

剪力墙结构在建筑设计中的应用分析

储汉生

安徽地平线建筑设计有限公司

摘要：剪力墙结构具有很好的抗侧刚度和较好的抗震性能，而且剪力墙可以承受很大的荷载，因此，在我国的建筑业中，剪力墙结构是一种很常见的结构形式。通过对剪力墙结构合理的设计，能够使结构的安全得到有效的保障，基于此，本文对剪力墙结构在建筑设计中的应用进行分析介绍，从而达到既保障了建筑的安全，又得到不断发展的目的^[1]。

关键词：剪力墙；建筑结构；设计；应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.09.079

随着我国高层建筑的不断发展，对剪力墙的性能和施工质量的要求也越来越高。在高层结构设计中，对于剪力墙结构要充分了解其优点和缺陷，并充分吸取现代建筑的成功经验，综合考虑结构的经济性、合理性以及结构的抗震安全，才能与建筑师进行有效的协调，从而达到经济、合理的目的^[2]。

一、剪力墙结构概述

（一）剪力墙结构的概念

剪力墙也可以叫作抗风墙、抗震墙、结构墙，因为在建筑设计中，剪力墙的厚度较小，数量较多，因此一般都是用钢筋混凝土墙板来代替传统的框架柱，它在建筑中起到了很大的作用。并且剪力墙结构本身还具有很好的承载力，与建筑物中的柱子相比，对整个结构的安全和稳定都有很大的帮助。剪力墙是结构中不可随意拆卸和损坏的关键支撑系统，它必须经受住外界的风力、地震等自然灾害的影响。按受力特征将其分为下列类型：

1. 整截面剪力墙，是指剪力墙的整体性特点，单片墙抗侧刚度大，墙体处于受压、受弯、和受剪状态，在高度方向变形形式以弯曲型为主。

2. 开孔型剪力墙，多数情况下，开孔型剪力墙墙肢是压、弯、剪的受力状态，在使用时，由于外部载荷的影响，联肢剪力墙的实际应力不能维持线性分布，其变形曲线与小孔形变曲线相似。由于其刚度好、抗震性能好、整体性能好，因而成为众多房地产开发商的重点和应用对象，然而，在实际应用中，剪力墙结构仍有一定的缺陷，因此，设计者必须对其进行正确的理解，并能依据实际情况进行科学的设计，使其整体性能得到进一步的改善，从而达到更好的效果^[3]。

（二）剪力墙结构的优缺点

在实际工程中，剪力墙结构的优点与不足是共存的。首先，关于剪力墙的一些特点，主要表现在稳定性、经济性、美观等方面，稳定性主要体现在剪力墙结构本身具有较好的刚性和承载力，可以抵御来自外部的各种载荷，尤其是在横向上，其支承效果尤为显著。经济性是指以混凝土为主的剪力墙结构，在某种程度上降低了用钢量，可以达到节省费用的目的；美观性是指既能满足建筑的安全性和经济性要求，又能满足人们对建筑的舒适性和观赏性的要求，使建筑的内部与承重墙体形成了很好的融合，尤其是采用了隔墙的形式，使得建筑的内部空间有了更多的层次，从而提高了建筑的实用性。

此外，剪力墙结构在其优点之外，也存在着许多不足之处，例如：整体结构自重较框架结构大，这主要是其自身重量大引起的，从而对结构的设计产生一定的影响；相对于框架结构延性较差，剪力墙结构使用的钢筋比例较少，尽管减少了造价，节约了大量的钢材，但同时也造成了结构的延性不足，不能充分发挥其应有的承载能力，在具体运用时，还要根据实际情况，从多个角度综合运用剪力墙结构^[4]。

二、剪力墙结构设计的原则

（一）拉通对直性原则

不管是哪一种建筑材料，在进行墙体构件布置时，一般宜遵守“拉通对直”的基本原则，以使其达到较好的设计效果。在剪力墙结构设计时，墙体拉通对直可以增大剪力墙平面内刚度，提高主体结构抗侧移能力，能够抵抗更大的水平荷载作用，由于建筑的剪力墙结构必须具有抗震能力，所以一般尽量沿其轴线方向进行拉通、对直，这样既能保障建筑的整体稳定与安全，又能有效地防止建筑空间与剪力墙布置交叉错列。拉通和对直是建筑设计中常用的一种操作方式，它会严格地将建筑的宽度、高度等参数与剪力墙进行精确匹配，按照拉通对直剪力墙的设计原理，设计者应精确进行方案设计，充分发挥每片墙的作用，使结构布置合理、经济。

（二）双向布置原则

在建筑的剪力墙结构设计时，应遵循双向布局的基本原则，使其在水平荷载和垂直荷载作用下得到动态平衡，从而使整个结构的抗震稳定性得到充分的保证。在双向布置剪力墙结构时，设计者必须进行平面和立体模型的动态变换，比较其两方向的侧向力和刚度值，使其

数值相近或差值可控,通过对两个方向的自振周期进行宏观的比较,建立起建筑的震动与剪力墙布置的有效联系,以便更好地进行墙体布置的调整。按照双向布局的基本原理,许多建筑工程中的剪力墙结构都能全面、系统的抵抗水平和竖向荷载的作用,从而大大提高了建筑的整体抗震能力,同时还可以降低剪力墙结构的实际材料利用率,节省了材料和建造费用^[5]。

(三) 竖向贯穿原则

在建筑工程中,剪力墙结构的总体设计宜遵循竖向贯通的基本原则,这样才能使这种结构的横向荷载和垂直荷载得到平衡,从而建立起一套更为安全、完整的结构系统,同时还可以根据构件的刚度,动态地调整各种竖向控制参数,保证这种结构的承载力和刚度在合理的范围内。根据竖向贯通的基本原理,在分析剪力墙的受力特性时,不能忽视其刚度、厚度等指标在大震下的变化,必须对各种结构的材料进行仿真和预测,以使结构构件的刚度和抗侧能力得到保证,从而提高结构的抗震能力,在严格遵守垂直贯通的设计原理的同时,设计人员也要注意避免因上下刚度突变所造成的不利影响,并对其主体尺寸和规模进行合理的综合设计。

(四) 洞口上下对齐、成列布置原则

在建筑剪力墙结构中,应遵循洞口成排、竖向对齐的基本设计原则,既能有效地分散横向荷载,又能保证整体结构的稳定和抗震性能。不同类型的剪力墙结构,由于其特殊的方向、高度、宽度等参数,必须满足横向、纵向等性能要求,而孔洞是影响其整体承载力和刚度的主要因素,必要时应适当设置弱连梁构件,减小墙体长度,一般尽量保证墙体的长度在8 m以内。然而,在设置孔洞时,必须对建筑物的主要功能和各性能指标进行客观的评价与统计,保证洞口的位置和大小具有合理性和可约束性,同时计算出建筑主体与附属结构的受力特征,合理布置孔的位置和大小,满足设计要求。根据洞口的上下对齐和成列排列的基本设计原理,可以使剪力墙的核心承载力和高度参数得到充分的保障^[6]。

(五) 和建筑高度适配的原则

在实际工程中,为了使结构的力学性能得到更好的发挥,必须对剪力墙结构的设计图纸和方案进行合理调整。整截面剪力墙、小开口剪力墙、连肢剪力墙、壁式框架等形式,都应呈现非常稳定的承载状态以及刚度要求。一般的剪力墙,都会表现出很好的承载能力和刚度,但也有一些墙体形式不能广泛地用于高层建筑,因为这样会造成结构的受力不均和局部弯矩。在重点测量、统计、分析有关数据参数时,必须对具体的剪力墙结构进行具体受力分析,以保证其整体的稳定和抗震性能。在进行高层建筑的主体结构设计时,必须根据其受

力特点,动态监控各个平面设计指标与空间资源的配合度,同时还要从横向、纵向角度进行细致的计算,以确定其与建筑物的高度是否相容。

(六) 减小墙体的平面外弯矩原则

通过增加壁柱数量、增加竖直墙体数量、增加墙体配筋等措施抵抗平面外弯矩,可以根据工程实际情况灵活选择。因此,在进行建筑剪力墙结构的整体设计时,必须对墙体的平面外弯矩等各参数的合理区间进行精确的分析与统计,确保其水平、纵向承载力的稳定,同时对墙体、连梁进行全面的内力计算,保证了承载力的一致性。为了及时地减少墙肢结构的平面外弯矩,设计者可以通过动态观察和具体分析,合理规划垂直向墙体布置,达到减小墙体的配筋,保证结构构件受力安全,从而使构件的受力特性得到更好的体现^[7]。

三、剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用

(一) 基础方案以及承重构件的设计

在进行剪力墙结构设计时,必须考虑到水文地质条件、周边建筑分布、工程建设需求等诸多因素的影响,以保证其设计方案能够与周边环境协调发展。在建筑设计中,应根据建筑施工环境和相关规范的规定,对剪力墙的承载构件进行合理的规划,以确保建筑主体结构的稳定。应把墙的配筋比例作为考虑因素,在水平向和竖向上的配筋比例抗震时不得小于0.25%,而在下部加强部位的钢筋配筋比例可以适当提高。在进行剪力墙结构基础设计时,设计者要充分认识到地基的重要性,注重对承重构件的设计和优化,并根据自己的设计经验和工程参数,科学地确定地基参数和施工影响,以防止设计不当给结构带来的安全隐患,并通过多方验证,保证设计方案的科学性和可行性^[8]。

(二) 剪力墙结构的设计

在进行墙体双向布置时,应尽可能地保证两侧的刚度一致,从而在墙体内部形成空间抗扭结构,特别是在抗震设防区域。在设计时,尽可能使墙体的平面分布均匀,使其刚度中心尽可能靠近建筑物的中心,并且减小其扭转作用,如果刚性中心与建筑物中心的偏差比较大,则可以根据需要调整墙肢的长度和连梁的高度来调节刚度的中心。剪力墙因其侧向刚度大、自振周期短、水平地震作用大等特点,会对结构的整体性能产生一定的影响,为了减小建筑物的横向地震剪应力,可以采取减小墙体厚度、加大主、次结构设计中的间隔、减小墙体总数等措施来减轻结构的整体重量,提高结构的抗侧移刚度,剪力墙结构的最大优点是其承载力和平面内刚度好,但其平面外承载力和刚度相对薄弱,如果将平面外梁直接连接到剪力墙上,则会增加墙体的平面外弯矩,为了解决这一问题,可以采取半刚接的方法来调节

墙体的平面外弯矩。

（三）大墙肢处理

在进行剪力墙结构设计时，必须充分考虑其延展性，如果不合理地处理，将会对其稳定、耐久性产生不利影响。在保证剪力墙结构的承载力条件下，可以将较长的剪力墙分为若干个单独的墙体，以改善其均匀性，防止由于外部力的影响而导致整体受力的损害，为了达到这一目标，可以在长的剪力墙结构上开一些小的孔洞，也就是把长墙肢变短，砌筑隔墙时再补上，此外，可以在剪力墙结构中适当留出孔洞，从而合理地调节墙体的刚度和配筋^[9]。

（四）剪力墙厚度的控制与配筋

通常，剪力墙的高、宽都是比较大的，但其厚度比较小，其受力特性与方柱构件不同，且主要是高厚比的差别，当高厚比小于4时，可以参考柱进行设计；在高厚比为4左右时，可以参考异形柱的设计思路，进行双向偏压计算和设计。

1. 剪力墙结构厚度设计

按照国家有关规范，如果建筑结构抗震等级为一、二级，那么，剪力墙的加强部位的厚度应该在200毫米以上，并超过层高的1/16，而其他部位的厚度不得低于160 mm；如果剪力墙的末端没有设置壁柱和翼墙，那么其高度应不小于层高的1/12。但有关层高与墙厚的比值限值，也不是完全适用于所有建筑结构中，例如在设计中，当楼层数为5~15的时候，这种情形下的剪力墙肢在重力作用下的轴压比一般都在0.25左右，如果按规范计算，则3.9米的层高需要至少240毫米的墙厚。如果发生这种情况，设计师应该根据墙体承受的竖向荷载大小，计算墙体稳定性，在满足稳定性要求时可以减小墙体厚度，通过概念设计的分析，从而重新控制墙肢轴压比，验算剪力墙的截面强度，合理确定钢筋混凝土墙体的配筋率，使其整体性能达到设计要求。

2. 墙体配筋率设计

我国规范已明确提出，在抗震等级一、二、三级的剪力墙结构中，其横向和纵向的最小配筋率抗震时不得低于0.25%，而在某些框架支剪力墙的下部加强部位，其配筋率不得低于0.3%。特一级剪力墙配筋率一般部位为0.35%，底部加强部位为0.40%。墙体配筋不仅应满足构造规定，还要满足计算要求。

（五）连梁的设计与优化

连梁主要起到在平面内连接两片墙肢形成抗侧整体和承担荷载的作用，墙体在承受面外荷载时会产生弯曲，从而影响其整体稳定，水平构件可以为墙体提供面外支撑。

改进墙肢的受力可以避免墙体的面外弯曲，所以，

合理的连梁设计也会对剪力墙的整体性能产生一定的影响。在各种剪力墙中，连梁并非必需的结构，但是，如果没有合理的设计，必然会对连梁的承载力产生影响，甚至出现截面与设计不相符的现象。因此，在设计连梁时，应注意：1. 连梁刚度的调整，由于连梁跨高比较小，而与之连接的墙肢刚度大，在水平应力作用下，连梁可能会受到很大的内力影响，从而引起连梁开裂或断裂，因此，在设计时，应科学地降低连梁的刚度，如果设防烈度小，则可以降低折减要求，如果设防烈度大，则可以适当提高折减要求，但折减系数必须在0.5以上；2. 增大开孔尺度，既减小了连接梁的高度，又增大了开孔的宽度，可以明显地减小连接梁的刚度，改善结构的抗震能力；3. 根据工程实际，适当增大剪力墙的厚度^[10]。

结论

随着我国高层建筑的不断发展，剪力墙结构在建筑设计中的应用也十分广泛，但是在进行剪力墙结构设计时，如何进一步提高剪力墙结构的设计质量并改进其结构体系，就成了一个亟待解决的问题。为了保证剪力墙的设计方案的可行性，应积极地借鉴国内外先进的剪力墙结构的设计理念、技术和经验，并根据工程的具体情况进行灵活的调整。

参考文献

- [1] 刘书贤. 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用分析[J]. 居业, 2022(05): 107-109.
- [2] 刘依宁. 剪力墙结构在建筑设计中的应用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(02): 102-103.
- [3] 李长武. 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用分析[J]. 砖瓦, 2021(06): 110-111.
- [4] 陈南生. 建筑设计中剪力墙结构设计的应用分析[J]. 房地产世界, 2020(21): 37-39.
- [5] 李影. 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用[J]. 智能城市, 2020, 6(15): 35-36.
- [6] 陈福欣. 浅析剪力墙结构在建筑设计中的应用[J]. 建材发展导向, 2020, 18(12): 52-53.
- [7] 王菁菁. 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用分析[J]. 住宅与房地产, 2020(09): 63.
- [8] 熊晨玲. 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用分析[J]. 现代物业(中旬刊), 2020(01): 93.
- [9] 卢同舟. 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用探析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020(02): 43.
- [10] 朱亮. 论剪力墙结构设计在建筑设计中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(18): 162.