



T/CECS ×××-2021

中国工程建设标准化协会标准

装配式组合连接混凝土剪力墙 技术规程

Technical specification for precast concrete shear wall
structures with steel-concrete composite joints

(征求意见稿)

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

装配式组合连接混凝土剪力墙 技术规程

**Technical specification for precast concrete shear wall
structures with steel-concrete composite joints**

T/CECS ×××-2021

主编单位： 北京峰筑工程技术研究院有限公司

华东建筑设计研究院有限公司

批准单位： 中国工程建设标准化协会

施行日期： 2021 年××月××日

中国计划出版社

2021 北 京

前 言

为促进我国建筑产业化发展，提高城乡建筑设计及居住质量水平，提升我国人民居住安全和生活质量，在建筑工程中合理应用装配式组合连接混凝土剪力墙结构，根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2020 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2020]014 号）的要求，规程编制组经过广泛调查研究，认真总结研究成果和实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.结构设计；5.生产运输；6.施工与验收。

本规程的某些内容涉及专利，涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与本规程主编单位协商处理，本规程的发布机构不承担识别专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑产业化分会归口管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请反馈给北京峰筑工程技术研究院有限公司（地址：北京市海淀区紫竹院路 31 号华澳中心嘉慧苑 2105 房间，邮编 100089，邮箱：bjtspcsw@163.com）。

本规程主编单位：北京峰筑工程技术研究院有限公司，
华东建筑设计研究院有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	6
3.1	一般规定	6
3.2	材料	7
3.3	房屋适用高度和高宽比	8
3.4	抗震等级	9
3.5	作用及作用组合	11
3.6	结构计算	12
4	结构设计	13
4.1	一般规定	13
4.2	分离式组合连接混凝土剪力墙结构	15
4.3	通长式组合连接混凝土剪力墙结构	18
5	制作与运输	25
5.1	一般规定	25
5.2	制作准备	26
5.3	构件制作	28
5.4	构件检验	29
5.5	运输与堆放	30
6	施工与验收	32
6.1	一般规定	32
6.2	进场检验	34
6.3	安装准备	36
6.4	安装与连接	36
6.5	构件验收	38
6.6	安装与连接验收	39
	本规程用词说明	43

引用标准名录..... 44

附：条文说明..... 45

Contents

1	General.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
	2.1 Terms.....	2
	2.2 Symbols.....	3
3	Basic Requirements.....	6
	3.1 General Requirements.....	6
	3.2 Materials.....	7
	3.3 Height and Aspect Ratio Limitations.....	8
	3.4 Special Seismic Design Grade.....	9
	3.5 Actions and Action Combinations.....	11
	3.6 Structure Analysis.....	12
4	Structure Design.....	13
	4.1 General Requirements.....	13
	4.2 Monolithic Precast Concrete Shear Wall Structures with Steel-Concrete Separate Combined Structure.....	15
	4.3 Monolithic Precast Concrete Shear Wall Structures with Steel-Concrete General Combined Structure.....	18
5	Manufacturing and Transportation.....	25
	5.1 General Requirements.....	25
	5.2 Production Preparation.....	26
	5.3 Manufacturing.....	28
	5.4 Inspection.....	29
	5.5 Transportation and Storage.....	30
6	Construction and Quality Acceptance.....	32
	6.1 General Requirements.....	32
	6.2 Onsite Inspection.....	34
	6.3 Erection Preparation.....	36
	6.4 Erection and Connection.....	36
	6.5 Component Acceptance.....	38

6.6 Erection and Connection Acceptance..... 39

Explanation of Wording in This Specification.....43

List of Quoted Standards..... 44

Addition: Explanation of Provisions..... 45

1 总 则

1.0.1 为在建筑工程中合理应用装配式组合连接混凝土剪力墙结构，做到安全适用、经济合理、技术先进、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规范适用于抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度、9 度地震区的高层建筑、多层建筑和一般构筑物的装配式组合连接混凝土剪力墙结构的设计、施工和构件制作。

1.0.3 装配式组合连接混凝土剪力墙结构的设计、施工和构件制作，除应符合本规范的规定外，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

2.1.1 组合连接混凝土剪力墙 Combined connection precast concrete shear wall component

预制混凝土剪力墙墙板在水平连接区通过钢连接件、钢筋、现场浇筑混凝土连接为整体并共同受力的混凝土剪力墙构件。简称组合连接剪力墙。

2.1.2 分离式组合连接混凝土剪力墙 Separate connection precast concrete shear wall component

由非连续传力的钢连接件、钢筋和现场浇筑混凝土连接的组合连接混凝土剪力墙。简称分离式组合连接剪力墙。

2.1.3 通长式组合连接混凝土剪力墙 General connection precast concrete shear wall component

由连续传力的钢连接件、钢筋和现场浇筑混凝土连接的组合连接混凝土剪力墙。简称通长式组合连接剪力墙。

2.1.4 装配式组合连接混凝土剪力墙结构 Monolithic precast concrete shear wall structures with steel-concrete composite structure

全部或大部分剪力墙构件由组合连接混凝土剪力墙组成的装配整体式混凝土剪力墙结构。简称组合连接剪力墙结构。

2.1.5 分离式组合连接混凝土剪力墙结构 Monolithic precast

concrete shear wall structures with steel-concrete separate combined structure

全部或大部分剪力墙采用分离式组合连接混凝土剪力墙组成的装配式组合连接混凝土剪力墙结构。简称分离式组合连接剪力墙结构。

2.1.6 通长式组合连接混凝土剪力墙结构 Monolithic precast concrete shear wall structures with steel-concrete general combined structure

全部或大部分剪力墙采用通长式组合连接混凝土剪力墙组成的装配式组合连接混凝土剪力墙结构。简称通长式组合连接剪力墙结构。

2.1.7 组合连接混凝土剪力墙钢连接件 Steel Connector

在组合连接混凝土剪力墙的预制墙板中预埋，用于上下预制墙板连接的钢构件。简称钢连接件。

2.1.8 钢连接件有效抗剪面积 Effective Shear Area

钢连接件中平行于剪力方向的翼缘、腹板或钢板的面积。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y 、 f'_y ——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

f_a 、 f'_a ——型钢（钢板）抗拉、抗压强度设计值；

f_{av} ——型钢（钢板）抗剪强度设计值。

2.2.2 作用和作用效应

S ——结构或构件的作用效应组合设计值；

M ——弯矩设计值；

N ——轴向力设计值；

V ——剪力设计值；

V_{cw} ——通长式组合连接混凝土剪力墙钢筋混凝土部分的受剪承载力设计值；

V_{cwe} ——考虑地震作用影响的通长式组合连接混凝土剪力墙钢筋混凝土部分的受剪承载力设计值；

V_{jd} ——水平接缝处受剪承载力设计值；

σ_s 、 σ_s' ——正截面承载力计算中纵向钢筋的受拉、受压应力；

σ_a 、 σ_a' ——正截面承载力计算中型钢翼缘的受拉、受压应力；

2.2.3 几何参数

A_a 、 A_a' ——剪力墙受拉、受压区暗柱内配置的型钢截面面积；

A_{aw} ——型钢全截面面积；

A_{av} ——钢连接件中平行于剪力方向的翼缘、腹板或钢板的面积；

A_c ——混凝土截面面积；

A_s 、 A_s' ——剪力墙受拉、受压区暗柱内配置的钢筋截面面积；

A_{sv} ——垂直于结合面的抗剪钢筋面积；

a ——受拉区端部的型钢与钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

a_s ——受拉区端部的钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

a_a ——受拉区端部的型钢合力点至受拉区边缘的距离；

a'_s ——受压区端部的钢筋合力点至受压区边缘的距离；

a'_a ——受压区端部的型钢合力点至受压区边缘的距离；

b_w ——墙截面宽度；

d ——钢筋的公称直径（简称直径）；

e_0 ——偏心距；

e ——轴向压力作用点到受拉区端部型钢与钢筋合力点的距离；

h ——层高；

H ——房屋总高；

h_w ——剪力墙截面高度；

h_{w0} ——剪力墙截面有效高度；

L_a ——钢筋锚固长度；

L_{ae} ——考虑地震作用影响的钢筋锚固长度；

t ——墙厚。

2.2.4 计算系数及其他

α_1 ——受压区混凝土压应力影响系数；

β_1 ——混凝土应力图形影响系数；

Δ_u ——结构楼层层间最大位移；

λ ——计算截面处的剪跨比；

μ_N ——混凝土剪力墙轴压比。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 在装配式建筑方案设计阶段，根据装配式组合连接混凝土剪力墙结构的特点，协调建设、设计、制作、施工各方之间的关系，并应加强建筑、结构、设备、装修等专业之间的配合。

3.1.2 装配式混凝土建筑应模数协调，采用模块组合的标准化设计，将结构系统、外围护系统、设备与管线系统和内装系统进行集成。

3.1.3 装配式混凝土建筑设计应按照通用化、模数化、标准化的要求，以少规格、多组合的原则，实现建筑及部品部件的系列化和多样化。

3.1.4 装配式组合连接混凝土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 应采取有效措施加强结构的整体性；

2 装配式结构宜采用高强混凝土、高强钢筋；

3 装配式结构的节点和接缝应受力明确、构造可靠，并应满足承载力、延性和耐久性等要求。

3.1.5 装配式结构中，预制构件的尺寸和形状应符合下列规定：

1 应满足建筑使用功能、模数、标准化要求，并应进行优化设计；

2 应根据预制构件的功能和安装部位、加工制作及施工精度等要求，确定合理的公差；

3 应满足制作、运输、堆放、安装及质量控制要求。

3.1.6 预制构件深化设计的深度应满足建筑、结构和机电设备等各专业以及构件制作、运输、安装等各环节的综合要求。

3.1.7 装配式混凝土建筑应满足适用性能、环境性能、经济性能、安全性能、耐久性能等要求，并应采用绿色建材和性能优良的部品部件。

3.1.8 装配式组合连接混凝土剪力墙结构分析模型应根据结构实际情况确定。所选的分析模型应能较准确地反映结构中节点连接和各构件的实际受力情况。

3.2 材料

3.2.1 装配式组合连接混凝土剪力墙结构的材料应满足下列要求：

1 混凝土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 的规定；预制混凝土构件的混凝土强度等级不宜低于 C30；

2 钢筋、钢材、接缝材料的性能要求应符合现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 等的有关规定；

3 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋制作。

吊装用内埋式螺母或者吊杆的材料应符合国家现行相关标准的规定；

4 连接用的焊接材料、螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料材料应符合现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的规定；

5 上层预制剪力墙板与下层预制剪力墙板之间的接缝材料宜采用比预制部分混凝土强度等级高一级以上的低收缩自密实混凝土浇筑，强度等级不应低于 C30，并应满足施工要求。

3.2.2 预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理，并应符合耐久性要求。

3.3 房屋适用高度和高宽比

3.3.1 丙类装配式组合连接混凝土剪力墙结构的最大适用高度应符合表 3.3.1 的要求。

表 3.3.1 丙类装配式组合连接混凝土剪力墙结构适用的最大高度

结构类型	抗震设防烈度					
	6 度 (0.05g)	7 度 (0.10g)	7 度 (0.15g)	8 度 (0.20g)	8 度 (0.30g)	9 度 (0.40g)
分离式组合连接剪力墙结构	130	110	110	90	70	50
通长式组合连接剪	140	120	120	100	80	60

力墙结构						
------	--	--	--	--	--	--

- 注：1 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）；
- 2 非抗震设计的房屋最大适用高度同 6 度抗震设计的房屋最大适用高度；
- 3 超过表内高度的房屋，应进行专门研究和论证，采取有效措施。

3.3.2 装配式组合连接混凝土剪力墙结构的高宽比不宜超过表 3.3.2 的数值。

表 3.3.2 装配式组合连接混凝土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	9 度
分离式组合连接剪力墙结构	6	5	4
通长式组合连接剪力墙结构	7	6	4

3.4 抗震等级

3.4.1 抗震设计时，装配式组合连接混凝土剪力墙结构应根据抗震设防类别、抗震设防烈度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。丙类装配式组合连接混凝土剪力墙结构的抗震等级应按表 3.4.1 确定。

表 3.4.1 丙类装配式组合连接混凝土剪力墙结构抗震等级

结构类型	地震烈度
------	------

		6 度		7 度			8 度			9 度	
分离式组合连接剪力墙结构	高度 (m)	≤ 70	>70	≤ 24	>24 且 ≤ 70	>70	≤ 24	>24 且 ≤ 70	>70	≤ 24	>24
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一	二	一
通长式组合连接剪力墙结构	高度 (m)	≤ 80	>80	≤ 24	>24 且 ≤ 80	>80	≤ 24	>24 且 ≤ 80	>80	≤ 24	>24
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一	二	一

注： 1. 接近或等于高度分界时，应结合房屋的规则性及场地、地基条件确定抗震等级；

2. 非抗震设计的房屋构件抗震等级同 6 度抗震设计的构件抗震等级。

3.4.2 乙类装配式组合连接混凝土剪力墙结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；当本地区抗震设防烈度为 9 度时，抗震等级应上调一级；当本地区抗震设防烈度为 9 度且抗震等级为一级时，应采取比一级更高的抗震措施；当建筑场地为 I 类时，仍可按照本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。丙类组合连接混凝土剪力墙结构应按本地区抗震设防烈度采取抗震措施；当建筑场地为 I 类时，可按照本地区抗震设防烈度降低一度的要求采取抗震构造措施。

3.5 作用及作用组合

3.5.1 装配式组合连接混凝土剪力墙结构的作用及作用组合应根据国家现行标准《建筑结构荷载规范》(GB50009)、《建筑抗震设计规范》GB 50011《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等确定。

3.5.2 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，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。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.3。

3.5.3 预制构件进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 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 1.3；

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

3.5.4 钢连接件不宜兼用做预埋吊件；当钢连接件兼用做预埋吊件时，应同时满足各种设计工况要求。预制构件中钢连接件的验算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《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等有关规定。

3.6 结构计算

3.6.1 在各种设计状况下，装配式组合连接混凝土剪力墙结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。组合连接混凝土剪力墙用于底部加强部位时，对于一、二级剪力墙，考虑地震作用组合的剪力设计值宜按《建筑抗震设计规范》GB 50011 中剪力墙剪力设计值的 1.25 倍采用，对于三、四级剪力墙，考虑地震作用组合的剪力设计值宜按《建筑抗震设计规范》GB 50011 中剪力墙剪力设计值的 1.15 倍采用。

3.6.2 装配式组合连接混凝土剪力墙结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用线弹性计算方法。

3.6.3 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大水平位移（ Δu ）与层高（ h ）之比不宜大于 1/1000。

3.6.4 内力和变形计算时，应计入填充墙对结构刚度的影响，周期折减系数可取 0.8-1.0。

3.6.5 在罕遇地震作用下，结构薄弱层弹塑性层间位移角不应大于 1/120。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 抗震设计时，装配式组合连接混凝土剪力墙结构不应全部采用短肢剪力墙；抗震设计烈度为 8 度和 9 度时，不宜采用较多短肢剪力墙。有下列情景之一时，宜采用通长式组合连接剪力墙：

1 8 度 (0.3g) 及 9 度的装配式剪力墙；

2 7 度 (0.15g) 和 8 度 (0.2g) 底部加强部位的装配式剪力墙；

3 抗震性能高于一级抗震等级的装配式剪力墙；

4 8 度和 9 度的电梯井筒处装配式剪力墙。

4.1.2 预制墙板的配筋应满足《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 中对剪力墙、连梁和边缘构件的要求，宜采用小直径钢筋，一级和二、三级预制墙板的竖向连接钢筋面积应计算确定。

4.1.3 预制墙板两侧伸出钢筋的长度、间距和端部做法宜采用统一的标准做法；钢筋锚固于现浇段边缘构件区域内时，可采用直锚形式，锚固长度不应小于 250mm；钢筋锚固于现浇段墙体区域内时，可采用弯锚形式，水平段锚固长度不宜小于 150mm。

4.1.4 预制墙板上下端部伸出钢筋的长度、间距和端部做法宜采用统一的标准做法；钢筋于墙上下端部现浇区域内搭接时，可

采用直筋搭接形式，搭接长度不应小于 300mm，且不小于 $1.2L_{ae}$ ；可采用弯锚搭接形式，竖直搭接长度不宜小于 150mm，且不小于 $0.40L_{ae}$ ，水平弯折不小于 $10d$ 。

4.1.5 预制墙板侧面、顶面及底面与现浇混凝土的结合面应做成抗剪粗糙面。预制墙板底面抗剪粗糙面的凸凹不应小于 6mm。

4.1.6 装配式组合连接混凝土剪力墙结构宜采用叠合楼盖或装配式整体式楼盖，应符合下列规定：

1 叠合楼盖可采用单向板、双向板；

2 预制板厚度不宜小于 60mm，且不宜大于楼板总厚度的二分之一；

3 预制板顶面和侧边应设置抗剪粗糙面，平均凸凹不应小于 4mm；

4 预制板端部应伸出钢筋与墙体连接成为整体；预制板底部纵向受力钢筋宜锚入支撑梁或墙的后浇混凝土，锚固长度不应小于 $5d$ ，且宜伸过支座中心线；

5 叠合双向板采用预制板拼接方案时，拼接缝宜设在距支座边 $0.2\sim 0.4$ 倍净跨度的位置，拼接缝宽度不宜小于 200mm；

6 预制板宜设置桁架钢筋，桁架钢筋宜满足下列要求：

1) 沿板主受力方向单向布置；

2) 边距不宜大于 300mm，间距不宜小于 400mm，且不宜大于 800mm；

3) 纵向钢筋直径不宜小于 10mm，横向钢筋直径不应小于 6mm；

4) 桁架钢筋顶面混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

7 悬挑楼板采用叠合楼板时，应采用有效加强措施。

4.1.7 剪力墙在楼面位置宜设置连续的水平后浇带或暗梁。

4.2 分离式组合连接混凝土剪力墙结构

4.2.1 分离式组合连接剪力墙正截面承载力和斜截面验算时，按照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 钢筋混凝土剪力墙承载力相关公式进行验算。

4.2.2 考虑地震作用的分离式组合连接剪力墙在重力荷载代表值作用下的墙肢轴压比应按下式计算，且不应超过表 4.2.2 的限值

$$\mu_N = N/f_c A_c \quad (4.2.2)$$

式中： μ_N ——混凝土剪力墙轴压比；

N ——墙肢重力荷载代表值作用下轴向压力设计值；

A_c ——混凝土墙中混凝土截面面积；

f_c ——混凝土墙中混凝土的轴心抗压强度设计值；

表 4.2.2 分离式组合连接剪力墙的轴压比限值

抗震等级	一级（9 度）	一级（8 度）	二、三级	四级
轴压比限值	0.40	0.50	0.60	0.70

注：1. 对于短肢剪力墙，轴压比限值宜减少 0.05，一级（9 度）可不再减少。

2. 对于底部加强区的组合连接剪力墙，轴压比限值宜减少 0.05，一级（9 度）可不再减少。

4.2.3 分离式组合连接剪力墙的钢连接件宜采用 H 型钢、槽钢，H 型钢和槽钢的翼缘宜平行于剪力方向；预制墙板的钢连接件不宜少于 2 个；钢连接件边缘与预制墙板边缘的距离不宜小于 200mm；钢连接件的布置应便于构件的制作、运输、堆放、安装。

4.2.4 分离式组合连接剪力墙的钢连接件埋入预制墙板中的长度不宜小于 200mm，埋入部分宜设置 2 个以上栓钉。

4.2.5 分离式组合连接剪力墙的竖向和水平分布钢筋的配筋率，一、二、三级时不应小于 0.25%，四级剪力墙的分布钢筋最小配筋率不应小于 0.20%，分布钢筋直径不应小于 8mm，且不宜大于墙板厚度的 1/10；分布钢筋的间距不宜大于 200mm。

4.2.6 当底部加强区采用分离式组合连接剪力墙时，剪力墙分布钢筋的配筋，应符合下列要求：一、二、三级剪力墙的分布钢筋最小配筋率不应小于 0.30%，四级剪力墙分布钢筋最小配筋率不应小于 0.25%。

4.2.7 当分离式组合连接剪力墙的钢连接件作为水平接缝处的抗剪件时，水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式进行计算：

1 当轴力为压力时：

$$V_{jd} = 0.6f_y A_{sv} + 0.8f_{av} A_{av} + 0.8N \quad (4.2.7-1)$$

式中： V_{jd} ——水平接缝处受剪承载力设计值；

f_y ——钢筋抗拉强度设计值；

A_{sv} ——垂直于结合面的抗剪钢筋面积；

f_{av} ——钢连接件抗剪强度设计值；

A_{av} ——钢连接件有效抗剪面积，钢连接件中平行于剪力方向的翼缘、腹板或钢板的面积；

N ——与剪力设计值 V 对应的垂直于结合面的轴力设计值,取绝对值;

当轴力大于 $0.5f_c b_w h_w$, 取为 $0.5f_c b_w h_w$;

b_w ——墙截面宽度;

h_w ——墙截面高度。

2 当轴力为拉力时:

$$V_{jd} = 0.6f_y A_{sv} + 0.8f_{av} A_{av} - 0.8N \quad (4.2.7-2)$$

4.3 通长式组合连接混凝土剪力墙结构

4.3.1 在进行结构内力和变形计算时，通长式组合连接剪力墙的截面刚度可按相同截面的钢筋混凝土剪力墙计算。

4.3.2 当通长式组合连接剪力墙的楼盖梁采用钢梁时，在多遇地震作用下的结构阻尼比可取为 0.04；当楼盖梁采用钢筋混凝土梁时，相应结构阻尼比可取 0.05；风荷载作用下楼层位移验算和构件设计时，阻尼比可取为 0.04~0.05；结构舒适度验算时的阻尼比可取为 0.01~0.02。

4.3.3 通长式组合连接剪力墙的正截面承载力验算需满足下述要求：

1 当通长式钢连接件位于非暗柱区域时，可只考虑钢筋的作用，按照《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3）钢筋混凝土剪力墙正截面承载力相关公式进行验算；

2 当通长式钢连接件位于暗柱区域时，偏心受压剪力墙的正截面受压承载力应符合下列规定：

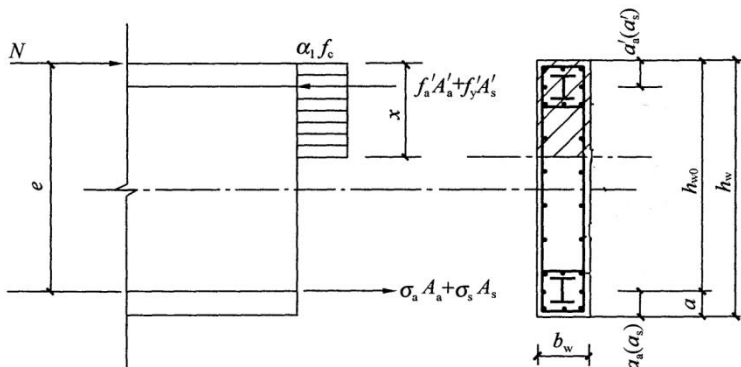


图 4.3.3 偏心受压剪力墙正截面受压承载力计算参数示意

1) 持久、短暂设计工况

$$N \leq \alpha_1 f_c b_w x + f'_a A'_a + f'_y A'_s - \sigma_a A_a - \sigma_s A_s \quad (4.3.3-1)$$

$$Ne \leq \alpha_1 f_c b_w x \left(h_{w0} - \frac{x}{2} \right) + f'_a A'_a (h_{w0} - a'_a) + f'_y A'_s (h_{w0} - a'_s) \quad (4.3.3-2)$$

2) 地震设计工况

$$N \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} [\alpha_1 f_c b_w x + f'_a A'_a + f'_y A'_s - \sigma_a A_a - \sigma_s A_s] \quad (4.3.3-3)$$

$$Ne \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} [\alpha_1 f_c b_w x \left(h_{w0} - \frac{x}{2} \right) + f'_a A'_a (h_{w0} - a'_a) + f'_y A'_s (h_{w0} - a'_s)] \quad (4.3.3-4)$$

$$e = e_0 + \frac{h_w}{2} - a \quad (4.3.3-5)$$

$$e_0 = \frac{M}{N} \quad (4.3.3-6)$$

$$h_{w0} = h_w - a \quad (4.3.3-7)$$

3) 受拉或受压较小侧的钢筋应力 \$\sigma_s\$ 和型钢翼缘应力 \$\sigma_a\$ 可按

下列公式计算：

1. 当 $x \leq \xi_b h_{w0}$ 时，取 $\sigma_s = f_y$ ， $\sigma_a = f_a$
2. 当 $x > \xi_b h_{w0}$ 时，

$$\sigma_s = \frac{f_y}{\xi_b - \beta_1} \left(\frac{x}{h_{w0}} - \beta_1 \right) \quad (4.3.3-8)$$

$$\sigma_a = \frac{f_a}{\xi_b - \beta_1} \left(\frac{x}{h_{w0}} - \beta_1 \right) \quad (4.3.3-9)$$

$$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{f_y + f_a}{2 \times 0.003 E_s}} \quad (4.3.3-10)$$

式中： N ——剪力墙轴向压力设计值；

M ——剪力墙弯矩设计值；

e_0 ——偏心距；

e ——轴向压力作用点到受拉区端部型钢与钢筋合力点的距离；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y 、 f_y' ——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

f_a 、 f_a' ——型钢（钢板）抗拉、抗压强度设计值；

h_w ——剪力墙截面高度；

h_{w0} ——剪力墙截面有效高度；

b_w ——剪力墙厚度；

a ——受拉区端部的型钢与钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

a_s ——受拉区端部的钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

a_a ——受拉区端部的型钢合力点至受拉区边缘的距离；

a_s' ——受压区端部的钢筋合力点至受压区边缘的距离；

a_a' ——受压区端部的型钢合力点至受压区边缘的距离；

A_a 、 A_a' ——剪力墙受拉、受压区暗柱内配置的型钢截面面积，暗柱范围不宜大于剪力墙构造边缘构件范围；

A_s 、 A_s' ——剪力墙受拉、受压区暗柱内配置的型钢截面面积，暗柱范围不宜大于剪力墙构造边缘构件范围；

α_1 ——受压区混凝土压应力影响系数，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, 可按照线性内插取值;

β_1 ——混凝土应力图形影响系数, 混凝土强度等级不超过 C50 时, 取 0.8, 混凝土强度等级为 C80 时, 取 0.74, 混凝土强度等级在 C50 和 C80 之间时, 可按照线性内插取值。

4) 偏心受拉剪力墙的正截面受拉承载力应符合下列规定:

1. 持久、短暂设计工况

$$N \leq \frac{1}{\frac{1}{N_{0u}} + \frac{e_0}{M_{0u}}} \quad (4.3.3-5)$$

2. 地震设计工况

$$N \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1}{\frac{1}{N_{0u}} + \frac{e_0}{M_{0u}}} \right] \quad (4.3.3-6)$$

3 N_{0u} 和 M_{wu} 应按照下列公式进行计算:

$$N_{0u} = f_a (A_a + A'_a) + f_y (A_s + A'_s) \quad (4.3.3-7)$$

$$M_{wu} = f_a A_a (h_{w0} - a'_a) + f_y A_s (h_{w0} - a'_s) \quad (4.3.3-8)$$

式中: N ——剪力墙轴向拉力设计值;

e_0 ——偏心距;

N_{0u} ——剪力墙轴向受拉承载力;

M_{wu} ——剪力墙受弯承载力。

4.3.4 通长式组合连接剪力墙的斜截面承载力验算需满足下述要求:

1 当通长式组合连接剪力墙的钢连接件位于非暗柱区域时, 斜截面承载力需满足下列公式要求:

1) 持久、短暂设计工况

$$V_w \leq V_{cw} + V_{sw} \quad (4.3.4-1)$$

$$V_{sw} = \frac{0.35}{\lambda - 0.5} f_a A_{sp} \quad (4.3.4-2)$$

2) 地震设计工况

$$V_w \leq V_{cwe} + \frac{1}{\gamma_{RE}} V_{sw} \quad (4.3.4-3)$$

式中： V_w ——剪力墙的剪力设计值；

V_{cw} ——通长式组合连接剪力墙钢筋混凝土部分的受剪承载力设计值，即剪力墙墙肢剪力设计值减去型钢承受的剪力值，可按照《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3）钢筋混凝土剪力墙斜截面承载力相关公式进行验算；

V_{cwe} ——考虑地震作用影响的通长式组合连接剪力墙钢筋混凝土部分的受剪承载力设计值，可按照《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3）钢筋混凝土剪力墙斜截面承载力相关公式进行验算；

A_{sp} ——型钢连接件的有效抗剪面积；

λ ——计算截面处的剪跨比， $\lambda = \frac{M}{Vh_{w0}}$ 。当 $\lambda < 1.5$ 时， λ 取 1.5，当 $\lambda > 2.2$ 时， λ 取 2.2；当计算截面与墙底距离小于 $0.5h_{w0}$ 时， λ 取距离墙底 $0.5h_{w0}$ 的弯矩值与剪力值计算。

2 当通长式组合连接剪力墙的钢连接件位于暗柱区域时，斜截面承载力验算时需满足《组合结构设计规范》JGJ 138 型钢混凝土剪力墙斜截面相关要求，端部暗柱区域的型钢截面面积采用钢连接件有效抗剪面积。

4.3.5 通长式组合连接剪力墙的钢连接件宜采用 H 型钢和槽钢，每片预制剪力墙墙板的钢连接件不宜少于 2 个，宜根据计算设置栓钉。

4.3.6 通长式组合连接剪力墙的含钢率，一级、二级、三级时不应小于 0.20%，四级时不应小于 0.15%。

4.3.7 通长式组合连接剪力墙的竖向和水平分布钢筋的配筋率，一、二、三、四级时不应小于 0.20%；分布钢筋直径不应小于 6mm，且不宜大于 10mm 和墙板厚度的 1/10；分布钢筋的间距不宜大于 300mm。

4.3.8 当底部加强区采用通长式组合连接剪力墙时，通长式组合连接剪力墙的含钢率，一级、二级、三级时不应小于 0.20%，四级时不应小于 0.15%；剪力墙竖向分布钢筋的配筋，应符合下列要求：一、二、三级剪力墙的水平 and 竖向分布钢筋最小配筋率均不应小于 0.25%，四级剪力墙水平和竖向分布钢筋最小配筋率不应小于 0.20%。

4.3.9 通长式组合连接剪力墙在屋面及立面收进的楼层可设置型钢混凝土暗梁，暗梁高度不小于 2 倍墙厚和楼板厚度的较大值。

4.3.10 考虑地震作用的通长式组合连接剪力墙，其重力荷载代表值作用下墙肢的轴压比应按式计算，且不宜超过表 4.3.10 的限值。

$$\mu_N = N / (f_c A_c + f'_a A_{aw}) \quad (4.3.10)$$

式中： μ_N ——通长式组合连接剪力墙的轴压比；

N ——墙肢重力荷载代表值作用下墙轴向压力设计值；

A_c ——混凝土截面面积；

f_c ——混凝土的轴心抗压强度设计值；

f'_a ——钢连接件的抗压强度设计值；

A_{aw} ——钢连接件的全截面面积。

表 4.3.10 通长式组合连接剪力墙轴压比限值

抗震等级	一级（9 度）	一级（8 度）	二、三级
轴压比 限值	0.40	0.50	0.60

注：计算剪力墙轴压比可考虑中部钢连接件的截面面积。

4.3.11 通长式组合连接剪力墙墙板底部水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式进行计算：

1 当轴力为压力时：

$$V_{jd} = 0.6f_y A_{sv} + 0.8f_{av} A_{av} + 0.8N \quad (4.3.11-1)$$

式中： V_{jd} ——水平接缝处受剪承载力设计值；

f_y ——钢筋抗拉强度设计值；

A_{sv} ——垂直于结合面的抗剪钢筋面积；

f_{av} ——钢连接件抗剪强度设计值；

A_{av} ——钢连接件有效抗剪面积，钢连接件中平行于剪力方向的翼缘、腹板或钢板的面积；

N ——与剪力设计值 V 对应的垂直于结合面的轴力设计值，取绝对值；

当轴力大于 $0.5f_c b_w h_w$ ，取为 $0.5f_c b_w h_w$ ；

b_w ——墙截面宽度；

h_w ——墙截面高度。

2 当轴力为拉力时：

$$V_{jd} = 0.6f_y A_{sv} + 0.8f_{av} A_{av} - 0.8N \quad (4.3.11-2)$$

5 制作与运输

5.1 一般规定

5.1.1 生产单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。

5.1.2 预制构件制作前，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。生产单位应制定生产方案，生产方案应包括生产计划、生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护方案等。

5.1.3 预制构件制作前应进行深化设计，深化设计包括以下内容：

- 1 预制构件外形尺寸图、配筋图、吊件、型钢及埋件的细部构造图等；
- 2 预制构件脱模、翻转、运输等过程中混凝土强度、构件承载力、构件变形及预埋吊件承载力验算；
- 3 预制构件外轮廓尺寸应考虑运输车辆的尺寸和装载高度，进行构件合理拆分。

5.1.4 预制构件用混凝土的工作性应根据产品类别和生产工艺要求确定，构件用混凝土原材料及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、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和《高强混凝土应用技术规程》JGJ / T 281 等的规定。

5.1.5 预制构件用钢筋的加工、连接与安装应符合国家现行标准

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等的有关规定。预制构件用型钢的加工、连接与安装应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 等的有关规定。

5.1.6 预制构件制作应建立首件验收制度。

5.1.8 预制构件经检查合格后宜设置表面标识，出厂时应出具质量证明文件。

5.1.9 预制构件的运输应根据道路、桥梁及车辆情况依据的实际条件编制运输方案。

5.1.10 预制构件的制作运输尚应符合国家现行标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 及《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

5.2 制作准备

5.2.1 预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外，尚应符合下列规定：

1 应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装与拆卸、周转次数等要求；

2 应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求。

5.2.2 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的规定。当设计有要求时，模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

5.2.3 钢连接件加工的允许偏差应符合表 5.2.3 的规定。

表 5. 2. 3 钢连接件加工允许偏差

项次	检验项目及内容		允许偏差	检验方法
1	型钢端板的边长		0, -1	用钢尺量
2	型钢端板的平整度		1	用直尺和塞尺量
3	型钢	长度	2, -2	用钢尺量
4		间距偏差	±2	用钢尺量

5.2.4 固定在模具上的预埋件、预留孔洞中心位置的允许偏差应符合表 5.2.4 的规定。

表 5. 2. 4 模具预留孔洞中心位置的允许偏差

项次	检验项目及内容	允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件、插筋、吊环、预留孔洞中心线位置	3	用钢尺量
2	预埋螺栓、螺母中心线、螺栓孔位置	2	用钢尺量
3	型钢中心线位置	1	用钢尺量

5.2.5 脱模剂的选用和涂刷应不影响构件结构性能和装饰工程施工。

5.2.6 钢筋宜采用自动化加工设备并符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的相关规定。

5.2.7 钢筋半成品、钢筋网片、型钢和预埋件应进行质量检查合格后才可安装并应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的相关规定。

5.2.8 模具的拆装应遵循先装后拆、先拆后装的原则，按顺序拆装；模具需预留安装缝隙，浇注前采取封闭措施，防止漏浆；模具拆除严禁重锤敲打，损伤构件。

5.3 构件制作

5.3.1 在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

- 1 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度等；
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4 型钢的规格、尺寸、长度、位置、间距等；
- 5 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；
- 6 预留孔洞的规格、数量、位置等；
- 7 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 8 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

5.3.2 应根据混凝土的品种、工作性、预制构件的规格形状等因素，制定合理的振捣成型操作规程。混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，

并宜采用机械振捣。

5.3.3 预制构件浇筑时应连续均匀浇筑，并采取措施保证模具、钢筋、预埋件、连接件不发生变形或移位，如有变形或移位应及时纠正；同时保证外露型钢不被混凝土沾污。

5.3.4 预制构件养护应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的要求。

5.3.5 脱模起吊时，预制构件的混凝土强度应计算确定，且不宜小于 15MPa。

5.3.6 采用后浇混凝土的预制构件结合面，制作时应按设计要求进行粗糙面处理。

5.4 构件检验

5.4.1 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，并应重新检验。

5.4.2 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；预埋型钢尺寸允许偏差及检验方法应符合表 5.4.2 的规定。

表 5.4.2 预制构件尺寸允许偏差及检验方法

项目		允许偏差	检验方法
预埋件	型钢端板中心线位置	3	尺量检查
	型钢端板与混凝土面平面高度	0, -3	
型钢安装	中心线位置	2	尺量检查
	外露长度	-4	

注：检查中心线、型钢、螺栓和孔道位置偏差时，应沿纵横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

5.4.3 预制构件的预埋件、插筋、预留孔的规格、数量应满足设计要求。

5.4.4 预制构件的粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求。

5.4.5 混凝土强度应符合设计文件及国家现行有关标准规定。

5.4.6 预制构件应按设计要求和现行国家标准有关规定进行结构性能检验。

5.4.7 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。

5.5 运输与堆放

5.5.1 预制构件的运输与堆放应制定专项方案，其内容应包括运输车辆、装车方式和次序、固定要求和运输架体、运输路线和运输时间、堆放场地和堆放支垫以及成品保护措施等。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应有专门的质量安全保

证措施。

5.5.2 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求，装卸与运输时应符合下列规定：

- 1 装卸构件时，应采取保证车体平衡的措施；
- 2 运输构件时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；
- 3 运输构件时，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。

5.5.3 预制构件堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
- 2 预埋吊件应朝上，标识宜朝向堆垛间的通道；
- 3 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；
- 4 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。

5.5.4 墙板的运输与堆放应符合下列规定：

- 1 当采用靠放架及插放架堆放或运输构件时，应设置支撑架，保护下部出筋及钢连接件；靠放架及插放架应有足够的承载力和刚度，并应支垫稳固；
- 2 采用叠层平放的方式堆放或运输构件时，应采取防止构件产生裂缝的措施；
- 3 运输和存放时应采用有效措施保护墙板的钢连接件。

6 施工与验收

6.1 一般规定

6.1.1 装配式混凝土结构施工前应制定专项施工方案。

6.1.2 装配式结构的后浇混凝土部位在浇筑前应进行隐蔽工程验收。

6.1.3 钢结构的焊接前，必须进行工艺检验，合格后方可进行焊接施工。

6.1.4 预制构件、安装用材料及配件等应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。

6.1.5 构件临时加固完成验收合格后，才能进行后浇部位的施工。

6.1.6 装配式结构作为混凝土结构子分部工程的一个分项进行验收；装配式结构分项工程验收包括装配式结构预制构件、装配式结构安装与连接检验批。

6.1.7 装配式混凝土结构工程施工用的原材料、部品、构配件进场前，均应按规定进行验收。

6.1.8 装配式混凝土结构连接部位及叠合构件浇筑混凝土之前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

1 混凝土粗糙面的质量，键槽的尺寸、数量、位置；

2 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、

搭接长度、锚固方式及锚固长度；

- 4 钢连接件、预埋件、预留管线的规格、数量、位置；
- 5 预制混凝土构件接缝处防水、防火等构造做法；
- 6 保温及其节点施工；
- 7 其他隐蔽项目。

6.1.9 混凝土结构子分部工程验收时，除应符合现场国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、预制构件安装施工图和加工制作详图；
- 2 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；
- 3 预制构件安装施工记录；
- 4 钢连接件连接型式检验报告、工艺检验报告和施工检验记录；
- 5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- 6 后浇混凝土强度检测报告；
- 7 外墙防水施工质量检验记录；
- 8 装配式结构分项工程质量验收记录；
- 9 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 10 装配式工程的其他文件和记录。

6.1.10 抗震等级为一级的剪力墙宜采用回弹法批量检测水平连接区的现浇混凝土强度，应满足《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 相关要求。

6.1.11 当用回弹法批量检测水平连接区现浇混凝土强度时，宜

随机抽取检测点，抽检数量不宜少于同批现浇混凝土构件总数的15%且不宜少于5件。当检验批构件数量大于20个时，抽样构件数量可适当调整，并不得少于国家现行有关标准规定的最少抽样数量。回弹法检测宜符合《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23的相关规定。

注：同批混凝土指生产工艺、强度等级相同，原材料、配合比、养护条件基本一致且龄期相近的混凝土。

6.2 进场检验

6.2.1 预制构件进场时，应检查质量证明文件，满足要求后方可进场。

检查数量：全数检查

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

6.2.2 预制构件进场应进行进场检验，检查预制构件的外观质量、几何尺寸、预埋件、预留孔洞等，不合格品严禁进场。

6.2.3 专业企业生产的预制构件进场时，预制构件的结构性能检验应符合下列规定：

1 梁板类简支受弯的预制构件进场前应进行结构性能检验，并应符合下列规定：

1) 结构性能检验应符合国家现行有关标准的有关规定及设计的要求，检验要求和试验方法应符合现行国家标准的规定；

2)钢筋混凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验;

3)对大型构件及有可靠应用经验的构件,可只进行裂缝宽度、抗裂和挠度检验;

4)对使用数量较少的构件,当能提供可靠依据时,可不进行结构性能检验。

2 对于不可单独使用的叠合板预制底板,可不进行结构性能检验。对叠合梁构件,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。

3 对本条第 1、2 款之外的其他预制构件,除设计有专门要求外,进场时可不做结构性能检验。

4 对进场时不做结构性能检验的预制构件,应采取下列措施:

1) 施工单位或监理单位代表应驻场监督生产过程。

2) 无驻场监造时,预制构件进场时应对齐主要受力钢筋数量、规格、间距、保护层厚度及混凝土强度进行实体检验。

检查数量: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。

注:“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。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。

6.3 安装准备

6.3.1 应合理规划构件运输通道和临时堆放场地，并应采取成品堆放保护措施。

6.3.2 施工前应对相关施工人员进行培训，培训合格后方可进行安装施工。

6.3.3 转换层施工，应进行钢筋的调整和钢连接件的定位措施，保证预留钢筋和钢连接件位置准确。

6.3.4 安装施工前，应进行测量放线、设置构件安装定位标识。

6.3.5 装配式结构施工前，应选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

6.4 安装与连接

6.4.1 预制构件吊装就位后，应及时校准并采取临时支撑固定措施。

6.4.2 构件安装的支撑固定措施，应具有足够的刚度、强度、稳定性，并能进行相应的调整。

6.4.3 预制构件的吊装宜单独设置吊环或吊钉，如采用预制构件中钢连接件作为起吊部件，应进行吊装受力及重心位置的验算。

6.4.4 上下层墙体钢筋定位应相互错开，避免安装时发生碰撞，钢筋连接宜采用搭接方式。

6.4.5 墙体钢筋采用搭接连接，钢筋规格、型号、搭接长度应满

足设计要求。

6.4.6 钢连接件采用焊接连接，焊接连接的施工应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

6.4.7 通长式组合连接剪力墙的钢连接件焊接接缝等级宜为一级，分离式组合连接剪力墙的钢连接件焊接接缝等级宜为二级，焊接接缝应按照规范要求的检测数量进行检测。

6.4.8 后浇混凝土的施工应符合下列规定：

1 后浇混凝土应采用低收缩混凝土，混凝土性能应符合《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T178 相关要求；

2 预制构件及应进行处理，表面应密实、粗糙；

3 模板应保证后浇混凝土部分尺寸和位置准确，加固牢固密实，防止漏浆；

4 在浇筑混凝土前应洒水润湿结合面，混凝土应振捣密实；

5 应设置排气孔，排气孔间距宜为 400mm-800mm；

6 同一配合比的混凝土，每工作班且建筑面积不超过 1000 m² 应制作一组标准养护试件，同一楼层应制作不少于 3 组标准养护试件。

6.4.9 外墙板接缝防水施工应符合下列规定：

1 防水施工前，应将板缝空腔清理干净；

2 应按设计要求填塞背衬材料；

3 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面平滑，其厚度应符合设计要求。

6.5 构件验收

(I) 主控项目

6.5.1 预制构件质量应符合本标准、国家现行有关标准和设计要求。专业企业生产的预制构件进场时，应检查质量证明文件。

检查数量：全数检查

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

6.5.2 预制构件的混凝土外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

6.5.3 预制构件上的预埋件、预留插筋、预埋管线、预埋钢连接件等的规格和数量以及预留孔、预留洞的数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查

检验方法：观察。

(II) 一般项目

6.5.4 预制构件的混凝土外观质量不应有一般缺陷，对出现的一般缺陷应要求构件生产单位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。

6.5.5 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。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测。

6.5.6 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。

检查数量：按批检查。

检验方法：观察、尺量；检查产品合格证。

6.5.7 预制墙板、叠合板的尺寸允许偏差及检验方法应符合本标准 5.4.2 的规定。

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的构件每次抽检数量不应少于该规格（品种）数量的 5%且不少于 3 件。

6.6 安装与连接验收

（I） 主控项目

6.6.1 预制构件临时固定措施应符合设计、专项施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

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。

6.6.2 装配式结构构件连接处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按批检查

检验方法：符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

6.6.3 钢筋采用机械连接时，其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 的有关规定。

检查数量：符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行试件的强度试验报告。

6.6.4 钢筋采用焊接连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检查数量：符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检验方法：检查钢筋焊接接头检验批质量验收记录。

6.6.5 预制构件采用钢连接件焊接连接时，钢连接件焊缝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》GB50661 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定。

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》GB50205 的有关规定。

探伤比例：I 级焊缝探伤比例为 100%，II 级焊缝探伤比例为 30%。

6.6.6 预制构件采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定。

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》GB50205 的有关规定。

6.6.7 装配式结构分项工程的外观质量不应有严重缺陷，且不得

有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测；检查处理记录。

6.6.8 外墙板接缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：按批检查。每 1000m²外墙（含窗）面积应划分为一个检验批。不足 1000m²时也划分为一个检验批；每个检验批应至少抽查一处，抽查部位应为相邻两层 4 块墙板形成的水平和竖向十字接缝区域，面积不得少于 10m²。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

（II） 一般项目

6.6.9 装配式结构分项工程的施工尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合表 6.6.9 的规定。

表 6.6.9 预制构件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	基础	15	经纬仪及尺量
	竖向构件（墙）	8	
构件标高	墙	±5	水准仪或拉线、尺量
构件垂直度	墙	≤6m	经纬仪或吊线、尺量
		>6m	
相邻构件平整度	墙体侧面	外漏	2m 靠尺和塞尺量测
		不外漏	
支座、支垫中心位置	墙	10	尺量

墙板接缝	宽度	±5	尺量
------	----	----	----

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，对梁、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；对于大空间结构、墙，可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

6.6.10 装配式结构饰面外观质量应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、对比量测。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示严格，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”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规程中指明应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”；非必须按照所指定的标准、规范或规定执行的，其用语是“参照…”。

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 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 4 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 5 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 6 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB50205
- 7 《建筑装饰装修工程质量验收规范》 GB 50210
- 8 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 9 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 10 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 11 《钢结构工程施工规范》 GB 50755
- 12 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 13 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 14 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 15 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 16 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 17 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 18 《组合结构设计规范》 JGJ 138-2016
- 19 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T 23
- 20 《补偿收缩混凝土应用技术规程》 JGJ/T 178
- 21 《高强混凝土应用技术规程》 JGJ/T 281

附：条文说明

1 总则

1.0.1 目前灌浆套筒连接的预制混凝土剪力墙是我国装配式建筑的主流技术，但是该技术在工程实践中遇到部分问题，例如：难以准确对位、灌浆不饱满、检测技术不成熟等，部分工程出现了重大质量问题。这严重制约了我国装配式建筑的进一步发展。姚攀峰在 2017 年提出了一种加强型预制钢筋混凝土剪力墙结构，进行了系列研究，并把该技术命名为装配式组合连接混凝土剪力墙结构。装配式组合连接混凝土剪力墙结构的连接节点采用了钢-混凝土组合连接方式，其水平接缝区域的抗剪承载力较灌浆套筒连接的剪力墙有效提升，施工工艺成熟，质量可靠，工期较短，可为我国装配式建筑发展提供支持。

2 术语和符号

2.1.2 采用非连续的钢连接件和现浇钢筋混凝土连接上下预制混凝土墙板。

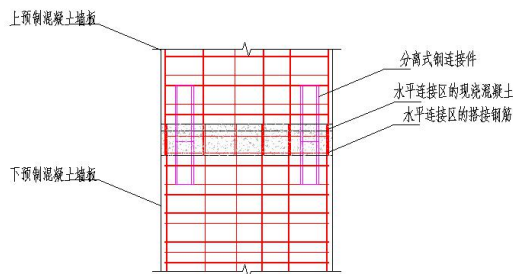


图 1 分离式组合连接混凝土剪力墙示意

2.1.3 采用连续的钢连接件和现浇钢筋混凝土连接上下预制混凝土墙板。

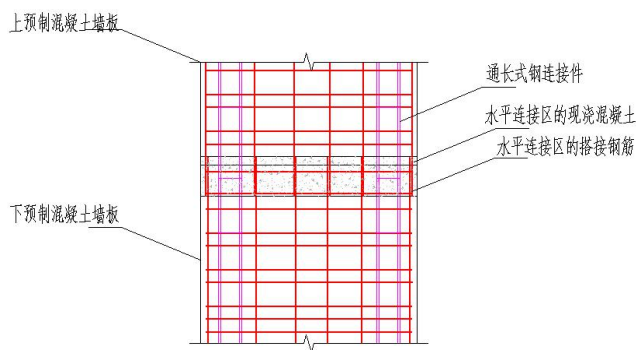


图 2 通长式组合连接混凝土剪力墙示意

2.1.4 大部分剪力墙构件指组合连接剪力墙所承担的剪力不少于总剪力的 80%。

3 基本规定

3.4 抗震等级

3.4.2 本条所述更高的抗震措施包括：1. 采用通长式组合连接剪力墙；2. 采用《高层建筑混凝土结构技术规程》中特一级剪力墙的抗震措施等。

3.5 作用及作用组合

3.5.2 目前构件吊装就位等条件比较复杂，所以动力系数不宜小于本条建议值，也可根据实际工程情况取值。

3.6 结构计算

3.6.1 组合连接混凝土剪力墙结构可以采用等同现浇混凝土剪力墙的方式进行分析。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 通长式组合连接剪力墙的承载力、延性较好，所以关键构件或者高烈度建筑物宜用该构件或结构。

4.1.4 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2016 要求剪力墙纵向分布钢筋搭接长度不小于 $1.2 L_{ae}$ 。组合连接剪力墙采用了型钢连接与钢筋搭接的组合连接方式，力学性能优于普通剪力墙分布钢筋的搭接性能。偏于安全，本条要求组合连接剪力墙分布钢筋搭接长度同剪力墙分布钢筋搭接长度。

4.2 分离式组合连接混凝土剪力墙

4.2.1 偏于安全，构件截面承载力验算只考虑钢筋的作用。

4.2.3 预制墙板用 2 个及以上钢连接件有利于控制施工阶段的变形，提升施工阶段的安全和稳定性。

4.2.7 偏于安全，对型钢的抗剪承载力只考虑有效抗剪面积。

4.3 通长式组合连接混凝土剪力墙

4.3.1 通常情况下，通长式组合连接剪力墙含钢率较低，可不考虑其对剪力墙构件整体刚度的影响。

4.3.4 端部暗柱型钢截面面积采用钢连接件的有效抗剪面积。

4.3.5 通长式组合连接剪力墙钢连接件参与构件承载力验算，需采取栓钉等有效措施，使得钢连接件与混凝土共同工作。

4.3.6 、4.3.7 、4.3.8 适当调整了通长式组合连接剪力墙的最

小含钢率和最小配筋率。对于一级、二级和三级剪力墙，通长式组合连接剪力墙的最小含钢率与最小配筋率之和为 0.40%～0.45%，对于四级剪力墙，通长式组合连接剪力墙的最小含钢率与最小配筋率之和为 0.35%，较套筒连接混凝土剪力墙的最小配筋率大幅度提升，从而提升构件承载力和延性，加强结构整体安全性。

4.3.9 布置型钢混凝土暗梁有利于进一步提升通长式组合连接混凝土剪力墙的承载力和延性。