

SZCES

深圳市建设工程标准学会标准

T/SZCES XX-2024

装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面  
钢筋桁架楼承板应用技术标准

Technical standard for application of prefabricated planar steel-bar truss deck  
with carbon fiber reinforced composite fine stone concrete

送审稿

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

深圳市建设工程标准学会 发布

深圳市建设工程标准学会标准

装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板  
应用技术标准

Technical standard for application of prefabricated planar steel-bar truss  
deck with carbon fiber reinforced composite fine stone concrete

**T/SZCES XX - 202X**

202X 深 圳

## 前 言

根据深圳市建设工程标准学会发布的关于《复合碳纤维增强薄型混凝土平面钢筋桁架叠合板应用技术标准》团体标准立项的公告，编制组经过深入的调查研究，认真总结国内先进技术，结合深圳市装配式混凝土叠合板、楼承板应用技术，及其在设计、生产、施工、验收等方面的实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为8章，主要技术内容包括：总则、术语与符号、基本规定、材料与部件、设计与构造、生产与运输、安装与施工、质量验收和5个附录。

本标准中某些内容可能直接或间接涉及专利，发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由深圳市建设工程标准学会负责管理，深圳市建筑设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至深圳市建筑设计研究总院有限公司《复合碳纤维增强薄型混凝土平面钢筋桁架叠合板应用技术标准》编制组(地址：深圳市福田区振华路8号设计大厦16楼1603)，以便今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳市建筑设计研究总院有限公司

深圳市市政设计研究院有限公司

深圳市勘察设计行业协会

广东好快省建筑科技有限公司

本标准参编单位：深圳机械院建筑设计有限公司

深圳市华阳国际工程设计股份有限公司

奥意建筑工程设计有限公司

深圳大学建筑设计研究院有限公司

深圳市天华建筑设计有限公司

深圳市欧博工程设计顾问有限公司

香港华艺设计顾问(深圳)有限公司

深圳力鹏工程研究结构设计事务所有限公司

深圳中技绿建科技有限公司

深圳市同济人建筑设计有限公司

筑博设计股份有限公司

航天规划设计集团有限公司深圳分公司

深圳市建筑科学研究院股份有限公司  
中国建筑科学研究院有限公司深圳分公司  
深圳市建设（集团）有限公司  
中建一局集团华南建设有限公司  
中国建筑第二工程局有限公司  
中建三局集团有限公司西北分公司  
中建四局科技与设计管理部  
中建五局华南建设有限公司  
中建七局安装工程有限公司  
中建八局（深圳）建设有限公司  
中建新疆建工集团（深圳）建设有限公司  
中建研智能技术（北京）有限公司  
中建科工集团有限公司  
中建科技集团有限公司  
中铁建工集团有限公司  
中交第四航务工程勘察设计院有限公司  
山东时光机械科技有限公司  
深圳市房屋安全和工程质量检测鉴定中心

主要起草人：张建军 彭肇才 单成敏 唐增洪 石星亮 郑庆星 陈裕峰 蔡洁 何远明  
黄周敏 张国贤 王喜堂 余良刚 汪四新 刘畅(女) 刘伟 马芳 徐凯  
陈龙 黄卓 陈哲 徐钢 许丰 何涛 吴勇 王森 李建新  
陈建华 孟凡光 周子璐 许统郁 史增强 王岩 刘彬 张国杰 李志强  
张立平 刘畅 刘长政 黎欣 余忠辉 刘云浪

主要审查人：

# 目 次

1	总则 .....	1
2	术语与符号 .....	2
2.1	术语 .....	2
2.2	符号 .....	3
3	基本规定 .....	6
4	材料与部件 .....	8
4.1	材料 .....	8
4.2	平面钢筋桁架 .....	9
4.3	细石混凝土板 .....	10
5	设计与构造 .....	13
5.1	一般规定 .....	13
5.2	设计 .....	14
5.3	配筋要求 .....	21
5.4	构造规定 .....	22
6	生产与运输 .....	27
6.1	一般规定 .....	27
6.2	生产 .....	27
6.3	运输与堆放 .....	28
6.4	质量检验 .....	29
7	安装与施工 .....	32
7.1	一般规定 .....	32
7.2	施工准备 .....	32
7.3	安装及钢筋工程 .....	33
7.4	混凝土工程 .....	34
7.5	安全文明施工 .....	35
8	质量验收 .....	36
8.1	一般规定 .....	36
8.2	主控项目 .....	37
8.3	一般项目 .....	38
8.4	质量验收 .....	39
附录 A	平面桁架楼承板选型 .....	41
附录 B	平面钢筋桁架杆件规格一览表 .....	42
附录 C	平面桁架楼承板无支撑跨度计算 .....	43
附录 D	平面桁架楼承板产品的出厂检验 .....	50

附录 E 平面桁架楼承板建筑构造图集 .....	53
本标准用词说明 .....	54
引用标准名录 .....	55
附：条文说明 .....	55

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Termes and Symbols .....	2
2.1	Termes .....	2
2.2	Symbols .....	3
3	Basic Requirements .....	6
4	Materials and Components .....	8
4.1	Materials .....	8
4.2	Planar Steel-Bars Truss .....	9
4.3	Fine Stone Concrete Slab .....	10
5	Design and Detailing .....	13
5.1	General Requirements .....	13
5.2	Design .....	14
5.3	Requirements for Reinforcement .....	21
5.4	Requirements for Detailing .....	22
6	Manufacture and Transportation .....	27
6.1	General Requirements .....	27
6.2	Manufacture .....	27
6.3	Transportation and Storage .....	28
6.4	Quality Inspecting .....	29
7	Erection and Construction .....	32
7.1	General Requirements .....	32
7.2	Construction Preparation .....	32
7.3	Erection and Reinforcing .....	33
7.4	Construction of Reinforcement and Concrete .....	34
7.5	Safe and Civilized Construction .....	35
8	Quality Acceptance .....	36
8.1	General Requirements .....	36
8.2	Dominant Items .....	37
8.3	General Items .....	38
8.4	Quality Acceptance .....	39
Appendix A	Models of Planar Steel-bars Truss Deck .....	41
Appendix B	Common Specifications of Planar Steel-bars Truss .....	42
Appendix C	Calculation of Unsupported Span for Planar Steel-bars Truss Deck .....	43
Appendix D	Factory Inspection of Planar Steel-bars Truss Deck .....	50
Appendix E	Building Detailing Atlas of Planar Steel-bars Truss Deck .....	53

Explanation of Wording in This Standard .....54  
List of Quoted Standards .....55  
Addition: Explanation of Provisions .....55

# 1 总则

**1.0.1** 为规范装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板的设计、施工和管理，做到安全适用、技术先进、经济合理、方便施工，保证工程质量，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于深圳市新建、改建和扩建的民用建筑、工业建筑、市政建筑中的装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板设计、生产、施工及验收。

**1.0.3** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板的设计、生产、施工及验收，除应符合本标准外，尚应符合国家、行业、广东省及深圳市现行有关标准的规定。

## 2 术语与符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 复合碳纤维细石混凝土 carbon fiber reinforced composite fine stone concrete

在普通细石混凝土中铺设复合碳纤维网片而形成的一种复合材料，这种混凝土材料具有较好的抗拉性能。

#### 2.1.2 平面钢筋桁架 planar steel-bar truss

以钢筋为单上弦、单下弦及单腹杆，腹杆钢筋向下伸出40-50mm于下弦钢筋底部形成左右撇脚，并在左右撇脚上部各设置1-2根 $\phi$ 4.5-6mm冷拔钢丝，通过电阻点焊连接而成的桁架，称为平面钢筋桁架。

#### 2.1.3 细石混凝土底板 fine stone concrete slab

由细石混凝土浇筑而成，连接于钢筋桁架底部，承受施工阶段荷载，在混凝土浇筑后无需拆除的底板。本标准中的细石混凝土底板均采用复合碳纤维细石混凝土。

#### 2.1.4 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板 prefabricated planar steel-bar truss deck with carbon fiber reinforced composite fine stone concrete

以细石混凝土板作为底板参与结构受力，且在细石混凝土底板内下部铺设一层复合碳纤维增强抗裂网，并增设钢丝网与钢筋桁架可靠焊接的平面钢筋桁架楼承板，在本标准中简称平面桁架楼承板。

#### 2.1.5 支座钢筋 support bars

焊接于平面钢筋桁架两端的竖向支撑钢筋。

#### 2.1.6 复合碳纤维增强抗裂网片 anti-cracking mesh with carbon fiber reinforced composite

以碳纤维丝与玄武岩纤维丝（无捻）、玻璃纤维丝（无捻）按照规定比例复合为多股丝束，以超硬度（固化后）水性有机硅纳米高分子乳液浸胶（浆）成膜，经织物工艺编织制作而成的网片。

#### 2.1.7 桁架连接钢筋 The truss connects the steel bars

以横向钢筋垂直于平面桁架钢筋，分别以一定的间距将每条桁架的底部采用电阻点焊方式，把多条桁架连接结构为整体的钢筋，简称桁架连接钢筋。

### 2.1.8 平面桁架辅助钢筋 planar truss auxiliary reinforcement

在平面桁架两边的腹杆钢筋撇脚上方用1~2根 $\phi 4.5\sim 6\text{mm}$ 冷拔钢丝，平行于平面桁架方向以电阻点焊方式焊接。辅助钢筋下底面至混凝土板下底面不小于15mm的混凝土保护层，可考虑为受力钢筋。

### 2.1.9 平面桁架上弦横向拉结钢筋 planar truss top string transverse tension bar

设置于平面桁架上弦筋，垂直于平面桁架方向，电阻点焊方式焊接于平面桁架上弦筋，每根钢筋间距不大于1m，用于保障上弦钢筋的稳定性，称为平面桁架上弦横向拉结钢筋，简称横拉钢筋。

## 2.2 符号

### 2.2.1 材料力学性能

$E_s$ —钢筋弹性模量；

$f_y$ 、 $f'_y$ —钢筋抗拉、抗压强度设计值

### 2.2.2 作用和作用效应

$G$ —施工阶段永久荷载设计值

$M$ —平面钢筋桁架混凝土板弯矩设计值

$M_{1G}$ —平面钢筋桁架混凝土板自重在设计截面产生的弯矩设计值

$M_{1Gk}$ —施工阶段按永久荷载标准组合作用下的计算截面弯矩

$M_{2G}$ —除平面钢筋桁架混凝土板自重外，其他永久荷载在设计截面产生的弯矩设计值

$M_{2k}$ —使用阶段除平面钢筋桁架楼承板及钢筋、混凝土自重外的荷载标准组合作用下的计算截面弯矩

$M_{2Q}$ —可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值

$N$ —杆件轴心压力或拉力设计值

$Q$ —施工阶段可变荷载设计

$S$ —荷载效应设计值

$S_C$ —现浇混凝土自重产生的荷载效应标准值

$S_q$ —施工阶段可变荷载在计算截面产生的荷载效应标准值

$S_s$ —平面钢筋桁架楼承板和钢筋自重产生的荷载效应标准值

$\sigma_{sk}$ —按荷载标准组合计算的平面钢筋桁架下弦钢筋拉应力

$\sigma_{s1k}$ —施工阶段按永久荷载标准组合计算的平面钢筋桁架下弦钢筋的拉应力

$\sigma_{s2k}$ —使用阶段在弯矩 $M_{2k}$ 作用下的平面钢筋桁架下弦钢筋的拉应力

$\Delta_{1GK}$ —施工阶段按永久荷载的标准组合计算的平面钢筋桁架楼承板挠度值

$\Delta_{1GK}$ —板自重标准值作用下,且考虑荷载长期作用影响的平面钢筋桁架混凝土板挠度计算值

$\Delta_{2GK}$ —除板自重外,其他永久荷载标准值作用下,且考虑荷载长期作用影响的平面钢筋桁架混凝土板挠度值

$\Delta_{q0}$ —施工无支撑时板的挠度值

$\Delta_{qb}$ —施工有支撑时板的挠度值

$\Delta_{QiK}$ —第 $i$ 个可变荷载标准值作用下,且考虑荷载长期作用影响的平面钢筋桁架混凝土板挠度计算值(mm)

### 2.2.3 几何参数

$A_s$ 、 $A_s$ —受拉、受压钢筋截面面积

$b_t$ —平面钢筋桁架宽度

$B$ —装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板宽度

$c$ —底板厚度

$h_o$ —平面钢筋桁架下弦钢筋中心到受压区混凝土边缘的距离

$h_t$ —平面钢筋桁架高度

$h_{to}$ —平面钢筋桁架上、下弦钢筋的轴心距

$l_a$ —纵向受拉钢筋的锚固长度

$n$ —平面钢筋桁架楼承板计算面积内连接件或锚固预制点的数量

$S_1$ —平面钢筋桁架腹杆节点间距

$S_2$ —平面钢筋桁架间距

$S_3$ —平面钢筋桁架至底板边缘距离

$L$ —平面钢筋桁架长度

$c_1$ —平面钢筋桁架下弦钢筋下表面至底板下表面的距离

$m$ —平面钢筋桁架数量

#### 2.2.4 计算系数

$\gamma_0$ —施工阶段结构重要性系数

$\varphi$ —轴心受压构件的稳定系数

$\psi_{qi}$ —第  $i$  个可变荷载的准永久系数

### 3 基本规定

**3.0.1** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板应在模数协调的基础上，遵循少规格、多组合的原则，进行标准化、模数化设计。

**3.0.2** 采用平面桁架楼承板的叠合板裂缝控制等级及最大裂缝宽度的限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。

**3.0.3** 平面桁架楼承板进行施工阶段计算时，应根据施工实际情况采用合理的计算简图，并应符合下列规定：

1. 平面桁架楼承板内力计算应考虑底板与钢筋桁架协同受力，可采用组合构件有限元方法计算，也可只采用底板与钢筋架协同受力的简化桁架计算方法；

2. 应按单向简支桁架计算。

**3.0.4** 平面桁架楼承板的施工应符合现行国家标准《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870及《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032的有关规定。

**3.0.5** 平面桁架楼承板工程的质量检查、分项工程、检验批划分和质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204及《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032的有关规定。

**3.0.6** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板构成参见图3.0.6。

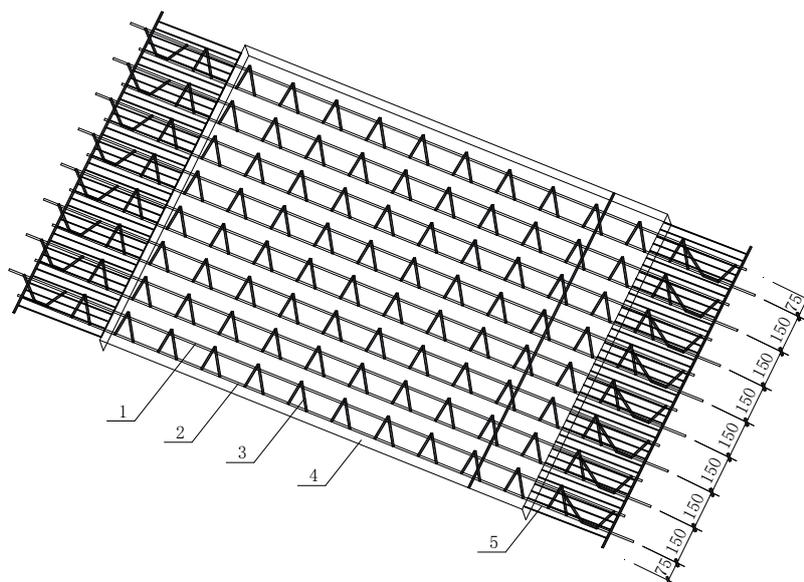


图 3.0.6 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板构成图

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—腹杆钢筋；4—细石混凝土底板；5—复合碳纤维增强抗裂网片



## 4 材料与部件

### 4.1 材料

4.1.1 细石混凝土板的混凝土质量要求应符合国家现行标准《预拌混凝土》GB/T 14902 和《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的有关规定。

4.1.2 细石混凝土板的材料及要求应符合下列规定：

1 混凝土强度宜与现浇混凝土相匹配，且不应低于 C30；

2 细石混凝土用骨料最大公称粒径不应大于 10mm，性能应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定；

3 细石混凝土板应采用复合碳纤维网片增强处理，复合碳纤维网片抗拉强度应大于等于 1800Mpa，且应大于等于现行行业标准《纤维增强复合材料筋》JG/T351 规定的最低允许限值。

4.1.3 钢筋桁架上弦钢筋、下弦钢筋宜采用 HRB400 或 CRB550 钢筋，也可采用 HRB500、CRB600H 钢筋；腹杆钢筋宜采用 CPB550 钢筋；支座钢筋宜采用 HRB400 钢筋；底板连接钢筋宜采用 CPB550 钢筋或 HRB400 钢筋。

4.1.4 平面钢筋桁架的钢筋强度标准值  $f_{yk}$  应按表 4.1.4 采用。

表 4.1.4 钢筋强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

种类		$f_{yk}$
热轧钢筋	HRB400	400
	HRB500	500
冷拔光圆钢筋	CPB550	500
冷轧带肋钢筋	CRB550	500
	CRB600H	540

4.1.5 平面钢筋桁架钢筋抗拉强度设计值  $f_y$  和抗压强度设计值  $f'_y$  应按表 4.1.5 采用。

表 4.1.5 钢筋强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

种类		$f_y$	$f'_y$
热轧钢筋	HRB400	360	360
	HRB500	435	435
冷拔光圆钢筋	CPB550	360	360

冷轧带肋钢筋	CRB550	400	380
	CRB600H	430	380

4.1.6 钢筋弹性模量 $E_s$ 应按表 4.1.6采用。

表 4.1.6 钢筋弹性模量 ( $\times 10^5 \text{N/mm}^2$ )

种类	$E_s$	
热轧钢筋	HRB400 、 HRB500	2.0
冷轧带肋钢筋	CRB550 、 CRB600H	1.9
冷拔光圆钢筋	CPB550	2.0

4.1.7 钢筋材质与性能应符合下列规定：

1 热轧钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1、《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 和《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的有关规定；

2 冷轧带肋钢筋应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788 和《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 的有关规定；

3 CPB550 钢筋应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

4.1.8 焊接用焊条应与钢筋性能相匹配，并应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 和《热强钢焊条》GB/T 5118 的有关规定。

## 4.2 平面钢筋桁架

4.2.1 平面钢筋桁架中钢筋公称直径宜符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 平面钢筋桁架中钢筋公称直径 (mm)

类别	热轧钢筋	冷拔光圆钢筋
上弦钢筋	8 ~ 12	—
下弦钢筋	8 ~ 12	—
腹杆钢筋	5~8	4.5 ~8
支座钢筋	8 ~ 12	—

桁架底部连接钢筋	—	4.5~6
平面桁架上弦拉结钢筋	6~10	—

4.2.2 平面钢筋桁架焊点的抗剪、抗拉承载力应符合下列规定：

- 1 平面钢筋桁架节点电阻点焊抗剪极限承载力不应小于表 4.2.2 规定的数值；
- 2 支座竖筋与支座横筋焊点抗剪极限承载力不应小于 6kN，支座竖筋与上弦钢筋焊点抗剪极限承载力不应小于 13kN。
- 3 平面钢筋桁架楼承板底板中的连接钢筋与平面钢筋桁架节点连接抗拉承载力标准值不应小于 1kN。

表 4.2.2 平面钢筋桁架节点焊点抗剪极限承载力

腹杆钢筋直径/mm	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0
单个焊点抗剪极限承载力/(kN)	5.68	7.02	8.49	10.10	11.85	13.84	18.20

4.2.3 平面钢筋桁架的尺寸允许偏差及检验方法应符合表4.2.3的规定。

表 4.2.3 平面钢筋桁架的尺寸允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	检验方法
长度	10	丈量上弦和下弦钢筋长度
设计高度	±3	丈量平面钢筋桁架高度方向两端，取平均值
设计宽度	±4	丈量平面钢筋桁架宽度方向两端，取平均值
相邻焊点中心距	±3	丈量上弦钢筋连续 5 个中心距，取平均值
支座钢筋位置	±3	丈量支座钢筋至下弦钢筋端部的距离

### 4.3 细石混凝土板

4.3.1 细石混凝土所用混凝土材料的力学性能指标和耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《混凝土结构设计标准》GB50010 的有关规定外尚应符合表 4.3.4及表4.3.5 的要求，并应符合下列要求：

- 1 细石混凝土底板厚度不宜小于 25mm；
- 2 细石混凝土用骨料最大颗粒直径不应超过 10mm；
- 3 细石混凝土底板采用复合碳纤维增强抗裂网片，提高抗裂性能；

4 细石混凝土底板顶面宜在成型过程中或成型后采用拉毛工艺加工成粗糙面。

4.3.2 细石混凝土底板的力学性能应符合表4.3.2 的规定。

表 4.3.2 细石混凝土的力学性能

项目	力学性能
抗冲击性	落球法试验冲击 1 次，板面无贯通裂纹
弹性模量	干燥弹性模量、饱水弹性模量均不应低于 $3.00 \times 10^4$ MPa
氯离子含量	不应大于 0.3%

4.3.3 细石混凝土底板的物理性能应符合表4.3.3 的规定。

表 4.3.3 细石混凝土底板的物理性能

项目	物理性能
表观密度 (kg/m <sup>3</sup> )	$\geq 2200$
吸水率 (%)	$\leq 10$
湿涨率 (%)	$\leq 0.25$
不透水性	24h 检验后板的底面不应出现水滴
浸泡—干燥性能 (50 次循环试验)	抗折强度比率 $\geq 70\%$

注：1 浸泡—干燥性能进行抗折强度比率试验时，试验组试件及对比试件均为饱水状态；

2 细石混凝土底板可不检测燃烧性能。

4.3.4 细石混凝土底板外观质量应符合下列规定：

1 表面不得有裂纹、分层、脱皮；

2 沿长度方向掉角尺寸不应大于 20mm，沿宽度方向掉角尺寸不应大于 10mm，切一张板掉角数量不应超过 1 个；

3 掉边深度不应大于 5mm。

4.3.5 细石混凝土底板尺寸允许偏差和检验方法应符合表4.3.5 的规定。

表 4.3.5 细石混凝土底板尺寸允许偏差和检验方法

检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
长度	0, -3	尺量板两端距边 100mm 处，取平均值
宽度	0, -2	尺量板两侧距边 100mm 处，取平均值
厚度	$\pm 1$	用游标卡尺在板一端中间及距两角 10mm 处各量一次，取平均值
对角线差	5	尺量两对角线，计算差值

**4.3.6** 复合碳纤维增强抗裂网片中甲醛释放量应符合现行国家标准《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》GB/T17657，放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的有关规定。

## 5 设计与构造

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板设计的基本规定、承载力极限状态计算、正常使用极限状态验算、耐久性设计等除应符合本标准外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T50010、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068及其他相关标准的有关规定。

**5.1.2** 采用平面桁架楼承板应分别进行生产阶段验算、施工阶段验算和使用阶段计算。各阶段计算除应符合本标准外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。

**5.1.3** 生产阶段验算时，应根据现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010中规定的计算方法和验算标准进行验算。

**5.1.4** 施工阶段验算时，应按平面桁架楼承板承担全部施工荷载考虑。

**5.1.5** 施工阶段验算时，应根据实际情况采用合理的计算简图，并符合下列规定：

1 平面桁架楼承板内力计算应考虑底板与平面钢筋桁架协同受力，可采用组合构件有限元法计算，也可采用简化方法计算；

2 平面桁架楼承板计算跨度取支座间的水平距离。

**5.1.6** 使用阶段计算时，应考虑底板与现浇钢筋混凝土共同受力，底板厚度计入混凝土板厚度，按平面桁架楼承板与现浇混凝土叠合的整体受弯混凝土板计算。

**5.1.7** 平面桁架楼承板与现浇混凝土叠合后进行使用阶段计算时，可按普通现浇混凝土板的设计原则进行设计，并应符合下列规定：

1 平面桁架楼承板底板采用的细石混凝土强度等级不应低于 C30，应考虑底板与后浇混凝土的共同受力；

2 计算弯矩时应采用计算跨度,计算跨度宜取支座中心线距离；

3 计算剪力时可采用净跨度；

4 应根据支座构造及结构设计要求按简支、固接或连续计算。

5.1.8 使用阶段结构分析时，采用平面桁架楼承板的叠合板等同于总厚度相同的现浇钢筋混凝土板。

5.1.9 平面钢筋桁架混凝土板在施工阶段应按单向板设计，使用阶段宜按双向板设计。

5.1.10 一般楼层、屋面混凝土板厚度不应小于100mm，当板内预埋暗管时不宜小于120mm，地下室顶板及转换层楼板厚度尚应符合国家及深圳市现行有关标准的规定。

5.1.11 使用阶段设计时，混凝土板按连续板设计时，支座处配筋应计算确定；按简支板设计时，支座截面应按本标准第5.3节规定配置构造钢筋。

5.1.12 使用阶段设计时，多跨连续楼板采用弹性分析计算内力时，可考虑塑性内力重分布，但支座弯矩调幅系数不宜小于0.8。

5.1.13 平面钢筋桁架混凝土板的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016及《建筑防火通用规范》GB55037对楼板的有关规定。

## 5.2 设计

### (I) 构件设计

5.2.1 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板规格与外形尺寸(图5.2.1)并应符合下列规定：

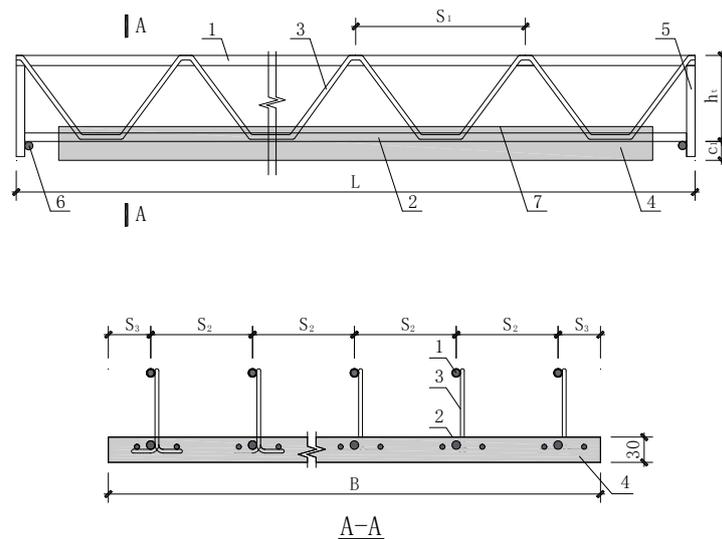


图 5.2.1 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板构造示意一

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—腹杆钢筋；4—细石混凝土底板；5—支座竖筋；6—焊接横向钢

筋；

7—复合碳纤维增强抗裂网片

- 1 平面钢筋桁架腹杆节点间距  $S_1$  宜取150mm，且不应大于200mm；
- 2 平面钢筋桁架间距  $S_2$  应取150mm；
- 3 平面钢筋桁架中心至底板边缘的距离  $S_3$  不宜大于75mm；
- 4  $h_i$  为平面钢筋桁架高度， $c_1$  取15mm；
- 5 底板宽度  $B$  宜为600mm ~ 1200mm；
- 6 细石混凝土底板厚度  $C$  取30mm。
- 7 设计专项说明：钢筋桁架楼承板底板要求
  - 1) 钢筋桁架腹杆钢筋下端呈马蹄形90度撇脚；
  - 2) 底板采用强度不低于C30的细石混凝土板。
  - 3) 预制混凝土底板底部铺设抗拉强度大于1800MPa，孔距不大于30mmx30mm复合碳纤维网片做增强抗裂层；
  - 4) 平面钢筋桁架腹杆钢筋下端呈90度马蹄形撇角；
  - 5) 马蹄形撇角上部左右各焊接1~2根不小于  $\Phi 4$  冷拔钢丝辅助受力；
  - 6) 平面钢筋桁架底部设置不小于  $\Phi 5$  钢筋网架将钢筋桁架有效结构连接；
  - 7) 平面桁架上弦横向设置拉结钢筋，电阻点焊方式焊接于平面桁架上弦筋，每根钢筋间距不大于1m。

**5.2.2** 平面桁架楼承板规格与外形尺寸也可采用图5.2.2所示形式。

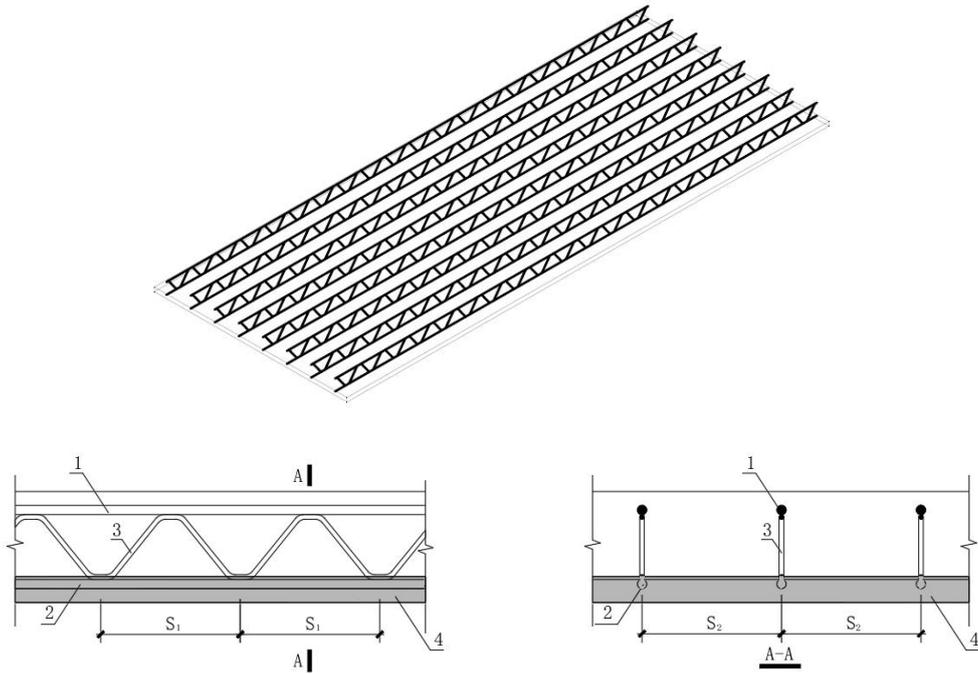


图 5.2.2-1 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板构造示意二

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—腹杆钢筋；4—细石混凝土底板

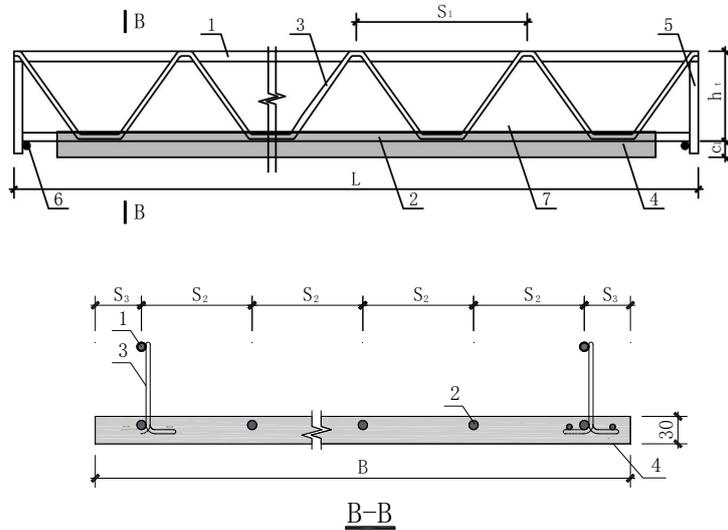


图 5.2.2-2 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板构造示意三

(此楼承板施工阶段需设置临时支撑)

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—腹杆钢筋；4—细石混凝土底板；5—支座竖筋；6—焊接横向钢筋；

7—复合碳纤维增强抗裂网片

5.2.3 桁架钢筋的常用型号及技术参数可按本标准附录A的规定采用。

## (II) 施工阶段承载力及变形计算

5.2.4 平面桁架楼承板施工阶段的荷载应按下列规定采用：

- 1 永久荷载 ( $G_{pc}$ )：平面桁架楼承板自重，含钢筋桁架和预制混凝土底板自重；
- 2 永久荷载 ( $G_c$ )：现场铺设钢筋和现浇层混凝土自重；
- 3 可变荷载：施工荷载。施工荷载应以实际荷载为依据；当不能测量实际施工荷载或实际施工荷载小于  $1.5\text{KN/m}^2$  时，施工荷载应取  $1.5\text{KN/m}^2$ 。

5.2.5 平面桁架楼承板施工阶段按承载力极限状态设计时，其荷载效应组合的设计值应按下列式确定：

$$S = 1.3S_{pc} + 1.5S_{ck} + 1.5S_{cqk} \quad (5.2.5)$$

式中： $S$ —荷载效应设计值；

$S_{pc}$ —平面钢筋桁架楼承板自重  $G_{pc}$ （底板混凝土+钢筋桁架）在计算截面产生的荷载效应标准值；

$S_{ck}$ —现浇层混凝土自重  $G_c$ （含现场铺设钢筋）在计算截面产生的荷载效应标准值；

$S_{cqk}$ —施工荷载在计算截面产生的荷载效应标准值。

5.2.6 平面桁架楼承板应根据施工时楼板跨度、约束情况选取合理的计算简图，可接单跨简支计算。取单榀平面钢筋桁架为计算单元，并应符合下列规定：

- 1 平面钢筋桁架杆件强度承载力应满足下式的要求：

$$\frac{\gamma_0 N}{A_s} \leq 0.9f_y \quad (5.2.6-1)$$

式中： $N$ —桁架杆件钢筋等效轴力设计值(N)；

$f_y$ —钢筋抗拉强度设计值( $\text{N/mm}^2$ )；

$A_s$ —计算单元宽度范围内杆件钢筋截面面积( $\text{mm}^2$ )；

$\gamma_0$ —施工阶段结构重要性系数，可取0.9。

- 2 平面钢筋桁架受压杆件稳定承载力应满足下式的要求：

$$\frac{\gamma_0 N_c}{\varphi A_s'} \leq 0.9 f_y' \quad (5.2.6-2)$$

式中：  $N_c$ —桁架杆件钢筋等效轴压力设计值；

$f_y'$ —钢筋抗压强度设计值(N/mm<sup>2</sup>)；

$\varphi$ —轴心受压构件的稳定系数，按现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017确定。

$A_s'$ —计算单元宽度范围内受压杆件钢筋截面面积(mm<sup>2</sup>)。

**5.2.7** 平面桁架楼承板施工阶段挠度计算应符合下列规定：

1 应按永久荷载和可变荷载的标准组合计算平面桁架楼承板的挠度，不考虑荷载长期作用的影响，挠度限值宜取为支承跨度的 1/250 和 20mm 的较小值；同时，仅考虑永久荷载（ $G_{pc} + G_c$ ）的挠度限值宜取为支承跨度的 1/400；跨内不设置临时支撑时，支承跨度取楼承板两端部支座间的距离；跨内设置临时支撑时，支承跨度应按楼承板支承情况取相邻临时支撑间距或临时支撑与楼承板端部支座间的距离；

2 计算平面桁架楼承板的惯性矩时，可将截面中的预制混凝土板宽度除以钢筋与混凝土弹性模量的比值 $\alpha_E$ 换算为钢筋截面宽度后，计算整个截面的惯性矩。

**5.2.8** 施工阶段，在荷载标准组合值作用下，底板裂缝验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。

### (III) 使用阶段承载力极限状态计算

**5.2.9** 使用阶段，平面桁架楼承板承载能力极限状态设计应符合下列规定：

1 不设置临时支撑时：

1) 正弯矩区段：

$$M = M_{1G} + M_{2G} + M_{2Q} \quad (5.2.9-1)$$

2) 平面桁架楼承板在支座处不连续时，混凝土楼板连接钢筋处负弯矩区段：

$$M = M_{2G} + M_{2Q} \quad (5.2.9-2)$$

3) 平面桁架楼承板在支座处连续时，平面钢筋桁架连续处负弯矩区段：

$$M = M_{1G} + M_{2G} + M_{2Q} \quad (5.2.9-3)$$

2 设置临时支撑时，平面桁架混凝土板正负弯矩区段：

$$M = M_{1G} + M_{2G} + M_{2Q} \quad (5.2.9-4)$$

式中： $M$ —平面钢筋桁架混凝土板弯矩设计值；

$M_{1G}$ —施工阶段平面桁架混凝土板自重（ $G_{pc} + G_c$ ）在计算截面产生的弯矩设计值；

$M_{2G}$ —使用阶段除平面桁架混凝土板自重外，其他永久荷载在计算截面产生的弯矩设计值；

$M_{2Q}$ —使用阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值。

**5.2.10** 使用阶段平面桁架混凝土板正截面受弯承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。弯矩设计值可按本标准第5.2.9条计算。

**5.2.11** 在施工阶段跨内不设置临时支撑时，平面桁架混凝土板中平面钢筋桁架下弦杆钢筋应力按下列公式验算，也可采用实体有限元计算分析。

$$\sigma_s = \sigma_{s1} + \sigma_{s2} \leq f_y \quad (5.2.11-1)$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{1G}}{h_{t0} A_s} \quad (5.2.11-2)$$

$$\sigma_{s2} = \frac{M_2}{0.87 A_s h_0} \quad (5.2.11-3)$$

式中： $A_s$ —计算单元宽度范围内平面钢筋桁架下弦钢筋截面面积(mm<sup>2</sup>)；

$f_y$ —钢筋抗拉强度设计值(N/mm<sup>2</sup>)；

$h_0$ —平面钢筋桁架下弦钢筋中心到混凝土板受压区混凝土边缘的距离(mm)；

$h_{t0}$ —平面钢筋桁架上、下弦钢筋中心线的距离(mm)；

$M_{1G}$ —施工阶段永久荷载（ $G_{pc} + G_c$ ）作用下的计算截面弯矩设计值(N·mm)；

$M_2$ —使用阶段除 $G_{pc} + G_c$ 外的荷载作用下的计算截面弯矩设计值(N·mm)；

$\sigma_{s1}$ —施工阶段在弯矩  $M_{1G}$  作用下平面钢筋桁架下弦钢筋的应力(N/mm<sup>2</sup>);

$\sigma_{s2}$ —使用阶段在弯矩  $M_2$  作用下平面钢筋桁架下弦钢筋的应力(N/mm<sup>2</sup>);

$\sigma_s$ —按荷载基本组合计算的平面钢筋桁架下弦钢筋的应力(N/mm<sup>2</sup>)。

**5.2.12** 使用阶段平面桁架混凝土板斜截面承载力计算时可不考虑平面钢筋桁架腹杆的作用, 受剪承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。

**5.2.13** 平面桁架混凝土板在局部荷载作用下, 受冲切承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。

#### (IV) 正常使用极限状态计算

**5.2.14** 使用阶段, 平面桁架混凝土板挠度计算应符合下列规定:

1 最大挠度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定;

2 施工阶段无支撑时, 应按下式计算:

$$\Delta_{qa} = \Delta_{1GKL} - \Delta_{1GKS} + \Delta_{1GKC} + \Delta_{2GK} + \sum_{i \geq 1} \psi_{qi} \Delta_{Qik} \quad (5.2.14-1)$$

3 施工阶段有支撑时, 应按下式计算:

$$\Delta_{qb} = \Delta_{1GKL} + \Delta_{2GK} + \sum_{i \geq 1} \psi_{qi} \Delta_{Qik} \quad (5.2.14-2)$$

式中:  $\Delta_{qa}$ —施工无支撑时混凝土板的挠度值(mm);

$\Delta_{qb}$ —施工有支撑时混凝土板的挠度值(mm);

$\Delta_{1GKL}$ —按施工阶段永久荷载标准组合计算的平面桁架混凝土板挠度值(考虑荷载长期作用影响)(mm);

$\Delta_{1GKS}$ —按施工阶段永久荷载标准组合计算的平面桁架混凝土板挠度值(不考虑荷载长期作用影响)(mm), 尚应符合本标准第5.2.7条规定;

$\Delta_{1GKC}$ —按施工阶段永久荷载标准组合计算的平面桁架楼承板挠度值(不考虑荷载长期作用影响)(mm);

$\Delta_{2Gk}$  — 除板自重外，其他使用阶段永久荷载标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的平面桁架混凝土板挠度值(mm)；

$\Delta_{Qik}$  — 第  $i$  个可变荷载标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的平面桁架混凝土板挠度计算值(mm)；

$\psi_{qi}$  — 第  $i$  个可变荷载的准永久系数，按现行国家标准《工程结构通用规范》GB55001选用。

**5.2.15** 使用阶段，平面钢筋桁架混凝土板最大裂缝宽度计算应符合下列规定：

- 1 最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的有关规定；
- 2 可按普通现浇混凝土受弯构件按荷载准永久组合并计及长期作用影响的最大裂缝宽度计算公式计算；
- 3 施工阶段无支撑时，计算最大裂缝宽度的钢筋应力可参考 5.2.11 条，其中  $M_1$  为标准值， $M_2$  为准永久组合值。

**5.2.16** 使用阶段，采用平面钢筋桁架混凝土板的楼盖竖向自振频率和振动峰值加速度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 及《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T441 等的有关规定。

### 5.3 配筋要求

**5.3.1** 两块平面桁架楼承板纵向支座连接处，上、下弦部位应布置连接钢筋，连接钢筋应跨过支座并向板内延伸，且应满足下列规定：

1 当平面桁架楼承板在该支座设计成连续板时可考虑平面钢筋桁架上弦钢筋共同受力，支座附加上筋应按计算确定，并应符合下列规定：

- 1) 当支座附加上筋与平面钢筋桁架上弦钢筋搭接连接时，搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定；
- 2) 当支座附加上筋不与平面钢筋桁架上弦钢筋搭接连接时，从支座边伸入板内的长度应覆盖负弯矩包络图并符合钢筋锚固要求，且不应小于计算跨度的 1/4。

2 当平面桁架楼承板在该支座处设计成简支板时，支座处应配置支座附加上筋和支座附加

下筋，并应符合下列规定：

1) 支座附加上筋应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 裂缝宽度的要求，且直径不宜小于 8mm，间距应取 150mm；支座附加上筋由平面钢筋桁架端部向板内延伸长度  $L$  不应小于  $1.6L_a$ ，且不应小于 300mm；

2) 支座附加下筋直径不宜小于 8mm，间距应取 150mm；支座附加下筋由平面钢筋桁架端部向板内延伸长度  $L$  不应小于  $1.2L_a$ ，且不应小于 300mm。

3 平面钢筋桁架伸入支座时，平面钢筋桁架支座竖筋外侧至支座边缘的距离不宜小于 50mm；平面钢筋桁架不伸入支座时，宜搁置在支承件或临时支撑上，搁置长度不宜小于 50mm，且搁置长度内钢筋桁架与底板应有有效连接。

**5.3.2** 平面桁架混凝土板在有较大集中荷载或线荷载部位应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010设置加强钢筋。

**5.3.3** 平面桁架混凝土板垂直于平面钢筋桁架方向应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定配置分布受力钢筋或构造钢筋。

**5.3.4** 平面钢筋桁架上下弦钢筋混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的规定。

## 5.4 构造规定

**5.4.1** 平面桁架楼承板与钢梁之间应设置抗剪连接件。可采用栓钉连接，栓钉焊接应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661的有关规定。

**5.4.2** 栓钉的设置应符合下列规定：

1 栓钉沿梁轴线方向间距不应小于栓钉杆径的 6 倍，不应大于楼板厚度的 3 倍，且不应大于 300mm；栓钉垂直于梁轴线方向间距不应小于栓钉杆径的 4 倍；

2 栓钉外侧边缘与钢梁上翼缘侧边的距离不应小于 20mm；

3 栓钉顶面混凝土保护层厚度不应小于 15mm，栓钉钉头下表面与下弦钢筋顶面的距离不应小于 30mm；

4 当栓钉位置不正对钢梁腹板时，在钢梁上翼缘受拉区，栓钉杆直径不应大于钢梁上翼缘厚度的 1.5 倍，在钢梁上翼缘非受拉区，栓钉杆直径不应大于钢梁上翼缘厚度的 2.5 倍；

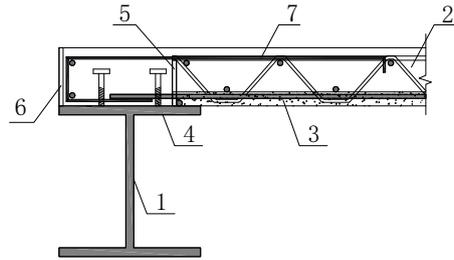
5 栓钉的外侧边缘至混凝土板边缘的距离不应小于 100mm；

6 栓钉长度不应小于杆径的 4 倍。

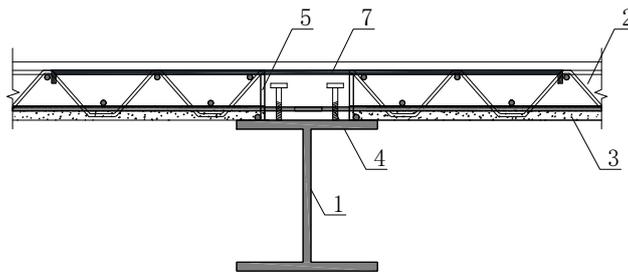
**5.4.3** 平面桁架楼承板与钢梁连接构造应符合下列规定：

1 细石混凝土底板底应与钢梁顶齐平，且伸入梁不宜小于15mm，现场应将平面钢筋桁架支座钢筋焊接于钢梁顶实现调平和固定；

2 支座配筋连接构造(图5.4.3)尚应符合本标准第5.3.1条~第5.3.2条的有关规定。



(a) 端节点支座



(b) 中间节点支座

图 5.4.3 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板与钢梁支座连接构造示意

1—钢梁；2—平面钢筋桁架；3—细石混凝土底板；4—栓钉；5—支座钢筋；6—侧板；

7—支座附加面筋

**5.4.4** 平面桁架楼承板与混凝土叠合梁支座连接应符合下列规定：

1 细石混凝土底板底应与叠合梁顶齐平，且伸入梁不宜小于 15mm，平面钢筋桁架宜伸入支座，现场宜搁置在混凝土叠合梁支承边翼上；

2 支座连接构造(图 5.4.4)尚应符合本标准第 5.3.1 条~第 5.3.2 条的有关规定。

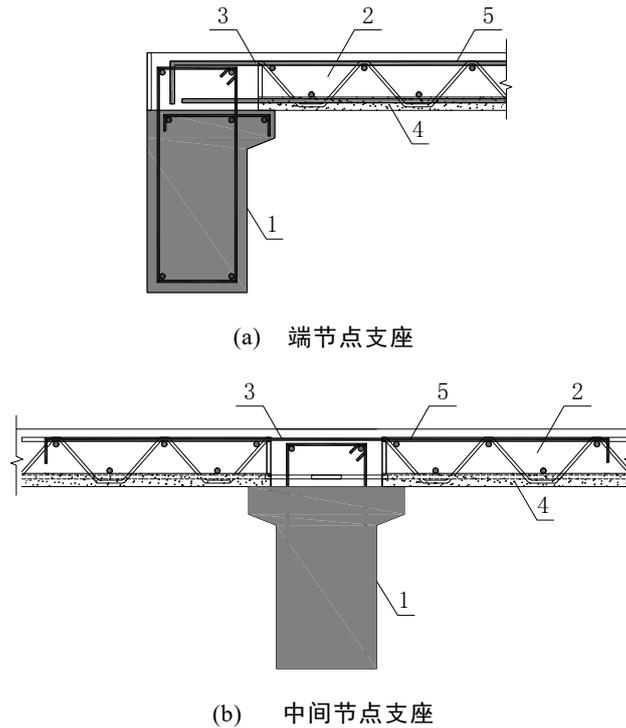
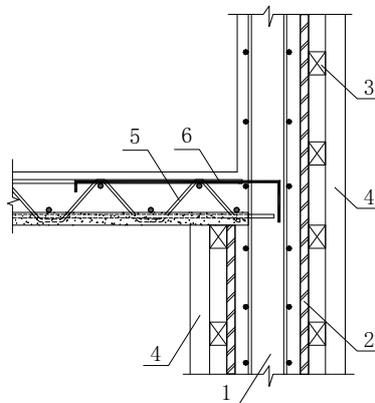


图 5.4.4 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板与叠合梁支座连接构造示意

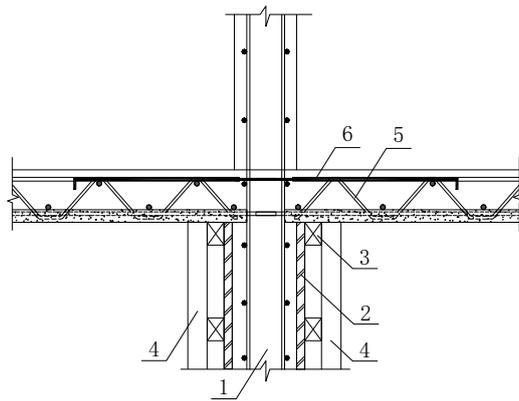
1—混凝土叠合梁；2—平面钢筋桁架；3—支座钢筋；4—细石混凝土底板；5—支座附加面筋

**5.4.5** 平面桁架楼承板与现浇混凝土剪力墙支座连接构造应符合下列规定：

- 1 平面钢筋桁架宜伸入支座；
- 2 模板支撑应按本标准第 7.1.1 条中模板施工方案搭设；
- 3 细石混凝土底板宜搭接在现浇混凝土剪力墙侧模上，平面钢筋桁架楼承板端部下方应设置临时支撑，且应搁置在临时支撑上；支座连接构造(图 5.4.5)尚应符合本标准第 5.3.1 条~第 5.3.2 条的有关规定。



(a) 端节点支座



(b) 中间节点

图 5.4.5 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板与现浇混凝土剪力墙支座连接构造示意

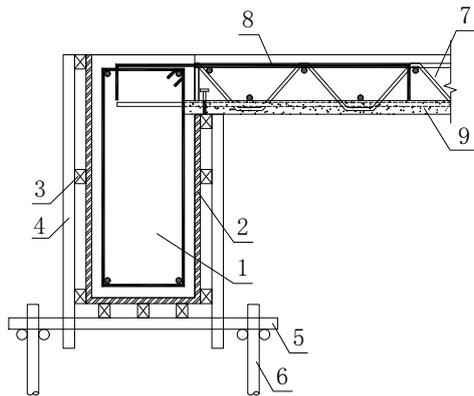
1—现浇混凝土剪力墙；2—侧模板；3—纵向水平木方；4—剪力墙侧模立杆；5—平面钢筋桁架；6—支座附加面筋

**5.4.6** 平面桁架楼承板与现浇混凝土梁支座连接构造应符合下列规定：

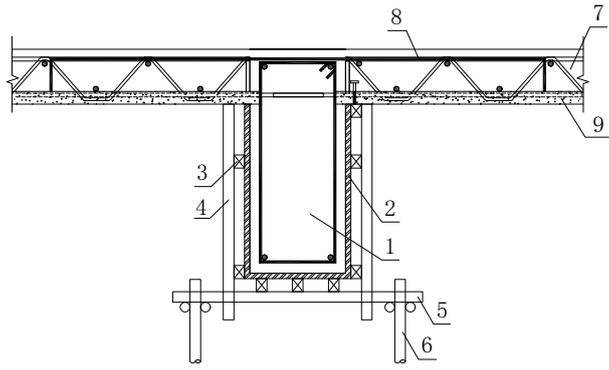
1 平面钢筋桁架宜伸入支座；

2 模板支撑应按本标准第 7.1.1 条中模板施工方案搭设；

3 细石混凝土底板宜搭接在现浇混凝土梁的侧模上，平面钢筋桁架楼承板端部下方宜设置临时支撑，且宜搁置在临时支撑上；支座连接构造(图 5.4.6)尚应符合本标准第 5.3.1 条~第 5.3.2 条的有关规定。



(a) 端节点支座



(b) 中间节点支座

图 5.4.6 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板与现浇混凝土梁支座连接构造示意

1—现浇混凝土梁；2—侧模板；3—纵向水平方木；4—梁侧模立杆；5—水平杆；6—临时支撑立杆；

7—平面钢筋桁架；8—支座附加上筋；9—细石混凝土底板

**5.4.7** 平面桁架楼承板在与钢柱相交处被切断时，柱边板底垂直于下弦钢筋方向应设支承件，角钢支承件不应小于L50×5，焊缝高度不应大于6mm；钢柱四周板底应布置不少于2φ14附加钢筋(图5.4.7)。

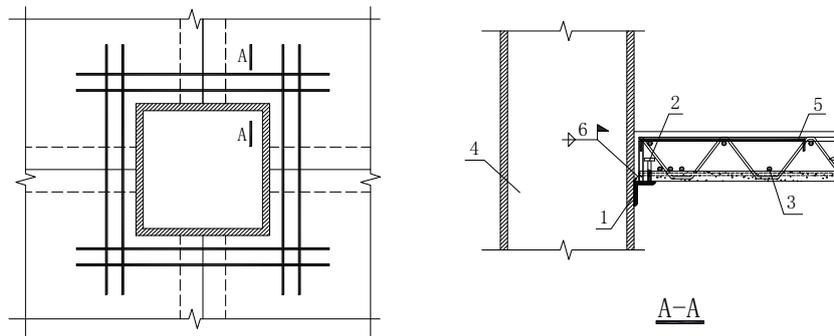


图 5.4.7 钢柱与边板底支座构造

1—角钢；2—栓钉；3—垂直于桁架方向钢筋；4—钢柱；5—支座附加面筋

**5.4.8** 当平面钢筋桁架混凝土板开洞时，应符合下列规定：

**1** 洞口大小、位置及洞口周边加强措施应符合设计要求，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的有关规定；

**2** 施工时不宜切断平面钢筋桁架，待施工后混凝土强度达到设计要求后方可切断穿过板洞的平面钢筋桁架。

## 6 生产与运输

### 6.1 一般规定

- 6.1.1** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板的标准板宜采用智能化、自动化机械设备进行生产，非标准板可采用固定模台生产。
- 6.1.2** 生产企业应具有固定的生产场所，生产设备、设施及生产工艺应符合生产规模、生产特点和质量要求，并应符合环境保护和安全生产要求。生产企业应建立质量保证体系并确保有效实施。
- 6.1.3** 生产前应制定生产方案。生产方案宜包括生产计划、生产工艺、质量与安全控制措施、成品保护、运输与堆放等。

### 6.2 生产

- 6.2.1** 平面钢筋桁架宜采用专用智能化、自动化机械设备制作，平面钢筋桁架用钢筋的调直、弯折等加工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666的有关规定。
- 6.2.2** 应采用专门措施保证钢筋的混凝土保护层厚度符合设计文件的规定。
- 6.2.3** 底板生产工艺应符合下列规定：
- 1** 钢筋应安装牢固。入模后的钢筋如发生变形、歪斜应及时扶正修理。严禁在入模后的钢筋上踩踏或行走，不得在钢筋上放置杂物；
  - 2** 细石混凝土性能指标应满足装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板的生产工艺要求，混凝土配合比设计应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55的有关规定；
  - 3** 底板的养护应根据生产计划选择洒水养护或蒸汽养护等方式，蒸汽养护的最高养护温度不宜超过70℃；
  - 4** 平面钢筋桁架之间下弦钢筋应采用横向钢筋可靠连接，下部铺设一层复合碳纤维网后再浇筑细石混凝土。
- 6.2.4** 平面桁架楼承板生产完成且质量检验合格后应设置产品标识，且宜采用二维码形式。产

品标识宜包括工程名称、构件编号、构件规格、生产单位名称、生产日期、质检员等信息。

### 6.3 运输与堆放

**6.3.1** 平面桁架楼承板的运输与堆放应制定专项方案。专项方案宜包括吊运方式、堆放场地、固定要求、运输次序、运输线路及成品保护措施等。

**6.3.2** 平面桁架楼承板吊运时应符合下列规定：

1 应根据平面桁架楼承板的尺寸、重量和吊运距离等选择吊具和起重设备；所采用的吊具、起重设备及其操作，应符合国家现行相关标准及应用技术手册的规定；

2 宜按照铺板区域将多块平面桁架楼承板叠放打包为整捆后运输与吊运，捆高不宜大于1.2m；

3 吊点位置和数量应通过计算确定；当吊运单块平面桁架楼承板时，钢筋桁架节点可兼做吊点；

4 应保证吊具连接可靠，吊运装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板时，应采取措施保证起重设备的主钩位置、吊具与钢筋桁架楼承板的重心在竖直方向上重合；

5 吊带水平夹角不宜小于 $60^\circ$ ，且不应小于 $45^\circ$ ；

6 应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，吊运过程应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，构件不得长时间悬停在空中。

**6.3.3** 平面桁架楼承板的运输应符合下列规定：

1 运输时应采取相应的加固、保护措施；

2 平面桁架楼承板应平放，并与运输车辆连接牢固；平面桁架楼承板边角和绑扎接触部位应采用柔性材料保护；车厢板和底层平面钢筋桁架楼承板间应放入柔性材料；

3 平面桁架楼承板运载高度不应超过运输路线的限高要求。

**6.3.4** 平面桁架楼承板的堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施。且平面桁架楼承板应符合下列规定：

1 应平放，平面钢筋桁架应向上，不得倒置；

2 多层叠放高度不宜大于1.2m。

**6.3.5** 平面桁架楼承板的堆放位置和次序、装车位置和次序，宜与工程施工进度及次序相衔接。

## **6.4 质量检验**

**6.4.1** 平面桁架楼承板的原材料及配件，应按现行国家有关标准、设计文件及合同约定进行进厂检验。检验批划分应符合下列规定：

1 生产单位将采购的同一厂家同批次材料、配件及半成品用于生产不同工程的平面桁架楼承板时，可统一划分检验批；

2 获得认证的产品和来源稳定且连续三批均一次检验合格的产品，进厂检验时检验批容量可按有关标准的规定扩大一倍，扩大检验批容量后若出现不合格情况时，应按扩大前的检验批容量重新检验，且该产品不得再次扩大检验批容量。

**6.4.2** 钢筋桁架原材钢筋进厂时应检查质量证明文件，并按国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204和《混凝土结构成型钢筋应用技术规范》JGJ 366的有关规定抽取试件作力学性能和重量偏差检验，检验结果应符合相关产品标准的规定。

1 检查数量：按进厂批次和产品的抽样检验方案确定。

2 检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**6.4.3** 钢筋桁架的质量检验应符合下列规定

1 钢筋桁架应按批次进行外观质量和尺寸偏差检验，同一检验批的首件必检，加工过程中应进行抽检，抽检次数不应少于2次，每次应抽检1榀；外观质量应符合本标准第6.4.4条的规定；当抽检合格率不为100%时，应全数检查，并剔除不合格品。

2 钢筋桁架应按批进行力学性能检验，每批应随机抽取1榀钢筋桁架钢筋进行试验；拉伸、弯曲试验检验结果应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ95和《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114的有关规定。焊点的受剪承载力不应小于腹杆钢筋屈服承载力的60%，并应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18的有关规定。

3 一个检验批应为同一设备、同一批次加工的同一规格的平面钢筋桁架，且总重量不应大于60t，不足60t按一批计。

**6.4.4** 平面钢筋桁架外观质量应符合下列规定：

1 除毛刺、表面浮锈和因钢筋调直造成的表面轻微损伤外，平面钢筋桁架表面不应有影响使用的缺陷。

2 平面钢筋桁架中焊点不得开焊。

3 焊点处熔化金属应均匀，不应脱落、漏焊，且应无裂纹、多孔性缺陷和明显的烧伤现象。

6.4.5 平面钢筋桁架尺寸偏差和检验方法应符合本标准表4.2.3的规定。

6.4.6 当平面钢筋桁架采用外购的成型产品时，进厂检验应符合下列规定：

1 应检查质量证明文件和交货验收单；质量证明文件应至少包括原材料出厂合格证、钢筋及平面钢筋桁架检验报告等；

2 平面钢筋桁架应按批进行外观质量和尺寸偏差检验，每批中应至少抽取3件；外观质量和尺寸偏差应满足本标准第6.4.4条和第6.4.5条的要求；

3 平面钢筋桁架应按批进行重量偏差检验，每批中应至少抽取3件；测量总长度并测重，计算每米长度重量，结果不应超过理论重量的 $\pm 7\%$ ；

4 平面钢筋桁架应按批进行力学性能检验，每批中每种钢筋桁架的规格应至少抽取1个试样，总数不少于3个；焊点的受剪承载力试验方法应符合现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368的有关规定；当有平面桁架楼承板生产单位或监理单位的代表驻厂监督加工过程，并提供平面钢筋桁架试件力学性能检验报告时，可不进行力学性能检验；

5 一个检验批应为同一厂家、同一类型且同一钢筋来源的平面钢筋桁架，60t为一个检验批，不足60t按一批计。

6.4.7 细石混凝土底板所用原材料的性能要求及所用混凝土材料的力学性能和耐久性能应符合本标准第4.3.1条和4.3.2条的规定。

1 检查数量：全数检查。

2 检验方法：检查质量证明文件及检验报告等。

6.4.8 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板的尺寸允许偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表6.4.8的规定。

表 6.4.8 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板尺寸允许偏差和检验方法

检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
长度	$\pm 3$	尺量板两侧距边 100mm 处，取平均值

底板	宽度		±2	尺量板两侧距边 100mm 处，取平均值
	拼接 缝隙	宽度	3	尺量偏差最大处
		高度	2	
		错位	2	
钢筋 桁架	安装高度		±3	尺量底板顶至平面钢筋桁架顶距离，量测 5 处，取平均值
	间距		±3	尺量上弦钢筋两端及中心，取最大值
	边距		±3	随机尺量 3 处，取最大值
	伸出底板长度		3	尺量上弦和下弦钢筋伸出长度
预留 孔洞	中心线位置		5	尺量纵横两个方向的 中心线位置，取偏差较大值
	孔洞尺寸		±5	尺量纵横两个方向尺寸，取偏差较大值

**6.4.9** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板出厂前应进行质量检验，检验内容应符合本标准附录D的规定。

**6.4.10** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板质量证明文件应包括下列内容：

- 1 出厂合格证；
- 2 平面钢筋桁架性能检验报告；
- 3 底板性能检验报告；
- 4 底板与平面钢筋桁架连接性能检验报告；
- 5 合同要求的其他质量证明文件。

## 7 安装与施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板施工前应编制专项施工方案，专项施工方案的内容应包括：平面桁架楼承板的工程概况、编制依据、施工计划、安全保障措施、应急预案、相关的计算书及深化设计图纸、进场检验、组装排板、存放和吊装、安装固定、细部构造及钢筋绑扎、模板支撑方案、混凝土浇筑等内容。排板图应包含机电管线预留预埋，如线盒、止水节、施工洞等。

**7.1.2** 混凝土布料机等重型机具不应直接布设在平面桁架楼承板上，必须布设时，应采取相应的支撑措施并对支撑的强度、刚度和稳定性进行验算。

**7.1.3** 设置临时支撑时，临时支撑应符合下列规定：

- 1 临时支撑应根据施工过程中的各种工况进行设计，应具有足够的强度、刚度和稳定性；
- 2 临时支撑的材料、设计、制作与安装、拆除与维护、质量检验等应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

**7.1.4** 加强筋绑扎、预埋件、预留孔等隐蔽工程应满足设计要求。

**7.1.5** 平面桁架楼承板与梁、柱、墙的连接和固定应按照设计的节点构造施工，经验收合格后方可进行下道工序施工。

### 7.2 施工准备

**7.2.1** 平面桁架楼承板进场时，应根据本标准第6.4节的要求进行报验。

**7.2.2** 应合理规划构件运输通道和临时堆放场地，并应采取成品堆放保护措施。构件堆放场地应平整硬化，不积水，堆放高度不宜超过1.2m。

**7.2.3** 施工前，应复核构件安装位置、节点连接构造及临时支撑方案等，并宜按照施工方案中的吊装顺序对平面桁架楼承板进行编号。

**7.2.4** 施工前，应进行测量放线并设置安装定位标识，且应符合下列规定：

- 1 楼层纵、横控制线和标高控制点由底层的原始点向上引测，放出平面钢筋桁架楼承板控

制线；

- 2 应根据平面桁架楼承板编号对搁置位置进行编号对应；

**7.2.5** 施工前，应对起重设备及吊具进行安全检查确认，确保处于完好状态。

**7.2.6** 起重作业区应实施隔离封闭管理，并应设置警戒线和警戒标识；对无法隔离封闭的，应采取专项防护措施。

### **7.3 安装及钢筋工程**

**7.3.1** 平面桁架楼承板宜按照下列工序施工：

装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板排板→进场验收→脚手架、支撑搭设→吊装安装→绑扎加强筋→边模板安装→设置预埋件、预留孔→管线安装及埋设→板面钢筋绑扎→防漏浆措施→隐蔽工程验收→混凝土浇筑→混凝土养护→支撑拆除。

**7.3.2** 平面桁架楼承板铺设施工顺序满足以下要求：

- 1 应按排板图纸所示的起始位置设置铺板基准线；
- 2 对准基准线安装第一块板并依次安装其他板；
- 3 板与板之间的拼接应紧密，保证浇筑混凝土时不漏浆，同时注意排板要平行一致。

**7.3.3** 平面桁架楼承板起吊及临时安放应符合下列规定：

- 1 应采用专用吊架配合吊带吊装，不得使用钢索直接兜吊；
- 2 吊装时应先将平面桁架楼承板吊离地面 200~500mm，检查重心稳定和吊带固定情况，满足安全要求后方可吊运；
- 3 起吊时应根据平面桁架楼承板按序分区、分片吊装至相应的施工作业面；
- 4 平面桁架楼承板吊至楼层作业面后，应稳妥放置，及时安装，且不应集中堆放。

**7.3.4** 平面桁架楼承板安装应符合下列规定：

- 1 平面桁架楼承板的支座钢筋应安装于可靠支座上。平面钢筋桁架主筋在两端支座处宜与墙、柱、梁钢筋可靠连接；
- 2 平面桁架楼承板模板与墙、梁或板与板之间搭接的缝隙，应采取防止漏浆的措施；
- 3 施工活荷载不宜大于 1.5kN/m<sup>2</sup>，应避免堆积过大的集中荷载，不可避免时应采取加强支撑措施；

- 4 平面桁架楼承板铺设一定面积后，应及时绑扎附加钢筋；
- 5 当按设计要求设置支撑时，支撑应采取有效地防倾覆和防滑移的临时措施。

#### 7.3.5 边模板安装及板缝处理应符合下列规定：

1 在钢结构工程中，每块平面桁架楼承板铺设、调整就位后，应采取以下措施来确保底板、平面钢筋桁架与墙、柱、梁牢固连接：

1) 平面桁架楼承板长度方向的支承长度(指钢梁上翼缘边缘与端部竖向支座钢筋的距离)不应小于 5 倍的下弦钢筋直径，且不应小于 50mm；模板宽度方向底板不宜伸入钢梁上；

2) 钢柱处的平面桁架楼承板应铺设在钢柱上预焊的支承角钢上；

3) 应将所有的支座钢筋与钢梁或支承角钢焊牢。

2 在混凝土结构中，应采取以下措施来确保底板、钢筋桁架与墙、柱、梁钢筋与模板可靠连接：

1) 应保证平面钢筋桁架端部传力可靠，平面桁架楼承板底板应有效搭接在梁侧模板上，且不宜超过梁模板内侧。边模板与墙、柱、梁模顶面每隔 300mm 应可靠连接；

2) 在设有预埋件的混凝土梁上的支承长度不应小于 75mm，且应采取有效措施确保在浇筑混凝土时不漏浆。

## 7.4 混凝土工程

7.4.1 混凝土的配合比设计、运输、振捣、养护等均应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

7.4.2 平面桁架楼承板上混凝土浇筑应符合下列规定：

1 浇筑前，平面桁架楼承板安装及板钢筋绑扎等工程应完成并验收合格；

2 平面桁架楼承板上的线盒及套管、吊顶用预埋件等均应在浇筑混凝土前与底板板或钢筋可靠固定；

3 浇筑时应布料均衡。浇筑和振捣时应有专人对底板及临时支撑进行观察和维护，发生异常情况应及时处理；

4 浇筑混凝土时，不得对平面桁架楼承板造成冲击。倾倒混凝土时，应迅速向四周摊开，避免堆积过高；

5 采用泵送混凝土浇筑时，应采取防止泵送设备超重或冲击力过大影响平面桁架楼承板及临时支撑安全的措施；泵送混凝土管道支架应支撑在梁或墙上；

6 浇筑混凝土时，应均匀对称浇筑，防止底板钢筋桁架楼承板位移或滑落，浇筑与振捣应有序衔接。

## 7.5 安全文明施工

7.5.1 吊装平面桁架楼承板的软吊带必须配套，如图7.5.1，使用前应仔细检查，确保安全方可使用。

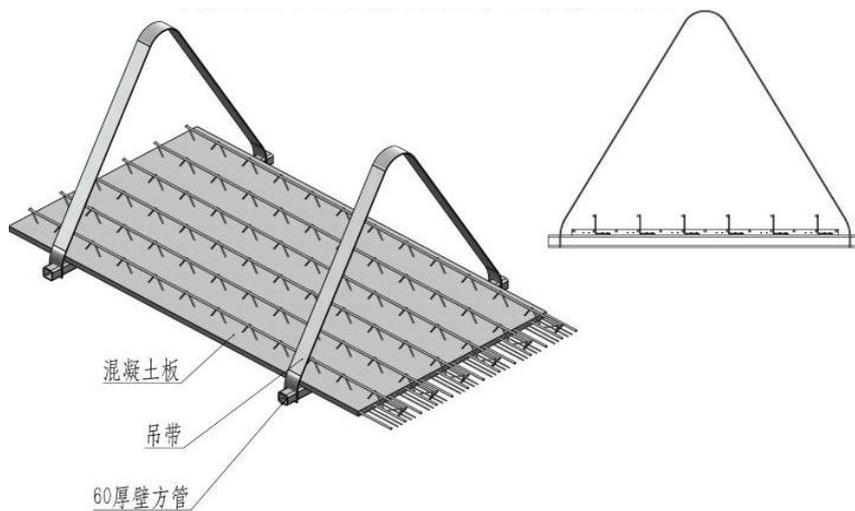


图 7.5.1 平面桁架楼承板吊装示意图

7.5.2 平面桁架楼承板安装及浇筑混凝土时，施工楼层下方禁止人员穿行。

7.5.3 平面桁架楼承板铺设时应放置稳妥，及时安装，底板就位后应立即固定，不得在未固定可靠或未按要求设置临时支撑的平面桁架楼承板上行走。

7.5.4 平面桁架楼承板铺设固定后应及时做好洞口防护，设置临时防护措施并作明显标识。

7.5.5 吊装过程中遇中途停歇，应将吊装就位还未固定的平面桁架楼承板四周设置警示标识，人员不得随意进入。

7.5.6 平面桁架楼承板安装及浇筑混凝土时，高处作业应有安全防护措施。

## 8 质量验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板施工的质量检查、分项工程、检验批划分和质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB55032、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 及《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300的有关规定。

**8.1.2** 平面桁架楼承板验收应符合下列规定：

1 施工单位应对进场平面桁架楼承板的尺寸、焊接质量以及其组成材料规格型号、外观质量等自检，检查其产品出厂检测报告、出厂合格证等质量证明文件，形成自检记录，自检合格后再报专业监理工程师验收；未实行监理的建设工程，建设单位完成相应的施工质量控制及验收工作；

2 专业监理工程师应组织施工单位项目专业质量检查员、专业工长等按设计要求、本标准和现行产品标准的规定对进厂的装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板检查验收，形成进场验收记录；

3 平面桁架楼承板工程验收时，应提供产品合格证、型式检验报告、出厂检验报告、进场复检报告和现场验收记录，型式检验和出厂检验应符合本标准附录 D 的规定。

**8.1.3** 平面桁架楼承板分项工程施工过程中应及时对隐蔽工程验收、检验批验收，施工完成后应对分项工程验收。

**8.1.4** 平面桁架楼承板检验批划分应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204相关规定执行。

**8.1.5** 平面桁架混凝土板工程浇筑混凝土前，应对底板钢筋桁架楼承板、楼板预埋件或管线隐蔽工程验收，隐蔽工程验收应有文字记录和图像资料，分辨率应以表达清楚受检部位情况为准。照片应作为隐蔽工程验收资料与文字资料一同归档保存。隐蔽部位应包括下列内容：

- 1 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板规格型号、数量；
- 2 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板与梁、柱、墙之间连接方式、

安装位置；

- 3 预埋件的规格、数量、位置等；
- 4 其他隐蔽项目。

## 8.2 主控项目

**8.2.1** 平面桁架楼承板的质量应符合本标准、国家现行有关标准的规定和设计要求。

- 1 检查数量：全数检查。
- 2 检验方法：检查质量证明文件及质量验收记录。

**8.2.2** 平面桁架楼承板进入施工现场时，应对下列性能见证取样复验，性能应符合本标准第4.2.2条和现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368的有关规定：

- 1 钢筋桁架节点焊点抗剪极限承载力、支座钢筋之间及支座钢筋与下弦钢筋焊点抗剪极限承载力；
- 2 焊接式桁架楼承板的钢筋桁架与底板之间焊点抗剪极限承载力。

检验数量：应按平面桁架楼承板进场批次抽检，同一生产厂家，钢筋的级别、直径和尺寸以及底板的材质、厚度相同的平面桁架楼承板为同一种型号，每批次不同型号的，应分别抽查不少于1件。

检验方法：核查见证取样送检复试报告。

**8.2.3** 平面桁架楼承板进场时，应对底板与钢筋桁架的连接性能进行检验，检验结果应符合本标准第5.2.8条及设计要求。

1 检查数量：同一种型号装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板，首批800件为一检验批，检验合格后，可扩大为每1200件为一批，每批随机抽取至少3个连接点。

2 检查方法：对连接点进行受拉试验，试验结果平均值不应小于1.1倍的节点受拉承载力标准值。

**8.2.4** 平面桁架楼承板与梁、柱、墙之间的连接方式、安装位置应符合设计要求和本标准的规定。

- 1 检验数量：应按平面桁架楼承板分项工程的检验批抽查，每个检验批抽查不少于10处。

少于 10 处的，应全数检查。

2 检验方法：观察。

**8.2.5** 平面桁架楼承板临时支撑系统设置、安装应符合施工方案要求和本标准第7.3.3条、现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

1 检验数量：应按平面桁架楼承板分项工程的检验批抽查，每个检验批应抽查不少于 10 处。少于 10 处的，应全数检查。

3 检验方法：观察，对照施工方案检查。

### 8.3 一般项目

**8.3.1** 平面桁架楼承板上下弦钢筋、腹杆钢筋和支座横筋、竖筋的表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。焊点无脱落。

1 检查数量：每个检验批抽查不少于 10 处，每处抽查不少于 1 件，少于 10 处的，全数检查。

2 检验方法：观察。

**8.3.2** 平面桁架楼承板模板起拱应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666的规定，并应符合设计及施工方案要求。

1 检查数量：应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间。

2 检验方法：水准仪或尺量

**8.3.3** 平面桁架楼承板开洞处，平面钢筋桁架应完整，边模板设置应稳固。平面钢筋桁架切断时，下方应有可靠支撑。

1 检查数量：全数检查。

2 检查方法：观察，尺量。

**8.3.4** 相邻装平面桁架楼承板的接缝和底板钢筋桁架楼承板与支座的接缝处，应采取封堵措施以保证混凝土不漏浆。

1 检查数量：全数检查。

2 检查方法：观察。

**8.3.5** 平面桁架楼承板安装尺寸允许偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合表8.3.5的规定。

表 8.3.5 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板安装尺寸允许偏差和检验方法

检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
板中心线位置	5	经纬仪及尺量
板底标高	±5	水准仪或拉线、尺量
伸入支座长度	5	尺量
相邻板接缝宽度	2	尺量
支座处接缝宽度	5	尺量
相邻板底高差	3	2m 靠尺和塞尺量

检查数量：应按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，可按纵横轴线划分检查面，应抽查 10%，且不应少于 3 面。

**8.3.6** 平面桁架楼承板的混凝土底板厚度允许偏差应符合设计要求；当设计无要求时，厚度允许偏差应为 ±5mm。

检查数量应按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，可按纵横轴线划分检查面，应抽查 10%，且不应少于 3 间。

## 8.4 质量验收

**8.4.1** 平面桁架楼承板检验批验收应包括实物检查和资料检查，检验批质量验收合格应符合下列规定：

- 1 主控项目应全部合格；
- 2 一般项目应合格，当采用计数检验时，至少应有 90% 以上的检查点合格，且其余检查点不得有严重缺陷；
- 3 应具有完整的施工方案和质量检查记录。

**8.4.2** 平面桁架楼承板分项工程质量判定：

- 1 分项工程所含的检验批均应合格；

2 分项工程所含检验批的质量验收记录应完整。

**8.4.3** 平面桁架楼承板子分部质量验收合格，应符合下列规定：

- 1 子分部工程所含的分项工程的质量均应合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 有关安全及功能的检验和抽样检测结果应符合有关规定；
- 4 观感质量验收应符合要求。

**8.4.4** 平面桁架楼承板竣工验收应提供下列文件、资料：

- 1 设计文件、图纸、设计变更记录；
- 2 有效期内平面桁架楼承板的型式检验报告；
- 3 产品合格证、出厂检验报告、进场复验报告和进场核查记录；
- 4 施工技术方案、施工技术交底；
- 5 隐蔽工程验收记录和相关图像资料；
- 6 其他对工程质量有影响的重要技术资料。

## 附录 A 平面桁架楼承板选型

**A.0.1** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板，钢筋桁架间距150mm的常用型号及技术参数可按表A.0.1选用。

表 A.0.1 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板选型表

型号	平面钢筋桁架高度(mm)	平面钢筋桁架规格	楼板厚度 (mm)	无支撑施工最大 适用跨度(m)
HFC1-70	70	1	100	2.5
HFC2-70		2	100	2.7
HFC3-70		3	100	3.1
HFC1-80	80	1	110	2.6
HFC2-80		2	110	2.9
HFC3-80		3	110	3.3
HFC1-90	90	1	120	2.7
HFC2-90		2	120	3.1
HFC3-90		3	120	3.5
HFC1-100	100	1a	130	2.8
HFC2-100		2a	130	3.2
HFC3-100		3a	130	3.7
HFC1-110	110	1a	140	2.9
HFC2-110		2a	140	3.3
HFC3-110		3a	140	3.8
HFC1-120	120	1a	150	3.0
HFC2-120		2a	150	3.4
HFC3-120		3a	150	4.0

注：对平面桁架楼承板选型表中内容说明如下：

1 选型表中装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板仅考虑施工阶段荷载，使用阶段由设计人按照等厚度的现浇混凝土楼板进行计算，支座钢筋应另外附加；

2 无支撑施工最大适用跨度指单块楼承板长度，楼承板中部未设置临时支撑；

3 平面钢筋桁架上弦、下弦钢筋采用 HRB400 钢筋或 CRB550 钢筋，腹杆钢筋采用 HRB400 钢筋或 CPB550 钢筋；

4 平面钢筋桁架间距按 150mm 计算；

5 平面钢筋桁架混凝土楼板厚度含楼承板的细石混凝土底板厚度；

6 施工阶段允许的可变荷载标准值为 1.5kN/m<sup>2</sup>；

7 施工阶段跨中挠度控制值应满足本标准第 5.2.7 条相关规定。

## 附录 B 平面钢筋桁架杆件规格一览表

**B.0.1** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板中平面钢筋桁架规格代号可按表 B.0.1 选用。

表 B.0.1 平面钢筋桁架杆件规格一览表

平面钢筋桁架规格	钢筋直径/mm		
	上弦	下弦	腹杆
1	8	8	5
1a	8	8	6
2	10	8	5
2a	10	8	6
3	12	10	5
3a	12	10	6

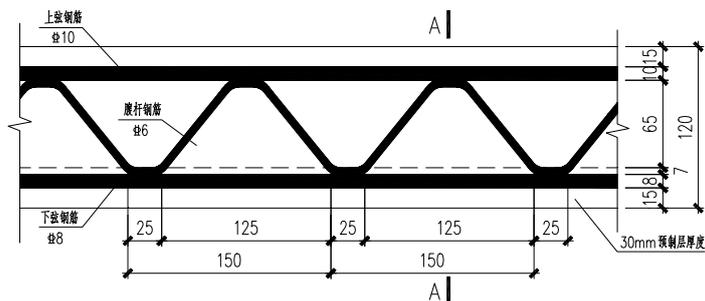
## 附录 C 平面桁架楼承板无支撑跨度计算

### C.0.1 基本信息

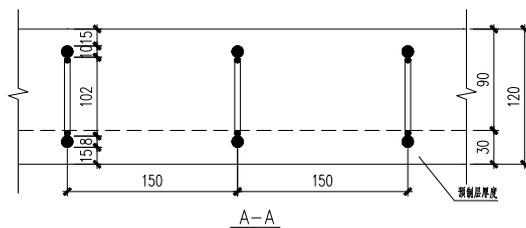
#### (1) 平面钢筋桁架构件尺寸

本附录选取楼板厚度120mm，平面钢筋桁架高度90mm，即HFC2-90型楼承板，楼承板的计算跨度取3100mm；楼板厚度150mm，平面钢筋桁架高度120mm，即HFC2-120型楼承板，楼承板的计算跨度取3400mm；以两种楼承板为例分别计算。

#### 1) HFC2-90

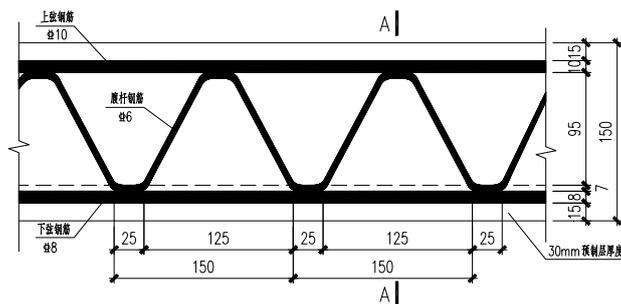


图C.0.1 侧视图

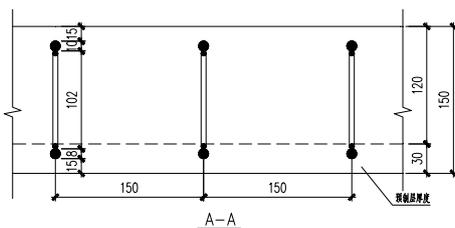


图C.0.2 断面图

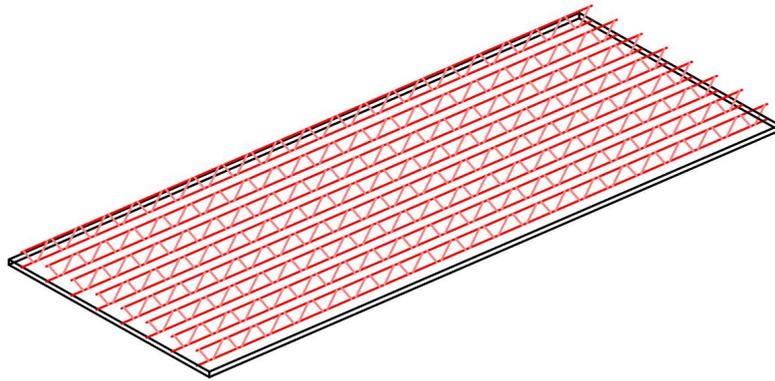
#### 2) HFC2-120:



图C.0.3 侧视图



图C.0.4 断面图



图C.0.5 平面桁架三维示意图

### (2) 材料信息

底模为30mm厚细石混凝土，混凝土等级C30。

桁架钢筋采用HRB400，长边受力方向顶筋直径为10mm、底筋直径为8mm，桁架筋间距为150mm；桁架腹杆钢筋直径为6mm，波峰（谷）间距均为150mm。

钢筋、混凝土的材料本构关系参考现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定。

### (3) 荷载

#### 1) HFC2-90:

恒载（楼板自重）： $0.12 \times 25 = 3.00 \text{ kN/m}^2$ ；施工活载： $1.5 \text{ kN/m}^2$ ；

承载力计算板均布荷载： $q = 1.3 \times 0.12 \times 25 + 1.5 \times 1.5 = 6.15 \text{ kN/m}^2$

挠度验算板均布荷载： $q_k = 1.0 \times 0.12 \times 25 + 1.5 = 4.5 \text{ kN/m}^2$

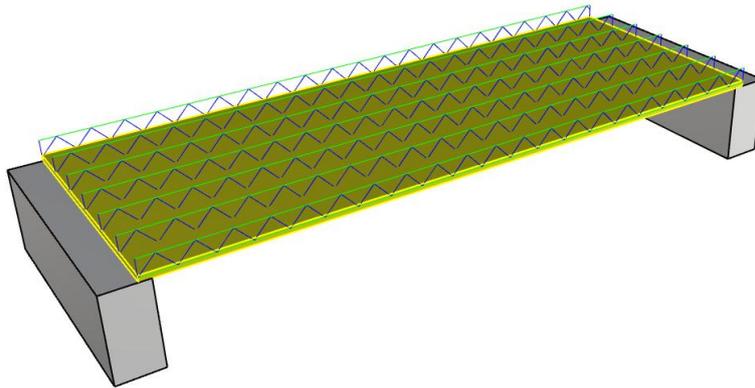
#### 2) HFC2-120:

恒载（楼板自重）： $0.15 \times 25 = 3.75 \text{ kN/m}^2$ ；施工活载： $1.5 \text{ kN/m}^2$ ；

承载力计算板均布荷载： $q = 1.3 \times 0.15 \times 25 + 1.5 \times 1.5 = 7.125 \text{ kN/m}^2$

挠度验算板均布荷载： $q_k = 1.0 \times 0.15 \times 25 + 1.5 = 5.25 \text{ kN/m}^2$

### (4) 边界条件



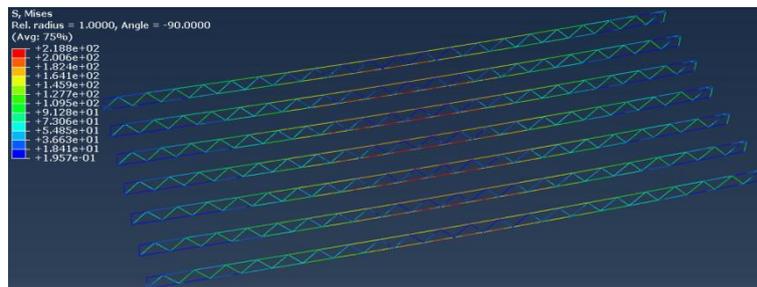
图C.0.6 有限元计算模型

计算模型简化，楼承板两端支承于结构梁上，支承长度均为50mm，与结构梁表面为“硬接触”，允许脱离，与实际施工边界条件基本一致。板面均布荷载施加在预制底板上表面。

### C.0.2 平面桁架楼承板计算结果

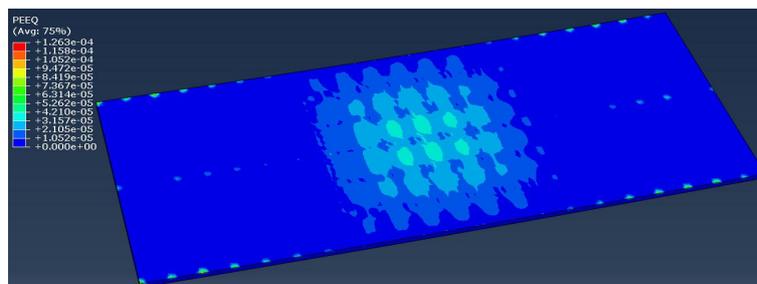
#### 1) HFC2-90:

(1) 基本组合下，上弦钢筋最大应力188.9MPa，下弦钢筋最大应力为218.8MPa，低于钢筋设计强度限值360MPa，满足要求。

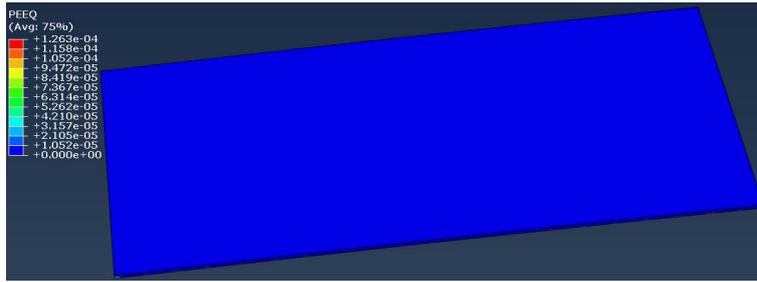


图C.0.7 桁架钢筋应力云图/MPa

(2) 标准组合下，预制混凝土底板上表面出现塑性变形，数值约为 $3.0 \times 10^{-5}$ ，混凝土受拉峰值强度对应的应变为 $7.9 \times 10^{-5}$ ，此时对应的累积塑性变形为 $3.1 \times 10^{-5}$ ，底板上表面中部接近达到受拉强度。



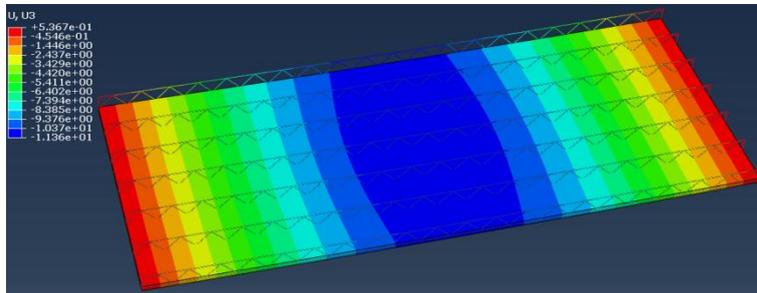
a) 底板上表面



b) 底板下表面

图C.0.8 楼承板混凝土底板累积塑性变形云图

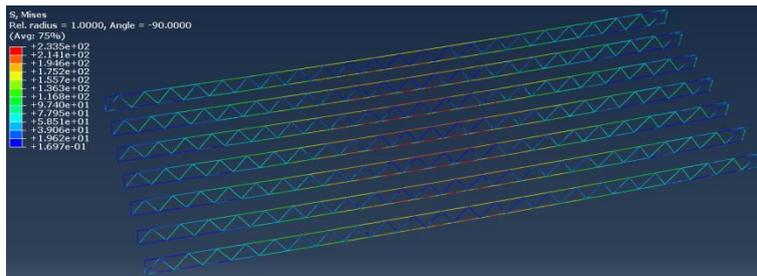
(3) 标准组合下，楼承板的最大变形为11.36mm，挠度约1/273，满足要求。



图C.0.9 楼承板竖向变形/mm

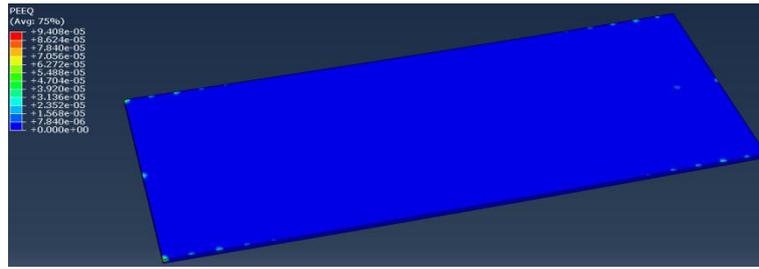
## 2) HFC2-120:

(1) 基本组合下，上弦钢筋最大应力195.2MPa，下弦钢筋最大应力为246.4MPa，低于钢筋设计强度限值360MPa，满足要求。

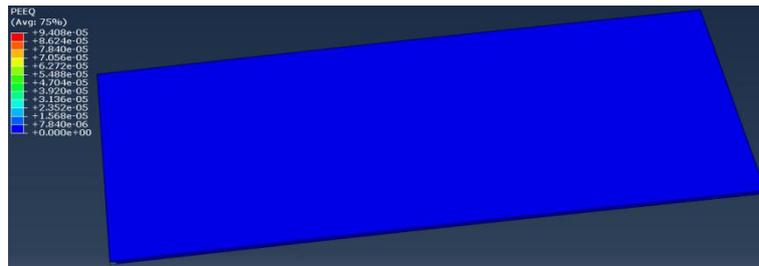


图C.0.10 桁架钢筋应力云图/MPa

(2) 标准组合下，预制混凝土底板拉应力较小，未出现塑性变形。



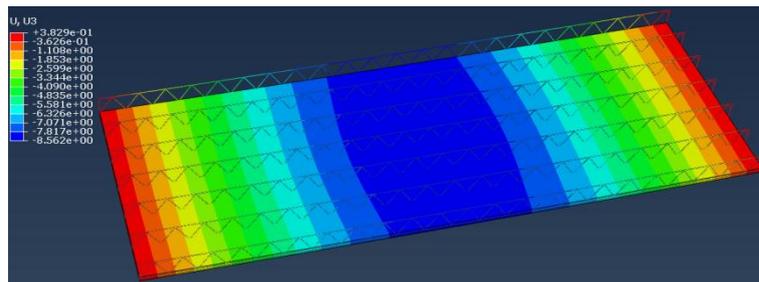
a) 底板上表面



b) 底板下表面

图C.0.11 楼承板混凝土底板累积塑性变形云图

(3) 标准组合下，楼承板的最大变形为8.56mm，挠度约1/397，满足要求。



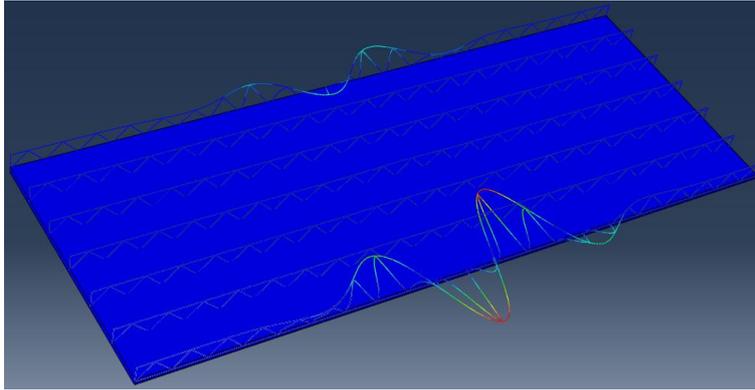
图C.0.12 楼承板竖向变形/mm

### C.0.3 上弦钢筋稳定性验算

1) HFC2-90:

(1) 弹性屈曲模态

楼承板外侧钢筋桁架率先屈曲，屈曲因子3.8461，反算计算长度为1.12。



图C.0.13 第一阶弹性屈曲模态

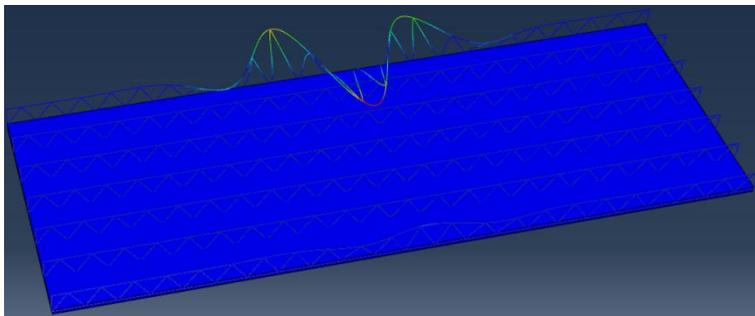
(2) 双非线性承载力-位移曲线

钢筋、混凝土的材料本构关系参考现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定，几何非线性的初始缺陷按第一阶弹性屈曲模态的位移分布，取初始缺陷最大变形值为2mm，计算得到的极限承载力为1.6倍的标准组合（D+L）荷载。

2) HFC2-120:

(1) 弹性屈曲模态

楼承板外侧钢筋桁架率先屈曲，屈曲因子3.0017，反算计算长度为1.22。



图C.0.16 第一阶弹性屈曲模态

(2) 双非线性承载力-位移曲线

钢筋、混凝土的材料本构关系参考现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010的有关规定，几何非线性的初始缺陷按第一阶弹性屈曲模态的位移分布，取初始缺陷最大变形值为2mm，计算得到的极限承载力为1.6倍的标准组合（D+L）荷载。

**C.0.4 小结**

(1). 施工阶段基本组合下，HFC2-90 楼承板钢筋最大应力为 218.8MPa，HFC2-120 楼承板钢筋最大应力为 246.4MPa，小于 360MPa，强度满足要求；

- (2). 标准组合下，楼承板的预制混凝土底板出现了少许塑性变形，但拉应力未超峰值抗拉强度，强度满足要求；
- (3). 标准组合下，HFC2-90 楼承板竖向位移 11.36mm，挠度约  $1/273 < 1/250$ ；HFC2-120 楼承板竖向位移 8.56mm，挠度约  $1/397 < 1/250$ ，挠度满足标准限值要求。
- (4). 根据弹性屈曲分析结果，反推上弦钢筋的计算长度系数，得到本标准的计算长度系数的推荐值，可供设计参考；
- (5). 根据考虑双非线性的加载全过程荷载-位移曲线，结果显示极限承载力约为标准组合荷载的 1.6 倍，具有一定的安全度。

## 附录 D 平面桁架楼承板产品的出厂检验

### D.1 出厂检验

**D.1.1** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板应做出厂检验。检验合格后应提供检测报告；产品质量合格后方可出厂。

**D.1.2** 平面桁架楼承板检验组批与抽样规则应符合表 D.1.2 的规定。

表 D.1.2 组批与抽样规则

名称	组批与检验项目	抽样方法
钢筋桁架	凡同一生产厂家、钢筋级别、直径及尺寸相同的平面钢筋桁架视为同一种型号制品，每检验批应以 800 块底板桁架楼承板为一批，不足 800 块也应为一批，检验其外形尺寸、外观质量及焊点强度	平面钢筋桁架应按同一种型号分批检查。外观检查每批检查量不应少于 2%，且不应少于 3 件。钢筋桁架节点焊接抗剪极限承载力试验每批抽查每类焊点不应少于 3 点，抽查焊点可采用同种焊接条件下的试件代替
底板	同类型、同厚度的底板，视为同一种型号制品，检验要求以 800 件为一批，检验其外形尺寸	底板外观检查应按同一种型号分批检查，每批抽查量不应少于 2%，且不应少于 8 件
平面钢筋桁架与底板连接	凡平面钢筋桁架型号及底板材料、厚度相同的底板钢筋桁架楼承板，视为同一种型号制品，每检验批应以 800 块装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板为一批，不足 800 块也应为一批，检验单个连接节点抗拉承载力	单个节点连接抗拉承载力试验每批抽查每类连接点不应少于 3 点
支座钢筋之间及支座钢筋与上、下弦钢筋焊接	支座钢筋直径及尺寸相同，视为同一种型号制品，每检验批应以 800 块底板钢筋桁架楼承板为一批，不足 800 块也应为一批，检查其外观质量与焊点强度	焊接外观检查应按同一种型号分批检查。每批抽查量不应少于 2%，且不应少于 3 件

**D.1.3** 每批检验中，外观质量有不合格时，该批产品应逐件查。不合格产品经整修后并复验达到合格要求后方可出厂。

**D.1.4** 每批焊点抗剪试验及连接节点抗拉承载力试验，如有一个试件不符合要求时，应加倍抽样进行复验。复验结果仍有一个试件不符合要求，则该批产品应判定为不合格品。

## D.2 型式检验

**D.2.1** 有下列情况之一时应进行型式检验：

- 1 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 2 生产中原材料、配合比、生产工艺改变，可能影响产品质量时；
- 3 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- 4 产品停产达半年以上恢复生产时；
- 5 正常生产时，每 36 个月进行一次。

**D.2.2** 型式检验项目及试件尺寸应符合表D.2.2的规定。

表 D.2.2 型式检验项目及试件尺寸

板材	检验项目		检验依据	数量 (块)	样品尺寸 (mm)
钢筋桁架	电阻点焊抗剪性		《钢筋桁架楼承板》 JG/T368	3	400 × 200
底板	物理性能	表观密度	《纤维水泥制品试验方法》 GB/T7019	2	80 × 80
		吸水率		2	260 × 260
		湿胀率		2	700 × 700
		不透水性		20	250 × 250
		浸泡-干燥性能 (25次)		3	100 × 100 × 100
	抗冻性试验 50 次	《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T50082	3	100 × 100 × 100	
	氯离子含量	《混凝土中氯离子含量检测技术规程》 JGJ/T322	3	不少于 200g	
	力学性能	抗压强度	《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T50081	3	150 × 150 × 150
弹性模量		6		150 × 150 × 300	

		抗冲击性	《纤维水泥制品试验方法》 GB/T7019	2	500 ×400
平面桁架 楼承板		外观质量	本标准第 8.3.1 条	2	3000 × 1200
		尺寸偏差	本标准第 8.3.5 条		
		单个连接节点抗拉承载力	本标准第 4.2.2 条	3	400 ×200
		力学性能	《混凝土结构工程施工质量 验收规范》GB50204	2	3000 × 1200

### D.2.3 判定规则

1 底板物理性能应按行业标准《纤维水泥平板第1部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T412.1—2018中8.3.5.3的规定进行判定；

2 底板力学性能按行业标准《纤维水泥平板第1部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T412.1—2018中8.3.5.4的规定进行判定；

3 平面钢筋桁架电阻点焊抗剪试验，如有一个试件不符合要求时，应加倍抽样进行复验；复验结果全部合格则判定该项目合格；

4 平面桁架楼承板外观质量及尺寸偏差检验均合格时，判定该项目合格；

5 平面桁架楼承板单个连接节点抗拉承载力试验平均值满足《钢筋桁架楼承板应用技术规程》T/CECS 1069—2022第5.2.9条的规定时，判定该项目合格；

6 平面桁架楼承板结构性能检验合格时，判定该项目合格。

D.2.4 上述单项检验全部合格时，应判该检验批产品合格；其中任何一项不合格时，应判该检验批产品不合格。

## 附录 E 平面桁架楼承板建筑构造图集

详见 CAD 图。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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，采用“可”。

2 标准中指明应按其他标准、规范执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定（或要求）”。

## 引用标准名录

- 1 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 2 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 3 《钢筋混凝土用钢 第 1 部分： 热轧光圆钢筋》 GB1499. 1
- 4 《钢筋混凝土用钢 第2 部分:热轧带肋钢筋》 GB1499. 2
- 5 《非合金钢及细晶粒钢焊条》 GB/T5117
- 6 《热强钢焊条》 GB/T5118
- 7 《建筑材料放射性核素限量》 GB6566
- 8 《纤维水泥制品试验方法》 GB/T7019
- 9 《气体保护电弧焊用碳钢 、 低合金钢焊丝》 GB/T8110
- 10 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB/T8624
- 11 《冷轧带肋钢筋》 GB/T13788
- 12 《建筑结构荷载规范》 GB50009
- 13 《混凝土结构设计标准》 GB/T 50010
- 14 《建筑抗震设计标准》 GB/T 50011
- 15 《建筑设计防火规范》 GB50016
- 16 《钢结构设计标准》 GB50017
- 17 《工程测量标准》 GB50026
- 18 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB50068
- 19 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204
- 20 《建筑工程施工质量验收规范》 GB50300
- 21 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T50448
- 22 《钢结构焊接规范》 GB50661
- 23 《混凝土结构工程施工规范》 GB50666
- 24 《建筑施工安全技术统一规范》 GB50870
- 25 《工程结构通用规范》 GB55001

- 26 《混凝土结构通用规范》 GB55008
- 27 《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》 GB55032
- 28 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ18
- 29 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ55
- 30 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》 JGJ95
- 31 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ114
- 32 《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ162
- 33 《混凝土结构成型钢筋应用技术规范》 JGJ366
- 34 《平面钢筋桁架楼承板》 JG/T368
- 35 《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》 JC/T540
- 36 《钢筋桁架楼承板应用技术规程》 T/CECS 1069-2022
- 37 《装配式钢筋桁架薄型混凝土楼承板应用技术规程》 T/CECS 1534-2024
- 38 《纤维增强复合材料筋》 JGT351

深圳市建设工程标准学会标准

装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板  
应用技术标准

**T/SZCES XX - 202X**

条文说明

## 目 次

1	总 则 .....	59
2	术语与符号 .....	60
2.1	术语 .....	60
3	基本规定 .....	61
4	材料与部件 .....	62
4.1	材料 .....	62
4.2	平面钢筋桁架 .....	62
4.3	细石混凝土板 .....	62
5	设计与构造 .....	63
5.1	一般规定 .....	63
5.2	设计 .....	63
5.3	配筋要求 .....	65
5.4	构造规定 .....	65
6	生产与运输 .....	66
6.1	一般规定 .....	66
6.2	生产 .....	66
6.3	运输与堆放 .....	66
6.4	质量检验 .....	66
7	安装与施工 .....	67
7.1	一般规定 .....	67
7.2	施工准备 .....	67
7.3	安装及钢筋工程 .....	67
7.4	混凝土工程 .....	67
7.5	安全文明施工 .....	67
8	质量验收 .....	68
8.1	一般规定 .....	68
8.2	主控项目 .....	68
8.3	一般项目 .....	69
8.4	质量验收 .....	69

# 1 总 则

**1.0.1** 本条规定是制定本标准的基本方针和原则。

**1.0.2** 本条规定了本标准的适用范围。

装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板(以下简称平面桁架楼承板)是将楼板中钢筋在工厂加工成钢筋桁架,并将平面钢筋桁架与底板连接成一体组合承重模板,在施工过程中承担混凝土湿重和施工荷载,使用阶段平面钢筋桁架与混凝土共同作用。这种技术免去了大部分支模和现场绑扎钢筋的工作及费用。

平面桁架楼承板可用于民用建筑、工业建筑、市政建筑,结构体系包括钢结构、混凝土结构、钢—混凝土组合结构或砌体结构,适用于装配式建筑。为便于其推广,有必要制定相关技术标准,对其设计、生产、施工及质量验收等内容作出规定。

**1.0.3** 本标准立足于深圳市区域内平面桁架楼承板设计、生产、施工及质量验收的具体条件编制而成,凡本标准未规定的部分应符合其他相关国家及深圳市现行标准的规定。

## 2 术语与符号

### 2.1 术语

术语一节仅给出了本标准中专有的术语，其他术语与现行国家标准《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ132、《工程结构设计基本术语标准》GB/T50083、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068、《工程结构通用规范》GB55001-2021、《混凝土结构设计标准》GB/T50010、《钢结构设计标准》GB50017等标准规范相同。

**2.1.4** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板是由平面钢筋桁架与底板通过钢筋桁架下弦钢筋埋在底板混凝土中连接成整体的组合承重板。本标准编制的装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板是属于以细石混凝土板为底板的免拆式平面桁架楼承板，并作为楼板的组成部分。

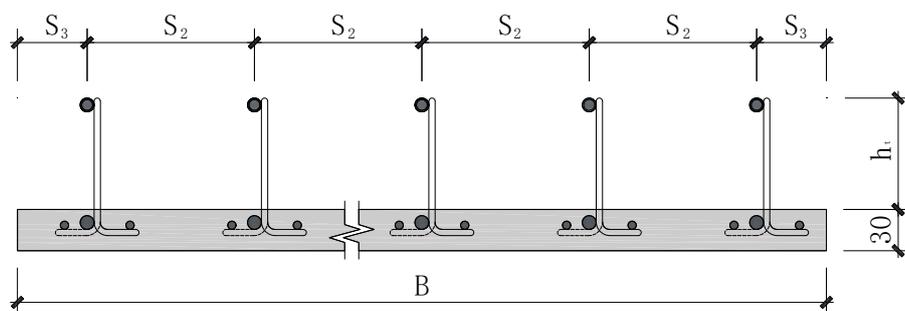


图2.1.4 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板

**2.1.5** 支座钢筋用于固定平面钢筋桁架端部和传递支座反力，一般包括支座竖筋和支座横筋。

### 3 基本规定

**3.0.3** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板中，平面钢筋桁架下弦钢筋及撇脚与冷拔丝（辅助钢筋）焊接后一并埋入细石混凝土中，二者应牢固焊接，在施工阶段二者协同工作，可采用有限元方法计算，大量的有限元计算表明，在后浇混凝土板厚度为100mm~200mm范围内时，考虑协同工作计算得到的平面钢筋桁架下弦钢筋在施工阶段应力很小，由于考虑协同工作有限元计算比较复杂，也可只按桁架方法计算，桁架设计时下弦配筋不考虑钢丝网片协同受力具有一定安全储备。平面桁架楼承板现场施工时，难以做到连续跨同时施工，相邻两跨的施工荷载也难以均衡，考虑到现场施工顺序和条件，单层平面桁架施工阶段验算按单向简支桁架计算，不考虑连续跨计算。

## 4 材料与部件

### 4.1 材料

**4.1.3** 平面钢筋桁架上、下弦钢筋兼做板受力钢筋，工程应用中应优先采用与板受力钢筋相同的型号。CRB600H为普通钢筋混凝土用高延性冷轧带肋钢筋，现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008 把冷轧带肋钢筋的牌号、种类和最大延伸率完善了进去；腹杆钢筋仅在施工阶段受力，不参与平面钢筋桁架混凝土板 使用阶段的受力，可采用冷拔光面钢筋CPB550。

**4.1.7** 本条对钢筋的力学性能和工艺性能做出规定。冷拔光面钢筋用于平面钢筋桁架腹杆时，对其强度、断后伸长率、弯折性能要求较为严格，其性能应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114 的有关规定。

### 4.2 平面钢筋桁架

**4.2.1** 本条参照现行行业标准《钢筋桁架楼承板应用技术规程》T/CECS 1069-2022和T/CECS 1534-2024《装配式钢筋桁架薄型混凝土楼承板应用技术规程》，已有大量工程经验，给出了钢筋桁架中各杆件钢筋的直径范围。

**4.2.2** 平面钢筋桁架中各焊点抗剪极限承载力应满足各杆件可充分发挥承载力的要求。本条参照现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 给出了焊点的受剪承载力要求。

**4.2.3** 为保证伸入支座长度满足设计要求，本条规定平面钢筋桁架长度需满足正偏差要求。

### 4.3 细石混凝土板

**4.3.2~4.3.5** 本条规定了用于底板的细石混凝土板的力学物理性能要求。有限元计算分析表明，现浇混凝土厚度为 100mm~200mm，楼承板在施工阶段按照协同工作计算得到的细石混凝土底板内的拉应力可满足抗裂要求。同时对细石混凝土底板的力学性能、物理性能提出了具体要求。

**4.3.4** 本条参考现行行业标准《纤维水泥平板第1部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T412.1给出了细石混凝土底板的外观质量要求。

**4.3.5** 细石混凝土底板长度和宽度应满足负偏差要求，便于平面桁架楼承板拼接。

## 5 设计与构造

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 使用阶段计算时考虑平面桁架楼承板与现浇层混凝土板的协同受力，平面桁架楼承板底部钢筋混凝土厚度本标准为30mm；下弦钢筋混凝土保护层厚度为15mm（下弦钢筋下表面至细石混凝土板下表面距离为15mm）；上弦钢筋混凝土保护层厚度为15mm（上弦钢筋上表面至现浇混凝土上表面距离为15mm）。

**5.1.2** 施工阶段，装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板的受力模型：首先底板承担全部荷载，再经底板与平面钢筋桁架的连接点，将荷载全部传给平面钢筋桁架，由平面钢筋桁架再将荷载传到两端支撑上。因此平面钢筋桁架与底板分别承担全部荷载进行验算。

**5.1.8** 使用阶段，采用平面桁架楼承板的叠合板等同于总厚度相同的现浇钢筋混凝土板。平面钢筋桁架通过粘结力与混凝土共同工作，钢筋桁架上、下弦杆的作用等同普通钢筋混凝土楼板上、下配置的钢筋一样。

**5.1.9** 使用阶段设计时，底板平面钢筋桁架混凝土板的工作性能与普通钢筋混凝土楼板相同，当满足双向板条件时，应按双向板设计，并应计算与桁架垂直方向的配筋。

**5.1.12** 使用阶段设计时，连续多跨底板平面钢筋桁架混凝土板支座负弯矩调幅的目的是为了分发挥平面钢筋桁架下弦钢筋抗弯承载力的潜力。

### 5.2 设计

#### ( I ) 构件设计

**5.2.3** 本标准附录A给出了装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板的常用型号及技术参数。选型表中常用型号及技术参数仅适用于上弦为钢筋的装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板。

#### ( II ) 施工阶段承载力及变形计算

**5.2.4** 施工荷载指施工人员和施工设备产生的荷载，并应考虑施工过程中可能产生的冲击和振动作用。若有过量的冲击、混凝土堆载以及管线等尚应考虑附加荷载。由于施工习惯和方法的不同，施工阶段的可变荷载也不完全相同，因此测量施工时的施工荷载是十分重要的。装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板施工阶段的承载力和挠度，应按实际施工荷载计算，可参考现行国家行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162规定的施工荷载取值。《组合楼板设计与施工规范》

CECS273给出“当能测量施工实际可变荷载或实测施工可变荷载小于 $1.0\text{kN/m}^2$ 时，施工可变荷载可取 $1.0\text{kN/m}^2$ ”，本标准为进一步控制免支撑情况下平面桁架楼承板的挠度，将可变荷载提高至不小于 $1.5\text{kN/m}^2$ 。

**5.2.5** 现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068给出了荷载基本组合的效应设计值，但在底板钢筋桁架楼承板混凝土浇筑过程中，混凝土处于非均匀的流动状态，可能造成单块楼板受力较大，为保证安全，参考中国工程建设协会标准《组合楼板设计与施工规范》CECS273的有关规定，参照《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068中可变荷载提高现浇混凝土在湿状态下的荷载分项系数。

**5.2.6** 本条参照现行中国工程建设标准化协会标准《组合楼板设计与施工规范》CECS273给出了装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板施工阶段的承载力及变形计算内容。平面钢筋桁架的杆件可简化为轴心受力构件，当存在杆件弯矩较大且不可忽略等特殊情况时，应根据杆件实际受力情况进行承载力及变形计算。计算受压杆件的稳定承载力时，钢筋的截面分类可采用a类截面。根据弹性屈曲分析的结果，受压腹杆钢筋的计算长度可取杆件的节间长度；上弦钢筋直径采用 $8\text{mm}$ 时，上弦钢筋计算长度可取杆件节间长度的1.0倍；上弦钢筋直径采用 $10\text{mm}$ 时，上弦钢筋计算长度可取杆件节间长度的1.25倍；上弦钢筋直径采用 $12\text{mm}$ 时，上弦钢筋计算长度可取杆件节间长度的1.6倍。

**5.2.7** 本条规定了施工阶段装平面桁架楼承板的挠度验算要求。平面桁架楼承板底板在混凝土浇筑完成后与后浇筑的混凝土层结合为整体楼板，属于楼板构件的组成部分。为了避免平面桁架楼承板在使用阶段总挠度变形过大，应相对严格控制施工阶段的挠度变形。

### (III) 使用阶段承载力极限状态计算

**5.2.9** 使用阶段，平面桁架楼承板内力计算不仅与支座条件有关，同时也与其加载史、施工时临时支撑条件有关。参考现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010中叠合构件设计的有关规定给出了荷载组合。

1 不设置临时支撑，平面桁架楼承板正弯矩截面始终承受着施工阶段(也称第一阶段)的混凝土板自重荷载，两阶段荷载组合叠加使用阶段(第二阶段)的附加荷载后由平面桁架混凝土板整体承担；平面桁架楼承板在支座不连续时，支座处负弯矩由混凝土板及连接钢筋承担；平面桁架楼承板在支座连续时，平面桁架楼承板承担施工阶段的混凝土板自重荷载产生的负弯矩，两阶段荷载组合叠加使用阶段的附加荷载后由平面桁架混凝土板整体承担；

2 设置临时支撑，当拆除临时支撑时，平面桁架楼承板的底板与后浇筑的现浇层已粘结为

整体，可直接根据使用阶段的受力情况一次性加载来计算，不需要分阶段考虑。

**5.2.11** 在施工阶段平面钢筋桁架已承担该阶段全部荷载，在使用阶段内力计算中仅保留混凝土板自重产生的应力。后浇筑的混凝土凝固后形成整体混凝土板，在使用阶段的附加荷载作用下，钢筋应力进一步增加，最终的应力状态简化为两者叠加。采用式5.2.11计算的钢筋应力是偏于安全的，亦可采用有限元法进行精细计算。

#### (IV) 正常使用极限状态计算

**5.2.14** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架混凝土板挠度与加载史关系密切。无支撑时，施工阶段装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板受荷，当施工活荷载除去之后，混凝土板自重留下永久变形 $\Delta_{1GKC}$ ，一般称为施工阶段变形或第一阶段变形；使用阶段由混凝土板自重（仅考虑荷载长期作用影响的放大，即 $\Delta_{1GKL}$ 扣除 $\Delta_{1GKS}$ ；第一阶段变形的 $\Delta_{1GKC}$ 已为实质上的 $\Delta_{1GKS}$ ，但两者刚度不同，计算得到的位移值不同）和其他永久荷载及可变荷载产生的变形称为第二阶段变形，两个阶段的变形之和是使用阶段混凝土板总的变形。有支撑时，施工阶段平面桁架楼承板不直接受力，变形很小，可以忽略。待拆撑时，混凝土板已形成整体，可直接根据使用阶段的受力情况一次性加载来计算，不需要分阶段考虑。

**5.2.15** 平面桁架楼承板的底板参与结构受力，因此平面桁架混凝土楼板的最大裂缝宽度计算方法与普通钢筋混凝土受弯构件完全相同，但跨中受拉钢筋的应力计算方法不同，可参考5.1.11条，截面弯矩设计值替换为准永久组合值。

### 5.3 配筋要求

**5.3.1** 本条参照国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010和相关国家建筑标准设计图集对平面钢筋桁架楼承板支座处钢筋配置作了构造规定。

### 5.4 构造规定

**5.4.2** 为了保证梁板结构的整体性，形成可靠的水平结构，钢筋桁架混凝土板与钢梁之间应设有抗剪连接件。目前栓钉广泛应用于建筑工程，本标准主要推荐采用栓钉作为抗剪连接件。有关抗剪连接件的构造规定是参考现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017制定的。栓钉高度是指焊后高度，栓钉焊接后通常会使其长度减少5mm左右。

## 6 生产与运输

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 采用自动化机械设备生产，有利于提高平面桁架楼承板的生产工业化程度，因此条件允许时应优先采用。

### 6.2 生产

**6.2.1** 平面钢筋桁架中杆件之间应优先采用自动化机械焊接，对支座钢筋也可采用人工焊接。采用人工焊接时，需注意保证焊接质量。

**6.2.2** 平面钢筋桁架安装牢固并保证位置准确，是平面钢筋桁架安装的基本要求。

### 6.3 运输与堆放

**6.3.1** 底板平面钢筋桁架的运输和堆放涉及质量和安全要求，需按设计要求、工程和产品特点制定运输、堆放方案，对重点控制环节提出质量安全保证措施。

**6.3.2** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板吊运时，可按单个构件吊运，也可将多块板叠放捆绑后整体吊运，吊点位置和数量应通过计算确定，必要时在吊运前应进行工艺试验。当吊索与起吊平面钢筋桁架楼承板的水平夹角小于 $60^\circ$ 时，需设置分配梁或分配桁架。吊运前，应按国家现行有关标准的规定和设计方案的的要求对吊具进行检查，复核吊装设备的吊装能力。

**6.3.4** 多层叠放时，宜通过工艺试验确定叠放支承方式，当不设置垫木时，依靠平面钢筋桁架支承，各层板的平面钢筋桁架应上下对齐，需保证底板不发生破损；当设置垫木时，垫木位置应上下对齐，且在相应支承条件下平面桁架楼承板的底板材料及平面钢筋桁架应力应满足施工阶段的计算要求。

### 6.4 质量检验

**6.4.8** 本条规定了平面桁架楼承板的质量检验要求，供相关单位参考。

**6.4.10** 质量证明文件除本条规定的内容外，也可由供需双方协商补充。

## 7 安装与施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 应根据图纸设计和专项(施工)方案绘制平面桁架楼承板排板图。装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板排板图应包含以下内容：排板图、节点作法详图、平面桁架楼承板编号、材料清单等。

**7.1.2** 为保证设置临时支撑平面桁架楼承板施工过程中的安全，防止工程事故，对临时支撑做出规定。

### 7.2 施工准备

**7.2.3** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板的支座连接构造与支座形式有关，不同部位构造有所区别，安装前应特别注意复核。

### 7.3 安装及钢筋工程

**7.3.4** 在铺设平面桁架楼承板的同时应及时将楼承板与支座固定牢靠，待平面桁架楼承板铺设一定面积后，应及时绑扎平面钢筋桁架垂直方向的附加分布钢筋；附加分布钢筋的布置应符合设计要求，并宜采用双丝双扣与平面钢筋桁架绑扎牢固。上层分布钢筋应绑扎于平面钢筋桁架上弦钢筋的下表面，下层分布钢筋应绑扎于平面钢筋桁架下弦钢筋的上表面。

### 7.4 混凝土工程

**7.4.2** 平面桁架楼承板铺设完成后，在上面还要继续各种施工作业，难免留下各种杂物，浇筑混凝土前必须清理干净。平面桁架楼承板铺设完成后，施工人员行走、小车等移动可能造成底板被压出坑凸、底板被压裂、平面钢筋桁架侧向失稳，为了防止这些现象的出现，要求铺设垫板。

### 7.5 安全文明施工

**7.5.1** 本条是针对楼承板的文明施工提出的要求。

## 8 质量验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 本条阐述了平面桁架楼承板的工程施工质量验收依据，其施工质量验收应遵守，不得违反。

**8.1.2** 根据《建设工程监理范围和规模标准规定》(建设部令第86条)，对于国家重点建设工程、大中型公用事业工程等必须实行监理，对于该规定范围以外的工程也可由建设单位完成相应的施工质量控制及验收工作。

本条给出了装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板进场验收的具体规定。平面桁架楼承板进场验收时，首先施工单位应自检楼承板的结构尺寸、外形尺寸、焊接质量以及其组成材料的规格型号、外观质量等，核查其质量证明文件，质量证明文件主要包括：平面桁架楼承板的产品出厂检测报告、产品出厂合格证等。施工单位自检合格后，报专业监理工程师验收。专业监理工程师应按设计、本标准和现行国家、深圳市相关标准的规定，对进场平面桁架楼承板进行核验，并应按照本标准第8.2.2条的规定，对进入施工场地的平面桁架楼承板实现见证取样复验，合格后予以确认，形成相应的进场验收记录。平面桁架楼承板应提供型式检验报告。

**8.1.4** 本条给出了装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板分项工程的检验批划分方法和原则。检验批的划分并非是唯一或绝对的，当遇到特殊情况时，检验批的划分也可根据方便施工或验收的原则，由施工单位与监理（建设）单位共同商定。

**8.1.5** 本条给出了装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板工程在浇筑混凝土之前应进行隐蔽工程验收的部位或内容，以规范隐蔽工程验收。当施工过程中出现本条未列出的内容时，应在施工方案中对隐蔽工程验收内容加以补充。

本条要求隐蔽工程验收不仅应有详细的文字记录，还应有必要的图像资料，这是为了利用现代科技手段更好地记录隐蔽工程的真实情况。对于必要的理解，可理解为隐蔽工程全貌和有代表性的局部（部位）照片。其分辨率以能够表达清楚受检部位的情况为准。照片应作为隐蔽工程验收资料与文字资料一同归档保存。

### 8.2 主控项目

**8.2.2** 装配式复合碳纤维增强细石混凝土平面钢筋桁架楼承板进入施工现场时，项目施工单位应书面通知项目监理机构进行验收，监理人员按照《平面钢筋桁架楼承板》JG/T368的有关要求对平面钢筋

桁架节点焊点抗剪极限承载力、支座钢筋之间及支座钢筋与下弦钢筋焊点抗剪极限承载力进行见证取样复试。

**8.2.4** 平面桁架楼承板施工安装后，项目施工单位应书面通知项目监理机构进行验收，监理人员应检查平面桁架楼承板与梁、墙、柱之间的连接方式、安装位置是否符合设计要求和相关标准的规定，符合要求后方可进入下道工序施工。

**8.2.5** 本标准附录C给出了平面桁架楼承板施工阶段的最大无支撑跨度，当平面桁架楼承板施工阶段无支撑跨度超过设计、施工方案、本标准的规定时，应按规定设置临时支撑系统，监理人员应检查临时支撑系统是否符合设计、施工方案要求及《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162等现行相关标准的规定，符合要求后方可进入下道工序施工。

### **8.3 一般项目**

**8.3.1** 平面桁架楼承板施工安装完毕，检验批验收应抽样检查平面桁架楼承板的钢筋外观质量和焊点质量。上、下弦钢筋、腹杆钢筋和支座横筋、竖筋的表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。焊点无脱落。

**8.3.4** 平面桁架楼承板施工安装完毕，检验批验收应检查板与板之间的拼接是否紧密，防止混凝土浇筑时漏浆，符合要求后方可进入下道工序施工。

### **8.4 质量验收**

**8.4.1** 本条是针对平面桁架楼承板施工完成后总体质量验收提出的要求，检验批验收应包括实物检查和资料检查。