

剪力墙在高层住宅建筑设计中的优化与运用

吕阳

青岛城市建筑设计院有限公司

摘要：当前，高层住宅已成为现代建筑中的重要组成部分，该建筑类型备受居民群众的欢迎。而在高层住宅建筑中，剪力墙设计是其结构设计中重要内容，剪力墙设计水平的高低将会直接影响到建筑的稳定性、安全性和舒适性。因此，要想进一步提高剪力墙在高层住宅建筑结构中的作用，就要针对剪力墙设计实施优化改进，以通过优化剪力墙在高层住宅建筑中设计，进一步推动我国在高层住宅建筑领域的技术进步。基于此，本文将针对剪力墙在高层住宅建筑设计中的优化与运用进行深入分析，以期对相关从业者提供借鉴参考。

关键词：剪力墙；高层住宅建筑；结构设计；优化与运用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.15.106

随着城市化进程的加速和人口密度的增大，高层住宅建筑已成为解决城市居住问题的有效途径。并且，高层建筑因其高度、空间利用率高以及美观等特点被积极推广，但同时高层建筑也对其结构设计提出了更高的要求。其中，剪力墙结构因具有较强的抗震性能及承载力，已成了高层住宅建筑中重要的结构类型。然而，在实际设计和建设过程中，剪力墙的选型、布局设计、材料选择、尺寸设计和施工等各个环节都会对其性能产生重大影响。因此，如何优化剪力墙设计，提高其性价比，并保证高层建筑在极限状态下可保持良好的抗震性能，是当前高层住宅建筑设计中首先解决的问题。

一、剪力墙类型分析

基于开洞的面积而言，剪力墙主要分为四种类型，整体墙、开口整体剪力墙、联肢剪力墙、壁式框架，其中整体墙，是指剪力墙的构造没有任何开口。由于其连续、完整的性质，整体墙在建筑物中具有非常好的力学性能。其优点在于提供较大的剪力刚度和剪力强度，可有效提高建筑物的整体稳定性，并且施工简单。但是，这种墙体是以牺牲建筑的开敞性和通透性为代价，一般主要用于地下室墙、核心筒墙或者需要加固的区域。而开口整体剪力墙则是在整体剪力墙上设计了必要的开洞，以便满足建筑的功能需求，比如门窗的设置。这一类型的剪力墙可在保持良好阻尼性能的同时，进一步提高建筑的使用性和舒适性。但是，这种方式会在一定程度上降低剪力墙的刚度和强度，增加结构复杂度，因此

需要采取相应的加强措施。而联肢剪力墙则是在整体剪力墙的基础上，通过嵌入钢筋混凝土柱或者钢柱，形成多个剪力墙单元。这种剪力墙结构可以提高建筑的受力和性能，同时也能够提高建筑的可利用空间。但是，该类型剪力墙结构的设计和施工复杂度较高，需要施工人员进行精细计算和精确施工。而壁式框架则是将剪力墙和框架相结合的一种形式，该类型剪力墙结构性能较好，既有框架的抗弯扭性能，又有剪力墙的大剪力刚度。可以说壁式框架在承受横向荷载方面具有更大的优势，且与传统的框架结构相比，壁式框架更具经济优势^[1]。

二、高层住宅中剪力墙结构应用的重要性

在高层住宅建设过程中，合理安排剪力墙数量及位置，能够形成更可靠、更安全的建筑结构体系。因为剪力墙作为一种新型的建筑结构元素，其具有强大的承载和抗震性能，这对于高层住宅来说，十分符合人们居住环境要求，目前已经被大量应用在建筑工程项目建设当中。

近几年，随着国民经济的高速增长，房地产开发企业的数目不断增加，土地价格也不断上涨。为获取更多的利润，各大城市的房地产开发企业都在不断加大建筑容积率。因此，为了确保高层住宅居住的安全性，在进行高层住宅设计时，应对剪力墙结构进行认真的优化，要保证剪力墙具备较高的侧向刚度和承载力。对于不同高度、不同层数和不同功能要求的建筑住宅，在进行墙体结构的设计时，要保证高层住宅的空间布置要清晰，各构件的尺寸和房间的占用面积都不能对住户的生活造成影响，要尽可能的在某一地区扩大人口的生活范围。特别是当前许多地区为了满足城市发展的需求，在一定程度上控制了该地区的建筑物的高度，这就导致建筑物的利用受到了制约。与此同时，由于国家的快速发展，人们的物质条件越来越好，对住宅的要求也越来越高，建筑内部的空间布置要能够满足人们的审美，同时还要能够起到良好的防火隔音作用。基于此，剪力墙的应用既要保证可以扩展建筑的使用范围，又能够提高室内空间的利用效率，从而可以更好满足建筑功能需求^[2]。

三、剪力墙结构设计原则

（一）洞口对齐原则

在剪力墙结构中，如存在大面积的开洞，特别是门窗等开孔操作的存在，这些开孔必然会导致剪力墙的承

载能力下降。因此,设计时应尽量遵循洞口对齐原则,保证相邻楼层剪力墙的中心线要尽量对齐,并且门窗在整体布局上要均匀,否则就会破坏剪力墙的整体稳定。

(二) 纵横设计原则

在设计剪力墙时,工作人员需要考虑到建筑的平面布局和立面布局。由于承载力主要沿水平方向作用,所以剪力墙的布局不仅要满足横向承载的要求,同时也要满足纵向的要求,也就是要正交布置,以提供足够的剪力抗性。此外,剪力墙还需要在横向和纵向上均匀分布,以防止地震时发生扭转现象。

(三) 上下贯穿原则

剪力墙是一种支撑结构,在连续多层中间没有断裂,可以提供连续的抗剪能力。因此,剪力墙应该尽可能上下贯穿,而且要使保证上下对齐,以确保建筑的稳定性。并且,在设计中,工作人员还要考虑到剪力墙的开洞位置和大小,应尽量避免阻碍墙体的上下贯通,如果必须开洞,要经过仔细的计算和论证^[3]。

(四) 灵活配置原则

在设计过程中,剪力墙结构设计并不是固定不变,而是要根据具体的建筑形态、功能需求以及地质条件等进行适当的灵活配置。比如,建筑的某些部分可能需要增设剪力墙,如楼梯间、卫生间等处。这时就需要结合建筑的使用功能和空间布局,灵活设置剪力墙位置,而不是将其固定在某一位置。只有灵活对剪力墙布局、规模、形状等进行处理,才能够让剪力墙发挥出最大的作用及价值。

四、剪力墙结构在高层住宅建筑结构设计中的应用

(一) 剪力墙墙肢平面布置方面的应用

在墙肢平面布局时,工作人员应根据实际情况和设计要求进行合理布置。首先,在设置剪力墙时,应保证剪力墙构建的中心尽可能的靠近刚性的中心点位置,同时还要保证楼层间位移率保持最小。在布置墙体时,墙体要沿主轴线的方向进行排列布置,且二者的刚性差要控制在最小,否则将对墙体的使用性能产生不利的影响。在进行高层建筑抗震结构设计时,要注意防止采用单向墙的构造方式,同时要确保剪力墙结构可以形成双向抗侧力体系,使剪力墙可以充分发挥其性能,让高层住宅结构更加稳定^[4]。

(二) 剪力墙墙肢竖向布置方面的应用

在剪力墙墙肢竖向设计中,工作人员应遵循“先上下后”的原则实施设计。并且,这一过程中还应尽量防止因中部剪断而导致该楼层的刚度和承载力发生变化,从而产生薄弱层。在剪力墙楼层开洞时,还要保证上下各层的孔洞的位置保持一致,让其形成有规律的开口剪

力墙,保证受力清晰明确。

(三) 剪力墙水平、竖向钢筋设计

通常将剪力墙的水平 and 竖向钢筋设计划分为两个方面,分别是计算和施工规范。剪力墙墙肢的计算与分析主要包括:偏心受压墙肢的承载力计算和偏心受压区墙肢的受拉承载力的计算。在进行计算过程中,设计人员必须对墙体的横向和竖向要求进行合理的设计,为防止墙体在弯曲时产生开裂的问题,除了要设置竖向钢筋的最小配筋率以外,同时还要对剪力墙水平开展进行要求。此外,由于混凝土固化特征,短肢剪力墙和高强混凝土剪力墙在固化阶段极易产生裂缝,因此,在进行组合墙板施工时,就要采用较薄、较密集的钢筋,同时,还要提高墙体的配箍率,从而提高墙体的稳定性。

(四) 剪力墙边缘构件设计

研究表明,边缘构件的设计对墙体的塑性变形有着重要影响,在墙体的端部和开口处增设边柱,能够极大地改善墙体的塑性变形情况,进而提高墙体的整体抗震性能。而将边缘构件分类可具体分为两类,一类是约束边缘构建,另一类则是结构边缘构件,现行的设计方法主要是考虑墙体的轴压比、墙体的位置以及地震反应程度,然后依据实际情况设计边缘构件。

(五) 剪力墙连梁设计

连梁是剪力墙结构中的重要组成部分,所以连梁的设计也尤为中。连梁与框架梁不同,一般连梁的跨度很小,所以竖向荷载传递的内力也相对较少,但横向受力却很大,通过计算可以发现连梁反弯位置往往位于跨中,两端的弯矩较为相近,整个全截面的剪力也大都相同,而且由于横向荷载的重复作用,所以一般连梁的上下纵筋都是一样的,且所有跨距的箍筋也都是是一样的。连梁作为最先被破坏的耗能构建,为了更好的发挥连梁的作用,在进行设计过程中,就要将其设计为延性较好的弯曲破坏模式,以防止出现脆性剪切破坏。其跨高计算公式为 $g = U(2h_0) = M/(Vh_0)$,即:当跨高较大时,弯矩/剪之比增大,更易出现弯折破坏,所以,当其跨高较大时,其破坏形态与框架梁更为相近,按常用的设计方法即可取得理想的效果;而当跨度较小时(≤ 2.5)时,则更易出现剪切损伤,这就需要提高这类连梁抗剪性能。为了使连梁延性与普通混凝土构件相同,在小跨度比连梁延性方面,必须对其配筋形式进行调整,如对角斜筋、对角暗筋等,按其宽度和适应性等条件进行设计^[5]。

五、设计剪刀墙结构中的常见问题

剪力墙作为横向抗震的主要构件,它具有较大的平面刚性和较低的截面面积,更适用于高层建筑侧向位移

及正常使用的要求，但随着其抗侧刚度的提高，其承受的水平荷载也会随之增大。通过进行相关实验结果表明，采用水平钢筋的约束下，剪力墙的延性将会有所改善。并且，通过对边梁进行合理的调节，可使得边梁的配箍量、配箍范围以及配筋形式均可提高整体耗能约1/5，且极限承载力提高约1/5。

另外，开窗以及结构的抗侧刚度、自振周期、地震作用及整个结构的受力等都会使墙体产生较大的内力。在实际应用中，当转角窗的壁厚增大到某种程度后，就应该位置上设置双面双向加钢筋，并在角部窗口设置由下往上的限制棱构件。所以，在实际施工中，要根据具体条件，合理调节连梁高度，从而更好地满足设计要求^[6]。

六、高层住宅剪力墙的设计优化

（一）优化剪刀墙设计中的连梁设计过程

在连梁设计过程中，在高跨率小于或小低于一定标准时，就要对连梁的截面承载力及配筋提高要求。通过分析可知，塑生调幅分两种方法，一种是在求出内力之前降低连梁的刚度，二是在求出其内力后，再用其组合的弯矩与剪力相乘。不论采取哪种方法，均应确保梁的弯矩和剪力均不小于设计实际值或高于抗震设计值。此外，为确保剪力墙在正常使用时不出现开裂，就还要对剪力墙连梁设计不断优化，促使连梁不会对影响到整体结构的稳定性。

（二）进行剪刀墙底板加固件的优化设计

在进行剪力墙设计过程中，通常使用高大的剪力墙，且其底部往往通过配筋来承受剪切和弯矩力。但是，这种情况下，底板很可能会出现破裂的问题。为此，要进一步优化剪刀墙底板加固件的设计。首先，选择合适的材料。在优化设计中，材料选择是最重要的一步。要选择刚度高、抗拉强度大的材料，如碳纤维复合材料、玻璃钢材料等等，以此来作为加固材料，从而有效提高底板的抵抗力。其次，要进一步优化布局设计。工作人员可以考虑在底板上增设横向或纵向的加固肋。对于横向加固肋，可以大幅度增强剪力墙在水平方向的抵抗力；而纵向加固肋则可以有效防止底板在垂直方向上的扭曲。此外，还要改进连接方式。要知道加固件与底板的连接方式会直接影响到其加固效果。因此，施工过程中可采用预埋锚固件的方式，使加固件更好地与底板连接，进而提高施工成效。

（三）着重于剪刀墙转换层的结构设计

随着现代高层建筑的使用功能日趋多样化，具有不同功能的综合体，其上下结构的使用性能也不尽相同。因此，剪力墙的格局设计也必须顺应时代发展做出变

化。施工过程中，由于底层大空间墙体的转换非常复杂，所以工作人员要给予特别关注。而针对转换层在高层建筑中具有较大刚度和较大质量的特点，在保证转换层自身刚度和自重不能过大的前提下，要不断调整转换层自身的刚度和自重，使转换层自身刚度和自重接近；在此基础上，还要采用横向力对转换层进行准确的空间解析，从而判断转换层的层间变位角是否大体相同。此外，在进行转换层的设计时，工作人员应该尽量选用刚度小、重量小的结构，并尽量使用多种形式的参与组合式结构。同时，还要对剪力墙相对薄弱的部分进行细致的计算，对其受力特性进行深入研究，从而为进一步完善剪刀墙转换层的结构设计提供可靠依据^[7]。

结束语

综上所述，随着高层住宅建筑的高速发展，剪力墙在高层住宅中的重要性日益突出。应用剪力墙结构不仅可以保证高层建筑在极限状态下可保持良好的抗震性能，同时还能够进一步提高高层住宅建筑的稳定性和安全性。因此，为了进一步提高剪力墙结构的应用成效，发挥剪力墙的作用，工作人员就要针对剪力墙的设计展开深入研究，要通过科学合理的设计，最大限度地提高剪力墙的整体性能和耐久性。此外，在设计过程中，工作人员还需要充分考虑剪力墙的材料性能及利用率，要尽可能选择耐用、强度高的材料，以满足高层建筑长期使用需要。

参考文献

- [1] 王子璇, 林钊如. 剪力墙在高层住宅建筑结构设计中的优化与应用[J]. 居舍, 2024, (03): 134-137.
- [2] 贾惠鹏. 剪力墙结构在建筑结构设计中的实践初探[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (30): 148-150.
- [3] 汪加乐. 剪力墙结构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] 杨力. 高层住宅项目中剪力墙结构的设计原则和应用[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(08): 130-132.
- [5] 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.
- [6] 高杰. 剪力墙结构在建筑结构设计中的应用分析[J]. 城市建筑, 2023, 20(12): 175-177.
- [7] 李凯. 建筑结构设计中的剪力墙结构设计策略[J]. 住宅与房地产, 2023, (17): 77-79.

作者简介: 吕阳(1991.2-), 男, 汉, 山东省潍坊市, 工程师, 硕士研究生, 研究方向: 结构工程。