

上海地区人防工程清洁风量检测常见问题及解决方案的研究与探讨

高思凯

上海中测行工程检测咨询有限公司 上海 200438

【摘要】：人防工程的通风系统是战时防护和应急保障的核心设施，直接关系到人员生命安全，是守护生命的“空气防线”，其中清洁通风是指室外空气未受毒剂等物污染时的通风，其功能是通过引入新鲜空气、排出污浊空气，维持人防区域内空气的流通。上海地处亚热带季风气候区，春夏季节多雨潮湿，特别是夏季梅雨季节持续时间长，空气平均湿度在85%~95%，多数天数≥90%，地下人防工程因地下水、雨水、土壤潮气，再佳航通风不畅，长期处于高度潮湿状态，不仅加速通风设备与通风管道的老化腐蚀，更导致清洁风量在检测过程中频繁出现各类问题，严重影响了检测人员的工作效率与检测结果可靠性，本文结合上海地区人防工程清洁风量的检测实践，梳理了在检测过程中遇到的典型问题，分析其形成的原因并提出针对性的解决对策，为提升人防工程清洁通风系统的检测效率及系统运行的稳定性提供参考。

【关键词】：人防工程；上海地区；清洁风量检测；梅雨季节；通风系统

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.004

前言

人防通风系统主要分为清洁式通风、滤毒式通风和隔绝式通风三种类型，其中清洁式通风是人防工程中最基础、最常用的通风模式，其核心原理是通过机械送、排风或自然通风，将室外新鲜空气直接引入地下人防空间，同时排出污浊空气并维持人防区域内空气的洁净度和含氧量，保障其内部人员的正常呼吸和保证整体人防区域的环境空气，同时清洁风量作为人防通风系统的核心性能指标，其风量大小是否达到设计要求，直接关系到应急或战时状态下人员的生命安全。

近年来，随着上海市城市建设的快速推进，人防工程的数量与规模也在不断地增长，政府对于人防工程的规范化管理力度也不断加大，清洁风量检测作为人防工程质量验收的关键环节，对其系统的检测尤为重要，但在实际检测工作中，因受上海地区独特的气候环境、人防工程施工工艺、设备安装及后期维护等多重因素影响，暴露的各类问题也日益突出，如实测风量偏小、系统风管漏风严重、阀门锈蚀、风机等设备工况不良等，这些问题不仅导致检测工作的反复返工、效率低下，更可能导致人防工程通风系统无法满足防护设计的要求，给城市人防安全留下潜在安全隐患。因此本文结合上海地区人防工程清洁风量检测的实际工作经验，对检测过程中的常见问题进行了梳理归纳，并升入分析了其形成的原因，同时提出切合实际的可行性解决方案，为上海地区或同样受潮湿影响的地区的人防工程的清洁风量检测工作提供参考。

1 上海地区人防工程清洁风量检测相关规范与要求

人防工程清洁风量检测必须严格遵循国家及地方相关规范标准，确保检测工作的合法性、规范性与准确性。目前，上海地区人防工程清洁风量检测主要依据《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB 50243-2016），该规范为风量检测提供

了通用的方法与技术要求，是风量检测的核心依据。同时，上海市民防工程行业协会在2024年1月也发布了《上海市人防工程防护设备质量检测标准化作业指导手册》作为参考，其中也提及了相关的检测方法及判定指标。

根据GB 50243-2016附录E的规定，风管内风量宜采用热风速仪直接测量风管断面平均风速，然后求取风量，风管风量的测量断面应选择在直管段上，且距上游局部阻力部件不应小于5倍管径（或矩形风管长边尺寸），距下游局部阻力构件不应小于2倍管径（或矩形风管长边尺寸）的管段位置，避免因气流紊乱而影响到测量数据的稳定性及准确性。

《上海市人防工程防护设备质量检测标准化作业指导手册》中对人防清洁风量检测做了补充，明确了当测量位置满足GB 50243-2016中风管风量测量要求时，用风管风速法测量；当测量位置不满足GB50243-2016风管风量测量要求时，防护通风系统清洁总进风量应在进风门口（防护通风系统总进风口）采用风口风速法进行测量，测点不应少于6点，并应均匀布置。

2 上海地区人防工程清洁风量检测常见问题及成因分析

2.1 风机的安装问题

- （1）部分工程风机安装时进、排风机安装错误，个别单元的进风机与排风机装反，导致进、排风功能对应错位；
- （2）现场电工接线时相线相序接反，导致风机反转，使得风机无法正常工作，更加无法检测出该系统的有效风量；
- （3）由于安装师傅的疏忽，未仔细核对风机与风管的气流方向，导致风机安装后，整个系统的气流方向相反；
- （4）现场风机安装位置高低，减震垫老化，导致开机后

风机的抖动较大，不仅产生了极大的噪音污染，更影响风机叶轮的稳定旋转，进而影响到风量的稳定输出；

(5) 由于现场技术人员及施工人员的管理疏忽，土建施工在浇筑混凝土时，进风口上方的风井通道被混凝土完全封堵（见图1：红色方框内为被混凝土封堵的风井，发现后正安排工人师傅破除），导致室外空气无法被风机吸入到室内，整个进风系统失去作用。



图1 红色方框内为被混凝土封堵的风井

2.2 系统阻力过大的问题

(1) 一般人防工程的顶部空间相对紧凑，通风管道，消防管道、电缆桥架等各类管道交错复杂，施工中为满足其空间布局的要求，所以采用的弯头、三通、变径等局部阻力构件较多，导致风管内气流紊乱、流通不畅、通风阻力大大增加；

(2) 上海地下的高湿环境再加上安装后到检测前这段时间对于整个系统的维护不到位，阀门长期未进行清洁、润滑，导致密闭阀门因锈蚀（见图2）出现卡滞，开起度不足，使风管有效通风截面积减小，进一步增加系统阻力；



图2 严重锈蚀的密闭阀门

(3) 在长时间的潮湿环境下，风机叶轮表面容易产生锈蚀、积尘等现象，导致风机旋转时与空气的摩擦阻力增大，进而影响风量的整体输出。

2.3 系统漏风的问题

(1) 在长时间的潮湿环境下，风管法兰处的密封垫易出现老化、开裂、变形，风机与风管接连的软接也会因潮湿出现老化、开裂、破损，这些破损部位是空气泄露的主要途径，导致风机的实测风量远低于输出风量；

3 上海地区人防工程清洁风量检测常见问题的解决对策

3.1 针对风机的选型及安装问题的解决对策

3.1.1 解决风机安装错误问题：

(1) 施工前，安装人员应结合人防工程通风系统图纸，对进风机、排风机本体张贴清晰的功能标识（标注“进风机”“排风机”）；同时根据图纸在安装风机的安装位置标注对应的风机类型后方可开展安装作业。

3.1.2 解决风机相线接反导致反转问题：

(1) 现场电工必须持证上岗，风机安装施工前要进行技术交底，明确人防风机三相电源线的相序要求；

(2) 工程施工中从临时电切换至正式电后，电工需要重新对三项电源线的相序做出及时的调整，避免风机工作时反转；

(3) 风机安装后、调试前，必须进行点动试转。通过观察叶轮的旋转方向是否与设备标识的气流方向一致，确认无误后方可连续运行调试。

(4) 必要情况下应在风机控制回路中安装相序保护器，通电后会自动检测相序，若相序接反时则会自动切断电源，从物理层面防止风机反转。

3.1.3 解决风机安装方向与气流方向不符问题：

(1) 安装前施工及技术人员必需仔细核对风管系统图，要明确进、出风口的方向，风机安装必须严格按照气流方向从进风口到出风口的路径进行；

(2) 风机安装前，在安装现场张贴气流方向标识牌，标识牌需注明进风、出风方向，由相关专业监理现场核对、签字确认后后方可进行施工，强化安装过程的监督管控。

3.1.4 解决风机安装固定及配件老化变形导致振动过大问题：

(1) 落地安装的风机安装前必须要对风机基础的水平度进行找平，风机底座的橡胶减震垫要选用耐潮湿、抗老化类型来降低风机运行的振动传递，后期的日常维护保养期间发现减震垫的问题也要及时的更换；

(2) 风机的吊杆必须牢靠、紧固，不能太随意，安装完成后对风机的振动速度进行调试，确保开机后振动速度满足规范的要求，如发现每个点位的振动速度过大，及时进行调整；

3.1.5 解决进风口通道封堵导致无法进风问题:

(1) 浇筑混凝土前, 土建施工单位与机电安装单位需进行共同检查, 对照施工图纸对风井区域的位置、尺寸进行严格核对, 做好书面记录并签字确认, 防止洞口错封、漏封;

(2) 混凝土浇筑完成拆除模板时, 施工单位必须要及时组织人员清理风井内部的杂物(如混凝土残渣、模板碎片、建筑垃圾等), 再次检查确认风井内部无封堵现象。

(3) 风机调试阶段使用强光手电再次检查进风口, 检查是否存在二次封堵、杂物堆积等现象, 确保室外空气能顺利通过风井被顺畅吸入。

3.2 针对系统阻力过大的解决对策

3.2.1 解决顶部空间紧凑导致阻力过大问题

(1) 人防工程设计阶段, 应对地下空间的管线布局有足够的优化, 合理规划风管、水管、电缆桥架的排布层级, 对各类管道的尺寸, 走向在满足要求的前提下进行合理化设计, 尽量减少风管弯头数量及空间占用;

(2) 现场施工严格按照设计图纸安装, 严禁随意更改风管走向, 确保气流流线顺畅, 减少急弯;

(3) 风管施工中优先使用大曲率半径弯头、流线型三通及渐变径管件, 相对减少由风管构件所带来的局部阻力, 降低风量损耗;

3.2.2 解决高湿环境下阀门卡滞导致阻力增加问题

(1) 阀门阀体表面做防腐处理, 阀门与法兰连接处的橡胶垫圈要选用耐潮湿老化类型;

(2) 阀门安装后, 包括检测完成后需要有专业的人员进行定期检查保养, 对阀门操作机构进行清洁、除锈、润滑处理, 特别是每年梅雨季节期间, 更要增加检查保养的次数, 后续负责验收的机构也应定期检查工程现场的保养情况, 出现老化、锈蚀等情况应及时更换设备后再由第三方检测单位进行检测;

3.2.3 解决清洁风机叶轮锈蚀积尘导致运行阻力增大问题

(1) 风机调试时, 必须对风机叶片进行清洁, 要及时去

除运输及安装过程中产生的污渍、积尘;

(2) 在人防工程的日常维护计划中, 也要对风机内部进行深度清洁, 使用清洁工具清除叶片表面积灰, 并及时对风机叶片做好除锈及防腐喷涂处理。

3.3 针对系统漏风问题的解决对策

3.3.1 解决风管法兰密封垫老化及软接破损漏风问题

(1) 风管法兰对接处要使用耐潮湿、抗老化、密封性能好的密封垫, 以适应上海的潮湿环境, 安装完成后对其法兰连接处用防水防霉玻璃胶进行二次密封, 提升风管的整体的密封效果;

(2) 风机与风管的软连接必须采用三防帆布(防火、防水、防霉), 并对螺栓固定部分处采用加厚、加固处理, 避免因风机振动导致软连接处开裂破损, 同时软接安装时也要避免过度的拉伸、挤压。

4 结论与展望

清洁风量检测是人防工程质量验收与日常维护的重要环节, 直接关系到人防工程防护功能的有效发挥, 更是战时及应急状态下保障人员生命安全的关键。上海地处亚热带季风气候区, 高湿、梅雨期时间长, 导致人防工程清洁风量检测过程中频繁各种问题, 这些问题的产生并非单一因素导致, 而是源于施工质量不佳、设备安装不规范、环境因素影响及维护管理不到位。本文结合对上海地区人防工程的检测实践, 梳理了各类常见问题, 分析了问题的成因和给出了相对可操作的解决对策, 这些对策在后续的实际检测中也得到了验证, 从而提高了人防工程通风系统工程的质量, 也进一步提高了检测人员的检测效率与检测质量。

随着人防工程的增加以及相关从业人员技术能力的不断提高, 以后再遇此类问题时, 能更加快速、准确的发现问题并解决, 使得人防清洁通风及人防工程的其它系统都能够运行的更加稳定、更加可靠, 从而更好地发挥人防工程的防护功能, 守护城市安全 and 人民群众的生命安全。

参考文献:

- [1] GB 50038-2005.人民防空地下室设计规范[S].
- [2] GB 50243-2016.通风与空调工程施工质量验收规范[S].
- [3] RFJ 003-2021.人民防空工程防护设备产品与安装质量检测标准(暂行)[S].
- [4] GB 50275-2010.风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范[S].