

# 浅谈建筑结构设计剪力墙结构设计

廖旭芳

广西建设职业技术学院

**摘要:**在现代城市发展进程中,高层建筑所占的比重越来越高,成为城市建筑的主要建筑类型。在高层建筑的结构设计中,剪力墙设计属于建筑设计的关键,其价值在于能够改善高层建筑抗风性、抗震性及使用寿命。但依据建筑特点及风格等差异,往往需要依赖剪力墙结构设计,以发挥其最佳的应用效果。为此,本文围绕剪力墙结构设计进行探讨,通过对剪力墙的特点、分类及设计原则分析,提出较为具体的设计要点及方法,以供参考。

**关键词:**高层建筑;结构设计;剪力墙;设计要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.13.083

## 引言

在高层建筑结构设计中,剪力墙发挥着至关重要的作用,是建筑物可靠性、综合性的重要前提。目前,随着高层建筑类型的不断增加,关于剪力墙的设计类型也更为多元,如结构安装位置、形状尺寸、节点工艺等,均给剪力墙设计提出较高要求。为此,在剪力墙结构设计的各个环节,应当充分考虑高层建筑的特点及需求,保证设计科学性、结构安全性、应用实效性,竭力发挥出剪力墙结构设计优势。具体而言,在剪力墙结构设计阶段,需要充分掌握设计原则、类型及特点,高质量落实剪力墙结构设计环节,依托复杂参数计算及数据优化,达到最佳的剪力墙结构设计效果。

## 一、剪力墙结构的概念

所谓剪力墙,即指房屋或构筑物中主要承受风荷载或地震作用引起的水平荷载和建筑竖向荷载(重力)的墙体,它的功能在于防止出现结构剪切破坏,因此也被普遍称为抗震墙<sup>[1]</sup>。剪力墙通常以钢筋混凝土为基础材料,以保证剪力墙的设计强度,为高层建筑结构提供稳定可靠的保证。由此可见,受高层建筑结构特征的影响,剪力墙结构的应用不可或缺,必须在设计环节得到高度重视,依托科学合理的设计增强建筑性能,使之具备更强的侧向刚度,提高对建筑竖向荷载抗力限值<sup>[2]</sup>。根据相关研究表明,剪力墙结构能够较好抵制建筑水平力,具备良好的水平方向荷载能力、结构属性等,因而在现城市高层建筑中,均应将剪力墙结构设计纳入关键环节,尤其需要采取科学合理的结构设计和布局,以发挥出剪力墙最佳效能。

## 二、剪力墙的相关分类

目前,根据高层建筑剪力墙结构设计分类,普遍将其划分为四种类型,即整截面墙、整体小开口墙、联肢墙和壁式框架等<sup>[3]</sup>。旨在以不同的剪力墙结构设计,适应当前多元化的建筑结构特点,切实发挥出剪力墙的最佳性能,具体形态如图1所示。

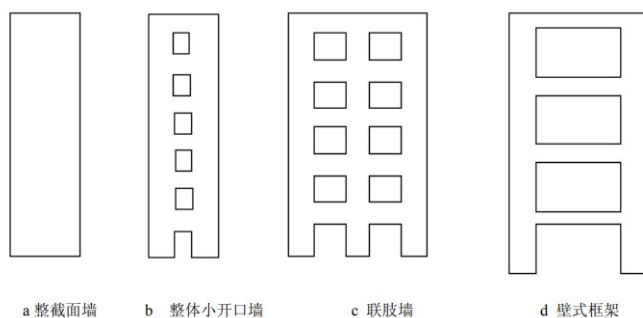


图1 不同类型剪力墙设计形态

### (一) 整截面墙

顾名思义,整截面墙即无洞口的剪力墙,或者该剪力墙所设计的洞口面积占比低于总面积的16%,且洞口之间的净距及洞口到墙边的距离大于洞口的长边长度的剪力墙,均可以被归纳为整截面墙。从整截面墙的形态来看,其如同一根竖直的悬臂梁,在对其实施力学计算时,可以按照材料力学方法计算。

### (二) 整体小开口墙

在剪力墙结构设计中,整体小开口墙属于较常见类型,其洞口开口稍大,面积在墙体总面积比较中占比大于16%,且洞口沿竖向成列布置的,均属于整体小开口墙类型<sup>[4]</sup>。此类剪力墙虽然设计有洞口,但所受到的性能影响并不明显,在水平荷载的作用下虽然墙肢中可出现局部弯曲,但其内力与整体墙之间差距较小,具备良好的应用性能。

### (三) 联肢墙

如上图(c)所示,联肢墙通常是指有一列或多列大尺寸洞口的剪力墙结构,并且利用墙肢完成各个结构之间的连接的墙体类型。联肢墙在实际的应用过程中,受其结构特点等因素的影响,其梁连接处有较大的突变概率,对墙截面整体性有较大削弱。

### (四) 壁式框架

当剪力墙结构设计中出现较大、宽的洞口排布,并且成列布置,墙肢宽度相对洞口尺寸较小,连梁的刚度接近或大于墙肢的刚度时,剪力墙的受力性能与框架相似,这类剪力墙成为壁式框架。

## 三、建筑结构设计剪力墙结构设计的要求

### (一) 科学调整楼层间位移与层高

在城市高层建筑设计中,各类参数的分析、计算与应用极其重要,是建筑设计及实践的核心内容<sup>[5]</sup>。为此,在剪力墙结构设计时应楼层间位移数据加以计算,尤其是针对特殊地区的剪力墙结构设计中,应充分考虑地震等极端情况及特点,结合楼层标准值实施合理调整,以获得更为精确的设计参数信息。在剪力墙设计落实阶段,应在设计中积极分析及保留结构弯矩变形情况,并将其纳入扭转变形范畴,在具体的施工作业环

节,全面计算楼层位移数据,并对构件高度进行精确评估,以达到降低扭转变形风险的目的。同时,剪力墙结构设计应与施工作业保持贯穿,利用设计与作业增强剪力墙结构性能指标,以真正规避剪力变形现象。

## (二)合理调整楼层剪力系数

剪力系数是剪力墙设计中重点考虑的问题,在设计环节应以减少剪力系数为核心,严格依据建筑设计标准开展相关设计。根据现阶段建筑设计的要求,剪力墙承受力与建筑整体承受力之间,应当保持密切的正比关系,如在以抗震性能为主的环节,需使两者间的比例控制在4:1范围,以保障结构重量设置合理性。另外,在剪力墙结构的布局上,同样需要通过合理管控达到最佳效果,即放置于最低区域以满足侧向结构区施工要求,一旦面临地震威胁时抵御潜在的损害。

## (三)精确把握剪力墙结构计算

依据《高层建筑混凝土结构技术规程》的相关规定,在建筑结构设计时应以舒适度为前提,尤其在剪力墙结构设计时,必须要落实分析、补充、计算等环节,保证精确的结构设计效果。结合剪力墙结构设计特点,通常以3条时长曲线计算结果为主,分析结构底部建立平均值,平均值已经超过了振型分解反应谱法计算结果,且实际的超过比率高达80%。对单一里程曲线进行分析计算时,其结果超出比率为65%,均符合剪力墙结构设计规范。若建筑结构所面临的地震振幅较大时,则需要加强对剪力墙细节部位的设计处理,达到高延性设计要求;若地震振幅在中等水平时,则需要注重对薄弱环节的处理,最大限度保持其处于弹性工作状态;若地震振幅较小时,则应以满足弹性设计要求为前提,确保剪力墙结构始终处于最佳性能区间。

## 四、建筑结构设计中的剪力墙结构设计要点

### (一)剪力墙结构布局设计

目前,城市建筑通常以高层建筑为主,一方面是适应空间节约的要求,另一方面是高层建筑作为未来趋势,应根据时代特点进行建筑结构设计。结合高层建筑结构设计特点来看,其平面宽度普遍较小,并且对抗侧刚度具有较高标准,以达到水平位移和舒适度需求。同时,从建筑结构设计的功能层面看,也应利用剪力墙的合理布局,满足居民对于居住空间的期待。通常情况下,在剪力墙设计时须从平面右端户型开始,将外挑通窗设计在客厅位置,使梁等基础结构的重复设置。

在此基础之上,在设计时还应优先从两侧着手,依据高层建筑结构设计对各性能参数的控制标准,适当增加剪力墙厚度参数,以适合建筑结构抗测目标,科学有效地控制抗扭变形问题。在结构设计与结构布局领域,还应注重相关参数的调整优化,使平面刚度中心能够与质量中心重合,在扭转情况的控制环节,要从整体角度出发沿外墙区域设置高连梁。针对建筑结构薄弱部位易变形的的问题,可以在剪力墙设计及布局时,合理增设水平翼墙等结构,以局部筒体的方式为主,提供结构总体高度<sup>[6]</sup>。根据剪力墙刚度分布渐变的特点,为保证轴压比例均匀性,应以外墙和内墙等截面为主体,按照由下至上的顺序逐步减少截面厚度,同时对其受力参数进行

精确计算,对各部位进行科学调整。此外,钢筋混凝土作为剪力墙的核心材料,在实际应用环节也需要依据其强度等级,按照建筑结构整体设计要求进行合理分布,各参数如表1所示。

表1 建筑结构层墙厚与混凝土等级参数

楼层	梁、板混凝土等级	剪力墙混凝土等级
1层	C55	C35
2-14层	C55-C50	C35
15-25层	C50-C45	C35
26层以上	C45-C40	C35

### (二)剪力墙连梁设计

在剪力墙结构设计中,连梁属于其中的关键环节之一,其设计质量优劣直接影响剪力墙整体性能。但根据现阶段的大量施工案例看,剪力墙连梁设计面临诸多的阻碍,如受连梁尺寸及高效等因素影响,缺乏有效的结构契合性,因而会导致剪力墙结构性能大打折扣。基于此,在剪力墙连梁的设计中,必须要重点加强连梁设计优化,为主体稳定奠定良好基础。

具体而言,在剪力墙连梁设计中应遵循如下步骤:

- (1)对连梁跨高实施科学设计,在设计时保证其截面大小、承载力等一致性,并在合理范围内尽量增加截面积,实现结构刚性、抗震能力、抗剪能力提升。
- (2)注重连梁内力地科学设计,即在连梁抗剪承载力方面,可通过对刚度折减系数进行调整,满足连梁符合建筑结构设计要求。
- (3)通过改善连梁的基础结构增强其抗剪强度,如利用双连梁或多连梁等组合方案等,依托水平接缝达到设计预期效果。
- (4)由于剪力墙结构对于高层建筑的作用显著,必须要全面满足其设计要求,若与减压比要求不符则易诱发连梁超筋风险,为此需要由设计人员进行判断与优化,可借助双连梁设计方案,或者减小连梁界面高度值等手段,用以大幅降低实际地震荷载。此后,再对连梁内力实施分析,并合理计算配筋参数,用于对连梁结构进行优化。
- (5)为优化连梁结构设计,可以在截面条件允许的情况下,在连梁内部设置交叉斜筋或钢板,以全面提升连梁的配筋率,达到增强结构强度的效果。

### (三)剪力墙结构厚度设计

从剪力墙结构设计特点来看,墙体的厚度与其各项性能参数影响密切,必须科学合理地把握设计环节,突出对墙体结构厚度的关注与研究。依据国内公共建筑相关规范内容,对剪力墙墙体厚度进行了明确规定,具体标准如表2所示。

另外,根据部分实践项目设计中发现,在策略荷载代表值下,剪力墙墙肢轴压比 $<0.2$ ,但受建筑底部功能的局限性,要求层高应不小于3.9m,因此必须从剪力墙厚度设计方面进行优化,即保持其墙厚度 $\geq 240\text{mm}$ 。由此可见,在剪力墙墙体厚度的设计上,应当基于建筑结构及功能特征,综合、科学地考虑相应设计参数。

### (四)剪力墙结构配筋设计

依据高层建筑剪力墙结构设计标准,在剪力墙结构配筋设计时,需要按照既定的标准合理规划,在保证科

表2 剪力墙结构墙厚度设计标准

部位 一、二级抗震		墙厚 (mm)	
		三、四级抗震	
底部加强区域	有端柱或翼墙	应 $\geq 200$ , 宜 $\geq h' / 16$	应 $\geq 160$ , 宜 $\geq h' / 20$
	无端柱或翼墙	应 $\geq 220$ , 宜 $\geq h' / 12$	应 $\geq 180$ , 宜 $\geq h' / 16$
其他区域	有端柱或翼墙	应 $\geq 160$ , 宜 $\geq h' / 20$	应 $\geq 160$ , 宜 $\geq h' / 25$
	无端柱或翼墙	应 $\geq 180$ , 宜 $\geq h' / 16$	应 $\geq 160$ , 宜 $\geq h' / 20$

注:  $h'$  表示层高或墙无肢长度的最小值

学性及经济性的同时, 保持良好的结构强度, 满足高层建筑对剪力墙配筋性能设计方面的要求。具体参数如表3所示。

表3 剪力墙结构配筋设计标准

高层建筑剪力墙结构配筋参数 (一、二、三级抗震)				
墙厚 (mm)	垂直分布筋	水平分布筋	配筋率 (%)	
200	08@200	08@200	0.25	
250	08@150	08@150	0.27	
300	010@200	010@200	0.26	
高层建筑剪力墙结构配筋参数 (四级抗震)				
部位	墙厚 (mm)	垂直分布筋	水平分布筋	配筋率 (%)
一般部位	200	08@250	08@250	0.20
	250	08@200	08@200	0.20
	300	010@150	010@150	0.22
顶层、电梯间、山墙等	200	08@200	08@200	0.25
	250	08@150	08@150	0.27
	300	010@200	010@200	0.26

(五) 剪力墙边缘构件设计

在剪力墙边缘构件设计中, 主要以边缘构件约束处理和边缘构件配筋设计为重点。一方面, 在边缘构件约束处理中, 若墙肢长度处于一定范围时, 应对约束边缘构件阴影区和非阴影区长度实施控制, 如图1所示。

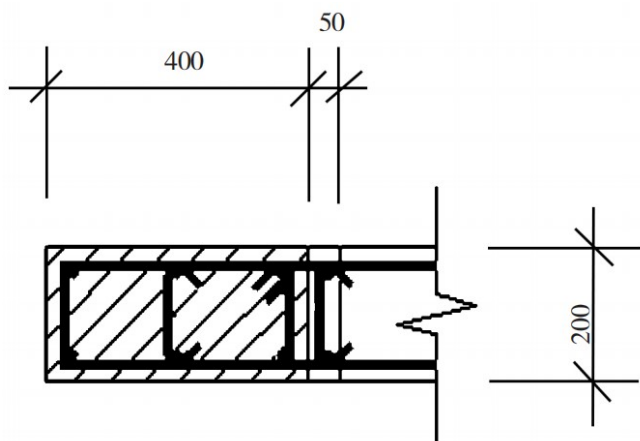


图1 边缘结构构件配筋方式

根据上图所示, 如其长度为450mm时, 阴影区与非阴影区长度分别为400mm和50mm。该设计方案的特点在于能够保证其科学性, 并且有约束边缘构件的负载能力将提升40%以上, 使建筑剪力墙抗震性得到显著增强。

五、结语

综上所述, 随着城市高层建筑规模持续增加, 建筑风格及功能也在呈现显著变化, 在建筑结构设计领域必须与之保持适应性。剪力墙结构设计作为其中的关键内容, 更需要与整体建筑设计相融合, 通过科学有效地参数计算及设计优化, 达到建筑标准中对于抗震性、安全性等技术要求, 充分发挥出剪力墙设计的优势作用。同时, 在设计实践环节应注重设计要点应用, 包括剪力墙结构布局设计、剪力墙连梁设计、剪力墙结构厚度设计、剪力墙结构配筋设计、剪力墙边缘构件设计等。融入科学的剪力墙结构设计理念, 打造出高层建筑精品工程项目, 保证城市居民居住的安全性及舒适性。

参考文献

- [1] 卢同舟. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用探析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020(2): 43.
- [2] 李影. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用[J]. 智能城市, 2020, 6(15): 35-36.
- [3] 秦海燕. 框架剪力墙结构在建筑结构设计中的应用[J]. 建材与装饰, 2020(13): 92, 95.
- [4] 苏松. 论剪力墙结构在建筑结构设计中的应用[J]. 绿色环保建材, 2020(3): 73, 75.
- [5] 王菁菁. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用分析[J]. 住宅与房地产, 2020(9): 63.
- [6] 李长武. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用分析[J]. 砖瓦, 2021(6): 110-111.