

建筑消防暖通的安全设计研究

文 / 龙冠维 广州市城建规划设计院有限公司

摘要：随着城市化进程加快，现代建筑朝着高层化、大型化、功能复合化发展，火灾风险随之增加，建筑消防暖通系统的安全设计变得尤为重要。消防暖通系统通过合理的防排烟组织和防火分隔，能为火灾时的人员疏散创造安全环境，延缓火势蔓延。目前虽有相关设计规范，但实际设计中，因设计人员对规范理解不准、参数选取不合理等问题，部分系统难以发挥应有作用。文章围绕建筑消防暖通安全设计展开研究，探讨设计应遵循的安全性、可靠性、经济性和适用性原则，分析防排烟系统、防火阀与排烟防火阀、空调系统等关键部分的设计要点，以及不同建筑类型的设计差异，并对设计参数优化进行研究，希望能够在为提升建筑消防暖通安全设计水平提供有益的参考。

关键词：建筑消防；暖通系统；安全设计；防排烟系统；防火构件

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.21.101

引言

随着社会经济的不断发展，城市化建设的发展进程不断推进，如今在现代建筑不断向高层化、大型化、功能复合化发展的背景下，建筑内部的火灾风险日益增多，消防暖通系统的安全设计愈发凸显其重要性。消防暖通系统通过合理的防排烟组织、有效的防火分隔，能够在火灾发生时为人员疏散创造安全的环境，延缓火势蔓延速度，为灭火救援争取时间。

目前我国已制定了一系列有关建筑消防暖通设计的规范文件，比如《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)和《建筑防烟排烟系统技术标准》(GB51251-2017)，都是可供设计时参考的基本依据。然而在实际的设计过程中，由于有些设计人员对规范理解不准确、设计参数选取不合理，使得一些建筑物中设置了消防暖通系统，在火灾状态下不能有效发挥出应有的作用^[1]。因此，进一步探讨建筑消防暖通的安全设计有着极其重要的现实意义。

一、建筑消防暖通安全设计基本原则

(一) 安全性原则

安全性作为建筑消防暖通设计的基本出发点，同时也是贯穿整个设计过程的一条主线。从有效控制火灾烟气扩散、防止火势沿暖通管道蔓延的角度考虑，并严格依照相关规范来进行。系统在设计过程中，要将建筑物按规范要求划分成若干防烟分区，同时对于防排烟系统要保证其排烟量、加压送风量、防烟压差等设计指标在火灾条件下能满足使用的要求，而且系统中使用的设备和所用到的各种材料都必须是具有防火、耐高温性能的，能经得住高温，才能达到耐热不爆裂的目的。

(二) 可靠性原则

消防暖通系统应具有高度的可靠性，在火灾情况下能及时相应正常运作。系统内要选择性能成熟可靠的

设备和配件，避免因某个设备出现故障而影响整个系统正常工作的情况。针对一些超高层建筑、大型商业综合体等重要建筑，其设备采用冗余设计，即除了加压风机及排烟风机的设计风量不小于计算风量的1.2倍外，一般还要采用双电源供电等措施，以防出现故障后设备还能正常使用。此外，还要注意系统控制逻辑设计的合理化，尽可能地避免出现控制逻辑过于复杂的弊端。

(三) 适用性原则

消防暖通设计要结合具体建筑物的功能性质、结构造型及使用条件有针对性地设计不同类型的建筑，其火灾风险点和消防需求不同，其方案也要做出相应调整。比如：地下建筑的密闭性强、烟气不易扩散，需要加强排烟系统的设置，医疗建筑内还具有特殊的环境要求^[2]，在设计防排烟系统时不要使人员受到不必要的干扰等。总的来说设计方案应当满足整体性要求，要符合建筑的整体布置，装修风格，不能破坏建筑使用功能。

二、建筑消防暖通关键系统设计

(一) 防排烟系统设计

1. 系统形式选择

防排烟系统可分为自然排烟系统和机械防排烟系统，自然排烟系统通过烟气的浮力作用及室外风力作用实现排烟，要考虑建筑自身是否满足一定的条件，如开窗面积及门窗位置等。如果该建筑自身条件较好，则可以考虑利用自然排烟系统来节约成本。机械防排烟是通过风机来驱动完成排烟或者是防烟工作。按用途分，可以分成机械排烟系统和机械加压送风系统。当一些空间内部自然排烟条件不足时，需采用机械排烟系统；而梯间、前室等疏散通道，则采用机械加压送风系统维持一定的正压值，阻止烟气入侵。

2. 防烟分区划分

防烟分区的划分是防排烟系统设计的基础,其大小、形状直接影响排烟效果。防烟分区应采用挡烟垂壁、隔墙及结构梁等措施进行分隔,每个防烟分区的面积不宜过大。防烟分区不应跨越防火分区划分,且公共建筑防烟分区的最大允许面积及其长边最大允许长度应符合《建筑防烟排烟系统技术标准》(GB 51251-2017)中表 4.2.4 的规定,如表 1 所示^[3]。

表 1 建筑防烟排烟系统参数分析

空间净高 H (m)	最大允许面积 (m^2)	长边最大允许长度 (m)
$H \leq 3.0$	500	24
$3.0 < H \leq 6.0$	1000	36
$H > 6.0$	2000	60, 具有自然对流条件时, 不应大于 75

3. 排烟量与送风量设计

排烟量与送风量设计需结合场所特性、防烟分区参数,按规范要求确定,以保障烟气排出效果和合理压力分布。排烟量确定需分场所类型。地下室车库按对应规范表取值,排烟系统可与排风系统合并,根据排烟量与排风量差异选单速或双速风机。其他场所中,公共建筑空间净高 $\leq 6\text{m}$ 时,排烟量不小于 $60\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ 且不低于 $15000\text{m}^3/\text{h}$,或设不小于房间面积2%的自然排烟窗;净高 $> 6\text{m}$ 时,按相关标准计算,不小于规定数值或通过自然排烟窗排烟。公共建筑仅走道或回廊排烟时,机械排烟量不小于 $13000\text{m}^3/\text{h}$,或设符合要求的自然排烟窗;房间与走道均需排烟时,走道按对应标准计算或设自然排烟窗。中庭排烟量分情况:周围场所设排烟系统时,机械排烟量为最大防烟分区排烟量的2倍且不小于 $107000\text{m}^3/\text{h}$,自然排烟按此量及风速计算面积;仅回廊排烟时,回廊按前述规定,中庭排烟量不小于 $40000\text{m}^3/\text{h}$,自然排烟按对应标准计算。一个排烟系统负担多个防烟分区时,相同净高场所按最大单个(净高 $> 6\text{m}$)或相邻两个之和最大值(净高 $\leq 6\text{m}$)计算,不同净高场所取各场所计算值的最大值。机械加压送风量根据加压空间体积和漏风情况确定,保证楼梯间正压 $40\sim 50\text{Pa}$ 、前室 $25\sim 30\text{Pa}$ 。

4. 风口设计与布置

排烟口应设置在防烟分区内的顶棚或靠近顶棚的墙面上,其设置位置应有利于烟气的迅速排出。排烟口的尺寸应根据排烟量和风速确定,排烟口的气速不宜大于 10m/s 。每个排烟口的服务面积不宜过大,以保证排烟效果均匀。补风口与排烟口设置在同一空间内相邻的防烟分区时,补风口位置不限;当补风口与排烟口设置在同一防烟分区时,补风口应设在储烟仓下沿以下;补风口与排烟口水平距离不应小于 5m 。楼梯间的送风口可每隔2-3层设置一个,设置机械加压送风系统的前室的送风口应每层设置,以形成有效的空气屏障^[4]。

(二) 防火阀与排烟防火阀设计

1. 防火阀设计

防火阀设计需严格遵循现行规范要求,其设置位置具有明确界定。在通风空调系统中,风管穿越防火分区处必须设置防火阀,穿越通风机房及重要或火灾危险性大的房间隔墙和楼板处,同样需配置防火阀,垂直风管与每层水平风管交接处的水平管段上,以及风管穿越变形缝处的两侧,均为防火阀的强制设置点位。防火阀的火动温度值统一规定为 70°C ,产品在此参数的条件下出厂时必须经过严格的测试,确保其温度值校验的准确,从而才允许被应用于实际工程中。

2. 排烟防火阀设计

排烟防火阀设置部位为排烟系统风管上,必须配合排烟口、风机等协调布置,其动作温度应为 280°C ,使用双金属片式或热敏电阻式温度传感,其响应时间不应大于10秒,在此条件下能快速关闭。

阀门与排烟风机的联动控制需通过硬接线实现,联动信号采用 $\text{DC}24\text{V}$ 电压,当阀门关闭时,反馈触点应在1秒内切换状态,切断风机电源。手动关闭装置需具备明显操作标识设置在便于触及的位置,操作行程不大于 150mm ,且能通过机械锁止机构保持关闭状态。信号反馈功能要符合消防控制室的监控要求,输出无源常开/常闭触点信号,触点容量不小于 $\text{AC}250\text{V}/5\text{A}$,阀体结构须考虑高温条件下正常使用,阀片轴套采用耐高温轴承,密封件采用硅酸铝纤维,阀体在 280°C 下持续作用 30min 不失效。阀体法兰按照风管标准法兰尺寸加工,便于安装连接^[5],防火阀与排烟防火阀的主要设计参数对比见表2所示。

表 2 防火阀与排烟防火阀的主要设计参数对比

参数	防火阀	排烟防火阀
动作温度	70°C	280°C
设置位置	通风空调系统风管、机械加压送风系统风管、消防送风系统风管	排烟系统风管
联动功能	可与空调风机联动关闭	与排烟风机联动停止
关闭严密性要求	高	高
手动操作功能	具备	具备

（三）空调系统防火设计

1. 系统分区设计

通风和空气调节系统，横向宜按防火分区设置，竖向不宜超过5层。当风管因功能需求必须穿越防火分区时，穿越部位需设置防火阀，阀体中心线与防火墙距离不大于200mm，且风管在防火阀两侧各2m范围内需采用厚度不小于1.2mm的镀锌钢板制作，并无任何开口。分区内的风机盘管、空调箱等设备，应集中布置在设备机房或专用空间内，与其他区域保持防火分隔。

2. 材料选择

风管本体采用镀锌钢板时，厚度应根据风管尺寸确定：长边尺寸 $\leq 320\text{mm}$ 时厚度不小于0.5mm，320-630mm时不小于0.6mm，630-1000mm时不小于0.8mm，1000-2000mm时不小于1.0mm。不锈钢板材质风管厚度不小于0.8mm，且需进行防火涂层处理，涂层干膜厚度不小于1.5mm。保温材料选用岩棉或玻璃棉，密度不小于 $80\text{kg}/\text{m}^3$ ，导热系数 $\leq 0.04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，燃烧性能达到A级。风管穿越防火墙、楼板时，缝隙采用防火密封胶与防火岩棉填塞，密封胶宽度不小于10mm，岩棉填塞深度不小于150mm，表面再用防火板封堵，防火板厚度不小于5mm。

3. 气流组织设计

送风口布置应避免防火分区边界，与防火墙、防火门的水平距离不小于1.5m。回风口设置在非疏散通道区域，距地面高度不大于0.5m，且与喷淋头保持不小于300mm的间距。气流组织采用上送下回或侧送侧回方式，避免形成垂直穿堂风。在厨房、实验室等特殊区域的空调系统需独立设置，送回风管上均安装防火阀，且风机采用防爆型。厨房排油烟管与空调风管保持不小于500mm的间距，交叉处采用防火隔热材料隔离。气流速度控制：送风口风速不大于3m/s，回风口风速不大于2m/s，防止高速气流助长火势蔓延。

三、不同建筑类型消防暖通设计要点

（一）高层建筑消防暖通设计

高层建筑由于高度高、人员密集、疏散难度大，其消防暖通设计有特殊要求。防烟楼梯间及其前室、消防电梯前室等疏散通道必须设置机械加压送风系统，以保证在发生火灾时的正压环境。对于高层建筑的裙房部分，若与主体建筑之间采用防火墙分隔，其防排烟系统可按多层建筑设计，否则应与主体建筑的防排烟系统统一考虑。高层建筑的中庭由于空间高大，烟气易积聚，需设置专门的排烟系统，排烟量应根据中庭的体积确定，确保在规定时间内将烟气排出。

（二）地下建筑消防暖通设计

地下建筑如地下商场、地下车库等，由于处于封闭环境，自然排烟条件差，必须设置机械排烟系统。地下建筑的防烟分区划分应更为细致，每个防烟分区的面积不宜过大，且应设置明显的分隔设施。地下车库的排烟系统设计应考虑汽车尾气的排出与火灾排烟的结合，排烟量应根据车库净高确认，一般为 $30000\text{m}^3/\text{h}\sim 40500\text{m}^3/\text{h}$ 。同时，地下建筑的通风系统应与排烟系统分开设置，或在通风系统中设置防火阀，防止火灾时烟气通过通风系统扩散。

（三）大空间建筑消防暖通设计

在大空间建筑设计中，如体育馆、会展中心等，其防火分区面积大，烟气扩散速度快，防排烟系统设计难度大。这类建筑宜采用机械排烟系统，排烟口应均匀布置在顶棚或侧墙高处，以利于烟气的排出。大空间建筑的防烟分区可采用挡烟垂壁或固定的隔墙划分，挡烟垂壁的高度应根据空间净高确定，一般不应小于0.5m。

结语

建筑消防暖通安全设计应该严格按照安全性、可靠性、经济性及适用性原则来进行。对不同的建筑类型和不同的系统组成需要科学地进行设计，防排烟系统的形式、参数、风口布置，防火阀和排烟防火阀的设置，防烟分区的划分和选用材料等都是设计中必不可少的内容。如果在设计过程中出现错误会对整个系统在火灾时的使用功能造成影响。合理地优化设计参数，既有利于保障系统的安全性能，也可以降低成本，提高经济效益，而不同的建筑需要结合自己的特点对消防暖通设计展开针对性处理，这样才能达到消防目的。

参考文献

- [1] 陈小君. 建筑暖通的消防安全设计与防排烟设计要点分析[J]. 江西建材, 2019, (04): 87+89.
- [2] 刘奇齐. 建筑暖通的消防安全设计与防排烟设计关键点研究[J]. 中国住宅设施, 2023, (04): 82-84.
- [3] 张磊. 住宅建筑暖通的消防安全设计与防排烟设计方法研究[J]. 居舍, 2024, (19): 69-72.
- [4] 陈刚. 高层公共建筑消防安全设计要点分析[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(04): 126-128.
- [5] 肖犁. 基于防火技术的民用建筑消防安全设计研究[J]. 住宅与房地产, 2020, (29): 162+170.

作者简介：龙冠维，男，1989年9月，汉族，广东高要，广州市城建规划设计院有限公司，大学本科，暖通中级工程师，研究方向：建筑消防暖通的安全设计研究。