 **T/CECS XXXX-2023**

中国工程建设标准化协会标准

开槽型混凝土叠合板应用技术标准

Technical Standard for Application of Concrete Composite Slab with Rabbet

（征求意见稿）

XXXX出版社

中国工程建设标准化协会标准

开槽型混凝土叠合板应用技术标准

Technical Standard for Application of Concrete Composite Slab with Rabbet

**T/CECS XXX—2023**

（征求意见稿）

主编单位： 清华大学

批准单位： 中国工程建设标准化协会

执行日期： 2023年XX月XX日

××××出版社

2023 北 京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《2022年第二批协会标准制订、修订计划》（建标协字〔2022〕40号）的要求，标准编制组在深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外现行标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为7章，主要技术内容包括：总则，术语和符号，基本规定，材料，结构设计，生产、运输与堆放，施工与验收。本标准中涉及的专利为《一种混凝土预制板板端取消胡子筋的构造及施工方法》（专利编号： 201710265325.6），专利所有权归属清华大学，同意在公平、合理、无歧视基础上，收费许可任何单位或者个人在实施该标准时实施其专利。

本标准由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理，由清华大学负责具体技术内容的解释。本标准在使用过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄往解释单位（地址： 北京市海淀区双清路30号清华大学土木水利学院，邮政编码： 100084），以供修订时参考

主编单位：清华大学

参编单位：湖南大学

重庆大学

中建科技集团有限公司

长沙新健工程有限责任公司

重庆现代建筑产业发展研究院

深圳新健工程有限责任公司

湖南国科建投科技有限公司

中建三局第一建设工程有限责任公司

深圳市现代营造科技有限公司

重庆新健科技有限责任公司

广东省中天元实业有限公司

……

主要起草人：聂鑫、庄亮东、李易凡、赵继之、吴桢灏、钟志强、尤为、刘玉良、文江涛、唐绍伟、吴所谓、张爽

主要审查人：

**目 录**

[**1 总则 1**](#_Toc6007)

[**2 术语和符号 2**](#_Toc703)

[2.1 术语 2](#_Toc15827)

[2.2 符号 3](#_Toc13886)

[**3 基本规定 4**](#_Toc11959)

[**4 材料 5**](#_Toc17426)

[**5 结构设计**](#_Toc8232) **6**

[5.1 一般规定 6](#_Toc14104)

[5.2 构件设计](#_Toc15983) 6

[5.3 深化设计 7](#_Toc164)

[5.4 构造要求 9](#_Toc164)

[**6 生产、运输与堆放 12**](#_Toc10692)

[6.1 一般规定 12](#_Toc23689)

[6.2 模具 12](#_Toc5377)

[6.3 开槽型预制板生产 12](#_Toc12608)

[6.4 开槽型预制板堆放与运输 14](#_Toc32347)

[6.5 质量检查与验收 16](#_Toc3126)

[**7 施工与验收 19**](#_Toc13073)

[7.1 一般规定 19](#_Toc32102)

[7.2 开槽型预制板吊装准备 19](#_Toc4393)

[7.3 开槽型预制板吊装 21](#_Toc12109)

[7.4 钢筋及预埋件铺设 23](#_Toc12109)

[7.5 混凝土浇筑 24](#_Toc29574)

[7.6 质量检查与验收 25](#_Toc3126)

[**本规程用词说明 28**](#_Toc7956)

[**引用标准名录 29**](#_Toc3762)

Contents

[**1 General 1**](#_Toc523844503)

[**2 Terms and Symbols 2**](#_Toc523844504)

[2.1 Terms](#_Toc523844505) 2

[2.1 Symbols](#_Toc523844505) 3

[**3 Basic Requirements**](#_Toc523844506) **4**

[**4 Materials**](#_Toc523844507) **5**

[**5 Structural Design**](#_Toc523844517) **6**

[5.1 General Requirements](#_Toc523844518) 6

[5.2 Component Design](#_Toc523844519) 6

[5.3 Detailed Design](#_Toc523844520) 7

[5.4 Detailing Requirements](#_Toc523844520) 9

[**6 Manufacture, Transportation and Storage**](#_Toc523844525) **12**

[6.1 General Requirements](#_Toc523844526) 12

[6.2 Moulds](#_Toc523844528) 12

[6.3 Manufacture](#_Toc523844529) 12

[6.4 Transportation and Storage](#_Toc523844530) 14

[6.5 Quality Inspecting and Acceptance](#_Toc523844530) 16

[**7 Construction and Quality Acceptance**](#_Toc523844525) **19**

[7.1 General Requirements](#_Toc523844526) 19

[7.2 Hoisting Preparation](#_Toc523844527) 19

[7.3 Hoisting](#_Toc523844528) 21

[7.4 Laying of steel bars and embedded parts](#_Toc523844528) 23

[7.5 Casting](#_Toc523844529) 24

[7.6 Quality Inspecting and Acceptance](#_Toc523844530) 25

[**Explanation of Wording in This Specification**](#_Toc523844531) **28**

[**List of Quoted Standards**](#_Toc523844532) **29**

1 总则

* + 1. 为确保开槽型混凝土叠合板在设计、施工及验收中做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量，制定本标准。

条文说明：开槽型混凝土叠合板因整体性能好、免支模板、板端不出筋、构造简单、安装方便等优点在装配式结构中应用前景广阔。为促进装配式结构的发展，规范开槽型混凝土叠合板的设计、生产、施工、验收，制定本标准。

* + 1. 本标准适用于抗震设防烈度8度(含8度)以下的工业、民用建筑及桥梁装配式开槽型混凝土叠合板的设计、生产、施工及验收。

条文说明：对于工业建筑，本标准适用于无特殊使用条件下的普通单层或多层工业厂房建筑；当建筑处于特殊使用环境，如高温高湿、腐蚀环境、动力荷载等，应根据具体情况进行专门设计。鉴于目前研究成果和工程实践的局限性，本标准暂不包含抗震设防烈度为9度地区的工程应用，如仍需应用，需要专项论证。

* + 1. 开槽型混凝土叠合板的设计、生产、施工及验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

* + 1. **开槽型混凝土叠合板concrete composite slab with rabbet**

底部采用不出筋的预制板、顶部采用现场后浇混凝土形成的叠合板件，简称叠合板（如图2.1.1）。



图2.1.1 开槽型混凝土叠合板

1—预制板；2—槽口；3—附加钢筋；

4—上部混凝土后浇层；5—竖向支承梁或墙**。**

* + 1. **开槽型混凝土预制板concrete precast slab with rabbet**

板端不出筋但预留槽口用于放置附加钢筋代替胡子筋的预制板，简称预制板。

条文说明：用作开槽型混凝土叠合板的底板。预制板在生产、施工过程中独立承载，后浇混凝土浇筑后形成开槽型混凝土叠合板。

* + 1. **槽口rabbet**

预制板端部预留的用于放置附加钢筋的长条形凹槽。

条文说明：槽口一般采用矩形或梯形横截面，位于板内受力钢筋之间，槽口深度为预制板厚度减去钢筋保护层厚度。

* + 1. **密拼连接 connection without gap**

相邻预制板在垂直于板跨方向紧密拼接、不留后浇带的连接形式。

条文说明：叠合板通常采用密拼做法，施工安装简便，无后浇带挂模施工，缩短施工周期。

* + 1. **单向板 one-way slab**

板缝处不设置槽口或设置构造长度槽口，板面荷载主要是沿短边方向传递，沿长边方向传递的荷载可忽略不计。

* + 1. **双向板 two-way slab**

长边与短边之比小于2.0，板缝处设置槽口，且开槽长度满足板缝处截面的受力需求，板面荷载可以沿两个方向传递。

2.2 符号

**2.2.1** 几何参数

|  |  |
| --- | --- |
| *b* | ——混凝土截面有效宽度； |
| *h* | ——槽口的设计高度； |
| *h*0 | ——混凝土截面有效高度； |
| *l* | ——槽口的设计长度； |
| *m* | ——槽口的设计间距； |
| *t* | ——槽口的设计宽度； |
| *V*u | ——验算截面的剪力设计值。 |

3 基本规定

**3.1.1** 叠合板可用于混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构等。

条文说明：叠合板板端不出筋，构造简单，施工便捷，受力性能与整浇板一致，可适用于各类型结构的楼、屋面板。叠合板亦可在砌体结构中应用。

**3.1.2** 叠合板与支座应有可靠连接。

**3.1.3** 叠合板应进行施工和使用两阶段设计，其结构性能，包括承载力、挠度、裂缝宽度，应符合设计要求。

条文说明：研究表明，叠合板的主要控制因素为正常使用极限状态下的裂缝宽度、挠度等指标，因此除承载力以外，还应进行挠度和裂缝宽度验算。

**3.1.4** 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：标准化和模数化能最大限度的提高预制板的生产和施工效率，发挥装配式结构的优势。

**3.1.5** 预制板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。生产全过程记录文件及影像文件宜实现全过程控制和追溯。

4 材料

**4.1.1** 叠合板所用混凝土材料应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中的规定。

**4.1.2** 叠合板中受力钢筋及构造钢筋宜采用HRB400、HRB500或CRB550、CRB600H，钢筋直径宜为5mm~16mm，并应符合下列规定：

**1** 热轧钢筋的力学性能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；

**2** 冷轧带肋钢筋力学性能要求应符合现行行业标准《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95的规定。

条文说明：叠合板中受力钢筋可采用冷轧带肋钢筋。冷轧带肋钢筋以其强度高的特点，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；此外，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。本标准不包含对预应力钢筋的规定，在混凝土底板中应用预应力钢筋可以参照《叠合板用预应力混凝土底板》GB/T 16727等标准中的规定。

**4.1.3** 预埋件锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

5 结构设计

5.1一般规定

**5.1.1** 叠合板可用于建筑楼、屋盖，在结构转换层、平面复杂或开洞较大楼层的楼板薄弱部位不宜采用。

条文说明：结构转换层、平面复杂或开洞较大楼层的楼板薄弱部位等楼盖整体性和面内刚度要求较高，为保障结构整体性能，宜采用现浇楼板。若需采用叠合楼盖，应适当增大现浇叠合层厚度，并加强叠合板与支撑结构的连接。

**5.1.2**采用叠合板时，在结构分析中可假定平面规则的楼层在其楼板自身平面内为无限刚性；楼板平面不规则或开洞较大时，计算中宜采用弹性楼板假定。

条文说明：叠合板的预制部分与后浇层结合良好，可视为整体，其平面内力学性能与现浇板一致。当楼板平面内布置规则且不存在局部开洞较大引起局部结构削弱时，楼面具有较好的整体刚度，可以近似认为楼板在自身平面内为无限刚性；当楼板平面内不规则或者在局部面内刚度有较大削弱时，计算时应考虑楼板面内变形的影响，宜采用弹性楼板假定。

**5.1.3**叠合板的预制板底板之间宜采用密拼接缝，同一个计算区格内的四边支承的叠合板，可根据5.2节的要求按单向板或双向板设计。

5.2构件设计

**5.2.1** 叠合板中预制板的厚度不应小于60mm；后浇混凝土叠合层厚度不宜小于50mm。当预制板跨度大于3.2m时，其厚度不宜低于70mm；当预制板跨度大于4m时，其厚度不宜低于80mm。

**5.2.2** 叠合板钢筋保护层厚度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

**5.2.3**叠合板长边与短边之比大于2时，宜按单向板设计，单向板密拼边可不设槽口，槽口设计长度不应小于15d；叠合板长边与短边之比小于2时，宜按双向板设计，密拼接缝处应设置槽口，放置附加钢筋，槽口设计长度不应小于21d,拼缝处截面抗弯承载力不得小于实际设计弯矩。

条文说明：对于密拼接缝处采用附加钢筋连接，且拼缝处截面抗弯承载力高于实际设计弯矩时，叠合板即满足双向板受力的特点。提升拼缝处截面抗弯承载力的措施包括：增加槽口内钢筋的直径和锚固长度、加强钢筋端部的锚固措施、增加槽口数量、增大槽口粗糙面特征。

**5.2.4** 当叠合板的长度和宽度小于3m时，宜采用单块预制整板，并按照双向板进行设计。

**5.2.5** 叠合板的挠度和裂缝宽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。

**5.2.6** 叠合板的截面受弯承载力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。

5.3深化设计

**5.3.1** 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。

**5.3.2** 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。在深化设计时应制定详细的施工工艺方案，对脱模、运输、吊运、安装等环节预制板的承载力、挠度、裂缝宽度等进行验算。

条文说明：深化设计用于指导预制板的生产，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，应经结构设计单位方认可。

**5.3.3** 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面，粗糙面的面积不宜小于结合面的80%，凹凸差不应小于4mm。

**5.3.4** 叠合板内可采用钢筋焊接网，钢筋焊接网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,宽度方向钢筋距离板边可为25mm，跨度方向钢筋端部距离板端不宜超过10mm。

**5.3.5** 叠合板中预制板吊点数量、吊点布置应根据预制板大小、重量及起吊方式通过计算确定，并符合下列要求：

**1** 吊点宜对称布置且均匀受力，吊点位置的合力点应与预制板的重心点重合；

**2** 吊点距离板边不宜大于300mm，吊点间距不宜大于2m；

3 吊索与构件水平夹角不宜小于60°，不应小于45°，吊运过程应平稳，不应有偏斜和大幅度摆动；

4 当仅设有4个吊点时，应按照仅3个吊点工作的最不利情况对吊具进行验算。

条文说明：根据叠合板中预制板大小，可采用4个、6个或8个吊点，并对称布置。当预制板仅设有4个吊点时，可能由于生产误差等原因导致仅3个吊点工作的最不利工况，因此应进行吊具的验算，验算安全后方可起吊。

**5.3.6** 叠合板宜采用定型产品或U形钢筋做吊点。当采用U形钢筋做吊点时，应符合现行国家标准《混凝土结构施工规范》GB 50666的规定。

条文说明：当U形钢筋做吊点时，应考虑其安全性并避开缺陷位置。

**5.3.7** 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。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定：

 1. 动力系数不宜小于1.2；

 2. 脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不宜小于1.5kN/m2。

条文说明：与现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1保持一致。

**5.3.8** 预制板在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数可取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。当有可靠经验时，动力系数可根据实际受力情况和安全要求适当增减。

条文说明：与现行国家标准《混凝土 结构工程施工规范》GB 50666保持一致。

**5.3.9** 施工阶段不加中间支撑的叠合板，应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定进行二阶段受力计算。

条文说明：施工阶段有可靠支撑的叠合受弯构件，可按整体受弯构件设计计算。施工阶段无支撑的叠合受弯构件，应对底部预制构件及浇筑混凝土后的叠合构件进行二次受力计算，其中第一阶段为后浇混凝土未达到设计强度之前，荷载由预制构件承担，荷载包括预制构件自重、叠合层自重以及施工活荷载；第二阶段为叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段，叠合构件按整体结构计算，荷载包括叠合构件自重，面层、吊顶等自重以及使用阶段可变荷载。

**5.3.10** 计算叠合板的正截面受弯承载力时，截面高度取叠合板的总厚度，受力计算可不计入受压区纵向钢筋。当叠合板中预制板与后浇层混凝土强度不同时，宜按照受压区混凝土的实际强度计算。

条文说明：因叠合板二次浇筑，后浇层与预制层混凝土强度可能不同，此时宜采用受压区混凝土的实际强度进行计算。

**5.3.11** 进行后浇叠合层施工阶段验算时，叠合板的施工活载可取1.5kN/m2。

条文说明：与现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666保持一致。

5.4构造要求

**5.4.1** 叠合板槽口内放置的附加钢筋，其直径不应小于同方向板底受力钢筋直径且不宜小于8mm，附加钢筋间距不宜大于200mm，附加钢筋强度等级不应低于与同方向板底受力钢筋的强度等级。

**5.4.2**预制板端支座构造如图5.4.1及图5.4.2所示，对于中节点，附加钢筋在节点区应贯通；对于端节点，附加钢筋伸入支座的长度不应小于7倍附加钢筋直径，且应到达梁中线。

**5.4.3**施工阶段无临时支撑时，预制板与梁的搭接长度不宜低于40mm，施工阶段有临时支撑时，预制板与梁的搭接长度不宜低于20mm。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）端节点 | （b）中节点 |
| 图5.4.1 板端支座构造示意（混凝土梁或墙） |
|  |  |
| （a）端节点 | （b）中节点 |
| 图5.4.2 板端支座构造示意（钢梁） |

**5.4.4** 槽口的外形尺寸及构造宜符合下列要求：

1 槽口的设计高度*h*宜为预制板厚度减去钢筋最小保护层厚度，设计高度*h*宜以5mm为模数；

2 槽口的设计宽度*t*宜为30mm~50mm，设计宽度*t*宜以5mm为模数；

3 槽口的设计间距*m*宜为100mm~200mm，设计间距*m*宜以25mm为模数；

图5.4.3 槽口构造示意图

条文说明：本条规定了槽口尺寸的基本设计参数，更为具体的设计参数应根据叠合板的受力情况进行设计，以满足设计要求。

6生产、运输与堆放

6.1 一般规定

**6.1.1** 预制板生产企业应建立完善的质量、职业健康安全和环境管理体系。

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** 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** 预制板生产前，宜校核深化设计图，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。

**6.1.4** 应根据预制板深化设计要求选择合适的粗糙面生产工艺及材料。

6.2 模具

**6.2.1**预制板生产模具应具有足够的刚度、强度和平整度，并符合预制板精度要求。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预制板脱模。

**6.2.2** 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。

**6.2.3** 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 预制板生产

**6.3.1** 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。

**6.3.2** 钢筋加工设备应符合有关标准规定和工艺要求，运行可靠，维护良好，并应按有关标准规定进行计量检定或校准。

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

**6.3.4** 钢筋网片吊装时应采用多吊点的专用吊架，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。

**6.3.5** 混凝土保护层垫块宜采用塑料类垫块，且应与钢筋骨架绑扎牢固；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。

条文说明：当垫块间距过大时，钢筋由于自重会产生下挠，此时应根据工程实际情况减小垫块间距，直至钢筋下挠小于1mm。

**6.3.6** 槽口模具可采用钢材或耐磨塑料；当采用耐磨塑料时，脱模时应注意采取措施避免槽口边缘出现崩边的情况。槽口处应采用拉毛的方法设置粗糙面。

**6.3.7** 混凝土浇筑前，应对预制构件钢筋以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。

**6.3.8** 混凝土浇筑宜符合下列要求：

**1** 混凝土应均匀连续浇筑，投料高度不宜大于500mm；

**2** 应采取措施保证模具、预埋件、连接件不发生变形或移位，如有变形或移位应及时纠正；应注意对预留件及预埋件进行保护；

**3** 宜在投料完成后，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；振捣完成后应当至少进行一次初抹压；

**4** 混凝土浇筑厚度应严格控制，并应使用专用的工具测量；

**5** 混凝土从出机到浇筑完成时间不宜超过40min。

**6.3.9** 浇筑过程中，应进行充分有效振捣，同时应按照标准要求留置试块。

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，洒落的混凝土应及时清理。

**6.3.10** 预制板宜采用拉毛的方法形成粗糙面。

**6.3.11** 每种类型的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。

**6.3.12** 预制板脱模宜先从侧模开始，先拆除固定预埋件的夹具，再打开其它模板，拆侧模时应避免损伤预制构件。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。

条文说明：采用震动方式拆侧模时，应注意控制震动的大小，避免震动过大损伤预制构件。

**6.3.13** 预制板起吊时，同条件养护凝土试件抗压强度不宜低于15MPa；当强度不足时，应根据本标准第5.3.7条进行起吊验算并进行实物起吊验证，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变形或开裂，本规定提出构件脱模的最低要求。

**6.3.14** 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。

**6.3.15** 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。

**6.3.16** 预制板脱模后，应及时在构件上设置产品标识。

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

6.4 预制板堆放与运输

**6.4.1** 应制定预制构件的堆放与运输方案，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：预制构件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。

**6.4.2** 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** 预制板堆放应使预埋吊环向上、标识向外，严禁倒置；

**4** 预制板应平放，堆放时底层预制板应与地面之间留有一定空隙；各层预制板下部应设置垫木，垫木应上下对齐，且不得脱空；支垫位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；堆放高度不宜大于1.8m，并应有防止倾覆的措施；

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。埋件内如有混凝土残留现象，应用与埋件匹配型号的丝锥进行清理，操作丝锥时应注意不能向里拧，要遵循“进两圈回一圈”的原则，避免丝锥折断在埋件内。检查是否有卡片等附件漏卸现象，如有遗漏，应及时拆卸后送至相应班组。重叠堆放构件时，构件间垫块应坚实，位置准确。每层构件间的垫块应上下对齐，垫块距板边缘距离宜为20cm-30cm。堆垛层数应根据构件、垫块的承载能力及堆垛的稳定性确定，必要时设置防倾覆措施。

**6.4.3** 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** 吊具与预制板规格、型号匹配，无错挂、漏挂现象。

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

**6.4.4** 预制板在运输过程中，应采取下列防止预制构件受损、破坏的措施：

**1** 宜选用低平板车，并采用专用运输架；

**2** 预制板应平放，并用钢丝绳或夹具与专用运输架绑扎牢固；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、车厢板和预制板间应放入柔性材料；

**3** 预制板堆放高度不应超过运输路线的限高要求，且不宜超过1.8m。

条文说明：当不具备专用运输车条件而用改装车运输时，应采取相应的加固措施。

**6.4.5** 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、同一单元的预制板装在同一辆车上。

6.5 质量检查与验收

**6.5.1** 预制板生产质量检查和验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

**6.5.2**生产预制板所用的混凝土、钢筋、接线盒、预埋件等应按进厂批次进行检验，其质量应符合国家现行相关标准的规定。

条文说明：应进行进厂检验，经检测合格后方可使用。

**6.5.3** 预制板的隐蔽工程检查与验收应包含下列内容：

**1** 预埋件、吊钩的规格、数量、位置等；

**2** 预留孔洞的规格、数量、位置等；

**3** 钢筋的混凝土保护层厚度；

**4** 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

**6.5.4** 预制板构件在出厂前应进行成品质量检查与验收，其内容包括：

**1** 产品标识；

**2** 外观质量和尺寸偏差；

**3** 粗糙面质量；

**4** 预埋件、吊钩、插筋的规格、数量、位置；

**5** 预留孔洞的规格、数量、位置；

**6** 预埋管线、线盒的规格、数量、位置。

**6.5.5** 预制板构件的尺寸允许偏差及检验方法应符合表6.6.5的规定。

**表6.5.5 预制板构件尺寸允许偏差及检验方法**

| 项目 | 允许偏差(mm) | 检验方法 |
| --- | --- | --- |
| 长度 | <12m | ±5 | 尺量检查 |
| ≥12m且<18m | ±10 |
| ≥18m | ±20 |
| 宽度、高（厚）度 | （预制板截面尺寸） | ±5 | 钢尺量一端及中部，取其中偏差绝对值较大处 |
| 表面平整度 | （预制板下表面） | 3 | 2m靠尺和塞尺检查 |
| 侧向弯曲 | （预制板侧向弯曲） | *L*/750且≤20 | 拉线、钢尺量最大侧向弯曲处 |
| 翘曲 | （预制板翘曲） | *L*/750 | 调平尺在两端量测 |
| 对角线差 | （预制板对角线差） | 10 | 钢尺量两个对角线 |
| 挠度变形 | 预制板设计起拱 | ±10 | 拉线、钢尺量最大弯曲处 |
| 预留孔 | 中心线位置 | 5 | 尺量检查 |
| 孔尺寸 | ±5 |
| 预留洞 | 中心线位置 | 10 | 尺量检查 |
| 洞口尺寸、深度 | ±10 |
| 预埋件 | 预埋件中心线位置 | 5 | 尺量检查 |
| 预埋件与混凝土面平面高差 | 0，-5 |
| 预埋螺栓中心线位置 | 2 |
| 预埋螺栓外露长度 | +10，-5 |
| 预埋套筒、螺母中心线位置 | 2 |
| 预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差 | 0，-5 |
| 线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差 | 20 |
| 线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差 | 0，-10 |
| 预留插筋 | 中心线位置 | 3 | 尺量检查 |
| 外露长度 | +5，-5 |
| 槽口 | 长度、宽度、深度 | ±5 | 尺量检查 |

注：1 *L*为构件长度(mm)；

2 检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

条文说明：本条规定预制构件的尺寸允许偏差和检验方法，尺寸偏差可根据工程设计需要适当从严控制。

**6.5.6** 对于在运输、堆放和吊装过程中出现局部破损或轻度开裂的预制板，若不影响结构的受力性能，可修补后重新使用，在使用前应按照本节6.5.1-6.5.5条款对预制板重新进行质量验收与检查。

条文说明：预制板的表面无桁架钢筋，侧面开槽口，在运输、堆放和吊装过程中可能在槽口附近出现破损，或者在吊环附近存在细微裂纹，这些缺陷并不影响成型后叠合板的力学性能，因此可以在修补后继续使用。

**6.5.7** 对于满足6.5.1-6.5.5条款中各项指标要求的预制板，在质量验收与检查时，可不进行现场力学性能试验。

7 施工与验收

7.1 一般规定

**7.1.1** 预制板安装施工前，应复核吊装设备的吊装能力，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。施工单位应根据装配式混凝土建筑工程特点配置组织的结构和人员，施工作业人员应具备岗位需要的基础知识和技能，施工单位应对管理人员、施工作业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、预制板生产、转运路线、道路条件及吊装方案等做出规定；对涉及结构安全和人身安全的内容，应有明确的规定和相应的措施。

**7.1.2** 施工现场的预制构件运输道路和存放场地应平整、坚实，并应有排水措施。

**7.1.3** 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：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，避免二次搬运预制板。水平堆放时，层数不宜大于6层，以避免由于自重过大使预制板产生变形、开裂；垂直堆放时，应设置固定支架。

7.2 预制板吊装准备

**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，以此放出预制板控制线，并根据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预制板提前编号。

**7.2.3** 吊具应根据预制板形状、尺寸及重量等参数进行设计和配置。对于吊点数量超过4个的板件，宜采用带动滑轮的分配架对吊点进行均匀受力分配。

条文说明：预制板的吊装方式及相应吊具应根据预制板构件的形状、尺寸和重量等进行选择和设计。当吊绳与起吊预制板构件的夹角小于60°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。常用吊装方式见图1，配套的吊具见图2。



图1 预制板吊装示意图



图2 吊装用吊具示意图

**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。

7.3 预制板吊装

**7.3.1** 吊装施工前，应核对预制板的混凝土强度、规格和编号。吊装时应严格按编号顺序起吊。

条文说明：预制构件安装顺序、校准定位及临时固定措施是装配式结构施工的关键工序，应在施工方案中明确规定并遵照执行。

**7.3.2** 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。

**7.3.3** 每班作业时宜先试吊一次，测试吊具与起重设备是否正常。每次起吊脱离运输车辆或存放点时，应适当停顿，确认起吊系统安全可靠后方可继续提升。

条文说明：预制构件在正式吊装前宜进行试吊。开始起吊时，应将预制构件吊离运输车辆或存放点200mm～300mm后停止起吊，检查预制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，确认安全后方可继续起吊。

**7.3.4** 预制板起吊、移动、就位的全过程中，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。

**7.3.5** 预制板应采用垂直吊运，严禁斜拉、斜吊。吊装的预制板应及时安装就位，严禁长时间悬停在空中。宜在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。

**7.3.6** 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，应将预制板构件重新吊起，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。

**7.3.7** 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。

**7.3.8** 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** 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；预制板边缘，应增设竖向支撑杆件；预制板竖向支撑点位置应靠近起吊点；

**3** 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；

**4** 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7.3.8-1、图7.3.8-2所示。



图7.3.8-1 定型独立钢支柱示意



图7.3.8-2 工具式支架示意

**7.3.9**预制板下的支撑架顶部的支托梁宜垂直于预制板的主受力方向。

**7.3.10**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。

7.4钢筋及预埋件铺设

**7.4.1**槽口内附加钢筋宜摆放在槽口中间位置。对于仅单侧放置入槽口内的附加钢筋，应采取措施对其伸出端进行固定，避免浇筑混凝土时发生移位。

**7.4.2**综合管线施工前，应确认不同位置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：采用叠合板时，接线盒应预埋在预制板中，管线应敷设于叠合板现浇层中。接线盒宜采用深型接线盒。叠合板中敷设管线，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。

7.5 混凝土浇筑

**7.5.1** 上层钢筋铺设并绑扎固定后，禁止在预制板上行走或踩踏，禁止对预制板进行切割。

条文说明：对已铺设好的钢筋、模板应进行成品保护，禁止在预制板上行走或踩踏，禁止切割预制板。

**7.5.2** 施工材料在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。

**7.5.3** 预制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、布料机部位的预制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。

**7.5.4** 叠合层混凝土浇筑前，应对密拼拼缝处进行检查，拼缝施工应符合下列规定：

**1** 接缝施工前，应清理接缝间的浮浆和杂物；

2. 拼缝间距小于2mm时，宜采用胶带纸或其他材料从板底密封，以防止水泥砂浆渗漏；

3. 拼缝间距大于2mm时，应对拼缝进行填充，填充材料宜采用聚合物水泥砂浆或柔性抗裂腻子，填充时应多道施刮，前道施工干透后才可进行后道施工填充材料；

4. 密封材料嵌填时，厚度不应高于直角边2mm,水平和垂直板缝交界处300mm范围内的板缝应一次施工完成；

**5** 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：本条规定了密拼接缝的装修处理或者防开裂处理要求。

**7.5.5** 叠合层混凝土浇筑前，应对预制板的上表面和槽口用高压水枪进行清理，确保槽口内没有杂物并保持湿润，以增强叠合层混凝土与预制板的结合。

**7.5.6** 叠合楼板的混凝土浇筑应符合下列规定：

**1** 应剔除并清理干净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**混凝土的振捣应充分，保证各个部位混凝土密实、均匀，不应漏振、欠振、过振。混凝土振捣可采用插入式振动棒，平板振动器或附着振动器，必要时可采用人工辅助振捣；

**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** 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㎡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。

**7.5.7** 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。

**7.5.8** 预制板混凝土浇筑后12h内应进行覆盖浇水养护。当日平均气温低于5℃时，宜采用薄膜养护，养护时间不小于7d。

**7.5.9** 预制板混凝土浇筑前，应做好隐蔽工程施工记录。

7.6 质量检查与验收

**7.6.1** 叠合板施工质量检查和验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

**7.6.2** 叠合板施工用的原材料、物品、构配件均应按检验批进行进场验收。对预制板构件应进行进场验收，进场验收应提交下列资料和记录：

 1. 预制板制作、安装深化设计图；

 2. 预制板、主要材料及配件的质量证明文件和出场合格证；

 3. 预制板隐蔽部位检查验收文件；

 4. 预制板的外观质量和尺寸偏差记录。

**7.6.3** 叠合板浇筑混凝土前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

 1. 混凝土粗糙面的质量；

 2. 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；

 3. 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；

 4. 构件接缝处防水、防火等构造做法；

 5. 其他隐蔽项目。

**7.6.4** 叠合板的临时支撑措施应符合设计、专项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。

 检查方法：观察；检查施工方案、施工记录或设计文件。

**7.6.5** 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。

 检查方法：检查混凝土强度试验报告。

**7.6.6** 叠合板安装施工完毕后，首先应由项目部质检人员对楼板各部位施工质量进行全面检查；项目部质检人员检查合格后报监理公司，由专业监理工程师进场验收。桁架叠合板安装验收应提交下列资料和记录：

 1. 隐蔽部位检查验收文件；

 2. 安装施工检查记录；

 3. 后浇混凝土强度检测报告；

 4. 重大质量问题的处理方案和验收记录；

 5. 相关的其他文件和记录。

**7.6.7** 预制板安装尺寸偏差应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表7.6.7的规定。

**表7.6.7 预制板安装允许偏差**

| 序号 | 项目 | 允许偏差(mm) | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 预制板标高 | ±4 | 水准仪或拉线、钢尺检查 |
| 2 | 预制板搁置长度 | ±5 | 钢尺检查 |
| 3 | 相邻板面高低差 | 0，2 | 钢尺检查 |
| 4 | 预制板接缝平整度 | 0，3 | 用2m靠尺和塞尺检查 |

本标准用词说明

**1**为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

* 1. 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件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

1. 《混凝土结构设计规范》GB 50010
2. 《钢结构设计规范》GB 50017
3. 《工程测量规范》GB 50026
4. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
5. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
6. 《混凝土结构通用规范》GB 55008
7. 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
8. 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
9. 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95
10. 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114
11. 《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB／T 228.1
12. 《金属材料 弯曲试验方法》GB／T 232
13. 《金属材料 线材 反复弯曲试验方法》GB／T 238