

框架结构设计在建筑结构设计中的应用

项玉庭

杭州汉邦电力工程设计有限公司 浙江 杭州 311200

摘要：随着城市化进程的加速和建筑技术的不断进步，现代建筑对结构的安全性、稳定性和经济性提出了更高要求。本文聚焦框架结构设计在建筑结构设计中的应用。先阐述框架结构基本概念，接着剖析其在建筑结构设计中的显著优势，涵盖空间利用、抗震性能、施工经济以及适应大跨度需求等方面。随后详细论述框架结构设计的应用要点，包括柱、薄弱层、抗震、纵向框架、基础系梁及板的设计。通过系统研究，旨在为框架结构设计在建筑领域的合理应用提供理论依据与实践指导，提升建筑结构设计的质量与安全性。

关键词：框架结构；建筑结构设计；设计要点

引言：在建筑行业蓬勃发展的当下，建筑结构设计的重要性日益凸显。合理的结构设计不仅能保障建筑物的安全性与稳定性，还能实现空间的高效利用与成本的有效控制。框架结构作为一种常见的建筑结构形式，凭借其独特的构造特点，在建筑结构设计中占据重要地位。它通过梁与柱的连接形成骨架体系，承受竖向与水平荷载。深入研究框架结构设计在建筑结构设计中的应用，对于提升建筑整体性能、推动建筑行业技术进步具有不可忽视的意义。

1 框架结构的基本概念

(1) 从定义层面来看，框架结构是由梁和柱通过刚接或铰接连接成承重体系的房屋结构。在这种结构中，梁和柱共同构成一个框架，来承受来自竖向和水平的各种荷载。它属于柔性结构体系，与砖混结构等刚性结构体系有着本质区别，依靠自身结构的变形来消耗和传递能量。(2) 在构成要素方面，梁是框架结构中水平方向的受力构件，主要承受板传来的竖向荷载，并将其传递给柱。柱则是竖向的受力构件，承受由梁传来的荷载，并进一步将荷载传递至基础。梁和柱的连接节点至关重要，刚接节点能使梁柱之间传递弯矩、剪力和轴力，保证结构的整体性和协同工作能力；铰接节点则主要传递剪力和轴力。(3) 从受力特点来讲，框架结构在水平荷载作用下，会产生侧向位移。其侧向位移由两部分组成，一部分是由梁柱弯曲变形引起的剪切型变形，另一部分是由柱轴向变形引起的弯曲型变形。在多层框架结构中，通常以剪切型变形为主。而且，框架结构的内力分布与结构的刚度分布密切相关，刚度大的构件承担的内力相对较大^[1]。

2 框架结构设计在建筑结构设计中的优势

2.1 空间利用优势

框架结构在建筑空间利用方面展现出显著优势。从内部空间来看，它以梁、柱构成骨架来承重，墙体并不承重，这使得建筑内部空间的划分具有极大的灵活性。设计师可以根据实际需求，自由地对空间进行分割与组合，不受过多结构限制。比如在一些大型商场设计中，采用框架结构能够轻松打造出开阔、通透的中庭空间，便于布置自动扶梯、观光电梯等设施，同时为顾客提供宽敞的购物环境，提升消费体验。在建筑的外形塑造上，框架结构也为空间利用创造了更多可能。由于没有繁重的承重墙约束，建筑可以设计出独特的造型和较大的悬挑结构，拓展了建筑的使用空间和视觉效果。像一些现代化的文化场馆，利用框架结构实现大跨度的无柱空间，不仅满足了大型演出、展览等活动对空间的需求，还营造出震撼的建筑艺术氛围，充分展现了框架结构在空间利用上的独特魅力。

2.2 抗震性能优势

框架结构在抗震方面具备诸多突出优势。首先，其结构体系具有良好的延性。在地震作用时，梁、柱等构件能够通过塑性变形消耗大量地震能量，避免结构发生脆性破坏。这种延性特征使得框架结构在遭遇强震时，虽会产生一定变形，但不会立即倒塌，为人员疏散和救援争取宝贵时间。其次，框架结构的整体性强。梁与柱通过节点可靠连接，形成一个有机的整体，在水平地震力作用下，各构件能协同工作，共同抵抗地震作用，有效分散地震力，降低局部构件的受力集中程度。再者，通过合理的抗震设计，如设置抗震缝、加强节点构造等措施，可进一步提升框架结构的抗震能力。而且，框架结构可根据不同地区的地震设防要求，灵活调整构件尺寸和配筋，以适应不同强度地震的考验，为建筑物在地震多发区域提供可靠的安全保障。

2.3 施工与经济优势

在施工方面, 框架结构展现出显著优势。其构件大多可在工厂预制, 像常见的预制梁、预制柱等, 实现标准化生产, 不仅保证了构件的质量稳定, 还能大幅提高生产效率。施工现场主要进行构件的吊装与连接作业, 相较于传统结构施工, 减少了现场湿作业量, 如减少了大量的模板支设和混凝土浇筑工作, 使得施工过程更加整洁、有序, 有效缩短了施工周期。从经济角度分析, 框架结构同样具备竞争力。由于施工周期缩短, 直接降低了工程的人工成本和管理成本。同时, 框架结构的材料利用率较高, 在满足结构安全的前提下, 能合理控制钢材和混凝土的用量。而且, 框架结构适应性强, 可应用于多种类型的建筑, 后期若建筑功能发生改变, 进行改造和扩建时也相对方便, 避免了大规模的结构拆除与重建, 进一步节约了成本, 综合经济效益十分可观。

2.4 适应大跨度需求优势

框架结构在适应大跨度需求方面优势明显。从结构原理上看, 框架结构通过梁和柱组成的骨架来承受荷载, 这种结构形式为创造大跨度空间提供了可能。梁作为水平受力构件, 能够跨越较大距离, 将上部荷载传递给柱, 而柱则负责将荷载传递至基础。在实际应用中, 对于大型体育场馆、展览馆、机场航站楼等需要大跨度空间的建筑, 框架结构可以轻松实现无柱大空间的设计。例如在一些大型体育馆内, 采用框架结构能打造出开阔的比赛场地和观众观赛空间, 避免了柱子对视线和空间的遮挡, 提升了使用功能和观赛体验。此外, 框架结构可以根据大跨度的具体要求, 灵活调整梁和柱的尺寸、布置方式以及材料选用^[2]。

3 框架结构设计在建筑结构设计中的应用要点

3.1 柱的设计

(1) 柱的尺寸确定至关重要。柱的截面尺寸需依据建筑的层数、高度、使用功能以及所承受的荷载大小等因素综合考量。对于多层建筑, 柱截面不宜过小, 否则难以满足轴压比等设计要求, 影响结构的稳定性; 而过高层的建筑, 若柱截面过大, 不仅会增加结构自重, 还会占用过多建筑空间, 影响使用功能。例如在普通多层住宅中, 框架柱截面尺寸可能控制在400mm×400mm至600mm×600mm之间, 既能保证结构安全, 又能合理利用空间。(2) 柱的配筋设计要精准。纵向钢筋的配置需满足柱在各种荷载组合下的承载力要求, 同时要考虑构造要求, 如最小配筋率等。箍筋的作用也不容忽视, 它不仅能提高柱的抗剪能力, 还能约束混凝土的横向变形, 增强柱的延性。(3) 柱的轴压比控制是关键。轴压比过

大, 柱在地震作用下容易发生脆性破坏。设计时应严格按照规范要求控制轴压比, 可通过增大柱截面、提高混凝土强度等级或增加纵向钢筋配筋率等措施来实现, 确保柱在地震等极端情况下具有良好的变形能力和耗能能力。

3.2 薄弱层的设计

(1) 薄弱层的准确识别是设计的基础。在建筑结构中, 薄弱层通常指刚度或承载力相较于其他楼层明显减小的楼层。这可能是由于该楼层高度突变、结构布置改变(如局部抽柱)、构件截面或配筋显著削弱等原因造成。例如, 在带有大空间的商场建筑中, 若某一层为中庭所在层, 其周边框架柱数量减少、柱截面变小, 该层就可能成为薄弱层。通过结构计算分析, 精确找出薄弱层位置, 能为后续设计提供明确方向。(2) 针对薄弱层需采取加强措施。在承载力方面, 可适当增大薄弱层构件的截面尺寸、提高混凝土强度等级或增加配筋量, 以提升其承载能力。对于刚度不足问题, 可在薄弱层增设剪力墙、支撑等抗侧力构件, 增强该层刚度, 使结构刚度分布更均匀。比如在薄弱层框架柱间设置钢支撑, 能有效提高楼层侧向刚度。(3) 薄弱层的抗震设计不容忽视。在地震作用下, 薄弱层更容易发生破坏。设计时要确保薄弱层具有足够的变形能力和耗能能力, 通过合理设置塑性铰位置、采用延性较好的构件形式等措施, 使薄弱层在地震中能够通过塑性变形消耗地震能量, 避免结构发生倒塌, 保障建筑的安全性和可靠性。

3.3 抗震设计

(1) 抗震概念设计是框架结构抗震的基础。它要求合理确定建筑形体、结构布置和传力途径, 确保结构具有明确的计算简图和合理的地震作用传递路线。例如, 建筑平面应尽量规则对称, 避免出现过大凹凸或扭转不规则; 竖向布置要均匀连续, 避免刚度突变。通过良好的概念设计, 能从宏观上把握结构的抗震性能, 为后续详细设计提供正确方向。(2) 进行精确的抗震计算分析。依据建筑所在地的地震设防烈度、场地类别等因素, 采用合适的地震作用计算方法, 如底部剪力法、振型分解反应谱法等, 准确计算结构在地震作用下的内力和变形。同时, 考虑结构的非线性特性, 进行弹塑性时程分析, 评估结构在罕遇地震下的性能, 确保结构在大震下不倒塌。(3) 注重抗震构造措施。合理配置框架结构的纵向钢筋和箍筋, 保证节点核心区的抗剪承载力; 设置构造柱和圈梁, 增强结构的整体性和空间刚度; 对关键部位如梁柱节点、柱端等进行加密箍筋处理, 提高构件的延性和耗能能力。

3.4 纵向框架设计

(1) 纵向框架的受力分析是设计的关键前提。纵向框架主要承受竖向荷载以及水平地震作用、风荷载等产生的纵向力。在竖向荷载方面,需精准计算各楼层活荷载与恒荷载,明确其对框架梁、柱产生的轴力和弯矩。对于水平力,要根据建筑所处地区的地震设防烈度、风压值等参数,准确算出地震作用和风荷载在纵向框架上产生的内力,以此为依据确定构件尺寸与配筋。(2) 合理确定纵向框架梁、柱的尺寸。梁的截面高度通常根据跨度、荷载大小以及使用要求来确定,既要保证梁具有足够的抗弯和抗剪能力,又要避免截面过大影响建筑净空。柱的截面尺寸则需综合考虑轴压比、承载力以及抗震要求等因素,确保柱在各种荷载组合下都能安全工作。(3) 注重纵向框架的抗震构造设计。在地震作用下,纵向框架的梁柱节点是关键部位,应保证节点核心区的箍筋加密,提高其抗剪承载力和延性。同时,要合理配置纵向钢筋,避免钢筋过密或过疏,保证钢筋在节点区的锚固长度符合要求。

3.5 基础系梁设置

(1) 基础系梁的设置需依据结构受力与地质条件综合判断。当建筑场地存在软弱下卧层,或者地基土层分布不均匀导致各柱下地基反力差异较大时,设置基础系梁十分必要。它能有效协调各独立基础之间的沉降差异,避免因不均匀沉降引发结构开裂、倾斜等严重问题。例如在山区建筑中,若地基为坡积土,不同位置土层厚度和性质差别明显,此时设置基础系梁可显著增强基础的整体性。(2) 基础系梁的尺寸和配筋设计要合理。其截面高度通常根据柱距、地基反力差以及构造要求确定,一般不宜小于300mm。配筋方面,纵向钢筋应满足承载力和构造要求,箍筋需按抗震或非抗震情况进行配置。对于抗震设防地区的建筑,基础系梁的箍筋应加密,以提高其延性和耗能能力,增强在地震作用下的性能表现。(3) 基础系梁的施工与连接也至关重要。施工时要保证系梁与独立基础的可靠连接,确保力的有效传递。连接部位应处理得当,避免出现薄弱环节。同时,要注意基础系梁的混凝土浇筑质量,保证其强度和耐久性,从而充分发挥基础系梁在框架结构中协调沉

降、增强整体稳定性的重要作用。

3.6 板设计

(1) 板类型的合理选择是板设计的基础。常见的板有单向板和双向板,其划分依据是板的长短边比值。当长边与短边之比大于或等于3时,按单向板设计,此时板主要沿短边方向受力;比值小于3时,则为双向板,两个方向均承受较大弯矩。例如在普通住宅的楼面设计中,客厅、卧室等房间的板多为双向板,而走廊等狭长区域的板可按单向板设计。(2) 板的厚度确定需综合考虑多方面因素。从受力角度,要满足板的抗弯承载力和刚度要求,避免因挠度过大影响正常使用。同时,还要考虑施工的可行性,板厚过薄会增加施工难度。一般民用建筑中,单向板厚度不宜小于60mm,双向板不宜小于80mm。(3) 板的配筋设计要精准。根据板的受力情况和计算结果,合理配置纵向受力钢筋和分布钢筋。纵向受力钢筋承担板的主要弯矩,分布钢筋则起到固定受力钢筋位置、分散荷载等作用。在板的支座处,还需根据构造要求配置负弯矩钢筋,防止板在支座处开裂^[3]。

结束语

框架结构设计作为建筑设计中的关键方法,在保障建筑安全、实用与经济方面发挥着不可替代的作用。从柱的精准设计到薄弱层的妥善处理,从抗震设防的周全考量到纵向框架的合理布局,再到基础系梁与板的细致规划,每一个环节都紧密关联、缺一不可。随着建筑技术的不断进步和建筑功能的日益多样化,框架结构设计也需持续创新与优化。未来,我们应不断探索新技术、新材料在框架结构中的应用,提升设计水平,为打造出更多安全可靠、功能完备且经济美观的建筑作品而努力,推动建筑行业迈向新的高度。

参考文献

- [1]陈顺珊.框架结构设计在建筑设计中的应用[J].四川建材,2021,47(07):60-61.
- [2]李卓.框架结构设计在建筑设计中的应用探讨[J].陶瓷,2021(01):122-123.
- [3]马捷.框架结构设计在建筑设计中的应用探讨[J].住宅与房地产,2021(28):68.