重庆市工程建设标准

装配式混凝土空心楼盖结构技术标准

Technical standard for precast concrete hollow floor structures

DBJ50/T-547-2026

主编单位：中冶赛迪工程技术股份有限公司
重庆道同建材有限公司
批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会
施行日期：2026年6月1日

2026 重庆

重庆工程建设

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2026〕8 号

重庆市住房和城乡建设委员会关于发布《装配式混凝土空心楼盖结构技术标准》的通知

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

现批准《装配式混凝土空心楼盖结构技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-547-2026,自 2026 年 6 月 1 日起施行。标准文本可在标准备案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,中冶赛迪工程技术股份有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2026 年 2 月 9 日

重庆工程建设

重庆工程建设

前　言

根据重庆市住房和城乡建设委员会文件《关于下达2022年度重庆市工程建设标准制定修订项目立项计划的通知》(渝建科〔2022〕32号)的要求，标准编制组经广泛调查研究，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，编制了本标准。

本标准的主要技术内容包括：总则、术语和符号、材料、设计基本规定、结构分析与构件计算、构造规定、生产运输与施工、检验与质量验收。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理，由中冶赛迪工程技术股份有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有意见或建议，请寄送重庆市《装配式混凝土空心楼盖结构技术标准》编制组。(通讯地址：重庆市渝中区双钢路1号中冶赛迪，邮编：400013；电子邮箱：zhou.yu@cisdi.com.cn)。

重庆工程建设

本标准主编单位、参编单位、主要起草人员、主要审查人员：

主 编 单 位：中冶赛迪工程技术股份有限公司
重庆道同建材有限公司

参 编 单 位：重庆科技大学
重庆建工集团
重庆市设计院有限公司
重庆大学
中机中联工程有限公司
中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司
中国建筑第八工程局有限公司
重庆市住房和城乡建设工程质量安全总站
中建海龙两江建筑科技有限公司
重庆均源科技有限公司
重庆两江协同创新区建设投资发展有限公司
大成国际工程有限公司
上海联创设计集团股份有限公司
湖南城市学院
重庆汇中建筑施工图设计审查有限公司
重庆市鹏越工程技术咨询有限责任公司
重庆大学建筑规划设计研究总院有限公司
中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司
北京市建筑设计研究院股份有限公司
中联合创设计有限公司
信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司
上海天华建筑设计有限公司
中建安装集团有限公司
中建五局第三建设有限公司
中国建筑第二工程局有限公司

重庆四方新材股份有限公司
重庆华南预制件有限公司
重庆德宁工程项目管理有限公司
重庆美益工程咨询有限公司

主要起草人员：徐　革　胡朝晖　周礼婷　刘及进　余　周
罗文文　陶　修　沈琪雯　戴育健　汤启明
薛尚铃　李英民　龚文璞　王宇航　罗　婷
白久林　邱金明　唐　毅　吴学荣　张智畯
陈国甫　王大高　朱　涛　徐　海　秦宝川
余海龙　周海鹰　张　军　龙贤明　王春萱
谭献良　王丽萍　杨　洋　王乐园　曹　劲
李　建　刘小华　郭　劲　程亚鹏　马　骏
钟　晋　王雪雪　王德庆　何　昱　李欣丰
黄　焰　于森林　刘肖斌　张　虎　陈　升
倪琪昌　江子华　谢　丰　王浩权　李语霖
朱　博　欧　娟　张　琳

主要审查人员：杨　越　张京街　来武清　杨经纬　沈治宇
王永合　陈阁琳

重庆工程建设

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　混凝土及钢筋 …… 7
3.2　填充体 …… 8
4　设计基本规定 …… 10
4.1　一般规定 …… 10
4.2　楼盖选型与布置 …… 13
4.3　预制构件与连接设计 …… 14
5　结构分析与构件计算 …… 16
5.1　一般规定 …… 16
5.2　截面特性计算 …… 18
5.3　短暂设计状况 …… 21
5.4　持久设计状况 …… 22
6　构造规定 …… 31
6.1　一般规定 …… 31
6.2　装配箱混凝土空心楼板 …… 34
6.3　预制带肋底板空心楼板 …… 36
6.4　预应力预制底板空心楼板 …… 38
6.5　预应力混凝土空心楼板 …… 43
7　生产运输与施工 …… 46
7.1　一般规定 …… 46

7.2 构件生产与运输 …… 47
7.3 构件检验 …… 48
7.4 临时支撑 …… 50
7.5 装配箱混凝土空心楼盖施工 …… 51
7.6 预制底板及空腔壁板安装 …… 53
7.7 后浇混凝土施工 …… 56
7.8 施工安全与环境保护 …… 57
8 检验与质量验收 …… 59
8.1 一般规定 …… 59
8.2 进场检验与验收 …… 59
8.3 支撑与模板 …… 62
8.4 装配施工 …… 63
8.5 后浇混凝土 …… 64
附录 A 装配式混凝土空心楼板自重、折实厚度、体积空心率计算 …… 66
附录 B 组合塔架临时支撑设计 …… 67
附录 C 装配式混凝土空心楼板及填充体检验方法 …… 74
本标准用词说明 …… 82
引用标准名录 …… 83
条文说明 …… 85

重庆市住房建设

Contents

1 General provisions ····· 1
2 Terms and symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 4
3 Materials ····· 7
3.1 Concrete and steel bars ····· 7
3.2 Filler ····· 8
4 Basic design regulations ····· 10
4.1 General ····· 10
4.2 Floor slab selection and layout ····· 13
4.3 Prefabricated components and connection design ····· 14
5 Structural analysis and component calculation ····· 16
5.1 General ····· 16
5.2 Section property calculation ····· 18
5.3 Transient design situation ····· 21
5.4 Permanent design situation ····· 22
6 Detailing requirements ····· 31
6.1 General ····· 31
6.2 Assembly box concrete hollow slab ····· 34
6.3 Precast ribbed panel hollow slab ····· 36
6.4 Prestressed precast concrete bottom plate hollow slab ····· 38
6.5 Prestressed concrete hollow slab ····· 43
7 Production transportation and construction ····· 46

7.1 General ····· 46
7.2 Component production and transportation ····· 47
7.3 Component inspection ····· 48
7.4 Temporary supports ····· 50
7.5 Construction of assembly box concrete hollow slab ····· 51
7.6 Installation of prefabricated bottom plates and cavity wall panels ····· 53
7.7 Post-poured concrete construction ····· 56
7.8 Construction safety and environmental protection ····· 57
8 Inspection and quality acceptance ····· 59
8.1 General ····· 59
8.2 Incoming inspection ····· 59
8.3 Supports and formwork ····· 62
8.4 Assembly construction ····· 63
8.5 Post-poured concrete ····· 64
Appendix A Calculation of self-weight, compacted thickness and volume void ratio of prefabricated concrete hollow floor slabs ····· 66
Appendix B Design of combined tower frame temporary supports ····· 67
Appendix C Nspection methods for prefabricated concrete hollow floor slabs and fillers ····· 74
Explanation of Wording in this standard ····· 82
List of quoted standards ····· 83
Explanation of provisions ····· 85

1 总 则

1.0.1 为了在装配式混凝土空心楼盖结构设计、生产、施工及验收中做到安全可靠、技术先进、绿色环保、经济适用，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市工业与民用建筑物及构筑物的装配式混凝土空心楼盖结构的设计、生产、施工及验收。

1.0.3 装配式混凝土空心楼盖结构的设计、生产、施工及验收除符合本标准外，尚应符合现行国家及现行重庆市有关标准的规定。

重庆工程建设

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 装配式混凝土空心楼盖结构 precast concrete hollow floor structure

由装配式混凝土空心楼盖和竖向构件组成的结构体系，如框架结构、剪力墙结构、框架一剪力墙结构、部分框支剪力墙结构、框架一核心筒结构。

2.1.2 装配式混凝土空心楼盖 precast concrete hollow floor

由装配式混凝土空心楼板和支承梁等水平构件形成的楼盖，装配式混凝土空心楼板包含由装配箱、预制带肋底板、预应力预制底板、预应力混凝土空心板等预制部分与现浇混凝土形成的空心楼板。

2.1.3 空腔壁板 cavity plates

装配式混凝土空心楼盖中用来围成封闭空腔的硬质板材，同时兼做后浇混凝土的模板。

2.1.4 装配箱 assembly box

由预制的钢筋混凝土底板、硬质材料制作的顶板及侧面的空腔壁板三个部件组装而成，用作空心楼盖内模的箱型构件。

2.1.5 剪力齿 shearing slot

在装配箱底板四周外沿部位按一定规格设置的、起到增加装配箱与肋梁咬合力的凹槽。

2.1.6 装配箱混凝土空心楼板 assembly box concrete hollow slab

在现场按设计要求布置装配箱、绑扎肋梁的钢筋骨架，经现场局部浇筑混凝土形成的空心楼板。

2.1.7 预制带肋底板空心楼板 precast ribbed panel hollow slab

通过预制底板及部分肋梁，并采用内置填充体，经现场局部浇筑混凝土形成的空心楼板。

2.1.8 预应力预制底板空心楼板 prestressed precast concrete bottom plate hollow slab

通过预应力预制底板，并采用内置填充体，经现场局部浇筑混凝土形成的空心楼板。

2.1.9 预应力混凝土空心楼板 prestressed concrete hollow slab

预应力混凝土空心板作为底模，经现场局部浇筑混凝土形成的空心楼板。

2.1.10 肋梁 rib beam

在相邻填充体之间现场浇筑或叠合浇筑形成的钢筋混凝土梁。

2.1.11 刚性支承楼盖 rigid edge supported floor structure

由墙或抗弯刚度较大的梁作为楼板竖向支承的楼盖。

2.1.12 柔性支承楼盖 flexible edge supported floor structure

由抗弯刚度较小的梁作为楼板竖向支承的楼盖。

2.1.13 填充体 filler

埋置于装配式混凝土楼板中，形成空腔置换部分混凝土以达到减轻结构自重的物体。按材质和组合方式可采用石膏模盒、金属模盒、塑料膜壳、空腔壁板模盒、充气芯模等。

2.1.14 内置填充体 embedded filler

埋置于装配式混凝土楼板中，表面均不外露的填充体。

2.1.15 一次性填充体 disposable filler

埋置于装配式混凝土楼板中，不可取出的填充体。

2.1.16 可重复使用填充体 reusable filler

埋置于装配式混凝土楼板中，在楼板混凝土初凝后可以将主材取出重复使用的填充体。

2.1.17 体积空心率 volumetric void ratio

装配式混凝土空心楼板区格内填充体的体积与楼板体积的

比值，填充体的体积包括填充体材料的体积和内部空腔的体积。

2.1.18 拟板法 analogue slab method

将装配式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。

2.1.19 拟梁法 analogue cross beam method

将装配式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。

2.1.20 经验系数法 empirical coefficient method

用弯矩分配系数计算装配式混凝土空心楼盖各板带控制截面弯矩的计算方法。

2.1.21 等代框架法 equivalent frame method

在两个方向将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与变形分析的计算方法。

2.1.22 独立方塔架 independent square tower support

由4根立杆通过水平杆连接组成，各步内4个侧面均设有斜杆的格构式塔形支撑架。

2.1.23 独立钢支柱 independent steel support

由可调钢支柱、楞梁、水平杆或三脚架组成的支撑系统。可调钢支柱由套管、插管、可调螺管、支撑头及底座组成。

2.1.24 组合塔架 combination tower support

采用盘扣式脚手架的基本构件，组装形成“口形、日形”等独立单塔作为基本受力单元，以横杆、斜杆拉结而成的施工临时支撑架。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能及抗力

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f'_{ck} ——与施工阶段对应龄期的混凝土立方体抗压强度相应

的混凝土轴心抗压强度标准值；

f'_{tk}——与施工阶段对应龄期的混凝土立方体抗拉强度相应的混凝土轴心抗拉强度标准值；

f_y——纵向钢筋的抗拉强度设计值；

f_{yv}——横向钢筋的抗拉强度设计值；

f_t——混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_{yk}——钢筋屈服强度标准值；

G——装配式混凝土空心楼板区格内自重；

G_{fil}——装配式混凝土空心楼板区格内填充体的重量；

R_d——结构构件承载力设计值；

γ——混凝土重度。

2.2.2 作用、作用效应

F_a——拼接节点处钢筋拉力设计值；

M——弯矩设计值；

M_k、M_q——按荷载标准组合、准永久组合计算的弯矩值；

S_d——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；

S——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值；

V——剪力设计值；

σ_{cc}——荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土法向压应力；

σ_{ct}——荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土法向拉应力；

σ_{sq}——拼接节点连接钢筋在荷载效应准永久组合作用下的应力。

2.2.3 几何参数

A_0——相同外轮廓的实心板截面面积；

b'_f——计算单元截面受压区宽度；

b_w——肋梁宽度；

h——计算单元截面高度；

h_0——计算单元截面有效高度；

h_f——计算单元截面受拉区翼缘高度；

h_f'——计算单元截面受压区翼缘高度；

h_{con}——装配式混凝土空心楼板折实厚度；

I——计算单元截面惯性矩；

I_0——计算单元相同外轮廓的实心板截面惯性矩；

V_{fil}——装配式混凝土空心楼板区格内填充体的体积；

V_u——装配式混凝土空心楼板区格内总体积。

2.2.4 计算系数及其它

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；

γ_0——结构重要性系数；

γ_{RE}——承载力抗震调整系数；

ρ_{min}——最小配筋率；

ρ_{void}——体积空心率。

重庆工程建设

3 材 料

3.1 混凝土及钢筋

3.1.1 装配式混凝土空心楼板预制构件的混凝土强度等级不宜低于C30,装配箱底板及其明箱的顶板不应低于C30.装配式混凝土空心楼板现浇混凝土强度等级不宜低于C30且不应低于C25;预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不宜低于C40且不应低于C30,预应力混凝土楼盖现浇混凝土部分强度等级不应低于C30。

3.1.2 预应力混凝土空心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C25。

3.1.3 装配式混凝土空心楼板混凝土中水溶性氯离子最大含量干燥环境下不应大于0.30%,潮湿但不含氯离子环境下不应大于0.20%,潮湿且含有氯离子环境下不应大于0.15%,预应力混凝土预制构件的混凝土中水溶性氯离子最大含量不应大于0.06%。

3.1.4 装配式混凝土空心楼板的普通纵向受力钢筋宜采用HRB400、HRB500、HRBF400和HRBF500钢筋,也可采用HPB300、RRB400、CRB600H钢筋。

3.1.5 装配式混凝土空心楼板中的预应力筋可选用高强低松弛钢绞线、钢丝束等,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等的相关规定。

3.1.6 预应力混凝土预制构件可采用有粘结等技术体系,其性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010和现

行行业标准《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369 的规定。

3.2 填充体

3.2.1 装配式混凝土空心楼板填充体分为一次性填充体和可重复使用填充体；一次性填充体可采用装配箱、空腔壁板模盒、石膏模盒、金属模盒、塑料膜壳等；可重复使用填充体可采用充气芯模。

3.2.2 工程中应选用轻质、高强度的填充体，填充体应具有可靠的密闭性，不应采用易渗漏水泥浆制品，填充体材料应优先选用节能环保的材料，填充体材料同时需符合现行地方标准《现浇混凝土空心楼盖结构技术标准》DBJ50-359 的相关规定。

3.2.3 装配式混凝土空心楼板的一次性填充体材料，其氯化物和碱的总含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 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，火灾时在耐火极限要求的时间内不得产生析出楼板的有毒气体。

3.2.4 空腔壁板宜选用硬质材料制作，应具有足够的承载力、刚度和稳定性，应能可靠地承受后浇混凝土自重、后浇混凝土侧压力、混凝土振捣及其他施工荷载，壁板厚度应根据选用材料的特性及施工要求确定，必要时可在空腔壁板上设置支撑。空腔壁板应平整，不得有弯曲、凹陷、裂缝等初始缺陷，空腔壁板组装后板缝应严密，并宜采取固定壁板相对位置的措施。

3.2.5 石膏模盒、金属模盒、塑料膜壳等填充体表面应平整，无明显贯通性裂纹、孔洞，应具有可靠的密封性，不得有镂空网眼和破损穿孔，且不得有非功能性孔洞和影响楼盖混凝土成型的其他缺陷。

3.2.6 填充体的规格尺寸应根据具体工程需要确定，规格尺寸允许偏差应符合表 3.2.6 的规定。

表 3.2.6　填充体尺寸允许偏差

项目		允许偏差(mm)
边长(mm)	≤500	+5,−8
	>500	±10
高度		+5,−8
表面平整度		5
两对角线长度差		10

注:检验方法应符合本标准附录 C 的规定。

3.2.7　填充体的物理、化学及力学性能应符合表 3.2.7 的规定。

表 3.2.7　填充体的物理、化学及力学性能要求

项目	技术指标
燃烧性能	不低于 B1 级
氯化物含量	≤0.2%
碱含量(kg/m^3)	≤3
放射性核素的限量	IRa≤1.0,Ir≤1.3
表观密度(kg/m^3)	15.0～500.0
48 小时浸泡后局部抗压荷载(kN)	≥1.0
自然吸水率	≤5%
抗振动冲击	Φ30 振动棒紧贴内置表面振动 1 分钟,不出现贯通性裂缝及破损
(充气芯模)气压(kPa)	≥35

注:1. 检验方法应符合本标准附录 C 的规定;

2. 采用自然吸水率大于 5%的填充体,应对填充体采取可靠技术措施,现场混凝土浇筑前处理后填充体自然吸水率不大于 5%;

3. 当填充体为可重复使用充气芯模时,检测内容为气压和抗振动冲击。

4 设计基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 装配式混凝土空心楼盖适用于框架结构、剪力墙结构、框架一剪力墙结构、部分框支剪力墙结构和框架一核心筒等结构体系。

4.1.2 装配式混凝土空心楼板类型应根据楼板跨度及受力等情况，结合现场施工条件选择，装配式混凝土空心楼板可选用装配箱混凝土空心楼板、预应力预制底板空心楼板、预制带肋底板空心楼板、预应力混凝土空心楼板以及其他装配式混凝土空心楼板。

4.1.3 装配式混凝土空心楼盖的预制构件应采用标准化设计方法，构件布置时应遵循少规格、多组合的原则。

4.1.4 装配式混凝土空心楼盖应根据梁与板的抗弯线刚度关系区分刚性支承空心楼盖和柔性支承空心楼盖。

4.1.5 装配式混凝土空心楼板的耐火极限不应低于楼板类构件的耐火极限；当装配式空心楼板上布置有防火墙时，应对空心楼板采取措施，保证空心楼板及其传力途径上的构件耐火极限不低于防火墙的耐火极限。

4.1.6 装配式混凝土空心楼盖建筑房屋的最大适用高度应符合下列规定：

1 采用刚性支承装配式混凝土空心楼盖结构的多、高层建筑房屋，其最大适用高度可按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定取值；

2 采用柔性支承的重点设防类、标准设防类装配式混凝土空心楼盖建筑房屋，其最大适用高度应符合表 4.1.6 的规定。平

面和竖向均不规则的结构，其最大适用高度宜适当降低；

3　房屋高度超过本表适用高度时，应进行专门的研究和论证。

表 4.1.6　柔性支承装配式混凝土空心楼盖建筑房屋最大适用高度(m)

结构类型		厚跨比	烈度	
			6	7
框架		1/18	50	40
		1/22	40	30
		1/25	24	20
框架－剪力墙		1/18	110	100
		1/22	100	90
		1/25	90	80
剪力墙	全部落地剪力墙	1/18	120	100
		1/22	110	90
		1/25	100	80
	部分框支剪力墙	1/18	100	80
		1/22	90	70
		1/25	80	60
框架－核心筒		1/18	130	110
		1/22	120	100
		1/25	110	90

注：1. 房屋的总高度指结构嵌固端到主要屋面板板顶或檐口的高度，对带阁楼的坡屋面应算到山尖墙的 1/2 高度处，当为山地建筑结构时，房屋高度计算时一般自较低一侧嵌固端起算，当掉层结构大多数竖向受力构件嵌固于上接地端时(指接地部分结构构件侧向刚度不小于上接地层结构总侧向刚度的 80%)，房屋高度可从上接地端起算；

2. 表中厚跨比是指框架柔性梁高度与跨度之比，按照全楼框架柔性梁厚跨比的最不利值选用；

3. 表中框架，不含异形柱框架结构。

4.1.7　采用装配式混凝土空心楼盖的建筑房屋，应根据设防类别、设防烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符

合相应的内力调整和抗震构造要求。抗震等级应符合下列规定：

1 刚性支承装配式混凝土空心楼盖多、高层建筑房屋的抗震等级按现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 的规定执行；

2 柔性支承装配式混凝土空心楼盖多、高层建筑房屋的抗震等级应按照表 4.1.7 确定。

表 4.1.7 柔性支承装配式空心楼盖建筑房屋的抗震等级

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">结构类型</td><td colspan="5">设防烈度</td></tr>
<tr><td colspan="2">6</td><td colspan="3">7</td></tr>
<tr><td rowspan="3">框架</td><td colspan="2">高度(m)</td><td>≤21</td><td>>21</td><td>≤21</td><td colspan="2">>21</td></tr>
<tr><td colspan="2">框架</td><td>四</td><td>三</td><td>三</td><td colspan="2">二</td></tr>
<tr><td colspan="2">大跨度框架</td><td colspan="2">三</td><td colspan="3">二</td></tr>
<tr><td rowspan="3">框架－剪力墙</td><td colspan="2">高度(m)</td><td>≤50</td><td>>50</td><td>≤24</td><td>24～50</td><td>>50</td></tr>
<tr><td colspan="2">框架</td><td>四</td><td>三</td><td>四</td><td>三</td><td>二</td></tr>
<tr><td colspan="2">剪力墙</td><td colspan="2">三</td><td>三</td><td colspan="2">二</td></tr>
<tr><td rowspan="2">剪力墙</td><td colspan="2">高度(m)</td><td>≤70</td><td>>70</td><td>≤24</td><td>24～70</td><td>>70</td></tr>
<tr><td colspan="2">剪力墙</td><td>四</td><td>三</td><td>四</td><td>三</td><td>二</td></tr>
<tr><td rowspan="4">部分框支剪力墙</td><td colspan="2">高度(m)</td><td>≤70</td><td>>70</td><td>≤24</td><td>24～70</td><td>70</td></tr>
<tr><td rowspan="2">剪力墙</td><td>一般部位</td><td>四</td><td>三</td><td>四</td><td>三</td><td>二</td></tr>
<tr><td>加强部位</td><td>三</td><td>二</td><td>三</td><td>二</td><td>一</td></tr>
<tr><td colspan="2">框支层框架</td><td colspan="2">二</td><td colspan="2">二</td><td>一</td></tr>
<tr><td rowspan="2">框架－核心筒</td><td colspan="2">框架</td><td colspan="2">三</td><td colspan="3">二</td></tr>
<tr><td colspan="2">核心筒</td><td colspan="2">二</td><td colspan="3">二</td></tr>
</table>

注：1. 本表适用于标准设防类建筑；

2. 房屋高度接近或等于高度分界时，应结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定合适的抗震等级；

3. 高度不超过 60m 的框架－核心筒结构按框架－剪力墙的要求设计时，应按表中框架 - 剪力墙结构的规定确定其抗震等级；

4. 大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

4.1.8 采用柔性支承装配式混凝土空心楼盖结构的多、高层建筑房屋，尚应符合下列规定：

1 框架结构中的框架柱的轴压比限值应在现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的相关规定基础上降低 0.05；

2 框架梁厚跨比 1/18～1/25 的柔性支承装配式混凝土空心楼盖结构，其框架柔性梁（包括暗梁）高度不宜小于 300mm；

3 柔性支承装配式混凝土空心楼盖结构，扭转位移比不宜大于 1.40，且不应大于 1.50。

4.1.9 部分框支剪力墙结构剪力墙底部加强范围内的楼层应采用刚性支承楼盖。

4.1.10 以下部位不应采用装配式混凝土空心楼盖：

1 结构转换层、错层、连接体楼板；

2 作为上部结构嵌固部位的地下室楼层相关范围；

3 吊脚结构首层及以下各层相关范围和掉层结构上接地层及以下各层相关范围；

4 部分框支剪力墙结构框支层及相邻上一层。

4.2 楼盖选型与布置

4.2.1 装配式混凝土空心楼板类型应根据楼板跨度及受力等情况，结合现场施工条件选择。

4.2.2 装配式混凝土空心楼板为单向板时，填充体或楼板空腔长向应沿板受力方向布置；装配式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。预应力混凝土空心楼板适用于单向板，装配箱混凝土空心楼板、预应力预制底板空心楼板、预制带肋底板空心楼板适用于单向板及双向板。

4.2.3 同一结构单元内，结构平面宜简单、规则，竖向布置应规则、刚度均匀。

4.2.4 装配式混凝土空心楼盖结构的竖向和水平布置宜使结构

具有合理的刚度和承载力，对可能出现的抗震薄弱部位，应采用有效的加强措施。

4.2.5 采用柔性支承楼盖结构时，应符合下列规定：

1 应在柱间设置框架梁（含框架实心暗梁、框架宽扁梁及框架梁）；

2 不应采用单跨框架结构；

3 楼梯、电梯等洞口周边宜设置刚性梁；

4 房屋的周边应采用框架明梁。

4.2.6 装配式混凝土空心楼盖不宜在框架梁、肋梁、节点实心区开洞；需开洞时，开洞部位应满足承载力与刚度的要求，并采取补强措施。

4.2.7 厨房、卫生间、消防水池等涉水储水房间不应采用装配式混凝土空心楼板。

4.3 预制构件与连接设计

4.3.1 预制构件的设计应符合下列规定：

1 对持久设计状况，应对预制构件进行承载力、变形、裂缝控制验算；

2 对地震设计状况，应对预制构件进行承载力验算；

3 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的相关规定。

4.3.2 预制构件设计的深度应满足各专业以及构件制作、运输、安装等各环节的要求。

4.3.3 预制构件的节点和拼缝应受力明确、连接可靠，宜布置在受力较小区域，宜提前考虑室内装修、管线预埋等条件，并应满足承载力和耐久性等要求。

4.3.4 用于固定连接件的预埋件与预埋吊件、临时支撑用预埋

件不宜兼用；当兼用时，应同时满足各种设计工况要求。预制构件中预埋件的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等相关规定。

4.3.5 装配式混凝土空心楼盖节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式，并应符合现行国家相关标准的规定。

重庆工程建设

5 结构分析与构件计算

5.1 一般规定

5.1.1 当装配式混凝土空心楼盖符合本标准的构造及叠合面抗剪承载力计算的要求时，结构整体分析可遵循下列原则：

1 预制带肋底板空心楼盖、预应力预制底板空心楼盖可忽略预制底板拼缝、楼板与梁连接拼缝对整体性能的影响，按全现浇混凝土空心楼盖进行结构分析；

2 装配箱混凝土空心楼盖按现行行业标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJ/T 207 相关要求进行结构分析。

5.1.2 装配式混凝土空心楼盖的自重应考虑空心的影响，整体分析时可通过折实厚度考虑楼板自重，折实厚度可按本标准附录A计算。

5.1.3 装配式混凝土空心楼盖的内力分析可采用以下方法，也可采用有限元法进行计算分析。

1 刚性支承的内置填充体楼盖，可以采用拟板法或拟梁法进行分析；

2 柔性支承的空心楼盖竖向均布荷载作用下的内力可采用经验系数法或等代框架法进行计算分析；

3 承受地震及风荷载作用的柔性支承空心楼盖，宜采用等代框架法进行计算分析；

4 拟板法、拟梁法、经验系数法和等代框架法的适用条件及具体计算方法，应符合现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268 的相关规定；

5 装配式混凝土空心楼盖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，正交各向异性板可用有限元进行内力和变形计算，也可按现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268 的相关规定计算。

5.1.4 对平面布置不规则、楼盖填充体布置间距不等、作用有较大局部集中荷载、局部开洞等特殊情况的楼盖，宜采用有限元法进行结构分析。

5.1.5 装配式混凝土空心楼盖的预制底板应进行短暂设计状况的承载力极限状态和竖向挠度验算；装配式混凝土空心楼盖应进行持久设计状况的承载力极限状态验算和正常使用极限状态验算。

5.1.6 装配式混凝土空心楼盖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：

$$\gamma_0 S_d \leqslant R_d \tag{5.1.6-1}$$

地震设计状况：

$$S_d \leqslant R_d / \gamma_{RE} \tag{5.1.6-2}$$

式中：γ_0——结构重要性系数，按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 采用；

S_d——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值，按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的相关规定计算；

R_d——结构构件承载力设计值；

γ_{RE}——承载力抗震调整系数。柱上板带截面抗震验算时，受弯取 0.75，其他受力状态取 0.85。

5.1.7 对于装配式混凝土空心楼盖正常使用极限状态，钢筋混凝土构件、预应力混凝土构件应分别按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响或标准组合并考虑长期作用的影响，采用下列公

式验算：

$$S \leqslant C \tag{5.1.7}$$

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《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 采用。

5.1.8 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不大于 1.0，不利时应取 1.3；对于正常使用极限状态，预应力作用分项系数应取 1.0。对参与组合的预应力作用效应项，当预应力作用效应对承载力有利时，结构重要性系数 γ_0 应取 1.0；当预应力作用效应对承载力不利时，结构重要性系数 γ_0 应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 第 3.3.2 条确定。

5.2 截面特性计算

5.2.1 双向布置填充体的装配箱混凝土空心楼板、预制带肋底板空心楼板、预应力预制底板空心楼板两正交方向的截面特性计算时，选取两相邻填充体中心线之间的范围作为计算单元，并简化为“工”形截面进行计算，如图 5.2.1-1、图 5.2.1-2、图 5.2.1-3 所示。

图 5.2.1-1 装配箱混凝土空心楼板横截面计算单元示意图

1—现浇层混凝土；2—填充物；3—预制叠合箱

图 5.2.1-2　预制带肋底板空心楼板横截面计算单元示意图

1—现浇层混凝土；2—填充物；3—预制底板；4—板拼缝；5—预制肋梁

图 5.2.1-3　预应力预制底板空心楼板横截面计算单元示意图

1—现浇层混凝土；2—填充物；3—预制底板；4—板拼缝

预应力预制底板空心楼盖、预制带肋底板空心楼盖、装配箱混凝土空心楼盖，均可按上述方法计算截面特性。

5.2.2　单向布置填充体的预应力混凝土空心楼板，截面特性应按下列规定计算：

1 当内置填充体为矩形截面时，横向选取两相邻填充体中心线之间的范围作为计算单元，并简化为“工”形截面进行计算，纵向选取单位宽度范围作为计算单元，并简化为“二”形截面进行计算(图 5.2.2-1)；

（a）横向截面计算单元

（b）纵向截面计算单元

图 5.2.2-1　预应力混凝土空心楼板横向截面计算单元示意图

1—现浇层混凝土；2—填充物；3—预制板

2　当内置填充体为圆形截面时，横向选取两相邻填充体中心线之间的宽度 $D+b_w$ 为一个计算单元（图 5.2.2-2），横向和纵向截面积和截面惯性矩按现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268 相关规定计算。

图 5.2.2-2　预应力混凝土空心楼盖截面示意图及计算单元示意图

1—现浇层混凝土；2—填充物；3—预制板

5.3 短暂设计状况

5.3.1 装配式混凝土空心楼盖预制构件短暂设计状况包括脱模、运输、堆放、吊运、安装和现浇混凝土浇筑等阶段。

5.3.2 装配式混凝土空心楼盖预制底板短暂设计状况下的内力和变形应符合下列规定：

1 预制带肋底板纵向肋梁方向可简化为以吊点或临时支撑作为支座的简支梁或者连续梁，按倒 T 形截面验算；底板可简化为以纵向肋梁作为支座的单向支承板，按矩形截面验算；

2 预应力预制底板空心楼盖底板、装配箱混凝土空心楼盖底板和预应力混凝土空心楼盖底板根据吊点或临时支撑设置的位置，按简支板或连续板进行截面验算。

5.3.3 装配式混凝土空心楼盖预制底板短暂设计状况验算时荷载标准值应符合下列规定：

1 脱模阶段：等效静力荷载标准值应取底板自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于底板自重标准值的 1.5 倍；其中动力系数不宜小于 1.2，脱模吸附力应根据构件或模具的实际状况采用，且不宜小于 1.5kN/m^2；

2 运输、吊运、翻转、安装、临时固定阶段：荷载标准值应取底板自重标准值乘以动力系数，其中运输、吊运阶段动力系数不宜小于 1.5，构件翻转安装过程中就位、临时固定阶段动力系数不宜小于 1.2；

3 混凝土现浇层浇筑阶段：荷载标准值应取装配式混凝土空心楼板自重标准值与施工活荷载标准值之和。施工活荷载标准值不宜小于 2.5kN/m^2。

5.3.4 装配式混凝土空心楼盖预制底板短暂设计状况验算应满足下列规定：

1 正截面边缘的混凝土法向压应力应满足下式的要求：

$$\sigma_{cc} \leqslant 0.8 f'_{ck} \quad (5.3.4\text{-}1)$$

式中：σ_{cc}——荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土法向压应力（N/mm²）；

f'_{ck}——与施工阶段对应龄期的混凝土立方体抗压强度相应的混凝土轴心抗压强度标准值（N/mm²），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 确定。

2 正截面边缘的混凝土法向拉应力，应满足下式的要求：

$$\sigma_{ct} \leqslant f'_{tk} \quad (5.3.4\text{-}2)$$

式中：σ_{ct}——荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土法向拉应力（N/mm²）；

f'_{tk}——与施工阶段对应龄期的混凝土立方体抗拉强度相应的混凝土轴心抗拉强度标准值（N/mm²），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 确定。

5.3.5 装配式混凝土空心楼盖预制底板下方临时支撑的位置及间距应根据验算确定，相邻临时支撑之间预制底板的挠度不宜大于支撑间距的 1/400。

5.3.6 装配式混凝土空心楼盖预制底板的吊点（含预埋吊件）承载力应通过试验或计算确定，其安全系数应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

5.4 持久设计状况

5.4.1 装配式混凝土空心楼盖持久设计状况包括现浇混凝土浇筑达到设计强度后结构正常使用等阶段。

5.4.2 施工阶段未设置支撑或设置少量支撑的装配式混凝土空心楼盖，持久设计状况的承载能力极限状态验算时应考虑装配式混凝土空心楼盖二阶段受力的影响。

5.4.3 刚性支承楼盖装配式混凝土空心楼板的承载能力极限状态验算可仅考虑竖向荷载组合的效应。

5.4.4 柔性支承装配式混凝土空心楼盖的柱上板带承载力极限状态验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。

5.4.5 装配式混凝土空心楼板的正截面受弯承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中相关规定计算，并符合下列规定：

1 受压区翼缘宽度取 $b_w+12h'_f$ 和 b_w+S_0 的较小值，其中 b_w 为肋梁宽度，h'_f 为受压翼缘厚度，S_0 为肋梁净距；

2 纵向肋梁方向受压区高度不宜大于受压翼缘的厚度，横向肋梁方向受压区高度不应大于受压翼缘的厚度；

3 当预制底板与后浇部分混凝土的强度等级不相同时，应按受压区混凝土的强度等级计算受弯承载力。

5.4.6 装配式混凝土空心楼板斜截面受剪承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268 中相关规定计算。当填充体为填充管（棒）且未配置抗剪钢筋时，装配式混凝土空心楼盖计算单元宽度范围内的受剪承载力应按《现浇混凝土空心楼盖结构技术标准》DBJ50-359 中相关规定计算。当预制底板与后浇部分混凝土的强度等级不相同时，混凝土抗拉强度设计值应取较低值。

5.4.7 装配箱混凝土空心楼盖、预制带肋底板空心楼盖、预应力预制底板空心楼盖拼接节点的受弯承载力不应小于同方向板跨中最大弯矩设计值的 1.1 倍。

5.4.8 装配箱混凝土空心楼盖拼接节点受弯承载力计算方法如下：

装配箱混凝土空心楼盖拼接节点受弯承载力计算的截面高度取节点现浇层混凝土厚度，受拉钢筋取单侧锚入肋梁的底板钢

筋和肋梁纵向钢筋(图 5.4.8),受弯承载力按现行行业标准《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJ/T 207 相关要求计算。肋梁处装配箱底板板筋的连接尚应符合本标准相关构造规定。

图 5.4.8　装配箱混凝土空心楼盖拼接节点

1—板面钢筋;2—现浇混凝土;3—弯锚钢筋;4—板底钢筋;
5—装配箱底板;6—现浇肋梁箍筋

5.4.9　预制带肋底板空心楼盖拼接节点受弯承载力计算应符合下列规定:

预制带肋底板空心楼盖拼接节点受弯承载力计算的截面高度取节点现浇层混凝土厚度,受拉钢筋取环形封闭连接钢筋和垂直拼缝方向肋梁纵向钢筋(图 5.4.9-1、图 5.4.9-2)。拼接节点环形封闭连接钢筋尚应满足本标准相关构造规定。

图 5.4.9-1　预制带肋底板空心楼盖拼接节点

1—预制底板;2—预制肋梁;3—肋梁底筋;4—预制底板端部钢筋;5—肋梁加强底筋;
6—预制开口箍筋;7—预制底板钢筋;8—现浇顶板钢筋;9—现浇部分;
10—环形封闭连接钢筋;11—肋梁顶部钢筋

图 5.4.9-2　预制带肋底板空心楼盖拼接节点受弯承载力计算

1　当满足式(5.4.9-1)条件时，应按宽度为 b_f' 的矩形截面计算：

$$f_{y1}A_{s1}+f_{y2}A_{s2}<\alpha_1 f_c b'_f h'_f \tag{5.4.9-1}$$

$$M \leqslant \alpha_1 f_c b'_f x\left(h_0-\frac{x}{2}\right) \tag{5.4.9-2}$$

混凝土受压区高度应按下列公式确定：

$$\alpha_1 f_c b'_f x = f_{y1}A_{s1}+f_{y2}A_{s2} \tag{5.4.9-3}$$

2　当不满足式(5.4.9-1)条件时，应按下列公式计算：

$$M \leqslant \alpha_1 f_c b x\left(h_0-\frac{x}{2}\right)+\alpha_1 f_c(b'_f-b)h'_f\left(h_0-\frac{h'_f}{2}\right) \tag{5.4.9-4}$$

混凝土受压区高度应按下列公式确定：

$$\alpha_1 f_c[bx+(b'_f-b)h'_f]=f_{y1}A_{s1}+f_{y2}A_{s2} \tag{5.4.9-5}$$

混凝土受压区高度尚应符合下列条件：

$$x \leqslant \xi_b h_0 \tag{5.4.9-6}$$

式中：M ——弯矩设计值(kN·m)；

α_1 ——系数，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 规定计算；

f_c——混凝土轴心抗压强度设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 采用；

A_{s1}、A_{s2}——分别为计算单元截面垂直拼缝方向肋梁纵向钢筋与节点连接钢筋的截面面积；

f_{y1}、f_{y2}——分别为计算单元截面肋梁纵向受拉钢筋与节点连接受拉钢筋的屈服强度；

b_f'——计算单元截面受压区宽度，根据本标准 5.2 节规定，选取两相邻填充体中心线之间的范围作为计算单元的宽度，并简化为“工”形截面进行计算；

b——计算单元截面肋梁宽度；

h——计算单元截面高度；

h_0——计算单元截面有效高度；

h_f——计算单元截面受拉区翼缘高度；

h_f'——计算单元截面受压区翼缘高度；

h_a——计算单元截面节点钢筋底板现浇层高度。

5.4.10 预应力预制底板空心楼盖拼接节点受弯承载力计算应符合下列规定：

预应力预制底板空心楼盖拼接节点受弯承载力计算的截面高度取节点现浇层混凝土厚度，受拉钢筋取节点连接钢筋和垂直拼缝方向肋梁纵向钢筋(图 5.4.10-1、图 5.4.10-2)。拼接节点连接钢筋尚应满足本标准相关构造规定。

图 5.4.10-1 预应力预制底板空心楼盖拼接节点

1—预制底板；2—板底预应力钢筋；3—板底普通钢筋；4—节点连接钢筋；5—构造钢筋；6—附加拉钩；7—板面钢筋；8—钢筋桁架；9—现浇混凝土

图 5.4.10-2　预应力预制底板空心楼盖拼接节点受弯承载力计算

1）当预制带肋底板空心楼盖拼接节点受压区高度满足式(5.4.9-1)条件时，应按宽度为 b_f' 的矩形截面，根据式(5.4.9-2)和式(5.4.9-3)计算拼接节点的抗弯承载力。

2）当预制带肋底板空心楼盖拼接节点受压区高度不满足式(5.4.9-1)条件时，应按式(5.4.9-4)和式(5.4.9-5)计算拼接节点的抗弯承载力。

3）混凝土受压区高度尚应符合式(5.4.9-6)规定。

5.4.11　预应力混凝土空心楼板的承载力、裂缝及挠度应按现行地方标准《预应力混凝土空心板应用技术标准》DBJ50/T-475 空心板叠合楼盖相关规定验算。

5.4.12　预制带肋底板空心楼盖、预应力预制底板空心楼盖在拼接节点处应设置抗劈裂钢筋(图 5.4.12-1、图 5.4.12-2)，抗劈裂钢筋应符合下列规定：

1　预制带肋底板空心楼盖采用开口箍筋(图 5.4.12-1)作为抗劈裂钢筋时：

$$A_{sv} \geqslant \frac{F_a}{n f_{yv}} \qquad (5.4.12\text{-}1)$$

图 5.4.12-1　预制带肋底板空心楼盖抗劈裂钢筋示意

1—预制底板纵筋；2—拼接节点连接钢筋（环形封闭连接钢筋）；
3—抗劈裂钢筋（预制开口箍筋）

2　预应力预制底板空心楼盖采用桁架钢筋作为抗劈裂钢筋时：

$$A_{sv} \geqslant \frac{F_a}{n f_{yv} \sin\alpha \sin\beta} \tag{5.4.12-2}$$

式中：A_{sv} ——拼接节点单侧抗劈裂腹杆钢筋的总截面面积；

F_a ——拼接节点处钢筋拉力设计值，取预制底板纵筋和拼接节点连接钢筋受拉承载力的较小值，即 $F_a = min(f_{y1}A_{s1}, f_{y2}A_{s2})$；

A_{s1}、A_{s2} ——分别为预制底板纵筋和拼接节点连接钢筋的截面面积；

f_{y1}、f_{y2} ——分别为预制底板纵筋和拼接节点连接钢筋的强度设计值；

f_{yv} ——抗劈裂钢筋强度设计值；

n ——拼接节点单侧抗劈裂钢筋的根数；

α、β ——分别为腹杆钢筋的倾角。

图 5.4.12-2　预应力预制底板空心楼盖抗劈裂钢筋示意

1—底板普通钢筋；2—底板预应力钢筋；3—钢筋桁架；4—节点连接钢筋

图 5.4.12-3　抗劈裂钢筋示意

5.4.13　装配式混凝土空心楼盖的肋梁叠合面受剪承载力验算应符合下列规定(图 5.4.13)：

$$V \leqslant 1.2 f_t b_w h_0 + 0.85 f_{yv} \frac{A_{sh}}{s} h_0 \qquad (5.4.13)$$

式中：V ——肋梁端剪力设计值；

f_t ——叠合层和预制底板混凝土抗拉强度设计值的较低值；

b_w ——肋梁宽度；

f_{yv} ——肋梁叠合面抗剪钢筋强度设计值，当采用钢筋桁架时，为钢筋桁架腹筋强度设计值；

A_{sh} ——s 长度范围内垂直穿过肋梁叠合面的钢筋截面面积；

s ——叠合面抗剪钢筋的间距；

h_0 ——空心叠合板有效截面高度。

图 5.4.13　肋梁叠合面纵向抗剪

1—肋梁抗剪钢筋；2—肋梁叠合面

5.4.14 装配式混凝土空心楼盖挠度计算时，预应力预制底板空心楼盖应按荷载的标准组合，装配箱混凝土空心楼盖和预制带肋底板空心楼盖应按荷载的准永久组合，并均应考虑荷载长期作用的影响，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 相关规定进行验算。

5.4.15 装配式混凝土空心楼盖的裂缝控制应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定，对板两个方向分别进行验算。

5.4.16 预应力预制底板空心楼盖、预制带肋底板空心楼盖拼接节点连接钢筋，在荷载准永久组合下的应力应符合下式规定：

$$\sigma_{sq} \leqslant 0.6 f_{yk} \tag{5.4.16-1}$$

其中：

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q}{0.87 A_s h_{20}} \tag{5.4.16-2}$$

式中：σ_{sq} ——拼接节点连接钢筋在荷载效应准永久组合作用下的应力；

f_{yk} ——拼接节点连接钢筋的屈服强度标准值；

M_q ——拼接节点按荷载准永久组合计算的弯矩值；

h_{20} ——拼接节点处现浇层混凝土的有效高度；

A_s ——拼接节点连接钢筋截面面积。

5.4.17 装配式混凝土空心楼盖结构应具有适宜的舒适度，其竖向振动频率和竖向振动加速度限值应符合现行国家及重庆市相关标准的规定。

6 构造规定

6.1 一般规定

6.1.1 装配式混凝土空心楼板的体积空心率宜为25%～60%。

6.1.2 装配式混凝土空心楼板的跨高比宜符合下列规定：

1 对于单向楼盖不宜大于25；

2 对于双向楼盖，有柱帽时不宜大于35，无柱帽时不宜大于30。

6.1.3 肋梁的宽度不宜小于100mm，肋梁的高度不宜小于250mm。

6.1.4 装配式混凝土空心楼盖中各类结构构件的混凝土保护层厚度应按照现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定取值，预应力筋保护层厚度不应小于20mm，肋梁受力钢筋保护层厚度不应小于20mm，普通楼板受力钢筋保护层厚度不应小于15mm。

6.1.5 叠合层的预制底板上表面应设置粗糙面，粗糙面面积不宜小于结合面的80%，粗糙面的凹凸深度不低于4mm。

6.1.6 当装配式混凝土空心楼板作为屋盖时，应采用防水混凝土，其现浇层厚度不宜小于100mm，不应小于80mm，现浇层宜采用双层双向配筋。

6.1.7 当在装配式混凝土空心板下吊或设置埋件时，宜布置在肋梁范围内，并验算承载力；当预制底板设有预应力筋时，严禁吊点打孔伤及预应力筋。

6.1.8 装配式空心楼板底面密拼处宜设置倒角，底面倒角尺寸不宜小于15mm×15mm，倒角处应进行抗裂处理。

6.1.9 装配式混凝土空心楼盖可根据承载力和变形可采用有柱帽(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。托板或柱帽每方向长度尚不宜小于同方向柱截面宽度与 4 倍板厚之和，托板或柱帽根部的厚度（包括板厚）尚不应小于 16 倍柱纵筋直径。托板或柱帽底部钢筋应按计算确定，并应满足抗震锚固要求。当受冲切承载力不足时，可采用型钢剪力架（键），板的厚度不宜小于 300mm。

图 6.1.9　带柱帽或托板的梁柱节点

6.1.10　带柱帽的装配式混凝土空心楼盖宜在柱（柱帽）周边设置实心区域，其范围应为柱（柱帽）截面边缘向外不应小于 1.5 倍板厚（图 6.1.10），其尺寸和配筋应根据受冲切承载力计算确定，冲切承载力应按国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定计算。

图 6.1.10　柔性支承楼盖柱（帽）实心区示意图

1—实心区；2—框架柔性梁；3—肋梁；4—填充体；5—框架柱

6.1.11 装配式混凝土空心楼板空腔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6.1.11)。

图6.1.11 实心区范围示意图

1—混凝土实心区；2—填充体边界线；3—支承构件；4—填充体

6.1.12 装配式混凝土空心楼板开洞时，应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的相关规定，并应满足下列规定：

1 当矩形洞边长和圆形洞口直径不大于300mm时，受力钢筋可绕过孔洞不截断；

2 当矩形洞边长和圆形洞口直径大于300mm但不大于1000mm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；且圆形洞口应沿洞边上、下各配置一根直径8mm～12mm的环形钢筋；

3 当洞口切断肋梁时，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，暗梁纵筋上下均不应小于2根直径12mm钢筋，暗梁箍筋直径不应小于8mm(图6.1.12)；并应在计算模型中如实考虑其带来的不利影响。

图 6.1.12　切断肋梁时洞口补强措施

1—附加肋梁补强筋；2—原肋梁钢筋；3—暗梁钢筋

6.2　装配箱混凝土空心楼板

6.2.1　装配箱的底板、盖板的平面形状宜为矩形，平面尺寸的各边长度宜为 300mm～1500mm，箱体高度宜为 200mm～1400mm。

6.2.2　装配箱底板厚度可按结构不同部位进行调整，且不宜小于 40mm，盖板厚度根据计算确定。

6.2.3　装配箱底板宜采用加腋板，加腋板自中部向板端截面宜由薄到厚形成加腋。

6.2.4　装配箱底板四周宜设置剪力齿，剪力齿的水平间距应与外伸钢筋间距一致，且不宜大于 100mm。剪力齿如图 6.2.4 所示，其几何尺寸不应小于表 6.2.4 的要求：

表 6.2.4　剪力齿构造尺寸

尺寸参数	剪力齿(一)	剪力齿(二)
外口高度(b1)	45mm	30mm
内口高度(b2)	40mm	20mm
外口长度(L1)	65mm	50mm
内口长度(L2)	50mm	35mm
深度(C)	30mm	30mm

(a) 剪力齿(一)　　(b) 剪力齿(二)

图 6.2.4　剪力齿示意图

6.2.5　装配箱的盖板作为非受力构件可采用钢筋混凝土预制板或空腔壁板,侧板宜采用空腔壁板。

6.2.6　装配箱底板、预制混凝土盖板应设置侧壁板承插口,承插口长度应与侧壁板长度一致,宽度宜大于侧壁板厚度 2mm,深度不宜小于 10mm。

6.2.7　空腔侧壁板与盖板、底板可通过承插口、定位块等措施连接和固定,施工时应严格控制侧壁板偏移。

6.2.8　装配箱底板的配筋宜采用带肋钢筋,应符合下列规定:

1　除按计算要求配筋外,尚应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中最小配筋率的规定,钢筋直径不应小

于 5mm，且钢筋间距不宜大于 100mm；

2 底板钢筋应伸入现浇肋梁内且超过梁中心线，其钢筋锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中的相关规定，总外伸长度不小于 30d，其锚入肋梁内的水平投影长度不应小于 $0.4\,l_a$，并宜将钢筋端部弯折，端部弯起部分的竖直投影长度不宜小于 5d。

6.2.9 上部现浇层厚度与配筋应由设计确定，且厚度不宜小于 50mm；当现浇层仅需配置构造钢筋时构造钢筋宜采用双向配筋，直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm。

6.3 预制带肋底板空心楼板

6.3.1 单个预制构件纵向肋梁预制高度不宜小于肋梁高度 1/3，且不宜大于填充体安装完成高度，预制肋梁宽度不宜小于 150mm，高度不宜小于 200mm，高宽比不宜大于 4。

6.3.2 预制肋梁上表面与后浇混凝土叠合层之间的结构面应设置粗糙面，粗糙面面积不宜小于结合面的 80%，凹凸深度不应小于 4mm；预制肋梁端面应设置键槽，键槽应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JCJ 1 相关规定。

6.3.3 预制带肋底板空心楼板顶板厚度不应小于 50mm，底板厚度根据设计要求确定。

6.3.4 预制带肋底板包括单向预制单肋梁底板、单向预制多肋梁底板。预制带肋底板空心楼板的布置应按设计确定，预制肋梁至预制底板板边的水平距离由设计确定，相邻肋梁间距离应结合填充体宽度和受力要求确定。

图 6.3.4-1　单向预制单肋梁底板布置示意图

1—纵向预制肋梁；2—预制肋梁底筋；3—预制肋梁箍筋；4—纵向板底钢筋

图 6.3.4-2　单向预制多肋梁底板布置示意图

1—纵向预制肋梁；2—预制肋梁底筋；3—预制肋梁箍筋；4—纵向板底钢筋

6.3.5　预制底板不考虑使用阶段参与结构受力时，可采用密拼拼缝构造，如图 6.3.5 所示。

图 6.3.5　单向预制带肋底板拼缝处连接示意

1—预制底板；2—预制肋梁；3—拼缝；4—模板

6.3.6　肋梁纵筋锚入支座的长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中非框架梁的相关规定，如图 6.3.6 所示。

（a）预制肋梁纵筋锚固大样一　　（b）预制肋梁纵筋锚固大样二

图 6.3.6　预制肋梁钢筋锚固示意

1—预制肋梁；2—预制主梁；3—预制肋梁底筋

6.3.7　框架梁及梁柱节点的承载力验算、抗震措施应满足现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 以及现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140 中框架梁的各项要求。

6.4　预应力预制底板空心楼板

6.4.1　预应力预制底板空心楼板截面高度不应小于 250mm，顶板和底板的厚度宜取板截面高度的 1/8～1/4，且顶板、底板厚度不应小于 50mm，不宜小于 60mm。

6.4.2　预应力预制底板空心楼板钢筋构造应符合下列规定：

1　预制底板纵向板钢筋采用预应力钢筋，应在预制底板内均匀布置，横向板钢筋采用普通钢筋；

2　纵横向肋梁纵筋和箍筋均采用普通钢筋，肋梁纵筋宜在肋梁宽度范围内集中布置，其间距不应大于 250mm；

3　连接钢筋沿纵向板侧布置，采用普通钢筋，连接钢筋的形式和间距由设计确定；

4　受力钢筋与填充体的净距不得小于 15mm。

6.4.3　预制底板最小配筋面积应符合下列规定：

1　非预应力方向的纵向受力钢筋最小配筋面积应符合下列规定：

$$A_s/A_0 \geqslant \rho_{min} I/I_0 \qquad (6.4.3)$$

式中：A_s ——纵向受力普通钢筋面积；

A_0 ——相同外轮廓的实心板截面面积；

ρ_{min} ——最小配筋率，按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定取值；

I ——截面惯性矩；

I_0 ——相同外轮廓的实心板截面惯性矩。

2 预应力钢筋截面面积应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定。

6.4.4 预制底板中肋梁构造做法如图 6.4.4 所示，应符合下列规定：

1 纵向肋梁底部纵筋和箍筋预制在底板内，顶部纵筋可预制也可在现场绑扎；

2 横向肋梁箍筋预制在底板内，顶部和底部纵筋在现场绑扎；

3 纵横向肋梁布置结合填充体截面尺寸确定；

4 肋梁至预制底板板边的水平距离由设计确定。

图 6.4.4 预应力预制底板构造示意图

1—纵向肋梁钢筋；2—纵向肋梁箍筋；3—横向肋梁箍筋；4—填充体

6.4.5 预制底板板间连接及与支座连接处采用密拼式接缝，接缝宜避开最大弯矩截面，如图 6.4.5-1～图 6.4.5-4 所示，并符合下列规定：

1 应在接缝处预制底板板面设置垂直于接缝的连接钢筋，

直径不宜小于 8mm，且不宜大于 14mm；连接钢筋间距不应大于 200mm；

2 连接钢筋与预制底板同向受力钢筋搭接长度 l_1 不应小于 $1.6\,l_a$（l_a 为按较小直径钢筋计算的受拉钢筋锚固长度），且应伸至相邻肋梁中线；

3 连接钢筋面积除应符合本标准第 5.4.9 节计算要求外，尚应符合最小配筋率的规定，最小配筋率计算时截面高度取拼接节点现浇层厚度；

4 在接缝处预制底板板面的连接钢筋搭接范围设置垂直的分布钢筋，直径不应小于 6mm，数量不少于 3 根且间距不应大于 250mm；

5 预制底板板侧间密拼缝处应设置拉钩，将上下楼板钢筋连接；

6 接缝处叠合层厚度不应小于 80mm，混凝土等级不应低于 C30，且不宜低于预制底板混凝土等级；

7 桁架钢筋长度应能搁置填充体，并保证填充体的稳定性，桁架钢筋上弦筋上表面至预制板板面距离不宜低于 80mm。

图 6.4.5-1 预制底板板侧间密拼式接缝构造

1—预制底板；2—纵向预应力钢筋；3—横向板钢筋；4—连接钢筋；5—分布钢筋；6—拉钩；7—桁架钢筋；8—板面钢筋

图 6.4.5-2　预制底板板侧间肋梁处密拼式接缝构造

1—预制底板；2—纵向预应力钢筋；3—横向板钢筋；4—横向肋梁底筋；5—横向肋梁顶筋；6—板面钢筋；7—肋梁箍筋

图 6.4.5-3　预制底板板侧与边支座接缝构造

1—预制底板；2—连接钢筋；3—桁架钢筋；4—梁或墙

图 6.4.5-4　预制底板板侧与支座接缝构造

1—预制底板；2—连接钢筋；3—桁架钢筋；4—梁或墙

6.4.6　预制底板板端与支座连接构造做法如图 6.4.6-1、图 6.4.6-2 所示，应符合下列规定：

1　纵向肋梁底部钢筋、板钢筋均宜从预制底板板端伸出，并锚入支承梁或墙的后浇混凝土中；

2　钢筋下料时应预留锚入支座的钢筋长度，肋梁钢筋锚入支座长度按非框架梁配筋构造要求确定，板钢筋锚入长度不小于

100mm，且宜伸至支座中心线。

图 6.4.6-1　预制底板板端与边支座连接构造

1—预制底板；2—预应力钢筋；3—普通受力钢筋；
4—纵向肋梁底部钢筋；5—梁或墙

图 6.4.6-2　预制底板板端与中支座连接构造

1—预制底板；2—预应力钢筋；3—普通受力钢筋；
4—纵向肋梁底部钢筋；5—梁或墙

6.4.7　预应力预制底板开洞应符合下列规定：

1　预应力预制底板不宜现场开洞；

2　当底板开洞尺寸小于 75mm，且小于预应力筋间距时，洞口可不做处理；

3　开洞截断底板纵向预应力筋或洞口尺寸在 75～150mm 之间时，应根据等强原则增设补强钢筋，且每块底板切断预应力筋根数不宜大于 4 根；

4　每块底板开洞大于 150mm 或同一方向有多个开洞时，应

进行专门设计。

6.5 预应力混凝土空心楼板

6.5.1 预应力混凝土空心板内部空心孔洞的截面形状可采用圆形、方形及其他形状(图 6.5.1),其横截面形式还应符合下列规定:

1 空心孔洞大小及数量根据受力及生产需要确定;

2 板的宽度根据生产设备及工程实际需要确定;

3 板的高度应满足承载力和刚度要求;

4 板侧应设置锯齿形抗剪槽,板底边角宜设置倒角。

图 6.5.1 预应力混凝土空心楼板截面形式示意

1—叠合层;2—预应力混凝土空心楼板;3—砂浆或细石混凝土

6.5.2 预应力混凝土空心楼板预制板厚度不大于 150mm 时,叠合层混凝土厚度不应小于 50mm;预制板厚度大于 150mm 时,叠合层混凝土的厚度不应小于 60mm;当叠合层厚度小于 100mm 时,可采用单层双向配筋,当叠合层混凝土厚度不小于 100mm 时,可采用双层双向配筋;单向最小配筋率应按现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 执行,钢筋直径不宜小于 6mm,间距不宜大于 250mm。

6.5.3 预应力混凝土空心楼板板端构造,应符合下列规定:

1 板端切角的宽度不宜超过板宽的 1/4,否则应采取增设支撑或牛腿等特殊处理措施;

2 板端连接节点如图 6.5.3 所示,最小搁置长度 $a_{0\min}$ 宜满足下列规定:

1）当板跨不大于 10m 时，$a_{0min}=55mm$；

2）当 10m＜板跨≤14.4m 时，$a_{0min}=80mm$；

3）14.4m＜板跨≤18m 时，$a_{0min}=100mm$；

当搁置长度不能满足最小搁置长度要求时，板端应配置钢筋等加强措施加以拉锚，图示拉锚钢筋一般设在板缝中，需要时也可设在芯孔内，芯孔应预先开槽。

图 6.5.3　板端连接节点示意图

1—叠合层配筋；2—泡沫胶堵孔；3—拉锚钢筋；

4—SP 板板端预埋件（在板一端焊接）

6.5.4　预应力混凝土空心板板侧构造，应符合下列规定：

1　板侧边键槽拼缝采用密拼的构造形式，拼缝上口宽度 b_j 不宜小于 20mm，如图 6.5.4 所示；

2　板侧边不应伸进混凝土梁、剪力墙或钢梁翼缘内。

图 6.5.4　侧边拼缝构造形式

1—预应力混凝土空心楼板；2—砂浆或细石混凝土；3—锯齿边；4—叠合层

6.5.5　预应力空心楼板中有设备管线穿过时，应预留孔洞或预埋套管，并采取防水、防火、隔声、减振等措施。管线及洞口设置应符合下列要求：

1　设备管线应进行综合设计，减少平面交叉，宜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　宜在板支承附近沿空心板孔道切割所需的孔洞，且不应伤及预应力筋；

3　当洞口较大，割断预应力筋数量较多时，可以采用钢托板将被割板上荷载传递到相邻板；

4　预应力空心板切割时，宜保持板中钢绞线呈对称布置状态。

7 生产运输与施工

7.1 一般规定

7.1.1 装配式混凝土空心楼盖结构生产企业和预制构件安装及楼盖结构施工企业应建立完善的质量管理体系和健全的环境安全管理体系；预制构件应在工厂生产加工，并宜建立质量可追溯的信息化管理系统。

7.1.2 施工前根据施工特点和要求，编制施工组织设计或专项施工方案，对施工现场平面布置、转运路线、道路条件及吊装方案等做出规定，施工方案经审查批准后实施。

7.1.3 构件生产应对首件进行验收，现场施工前宜进行试安装，并根据试安装结果确定施工工艺。

7.1.4 混凝土布料机等重型设备布设时，应采取相应的支撑措施，并对支撑的强度、刚度和稳定性进行验算。

7.1.5 施工前应合理规划构件运输通道和临时堆放场地，构件堆放场地应平整硬化，不积水，构件堆放层数及高度应满足稳定性的要求；填充体应采用平卧垫层放置，有机材质的填充体堆放应远离热源，露天存放时应防止暴晒。

7.1.6 施工前应进行测量放线并设置安装定位标识，测量放线应符合现行国家标准《工程测量通用规范》GB 55018 的相关规定。

7.1.7 安装前应复核构件安装位置、节点连接构造及临时支撑方案等，并宜按照施工方案中的吊装顺序对构件进行编号。

7.1.8 吊装设备进场后，应检查复核起重设备及吊具是否处于安全操作状态，核实现场环境、天气、道路状态等是否满足起重施工要求。

7.1.9 吊装作业时，起重作业区应实施隔离封闭管理，设置警戒线和警戒标识；对无法隔离封闭的，应采取专项防护措施。

7.1.10 装配式混凝土空心楼盖预制板与梁、柱、墙的连接节点构造应按设计要求施工，隐蔽工程经验收合格后方可后续混凝土浇筑。

7.2 构件生产与运输

7.2.1 预制构件在生产前，应由建设单位组织设计、生产、施工单位进行设计文件交底和会审，必要时应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输方案、吊装方案等编制加工详图；宜采用建筑信息模型技术校核深化设计图纸，整合机电、水暖、装修等专业的预留预埋要求等进行虚拟建造。

7.2.2 预制构件生产过程及管理应结合产品来源、深化设计、加工、安装过程、施工排序和施工计划等信息进行全过程的信息化协同管理。宜采用信息管理系统和自动化生产线进行加工制作，减少手工作业。

7.2.3 预制构件的制作场地应平整，预应力混凝土空心楼板宜采用长线台工艺生产。预制构件混凝土浇筑前，应进行隐蔽工程验收。

7.2.4 预制构件生产应符合下列规定：

1 构件制作前，应明确生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容；

2 混凝土用粗骨料最大粒径不得大于结构截面最小尺寸的1/4，并不得大于钢筋最小净距的3/4；

3 混凝土应采用机械振捣，一次连续浇筑成型；

4 预应力筋的下料长度应根据台座、锚夹具及张拉机和外露长度等因素经计算确定，预应力筋张拉和放张应符合设计要求，预应力筋的切断应使用砂轮锯或切断机等专用切割机具。

7.2.5 预制构件在初凝后应进行覆盖养护，终凝后开始养护；养护方式和时间应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》

GB 50666 的要求。

7.2.6 预制构件堆放场地应有排水措施；预应力空心板和预制预应力底板堆放时有预应力筋面板底朝下，标识向外，严禁倒置；每层构件间的垫块应上下对齐；长期堆放时，应采取防止预应力空心板和预制预应力底板反拱和翘曲变形的控制措施。

7.2.7 采用后浇混凝土或砂浆、灌浆料连接的预制构件结合面，制作时应按设计要求进行粗糙面处理；设计无具体要求时，可采用化学处理、拉毛或凿毛等方法制作粗糙面。

7.2.8 预应力构件放张、脱模起吊和出厂时的混凝土的强度应满足设计规定，当设计无要求时，预制构件放张强度不应低于设计强度标准值的 75%；脱模起吊时的混凝土强度应计算确定，出厂强度不应低于设计强度标准值的 75%，且不小于 $15N/mm^2$。

7.2.9 预制构件运输应符合下列规定：

1 预制底板宜由预制厂的龙门吊装车，用平板车装载运输到施工现场，预应力空心板搁置在平板车上必须垫以方木等柔性材料，保证预应力空心板不受损伤；

2 运输构件时应采取防止构件移动、倾倒、变形等固定措施；

3 应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，宜设置保护衬垫；

4 运输线路应根据运输道路、桥梁的实际条件确定，运输车辆应满足构件尺寸和载重要求；

5 应采用水平运输方式，堆放不宜超过 6 层，且高度不宜超过 2.0m。

7.2.10 预制构件的装车位置和次序，宜与工程施工进度及次序相衔接；宜将同一楼层、同一单元的预制构件装在同一批车辆上。

7.3 构件检验

7.3.1 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺

陷。根据影响结构性能、安装和使用功能严重程度的不同，构件外观质量可按表 7.3.1 进行分类。对已经出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，符合合格标准后方可出厂。

表 7.3.1　构件外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动，插筋严重锈蚀、弯曲，灌浆套筒堵塞、偏位，灌浆孔洞堵塞、偏位、破损等缺陷	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞出凸肋等	清水或具有装饰的混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

7.3.2　装配式混凝土空心楼板及填充体检验方法应按本标准附录 C 的规定执行。装配箱底板尺寸允许偏差和质量要求应符合

本标准附录表 C.2.3 规定，装配式混凝土空心楼板预制构件尺寸允许偏差应符合附录表 C.4.1 的规定。

7.3.3 预制构件的预埋件、插筋、预留孔的规格、数量和位置应符合设计要求，检验方法应符合现行地方标准《装配式建筑混凝土预制构件生产技术标准》DBJ50/T-190 的相关规定。

7.3.4 预制构件粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数量应符合设计要求，与预制构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可放宽 1.5 倍。

7.3.5 混凝土强度应符合设计文件及国家现行相关标准的规定。

7.3.6 预制构件检查合格后，应在构件上设置表面标识，标识内容宜包括构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息，无吊装环的预制构件应对吊装点用红油漆标记。

7.4 临时支撑

7.4.1 装配式混凝土空心楼盖的临时支撑应进行专项设计。

7.4.2 施工临时支撑的型式应根据装配式空心楼盖的结构形式、跨度、层高、施工荷载等条件确定，宜选用组合塔架、独立方塔架、独立钢支柱等脚手架支撑体系。

7.4.3 组合塔架的设计和构造要求应符合本标准附录 B 的相关规定。

7.4.4 组合塔架的安装应符合下列规定：

1 组合塔架土层地基密实度应满足方案要求，立杆下应采用底座和垫板；

2 组合塔架搭设应按照方案要求放置可调底座，按先立杆、后水平杆再斜杆的顺序搭设独立单塔，并以独立单塔为基本单元通过连接水平杆等形成完整的组合塔架体系；

3 水平杆杆端扣接头卡入连接盘后，应采用楔形插销连接卡紧；

4　组合塔架的搭设应分阶段进行，每段搭设后须经检查验收合格后，方可投入使用。

7.4.5　组合塔架的拆除应符合下列规定：

1　组合塔架拆除应在其支承的楼盖混凝土强度满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204《混凝土结构工程施工规定》GB 50666 和设计的要求后进行；

2　拆除应遵循先装后拆、后装先拆、先拆水平杆、后拆独立单塔的原则，应从顶层开始，逐层向下拆除，不得上下层同时作业，不应抛掷；

3　当分段拆除时，应确定分界面处的技术处理方案，分段后架体应稳定；

4　拆除的构件应及时分类，按指定位置堆放。

7.4.6　组合塔架施工与验收除应符合本节的相关规定外，尚应符合现行行业标准《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231 的相关规定。

7.4.7　独立方塔架、独立钢支柱的设计、施工与验收应符合现行地方标准《装配式混凝土建筑结构临时支撑系统应用技术标准》DBJ50/T-457 的相关规定。

7.5　装配箱混凝土空心楼盖施工

7.5.1　装配箱构件入场堆放应符合下列规定：

1　装配箱构件应按不同型号、规格分类堆放，底部应设置垫木；

2　装配箱构件现场叠放时，应上下对齐、垫平，堆放高度不宜大于 1.5m，不应大于 2m。

7.5.2　装配箱应采用可靠的定位和防漂移技术措施；当需要采取抗浮措施时，抗浮材料的材质、规格、布置方案和高度控制措施应满足设计和施工方案的规定。

7.5.3 装配箱安装应符合下列规定：

1 空腔侧壁板应安装在顶板、底板上设置的定位块或承插口中，并按模板设计在侧壁板上设置支撑，装配箱就位应正确、安装稳固、接缝不应漏浆；

2 管线宜布置在现浇混凝土内，当需要穿过预制肋梁时应预埋套管；

3 管线穿过装配箱空腔壁板或填充体时，开口处应有可靠的密封措施；

4 预制底板需开孔时应避开楼板受力筋或采取加强措施；

5 装配箱底部宜设置临时排水孔。

7.5.4 装配箱施工应符合下列规定：

1 当设计有要求时，支撑模板应按设计要求起拱，当无设计要求时，支撑模板应按施工规范规定起拱；

2 装配箱整体外形平整，长度、宽度、高度均应符合设计、国家和地方相关标准规定，在运输和堆放时应轻装轻卸，运输中应固定牢靠，吊装前应检查吊篮或吊网的质量，单次吊装重量不应超出吊篮(网)承载力；

3 装配箱及预留、预埋安装的过程中均应事先划线定位，确定肋梁钢筋的绑定位置，采取可靠的定位、防漂移措施保证其安装位置准确、行列平直；

4 施工中应采取措施防止损坏装配箱，板面钢筋安装之后损坏的装配箱，应采取有效措施进行修补或封堵，防止混凝土漏入；

5 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，线盒及套管、吊顶用预埋件等均应在浇筑混凝土前与底模板或钢筋可靠固定；

6 预留和预埋宜布置在楼板实心区域或肋宽范围内，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，板底吊顶、管道、桥架等吊挂点

应避开装配箱布置位置。

7.5.5 装配箱安装尺寸允许偏差及检验方法应符合表 7.5.5 的规定。

表 7.5.5 装配箱安装尺寸的允许偏差及检验方法

项目	允许偏差(mm)	检验方法
箱体中心线对轴线位置	5	经纬仪及尺量
箱体上表面和下表面标高	±5	水准仪或拉线、尺量
相邻两箱表面高度	10	尺量
箱体高度	+10,−8	尺量
空腔壁板对角线差	±5	尺量
空腔壁板垂直度	2	尺量

7.6 预制底板及空腔壁板安装

7.6.1 预制底板进场堆放应符合下列规定：

1 预埋吊件应朝上，标识向外；

2 构件支垫应坚实，预制空心板堆放时应始终保持简支状态；

3 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施及防止构件产生裂缝的措施；

4 堆放预应力构件时，应根据构件起拱值的大小和堆放时间采取相应措施；

5 预制带肋底板堆放时支垫应放置在预制肋梁上，预制带肋底板的堆放层数不宜大于 6 层，堆放方向同受力方向一致。

7.6.2 预制底板装前应确认预制底板的混凝土强度及配件的型号、规格、数量等符合设计及相关要求；起吊和安装作业时宜选择预埋的吊点，无预埋吊点时，应经计算确定吊点位置。

7.6.3 预制底板的安装调整应符合下列规定：

1　安装预制底板前应检查支座、支撑架顶面标高和平整度，并检查结合面粗糙度是否符合设计要求；

2　预制底板吊装就位后，应及时校准并采取临时固定措施，应对相邻预制构件平整度、高低差、拼缝尺寸进行校核与调整；

3　预制底板之间的接缝形式和宽度应满足设计要求，宜采用撬棍或千斤顶进行调整。

7.6.4　预制底板板端部的搁置长度应符合设计要求，端部与支承构件之间应坐浆或设置支承垫块；安装时预制底板两端支座为现浇结构或为预制构件但支撑长度不能满足施工安全时，宜在靠近支座处设置可靠支撑；跨中支撑设置应满足设计要求。

7.6.5　预应力预制底板和预制带肋底板宜采用密缝拼接；安装预应力混凝土空心板时，可将板底靠紧安置，但板顶缝宽不宜小于 20mm；未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。

7.6.6　预应力混凝土空心板吊装前应填堵端头板孔，防止灌缝混凝土流入板孔；在混凝土梁上安装预应力混凝土空心板时，应在梁上铺 10mm 砂浆，随铺随吊，保证预应力混凝土空心板板底受力均匀。

7.6.7　预应力混凝土空心板安装、调整完成后应及时灌缝，形成整体，灌缝前应采取措施保证相邻板底平整；灌缝前应清除板缝中的杂物，按具体工程设计要求设置好缝中钢筋。

7.6.8　预制底板安装尺寸允许偏差及检验方法应符合表 7.6.8 的规定。

表 7.6.8　预制底板安装尺寸的允许偏差及检验方法

项目	允许偏差(mm)	检验方法
构件中心线对轴线位置	5	经纬仪及尺量
构件板底面或顶面标高	±5	水准仪或拉线、尺量
相邻构件板端面平整度	5	2m 靠尺和塞尺量测
相邻构件板底面平整度	5	2m 靠尺和塞尺量测

续表7.6.8

项目	允许偏差(mm)	检验方法
构件搁置长度	±10	尺量
板支座、支垫中心位置	10	尺量
板接缝宽度	±5	尺量

7.6.9 填充体要求整体外形平整，长度、宽度、高度均应符合设计和相关标准要求，安装应符合下列规定：

1 在运输和堆放时应轻装轻卸，严禁甩扔，运输中应固定牢靠，吊装前应检查吊篮或吊网的质量，单次吊装重量不应超出吊篮(网)承载力，吊装过程中填充体无掉落、无垮塌，严禁采用钢丝绳直接捆绑吊装填充体；

2 填充体的安装位置应符合设计及施工方案要求，并采取可靠的定位、抗浮和防漂移措施保证其安装位置准确、行列平直，保证箱体底部后浇混凝土的厚度和密实度，保证板底受力钢筋混凝土保护层厚度；

3 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和空腔壁板，应采取有效措施进行修补或封堵，防止混凝土漏入；

4 预留预埋设施安装工序应与钢筋、填充体和空腔壁板安装等工序穿插进行；

5 当预留预埋设施无法避开填充体时，可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的尺寸等措施避让。

7.6.10 填充体安装尺寸允许偏差及检验方法应符合表7.6.10的规定。

表 7.6.10　填充体安装质量要求及检验方法

序号	检查项目	质量要求	检验方法
1	填充体和空腔壁板规格、型号、数量及安装位置	应符合设计要求	观察，辅以钢尺量测
2	填充体定位及抗浮、防漂移技术措施	填充体定位、抗浮及防水平漂移措施可靠合理，方法正确。	按施工方案的要求，目测，辅以钢尺量测
3	损坏填充体和空腔壁板的处理	填充体或空腔壁板出现破损均应予以修补或更换	目测检查
4	同行（列）填充体和空腔壁板中心线	≤15mm	拉线，用钢尺量测
5	相邻行（列）填充体和空腔壁板平行度	≤15mm	拉线，用钢尺量测
6	相邻填充体和空腔壁板顶面高差	≤8mm	靠尺配以塞尺量测

7.6.11　预制底板以上现浇部分钢筋的配置和连接、预制构件之间的钢筋连接方式和质量要求应符合设计规定。

7.6.12　构件高度 800mm～1100mm 时沿高度方向增设一道水平支撑，构件高度超过 1100mm，低于 1500mm 时，沿高度方向增设二道水平支撑；超过构件高度超过 1500mm 时支撑应根据施工计算确定。

7.7　后浇混凝土施工

7.7.1　施工前应根据图纸深化设计施工方案，提前合理布置混凝土泵管洞口位置，预制构件厂家根据方案进行洞口预留，不可进行后期开洞。

7.7.2　在混凝土浇筑前，应按设计要求检查结合面的粗糙度及预制构件的外露钢筋，预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；后浇混凝土浇筑前，应对预制构件接触面洒水湿润。

7.7.3 机电管线宜布置于叠合层中，如叠合层厚度不足，可预埋于板肋之间或预穿于预留孔洞中；混凝土浇筑时应采取可靠的保护措施，不应移动预埋件的位置，且不得污染预埋件表面。

7.7.4 后浇混凝土施工应符合下列规定：

1 浇筑混凝土前，应清除模板上的杂物灰尘、油脂等，对模板、填充体等预制构件接触面等洒水湿润，预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；

2 填充体盖板在安装和混凝土浇筑过程中，宜铺设施工通道，禁止将施工机具和材料直接放置在填充体和空腔盖板上；

3 混凝土浇筑和振捣宜一次完成，当混凝土浇筑和振捣因现场条件确需分两层进行时，首次浇筑宜为板厚的 1/2，待混凝土振捣密实后，方可进行第二次浇筑，第二次混凝土浇筑振捣应在第一层混凝土初凝前进行，振捣棒插入第一层中不宜大于 50mm；

4 振捣混凝土时，应避免振捣器触碰钢筋支凳、装配箱和填充体，并保证板底、肋、板面混凝土振捣密实；

5 浇筑混凝土时应对装配箱、填充体、盖板及临时支撑进行观察和维护，发生异常情况应及时处理；

6 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临时支撑安全的措施；

7 混凝土强度未完全达到设计强度前，板上荷载不得超过施工阶段永久荷载和可变荷载标准值之和。

7.8 施工安全与环境保护

7.8.1 预制构件的堆放层数和高度应符合施工方案要求。

7.8.2 预制混凝土构件吊装时的吊具必须配套，使用前应仔细检查，有破损的不得使用。预制底板吊装时，端部吊点距板端不宜小于 300mm，吊索与预制底板夹角不得小于 50 度，应避免吊索向内滑脱造成空心板坠落。

7.8.3 预制构件安装、拆除及浇筑混凝时，施工楼层下方严禁人员穿行。

7.8.4 预制构件安装时应放置稳妥、及时安装，就位后应立即固定，不得在未固定可靠或未按要求设置临时支撑的预制底板上行走。

7.8.5 预制底板铺设固定后应及时做好洞口防护，设置临时防护措施并做明显标识。

7.8.6 底模应一次性拆清，不得留下已经拆卸了机械固定件的模板吸附在板底。

7.8.7 大型构件采用双机抬吊作业时，应进行合理的负荷分配，构件重量不得超过双机额定起重量总和的75%，单机载荷不得超过额定起重量的80%，两机应协调起吊和就位，起吊的速度应平稳缓慢。

7.8.8 施工前应编制绿色施工方案，制订施工噪声、粉尘控制、节水、节电和资源综合利用及控制目标；施工过程中，对于报废的预制构件，应进行分类、统计和回收处理。

7.8.9 施工时应合理安排工序流程，减少中午和夜间施工作业；材料搬运、施工设备和机具作业等作业时应采取可靠的降低噪声措施。施工作业在施工场界的噪声级应符合现行国家标准《建筑施工场界噪声限值》GB 12523 的相关规定。

7.8.10 针对施工设备和机具维修、运行、存储时的漏油，应采取有效的隔离措施，不得直接污染土壤、污染预制构件，漏油应统一收集并进行无害化处理。

7.8.11 吊装作业时，起重作业区应实施隔离封闭管理，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。

8 检验与质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 空心楼盖结构工程按混凝土结构子分部工程进行验收，预制构件的安装、钢筋、叠合层混凝土等部分按混凝土结构子分部工程的分项工程验收，装配式钢筋混凝土空心楼盖结构中填充体、空腔壁板的安装，应纳入模板安装检验批和模板分项工程中验收，可不参与混凝土结构子分部工程的验收。子分部工程如有其他分项工程项目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 及《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

8.1.2 空心楼盖结构工程施工用的原材料、部品、构配件应按检验批进行。

8.1.3 预制构件的质量除应符合本标准规定外，尚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《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231《预应力混凝土空心板》GB/T 14040、现行行业标准《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 及现行地方标准《装配式建筑混凝预制构件生产技术标准》DBJ50/T-190《装配式混凝土建筑结构工程施工及质量验收标准》DBJ50/T-192 的相关规定。

8.2 进场检验与验收

8.2.1 预制构件进场时应对进场的构件检查下列文件和记录：

1 预制构件出厂合格证；

2　预制构件承载力性能实验报告或结构性能检验报告；

3　隐蔽工程验收记录；

4　其他必要的文件和记录。

填充体和空腔壁板进场时，应在现场随机抽样进行物理力学性能试验。

8.2.2　装配箱进场检验尚应符合下列规定：

1　装配箱底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》GB 50204 的相关规定；

2　装配箱应按同一生产厂、同一材料、同一生产工艺、同一规格，且连续进场不超过 4000 件为一个检验批，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，可改为每 10000 件为一个检验批，对每个检验批应随机抽取 20 件进行尺寸偏差检验；检验合格后，从中随机抽取 3 件检验重量和抗压荷载；

3　装配箱底板检验方法应按本标准 3.4 节和附录 C 的规定执行。

8.2.3　预应力混凝土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》GB 50204 的相关规定。对多个工程共同使用的同类型预制构件，结构性能检验可共同委托，其结果对多个工程共同有效。

8.2.4　其他预制底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制板，应符合下列规定：

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，进场时应对其主要受力钢筋（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：同一类型预制构件不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 1 个构件进行结构性能检验。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体检验报告。

8.2.5 其余填充体的进场检验批的划分应由施工单位和监理单位依据相关的国家标准和行业规范，并结合具体的工程项目情况进行构件入场检验批的划分。

8.2.6 填充体的检验方法应符合本标准附录 C 的规定，抽样应符合下列规定：

1 对每个检验批产品的外观质量应全数目测检查，其质量应符合本标准第 3 章的相关规定，对不符合外观质量要求的产品，可在现场修补，经检验合格后可继续使用；

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化学力学性能指标，检验方法应符合本标准附录 C 的规定。

8.2.7 填充体的尺寸偏差检查应符合下列规定：

1 当所抽取的 10 件试样尺寸偏差符合本标准第 3 章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；

2 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；

3 如不符合上述要求，则应逐件检验，并剔除严重超差者。

8.2.8 填充体的物理、化学、力学性能检查应符合下列规定：

1 从尺寸偏差检查的 10 件试样中随机抽取 3 件试样进行物理、化学、力学性能检验，当检验符合本标准第 3 章的规定时，该检验批的物理化学力学性能可判定为合格；

2 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，该检验批的物理化学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化学力学性能判定为不合格。

8.2.9 预制构件进场后，应依据规范逐块验收，包括外观质量、几何尺寸、预埋件、预留孔洞、吊装环、吊装点标记等，发现不合格

应予以处理。

8.2.10 预制构件的外观质量不宜有一般缺陷，对按技术处理方案处理过的一般缺陷，构件生产单位应提供技术处理方案和处理记录。

8.2.11 预制构件应在明显部位标明生产单位、构件型号和编号、生产日期和出厂质量验收标志等表面标识。

8.2.12 预制构件粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数量应符合设计要求。

8.2.13 预制构件上的预埋件、预留插筋、预留孔洞、预埋管线等规格型号、数量应符合设计要求。

8.2.14 填充体和空腔壁板进场验收应按本标准附录C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并归入工程质量保证资料存档备查。

8.3 支撑与模板

Ⅰ 主控项目

8.3.1 预制构件安装临时固定支撑应稳固可靠，并应符合施工方案及相关技术标准要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

8.3.2 后浇混凝土模板应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，并应符合施工方案及相关技术标准要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查，检查施工记录。

Ⅱ 一般项目

8.3.3 装配式混凝土空心楼盖中后浇混凝土模板安装的偏差应

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。

8.3.4 检查数量：在同一检验批内，对梁和柱，应抽查构件数量的10%，且不少于3件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%，且不少于3间。

8.4 装配施工

Ⅰ 主控项目

8.4.1 预制构件安装需坐浆调平时，其强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批，每工作班同一配合比应制作1组且每层不应少于3组边长为70.7mm的立方体试件，标准养护28d后进行抗压强度试验。

检验方法：检查坐浆材料强度检验报告及评定记录。

8.4.2 当采用机械连接时，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的要求：

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作1组且每层不应少于3组40mm×40mm×160mm的长方体试件，标准养护28d后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

8.4.3 采用绑扎搭接时，接头间距、百分率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的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录和检测报告。

8.4.4 预制构件采用型钢焊接连接时，型钢焊缝的接头质量应满足设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的相关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的相关规定。

8.4.5 预制构件钢筋采用焊接连接时，焊接的接头质量应满足设计要求，并应符合相关现行国家标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合相关现行国家标准的规定。

Ⅱ 一般项目

8.4.6 预制构件安装的偏差应符合本标准的相关要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

8.5 后浇混凝土

Ⅰ 主控项目

8.5.1 装配式混凝土结构连接节点和连接接缝后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：每工作班同一配合比的混凝土取样不得少于一次，每次取样应至少留置一组标准养护试块，同条件养护试块的留置组数宜根据实际需要确定。

检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

8.5.2 装配式混凝土结构后浇混凝土的外观质量不应有严重缺陷。

对已经出现的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，并经设计、监理（建设）单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

Ⅱ　一般项目

8.5.3　混凝土外观质量不应有一般缺陷，对出现的一般缺陷应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

8.5.4　其他验收项目按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的相关验收条款对装配式混凝土空心楼盖施工质量进行验收。

重庆工程建设

附录 A　装配式混凝土空心楼板自重、折实厚度、体积空心率计算

A.0.1　装配式混凝土空心楼板自重可按下式计算：

$$G=(V_u-V_{fil})\gamma+G_{fil} \tag{A.0.1}$$

式中：G ——装配式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} ——装配式混凝土空心楼板区格内填充体的重量(kN)；

V_{fil} ——装配式混凝土空心楼板区格内填充体的体积(m^3)；

V_u ——装配式混凝土空心楼板区格内总体积(m^3)；

γ ——混凝土重度(kN/m^3)。

A.0.2　装配式混凝土空心楼板按重量等效的折实厚度可按下式计算：

$$h_{con}=\frac{G}{V_u\cdot\gamma}\times h \tag{A.0.2}$$

式中：h_{con} ——装配式混凝土空心楼板折实厚度；

h ——装配式混凝土空心楼板厚度。

A.0.3　装配式混凝土空心楼板的体积空心率 ρ_{void} 可按下式计算：

$$\rho_{void}=\frac{V_{fil}}{V_u}\times 100\% \tag{A.0.3}$$

式中：V_{fil} ——装配式混凝土空心楼板区格内填充体的体积；

V_u ——装配式混凝土空心楼板区格内总体积(m^3)。

附录 B　组合塔架临时支撑设计

B.1　一般规定

B.1.1　组合塔架应根据搭设高度和荷载，按表 B.1.1 分为不同的安全等级、采用不同的重要性系数。

表 B.1.1　组合塔架的安全等级及重要性系数

搭设高度(m)	荷载设计值	安全等级	重要性系数 γ_0
≤8	≤15kN/m² 或≤20kN/m 或≤7kN/点	Ⅱ	1.0
>8	>15kN/m² 或>20kN/m 或>7kN/点	Ⅰ	1.1

注：脚手架的搭设高度、荷载设计值中任一项不满足安全等级为Ⅱ级的条件时，其安全等级划为Ⅰ级。

B.1.2　组合塔架可分为标准型组合塔架和加强型组合塔架，安全等级为Ⅱ级的组合塔架，宜采用标准型组合塔架。

B.2　设计计算

B.2.1　组合塔架设计时，荷载应按承载能力极限状态和正常使用极限状态计算的需要分别进行组合，并应根据正常搭设、使用或拆除过程中在脚手架上可能同时出现的荷载，取最不利的荷载组合。

B.2.2　作用在组合塔架上的荷载及其组合应符合现行重庆市地方标准《装配式混凝土建筑结构临时支撑系统应用技术标准》DBJ50/T-457 的相关规定。

B.2.3 对组合塔架的架体及地基承载力进行计算时，应按水平预制混凝土叠合构件吊装时和混凝土浇筑时两种工况进行荷载组合。吊装工况计算时应按考虑1.2的动力系数，且不应考虑新浇筑混凝土的自重。

B.2.4 对组合塔架的承载力极限状态验算，应按荷载效应的基本组合采用，并应符合下式要求：

$$\gamma_0 S \leqslant R/\gamma_R \tag{B.2.4}$$

式中：γ_0——支撑脚手架结构重要性系数；

S——支撑脚手架按荷载基本组合计算的效应设计值；

R——支撑脚手架抗力的设计值；

γ_R——承载力设计值调整系数，根据脚手架重复使用情况取值，不应小于1.0。

B.2.5 对于正常使用极限状态，应按荷载效应的标准组合采用，并应采用下列设计表达式进行支撑架设计：

$$S_d \leqslant C \tag{B.2.5}$$

式中：S_d——构件或结构正常使用极限状态荷载组合的效应设计值；

C——构件或结构达到正常使用要求的变形规定限制。

B.2.6 组合塔架设计计算应包括以下内容：

1 立杆的稳定性计算；

2 组合塔架整体的抗倾覆验算；

3 当通过立杆连接盘传力时的连接盘受剪承载力验算；

4 立杆地基承载力计算、立杆对空心楼板冲切验算。

B.2.7 组合塔架的内力宜采用整体模型的有限元法计算。

B.2.8 塔架立杆的稳定性计算公式应按现行行业标准《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231的规定采用，并应符合下列规定：

1 独立单塔立杆的计算长度应按下列公式计算，并取其中的较大值：

$$l_0 = \beta_H \eta h \qquad (B.2.8\text{-}1)$$

$$l_0 = \beta_H \gamma h' + 2ka \qquad (B.2.8\text{-}2)$$

式中：l_0——立杆计算长度(m)；

a——可调托撑支撑点至顶层水平杆中心线的距离(m)；

h——架体步距(m)，取最大值；

h'——架体顶层步距(m)；

η——立杆计算长度修正系数，$h=0.5$m 或 1.0m 时，取值 1.5；$h=1.5$m 时，取值 1.05；

γ——架体顶层步距修正系数，$h'=1.0$m 或 1.05m 时，取值 0.9；$h'=0.5$m 时，取值 1.5；

β_H——支撑架搭设高度调整系数，按表 B.2.8 采用；

k——支撑架悬臂端计算长度折减系数，取值 0.6。

表 B.2.8　组合塔架搭设高度调整系数

搭设高度 H(m)	$H\leqslant 6$	$6<H\leqslant 12$	$12<H\leqslant 18$
β_H	1.00	1.05	1.1

2　独立单塔立杆稳定验算时，其稳定系数应取为φ_T，φ_T 应按下式计算：

$$\varphi_T = 0.8\varphi \qquad (B.2.8\text{-}3)$$

式中：φ_T——立杆的稳定系数；

φ——按本条第 1 款计算长度计算得到的立杆的稳定系数。

B.2.9　组合塔架立杆几何长细比不得大于 150，其他杆件中的受压杆件几何长细比不得大于 230，受拉杆件几何长细比不得大于 350。

B.2.10　组合塔架立杆底部地基承载力应满足下列公式的计算：

$$p_k \leqslant f_g \qquad (B.2.10\text{-}1)$$

$$p_k = N_k / A_g \qquad (B.2.10\text{-}2)$$

式中：p_k——相应于荷载效应标准组合时，立杆基础底面处的平均压力(kPa)；

N_k——立杆传至基础顶面的轴向力标准组合值(kN)；

A_g ——可调底座底板对应的基础底面面积(m^2)；

f_g ——地基承载力特征值(kPa)，应按现行地方标准《建筑地基基础设计标准》DBJ50-047 的规定确定。

B.2.11 组合塔架支撑架立杆支承在楼盖的空心部位的板上时，应对空心部位的板进行抗冲切验算或增大立杆底板面积满足抗冲切要求。

B.2.12 组合塔架可调底座和可调托撑的承载力设计值应按下表采用。

表 B.2.12 组合塔架可调底座和可调托撑的承载力设计值

塔架类型	构件	承载力设计值(kN)
标准型	可调底座	100
	可调托撑	100
加强型	可调底座	140
	可调托撑	140

B.2.13 组合塔架盘扣节点连接盘的抗剪承载力应按下式计算：

$$F_R \leqslant Q_b \qquad (B.2.13)$$

式中：F_R ——作用在盘扣节点处连接盘上的竖向力设计值(kN)；

Q_b ——连接盘抗剪承载力设计值(kN)，可取 40kN。

B.2.14 组合塔架整体抗倾覆稳定应按下式计算：

$$M_T \leqslant M_R \qquad (B.2.14)$$

式中：M_T ——设计荷载下模板支架倾覆力矩(kN·m)；

M_R ——设计荷载下模板支架抗倾覆力矩(kN·m)。

B.3 构造要求

B.3.1 组合塔架的体系应完整，应具有整体稳定性。

B.3.2 独立单塔在平面上可设置成口形、日形、田形等独立单元

(图 B.3.2-1)，其单元的基本构造应满足下列规定：

(a) 口形　　(b) 日形　　(c) 田形

图 B.3.2-1　独立单塔单元基本形式

1　独立单塔最小宽度应为 0.6m，以 0.3m 为模数扩展；

2　独立单塔的步距宜为 0.5m、1.0m，不得大于 1.5m；

3　独立单塔应在外边的每面设置高度相等的斜撑，斜撑的高度不得大于 1.5m；

4　独立单塔应在顶部、底部设置水平斜杆，当塔架高度大于 6m，立杆宜减少接头数量，宜每隔 3m 设置水平斜杆。

B.3.3　独立单塔单元间应通过水平杆(水平桁架)连成整体，水平杆的设置应符合下列规定：

1　独立单塔单元之间净距不宜小于 2.0m，通过水平杆相连时不宜大于 2.7m；

2　与支座相连的塔架节点处，宜设置底部水平杆；当塔架支座与地基或楼盖的连接难以保证塔架支座成为不动点时，与支座相连的塔架节点处，应设置扫地水平杆；

3　除扫地水平杆外，第一道水平杆的高度不宜低于 1.8m；在支承楼盖的最上一个塔架节点处，应设置水平杆；独立单塔较高时，宜设置中间水平杆；

4　水平杆宜与独立单塔的水平斜杆设置在同一平面。

图 B.3.3　单塔单元之间连接示意图

B.3.4 顶部楞梁的设置宜确保构成独立单塔的各立杆受力均匀，用于预制梁等构件的端部支撑时，宜在两道棱梁的上部设置一道荷载分配梁(图 B.3.4)。

图 B.3.4　塔架水平连接件设置

1—独立单塔；2—桁架式水平连接件；3—钢管式水平连接件；
4—顶部被支撑构件；5—楞梁；6—荷载分配梁

B.3.5　组合塔架可与其他类型的支撑架组合使用。有条件时，组合塔架宜与周边结构或其他支撑脚手架可靠相连，增强整体性。

B.3.6　组合塔架可调托撑伸出塔架顶层水平杆或双槽托梁中心线的悬臂长度不应超过 650mm，且丝杆外露长度不应超过 400mm，可调托撑插入立柱或双槽托梁长度不得小于 150mm。

图 B.3.6　可调托座伸出顶层水平杆的悬臂长度

1—可调托座；2—螺杆；3—调节螺母；4—立杆；5—水平杆

B.3.7　可调底座丝杆插入立杆的长度不得小于 150mm，丝杆外露长度不宜大于 300mm，扫地杆或组合搭架最底层水平杆中心线距离可调底座的底板不应大于 550mm。

B.3.8　空心楼盖主梁底低于楼板时，梁模宜采用双钢托梁传力给独立单塔(图 B.3.8)。

图 B.3.8　梁模通过双钢托梁传力给独立单塔示意图

1—梁支模架；2—独立单塔；3—楼板；4—现浇梁；5—双钢托梁；6—承力连接盘

附录 C　装配式混凝土空心楼板及填充体检验方法

C.1　外观检查

C.1.1　装配式混凝土空心楼板及填充体的外观质量用目测观察进行全数检查。

C.2　尺寸偏差检查

C.2.1　装配式混凝土空心楼板的尺寸偏差应按表 C.2.1 进行检验，尺寸测量应精确至 1mm。

表 C.2.1　装配式混凝土空心楼板尺寸偏差检验方法

项目			测量工具	检验方法
规格尺寸	长度	<12m	钢尺	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
		≥12m 且<18m		
		≥18m		
	宽度		钢尺	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
	厚度		钢尺	用尺量板四角和四边中部位置共 8 处，取其中偏差绝对值较大值
外形	表面平整度		靠尺、塞尺	用 2m 靠尺安放在构件表面上，用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙
	侧向弯曲		拉线、钢尺	拉线、钢尺量最大侧向弯曲处
	扭翘		拉线、钢尺	四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的 2 倍为扭翘值

续表C.2.1

项目		测量工具	检验方法
外形	对角线差	钢尺	在构件表面，用尺量测梁两对角线的长度，取其绝对值的差值
	板设计起拱	拉线、钢尺	拉线、钢尺量最大弯曲处
	板下垂	拉线、钢尺	
预留孔	中心线位置	钢尺	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	孔尺寸	钢尺	
预留洞	中心线位置	钢尺	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	洞口尺寸、深度	钢尺	
预埋件	预埋件锚板中心线位置	钢尺	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	预埋件锚板与混凝土面平面高差	靠尺、塞尺	用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
	预埋螺栓中心线位置	钢尺	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	预埋螺栓外露长度	钢尺	用尺量测
	预埋套筒、螺母中心线位置	钢尺	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	钢尺	用尺量测
	线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差	钢尺	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差	钢尺	用尺量测
预留插筋	中心线位置	钢尺	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	外露长度	钢尺	用尺量测
键槽	中心线位置	钢尺	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
	长度、宽度、深度	钢尺	用尺量测

C.2.2 填充体尺寸偏差应按表 C.2.2 检验，尺寸测量应精确至 1mm。

表 C.2.2 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	沿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

C.2.3 装配箱底板的尺寸偏差应按表 C.2.3 进行检验，尺寸测量应精确至 1mm。

表 C2.3 装配箱底板尺寸允许偏差检验

项目		测量工具	检验方法
长度、宽度		钢尺	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
厚度		卡尺	用尺量板四角和四边中部位置共 8 处，取其中偏差绝对值较大值
外伸钢筋	水平间距	钢尺	用尺量测
	外伸长度	钢尺	用尺量测
保护层厚度		钢尺或保护层厚度测定仪	用尺量测或保护层厚度测定仪量测
对角线差		钢尺	在构件表面，用尺量测梁两对角线的长度，取其绝对值的差值
表面平整度		靠尺和塞尺检查	在试样各表面分别量测一次，取最大偏差值
剪力齿		钢尺和内卡钳	在试样两端面及中部各量测一次，取最大偏差值

C.3 填充体物理化学力学性能检查

C.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：取自然干燥的试样，测量其长、宽和高（精确至 $1'10-3$m），计算其体积 V（精确至 $1'10^{-6}$ 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_{fil} 应按下列计算（精确至 0.1kg/m^3）：

$$g_{fil}=M/V \tag{C.3.1}$$

C.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：石膏模盒、金属模盒、塑料膜壳等为一个填充体；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；

3　将 100mm×100mm×20mm 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 0.2kN，并静置 5min，对试样外表面观察；

5　当加荷值达到 1.0kN 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。

C.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，随即称取试样的重量 m_1；

3　填充体的自然吸水率 ω_m 按下式计算：

$$\omega_m=\frac{m_1-m_0}{m_0}\times 100\% \tag{C.3.3}$$

4　当自然吸水率不大于 5%时，可判定为自然吸水率检验合格。

C.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。

C.3.5 充气芯模填充体气压可按下列方法进行检验：

1 选取外观质量、尺寸偏差合格的充气芯模填充体试样；

2 用气压表测量充气芯模单根气囊的气压，测量应精确至0.1kPa；

3 当气压≥35kPa时，则判定其气压合格。

C.3.6 填充体的燃烧性能按现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624规定方法进行检验。

C.3.7 填充体的氯化物和碱的总含量按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176规定方法进行检验。

C.3.8 填充体放射性核素的限量按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566规定方法进行检验。

C.3.9 填充体进场验收结果可按附录C中表C4.2记录。

C.3.10 装配箱进场验收结果可按附录C中表C4.3记录。

C.4 进场验收记录表

C.4.1 装配式空心楼板外形尺寸允许偏差检查记录表。

表C.4.1 装配式空心楼板外形尺寸允许偏差检查记录表

<table>
<tr><td colspan="2">产品名称</td><td></td><td>规格型号</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">产品合格证</td><td></td><td>出厂检验报告</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">生产厂名称</td><td></td><td>进场日期</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">批　　次</td><td></td><td>批　　量</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">检验项目</td><td>质量要求允许偏差(mm)</td><td>检查结果</td></tr>
<tr><td rowspan="5">规格尺寸</td><td rowspan="3">长度</td><td><12m</td><td>±5</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>≥12m且<18m</td><td>±10</td></tr>
<tr><td>≥18m</td><td>±20</td></tr>
<tr><td colspan="2">宽度</td><td>±5</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">厚度</td><td>±5</td><td></td></tr>
</table>

续表 C.4.1

检验项目		质量要求允许偏差(mm)	检查结果
外形	表面平整度	5	
	侧向弯曲	l/750 且≤20	
	扭翘	l/750	
	对角线差	10	
	设计起拱	±5	
	板下垂	0	
预留孔	中心线位置	5	
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	5	
	洞口尺寸、深度	±5	
预埋件	预埋件锚板中心线位置	5	
	预埋件锚板与混凝土面平面高差	0,−5	
	预埋螺栓中心线位置	2	
	预埋螺栓外露长度	+10,−5	
	预埋套筒、螺母中心线位置	2	
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	0,−5	
	线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差	10	
	线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差	0,−10	
预留插筋	中心线位置	3	
	外露长度	±5	
键槽	中心线位置	5	
	长度、宽度、深度	±5	

C.4.2 填充体进场验收应按下表记录。

表 C.4.2　填充体进场验收记录表

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	不允许		
	镂空网眼、孔洞及破损	不允许		
	密封性	可靠		
	蜂窝麻面、气孔	每处面积不大于 $50cm^2$，每件产品不超过 2 处		
	外裹封闭层	封裹严密、牢固，无裂纹、破损、起皮、脱落现象		
尺寸偏差	边长、边宽()	≤500	+5，−8	
		>500	±10	
	高度()	+5，−8		
	对角线长度差()	10		
	表面平整度()	5		
	作为楼板结构构件的外露件厚度()	±5		
物理化学力学性能	燃烧性能	不低于 B1 级		
	氯化物含量	≤0.2%		
	碱含量	$\leqslant 3kg/m^3$		
	抗振动冲击	Φ30 振动棒紧贴内置表面振动 1 分钟，不出现贯通性裂缝及破损		
	48h 浸泡后局部抗压荷载(kN)	≥1.0		
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。当填充体为充气芯模时，物理化学力学性能检测气压和抗振动冲击。

C.4.3 装配箱进场验收应按下表记录。

表 C.4.3 装配箱进场验收记录表

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		不允许	
	孔洞、破损		不允许	
	蜂窝麻面、气孔		每处面积不大于 $50cm^2$、每件产品不超过 2 处	
尺寸偏差	长度、宽度()		±5	
	厚度()		−3，+5	
	外伸钢筋	水平间距	5	
		外伸长度	0，+10	
	保护层厚度		±5	
	对角线差		±8	
	表面平整度		5	
	剪力齿		±5	
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			项目专业质量检查员： 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。

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”。

重庆工程建设

引用标准名录

《工程结构通用规范》GB 55001

《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002

《混凝土结构通用规范》GB 55008

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《钢结构设计标准》GB 50017

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3

《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162

《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369

《混凝土结构设计标准》GB/T 50010

《预应力混凝土空心板》GB/T 14040

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011

《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231

《预应力混凝土结构抗震设计标准》JGJ/T 140

《装配箱混凝土空心楼盖结构技术规程》JGJ/T 207

《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231

《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268

《山地建筑结构设计标准》JGJ/T 472

《现浇混凝土空心楼盖结构技术标准》DBJ50-359

《装配式建筑混凝土预制构件生产技术标准》DBJ50/T-190
《装配式混凝土结构临时支撑系统应用技术标准》DBJ50/T-457
《预应力混凝土空心板应用技术标准》DBJ50/T-475

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

装配式混凝土空心楼盖结构技术标准

DBJ50/T-547-2026

条文说明

重庆工程建设

2026 重 庆

重庆工程建设

目　次

1　总则 …… 89
2　术语和符号 …… 90
2.1　术语 …… 90
3　材料 …… 93
3.1　混凝土及钢筋 …… 93
3.2　填充体 …… 93
4　设计基本规定 …… 95
4.1　一般规定 …… 95
4.2　楼盖选型与布置 …… 97
4.3　预制构件与连接设计 …… 98
5　结构分析与构件计算 …… 99
5.1　一般规定 …… 99
5.2　截面特性计算 …… 101
5.3　短暂设计状况 …… 102
5.4　持久设计状况 …… 102
6　构造规定 …… 105
6.1　一般规定 …… 105
6.2　装配箱混凝土空心楼板 …… 107
6.3　预制带肋底板空心楼板 …… 107
6.4　预应力预制底板空心楼板 …… 108
6.5　预应力混凝土空心楼板 …… 108
7　生产运输与施工 …… 110
7.1　一般规定 …… 110
7.2　构件生产与运输 …… 110

7.4 临时支撑 …… 111
7.5 装配箱混凝土空心楼盖施工 …… 112
7.6 预制底板及空腔壁板安装 …… 113
7.7 后浇混凝土施工 …… 114
7.8 施工安全与环境保护 …… 114
8 检验与质量验收 …… 116
8.2 进场检验与验收 …… 116
附录 B 组合塔架临时支撑设计 …… 117

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》(国务院公报 2016 年第 7 号)、国务院办公厅《关于大力发展装配式建筑的指导意见》(国办发〔2016〕71 号)以及重庆市人民政府办公厅关于大力发展装配式建筑的实施意见(渝府办发〔2017〕185 号文)均明确提出要发展装配式建筑,目前,我市装配式建筑已步入快速发展阶段。

重庆工程建设

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.2 装配式混凝土空心楼盖 precast concrete hollow floor

装配箱按照箱体的施工方法不同，分为明箱和暗箱两种类型（图 1），明箱的顶板或底板均设置外伸钢筋；暗箱的底板设置外伸钢筋，顶板可不设置外伸钢筋，但需设置钢筋混凝土现浇层。

（a）明箱　　（b）暗箱

图 1 明箱、暗箱示意图

1—顶板；2—剪力齿；3—钢筋；4—底板；5—侧壁

预制带肋底板包含预制肋梁及预制底板两个部分（图 2）。

图 2 预制带肋底板示意图

1—预制底板钢筋；2—预制肋梁箍筋；3—预制肋梁；4—预制肋梁底筋

预应力预制底板由预制矩形肋梁、板底预应力筋、桁架钢筋、附加 U 型箍筋组合而成(图 3)。

图 3　预应力预制底板示意图

1—板底预应力筋;2—肋梁顶部纵筋;3—附加 U 型箍筋;
4—桁架钢筋;5—肋梁底部纵筋

预应力混凝土空心板由预应力钢绞线及干硬性混凝土经机械挤压而成(图 4)。

图 4　预应力混凝土空心板示意图

1—预应力钢绞线;2—预应力混凝土空心板

2.1.22　独立方塔架　independent square tower support

独立方塔架是由 4 根竖向立杆通过水平杆在四个立面方向连接组成的格构式塔形支撑架(图 5),各步高内的四个侧面均设置斜杆,形成空间稳定体系,具有良好的抗侧移和整体稳定性。

图 5　独立方塔架示意图

2.1.23　独立钢支柱　independent steel support

独立钢支柱是由可调钢支柱、楞梁、水平杆或三脚架组成的单元式临时支撑系统(图 6),其可调高度、模块化组合、点支撑特性适用于装配式混凝土空心楼盖施工阶段的局部支承。

图 6　独立钢支柱示意图

2.1.24 组合塔架　combination tower support

组合塔架是由盘扣式脚手架基本构件组装而成的"口形、日形"等独立单塔作为基本受力单元,并通过水平杆、斜杆拉结形成的装配式混凝土空心楼盖施工用临时支撑架(图 7)。

图 7　组合塔架示意图

3 材 料

3.1 混凝土及钢筋

3.1.1 本条按预制部分和现浇部分进行区分，对装配式混凝土空心楼盖的最低混凝土强度等级作了规定。装配式混凝土空心楼板预制部分与现浇部分的混凝土等级宜一致；若不一致，需在设计时考虑由此带来的影响。

3.1.3 氯离子含量是指按胶凝材料用量质量百分比计算的含量，设计工作年限 100 年的混凝土构件氯离子含量应做更高的要求；相关水溶性氯离子含量限值参照现行《混凝土结构通用规范》GB 55008 相关规定。

3.1.4 本标准提倡采用 HRB400 级、HRB500 级钢筋作为装配式混凝土空心楼盖的主受力钢筋。

3.1.5 低松弛钢绞线是我国目前预应力混凝土结构中应用最广的预应力筋，优先采用高强低松弛预应力钢绞线对于工程设计和施工都是有利的。

3.2 填充体

3.2.1 装配箱由钢筋混凝土预制底板和其他硬质材料组装而成的箱形构件，其底板作为楼盖结构的永久组成部分；空腔壁板模盒是由符合要求的硬质材料围合形成的空腔模盒，通常作为永久性模板，与现浇混凝土结合，但不作为主要结构受力层；石膏模盒以石膏为主要胶凝材料，掺入增强纤维等添加剂，经浇筑成型制成的空心模盒；金属模盒采用薄钢板压型、焊接或铆接而成的封

闭或半封闭盒体，具有强度高、密闭性好等特点；塑料膜壳采用工程塑料通过注塑工艺制成的标准规格壳体。以上填充体符合相关标准要求时，均可作为装配式混凝土空心楼盖的一次性填充体。

可重复使用填充体可采用充气芯模，通过充气膨胀成型以形成楼板内腔，混凝土浇筑并达到一定强度后放气抽出。

3.2.2 轻质、强度高是选择填充体的基本原则，适宜的填充体可以加快施工进度、降低工人劳动强度、保证工程质量，符合国家大力发展装配式建筑的基本初衷。

3.2.3 永久埋置在楼板内的一次性填充体材料内的有害物质可能对结构耐久性和人体健康产生危害，本条对一次性填充体材质内的有害物质含量作出规定，同时要求填充体材质在火灾耐火极限要求的时限内，不得产生有毒气体，确保人员在火灾下的逃生安全。

3.2.4 考虑到混凝土浇筑施工时侧压力对空腔侧壁板的作用，当填充体较高时，可采取在空腔侧壁板上设置支撑等措施提高空腔侧壁板的抗侧压能力。空腔壁板、支撑的承载力、刚度、稳定等要求可根据现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162中的相关要求确定，对结构表面隐藏的空腔壁板，变形不得超过1/250。当空腔侧壁板高度超过800mm时，应在现场打样验证空腔壁板的承载力、刚度和稳定性。

3.2.5 本条主要对除空腔壁板填充体外的填充体的要求。当填充体有外裹封闭层时，封裹层应耐穿刺和抗振捣，表面应整齐、密实、粘附应牢固、无裂纹和破损；当采用两片或多片组合时，相互之间应连接牢固可靠，防止脱落、错位和滑移而导致混凝土灌入空腔内，固定连接措施可以采用绑扎、码钉钉牢等方法，表观密度350kg以上重型填充体也可以利用材料自重在结合部位设企口咬合紧密，企口高度和宽度不应小于20mm。

3.2.7 本条参照《现浇混凝土空心楼盖结构技术标准》DBJ50-359规定了填充体的物理化学及力学性能要求。可重复使用填充体可采用充气芯模，充气芯模禁止采用橡胶材质。

4 设计基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 本标准适用对象不包含筒中筒结构和板柱一剪力墙结构。

4.1.2 楼板型式根据工艺及受力方式的不同，选取目前市场常见类型，未提及的其他楼盖型式可根据实际情况具体确定。

4.1.3 本条阐述了装配式建筑设计的关键要素，建筑工业化离不开标准化，标准化的基础是模数化，而模数化的核心内容是部品部件尺寸模数协调。装配式空心楼盖前期设计时，就应注重预制构件的标准化、模数化，提高标准化构件的重复使用率，这将非常有利于降低造价。

4.1.4 刚性支承楼盖的楼板只承受竖向荷载，梁的相对抗弯刚度系数 $\alpha_1 l_2/l_1$ 大于 4 认为刚性支承梁，楼板就可以按四边竖向刚性支承的双向板计算，梁的相对抗弯刚度系数 $\alpha_1 l_2/l_1$ 不大于 4 认为柔性支承梁，楼板可按四边竖向柔性支承的双向板计算。其中，l_1、l_2 分别为板计算方向和垂直于计算方向的跨度，α_1 为梁与板截面抗弯刚度的比值，计算规则可参考现行地方标准《现浇混凝土空心楼盖结构技术标准》DBJ50-359 相关规定确定。

4.1.5 混凝土空心楼板可以按照楼板类构件确定其耐火极限，因为装配式混凝土空心楼板的耐火极限通常比防火墙的耐火极限低，如若防火墙直接布置在空心楼板上，则必须采取其他措施，如空心楼板下布置结构明梁或暗梁。

4.1.6 现阶段装配式技术还未完全普及，因施工工艺和现场技术人员水平不一，造成装配式空心楼盖的整体性还不能完全达到全现浇空心楼板，因此适当降低了房屋适用高度较高的结构体系

的最大高度限值。

本标准中框架实心暗梁式的柔性支承装配式混凝土空心楼盖区别于板柱类的结构体系，框架实心暗梁除应满足本标准的框架梁构造要求外，还需满足现行国家标准中关于空心楼盖体系的相关要求；如若在结构分析中，发现结构整体变形以及框架柱变形等呈现出明显的板柱体系的特征，房屋最大适用高度应在现阶段现浇板柱－剪力墙结构高度限值的基础上进一步降低，此时若采用框架结构应进行专门的研究和论证。

当框架核心筒结构周边外框柱间为框架梁，且无中柱的时候，框架核心筒结构的最大适用高度可按照板厚跨比小于 1/18 对应的限值考虑。

4.1.7 本条结合《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 及《现浇混凝土空心楼盖结构技术标准》DBJ50-359 相关规定确定。当框架－核心筒结构周边柱间设置框架梁且无中柱时，楼板主要承受竖向荷载，其受力特性与现浇结构相近，其抗震等级可按 4.1.7－1 条执行。

根据《工程建设标准编写规定》（建标〔2008〕182 号）的规定，“标准中标明的数值，应反映出所需的精确度”，因此本标准中的数值规定，均为某一有效区间的代表值，比如，表中 21m 代表的有效区间为[20.5～21.4]m。

4.1.8 降低柔性支承楼盖框架结构中的框架柱轴压比限值，是为了保证框架柱的塑性变形能力和框架的抗倒塌能力，实现“强柱弱梁”破坏机制。多次地震表明扭转对结构抗震不利，本条对柔性支承楼盖结构的扭转规则性提出更为严格的要求。

4.1.9 剪力墙底部加强区受力复杂，承受较大剪力、弯矩及轴力，且存在应力集中和塑性铰发展风险，部分框支剪力墙在框支层附近楼板还存在较大的拉压应力，且兼具协调上部结构地震作用的功能，因此此条规定部分框支剪力墙结构剪力墙底部加强范围内的楼层采用刚性支承楼盖，以确保荷载传递路径明确，提高

结构抗震性能及整体稳定性。

4.1.10 本条结合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3《山地建筑结构设计标准》JGJ/T 472 等相关规定确定，受力复杂区域的楼板不采用装配式混凝土空心楼盖，是为了让结构有更好的抗震性能，如部分框支剪力墙结构的框支层受力较大且在地震作用下容易破坏，为加强整体性，框支层及相邻上一层采用现浇结构。楼板开大洞周边、楼板局部不连续周边、大底盘多塔楼结构的底盘等受力复杂的楼板区域采用装配式混凝土空心楼盖时，应进行专门研究。

4.2 楼盖选型与布置

4.2.1 装配式混凝土空心楼盖预制楼板类型的选择不仅关系到受力的合理性，还直接影响到工程造价，不同类型楼板的起重需求差别也较大，因此预制空心楼板类型的选择应根据各方条件及预制空心楼板的特点来综合考虑。

4.2.2 单向楼板布置时，楼板两个方向的受力需求不同，宜选择双向构造不同的空心楼板，如预应力混凝土空心楼板，单向预制带肋底板空心楼板；双向楼板布置时，两个方向的受力需求均较大，宜选用双向构造相同或双向构造均有受力能力的空心楼板，如装配箱混凝土空心楼板、预应力预制底板空心楼板、双向预制带肋底板空心楼板。

单向预制带肋底板空心楼板是指通过预制部分底板及一个方向的肋梁，并采用内置填充体，经现场局部浇筑混凝土形成的空心楼板，双向预制带肋底板空心楼板是指通过预制部分底板及两个方向的肋梁，并采用内置填充体，经现场局部浇筑混凝土形成的空心楼板。

4.2.3 本条要求建筑设计需特别重视其平、立、剖面及构件布置不规则对抗震性能的影响，前期建筑平面及竖向设计可以极大地

影响到项目投资。

4.2.5 柔性支承楼盖刚度和整体性弱于刚性楼板，应在柱间、开洞薄弱部位、房屋周边布置刚性框架明梁，以加强楼盖整体性。

4.3 预制构件与连接设计

4.3.1 预制构件除了正常按照安装就位后各项工况进行验算外，还应对运输、堆放、安装等过程中的短暂工况进行验算。

4.3.2 预制构件加工阶段，应将各专业的预留、预埋一并完成，避免预制构件到了施工现场后再进行剔凿，因此在预制构件深化阶段，应收集各专业需求，完善构件加工图纸；预制构件的拆分也要综合考虑后期构件受力、运输、堆放、吊装、安装等实际情况，选择受力较小，且标准化构件尽量多的位置进行拆分。

4.3.3 预制构件的拼缝位置及尺寸是装配式空心楼盖设计的重要一环，它对结构安全、建筑功能、工程造价都会产生一定的影响，预制构件节点、拼缝的设计应满足强节点的抗震概念设计。

4.3.4 预制构件运输、吊装过程中临时吊件和支撑容易遭到损坏，不宜与永久连接件兼用。若构件正常使用下的永久预埋件兼做临时支撑预埋件时，预埋件的计算及构造应该符合更高标准预埋件的要求，预埋件禁止采用延性较差的冷加工钢筋作锚筋。

4.3.5 本条提出了装配式构件间的连接方式，各种连接方式除了满足受力需求外，还需要满足现行国家相关标准的性能要求；当采用现行标准未列入的新型连接方式时，应进行力学性能及适用性的试验验证。

5　结构分析与构件计算

5.1　一般规定

5.1.1　标准编制组对预应力预制底板空心楼板、预制带肋底板空心楼板进行了板拼缝试验研究，试验结果见图 8 和表 1。试验结果表明：有拼缝的预应力预制底板空心板各受力阶段的刚度是现浇楼板的 1.05～1.12 倍，峰值承载力约为现浇的 1.10 倍；有拼缝的预制带肋底板空心板各受力阶段的刚度是现浇楼板的 0.95～1.08 倍，峰值承载力约为现浇的 0.99 倍。因此当装配式混凝土空心楼盖满足本规程相关要求时，在开裂阶段装配式混凝土空心楼盖和现浇混凝土空心楼盖之间的刚度差异较小，可忽略预制底板拼接对刚度的影响，按照现浇混凝土空心楼盖进行结构分析。

（a）预应力预制底板空心楼板　　（b）预制带肋底板空心楼板

图 8　装配式混凝土空心楼板拼缝试验荷载—位移曲线

表 1　装配式混凝土空心楼板与现浇混凝土空心楼板刚度比值

楼板类型	受力阶段		
	混凝土开裂	板筋屈服	肋梁底部纵筋屈服
预应力预制底板空心楼盖	1.08	1.05	1.12
预制带肋底板空心楼盖	0.95	0.96	1.08

对于本标准中未列入的节点及接缝构造，当有充足的试验依

据表明其能够满足等同现浇的要求时，可按照连续的混凝土结构进行设计，不考虑接缝对结构整体性能的影响。所谓充足的试验依据，是指连接构造及采用此构造连接的构件，在常用参数（如构件尺寸、配筋率等）、各种受力状态下（如弯、剪、扭或复合受力、静力及地震作用）的受力性能均进行过试验研究，试验结果能够证明其与同样尺寸的现浇构件具有基本相同的承载力、刚度、变形能力、延性、耗能能力等方面的性能水平。

5.1.3 楼板平面布置不规则、填充体布置间距不等、集中荷载作用、局部开洞等特殊情况时，宜采用有限元法进行计算分析。预应力预制底板空心楼盖由于底板中设置了预应力钢筋，并且由于底板与底板之间存在拼缝，导致两个方向刚度分布不均匀，属于正交各向异性板。标准编制组进行了四边简支预应力预制底板空心楼盖受力性能试验，研究了楼板刚度、内力分配及双向受力规律等，试验结果见图 9 所示，预应力预制底板空心楼盖预应力方向楼板刚度约为非预应力方向的 2 倍。

（a）加载装置示意图

（b）竖向荷载-位移曲线　　（c）两个方向分担的荷载-位移曲线

图 9　四边简支预应力预制底板受力试验结果

正交各向异性板可用有限元法进行内力和变形计算，可不考虑拼缝对刚度和承载力的影响。按《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268-2012 附录中正交各向异性板的等效各向同性板法计算，预应力预制底板空心楼盖等效为正交各向异性板的 x、y 向弹性模量时，预应力方向的抗弯刚度近似按非预应力方向抗弯刚度的 2 倍考虑。

采用有限元法进行装配式混凝土空心楼盖内力分析时，可采用三维实体模型模拟，钢筋和混凝土的本构模型参考《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中附录的建议，可不考虑钢筋与混凝土之间的粘结滑移。

5.1.4 平面不规则、填充体布置不均匀、集中力较大、开洞等均会显著影响楼板应力，传统计算方法难以准确反映楼板真实应力状态，采用有限元的计算方法可以更为准确的反映出楼板的受力状态；同时分析采用的结构有限元计算程序应经考核和验证，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。

5.1.5 装配式混凝土空心楼盖的预制底板包括装配箱混凝土空心楼盖、预应力预制底板空心楼盖、预制带肋底板空心楼盖和预应力混凝土空心楼板的预制底板部分。

5.1.8 对预应力预制底板空心楼盖等采用了预应力的楼盖，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。本条给出了装配式混凝土空心楼盖承载力极限状态验算和正常使用极限状态验算时，预应力作为荷载效应的考虑方法。

5.2 截面特性计算

5.2.1 预应力预制底板空心楼盖、预制带肋底板空心楼盖、装配箱混凝土空心楼盖，均可按上述方法计算截面特性。

5.3 短暂设计状况

5.3.3 本条第1款脱模阶段的规定，参考现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014第6.2.3条要求；本条第2款运输、吊运、翻转、安装、临时固定阶段规定，参考现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014第6.2.2条要求；本条第3款现浇层现浇阶段荷载技术规定，参考现行重庆市地方标准《装配式混凝土结构临时支撑系统应用技术标准》DBJ50/T-457-2023第4.2.2条第1款要求。

5.4 持久设计状况

5.4.2 施工阶段有可靠支撑的装配式混凝土空心楼盖，可按整体受弯构件设计计算。施工阶段无支撑的装配式混凝土空心楼盖，应对底部预制构件及浇筑混凝土后的叠合构件进行二阶段受力计算，其中第一阶段为后浇混凝土未达到设计强度之前，荷载由预制构件承担，荷载包括预制构件自重、叠合层自重以及施工活荷载；第二阶段为叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段，叠合构件按整体结构计算，荷载包括叠合构件自重，面层、吊顶等自重以及使用阶段可变荷载。

5.4.3 刚性支承装配式混凝土空心楼盖的水平荷载效应由框架、剪力墙或支撑等刚性支承构件承担。

5.4.5 装配式混凝土空心楼盖的受弯承载力验算时应考虑肋梁受压翼缘的有效宽度。参考《混凝土结构设计标准》GB/T 50010，受压翼缘宽度取 $\min(b_w+12h'_f, b_w+S_0)$。

5.4.7 为了保证拼接处弯矩有效传递，拼接节点受弯承载力不应小于该处弯矩设计值。对于两拼、四拼等拼接节点，该处弯矩即为板同方向跨中弯矩；对于三拼、五拼等拼接节点，该处弯矩均

小于同方向板跨中弯矩。偏安全考虑，拼接节点弯矩设计值均取同方向板跨中弯矩设计值的 1.1 倍。

5.4.8～5.4.10 标准编制组针对预应力预制底板空心楼盖、预制带肋空心楼盖的拼缝连接进行了抗弯加载试验，验证拼缝连接的可靠性以及对楼板承载力的影响。试验结果表明，采用预应力预制底板空心楼盖、预制带肋空心楼盖的拼缝连接方式可靠，试件的损伤发展过程、破坏模式、刚度及承载力与现浇试件的接近。拼缝节点正截面承载力计算与试验结果进行比较，如表 2。

表 2 拼缝节点正截面抗弯承载力计算结果对比

楼盖类型		试验结果（kN·m）	计算结果（kN·m）	相对误差
预应力预制底板空心楼盖	试件 1－1	367.9	343.1	－6.7%
	试件 1－2	364.1	343.1	－5.8%
	试件 1－3(现浇)	335.0	324.2	－3.2%
预制带肋底板空心楼盖	试件 3－2(现浇)	358.9	329.4	－8.2%
	试件 3－5	358.4	329.4	－8.1%

5.4.11 预应力混凝土空心楼板设置有叠合层，叠合层厚度和配筋要求应满足本标准第六章的相关构造规定。应根据施工阶段和使用阶段的不同受力模式。按《预应力混凝土空心板应用技术标准》DBJ50/T-475-2024 第 6.2 节分别进行承载力、裂缝及挠度验算。

5.4.12 标准编制组对预制带肋底板空心楼盖、预应力预制底板空心楼盖的拼接节点进行了抗弯承载力试验，包含预制带肋底板空心楼盖试件、预应力预制底板空心楼盖（桁架钢筋）试件、预应力预制底板空心楼盖（马凳筋）试件，以及相应的现浇对照试件，共 5 个试件。试验结果表明，预应力预制底板空心楼盖拼接节点处的桁架钢筋（或马凳筋）和预制带肋底板空心楼盖拼接节点处的开口箍筋可以有效防止预制底板与现浇层之间的劈裂破坏（统

称为抗劈裂钢筋)，并保证连接钢筋传力的有效性，因此腹杆钢筋不应首先发生屈服。综合国内试验结果，本标准给出了拼接节点处抗劈裂钢筋面积的计算公式。

5.4.13 叠合面抗剪钢筋指穿过叠合面的钢筋，该钢筋既用作斜截面抗剪，又用作叠合面抗剪。设计时取两者所需钢筋截面面积的较大值。

5.4.14 装配式空心楼盖的挠度计算，应分别计算空心板两个方向的长期刚度，挠度可按结构力学方法计算。当装配式空心楼盖在施工时没有设置临时支撑时，板纵向肋梁方向长期刚度计算应考虑叠合构件二阶段受力影响。

5.4.15 对于预应力预制底板空心楼盖、预制带肋底板空心楼盖密拼连接，由于预制底板拼缝的存在，不能采用GB/T 50010中的公式对板底拼缝处的裂缝进行直接计算，因此，先按GB/T 50010计算后浇层附加钢筋处的裂缝宽度，再将其放大至板底位置处，其计算式为

$$\omega_{\max}=\omega_{h_{1,\max}}\times\frac{h-x_2}{h_2-x_2}$$

式中：$\omega_{h_{1,\max}}$ ——为按GB/T 50010计算的叠合面处的裂缝宽度；

h ——为叠合板整板高度；

h_2 ——为后浇层厚度；

x_2 ——为后浇层混凝土的等效受压高度。

5.4.16 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，通过限制拼接节点连接钢筋的应力水平来控制拼接节点的裂缝开展。预制带肋底板空心楼盖、预应力预制底板空心楼盖拼接节点连接钢筋分别见图5.4.9-1中封闭环形连接钢筋10和图5.4.10-1中连接钢筋4。

5.4.17 楼盖竖向振动频率和竖向振动加速度限值可参考《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ 268-2012表6.4.4及《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T 441-2019相关规定计算。

6 构造规定

6.1 一般规定

6.1.1 混凝土空心楼板空心率太低楼盖经济性能差，空心率太高则楼盖整体力学性能下降，本条给出空心楼盖适宜的空心率范围。

6.1.2 双向楼盖计算跨高比时，跨度按长边计算。

6.1.3 根据肋梁内钢筋布置和保护层厚度等方面的要求，设计构造规定宽度不小于100mm。混凝土空心楼盖适用于较大结构跨度，肋梁截面高度不宜过小，根据工程经验，本条规定肋梁高度不宜低于250mm。

6.1.6 装配式混凝土空心楼板渗水时，易造成屋盖处空心楼板内部积水，增加楼板重量，从而带来安全隐患，此时屋盖应采取防渗的措施，且空心楼板的底板应当设置泄水孔及其他排水措施。

6.1.7 较重物体吊挂点应设置于混凝土肋梁下。

装配式吊顶需要在预应力混凝土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，吊杆需要穿透预应力空心板，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。

6.1.8 预制底板拼缝处处理大样详图10所示。

图 10　预制底板拼缝处处理大样示意

1—预制底板；2—现浇层混凝土；3—板拼缝

6.1.9　柔性支承楼盖的柱帽（柱托板）设计能够显著提高楼板与柱之间的连接强度，从而增强楼盖的局部承载力，特别是在受冲切力作用下的承载能力。柱帽通过增加板、柱节点区的受力面积，有效分散了集中荷载，降低了应力集中现象，减少了局部破坏的风险。此外，柱帽作为板、柱节点的关键区域，起到了重要的连接和锚固作用，确保楼板钢筋与肋梁（板带）钢筋的有效锚固，从而增强结构整体的刚度和稳定性。

6.1.10　柱（柱帽）与空心楼板空腔之间存在显著的强度和刚度差异，在这两个区域之间布置一个实心区域，可以视为在两者之间设置了一个过渡段，从而有效地避免了该区域的集中破坏。通过设置实心区域，使应力在从柱（柱帽）传递到空心楼板的过程中得到平缓过渡，减少了应力集中现象，提高了节点区域的整体受力性能。

6.1.11　为确保空心楼板周边具备足够的抗剪能力，设计时应避免将空心楼板的空腔直接布置到支承构件的边缘，应在支承构件边缘预留一定宽度的实心区域，以防止此处楼板受剪破坏，同时让楼盖抗剪能力变化趋于平缓。

6.1.12　配式空心楼盖楼板开洞的要求基本与现浇混凝土空心楼盖相同。楼板开洞时应尽量避免切断肋梁，以保证空心楼板的整体性；当楼板开洞切断肋梁时，对空心楼盖内力重分布的影响

较大，应采取加强措施，并在结构计算模型中如实考虑由此带来的受力变化。

6.2 装配箱混凝土空心楼板

6.2.1 结构设计中可根据工程实际与楼面荷载情况，选择装配箱顶板和底板的尺寸，工程实践经验提出的推荐各边长尺寸为300mm～1500mm。一般情况下，随着结构跨度的增大，箱体的高度也相应增加。

6.2.3 本标准所涉及的装配箱底板均为加腋板，加腋板加腋的作用是增强肋梁与装配箱之间的有效连接。

6.2.4 剪力齿的作用是实现新旧混凝土间剪力有效传递。由于肋梁宽度较小，为保证肋梁内钢筋施工，剪力齿相对板边为内凹，齿间距不宜大于100mm，为保证新旧混凝土咬合作用，本条规定了剪力齿的最小尺寸。

6.2.5 本标准装配箱的盖板主要作为上部现浇混凝土的模板，材质可采用预制混凝土加腋板、平板或空腔壁板，厚度由设计确定。

6.2.6 承插口为装配箱底板、盖板特有构造，在箱体施工时用以固定侧壁板。

6.2.7 空腔侧壁板可分为组装式和整体式。组装式侧壁板由四块侧壁板围成；整体式侧壁板是整体预制构件。为保证侧壁板定位准确，可通过承插口、定位块等措施与盖板、底板连接和固定。

6.3 预制带肋底板空心楼板

6.3.1 肋梁预制高度不宜过小，本条规定不宜小于肋梁高度的1/3，最小高度应满足6.1节的规定，填充体顶面以上一般为现浇层楼板，预制肋梁后浇叠合层厚度不宜小于现浇层楼板厚度。

6.3.2 预制梁上表面可在混凝土初凝前进行拉毛处理形成粗糙

面或在混凝土初凝后采用高压水冲洗露出骨料形成粗糙面。

6.3.3 预制带肋底板可参与结构受力计算也可仅作为模板使用，底板是否参与受力计算根据设计要求确定，当参与结构受力时，底板厚度不应小于 50mm，不宜小于 60mm。

6.3.6 预制肋梁底部纵筋伸入支座锚固时，可采用下部纵筋水平错位弯折锚固，或下部纵筋竖向错位锚固，如图 11 所示。

（a）预制肋梁底筋水平弯折大样　（b）预制肋梁底筋竖向弯折大样

图 11　预制肋梁底筋弯折大样示意

1—预制肋梁；2—预制主梁；3—预制肋梁底筋

6.4　预应力预制底板空心楼板

6.4.3 预应力预制底板空心楼板在非预应力方向设置钢筋的最小配筋率要求与现浇钢筋混凝土楼板一致。

6.4.5 沿纵向板侧布置的加强钢筋作用是增强板缝连接，防止新旧混凝土间的剥离破坏，现场绑扎的钢筋锚固尺寸详见图集 22G101-1。

6.4.7 预应力底板开洞应严格限制开洞的尺寸、切断预应力筋根数和开洞数量。

6.5　预应力混凝土空心楼板

6.5.1 预应力混凝土空心楼板横截面形式多种多样，可以根据

具体需要设定，其中板侧抗剪键槽的设置尤为关键。美国 PCI 建议的锯齿形键槽通过键槽间灌浆砂浆传递板间剪力，使预应力混凝土空心楼板形成整体，减小平面外变形。采用干硬性混凝土制作预应力混凝土空心楼板时，截面空心孔洞建议采用水滴形，保证成型质量。

6.5.4 参考 PCI 及《预应力混凝土空心板（SP 板）》24SG408-1，密拼条件下，板缝剪力传递效果最好。预应力混凝土空心楼板按单向板设计，其板侧边宜与梁、剪力墙等构件保持柔性连接。

6.5.5 参考 PCI 空心板设计手册，钢托板设置可参考图 12。

（a）预应力空心板洞口钢托板安装示意图　　（b）钢托板示意图

图 12　钢托板设置示意图

预应力混凝土空心楼板孔端应有堵头，堵头深度不应小于 100mm，当堵头内配有钢筋时，堵头深度尚不应小于钢筋锚固长度。堵头应采用强度等级不低于 C30 的混凝土浇灌密实。

7　生产运输与施工

7.1　一般规定

7.1.1　装配式混凝土空心楼盖结构施工包括预制构件生产企业和预制构件安装及楼盖结构施工作业。预制构件的质量直接影响楼盖结构的截面尺寸且为定型产品、制作精度要求高，制作预制件的构件厂应是专业构件生产厂。

7.1.2 装配式混凝土空心楼盖结构施工组织设计内容应包括：施工工艺流程、装配箱和预制空心楼板的进场检验、组装排板、存放和吊装、安装固定、细部构造及钢筋绑扎、临时支撑方案、混凝土浇筑等内容。

7.1.4　混凝土空心楼盖混凝土采用布料机泵送施工有利于提高浇筑效率和质量，避免出现混凝土施工冷缝。混凝土泵管工作时会产生冲击力，泵管在楼面上铺设时采用柔性缓冲支垫（诸如废旧小汽车外胎）架空支承在板面的纵横肋梁交汇处，可以较大程度地缓减泵管对填充体、钢筋及模板的冲击力。布料时，混凝土落差太大，其下落冲击力对填充体、钢筋和模板均不利，装配式楼盖在形成整体前稳定性差，需对布料机位置支撑的强度、刚度和稳定性进行验算。

7.2　构件生产与运输

7.2.1　利用计算机和应用 BIM 技术模拟建造过程，进行各专业干涉（碰撞）检查和规范检查，可以减少图纸错误，降低工程成本；生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、质量控制措施、

成品保护、堆放和运输等内容。

7.2.2 信息管理系统在预制构件生产应用中，主要是通过扫码采集数据、云计算智能分析、可视化业务报表等互联网技术，实现预制构件生产中相关生产数据的采集、分析及输出。引入信息管理系统来提升现有预制构件生产线信息化程度，通过预制构件生产过程中的生产管理、堆场管理、质量管理等，以及生产相关数据的采集、统计、分析，解决预制构件生产过程中的资源利用、时效性、精准度等方面存在的问题，可以实时把控预制构件生产的进度和质量。本要求也符合装配式建筑标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用的基本特征。

7.2.4 粗骨料最大粒径是根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204)的要求，根据工程构件尺寸和钢筋的间距确定。

7.2.8 脱模起吊时的混凝土强度应根据吊装设备、吊具、吊点经计算确定。《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 6.4.1 预应力筋张拉或放张时，混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值的 75%。

7.2.9 本条的预制底板包括预制带肋底板(用于预制带肋底板空心楼板)、预应力预制底板(用于预应力预制底板空心楼板)和预应力混凝土空心板(用于预应力混凝土空心楼板)。

7.2.10 重庆地区施工现场场地通常比较狭窄，没有足够的堆放场地，为避免构件积压和减少现场二次转运，最经济的做法就是尺寸较大的预制构件进场顺序按施工进度和安装顺序。

7.4 临时支撑

7.4.1 装配式混凝土空心楼盖结构形成整体前，需采用临时支撑，支撑应根据楼盖结构、工况及施工荷载情况进行专项设计，支撑应具有足够的承载力和刚度，并应保证整体稳固性。

7.4.2 装配式空心楼盖宜采用组合塔架、独立方塔架、独立钢支

柱等新型脚手架体系，与传统的满堂脚手架体系相比，新型脚手架体系布置灵活、强度高、材料节省、绿色环保，更具推广价值。

盘扣式组合塔架具有强度高、布置灵活、受力合理、节省材料等特点。本节主要针对盘扣式组合塔架，就其设计、安装与拆除、检验与验收进行技术规定。

7.4.7 独立方塔架、独立钢支柱的支撑系统，现行重庆市地方标准《装配式混凝土建筑结构临时支撑系统应用技术标准》已有详细的规定，采用时应遵守。

7.5 装配箱混凝土空心楼盖施工

7.5.2 根据工程经验，当装配箱高度（高度不大于 400mm）较低时，装配箱侧壁板固定在底板承插口内，一般不会产生上浮、水平飘移，但当楼板跨度较大，装配箱较高（高度大于 400mm）时，装配箱构件会承受更大的混凝土侧压力和施工荷载，当无可靠经验时，施工方案应采取相应的固定和防漂移技术措施，应安排专人在混凝土浇筑过程中对装配箱的定位、抗浮、防水平位移等措施进行观察和维护。

7.5.3 装配箱破损或开孔应及时封堵，以避免混凝土进入其空腔内。现浇混凝土空心楼盖孔腔顶部及底部板厚一般较薄，且又是楼板的关键受力区域，预留预埋设施在其中水平布置将会严重削弱楼板截面，故应尽量避免或采取加强措施。

装配箱底板四边加腋后施工过程中容易积水，设置临时排水孔可在现浇混凝土完成后，将积水快速排干。

7.5.4 当设计对装配箱支撑模板起拱高度无要求时，宜取为跨度的 1/1000～3/1000。外径（或截面边长）不大于 30mm 的预留预埋管线对楼盖截面削弱不大，可水平布置在框架梁、柱帽、肋等结构截面内。由于外径（或截面边长）大于 30mm 的预留预埋管线或管线密集部位会对楼盖截面削弱较大，从而影响楼板结构受

力性能，可采用对填充体开孔、断开等措施，让较大尺寸的预留预埋设施或集中管线埋设于填充体开孔或断开处。在管线集中处，也可采用较小尺寸的填充体替换较大尺寸的填充体，让出预埋管线位置，从而避免对楼板截面削弱较大。

7.6 预制底板及空腔壁板安装

7.6.1 本节的预制底板包括预制带肋底板（用于预制带肋底板空心楼板）、预应力预制底板（用于预应力预制底板空心楼板）和预应力混凝土空心板（用于预应力混凝土空心楼板），因其安装工艺相差不大，统称预制底板，一并提出有关安装的要求。

重叠堆放构件时，堆垛层数主要根据构件的强度确定，但堆放过高易造成倾覆等安全事故，故规定不宜大于 6 层。预应力构件的起拱值除参照设计要求和生产方案外，还应结合构件质量检测的结果。

7.6.4 预应力混凝土空心板跨中支撑是否设置应根据设计要求确定。支撑应每层上下对齐，底部设垫板。当板中需设置额外支撑时，参考《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 对预应力混凝土空心板进行承载力验算和裂缝验算。

7.6.5 预应力混凝土空心板板顶缝宽小于 20mm 会造成混凝土灌缝困难，板缝位置易出现干缝，形成薄弱断面，增大开裂风险。

7.6.7 为了保证空心板楼盖体系中，相邻预应力混凝土空心板之间能相互传递剪力和协调相邻板垂直变位，应做好板缝的灌缝工作，灌缝前采取的措施包括增加临时支撑或在相邻板间增加夹具等。所有预应力混凝土空心板的灌浆工作，均应在吊装板后进行其他工序前尽快实施，一般应采用强度不小于 $20N/mm^2$ 的水泥砂浆，或强度不小于 C20 的细石混凝土灌实。

7.6.12 空腔壁板兼做后浇混凝土模板，构件高度不大时，参照模板和装配箱水平支撑设置方法，增设 1～2 道支撑即可，当尺寸

较大时，承载能力、刚度、稳定是否满足应结合物理性能检测结果参照《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 中的相关规定进行验算、复核。

7.7 后浇混凝土施工

7.7.4 采取铺设施工通道，避免施工操作人员直接在安装好的填充体、装配箱和空腔盖板上踩踏，不将施工机具及材料直接堆放在安装好的填充体、装配箱和空腔盖板上，是防止填充体、装配箱和空腔盖板损坏和移位，保证楼盖施工质量的有效措施之一。浇捣混凝土时，振捣器紧贴钢筋、钢筋马凳或填充体振动，会造成钢筋走位或填充体破损，影响工程质量。

7.8 施工安全与环境保护

7.8.1 不同预制构件的叠放层数和高度有不同要求，堆放时不仅要考虑构件的局部承压，也需考虑堆放过高后的倾覆问题。场地受限时需超高堆放时，应有专项的局部承压和抗倾覆措施，经批准后方可实施。

7.8.2 吊具的作用是保证构件吊装过程中安全的重要器具，预制构件应采用配套的吊具，避免吊运过程中出现脱钩、滑落等问题。采用不适当的吊具可能导致产品损伤、开裂，以及对其他产品或机械的损坏，甚至还可能导致安全事故。

7.8.3 任何个人或物体不得直接处在被吊装起的构件下面。如果起重施工人员需要引导构件吊装，可以在产品上设置牵引绳，以确保人员跟构件始终保持安全距离。浇筑混凝土时，浇筑作业面下方禁止一切人员穿行。

7.8.4 双机抬吊吊装法是以两台吊机作为吊装的主吊机，通过对构件吊装重量在两台吊机之间的合理分配，使两台吊机所承受

的重量分别在各自吊装允许的性能范围内，从而完成构件的吊装作业。两台起重机同时抬吊一重物属于特殊吊装工艺，双机抬吊作业时，应选用起重性能相似的起重机进行，抬吊时应统一指挥，动作应配合协调，荷载应分配合理。

重庆工程建设

8 检验与质量验收

8.2 进场检验与验收

8.2.1～8.2.3 规定了专业企业生产预制板进场时的结构性能检验要求。结构性能检验通常应在构件进场时进行，但考虑检验方便，工程中可在各方参与下在预制构件生产场地进行。

考虑构件特点及加载检验条件，仅提出了装配箱底板、预应力混凝土空心板的结构性能检验要求；其他预制底板构件（预制带肋梁底板、预应力预制底板）除设计有专门要求外，进场时可不做结构性能检验，这部分底板是否进行结构性能检验、结构性能检验的方式应根据设计要求确定。

对多个工程共同使用的同类型预制构件，也可在多个工程的施工、监理单位见证下共同委托进行结构性能检验，其结果对多个工程共同有效。

“同类型”是指同一钢种、同一混凝土强度等级、同一生产工艺和同一结构形式的不同尺寸构件。抽取预制构件时，宜从设计荷载最大、受力最不利或生产数量最多的预制构件中抽取。

8.2.5 根据《统一验收标准》GB 50300 的规定，检验批应由施工单位制定检验批的划分方案，并由监理单位审核。其他填充体应根据生产日期、型号规格、进场时间等因素合理划分检验批，每批次的数量应适中，以便于管理和质量控制。

附录 B　组合塔架临时支撑设计

B.1　一般规定

B.1.1　本条依据现行行业标准《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231 编制。

B.1.2　组合塔架根据立杆的大小可分为标准型塔架和加强型塔架两类：标准型塔架，即采用现行行业标准《承插型盘扣式钢管支架构件》JG/T 503 中的标准型支架进行组合的塔架，加强型塔架即采用现行行业标准《承插型盘扣式钢管支架构件》JG/T 503 中的重型型支架进行组合的塔架。组合塔架分类及与《承插型盘扣式钢管支架构件》JG/T 503 的支架分类、立杆及与之配套的可调底座及可调托座的直径差别的对应关系详见表 3。

表 3　组合塔架分类

组合塔架分类	对应《承插型盘扣式钢管支架构件》JG/T 503		
	支架分类	立杆外径(mm)	可调底座和可调托座的外径(mm)
标准型	标准型支架	48.3	38
加强型	重型支架	60.3	48

对于安全等级为Ⅱ级的组合塔架，因荷载不大且高度不高，采用标准型组合塔架一般能满足设计要求。对于安全等级为Ⅰ级的组合塔架，因荷载大或者高度高，是采用承载力和刚度大的重型塔架，还是普通塔架，应通过设计计算比较后确定。

B.2　设计计算

B.2.8　组合塔架与满堂脚手架相比，立杆受到水平杆的约束少，

对水平位移更敏感，所以组合塔架的立杆的极限承载力要比满堂脚手架低，根据重庆市地方标准《装配式混凝土结构临时支撑系统应用技术标准》DBJ50/T-457 的研究，多组相同立杆间距与水平杆步距的由 4 根立杆组成的独立方塔架在不同搭设高度条件下与满堂支撑架的有限元整体稳定性极限承载力屈曲分析结果，相同搭设条件下（相同搭设高度、相同立杆间距与水平杆步距），独立方塔架的极限承载力相比满堂支撑架下降约 15%～20%。为了保证安全且方便计算，对搭设高度调整系数所对应的搭设高度进行了调整，对立杆的稳定系数采取 0.8 的折减系数。当楼盖的支撑全部采用组合塔架时，其搭设高度不宜超过 18m，超过时宜作专门研究；如组合塔架与稳定的结构或稳定满堂脚手架有可靠的拉结时，组合塔架的搭设高度可不受此限制。

B.3 构造要求

B.3.2 独立单塔在平面上除可设置成口形、日形、田形外，在特别的情况下还可以设置成凸形、十字形的独立单元（图 13）。

（a）凸形　　（b）十字形

图 13 其他独立单塔平面示意

B.3.3 组合塔架通过水平杆将独立单塔相互连接，增强支撑系统的整体性，十分必要。独立单塔单元之间净距不宜小于 2.0m，可以满足重庆市《关于明确装配式建筑相关技术问题的通知》渝建科〔2021〕5 号文件规定的“无支撑跨度不小于 2m”的装配式楼盖的技术条件的要求，也方便施工通行。采用盘扣式脚手架标准水平杆连接塔架时，其间距不宜过大，因水平杆受压能力有限，间

距过大时影响组合塔架的整体性，如需增大间距，可采用桁架进行拉结。当独立单塔立柱的支座可确保为不动点时，可不设底部的水平杆拉接，否则，宜设置。对高大的独立搭接，水平杆的设置，宜控制拉接水平杆间的距离不大于 3 倍连接方向上的塔宽。

B.3.4 本条引用自重庆市地方标准《装配式混凝土建筑结构临时支撑系统应用技术标准》DBJ50/T-457-2023 第 6.4.4 条。要求独立单塔各立杆受力均匀，避免单立杆局部失稳，可保证独立单塔整体受力。

重庆工程建设