备案号:JXXXXX-XXXX

四川省工程建设地方标准

P DBXXXX—XXXX

四川省装配式组合连接混凝土剪力墙

结构设计标准

Technical specification for precast concrete shear wall structure with steel-concrete composite joints in Sichuan Province

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布 XXXX-XX-XX实施

四川省住房和城乡建设厅 发布

四川省工程建设地方标准

四川省装配式组合连接混凝土剪力墙

结构设计标准

Technical specification for precast concrete shear wall structure with steel-concrete composite jointsin Sichuan Province

**DB51/Txxx-2024**

主编单位：四川省建筑设计研究院有限公司

北京峰筑工程技术研究院有限公司

批准部门：四川省住房和城乡建设厅

施行日期：XXXX年XX月XX日

西南交通大学出版社

2024-XX-XX

前　　言

本标准是根据四川省住房和城乡建设厅《四川省住房和城乡建设厅关于下达 2022年四川省工程建设地方标准制定修订计划（第一批）的通知》（川建标函〔2022〕1169 号）要求，由四川省建筑设计研究院有限公司、北京峰筑工程技术研究院有限公司会同有关单位共同编制完成。

编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分6章，主要技术内容包括：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.材料；5.结构设计基本规定； 6.剪力墙结构设计。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由四川省建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至四川省建筑设计研究院有限公司（地址：成都市天府大道中段688号大源国际中心1栋，邮政编码：610017，E-mail：sadi\_jsfzb@163.com，电话028-86933790）。

**主编单位**：四川省建筑设计研究院有限公司

北京峰筑工程技术研究院有限公司

**参编单位**：中建一局集团发展有限公司

成都建工集团有限公司

成都市建设工程质量监督站

成都西南交通大学设计研究院有限公司

成都建工工业化建筑有限公司

**主要起草人员：**

**主要审查人员：**

目　　次

[1　总　　则 1](#_Toc25703)

[2　术语和符号 2](#_Toc9724)

[2.1　术语 2](#_Toc31502)

[2.2　符号 4](#_Toc14930)

[3　基本规定 7](#_Toc23883)

[4　材　　料 8](#_Toc15748)

[5　结构设计基本规定 9](#_Toc16157)

[5.1　一般规定 9](#_Toc6772)

[5.2　作用及作用组合 11](#_Toc21307)

[5.3　结构计算 11](#_Toc18159)

[6　剪力墙结构设计 13](#_Toc22120)

[6.1　一般规定 13](#_Toc23091)

[6.2　分离式组合连接混凝土剪力墙结构 15](#_Toc8803)

[6.3　通长式组合连接混凝土剪力墙结构 17](#_Toc20621)

[用词说明 22](#_Toc28045)

[引用标准名录 23](#_Toc11524)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc6852)

[2 Terms and Symbols 2](#_Toc32187)

[2.1  Terms 2](#_Toc26720)

[2.2  Symbols 4](#_Toc9603)

[3 Basic requirements 7](#_Toc4053)

[4 Materials](#_Toc6585) 8

[5 Basic requirements of structural design 9](#_Toc24409)

[5.1  General requirements 9](#_Toc14012)

[5.2  Actions and action combinations](#_Toc21189) 9

[5.3  Structure Analysis](#_Toc10560) 11

[6 Shear wall structure design](#_Toc290) 13

[6.1  General requirements](#_Toc24781) 13

[6.2  Precast concrete shear wall structure with separate steel-concrete composite joints](#_Toc2755) 15

[6.3](#_Toc2755)[Precast steel-concrete composite shear wall structure](#_Toc139027247)17

[Explanation of wording](#_Toc4975) 22

[List of quoted standards](#_Toc25805) 23

# 1　总　　则

**1**.**0**.**1**　为在建筑设计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、技术先进、经济合理、质量可靠，制定本标准。

【条文说明】 根据北京峰筑工程技术研究院有限公司等单位的有限元分析数据和试验结果，装配式组合连接混凝土剪力墙结构的抗震性能较目前常用的灌浆套筒连接剪力墙结构有所提升，其中通长式组合连接混凝土剪力墙结构的抗震性能有明显提升。本标准仅限于结构设计，施工和构件制作可参考《装配式组合连接混凝土剪力墙结构技术规程》T/CECS 1133，需要依法取得相关专利的使用许可。

**1**.**0**.**2**　本标准适用于四川省6度至9度的多层和高层建筑装配式组合连接混凝土剪力墙结构设计。

【条文说明】　根据北京峰筑工程技术研究院有限公司等单位所做的足尺拟静力试验，采用本标准连接方式的剪力墙，较对比的现浇混凝土剪力墙的峰值承载力、极限变形能力和耗能能力有效提升；以耗能为例，在小轴压比作用下，通长式组合连接混凝土剪力墙滞回耗能可达到对比现浇钢筋混凝土剪力墙的3.37倍，在大轴压比作用下，其滞回耗能可达到对比现浇钢筋混凝土剪力墙的2.22倍。因此，本技术可应用于四川省6度、7度、8度和9度烈度区。

**1**.**0**.**3**　装配式组合连接混凝土剪力墙结构的设计，除应符合本标准规定外，尚应符合国家和四川省现行有关标准的规定。

# 2　术语和符号

## 2.1　术语

**2**.**1**.**1**　装配式组合连接混凝土剪力墙　　precast concrete shear wall component with steel-concrete composite joints

预制混凝土剪力墙墙板在水平连接区由钢连接件、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，包括分离式组合连接混凝土剪力墙和通长式组合连接混凝土剪力墙。

**2.1.2**分离式组合连接混凝土剪力墙　　precast concrete shear wall component with separate steel-concrete composite joints

由非通长的钢连接件、钢筋和现场浇筑混凝土连接的组合连接混凝土剪力墙。

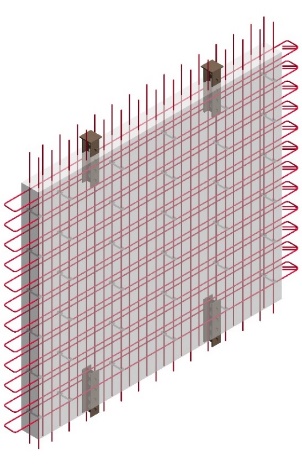
【条文说明】　采用非连续的钢连接件和现浇钢筋混凝土连接上下预制混凝土墙板，简称分离式组合连接剪力墙，见图1和图2。

|  |
| --- |
| **图1　分离式组合连接混凝土剪力墙立面示意图**    **图2　分离式组合连接混凝土剪力墙剖面示意图** |

1—上预制混凝土墙板；2—下预制混凝土墙板；3—钢筋搭接或焊接；

4—上分离式钢连接件；5—下分离式钢连接件；

6—后浇筑混凝土；7—楼板

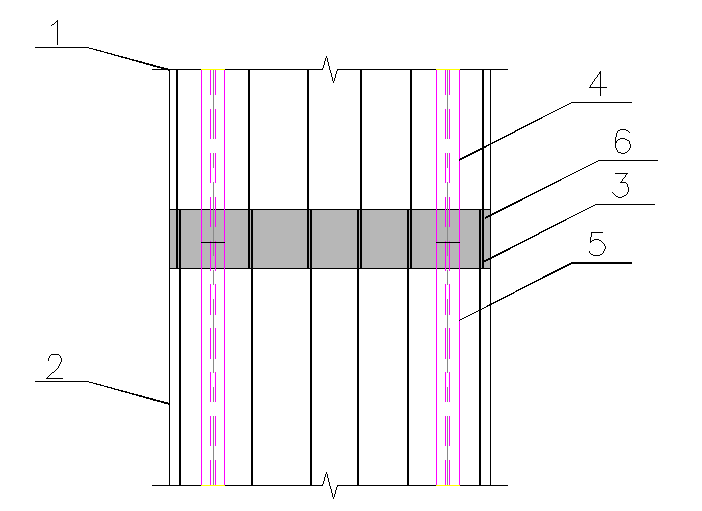


**图3 分离式组合连接混凝土剪力墙三维示意图**

**2.1.3**通长式组合连接混凝土剪力墙　　precast steel-concrete composite shear wall component

由通长的钢连接件、钢筋和现场浇筑混凝土连接的组合连接混凝土剪力墙。

【条文说明】　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。简称通长式组合连接剪力墙，见图3和图4。



**图4　通长式组合连接混凝土剪力墙立面示意图**

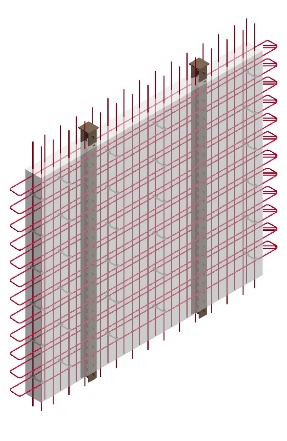


**图5　通长式组合连接混凝土剪力墙剖面示意图**

1—上预制混凝土墙板；2—下预制混凝土墙板；3—钢筋搭接或焊接；

4—上通长式钢连接件；5—下通长式钢连接件；

6—后浇筑混凝土；7—楼板



**图6　通长式组合连接混凝土剪力墙三维示意图**

**2**.**1**.**4**　装配式组合连接混凝土剪力墙结构　　precast concrete shear wall structure with steel-concrete composite joints

全部或大部分剪力墙构件由装配式组合连接混凝土剪力墙构件组成的装配式混凝土剪力墙结构，包括分离式组合连接混凝土剪力墙结构和通长式组合连接混凝土剪力墙结构。

【条文说明】　大部分剪力墙构件指剪力墙结构中最底层的组合连接剪力墙所承担的剪力不少于该层总剪力的80%。

**2.1.5**分离式组合连接混凝土剪力墙结构　　precast concrete shear wall structure with separate steel-concrete composite joints

全部或大部分剪力墙构件由分离式组合连接混凝土剪力墙构件组成的装配式组合连接混凝土剪力墙结构。

**2.1.6**通长式组合连接混凝土剪力墙结构　　precast steel-concrete composite shear wall structure

全部或大部分剪力墙构件由通长式组合连接混凝土剪力墙构件组成的装配式组合连接混凝土剪力墙结构。

**2**.**1**.**7**　钢连接件　　[steel](https://cn.bing.com/dict/search?q=steel&FORM=BDVSP6&mkt=zh-cn) [connector](https://cn.bing.com/dict/search?q=connector&FORM=BDVSP6&mkt=zh-cn)

预埋在预制混凝土剪力墙构件中的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](https://cn.bing.com/dict/search?q=Effective&FORM=BDVSP6&mkt=zh-cn) [shear](https://cn.bing.com/dict/search?q=Shear&FORM=BDVSP6&mkt=zh-cn) [area](https://cn.bing.com/dict/search?q=Area&FORM=BDVSP6&mkt=zh-cn) of steel connector

钢连接件中平行于剪力方向的截面面积。

## 2.2　符号

**2**.**2**.**1**　材料性能

c——混凝土轴心抗压强度设计值；

y、y——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

a、a——型钢（钢板）抗拉、抗压强度设计值；

av——型钢（钢板）抗剪强度设计值。

**2**.**2**.**2**作用和作用效应

S——荷载组合的效应设计值；

M——弯矩设计值；

N——轴向力设计值；

V——剪力设计值；

——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；

——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；

——通长式组合连接混凝土剪力墙型钢部分的受剪承载力设计值；

Vjd——水平接缝处受剪承载力设计值；

——正截面承载力计算中纵向钢筋的受拉、受压应力；

——正截面承载力计算中型钢翼缘的受拉、受压应力；

——承载力抗震调整系数。

**2**.**2**.**3**几何参数

——剪力墙受拉、受压区暗柱内配置的型钢截面面积；

——钢连接件的全截面面积；

Aav——钢连接件中平行于剪力方向的翼缘、腹板或钢板的面积；

——混凝土截面面积；

——剪力墙受拉、受压区暗柱内配置的钢筋截面面积；

Asv——垂直于结合面的抗剪钢筋面积；

——受拉区端部的型钢与钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

——受拉区端部的钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

——受拉区端部的型钢合力点至受拉区边缘的距离；

——受压区端部的钢筋合力点至受压区边缘的距离；

——受压区端部的型钢合力点至受压区边缘的距离；

bw——墙截面宽度；

d——钢筋的公称直径（简称直径）；

e0——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；

——剪力墙截面高度；

——剪力墙截面有效高度；

la——受拉钢筋的基本锚固长度；

lae­——考虑地震作用影响的受拉钢筋的锚固长度；

t——剪力墙墙肢厚度。

**2**.**2**.**4**计算系数及其他

——受压区混凝土压应力影响系数；

——受压区混凝土应力图形影响系数；

∆u——结构楼层层间最大位移；

——计算截面处的剪跨比；

——混凝土剪力墙轴压比。

# 3　基本规定

**3.0.1**在装配式建筑设计阶段，应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。

**3.0.2**装配式组合连接混凝土剪力墙结构应模数协调，采用标准化设计，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。

**3.0.3**装配式组合连接混凝土剪力墙结构设计应按照通用化、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。

**3.0.4**装配式组合连接混凝土剪力墙结构的设计除应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定外，尚应符合下列规定：

**1**应采取有效措施加强结构的整体性；

**2**宜采用高强混凝土、高强钢筋；

**3**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。

【条文说明】有效措施包括采用本结构的连接方式，边缘构件采用现浇钢筋混凝土等。

**3.0.5**装配式组合连接混凝土剪力墙结构的预制构件尺寸和形状应符合下列规定：

**1**应满足建筑使用功能、模数协调、标准化要求；

**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。

**3.0.6**装配式组合连接混凝土剪力墙结构构件深化设计应满足建筑、结构、设备、装修等专业及构件制作、运输、安装等环节的综合要求。

**3.0.7**装配式组合连接混凝土剪力墙结构应满足适用性能、环境性能、经济性能、安全性能、耐久性能等要求，宜采用绿色建材和性能优良的部品部件。

# 4　材　　料

**4.0.1**　装配式组合连接混凝土剪力墙结构的材料应符合下列规定：

**1**　混凝土的材料指标、力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；预制混凝土构件的混凝土强度等级不应低于C30；

**2**　钢筋、钢材的性能要求应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《钢结构通用规范》GB55006、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017和《建筑抗震设计规范》GB50011、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1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，材料应符合国家现行有关标准的规定；

**4**　连接用的焊接材料、螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合国家现行标准《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的有关规定；

**5**　上层预制剪力墙板与下层预制剪力墙板之间的后浇筑混凝土宜采用比预制部分混凝土强度等级高一级及以上的补偿收缩自密实混凝土，并应满足施工要求。

【条文说明】实践中，为了防止或者减少收缩裂缝，后浇筑混凝土也不宜超过预制混凝土强度过多，通常不宜超过2级。当采取有效措施，能够避免泌水集中且保证混凝土质量时，后浇筑混凝土可采用与预制混凝土同等强度的补偿收缩自密实混凝土。

**4.0.2**外露金属件应按不同耐火等级、环境类别进行防火和防腐处理，并应满足防火和耐久性要求。

**4.0.3**夹心保温外墙板中内外叶墙板的拉结件应符合下列规定：

**1**拉结件宜采用不锈钢连接件等材料；

**2**拉结件应满足耐久性要求；

**3**拉结件应满足夹心保温外墙板的节能设计要求。

【条文说明】工程实践中，部分外保温脱落，形成安全隐患并导致高昂的维修费用。要重视夹心保温外墙板拉结件的安全性和耐久性的问题，采取有效措施，例如采用不锈钢拉结件等。

# 5　结构设计基本规定

## 5.1　一般规定

**5.1.1**　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5.1.1的规定。

表5.1.1　装配式组合连接混凝土剪力墙结构适用的最大高度（m）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | 抗震设防烈度 | | | | |
| 6度 | 7度 | 8度  （0.20g） | 8度  （0.30g） | 9度 |
| 分离式组合连接混凝土剪力墙 | 130 | 110 | 90 | 70 | / |
| 通长式组合连接混凝土剪力墙 | 140 | 120 | 100 | 80 | 60 |
| 部分框支组合连接混凝土剪力墙 | 110 | 90 | 70 | 40 | / |

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　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　部分框支组合连接混凝土剪力墙指首层或底部两层为框支层的剪力墙结构，不包括仅个别框支墙的情况。

**5.1.2**　装配式组合连接混凝土剪力墙结构的高宽比不宜超过表5.1.2的数值。

表5.1.2　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 |
| 分离式组合连接混凝土剪力墙 | 6 | 5 | / |
| 通长式组合连接混凝土剪力墙 | 6 | 5 | 4 |
| 部分框支组合连接混凝土剪力墙 | 6 | 5 | / |

【条文说明5.1.1、5.1.2】　根据北京峰筑工程技术研究院有限公司等单位的有限元分析和实验成果，分离式组合连接混凝土剪力墙的抗震性能优于灌浆套筒连接剪力墙，通长式组合连接混凝土剪力墙的抗震性能优于现浇混凝土剪力墙。因此，本标准分离式组合连接混凝土剪力墙结构的适用高度和最大高宽比同现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1中套筒连接混凝土剪力墙结构的适用高度和最大高宽比；通长式组合连接混凝土剪力墙结构的适用高度和最大高宽比同现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3现浇钢筋混凝土剪力墙结构的适用高度和最大高宽比。

**5**.**1**.**3**　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。

1 标准设防类装配式组合连接混凝土剪力墙结构的抗震等级应按表5.1.3确定。

表5.1.3　标准设防类装配式组合连接混凝土剪力墙结构抗震等级

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | | | 抗震设防烈度 | | | | | | | | | |
| 6度 | | 7度 | | | 8度 | | | 9度 | |
| 分离式组合连接混凝土剪力墙 | 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 | / | / |
| 通长式组合连接混凝土剪力墙 | 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 |
| 部分框支组合连接剪力墙 | 高度（m） | | ≤70 | >70 | ≤24 | >24且≤70 | >70 | ≤24 | >24且≤70 | >70 | ≤24 | >24 |
| 框支框架 | | 二 | 二 | 二 | 二 | 一 | 一 | 一 | / | / | / |
| 剪力墙 | 底部加强部位 | 三 | 二 | 三 | 二 | 一 | 二 | 一 | / | / | / |
| 一般部位 | 四 | 三 | 四 | 三 | 二 | 三 | 二 | / | / | / |

**2** 　重点设防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采取抗震措施；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；

**3**　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；

**4** 当建筑场地为I类时，除6度外，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。

【条文说明】本条所述更高的抗震措施包括：1.采用通长式组合连接混凝土剪力墙；2.采用现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中特一级剪力墙的抗震措施等。

## 5.2　作用及作用组合

**5.2.1**　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《工程结构通用规范》GB55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定确定。

【条文说明】当为高层建筑时，还须满足现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定。

**5.2.2**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。

**5.2.3**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/m2。

【条文说明5.2.2、5.2.3】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。

**5.2.4**预制构件中钢连接件的验算应符合本标准、现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《钢结构通用规范》GB55006、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定及本标准的相关规定。

## 5.3　结构计算

**5.3.1**装配式组合连接混凝土剪力墙结构应采用符合工程实际的装配式组合连接混凝土剪力墙结构分析模型，分析模型应能反映结构中节点连接和各构件的实际受力情况。

**5.3.2**在各种设计工况下，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。装配式组合连接混凝土剪力墙应符合下列规定：

**1** 装配式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，地震作用组合的剪力设计值按现行国家标准《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，地震作用组合的剪力设计值按现行国家标准《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。

**2** 装配式组合连接混凝土剪力墙用于部分框支剪力墙结构的落地剪力墙底部加强部位时，对于一、二级剪力墙，地震作用组合的剪力设计值按现行国家标准《建筑抗震设计规范》 GB 50011中部分框支剪力墙结构的落地剪力墙剪力设计值的1.30倍采用，对于三、四级剪力墙，地震作用组合的剪力设计值按现行国家标准《建筑抗震设计规范》 GB 50011中部分框支剪力墙结构的落地剪力墙剪力设计值的1.20倍采用。

【条文说明】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。

**5.3.3**　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弹性计算方法。

**5.3.4**　按弹性方法计算的风荷载或多遇地震作用下的楼层层间最大水平位移（△*u*）与层高（*h*）之比不宜大于1/1000。

**5.3.5**　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。

【条文说明】内力和变形计算时，填充墙对结构刚度的影响的周期折减系数同现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定。

**5.3.6**　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。

# 6　剪力墙结构设计

## 6.1　一般规定

**6.1.1**　抗震设计时，装配式组合连接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，不应采用较多短肢剪力墙。有下列情况之一时，宜采用通长式组合连接混凝土剪力墙：

**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** 部分框支剪力墙结构底部加强部位的剪力墙；

**4**抗震性能高于一级抗震等级的装配式剪力墙；

**5**8度和9度的电梯井筒和疏散楼梯处装配式剪力墙；

**6** 复杂受力的剪力墙。

【条文说明】通长式组合连接混凝土剪力墙的抗震性能更好，宜在关键部位或者高烈度建筑物采用。短肢剪力墙和较多短肢剪力墙的定义符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定。剪力墙有可能复杂受力，例如错层处平面外受力的剪力墙，宜采用通长式组合连接剪力墙。

**6.1.2**　楼层内相邻预制剪力墙之间宜采用整体式接缝连接。

【条文说明】此条与现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1保持一致，楼层内相邻预制剪力墙之间宜采用整体式接缝连接。钢连接件可根据工程实际需要位于墙身区域或暗柱区域。

**6**.**1**.**3**　预制墙板的配筋应符合国家现行标准《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中对剪力墙、连梁和边缘构件的规定。预制墙板配筋宜采用小直径钢筋，抗震等级为一、二、三级预制墙板的竖向连接钢筋面积和竖向钢连接件面积应根据计算确定。

**6.1.4**　预制墙板水平两侧伸出钢筋的长度、间距和端部做法宜采用统一的做法，应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

**6**.**1**.**5**　钢筋连接除满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，尚应满足下述规定：

**1** 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做法；

**2** 钢筋在墙上下端部现浇区域内连接时，可采用搭接连接方式；

**3** 竖向分布钢筋当采用直筋搭接形式时，搭接长度不应小于1.2lae，且不应小于300mm；

**4** 竖向分布钢筋当采用弯锚连接形式时，连接长度不应小于1.2lae，竖直段长度不应小于0.6lae，且不应小于200mm，水平弯折段长度不宜小于15d。

【条文说明】现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010要求剪力墙纵向分布钢筋搭接长度不小于1.2lae。组合连接剪力墙采用了型钢连接与钢筋连接的组合连接方式，力学性能优于普通剪力墙分布钢筋的搭接性能。本条要求组合连接剪力墙的分布钢筋连接长度同剪力墙分布钢筋连接长度偏于安全。采用弯锚时，直线段锚固长度可为基本锚固长度的60%，弯折段长度为15d。

**6**.**1**.**6**　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，抗剪粗糙面的凸凹不应小于6mm，抗剪粗糙面的面积不宜小于结合面的80%。

**6**.**1**.**7**　装配式组合连接混凝土剪力墙结构可采用叠合楼盖，叠合楼盖宜符合下列规定：

**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；

**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，抗剪粗糙面的面积不宜小于结合面的80%；

**4** 板端支座处，预制板内的纵向受力钢筋宜锚入支撑梁或墙的后浇混凝土中，锚固长度不应小于5d，且宜伸过支座中心线；

**5** 双向叠合板采用预制板拼接方案时，拼接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上且宜避开最大弯矩截面，拼接缝宽度不宜小于200mm；

**6** 当预制板设置桁架钢筋时，桁架钢筋应符合下列规定：

**1）**宜沿板主受力方向单向布置；

**2**）边距不宜大于300mm，间距不宜大于600mm；

**3**）弦杆钢筋直径不宜小于8mm，腹杆钢筋直径不应小于4mm；

**7** 悬挑楼板采用叠合楼板时，应采用有效加强措施，且应进行抗剪验算。

【条文说明】目前荷载作用效应有所增加，偏于安全，弦杆钢筋直径要求不小于10mm。确有经验，弦杆钢筋可采用8mm。在工程实践中，桁架钢筋不应替代楼板底部钢筋。

**6.1.8**剪力墙在楼面位置宜设置连续的水平后浇带或圈梁。水平后浇带和圈梁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。

**6.1.9**剪力墙洞口处采用预制连梁时，连梁的配筋、锚固等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。

**6.1.10**门窗洞口处两侧宜采用现浇墙肢，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。当剪力墙门窗洞口两侧采用预制墙肢，且作为构造构件时，可采用钢筋搭接、套筒等方式连接；当剪力墙门窗洞口两侧采用预制墙肢，且作为边缘构件时，墙肢宽度不宜小于300mm（图6.1.10），宜采用通长式组合连接墙，并宜符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定。



1—后浇边缘构件；2—洞口两侧预制墙肢；3—门窗洞口

**图6.1.10　洞口区域墙体构造示意**

【条文说明】门窗洞口处两侧剪力墙墙肢可采用现浇方式，也可采用预制方式。

## 6.2　分离式组合连接混凝土剪力墙结构

**6.2**.**1**分离式组合连接混凝土剪力墙正截面承载力和斜截面承载力验算时，应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中对钢筋混凝土剪力墙承载力验算的有关规定。

【条文说明】分离式型钢的对构件承载力和延性有一定提升。偏于安全，构件截面承载力验算只考虑钢筋的作用。

**6.2**.**2**　计算地震作用时，分离式组合连接混凝土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6.2.2的限值：

　　　　　　（6.2.2）

式中： ——分离式组合连接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；

——混凝土剪力墙墙肢中混凝土截面面积；

——混凝土轴心抗压强度设计值。

表6.2.2　分离式组合连接混凝土剪力墙的轴压比限值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗震等级 | 一级（9度） | 一级 | 二、三级 | 四级 |
| 轴压比限值 | / | 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；

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。

【条文说明】分离式组合连接混凝土剪力墙不适用于9度。

**6.2.3**分离式组合连接混凝土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墙肢的长度方向；剪力墙抗震等级为三级和四级时，钢连接件截面尺寸不宜小于6.5号槽钢截面尺寸；剪力墙抗震等级为一级和二级时、钢连接件截面尺寸不宜小于8号槽钢截面尺寸；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。

【条文说明】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。

**6.2.4**分离式组合连接混凝土剪力墙的钢连接件埋入预制墙板中的长度不宜小于钢连接件截面高度的3倍，且不宜小于250mm，埋入部分两侧宜分别设置2个以上圆柱焊钉，圆柱焊钉最小直径不宜小于10mm。

**6.2.5**分离式组合连接混凝土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。

**6.2.6**当底部加强区采用分离式组合连接混凝土剪力墙时，剪力墙分布钢筋的配筋，应符合下列规定：

**1**一、二、三级剪力墙的分布钢筋配筋率不应小于0.30%；

**2**四级剪力墙分布钢筋配筋率不应小于0.25％。

【条文说明】当底部加强区采用分离式组合连接混凝土剪力墙时，宜对剪力墙适当加强。

**6.2.7**分离式组合连接混凝土剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值的计算应符合下列规定：

**1**　当轴力为压力时，应按下式计算：

　　（6.2.7-1）

式中：*V*jd——水平接缝处受剪承载力设计值；

——钢筋抗拉强度设计值；

*A*sv——垂直于结合面的抗剪钢筋面积；

——型钢（钢板）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向压力设计值，取绝对值；当轴力大于0.5*f*c*b*w*h*w时，取0.5*f*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，应按下式计算：

　　（6.2.7-2）

式中： *N*——与剪力设计值V对应的垂直于结合面的轴向拉力设计值，取绝对值。

【条文说明】偏于安全，对型钢的抗剪承载力只考虑有效抗剪面积。

## 6.3　通长式组合连接混凝土剪力墙结构

**6.3.1**在进行结构内力和变形计算时，通长式组合连接混凝土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。

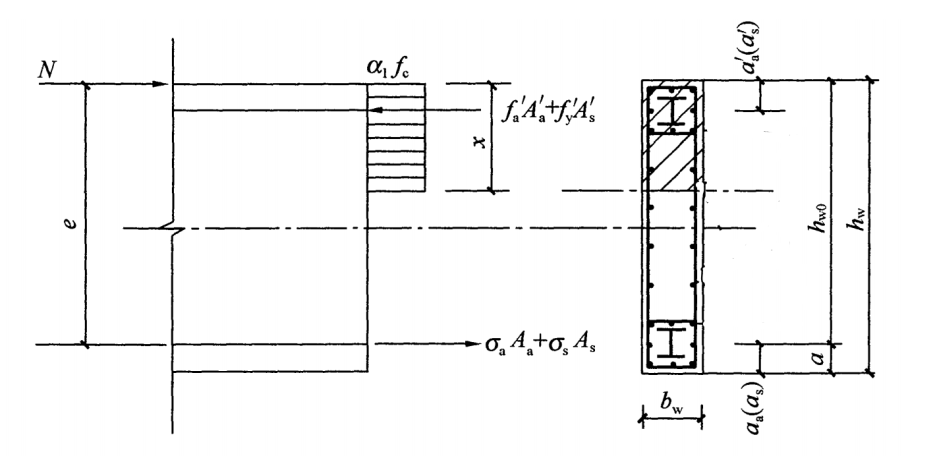
【条文说明】通常情况下，通长式组合连接混凝土剪力墙含钢率较低，可不考虑其对剪力墙构件整体刚度的影响。

**6.3.2**当通长式组合连接混凝土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0.04，在风荷载作用下楼层位移验算和构件设计时的阻尼比可取0.04；当楼盖梁采用钢筋混凝土梁时，在多遇地震作用下的结构阻尼比可取0.05，在风荷载作用下楼层位移验算和构件设计时的阻尼比可取0.04；结构舒适度验算时的阻尼比可取0.0l～0.02。

【条文说明】本条参照现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138的有关规定，偏于安全，风荷载作用下阻尼比取0.04。

**6.3.3**当通长式钢连接件位于非暗柱区域，通长式组合连接混凝土剪力墙的正截面承载力验算可只计算钢筋的作用，按照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中钢筋混凝土剪力墙正截面承载力的相关公式进行验算。

**6.3.4**当通长式钢连接件位于暗柱区域，通长式组合连接混凝土剪力墙偏心受压时的正截面承载力验算应符合下列规定（图6.3.4）：



**图6.3.4　偏心受压剪力墙正截面受压承载力计算参数示意图**

**1**持久、短暂设计工况下，应符合下列公式规定：

（6.3.4-1）

（6.3.4-2）

**2**地震设计工况下，应符合下列公式规定：

（6.3.4-3）

（6.3.4-4）

　　　　　　（6.3.4-5）

　　　　　　　　　　　　（6.3.4-6）

　　　　　　　　　　（6.3.4-7）

**3**受拉或受压较小侧的钢筋应力（）和型钢翼缘应力（可按下列规定执行：

1）当时，取**，**

2）当时，可按下列公式计算：

　　　　　（6.3.4-8）

　　　　　（6.3.4-9）

　　　　　　（6.3.4-10）

式中：*N*——剪力墙轴向压力设计值；

*M*——剪力墙弯矩设计值；

——承载力抗震调整系数；

——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；

*—*—混凝土轴心抗压强度设计值；

y*、*y——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

a、a——型钢（钢板）抗拉、抗压强度设计值；

——剪力墙截面高度；

——剪力墙截面有效高度；

——剪力墙截面宽度；

——受拉区端部的型钢与钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

——受拉区端部的钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

——受拉区端部的型钢合力点至受拉区边缘的距离；

——受压区端部的钢筋合力点至受压区边缘的距离；

——受压区端部的型钢合力点至受压区边缘的距离；

——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；

——剪力墙受拉、受压区暗柱内配置的纵向钢筋截面面积，暗柱范围不宜大于剪力墙构造边缘构件范围；

——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；

——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，可按线性内插取值。

【条文说明】端部暗柱型钢截面面积采用钢连接件的有效抗剪面积。

**6.3.5**当通长式钢连接件位于暗柱区域，通长式组合连接混凝土剪力墙偏心受拉时的正截面承载力验算应符合下列规定：

**1**持久、短暂设计工况下，应符合下式规定：

　　　　　　　（6.3.5-1）

**2**地震设计工况下，应符合下式规定：

　　　　　（6.3.5-2）

**3**和应按下列公式计算：

　　　　（6.3.5-3）

　（6.3.5-4）

式中：*N*——剪力墙轴向拉力设计值；

——偏心距；

——剪力墙轴向受拉承载力；

——剪力墙受弯承载力。

**6.3.6**通长式组合连接混凝土剪力墙的斜截面承载力验算应符合下列规定：

**1**当通长式组合连接混凝土剪力墙的钢连接件位于非暗柱区域时，斜截面承载力的计算应符合下列规定：

1）持久、短暂设计工况下，应符合下列公式规定：

　（6.3.6-1）

　　　　　　（6.3.6-2）

　　　　　　　　（6.3.6-3）

2）地震设计工况下，应符合下式规定：

　　　　（6.3.6-4）

式中：——剪力墙的剪力设计值；

——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，即剪力墙墙肢剪力设计值减去型钢承受的剪力值，可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中对钢筋混凝土剪力墙斜截面承载力的相关公式进行验算；

——计算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，可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3中钢筋混凝土剪力墙斜截面承载力相关公式进行验算；

——通长式组合连接混凝土剪力墙型钢部分的受剪承载力设计值；

——型钢连接件的有效抗剪面积；

*——*计算截面处的剪跨比。当时，取1.5，当时，取2.2；当计算截面与墙底距离小于0.5时，取距离墙底0.5的弯矩值与剪力值计算。

**2**当通长式组合连接混凝土剪力墙的钢连接件位于暗柱区域时，斜截面承载力验算时应符合现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ 138中对型钢混凝土剪力墙斜截面的有关规定，端部暗柱区域的型钢截面面积应采用钢连接件有效抗剪面积。

**6.3.7**通长式组合连接混凝土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；剪力墙抗震等级为三级和四级时，钢连接件截面尺寸不宜小于8号槽钢截面尺寸；剪力墙抗震等级为一级和二级时、钢连接件截面尺寸不宜小于槽钢[10截面尺寸；应设置圆柱焊钉，圆柱焊钉数量宜根据计算确定；钢连接件每侧的圆柱焊钉不少于2个，最小直径不宜小于10mm。

【条文说明】通长式组合连接混凝土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。

6.3.8　通长式组合连接混凝土剪力墙的含钢率，一级、二级、三级时不应小于0.20%，四级时不应小于0.15%。

6.3.9　当底部加强区采用通长式组合连接混凝土剪力墙时，剪力墙的含钢率，一级、二级、三级、四级时不应小于0.20%。

**6.3.10**　通长式组合连接混凝土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。

**6.3.11**当底部加强区采用通长式组合连接混凝土剪力墙时，分布钢筋的配筋率，一、二、三级时不应小于0.30%，四级剪力墙分布钢筋最小配筋率不应小于0.25％。对于部分框支剪力墙，配筋率宜增加0.05%。

【条文说明6.3.8～6.3.11】适当调整了通长式组合连接混凝土剪力墙的最小含钢率和最小配筋率。对于非底部加强区的一级、二级和三级剪力墙，通长式组合连接混凝土剪力墙的最小含钢率与最小配筋率之和为0.45%，对于四级剪力墙，通长式组合连接混凝土剪力墙的最小含钢率与最小配筋率之和为0.35%，较现有预制混凝土剪力墙的最小配筋率有较大幅度提升；对于底部加强区的剪力墙进一步加强。这些措施有效提升构件承载力和延性，加强结构整体安全性。

**6.3.12**计算地震作用时，重力荷载代表值作用下通长式组合连接混凝土剪力墙墙肢的轴压比应按下式计算，且不应超过表6.3.12的限值。

　　　　（6.3.12）

式中：——通长式组合连接混凝土剪力墙的轴压比；

——重力荷载代表值作用下墙肢的轴向压力设计值；

——混凝土剪力墙墙肢中混凝土截面面积；

——混凝土轴心抗压强度设计值；

——钢连接件的抗压强度设计值；

——钢连接件的全截面面积。

表6.3.12　通长式组合连接混凝土剪力墙轴压比限值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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计入中部钢连接件的截面面积。

**6.3**.**13**通长式组合连接混凝土剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值的计算应符合下列规定：

**1**当轴力为压力时，应按下式计算：

　　（6.3.13-1）

式中：*V*jd——水平接缝处受剪承载力设计值；

——钢筋抗拉强度设计值；

*A*sv——垂直于结合面的抗剪钢筋面积；

——型钢（钢板）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向压力设计值，取绝对值；当轴力大于0.5*f*c*b*w*h*w时，取0.5*f*c*b*w*h*w；

*b*w——墙肢截面宽度；

*h*w——墙肢截面高度。

**2**　当轴力为拉力时，应按下式计算：

　　（6.3.13-2）

式中：*N*——与剪力设计值*V*对应的垂直于结合面的轴向拉力设计值，取绝对值。

# 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”和“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** 标准中指明应按其他规范、规程、标准执行时，采用“应按……执行”或“应符合……的要求或规定”。

# 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. 《钢结构焊接规范》GB 50661
5. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
6. 《工程结构通用规范》GB55001
7. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002
8. 《钢结构通用规范》GB55006
9. 《混凝土结构通用规范》GB55008
10. 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
11. 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
12. 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
13. 《组合结构设计规范》JGJ 138