

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2020年第二批山东省工程建设标准制订、修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2020〕18号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，结合山东省实际情况，在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共分12章和1个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、钢筋桁架混凝土叠合板、可拆卸钢管支架混凝土叠合板、钢管桁架预应力混凝土叠合板、钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板、预制带肋预应力混凝土叠合板、底板生产与运输、施工安装、质量验收以及有关附录。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究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，请反馈至山东省建筑科学研究院有限公司（济南市天桥区无影山路29号，邮编：250031，联系电话：0531-85595501，邮箱：jiegoufenyuan@vip.163.com），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：山东省建筑科学研究院有限公司
烟建集团有限公司

本标准参编单位：济南长兴建设集团工业科技有限公司
同圆设计集团股份有限公司
山东高速德建集团有限公司
山东乾元泽孚科技股份有限公司
山东惠晟建筑科技有限公司
山东平安建筑工业化科技有限公司
山东省建筑工程质量检验检测中心有限公司
山东建科特种建筑工程技术中心有限公司

本标准主要起草人员：崔士起 刘文政 梁文波 马 林 张 玲
胡庆春 萧树忠 蒋世林 李俊峰 胡兆文
张树辉 侯和涛 王 示 主红香 潘 涛
陈姗姗

本标准主要审查人员：徐新生 李当生 石玉仁 王培军 宋亦工
王 健 王 志 王启玲 杨建兴

目 次

1	总 则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术 语.....	2
2.2	符 号.....	4
3	基本规定.....	6
4	材 料.....	7
4.1	混凝土.....	7
4.2	钢筋和钢材.....	7
4.3	其他材料.....	8
5	钢筋桁架混凝土叠合板.....	9
5.1	一般规定.....	9
5.2	短暂设计状况.....	9
5.3	持久设计状况.....	12
5.4	底板构造.....	13
5.5	板缝构造.....	16
5.6	板端构造.....	20
6	可拆卸钢管支架混凝土叠合板.....	23
6.1	一般规定.....	23
6.2	短暂设计状况.....	23
6.3	持久设计状况.....	24
6.4	底板构造.....	25
6.5	板缝构造.....	26
6.6	板端构造.....	26
7	钢管桁架预应力混凝土叠合板.....	28
7.1	一般规定.....	28
7.2	短暂设计状况.....	28
7.3	持久设计状况.....	32
7.4	底板构造.....	34

7.5	板缝构造.....	36
7.6	板端构造.....	37
8	钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板.....	40
8.1	一般规定.....	40
8.2	短暂设计状况.....	40
8.3	持久设计状况.....	40
8.4	构造要求.....	41
8.5	板缝构造.....	43
8.6	板端构造.....	43
9	预制带肋预应力混凝土叠合板.....	44
9.1	一般规定.....	44
9.2	短暂设计状况.....	44
9.3	持久设计状况.....	44
9.4	底板构造.....	45
9.5	板缝构造.....	47
9.6	板端构造.....	47
10	底板生产与运输.....	49
10.1	一般规定.....	49
10.2	原材料及配件.....	50
10.3	模 具.....	51
10.4	钢筋及桁架、支架.....	52
10.5	先张法预应力.....	54
10.6	混凝土.....	55
10.7	脱模与标识.....	57
10.8	运输与堆放.....	58
10.9	构件检验.....	59
11	施工安装.....	62
11.1	一般规定.....	62
11.2	安装准备.....	62

11.3	底板安装与连接.....	63
11.4	现场施工.....	64
12	质量验收.....	66
12.1	一般规定.....	66
12.2	预制底板进场检验.....	66
12.3	叠合板质量验收.....	67
附录 A	钢筋桁架、钢筋支架力学性能试件及测试方法.....	70
	本标准用词说明.....	72
	引用标准名录.....	73
附：	条文说明.....	75

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	4
3	Basical Requirements.....	6
4	Materials.....	7
4.1	Concrete.....	7
4.2	Reinforcement and Steels.....	7
4.3	Other materials.....	8
5	Concrete composite slab with reinforced trusses.....	9
5.1	General Requirements.....	9
5.2	Design of Transient Condition.....	9
5.3	Design of Permanent Condition.....	12
5.4	Requirements of Precast Panels.....	13
5.5	Joint Detailing Requirements.....	16
5.6	End Detailing Requirements.....	20
6	Concrete composite slab with detachable steel pipe brackets.....	23
6.1	General Requirements.....	23
6.2	Design of Transient Condition.....	23
6.3	Design of Permanent Condition.....	24
6.4	Requirements of Precast Panels.....	25
6.5	Joint Detailing Requirements.....	26
6.6	End Detailing Requirements.....	26
7	Prestressed concrete composite slab with grouted steel pipe trusses.....	28
7.1	General Requirements.....	28
7.2	Design of Transient Condition.....	28
7.3	Design of Permanent Condition.....	32

7.4	Requirements of Precast Panels.....	34
7.5	Joint Detailing Requirements.....	36
7.6	End Detailing Requirements.....	37
8	Prestressed concrete composite slab with reinforced brackets or trusses.....	40
8.1	General Requirements.....	40
8.2	Design of Transient Condition.....	40
8.3	Design of Permanent Condition.....	40
8.4	Requirements of Precast Panels.....	41
8.5	Joint Detailing Requirements.....	43
8.6	End Detailing Requirements.....	43
9	Prestressed concrete composite slab with ribs.....	44
9.1	General Requirements.....	44
9.2	Design of Transient Condition.....	44
9.3	Design of Permanent Condition.....	44
9.4	Requirements of Precast Panels.....	45
9.5	Joint Detailing Requirements.....	47
9.6	End Detailing Requirements.....	47
10	Manufacturing and Transportation.....	49
10.1	General Requirements.....	49
10.2	Raw Materials and Fitting.....	50
10.3	Moulds.....	51
10.4	Reinforcement and trusses, brackets.....	52
10.5	Prestress.....	54
10.6	Concrete.....	55
10.7	Demoulding and Identification.....	57
10.8	Transporting and Storage.....	58
10.9	Precast pannels Testing.....	59
11	Construction and Erection.....	62
11.1	General Requirements.....	62
11.2	Construction Preparation.....	62

11.3	Erection of Precast pannels.....	63
11.4	Casting.....	64
12	Quality Acceptance.....	66
12.1	General Requirements.....	66
12.2	Enter Inspectionof Precast pannels.....	66
12.3	Quality Acceptance of Composite Slab.....	67
Appendix A	Test specimens and test methods of mechanical properties of lattice girder.....	70
	Explanation of Wording in This Standard.....	72
	List of Quoted Standards.....	73
	Addition: Explanation of Provisions.....	735

1 总 则

1.0.1 为规范混凝土叠合板的设计、生产、施工及验收，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下地区，且环境类别为一类、二 a 类的工业与民用建筑中混凝土叠合板的设计、生产、施工及验收。

1.0.3 混凝土叠合板的设计、生产、施工及验收除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及山东省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预制底板 precast panel

由工厂预先生产制作完成用于混凝土叠合板的底板。

2.1.2 叠合板 composite slab

预制底板安装就位后，在底板上面配置钢筋并现场后浇混凝土形成整体，共同承受外部荷载或作用的楼板。

2.1.3 钢筋桁架混凝土预制底板 precast concrete panel with reinforced trusses

底板内部配置普通钢筋，顶部设置钢筋桁架作为加劲肋的预制底板。

2.1.4 钢筋桁架混凝土叠合板 concrete composite slab with reinforced trusses

下部采用钢筋桁架混凝土预制底板，上部配置钢筋并现场后浇混凝土形成的叠合板。

2.1.5 可拆卸钢管支架混凝土预制底板 precast concrete panel with detachable steel pipe brackets

底板内部配置普通钢筋，顶部设置可拆卸式钢管支架作为加劲肋的预制底板。

2.1.6 可拆卸钢管支架混凝土叠合板 concrete composite slab with detachable steel pipe brackets

下部采用可拆卸钢管支架混凝土预制底板，上部配置钢筋并现场后浇混凝土形成的叠合板。

2.1.7 钢管桁架预应力混凝土预制底板 precast prestressed concrete panel with grouted steel pipe trusses

底板内部单向配置预应力筋并施加预应力，顶部设置钢管桁架作为加劲肋的预制底板。

2.1.8 钢管桁架预应力混凝土叠合板 prestressed concrete composite slab with grouted steel pipe trusses

下部采用钢管桁架预应力混凝土预制底板，上部配置钢筋并现场后浇混凝土

形成的叠合板。

2.1.9 钢筋支架(桁架)预应力混凝土预制底板 precast prestressed concrete panel with reinforced brackets or trusses

底板内部单向配置预应力筋并施加预应力，顶部设置钢筋支架（桁架）作为加劲肋的预制底板。

2.1.10 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板 prestressed concrete composite slab with reinforced brackets or trusses

下部采用钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板，上部配置钢筋并现场后浇混凝土形成的叠合板。

2.1.11 预制带肋预应力混凝土底板 precast prestressed concrete panel with ribs

底板内部配置预应力筋并施加预应力，顶部设置板肋的预制底板。

2.1.12 预制带肋预应力混凝土叠合板 prestressed concrete composite slab with ribs

下部采用预制带肋预应力混凝土底板，上部配置钢筋并现场后浇混凝土形成的叠合板。

2.1.13 钢筋桁架 reinforced truss

由一根上弦钢筋、两根下弦钢筋和两根弯折腹杆钢筋经焊接成型的钢筋骨架。

2.1.14 钢管支架 steel pipe support

由一根上弦方形钢管、端部斜筋及等间距设置的竖向连接件组装而成的可拆卸的钢骨架。

2.1.15 钢管桁架 grouted steel-tube truss

由一根上弦灌浆钢管和两根弯折腹杆钢筋经焊接而成的钢骨架。

2.1.16 钢筋支架 reinforced brackets

由一根上弦钢筋和两根弯折腹杆钢筋焊接而成的钢筋骨架。

2.1.17 板肋 rib

沿预制底板跨度方向设置并带预留孔洞的肋板，板肋可分为混凝土肋和钢—混凝土组合肋。

2.1.18 后浇带式整体接缝 monolithic connection with post pouring strip

叠合板中相邻预制底板之间采用后浇带连接,且板底纵向钢筋在后浇带内搭接,能可靠连续传递内力的一种接缝形式。

2.1.19 密拼式整体接缝 monolithic connection without gap

叠合板中相邻预制底板之间采用密拼形式,通过在叠合面上配置间接搭接钢筋等措施,实现可靠连续传递内力的一种接缝形式。

2.1.20 密拼式分离接缝 separated connection without gap

叠合板下部相邻预制底板之间采用密拼形式,且无内力传递需要的一种接缝形式。

2.1.21 叠合面 laminated surface

叠合板中预制底板与叠合层之间的结合面。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

f_{ck} ——混凝土轴心抗压强度标准值。

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值。

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值;

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值;

f_{tk} 、 f_{ck} ——与各环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗拉强度标准值、抗压强度标准值;

f_y ——受拉钢筋强度设计值;

f_{sr} ——可拆卸钢管支架上弦钢管抗压强度设计值;

f_{vr} ——可拆卸钢管支架上弦钢管抗剪强度设计值;

f_{sc} ——钢管桁架上弦灌浆钢管抗压强度设计值;

f_s ——钢管桁架上弦钢管强度设计值;

f_{ykf} ——钢管桁架腹杆钢筋的屈服强度标准值;

f_{ptk} ——预应力钢筋的极限抗拉强度标准值。

2.2.2 几何参数

B ——预制底板宽度;

h ——叠合板厚度;

- h_1 —— 预制底板厚度；
- h_2 —— 后浇叠合层厚度；
- B_1 —— 桁架的设计宽度，指下弦外表面间距；
- H_1 —— 桁架设计高度；
- P_s —— 腹杆钢筋与上弦钢筋、钢管相邻焊点的中心间距；
- h_0 —— 叠合板截面有效高度；
- l_a —— 纵向受拉钢筋的锚固长度；
- l_{ab} —— 纵向受拉钢筋的基本锚固长度；
- l_l —— 纵向受拉钢筋的搭接长度；
- α —— 腹杆钢筋垂直桁架方向的倾角；
- β —— 腹杆钢筋平行桁架方向的倾角。

3 基本规定

3.0.1 叠合板应根据建筑结构平面布置及预制底板生产、运输、吊装能力进行优化布置，并宜满足模数化、标准化的要求。

3.0.2 结构转换层、平面凹凸不规则、楼板局部不连续、斜柱上下端周围局部楼盖等薄弱部位，以及作为上部结构嵌固部位的楼板宜采用现浇板。当上述楼层采用叠合板时，应适当增加后浇叠合层厚度并加强叠合板与支承结构的连接。

3.0.3 混凝土叠合板的安全等级和设计工作年限应与主体结构一致。

3.0.4 叠合板与主体结构应有可靠连接，保证楼盖结构的整体牢固性。

3.0.5 叠合板的设计方法与构造措施符合本标准规定时，结构整体分析可采用与现浇混凝土板相同的方法进行模拟。

3.0.6 预制底板和叠合板应对短暂设计状况、持久设计状况分别按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计，其荷载及荷载组合应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 及《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定。

3.0.7 混凝土叠合板持久设计状况的可变荷载应取施工阶段与使用阶段的较大值。

3.0.8 施工阶段预制底板两端应支承于支座构件或临时支撑上，跨内临时支撑的位置及间距应满足抗裂、挠度及承载力要求。相邻支撑之间预制底板的挠度不宜大于临时支撑间距的 1/400。

3.0.9 施工阶段跨内无临时支撑的混凝土叠合板，应考虑两阶段叠合受力的影响，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定进行计算。

3.0.10 叠合板的燃烧性能和耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

3.0.11 叠合板的隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定。

4 材 料

4.1 混凝土

4.1.1 预制底板及叠合层所用混凝土材料的力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4.1.2 钢筋桁架混凝土预制底板、可拆卸钢管支架混凝土预制底板的混凝土强度等级不宜低于 C30；钢管桁架预应力混凝土预制底板、钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板、预制带肋预应力混凝土底板的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30。叠合层混凝土强度等级不宜低于 C30，且不应低于 C25。

4.1.3 预制底板混凝土的细骨料宜采用中砂，粗骨料应采用连续级配，粗骨料最大粒径不宜大于 15mm。

4.1.4 钢管桁架内灌浆材料宜采用微膨胀高强砂浆，抗压强度标准值不应低于 40MPa。

4.2 钢筋和钢材

4.2.1 钢筋和钢材的力学性能和工艺性能应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

4.2.2 叠合板的普通受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500 钢筋，也可采用 CRB550、CRB600H 钢筋，直径不宜小于 6mm；预应力筋宜采用预应力钢丝，直径不宜小于 5mm。

4.2.3 钢筋桁架、钢筋支架的弦杆宜采用 HRB400、HRB500、CRB550、CRB600H 钢筋，其中上弦钢筋直径不宜小于 8mm，下弦钢筋直径不宜小于 6mm；腹杆宜采用 HPB300、HRB400、HRB500、CRB550 或 CRB600H 钢筋，也可采用 CPB550 钢筋，直径不宜小于 6mm。

4.2.4 钢管桁架的上弦宜采用 Q235B 及更高强度等级的焊接圆钢管，钢管外径不宜小于 20mm，壁厚不宜小于 1mm；腹杆宜采用 HPB300 钢筋，也可采用 CPB550 钢筋，直径不应小于 4mm。

4.2.5 可拆卸钢管支架的上弦宜采用 Q235B 及以上强度等级的方形钢管，截面高度不宜小于 80mm，截面宽度不宜小于 60mm，壁厚不宜小于 5mm；端部斜筋宜采用 HRB400 钢筋，直径不宜小于 10mm；连接螺栓宜采用 4.8 级，其中竖向螺栓直径不宜小于 14mm，横向螺栓直径不宜小于 18mm。

4.2.6 连接用焊接材料、螺栓等紧固件材料应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

4.3 其他材料

4.3.1 密拼式接缝嵌缝用聚合物改性水泥砂浆的物理力学性能应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 聚合物改性水泥砂浆物理力学性能要求

项 目	技术指标	试验方法标准
保水率 (%)	≥92	现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70
凝结时间 (h)	≤5	
2h 稠度损失率 (%)	≤20	
14d 拉伸粘结强度 (MPa)	≥0.6	
28d 收缩率 (%)	≤0.12	
质量损失率 (%)	≤2	
28d 抗压强度 (MPa)	≥20	

4.3.2 预埋件锚板、锚筋及吊环材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5 钢筋桁架混凝土叠合板

5.1 一般规定

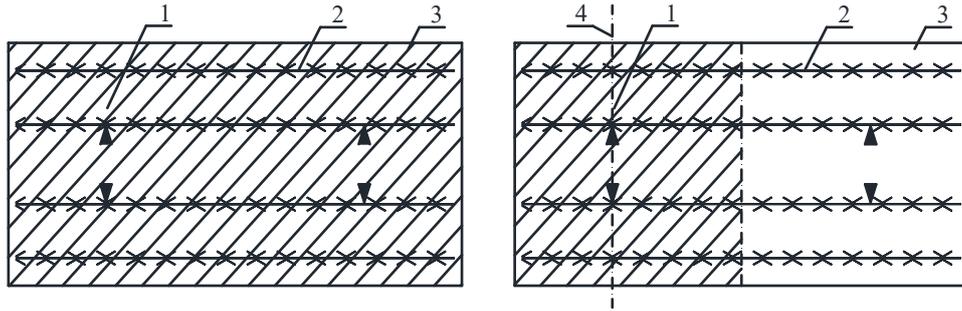
5.1.1 四边支承的钢筋桁架混凝土叠合板的设计应符合下列规定：

- 1 长宽比大于 2 时，宜按单向板设计；长宽比不大于 2 时，宜按双向板设计；
- 2 按单向板设计并设置接缝时，宜采用密拼式分离接缝并平行于短边方向布置；按双向板设计并设置接缝时，应采用后浇带式整体接缝或密拼式整体接缝。

5.2 短暂设计状况

5.2.1 短暂设计状况下，钢筋桁架混凝土预制底板可采用弹性方法计算内力和变形，并应符合下列规定：

- 1 可简化为以吊点或者临时支撑作为简支支座的单向带悬臂的简支梁或连续梁。
- 2 可按照吊点所在位置将预制底板划分为若干板带，所有板带应平均承担总荷载。脱膜、运输、吊运、堆放和安装阶段应分别计算平行桁架方向和垂直桁架方向的板带内力和变形；混凝土浇筑阶段应计算平行桁架方向板带的内力和变形。
- 3 平行桁架方向，可将宽度不大于 3000mm 的预制底板作为 1 个板带（图 5.2.1a）。
- 4 垂直桁架方向，宜以垂直桁架方向的吊点连线为中心线，板带取中心线两侧一定范围内的预制底板（图 5.2.1b），每侧板宽宜取到板边或者相邻两个中心线的中间位置，且板带宽度不应大于预制底板厚度的 15 倍。



(a) 平行桁架方向

(b) 垂直桁架方向

图 5.2.1 钢筋桁架混凝土预制底板板带划分示意

1—吊点；2—钢筋桁架；3—板带；4—中心线

5.2.2 钢筋桁架混凝土预制底板截面验算时，平行钢筋桁架方向宜按钢筋桁架与混凝土板组成的等效组合截面计算，垂直钢筋桁架方向应按混凝土板截面计算。

5.2.3 各种短暂设计状况下，钢筋桁架混凝土预制底板正截面边缘的混凝土法向压应力应符合下列规定：

$$\sigma_{cc} = \frac{M_k}{W_{cc}} \leq 0.8 f_{ck}' \quad (5.2.3)$$

式中： σ_{cc} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的预制底板正截面边缘混凝土法向压应力（ N/mm^2 ）；

W_{cc} ——截面混凝土受压边缘弹性抵抗矩，按等效组合截面计算（ mm^3 ）；

M_k ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下等效组合截面弯矩标准值（ $\text{N}\cdot\text{mm}$ ）；

f_{ck}' ——与各种短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗压强度标准值（ N/mm^2 ），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 4.1.3 以线性内插法确定。

5.2.4 各种短暂设计状况下，钢筋桁架混凝土预制底板表面不应出现裂缝，其正截面边缘混凝土法向拉应力应符合下列规定：

$$\sigma_{ct} = \frac{M_k}{W_{ct}} \leq 1.0 f_{tk}' \quad (5.2.4)$$

式中： σ_{ct} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的预制底板正截面边缘混凝土法向拉应力（ N/mm^2 ）；

W_{ct} ——截面混凝土受拉边缘弹性抵抗矩 (mm^3) ;

f_{tk}' ——与各种短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗拉强度标准值 (N/mm^2) , 按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 4.1.3 以线性内插法确定。

5.2.5 各种短暂设计状况下, 对平行于桁架方向板带的截面, 上弦钢筋拉应力或压应力应符合下列规定:

$$\sigma_{s2} = \frac{\alpha_E M_k}{\varphi_2 W_2} \leq \frac{f_{yk2}}{2.0} \quad (5.2.5)$$

式中: σ_{s2} ——各种短暂设计状况下, 在荷载标准组合作用下的上弦钢筋的拉应力或压应力 (N/mm^2) ;

W_2 ——等效组合截面上弦钢筋弹性抵抗矩 (mm^3) , 按平截面假定计算;

f_{yk2} ——桁架上弦钢筋的屈服强度标准值 (N/mm^2) ;

α_E ——预制底板内钢筋与混凝土的弹性模量之比;

φ_2 ——桁架上弦钢筋的轴心受压稳定系数, 按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 确定, 计算长度取上弦钢筋焊接节点距离; 当 M_k 为负弯矩时, φ_2 应取 1.0;

5.2.6 各种短暂设计状况下, 对平行于桁架方向的截面, 腹杆钢筋压应力应符合下列规定:

$$\sigma_{s3} = \frac{V_k}{2\varphi_3 A_3 \sin \alpha \sin \beta} \leq \frac{f_{yk3}}{2.0} \quad (5.2.6)$$

式中: σ_{s3} ——各种短暂设计状况下, 在荷载标准组合作用下的腹杆钢筋的压应力 (N/mm^2) ;

V_k ——各种短暂设计状况下, 在荷载标准组合作用下等效组合截面的剪力标准值 (N) ;

φ_3 ——腹杆钢筋的轴心受压稳定系数, 按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 确定, 计算长度取腹杆钢筋自由段长度的 70%;

A_3 ——单肢腹杆钢筋的截面面积 (mm^2) ;

f_{yk3} ——桁架腹杆钢筋的屈服强度标准值 (N/mm²)。

5.3 持久设计状况

5.3.1 钢筋桁架混凝土叠合板正截面受弯承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，并应符合下列规定：

1 当预制底板与后浇叠合层的混凝土强度等级不相同，应按受压区位置处混凝土的强度等级计算受弯承载力；

2 密拼式整体接缝处正截面受弯承载力计算时，截面高度取叠合层混凝土厚度，受拉钢筋取接缝处的搭接钢筋；

3 整体接缝处的正截面受弯承载力不应低于最不利组合作用下接缝处的设计弯矩；

4 板端截面承担负弯矩作用时，截面高度可取叠合板厚度；板端截面承担正弯矩作用且板端构造符合本标准第 5.6.4 条规定时，支座处预制底板的纵筋搭接钢筋可作为受拉纵筋，有效截面高度应取搭接钢筋中心线到叠合层上表面的距离。

5.3.2 钢筋桁架混凝土叠合板板端受剪承载力应符合下列规定：

$$V_S \leq V_R \quad (5.3.2-1)$$

$$V_R = 0.07 f_c A_{c2} + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \quad (5.3.2-2)$$

式中： V_S ——板端剪力设计值 (N)；

V_R ——板端受剪承载力设计值 (N)；

A_{c2} ——后浇混凝土叠合层截面面积 (mm²)；

A_{sd} ——垂直穿过叠合板板端竖向接缝的所有钢筋面积 (mm²)，包括叠合层内的纵向钢筋、支座处的搭接钢筋。

5.3.3 均布荷载作用下钢筋桁架混凝土叠合板符合本标准第 5.4.10 条的构造要求时，可不对叠合面进行受剪强度验算。

5.3.4 钢筋桁架混凝土叠合板正常使用极限状态下的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5.4 底板构造

5.4.1 钢筋桁架混凝土预制底板的厚度不宜小于 60mm，且不应小于 50mm；后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60mm。

5.4.2 钢筋桁架混凝土预制底板的钢筋保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5.4.3 钢筋桁架混凝土预制底板的纵向钢筋宜采用钢筋焊接网。当采用钢筋焊接网时，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 的规定。

5.4.4 钢筋桁架混凝土预制底板板边第一道纵向钢筋中线至板边的距离不宜大于 50mm。

5.4.5 钢筋桁架宜采用专用自动化机械设备制作。腹杆钢筋与上、下弦钢筋的焊点应采用电阻点焊方式焊接。

5.4.6 钢筋桁架的尺寸（图 5.4.6）应符合下列规定：

1 钢筋桁架的设计高度 H_1 不宜小于 70mm，不宜大于 400mm，且宜以 10mm 为模数；

2 钢筋桁架的设计宽度 B_1 不宜小于 60mm，不宜大于 110mm，且宜以 10mm 为模数；

3 腹杆钢筋与上、下弦钢筋相邻焊点的中心间距 P_s 宜取 200mm，且不宜大于 200mm。

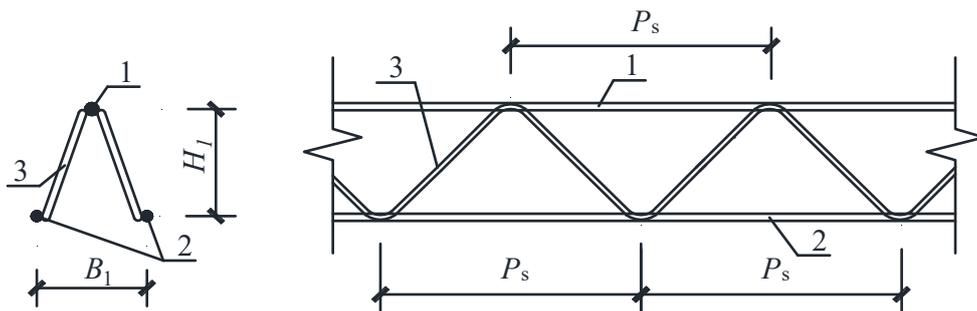


图 5.4.6 钢筋桁架示意

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—腹杆钢筋

5.4.7 腹杆钢筋在上、下弦钢筋焊点处的弯弧内直径 D 不应小于 $4d_3$ （ d_3 为腹杆钢筋直径）（图 5.4.7）。

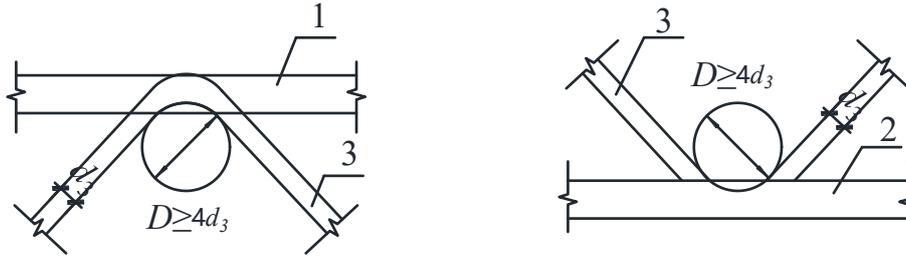


图 5.4.7 腹杆钢筋弯弧示意

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—腹杆钢筋

5.4.8 钢筋桁架的布置应符合下列规定：

- 1 钢筋桁架宜沿预制底板的长边方向布置；
- 2 钢筋桁架上弦钢筋至预制底板板边的水平距离不宜大于 300mm，相邻钢筋桁架上弦钢筋的间距不宜大于 600mm（图 5.4.8-1）；
- 3 钢筋桁架下弦钢筋下表面至预制底板上表面的距离不应小于 35mm。钢筋桁架上弦钢筋上表面至预制底板上表面的距离不应小于 35mm（图 5.4.8-2）；
- 4 在持久设计状况下，钢筋桁架上弦钢筋参与受力计算时，上弦钢筋宜与叠合板内同方向受力钢筋位于同一平面；
- 5 当采用密拼式整体接缝时，钢筋桁架的布置尚应符合本标准第 5.5.2 条第 4 款的规定。

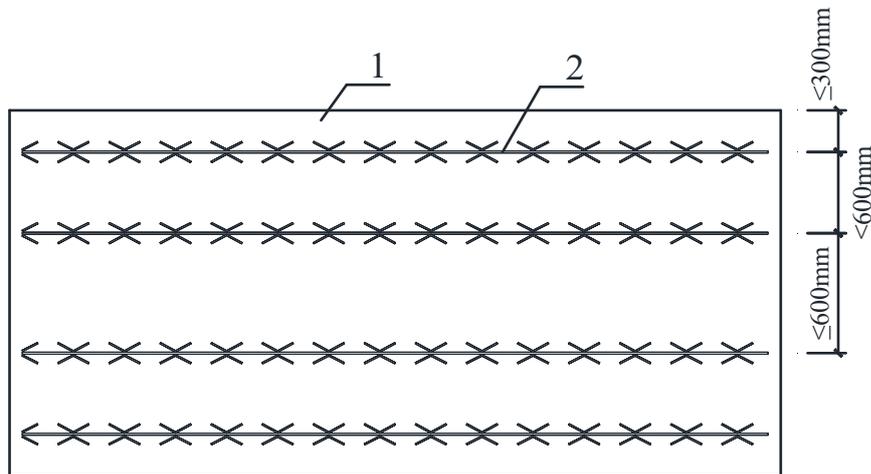


图 5.4.8-1 钢筋桁架边距与间距示意

1—预制底板；2—钢筋桁架

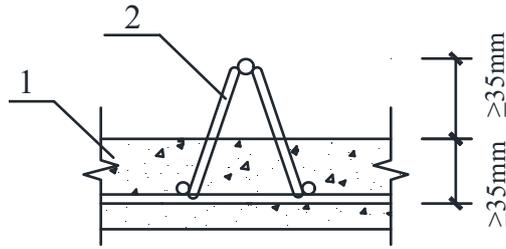


图 5.4.8-2 钢筋桁架埋深示意

1—预制底板；2—钢筋桁架

5.4.9 当钢筋桁架混凝土预制底板开洞时，洞口宜避开钢筋桁架位置，洞口大小、位置及洞口周边加强措施应符合国家现行有关标准的规定。

5.4.10 钢筋桁架混凝土预制底板与后浇混凝土之间的结合面应符合下列规定：

- 1 预制底板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面；
- 2 采用后浇带式整体接缝时，接缝处预制底板板侧与后浇混凝土之间的结合面宜设置粗糙面；
- 3 板端支座处预制底板侧面宜设置粗糙面；
- 4 粗糙面面积不宜小于结合面的 80%，凹凸深度不应小于 4mm。

5.4.11 钢筋桁架混凝土预制底板的吊点数量及布置应根据底板尺寸、重量及起吊方式通过计算确定，吊点宜对称布置且不应少于 4 个。

5.4.12 钢筋桁架混凝土预制底板宜将钢筋桁架兼作吊点。钢筋桁架兼作吊点时，吊点承载力标准值可按表 5.4.12 采用，并应符合下列规定：

- 1 吊点应选择在上弦钢筋焊点所在位置，焊点不应脱焊；吊点位置应设置明显标识；
- 2 起吊时，吊钩应穿过上弦钢筋和两侧腹杆钢筋，吊索与预制底板水平夹角不应小于 60°；
- 3 当钢筋桁架下弦钢筋位于板内纵向钢筋上方时，应在吊点位置钢筋桁架下弦钢筋上方设置至少 2 根附加钢筋，附加钢筋直径不宜小于 8mm，在吊点两侧的长度不宜小于 150mm（图 5.4.12）；
- 4 起吊时同条件养护的混凝土立方体试块抗压强度不应低于 20MPa；
- 5 施工安全系数 K_c 不应小于 4.0；
- 6 当不符合本条第 1 款~第 4 款的规定时，吊点的承载力应通过试验确定。

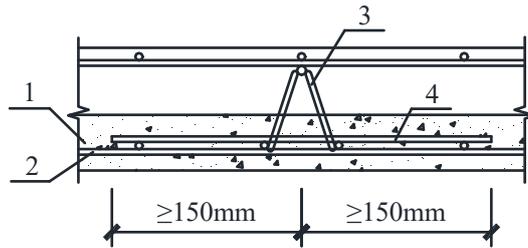


图 5.4.12 吊点处附加钢筋示意

1—预制底板；2—纵向钢筋；3—下弦钢筋；4—附加钢筋

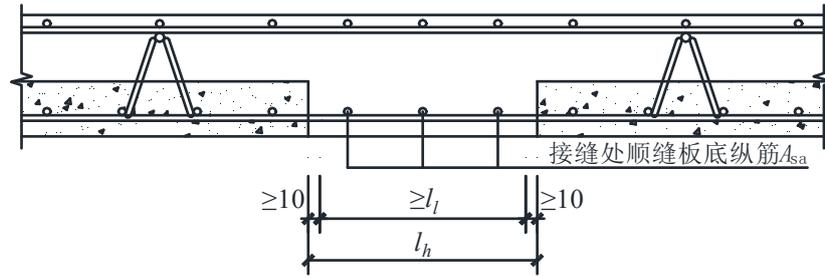
表 5.4.12 吊点承载力标准值

腹杆钢筋类别	承载力标准值 (kN)
HRB400、HRB500、CRB550 或 CRB600H	20
HPB300、CPB550	15

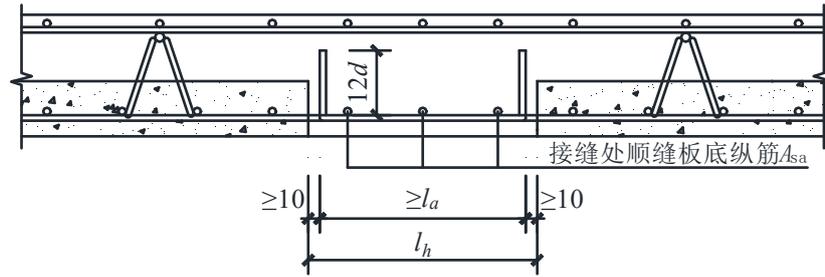
5.5 板缝构造

5.5.1 钢筋桁架混凝土预制底板采用后浇带式整体接缝连接时，后浇带宽度不宜小于 200mm，并应符合下列规定：

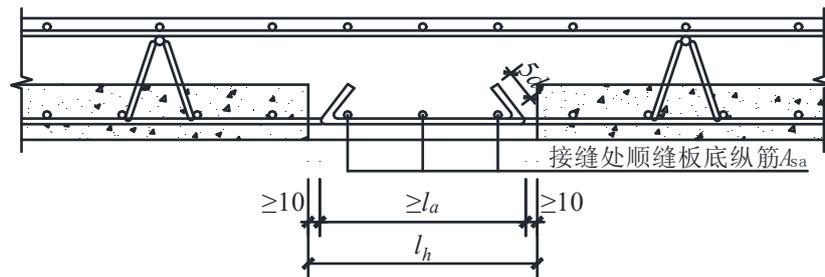
- 1 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接或搭接连接；
- 2 后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中焊接连接时，应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定；
- 3 后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中搭接连接时（图 5.5.1），应符合下列规定：
 - 1) 接缝处板底外伸钢筋的锚固长度 l_a 、搭接长度 l_l 和端部弯钩构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；
 - 2) 接缝处板底外伸钢筋可为直线型（图 5.5.1a），也可采用端部带 90° 或 135° 弯钩的锚固形式（图 5.5.1b、图 5.5.1c）；当外伸钢筋端部带弯钩时，接缝处的直线段钢筋搭接长度可取为钢筋的锚固长度 l_a ，且在确定 l_a 时，锚固长度修正系数不应小于 1.0；
 - 3) 设计后浇带宽度 l_h 时，应计入钢筋下料长度、构件安装位置等施工偏差的影响，每侧预留的施工偏差不应小于 10mm。
 - 4 接缝处顺缝板底纵筋 A_{sa} 的配筋率不应小于板缝两侧预制底板板底配筋率的较大值。



(a) 板底纵筋直线搭接



(b) 板底纵筋末端带90°弯钩搭接



(c) 板底纵筋末端带135°弯钩搭接

图 5.5.1 后浇带式整体接缝构造示意

5.5.2 钢筋桁架混凝土预制底板采用密拼式整体接缝连接时（图 5.5.2），应符合下列规定：

1 后浇混凝土叠合层厚度不宜小于预制底板厚度的 1.3 倍，且不应小于 75mm；

2 接缝处应设置垂直于接缝的搭接钢筋，搭接钢筋总受拉承载力设计值不应小于预制底板板底纵向钢筋总受拉承载力设计值，直径不应小于 8mm，且不应大于 14mm；接缝处搭接钢筋与预制底板板底纵向钢筋对应布置，搭接长度不应小于 $1.6l_a$ （ l_a 为按较小直径钢筋计算的受拉钢筋锚固长度），且搭接长度应从距离接缝最近一道钢筋桁架的腹杆钢筋与下弦钢筋交点起算；

3 垂直于搭接钢筋的方向应布置横向分布钢筋，在搭接范围内不宜少于 2

根，且钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 250mm；

4 接缝处的钢筋桁架应平行于接缝布置，在一侧纵向钢筋的搭接范围内，应设置不少于 2 道钢筋桁架，上弦钢筋的间距不宜大于桁架叠合板板厚的 2 倍，且不宜大于 400mm；靠近接缝的桁架上弦钢筋到预制底板接缝边的距离不宜大于叠合板板厚，且不宜大于 200mm；

5 接缝两侧钢筋桁架的腹杆钢筋尚应符合本标准第 5.5.3 条的规定。

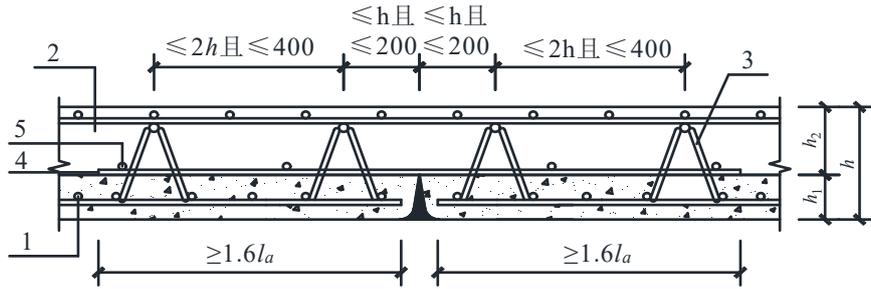


图 5.5.2 密拼式整体接缝构造示意

1—预制底板；2—后浇叠合层；3—钢筋桁架；

4—接缝处的搭接钢筋；5—横向分布钢筋

5.5.3 钢筋桁架混凝土叠合板密拼式整体接缝两侧钢筋桁架的腹杆钢筋（图 5.5.3）应符合下列规定：

$$F_a \leq n f_y A_{sv} \sin \alpha \sin \beta \quad (5.5.3)$$

式中： F_a ——接缝处纵向钢筋的拉力设计值（N），取预制底板纵筋和接缝处搭接钢筋受拉力的较小值，即 $F_a = \min(f_y A_{s1}, f_y A_{s2})$ ；

A_{s1} 、 A_{s2} ——分别为预制底板纵筋、接缝处搭接钢筋的面积（ mm^2 ）；

A_{sv} ——单根钢筋桁架的腹杆钢筋面积（ mm^2 ）；

n ——接缝一侧搭接钢筋搭接范围内的钢筋桁架数量；

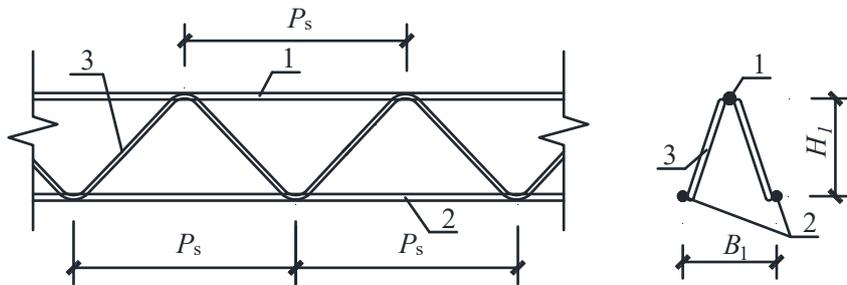


图 5.5.3 钢筋桁架的几何参数

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—腹杆钢筋

5.5.4 钢筋桁架混凝土叠合板采用密拼式整体接缝时，接缝处搭接钢筋在荷载效应准永久组合作用下的应力应符合下列规定：

$$\sigma_{sq} \leq 0.6f_{yk} \quad (5.5.4-1)$$

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q}{0.87A_s h_{20}} \quad (5.5.4-2)$$

式中： σ_{sq} ——接缝处搭接钢筋在荷载效应准永久组合作用下的应力（MPa）；

f_{yk} ——接缝处搭接钢筋的屈服强度标准值（MPa）；

M_q ——接缝处按荷载准永久组合计算的弯矩值（N·mm）；

h_{20} ——后浇层混凝土的有效高度（mm）。

5.5.5 钢筋桁架混凝土叠合板采用密拼式分离接缝连接时（图 5.5.5），应符合下列规定：

1 接缝处紧贴预制底板顶面宜设置垂直于接缝的附加钢筋，附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于附加钢筋直径的 15 倍；

2 附加钢筋截面面积不宜小于预制底板中与附加钢筋同方向钢筋面积，附加钢筋直径不应小于 6mm，间距不宜大于 250mm；

3 垂直于附加钢筋的方向应布置横向分布钢筋，在搭接范围内不宜少于 3 根，横向分布钢筋直径不应小于 6mm，间距不宜大于 250mm。

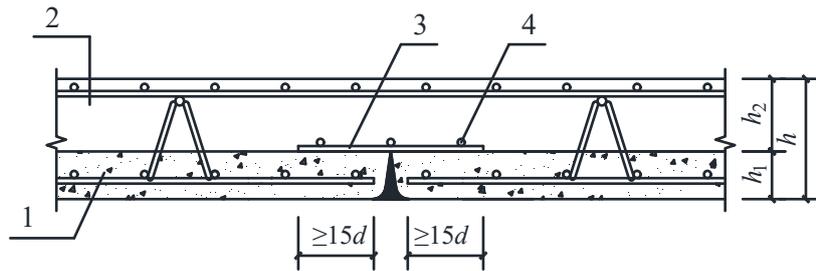


图 5.5.5 密拼式分离接缝构造示意

1—预制底板；2—后浇叠合层；3—附加钢筋；4—横向分布钢筋

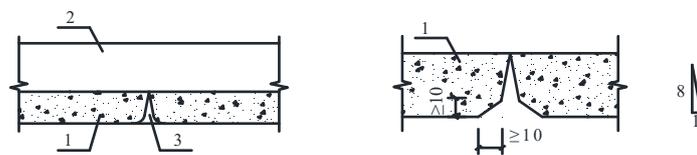
5.5.6 钢筋桁架混凝土叠合板的密拼式接缝可采用底面倒角和倾斜面形成连续斜坡、底面设槽口和顶面设倒角、底面和顶面均设倒角等做法，并应符合下列要求：

1 当接缝处采用底面倒角和侧面倾斜面形成两道连续斜坡的做法时（图

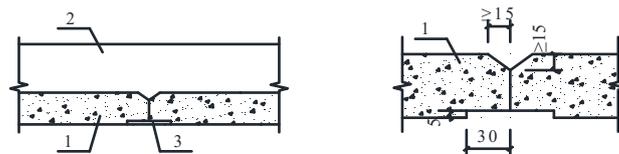
5.5.6a)，底面倒角尺寸不宜小于 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ ，倾斜面的坡度不宜小于 1: 8；接缝应采用无机材料嵌填封闭，无机材料宜采用聚合物改性水泥砂浆，其性能应满足本标准第 4.3.1 条的规定；

2 当接缝处采用底面设槽口、顶面设倒角的做法时（图 5.5.6b），底面槽口深度宜取 5mm、长度宜取 30mm，顶面倒角尺寸不宜小于 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ ；底面槽口处宜粘贴网格布；

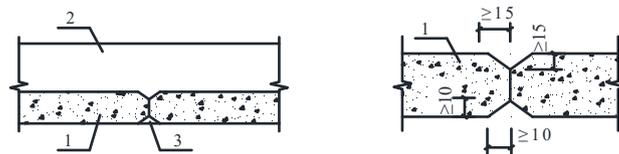
3 当接缝处采用底面和顶面均设倒角的做法时（图 5.5.6c），底面倒角尺寸不宜小于 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ ，顶面倒角尺寸不宜小于 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 。



(a) 底面倒角、侧面倾斜面做法



(b) 底面槽口、顶面倒角做法



(c) 底面、顶面倒角做法

图 5.5.6 钢筋桁架混凝土叠合板分离式密拼接缝连接构造

1—预制底板；2—后浇混凝土叠合层；3—密拼接缝

5.6 板端构造

5.6.1 钢筋桁架混凝土叠合板板面纵向钢筋应符合下列规定：

- 1 对于中节点支座，板面钢筋应贯通；
- 2 对于端节点支座处，应符合下列规定：
 - 1) 钢筋伸入支座长度不应小于受拉钢筋的锚固长度 (l_a)；当截面尺寸不满

足直线锚固要求时，可采用 90° 弯折锚固措施，此时，包括弯弧在内的钢筋平直段长度不应小于 $\zeta_a l_{ab}$ (l_{ab} 为受拉钢筋的基本锚固长度)，弯折平面内包含弯弧的钢筋平直段长度不应小于钢筋直径的 15 倍；

- 2) 当支座为梁或顶层剪力墙时， ζ_a 应取为 0.6；当支座为中间层剪力墙时， ζ_a 应取为 0.4。

5.6.2 当钢筋桁架上弦钢筋参与截面受弯承载力计算时，应在上弦钢筋设置支座处桁架上弦筋搭接钢筋（图 5.6.2），并应伸入板端支座。搭接钢筋应按与同向板面纵向钢筋受拉承载力相等的原则布置，且搭接钢筋与钢筋桁架上弦钢筋在叠合层中的搭接长度不应小于受拉钢筋的搭接长度 l_l ，受拉钢筋的搭接长度 l_l 应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。搭接钢筋在支座内的构造应符合本标准第 5.6.1 条的规定。

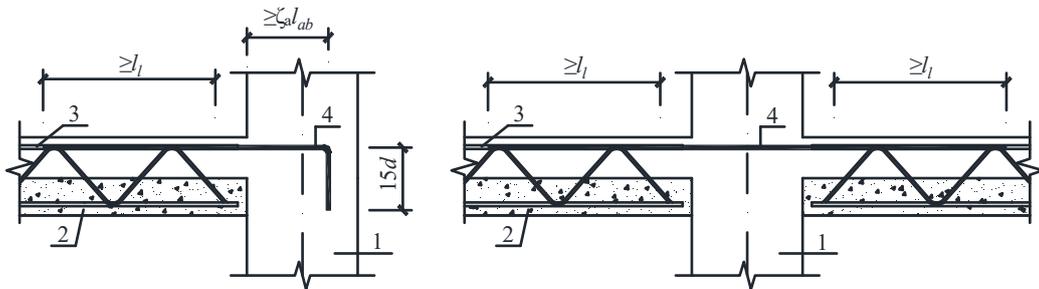


图 5.6.2 钢筋桁架上弦钢筋搭接构造示意

1—支承梁或墙；2—预制底板；3—上弦钢筋；4—支座处桁架上弦筋搭接钢筋

5.6.3 钢筋桁架混凝土预制底板纵向钢筋伸入支座时，应在支承梁或墙的后浇混凝土中锚固（图 5.6.3），锚固长度不应小于 l_s 。当板端支座承担负弯矩时， l_s 不应小于钢筋直径的 5 倍且宜伸至支座中心线；当节点区承受正弯矩时， l_s 不应小于受拉钢筋锚固长度 l_a 。

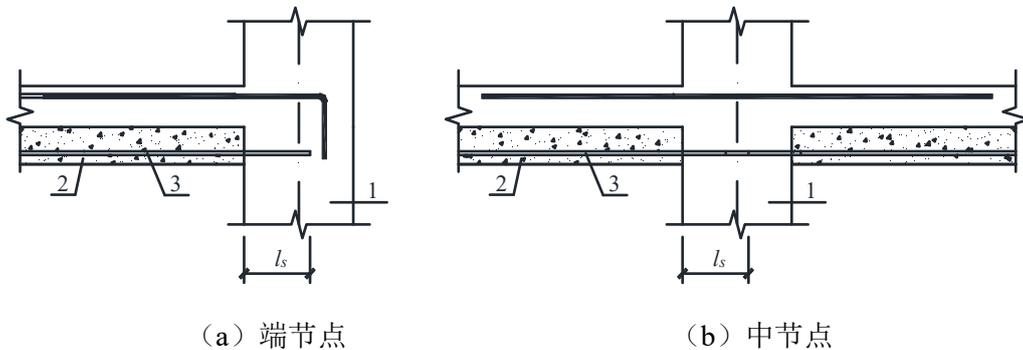


图 5.6.3 纵筋外伸的板端支座构造示意

1—支承梁或墙；2—预制底板；3—板底纵筋

5.6.4 钢筋桁架混凝土预制底板纵向钢筋不伸入支座时，应满足下列要求：

1 后浇混凝土叠合层厚度不应小于预制底板厚度的 1.3 倍，且不应小于 75mm；

2 支座处应设置垂直于板端的预制底板纵筋搭接钢筋，搭接钢筋截面面积应按本标准第 5.3.1 条第 4 款、第 5 款的要求计算确定，且不应小于预制底板内跨中同方向受力钢筋面积的 1/3，搭接钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 250mm；搭接钢筋强度等级不应低于与搭接钢筋平行的预制底板内同向受力钢筋的强度等级；

3 对于端节点支座，搭接钢筋伸入后浇叠合层锚固长度 l_s 不应小于 $1.2l_a$ ，并应在支承梁或墙的后浇混凝土中锚固，锚固长度不应小于 l_s ；当板端支座承担负弯矩时，支座内锚固长度 l_s 不应小于 $15d$ 且宜伸至支座中心线；当节点区承受正弯矩时，支座内锚固长度 l_s 不应小于受拉钢筋锚固长度 l_a （图 5.6.4a）。对于中节点支座，搭接钢筋在节点区应贯通，且每侧伸入后浇叠合层锚固长度 l_s 不应小于 $1.2l_a$ （图 5.6.4b）；

4 垂直于搭接钢筋的方向应布置横向分布钢筋，在一侧纵向钢筋的搭接范围内应设置不少于 2 道横向分布钢筋，且钢筋直径不宜小于 6mm；

5 当搭接钢筋紧贴叠合面时，板端顶面应设置倒角，倒角不宜小于 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 。

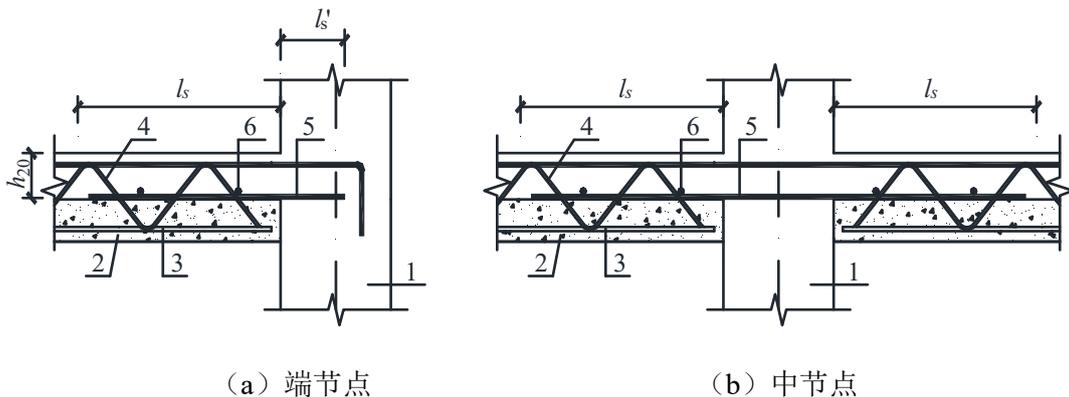


图 5.6.4 无外伸纵筋的板端支座构造示意

1—支承梁或墙；2—预制底板；3—预制底板纵筋；

4—钢筋桁架；5—支座处预制底板纵筋搭接钢筋；6—横向分布钢筋

6 可拆卸钢管支架混凝土叠合板

6.1 一般规定

6.1.1 四边支承的可拆卸钢管支架混凝土叠合板的设计应符合下列规定：

1 长宽比大于 2 时，宜按单向板设计；长宽比不大于 2 时，宜按双向板设计；

2 按单向板设计并设置接缝时，宜采用密拼式分离接缝并平行于短边方向布置；按双向板设计并设置接缝时，应采用后浇带式整体接缝，整体接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上且宜避开最大弯矩截面。

6.1.2 后浇叠合混凝土的抗压强度达到设计强度的 75%后可拆除钢管支架。

6.2 短暂设计状况

6.2.1 短暂设计状况下，可拆卸钢管支架混凝土预制底板可采用弹性方法计算内力和变形，其简化模型、荷载取值及板带划分应符合本标准第 5.2.1 条的规定。

6.2.2 可拆卸钢管支架混凝土预制底板截面验算时，平行钢管支架方向宜按钢管支架与混凝土板组成的等效组合截面计算，垂直钢管支架方向应按混凝土板截面计算。

6.2.3 各种短暂设计状况下，可拆卸钢管支架混凝土预制底板正截面边缘的混凝土法向压应力验算应符合本标准第 5.2.3 条的规定。

6.2.4 各种短暂设计状况下，可拆卸钢管支架混凝土预制底板表面不应出现裂缝，其正截面边缘混凝土法向拉应力验算应符合本标准第 5.2.4 条的规定。

6.2.5 各种短暂设计状况下，对平行于钢管支架方向的截面，上弦钢管法向压应力应符合下列规定：

$$\sigma_{rc} = \frac{\alpha_E M_k}{\varphi_r W_r} \leq \frac{f_{sr}}{2.0} \quad (6.2.5)$$

式中： σ_{rc} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的上弦钢管法向压应力（N/mm²）；

W_r ——钢管支架上弦受压时组合截面钢管形心处的弹性抵抗矩，按

等效组合截面计算 (mm^3) ;

f_{sr} ——上弦钢管抗压强度设计值 (N/mm^2) , 可按现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50396 的有关规定确定;

φ_r ——上弦钢管轴心受压稳定系数, 按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定计算。

6.2.6 各种短暂设计状况下, 钢管支架端部斜筋的压应力应符合下列规定:

$$\sigma_{rs3} = \frac{V_k}{2\varphi_{xj} A_{xj} \sin \alpha \sin \beta} \leq \frac{f_{ykr}}{2.0} \quad (6.2.6)$$

式中: σ_{rs3} ——各种短暂设计状况下, 在荷载标准组合作用下的端部斜筋的压应力 (N/mm^2) ;

V_k ——各种短暂设计状况下, 在荷载标准组合作用下等效组合截面的剪力标准值 (N) ;

φ_{xj} ——钢管支架端部斜筋的轴心受压稳定系数, 按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 确定, 计算长度取腹杆钢筋自由段长度的 70%;

A_{xj} ——单肢斜筋的截面面积 (mm^2) ;

f_{ykr} ——端部斜筋的屈服强度标准值 (N/mm^2) 。

6.3 持久设计状况

6.3.1 可拆卸钢管支架混凝土叠合板承载能力极限状态下的正截面受弯承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定, 并应符合下列规定:

1 当预制底板与后浇叠合层的混凝土强度等级不相同时, 应按受压区位置处混凝土的强度等级计算受弯承载力;

2 整体接缝处的正截面受弯承载力不应低于最不利组合作用下接缝处的设计弯矩;

3 板端截面承担负弯矩作用时, 截面高度可取叠合板厚度;

4 板端截面承担正弯矩作用且板端构造符合本标准第 6.6.2 条规定时, 支座处预制底板的纵筋搭接钢筋可作为受拉纵筋, 有效截面高度应取搭接钢筋中心线

到叠合层上表面的距离。

6.3.2 可拆卸钢管支架混凝土叠合板板端斜截面受剪承载力计算应符合本标准第 5.3.2 条的规定。

6.3.3 均布荷载作用下可拆卸钢管支架混凝土叠合板符合本标准第 6.4.7 条的构造要求时，可不对叠合面进行受剪强度验算。

6.3.4 可拆卸钢管支架混凝土叠合板正常使用极限状态下的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.4 底板构造

6.4.1 可拆卸钢管支架混凝土预制底板的厚度不应小于 50mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 70mm。

6.4.2 可拆卸钢管支架混凝土预制底板的钢筋保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.4.3 可拆卸钢管支架混凝土预制底板的纵向钢筋宜采用钢筋焊接网，并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 的规定。

6.4.4 钢筋桁架混凝土预制底板板边第一道纵向钢筋中线至板边的距离不宜大于 50mm。

6.4.5 钢管支架的布置应符合下列规定：

- 1 钢管支架应沿短暂设计状况的主要受力方向布置；
- 2 上弦钢管露出高度应满足叠合层现场施工要求，钢管底面至叠合后楼板顶面的距离不应小于 20mm；
- 3 钢管支架上弦钢管中线至预制底板板边的水平距离不宜大于 300mm，相邻钢管支架上弦钢管的间距不宜大于 600mm；
- 4 端部斜筋埋入底板的锚固深度不应小于 30mm，且应与板底钢筋网片绑扎固定；斜筋应采用机械加工，弯弧内直径不应小于斜筋直径的 4 倍；斜筋顶部螺栓焊接质量应满足现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定；
- 5 预埋套筒底部锚固钢筋应与板底纵向受力筋高度一致，且应与钢筋网片绑扎固定，竖向螺栓拧进预埋套筒的深度不应小于 20mm；
- 6 竖向螺栓至底板端部的距离不应大于 300mm，间距不宜大于 600mm，

不应超过 900mm。

6.4.6 可拆卸钢管支架混凝土预制底板开洞时，洞口宜避开钢管支架位置，洞口大小、位置及洞口周边加强措施应符合国家现行有关标准的规定。

6.4.7 可拆卸钢管支架混凝土预制底板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应符合本标准第 5.4.10 条的规定。

6.4.8 可拆卸钢管支架混凝土预制底板宜将钢管支架兼作吊点，吊点数量及布置应根据底板尺寸、重量及起吊方式宜通过计算或试验确定，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

6.4.9 可拆卸钢管支架混凝土预制底板脱模起吊时同条件养护的混凝土立方体试块抗压强度不应低于 15MPa。

6.5 板缝构造

6.5.1 可拆卸钢管支架混凝土预制底板采用后浇带式整体接缝时，板缝连接构造应满足本标准第 5.5.1 条的规定。

6.5.2 可拆卸钢管支架混凝土预制底板采用密拼分离式接缝时，板缝连接构造应符合本标准第 5.5.5 条的规定。

6.5.3 可拆卸钢管支架混凝土预制底板顶面应设置倒角，倒角尺寸不宜小于 15mm×15mm。

6.5.5 可拆卸钢管支架混凝土预制底板接缝应采用聚合物改性水泥砂浆进行嵌填处理。

6.6 板端构造

6.6.1 可拆卸钢管支架混凝土预制底板板端纵向钢筋伸入支座时，应符合本标准第 5.6.3 条的规定。

6.6.2 可拆卸钢管支架混凝土预制底板板端纵向钢筋不伸入支座时，应设置垂直于板端的纵筋搭接钢筋，搭接钢筋应符合下列规定：

1 搭接钢筋截面积应按本标准第 6.3.1 条第 3 款、第 4 款的要求计算确定，且不应小于预制底板内跨中同方向受力钢筋面积的 1/3，搭接钢筋直径不宜小于

8mm，间距不宜大于 250mm；搭接钢筋强度等级不应低于与搭接钢筋平行的预制底板内同向受力钢筋的强度等级；

2 在端节点支座和中节点支座处，搭接钢筋在支座内的锚固长度及伸入后浇叠合层的锚固长度应符合本标准第 5.6.4 条第 2 款的规定；

3 垂直于附加钢筋的方向应布置横向分布钢筋，在一侧搭接范围内不应少于 2 根，且钢筋直径不宜小于 6mm。

7 钢管桁架预应力混凝土叠合板

7.1 一般规定

7.1.1 钢管桁架预应力混凝土预制底板之间可采用密拼式整体接缝或密拼式分离接缝。

7.1.2 钢管桁架预应力混凝土叠合板可根据预制底板支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。对于长宽比不大于3的四边支承钢管桁架预应力混凝土叠合板，宜按双向板设计。

7.1.3 钢管桁架预应力混凝土预制底板中预应力筋的预应力损失值计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

7.2 短暂设计状况

7.2.1 各种短暂设计状况下，钢管桁架预应力混凝土预制底板正截面边缘混凝土法向压应力应符合下列规定：

$$\sigma_{cc} \leq 0.8f'_{ck} \quad (7.2.1-1)$$

$$\sigma_{cc} = \sigma_{pcc} + \frac{M_k}{W_{cc}} \quad (7.2.1-2)$$

$$\sigma_{pcc} = \frac{N_{p0}}{A_0} + \frac{N_{p0}e_{p0}}{W_{cc}} \quad (7.2.1-3)$$

式中： σ_{cc} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的预制底板正截面边缘混凝土法向压应力（N/mm²）；

σ_{pcc} ——由预加力产生的预制底板正截面边缘混凝土法向压应力（N/mm²）；

W_{cc} ——截面混凝土受压边缘弹性抵抗矩，按等效组合截面计算（mm³）；

A_0 ——等效组合截面面积（mm²）；

M_k ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的预制底板等效组合截面弯矩标准值（N·mm）；

N_{p0} ——预制底板预加力（N），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 计算；

e_{p0} ——预加力作用点至换算截面重心的距离（mm）；

f_{ck}' ——与各种短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗压强度标准值（N/mm²），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 4.1.3 以线性内插法确定。

注：1 公式（7.2.1-2）、公式（7.2.1-3）中，各项计算值为压应力时取正号，拉应力时取负号；

2 验算跨内支座处预制底板截面边缘混凝土法向压应力时， W_{cc} 宜直接不考虑钢管内灌浆材料贡献的等效组合截面计算。

7.2.2 各种短暂设计状况下，钢管桁架预应力混凝土预制底板正截面边缘混凝土法向拉应力应符合下列规定：

$$\sigma_{ct} \leq 1.0f'_{tk} \quad (7.2.2-1)$$

$$\sigma_{ct} = \sigma_{pct} + \frac{M_k}{W_{ct}} \quad (7.2.2-2)$$

$$\sigma_{pct} = \frac{N_{p0}}{A_0} + \frac{N_{p0}e_{p0}}{W_{ct}} \quad (7.2.2-3)$$

式中： σ_{ct} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的预制底板正截面边缘混凝土法向拉应力（N/mm²）；

σ_{pct} ——由预加力产生的预制底板截面边缘混凝土法向拉应力（N/mm²）；

W_{ct} ——截面混凝土受拉边缘弹性抵抗矩（mm³），按等效组合截面计算；

M_k ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的预制底板等效组合截面弯矩标准值（N·mm）；

f_{tk}' ——与各种短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗拉强度标准值 (N/mm^2)，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 4.1.3 以线性内插法确定。

注：公式 (7.2.2-2)、公式 (7.2.2-3) 中，各项计算值为拉应力时取正号，压应力时取负号。

7.2.3 各种短暂设计状况下，灌浆钢管法向压应力应符合下列规定：

$$\sigma_{gc} \leq 1.3\varphi \frac{f_{sc}}{2} \quad (7.2.3-1)$$

$$\sigma_{gc} = \alpha_{Esc} \left(\sigma_{pcg} + \frac{M_k}{W_{gc}} \right) \quad (7.2.3-2)$$

$$\sigma_{pcg} = \frac{N_{p0}}{A_0} + \frac{N_{p0}e_{p0}}{W_g} \quad (7.2.3-3)$$

式中： σ_{gc} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的灌浆钢管法向压应力 (N/mm^2)；

σ_{pcg} ——由预加力产生的灌浆钢管形心处法向应力 (N/mm^2)；

W_{gc} ——灌浆钢管受压时组合截面灌浆钢管形心处弹性抵抗矩 (mm^3)，按等效组合截面计算；

f_{sc} ——灌浆钢管抗压强度设计值 (N/mm^2)，可按现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50396 的有关规定确定；

α_{Esc} ——灌浆钢管复合弹性模量与混凝土的弹性模量之比，其中灌浆钢管复合弹性模量可按现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50396 的有关规定确定；

φ ——灌浆钢管轴心受压稳定系数，按现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50396 的有关规定确定；计算长度取钢管焊接节点距离。

注：公式 (7.2.3-2)、公式 (7.2.3-3) 中，各项计算值为压应力时取正号，拉应力时取负号。

7.2.4 在各种短暂设计状况下，灌浆钢管法向拉应力应符合下列规定：

$$\sigma_{gt} \leq 1.1 \frac{f_s}{2} \quad (7.2.4-1)$$

$$\sigma_{gt} = \alpha_E \sigma_{pcg} + \alpha_E \frac{M_k}{W_{gt}} \quad (7.2.4-2)$$

式中： σ_{gt} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的灌浆钢管法向拉应力（N/mm²）；

f_s ——钢管强度设计值（N/mm²）；

α_E ——钢管弹性模量与混凝土的弹性模量之比；

W_{gt} ——灌浆钢管受拉时组合截面灌浆钢管形心处弹性抵抗矩（mm³），宜按不考虑钢管内灌浆材料贡献的等效组合截面计算。

注：公式（7.2.4-2）中，各项计算值为拉应力时取正号，压应力时取负号。

7.2.5 各种短暂设计状况下，钢管桁架腹杆钢筋压应力应符合下列规定：

$$\sigma_{sf} \leq \varphi_f \frac{f_{ykf}}{2.0} \quad (7.2.5-1)$$

$$\sigma_{sf} = V_k / (2A_f \sin \alpha \sin \beta) \quad (7.2.5-2)$$

式中： σ_{sf} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的腹杆钢筋压应力（N/mm²）；

V_k ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的预制底板等效组合截面剪力标准值（N）；

φ_f ——腹杆钢筋的轴心受压稳定系数，按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 确定；计算长度取 0.7 倍腹杆钢筋自由段长度；

α ——腹杆钢筋垂直桁架方向的倾角；

β ——腹杆钢筋平行桁架方向的倾角；

A_f ——单肢腹杆钢筋的截面面积（mm²）。

f_{ykf} ——腹杆钢筋的屈服强度标准值（N/mm²）。

7.2.6 施工阶段钢管桁架预应力混凝土预制底板挠度验算应采用荷载效应标准组合，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，

截面刚度宜按等效组合截面计算。

7.3 持久设计状况

7.3.1 钢管桁架预应力混凝土叠合板中垂直于预应力筋方向的板底钢筋，应紧贴预制底板上表面放置（图 7.3.1）；按双向板设计时，板底钢筋面积应按计算确定；按单向板设计时，板底钢筋应按构造要求配置。叠合层内板底及板顶钢筋均应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

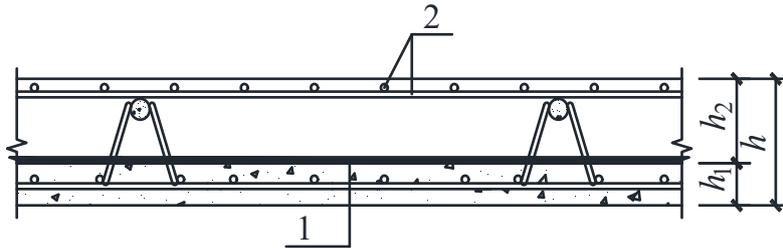


图 7.3.1 钢管桁架预应力混凝土叠合板配筋示意

1—叠合层板底钢筋；2—叠合层板顶钢筋

7.3.2 钢管桁架预应力混凝土叠合板正截面受弯承载力、斜截面受剪承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，并应符合下列规定：

1 均布荷载作用下的双向叠合板内力计算时，可忽略预制底板之间密拼式整体接缝的影响；

2 叠合板正截面受弯承载力计算时，正弯矩区段的混凝土强度等级应按后浇叠合层取用，负弯矩区段的混凝土强度等级，应按照计算截面受压区的实际情况取用；

3 双向叠合板正截面受弯承载力计算时，两个方向应分别取相应的截面有效高度。

7.3.3 均布荷载作用下钢管桁架预应力混凝土叠合板符合本标准第 7.4.3 条的构造要求时，可不对叠合面进行受剪强度验算。

7.3.4 承受均布荷载的多跨连续单向叠合板，在正常使用极限状态下的内力计算，跨中截面可按不出现裂缝、支座截面可按出现裂缝的刚度分别进行计算。

7.3.5 承受均布荷载的双向叠合板，在正常使用极限状态下的内力计算，宜选择

符合实际的方法，也可按正交异性板计算。

7.3.6 钢管桁架预应力混凝土叠合板沿平行灌浆钢管桁架方向的板底裂缝控制等级宜为二级，并按下列公式验算：

$$\sigma_{ck2} - \sigma_{pc} \leq f_{tk} \quad (7.3.6-1)$$

$$\sigma_{ck2} = \frac{M_{1Gk}}{W_0} + \frac{M_{2k}}{W_{02}} \quad (7.3.6-2)$$

$$M_{2k} = M_{2Gk} + M_{2Qk} \quad (7.3.6-3)$$

式中： σ_{ck2} ——使用阶段按荷载标准组合计算控制截面抗裂验算边缘的混凝土法向应力（N/mm²）；

σ_{pc} ——扣除全部预应力损失后在控制截面抗裂验算边缘混凝土的法向预压应力（N/mm²），当为压应力时取正值，拉应力时取负值，计算公式同本标准公式（7.2.1-3）；

f_{tk} ——预制底板混凝土轴心抗拉强度标准值（N/mm²）；

M_{1Gk} ——叠合板自重标准值在计算截面产生的弯矩值（N·mm），应根据叠合层浇筑施工阶段的支撑设置情况计算；

M_{2k} ——第二阶段荷载标准组合下在计算截面上产生的弯矩值（N·mm）；

M_{2Gk} ——第二阶段面层、吊顶等自重标准值在计算截面上产生的弯矩值（N·mm）；

M_{2Qk} ——使用阶段可变荷载标准值在计算截面上产生的弯矩值（N·mm）；

W_0 ——预制底板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩（mm³）；

W_{02} ——叠合板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩（mm³）。

7.3.7 钢管桁架预应力混凝土叠合板沿平行桁架方向的板顶、垂直桁架方向的板底及板顶裂缝控制等级为三级，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的裂缝宽度限值及相应计算公式进行裂缝宽度验算。

7.3.8 钢管桁架预应力混凝土叠合板挠度验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

7.4 底板构造

7.4.1 钢管桁架预应力混凝土预制底板的厚度不应小于 35mm；跨度不小于 6.6m 时，预制底板厚度不应小于 40mm。钢管桁架预应力混凝土叠合板后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 75mm，且不应小于 60mm 和 1.5 倍底板厚度的较大值。

7.4.2 钢管桁架预应力混凝土预制底板的钢筋保护层厚度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。基于耐火极限要求的耐火保护层厚度尚应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2 钢管桁架预应力混凝土预制底板耐火保护层及楼板最小厚度

约束条件	耐火极限 1.00h		耐火极限 1.50h	
	板厚 (mm)	保护层厚度 (mm)	板厚 (mm)	保护层厚度 (mm)
简支	-	22	-	30
连续	110	15	110	20

7.4.3 钢管桁架预应力混凝土预制底板与后浇混凝土之间的结合面宜设置粗糙面，粗糙面应满足国家现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

7.4.4 灌浆钢管桁架的尺寸（图 7.4.4）应符合下列规定：

- 1 灌浆钢管桁架的设计高度 H_1 不宜小于 70mm；
- 2 灌浆钢管桁架设计宽度 B_1 不宜小于 60mm，且宜以 10mm 为模数；
- 3 腹杆钢筋弯折点之间的中心间距 P_s 宜取 200mm；
- 4 灌浆钢管桁架宜与预制底板长度相同。

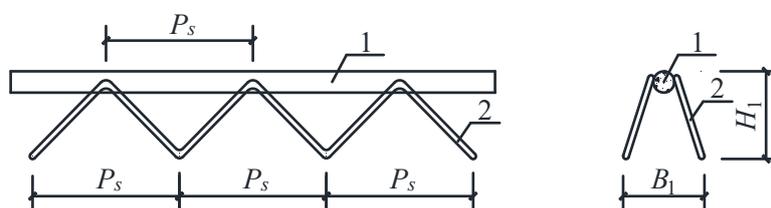


图 7.4.4 灌浆钢管桁架示意

1—灌浆钢管；2—腹杆钢筋

7.4.5 腹杆钢筋与灌浆钢管之间采用两处对称焊点焊接，并应避开弯弧（图 7.4.5），宜采用机械焊接。

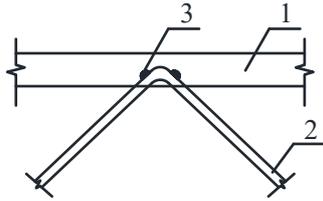


图 7.4.5 灌浆钢管桁架示意

1—钢管；2—腹杆钢筋；3—焊点

7.4.6 灌浆钢管桁架的布置应符合下列规定：

- 1 灌浆钢管桁架应与预应力筋方向一致，沿预制底板的长边方向布置；
- 2 灌浆钢管桁架中心线至预制底板板边的距离不宜大于 250mm，灌浆钢管桁架的间距不宜大于 600mm；
- 3 腹杆钢筋下表面埋入预制底板混凝土顶面的深度不应小于 25mm，灌浆钢管桁架上表面露出预制底板混凝土顶面的高度不应小于 35mm。

7.4.7 钢管桁架预应力混凝土预制底板的预应力筋应按计算配置，预应力筋水平净距不应小于其公称直径的 2.5 倍和混凝土粗骨料最大粒径的 1.25 倍，且不应小于 15mm。

7.4.8 钢管桁架预应力混凝土预制底板应配置横向水平分布筋，直径不应小于 4mm，间距不宜大于 600mm；端部 100mm 长度范围内应设置不小于 3 根 $\phi 4$ 的附加横向钢筋或钢筋网片。

7.4.9 钢管桁架预应力混凝土预制底板的吊点数量、吊点布置，应根据预制底板大小、重量及起吊方式通过计算确定，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

7.4.10 钢管桁架预应力混凝土预制底板宜采用灌浆钢管桁架兼做吊点，吊装时宜采用专用吊具。采用灌浆钢管桁架兼做吊点时，应符合下列规定：

- 1 吊点应设置在灌浆钢管与腹杆钢筋相交处；
- 2 吊应对称布置；
- 3 吊点位置应设置明显标识；
- 4 吊点位置腹杆钢筋底部弯折点处应设置不少于 2 根 $\phi 4$ 的横向附加钢筋（图 7.4.10）。

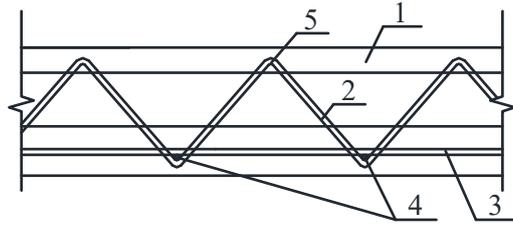


图 7.4.10 吊点横向钢筋位置示意

1—灌浆钢管；2—腹杆钢筋；3—预应力筋；4—附加横向钢筋；5—吊点

7.4.11 钢管桁架预应力混凝土预制底板开洞时，洞口应避开灌浆钢管桁架位置，并不宜切断预应力筋；圆洞孔径或矩形洞口边长不应大于 120mm，并应符合以下规定：

1 开洞未截断预制底板的预应力筋且开洞尺寸不大于 80mm 时，可不采取加强措施；

2 开洞截断预制底板的预应力筋或开洞尺寸在 80mm~120mm 之间时，应采取有效加强措施，可根据等强原则在孔洞四周设置附加钢筋，钢筋直径不应小于 8mm，数量不应少于 2 根，伸出洞边距离应满足受拉钢筋搭接长度要求（图 7.4.11）。

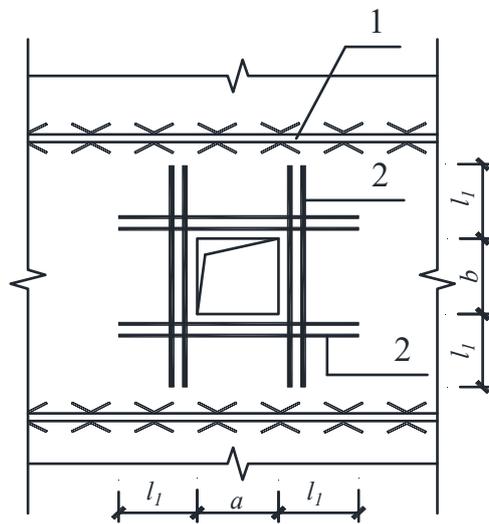


图 7.4.11 预制底板开洞加强措施示意

1—灌浆钢管；2—附加钢筋

7.5 板缝构造

7.5.1 钢管桁架预应力混凝土预制底板接缝可采用斜平边、部分斜平边等形式

(图 7.5.1)。

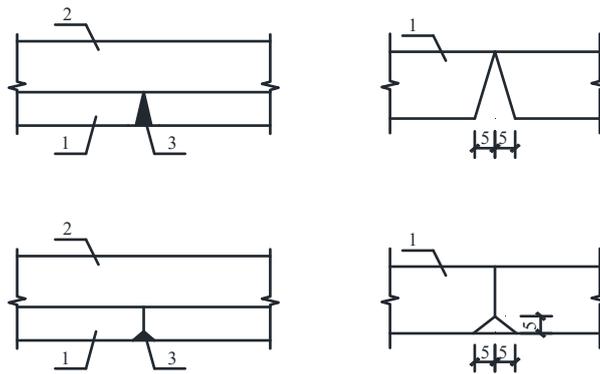


图 7.5.1 钢管桁架预应力混凝土预制底板密拼接缝构造示意

1—预制底板；2—后浇叠合层；3—密拼式接缝

7.5.2 钢管桁架预应力混凝土预制底板接缝应采用聚合物改性水泥砂浆等无机材料嵌填。

7.5.3 当按设计要求需要设置现浇板带时，现浇板带的设置及配筋要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

7.6 板端构造

7.6.1 钢管桁架预应力混凝土预制底板的搁置长度应符合下列规定（图 7.6.1）：

- 1 与混凝土梁或混凝土剪力墙同时浇筑时，伸入梁或墙内不应小于 10mm；
- 2 搁置在钢梁或预制混凝土梁上时不应小于 40mm；
- 3 搁置在承重砌体墙时不应小于 80mm；当在承重砌体墙上设混凝土圈梁，利用胡子筋拉结时，搁置长度不应小于 40mm。

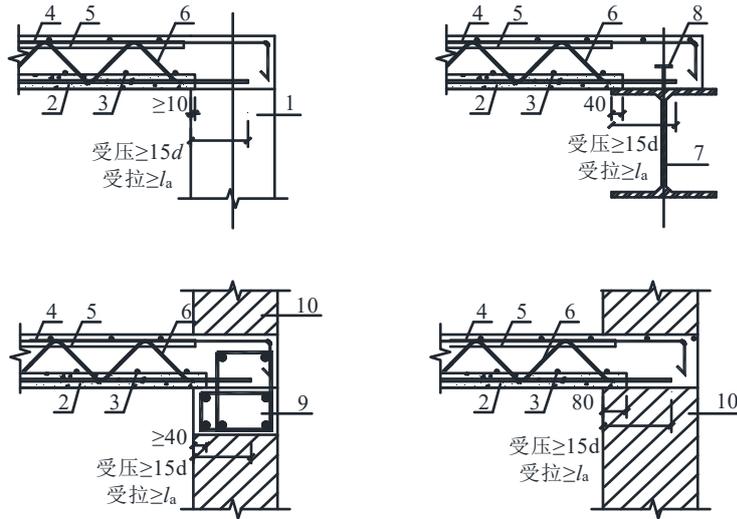


图 7.6.1 板端支座构造示意

- 1—支承混凝土梁或剪力墙；2—预制底板；3—板底横向钢筋；4—叠合层；
5—灌浆钢管；6—腹杆钢筋；7—支承钢梁；8—抗剪连接件；
9—混凝土圈梁；10—承重砌体墙

7.6.2 钢管桁架预应力混凝土预制底板预应力筋在支座处的锚固应符合下列规定：

- 1 钢管桁架预应力混凝土预制底板宜在板端预留胡子筋；
- 2 当胡子筋影响钢管桁架预应力混凝土预制底板安装施工时，可仅在一端预留胡子筋，并在不预留胡子筋一端的预制底板上方设置端部连接钢筋，端部连接钢筋应沿板端交错布置（图 7.6.2）。

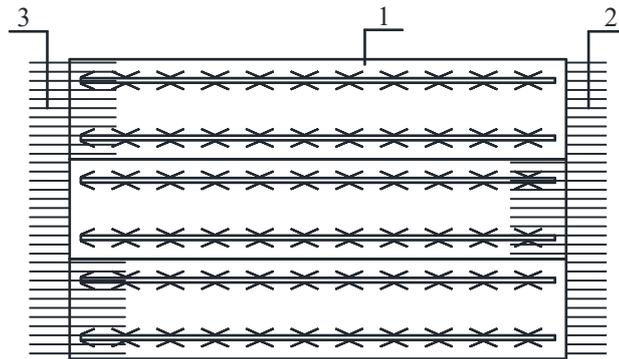


图 7.6.2 端部连接构造

- 1—预制底板；2—胡子筋；3—端部连接钢筋

7.6.3 钢管桁架预应力混凝土预制底板预留胡子筋应伸入板端支座，在支承梁或墙的后浇混凝土中锚固（图 7.6.1）。当钢筋受压时，锚固长度不应小于 $15d$ 且

宜伸过支座中心线；当钢筋受拉时，锚固长度不应小于受拉钢筋锚固长度 l_a 。

7.6.4 钢管桁架预应力混凝土预制底板上方设置的端部连接钢筋应满足下列规定：

1 连接钢筋截面应满足承载力要求，且不应小于钢管桁架预应力混凝土预制底板内跨中同方向受力钢筋面积的 $1/3$ ；连接钢筋直径不宜小于 5mm ，间距不宜大于 250mm ；连接钢筋可采用与钢管桁架预应力混凝土预制底板内同种类的预应力筋，种类不同时钢筋面积应按等强原则进行换算；

2 对于端节点支座，连接钢筋伸入后浇叠合层长度不应小于 $1.6l_a$ ，伸入支座的长度不应小于 l_a （图 7.6.4a）；对于中节点支座，搭接钢筋在节点区应贯通，且每侧伸入后浇叠合层长度不应小于 $1.6l_a$ （图 7.6.4b）。

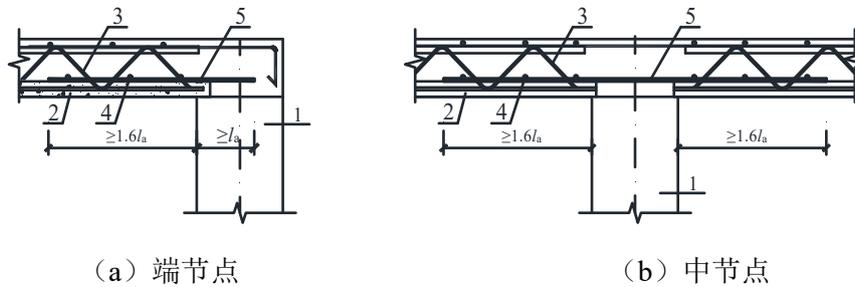


图 7.6.4 无胡子筋板端支座构造示意

1—支承混凝土梁或混凝土墙；2—预制底板；3—钢管桁架；

4—横向钢筋；5—连接钢筋

7.6.5 钢管桁架预应力混凝土预制底板上表面设置的垂直于预应力筋方向的横向钢筋在支座处的锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

8 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板

8.1 一般规定

8.1.1 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板之间宜采用密拼式整体接缝或密拼式分离接缝。

8.1.2 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板可根据预制底板支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。对于长宽比不大于3的四边支承钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板，宜按双向板设计。

8.1.3 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板中预应力筋的预应力损失值计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

8.2 短暂设计状况

8.2.1 各种短暂设计状况下，钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板正截面边缘混凝土法向压应力应符合本标准第7.2.1条的规定。

8.2.2 各种短暂设计状况下，钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板正截面边缘混凝土法向拉应力应符合本标准第7.2.2条的规定。

8.2.3 各种短暂设计状况下，钢筋支架（桁架）上弦钢筋的拉、压应力应符合本标准第7.2.3条、第7.2.4条的规定。

8.2.4 各种短暂设计状况下，钢筋支架（桁架）腹杆钢筋压应力应符合本标准第7.2.5条的规定。

8.2.5 施工阶段钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板挠度验算应符合本标准第7.2.6条的规定。

8.3 持久设计状况

8.3.1 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板中垂直于预应力筋方向的板底钢筋应紧贴预制底板上表面放置（图8.3.1）；按双向板设计时，叠合层板底钢筋面积应按计算确定；按单向板设计时，叠合层板底钢筋应按构造要求配置。叠合层内板底和板顶钢筋均应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的

有关规定。

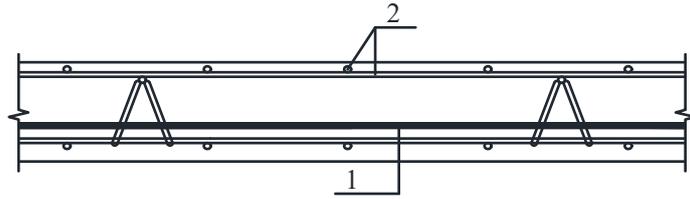


图 8.3.1 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板配筋示意

1—叠合层板底钢筋；2—叠合层板顶钢筋

8.3.2 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板正截面受弯承载力、斜截面受剪承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，并应符合本标准第 7.3.2 条规定。

8.3.3 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板符合本标准第 8.4.3 条的构造要求时，可不对叠合面进行受剪强度验算。

8.3.4 承受均布荷载的钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板，在正常使用极限状态下的内力计算应符合本标准第 7.3.4 条、第 7.3.5 条规定。

8.3.5 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板沿平行于钢筋支架（桁架）方向的裂缝控制等级宜为二级，并按本标准第 7.3.6 条规定进行验算。

8.3.6 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板沿平行支架（桁架）方向的板顶、垂直支架（桁架）方向的板底及板顶裂缝控制等级为三级，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的裂缝宽度限值及相应计算公式进行裂缝宽度验算。

8.3.7 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板的挠度验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

8.4 构造要求

8.4.1 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板的厚度不宜小于 40mm，后浇叠合层厚度不宜小于 70mm，且不应小于 60mm 和 1.5 倍底板厚度的较大值。

8.4.2 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板的钢筋保护层厚度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。基于耐火极限要求的耐火保护层厚度尚应符合本标准第 7.4.2 条规定。

8.4.3 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板与后浇混凝土之间的结合面应设置粗糙面，粗糙面应满足国家现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

8.4.4 钢筋桁架的尺寸应符合本标准第 5.4.6 条、第 5.4.7 条的规定，钢筋支架的尺寸（图 8.4.4）应符合下列规定：

- 1 钢筋支架的设计高度 H_1 不宜小于 70mm；
- 2 钢筋支架设计宽度 B_1 不宜小于 60mm，且宜以 10mm 为模数；
- 3 腹杆钢筋相邻弯折点的中心间距 P_s 宜取 200mm；
- 4 支架腹杆钢筋在上弦钢筋焊点处的弯弧内直径 D 不应小于 $4d_3$ （ d_3 为腹杆钢筋直径）。

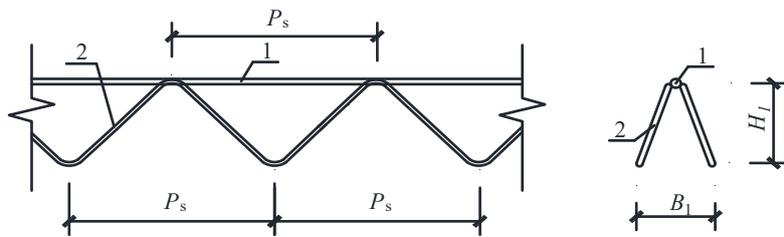


图 8.4.4 钢筋支架示意

1—上弦钢筋；2—腹杆钢筋

8.4.5 预制底板钢筋支架（桁架）的布置应符合下列规定：

- 1 钢筋支架（桁架）应与预应力筋方向一致，并沿预制底板的长边方向布置；
- 2 钢筋支架（桁架）中心线至预制底板板边的距离不应大于 300mm，相邻钢筋支架（桁架）的间距不宜大于 600mm；
- 3 钢筋支架（桁架）下部埋入预制底板混凝土的深度不应小于 25mm；钢筋支架（桁架）露出预制底板混凝土顶面的高度不应小于 35mm。

8.4.6 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板的预应力筋应按计算配置，预应力筋水平净距不应小于其公称直径的 2.5 倍和混凝土粗骨料最大粒径的 1.25 倍，且不应小于 15mm。

8.4.7 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板应配置横向水平分布筋，直径不应小于 4mm，间距不宜大于 600mm；端部 100mm 长度范围内应设置不小于 3

根 $\phi 4$ 的附加横向钢筋或钢筋网片。

8.4.8 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板的吊点数量、吊点布置，应根据预制底板大小、重量及起吊方式通过计算确定，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

8.4.9 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板宜采用钢筋支架（桁架）兼做吊点，并应符合本标准第 7.4.10 条的规定。

8.4.10 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板开洞时应符合本标准第 7.4.11 条的规定。

8.5 板缝构造

8.5.1 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板接缝可采用斜平边、部分斜平边等形式（图 7.5.1）。

8.5.2 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板板底接缝应采用聚合物改性水泥砂浆等无机材料嵌填。

8.5.3 当按设计要求需要设置现浇板带时，现浇板带的设置及配筋要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

8.6 板端构造

8.6.1 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板的搁置长度应符合本标准第 7.6.1 条的规定。

8.6.2 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板的预应力筋在支座处的锚固应符合本标准第 7.6.2 条的规定。

8.6.3 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板上方设置的端部连接钢筋应满足本标准第 7.6.3 条、第 7.6.4 条的规定。

8.6.4 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板上表面设置的垂直于预应力筋方向的横向钢筋在支座处的锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

9 预制带肋预应力混凝土叠合板

9.1 一般规定

9.1.1 预制带肋预应力混凝土底板之间可采用密拼式整体接缝或密拼式分离接缝。

9.1.2 预制带肋预应力混凝土叠合板可根据预制底板支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。对于长宽比不大于3的四边支承预制带肋预应力混凝土叠合板，宜按双向板设计。

9.1.3 预制带肋预应力混凝土底板中预应力筋的预应力损失值计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

9.2 短暂设计状况

9.2.1 各种短暂设计状况下，预制带肋预应力混凝土底板正截面边缘混凝土法向压应力应符合本标准第7.2.1条的规定。

9.2.2 各种短暂设计状况下，预制带肋预应力混凝土底板正截面边缘混凝土法向拉应力应符合本标准第7.2.2条的规定。

9.2.3 施工阶段预制带肋预应力混凝土底板挠度验算应采用荷载效应标准组合，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

9.3 持久设计状况

9.3.1 预制带肋预应力混凝土叠合板的正截面受弯承载力、斜截面受剪承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，并应符合本标准第7.3.2条规定。

9.3.2 均布荷载作用下预制带肋预应力混凝土叠合板符合本标准第9.4.3条的构造要求时，可不对叠合面进行受剪强度验算。

9.3.3 正常使用极限状态下，预制带肋预应力混凝土叠合板的内力计算应符合本标准第7.3.4条、第7.3.5条规定。

9.3.4 预制带肋预应力混凝土叠合板沿平行于板肋方向的裂缝控制等级宜为二级，按本标准第 7.3.6 条规定进行验算。

9.3.5 预制预应力带肋底板混凝土叠合板沿平行板肋方向的板顶、垂直板肋方向的板底及板顶裂缝控制等级为三级，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的裂缝宽度限值及相应计算公式进行裂缝宽度验算。

9.3.6 预制带肋预应力混凝土叠合板的挠度验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

9.4 底板构造

9.4.1 当叠合板跨度小于或等于 6.6m 时，预制带肋预应力混凝土底板的实心平板（不含板肋）厚度不应小于 35mm；当叠合板跨度大于 6.6m 时，实心平板的厚度不应小于 40mm。

9.4.2 预制带肋预应力混凝土底板的钢筋保护层厚度应符合本标准第 7.4.2 条的规定。

9.4.3 预制带肋预应力混凝土底板与后浇混凝土之间的结合面应设置粗糙面，粗糙面应满足国家现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

9.4.4 混凝土板肋的截面形式可为矩形或 T 形；钢—混凝土组合板肋中钢腹板截面形式可为 I 形、Z 形直钢板或波纹钢板。

9.4.5 混凝土板肋边孔中心与板端的距离 l_1 不宜小于 250mm，肋端与板端的距离 l_2 不宜大于 40mm，预留孔洞的宽度 l_4 不应大于 2 倍预留孔洞的净距 l_3 （图 9.4.5）。

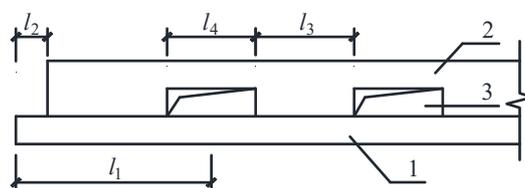


图 9.4.5 预制带混凝土肋底板侧面形式示意

1-实心平板；2-板肋；3-预留孔洞

9.4.6 预制预应力带肋底板混凝土叠合板的厚度不宜小于 110mm，叠合层混凝土厚度不应小于 60mm，板肋顶面以上的混凝土厚度不宜小于 25mm。

9.4.7 预制带肋预应力混凝土底板的预应力筋应按计算配置，预应力筋水平净距不应小于其公称直径的 2.5 倍和混凝土粗骨料最大粒径的 1.25 倍，且不应小于 15mm。

9.4.8 预制带肋预应力混凝土底板应配置横向水平分布筋，直径不应小于 4mm，间距不宜大于 600mm；端部 100mm 长度范围内应设置不小于 3 根 $\phi 4$ 的附加横向钢筋或钢筋网片。

9.4.9 板肋顶部沿板长方向应设置纵向构造钢筋，钢筋数量不宜小于 2 根；当采用非预应力筋时，其直径不应小于 6mm。

9.4.10 预制带肋预应力混凝土底板宜采用的吊钩或内埋式吊具，其吊点数量、吊点布置，应根据预制底板大小、重量及起吊方式通过计算确定，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

9.4.11 预制带肋预应力混凝土叠合板开洞应避开板肋和预应力筋位置，宜设置在板件拼缝处，开圆孔孔径 d 或长方形边长 b 不应大于 120mm，且洞边距板边距离 l_1 不应大于 75mm（图 9.4.11），并应符合下列规定：

1 叠合板开洞未截断预制底板的纵向受力钢筋且开洞尺寸不大于 80mm 时，可不采取加强措施；

2 开洞截断预制底板的预应力筋或开洞尺寸在 80mm~120mm 之间时，可在孔洞四周设置附加钢筋，钢筋直径不应小于 8mm，数量不应小于 2 根；沿板肋方向附加钢筋应伸过洞边距离 l_a 不应小于 $25d$ （ d 为附加钢筋直径），沿垂直板肋方向附加钢筋应伸至板肋边。

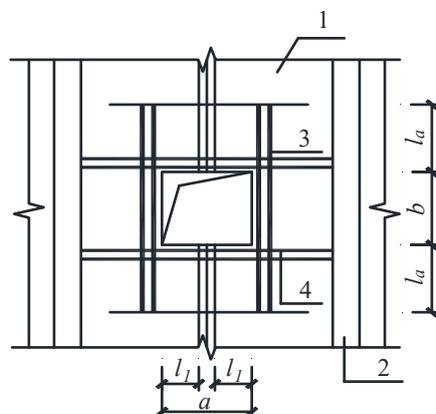


图9.4.11 预制预应力带肋底板开洞加强措施示意

1—预制带肋底板；2-板肋；3-沿板肋方向附加钢筋；4-沿垂直板肋方向附加钢筋；

9.5 板缝构造

9.5.1 预制带肋预应力混凝土底板侧边的密拼式接缝宜为紧密接缝，构造形式可采用斜平边、部分斜平边等形式（图 6.5.1）。

9.5.2 预制带肋预应力混凝土底板板底拼缝应采用聚合物改性水泥砂浆等无机材料嵌填。

9.5.3 当预制带肋预应力混凝土叠合板按单向板设计时，拼缝处紧邻预制板顶面宜设置垂直于板缝的附加钢筋，附加钢筋应符合下列规定：

1 附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度均不应小于 $15d$ (d 为附加钢筋直径)；

2 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋面积，钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 250mm；

3 垂直于附加钢筋的方向应布置横向分布钢筋，钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 250mm。

9.5.4 当预制带肋预应力混凝土叠合板按双向板设计时，拼缝位置宜设置在叠合板的次要受力方向上且受力较小处，并应符合下列规定：

1 后浇混凝土叠合层厚度不应小于 75mm；

2 紧邻预制板顶面应布置横向穿孔钢筋，横向穿孔钢筋按照拼缝处的弯矩设计值及后浇叠合层的厚度计算配置，且钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm；

3 横向钢筋的锚固应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

9.5.5 当按设计要求需要设置现浇板带时，预制带肋预应力混凝土叠合板现浇板带的设置及配筋要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

9.6 板端构造

9.6.1 预制带肋预应力混凝土预制底板的搁置长度应符合本标准第 7.6.1 条的规

定。

9.6.2 预制带肋预应力混凝土预制底板的预应力筋在支座处的锚固应符合本标准第 7.6.2 条的规定。

9.6.3 预制带肋预应力混凝土预制底板上方设置的端部连接钢筋应满足本标准第 7.6.3 条、第 7.6.4 条的规定。

9.6.4 预制带肋预应力混凝土预制底板上表面设置的垂直于预应力筋方向的横向钢筋在支座处的锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

10 底板生产与运输

10.1 一般规定

10.1.1 预制底板生产企业应具备固定的生产场所，生产设备、设施和生产工艺应符合企业的生产规模、生产特点和质量要求，并应符合环境保护和安全生产要求。

10.1.2 预制底板生产企业应建立完善的质量管理体系和检验制度，具备保证产品质量要求的原材料、半成品和成品试验检验能力，应建立可追溯的质量控制制度，有持证要求的岗位应持证上岗。

10.1.3 预制底板生产企业应建立完善的安全生产管理制度，宜建立符合现行国家标准《企业安全生产标准化基本规范》GB/T 33000 规定的安全生产标准化管理体系，且宜通过三级以上安全生产标准化评审。

10.1.4 预制底板生产前，应由建设单位组织设计单位、生产企业、施工单位、监理单位进行设计文件交底和图纸会审。当设计文件深度不足以指导生产时，应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输吊装方案等编制构件加工详图。

10.1.5 预制底板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、模具方案及计划、质量与安全控制措施、成品保护、运输与堆放等内容。

10.1.6 生产单位的检测、试验、张拉、计量等设备及仪器仪表均应检定合格，并应在有效期内使用。不具备试验能力的检验项目，应委托第三方检测机构进行试验。

10.1.7 预制底板宜由建设单位组织设计单位、生产企业、施工单位、监理单位进行首件验收。

10.1.8 预制底板生产的质量检验应按照模具、钢筋、预应力、混凝土、预制构件等检验进行。预制构件的质量评定应根据钢筋、预应力、混凝土、预制构件的试验、检验资料等项目进行。当上述各检验项目的质量均合格时，方可评定为合格产品。

10.1.9 预制底板经检查合格后，应设置表面标识。

10.1.10 预制底板生产、运输、堆放及质量检查与验收除应符合本标准规定外，

尚应符合国家现行有关标准的规定。

10.2 原材料及配件

10.2.1 预制底板原材料、部品及配件应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、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 预制底板生产企业将采购的同一厂家同批次原材料、配件及半成品用于生产不同工程的预制底板时，可统一划分检验批；

2 获得认证的产品或来源稳定且连续三批均一次检验合格的产品，进厂验收时检验批容量可按有关标准的规定扩大一倍。扩大检验批容量后的检验中，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。

10.2.2 钢筋进场时，应全数检查外观质量，并按国家现行有关标准的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标准的规定，检验数量应按进厂批次和产品的抽样检验方案确定。

10.2.3 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架采用外购的成型钢筋时，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出厂合格证、钢筋及钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架检验报告等；

2 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支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 榀。外观质量应满足本标准第 10.4.5 条的要求，尺寸偏差应满足本标准第 10.4.6 条的要求；

3 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架应按批进行重量偏差检验，每批中应至少抽取 3 榀。量取总长度并测重，计算每米长度重量，重量偏差不应超过理论重量的 $\pm 7.0\%$ ；

4 钢筋桁架、钢筋支架应按批进行力学性能检验，每批中每种钢筋牌号、规格均应至少抽取 1 个钢筋试件，总数不应少于 3 个；力学性能检验试件制作及测试方法应符合本标准附录 A 的规定；检验结果应符合本标准第 10.4.4 条第 2 款的规定；对由热轧钢筋制成的钢筋桁架、钢筋支架，当有预制构件生产企业或

监理单位的代表驻厂监督加工过程，并提供钢筋桁架、钢筋支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钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架，且总重量不应大于 30t，不足 30t 按一批计。

10.2.4 预应力筋进厂时，应全数检查外观质量，并按国家现行相关标准的规定抽取试件做抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合相关标准的规定，检查数量应按进厂的批次和产品的抽样检验方案确定。

10.2.5 预应力筋锚具、夹具和连接器进厂检验应符合下列规定：

1 同一厂家、同一型号、同一规格且同一批号的锚具不超过 2000 套为一批，夹具和连接器不超过 500 套为一批；

2 每批随机抽取 2%的锚具（夹具或连接器）且不少于 10 套进行外观质量和尺寸偏差检验，每批随机抽取 3%的锚具（夹具或连接器）且不少于 5 套对有硬度要求的零件进行硬度检验，经上述两项检验合格后，应从同批锚具中随机抽取 6 套锚具（夹具或连接器）组成 3 个预应力锚具组装件弓进行静载锚固性能试验；

3 对于锚具用量较少的一般工程，如锚具供应商提供了有效的锚具静载锚固性能试验合格的证明文件，可仅进行外观检查和硬度检验；

4 检验结果应符合现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的有关规定。

10.3 模 具

10.3.1 模具配置方案应与预制底板的类型、生产计划、生产工艺相适应，并应建立健全模具验收、使用制度。

10.3.2 预制底板模具应具有足够的强度、刚度、整体稳定性和平整度，并应符合预制底板尺寸精度要求。模具应便于拼装和拆卸，并满足周转次数、钢筋安装与定位、预留孔洞和预埋件定位、脱模等要求。

10.3.3 模具外观质量及其拼装应符合下列规定：

- 1 模具拼装应连接牢固、接缝紧密并保持清洁；
- 2 模具与混凝土接触面不应有锈渍和氧化层脱落等现象；

3 涂刷脱模剂、缓凝剂时应均匀、无漏刷、无堆积；脱模剂、缓凝剂不得沾污钢筋表面，且不得影响预制底板外观质量；脱模剂宜采用水溶性隔离剂；

4 清水混凝土预制底板的模具应满足清水表面设计精度要求。

10.3.4 模具拼装完成后，其尺寸偏差和检验方法应符合表 10.3.4 的规定。

表 10.3.4 模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	≤6m	1, -2	用钢尺或带数字显示的卷尺量两侧边长度，取其中偏差绝对值较大值；或用激光测距仪量两侧边长度，取其中偏差绝对值较大值
		>6m	2, -4	
2	宽度、高（厚）度		2, -4	用钢尺或带数字显示的卷尺、卡尺量两端，取其中偏差绝对值较大值；或用激光测距仪量两端，取其中偏差绝对值较大值
3	底模表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺量；或用 2m 靠尺和带数字显示的塞尺量；
4	对角线差		3	用钢尺或带数字显示的卷尺量两对角线，计算差值；或用激光测距仪量两对角线，计算差值
5	侧向弯曲		$L/1500$ 且 ≤ 5	拉线，用钢尺或带数字显示的卷尺量侧向弯曲最大处
6	翘曲		$L/1500$	对角拉线，用钢尺或带数字显示的卷尺量拉线交点间距离，其值的 2 倍为翘曲值
7	组装缝隙		1	用塞片或塞尺量，取最大值；或用带数字显示的塞尺量，取最大值
8	相邻侧模高低差		1	用钢尺或带数字显示的卷尺量
9	模具高度		0, +3	用游标卡尺量

注：L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

10.4 钢筋及桁架、支架

10.4.1 钢筋宜采用自动化机械设备加工，并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。

10.4.2 钢筋应安装牢固、定位准确。入模后的钢筋发生变形、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。

10.4.3 应采取专门措施保证钢筋的混凝土保护层厚度符合设计要求。

10.4.4 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架的质量检验应符合下列规定：

1 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架应按批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，每次抽检 1 件；外观质量应满足本标准第 10.4.5 条的要求，尺寸偏差应满足本标准第 10.4.6 条的要求；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、钢筋支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、钢筋支架进行试验；力学性能检验试件制作及测试方法应符合本标准附录 A 的规定；拉伸、弯曲试验检验结果应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 和《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定，

3 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架焊点的受剪承载力不应小于腹杆钢筋屈服承载力的 0.6 倍，并应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定；

4 一个检验批应为同一设备、同一台班加工的同一规格的钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架，且总重量不应大于 30t，不足 30t 按一批计。

10.4.5 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架的外观质量应满足下列要求：

1 除毛刺、表面浮锈和因钢筋调直造成的表面轻微损伤外，钢筋、钢管表面不应有影响使用的缺陷；

2 上弦焊点不得开焊，下弦焊点开焊数量不应超过下弦焊点总数的 4%，且不应连续开焊，端部焊点不应开焊；

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。

10.4.6 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架的尺寸偏差和检验方法应符合表 10.4.6 的规定。

表 10.4.6 钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架的允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	总长度的±0.3%且 不超过±20	用钢尺或带数字显示的卷尺量上弦钢筋的长度

2	宽度	± 7	用钢尺或带数字显示的卷尺量桁架或支架两端，取平均值
3	高度	+1, -3	用钢尺或带数字显示的卷尺量桁架或支架两端，取平均值
4	相邻焊点中心距	± 3	用钢尺或带数字显示的卷尺量上弦钢筋连续 5 个中心距，取平均值
5	翘曲	≤ 5	用钢尺或带数字显示的卷尺量桁架、支架底部对角拉线交点间的距离，其值的 2 倍为翘曲值

10.4.7 钢管桁架上弦内灌浆料的灌注应在专用支架上进行，机械灌浆应密实；环境温度较低时应注意养护，低于 5℃不得灌浆。

10.5 先张法预应力

10.5.1 预应力混凝土预制底板应编制专项预应力生产方案，并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。

10.5.2 预应力混凝土预制底板制作应在长线台座上进行，台座应具有足够的承载力、刚度及整体稳固性，应能满足各阶段作业荷载和生产工艺的要求。

10.5.3 预应力筋的下料长度应根据台座的长度、锚具、夹具长度等经过计算确定；预应力筋的调直与切割应使用专用机械设备，不得采用电弧或气焊切断。

10.5.4 预应力筋的安装、定位和保护层厚度应符合设计要求。模外张拉工艺的预应力筋保护层厚度可用梳筋条槽口深度或端头垫板厚度控制。

10.5.5 预应力筋张拉设备及压力表应定期维护和标定，并应符合下列规定：

1 张拉设备和压力表应配套标定和使用，标定期限不应超过半年。当张拉设备检修后或使用过程中出现反常现象时，应重新标定；

2 压力表的量程应大于张拉工作压力读值，压力表的精确度等级不应低于 1.6 级；

3 标定张拉设备用的试验机或测力计的测力示值不确定度不应大于 1.0%；

4 张拉设备标定时，千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。

10.5.6 预应力筋张拉前应将台面清理干净，预应力施工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。

10.5.7 预应力筋的张拉控制应力应符合设计及专项方案的要求。当需要超张拉

时，消除应力钢丝调整后的张拉控制应力 σ_{con} 不应超过预应力筋极限强度标准值 f_{ptk} 得 0.8 倍。

10.5.8 采用应力控制方法张拉时，应校核最大张拉力下预应力筋伸长值。实测伸长值与计算伸长值的偏差应控制在 $\pm 6\%$ 之内，否则应查明原因并采取措施后再张拉。

10.5.9 预应力筋的张拉应符合设计要求，并应符合下列规定：

- 1 应根据预制构件受力特点、施工方便及操作安全等因素确定张拉顺序；
- 2 张拉时应采取对称和分级方式，按照校准的张拉力控制张拉精度，以预应力筋的伸长值作为校核；
- 3 预应力筋张拉时，应从零拉力加载至初拉力后，量测伸长值初读数，再以均匀速率加载至张拉控制力；
- 4 张拉过程中应避免预应力筋断裂、滑脱、遗漏、绞缠等；
- 5 预应力筋张拉锚固后，应对实际建立的预应力值与设计给定值的偏差进行控制；应以每工作班为一批，抽查预应力筋总数的 1%，且不少于 3 根。

10.5.10 预应力筋放张应符合设计要求，并应符合下列规定：

- 1 预应力筋放张时，混凝土立方体抗压强度不应低于设计值的 75%，且不应低于 30MPa；当跨度大于等于 6.6m 时，预应力筋放张时的混凝土立方体抗压强度不应低于 37.5MPa；
- 2 放张前，应将限制构件变形的模具拆除；
- 3 放张时应首先取长线台座中部处预制底板，由预制底板宽度的中间位置向两侧对称交错放张，每次截断钢筋根数不应超过钢筋总根数的 15%；其他位置板与板之间的钢筋可由中间向两侧对称互相交错截断；
- 4 当有设计要求时按设计要求放张，以免放张不正确影响构件质量；
- 5 放张后板端部预应力钢丝与混凝土应牢固粘结，钢丝无滑移现象。

10.6 混凝土

10.6.1 混凝土工作性能指标应根据预制底板的生产工艺确定，混凝土配合比设计应符合国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

10.6.2 混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机进行生产，搅拌机应具有生产数据逐盘记录和实时查询功能。混凝土应按照混凝土配合比通知单进行生产，原材料每盘称量的允许偏差应符合表 10.6.2 的规定。

表 10.5.2 混凝土原材料每盘称量的允许偏差

项次	材料名称	允许偏差
1	胶凝材料	±2%
2	粗、细骨料	±3%
3	水、外加剂	±1%

10.6.3 混凝土应进行抗压强度检验，并应符合下列规定：

- 1 混凝土检验试块应在浇筑地点取样制作；
- 2 每拌制 100 盘且不超过 100m³ 的同一配合比混凝土，每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘为一批；
- 3 每批制作强度检验试块不少于 3 组、随机抽取 1 组进行同条件转标准养护后进行强度检验，其余可作为同条件试块在预制构件脱模和出厂时控制其混凝土强度；还应根据预制构件吊装、预应力筋放张的要求，留够足够数量的同条件混凝土试块进行强度检验；
- 4 蒸汽养护的预制底板，其强度评定混凝土试块应随同构件蒸养后，在转入标准条件养护。构件脱模起吊、预应力放张的混凝土同条件试块，其养护条件应与构件生产中采用的养护条件相同；
- 5 除设计有要求外，非预应力混凝土预制底板出厂时的混凝土强度不宜低于设计混凝土强度等级值的 75%，预应力混凝土预制底板出厂时的混凝土强度应达到设计混凝土强度等级值的 100%。

10.6.4 混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 混凝土浇筑应连续进行并均匀摊铺，倾落高度不宜大于 600mm；
- 2 应采取措施保证模具、钢筋、预埋件等不发生变形或移位，如有变形或移位应及时纠正；应对外露钢筋、预埋件、预留孔洞进行保护；
- 3 在投料完成后，宜采用振动平台振捣成型，振捣要密实，避免漏振、过振；
- 4 振捣完成后应及时量测混凝土浇筑厚度，当浇筑厚度超过允许偏差时应

作相应处理；

5 混凝土从出机到浇筑完成的时间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。

10.6.5 预制底板的养护应根据生产计划选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护等方式。当采用加热养护时，应建立加热养护制度，加热养护制度应通过试验确定；宜采用加热养护温度自动控制装置，严格控制升降温速度和最高温度，并做好温控记录。

10.6.6 预制底板顶面粗糙面宜采用拉毛工艺，侧面粗糙面成型宜采用露骨料工艺，也可采用其他可靠工艺成型。

10.7 脱模与标识

10.7.1 预制底板吊运应符合下列规定：

1 应根据预制底板尺寸、重量和起重设备作业半径等选择吊具和起重设备。所采用的吊具、起重设备及操作应符合国家现行有关标准及应用技术手册的规定；

2 吊点数量、位置应经过计算确定，钢筋桁架、钢筋支架、钢管桁架、板肋兼做吊点时应符合本标准的有关规定；

3 吊具应连接可靠，起重设备的主钩位置、吊具及预制底板重心应在竖直方向上重合；

4 吊索水平夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° ；

5 吊车应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，吊运过程中应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊运构件长时间在空中悬停；

6 对尺寸较大、形状复杂的预制底板，应采用分配梁或分配桁架等工具式吊具，并应采取避免构件变形和损伤的临时加固措施。

10.7.2 预制底板脱模时，同条件养护的混凝土立方体试块抗压强度应满足设计要求。当设计无具体要求时，非预应力混凝土预制底板的拆模强度不应低于 15MPa ，预应力混凝土预制底板应根据预应力筋放张要求按本标准第 10.5.10 条确定。

10.7.3 预制底板脱模后，对不影响结构性能的局部破损或表面非受力细微裂缝，

可用修补浆料进行修补。

10.7.4 预制底板成品质量检查合格后，应及时在构件上设置产品标识、吊点位置标识及安装方向标识。

10.7.5 预制底板产品标识宜包括工程名称、构件编号、构件规格、构件重量、生产企业、生产日期、质检员等信息。

10.8 运输与堆放

10.8.1 预制底板的运输与堆放应制定专项方案。专项方案包括堆放场地、固定要求、堆放支垫、运输时间、运输次序、运输路线及成品保护措施等。

10.8.2 预制底板的堆放应符合下列规定：

1 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施，堆放时预制底板与地面之间应有一定的间隙；

2 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理；

3 应按产品品种、规格型号、检验状态分类存放，严禁混放；

4 预制底板标识应清晰、明确、永久；

5 预制底板应平放，严禁倒置；

6 应合理布置预制底板垫块，垫块位置宜与吊点位置一致；

7 预制底板多层叠放时，各层垫块应上下对齐。非预应力混凝土预制底板的叠放层数不宜大于 6 层，预应力混凝土预制底板的堆放层数不宜大于 10 层；当预制底板堆放层数大于 6 层时，应采取防止倾覆的措施；

8 长期存放时，应采取控制措施控制预制底板的翘曲变形及预应力混凝土预制底板的起拱值。

10.8.3 预制底板装车前应进行检查。吊具、专用运输架应完好、齐全；吊具与预制底板规格应匹配。吊装时，不应错挂、漏挂。预制底板吊运应符合本标准第 10.7.1 条的规定。

10.8.4 预制底板的运输应符合下列规定：

1 宜采用专用运输车进行运输；当采用非专用运输车时，应采取相应的加固、保护措施；

2 运输时应采用专用运输架；

- 3 预制底板应平放，并用夹具与专用运输架绑扎牢固，确保运输安全；
- 4 运输过程中应做好成品保护措施。预制底板边角和绑扎接触部位应采用柔性垫衬材料保护；专用运输架、车厢板和预制底板间应放入柔性衬垫材料；
- 5 运输前宜提前选择至少一条以上的可行路线，预制底板的堆放高度不应超过运输路线的限高要求。

10.8.5 预制底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。

10.9 构件检验

10.9.1 预制底板的质量检查与验收应符合国家现行有关标准的规定。

10.9.2 预应力值检测应符合以下要求：

- 1 预应力张拉机具及仪表应定期维护和校核，并配套标定、配套使用（不超过半年应标定一次）；
- 2 检测数量：每一工作班抽查预应力筋总数的 1%，且不得少于 3 根；
- 3 一个构件中全部钢丝预应力平均值与规定值的偏差为+5%。

10.9.3 预制底板浇筑混凝土前，应进行隐蔽工程检查，检查应包含下列内容：

- 1 钢筋、钢筋桁架、钢筋支架、钢管桁架的规格、数量、位置、间距等；
- 2 钢筋的牌号、长度、弯折角度及平直段长度；
- 3 预应力筋及其锚具、连接器和锚垫板的品种、规格、数量、位置；
- 4 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 5 预埋件、预留插筋的规格、数量、位置及固定措施；
- 6 预留孔洞的规格、数量、位置及固定措施。

10.9.4 预制底板脱模后，应进行成品质量检查，检查应包含下列内容：

- 1 外观质量；
- 2 尺寸偏差；
- 3 粗糙面质量；
- 4 预埋件、预留插筋的规格、数量、位置；
- 5 预留孔洞的规格、数量、位置。

10.9.5 预制底板的尺寸偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无具体规定时，

应符合表 10.9.5 的规定。

表 10.9.5 预制底板尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	<6m	±3	用钢尺或带数字显示的卷尺量两侧边长度，取其中偏差绝对值较大值；或用挡板和激光测距仪量两侧边长度，取其中偏差绝对值较大值
		≥6m	±5	
2	规格尺寸	宽度	±5 (密拼:2-4)	用钢尺或带数字显示的卷尺量两端，取其中偏差绝对值较大值；或用挡板和激光测距仪量两端，取其中偏差绝对值较大值
3		厚度	±5	用钢尺或带数字显示的卷尺、卡尺量四角位置，取其中偏差绝对值较大值；或用挡板和激光测距仪量四角位置，取其中偏差绝对值较大值
4		对角线差	6	用钢尺或带数字显示的卷尺量两对角线，计算差值；或用挡板和激光测距仪量两对角线，计算差值
5		下表面平整度	3	用 2m 靠尺和塞尺量；或用 2m 靠尺和带数字显示的塞尺量
6	外形	侧向弯曲	$L_1/750$ 且≤20	拉线，用钢尺或带数字显示的卷尺量侧向弯曲最大处
7		翘曲	$L_1/750$	对角拉线，钢尺或带数字显示的卷尺量测拉线交点间距，其值的 2 倍为翘曲值
8	预埋钢板	中心线位置	5	用钢尺或带数字显示的卷尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
		平面高差	0, -5	用钢尺紧靠在预埋件上，用塞尺或带数字显示的塞尺量预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
9	预埋螺栓	中心线位置 偏移	2	用钢尺或带数字显示的卷尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
		外露长度	+10, -5	用钢尺或带数字显示的卷尺、卡尺量
10	预埋线盒、电盒	在构件平面的水平方向 中心线位置	10	用钢尺或带数字显示的卷尺量
		与构件表面 混凝土高差	0, -5	用钢尺或带数字显示的卷尺量

11	预留孔	中心线位置	5	用钢尺或带数字显示的卷尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
		孔尺寸	±5	用钢尺或带数字显示的卡尺量纵横两个方向尺寸，取其中偏差较大值
12	预留洞	中心线位置	5	用钢尺或带数字显示的卷尺量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
		洞口尺寸、深度	±5	用钢尺或带数字显示的卷尺、卡尺量纵横两个方向尺寸，取其中偏差较大值
13	受力钢筋	间距	±5	用钢尺或钢筋保护层厚度测定仪量
		保护层厚度	+5, -3	用钢尺或钢筋保护层厚度测定仪量
		外伸长度	±5	用钢尺或带数字显示的卷尺量、卡尺量
14	桁架、支架、板肋高度		+5,0	用钢尺或带数字显示的卷尺量

注：L₁为预制底板长边边长。

10.9.6 预制底板出厂前应进行质量检验，并形成质量证明文件。质量检验内容应包括外观质量、尺寸偏差和混凝土强度。混凝土强度应符合设计文件及现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

10.9.8 预制底板的质量证明文件应包括下列内容：

- 1 出厂合格证；
- 2 钢筋和钢筋桁架、钢筋支架、钢管桁架检验报告；
- 3 混凝土强度检验报告；
- 4 合同要求的其他质量证明文件。

11 施工安装

11.1 一般规定

11.1.1 预制底板安装施工前应编制专项施工方案，并应对施工人员进行质量安全技术交底。专项施工方案中应有保障安全的措施。

11.1.2 施工现场应根据施工平面规划设置运输道路和堆放场地，并应符合下列规定：

- 1 现场运输道路和堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
- 2 现场运输道路应按照预制构件运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度；
- 3 运到施工现场的预制底板需要堆放时，应按规格、使用部位、吊装顺序分别堆放，并应符合本标准第 10.8.2 条的规定；
- 4 堆放场地应设置在吊装设备的有效起重范围内，且应在堆垛之间设置通道；
- 5 构件运输和堆放对已完成的结构、基坑有影响时，应经计算复核。

11.1.3 预制底板卸放、吊装工作范围内不得有障碍物，不应影响运输道路的正常使用的。

11.1.4 施工过程中，预制底板顶面的施工材料、机具等应平行桁架或支架放置，不应集中堆放大量施工材料或使其承受较大的冲击荷载，施工材料自重及施工荷载不应超过设计允许值。

11.1.5 预埋水电管线在叠合板后浇混凝土叠合层中交叉布置不应超过 2 层。

11.2 安装准备

11.2.1 安装施工前，应核对预制底板的混凝土强度、规格符合设计要求，并应按照施工方案中的吊装顺序对预制底板进行编号。

11.2.2 安装施工前，应进行测量放线，并应设置构件安装定位标识。楼层纵、横控制线和标高控制点应由底层的原始点向上引测，并应根据楼层纵、横控制线和标高控制点放出预制底板控制线。应根据预制底板编号对搁置位置进行编号。

测量放线应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的有关规定。

11.2.3 安装施工前，应按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33的有关规定，检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态，确认现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

11.2.4 吊装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。

11.3 底板安装与连接

11.3.1 每班作业时宜试吊一次，应确认起重设备与通信设施工作正常、吊具连接可靠。

11.3.2 每次起吊脱离运输车辆或堆放点时，应适当停顿，确认起吊系统安全可靠后方可继续提升。

11.3.3 预制底板起吊、移动、就位的全过程中，信号指挥员、司索工、起重机械司机应保持通讯畅通并协调一致。信号不明时不得吊运和安装。

11.3.4 预制底板吊装除应符合本标准第 10.7.1 条的规定外，还应符合下列规定：

- 1 应根据当天的作业内容进行班前安全技术交底；
- 2 使用专用吊具，保证每个吊点受力均匀一致；
- 3 应核对预制底板的规格和编号，吊装过程应严格按编号顺序进行；
- 4 应垂直吊运，严禁斜拉、斜吊；
- 5 优先采用从运输车辆上直接吊装，以避免二次倒运；
- 6 在吊装过程中，宜设置缆风绳控制预制底板的转动。

11.3.5 预制底板吊装就位后，应对安装位置、安装标高、相邻构件平整度、高低差、接缝宽度进行校核和调整，并采取临时固定措施；当不符合设计文件规定时，应将预制底板重新起吊，并通过可调节托座进行调节。

11.3.6 应在预制底板定位校准和临时固定调整完成后摘除吊具。

11.3.7 预制底板安装的临时支撑架体应根据设计方案设置，并应符合下列规定：

- 1 宜选用定型独立钢支柱或其他工具式支架；
- 2 首层支撑架体的地基应平整坚实，宜采取硬化措施；
- 3 支撑架体立杆下宜设置垫块；竖向连续支撑层数不宜少于 2 层，且上下

层支撑宜对准；

4 支撑架体的高宽比不宜大于 3；当高宽比大于 3 时，应采取加强整体稳固性的措施；支撑架体的轴向压缩变形或侧向挠度，不应大于计算高度或计算跨度的 1/1000；

5 预制底板边缘应增设竖向支撑杆件；对泵管、布料机部位的预制底板底部应进行支撑加固；

6 支撑架体顶部的支托梁宜垂直于桁架、支架或板肋方向；接缝处预制底板临时支撑架体顶部的支托梁宜垂直于接缝且应在接缝处连续设置；

7 支撑架体搭设完成后应对支撑架体标高进行校核；

8 支撑架体不得与外防护架相连接。

11.3.8 采用后浇带式整体接缝时，宜采用工具式支架和定型模板。模板与预制底板板侧处应采取粘贴密封条等防止漏浆的措施。

11.4 现场施工

11.4.1 混凝土配合比设计应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

11.4.2 预制底板板面钢筋、附加钢筋的牌号、规格和数量应符合设计要求。

11.4.3 混凝土拌合物应符合下列规定：

- 1 卸料前逐车目测混凝土拌合物，无离析或分层现象；
- 2 进行混凝土和易性检查，结果应符合混凝土配合比设计要求。

11.4.4 叠合板的混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 预制底板结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；
- 2 应在混凝土浇筑前 24h 对结合面及节点浇水湿润，浇筑前 1h 吸干积水；
- 3 浇筑时应采用振动器振捣，并应采取保证混凝土浇筑密实的措施；
- 4 混凝土浇筑应布料均衡；浇筑和振捣时，应有专人对模板及支架进行观察和维护，发生异常情况应立即处理；

5 预制底板接缝处混凝土浇筑和振捣，应采取防止模板、预制底板、钢筋、预埋件及其定位件移位的措施；

- 6 后浇混凝土浇筑完成后，应及时对叠合板表面标高进行校核；

7 同一配合比的混凝土，试件留置数量应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

11.4.5 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预制底板及支撑架体安全的措施。

11.4.6 叠合板混凝土浇筑后 12h 内应进行洒水养护或覆盖养护。当日平均气温低于 5℃时，不应采用洒水养护，宜采用薄膜覆盖养护，养护时间不少于 7d。

11.4.7 叠合板临时支撑架体拆除时的叠合层混凝土强度，应符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

11.4.8 密拼式接缝嵌填施工应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

- 1 接缝嵌填应在叠合层混凝土完成浇筑、拆除临时支撑架体后进行；
- 2 接缝嵌填施工前，应清理接缝间的浮浆和杂物；
- 3 接缝采用聚合物改性水泥砂浆嵌填时，宜按第一道嵌实、第二道抹平的工序进行施工。

12 质量验收

12.1 一般规定

12.1.1 混凝土叠合板施工的分项工程、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质量验收规范》GB 50204 的规定。

12.1.2 混凝土叠合板用的预制底板、原材料、配件应按检验批进行进场验收。

12.1.3 叠合板混凝土浇筑前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包含下列内容：

- 1 预制底板粗糙面的质量；
- 2 板面钢筋、附加钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；
- 3 预埋件、预埋管线的规格、数量、位置；
- 4 预制底板接缝处的构造做法；
- 5 其他隐蔽项目。

12.1.4 混凝土结构子分部工程施工质量验收时，应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、预制底板安装施工图和加工详图；
- 2 预制底板、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录和抽样复验报告；
- 3 预制底板吊装施工记录；
- 4 隐蔽工程验收文件；
- 5 后浇混凝土强度检测报告；
- 6 装配式结构分项工程质量验收文件；
- 7 其他相关文件和记录。

12.2 预制底板进场检验

I 主控项目

12.2.1 专业企业生产的预制底板进场时，应检查质量证明文件和标识。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件及质量验收记录，观察。

12.2.2 预制底板的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能或安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量，检查处理记录。

II 一般项目

12.2.3 预制底板的外观质量不应有一般缺陷；当出现一般缺陷时，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查技术处理方案和处理记录。

12.2.4 预制底板的粗糙面质量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或量测。

12.2.5 预制底板的预埋件、预留插筋、预留孔洞等的规格、数量、位置应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量；检查产品合格证。

12.2.6 预制底板的尺寸偏差和检验方法应符合本标准第 10.9.5 条的规定。

检查数量：按批检查，同一规格预制底板抽检数量不应少于该规格构件数量的 5%且不少于 3 件。

12.3 叠合板质量验收

I 主控项目

12.3.1 预制底板安装的临时支撑架体应符合设计、施工方案及现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查施工方案、施工记录或设计文件。

12.3.2 浇筑叠合混凝土前，应进行隐蔽工程验收，验收内容应符合本标准第 12.1.3 条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；尺量。

12.3.3 叠合板后浇混凝土强度应符合设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查混凝土强度试验报告。

12.3.4 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

12.3.5 预制底板底部采用座浆施工时，座浆强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班同一配合比应制作 1 组且每层不应少于 3 组边长为 70.7mm 的立方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查座浆材料强度试验报告及评定记录。

12.3.6 密接缝嵌缝用聚合物改性水泥砂浆的物理力学性能应符合本标准第 4.3.1 条的有关规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查砂浆性能试验报告。

12.3.7 叠合板的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能或安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

II 一般项目

12.3.8 预制底板安装的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 12.3.8 的规定。

表 12.3.8 预制底板安装允许偏差和检验方法

项次	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	预制底板中心线对轴线位置	5	用经纬仪及钢尺量；或用带数字显示的卷尺量
2	预制底板板底标高	±5	用水准仪或拉线、钢尺量；或用带数字显示的卷尺量

3	预制底板搁置长度	±10	用钢尺或带数字显示的卷尺量
4	相邻预制底板板底平整度	3	用2m靠尺和塞尺量；或用2m靠尺和带数字显示的塞尺量

检查数量：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%，且不少于 3 间；对大空间结构，可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不少于 3 面。

12.3.9 叠合板厚度的偏差应符合设计要求；当设计无具体要求时，厚度允许偏差应为±5mm。

检查数量：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%，且不少于 3 间；对大空间结构，可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不少于 3 面。

检验方法：尺量。

12.3.10 叠合板的外观质量不应有一般缺陷；当出现一般缺陷时，应按技术方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查技术方案和处理记录。

12.3.11 接缝嵌填应均匀、顺直、密实、表面平滑，不应漏嵌。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

附录 A 钢筋桁架、钢筋支架力学性能试件及测试方法

A.0.1 进行钢筋桁架、钢筋支架弦杆钢筋的拉伸和弯曲试验时，试件取样应符合下列要求：

1 钢筋桁架上、下弦钢筋应各截取不少于 2 个拉伸试验试件，钢筋支架上弦钢筋应截取不少于 2 个拉伸试验试件（图 A.0.1），每个试件不应少于 1 个焊点；试件长度应保证夹具之间的距离不小于 $20d$ （ d 为钢筋直径），且不应小于 180mm；试件的腹杆钢筋应在距焊点约 25mm 处切断。

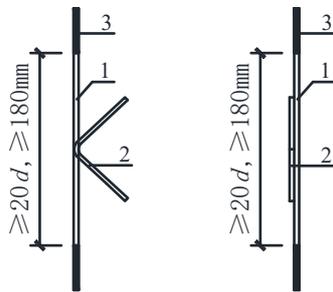


图 A.0.1 钢筋桁架、钢筋支架拉伸试件

1—弦杆钢筋；2—腹杆钢筋；3—夹持端

2 钢筋桁架上、下弦钢筋应各截取 1 个弯曲试验试件，钢筋支架上弦钢筋应截取 1 个弯曲试验试件，试件长度根据试验设备确定。

A.0.2 进行钢筋桁架焊点的受剪承载力试验时，应在上弦钢筋和 2 根下弦钢筋各截取不少于 1 个受剪试件（图 A.0.2），进行钢筋支架焊点的受剪承载力试验时，应在上弦钢筋截取不少于 1 个受剪试件，每个试件上不应少于 1 个焊点。试件的腹杆钢筋长度不够时可接长，夹具之间的钢筋长度不应小于 $20d$ （ d 为钢筋直径），且不应小于 100mm。试件的上、下弦钢筋应在距焊点约 100mm 处切断。受剪承载力应取 3 个试件的试验结果平均值。

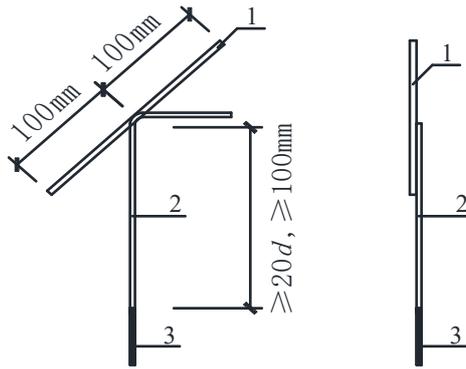


图 A.0.2 钢筋桁架、钢筋支架受剪试件

1—上、下弦钢筋；2—腹杆钢筋；3—夹持端

A.0.3 钢筋桁架、钢筋支架的上（下）弦钢筋的拉伸、弯曲试验应分别按现行国家标准《金属材料拉伸试验第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1 和《金属材料弯曲试验方法》GB/T 232 的规定进行。

A.0.4 钢筋桁架、钢筋支架焊点的受剪承载力试验应符合下列规定：

- 1 应采用专用夹具将上弦或下弦钢筋固定在试验机上，并将腹杆钢筋夹持端固定在试验机夹头上，腹杆钢筋应能沿其轴线方向产生变形；
- 2 应沿腹杆钢筋轴向施加荷载。

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的：

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 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《工程结构通用规范》 GB 55001-2021
- 2 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002
- 3 《组合结构通用规范》 GB 55004
- 4 《钢结构通用规范》 GB 55006
- 5 《混凝土结构通用规范》 GB 55008
- 6 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 7 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 8 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 9 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 10 《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
- 11 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 12 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 13 《工程测量规范》 GB 50026
- 14 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 15 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 16 《钢管混凝土结构技术规范》 GB 50396
- 17 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 18 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 19 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 20 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 21 《钢筋混凝土用钢筋桁架》 YB/T 4262
- 22 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》 JGJ 366
- 23 《预拌砂浆应用技术规程》 JG/T 230
- 24 《建筑工程冬期施工规程》 JGJ/T 104
- 25 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114
- 26 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70
- 27 《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》 JGJ/T 258

- 28 《工厂预制混凝土构件质量管理标准》 JG/T 565
- 29 《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》 GB/T 1499.1
- 30 《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》 GB/T 1499.2
- 31 《钢筋混凝土用余热处理钢筋》 GB 13014
- 32 《冷轧带肋钢筋》 GB/T 13788
- 33 《高延性冷轧带肋钢筋》 YB/T 4260
- 34 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》 JGJ 95
- 35 《冷拔低碳钢丝应用技术规程》 JGJ 19
- 36 《金属材料拉伸试验第 1 部分：室温试验方法》 GB/T 228.1
- 37 《金属材料弯曲试验方法》 GB/T 232
- 38 《预应力混凝土用钢丝》 GB/T 5223
- 39 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》 GB/T 14370
- 40 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》 JGJ 85
- 41 《企业安全生产标准化基本规范》 GB/T 33000
- 42 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 43 《建筑施工安全检查标准》 JGJ 59
- 44 《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》 T/CECS 715
- 45 《钢管桁架预应力混凝土叠合板技术规程》 T/CECS 722
- 46 《预制混凝土构件质量检验标准》 T/CECS 631
- 47 《装配整体式混凝土结构设计规程》 DB37/T 5018
- 48 《装配整体式混凝土结构工程施工与质量验收规程》 DB37/T 5019
- 49 《装配整体式混凝土结构工程预制构件制作与验收规程》 DB37/T 5020
- 50 《装配式混凝土结构现场检测技术标准》 DB37/T 5106

山东省工程建设标准
混凝土叠合板应用技术标准

DB 37/TXXXX-202X

条文说明

编制说明

《混凝土叠合板应用技术标准》DB ，经山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局 2022 年 月 日以 文件批准、发布。

本标准是根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2020 年第二批山东省工程建设标准制订、修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2020〕18 号）的要求，山东省建筑科学研究院有限公司会同有关单位开展的编制工作。

本标准编制过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，参考国内外先进标准和技术指南，结合我省混凝土叠合板的工程应用实际，在试验研究和理论分析的基础上，总结并吸收了国内外混凝土叠合板的技术和设计、应用的成熟经验，经过认真讨论和修改，编制了本标准。

为了便于广大工程技术人员、科研和高校的相关人员在执行本规程时，能准确理解条文规定，《混凝土叠合板应用技术标准》编制组按章、节、条的顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1	总 则.....	79
2	术语和符号.....	81
2.1	术 语.....	81
3	基本规定.....	87
4	材 料.....	90
4.1	混凝土.....	90
4.2	钢筋和钢材.....	90
4.3	其他材料.....	91
5	钢筋桁架混凝土叠合板.....	93
5.1	一般规定.....	93
5.2	短暂设计状况.....	93
5.3	持久设计状况.....	96
5.4	底板构造.....	97
5.5	板缝构造.....	99
5.6	板端构造.....	101
6	可拆卸钢管支架混凝土叠合板.....	102
6.1	一般规定.....	102
6.2	短暂设计状况.....	102
6.3	持久设计状况.....	102
6.4	底板构造.....	103
6.5	板缝构造.....	103
7	钢管桁架预应力混凝土叠合板.....	104
7.1	一般规定.....	104
7.2	短暂设计状况.....	104
7.3	持久设计状况.....	107
7.4	底板构造.....	108
7.5	板缝构造.....	109

7.6	板端构造.....	109
8	钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板.....	110
8.1	一般规定.....	110
8.2	短暂设计状况.....	110
8.3	持久设计状况.....	110
9	预制带肋预应力混凝土叠合板.....	111
9.1	一般规定.....	111
9.3	持久设计状况.....	111
9.4	底板构造.....	111
9.5	板缝构造.....	114
10	底板生产与运输.....	115
10.1	一般规定.....	115
10.2	原材料及配件.....	116
10.3	模 具.....	118
10.4	钢筋及桁架、支架.....	119
10.5	先张法预应力.....	119
10.6	混凝土.....	120
10.7	脱模与标识.....	120
10.8	运输与堆放.....	121
10.9	构件检验.....	122
11	施工安装.....	123
11.1	一般规定.....	123
11.2	安装准备.....	123
11.3	底板安装与连接.....	123
11.4	现场施工.....	124
12	质量验收.....	125
12.1	一般规定.....	125
12.2	预制底板进场检验.....	125
附录 A	钢筋桁架、钢筋支架力学性能试件及测试方法.....	126

1 总 则

1.0.1 叠合板是在预制底板上部浇筑混凝土叠合层而形成的一种装配整体式叠合楼盖体系，具有整体性能好、生产效率高、建造速度快、施工绿色环保等优点，符合“五节一环保”和建筑工业化的发展需求，在各类装配式建筑及商品住宅中得到广泛应用。为加快推进山东省混凝土叠合板技术的推广应用，促进建筑产业转型升级与工业化建造技术的发展，制定本标准。

本项标准在编制过程中，编制组开展了全面系统的调查与研究，吸收采纳了国内外各类叠合板的建造技术，包括钢筋桁架混凝土叠合板、可拆卸钢管支架混凝土叠合板、钢管桁架预应力混凝土叠合板、钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板、预制带肋预应力混凝土叠合板，并针对部分新型混凝土叠合板的受力机理及其连接构造方式开展了多项专题研究工作。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。本标准适用于无特殊使用环境和条件下的普通单层或多层工业与民用建筑。一类、二 a 类环境根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行定义，其中一类环境为室内干燥环境、无侵蚀性静水浸没环境；二 a 类环境包括室内潮湿环境、非严寒和非寒冷地区的露天环境、非严寒和非寒冷地区的无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境、严寒和寒冷地区的冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境。本规程未包括环境类别为二 b 类、三 a 类、三 b 类、四类、五类的楼板，如需采用，应进行专门论证。

当建筑处于特殊使用环境和条件时，如高温、高湿、腐蚀、直接承受动力荷载等，应根据具体情况按照国家相关标准进行专项设计。

山东省行政区域内最高设防烈度为 8 度，且对抗震设防烈度为 9 度的地区应用叠合板时，在设计过程中如何考虑结构的连续性和整体性等问题尚未充分解决，故本标准的适用范围未包含抗震设防烈度为 9 度的地区。

1.0.3 本标准针对混凝土叠合板的设计、生产、施工及验收编制而成，凡本标准未规定的部分应符合国家及山东省相关标准的规定。国家现行标准主要包括《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《钢结构通用规范》GB 55006、《组合结构通用规范》GB 55004、《混凝土结构设计规范》GB

50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366、《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 以及《钢筋混凝土用钢筋桁架》YB/T 4262 等。山东省现行有关地方标准主要包括《装配整体式混凝土结构设计规程》DB37/T 5018、《装配整体式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB37/T 5019、《装配整体式混凝土结构工程预制构件制作与验收规程》DB37/T 5020 等。

本标准对上述现行标准中关于混凝土叠合板的内容进行了补充、改进和完善，其中关于钢筋桁架混凝土叠合板的部分构造要求与上述现行标准不完全一致，但其安全性和使用性要求是一致的，符合现行国家标准中强制性条文的规定。在钢筋桁架混凝土叠合板实际应用过程中，当遇到本标准与其他现行标准不完全一致之处，需要注意其适用条件和附加要求。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预制底板作为叠合板的永久模板，在生产、运输及施工过程中独立承担荷载。预制底板现场安装就位后，上部浇筑混凝土形成整体叠合板共同承受外部荷载或作用。

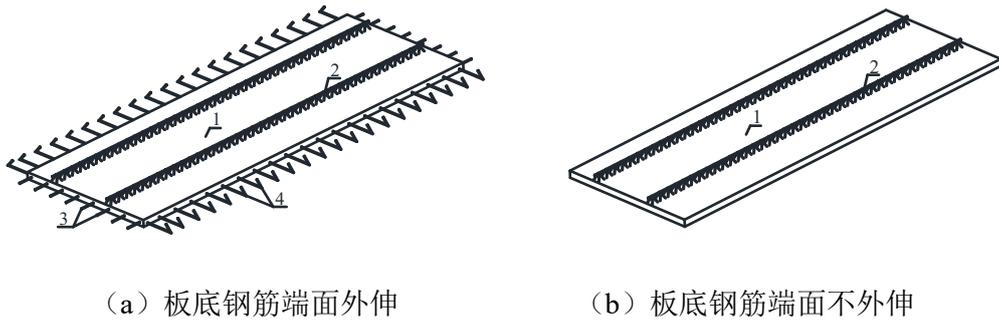
2.1.2 叠合板是指在预制底板顶部后浇混凝土形成的整体楼板。预制底板现场安装就位后，其内部钢筋可作为叠合板底层受力钢筋使用。叠合板的上层受力钢筋及部分连接构造钢筋需要在施工现场绑扎。现场钢筋绑扎完毕后浇筑混凝土。待上部混凝土达到设计规定的强度后，预制底板与叠合层形成整体叠合板共同承担外部荷载或作用。

叠合板根据预制底板的受力方式及连接构造可分为钢筋桁架混凝土叠合板、可拆卸钢管支架混凝土叠合板、钢管桁架预应力混凝土叠合板、钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板、预制带肋预应力混凝土叠合板。

2.1.3 钢筋桁架混凝土预制底板由普通钢筋混凝土底板和钢筋桁架组成，其构造形式如图 1 所示。其中图 1a 为板底纵、横向受力钢筋在端部进行外伸的钢筋桁架混凝土预制底板，用于后浇带式整体接缝连接的钢筋桁架混凝土叠合板，板端外伸钢筋长度应符合后浇带式整体接缝要求；图 1b 为板底纵、横向受力钢筋在端部不进行外伸的钢筋桁架混凝土预制底板，用于密拼式整体接缝和密拼式分离接缝连接的钢筋桁架混凝土叠合板。

钢筋桁架作为预制底板的加劲肋，其主要作用如下：在预制底板脱模、存放、安装及浇筑混凝土时提供必要的承载力和刚度，避免预制底板在短暂设计状况下的损坏；使预制底板和后浇混凝土叠合层之间具有良好的整体性，限制后期板侧裂缝沿叠合面横向发展；为密拼式整体接缝处搭接钢筋和预制底板内部受力钢筋的搭接提供必要的横向约束；可兼做预埋吊件等。

钢筋桁架下弦钢筋位于预制底板内部，可作为叠合板下层受力钢筋使用，上弦钢筋位于预制底板外部，可作为叠合板上层受力钢筋使用，同时可兼做施工时马镫筋。



(a) 板底钢筋端面外伸

(b) 板底钢筋端面不外伸

图 1 钢筋桁架混凝土预制底板示意

1—预制底板；2—钢筋桁架；3—纵向外伸钢筋；4—横向外伸钢筋

2.1.4 现阶段钢筋桁架混凝土叠合板在建筑结构中应用最为广泛。根据钢筋桁架混凝土预制底板的受力方式可分为单向板和双向板。对于单向板，纵向钢筋为受力钢筋，横向钢筋为分布钢筋；对于双向板，纵向钢筋和横向钢筋均为受力钢筋。

2.1.5 可拆卸钢管支架混凝土预制底板由普通钢筋混凝土底板和上部可拆卸钢管支架组成（图 3）。预制底板内部设置纵、横向钢筋，其中纵向受力钢筋伸出预制底板端面，钢筋伸出长度应符合本标准第 6 章的相关要求。

钢管支架能够显著增强预制底板在生产、运输及施工阶段的抗弯刚度和抗裂性能，增加施工现场预制底板下部竖向临时支撑的间距。钢管支架上弦为方形钢管，通过端部斜筋及间隔一定间距设置的竖向腹杆与预制底板连接固定，其中端部斜筋及竖向腹杆通过横向螺栓与上弦方形钢管固定。钢管支架的端部斜筋为具有锚固平直段的正八字形钢筋，用于预制底板与钢管支架两端连接区域。连接腹杆为预制底板与钢管支架的竖向连接件，由竖向螺栓、限位螺母、预埋套筒共同组成。

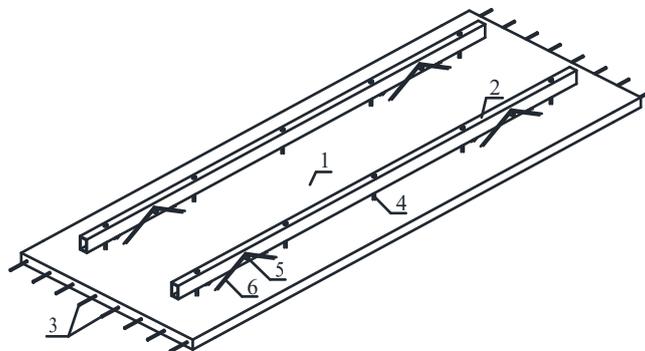


图 2 可拆卸钢管支架混凝土预制底板示意

1—预制底板；2—钢管支架；3—端部外伸钢筋；4—竖向腹杆；

5—横向螺栓；6—端部斜筋

2.1.6 为提高现场施工效率、降低建造成本，可拆卸钢管支架混凝土预制底板之间一般采用密拼式接缝，预制底板上部浇筑的混凝土达到设计规定的强度后可拆卸上部钢管支架。拆卸下来的钢管支架可重复使用，节省材料。

2.1.7 钢管桁架预应力混凝土预制底板由预应力混凝土底板和钢管桁架组成(图3)。底板内部纵向(长度方向)布置预应力筋，并在长线固定模台上采用先张法施加预应力，横向(宽度方向)布置分布钢筋。由于预制底板沿长度方向施加预应力并设置钢管桁架作为加劲肋，其抗弯刚度、抗裂性能和承载能力均显著增强。通过结构性能试验及有限元优化分析，钢管桁架预应力混凝土预制底板的厚度可降至35~40mm，施工阶段底板下部临时支撑间距可达到3m以上，叠合后整板厚度可降至110mm，技术经济指标优越。

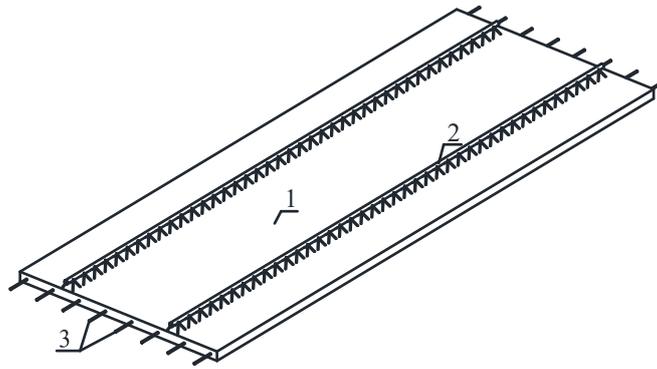


图3 钢管桁架预应力混凝土预制底板示意

1—预制底板；2—钢管桁架；3—纵向预应力筋

2.1.8 钢管桁架预应力混凝土预制底板厚度较薄，且仅在一个方向配置受力钢筋(预应力筋)，为提高现场施工效率、降低建造成本，钢管桁架预应力混凝土预制底板之间一般采用密拼方式。预制底板现场拼装就位后，在紧贴预制底板上表面的叠合层内再配置另一方向的板底受力钢筋或构造钢筋。

2.1.9 钢筋支架(桁架)预应力混凝土预制底板由预应力混凝土底板和钢筋支架或钢筋桁架组成(图4)。底板内部纵向(长度方向)布置预应力筋，并在长线固定模台上采用先张法施加预应力，横向(宽度方向)布置分布钢筋。钢筋支架(桁架)在预制底板脱模、存放、安装及浇筑混凝土时提供必要的承载力和刚度，使预制底板和后浇混凝土之间具有良好的整体性，限制后期板侧裂缝沿叠合面横向发展。

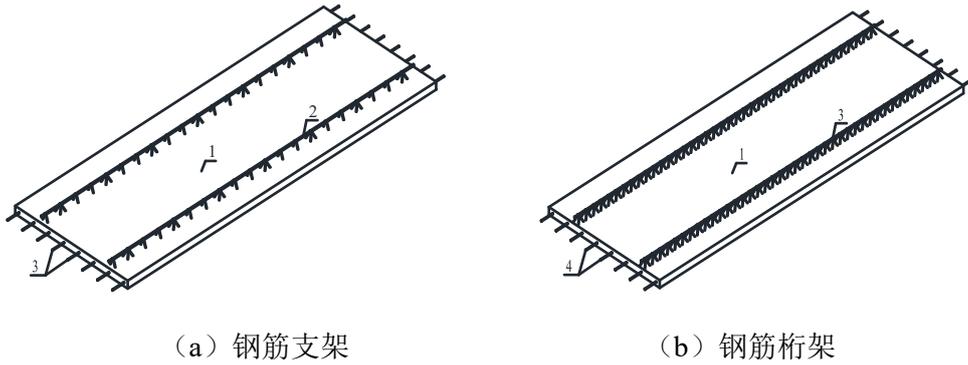


图 4 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板示意

1—预制底板；2—钢筋支架；3—钢筋桁架；4—纵向预应力筋

2.1.10 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板厚度较薄，且仅在一个方向配置受力钢筋（预应力筋）。为提高现场施工效率、降低建造成本，钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板之间一般采用密拼式接缝。

2.1.11 预制带肋预应力混凝土底板由预应力混凝土底板和板肋组成（图 5）。预制带肋预应力混凝土底板采用长线固定模台先张法制作，纵向（长度方向）布置预应力钢丝，通过预张拉施加预应力，底板内部横向（宽度方向）布置分布钢筋。

板肋的作用与钢筋桁架、钢管桁架、钢筋支架的作用类似。该类型预制底板由于施加预应力并设置板肋，其抗弯刚度和抗裂性能显著提高。通过优化设计，预制带肋预应力混凝土预制底板厚度可降至 35~40mm，叠合后整板厚度 最低可降至 110mm。

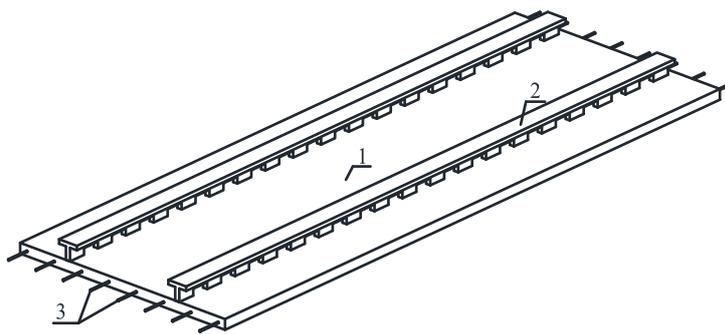


图 5 预制带肋预应力混凝土底板示意

1—预制底板；2—板肋；3—纵向预应力筋

2.1.13 钢筋桁架上、下弦为连续平直钢筋，腹杆钢筋为连续弯折钢筋（图 6）。

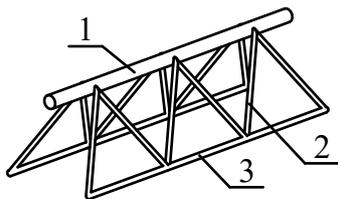


图6 钢筋桁架示意

1—上弦钢筋；2—腹杆钢筋；3—下弦钢筋

2.1.14 钢管支架由一根上弦方形钢管、端部斜筋及间隔一定间距设置的竖向腹杆组装而成（图7）。端部斜筋在方形钢管两端设置，通过横向螺栓与上弦钢管固定。竖向腹杆由竖向螺栓、限位螺母、预埋套筒共同组成。其中预埋套筒为底端有用于穿锚固钢筋的圆孔、上端有可连接螺栓的内丝、外部带肋的圆柱形金属预埋件。预制底板上部叠合混凝土浇筑完毕并达到设计规定强度后可拆除上弦钢管，便于重复使用，节省材料。

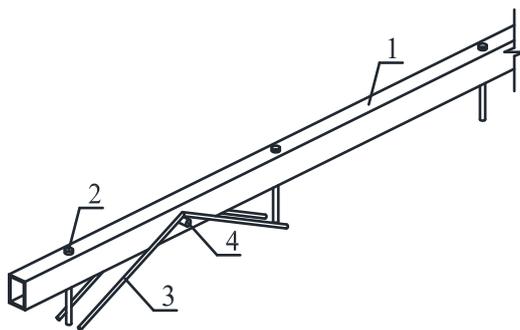


图7 钢管支架示意

1—上弦方形钢管；2—竖向腹杆；3—端部斜筋；4—横向螺栓

2.1.15 钢管桁架上弦为注满高强灌浆料的薄壁圆钢管，腹杆为连续弯折钢筋（图8）。

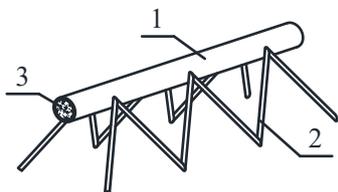


图8 钢管桁架示意

1—上弦钢管；2—腹杆钢筋；3—灌浆料

2.1.16 钢筋支架上弦为连续平直钢筋，腹杆钢筋为连续弯折钢筋（图9）。需要说明的是与钢筋桁架相比，钢筋支架无下弦钢筋。

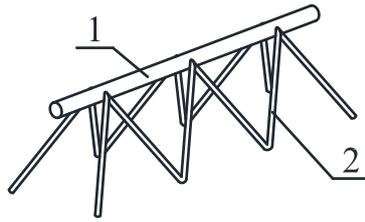
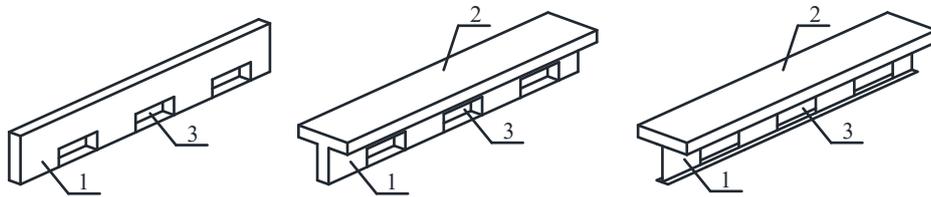


图9 钢筋支架示意

1—上弦钢筋；2—腹杆钢筋

2.1.17 板肋的截面形式包括矩形、T形等，板肋下部预留孔洞一般为矩形（图10），用于布置横向穿孔钢筋或管线。



(a) 矩形混凝土板肋

(b) T形混凝土板肋

(c) T形钢板-混凝土组合板肋

图10 板肋示意

1—腹板；2—翼缘；3-孔洞

2.1.18 后浇带式整体接缝是钢筋桁架混凝土叠合板采用的一种整体接缝形式。预制底板板底受力钢筋在后浇带进行可靠搭接连接，从而实现接缝两侧钢筋的有效传力。大量试验研究和工程应用表明，采用后浇带式整体接缝的钢筋桁架混凝土叠合板，当接缝位置避开主要受力方向和跨中弯矩最大位置时，其结构性能与现浇板相当，可按照现浇板设计。

2.1.19 叠合板密拼式接缝节点具有构造简单、生产高效、安装快捷等优势。试验研究结果表明，密拼式接缝采用合理的构造措施后可形成整体接缝，其结构性能可与现浇板相当。结合试验研究与工程应用经验，本标准提出了密拼式整体接缝的设计方法和构造措施。

2.1.20 分离式接缝通常采用密拼式做法，连接节点构造简单，施工安装简便，常用于单向板板侧及非受力方向接缝处。

2.1.21 叠合面不仅包括预制底板的顶面，还包括与叠合层连接的预制底板侧面。

3 基本规定

3.0.1 工业化建筑设计应进行模数协调，以满足建造装配化和部品部件标准化、通用化的要求。标准化设计是实施建筑工业化的有效手段，而模数和模数协调是实现标准化设计的重要基础。预制底板的标准化、模数化能够最大限度的减少预制底板的规格种类，提高模具的重复使用率，有利于提高生产与施工效率，降低造价，最大限度的发挥工业化建筑的技术优势。

3.0.2 结构转换层、平面凹凸不规则、楼板局部不连续、斜柱上下端周围局部楼盖等薄弱部位，以及作为上部结构嵌固部位的楼板对楼盖的整体性和平面内刚度要求较高，宜采用现浇板。平面凹凸不规则或楼板局部不连续的情况参见现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定。当上述楼层部位采用叠合板时，为保障结构整体性能，需要采取增加后浇叠合层厚度、加强支座配筋等加强措施。

3.0.4 叠合板应该保证楼板与主体结构的可靠连接，避免地震作用下发生坠落，造成人员伤亡。各种类型叠合板与主体结构的连接构造详见后续章节。

3.0.5 试验结果表明，在满足本标准的设计方法与构造措施时，包括桁架（支架）布置要求、后浇层厚度、接缝及支座构造要求等，叠合板具有良好的整体性能，参与结构整体受力时与现浇板基本一致。对于一般平面规则的结构，可采用刚性楼板假定进行设计；对于平面复杂或不规则的结构，需要采用弹性楼板进行分析时，叠合板的模拟方法可与现浇混凝土板相同。

3.0.6 短暂设计状况包括预制底板的脱模、运输、堆放、安装及混凝土浇筑等工况。持久设计状况是指叠合层混凝土达到设计规定的强度值后，按叠合板整体计算的状况。

预制底板的短暂设计状况验算通常采用荷载标准组合，施工阶段尚应考虑荷载效应的最不利组合。根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666，预制底板施工阶段短暂设计状况验算采用的等效荷载标准值应符合下列规定：

1 脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍；其中，动力系数不宜小于 1.2；脱模吸附力应根据实际状况取用，且不宜小于 1.5kN/m^2 。

2 运输和吊运验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数，动力系数宜取 1.5。

3 施工验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数，动力系数可取 1.2。

4 预制底板的施工阶段验算，作用在预制底板上的施工活荷载标准值可按实际情况计算，且取值不宜小于 1.5kN/m^2 。

3.0.7 因为叠合层的混凝土强度达到设计值后仍可能存在施工荷载（例如内隔墙、砌块、施工机具等临时堆载），其产生的荷载效应可能大于使用阶段可变荷载产生的荷载效应，故叠合板承载力计算时应考虑两种荷载效应中的较大值。

3.0.8 施工阶段，当采用钢梁、全预制混凝土矩形梁或花篮倒 T 梁等作为支座时，预制底板端部可支承于梁上，板端支承长度应满足本标准的有关规定，支座承载力包括局部承压、板端受剪等应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。当采用矩形叠合梁或混凝土剪力墙作为板端支座时，受梁内箍筋及上部纵向钢筋的影响，预制底板难以直接支承在梁或墙上，此时需要在板端设置临时支撑。

根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 对结构表面外露模板的变形要求限值，规定了相邻支撑之间预制底板的挠度限值。当预制底板跨中不设置临时支撑时，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定对叠合板进行二阶段受力计算。

3.0.9 施工阶段预制底板下部跨中不设置临时支撑时，叠合板呈现二阶段受力状态。第一阶段为后浇混凝土未达到设计规定强度值之前的阶段，此时上部临时荷载由预制底板承担，按简支构件计算内力和变形；第二阶段为后浇叠合混凝土达到设计规定强度值之后的阶段，此时上部增加荷载由叠合板承担，并按实际受力状态计算内力和变形。由于跨内不设置临时支撑，叠合板最终的内力和变形应考虑两阶段叠合受力的影响。两阶段叠合受力的计算方法详见《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 H 中关于无支撑叠合板的规定。

3.0.10 楼板的燃烧性能和耐火极限应根据建筑类别、耐火等级确定。叠合板下部普通钢筋和预应力钢丝的保护层厚度应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中耐火极限的要求。

3.0.11 楼板的隔声性能主要包括空气声隔声性能和撞击声隔声性能。评价楼板空气声隔声性能的指标为楼板的计权隔声量与噪声频谱修正量的和，单位为 **db**，两者之和的数值越大，则表明楼板的空气声隔声性能越好。评价楼板撞击声隔声性能的指标为楼板的计权规范化撞击声压级，单位为 **db**，撞击声压级越小，则表明楼板的撞击声隔声性能越好。楼板的空气声隔声、撞击声隔声性能指标应根据建筑类别、楼板部位确定，可按现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》**GB 50118** 的规定执行。

4 材 料

4.1 混凝土

4.1.2 叠合板混凝土包括预制底板混凝土和叠合层混凝土。预制底板由于采用工业化生产方式，便于控制质量，因此对其混凝土强度的最低等级适当提高。其中对于钢筋桁架混凝土预制底板、可拆卸钢管支架混凝土预制底板的混凝土强度最低等级要求提高至 C30；对于预应力混凝土预制底板，包括钢管桁架预应力混凝土预制底板、钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板、预制带肋预应力混凝土底板，由于板内预应力筋强度较高且施加预拉应力，为提高材料利用效率，要求预应力混凝土预制底板的混凝土强度最低等级进一步提高至 C40。

叠合层部分平均压应力较小，参考国内外应用经验，规定叠合层混凝土强度等级不宜低于 C30，且不应低于 C25。

4.1.3 预制底板的厚度较小，为保证构件成型质量，对混凝土粗骨料的最大粒径进行了限制。其中钢筋桁架混凝土预制底板、可拆卸钢管支架混凝土预制底板的厚度较大，其粗骨料最大粒径可适当放宽，但不应大于 20mm。

4.1.4 施工阶段，钢管桁架预应力混凝土预制底板上弦钢管承受压力，内部灌浆有利于进一步提高预制底板的抗弯刚度和承载能力。

4.2 钢筋和钢材

4.2.1 预制底板和叠合板所采用的普通钢筋和预应力筋的各项力学性能和工艺性能指标应符合国家及行业现行相关标准的规定。当钢筋桁架、钢管桁架和钢筋支架的腹杆钢筋采用冷拔光面钢筋时，对强度、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》JGJ 114 的规定。

4.2.2 叠合板的普通受力钢筋宜优先选用强度高、延性好、可焊性和机械连接性能优良的 HRB 系列普通热轧带肋钢筋，也可采用冷轧带肋钢筋。冷轧带肋钢筋强度高，可以有效减小正常使用状态下叠合板的裂缝宽度并节约钢材，冷轧带肋钢筋的断后伸长率也可以保证叠合板塑性内力重分布。预应力混凝土叠合板的预

应力筋推荐采用消除应力螺旋肋钢丝。

4.2.3 钢筋桁架上弦、下弦钢筋作为受力钢筋时，按纵向受力钢筋考虑。腹杆钢筋不参与预制底板和叠合板刚度及承载能力计算，因此也可采用冷拔光面钢筋。当采用冷拔光面钢筋作为腹杆钢筋时，其性能应满足现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

4.2.4 钢管作为钢管桁架预应力混凝土预制底板上弦，在底板脱模、运输、吊装、浇筑叠合混凝土等阶段承受压力，对保证底板抗弯刚度和承载能力具有重要作用。为保证底板受力，焊接圆钢管的焊缝强度不应低于管材强度。当选用 Q235 级钢时，钢材质量等级不应低于 B 级。

腹杆钢筋为连续弯折钢筋，其与薄壁钢管的焊接性能对钢管桁架预应力混凝土预制底板的受力性能影响较为关键。为满足预制底板生产、运输、施工阶段的受力性能，腹杆钢筋宜采用热轧光圆钢筋。当采用冷拔光面钢筋作为腹杆钢筋时，其性能应满足现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

4.2.5 可拆卸钢管支架的钢管作为预制底板上弦，在预制底板脱模、运输、吊装、浇筑叠合混凝土等阶段承受压力，对保证底板刚度和承载力具有重要作用。通过参数化有限元分析及验证性结构试验，本标准综合确定了上弦方钢管及配套的斜筋、螺栓的规格型号。实际工程中，上弦钢管的规格可根据结构跨度、上部荷载等因素适当调整。

4.2.6 钢筋桁架、钢筋支架、钢管桁架宜采用自动焊接或半自动焊接，也可采用人工焊接。自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和焊剂应与连接金属的力学性能相适应，并应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957 或《气体保护焊用钢丝》GB/T 14958 的规定。手工焊接采用的焊条应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117 的规定，选择的焊条型号应与主体金属力学性能相适应。当不同钢种的钢材相焊接时，宜采用与低强度钢材相适应的焊条或焊丝。

4.3 其他材料

4.3.1 本条规定了叠合板密拼式接缝（包括密拼式整体接缝和密拼式分离接缝）嵌缝材料的物理力学性能指标。密拼式接缝的嵌缝材料应具有良好的抗裂、防水

等性能。聚合物改性水泥砂浆由水泥、骨料和分散在水中的有机聚合物搅拌而成，由专业厂家生产，现场按比例加水搅拌后使用，属于特种预拌砂浆。本标准参考行业标准《预拌砂浆》JG/T 230-2007 及行业内常用的嵌缝砂浆性能，规定了嵌缝砂浆的物理力学技术指标。嵌缝砂浆进场后应进行物理力学性能的见证检验。

5 钢筋桁架混凝土叠合板

5.1 一般规定

5.1.1 钢筋桁架混凝土叠合板可根据预制底板的连接构造、长宽比按单向板或双向板设计。对采用后浇带式整体接缝和密拼式整体接缝的叠合板分别进行加载试验，结果表明：当接缝位置避开主要受力方向和跨中弯矩最大位置时，板底塑性铰线走势与现浇双向板基本一致，接缝对两个方向的内力分布有一定影响；与现浇板相比，带整体接缝的双向板在平行接缝方向弯矩略有增大，在垂直接缝方向弯矩略有减小，但差异均小于 10%。基于上述试验结果，叠合板内力计算时可忽略整体接缝的影响，直接按照整体现浇双向板计算内力、变形并进行配筋设计。

当钢筋桁架混凝土叠合板的长宽比不大于 2 时，如果采用密拼式分离接缝，虽然接缝位置处不能传递弯矩，但是由于有整浇的后浇混凝土层，钢筋桁架混凝土叠合板整体仍表现出一定的双向板受力特征，尤其是在弹性阶段。实际上，此时钢筋桁架混凝土叠合板的受力状态介于单向板与双向板之间，板的导荷计算和配筋设计会比较复杂，完全按照单向板或双向板设计都不太准确。因此，当钢筋桁架混凝土叠合板的长宽比不大于 2 时，推荐采用密拼式整体式接缝或后浇带式整体接缝，并按照双向板进行设计。

当钢筋桁架混凝土叠合板的长宽比大于 2 时，其受力状态接近于单向板。由于密拼式分离接缝构造简单，生产和施工都比较方便，故推荐采用密拼式分离接缝，并按照单向板进行设计。当对叠合板的整体性能要求较高时，也可采用后浇带式整体接缝和密拼式整体接缝。

5.2 短暂设计状况

5.2.1 短暂设计状况包括预制底板的脱模、运输、堆放、安装及混凝土浇筑等工况。当钢筋桁架混凝土预制底板采用 6 点起吊时，垂直桁架方向板带宽度为吊点所在中心线到板边缘的距离与相邻中心线距离一半之和，或者吊点所在中心线与两侧相邻中心线距离一半之和。

5.2.2 钢筋桁架混凝土预制底板在短暂设计状况下的内力和变形，可采用有限元

分析法并采用弹性假定计算；本标准也提供了简化计算方法，计算模型中包含钢筋桁架，直接计算钢筋桁架及混凝土板表面的应力，按照本标准第 5.2.3~5.2.6 条要求验算应力是否满足要求；或者忽略钢筋桁架，按照弹性板计算预制底板的内力和变形，按照本章的规定验算是否满足要求。

当采用图 11 (a) 中所示 4 点起吊时，平行钢筋桁架方向板带受力简图及内力计算简图见图 11 (b) ~ (d)，计算公式见式 (1) ~ (4)。

$$M_1 = \frac{1}{2} q_m a^2 \quad (1)$$

$$M_2 = \frac{1}{8} (L_1 - 2a)^2 q_m - \frac{1}{2} a^2 q_m \quad (2)$$

$$V_1 = a q_m \quad (3)$$

$$V_2 = \frac{1}{2} L_1 q_m - a q_m \quad (4)$$

式中： M_1 ——各种短暂设计状况下，平行于钢筋桁架方向底板板带吊点处弯矩标准值 (N·mm)；

M_2 ——各种短暂设计状况下，平行于钢筋桁架方向底板板带跨中弯矩标准值 (N·mm)；

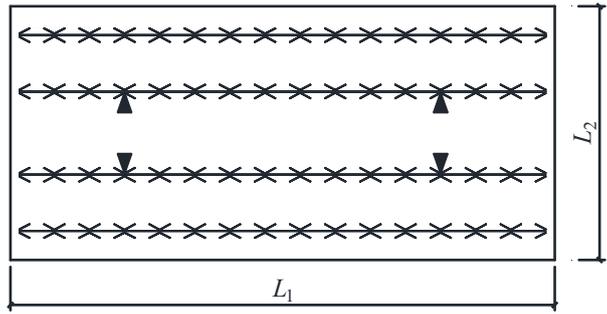
V_1 ——各种短暂设计状况下，平行于钢筋桁架方向底板板带吊点外侧剪力标准值 (N)；

V_2 ——各种短暂设计状况下，平行于钢筋桁架方向底板板带吊点内侧剪力标准值 (N)；

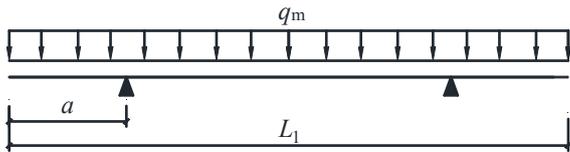
q_m ——平行于钢筋桁架方向底板板带等效均布荷载 (N/mm)；

a ——平行于钢筋桁架方向底板板带悬挑长度 (mm)；

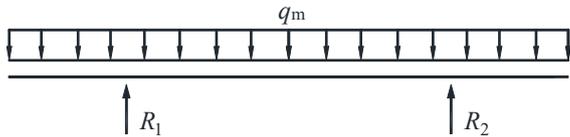
L_1 ——平行于钢筋桁架方向底板板带长度 (mm)；



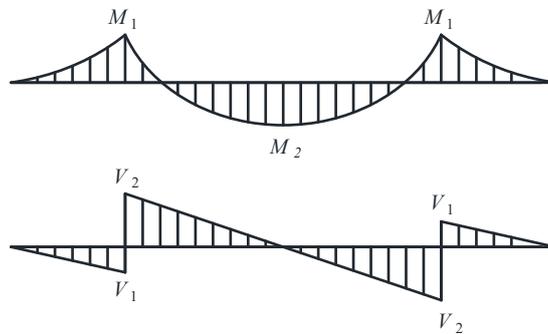
(a) 吊点位置



(b) 板带受力图



(c) 板带隔离体



(d) 板带内力图

图 11 4 点吊装时钢筋桁架混凝土预制底板板带受力及内力简图（平行桁架方向）

验算平行桁架方向截面承载力时，截面特性宜按组合截面（图 12）计算，图 12 的截面中和轴至板底的距离 y_0 、惯性矩 I_0 计算见式 5、式 6。

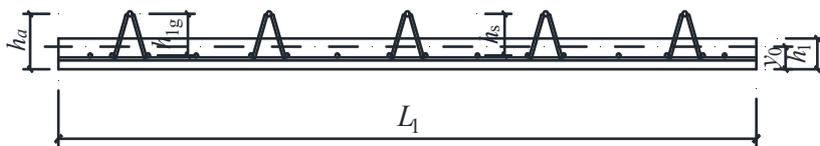


图 12 钢筋桁架混凝土预制底板板带组合截面示意（垂直桁架方向）

$$y_0 = h_a - \frac{L_2 h_1 \left(h_a - \frac{h_1}{2} \right) + (A_s h_s + A_1 h_{lg}) (\alpha_E - 1)}{L_2 h_1 + (A_s + A_1) (\alpha_E - 1) + A_2 \alpha_E} \quad (5)$$

$$I_0 = A_2 \alpha_E (h_a - y_0)^2 + [y_0 - (h_a - h_{lg})]^2 A_1 (\alpha_E - 1) + [y_0 - (h_a - h_s)]^2 A_s (\alpha_E - 1) + \left(y_0 - \frac{h_1}{2} \right)^2 L_2 h_1 + \frac{1}{12} L_2 h_1^3 \quad (6)$$

式中： A_1 ——钢筋桁架下弦钢筋截面面积之和（ mm^2 ）；

A_2 ——钢筋桁架上弦钢筋截面面积之和（ mm^2 ）；

A_s ——预制底板纵向钢筋截面面积之和（不含钢筋桁架下弦钢筋截面面积）（ mm^2 ）；

L_2 ——预制底板宽度（ mm ）；

h_1 ——预制底板厚度（ mm ）；

h_a ——预制底板板底至桁架上弦钢筋中心线垂直高度（ mm ）；

h_s ——预制底板纵筋至桁架上弦钢筋中心线垂直高度（ mm ）；

h_{lg} ——桁架上、下弦钢筋中心线垂直高度（ mm ）；

y_0 ——预制底板组合截面中性轴至板底的距离（ mm ）；

α_E ——预制底板内钢筋与混凝土的弹性模量之比。

5.2.3-5.2.6 参考现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666，规定了钢筋桁架混凝土预制底板短暂设计状况的验算控制指标，包括混凝土应力和开裂、桁架钢筋受拉屈服和受压屈曲、腹杆钢筋受压屈曲等。

5.3 持久设计状况

5.3.1 当采用整体式接缝时，应注意避开楼板的主要受力方向和跨中最大弯矩位置，并应对整体式接缝处的受弯承载力进行验算。

5.3.2 本条给出了钢筋桁架混凝土叠合板板端受剪承载力计算公式，包含了后浇

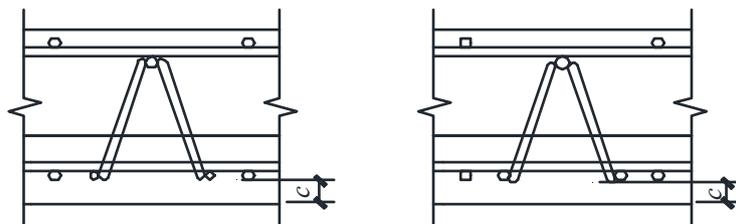
叠合层抗剪项和穿过叠合板板端竖向接缝的钢筋销栓项。

5.3.4 钢筋桁架混凝土叠合板正常使用极限状态下的验算内容包括挠度和裂缝宽度。当预制底板的粗糙面符合本标准有关规定时，钢筋桁架混凝土叠合板的抗弯刚度可按照整板计算。

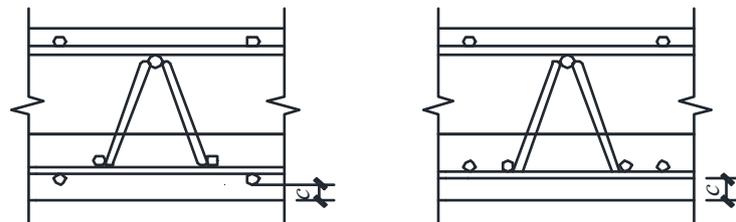
5.4 底板构造

5.4.1 当钢筋桁架混凝土预制底板厚度取 50mm 时，应采取措施，加强堆放、运输及吊运过程中的成品保护。

5.4.2 混凝土保护层厚度是指预制底板最外层钢筋外皮距板下表面的距离。在钢筋桁架与预制底板内部钢筋的不同位置关系情况下，最外层钢筋的混凝土保护层厚度 c 的取法如图 13 所示。



(a) 桁架下弦位于底板纵向钢筋下方



(b) 桁架下弦位于底板纵向钢筋上方

图 13 钢筋桁架混凝土叠合板保护层厚度示意

5.4.5 现阶段钢筋桁架已较多采用数控生产线生产，包括钢筋的调直、切割、弯折和焊接等，均可在生产线上自动完成。数控钢筋桁架生产线采用专业的控制系统，程序设计稳定可靠，保证了设备运转的安全性，且具有生产效率高、操作简单便捷、产品质量稳定可靠等优点。

5.4.8 在短暂设计状况下，钢筋桁架混凝土预制底板沿长边的受力更为不利，因此钢筋桁架一般沿预制底板的长边方向布置；特殊情况下，如钢筋桁架沿预制底板短边方向布置，应重点关注预制底板在长边方向的短暂设计状况下的变形和开

裂。综合考虑钢筋桁架混凝土预制底板的吊运、施工以及叠合板受力等因素，规定了桁架下弦钢筋埋入预制底板的深度和上弦钢筋的露出高度。

5.4.10 为保证预制底板与叠合层混凝土的整体受力性能，预制底板上表面需要设置凹凸深度不应小于 4mm 的粗糙面。当相邻预制底板采用后浇带式整体接缝时，为控制接缝处开裂，并保证接缝处的剪力传递，预制底板板侧宜设置粗糙面。

5.4.11 工程应用经验表明，吊点布置不对称、吊点数量不足及吊装方式不正确易导致预制底板开裂，对结构耐久性存在不利影响，并影响视觉观感。

5.4.12 钢筋桁架兼作吊点可避免另外设置专门吊点，减少生产工序，节约成本。中国建筑科学研究院有限公司等单位对钢筋桁架兼作吊点进行了试验，结果表明在钢筋桁架埋深不小于 35mm 且满足本条第 1 款~第 4 款规定条件下，钢筋桁架可兼作吊点使用。表 1 给出了不同起吊情况（吊索与构件水平面夹角、钢筋桁架埋深、腹杆钢筋类别）下单个吊点的承载力测试平均值。

表 1 单个钢筋桁架吊点承载力平均值（kN）

加载角度	$\varphi=90^\circ$			$\varphi=60^\circ$		
埋 深	$t_p=35\text{mm}$	$t_p=45\text{mm}$	$t_p=35\text{mm}$	$t_p=35\text{mm}$	$t_p=45\text{mm}$	$t_p=35\text{mm}$
下弦筋与板内纵筋位置关系	下弦钢筋位于纵筋下方		下弦钢筋位于纵筋上方并设置附加钢筋	下弦钢筋位于纵筋下方		下弦钢筋位于纵筋上方并设置附加钢筋
腹杆钢筋 C6	30.0	26.6	33.6	27.2	20.1	20.4
腹杆钢筋 C ^{CP6}	27.2	28.1	29.4	18.0	16.0	20.9

注：符合 Φ^{CP} 代表牌号为 CPB550 的钢筋。

试验结果表明，吊索与构件水平面夹角为 90° 时的承载力高于夹角为 60° 时的承载力，腹杆为带肋钢筋时的承载力高于腹杆为光面钢筋时的承载力。由于吊索角度难以精确控制，表 5.4.12 分别针对腹杆钢筋为带肋钢筋和冷拔光面钢筋的情况，取不同吊索角度和钢筋桁架构造时的最不利结果并取整，从而偏于安全地给出吊点的承载力标准值。将承载力标准值除以安全系数即为吊点的承载力设计值。

钢筋桁架兼作吊点的试验中，腹杆钢筋采用热轧带肋钢筋的部分试件发生了

吊点对应位置的混凝土锚固破坏,因此当混凝土强度不足时,吊点的承载力需根据经验或由试验确定。当同条件养护的混凝土立方体试块抗压强度不足 20MPa 但不小于 15MPa 时,建议钢筋桁架吊点承载力的取值不超过 10kN。

5.5 板缝构造

5.5.1 本条对后浇带式整体接缝的构造做法作了详细规定。

5.5.2 本条规定了密拼式整体接缝的构造做法,控制条件包括后浇层厚度、搭接钢筋、分布钢筋与钢筋桁架的设置等。接缝处设置垂直于接缝的搭接钢筋是保证受弯承载力和控制裂宽度的重要因素。试验结果表明,当接缝平行于钢筋桁架时,叠合板受弯时从接缝到第一道钢筋桁架之间的叠合面上易出现混凝土开裂,钢筋的锚固作用不可靠,因此规定搭接钢筋的长度从距离缝最近一道钢筋桁架的腹杆钢筋与下弦钢筋交点起算。

第 3 款的规定与现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 相同。试验结果表明,搭接钢筋紧贴叠合面、分布钢筋放置在搭接钢筋上方的做法与分布钢筋在下方的做法相比,承载力、刚度接近。

第 4 款增加了钢筋桁架间距最大限值的要求。试验结果表明,钢筋桁架平行于接缝时,这种构造做法可保证接缝处的有效传力,并可控制接缝处的裂缝开展。

需要补充说明的是,钢筋桁架混凝土叠合板也可采用其他构造形式的密拼式整体接缝,但需要进行相关的试验与理论验证,以确保其安全性与可靠性。

5.5.3 本条规定了钢筋桁架混凝土预制底板采用密拼式整体接缝连接时,接缝两侧钢筋桁架腹杆钢筋应满足的条件。试验结果表明,当钢筋桁架平行于接缝时,在承载力极限状态下接缝附近预制底板与叠合层之间的结合面易发生撕裂,导致接缝附近两侧叠合面产生剪切破坏,搭接钢筋搭接范围内钢筋桁架的腹杆钢筋可以有效提供受剪承载力,起到防止叠合面撕裂的作用。

搭接钢筋与预制底板内纵向钢筋为间接搭接,通过“混凝土斜压杆”方式传力(图 14),搭接钢筋承担水平拉力 F_a 。由于搭接钢筋的肋挤压混凝土,产生了径向的作用力 F_t 作用于叠合面上,两者之间关系为:

$$F_t = F_a \tan \varphi \quad (7)$$

因此,密拼式整体接缝处叠合面不发生撕裂的条件为腹杆钢筋不首先发生屈

服，即：

$$F_t = F_a \tan \varphi \leq n f_y A_{sv} \sin \alpha \sin \beta \quad (8)$$

式中： φ ——混凝土斜压杆倾角，约为 45° ；

F_t ——叠合面径向作用力。

化简后即得式 (5.5.3)。在保证接缝处不产生叠合面受剪破坏以及纵向钢筋能够有效间接搭接后，方可保证接缝处能产生受弯破坏。

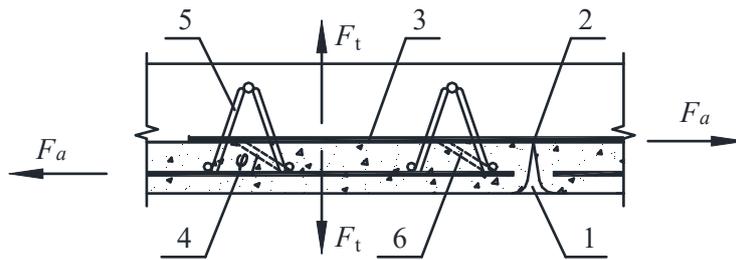


图 14 “混凝土斜压杆”传力示意

1—密拼接缝；2—叠合面撕裂裂缝；3—接缝处搭接钢筋；

4—板内纵向钢筋；5—腹杆钢筋；6—混凝土斜压杆

5.5.4 试验结果表明，密拼式整体接缝在开裂后，且裂缝宽度大于整体浇筑楼板的接缝宽度，因此应严格控制密拼接缝处开裂时的裂缝宽度。本条通过限制接缝处搭接钢筋的应力水平来控制接缝处的开裂宽度。

5.5.5 密拼式分离接缝构造简单，适用于整体受力接近于单向板的钢筋桁架混凝土叠合板。

5.5.6 当钢筋桁架混凝土叠合板采用密拼式接缝连接时，如底面无吊顶且采用腻子及乳胶漆装修，接缝需要做嵌缝处理，可采用图 5.5.6 (a) 所示的构造，预制底板底面设置倒角、侧面设置斜面形成连续坡，采用柔性抗裂砂浆（聚合物改性砂浆）分层嵌填。因砂浆具有一定的变形能力，可有效防止接缝下表面开裂，且嵌填砂浆可保证接缝处搭接钢筋的耐久性。也可采用图 5.5.6 (b) 所示的构造，板底设置槽口并粘贴网格布；为使接缝处搭接钢筋具有足够的保护层厚度，预制底板顶面边缘处需设置倒角或者直接做成正“V”字形接口。采用图 5.5.6 (c) 所示的构造时，如板底有吊顶或者无需装修处理时，接缝可外露不嵌填。

5.6 板端构造

5.6.2 按照受力钢筋间距 200mm、钢筋桁架间距 600mm 计算，搭接率约为 33%。根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010，受拉钢筋搭接长度修正系数取为 1.4，即 l_l 为 $1.4l_a$ 。

5.6.4 试验研究表明，板端纵向钢筋不伸入支座并设置搭接钢筋时，在负弯矩作用下，叠合板板端下部受压，搭接钢筋为受拉状态并能达到屈服，可提高钢筋桁架混凝土叠合板的受弯承载力；在正弯矩作用下，钢筋桁架混凝土预制底板内部纵向钢筋受拉，支座接缝处混凝土开裂后承载力下降，此后搭接钢筋开始受拉，截面有效高度变化为搭接钢筋形心至叠合板上表面距离（图 5.6.4 中 h_{20} ）。在地震作用下，当结构层间侧移角很大时（如 1/50），设置了搭接钢筋的支座节点即使发生屈服，仍具有足够的变形能力和一定的承载力，可承担竖向荷载而不发生倒塌破坏。

6 可拆卸钢管支架混凝土叠合板

6.1 一般规定

6.1.1 当可拆卸钢管支架混凝土叠合板的长宽比不大于 2 时,推荐采用后浇带式整体接缝,并按照双向板进行设计。当采用整体式接缝时,应注意避开楼板的主要受力方向和跨中最大弯矩位置,并应对整体式接缝处的受弯承载力进行验算。

当可拆卸钢管支架混凝土叠合板的长宽比大于 2 时,其受力状态接近于单向板,由于密拼式分离接缝构造简单,生产和施工都比较方便,故推荐采用密拼式分离接缝,并按照单向板进行设计。当对叠合板的整体性能要求较高时,也可采用后浇带式整体接缝。

6.2 短暂设计状况

6.2.2 可拆卸钢管支架混凝土预制底板在短暂设计状况下的内力和变形,可采用有限元分析法并采用弹性假定计算分析,也可采用本标准提供的简化计算方法。验算平行钢管支架方向截面承载力时,截面特性宜按组合截面计算;验算垂直钢管支架方向截面承载力时,截面特性应按混凝土板截面计算。

6.2.3-6.2.6 参考现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666,规定了可拆卸钢管支架混凝土预制底板短暂设计状况的验算控制指标,包括混凝土应力、上弦钢管受拉屈服和受压屈曲、端部斜筋的受压屈曲等。

6.3 持久设计状况

6.3.1 在正常使用阶段,上部荷载由预制底板与叠合层形成的整体叠合板承担,此时应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 验算叠合板的正截面受弯承载力。整体接缝处的正截面受弯承载力不应低于最不利组合作用下接缝处的设计弯矩。

6.3.4 可拆卸钢管支架混凝土叠合板正常使用极限状态下的验算内容包括挠度和裂缝宽度。当预制底板的粗糙面符合本标准有关规定时,可拆卸钢管支架混凝土叠合板的抗弯刚度可按照整板计算。

6.4 底板构造

6.4.1 试验结果表明,可拆卸钢管支架混凝土预制底板的抗弯刚度和抗裂性能明显优于钢筋桁架混凝土预制底板,综合考虑混凝土的浇筑质量、施工阶段的承载力、刚度和抗裂性能等因素,确定可拆卸钢管支架混凝土叠合板的底板厚度和叠合层厚度。

6.4.8 采用钢管支架兼作吊点可减少生产工序、降低成本、提高生产效率。钢管支架兼做吊点时宜通过试验确定单个吊点的承载力标准值。将承载力标准值除以安全系数即为吊点的承载力设计值,其中施工安全系数 K_c 不应小于 4.0。

6.4.9 当同条件混凝土强度较低时,预制底板起吊易导致板底开裂或吊点位置处混凝土的锚固破坏。

6.5 板缝构造

6.5.3 当采用密拼接缝做法时,紧临预制底板顶面的附加钢筋在接缝处的保护层厚度几乎为 0。为保证接缝处搭接钢筋的耐久性,在板侧上边设置倒角形成凹槽,凹槽深度为附加钢筋的保护层厚度。现场施工完毕后采用柔性抗裂砂浆(聚合物改性砂浆)分层嵌填,防止接缝下表面开裂。

7 钢管桁架预应力混凝土叠合板

7.1 一般规定

7.1.1 钢管桁架预应力混凝土预制底板厚度较薄，且仅在一个方向配置预应力钢丝。为提高现场施工效率、降低建造成本，钢管桁架预应力混凝土预制底板之间一般采用密拼方式。预制底板现场拼装就位后，在紧贴预制底板上表面的叠合层内再配置另一方向的板底受力钢筋或构造钢筋。

当钢管桁架预应力混凝土叠合板按双向板设计时，接缝作为密拼式整体接缝，此时预制底板板面垂直于预应力筋方向的钢筋面积应按计算确定；当按单向板设计时，接缝作为密拼式分离接缝，此时预制底板板面垂直于预应力筋方向的钢筋仅需按照构造要求配置。当因排板布置需要设置后浇带时，后浇带的设置及配筋要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

7.1.2 试验研究表明，对于满足双向板支座构造、长宽比的条件下，钢管桁架预应力混凝土预制底板之间采用密拼式接缝可实现内力的连续传递，形成双向受力，可按双向板设计。叠合板按双向板设计时，接缝宜设置于次要受力方向且宜避开最大弯矩截面。

7.1.3 钢管桁架预应力混凝土预制底板采用先张法长线台工艺生产。底板端部预应力钢丝锚具采用锥塞式锚具时，张拉端锚具变形和预应力筋内缩值可取 5mm。钢管桁架预应力混凝土预制底板进行运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算时，混凝土收缩、徐变引起受拉区纵向预应力筋的预应力损失值 σ_{l5} 可考虑时间的影响。

7.2 短暂设计状况

7.2.1-7.2.6 参考现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666，规定了钢管桁架混凝土预制底板的短暂设计状况的验算控制指标，包括混凝土应力，上弦钢管受拉屈服和受压屈曲、腹杆钢筋受压屈曲等。当预制底板使用吊环时，还应对吊环进行验算并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

计算各个工况时，钢管桁架预应力混凝土预制底板的截面特性宜按组合截面（图 15）计算。计算跨内截面应力时截面中和轴位置、惯性矩计算见式 9、式 10；计算跨内支座处（吊点、支撑处）截面应力时，灌浆钢管受拉，宜偏安全的近似按不考虑钢管中灌浆材料的贡献来考虑，截面中和轴位置、惯性矩计算见式 11、式 12。

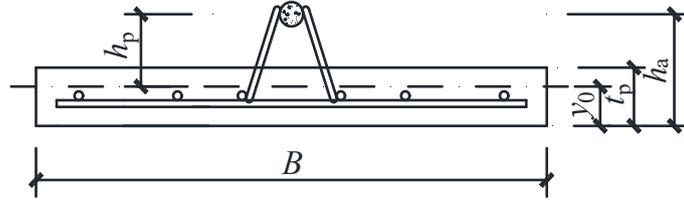


图 15 钢管桁架预应力混凝土预制底板组合截面示意

$$y_0 = h_a - \frac{Bt_p \left(h_a - \frac{t_p}{2} \right) + A_p (\alpha_{Ep} - 1) h_p}{Bt_p + A_p (\alpha_{Ep} - 1) + \frac{1}{4} \alpha_{Esc} \pi D_{gc}^2} \quad (9)$$

$$I_0 = \frac{1}{12} Bt_p^3 + Bt_p \left(y_0 - \frac{t_p}{2} \right)^2 + A_p (\alpha_{Ep} - 1) \left[y_0 - (h_a - h_p) \right]^2 + \alpha_{Esc} \frac{\pi D_{gc}^4}{64} + \alpha_{Esc} \frac{\pi D_{gc}^2}{64} (h_a - y_0)^2 \quad (10)$$

$$y_0 = h_a - \frac{Bt_p \left(h_a - \frac{t_p}{2} \right) + A_p (\alpha_{Ep} - 1) h_p}{Bt_p + A_p (\alpha_{Ep} - 1) + \frac{1}{4} \alpha_E \pi \left[D_{gc}^2 - (D_{gc} - 2t_{gc})^2 \right]} \quad (11)$$

$$I_0 = \frac{1}{12} Bt_p^3 + Bt_p \left(y_0 - \frac{t_p}{2} \right)^2 + A_p (\alpha_{Ep} - 1) \left[y_0 - (h_a - h_p) \right]^2 + \alpha_E \frac{\pi \left[D_{gc}^4 - (D_{gc} - t_{gc})^4 \right]}{64} + \alpha_E \frac{\pi \left[D_{gc}^2 - (D_{gc} - 2t_{gc})^2 \right]}{4} (h_a - y_0)^2 \quad (12)$$

式中： α_{Ep} ——钢管桁架预应力混凝土预制板内预应力筋与预制底板混凝土的弹性模量之比；

α_{Esc} ——灌浆钢管复合弹性模量与预制底板混凝土的弹性模量之比，

其中灌浆钢管复合弹性模量按现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50396 计算；

α_E ——钢管弹性模量与预制底板混凝土的弹性模量之比；

B ——预制底板的计算宽度（mm）；

D_{gc} ——灌浆钢管外径（mm）；

t_{gc} ——钢管壁厚（mm）；

t_p ——预制底板厚度（mm）；

h_a ——钢管形心至预制底板下边缘距离（mm）；

h_p ——钢管形心至预应力筋形心距离（mm）；

y_0 ——等效组合截面形心至预制底板下边缘距离（mm）。

灌浆钢管按一种复合材料来考虑，其弹性模量、抗压强度、轴心受压稳定系数等均可参考现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50396 确定。灌浆钢管复合弹性模量 E_{sc} 的计算公式见式 13，抗压强度设计值 f_{sc} 的计算公式见式 14~式 17，轴心受压稳定系数 φ 的计算公式见式 18~式 19。

钢管抗拉分项系数近似取 1.1。

$$E_{sc} = \frac{E_s A_g + E_{c1} A_{c1}}{A_{gc}} \quad (13)$$

$$f_{sc} = (1.212 + B_{sc} \theta + C_{sc} \theta^2) f_{c1} \quad (14)$$

$$\theta = \frac{f_s A_g}{f_{c1} A_{c1}} \quad (15)$$

$$B_{sc} = 0.176 f_s / 213 + 0.974 \quad (16)$$

$$C_{sc} = -0.104 f_{c1} / 14.4 + 0.031 \quad (17)$$

$$\varphi = \frac{1}{2\bar{\lambda}_{sc}^2} \left[\bar{\lambda}_{sc}^2 + (1 + 0.25\bar{\lambda}_{sc}) - \sqrt{(\bar{\lambda}_{sc}^2 + (1 + 0.25\bar{\lambda}_{sc}))^2 - 4\bar{\lambda}_{sc}^2} \right] \quad (18)$$

$$\bar{\lambda}_{sc} \approx 0.01\bar{\lambda}_{sc} (0.001f_y + 0.781) \quad (19)$$

式中： f_{sc} ——灌浆钢管抗压强度设计值（N/mm²）；

- f_{ci} ——灌浆材料轴心抗压强度设计值 (N/mm²) ;
- f_s ——钢管强度设计值 (N/mm²) ;
- A_g ——钢管截面面积 (mm²) ;
- A_{ci} ——灌浆材料截面面积 (mm²) ;
- θ ——灌浆钢管的套箍系数;
- B_{sc} 、 C_{sc} ——截面形状对套箍效应的影响系数;
- E_{sc} ——灌浆钢管复合弹性模量 (N/mm²) ;
- E_s ——钢管弹性模量 (N/mm²) ;
- E_{ci} ——灌浆材料弹性模量 (N/mm²) ;
- λ_{sc} ——灌浆钢管的长细比, 等于构件的计算长度除以回转半径;
- $\bar{\lambda}_{sc}$ ——灌浆钢管正则长细比。

7.3 持久设计状况

7.3.2 试验研究及理论分析表明, 均布荷载作用下, 采用密拼式整体接缝的钢管桁架预应力混凝土双向叠合板屈服后, 其板底塑性铰线的走势与现浇板略有差异, 两个方向内力有一定影响, 但差异不大, 因此在内力计算时, 可忽略整体式接缝的影响。

双向叠合板中垂直于预应力筋方向的叠合层板底受力钢筋放置于预制底板顶面, 该方向上的截面有效高度 h_{02} 为叠合层板底钢筋形心至叠合板上表面距离, 明显小于预应力筋方向截面有效高度 h_{01} , 因此, 在计算正截面承载力时两个方向应分别取相应的截面有效高度 (图 16)。

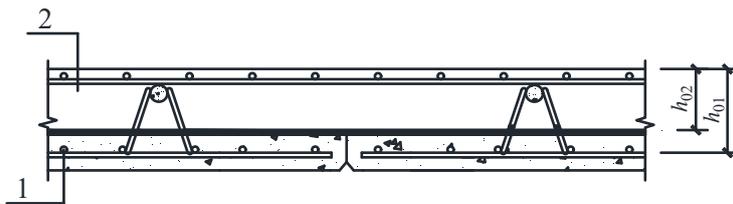


图 16 钢管桁架预应力混凝土叠合板截面有效高度

1—预应力筋；2—横向钢筋

7.3.3 试验研究表明：灌浆钢管桁架形成抗剪销栓，并且预制底板上表面采用粗糙面，能够满足叠合面抗剪要求，保证叠合层与预制底板形成整体共同承载、协调受力。故在均布荷载作用下，可不对叠合面进行受剪强度验算。

7.3.5 试验研究及理论分析表明：双向叠合板在两个正交方向存在一定的刚度差异，在计算时应合理考虑。考虑两个方向的刚度时，可在预应力方向按不出现裂缝的刚度、非预应力方向按出现裂缝的刚度进行计算。

7.3.6 钢管桁架预应力混凝土预制底板沿平行灌浆钢管桁架方向施加了预应力，故对叠合板沿平行灌浆钢管桁架方向的板底裂缝控制等级为二级，即一般要求不出现裂缝。

7.3.7 钢管桁架预应力混凝土叠合板沿平行灌浆钢管桁架方向的板顶、垂直灌浆钢管桁架方向的板底及板顶未施加预应力，故缝控制等级为三级。

7.4 底板构造

7.4.1 钢管桁架预应力混凝土预制底板的最小厚度是考虑混凝土的浇筑质量、施工阶段的承载力、刚度、抗裂性能及叠合后楼板的耐火性能及耐久性能等因素综合确定的。叠合层的最小厚度是综合考虑了楼板的整体性、双向受力性能及管线预埋等因素。

7.4.2 耐火保护层厚度系参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定确定的。当叠合板的端支座为固定端支座时，表中的约束条件可按连续考虑。当板底存在抹灰层，计算耐火保护层时，可将抹灰层包括在内。

7.4.3 钢管桁架预应力混凝土预制底板上表面设置粗糙面，以保证结合面受剪承载力满足要求，从而叠合层与预制底板形成整体共同承担荷载。

7.4.5 试验研究和工程实践表明，因施工阶段传递剪力较大，腹杆钢筋与灌浆钢管之间采用单点焊接时容易脱焊，采用两点焊接时，能够满足内力传递要求。腹杆钢筋弯弧技术要求系参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中受拉钢筋弯钩锚固的措施要求确定。

7.4.6 钢管桁架预应力混凝土预制底板为单向板，灌浆钢管桁架和预应力能够显著提高预制底板的刚度和承载力。在施工阶段，预制底板沿长边方向受力更为不

利，故应将钢管桁架和预应力沿长边方向布置。灌浆钢管桁架至预制底板板边的距离不宜过大，过大时在运输、吊装等阶段对预制底板受力不利，易造成预制底板破损。

对灌浆钢管桁架腹筋埋入预制底板深度和上弦钢管的露出高度的规定，主要是考虑了灌浆钢管桁架预制底板的施工阶段以及叠合后使用阶段板的受力性能因素。

7.4.7 预应力筋的最小水平净距应根据浇筑混凝土、预应力筋锚固及预应力传递性能等要求确定。

7.4.8 先张法预应力传递长度范围内局部挤压造成的环向拉应力容易导致构件端部混凝土出现劈裂裂缝，因此端部应采取构造措施，以保证自锚端的局部承载力。

7.4.11 叠合板严禁在灌浆钢管桁架位置开洞，且开洞宜避免截断预制底板的预应力筋。当开洞尺寸较大或截断预制底板的预应力筋时，宜优先考虑采用现浇板带，也可在预制底板设计生产阶段采取适当补强措施。对平面尺寸不大且洞口较多的厨房、卫生间等功能房间可采用现浇板。

7.5 板缝构造

7.5.1 因钢管桁架预应力混凝土预制底板铺装时存在偏差，预制底板之间一般存在缝隙，施工时应控制预制底板之间缝隙不大于 10mm。

7.6 板端构造

7.6.2 试验研究表明，对于中间支座处或固定端支座处不留置胡子筋的连续叠合板，破坏时支座处易产生底板与叠合层之间的开裂，故钢管桁架预应力混凝土预制底板预应力筋宜在板端预留胡子筋。

当支承梁或剪力墙为现浇时，两端均预留胡子筋会影响铺板施工，可在一端不预留胡子筋，在不预留胡子筋一端预制底板上方设置端部连接钢筋替代胡子筋。当后浇混凝土叠合层厚度不小于预制底板厚度的 1.5 倍与 75mm 的较大值，并且在板端支座处采取可靠锚固连接措施时，也可在预制底板两端部均不设置胡子筋，在预制底板上方设置端部连接钢筋替代胡子筋。

8 钢筋支架（桁架）预应力混凝土叠合板

8.1 一般规定

8.1.1 与钢管桁架预应力混凝土叠合板相似，钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板仅在一个方向配置预应力钢丝，在紧贴预制底板上表面的叠合层内配置另一方向的板底受力钢筋，为提高现场施工效率、降低建造成本，钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板之间一般采用密拼方式。当因排板布置需要设置后浇带时，后浇带的设置及配筋要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

8.1.2 对于满足双向板支座构造、长宽比的条件下，钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板之间采用密拼式接缝可实现内力的连续传递，形成双向受力，可按双向板设计。叠合板按双向板设计时，接缝宜设置于次要受力方向且宜避开最大弯矩截面。

8.2 短暂设计状况

8.2.3 钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板上弦钢筋的拉、压应力验算可按照本标准第 7.2.3 条、第 7.2.4 条的规定进行，其中截面特征、弹性模量、强度值均用钢筋代替，轴压稳定系数的计算长度仍取上弦钢筋焊接节点之间的距离。

8.3 持久设计状况

8.3.3 试验研究表明，底板设置钢筋支架（桁架）且底板表面采用粗糙面时，能够满足叠合面抗剪要求，保证叠合层与预制底板形成整体共同承载、协调受力，故均布荷载作用下，可不对叠合面进行受剪强度验算。

9 预制带肋预应力混凝土叠合板

9.1 一般规定

9.1.2 与钢管桁架预应力混凝土预制底板相似，预制预应力带肋底板较薄，仅在一个方向配置预应力钢丝。预制底板安装就位后，在紧贴预制底板上表面的叠合层内配置另一方向的板底受力钢筋，故预制预应力带肋底板之间一般采用密拼方式。当因排板布置需要设置后浇带时，后浇带的设置及配筋要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

当预制带肋预应力混凝土叠合板按照双向板设计时，接缝作为密拼式整体接缝，此时预制底板板面垂直于预应力筋方向的钢筋面积应按计算确定；当按单向板设计时，接缝作为密拼式分离接缝，此时预制底板板面垂直于预应力筋方向的钢筋仅需按照构造要求配置。

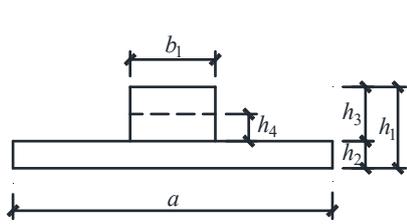
9.3 持久设计状况

9.3.2 试验研究表明，钢肋或混凝土肋形成抗剪销栓，并且预制底板上表面采用粗糙面，能够满足叠合面抗剪要求，保证叠合层与预制底板形成整体共同承载、协调受力，故均布荷载作用下，可不对叠合面进行受剪强度验算。

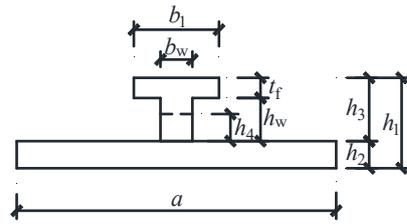
9.4 底板构造

9.4.1 为保证预制底板钢筋耐火保护层厚度要求，参考现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定，并结合工程实践调整了预制带肋底板的最小厚度。当叠合板跨度小于或等于6.6m时，预制带肋底板的实心平板（不含板肋）最小厚度由原有的30mm提高到35mm；当叠合板跨度大于6.6m时，预制带肋底板的实心平板（不含板肋）最小厚度由原有的35mm提高到40mm。

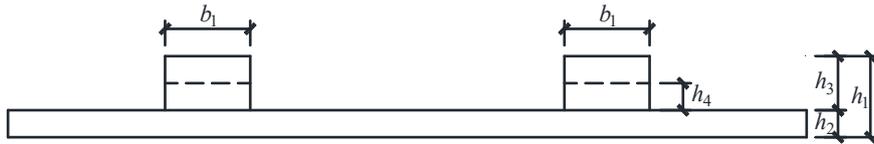
9.4.4 预制预应力带肋底板的截面形式可根据结构实际情况分别按图 17 选取。



(a) 矩形混凝土单肋



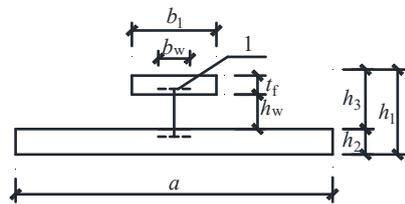
(b) T形混凝土单肋



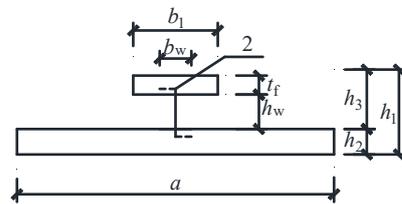
(c) 矩形混凝土双肋



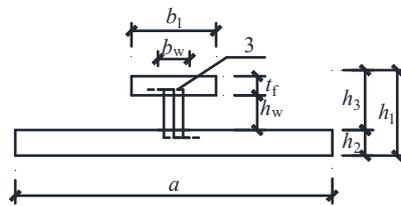
(d) T形混凝土双肋



(e) I形钢腹板—混凝土组合单肋



(f) Z形钢腹板—混凝土组合单肋



(g) 波纹钢腹板—混凝土组合单肋



(h) I形钢腹板—混凝土组合双肋



(i) Z形钢腹板—混凝土组合双肋



(j) 波纹钢腹板—混凝土组合双肋

图 17 预制带肋底板截面示意

1-I形钢腹板；2-Z形直钢腹板；3-波纹钢腹板

9.4.5 计算预制带混凝土肋底板的承载力和刚度时，必须考虑板肋的作用，因此板肋及预留孔洞的宽度和高度应满足施工阶段的承载力、刚度要求。

9.4.6 板肋顶面以上的混凝土厚度应满足叠合层上部钢筋的混凝土保护层厚度要求。

9.4.7 本条要求与钢管桁架预应力混凝土预制底板要求一致。

9.4.8 先张法预应力传递长度范围内局部挤压造成的环向拉应力容易导致构件端部混凝土出现劈裂裂缝，因此端部应采取构造措施，以保证自锚端的局部承载力。

9.4.9 施工阶段，当预制带肋预应力混凝土底板跨中设置支撑时，支承位置的板肋顶部承受负弯矩，为避免在负弯矩作用下板肋开裂，应在板肋截面顶部设置纵向构造钢筋。另外，该纵向构造钢筋还能有效地避免生产阶段预应力反拱导致的板肋开裂。当跨度较大或施工荷载较大时，应根据实际情况增加板肋截面顶部纵向构造钢筋的数量。

9.4.11 叠合板严禁在板肋位置开洞，且开洞应避免截断实心平板的预应力筋。当开洞尺寸较大或截断多根实心平板的预应力筋时，宜优先考虑采用现浇板带，其次再考虑根据等强原则采取加强措施。

9.5 板缝构造

9.5.3 当叠合板按单向板设计时，在紧邻预制底板顶面可不满板布置横向穿孔钢筋，只需在拼缝处设置附加钢筋，附加钢筋构造应满足相应规定。

9.5.4 试验研究表明，与整体现浇板相比，即使叠合板采用整体式拼缝，但由于预制板接缝处应力集中，裂缝宽度较大，因而构件的挠度比整体现浇板略大，拼缝处受弯承载力略有降低。因此，拼缝应避开双向板的主要受力方向和弯矩最大位置。双向板侧向接缝宜采用整体密拼等形式，在预制底板顶面布置横向穿孔钢筋，横向钢筋应按计算配置，并满足受拉钢筋锚固及搭接长度要求。

10 底板生产与运输

10.1 一般规定

10.1.1 预制底板生产企业的生产设备至少包括混凝土生产设备、运输设备、成型设备、养护设备、吊装设备等，生产场所应具有充足的构件堆放场地。预应力混凝土预制底板生产企业还应具备预应力张拉台座、张拉机具等。生产设备、设施和生产工艺必须满足构件制作的质量技术要求；对于需要准确计量的设备、工具必须按有关规定定期进行计量校准和认证。

10.1.2 完善的质量管理体系和制度是质量管理的前提条件和企业质量管理水平的体现。质量管理体系中应建立并保持与质量管理有关的文件形成和控制工作程序，该程序应包括文件的编制、审核、批准、发放、变更和保存等。

生产单位宜采用现代化的信息管理系统，并建立统一的编码规则和标识系统。信息化管理系统应与生产单位的生产工艺流程相匹配，贯穿整个生产过程，并应与构建 BIM 信息模型有接口，有利于在生产过程中控制构件生产质量，精确算量，并形成生产全过程记录文件及影像。预制底板表面宜预埋带无线射频芯片的标识卡（RFID 卡）或粘贴二维码，有利于实现建筑工程质量的全过程控制和追溯。芯片或二维码中应存入生产过程及质量控制的全部相关信息，

10.1.3 安全生产规章制度是指生产经营规章单位依据国家有关法律法规、行业标准，结合生产经营的安全生产实际，以生产经营单位名义颁发的规范性文件。是防范生产、经营过程安全风险，保障从业人员安全健康、财产安全的重要手段。建立健全安全规章制度是生产经营单位的法定责任。安全生产规章制度一般分为四类，即综合安全管理制度、人员安全管理制度、设备设施安全管理制度及环境安全管理制度等。

10.1.4 技术交底包括制定生产工艺方案、生产计划、操作程序、质量控制措施、成品保护、运输与堆放要求等内容。预制底板的设计需综合考虑生产、运输、安装的要求，采用标准化的尺寸和构造形式，减少预制底板种类和模具类型，使制作简单、运输安装方便。当设计文件深度不足以指导生产时，需要生产单位或专业公司另行制作加工详图。加工详图包括构件布置、模具图、配筋图、预留孔洞

及预埋件布置图等。如果加工详图与设计文件意图不同时,应经原设计单位认可。

10.1.5 生产方案的具体内容包括生产计划、生产工艺、模具方案及计划、质量与安全控制措施、成品保护、运输与堆放等内容,必要时应对预制底板脱模、吊运、码放、翻转及运输等工况进行验算。冬季施工时,可参照现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定编制生产方案。

10.1.6 预制底板生产质量控制中需要进行的有关钢筋、混凝土和构件成品等日常试验和检测工作,生产单位应配备开展日常试验检测工作的试验室。试验室应满足产品生产用原材料必试项目的试验检测要求,其他试验检测项目可委托有资质的检测机构进行。

10.1.7 首件验收应重点检查模具、钢筋、预埋件、混凝土浇筑成型等过程中存在的问题,确认该批预制构件生产工艺是否合理,质量是否能够得到保障,共同验收合格后方可批量生产。

10.1.8 检验时对新制或改制后的模具应按件检验,对重复使用的定性模具、钢筋半成品和成品应分批随机抽样检验,对混凝土性能应按批检验。模具、钢筋、混凝土、预制构件制作、预应力施工等质量均应在生产班组自检、互检和交接检的基础上,由专职检验员进行检验。

10.1.9 预制底板检查合格后,应在明显位置设置表面标识。表面标识的内容宜包括构件编号、生产日期、合格状态、生产单位等信息。

10.1.10 预制底板生产、运输、堆放及质量检查与验收的国家现行有关标准有《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366、《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 等。

10.2 原材料及配件

10.2.1 生产单位应要求原材料供货方提供满足要求的技术证明文件,证明文件包括出厂合格证和检验报告等,有特殊性能要求的原材料应由双方在采购合同中给予明确说明。

原材料的优劣对预制底板的质量起着决定性作用,生产单位应认真做好原材

料的进货验收工作。首批或连续跨年进货时应核查供货方提供的型式检验报告，生产单位还应对其质量证明文件的真实性负责。质量证明文件的复印件存档时，还需加盖原件存放单位的公章，并由存放单位经办人签字。预制底板生产单位同期生产的预制底板用于不同工程时，加盖公章（或检验章）的复印件具有法律效力。

为适当减少有关产品的检验工作量，对符合限定条件的产品进场检验作了适当调整。对来源稳定且连续检验合格，或经产品认证符合要求的产品，进厂时可按本标准的有关规定放宽检验。“经产品认证符合要求的产品”系指经产品认证机构认证，认证结论为符合认证要求的产品。产品认证机构应经国家认证认可监督管理部门批准。放宽检验系指扩大检验批量，不是放宽检验指标。

10.2.2 钢筋对混凝土结构的承载能力至关重要，对其质量应从严要求。与热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋、余热处理钢筋性能及检验相关的国家现行标准有：《钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1、《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2和《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014等。与冷加工钢筋性能及检验相关的国家现行标准有：《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788、《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95和《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19等。

钢筋进厂时，应检查质量证明文件，并按有关标准的规定进行抽样检验。由于生产量、运输条件和各种钢筋的用量等的差异，很难对钢筋进厂的批量大小做出统一规定。实际验收时，若有关标准中对进厂检验作了具体规定，应遵照执行；若有关标准中只有对产品出厂检验的规定，则在进厂检验时，批量应按下列情况确定：

1 对同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，当一次进厂的数量大于该产品的出厂检验批量时，应划分为若干个出厂检验批，并按出厂检验的抽样方案执行。

2 对同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，当一次进厂的数量小于或等于该产品的出厂检验批量时，应作为一个检验批，并按出厂检验的抽样方案执行。

3 对不同时间进厂的同批钢筋，当确有可靠依据时，可按一次进厂的钢筋处理。

质量证明文件包括产品合格证、出厂检验报告，有时产品合格证、出厂检验报告可以合并；当用户有特别要求时，还应列出某些专门检验数据。进厂抽样检验的结果是钢筋材料能否在预制构件中应用的判断依据。对于每批钢筋的检验数量，应按相关产品标准执行。国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1-2008 和《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2007 中规定热轧钢筋每批抽取5个试件，先进行重量偏差检验，再取其中2个试件进行拉伸试验检验屈服强度、抗拉强度、伸长率，另取其中2个试件进行弯曲性能检验。对于钢筋伸长率，牌号带"E"的钢筋必须检验最大力下总伸长率。

10.2.3 预应力筋外表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等，展开后应平顺、不应有弯折。预制底板常用的预应力筋为消除应力钢丝，其质量标准及检验批容量按照现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 执行。

预应力筋应根据进厂批次和产品的抽样检验方案确定检验批进行抽样检验。由于各厂家提供的预应力筋产品合格证内容与格式不尽相同，为统一及明确有关内容，要求厂家除了提供产品合格证外，还应提供反映预应力筋主要性能的出厂检验报告，两者也可合并提供。

10.2.5 与预应力筋用锚具相关的国家现行标准有：《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85。前者系产品标准，主要是生产厂家生产、质量检验的依据，后者是锚夹具产品工程应用的依据，包括设计选用、进场检验、工程施工等内容。

10.3 模 具

10.3.1 模具设计应符合预制底板类型并考虑多次重复利用，节省材料和成本。边模和侧模的配置数量应满足生产进度要求，侧模和边模固定可采用螺栓固定、磁盒固定、磁性边模等方法。

10.3.2 对于不出筋的预制底板，鼓励采用磁性边模。磁性边模需与模台振动方式相适应，如果采用高频振动，容易造成边模偏位，影响构件尺寸的准确性，需要采取辅助加固措施。对于预应力混凝土预制底板，两条侧模应平行，端模为穿插预应力钢丝开的孔槽必须满足预应力钢丝保护层和间距的设计要求。

10.3.3 对新模具和改制后的模具，需加强尺寸检查，合格后方可投入生产。

10.4 钢筋及桁架、支架

10.4.1 钢筋采用专用自动化机械设备调直、切割、弯折和焊接，可有效保证钢筋加工质量和效率。

10.4.2 钢筋安装牢固并保证位置准确，是钢筋安装的基本要求。本条中钢筋包括纵向普通钢筋、预应力筋、钢筋桁架、钢管桁架、钢筋支架、钢筋焊接网等。

10.4.3 应采用各种定位件保证钢筋的混凝土保护层厚度满足设计要求。定位件的数量、间距和固定方式应能保证钢筋的位置偏差符合国家现行有关标准的规定。

10.5 先张法预应力

10.5.1 预应力混凝土预制底板包括钢管桁架预应力混凝土预制底板、钢筋支架（桁架）预应力混凝土预制底板、预制带肋预应力混凝土底板。预应力专项生产方案宜包括生产顺序、工艺流程、生产质量要求、资源配置和质量保证措施、生产安全要求和保证措施等。

10.5.2 预应力混凝土预制底板采用先张法制作，张拉台座受力较大，为保证安全施工，台座应由设计单位进行专门设计计算。

10.5.3 由于预应力筋过度受热会降低力学性能，因此不得采用电弧或气焊切断。

10.5.8 张拉预应力筋的目的是得到设计希望的预应力，而伸长值校核是为了判断张拉质量是否达到设计规定的要求。如果各项参数都与设计相符，一般情况下张拉力值的偏差在 $\pm 5\%$ 范围内是合理的，考虑到实际工程的测量精度及预应力筋材料参数的偏差等因素，适当放松了对伸长值偏差的限值，将其最大偏差放宽到 $\pm 6\%$ 。

10.5.9 预应力筋的张拉顺序应使混凝土不产生超应力、构件不扭转与侧弯，因此，对称张拉是一个重要原则，对张拉比较敏感的结构构件，若不能对称张拉，也应尽量做到逐步渐进的施加预应力。

预应力工程的重要目的是通过配置的预应力筋建立设计希望的准确的预应力值。然而，张拉阶段出现预应力筋的断裂，可能意味着其材料、加工制作、安

装及张拉等一系列环节中出现了问题。同时，由于预应力筋断裂或滑脱对结构构件的受力性能影响极大，因此，规定应严格限制其断裂或滑脱的数量。先张法预应力构件中的预应力筋不允许出现断裂或滑脱，若在浇筑混凝土前出现断裂或滑脱，相应的预应力筋应予以更换。本条控制的不仅是张拉质量，同时也是对材料、生产、安装等工序的质量要求。

10.5.10 先张法构件的预应力是靠粘结力传递的，过低的混凝土强度相应的粘结强度也较低，造成预应力传递长度增加，因此本条规定了放张时的混凝土最低强度值。

10.6 混凝土

10.6.4 混凝土浇筑过程中，需要进行充分有效振捣，避免出现漏振造成蜂窝麻面现象。当采用振捣棒振捣时，不宜触碰模具、钢筋、预埋件、预埋线盒等，以免发生位置、尺寸偏差。对洒落的混凝土应及时清理。

10.6.5 加热养护可加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模板的周转，提高生产效率。当采用加热养护时，需要通过试验确定合适的养护温度曲线，对静停、升温、恒温、降温时间进行控制，避免产生混凝土收缩裂缝。加热养护制度应通过试验确定，宜采用加热养护温度自动控制装置。宜在常温下预养护 2h~6h，升、降温速度不宜超过 20℃ / h，最高养护温度不应超过 70℃。预制构件脱模时的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25℃。

10.7 脱模与标识

10.7.1 预制底板的吊装方式及相应吊具需根据构件尺寸、重量和作业半径等进行选择和设计。当吊索与起桁架预制底板的夹角小于 60°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要求对吊具进行检查，符合吊装设备的吊装能力。

10.7.2 预制底板拆模时，不得损伤预制构件，不得使用敲打震动方式拆模。确认螺栓、夹具全部拆卸后，将边模平行向外移除，防止边模变形。预制底板脱模强度应根据设计要求确定。当设计无具体要求时，对于非预应力混凝土预制底板，拆模强度不应低于 15MPa，对于预应力混凝土预制底板，拆模强度应根据预应

力放张要求按照本标准第 10.5.10 条确定。

10.7.3 不影响结构性能的表面非受力细微裂缝包括混凝土收缩裂缝、温度裂缝等，裂缝宽度一般不超过 0.4mm。经工程实践验证，叠合面层混凝土现浇施工时混凝土浆料可有效渗入裂缝内对裂缝进行修复，不会影响楼板的整体受力性能。对局部破损，可用修补浆料进行修补；对叠合面的表面非受力细微裂缝可不做处理，或用修补浆料进行修补，对底面可在装修阶段采用修补浆料或弹性腻子进行修补。

10.8 运输与堆放

10.8.1 预制底板的堆放和运输涉及质量安全要求，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，对于特殊类型预制底板，还需制定专门的运输与堆放方案。

10.8.2 根据预制底板类型、尺寸，设计制作专用堆放架、运输架或堆放运输一体架，用于预制构件的吊运、堆放、运输，可提高预制底板的装卸效率，节约场地。预制底板多层水平堆放时，各层板间垫块应坚实，位置准确。各层板间的垫块需上下对齐（图 18）。堆放层数应根据构件、垫块承载能力及堆垛的稳定性确定，必要时需设置防倾覆措施。

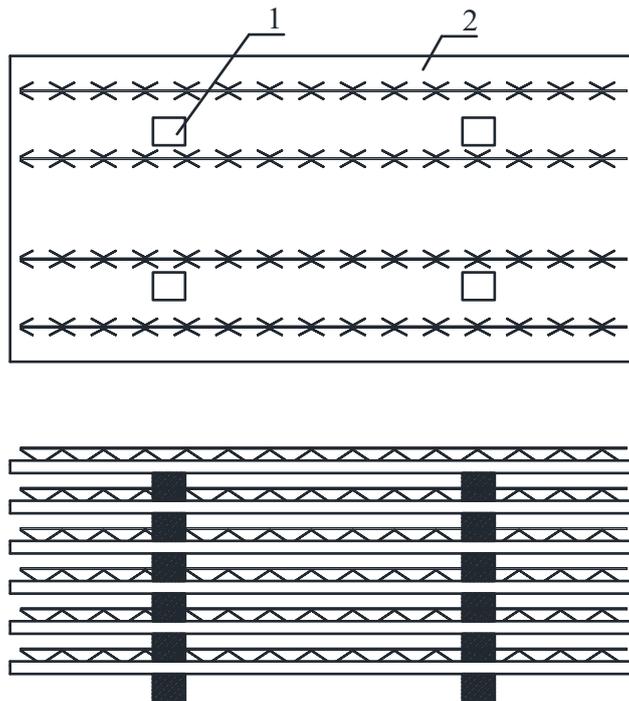


图 18 预制底板堆放示意图

1—垫块；2—预制底板

10.9 构件检验

10.9.1 预制底板质量检查与验收的国家现行有关标准主要有：国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231，行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366、《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 等。

10.9.2 在预制底板混凝土浇筑前，需按要求对钢筋桁架、钢筋支架、钢管桁架、钢筋、预留孔洞、预埋件等进行隐蔽工程质量检查，这是保证预制底板结构性能满足要求的关键质量控制环节。

11 施工安装

11.1 一般规定

11.1.1 专项施工方案应按规定程序审批。专项施工方案应包含施工现场平面布置、预制底板场内转运路线、道路条件及吊装方案等；对涉及结构安全和人身安全的内容，应有明确的规定和相应的措施。

11.1.2 施工现场需根据装配化建造方式要求布置施工总平面，宜规划主体装配区、构件堆放区、材料堆放区和运输道路。预制底板运输到施工现场后，可根据场地平面布置，分单元合理安排堆放，便于现场吊装施工。预制构件临时堆放场地需布置在吊装机械有效覆盖范围内，避免二次搬运。预制底板在施工现场的堆放要求与在预制构件厂相同。

11.1.4 现场施工的材料、机具等物品不宜跨中集中堆放，并应避免积压在钢管支架上，导致上弦钢管变形，降低预制底板施工阶段的抗弯刚度、抗裂性能及承载能力。

11.1.5 预埋水电管线敷设前，应确认预制底板中预埋件和预留孔洞的位置无误、尺寸准确。接线盒预埋在预制底板中，宜采用深型接线盒，水电管线敷设于叠合板现浇层中。敷设管线，正穿时采用刚性管线，斜穿时采用柔韧性较好的管线。避免多根管线集束预埋，可采用直径较小的管线，分散穿孔预埋。施工过程中做好成品保护工作。

11.2 安装准备

11.2.2 为了保证预制板安装就位准确，吊装前应在预制底板和相应的安装位置上作出必要的控制标志。

11.3 底板安装与连接

11.3.2 开始起吊时，将预制底板吊离运输车辆或堆放点 200mm~300mm 后停止起吊，检查预制底板的平衡性和吊点位置情况、起重设备的稳定性、制动系统的可靠性等，确认系统安全可靠后方可继续起吊。

11.3.3 预制底板吊装时，至少安排两个信号指挥员与起重机械司机沟通。起吊时以下方信号指挥员的发令为准，安装时以上方信号指挥员的发令为准。司索工是指吊装作业中主要从事地面吊具准备、捆绑挂钩、摘钩卸载等工作的工人。司索工的工作质量与整个吊装作业安全关系极大。根据行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59 的规定，起重机作业应设专职信号指挥员和司索工，一人不得同时承担信号指挥和司索作业。

11.3.5 临时固定措施是装配式结构构件安装过程中承受施工荷载、保证构件定位准确的有效措施。在预制构件安装就位后，需利用其相邻构件或临时支撑措施对其进行固定。临时支撑措施应能承受结构自重、施工荷载、风荷载、吊装就位产生的冲击荷载等的作用，不得使结构构件产生永久变形。

11.3.7 预制底板安装采用的临时支撑架体应具有足够的强度、刚度和整体稳定性，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定进行检查与验收。支撑架体标高校核时，需考虑支撑架体自身的变形，支架的轴向压缩变形或侧向挠度需经计算确定。

11.4 现场施工

11.4.2 叠合层混凝土浇筑前应按照设计要求铺设板面钢筋、附加钢筋等，布设电线管、盒，并在浇筑混凝土前进行隐蔽验收。对已铺设好的钢筋应进行成品保护，禁止在预制底板上行走或踩踏，禁止随意扳动、切断桁架或支架。

11.4.6 冬期施工时，应按《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 及《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 等规范中有关冬期施工的要求采取相应措施。

11.4.7 临时支撑架体的拆除应严格按照施工方案执行。临时支撑架体拆除时，要检查预制底板的连接情况，确认其已与主体结构形成稳定的受力体系后，方可拆除临时支撑架体。

12 质量验收

12.1 一般规定

12.1.1 按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204，混凝土叠合板施工包含模板分项工程、钢筋分项工程、混凝土分项工程、现浇结构分项工程和装配式结构分项工程。其中，模板分项工程包括模板、支架、临时支撑等内容；钢筋分项工程包括板面钢筋、附加钢筋等内容；混凝土分项工程包括后浇混凝土、养护等内容；现浇结构分项工程包括现浇混凝土部分的外观质量、尺寸偏差等内容；装配式结构分项工程包括预制底板、吊装、连接等内容。这些内容共同构成混凝土结构子分部工程中混凝土叠合板施工的验收内容。

12.1.2 原材料包括钢筋、混凝土、嵌缝砂浆等。

12.1.3 隐蔽工程反映粗糙面、钢筋安装、预留预埋等方面的综合质量。在浇筑混凝土之前进行隐蔽工程验收是为了保证叠合板性能满足设计要求。对已铺设好的钢筋应进行成品保护，不应在钢筋上行走或踩踏，不应随意扳动、切断钢筋桁架、钢筋支架或钢管桁架等。

12.2 预制底板进场检验

12.2.1 预制底板的质量证明文件应包括出厂合格证、混凝土强度检验报告、钢筋和钢筋桁架检验报告、合同要求的其他质量证明文件。根据现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定，预制底板进场时可仅做结构实体检测，不需做结构性能检验。

12.2.2 对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差应作退场处理。如经设计同意可以进行修理使用，则应制定处理方案并获得监理确认后，预制构件生产单位应按技术处理方案处理，修理后应重新验收。

附录 A 钢筋桁架、钢筋支架力学性能试件及测试方法

A.0.1-A.0.4 钢筋桁架、钢筋支架用钢筋的力学性能与工艺性能是保障钢筋桁架、钢筋支架充分发挥其作用的重要因素。钢筋桁架上、下弦钢筋、钢筋支架的上弦钢筋的拉伸和弯曲试验试件和焊点的受剪承载力试验试件应从成品钢筋桁架、钢筋支架上截取。