

离心通风机性能的优化

夏智超 张立平
(沈阳鼓风机集团通风装备科技有限公司 辽宁 沈阳 110141)

摘要: 现有市场上的通风机大多数效率不高, 究其缘由在于其流量压力曲线的稳定工作区间过窄, 无法适应工况点变动情况的实际状态。在该基础上, 本文以现有结构为出发点, 在确保其工艺性结构、风机径向(及轴向)尺寸的前提下, 综合分析进风口的动态变化数值, 对现有风机进行完整的完善优化, 使工况流量为 700m³/h 时, 全压由 1668 Pa 提升至 2022Pa, 实现了理想优化预期, 性能整体提升 15% 左右, 且相应的压力曲线稳定工作区间也逐渐变宽。

关键词: 离心通风机; 性能优化; 最佳应用数据

0 引言

我国对能源的实际需求呈逐步递增趋势, 为尽可能满足百姓对于能源的实际需求, 我国的风机应用范围逐渐出现在金属矿山、农田、钢铁和电力等市场, 相应的风机能耗也随之递增。在该实际应用背景下, 深入探讨提升风机实际性能的策略, 压缩风机的用电量成本, 其经济意义毋庸置疑。我国学者席光等针对叶轮的机械气动, 通过近似模型方法进行了优化设计; 李景银等以其为基础, 进一步研究出了控制离心叶轮流道相对平均速度的优化策略; 国外学者 Polanský, Jiri 对前向叶片离心风机的气动性能进行了针对性优化, 并对其轨迹进行了预测; 简晓书等根据离心风机理论运行尺寸确定了一款小型后向离心风机的叶轮叶片出口宽度大小。上述国内外研究都在不同程度上说明了离心风机的诸多部件对其整体的性能都有非常大的影响, 同时由于不同风机内部的流场规律不同, 时下的研究成果对于离心内部的流场研究依旧存在较大空白。

本文研究了新型风机(型号: VE100)内部流场的运动规律, 采用了风机进口试验测试、流通数值剖析, 进而深度阐明了风机内部的流场特性, 希望能够为相同系列的高效离心通风机设计提供一定的参考价值。

1 现有风机结构性能剖析

本文所论述的离心通风机型号为 VE100。其主要组件涵盖四个组分: 电机驱动、叶轮、蜗壳、集流器。该风机的工况流量为 700m³/h, 压力为 1668Pa, 其缺陷在于整体效率不高, 流量参数较勉强, 同时在工况状态下其 P-Q 曲线的压力值波动略大。因此本文的主要目标在于提升该风机的实际应用性能, 改善工况状态下的流量压力值。该风机的整体数据如下:

 叶轮进口尺寸: 140mm 出口直径: 380mm 厚度: 30mm

 叶片数量: 8 进口直径: 148mm 厚度: 2mm

该离心通风机压力在稳定工作区间内的曲线数据整体较窄, 在工况流量 700 m³/h 状态下, 全压达到 1668 Pa, 整体效率不高, 同时由于工况点附近的压力值变化较为凸显, 因此很难实现实际状态下风机的高效长期工作。因而为进一步优化使得工况点附近的压力曲线趋于平稳, 有针对性地对

现有风机进行整体性能优化。

2 现有风机结构性能优化

综合考虑 VE100 通风机的整体性能, 为满足其现有的加工制造模式, 因此主要的优化内容体现在风机的叶轮方面。为尽可能提升其运作效率, 综合考虑对风机叶轮叶片进出口角度、叶轮叶片数、叶片厚度三个方面进行整体构架完善。

按照风机结构、流体损失的动态数据, 本文首先对风机的叶轮厚度进行优化核验。对于平盘式风机叶轮而言, 风机叶轮厚度两侧相等, 根据公式计算不难发现其叶轮理论厚度值与实际厚度值 30mm 完全一致, 因此本次优化设计不需要变更风机叶轮的两侧厚度。进一步针对风机进出口角度进行优化, 原有风机叶轮叶片进口角为 28°, 出口角为 42°。在工况流量为 700m³/h 状态下, 按照理论公式计算得到在不同通道下, 风机所处的平均轴线速度。

查阅工作手册得到叶片的进口空气充满系数 k 为 0.835, 由此按照计算公式估计叶片的进口流道轴线平均速度以及周向速度, 同时计算其工况状态下的气流角度, 在实际优化叶片进口几何角时, 必须将叶片本身的厚度、角度考虑在内, 认识到其对叶片流道的实际波及, 也就是相应的叶片进口阻塞系数, 为此在进行优化时于预估气流角度上增加了冲角, 在该增量基础上初步界定叶片的进口几何角度。根据其它风机的理论经验数据, 在本次优化过程中把叶轮出口数值设定预定的预留空间量, 再进一步计算理论叶轮叶片数, 按照工作手册的计算公式求得叶轮最佳叶片数为 9。

当外界气流经压力挤入叶片中时, 由于其自身阻塞系数的存在, 流道面积势必会大大缩减, 相应地流通速度增大, 通过工作手册计算求得流道入口速度, 将速度迭代可进一步求得叶片进口处气流角度, 得到进口处气流角度最佳值与气体入口几何角度的实际差, 当气流冲角较小以至于满足最小误差限时, 则可停止迭代, 最终确定叶片进口角度为 38°, 该数据与初定角度相差 2°。由上述数据, 参考工作手册可进一步得到叶片的圆弧半径为 310mm, 中心圆半径为 208mm。上述数据经实际状态模拟, 均能够在满足现有工况的前提下, 最大限度地满足稳定性要求。

(下转第 156 页)

间较长,且长期过负荷运行以及减速箱存在异响的电梯进行重点检验。并且也要根据实际情况,要求电梯维保单位打开减速箱观察孔,对其蜗轮蜗杆磨损以及断齿情况实施更加细致的检查,以便及时发现与解决安全隐患。本文中的电梯,其实际运行工况为空载,因此就不存在上述所说的超载问题,因此可以判断减速箱输出轴断裂的主要原因为疲劳断裂。最后,通过对减速箱输出轴断口实施 X 射线能谱仪测试与电子显微镜观察可知,断口起裂源区域存在疏松、孔洞、金属氧化物夹杂等缺陷,而这些缺陷的存在极易引起应力集中,形成疲劳裂纹源。

4 结语

本次案例分析中,造成电梯蜗轮轮齿失效的主要原因是减速箱输出轴疲劳断裂,虽然没有造成较大的电梯安全事故,但仍旧需要引起相关的部门的高度重视。站在广义的角度来讲,疲劳断裂属于脆性断裂,在实际运行中并不会表现出较为明显的塑性变形,同时也不会出现断裂先兆,这往往就会造成不可预料的严重后果,产生巨大的经济损失和恶劣的社会影响。为此,要想避免此类事件的发生,一方面,建议选用综合力学性能良好的调质处理结构钢;另一方面,建议相关单位要严格落实好电梯检验与维护保养工作,以此来保证人们的乘梯安全。

参考文献:

- [1] 刘磊,李德锋,韦方平,等.基于 ANSYS 的电梯曳引机轮齿失效分析[J].机电工程技术,2018,47(9):163-164,202.
 - [2] 张杰,黎晓华,吴继权.铸态高铝锌基合金 ZA27 电梯曳引机蜗轮失效分析[J].理化检验-物理分册,2017,53(2):127-131.
 - [3] 陈琳.基于 ANSYS 的电梯曳引机轮齿失效分析[J].中国化工贸易,2019,11(15):205.
 - [4] 赵崇,吴庆君.宽厚板热矫直机压下蜗轮蜗杆减速机失效分析与改进[J].中国重型装备,2019(1):13-15,27.
 - [5] 郭永梅.有齿曳引机更换蜗轮副的工艺及出现问题的解决方案[J].科技风,2017(26):232.
 - [6] 滕欣定,陈俊,陈勇鑫.一起电梯曳引机蜗轮轮齿失效事故的原因分析[J].中国电梯,2014,25(15):59-60.
 - [7] 裴文艳.蜗轮蜗杆传动的常见失效形式及解决方法[J].神州,2019,(36):261.
 - [8] 袁亚伟,刘发强.硬齿面齿轮传动技术在自动扶梯动力系统中应用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2013(22).
- 作者简介:杨任重(1988.10-),男,汉族,陕西西安人,本科,助理工程师,主要研究方向:特种设备检验检测。

(上接第 153 页)

3 优化前后离心通风机对比

对于风机内部的流畅分析,第一步就是按照现有 VE100 风机数据以及优化后的风机数据分别搭建相应的流场模型,再按照 FLUENT 仿真计算软件对风机流场进行数据检测,同时对风机的内部流场进行模拟剖析。在开展风机性能剖析时,可通过风机进口静压值取代风机全压,以实现对于最佳全压值以及工况全压值的检测。经多次实际对比得到优化前后离心通风机在工况点的全压值,优化前为 1668Pa,优化后为 2022Pa。

3.1 优化前后速度对比

经仿真优化得到优化前后风机的内部速度。就实际工作速度范围而言,优化前最大工作速度为 71.1 m/s,而优化后最大速度达到 67.9 m/s,在相同流量下实现了最大速度值的缩减,以此实现了整体风机气流分布相对均匀。就实际风机叶轮而言,经实际优化充分分析其叶轮速度,可较细致地发现在叶轮轮盖入口处气流会出现涡流,而在出口处,特别是在蜗壳出口相反的一侧能够发现非常明显的涡流状态,因此不难理解气流的紊乱状态主要发生于气流从集流器进入叶轮的过程。经实际优化,在进气口处叶轮的气流速度较低,且整体区域大幅度缩减,平均速度略微提升,工况状态下的最大速度减小,气流的流动性整体表现良好。

3.2 优化前后压力对比

细致剖析优化前后离心通风机的静压分布可发现,其

整体是根据进气试验过程中的离心风机流场状态进行仿真的,所以在风机出口处气压与和大气层接近,静压为 0,但在风机进气口处其静压为负值,该数值意味着在优化前后风机的整体全压值 1668Pa 和 2022Pa 是具备现实意义的。经过优化,离心通风机的气流流场在蜗壳内静压值变小,这意味着对于叶轮出口角度的改造效果较为显著。通过增加叶片数量,能够明显地解决叶轮内二次流问题,确保整体静压性能有所提升。经过对叶轮进口角度的优化,在很大程度上减少了气流在叶轮入口角发生的冲击损耗,提升了在工况状态下风机在流量处的平均压力值,效果较好。

4 结语

本文以风机 VE100 为基础,有针对性地进行了性能优化,并对优化前后进行了速度、压力以及整体数据对比,其整体优化效果显著。希望相关内容能够为相关从业人员提供一定的借鉴价值。

参考文献:

- [1] 李燕平.离心风机叶轮的有限元分析及优化[D].陕西:西北农林科技大学,2012.
- [2] 席光,王志恒,王尚锦.叶轮机械气动优化设计中的近似模型方法及其应用[J].西安交通大学学报,2007,41(2):125-135.
- [3] 简晓书,陈强,赛庆毅,等.小型后向离心风机叶轮叶片出口宽度对性能的试验分析[J].风机技术,2017,59(5):71-76.