

DOI: 10.7672/sgjs2026020149

风管内法兰施工技术研究与应^{*}

叶健¹, 谢跃², 田春城²

(1. 北京住总集团有限责任公司, 北京 100101; 2. 北京住总第三开发建设有限公司, 北京 100089)

[摘要] 建筑机电安装施工中,传统机械加压送风系统风管安装的竖井常出现三面为剪力墙或钢结构墙体,导致风管安装时存在法兰螺栓连接不严密、安全风险高和空间受限等难点。提出风管内法兰施工技术,通过风管内部作业确保法兰螺栓紧固,提升连接强度与严密性,同时以多道平台作为防坠落措施,保障施工安全。与传统工艺相比,该技术无须使用起重机、卷扬机等吊装设备,减少机械租赁费用与场地占用,有效提升风管施工质量和安全性。

[关键词] 通风管道;临时平台;内法兰;机械加压

[中图分类号] TU74

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2026)02-0149-05

Research and Application of Inner Flange Construction Technology for Air Ducts

YE Jian¹, XIE Yue², TIAN Chuncheng²

(1. Beijing Uni-construction Group Co., Ltd., Beijing 100101, China;

2. Beijing Uni-construction Third Development and Construction Co., Ltd., Beijing 100089, China)

Abstract: In the construction of building electromechanical installations, the shafts for the installation of air ducts in traditional mechanical pressurized air supply systems often encounter shear walls or steel structure walls on three sides, which leads to difficulties such as loose flange bolt connections, high safety risks, and limited space during duct installation. A flange construction technology inside the duct is proposed, which ensures uniform tightening of flange bolts through internal operations within the duct, enhancing connection strength and tightness. At the same time, multiple platforms are used as fall prevention measures to ensure construction safety. Compared with traditional processes, this technology eliminates the need for lifting equipment such as cranes and winches, reducing machinery rental costs and site occupation, and effectively improving the quality and safety of duct construction.

Keywords: air duct; temporary platform; inner flange; mechanical pressurization

0 引言

建筑工程中机械加压送风管道密闭性能应满足火灾时加压送风要求。设计方案常采用土建风道中安装镀锌钢板风管的形式,以保证风道密闭性能。在工程实践中,风道竖井常出现三面为剪力墙或钢结构墙体,目前普遍做法是在竖井外将多节风管组对,再整组依次吊装,导致靠墙侧每组风管间接口处螺栓无法全部施拧,无法保证风管连接强度及严密性,且施工过程涉及临边作业,存在安全风险,目前无较好的解决方案。

根据 GB 51251—2017《建筑防烟排烟系统技术标准》和 GB 55036—2022《消防设施通用规范》要求,可借鉴得出机械加压送风系统采用内法兰连接形式具有可行性。本文以北京市某安置房项目为依托,开展机械加压送风系统风管内法兰施工技术研究,研发风管内法兰安装工艺和新型拼接式内法兰风管,解决了竖井内金属风管无法保证连接强度和严密性的难题,同时解决了狭小空间大尺寸金属风管安装问题。

1 工程概况

北京市某安置房项目总建筑面积 11.56 万 m²,含 10 栋住宅楼,地上 12~15 层,地下 4 层,主体为钢筋混凝土剪力墙结构。地上、地下防烟楼梯间和合用前室分别设置机械加压送风系统,机械加压送

* 北京住总第三开发建设有限公司科研课题:风管内法兰施工技术研究

[作者简介] 叶健,技术质量部副部长,高级工程师, E-mail: skyiaod@163.com

[收稿日期] 2025-09-18

风系统风机分别设置在地下 2,3,4 层送风机房内,系统单台风机设计风量约 30 000m³/h,风压 ≥ 900Pa。机械加压送风管道设计材质为镀锌钢板,角钢法兰连接。机械加压送风竖井为三面剪力墙、一面二次结构墙结构。

2 施工难点分析

竖井为三面剪力墙构造,导致金属风管法兰连接时,受制于手臂长度与力矩方向而无法紧固接口螺栓。垂直运输及吊装风险高,长段风管需从地面垂直运输至屋面竖井洞口,吊装时需精准控制角度,风力稍大或起吊不稳,风管易磕碰竖井边缘导致变形,甚至引发吊装设备过载风险。同时施工人员为临边作业,施工过程存在安全隐患。

3 关键施工技术

通风竖井中安装金属风管常规方法是在竖井外直接将多节风管组对成较长管段后逐一安装,或从屋面竖井口吊装就位。施工人员在楼内将各组风管间接口螺栓依次拧紧完成安装。在风管与墙体间距仅有 50~100mm 时,无法解决金属风管法兰接口螺栓完全紧固的难点。为此,研究了适用于短边长度 ≥ 450mm、长边长度 ≥ 900mm 的金属风管在竖井内安装方法。通过在风管内部架设临时平台的方式,将施工作业面设置于风管内,并利用内法兰使风管接口连接严密,克服建筑结构对风管法兰连接工序的影响。

3.1 工艺流程

现场测量 → 风管内尺寸选定及风速校核 → 风管及临时平台制作与组装 → 风管底层托架安装 → 临时平台搭设及风管安装 → 支架安装 → 临时平台拆除。

3.2 操作要点

3.2.1 现场测量

通风竖井浇(砌)筑完毕并清理干净后,对安装风管作业空间进行测量,结合墙体预留洞口大小和风管设计尺寸,判断风管在竖井中整体就位的可行性,确定是否采用拼接式内法兰风管,并复核竖井净尺寸及垂直度是否存在较大偏差,当出现较大偏差时应制定纠偏措施并及时处理,保证通风管道顺利展开安装作业。

3.2.2 风管内尺寸选定及风速校核

现场测量完成后,根据设计图纸中风管尺寸及选定的风机参数对机械加压送风系统竖向管道进行深化设计,重新选定内法兰风管尺寸,使内法兰截面积不小于原设计截面积,并进行风速校核。风管内风速通过下式计算:

$$v = \frac{Q}{3\ 600S} = \frac{Q}{3\ 600ab} \quad (1)$$

式中: v 为管内风速; Q 为风机风量; S 为内法兰风管截面积净尺寸; a 为内法兰风管短边净尺寸; b 为内法兰风管长边净尺寸。

根据《建筑防烟排烟系统技术标准》要求,风管内风速校核值应 ≤ 20m/s,应出具计算书并征得设计单位书面确认。

3.2.3 风管及临时平台制作与组装

1) 风管制作

内法兰风管的角钢及螺栓规格选用如表 1 所示。角钢法兰铆接连接的风管管端应预留 6~9mm 的翻边量,法兰平面度允许偏差为 2mm,同一批量加工的相同规格法兰螺孔排列一致,并具有互换性。矩形内法兰由 4 根角钢组焊而成,利用型钢切割机切割型钢。下料调直后钻铆钉孔,螺栓及铆钉孔孔距 ≤ 120mm。矩形风管内法兰四角部位设螺孔,内法兰长边适当位置设临时平台固定槽孔,孔间距应根据临时平台每段长度确定。固定槽孔径宜为 10mm,槽长宜为 30mm,固定槽孔宜设置在螺栓孔之间正中位置,且不应与螺栓孔连通,内法兰开孔如图 1 所示。以截面尺寸为 1 500mm × 1 000mm 的风管为例,固定槽孔设置尺寸如图 2 所示。

表 1 风管角钢及螺栓规格选用

Table 1 Specification selection for air duct angle steel and bolts

风管长边尺寸 b /mm	法兰材料规格(角钢)	螺栓规格
$900 \leq b \leq 1\ 500$	∟40×4	M8
$1\ 500 < b \leq 2\ 500$	∟50×5	M8
$2\ 500 < b \leq 4\ 000$	∟50×5	M10

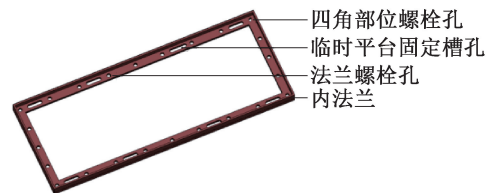


图 1 矩形内法兰开孔

Fig. 1 Opening of rectangular inner flange

2) 临时平台制作

平台外框尺寸应根据内法兰风管上固定槽孔间距确定。外框与角钢间缝隙应控制在 50mm 之内,以避免发生高空坠物。外框采用 30mm×30mm×3mm 方钢制作,纵横中心加强筋采用 φ10 圆钢制作,其他纵横筋由单根 φ8 圆钢组成 80mm×80mm 网格,所有型钢间均焊接牢固。平台外框两端留有

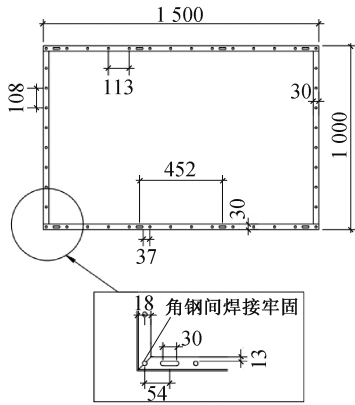


图 2 矩形内法兰固定槽孔尺寸设置

Fig. 2 Setting of fixed slot dimensions for inner flanges

φ8 螺栓孔, 安装 φ6 通丝或螺栓与平台外框螺母拧紧, 并留出长度 ≥ 30mm 的通丝或螺栓用于卡入临时平台固定槽。以截面尺寸为 1 500mm × 1 000mm 的风管为例, 临时平台可分为 a, b, c 块, 其整体外观构造如图 3 所示, 临时平台布置及尺寸如图 4 所示。

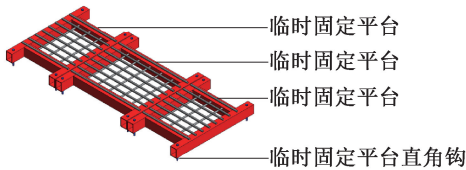


图 3 临时平台整体外观构造

Fig. 3 Overall appearance structure of the temporary platform

3) 临时平台与接口法兰试组装

临时平台与内法兰风管批量加工前应进行试组装(见图 5), 校核临时平台及接口法兰尺寸。试组装时进行临时平台荷载试验, 验证其稳定性; 以成人平均体重 75kg 为基准, 试验荷载取其 1.5 倍, 采用标准铸铁配重块(单块质量 25kg, 共 4 块, 合计质量 100kg)+砂袋(质量 12.5kg) 作为加载重物; 将重物居中堆放在单块临时平台的受力核心区域, 加载完成后静置 30min, 期间观察平台支架变形量、焊缝是否开裂、连接件有无松动; 卸载后再次检查平台结构是否存在残余变形, 无异常即可判定平台稳定性合格。

4) 拼接式内法兰风管制作

当机械加压送风竖井结构如图 6 所示情况或其他情况导致风管尺寸大于土建预留洞口尺寸时, 可采用拼接式内法兰风管, 如相邻的 2 个通风竖井外围为一次结构墙, 边柱为 L 形结构柱, 竖井间为二次结构墙, 设二次结构构造柱; 除三面结构墙为一次结构墙外, 最外侧墙边柱为 L 形或 T 形结构柱。

根据现场实际情况及风管尺寸, 将通风管道拆

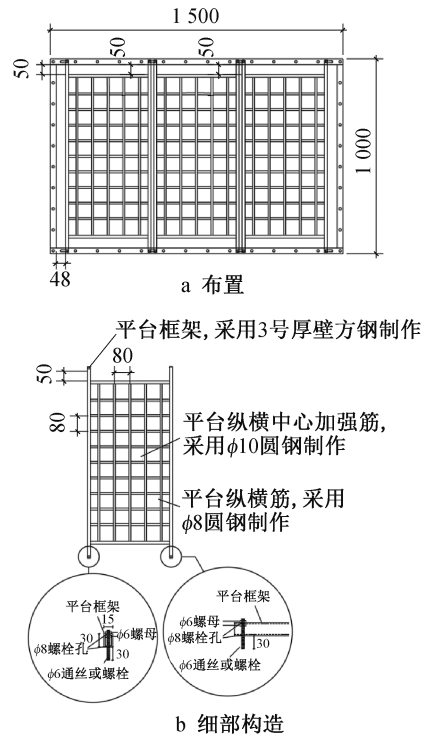


图 4 临时平台布置及尺寸

Fig. 4 Layout and dimension of temporary platform

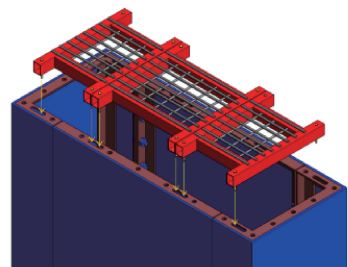


图 5 临时平台与内法兰风管试组装

Fig. 5 Trial assembly of temporary platform and inner flange air duct

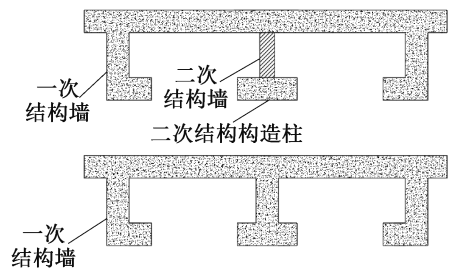


图 6 竖井结构形式

Fig. 6 Shaft structure form

分为若干部分, 并运输至通风竖井内组装。风管拆分前应根据设计图纸的机械加压送风口位置、楼层高度、结构预留洞口尺寸等条件进行深化设计, 将拼接式内法兰风管拼接法兰合理布置, 避开风口位置。风管拆分还应满足批量加工及风管互换性, 宜

将风管拆分为左、中(前、后)、右部分,左、右部分为C形,中间前、后部分为2块钢板,各部分之间利用拼接角钢连接。风管组装及拆分如图7,8所示。

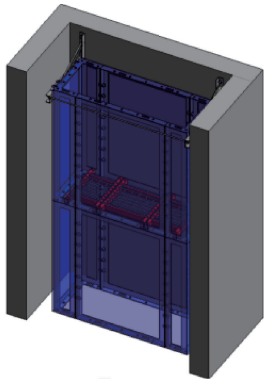


图7 拼接式内法兰风管组装

Fig. 7 Assembly of spliced inner flange air duct

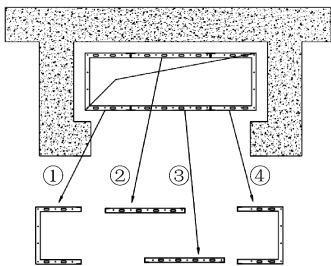


图8 拼接式内法兰风管拆分

Fig. 8 Dismantling of spliced inner flange air duct

3.2.4 风管底层托架安装

风管底层托架应为镀锌槽钢,其外观尺寸应根据最底部风管端面尺寸确定。托架最外圈应超出风管端面0.1~2cm,以确保风管端面能够完全位于基础之上。托架与楼板应用膨胀螺栓连接牢固,风管端面与托架间应固定。

3.2.5 临时平台搭设及风管安装

临时平台搭设需3人配合完成,其中1人为风管内施工人员,负责临时平台搭设、配合风管就位并完成风管连接工作;另外2人为风管外作业配合人员,负责协助风管内施工人员完成安全带系挂、临时平台搭设及风管就位,并负责风管搬运及临时平台拆除工作。搭设平台时,直角钩应保证嵌入临时平台固定槽中,平台搭设平稳牢固后方可上人。临时平台搭设穿插在风管安装过程中,如图9所示。

风管内施工人员佩戴安全带,站在已搭设完成的临时平台上,配合风管外施工人员将待安装风管就位,拧紧接口螺栓(如果使用拼接式内法兰风管则包括拼接螺栓)。

由风管外施工人员从上方将临时平台递给风管内施工人员,风管内施工人员先将1块临时平台

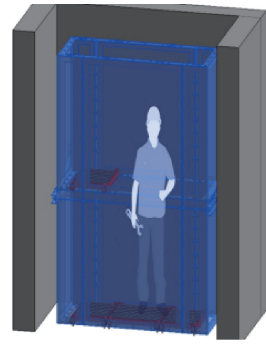


图9 临时平台搭设

Fig. 9 Erection of temporary platform

搭设在已拧紧的风管接口一端,并通过未安装平台的缺口登上该块临时平台,再站在该块临时平台上将其余临时平台搭设在风管内法兰上,重复上述步骤至竖向风管安装完成。风管内施工人员所在位置下方应保留至少2层临时平台作为防坠落措施。

3.2.6 支架安装

垂直安装风管时,支架间距 $\leq 4\text{m}$ 。内法兰风管支架宜每层设置1个,安装位置应在2段风管的接口处下方。接口处两侧设置角钢块与内法兰角钢双螺栓连接,起到风管承重点作用,角钢块数量每侧 ≥ 2 块。支架形式应选用悬臂型,支架安装如图10所示。施工人员站在临时平台上直立时风管上部接口位于胸口下部位置,可直接进行支架安装操作。

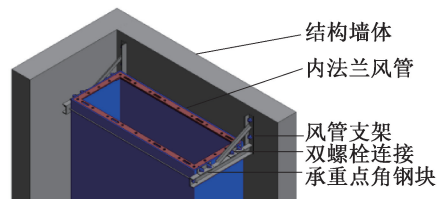


图10 支架安装

Fig. 10 Bracket installation

3.2.7 临时平台拆除

风管外配合的施工可通过风口预留短管口,利用工具(如金属钩、抓钩等)将待拆除的临时平台移出风管,拆除临时平台的施工人员须佩戴安全带。

4 效益分析

与目前的机械加压送风系统竖向风管安装施工工艺相比,风管内法兰安装工艺解决了机械加压送风系统竖向管道在竖井内安装并采用法兰连接时风管连接法兰螺栓紧固困难、难以保证风管连接强度及严密性的难点,为竖井内风管安装提供了可行的施工方法。

本施工方法采用非吊装方式安装竖向风管,无起重机械、卷扬机租赁,在减少机械租赁费用的同时将通风专业竖向风管安装施工对其他专业施工的影响降到最低,对保证项目整体进度具有积极作用。加工制作的临时平台对于常规尺寸风管可周转使用,本文提出的内法兰风管安装方法与传统方法效益对比如表 2 所示。

表 2 内法兰风管安装方法与传统方法效益对比

Table 2 Comparison of benefits between the installation method of inner flange air duct and traditional installation method

对比内容	内法兰风管安装方法	传统风管安装方法
安装方式	内法兰螺栓连接	外法兰螺栓连接
场地要求	井道内完成施工流程,对施工场地内法兰风管安装无要求	屋面需有风管安装运输洞口,场地内传统风管安装需有吊装设备站车位置
机械设备租赁	无设备租赁	吊装设备租赁

5 结语

本研究提出的风管内法兰施工技术解决了机械加压送风系统竖井风管安装长期存在的技术痛点,为防烟排烟系统安装领域提供了兼具创新性与实用性的解决方案,通过应用内部作业空间重构、临时平台创新设计、拼接式风管优化拆分等关键技术,实现了施工场景与工艺需求的深度适配。

内法兰施工工艺满足机械加压送风系统对密闭性的核心要求。临时平台采用模块化设计,具备强度可靠、拆装便捷、周转复用等优势,通过多层防护筑牢施工安全防线。针对特殊结构竖井研发的拼接式内法兰风管,解决了大尺寸风管与土建预留洞口不匹配的安装难题,拓展了技术的适用场景。

风管内法兰施工技术已在多个项目进行应用,验证了其在复杂结构、狭小空间条件下的可行性。经实际工程检验,采用该技术施工的风管系统在气密性检测、风量稳定性等关键指标上均优于传

统工艺,为机械加压送风系统的长期可靠运行提供了坚实保障。风管内法兰施工技术适用于高层建筑、安置房、综合体等存在复杂竖井结构的工程,不仅满足特殊结构竖井风管安装,又丰富了建筑防烟排烟系统施工技术体系。

参考文献:

- [1] 刘宾灿,李超,任怡敏,等. 新型建筑防排烟竖向金属风管构造创新实践[J]. 安装,2022(1):32-34,37.
LIU B C, LI C, REN Y M, et al. Innovative practice of vertical metal duct structure for smoke control and extraction in new buildings[J]. Installation, 2022(1):32-34,37.
- [2] 王子悦,董利国,赵亚勇,等. 一种狭小结构竖井内风管安装工法的改进应用研究[J]. 中国设备工程,2021(16):96-97.
WANG Z Y, DONG L G, ZHAO Y Y, et al. Study on the improvement and application of an installation method of air duct in narrow structure shaft [J]. China plant engineering, 2021(16):96-97.
- [3] 刘潇晗,汤毅,朱杰克,等. 防排烟系统严密性对内部气流组织的仿真研究[J]. 暖通空调,2024,54(S2):133-138.
LIU X H, TANG Y, ZHU J K, et al. Simulation study on the influence of tightness of smoke control system on internal airflow organization [J]. Heating ventilating & air conditioning, 2024, 54(S2):133-138.
- [4] 张煜,李刚,李证吉,等. 防排烟竖井管分段式倒装施工技术[J]. 施工技术,2018,47(S2):1680-1682.
ZHANG Y, LI G, LI Z J, et al. Segmented inverted construction of smoke control shaft pipes [J]. Construction technology, 2018, 47(S2):1680-1682.
- [5] 张姗姗,刘校心. 超高层剪力墙管井风管法兰传动连接施工技术[J]. 施工技术,2017,46(S2):1283-1286.
ZHANG S S, LIU X X. Construction technology of shear wall tubular well pipe flange transmission connection [J]. Construction technology, 2017, 46(S2):1283-1286.
- [6] 赵宇晴,张莹莹. 关于法兰安装的通风与空调风管穿越建筑结构时预留孔洞尺寸的确定[J]. 建筑与预算,2017(5):56-58.
ZHAO Y Q, ZHANG Y Y. Determination of reserved hole size when flange-installed ventilation and air conditioning duct passes through building structure [J]. Construction and budget, 2017(5):56-58.
- [10] 王正振,戴康乐,苏天涛,等. 大型沉井下沉过程拉应力影响因素分析[J]. 长安大学学报(自然科学版),2024,44(1):47-57.
WANG Z Z, DAI K L, SU T T, et al. Analysis of factors affecting tensile stress of large caisson during sinking [J]. Journal of Chang'an University (natural science edition), 2024, 44(1):47-57.

(上接第 131 页)

- [9] 朱雁飞,毕湘利,潘伟强,等. 富水软土地层中心城区主动控制型装配式沉井工法研究[J]. 现代隧道技术,2024,61(6):278-285.
ZHU Y F, BI X L, PAN W Q, et al. Research on the active-control press-in prefabricated shaft construction method applied in the central urban areas with water-rich soft soils [J]. Modern tunnelling technology, 2024, 61(6):278-285.