

**T/CECS xxx—202X**

**中国工程建设标准化协会标准**

**装配式多层混凝土模壳砌体结构**

**技术规程**

**Technical specification for precast multi-story masonry structures with concrete mold shell blocks**

**（征求意见稿）**

**xxx出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**装配式多层混凝土模壳砌体结构**

**技术规程**

**Technical specification for precast multi-story masonry structures with concrete mold shell blocks**

**T/CECS xxx-202x**

**（征求意见稿）**

**主编单位：**

**批准单位：中国工程建设标准化协会**

**施行日期：202x年x月x日**

**xx出版社**

**202x　北　　京**

前　　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2022〕40号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分7章和1个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、材料、建筑设计、结构设计、模壳砌块制作与运输、施工与验收等。

本规程某些内容可能涉及混凝土模壳砌体结构、模壳砌块墙体、模壳砌块基础相关专利“基于条形基础的模壳砖基础”（专利号：ZL202021523187.0）、“一种用于连接模壳柱和墙板的连接节点”（专利号：ZL202120503784.5）、“一种拼装式模壳墙板”（专利申请号：CN202110258688.3）的使用。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与专利持有人（江苏万融工程科技有限公司）协商处理。除上述专利外，本规程的某些内容仍可能涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑材料分会归口管理，由江苏万融工程科技有限公司负责具体技术内容的解释。实施过程中如有意见或建议，请反馈至江苏万融工程科技有限公司（地址：江苏省徐州市鼓楼区广山路1号香山物流综合办公楼，邮编：210009，邮箱：jiangsuwanrong@126.com）。

主编单位：江苏万融工程科技有限公司

中国建筑材料工业规划研究院

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

**目　　次**

[1　总则 1](#_Toc149766374)

[2　术语和符号 2](#_Toc149766375)

[2.1　术语 2](#_Toc149766376)

[2.2　符号 2](#_Toc149766377)

[3　材料 4](#_Toc149766378)

[3.1　材料强度等级 4](#_Toc149766379)

[3.2　模壳砌块砌体计算指标 4](#_Toc149766380)

[4　建筑设计 6](#_Toc149766381)

[5　结构设计 8](#_Toc149766382)

[5.1　一般规定 8](#_Toc149766383)

[5.2　模壳砌块设计 11](#_Toc149766384)

[5.3　承载力计算 11](#_Toc149766385)

[5.4　构造设计 15](#_Toc149766386)

[5.5　楼盖及楼梯 21](#_Toc149766387)

[6　模壳砌块制作与运输 25](#_Toc149766388)

[7　施工与验收 28](#_Toc149766388)

[7.1　一般规定 28](#_Toc149766389)

[7.2　施工质量检验 29](#_Toc149766390)

[7.3　施工验收要点 30](#_Toc149766391)

[附录A　常用模壳砌块规格 32](#_Toc149766392)

[用词说明 34](#_Toc149766393)

[引用标准名录 35](#_Toc149766394)

附：[条文说明 37](#_Toc149766395)

**Contents**

[1　General principal 1](#_Toc149766374)

[2　Terminology and symbols 2](#_Toc149766375)

[2.1　Terminology 2](#_Toc149766376)

[2.2　Symbol 2](#_Toc149766377)

[3　Materials 4](#_Toc149766378)

[3.1　Material strenght grade 4](#_Toc149766379)

[3.2　Calculation indicators of masonry with mold shell blocks 4](#_Toc149766380)

[4　Constructional design 6](#_Toc149766381)

[5　Structural design 8](#_Toc149766382)

[5.1　General requirements 8](#_Toc149766383)

[5.2　Mold shell block design 11](#_Toc149766384)

[5.3　Calculation of bearing capacity 11](#_Toc149766385)

[5.4　Structural design 1](#_Toc149766386)5

[5.5　Floor and stair 21](#_Toc149766387)

6　Construction and transportation of concrete mold shell blocks 25

[7　Construction and acceptance 28](#_Toc149766388)

[7.1　General requirements 28](#_Toc149766389)

[7.2　Construction quality inspection 29](#_Toc149766390)

[7.3　Keyp points of construction acceptance 30](#_Toc149766391)

[Appendix A　Specification of commonly used mold shell blocks 32](#_Toc149766392)

[Explanation of wording 34](#_Toc149766393)

[List of quoted standards 35](#_Toc149766394)

[Addition：Explanation of provisions 37](#_Toc149766395)

1　总　　则

**1.0.1**为规范装配式多层混凝土模壳砌体结构应用的技术要求，做到因地制宜、就地取材、安全适用、技术先进、经济合理，保证工程质量，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于抗震设防烈度为8度及8度以下地区建筑工程中应用装配式多层混凝土模壳砌体结构的设计、制作、施工及验收。

**1.0.3**装配式多层混凝土模壳砌体结构的设计、制作、施工及验收，除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

**1.0.4**应从设计、制作、施工、验收等方面提出装配式模壳砌体结构标准化技术解决方案，同时应保障建筑工程施工质量。

2　术语和符号

2.1　术语

**2.1.1**　预制混凝土模壳砌块　　precast concrete mold shell block

主规格尺寸为398 mm×200 mm×158 mm的普通混凝土小型砌块，简称模壳砌块。

**2.1.2**　预制模壳砌块墙体　　precast masonry wall with mold shell blocks

由内嵌箍筋的预制混凝土模壳砌块采用薄层砌筑工艺砌筑而成，并设有构造柱和芯柱的承重墙体，简称模壳砌块墙体。

**2.1.3**　装配式多层混凝土模壳砌体结构　　precast multi-story masonry structures with concrete mold shell blocks

由预制混凝土模壳砌块、芯柱、构造柱、现浇圈梁、现浇或叠合楼盖以及模壳砌块基础共同组成的多层装配式砌体结构，简称模壳砌体结构。

**2.1.4**　芯柱　　core column

预制模壳砌块墙体的孔洞内插有竖向钢筋并浇筑混凝土的柱。

**2.1.5**芯柱式构造柱　　core column type constructional column

含预制混凝土模壳砌块及内设按构造配筋的钢筋笼，后浇混凝土的柱。

**2.1.6**边缘叠合板　　concrete slab with composite edge

仅在边缘部位将预制板和现浇钢筋混凝土层叠合的楼板。

**2.1.7**粘结砂浆　　insulation mortar

一种以聚合物增强的水泥基预配制干混易施工粘结砂浆，采用机械拌和制成，适用于混凝土模壳砌块薄层砌筑。

2.2　符号

**2.2.1**材料性能

*E——*砌体的弹性模量；

*E*c*——*混凝土的弹性模量；

*f——*模壳砌块砌体抗压强度设计值；

*f*v*——*模壳砌块砌体抗剪强度设计值；

*f*vE*——*模壳砌块砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值；

*f*g*——*灌孔模壳砌块砌体的抗压强度设计值；

*f*vg*——*灌孔模壳砌块砌体的抗剪强度设计值；

*f*t*——*灌孔混凝土的轴心抗拉强度设计值；

*f*yh*——*水平钢筋的抗拉强度设计值；

*f*y*——*芯柱或芯柱式构造柱钢筋的抗拉强度设计值。

**2.2.2**几何参数

*A——*截面面积；

*A*sh*——*水平分布钢筋面积；

*A*c*——*灌孔混凝土总截面面积；

*A*s*——*芯柱或芯柱式构造柱钢筋截面总面积；

*b——*截面宽度；

*d——*钢筋直径；

*e——*轴向力的偏心距；

*H*0*——*构件的计算高度；

*h——*矩形截面轴向力偏心方向的边长；

*h*T*——*T形截面的折算厚度；

*h*0*——*截面有效高度；

*l*a*——*钢筋锚固长度；

*s——*间距。

**2.2.3**计算参数

*β——*构件的高厚比；

*γ*β*——*高厚比修正系数；

*ζ*c*——*芯柱或芯柱式构造柱参与工作系数；

*ζ*N*——*砌体抗震抗剪强度的正应力影响系数；

*γ*RE*——*承载力抗震调整系数；

*λ——*计算截面的剪跨比；

*η*vw*——*剪力增大系数；

*ρ——*模壳砌块砌体的灌孔率、配筋率；

*φ——*承载力的影响系数；

*φ*0g*——*轴心受压构件的稳定系数。

3　材　　料

3.1　材料强度等级

**3.1.1**混凝土模壳砌块的强度等级不应低于MU5。

**3.1.2**模壳砌块墙体用混凝土、后浇混凝土、钢材的力学性能指标与耐久性要求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。

**3.1.3**模壳砌块墙体圈梁的顶部与底层模壳砌块间宜采用砌筑砂浆砌筑，对应砌筑砂浆强度等级不应低于M7.5。

**3.1.4**模壳砌块之间的接缝应采用专用砌筑砂浆薄层砌筑工艺砌筑，性能要求应符合现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98的有关规定。

**3.1.5**模壳砌块预留孔内可填充密度等级为A03或A04泡沫混凝土，泡沫混凝土的物理力学性能应符合现行行业标准《泡沫混凝土应用技术规程》JGJ/T 341的有关规定。

**3.1.6**芯柱、构造柱、圈梁等后浇构件应采用混凝土灌注或浇筑，混凝土强度指标应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定，同时应满足下列要求：

1　构造柱、圈梁、连梁混凝土的强度等级不应低于C30；

2　芯柱混凝土的强度等级不应低于Cb30。

**3.1.7**模壳砌块内芯柱和构造柱的钢筋应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定，同时应满足下列要求：

1　构造柱、芯柱和圈梁的纵筋宜采用HRB400级钢筋，箍筋宜采用HPB300级钢筋；

2　模壳砌块砌体结构的水平拉结钢筋宜采用HRB400级和RRB400级钢筋，也可采用HPB300级钢筋；

3　重要部位及直接承受疲劳荷载构件的受力钢筋不宜采用RRB400级钢筋。

3.2　模壳砌块砌体计算指标

**3.2.1**模壳砌块灌孔砌体的弹性模量，应按下式计算：

*E*=2000*f*g （3.2.1）

式中：*f*g*——*灌孔砌体的抗压强度设计值。

**3.2.2**模壳砌块灌孔砌体线膨胀系数可按10-5/℃采用，收缩率可按-0.2 mm/m采用。

**3.2.3**材料的其他计算指标，应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定及国家其他现行标准确定。

4　建筑设计

**4.0.1**建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002和《民用建筑设计统一标准》GB 50352的有关规定，并应将结构系统、外围护系统、设备与管线及内装系统进行集成一体化设计。

**4.0.2**建筑设计应符合下列规定：

**1**层高不应大于3.6 m；

**2**宜采用标准化设计，遵循少规格、多组合的原则；

**3**建筑平面宜简洁、规则、体形凹凸转折不宜过多，立面不宜突变过大；

**4**结构平面、立面网格宜以2M为基本模数；

**5**门窗洞口的平面布置宜均匀，立面布置宜上下对齐。

**4.0.3**门窗洞口位置应设置补强措施，并应符合下列规定：

**1**构造柱、芯柱可兼作洞口两侧的加强措施；

**2**宜采用钢筋混凝土过梁或模壳砌块过梁；

**3**窗洞下方宜设置钢筋混凝土窗台梁。

**4.0.4**模壳砌块墙体应具有良好的自保温性能；可采用外墙外保温做法进一步提高节能性能，并应符合国家现行标准《挤塑聚苯板（XPS）薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 30595、《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144和《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480的有关规定。

**4.0.5**模壳砌块砌体建筑防水设计应符合国家现行标准《砌体结构工程施工规范》GB 50924和《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235的有关规定，并应满足下列要求：

**1**模壳砌块砌体外墙竖向、水平接缝应采取防水措施；

**2**外墙表面、伸出墙外的雨蓬、开敞式阳台、室外空调机搁板、遮阳板窗套等均应采取防水措施；

**3**地面以下的室内宜设置防潮层；

**4**卫生间等有防水要求的房间，内墙应采用水泥砂浆抹灰，并应有防水、防潮措施。

**4.0.6**模壳砌块砌体建筑的热工性能应满足建筑所在地气候区对建筑节能的要求，并应符合建筑装饰与设备节能对施工安装和维修的规定。

**4.0.7**屋面设计应符合下列规定：

**1**采用平屋面时，应在屋面设置保温隔热层，并应采取排水措施；

**2**采用坡屋面时，坡屋面宜设挑檐，并应在屋面设置保温隔热层；

**3**钢筋混凝土屋面板及其保温隔热层上部的砂浆找平层、保护层等均应设置分隔缝，并应与周边女儿墙断开，分隔缝间距不宜大于6 m，缝宽不应小于20 mm；

**4**设有挑檐的屋面，保温层宜覆盖全部檐口。

**4.0.8**厨房、卫生间等部位给排水管线应集中设置，减少平面交叉，宜按上下对位、相邻布置、靠近管井等原则进行设计。

5　结构设计

5.1　一般规定

**5.1.1**考虑地震作用组合的模壳砌块砌体结构构件，其截面承载力应除以承载力抗震调整系数*γ*RE，承载力抗震调整系数应按表5.1.1取值；当仅计算竖向地震作用时，各类结构构件承载力抗震调整系数均应采用1.0。

**表5.1.1　承载力抗震调整系数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构构件类型 | 受力状态 | *γ*RE |
| 两端均设有构造柱、芯柱的  模壳砌块砌体抗震墙 | 受剪 | 0.90 |
| 模壳砌块墙体 | 偏压、大偏拉、受剪 | 0.85 |
| 其他模壳砌块砌体 | 受剪、受压 | 1.00 |

**5.1.2**多层模壳砌块墙厚同砌块厚度，墙体最小厚度应为200 mm，最大厚度可根据建筑高度进行调整，最大适用高度和对应的最大层数应符合表5.1.2的规定。

**表5.1.2　模壳砌块砌体结构最大适用高度和对应的最大层数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 设防烈度和设计基本地震加速度 | | | | |
| 6度 | 7度 | | 8度 | |
| 0.05g | 0.10g | 0.15g | 0.20g | 0.30g |
| 高度（m） | 21 | 21 | 18 | 18 | 12 |
| 层数（层） | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 |

**5.1.3**模壳砌块砌体结构抗震墙房屋，体型复杂、平立面不规则时宜设防震缝。

**5.1.4**模壳砌块配筋砌体结构构件，受力钢筋的锚固和接头，应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定，并应满足下列要求：

**1**钢筋搭接接头，一、二级抗震等级不应小于1.2*l*a＋5*d*；三、四级抗震等级不应小于1.2*l*a；

**2**非全灌孔水平模壳砌块墙体，其水平或竖向受拉钢筋的最小锚固长度和搭接长度应按四级抗震等级相关规定确定；

**3**位于同一连接区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率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。

**5.1.5**多层模壳砌块砌体结构建筑总高度与总宽度的比值，宜符合表5.1.5的规定。

**表5.1.5　模壳砌块砌体结构建筑的最大高宽比**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设防烈度 | 6度 | 7度 | 8度 |
| 最大高宽比 | 2.5 | 2.5 | 2.0 |

**5.1.6**模壳砌块砌体结构宜采用纵、横墙共同承重的结构体系，横墙间距应符合表5.1.6的规定；多层模壳砌块砌体结构建筑的顶层，最大横墙间距可放宽，但应采取相应加强措施。

**表5.1.6　横墙间距（m）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 楼、屋盖形式 | 设防烈度 | | |
| 6度 | 7度 | 8度 |
| 现浇钢筋混凝土楼盖 | 15 | 15 | 11 |
| 叠合楼盖、屋盖 | 11 | 11 | 9 |

**5.1.7**多层模壳砌块砌体结构中墙段的局部尺寸限值，宜符合表5.1.7的规定。

**表5.1.7　房屋局部尺寸限值（m）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 部位 | 6度 | 7度 | 8度 |
| 承重窗间墙最小宽度 | 1.0 | 1.0 | 1.2 |
| 承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离 | 1.0 | 1.0 | 1.2 |
| 非承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 内墙阳角至门窗洞边的最小距离 | 1.0 | 1.0 | 1.4 |
| 非出入口处的无锚固女儿墙最大高度 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

**5.1.8**多层模壳砌块砌体结构体系，应符合下列规定：

**1**纵横墙的布置宜均匀对称，沿平面内宜对齐，沿竖向应上下连续；且纵横向墙体的数量不宜相差过大。同一轴线上的窗间墙宽度宜均匀；洞口面积，6度、7度时不宜大于墙面面积的60%，8度时不宜大于55%；

**2**房屋有下列情况之一时宜设置防震缝，缝两侧均应设置墙体，缝宽应根据设防烈度和建筑高度确定，可采用100 mm：

**1**）房屋立面高差在6 m以上；

**2**）房屋有错层，且楼板高差大于层高的1/4；

**3**）两部分结构刚度、质量截然不同。

**3**横墙较少、跨度较大的房屋，宜采用现浇钢筋混凝土楼（屋）盖；

**4**烟道、风道等不应削弱墙体；当墙体被削弱时，应对墙体采取加强措施；不宜采用无竖向配筋的附墙烟囱及出屋面的烟囱；

**5**不应采用无锚固的钢筋混凝土预制挑檐；

**6**不应采用连体、转换等复杂结构体系。

**5.1.9**模壳砌块砌体结构应进行多遇地震作用下的抗震变形验算，其楼层内最大的层间弹性位移角不宜超过1/800，底层不宜超过1/1200。

**5.1.10**模壳砌块砌体结构的设计、构造措施等应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规程》GB 50666和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定。

**5.1.11**模壳砌块砌体结构的地震作用计算，可采用底部剪力法，并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关规定。

**5.1.12**模壳砌块砌体结构中受力钢筋的锚固和连接构造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《约束砌体与配筋砌体结构技术规程》JGJ 13的有关规定。

**5.1.13**模壳砌块砌体结构宜采用芯柱，模壳砌块内灌注的混凝土应密实，采取振捣措施时应避免触碰模壳砌块。

**5.1.14**构造柱中钢筋的保护层厚度应为模壳砌块的边缘厚度。

**5.1.15**预制模壳砌块内表面、边缘叠合板叠合区应设置自然粗糙面，其中边缘叠合板对应粗糙面的凹凸深度不应小于4 mm。

**5.1.16**模壳砌块砌体结构宜采用模壳砌块条形基础，并应符合下列规定：

**1**　模壳砌块条形基础内应浇筑混凝土，并应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定；

**2**　基础的设计和构造措施应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定。

**5.1.17**模壳砌块砌体结构抗震墙跨高比大于2.5的连梁应采用钢筋混凝土连梁，其截面组合的剪力设计值和斜截面承载力，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中对连梁的有关规定。

**5.1.18**模壳砌块墙体构件的计算高度*H*0，应根据房屋类别和构件支承条件等按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的规定采用。

5.2　模壳砌块砌体

**5.2.1**模壳砌块墙体所用模壳砌块的长度宜取398 mm或199 mm，厚度宜为200 mm，高度宜为158 mm。

**5.2.2**模壳砌块墙体砌块间配筋应符合下列规定：

**1**　模壳砌块水平方向应每隔4皮设置直径不小于6 mm的水平钢筋；

**2**　块间水平钢筋宜与构造柱、芯柱内的竖向受力钢筋有效锚固并应绑扎连接。

**5.2.3**模壳砌块墙体各芯柱内应设置不少于1根竖向受力钢筋，直径不应小于12 mm。

**5.2.4**模壳砌块砌体结构中宜采用芯柱或组合芯柱构造。

5.3　承载力计算

**5.3.1**根据建筑结构破坏可能产生后果的严重性，建筑结构应按表5.3.1划分为三个安全等级，设计时应根据具体情况选用。

**表5.3.1　建筑结构的安全等级**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 安全等级 | 破坏后果 | 建筑物类型 |
| 一级 | 很严重 | 重要的房屋 |
| 二级 | 严重 | 一般的房屋 |
| 三级 | 不严重 | 次要的房屋 |

**5.3.2**模壳砌块砌体结构的内力与位移分析可采用线弹性分析法。应根据结构分析所得到的内力，分别按轴心受压、偏心受压、偏心受拉等构件进行正截面承载力和斜截面承载力计算，并宜进行结构变形验算。

**5.3.3**模壳砌块砌体结构进行构件设计时，静力计算应符合本规程的规定并应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定。

**5.3.4**带有构造柱的模壳砌块砌体结构轴心受压承载力计算可按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003中砌块砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙的有关规定计算。

**5.3.5**模壳砌块墙体作为受压承重构件时的承载力，应满足下式要求：

 （5.3.5）

式中：*N*——轴向力设计值；

*φ*——高厚比*β*和轴向力的偏心距*e*对受压构件承载力的影响系数；

*f*——砌体的抗压强度设计值；

*A*——截面面积。

**5.3.6**确定影响系数*φ*时，构件高厚比*β*应按下列公式计算：

对矩形截面：  （5.3.6-1）

对T形截面：  （5.3.6-2）

式中：*γ*β——高厚比修正系数，对于灌孔混凝土模壳砌块砌体，取1.0；

*H*0——受压构件的计算高度；

*h*——矩形截面轴向力偏心方向的边长，当轴心受压时为截面较小边长；

*h*T——T形截面的折算厚度，可近似按3.5*i*计算，*i*为截面回转半径。

**5.3.7**轴心受压模壳砌块墙体，当模壳砌块间配有水平分布钢筋时，其正截面受压承载力应满足下列公式要求：

 （5.3.7-1）

 （5.3.7-2）

式中：*N*——轴向力设计值（N）；

*f*g——灌孔砌块砌体的抗压强度设计值（MPa）；

——钢筋的抗压强度设计值（MPa）；

*A*——构件的毛截面面积（mm2）；

——全部竖向钢筋的截面面积（mm2）；

*φ*0*g*——轴心受压构件的稳定系数；

*β*——构件高厚比。

**5.3.8**模壳砌块砌体结构构件，当竖向钢筋仅配在中间时，其平面外偏心受压承载力可按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003中无筋砌体构件受压构件的承载力验算公式进行计算，但应采用灌孔砌体的抗压强度设计值。

**5.3.9**偏心受压和偏心受拉配筋模壳砌块墙体，其斜截面受剪承载力应符合下列规定：

1模壳砌块墙体的截面应满足下式要求：

 （5.3.9-1）

式中：*V*——模壳砌块墙体的剪力设计值（N）；

*b*——模壳砌块墙体截面宽度或T形、倒L形截面腹板宽度（mm）；

*h*0——模壳砌块墙体的截面有效高度（mm）。

2模壳砌块墙体在偏心受压时的斜截面受剪承载力，应满足下列公式要求：

 （5.3.9-2）

 （5.3.9-3）

式中：*f*vg——灌孔模壳砌块砌体抗剪强度设计值（MPa）；

*M*、*N*、*V*——计算截面的弯矩、轴向力和剪力设计值，当*N*大于0.25*f*g*bh*时取*N*＝0.25*f*g*bh*；

*A*——剪力墙的截面面积（mm2）；

*A*w——T形或倒L形截面腹板的截面面积（mm2），对矩形截面取*A*w＝*A*；

*λ*——计算截面的剪跨比，当*λ*＜1.5时取1.5，当*λ*≥2.2时取2.2；

*A*sh——配置在同一截面内的水平分布钢筋的全部截面面积（mm2）；

*s*——水平分布钢筋的竖向间距（mm）；

*f*yh——水平钢筋的抗拉强度设计值（MPa）。

3模壳砌块墙体在偏心受拉时的斜截面受剪承载力，应满足下式要求：

 （5.3.9-4）

式中：*V*——计算截面的剪力设计值；

*A*——剪力墙的截面面积（mm2）；

*A*w——T形或倒L形截面腹板的截面面积（mm2），对矩形截面取*A*w＝*A*；

*λ*——计算截面的剪跨比，当*λ*＜1.5时取1.5，当*λ*≥2.2时取2.2；

*A*sh——配置在同一截面内的水平分布钢筋的全部截面面积（mm2）；

*s*——水平分布钢筋的竖向间距（mm）；

*f*yh——水平钢筋的抗拉强度设计值（MPa）。

**5.3.10**模壳砌块砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值，应按下式计算：

 （5.3.10）

式中：*f*vE——砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值（MPa）；

*f*v——非抗震设计的砌体抗剪强度设计值（MPa）；

*ζ*N——砌体抗震抗剪强度的正应力影响系数。

**5.3.11**模壳砌块墙体截面抗震受剪承载力，应满足下式要求：

 （5.3.11）

式中：*f*t——灌孔混凝土的轴心抗拉强度设计值（MPa）；

*A*c——灌孔混凝土或芯柱截面总面积（mm2）；

*f*y——芯柱或构造柱钢筋的抗拉强度设计值（MPa）；

*A*s——芯柱或构造柱钢筋截面总面积（MPa）；

*γ*RE——承载力抗震调整系数；

*ζ*c——芯柱或构造柱参与工作系数。

**5.3.12**芯柱或构造柱参与工作系数*ζ*c可按表5.3.12取值。

**表5.3.12　芯柱和构造柱参与工作系数**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 灌孔率*ρ* | *ρ*＜0.15 | 0.15≤*ρ*＜0.25 | 0.25≤*ρ*＜0.5 | *ρ*≥0.5 |
| *ζc* | 0.00 | 1.00 | 1.10 | 1.15 |

注：灌孔率指芯柱根数（含构造柱和填实孔洞数）与孔洞总数之比。

**5.3.13**模壳砌块砌体结构抗震墙承载力计算时，底部加强部位截面的组合剪力设计值应按下式计算：

 （5.3.13）

式中：*V*——砌体抗震墙截面组合的剪力设计值（kN）；

*V*w——砌体抗震墙截面组合的剪力计算值（kN）；

*η*vw——剪力增大系数。

**5.3.14**剪力增大系数*η*vw可按表5.3.14采用。

**表5.3.14　剪力增大系数**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构部位 | 抗震等级 | | | |
| 一 | 二 | 三 | 四 |
| 底部加强部位抗震墙 | 1.60 | 1.40 | 1.20 | 1.00 |
| 其他部位抗震墙 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 底部加强部位的短肢抗震墙 | 1.70 | 1.50 | 1.30 | 1.10 |
| 多层房屋其他部位的短肢抗震墙 | 1.20 | 1.15 | 1.10 | 1.05 |

注：底部加强部位指小于房屋高度的1/6且不小于底部二层的高度范围，房屋总高度小于18 m时取一层。

**5.3.15**模壳砌块砌体结构抗震墙的截面，应符合下列规定：

1当剪跨比大于2时，应满足下式要求：

 （5.3.15-1）

2当剪跨比小于或等于2时，应满足下式要求：

 （5.3.15-2）

式中：*V*——砌体抗震墙截面组合的剪力设计值（kN）；

*f*g——灌孔砌块砌体的抗压强度设计值（MPa）；

*b*——模壳砌块墙体截面宽度或T形、倒L形截面腹板宽度（mm）；

*h*0——模壳砌块墙体的截面有效高度（mm）；

*γ*RE——承载力抗震调整系数。

5.4　构造设计

**5.4.1**模壳砌块墙体的高厚比应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定进行验算，模壳砌块墙体的允许高厚比应符合下列规定：

1约束模壳砌块墙体的允许高厚比，不得大于28；

2配筋模壳砌块墙体的允许高厚比，不得大于30；

3验算施工阶段砂浆尚未硬化的新砌模壳砌块砌体构件高厚比时，允许高厚比宜取14。

**5.4.2**后砌隔墙应符合下列规定：

**1**后砌隔墙用材料宜与承重墙相同，其块材强度等级不应低于MU5，砌筑胶凝材料强度等级不应低于M5；

**2**后砌隔墙的厚度，应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定；

**3**隔墙与周边主体结构构件应有可靠连接，连接构造和嵌缝材料应能满足传力、变形和防护要求。

**5.4.3**在模壳砌块墙体中留槽洞及埋设管道时，应符合下列规定：

**1**不应在截面长边小于500 mm的承重墙体、独立柱内埋设管线；

**2**不宜在墙体中预留、开凿沟槽，当无法避免时应采取措施或按削弱后的截面验算墙体的承载力。

**5.4.4**模壳砌块墙体应分皮错缝搭砌，上下皮搭砌长度不应小于90 mm。

**5.4.5**模壳砌块砌体结构宜将纵横墙交接处距中心线每边不小于300 mm范围内的孔洞，采用不低于Cb30混凝土沿墙高灌实。

**5.4.6**模壳砌块砌体结构挑梁支承面下宜设混凝土垫块，当未设置垫块时，距挑梁中心线每边不小于300 mm、高度不小于600 mm的砌体，应采用不低于Cb30混凝土将孔洞灌实。

**5.4.7**模壳砌块砌体结构应在纵横墙交接处灌注构造柱（含芯柱式构造柱）或芯柱，在楼、屋面标高处应设置现浇钢筋混凝土圈梁，并应符合下列规定：

**1**墙段两端应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的要求设置构造柱，且墙肢两端及中部构造柱的间距不宜大于层高或3.0 m，宽度大于2.4 m的洞口两侧应设置构造柱；构造柱最小截面尺寸应为190 mm×190 mm，边、角柱的截面宜加大。

**2**采用芯柱时，应按表5.4.7的要求设置模壳砌块砌体结构的芯柱，在外墙转角、内外墙交接处、楼电梯间四角等部位，可采用构造柱替代部分芯柱。

**表5.4.7　模壳砌块砌体结构芯柱设置要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 房屋层数 | | | 设置部位 | 设置数量 |
| 6度 | 7度 | 8度 |
| ≤五 | ≤四 | ≤三 | 外墙转角，楼、电梯间四角，楼梯斜梯段上下端对应的墙体处；  大房间内外墙交接处；错层部位横墙与外纵墙交接处；  隔12 m或单元横墙与外纵墙交接处。 | 外墙转角，灌实3个孔；  内墙交接处，灌实4～5个孔；  楼梯斜段上下端对应的墙体处，灌实2个孔。 |
| 六 | 五 | 四 | 同上；  各开间横墙（轴线）与外纵墙交接处。 |
|  | 六 | 五 | 同上；  各内墙（轴线）与外纵墙交接处；  内纵墙与横墙（轴线）交接处和宽度大于1.2 m的洞口两侧。 | 外墙转角，灌实5个孔；  内墙交接处，灌实4～5个孔；  洞口两侧各灌实1个孔。 |

**5.4.8**模壳砌块砌体结构的芯柱，应符合下列构造规定：

**1**芯柱截面不宜小于120 mm×120 mm或按模壳砌块预留孔洞尺寸确定；

**2**芯柱的竖向插筋应贯通墙身且与圈梁绑扎连接；插筋直径不应小于12 mm，6度、7度时超过五层、8度时超过四层时，插筋直径不应小于14 mm；

**3**为提高墙体抗震受剪承载力而设置的芯柱，宜在墙体内均匀布置，三层及以上时不宜大于2.0m；

**4**墙体交接处或芯柱与墙体连接处应设置拉结钢筋，应每隔4皮设置直径不小于6 mm的水平钢筋；

**5**有错层的多层房屋，错层部位应设置墙，墙中部的钢筋混凝土芯柱间距宜适当加密，在错层部位纵横墙交接处宜设置不少于4孔的芯柱；在错层部位的错层楼板位置应设置现浇钢筋混凝土圈梁；

**6**梁支座处墙内宜设置芯柱，芯柱灌实孔数不应少于3个。

**5.4.9**模壳砌块砌体结构中构造柱（图5.4.9）的设置应符合下列规定：

**1**纵横墙交接处应设置构造柱（含芯柱式构造柱）；

**2**同一轴线上构造柱间距不宜大于层高或3 m；

**3**构造柱截面宽度应与墙体厚度相同，截面高度不应小于墙厚或200 mm；

**4**构造柱配筋应符合表5.4.9的规定，构造柱顶、底部500 mm范围内宜设为箍筋加密区；

**5**构造柱与圈梁连接处，构造柱的纵筋应在圈梁纵筋内侧穿过，构造柱纵筋应上下贯通；

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a)一字形节点(I) | (b)一字形节点(II) |
|  |  |
| (c)L形节点 | (d)T形节点 |
| 1—标砖；2—填充材料；3—标砖配砖；4—芯柱式构造柱 | |
| 图5.4.9　构造柱截面配筋示意图 | |

**6**构造柱可不单独设置基础，但应伸入室外地面下500 mm，或与埋深小于500 mm的基础圈梁相连；

**7**构造柱截面与模壳砌块尺寸应保持一致，纵向钢筋宜采用4C12，且在柱上下端应适当加密；6、7度时超过六层、8度时超过五层时，构造柱纵向钢筋宜采用4C14；房屋四角的构造柱应适当加大截面及配筋；

**8**构造柱与墙连接处应采取马牙槎，由配砖与标砖分层交错布置构成，沿墙高每隔4匹砌块应设2C6水平钢筋；

**9**构造柱的竖向钢筋末端应做成弯钩，接头采用绑扎，其搭接长度宜为35d，在搭接接头长度范围内的箍筋间距不应大于100 mm。

**表5.4.9　构造柱配筋**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 楼层数  （层） | 设防烈度 | | | | | | | |
| 6度、7度 | | | | 8度 | | | |
| 纵筋 | 箍筋 | | | 纵筋 | 箍筋 | | |
| 纵筋  最小量 | 最小直径  （mm） | 最大间距（mm） | | 纵筋  最小量 | 最小直径  （mm） | 最大间距（mm） | |
| 加密区 | 非加密区 | 加密区 | 非加密区 |
| ≤2 | 4C12 | 6 | 200 | 250 | 4C12 | 6 | 100 | 200 |
| ≥3 | 4C14 | 6 | 150 | 200 | 4C14 | 6 | 100 | 200 |

**5.4.10**模壳砌块墙体与构造柱或芯柱之间应设置水平拉结钢筋（图5.4.10），且应符合下列规定：

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a)一字形节点(I) | (b)一字形节点(II) |
|  |  |
| (c)L形节点 | (d)T形节点 |
| 1—标砖；2—填充材料；3—标砖配砖；4—水平分布钢筋；5—芯柱式构造柱 | |
| 图5.4.10　水平拉结钢筋示意图 | |

**1**采用附加连接钢筋在模壳砌块凹槽间连接法，绑扎完成后，块间凹槽应采用粘结砂浆挤浆满铺；

**2**附加连接钢筋直径不应小于模壳砌块内水平钢筋直径，并应在构造柱内可靠锚固；

**3**绑扎搭接长度应符合现行行业标准《约束砌体与配筋砌体结构技术规程》JGJ 13的有关规定。

**5.4.11**模壳砌块墙体接缝宜设置在楼面标高处，并应符合下列规定：

**1**接缝高度宜为10 mm～20 mm，接缝应采用坐浆料填实；

**2**接缝位置楼板表面应设置粗糙面。

**5.4.12**圈梁的设置应符合下列规定：

**1**圈梁应连续设置在各层楼面标高和基础顶面处，并应形成封闭状；

**2**每道模壳砌块墙体宜后浇混凝土圈梁（图5.4.12），并宜与叠合楼板后浇层或现浇楼板整体浇筑；

|  |
| --- |
|  |
| 图5.4.12　后浇圈梁示意图 |

**3**纵横墙交接处的圈梁应可靠连接；

**4**圈梁截面宽度宜与模壳砌块墙体厚度相同，截面高度和配筋应符合表5.4.12的规定；设置在基础顶面的基础圈梁，高度不应小于160 mm；

**表5.4.12　圈梁截面高度和配筋**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 楼层数  （层） | 设防烈度 | | | | | |
| 6度、7度 | | | 8度 | | |
| 截面高度  （mm） | 配筋 | | 截面高度  （mm） | 配筋 | |
| 纵筋 | 箍筋 | 纵筋 | 箍筋 |
| ≤6 | 120 | 4C10 | C6@250 | 120 | 4C12 | C6@200 |

**5**圈梁兼作过梁时，过梁部分的钢筋应按计算面积另行增配；

**6**边缘叠合板叠合区宜与圈梁可靠连接。

**5.4.13**宜采用现浇钢筋混凝土过梁，并应符合下列规定：

**1**过梁在单侧模壳砌块墙体上的支承长度不应小于200 mm；

**2**过梁应与两侧模壳砌块墙体或后浇圈梁拉结；

**3**过梁支承处模壳砌块墙体竖向预留孔应采用混凝土填实，填充的混凝土强度等级不应低于模壳砌块墙体的混凝土强度等级。

**5.4.14**挑梁的构造措施与设计应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定。

**5.4.15**女儿墙宜采用模壳砌块砌筑，并应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关规定。

**5.4.16**模壳砌块砌体结构的其他抗震构造措施，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011有关要求。

5.5　楼盖及楼梯

**5.5.1**模壳砌块砌体结构的楼盖可采用现浇楼板、钢筋桁架叠合板或边缘叠合板，屋盖宜采用现浇楼板、钢筋桁架叠合板或整体式接缝的边缘叠合板。

**5.5.2**边缘叠合板可根据接缝构造、支座构造长宽比按单向板或双向板设计，并应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定。

**5.5.3**边缘叠合板（图5.5.3）应符合下列规定：

**1**　叠合区预制边缘厚度不应小于50 mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于60 mm；

**2**　叠合区宽度*b*e不应小于100 mm，并应满足附加钢筋、板侧弯折钢筋、负弯矩钢筋的锚固长度的要求以及机电管线预留、预埋的要求。

|  |
| --- |
|  |
| 1—边缘叠合板 |
| 图5.5.3　边缘叠合板叠合区示意图 |

**5.5.4**相邻边缘叠合板之间整体式接缝构造（图5.5.4）应符合下列规定：

**1**　接缝应采用后浇带形式，后浇带宽度不宜小于200 mm；

**2**　板内纵向受力钢筋宜在后浇带内采用弯钩搭接，直线段搭接长度不应小于锚固长度*l*a，且在确定*l*a时，锚固长度修正系数不应小于1.0；

**3**　搭接长度*l*a和端部弯钩构造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；

**4**　叠合层顺缝板顶纵筋的配筋率不应小于叠合层两侧边缘叠合板板顶配筋率的较大值，接缝处顺缝板底纵筋的配筋率不应小于板缝两侧边缘叠合板板底配筋率的较大值；

**5**　接缝处的受弯承载力应符合现行协会标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715的有关规定。

|  |
| --- |
|  |
| 1—边缘叠合板；2—后浇带；3—叠合层顺缝板顶纵筋；4—接缝处顺缝板底纵筋 |
| 图5.5.4　整体式接缝构造示意图 |

**5.5.5**单向板的板侧节点可采用分离式接缝构造（图5.5.5），分离式接缝应符合下列规定：

**1**　板顶纵向受力钢筋宜在叠合层内采用弯钩搭接，搭接长度应符合本规程5.5.4条第2款的规定；

**2**　接缝处边缘叠合板顶面宜设置垂直于板缝的附加钢筋，附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于附加钢筋直径的15倍；

**3**　附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋面积，钢筋直径不宜小于6 mm，间距不宜大于250 mm；

**4**　垂直于附加钢筋的方向应布置横向分布钢筋，在搭接范围内不宜少于3根，横向分布钢筋直径不应小于6 mm，间距不宜大于250 mm。

|  |
| --- |
|  |
| 1—边缘叠合板；2—附加钢筋；3—横向分布钢筋 |
| 图5.5.5　分离式接缝构造示意图 |

**5.5.6**边缘叠合板板端支座构造（图5.5.6）应符合下列规定：

**1**　中节点支座，板上部纵向受力钢筋宜在后浇叠合层内采用弯钩搭接，搭接长度应符合本规程5.5.4条第2款的规定；

**2**　端节点支座，板上部纵向受力钢筋的锚固应符合现行协会标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715的有关规定；

**3**　板下部纵向受力钢筋宜从板端伸出并锚入支座的混凝土中，锚固长度*l*s应符合现行协会标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715的有关规定。

|  |
| --- |
|  |
| 1—圈梁；2—边缘叠合板；3—支座中心线 |
| 图5.5.6　板端支座构造示意图 |

**5.5.7**边缘叠合板板侧支座（图5.5.7），板底部纵向受力钢筋可不伸入支座，不伸入支座时的构造应符合现行协会标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715的有关规定。

|  |
| --- |
|  |
| 1—圈梁；2—边缘叠合板；3—附加钢筋；4—支座中心线 |
| 图5.5.7　板侧支座构造示意图 |

**5.5.8**预制楼梯与支承构件之间的连接应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定。

**5.5.9**空调板、阳台板内钢筋的锚固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。

**5.5.10**楼梯间应符合下列规定：

**1**楼梯间四角、楼梯斜段上下端对应的墙体处，应设构造柱或芯柱式构造柱；

**2**顶层楼梯间模壳砌块墙体应沿墙高每隔2皮设2C6通长钢筋；其他各层楼梯间墙体应在休息平台或楼层半高处设置60 mm厚的现浇钢筋混凝土带，纵向钢筋不应小于2C10，并应有分布拉结钢筋，其混凝土强度等级不应低于C30；

**3**楼梯间及门厅内墙阳角处的大梁支承长度不应小于500 mm，并应与圈梁连接；

**4**楼梯宜现浇，并应与主体结构牢固连接；

**5**突出屋顶的楼、电梯间，构造柱（含芯柱式构造柱）应伸到顶部，并与顶部圈梁连接，所有模壳砌块墙体应沿墙高每隔2皮设2C6通长钢筋。

6　模壳砌块制作与运输

1. 制作加工模壳砌块可按照表6.0.1提供的典型类型及尺寸确定，模壳砌块详细构造及尺寸应符合本规程附录A的规定。

**表6.0.1　模壳砌块典型类型及尺寸**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 砌块类型 | 标准尺寸/mm | 砌块样式 |
| 1 | 标砖（填充） | 398×200×158 |  |
| 2 | 标砖 | 398×200×158 |  |
| 3 | 半砖配砖（填充） | 199×200×158 |  |
| 4 | 半砖配砖 | 199×200×158 |  |
| 5 | 标砖配砖（填充） | 398×200×158 |  |
| 6 | 标砖配砖 | 398×200×158 |  |

1. 模壳砌块的技术要求，应符合设计要求及现行国家标准《普通混凝土小型砌块》GB/T 8239的有关规定。
2. 模壳砌块砌体应采用专用粘接砂浆薄层挤出工艺砌筑。
3. 预制模壳砌块制作前，应详细掌握构件平、立面排块图，并应检查选用砌块的指标和种类。
4. 预制模壳砌块墙体施工砌筑过程中，应满足抗倾覆验算要求，并应采取临时支撑措施。
5. 制作模壳砌块前应将模具内腔和上表面残留混凝土清理干净。
6. 清理模具后，应在模具内腔和模具上表面喷涂脱模剂，使模壳砌块能够顺利脱模。
7. 模壳砌块模具应按顺序放入生产线皮带上部，由皮带线自动送到布料机下部，布料机应把拌好的混凝土浇筑在模腔内，皮带机应自动振捣，模具内混凝土振捣密实后应跟随皮带前行，浇筑振捣完成的模壳砌块模具应送到下线处，模具和模壳砌块下线，应把模具和模壳砌块一起送进蒸养窑蒸养，蒸养温度应控制在50℃～60 ℃，湿度控制在95%左右，并应蒸养8小时。
8. 模壳砌块养护完毕后应从养护窑取出并进行拆模，拆除模具四周螺栓后应打开模具，取出模壳砌块，模壳砌块码垛打包后应用叉车转运至堆场。
9. 模壳砌块的混凝土强度达到设计强度时方可进行打包、运输，将模壳砌块摆放在托盘上，高度不应超过1.2 m，应用专用打包工具打包。不同托盘之间应有限位措施并应绑扎牢固，同时应做好易碰部位的边角保护。
10. 预制模壳砌块运输应采取措施，对砖块的四角等薄弱部位，应采用定型保护垫块或专用式附套件加强保护，保证运输期间模壳砌块的完整性。
11. 模壳砌块进场时应检验产品出厂合格证，经外观检查验收，整体观感良好、表面整洁，且不得有污染、缺角、少棱等质量缺陷。
12. 模壳砌块存放场地应坚实平整，应有排水措施。运输车进入现场的道路，应满足砖块的运输要求，卸放吊装作业范围内，不得有障碍物，并应有满足砖块周转使用的场地，现场堆置宜按一托盘为单位。
13. 预制模壳砌块存放时标识信息应完整，不同强度等级砌块产品应分类堆放，并应设置明显标识。
14. 堆放在现场的模壳砌块，堆置高度在硬化场地不宜超过2.4 m，在非硬化场地不宜超过1.2 m；垛间宜留适当宽度的通道，并宜设置防雨设施。
15. 模壳砌块堆放场地不宜免选择地下室顶板，如若选择地下室顶板，施工总承包单位应拿出完整的施工方案，经设计单位复核确认后，方可堆放。

7　施工与验收

7.1　一般规定

**7.1.1**模壳砌块砌体结构的施工安装应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《砌体结构工程施工规范》GB 50924的有关规定。预制模壳砌块制作应在工厂完成质量检验，合格后方可出厂。

**7.1.2**模壳砌块砌体结构所用材料应有产品合格证书、产品性能型式检验报告，质量应符合国家现行有关标准的规定。模壳砌块、水泥、钢材、外加剂应有材料主要性能的进场复验报告，并应满足设计要求。

**7.1.3**砌筑材料应采用专用粘接材料；砂浆和混凝土应进行配合比设计，当组成材料有变更时，其配合比应重新确定。

**7.1.4**砌体施工质量控制等级不应低于B级。

**7.1.5**冬期施工时应有完整的冬期施工方案，并应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定。

**7.1.6**设有钢筋混凝土构造柱、芯柱的模壳砌块墙体的施工程序，应为先砌墙后浇混凝土柱，构造柱与墙体连接处应采用横肋为拱形可流淌混凝土的模壳砌块以形成马牙槎，块间水平钢筋应与构造柱、芯柱可靠拉结。

**7.1.7**基础或每一楼层施工完后，应校核模壳砌块砌体结构的轴线和标高，轴线偏差应以基础顶面或圈梁顶面轴线为基准校正，标高偏差应通过调整上部灰缝厚度逐步调整。

**7.1.8**砌筑砂浆材料应采用机械搅拌并随拌随用，拌制的材料应在2h内使用完毕，当施工期间最高气温超过30℃时，应在1h内使用完毕。砌体灰缝应饱满，模壳砌块墙体水平灰缝的饱满度不应低于85%，竖向灰缝的饱满度不应低于80%；配筋砌体的水平及竖向灰缝的饱满度不应低于90%。

**7.1.9**浇筑构造柱混凝土前，应将模壳砌块墙体浇水湿润，模壳空腔内的落地灰、碎渣和杂物应清理干净。

**7.1.10**构造柱、芯柱的混凝土浇筑可分段进行，亦可按层一次浇筑。柱混凝土应分层振捣密实，每次振捣的分层厚度不宜超过振捣棒长的1.25倍，应避免振捣棒直接碰触墙壁，不得通过墙体传振。混凝土的坍落度宜为150 mm～170 mm。

**7.1.11**门窗过梁应与模壳砌块砌体同时施工，不得预留洞口后安装。模壳砌块砌体结构砌筑施工时，应满足“横平竖直、接槎可靠、错缝搭接、砂浆饱满”的要求。

**7.1.12**当在横墙上留置施工洞口时，应留设在横墙中间1/3的范围内。洞口的高度不得超过2/3墙高，并应设置洞口过梁和拉结筋，拉结筋沿洞口高度方向间距不应大于3皮，伸入两侧墙内长度不应小于500 mm。

**7.1.13**防水施工宜根据构造措施的不同制定对应的施工方案，并应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1和《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299以及砂浆、密封胶等材料指标、应用等标准。

7.2　施工质量检验

**7.2.1**模壳砌块砌体结构所用材料在进场使用前，应对材料的主要性能指标进行复验，合格后方可使用。

**7.2.2**模壳砌块砌体结构构件内的钢筋保护层应符合设计要求，并不应露筋。

**7.2.3**模壳砌块砌体结构构件内的钢筋锚固、搭接、放置间距应符合设计规定，并应做好钢筋隐蔽工程验收记录。

**7.2.4**模壳砌块墙体组砌方法应正确，上下应错缝搭砌，搭砌长度应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203有关规定，不得竖向通缝。

**7.2.5**模壳砌块砌体结构混凝土强度的检验和评定应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定执行，砂浆强度的检验应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70的规定执行。

**7.2.6**模壳砌块墙体的尺寸、位置的允许偏差及检验应符合表7.2.6的规定。

**表7.2.6　允许偏差及检验要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | | 允许偏差/mm | | 检验方法 |
| 墙 | 柱 |
| 1 | 轴线位置偏移 | | | 10 | 10 | 用经纬仪、尺检查或用其他测量仪器检查 |
| 2 | 基础顶面和楼面标高 | | | ±15 | ±15 | 用水平仪、尺检查 |
| 3 | 垂直度 | 每层 | | 5 | 10 | 用2 m托线板或垂直检测尺检查 |
| 全高 | ≤10 m | 10 | 15 |
| ＞10 m | 20 | 20 |
| 4 | 层间错位 | | | 5 | 8 | 用经纬仪、尺检查或用其他测量仪器检查 |
| 5 | 表面平整度 | | | 8 | 8 | 用2 m直尺和楔形塞尺检查 |
| 6 | 外墙上下窗口偏移 | | | 20 | - | 用经纬仪或吊线检查，以底层窗口为准 |
| 7 | 门窗洞口宽度 | | | ±5 | - | 用尺检查 |
| 8 | 水平灰缝平直度 | | | 5 | 5 | 拉10 m线和直尺检查 |

**7.2.7**构造柱、圈梁钢筋的绑扎应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**7.2.8**叠合板安装应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术规程》GB/T 51231的有关规定。

7.3　施工验收要点

**7.3.1**钢筋牌号和规格应符合设计文件的要求。

**7.3.2**混凝土配合比设计应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定。

**7.3.3**混凝土浇筑应符合下列规定：

**1**　应将模板或模壳砌块空腔内部清扫干净并清除积水，经检验合格后封闭清扫口，满足浇筑要求后方可浇筑混凝土；

**2**　混凝土浇筑时应布料均衡；

**3**　普通混凝土浇筑时应采用振动器振捣，并应采取措施保证混凝土浇筑密实；

**4**　浇筑和振捣时，应有专人对模板及支架进行观察和维护，发生异常情况应立即处理；

**5**　芯柱式构造柱、芯柱的混凝土应在浇筑时同时振捣密实，振捣时应避免触碰块体。

**7.3.4**砌体工程应对下列隐蔽工程进行验收：

**1**　基础砌体；

**2**　砌体中的钢筋网片、拉结筋、配筋砌块砌体构件内受力钢筋；

**3**　圈梁、过梁、构造柱、组合砌体墙柱及模壳砌块墙体；

**4**　其他隐蔽项目。

**7.3.5**砌体工程验收前应提供下列文件和记录：

**1**　原材料、构件的出厂合格证、产品性能检测报告及进场复验报告；

**2**　钢筋接头的试验报告；

**3**　混凝土及砂浆配合比通知单；

**4**　混凝土及砂浆试块强度试验报告；

**5**　砌体工程及混凝土工程施工记录；

**6**　隐蔽工程验收记录；

**7**　分项工程检验批验收记录；

**8**　施工质量检查记录；

**9**　设计图纸、设计变更文件及施工方案；

**10**　重大技术问题的处理方案和验收记录。

**7.3.6**砌体工程验收时，应对模壳砌块砌体工程观感质量作出总体评价。

**7.3.7**砌体工程验收，应满足现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

附录A　常用模壳砌块规格

**A.0.1**常用模壳砌块三视图及尺寸宜符合表A.0.1的规定。

表A.0.1　常用模壳砌块三视图及尺寸（单位：mm）

| 型号及尺寸 | 砌块三视图及尺寸 | |
| --- | --- | --- |
| 标砖  398×200×158 |  |  |
|  |  |
| 半砖配砖  199×200×158 |  |  |
|  |  |
| 型号及尺寸 | 砌块三视图及尺寸 | |
| 标砖配砖  398×200×158 |  |  |
|  |  |

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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”；

1. 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

1. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《建筑模数协调标准》GB/T 50002

《砌体结构设计规范》GB 50003

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068

《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203

《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

《民用建筑设计统一标准》GB 50352

《混凝土结构工程施工规程》GB 50666

《砌体结构工程施工规范》GB 50924

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231

《砌体结构通用规范》GB 55007

《普通混凝土小型砌块》GB/T 8239

《挤塑聚苯板（XPS）薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 30595

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

《约束砌体与配筋砌体结构技术规程》JGJ 13

《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95

《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98

《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104

《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144

《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235

《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299

《泡沫混凝土应用技术规程》JGJ/T 341

《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480

《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715

**中国工程建设标准化协会标准**

**装配式多层混凝土模壳砌体结构**

**技术规程**

T/CECS xxx-202X

条文说明

**制定说明**

本规程制订过程中，编制组进行了全面的调查研究，总结了我国装配式多层混凝土模壳砌体结构领域的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过开展模壳砌块砌体、墙体的力学与抗震性能试验，取得了模壳砌体结构的性能指标和重要技术参数。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《装配式多层混凝土模壳砌体结构技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。

本条文说明不具备与规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

**目　　次**

[1　总　　则](#_Toc149766316) 40

[2　术语和符号](#_Toc149766317) 42

[2.1　术语 42](#_Toc149766318)

[3　材　　料 44](#_Toc149766320)

[3.1　材料强度等级 44](#_Toc149766321)

[3.2　模壳砌块砌体计算指标 44](#_Toc149766322)

[4　建筑设计](#_Toc149766323) 45

[5　结构设计 46](#_Toc149766324)

[5.1　一般规定 46](#_Toc149766325)

[5.2　模壳砌块设计](#_Toc149766326) 47

[5.3　承载力计算](#_Toc149766327) 47

[5.4　构造设计](#_Toc149766328) 49

[5.5　楼盖及楼梯](#_Toc149766329) 50

[6　模壳砌块制作与运输 51](#_Toc149766322)

[7　施工与验收](#_Toc149766330) 52

[7.1　一般规定](#_Toc149766331) 52

[7.2　施工质量检验](#_Toc149766332) 52

[7.3　施工验收要点](#_Toc149766333) 53

1　总　　则

**1.0.1**采用预制混凝土模壳砌块、现浇构造柱（含芯柱式构造柱）、现浇芯柱、现浇圈梁的模壳砌体结构，其中模壳砌块组成的模壳砌块墙体（图1）可承受水平荷载和竖向荷载，具有承载能力较高、施工便捷、结构整体性能较好的优点，是一种新型的约束砌体承重墙体结构。

|  |
| --- |
| C:\Users\Administrator\Documents\WeChat Files\wxid_y7xqs288sm1g21\FileStorage\Temp\ebeef57fa7a465f0f3da687072e9d30.png |
| 图1 模壳砌块墙体结构示意图 |

与传统混凝土砌块墙体相比，标准模壳砌块墙体的抗压、抗拉、抗剪等承载力均有所提升，内部填充发泡混凝土后模壳砌块墙体保温性能优越，内部搭接水平钢筋，提高整体抗震性能；此外，按照该类标准模壳砌块生产得到的砌块承重墙体，设计及施工标准化程度较高，采用薄层砌筑工艺，整体装配化率较高、低碳节能环保。

编制组开展了大量试验研究，结果表明，适用于多层结构体系的混凝土模壳砌体结构的抗震性能优越于传统混凝土砌块砌体结构，在多遇地震作用下具有良好的整体性，在设防地震、罕遇地震作用下结构仍能保持为整体，且延性较好，兼具良好的震后可修复性。

混凝土模壳砌体结构面向城乡建设领域，目前国家和行业现行的混凝土空心砌块砌体结构、装配整体式建筑结构标准中，尚无针对适用于多层混凝土模壳砌体结构的相关规定，结构体系实际应用缺少相应规范标准支撑。因此编制本规程，旨在为装配式多层混凝土模壳砌体结构技术体系在建筑工程中的应用提供相关技术支撑。

**1.0.2**限于现阶段研究成果和工程实践，本规程暂不包含抗震设防烈度为9度地区的工程应用。

**1.0.3**混凝土模壳砌体结构的整体分析、构件内力及承载力计算等参照现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《砌体结构通用规范》GB 55007的有关规定执行；关于装配式相关的要求按国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1等有关规定执行。由于生产和安装工艺的需求，本规程中部分构件及构造不完全符合上述标准的规定，对这些情况，本规程在试验研究的基础上制定了专门规定，能确保结构安全。

**1.0.4**本规程为装配式混凝土模壳砌体结构而专门编制。考虑到它与传统混凝土空心砌块砌体存在施工工艺、构造措施等方面的差异，本规程对有关设计、施工、验收方面做了一些针对性的规定，对本规程的编制目的与适用范围给出了规定，以促进本规程的推广应用。

**1.0.5**本规程仅对约束砌体与配筋砌体设计与施工的重点问题和特殊要求作了具体规定，对未给出具体规定而涉及其他设计规范的应用时，尚应符合相应规范的要求。

2　术语和符号

2.1　术语

**2.1.1**新型预制混凝土模壳砌块为普通混凝土小型砌块，具有传统砌块的承重、预制等功能要求，同时，兼顾施工便捷、整体造价低、节能保温等优点。

**2.1.2**适于多层建筑的预制模壳砌块墙体（图2）主要包括孔腔内置发泡混凝土的模壳砌块、两边设置的芯柱及构造柱，模壳砌块间竖向和水平缝隙填充专用粘接砂浆，以提高模壳砌块水平缝间拉结筋与粘结砂浆的连接作用，保证水平和竖向连接强度，结合构造柱和圈梁对模壳砌块墙体的约束作用，可承担水平、竖向荷载及地震作用。模壳砌块墙体尺寸标准规范，可实现规范化生产、施工、装配，装配生产效率高、整体生产成本低。

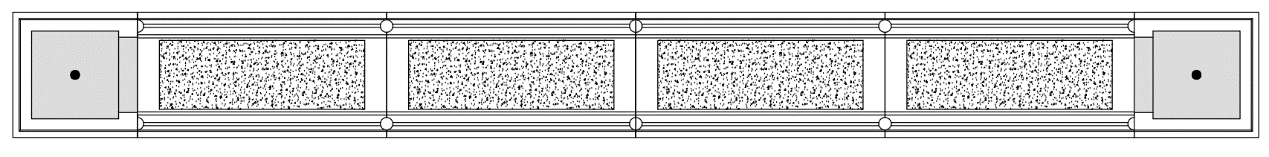


图2 模壳砌块墙体示意图

**2.1.3**适于多层建筑结构的装配式多层混凝土模壳砌体结构，是一种具备装配式结构特点的约束砌体结构。应用模壳砌块墙体替代传统空心砌块墙，应用后浇构造柱、芯柱和圈梁形成对模壳砌块墙体的约束，形成新型约束砌体结构体系，兼顾了装配式施工的高效性和混凝土砌块砌体结构的施工便捷性等优点。编制组开展了大量试验研究，结果表明，模壳砌块砌体结构具有整体性能好、抗震性能优良、震后可修复性能好等特点。

**2.1.4、2.1.5**模壳砌块墙体构造柱类型可分为一字型、L型、T型（图3），配砖孔洞边缘可作为灌注混凝土的模板；模壳砌块生产时预埋箍筋或施工时布施箍筋，构造柱内纵筋随内部混凝土浇筑时设置或提前绑扎。芯柱或芯柱式构造柱的模壳较薄，内表面设置自然粗糙面后，模壳砌块与后浇体能整体工作。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a)一字型构造柱(I) | (b)一字型构造柱(II) |
|  |  |
| (c)L型构造柱 | (d)T型构造柱 |
| 1—标砖；2—填充材料；3—标砖配砖；4—芯柱式构造柱 | |
| 图3 模壳砌块砌体结构构造柱示意图 | |

**2.1.6**边缘叠合板（图4），边缘叠合板在中间部分全部预制，仅在边缘处后浇叠合层，与常规叠合板受力模式一致。除边缘部位外，其余楼板可采用预制楼板。边缘叠合板大大降低了现场的混凝土浇筑量和钢筋绑扎工作量，能有效提升施工效率。

边缘叠合板涉及专利“一种预制叠合板”（专利号：ZL202021222946.X）。





1—边缘叠合板；2—边缘叠合区

图4 边缘叠合预制板示意图

3　材　　料

3.1　材料强度等级

**3.1.2**模壳砌块砌体结构的模壳砌块墙体、后浇构造柱、圈梁等混凝土材料需符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，后浇混凝土构件、模壳砌块墙体的受力钢筋需符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95的有关规定。

**3.1.4**粘结砂浆需采用成品料，不得现场配制。竖向接缝填充材料粘结砂浆应具有较好的流动性、粘结性和微膨胀性，需能满足传力、变形、耐久和防护的要求。

**3.1.5**模壳砌块竖向孔洞内填充轻质、保温材料，能增强墙体保温性能。泡沫混凝土是一种优良的无机保温材料，具有密度小、保温性能好等优点，其耐久性良好，不会发生老化、腐蚀有机材料，且价格较低廉。

**3.1.6**为保障模壳砌块孔洞内混凝土浇筑的密实度，可采用自密实混凝土；采用普通混凝土时，需保证混凝土的流动性，并控制粗骨料最大粒径，振捣密实。

**3.1.7**对约束砌体与配筋砌体结构材料的强度等级提出了要求。已有的试验研究表明，约束砌体结构能够改善砌体的受力性能，显著提高砌块砌体的变形能力和抗震性能。

3.2　模壳砌块砌体计算指标

**3.2.1**配筋砌块砌体所用模壳砌块是带有槽口的单排孔混凝土小型砌块，灌孔砌块砌体的抗压强度应按《砌体结构设计规范》GB 50003有关规定取用。试验表明，所得结果与现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003保持一致。

**3.2.2**混凝土砌块灌孔砌体主要由砌块砌体和灌孔混凝土组成，因此其线膨胀系数、收缩率和摩擦系数均与混凝土砌块砌体类似。

4　建筑设计

**4.0.1**为全面提升模壳砌块砌体结构的环境效益、社会效益和经济效益，提升建筑工程品质，采用高集成度的管线、内装、维护技术，实现建筑功能完整、性能优良。

**4.0.2**模壳砌块砌体结构需遵循平面简单、规则，立面简洁、规则的原则进行设计。上下层模壳砌块错位排列，采用混凝土将竖向预留孔洞灌实。为保证模壳砌块砌体结构的整体稳定性和抗震性能，最大层高限定为3.6 m。

**4.0.3**门、窗洞口处需形成抱框，构造柱（含芯柱式构造柱）、芯柱、现浇过梁可兼做洞口的加强措施。具体构造做法可参考国家建筑标准设计图集《常用建筑构造（三）》J11-3进行设计。

**4.0.4**对可能形成热桥处需要时可采取相应的构造措施。

**4.0.5**外墙水平、竖直接缝外侧防水采用涂刷、填充环氧树脂胶、有机硅防水剂或水泥基渗透结晶型防水剂等方式处理。

5　结构设计

5.1　一般规定

**5.1.2**编制组对模壳砌块墙体进行了足尺试验研究，结果表明，模壳砌块砌体结构在水平荷载作用下具有良好的延性和较高的承载能力，构造柱、芯柱与圈梁对模壳砌块墙体起到了很好的约束效果，模壳砌块墙体受力及破坏特征与约束砌体结构接近，依据现行行业标准《约束砌体与配筋砌体结构技术规程》JGJ 13制定本条规定。

**5.1.3**防震缝宽度应根据设防烈度和房屋高度确定，由于模壳砌块砌体结构房屋最大适用高度为21 m，依据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011，模壳砌块砌体结构抗震缝缝宽可采用100 mm。

**5.1.4**参照钢筋混凝土结构并结合配筋砌块砌体的特点，提出了抗震设计时受力钢筋的锚固和接头要求。模壳砌块砌体结构的空间工作性能为刚性方案，参照约束砌体结构只进行墙肢轴压和小震受剪承载力验算，通过构造措施满足中震、大震需求。除应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的规定外，尚应符合下列规定：

纵向受拉钢筋的最小锚固长度*l*aE应符合下列公式规定：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一、二级抗震等级 | *l*aE=1.15*l*a | （5.1.4-1） |
| 三级抗震等级 | *l*aE=1.05*l*a | （5.1.4-2） |
| 四级抗震等级 | *l*aE=1.0*l*a | （5.1.4-3） |

式中：*l*a——受拉钢筋的锚固长度，按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的规定确定。

**5.1.5**本条规定了多层模壳砌块砌体结构的最大高宽比要求，以保证多层模壳砌块砌体结构在地震作用下不发生整体弯曲破坏。在计算房屋的高宽比时，单面走廊房屋总宽度不包括走廊宽度；当建筑平面接近正方形时，其高宽比限值可适当放松。

**5.1.9**本条部分引用了现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003的有关条款。对配筋模壳砌块房屋，房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度，不包括局部突出屋顶部分。

**5.1.11**不同的结构采用不同的分析方法在各国抗震规范中均有体现，底部剪力法和振型分解反应谱法仍是基本方法，时程分析法作为补充计算方法，对特别不规则、特别重要的和较高的高层建筑才要求采用。所谓“补充”，主要指对计算结果的底部剪力、楼层剪力和层间位移进行比较，当时程分析法大于振型分解反应谱法时，相关部位的构件内力和配筋作相应的调整。

**5.1.16**模壳砌块砌体结构中采用模壳砌块条形基础，可以进一步提升效率。本条规定中，涉及专利“基于条形基础的模壳砖基础”（ZL202021523187.0）。

5.2　模壳砌块设计

**5.2.1**模壳砌块的规格及尺寸建议取为固定尺寸，从而提高生产、施工效率。模壳砌块承重墙体的实际生产宽度需考虑设计、施工的公差要求。

**5.2.2**根据编制组开展的试验结果，合理布置水平拉结筋和构造柱的受力钢筋，能显著改善模壳砌块墙体的整体性和延性。

**5.2.4**综合对比不同构造措施在模壳砌块砌体结构中的适用性，在施工便捷性方面，芯柱施工最方便，芯柱式构造柱其次，普通构造柱最次；在受力性能方面，芯柱主要适用于墙体面内受力，多根芯柱组合的结构性能等同或近似等同于构造柱或芯柱式构造柱。

5.3　承载力计算

**5.3.1**建筑结构的安全等级从危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等方面考虑，可根据国家有关规范和标准以及工程实际情况选用，一般情况下大多数建筑物的安全等级均是二级。结构重要性系数的取值可按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068的规定确定。

**5.3.2**　本条规定了模壳砌块墙体结构内力和变形验算的基本内容。

**5.3.5、5.3.6**研究表明，墙肢的轴压承载力按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003中砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙的有关规定计算。模壳砌块墙体在轴压作用下稳定性较好，稳定系数可取0.85。当构造柱两侧均存在墙肢时，构造柱的受压承载力均分至两侧墙肢。

**5.3.7**式（5.3.7-1）、（5.3.7-2）是根据欧拉公式和灌孔砌块砌体的应力—应变关系以及配筋砌块砌体的试验结果推导和拟合得到的，不仅考虑了灌孔砌块砌体，而且还考虑了竖向钢筋的抗压作用。使用该公式应注意，当无箍筋或水平钢筋时，应取=0。因模壳砌块砌体符合配筋砌块砌体的构造形式，即模壳砌块砌体配置有竖向和水平向钢筋、且水平钢筋布置在砌块水平凹槽内，所以二者的正截面轴心受压承载力相同。

**5.3.9**当模壳砌块墙体所承担的剪力较大，而墙体的截面积又较小时，增加墙体内的水平钢筋不仅不能有效提高墙体的抗剪能力，而且会导致墙体发生斜压脆性破坏，因此规定与承受剪力相对应的墙体要有一定的截面积。

根据国内外有关试验研究的结果，影响配筋砌块砌体抗剪承载力的因素主要有墙体的形状、尺寸，高宽比*λ*，灌孔砌块砌体的抗压强度，竖向荷载，水平钢筋和垂直钢筋的配筋率等。（1）砌体的受剪承载力受其尺寸大小的影响是显而易见的，在墙体材料相同情况下，墙体的尺寸越大其承载能力也越大；（2）对于配筋砌块砌体，砌体墙的高宽比*λ*对抗剪强度有很大影响，而且在高宽比*λ*一定范围内变动时，抗剪强度随着高宽比的增大而逐渐减小；（3）配筋砌块砌体的抗剪强度与灌孔砌体的抗压强度基本上呈正比关系，因此当采用强度较高的模壳砌块和灌孔混凝土时，其受剪承载力也会相应有较大增加；（4）砌体墙承受水平荷载作用时，如果有适当垂直荷载共同作用，则在砌体墙内的主拉应力轨迹线与水平轴的夹角变大，斜向主拉应力值降低，从而可以推迟斜裂缝的出现，垂直荷载也使得斜裂缝之间的骨料咬合力增加，使斜裂缝出现后开展比较缓慢，从而提高砌体的抗剪能力；当砌体墙的轴压比为0.3～0.5时，垂直荷载对砌体墙的抗剪强度影响最大，当轴压比超过此值时，墙体的破坏形态由剪切破坏转化为斜压破坏，反而使得墙体的受剪承载力下降；（5）墙体开裂以后，配筋砌块砌体的抗剪能力将大大削弱，而穿过斜裂缝的水平钢筋直接参与受拉，由墙体开裂面的骨料咬合及水平钢筋共同承担剪力，因此，水平钢筋的配筋率是影响砌块砌体抗剪能力的主要因素之一；（6）配置于砌块砌体中的竖向钢筋可以有效地提高其抗剪能力。

根据上述对影响配筋砌块砌体剪力墙斜截面受剪承载力诸因素的试验研究和分析，模壳砌块墙体斜截面受剪承载力可以按照式（5.3.9-2）和（5.3.9-4）进行计算。

**5.3.10**模壳砌块砌体抗震抗剪强度的正应力影响系数，按《砌体结构设计规范》GB 50003表10.3.1中的取值。

**5.3.11**本条给出了混凝土模壳砌块墙体截面的抗震受剪承载力验算公式。当墙体同时设置芯柱和构造柱时，构造柱截面可作为芯柱截面，构造柱钢筋也可视为芯柱钢筋。承载力应除以承载力抗震调整系数是结构抗震设计的重要依据，本条直接引用《砌体结构设计规范》GB 50003第10.1.5条，两端均设有构造柱、芯柱的砌体承重墙受剪承载力抗震调整系数应为0.9。当仅计算竖向地震作用时，各类结构构件承载力抗震调整系数应采用1.0。

**5.3.13**在模壳砌块砌体结构抗震设计计算中，抗震墙底部的荷载作用效应最大。因此，应根据计算分析结果，对底部截面的组合剪力设计值采用按不同抗震等级确定剪力放大系数的形式进行调整，以使结构的最不利截面得到加强。

5.4　构造设计

**5.4.1**约束砌体墙的构造柱、芯柱的约束作用，使得墙体的稳定性和刚度增加，可以适当提高其允许高厚比。

**5.4.2**隔墙是非受力构件，平面外刚度弱、稳定性差。当不与承重墙体咬槎同时砌筑时，在垂直于墙面的水平力作用下，尤其是在强烈地震作用下，容易开裂，甚至倾倒。为了提高隔墙的承载能力和抗裂、抗震性能，本条对其材料强度、厚度及与承重墙交接处的连接提出了明确要求。

**5.4.3**随着人们生活水平的提高和居住、办公条件的改善，居住建筑和公共建筑的砌体暗埋管线日趋增多，预留槽洞现象较普遍，严重削弱了墙体的整体性能和受力性能，本条规定力图对这些不良做法予以限制。

**5.4.4**为了避免通缝，保证模壳砌块砌体结构整体性，并有利于结构承载，本条不仅对组砌方法提出了基本要求，而且针对搭接长度不满足时提出技术处理措施。

**5.4.5**纵横墙交接处受力大而且复杂，为保证纵横墙协调变形、共同受力，提高该部位的承载能力和抗裂性能，并增强模壳砌块砌体房屋的整体性。本条根据工程经验，提出了纵横墙交接处的灌孔要求。

**5.4.6**本条提出了挑梁支承面下的模壳砌块砌体设置梁垫和灌实砌块孔洞等减小其局压应力的措施。

**5.4.7**构造柱、圈梁是确保模壳砌块砌体结构整体性的重要构造措施。参照国家现行标准《砌体结构设计规范》GB 50003、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《约束砌体与配筋砌体结构技术规程》JGJ 13的有关规定制定构造柱截面高度和配筋。

**5.4.10**模壳砌块侧边凹槽的构造、构造柱与模壳砌块墙体的连接节点，共同形成了模壳砌块墙体与构造的可靠连接。

5.5　楼盖及楼梯

**5.5.1**现浇楼板、叠合楼板整体性好，为刚性楼盖，与圈梁、构造柱共同形成了具有良好整体性的约束砌体结构。

**5.5.2**边缘叠合板本质上仍为一种叠合板，因此板间、楼板与支座的连接节点等仍按照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1有关规定进行设计。

**5.5.3**边缘的最小厚度要求与叠合板预制底板的要求一致。位于板侧支座的叠合区，为保证圈梁与叠合板的整体性，叠合区宽度不应过小；位于整体式接缝的叠合区，由于有后浇带的存在，叠合区的宽度可略降低。

边缘叠合板涉及专利“一种预制叠合板”（专利号：ZL202021222946.X）。

**5.5.4、5.5.5**相邻边缘叠合板之间接缝构造参照现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定制定。整体式接缝设置后浇带，板下部钢筋搭接，板上部钢筋无法贯通，因此也采用搭接的形式；分离式接缝楼板密拼、设置附加钢筋，板上部钢筋无法贯通，因此采用搭接的形式。

**5.5.6、5.5.7**板端支座、板侧支座与现行协会标准《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715中对应的支座构造形式基本一致。

**5.5.9**为保证空调板、阳台板根部接缝的抗弯承载力，相邻板块的叠合区宽度需满足空调板、阳台板板顶部负弯矩钢筋的锚固长度等要求。空调板、阳台板相邻板块楼板根据实际情况亦可采用钢筋桁架叠合板、现浇楼板等。

6　模壳砌块制作与运输

**6.0.1**　模壳砌块类型可分为标砖、半砖配砖、标砖配砖，分为孔腔是否内置保温材料、模壳砌块横肋是否设置弓形构造等类型。

**6.0.2**　模壳砌块孔洞率和对孔率影响灌芯砌块砌体的强度，因此应对模壳砌块复检孔洞率和对孔率，使其符合设计要求。现行国家标准《普通混凝土小型砌块》GB/T 8239对砌块的质量进行了详细规定，但对砌块的孔洞率并没有针对模壳砌块砌体结构做相应规定，仅是按孔洞率25% 进行了实心、空心的分类。过小的孔洞对插入钢筋、振捣混凝土、灌孔混凝土密实性等有显著的影响，45%左右的孔洞率在使用时基本满足这些要求，在砌块生产时难度也不大。

**6.0.5**预制模壳砌块墙体通过自身截面形状和施工砌筑工艺，能较好保证施工过程中的抗倾覆性能，是减小施工过程支撑数量的合理方法。

**6.0.6**通过清理模具，可保证模壳砌块成型后外观质量满足本规范6.0.12条的要求。

**6.0.7**喷涂脱膜剂可便于模壳砌块成型后顺利脱模。

**6.0.8**根据主编单位生产经验，蒸养养护温度宜不低于50℃，且不高于60℃。

**6.0.9**模壳拆除应注意对模壳砌块的保护，以满足本规范6.0.12条外观检查的要求。

**6.0.10**需要尽量减少运输过程中模壳砌块的磕碰，使模壳砌块处于码垛绑扎状态，运输时检查绑扎系统的张紧程度和完好性，以保证模壳砌块的质量。

**6.0.11**宜采用保护垫块或专用式附套件进行保护。

**6.0.12**本条外观检查规定外，可借助检测尺、直角拐尺等检测工具进行检测。

**6.0.13**模壳砌块堆置后，应及时做好现场标识，防止受到破坏。

**6.0.14**不同强度等级的砌块分别覆盖堆放，有利于提高砌筑时模壳砌块供应的效率。

**6.0.15**模壳砌块垛太高容易伤人或倒塌，故对堆置高度做了限制。

7　施工与验收

7.1　一般规定

**7.1.1**模壳砌块墙体施工安装涉及模壳砌块预排、定位，加之采用薄层砌筑工艺，施工前需制定专项方案。接缝处隐蔽工程验收项目包括预埋管线检查，叠合板外伸钢筋牌号、搭接长度、位置、间距等检验。模壳砌块砌体结构的建造流程区别于普通砌块砌体，其质量验收分工厂质量验收及现场质量验收两部分。

**7.1.2**在模壳砌块砌体结构工程中，采用不合格的材料不可能建造出符合质量要求的工程。材料的产品合格证书和产品性能检测报告是工程质量评定中必备的资料，因此特提出了要求。

**7.1.3、7.1.4**砌筑材料和混凝土通过配合比控制，砌筑工人技术水平影响模壳砌块砌体结构质量及强度。因此，约束砌体及配筋砌块砌体施工质量控制的等级要求不低于B级。

**7.1.5**为在冬期施工时确保砌块砌体工程施工质量，砌体工程在冬期施工时应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定。

**7.1.6**先砌墙后浇筑柱的混凝土是一项重要的施工技术措施，它能使混凝土拌合物充分流动并填实砌体马牙槎，保证构造柱、芯柱与砌块结合牢靠。

**7.1.8**本条是保证模壳砌块砌体结构施工质量的有效施工技术措施。

**7.1.9**为保证构造柱质量，使新浇筑混凝土与预制模壳砌块可靠连接，必须清理干净模壳砌块腔内交界面。

**7.1.10**由于构造柱断面小，又存在马牙槎，给施工带来不便，适当提高混凝土的和易性、流动性，以保证构造柱的质量，根据施工经验，每次振捣层的厚度不宜太厚。

**7.1.12**根据目前的施工情况，在横墙上留设施工洞口现象较普遍，若在施工过程中不采取加强措施，将影响砌体质量，为保证横墙的承载能力不致损失过大而制定本条规定。

7.2　施工质量检验

**7.2.2**为了保证钢筋握裹力和耐久性，钢筋保护层应符合设计要求。

**7.2.3**砌体构件内钢筋锚固、搭接、放置间距直接影响配筋砌体质量，故作此规定。

**7.2.4**砌体砌筑上下错缝搭接，以增强模壳砌块砌体结构的整体性和抗震性。

**7.2.6**允许偏差引用现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203的有关规定，并考虑薄层砌筑工艺对部分指标做了从严处理。

**7.2.7**根据配筋砌体特点，对砌体构件内配筋作了相应规定，保证其施工质量。

7.3　施工验收要点

**7.3.4**本条规定了约束砌体应验收的隐蔽项目，其他隐蔽项目包括防潮层、基础验槽等。

**7.3.5**本条是结合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定编制，为工程必要的验收资料和文件。

**7.3.6**工程验收时，除要进行资料检查外，还要进行工程外观抽查，方具有代表性和真实性。