

物流仓储建筑空间设计浅析

惠星宇

（广州市设计院集团有限公司，广东 广州 510620）

[摘 要] 物流仓储建筑在现代供应链管理中起着至关重要的作用，如何设计出满足物流工艺及储藏需求的仓储空间是未来工业建筑设计的首要内容。本文通过对物流仓储建筑的总平面、柱距、层高、结构等方面进行分析，结合相关文献资料，对现有物流仓储建筑的各空间要素进行了深入研究，并总结设计策略和定量的设计参数，以期指导物流仓储建筑设计。

[关键词] 物流仓储建筑；总平面设计；空间设计

[中图分类号] TU998.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-1900（2024）33-0093-04

1 概述

随着时代的进步与我国科学技术的发展，工业建筑不仅是某个产业的加工作坊，更是供人们从事各类生产活动与研究的重要建筑^[1]。其中物流仓储建筑是供应链管理中的关键环节。随着全球化和电子商务的迅猛发展，国内外物流仓储建筑在技术和设计上都经历了显著的变化和进步。

1.1 国内物流仓储建筑的发展现状

电子商务的繁荣，尤其是中国的阿里巴巴、京东等巨头，极大地推动了现代仓储设施的需求。智能仓储、自动化分拣系统和高效物流网络的建设成为主流。使用自动化设备，如自动引导车（AGV）、机器人、无人机等，提高仓储和分拣效率。通过物联网技术，实时监控和管理库存，优化仓储流程。

同时，越来越多的仓储建筑采用绿色建筑材料和节能技术，以减少碳足迹。太阳能发电、雨水收集和自然通风等技术在仓储建筑中得到应用。

仓储设施逐渐向内陆和二、三线城市扩展，以满足更多地区的物流需求。

1.2 国外物流仓储建筑的发展现状

美国、欧洲等地的物流仓储建筑在自动化和智能化方面处于领先地位。

亚马逊、沃尔玛等企业的大型配送中心使用了大量的机器人和先进的软件系统来管理物流。人工智能和机器学习将在仓储管理中扮演着更重要的角色，进一步提升了效率和精度。自动化设备和无人系统的应用将更加广泛，减少人力成本和错误率。

1.3 物流仓储建筑的发展前景

总结而言，国内外物流仓储建筑正向着高效、智能、

绿色和灵活的方向发展。这一领域的创新不仅提升了物流效率，也为全球供应链的优化提供了有力支持。

综上，本文拟探讨如何设计具备高度灵活性的通用物流仓储，以适应市场需求的变化和客户个性化要求。

2 物流仓储建筑总平面设计

2.1 流线设计

物流仓储园区的流线设计不仅是确保高效运转的关键，更是提升整体运营效率与安全性的基石。一个精心规划的园区不仅可以涵盖货流与人流，还需细致考量多种交通流线的协同与分离，以最大化地满足园区日常运营及未来扩展的需求。

运输流线设计与普通建筑项目相比，在物流仓储建筑总体平面布局设计中，需要考虑频繁运输大量原料与产品的情况。这就意味着在开展总体平面布局设计时，需要合理控制运输成本，精细化设置进出库位置及卸货车位，尽可能降低整体生产成本^[2]。

在货流设计方面，需要综合考虑安全行驶，进出库位置及满载路径的控制，因此园区内车辆流线设计建议遵循两个原则：避免货车满载绕场和减少车辆会车。

对于人流流线的设计，建议在园区外圈构建宽敞、安全的环形人行通道，并设置明确的出入口与指示标识，确保行人与货车流线的彻底分离，避免任何形式的交叉与干扰。

综上所述，物流仓储园区的流线设计需要综合考虑多方面因素，通过科学合理的规划与布局，实现货流与人流的高效、安全、有序流动，为园区的长期稳定发展奠定坚实基础。

2.2 消防设计

消防设计是重中之重，仓储建筑通常存放着大量

作者简介： 惠星宇（1989-），女，陕西富平人，工程师，硕士研究生，研究方向为建筑设计。

的物品，因此消防设计必须严格符合相关的建筑法规和安全标准。

（1）消防设计整体原则：标准仓库在无特殊要求的情况下，通常按照储存物品的火灾危险性类别为丙类2项设计，根据《建筑防火通用规范》GB 55037-2022第5.2.4条规定，丙类物流建筑耐火等级不应低于二级。其中高度大于32m的高层丙类仓库，储存可燃液体的多层丙类仓库，每个防火分隔间建筑面积大于3000m²的其他多层丙类仓库耐火等级应为一级。

（2）总平面消防设计：园区内需设置消防车道，可利用货车环形车道兼作消防车道，满足消防救援要求。既可以提高场地的利用率，又可以形成安全合理的消防救援。

（3）防火分区设置原则：以丙二类物流建筑二级耐火等级为例，根据《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018年版）第3.3.2条，其允许最大防火分区面积为1500m²，允许最大占地面积为6000m²。同时，根据《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018年版）第3.3.10条规定，当仓库的分拣作业区采用防火墙与储存区完全分隔，且符合规范罗列的条件时，该建筑储存区的防火分区最大允许面积和储存区部分建筑的最大允许占地面积可增加3倍，即该建筑储存区最大防火分区为1500+1500×3=6000m²。对比可知，作业区与储存区完全分隔对于尽可能增加储存区防火分区面积有很大优势。

（4）其他消防设计原则：根据《物流建筑设计规范》GB 1158—2016第15.3.13条，在丙类物流建筑内设置的办公室、休息室，应采用耐火极限不低于2.5h的不燃烧体隔墙和不低于1.0h的楼板与其他部位分隔，隔墙上的门应为乙级防火门。

消防控制中心，消防水泵房、消防水池、发电机等消防设备机房均需满足直通室外。

2.3 道路与场地设计

由于物流仓储场地内集成了货车卸货场地、货车车道、机动车车位及可能的行人通道等多种功能区域，其道路设计必须细致入微，以确保不仅满足货物运输的高效性与安全性，还要兼顾人员流动的安全性及整体场地的通畅性。以下是场区道路设计的主要要点：

路面宽度规划：根据物流仓储的实际需求，路面宽度设定为7~15m，确保不同类型货车（包括大型平板挂车）能够顺畅通行及安全会车。

转弯半径：针对载重40~60t的平板挂车，交叉

口路面内缘的最小转弯半径设定为18m，以确保车辆在转弯时不会因半径不足而引发事故或损坏路面。此外，设计时应考虑增设必要的视觉辅助设施，如凸面镜、转弯指示牌等，提升驾驶安全性。

纵坡控制：园区内道路的最大纵坡限制在6%以内，以减少货车在上坡时的动力需求及下坡时的制动负担，保障行车安全。同时，对于长距离坡道，应考虑设置缓坡段或辅助设施，如防滑路面、减速带等，以增强车辆行驶的稳定性。

装卸站台布局：当采用直列停车方式时，集装箱货车装卸站台边线至道路边线的距离应至少为货车总长的1.5倍，以确保装卸作业时的操作空间充足，避免车辆碰撞或影响其他车辆通行。

道路及场地硬化：道路及场地的硬化做法需严格遵循相关标准，以确保满足车行荷载要求，特别是针对重型货车的频繁通行，建议采用高强度、耐久性好的材料，如沥青混凝土或水泥混凝土。路面设计荷载推荐采用BZZ-100标准，轴载不低于100kN，以确保长期使用下的稳定性和安全性。定期检查和维修路面状况，及时修复裂缝、坑洼等损坏，保持道路平整。

3 多层（高层）物流仓储建筑

随着物流仓储的不断发展，仓储面积及容量需求不断增加，空间设计理念要尽量与工业生产对建筑内外空间使用功能的需求相适应。近两年物流仓储园区鼓励“提容提限”，通过增加建筑高度、减少建筑密度、集约用地，营造舒适宜人的工业园区环境^[3]。多层（高层）物流仓储占比逐渐提升。

3.1 结构选型

对于多层（高层）物流仓储建筑而言，其结构形式的选择是一个复杂而细致的过程，主要聚焦于混凝土框架和钢结构这两种主流形式。

3.1.1 混凝土结构

核心优势：混凝土结构以其材料的稳定性和耐久性著称，其能够确保建筑在长期使用中保持结构的完整与安全。其优越的防火性能尤为突出，在火灾等紧急情况下能有效延缓火势蔓延，为救援争取宝贵时间。

经济性与施工：混凝土结构造价相对可控，且施工工艺经过长期实践已非常成熟，能够满足大规模、高效率的施工需求。这种结构形式在材料供应、施工技术及质量控制方面均具备较高的可行性。

3.1.2 钢结构

轻量化与灵活性：钢结构以其轻质高强、截面小

的特点，能够减轻建筑自重，增大空间利用率，并更好地适应地震等振动荷载，提高建筑的抗震性能。

施工效率与环保：钢结构构件多采用工厂预制、现场组装的方式，大幅缩短了施工周期，减少了现场湿作业，从而有效降低了施工噪音和粉尘污染，符合绿色建筑的发展趋势。

挑战与维护：钢结构也存在耐热性差、在潮湿环境下易腐蚀的问题，这要求在设计时需充分考虑防腐、防火措施，如涂刷防腐、防火涂料。但值得注意的是，这些涂层的维护成本较高，且需定期检测与翻新，以确保其长期有效性^[4]。

3.1.3 综合考量

在多层（高层）物流仓储建筑的结构形式选择中，需全面权衡楼层总高度（高层建筑对结构强度的要求更高）、柱跨（影响结构稳定性与空间布局）、施工时间（快速建造的重要性）、造价（成本控制与投资回报）、环保要求（施工及运营期间的环境影响）以及后期维护成本等多重因素。通过详细的技术经济分析，结合项目具体需求和条件，科学合理地选择最适合的结构形式，以实现物流仓储建筑的安全、高效、经济与可持续发展。

3.2 柱距设计

合理配置货架的前提是有与之相适应的柱间距，所以柱距的设计是需要考虑物流工艺和仓库货架摆放需求。

目前市面上通用的单元货物标准平面尺寸为1.1m×1.1m或1.2m×1.2m，此模数也与现物流建筑中常用的托盘尺寸匹配。根据平面常用布置，四排货架两两相对，中间留出两条叉车通道各3.3m，货架与货架及柱子预留0.15m的间隙，测算出较为经济的柱间距为11.5~12m^[5]。

3.3 层高设计

层高设计主要与储存容量，结构梁高及机电管线高度息息相关。

储存容量：按照货架高度每层1.8m，层间横梁为0.15m，根据容量测算货架层数。如两层货架则净高为3.75m。

结构梁高：根据柱跨11.5~12m，测算混凝土结构梁高大约在1~1.2m（梁高约为柱跨的1/12~1/10），钢结构梁高大约在0.6~0.8m（梁高约为柱跨的1/20~1/15）。

机电管线高度：水电走管高度约0.3m，空调管线约0.45~1.2m。

根据以上三方面设计内容，可大致测算出多层（高层）物流仓储建筑层高范围为5~7m。

4 单层（高架仓）物流仓储建筑

与多层（高层）仓库对比，单层（高架仓）物流仓储建筑的最主要特点为单层的室内高大空间，因此首先对其层高设计进行梳理。

4.1 层高设计

通用单层仓库根据货物竖向堆放的需要，一般对有效净高要求在10m左右，在考虑屋面找坡，结构管线高度后，单层仓层高度多接近14m（图1）。

高架仓多指单层自动化高架仓，其是物流技术的革命性成果，它结合了高层货架、巷道堆垛机、输送机、控制系统和计算机管理系统（WMS）等，能够在计算机系统控制下完成单元货物的自动存取作业。自动化高架仓能够充分利用垂直空间，其空间利用率通常为普通平库的2~5倍。具备快速的入出库能力，能够快速妥善地将货物存入仓库，也能快速及时并自动地将生产所需零部件和原材料送达生产线。整个仓储作业过程无需人工干预，实现了货物的自动存取和搬运。自动化高架仓通过对垂直空间的充分利用，极大地提高了仓储密度和土地利用效率。因此我国近年来高架仓高度多在20m以上；国内案例中货架高度36m为使用高度较成熟的最大化高度，其仓库总高度约40m（图2）。

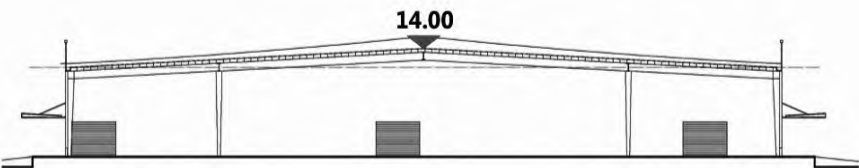


图1 通用单层仓库剖面

4.2 结构选型

单层（高架仓）层高较高的突出特点，对结构选型有鲜明的指导性。

近年来，随着钢结构技术的不断成熟与广泛应用，以及其显著的结构优势，大跨度单层（高架仓）的建设中，钢结构体系已成为越来越受欢迎的选择。具体而言，面对高大的层高要求，若采用传统的混凝土结构，其不仅施工难度大，还需面临高昂的高支模成本和安全风险，这对施工现场的管理和技术水平提出了极高的要求。

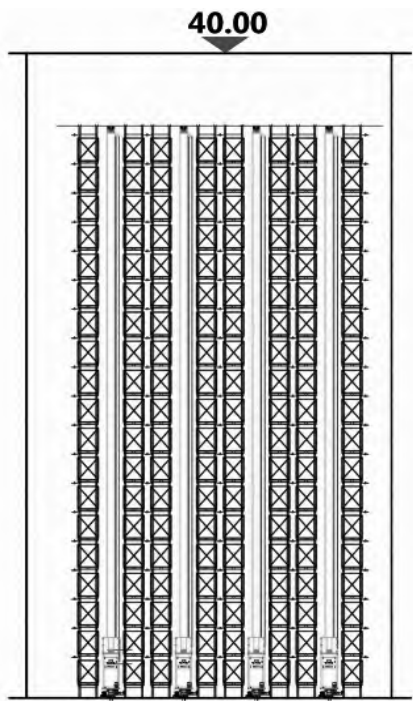


图2 自动高架仓剖面

相比之下，钢结构以其高效、环保、洁净的特性脱颖而出。首先，钢结构能够有效避免高支模的复杂性和潜在风险，降低了施工难度和安全隐患。其次，钢结构的轻质高强特性使得在同等跨度下，其所需材料更少，从而显著减轻了结构自重，这对于提高建筑的抗震性能和稳定性具有重要意义。同时，钢结构的屋顶系统多采用免拆模设计，这不仅简化了施工流程，减少了现场湿作业，还极大地提升了施工效率，缩短了建设周期。

所以基于单层（高架仓）的特点，钢结构体系凭借其高效、安全、环保及经济性的综合优势，已成为大跨度单层仓储建筑领域的首选结构形式。

4.3 柱距设计

在柱距设计中，由于通用单层仓库与单层高架层的使用功能、工艺流程、设备布置均存在较大不同，两者的柱距设计分别根据内部空间使用需求进行精细化设计：

通用单层仓库柱距设计基本与多层仓库相同，其主要以货架储存为布置方式。因此根据货架模数作为设计依据，柱距在11.5~12m之间。

高架仓内部货物以单元化的形式存储在货架上，通过自动化设备（如巷道式堆垛起重机）进行存取作业。根据巷道作业的布置特点，高架仓与巷道垂直的X轴方向柱距设置与货架布置息息相关；而与

巷道平行的Y轴方向，柱子的设置对货架和巷道基本不产生直接影响。因此分别对X/Y轴两向的柱距进行分析。

Y轴不受布局影响，多采用经济的柱距10~12m。

X轴方向可变性较大，相较Y轴而言，X轴柱距会因为平面设置的巷道数量不同而进行变化。计算原则如下：两排货架相对和中间留出堆垛机巷道为一组，货架为1.2m，堆垛机巷道为1.6~1.8m，一组总宽度为4~4.2m。货架与两侧隔墙预留检修通道，间距约为1.3~1.5m。组与组之间间隔0.6m。根据以上模数数据，在防火分区内进行模块化布置。如布置三组则柱跨约为16.8m，布置四组约为21.6m，以此类推(图3)。

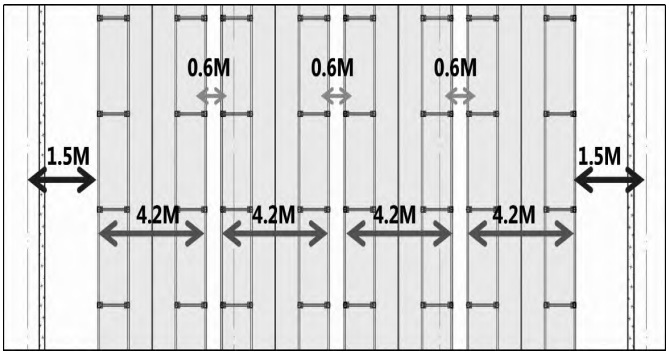


图3 X轴方向布置示意

5 结语

综上，现代物流仓储建筑已不仅是简单的存储设施，而是一个集存储、处理、运输、信息管理和增值服务于一体的综合性平台。

设计具备高度灵活性的物流仓储建筑，以适应市场需求的变化和客户个性化要求是未来物流仓储设计的趋势。设计师应该密切关注市场需求和新技术的发展，不断尝试归纳新的设计需求和技术手段，以推动物流仓储建筑的持续发展和进步。

参考文献

[1] 郭宏宇. 现代工业建筑性格及其多元化发展研究 [J]. 居舍, 2023 (34): 129-132.
[2] 陈志权. 现代工业建筑设计策略及发展趋势研究 [J]. 房地产世界, 2023 (22): 48-50.
[3] 杨蔓. 现代建筑设计理念在工业建筑设计中的运用研究 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023 (17): 56-58.
[4] 邓卓剑, 汪海波, 李晓. 浅析工业厂房建筑设计 [J]. 工程建设与设计, 2023 (15): 30-32.
[5] 刘颖. 标准物流仓库的建筑设计对于粮食食品类产品的适用性探讨 [J]. 粮食与食品工业, 2024 (1): 31.