

T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

双向密肋整体式拼缝空心叠合楼盖技术规程

Technical standard for two-way ribbed integral jointed hollow composite floors

（征求意见稿）

**×××**出版社

**中国工程建设标准化协会标准**

双向密肋整体式拼缝空心叠合楼盖

技术规程

Technical standard for two-way ribbed integral jointed hollow composite floors

T/CECS×××-202×

（征求意见稿）

主编单位：山东省建筑设计研究院有限公司

山东世家远大科技发展有限公司

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

**2023 北京**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2023〕10号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章和2个附录，主要内容包括：总则，术语和符号，基本规定，材料，结构分析与设计，预制底板生产与运输，施工安装，质量验收等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，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建筑产业化分会负责归口管理，由山东省建筑设计研究院有限公司、山东世家远大科技发展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，请反馈给山东省建筑设计研究院有限公司（地址：济南市市中区兴隆街道二环南路国家大学科技园1号楼西塔，邮政编码：250003，邮箱：ldssdsy@163.com）。

主编单位：山东省建筑设计研究院有限公司

山东世家远大科技发展有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：



目 次

[1 总则 1](#_Toc16157)

[2 术语和符号 2](#_Toc17442)

[2.1 术 语 2](#_Toc7079)

[2.2 符 号 8](#_Toc21968)

[3 基本规定 11](#_Toc18393)

[3.1 空心叠合楼盖 11](#_Toc10271)

[3.2 空心叠合板 13](#_Toc23643)

[3.3 房屋适用高度和抗震等级 14](#_Toc6122)

[4 材 料 16](#_Toc5670)

[4.1 混凝土 16](#_Toc7083)

[4.2 钢筋和钢材 16](#_Toc4516)

[4.3 箱型填充体 19](#_Toc18065)

[4.4 其他材料 21](#_Toc9200)

[5 结构分析与设计 22](#_Toc5453)

[5.1 一般规定 22](#_Toc27380)

[5.2 结构布置要求 24](#_Toc23098)

[5.3 空心叠合板计算与验算 26](#_Toc13160)

[5.4 预制底板短暂设计状况计算和验算 31](#_Toc3018)

[5.5 空心叠合板构造要求 35](#_Toc3091)

[5.6 预制底板构造要求 38](#_Toc3935)

[5.7 接缝及支座构造 45](#_Toc22450)

[6 预制底板生产与运输 50](#_Toc11264)

[6.1 一般规定 50](#_Toc31601)

[6.2 原材料及配件 52](#_Toc27520)

[6.3 模具 54](#_Toc30174)

[6.4 钢筋 57](#_Toc9746)

[6.5 混凝土 58](#_Toc19131)

[6.6 脱模、翻转、吊运与标识 60](#_Toc4968)

[6.7 运输与堆放 62](#_Toc21018)

[6.8 构件检验 63](#_Toc21957)

[7 施工安装 66](#_Toc11692)

[7.1 一般规定 66](#_Toc22193)

[7.2 安装准备 67](#_Toc32038)

[7.3 底板安装与连接 67](#_Toc18986)

[7.4 现场施工 69](#_Toc29478)

[8 质量验收 72](#_Toc5258)

[8.1 一般规定 72](#_Toc13832)

[8.2 预制底板进场检验 73](#_Toc28798)

[8.3 空心叠合板质量验收 75](#_Toc5249)

[附录A 箱型填充体检验方法 78](#_Toc23992)

[A.1 外观检查 78](#_Toc5120)

[A.2 尺寸偏差检查 78](#_Toc26190)

[A.3 物理力学性能检查 78](#_Toc20259)

[表A.4 箱型填充体进场验收记录 80](#_Toc30683)

[附录B 空心叠合板自重、折实厚度、体积空心率计算 81](#_Toc3262)

[本规程用词说明 82](#_Toc14046)

[引用标准名录 83](#_Toc31824)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc16157)

[2 Terms and Symbols 2](#_Toc17442)

[2.1 Terms 2](#_Toc7079)

[2.2 Symbols 8](#_Toc21968)

[3 Basic Requirements 11](#_Toc18393)

[3.1 Hollow Composite Floors 11](#_Toc10271)

[3.2 Hollow Composite Slabs 13](#_Toc23643)

[3.3 Applicable Height and Seismic Rating of the House 14](#_Toc6122)

[4 Materials 16](#_Toc5670)

[4.1 Concrete 16](#_Toc7083)

[4.2 Reinforcement and Steel 16](#_Toc4516)

[4.3 Filler of Box Shape 19](#_Toc18065)

[4.4 Other Materrials 21](#_Toc9200)

[5 Structural Analysis and Design 22](#_Toc5453)

[5.1](#_Toc27380) [General Requirements 22](#_Toc27380)

[5.2 Structural Layout Requirements 24](#_Toc23098)

[5.3 Calculation and Verification of Hollow Composite Slabs 26](#_Toc13160)

[5.4 Calculation and Verification of Temporary Design Conditions for Precast Plates 31](#_Toc3018)

[5.5 Construction Requirements of Hollow Composite Slabs 35](#_Toc3091)

[5.6 Construction Requirements of Precast Plates 38](#_Toc3935)

[5.7 Construction Requirements of Joint and Support 45](#_Toc22450)

[6 Manufacting and Transportation of Precast Plates 50](#_Toc11264)

[6.1 General Requirements 50](#_Toc31601)

[6.2 Raw Materials and Fitting 52](#_Toc27520)

[6.3 Moulds 54](#_Toc30174)

[6.4 Reinforcement 57](#_Toc9746)

[6.5 Concrete 58](#_Toc19131)

[6.6](#_Toc4968) [Demoulding,Flipping,Lifting and Identification 60](#_Toc4968)

[6.7 Transportation and Storage 62](#_Toc21018)

[6.8 Testing of Precast Plates 63](#_Toc21957)

[7 Construction and Erection 66](#_Toc11692)

[7.1 General Requirements 66](#_Toc22193)

[7.2 Construction Preparation 67](#_Toc32038)

[7.3 Erection and Connection of Precast Plates 67](#_Toc18986)

[7.4 Site Construction 69](#_Toc29478)

[8 Quality Acceptance 72](#_Toc5258)

[8.1 General Requirements 72](#_Toc13832)

[8.2 Entry](#_Toc28798) [Inspection of Precast Plates 73](#_Toc28798)

[8.3 Quality Acceptance of Hollow Composite Slabs 75](#_Toc5249)

[Appendix A Inspection Method of Filler of Box Shape 78](#_Toc23992)

[A.1 Visual Inspection 78](#_Toc5120)

[A.2 Dimensional Deviation Inspection 78](#_Toc26190)

[A.3 Physical and Mechanical Performance Inspection 78](#_Toc20259)

[Table A.4 Entry Acceptance Record of Filler of Box Shape 80](#_Toc30683)

[Appendix B Calculations of Weight,Converted Thickness and Volumetric Void Ratio of Hollow Composite Slabs 81](#_Toc3262)

[Explanation of Wording in This Standard 82](#_Toc14046)

[List of Quoted Standards 83](#_Toc31824)

Addition：Explanation of Provisions

## 总则

* + 1. 为规范双向密肋整体式接缝空心叠合楼盖的合理应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

【条文说明】1.0.1 与传统的实心大板楼盖相比，现浇混凝土空心楼盖结构在减轻楼盖自重、降低地震作用、隔声、有效降低建筑层高等方面有较明显的优势；在不增加、甚至节省造价的情况下，获得良好的建筑使用空间；适用于大跨、大开间的商业建筑、学校建筑、办公建筑、医院建筑、厂房建筑、停车楼建筑、地下车库和大开间民用住宅等建筑。

另外，随着装配式建筑的发展，楼板采用叠合板也得到了越来越广泛的应用，与现浇混凝土空心楼盖结构对应的就是空心叠合楼盖。而本规程的双向密肋整体式接缝空心叠合楼盖就是空心叠合楼盖的一种典型实现方式。

制定本规程是为了规范使用箱型填充体的双向密肋整体式接缝空心叠合楼盖的技术参数，规范设计计算方法，提出抗震设计要求，明确预制底板和接缝要求，确保工程设计安全和施工质量，使该项技术得到更好的应用和发展。

* + 1. 本规程适用于抗震设防烈度为8度及8度以下的工业与民用建筑中普通钢筋混凝土双向密肋整体式接缝空心叠合楼盖的设计、生产、施工与验收。

【条文说明】1.0.2 本规程仅适用于采用双向密肋整体式接缝的普通钢筋混凝土空心叠合楼盖，预应力空心叠合楼盖不适用。

* + 1. 双向密肋整体式接缝空心叠合楼盖的设计、生产、施工与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的规定。

## 术语和符号

### 术 语

* + 1. 双向密肋整体式接缝空心叠合板 two-way ribbed integral jointed hollow composite slab

标准化的双向带肋预制底板在工厂制作完成运输到施工现场安装就位后，将双向叠合肋梁的底部纵筋采用套筒挤压接头进行机械连接、配置叠合肋梁的上皮纵筋及双向后浇肋梁的所有钢筋、固定箱型填充体、配置顶板钢筋网，并浇筑后浇混凝土后形成的正交双向整体受力，共同承受外部荷载或作用的普通钢筋混凝土空心叠合板。其一般由双向带肋预制底板、叠合肋梁、后浇肋梁、箱型填充体及后浇上翼缘板组成，并在后浇肋梁部位进行双向整体式接缝连接成一体。简称空心叠合板。

【条文说明】2.1.1 采用箱型填充体的双向密肋现浇钢筋混凝土空心楼板在实际工程中得到了广泛的应用，最终成型的空心楼板一般由上翼缘板、下翼缘板和双向密肋的肋梁组成。本规程规定的双向密肋整体式接缝空心叠合板，如图1所示，先将采用箱型填充体的双向密肋空心楼板在平面上进行合理拆分，拆分成标准化的双向带肋预制底板，并将整体式双向密肋空心楼板的双向密肋梁分为叠合肋梁和后浇肋梁。预制底板包括空心叠合板的部分下翼缘板以及作为叠合肋梁预制部分的双向上凸的肋部。预制底板在工厂制作完成运输到施工现场安装就位后，叠合肋梁的下皮纵筋在后浇肋梁处采用套筒挤压接头进行机械连接，然后配置叠合肋梁的上皮纵筋及双向后浇肋梁的所有钢筋、固定箱型填充体、配置顶板钢筋网，然后再浇筑所有后浇混凝土，双向带肋预制底板在双向后浇肋梁处进行整体式接缝连接，最终形成整体受力的空心楼板。空心叠合板的叠合面位于叠合肋梁预制部分的上表面，拼接部位位于后浇肋梁处。东南大学进行的《装配整体式双向密肋叠合楼盖试验及有限元分析》表明，这种在后浇肋梁处采用双向整体式接缝进行连接的空心叠合板受力性能良好，可以采用与现浇空心楼板相同的方法进行设计。

当前阶段，叠合肋梁的下皮纵筋在后浇肋梁处采用套筒挤压接头进行机械连接比较可行，随着预制底板工厂加工精度的提高以及钢筋连接技术的进步，叠合肋梁下皮纵筋的连接也可以采用其他形式的机械连接方式。其他形式钢筋机械接头的检验、验收与套筒挤压接头相同。

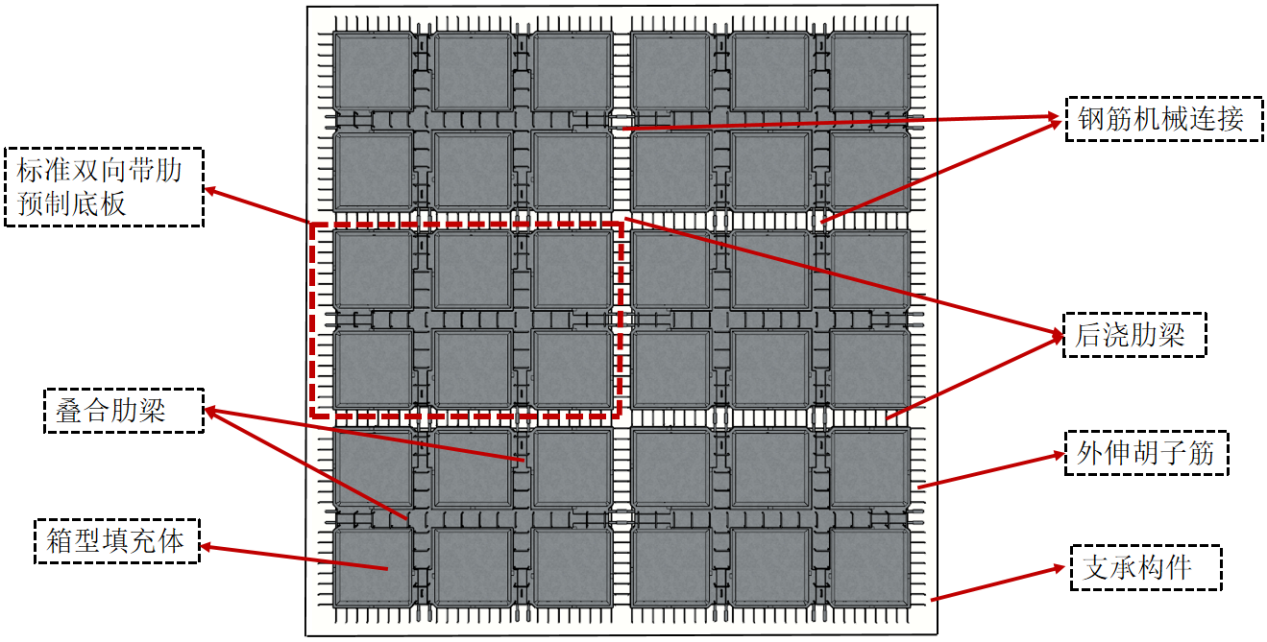




图1 双向密肋空心叠合楼盖平面、剖面示意图

1—支承构件；2—标准化双向带肋预制底板；3—边肋；4—箱型填充体；5—后浇肋梁；6—叠合肋梁；7—后浇上翼缘；

* + 1. 双向密肋整体式接缝空心叠合楼盖 two-way ribbed integral jointed hollow composite floor

由双向密肋整体式接缝空心叠合板与支承构件组成的楼盖结构。简称空心叠合楼盖。

【条文说明】2.1.2 由双向密肋整体式接缝空心叠合板与其支承构件共同组成的楼盖结构称为双向密肋整体式接缝空心叠合楼盖。支承构件可以为刚性支承梁（剪力墙）、柔性支承梁（或扁梁）以及框架柱，分别对应的是刚性支承楼盖、柔性支承楼盖以及柱支承楼盖。

* + 1. 双向带肋预制底板 two-way ribbed precast plate

由工厂预先制作完成用于双向密肋整体式接缝空心叠合板的预制底板，包括空心叠合板的部分下翼缘板以及作为叠合肋梁预制部分的双向上凸的肋部。简称预制底板。

【条文说明】2.1.3 双向带肋预制底板是空心叠合板的基础和基本组成部分。由空心叠合板的部分下翼缘板以及双向上凸的肋部组成。其中，双向上凸的肋部也是叠合肋梁的预制部分，也能起到提高预制底板刚度的作用，从而保证预制底板在脱模、翻转、吊运、堆放、运输、安装及混凝土浇筑时的受力和变形满足要求。

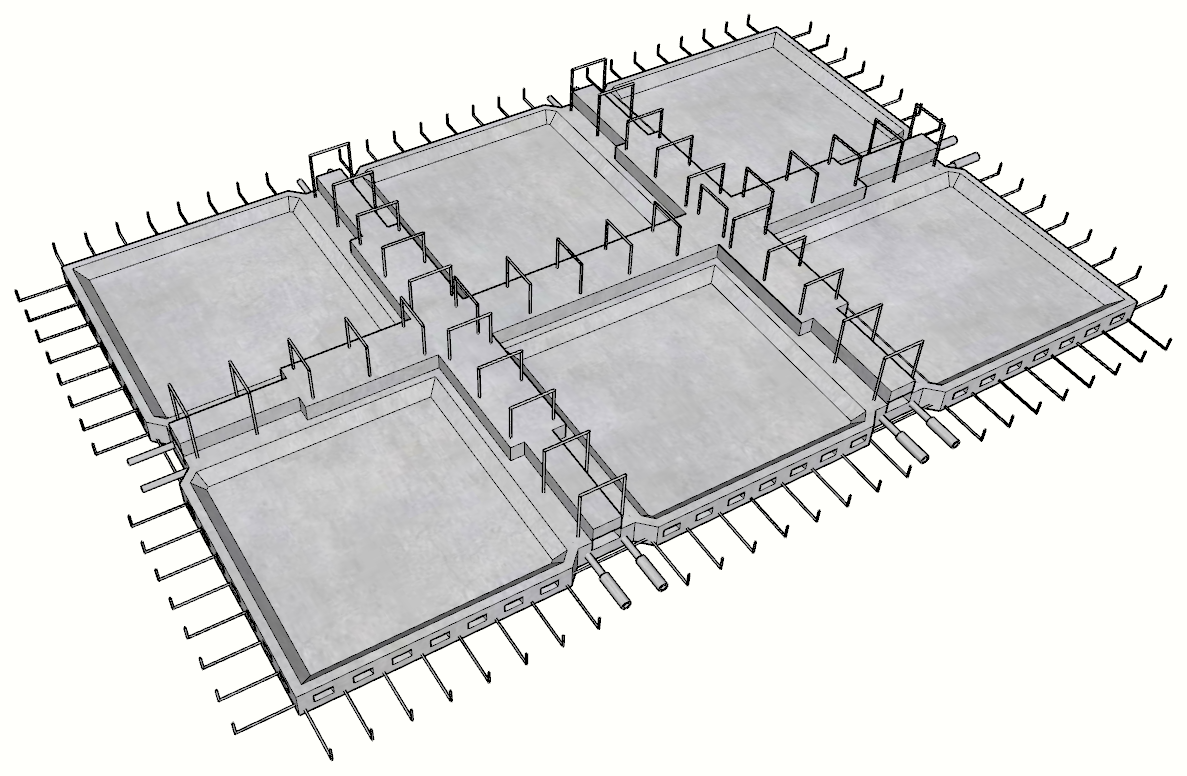
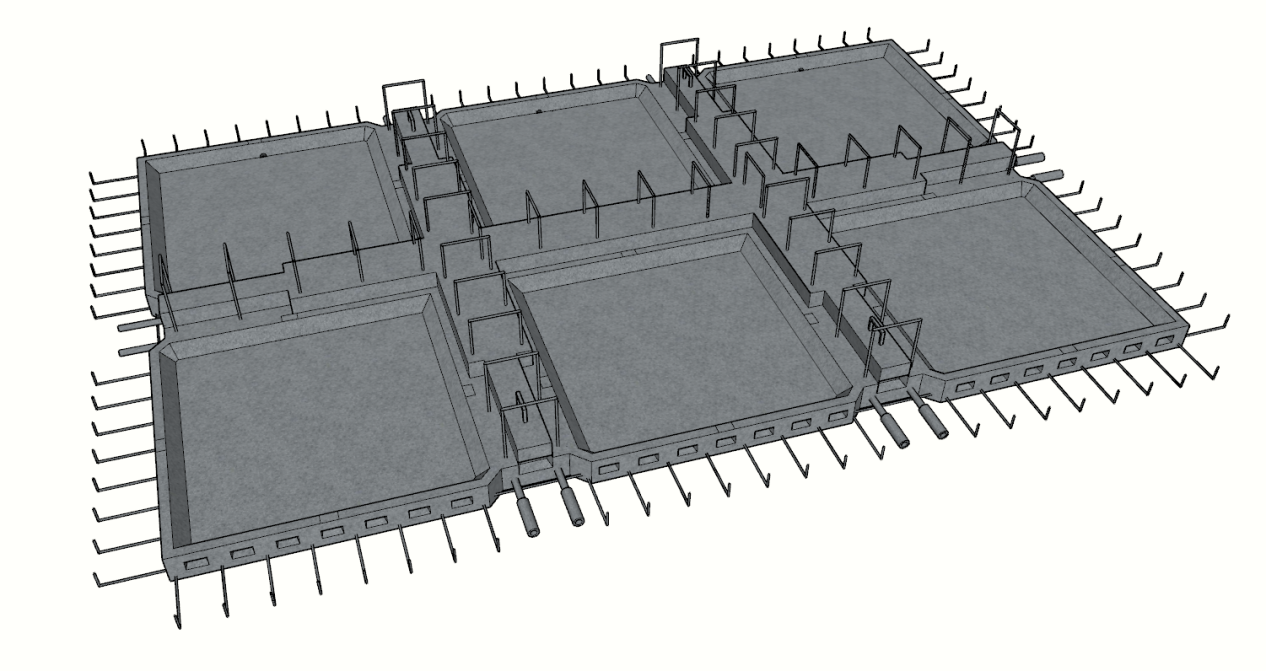


图2 典型双向带肋预制底板示意图



* + 1. 上翼缘板 upper flange

位于箱型填充体上表面至空心叠合板顶面的后浇混凝土板。

* + 1. 下翼缘板 bottom flange

位于箱型填充体下部空心叠合板底面的混凝土板，一般随预制底板在工厂预制。

* + 1. 肋梁 rib

属于空心叠合板的一部分，同一柱网内相邻箱型填充体之间形成的梁式配筋的混凝土小梁。空心叠合板的肋梁包括叠合肋梁和后浇肋梁。

【条文说明】2.1.6 最终成型的空心叠合板一般由上翼缘板、下翼缘板和双向密肋的肋梁组成。肋梁属于空心叠合板的一部分，同一柱网内相邻箱型填充体之间形成的混凝土小梁，一般情况下按梁进行配筋。空心叠合板的肋梁包括叠合肋梁和后浇肋梁。

* + 1. 叠合肋梁 composite rib

下半部分为预制底板的肋部，底部纵筋采用套筒挤压接头进行机械连接、配置上皮纵筋、浇筑上部后浇混凝土后形成的整体受力的肋梁。

【条文说明】2.1.7 叠合肋梁的下半部分为双向带肋预制底板的上凸的肋部，上半部分通过浇筑后浇混凝土后形成的整体受力的肋梁。其底部纵筋需要现场采用套筒挤压接头进行机械连接，上皮纵筋需要现场配置。

* + 1. 后浇肋梁 post-cast rib

用于采用双向整体式接缝方式连接预制底板的肋梁，其钢筋均需要现场绑扎、混凝土现场浇筑。

【条文说明】2.1.8 后浇肋梁在空心叠合板中起到了非常重要的作用，预制底板需要在双向后浇肋梁处进行双向整体式接缝连接成为一个整体。其钢筋均需要现场绑扎、混凝土现场浇筑。

* + 1. 箱型填充体 filler of box shape

永久埋置于空心叠合板内部，正投影宜为正方形，形状为箱型下部无底，用以置换部分混凝土以达到减轻楼板自重，同时也作为后浇混凝土侧模和底模用的填充体。

【条文说明】2.1.9 为了提高空心叠合板的体积空心率，减轻预制底板的重量，宜采用箱型填充体。箱型填充体的正投影要求宜为正方形，再加上双向肋梁同宽度，目的是为了保证空心叠合板的双向同性，当然在空心叠合板的一些边角部位局部也可以搭配使用正投影为长方形的箱型填充体。箱型填充体的下部无底板，是因为箱型填充体的下部为预制底板的下翼缘板，已经预制成型。除了减轻楼板的重量之外，箱型填充体的侧面和顶面同时也可以起到后浇混凝土的模板作用。

* + 1. 体积空心率 volumetric void ratio

空心叠合楼盖区格内所有内置填充箱形成的空间体的体积之和与楼板体积的比值。

【条文说明】2.1.10 体积空心率只是表明了填充体占的体积，由于填充体有一定的重量，因此不能完全表达减轻自重的比率。

* + 1. 表观密度 apparent density

本规程特指自然状态下箱型填充体的质量与体积的比值。

【条文说明】2.1.11 表观密度是衡量填充体自重和占有空心板内体积的一个宏观量度，休积空心率相同时，填充体表观密度越小越能减轻自重。

* + 1. 双向整体式接缝 two-way integrated joint

相邻预制底板之间在双向后浇肋梁处采用后浇混凝土进行连接，能可靠双向连续传递内力的一种接缝形式。

【条文说明】2.1.12 预制底板在后浇肋梁处通过后浇混凝土进行双向整体式接缝连接，类似普通钢筋桁架叠合板采用后浇带式整体接缝的效果，空心叠合板的整体性受力、传力与同跨度的现浇空心楼板接近。

* + 1. 边肋 edge rib

预制底板下翼缘板以及沿下翼缘板周边侧面的向上加腋部分共同构成，用以增强预制底板刚度、固定箱型填充体。

【条文说明】2.1.13 空心叠合板的下翼缘板一般厚度较薄，最薄可以达到50mm；预制底板的双向上凸的肋部又在预制底板的中部，在脱模、翻转、吊运、堆放、运输、安装时四个角部受力、变形较大，为保证安全，下翼缘板采用向上加腋增加预制底板刚度的办法进行处理。下翼缘板及下翼缘板的向上加腋共同称为边肋。边肋的另一个目的是为了方便的固定箱型填充体。

* + 1. 肋梁键槽 keyway of rib

在预制底板叠合肋梁的端部侧面提前留设的，用以增强叠合肋梁与相邻后浇混凝土之间咬合力的凹槽。

* + 1. 边肋键槽 keyway of edge rib

在预制底板周边下翼缘板的侧面提前留设的，用以增强预制底板与相邻后浇混凝土之间咬合力的凹槽。

* + 1. 肋顶凹槽 groove on the top of rib

在预制底板肋顶端部提前留设的用于叠合肋梁支座处下部纵筋搭接连接用的凹槽。

* + 1. 叠合面 composite surface

空心叠合板中预制底板与上部后浇混凝土之间的结合面，一般位于预制底板上凸肋部的上表面。

* + 1. 刚性支承楼盖 rigid edge supported floor

由墙或竖向刚度较大的梁作为空心叠合板竖向支承的楼盖。

【条文说明】2.1.18 竖向刚度较大的梁指梁的刚度足够大，可以作为楼板的竖向刚性支承，一般认为梁的相对抗弯刚度因子 大于4就可以。

**为计算方向支承梁与空心叠合板的截面抗弯刚度之比，详公式一。对应楼板的*l*1与*l*2方向，** 可分为**1与** 2，** =0时相当于板下无梁，作为楼板的竖向刚性支承梁，其** 不应小于0.8。

（公式一）

式中：Ecb、Ecs——分别为梁、板的混凝土弹性模量；

Ib——梁的截面惯性矩，需考虑翼缘的影响，每侧翼缘计算宽度宜取梁高与板厚之差，且不应超过板厚的4倍；

Is——板的截面惯性矩

* + 1. 柔性支承楼盖 flexible edge supported floor

由竖向刚度较小的梁作为空心叠合板竖向支承的楼盖。

【条文说明】2.1.19 “柔性支承梁”相对于“刚性支承梁”而言，指相对抗弯刚度因子小于4的梁。

* + 1. 柱支承楼盖 column supported floor

由柱作为空心叠合板的竖向支承，且支承间没有刚性梁和柔性梁的楼盖。

【条文说明】2.1.20 柱支承楼盖也就是无梁楼盖。

### 符 号

* + 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——钢筋抗拉强度设计值。

* + 1. 作用和作用效应

*V*S——叠合肋梁端部剪力设计值；

*V*R——叠合肋梁端部受剪承载力设计值；

*M*k——荷载标准组合作用下弯矩标准值；

*σ*cc——荷载标准组合作用下预制底板正截面边缘混凝土法向压应力；

*σ*ct——荷载标准组合作用下预制底板正截面边缘混凝土法向拉应力。

* + 1. 几何参数

*B*——预制底板宽度；

L——预制底板长度；

*h*——空心叠合板厚度；

*h*1——预制底板最大厚度，一般指叠合肋梁下部预制部分的厚度；

*h*2——后浇叠合层最大厚度，一般指叠合肋梁上部后浇混凝土的厚度；

*h*3——预制底板边肋的高度；

*b*——I形截面计算宽度（取相邻箱型填充体之间的中心距）；

*bw*——肋梁宽度；

*h‘f*——上翼缘板的厚度；

*hf*——下翼缘板的厚度，非边肋处的下翼缘板厚度；

*h*0——空心叠合板有效高度；

*lo*——楼盖的计算跨度；

*A*c1——叠合肋梁叠合层后浇混凝土截面面积；

*Ak*——叠合肋梁键槽根部截面面积之和；

*A*sd——垂直穿过叠合肋梁端部竖向结合面的所有钢筋面积；

*W*cc——截面混凝土受压边缘弹性抵抗矩；

*W*ct——截面混凝土受拉边缘弹性抵抗矩；

I——空心叠合板截面惯性矩；

I0——相同厚度实心楼板的截面惯性矩；

As——空心叠合板底部纵筋面积之和或者顶部纵筋面积之和；

A0——相同厚度实心楼板的截面面积；

*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。

* + 1. 计算系数及其他

ρmin——空心叠合板最小配筋率。

## 基本规定

### 空心叠合楼盖

* + 1. 空心叠合楼盖的结构布置应受力明确、传力合理。

【条文说明】3.1.1 采用正交两个方向布置箱型填充体的空心叠合楼盖，双向正交同性，结合必要的整体性接缝和支座构造措施，再加上可行的结构体系，应做到受力明确、传力合理。

* + 1. 直接承受较大集中静力荷载的楼板区域，不宜布置箱型填充体；直接承受较大集中动力荷载的楼板区格，不应采用空心叠合楼板。

【条文说明】3.1.2 楼板的空心截面不利于承受较大的集中荷载。承受较大的集中静力荷载的部位，宜取消箱型填充体而局部采用实心楼板或采取有效的局部加强措施。对于承受较大的集中动力荷载的部位(如较大机械设备等)的区格板，应采用实心楼板。

* + 1. 空心叠合楼盖的箱型填充体宜按正交两个方向布置，相邻区格的箱型填充体布置宜对齐。

【条文说明】3.1.3 箱型填充体按正交两个方向布置，可以做到楼板双向正交同性，受力合理；相邻区格的箱型填充体对齐布置，形成的肋梁也自然对齐，便于在支座处传递、平衡负弯矩。

* + 1. 结构转换层、竖向体型收进部位、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采用空心叠合板时，应适当增加上、下翼缘板厚度、配筋并加强空心叠合板与支承构件的连接。

【条文说明】3.1.4 结构转换层、竖向体型收进部位、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、作为上部结构嵌固部位的楼板等，受力复杂，宜采用现浇楼板。当这些部位的楼板采用空心叠合板时，必须采取一定的加强措施，比如上翼缘板厚度采用80mm并提高上、下翼缘板及肋梁配筋，同时加强空心叠合板与支承构件的连接，确保楼板面内刚度及面内承载能力。

* + 1. 空心叠合楼盖当满足本规程规定的各种要求时，可按照等同于现浇空心楼盖的方法进行结构分析和计算。

【条文说明】3.1.5 满足本规程的有关构造要求，并且在后浇肋梁处采用双向整体式接缝进行连接的空心叠合楼盖，其受力性能接近于现浇空心楼盖，其分析方法可按照现浇空心楼盖的有关方法进行。

* + 1. 采用空心叠合楼盖的多、高层建筑，结构设计工作年限、安全等级和结构重要性系数等应按现行有关规范的规定采用。

### 空心叠合板

* + 1. 预制底板应根据建筑结构平面及其制作、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。

【条文说明】3.2.1 预制底板做到模数化、标准化，可以减少模具费用，也可以做到连接节点的标准化。

* + 1. 空心叠合板与主体结构应有可靠连接，保证楼盖的整体牢固性。
    2. 空心叠合板应进行承载力极限状态计算和正常使用状态验算。
    3. 预制底板应进行短暂设计状况下的承载力、挠度及裂缝控制验算，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。

【条文说明】3.2.4 预制底板在脱模、翻转、吊运、堆放、运输、安装及混凝土浇筑时，应分别进行承载力、挠度及裂缝控制验算。

* + 1. 施工阶段预制底板应采取可靠的临时支撑措施，临时支撑的位置及间距应满足预制底板承载力、挠度及抗裂要求，以及临时支撑的承载力和稳定性要求。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。

【条文说明】3.2.5 由于空心叠合板被拆分成了标准化的多块预制底板，并且预制底板需要在双向后浇肋梁处进行整体式接缝连接成为一个整体。施工安装时，每块预制底板必须均应进行可靠支撑，以确保施工阶段的安全。

* + 1. 空心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。
    2. 空心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。
    3. 空心叠合板两正交方向的截面特性应按下列规定计算：选取两相邻箱型填充体中心线之间的范围作为一个计算单元（图3.2.8-1），并可将该计算单元简化为I形截面（图3.2.8-2）。

图3.2.8-1 计算单元示意 图3.2.8-2 I形截面示意

b，I形截面计算宽度（取相邻箱型填充体之间的中心距）；

bw，肋梁宽度；h‘f、hf，上、下翼缘板厚度；h，空心叠合板厚度

1—上翼缘板；2—下翼缘板；3—肋梁；4—箱型填充体

### 房屋适用高度和抗震等级

* + 1. 采用空心叠合板的多、高层建筑，当竖向结构构件全部为现浇时，其最大适用高度、抗震等级以及主体结构的抗震措施等应按现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3等关于现浇钢筋混凝土结构的规定执行。

【条文说明】3.3.1 现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268没有采用空心楼盖的房屋结构适用高度和抗震等级方面的规定。本规程结合其他现行规范在本节提出了相应结构形式的一些规定。采用空心叠合板的多、高层建筑，无论框架梁是现浇还是采用叠合梁，只要框架柱、剪力墙等竖向结构构件全部为现浇，对整体结构的抗震性能影响较小，主体结构的最大适用高度、抗震等级以及主体结构的抗震措施等与现浇混凝土结构相同。

* + 1. 采用空心叠合楼盖的多、高层建筑，当竖向结构构件全部或部分采用预制装配式构件时，其最大适用高度、抗震等级以及主体结构的抗震措施等应按现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《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等关于装配式混凝土结构的规定执行。

【条文说明】3.3.2 采用空心叠合楼盖的多、高层建筑，当竖向结构构件框架柱、剪力墙等全部或部分采用预制装配式构件时，其最大适用高度、抗震等级以及主体结构的抗震措施等与装配式混凝土结构相同。

## 材 料

### 混凝土

* + 1. 预制底板的混凝土强度等级不宜低于C30；后浇混凝土强度等级不宜低于C30，且不应低于 C25。

【条文说明】4.1.1 空心叠合板在后浇肋梁部位采用双向整体式接缝连接成一体，接缝处的混凝土强度等级一般不低于预制底板的混凝土强度等级。因此，实际工程中，为了后浇混凝土的整体浇筑方便，整个后浇混凝土强度等级宜与预制底板的混凝土强度相同。

* + 1. 预制底板及后浇混凝土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。
    2. 预制底板混凝土的粗骨料宜采用连续级配，且粗骨料的最大公称粒径不宜大于下翼缘板厚度的1/4。

【条文说明】4.1.3 现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土质量控制标准》GB 50164规定：混凝土粗骨料宜采用连续级配；粗骨料的最大公称粒径不得大于构件截面最小尺寸的1/4，且不得大于钢筋最小净间距的3/4；对混凝土实心板，骨料的最大公称粒径不宜大于板厚的1/3，且不得大于40mm。本规程偏严考虑采用：粗骨料的最大公称粒径不宜大于下翼缘板厚度的1/4。

### 钢筋

* + 1. 钢筋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、《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114等的有关规定。
    2. 肋梁纵筋宜采用HRB400、HRB500钢筋；肋梁箍筋宜采用HRB400钢筋；上翼缘板、下翼缘板宜采用HRB400、HRB500、CRB550、CRB600H钢筋，直径不宜小于6mm。
    3. 叠合肋梁底部纵筋宜采用符合现行国家标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107规定的钢筋挤压套筒及不低于Ⅱ级接头标准的套筒挤压接头进行机械连接。

【条文说明】4.2.3 首先，叠合肋梁虽然名字上习惯叫肋梁，但是其实它是空心叠合板的一部分，钢筋的延性要求不高；其次，同方向叠合肋梁底部纵筋同部位的接头率为100%，但加上同方向后浇肋梁的底部纵筋没有任何接头，空心叠合板同方向肋梁底部纵筋的接头率大概在50%~80%之间；再者，为了做到预制底板的标准化，叠合肋梁不管其具体位置如何其配筋均按照跨中叠合肋梁的最大配筋进行配置，只有跨中肋梁的底部纵筋可以充分发挥其抗拉能力，大部分叠合肋梁底部纵筋是不可能充分发挥其抗拉能力的。另外，按照现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、现行协会标准《钢筋机械连接装配式混凝土结构技术规程》CECS 444的有关规定，处于箍筋加密区的纵筋，在接头率100%的情况下，也可以采用机械连接接头进行钢筋机械连接；现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010（2015年版）8.4.7条规定，预制构件的拼接处，钢筋机械接头的面积百分率，可根据实际情况放宽。因此，综合以上各个方面，本规程规定钢筋机械接头的性能可采用Ⅱ级。

另外，由于操作空间有限，以及考虑到预制底板加工精度的影响，叠合肋梁底部纵筋宜采用套筒挤压接头，并使用专用机械挤压设备进行机械连接。

* + 1. 连接用焊接材料应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构设计标准》GB 50017等的有关规定。
    2. 当吊环直径不大于14mm时，应采用HPB300钢筋制作，当吊环直径大于14mm时，应采用Q235B圆钢制作；严禁使用冷加工钢筋。

【条文说明】4.2.5 本条根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定提出。

### 箱型填充体

* + 1. 箱型填充体宜采用塑料材质，也可采用其他材质。氯离子含量和碱含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中对混凝土材料的要求；放射性核素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；正常使用环境下应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB5 0325 的要求。

【条文说明】4.3.1 本条对箱型填充体有害物质含量作了规定，考虑填充体可能含有对混凝土结构有害成分，尤其是氯离子含量、碱含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的要求。

* + 1. 箱型填充体的产烟毒性应满足《材料产烟毒性危险分级》GB/T 20285准安全级的要求。填充体不应采用聚苯乙烯泡沫制品及聚氨酯泡沫制品。

【条文说明】4.3.2 本条对箱型填充体面对火灾时的产烟毒性提出了要求。填充体不应采用聚苯乙烯泡沫制品及聚氨酯泡沫制品，也是从这个角度出发提出的。由于填充体本身在施工阶段仅用于减少楼板重量、作为混凝土浇筑时的模板使用，到后期空心叠合板的使用阶段，填充体则没有实质性作用，故对填充体自身的燃烧性能没有提出要求。

* + 1. 箱型填充体的规格尺寸应根据具体工程需要确定，边长宜取800～1000mm，高度宜取100~500mm，尺寸允许偏差及检验方法应符合表4.3.3的规定。填充体的外观质量应符合下列规定：

1. 表面应平整，无明显破损、贯通性裂纹、孔洞；
2. 应具有可靠的密封性。

表4.3.3 箱型填充体的尺寸允许偏差及检验方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差(mm) | 检验方法 |
| 边长 | +5，-8 | 沿试样边长各尺量一次，取最大偏差值 |
| 高度 | +5，-8 | 沿试样4个侧面各尺量一次，取最大偏差值 |
| 表面平整度 | 5 | 用靠尺和塞尺在试样各表面分别量测一次  取最大偏差值 |
| 两对角线长度差 | 10 | 沿试样顶面和底面的对角线分别尺量，  取较大差值 |

【条文说明】4.3.3 本条提出了箱型填充体的常用尺寸，包括边长和高度。尺寸允许偏差及检验方法均参考现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268提出。

* + 1. 箱型填充体的物理、化学及力学性能应符合表4.3.4的规定，检验方法应按本规程附录A的规定执行。

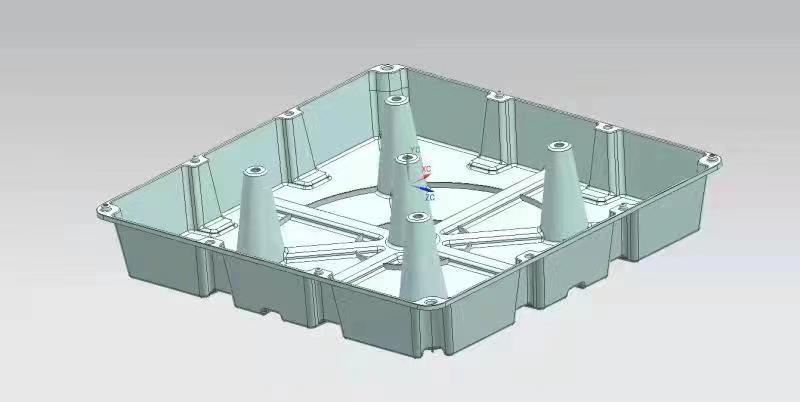
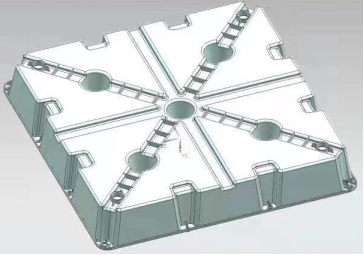
表4.3.4 箱型填充体的物理、化学及力学性能要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 技术指标 |
| 表观密度(kg/m3) | 15.0~500.0 |
| 自然吸水率(%) | ≤5 |
| 氯化物含量 | ≤0.2% |
| 碱含量 | ≤3kg/m3 |
| 放射性核素的限量 | IRa≤1.0，Ir≤1.0 |
| 48h浸泡后顶面、侧面局部抗压荷载(kN) | ≥1.0 |
| 抗振动冲击 | φ50振动棒紧贴内置表面振动1min，不出现贯通性裂纹及破损 |

【条文说明】4.3.4 目前工地常用的振捣棒为φ50型。φ50指的是振捣棒棒头的直径，并以毫米计量。本规程以φ50振捣棒为依据来确定箱型填充体的抗振动冲击性能。

* + 1. 箱型填充体应具备足够的承载力、刚度和稳定性。必要时，填充体的顶面、侧面宜设置一定规则的凹型槽、内部宜设置竖向贯通体等加强措施。

【条文说明】4.3.5 施工期间，人在箱型填充体顶面上踩踏，侧面承担后浇混凝土的侧压力，还有振捣棒的冲击等荷载。所以要求其具有足够的承载力、刚度和稳定性。为了提高箱型填充体的承载力、刚度和稳定性，可以采取在填充体的顶面、侧面设置一定规则的凹型槽、内部设置竖向贯通体等加强措施。



### 其他材料

* + 1. 箱型填充体与预制底板边肋顶部固定用的射钉或自攻钉应满足《射钉》GB T 18981及《紧固件机械性能自攻螺钉》GB T 3098.5的有关要求。
    2. 预制底板边肋顶部与箱型填充体固定位置宜提前埋设塑料连接件。

## 结构分析与设计

### 一般规定

* + 1. 空心叠合楼盖结构分析和计算时应采用满足力学平衡条件和变形协调条件的计算方法。结构分析宜采用弹性分析方法；在有可靠依据时可考虑塑性内力重分布，当考虑塑性内力重分布时应考虑正常使用要求。
    2. 当楼盖平面布置不规则、作用有局部集中荷载、局部开洞等特殊情况时，宜进行专门的计算分析。结构分析所采用的计算软件应经考核验证，其技术条件应符合本规程和国家现行标准的有关规定。对计算结果，应经判断和校核；在确认其合理有效后，方可用于工程设计。
    3. 空心叠合板的自重应考虑空心的影响、箱型填充体的自重、箱型填充体设置的加强体而导致增加的混凝土重量、与周边支承构件间局部实心混凝土重量的影响。整体分析时，也可通过折算厚度考虑楼板自重，可按本规程附录B计算。

【条文说明】5.1.3 箱型填充体为了保证刚度、承载力和稳定而设置的各种加强措施，包括顶面、侧面设置的凹型槽、内部设置的竖向贯通体等，在后浇混凝土浇筑时都会增加混凝土的用量；箱型填充体与周边支承构件之间也会设置局部的实心混凝土区；这些因素都会导致楼板自重的增加。结构计算时，这些增加的自重以及箱型填充体本身的自重都需要考虑。具体方法可以按照附录B采用折算厚度的方法进行考虑。

* + 1. 采用空心叠合楼盖的多、高层建筑，其结构分析宜采用有限元法。采用有限元法计算分析时，宜建立符合实际情况的空间模型，并宜考虑托板或柱帽等的影响。

【条文说明】5.1.4 现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268相关条文关于空心楼盖计算方法的相关规定：

1. 周边刚性支承的空心叠合板，可采用拟板法进行计算，也可采用拟梁法进行计算。规程规定的采用拟板法的条件：空心楼板的肋间距宜小于2倍板厚；而我们空心叠合板采用最多的是平面尺寸900\*900左右的箱型填充体，肋梁之间的间距一般情况下肯定大于2倍板厚。规程规定的采用拟梁法的条件：所取拟梁宜在相邻区格边间连续，每个区格板内拟梁的数量在各方向上均不宜少于5根；在实际工程中某各方向的肋梁数量少于5根比较常见。另外，周边刚性支承的条件，对常用的8400柱网300厚空心叠合板，经测算，框架梁需要至少做到400\*800才能到达刚性支承，一般项目会受到较大限制。所以综合而言，周边刚性支承的拟板法、拟梁法，针对我们的具体技术要求，基本无法使用。
2. 柱支承、柔性支承及混合支承空心叠合楼盖在竖向均布荷载下的内力分析宜采用经验系数法进行计算；当不符合经验系数法的规定时，可采用等代框架法进行计算。同时，柱支承、柔性支承及混合支承空心叠合楼盖在地震及风荷载作用的内力分析，宜采用等代框架法进行计算。
3. 规程规定的采用经验系数法的条件：楼盖为矩形区格，任一区格的长边与短边之比不应大于2；楼盖结构的每个方向至少应有三个连续跨；同一方向相邻跨的跨度差不应超过较长跨的1/3；任一方向柱离相邻柱中心线的偏移距离不应超过该方向跨度的1/10；可变荷载标准值与永久荷载标准值之比不应大于2；楼盖应按纵、横两个方向分别计算，且均应考虑全部坚向荷载的作用。这些条件可以说比较苛刻，实际工程项目复杂多变，基本上不可能满足这些条件，即便能满足这些条件，但水平荷载下的计算分析又需要采用等代框架法，两种方法计算出的内力又存在内力如何组合的问题；因此，经验系数法基本上无法使用。
4. 规程关于等代框架法的要求：柱支承或柔性支承空心楼盖采用等代框架法计算内力时，应按楼盖的纵、横两个方向分别进行，每个方向的计算均应取全部坚向作用荷载。可以说，这种计算方法只是一种粗略的计算方法，相对比较保守，设计成果经济性也比较差。

综合考虑以上情况，在当前计算手段非常先进的情况下，宜采用更为精确的计算分析方法，这就是有限元法。有限元法基本没有限制条件，可以按照实际情况考虑空心叠合板的各种约束情况，无论是刚性支承、柔性支承、柱支承还是混合支承的空心叠合楼盖，有限元法都可以快速地进行计算分析，并进行各种荷载或作用下的内力组合，从而进行构件的配筋设计。因此，我们主要推荐采用有限元法进行空心叠合楼盖的计算分析。

对于刚性支承及未设柱帽及实心区域的柔性支承空心叠合楼盖的周边支承框架梁，为保证其与常规情况下框架梁相同的设计安全度，框架梁设计时可不考虑楼板平面外刚度作用。

* + 1. 空心叠合板应在后浇肋梁处进行双向整体式接缝连接。

【条文说明】5.1.5 标准化拆分的预制底板只有在双向后浇肋梁处进行整体性接缝连接，才能保证空心叠合板的受力性能与现浇空心楼板接近，也是本规程技术体系的核心。

### 结构布置要求

* + 1. 采用刚性支承、柔性支承空心叠合楼盖结构的具体要求，应按现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3等的规定进行。当柔性支承空心叠合楼盖结构采用框架扁梁时，扁梁的具体要求应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3等的规定进行。

【条文说明】5.2.1 采用刚性支承、柔性支承空心叠合楼盖的结构，只是楼板采用了空心叠合板，其主体结构与实心楼板结构的要求一致。按照现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3等的规定执行即可。

当柔性支承空心叠合楼盖结构采用框架扁梁时，扁梁的具体要求在现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3等均有具体的规定，应按照执行。但抗震等级为一级的框架结构，不宜采用框架扁梁。

* + 1. 柔性支承空心叠合楼盖，当支承框架梁竖向刚度较弱不足以承担相应柱周围全部竖向荷载时，应在柱周围设置实心区域楼板，并宜由支承框架梁抗剪承载力和实心区域楼板受冲切承载力共同承受全部竖向荷载。框架梁抗剪承载力和实心区域楼板受冲切承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定计算。支承框架梁的箍筋设置应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011中框架梁的要求，且箍筋加密区范围不应小于1000mm。

【条文说明】5.2.2 本条根据现行国家标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268-2012第6.3.7条、7.2.2条的有关规定，进行整合后提出相应要求。

当支承框架梁能够独立承担柱周围全部竖向荷载时，柱周围可以不必设置实心区域楼板；当支承框架梁竖向刚度较弱不足以承担柱周围全部竖向荷载时，柱周围应设置实心区域楼板，相应柱周围全部竖向荷载宜由支承框架梁抗剪承载力和实心区域楼板受冲切承载力共同来承受全部竖向荷载。

实心区域楼板受冲切承载力计算时，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定考虑不平衡弯矩对等效集中反力设计值的影响。

* + 1. 采用柱支承空心叠合楼盖的结构应满足板柱-抗震墙的有关要求，其结构布置尚应符合下列要求：

1 抗震墙厚度不应小于180mm，且不宜小于层高或无支长度的1/20；房屋高度大于12m时，墙厚不应小于200mm；

2 房屋的周边应采用有梁框架，楼电梯及洞口周边宜设置边框梁；

3 应在框架柱间设置框架实心暗梁，暗梁高度宜比空心叠合板高出不大于50mm。

【条文说明】5.2.3 本条根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016年版）第6.6.2条板柱-抗震墙的有关规定提出，并增加了柱间设置框架实心暗梁的有关要求。暗梁高度高出空心叠合板一定尺寸，是为了预制底板下翼缘板的钢筋以及叠合肋梁的下皮纵筋方便地伸入支座内进行锚固。即便是采用了高出空心叠合板50mm的框架梁，由于梁的刚度比较弱，结构的整体要求仍应满足板柱-抗震墙结构的有关规定，保证结构安全。

在柱支承空心叠合楼盖的外周边布置高出楼盖厚度的框架梁有两个目的：一是提高边梁的抗扭刚度；二是加强对楼盖边缘的约束作用。在楼电梯及洞口处，由于开洞易消弱楼盖的整体性和连续性，宜在洞口周边设置边梁以提高该处的承载力。

* + 1. 柱支承空心叠合楼盖，应在柱周围设置实心区域楼板，并可根据需要设置托板或柱帽；8度时宜设置托板或柱帽；其尺寸和配筋应根据受冲切承载力计算确定。受冲切承载力按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定计算。托板或柱帽根部的厚度(包括板厚)不宜小于柱纵筋直径的16倍，托板或柱帽的边长不宜小于4倍板厚和柱截面对应边长之和。

【条文说明】5.2.4 本条结合了现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016年版）第6.6.2条板柱-抗震墙的有关规定，以及现行国家标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268-2012第6.3.6条的有关规定，提出相应要求。

实心区域楼板、托板或柱帽可提高空心叠合板支承构件的刚度和受剪（受冲切）承载力，确保竖向荷载可靠地传递到支承构件上。

实心区域楼板、托板或柱帽受冲切承载力计算时，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定考虑不平衡弯矩对等效集中反力设计值的影响。

### 空心叠合楼盖计算与验算

* + 1. 空心叠合板进行承载力极限状态计算和正常使用状态验算时，应按照3.2.8节规定的I型截面进行。正截面承载力计算时，受压区翼缘计算宽度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010有关规定，受压区高度不宜大于上翼缘厚度；肋梁的斜截面受剪承载力计算不应考虑翼缘的作用，全部剪力由肋梁的腹板及箍筋共同承担；裂缝宽度验算时，应考虑受拉区翼缘的影响。具体计算应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中有关规定进行。

【条文说明】5.3.1 空心叠合板的承载力极限状态计算和正常使用状态验算，可以按照简化的I型截面进行。正截面承载力计算时，受压区翼缘计算宽度有限制，其宽度应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010有关规定进行，并且受压区高度限制在上翼缘厚度范围内；受拉翼缘不考虑，由钢筋承担全部拉应力。肋梁的斜截面承载力计算不应考虑翼缘的作用，全部剪力由肋梁的腹板及箍筋共同承担。裂缝宽度验算时，应考虑受拉区翼缘的影响。

* + 1. 当预制底板与后浇混凝土的强度等级不同时，应按受压区位置处混凝土的强度等级计算正截面承载力，按较低的混凝土强度等级计算斜截面承载力、挠度验算、竖向自振频率验算，按所在部位的混凝土强度等级进行裂缝宽度验算。

【条文说明】5.3.2 预制底板与后浇混凝土的强度等级相同时，无论是正截面承载力计算、斜截面承载力计算、挠度验算、竖向自振频率验算、裂缝宽度验算等都没有问题。当预制底板与后浇混凝土的强度等级不相同时，需要分别进行考虑：正截面承载力计算时，应按受压区位置处混凝土的强度等级进行；斜截面承载力计算、挠度验算、竖向自振频率验算时，可以偏保守的按照较低的混凝土强度等级进行；裂缝宽度验算时，应按照裂缝宽度验算所在部位的混凝土强度等级进行。

* + 1. 空心叠合楼盖可按区格板进行挠度验算。在楼面竖向荷载作用下区格板的最大挠度应按荷载准永久组合效应并考虑荷载长期作用影响的刚度计算，所求得的最大挠度计算值不应超过表5.3.3规定的挠度限值。当构件制作或支模时预先起拱，且使用上允许，最大挠度计算值可减去起拱值。

表5.3.3 楼盖挠度限值

|  |  |
| --- | --- |
| 跨度（m） | 挠度限值 |
| l0<7 | L0/200（L0/250） |
| 7≤l0≤9 | L0/250（L0/300） |
| l0>9 | L0/300（L0/400） |

注： 1 表中lo为楼盖的计算跨度；

2 表中括号内数值用于使用上对挠度有较高要求的楼盖。

* + 1. 空心叠合楼盖挠度计算所采用的楼板刚度可按下列规定确定：

1 空心叠合板的刚度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定计算；

2 刚性支承空心叠合楼盖的刚度可取短跨方向跨中最大弯矩处的刚度；

3 柱支承及柔性支承空心叠合楼盖的刚度可取两个方向中间板带跨中最大弯矩处的刚度平均值。

* + 1. 空心叠合板的裂缝控制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. 空心叠合楼盖应满足楼盖竖向振动舒适度要求；楼盖的竖向自振频率和竖向振动峰值加速度限值应满足现行国家标准《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T 441的有关规定。

【条文说明】5.3.6 空心叠合楼盖跨度大，可能存在竖向振动舒适度问题，应进行验算。现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008规定，房屋建筑的混凝土楼盖应满足楼盖竖向振动舒适度要求；现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3以及《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T 441都有相关的规定。综合来看，现行行业标准《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T 441关于楼盖竖向自振频率和竖向振动峰值加速度限值的规定更加实用，可操作性强，因此，本规程直接规定楼盖竖向自振频率和竖向振动峰值加速度限值应满足现行国家标准《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T 441的有关规定。

* + 1. 空心叠合板板端的受剪承载力由叠合肋梁起控制作用。叠合肋梁端部的受剪承载力应符合下列规定：

（5.3.7-1）

（5.3.7-2）

式中：*V*S——叠合肋梁端部剪力设计值（N）；

*V*R——叠合肋梁端部受剪承载力设计值（N）；

*fc*——混凝土轴心抗压强度设计值（N/mm2），可取预制底板混凝土和后浇混凝土的较低值；

*A*c1——叠合肋梁叠合层后浇混凝土截面面积（mm2）；

*Ak*——叠合肋梁键槽根部截面面积之和（mm2），按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算并取二者的较小值；

*fy*——垂直穿过叠合肋梁端部竖向结合面的钢筋抗拉强度设计值（N/mm2）；

*A*sd——垂直穿过叠合肋梁端部竖向结合面的所有钢筋面积（mm2），包括后浇混凝土内的纵向钢筋、支座处的搭接钢筋。

【条文说明】5.3.7 为了加强预制底板与后浇混凝土的连接，方便传递竖向剪力，预制底板的周边均设置了键槽，并有粗糙面方面的要求，键槽包括叠合肋梁的端部键槽和边肋键槽。空心叠合板的后浇肋梁整体采用后浇混凝土，其对空心叠合板支座处的受剪承载力没有影响；空心叠合板支座处的受剪承载力主要由叠合肋梁端部竖向接缝处的受剪承载力起控制作用。叠合肋梁端部竖向接缝处的受剪承载力满足要求了，空心叠合板支座处的受剪承载力也就没有问题了。键槽的设置对叠合肋梁端部竖向接缝处抗剪强度的提高影响较大，本条参考现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014第7.2.2条关于设置了键槽的叠合梁端部抗剪强度的规定从而提出要求。

### 预制底板短暂设计状况计算和验算

* + 1. 预制底板短暂设计状况包括脱模、翻转、吊运、堆放、运输、安装及混凝土浇筑。

【条文说明】5.4.1 由于预制底板带有双向上凸的肋部，加工时一般需要采用反打工艺。采用反打工艺，就存在构件脱模后翻转的问题。预制底板从脱模到最后的混凝土浇筑的每一个阶段都需要进行计算和验算。

* + 1. 预制底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。

【条文说明】5.4.2 现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1关于预制构件设计规定：对制作运输、安设下的预制件验算，应符合现行国家标准《混凝结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。而现行国家标准《混凝结构工程施工规范》GB 50666相关相关规定均是预制构件各个环节在荷载标准组合下的有关要求。

* + 1. 预制底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/m2；

2 吊运和运输验算时，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 翻转、堆放和安装验算时，翻转、安装过程中就位、临时固定验算时，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。

* + 1. 混凝土浇筑验算时，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/m2。

【条文说明】5.4.4 现行国家标准《混凝结构工程施工规范》GB 50666-2011第9.2.4条明确规定，进行叠合板后浇叠合层施工阶段验算时，叠合板的施工活荷载可取1.5kN/m2。

* + 1. 短暂设计状况下，预制底板可采用弹性方法计算内力和变形。宜采用整体有限元的方法进行计算，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倒置楼盖；
2. 倒置楼盖应考虑双向凸肋以及下翼缘板边肋的影响；
3. 脱膜、翻转、吊运、堆放、运输、安装及混凝土浇筑阶段应分别进行计算。

【条文说明】5.4.5 预制底板带有双向向上的凸肋，下翼缘板周边为了加强其刚度进行了向上的加腋处理，这些都对预制底板的刚度有影响。但由于整个预制底板形状不规则，无法进行简化计算，故要求宜采用整体有限元的方法进行计算。计算时可将吊点作为支座，按倒置楼盖进行计算，并且预制底板脱膜、翻转、吊运、堆放、运输、安装及混凝土浇筑等各个阶段均应分别进行计算。若预制底板的翻转采用专用翻转机时，可以不进行预制底板翻转验算。

* + 1. 短暂设计状况下，预制底板承载能力极限状态计算时，应按该处实际截面形状和尺寸进行。
    2. 各种短暂设计状况下，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：

（5.4.7）

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）；

*W*cc——截面混凝土受压边缘弹性抵抗矩（mm3）；

*M*k——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下截面弯矩标准值（N·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。

* + 1. 各种短暂设计状况下，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：

（5.4.8）

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）；

*W*ct——截面混凝土受拉边缘弹性抵抗矩（mm3）；

*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/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。

【条文说明】5.4.1~5.4.4、5.4.6~5.4.8 本节的规定均按照现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的要求提出。预制底板由下翼缘板以及作为叠合肋梁预制部分的双向上凸的肋部组成，并且下翼缘板的周边还设有向上翻起的边肋，这些构造均能起到提高预制底板整体刚度的作用，从而保证预制底板在脱模、翻转、吊运、堆放、运输、安装及混凝土浇筑时的受力和变形满足要求。但由于整体截面比较复杂，难以直接采用公式将截面混凝土受压边缘弹性抵抗矩*W*cc、截面混凝土受拉边缘弹性抵抗矩*W*ct表达出来，宜采用整体有限元方法进行计算。

### 空心叠合板构造要求

* + 1. 空心叠合板的体积空心率宜为30%~70%。

【条文说明】5.5.1 体积空心率参考现行国家标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJ/T 207、《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268的要求提出。

* + 1. 空心叠合板的厚度h不宜小于250 mm；双向正交肋梁的宽度宜为宜为180~220mm；上、下翼缘板厚宜为空心叠合板板厚的1/10~1/4，且上翼缘板厚不宜小于60mm，下翼缘板厚不宜小于50mm。

【条文说明】5.5.2 肋梁宽度的取值综合考虑体积空心率、混凝土浇筑质量、工厂加工运输吊装以及现场施工等因素的影响综合确定。

* + 1. 空心叠合楼盖适用的跨度、跨高比宜符合表5.5.3的规定。

表5.5.3 楼盖的适用跨度、跨高比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类别 | | 适用跨度（m） | 跨高比 | 备注 |
| 刚性支承楼盖 | 单向板 | 6~20 | 30~40 | 取短向跨度 |
| 双向板 | 6~25 | 35~45 | 取短向跨度 |
| 柔性支承楼盖 | 区格板 | 6~20 | 30~40 | 取长向跨度 |
| 柱支承楼盖 | 有托板或柱帽 | 6~15 | 35~45 | 取长向跨度 |
| 无托板或柱帽 | 6~10 | 30~40 | 取长向跨度 |

注：1 无开洞、竖向荷载中永久荷载占比大于70%时跨高比宜取上限；

2 存在集中荷载（单点大于5kN）或开洞尺寸大于1.5倍板厚时，跨高比宜取下限；

3 如有可靠经验且满足设计要求时，可适当放宽跨度限值。

【条文说明】5.5.3 空心叠合楼盖的适用跨度和跨高比是根据工程经验得到，并参考现行国家标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJ/T 207、《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268的要求提出。实际工程应用时，会受到荷载大小、叠合板厚度、周边梁的约束条件等等的影响。另外，实际工程应用时，局部小跨度楼板也可统一采用空心叠合板技术。

* + 1. 空心叠合板支座处，箱型填充体与水平支承构件框架梁、暗梁、剪力墙间宜设置实心区域，实心区域的宽度应满足板的受剪承载力要求，并且从支承边起不宜小于0.20倍板厚，且不应小于50mm（图5.5.4）。



图5.5.4 实心区范围示意图

1—混凝土实心区；2—支承构件；3—填充体起始处

【条文说明】5.5.4 箱型填充体与框架梁、暗梁间设置实心区域，既可以保证空心叠合板的抗剪能力，也可以通过设置附加箍筋与预制底板下翼缘板的外伸胡子筋进行间接搭接连接，保证外伸长度不足的胡子筋伸入支座内的长度满足要求。

《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268，规定的是竖向构件周边设置一定的实心区域，本规程改为水平支承构件。非刚性支承空心叠合楼盖的竖向构件周边实心区域的规定已经在5.2.2和5.2.4条提出了具体要求。

* + 1. 空心叠合板受力钢筋的最小配筋率应满足如下规定：

As/A0≥ρminI/Io (5.5.5-1)

式中：ρmin——最小配筋率，按现行家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008的有关规定取值。

As——空心叠合板底部纵筋面积之和或者顶部纵筋面积之和(mm2)；

A0——相同厚度实心楼板的截面面积(mm2)；

I——空心叠合板截面惯性矩(mm4)；

I0——相同厚度实心楼板的截面惯性矩(mm4)。

【条文说明】5.5.5 本条的规定基本参考现行国家标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJ/T 207、《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268的要求提出。试验表明，在翼缘板内钢筋满足一定构造要求的前提下，空心叠合板承受竖向荷载时，上下翼缘板内的配筋也会参与受力。因此，计算最小配筋率时，除了肋梁的纵筋之外，上、下翼缘板内的钢筋也可相应计入，当然，前提是翼缘板内的钢筋满足本规程的有关构造要求。

* + 1. 空心叠合板的受力钢筋应符合下列规定：

1. 空心叠合板的受力钢筋宜集中配置在肋梁内，上、下翼缘板内配置构造钢筋；也可采用大部分受力钢筋集中配置在肋梁内，其他部分配置在上、下翼缘板内的方式；上翼缘板需满足局部承受竖向荷载要求；
2. 肋梁的上、下皮钢筋均宜采用单排布置；
3. 空心叠合板的板底主受力钢筋应布置在次受力钢筋的下侧，板顶主受力钢筋应布置在次受力钢筋的上侧；
4. 肋梁内应配置箍筋，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；
5. 受力钢筋与箱型填充体的净距不得小于10mm。

【条文说明】5.5.6 为了做到下翼缘板的配筋标准化，下翼缘板可以采用确定的配筋，空心叠合板的主要受力钢筋宜配置在肋梁内。空心叠合板的厚度有限，再加上双向交叉的肋梁，所以，本规程规定肋梁的纵筋宜采用单排布置；如果肋梁的配筋太大而单排布置放不开时，也可以适当增加上下翼缘板的配筋从而减少肋梁的配筋。

空心叠合板内部为封闭的空腔，钢筋与箱型填充体之间的混凝土保护层厚度可以适当减小，但不允许小于10mm。

* + 1. 上、下翼缘板的配筋应按各自厚度满足最小配筋率要求。当上翼缘板厚度小于80mm时，上翼缘板宜配置单层双向钢筋网，并宜布置在板的上皮；当上翼缘板厚度不小于80mm时宜配置双层双向钢筋网。下翼缘板宜配置单层双向钢筋网并宜布置在板的下皮。钢筋直径不宜小于φ6，上翼缘板钢筋间距不宜大于200mm，下翼缘板钢筋间距不宜大于125mm。

【条文说明】5.5.7 下翼缘板钢筋间距不宜大于100mm，参考本规程5.6.6条的规定提出。边肋键槽与外伸钢筋的间距均不宜大于125mm，与本规程5.6.6条中边肋键槽的间距相吻合。下翼缘板钢筋网布置在板的下皮，更利于空心叠合板的受力，提高空心叠合板的抗弯性能。

* + 1. 空心叠合板需要开洞时，洞口宜布置在肋梁之间的范围内，当必须跨越肋梁时，宜保证肋梁完整。洞口的尺寸、加强应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《高层建筑混凝上结构技术规程》JGJ 3的有关规定，其配筋应按开孔板的内力计算确定并应满足下列规定：

1. 当洞口尺寸不大于300mm或不大于板厚时，钢筋绕过洞口即可；
2. 当洞口尺寸大于300mm并大于板厚时，洞口周边应布置补偿钢筋，每个方向的补偿钢筋面积不应小于该方向被切断钢筋的面积。
   * 1. 当空心叠合板下需要吊挂时，吊点宜布置在肋梁内，当布置在下翼缘板时应验算吊挂的承载力。

【条文说明】5.5.9 下翼缘板厚度较薄，吊挂承载能力有限，吊挂的吊点宜布置在肋梁内，吊挂在下翼缘板上应验算吊挂的承载力。

* + 1. 由于结构超长或其他原因需要留设施工后浇带时，可采用相邻两道同向后浇肋梁间（肋梁间距不小于1000mm）的后浇混凝土浇筑时间满足施工后浇带要求的方式。



图5.5.10 空心叠合板施工后浇带构造

1—后浇肋梁；2—叠合肋梁；3—后浇带后浇混凝土

【条文说明】5.5.10 相邻两道同向后浇肋梁之间的距离一般不小于1000mm，预制底板的混凝土前期收缩大部已经完成，空心叠合板上部后浇混凝土的浇筑时间满足施工后浇带的浇筑时间要求的话，一般可以作为解决施工后浇带的一种方式。

### 预制底板构造要求

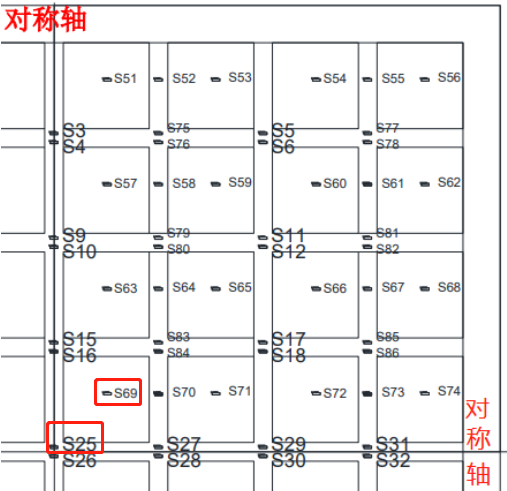
* + 1. 预制底板的下翼缘板宜沿每个区格周边向上加腋形成边肋，边肋的高度不宜小于90mm，边肋的顶部宽度不宜小于30mm。

【条文说明】5.6.1 下翼缘板周边向上加腋，可以增加预制底板的刚度，防止预制底板的下翼缘板部分在脱模、翻转、吊运、堆放、运输、安装及混凝土浇筑阶段出现受力或变形问题。

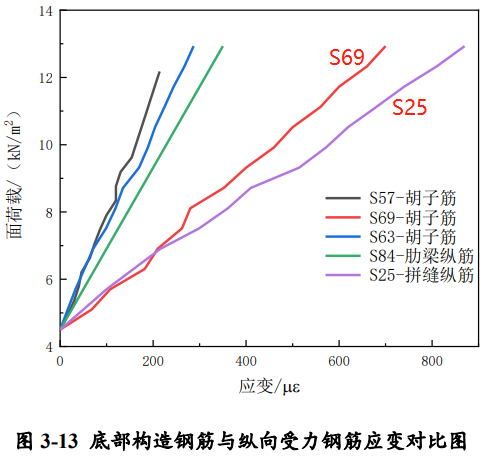
* + 1. 预制底板叠合肋梁的预制部分高度不宜小于150mm。
    2. 预制底板钢筋的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010关于板的有关规定。
    3. 预制底板下翼缘板的纵向钢筋宜采用钢筋焊接网。当采用钢筋焊接网时，应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的规定。
    4. 预制底板下翼缘板外伸钢筋端部宜设接近90°弯钩，弯钩平直段长度不小于12d，水平投影长度不宜小于la；叠合肋梁下部纵筋伸出长度宜伸至后浇肋梁中心线-3mm。

【条文说明】5.6.5 现行行业标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJT 207-2010第6.2.3条规定，“底板必须配有外伸钢筋，应伸入现浇肋梁内，其水平投影长度不应小于0.4la，并宜将钢筋端部弯折勾住肋梁纵向钢筋，端部弯起部分的竖直投影长度不宜小于5d”。6.2.3条条文说明：“为加强现浇肋梁与箱体的整体连接、共同受力，锚入肋梁内的钢筋端部宜弯折并勾住肋梁纵筋，以使钢筋弯折部分更好地起到销栓作用。从试验结果来看，外伸钢筋的错固长度满足本条规定时，可充分发挥其受拉强度，未发生钢筋拔出或粘结破坏，保证楼盖的整体性”。

东南大学进行的足尺空心叠合楼盖加载试验，预制底板下翼缘板外伸钢筋在后浇肋梁内的连接完全按照现行行业标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJT 207-2010第6.2.3条规定的做法，即：钢筋端部弯折勾住肋梁远端纵向钢筋，端部弯起部分的竖直投影长度5d；具体试验条件：混凝土强度等级C30，钢筋采用HRB400级，下翼缘板钢筋直径6mm，后浇肋梁宽度200mm，下翼缘板钢筋在后浇肋梁内的长度（至弯钩处）大致为180mm、30d。部分试验结果如下：图一表示的钢筋应变片布置图，图二表示的是底部构造钢筋与纵向受力钢筋应变对比图。图中表明，靠近跨中处预制底板下翼缘板的胡子筋S69的钢筋应变与距离较近的跨中接缝纵筋S25的钢筋应变比较接近。表明预制底板下翼缘板的胡子筋与肋梁内的纵向钢筋同步受力，并且即使加载到了空心叠合板的极限荷载，胡子筋的钢筋应变一直平稳发展，没有突变现象，表明胡子筋没有从混凝土内脱出，还在正常受力。由此也表明参考采取的胡子筋伸到肋梁远端勾住肋梁远端纵筋并向上弯折90°的做法有效，保证了空心叠合板的整体受力性能。



图一 东南大学足尺试验钢筋应变片布置图



图二 底部构造钢筋与纵向受力钢筋应变对比图

预制底板下翼缘板的外伸钢筋在后浇肋梁内的连接是确保预制底板与后浇肋梁有效连接、共同工作的重要措施之一。本规程参考现行行业标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJT 207-2010第6.2.3条的规定并进行了一定程度的加强。一方面，外伸钢筋弯钩的平直段长度参考90°弯钩机械锚固的要求不小于12d，远大于《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJT 207-2010第6.2.3条规定的5d；另一方面，外伸钢筋的水平投影长度参考普通钢筋桁架叠合板后浇带式整体接缝的有关要求不宜小于la，远大于《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJT 207-2010第6.2.3条规定的0.4la；同样要求外伸钢筋的弯钩勾住后浇肋梁远端的纵向钢筋，该纵向钢筋可以更好地起到钢筋销栓作用，对钢筋的锚固起到有利作用。设置接近90°弯钩，而不是90°弯钩的目的是为了尽量避免外伸钢筋与后浇肋梁纵筋打架。

本条规定的预制底板下翼缘板外伸钢筋在后浇肋梁内的连接构造要求，是钢筋机械锚固加弯钩端部纵筋钢筋销栓作用的联合效果，可以保证预制底板与后浇肋梁有效连接、共同工作，预制底板下翼缘板的钢筋也可以参与空心叠合板的整体受力。

[根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB](mailto:实际工程当中具体应用时，下翼缘板的钢筋一般采用φ6@100，保护层厚度一般15mm为2.5d。根据现行国家标准《混凝土结构实际规范》GB) 50010的有关规定，基本锚固长度是按照1d 保护层厚度（d为受力钢筋直径）确定的，对于厚保护层的情况，可以减小受力钢筋的锚固长度：当保护层厚度为3d 时，修正系数可取为0.8；保护层厚度为5d 时，修正系数可取为0.7；中间的情况可以按内插取值。实际工程中具体应用时，下翼缘板的钢筋一般采用φ6@100，保护层厚度一般采用15mm为2.5d；如此，钢筋锚固长度的修正系数就可以采用0.85；同时钢筋锚固长度范围内后浇肋梁的箍筋起到了锚固钢筋横向钢筋的作用。因此，在下翼缘板钢筋直径采用6mm、保护层厚度采用15mm的条件下，钢筋锚固长度la实际采用0.85lab就可以满足“水平投影长度不宜小于la”的要求。

叠合肋梁下皮纵筋需要在后浇肋梁中心线处采用套筒挤压接头进行机械连接，故要求钢筋伸至后浇肋梁中心线-3mm，以方便钢筋进行机械连接。-3mm的目的是为了避免出现正公差导致钢筋打架无法连接。

* + 1. 预制底板与后浇混凝土之间的结合面应符合下列规定：

1. 结合面包括叠合肋梁的顶部、端部以及预制底板的边肋外围周边；
2. 叠合肋梁的顶部应设置粗糙面；叠合肋梁的端部、预制底板的周边边肋应设置键槽；边肋键槽的间距宜与下翼缘板的外伸钢筋间距相同，且不宜大于125mm；键槽尺寸应按照5.3.7条计算确定；
3. 粗糙面面积不宜小于结合面的80%，凹凸深度不应小于4mm；键槽的深度t不宜小于30mm，宽度w不宜小于深度的3倍且不宜大于深度的10倍；键槽间距宜等于键槽宽度；键槽端部斜面倾角不宜大于30°。

【条文说明】5.6.6 在预制底板与后浇混凝土之间的结合面上设置键槽或者粗糙面，对新老混凝土的结合，新老混凝土之间传递剪力，新老混凝土的共同工作，有着重要作用。本规程的预制底板有两种结合面，一是叠合肋梁的顶部，属于水平结合面，只设置粗糙面即可；二是叠合肋梁端部的结合面和预制底板的周边边肋处的结合面，需要设置键槽。键槽和粗糙面的设置参考了东南大学的《装配整体式双向密肋叠合楼盖试验及有限元分析》报告，并做了一定的改进和加强。

边肋键槽的间距在现行行业标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJT 207装配箱剪力齿的规定不宜大于100mm的基础上放宽到125mm，也是基于东南大学的《装配整体式双向密肋叠合楼盖试验及有限元分析》报告。报告表明：边肋留设键槽的作用比要比剪力齿要好，即便是键槽间距放宽到125mm，叠合板在弹性阶段的承载力都有一定的提升。边肋键槽的间距与下翼缘板外伸钢筋间距相同，都是不宜大于125mm，实际上就是一根外伸钢筋然后对应一个键槽。

* + 1. 预制底板之间的套筒挤压区域需预留足够的操作空间，必要时可对预制底板叠合肋梁端头做切角处理。

【条文说明】5.6.7 钢筋套筒挤压是本技术体系的关键环节，空心叠合板的套筒挤压操作空间有限，需采用特殊挤压设备进行。即便如此，为了保证钢筋套筒挤压时的操作空间，预制底板的叠合肋梁端头处可采用切角处理。

* + 1. 当预制底板开洞时，洞口应避开肋梁，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。
    2. 预制底板边肋与叠合肋梁形成的每个区格均宜设置排水孔。

【条文说明】5.6.9 预制底板每个区格设置排水孔的目的是，如果现场施工期间有水进入到预制底板上面，可以把水及时排出。

* + 1. 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。
    2. 吊点宜对称布置在叠合肋梁上，且宜采用吊环方式。吊环钢筋应与叠合肋梁钢筋进行绑扎，并应符合下列规定：

1. 起吊时，吊索与预制底板水平夹角不宜小于60º，且不应小于45°；
2. 吊环钢筋在混凝土内水平段的长度分别不宜小于10d，d为吊环钢筋直径；
3. 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；
4. 施工安全系数Kc不应小于4.0。

【条文说明】5.6.10、5.6.11 吊点的设置参考了现行协会标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715的有关规定提出的要求。预制底板的凸肋即叠合肋梁处相对较厚，刚度较大，吊点设在此处也可以有较大的买入深度。

### 接缝及支座构造

* + 1. 预制底板应在双向后浇肋梁处进行双向接缝连接；叠合肋梁下皮纵筋宜采用套筒挤压接头进行机械连接；下翼缘板外伸钢筋应伸进后浇肋梁内的水平投影长度不宜小于la，并宜将外伸钢筋端部弯钩勾住肋梁远端的纵向钢筋，如图5.7.1所示。



图5.7.1 下翼缘板外伸钢筋在后浇肋梁内连接示意

1—预制底板；2—后浇肋梁；3—箱型填充体；4—下翼缘板外伸钢筋；

5—后浇肋梁纵筋；

【条文说明】5.7.1 标准化的预制底板应在双向后浇肋梁处进行双向整体式接缝连接，保证空心叠合板的受力性能尽可能接近现浇混凝土空心板；叠合肋梁下皮钢筋在后浇肋梁中心线处需要进行连接，考虑到预制底板加工精度、施工效率、操作空间以及经济性等等各方面，目前最理想的方式就是采用套筒挤压接头的机械连接方式，当然也可以采用其他机械连接方式或者套筒灌浆连接方式。

预制底板下翼缘板的外伸钢筋伸进后浇肋梁的构造要求，结合本规程的5.6.5条“预制底板下翼缘板外伸钢筋端部宜设接近90°弯钩，弯钩平直段长度不小于12d，水平投影长度不宜小于la”提出。

* + 1. 叠合肋梁下皮纵筋套筒挤压接头应满足混凝土保护层厚度要求，该处肋梁箍筋宜避开套筒挤压接头设置；套筒挤压接头之间的横向净距不宜小于25mm。

【条文说明】5.7.2 叠合肋梁下皮纵筋的套筒挤压接头，需注意套筒挤压接头处也应该满足混凝土保护层厚度要求。为了避免套筒挤压接头混凝土保护层厚度过大，影响空心叠合板的整体抗弯承载力，该处的肋梁箍筋宜避开套筒挤压接头设置。

* + 1. 空心叠合板支座处，箱型填充体与水平支承构件框架梁、暗梁、剪力墙间的实心区域宜配置附加箍筋；附加箍筋直径不宜小于8mm，且宜与预制底板下翼缘板外伸钢筋一一对应设置；实心区域附加箍筋范围内沿板顶、板底宜增设附加纵筋，纵筋直径不宜小于14mm，间距不宜大于150mm。如图5.7.3所示。



（a）中间支座 （b）边支座

图5.7.3 空心叠合板支座处实心区域钢筋构造示意

1—预制底板；2—支承构件；3—箱型填充体；4—附加纵筋；5—附加箍筋；

【条文说明】5.7.3 实心区域配置附加箍筋，既可以增强支座处空心叠合板的抗剪能力，也可以通过间接搭接方式保证预制底板下翼缘板外伸钢筋伸入支座的长度满足要求。由于下翼缘板外伸钢筋的长度可以达到0.8La以上，下皮钢筋在此处基本不受力，或者承受有限的温度作用，钢筋的搭接长度可以满足要求。另外，附加箍筋与预制底板下翼缘板外伸钢筋一一对应设置（位置对应、间距相同），可以保证钢筋搭接的效果。

实际工程中附加箍筋施工困难时，也可参考现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1中关于叠合梁采用组合封闭箍筋的做法。

* + 1. 空心叠合板支座处，上翼缘板钢筋宜连续布置，并锚进周边支座内。

【条文说明】5.7.4 上翼缘板钢筋无论是单层钢筋网、还是双层钢筋网，在靠近周边支座处，钢筋参与空心叠合板整体抗弯会承受拉应力；并且，上翼缘板钢筋还要承受肋梁之间的局部竖向荷载。因此，规定上翼缘板钢筋均宜连续布置，并锚进周边支座内。

* + 1. 空心叠合板支座处，叠合肋梁下皮纵筋宜采用间接搭接方式伸进支座框架梁、暗梁、剪力墙内；可采用在叠合肋梁端部顶面留设的肋顶凹槽内设置搭接钢筋的方式进行。凹槽的高度宜与边肋的高度相同，宽度宜为50mm。下皮纵筋不承受拉应力时，搭接长度ls宜为1.2la，搭接钢筋面积不宜小于下皮纵筋的1/3，搭接钢筋伸进支座内的长度l’s不小于12d，且宜伸至支座中心线；下皮纵筋承受拉应力时，搭接长度ls宜为1.6la，搭接钢筋面积宜按计算确定并不小于下皮纵筋的1/3，搭接钢筋宜伸进支座内长度l’s不小于la。位于中间支座时，搭接钢筋可连续设置。



（a）中间支座 （b）边支座

图5.7.5 叠合肋梁支座处底筋构造示意

1—叠合肋梁；2—支承构件；3—搭接槽；4—后浇叠合层；5—叠合肋梁下皮纵筋；6—附加搭接钢筋；

【条文说明】5.7.5 为了做到预制底板的标准化，叠合肋梁下皮钢筋伸出是长度固定的，并且是按照相邻预制底板的叠合肋梁在后浇肋梁内进行套筒挤压接头机械连接留设的。但在支座位置，叠合肋梁下皮纵筋伸出长度明显不足，需要采用间接搭接钢筋方式将下皮纵筋锚固到框架梁、暗梁、剪力墙内。设置凹槽的目的是为了让搭接钢筋与叠合肋梁下皮钢筋尽可能接近，同时考虑到生产的方便程度，规定凹槽的高度同边肋；凹槽的宽度一般为50mm，叠合肋梁箍筋内部能够放置搭接钢筋即可。边肋高度一般情况下采用90mm，如果叠合肋梁下皮钢筋直径为22mm、箍筋直径为6mm，空心叠合板保护层厚度采用15mm，搭接钢筋直接搁置在凹槽顶部，则叠合肋梁下皮钢筋与搭接钢筋之间的净距为47mm，远小于0.2倍的搭接长度和152mm，可以保证钢筋间接搭接的效果（ACI318－11规定，受弯构件中，间接搭接钢筋横向间距不应大于0．2倍搭接长度和6英寸(152mm)二者的较小值）。

一般情况下，支座梁处为负弯矩，空心叠合板下皮纵筋不承受拉力，此时，叠合肋梁下皮纵筋的搭接长度为0.7\*1.6la=1.12la，向上取为1.2la；搭接钢筋面积不宜小于下皮纵筋的1/3，搭接钢筋参考次梁要求偏严格地伸进框架梁、暗梁内不小于12d，且宜伸至框架梁、暗梁、剪力墙中心线。当因为混凝土收缩或者温度作用下皮纵筋承受拉应力时，叠合肋梁下皮纵筋的搭接长度为1.6la，搭接钢筋面积宜按计算确定并不小于下皮纵筋的1/3，搭接钢筋宜伸进框架梁、暗梁、剪力墙内长度不小于la。

位于中间支座时，搭接钢筋跨支座连续设置，可避免支座处搭接钢筋过多影响混凝土浇筑质量。

“搭接钢筋面积宜按计算确定并不小于下皮纵筋的1/3”，参考了《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715-2020第5.4.6条的相应规定。

* + 1. 空心叠合板支座处，后浇肋梁下皮纵筋不承受拉应力时，宜直接伸进框架梁、暗梁内不小于12d，且宜伸至框架梁、暗梁中心线；下皮纵筋承受拉应力时，宜伸进框架梁、暗梁内长度不小于la。

【条文说明】5.7.6 后浇肋梁所有钢筋均为现场绑扎，不存在钢筋搭接问题，钢筋正常锚入支座即可。钢筋锚入支座的长度偏严地参考次梁要求，也与叠合肋梁相同。

* + 1. 肋梁上部纵筋、箍筋宜参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010有关次梁的有关构造要求。

【条文说明】5.7.7 相邻区格内肋梁应连续布置，并且按照梁的配筋方式进行搭接和锚固；箍筋的设置也宜按照次梁的有关要求进行。

## 预制底板生产与运输

### 一般规定

* + 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。

【条文说明】6.1.1 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。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。

* + 1. 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。

【条文说明】6.1.2 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。

* + 1. 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。

【条文说明】6.1.3 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。

* + 1. 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。

【条文说明】6.1.4 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。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。

* + 1. 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。

【条文说明】6.1.5 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、翻转、吊运、堆放、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。

* + 1. 生产单位的检测、试验、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。

【条文说明】6.1.6 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。

* + 1. 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。

【条文说明】6.1.7 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。

* + 1. 预制底板生产的质量检验应按照模具、钢筋、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、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。

【条文说明】6.1.8 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。

* + 1. 预制底板的生产宜采用反打工艺。

【条文说明】6.1.9 预制底板一般底部平整，上表面有凸出的叠合肋梁的预制部分以及下翼缘板的上凸的边肋，并且凸出的高度不同，为了提高生产效率、保证质量，预制底板生产时宜采用反打工艺。

* + 1. 预制底板经检查合格后，应设置表面标识。

【条文说明】6.1.10 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。

* + 1. 预制底板生产、运输、堆放及质量检查与验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】6.1.11 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。

### 原材料及配件

* + 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。

【条文说明】6.2.1 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，进厂时可按本规程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。

* + 1. 钢筋进场时，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。

【条文说明】6.2.2 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。

### 模具

* + 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。

【条文说明】6.3.1 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。建立健全模具的验收和使用制度，特别是模具经运输到达特定加工厂之后，需要对模具进行验收，才能保证加工质量。

* + 1. 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。

【条文说明】6.3.2 为了保证预制底板的加工质量，模具必须具有足够的强度、高度、整体稳定性和平整度，并应满足预制底板的加工尺寸精度要求。预制底板的模具还应该满足一定的周转次数、钢筋的准确定位、预留孔洞和预埋件定位以及最终的脱模要求。

* + 1. 模具的拼装、使用应符合下列规定：

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。

【条文说明】6.3.3 本条对模具使用过程中的一些细节提出了具体要求，包括模具与混凝土接触面不应有锈渍和氧化层脱落等现象，涂刷脱模剂、缓凝剂等方面。

* + 1. 模具拼装完成后，其尺寸允许偏差和检验方法应符合表6.3.4的规定。

表6.3.4 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。

【条文说明】6.3.4 本条提出了模具的尺寸允许偏差和检验方法。

### 钢筋

* + 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。

【条文说明】6.4.1 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。

* + 1. 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。

【条文说明】6.4.2 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、箍筋、钢筋焊接网、吊环钢筋等。

* + 1. 应采取专门措施保证钢筋以及套筒挤压接头的混凝土保护层厚度符合设计要求。

【条文说明】6.4.3 应采用各种定位件保证钢筋以及套筒挤压接头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。

* + 1. 叠合肋梁下皮纵筋端部应设插入套筒深度的明显标记。

【条文说明】6.4.4 叠合肋梁下皮纵筋端头的应设明显标记。标记的一端为钢筋插入到套筒挤压接头内的位置，保证钢筋插入套筒内的长度；标记的另一端为套筒挤压接头挤压完毕之后的位置，方便后期检查。

### 混凝土

* + 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。
    2. 混凝土宜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6.5.2的规定。

表6.5.2 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% |

* + 1. 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，再转入标准条件养护。构件脱模起吊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，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%。
   * 1. 混凝土浇筑应符合下列规定：
6. 混凝土浇筑应连续进行并均匀摊铺，倾落高度不宜大于600mm；
7. 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；
8. 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；
9. 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；
10. 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。

【条文说明】6.5.4 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。

* + 1. 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。

【条文说明】6.5.5 加热养护可加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模具的周转，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℃。

* + 1. 预制底板粗糙面宜采用拉毛工艺，也可采用露骨料工艺或者花纹钢板工艺。

【条文说明】6.5.6 粗糙面采用拉毛工艺操作简单可行，也可采用水冲露骨料工艺。当预制底板采用反打工艺，部分粗糙面无法采用拉毛工艺时，也可在模具的相应部分采用花纹钢板的方法。无论采用哪种方法，都需要满足粗糙面的面积和深度要求。本条参考现行协会标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715提出的要求。

### 脱模、翻转、吊运与标识

* + 1. 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，预制底板的脱模强度不应低于15MPa。

【条文说明】6.6.1 预制底板脱模时，不得损伤预制构件，不得使用敲打震动方式脱模，防止损伤预制底板。先确认螺栓、夹具全部拆卸后，再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，对于预制底板，脱模强度不应低于15MPa，以防止过早脱模造成构件出现过大变形或开裂。

* + 1. 预制底板翻转时宜采用专用翻转设备。

【条文说明】6.6.2 预制底板采用反打工艺时，必然存在预制构件翻转的问题。采用专用翻转设备可以保证预制底板翻转时的受力、变形，避免产生裂缝，影响预制底板的质量。

* + 1. 预制底板脱模、翻转后，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。

【条文说明】6.6.3 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。

* + 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；
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宜在竖直方向上重合；
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。

【条文说明】6.6.4 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。

* + 1. 预制底板成品质量检查后，应及时在构件上设置产品标识及安装方向标识；叠合肋梁下皮纵筋的端头应设套筒定位标记。

【条文说明】6.6.5 预制底板上设置产品标识，方便信息化查询、质量追溯。预制底板上设置安装方向标识，方便现场施工时预制底板的布置位置与设计意图相符，以免发生错误。

叠合肋梁下皮纵筋的端头应设套筒定位标记。标记应明显；标记的一端为钢筋插入到套筒挤压接头内的位置，保证钢筋插入套筒内的长度；标记的另一端为套筒挤压接头挤压完毕之后的位置，方便后期检查。

* + 1. 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。

### 运输与堆放

* + 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。

【条文说明】6.7.1 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。

* + 1. 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。预制底板的叠放层数不宜大于6层，当堆放层数大于6层时，应采取防止倾覆的措施；
8. 长期存放时，应采取措施控制预制底板的翘曲变形。与预制底板尺寸偏差要求相协调。

【条文说明】6.7.2 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。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。

* + 1. 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规程第6.6.4条的规定。
    2. 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。
   * 1. 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。

### 构件检验

* + 1. 预制底板的质量检查与验收应符合国家现行有关标准《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、《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等的有关规定。
    2. 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. 钢筋的混凝土保护层厚度；
4. 吊环的规格、数量、位置及固定措施；
5. 预留孔洞的规格、数量、位置及固定措施。

【条文说明】6.8.2 在预制底板混凝土浇筑前，需按要求对钢筋、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。

* + 1. 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。
   * 1. 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6.8.4的规定。

表6.8.4 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 | 规格尺寸 | 长度 | ±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 |
| 2 | 宽度 | ±5 | 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 | 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，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 |
| 9 | 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 |
| 叠合肋梁下皮钢筋外伸长度 | 0，-5 | 用钢尺或带数字显示的卷尺量、卡尺量 |
| 其他钢筋外伸长度 | ±5 | 用钢尺或带数字显示的卷尺量、卡尺量 |

注：*L*1为预制底板长边边长。

【条文说明】6.8.4 叠合肋梁下皮纵筋需要在后浇肋梁中心线处采用套筒挤压接头进行机械连接，本规程5.6.5条规定，叠合肋梁下部纵筋伸出长度宜伸至后浇肋梁中心线-3mm，以方便钢筋进行套筒挤压机械连接。-3mm的目的是为了避免出现正公差导致钢筋打架无法连接。另外，《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107规定，套筒挤压接头的钢筋端头距离套筒中央不宜超过10mm。因此，规定了叠合肋梁下皮钢筋外伸长度的允许误差为0，-5。

* + 1. 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。
    2. 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。

## 施工安装

### 一般规定

* + 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。

【条文说明】7.1.1 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。

* + 1. 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，并应符合本规程第6.7.2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。

【条文说明】7.1.2 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。

* + 1. 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。
    2. 施工过程中，预制底板顶面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。

【条文说明】7.1.4 现场施工的材料、机具等物品不宜跨中集中堆放，并应避免积压在叠合肋梁箍筋上，导致叠合肋梁的箍筋变形。

* + 1. 空心叠合板内的预埋管线，宜埋设在叠合肋梁的后浇混凝土内或后浇肋梁内，管线末端可埋设在上翼缘板后浇混凝土内并向下延伸穿透箱型填充体至下翼缘板的预埋线盒。管线交叉位置应设置在叠合肋梁的后浇混凝土内或后浇肋梁内，并且管线的交叉布置不应超过2层。管线穿过箱型填充体顶板时，应有可靠的密封措施，以防止混凝上浇筑时漏浆。

【条文说明】7.1.5 预埋管线敷设前，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。由于空心叠合板的上翼缘板较薄，叠合肋梁的后浇混凝土较厚、后浇肋梁内空间较大，预埋管线宜首先埋设在叠合肋梁的后浇混凝土内或后浇肋梁内，管线末端可埋设在上翼缘板后浇混凝土内并向下延伸穿透箱型填充体至下翼缘板。管线交叉位置也应设置在叠合肋梁的后浇混凝土内或后浇肋梁内，并且管线的交叉布置不应超过2层。

### 安装准备

* + 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。
    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。

【条文说明】7.2.1 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。

* + 1. 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。
    2. 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。

### 底板安装与连接

* + 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。
    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。

【条文说明】7.3.2 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。

* + 1. 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。

【条文说明】7.3.3 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。

* + 1. 预制底板吊装除应符合本规程第6.6.4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，吊装过程严格按编号顺序进行；
4. 应垂直吊运，严禁斜拉、斜吊。
   * 1. 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。

【条文说明】7.3.5 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。

* + 1. 应在预制底板定位校准和临时固定调整完成后摘除吊具。
    2. 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. 每块预制底板均应可靠支承于临时支撑架体上；
6. 支撑架体顶部的支托梁宜垂直于凸肋方向；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。

【条文说明】7.3.7 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。

* + 1. 宜结合临时支撑架体的设置布置模板。预制底板下不宜布置模板。

【条文说明】7.3.8 为了提高现场施工效率，发挥空心叠合楼盖的优势，预制底板下不宜布置模板，可仅在接缝处布置模板。

* + 1. 接缝处，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。

### 现场施工

* + 1. 现场施工时，禁止踩踏叠合肋梁的箍筋。

【条文说明】7.4.1 叠合肋梁的箍筋在未绑扎上皮纵筋之前，其刚度较差，施工时严禁踩踏。

* + 1. 叠合肋梁下皮纵筋采用的套筒挤压接头应符合设计要求。钢筋端部不得有局部弯曲，不得有严重锈蚀和附着物。应根据钢筋端部标记保证钢筋插到套筒相应位置；套筒挤压时应从套筒中央开始，依次向两端挤压。
    2. 套筒挤压钢筋接头的安装质量应符合下列要求：压痕直径的波动范围应控制在供应商认定的允许波动范围内，并提供专用量规进行检验；挤压后的套筒不得有肉眼可见裂纹。

【条文说明】7.4.3 套筒挤压机械连接的要求按照现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关要求提出。

* + 1. 上翼缘板钢筋、肋梁纵筋及箍筋、叠合肋梁下皮纵筋附加搭接钢筋的牌号、规格和数量应符合设计要求。

【条文说明】7.4.4 后浇混凝土浇筑前应按照设计要求铺设上翼缘板钢筋、叠合肋梁上皮纵筋、后浇肋梁纵筋及箍筋、叠合肋梁下皮纵筋附加搭接钢筋等，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。

* + 1. 箱型填充体的型号尺寸应满足设计要求，宜采用射钉或自攻钉固定到预制底板的边肋顶部。

【条文说明】7.4.5 箱型填充体必须牢固固定在预制底板的边肋顶部，并采取措施防止混凝土浇筑过程中漏浆跑浆。

* + 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。
    2. 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。
   * 1. 空心叠合板后浇混凝土浇筑应符合下列规定：
3. 预制底板结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；
4. 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；
5. 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；
6. 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撑架体进行观察和维护，发生异常情况应立即处理；
7. 预制底板接缝处后浇混凝土浇筑和振捣，应采取防止模板、预制底板、钢筋移位的措施；
8. 后浇混凝土浇筑完成后，应及时对空心叠合板表面标高进行校核；
9. 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。
   * 1. 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。
     2. 空心叠合板后浇混凝土浇筑后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。
     3. 空心叠合板临时支撑架体拆除时的后浇混凝土强度，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。

【条文说明】7.4.11 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。

## 质量验收

### 一般规定

* + 1. 空心叠合板可作为混凝土结构子分部工程的组成部分，其分项工程、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。

【条文说明】8.1.1 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，混凝土空心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；钢筋分项工程包括上翼缘板钢筋、叠合肋梁上皮纵筋、后浇肋梁纵筋及箍筋、叠合肋梁下皮纵筋附加搭接钢筋等内容；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空心叠合板施工的验收内容。

* + 1. 预制底板、原材料、配件应按检验批进行进场验收。
    2. 箱型填充体的安装，应纳入模板安装检验批和模板分项工程中一起验收，可不参与混凝土结构子分部工程的验收。验收时，应提供箱型填充体的质量检验报告及出厂合格证等质量保证材料。
    3. 空心叠合板后浇混凝土浇筑前，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. 预制底板键槽的数量、位置、尺寸；
3. 上翼缘板钢筋、肋梁纵筋及箍筋、叠合肋梁下皮纵筋附加搭接钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；
4. 叠合肋梁下皮纵筋套筒挤压接头的规格、数量、位置；
5. 箱型填充体的规格、数量、位置；
6. 预埋管线的规格、数量、位置；
7. 预制底板接缝处的构造做法；
8. 其他隐蔽项目。

【条文说明】8.1.4 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空心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、切断钢筋等。

* + 1. 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。

### 预制底板进场检验

#### Ⅰ 主控项目

* + 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。

【条文说明】8.2.1 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、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204等的有关规定，预制底板属于叠合构件的一部分，非梁板类简支受弯构件，进场时可仅做结构实体检测，不需做结构性能检验。

* + 1. 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。

【条文说明】8.2.2 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。

#### Ⅱ 一般项目

* + 1. 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。

* + 1. 预制底板的粗糙面、键槽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。

* + 1. 预制底板的预留孔洞等的规格、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。

* + 1. 预制底板的尺寸偏差和检验方法应符合本规程第6.8.4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。

### 空心叠合板质量验收

#### Ⅰ 主控项目

* + 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。

* + 1. 浇筑后浇混凝土前，应进行隐蔽工程验收，验收内容应符合本规程第8.1.3条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；尺量。

* + 1. 钢筋机械连接的接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定。

检查数量：应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定。

检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行试件的强度试验报告。

【条文说明】8.3.3 本条规定根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204有关装配式结构分项工程方面的规定提出。

* + 1. 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。

* + 1. 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。

* + 1. 空心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

* + 1. 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8.3.1的规定。

表8.3.1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。

* + 1. 空心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。

* + 1. 空心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。

# 附录A 箱型填充体检验方法

# A.1 外观检查

**A.1.1** 箱型填充体的外观质量用目测观察进行全数检查。

# A.2 尺寸偏差检查

**A.2.1** 箱型填充体的尺寸偏差应按表A.2.1检验，尺寸测量应精确至1mm。

**表A.2.1 箱型填充体尺寸偏差检验**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | 测量工具 | 检测方法 |
| 边长 | 钢尺 | 沿试样四个边长各量测一次，取最大偏差值 |
| 高度（厚度） | 钢尺 | 沿试样四个侧面各量测一次，取最大偏差值 |
| 对角线长度差 | 钢尺 | 对试样顶面和底面的对角线测量，取较大差值 |
| 表面平整度 | 靠尺和塞尺 | 在试样各表面分别量测一次，取最大偏差值 |

# A.3 物理力学性能检查

**A.3.1** 箱型填充体的表观密度可按下列规定进行检验：

1 测量和计算体积：取自然干燥的试样，量其测其长、宽和高（精确至1×10-3m），计算其体积V（精确至1×10-6m3）；

2 用台秤称其质量M（精确至 0. 01kg）；

3 箱型填充体表观密度gfil应按下列计算（精确至0.01kg/m3）：

gfil=M/V （A.3.1）

**A.3.2** 箱型填充体的局部抗压荷载可按下列规定进行检验：

1 取一个箱型填充体试样放入水中浸泡；

2 浸泡48h后取出放置在水平板面上，底部垫平放稳；

3 将100mm×100mm×20mm的加荷垫板放置在试样受检面中部；

4 加荷分5级进行，每级加荷值为本规程表4.3.4中规定荷载值的20%，并静置5min，对试样外表面观察；

5 当加荷值达到本规程表4.3.4中规定的荷载值，试样无裂纹及破损迹象，可判定该批产品局部抗压荷载检验合格。

**A.3.3** 箱型填充体的自然吸水率可按下列要求进行检验：

1 取一个箱型填充体试样，称取试样自然干燥后质量m0；

2 将箱型填充体试样浸没在10℃～25℃清水中，水面应保持高出试样10mm～20mm，24h后将试样取出，用干毛巾擦干试样表面附着水，随即称取试样的重量m1；

3 箱型填充体的自然吸水率按下式计算：

 （A.3.3）

4 当自然吸水率满足本规程第4.3.4条规定时，可判定为自然吸水率检验合格。

**A.3.4** 箱型填充体的抗振动冲击性可按下列要求进行检验：

1 选取外观质量、尺寸偏差合格的自然干燥的箱型填充体试样；

2 用直径30mm的振动棒紧贴试样受测面振动1min；

3 检查表面，当无贯通性裂纹及破损时，则判定抗振动冲击性能合格。

# 表A.4 箱型填充体进场验收记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 生产厂名称 |  | 进场日期 |  |
| 产品合格证 |  | 出厂检验报告 |  |
| 批次 |  | 批量 |  |
| 检验项目 | | 质量要求 | 检查结果 |
| 外观质量 | 贯通性裂纹、孔洞 | 不允许 |  |
| 填充体密封性 | 可靠 |  |
| 尺寸偏差  （mm） | 边长 | +5，-8 |  |
| 高度 | +5，-8 |  |
| 表面平整度 | 5 |  |
| 两对角线长度差 | 10 |  |
| 物理、力学性能 | 表观密度（kg/m3） | 15.0~500.0 |  |
| 自然吸水率(%) | ≤5 |  |
| 氯化物含量 | 0. 2% |  |
| 碱含量 | ≤3kg/m3 |  |
| 放射性核素的限量 | IRa≤1.0，Ir≤1.0 |  |
| 48h浸泡后局部抗压荷载（kN） | ≥1.0 |  |
| 抗振动冲击 | 不出现贯通性裂纹及破损 |  |
| 施工单位检查评定结果 | 项目专业质量检查员 年 月 日 | | |
| 监理（建设）单位验收结论 | 监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日 | | |

注：产品合格证和出厂检验报告应作为本表的附件。

# 附录B 空心叠合板自重、折实厚度、体积空心率计算

**B.0.1** 空心叠合板自重可按下式计算：

（B.0.1）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| G | — | 空心叠合板区格内自重（kN），区格是指双向相邻柱轴线间形成的一个楼板区域； |
| Gfil | — | 空心叠合板区格内箱型填充体的总重量（kN）； |
| G0 | — | 空心叠合板区格内箱型填充体因设置加强体而增加的混凝土、与周边支承构件间局部实心混凝土的总重量（kN）； |
| Vfil | — | 空心叠合板区格内箱型填充体的总体积（m³）； |
| Vu | — | 空心叠合板区格内总体积（m³）； |
| γ | — | 混凝土重度（kN/m3） |

**B.0.2** 空心叠合板按重量等效的折实厚度可按下式计算：

 （B.0.2）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| hcon | — | 空心叠合板折实厚度； |
| h | — | 空心叠合板厚度。 |

**B.0.3** 空心叠合板的体积空心率可按下式计算：

（B.0.3）

## 本规程用词说明

1. 为了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：
2. 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”。

1. 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”。

1. 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”。
2. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
3. 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
2. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
3. 《混凝土结构通用规范》GB 55008
4. 《建筑结构荷载规范》GB 50009
5. 《混凝土结构设计规范》GB 50010
6. 《建筑抗震设计规范》GB 50011
7. 《建筑设计防火规范》GB 50016
8. 《钢结构设计标准》GB 50017
9. 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
10. 《混凝土质量控制标准》GB 50164
11. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
12. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
13. 《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014
14. 《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788
15. 《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1
16. 《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2
17. 《企业安全生产标准化基本规范》GB/T 33000
18. 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231
19. 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
20. 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
21. 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
22. 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
23. 《建筑施工安全检查标准》JGJ 59
24. 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
25. 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114
26. 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366
27. 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
28. 《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJ/T 207
29. 《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》JGJ/T 258
30. 《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268
31. 《混凝土结构用成孔芯模》JG/T 352
32. 《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T 441
33. 《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565
34. 《钢筋机械连接装配式混凝土结构技术规程》CECS 444
35. 《预制混凝土构件质量检验标准》T/CECS 631
36. 《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715