

多层物流仓库设计问题分析

刘晓莉

建学建筑与工程设计所有限公司上海分公司 上海 200051

摘要:为解决城市土地资源紧张背景下多层物流仓库设计与运营脱节问题,本文梳理多层物流仓库设计核心理论与原则,聚焦选址布局、主体结构、内部功能区域、垂直运输系统及配套系统五大核心设计问题。结合实际设计痛点,从选址优化、结构与功能改进、运输系统高效化、配套系统一体化四个维度提出针对性解决方案。研究旨在明确多层物流仓库设计关键症结,为提升仓库结构安全性、作业高效性及运营经济性提供理论与实操支撑,助力集约化物流基础设施高质量建设。

关键词: 多层物流仓库; 设计问题; 优化策略与方案

引言:随着物流行业集约化发展,多层物流仓库因高效利用垂直空间成为城市物流基础设施的重要形式。但当前设计中,普遍存在选址不合理、结构适配性差、动线混乱、配套系统滞后等问题,制约仓库运营效率与安全。基于此,本文以多层物流仓库设计为研究对象,先阐述核心理论与原则,再系统剖析各环节设计痛点,最终提出优化策略。

1 多层物流仓库设计核心理论与原则

1.1 多层物流仓库的定义与分类

多层物流仓库是指通过多层建筑结构实现货物存储、分拣、流转的物流基础设施,核心特征是垂直空间利用率提升,适配城市核心区域土地资源紧张的场景。按功能可分为综合存储型、分拣配送型、冷链专用型等;按结构形式可分为框架结构、框剪结构两类,其中框架结构因空间灵活性强,广泛应用于通用物流场景。与单层仓库相比,其核心优势在于垂直空间拓展,可在有限占地面积内提升存储容量,契合集约化物流发展需求。

1.2 设计核心理论支撑

多层物流仓库设计以物流系统工程学为核心理论,强调仓储、运输、装卸等环节的协同优化。同时根据建筑、结构力学及行业规范等,保证多层荷载及稳定性设计合理且合规;结合物流运筹学,实现内部动线与功能区域的科学规划。此外,绿色物流理论为设计提供方向,要求在材料选型、能耗控制等方面兼顾环保性。这些理论相互支撑,既确保建筑结构安全,又保障物流作业高效,避免设计与实际运营脱节。

1.3 设计基本原则

设计需遵循三大核心原则:(1)安全性为首要原则,需满足楼层荷载、抗震抗风等结构要求,同时规避垂直运输、消防等安全隐患。(2)经济性原则强调全生命周

期成本控制,平衡初期建设投入与后期运营能耗、维护成本。(3)高效性原则聚焦物流作业流畅性,优化垂直与水平动线衔接,减少货物转运损耗。还需兼顾灵活性,预留智能设备适配空间,满足未来业务拓展需求,实现设计与运营、当前与长远的双重适配^[1]。

2 多层物流仓库核心设计问题梳理

2.1 多层物流仓库选址与总平面布局设计问题

多层物流仓库选址与总平面布局直接决定后续运营效率,核心问题集中在选址合理性与布局适配性两方面。(1)选址缺乏综合考量,未结合城市物流规划与土地性质,部分选址远离交通枢纽增加货物中转耗时,或临近居民区、生态保护区,受环保与通行限制;地质勘察不足,忽略土壤承载力、地下水位等因素,给主体结构施工与安全埋下隐患。(2)总平面布局失衡,功能分区边界模糊,仓储与装卸货区距离过远增加水平运输成本,出入口单一易引发拥堵,且消防通道、应急疏散空间规划不合理,不符合安全规范。(3)布局与物流动线脱节,未兼顾垂直与水平运输衔接,导致不同楼层、区域货物流转路径交叉混乱,降低整体作业效率。

2.2 多层物流仓库主体结构设计问题剖析

主体结构是多层物流仓库安全运营的基础,核心问题体现在荷载适配、稳定性及兼容性上。(1)楼层荷载设计不合理,未按存储货物类型精准测算需求,要么荷载偏低无法适配重型货物,要么冗余过高浪费建设成本,且上下楼层荷载分布不均,易引发结构受力失衡。(2)结构稳定性存在短板,抗震、抗风等级未达区域规范,节点连接构造不完善,长期受货物压力与环境影响,易出现变形、开裂等隐患。(3)结构设计与物流作业需求不兼容,柱网间距不合理制约货架布局与大型设备通行,楼层净高不足无法满足垂直作业需求,结构构件还占用有效空间。

(4) 结构材料选型与设计不匹配, 未结合仓储功能与环境选适配材料, 耐久性不足, 增加后期维护成本。

2.3 多层物流仓库内部功能区域设计问题

内部功能区域设计需满足货物存储、流转等核心需求, 核心问题集中在空间利用与动线规划上。(1) 存储区域设计有缺陷, 空间划分不科学, 未按货物特性分区, 导致存储密度不足与空间浪费并存, 且高频流转货物存储区远离装卸节点, 增加转运耗时。(2) 功能区域动线混乱, 存储、分拣、装卸区动线交叉重叠, 无隔离措施, 易造成作业干扰与货物滞留, 上下楼层功能区域对应性差, 无法形成高效流转闭环。(3) 辅助功能区规划失衡, 办公、设备存放等区域要么占用核心仓储空间, 要么位置偏远影响服务响应, 部分区域缺乏必要配套设施。(4) 功能区域灵活性不足, 未预留调整空间, 难以适配后续货物类型、存储规模及作业模式变化, 适应性较差^[2]。

2.4 多层物流仓库垂直运输系统设计问题

垂直运输系统是多层仓库货物跨楼层流转的核心, 问题主要体现在适配性、效率与安全性上。(1) 垂直运输设备选型不当, 与货物特性、吞吐量不匹配, 重型仓库未配备足够承载能力的设备, 或设备数量不足导致货物积压, 运行速度也与作业节奏不符。(2) 垂直与水平运输衔接不畅, 设备停靠位置与水平动线脱节, 需二次搬运增加损耗, 设备出入口狭窄易形成拥堵瓶颈。(3) 安全设计有漏洞, 设备缺乏完善的防护与应急制动系统, 未设置专属检修与安全通道, 安装位置不合理影响消防与结构安全, 且未考虑噪音、振动的影响。(4) 设备运维空间不足, 导致后期运维困难, 增加设备故障发生率与停机时间。

2.5 多层物流仓库配套系统设计问题

配套系统为多层物流仓库运营提供保障, 核心问题集中在合规性、适配性与节能性上。(1) 消防系统设计有缺陷, 消防设施配置不足、布局不合理, 部分区域覆盖不到位, 消防通道与作业动线冲突, 且未结合多层结构设计分层应急方案, 应急处置难度大。(2) 通风与温湿度控制系统换气效率不足, 易导致仓库潮湿、异味堆积, 影响货物质量, 温湿度控制区域划分不精准, 能耗偏高。(3) 照明系统设计不合理, 亮度不足、分布不均, 存在照明死角, 设备与仓储、物流设备干涉, 且未采用节能设计, 运营成本偏高。(4) 配套系统与主体结构、物流作业适配性差, 管线布局混乱占用空间、产生安装冲突, 且未兼顾智能物流设备需求, 无法适配后续智能化升级改造^[1]。

3 多层物流仓库设计优化策略与解决方案

3.1 选址与布局优化方案

针对选址与总平面布局的核心问题, 从综合考量、布局重构与动线适配三方面制定优化方案。(1) 科学选址, 结合城市物流总体规划与土地利用规划, 优先选址临近交通枢纽、主干道的区域, 同步核查周边路网承载力, 降低货物中转成本与通行延误; 全面勘察地质条件, 精准测算土壤承载力、地下水位等指标, 规避结构安全隐患, 同时避开居民区、生态保护区等敏感区域, 减少环保审批与运营限制。(2) 优化总平面布局, 明确功能分区边界, 合理规划仓储区与装卸货区的距离, 缩短水平运输路径; 设置多出入口分流, 避免货物进出拥堵, 同步预留充足的消防通道与应急疏散空间, 确保符合安全规范, 实现作业动线与消防动线分离, 兼顾日常作业与应急需求。(3) 衔接垂直与水平动线, 根据多层仓库货物流转特点, 规划闭环式动线, 确保各楼层、各区域动线衔接顺畅, 减少交叉冲突, 同时预留动线调整空间, 适配后期作业模式与货物流量变化。

3.2 主体结构与功能区域设计改进措施

围绕结构安全与功能适配, 从荷载优化、结构调整与区域规划三方面推进改进。(1) 精准设计楼层荷载, 根据存储货物类型、重量分布及堆放高度精准测算荷载需求, 合理确定各楼层荷载标准, 避免荷载不足或冗余浪费, 同时优化上下楼层荷载分布, 确保结构受力均衡; 结合货物存储规划, 预留重型货物专属存储区域, 针对性强化该区域梁、柱及楼板结构承载力。(2) 强化结构稳定性, 严格按照区域抗震、抗风等级规范设计, 优化节点连接构造, 提升结构整体刚度与耐久性; 合理规划柱网间距, 兼顾货架布局与大型物流设备通行需求, 优化楼层净高设计, 满足垂直存储与装卸设备作业要求, 减少结构构件对有效空间的占用。(3) 优化功能区域布局, 按货物特性、进出频次划分存储区域, 采用高密度存储方案提高空间利用率, 将高频流转货物存储区域靠近装卸与运输节点; 梳理功能区域动线, 设置物理隔离措施, 避免不同区域作业干扰, 确保上下楼层功能区域对应适配, 形成高效流转体系; 合理规划辅助功能区, 控制辅助区域占用空间, 将其布局在便捷位置, 完善配套设施, 同时预留功能区域调整空间, 提升适配性。(4) 兼顾结构与功能协同适配, 在结构设计阶段同步对接功能布局需求, 避免后期改造对结构安全性造成破坏。选用兼具耐久性与环保性的结构材料, 平衡建设成本与后期维护需求, 同时适配智能货架、分拣设备的安装固定需求, 实现结构稳定性、功能实用性与智能化适配的三重提升。

3.3 垂直运输系统高效化设计策略

聚焦运输效率与安全保障,从设备适配、衔接优化与运维保障三方面制定策略。(1)精准选型垂直运输设备,结合货物特性、吞吐量及峰值作业量确定设备类型、承载能力与数量,重型货物仓库配套足够规格的重载设备,同时匹配作业节奏确定设备运行速度,避免设备不足或性能过剩;引入节能高效型设备,降低运营能耗与噪音污染。(2)优化垂直与水平运输衔接,合理规划设备停靠位置,使设备出入口与楼层水平动线无缝对接,减少货物二次搬运,拓宽设备出入口宽度,避免形成拥堵瓶颈;同步规划设备作业区域与人员通道,实现人车分流,提升作业安全性。(3)完善安全与运维设计,为垂直运输设备配备全套防护装置与应急制动系统,设置专属检修通道与安全区域;预留充足的设备检修与维护空间,便于后期设备保养、故障排查与更换,降低设备故障发生率与停机时间,同时控制设备运行噪音、振动,减少对周边作业的影响。

3.4 配套系统一体化优化路径

立足配套系统合规性与适配性,从系统完善、节能优化与智能适配三方面构建一体化方案。(1)优化消防系统设计,按多层仓库结构特点与功能分区,合理配置消防设施,确保消防栓、喷淋系统全覆盖无死角;制定分层消防应急方案,明确各楼层应急处置流程,优化消防通道布局,避免与作业动线冲突,定期开展消防系统调试,提升实操性。(2)升级通风与温湿度、照明系统,选用高效换气设备,优化通风管道布局,提升仓库通风效率,避免潮湿、异味堆积;按货物存储需求精准划分温湿度控制区域,采用智能调控技术,实现温湿度精准控制,同时降低系统能耗;优化照明系统布局,消除照明死角,确保作业区域亮度充足、分布均匀,选用节能照明设备,避免照明设备与仓储布局、物流设备干涉。(3)强化配套系统适配性,梳理管线布局,采用集中布线与隐蔽安装方式,避免管线混乱占用空间,确保与货架、运输设备安装无冲

突;结合智能物流发展趋势,预留智能化设备接口与管线通道,使配套系统适配后期智能化升级改造,实现配套系统与主体结构、物流作业的协同适配^[4]。

为直观呈现上述优化策略的整体落地效果,明确各优化环节的空间衔接逻辑,特绘制多层物流仓库设计总图(见图1)。

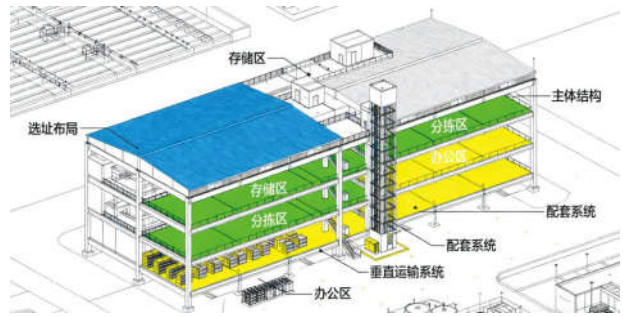


图1 多层物流仓库设计总图

结束语:本文围绕多层物流仓库设计问题与优化方案展开全面探讨,明确了各设计环节的核心痛点及对应解决路径,为实际工程设计提供了参考。多层物流仓库设计需兼顾安全、高效与长远适配,未来应融合智能化技术,推动设计方案迭代升级。期望本文研究能为物流仓储设施设计优化提供思路,助力物流行业实现集约化、高效化发展。

参考文献:

- [1]马桂华,张德锋,沙爽.现代物流仓库预应力结构设计与施工若干关键问题讨论与分析[J].建筑结构,2022,52(S01):3029-3033.
- [2]王璐.多层物流仓库防排烟设计要点及常见问题探究[J].工程技术与质量管理,2025,1(5).
- [3]孙皓,李献士.物流仓库布局设计中的空间利用率与作业效率的关系分析[J].中国储运,2025(9):154-155.
- [4]赵林,范国涛.基于环保与节水理念的物流仓库给排水系统集成设计[J].中国建筑金属结构,2025,24(3):31-33.