****

CECS- XXX-2020

中国工程建设标准化协会标准

**竖向分布钢筋不连接装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程**

Technical standard for monolithic precast concrete shear wall structure with non-connected vertical distribution reinforcement

**（征求意见稿）**

**2019 上海**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2019] 12号）的要求，编制组经系统调研，开展系统的理论研究与试验研究，认真总结工程实践经验，参考国内外相关标准和规范，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章和 2个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、材料、结构设计、构件制作、运输与存放、施工。

本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理，由中国建筑第八工程局有限公司解释。在执行本规程过程中，如有意见和建议，请寄送解释单位（地址：上海市世纪大道1568号中建大厦25楼；邮编：200122；电子邮箱：421010526@qq.com）。

主编单位：中国建筑第八工程局有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1.总则 1](#_Toc28273730)

[2.术语和符号 2](#_Toc28273731)

[2.1 术语 2](#_Toc28273732)

[2.2 符号 3](#_Toc28273733)

[3.基本规定 5](#_Toc28273734)

[4.材料 7](#_Toc28273735)

[5.结构设计 8](#_Toc28273736)

[5.1 一般规定 8](#_Toc28273737)

[5.2 作用与作用组合 11](#_Toc28273738)

[5.3 结构分析 11](#_Toc28273739)

[5.4 构件设计 13](#_Toc28273740)

[5.5 连接设计 21](#_Toc28273741)

[6. 构件制作 26](#_Toc28273742)

[6.1 一般规定 26](#_Toc28273743)

[6.2 制作 26](#_Toc28273744)

[6.3 构件检验 26](#_Toc28273745)

[7 运输与存放 28](#_Toc28273746)

[7.1 一般规定 28](#_Toc28273747)

[7.2 构件运输与存放 28](#_Toc28273748)

[8.施工 30](#_Toc28273749)

[8.1 一般规定 30](#_Toc28273750)

[8.2预制墙板安装 30](#_Toc28273751)

[8.3 边缘构件施工 33](#_Toc28273752)

[附录A 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙配筋的间接设计法 35](#_Toc28273753)

[附录B 接缝近似模拟方法 38](#_Toc28273754)

[本标准用词说明 39](#_Toc28273755)

[引用标准名录 40](#_Toc28273756)

[条文说明 41](#_Toc28273757)

 **Contents**

[1. General provisions 1](#_Toc28273814)

[2. Terms and Symbols 2](#_Toc28273815)

[2.1 Terms 2](#_Toc28273816)

[2.2 Symbols 3](#_Toc28273817)

[3. Basic requirements 5](#_Toc28273818)

[4. Materials 7](#_Toc28273819)

[5. Structural design 8](#_Toc28273820)

[5.1 General requirements 8](#_Toc28273821)

[5.2 Action and action combinations 11](#_Toc28273822)

[5.3 Structural analysis 11](#_Toc28273823)

[5.4 Component design 13](#_Toc28273824)

[5.5 Connection design 21](#_Toc28273828)

[6. Component production 26](#_Toc28273829)

[6.1 General requirements 26](#_Toc28273830)

[6.2 Fabrication 26](#_Toc28273831)

[6.3 Component testing 26](#_Toc28273832)

[7 Transportation and stacking 28](#_Toc28273833)

[7.1 General requirements 28](#_Toc28273834)

[7.2 Component transportation and stacking 28](#_Toc28273835)

[8. Construction 30](#_Toc28273836)

[8.1 General requirements 30](#_Toc28273837)

[8.2 Component erection 30](#_Toc28273838)

[8.3 Confinement boundary members construction 33](#_Toc28273839)

[Appendix A The indirect design method for monolithic precast concrete shear wall structure with non-connected vertical distribution reinforcement 35](#_Toc28273840)

[Appendix B Joint approximate simulation method 38](#_Toc28273841)

[Explanation of wording in this standard 39](#_Toc28273842)

[List of Quoted Standards 40](#_Toc28273843)

[Addition：Explanation of provision 41](#_Toc28273844)

1.总则

1. 为规范和促进竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构的推广应用，做到技术先进、方便施工、确保工程质量和安全，制定本规程。
2. 本规程适用于6度至8度抗震设防烈度区的竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构的设计、制作运输、施工与质量验收。
3. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构的设计、制作运输、施工及质量验收除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2.术语和符号

2.1 术语

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构monolithic precast concrete shear wall structure with non-connected vertical distribution reinforcement

竖向分布钢筋在楼层处断开的预制墙板，通过与边缘构件浇筑为整体的剪力墙结构。

1. 斜向加强筋 concealed bracings

 在预制剪力墙板对角处设置并锚入边缘构件的加强钢筋。

1. 座浆cement-based grouts

在楼层处用于连接预制剪力墙底部接缝的一种水泥砂浆层。

2.2 符号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 混凝土弹性模量； |
|  | —— | 钢筋弹性模量； |
|  | —— | 混凝土轴心抗压强度设计值； |
| 、 | —— | 普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值； |
|  | —— | 混凝土轴心抗拉强度设计值； |
| 、 | —— | 分别为剪力墙水平分布筋及斜向加强筋抗拉强度设计值； |

1. 材料性能
2. 作用与作用效应

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 轴向力设计值； |
|  | —— | 剪力设计值； |
|  | —— | 弯矩设计值； |

1. 几何参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 剪力墙受压区端部钢筋合力点到受压区边缘的距离； |
| 、 | —— | 分别为边缘受力剪力墙边缘构件受拉区、受压区钢筋截面面积； |
|  | —— | 剪力墙全部水平钢筋截面面积； |
|  | —— | 斜向加强钢筋全部截面面积； |
|  | —— | 剪力墙厚度； |
|  | —— | 剪力墙截面有效高度； |
|  | —— | 斜向加强筋水平夹角 |

1. 计算系数及其他

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 受压区混凝土矩形应力图的应力与混凝土轴心抗压强度设计值的比值； |
|  | —— | 受压区混凝土矩形应力图高度调整系数； |
|  | —— | 混凝土强度影响系数； |
|  | —— | 抗震调整系数； |
|  | —— | 计算截面的剪跨比； |

3.基本规定

1. 除本标准另有规定外，竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构应符合国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝士结构设计规范》GB 50010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中关于剪力墙结构的规定。
2. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构设计应遵循标准化、模数化的原则。
3. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的基本要求，并应符合下列规定：

 **1** 预制墙板与边缘构件接缝应采取粗糙面加强结构的整体性；

 **2** 应采用座浆方式处理上下墙板连接构造。

1. 混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的规定。
2. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构可按现浇剪力墙结构进行内力分析，其配筋设计可按照本规程附录A进行。
3. 预制构件拼接部位的混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级。
4. 针对下列情况不宜采用竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙：

**1** 抗震等级为一级的剪力墙；

**2** 轴压比大于0.5的抗震等级为二、三、四级的剪力墙；

3一字形剪力墙、一端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于3m的剪力墙以及两端有翼墙连接但剪力墙非边缘构件区长度大于6m的剪力墙。

1. 现浇边缘构件宽度不应小于墙厚且不宜小于300mm，并应符合两侧墙体水平分布钢筋的锚固要求。

4.材料

1. 后浇剪力墙边缘构件混凝土强度等级宜比预制墙板混凝土强度等级提高一个等级。
2. 上层预制剪力墙与下层预制墙之间的水平接缝应采用座浆的方式连接；接缝材料强度不应低于预制墙板混凝土强度等级，并不应低于M20。
3. 受力预埋件的锚板及锚筋材料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. 用于钢筋机械连接的套筒，其性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163的有关规定。

5.结构设计

5.1 一般规定

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构的房屋最大适用高度应符合表5.1.1的要求，并应符合下列规定：

**1**在规定的水平力作用下，当预制剪力墙底部承担的总剪力大于该层总剪力的50%时，其最大适用高度应适当降低；

**2**当预制剪力墙底部承担的总剪力大于该层总剪力的80%时，最大适用高度宜取表5.1.1中括号内的数值。

表 5.1.1 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构房屋的最大适用高度 (m)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设防烈度 | 6度 | 7度 | 8度（0.2g） | 8度（0.3g） |
| 最大适用高度 | 110（100） | 90（80） | 70（60） | 50（40） |

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构的高宽比不宜超过表5.1.3的数值。

表5.1.2 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构适用的最大高宽比

|  |  |
| --- | --- |
| 结构类型 | 抗震设防烈度 |
| 6度、7度 | 8度 |
| 预制剪力墙结构 | 6 | 5 |

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构的抗震设计，应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类剪力墙结构的抗震等级应按表5.1.3确定。其他抗震设防类别和特殊场地类别下的建筑应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011、《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中对抗震措施进行调整的规定。

表5.1.3竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构抗震等级

|  |  |
| --- | --- |
|  | 抗震设防烈度 |
| 6度 | 7度 | 8度 |
| 预制剪力墙结构 | 高度（m） | ≤70 | >70 | ≤24 | >24且≤70 | >70 | ≤24 | >24且≤70 |
| 剪力墙 | 四 | 三 | 四 | 三 | 二 | 三 | 二 |

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构，当其房屋高度、规则性等不符合本标准的规定或者抗震设防标准有特殊要求时，可按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定进行结构抗震性能化设计。当采用本标准未规定的结构类型时，可采用试验方法对结构整体或者局部构件的承载能力极限状态和正常使用极限状态进行复核，并应进行专项论证。
2. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构安全等级为一级的高层装配式混凝土结构尚应按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定进行抗连续倒塌概念设计。
3. 高层竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构应符合以下规定：

**1** 当设置地下室时，地下室应采用现浇混凝土；

**2** 剪力墙结构和部分框支剪力墙结构底部加强部位宜采用现浇混凝土；

**3** 当底部加强部位的剪力墙采用预制混凝土时，应适当加强。

1. 对同一层既有现浇墙肢也有预制墙肢竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙结构，现浇墙肢水平地震作用弯矩、剪力宜乘以不小于1.1的增大系数。
2. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构的布置应符合下列要求：

**1**应沿两个主轴方向布置剪力墙；

**2**剪力墙平面布置宜简单、规则，自下而上宜连续布置，避免层间侧向刚度突变；

**3**剪力墙门窗洞口宜上下对齐、成列布置，形成明确的墙肢和连梁；抗震等级为二、三级的剪力墙底部加强部位不应采用错洞墙，结构全高均不应采用叠合错洞墙。

**4**剪力墙门窗洞口两侧的预制墙肢宽度不宜小于300mm（图5.1.8）。



1-后浇边缘构件；2-洞口两侧预制墙肢；3-门窗洞口；

图5.1.8 洞口区域墙体构造示意

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙截面厚度应符合下列规定：

**1** 应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》附录D的墙体稳定验算要求；

**2** 二级剪力墙：底部加强部位不应小于200mm，其他部位不应小于160mm一字形独立剪力墙底部加强部位不应小于220mm，其他部位不应小于180mm；

**3** 三、四级剪力墙：不应小于160mm，一字形独立剪力墙的底部加强部位尚不应小于180mm；

**4** 剪力墙井筒中，分隔电梯井或管道井的墙肢截面厚度可适当减小，但不宜小于160mm。

5.2 作用与作用组合

1. 预制墙板进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取其自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于自重标准值的1.5倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定：

**1** 动力系数不宜小于1.2；

**2** 脱模吸附力应根据构件和模具的实际状态状况取用，且不宜小于1.5kN/m2。

1. 预制墙板在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状态下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。运输、吊运时，动力系数宜取1.5；翻转、就位、临时固定时，动力系数宜取1.2。

5.3 结构分析

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构在弹性设计状态下，可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行分析。
2. 进行抗震性能设计时，结构在设防烈度地震及罕遇地震作用下的内力及变形分析，可根据结构受力状态采用弹性分析方法或弹塑性分析方法。弹塑性分析时，宜根据节点和接缝在受力全过程中的特性进行节点和接缝的模拟。材料的非线性行为可根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010确定，节点和接缝的非线性行为可根据附录B确定。
3. 内力和变形计算时，应计入填充墙对结构刚度的影响。当采用填充墙时，可采用周期折减的方法考虑其对结构刚度的影响，周期折减系数可取0.8~1.0。
4. 在风荷载或多遇地震作用下，楼层内最大的弹性层间位移不应大于1/1000。
5. 在罕遇地震作用下，薄弱层（部位）弹塑性层间位移不应大于1/120。
6. 抗震设计的双肢剪力墙，其墙肢不宜出现小偏心受拉；当任一墙肢为偏心受拉时，另一墙肢的弯矩设计值及剪力设计值应乘以增大系数1.25。
7. 一级剪力墙的底部加强部位以上部位，墙肢的组合弯矩设计值和组合剪力设计值应乘以增大系数，弯矩增大系数可取为1.2，剪力增大系数可取为1.3。
8. 底部加强部位剪力墙截面的剪力设计值，二、三级时应按式（5.3.8-1）调整；二、三级的其他部位及四级时可不调整。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.3.8-1） |

式中：——底部加强部位剪力墙截面剪力设计值；

——底部加强部位剪力墙截面考虑地震作用组合的剪力墙计算值；

——剪力墙正截面抗震受弯承载力，应考虑承载力抗震调整系数，采用实际纵筋面积、材料强度标准值和组合的轴力设计值等计算，有翼墙时应计入墙两侧各一倍翼墙厚度范围内的纵向钢筋；

——底部加强部位剪力墙底截面弯矩的组合计算值；

——剪力增大系数，一级取1.6，二级取1.4，三级取1.2。

1. 剪力墙门窗洞口与洞口两侧预制墙肢高度范围内均应按照连梁进行设计，结构抗侧计算时仅考虑边缘构件作用。

5.4 构件设计

（I）正截面承载力计算

1. 在持久、短暂设计状况下，偏心受压剪力墙墙肢（图5.4.1）正截面受压承载力按下列规定计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.1-1） |
|  | （5.4.1-2） |
|  | （5.4.1-3） |
|  | （5.4.1-4） |

当时

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.1-5） |

当时

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.1-6） |
|  | （5.4.1-7） |

式中：——剪力墙受压区端部钢筋合力点到受压区边缘的距离；

——T形或I形截面受压区翼缘的宽度；

——偏心距，；

——分别为剪力墙端部受拉、受压钢筋强度设计值；

*x*——受压区高度

——混凝土轴心抗压强度设计值；

——剪力墙截面有效高度，；

——剪力墙竖向分布钢筋配筋率；

——界限相对受压区高度；

——受压区混凝土矩形应力图的应力与混凝土轴心抗压强度设计值的比值，混凝土强度等级不超过C50时取1.0，混凝土强度等级为C80时取0.94，混凝土强度等级在C50和C80之间时可按线性内插取值；

——受压区混凝土矩形应力图高度调整系数，当混凝土强度等级不超过C50时取0.80，当混凝土强度等级为C80时取0.74，其间按现行内插法确定；

——混凝土极限压应变，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定采用。

|  |
| --- |
|  |
| 图5.4.1偏心受压剪力墙体正截面抗弯计算模型 |

1. 在持久、短暂设计状况下，当矩形、T形、I形偏心受压剪力墙墙肢按式5.4.1-1计算得到的混凝土受压区高度时，其正截面受压承载力按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.2） |

1. 在持久、短暂设计状况下，偏心受拉剪力墙的正截面受拉承载力应符合下列规定：

1 小偏心受拉（ ）

 （5.4.3-1）

 （5.4.3-2）

2 大偏心受拉（）

 （5.4.3-3）

 （5.4.3-4）

1. 在持久、短暂设计状况下，当采用对称配筋时，偏心受拉剪力墙正截面受拉承载力也可按照下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.4-1） |

和可分别按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.4-2） |
|  | （5.4.4-3） |

1. 在地震设计状况下，偏心受压剪力墙墙肢的正截面受压承载力计算公式（5.4.1-1）、（5.4.1-2）、（5.4.2）右端均应除以承载力抗震调整系数，；偏心受拉剪力墙墙肢的正截面受压承载力计算公式（5.4.3-1）、（5.4.3-2）、（5.4.3-3）、（5.4.3-4）、（5.4.4-1）右端均应除以承载力抗震调整系数，。

（II）斜截面承载力计算

1. 剪力墙墙肢截面剪力设计值应符合下列规定：

1 永久、短暂设计状况

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.6-1） |

2 地震设计状况

剪跨比大于2.5时

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.6-2） |

剪跨比不大于2.5时

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.6-3） |

剪跨比可按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.6-4） |

式中：——剪力墙墙肢截面的剪力设计值；

——剪力墙截面有效高度；

——混凝土强度影响系数，应按本规程第5.4.1条采用；

——剪跨比，其中、应取同一组合的、未按本规程有关规定调整的墙肢截面弯矩、剪力计算值，并取墙肢上、下端截面计算的剪跨比的较大值。

——抗震调整系数，取0.85

1. 偏心受压剪力墙的斜截面受剪承载力应符合下列规定：

1 永久、短暂设计状况

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.7-1） |

2 地震设计状况

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.7-2） |

式中：——剪力墙截面轴向压力设计值，大于时，应取；

,——水平分布钢筋和斜向加强筋的设计强度；

——剪力墙全截面面积；

——T形或I形截面剪力墙腹板的面积，矩形截面时应取；

——水平分布钢筋的全部截面面积；

——同方向斜向钢筋的总截面积，当未采用斜向加强筋时取0；

——斜向加强筋水平夹角；

——计算截面的剪跨比，小于1.5时候应取1.5，大于2.2时候应取2.2，计算截面与墙底截面之间的距离小于0.5，应按距离墙底0.5处的弯矩值与剪力值计算；

（III）构造设计

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构应符合下列规定：

**1** 边缘构件现浇，中间墙体采用预制；

**2** 预制墙板水平分布钢筋符合最小配筋率要求；预制墙板竖向分布钢筋可按构造配筋，间距不宜大于300mm，直径不宜小于8mm，且不宜大于墙厚的1/10。

**3** 当结构层高与墙体长度之比大于1时，宜采用无斜向加强筋预制剪力墙，当不大于1时，且抗剪要求较高的剪力墙可采用带斜向加强筋的预制剪力墙，如图5.4.8。



 (a) 不带斜向加强筋预制剪力墙



 (b) 带斜向加强筋预制剪力墙

1-墙体竖向分布钢筋；2-墙体水平分布钢筋；3-边缘构件箍筋；4-边缘构件纵筋；

5-预埋螺母吊件；6-座浆；7-墙体斜向加强筋

图5.4.8竖向分布钢筋不连接剪力墙配筋示意

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构中，剪力墙之间采用混凝土后浇带连接，如图5.4.9所示，边缘构件的长度S可取整肢墙体L的1/5。对于约束边缘构件，S不宜小于500mm；对于构造边缘构件，S不小于400mm。



图5.4.9 边缘构件长度

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙边缘构件的竖向钢筋应逐根连接。
2. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构中，边缘构件的钢筋宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式。当采用机械连接时，应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定；当采用焊接连接时，应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定。
3. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙的斜向加强筋直径不宜小于16mm，每个方向不宜小于4根；斜向加强筋为受拉钢筋，深入边缘构件的锚固长度不应小于，其中按照《混凝土结构设计规范》GB50010的规定进行计算。
4. 预制墙板的水平分布钢筋按照5.4.6和5.4.7计算配筋，间距不宜大于300mm，直径不宜小于8mm，且不宜大于墙厚的1/10；二、三级时配筋率均不应小于0.25%，四级不应小于0.20%。预制剪力墙的水平分布钢筋在后浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝士结构设计规范》GB 50010的有关规定。
5. 对于两侧墙肢较短的带门窗洞口的预制墙体或非封闭（L形、倒U形）预制墙体，构件设计时应进行混凝土抗裂计算，沿洞口周边配置抗裂钢筋或在预制构件外增设型钢进行加固。

5.5 连接设计

1. 剪力墙边缘构件除符合5.4.9规定外，应符合下列规定：

**1** 约束边缘构件阴影（图5.5.1-1）应全部采用后浇混凝土，并应在后浇段内设置封闭箍筋。

**2** 构造边缘构件（图5.5.1-2）应全部采用后浇混凝土，当仅在一面墙上设置后浇段时，后浇段长度不宜小于300mm。



(a) 转角墙 (b) 有翼墙

l——边缘构件；2——预制墙板

图5.5.1-1 约束边缘构件后浇构造示意



l——边缘构件；2——预制剪力墙

图5.5.1-2 构造边缘构件后浇构造示意

**3** 边缘构件的配筋及构造要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关规定；预制剪力墙的水平分布钢筋在后浇段内的锚固、连接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。

1. 预制墙板底部采用座浆连接方式，座浆层虚铺厚度20mm。
2. 预制墙板与后浇混凝土、座浆料的结合面应设置粗糙面或键槽，并应符合下列规定：

**1**  预制墙板的顶部与后浇混凝土的结合面和底部与座浆料的结合面应设置粗糙面，粗糙面深度不小于6mm；

**2** 预制墙板侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，也可设置键槽，粗糙面深度不小于6mm，键槽深度不宜小于20mm，宽度不宜小于深度的3倍且不宜大于深度的10倍，其间距宜等于键槽宽度，键槽斜面倾角不宜大于30°；

**3** 粗糙面的面积不宜小于整个结合面的80%。

1. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构中，剪力墙水平接缝的受剪承载力应符合下列规定：

 （5.5.4-1）

在剪力墙底部加强部位，尚应符合下式要求：

 （5.5.4-2）

式中：

——结构重要性系数，安全等级为二级时不应小于1.0；

——地震设计状况下接缝剪力设计值（N）；

——地震设计状况下剪力墙底部接缝受剪承载力设计值（N）；

——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值（N）；

——接缝受剪承载力抗震调整系数，取0.85；

——接缝受剪承载力增大系数，抗震等级为二级取1.2，抗震等级为三、四级取1.1。

1. 在地震设计状况下，剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下式计算：

 （5.5.5）

式中：

——剪力墙底部接缝受剪承载力设计值（N）；

——垂直穿过结合面的竖向钢筋抗拉强度设计值（N/mm2）；

——垂直穿过结合面的竖向钢筋面积（mm2）。主要为边缘构件纵向受力筋截面积；当斜向加强筋向上弯折并深入上层墙体的边缘构件中时，还应包括斜向加强筋的面积。

——与剪力设计值V相应的垂直于结合面的轴向力设计值（N），压力时取正值，拉力时取负值；当大于时，取为；此处为混凝土抽心抗压强度设计值，为剪力墙厚度，为剪力墙截面有效高度。

1. 当边缘构件纵向受力筋截面积不符合式（5.5.5）的要求时，宜采取措施满足抗剪要求。
2. 预制墙板上方预留钢筋应与圈梁或后浇带锚固形成整体（图5.5.7），其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。



图5.5.7 预制剪力墙上方连接示意

1. 屋面应在预制剪力墙顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁（图5.5.8），并应符合圈梁宽度不应小于剪力墙的厚度，高度不宜小于楼板厚度及250mm的较大值，圈梁应与其他后浇混凝土浇筑成整体。圈梁内配筋不应少于4C12，且按全截面计算的配筋不应小于0.5%和水平分布筋配筋率的较大值。



l—后浇混凝土叠合层；2—预制板；3—后浇圈梁；4—预制剪力墙

图5.5.8 后浇混凝土圈梁构造示意

6. 构件制作

6.1 一般规定

1. 预制墙板制作前，应编制构件加工方案，并进行技术交底。
2. 预制构件模具应符合承载力、刚度和整体稳定性要求，尚应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装、拆卸、预留孔洞、插筋、预埋件等要求。
3. 原材料应具有产品质量证明文件，并对钢筋及预埋件进行相关的力学性能检测，合格后方可使用。
4. 预制墙板制作前应进行运输、堆放和吊装等工况的技术核定。

6.2 制作

1. 预制墙板预留钢筋位置、规格和长度应符合设计要求。
2. 预制墙板脱模起吊时，其混凝土强度应符合设计要求，且不宜小于15MPa。
3. 带门窗洞口预制墙板在起吊前应进行吊装验算，必要时进行加固。
4. 构件出厂前应按《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1进行产品质量验证，并出具产品合格证书。
5. 混凝土浇筑、脱模和养护等应符合《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1要求。
6. 预制墙板与现浇段结合面粗糙面处理应符合下列规定:

 **1** 可采用模板面预涂缓凝剂工艺，脱模后采用高压水冲洗露出骨料；

 **2** 当设计无具体要求时，可采用拉毛或凿毛等方法制作粗糙面。

6.3 构件检验

1. 预制墙板的外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，并重新检验。
2. 预制墙板的尺寸偏差及检验方法应符合《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的相关规定。
3. 预制墙板检查合格后，宜在预制剪力墙板上设置与信息管理系统相配套的编码标识，根据标识可以在信息管理系统中查询构件编号、制作日期、合格状态、生产单位信息等。

7 运输与存放

7.1 一般规定

1. 预制墙板应按品种、规格分类存放并进行标识。
2. 预制墙板采用靠放架堆放时，靠放架应具有足够的承载力和刚度，与地面倾角宜大于80°，墙板宜对称靠放且外饰面朝外；预制墙板采用叠层平放的方式堆放时，应采取防止产生裂缝的措施。
3. 预制构件运输与存放过程中应采取防止破损的保护措施。

7.2 构件运输与存放

1. 预制墙板运输前应进行运输路线踏勘，制定运输方案。预制墙板运输的总高度不宜超过4.5m，总宽度不宜超过运输车辆的宽度；超高、超宽、形状特殊的预制墙板运输应采取质量安全保证措施。
2. 预制墙板的运输应符合下列规定：

**1** 应根据构件尺寸及重量要求选择驳运车辆，装卸及驳运过程应考虑车体平衡；

**2** 驳运过程应采取防止构件移动或倾覆的可靠固定措施；

**3** 驳运带门窗洞口预制墙板，应专门设置支架或支撑；

**4** 预制墙板边角部位应采取措施加以保护；

1. 预制墙板的运输应符合下列规定：

**1** 预制墙板运输应采取对称装卸；

**2** 预制墙板装运时应可靠固定，应用衬垫加以保护；

1. 预制墙板的吊运应符合下列规定：

**1** 吊点数量、位置应经计算确定，应保证吊具的连接可靠。吊索水平夹角不宜小于60°，不应小于45°。

**2** 构件吊装时起重设备的主钩、吊具应与构件重心竖直；吊运过程应平稳。

**3**应设专人指挥，操作人员应位于安全位置。

1. 预制墙板的现场存放应符合下列规定：

**1** 存放预制墙板的场地应平整坚实，并具有排水措施，存放构件时应使构件与地面之间留有一定空隙；

**2** 预制墙板现场存放位置应考虑吊装机械工作范围，预埋吊点应方便吊装；

**3** 预制异形墙板存放应根据专项施工方案执行；

**4** 预制墙板存放场地应进行承载力验算。

8.施工

8.1 一般规定

1. 预制墙板安装前应制定施工组织设计、施工方案；施工组织设计的内容应符合现行国家标准《建筑工程施工组织设计规范》GB/T 50502的规定；施工方案的内容应包括放线、座浆、吊装、就位、临时支撑、质量管理及安全措施等。
2. 施工单位应根据预制墙板安装特点配置管理和操作人员。结构工程施工前，应对施工人员进行专业培训。施工单位应对管理人员和施工人员进行技术交底。
3. 预制墙板的进场质量验收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的有关规定。
4. 边缘构件后浇混凝土部位在浇筑前应进行隐蔽工程验收。现浇段的质量验收应符合国家现行标准《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、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的相关规定。
5. 用于预制墙板连接的座浆料强度应符合国家现行规范和本规范的规定及设计要求。每工作班应制作1组且每层不少于3组的70.7mm×70.7mm×70.7mm的立方体试块，标养28d后进行抗压强度试验。

8.2预制墙板安装

1. 预制墙板的施工工艺流程为：

标高找平及弹定位线→水润结合面与座浆层铺设→预制剪力墙吊运及就位→安装斜向支撑→水平位置及垂直度校正→墙体固定→座浆层清理

1. 预制墙板安装过程中就位、临时固定和校正措施除符合国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231的相关要求外，尚应符合：

**1** 座浆料铺设前，预制墙板底部与结合面需用水湿润，且不能有积水。

**2** 预制墙板安装保证砂浆初凝前完成就位。

**3** 每块墙板临时固定的支撑不应少于2道，间距不宜大于2m，每道支撑由上部支撑和下部支撑组成。

**4** 墙板上部支撑的支撑点至墙底部的距离不宜小于墙板高度的2/3，且不应小于墙高1/2，支撑与水平面的夹角一般为55°~65°，应根据承载力与稳定性验算结果选用合格的支撑规格。

  **5** 临时固定措施拆除应在墙板与现浇段可靠连接、且边缘构件混凝土达到设计强度的75%。

1. 采用座浆连接施工工艺时，预制剪力墙的安装施工宜遵循以下操作要点：

**1** 标高找平及弹定位线

预制剪力墙安装施工前，通过激光扫平仪和钢尺检查楼板面标高，用垫片使楼层平整度控制在允许偏差范围内，底部标高垫片宜采用钢质垫片或硬橡胶垫片，厚度采用1mm、2mm、5mm、10mm的组合。同时弹出构件边线及控制线。

**2** 座浆层铺设

在座浆层铺设前应在结合面用水湿润，但不能积水。预制墙体底部铺设不小于20mm的座浆层，宜为25mm厚，起到连接与找平作用。

**3** 预制剪力墙吊运及就位

（1）预制剪力墙起吊前准备

起吊前，核对预制剪力墙的编号，检查预埋件、预留孔的规格、位置、数量和深度。当预留孔内有杂物时，应清理干净。确认无误后安装吊具。

（2）预制剪力墙的吊运

预制剪力墙采用慢起、快升、缓放的操作方式，在构件起吊区配置一名信号工和两名吊装工，预制剪力墙起吊时，吊装工拆除预制剪力墙的安全固定装置，塔吊司机在信号工的指挥下，塔吊缓缓持力，将预制剪力墙吊离存放架，运至预制剪力墙安装施工层。

（3）预制剪力墙就位

在预制剪力墙就位前，应清理剪力墙安装部位基层。在预制剪力墙安装施工层配置一名信号工和四名吊装工，在信号工的指挥下，将预制剪力墙缓缓吊运至安装部位的正上方缓慢下落至设计安装位置。

**4** 预制剪力墙的安装及校正

（1）预制剪力墙的安装

构件就位后，立即加设斜支撑对预制剪力墙临时固定。预制剪力墙构件斜支撑不宜少于2道，且每道斜支撑由上部长斜支撑杆与下部短斜支撑杆组成。上部斜支撑的支撑点距离板底不宜小于板高的2/3，且不应小于板高的1/2，斜支撑与楼面的水平夹角不宜大于65°，宜为55°。

（2）预制剪力墙校正

构件安装就位后，根据下层结构面上已弹好的安装控制线，首先通过临时支撑对预制墙体平面位置进行校正，进而根据标高线对预制墙体平面内、平面外的垂直度进行微调。垂直度可采用2m长靠尺、吊线锤等进行测量。

（3）临时固定

竖向构件垂直度符合设计及相关规范要求后，应及时固定各斜支撑，并对墙体底部座浆层进行填补处理，保证密实度。

1. 交叉作业时，应做好工序交接，不得对已完成工序的成品、半成品造成破坏。
2. 墙体转角部位应采用定型垫块或专用式套件作加强保护。
3. 除应符合本规程规定外，安装施工期间的成品保护尚应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231和相关规范的规定。

8.3 边缘构件施工

1. 后浇混凝土的施工应符合下列规定：

**1** 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；

**2** 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确，并应防止漏浆；

**3** 在浇筑混凝土前应洒水润湿结合面，且防止积水，混凝土应振捣密实；

**4** 混凝土浇筑时，应按规定留置同条件养护和标准养护试块

**5** 同一配合比的混凝土，建筑面积不超过1000m2应制作一组标准养护试件，同一楼层应制作不小于3组标准养护试件。

1. 模板及支架应根据施工过程中的各种工况进行设计，宜采用工具式模板和工具式支撑，并应具有足够的承载力和刚度，且保证其整体稳固性。模板安装应保证混凝土结构构件各部分形状、尺寸和相对位置准确，并应在模板间采取有效拉结措施，防止混凝土浇筑过程中发生胀模、漏浆。模板的设计与支设除应符合本标准外，尚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。
2. 边缘构件钢筋机械连接时可采用直螺纹套筒连接、套筒挤压连接等方法。焊接时可采用电渣压力焊等方法。
3. 混凝土浇筑应保证混凝土的均匀性和密实性。浇筑混凝土应分层进行，一般分层高度为振捣器作用部分长度的1.25倍，最大不应超过500mm。上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕。

边缘构件区尤其是斜向加强筋伸出区域钢筋密集，应选择小型振动棒辅助振捣、加密振捣点，适当延长振捣时间，且分层振捣，混凝土分层振捣的最大厚度应符合表8.3.4的规定。

表 8.3.4 混凝土分层振捣的最大厚度

|  |  |
| --- | --- |
| 振捣方法 | 混凝土分层振捣最大厚度 |
| 振动棒 | 振动棒作用部分长度的1.25倍 |
| 附着振动器 | 根据设置方式，通过试验确定 |
| 平板振动器 | 200mm |

1. 模板拆除应符合下列规定：

**1** 常温施工时，混凝土拆模强度不应低于1.5MPa；

**2** 冬期拆模与保温应满足混凝土抗冻临界的要求。

附录A 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙配筋的间接设计法

**A.0.1**间接设计法是先按照现浇剪力墙进行设计（该过程可以通过已有结构设计软件方便地得到配筋结果），在该配筋设计结果基础上增加边缘构件受力筋直径，并按本规程构造要求配置竖向分布钢筋，最后对新配筋结果进行验算，以保证竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙的承载力不低于最初设计的现浇剪力墙。直接设计法虽然过程简单，但难以在结构设计软件中实现；间接设计法中，现浇墙的配筋结果可通过结构设计软件批量获得，然后便可根据一定规则批量转化为装配式墙的配筋，该方法拥有与现浇结构直接对比过程，设计偏安全。

间接设计法具体步骤如下：

①按照现浇结构进行设计，通过结构设计软件得到现浇结构墙体的配筋。

②对于非标准层，各层墙体均需要进行二次配筋设计；对于标准层，仅各标准层中最底部的一层墙体需要进行二次配筋设计，其余标准层墙体的配筋均采用该设计结果。

③对于需要二次配筋设计的墙体，从现浇结构计算模型中获取各层各墙体的轴压比（或轴力）。

④对于需要二次配筋设计的墙体，按照规程构造要求断开竖向分布钢筋连接，重新配置分布筋，再根据当前轴压比按照“等强替换”原则对装配式墙的配筋进行重新设计，使得装配式墙的承载力与现浇墙相等。

间接设计法的流程如图A.0.1所示。



图A.0.1 间接设计方法流程图

间接设计法中的“等强替换”原则，指按照一定的规则将现浇墙配筋替换成装配式墙配筋后，使装配式墙的正截面压弯承载力与斜截面抗剪承载力保持不变。

以一片大偏压破坏的装配式墙为例，假设该剪力墙按照现浇结构设计得到的配筋结果为：纵向受压筋面积，纵向受拉筋面积，水平分布筋。设墙体轴向压力等于，在该轴压力条件下对装配式墙进行等效配筋，配筋结果为：纵向受压筋面积，纵向受拉筋面积，水平分布筋，同向斜筋总面积为。等效配筋结果应同时符合正截面压弯等强以及斜截面抗剪等强两个条件，其中，正截面压弯等强主要由边缘墙纵向受力筋的配筋控制，斜截面抗剪等强主要由水平分布筋以及斜向筋的配筋控制。为使正截面压弯承载力与斜截面抗剪承载力保持不变，可采取以下方法进行计算:

1）正截面压弯承载力等强

为了保证在轴压力*N*下，等效配筋后的装配式墙具有与现浇墙相同的正截面压弯性能，应符合：

 （A .0.1-1）

其中，

 (A.0.1 -2)

 (A.0.1 -3)

该方程中和是未知数，考虑到剪力墙的纵向受力筋一般采用对称配筋方式，可约定等效前后的受拉与受压侧的钢筋面积增量相等，：

 ( A.0.1-4)

根据式（1）~（4）便可计算得到纵向受力筋的等效配筋结果。

2）斜截面抗剪等强

为了保证等效配筋后的装配式墙具有与现浇墙相同的斜截面抗剪性能，应符合：

 (A.0.1 -5)

需配置斜筋时，水平分布钢筋的配筋率可适当减小；无需设置斜筋时，水平分布筋可保持原配筋不变。

附录B 接缝近似模拟方法

**B.0.1** 接缝即是新旧混凝土结合面，其本构模型包括切向剪应力-滑移本构关系与法向黏结本构关系。1990年Seible等根据试验结果提出了各项同性的新旧混凝土界面滑移本构关系，该本构关系考虑了界面粗糙度与钢筋的销栓作用，如附图B.0.1（a）。新旧混凝土界面法向本构关系采用理想的弹塑性模型，界面极限抗拉强度取混凝土的极限抗拉强度，达到极限抗拉强度后，承载力迅速下降到0。界面极限抗压强度取混凝土的极限抗压强度，到达极限抗压强度后，承载力保持不变，如附图B.0.1（b）。通过以上接缝切向本构和法向本构可以模拟弹塑性受力状态下，考虑接缝影响的受力分析。



（a）接缝剪应力-滑移本构关系示意



（b）接缝法向本构关系示意

图B.0.1 新旧混凝土结合面本构关系示意图

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准中相关内容时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本标准中指定应按其他有关标准、规范执行时的写法为“应符合……要求或规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1 | 《混凝土结构设计规范》 | GB 50010 |
| 2 | 《建筑抗震设计规范》 | GB 50011 |
| 3 | 《建筑结构可靠度设计统一标准》 | GB 50068 |
| 4 | 《建筑结构设计术语和符号标准》 | GB/T 50083 |
| 5 | 《建筑结构荷载规范》 | GB 50009 |
| 6 | 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 | GB 50204 |
| 7 | 《建筑工程抗震设防分类标准》 | GB 50223 |
| 8 | 《建筑工程施工质量评价标准》 | GB/T 50375 |
| 9 | 《混凝土结构工程施工规范》 | GB 50666 |
| 10 | 《钢结构设计规范》 | GB 50017-2003 |
| 11 | 《建筑内部装修设计防火规范》 | GB 50222-95（2001版） |
| 12 | 《装配式混凝土建筑技术标准》 | GB/T51231 |
| 13 | 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》 | GB50325-2010（2013版） |
| 14 | 《混凝土强度检验评定标准》 | GB/T 50107-2010 |
| 15 | 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 | GB/T 50448-2015 |
| 16 | 《高层建筑混凝土结构技术规程》 | JGJ 3-2010； |
| 17 | 《装配式混凝土结构技术规程》 | JGJ 1-2014 |
| 18 | 《冷拔低碳钢丝应用技术规程》 | JGJ 19-2010 |
| 19 | 《钢筋机械连接技术规程》 | JGJ 107-2016 |
| 20 | 《钢筋焊接及验收规程》 | JGJ 18-2012 |

中国工程建设标准化协会标准

竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构技术规程

条文说明

目 次

[1.总则 43](#_Toc28273635)

[2.术语和符号 45](#_Toc28273636)

[2.1 术语 45](#_Toc28273637)

[2.2 符号 45](#_Toc28273638)

[3.基本规定 46](#_Toc28273639)

[4.材料 48](#_Toc28273640)

[5.结构设计 49](#_Toc28273641)

[5.1 一般规定 49](#_Toc28273642)

[5.2 作用与作用组合 50](#_Toc28273643)

[5.3 结构分析 50](#_Toc28273644)

[5.4 构件设计 51](#_Toc28273645)

[5.5 连接设计 52](#_Toc28273646)

[6. 构件制作 53](#_Toc28273647)

[6.1 一般规定 53](#_Toc28273648)

[6.2 制作 53](#_Toc28273649)

[6.3 构件检验 53](#_Toc28273650)

[7 运输与存放 54](#_Toc28273651)

[7.1 一般规定 54](#_Toc28273652)

[7.2 构件运输与存放 54](#_Toc28273653)

[8.施工 55](#_Toc28273654)

[8.1 一般规定 55](#_Toc28273655)

[8.2预制墙板安装 55](#_Toc28273656)

[8.3 边缘构件施工 56](#_Toc28273657)

1.总则

**1.0.1** 本条是编制本规程的宗旨。我国的高层装配式住宅项目主要采用装配整体式剪力墙结构体系，套筒灌浆是墙体竖向连接的最普遍连接方式。然而灌浆套筒等连接方式在我国实际工程应用中仍存在一些不足，主要体现在：（1）我国装配式混凝土剪力墙结构设计沿用细钢筋配制方法，钢筋密集，安装过程中存在钢筋准确就位困难的问题；（2）由于工程现场管理不到位、产业工人缺乏等问题，套筒灌浆连接的质量不宜保证，况且目前套筒灌浆检测工具的检测效果不理想，因而难免存在质量风险；（3）灌浆套筒等连接接头数量较多，一定程度上增加了建造成本。因此，装配整体式剪力墙的构造形式亟需得到改进，以适应生产和施工的需求。竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构边缘构件现浇、中间墙体预制，且取消了套筒灌浆，完全规避了套筒灌浆的施工质量风险。

**1.0.2**本规程采用的竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙，其特点为边缘构件现浇、中间墙体预制且竖向分布钢筋断开，底部采用座浆方式连接。适当加大边缘构件纵向受力钢筋，分布钢筋可采用构造配筋，对于抗剪要求高的剪力墙可适当配置斜向加强筋增加其受力性能。通过国内外大量文献研究，对于竖向分布钢筋断开的预制剪力墙，其边缘构件的连接及约束方式是影响预制剪力墙抗震性能的主要因素，其中竖向钢筋断开边缘构件现浇的预制剪力墙结构抗震性能与现浇剪力墙结构最为接近，同时根据新西兰结构工程协会建议以及相关研究和工程实践结结果，如果剪力墙中竖向分布钢筋采用最小配筋时，竖向钢筋应该集中在墙体两端，从而增加次生裂缝的形成的几率，有利于剪力墙塑性铰区域的形成和发展，提高墙体抗震性能。本规程采用上述各项技术的基础上，通过合理构造措施提高预制剪力墙的整体性，实现结构与现浇混凝土结构抗震性能基本等同的要求。

根据以上基本设计概念，本规程在编制过程中开展了大量的设计方法研究与试验研究工作，取得一定的成果。科研成果表明，本规程适用于非抗震地区、抗震设防烈度6度~8度抗震设计地区的乙类及乙类以下的各种民用建筑。包含7度（0.15g）与8度（0.3g）。对于甲类与9度抗震设防的建筑应进行专门研究和论证。

**1.0.3**竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构仍属于混凝土结构，尚应符合与本规程相关的国家现行标准，主要有《混凝土结构设计规范》GB50010，《建筑抗震设计规范》GB50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3、《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、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784等。

2.术语和符号

2.1 术语

本节对竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构特有的常用术语进行定义。在《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083以及其他国家和行业现行相关标准中已有表述的，不重复列出。

**2.1.1~2.1.3** 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构是指预制剪力墙上下层接缝处竖向分布钢筋不连接，拼缝处采用座浆方式；预制剪力墙边缘构件采用现浇方式进行连接，竖向主筋通过抗弯等强方法适当加大；低剪跨比、抗剪要求高的剪力墙内沿预制墙板对角方向可暗设斜向钢筋。

2.2 符号

本规程中与《混凝土结构设计规范》GB50010等国家现行标准相同的符号基本沿用，并增加了本规程专用的符号。

3.基本规定

**3.0.2**本条规定剪力墙在结构设计阶段与深化设计阶段应考虑构件的标准化和模数化，减少预制构件种类和构件复杂性，优化设计、简化生产、降低施工难度。

**3.0.3**与其他预制装配整体式剪力墙结构相同，此结构体系仍然存在竖向拼缝与水平接缝，为了保证剪力墙整体性和抗震性能，预制剪力墙板与边缘构件竖向接缝与水平拼缝应采取有效措施，预制墙板应根据本规范设置粗糙面保证接缝的连接性能。该结构体系底部应采用座浆连接上下预制墙板。

**3.0.5** 为了便于竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙的配筋设计，本规程提供了两种剪力墙配筋的设计方法，即直接设计法和间接设计法。

直接设计是通过本规程5.4节的计算公式直接计算装配式墙的配筋；而间接设计法则是先按照现浇结构进行设计，通过结构设计软件得到现浇结构墙体的配筋，并获取各个墙体的轴压比（或轴力），然后根据当前轴压比按照“等强替换”原则对装配式墙的配筋进行重新设计，即“等效配筋”，以保证装配式墙的承载力不低于现浇墙。间接设计法先通过结构设计软件批量获得现浇墙的配筋结果，然后便可根据一定规则批量转化为装配式墙的配筋。间接设计法的主要步骤详见附录A。

**3.0.7** 根据竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙试验结果，剪力墙轴压比为0.6时，试件发生剪切破坏，破坏较为突然，延性较差，工程中应尽量避免此类破坏模式，结合大量非线性有限元分析，轴压比进行了限制。考虑到《混凝土结构设计规范》GB50010中规定了二、三级抗震等级的剪力墙底部加强部位的墙肢轴压比不宜超过0.6，一级抗震等级的剪力墙底部加强部位的墙肢轴压比不宜超过0.5（7、8度）、0.4（9度），本规程中二、三、四级抗震等级的竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙的轴压比限值偏安全地取为0.5，一级抗震等级的剪力墙不宜采用竖向分布钢筋不连接构造。

4.材料

**4.0.2**本规程结构体系最大特点是上下预制墙板楼层处水平接缝采用座浆连接，此部分容易产生薄弱环节，因此此条文对座浆料相关材料性能进行了严格规定。座浆料的强度应大于墙体本身强度，且应具有较高的抗裂、抗渗、耐久性等性能，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010要求。

**4.0.4** 现浇边缘构件当采用钢筋连接时，建议竖向钢筋采用挤压套筒Ⅰ级连接。

5.结构设计

5.1 一般规定

**5.1.1** 本条规定竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构最大适用高度根据在不同水准地震作用下结构的响应，采用不同大型结构分析软件与非线性有限元软件，考虑不同结构平面布置、轴压比、结构弹性最大层间位移、构件截面抗震设计、结构弹塑性最大层间位移等指标，综合考虑设计、施工及造价等因素来确定了该结构体系的最大适用高度，研究结果表明在现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的基础上降低了20m完全符合要求。如果建筑高度超限或平面结构严重不规则，本体系的应用需要专门研究和论证。

**5.1.6**底部加强区与标准层的区别主要在于加强区采用约束边缘构件，其配筋率与构造边缘构件不同，竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构体系仅预制中间墙体部分，因此自首层预制对预制构件类型影响不大；本体系设计理念为中间墙体预制且竖向分布钢筋在水平接缝位置断开连接，边缘构件配筋根据等强理论进行加大且在施工现场后浇，首层开始预制理论上对于结构安全性能影响不大，但应考虑边缘构件钢筋1.2倍增大系数适当加强。

**5.1.7** 预制剪力墙的接缝对其抗侧刚度有一定的削弱作用，应考虑对弹性计算的内力进行调整，适当放大现浇墙肢在水平地震作用下的剪力和弯矩；预制剪力墙的剪力及弯矩不减小，偏于安全。放大系数宜根据现浇墙肢与预制墙肢弹性剪力的比例确定。

**5.1.8** 为将门窗洞口与墙肢作为整体进行预制，剪力墙门窗洞口两侧需布置墙肢。两侧墙肢过短时在构件生产、运输、存放、吊装施工时易出现开裂，因此墙肢宽度不宜小于300mm，墙肢较短时还应进行抗裂计算。结构计算时，洞口及两侧墙肢顶部中间位置应按连梁进行设计。

5.2 作用与作用组合

**5.2.1** 预制墙板脱模时，不仅受到自重作用、起模时瞬间动力效应及脱模时表面吸附力。动力效应采用构件自重标准值乘以动力系数计算；脱模吸附力根据经验一般不小于1.5kN/m2。等效静力荷载标准值取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和。

**5.2.2**条文规定与现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666相同。

5.3 结构分析

**5.3.1**通过试验及数值分析结果表明，竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙与现浇墙的初始刚度基本一致，并未因存在接缝或竖向分布钢筋不连接的构造而产生明显的削弱，因而可以将装配式结构按照现浇结构进行内力分析并进行弹性分析。

**5.3.2** 此剪力墙结构进入弹塑性时候，接缝可能开裂或者产生滑移，因此进行结构分析时应考虑接缝的影响，接缝的行为本构包括水平行为和法向行为，在国内外大量研究基础上，采用双折线本构模型能够近似模拟接缝行为。

**5.3.9**门窗洞口两侧预制墙肢不承担结构竖向荷载，仅作为连梁进行设计。连梁纵筋锚固长度从预制构件外侧开始算起。

 5.4 构件设计

**5.4.1~5.4.7**  条文5.4.1~5.4.8竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙的承载力计算公式是在《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中剪力墙计算公式的基础上取消竖向分布钢筋受力影响后得来的。该公式已经过了8片足尺试验模型试验验证。配置斜向加强筋其抗剪贡献借鉴《混凝土结构设计规范》GB50010与《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3及美国ACI318规范对高跨比不大于1时布置暗撑连梁的截面抗剪计算规定，并考虑暗撑的受拉与受压抗剪贡献。

竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙的足尺试件低周反复荷载试验显示，同一轴压比条件下预制墙体各抗震性能指标均不低于现浇墙体，采用抗弯等强设计的竖向分布钢筋断开墙体方案可行，抗弯等强设计理论正确。

试验中，对比预制与现浇，试验的破坏形态均为压弯破坏，同轴压比下预制试件抗震性能与现浇对比试件等同，个别指标如延性、耗能略好于现浇对比试件。设置斜向加强筋虽对承载力影响不明显，但可提高预制剪力墙的延性，通过试验看出大部分试验发生压弯破坏，一般抗剪要求不高的预制墙体可不增设斜向加强筋；各剪力墙结构弹性阶段层间位移角均符合1/1000限值要求，极限破坏位移符合现行规范中剪力墙弹塑性层间位移角限值1/120要求。

**5.4.8**根据竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙试验研究和有限元分析结果，斜向加强筋对于较低剪跨比墙体（低矮墙）的作用较大，对较高剪跨比墙体（高墙）的作用很小。对于较低剪跨比墙体，斜向加强筋虽不显著提高承载力，但其主要作用是提高墙体延性和耗能能力，从而加强构件抗震性能，因而可以对高宽比不大于1的低矮墙设置斜向加强筋。

**5.4.9**由于竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙的分布筋在接缝处断开连接，因而剪力墙平面外抗弯能力有所削弱，其平面外受力主要由后浇边缘构件承担，为保证构件的平面外稳定性，与现浇剪力墙相比，宜提高边缘构件的长度要求。

**5.4.13**竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙的竖向分布钢筋对斜截面承载力贡献较小，亦对正截面承载力无贡献，因而竖向分布钢筋仅需按构造配置即可；对于增设斜向加强筋的装配式墙，由于斜截面承载力得到进一步加强，为提高经济性，可以适当降低水平分布筋的配筋率。

**5.4.14**两侧墙肢较短的带门窗洞口的预制墙体或非封闭（L形、倒U形）预制墙体在构件加工、运输、堆放、安装过程中易出现混凝土裂缝，应进行构件抗裂计算，并采取有效措施减少构件开裂。

5.5 连接设计

**5.5.1** 由于竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙的分布筋在接缝处断开连接，因而剪力墙平面外抗弯能力有所削弱，其平面外受力主要由后浇边缘构件承担，为保证构件的平面外稳定性，与现浇剪力墙相比，宜提高边缘构件的长度要求。当底部加强区剪力墙采用预制时，约束边缘构件非阴影区部分宜与中间墙体整体预制，以达到预制构件尺寸统一、降低构件生产与施工难度等目的。

**5.5.6**竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙与现浇剪力墙相比，接缝抗剪承载力可能偏低，但在高轴压比下的底层，由于摩擦力足够大，接缝抗剪基本符合要求，在中上层墙体虽然轴压比较小，但其地震作用也较小，经过整体模型分析其接缝抗剪也能符合要求。而对于中间部分过渡楼层由于垂直穿过结合面的竖向钢筋面积减少可能会导致接缝抗剪不符合要求，为保证结合面的抗滑移承载力，宜在边缘现浇构件区增设构造插筋提高抗剪，插筋锚固长度按相关规范规定设置。

6. 构件制作

6.1 一般规定

**6.1.1** 预制墙板制作前，建设单位应组织设计、生产、施工单位进行技术交底。如包括工艺、模具、计划、质量控制措施、存放及运输等全过程的管理。

6.2 制作

**6.2.1**本条规定预制墙板生产时出筋锚固长度应符合现行规范《混凝土结构设计规范》GB 50010要求，主要保证预制墙板与现浇段粘结性能，保证墙体整体性。

**6.2.2** 预制墙板脱模强度要根据构件的类型和设计要求决定，为防止过早脱模翻身造成构件出现过大变形或开裂，故提出构件脱模的最低强度要求。

6.2.3 由于本规程预制剪力墙体系边缘构件现浇导致预制构件尤其带门窗洞口的预制构件可能出现薄壁墙体，即墙体宽度较小，所以在起吊或吊装过程中更加容易出现开裂或破损情况，应经计算分析后设置保护措施。

**6.2.6** 预制墙板与后浇混凝土实现可靠连接可采用连接钢筋、键槽及粗糙面等方法。粗糙面可采用化学处理方法，即在模板上涂刷缓凝剂，脱模后用高压水进行冲洗干净，露出粗骨料；也可以采用拉毛或凿毛方法制作粗糙面。

6.3 构件检验

**6.3.1~6.3.2** 预制墙板外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类，严重缺陷只要指影响构件的结构性能或安装使用功能缺陷，制作时应予以避免。尺寸偏差可根据工程设计需要从严控制。

7 运输与存放

7.1 一般规定

**7.1.1** 预制墙板应根据建筑结构拆分归类后，生产的预制墙板应该进行同类标识存放，方便运输与存放。标识方法可采用二维码或RFID技术进行标识，有利于实现预制墙板质量全过程控制和追溯。

**7.1.2、7.1.3** 预制墙板的运输和堆放涉及质量和安全要求，应按工程和墙板特点制定运输堆放方案。

7.2 构件运输与存放

**7.2.1** 在预制墙板运输前，应根据墙板类型进行运输路况踏勘，保证运输过程中安全。

**7.2.2**本条文规定预制构件运输相关要求，特别强调对于带门窗洞口的预制构件及不规则构件运输式可采用相应支撑或型钢进行安全加固，尤其在墙板角部应与保护，避免运输过程中墙板损坏。

**7.2.5** 预制墙板临时堆放场地可合理布置在机械可覆盖范围内，避免二次搬运。对于异形墙板吊运过程应进行验算制定专项施工方案。

8.施工

8.1 一般规定

**8.1.1**本规程装配整体式剪力墙结构取消了竖向分布钢筋连接，其具体的施工工艺与传统装配整体式剪力墙不同，尤其在安装方法，操作顺序及连接方案等方面，需提前制定好方案，可进行预拼装等方法进行熟悉操作过程。

**8.1.2** 为了避免由于设计或施工缺乏经验造成工程实施障碍或损失，建议施工前进行试安装，用于培训人员，调试设备，完善方案，这对体系的定型和推广使用十分重要的。

8.2预制墙板安装

**8.2.1**本条规定了竖向分布钢筋不连接的装配整体式剪力墙的一般施工工艺和关键操作环节，但不限于此施工工艺。

**8.2.2**本条对预制剪力安装、临时固定及调节做了相关规定。结合面湿润目的保证座浆料过多的水分流失。临时支撑的水平夹角规定在55°~65°之间，经现场大量调研和相关理论分析，增大水平夹角缩减夹角范围现场操作可行，从而有效避免支撑碰撞，增大施工空间。由于预制剪力墙竖向仅采用座浆连接，因此当预制墙体与现浇边缘构件有可靠连接时，一般为边缘构件混凝土达到设计强度的75%。

**8.2.3**本条规定预制墙体拼装过程中关键施工技术，条文中建议铺设座浆层厚度为25mm其目的为了保证座浆层预压密实。

**8.2.4** 本条为了保证预制墙体与现浇墙体及座浆层连接可靠做此规定。

8.3 边缘构件施工

**8.3.2~8.3.3**竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构，根据设计与深化设计阶段优化后的边缘构件尺寸和种类，应设计并定制工具式模板和工具支撑进行施工。边缘构件钢筋可以采用绑扎搭接工艺施工也可以采用成型钢筋直螺纹套筒Ⅰ级接头连接工艺施工。