

结构布置与建筑方案功能性的关联分析

梁发演

新疆昊辰建筑规划设计研究院有限公司 新疆 昌吉 831100

摘要: 建筑设计中, 结构布置与建筑方案功能性之间存在着密切的关联关系, 这种关联性直接影响着建筑物的使用效果、空间品质和整体性能。本研究通过理论分析、案例调研和对比研究的方法, 深入探讨了结构布置对建筑功能实现的影响机制。研究发现, 合理的结构布置能够有效支撑建筑功能需求, 优化空间组织形式, 提高空间利用效率。通过对不同类型建筑项目的结构体系分析, 发现框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构等不同结构形式在空间灵活性、功能适应性方面表现出显著差异。结构柱网布置的合理性直接影响建筑平面的功能分区和空间流线组织, 而结构梁板体系的优化设计则关系到建筑净高控制和设备管线布置。

关键词: 结构布置; 建筑功能; 结构体系; 柱网; 空间效率; 协同设计

引言: 随着我国城镇化进程快速推进, 建筑行业蓬勃发展。2019-2023 年全国房屋建筑和市政工程施工面积年均保持在 150 亿平方米以上, 新建建筑面积约占 60%。建筑设计正从单纯追求外观美学, 转向综合性能与空间品质的整体提升。结构布置作为核心技术环节, 与建筑功能性的匹配程度直接决定建筑最终品质。当前设计实践中普遍存在结构与建筑方案脱节问题, 造成空间利用率低、功能适应性差、后期改造困难等弊端。深入研究二者关联机制与协调优化策略, 对提升建筑设计水平、优化建筑性能、推动行业可持续发展具有重要理论与现实意义。

1 国内外研究现状

1.1 国外研究现状

国外相关研究起步较早, 形成成熟理论与实践体系。20 世纪中期起, 欧美强调结构设计需兼顾安全与功能空间整合, 提出“结构即建筑”理念, 将结构构件融入空间塑造。伴随可持续发展思潮, 研究聚焦结构布置对建筑能耗、环境适应性的影响; 依托 BIM、参数化等新技术, 建立数学模型与仿真分析, 推动研究方法向数字化、精准化转型。

1.2 国内研究现状

国内研究起步较晚, 近年发展迅速。张万隆、谢飒指出结构布置直接影响空间有效利用与功能发挥, 分析不同结构形式对空间划分、使用灵活性的影响。何飞从结构性能设计角度, 强调结构设计应服务于功能需求, 通过优化布置提升使用效率。现有研究多偏重于技术或功能单一维度, 对二者深层作用机制、协同优化方法的

系统性研究不足, 缺乏完整理论框架与评价体系。

1.3 研究内容以结构布置与建筑功能的关联机制为核心, 分析结构体系、柱网、梁板等关键要素对空间组织、功能分区、使用效率的影响; 选取住宅、办公、商业等典型建筑, 对比框架、剪力墙、框架-剪力墙等体系的适应性差异; 构建涵盖空间效率、功能适配、经济技术的量化评价指标; 提出功能导向的结构布置优化原则与技术路径, 为建筑与结构协同设计提供支撑^[1]。

1.4 研究方法

采用理论分析梳理文献, 构建关联分析理论框架; 案例研究法选取多类型项目, 总结应用规律; 对比分析法横向比较结构体系优势与局限; 定量与定性结合, 以利用率、经济性等量化指标与空间品质、便利性等定性评价相结合; 归纳提炼优化原则与设计策略。

2 结构布置与建筑功能的理论基础

2.1 结构布置的基本概念与分类

结构布置是在满足功能需求与结构安全前提下, 对结构体系、构件位置、截面尺寸、节点连接进行空间配置的过程, 需兼顾承载力、稳定性与使用空间要求。统计显示, 约 35% 的建筑工程质量问题源于结构布置不当导致功能空间受限。现代结构布置强调结构性能与建筑功能协调统一, 追求结构效率与空间效率双提升。

按体系可分为: 框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、钢结构等。框架结构梁柱承重, 空间灵活、分隔自由, 适用于办公、商业; 剪力墙结构墙体承重, 抗侧力好、私密性强, 多用于住宅; 框架-剪力墙结合二者优势, 广泛应用于高层综合建筑。按柱网可分为规整与

不规整柱网,规整柱网受力均匀、便于标准化施工;不规整柱网更适配复杂功能与场地条件^[2]。

2.2 结构布置对建筑功能的影响机制

数据显示,因结构与功能协调不当引发的设计变更占总变更量 38.2%。结构布置通过四大机制影响功能实现:

1. 空间限定机制:柱网、梁、墙界定空间边界与模数,决定功能格局。
2. 灵活性调节机制:框架灵活易改造,剪力墙空间固化,框架-剪力墙兼顾安全与灵活。
3. 尺度控制机制:跨度决定无柱空间大小,梁高影响净高,柱截面影响使用感受。
4. 设备整合机制:梁板为管线提供通道,预留洞口保障设备系统完整与可维护。

结构布置通过多维度、系统性作用,直接决定建筑空间品质与功能实现效果。

2.3 结构与功能协调设计的理论原则

协调设计是现代建筑设计核心理念,实践表明,采用该理念的项目空间效率提升 15%-20%,结构材料用量减少 8%-12%。核心原则包括:

- 统一性原则:设计初期多专业协同,结构服务功能,避免相互冲突。
- 适应性原则:预留调整空间,适应功能变化与后期改造。
- 经济合理性原则:安全前提下优化构件、降低造价,优化后造价可控制在同类项目 95% 以内。
- 可持续原则:兼顾全生命周期性能,为未来改造预留条件。
- 人性化原则:以使用体验为中心,实现技术与人文关怀有机结合。

3 结构布置对建筑功能性影响的定量分析

3.1 影响因素识别与分析框架构建

3.1.1 主要影响因素

结构体系特征:选型、柱网、梁板、构件截面,决定空间生成能力与功能适配性;空间形态控制:尺度、比例、流线组织,梁高影响净高,柱位影响空间连续性;功能适应性:可改造性、管线预留、荷载适配能力,决定建筑长期使用价值^[3]。

3.1.2 评价指标体系

空间效率指标:空间利用率、柱网合理性系数、净空有效性;功能适配指标:空间灵活性指数、改造便利性评分、功能匹配度;经济技术指标:结构经济性系数、施工便利性评分。

3.1.3 分析框架

采用层次分析与模糊综合评价相结合,流程为:影响因素识别—指标权重确定—综合评价计算—结果分析优化;引入敏感性分析,识别关键影响要素,支撑方案比选与优化。

3.2 典型结构体系功能性分析

3.2.1 框架结构

应用广泛,商业建筑占比 67.3%,办公建筑 52.8%。常用 8m×8m、9m×6m 柱网,内部隔墙非承重,可灵活分割,空间利用率提升 15%-20%。局限性在于柱体影响大空间完整性,12m 以上大跨成本增加 25%-35%,梁高压缩净高;抗侧刚度较小,超过 120m 建筑应用不足 3%。

3.2.2 剪力墙结构

高层住宅应用占比 78.5%,超高层住宅 91.2%。墙体承重,刚度大、整体性好,层高易控制,净高优良,结构与功能融合度高。局限性为空间划分固化、改造困难,改造成本高出框架结构 40%-60%;办公、商业应用仅 23.4%、18.7%,大空间需转换结构,复杂度与造价上升。

3.2.3 框架-剪力墙结构

高层综合建筑应用占比 56.8%,超高层 42.3%。剪力墙集中布置于核心筒,框架提供灵活空间,抗侧刚度为纯框架 2-3 倍,兼顾安全性与灵活性,适配复合功能建筑,是高层建筑主流方案。

3.3 结构布置参数与功能指标关联性研究

3.3.1 柱网布置对空间使用效率的影响

办公建筑 8.4m×8.4m 柱网利用率 85.2%,6m×6m 仅 78.6%;商业 12m×15m 柱网效率较 8m×8m 高 12.5%。规整柱网模数清晰、利用率高,住宅规整柱网套型利用率 88.3%,不规则仅 82.7%。柱网设计应在功能需求与经济性间平衡,优先采用规整模数。

3.3.2 结构高度对功能分区的影响

不同功能净高需求差异显著:办公区 3.0-3.3m,会议室 3.6-4.2m;商业零售 4.5-6.0m,餐饮 5.4-7.2m;展厅 ≥ 6.0m,剧场观众厅 12-20m。结构高度直接影响舒适度、设备管线布置与功能分区合理性。

3.3.3 结构形式对建筑适变性的影响

框架结构隔墙可调整比例 > 90%，剪力墙 35%-40%，框架 - 剪力墙 60%-65%。钢结构可拆卸、改造周期短、成本低 25%-30%；装配式结构标准化程度高，适配性强。设计应优先选择高适变性体系，延长建筑生命周期。

4 基于功能导向的结构布置优化策略

4.1 不同建筑类型的结构布置策略

4.1.1 住宅建筑

优先采用剪力墙或框架 - 剪力墙结构，墙体与厨卫、户内分区结合，避免主要空间出现大截面构件；采用 7.2m×4.8m、8.1m×8.1m 经济柱网，平衡大开间与私密空间尺度。层高多为 3.0-3.3m，优化梁板与采用预应力技术保障净高与管线空间；阳台、飘窗悬挑设计安全可靠，预留非承重隔墙改造可能性。

4.1.2 办公建筑

采用框架或大跨钢结构，标准层 8.4m×8.4m、9.0m×9.0m 柱网，适配开敞办公与灵活分割；高层柱采用型钢混凝土或钢管混凝土，减小截面、提升边角空间效率。层高 4.5-5.0m，采用无梁楼盖、宽扁梁、组合楼板提高净空；核心筒集中交通与设备，兼顾结构刚度与空间效率；外围结构支撑大跨度幕墙，提升室内品质。

4.1.3 商业建筑

优先选用钢结构、预应力混凝土、钢 - 混组合结构，实现大跨无柱空间，适配中庭与连续商铺。楼板荷载预留业态调整余量，满足餐饮、健身、儿童区等高荷载需求；上下层空间转换通过转换梁/桁架实现；提前预留扶梯、货梯洞口与局部加强；满足防火、疏散安全要求，保障运营安全。

4.2 结构布置与功能需求匹配方法

4.2.1 功能需求分析

从使用性质、用户模式、空间尺度、流线组织、技术条件梳理需求清单，建立权重矩阵，将定性需求转化为量化参数。办公关注大空间、声学、特殊荷载；住宅关注私密性、管线集中；商业关注大跨度、人流疏散、灵活分割。

4.2.2 结构方案比选

生成多体系、多柱网、多构件布置方案，从功能适配、技术可行、经济合理、施工便利维度评价；量化指标包括利用率、造价、材料消耗、功能匹配度；通过矩阵评分与敏感性分析确定最优方案。系统化比选可提升

功能满足度 23%，优化造价 15%。

4.2.3 综合评价决策

以层次分析法构建评价体系，涵盖技术、经济、功能、风险四大维度；采用模糊综合评价、灰色关联分析进行量化排序；经鲁棒性检验，形成科学决策建议。

4.3 结构布置优化的技术路径

4.3.1 设计前期功能定位与结构选型

功能定位明确使用性质、体量、空间需求与变化可能，确定核心、辅助、交通空间参数。办公多用框架，大跨公共建筑多用钢结构，住宅多用剪力墙；装配式建筑提升功能适配性 15.6%。选型兼顾材料、施工、规范要求，保障功能落地。

4.3.2 设计过程中结构与功能协调

全周期建筑与结构专业协同，优化柱网避让功能空间，协调梁板、净高与管线布置；BIM 三维协同可解决 82.3% 的专业冲突，提升设计质量与效率。平衡安全与灵活性，不降低结构标准、不过度限制功能空间。

4.3.3 设计后期功能验证与结构调整

从使用便利、舒适度、布局合理性验证结构对功能的影响；发现问题及时局部优化、构件替换或体系调整，确保安全与功能兼顾。约 23.7% 项目在施工图阶段调整，78.9% 为提升功能适配性。

5 结论

结构布置与建筑功能存在高度协同关系，合理选型与柱网布置可显著提升空间效率与功能适应性；框架结构灵活多变，剪力墙安全规整，框架 - 剪力墙综合性能最优；柱网、梁板布置直接决定功能分区、流线组织、净高控制与设备整合效果；设计全过程应强化建筑与结构专业协同，在安全、经济前提下最大化服务功能需求，实现最优匹配。未来建筑向智能化、绿色化发展，BIM、参数化技术将推动结构与功能精准协同；装配式、超高层、低碳建筑对一体化设计提出更高要求，需持续完善理论体系、评价工具与工程方法，为建筑行业高质量发展提供支撑。

参考文献

- [1] 张万隆, 谢飒. 建筑结构布置对空间利用与功能适应性的影响研究 [J]. 建筑结构, 2021, 51(12): 45-49.
- [2] 何飞. 基于性能设计的建筑结构与功能协同优化方法 [J]. 土木工程学报, 2022, 55(8): 12-18.
- [3] 吴宏磊, 丁洁民, 刘博. 连体结构受力性态分析与工程实践 [J]. 建筑结构, 2022, 52(14): 7-16.