

中国工程建设标准化协会标准

组装工具式桁架叠合楼板应用技术规程

Technical specification for assembled truss laminated plate

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

中国XX出版社

中国工程建设标准化协会标准

组装工具式桁架叠合楼板应用技术规程

Technical specification for assembled truss laminated plate

T/CECS XXX-202X

主编单位：山东高速德建集团有限公司

山东农业大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年XX 月XX 日

中国XX出版社

202X 年 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022 年第二批协会标准制定、修订计划〉的通知》（建标协字〔2022〕40 号）的要求，规程编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家标准和国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 8 章，主要内容包括：总则，术语和符号，基本规定，材料，结构设计，生产运输，施工安装，质量验收。

本规程某些内容可能涉及“一种组装工具式桁架叠合板”组装工具式桁架叠合板相关专利（专利号：ZL 201922080557.1）等专利的使用。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。除上述专利外，本规程的某些内容仍可能涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会绿色建造专业委员会归口管理，由山东高速德建集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送给山东高速德建集团有限公司（地址：山东省德州市三八东路高速德建大厦，邮编：253000，邮箱：djy1116@163.com）。

主编单位：山东高速德建集团有限公司

山东农业大学

参编单位：西安工业大学

山东省建筑科学研究院有限公司

同圆设计集团股份有限公司

山东高速德建建筑科技股份有限公司

德州润德混凝土有限公司

山东省医药工业设计院有限公司

陕西华山建设集团有限公司

北京建工国际建设工程有限责任公司

主要起草人员：

主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	4
4	材料	6
4.1	混凝土和钢筋	6
4.2	其他材料	6
5	结构设计	8
5.1	一般规定	8
5.2	构件设计	8
5.3	连接设计	12
5.4	构造要求	16
6	生产运输	18
6.1	一般规定	18
6.2	上部支撑结构加工	19
6.3	组装预制板生产	20
6.4	产品检验与运输	23
7	施工安装	29
7.1	一般规定	29
7.2	安装	29
7.3	混凝土浇筑	32
7.4	安全管理	34
8	质量验收	37
8.1	一般规定	37
8.2	分项验收	37
	本规程用词说明	40
	引用标准名录	41

Contents

1	General	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	4
4	Materials	6
4.1	Concrete and Reinforcing bar	6
4.2	Other materials	6
5	Structure Design	8
5.1	General Requirements	8
5.2	Component design	8
5.3	Connection design	12
5.4	Detailing	16
6	Manufacturing and transportation	18
6.1	General Requirements	18
6.2	Production of upper support structure	19
6.3	Production of Prefabricated panels that can be assembled	20
6.4	Product inspection and transportation	23
7	Construction and erection	29
7.1	General Requirements	29
7.2	Erection	29
7.3	Concreting	32
7.4	Safety management	34
8	Quality acceptance	37
8.1	General Requirements	37
8.2	Construction quality acceptance	37
	Explanation of wording in This Specification	40
	List of Quoted Standards	41

1 总则

1.0.1 为规范组装工具式桁架叠合楼板的技术要求,做到安全适用、技术先进、经济合理,保证工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下地区的工业与民用建筑中组装工具式桁架叠合楼板的设计、生产、施工及验收。

1.0.3 组装工具式桁架叠合楼板的设计、生产、施工及验收,除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准及中国工程建设标准化协会现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 组装工具式桁架叠合板 Reinforced concrete composite plate with tool type steel pipe support

下部采用组装工具式桁架预制混凝土底板、上部采用现场后浇混凝土形成叠合板，用于楼板、屋面板。

2.1.2 组装工具式桁架预制混凝土底板 Prefabricated concrete base plate of tool type steel pipe support

工具式钢管和预制混凝土底板通过竖向连接组件和斜向连接组件组合而成的临时承受施工荷载的构件。简称组装预制板。

2.1.3 上部支撑结构 Upper support structure

由竖向连接组件、斜向连接组件、工具式钢管组成的承受组装预制板施工荷载的受力结构。

2.1.4 工具式钢管 Reusable steel pipes

可以组装成多种长度并能重复使用的上部支撑结构中主要承受弯矩的钢构件。

2.1.5 斜向连接组件 Diagonal connection component

用于工具式钢管与预制混凝土底板两端的斜向连接，包括焊有螺母的八字形钢筋和水平连接螺栓。

2.1.6 竖向连接组件 Vertical connection components

用于工具式钢管与预制混凝土底板的竖向连接，包括螺栓、预埋套筒、锚固钢筋及 PVC 保护套管。

2.2 符号

2.2.1 荷载、荷载效应

M_k ——弯矩标准值；

M_q ——荷载准永久组合下的弯矩值；
 σ_{cc} ——混凝土压应力；
 σ_{ct} ——混凝土拉应力；
 σ_{sq} ——荷载准永久组合作用下钢筋的应力；

2.2.2 设计指标

f_t^b 、 f_v^b ——螺栓的抗拉、抗剪强度设计值。
 f'_{ck} ——短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的抗压强度标准值；
 f'_{tk} ——短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的抗拉强度标准值；
 f_{yk} ——钢筋的屈服强度标准值；

2.2.3 几何参数

A_{sa} ——钢筋面积；
 W_{cc} ——混凝土截面受压边缘弹性抵抗矩；
 W_{ct} ——混凝土截面受拉边缘弹性抵抗矩；
 h ——组装工具式桁架叠合板厚度；
 h_1 ——组装预制板厚度；
 h_2 ——后浇层混凝土厚度；
 h_{20} ——后浇层混凝土的有效高度；
 l_a ——钢筋的锚固长度；
 l_l ——搭接长度；
 l_h ——后浇带宽度。

3 基本规定

3.0.1 组装工具式桁架叠合板和组装工具式桁架预制混凝土底板应对短暂设计状况、持久设计状况分别按承载力极限状态和正常使用状态进行设计，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。

3.0.2 组装工具式桁架叠合板短暂设计状况应分别对上部工具式钢管和下部混凝土底板、竖向螺栓及斜向腹杆钢筋进行承载力等验算；组装工具式桁架叠合板使用阶段的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

3.0.3 组装工具式桁架叠合板的安全等级和设计使用年限应与主体结构一致。

3.0.4 采用组装工具式桁架叠合楼板的结构，可采用与现浇混凝土板相同的方法进行结构整体分析。

3.0.5 组装预制板应按照房间平面尺寸，生产、运输及吊装能力进行布置，并宜实现标准化和模数化。

条文说明：标准化、模数化能最大限度的提高组装预制板的生产、施工效率，发挥装配式结构的优势。

3.0.6 采用组装工具式桁架叠合板时，应保证组装预制板在施工阶段的受力方向与叠合板主受力方向一致。

3.0.7 在结构转换层、平面复杂或开洞较大楼层的楼板薄弱部位及作为上部结构嵌固部位的地下室楼板不应采用组装工具式桁架叠合板。

3.0.8 组装工具式桁架叠合楼板在生产、施工和使用阶段应符合下列规定：

- 1 生产阶段：组装预制板在脱模、吊装、堆放、运输过程中不应出现裂缝；
- 2 施工阶段：应对组装预制板在施工荷载作用下的承载力、挠度和裂缝进行验算，必要时采取临时支撑措施；
- 3 使用阶段：应按拆除上部支撑结构后的叠合楼板进行承载力、挠度和裂缝控制进行裂缝控制计算。

条文说明：研究表明，组装工具式桁架叠合板的主要控制因素为正常使用极限状态下的开裂、挠度等指标，因此除承载力以外，还应进行挠度和裂缝控制计算。

3.0.9 组装工具式桁架叠合楼板与主体结构的连接应符合设计要求。

4 材料

4.1 混凝土和钢筋

4.1.1 组装工具式桁架叠合板所用混凝土力学性能指标和耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定，组装预制板的混凝土强度等级不应低于 C30，叠合层混凝土强度等级不应低于 C25。

4.1.2 组装工具式桁架叠合板所用混凝土中细骨料宜采用中砂，粗骨料应采用连续级配，且最大骨料粒径不宜大于 15mm。

4.1.3 组装工具式桁架叠合板中的纵横向受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500 钢筋，可采用 CRB550、CRB600H 钢筋；斜向连接组件的钢筋及竖向连接组件的锚固钢筋宜采用 HRB400、HRB500 钢筋；分布钢筋宜采用 HPB300、HRB400 钢筋。

4.1.4 组装工具式桁架叠合板中钢筋的力学性能应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 的相关规定。

4.1.6 组装工具式桁架叠合板中各类钢筋的公称直径宜符合表 4.1.6 的规定。

表 4.1.6 组装工具式桁架叠合板中钢筋的公称直径（mm）

类别	热轧钢筋	冷轧带肋钢筋
纵横向受力钢筋	8~16	8~12
竖向连接组件的锚固钢筋	8~10	8~10
斜向连接组件的钢筋	10~12	10~12

4.2 其他材料

4.2.1 工具式钢管应采用符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 规定的 Q235 钢或《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 规定的 Q345 钢。工具式钢管型材产品的规格、外形、重量及允许偏差应符合国家现行相关标准的规定。

4.2.2 斜向连接组件宜采用 5.6 级普通螺栓，竖向连接组件宜采用 8.8 级普通螺栓，螺栓质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T3098.1 和《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T3103.1 的有关规定。螺栓的规格和尺寸应符合现行国家标准《六角头螺栓》GB/T 5782 的有关规定。螺栓精度等级宜采用 B 级，螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的要求。

4.2.3 螺栓连接的强度设计值应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 螺栓连接的强度设计值 (N/mm²)

螺栓的性能等级	抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b
5.6 级	210	190
8.8 级	400	320

4.2.4 竖向连接组件的预埋套筒宜采用直接滚轧直螺纹套筒，套筒质量应满足现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 及设计文件的要求。

4.2.5 斜向连接组件加工采用的焊条材料与性能、焊接质量应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 及《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关要求。

4.2.6 混凝土外加剂应符合现行国家标准的相关规定。

4.2.7 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 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 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	

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 组装预制板生产阶段和施工阶段的验算应符合国家现行标准《混凝土结构施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。

5.1.2 四边支撑的组装工具式桁架叠合板长宽比大于 2 时，宜按单向板设计；长宽比小于等于 2 时，宜按双向板设计。

5.1.3 组装工具式桁架叠合板按单向板设计时，应采用分离接缝；按双向板设计时，应采用整体接缝。分离接缝宜采用密拼式做法；整体接缝宜采用后浇式做法，可采用密拼式做法。

5.1.4 组装预制板生产阶段的验算荷载包括自重及脱模吸附力；施工安装阶段的荷载包括组装预制板自重、叠合层自重及施工阶段的可变荷载；组装工具式桁架叠合板使用阶段的荷载根据建筑设计确定。

5.1.5 施工阶段的可变荷载应根据实际情况确定，且不应小于 1.5kN/mm^2 ，并应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

5.1.6 荷载分项系数依据现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068 确定。

5.1.7 后浇叠合混凝土的抗压强度达到设计强度的 75%后可拆除工具式钢管。

5.2 构件设计

5.2.1 组装预制板应进行短暂设计状况验算，短暂设计状况包括脱模、运输、安装和混凝土浇筑。

5.2.2 组装预制板的短暂设计状况验算应采用荷载标准组合，其中施工阶段尚应计入荷载效应的最不利组合。

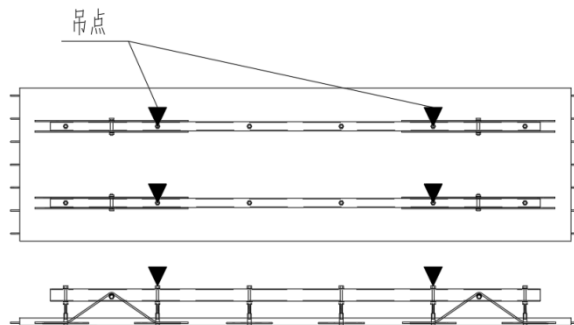
5.2.3 组装预制板设计阶段宜采用有限元软件进行分析。

条文说明：组装工具式桁架叠合板在用于 4.5m 以上跨度或施工荷载超过 1.5kN/m^2 时，可以根据需要加大预制混凝土底板厚度及工具式钢管规格，借助有限元分析手段，可以更清晰的了解各部分受力及变形情况，保障设计的合理

性。需要注意的是，设计方案除了保障安全和使用功能之外，还需兼顾经济性。

5.2.4 组装预制板吊装不应以斜向连接组件作为吊点，宜采用工具式钢管与端部向内第二个竖向连接组件处做吊点，并应满足下列要求：

- 1 吊点宜对称布置，均匀受力，且不应少于 4 个；
- 2 垂直于钢管方向布置的吊点间距不应大于平行于钢管方向布置的吊点间距；
- 3 垂直于钢管方向的吊点间距不得超过 1400mm，当不满足要求时需要进行吊点承载力及组装预制板吊装验算，施工安全系数 K_c 不应小于 4.0，满足承载力及变形要求方可吊装；
- 4 吊点位置应设置明显标识；
- 5 不得将钢丝绳或吊装带穿过两根及以上钢管进行吊装，避免钢管产生平面外扭转；
- 6 宜采用专用设备进行吊装；
- 7 起吊时，组装预制板混凝土的强度不应小于 20MPa，吊索与组装预制板的夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° 。



条文说明：以斜向连接组件作为吊点容易导致钢筋平面外受力，产生变形，降低其承载能力，同时可能会导致斜向连接组件的钢筋锚固区混凝土出现裂缝，因此在吊装时应杜绝以斜向连接组件作为吊点。

5.2.5 组装预制板的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 堆放和安装验算时，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。

5.2.6 混凝土浇筑验算时，作用在组装预制板上的施工活荷载标准值应按实际情况计算，且取值不宜小于 1.5kN/m^2 。

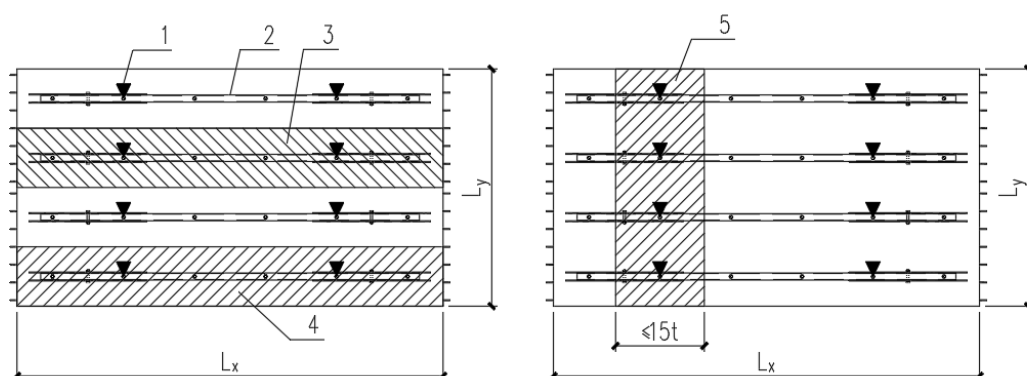
5.2.7 组装预制板的短暂设计状况验算可采用弹性方法计算组装预制板的内力和变形，并应符合下列规定：

1 可简化为以吊点或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 组装预制板可按吊点所在位置划分为若干板带，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工具式钢管方向和垂直工具式钢管方向的板带内力和变形；混凝土浇筑阶段应计算平行工具式钢管方向板带的内力和变形。

3 平行工具式钢管方向，可将宽度不大于 3000mm 的组装预制板作为 1 个板带(图 5.2.9 a)。

4 垂直工具式钢管方向，宜以垂直工具式钢管方向的吊点连线为中心线，板带取中心线两侧一定范围内组装预制板(图 5.2.9 b)，每侧板宽宜取到板边或者相邻两个吊点中心线的中间位置，且板带宽度不应大于组装预制板厚度的 15 倍。



(a) 平行钢管方向

(b) 垂直钢管方向

图 5.2.9 组装预制板板带划分示意

1—吊点；2—工具式钢管；3—中部板带；4—外侧板带；5—横向计算板带

5.2.8 组装预制板下方不设临时支撑时，挠度不应超过跨度的 $1/400$ ；设置临时支

撑时，支撑的位置及间距应根据验算确定，相邻临时支撑之间组装预制板的挠度不宜大于支撑间距的 1/400。

5.2.9 截面验算时，平行工具式钢管方向宜按工具式钢管与混凝土板共同作用考虑，两者刚度分别计算，内力按刚度比例分配。垂直工具式钢管方向应按混凝土板截面计算。混凝土板的刚度应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关要求进行计算，工具式钢管的刚度应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的相关要求进行计算。

条文说明：试验研究表明，组装预制板通过竖向连接组件和斜向连接组件形成的桁架作用与组装预制板跨度、混凝土底板是否开裂有关；且组装预制板跨度越大桁架作用越大，混凝土底板开裂后比开裂前的桁架作用大，但 4.3m 跨度的组装预制板桁架作用对刚度的占比约 22%，开裂后占比约 26.7%。为方便应用，本标准给出的计算方法进行了简化，不考虑桁架作用对刚度的贡献，将桁架作用作为安全储备。

5.2.10 组装预制板正截面边缘的混凝土受压应力应符合下式规定：

$$\sigma_{cc} = \frac{M_k}{W_{cc}} \leq 0.8 f'_{ck}$$

式中： σ_{cc} ——各短暂设计状况下在荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土压应力(N/mm²)；

W_{cc} ——混凝土截面受压边缘弹性抵抗矩(mm³)；

M_k ——各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(N·mm)；

f'_{ck} ——与各短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的抗压强度标准值(N/mm²)，按国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 表 4.1.3 以线性内插法确定。

5.2.11 组装预制板正截面边缘的混凝土法向拉应力应符合下式规定：

$$\sigma_{ct} = \frac{M_k}{W_{ct}} \leq 1.0 f'_{tk}$$

式中： σ_{ct} ——各短暂设计状况下在荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土拉应力(N/mm²)；

W_{ct} ——混凝土截面受拉边缘弹性抵抗矩(mm^3);

f'_{tk} ——与各短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的抗拉强度标准值(N/mm^2), 按国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 表 4.1.3 以线性内插法确定。

5.2.12 组装预制板的工具式钢管正截面承载力验算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的相关规定。

5.2.13 组装预制板的竖向连接组件、斜向连接组件应满足 5.4.4 的相关规定。

条文说明：试验研究表明，组装预制板的竖向连接组件和斜向连接组件内力与组装预制板的规格尺寸、工具式钢管间距、竖向连接组件及斜向连接组件的位置间距、荷载等因素有关，内力较难确定，为方便应用，本标准采用构造要求对竖向连接组件、斜向连接组件的选用进行限制，保证应用过程连接部位的安全。

5.3 连接设计

5.3.1 组装预制板之间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：

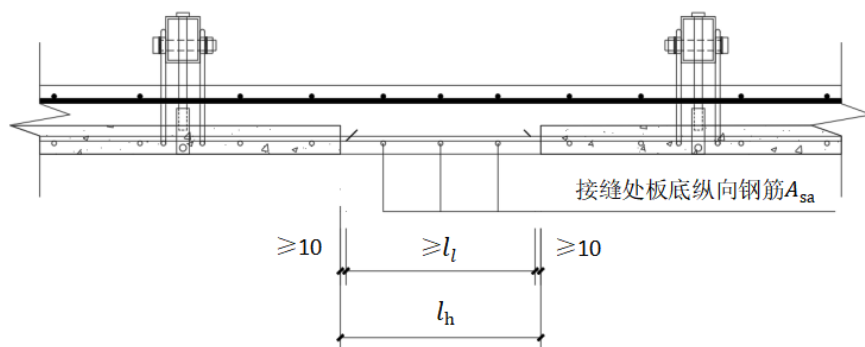
1 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接或搭接连接。

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。

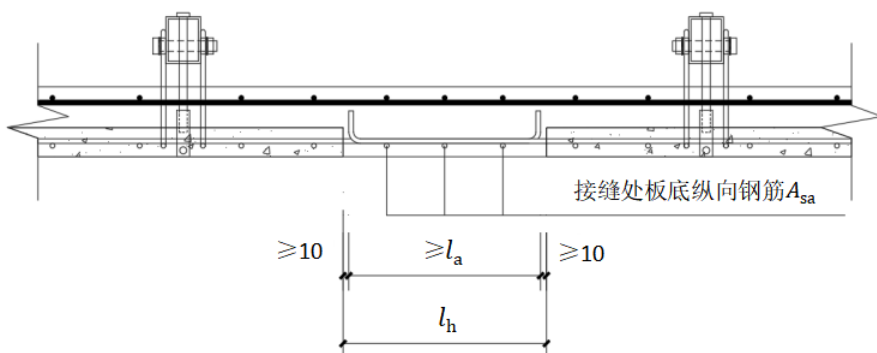
3 后浇带两侧板底受力钢筋在后浇带中搭接连接时(图 5.3.1)，应符合下列规定：

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《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

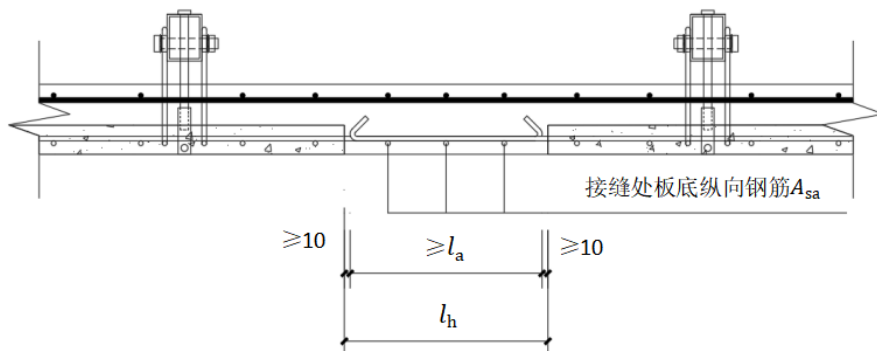
2) 组装预制板板底外伸钢筋可为直线形(图 5.3.1a)，也可采用端部带 90° 或 135° 弯钩的锚固形式(图 5.3.1b、图 5.3.1c)；当外伸钢筋端部带弯钩时，接缝处的直线段钢筋搭接长度可取为钢筋的锚固长度 l_a ，且在确定 l_a 时，锚固长度修正系数不应小于 1.0。



(a) 板底纵向钢筋直接搭接



(b) 板底纵向钢筋端部 90° 弯钩搭接



(c) 板底纵向钢筋端部 135° 弯钩搭接

图 5.3.1 双向组装工具式桁架叠合板后浇带接缝构造示意

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面积 A_{sa} 相应配筋率配筋率不应小于板缝两侧预制板板底配筋率的较大值。

5.3.2 组装预制板之间采用密拼式整体接缝连接时(图 5.3.2)，应符合下列规定：

1 后浇混凝土叠层厚度不宜小于组装预制板厚度的 1.3 倍，且不应小于

70mm。

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组装预制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；接缝处搭接钢筋与组装预制板底板纵向钢筋对应布置，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)，搭接长度从接缝处起算。

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 接缝应平行于工具式钢管方向，接缝到相邻工具式钢管中线的距离不大于 300mm。

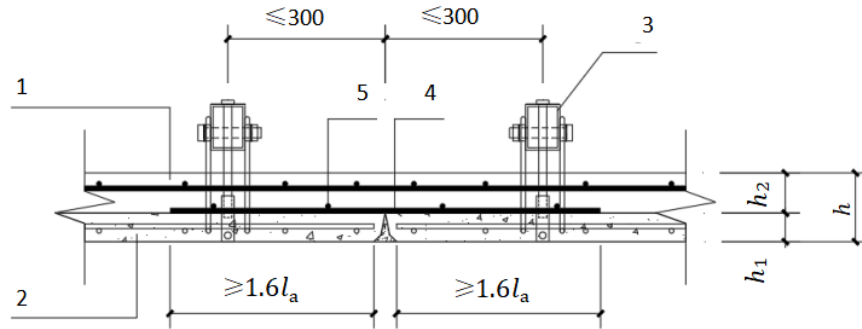


图 5.3.2 双向组装工具式桁架叠合板密拼式整体接缝构造示意

1—组装预制板；2—后浇叠合层；3—工具式钢管；

4—接缝处的搭接钢筋；5—横向分布钢筋

5.3.3 当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公式的规定：

$$\sigma_{sq} \leq 0.6 f_{yk}$$

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q}{0.87 A_s h_{20}}$$

式中： σ_{sq} ——接缝处搭接筋在荷载效应准永久组合作用下的应力(N/mm²)；

f_{yk} ——接缝处钢筋的屈服强度标准值(N/mm²)；

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)。

5.3.4 组装工具式桁架叠合板的密拼式整体接缝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。

5.3.5 组装预制板之间采用密拼式分离接缝连接时应符合下列规定：

- 1 接缝处紧贴组装预制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板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组装预制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。
- 4 接缝应平行于工具式钢管方向，接缝到相邻工具式钢管中线的距离不大于 300mm。

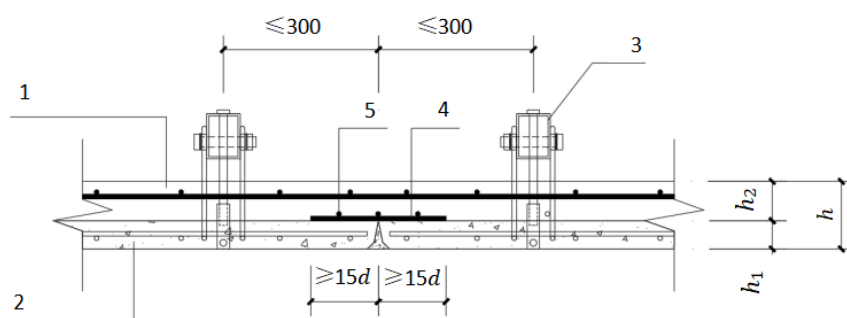


图 5.3.5 组装工具式桁架叠合板密拼式分离接缝构造示意

1—组装预制板；2—后浇叠合层；3—工具式钢管；

4—接缝处的搭接钢筋；5—横向分布钢筋

5.3.6 组装工具式桁架叠合板的支座节点设计和接缝处混凝土板的构造应符合现行团体标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》（T/CECS 715）的相关规定。

条文说明：组装工具式桁架叠合板是在钢筋桁架混凝土叠合板基础上形成的新型叠合板产品，主要改变的是施工阶段承载的方式，对于接缝构造和支座节点的设计可以采用相同做法。

5.4 构造要求

5.4.1 组装预制板的厚度不应小于 50mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 70mm。

5.4.2 组装工具式桁架叠合板在钢结构上的搭接长度不宜小于 40mm，钢梁上应设抗剪栓钉，抗剪栓钉应满足设计文件及国家现行相关规范的要求。

5.4.3 组装工具式桁架叠合板用于混凝土结构时，应在距离梁边或墙边 500mm 处至少设置一排竖向支撑，支撑体系的设置应符合国家现行相关规范的要求，并进行承载力验算。

条文说明：采用独立支撑时，可以参考《装配式结构独立钢支柱临时支撑系统应用技术规程》DB37/T 5053、《独立支撑应用技术规程》CFSA/T 03 及相关标准进行验算。采用盘扣式脚手架、扣件式脚手架等，可依据《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 及相关标准进行验算。

5.4.4 组装工具式桁架叠合板钢筋保护层厚度应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的规定。处于一类环境类别的组装工具式桁架叠合板钢筋保护层厚度不应小于 15mm。

5.4.5 组装预制板应符合下列规定：

- 1 工具式钢管应沿施工阶段组装预制板的主要受力方向布置。
- 2 工具式钢管距板边不应大于 300mm，相邻工具式钢管间距不宜大于 600mm，不应大于 700mm。
- 3 组装预制板斜向连接组件宜采用 HRB400 级钢筋，钢筋直径不应小于 10mm，弯折半径应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定；斜向连接组件埋入预制底板的深度不应小于 30mm，且其锚固段应与钢筋网片绑扎在一起；斜向连接组件的横向螺栓直径不应小于 M18。
- 4 组装预制板竖向连接组件底部锚固钢筋应沿纵向设置且与纵向受力钢筋高度保持一致，与钢筋网片绑扎在一起。
- 5 组装预制板竖向连接组件螺栓直径不应小于 M14，套筒规格应与螺栓匹

配，且螺栓拧进套筒的深度不应小于 20mm；竖向连接组件的间距不宜大于 900mm。

6 组装预制板混凝土上表面应设置粗糙面，可以采用拉锚工艺进行处理，凹凸深度不应小于 2mm；组装预制板除密拼接缝位置之外的其他侧面均应做露骨料处理，凹凸深度不应小于 4mm。

5.4.6 组装预制板宽度不宜超过 2000mm，当超过 2000mm 时应增设吊点并进行吊装验算，采用专用吊装工具进行吊装。

6 生产运输

6.1 一般规定

6.1.1 组装预制板生产企业应建立完整的质量、职业健康安全与环境管理体系。

条文说明：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。

6.1.2 组装预制板生产企业应具有固定的生产场所、相应的生产和养护设备设施、堆放场地和设备设施，具有必要的原材料、半成品和成品试验、检验能力，并建立完善的技术资料统计和质量保障管理体系。

6.1.3 组装预制板生产前，应在结构设计基础上进行构件生产深化设计，整合机电水暖、装饰装修等专业预留预埋要求。

6.1.4 组装预制板生产深化设计应包括模具设计、混凝土材料配合比要求、钢筋加工和布置、预留预埋件及孔洞等布置、安装装修点位布置、埋件和钢筋材料表等内容。

条文说明：深化设计用于指导组装预制板的生产，应包含结构设计在内的多专业协同设计，需要建筑设计单位或相关专业设计单位协同完成；如深化设计与结构设计冲突时，应经结构设计单位认可方可调整。

6.1.5 组装预制板生产前，宜采用 BIM 技术校核深化设计图，并应组织图纸会审，对其设计要求和质量标准进行技术交底，制定生产方案。生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、质量控制措施、成品保护、堆放及运输等内容。

6.1.6 应根据组装预制板深化设计要求选择合适的粗糙面生产工艺及材料。

6.1.7 组装预制板原材料、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、设计及合同约定进行进厂检验。检验批划分应符合下列规定：

1 组装预制板生产企业将采购的同一厂家同批次材料、配件及半成品用于生产不同工程的预制构件时，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，且不得再次扩大检验批容量。

6.1.8 组装预制板生产用钢筋进厂时，应全数检查外观质量，并应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定抽样对其力学性能和重量偏差进行检验，检验结果应符合相关产品标准的规定。

6.1.9 组装预制板生产用钢材的品种、规格、性能应符合国家现行标准的规定并满足设计要求。钢管进厂时，应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定进行质量验收并抽样检验，检验结果应符合国家现行标准的规定。

6.1.10 组装预制板生产用螺栓、套筒应符合本规程 4.2 节相关规定，并应检查质量合格证明。

6.1.11 组装预制板进行脱模验算时，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。动力系数不宜小于 1.2；脱模吸附力不宜小于 1.5kN/m^2 。

条文说明：本条参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1。

6.2 上部支撑结构加工

6.2.1 工具式钢管应根据深化设计图纸确定材质、尺寸规格、竖向连接组件定位孔、斜向连接组件定位孔、工具式钢管端部临时定位孔位置及尺寸规格。

6.2.2 竖向连接组件应采用成品螺栓、螺母、垫片及预埋套筒。螺栓头侧和螺母侧均应设置平垫圈，螺栓头侧平垫圈数量不超过 2 个，螺母侧平垫圈数量不超过 1 个。螺栓穿过工具式钢管后，应采用螺母拧紧固定；中间丝扣采用螺纹状 PVC 套管进行保护；PVC 套管另一侧安装螺母后安装预埋套筒，调整好套筒高度，反向拧紧螺母固定套筒位置。螺栓不得进行二次切割。

6.2.3 斜向连接组件中的钢筋应符合设计图纸的要求；钢筋弯折半径及锚固段长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定。

6.2.4 斜向连接组件中的横向螺栓孔可采用焊接螺母或焊接开孔钢板的形式；焊缝长度及焊接质量应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 及《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的相关规定。

6.2.5 竖向连接组件的锚固钢筋在组装预制板钢筋网片绑扎完毕后安装，并与钢筋网片进行绑扎；斜向连接组件安装前，宜在钢筋网片相应位置预留两根横向钢筋暂不绑扎，待斜向连接组件安装就位后再行绑扎；斜向连接组件的钢筋锚固段应与钢筋网片进行绑扎。

6.2.6 斜向连接组件横向螺栓的螺栓头及螺母侧均应设置一个平垫圈。

6.3 组装预制板生产

6.3.1 组装预制板生产模具应具有足够的刚度、强度和平整度，并符合组装预制板精度要求。模具设计应便于模具拼拆、钢筋安装与定位、预留预埋件定位、混凝土浇筑与振捣和组装预制板脱模。

6.3.2 模具拼装应连接牢固、缝隙严密。拼装前应进行表面清理，与混凝土接触面不应有划痕、锈渍和氧化层脱落等现象。

6.3.3 脱模剂宜采用水溶性隔离剂。脱模剂不得污染钢筋表面。

6.3.4 模具拼装完成后，其尺寸偏差应符合表 6.3.4 的要求。

表 6.3.4 模具尺寸允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
长度	≤6m	1, -2	用钢尺量测平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
	>6m 且 ≤12m	2, -4	
	>12m	3, -5	
截面尺寸		2, -4	用钢尺量测两端和中部，取其中偏差绝对值较大处
对角线差		3	用钢尺量测纵、横两个方向对角线
侧向弯曲		$L_m/1500$ 且 ≤5	拉线后用钢尺量测侧向弯曲最大处
翘曲		$L_m/1500$	对角拉线测量交点间距离
底模表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺检查
组装缝隙		1	用塞片或塞尺量测
端模与侧模高度差		1	用钢尺量测

注： L_m 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

6.3.5 对新模具和改制后的模具，应经尺寸检查合格后方可投入生产，其偏差应符合表 6.3.4 的要求。

条文说明:模具是专门用来生产预制构件的各种模板系统。在模台上用磁盒固定边模具有简单方便的优势,能够更好地满足流水线生产节拍需要。虽然磁盒在模台上的吸力很大,但是振动状态下抗剪切能力不足,容易造成偏移,影响几何尺寸,因此,用磁盒生产高精度几何尺寸预制构件时,需要采取辅助定位措施。

6.3.6 组装预制板生产所用钢筋应有产品合格证和出厂检验报告,钢筋表面或每盘(捆)均应有标识。

条文说明:钢筋对混凝土结构的承重能力至关重要,对其质量应从严要求。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差异,很难对钢筋进厂的批量大小做出统一规定,进厂检验的检验批应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定执行。

6.3.7 钢筋和预埋件应严格按照深化设计图及下料单要求制作,不得采用不符合设计要求及超过允许偏差的原材料。

6.3.8 钢筋网片尺寸应准确,吊装时应采用多吊点的专用吊架,并采取措施防止钢筋骨架变形。钢筋网片应轻放入模,入模时应平直、无损伤,表面不得有油污或者锈蚀。

条文说明:现场加工一般刷完脱模剂后直接将钢筋铺在模台上进行绑扎,很容易造成纵向受力钢筋被脱模剂沾污,影响混凝土对钢筋的握裹力,应提出整改要求;为防止钢筋网片变形移位,可以采用临时固定钢筋与钢筋网片构成三角体系临时绑扎,钢筋网片就位后再将临时固定钢筋去除。

6.3.9 混凝土保护层垫块宜采用塑料类垫块,且应与钢筋网片固定牢固;垫块应按梅花状布置,间距应满足钢筋限位及变形控制要求。

6.3.10 混凝土浇筑前,应对组装预制板钢筋及各种预埋部件进行隐蔽工程检查。

条文说明:隐蔽工程检查是保证预制构件满足结构性能的关键质量控制环节。

6.3.11 混凝土浇筑应符合下列要求:

- 1 混凝土应均匀连续浇筑,投料高度不宜大于 500mm;
- 2 应采取措施避免模具、预埋件、连接件发生变形或移位,并对外伸钢筋、预留件及预埋件采取保护措施;

3 应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB50107 的相关要求留置试块；

4 投料完成后应充分振捣，避免漏振或过振，宜采用低噪声振动平台一次振捣，可采用振捣棒、平板振动器作辅助振捣；

5 混凝土浇筑厚度应严格控制，并应使用专用工具测量；

6 混凝土从出机到浇筑完成时间不宜超过 40min。

条文说明：有效振捣可避免出现漏振造成蜂窝麻面现象。浇筑时，及时清理洒落的混凝土。

6.3.12 组装预制板宜采用蒸汽养护，养护最高温度不宜超过 60℃，持续养护时间应不小于 4h。应严格按照温度曲线进行升温降温操作，防止混凝土产生裂缝。

条文说明：蒸汽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。

6.3.13 组装预制板粗糙面成型可采用化学方法，也可采用人工方法，并应满足下列要求。

1 采用化学方法时，在模板面预涂露骨料剂，脱模后在专门设置的冲洗工位采用高压水冲洗露出骨料，并应对废水进行回收、处理；

2 采用人工方法时，应在混凝土初凝前进行作业。

条文说明：粗糙面成型采用化学方法时，脱模后应及时用清水将桁架预制板冲洗干净，避免残留物对混凝土及其结合面造成影响。采用人工方法时，在混凝土振捣完成后、初凝前进行作业，作业过程中应作好外伸钢筋及预埋件检查及防护，发生偏差时应及时进行调整。

6.3.14 每种类型的组装预制板均应进行首件试生产，验收合格后方可进行批量生产。

6.3.15 组装预制板脱模宜先从侧模开始，先拆除固定预埋件的夹具，再拆除其他模板，最后拆底模。拆侧模时，不应损伤组装预制板，不得使用震动方式拆模。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。

6.3.16 组装预制板脱底模起吊时，同条件养护混凝土试件抗压强度不宜低于 15MPa；当强度不足时，应进行起吊验算，满足要求后方可起吊。

条文说明：预制构件脱模强度要根据构件的类型和设计要求决定，为防止过早脱

模造成构件出现过大大变形或开裂，本规定提出构件脱模的最低要求。

6.3.17 组装预制板脱底模起吊及堆放、运输阶段的受力及变形应满足本规程 5.2 节的相关规定。

6.3.18 组装预制板脱模起吊前，应确认构件与模具间的连接部分已完全拆除，并宜使用专用吊具。

6.3.19 组装预制板脱模后，存在不影响结构性能的局部破损或表面非受力细微裂缝时，可用修补浆料进行修补后使用。

6.3.20 组装预制板脱模后，应及时在构件上设置产品标识。

条文说明：产品标识内容包括工程名称、构件编号、制作日期、合格状态、生产单位、构件规格、重量、质检员等信息。

6.4 产品检验与运输

6.4.1 组装预制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、尺寸偏差等。质量证明文件应包括下列内容：

- 1 出厂合格证；
- 2 钢筋和钢肋检验报告；
- 3 混凝土强度检验报告；
- 4 出厂检验的检验结果；
- 5 合同要求的其他质量证明文件。

6.4.2 组装预制板的质量检查与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 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

6.4.3 组装预制板不应有露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、裂缝等缺陷。当出现不影响受力性能的一般缺陷时，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。当出现影响受力性能的严重缺陷时，应报废处理。

6.4.4 组装预制板的粗糙面质量应符合设计要求。

6.4.5 组装预制板尺寸偏差及预埋件、预埋管线、预留孔洞等的规格、数量、位置应符合设计要求并满足表 6.4.5 的相关规定。

表 6.4.5 组装预制板的尺寸偏差和检验方法

项次	检验项目			允许偏差 (mm)	检验方法
1	规格尺寸	长度	≤6m	±3	用钢尺或带数字显示的卷尺量两长边长度，取其中偏差绝对值较大值；或用挡板和激光测距仪量两长边长度，取其中偏差绝对值较大值
			>6m	±5	
2		宽度		±5 (密拼 + 2, - 4)	用钢尺或带数字显示的卷尺量两短边长度，取其中偏差绝对值较大值；或用挡板和激光测距仪量两短边长度，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	外形	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		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，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	
8	预埋件	预埋钢板	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	
			平面高差	0，-5	表1 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	
预埋螺栓		中心线位置	2	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		
		外露长度	+10，-5	用钢尺或带数字显示的卷尺、卡尺量		
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卷尺量纵横两个方向的中心线位置，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量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
13	预留插筋	中心线位置	3	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
		外露长度	± 5	用钢尺或带数字显示的卷尺量
14	钢管位置	钢管水平位置	+5, 0	用钢尺或带数字显示的卷尺量
		钢管高度位置	+2, 0	用钢尺或带数字显示的卷尺量

6.4.6 应制定组装预制板的堆放与运输方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。

条文说明：组装预制板的堆放和运输涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定运输堆放方案，策划重点控制环节，对于特殊构件还要制定专门质量安全保证措施。

6.4.7 组装预制板堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整、坚实，并应具有排水措施；
- 2 堆放前应先对构件进行清理；
- 3 组装预制板堆放应使工具式钢管一侧朝上、平整面朝下、标识向外，严禁倒置；
- 4 组装预制板应平放，堆放时底层预制板与地面之间应留有一定空隙；各层组装预制板下部应设置垫木，垫木应上下对齐，且不得脱空；支垫位置宜设在斜向连接组件外侧竖向螺栓处；堆放层数不应大于 6 层，并应采取措施防止倾覆。

条文说明：构件清理标准为埋件内无残余混凝土、粗糙面分明、光面上无污渍。
外露钢筋及周转件上无残余混凝土。

组装预制板堆放示意如图 2。

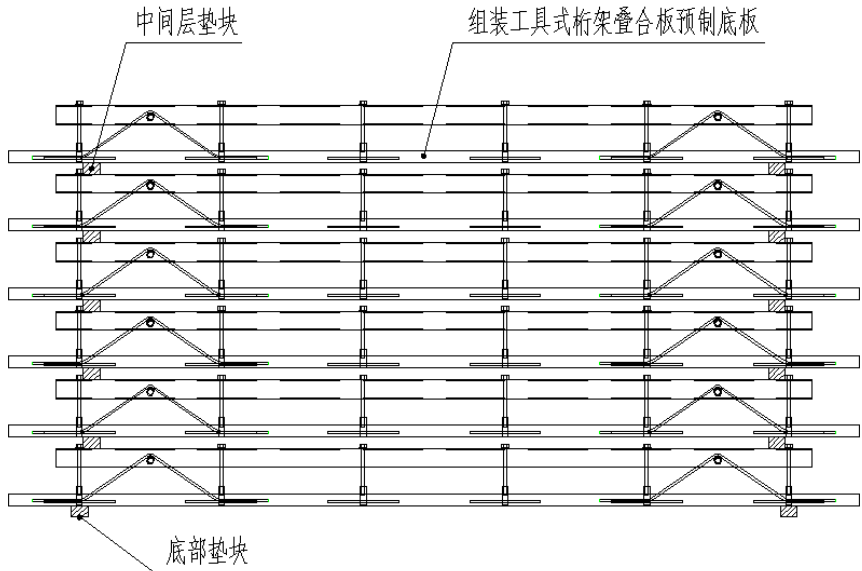


图 2 组装预制板堆放示意图

6.4.8 组装预制板出厂时混凝土强度实测值应达到设计要求，或不低于 30MPa。

6.4.9 组装预制板装车前应进行下列检查：

- 1 钢丝绳、吊钩、吊具、专用运输架等完好、齐全；
- 2 吊钩无变形，钢丝绳无断股开裂现象；
- 3 吊具与组装预制板规格、型号匹配，无错挂、漏挂现象。

条文说明：应根据组装预制板规格、型号采用相应的吊具进行吊装，不能有错挂、漏挂现象。

6.4.10 组装预制板应采用专用运输车运输；运输过程中，应采取措施防止预制构件受损、破坏。

条文说明：当不具备专用运输车条件而用改装车运输时，需采取相应的加固措施。

6.4.11 组装预制板运输应采取下列安全控制措施：

- 1 宜选用低平板车，并采用专用运输架；
- 2 组装预制板应平放，并用钢丝绳或夹具与专用运输架绑扎牢固；组装预制板边角和绑扎接触部位的混凝土应采用柔性垫衬材料保护；专用运输架、车厢

板和组装预制板间应放入柔性材料；

3 组装预制板堆放高度不应超过运输路线的限高要求。

6.4.12 组装预制板堆放位置和次序、装车位置和次序，应与工程施工进度及次序相衔接。宜将同一楼层、同一单元的组装预制板同批次运输。

7 施工安装

7.1 一般规定

7.1.1 组装预制板吊装施工前应编制专项施工方案，并对施工人员进行质量安全技术交底。

条文说明：专项施工方案应按规定程序审批。专项施工方案应对施工现场平面布置、组装预制板堆放、转运路线、道路条件及吊装方案等做出规定；对涉及结构安全 and 人身安全的内容，应有明确的规定和相应的措施。

7.1.2 施工现场的组装预制板运输道路和存放场地应平整、坚实，并应有排水措施。

7.1.3 组装预制板运送到施工现场后需要存放时，应按规格、所用部位、吊装顺序分别存放，并采取可靠的稳定措施。存放场地应设置在吊装设备的有效起重范围内。

条文说明：组装工预制板运送到施工现场后，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。构件临时堆放场地可合理布置在吊装机械覆盖范围内，避免二次搬运组装工具式桁架叠合板。水平堆放时，层数不应大于6层，以避免由于自重过大使组装预制板产生变形、开裂；垂直堆放时，应设置固定支架。

7.1.4 组装预制板卸放、吊装工作范围内不得有障碍物，卸放、吊装过程不应影响运输道路正常使用。

7.2 安装

7.2.1 吊装施工前，应进行测量放线，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原始点向上引测，以此放出组装预制板控制线，并根据组装预制板编号对安装部位进行编号。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。

7.2.2 吊装施工前，应按照施工方案中的吊装顺序对组装预制板编号。

条文说明：组装预制板安装顺序、校准定位及临时固定措施是组装预制板施工

的关键工序，应在施工方案中明确规定并遵照执行。

7.2.3 吊具应根据组装预制板形状、尺寸及重量等参数进行设计和配置。吊具设计应符合下列规定：

- 1 吊点位置的合力点应与组装预制板构件的重心点重合；
- 2 当设有4个吊点时，应按照仅3个吊点工作的不利情况对吊具进行验算；
- 3 计算组装预制板重量时，动力系数不应小于1.5；
- 4 吊索水平夹角不宜小于60°，且不应小于45°；
- 5 对尺寸较大、形状复杂或厚度较小的组装预制板，宜采用分配梁或分配桁架等工具式吊具。

条文说明：当组装预制板设有4个吊点时，可能由于生产误差等原因导致仅3个吊点工作的不利工况，因此应进行吊具的验算，验算安全后方可起吊。组装预制板的吊装方式及相应吊具应根据组装预制板构件的形状、尺寸和重量等进行选择和设计。当吊绳与起吊桁架预制板构件的夹角小于45°时，应设置分配梁或分配桁架。吊装施工用材料及配件应符合国家现行相关标准的规定。

7.2.4 吊装施工前，应按国家现行有关标准的规定和设计方案的要求对吊具、索具进行验收，核实现场环境、天气、道路状况等，确认满足吊装施工要求。

条文说明：吊装施工前，应复核吊装设备和吊具的吊装能力。对焊接类吊具，应进行验算并经验收合格后方可使用。

7.2.5 吊装施工前，施工单位应根据工程特点和吊装计划安排施工作业人员，并配备劳动防护用品。

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

7.2.7 安装作业前，应根据当天的作业内容进行班前质量安全技术交底。

7.2.8 组装预制板吊装就位后，应及时对安装位置、安装标高、相邻构件平整度、高低差、接缝尺寸进行校核与调整，并采取临时固定措施；当不满足设计要求时，应将构件重新吊起，并通过可调节托座进行调节。

条文说明：临时固定措施是装配式结构安装过程中承受施工荷载、保证构件定位的有效措施。在预制构件安装就位后，应利用其他相邻构件或采用临时措施对其

进行固定。临时支撑结构或临时措施应能承受结构自重、施工荷载、风荷载、吊装产生的冲击荷载等荷载的作用，不得使结构产生永久变形。

7.2.9 组装预制板构件与吊具的分离应在定位校核和临时支撑安装完成后进行。

7.2.10 组装预制板安装采用的临时支撑系统应符合下列规定：

1 首层支撑架体的地基应平整坚实，宜采取硬化措施；支撑架体立杆下宜设置垫块；

2 临时支撑的间距及其与墙、柱、梁边的净距应经设计计算确定，竖向连续支撑层数不宜少于 2 层且上下层支撑宜对准；

3 下部支架宜选用定型化支撑系统，竖向支撑间距应根据设计及施工荷载验算确定；预制底板边缘，应增设竖向支撑杆件；预制底板竖向支撑点位置应靠近起吊点；

4 支撑应根据施工方案设置，支撑标高除应符合设计规定外，尚应考虑支撑系统本身的施工变形；临时支撑架体搭设完成后应对其标高进行校对；

5 临时支撑架体不得与防护外架相连接。

条文说明：临时支撑系统应具有足够的强度、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。预制叠合类构件的支撑系统宜选用定型独立钢支柱或工具式支架，如图 5、图 6 所示。

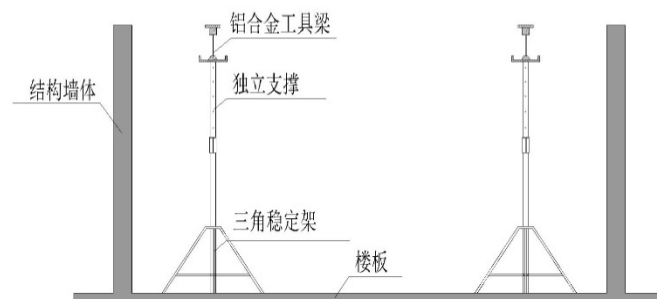


图 5 定型独立钢支柱示意

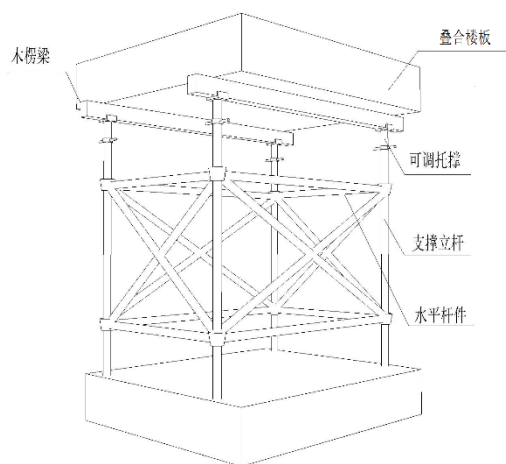


图 6 工具式支架示意

7.2.11 组装预制板下的支撑架顶部的支托梁宜垂直于组装预制板的主受力方向。

7.2.12 组装工具式桁架叠合板连接部位后浇混凝土的强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑系统。拆模时的混凝土强度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定和设计要求。

条文说明：临时固定与永久固定措施相结合，一次性完成。临时固定或支撑的拆除应严格按照条文规定执行。临时固定措施可以在不影响结构承载力、刚度及稳定性前提下分段拆除，对拆除方法、时间和顺序，可事先通过验算制定方案。

7.3 混凝土浇筑

7.3.1 综合管线施工前，应确认不同位置组装预制板中预埋件和预留孔洞的位置、尺寸无误。预埋水电管线在组装工具式桁架叠合板现浇层中交叉布置不应超过 2 层。施工过程中应做好构件防护工作。

条文说明：采用组装工具式桁架叠合板时，接线盒应预埋在预制底板中，管线应敷设于组装工具式桁架叠合板现浇层中。接线盒宜采用深型接线盒。组装预制板中敷设管线，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，采用直径较小的管线，分散穿孔预埋。

7.3.2 组装工具式桁架叠合板上层钢筋网片下应设有马凳（垫块），马凳筋应与上下层钢筋网片绑扎固定；上层钢筋铺设并绑扎固定后，禁止在组装预制板上行

走或踩踏，禁止随意扳动、切断钢筋，禁止对组装预制板进行切割。

条文说明：组装工具式桁架叠合板上层钢筋铺设后应采取有效的固定措施，防止偏移和浇筑混凝土时上浮。对已铺设好的钢筋、模板应进行成品保护，禁止在组装预制板上行走或踩踏，禁止随意扳动、切断钢筋，禁止切割预制底板。

7.3.3 施工材料在组装预制板上集中堆放的荷载及施工荷载不应超过设计允许值。

7.3.4 组装工具式桁架混凝土叠合板后浇混凝土的模板与支架应符合下列规定：

- 1 宜采用工具式支架和定型模板；
- 2 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确；
- 3 模板与预制构件接缝处应采取防止漏浆的措施；
- 4 对泵管、布料机部位的组装工具式桁架混凝土叠合板底部应进行支撑加固。

条文说明：接缝处可采用粘贴密封条防止漏浆。

7.3.5 叠合层混凝土浇筑前，应进行组装预制板底部接缝及组装预制板与竖向构件之间的缝隙检查，接缝施工尚应符合下列规定：

- 1 接缝施工前，应清理接缝间的浮浆和杂物，对破损部位应采用专用修补剂修补；
- 2 密封材料应严格按照设计要求设置，密封胶应与竖向构件可靠粘结，打胶应均匀、饱满、密实、顺直、表面平滑；板缝过深时应填充背衬材料，背衬材料嵌入深度和厚度应符合设计规定；不得出现漏嵌、虚粘等现象；
- 3 接缝采用水泥基材料防水时，嵌缝前应用水泥基无收缩灌浆料灌实或用干硬性水泥砂浆捻塞严实，灌浆料的嵌缝深度不得小于 15mm，干硬性水泥砂浆的嵌缝深度不得小于 20mm；
- 4 密封材料嵌填时，水平和垂直板缝交界处 300mm 范围内的板缝应一次施工完成，板缝外观应均匀一致；嵌缝后 72h 内应保持干燥，气温低于 5℃或雨天不应进行板缝嵌缝施工。

条文说明：缝隙过大的部位应进行支模封堵处理。

7.3.6 密拼接缝处应进行防开裂处理。封缝材料宜采用聚合物水泥砂浆或柔性抗裂腻子，封缝时应多道施刮，每道施工厚度不宜大于 3mm，前道施工干透后方可进行后道施工。

条文说明：本条规定了分离式接缝或整体式密拼接缝的装修处理或者防开裂处理要求。

7.3.7 组装工具式桁架混凝土叠合楼板叠合层混凝土浇筑应符合下列规定：

1 应剔除并清理干净组装预制板上表面疏松的混凝土；清理干净后，应在混凝土浇筑前 24h 对节点及叠合面充分浇水润湿，浇筑前 1h 吸干积水；

2 浇筑时应采用振动器振捣，并应采取措施保证混凝土或砂浆浇筑密实；

3 混凝土浇筑应布料均匀；浇筑和振捣时，应对模板及支架进行观察和维护，发生异常情况应及时处理；

4 组装预制板接缝处混凝土浇筑和振捣，应采取措施防止模板、相连接构件、钢筋、预埋件及其定位件移位；

5 后浇混凝土浇筑完成后，应及时对其表面标高进行校核；

6 同一配合比的混凝土，每工作班且建筑面积不超过 1000 m²时应制作一组标准养护试件，同一楼层应制作不少于 3 组标准养护试件。

7.3.8 采用泵送混凝土浇筑时，应采取措施避免泵送设备超重或冲击力对组装预制板及临时支撑体系造成影响。

条文说明：泵送混凝土浇筑时会产生较大的冲击力，应采取措施避免结构及临时支撑体系的损害。

7.4.9 组装工具式桁架叠合板叠合层混凝土浇筑后 12h 内应进行洒水养护或覆盖养护，养护时间不小于 7d。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。

7.4.10 组装工具式桁架叠合板现浇层混凝土浇筑前，应做好隐蔽工程施工记录。

7.4 安全管理

7.4.1 组装工具式桁架混凝土叠合板施工应执行国家、地方、行业和企业的安全生产法规和规章制度，落实各级各类人员的安全生产责任制。

7.4.2 施工单位应对从事组装预制板吊装作业及相关人员进行安全培训与交底，明确组装预制板进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的作业风险，并制订防止危险情况的处理措施。

7.4.3 吊装作业不宜夜间施工；遇到雨、雪、雾天气，风力大于 5 级或者风速达到 9.0m/s 及以上时，不得进行吊装作业。重新作业前，应先试吊，并应确认各种安全装置灵敏可靠后进行作业。

7.4.4 施工作业使用的专用吊具、吊锁、定型工具式支撑、支架等，应进行安全验算，使用中应进行定期、不定期检查，确保其安全状态。选用的支撑应经计算符合受力要求，架体搭设经验收后使用。

7.4.5 安全警戒区域内严禁与安装作业无关的人员进入。构件吊运时，吊机回转半径范围内，非作业人员禁止入内区域，严禁任何人在已吊起的构件下方作业或行走，以防坠物伤人。

7.4.6 组装预制板应垂直吊运，严禁斜拉、斜吊。吊装的组装预制板应及时安装就位，严禁长时间悬停在空中。宜在组装预制板构件两端绑扎溜绳，在吊装过程中，由操作人员控制构件的平衡和稳定，不得偏斜、摇摆和扭转。

7.4.7 每班作业时应先试吊一次，测试吊具与起重设备是否正常。先将组装预制板提升 300mm 左右后，停稳构件，检查钢丝绳、吊具和组装预制板状态，确认安全且构件平稳后，方可缓慢提升构件。

条文说明：试吊是为了检查构件主要受力部位的受力情况、起重设备的稳定性、制动系统的可靠性、预制构件的平衡性和绑扎牢固性等，保障吊装安全。

7.4.8 组装预制板起吊、移动、就位的全过程中，必须指定专人指挥。信号指挥、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。

条文说明：构件正式吊装时，应至少安排 2 名信号员指挥与起重机械司机沟通。起吊时以下方信号指挥的发令为准，安装时以上方信号指挥的发令为准。

司索工是指吊装作业中主要从事地面工作人员准备吊具、捆绑挂钩、摘钩卸载等工作的工人，多数情况还担任指挥任务，司索工的工作质量与整个吊装作业安全关系极大。根据《建筑施工安全检查标准》JGJ 59—2011 的规定，起重机作业应设专职信号指挥和司索人员，信号指挥和司索作业不得由 1 人兼顾。

7.4.9 吊装作业安全应符合下列规定：

1 在吊装回转、俯仰吊臂、起落吊钩等动作前，应鸣声示意。一次宜进行一个动作，待前一动作结束后，再进行下一动作；

2 吊车吊装时应观测吊装安全距离、吊车支腿处地基变化情况及吊具的受力

情况；

3 吊运组装预制板时，应待构件降落至距地面 1m 以内方准作业人员靠近，就位固定后方可脱钩。

7.4.10 作业人员应戴安全帽，穿反光警示服、防滑鞋等劳动保护用品，高处作业佩挂安全带应严格遵守高挂低用。高空作业的各项安全措施经检查不合格时，严禁高空作业。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 组装工具式桁架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 的有关规定。

8.1.2 对组装工具式桁架叠合板用的组装预制板、原材料、配筋等应按检验批进行进场验收。

8.1.3 组装工具式桁架叠合板现浇层混凝土浇筑前，应进行隐蔽工程验收，验收应包含下列内容：

- 1 组装预制板粗糙面的质量；
- 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、位置等；
- 4 组装预制板接缝处的构造做法；
- 5 其他隐蔽项目。

8.1.4 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、组装预制板安装施工图和加工详图；
- 2 组装预制板、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 组装预制板吊装施工记录；
- 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。

8.2 分项验收

I 主控项目

8.2.1 专业企业生产的组装预制板进场时，应检查质量证明文件。

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。

8.2.2 组装预制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。

8.2.3 组装工具式桁架叠合板的板底临时支撑架体应符合设计、施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

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。

8.2.4 组装工具式桁架叠合板板面钢筋、附加钢筋的牌号、规格、数量应符合设计文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

8.2.5 组装工具式桁架叠合板后浇混凝土强度应符合设计文件的规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查混凝土强度试验报告。

8.2.6 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本规程第4.2.7条的规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查砂浆性能试验报告。

8.2.7 组装工具式桁架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。

8.2.8 组装工具式桁架叠合板后浇混凝土强度应符合设计文件的规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查混凝土强度试验报告。

II 一般项目

8.2.9 组装预制板安装的尺寸偏差和检验方法应符合设计文件的要求；当设计无具体要求时，应符合表 8.2.9 的规定。

表 8.2.9 组装预制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	组装预制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	组装预制板标高	± 5	用水准仪或拉线、钢尺量；或用带数字显示的卷尺量
3	组装预制板搁置长度	± 10	用钢尺或带数字显示的卷尺量
4	相邻组装预制板板底平整度	3	用 2m 靠尺和塞尺量，或用 2m 靠尺和带数字显示的塞尺量
5	组装预制板接缝平整度	3	用 2m 靠尺和塞尺检查

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。

8.2.10 组装工具式桁架叠合板厚度的偏差应符合设计文件的规定；当设计无具体规定时，厚度的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

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。

8.2.11 组装工具式桁架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。

8.2.12 组装预制板接缝嵌填应均匀、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。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1
- 《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1
- 《六角头螺栓》GB/T 5782
- 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010
- 《钢结构设计标准》GB 50017
- 《工程测量规范》GB 50026
- 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 《混凝土强度检验评定标准》GB 50107
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 《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
- 《工程结构通用规范》GB 55001
- 《混凝土结构通用规范》GB 55008
- 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95
- 《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163
- 《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715