

剪力墙结构在建筑结构设计中的应用分析

沈彤¹ 杨硕² 史廷刚²

1. 黑龙江科技大学建筑工程学院 黑龙江 哈尔滨 150022

2. 黑龙江科技大学矿业工程学院 黑龙江 哈尔滨 150022

摘要：随着城市化进程的加快，高层建筑数量不断增加，对其结构的抗震、抗风及空间利用率提出了更高要求。剪力墙结构因其良好的抗侧刚度、较高的承载能力以及优越的抗震性能，成为建筑工程中不可或缺的一部分。合理的剪力墙设计不仅能提高建筑的安全性，还能优化空间布局，提高建筑使用效率。然而，不同类型建筑对剪力墙的布置要求各不相同。鉴于此，本文详细介绍了剪力墙结构的定义、作用原理及其在建筑设计中的应用，为合理设计剪力墙提供理论依据。

关键词：剪力墙结构；建筑结构设计；应用

引言：剪力墙结构是一种借助墙体承担竖向及水平荷载的结构体系，能够有效抵抗风荷载、地震作用及其他水平力的影响，提高建筑物的整体稳定性。与框架结构相比，剪力墙结构能够减少侧向位移，提高抗震性能，在材料使用方面也具有经济又是。另外，在地震多发地区，剪力墙能够降低建筑物的震害，减少财产损失，因此在现代住宅建筑、商业综合体、医院、学校等建筑类型中均有广泛应用，为建筑设计提供了更安全经济的选择。因此，建筑企业探究剪力墙结构的应用，对于推动建筑结构合理设计具有重要的现实意义。

1 剪力墙结构概述

1.1 剪力墙结构定义

剪力墙结构（Shear Wall Structure）是一种抗侧力体系，由钢筋混凝土剪力墙（或其他材料的剪力墙）作为主要受力构件，与梁、板、柱等其他结构构件共同组成。剪力墙能够有效地抵抗水平荷载（如风荷载、地震作用）并传递竖向荷载，从而提高建筑的整体刚度。其特点包括：抗侧力能力强：能够有效抵抗地震、风荷载等侧向力，提高结构稳定性；刚度大、变形小：相较于框架结构，剪力墙结构的侧向位移较小；承载能力高：剪力墙承担了较大比例的竖向和水平荷载；适用于高层及超高层建筑：能够满足高层建筑的抗震和稳定性要求。剪力墙可以分为整体剪力墙结构和框架-剪力墙结构：整体剪力墙结

构：主要依靠剪力墙承受全部侧向力，如塔式建筑、高层住宅等。框架-剪力墙结构：由框架和剪力墙共同承受水平力，如商住综合楼等。剪力墙的布置形式通常有：

①单片剪力墙：单独设置，通常用于局部加强。②短肢剪力墙：墙肢较短，兼具剪力墙和框架的特点。③筒体结构：核心筒由剪力墙组成，常见于超高层建筑。

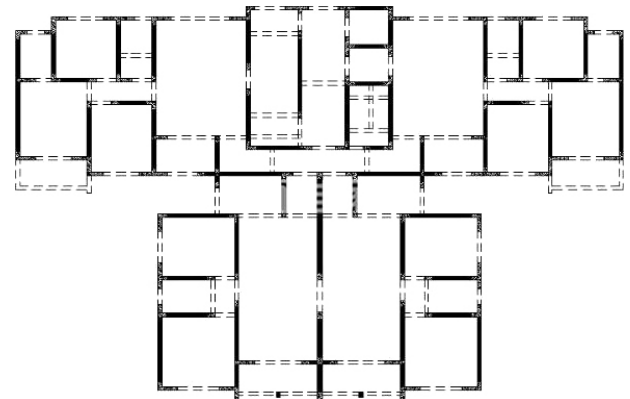


图1 剪力墙结构示意图

1.2 剪力墙结构的作用原理

剪力墙结构的作用原理主要体现在其承载机制、变形控制和能量耗散能力三个方面。剪力墙作为主要抗侧力构件，在水平荷载作用下，依靠自身的高刚度、高承载力和优良的延性来抵抗外力作用，提高建筑整体稳定性。当水平荷载（如风荷载、地震作用）作用于建筑物时，剪力墙利用自身的抗弯刚度抵抗结构的倾覆效应，同时依靠墙体的抗剪强度承受剪力传递。墙体内部的轴力、剪力和弯矩相互协调，使剪力墙具备较强的抗侧力能力。同时，由于剪力墙比框架柱更具刚度，在水平方向上有效控制建筑物的侧向变形，减少层间位移，提高舒适性。合理布置剪力墙能够均匀分担侧向荷载，减少

作者简介：沈彤（2003.9—），女，汉族，河南确山人，本科在读，黑龙江科技大学，研究方向：土木工程

杨硕（2004.7—），男，汉族，黑龙江哈尔滨人，本科在读，黑龙江科技大学，研究方向：测绘工程

史廷刚（2003.9—），男，土家族，贵州德江人，本科在读，黑龙江科技大学，研究方向：智能采矿工程

建筑的扭转效应,提高整体抗侧稳定性。最后,剪力墙可借助钢筋混凝土的塑性变形吸收地震能量,避免结构发生脆性破坏。纵横向钢筋的设置增强墙体的延性,使其在地震等动力荷载作用下,能够利用塑性铰机制耗散能量,提高建筑的抗震能力。

2 剪力墙结构在建筑设计中的应用

2.1 用于高层和超高层建筑,增强建筑稳定性

剪力墙的布置需考虑建筑高度、侧向刚度比、剪重比、扭转刚度比等关键参数。对于100米以下的高层建筑,通常采用框架-剪力墙结构,剪力墙的剪重比宜控制在35%~50%之间,以满足抗侧刚度要求,同时避免刚度过大影响建筑舒适性。对于100~200米的超高层建筑,剪力墙宜采用核心筒体系,剪力墙承担70%以上的水平荷载,外围框架主要承受竖向荷载,剪重比通常控制在50%~75%,避免扭转效应。对于200米以上的超高层建筑,需采用巨型框架-核心筒剪力墙体系,剪重比可达80%以上,核心筒尺寸通常占建筑平面尺寸的30%~50%,保证超高层建筑具备足够的抗侧力刚度。剪力墙的厚度通常根据建筑高度和受力情况确定,对于50米以下建筑,剪力墙厚度宜取200~250mm,50~100米建筑,厚度取250~300mm,100米以上的建筑,核心筒墙体厚度可达400~600mm,同时底部加强区可局部增厚至800mm,以增强抗剪承载力。墙体截面高度比(h/b)应满足抗弯刚度要求,避免墙体变形过大影响结构安全。剪力墙布置应确保建筑整体刚度均匀分布,防止扭转效应,扭转刚度比(ρ)宜控制在1.2~1.5之间,避免因刚度不均导致的结构扭转放大效应。核心筒布置宜位于建筑平面重心附近,并尽量保持对称,提高整体抗侧稳定性。楼板与剪力墙需采用刚性连接,使楼板成为水平荷载的传递路径,提高整体结构的协同受力能力。

对于剪力墙的配筋设计,纵向钢筋配筋率通常控制在0.25%~1.5%,底部加强区可达2.5%。横向分布筋间距宜控制在200~300mm,以提高抗剪能力,边缘构件区域应加强箍筋约束,提升耗能能力。剪力墙在底部区域应增设边缘构件,边缘构件截面尺寸宜控制在剪力墙总宽度的10%~15%,提高抗弯承载力。墙体开洞的设计需严格控制,门窗洞口宽度宜小于墙体长度的50%,洞口净距不小于600mm,以保证受力连续性。对于剪力墙端部需采用加强边缘构件,配筋率提升至1.5%~2.5%,以提高整体稳定性。对超高层建筑需设置加强层,加强层层层间距一般为8~12层,借助局部增加墙体厚度,提高整体抗震性能。剪力墙的抗震构造措施需严格执行《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3-2010)及《建筑抗震设计规范》(GB

50011-2010)的相关要求,保证结构具备足够的延性。

2.2 用于住宅建筑,提高空间利用率

针对住宅,剪力墙的布置应结合建筑平面功能需求,减少对室内空间的割裂,同时保证结构整体稳定性。剪力墙宜沿纵横向轴线布置,形成规则的受力体系,减少非承重墙体,提高室内可变空间的灵活性。墙体厚度应结合建筑结构受力情况优化配置,普通住宅剪力墙厚度宜控制在160~250mm,高层住宅核心筒墙体厚度宜控制在200~300mm。剪力墙的开洞设计应满足门窗洞口需求,洞口净距宜不小于600mm,并避免洞口过度集中。剪力墙的布置应避免过多错位,以减少结构刚度突变对空间布局的影响,同时提高结构整体性。楼板与剪力墙宜采用整体浇筑方式,将楼板作为水平力传递构件,提高整体受力性能,减少梁的使用,降低层高,提高净空高度。核心筒剪力墙体系适用于超高层住宅,可集中设置电梯井、楼梯间、管井等功能空间,减少墙体对房间的分割。短肢剪力墙可用于小户型住宅,墙体截面尺寸宜控制在200~300mm,增强抗侧力刚度的同时,提高使用空间。剪力墙与框架结合时,框架柱截面宜控制在400×400mm以内,并优化梁柱节点设计,减少梁底高度,提高室内空间舒适性。剪力墙布置需考虑结构对称性,避免过多内墙,减少对室内可变空间的限制,提高居住灵活性。剪力墙墙体材料可选用高强混凝土,普通住宅宜采用C30~C40混凝土,高层住宅宜采用C40~C50混凝土,以保证结构安全性并优化空间利用。剪力墙配筋宜采用双排钢筋布置,提高墙体承载力的同时减少单侧钢筋直径,优化钢筋布置,提高施工效率。住宅剪力墙结构宜采用装配整体式结构,提高施工精度的同时减少现场湿作业,提高施工质量,优化空间尺寸精度,提高住宅建筑的整体空间利用率。

2.3 用于地下结构,提高抗压能力

在地下结构中,剪力墙的布置应结合地下工程的荷载分布,均衡承受竖向荷载。墙体厚度应根据埋深及土压力大小优化配置,普通地下室剪力墙厚度宜控制在300~500mm,深埋地下结构剪力墙厚度可达600~1000mm。混凝土强度等级宜采用C35及以上,深基坑或高水压区域可提高至C50以上,以增强抗压强度并提高耐久性。剪力墙应合理设置竖向加强筋,纵向钢筋配筋率宜控制在0.25%~1.5%,底部加强区可增至2.5%。墙体与基础连接应采用刚性连接,并在底部设置加厚区,基础底板厚度宜控制在800~1500mm,以提高整体抗压能力。剪力墙的布置应充分考虑地下结构的抗浮需求,在高水位区域可设置抗浮锚杆或抗浮板。剪力墙应

结合地下室空间布局,避免过多错位或不均匀布置,以减少不均匀沉降的影响,提高结构稳定性。墙体转角区域应加强边缘构造,增设边缘构件,并采用封闭箍筋,提高抗压承载能力以及抗剪性能,箍筋间距宜控制在100~200mm,剪力墙的连接节点应采用高强度钢筋连接,墙体施工应采用高强度模板体系,并设置足够的施工后浇带,后浇带宽度宜控制在500~1000mm。剪力墙的开洞设计应严格控制,管道洞口宜设置加强筋,并保持净距不小于500mm。地下剪力墙的外侧应设置防水层,避免地下水侵蚀影响混凝土耐久性,防水层厚度宜控制在5~10mm。剪力墙底部应与基础连接紧密,防止竖向荷载过大引起剪切破坏,并在关键部位增设加强构造措施,提高整体抗压能力。

2.4 用于桥梁与基础结构,增强抗震性能

桥墩剪力墙宜采用双肢或多肢剪力墙结构,并优化墙体配筋,纵向钢筋配筋率宜控制在0.8%~2.5%,剪力墙高度与厚度比宜控制在10~15之间,以提高延性,增强抗震能力。基础剪力墙应与承台和桩基形成整体刚性连接,基础底板厚度宜控制在1.2~2.0m。高烈度区桥梁剪力墙宜采用高强度混凝土C40~C60,提高承载力并减少震动影响,同时在墙体端部设置边缘构件,增加抗弯能力,提高抗震变形能力。剪力墙连接节点应采用延性节点设计,关键受力区域增设密箍筋,箍筋间距宜控制在100~150mm。严格控制墙体开洞设计,剪力墙上的管道预留洞口净距宜不小于600mm,剪力墙结构宜与抗震缝、伸缩缝结合使用,缝宽宜控制在20~50mm,减少地震时刚度突变对结构的不利影响。剪力墙应采用强柱弱梁、强剪弱弯设计原则,确保塑性较优先出现在梁端,提高抗震耗能能力。桥梁剪力墙应与墩台及梁体形成整体协同工作体系,利用刚性连接提高抗震性能,并在剪力墙根部增设加强区,墙体厚度可适当增加20%~30%,提高地震作用下的稳定性。剪力墙基础应采用大直径桩基或群桩基础,同时剪力墙底部与基础交界处增设水平钢筋网,提高整体抗震性能。剪力墙施工应采用整体浇筑工艺,并严格控制施工质量,减少温度应力影响,提高剪力墙在桥梁与基础结构中的抗震性能。

2.5 用于公共建筑,提高空间布置灵活性

在公共建筑中,剪力墙宜集中布置于核心筒区域,将电梯井、楼梯间、设备间等功能空间纳入其中,减少对大空间的分割,提高使用效率。墙体厚度应根据建筑高度优化配置,普通公共建筑剪力墙厚度宜控制在200~300mm,高层建筑核心筒剪力墙厚度宜控制在300~500mm。剪力墙布置应沿主要荷载传递路径对称

设置,提高结构稳定性的同时,减少墙体对功能空间的干扰,避免因不均匀受力造成的局部刚度突变。短肢剪力墙可用于大开间公共建筑,墙肢截面宽度宜控制在200~400mm,提高抗侧刚度的同时,减少对室内空间的影响。剪力墙与框架结构组合时,应优化框架柱与剪力墙的布置方式,减少梁柱截面尺寸,提高层高利用率,框架柱截面宜控制在400×400mm以内,并采用梁柱节点优化设计,减少节点核心区尺寸,提高空间灵活性。剪力墙开洞设计应充分考虑空间需求,门窗洞口宽度宜小于墙体长度的50%,净距不小于600mm,并结合墙体受力特点优化洞口位置,减少应力集中影响,提高整体受力性能。剪力墙与楼板刚性连接,提高水平力的传递效率,并减少梁的使用,使楼板直接支撑在剪力墙上,提高层高利用率。剪力墙材料宜采用高强混凝土C40~C60,提高承载力的同时,减少墙体厚度,提高空间利用率。墙体配筋应根据荷载情况优化设计,纵向钢筋配筋率宜控制在0.25%~1.5%,剪力墙底部加强区可增至2.5%,保证结构安全的同时,提高墙体的布置灵活性。剪力墙应结合抗震缝、伸缩缝合理设置,以减少刚度突变对空间布置的影响,缝宽宜控制在20~50mm。装配整体式剪力墙可用于大规模公共建筑,提高施工精度的同时,减少现场湿作业,提高施工效率,并优化空间尺寸,提高建筑空间布置的灵活性。

结束语:综上所述,剪力墙结构在建筑结构设计具有重要的应用价值,能够有效提高建筑物的抗侧力性能、刚度和稳定性。其优越的抗震性能使其成为地震多发地区的理想结构体系,有助于降低地震灾害对建筑物的影响,保障财产安全。同时,剪力墙结构能够优化建筑空间布局,提高建筑使用功能,并在施工经济性方面表现出较高的成本效益。随着建筑技术的不断发展,剪力墙结构的设计方法也在不断优化,新型材料应用将进一步提升其适用性。未来,剪力墙结构将在绿色建筑、超高层建筑及复杂结构体系中发挥更重要的作用,为建筑行业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]项鑫,鲜军.剪力墙结构在建筑结构设计中的应用分析[J].中国建筑装饰装修,2025,(01):131-133.
- [2]陈微,陈云燕.剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用[J].中国住宅设施,2024,(11):4-6.
- [3]汪加乐.剪力墙结构设计在建筑结构设计中的运用研究分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(27):43-45.
- [4]方玉芝.剪力墙结构在建筑结构设计中的应用[J].城市建筑空间,2023,30(S1):324-325.