

多层物流仓库防排烟设计要点及常见问题探究

王 璐

天津市润实建筑设计有限公司 天津 300100

摘 要：随着现代物流行业的迅猛发展，多层物流仓库的建设规模与数量不断增加。防排烟系统作为保障仓库消防安全的关键环节，对人员疏散和火灾扑救至关重要。本文系统阐述了多层物流仓库防排烟设计的要点，包括自然排烟、机械排烟、补风系统等设计原则与方法，并结合工程实际案例，深入分析防排烟设计中常见的问题，如排烟口设置不合理、排烟量计算偏差、系统联动故障等。针对这些问题提出了相应的改进措施与优化建议，旨在为多层物流仓库防排烟系统的科学设计与高效运行提供参考，提升物流仓库整体消防安全水平。

关键词：多层物流仓库；防排烟设计；设计要点；常见问题；优化措施

1 引言

近年来，电子商务的蓬勃发展推动了物流行业的高速扩张。多层物流仓库凭借其空间利用率高、土地资源节省等优势，成为物流仓储建设的重要形式。然而，多层物流仓库通常存储大量货物，且货物种类繁多，火灾荷载大，一旦发生火灾，火势蔓延迅速，产生大量高温有毒烟气。烟气不仅严重影响人员疏散逃生，还会阻碍消防救援工作的开展，因此，科学合理的防排烟设计是保障多层物流仓库消防安全的关键。

当前，多层物流仓库防排烟设计在实际工程中仍存在诸多问题，部分设计未能充分结合物流仓库的功能特点和火灾特性，导致防排烟系统在火灾发生时无法有效发挥作用。深入研究多层物流仓库防排烟设计要点，分析并解决常见问题，对于提升物流仓库消防安全性能、降低火灾风险具有重要的现实意义^[1]。

2 多层物流仓库火灾特性及防排烟设计的重要性

2.1 多层物流仓库火灾特性

多层物流仓库的火灾具有以下显著特性：

火灾荷载大：仓库内储存的货物多为纸箱、塑料包装制品、纺织品等易燃、可燃物品，单位面积的火灾荷载远超普通民用建筑，一旦起火，火势发展迅速，燃烧猛烈。

火势蔓延快：仓库内部空间开阔，货物堆放密集，且存在大量的竖向通道（如电梯井、管道井等）和横向通道（如货架间隙等），形成烟囱效应，加速火势在垂直方向和水平方向的蔓延。例如，在某物流仓库火灾事故中，火势在起火后 10 分钟内就蔓延至整个防火分区。

烟气危害大：货物燃烧过程中会产生大量的有毒有害气体，如一氧化碳、氰化氢等，同时浓烟会严重降低仓库内的能见度，使人员在疏散过程中极易迷失方向，

增加伤亡风险。此外，高温烟气还会对消防救援人员的生命安全构成威胁，阻碍灭火救援工作的顺利进行。据统计，火灾中因烟气中毒、窒息死亡的人数占总死亡人数的 70% - 80%。同时，高温烟气在上升过程中会在仓库顶部积聚，形成热烟层，随着热烟层的下降，会对下方人员和货物造成更大的危害^[2]。

扑救难度高：多层物流仓库建筑体量大，楼层较多，内部结构复杂。火灾发生时，消防人员难以快速准确地找到火源位置。而且，仓库内货物的堆放可能会阻碍消防通道，影响消防设施的正常使用。此外，多层物流仓库通常存放着大量贵重货物，在灭火过程中需要兼顾灭火和保护货物的双重目标，进一步增加了扑救难度。

2.2 防排烟设计的重要性

科学合理的防排烟设计能够有效控制火灾烟气的蔓延，为人员疏散和消防救援争取宝贵时间。通过及时排出火灾产生的高温有毒烟气，可以降低仓库内的烟气浓度和温度，提高能见度，使被困人员能够在相对安全的环境下迅速撤离。同时，良好的防排烟系统有助于消防人员快速接近火源，开展灭火和救援工作，减少火灾损失。此外，防排烟系统与火灾自动报警系统、自动喷水灭火系统等消防设施的联动运行，能够形成完整的消防安全体系，提升多层物流仓库的整体防火安全性能。

3 多层物流仓库防排烟设计要点

3.1 多层物流仓库常见的防排烟系统类型包括自然排烟系统、机械排烟系统和机械加压补风系统。

3.1.1 自然排烟设计要点

自然排烟是利用火灾时产生的热压、风压等自然作用力，将室内烟气通过建筑物的对外开口（如窗口、阳台等）排至室外的排烟方式。在多层物流仓库自然排烟设计中，需注意以下要点：

(1) 排烟口设置

排烟口应设置在建筑物外墙的上部或屋顶,且宜分散均匀布置。排烟口的有效面积应根据仓库的面积、层高以及火灾规模等因素,按照相关规范要求进行计算确定。一般来说,多层物流仓库采用自然排烟时,其排烟口面积不应小于需排烟区域地面面积的2%。

排烟口应具有良好的开启性能,可采用手动开启或与火灾自动报警系统联动的电动开启方式。同时,排烟口应设置防止外部风倒灌的措施,以确保在火灾发生时能够有效排烟^[3]。

(2) 建筑结构要求

采用自然排烟的多层物流仓库,其建筑结构应保证烟气能够顺利上升至屋顶或外墙上部排烟口。仓库的空间布局应避免设置过多的阻挡物,影响烟气的流动。例如,货架的布置不宜过高、过密,应留出足够的通道和空间,便于烟气扩散。

仓库的外窗应采用可开启的外窗,且开启角度不应小于70°,以保证足够的排烟面积和排烟效果。对于大型物流仓库,可设置专门的排烟天窗,提高自然排烟效率。

3.1.2 机械排烟设计要点

当多层物流仓库不具备自然排烟条件或自然排烟不能满足排烟要求时,应设置机械排烟系统。机械排烟系统主要由排烟风机、排烟管道、排烟口、排烟防火阀等组成,其设计要点如下:

(1) 排烟量计算

多层物流仓库的排烟量应根据仓库的面积、净空高度等因素,按照相关规范进行计算。对于净高不大于6m的物流仓库,其排烟量应按不小于 $60\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 计算,且单防烟分区的排烟量不应小于 $7200\text{m}^3/\text{h}$;对于净高大于6m的物流仓库,应根据实际情况采用数值模拟等方法确定排烟量,但排烟量不应小于 $120\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 。

在计算排烟量时,还需考虑仓库内货物的堆放情况、火灾发展阶段等因素,适当增加排烟量的安全系数,以确保在火灾发生时能够及时有效地排出烟气。

(2) 排烟系统布置

排烟系统应按防烟分区设置,每个防烟分区的建筑面积不宜大于 500m^2 ,且防烟分区不应跨越防火分区。排烟口应设置在防烟分区内的顶部或墙面的上部,与附近安全出口沿走道方向相邻边缘之间的最小水平距离不应小于1.5m。

排烟管道应采用不燃材料制作,其耐火极限不应低于0.5h。排烟管道宜设置在吊顶内,当必须穿越防火分区时,应在穿越处设置排烟防火阀,排烟防火阀的动作

温度为 280°C ,当烟气温度达到 280°C 时,排烟防火阀自动关闭,防止烟气蔓延至其他防火分区。

(3) 排烟风机选择

排烟风机应选用离心式或轴流式排烟专用风机,其全压应满足排烟系统最不利环路的要求。排烟风机的排烟量应大于计算排烟量的1.2倍,以保证排烟系统的可靠运行。

排烟风机应设置在专用机房内,机房应采用耐火极限不低于2.00h的隔墙和1.50h的楼板与其他部位隔开,风机两侧应有600mm以上的空间。当必须与其他风机合用机房时,排烟风机与其他风机的风管道应分开设置,且排烟风机应具备独立运行的功能。

3.1.3 补风系统设计要点

在多层物流仓库防排烟系统中,补风系统是保证排烟效果的重要组成部分。当仓库内进行机械排烟时,若没有及时补充空气,会导致仓库内形成负压,阻碍烟气的排出。补风系统设计要点如下:

(1) 补风量确定

机械排烟系统的补风量应根据排烟量进行计算确定。一般情况下,补风量不应小于排烟量的50%。对于大型多层物流仓库,可根据实际情况适当增加补风量,以保证排烟系统的正常运行。

(2) 补风方式与位置

补风方式可分为自然补风和机械补风。当仓库具备自然补风条件时,应优先采用自然补风,自然补风口的设置应符合相关规范要求,且应保证补风顺畅。当自然补风不能满足要求时,应设置机械补风系统。

机械补风口应设置在储烟仓下沿以下,且与排烟口水平距离不应小于5m。补风口的风速不宜大于 10m/s ,以避免对烟气流动产生不利影响。补风系统的进风口应设置在室外,且应远离排烟口,防止排出的烟气再次被吸入室内。

4 多层物流仓库防排烟设计常见问题

4.1 排烟口设置不合理

在实际工程中,排烟口设置不合理的问题较为常见。部分多层物流仓库的排烟口位置过低,导致烟气还未到达排烟口就已在仓库内蔓延扩散,影响排烟效果。此外,排烟口的数量不足或分布不均匀,使得防烟分区内的烟气不能及时排出,造成局部区域烟气积聚。还有些仓库的排烟口开启方式不便于操作,在火灾发生时无法迅速开启,延误排烟时机^[4]。

4.2 排烟量计算偏差

排烟量计算是防排烟设计的关键环节,但在实际设

计中, 由于对仓库火灾特性认识不足, 部分设计人员未充分考虑货物堆放情况、仓库空间布局等因素, 导致排烟量计算不准确。例如, 对于净高较高的物流仓库, 仍按照常规的排烟量计算方法进行计算, 未采用数值模拟等更科学的方法确定排烟量, 使得排烟系统在火灾发生时无法有效排出大量烟气。

4.3 防排烟系统联动故障

多层物流仓库防排烟系统需要与火灾自动报警系统、自动喷水灭火系统等消防设施联动运行, 但在实际工程中, 防排烟系统联动故障问题时有发生。一方面, 由于设备安装调试不到位, 导致火灾发生时, 排烟风机、排烟口等设备不能及时响应火灾报警信号, 无法正常启动。另一方面, 防排烟系统与其他消防设施之间的联动逻辑设置不合理, 例如, 在自动喷水灭火系统启动后, 补风系统未能及时启动, 影响排烟效果。

4.4 管道及设备选材与安装不规范

部分多层物流仓库防排烟系统的管道及设备选材不符合要求, 采用了非不燃材料或耐火性能不达标材料, 存在严重的消防安全隐患。在管道安装过程中, 管道连接不严密, 导致烟气泄漏, 降低了排烟效率。此外, 排烟风机、排烟防火阀等设备的安装位置不合理, 影响设备的正常运行和维护。

5 多层物流仓库防排烟设计常见问题的解决措施

5.1 优化排烟口设置

针对排烟口设置不合理的问题, 设计人员应严格按照相关规范要求, 合理确定排烟口的位置、数量和分布。排烟口应尽量设置在防烟分区的顶部或靠近顶部的墙面, 保证烟气能够顺利排出。对于面积较大的防烟分区, 应增加排烟口的数量, 并均匀布置, 确保每个区域的烟气都能及时排出。同时, 应选择便于操作的排烟口开启方式, 如电动开启与手动开启相结合的方式, 保证在火灾发生时能够迅速开启排烟口^[5]。

5.2 准确计算排烟量

为确保排烟量计算的准确性, 设计人员应深入了解多层物流仓库的火灾特性和实际使用情况。对于复杂的仓库空间布局和特殊的货物储存情况, 应采用数值模拟软件进行火灾烟气流动分析, 科学合理地确定排烟量。特殊场景: 货架内部通道(宽度 < 2m)需设置货架内置排烟口, 排烟量按通道面积单独核算, 防止货架间烟气滞留。此外, 还应建立排烟量计算的校核机制, 对计算结果进行反复验证, 增加排烟量的安全系数, 以应对火灾的不确定性。

5.3 完善防排烟系统联动功能

加强防排烟系统设备的安装调试工作, 确保排烟风机、排烟口、排烟防火阀等设备能够准确响应火灾报警信号, 及时启动和关闭。优化防排烟系统与其他消防设施之间的联动逻辑, 明确各设备在火灾不同阶段的动作顺序和联动关系。例如, 在火灾自动报警系统发出报警信号后, 排烟风机应立即启动, 同时, 当自动喷水灭火系统启动后, 补风系统应及时联动启动, 保证排烟系统的正常运行。

5.4 规范管道及设备选材与安装

严格按照消防规范要求选择防排烟系统的管道及设备材料, 确保所有材料均为不燃材料, 且耐火性能符合标准。在管道安装过程中, 应加强施工质量控制, 保证管道连接严密, 无泄漏现象。合理安排排烟风机、排烟防火阀等设备的安装位置, 为设备的运行和维护提供便利条件^[6]。

6 结束语

多层物流仓库防排烟设计是保障仓库消防安全的关键环节, 防排烟设计需紧密结合“货物存储特性、空间结构形式、火灾风险等级”, 在分区划分、系统选择、风量计算、设备布局及联动控制等环节落实精细化设计。通过优化排烟口设置、准确计算排烟量、完善系统联动功能以及规范管道设备选材安装等措施, 提高多层物流仓库防排烟系统的可靠性和有效性。

未来, 随着物流行业的不断发展和智慧消防技术的持续进步, 多层物流仓库防排烟设计应进一步结合新技术、新理念, 探索将物联网、智能传感器嵌入防排烟系统, 实现烟气实时监测与动态调控, 进一步提升物流仓库消防安全水平。不断优化和完善设计方案, 以适应日益复杂的物流仓储环境和更高的消防安全要求, 为物流行业的安全稳定发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] GB 55037-2022 建筑防火通用规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2023.
- [2] GB 55036-2022 消防设施通用规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2022.
- [3] GB 50016-2014 (2018 年版) 建筑设计防火规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
- [4] GB 51251-2017 建筑防排烟系统技术标准 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2017.
- [5] 王宗存. 大型物流仓库消防设计难点及对策 [J]. 消防科学与技术, 2020 (05): 662-665.
- [6] 李国强. 建筑防排烟系统设计与施工手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.