

# 人防工程中的防化通风设计探讨

颜 书

四川省城市建筑设计研究院有限责任公司 四川 成都 610072

**摘 要:** 本文首先介绍了防化通风的原理、目标、要求及系统组成,其次讨论空气质量评估,风机选择,操作维护要求等设计因素并探讨了空气流动分析、气流路径规划和设备选型等设计方法。最后通过人防医疗救护工程和普通防空地下室案例分析,展示了防化通风设计的实际应用。本文为防化通风设计的重要性和基本思路提供了参考。

**关键词:** 防化通风;人防工程;空气质量

## Discussion on the Design of Anti-chemical Ventilation in Civil Air Defense Engineering

Yan Shu

Sichuan Urban Architecture Design & Research Institute Co., Ltd., Chengdu 610072, Sichuan

**Abstract:** In this paper, the principle, objectives, requirements and system composition of anti-chemical ventilation are introduced firstly, and then the air quality evaluation and fan selection are discussed. Design factors such as operation and maintenance requirements and air flow analysis, airflow path planning and equipment selection are discussed. Finally, through the case analysis of civil air defense medical rescue engineering and common air defense basement, the practical application of anti-chemical ventilation design is demonstrated. This paper provides a reference for the importance and basic ideas of the design of chemical ventilation.

**Key words:** anti-chemical ventilation; civil air defense engineering; air quality

引言:人防工程是保障人民生命安全的重要基础设施,而在人防工程中,防化通风设计起着至关重要的作用。防化通风系统可以有效控制和减轻化学、生物等有害物质的扩散和传播,保护人们免受危害。随着科技的进步和人们对安全的要求不断提高,防化通风设计也在不断发展和创新。

### 1 防化通风设计原理

#### 1.1 防化通风的基本原理

防化通风是人防工程中的重要设计要素,旨在控制和减轻化学、生物等有害物质的扩散和传播。首先,通过气流调节和控制,实现空气的流动和循环,将污染物迅速排出或稀释到安全范围之外。其次,采用过滤和净化技术,去除空气中的有害颗粒、化学物质、放射性物质等,保障室内空气质量。最后,通过压力控制和隔离措施,实现人防工程内部清洁区相对外界染毒区域为正压状态,防止有害物质的外部侵入,确保人员和设备的安全。在防化通风设计中,需要综合考虑建筑结构、气流路径、风机系统等因素,并根据具体场所和需求进行合理配置和调整。通过合理应用防化通风的基本原理,可以有效降低有害物质对人防工程和人员安全的威胁,保障人民的生命财产安全。

#### 1.2 防化通风的目标和要求

防化通风的目标和要求是确保人防工程内部的空气质量符合安全标准,并有效降低有害物质的浓度和扩散范围。防化通风系统的作用有以下几点:1.2.1保证人防工程能适时地进行通风换气。无论平时还是战时,在人防工程中生活和工作人员都离不开氧气,因此要向人防工程中不断输送新鲜空气,保证室内具有一定的氧气浓度,同时要排除人们呼出的二氧化碳及其他有害气体,使各项浓度维持在容许的范围内。1.2.2保证指挥、通信、医疗救护、食品、药品、被服等工程中具有一定的温度、湿度、人员掩蔽区气流速度和适宜的空气环境。1.2.3战时,在外界空气染毒条件下能保证室内空气质量标准,并在有人员出入的条件下能保证室内安全。为此,进风系统中设有防冲击波设备、高效除尘和滤毒设备、密闭设备等,可以将冲击波挡在外部,并对放射性尘埃、生物战剂的飞沫以及毒剂进行有效过滤和消除,保证室内空气不被这些有害物污染,具有过滤防护功能。1.2.4保证在外界空气染毒条件下有人员出入时,室内超压和防毒通道具有一定的换气次数。防止染毒空气沿人防工程各种孔口的不严密处向工事内渗透,同时为防止染毒空气随出入人员带入工事,在过滤式防护时,工程内部具有一定超压的功能,使超压排风的气流方向始终由室内向室外流动,并使防毒通

道能够达到规定的换气次数,以便使毒剂尽快降到安全浓度以下,确保人员出入期间室内的安全。

### 1.3 防化通风系统的组成和功能

人防工程防化通风方式主要有清洁式通风、隔绝式通风和过滤式通风(俗称滤毒式通风)三种通风方式。通风系统由多个组成部分构成,通过控制管路上的阀门、风机的启停,以实现不同通风方式的切换,达到有效的防化通风效果。风机通过产生气流,推动空气的流动和循环,从而将有害物质排出或稀释到安全范围之外。选择适当类型和规格的风机是关键,以确保所需的风量和风压满足设计要求,同时不损害过滤设备,延长过滤设备使用寿命。风道的设计应考虑气流的流速、分布和压力损失,以确保有效的气流运输和均匀的空气分布。通过合理布局和尺寸设计,风道系统能够将新鲜空气输送到需要通风的区域,并将污染的空气排出。过滤系统也是防化通风系统不可或缺的一部分,它通过使用合适的过滤器去除空气中的气溶胶和化学物质,从而净化空气、提高室内空气质量。根据需要,可以采用不同级别的过滤器,如粗过滤器、预过滤器和高效过滤器,以满足不同场所对空气质量的要求。

## 2 防化通风设计考虑因素

### 2.1 空气质量监测

在未来战争中,敌人可能会使用包括核武器、化学武器和生物武器在内的大规模杀伤性武器进行袭击。大气中将有大量放射性尘埃或化学毒剂或生物战剂等对人员具有杀伤作用的物质。因此,报警、防护、监测和洗毒及消除是人防工程设计的重要组成部分。空气监测是防化通风系统运行的关键环节,它通过安装合适的监测设备,如气体传感器和颗粒物监测器,可以实时监测室内空气质量的变化<sup>[1]</sup>。监测数据可用于判断系统的工作状态,及时发现和处理异常情况。针对空气质量评估和监测的要求,设计防化通风系统时监测点的位置选择是首要考虑的,监测点应覆盖关键区域,如可能产生有害物质的区域、人员密集区域和通风出口等。监测设备的类型和数量确定要根据传感器和监测器的选择来定,并确保足够的覆盖范围和精度。通过有效的空气质量评估和监测,防化通风系统可以根据实际情况进行调整和优化,以实现室内空气质量的控制和改善。

### 2.2 风机和风道选择

风机是防化通风系统的核心组件,负责提供气流运输和排除有害物质。在选择风机时,根据防化通风系统的需求和空间尺寸,确定所需的风量和风压参数。这些参数将决定风机的尺寸和功率,以及系统的运行效果。通过精确计算和风机性能曲线的分析,选择符合要求的风机型号。同时要考虑到,当战时的动力情况没有办法得到保证时,应选用脚踏手摇电动两用风机,至少使战时滤毒通风的要求得到满足。由于防化通风系统可能遇到腐蚀性气体和有害物质,选择具有耐腐蚀特性的风机材料非常重要。风管的气密性同时至关

重要,风管的气密性良好可以确保通风系统的正压运行,防止空气泄漏和污染物进入通风系统,因此,在选型风管时,应选择具有良好气密性的风管材料和连接方式。

### 2.3 操作和维护要求

操作要求包括系统的启停控制、运行模式调节以及应急处理等。设计时应考虑到操作人员的便利性和操作界面的清晰易懂性,确保操作过程简单明了。最好提供必要的培训和操作指南,使操作人员能够熟悉系统的操作流程和应急处理措施。定期的检查可以发现和解决潜在问题,确保系统的正常运行,清洁包括对风机、风道和过滤器等部件的清理,以保持其良好的工作状态。在维修方面,需要制定相应的维修计划和维修手册,明确维修流程和注意事项,确保维修工作的安全性和有效性<sup>[2]</sup>。

## 3 防化通风系统的设计方法

### 3.1 空气流动分析和模拟

防化通风系统的设计方法之一是进行空气流动分析和模拟,通过空气流动分析和模拟,可以评估系统中气流分布、速度和压力等参数,以及有害物质的扩散情况。这有助于确定气流路径、排风口位置和通风口布置,从而优化系统设计。在进行空气流动分析时,可以利用计算流体力学(CFD)软件模拟气流的流动和传输过程。通过建立几何模型、设定边界条件和运行数值模拟,可以获得详细的气流信息。在模拟过程中,需要考虑不同因素对气流的影响,如建筑结构、风机和风道布置、通风口和排风口的尺寸和位置等。通过多次模拟和优化,可以找到最佳的气流路径和布局方案,以提高通风效果和减少有害物质的扩散。

### 3.2 气流路径规划和优化

正确规划和优化气流路径对于系统的高效运行和有害物质的有效排除至关重要。在规划气流路径时,需要考虑建筑结构、房间布局和污染源的位置等因素。合理确定气流路径可以最大限度地引导污染物从污染源向排风口流动,避免交叉污染和死角积聚。通过优化气流路径,可以提高通风效率,使污染物迅速排除,从而减少对人员和环境的影响。气流路径的优化需要考虑风机和风道的布置,风机和风道的位置和尺寸直接影响气流的流速和压力<sup>[3]</sup>。合理选择风机和风道的数量、尺寸和布置方式,可以提供足够的风量和负压,确保气流畅通,并有效控制污染物的传播。在进行气流路径的优化时,还可以借助模拟和仿真技术,评估不同方案下的气流分布和效果。通过模拟不同的风速、风向和房间布局,可以比较不同方案的优劣,并选择最佳的气流路径设计。

### 3.3 设备选型和布局

在设备选型方面,需要根据项目需求和空间条件选择适合的风机、过滤器和其他相关设备。风机的选型应考虑所需的风量、风压和噪音要求,以确保系统能够满足通风需求并保持正常运行。过滤吸收器的选型应根据工程防化级别、掩蔽人数、工程面积等进行多方面考虑。人防工程进行设计

时,过滤吸收器都规定的额定风量,过风量严禁高于设备自身的额定风量,有效避免了透毒现象的出现。在设备布局方面,需要合理安排设备的位置和布置,风机和风道的布局应考虑空间限制、通风效果和工作效率。通常情况下,排风机应尽可能靠近污染源,以提高污染物的排除效率。风道的布置应确保气流畅通,避免死角和交叉污染。

#### 4 防化通风设计案例分析

##### 4.1 人防医疗救护工程的防化通风设计

人防医疗救护工程,以人防中心医院为例。某人防中心医院抗力级别:核5级、常5级,防化级别:乙级。人防中心医院战时设一套进风系统,进风系统设置油网滤尘器和过滤吸收器,空气处理选用一台风冷组合式除湿空调机,采用全空气一次回风空调系统,新风经管道与回风混合,经除湿空调机处理后送至空调房间,空调管道穿第一密闭区与第二密闭区隔墙时设两道手电动密闭阀,一道设在第一密闭区,另一道设在第二密闭区,在滤毒式与隔绝式通风时,关闭这两道手电动密闭阀,第一密闭区停止空调送风。

人防中心医院设两套机械排风系统,其中一套用于战时清洁式通风时手术室、X光机室等房间排风,另外一套用于厕所、检验室、污水泵房等房间排风。排风管穿第一密闭区与第二密闭区隔墙时设两道手电动密闭阀,一道设在第一密闭区,另一道设在第二密闭区,在滤毒式与隔绝式通风时,关闭这两道手电动密闭阀。第一密闭区设置了超压排风系统,保证两区最小防毒通道同时满足换气次数 $\geq 50$ 次/h。滤毒通风时,为减轻第一密闭区在人员进出后受毒剂污染程度,保证分类厅换气次数 $\geq 40$ 次/h,第一密闭区设自循环过滤通风系统,室内空气经分类厅回风口回至风机房,经过滤

吸收器过滤后送回分类厅与急救观察室。

##### 4.2 普通防空地下室的防化通风设计

普通防空地下室,以二等人员掩蔽所为例。某二等人员掩蔽所防护级别:核6级、常6级,防化级别:丙级。人员掩蔽所进风系统由消波设施(悬板式防爆波活门+扩散室)、油网滤尘器、手动密闭阀、过滤吸收器、送风机等设备组成;隔绝式通风为内部空气循环,无新风进入。排风系统:人员掩蔽所清洁式通风采用机械排风,由排风机、两道手动密闭阀门、扩散室+悬板式防爆波活门排向室外。滤毒式排风由超压排气活门自防毒通道,经两道手动密闭阀门、扩散室+悬板式防爆波活门排向室外,并保证最小防毒通道的换气次数 $\geq 40$ 次/h。

#### 结语

人防工程中的防化通风设计是战时确保人员安全和生活的重要环节。在设计过程中,需要综合考虑空气质量、特殊需求、能源消耗和操作维护等方面的因素。通过科学合理的设计,可以提供清洁、安全、舒适的室内环境,为人们的健康和生活质量提供保障。未来的人防工程中的防化通风设计将朝着智能化和创新化的方向发展。通过不断引入新技术、新材料,我们可以构建更安全、健康室内环境。

#### 参考文献

- [1]丘幸浩.人防工程中的防化通风设计探讨[J].房地产世界,2021(11):48-50.
- [2]党卫民.人防医疗工程暖通设计问题与解决措施[J].山西建筑,2021,47(09):100-101+183.
- [3]张宠.人防工程地下室施工技术应用与研究[J].科技资讯,2023,21(10):152-155.