

备案号：J XXXXX—20XX

浙江省工程建设标准

DBJ

DBJ 33/T 1XXX—20XX

大跨度预应力混凝土空心板技术规程

Technical specification of large-span prestressed concrete

hollow-core slabs

(征求意见稿)

20XX—00—00 发布

20XX—00—01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

前言

根据浙江省住房和城乡建设厅《2022 年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准制修订计划（第三批）的通知》（浙建设发〔2022〕121 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合浙江省的实际情况，参考有关国家标准、国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分为 7 章。主要内容包括：总则，术语和符号，材料，设计，生产与检验，施工，验收。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江省建筑设计研究院负责日常管理，浙江省建筑设计研究院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送浙江省建筑设计研究院（杭州市拱墅区安吉路 18 号，邮编：310006，邮箱：yangxuelin@ziad.cn），以供修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人：

主 编 单 位：浙江省建筑设计研究院

浙江中清大建筑工业有限公司

绍兴文理学院

参 编 单 位：

主要起草人： 杨学林，沈重，迟文君

主要审查人：

目 次

1	总 则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术 语.....	2
2.2	符 号.....	2
3	材 料.....	4
4	设 计.....	5
4.1	一般规定.....	5
4.2	计 算.....	5
4.3	构 造.....	10
4.4	连接设计.....	12
5	生产与检验.....	16
5.1	一般规定.....	16
5.2	制 作.....	16
5.3	检 验.....	18
5.4	运输与堆放.....	19
6	施 工.....	21
6.1	一般规定.....	21
6.2	安 装.....	21
6.3	连接和叠合层施工.....	22
7	验 收.....	24
7.1	一般规定.....	24
7.2	进场验收.....	24
7.3	施工验收.....	27
	本标准用词说明.....	30
	引用标准名录.....	31
	条文说明.....	32

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	2
3	Materials	4
4	Design.....	5
4.1	General	5
4.2	Calculation.....	5
4.3	Detail	10
4.4	Connection design.....	12
5	Production and inspection	16
5.1	General	16
5.2	Production.....	16
5.3	Inspection.....	18
5.4	Transport and stack.....	19
6	Construction	21
6.1	General	21
6.2	Erection	21
6.3	Construction of connections and laminated layers.....	22
7	Acceptance	24
7.1	General	24
7.2	Site acceptance	24
7.3	Construction acceptance.....	27
	Explanation of wording in this standard	30
	List of quoted standards	31
	Addition: Explanation of provisions.....	32

1 总 则

1.0.1 为规范大跨度预应力混凝土空心板的工程应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于浙江省建筑工程中采用大跨度预应力混凝土空心板的设计、制作、施工和检验验收。

1.0.3 大跨度预应力混凝土空心板的应用除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 大跨度预应力混凝土空心板 Large-span prestressed concrete hollow-core slabs

采用干硬性混凝土夯捣挤压成型工艺，配置预应力钢绞线，先张法长线台生产，一次成型的跨度不大于 18m 的预应力混凝土空心板，本规程简称“预应力空心板”。

2.1.2 干硬性混凝土 Stiff concrete

坍落度小于 10mm 的混凝土。

2.0.3 挤压成型工艺 Extrusion forming technology

专用自动化设备沿模台移动，通过送料器和振动装置，将干硬性混凝土挤压成型的生产工艺。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

f_{tk} ——与龄期对应的混凝土轴心抗拉强度标准值；

f_{ck} ——与龄期对应的混凝土轴心抗压强度标准值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

2.2.1 作用与作用效应

M ——弯矩设计值；

$[M_u]$ ——预应力空心板允许弯矩设计值；

M_u ——预应力空心板正截面受弯承载力设计值；

M_{cr} ——预应力空心板正截面开裂弯矩值；

V_u ——预应力空心板斜截面剪力设计值；

V_d ——预应力空心板叠合面剪力设计值；

$[V_u]$ ——预应力空心板允许剪力设计值；

2.2.3 几何参数

l ——板的计算跨度；

W_0 ——第二阶段带叠合层的预应力空心板截面下边缘的弹性抵抗矩；

W_{01} ——第一阶段预应力空心板截面下边缘的弹性抵抗矩；

W_{02} ——第一阶段预应力空心板上边缘的弹性抵抗矩；

b_w ——预应力空心板各肋宽之和；

b ——预应力空心板宽度；

h_0 ——预应力空心板截面有效高度；

h_{0d} ——叠合层的有效高度；

B_{s1} ——预应力空心板的短期刚度；

B_{s2} ——带叠合层的预应力空心板第二阶段的短期刚度；

E_{c1} ——预应力空心板的混凝土弹性模量；

I_0 ——带叠合层的预应力空心板换算截面的惯性矩。

2.2.4 其他参数

θ ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数；

C_v ——预应力空心板受剪承载力折减系数；

φ_q ——第二阶段可变荷载的准永久值系数；

γ ——混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数；

γ_0 ——混结构重要性系数。

3 材 料

3.0.1 预应力空心板应采用强度等级不低于 C40 的干硬性混凝土，混凝土级配、坍落度等要求应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的规定。

3.0.2 当预应力空心板上设置叠合层时，叠合层混凝土应采用强度等级不低于 C30 的微膨胀细石混凝土。

3.0.3 板间键槽灌缝材料应采用强度等级不低于 M10 的微膨胀水泥砂浆。

3.0.4 预应力筋应采用钢绞线，其主要性能及参数应符合表 3.0.4，并满足现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T5224 的相关规定。

表 3.0.4 预应力钢绞线主要性能及参数

钢绞线结构	公称直径 (mm)	强度级别 (MPa)	整根钢绞线的最大力不小于 (kN)	延伸率不小于 (%)	松弛等级
1×3	8.6	1570	59	4.5	I
1×7	9.5	1860	102	4.5	II
1×7	11.1	1860	138	4.5	II
1×7	12.7	1860	183	4.5	II

3.0.5 叠合层钢筋、板缝钢筋和预埋件钢材等钢材性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的相关规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 预应力空心板的安全等级、设计工作年限应与整体结构一致，并应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求。

4.1.2 预应力空心板的裂缝和挠度应满足以下要求：

1 生产、施工阶段，预应力空心板板底裂缝、板面裂缝均应按二级控制；

2 使用阶段，带叠合层的预应力空心板按连续板设计时，板底裂缝应按预应力构件控制，板面裂缝应按三级控制；

3 预应力空心板挠度应按荷载标准组合并考虑荷载长期作用影响进行计算，计算值应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

4.1.3 结构转换层、大底盘多塔结构的底盘顶层、平面复杂、有斜柱、受力复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室顶板，不宜采用预应力空心楼（屋面）板。

4.1.4 预应力空心板用于屋面时必须设置叠合层。

4.1.5 结构分析时，未设置叠合层的预应力空心板不应考虑板平面内的刚度放大作用，当设置叠合层时可适当考虑板平面内的刚度放大作用。

4.2 计算

4.2.1 预应力空心板应按单向板计算，当设置叠合层时应按两阶段考虑。

4.2.2 预应力空心板的承载能力极限状态应按下列公式计算：

$$[M_u] = 0.9M_u/\gamma_0 \quad (4.2.2-1)$$

$$[V_u] = 0.7C_v f_t b_w h_0/\gamma_0 \quad (4.2.2-2)$$

式中： $[M_u]$ ——预应力空心板允许弯矩设计值（kN.m）；

M_u ——预应力空心板正截面受弯承载力设计值 (kN.m)，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；

$[V_u]$ ——预应力空心板容许剪力设计值 (kN)；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值 (N/mm²)；

b_w ——预应力空心板各肋宽之和 (mm)；

C_v ——预应力空心板受剪承载力折减系数，当板厚 $h \leq 200\text{mm}$ 时，取 1.0； $h=250\text{mm}$ 时，取 0.95； $h=300\text{mm}$ 时，取 0.85； $h=380\text{mm}$ 时，取 0.7；

h_0 ——预应力空心板截面有效高度 (mm)；

γ_0 ——结构重要性系数。

4.2.3 带叠合层的预应力空心板的设计应按施工、使用两阶段分别验算，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。施工阶段的验算应符合下列规定：

1 当施工阶段有可靠支撑时，带叠合层的预应力空心板作为整体叠合简支受弯构件，应按本标准 4.2.2 条的规定执行。

2 当施工阶段无支撑时，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 附录 H 的要求进行两阶段受力计算。

4.2.4 预应力空心板设置叠合层时，板顶面应有凹凸差不小于 4mm 的人工粗糙面，叠合面的受剪强度应符合下列公式的要求：

$$\frac{V_d}{bh_{0d}} \leq 0.4 \quad (4.2.4)$$

式中： V_d ——预应力空心板叠合面剪力设计值 (kN)；

b ——预应力空心板宽度 (mm)；

h_{0d} ——叠合层的有效高度。

4.2.5 预应力空心板的正截面弯矩设计值按下列公式确定：

预应力空心板正弯矩区段：

$$M_u = M_{1G} + M_{1Q} \quad (4.2.5-1)$$

带叠合层的预应力空心板正弯矩区段：

$$M_u = M_{1G} + M_{2G} + M_{2Q} \quad (4.2.5-2)$$

带叠合层的预应力空心板负弯矩区段：

$$M_u = M_{2G} + M_{2Q} \quad (4.2.5-3)$$

式中： M_{1G} ——预应力空心板自重和叠合层自重 在计算截面产生的弯矩设计值（kN.m）；

M_{2G} ——第二阶段装修面层、吊顶等自重 在计算截面产生的弯矩设计值（kN.m）；

M_{1Q} ——第一阶段施工可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值（kN.m）；

M_{2Q} ——第二阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值，取本阶段施工可变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（kN.m）。

4.2.6 带叠合层的预应力空心板的斜截面受剪承载力应满足本规程第 4.2.4 条的要求，其中，施工阶段无可靠支撑的带叠合层的预应力空心板，剪力设计值应按下列规定确定：

预应力空心板：

$$V_u = V_{1G} + V_{1Q} \quad (4.2.6-1)$$

带叠合层的预应力空心板：

$$V_u = V_{1G} + V_{2G} + V_{2Q} \quad (4.2.6-2)$$

式中： V_{1G} ——预应力空心板自重和叠合层自重 在计算截面产生的剪力设计值（kN）；

V_{2G} ——第二阶段装修面层、吊顶等自重 在计算截面产生的剪力设计值（kN）；

V_{1Q} ——第一阶段施工可变荷载在计算截面产生的剪力设计值（kN）；

V_{2Q} ——第二阶段可变荷载在计算截面产生的剪力设计值，取本阶段施工可变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（kN）；

4.2.7 生产阶段，预应力空心板正截面边缘的混凝土法向应力应符合下列规定：

$$\sigma_{ct} \leq f_{tk} \quad (4.2.7-1)$$

$$\sigma_{cc} \leq 0.8f_{ck} \quad (4.2.7-2)$$

式中： σ_{ct} ——生产阶段（包括制作、堆放、吊装等）相应的荷载标准组合下构件计算截面受拉区边缘的混凝土法向拉应力（MPa）；

σ_{cc} ——生产阶段(包括制作、堆放、吊装等)相应的荷载标准组合下构件计算截面受压区边缘的混凝土法向压应力(MPa)；

f_{tk} ——与龄期对应的混凝土轴心抗拉强度标准值(MPa)；

f_{ck} ——与龄期对应的混凝土轴心抗压强度标准值(MPa)。

4.2.8 施工阶段,预应力空心板正截面边缘的混凝土法向应力应按下列公式计算:

下边缘混凝土法向应力:

$$\sigma_1 = \sigma_{ck1} + \sigma_{pc1} \quad (4.2.8-1)$$

上边缘混凝土法向应力:

$$\sigma_2 = \sigma_{ck2} + \sigma_{pc2} \quad (4.2.8-2)$$

$$\sigma_{ck1} = M_{1k}/W_{01} \quad (4.2.8-3)$$

$$\sigma_{ck2} = M_{1k}/W_{02} \quad (4.2.8-4)$$

$$M_{1k} = M_{1Gk} + M_{1Qk} \quad (4.2.8-5)$$

式中: σ_{ck1} ——叠合层浇筑阶段相应的荷载标准组合下产生在构件计算截面下边缘混凝土的法向应力(MPa)；

σ_{ck2} ——叠合层浇筑阶段相应的荷载标准组合下产生在构件计算截面上边缘混凝土的法向应力(MPa)；

σ_{pc1} ——叠合层浇筑阶段扣除相应预应力损失后,由预加力在构件计算截面下边缘产生的混凝土法向应力(MPa)；

σ_{pc2} ——叠合层浇筑阶段扣除相应预应力损失后,由预加力在构件计算截面上边缘产生的混凝土法向应力(MPa)；

M_{1k} ——第一阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值(kN.m)；

M_{1Gk} ——第一阶段预应力空心板自重标准值(当有叠合层时,含叠合层自重标准值)在计算截面产生的弯矩值(kN.m)；

M_{1Qk} ——第一阶段施工可变荷载标准值在计算截面产生的弯矩值(kN.m)；

W_{01} ——预应力空心板截面下边缘的弹性抵抗矩(mm³)；

W_{02} ——预应力空心板截面上边缘的弹性抵抗矩(mm³)。

4.2.9 使用阶段,带叠合层的预应力空心板底正截面边缘的混凝土法

向应力应符合下列规定：

$$\sigma_{ck} + \sigma_{pc} \leq \gamma f_{tk} \quad (4.2.9-1)$$

$$\sigma_{ck1} = \frac{M_{1Gk}}{W_{01}} + \frac{M_{2k}}{W_0} \quad (4.2.9-2)$$

$$M_{2k} = M_{2Gk} + M_{2Qk} \quad (4.2.9-3)$$

式中： σ_{ck} ——使用阶段按荷载标准组合下控制截面边缘的混凝土法向应力（MPa），拉为正，压为负；

σ_{pc} ——使用阶段扣除全部预应力损失后，由预加力在控制截面边缘产生的混凝土法向应力（MPa）；

γ ——混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数，可按《混凝土结构设计规范》GB 50010 取值；

M_{2k} ——第二阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值（kN.m）；

M_{2Gk} ——第二阶段装修面层、吊顶等自重标准值在计算截面产生的弯矩值（kN.m）；

M_{2Qk} ——第二阶段可变荷载标准值在计算截面产生的弯矩值，取本阶段施工可变荷载标准值和使用阶段可变荷载标准值在计算截面产生的弯矩值中的较大值（kN.m）；

W_{01} ——第一阶段预应力空心板截面下边缘的弹性抵抗矩（mm³）；

W_0 ——第二阶段预应力空心板截面下边缘的弹性抵抗矩（mm³）。

4.2.10 带叠合层的预应力空心板按荷载标准组合并考虑长期作用影响的刚度可按下列公式计算：

$$B = \frac{M_k}{\left(\frac{B_{s2}}{B_{s1}} - 1\right)M_{1Gk} + (\theta - 1)M_q + M_k} B_{s2} \quad (4.2.10-1)$$

$$M_k = M_{1Gk} + M_{2k} \quad (4.2.10-2)$$

$$M_q = M_{1Gk} + M_{2Gk} + \varphi_q M_{2Qk} \quad (4.2.10-3)$$

式中： θ ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数，预应力叠合板取 $\theta=2.0$ ；

M_k ——带叠合层的预应力空心板按荷载标准组合计算的弯矩

值 (kN.m) ;

M_q ——带叠合层的预应力空心板按荷载准永久组合计算的弯矩值 (kN.m) ;

B_{s1} ——预应力空心板的短期刚度 (N.mm²) , 按第 4.2.11 条计算;

B_{s2} ——带叠合层的预应力空心板第二阶段的短期刚度, (N.mm²) , 按第 4.2.11 条计算;

φ_q ——第二阶段可变荷载的准永久值系数。

4.2.11 预应力空心板正弯矩区的短期刚度, 可按下列规定计算:

1 预应力空心板的短期刚度 B_{s1} 可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定计算;

2 预应力叠合板第二阶段的短期刚度 B_{s2} 可按下列公式计算:

$$B_{s2} = 0.7E_{c1}I_0 \quad (4.2.11)$$

式中: E_{c1} ——预应力混凝土弹性模量 (N/mm²) ;

I_0 ——预应力叠合板换算截面的惯性矩, 叠合层的混凝土截面面积应按弹性模量比换算成预制构件混凝土的截面面积 (mm⁴) 。

4.2.12 当预应力空心板承受集中荷载时, 应符合下列规定:

1 楼板体系自由边缘处不宜设置集中荷载;

2 对集中荷载, 应进行设计验算。

4.3 构造

4.3.1 预应力空心板的标志宽度为 1200mm, 标准板厚为 100mm、120mm、150mm、180mm、200mm、250mm、300mm 和 380mm。板的长度可根据设计要求进行切割, 不宜大于 18m。预应力空心板的规格可按表 4.3.1 选用。

表4.3.1 预应力空心板规格尺寸

板厚 (mm)		100	120	150	180	200	250	300	380
板轴跨 (m)	无叠合层	3.0~5.1	3.0~6.0	4.5~7.5	4.8~9.0	5.1~10.2	5.7~12.6	6.9~15.0	8.4~18.0
	有叠合层	4.2~6.3	4.8~7.2	5.4~9.0	6.9~10.2	7.2~10.8	8.4~13.8	9.6~15.0	

4.3.2 预应力空心板的截面孔洞可采用椭圆孔、圆孔或其他异形孔，孔形及尺寸（图 4.3.2）应满足空心板混凝土成型及受力计算要求。截面参数可按表 4.3.2 选用。

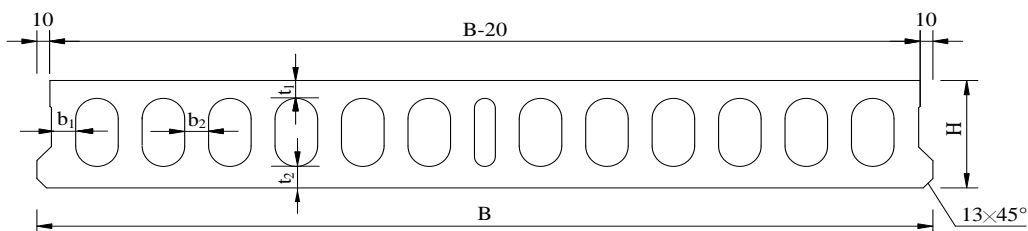


图 4.3.2 预应力空心板截面示意

t_1 —板面厚； t_2 —板底厚； b_1 —边肋宽； b_2 —中肋宽； B —板宽； H —板厚

表 4.3.2 预应力空心板截面参数表

H (mm)	t_1 (mm)	t_2 (mm)	b_1 (mm)	b_2 (mm)
100	23	23	36	27
120	30	30	36	37
150	25	30	35	32
180	34	34	42	38
200	31	30	36	34
250	30	29	37	34
300	46	38	51	44
380	37	32	51	48

4.3.3 预应力钢绞线的净间距不宜小于其公称直径的 2.5 倍和混凝土粗骨料最大粒径的 1.25 倍，且应符合下列规定：

三股钢绞线，不应小于 20mm；

七股钢绞线，不应小于 25mm。

4.3.4 叠合层厚度不应小于 60mm 且应按单层双向配筋，叠合层单向配筋率不应小于 0.2%；当叠合层混凝土厚度不小于 100mm 时，应采用双层双向配筋。叠合层内钢筋直径不宜小于 8mm，钢筋间距不宜大于 200mm。叠合层钢筋应接受拉钢筋锚入支座内。

4.3.5 当预应力叠合板按连续板设计时，负弯矩区叠合板全截面受力钢筋最小配筋率及钢筋锚固长度应满足《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

4.3.6 当预应力空心板板端搁置处遇到柱子时，预应力空心板应切角，切角的宽度不宜超过板宽的 1/4，超过时，应采取增设支撑或牛腿等

特殊处理措施。

4.3.7 预应力空心板中有设备管线穿过时,管线及洞口设置(图 4.3.7)应满足下列要求:

- 1 优先采用拼接板缝的空间设置管线;竖向管线宜集中布置,并满足维修更换的要求;竖向管线上下层位置、大小宜保持一致;
- 2 宜在板支承附近沿预应力空心板孔道切割所需的孔洞,且不应伤及预应力钢绞线;
- 3 按设计管线位置和大小选择开洞形式;
- 4 当孔洞较多时,宜沿板跨方向布置,并尽量布置在板的受剪区内;当孔洞较大时,可调整排板,将孔洞移至板中部,允许切断一个肋以加宽孔洞,断肋后板的承载力应重新计算;
- 5 预应力空心板沿宽度方向切割时,板中钢绞线宜对称布置。

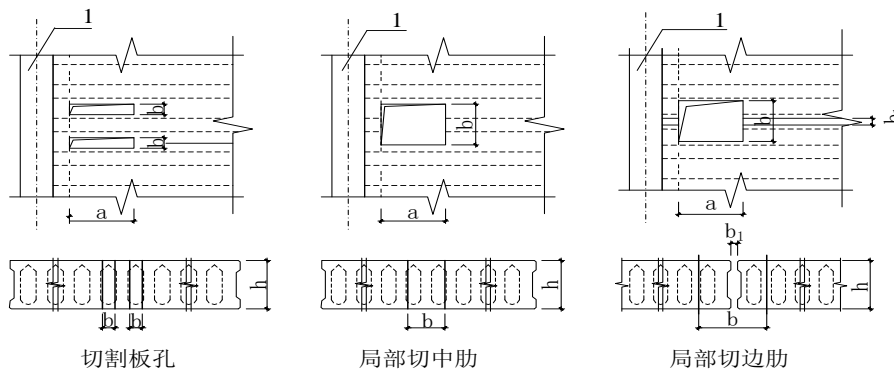


图4.3.7 开洞形式示意图

a—开洞长度; b—开洞宽度; b_1 —板缝宽度; 1—支撑结构构件

4.3.8 装配式吊顶需要在预应力空心楼板内预留吊顶、桥架、管线等安装所需的预埋件时,预埋件宜优先采用拼接板缝的空间。当采用后置埋件的方法进行吊顶装置铺设时,应区分荷载大小采用不同的埋置方法:对给排水、消防等较大荷载的管道,吊杆应在空心孔道内,穿透预应力空心板,并避免损伤板肋,在叠合层中固定;吊顶、电管、风道等较小荷载的管线可采用内膨胀螺栓或月牙钩固定并避免损伤预应力钢绞线。

4.4 连接设计

4.4.1 预应力空心楼(屋面)板与主体结构的连接节点设计,应符合下列规定:

- 1 连接节点应有明确的传力路径；
- 2 预应力空心板的支承处应平整，保证板端在支承处均匀受力；
- 3 设叠合层时，叠合层宜覆盖整个结构层楼（屋面）板。

4.4.2 预应力空心板侧边键槽拼缝宜密拼（图 4.4.2），板缝宽度 b 为 20mm。

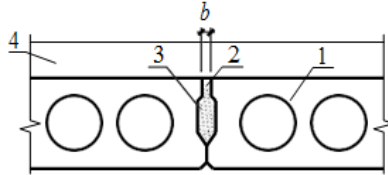


图4.4.2 侧边拼缝构造形式

1—预应力空心板；2—板间灌缝；3—锯齿边；4—叠合层（若需要）

4.4.3 预应力空心板侧边不宜搁置在混凝土梁、剪力墙或钢梁翼缘内。

4.4.4 预应力空心板搁置在混凝土结构上时，应在支座处铺设 10mm~20mm 水泥砂浆或塑胶垫片，当铺设水泥砂浆时，严禁板在水泥砂浆垫层上拖拉移动；当搁置在钢结构上时，可在空心板一端底部设置预埋件，与钢支承结构焊接（图 4.4.4），并应满足设计要求。

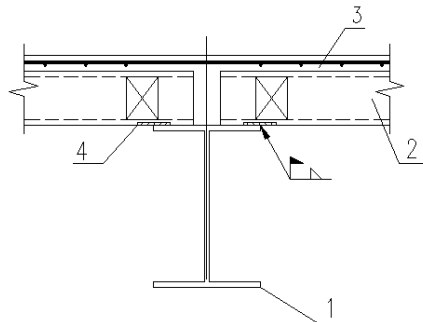


图 4.4.4 预应力空心板与钢结构连接示意

1— 钢梁；2—预应力空心板；3—叠合层；4—预埋件

4.4.5 预应力空心板板端应有堵头（图 4.4.5），并应符合下列要求：

1 当预应力空心板板端承受上部竖向构件局部压力时，堵头深度不应小于竖向构件支承在预应力空心板端长度 b_0 和楼板厚度 h 之和，且不应小于 100mm；

2 当空心孔洞配有钢筋时，堵头深度不应小于钢筋锚固长度。堵头至板端范围内空心孔洞应采用不低于 C30 的混凝土浇灌密实；

3 当承受上部竖向构件局部压力时，应验算局压承载力。

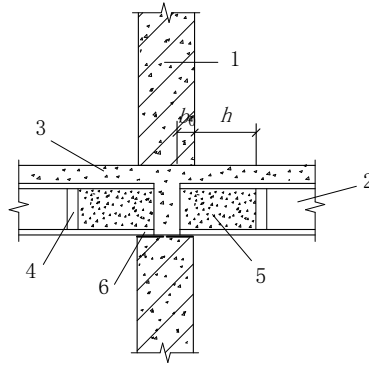


图4.4.5 孔端承受上部竖向构件局部压力堵头示意

b_0 —竖向构件支承在预应力空心板端长度， h —楼板厚度

1—竖向构件；2—预应力空心板；3—叠合层；4—板孔堵头；5—混凝土灌孔；6—水泥砂浆

4.4.6 预应力空心板的在支座处的最小支承长度应满足表 4.4.6 的规定：

表 4.4.6 预应力空心板在支座处最小支承长度 (mm)

板的轴线跨度 (m)	$L \leq 10$	$10 < L \leq 18$
最小支承长度	80	100

4.4.7 预应力空心板与混凝土梁宜采用牛腿连接 (图4.4.7)，牛腿的尺寸和配筋满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的要求。有叠合层时，沿板跨方向配置的拉结抗剪钢筋可按构造配置在板间灌缝处；无叠合层时，沿板跨方向配置的拉结抗剪钢筋应由计算确定。

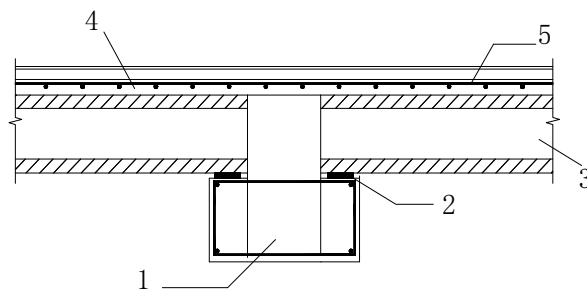
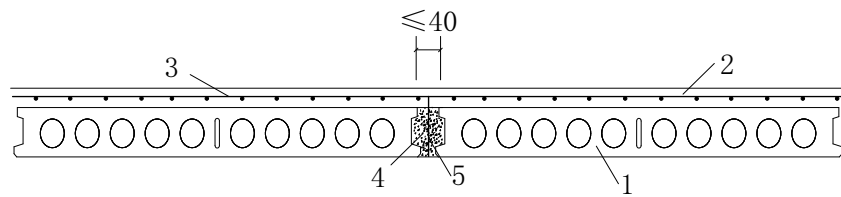


图4.4.7 混凝土梁连接节点示意

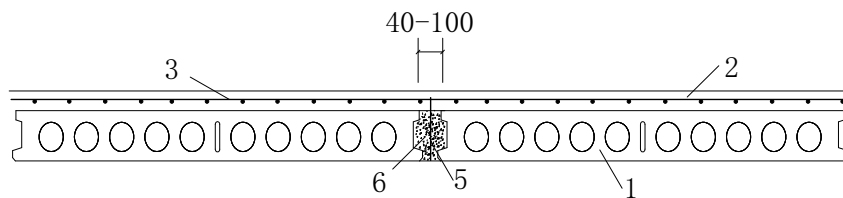
1—结构梁；2—砂浆或塑胶垫块；3—空心板；4—叠合层；5 叠合层配筋

4.4.8 根据建筑物的结构重要性等级，结合高烈度抗震区选择使用，宜在板缝处设置构造钢筋，以保证预应力空心板与叠合层的粘结强度，

如图 4.4.8 (a)、(b)。



(a) 上翼缘板宽小于 40mm (含 40mm) 情况下拼缝做法



(b) 上翼缘板宽 40~100mm (含 100mm) 情况下拼缝做法

图 4.4.8 预制楼板间预应力空心板的安装拼隙节点构造

4.4.9 预对整体性要求较高的空心楼(屋面)板,板缝横向钢筋宜采用单边弯钩形式,勾住叠合层钢筋(图 4.4.9)。

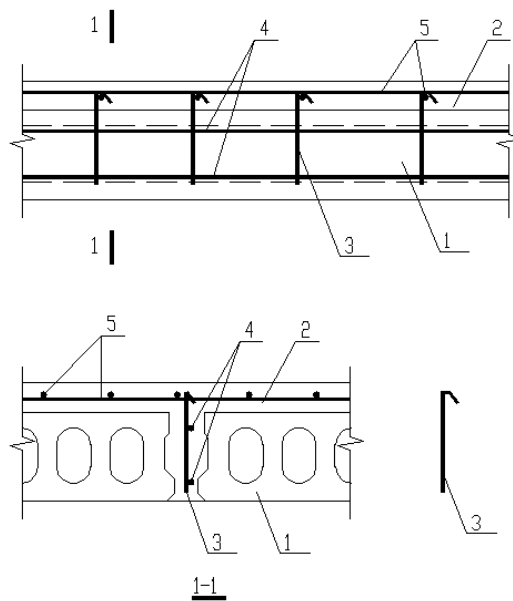


图 4.4.9 单边弯钩钢筋示意

1—预应力空心板; 2—叠合层; 3—板缝横向单边弯钩钢筋; 4—板缝纵向钢筋; 5—叠合层钢筋

5 生产与检验

5.1 一般规定

5.1.1 预应力空心板生产企业应建立完整的质量管理体系和环境安全管理体系，并具备必要的试验检测条件。

5.1.2 预应力空心板生产应在工厂生产加工，生产管理过程宜采用信息管理系统和自动化生产线进行加工制作，减少人工作业。

5.1.3 预应力空心板在生产前，宜采用建筑信息模型技术（BIM）校核深化设计图纸，综合机电、水暖、装修等专业的预留要求进行虚拟建造，并对设计要求和质量标准进行技术交底，制定生产方案。

5.1.4 预应力空心板制作完成后应进行检验，检验合格后加盖检验合格标识，检验合格标识宜采用信息化技术对每个构件进行编码和质量追溯。

5.1.5 预应力空心板出厂条件为同条件混凝土试块达到设计强度100%。

5.1.6 预应力空心板制作完成后，外露金属件的防腐、防锈处理应符合设计和现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的规定。

5.2 制 作

5.2.1 预应力空心板制作使用的材料、产品和设备应符合国家现行有关标准、设计文件和生产方案的规定。

5.2.2 制作预应力空心板的场地应平整、坚实，应采用长线台工艺生产，台面表面应光滑平整，2m 长度内表面平整度允许偏差不应大于2mm，在气候变化较大的地区宜采用伸缩缝。

5.2.3 预应力钢绞线下料应符合下列规定：

1 预应力钢绞线的下料长度应根据台座、锚夹具及张拉机尺寸和外露长度等因素经计算确定；首次使用时，下料长度应经试验校准，

符合要求后方可成批下料；

2 预应力钢绞线应使用砂轮锯或切断机等机械方法切断，不应采用电弧或气焊切断。

5.2.4 预应力钢绞线张拉应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 应考虑预制构件受力特点、生产方便及操作安全等因素确定张拉顺序；

2 每根钢绞线分二次张拉，第一次张拉力控制在 30%左右，随后拉至设定值；张拉时应从两边向中间对称张拉；张拉应力应控制准确，压力表读数要控制在 0.1MPa 误差范围内，宜使每根钢绞线拉力相等；

3 预应力钢绞线张拉时，应从零拉力加载至初拉力后，量测伸长值初读数，再以均匀速率加载至张拉控制值；

4 预应力钢绞线张拉锚固后，应对实际预应力值与设计值的偏差进行控制；每工作班抽查预应力钢绞线总数的 1%，且不少于 3 根。

5.2.5 预应力钢绞线放张应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 预应力钢绞线放张时，混凝土强度应符合设计要求，且同条件养护试件的混凝土抗压强度不应低于设计值的 75%，也不宜大于 90%；

2 宜采取缓慢放张工艺，从两边向中间对称进行放张；

3 放张后，预应力钢绞线的切断顺序，宜从放张端开始逐次切向另一端。

5.2.6 预应力钢绞线的张拉采用张拉力控制，并以张拉时的实际伸长值与理论计算伸长值进行校核，允许偏差应为 $\pm 6\%$ 。

5.2.7 预应力空心板混凝土成型前应进行隐蔽工程检查并做好记录，检查项目应包括：

1 预应力钢绞线的牌号、规格、数量、位置和间距；

2 预应力钢绞线的混凝土保护层厚度；

3 专用预埋件的规格、数量、位置及固定措施。

5.2.8 预应力空心板混凝土成型应符合下列规定：

1 混凝土成型前，预埋件和预留钢筋的外露部分宜采取防止锈蚀的措施；

2 混凝土倾落高度不宜大于 600mm，并应均匀摊铺；

3 混凝土成型过程应保持连续。

5.2.9 干硬性混凝土养护应符合现行国家规范，并满足下列要求：

1 在初凝后应进行覆盖养护，覆盖物可采取麻布、草帘、塑料布、帆布等，终凝后开始浇水、洒水养护；

2 严禁在板面行走、安装模板支架，且不应进行冲击性操作；

3 常温下养护时间不少于 7d，掺有外加剂或有抗渗、抗冻要求的，应不少于 14d。

5.2.10 混凝土试件应在浇筑现场随机抽取，且应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定。

5.2.11 预应力空心板在养护完成后放张，应使用专用切割机具进行分割，分割尺寸应符合设计要求。

5.3 检 验

5.3.1 预应力空心板制作使用的材料、半成品和成品进场时，应对其规格、型号、外观和质量证明文件进行检查，并满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

5.3.2 预应力钢绞线张拉锚固后，实际预应力值与设计值的允许偏差应为 $\pm 5\%$ 。

5.3.3 预埋件的规格型号、数量及材料性能应符合设计要求。预埋件加工偏差应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 预埋件加工允许偏差

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法（以下工具 包括但不限于）
1	预埋件锚板（墩头）的边长		0, -5	用钢尺量测
2	预埋件锚板的平整度		1	用直尺和塞尺量测
3	锚筋	长度	10, -5	用钢尺量测
		间距偏差	± 10	用钢尺量测

5.3.4 预应力钢绞线在同一检验批内，应抽查各类型构件总数的 10%，且不少于 3 个构件，每个构件不应少于 5 处。

5.3.5 预应力钢绞线张拉或放张质量检查应包括下列内容：

1 预应力钢绞线张拉或放张时的同条件养护混凝土试块的强度；

- 2 预应力钢绞线张拉或放张记录；
- 3 预应力钢绞线张拉过程中断裂或滑脱数量；
- 4 预应力钢绞线的位置偏差。

5.3.6 检验分为型式检验、生产检验和出厂检验，试验和检验要求应符合相关规定。

5.3.7 预拌混凝土试验及强度的检验评定，应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107 的规定。

5.3.8 预应力钢绞线张拉设备及油压表应定期维护和标定，张拉设备和油压表应配套标定和使用，标定期限不应超过半年，并应符合下列规定：

- 1 压力表的量程应大于张拉工作压力读值；压力表的精确度等级不应低于 1.6 级；
- 2 标定张拉设备用的试验机或测力计的测力示值不确定度不应大于 0.5%；
- 3 张拉设备标定时，张拉机运行方向应与实际张拉工作状态一致。

5.4 运输与堆放

5.4.1 预应力空心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，同时宜设置在运输机械有效起重范围，且不受其他工序施工作业影响的区域；

2 堆放时有钢绞线面板底朝下，标识向外，严禁倒置；应遵循同一工程相同长度、厚度同垛堆放的原则；垛与垛之间应留出宽度不小于 800mm 的通道以便查验；

3 应码垛叠放，每层构件间的垫块应上下对齐，叠放层数不宜超过 10 层，总高度不宜超过 2m；

4 长期堆放时，应采取防止预应力空心板起拱和翘曲变形的控制措施。

5.4.2 预应力空心板的吊装应采用专门吊具或吊带，吊装、支垫位置和方法应符合受力状态，应在吊带和吊装孔边增加止损措施。

5.4.3 预应力空心板出厂运输时，应结合当地交通条件及交通法律法规，编制运输方案。

5.4.4 预应力空心板在运输过程中应做好安全和成品防护，并应符合下列规定：

- 1 运输线路应根据运输道路、桥梁的实际条件确定；
 - 2 运输车辆应满足构件尺寸和载重要求；
 - 3 装卸构件时应考虑车体平衡，避免造成车体倾覆；
 - 4 应采取防止构件移动或倾倒的绑扎固定措施；
 - 5 宜采用水平运输方式，叠放不宜超过 10 层，且高度不宜超过 2.0m；
- 3 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。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 预应力空心板的安装与施工除应符合本规程外，尚应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51232 和《混凝土结构工程施工规范》GB5066 的有关规定。

6.1.2 预应力空心板吊装施工前应编制专项施工方案，并经过建设（监理）单位审查批准。施工前宜选择有代表性的单元进行试安装，并应根据试安装结果及时调整施工工艺，完善施工方案。

6.1.3 施工前应进行技术安全交底，施工人员应经过实际操作培训并经考核合格，特种作业人员应取得相应的资格证书。

6.1.4 安装完成后，应做好成品保护，不应在预应力空心板上集中堆放施工材料，施工材料自重及施工荷载不应超过施工荷载允许值。

6.2 安 装

6.2.1 起吊设备、起吊用钢丝绳、吊装带、卸扣、吊钩等吊具应根据预应力空心板形状、尺寸及重量等参数经验算或试验配置，在其额定范围内使用，并应满足以下规定：

1 安装施工前应进行测量放线，设置构件安装定位标识；应复核临时支撑是否符合专项施工方案；

2 吊装施工前，应检查吊装设备及吊具是否处于安全状态；

3 吊装施工前，应核实现场环境、天气、道路状况等，确认满足吊装施工要求。

6.2.2 预应力空心楼（屋面）板的起吊应符合以下规定：

1 在距板端 100mm~500mm 处，用钢丝绳或吊带穿过板底起吊；

2 绳索与板面的夹角不宜小于 60°，且不应小于 50°；如夹角无法保证时，应采用分配梁起吊；

3 每次起吊时，应起吊 0.5m 停稳后再连续起吊。

6.2.3 起吊和安装作业时，预应力空心板上应设置缆风绳辅助稳定和就位，保证就位平稳。

6.2.4 吊运过程中应设专人指挥，作业人员应位于安全可靠位置，严禁人与构件一同起吊。

6.2.5 预应力空心板吊装就位后，应及时校准并采取临时固定措施。

6.2.6 预应力空心板支承在梁上后，应采取防止漏浆和保证板端均匀受力的措施。

6.2.7 当板面需要浇筑叠合层时，应按设计沿板长方向在板底设置可靠临时支撑，当设计无规定时，支撑位置可按下列规定设置：当跨度 L 不大于 9m 时，在跨中设置一道支撑；当跨度 L 大于 9m 时，除在跨中设置一道支撑外，尚应在两端 $L/4$ 处各设置一道支撑（ L 为板轴跨）；支撑顶面应严格找平并与板底顶紧，保证在叠合层浇筑过程中不产生挠度。

6.2.8 预应力空心板安装设置支撑时，应对支撑承载力进行核算，做好支撑系统设计。对多层建筑，临时支撑应每层上下对齐，支撑应设置在板肋上，并铺设垫板。

6.2.9 预应力空心板安装后，应对安装位置、标高、相邻部位平整度、高差、接缝尺寸进行校核，且均应符合设计要求。

6.2.10 不宜在施工现场对预应力空心板进行切割、开洞。

6.3 连接和叠合层施工

6.3.1 预应力空心板安装就位后应及时灌缝，灌缝应符合以下规定：

1 对于起拱度不均匀的板，板缝灌注前应根据起拱度的不同，采取相应的方法进行调整；

2 灌缝前需进行隐蔽工程检查，并清理拼缝内杂物，用清水充分湿润，但不能积水，按工程要求设置好板缝钢筋，经隐蔽工程验收合格后，方可浇灌拼缝；

3 灌缝应一次性完成，灌缝后应注意对灌缝混凝土的养护，在灌缝混凝土强度等级未达到设计值的 75% 时，严禁在板面上作业；

4 冬期施工时，应采取措​​施预防接缝处积雪和结冰。

6.3.2 设置现浇板带的，板带内宜设置加强筋，并应符合下列要求：

1 板带宽度小于 200mm 时，宜采用吊模现浇施工；

2 板带宽度不小于 200mm 时，应采用下部支模现浇施工。

6.3.3 叠合层内钢筋网片必须按规定精确定位，钢筋保护层上表面厚度为 15mm。

6.3.4 叠合层混凝土浇筑应符合下列规定：

1 浇筑前，需要根据施工图纸确定浇筑顺序，保证混凝土的均匀性和密实度；

2 应按设计要求进行预埋预留及开洞处理。在构件上标识管线、吊挂件、预埋件和预留洞等位置，且应符合设计要求；

3 固定在模板上的预埋件应安装牢固，应采取防止预埋件和预留洞移位和污染的措施；

4 施工时要求堆料均匀，施工荷载（包括叠合层重）不得大于 2.5kN/m^2 ，并应防止预应力空心板遭受冲击作用。

6.3.5 有抗渗要求时，应对预埋件和预留洞采取防渗措施。

6.3.6 在浇筑完成后的 1 小时内开始覆膜养护，养护持续时间不应少于 14 天。

7 验 收

7.1 一般规定

7.1.1 预应力空心板的质量检验，应进行资料检查、观感验收及本规程第 7.2.3 规定的构件性能检测。

7.1.2 预应力空心板所用材料均需符合设计要求，并按相关检验评定标准的规定进行分批检验评定。

7.1.3 预应力空心板分项工程进行验收时，除符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定提供文件及记录外，尚应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计单位确认的深化设计施工图、设计变更文件；
- 2 预应力空心板及安装所用的各种材料、连接件的产品合格证、外观质量和尺寸偏差、性能检测报告、进场验收记录；
- 3 连接构造节点、防水、防火节点等部位的隐蔽工程检查验收记录；
- 4 后补埋件的现场拉拔检测报告；
- 5 施工安装记录；
- 6 其他质量保证资料。

7.2 进场验收

I 主控项目

7.2.1 专业企业生产的预应力空心板进场时应检查质量证明文件，质量证明文件应包括以下内容：

- 1 产品合格证；
- 2 钢绞线、水泥、砂石等原材料检验报告；
- 3 与预应力空心板同批生产的混凝土标准养护试件强度检验报告；
- 4 结构性能型式检验报告；
- 5 采购合同约定的其它检验结果或记录资料等。

7.2.2 对简支受弯的预应力空心板，进场时应作结构性能检验，检验要求和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》GB50204 的有关规定。

7.2.3 对不做简支受弯的预应力空心板，除设计有专门要求外，可不进行结构性能检验。对进场不做结构性能检验的预应力空心板，应采取下列措施：

1 施工单位或监理单位代表应驻厂监督生产过程；

2 当无驻厂监督时，预应力空心板进场时应对其主要受力钢绞线数量、规格、间距、保护层厚度及混凝土强度等进行实体检验；

检验数量：同一类型预应力空心板构件不超过 2000 件为一批，每批随机抽取 1 块板进行结构性能检测。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体检验报告。

7.2.4 预应力空心板外观质量不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察、尺量。

7.2.5 预应力空心板上的预埋件、预留插筋、预埋管线等规格和数量及预留孔、预留洞的数量应符合设计要求。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察。

II 一般项目

7.2.6 预应力空心板应有标识。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察。

7.2.7 预应力空心板外观质量不应有一般缺陷,其外观质量及检验方法应符合表 7.2.7 的规定。

检验数量：全数检验。

表7.2.7 预应力空心板外观质量要求

项次	检验项目	质量要求	检验方法
----	------	------	------

1	露筋	主筋	不应有	观察
2	孔洞	任何部位	不应有	观察
3	蜂窝	主要受力部位	不应有	观察、尺量
		次要部位	总面积不超过所在构件面面积的 1%，每处不超过 0.01m ²	
4	裂缝	板面横向裂缝、板面不规则裂缝	长度不超过板宽的 1/2，且不延伸至侧边，裂缝宽度不应大于 0.10mm	观察和用尺、刻度放大镜测量
		纵向裂缝	不应有	
		板底裂缝		
		肋裂缝		
		支座预应力筋挤压裂缝	不宜有	
5	板端缺陷	混凝土疏松、夹渣	不应有	观察
6	外表缺陷	板顶、板侧表面	允许有不超过 1mm 深的麻面，但因混凝土过干或过湿产生的拉纹，总面积不应超过所在面面积的 5%，且每处不超过 0.05m ²	观察、尺量
		板底表面	不应有	
7	外形缺陷	任何部位	不宜有	观察
8	外表沾污	任何部位	不应有	观察
9	预应力筋	回缩值	所有钢绞线回缩值不得大于 2mm，且单丝回缩值不得大于 3mm（涂油的钢绞线另行考虑）	观察、尺量

- 注：1. 露筋指板内钢筋未被混凝土包裹而外露的缺陷；
2. 孔洞指混凝土中深度和长度均超过保护层厚度的孔穴；
3. 蜂窝指板混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露的缺陷；
4. 裂缝指伸入混凝土内的缝隙；
5. 板端缺陷指板端处混凝土疏松、夹渣或受力钢筋松动等缺陷；
6. 外表缺陷指板表面麻面、掉皮、起砂和漏抹等缺陷；
7. 外形缺陷指板端头不直、倾斜、缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边、凸肋和疤痕等缺陷；
8. 外表沾污指构件表面有油污或其他粘杂物。

7.2.8 预应力空心板外形尺寸允许偏差及检验方法应符合表 7.2.8 规定。

检验数量：同一类型构件，不超过 100 件为一批，每批应抽查构件数量的 5%，且不应少于 3 件。

表 7.2.8 预应力空心板外形尺寸允许偏差及检验方法

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	规格 尺寸	长	-5, +10	用尺量测平行于板长方向的任何部位
		宽	±5	用尺量测垂直于板长方向的任何部位
		厚	±5	用尺量测与长边垂直的任何部位
		肋宽	±5	用尺量测肋部
		对角线	10	用尺量测板面两个对角线
2	外形	表面平整	5	用 2m 靠尺和塞尺, 量测靠尺与板面两点间的最大缝隙
		侧面弯曲	L/750 且≤20	拉线用尺量测, 侧向弯曲最大处
		扭翘	L/750	用调平尺在板两端量测
3	预应 力筋	主筋保护层厚度	-3, +5	用尺量测
		预应力筋与空心板内孔净间距	0,+5	用尺量测板端面
		预应力筋在板宽方向的中心位置与规定位置偏差	10	
4	预埋 件	中心位置偏移	10	用尺量测纵、横两个方向中心线, 取其中较大值
		与混凝土面平整	5	用平尺和钢板尺量测
5	预留 孔洞	中心线位置偏移	10	用尺量测纵、横两个方向中心线, 取其中较大值
		规格尺寸	±10	用尺量测纵、横两个方向孔径, 取其中较大值

注: L为板长。

7.2.9 预应力空心板上粗糙面的质量及键槽的数量应符合设计要求。

检验数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

7.3 施工验收

I 主控项目

7.3.1 预应力空心板的临时固定措施应符合专项施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

检验数量: 全数检验。

检验方法: 观察, 检查施工方案、施工记录。

7.3.2 预应力空心板底部接缝座浆强度应符合设计要求。

检验数量：按批检查，按楼层、结构缝或施工段划分检验批。

检验方法：检查座浆材料强度试验报告、施工记录及设计文件及评定记录。

7.3.3 预应力空心板安装完成后不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察，尺量。

7.3.4 预应力空心板采用焊接、螺栓连接等连接方式时，其材料性能及施工质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的相关规定。

检验数量：按《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的规定确定。

检验方法：检查施工记录及平行加工试件的检验报告。

7.3.5 预应力空心板安装连接节点及叠合层混凝土浇筑前，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定进行隐蔽工程验收，包括以下主要内容：

- 1 混凝土粗糙面的质量及键槽的尺寸、数量、位置；
- 2 钢筋的牌号、规格、数量、位置等；
- 3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、锚固方式及锚固长度；
- 4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置等。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察，尺量、检查质量证明文件。

7.3.6 预应力空心板安装连接节点及叠合层混凝土强度、灌缝混凝土强度应符合设计要求。

检验数量：按批检验，按楼层、结构缝或施工段划分检验批。

检验方法：检查混凝土强度试验报告及评定记录。

II 一般项目

7.3.7 预应力空心板安装施工后，其外观质量不应有一般缺陷。

检验数量：全数检验。

检验方法：观察，检查处理记录。

7.3.8 预应力空心板安装完成后，其安装允许偏差应符合表 7.3.8 规定。

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%，且均不少于 3 面。

检查方法：观察及尺量检查。

表7.3.8 预应力空心板安装允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
构件中心线对轴线的位置	板	5	钢尺量测	
构件标高	构件底面或顶面	±5	水准仪和钢尺检查	
相邻构件平整度	板端面		钢尺、塞尺量测	
	板底面	抹灰		5
		不抹灰		3
搁置长度	板	±10	钢尺量测	
支座、支垫中心位置	板	10	钢尺量测	
相邻平板下表面高低差	板	≤5	钢尺量测	
拼缝宽度	板侧	±5	钢尺量测	
板端堵头	板端	±10	钢尺量测	

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，在条件许可时首先应这样做的：

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 《混凝土设计规范》 GB 50010
- 2 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 3 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 4 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB50205
- 5 《混凝土结构工程施工规范》 GB50666
- 6 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204
- 7 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
- 8 《混凝土外加剂》 GB8076
- 9 《通用硅酸盐水泥》 GB175
- 10 《预应力混凝土空心板》 GB/T 14040
- 11 《混凝土结构试验方法标准》 GB/T 50152
- 12 《预应力混凝土用钢绞线》 GB/T 5224
- 13 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 14 《混凝土物理力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 15 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 16 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ1
- 17 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 18 《普通混凝土用砂、碎石质量及检验方法标准》 JGJ 52
- 19 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 20 《高层民用建筑钢结构技术规程》 JGJ99
- 21 《挤压成型混凝土抗压强度试验方法》 JG/T520
- 22 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T193

浙江省工程建设标准

大跨度预应力混凝土空心板技术规程

Technical specification of large-span prestressed concrete

hollow-core slabs

DB 33/T 12xx—20xx

条文说明

(征求意见稿)

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
3	材 料	3
4	设 计	4
	4.1 一般规定	4
	4.2 计 算	5
	4.3 构 造	6
	4.4 连接设计	7
5	生产与检验	8
	5.1 一般规定	8
	5.2 制 作	8
	5.3 检 验	10
	5.4 运输与堆放	10
6	施 工	12
	6.1 一般规定	12
	6.2 安 装	12
	6.3 连接和叠合层施工	12
7	验 收	14
	7.1 一般规定	14
	7.2 进场验收	14
	7.3 施工验收	15

1 总 则

1.0.1 保证建筑工程质量和建筑物（包括构筑物，本规程条文中的建筑物均包括构筑物）的安全使用，做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量，是制定本规程的宗旨和指导思想。

节能是我国的大政方针，建筑能耗在我国总能耗中占据比例较高，在建设的各环节除考虑技术、经济、安全等因素外，同时还应考虑节能要求和对环境的影响。

1.0.2 现代建筑向大跨度、高承载力的方向发展，以便提供足够的使用空间，并适应对房间的任意分隔，满足用户多样性的要求。大跨度预应力空心板具有承载力高、跨度大、自重轻，在允许范围内可以任意切割开洞，安装快捷等优点，在装配式建筑中具有较好的应用前景。大跨度预应力空心板是现代建筑实现大开间、灵活分隔的有效途径之一。为促进装配式结构的发展，规范大跨度预应力空心板在浙江的设计、生产、施工及验收，制定本规程。

1.0.3 采用大跨度预应力空心板作为楼（屋面）板和墙板的结构，在满足本规程的要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《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、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 和等的规定。

参考国家现行标准《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，规定抗震设防烈度不超过 8 度（0.30g）。抗震设防烈度超过 8 度（0.30g）时，应进行研究论证。

2 术语和符号

2.0.1 预应力空心板采用干硬性混凝土，通过夯捣、挤压、搓动和抹平一次成型工艺，使用长线台多层叠合生产，提高生产效率。由于生产设备不同，生产工艺有所差异。常用跨度在 4.2m~18.0m 之间，根据实际具体工程的需要，也可用于跨度小于 4.2m 的工程。

2.2.1~2.2.4 本节仅列出了常用主要符号，其他符号均在条文相应处单独说明。

3 材 料

3.0.2、3.0.3 由于预应力空心板叠合层相较于板的结构受力作用影响较小，不能保证竖向荷载作用下板与板之间协同受力。竖向荷载作用下，预应力空心板间协同受力的关键在于板端键槽。板端键槽灌缝的另一个作用是通过灌缝传递水平荷载作用下的板间剪力，保证楼盖整体性。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.3 受力复杂的楼板，应比一般楼板有更高的要求。结构转换层、大底盘多塔结构的底盘顶层、平面复杂、有斜柱、受力复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室顶板应采用现浇板，以增强其整体性。

4.1.5 预应力空心板楼屋面刚性假定参照《高层建筑混凝土结构技术规程》。高层建筑的楼屋面绝大多数为现浇钢筋混凝土楼板和有现浇面层的预制装配式楼板，进行高层建筑内力与位移计算时，可视其为水平放置的深梁，具有很大的面内刚度，可近似认为楼板在其自身平面内为无限刚性。采用这一假设后，结构分析的自由度数目大大减少，可能减小由于庞大自由度系统而带来的计算误差，使计算过程和计算结果的分析大为简化。计算分析和工程实践证明，刚性楼板假定对绝大多数高层建筑的分析具有足够的工程精度。采用刚性楼板假定进行结构计算时，设计上应采取必要措施保证楼面的整体刚度。比如，平面体型宜采用现浇钢筋混凝土楼板和有现浇面层的装配整体式楼板；局部削弱的楼面，可采取楼板局部加厚、设置边梁、加大楼板配筋等措施。

当需要考虑楼板面内变形而计算中采用楼板面内无限刚度假定时，应对所得的计算结果进行适当调整。具体的调整方法和调整幅度与结构体系、构件平面布置、楼板削弱情况等密切相关，不便在条文中具体化。一般可对楼板削弱部位的抗侧刚度相对较小的结构构件，适当增大结构内力，加强配筋和构造措施。

预应力空心板对梁刚度的提高采用结构动力特性试验确定。设计制作了钢筋混凝土单梁和单梁-空心板两个构件，其截面形式如图

1 所示。构件长度 4.8m，两端简支。

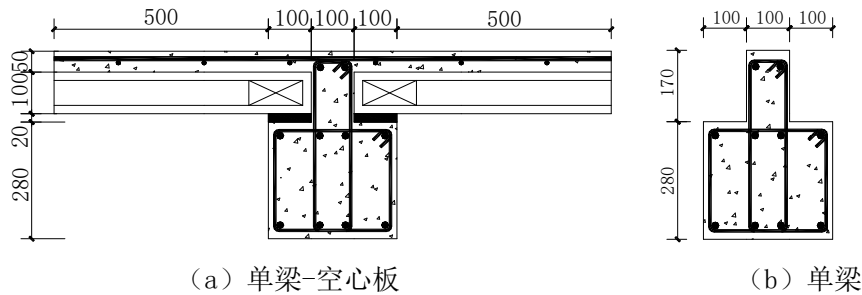


图 4-1 构件截面形式

采用环境随机振动和自由振动法测量单梁-空心板构件和单梁的竖向弯曲振动基频分别为 21.496Hz 和 19.531Hz。简支梁竖向弯曲振动基频由式 (1) 计算。

$$f = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{EI}{mL^4}} \quad (4-1)$$

式中：EI 为构件竖向抗弯刚度；m 为单位长度质量；L 为构件跨度。

通过实测基频和质量分布由式 (4-1) 反算得到单梁-空心板构件的竖向抗弯刚度为单梁的 2.86 倍。

4.2 计 算

4.2.3 带叠合层的预应力空心板的正截面受弯承载力计算，混凝土强度等级按计算截面受压区的实际情况取用；斜截面受剪承载力设计值取叠合层和空心板两者中较低的混凝土强度等级，板有效高度取带叠合层的预应力空心板有效高度，按式 4.2.2-2 进行计算，且不低于空心板自身按式 4.2.2-2 计算的受剪承载力设计值。带叠合层的预应力空心板，施工阶段不设支撑时（支座附近除外），内力应按下列两阶段分别计算：

1 第一阶段：后浇的叠合层混凝土未达到强度设计值之前，荷载由预应力空心板承担，预应力空心板按简支构件计算；荷载包括预应力空心板自重、叠合层自重以及施工阶段的可变荷载；

2 第二阶段：叠合层混凝土达到强度设计值之后，叠合构件按

整体结构计算；荷载考虑下列两种情况，取较大值：

(1) 施工阶段：考虑预应力空心板自重、叠合层自重、装修面层、吊顶等自重以及施工阶段可变荷载；

(2) 使用阶段：考虑预应力空心板自重、叠合层自重、装修面层、吊顶等自重以及使用阶段可变荷载。

4.2.4 叠合面粗糙程度是保证两侧混凝土共同承载、协调受力的必要条件。叠合面有可能先达到受剪承载力极限状态，且不配箍筋的叠合面受剪承载力离散型较大，根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 附录 H 的有关要求，叠合面受剪承载力的计算公式暂未与混凝土强度等级挂钩。

4.2.5 带叠合层的预应力空心板可以增加楼板体系承受垂直荷载和传递水平荷载时所需的整体性刚度和强度，对其验算时，要考虑叠合层换算截面、叠合层和预应力空心板混凝土强度差异以及施工阶段有无设置支撑的影响。

4.3 构造

4.3.1 预应力空心板的标志宽度有 1200mm、600mm、900mm，由于厂家生产设备的差异性，标志宽度有所不同，1200mm 是常见的标志宽度。板的长度不宜大于 18m，可根据设计要求确定；板的宽度可在宽厚比大于 2 倍，且不伤及板肋的情况下任意切割成窄板。

4.3.2 预应力空心板的高度，指不加叠合层时的板厚度。由于厂家生产设备的差异性，预应力空心板规格尺寸参数，应按厂家提供参数进行承载能力和正常使用极限状态的复核。

4.3.4 叠合层单向配筋率不应小于 0.2%，该配筋率计算取板厚与叠合层的总厚度。

4.3.5 预应力空心板的耐火极限：保护层 20mm 时为 0.7h；保护层 40mm 时可取 1.5h。应根据工程具体的防火要求，对板进行防火设计，并宜采取相应的防火措施。

板端填缝和板侧灌缝后的空心楼（屋面）板体系的耐火极限，

一般比简支板的耐火极限有所提高，其提高程度和板的支座受约束条件有关，选用时，应根据工程具体情况，对楼（屋面）板体系进行防火设计，并宜采取相应的防火措施。如在板底抹灰或喷涂防火涂料等，以提高结构的耐火极限。防火涂料应符合现行国家标准《混凝土结构防火涂料》GB 28375 的有关规定。

当考虑支座处叠合层对楼板耐火极限的有利作用时，支座负弯矩钢筋采用分离式布置时，钢筋截断位置至支座边长度不应小于 $1/3$ 。

4.4 连接设计

4.4.1 预应力空心板与主体结构连接节点做法决定了传力方式。预应力空心板的支承处应平整，应在支座处铺设水泥砂浆或塑胶垫片，保证板端在支承处均匀受力，减少板端嵌固约束，使节点传力更明确。有叠合层时，叠合层宜覆盖整个楼（屋面）板，便于在叠合层内设置支座钢筋，有利于保证楼板体系的整体性。

4.4.2 板缝中应布置钢筋，并与叠合层钢筋绑扎牢固，使叠合层混凝土和预应力空心板有效结合，形成整体，共同受力。本条指密拼，可不配钢筋。

4.4.4 预应力空心板的具体连接形式可参照国标图集 13G440《大跨度预应力空心板（跨度 4.2m-18m）》。

4.4.9 板缝混凝土宜比板面低 30~40mm，单边弯钩钢筋应勾住叠合层钢筋，以使叠合层混凝土与预应力空心板有效结合，形成整体，共同受力。

5 生产与检验

5.1 一般规定

5.1.1 完善的质量管理体系是保证产品质量的前提，质量管理体系应建立并保持与质量管理有关的文件形式和控制程序，该程序包括文件的编制、审核、批准、发放、变更和保存等。同时生产还应贯彻节材、节水、节能和保护环境等技术经济措施和鼓励政策。

5.1.3 预应力空心板制作前，建设单位应组织构件生产厂家、设计、施工单位图纸会审，核准相关材料质量证明文件，对应预留的孔洞及预埋件，应在构件制作前认真核对，避免现场剔凿。

5.1.4 预应力空心板检验合格后，应在明显位置设置标识。标识应包括构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。宜采用二维码赋予安装位置、生产工人等更多信息，以便安装和质量追溯。

5.2 制作

5.2.1 生产方案具体内容包括：生产工艺、生产计划、模具技术及质量保证措施、构件质量控制措施、成品保护、堆放及运输计划及措施等内容。必要时，应对预制构件吊运、堆放、翻转及运输等工况进行验算。

5.2.2 当预应力空心板采用叠打方式生产，切割下锯深度应调至距板底面 5mm 处，不得切伤下层板的板面。

5.2.3 本条规定了预应力钢绞线下料和安装前的检查内容；安装后还应及时检查预应力钢绞线的位置、间距和数量。由于预应力钢绞线过度受热会降低力学性能，因此规定了其切断方式。

5.2.4 由于预应力钢绞线断裂或滑脱对结构构件的受力性能影响极大。因此，规定应严格限制其断裂或滑脱的数量。先张法预应力

构件中的预应力钢绞线不允许出现断裂或滑脱，若在浇筑混凝土前出现断裂或滑脱，相应的预应力钢绞线应予以更换。本条控制的不仅是张拉质量，同时也是对材料、制作、安装等工序的质量要求。

预应力钢绞线张拉前，应根据张拉控制应力和预应力钢绞线面积确定张拉力，根据张拉机标定结果确定压力表读数。

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

5.2.7 预制构件混凝土成型前应进行的隐蔽检查，是保证预制构件满足结构性能的关键质量控制环节，应严格执行。

5.2.8 混凝土配合比、性能指标等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。混凝土的施工质量要注意：

(1) 混凝土的水灰比直接影响混凝土的强度和耐久性。在施工时需要控制好水灰比，以保证混凝土的质量。

(2) 控制混凝土浇筑速度：在进行混凝土浇筑时，需要控制好浇筑速度，避免因过快或过慢导致混凝土的坍落度不符合要求，影响混凝土的质量。

(3) 控制混凝土浇筑厚度：在进行混凝土浇筑时，需要控制好每层混凝土浇筑的厚度，避免因厚度过大或过小导致混凝土的均匀性和密实度不符合要求。

5.2.9 混凝土浇筑后需要按规范进行养护，以确保混凝土的强度和耐久性。具体时间需要根据环境温度和湿度等因素进行调整。养护方式可采用覆盖养护和湿润养护两种方法。

(1) 覆盖养护：在混凝土浇筑完成后，立即覆盖；覆盖材料：棉毡、草帘、土工布、塑料膜、薄膜养护剂等，然后保持表面湿润，并避免受到日晒、风化、袭击等不良影响。

(2) 湿润养护：在混凝土浇筑完成后，立即对其进行喷淋或浇水，使其表面保持湿润，一般每天至少进行 2 次湿润养护，直至

混凝土达到规定的强度。

5.3 检 验

5.3.2 预应力钢绞线张拉锚固后，实际建立的预应力值与量测时间相关。相隔时间越长，预应力损失值越大，故检验值应通过计算确定。预应力钢绞线张拉后实际建立的预应力值对结构受力性能影响很大，应予以保证。先张法施工中可以用应力测定仪器直接测定张拉锚固后预应力钢绞线的应力值。

5.3.4 预应力钢绞线质量应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T5224 的要求。预应力钢绞线是预应力分项工程中最重要原材料，进场时应根据进场批次和产品的抽样检验方案确定检验批，进行进场复验。由于各厂家提供的预应力钢绞线产品合格证内容与格式不尽相同，为统一及明确有关内容，要求厂家除了提供产品合格证外，还应提供反映预应力钢绞线主要性能的出厂检验报告，两者也可合并提供。进场复验可仅做主要的力学性能试验。

5.3.6 型式检验是对产品的全部技术要求指标进行的检验，需要完成规定的所有检测项目，一般是由质监部门或第三方来完成检测。生产检验是指生产过程产品质量处于受控状态，确保生产出合格的产品，适用于工厂产品生产工序质量的控制。出厂检验只需要完成部分的检测项目，是生产企业对产品的部分技术要求指标进行的检验。

5.4 运输与堆放

5.4.1 预应力空心板叠层平放时，板间应设置垫木，垫木尺寸宜为 1200mm 50mm 50mm，垫木位置距离板端为 200-300mm，并应上下对齐。

5.4.3 预应力空心板的运输和堆放涉及质量和安全要求，应按产品特点制定堆放和运输方案，对特殊构件还要制定专项质量安全

保证措施。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.6 预应力空心板安装后,板面应堆载均匀,施工荷载不得大于 2.5kN/m^2 ,并符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

6.2 安 装

6.2.1 本条参考《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 第 12.1.4 条。

6.2.6 防止漏浆和保证板端均匀受力的具体措施:可在板边缘位置贴泡沫胶带,或在板边缘与梁或墙之间设置厚度不大于 30mm,强度不低于 M25 的砂浆进行座浆,或在墙板和梁板拼缝位置贴泡沫胶带。

6.2.7 当板中需设置额外支撑时,参考《混凝土结构设计规范》GB50010 对预应力混凝土空心板进行承载力验算和裂缝验算。

6.2.9 安装后,相邻预应力空心板的高差应符合要求。工程实践中可采用安装前测量板的反拱值,安装时同一区域选用反拱值符合要求的板,或安装后对高差不符合要求部位采用专用方法调整处置。

6.3 连接和叠合层施工

6.3.1 本条第 3 款,设计值指混凝土 28d 立方体抗压强度值。

6.3.2 板带内加强筋的设置应按设计要求,可参照《混凝土结构设计手册》中有关后浇带的规定。现浇板带采用支模现浇时应编制专项施工方案,模板宜采用工具式定型模板,接缝应平顺,防止漏浆。

6.3.4 叠合层混凝土浇筑前,需要做好周边环境的清理和整理,以确保施工现场的安全和干净;不能用机械设备打磨预应力空心板板面,应按照国标 05SG408 图集及配套技术手册要求留有粗糙面,

不应采用基层套浆施工工艺；同时根据气温和施工环境情况进行洒水充分湿润，保证与后浇混凝土的咬合度，避免基层太干造成吸水太快，起壳起皮等现象。在浇筑过程中，混凝土应及时均匀铺开，防止局部堆积。

空心楼（屋面）板的叠合层施工，宜先浇灌板缝混凝土，随后浇筑叠合层，板缝混凝土宜低于板面 30mm~40mm。

7 验 收

7.1 一般规定

7.1.3 本条提出的增加文件和记录，是保证工程质量实现可追溯的基本要求。

7.2 进场验收

7.2.1 对专业企业生产的预制构件，质量证明文件包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告及其他重要检验报告等；预制构件的钢筋、混凝土原材料、预应力材料、预埋件等均应参照本规程及国家现行有关标准的规定进行检验，其检验报告在预制构件进场时可不提供，但应在构件生产单位存档保留，以便查阅。

7.2.2 预应力空心板结构性能检验按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 附录 B 规定，结构性能检验报告应符合以下规定：

1 试验报告内容应包括试验背景、试验方案、试验记录、检验结论等，不得有漏项缺检；

2 试验报告中的原始数据和观察记录应真实、准确，不得任意涂抹篡改；

3 试验报告宜在试验现场完成，并应及时审核、签字、盖章、登记归档。

7.2.4 预应力空心板的外观质量缺陷可按《混凝土结构工程施工质量验收规范》第 8 章及国家现行有关标准的规定判定。对于构件的严重缺陷及影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，其处理方式按第 8 章第 8.2、第 8.3 条的有关规定。

7.2.6 预应力空心板的标识内容包括：标记及设计文件规定的其

他编号；生产制造厂名称或商标；生产日期（年、月、日）；检验合格章。

7.3 施工验收

7.3.2 座浆试块应现场按规定尺寸随机取样，养护条件同现场。