

剪力墙结构在建筑设计中的应用

黄钰

贵州省建筑设计研究院有限责任公司

摘要：建筑行业当前已经成为我国国民经济发展的支柱性产业之一，科技水平的进步和经济水平的提高都为建筑行业的发展提供了机会。当前我国的建筑规模逐渐扩大，尤其是在建筑物的高度也是越来越高。随着工程数量的逐渐增多，建筑行业市场的竞争也是越发激烈，这对于建筑行业的设计水平和施工水平提出了更高要求。剪力墙结构是较为常用的一种建筑结构，剪力墙结构的质量直接影响着整个建筑物的安全性和可靠性，所以重视剪力墙结构设计是十分有必要的，这也是保证建筑物整体质量的重要前提。笔者本篇文章通过对剪力墙结构相关知识的总结和应用，提出可实用的优化方案，以供参考。

关键词：剪力墙结构设计；建筑设计；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.06.104

随着我国社会经济的发展，人们的生活水平有了进一步提高，城市化进程的加快让城市的人口越来越多，这在一定程度上促进了我国房地产行业的发展。当前人们对于住房的要求越来越高，所以建筑公司为了能够在激烈的市场中站稳脚跟，就需要对建筑的设计和施工不断进行探究，为了满足人们对住房的要求，剪力墙结构应运而生。在我国当前的建筑工程建设中，特别是住宅建筑中，剪力墙结构得以广泛应用，这一结构的刚度较高并且用钢量较小，以其独特的优势受到了业内人士的认可。根据建筑平面布置图中的房间布局，隔墙布置，合理布置剪力墙，形成剪力墙结构，并不断经过试算，优化剪力墙的布置，最终达到既能保证建筑的使用功能，又能降低工程造价的目的。

一、剪力墙结构的概述

（一）剪力墙结构特点的概述

剪力墙是一种由剪力墙和梁、板形成的结构体系，剪力墙为竖向抗侧力构件，我们也能称之为抗震墙、抗风墙，简单来讲就是能够抵抗地震作用和风荷载作用，在一定程度上加强建筑物的抵抗水平作用的能力，同时也能够加强对地震灾害的抵抗能力[1]。尽管剪力墙结构存在着结构延性差、无法提供大空间和结构受力形式复杂的特点，对于剪力墙结构的使用存在着一些阻碍，但是剪力墙结构的竖向承载力和水平承载力较高，其侧向刚度较高，综合来说其抵抗水平荷载作用和竖向荷载作用的能力是非常强的，并且剪力墙能根据建筑空间灵活布置，所以剪力墙结构才能在建筑行业，特别是在住宅中得到广泛应用。

（二）剪力墙结构的优势

用剪力墙和梁、板体系代替传统的框架结构的梁、

板、柱是剪力墙结构的特点，能够在一定程度上控制好建筑物的水平承载力和竖向承载力，提高建筑物整体的稳定性。剪力墙结构的优势较多，稳定性高是其最突出的优点，和传统的框架结构相比，剪力墙结构适用的高宽比更大，能够建造比框架结构更高的建筑；经济性较强是剪力墙结构的第二大优势，这种结构能够用较小占地面积建造较高的建筑，提高容积率，由于剪力墙结构每层的结构平面布置变化很小，施工过程方便快捷，模板能重复利用，在一定程度上节约建造成本，从而提高建筑企业的经济效益；美观性强是剪力墙结构的第三大优势，剪力墙结构的适用性较强，不仅抗侧刚度较强，还能够结合建筑的平面和立面布置剪力墙，在一定程度上满足人们对建筑物美观性的需要，所以剪力墙结构能够受到建筑行业的广泛应用；连续性好是剪力墙结构的第四个特点，剪力墙结构中的剪力墙宜从底到顶连续设置，不宜将剪力墙逐层缩短，使结构具有较高的水平和竖向承载力；规则性是剪力墙结构的第五个特点，大多数住宅建筑平面基本不变，这正符合剪力墙结构的特点，能够根据建筑平面布置每层布置相同的剪力墙，这样既保证了建筑的使用功能，有保证了剪力墙从上到下的连续性，形成剪力墙结构体系，提供较强的侧向刚度。

（三）剪力墙结构的设计原则

1. 控制剪力墙、连梁的截面和配筋

剪力墙结构在建筑结构设计中有着非常重要的地位，除了对建筑物来说能形成结构体系，保证建筑的使用功能，还能提供较强的平面刚度和侧向刚度，加强建筑物抵抗外部作用的能力。除了能满足建筑平时的使用功能外，剪力墙结构的抗震能力也非常好^[2]。剪力墙和连梁是剪力墙的重要结构，剪力墙提供抗侧刚度，连梁用来耗能，所以在设计剪力墙结构时一定要控制好剪力墙的高度和宽度和厚度，控制剪力墙的配筋，满足最小配筋率，保证剪力墙既能提供较强的抗侧力刚度，又能具有一定的延性。要控制好连梁的截面和配筋，连梁是耗能构件，在地震作用下首先破坏，从而达到耗能的目的。在这个前提下，就要求连梁具有较好的延性，就是塑性转动能力，让连梁箍筋全长加密就是提高其塑性转动能力的有效手段，增加对角斜筋和对角暗撑能提高连梁的受剪承载力，能保证连梁在发生塑性转动的时候不会受剪破坏。

2. 尽量避免剪力墙和平面外的楼面梁相连

在布置楼面梁的时候，尽量让梁和剪力墙在平面内相连，避免剪力墙和平面外的楼面梁相连，这是因为若楼面梁与剪力墙在平面外相连，梁与墙相连的部分弯矩

较大，在竖向荷载或水平荷载的作用下，可能会拉坏剪力墙，使其开裂。若不可避免需要布置和剪力墙平面外相连的楼面梁时，可采取以下措施：1、采用小直径梁钢筋，满足钢筋的锚固要求。2、在相交位置增加暗柱或扶壁柱。3、布置连续梁，让梁端延伸，避免梁在剪力墙平面外截断。

3. 全面分析剪力墙结构所承受的竖向作用和水平作用

剪力墙是剪力墙结构中承重构件和提供抗侧刚度的构件，所以在设计剪力墙结构时，要全面分析剪力墙所承受的各种作用力，这也是保证剪力墙结构性能符合使用要求的重要前提。在设计剪力墙结构时，首先要准确分析墙体在水平和垂直方向所承受的作用力，做好相关的安全性判断并进行验算，还有对墙体的斜截面抗剪承载力进行有效分析和计算，通过多种方式来确保设计的安全性和可靠性。除此之外，还需要控制墙肢的轴压比，验算墙肢稳定性，这也是保证剪力墙结构延性和稳定的关键因素。

二、剪力墙结构设计的应用

（一）剪力墙的受力分析

剪力墙结构设计过程中的重要步骤之一就是剪力墙的受力分析。建筑主体结构在后期修建完成后会受到水平荷载和竖向荷载的作用，所以在设计时需要从水平、竖直方向（若有斜交抗侧力构件需考虑斜交方向）来考虑建筑主体结构的承载能力，从而实现剪力墙的合理设计。在发生地震或者强风等自然灾害时，建筑物主要会受到水平的作用力，加强结构的抗侧刚度，从而减小建筑主体结构的水平位移和周期。建筑主体结构在竖直方向的荷载来源主要是建筑主体结构本身的自重、隔墙荷载、施工荷载和后期使用荷载。所以为了满足高层建筑主体结构的轴压比及相关参数要求，就需要重视墙体的强度的设计。在设计剪力墙时可以根据受力分析并结合其他因素综合考虑墙体受力问题。建筑建材的选择对于墙体的承载能力也有着很大影响，想要提高墙体的延性，减小墙肢截面，可以使用高强度的混凝土和钢筋。相关设计人员需要提前了解市场上常见的建材种类和建材强度，同时结合工程建设的整体需要进行墙体设计，不仅能够保证剪力墙结构的施工质量，还能在一定程度上节约投资。

（二）平面布置分析

将剪力墙的平面布置作为研究对象是非常有必要的。一方面能够应用双向布置设计来提高剪力墙结构的双向抗侧力能力和承重能力，另一方面能够使两个方向的剪重比和刚总比满足要求。应用双向布置理念进行剪力墙设计能够在一定程度上保证建筑的使用空间，提高建筑的空间利用率，同时能够使结构的布置经济、合理。在进行墙面布置时需要尽量保证平面的对称性，这在一方面能够满足墙体承重的实际需要，也能满足建筑的使用功能及结构的参数指标。施工方面，布置对称的双向剪力墙可以方便施工单位施工，确保施工质量，这

也是保证剪力墙的实际承载力和设计的承载力相一致。针对一些较高的建筑物，需要在设计剪力墙结构时要重点考虑剪力墙的墙肢长度，因为较高的建筑竖向荷载较大，设计出来的剪力墙截面及长度较大。所以为避免出现墙肢过长的情况，可以合理的在较长的剪力墙上开洞，将一整片较长的剪力墙分解为几片由连梁连接的墙肢，使结构的参数更合理，经济性更高。

（三）抗震性能设计

剪力墙结构设计可根据规范按小震弹性设计，通过抗震构造措施保证结构的中震可修和大震不倒，也可以根据建筑的使用功能和要求，采用结构抗震性能设计。这也是保证建筑结构主体经济型和实用性的有效手段。首先，可根据结构的抗震设防分类，是乙类还是丙类；设防烈度，是6度还是7度；场地条件，是一类还是II类；建造的投资，震后的损失情况和修复的难易程度，确定结构的抗震性能目标。明确了结构抗震性能目标后，就能确定对应多遇地震、设防地震、罕遇地震下的性能水准。根据各性能水准的要求，验算结构的关键构件、普通竖向构件和耗能构件在不同性能水准下是否满足要求，对不满足的地方进行加强，对富余的地方进行优化。抗震性能化设计时用到的分析方法主要有弹性时程分析法、静力弹塑性分析法、弹塑性时程分析法等，应根据不同的高度和复杂程度选择适合的分析方法，对复杂结构还要进行施工模拟分析，保证施工期间结构的安全，弹塑性时程分析时地震输入应采用双向或三向地震输入。时程分析时选波时，天然波的数量不应少于总数量的2/3。

（四）剪力墙截面设计

剪力墙体的截面设计也是非常重要的，在设计剪力墙墙体截面时需要结合建筑的平面布置，墙体的受力状态进行设计。首先，剪力墙的截面厚度要满足规范的要求，根据不同的情况，分别不应小于160mm、180mm、200mm、220mm，其次，剪力墙的形状和截面尽量不要影响到建筑的使用功能，在满足建筑要求的前提下，再经过不断试算，修改截面和长度，让剪力墙的指标和参数满足规范的要求，比如轴压比、剪重比、刚重比等。剪力墙的截面还要让其满足墙身稳定性的要求。边缘构件对于剪力墙结构来说也是非常重要的，剪力墙结构在承受水平作用的时候，剪力墙的两端边缘会出现较大的拉力，设置边缘构件可保证剪力墙在承受水平作用的时候不被拉坏，而且边缘构件也在一定程度上约束住剪力墙，增加其延性，是结构在承受水平作用的时候不发生脆性破坏。边缘构件分为约束边缘构件和构造边缘构件，根据设置的位置，墙肢的轴压比的大小不同而选择不同的边缘构件，边缘构件的设计要满足规范对其截面尺寸、配筋率、体积配箍率的要求。

（五）墙体钢筋配制

大部分剪力墙是由钢筋混凝土构成，也有部分超高层会用到型钢混凝土剪力墙和钢板混凝土剪力墙，剪力墙的钢筋让剪力墙具有了延性，使剪力墙结构在水平荷

载的作用下不会发生脆性破坏，那到底配多少钢筋合适呢？首先，剪力墙的水平分布筋和竖向分布筋要满足规范最小配筋率的构造要求，并根据分析计算的结果配置钢筋，让其在各工况下的受压、受拉、偏心受压、偏心受拉等承载力满足规范要求。另外，要特别注意设计的剪力墙是否为短肢剪力墙，当墙肢的截面厚度不大于300mm、墙肢的截面高度与厚度的比值大于4但不大于8时，这种剪力墙就是短肢剪力，其要求要比普通剪力墙更高，比如轴压比普通剪力墙小，最小配筋率比普通剪力墙大，故在设计短肢剪力墙的时候要特别注意轴压比和配筋是否满足规范要求。除了墙身的配筋，边缘构件的配筋也很重要，边缘构件的纵筋能防止剪力墙在水平作用下的受拉破坏，纵筋和箍筋能约束剪力墙，提高其延性，在设计过程中，首先要满足规范规定的最小截面尺寸、纵筋配筋率、体积配箍率的要求，并根据模型分析计算的结果配筋，使其在各工况下的承载力满足要求。

三、剪力墙结构设计的优化方法

（一）优化剪力墙布置

在高层剪力墙住宅中，剪力墙的用钢量约占总用钢量的60%左右，其中剪力墙边缘构件用钢量约占剪力墙用钢量的40%~50%左右。所以，剪力墙的布置方案直接影响的整个结构的经济性。在布置剪力墙的时候，要尽量少布置短墙（不是短肢剪力墙，是一般剪力墙），增大剪力墙的布置间距，多布置一些均匀的长墙，墙长按小于8m控制，尽量不布置短肢剪力墙，这样一方面能减少边缘构件的数量，节约钢筋，避免了在较小的间距内布置多道剪力墙，让建筑的平面布置更加灵活。剪力墙要尽量布置在建筑的四周，建筑的中部尽量少布剪力墙，这样布置有利于使结构的周期比与位移比满足规范要求。尽量布置L形、T形、十字形的墙肢，少布置一些形状复杂的转折墙肢，因为墙体转折处必须设置边缘构件，这样就会减少边缘构件的数量，这样既提高了经济性，又增强了墙体的稳定性。

（二）优化剪力墙连梁

墙肢与墙肢之间是通过连梁连接在一起的，结构在遭受地震作用和风作用的时候，连梁首先屈服，进入塑性阶段，通过塑性转动来消耗地震作用和风作用的能量，所以需要不断优化剪力墙连梁的设计，让其在遭受地震作用和风作用的时候，尽量不发生脆性破坏，提高其塑性变形的能力，从而更好地消耗能量。首先连梁的截面不宜设计得过大，使其在水平作用下不发生形变而达不到耗能的目的。其次连梁截面过大会导致其剪力超限，需采取减小连梁截面高度或其他降低连梁刚度的措施。通过优化配置纵筋、腰筋、对角斜筋或对角暗撑保证连梁的受弯、受剪承载力满足要求。通过全长加密连梁箍筋的配置，纵筋伸入墙肢的长度满足锚固要求等措施，提高连梁的塑性转动能力，使其能更好的转动耗能。要保证连梁调幅以后的弯矩、剪力设计值不应低于比抗震设防烈度低一度的地震组合所得的弯矩和剪力设

计值，这样做的目的是防止其在正常使用情况下或遭受较小地震作用的时候不发生开裂。

（三）优化较长剪力墙

较长的剪力墙是指墙肢长度接近8m的剪力墙，墙长之所以按小于8m控制是因为若墙肢过长，墙的刚度将明显增大，其承受的地震力也将明显增加，使其发生脆性的受剪破坏，而不是发生延性的受弯破坏。长墙在地震作用下首先发生破坏，对其余剩下的墙肢就提出了更高的要求，为了能满足二道防线的要求，必然会加大其余剩下的墙肢的配筋，降低结构的经济性。若在设计中不可避免的要布置长度超过8m的剪力墙，可在墙中部设置洞口加连梁的方式使其分成两个或多个短墙肢，这样既能削弱了剪力墙的刚度，也有利于使结构体系的参数满足规范要求。另外，将长墙开洞分成多个短墙肢，能够在一定程度上降低墙体在建设过程中出现裂缝的可能，同时能够完成分段施工的目的^[3]。确保剪力墙的高度除以宽度的比值小于2是剪力墙设计较合理的布置方式，这样可以使剪力墙在承受水平作用是发生弯曲变形而不是发生剪切变形。

（四）优化建筑方案

可以说，建筑方案是决定建筑结构经济性重要原因之一，在做建筑方案的过程中，尽量说服甲方接受平面布置规则的建筑方案，摒弃平面形状异形的建筑方案，减少建筑装饰线条的使用。在建筑材料上运用轻质材料的隔墙，降低结构自重。尽量将荷载较重的房间和设备放置在剪力墙较多的部位，充分发挥剪力墙的竖向承载力，从而提高结构的经济性。

结束语

总而言之，剪力墙结构体系是建筑结构体系的重要组成部分之一，所以在设计过程中对其进行优化能产生较好的经济效益。剪力墙结构的优势非常明显，所以在建筑设计中能够得到广泛应用，同时也能够在社会不断发展的同时满足建筑的发展要求，满足人们对建筑物使用的需要，能够有效提高建筑的工程质量。希望相关技术工作人员能够在实际应用中能够严格按照国家相关规定进行实践，采用先进的生产工艺并结合剪力墙结构的特点对剪力墙的设计进行优化，主动积累应用经验以提高剪力墙结构设计的设计效率及质量，从而发挥剪力墙结构在工程建设中的作用，在保证建筑质量的同时保障人民生命和财产的安全。

参考文献

- [1] 陈炜. 高层结构设计中短肢剪力墙的运用[J]. 工程建设与设计, 2023, (04): 19-21.
- [2] 程江勇. 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022, (23): 87-89.
- [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.

作者简介：黄钰，1988.10.26，汉族，男，贵州安顺，本科，工程师，研究方向：混凝土结构。