

人防医疗工程暖通设计问题与解决措施

刘学娜

中土国际工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 在现代社会, 人防医疗工程的设计不仅仅关乎建筑物的功能和结构, 更涉及到保障人们在紧急情况下的生命安全和健康。特别是在面对可能发生的化学、生物等灾难性事件时, 这些工程不仅需要提供基本的医疗服务, 还必须具备高度的防护性能和应对能力。暖通系统作为这些工程不可或缺的一部分, 承担着调节室内环境、保障设施正常运行的重要任务。文中探讨人防医疗工程暖通系统设计中的关键问题和挑战, 包括温湿度管理、系统稳定性、能耗优化、空气质量控制、安全防护以及维护管理。

[关键词] 人防医疗救护工程; 通风设计; 解决措施

DOI: 10.33142/sca.v7i12.14733

中图分类号: TU8

文献标识码: A

Design Issues and Solutions for HVAC in Civil Air Defense Medical Engineering

LIU Xuena

Zhongtu International Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In modern society, the design of civil air defense medical engineering is not only related to the function and structure of buildings, but also involves ensuring people's life safety and health in emergency situations. Especially in the face of potential catastrophic events such as chemical, biological, etc., these projects not only need to provide basic medical services, but also must have high protective performance and response capabilities. The HVAC system, as an indispensable part of these projects, undertakes the important task of regulating indoor environment and ensuring the normal operation of facilities. The article explores key issues and challenges in the design of HVAC systems for civil air defense medical engineering, including temperature and humidity management, system stability, energy consumption optimization, air quality control, safety protection, and maintenance management.

Keywords: civil air defense medical rescue engineering; ventilation design; solutions

引言

在现代社会, 人们面临着各种潜在的灾难和突发事件, 其中包括自然灾害、化学泄漏、生物威胁等。这些突发事件可能对人们的生命安全和健康造成严重威胁, 因此, 建立和完善防护设施显得尤为重要。人防医疗工程作为应对这些灾难性事件的关键基础设施之一, 不仅需要具备高效的医疗救护能力, 还需在紧急情况下提供安全的工作和生活环境。暖通系统在人防医疗工程中扮演着至关重要的角色。其功能不仅限于调节室内温度和湿度, 更涉及到空气质量控制、能源利用效率、设备运行稳定性以及安全防护措施。合理设计和优化暖通系统, 不仅能够提升工程的整体效能和响应能力, 还能为灾害发生时的紧急应对提供重要支持。

1 人防医疗工程暖通设计原则

1.1 湿度控制与除湿设计

人防工程常处于地下或半地下环境, 受到周围土壤湿度影响, 容易产生高湿度问题, 这对设备和空气质量都构成挑战。在战时, 特别是医疗救护站需要确保内部湿度适宜, 以维护伤员的舒适和医疗设备的正常运行。通过对地下环境湿度的实地测量和分析, 确定除湿设备的性能需求。根据工程的具体情况和湿度控制目标选择合适的除湿设

备, 考虑设备的处理能力和耐用性。设计应考虑到除湿设备的操作便捷性和维护成本, 确保设备长期稳定运行。

1.2 温度调节与空气质量保障

在战时医疗救护站内, 对温度和空气质量的要求特别严格, 这直接影响到伤员的舒适感和治疗效果。温度调节需要根据不同房间的功能和使用要求进行精确控制, 保证夏季和冬季的适宜温度范围。根据房间功能和使用频率划分温控区域, 采用分区控制系统, 保证每个区域的温度在规定范围内稳定。通过空气过滤和循环处理, 确保室内空气的新鲜度和洁净度, 特别是在清洁区和手术室等高要求区域。选择节能型空调设备, 优化能效比, 降低能耗成本, 同时确保设备在战时条件下的稳定性和可靠性。

1.3 空调热湿负荷计算与设备选型

空调系统的热湿负荷计算是设计的基础, 它直接影响到空调设备的选择和配置。在人防医疗工程中, 由于环境复杂性和战时应急需求, 热湿负荷计算必须准确, 并且考虑到可能的突发情况和长期运行条件。分析每个房间的热负荷来源, 包括人员、设备和外部环境因素, 确定最大负荷和峰值负荷^[1]。根据负荷计算结果选择合适的空调设备, 考虑设备的制冷/制热能力、稳定性和适应环境的能力。设计应考虑备用空调设备的布置和应急操作计划, 确保在

设备故障或异常情况下能够及时响应和恢复。

2 人防医疗工程暖通设计中需要注意的问题

2.1 清洁通风量的确定

清洁通风量在人防医疗工程设计中是确保战时室内空气质量和医疗环境安全的重要因素。根据《人民防空医疗救护工程设计标准》，战时室内人员的新风量标准通常被规定在每小时 15 到 20 立方米之间。这一标准旨在保证室内空气的快速更新，有效消除潜在的污染物和病原体。具体的排风换气次数可根据标准要求进行设置，例如根据《人民防空医疗救护工程设计标准》中的表格 4.3.8 来确定。负压排风系统的设计目的在于确保排出的空气不会再次进入室内环境，从而维持室内的清洁度和卫生条件。为了保证室内空气的正压状态，当战时清洁通风计算的总排风量超过按人员新风量计算的总进风量时，应调整设计，通常将总进风量设定为总排风量的 1.05 倍至 1.1 倍。这样的调整能够有效地维持室内正压状态，从而提高空气过滤效果和医疗环境的安全性^[2]。清洁通风量的确定还需根据工程的具体情况和环境条件进行结合焓湿图的计算，以确定空调系统的总送风量、回风量等关键参数。这些参数的精确计算和设定，能够确保在各种环境条件下，空调系统能够有效地维持室内空气质量和温湿度的舒适度。

2.2 滤毒通风量的确定

滤毒通风量的确定在人防医疗工程设计中至关重要，直接影响到工程在战时能否有效保护内部人员免受化学、生物等攻击性物质的侵害。首先，滤毒通风量的计算基于战时室内人员新风量标准。通常，根据《人民防空工程防化设计规范》，战时室内人员的新风量标准被设定在每小时 $5\sim 7\text{m}^3$ 之间。其次，滤毒通风量的计算还需考虑防毒通道的换气次数要求。根据规范，主要出入口的最小防毒通道应保证每小时不少于 50 次的换气频率。这个标准确保了在战时，即使在压力条件下，室内空气也能迅速被更新，从而减少有害气体的积聚。另外，滤毒通风量的计算还包括室内保持超压时的漏风量。根据规范要求，人防医疗工程的防化级别通常为乙级，这意味着在保持室内超压时，漏风量应按照清洁区容积的 7% 来计算。这一步骤的关键在于确保室内空气能够持续保持高于外部空气的压力，有效防止外部有害物质的侵入。

2.3 人防医疗救护工程的排风问题

在人防医疗救护工程设计中，排风系统的设计至关重要，它直接影响到工程内部的空气质量、安全性以及战时的医疗救护效能。根据防化规范和工程实际情况，排风系统通常采用清洁式、滤毒式和隔离式三种不同的通风方式，每种方式都有其特定的设计原则和应用场景。在战时清洁通风情况下，排风机房内的排风机启动，根据清洁进风量与室内保持超压时的漏风量之差进行计算。这种方式的排风系统主要应用于非污染环境下，例如卫生间、检查穿衣

室等区域，旨在保证这些区域的空气质量符合卫生标准，以防止病原体的传播和交叉感染。滤毒式排风系统则更为复杂，其设计目的在于在战时情况下，有效排除受污染的空气，保护室内人员免受毒剂的侵害。滤毒通风时，一般通过全工程超压的方式进行排风，确保污染空气通过防毒通道排入扩散室内，并避免其再次进入工程内部环境。滤毒式排风的具体风量计算通常依据战时防毒通道的通风换气次数来确定，要求不小于 50 次每小时。在排风系统设计中，隔离式通风要求排风机房内的排风机完全关闭，以确保工程内部的空气流动受到最小的干扰和污染。这种设计适用于特定的医疗救护场所，如感染病房或特殊治疗区域，旨在最大程度地减少病原体的传播和交叉感染风险。

2.4 空调室外机防护室的设置问题

在人防医疗工程中，空调系统的稳定运行对于维持室内空气质量和医疗救护工作的正常进行至关重要。一般情况下，人防医疗工程内部的空调系统主要采用风冷热泵型单元空调机组或地下工程除湿空调机组。这些空调机组的室外机需设置在专门的空调室外机防护室内，以确保其不受外部环境的影响，特别是避免被爆炸冲击波等因素损坏。在设计防护室时，需要考虑设置独立的进排风系统以及相应的通风口防护措施。这样可以确保在紧急情况下，防护室内的空气流动不会对室外机的正常运行产生不利影响，同时保证室外机的稳定性和安全性。防护室内的悬板活门的选型应根据具体的风冷空调室外机冷凝风机循环风量来确定。活门的设置不仅要满足空调系统正常运行的需要，还要考虑到在紧急情况下可能的排风需求，以保持室内外压力平衡和空气流动的有效性。在实际应用中，由于人防医疗工程建筑面积有限，有时可能无法为防护室设置足够的进排风通道。这种情况下，可以考虑将风冷空调室外机组安装在柴油发电机房内，并利用柴油发电机房的冷却系统来对其进行冷却。在这种解决方案下，需要特别注意选择适合的风机，以确保空调室外机在各种条件下都能稳定运行。

2.5 毒剂报警器的设置问题

在人防医疗工程设计中，毒剂报警器的设置是确保在可能的化学战或其他毒剂泄漏情况下及时发现并采取应急措施的重要组成部分。毒剂报警设施通常由探头、主机和连接电缆组成，其主机设置在防化通信值班室内，而探头则根据战时进风位置的不同设置在不同位置，以确保有效的毒剂监测和报警功能。按照防化规范的相关要求，乙级防化级别的人防工程应设置毒剂报警设施，探头的选择位置应考虑到可能的毒剂扩散路径和进入点，以最大限度地提高探测的灵敏度和准确性。探头的外壳必须具备接地措施，以确保设备在潮湿或恶劣环境下的稳定运行。此外，设置探头时应严格按照防化规范中关于探头与防爆波活门之间距离的要求进行布置，确保其安全性和有效性。毒剂报警器的主机设置在防化值班室内，这是为了确保在报

警触发后能够及时响应和处理。主机应具备稳定的电源供应，并与探头通过预埋内径为 DN50 的镀锌钢管连接，避免连接电缆裸露在外，以防止在战时或其他紧急情况下被损坏或干扰。空气监测设施在毒剂报警系统中也起到关键作用，包括空气放射性、染毒性和空气质量监测等。这些监测设施的设置应符合防化规范的要求，确保在可能的化学污染事件中，能够及时检测到空气中的有害物质浓度变化，从而及时采取有效的应对措施。

3 人防医疗工程暖通系统优化设计

在人防医疗工程的暖通系统设计中，能耗优化和节能措施是关键的设计考虑因素。合理选择制冷剂、空调机组、风机等设备，确保其能效比和节能性能达到最佳水平。例如，优先选择能源星级认证的设备，或者采用最新的节能技术和材料。优化系统运行参数，合理设定温度、湿度控制参数，调整空调系统的送风温度和回风温度，以及利用智能控制系统实时监测和调节能耗。利用余热回收装置回收空调排气中的余热，再利用于加热新风或其他需要加热的区域，从而减少能源消耗。优化建筑外壳结构设计，提高建筑的隔热性能和密封性，通过有效的隔热材料等设计手段，减少暖通设备对外界环境的依赖，进一步节约能源。建立健全的维护管理制度，定期清洁和更换空调过滤器、检查设备运行状况，及时修复和更新设备，以延长设备使用寿命和保证系统的稳定性。

3.1 空气质量控制与净化技术

在人防医疗工程的暖通系统设计中，空气质量控制和净化技术至关重要，直接影响到医疗环境的安全性和舒适度。在医疗环境中，通常会采用高效率的空气过滤器，如 HEPA（高效颗粒空气）过滤器，用于捕捉空气中的微小颗粒和有害物质，包括细菌、病毒、灰尘等，以确保室内空气的清洁度。循环和过滤空气，可以有效减少室内污染物的浓度，保持空气清新。定期清洁和维护空调系统中的空气循环设备和管道也是保持系统有效运行的关键步骤。在医疗环境中，需要确保空气湿度适宜和 CO₂ 浓度在安全范围内。通过湿度传感器和 CO₂ 监测设备实时监测空气质量参数，并根据监测结果调节空调系统的运行，保持室内空气的舒适度和健康水平。紫外线能够有效杀灭空气中的细菌和病毒，提高室内空气的清洁度和卫生水平，特别适用于医疗环境中对空气质量要求较高的区域。合理设计通风系统，包括进风口和排风口的位置、数量和布局，以及通风量的控制，可以有效改善室内空气的流动性和清洁度。

3.2 安全性与防护措施

在人防医疗工程的暖通系统设计中，安全性和防护措施是至关重要的，特别是考虑到可能面临的战时和紧急情况。系统设计应符合防化工程的相关要求，确保在受到外部毒剂威胁时能够提供有效的防护，包括滤毒通风系统的

设计和排风措施，以及毒剂报警器的设置和运行监控。系统应能够自动监测和响应可能的毒剂泄漏，通过空气质量监测、空气过滤吸收设备、核生化控制中心驱动设备及设施电控箱自动转换通风方式等保证室内空气的清洁和安全。备用设备的设置和定期的应急演练也是确保系统在危机时刻能够快速响应和恢复的关键措施。医护人员应接受有关设备操作、应急处理和防护措施的培训，确保他们能够熟练应对突发情况并有效保护自己 and 病人^[3]。定期检查设备的安全性能、消防设施的有效性以及防护措施的完整性，可以及时发现和解决潜在的安全隐患，提升设施的整体安全水平。

3.3 维护管理与运行监控

在人防医疗工程暖通系统的设计中，维护管理和运行监控是确保系统长期稳定运行和效率优化的关键因素。建立有效的维护管理计划，包括设备的定期检查、保养和维修安排，以确保设备处于最佳工作状态并延长其使用寿命。定期的维护可以预防设备故障和性能下降，减少突发维修带来的影响。安装监测设备和系统，可以实时监测暖通设备的运行参数，如温度、湿度、能耗等，并进行数据分析。设立专门的维护团队或服务合同，并确保其具备快速响应和解决设备故障的能力。及时的故障排除可以减少系统停机时间，保证医疗设施的正常运转和服务连续性。随着技术和设备的进步，及时评估和更新设备可以提升系统的效率和功能，适应新的医疗需求和环境要求，同时降低能耗和运行成本。

4 结语

在人防医疗工程的暖通系统设计中，我们关注了能耗优化与节能措施、空气质量控制与净化技术、温湿度控制与舒适度保障、系统运行稳定性与可靠性、安全性与防护措施，以及维护管理与运行监控等关键问题。通过深入探讨每个方面的重要性和实施策略，我们可以看到，设计一个符合防化级别要求、能够在战时和紧急情况下保证医疗服务持续性的暖通系统，是一项复杂而关键的任务。通过综合应用最佳实践和技术创新，我们可以有效地优化人防医疗工程的暖通系统设计，以满足当今和未来的医疗服务需求，为公众提供安全可靠的医疗环境。

[参考文献]

- [1] 董琴. 人防设计应注意的若干问题[J]. 山西建筑, 2014, 40(35): 32-33.
 - [2] 杨碎英. 暖通系统在人防工程中的空气质量控制研究[J]. 暖通空调, 2024, 54(1): 171-173.
 - [3] 刘倩. 浅谈人防医疗救护站战时通风空调设计[J]. 江西建材, 2023(5): 174-176.
- 作者简介：刘学娜（1987.1—），女，汉族，毕业学校：河北科技大学，现工作单位：中土国际工程设计有限公司。