，强轴布置在桁架平面内利于加强纵向抗侧刚度。研究表明，在水平力较大时，柱子中存在一定的弯矩，计算柱子时应考虑弯矩作用。

7.0.2 采用混合式桁架的交错桁架体系钢结构，其横向宜按强支撑框架设计，当采用一阶弹性分析方法设计时，柱在框架平面内的计算长度系数 μ_x 可按表 7.0.2-2 取值。柱在框架平面外的计算长度系数 μ_y ，可按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定计算。

表 7.0.2 采用混合式桁架时结构柱子计算长度系数 μ_x

$R_1 \backslash R_2$	0	0.1	0.3	0.5	1	3	5	10	≥ 10
0	1.000	0.981	0.949	0.922	0.875	0.791	0.760	0.732	0.706
0.1	0.981	0.963	0.931	0.906	0.860	0.778	0.748	0.721	0.696
0.3	0.949	0.931	0.902	0.878	0.834	0.756	0.728	0.701	0.677
0.5	0.922	0.906	0.878	0.855	0.813	0.738	0.710	0.685	0.662
1	0.875	0.860	0.834	0.813	0.774	0.704	0.677	0.654	0.632
3	0.791	0.778	0.756	0.738	0.704	0.640	0.616	0.593	0.573
5	0.760	0.748	0.728	0.710	0.677	0.616	0.592	0.570	0.551
10	0.732	0.721	0.701	0.685	0.654	0.593	0.570	0.549	0.529
≥ 10	0.706	0.696	0.677	0.662	0.632	0.573	0.551	0.529	0.510

注：

1、表 7.0.2-1 中的计算长度系数 μ_x 值系按下式算得

$$\left[\left(\frac{\pi}{\mu_x} \right)^2 + 2(R_1 + R_2) - 4R_1R_2 \right] \frac{\pi}{\mu_x} \times \sin \frac{\pi}{\mu_x} - 2 \left[(R_1 + R_2) \left(\frac{\pi}{\mu_x} \right)^2 - 4R_1R_2 \right] \cos \frac{\pi}{\mu_x} - 4R_1R_2 = 0$$

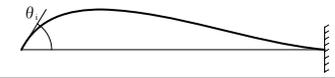
式中， R_1 ， R_2 分别为相交于柱上、下端的所有约束构件的修正线刚度之和与柱线刚度的比值；

2、约束构件的修正线刚度按下式计算：

$$k = k_0 \gamma \xi$$

式中, γ 、 ξ 按表 7.0.2-2 取值; k_0 为约束杆件的线刚度, 对于上端和下端的约束柱, $k_0 = \frac{EI}{l}$, 其中, E 为弹性模量, I 为柱的惯性矩, l 为柱子几何长度; 对于约束弦杆, $k_0 = 0.8 \frac{EI}{l}$, 其中, I 为弦杆的惯性矩, l 为与柱相邻节间中弦杆的几何长度。

表 7.0.2-2 线刚度修正系数 γ 与端部约束条件影响系数 ξ

轴心力 P	形式	γ 的精确值	ξ
压力		$\frac{C-S}{2}$	1
		$\frac{C}{4}$	2
		$\frac{1}{3} \left(C - \frac{S^2}{C} \right)$	1.5

表中, 其中 $C = \frac{kl \sin kl - (kl)^2 \cos kl}{2 - 2 \cos kl - kl \sin kl}$, $S = \frac{(kl)^2 - kl \sin kl}{2 - 2 \cos kl - kl \sin kl}$, 其中, $kl = \pi \sqrt{\frac{P}{P_E}}$, P 为构件的轴压力, P_E 为受压杆件的欧拉荷载, ξ 为远端约束的影响系数。

3、当约束杆件与柱铰接时, 取约束杆件刚度为零;

4、对底层柱, 当柱与基础铰接时, 取 $R_2=0$, 当柱与基础刚接时, 取 $R_2=10$ 。

【条文说明】研究表明, 采用混合式桁架的交错桁架体系钢结构的横向刚度较大, 柱子平面内的计算长度系数可按结构无侧移考虑, 但是交错桁架结构中, 构件轴力较大, 因此在计算约束构件的刚度时, 考虑了轴力的影响。

7.0.3 按 6 度设防或非抗震设防时, 柱子的长细比不宜大于 $120\sqrt{235/f_y}$ 。按 7 度设防时, 柱子的长细比不宜大于 $60\sqrt{235/f_y}$ 。 f_y 为钢材的屈服强度 (N/mm^2)。

7.0.4 实腹式钢柱板件宽厚比限值, 非抗震设计时按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 的规定采用; 抗震设计时按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定采用。

【条文说明】交错桁架体系钢结构在遭遇罕遇地震时应保证塑性铰主要出现在桁架中, 在地震作用下对实腹式钢柱的长细比和板件宽厚比可适当降低要求, 此处偏于安全地按《建筑抗震设计规范》GB50011 采用。

7.0.5 矩形钢管混凝土柱应符合下列要求:

- 1 钢管截面最小边尺寸不宜小于 200mm, 壁厚不宜小于 4mm;

2 钢管截面的边长与其壁厚的比值不应大于 $60\sqrt{235/f_y}$ ；

3 柱的计算长度与截面短边尺寸的比值不宜大于65；

4 矩形钢管混凝土柱的长细比，可按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017的规定采用。

【条文说明】采用现行标准《矩形钢管混凝土结构技术规程》CECS 159 的规定。

7.0.6 当实腹式钢柱腹板计算高度 h_w 与厚度 t_w 之比大于 $80\sqrt{235/f_y}$ 时，应采用横向加劲肋加强，其间距不得大于 $3h_w$ 。

7.0.7 大型实腹式钢柱在受有较大水平力处和运送单元的端部应设置横隔，横隔间距不得大于柱截面长边尺寸的 9 倍和 8m。

7.0.8 实腹式钢柱应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定计算其强度和稳定性。

7.0.9 矩形钢管混凝土柱应按现行《矩形钢管混凝土结构技术规程》CECS 159 的规定计算其承载力和稳定性。

8 楼盖的计算与构造

8.1 一般规定

8.1.1 交错桁架体系系钢结构的楼盖宜采用压型钢板—混凝土组合楼盖、装配整体式叠合楼盖或现浇混凝土楼盖（图 8.1.1）。其设计除应符合本规程的规定外，尚应符合其他有关现行国家标准的规定。

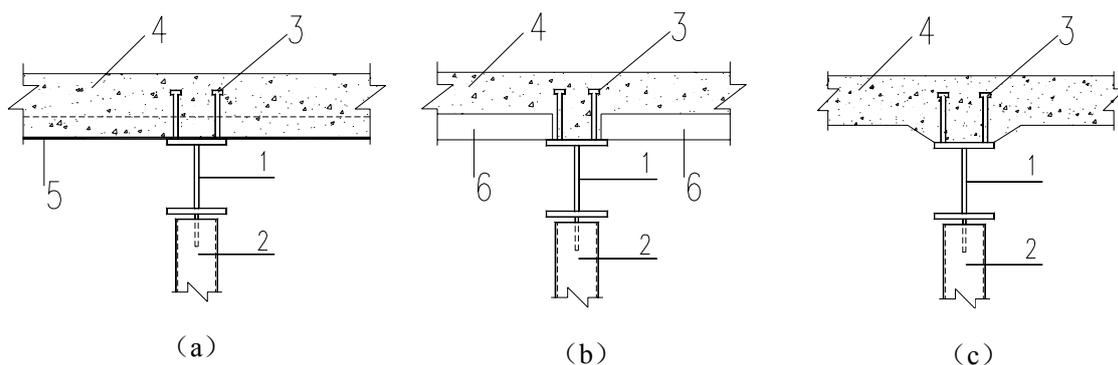


图 8.1.1 楼盖型式

(a) 压型钢板-混凝土组合楼盖 (b) 装配整体式叠合楼盖 (c) 现浇混凝土楼盖

1—桁架弦杆；2—桁架腹杆 3—抗剪连接件；4—现浇混凝土板； 5—压型钢板； 6—混凝土预制板

【条文说明】交错桁架体系钢结构楼盖的功能与其他结构体系的楼盖的功能有显著的不同，除承受竖向荷载及完成竖向荷载向主、次梁的传递外，还要承担桁架间水平剪力从一榀桁架到另一榀的传递。作为交错桁架体系钢结构承受侧向力作用的重要传力构件，其楼盖要承受较大的水平剪力，为了保证结构的安全，宜采用整体刚度较好的楼盖结构型式。结合我国钢结构房屋常采用的楼盖结构型式，推荐采用压型钢板—混凝土组合楼盖、装配整体式叠合楼盖、现浇混凝土楼盖。

8.1.2 楼盖的抗剪连接件宜采用栓钉，也可采用槽钢连接件和开孔钢板连接件（图 8.1.2）。栓钉、槽钢连接件的设置方式及承载力计算按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定执行。开孔钢板连接件的承载力计算参见本规范 8.2.4 条规定，构造要求参见本规范 8.3.5 条规定。当有可靠依据时，也可采用其他类型连接件。

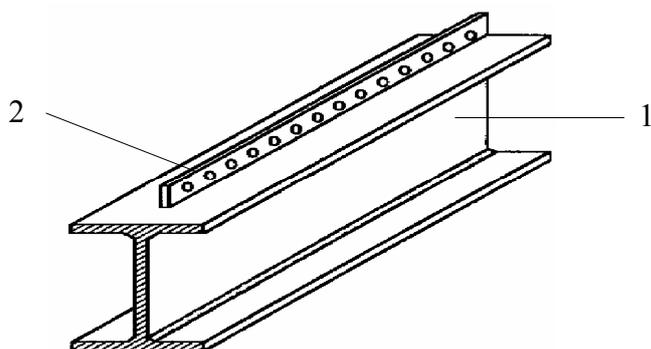


图 8.1.2 开孔钢板连接件

1—桁架弦杆； 2—开孔钢板连接件；

【条文说明】抗剪连接件是组合楼盖的重要部件，且数量众多，要求采用能较好保证施工质量、施工速度快的连接件型式。结合我国组合梁常用的抗剪连接件型式，推荐优先采用圆柱头焊钉（栓钉）连接件和开孔钢板连接件，这两种连接件的施工质量都容易得到保证，施工速度较快；也可以采用槽钢连接件，但槽钢连接件的焊接工作量较大，施工速度相对较慢；不推荐采用弯筋连接件，因为桁架与楼盖间传递的侧向水平剪力方向不具有确定性，弯筋连接件的弯起方向设置存在困难。

8.1.3 楼板开设孔洞时，孔洞的边缘宜与板的支承边平行（图 8.1.3）。

1 楼板的孔洞尺寸应满足下列规定

$$h_h \leq 0.5 h_d ; \quad b \leq 0.5 h_d \quad (8.1.3-1)$$

2 孔洞位置宜满足下列规定

$$h_1 \geq 0.15 h_d ; \quad b_1 \geq 0.15 h_d ; \text{且不小于 } 500\text{mm} \quad (8.1.3-2)$$

此处 b ——平行于桁架的孔洞边的尺寸；

h_h ——垂直于桁架的孔洞边的尺寸；

h_1 ——孔洞与连梁间最近距离；

b_1 ——孔洞与桁架间最近距离；

l_0 ——楼板开间尺寸；

h_d ——楼板进深尺寸（桁架跨度）；当 $h_d > l_0$ 时，上述规定中的 h_d 以 l_0 代替。

3 当楼板所开矩形孔洞长边小于 700mm，圆形孔洞直径小于 800mm 时，可不考虑开洞对楼板承载能力的影响。

4 当孔洞位置和孔洞大小不满足上述条款 2 和条款 3 的要求，或洞口总面积超过洞口所在开间楼板面积 15% 时，宜按弹性楼板假定进行计算分析，确定楼板的传力可靠性和对应的加强措施。

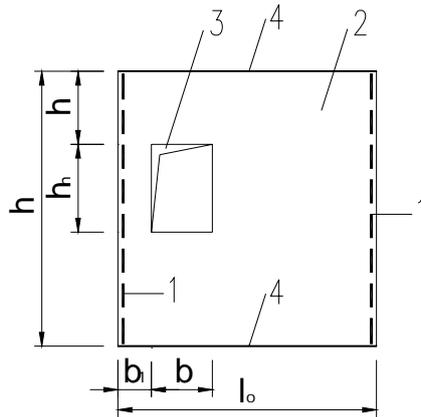


图 8.1.3 楼板开洞的尺寸和位置

1—桁架弦杆； 2—楼板； 3—洞口； 4—连梁

【条文说明】交错桁架体系钢结构的楼盖需要承受较大的面内水平剪力，当楼盖中开有较大孔洞时，会使得传力路径不连续，导致洞口附近产生较大的应力集中和面内变形情况；而洞口靠近桁架位置，会直接影响桁架与楼板间水平剪力的传递，产生更加严重的应力集中情况；此时，宜按弹性楼板假定对开洞楼板进行细化分析，确定应力集中和变形情况，制定相应加强措施，确保楼板可靠传力。

根据开洞深梁的抗剪设计公式，考虑 $\alpha_v=0.7$ ，开洞对深梁的抗剪承载力的影响不大，得到开洞率不大于 15%；考虑楼板承受平面内水平剪力作用时类似深梁，本条文规定中使用此开洞率大小作为界限值。

8.2 楼盖计算

8.2.1 楼板应能同时满足平面内抗剪承载力和平面外抗弯承载力验算要求，其计算应遵循下列原则：

1 宜按连续单向板或连续双向板计算楼板在竖向荷载作用下的内力，宜按弹性楼板进行楼板混凝土截面高度及相应配筋设计。

2 计算确定的各层楼板混凝土截面高度，应能满足其承受的水平剪力作用下的抗剪承载力验算要求。

【条文说明】由于钢结构交错桁架体系钢结构的楼板一般开间和进深均较大，选用的楼板一般较厚，承受水平剪力时，楼板平面内抗剪承载能力比较容易得到满足；因此，进行楼板设计时，通常先进行竖向荷载作用下的板的设计，得到楼板的计算混凝土截面高度；然后，对楼板进行水平剪力作用下的抗剪承载能力校核，确定计算混凝土截面高度能否满足要求；如混凝土截面高度不能满足抗剪要求，则应调整混凝土截面高度，重新进行竖向荷载作用下的

板的校核计算。

交错桁架体系钢结构对楼板的整体性要求较高，楼板与桁架的连接一般设计得较强；因此竖向荷载作用下的楼板的计算，宜将板计算模型考虑为连续单向板及连续双向板。

楼板在竖向荷载作用下的计算按照《混凝土结构设计规范》GB50010、《高层民用钢结构技术规程》JGJ99 的相关条文规定进行。

8.2.2 水平荷载作用下，楼板承受的水平剪力 V_{fj} 的计算根据下列步骤进行：

1 按本规程 5.2.7 条规定，分别计算出楼板上部各桁架分配的水平剪力 $V_{i,j}$ 及楼板下部各桁架分配的水平剪力 $V_{i-1,j}$ ，以楼板为深梁，作出如下计算简图：

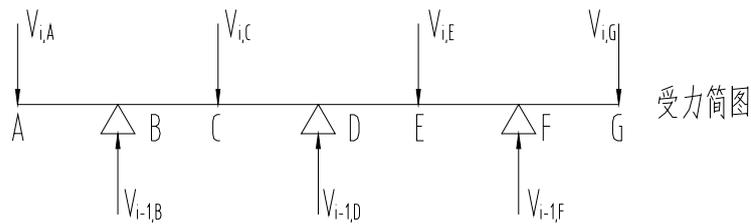


图 8.2.1 (a) 楼板上、下层桁架所分配水平剪力示意图

2 根据图 8.2.1(a)的计算简图，计算得到上、下桁架间楼板传递的平面内水平剪力 V_{fj} 及产生的平面内弯矩 M_{fj} ，如图 8.2.1(b)、图 8.2.1(c)。

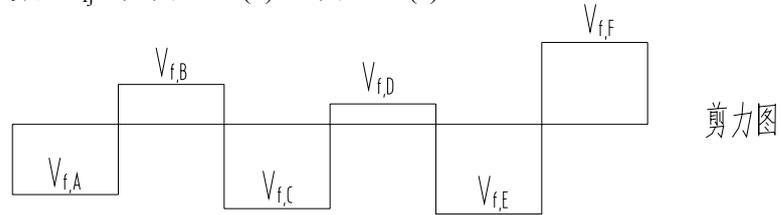


图 8.2.1 (b) 楼板传递的面内水平剪力 V_{fj}

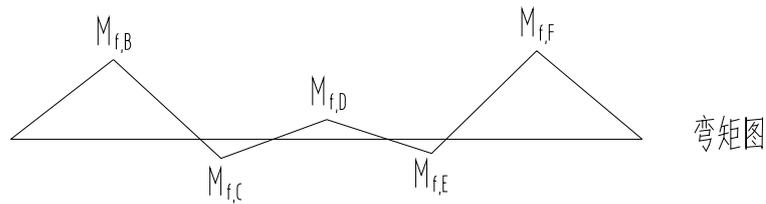


图 8.2.1 (c) 楼板承受的平面内弯矩 M_{fj}

【条文说明】根据 AISC Design Guide 14 的建议，楼板承受的面内水平剪力根据其上、下桁架承受的水平剪力计算确定；在确定楼板承受的面内水平剪力时，应将桁架所承受水平剪力 $V_{i,j}$ 计算时，所考虑的 $\pm 5\%L$ 的偏心影响作为两个工况进行计算。

当交错桁架体系钢结构的平面布置规则，楼板开洞较小时，其楼板认为可以起到刚性横隔板的作用；同时，交错桁架体系钢结构在竖向布置上一般不会有显著变化；这种情况下，

利用一维协调分析得出的桁架承受水平剪力 V_{ij} 的计算公式（本规范 5.2.7 条规定）能满足计算精度要求。

图 8.2.1(c)的楼板承受的平面内弯矩 M_{ij} 计算结果用于本规程 8.2.6 条中纵向框架梁与楼板间抗剪连接件的计算。

8.2.3 楼板在水平剪力 V_{\max} 作用下的抗剪承载力按下式验算：

$$V_{\max} \leq 0.85 f_t b_d h + 0.4 f_v A_p b \quad (8.2.3)$$

式中 V_{\max} ——根据图 8.2.1 (b) 得到的楼板传递的最大面内水平剪力

f_t ——混凝土的抗拉强度设计值；

f_v ——压型钢板抗剪强度设计值；

A_p ——压型钢板的单位截面面积；

h ——楼板的计算厚度；对于现浇混凝土楼板，取楼板厚度；对于压型钢板—混凝土组合板，取压型钢板顶面以上现浇混凝土厚度；对叠合板，取现浇混凝土层厚度及预制板混凝土层厚度分别计算；

b_d ——楼板的计算宽度；取 0.8 倍的桁架跨度。

【条文说明】由于交错桁架体系钢结构的楼盖在传递水平剪力中作用类似深梁，本条采用现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对不出现斜裂缝的深梁的受剪承载力计算的相关规定；根据西安建筑科技大学进行的交错桁架体系钢结构楼板试验的结果，绝大部分水平剪力由楼板的混凝土部分承受，计入压型钢板的抗剪作用（将压型钢板折算为横向水平钢筋，同时取强度折减系数 0.8），得到本条给出的抗剪承载力验算公式。

由于压型钢板—混凝土组合楼板一般采用压型钢板顺槽方向垂直桁架布置，则楼板承受的水平力方向垂直压型钢板顺槽向，偏安全仅取压型钢板顶面以上混凝土承受水平剪力；一般情况下，叠合板的预制层与现浇层混凝土强度一般不同，计算时应将现浇混凝土层和预制混凝土板层分开，利用式 8.2.3 计算楼板总的抗剪承载力。

根据 MIT 对交错桁架体系钢结构楼板的研究，楼板在桁架跨度方向的剪应力分布呈抛物线；根据 AISC Design Guide 14 的建议，在取楼板计算高度时可取 0.8 倍的桁架跨度。

8.2.4 楼盖中开孔钢板连接件的单孔抗剪承载力设计值可按下式计算：

$$N_V^c = 1.15 A_s f_{ys} + 2.64 d^2 \sqrt{f_c} \quad (8.2.4)$$

式中 N_V^c ——开孔钢板连接件单孔抗剪承载力设计值（单位：N）；

A_s ——开孔钢板连接件中孔洞中贯通钢筋截面面积（单位：mm²）；

f_{ys} ——钢筋的抗拉强度设计值(单位: N);

d ——开孔钢板连接件中开孔直径(单位: mm);

f_c ——混凝土抗压强度设计值(单位: MPa);

同时,应根据计算得到的抗剪承载力设计值校核开孔钢板连接件与桁架弦杆的连接焊缝强度及校核孔间钢板净距能否满足抗剪强度要求。

【条文说明】开洞钢板连接件(PBL 连接件)属于新型钢-混凝土抗剪连接件,近 15 年来在国内外对其进行了大量的试验研究和理论研究工作,对其抗剪承载力的机理研究已基本完善。

对于普通混凝土,以 Hosain 和 Hosaka 提出的抗剪公式应用较多,根据国内胡建华等人提出的拟合公式,与 Hosain 提出的抗剪公式在形式和数值上较为统一;本规程根据胡建华提出的拟合公式,采用了 Hosain 提出的抗剪承载力公式的后两项;通过与胡建华、Valente 及 HINO 等人的试验结果进行比较,表明采用的公式计算结果与试验结果拟合较好,且均低于试验结果下限值;结合我国对钢筋和混凝土材料给出的构件抗力分项系数要求,取公式中钢筋部分的构件抗力分项系数 1.2,混凝土部分的构件抗力分项系数 1.4,给出了建议的开洞钢板连接件的单孔抗剪承载力设计公式。

8.2.5 桁架弦杆与楼板间的抗剪连接件按下列规定计算:

1 桁架弦杆与楼板间的抗剪连接件应能抵抗水平荷载作用产生的纵向设计剪力 $V_{\bar{q}}$,并宜保证竖向荷载作用下桁架弦杆与楼板间形成部分抗剪连接。

2 抵抗 $V_{\bar{q}}$ 需要的抗剪连接件数量,按下式计算:

$$n_{\bar{q}} \geq V_{\bar{q}} / N_v^c \quad (8.2.5)$$

按式(8.2.5)计算得到的连接件数量,在桁架两端 1/4 跨度范围内均匀配置 60%连接件数量,桁架中部 1/2 跨度范围内均匀配置 40%连接件数量。

3 竖向荷载作用下,桁架弦杆与楼板间部分抗剪连接所需要的抗剪连接件数量 $n_{\bar{q}2}$,按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 中的相关规定计算。

4 楼盖中最终抗剪连接件的数量配置为 $n_{\bar{q}1} + n_{\bar{q}2}$ 。

【条文说明】根据湖南大学对交错桁架体系钢结构楼盖与钢桁架弦杆的滑移研究,楼板在桁架两端 1/4 跨度范围滑移较大,中部 1/2 跨度范围滑移量小,因此在抗水平剪力的抗剪连接件配置中增大了桁架两端 1/4 跨度范围抗剪连接件的配置数量。

8.2.6 纵向框架梁与楼板间的抗剪连接件按下列规定计算:

1 纵向框架梁与楼板间的抗剪连接件应能抵抗楼板平面内弯矩 $M_{\bar{q}}$ 产生的轴向力 $H_{\bar{q}}$ 。

$$H_{\text{f}} = M_{\text{f}} / B \quad (8.2.6-1)$$

B ——作为深梁构件的楼板高度；

2 纵向框架梁每个平面内弯矩区段内抵抗 H_{f} 需要的抗剪连接件数量，按下式计算：

$$n_{\text{f}} \geq H_{\text{f}} / N_{\text{v}}^{\text{c}} \quad (8.2.6-2)$$

【条文说明】交错桁架体系钢结构的楼盖承受桁架传来的水平剪力时，作用机理类似深梁，为了提高其破坏时的延性，宜设计边缘约束构件；根据 AISC Design Guide 14 的建议，可将纵向框架梁考虑为楼板的边缘约束构件，因此在设计楼盖时应保证楼盖与纵向框架梁间有可靠的抗剪连接设计。

8.3 楼盖构造

8.3.1 楼板与桁架弦杆或纵向框架梁相连接的部位，宜适当增加板上部构造钢筋的配筋率。

【条文说明】根据西安建筑科技大学关于交错桁架体系钢结构的楼板试验，楼板裂缝一般首先出现在与桁架弦杆和纵向框架梁连接的部位，为避免在一般使用条件下这些部位出现裂缝，可在现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的板支承部位上部构造钢筋配筋面积的基础上提高 5%。

8.3.2 抗剪连接件的构造设置应符合下列规定：

1 连接件抗掀起端头底部（如焊钉圆柱头底部、槽钢上翼缘内侧、开孔钢板孔洞上缘等）至板底部钢筋的距离不得小于 30mm；

2 连接件的最大间距（开孔钢板连接件为孔间距）不应大于混凝土翼板厚度的 4 倍，且不应大于 600mm 。

3 连接件的外侧边至钢梁上翼缘侧边的距离不应小于 20mm 。

4 连接件顶面的混凝土保护层厚度不应小于 15mm 。

【条文说明】本条规定根据现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 的相关规定，结合开孔钢板连接件具体型式修改给出。

8.3.3 开孔钢板连接件的钢板厚度不宜大于 15mm，贯通钢筋直径宜选用 12~20mm，开孔直径宜为 30~40mm。

【条文说明】结合开孔钢板连接件的抗剪承载力试验数据，及交错桁架体系钢结构楼板需要承受的每延米纵向剪力的大小，为了减小开孔钢板连接件的用钢量，宜选用较小厚度的钢板和较小直径的贯通钢筋，相应开孔直径也宜选用较小值。

8.3.4 楼板的开洞部位采取以下构造措施予以加强：

1 洞口附近的楼板宜采用双层双向配筋；

2 矩形孔洞长边小于 700mm 时，应在孔洞四周布置附加钢筋（图 8.3.1）；其中，纵向附加钢筋配筋面积不应小于 $0.003bh_n$ ，或被孔洞切断的纵向钢筋面积的一半，并取两者中的较大值，且不应少于 $2\phi 12$ ；横向附加钢筋配筋面积不应小于被孔洞切断的横向钢筋面积的一半，且不应少于 $2\phi 12$ ；斜向附加钢筋配筋面积不应小于 $2\phi 14$ 。

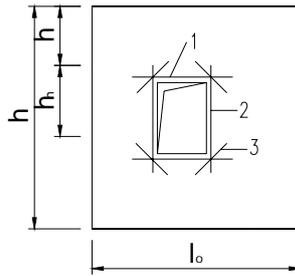


图 8.3.1 长边小于 700mm 矩形孔洞配置的附加钢筋

1—纵向附加钢筋； 2—横向附加钢筋； 3—角部附加钢筋

3 当矩形孔洞长边大于 700mm 时，应在孔洞周边设置暗梁；纵向和横向附加钢筋可按上述条款 2 确定，但不应少于 $4\phi 12$ ，箍筋间距不应大于 200mm，箍筋直径不应小于 6mm；角部斜向附加钢筋不应少于 $2\phi 16$ 。

4 圆形孔洞直径小于 800mm 时，应在孔洞四周布置不少于 $2\phi 14$ 的环形附加钢筋和斜向附加钢筋（图 8.3.2）；其中，斜向附加钢筋配筋面积不应小于 $0.0025bd$ （孔洞直径），或被孔洞切断的纵向和横向钢筋面积之和的四分之一，并取两者中的较大值。

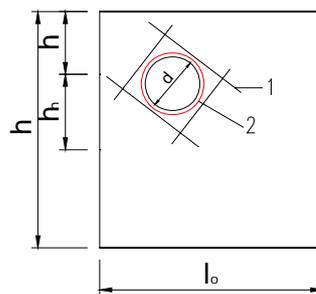


图 8.3.2 直径小于 800mm 圆形孔洞配置的附加钢筋

1—环向附加钢筋； 2—斜向附加钢筋

5 当圆形孔洞直径大于 800mm 时，应在孔洞周边设置暗梁；环向附加钢筋不应少于 $4\phi 12$ ，箍筋间距不应大于 200mm，箍筋直径不应小于 6mm；斜向附加钢筋可按上述条款 4 确定，但不应少于 $2\phi 16$ 。

【条文说明】本条规定根据《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3-2002 第 4.3.8 条规定执行。

9 围护结构

9.0.1 围护系统宜构造简单、施工方便，并能工业化生产。建筑材料宜具有轻质高强、保温隔热、隔声隔汽、抗震耐久、耐火防水等性能，其性能指标应符合相应国家标准的要求。

【条文说明】本条是关于维护系统构造及材料的一般要求。

9.0.2 围护系统的隔热与保温性能、节能指标应符合现行国家标准《住宅建筑规范》GB 50368、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、现行行业标准《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 的要求。

【条文说明】围护系统的保温隔热性能指标，除符合相关国家标准、行业标准的要求外尚应满足地方建筑节能设计标准的规定。对特定的围护系统构造应通过检测确定其性能指标能否满足相关标准的要求。

9.0.3 填充墙可采用压型钢板及其组合墙体、蒸压轻质加气混凝土板墙板（ALC）、钢丝网混凝土预制保温夹芯板墙板，也可采用轻型块材砌筑。

【条文说明】本条推荐了几种常用的填充墙材料，符合第 9.0.1、9.0.2 条要求的其他种类的填充墙也可采用。

9.0.4 围护系统的热工设计可采取以下措施：

1 外墙宜采用重质材料和轻质高效保温隔热材料组成的复合结构；必要时设置空气间层、铝箔反射层、防水层。

2 严寒地区围护结构保温层内侧宜设置隔汽层。

3 采用加气混凝土、泡沫混凝土等单一材料外墙时，在其内外侧宜设混合砂浆、水泥砂浆等重质饰面；当采用带有外装饰表面的蒸压轻质加气混凝土板（ALC）时，内侧宜抹灰或衬装其它薄板。

4 采取措施减少热桥。外墙保温层宜设置在钢构件外侧，当钢构件外侧保温材料厚度受限制时，应进行露点验算。

【条文说明】本条是保证围护系统的热工性能的构造要求，用于设计计算的热工性能设计指标应通过检测确定。

当保温隔热材料可能受潮时，宜采用防水透气膜或复铝的防水透气膜外包，使保温隔热材料保持干燥；严寒地区隔汽层宜选用膜材料，敷设时应连续；当热桥无法避免时，应保证

热桥部位内表面温度不低于室内空气露点温度。采暖地区室外钢构件与室内主体结构连接宜采用铰接（如腹板连接）或特殊设计，以减少传热截面。连接部位宜采用保温层覆盖。当室外钢构件伸入室内时，在室内部分的一定长度范围内应采取延续保温措施，并进行露点验算。

9.0.5 外墙板连接点的设计构造应符合以下规定：

1 连接点应能承受墙板自重、风荷载、湿度变化作用及施工临时荷载，有抗震设防要求时能承受墙板本身的地震作用。

2 抗震设防的建筑，当采用大板墙体时，墙板构件与主体结构之间的间隙宜为 30mm，墙板构件之间的纵向和横向分离缝宽度宜为 25mm，分离缝应采用压缩性良好的弹性密封材料密封；当采用条板外墙时，墙板构件与主体结构之间的间隙宜根据连接构造要求确定，一般应留出误差调节量，墙板构件之间可以靠紧，但每隔 3-5m 应设置分离缝，缝宽不宜小于 20mm。

3 墙板连接设计应根据墙板构件可能出现的相对于交错桁架体系钢结构的变位形式确定连接方法和构造。

【条文说明】本条是外墙板连接点的承载力及变形缝的要求，连接点应通过计算保证足够的承载力，变形缝应保证在主体结构变形及墙板自身伸缩的情况下不会因相互挤压造成破坏。

9.0.6 墙体、楼盖及屋盖的空气声计权隔声量和计权标准化撞击声压级等隔声性能应符合现行国家标准《住宅建筑规范》GB 50368、《民用建筑隔声设计规范》GBJ 118 规定的要求。设计上或使用上采取消除管道膨胀与收缩、空气流动、水流动和电器产生噪声的措施。

【条文说明】本条是围护系统的隔声要求，一般轻型材料的隔声性能较差，必要时应在选择装饰材料时考虑隔声要求。

9.0.7 钢构件在隔墙处可能形成声桥的部位，应采用隔声材料或重质材料填充或包覆，保证相邻空间隔声指标达到设计要求。

【条文说明】钢结构构件是隔声薄弱部位，应采取必要的隔声措施。

9.0.8 外墙、屋盖内部冬季的冷凝受潮验算及防潮措施，应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定。建筑围护系统的隔汽材料应设置在保温材料温度较高的一侧，其渗透系数应不大于 $5.7 \times 10^{-11} \text{kg}/(\text{Pa} \cdot \text{S} \cdot \text{m}^2)$ 。建筑围护系统中所有的接缝、穿孔等空气渗透来源处，应采用密封、填缝、包缚等措施阻断空气渗透。

【条文说明】钢结构构件在潮湿的环境下，容易产生锈蚀，从而影响结构构件的耐久性，因此围护系统应采取密封措施。

10 制作与安装

10.1 一般规定

10.1.1 交错桁架体系钢结构的施工,除应符合本规程的规定外,尚应遵守现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定。

10.1.2 交错桁架体系钢结构施工单位应具有相应的钢结构工程施工资质。

10.1.3 制作单位应根据已批准的设计技术文件编制施工详图,当需要修改设计时必须取得设计单位同意,并签署设计变更文件。

【条文说明】施工单位对出现的图纸技术问题应及时与设计人员沟通,不经设计人员同意不得更改设计。

10.1.4 交错桁架体系钢结构所用的钢材、焊接材料、连接用紧固标准件应具有质量合格证书,其质量应符合设计文件要求,并符合现行有关国家标准的要求。

【条文说明】交错桁架体系钢结构的钢材应具有质量合格证书,应符合设计文件要求,符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《优质碳素结构钢》GB/T 699,《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 和《建筑结构用钢板》GB/T19879 的规定;焊接材料、高强度螺栓和涂装应符合施工图要求,其质量应分别符合现行国家标准《碳钢焊条》GB 5117、《低合金钢焊条》GB 5118、《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《气体保护焊用钢丝》GB/T 14958、《钢结构高强度六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈与技术条件》GB/T 1228~1231、《钢结构扭剪型高强度螺栓连接副》GB 3632~3633 规定的要求。

10.1.5 从事交错桁架系统钢结构焊接的焊工,应按国家现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81 的规定经考试并取得合格证后,方可进行操作。

【条文说明】焊缝的内在质量依靠焊工的技能水平来保证和实现,焊工必须经考试合格并取得相应的安全操作证和技能登记证,并在考试合格项目及其认可范围内施焊。

10.2 制作

10.2.1 交错桁架体系钢结构制作前,应根据设计文件、施工详图的要求以及制作厂的条件,编制制作工艺。制作工艺书应作为技术文件经发包单位代表及监理审核。

【条文说明】制作工艺应包括:施工中所依据的标准,制作厂的质量保证体系,成品的质量

保证体系和为保证成品达到规定的要求而制定的措施，生产场地的布置，采用的加工、焊接设备和工艺装配，焊工和检察人员的资质证明，各类检查项目表格和生产进度计划等。

10.2.2 构件的长度可根据运输条件和吊装条件确定，长度不宜大于12m。

【条文说明】为保证交错桁架体系钢结构的施工质量，方便生产场地布置，合理组织生产，加快工程进度，结构一般采用工厂制作，现场拼装，考虑车辆运输能力和交通法规约束，长度不宜超过12m。

10.2.3 制作时，放样、号料、切割、矫正、边缘加工、组装、焊接、制孔、摩擦面加工、端部加工、防锈、涂层、编号，应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205和行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99的规定。

【条文说明】交错桁架体系钢结构的制作前应首先进行图纸会审，发现问题及时反馈设计人员，下料前应对操作人员进行安全技术交底，编制加工工艺文件，技术人员应监督控制制作过程中每一工艺环节。控制环节主要包括：除锈、涂装底漆、放样、下料切割、铣边、制模、组对、焊接、打磨、检测焊缝等。材料需要对接时，接头不应设置在节点位置，制作时尚应注意环境温度，当进入冬期施工时，应采取相应的冬期施工措施。材料切割、矫正、制孔端部铣、平外部尺寸等应满足《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205）的规定。防腐涂装时应注意涂料或油漆颜色、干燥时间（包括表干和实干）、完全固化时间、贮存期、混合配合比、适用期、施工方法、稀释剂、工具清洗、漆膜厚度（湿膜厚度和干膜厚度）、涂装间隔等参数，涂装时尚应注意环境温度应在5~38℃、相对湿度≤80%。对防腐涂料应加强管理，严禁使用失效、过期涂料。如设计文件要求制作过程中考虑交错桁架体系钢结构的起拱，可以考虑按照《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205）相关规定执行。

10.2.4 交错桁架系统钢结构的焊接工作，必须在焊接工程师的指导下进行，并应根据工艺评定合格的试验结构和数据，编制焊接工艺文件。焊接工作应严格按照所编工艺文件中规定的焊接方法、工艺参数、施焊顺序进行。施焊过程及焊接质量应符合设计要求及现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205和行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JG J81的规定。

【条文说明】焊接工作是钢结构制作中非常重要的一环，焊接质量直接影响构件的内在质量和外观质量，关系到构件的稳定而和安全性。

10.2.5 构件制作完毕后，检查部门应按照施工详图的要求和本规程的规定，对成品进行检查验收。交错桁架制作的允许偏差见表11.2.6，其余构件的外形和几何尺寸的偏差应符合设计要求及本规程和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205和行业标准《高

层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定。

表 10.2.6 交错桁架制作的允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差	图 例
桁架最外端两个孔或 两端支承面最外侧距离		+3.0 -7.0	
桁架跨中高度		±10.0	
桁架跨中拱度	设计要求起拱	±l/5000	
	设计未要求起拱	10.0 -5.0	
相邻节间弦杆弯曲 (受压除外)		$l_1/1000$	

【条文说明】构件验收内容一般包括原材料产品质量证明书及复验报告、班组自检记录、检验批检查记录、焊缝无损检测记录等。

10.2.6 构件的编号、包装、运输应符合下列要求:

1 涂装完毕后,应在构件明显部位进行编号,编号应与施工详图的构件编号一致,重大构件还应标明重量、中心位置和定位标记。

2 根据设计文件要求和构件的外形尺寸、发运数量及运输情况,编制包装工艺。。

3 构件在运输和起吊时,对于重心高的构件立放时,应设置临时支撑,并绑扎牢固。

【条文说明】钢结构构件在包装、运输时应采取适当的成品保护措施,保证构件不发生变形,构件漆膜不至起皮脱落,构件堆放场地整洁、干净。吊装时应采取防侧向变形措施避免吊装过程中发生平面外失稳,采用吊装带吊装。运输及存时放宜在下部用方木垫起,卸车时应防止损坏。如构件出现局部漆膜起皮脱落的应将漆膜破损部位打磨干净,除锈达 St3 以上,方可进行补漆。

10.3 安装

10.3.1 交错桁架体系钢结构的安装,应根据设计文件和施工图要求制定安装施工组织设计,并根据施工组织设计进行钢结构安装。安装的程序必须保证结构形成稳定的空间体系,且不导致结构永久变形。

10.3.2 安装用的专用机具和工具,应满足施工要求,并应定期进行检验,保证合格。

10.3.3 安装前,应对构件的外形尺寸、螺栓孔直径及位置、连接件位置及角度、焊缝、栓钉焊、高强度螺栓连接摩擦面等进行全面检查,在符合设计文件或有关标准的要求后方可进行安装工作。交错桁架体系钢结构的柱脚应采用可靠方法定位,除测量直角边长外,尚应测

量对角线长度。

10.3.4 在混凝土灌注前和灌注后钢结构安装前，必须对建筑物的定位轴线、基础的轴线、基础顶面的平面尺寸和标高以及地脚螺栓（锚栓）位置等进行检查，并组织基础检测的交接验收。基础的支承面、地脚螺栓的允许偏差应符合表 11.3.4 的要求。

表 10.3.4 支承面、锚栓的允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
支承面	标高	±3.0
	水平度	l/1000
地脚螺栓（锚栓）	螺栓中心偏移	5.0
	螺栓露出长度	+30 0
	螺纹长度	+30 0
预留孔中心偏移		10.0

10.3.5 安装的临时连接应采用传力可靠、制作方便、连接简单、便于调整的构造形式。临时连接采用焊接时，应采取定位措施将构件临时固定。

【10.3.1-10.3.5 条文说明】吊装前为保证施工进度，保证工程质量，应做好施工前工序交验，对基础顶面标高进行复合，制作完成后应对交错桁架结构进行检验，以免在吊装过程中修改构件。安装时必须事先制定吊装专项方案，安装柱子时为防止累计偏差，柱子的定位轴线不可从下一节柱子引出，必须从地面控制轴线引导安装位置。安装前必须保证定位轴线、基础轴线、标高及地脚螺栓位置正确，偏差满足设计与《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205）要求，如出现大的偏差应及时整改，避免对结构受力造成不利影响。

10.3.6 构件的安装应符合下列规定：

- 1 构件的安装，应根据场地和起重设备条件，最大限度地扩大拼装工作在地面完成。构件安装前应进行预拼装。
- 2 大跨度构件的吊点须经计算确定。对于侧向刚度小，腹板宽厚比大的构件，应采取防止构件扭曲和损坏的措施。不得在主要受力部位焊其它物件。
- 3 柱、桁架、梁、支撑等大构件安装时，宜分单元进行校正。
- 4 当天安装的钢构件应形成空间稳定体系。
- 5 进行钢结构安装时，楼面上堆放的安装荷载不得超过桁架、压型钢板、叠合预制板的承载能力。
- 6 一节柱的各层桁架安装完毕后，宜立即安装本节柱范围内的各层楼梯，并铺设各层楼面的压型钢板。

7 钢构件安装和楼盖钢筋混凝土楼板的施工，应相继进行，两项作业相距不宜超过5层。

8 一个流水段一节柱的全部钢件安装完毕并验收合格后，方可进行下一流水段的安装工作。

【条文说明】

(1) 对于跨度较大构件，由于无法整体运输致现场，为保证构件的整体性，在现场安装前必须进行预拼装，拼装前应编制预拼装方案，预拼装时应在现场支设马凳或平台，并应采用水准仪测量找平马凳或平台。预拼装完成后，经质量检验工程师、安装代表及甲方、监理检验合格后，方可拆除。

(2) 无法整体运输的大型构件应在地面拼装完成后进行吊装，吊装前应将所有附件连接到位，避免高空作业拼装构件和附件，安装完成的构件严禁随意焊接设计以外的物品，严禁利用安装完成的结构体系作为支撑系统吊装其他构件。

3) 构件吊装到位后应随即进行调整，为避免累计误差和结构安全性，调整满足规范要求后，必须固定牢固，方可进入下到工序。

(4) 当天安装的构件必须形成空间稳定体系，避免大风、雨雪等意外原因造成不完整结构体系的扰动。

(5) 交错桁架体系钢结构的楼面根据设计蓝图有一定的荷载取值，在施工安装时，应制定合理的施工方案，并应注意不可在楼面堆放构件，以免压坏成形的结构体系和楼面系统。

(6) 安装就位的柱与桁架结构后，宜立即安装楼梯系统和楼面系统，以方便施工作业人员行走消除安全隐患。

(7) 楼板对结构体系的侧向刚度和稳定性有重要影响，并起到一定的抗扭作用，因此构件安装与楼板浇筑两项作业相距不宜超过5层，如遇特殊原因必须超过5层时，应由责任工程师会同设计部门各专业质量检查部门共同协商处理。

(8) 为保证工程质量和施工人员安全，应将一节柱的全部构件安装完全并验收合格后方可进行上一层柱的安装。

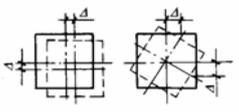
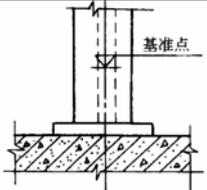
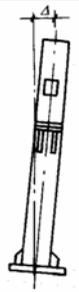
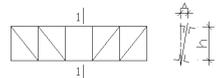
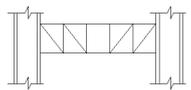
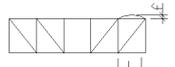
10.3.7 高强度螺栓应在干燥通风的室内存放，入库验收应符合《钢结构高强度螺栓的设计、施工及验收规程》JGJ 82 的要求，严禁使用锈蚀、沾污、碰伤和混批的高强度螺栓。高强度螺栓施工应符合《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 有关规定的要求。

【条文说明】高强度螺栓的施工时应注意作好接头摩擦面清理，不允许有漆膜覆盖、铁锈、焊接飞溅物、油污等，安装前应用钢丝刷沿受力垂直方向出去浮锈。摩擦面应干燥，施工时

应注意天气状况，不可在雨天进行安装。施工时应采用专用工具，使用个扭矩扳手应按规定进行校准，班前检查扭矩扳手，合格方能使用。

10.3.8 交错桁架体系钢结构的安装质量应符合表 11.3.8 的要求

表 10.3.8 交错桁架体系钢结构安装允许偏差 (mm)

构件类型	项 目		允许偏差	图 例	
柱	柱脚底座中心线对定位轴线的偏移		5.0		
	柱脚标高		+5.0 -8.0		
	弯曲矢高		$H/1200, 15.0$		
	不垂直度	单层柱	$H < 10m$	$H/1000$	
			$H > 10m$	$H/1000, 25.0$	
多节柱	单节柱	$H/1000, 10.0$			
	柱全高	35.0			
桁架	跨中的不垂直度		$h/250, 15.0$		
	桁架及受压弦杆的侧向弯曲		$l/1000, 10.0$		
	设计要求桁架起拱		$\pm l/5000$		
	设计未要求桁架起拱		$l/2000$		

注：H-柱总高度；l-桁架跨度或受压弦杆节间长度；h-桁架跨中的高度。

【条文说明】 结构安装整体允许偏差应满足《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 要求。

10.3.9 交错桁架体系钢结构中的混凝土施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》GB 50204 的规定。

【条文说明】 本条取自现行行业标准《高层建筑钢—混凝土混合结构设计规程》CECS 230。

10.3.10 隐蔽工程应做旁站监理。在每一个流水段一节柱的高度范围内全部构件（包括钢楼梯、压型钢板等）安装、校正、焊接、栓接完毕并自检合格后，应做隐蔽工程验收。

【条文说明】 隐蔽工程要做封闭前的过程见证检验。交错桁架体系钢结构的竣工验收工作分

为两步：第一步是每个流水区段一节柱子的全部构件安装、焊接、栓接等各单项工程，全部检查合格后，要进行隐蔽工程验收工作，这是要求这一段内的原始记录应齐全。第二步是在各流水区段的各项工作全部检验合格后，进行竣工验收。

11 结构的防护

11.0.1 交错桁架体系钢结构宜采用可靠的防锈和涂装措施。应综合考虑结构的重要性、环境侵蚀条件、维护条件和使用寿命,以及施工条件和工程造价等因素,按照现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 进行防腐涂装设计。

【条文说明】钢结构构件应根据各方面的条件按相关标准进行专门的防腐设计。

11.0.2 钢结构表面除锈等级与涂料的匹配以及常用涂层的配套可按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 和《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 的规定选用。

【条文说明】设计文件中应包括除锈、涂料(或镀锌)、涂(渡)层厚度、使用期内检查维护要求等专项内容。交错桁架体系钢结构构件采用的钢材表面原始锈蚀等级不应低于 B 级,并采用喷射(丸、砂)方法除锈,其除锈等级不得低于 Sa2.5 级。在构造上尽量避免出现难于检查、清刷和油漆之处以及能积留湿气和大量灰尘的死角或凹槽。闭口截面构件应沿全长和端部焊接封闭。

11.0.3 经除锈后的钢材表面在检查合格后,应在要求的时限内进行涂装。

【条文说明】防锈涂料的选用,应符合以下规定:

1 防锈涂层一般应由底漆、中间漆及面漆组成,选择涂料时应考虑漆与除锈等级的匹配,以及底漆、中间漆与面漆的配套组合。

2 经喷射除锈后,一般涂装要求的构件,可采用两道底漆、两道面漆的做法,干漆膜总厚度不小于 $120\mu\text{m}$;对涂装要求高的构件,宜采用 2 遍底漆、1~2 遍中间漆及 2 遍面漆,干漆膜应总厚度不小于 $150\mu\text{m}$ 。需加重防腐的部位,可适当增加厚度 $20\sim 60\mu\text{m}$,并宜采用长效涂料防护。

3 需作防火涂层的钢材表面,可除锈后只作底漆涂层。当要求底漆为耐高温漆时,宜选用有机硅富锌底漆或溶剂型无机硅富锌底漆。

11.0.4 钢结构不得采用带锈涂料(即允许钢材表面带锈涂刷的化学除锈涂料)作防锈涂装。在使用期间不能重新涂装的结构部位应采取特殊防锈措施。

【条文说明】非结构构件有时采用带锈涂料,但结构构件不应带锈涂料。

11.0.5 施工图中注明暂不涂装的部位不得涂装,安装焊缝处应留出 $30\sim 50\text{mm}$ 暂不涂装,待

安装完毕后补涂。

【条文说明】涂装应按设计要求进行，防腐的同时也要保证结构方面的其他性能要求。

11.0.6 钢结构的防锈、涂装施工质量应严格按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 检查验收，重新涂装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 的规定。涂装工程验收应包括在中间检查和竣工验收中。

【条文说明】涂装工程应进行检查验收。

11.0.7 室内湿度较大的部位（如厨房、卫生间等）不应有外露钢结构；当不可避免时，宜外包混凝土隔护。

【条文说明】钢结构构件进行防腐涂装的同时，在特殊部位也要采取附加措施，如采用混凝土包裹、构造上防止结露等。

11.0.8 不同种类的金属材料的构件、部件连接时（如铝和铝合金与水泥类材料或钢材）应采取防止接触腐蚀的措施。

【条文说明】防腐涂装设计时要考虑可能产生的接触腐蚀，并采取相应的防护措施。

11.0.9 结构的防火应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GBJ 16 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的要求，结构构件的防火保护层应根据建筑物的防火等级对各不同的构件所要求的耐火极限进行设计。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》GB 14907 和国家现行标准《钢结构防火涂料应用技术规范》CECS 24 的规定。

【条文说明】本条是关于钢结构构件防火涂装的一般要求。

11.0.10 结构受高温作用时，应根据不同情况采取下列防护措施：当结构可能受到炽热熔化的金属的侵害时，应采用砖或耐热材料做成的隔热层加以保护；当结构的表面长期受辐射热达 150℃ 以上或在短时间可能受到火焰作用时，应采取有效的防护措施（如加隔热层或水套等）。

【条文说明】高温环境下的构件应采取特殊防护措施。

11.0.11 成品构件因碰伤、挤压导致构件变形、表面划伤严重的应对损伤部分做更换处理。经过外形矫正等返修处理后的构件应重做检验，不可修复的应视为不合格。

【条文说明】成品构件遭到损坏应进行修复，不可修复的应予更换。

12 验收

12.0.1 大型钢结构工程可划分成若干个子分部工程进行竣工验收。交错桁架体系钢结构作为主体结构之一时，应按子分部工程竣工验收；当主体结构均为钢结构时，应按分部工程竣工验收。

【条文说明】本条的制定参照了现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中钢结构分部工程竣工验收的有关规定。

12.0.2 工程合格质量标准应符合下列规定：

- 1 各分项工程质量均应符合合格质量标准；
- 2 质量控制资料 and 文件应完整；
- 3 有关安全及功能的检验和见证检测结果应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205有关合格质量标准的要求；
- 4 有关观感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有关合格质量标准的要求。

【条文说明】本条的制定参照了现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中钢结构分部工程竣工验收的有关规定。

12.0.3 工程竣工验收时，应提供下列文件和记录：

- 1 交错桁架体系钢结构工程竣工图纸及相关设计文件；
- 2 施工现场质量管理检查记录；
- 3 有关安全及功能的检验和见证检测项目检查记录；
- 4 有关观感质量检验项目检查记录；
- 5 分部工程所含各分项工程质量验收记录；
- 6 分项工程所含各检验批质量验收记录；
- 7 强制性条文检验项目检查记录及证明文件；
- 8 隐蔽工程检验项目检查验收记录；
- 9 原材料、成品质量合格证明文件、中文标志及性能检测报告；
- 10 不合格项的处理记录及验收记录；
- 11 重大质量、技术问题实施方案及验收记录；

12 其他有关文件和记录。

【条文说明】本条规定了交错桁架体系钢结构分部工程竣工验收时，应提供的文件和记录。本条的制定参照了现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中钢结构分部工程竣工验收的有关规定。

12.0.4 工程质量验收记录应符合下列规定：

1 施工现场质量管理检查记录可按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300中的有关规定进行；

2 分项工程验收记录可按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》

GB 50300中的有关规定进行；

3 分部(子分部)工程验收记录可按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300中的有关规定进行。

【条文说明】本条规定了交错桁架体系钢结构的工程质量验收记录应符合的国家现行标准。本条的制定参照了现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中钢结构分部工程竣工验收的有关规定。

12.0.5 工程施工质量不符合本规程要求时，应按下列规定进行处理：

1 当返工重做或更换构（配）件的检验批，应重新进行验收；

2 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的检验批，应予以验收；

3 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；

4 经返修或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求，可按处理技术方案和协商文件进行验收。

【条文说明】本条依据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 制定。

12.0.6 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程，严禁验收。

【条文说明】本条依据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 制定。