

钢筋混凝土框架结构设计中的运用

高毓清

西北综合勘察设计研究院

摘要：随着我国社会主义现代化建设步伐的加速，建筑行业作为国民经济的重要支柱，其建筑工程结构正呈现出日益复杂的趋势。在这一背景下，保障建筑质量安全成为建设工程的核心任务。钢筋混凝土框架结构，作为建筑施工中常见的结构形式，以其较强的承载力和稳定性，以及对外部冲击的有效抵御，在建筑质量和安全性方面具有较好的保障。然而，在实际应用过程中，尽管已积累了大量关于钢筋混凝土框架结构的实践经验，建筑工程的施工质量仍受到一定影响，存在诸多不足。因此，有必要全面探讨建筑工程结构设计的合理性，基于对结构受力条件的深入理解，对钢筋混凝土框架结构设计的相关内容进行深化研究，以主动优化设计。

关键词：钢筋混凝土；框架结构；课堂氛围；案例教学

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.15.032

一、引言

建筑业与中国经济增长之间存在紧密关联。为实现人们对物质需求的满足，建筑行业不仅在技术创新上要下功夫，还需关注居住环境及品味等方面的提升。多层建筑能满足人们对材料的需求，因此，应运用钢筋混凝土框架结构的新理念来打造优质楼盘。

包括梁、柱、楼板、基础等承重构件在内的钢筋混凝土框架结构，具有优良的受力性能、灵活的空间布局和高施工效率，形成了平面框架。该结构在民用建筑、工业厂房、桥梁隧道等领域得到了广泛应用。通过连接多个平面框架，构建完整的空间结构系统^[1]。

尽管钢筋水泥框架结构设计看似简单，实则细节之处颇具复杂性。若对概念把握不当，可能影响施工进度与安全。因此，需结合主流建筑类型，优化钢筋混凝土框架结构设计，推动设计理念与方式的改进，提高设计水平，使建筑工程项目满足社会需求^[2]。

二、钢筋水泥构架结构设计要素

钢筋混凝土框架结构设计过程繁琐，涉及诸多关键环节和基本要素。以下将逐一详述各要素：

（一）材料选择

设计钢筋混凝土框架结构时，首先要重视原材料的选择。钢筋与混凝土是构建结构强度与耐久性的核心要素，确保高质量原材料的应用以保障结构的安全性与可靠性。根据工程具体需求，可以添加适当的外加剂与细化料等，以改善混凝土的性能，进一步提升抗震性能与耐久性^[3]。例如，选用高强度钢筋、高性能混凝土，以及掺入防腐剂与减震剂等外加剂。

（二）结构形式

结构形式的选择取决于建筑功能、荷载条件和建筑高度等因素。常见的结构形式包括框架结构、框架-剪力墙结构等。框架结构的抗震性能和空间利用率良好，适用于中小房屋；框架-剪力墙结构具有优越的水平承载能力，适用于大型高层建筑。也可以根据需求选择其他形式的结构，例如框架芯圆柱形结构、圆柱形结构等。

（三）结构布置

建筑结构的布局应依据使用需求和荷载状况，精心规划框架梁、柱以及楼板等构件的位置。合理的结构布局能够确保框架的整体稳定性和承载能力，同时提升空间利用率和视觉效果^[4]。在实际工程项目中，需运用优化算法进行结构布局，以实现最优的结构性能。

（四）构件尺寸与强度

根据结构承受荷载及受力特性，确定构件的尺寸与强度。在合理选择梁、柱、楼板等构件的截面尺寸与配筋率时，需确保结构在正常使用条件下的承载能力和变形要求，同时降低成本并减轻自重。针对重要构件如柱、梁等，进行强度核算，确保在极限荷载下具备足够的安全性。

（五）节点设计

节点作为框架结构中关键的连接部位，其设计与结构稳定性及安全性的关系密不可分。在设计过程中，需充分关注节点构造与连接方式，确保其在使用过程中具备充足的承载能力和稳定性^[5]。同时，遵循构造简单、连接可靠、施工便捷的原则，以满足抗震性能的要求。

（六）抗震设计

地震区建筑须进行抗震设计，包括选择合适结构形式、确定合理抗震等级、采取适当抗震措施等。抗震设计的目的就是既要保证安全，又要在建筑物地震的作用下，做到万无一失。针对地震区建筑，进行多轮地震反应分析，评估结构地震作用下性能，并根据评估结果实施加固措施。

（七）施工要求

在建筑设计过程中，各项建筑条件、施工方式及建设顺序均经过深思熟虑的考量。需根据实际情况制定适宜的建设标准，以确保工程质量与进度。在紧抓施工过程安全管理的同时，切实做到工作落实到位，取得实际成效。

综上所述，钢筋混凝土框架结构设计涉及众多因素，包括材料选用、结构形式、布局规划、构件尺寸与强度、节点设计、抗震设计及施工要求等。只有综合考

虑各方面因素，钢筋混凝土框架结构的设计才能更为合理，同时确保其安全性和经济性。在实际工程项目中，设计师应灵活运用原则，创作出优质高效的建筑作品。

三、钢筋混凝土框架结构设计

钢筋混凝土框架结构的设计应遵循相关文件的规定和设计规范，以横向承重体系为基础，将各楼层的楼体与屋顶相结合，形成空间结构。纵向承重系统则由各平面钢筋混凝土框架结构直接承受屋面、楼面等不同方向荷载构成，最终将荷载传递至地基。

（一）提出合理的结构设计方案

钢筋混凝土框架结构作为一种以梁柱刚性连接为主的房屋建筑结构，其设计需遵循相应的设计规范和文书资料。深入理解设计方案有助于后续设计工作的顺利进行。在充分了解施工需求和设计意图的基础上，细化图纸内容，全面审查施工图纸，针对性地解决存在的问题，进而编制合理的设计方案，以优化结构设计。

在钢筋混凝土框架结构中，各平面框架协同组成纵向承重系统，能有效承受房屋建筑的水平和纵向负荷，并将作用力传递至地基。编制合理的设计方案的关键在于，通过精细化数据计算，对结构进行合理安排，选择适当的结构计算参数，从而增强设计方案的合理性。

钢架结构的主要设计参数涉及以下几个方面：首先，大梁的刚性放大系数（高刚性）。在钢筋混凝土框架结构设计中，所选用的软件模型主要呈现为矩形截面，但该模型未能根本解决楼板T型截面所导致的刚度增大问题，从而导致计算结果的精确度降低。因此，在设计时采用了一种方法，即在参数计算中对梁刚度进行适度放大，以全面了解实际情况，确保结构设计合理性，同时兼顾建筑结构的安全性与稳定性。

其次，构造抗震等级。结构抗震等级是钢筋混凝土框架结构设计中的关键内容。为确保设计的钢筋混凝土框架结构具备充足的抗震性能，保障建筑物的安全稳定，应根据不同的建筑抗震设防类别和设防烈度，选择相应的抗震等级，并采取相应的抗震措施^[6]。

再者，地震的基本加速度问题。在钢筋混凝土框架结构设计中，地震加速度的计算至关重要，其主要功能是确保建筑结构在地震发生时保持稳定。抗震设防的烈度指标，大多是依据设计的地震加速度来确定的。若设计与实际情况不符，可能导致房屋结构失衡，一旦发生地震，房屋将无法有效抵御地震冲击，从而威胁人们的生命财产安全。

最后，结构性周期减持因素。在框架结构中，填充墙在结构刚度上具有重要作用。周期减系数是根据砌筑填充墙的数量和框架结构本身的相对刚性来计算的。若计算刚度结果与实际情况不符，周期减系数超过实际值，可能对房屋结构的整体稳定性产生严重影响，进而降低房屋的抗震性能。

（二）结构布置

在钢筋混凝土框架结构的布局阶段，为确保方案得以审核并通过，同时满足建筑结构及使用需求，必须在

充分考虑实际状况的基础上，制定合理的柱子布局方式和结构承重方案。此外，还需确保建筑物结构受力均衡，有利于施工过程的顺利进行。主梁沿建筑横向排列，纵向则布置有连系梁和板件。这种由横架承受竖向荷载的建筑结构，较大的截面高度有助于提高房屋的横向刚度。因此，在实际工程项目中，此类结构布局方案得到了广泛应用。

确定合适的嵌固位置，对于设有地下室的多层框架式建筑至关重要。根据《建筑抗震设计规范》的要求，在未进行合理选址的情况下，从实际出发，有针对性地进行分析是必要的。地下室符合抗震规范的结构可采用箱型底座，框架上则可采用嵌位的地下室顶板。通过PKPM软件进行设计，在地下室上方输入层数，并以实际建筑层高H为底层高度，从而满足建筑物高度要求。

对于未达到《建筑抗震规范》要求的建筑，在设置地基顶面时，应优先考虑地下室的嵌位设置。在进行楼层组合电算时，将实际楼层数与地库层数相加，作为建筑物的总层数，以获得更为真实合理的计算结果。这样，多层框架结构在地震作用下，相较于保守设计，具有更高的安全性和可靠性。

针对无地下室的多层框架结构房屋，通常采用房屋内部的梁柱作为刚接框架结构，并根据基础埋深选择合适的基础长度。底层柱长度的选择主要考虑底板顶面至底板顶面的高低。然而，在实际设计过程中，往往无法获得精确的标高值，因为粉底因素未考虑在内，且粉底顶面标高较为模糊。为解决此问题，需对基顶标高进行大致估算，结合实践经验，尽量减小计算误差。

（三）框架结构计算简图

在框架结构设计过程中，针对建筑结构的荷载和内力进行有针对性的计算，并在确定构件断面尺寸和结构计算简图的基础上，分析建筑结构的偏移情况。在梁柱截面尺寸的选择上，为保证各项要求得以满足，需充分考虑结构的刚度、承载力、延伸性等因素。在初步设计阶段，可以结合设计者的经验选择截面尺寸，随后对结构变形以及各种参数的合理性进行承重测试。

建筑结构主要由空间结构体系构成，如地基、楼板、梁柱等，因此对结构进行三维空间分析是必要的。然而，对于一些平面布局规整的框架式建筑，为了提升计算结果的精确度并降低计算难度，往往需要将空间结构细分为多个横向或纵向平面框架，分别进行分析^[7]。

在设计阶段，应着重对基础联系梁的设置位置进行优化设计，以降低建筑物底层部位的位移，增强结构的整体性。底柱脚部弯矩无法达到平衡，仅作为构造需求而设计基础连系梁。若将一层屋顶设计为从基础连系梁顶面到基座顶面的高度，则显得不尽合理。基础连系梁以下部分作为底层，从基础连系梁顶面至基座顶面的高度为H值，这样，建筑底层可视为第二层。一层楼面与基础连系梁顶面的高度为H值，若基础连系梁顶面高度亦为H值，则在框架梁设计的基础上，将基础连系梁顶面高度与基座顶面高度相结合，从而使基座顶面与基础

连系梁顶面之间具有较大高度，以便设计柱体内钢筋。

四、设计钢筋水泥框架结构时应注意的事项

钢筋混凝土框架结构的设计涉及方方面面，具有极强的专业性，稍有疏忽就可能造成环环相扣、环环相扣的效果。因此，在设计中明确注意要点、提前采取措施是必不可少的，这样才能使设计的合理性得到提高，施工活动才能得以顺利开展。具体设计时的注意事项，在此为您一一道来。

（一）梁节点设计强柱弱的问题

此环节的核心目标是确保建筑结构在地震冲击下的安全防护。强柱弱梁的设计理念取决于其截面的抗弯矩能力，在规定范围内能有效抵抗地震冲击，并发挥塑性转动量的作用，同时保持立柱的稳定性。对于符合要求的建筑，为确保柱轴压符合标准，提高结构延展性，要求柱截面尺寸增大，使柱体刚度与梁体刚度的比值大于1。在计算截面承载力时，可以对柱体设计扭矩进行调整，并对钢筋进行加固。注意要设置适当的梁端纵向拉伸钢筋，以防止地震导致塑料铰链转移到立柱上，从而避免超标。因此，有效的墙柱弱梁设计方法可以确保梁端出现塑性铰合，保证构件的延展性，避免脆性损伤。

（二）做好弯道设计，具有较强的剪力。

在抗震设计中，结构思想倾向于增强剪力而削弱弯曲。弯曲破坏与剪切破坏是地震作用下钢筋混凝土柱常见的破坏形态。折弯破坏具有较大的非线性变形、较少的强度和刚度降低，属于延性破坏；而剪切破坏则是一种脆性破坏，往往伴随着刚度和强度的大幅度退化，突然发生，对结构的整体安全性产生较大冲击。因此，现代抗震设计倡导“强剪弱弯”的原则，以实现延性破坏，提高结构的变形能力和能量耗散。

“强柱弱梁、强剪弱弯”是结构抗震设计的核心思想。强调柱的破坏不应先于梁，因为梁的破坏仅限于局部，而柱的破坏可能导致整体结构崩溃。为确保立柱的相对安全性，应有“强立柱、弱横梁”的设计。由于弯曲破坏具有先兆，而剪切破坏具有脆性且无先兆，因此需避免剪切破坏的发生。选择适当的剪切破坏构造措施至关重要，例如，对于可能成为短柱的楼梯间柱大跨度柱网框架结构，需加密箍筋布置^[8]。此外，带形窗可能导致外侧框架柱变为短柱，因此在构造上还需加强措施。

（三）结构应力问题

钢筋混凝土框架结构的外立面通常采用带形窗体，这种设计能起到短柱的作用，并通过连续的窗体过梁配置来实现。为确保结构的稳定性和安全性，应对其进行适当的改造和加固，禁止框架结构长度超过标准值时留有空隙。在控制结构间距不超过150mm的前提下，可以选择增加双向钢筋配置密度的混凝土浇筑以补偿施工。

在构架外挑梁搭筋施工中，根据构架结构的功能要求，通常会对构架梁端进行挑梁设计。然而，框梁与外挑梁的断面尺寸规格存在差异，从而导致载重量的大小有所不同。有些设计方案仅将部分框架梁的主筋伸向外

挑梁，导致部分钢筋断裂，进而影响工程质量、进度和安全。因此，应选择合适的方向或分别计算两个方向，以满足框架柱的强度要求，并选择符合对称设置的大方向筋。框架柱的筋量可以根据设计要求适当增加到1.2至1.5倍。同时，应考虑温度应力和多层框架电算中的不均匀沉降对结构稳定性的影响。

当多层框架的水平尺寸较大或基础承载力较弱时，可以通过设置横纵线基础梁来增加钢筋密度，提高结构稳定性。此外，优化框架梁的设计也是提高结构稳定性的途径。

钢筋混凝土框架结构设计具有较强的专业性，需保证合理并遵循原则。首先，注重整体性，各抗侧力结构需协同作用，尤其在纵向抗侧力结构不均或水平变形差异时更为重要。其次，遵循简便易行的原则，多层结构设计应力求简单明了，便于分析，降低材料消耗，确保传力路径清晰。最后，遵循均匀性原则，对敏感薄弱部位或受力集中变形进行限制，避免传力、承载力、刚度的突变。整齐划一的结构安排有助于地震力产生的偏心直接传递和避免。

五、结语

总结而言，我国建筑行业当前正处于蓬勃发展阶段，对建筑工程质量的要求日益提高，因此，结构设计需根据实际情况进行持续优化。钢筋混凝土框架作为一种常见的工程结构，因其布局灵活且结构承载力强，在众多建筑项目中得到了广泛应用。在进行框架结构设计时，必须在确保工程质量的基础上进行优化，旨在实现经济效益的最大化，同时推动建筑功能与造型多样化，以满足社会对工程质量的需求。

参考文献

- [1] 黄玮嘉. 某型钢混凝土框架-钢筋混凝土核心筒酒店结构设计[J]. 建筑结构, 2023, 53(S2): 76-82.
- [2] 王干. 加固技术在钢筋混凝土框架结构设计中的应用[J]. 石材, 2023, (11): 56-58.
- [3] 陈煜垚, 刘鑫鹏, 兰仁才等. 基于抗震性能准则的钢筋混凝土框架结构设计优化研究[J]. 贵阳学院学报(自然科学版), 2023, 18(03): 101-106+111.
- [4] 杨佑珩. 加固技术在钢筋混凝土框架结构设计中的运用[J]. 住宅与房地产, 2023, (23): 101-103.
- [5] 万恒均, 杨姝姮. 钢筋混凝土榫卯框架结构设计研究——建造9.0级大地震不倒塌的安全房屋[J]. 建筑结构, 2023, 53(S1): 268-272.
- [6] 殷广庆. 钢筋混凝土框架结构设计的加固技术应用[J]. 新型工业化, 2021, 11(06): 83-84.
- [7] 秦中慧. 上海某幼儿园装配整体式钢筋混凝土框架结构设计[J]. 建筑结构, 2021, 51(S1): 1044-1048.
- [8] 李长辉, 李自林. 钢管-混凝土异形柱在钢筋混凝土框架结构优化设计中应用研究[J]. 河北水利电力学院学报, 2020, 30(03): 9-13+51.