**一向少墙剪力墙结构**

**抗震设计方法若干指导意见**

**（征求意见稿）**

目 录

[1 总则 1](#_Toc527383882)

[2 术语、符号 1](#_Toc527383883)

[3 少墙方向结构结构组成 2](#_Toc527383884)

[4一向少墙结构的结构体系 2](#_Toc527383885)

[5结构概念设计 3](#_Toc527383886)

[6 计算模型 3](#_Toc527383887)

[7 抗震等级 8](#_Toc527383888)

[8抗震性能目标 8](#_Toc527383889)

[9 构造措施 9](#_Toc527383890)

# 1 总则

1.1 根据深圳市住建局《关于提升建设工程质量水平 打造城市建设精品的若干措施》（深建规[2017]14号）的要求，针对近年来深圳大量出现的一向少墙剪力墙结构抗震设计方法，根据已有研究成果和工程经验，特制定本文件。

1.2本文件适用于深圳地区，其它抗震设防7度区可参考应用。

1.3结构设计应符合国家和广东省有关规范规定，现行规范中没有规定的问题，参照本文件相关条文采用。

# 2 术语、符号

 **2.1 术语**

2.1.1 扁柱楼板框架 Flat Column-Slab Frame

由剪力墙部分墙段面外与楼板共同组成的框架。

**2.2 符号**

2.2.1 作用和作用效应

 ——规定水平力作用下第层的楼层总剪力

 ——规定水平力作用下第层的剪力墙分担的楼层总剪力

 ——规定水平力作用下第层的梁柱框架分担的楼层总剪力

 ——规定水平力作用下第层的扁柱楼板框架分担的楼层总剪力

2.2.1 计算系数及其它

 ——规定水平力作用下第层剪力墙分担的楼层剪力比

——规定水平力作用下第层梁柱框架分担的楼层剪力比

——规定水平力作用下第层扁柱楼板框架分担的楼层剪力比

 ——约束边缘构件沿墙肢的长度

 ——梁柱框架（沿墙肢）的长度

 ——扁柱楼板框架沿墙肢的长度

# 3 少墙方向结构结构组成

3.1一向少墙剪力墙结构是指仅在一个方向（Y向）剪力墙很多，符合规范对剪力墙结构的要求，而在另一向（X向）仅有少量剪力墙的结构。

3.2少墙方向系由三部分结构组成：（1）少量X向布置的剪力墙（2）Ｘ向梁和柱（含剪力墙端柱）组成的框架（3）Ｙ向墙和楼板组成的扁柱楼板框架。以图3.1结构平面布置图为例，经划分后X向结构组成如图3.2所示，X向剪力墙以黑体填充表示；图中无填充的部分为X向梁柱框架，其特点是框架柱截面包括Y向剪力墙端部一定长度在内，其形状为非矩形截面；扁柱楼板框架以斜向平行线填充表示，其特点为扁柱楼板框架两侧的扁柱往往不在同一轴线上。由此可见，本结构少墙方向的结构体系不能判别为剪力墙结构体系。



图3.1 某工程的平面布置示意图



图3.2 少墙方向抗侧力体系示意图

3.3 少墙方向结构由剪力墙、梁柱框架、扁柱楼板框架三部分共同工作抗御水平地震作用。

# 4一向少墙结构的结构体系

4.1 当扁柱楼板框架的剪力比小于0.1时属于框架-剪力墙结构，应按规范框架-剪力墙结构进行设计；当比值大于0.1时属于复合框架-剪力墙结构，除按规范框架-剪力墙结构进行设计外，应对扁柱框架的抗震承载力进行验算，并进行相应的构造加强。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 扁柱楼板框架剪力比 | 结构体系 | 设计方法及注意事项 |
| *μiwf*≤0.1 | 框架-剪力墙结构 | 执行规范框架-剪力墙结构设计方法。 |
| 0.1<*μiwf*<0.2 | 复合框架-剪力墙结构 | 除按规范框架-剪力墙结构进行设计外，应对扁柱框架的抗震承载力进行验算，并进行相应的构造加强。 |

4.2 从结构的变形曲线中，亦可辨别一向少墙结构的结构体系。（1）剪力墙结构变形曲线是弯曲型；（2）框架结构变形曲线是剪切型；（3）框剪结构或一向少墙结构变形曲线是弯剪型。

# 5结构概念设计

5.1 宜控制扁柱楼板框架的剪力比在0.1以内，扁柱楼板框架的剪力比不宜大于0.2，不应大于0.3。

5.2 设计时，少墙方向宜尽量增设剪力墙，符合高规8.1.3条[1]关于框架剪力墙结构的规定；

5.3 少墙方向宜增大Ｘ向梁、柱（含剪力墙端柱）框架的刚度，减小扁柱框架分担的剪力；

# 6 计算模型

**6.1 多遇地震（小震）计算模型**

6.1.1 剪力墙。少墙方向需要根据墙面外的作用，对墙单元分段。一向少墙剪力墙结构在计算时，剪力墙分段方法与一般剪力墙结构不同，它必须兼顾Y向剪力墙结构与少墙方向梁柱框架中柱截面的需要， X向布置的剪力墙、梁柱框架、扁柱楼板框架的分段原则如下：

（1）一字墙



图6.1

如图6.1的一字墙，面外即不搭梁亦不与X向剪力墙相接，此时整段一字墙划为扁柱楼板框架的一部分。

（2）一字墙面外搭梁



图6.2



图6.3



图6.4

 当一字墙面外搭梁时，大致可分为三种情形。当如图6.2所示在墙面外的端部搭梁时，梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*max*（*bb*+*bw*，0.5*lc*）；图6.3在距离墙端*b1*的位置设置一道梁时，梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*max*（*b1*+*bb*+*bw*，0.5*lc*），此处*b1*≤*bw*；图6.4在墙中部设置一道梁时，梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*bb*+2*bw*。

（3）一端与端柱相连



图6.5



图6.6

 当如图6.5所示在墙的其中一端与端柱相连时，梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*bc*+300；图6.6一端与端柱相连，另一端搭梁的情形，与端柱相连一端的梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*bc*+300，搭梁一端的梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*max*（*bb*+*bw*，0.5*lc*）。

（4）一端与X向剪力墙相连



图6.7



图6.8



图6.9

 当一字墙一端与X向剪力墙相连时，大致可分为三种情形。当如图6.7一端与X向剪力墙的中部相连时，一字墙长*lbz*，该一字墙均计入扁柱楼板框架段；图6.8一端与X向剪力墙的端部相连时，一字墙端部长度为*l*=*max*（*bw1*，300）的一段划为X向剪力墙，剩余的部分划为扁柱楼板框架段；图6.9一端在距离X向剪力墙端部*lx*的位置与X向剪力墙相连，且*lx*≤*bw1*+*bw2*时，一字墙端部长度为*l*=*max*（*bw1*，300）的一段划为X向剪力墙，剩余的部分划为扁柱楼板框架段；当*lx*＞*bw1*+*bw2*时，X向剪力墙及扁柱楼板框架段的取值与图6.7一致。

（5）一端与X向剪力墙相连，另一端搭梁



图6.10



图6.11



图6.12

 图6.10一端与X向剪力墙的中部相连，另一端搭梁时，端部梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*max*（*bb*+*bw*，0.5*lc*），剩余部分划为扁柱楼板框架；图6.11一端与X向剪力墙的端部相连时，另一端搭梁时，一字墙端部长度为*l*=*max*（*bw1*，300）的一段划为X向剪力墙，另一端梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*max*（*bb*+*bw*，0.5*lc*），剩余的部分划为扁柱楼板框架；图6.12一端在距离X向剪力墙端部*lx*的位置与X向剪力墙相连，且*lx*≤*bw1*+*bw2*，另一端搭梁时，一字墙端部长度为*l*=*max*（*bw1*，300）的一段划为X向剪力墙，另一端梁柱框架的柱宽取值为*lf*=*max*（*bb*+*bw*，0.5*lc*），剩余的部分划为扁柱楼板框架；当*lx*＞*hw1*+*bw2*时，X向剪力墙及扁柱楼板框架的取值与图6.10一致。

 对于以上各图，建议：一、当*lbz*即扁柱楼板框架段尺寸小于*min*（300，*bw*）时，可将扁柱楼板框架段计入梁柱框架段或X向剪力墙段，如当一字墙一端仅与端柱相连或面外搭梁时，扁柱框架段并入梁柱框架段，否则并入X向剪力墙；二、图中*lc*的计算依据高规7.2.15条[1]取值如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 一级（9度） | 一级（6、7/8度） | 二、三级 |
|  |  |  |  |  |  |
| *lc*（暗柱） | 0.20 *hw* | 0.25*hw* | 0.15 *hw* | 0.20 *hw* | 0.15 *hw* | 0.20 *hw* |
| *lc*（翼墙或端柱） | 0.15 *hw* | 0.20 *hw* | 0.10 *hw* | 0.15 *hw* | 0.10 *hw* | 0.15 *hw* |

注：1 为墙肢在重力荷载代表值作用下的轴压比，为墙肢的长度；

 2 剪力墙的翼墙长度小于翼墙厚度的3倍或端柱截面边长小于2倍墙厚时，按无翼墙、无端柱查表。

 3 *lc*为约束边缘构件沿墙肢的长度。对暗柱不应小于墙厚和400mm的较大值；有翼墙或端柱时，不应小于翼墙厚度或端柱沿墙肢方向截面高度加300mm。

6.1.2 梁柱框架。与框架结构或框剪结构的框架采用杆单元模拟不同，少墙方向的梁柱框架一般是由剪力墙端柱接梁或剪力墙面外接梁构成，其截面包含Y向剪力墙端部一定长度范围内的墙，如下图6.13所示无填充的部分，因此少墙方向的框柱宜采用墙单元模拟。

6.1.3 楼板。楼板的作用是扁柱框架的“梁”，其设计需要考虑水平荷载作用。由于两侧扁柱往往不在同一轴线上，连接两侧扁柱的“梁”（楼板）在平面上往往是折梁的形式。楼板应采用具有面外及面内刚度的弹性板单元。



图6.13

6.1.4 采用以上剪力墙端部划分处理，小震作用下X向和Y向采用同一计算模型进行计算。

**6.2 设防地震（中震）计算模型**

采用与小震计算相同的计算方法，考虑到中震时，部分框架梁与连梁已弯曲屈服，连梁刚度折减系数取0.5，框架梁刚度折减系数取0.8。

**6.3 罕遇地震（大震）计算模型**

大震作用下扁柱楼板框架中的楼板多已屈服，采用弹性算法已不合适。考虑到现有程序仍没有扁柱楼板框架的弹塑性分析方法可供应用，大震模型计算可采用近似弹性算法，连梁刚度折减系数取0.3，框架梁刚度折减系数取0.5，阻尼比增大0.01~0.02。

# 7 抗震等级

7.1 当扁柱楼板框架剪力比*μiwf*>0.1时，该结构体系为复合框架剪力墙结构，在少墙方向的X向剪力墙其抗震等级宜按照框剪结构中的剪力墙选取，梁柱框架及扁柱楼板框架宜按框剪结构中的框架选取。扁柱可不考虑与抗震等级有关的内力调整系数，但宜考虑与抗震等级相关的抗震构造措施。少墙方向与非少墙方向的结构体系不同可能会引起两个方向的抗震等级不一致，现有程序无法区别对待，建议设计时，宜从严选取。

# 8抗震性能目标

8.1 少墙方向结构的抗震性能目标可按照C级选取，结构及构件的性能要求如下：

表1 一向少墙结构少墙方向性能目标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 抗震烈度 | 多遇地震 | 设防地震 | 罕遇地震 |
| 性能水准 | 1 | 3 | 4 |
| 层间位移角限值 | 1/500-1/800（1/650） | —— | 1/100 |
| 构件性能水平 | X向剪力墙 | 底部加强区 | 弹性 | 抗弯不屈服抗剪弹性 | 部分抗弯屈服（＜LS）抗剪不屈服 |
| 一般剪力墙 | 弹性 | 抗弯不屈服抗剪弹性 | 允许抗弯屈服（＜LS）抗剪不屈服 |
| 框架柱（含剪力墙端柱） | 弹性 | 抗弯不屈服抗剪弹性 | 部分抗弯屈服（＜LS）抗剪不屈服 |
| 扁柱 | 弹性 | 抗弯不屈服抗剪弹性 | 少量抗弯屈服（＜LS）抗剪不屈服 |
| 连梁 | 弹性 | 部分抗弯屈服抗剪不屈服 | 抗弯屈服（＜CP）抗剪不屈服 |
| 框架梁 | 弹性 | 部分抗弯屈服抗剪不屈服 | 抗弯屈服（＜CP）抗剪不屈服 |
| 楼板（梁） | 弹性 | 部分抗弯屈服抗剪不屈服 | 抗弯屈服（＜CP）抗剪不屈服 |

8.2少墙结构剪力墙在X方向的地震作用下出现面外破坏时，Y向剪力墙的抗震承载力将迅速降低，设计时应严格控制扁柱的抗震性能目标。

# 9 构造措施

9.1 少墙方向剪力墙与梁柱框架剪力调整增大10%，柱端箍筋加密区钢筋最大间距取100mm，钢筋最小直径取8mm；

9.2非少墙方向剪力墙的约束边缘构件配筋率及墙身配筋率增大10%；

9.3对于扁柱，当长度超过宽度6倍时，可增设暗柱，暗柱长度取2倍剪力墙厚度，纵向钢筋配筋率取0.6%~0.8%；

9.4少墙方向楼板的支座钢筋，按风和地震作用的计算结果宜增加10%且应保证钢筋的可靠锚固。