

前 言

根据原建设部《关于印发〈二〇〇二~二〇〇三年度工程建设城建、建工行业标准制定、修订计划〉的通知》(建标 [2003] 104 号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验;参考有关国际标准和国外先进标准,在广泛征求意见的基础上,编制本规程。

本规程的主要技术内容是:1. 总则;2. 术语和符号;3. 材料;4. 基本规定;5. 结构分析方法;6. 结构构件计算;7. 构造规定;8. 施工及验收。

本规程由住房和城乡建设部负责管理,由中冶建筑研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送至中冶建筑研究总院有限公司(地址:北京市海淀区西土城路 33 号,邮编:100088)。

本 规 程 主 编 单 位:中冶建筑研究总院有限公司

本 规 程 参 编 单 位:长沙巨星轻质建材股份有限公司

中国京冶工程技术有限公司

中国建筑科学研究院

北京市建筑工程研究院有限责任公司

重庆大学

北京东方京宁建材科技有限公司

深圳大学建筑设计研究院

中国电子工程设计院

北京市建筑工程设计有限责任公司

西安建筑科技大学

中国建筑材料科学研究总院

本规程主要起草人员:吴转琴 尚仁杰 刘 航 胡 萍

元宏华	李 萍	徐 焱	徐金声
刘 畅	李培彬	姚谦峰	文 辉
周建锋	刘景亮	范蕴蕴	蒋方新
周 时	秦士洪	全学友	翁端衡
马克俭	叶列平	李云贵	宋玉普
吴 徽	范 重	束伟农	李晨光
杨伟军	束七元		

本规程主要审查人员：

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	材料	7
3.1	混凝土	7
3.2	普通钢筋	7
3.3	预应力筋及锚固系统	7
3.4	填充体	7
4	基本规定	11
4.1	结构布置原则	11
4.2	截面特性计算	11
5	结构分析方法	14
5.1	一般规定	14
5.2	拟板法	15
5.3	拟梁法	17
5.4	经验系数法	18
5.5	等代框架法	23
6	结构构件计算	27
6.1	一般规定	27
6.2	设计计算原则	27
6.3	承载力极限状态计算	28
6.4	正常使用极限状态验算	30
7	构造规定	32
7.1	一般规定	32

7.2 柔性支承楼盖	36
7.3 柱支承楼盖	37
8 施工及验收	39
8.1 施工要点	39
8.2 材料进场验收	41
8.3 工程施工质量验收	42
附录 A 填充体检验方法	44
附录 B 空心楼板自重、折实厚度、体积空心率计算	47
附录 C 正交各向异性板的等效各向同性板法	48
附录 D 施工流程	50
附录 E 填充体质量验收记录表	51
本规程用词说明	55
引用标准名录	56

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	4
3	Materials	7
3.1	Concrete	7
3.2	Ordinary Reinforcement	7
3.3	Prestressing Tendon and Prestressed Anchoring System	7
3.4	Filler	7
4	Fundamental Principle	11
4.1	Structural Arrangement Principle	11
4.2	Section Properties	11
5	Methods of structural analysis	14
5.1	General Requirements	14
5.2	Analogue Slab Method	15
5.3	Analogue Cross Beam Method	17
5.4	Empirical Coefficient Method	18
5.5	Equivalent Frame Method	23
6	Calculation of Structure Members	27
6.1	General Stipulations	27
6.2	Principles of Structure Calculation and Design	27
6.3	Ultimate Limit States	28
6.4	Serviceability Limit States	30
7	Detailing Requirements	32

7.1	General Requirements	32
7.2	Flexible Edge Supported Floor System	36
7.3	Column Supported Floor System	37
8	Construction and Acceptance	39
8.1	Construction Points	39
8.2	Material Approach Acceptance	41
8.3	Construction Quality Acceptance	42
Appendix A	Check Method of Filler	44
Appendix B	Calculations of Weight, Converted Thickness and Volumetric Void Ratio of Hollow Slab	47
Appendix C	Equivalent Isotropic Plate Method of Orthotropic Plate	48
Appendix D	Construction Technological Process	50
Appendix E	Filler Quality Acceptance Forms	51
	Explanation of Wording in This Specification	55
	List of Quoted Standards	56

1 总 则

1.0.1 为使现浇混凝土空心楼盖的设计、施工做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑及一般构筑物的现浇钢筋混凝土及预应力混凝土空心楼盖结构的设计、施工及验收。

1.0.3 现浇混凝土空心楼盖的设计、施工及验收除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 现浇混凝土空心楼板 cast-in-situ concrete hollow slab
采用内置或外露填充体，经现场浇筑混凝土形成的空腔楼板。

2.1.2 现浇混凝土空心楼盖 cast-in-situ concrete hollow floor structure

由现浇混凝土空心楼板和支承梁（或暗梁）等水平构件形成的楼盖结构。

2.1.3 刚性支承楼盖 rigid edge supported floor structure

由墙或竖向刚度较大的梁作为楼板竖向支承的楼盖。

2.1.4 柔性支承楼盖 flexible edge supported floor structure

由竖向刚度较小的梁作为楼板竖向支承的楼盖。

2.1.5 柱支承楼盖 column supported floor structure

由柱作为楼板竖向支承，且支承间没有刚性梁和柔性梁的楼盖。

2.1.6 填充体 filler

永久埋置于现浇混凝土楼板中，置换部分混凝土以达到减轻结构自重的物体。按形状和成型方式可分为：管状成型的填充管、棒状成型的填充棒、箱状成型的填充箱、块状成型的填充块和板状成型的填充板等。

2.1.7 内置填充体 embedded filler

埋置于现浇混凝土楼板中，表面均不外露的填充体。

2.1.8 外露填充体 exposed filler

埋置于现浇混凝土楼板中，其上表面或下表面或上、下表面暴露于楼板表面的填充体。

2.1.9 体积空心率 volumetric void ratio

现浇混凝土楼板区格内填充体的体积与楼板体积的比值。填充体的体积包括了填充体材料的体积和内部空腔的体积。

2.1.10 表观密度 apparent density

自然状态下填充体的质量与体积的比值。

2.1.11 肋 rib

同一柱网内相邻填充体侧面之间、端面之间形成的混凝土区域。

2.1.12 主肋 main-rib

现浇混凝土空心楼板中相邻填充板之间形成的肋。

2.1.13 次肋 secondary-rib

现浇混凝土空心楼板中填充板内相邻轻质芯块间形成的肋。

2.1.14 肋间距 rib spacing

相邻两肋中心线之间的距离。

2.1.15 翼缘厚度 flange depth

填充体上、下表面分别至现浇混凝土空心楼板顶面、底面的距离。

2.1.16 拟板法 analogue slab method

将现浇混凝土空心楼板等效为实心板进行内力和变形分析的计算方法。

2.1.17 拟梁法 analogue cross beam method

将现浇混凝土空心楼板等效为双向交叉梁系进行内力和变形分析的计算方法。

2.1.18 经验系数法 empirical coefficient method

用弯矩分配系数计算现浇混凝土空心楼盖各板带控制截面弯矩的计算方法。

2.1.19 等代框架法 equivalent frame method

在两个方向将柱支承楼盖或柔性支承楼盖等效成以柱轴线为中心的连续框架分别进行内力分析的计算方法。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

- E_c —— 混凝土弹性模量；
 E_{cb} —— 梁混凝土弹性模量；
 E_{cs} —— 板混凝土弹性模量；
 E_{cc} —— 柱混凝土弹性模量；
 E_x —— 正交各向异性板 x 向弹性模量；
 E_y —— 正交各向异性板 y 向弹性模量；
 G_{xy} —— 正交各向异性板剪变模量；
 g_{fil} —— 填充体表观密度；
 ν_c —— 混凝土泊松比；
 ν_x —— 正交各向异性板 x 向泊松比；
 ν_y —— 正交各向异性板 y 向泊松比。

2.2.2 作用、作用效应

- G_{fil} —— 楼板区格内填充体重量；
 M_0 —— 计算板带在计算方向一跨内的总弯矩设计值；
 M_{x1} 、 M_{y1} 、 M_{x1y1} —— 等效各向同性板 x 向弯矩、 y 向弯矩以及扭矩；
 M_x 、 M_y 、 M_{xy} —— 正交各向异性板 x 向弯矩、 y 向弯矩以及扭矩。

2.2.3 几何参数

- A_a 、 A_p —— 圆形截面填充体空心楼板纵向、横向截面积；
 b —— 计算单元宽度；计算板带宽度；等代框架梁计算宽度；
 b_b —— 梁截面宽度；拟梁宽度；
 b_c —— 柱截面宽度；
 b_w —— 计算截面肋宽；

- c_2 —— 等代框架法中垂直于板跨度 l_1 方向的柱（柱帽）宽；
- D —— 圆形截面填充体直径；
- h —— 楼板厚度；
- h_0 —— 楼板截面有效高度；
- h_c —— 柱截面高度；
- h_{con} —— 空心楼板折实厚度；
- I_1 —— 等代框架中梁板在柱（柱帽）边缘处的截面惯性矩；
- I_0 —— 计算单元等宽度实心楼板截面惯性矩；
- I_a 、 I_p —— 圆形截面填充体空心楼板纵向、横向截面惯性矩；
- I_c —— 柱在计算方向的截面惯性矩；
- K_c —— 等代框架法中柱的抗弯线刚度；
- K_{ec} —— 等代框架法中等效柱的抗弯线刚度；
- K_t —— 等代框架法中柱两侧抗扭构件的抗扭刚度；
- l_1 —— 经验系数法及等代框架法中板计算方向跨度；
- l_2 —— 经验系数法及等代框架法中板垂直于计算方向的跨度；
- l_x —— 正交各向异性板 x 向计算跨度；刚性支承双向板长跨跨度；
- l_y —— 正交各向异性板 y 向计算跨度；刚性支承双向板短跨跨度；
- l_{x1} 、 l_{y1} —— 等效各向同性板 x 向和 y 向跨度；
- l_n —— 计算方向板的净跨。

2.2.4 计算系数及其他

- C —— 经验系数法计算中的截面抗扭常数；
- k —— 正交各向异性板 y 向与 x 向的弹性模量

比；填充管（棒）空心楼板横向与纵向惯性矩比；

α_1 ——经验系数法计算中计算方向梁与板截面抗弯刚度的比值；

α_2 ——经验系数法计算中垂直于计算方向梁与板截面抗弯刚度的比值；

β ——填充管（棒）空心楼板横向受剪承载力调整系数；

β_b ——等代框架计算中抗扭刚度增大系数；

β_t ——经验系数法中抗扭刚度系数；

ρ_{void} ——体积空心率。

3 材 料

3.1 混 凝 土

3.1.1 用于现浇混凝土空心楼盖的混凝土强度等级，钢筋混凝土楼盖不宜低于 C25，预应力混凝土楼盖不宜低于 C40，且不应低于 C30。

3.2 普 通 钢 筋

3.2.1 现浇混凝土空心楼盖的普通纵向受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400 和 HRBF500 钢筋，也可采用 HPB300、HRB335、HRBF335、RRB400 钢筋。

3.3 预 应 力 筋 及 锚 固 系 统

3.3.1 现浇预应力混凝土空心楼盖的预应力筋宜优先选用高强低松弛钢绞线，必要时也可选用钢丝束、纤维预应力筋等性能可靠的预应力筋，其性能应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 和《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 等相关标准的规定。

3.3.2 预应力可采用有粘结、无粘结、缓粘结等技术体系，其性能应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 和《缓粘结预应力钢绞线》JG/T 369 的规定。

3.3.3 预应力锚固系统应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的规定。

3.4 填 充 体

3.4.1 用于现浇混凝土空心楼盖的填充体材料，氯化物和碱的

总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；正常使用环境下不应产生有损人身健康及环境的有害成分，火灾时防火等级要求时间内不得产生析出楼板的有毒气体。

3.4.2 填充管、填充棒的规格尺寸应根据具体工程需要确定，外径可取 100mm~500mm，尺寸允许偏差应符合表 3.4.2 的规定，检验方法应按本规程附录 A 的规定执行。填充管、填充棒的外观质量应符合下列要求：

- 1 表面应平整，无明显贯通性裂纹、孔洞；
- 2 填充管管端应封堵密实、牢固；
- 3 当填充棒有外裹封闭层时，封裹应密实，粘附应牢固。

表 3.4.2 填充管、填充棒尺寸允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
长度 (mm)	$L \leq 500$	±8
	$L > 500$	±10
断面尺寸 (mm)	$D \leq 300$	±5
	$D > 300$	±8
轴向表面平直度 (mm)	$L \leq 500$	5
	$L > 500$	8

3.4.3 填充箱、填充块的规格尺寸应根据具体工程需要确定，边长可取 400mm~1200mm，尺寸允许偏差应符合表 3.4.3 的规定，检验方法应按本规程附录 A 的规定执行。当内置填充箱、填充块的底面短边尺寸大于 600mm 时，宜在中部设置竖向穿孔。填充箱、填充块外观质量应符合下列规定：

- 1 表面应平整，无明显贯通性裂纹、孔洞；
- 2 填充箱应具有可靠的密封性；
- 3 外露填充箱的外露面侧边应与楼盖混凝土有可靠连接。

表 3.4.3 填充箱、填充块尺寸允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
边 长	+5, -8
高 度	+5, -8
表面平整度	5
两对角线长度差	10

3.4.4 填充板的规格尺寸应根据具体工程需要确定，边长可取 800mm~1800mm，厚度可取 80mm~500mm，尺寸允许偏差应符合表 3.4.4 的规定，检验方法应按本规程附录 A 的规定执行。填充板外观质量应符合下列规定：

- 1 填充板表面应平整，轻质芯块应排列整齐；
- 2 连接网不应有脱落；
- 3 轻质芯块表面不应有明显破损，大小应满足混凝土浇筑密实的要求。

表 3.4.4 填充板的尺寸允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
轻质芯块	边长、厚度	+5, -8
	表面平整度	8
连接网	间距	±5
	表面平整度	8
整体板	边长、厚度	+5, -8
	表面平整度	8

3.4.5 填充体的物理力学性能应符合表 3.4.5 的规定，检验方法应按本规程附录 A 的规定执行。

表 3.4.5 填充体的物理力学性能要求

项 目	技 术 指 标
表观密度 (kg/m ³)	15.0~500.0
48h 浸泡后局部抗压荷载 (kN)	≥1.0

续表 3.4.5

项 目	技 术 指 标
自然吸水率 (%)	≤5
抗振动冲击	φ30 振动棒紧贴内置表面振动 1min, 不出现贯通性裂纹及破损

注：1 当外露填充箱上表面为混凝土，且与现浇混凝土同样受力时，上表面质量和体积可不计入表观密度计算；

2 填充板的局部抗压强度是指轻质芯块的局部抗压强度。

4 基本规定

4.1 结构布置原则

- 4.1.1 现浇混凝土空心楼盖的结构布置应受力明确、传力合理。
- 4.1.2 现浇混凝土空心楼板为单向板时，填充体长向应沿板受力方向布置。
- 4.1.3 现浇混凝土空心楼板为双向板时，填充体宜为平面对称形状，并宜按双向对称布置；当为填充管、填充棒等平面不对称形状时，其长向宜沿受力较大的方向布置。
- 4.1.4 直接承受较大集中静力荷载的楼板区域，不宜布置填充体；直接承受较大集中动力荷载的楼板区格，不应采用空心楼板。

4.2 截面特性计算

- 4.2.1 双向布置填充体的现浇混凝土空心楼板，两正交方向的截面特性应按下列规定计算：

1 选取两相邻填充体中心线之间的范围作为一个计算单元(图 4.2.1-1)。

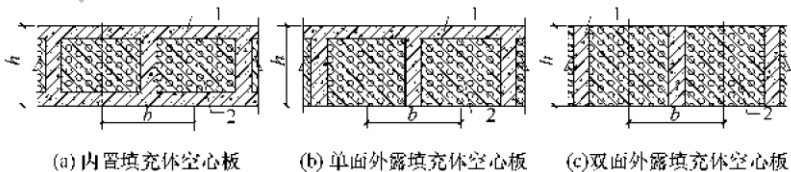


图 4.2.1-1 现浇混凝土空心楼板截面示意图

1—混凝土；2—填充体

- 2 当填充体为内置填充体、单面外露填充体和双面外露填充体时，可将计算单元分别简化为 I 形截面、T 形截面和矩形截

面来计算其截面积 A 和截面惯性矩 I (图 4.2.1-2)。

3 当填充体外壳为混凝土且与现浇混凝土可靠连接时, 可将填充体外壳计入混凝土截面内计算截面特性。

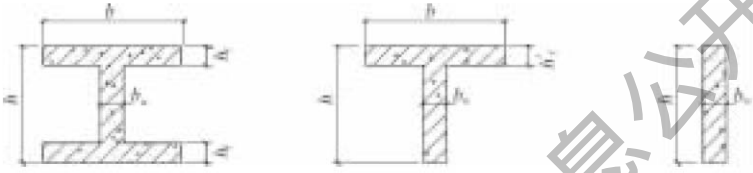


图 4.2.1-2 截面计算单元示意图

4.2.2 当内置填充体为圆形截面且圆心与板形心一致时, 可取宽度 $D+b_w$ 为一个计算单元 (图 4.2.2), 其截面积和截面惯性矩的计算应符合下列规定:

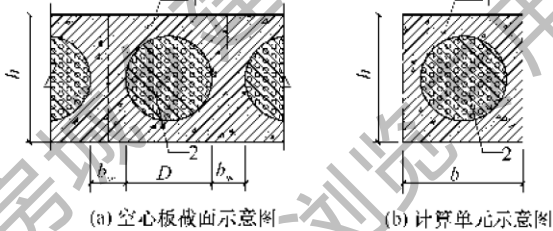


图 4.2.2 圆形截面填充体空心板

1—混凝土; 2—填充体

1 空心楼板沿填充体纵向的截面积和截面惯性矩应按下列公式计算:

$$A_a = bh - \frac{1}{4}\pi D^2 \quad (4.2.2-1)$$

$$I_a = \frac{bh^3}{12} - \frac{\pi D^4}{64} \quad (4.2.2-2)$$

式中: A_a 、 I_a ——纵向一个计算单元宽度内空心楼板截面积 (mm^2)、截面惯性矩 (mm^4);

D ——填充体直径 (mm);

b_w ——肋宽 (mm)；

b ——计算单元宽度 (mm)，大小为 $D + b_w$ ；

h ——楼板厚度 (mm)。

2 空心楼板沿填充体横向的截面积和截面惯性矩可按下列公式计算：

$$A_p = b(1.06h - D) \quad (4.2.2-3)$$

$$I_p = kI_a \quad (4.2.2-4)$$

式中： A_p 、 I_p ——横向一个计算单元宽度内空心楼板截面积 (mm^2)、截面惯性矩 (mm^4)；

k ——横向计算单元与纵向计算单元截面惯性矩比，可按表 4.2.2 采用，中间值按线性插值。

表 4.2.2 横向计算单元与纵向计算单元截面惯性矩比 k

D/h	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
k	0.97	0.96	0.95	0.93	0.90	0.87	0.82	0.77

5 结构分析方法

5.1 一般规定

5.1.1 现浇混凝土空心楼盖应采用满足力学平衡条件和变形协调条件的计算方法进行结构分析。结构分析宜采用弹性分析方法；在有可靠依据时可考虑内力重分布，当进行内力重分布时应考虑正常使用要求。

5.1.2 当楼盖平面布置不规则、填充体布置间距不等、作用有局部集中荷载、局部开洞等特殊情况下，宜作专门的计算分析。结构分析所采用的电算程序应经考核验证，其技术条件应符合本规程和现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5.1.3 现浇混凝土空心楼板的自重应考虑空心的影响，整体分析时，也可通过折实厚度考虑板自重，可按本规程附录 B 计算。

5.1.4 周边刚性支承的内置填充体现浇混凝土空心楼板，可采用拟板法按本规程第 5.2 节的规定计算；也可采用拟梁法按本规程第 5.3 节的规定计算。周边刚性支承的外露填充体现浇混凝土空心楼板宜采用拟梁法按本规程第 5.3 节的规定计算。

5.1.5 柱支承、柔性支承及混合支承现浇混凝土空心楼盖竖向均布荷载下的内力宜采用经验系数法按本规程第 5.4 节的规定计算；当不符合经验系数法的规定时，可采用等代框架法按本规程第 5.5 节的规定计算。

5.1.6 承受地震及风荷载作用的柱支承、柔性支承及混合支承现浇混凝土空心楼盖，宜采用等代框架法按本规程第 5.5 节的规定计算。

5.2 拟板法

5.2.1 现浇混凝土空心楼板按拟板法计算时，应符合下列规定：

- 1 现浇混凝土空心楼板肋间距宜小于 2 倍板厚；
- 2 内置填充体现浇混凝土空心楼板双向刚度相同或相差较小时，可作为各向同性板计算，否则宜按正交各向异性板计算。

5.2.2 刚性支承现浇混凝土空心楼板应按下列原则计算：

- 1 两对边刚性支承的现浇混凝土空心楼板可按单向板计算；
- 2 四边刚性支承现浇混凝土空心楼板应按下列规定计算：
 - 1) 长边与短边长度之比不大于 2 时，应按双向板计算；
 - 2) 长边与短边长度之比大于 2，但小于 3 时，宜按双向板计算；
 - 3) 长边与短边长度之比不小于 3 时，宜按沿短边方向受力的单向板计算，并应沿长边方向布置构造钢筋。

5.2.3 现浇混凝土空心楼板可按下列规定等效为等厚度的实心板计算：

1 当现浇混凝土空心楼板作为各向同性板计算时，各向同性板弹性模量 E 可按下式计算：

$$E = \frac{I}{I_0} E_c \quad (5.2.3-1)$$

式中： I ——计算单元截面惯性矩 (mm^4)，可按本规程第 4.2 节的规定采用；

I_0 ——计算单元等宽度实心板截面惯性矩 (mm^4)；

E_c ——混凝土弹性模量 (N/mm^2)。

2 当现浇混凝土空心楼板作为正交各向异性板计算时，正交各向异性板的弹性模量、泊松比、剪变模量可按下列规定确定：

1) x 向和 y 向弹性模量可分别按下列公式计算：

$$E_x = \frac{I_x}{I_{0x}} E_c \quad (5.2.3-2)$$

$$E_y = \frac{I_y E_c}{I_{0y}} \quad (5.2.3-3)$$

2) x 向和 y 向泊松比可分别按下列公式计算:

$$\max(\nu_x, \nu_y) = \nu_c \quad (5.2.3-4)$$

$$E_x \nu_y = E_y \nu_x \quad (5.2.3-5)$$

3) 对于内置填充体现浇混凝土空心楼板, 其剪变模量可按下式计算:

$$G_{xy} = \frac{\sqrt{E_x E_y}}{2(1 + \sqrt{\nu_x \nu_y})} \quad (5.2.3-6)$$

式中: I_x 、 I_y —— x 向、 y 向计算单元截面惯性矩 (mm^4), 可按本规程 4.2 节规定计算;

I_{0x} 、 I_{0y} —— 与 I_x 、 I_y 对应计算单元等宽度实心板截面惯性矩 (mm^4);

E_x 、 ν_x —— 现浇混凝土空心楼板等效为正交各向异性板的 x 向弹性模量 (N/mm^2) 和泊松比;

E_y 、 ν_y —— 现浇混凝土空心楼板等效为正交各向异性板的 y 向弹性模量 (N/mm^2) 和泊松比;

G_{xy} —— 现浇混凝土空心楼板等效为正交各向异性板的剪变模量 (N/mm^2);

ν_c —— 混凝土泊松比, 取 0.2。

5.2.4 现浇混凝土空心楼板等效为正交各向异性板后, 可用有限元法进行内力和变形计算; 当填充体为内置填充体时, 可按本规程附录 C 提供的等效各向同性板法计算。

5.2.5 刚性支承现浇混凝土空心楼板按拟板法求得的双向板弹性弯矩值, 可按下列规定取弯矩控制值:

1 正弯矩: 每个方向分别划分为板边区域和跨中区域三个配筋范围 (图 5.2.5), 均按 1/4 板短跨尺寸分界; 板边区域的弯矩控制值可取相应方向最大正弯矩值的 1/2, 跨中区域的弯矩控制值可取相应方向最大正弯矩值;

2 负弯矩: 均可取相应方向负弯矩的最大值。

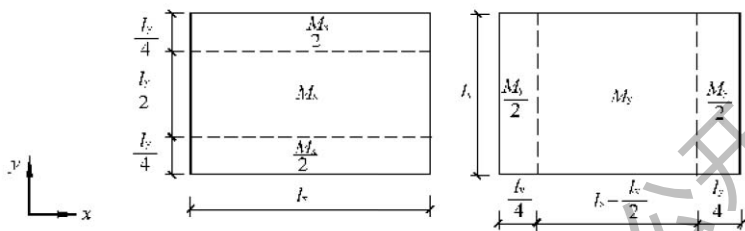


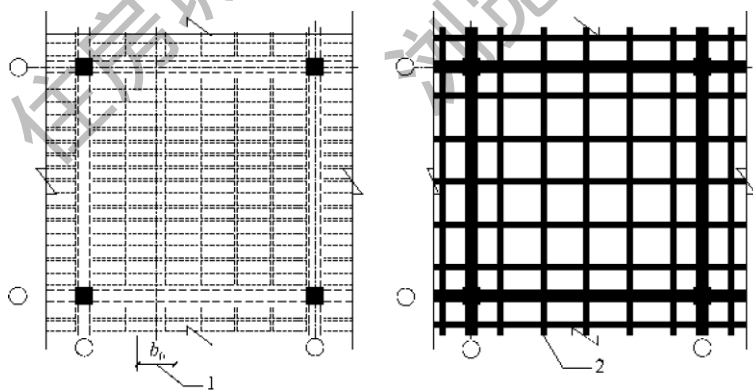
图 5.2.5 双向板弹性正弯矩取值示意

注: M_x 、 M_y —— l_x 、 l_y 跨度方向计算最大正弯矩(N·m/m), 其中
 $l_x \geq l_y$ 。

5.3 拟梁法

5.3.1 现浇混凝土空心楼板按拟梁法计算时, 应符合下列规定:

- 1 所取拟梁宜在相邻区格边间连续;
- 2 每个区格板内拟梁的数量在各方向上均不宜少于 5 根 (图 5.3.1);



(a) 现浇混凝土空心楼盖示意图

(b) 拟梁后楼盖示意图

图 5.3.1 拟梁法示意图

1—拟梁对应的空心板宽度; 2—拟梁尺寸为 $b_b \times h$

3 计算中宜考虑空心楼板扭转刚度的影响。

5.3.2 拟梁的截面可按抗弯刚度相等、截面高度相等的原则确定，拟梁的宽度可按下式计算：

$$b_b = \frac{I}{I_0} b_0 \quad (5.3.2)$$

式中： b_0 ——拟梁对应的空心楼板宽度（mm）；

b_b ——拟梁宽度（mm）；

I ——拟梁对应空心楼板宽 b_0 范围内截面惯性矩之和（ mm^4 ），可按本规程第 4.2 节的规定计算；

I_0 ——拟梁对应空心楼板宽 b_0 范围内按等厚实心板计算的截面惯性矩（ mm^4 ）。

5.3.3 在用拟梁法计算现浇混凝土空心楼板的自重时应扣除两个方向拟梁交叉重叠而增加的梁量。

5.4 经验系数法

5.4.1 柱支承、柔性支承现浇混凝土空心楼盖在竖向均布荷载作用下，当采用经验系数法进行计算时，应符合下列规定：

1 楼盖为矩形区格，任一区格的长边与短边之比不应大于 2；

2 楼盖结构的每个方向至少应有三个连续跨；

3 同一方向相邻跨的跨度差不应超过较长跨的 1/3；

4 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；

5 可变荷载标准值与永久荷载标准值之比不应大于 2；

6 楼盖应按纵、横两个方向分别计算，且均应考虑全部竖向荷载的作用；

7 对于柔性支承楼盖，两个垂直方向的梁尚应满足下式要求；

$$0.2 \leq \frac{\alpha_1 l_2^2}{\alpha_2 l_1^2} \leq 5.0 \quad (5.4.1-1)$$

式中： l_1 、 l_2 ——分别为板计算方向和垂直于计算方向的跨度（m），取柱支座中心线之间的距离；

α_1 、 α_2 ——分别为计算方向和垂直于计算方向梁与板截面抗弯刚度的比值。

8 计算方向和垂直于计算方向梁与板截面抗弯刚度的比值应按下列式计算：

$$\alpha = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} \quad (5.4.1-2)$$

式中： E_{cb} 、 E_{cs} ——分别为梁、板的混凝土弹性模量（N/mm²）；
 I_b 、 I_s ——分别为梁、板的截面惯性矩（mm⁴），应分别按本规程第 5.4.2 条和第 5.4.3 条的规定计算。

5.4.2 柔性支承现浇混凝土空心楼盖中，梁的截面惯性矩 I_b 可按 T 形或倒 L 形截面计算，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。

5.4.3 柔性支承现浇混凝土空心楼盖中，楼板的截面惯性矩 I_s 可按本规程第 5.4.4 条的规定的计算板带计算，梁位置按实心板计算，空心楼板部分的截面惯性矩可按本规程第 4.2 节的规定计算。

5.4.4 计算板带取柱支座中心线两侧区格各自中心线为界的板带。板带可划分为柱上板带和跨中板带，板带宽度应按下列规定取值：

1 柱上板带应为柱支座中心线两侧各自区格宽度的 1/4 之和；

2 跨中板带应为每侧各自区格宽度的 1/4。

5.4.5 计算板带在计算方向一跨内的总弯矩设计值 M_0 （N·m）应按下列式计算：

$$M_0 = \frac{1}{8} q l_n^2 \quad (5.4.5)$$

式中： q ——板面竖向均布荷载设计值（N/m²）；

b ——计算板带的宽度 (m): 当垂直于计算方向柱中心线两侧跨度不等时, 取两侧跨度的平均值; 当计算板带位于楼盖边缘时, 取该区格中心线到楼盖边缘的距离;

l_n ——计算方向板的净跨 (m), 取相邻柱 (柱帽或墙) 侧面之间的距离, 且不应小于 $0.65l_1$ 。

5.4.6 计算板带的总弯矩设计值 M_0 可按下列原则分配 (图 5.4.6):

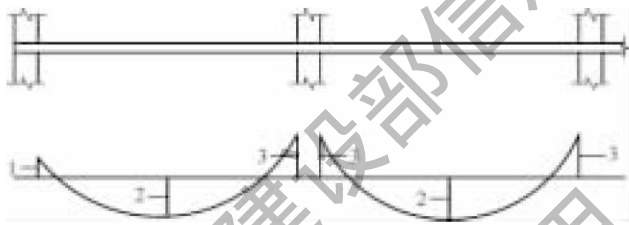


图 5.4.6 板带总弯矩的分配示意图

1—边支座负弯矩; 2—正弯矩; 3—内支座负弯矩

1 计算板带的内跨负弯矩设计值应取 $0.65 M_0$, 正弯矩设计值应取 $0.35 M_0$;

2 计算板带的端跨弯矩应按表 5.4.6 的系数分配:

表 5.4.6 计算板带端跨各控制截面弯矩设计值分配系数

约束条件 截面内力	边支座 简支	边支座为柔性支承			边支座 嵌固
		各支座之间 均有梁	内支座之间无梁		
			无边梁	有边梁	
边支座负弯矩	0	0.16	0.26	0.30	0.65
正弯矩	0.63	0.57	0.52	0.50	0.35
内支座负弯矩	0.75	0.70	0.70	0.70	0.65

3 内支座截面设计时, 其负弯矩应取支座两侧负弯矩的较大值, 否则应对不平衡弯矩按相邻构件的刚度再分配; 设计板的边缘或边梁时, 应考虑边支座负弯矩的扭转作用。

5.4.7 柱上板带各控制截面所承担的弯矩设计值宜按本规程第 5.4.6 条确定的弯矩设计值乘以表 5.4.7 的系数确定。

表 5.4.7 柱上板带弯矩分配系数

截面内力	适用条件		l_2 / l_1		
			0.5	1.0	2.0
内支座 负弯矩	$\alpha_1 l_2 / l_1 = 0$		0.75	0.75	0.75
	$\alpha_1 l_2 / l_1 \geq 1.0$		0.90	0.75	0.45
边支座 负弯矩	$\alpha_1 l_2 / l_1 = 0$	$\beta_t = 0$	1.00	1.00	1.00
		$\beta_t \geq 2.0$	0.75	0.75	0.75
	$\alpha_1 l_2 / l_1 \geq 1.0$	$\beta_t = 0$	1.00	1.00	1.00
		$\beta_t \geq 2.0$	0.90	0.75	0.45
正弯矩	$\alpha_1 l_2 / l_1 = 0$		0.60	0.60	0.60
	$\alpha_1 l_2 / l_1 \geq 1.0$		0.90	0.75	0.45

- 注：1 柱上板带弯矩分配系数可按表中数值的线性插值确定；
 2 当支座由墙或柱组成，且其支承长度不小于 $3b/4$ 时，可按负弯矩在计算板带宽度 b 范围内均匀分布计算；
 3 表中抗扭刚度系数 β_t 应按本规程第 5.4.8 条的规定确定。

5.4.8 抗扭刚度系数 β_t 应满足下列规定：

$$\beta_t = \frac{E_{cb} C}{2.5 E_{cs} I_s} \quad (5.4.8-1)$$

$$C = \sum \left(1 - 0.63 \frac{x}{y} \right) \frac{x^3 y}{3} \quad (5.4.8-2)$$

式中： C ——截面抗扭常数 (mm^4)，将垂直于跨度方向的抗扭构件横截面划分为若干个矩形，取不同划分方案计算结果的最大值；

x 、 y ——抗扭构件划分为若干矩形时，每一矩形截面的高度与宽度 (mm)，抗扭构件横截面应按下列规定确定：

1 对于柱支承楼盖，只有一个矩形时，其截面高度可取楼板厚度，宽度可取与柱（柱帽）等宽（图 5.4.8）；

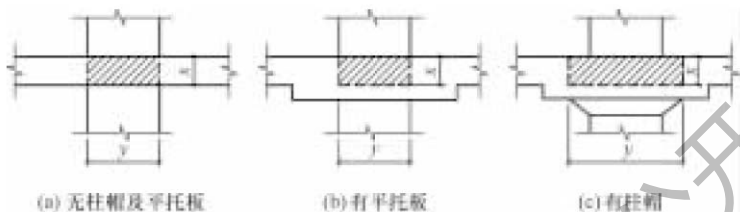


图 5.4.8 典型抗扭构件宽度图示

2 对于柔性支承楼盖，可取下述两种情况的较大值：

- 1) 板带加上横梁凸出板上、下的部分，板带的宽度取与柱（柱帽）等宽；
- 2) 本规程第 5.4.2 条规定的计算截面。

5.4.9 柔性支承楼盖柱上板带所承担的弯矩包括由板承担的弯矩和由梁承担的弯矩两部分。由梁承担的弯矩占柱上板带总弯矩的比例应按下列规定取值：

- 1 当 $\frac{\alpha_1 l_2}{l_1} \geq 1.0$ 时，取 85%；
- 2 当 $0 < \frac{\alpha_1 l_2}{l_1} < 1.0$ 时，取 0 到 85% 之间的线性插值；
- 3 直接作用于梁上的荷载所产生的弯矩应由梁全部承担。

5.4.10 柔性支承楼盖跨中板带所承担的弯矩设计值应按下列规定取值：

- 1 计算板带中柱上板带未承受的弯矩设计值应按比例分配给两侧的跨中板带；
- 2 与支承墙平行的边跨跨中板带，应承受远离墙体的半个跨中板带弯矩设计值的两倍。

5.4.11 柔性支承楼盖应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定验算梁的斜截面受剪承载力，梁承担的剪力设计值应按下列规定计算：

- 1 当 $\frac{\alpha_1 l_2}{l_1} \geq 1.0$ 时，梁应承受其荷载从属面积范围内板所传递的设计剪力；该从属面积取板角 45° 线与相邻区格平行于梁

的中心线所包围的面积（图 5.4.11 阴影面积）；

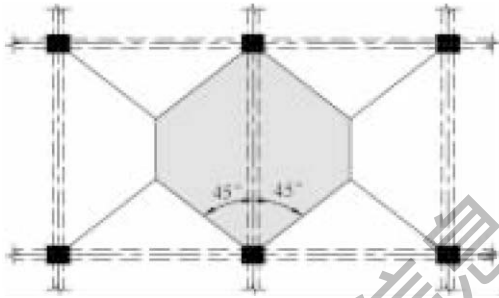


图 5.4.11 梁的荷载从属面积示意

- 2 当 $0 \leq \frac{\alpha_1 l_2}{l_1} < 1.0$ 时，应取 0 剪力值和本条第 1 款所计算剪力设计值之间的线性插值；
- 3 直接作用于梁上的荷载所产生的剪力应由梁全部承担。

5.5 等代框架法

5.5.1 柱支承或柔性支承现浇混凝土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竖向作用荷载。

5.5.2 等代框架梁的计算宽度应按下列规定确定：

1 竖向荷载作用下，等代框架梁的计算宽度可取垂直于计算方向的两个相邻区格板中心线之间的距离（图 5.5.2）。

2 水平荷载或地震作用下，等代框架梁的计算宽度宜取下列公式计算结果的较小值：

$$b = \frac{1}{2}(l_2 + b_{ce2}) \quad (5.5.2-1)$$

$$b = \frac{3}{4}l_1 \quad (5.5.2-2)$$

式中： b ——等代框架梁的计算宽度（mm）；

l_1 、 l_2 ——计算方向及与之垂直方向柱支座中心线间距离（mm）；

b_{ce2} ——垂直于计算方向的柱帽有效宽度 (mm)，无柱帽时取 0。

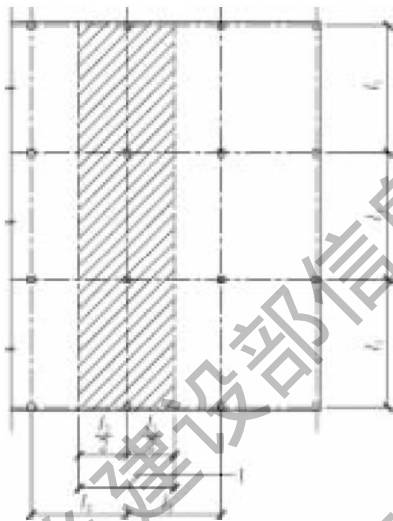


图 5.5.2 竖向荷载作用下等代框架梁的计算宽度

1—等代框架梁计算宽度

5.5.3 等代框架梁位于节点区外任意截面的惯性矩 I_{bf} 应按下式计算：

$$I_{bf} = I_b + I_{s0} \quad (5.5.3)$$

式中： I_b ——计算方向柱轴线上梁的截面惯性矩 (mm^4)，梁截面应按本规程第 5.4.2 条规定确定；

I_{s0} ——等代框架梁宽度范围内除 I_b 所取梁截面外楼板截面惯性矩 (mm^4)，空心楼板部分的截面惯性矩可按本规程第 4.2 节的规定计算。

5.5.4 等代框架梁在柱中线至柱（柱帽）边之间的截面惯性矩，可按下式计算：

$$I_b = \frac{I_1}{(1 - c_2/l_2)^2} \quad (5.5.4)$$

式中： c_2 ——垂直于板跨度 l_1 方向的柱（柱帽）宽 (mm)；

I_1 —— 等待框架中梁板在柱（柱帽）边缘处的截面惯性矩（ mm^4 ），按式（5.5.3）计算。

5.5.5 等代框架当跨度相差较大或相邻跨荷载相差较大时，应考虑柱及柱两侧抗扭构件的影响按等效柱计算，等效柱的刚度可按下列公式计算：

1 等效柱的截面惯性矩 I_{ec} 应按下式计算：

$$I_{ec} = \frac{K_{ec}}{K_c} I_c \quad (5.5.5-1)$$

2 等效柱的抗弯线刚度 K_{ec} 应按下式计算：

$$K_{ec} = \frac{\sum K_c}{1 + \sum K_t / K_c} \quad (5.5.5-2)$$

式中： K_c —— 柱的抗弯线刚度（ $\text{N} \cdot \text{mm}$ ），按本规程第 5.5.6 条确定；

I_c —— 柱在计算方向的截面惯性矩（ mm^4 ）；

K_t —— 柱两侧抗扭构件刚度（ $\text{N} \cdot \text{mm}$ ），按本规程第 5.5.7 条确定。

5.5.6 柱的抗弯线刚度应按下列公式计算：

$$K_c = \psi \frac{4E_{ec}I_c}{H_i} \quad (5.5.6-1)$$

$$\psi = 1 + 1.83\lambda_{ca} + 14.7\lambda_{ca}^2 \quad (5.5.6-2)$$

$$\lambda_{ca} = h_{ca} / H_i \quad (5.5.6-3)$$

式中： E_{ec} —— 柱的混凝土弹性模量（ N/mm^2 ）；

h_{ca} —— 柱帽高度（ mm ），无柱帽时取 0；

ψ —— 考虑柱帽的影响系数；

λ_{ca} —— 柱帽高度与柱计算长度之比；

H_i —— 柱的计算长度（ mm ），取下层楼板中心轴至上层楼板中心轴间距离；对底层柱取基础顶面至一层楼板中心轴距离；柔性支承楼盖尚应减去梁、板高度之差；

5.5.7 柱两侧抗扭构件刚度 K_t 可按下式计算：

$$K_t = \beta_b \Sigma \frac{9E_{cs}C}{l_2(1-c_2/l_2)^3} \quad (5.5.7-1)$$

式中： E_{cs} ——板的混凝土弹性模量（N/mm²）；

C ——截面抗扭常数（mm⁴），按本规程式（5.4.8-2）计算；

β_b ——抗扭刚度增大系数，对柱支承楼盖，应取 1.0；对柔性支承楼盖，可按下式计算：

$$\beta_b = \frac{I_{bf}}{I_{bs}} \quad (5.5.7-2)$$

式中： I_{bf} ——等代框架梁截面惯性矩（mm⁴），按本规程第 5.5.3 条规定计算；

I_{bs} ——等代框架梁宽度的楼板截面惯性矩（mm⁴），梁位置按实心板计算，空心楼板部分的截面惯性矩可按本规程第 4.2 节的规定计算。

5.5.8 柱支承现浇混凝土空心楼盖在竖向均布荷载作用下按等代框架法进行计算时，负弯矩控制截面可按下列规定确定：

1 对内跨支座，弯矩控制截面可取柱（柱帽）侧面处，但与柱中心的距离不应大于 $0.175l_1$ ；

2 对有柱帽或托板的边跨支座，弯矩控制截面距柱侧距离不应超过柱帽侧面与柱侧面距离的 $1/2$ 。

6 结构构件计算

6.1 一般规定

6.1.1 现浇混凝土空心楼盖的设计，除应符合本规程有关规定外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92、《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140 等的有关规定。

6.1.2 现浇混凝土空心楼盖进行承载力计算和抗裂验算时，应取楼盖混凝土实际截面；正截面受弯承载力计算时，位于受压区的翼缘计算宽度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关规定确定；受压区高度不宜大于受压翼缘的厚度；当单向布置填充体时，横向受弯承载力计算的受压区高度不应大于受压翼缘的厚度；抗裂验算时，应考虑位于受拉区的翼缘。

6.1.3 对于现浇预应力混凝土空心楼盖，除应进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算外，尚应按具体情况对施工阶段进行验算。预应力作为荷载效应时，对于承载能力极限状态，当预应力作用效应对结构有利时，预应力分项系数应取 1.0，不利时应取 1.2；对于正常使用极限状态，预应力作用分项系数应取 1.0。

6.1.4 超静定现浇预应力混凝土空心楼盖在进行承载力计算和抗裂验算时，应考虑次内力影响，次内力参与组合的计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.2 设计计算原则

6.2.1 现浇混凝土空心楼盖的承载力极限状态应按下列公式

验算：

持久设计状况、短暂设计状况

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (6.2.1-1)$$

地震设计状况

$$S_d \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (6.2.1-2)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 采用；

S_d ——承载力极限状态下作用组合的效应设计值，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定计算；

R_d ——结构构件承载力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。

6.2.2 现浇混凝土空心楼盖的正常使用极限状态验算，应根据荷载效应的标准组合并考虑长期作用的影响按下式验算：

$$S \leq C \quad (6.2.2)$$

式中： S ——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值；

C ——结构构件达到正常使用要求所规定的变形、裂缝宽度、应力和自振频率等的限值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 采用。

6.3 承载力极限状态计算

6.3.1 柱支承及柔性支承楼盖柱上板带的承载力计算应考虑水平荷载效应与竖向荷载效应的组合，跨中板带可仅考虑竖向荷载效应的组合。

6.3.2 刚性支承楼盖现浇混凝土空心楼板的承载力计算可仅考虑竖向荷载组合的效应。

6.3.3 现浇混凝土空心楼盖的正截面受弯承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中有关规定验算。

6.3.4 现浇混凝土空心楼板斜截面受剪承载力应将计算单元截面简化为 I 形、T 形或矩形截面按现行国家标准《混凝土结构设计

计规范》GB 50010 中有关规定执行；当设置肋梁时，应考虑肋梁内箍筋对受剪承载力的影响。

6.3.5 当内置填充体为填充管（棒）且未配置抗剪钢筋时，现浇混凝土空心楼板计算单元宽度范围内的受剪承载力应符合下列规定：

1 空心楼板沿填充管（棒）纵向受剪承载力应按下列式计算：

$$V \leq 0.7f_t b_w h_0 + V_p \quad (6.3.5-1)$$

2 空心楼板沿填充管（棒）横向受剪承载力应同时满足下列公式：

$$V \leq 0.5f_t b(h - D) + V_p \quad (6.3.5-2)$$

$$V \leq 0.5\beta f_t b_w b \quad (6.3.5-3)$$

式中： f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值（N/mm²）

V_p ——计算单元宽度内由预应力所提高的受剪承载力设计值（N），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定确定；

V ——计算宽度范围内剪力设计值（N）；

h_0 ——空心楼板截面有效高度（mm）；

h ——空心楼板板厚（mm）；

b_w ——肋宽（mm）；

b ——计算单元宽度（mm），大小为 $D + b_w$ （图 6.3.5）；

β ——空心楼板沿填充管（棒）横向受剪承载力调整系数，按下式计算：

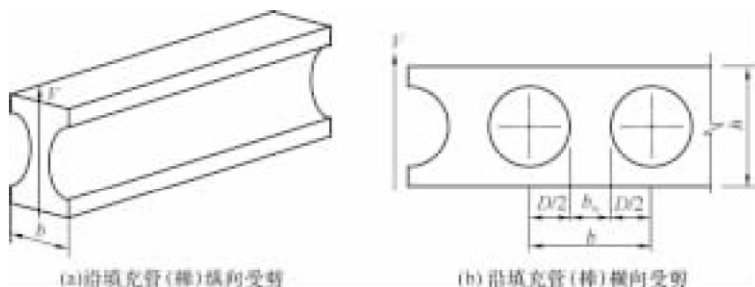


图 6.3.5 沿管（棒）纵向和横向受剪

$$\beta = \frac{h+D}{2(D+b_w)} \quad (6.3.5-4)$$

6.3.6 柱支承楼盖，应在柱周围设置楼板实心区域，其尺寸和配筋应根据受冲切承载力计算确定，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。

6.3.7 柔性支承楼盖，宜由支承梁受剪承载力和节点实心区域受冲切承载力承受全部竖向荷载，梁所承担的剪力设计值应按本规程 5.4.11 条规定取值。支承梁与柱相交周边设置实心区域时，其尺寸及配筋应根据抗冲切承载力计算确定。

6.4 正常使用极限状态验算

6.4.1 现浇混凝土空心楼盖可按区格板进行挠度验算。在楼面竖向均布荷载作用下区格板的最大挠度计算值应按荷载标准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 6.4.1 规定的挠度限值。当构件制作时预先起拱，且使用上允许，最大挠度计算值可减去起拱值。预应力混凝土构件可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定考虑预应力所产生的反拱值。

表 6.4.1 楼盖挠度限值

跨度 (m)	挠度限值
$l_0 < 7$	$l_0/200$ ($l_0/250$)
$7 \leq l_0 \leq 9$	$l_0/250$ ($l_0/300$)
$l_0 > 9$	$l_0/300$ ($l_0/400$)

注：1 表中 l_0 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。

6.4.2 现浇混凝土空心楼盖挠度计算所采用的楼板刚度可按下列规定确定：

1 现浇混凝土空心楼板的刚度应按国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《无粘结预应力混凝土结构技术规

程》JGJ 92 的有关规定计算，并应按本规程第 4.2 节的规定考虑楼板的空心效应。

2 刚性支承楼盖现浇混凝土空心楼板刚度可取短跨方向跨中最大弯矩处的刚度。

3 柱支承及柔性支承楼盖现浇混凝土空心楼板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。

6.4.3 在楼面竖向荷载作用下，钢筋混凝土及有粘结预应力混凝土空心楼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；无粘结预应力混凝土空心楼盖的裂缝宽度计算应符合现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的有关规定。

6.4.4 对于大跨度现浇混凝土空心楼盖，宜进行竖向自振频率验算，其自振频率不宜小于表 6.4.4 的限值。

表 6.4.4 楼盖竖向自振频率的限值 (Hz)

房屋类型	自振频率限值
住宅、公寓	5
办公、旅馆	4
大跨度公共建筑	3

6.4.5 对于具有特殊使用要求的现浇混凝土空心楼盖结构，应根据使用功能的具体要求进行验算。

7 构造规定

7.1 一般规定

7.1.1 现浇混凝土空心楼板的体积空心率可按本规程附录 B 计算，当填充体为填充管、填充棒时，宜为 20%~50%；当填充体为内置填充箱、填充块、填充板时，宜为 25%~60%；当填充体为外露填充箱、填充块时，宜为 35%~65%。

7.1.2 现浇混凝土空心楼盖的跨度、跨高比应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 楼盖的跨度、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	7~20	30~40	—
	双向板	7~25	35~45	取短向跨度
柔性支承楼盖	区格板	7~20	30~40	取长向跨度
柱支承楼盖	有柱帽	7~15	35~45	取长向跨度
	无柱帽	7~10	30~40	取长向跨度

注：1 当耐火等级低于二级（含二级）、无开洞、静态均布荷载大于 70% 时，跨高比宜取上限；

2 如遇荷载集中（单重大于 5 kN 的集中活荷载）或开洞尺寸大于 1.5 倍板厚时，跨高比宜取下限；

3 如属耐火等级为一级的重要建筑物，跨高比宜取下限；

4 如有可靠经验且满足设计要求时，可适当放宽跨度限值。

7.1.3 现浇混凝土空心楼板应沿受力方向设肋，肋宽宜为填充体高度的 1/8~1/3，且当填充体为填充管、填充棒时，不应小于 50mm；当填充体为填充箱、填充块时，不宜小于 70mm；当肋中放置预应力筋时，肋宽不应小于 80mm。

7.1.4 现浇混凝土空心楼板边部填充体与竖向支承构件间应设

置实心区，实心区宽度应满足板的受剪承载力要求，从支承边起不宜小于 0.20 倍板厚，且不应小于 50mm（图 7.1.4）。

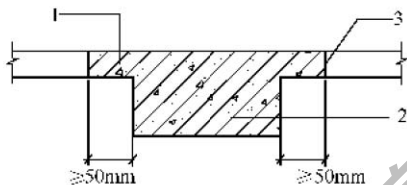


图 7.1.4 实心区范围示意图

1—混凝土实心区；2—支承构件；3—填充体起始处

7.1.5 当填充体为内置填充体时，现浇混凝土空心楼板上、下翼缘的厚度宜为板厚的 $1/8 \sim 1/4$ ，且不宜小于 50mm，不应小于 40mm（图 7.1.5）。

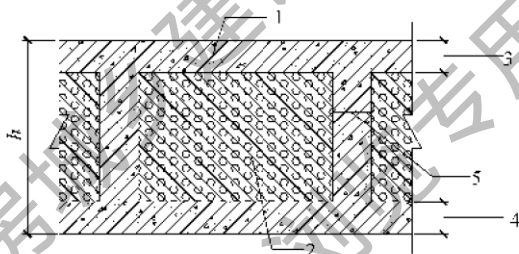


图 7.1.5 上、下翼缘厚度及肋宽示意图

1—现浇混凝土；2—填充体；3—上翼缘厚度；4—下翼缘厚度；5—肋宽

7.1.6 当填充体为填充板且楼板内布置预应力筋时，预应力筋宜布置在主肋内，主肋宽宜为 100mm~200mm，并考虑预应力筋的构造要求（图 7.1.6）。

7.1.7 当填充体为填充管（棒）时，在填充管（棒）方向宜设横肋，横肋间距不宜大于 1.2m，横肋宽度不宜小于 100mm，并可考虑横肋参与受剪承载力计算。

7.1.8 现浇混凝土空心楼板主受力钢筋应符合下列规定：

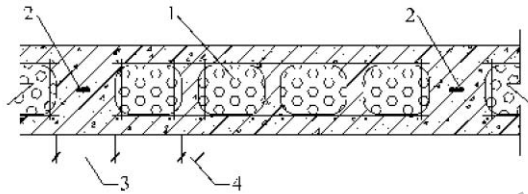


图 7.1.6 填充板空心楼板构造

1—填充板；2—预应力筋；
3—主肋肋宽；4—次肋肋宽

- 1 受力钢筋与填充体的净距不得小于 10mm；
- 2 填充体为内置填充体时，楼板中非预应力受力钢筋宜均匀布置，其间距不宜大于 250mm；

3 跨中的板底钢筋应全部伸入支座，支座的板面钢筋向板内延伸的长度应覆盖负弯矩图并满足锚固长度的要求，负弯矩受力钢筋应锚入边梁内，其锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。对无边梁的楼盖，边支座锚固长度从柱中心线算起。

7.1.9 现浇混凝土空心楼板的最小配筋应符合下列规定：

- 1 受力钢筋最小配筋面积 A_s 应符合下列规定：

$$A_s/A_0 \geq \rho_{\min} I/I_0 \quad (7.1.9-1)$$

式中： ρ_{\min} ——最小配筋率，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定取值。

I ——截面惯性矩 (mm^4)；

I_0 ——相同外形的实心板截面惯性矩 (mm^4)。

- 2 内置填充体预应力混凝土空心楼板的非预应力筋最小配筋面积 A_s 在两个方向均宜满足下列公式：

刚性支承楼板、柔性和柱支承楼盖跨中板带

$$A_s/A_0 \geq 0.0025 \quad (7.1.9-2)$$

板内暗梁、柔性和柱支承楼盖柱上板带

$$A_s/A_0 \geq 0.0030 \quad (7.1.9-3)$$

式中： A_s ——非预应力筋面积 (mm^2)；

A_0 ——相同外形的实心板截面积 (mm^2)。

3 当有可靠的试验依据时,最低配筋率可按试验结果确定。

7.1.10 当现浇混凝土空心楼板为内置填充体,受力钢筋间距大于 150mm 时,楼板角部宜配置附加的构造钢筋,构造钢筋应符合下列规定:

1 楼板角部板顶、板底均应配置构造钢筋,配筋的范围从支座中心算起,两个方向的延伸长度均不应小于所在角区格板短边跨度的 $1/4$;

2 构造钢筋的直径不宜小于 8mm ,间距不宜大于 200mm ,配筋方式宜沿两个方向垂直布置、放射状布置或斜向平行布置。

7.1.11 当现浇混凝土空心楼板需要开洞时(图 7.1.11),应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混

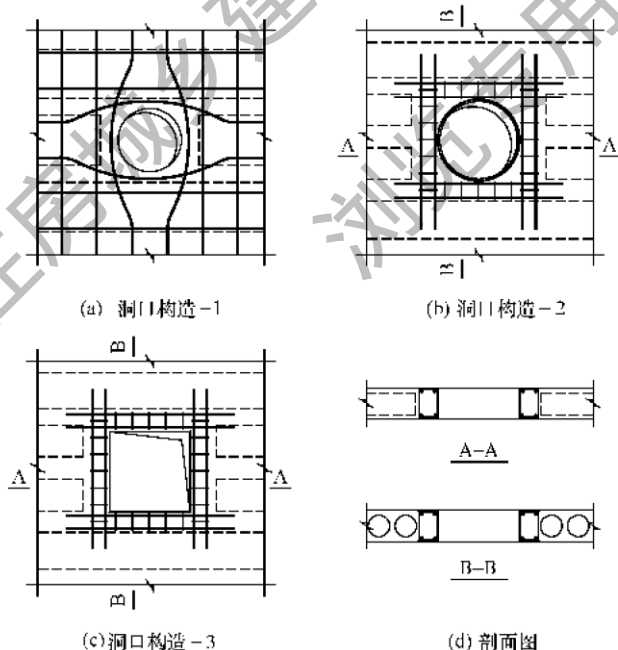


图 7.1.11 洞口构造示意图

混凝土结构技术规程》JGJ 3、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的有关规定，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，可将填充体在洞口处取消，钢筋绕过洞口；

2 当洞口尺寸大于 300mm 并大于板厚时，洞口周边应布置不小于 100mm 宽的实心板带，且应在洞边布置补偿钢筋，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；

3 当洞口切断肋时，应在洞口的周边设暗梁，暗梁宽度不应小于 150mm，每个方向暗梁主筋面积不应小于该方向被切断钢筋的面积，暗梁纵筋不应少于 2 根直径 12mm 钢筋，暗梁箍筋直径不应小于 8mm；

4 圆形洞口应沿洞边上、下各配置一根直径 8mm~12mm 的环形钢筋及 $\phi 6@200\sim 300$ 放射形钢筋。

7.1.12 当现浇混凝土空心楼板下需要吊挂时，吊点宜布置在肋内，当布置在下翼缘时应验算吊挂承载力；当空心楼板配有预应力筋时，严禁吊点打孔伤及预应力筋。

7.1.13 当现浇混凝土空心楼盖需要设置后浇带时，后浇带的宽度及间距应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的有关规定，后浇带内可放置填充体（图 7.1.13）。

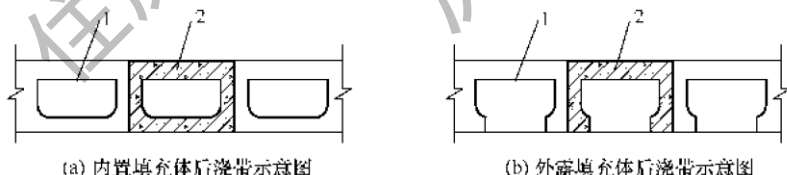


图 7.1.13 后浇带示意图

1—填充体；2—后浇带

7.2 柔性支承楼盖

7.2.1 柔性支承梁应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》

GB 50011 及《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140 中有关扁梁的规定，柔性支承梁宜双向布置，且不宜用于一级抗震等级框架结构。柔性支承梁的截面尺寸除应满足有关标准对挠度和裂缝宽度要求外，尚应满足下列要求：

$$b_b \leq 2b_c \quad (7.2.1-1)$$

$$b_b \leq b_c + h_b \quad (7.2.1-2)$$

$$h_b \geq 16d \quad (7.2.1-3)$$

式中： b_c ——柱截面宽度（mm），圆形截面可取柱直径的 8/10；

b_b ——柔性支承梁的截面宽度（mm），当柔性支承梁为边梁时不宜超过柱截面宽度 b_c ；

h_b ——柔性支承梁的截面高度（mm），可取计算跨度的 1/25~1/22；

d ——柱纵筋直径（mm）。

7.2.2 当柔性支承梁能承担全部剪力时，柔性支承楼盖可不进行抗冲切验算。柔性支承梁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，且箍筋加密区不应小于 1000mm。

7.2.3 当采用梁宽大于柱宽的宽扁梁时，外露填充体柔性支承楼盖宜在柱周边设置实心区域，范围应为柱截面边缘外不小于 1.5 倍板厚，板面宜配置钢筋网。在肋中配有负弯矩钢筋的范围内，宜配置构造用封闭箍筋，箍筋直径不应小于 6mm，间距不应大于肋高，且不应大于 200mm。

7.3 柱支承楼盖

7.3.1 柱支承楼盖宜在纵、横柱轴线上设置实心区域，其宽度不应小于柱宽加两侧各 100mm。

7.3.2 柱支承楼盖宜在柱周边设置实心区域，范围应为柱截面边缘向外不小于 1.5 倍板厚。

7.3.3 柱支承楼盖可根据承载力和变形要求采用无柱帽（柱托）板形式或有柱帽（柱托）板形式。柱托板的长度和厚度应按计算

确定，且每方向长度不宜小于板跨度的 1/6，厚度不宜小于楼板厚度的 1/4。抗震设防烈度为 7 度时宜采用有托板，8 度时应采用有托板，此时托板每方向长度不宜小于同方向柱截面宽度与 4 倍板厚之和，托板处总厚度不应小于 16 倍柱纵筋直径。当无柱托板且无梁板受冲切承载力不足时，可采用型钢剪力架（键），此时板的厚度不应小于 200mm。

7.3.4 抗震设计时，柱支承楼盖的周边和楼梯、电梯洞口周边宜设置刚性支承梁。

7.3.5 抗震设计时，无柱帽的柱支承板楼盖应沿纵、横柱轴线在板内设置暗梁，暗梁宽度取柱宽及两侧各 1.5 倍板厚之和。暗梁配筋应符合下列要求：

1 暗梁上、下纵向钢筋应分别不小于柱上板带上、下钢筋截面面积的 1/2，且下部钢筋不宜小于上部钢筋的 1/2；

2 当计算不需要箍筋时，箍筋直径不应小于 8mm，间距不宜大于 $3h_0/4$ ，肢距不宜大于 $2h_0$ ；

3 当计算需要箍筋时，箍筋应按计算确定，直径不应小于 10mm，间距不宜大于 $h_0/2$ ，肢距不宜大于 $1.5h_0$ 。

7.3.6 无柱帽柱支承楼盖，沿两个主轴方向均应布置通过柱截面的板底连续钢筋，且钢筋的总截面面积应符合下式要求：

$$f_{py}A_p + f_yA_s \geq N_G \quad (7.3.6)$$

式中： N_G ——该层楼面重力荷载代表值作用下的柱轴向压力设计值（N），8 度时尚应计入竖向地震作用影响；

A_s ——贯通柱截面的板底纵向普通钢筋的截面面积（ mm^2 ）；

f_y ——通过柱截面的板底连续钢筋抗拉强度设计值（ N/mm^2 ）。

A_p ——贯通柱截面连续预应力筋截面积（ mm^2 ）；

f_{py} ——预应力筋抗拉强度设计值，对无粘结预应力筋，取其应力设计值 σ_{pu} （ N/mm^2 ）。

8 施工及验收

8.1 施工要点

8.1.1 现浇混凝土空心楼盖的施工应符合下列规定：

1 填充体、普通钢筋、预应力筋、混凝土等分项工程施工除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 及其他相关标准的规定。

2 施工前应编制专项施工技术方案。

3 模板应按设计要求起拱，当设计未作规定时，起拱高度宜为跨度的 0.1%~0.3%。

4 填充体在运输和堆放时应轻装轻卸，严禁甩扔，运输中应捆紧绑牢。

5 填充体的安装位置应符合设计要求，并应采取措施保证其安装位置准确、行列平直。

6 施工中应采取措施防止损坏填充体，板面钢筋安装之前已损坏的填充体应予以更换，板面钢筋安装之后损坏的填充体，应采取有效措施进行修补或封堵，防止混凝土漏入。

7 预留、预埋设施安装工序应与钢筋、填充体安装等工序穿插进行。

8 当预留、预埋设施无法避开填充体时，可对填充体采取开孔或断开等措施，并应对孔洞和缺口进行封堵修复。对管线集中的部位，宜采用局部调整填充体尺寸等措施避让。

9 浇筑混凝土前应对模板及填充体浇水润湿。

10 填充体安装和混凝土浇筑过程中，宜铺设架空施工通道，禁止将施工机具和材料直接放置在填充体上，施工操作人员不得直接在填充体上踩踏。

11 混凝土浇筑宜采用泵送施工，并一次连续浇筑成型；在楼板钢筋上铺设输送混凝土的泵管时，宜使用柔性缓冲支垫架空支撑在板面；混凝土的坍落度不宜小于 150mm；振动混凝土时，应避免振动器触碰预应力筋、钢筋支凳、填充体；应保证板底、肋、板面混凝土充填饱满，无积存气囊、气泡。

12 当楼板厚度大于 500mm 时，楼板混凝土浇筑和振动宜分层进行，首次浇筑宜为板厚的 3/5，待混凝土振捣密实后，再进行第二次浇筑捣实，第二次振捣时振动器插入第一层中不宜大于 50mm，第二层混凝土浇筑振捣应在第一层混凝土初凝前进行。

13 浇筑混凝土时应对填充体进行观察，发现异常情况，应及时采取措施进行处理。

8.1.2 内置填充体现浇混凝土空心楼盖的施工除应满足本规程第 8.1.1 条规定外，尚应符合下列规定：

1 内置填充体底部应有定位措施，保证下翼缘厚度和板底受力钢筋混凝土保护层厚度；

2 内置填充体应有可靠的抗浮和防水水平漂移措施；

3 内置填充体空心楼板的混凝土用粗骨料的粒径不宜大于 25mm；

4 当填充体为填充管（棒）时，浇筑混凝土宜顺填充管（棒）方向推进。

8.1.3 外露填充体空心楼盖的施工除应满足本规程第 8.1.1 条规定外，尚应符合下列规定：

1 楼板底部不铺设模板或不满铺模板时，其底部木龙骨和模板应满足外露填充体受力的要求，且应能向支架有效传递上部荷载。

2 外露填充体要锚入现浇混凝土内的钢筋（丝）锚固方向应正确、锚固长度应符合设计或相关标准的规定。

8.1.4 现浇混凝土空心楼盖施工流程宜符合本规程附录 D 的规定。

8.2 材料进场验收

8.2.1 填充体进场检验批的划分应符合下列规定：

1 内置填充体及单面外露填充体进场时，应按同一厂家在正常生产条件下生产的同工艺、同规格、同材质的产品，连续进场 5000 件为一检验批，不足 5000 件时亦按一批计，检查产品合格证、出厂检验报告，并进行抽样检验。当连续 3 批一次检验合格时，可改为符合前述条件的每 10000 件为一个检验批。

2 双面外露填充体顶板应按同一厂家在正常生产条件下生产的同工艺、同规格、同材质的产品，且连续进场 2000 件为一检验批，不足 2000 件时亦按一批计，检查产品合格证、出厂检验报告，并进行抽样检验。当连续 5 个检验批均一次检验合格时，可改为每 5000 件为一个检验批。

8.2.2 填充体的检验方法应符合本规程附录 A 的规定，抽样应符合下列规定：

1 每个检验批产品的外观质量应全数目测检查，其外观质量应符合本规程第 3.4 节的相关规定；对不符合外观质量要求的产品，可在现场修补，经检验合格后可重新使用。

2 从外观质量检验合格的产品中随机抽取 10 件试样进行尺寸检验，检验合格后，从中随机抽取 3 件试样检验各项物理力学性能指标。

8.2.3 填充体的质量等级判定规则应符合下列规定：

1 当抽取的 10 件试样尺寸偏差符合本规程第 3.4 节规定的合格率不小于 90%，且没有严重超差时，该检验批产品的尺寸可判定为合格。当合格率小于 90%但不小于 80%时，应再从该批中随机抽取 10 件试样进行检验，当按两次抽样总和计算的合格率不小于 90%，且没有严重超差时，则该检验批的尺寸仍可判定为合格。如不符合上述要求，则应逐件检验，并剔除严重超差者。

2 从上述 10 件试样中随机抽取 3 件试样进行物理力学性能检验，当检验符合本规程第 3.4.5 条的规定时，该检验批的物理力学性能可判定为合格。如某检验项目不符合要求，则应加倍抽样对不合格项目复检，当复检试样的检验结果均符合要求时，该检验批的物理力学性能仍可判定为合格；当复检试样的检验结果仍不符合要求时，该检验批产品的该项物理力学性能判定为不合格。

8.2.4 填充体进场验收应按本规程附录 E 中的相关记录表进行记录，与本批产品的出厂合格证和出厂检验报告一齐归入工程质量保证资料存档备查。

8.2.5 用户对填充体物理力学性能有特殊需要时，可根据相应要求进行专项性能的抽样检验，检验方案可由有关各方共同协商确定。

8.3 工程施工质量验收

8.3.1 现浇混凝土空心楼盖结构用钢筋、填充体、预应力筋、水泥、砂、石、外加剂、矿物掺合料、水等原材料的进场检验，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 及其他相关标准的有关规定执行。

8.3.2 填充体安装检验批的质量要求及验收方法应符合表 8.3.2 的规定，验收结果可按本规程附录 E 记录。

表 8.3.2 填充体安装检验批的质量要求及验收方法

序号	检查项目	质量要求	检查数量	检验方法
1	填充体规格型号数量及安装位置	应符合设计要求	全数检查	观察，辅以钢尺量测
2	内置填充体抗浮及防漂移技术措施	应合理、正确	全数检查	目测检查

续表 8.3.2

序号	检查项目	质量要求	检查数量	检验方法
3	外露填充体钢筋外伸锚固	应方向正确	在同一检验批内，抽查总行、列数的 5% 且不少于 5 行	目测检查
4	破损填充体的处理	第 8.1.1 节第 6 款规定	全数检查	目测检查
5	同行（列）填充体中心线	$\leq 15\text{mm}$	同一检验批抽查	拉线，用钢尺量测
6	相邻行（列）填充体平行度	$\leq 15\text{mm}$	总行（列）的 5% 且不少于 5	拉线，用钢尺量测
7	相邻填充体顶面高差	$\leq 13\text{mm}$	同一检验批抽查区格板总数的 5%，且不少于 3 处	靠尺配以塞尺量测

8.3.3 内置填充体或单面外露填充体的安装验收宜归入模板分项工程验收，可不参与混凝土结构子分部工程的验收，但应提供填充体质量检验报告及出厂合格证等质量保证材料。

8.3.4 当双面外露填充体的顶板作为楼板结构的组成部分时，双面外露填充体的安装验收宜归入装配式结构分项工程验收，可参与混凝土结构子分部工程的验收；当双面外露填充体不参与结构受力时，双面外露填充体的安装验收可按本规程第 8.3.3 条的规定验收。

8.3.5 现浇混凝土空心楼盖结构作为混凝土结构子分部工程的组成部分，其各分项工程应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定进行验收。

附录 A 填充体检验方法

A.1 外观检查

A.1.1 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 填充管、填充棒的尺寸偏差应按表 A.2.1 进行检验，尺寸测量应精确至 1mm。

表 A.2.1 填充管、填充棒尺寸偏差检验

项 目	测量工具	检 测 方 法
长度	钢尺	沿试样长度方向量测三次，取最大偏差值
断面尺寸	钢尺和外卡钳	在试样两端面及中部各量测一次，取最大偏差值
轴向表面平直度	靠尺和塞尺	在试样表面轴向量测三次，取最大偏差值

A.2.2 填充块、填充箱、填充板尺寸偏差应按表 A.2.2 检验，尺寸测量应精确至 1mm。

表 A.2.2 填充块、填充箱、填充板尺寸偏差检验

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 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：

- 1) 填充管（棒）：取自然干燥的试样，量测其直径和长度（精确至 $1 \times 10^{-3} \text{m}$ ），计算其体积 V （精确至 $1 \times 10^{-6} \text{m}^3$ ）；
- 2) 填充块（箱）：取自然干燥的试样，量测其长、宽和高（精确至 $1 \times 10^{-3} \text{m}$ ），计算其体积 V （精确至 $1 \times 10^{-6} \text{m}^3$ ）；
- 3) 填充板：取自然干燥的填充板试样，量测轻质芯块的长、宽和厚（精确至 $1 \times 10^{-3} \text{m}$ ），计算其体积 V （精确至 $1 \times 10^{-6} \text{m}^3$ ）。

2 用台秤称其质量 M （精确至 0.01kg ）；

3 填充体表观密度 g_{m} 应按下式计算（精确至 $0.1 \text{kg}/\text{m}^3$ ）：

$$g_{\text{m}} = M/V \quad (\text{A.3.1})$$

A.3.2 填充体的局部抗压荷载可按下列规定进行检验：

1 取试样放入水中浸泡：填充管、填充棒长度宜为 1m ；填充箱、填充块为一个填充体；填充板为一个芯块，边长不小于 20cm ；

2 浸泡 48h 后取出放置在水平板面上，底部垫平放稳，填充管、填充棒可采用与试样同长的三角木塞在两侧；

3 将 $100 \text{mm} \times 100 \text{mm} \times 20 \text{mm}$ 的加荷垫板放置在试样受检面中部，当填充体上表面为弧面时应采用同弧面垫板；

4 加荷分 5 级进行，每级加荷值为本规程表 3.4.5 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 3.4.5 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 填充体的自然吸水率可按下列要求进行检验：

1 取一件填充体试样，称取试样自然干燥后质量 m_0 ；

2 将填充体试样浸没在 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，随即称取试样的质量 m_1 ；

3 填充体的自然吸水率 w_m 按下式计算：

$$w_m = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (\text{A. 3.3})$$

4 当自然吸水率满足本规程第 3.4.5 条规定时，可判定为自然吸水率检验合格。

A.3.4 填充体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。

附录 B 空心楼板自重、折实厚度、体积空心率计算

B.0.1 现浇混凝土空心楼板自重可按下式计算：

$$G = (V_u - V_{\text{fil}}) \cdot \gamma + G_{\text{fil}} \quad (\text{B.0.1})$$

式中： G ——现浇混凝土空心楼板区格内自重（kN），区格是指双向相邻柱轴线间形成的一个楼板区域；

G_{fil} ——现浇混凝土空心楼板区格内填充体的重量（kN）；

V_{fil} ——现浇混凝土空心楼板区格内填充体的体积（ m^3 ）；

V_u ——现浇混凝土空心楼板区格内总体积（ m^3 ）；

γ ——混凝土重度（ kN/m^3 ）。

B.0.2 现浇混凝土空心楼板按重量等效的折实厚度可按下式计算：

$$h_{\text{con}} = \frac{G}{V_u \cdot \gamma} \times h \quad (\text{B.0.2})$$

式中： h_{con} ——现浇混凝土空心楼板折实厚度；

h ——现浇混凝土空心楼板厚度。

B.0.3 现浇混凝土空心楼板的体积空心率 ρ_{void} 可按下式计算：

$$\rho_{\text{void}} = \frac{V_{\text{fil}}}{V_u} \times 100\% \quad (\text{B.0.3})$$

式中： V_{fil} ——现浇混凝土空心楼板区格内填充体的体积（ m^3 ）；

V_u ——现浇混凝土空心楼板区格内总体积（ m^3 ）。

附录 C 正交各向异性板的 等效各向同性板法

C.0.1 由内置填充体形成的上、下表面闭合的正交各向异性板，其力学参数存在本规程式 (5.2.3-6) 所列关系，可将正交各向异性板等效为各向同性板计算。

C.0.2 等效各向同性板的几何尺寸、力学参数及荷载可由下列原则确定：

1 等效各向同性板的几何尺寸可按下列公式计算：

x 向跨度

$$l_{x1} = l_x \quad (\text{C.0.2-1})$$

y 向跨度

$$l_{y1} = k^{\frac{1}{4}} l_y \quad (\text{C.0.2-2})$$

2 等效各向同性板的弹性模量可按下式计算：

$$E_1 = E_x \quad (\text{C.0.2-3})$$

3 等效各向同性板的泊松比可按下式计算：

$$\nu_1 = k^{\frac{1}{2}} \nu_c \quad (\text{C.0.2-4})$$

4 等效各向同性板匀布荷载保持不变，集中荷载为原荷载的 $k^{\frac{1}{4}}$ 倍。

5 正交异性板 y 向与 x 向的弹性模量比 k ，应按下式计算：

$$k = \frac{E_y}{E_x} \quad (\text{C.0.2-5})$$

式中： l_x 、 l_y ——正交各向异性板 x 向和 y 向的跨度；

l_{x1} 、 l_{y1} ——等效各向同性板 x 向和 y 向的跨度；

E_x 、 E_y ——正交各向异性板 x 向、 y 向弹性模量；

E_1 、 ν_1 ——等效各向同性板的弹性模量、泊松比。

C.0.3 计算出尺寸为 $l_{x1} \times l_{y1}$ 、弹性模量为 E_1 、泊松比为 ν_1 的各向同性板在相应等效荷载作用下的内力和变形，原正交异性板各对应点变形不变，内力应按下列公式计算：

$$x \text{ 向弯矩: } M_x = M_{x1} \quad (\text{C.0.3-1})$$

$$y \text{ 向弯矩: } M_y = k^{\frac{1}{2}} M_{y1} \quad (\text{C.0.3-2})$$

$$\text{扭矩: } M_{xy} = k^{\frac{1}{4}} M_{x1y1} \quad (\text{C.0.3-3})$$

$$x \text{ 向剪力: } Q_x = Q_{x1} \quad (\text{C.0.3-4})$$

$$y \text{ 向剪力: } Q_y = k^{\frac{1}{4}} Q_{y1} \quad (\text{C.0.3-5})$$

式中： M_{x1} 、 M_{y1} 、 M_{x1y1} ——等效各向同性板 x 向弯矩、 y 向弯矩及扭矩；

M_x 、 M_y 、 M_{xy} ——正交各向异性板 x 向弯矩、 y 向弯矩及扭矩；

Q_{x1} 、 Q_{y1} ——等效各向同性板 x 向剪力、 y 向剪力；

Q_x 、 Q_y ——正交各向异性板 x 向剪力、 y 向剪力。

附录 D 施 工 流 程

D.0.1 现浇混凝土空心楼盖可按图 D.0.1 流程施工：

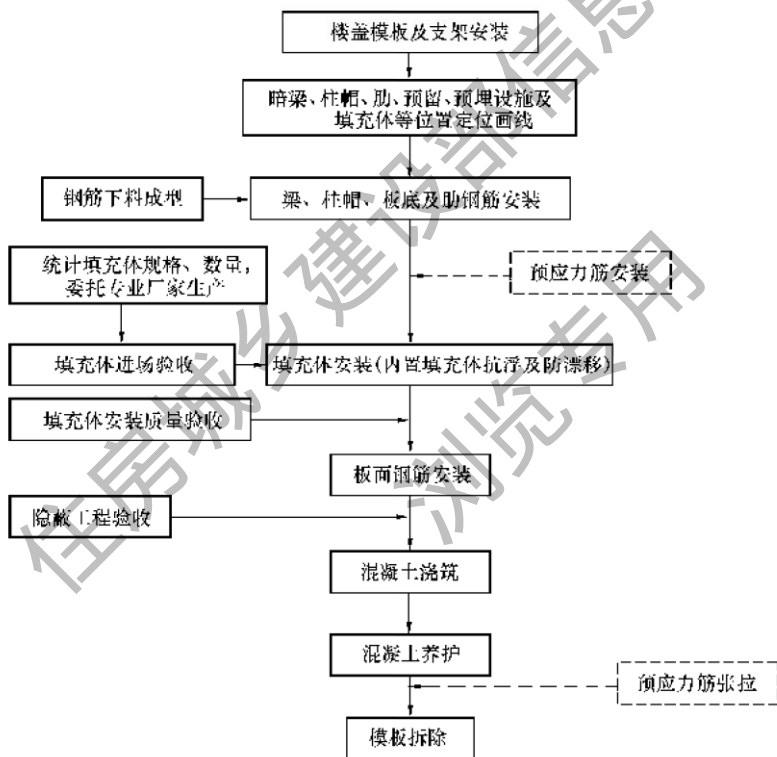


图 D.0.1 现浇混凝土空心楼盖施工流程图

注：1 图中虚线工序为预应力特需工序；

2 预留、预埋设施施工应适时与钢筋、填充体安装穿插进行。

附录 E 填充体质量验收记录表

E.1 进场验收记录表

E.1.1 各类填充体进场验收应按下列各表分别记录：

表 E.1.1-1 填充管、填充棒进场验收记录表

产品名称		规格型号																	
产品合格证		出厂检验报告																	
生产厂名称		进场日期																	
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																	
	填充管封堵	密实、牢固																	
	外裹封闭层	封装严密、粘附牢固																	
尺寸偏差 (mm)	长 度	$L \leq 500$	± 8																
		$L > 500$	± 10																
	端 面 尺 寸	$D \leq 300$	± 5																
		$D > 300$	± 8																
	轴 向 平 直 度	$L \leq 500$	≤ 5																
		$L > 500$	≤ 8																
物理力学 性 能	表观密度 (kg/m^3)	15.0~500.0																	
	48h 浸泡后局部 抗压荷载 (kN)	≥ 1.0																	
	自然吸水率 (%)	≤ 5																	
	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。

表 E. 1. 1-2 填充箱、填充块进场验收记录表

产品名称		规格型号	
产品合格证		出厂检验报告	
生产厂名称		进场日期	
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	
	填充箱密封性	可靠	
	外露填充箱外露侧面与楼板混凝土连接件	应符合设计要求或符合产品标准规定	
尺寸偏差 (mm)	边长	+5, -8	
	高度	+5, -8	
	表面平整度	5	
	对角线长度差	10	
物理力学性能	表观密度 (kg/m ³)	15.0~500.0	
	48h 浸泡后局部抗压荷载 (kN)	≥1.0	
	自然吸水率 (%)	≤5	
	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。

表 E. 1. 1-3 填充板进场验收记录表

产品名称		规格型号																		
产品合格证		出厂检验报告																		
生产厂名称		进场日期																		
批 次		批 量																		
检验项目		质量要求	检查结果																	
外观质量	芯块排列	整齐																		
	连接网脱落	不允许																		
	芯块破损	不允许																		
尺寸偏差 (mm)	轻质芯块	边长	+5, -8																	
		厚度	+5, -8																	
		表面平整度	8																	
	连接网	间距	±5																	
		表面平整度	8																	
	整体板	边长	+5, -8																	
		厚度	+5, -8																	
		表面平整度	8																	
物理力学 性能	表观密度 (kg/m ³)	15.0~500.0																		
	48h 浸泡后局部 抗压荷载 (kN)	≥1.0																		
	自然吸水率 (%)	≤5																		
	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。

E.2 填充体安装检验批质量验收记录表

E.2.1 各类填充体安装检验批质量验收应按表 E.2.1 记录。

表 E.2.1 填充体安装检验批质量验收记录表

分部工程名称				验收部位、区段				
施工单位				项目经理				
施工执行标准名称及编号								
检查项目				质量验收 标准规定	施工单位检查 评定记录			监理（建设）单位 验收记录
主控 项目	1	填充体规格型号 数量及安装位置		应符合 设计要求				
	2	内置填充体抗浮 防漂移技术措施		应合理、 正确				
	3	外露填充体钢筋 外伸锚固		应方向 正确				
	4	破损填充体的处理		第 8.1.1 节 第 6 款的规定				
一般 项目	1	同行（列）填充体 中心线		$\leq 15\text{mm}$				
	2	相邻行（列）填充体 平行度		$\leq 15\text{mm}$				
	3	相邻填充体顶面高差		$\leq 13\text{mm}$				
施工单位检查 评定结果				专业施工员	施工班组长			
				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				

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
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、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 4 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 5 《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223
- 6 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
- 7 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
- 8 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370
- 9 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
- 10 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92
- 11 《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140
- 12 《缓粘结预应力钢绞线》JG/T 369