

# 框架剪力墙结构建筑施工技术研究

冯波

山西三建集团有限公司

**摘要：**框架剪力墙结构作为基础结构，在建筑工程中发挥着重要作用。我国城镇化进程速度不断加快，在促进经济发展的同时，也造成可利用土地资源匮乏。为保证土地资源得到充分利用，高层建筑、超高层建筑逐渐增多。在该背景下，需要对框架剪力墙结构施工技术进行不断完善和改进，准确把握施工差异和要点，减少施工安全隐患，从而为高层建筑施工安全提供更多保障。本文以实践工作经验为基础，论述框架剪力墙特点，探讨框架剪力墙结构建筑施工技术的实际应用，指出施工过程中应注意的相关问题，旨在为框架剪力墙结构建筑工程项目施工提供参考。

**关键词：**框架剪力墙结构；建筑；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.05.026

在城乡结合一体化快速发展的背景下，建筑项目的数量及规模也在不断增大，这无形中提高了对建筑技术和施工效果的要求。而框架剪力墙结构是建筑施工中常用的结构形式之一，其有效集合了框架结构及剪力墙结构的优点，不仅可使建筑物的抗震性、抗剪能力等得到有效提高，而且能够有效降低建筑施工材料的使用量，帮助建筑施工节省成本。本文仅对框架剪力墙结构施工技术的应用进行深入分析，以资参考。

## 一、框架剪力墙结构概述

框架剪力墙结构（也称为框剪结构）即在框架结构中通过设置一定数量的剪力墙来形成更加灵活自由的使用空间，以此满足不同建筑物的功能需求，同时也能提高建筑物的侧向刚度。由此可见，框架剪力墙结构中同时融合框架结构及剪力墙结构的优点，不仅可以有效解决单独剪力墙结构受水平荷载易变形及曲线位移的问题，也可以解决单独框架结构受剪切力作用易发生变形的问题，从而使建筑物整体的受力达到平衡，保证建筑物在受到水平荷载或剪切力的作用时不发生变形问题，大大提高建筑物的安全性及稳定性。

## 二、框架-剪力墙结构设计

### （一）平面设计

（1）剪力墙的平面布置遵循对称、分散、均匀的原则。若能够满足刚度均匀的要求，遇地震灾害时，墙肢将有效承受地震力，避免出现局部受力异常的情况；反之，若以过于集中的方式布置墙体，将制约其对外部作用的抵御能力。为避免大幅度的扭转作用，在条件允许时可适度提升剪力墙的抗倾覆能力。

（2）沿建筑主要轴向纵横布置剪力墙，保证墙体在承受水平力和竖向力时具有稳定性。两个方向抗侧

刚度需一致，根据此要求，需确保各方向的自振周期相同。剪力墙的布置方式以L形、工字形、T形为宜，不宜采用一字形布置方式，否则难以形成较大刚度的截面，影响剪力墙受力时的稳定性。

（3）长墙以结构洞划分，形成联肢墙，此时可提高结构的刚度。若剪力墙较长，在设计时采取“化整为零”的方法，即开设适量的洞口形成多处具有均匀性的墙段。

### （二）竖向设计

（1）剪力墙拉通对直，充分提升墙体的抗震性能。门窗洞口上、下两层对齐，使墙肢和连梁稳定连接成一体。叠合错洞墙的洞口仅保持较小的错开距离时，将产生薄弱部位，影响抗震效果，考虑到稳定性和安全性要求，在设计时尽量避免出现错洞剪力墙和叠合错洞墙。

（2）沿竖向贯通全高布置剪力墙，使结构刚度具有连续性和均匀性。若由于结构限制或其他原因导致剪力墙需沿竖向发生适度变化，可采取沿高度方向减小墙厚或适度减少部分墙肢的应对方法，此时能够降低抗侧刚度，避免局部刚度突变。

## 三、框架剪力墙结构建筑施工技术的应用

某建筑项目为商业+住宅综合性项目，建筑面积共计10.5万 $m^2$ ，地上建筑共计27层，地下建筑共计2层（用作停车场及设备房），地上建筑一层和二层均是商用楼，需要采取开放空间设计，同时，该建筑的各楼层的层高是随层高而逐渐递减的，为错层结构设计。再加上该项目所处地区地震活动较为频繁，对抗震要求比较高。因此，经过设计人员进行调查分析后决定整体采取框架剪力墙结构，建筑抗震设防烈度为8度，设计抗震等级：剪力墙结构为一级，框架结构为二级。

### （一）施工准备

#### 1. 设计图纸的审查

对于高层建筑工程项目，设计图纸会审对其施工质量有着明显的影响，在进行施工准备工作时，应对设计图纸是否科学、合理、规范等进行检查。结合设计图纸内容，掌握框剪结构，并与实际情况相比较，及时了解是否存在偏差，如有问题，及时进行改进，提高设计图纸可行性，避免后续框剪结构施工出现问题后而增加整改难度。同时，要对框剪结构加固操作是否合理进行判断，确保复杂部位施工符合技术标准。高层建筑框架剪力墙结构施工前，需要开展测量放样，结合测量所得数据，明确现场施工情况。为此，要合理运用全站仪、经纬仪等测量仪器对放样仪中心轴线进行合理控制，为格

栅施工顺利实施提供方便。框剪结构建筑测量放样需结合施工设计图纸，并配合精度高的测量仪器，为结构施工提供数据支持。

## 2. 施工过程的部署

对于框架剪力墙结构建筑工程项目，为确保施工顺利开展，要建立相应的施工管理组织，明确各类管理人员、技术人员的工作责任。同时，针对施工难点和重点问题，加强施工过程控制，做好施工现场监督，完善人员管理。对于进场材料，特别是钢筋，做好质量检查与监控，重点分析钢筋状态和使用性能，确保建筑主体力学性能。从每批进场钢筋中抽取30%作为检查样本，一般含碳量差 $<0.02\%$ 、含锰量差 $<0.15\%$ ，视为合格。为进一步加强对材料控制，根据《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》（GB1499-1998）中相关规定，对材料的外观进行系统性检查，并对其进行力学性能试验，结合试验结果，对钢筋材料质量是否满足结构施工要求进行判断，测试结果满意后方可允许钢筋进场。

### （二）钢筋施工

钢筋施工质量直接关系到整个框架剪力墙结构施工的质量。因此，在钢筋进场时，质检人员必须严格检查钢筋的出厂合格资料及其外观、材质、规格等是否符合实际施工要求，经检查合格后，才能进场使用。同时，在钢筋使用之前，施工人员必须将钢筋表面的铁锈、油渍等杂质及时清理干净，再按照设计要求将钢筋加工成所需的尺寸及形状，并做好相应的标识。另外，对于需要弯曲的钢筋，应采取机械冷弯，不能使用气焊烤弯，以免影响钢筋质量。该项目中，框架柱主筋采取直螺纹套筒进行连接，而暗柱主筋则是通过电渣压力焊方式进行连接，其他位置的钢筋均是通过绑扎搭接。钢筋连接过程中要遵循“Ⅰ级钢筋锚固长度 $\geq 25d$ （ $d$ 为钢筋直径，下同）、搭接长度 $\geq 30d$ ，Ⅱ级钢筋锚固长度 $\geq 35d$ 、搭接长度 $\geq 40d$ ”的原则进行施工。同时，为了防止柱钢筋发生位移，应在调好主筋间距和位置之后，立马安装定位筋。参考主筋位置对柱插筋位置进行放线，然后根据放线结果将插筋固定到底板主筋上。为保障墙体内钢筋位置准确，需提前在墙内设置好水平梯子筋和竖向梯子筋，以此来合理控制墙筋及网片的间距。另外，也应利用马凳控制好顶板钢筋上下网片的间距，并可设置塑料垫块对钢筋保护层厚度进行控制。

### （三）模板工程施工

#### 1. 柱模板

按照施工图纸尺寸完成并做好技术检查工作，在完成前期工序后，首先对楼层进行平整，其次在立柱的四角点焊角钢，以保证立柱支撑，可在支撑之前，检查墙体的拉结筋、预埋件、孔洞等是否存在渗漏，以及固定点是否正确等，应确保在试模前检查是否准确。在立柱模板拼装时，模板要交叉搭接，以保障形成一个整体并将每个柱底部贴近四角钢，确保其位置固定为正确。各立柱竖向吊起后，应按照轴线对其进行拉长检查。立柱

的垂直和轴的偏移量应该小于2mm。

#### 2. 梁模板

（1）在钢管下方加好垫板，并在牢固的基础上完成支撑。先完成梁部立杆架设，后平板立杆施工。立杆距离不得超过80cm，横向横梁的第一根距离地面1.8m，而上部的间隔不能超过2m。在承重框架的下部，应设置好地杆与剪力撑。

（2）确保紧固件准备好，避免出现松动问题，其梁承架横杆下须加备轧。框架梁的上端要牢固，梁底和上端应完成拉丝工序。所有梁、平板模板在支撑模具之前应及时清洗，并涂上脱模润滑油。在装配过程中，接头间隙用玻璃油灰进行填充，以降低漏浆。梁模板支撑成型后，应进行技术审核，其误差应在：轴线偏移2mm、高度+2.000mm、-3.000mm、横断面尺寸+2mm、-3mm、平面2mm、预留孔，中间线偏移5mm、横断面内径+5mm、0。

#### 3. 墙模板

模板与排档之间的连接要彼此错开，模板之间的接缝要用薄玻璃油灰。一般来说，应明确墙体模板的配板要求，并按照每种墙体配板大小进行排序，根据墙体的高、宽选择不同的大小完成配板工序。在安装墙模板之前，先在基础上找平，按照所铺设墨线，检查好墙体所在的位置，随后使用 $\Phi 12$ 钢筋将模板的底板焊接到主筋上。此过程应检查好孔洞、预埋、预埋件是否配齐、位置是否正确，若无误再可进入立模工序，竖模时，应将模板底部的内壁与墙边的边线相垂直，并作临时支撑。

### （四）结构转换层施工

四层为结构转换层，梁最大跨度8.4m，高度为0.8m~1.6m。转换层施工具有钢筋密度高、混凝土用量大的特点，施工人员积极协调钢筋的布设位置，保证各钢筋均可准确布设到位的同时使钢筋整体具有协调性；混凝土施工遵循连续性原则，非必要不中断，以免破坏转换层的完整性。此外，混凝土自重较大，若仅采用常规的支撑系统，难以有效承受混凝土产生的较强荷载作用，支撑系统有失稳的可能，针对此局限性，需要在常规支撑系统的基础上加以优化，提升支撑系统承受荷载的能力。

#### 1. 支模系统结构

（1）模板。梁底模、梁侧模均采用厚度为20mm的胶合板，要求模板表面平整、完整。

（2）支撑系统结构，主要有：1）梁底模的支撑。竖向支撑以组合门式刚架结构为主；设100mm $\times$ 100mm的方木，作为托梁；搭配50mm $\times$ 100mm木方，托住模板，提升模板的稳定性；沿梁长方向布设两处门架，间距为500mm，通过门架的应用，确保支撑装置更具稳定性；2）梁侧模的加固。侧模受到源自混凝土浇筑时的侧压力，在较强的外力作用下，可能引起侧模偏位、受损问题。为提升模板的稳定性，用 $\Phi 12$ mm对拉螺杆和

50mm×100mm方木斜撑加固梁侧模板；3) 其他方面。支撑系统可能由于混凝土施工期间的振动作用和冲击作用而失稳，同时竖向支撑采用的是门架叠加的结构组成方式，若安装精度偏低，易引起门架柱协调性较差的问题，其中较为常见的是门架在竖直方向未共处于相同的直线，稳定性明显下降。为此，需根据支撑系统结构的特点采取适宜的加固措施，确保支撑系统在使用期间无变形、失稳等问题。

### 2. 关键技术

(1) 钢筋施工。严格按照要求搭设临时钢管支架，准确控制负筋的布置位置。由于转换梁负筋锚入柱的长度较大，用临时钢管挑起负筋，将其临时锚入柱内。钢筋施工前，先检查钢筋，做好钢筋除锈、调直等各项工作，确保投入使用的各钢筋质量均满足要求。在Ⅱ级钢筋施工中，若钢筋直径未超过25mm，钢筋施工时用闪光对焊接头；钢筋直径达到28mm或更大时，连接以冷挤压套筒连接的方法为宜。钢筋施工由具有资质的焊工负责，规范操作，确保钢筋位置、接头质量均达到要求。

(2) 模板施工：1) 模板以厚度为20mm的夹板为主，搭配方木。联合采用门式组合脚手架和Φ48mm可调支撑杆，目的在于发挥两部分结构的支护作用，使模板更具稳定性；2) 梁跨度为5.0m、6.9m，按跨长的3%起拱。部分结构的混凝土强度要求较高，施工时需予以专门控制，例如梁柱节点部位的混凝土必须具有足够的强度，以保证节点的稳定性。

(3) 拆模时间根据各部位混凝土的强度而定，例如转换梁偏重，底模和支撑的拆除必须在混凝土实测强度完全达到设计值时进行，以免出现局部失稳、坍塌等事故。拆模时，拆除作业人员严格听从指挥，相互配合，在安全的前提下完成拆除作业；拆模时注重防护，避免混凝土结构因磕碰而受损；拆除后的模板及配套构件需统一存放至指定区域，禁止随意丢弃。

(4) 根据梁体高度设置对拉螺栓：梁体高度达到800mm时，采用Φ12mm螺纹钢对拉螺栓，沿梁体高度方向均匀布设2道；梁体高度达到1000mm~1300mm时，材料保持一致，布设数量增加至3道；部分梁体的高度达到1400mm，宜布设4道对拉螺栓。

(5) 在框架-剪力墙施工全流程中，混凝土施工属于重要环节，此环节的工程量较大，且施工质量对框架-剪力墙的整体施工效果产生明显影响，因此妥善应用混凝土施工关键技术尤为重要，具体做如下分析：1) 提前组织试验，确定合适的混凝土配合比，作为原材料称量时的控制基准；2) 精选混凝土原材料，按照配合比称量原材料并充分搅拌，得到综合性能良好的混凝土，为施工提供可靠的材料。混凝土拌合时需严格检测坍落度及其他性能指标，禁止任何不满足要求的混凝土被用于施工中；3) 内隔墙施工采用小型空心砌块砌筑；4) 抗震设防烈度为6度，在隔墙长度方向按4m的间

距依次布设构造柱，确保结构在特定等级的地震作用下仍保持稳定；5) 在十字交叉部位设构造柱，钢筋混凝土现浇带沿墙高度方向每间隔2m布设一道，通长拉结筋每间隔500mm布设一道；6) 墙上洞口的形成采取的是事先预留的方法，禁止在后期以剔凿的方法开设墙上洞口，否则将对结构的完整性乃至稳定性产生不良影响。

### (五) 混凝土施工

该项目混凝土施工用预拌混凝土，对于基础底板及外墙施工所用的混凝土应当适当添加抗渗剂，以此来增强基础底板和外墙的抗渗能力。混凝土进场之后，要检测混凝土的坍落度，确保坍落度为12cm±1。底板地梁施工采用C40/P6抗渗混凝土，并在后浇带位置断开，不设置施工缝。混凝土浇筑施工采取分层浇筑，每层浇筑厚度控制在30cm左右，并且振捣使用的是插入式振捣器。

对于内墙、柱等位置，采取C40混凝土边浇筑边振捣方式进行分层浇筑，且浇筑层厚度为1.25倍振捣棒有效作用长度。同时，墙、柱等位置混凝土浇筑前期，应先在其底部浇筑厚度5~10cm的减石子砂浆（配合比与混凝土配合比1:0.39:1.29:2.88相同）。浇筑混凝土过程中，应严格把控混凝土的自由卸落高度≤2m，并对下料点进行分散布置，避免某一点长时间持续卸料，影响混凝土施工质量。另外，对于窗口等易发生气泡的位置，应在浇筑窗洞口的混凝土时做到均匀布料，且需先浇筑窗洞口底部，再随即浇筑两侧的墙面，再充分振捣，避免出现气泡。在完成混凝土浇筑施工后，必须及时对混凝土进行覆盖、洒水养护，防止出现裂缝，提高整体质量。待混凝土强度达到要求后，开始按照施工规范流程进行模板拆除工作。

### 结论

总之，框架剪力墙在高层建筑中发挥着重要作用，应用也较为广泛。本文通过对其概念、设计要求、施工技术的分析可以看出，框架剪力墙结构使用性能良好，且施工便捷、施工周期短，造价不高，可为建设单位创造良好的经济效益。

### 参考文献

- [1] 李忠. 建筑工程框架剪力墙结构施工技术研究[J]. 工程技术研究, 2021, 6(6): 78-79.
- [2] 王天成. 试论框架剪力墙结构建筑施工技术[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(14): 1-3.
- [3] 李天水. 试论房屋建筑工程框架剪力墙结构施工技术的要点[J]. 工程技术研究, 2019, 4(5): 40+42.
- [4] 简锡绸. 浅析建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术[J]. 四川建材, 2020, 46(11): 116-117.
- [5] 王兴波. 建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术分析[J]. 房地产世界, 2021(21): 97-99.

作者简介：冯波（1976-），男，汉，山西省长治市，本科学历，建筑工程施工技术。