

重庆市工程建设标准

预应力混凝土空心板应用技术标准

Technical standard for precast prestressed concrete
hollow-core slab

DBJ50/T-475-2024

主编单位：重 庆 大 学

重庆恒昇大业智能建造科技有限公司

批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期：2024 年 0 7 月 01 日

2024 重 庆

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标[2024]13号

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《预应力混凝土空心板应用技术标准》 的通知

各区县(自治县)住房城乡建委：两江新区、重庆高新区建设局，万盛经开区住房城乡建委、双桥经开区建设局、经开区生态环境建设局，各有关单位：

现批准《预应力混凝土空心板应用技术标准》为我市工程建设地方标准，编号为DBJ50/T 4752024，自2024年7月1日起施行。标准文本可在标准施行后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理，重庆大学负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2024年4月16日

前 言

本标准是编制组根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达2018年度重庆市工程建设标准制订修订项目计划(第二批)的通知》(渝建〔2018〕655号)要求,经广泛调查研究:开展基础试验研究,认真总结实际工程经验,参考国内外相关规范标准,并在广泛征求意见的基础上编制而成。

本标准的主要技术内容包括:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.材料;5.结构分析;6.结构设计;7.构件生产、存放与运输;8.施工;9.质量检验和验收。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由重庆大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送重庆大学土木工程学院(地址:重庆市沙坪坝区沙北街83号重庆大学B区第二综合楼1501室,邮编400045)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主编单位：重庆大学

重庆恒昇大业智能建造科技有限公司

参编单位：重庆恒昇大业建筑科技集团有限公司

重庆恒昇大业建筑设计有限公司

重庆市涪陵区大业建材有限公司

重庆市恒昇大业建设工程有限公司

中国建筑材料科学研究总院有限公司

重庆城市科技学院

重庆建工高新建材有限公司

渝建实业集团股份有限公司

四川省第七建筑有限公司

重庆大学建筑规划设计研究总院有限公司

筑邦建筑技术(重庆)有限公司

重庆渝发建设有限公司

重庆华硕建设有限公司

重庆城建控股(集团)有限责任公司

主要起草人：刘界鹏李江姜凯旋 杜和酸赵顺增

熊然邵培柳徐涛陈伯纯黄绸辉

康少波王卫永 段小雨 兰国权杨秀川

杨文烈李刚张俊兵古龙郑君

陈波贺颖慧尹东谭惠文谭帆

杨艳波杨磊潘陈建廖俊周建荣

殷文胜钟波赵碧寒姜鹏李明春

赵彦威王涛王肖巍苏天童姜东

周银飞杨世英张文毅

审查专家：邓小华杨长辉杨经纬 江世永南学飞

沈治宇龚文璞

目 次

1	总 则.....	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	7
4	材 料	8
4.1	混凝土	8
4.2	钢 筋.....	8
5	结构分析	9
5.1	一般规定	9
5.2	竖向荷载作用下楼盖分析	9
5.3	水平荷载作用下楼盖分析	14
6	结构设计	19
6.1	一般规定	19
6.2	竖向荷载作用下楼盖设计	20
6.3	水平荷载作用下楼盖设计	26
6.4	构造规定	28
7	构件生产、存放与运输	41
7.1	一般规定	41
7.2	构件生产	41
7.3	构件存放与运输	42
8	施 工	43
8.1	一般规定	43
8.2	施工准备	43

8.3	吊装施工	43
8.4	后浇混凝土施工	45
9	质量检验和验收	46
9.1	一般规定	46
9.2	质量检验	46
9.3	验收	48
	本标准用词说明.....	50
	引用标准名录	51
	条文说明.....	53

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic requirements	7
4	Materials	8
4.1	Concrete	*·8
4.2	Steel reinforcement	8
5	Structural analysis	9
5.1	General requirements	9
5.2	Floor analysis under vertical loads	9
5.3	Floor analysis under horizontal loads	14
6	Structural design	19
6.1	General requirements	19
6.2	Floor design under vertical loads	20
6.3	Floor design under horizontal loads	26
6.4	Detailing requirements	28
7	Component manufacture ; storage and transportation	41
7.1	General requirements	41
7.2	Component manufacture	41
7.3	Component storage and transportation	42
8	Construction	43
8.1	General requirements	43
8.2	Construction preparation	43

8.3	Lifting construction	*43
8.4	Post cast concrete construction	45
9	Quality inspection and acceptance	46
9.1	(ncral rcquirements	46
9.2	Component inspection	46
9.3	Acceptance	48
	Explanation of Wording in this standard	50
	List of quoted standards	51
	Explanation ofprovisions	53

1 总 则

1.0.1 为规范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、确保质量.制定本标准。

1.0.2 本标准适用于抗震设防烈度不高于8度的一般工业与民用建筑楼盖中预应力混凝土空心板的应用。构筑物 and 市政工程可参考使用。

1.0.3 预应力混凝土空心板的应用除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行强制性标准和相关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预应力混凝土空心板 prestressed concrete hollow core slabs

具有标准化的板厚与标志宽度，多个通长孔洞规则布置的先张法预应力混凝土板类空心构件，本标准简称“空心板”。

2.1.2 预应力混凝土空心板叠合层 cast in situ concrete topping

预应力混凝土空心板上部的钢筋混凝土现浇层：本标准简称“叠合层”。

2.1.3 预应力混凝土空心板楼盖 prestressed concrete hollow core slab floor

楼板采用预应力混凝土空心板，且不设叠合层的楼盖，本标准简称“空心板楼盖”。

2.1.4 预应力混凝土空心板叠合楼盖 topped prestressed concrete hollow core slab floor

楼板采用预应力混凝土空心板，且设叠合层的楼盖，本标准简称“空心板叠合楼盖”。

2.1.5 集力梁 collector

与水平地震作用方向平行，用于将楼盖水平地震作用传递至竖向抗侧力构件的框架梁。

2.1.6 纵向接缝 longitudinal joint

平行于板跨方向的板间拼接缝。

2.1.7 横向接缝 transverse joint

垂直于板跨方向的板端拼接缝。

2.1.8 有效板宽 effective resisting width of slab for loads

空心板通过板侧键槽将板上非均布荷载沿垂直于板跨方向传递的有效范围。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能参数

f_k f_k 与相应阶段对应龄期的混凝土立方体抗压强度 f 。相应的混凝土轴心抗拉强度标准值、轴心抗压强度标准值；

f_{tk} 空心板混凝土轴心抗拉强度标准值。

2.2.2 作用和作用效应

M_i 空心板自重和叠合层自重在设计截面产生的弯矩设计值；

M_x 第二阶段装修面层、吊顶等自重在设计截面产生的弯矩设计值；

M 第一阶段施工可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值；

M 第二阶段可变荷载在设计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设计截面产生的弯矩设计值中的较大值；

M_k 第一阶段荷载标准组合下在设计截面产生的弯矩值；

M_{IGk} 第一阶段空心板自重标准值(当有叠合层时，含叠合层自重标准值)在设计截面产生的弯矩值；

M_{iok} 第一阶段施工可变荷载标准值在设计截面产生的弯矩值；

M_{2k} 第二阶段荷载标准组合下在设计截面产生的弯矩

	值；
MGk	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；
Mak	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；
M	空心板楼盖及空心板叠合楼盖的正截面受弯承载力设计值；
M	空心板楼盖及空心板叠合楼盖的正截面开裂弯矩值；
ViG	空心板自重和叠合层自重在计算截面产生的剪力设计值；
VG	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；
Vio	第一阶段施工可变荷载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；
FFk	i层空心板楼盖所受水平地震作用标准值；
F	i层剪力墙平面外地震作用引起的局部拉脱力；
$V_{ja}F$	水平地震作用下，楼盖连接节点剪力设计值；
$N_{ja}F$	水平地震作用下，楼盖连接节点拉力设计值；
V正	水平地震作用下，楼盖连接节点受剪承载力设计值；
N正	水平地震作用下：楼盖连接节点受拉承载力设计值；
$0e0$:	生产阶段(包括制作、堆放、吊装等)相应的荷载标准组合下产生在构件计算截面受拉区、受压区边缘

的混凝土法向拉应力、压应力；

$\sigma_{ck10ck2}$ 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和上边缘混凝土的法向应力；

$\sigma_{x:IN0x}$ 叠合层浇筑阶段扣除相应预应力损失后在构件计算截面下边缘和上边缘混凝土的法向预应力；

σ_d 使用阶段按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_u 使用阶段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；

τ 灌浆键槽抗剪强度设计值。

2.2.3 几何参数

W 第二阶段空心板叠合截面下边缘的弹性抵抗矩；

W_1 第一阶段空心板截面下边缘的弹性抵抗矩；

W_2 第一阶段空心板截面上边缘的弹性抵抗矩；

b 空心板楼盖及空心板叠合楼盖各实际肋宽之和；

b_0 预制层与叠合层接触面宽度；

h 空心板楼盖及空心板叠合楼盖截面有效高度；

h_0 纵向接缝间灌浆键槽净高；

l 纵向接缝间灌浆键槽计算长度；

A 受剪区横向普通钢筋的截面面积；

A_s 受拉区纵向普通钢筋的截面面积；

h_i i 层高度；

h_r 屋顶高度；

B 空心板的短期刚度；

B_2 空心板叠合楼盖第二阶段的短期刚度；

E 空心板的混凝土弹性模量；

I 叠合构件换算截面的惯性矩。

2.2.4 其它系数

μ 剪切摩擦系数；

- θ 考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数；
- ϕ 第二阶段可变荷载的准永久值系数；
- V 受弯承载力折减系数；
- V 受剪承载力折减系数；
- γ 混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数；
- η 楼盖连接节点承载力抗震调整系数；
- a_i i 层水平地震加速度系数。

3 基本规定

3.0.1 空心板应进行标准化设计、工厂化生产、装配化施工，并应统筹各方关系，实现全过程协同。

3.0.2 空心板楼盖不应用于高层建筑，空心板叠合楼盖可用于高层建筑。空心板应与支承构件进行可靠连接，保证地震作用下楼盖整体性。

3.0.3 空心板楼盖的楼板应按单向板设计，空心板叠合楼盖的楼板宜按单向板设计。

3.0.4 空心板楼盖及空心板叠合楼盖应按短暂设计状况、持久设计状况、地震设计状况和偶然设计状况进行设计，应符合国家现行相关标准的规定。在短暂设计状况、持久设计状况下的空心板楼盖及空心板叠合楼盖应按承载能力极限状态进行计算，并应对正常使用极限状态进行验算。

3.0.5 空心板楼盖及空心板叠合楼盖的安全等级和设计工作年限应与整体结构一致。

3.0.6 空心板楼盖及空心板叠合楼盖应满足耐火要求，对于耐火极限要求不低于1.5h的空心板：其预应力筋保护层厚度应符合下列规定：

1 按简支板考虑时，预应力筋耐火保护层厚度不应小于40mm；

2 按连续板考虑时，预应力筋耐火保护层厚度不应小于20mm。

3.0.7 空心板楼盖及空心板叠合楼盖应满足振动舒适度要求。空心板叠合楼盖进行振动舒适度验算时，可按连续板考虑，

4 材 料

4.1 混凝土

4.1.1 空心板所采用混凝土各项性能和计算指标的要求，应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008和《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

4.1.2 空心板混凝土强度等级不应低于(40;叠合层混凝土强度等级不应低于(30。

4.1.3 板间键槽灌缝材料宜采用具备良好和易性的低收缩性砂浆或混凝土，砂浆抗压强度不应低于M20、混凝土强度等级不应低于(25。

4.2 钢 筋

4.2.1 预应力筋宜采用低松弛的消除应力螺旋肋钢丝或钢绞线。

4.2.2 钢筋的各项计算指标及性能应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008和《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。预应力混凝土用钢丝应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008和《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223的有关规定，预应力混凝土用钢绞线应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008和《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224的有关规定。

4.2.3 当预制构件中配置钢筋焊接网片时，应按现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008和现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的有关规定执行。

5 结构分析

5.1 一般规定

5.1.1 空心板楼盖及空心板叠合楼盖宜根据楼盖平面内变形形态，合理确定楼盖计算假定后进行结构整体分析。采用刚性楼盖假定进行结构整体分析时，应符合下列规定：

1 空心板楼盖应平面规则、连接可靠，平面长宽比不应大于3。且纵向接缝灌浆键槽水平剪应力设计值不应大于0.4MPa；

2 空心板叠合楼盖应平面规则、连接可靠。

5.1.2 空心板楼盖应根据分析计算结果，按本标准第6.3节的规定，对节点进行连接设计。当采用空心板楼盖的主体结构满足平面规则、质量和侧向刚度分布均匀，且按基本抗震设防目标进行设计时，可按本标准第5.3节的规定，用简化方法对楼盖进行水平地震作用和内力分析计算。

5.1.3 空心板在进行翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算时，应将空心板自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。空心板运输、吊运时，动力系数宜取1.5；翻转、临时固定时，动力系数可取1.2。

5.1.4 空心板在进行后浇叠合层的施工阶段验算时，施工可变荷载可取1.5kN/m²，并应根据现场实际施工情况复核。

5.2 竖向荷载作用下楼盖分析

5.2.1 与空心板布置方向平行的支承构件设计，宜计入相邻单块空心板预制宽度一半范围内的荷载。

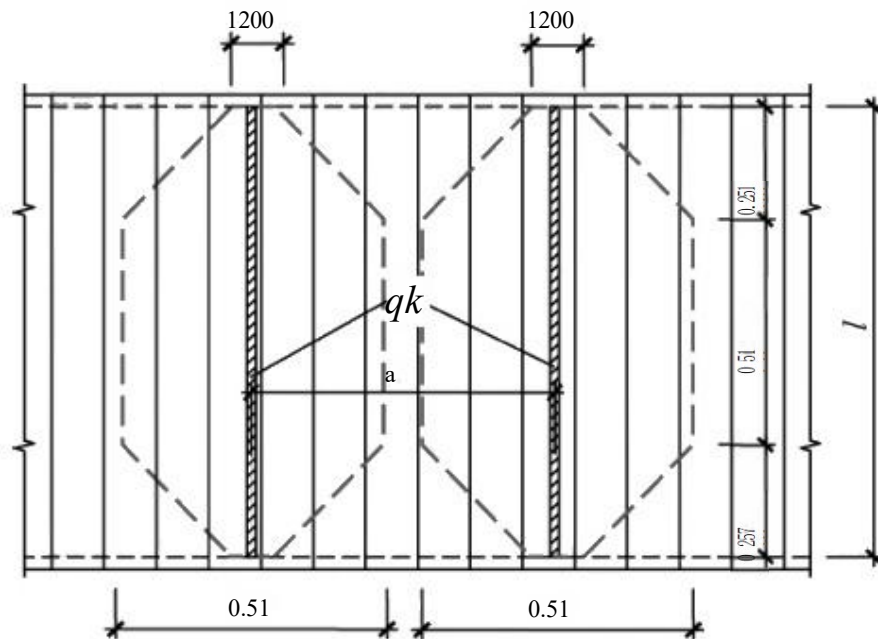
5.2.2 当楼面为非均布荷载作用时，应考虑由非均布荷载引起的板底横向拉应力：防止空心板产生劈裂破坏；必要时，应考虑冲切破坏。非均布荷载应考虑由有效板宽范围内(图5.2.2,以墙体线荷载为例)的空心板共同承担。在墙体线荷载作用下，有效板宽应符合下列规定：

- 1 支座处：有效板宽外边界由墙体中心线两侧各600mm组成；
- 2 跨中 $0.5L$ 范围，有效板宽外边界由墙体中心线两侧各

0.25 l 组成；

- 3 距支座边 $0.25l$ 范围：有效板宽外边界由以上两条外边界插值组成；

4 当两个墙体线荷载沿板宽方向间距 a 小于 $0.5l$ 时，有效板宽发生重叠，按外边界确定有效板宽。



(a) $a > 0.5l$

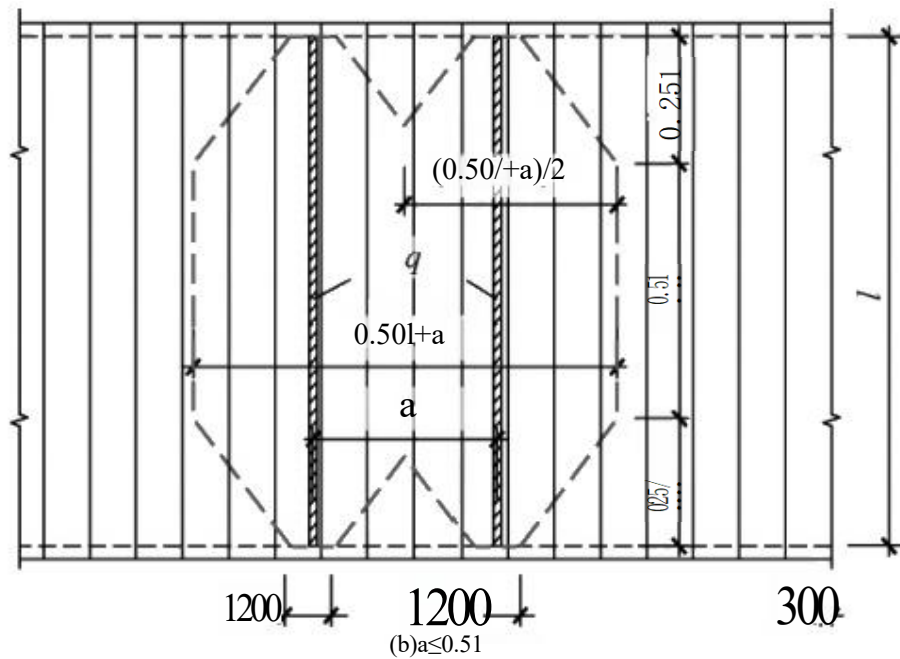


图5.2.2 非均布荷载作用下有效板宽范围

I 空心板计算跨度；a 集中荷载横向间距；q 墙体线荷载

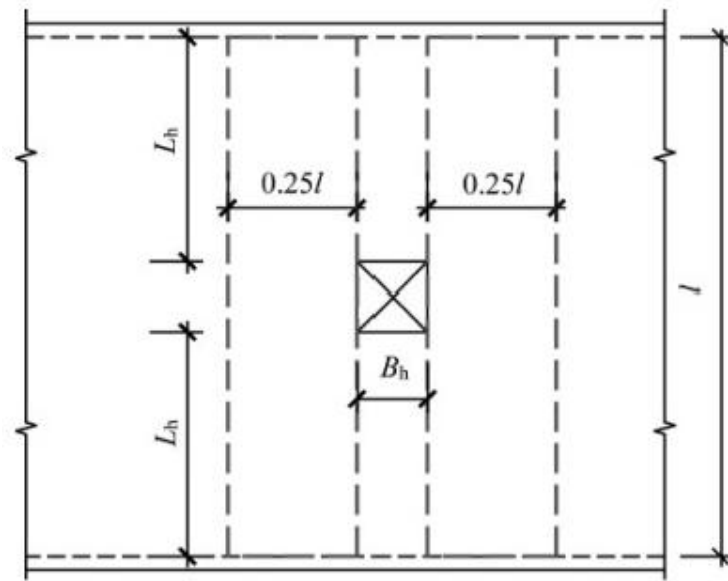
5.2.3 空心板开洞宜避开预应力筋的位置：并应符合下列规定：

1 洞宽不大于50mm 且未切断板肋和预应力筋时，可不作处理；

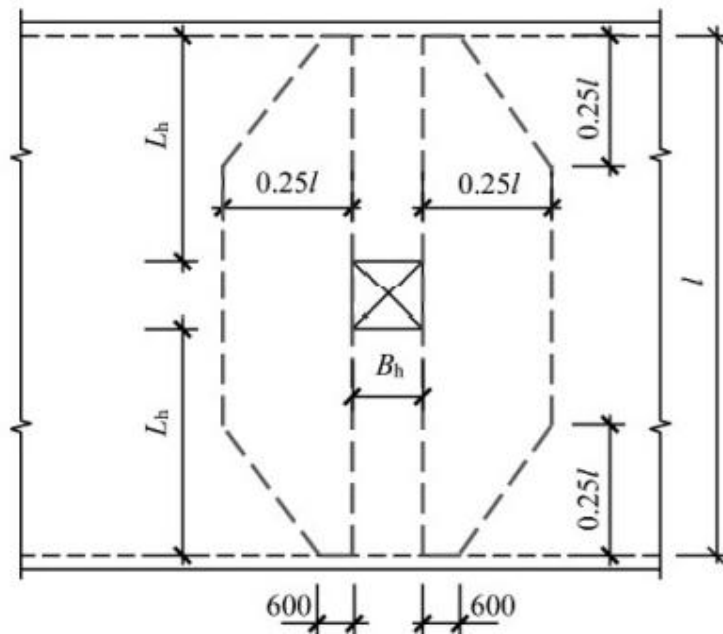
2 洞宽大于50mm 且不大于600mm 时，应符合下列规定：

1) 洞边距板端支座不小于 $3l/8$

楼板受弯计算时，洞宽范围内荷载由洞两边各 $0.25l$ 范围内的空心板共同承担(图5.2.31)；楼板受剪计算时，均布荷载下剪力由洞两边各 $0.25l$ 范围内的空心板共同承担，非均布荷载下剪力应考虑按本标准第5.2.2条的规定。



(a) 均布荷载



(b) 非均布荷载

图5. 2. 3-1 洞边距板端支座不小于 $3l/8$ 空心板开洞情况

I 空心板计算跨度；B、洞宽；L、洞边距板端支座距高

2) 洞边距板端支座小于 $3l/8$

应将与板跨方向平行的洞边所在直线当作板洞侧边，洞宽范围内荷载以线荷载作用到板洞侧边，受弯受剪计算时有效板宽范围如图5. 2. 32所示。

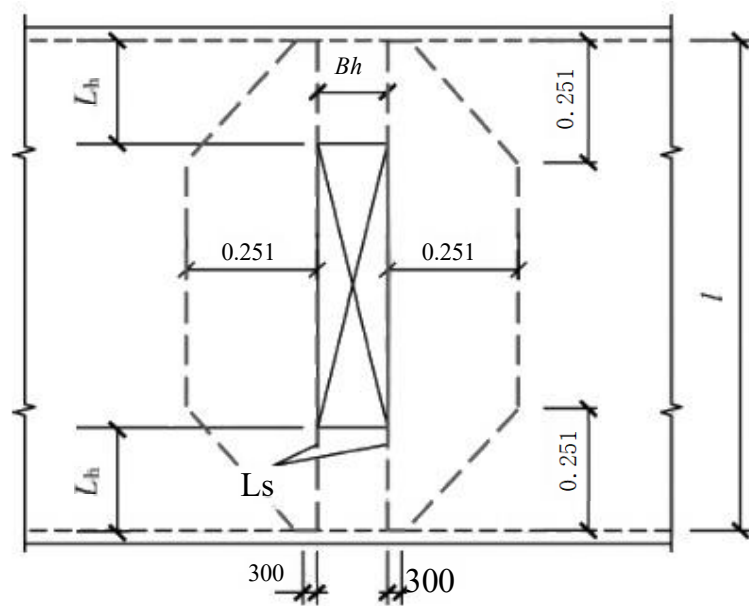


图5.2.3-2 洞边距板端支座小于 $3l/8$ 空心板开洞情况

I 空心板计算跨度; B、洞宽; L、洞边距板端支座距离; L。洞边所在直线

3) 洞边在板端支座处

应将与板跨方向平行的洞边所在直线当作板洞侧边，洞宽范围内荷载以线荷载作用到板洞侧边，受弯受剪计算时有效板宽范围如图5.2.3-3所示。

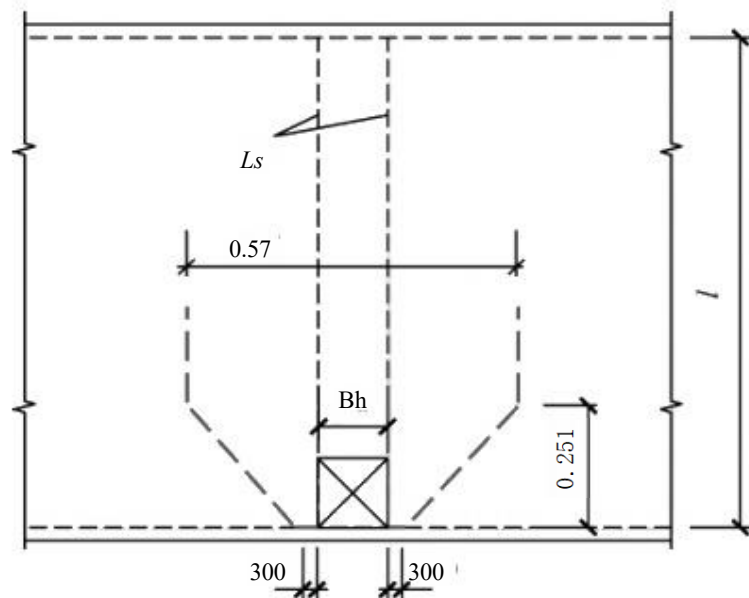


图5.2.3-3 洞边在板端支座处空心板开洞情况

I 空心板计算跨度; B、洞宽; L, 洞边所在直线

3 洞宽大于600mm时，宜采取加强措施。

5.3 水平荷载作用下楼盖分析

5.3.1 采用简化方法计算时，空心板楼盖水平地震作用标准值，应按下列式确定：

$$F_{Fki} = \alpha_i G_i \quad (5.3.1)$$

式中： F_{Fki} i 层空心板楼盖所受水平地震作用标准值；不应小于 $0.2 \beta_i \alpha_{max} G_i$ ，其中转化系数 β 按表5.3.21取值， α_{max} 为设防烈度水平地震影响系数最大值，按现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002取值， I 为抗震设防类别系数，特殊设防类取1.5，重点设防类取1.25，标准设防类和适度设防类取1.0；

G i 层空心板楼盖重力荷载代表值；

α i 层水平地震加速度系数，应符合第5.3.2条规定。

5.3.2 水平地震加速度系数 α ；(图5.3.2)，应符合下列规定：

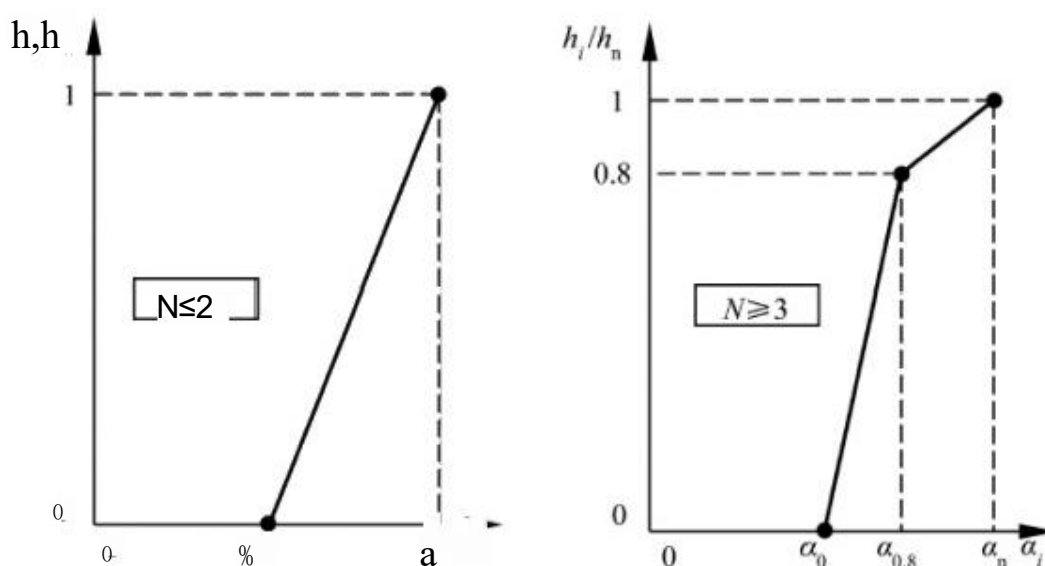


图5.3.2 水平地震加速度系数

1 当层数 $N \leq 2$ 时，应按下式确定：

$$a_i = (a_1 - \alpha_i) h_i / h_n + \alpha_i \quad (5.3.21)$$

2 当层数 $N \geq 3$ 时，应按下列公式确定：

1) $h_i / h_n \leq 0.8$,

$$a_i = 1.25(\alpha_i - \alpha_n) h_i / h_n + \alpha_n \quad (5.3.22)$$

2) $h_i / h_n > 0.8$,

$$a_i = (5h_i / h_n - 4) (\alpha_n - \alpha_{n-1}) + \alpha_{n-1} \quad (5.3.23)$$

式中： α_1 ：结构底部水平地震加速度系数，取 $0.4\beta_1 a_m I$ ，式中参数应符合第5.3.1条规定；

$\alpha_{i,8}$ ：0.8 h_i 处水平地震加速度系数，取 α_i 与 $0.9F_m \alpha_n$ 的较大值；其中 F_m 为第1振型参与系数，取 $1+0.5z(1-1/N)$ ，振型参与调整系数 z 、按表5.3.23确定；

α_n ： h_n 处水平地震加速度系数，取 $\sqrt{(F_m \alpha_1)^2 + (C \alpha_n)^2}$ ，且不应小于 α_n ；其中 F_m 为高阶振型参与系数，取 $0.9z(1-1/N)^2$ ；振型参与调整系数 z 、按表5.3.23确定， α_1 为设防烈度结构基本自振周期水平地震影响系数，按现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002和《建筑抗震设计规范》GB 50011取值， C 为高阶地震反应系数，取 $(0.15N+0.25)I_1 \beta_1 \alpha_m I_2 \beta_2 \alpha_m / (N-1)$ 三者较小值；转化系数 β_2 按表5.3.22取值，其余参数应符合第5.3.1条规定；

h_i ： i 层高度；

h_n ：屋顶高度。

表5.3.2-1 转化系数 β_1 取值

场地类别	6度 (0.05g)	7度 (0.10g)	7度 (0.15g)	8度 (0.20g)	8度 (0.30g)
I类	2	2	2	2	2
II类	2.5	2.5	2	2	2
III类	2.5	2.5	2	2	2
IV类	3.5	2.5	2	2	2

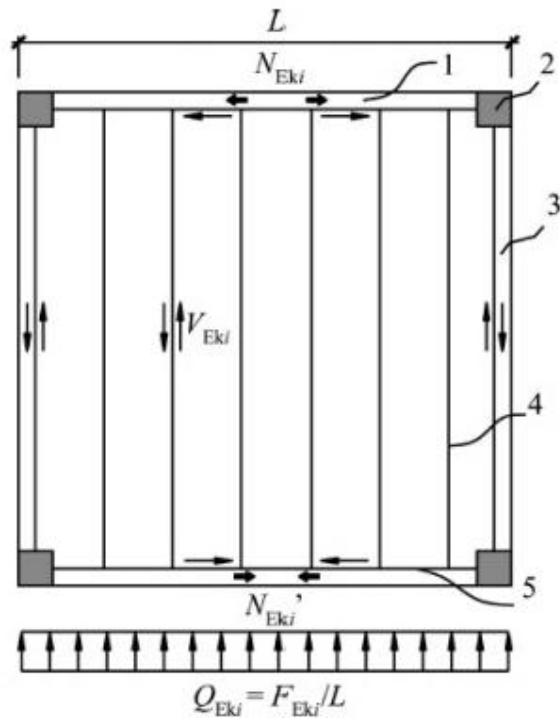
表5.3.2-2 转化系数 β_2 取值

场地类别	6度 (0.05g)	7度 (0.10g)	7度 (0.15g)	8度 (0.20g)	8度 (0.30g)
I类	1	1	1	1	
II类	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
III类	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
IV类	2.5	2.0	2.0	1.5	1.5

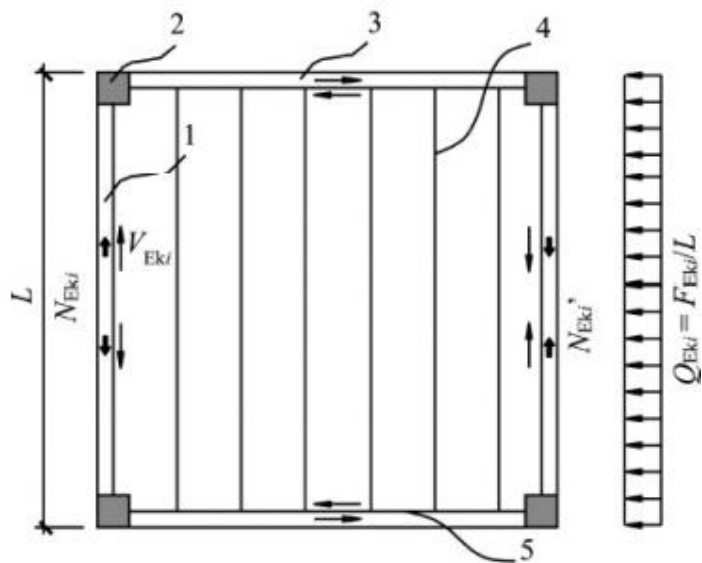
表5.3.2-3 振型参与系数 ζ_n 取值

结构类型	ζ_n
框架	0.7
框架剪力墙	0.85
其他	1.0

5.3.3 空心板楼盖可按深梁模型(图5.3.3)计算连接内力,并按第6.3.3条~第6.3.5条进行承载力验算。



(a) 水平地震作用方向与板跨方向平行



(b) 水平地震作用方向与板跨方向垂直

图5.3.3 空心板楼盖深梁模型

- L 深梁模型跨度； F_{Eki} i 层空心板楼盖所受水平地震作用标准值；
 N 深梁模型弦杆拉力标准值； N 深梁模型弦杆压力标准值；
 V_e 深梁模型接缝剪力标准值；1 弦杆；2 抗侧力构件；3 集力梁；
 4 纵向接缝；5 横向接缝

5.3.4 当空心板楼盖的支承构件为剪力墙时，尚应按下式计算剪力墙平面外地震作用引起的局部拉脱力：

$$F_{li} = 0.4\beta_1\alpha_{1m}k_i I_e G_{ki} \left(\frac{1 + 2h_i/h_n}{3} \right) \quad (5.3.4)$$

式中：F i层剪力墙平面外地震作用引起的局部拉脱力：不应小于4.5kN/m；
Gk i层参与计算剪力墙重力荷载标准值；
k 调整系数，一般情况下取1.0；对非刚性楼盖，取1.0+L_i/30.5 且不应大于2.0，L_i 为与剪力墙平面外垂直的空心板跨度(m)。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 空心板楼盖及空心板叠合楼盖宜按施工阶段不设支撑进行设计。

6.1.2 空心板叠合楼盖，内力计算应符合下列规定：

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

2 第二阶段：叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后，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。

6.1.3 空心板楼盖的承载力、裂缝及挠度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010有关规定进行验算；空心板叠合楼盖应根据施工阶段和使用阶段的不同受力模式-按本标准第6.2节分别进行承载力、裂缝及挠度验算。

6.1.4 空心板楼盖及空心板叠合楼盖受力裂缝控制应满足下列要求：

1 生产施工阶段，空心板楼盖及空心板叠合楼盖板底裂缝应按不低于二级控制；使用阶段，空心板楼盖及空心板叠合楼盖板底裂缝宜按不低于二级控制；

2 使用阶段，空心板叠合楼盖按连续板设计时，处于负弯矩

区的板顶裂缝宽度，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010有关规定。

6.1.5 空心板楼盖及空心板叠合楼盖的最大挠度应按荷载的标准组合，并考虑荷载长期作用的影响进行计算，其计算值不应超过表6.1.5规定的挠度限值。

表6.1.5 空心板楼盖及空心板叠合楼盖挠度限值

构件类型	挠度限值
当 $l \leq 7\text{m}$ 时	$l/2000, /250)$
当 $7\text{m} < l \leq 9\text{m}$ 时	$l/2500, /300)$
当 $l_0 > 9\text{m}$ 时	$l_0/3000, /400)$

注：1 表中 l 为计算跨度；

2 表中括号内的数值适用于使用上对挠度有较高要求的构件。

6.1.6 空心板楼盖及空心板叠合楼盖应通过可靠节点连接，将水平剪力传递到竖向抗侧力构件，并应符合本标准第6.3节有关规定。

6.2 竖向荷载作用下楼盖设计

6.2.1 空心板楼盖及空心板叠合楼盖的正截面受弯承载力应符合本标准第6.2.3条～第6.2.5条要求，弯矩设计值应按下列规定确定：

预制构件正弯矩区段

$$M = M_c + M_i Q \quad (6.2.11)$$

叠合构件正弯矩区段

$$M = M_c + M_x; + M Q \quad (6.2.12)$$

叠合构件负弯矩区段

$$M = M_x + M \quad (6.2.13)$$

式中： M 空心板自重和叠合层自重在设计截面产生的弯矩

设计值；

M 第二阶段装修面层、吊顶等自重在设计截面产生的弯矩设计值；

MQ 第一阶段施工可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值；

M 第二阶段可变荷载在设计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设计截面产生的弯矩设计值中的较大值。

6.2.2 空心板楼盖及空心板叠合楼盖的斜截面受剪承载力应符合本标准第6.2.6条~第6.2.7条要求，其中，施工阶段不设支撑的空心板叠合楼盖，剪力设计值应按下列规定确定：

预制构件

$$V=V_g + V_{iQ} \quad (6.2.21)$$

叠合构件

$$V=V_i + V_x + V_2 \quad (6.2.22)$$

式中： V_iG 空心板自重和叠合层自重在设计截面产生的剪力设计值；

V_x 第二阶段装修面层、吊顶等自重在设计截面产生的剪力设计值；

V_{iQ} 第一阶段施工可变荷载在设计截面产生的剪力设计值；

V 第二阶段可变荷载在设计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设计截面产生的剪力设计值中的较大值。

6.2.3 空心板楼盖及空心板叠合楼盖的正截面受弯承载力设计值应符合下列要求：

$$M \geq M \quad (6.2.3)$$

式中： M 空心板楼盖及空心板叠合楼盖的正截面受弯承载力设计值；

M 空心板楼盖及空心板叠合楼盖的正截面开裂弯矩值。

6.2.4 空心板楼盖及空心板叠合楼盖的正截面受弯承载力符合下式条件时，则可不遵守本标准式(6.2.3)的规定：

$$1.4M \leq M \quad (6.2.4)$$

6.2.5 空心板楼盖及空心板叠合楼盖正截面受弯承载力应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010)进行计算，并应计入空心板受弯承载力折减系数 V_m

6.2.6 空心板楼盖及空心板叠合楼盖斜截面受剪承载力应符合下列规定：

$$V \leq 0.7W \quad f \cdot b \cdot h; \quad (6.2.6)$$

式中：V 剪力设计值；

W 受剪承载力折减系数，见表6.2.6；

f 混凝土轴心抗拉强度设计值：按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定采用；

b 空心板楼盖及空心板叠合楼盖各实际肋宽之和；

h: 空心板楼盖及空心板叠合楼盖截面有效高度：取底部预应力筋截面重心至截面受压边缘的距离。

表6.2.6 空心板楼盖及空心板叠合楼盖受剪承载力折减系数表，

空心板高(mm)	200	210~250	260~300	310~380	390~500
I	1.0	0.95	0.85	0.70	0.60

6.2.7 空心板叠合楼盖的叠合界面粗糙度构造要求应符合本标准第6.4.10条的规定，其叠合面的剪力设计值应符合下列公式的要求：

$$\frac{V}{bh_n} \leq 0.4(\text{MPa}) \quad (6.2.7)$$

式中：b 预制层与叠合层接触面宽度。

6.2.8 生产阶段，空心板正截面边缘的混凝土法向应力应符合

下列规定:

$$\sigma \leq f_k \quad (6.2.81)$$

$$\sigma \leq 0.8f_k \quad (6.2.82)$$

式中: σ 生产阶段(包括制作、堆放、吊装等)相应的荷载标准组合下产生在构件计算截面受拉区、受压区边缘的混凝土法向拉应力、压应力(MPa);

f_k 、 f_k 与相应阶段对应龄期的混凝土立方体抗压强度 f_c 、相应的混凝土轴心抗拉强度标准值、轴心抗压强度标准值(MPa)。

6.2.9 施工阶段: 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:

$$\sigma_{ck1} = \sigma_{ck} + \sigma \quad (6.2.91)$$

上边缘混凝土法向应力:

$$\sigma_{ck2} = \sigma_{ck} + \sigma \quad (6.2.92)$$

混凝土法向应力 σ 、 σ_2 为拉应力时, 应满足公式(6.2.81)的要求; 混凝土法向应力 σ 、 σ_2 为压应力时: 应满足公式(6.2.82)的要求。

$$\sigma_{ck1} = \frac{M_{1k}}{W_{o1}} \quad (6.2.93)$$

$$\sigma_{ck2} = \frac{M_{1k}}{W_{o2}} \quad (6.2.94)$$

$$M_{1k} = M_{sk} + M_{io} \quad (6.2.95)$$

式中: σ_{ck} 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和上边缘混凝土的法向应力(MPa), 拉为正, 压为负;

σ_{pc} 叠合层浇筑阶段扣除相应预应力损失后在构件计算截面下边缘和上边缘混凝土的法向预应力(MPa), 拉为正, 压为负;

f_k, f_k	与相应阶段对应龄期的混凝土立方体抗压强度 f 。相应的混凝土轴心抗拉强度标准值、轴心抗压强度标准值(MIPa)；
Mk	第一阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值；
MIGk	第一阶段空心板自重标准值(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；
Mik	第一阶段施工可变荷载标准值在计算截面产生的弯矩值；
W	第一阶段空心板截面下边缘的弹性抵抗矩；
W ₂	第一阶段空心板截面上边缘的弹性抵抗矩。

6.2.10 使用阶段，空心板叠合楼盖板底裂缝按二级控制时，板底正截面边缘的混凝土法向应力应符合下列规定：

$$\sigma_{ck} + \sigma \leq yf \quad (6.2.101)$$

$$\sigma_{ck} = \frac{M_{1ck}}{W_{a1}} + \frac{M_2}{W_a} \quad (6.2.102)$$

$$M_{2k} = M_{zsk} + M_{2ck} \quad (6.2.103)$$

式中： σ_k 使用阶段按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(MPa)，拉为正，压为负；

σ 使用阶段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(MPa)，拉为正，压为负；

f_k 空心板混凝土轴心抗拉强度标准值(MPa)；

y 混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取值；

MIGk 第一阶段空心板自重标准值(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；

M_{2k} 第二阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值；

M_k 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；

M_k 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；

W_a 第一阶段空心板截面下边缘的弹性抵抗矩；

W 第二阶段空心板叠合截面下边缘的弹性抵抗矩。

6.2.11 空心板叠合楼盖，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：

$$B = \frac{M_1}{\left(\frac{D_{2k}}{D_{1k}} - 1\right) M_{1k} + \theta M_1 + M_2} \cdot B_{2k} \quad (6.2.111)$$

$$M_k = M_{1k} + M_{2k} \quad (6.2.112)$$

$$M_1 = M_{1k} + M_{x1k} + \phi \cdot M_{0k} \quad (6.2.113)$$

式中： θ 考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数：取 $\theta = 2.0$ ；

M_k 空心板叠合楼盖按荷载标准组合计算的弯矩值；

M 空心板叠合楼盖按荷载准永久组合计算的弯矩值；

B 空心板的短期刚度，按第6.2.12条计算；

B 空心板叠合楼盖第二阶段的短期刚度，按第6.2.12条计算；

ϕ 第二阶段可变荷载的准永久值系数。

6.2.12 空心板正弯矩区段内的短期刚度：可按下列规定计算。

1 空心板的短期刚度 B 可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定计算；

2 叠合构件第二阶段的短期刚度可按下列公式计算：

$$B_s = 0.7E_c I \quad (6.2.12)$$

式中： E_c 空心板的混凝土弹性模量；

- I 叠合构件换算截面的惯性矩，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构件混凝土的截面面积。

6.3 水平荷载作用下楼盖设计

6.3.1 空心板叠合楼盖水平剪力传递应符合下列规定：

1 一般情况下：水平剪力仅考虑通过现浇叠合层传递到竖向抗侧力构件；

2 当叠合界面水平剪切应力不大于0.4MPa时，可考虑预制部分与叠合层共同传递水平剪力。

6.3.2 空心板楼盖水平剪力传递应符合下列规定：

1 纵向接缝间水平剪力可通过下列方式进行传递：

1) 灌浆键槽传递；

2) 纵向接缝连接件传递；当采用剪切摩擦原理的钢筋连接，作为纵向接缝连接件时，灌浆键槽传递方式与纵向接缝连接件传递方式不应叠加使用；

3) 与纵向接缝垂直的板端钢筋混凝土构件传递。

2 横向接缝间的剪力应通过灌缝或灌孔中的连接钢筋传递；

3 水平荷载在板与梁连接处产生的剪力直接作用在竖向抗侧力构件上或通过集力梁(图5.3.3)传递到竖向抗侧力构件上。板梁连接处宜仅考虑纵向接缝连接件的抗剪作用。

6.3.3 空心板楼盖连接节点抗震承载力设计值，应符合下列规定：

$$V_j \leq V_{jE} / YRF \quad (6.3.31)$$

$$N_j \leq N_j / YRF \quad (6.3.32)$$

式中： V_{jE} 水平地震作用下-楼盖连接节点剪力设计值；

N_j 水平地震作用下-楼盖连接节点拉力设计值；

V_{jE} 水平地震作用下，楼盖连接节点受剪承载力设计值；

NE 水平地震作用下，楼盖连接节点受拉承载力设计值；

YRF 楼盖连接节点承载力抗震调整系数，取1.0。

6.3.4 纵向接缝灌浆键槽水平受剪承载力设计值应按下式计算：

$$V_{in}=t.h;l; \quad (6.3.4)$$

式中： 灌浆键槽抗剪强度设计值，取0.4MPa；

h； 纵向接缝间灌浆键槽净高；

l； 纵向接缝间灌浆键槽计算长度。

6.3.5 板板间或板梁间，采用钢筋连接时，其水平受剪承载力和受拉承载力应按下式计算：

$$V_{im}=0.75\mu f_y A_s \quad (6.3.51)$$

$$N_{i正}=0.9f_y A_s \quad (6.3.52)$$

式中： μ 剪切摩擦系数，按表6.3.5取值；

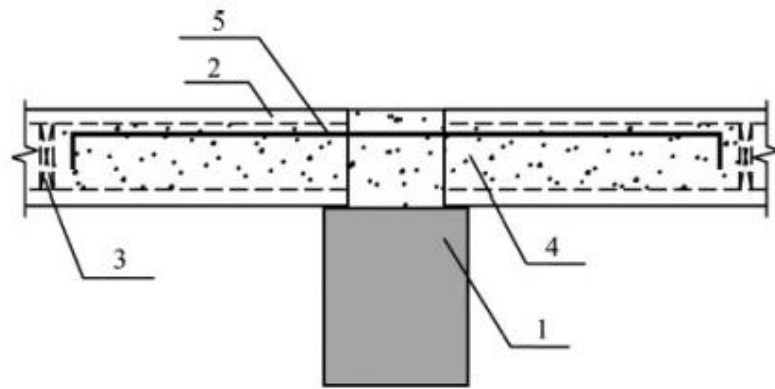
f_y 普通钢筋抗拉强度设计值；

A 受剪区横向普通钢筋的截面面积；

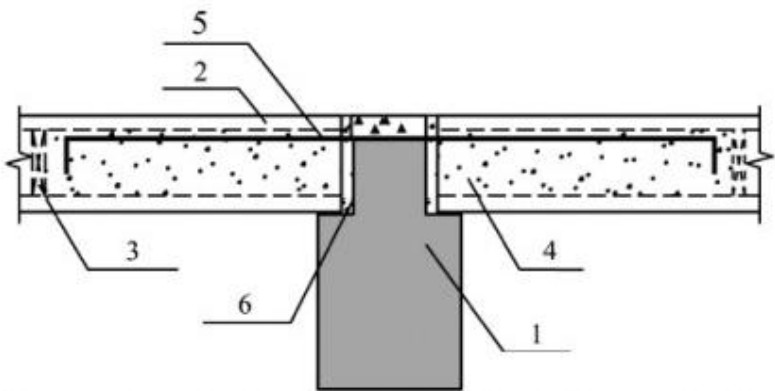
A 受拉区纵向普通钢筋的截面面积。

表6.3.5 剪切摩擦系数 μ 取值

接缝类型		剪切摩擦系数 μ
纵向接缝	接缝表面有粗糙面(Gmm凹凸差)	1.0
	接缝表面无粗糙面	0.6
横向接缝 (图6.3.5)	支承构件板厚范围内混凝土与板端灌孔混凝土一次浇筑成型	1.4
	支承构件板厚范围内混凝土与板端灌孔混凝土非一次浇筑成型，接缝表面有粗糙面(Gmm凹凸差)	1.0
	支承构件板厚范围内混凝土与板端灌孔混凝土非一次浇筑成型，接缝表面无粗糙面	0.6



(a) 支承构件板厚范围内混凝土与板端灌孔混凝土一次浇筑成型



(b) 支承构件板厚范围内混凝土与板端灌孔混凝土非一次浇筑成型

图6.3.5 横向接缝类型示意

1 支承构件；2 空心板；3 板孔堵头；4 混凝土灌孔；5 连接钢筋；6 接缝表面

6.4 构造规定

6.4.1 空心板的横截面(图6.4.1),应符合下列规定:

1 空心孔洞形状、大小及数量应根据受力及生产需要确定。孔洞周围实心部分尺寸应符合表6.4.1的规定;

表6.4.1 孔洞周围实心部分尺寸

空心板厚度H	边肋宽度b	中肋宽度b	板面厚度	板底厚度
$100\text{mm}=H<<200\text{mm}$	225mm	25mm	20mm	20mm
$200\text{mm}\leq H<380\text{mm}$	30mm	30mm	25mm	25mm
$380\text{mm}\leq H<500\text{mm}$	235mm	35mm	30mm	30mm

2 空心板的宽度应根据生产设备及工程实际需要确定，宜取1200mm；高度应满足承载力和刚度要求；

3 空心板纵向侧边宜设成齿形，传递板间剪力。

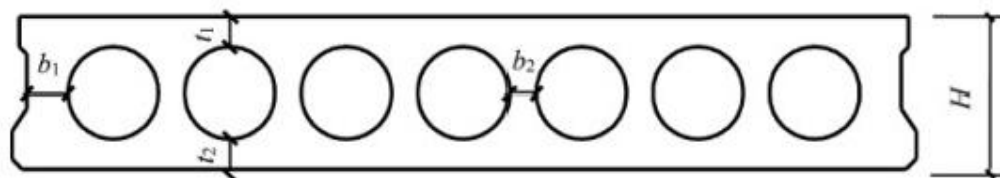


图6.4.1 空心板截面形式示意

(注：孔型仅作示意)

6.4.2 空心板侧边键槽拼缝宜密拼(图6.4.2)。拼缝上口宽度 b ，不宜小于20mm。

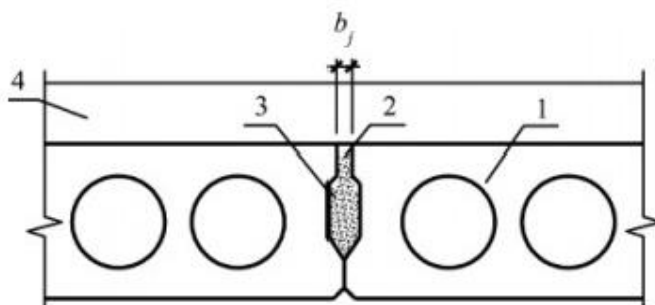


图6.4.2 侧边拼缝构造形式

1 空心板；2 板间灌缝；3 锯齿边；4 叠合层(若需要)

6.4.3 空心板轴线跨度 L 与板的截面高度 h 的比值：屋面板 L/h 不宜大于50；楼板 L/h 不宜大于40。

6.4.4 预应力筋的张拉控制应力 σ 。m不应大于 $0.75f_{tk}$ 且不应小于 $0.4f_{tk}$ ；当要求部分抵消由于应力松弛、摩擦、钢筋分批张拉以及预应力筋与张拉台座之间的温差等因素产生的预应力损失时，张拉控制应力限值可相应提高 $0.05f_{tk}$

6.4.5 预应力筋公称直径不应小于5mm，不宜大于15.2mm。

6.4.6 先张法预应力筋之间的净间距不宜小于其公称直径的2.5倍和12.5mm，且应符合下列规定：

1 预应力钢丝：不应小于15mm；

- 2 三股钢绞线，不应小于20mm；
- 3 七股钢绞线，不应小于25mm。

6.4.7 空心板叠合楼盖所属建筑物的设防烈度不高于7度：且空心板厚度不大于250mm 时，叠合层厚度不应小于60mm；其余情况叠合层厚度不宜小于80mm。

6.4.8 空心板叠合楼盖叠合层配筋应符合下列规定：

- 1 叠合层混凝土厚度小于100mm 时，可采用单层双向配筋；
- 2 叠合层混凝土厚度不小于100mm 时，可采用双层双向配筋；
- 3 按叠合层截面计算单向配筋率不应小于0.2%。钢筋直径不宜小于6mm,间距不宜大于200mm；
- 4 钢筋保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008和《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；
- 5 叠合层钢筋应按抗震受拉钢筋锚入支座内。

6.4.9 当空心板叠合楼盖按连续板设计时，负弯矩区受力钢筋按叠合构件全截面计算的最小配筋率及钢筋锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构设计规范》GB 50010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，支座负弯矩钢筋若采用分离式布置：钢筋截断位置至支座边长度不应小于1/3。

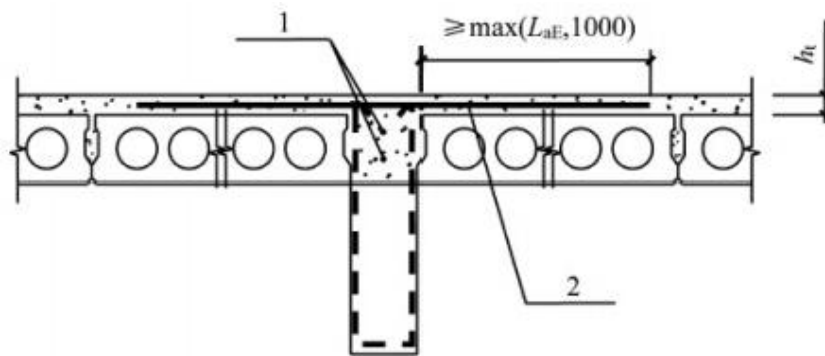
6.4.10 当叠合层混凝土强度小于C40 时，空心板与叠合层接触的表面应做成凹凸差不小于4mm 的粗糙面，且粗糙面的面积占比大于80%。

6.4.11 空心板侧边与混凝土梁、钢梁翼缘、剪力墙或砌体墙的连接节点(图6.4.111~图6.4.114)：应符合下列规定：

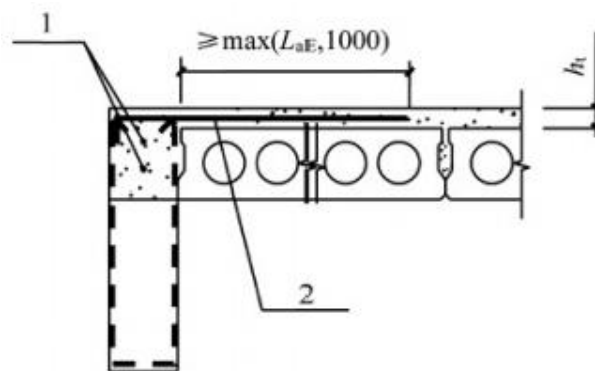
- 1 空心板侧边不宜伸进混凝土梁、钢梁翼缘、剪力墙或砌体墙内；
- 2 支座纵筋：有叠合层时，应沿板厚范围通长均匀布置且在

两端进行抗震锚固，直径不应小于12mm，与梁连接时，数量不应少于2根；可用梁纵筋替代，与墙连接时，中间支座处数量不应少于2根，边支座处数量不应少于4根；砌体墙附加钢筋直径不应小于8mm，间距不应大于200mm；无叠合层时：支座纵筋及附加钢筋均应计算确定；

3 垂直板跨方向配置的板侧拉结抗剪钢筋：有叠合层时，设置在叠合层内，伸入板侧支座长度应满足抗震锚固要求，伸入板内锚固长度不应小于 L 正和1000mm 的较大值，直径不应小于6mm；间距不应大于800mm；无叠合层时，钢筋应计算确定，位置宜避开跨中区域，尽量分布于板端1/4跨度范围内，伸入板侧支座长度应满足抗震锚固要求，伸入板内钢筋锚固长度不应小于 L （图6.4.115）。



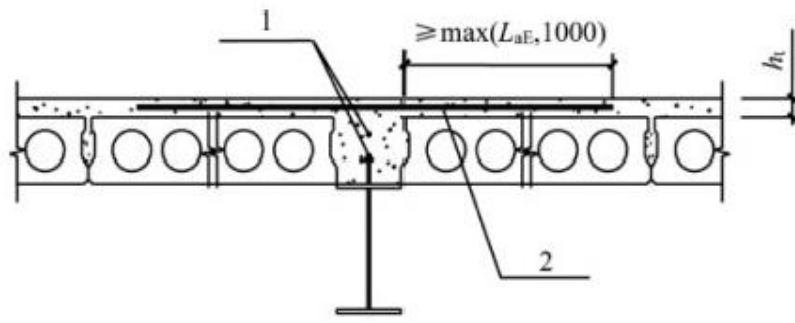
(a) 中节点



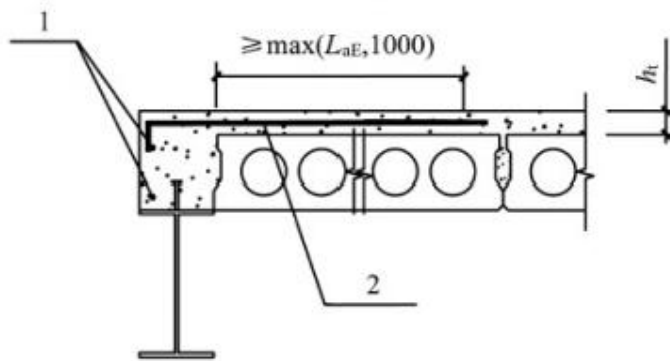
(b) 边节点

图6.4.11-1 板侧与钢筋混凝土梁连接节点

1 支座纵筋；2 板侧拉结抗剪钢筋； h_c 叠合层厚度； L 锚固长度



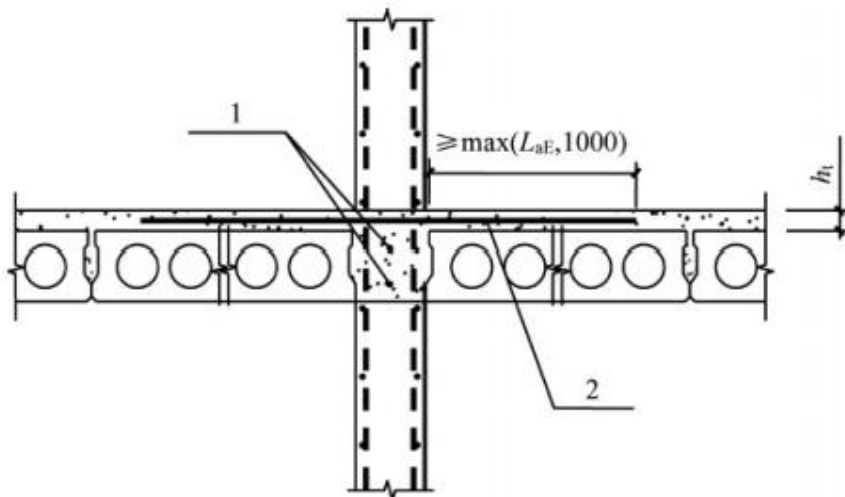
(a) 中节点



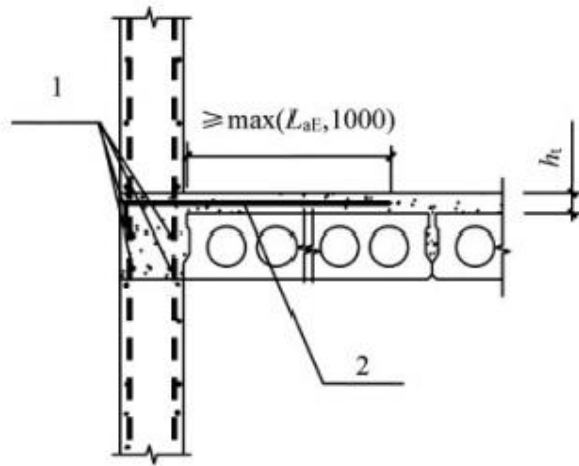
(b) 边节点

图6. 4. 11-2 板侧与钢梁连接节点

1 支座纵筋; 2 板侧拉结抗剪钢筋; h 叠合层厚度; L 锚固长度



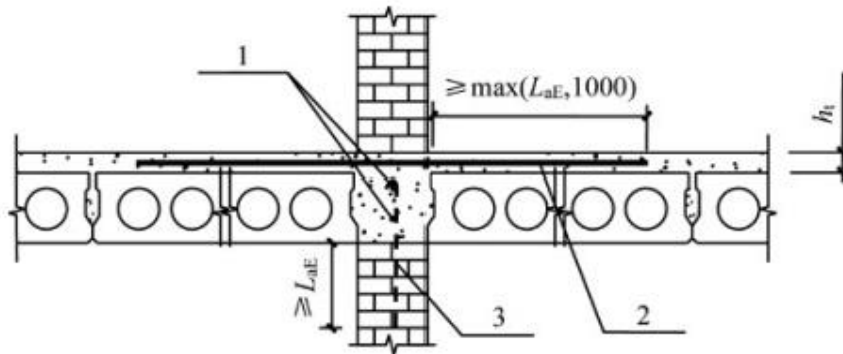
(a) 中节点



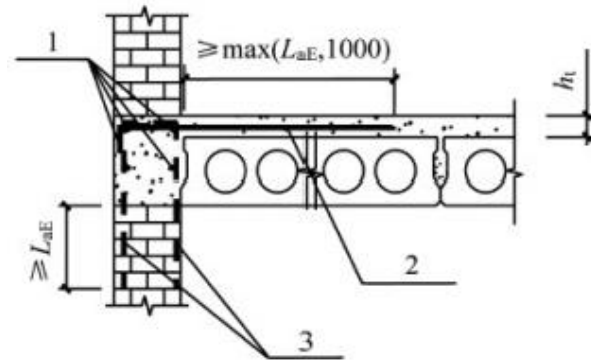
(b) 边节点

图6. 4. 11-3 板侧与剪力墙连接节点

1 支座纵筋; 2 板侧拉结抗剪钢筋; 左 叠合层厚度; L 锚固长度



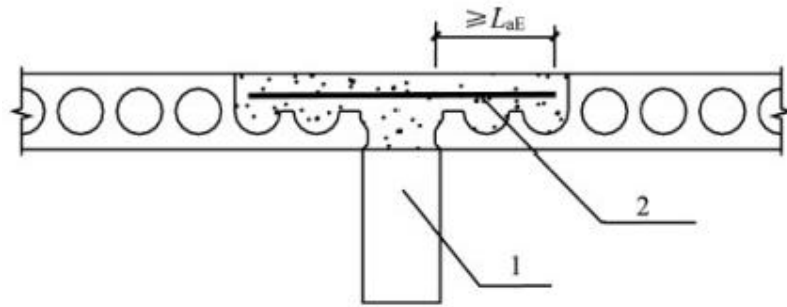
(a) 中节点



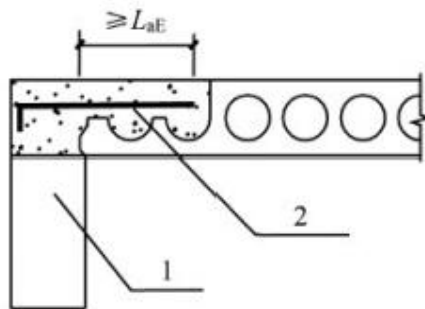
(b) 边节点

图6. 4. 11-4 板侧与砌体墙连接节点

1 支座纵筋; 2 板侧拉结抗剪钢筋; 3 附加钢筋; h 叠合层厚度; L_i 锚固长度



(a) 中节点



(b) 边节点

图6.4.11-5 无叠合层板侧拉结抗剪钢筋连接示意

1 板侧支座；2 板侧拉结抗剪钢筋；L 锚固长度

6.4.12 空心板板端应设置堵头，堵头至板端范围内空心孔洞应采用强度等级不低于C30的混凝土浇灌密实，当孔端承受上部竖向结构构件压力时，灌注的混凝土强度等级不应小于竖向墙柱构件的混凝土强度等级。堵头深度应符合下列规定：

1 不应小于空心板板端支承长度 α ；和100mm的较大值；

2 当空心板板端承受上部竖向结构构件局部压力时：不应小于空心板板端支承长度 α ；和楼板厚度 h 之和，且不应小于100mm(图6.4.12)；

3 当空心孔洞配有钢筋时，堵头深度尚不应小于钢筋锚固长度。

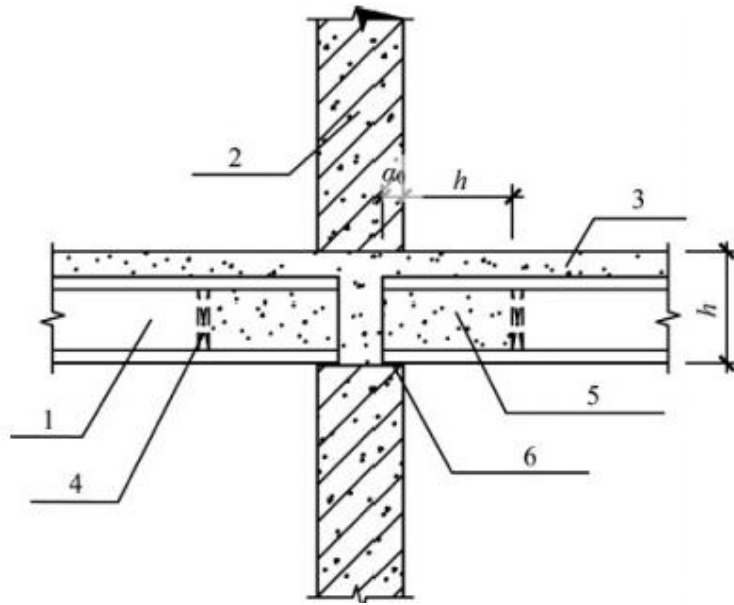


图6.4.12 孔端承受上部竖向结构构件局部压力堵头示意

- 1 空心板; 2 竖向结构构件; 3 叠合层; 4 板孔堵头; 5 混凝土灌孔;
G 坐浆或垫片; a ;空心板板端支承长度; h 楼板厚度

6.4.13 空心板板端与混凝土梁、钢梁翼缘、剪力墙或砌体墙的连接节点(图6.4.131~图6.4.134),应符合下列规定:

1 空心板板端支承长度 a ;不宜小于 $L/180$ 和 50mm 的较大值;

2 沿板跨方向配置的板端拉结抗剪钢筋:伸入板端支座长度应满足抗震锚固要求,伸入板内锚固长度不应小于 L 和 1000mm 的较大值;有叠合层时,钢筋可按构造配置在板间灌缝处,直径不应小于 8mm ,间距不应大于 1200mm ;无叠合层时,钢筋应计算确定,抗震设防烈度高于7度时,尚应将不小于总数二分之一的拉结抗剪钢筋布置于板孔内,板孔内钢筋布置区域应用混凝土浇灌密实,堵头深度不应小于钢筋锚固长度;

3 支座纵筋、砌体墙或剪力墙附加钢筋要求同6.4.11条规定。

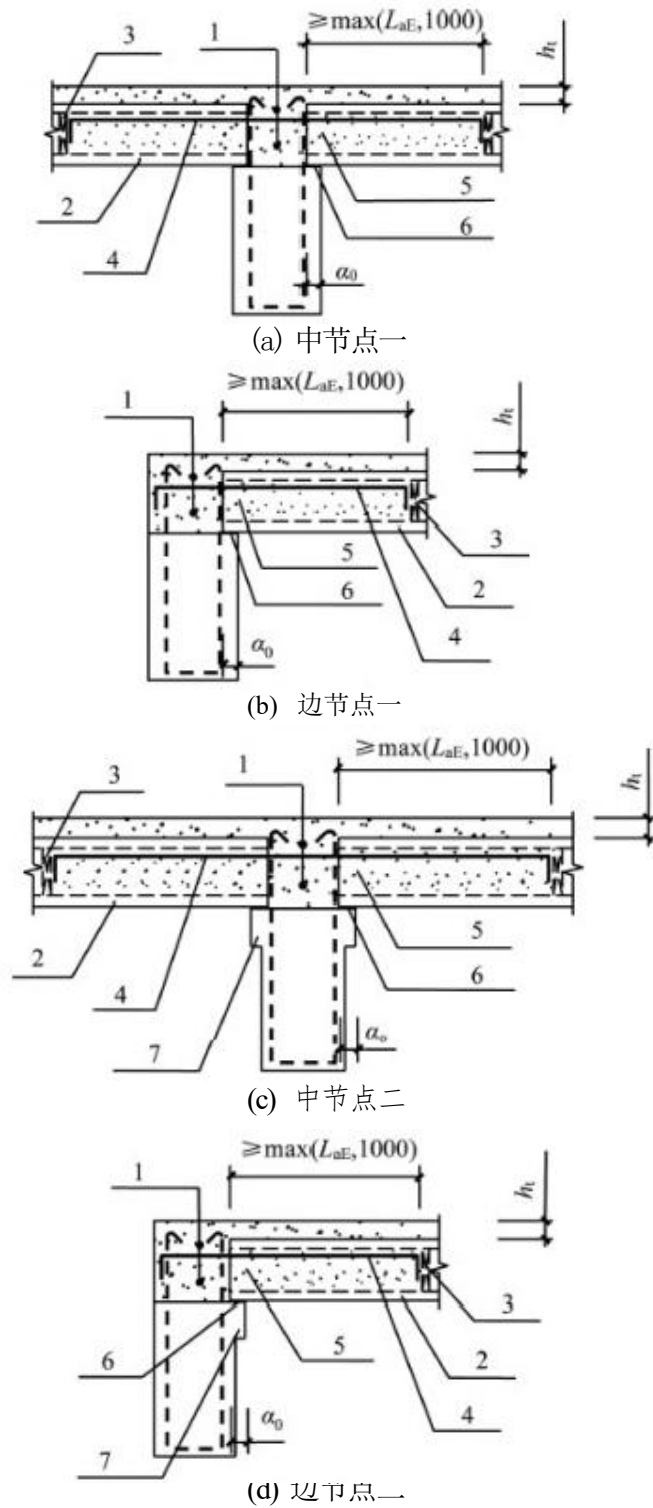
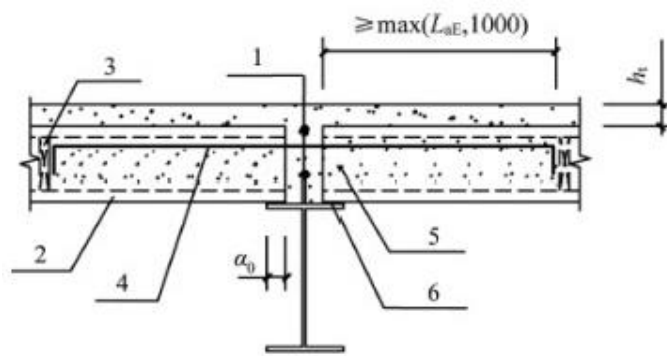


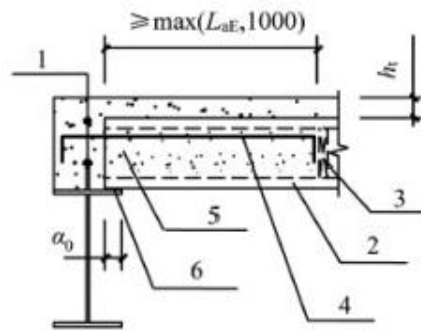
图6.4.13-1 板端与钢筋混凝土梁连接节点

1 支座纵筋; 2 空心板; 3 板孔堵头; 4 板端拉结抗剪钢筋; 5 混凝土灌孔;
G 坐浆或垫片; 7 钢筋混凝土或角钢支承; h 叠合层厚度; L 锚固长度;

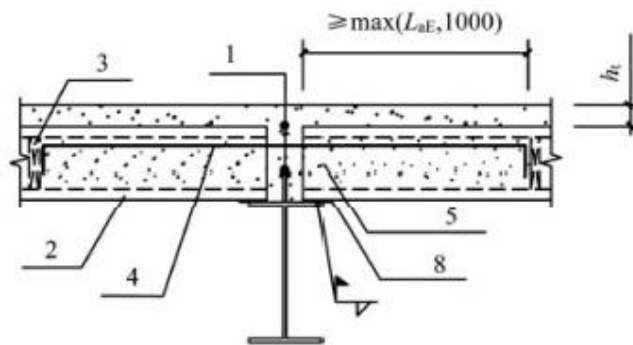
a 空心板端支承长度



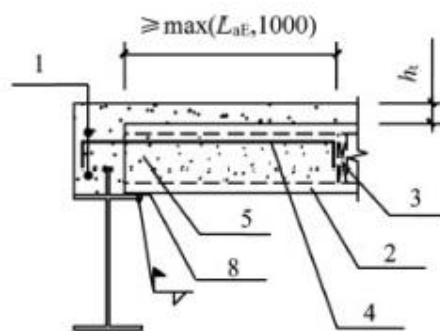
(a) 中节点一



(b) 边节点一



(c) 中节点二



(d) 边节点二

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/817164062125006145>