**T/CECS XXX-202X**

**中国工程建设标准化协会标准**

**装配式混凝土密肋复合楼板结构技术规程**

**Technical specification for multi-ribbed composite precast concrete slab structures**

**（征求意见稿）**

××××出版社

中国工程建设标准化协会标准

装配式混凝土密肋复合楼板结构技术规程

Technical specification for multi-ribbed composite precast concrete slab structures

T/CECS ××××- 202×

（征求意见稿）

主编单位：湖北大成空间科技股份有限公司

 深圳市建筑设计研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年××月××日

××××出版社

202× 北京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]20号）的要求，编制组经广泛深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订了本规程。

本规程共分8章，主要内容包括：总则，术语，材料，基本设计规定，结构设计，制作、运输与堆放，施工，验收。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程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预应力工程专业委员会归口管理，由湖北大成空间科技股份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xxxx。

主编单位：湖北大成空间科技股份有限公司

 深圳市建筑设计研究总院有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc161651370)

[2 术语 3](#_Toc161651371)

[3 材料 6](#_Toc161651372)

[3.1 混凝土 6](#_Toc161651373)

[3.2 钢材 6](#_Toc161651374)

[3.3 其他材料 6](#_Toc161651375)

[4 基本设计规定 9](#_Toc161651376)

[4.1 一般规定 9](#_Toc161651377)

[4.2 结构布置与楼板选型 11](#_Toc161651378)

[4.3 荷载与内力分析 12](#_Toc161651379)

[5 结构设计 16](#_Toc161651380)

[5.1 一般规定 16](#_Toc161651381)

[5.2 承载能力极限状态计算 16](#_Toc161651382)

[5.3 正常使用极限状态计算 17](#_Toc161651383)

[5.4 构造要求 19](#_Toc161651384)

[6 制作、运输与堆放 26](#_Toc161651385)

[6.1 一般规定 26](#_Toc161651386)

[6.2 制作 26](#_Toc161651387)

[6.3 运输与堆放 28](#_Toc161651388)

[6.4 质量验收 28](#_Toc161651389)

[7 施工安装 30](#_Toc161651390)

[7.1 一般规定 30](#_Toc161651391)

[7.2 安装与连接 30](#_Toc161651392)

[7.3 叠合层混凝土施工 31](#_Toc161651393)

[8 质量验收 32](#_Toc161651394)

[8.1 一般规定 32](#_Toc161651395)

[8.2 进场验收 32](#_Toc161651396)

[8.3 安装验收 33](#_Toc161651397)

[本规程用词说明 34](#_Toc161651398)

[引用标准名录 35](#_Toc161651399)

**Contents**

[1 General provisions 1](#_Toc161651370)

[2 Terms 3](#_Toc161651371)

[3 Materials 6](#_Toc161651372)

[3.1 Concrete 6](#_Toc161651373)

[3.2 Steel Reinforcement 6](#_Toc161651374)

[3.3 Other Materials 6](#_Toc161651375)

[4 Basic Design Regulations 9](#_Toc161651376)

[4.1 General Requirements 9](#_Toc161651377)

[4.2 Structural Layout and Floor Plate Selection 11](#_Toc161651378)

[4.3 Load and Internal Force Analysis 12](#_Toc161651379)

[5 Structral Design 16](#_Toc161651380)

[5.1 General Requirements 16](#_Toc161651381)

[5.2 Ultimate Limit Sates 16](#_Toc161651382)

[5.3 Serviceability limit state 17](#_Toc161651383)

[5.4 Constructive Requirements 19](#_Toc161651384)

[6 Manufacture, Transportation And Storage 26](#_Toc161651385)

[6.1 General Requirements 26](#_Toc161651386)

[6.2 Manufacture 26](#_Toc161651387)

[6.3 Transportation and storage 28](#_Toc161651388)

[6.4 Quality inspection 28](#_Toc161651389)

[7 Constructlon 30](#_Toc161651390)

[7.1 General Requirements 30](#_Toc161651391)

[7.2 Installation and Connection 30](#_Toc161651392)

[7.3 Construction of Composite Layer Concrete 31](#_Toc161651393)

[8 Construction Quality Acceptance 32](#_Toc161651394)

[8.1 General Requirements 32](#_Toc161651395)

[8.2 Site Acceptance 32](#_Toc161651396)

[8.3 Installation Acceptance 33](#_Toc161651397)

[explanation of Wording In This Specification 34](#_Toc161651398)

[List of Quoted Standards 35](#_Toc161651399)

# 1 总则

**1.0.1** 为规范装配式混凝土密肋复合楼板的设计、制作、施工与验收，做到安全适用、经济耐久、质量可靠，制定本规程。

【条文说明】1.0.1 楼板作为建筑功能的基本载体和体量最大的部品部件，在装配式建筑中占据举足轻重的地位。装配式混凝土密肋复合楼板构思新颖，具备预制率高、管线集成、免施工模板、少支撑或免支撑施工、结构自重轻、抗震性能好，保温隔热隔声一体化等优点，它有利于提高建筑质量、提高生产效率、降低成本、实现节能减排和保护环境的目的。

**1.0.2** 本规程适用于抗震设防烈度不大于8度地区，且环境类别为一类和二a类的一般工业与民用建筑中装配式混凝土密肋复合楼板的设计、制作、施工与验收。

【条文说明】1.0.2 根据结构的整体稳固性和抗震性能的要求，本规程强调了预预制构件和后浇混凝土相结合的结构措施。本规程的基本设计概念，是在采用现行成熟连接技术的基础上，通过合理的构造措施，提高装配式结构的整体性，实现装配式结构与现浇混凝土结构等同性能的要求。

本规程适用于非抗震设计及抗震设防烈度为6度~8度抗震设计地区的各种民用建筑，其中包括居住建筑和公共建筑。9度抗震设计的装配式结构，如需采用，应进行专门论证。

由于工业建筑的使用条件差别很大，本规程原则上不适用于排架结构类型的工业建筑。但是，使用条件和结构类型与民用建筑相似的工业建筑，如轻工业厂房等可以参照本规程执行。

本规程对装配式复合楼板应用环境的限定，是出于对密肋复合楼板底板和面板钢筋混凝土耐久性和复合填充体周期寿命的协同性角度的考虑。

**1.0.3** 装配式混凝土密肋复合楼板可根据项目要求进行节能设计，采用的填充材料宜结合生产、供应、施工条件及耐火等级要求等因素综合确定。

【条文说明】1.0.3 为落实“节能、降耗、减排，环保”的基本国策，贯彻绿色发展理念，实现资源、能源的可持续发展，必须做好楼盖部分的节能设计，满足绿色建筑评价的相应要求。因此，结合本装配式复合楼盖体系中填充体的热工性能特点，在行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75基础上，制定了密肋复合楼板结构保温一体化设计要求。

针对消除或减少板肋处的热桥现象，本条根据试验研究结果提供了推荐解决方案。此外，还对密肋复合楼板的隔音性能构造也根据试验研究提供了推荐解决方案。填充体选择聚苯乙烯泡沫保温板，且板肋中部铺设一层40mm厚的保温砂浆，可以有效的解决板肋处的热桥现象，根据样板检测结果，150mm厚的装配式复合楼板的传热系数为1.53W/(m2·K)，另外也可在板肋中部设置贯通空心箱体的管道，形成热（冷）风的输送管道，形成其它节能设计的介质循环途径。在板肋中部铺设一层40mm-50mm厚的隔音砂浆，可以有效改善楼板的隔音性能，根据样板实验室检测结果，150mm厚的装配式复合楼板的空气隔声量为40db。

**1.0.4** 装配式混凝土密肋复合楼板的设计、制作、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和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】1.0.4 执行的现行国家标准包含但不限于：《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《组合结构通用规范》GB 55004、《钢结构通用规范》GB 55006、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《叠合板用预应力混凝土底板》GB/T16727、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构应用技术规程》JGJ1等。

# 2 术语

**2.0.1** 装配式混凝土密肋复合楼板 multi-ribbed composite precast concrete slab

由钢筋或钢骨架形成肋格、空腔构件或复合填充体做内模，浇筑混凝土形成横纵板肋与内置空腔组合而成的预制楼板。简称装配式复合楼板。包括叠合式混凝土密肋复合楼板和全预制混凝土密肋复合楼板。

**2.0.2** 叠合式混凝土密肋复合楼板 composite multi-ribbed precast concrete slab

在装配式复合楼板的板肋上表面外露钢筋或钢骨，在现场拼装完成后再铺设面筋并后浇混凝土面层而形成的叠合式楼板。

【条文说明】2.01~2.02 装配式混凝土密肋复合楼板主要包括叠合式混凝土密肋复合楼板、全预制混凝土密肋复合楼板两种应用形式，其中装配式混凝土密肋复合楼板是基本预制构件。

叠合式混凝土密肋复合楼板（图1）是由装配式复合楼板做底板，后浇混凝土层形成整体受力的叠合楼板，底板与叠合层之间通过板肋上外伸的钢筋或钢筋骨架连接。



1

1

（a）平面图

1-横向板肋；2-纵向板肋；3-现浇面板；4-预制底板；5-空腔构件或复合填充体



（b）1-1 剖面图

1-现浇面板；2-预制底板；3-板肋；4-空腔构件或复合填充体；5-支撑梁或墙；6-底板钢筋；7-后浇层内钢筋

图1 叠合式混凝土密肋复合楼板

**2.0.3** 全预制混凝土密肋复合楼板 multi-ribbed precast concrete slab

完全由装配式复合楼板通过板间抗剪连接键形成的整体受力楼板。

【条文说明】2.0.3 全预制混凝土密肋复合楼板（图2）是装配式复合楼板通过抗剪连接键连接形成单向受力的全装配式楼板。



1

1

2

2

（a）平面图

1-横向板肋；2-纵向板肋；3-现浇面板；4-预制底板；5-空腔构件或复合填充体；

6-预留槽口



（b）1-1剖面图

1-预制面板；2-预制底板；3-板肋；4-空腔构件或复合填充体；5-支撑梁或墙；

6-梁挑耳或临时支撑；7-底板钢筋；8-后浇层内钢筋；



（c）2-2剖面图

1-预制面板；2-预制底板；3-板肋；4-空腔构件或复合填充体；5-附加底筋；

6-抗剪连接键；7-拼缝；

图2 全预制混凝土密肋复合楼板抗剪连接键示

**2.0.4** 抗剪连接键 splicing by shear connector

 在装配式复合楼板的板侧横向板肋的部位预留槽口，槽口内外伸纵向板肋的受力钢筋，楼板与楼板或者楼板与边支撑梁拼装就位后，在槽口内插入连接钢筋或钢骨进行受力钢筋间接连接，再浇筑混凝土形成具有抗剪功能的连接方式。

**2.0.5** 结构与隔热隔声一体化构造 structure-thermal insulation combining detail

装配式复合楼板内部由钢筋或钢骨架形成肋格空间的内置空腔构件或者复合填充体，再在板肋的上部和内置空腔构件或者是复合填充体的上面浇筑钢筋混凝土面层，形成具有保温隔热隔声性能的内置空腔或者复合填充体与结构受力的一体化构造。

【条文说明】2.0.5 用于装配式复合楼板的填充材料，氯化物和碱的总含量应符合国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中对混凝土材料的要求；放射性和尾速的限量应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的要求；燃烧性能应满足设计要求，正常使用环境下不应产生有损人身健康及环境的有毒气体。填充体表面应平整，无贯穿性裂纹或空洞，φ30振动棒紧贴表面振动1min，不出现贯通性裂纹及破损。内置填充材料可根据项目绿色建筑星级要求，选择具有不同隔音性能的材料。在密肋梁中部敷设高强度的保温或隔音砂浆处等措施可以有效的解决热桥问题，及改善楼板的隔声性能。

**2.0.6** 空腔构件 internal cavity component

埋置在装配式复合楼板内充当内模的内部结构，与底板、面板及纵横肋格围合形成内部空腔，具有封闭结构功能和保温、隔热、隔声、难燃性能的轻质块状薄壁内空构件。

【条文说明】2.0.6 空腔构件的内壁可以根据设计需要设置保温层、隔声层。

**2.0.7** 复合填充体 composite filler

埋置在装配式复合楼板内充当内模的内部填充体，与底板、面板与纵横肋格围合形成内部结构，具有封闭结构功能和保温、隔热、隔声、难燃性能的轻质块状实心板材。

# 3 材料

## 3.1 混凝土

**3.1.1** 装配式复合楼板的板肋可采用普通混凝土，空腔构件或复合填充体可使用轻质薄板、轻骨料混凝土、加气混凝土砌块、聚苯乙烯泡沫、聚氨酯泡沫制品等制作。

**3.1.2** 普通钢筋装配式复合楼板的混凝土强度等级不宜低于C30，预应力装配式复合楼板的混凝土强度等级不应低于C40。叠合式混凝土密肋复合楼板后浇叠合层混凝土强度等级不应低于C30。

**3.1.3** 混凝土力学性能指标和耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《混凝土结构通用规范》GB 55008及《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476的规定。

## 3.2 钢材

**3.2.1** 普通钢筋可采用HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500、HPB300钢筋，其力学性能指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《钢筋钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的规定。

**3.2.2** 预应力筋可采用螺旋肋消除应力钢丝、钢绞线，并应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223和《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224的有关规定。

**3.2.3** 装配式复合楼板的吊环应采用未经冷加工的HPB300级钢筋或Q235B圆钢制作，其材料的性能应符合国家现行相关标准的规定。

## 3.3 其他材料

**3.3.1** 空腔构件的壁板应采用不燃、无毒的硬质有机材料或者无机材料制作。空腔构件内部敷设的隔热隔声材料应符合现行行业标准《混凝土结构用成孔芯模》JG/T 352 的规定。

复合填充体的物理性能指标可按现行行业标准《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ 12和《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17采用。

【条文说明】3.3.1 空腔构件和填充体应满足结构安全功能要求的强度指标及适用性和耐久性的要求，其氯化物和碱的含量及放射性核素的限量应符合国家现行有关标准的规定，同时应符合在正常使用环境下不产生有损人身健康及环境的有害成分，火灾时防火等级要求的时间内不得产生析出构件的烟雾及有毒气体。对于低于一类环境类别的使用环境，应采取措施避免环境对空腔构件及填充体强度耐久性的影响。

装配式复合楼板采用的空腔构件和填充体仅作为内部模板使用时，其制作中通常采用无机硬质不燃薄板，若使用玻璃丝棉，可不对玻璃丝棉提出耐碱性要求，但应对空气中暴露时间做出限制。

装配式复合楼板采用的复合填充体如聚苯乙烯泡沫制品或聚氨酯泡沫制品作为内模时，应综合考虑减少填充体自重与保证施工强度的要求。当对其表面加强处理后，密度可适当减小，但不应小于8kg/m3。作为内模的有机材料，其燃烧性能要求应结合保护层厚度综合确定，并不应低于E级。

采用的空腔构件及复合填充体应达到一定的设计强度，当采用加气混凝土砌块时，强度级别不低于A3.5级。当采用低于相应强度等级的块体时，应有可靠的试验结果。

**3.3.2** 结构保温一体化设计的保温材料和制品，应符合国家有关建筑节能隔热隔声材料相关标准的规定。

【条文说明】3.3.2机保温材料制品当采用有机类或无机类保温板时，其导热系数不宜大于0.040W/(m2.K)，体积比吸水率不宜大于0.3%，燃烧性能不应低于现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624中B2级的规定。

当采用模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）和挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）保温材料时，应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1、《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS)》GB/T 10801.2的有关规定。 当采用硬泡聚氨酯保温材料时，其技术性能应符合现行国家标准《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范》GB 50404 和《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T 21558的有关规定。当采用玻璃棉保温材料时，其技术性能应符合现行国家标准《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350的有关规定。

当采用岩棉、矿渣棉保温材料时，其技术性能应符合现行国家标准《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350和《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835的有关规定。装配式复合楼板拼缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB8624中A级的规定。

**3.3.3** 装配式复合楼板之间拼接灌缝应根据实际工程需要选择适宜的专用砂浆。

【条文说明】3.3.3 对于全预制混凝土密肋复合楼板在板侧预留有齿形槽口，拼缝处需对其进行灌封处理，灌缝可以有效的增强装配式全预制复合板的整体性。灌浆料可以选择细石混凝土灌缝或微膨胀高强水泥砂浆等。当对楼板有保温或隔音设计要求时，可先用细石混凝土灌缝或微膨胀高强水泥砂浆灌缝但不灌满，预留40~50mm厚度，随后再铺设保温砂浆或隔音砂浆灌满。叠合式混凝土密肋复合楼板不需要灌缝处理。

**3.3.4** 预制底板底面拼缝处嵌缝材料宜采用柔性抗裂砂浆（聚合物改性水泥砂浆）或混凝土接缝用建筑密封胶，并应符合国家现行标准《预拌砂浆》GB/T 25181和《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881的有关规定。

【条文说明】柔性抗裂砂浆及建筑用密封胶均具有一定的变形能力，可有效防止接缝下表面开裂。如板底有吊顶或者无需装修处理时，接缝可外露不嵌填。

# [4](#_Toc16874449) 基本设计规定

## [4.1 一般规定](#_Toc16874450)

**4.1.1** 装配式复合楼板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的极限状态设计方法，采用分项系数的设计表达进行设计。地震设计状况应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关规定。

【条文说明】4.1.1 本规程按现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153以及《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定，采用概率极限状态设计方法，以分项系数的形式表达。本规程中的荷载分项系数应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009和《工程结构通用规范》GB 55001的有关规定。

**4.1.2** 装配式复合楼板的安全等级和设计使用年限应与整体结构保持一致。

**4.1.3** 装配式复合楼板的设计应满足下列三个阶段的不同要求 ：

**1** 制作阶段：叠合式混凝土密肋复合楼板及全预制预应力混凝土密肋复合楼板在脱模（放张）、堆放、吊装及运输阶段，板底不应出现裂缝；全预制非预应力混凝土密肋复合楼板板底不宜出现受力裂缝；

**2** 施工阶段：应对叠合式混凝土密肋复合楼板的底板及全预制混凝土密肋复合楼板的承载力、挠度、裂缝控制分别进行计算或验算；

**3** 使用阶段：应对装配式复合楼板的承载力、挠度及裂缝控制分别进行计算或验算。

【条文说明】4.1.3 装配式复合楼板在进行设计时，应充分考虑其在制作阶段、施工阶段和使用阶段的材料强度和工况。在制作阶段进行放张、堆放、吊装及运输时应考虑混凝土的实际强度和施工工艺，防止装配式复合板板底可能出现后续施工和使用产生不利影响的裂缝。在施工阶段，叠合式凝土密肋复合楼板的叠合层未达到设计强度，故荷载由预制底板承担，其按简支构件计算或验算，荷载包括预制底板自重、叠合层自重以及本阶段的施工活荷载。在使用阶段，装配式复合楼板各部分混凝土达到设计规定的强度值之后，其按整体结构计算。对于施工阶段和使用阶段，应充分考虑施工活荷载和使用活荷载的大小，按其最不利情况对装配式复合楼板进行承载能力极限状态和正常使用极限状态的计算或验算。

**4.1.4** 装配式复合楼板应按照施工阶段不设附加支撑，采用弹性设计方法分别按下列规定进行计算。

**1** 对于叠合式混凝土密肋复合楼板施工阶段应按一般简支受弯构件进行受力分析，使用阶段应按整体受力构件进行受力分析；

**2** 对于全预制混凝土密肋复合楼板应按一般简支受弯构件进行受力分析。

叠合式混凝土密肋复合楼板和全预制混凝土密肋复合楼板应按本规程第4.3节的规定进行荷载与内力分析；其承载力、挠度及裂缝控制应按本规程第5章的规定进行计算或验算。

**4.1.5** 叠合式混凝土密肋复合楼板应分别根据支座构造、长宽比按单向板或双向板设计，并应符合下列规定：

**1** 当长边与短边长度之比不大于2时，应按双向板计算；长边与短边长度之比大于2，但小于3时，宜按双向板计算；

**2** 长边与短边长度之比不小于3时，宜按单向板计算，并沿长边方向布置构造钢筋。

**4.1.6** 全预制密肋复合楼板宜按单向简支板设计。

**4.1.7** 在结构转换层、平面凹凸不规则或楼板局部不连续等薄弱部位，以及作为上部结构嵌固部位的地下室楼板采用叠合式密肋复合楼板时，可适当增大后浇叠合层厚度并加强叠合式密肋复合楼板与支承结构的连接。

**4.1.8** 采用预应力配筋的装配式复合楼板的预应力筋应沿板的长方向布置。

**4.1.9** 短暂设计状况应包括混凝土脱模、预应力筋放张、预制底板吊装、堆放、运输和安装。短暂设计状况下的装配式复合楼板底板的验算，应采用荷载标准组合进行计算。

**4.1.10** 装配式复合楼板应进行持久设计状况下的承载能力极限状态和正常使用极限状态验算。

**4.1.11** 正常使用极限状态下的装配式复合楼板验算，对于采用预应力的装配式复合楼板应采用荷载标准组合进行计算；对采用非预应力的装配式复合楼板应采用荷载准永久组合进行计算。

**4.1.12** 装配式复合楼板的设计应对预制构件统一编码，编码原则应符合现行国家标准《信息分类和编码的基本原则与方法》GB/T 7027、《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T 51269的有关规定。生产与施工中应通过统一编码进行信息化管理。

【条文说明】4.1.12 采用信息化编码可以记录构件生产关键信息，并与设计、采购、运输构件信息保持一致，确保了构件生产和施工各环节处于受控和可追溯的状态。预制构件的信息化编码应贯穿装配式混凝土建筑建设全过程，并满足设计、生产、施工各阶段的综合要求和实际需要。

## [4.2 结构布置与楼板选型](#_Toc16874451)

**4.2.1**采用装配式复合楼板的建筑结构布置应符合下列规定：

**1** 建筑设计：平面宜采用大空间的平面布置方式，平面布置应规则，柱网尺寸宜统一，承重构件布置应上下对齐、贯通，对于一些有防水要求的功能空间宜集中布置。

**2** 结构设计：平面布置宜规则、对称，质量、刚度分布宜均匀；结构布置时应初步确定结构部件的选型，包括部件及其接口的尺寸和构造等；宜采用大空间的布置方案；宜少设或不设次梁。

**4.2.2**装配式复合楼板的选型应符合下列规定：

**1** 房屋高度超过50m时，应采用叠合式密肋复合楼盖结构。房屋高度不超过50m，且6、7度抗震设计时，可采用全预制密肋复合楼盖结构。

**2** 当楼板跨度小于等于6m时可以采用非预应力装配式复合楼板，当跨度大于6m时可采用预应力配筋的装配式复合楼板。

**3** 屋面层和平面受力复杂或开洞过大的楼层宜采用现浇楼盖，当采用叠合式装配式复合楼盖结构时，楼板的后浇层内应采用双向通长配筋。

**4** 结构转换层和作为结构嵌固部位的楼层宜采用现浇楼盖；

**5** 楼板选型时应充分考虑生产运输存放和吊装的可行性，宜选择尺寸较大的部件，并宜进行标准化设计。

**6** 当选用非通用部件时，仍应遵循少规格、多组合的设计原则。

【条文说明】4.2.2 当建筑高度大于50m时，为保证建筑的空间整体性能和水平力的有效传递，故采用有现浇叠合层的密肋复合楼盖，当建筑高度小于50m时，可采用全预制密肋复合楼盖，但应增加板端搁置长度，板端预留钢筋，板缝相关加强措施，预留剪力槽或加设预应力索等相关措施。当大跨度大于6m时，采用采用预应力配筋的装配式复合楼板可以降低楼板厚度，减轻楼板自重，控制板底裂缝，便于运输吊装，且经济性更为合理；屋面和平面受力复杂或开洞过大，转换层或嵌固端等对结构的整体性要求更高，故宜采用现浇楼盖。

## [4.3 荷载与内力分析](#_Toc16874451)

**4.3.1** 叠合式混凝土密肋复合楼板按施工阶段不设附加支撑进行设计，内力应分别按下列两个阶段计算：

**1** 第一阶段：后浇的叠合层混凝土未达到强度设计值之前的阶段。荷载由装配式复合楼板的预制底板承担，预制底板按简支构件计算；荷载包括预制底板自重、叠合层自重以及本阶段的施工活荷载。

**2** 第二阶段：叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段。楼板按整体结构计算；荷载考虑下列两种情况并取较大值：

施工阶段：考虑叠合楼板自重、面层、吊顶等自重以及本阶段的施工活荷载；

使用阶段：考虑叠合楼板自重、面层、吊顶等自重以及使用阶段的可变荷载。

**4.3.2** 全预制混凝土密肋复合楼板按施工阶段不设附加支撑进行设计，施工及使用阶段应按整体结构计算。

【条文说明】4.3.1~4.3.2条文规定中关于叠合式混凝土密肋复合楼板部分两阶段荷载及内力的部分与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。对于全预制混凝土密肋复合楼板，其预制部分已基本具备完整的楼板的结构，预留的剪力槽或预应力孔道对其截面削弱影响很小，故可按整体结构进行计算。

**4.3.3** 在制作、施工和使用阶段，荷载取值应符合下列规定：

**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。动力系数不宜小于1.2，脱模吸附力应根据模具的实际状况取用，且不宜小于1.5kN/m2。

**2** 运输、吊运、安装时，等效静力荷载标准值应取预制底板自重标准值乘以动力系数。构件运输、吊运时，动力系数宜取1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数宜取1.2。

**3** 第一阶段的施工可变荷载和第二阶段的施工可变荷载可根据实际情况分别确定，第一阶段的施工可变荷载不应小于1.5kN/m2。

**4** 使用阶段的可变荷载可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定取用，也可根据实际情况确定，但不应小于现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009的取值。

**4.3.4** 在进行承载能力极限状态验算时，装配式复合楼板的正截面受弯承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定计算，其中，弯矩设计值应按下列规定取用：

**1** 叠合式混凝土密肋复合楼板

预制底板

  (4.3.4-1)

叠合楼板的正弯矩区段

  (4.3.4-2)

叠合楼板的负弯矩区段

  (4.3.4-3)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*M*1G | 预制底板自重和叠合层自重在计算截面产生的弯矩设计值； |
| *M*1Q | 第一阶段施工活荷载在计算截面产生的弯矩设计值； |
| *M*2G | 第二阶段面层、吊顶等自重在计算截面产生的弯矩设计值； |
| *M*2Q | 第二阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值，取本阶段施工活荷载和使用阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值中的较大值； |

**2** 全预制混凝土密肋复合楼板

楼板的正弯矩区段

  (5.3.3-4)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*M*G | 楼板自重、面层和吊顶在计算截面产生的弯矩设计值； |
|  *M*Q | 可变活荷载在计算截面产生的弯矩设计值，取施工阶段活荷载和使用阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值中的较大值。 |

【条文说明】4.3.4 对于叠合式混凝土密肋复合楼板，由于叠合层和预制底板混凝土强度在时间上存在差异性，在施工阶段叠合层混凝土强度未达设计强度之前不可考虑其承载能力，且叠合层混凝土达到设计强度前后楼板结构的计算模型也存在差异性。故根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中无支撑叠合梁板的相关规定，对第一阶段和第二阶段采用不同的弯矩设计值。第一阶段面层钢筋未锚入支座之前楼板简支计算；第二阶段叠合式混凝土密肋复合楼板与支座形成可靠连接后，楼板按整体结构计算。在第一和第二阶段荷载均会产生正弯矩，第二阶段正弯矩区段楼板中性轴上部截面受压，故此时混凝土强度等级，按叠合层取用；负弯矩区段仅在第二阶段支座对楼板形成可靠约束后产生，此时的混凝土强度等级，按计算截面受压区的实际情况取用。对于全预制混凝土密肋复合楼板，其预制部分已基本具备完整的楼板的结构，无需进行阶段划分，在固定荷载确定的情况下，可变荷载可按简支结构对施工和使用阶段荷载产生的弯矩取较大值，确定弯矩设计值。

**4.3.5** 在进行承载能力极限状态验算时，装配式复合楼板的斜截面受剪承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定计算，其中，剪力设计值应按下列规定取用：：

**1** 叠合式混凝土密肋复合楼板

预制底板

  (5.3.4-1)

叠合楼板

  (5.3.4-2)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*V*1G | 预制底板自重和叠合层自重在计算截面产生的剪力设计值； |
| *V*1Q | 第一阶段施工活荷载在计算截面产生的剪力设计值； |
| *V*2G | 第二阶段面层、吊顶等自重在计算截面产生的剪力设计值； |
| *V*2Q | 第二阶段可变荷载在计算截面产生的剪力设计值，取本阶段施工活荷载和使用阶段可变荷载在计算截面产生的剪力设计值中的较大值； |

**2** 全预制混凝土密肋复合楼板

  (5.3.4-3)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *V*G | 楼板自重、面层和吊顶在计算截面产生的剪力设计值； |
| *V*Q | 可变活荷载在计算截面产生的剪力设计值，取施工阶段活荷载和使用阶段可变荷载在计算截面产生的剪力设计值中的较大值。 |

【条文说明】4.3.5 对于二阶段受力的叠合式混凝土密肋复合楼板，目前其斜截面受剪承载力试验研究尚不充分，故将其按现浇混凝土密肋楼盖相关计算方法对楼板进行受剪承载力的计算。在截面设计计算时板肋选取实际混凝土截面进行计算。在受剪承载力计算中混凝土强度偏安全地取预制底板与叠合层混凝土中的较低者；同时楼板整体的受剪承载力应不低于预制底板的受剪承载力。对于全预制混凝土密肋复合楼板，处于偏安全考虑，截面设计计算时板肋按照I型截面进行计算，不宜考虑上下翼缘的有利影响。

**4.3.6** 与全预制混凝土密肋复合楼板布置方向平行的支承构件设计，宜计入相邻单块混凝土密肋复合楼板预制宽度一半范围内的荷载。

**4.3.7** 承受均布荷载的单向多跨连续叠合式混凝土密肋楼板，当相邻两跨的长跨与短跨之比小于1.1、各跨荷载值相差不大于10%时，可按弹性分析方法计算内力设计值，并可对其施工阶段和使用阶段荷载产生的支座弯矩设计值进行适度调幅，调幅幅度不宜大于20%。

**4.3.8** 承受均布荷载的双向叠合式混凝土密肋楼板，可采用弹性分析方法或有限元分析方法计算内力设计值。采用弹性分析方法时，可对其第二阶段荷载产生的支座弯矩设计值进行适度调幅，调幅幅度不宜大于20%。

**4.3.9** 承受均布荷载的多跨连续叠合式混凝土密肋楼板，验算正常使用极限状态内力时，跨中刚度可按荷载标准组合下不出现裂缝的截面进行计算，支座刚度可按出现裂缝的截面进行计算。

# 5 结构设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 装配式复合楼盖在进行结构整体分析时，应符合下列规定：

**1** 叠合式混凝土密肋复合楼盖可按刚性楼盖进考虑。楼层水平地震剪力宜按抗侧力构件等效刚度的比例分配；

**2**平面长宽比不大于3全预制混凝土密肋复合楼盖，可按刚性楼盖进行考虑； 否则宜根据楼盖平面内实际变形，合理确定楼盖计算假定后进行结构整体分析。

**5.1.2** 在结构内力与位移计算中，叠合式混凝土密肋复合楼盖楼面梁的刚度可计入翼缘作用予以增大。混凝土梁的刚度增大系数应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3的有关规定；可不考虑钢梁与楼板的共同作用。弹塑性分析时，可不考虑梁与楼板的共同作用。全预制混凝土密肋复合楼盖，不宜考虑楼板对梁刚度和承载力的影响。

**5.1.3** 装配式复合楼板采用预应力筋时，应采用先张法预应力技术，其张拉控制力，预应力损失及放张时混凝土强度等级应符合设计要求，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。

## 5.2 承载能力极限状态计算

**5.2.1** 叠合式混凝土密肋复合楼板的底板及叠合板和全预制混凝土密肋复合楼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的规定。

**5.2.2** 叠合式混凝土密肋复合楼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叠合层混凝土等级取用。

**5.2.3**装配式复合楼板的受剪承载力应按最薄弱位置计算，截面的抗剪承载力不应考虑空腔构件或复合填充体的作用，应按实际的混凝土截面进行计算。

【条文说明】5.2.3 装配式复合楼板在进行正截面抗弯及斜截面受剪承载力计算时，为保证安全，应根据实际情况选择薄弱部位的混凝土截面和强度。对于叠合式混凝土密肋复合楼板，应注意区分两阶段。在第一阶段，预制底板在运输、施工时，宜选取实际倒T形截面进行设计计算；在第二阶段，叠合层现浇土达到设计强度后，此时支座对楼板产生可靠约束，形成整体性良好的楼盖结构，楼板宜按实际尺寸选取I形截面进行设计计算。对于全预制密肋复合楼板，不宜考虑面板和底板作为翼缘的有利影响，在进行承载力计算时宜采用I形截面。

**5.2.4** 双向叠合式混凝土密肋复合楼板应分别计算纵向和横向两个方向的正截面受弯承载力，并应对拼缝截面进行计算。

**5.2.5** 均布荷载作用下的叠合式混凝土复合楼板，板肋上表面的粗糙程度及外伸钢筋符合构造要求时，可不对叠合面进行受剪强度验算。

**5.2.6** 当内置空腔构件或复合填充体的外壳为混凝土且与现浇混凝土可靠连接时，可将外壳计入混凝土截面内计算构件的截面特性。

## 5.3 正常使用极限状态计算

**5.3.1** 预应力叠合式混凝土密肋复合楼板，应按按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定进行预制构件和叠合构件的正截面抗裂验算。在荷载的标准组合下，对预制底板和叠合楼板沿预应力方向的裂缝控制，应按裂缝控制等级为二级的规定按下列公式验算：

  (5.3.12-1)

预制底板

  (5.3.12-2)

叠合楼板

  (5.3.13-3)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *σ*ck | 在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； |
| *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； |
| *f*tk | 预制底板混凝土轴心抗拉强度标准值； |
| *M*1Gk | 预制底板和叠合层自重标准值在计算截面产生的弯矩值； |
| *M*1k | 第一阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值，取*M*1k=*M*1Gk+*M*1Qk，此处*M*1Qk为第一阶段施工活荷载标准值在计算截面产生的弯矩值； |
| *M*2k | 第二阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值，取*M*2k=*M*2Gk+*M*2Qk，此处*M*2Gk为面层、吊顶等自重标准值在计算截面产生的弯矩值；*M*2Qk为使用阶段可变荷载标准值在计算截面产生的弯矩值； |
| *W*01 | 预制底板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩； |
| *W*0 | 叠合楼板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩，此时，叠合层的混凝土截面面积应按弹性模量比换算成预制底板混凝土的截面面积。 |

【条文说明】5.3.1 与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.3.2** 预应力叠合式混凝土密肋复合楼板的非预应力方向、非预应力叠合式混凝土密肋复合楼板的双向，均应进行裂缝宽度验算。最大裂缝宽度计算方法及限值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。

**5.3.3** 非预应力全预制混凝土密肋复合楼板以及叠合式普通混凝土密肋复合楼板的预制底板进行运输、吊装、安装等短暂设计状况下的施工验算时，应符合下列规定：

  (5.3.13-1)

  (5.3.13-2)

|  |  |
| --- | --- |
| 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； |
|  *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； |
| *M*k | 各施工环节在荷载标准组合作用下等效组合截面弯矩标准值； |
| *W*cc | 预制底板换算截面受压边缘的弹性抵抗矩； |
| *W*ct | 预制底板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩； |
| *f´*ck | 与各施工环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗压强度标准值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用。 |
| *f´*tk | 与各施工环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗拉强度标准值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用。 |

【条文说明】5.3.3 本条给出了全预制混凝土密肋复合楼板以及叠合式混凝土密肋复合楼板的预制底板在短暂设计状况下，正截面混凝土压应力及拉应力应满足的条件。

**5.3.4** 装配式复合楼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：当计算跨度*l*0 < 7m时，挠度限值[*f*]为*l*0 /200；当7≤*l*0 ≤ 9m时，挠度限值[*f*]为*l*0 /250；当计算跨度*l*0 > 9m时，挠度限值[*f*]为*l*0 /300。

对于预应力装配式复合楼板计算挠度时应扣除由预应力产生的反拱值，并按下列公式（5.3.4）计算，由预应力产生的反拱值可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定计算：

*f*=*f*1-*f*2≤[*f*] (5.3.4)

式中：*f*——装配式复合楼板的挠度；

*f*1——由荷载产生的装配式复合楼板挠度；

*f*2——由预应力产生的装配式复合楼板的长期反拱值；

[*f*]——挠度限值。

**5.3.5** 承受均布荷载的双向受力的预应力叠合式密肋复合楼板可采用弹性分析方法或有限元分析方法计算挠度。

## 5.4 构造要求

**5.4.1** 装配式复合楼板的楼板整体厚度不宜小于130mm，叠合式混凝土密肋复合楼板的预制底板下翼缘厚度不宜小于50mm，后浇顶板厚度不宜小于50mm。

【条文说明】5.4.1 本条是从构造上提出装配式复合楼板的最小厚度要求，合理的厚度应在符合承载力极限状态、正常使用极限状态、耐火性能以及混凝土保护层厚度要求等前提下，按经济合理的原则确定。

**5.4.2** 装配式复合楼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** 叠合式混凝土密肋复合楼板板肋上表面应做成凹凸差不小于 4mm的粗糙面，粗糙面宜采用机械设备进行拉毛。

**5.4.4** 装配式复合楼板钢筋布置应符合下列规定**：**

**1** 装配式复合楼板的主受力钢筋应经计算确定。

**2** 板肋上部及下部纵向受力钢筋中心线应分别与板面、板底纵向受力钢筋中心线在同一平面内且钢筋直径不宜小于10mm（图5.4.4-1、图5.4.4-2）。

**3** 板肋箍筋按构造要求配置，箍筋直径不宜小于6mm，箍筋形式可采用矩形闭口箍，也可采用三角形箍，对于叠合式装配式复合楼板其类型箍筋及上部纵向钢筋应伸出板面不小于30mm（图5.4.4-1、图5.4.4-2），上部纵筋与箍筋应进行可靠连接。

**4** 板肋之间的面板及底板纵向受力钢筋应均匀布置，其间距不应大于200mm，分布筋不宜大于250mm。

**5** 受力钢筋与空腔构件或填充体的间距不得小于10mm（图5.4.4-1、图5.4.4-2）；

**6** 对于预应力混凝土密肋复合楼板，先张法预应力筋之间的净间距应根据浇筑混凝土、施加预应力及钢筋锚固等要求确定，但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15 mm。

**7** 预制底板端部钢筋当受压时伸出长度大于等于15d且宜过梁中线，当受拉时伸出长度大于等于*l*a，支座处板面及肋梁钢筋向板内延伸的长度应覆盖弯矩图并满足锚固长度的要求，其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** 装配式复合楼板拼缝处设置通长拉结筋直径不应小于6mm。



（a）长边方向钢筋布置示意图



（b）短边方向钢筋布置示意图

图5.4.4-1 叠合式混凝土复合楼板钢筋布置示意图

 1-面板纵向钢筋；2-底板纵向钢筋；3-板肋上部纵向钢筋；4-板肋下部纵向钢筋；

5-板肋箍筋；6-板肋；7-现浇面板；8-预制底板；9-空腔构件或复合填充体；10-拼缝



（a）长边方向钢筋布置示意图



（b）短边方向钢筋布置示意图

图5.4.4-2 全预制混凝土复合楼板钢筋布置示意图

1-面板分布筋；2-底板分布筋；3-板肋上部纵向钢筋；4-板底纵向钢筋；5-板肋下部纵向钢筋；6-板肋箍筋；7-板肋；8-预制面板；9-预制底板；10-空腔构件或复合填充体；

11-拼缝

【条文说明】5.4.4 本条对纵向钢筋的净间距作出了规定，是基于受力性能和施工要求而提出来的。楼板以弯曲变形为主，所受剪力较小，肋梁箍筋一般按构造即可满足要求，对于叠合式混凝土密肋复合楼板，肋梁箍筋也可以在新旧混凝土结合面处起到消栓作用，这一部分也只需满足相关构造要求即可。对于纵向钢筋，考虑其受力需要一定的混凝土握裹，与空腔构件或填充体的净距离不应小于10 mm。对于预应力混凝土密肋复合板，根据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，提出了预应力筋净间距及其在带肋底板端部配置加密横向钢筋的要求。

**5.4.5** 装配式复合楼板侧边板肋部位应预留槽口，槽口处底板厚度为50mm，槽口的宽度不得小于150mm，全预制混凝土密肋复合板的槽口深度不得小于100mm，叠合式混凝土密肋复合板的槽口深度不得小于200mm。（图5.4.5）。



图5.4.5 装配式复合楼板侧边预留槽口示意图

【条文说明】5.4.5 装配式复合楼板通过板侧边的连接能够更好的协同受力，形成整体楼盖，本条给出了板侧槽口的相关要求，其槽口与板肋、板之间的相互关系如图3所示。



A

A

A

A

（a）平面图



（a）A-A剖面图

图3 装配式复合楼板板肋、槽口、板之间的关系示意图

1-预留槽口；2-纵向板肋；3-横向板肋；4-内置填充体或空腔构件；5-面板；6-底板

**5.4.6** 可根据管线设置要求，在装配式复合楼板的板肋内可埋设穿线套筒及接线盒，套管直径不宜大于30mm，当板肋宽度不大于200mm时，套管根数不宜大于2根，当肋梁宽度大于200mm时，套管根数可适当增加（图5.4.6）。



图5.4.6 装配式复合板密肋梁内管线套管预埋示意图

1-面板；2-底板；3-板肋；4-内置填充体或空腔构件；5-预留线盒；6-预留套管

**5.4.7** 装配式复合楼板的构造钢筋、分布钢筋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。

**5.4.8** 预制底板的吊点数量和布置应根据预制底板的尺寸、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、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。采用吊钩或内埋式吊具时，吊钩或内埋式吊具尚应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256的有关规定。

**5.4.9** 预制底板开洞宜采用工厂预留方式；当设计核算安全时，也可现场开洞。当预制底板开设洞口时，应根据洞口尺寸和钢筋的布置计算确定相应的加强措施。

**5.4.10** 装配式复合楼板应采用密拼缝连接，板与板之间通过设置抗剪连接键及齿形边槽进行连接（图5.4.10），板侧抗剪连接键间距不宜大于1200mm，槽口内预留箍筋直径不应小于6mm，板底附加钢筋应采用与底筋相同的钢筋直径，叠合混凝土密肋复合楼板槽口内附加底筋的长度应不小于钢筋的锚固长度*l*a，全预制密肋复合板内附加面筋及底筋不小于180mm。



（a） 叠合式装配式复合板侧边槽口抗剪连接键连接示意图

1-板肋；2-后浇叠合层；3-预制底板；4-内置填充体或空腔构件；5-板侧预留槽口；6-箍筋；7-后浇层内钢筋；8-板肋底筋；9-拼缝；10-附加底筋；11-附加面筋



（b） 全预制混凝土密肋复合楼板侧边齿形边槽连接示意图

1-预制面板；2-预制底板；3-板肋；4-内置填充体或空腔构件；5-齿口；6-拼缝内附加钢筋

图5.4.10 装配式复合楼板侧边齿形边槽连接示意图

【条文说明】5.4.10 剪力键连接方式通过在板侧纵向板肋内设置槽口，槽口内预留外伸钢筋，预留钢筋通过增设搭接筋，焊接，机械连接，或者在槽口内预留型钢等，再后浇剪力槽，使板与板之间变形协调。预制密肋复合板板侧的后浇凹槽有利于实现使板与板之间变形协调。

**5.4.11** 装配式复合楼板端部的搁置长度应符合下列规定：

**1** 当叠合式装配式复合楼板板端搁置在混凝土梁或剪力墙上，并与混凝土梁或剪力墙同时浇筑时，搁置长度不应小于10mm；当搁置在钢梁或预制混凝土梁上时，搁置长度不应小于40mm；当搁置在承重砌体墙上时，搁置长度不应小于80mm，承重砌体墙上设置有混凝土圈梁，利用外伸筋拉结时，搁置长度不应小于40mm。（图5.4.11-1）。

**2** 当全预制装配式复合楼板板端搁置在带挑耳的混凝土梁或带挑耳的剪力墙上，并与梁或剪力墙同时浇筑时，搁置长度不应小于50mm，挑耳的宽度不应小于40mm，高度不应小于装配式复合楼板板厚。当搁置在钢梁或预制混凝土梁上时，搁置长度不应小于40mm，当搁置在承重砌体墙上时，搁置长度不应小于80mm，承重砌体墙上设置有混凝土圈梁，利用外伸筋拉结时，搁置长度不应小于40mm。（图5.4.11-2）。

 

(a) (b)

 

(c) (d)

5.4.11-1 叠合式混凝土密肋复合楼板端部连接构造

1-后浇层内纵向钢筋；2-预制底板纵向钢筋；3-后浇叠合层；4-预制底板；5-内置填充体或空腔构件；6-混凝土梁或混凝土墙；7-钢梁；8承重砌体墙；9-圈梁；10-抗剪栓钉

 

(a) (b)

 

(c) (d)

5.4.11-2 全预制混凝土密肋复合楼板板端部连接构造

1-预制面板内纵向钢筋；2-预制底板纵向钢筋；3-预制面板层；4-预制底板；5-内置填充体或空腔构件；6-混凝土梁或混凝土墙；7-钢梁；8承重砌体墙；9-圈梁；10-抗剪栓钉

**5.4.12** 装配式复合楼板需预留洞口时，应避开板肋位置，开洞直径或边长不大于200mm时，洞口边可不设加强筋；开洞直径或边长大于200mm时，应在洞口周边配置附加钢筋或设置边梁；板肋中部需预留孔洞时，应在板肋的中间位置预留圆形孔洞，且孔径不应大于1/3密肋板总高。

**5.4.13** 装配式复合楼板预制底板预留外伸钢筋，在支撑梁或墙的后浇混凝土中锚固（图5.4.11-1、图5.4.11-2）。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，锚固长度不应小于钢筋锚固长度*l*a。

# 6 制作、运输与堆放

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 装配式复合楼板的生产、运输、堆放及检验应符合国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 50231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1、《预制混凝土构件质量检验标准》T/CECS 631的有关规定。

**6.1.2** 生产企业应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件，并应符合环境保护和安全生产要求。

【条文说明】6.1.2 装配式复合楼板是装配式混凝土密肋复合楼板的基本预制构件，应在预制工厂生产。

**6.1.3** 生产企业应建立完善的质量管理体系和制度，并宜建立质量可追溯的信息化管理系统，且宜建立信息化档案管理系统。

**6.1.4** 装配式复合楼板制作前，应由建设单位组织设计单位、生产单位、施工单位、监理单位进行设计文件交底和图纸会审。

**6.1.5** 装配式复合楼板的设计文件深度应满足指导生产的要求，并应根据批准的设计文件、生产工艺、运输吊装方案等编制构件加工详图。

**6.1.6** 预制底板首件验收时，宜由建设单位组织设计单位、生产单位、施工单位、监理单位进行验收。

**6.1.7** 预应力装配式复合楼板宜采用长线法张拉工艺生产。

## 6.2 制作

**6.2.1** 生产装配式复合楼板的模台、模具应具有足够的强度、刚度和平整度。

【条文说明】6.2.1 当采用专用模具时，模具应符合构件尺寸精度的规定，并应满足周转次数、钢筋安装与定位、预留孔洞和预埋件定位、脱模等要求

**6.2.2** 预应力筋张拉和放张应复合现行国家标准《混凝土结构施工规范》GB 50666的相关规定。

**6.2.3** 装配式复合楼板内填充体的安装施工应符合下列规定：

1 填充体的规格、数量及拼接方式应满足设计要求，严禁随意拼接、摆放；

2 填充体的装运及入模安放不得造成钢筋骨架移位与变形；

3 当需对填充体进行切割时，应使用专用切割机械；

4当气温在摄氏零度以上时，混凝土浇筑前，应对填充体充分湿润，严禁干燥情况下浇筑混凝土。

**6.2.4** 混凝土浇筑前应进行隐蔽工程检查，检查应包括下列内容:

**1** 钢筋的规格、数量、位置、间距、长度；

**2** 空腔构件的数量、位置、间距；

**3** 预埋件、预留插筋的规格、数量、位置及固定措施；

**4** 预留孔洞的规格、数量、位置及固定措施；

**5** 钢筋的混凝土保护层厚度。

**6.2.5** 混凝土浇筑应符合下列要求：

**1** 混凝土流动度满足浇筑要求，骨料粒径应能保证截面较小处浇筑密实；

**2** 混凝土应均匀连续浇筑，投料高度不宜大于600mm，并均匀摊铺；

**3** 当采用振捣棒时，混凝土振捣过程中不应触碰钢筋骨架和预埋件；

**4** 混凝土振捣完成后宜对表面进行抹平提浆，做二次抹面处理。

**6.2.6** 预制构件混凝土浇筑完毕，可采用自然养护和蒸汽养护的方式。养护应有完整的技术方案和养护措施，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的规定留置试件。当采用蒸汽养护时，养护时间不应小于6h，且养护应包含升温、恒温、降温、静停四个阶段。温度变化不宜超过20℃/h，且最高温度不宜超过70℃。

**6.2.7** 装配式复合楼板的结合面应按设计要求设置键槽或粗糙面，粗糙面可为自然混凝土粗糙面或人工拉毛。

【条文说明】6.2.7 对于正常的板类构件叠合面，采用自然粗糙面即可达到4mm的粗毛面要求，对于设计有更高要求的，可采用人工拉毛或其他方式制作粗糙面。

**6.2.8** 装配式复合楼板生产中，当检查发现有结构性一般缺陷或非结构性构件损伤缺陷时，应立即进行修补。凡涉及结构性能的损伤，应经设计、施工、监理和制作单位协商处理。

**6.2.9** 装配式复合楼板脱模起吊时的混凝土强度应根据计算确定，且不宜小于15MPa。

**6.2.10** 构件成品质量检查后，应及时在构件上设置产品标识、吊点位置标识及构件安装方向标识。

## 6.3 运输与堆放

**6.3.1** 装配式复合楼板在运输、吊装、安装时其同条件养护的混凝土强度应符合设计要求；非预应力装配式复合楼板当设计无规定时，混凝土立方体抗压强度不应低于设计强度等级值的75%，预应力装配式复合楼板当设计无规定时，混凝土立方体抗压强度不应低于设计强度等级值的100%。起吊时，应使用专用吊具，缓起慢落，避免与其它物体碰撞，吊钩应垂直于构件起吊中心部位。

**6.3.2** 应对装配式复合楼板的运输与堆放制定专项方案。专项方案宜包括堆放场地、固定要求、堆放支垫、运输时间、运输次序、运输线路、成品保护措施、安全防护措施等内容。

**6.3.3** 装配式复合楼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；

2 构件应水平堆放；

3 垫片或垫木应上下对齐、垫实；

4 堆放层数不宜超过6层；

5 构件上部不得放置其他重物，以免其受重压变形。

**6.3.4** 装配式复合楼板在运输和堆放过程中应做好安全和成品防护，并应在预制底板边角或链索接触处设置一定柔性的垫片或垫木。

**6.3.5** 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运输道路和堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；

2运输道路应满足运输车辆对于转弯半径及道路坡度的要求；

3 装配式复合楼板堆放位置和顺序应与工程施工进度及顺序相衔接。

**6.3.6** 吊装施工前，应按现行国家行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的规定和设计方案要求对吊具、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。

## 6.4 质量验收

**6.4.1** 装配式复合楼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/T51231的规定。

**6.4.2** 装配式复合楼板原材料、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场检验。检验批划分应符合下列规定：

**1** 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，且不得再次扩大检验批容量。

**6.4.3** 装配式复合楼板生产用钢筋、预应力钢丝、钢绞线进场时，应全数检查外观质量，并应按国家现行有关标准的规定抽样做力学性能和重量偏差检验，检验结果应符合相关产品标准的规定。

**6.4.4** 空腔构件在使用前应全数检查外观质量，外观不得有孔洞和影响混凝土形成空腔的其他缺陷。

应按工作班抽取不少于20％的空腔构件检查尺寸偏差，长、宽、高的允许偏差均为±10mm。尺寸偏差合格率不低于90％的批次可使用；低于90％的批次应全数检验，此时不合格的不得使用。

**6.4.5** 装配式复合楼板应按现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定进行外观质量与尺寸偏差检验。

**6.4.6** 装配式复合楼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。质量证明文件应包括下列内容：

**1** 出厂合格证；

**2** 钢筋检验报告；

**3** 混凝土强度检验报告；

**4** 出厂检验的检验结果；

**5** 合同要求的其它质量证明文件。

# 7 施工安装

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 装配式复合楼板施工应编制专项施工方案，绘制预制底板安装顺序示意图，制订运输、安装措施及安全技术措施，并应向操作人员进行质量、安全技术交底。

**7.1.2** 装配式复合楼板施工应按楼盖免模少支撑或免撑进行施工组织设计与专项施工方案编制。

不应在装配式复合楼板集中堆放大量的施工材料、机具等或使预制底板承受较大的冲击荷载。当预制底板的局部或整体施工可变荷载超过设计允许值时，应根据分析计算确定增设临时支撑等相应的加强措施。

**7.1.3** 装配式复合楼板的施工宜建立首段验收制度。正式施工前，宜选择有代表性的单元或部分进行试安装，并应根据试安装结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

## 7.2 安装与连接

**7.2.1** 装配式复合楼板安装前应对照设计文件复核其型号及规格、数量。

**7.2.2** 装配式复合楼板的起吊、安装应符合下列规定：

**1** 安装前，应核实现场环境、天气、道路状况等是否满足吊装要求；

**2** 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；

**3** 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；

**4** 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信畅通并协调一致，信号不明时不得吊运和安装；

**5** 应垂直吊运，不得斜拉、斜吊，且两点起吊或多点起吊时吊索与板水平面所成夹角不宜小于60o；

**6** 吊装完成后应进行高差校核，不满足要求时应重新吊装调整；

**7** 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。

**7.2.3** 装配式复合楼板的安装支座与搁置长度应符合设计要求，现场应做好防脱落措施。

**7.2.4** 在装配式复合楼板横向采用抗剪连接键或后张预应力方式进行连接，形成整体时，连接施工应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

## 7.3 叠合层混凝土施工

**7.3.1** 叠合层混凝土施工前，应将装配式复合楼板上的杂物清理干净，并应洒水充分湿润。

**7.3.2** 装配式复合楼板上施工荷载不应超过设计允许值，当设计无明确规定时应不小于1.5kN/m2。

**7.3.3** 叠合层混凝土的浇筑应符合下列规定：

1 浇筑叠合层混凝土时应均匀布料；

2 采用泵送混凝土浇筑时，应采取措施防止泵送设备超重或冲击力过大，影响装配式复合楼板的安全；

3浇筑和振捣时，应安排专人对免支撑装配式复合楼板进行观察，发生异常情况应立即处理；

**4** 叠合层混凝土浇筑完成后，应及时对其表面标高进行校核。

**7.3.3** 叠合层混凝土浇筑完毕之后应及时进行保湿养护，保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式，养护时间应根据水泥性能确定，不得少于7d。

**7.3.4** 用于检查叠合层混凝土强度的试件，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，且每一楼层、同一配合比的混凝土，取样不得少于一次。

# 8 质量验收

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 装配式复合楼板的验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《装配式混凝土结构技术标准》GB/T 51231、《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** 装配式复合楼板﹑配件及其他原材料均应按检验批进行进场验收。

**8.1.3** 浇筑混凝土之前应进行隐蔽工程验收，隐蔽工程验收应包括下列内容：

**1** 后浇混凝土层钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；

**2** 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；

**3** 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，除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，尚应提供下列文件和记录：

**1** 工程深化设计文件；

**2** 装配式复合楼板的质量证明文件、进场检验报告；

**3** 其他原材料进场检验报告；

**4** 装配式复合楼板安装等施工记录；

**5** 隐蔽工程验收文件；

**6** 后浇层混凝土强度检测报告。

## 8.2 进场验收

**Ⅰ 主控项目**

**8.2.1** 装配式复合楼板进场时，应检查质量证明文件。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查质量证明文件或质量验收记录。

**8.2.2** 装配式复合楼板进场应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定进行结构性能检验。

**8.2.3** 装配式复合楼板不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

**Ⅱ 一般项目**

**8.2.4** 装配式复合楼板外观质量不应有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，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。

检查方法：观察，检查处理记录。

**8.2.5** 装配式复合楼板的尺寸偏差及预埋件、预留孔洞位置的检验方法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。

检查数量：按批检查，同一规格构件抽检数量不应少于构件数量的5%﹐且不应少于3件。

## 8.3 安装验收

**Ⅰ 主控项目**

**8.3.1** 叠合层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**

**8.3.2** 装配式复合楼板安装的允许偏差和检验方法应符合设计文件的规定；当设计无具体规定时，应符合表8.3.3的规定。

**表8.3.2 预制构件安装尺寸允许偏差及检验方法（mm）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | **允许偏差（ mm）** | **检验方法** |
| 1 | 轴线位置 | 5 | 钢尺检查 |
| 2 | 下表面标高 | ±5 | 水准仪或拉线、钢尺检查 |
| 3 | 相邻板面高低差 | 2 | 钢尺检查 |
| 4 | 下表面平整度 | 5 | 钢尺、靠尺检查 |
| 5 | 搁置长度 | ±10 | 钢尺检查 |

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%，且不小于3间。

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

**1**）表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3**）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

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用词，采用“可”。

**2** 本规程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

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《钢结构焊接规范》GB 50661

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T 51269

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231

《混凝土结构通用规范》GB 55008

《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223

《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224

《信息分类和编码的基本原则与方法》GB/T 7027

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3

《轻骨料混凝土结构技术规程》JGJ 12

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17

《钢筋钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114

《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256

《混凝土结构用成孔芯模》JG/T 352

《预制混凝土构件质量检验标准》T/CECS 631