

螺旋风管内胀芯管连接工艺及应用探讨

齐世康

山东省青州市高新技术研究所, 山东 潍坊 262500

DOI:10.61369/ETQM.2026050008

摘 要：螺旋风管密封性及连接可靠性问题是阻碍其在通风空调等系统广泛应用的原因所在，针对这一问题开展了螺旋风管内胀芯管连接方法的研究工作，并对螺旋风管内胀芯管的结构形式及工作机理进行了介绍说明，探讨了芯管的结构特点。根据密封形式、螺杆数量、压筋数量对这一连接方式进行分类，并指出了各类型的适用场合；描述了内胀芯管制作方法及安装步骤；并由此归纳出这种技术相对于传统的连接手段，在密封性、力学性能、经济性、适应性方面所具有的明显优点，同时探讨了其在各领域的应用。研究发现内胀芯管连接技术很好地克服了螺旋风管漏风现象的发生，并具有安装方便快捷、造价低等优点，在实际工程中得到了广泛运用。

关 键 词：螺旋风管；内胀芯管连接；密封性能；安装工艺；通风空调系统

Discussion on the Connection Process and Application of Inner Expansion Core Tubes in Spiral Ducts

Qi Shikang

High-tech Institute of Qingzhou, Shandong Province, Weifang, Shandong 262500

Abstract： The sealing and connection reliability issues of spiral ducts are obstacles to their widespread application in ventilation and air conditioning systems. To address this problem, research has been conducted on the connection method of inner expansion core tubes in spiral ducts. The structural form and working mechanism of the inner expansion core tubes in spiral ducts are introduced and explained, and the structural characteristics of the core tubes are discussed. This connection method is classified based on the sealing form, the number of screws, and the number of ribs, with the applicable scenarios for each type pointed out. The manufacturing method and installation steps of the inner expansion core tubes are described. From this, the obvious advantages of this technology over traditional connection methods in terms of sealing, mechanical properties, economy, and adaptability are summarized, and its applications in various fields are explored. The study finds that the inner expansion core tube connection technology effectively overcomes the air leakage phenomenon in spiral ducts and offers advantages such as convenient and fast installation and low cost, making it widely used in practical engineering.

Keywords： spiral duct; inner expansion core tube connection; sealing performance; installation process; ventilation and air conditioning system

引言

螺旋风管系统作为现代通风空调系统的组成部分，其连接技术的可靠性直接决定通风空调系统的性能与效率。螺旋风管是一种采用金属带材（如镀锌钢带、不锈钢带等）经螺旋咬口加工制成的圆形通风管道。因风管接缝呈螺旋状而得名。它具有密封性好、强度高、阻力小等特点，广泛应用于通风空调系统中，螺旋风管的连接方式有法兰连接、抱箍连接、带加强筋承插连接、芯管连接等，由于螺旋风管外表面存在凸起的螺旋咬口缝，往往难以实现有效密封，这成为制约螺旋风管技术推广的瓶颈问题^[1]。为解决这一技术难题，内胀芯管连接技术应运而生，它通过独特的结构设计和密封机制，实现了螺旋风管连接技术的突破。

一、内胀芯管连接的结构与原理

（一）结构设计

内胀芯管连接的基本结构由芯管、固定耳（焊接）、顶推螺

母、螺杆组成。其中芯管是开口式金属圆管，材质多为镀锌钢带或不锈钢带，与风管同材质，中间带有压筋，可先缩径插入风管，再胀开贴紧内壁；固定耳是芯管两端焊接的螺母，其中一个螺母焊接于芯管端部，另一个螺母焊接于距芯管另一端部100mm

处，两个顶推螺母旋合于等尺寸的的螺杆上，并且顶推螺母的直径小于固定耳螺母，在连接前将芯管两端搭接，并将旋合好的顶推螺母和螺杆放入固定耳，如图1位置所示。

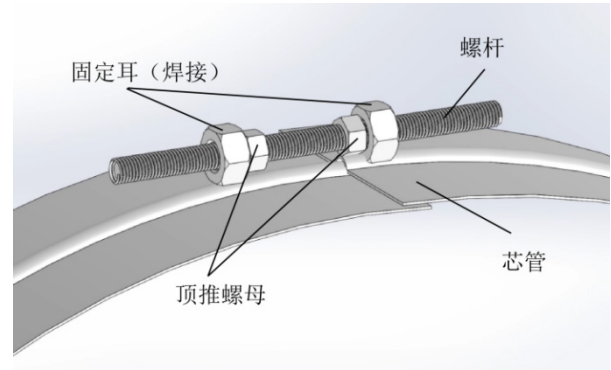


图1 内胀芯管连接基本结构

（二）工作原理

内胀芯管连接技术是一种基于径向膨胀原理的机械连接方法，它通过内部膨胀使芯管与风管内壁形成紧密贴合，实现多重密封效果。其核心原理是通过内置的芯管和胀紧结构实现风管对接。先将特制的金属芯管插入两根待连接的螺旋风管端部，使芯管同时与两根风管的内壁贴合；然后通过同时向外旋转两个顶推螺母，带动固定耳向外侧推动，从而使芯管发生径向膨胀，使其外壁与风管内壁实现全面接触，让芯管与风管内壁紧密咬合，实现风管连接和密封，同时承担着主要的力学支撑功能^[2]；连接完成后将顶推螺母和螺杆取出，并切掉固定耳。这种连接方式无需法兰配件，安装快速，密封性较好，且连接后风管外部无突出结构，节省空间。

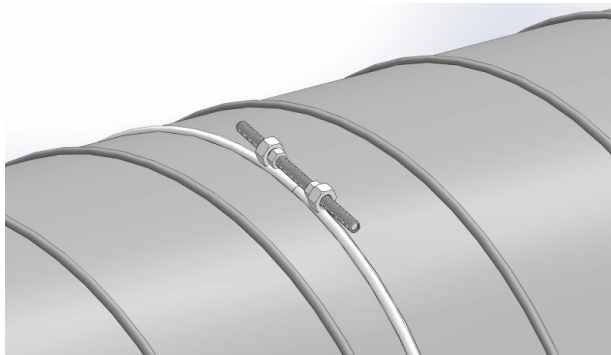


图2 螺旋风管内胀芯管连接

内胀芯管连接技术的密封作用是由芯管外壁与风管内壁紧密贴合形成。安装时，通过顶推螺母和螺杆的作用，芯管发生径向膨胀，使其外壁与风管内壁实现全面接触；另外，在芯管开口搭接部位在胀紧过程中容易出现张口现象，导致漏风量增加，在实际的工程中采用增加衬板或增加搭接长度的方法来避免，其中增加搭接长度后，芯管在胀紧状态时，芯管两端仍然搭接，显著降低了接头的漏风率，也提高了连接的稳定性；在螺旋风管端口和搭接处填充密封胶也可提高密封性；在对密封性要求较高的特殊工况，可在芯管两侧边缘轧制出两道断面为三角形的密封槽，内嵌橡胶密封条组成“O”形圈，在输送有害气体或对密封性有特殊要求的场合，发挥着不可替代的作用。因此通过芯管外壁与风管内

壁胀紧后紧密贴合、芯管端部搭接、填充密封胶、必要时加密封圈等方式，可实现内胀芯管连接的密封性。

（三）内胀芯管的结构设计特点

对内胀芯管进行反复改进，目前内胀芯管设计方案已较为完善。芯管采用与螺旋风管同材料带料加工而成，使其在接口处与风管材质具有兼容性，不会产生电化学作用而锈蚀损坏。二是芯管加强筋为单筋或者双筋，芯管采用轧制方法生产，增加芯管强度及刚度，在胀紧状态下不易变形；适用于大口径风管连接，增强风管连接部位的抗弯性能。同时芯管的可收缩性带来安装便利。在安装之前，芯管开口处的两个端头是交叠在一起的，从而使得芯管直径变小，方便套入被连接的管道。在安装过程中，利用顶推螺母将芯管径向张开，在芯管两个端头完全重合的时候就完成了内胀的过程。安装简单，所需的空间也大幅缩减，特别是在狭窄空间中的安装施工上具有很大优势。

二、内胀芯管连接的分类

（一）根据密封形式分类

根据密封形式，内胀芯管连接可以分为带密封圈式和不带密封圈式。带密封圈芯管连接利用芯管上的密封胶圈填充缝隙，达到固定和密封的效果，适用于微压、低压、中压、高压系统风管。不带密封圈芯管连接依靠芯管膨胀后与风管内壁的贴合实现密封，结构简单、成本较低，适用于微压、低压、中压系统风管。

（二）根据螺杆数量分类

根据螺杆数量，内胀芯管可以分为双螺杆型和单螺杆型，单螺杆型通过一根螺杆驱动芯管扩张，结构简单但扩张均匀性较差，适用于中小管径常规通风，双螺杆型需要同时旋转两根螺杆，芯管膨胀更均匀，适用于更大管径的连接。

（三）根据压筋数量分类

根据压筋数量可以分为单筋式和双筋式，单筋式在芯管中间压一圈环形凸筋，强度一般，抗变形、抗负压能力较弱，轻便易安装；双筋式在芯管压有两圈环形凸筋，两端各一道，双筋形成“双箍”，整体刚性、抗扭曲性更好，小于等于800毫米的螺旋风管，采用单筋，直径大于800毫米的螺旋风管采用双筋。



图3 双螺杆双筋式内胀芯管连接

三、内胀芯管连接的工艺与操作流程

内胀芯管连接技术的有严谨的工艺要求和规范化的操作流程。以下是内胀芯管的制作工艺与连接的操作流程，为工程实践提供技术指导。

（一）内胀芯管的制作工艺

内胀芯管的制作是一个精密的工艺过程，各个环节的质量控制直接关系到最终产品的性能。首先是下料，内胀芯管选用与螺旋风管同材质、同厚度的镀锌钢带、不锈钢带或铝合金带制作，以保证相同的热膨胀系数和耐腐蚀性。风管直径越大，选用的芯管宽度越大，下料长度为圆周长加上50mm。

接下来是轧制加强筋。通过在芯管上轧制出单箍或双箍，显著增强芯管本身的强度。先将芯管两端用大力钳进行固定，然后放置在压筋机滚轮上，调节滚轮位置，双手扶住芯管转动，操作压筋机进行压筋，注意匀速推进，防止板材跑偏或压筋扭曲，完成之后轻轻取下，得到的成品应筋高一直、筋线平直，表面无划痕、位置无偏差，直径 ≤ 800 的螺旋风管采用单箍，直径 > 800 的螺旋风管采用双箍。

下一步是焊接卡环。在距离芯管一端部100mm处焊接1个M12的螺母，在另一端的端部也焊接1个M12的螺母。对于双箍的芯管，可焊接两组螺母，焊完之后，等待2-5分钟，敲击螺母，通过声音检验是否存在虚焊或裂纹，同时清除周围的焊渣和金属飞溅物，最后对焊接部位进行刷漆防腐，选用长度不小于150mm的螺杆和规格为M8的螺母，在螺杆中间拧进两个的螺母，然后套入卡环。

带密封圈式芯管需在两侧边缘轧制出两道宽度为5mm的断面为三角形的密封槽。确保能够紧密固定橡胶密封条，同时在胀管过程中提供适当的变形空间。密封槽的加工需要专用模具，以保证形状和尺寸的一致性。

（二）安装操作流程

内胀芯管的安装操作是一个标准化流程，正确的操作是确保连接质量的关键。安装过程可分为以下几个步骤：

预处理阶段：安装前，将风管搬运至安装位置附近地面，对风管打磨毛刺，彻底清洁内壁的油污，灰尘、氧化层等杂质，保证端口平整光滑，然后风管的端部均匀、连续、适量地涂抹密封胶，确保覆盖整个结合面

芯管就位阶段：通过调整芯管开口处的搭叠状态，使芯管直径缩小，将芯管垂直、对中地插入风管端口，使得风管端部靠在压筋上。

胀紧阶段：用扳手向外拧动M8的螺母，使得螺母外移，从而顶动卡环外移，使芯管均匀膨胀，当芯管两端由搭叠状态变为对接状态时，芯管外壁即与风管内壁紧密贴合将芯管胀紧。对于直径较大的风管，应随时调整风管位置，保证芯管插入深度符合要求。胀紧后用抹布擦拭连接位置，擦除多余密封胶，保证清洁。

固定阶段：胀紧操作完成后，使用自攻螺丝或拉铆钉将芯管与风管沿周围固定。固定点的数量和间距应根据风管直径和工作压力确定，一般间距为100-200mm，芯管接头处应增设两组螺钉

或铆钉固定，最后将螺杆拆掉。

安装完毕后应当进行必要的检验，如直观地检验连接整体的质量及密封情况，按系统的不同要求做漏风量测试；对严格要求的系统可以采用风量测试仪直接测定连接处的漏风率，保证达到设计的要求。

四、内胀芯管连接的性能与应用分析

（一）技术性能优势

内胀芯管连接较传统连接具有多项优点，其中密封性为内胀芯管连接最为突出的优点之一，在诸如洁净厂房、医院手术室等空气质量要求高的环境中使用；内胀芯管连接既具备一定的强度又具有很好的刚度。由于采用加强筋的形式及材料的选择使得芯管自身有足够强度抗变形；芯管胀紧后对风管内壁的全接触面则提供一个均匀的应力分布。相比于传统的法兰连接，内胀芯管连接节省了大量螺栓连接件及密封材料，在降低材料成本的同时，也大大节约了安装时间及劳动力资源。内胀芯管连接也有很好的适应性。由于芯管可以一定程度地调节直径，可以弥补风管制作过程中的尺寸误差，增加了系统容错率；同时此连接形式对安装空间需求较少，在空间受限的场合尤为适用，对于超高空安装大直径螺旋风管的连接也具有优势^[3]。

（二）应用领域分析

通风空调系统是内胀芯管连接最主要的应用领域。在大型集中式空调系统中，使用内胀芯管连接的螺旋风管可降低风管阻力，降低安装难度，提高安装效率节省造价和运行费用。对于需要保温的风管，内胀芯管连接外部无多余结构，便于保温施工，并且可以保证干净卫生。对一些有特殊卫生要求的场所，例如医院、电子产品车间等，内胀芯管连接良好的密封性能可避免未经处理的空气进入系统中，影响送风质量。

在排油烟灰系统中，食堂、酒楼、宾馆的厨房均有大量油烟产生，需要有效排出。这些场合需考虑耐腐蚀和易清洁因素。内胀芯管连接的光滑内表面减少了积尘积油的可能，而不锈钢材质的选择则能够抵抗油烟的腐蚀作用。

在除尘散装物料输送系统中，如面粉厂、扎花厂、饲料厂等，除尘装置的收集和输送系统可使用内胀芯管连接。内胀芯管连接的内表面平滑过渡，可以减少压力损失和物料沉积能够满足这一要求，且其良好的密封性能够防止粉尘外逸，保护工作环境。

五、结论与展望

内胀芯管连接技术作为螺旋风管连接的重要方法，经过多年发展和工程实践，已展现出显著的技术优势和应用价值。

综合分析表明，内胀芯管连接技术解决了螺旋风管连接的密封难题，它具备良好的密封性和力学强度，并且具有较强的经济性，同时安装方便、适用性强，在通风空调、排油烟等领域得到了广泛的应用。

目前内胀芯管连接技术已相对成熟，仍有一些方面需要进一步研究和完善。首先，依靠扳手手工旋转螺母进行胀紧的方式效率较低，需推动与预制装配化施工模式的深度融合，提高施工效率和质量，郝孟超^[4]等通过一种风管辅助对接装置自动完成胀紧

工作，可大大提高工作效率，得到了一定的推广。其次，深化专用材料研发，特殊环境（如高温、高湿、腐蚀性介质）下的长期耐久性需要更多实践数据支持。第三，标准化工作相对滞后，应加强标准化工作，制定完善的技术规程和检验标准。

参考文献

[1] 苏辉, 林来豫, 李金华. 螺旋风管在国防工程中的质量控制 [J]. 工程质量, 2005(5): 24-26. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3702.2005.05.007.
[2] 林来豫, 孙凯, 严健, 等. 螺旋风管内胀芯管连接工艺研究 [J]. 安装, 2003(6): 42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3607.2003.06.021.
[3] 楼丽君. 针对螺旋风管在工程中的安装技术探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2011(24).
[4] 中国人民解放军火箭军士官学校. 一种风管辅助对接装置 : CN202421276351.0[P]. 2025-02-25.