

框架结构设计在建筑设计中的应用

丁宇楠

清华大学建筑设计研究院有限公司

摘要：建筑结构设计是建筑工程施工活动开展的重要依据，结构设计效果直接影响着建筑工程的稳定性、建筑工程的空间利用效率等。在建筑结构设计中科学应用框架结构设计对优化建筑结构设计质量与空间布局、提升建筑综合性能具有很重要意义。文章从建筑结构设计原则出发，分析了框架结构设计在建筑结构设计中的应用价值及应用基本原则，探讨了框架结构设计在建筑结构设计中的应用要点及注意事项，以期提供一定的参考价值。

关键词：建筑结构设计；框架结构设计；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.02.103

引言

框架结构自重较轻，但稳定性与安全性强，而且空间分割灵活，在建筑工程结构设计中得到了广泛的应用。结合建筑工程实际需求科学应用框架结构设计已成为新时期建筑工程企业提高建筑结构设计质量、建筑工程施工效率的重要路径。要切实发挥框架结构设计的应用优势，务必要遵循框架结构设计应用的基本原则与要点，把握框架结构设计应用注意事项，只有这样才能更好地解决框架结构施工中存在的问题，促进建筑行业实现长远稳健发展。

一、建筑结构设计原则

（一）保障建筑物的稳定性

新时期，建筑高度不断刷新，建筑形态日益多元，这对建筑结构设计提出了更高的要求。而建筑物的稳定性是建筑结构设计应予以保障的基本要求，在进行建筑结构设计时务必要以稳定性为首要原则，并以此为基础进行发展与创新。在设计不规则的、新颖的建筑结构造型时，要充分权衡建筑造型侧面、竖向剖面受力状态，要考虑结构设计对刚度重心、结构重心的影响，确保水平荷载能够有效传递，建筑结构刚度重心与结构重心高度重合。

（二）确保使用功能满足要求

随着生活水平的提高，建筑工程使用功能不再仅限于居住，还包括舒适、健康、环保等。在进行建筑结构设计时应以建筑工程设计要求为基础，充分分析建筑工程对建筑的功能定位、空间布局等方面的要求，规范开展结构相关设计，要精准评估建筑结构设计各部位受力是否合理等，确保建筑工程使用功能满足要求。

（三）充分考虑安全问题

建筑结构设计要高度重视安全问题，既要满足建筑

结构的稳定性与安全性，还要考虑建筑结构施工过程中的安全性。在建筑结构设计阶段要全面考虑建筑结构设计及施工过程中影响建筑安全性的因素，及时优化调整建筑结构设计，制定建筑结构施工安全管理方案，加强对建筑结构施工中的安全培训与管理，及时发挥建筑结构设计指导功能，以更好地保障建筑工程的安全性及施工人员的人身安全。

二、框架结构设计在建筑设计中应用价值

随着建筑造型的日益复杂化，建筑结构越来越不规则，采用传统的建筑结构设计方式需要设计诸多支撑性构件结构及材料，不仅会增加建筑施工成本，还会加大建筑结构荷载等压力，对施工技术及施工安全提出更高的要求。而框架结构是由梁和柱刚性连接的结构，可以有效抵抗建筑结构水平与纵向的荷载，是重要的承重结构，是建筑工程结构的重要构成^[1]。与传统建筑结构相比，框架结构使用的材料更少，重量更轻，在空间布局上更加灵活，因此应用场景更加广泛，能够更好地满足人们对建筑形式及建筑空间布局的个性化需求。严格按照我国相关建筑标准和规范要求进行框架结构设计，可以在满足建筑安全及稳定需求的同时显著减少建筑物建设成本，有效规避过多建筑材料消耗造成资源浪费及环境污染问题。由此可见，在建筑结构设计科学应用框架结构设计是新时期建筑行业实现长远发展的必然要求，是建筑结构设计发展的重要趋势，是有效缓解建筑工程能源消耗问题的重要突破口，必须要予以高度重视。

三、框架结构设计在建筑设计中应用的基本原则

（一）刚柔适度原则

建筑结构稳定性的实现与结构刚度与柔韧度有一定的要求，只有协调好结构刚度与柔韧度的关系，才能更好地满足建筑工程安全性与功能性的需求。鉴于框架结构刚度较好，在进行框架结构设计时要处理好刚度与柔韧度的关系，提高刚柔设计的科学性，在保障建筑不同造型结构设计需求的同时要有效防范框架结构变形的出现。

（二）主次分明原则

框架结构由诸多构件构成，不同构件在性能及重要性上存在差异。在进行框架结构设计时要遵照主次分明原则，加强对建筑结构设计要点的分析，明晰建筑结构设计中的主要部分与次要部分，以更好地发挥各构件的应用优势，提升建筑结构整体的统一性与协调性。比如，在建筑框架结构中柱荷载要求及能力远高于梁，在

梁柱设计过程中要重点分析强柱弱梁的相关要求。

（三）多道防线原则

为保障建筑工程施工的安全性，在设计框架结构时应以保障结构安全性与稳定性为基本前提，在建筑结构设计中以强节点弱结构、强剪弱弯为基本原则设置多道安全防线，将框架结构设计及抵抗能力等有机结合起来。在框架结构设计中要设置多道安全防护措施，以增强建筑结构外在抵抗能力，降低外力对建筑结构的影响，更好地保护建筑结构安全，从而延长建筑结构整体使用寿命。

四、框架结构设计在建筑结构中的应用要点

（一）基础设计

条形基础、独立基础是建筑框架结构设计常用的建筑形态，而这些框架结构对地基承载性及稳定性有很高的要求，在设计时务必要合理规划地基尺寸，做好基础设计，以最大限度地规避地基变形问题，更好地保障建筑设计质量。同时为保障建筑工程经济效益，在设计地基表面浅基层时要权衡好建筑工程地基承载性能与建筑成本投入的关系，既要满足地基实际性能需求，也要尽量减少非必要的成本投入。柱下条形基础是常见的框架结构基础设计，柱下扩展基层需要满足一定的宽度及均匀性要求，因此在设计及应用过程中务必要详细观察柱下条形基础节点部位，合理确定基础底部面积及柱下扩展基层。若柱下扩展基层存在承载力不足等问题，可适当加宽地基基础，地基埋深应不低于3米。在基础设计及施工中要做好防水及地下室板延伸预防工作，以保障地基承载力。此外，合理设置后浇带是增强基础稳定性的重要举措，需结合实际情况及施工标准要求合理控制后浇带长度及间隔，通常情况下相邻后浇带应保持在40米的间距^[2]。

（二）梁柱中心线设计

梁、柱结构是建筑框架结构的主要承重结构，其设计质量在很大程度上影响着框架结构设计质量，尤其是中心线设计水平。在设计框架结构时应严格按照相关设计规范及要求科学设计框架梁及框架柱中心线，确保两者中心重合。为达到这种设计目标，必须要详细分析梁柱节点实际受力情况，调整与优化设计方案，确保结构构造与受力和谐统一，只有这样才能有效规避梁柱中心线偏移的发生。

（三）柱的抗震设计

建筑结构设计必须要考虑抗震性需求，尤其是柱的抗震设计，要加强对框架结构作用力与剪力要求的分析，合理设计柱截面及纵向钢筋结构，确保框架结构柱各项核心设计符合建筑设计标准，只有这样才能有效保障柱结构的稳定性与抗震性，进而更好地保障建筑使用安全性。在柱截面设计过程中要以作用力与剪力之间的关系为基础，合理设计柱截面的标准高度与宽度，将柱

截面剪跨比控制在2以上。同时要结合建筑工程相关标准优化柱截面其他方面参数的设计，以提升框架结构的剪压比。通过剪跨比、剪压比的有效设计与优化提升柱的抗震性。在柱结构设计中要高度重视纵向钢筋结构设计，要结合建筑工程对框架结构承载力等方面的要求合理调整配筋率，以充分发挥纵向钢筋配筋率效应。同时还应结合建筑工程特点适当增强框架结构强度，合理调整框架结构固定标准，确保纵向钢筋均匀受力，进而更好地保障框架结构整体抗震性能。

（四）配筋设计

配筋设计是建筑框架结构设计的重要构成，建筑工程规模越大，对配筋设计的要求越高，因此在框架结构设计中需要结合建筑高度、建筑规模等因素科学进行配筋设计，以更好地保障框架结构的性能，有效预防顶柱偏心力等问题。建筑工程顶层会受到风荷载影响，需要结合建筑高度及框架结构设计相关标准要求优化梁、柱配筋设计，确保建筑高度与轴向力大小成正比，以防止顶层产生轴向应力而影响建筑截面重心的稳定性。鉴于建筑外挑梁与框架梁断面相差甚远，建筑结构会受到建筑工程占地面积、使用功能、挑梁设计等诸多因素影响。在设计框架梁主筋时一般会采取向外挑梁上扩展的设计方法，但这种设计方式对框架外挑梁承载能力有一定的要求，因此应合理设计框架梁主筋配筋设计，以确保框架外挑梁足以承载向外挑梁上扩展的结构。框架柱在建筑工程抗震性能中发挥着重要的作用，而框架柱配筋比率与其抗震性能密切相关，因此应结合框架柱各方受力情况优化框架柱配筋比率。因为一旦发生地震，框架结构会发生扭转，框架柱会承受较大的扭转剪力，受到双向偏心因素的影响，极易发生内柱损伤^[3]。如果建筑工程所在地区地质较为松软，更要增加框架柱中的配筋数量，同时使用菱形或井字形扣筋方式，以提升箍筋对混凝土的制约作用，只有这样才能更好地保障框架柱性能。

（五）短柱处理

许多建筑工程需要采用大跨度柱网结构，这种结构设计难度大，风险高，必须要深入研究建筑工程中框架柱与梁之间的关系，并以此为依据优化框架结构中短柱结构、连续窗过梁等结构设计，以最大限度地规避大跨度柱网结构设计误差，提升框架结构整体稳定性。首先，要有效处理短柱结构，合理应用短柱箍筋。其次，针对连续窗过梁结构，要全面强化处理框架结构中的短柱结构，提升短柱结构处理的安全性。鉴于建筑短柱结构抗震性较低，在框架结构设计过程中要严格按照建筑结构抗震标准调整短柱结构设计方案，采取加固处理措施确保框架结构短柱抗震性达标。

（六）优化混凝土框架结构检查井设计

混凝土框架在建筑工程中应用非常广泛，为确保框

架结构的有效应用,通常会设置检查井,以更好地发挥检查井对建筑结构整体设计的支持与保障作用。在设计混凝土结构检查井时需要充分分析建筑工程连接方式与接入情况^[4]。目前大多数建筑工程在施工过程中会先拟定施工方案,然后再结合实际施工情况调整施工方案,这种方式虽然会提升施工方案与实际施工的匹配度,但会增加混凝土模块变动的风险与频次。为有效规避这一问题,应优化砌砖井与预制井设计,在预制井施工过程中合理控制混凝土模板使用量,以尽量减少工程变更的出现。

(七) 做好支管接入段设计优化

建筑工程施工存在诸多不可控因素,而建筑工程施工效果又会对框架结构设计产生影响,比如混凝土框架结构支管接入角度与高度等。不同的建筑程度在建筑物模具参数设计及计算上存在差异,为了降低工程施工对框架结构设计的影响,在框架结构设计中应结合建筑工程实际情况调整框架结构设计相关模具。框架结构设计人员应全面了解建筑物模具,结合建筑工程特征合理选择计算方式,优化相关计算模型,以提升建筑计算模型的适用价值。通过这种方式提升建筑模型的应用范畴,更好地节约建筑物设计资源,有效解决工程施工对混凝土框架结构支管接入与高度的需求。

(八) 建筑结构内力分析

在进行建筑工程结构水平作用力计算时通常采用固定端支护代替上下两层部分弹性支撑,获取各个楼层线刚度,然后乘以系数0.9,即获取水平结构内力值。在竖向荷载计算上主要采用分层法、弯矩二次分配方式,其中弯矩二次分配方式需要分别计算与分配各个节点中的不平衡弯矩,才能获取相应的数值^[5]。水平作用力计算多采用反弯点法及D值法,其中大多数情况下D值法计算结果准确性更高,而如果框架结构中梁、柱线刚度较大,则更适合采用反弯点法,这样计算精度会更高。由此可见,建筑工程内力因素分析繁琐且细致,在具体应用中应结合建筑工程的特征,综合分析各项影响因素,以提高相关参数的精准度,只有这样才能更好地保障建筑结构的安全性。

(九) 荷载取值规划

荷载取值规划也是影响框架结构设计安全性与稳定性的重要因素,在框架结构设计中应科学计算出框架结构的最大外力承受值,即荷载效应。框架结构荷载效应主要有永久性荷载、可变性荷载两种形式,在计算过程中应选择最不利的荷载组合方式,以摸清此种框架结构的承重水平^[6]。然后再以此为依据,分别计算建筑结构的对抗力、作用设计值,从而获取建筑结构荷载取值。

五、框架结构实际设计施工中的注意事项

(一) 基础梁设计注意事项

基础梁设计是框架结构设计重中之重,其中基础

梁埋设深度设计又直接影响着整体框架结构设计的可行性,甚至直接关乎建筑工程整体的安全性,因此务必要重视基础梁设计,合理设计基础梁埋设深度。针对埋设过深的基础梁结构,要严格按照一层框架梁标准,采用短柱处理方式处理埋设的基础梁部分。而且在基础梁设计过程中还要重点考虑其抗震性能保障的功能,应尽量在建筑工程主体框架柱两轴方向合理设置基础梁,以更好地支撑建筑工程结构。

(二) 框架板设计注意事项

框架板设计是建筑工程框架结构设计中最容易出错部分,尤其是板厚度设计及板上钢筋间距设计上。建筑工程框架结构设计人员应提高对框架板设计的重视力度,严格按照框架设计整体标准要求,合理设计框架板厚度。在框架板结构设计中要合理控制框架板钢筋的间距,使板上钢筋与板下钢筋设计同步。此外,为最大限度地规避框架结构板设计失误的出现,在框架结构设计中要严格控制钢筋使用的规格,禁止使用过大规格的钢筋,以提升框架结构设计的安全性^[7]。

结语

总而言之,在建筑工程中科学应用框架结构设计对满足建筑工程功能性、提高建筑工程结构的稳定性、保障建筑工程经济效益等方面具有积极的促进作用。建筑工程结构设计人员应正确认识框架结构设计在建筑结构设计中的应用价值,以刚柔适度、主次分明、多道防线为基本原则,科学进行框架结构设计,把握框架结构设计要点,并加强对框架结构设计注意事项及经验的积累与分析,以不断提升基础设计、短柱处理及建筑结构内力分析等框架结构设计水平,更好地发挥建筑工程在经济发展中的积极作用。

参考文献

- [1] 康乐. 框架结构设计在建筑结构设计中的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(8): 104-106.
- [2] 舒赣平, 周雄亮, 王小盾, 等. 新型装配式钢框架结构建筑体系研究与应用[J]. 建筑钢结构进展, 2021, 23(10): 26-31.
- [3] 孙赞, 王志龙, 王禧瑞, 等. 既有混凝土框架上钢结构加层建筑抗震分析综述[J]. 安徽建筑, 2021, 28(10): 63-65.
- [4] 武威. 框架结构设计在建筑结构设计中的应用[J]. 环球市场, 2020, 28(21): 361.
- [5] 马捷. 框架结构设计在建筑结构设计中的应用探讨[J]. 住宅与房地产, 2020(28): 68.
- [6] 包锐. 框架结构设计在建筑结构设计中的应用探讨[J]. 房地产导刊, 2020, 21(11): 32.
- [7] 胡心一, 董晓岚. 装配式钢混组合框架超高建筑结构设计要点分析[J]. 中国建筑金属结构, 2021(9): 68-69.