

# 人防工程空间利用及通风空调系统设计思考

盛 雪

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:** 人防工程是指为了应对灾害和紧急情况而建设的用于保护人民生命财产安全的建筑工程。在城市发展和人口增长的背景下,人防工程的建设和设计变得越来越重要。在考虑战时功能的基础上,若能合理利用人防工程空间,合理设置战时通风空调系统,给人员提供安全、舒适的环境有着重要意义。本文探讨人防工程空间利用及通风空调系统设计的关键思考点。

**关键词:** 人防工程;空间利用;通风空调系统设计

## Consideration on Space Utilization and Ventilation and Air Conditioning System Design of Civil Air Defense Engineering

Sheng Xue

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

**Abstract:** Civil air defense project is to respond to disasters and emergencies and construction to protect the safety of people's lives and property construction projects. Under the background of urban development and population growth, the construction and design of civil air defense project becomes more and more important. On the basis of considering the wartime functions, it is of great significance to make reasonable use of the civil air defense engineering space and set up the wartime ventilation and air conditioning system to provide the personnel with a safe and comfortable environment. This paper discusses the key thinking points of space utilization and ventilation and air conditioning system design of civil air defense engineering.

**Key words:** civil air defense engineering; space utilization; ventilation and air conditioning system design

前言:随着城市化进程的不断推进和人口的增加,城市面临着越来越多的灾害和安全威胁,如地震、火灾、恐怖袭击等。人防工程作为一种应对灾害和紧急情况的重要手段,不仅需要考虑安全性,还需要通风空调系统的设计。合理的空间利用可以最大限度地发挥人防工程的功能。通风空调系统的设计则可以确保室内空气的流通和质量,提供适宜的温度和湿度条件。所以在人防工程设计中应该关注空间利用与通风空调系统设计,满足室内环境要求。

### 1 人防工程概述

人防工程是为了应对灾害和紧急情况而建设的专门设施,旨在保护人民生命和财产安全。它是城市建设的重要组成部分,具有防护、避难、疏散和救援的功能。人防工程的建设始于二战时期,当时主要是为了应对空袭而建造防空洞和防空掩体。随着城市化进程的加快,人口密度的增加以及灾害风险的提高,人防工程逐渐成为城市规划和建设的重要考虑因素。人防工程包括地下掩体、避难所、防空洞、地下车库等建筑设施。这些设施通常由混凝土或钢筋混凝土构成,具有较高的抗压和防护能力。人防工程的设计考虑因素包括建筑结构、材料选用、逃生通道、疏散出口、空气流通

等<sup>[1]</sup>。在灾害和紧急情况下,人防工程能提供临时庇护和保护,为居民和工作人员提供安全的避难场所。它们可以抵御自然灾害如地震、飓风、洪水等的冲击,也能抵御人为灾害如恐怖袭击、战争等的威胁。

### 2 人防工程空间利用设计思考

#### 2.1 功能性考虑

在设计人防工程的空间利用时,功能性是一个重要的考虑因素。以下是在功能性方面应该考虑的几个关键点:首先,合理划分功能房间划分。人防工程的空间可以根据不同的功能需求划分。例如,设立避难区域、医疗救护区、通信指挥中心等。通过合理的设置,满足基本的需求。其次,适当配置设施设备。例如人员生活必需的卫生设施、基本的医疗药品等。确保设施设备的配备,提供基本的生活保障。

#### 2.2 安全性考虑

在人防工程的空间利用设计中,安全性是一个至关重要的考虑因素。以下是在安全性方面应该考虑的几个关键点:第一,结构强度和防护能力。人防工程的设计应具备足够的结构强度和防护能力,以应对各类灾害和紧急情况的冲击。这包括地震、爆炸、洪水等自然灾害,以及恐怖袭击、战争

等人为灾害。建筑及设备材料的选择和施工应考虑到结构的稳定性和抗冲击能力,以确保人员的安全。第二,疏散通道和出口设计。人防工程应合理设置疏散通道和出口,以便人员在紧急情况下安全地疏散。出口应明确标识,易于辨认,配备应急照明设施,并保持常年通畅。第三,紧急通讯和报警系统。在人防工程内部应配置紧急通讯和报警系统,以便人员在紧急情况下能够及时呼叫帮助和获取相关信息。这可以包括紧急电话、对讲机、警报器等设备,确保人员能够快速联络和响应。第四,人防工程应配置必要的安全设施和装备,以提供紧急情况下的救援和保护。包括急救箱、应急灯具、应急食品和饮用水等。

### 3 人防工程通风空调系统设计思考

#### 3.1 通风系统设计

在人防工程的设计中,通风系统的设计至关重要。由于人防工程要求有较好的密闭性,人防区域无法与室外空气进行流通,因此通风系统的主要目的是保障整个人防工程内 $O_2$ 和 $CO_2$ 的浓度控制在合理范围,保证外界染毒时人防工程内防毒要求,保证人防工程内空气的温湿度,使人防工程内空气成分和温湿度分布均匀,延长人员掩蔽时间和物资储藏时间,保证掩蔽人员基本的生存和工作环境、保障工程内设备有能够正常运转的热湿环境。人防通风方式主要有三种:清洁式通风、过滤式通风(滤毒式通风)以及隔绝式通风(隔绝防护时的内循环通风)。

以下是在通风系统设计中应该考虑的几个关键点:

3.1.1 保证人防工程内空气成分中 $O_2$ 和 $CO_2$ 浓度在合理范围内

人无时无刻都在呼吸,不断吸入 $O_2$ 和呼出 $CO_2$ ,实测表明, $O_2$ 和 $CO_2$ 浓度变化对人员健康有明显的影响,尤其是人防工程这种相对密闭场所,更应该通风换气,将二者控制在合理范围内,保障掩蔽人员的基本健康需求。

3.1.2 外界染毒时,保证人防工程内满足防毒要求

工程处在隔绝防护期间,室内 $CO_2$ 、毒剂或有害物浓度超标,或有人员出入人防工程时,应转换为滤毒室通风,为工程内人员提供没有污染的空气,同时防护工程应该超压,防止室外染毒气体通过人员或者缝隙进入工程内。

3.1.3 使人防工程内空气和参数均匀

由于大多数人防工程为附建式平战结合防空地下室,空间及利用以平时使用功能为主,因此防护单元内空间的划分会被墙体分隔,而人员掩蔽期的氧气消耗量大,二氧化碳产生量也大,故通过通风循环可以使工程内空气成分和参数重新分配,相对均匀,从而提人员舒适性,延长格局防护时间。

3.1.4 在热湿环境下通风可以提高掩蔽人员的舒适感,延长掩蔽时间

在热湿环境下,相较于无通风的环境而言,有通风的环境明显能提高人员的耐受力,人体感受明显提高。例如一个

二等人员掩蔽部,掩蔽人员900人,一般成年人在 $25^{\circ}C\sim 28^{\circ}C$ 时的散热量为108W,散湿量为 $61\sim 82kg/h$ ,所以一个防护单元内的总散热量为97.2KW,散湿量为 $54.9\sim 73.8kg/h$ 。在无通风情况下,人员长期处于这种热湿环境,会使人感到闷热及难以忍受,因为需要通风系统,提高人员的舒适度,同时也能延长隔绝防护时间。

#### 3.2 空调系统设计

在人防工程中,除了满足人员掩蔽和物资储存要求,还有其余特殊的建设工程需求。比如,在战时会产生大量伤员,因此需要具备防护功能的医疗救护工程承担伤员的医疗救治任务,因此需要医疗救护工程。这类的人防工程,不仅仅是需要满足掩蔽人员通风和延长隔绝防护的要求,还进一步对室内空气的温湿度有更高的要求,因此这类工程除了通风设置,还需要空调系统来满足室内环境的温湿度要求。设计关键点如下:

##### 3.2.1 冷热负荷的计算

在设计空调系统时需要进行负荷计算,以确定所需的制冷和制热能力。考虑人防工程的特殊环境,在战时整个人防单元处于一个密闭环境,同时人防工程一般处于地下,没有太阳辐射,工程周围土地或岩体结构温度波动相对稳定,负荷计算一般仅涉及围护结构、人员数量、设备热负荷、照明热负荷等因素,另外对于空调热负荷来说,由于人员、设备、照明等的显热负荷是对外散发热量,这部分显热负荷对冬季空调热负荷来说是有利负荷,因此热负荷不用加这部分负荷,影响冬季热负荷的仅为围护结构和室外新风负荷。通过计算发现,室内湿负荷占比较大,因此冷热源选择还需要考虑除去室内空气的湿负荷。对于冬季来说,室外新风为干燥空气,新风的直接进入对除去室内湿负荷是有利的,而热负荷需求又不大,可以通过计算来确定冬季是否需要热源。准确的负荷计算确保空调系统能满足人防工程的需求,同时也能降低投资费用及避免能源的浪费。

3.2.2 根据负荷计算的结果和实际需求,选择合适的空调设备。

由于人防工程的特殊性,战时需要使工程内处于密闭状态,战时会切断与外界的联系,同时上部环境容易遭到破坏,民用常用的冷水机组+冷却塔不适用于人防工程,同时考虑到人防工程内湿负荷较大,因此无再热负荷的工程一般选择风冷组合式空调机组,有再热负荷的工程可选用调温型除湿空调机组。合适的设备选择提高系统的效能和可靠性,以确保系统能适应不同的工作条件。

3.2.3 在人防工程的空调系统设计中要合理规划气流组织,以确保室内空气的流通性。合理设置空气出口和回风口的位置、方向、数量,在通风和工作区域之间的空气流动应考虑到人员和设备的需求,应避免冷风直接吹向人员,增加人员的吹风感,同时也要避免空调风口在电气设备正上方,以免结露造成电气设备的损坏;送回风口之间设置还应避免

气流的短路。同时还需要考虑送、回风口类型,对人员房间来说一般送风房间吊顶高度在2.8米,应选用带调节阀的铝合金散流器,它气流分布好,风量调节方便。指挥大厅一般高度5~7米,若选散流器及其他平送风口,则冷风不宜送到工作区域,因此可以选择双层百叶风口或者旋流风口。对于医疗救护工程中的手术室要求设置中效过滤器,若直接在送风口上加中效过滤器,会由于阻力过大,导致新风无法送入,因此可以考虑在送风口下方加设一个带风扇的高效过滤器(如FFU型)。

3.2.4 系统的控制。首先,应根据人防工程要求设定合适的温度和湿度范围,通过空调设备的运行和控制,维持室内环境的稳定性。其次,考虑清洁通风与滤毒通风的转换。一般来说,清洁通风与滤毒通风都是共用一套空调系统,要考虑两套系统在各自使用条件下能顺利切换,保证系统的正常运行,因此在设计时还应考虑到系统的控制,保证在紧急情况下,整个系统应能迅速响应并调整控制策略。

3.2.5 空调系统的节能设计也是重要的考虑因素<sup>[4]</sup>。可以考虑采用高效节能的设备和技术,如变频调节器、能量回收装置等,减少能源消耗。在战时能源紧缺情况下,尽可能的降低能源的消耗,从而保证整个工程的稳定,另外,合理的控制策略和定期的设备维护,也能降低运行成本。

### 3.3 能源效率考虑

在人防工程的通风空调系统设计中,能源效率是一个重要的考虑因素。合理的能源利用可以降低运行成本,符合可持续发展的要求。首先,在选择通风空调设备时,应考虑其

能源效率等级和性能指标。选择高效的设备可以降低战时能源消耗,提高系统的能效。比较不同设备的能源消耗和性能数据,选择符合要求的设备。其次,合理的控制策略可以有效降低能源消耗,避免不必要的能源浪费。再次,定期的设备维护和清洁对保持系统的能源效率至关重要。确保设备的正常运行,清洁和更换过滤器,清理风道和散热器,以保持系统的顺畅运行。最后,在通风空调系统设计中,可以考虑采用能量回收利用技术。例如在排风过程中,通过热交换器回收排出空气中的热能,用于预热新鲜空气,这样能在保障系统能耗达标基础上减少战时运行成本。

结论:人防工程的空间利用和通风空调系统设计是确保人员、物资在紧急情况下的防护安全的关键因素,设计时应考虑人防工程的使用需求,合理利用空间。通风空调系统设计应充分考虑人员、物资对热湿环境的需求、冷热源的选择计算、室内气流组织、系统切换控制等方面的内容。

### 参考文献

- [1]谢海霞,王灏,梁晓伟等.基于城市规划体系的城市地下空间与人防工程融合利用研究[J].工程建设与设计,2022,25(14):54-56.
- [2]王润生,周兆勇.浅析青岛市利用城市地下空间补充建设人防工程的发展与对策[J].建筑与文化,2022,12(05):119-120.
- [3]陈军.人防工程通风空调设计问题及解析[J].智能城市,2021,7(20):84-85.
- [4]冯娟红.人防通风设计分析——以甘肃临夏河州中学建设项目为例[J].科学技术创新,2021,37(21):109-111.