

空气悬浮风机替换罗茨风机的降噪效果评估

朱世杰

中国石油化工集团有限公司 北京 102500

DOI: 10.32629/ems.v8i7.21169

【摘要】 【目的】为研究空气悬浮风机替换罗茨风机在实际应用中的降噪效果。【方法】通过替换脱硫氧化风机、污水处理风机、炼油作业区生化风机四个不同的噪声改造治理实例，对比分析治理前后噪声测量数据，评价空气悬浮风机实际降噪效果。【结果】空气悬浮风机替换罗茨风机在不同的状况下应用均可达到良好的降噪效果，且在降噪效果的基础上额外可达到节能降耗效果。

【关键词】罗茨风机；空气悬浮风机；噪声；降噪效果

引言

随着社会和经济的快速发展，人们对生活环境要求的不断提高，对噪声污染的关注度日益增加。噪声污染是指在环境中人类活动产生的各种超过一定限度的声音，进而对人类的生活质量和身体健康产生负面影响^[1]。噪声污染不仅对人的听觉系统产生影响，还可能对神经系统、心血管系统、消化系统等产生危害，出现听力损失、神经衰弱、记忆力减退、心律不齐、胃肠功能紊乱等现象^[2]。

近年来，运行机械化、车间自动化、设备大型化程度日益提高，随之产生的噪声污染也变得严重，直接危害工人的身心健康和社会环境^[3]。因此，如何减少车间环境噪声成为亟需解决问题^[4]。罗茨风机是工业生产中重要的风动设备，其在较高真空度下的运行噪声已成为一个亟待解决的技术问题，罗茨风机噪声的产生机理十分复杂，且频率范围较广，对人类健康和生态环境都可能造成不良影响^[5]。

很多学者对风机改造治理均有研究，刘俊^[6]、徐迅^[7]、于洪波等^[8]、白建庭等^[9]、张铁柱等^[10]学者的研究结果均表明空气悬浮风机比罗茨风机具有噪音低等优点。本文将通过4个空气悬浮风机替换罗茨风机的噪声治理案例，分析其实际降噪效果。

1、罗茨风机

罗茨风机属于容积式鼓风机，通过一对平行“啮合”的转子做反方向运动，将吸入的气体无内压缩地从吸气口推至

排气口，以实现气体输送^[11]。其机壳内的叶轮通过同步齿轮的驱动，在保持一定啮合间隙的基础上等速反向旋转，从而实现气体吸入。风机的进气口与排气孔不直接相通，气体在基元容积与排气口连通时发生气体的压缩，通过高压气体的回流实现均压，随后转子继续旋转将气体排出，从而实现气体的连续输送。

噪声来源：罗茨风机运行时壳体产生的噪声，外壳是主要的噪声传导^[12]介质之一。壳体在共振和随机振动中产生噪声。共振是风机工作时周期性的机械振动引起的；随机振动主要是外部因素作用下引起的振动；罗茨风机高速转动的齿轮和电机，及因磨损或润滑不足情况下轴承运转产生的机械噪声；罗茨风机运行时叶轮旋转扰动气流引发压力脉动产生的旋转噪声及气体流经机壳和叶轮表面流动速度或方向发生变化产生旋涡流引发的涡流噪声^[13]。

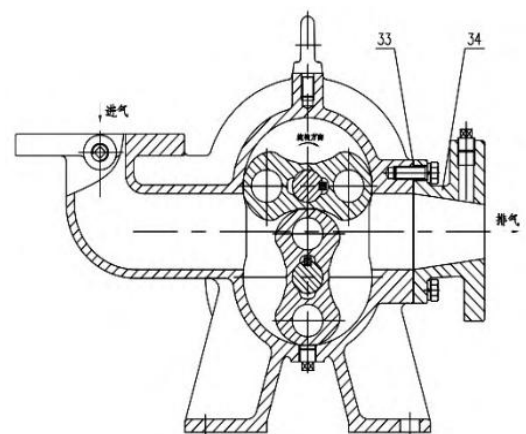


图1 罗茨风机原理图

2、空气悬浮离心风机

空气悬浮离心风机是空气从蜗壳的进气口进入，在空气悬浮轴承支撑和变频器控制下的高速电机直接驱动同轴叶轮离心力作用下形成压缩空气，此压缩空气具有一定的流速和压力，从蜗壳的排气口排出。叶轮的连续运转保证空气不间断的吸入和排出，从而达到连续鼓风。

独特的气悬浮轴承采用流体动力学设计，利用高速旋转轴，在轴承和轴直接形成空气膜。轴承和轴之间无摩擦的旋转方式（空气润滑，100%无需润滑油），最大化的提高能效。空气悬浮风机采用动压空气轴承、高速永磁电机、高效叶轮等技术，解决了因机械摩擦导致的振动、能量损耗及噪声等问题^[15]。

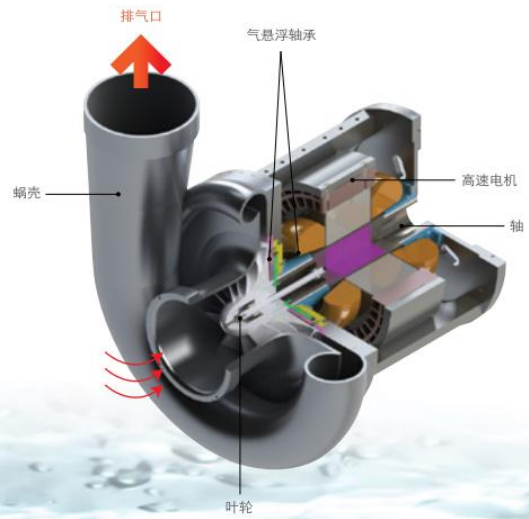


表 1 某热电有限公司脱硫系统循环浆液泵房 5A 吸收塔循环浆液泵噪声治理测量结果一览表

检测点位		检测日期	测量结果[dB(A)]
循环浆液泵房 5A 吸收塔循环浆液泵	改造前	2019 年 12 月 02 日-04 日	100.6
		2020 年 08 月 17 日-21 日	100.2
	改造 1 台	2021 年 11 月 15 日-19 日	97.2
	改造 2 台	2022 年 11 月 10 日-14 日	89.0

表 2 某热电有限公司脱硫系统循环浆液泵房 5B 吸收塔循环浆液泵噪声治理测量结果一览表

检测点位		检测日期	测量结果[dB(A)]
循环浆液泵房 5B 吸收塔循环浆液泵	改造前	2019 年 12 月 02 日-04 日	100.7
		2020 年 08 月 17 日-21 日	100.1
	改造 1 台	2021 年 11 月 15 日-19 日	98.0
	改造 2 台	2022 年 11 月 10 日-14 日	91.3

经过以上检测数据的分析，某热电有限公司脱硫系统循环浆液泵房罗茨风机由空气悬浮鼓风机替代后可解决现场长期噪音超标问题，噪声检测值正常运行在 95dB（A）以下。

图 2 空气悬浮离心风机结构图

3、风机替换噪声治理效果评价

通过对某热电有限公司脱硫氧化风机降噪治理项目、某石化生活污水风机降噪治理项目、某石化环保水务部污水处理车间风机降噪治理项目、某炼油作业区生化风机噪声治理项目相关资料的收集，对比分析上述实例治理前后噪声监测结果，评价空气悬浮鼓风机代替罗茨风机可达到的降噪效果。

3.1 某热电有限公司脱硫氧化风机降噪治理

某热电有限公司脱硫系统有 3 台氧化风机，均为罗茨鼓风机，其机构特性决定了其噪声大、振动大、效率低、漏风率高，能耗偏高，正常运行时，一备两运行，电机开启运行时，循环浆液泵房噪声检测值长年 100dB（A）以上，噪声过高。

该公司通过新增 2 台 ST300-10 型空气悬浮鼓风机替代 3 台 SR40L-2 型罗茨式氧化风机，采用变频高速电机，实现氧化风流量可调，取代原有的罗茨风机电机，满足脱硫浆液泵运行要求，并在治理后设备正常开启运行时，该区域内噪声检测值降至 95 分贝以下。

脱硫循环浆液泵房 3 台罗茨风机于 2020 年 11 月改造第 1 台，2021 年 9 月改造第 2 台，2022 年 4 月改造第 3 台，通过对比 2019 年、2020 年、2021 年、2022 年检测数据对实际运行中噪声治理效果进行分析，脱硫系统循环浆液泵房吸收塔循环浆液泵噪声检测具体结果如下。

将脱硫氧化风机优化为空气悬浮风机后，设备结构紧凑，运行平稳，可根据吸收塔内部运行工况随时进行流量、压力调节，每年可节电 340 万千瓦时，当年可创经济效益约 103.42

万元，既保证吸收塔净烟气达标排放，又节能降耗，具有良好的环保效益和社会效益。

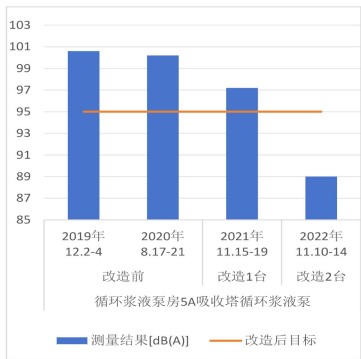


图 2 5A 吸收塔循环浆液泵噪声治理前后测量结果图

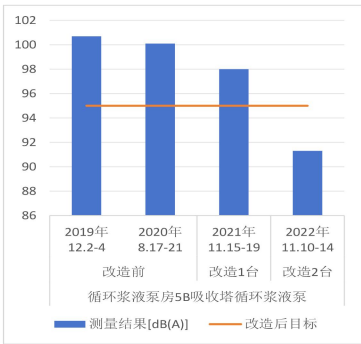


图 3 5B 吸收塔循环浆液泵噪声治理前后测量结果图

3.2 某石化生活污水风机降噪治理

某石化生活污水处理及回用装置生化池及膜池曝气系统各采用两台罗茨风机供风，正常工况时均为一开一备，风机房内墙四周采用简单吸声处理，但噪声量仍非常大，高达107~108dB(A)。

将原有四台（两用两备）罗茨风机拆除更换，选用目前技术先进的空气悬浮鼓风机进行替代，空气悬浮鼓风机机身采用全封闭箱体，出口管路安装消音器，并将窗户玻璃更换成双层中空隔音玻璃，改造后工作场所噪音接触限值<85dB(A)。

此次改造于2023年4月启动，2023年8月投入使用。2023年8月23日经第三方检测公司对4台风机正常工况及负荷提升情况下的噪声定点实测，测试结果为83.7dB(A)，满足工作场所噪音接触限值<85dB(A)规范要求。

本次改造实现了节能和降噪双重效果。改造后的空气悬

浮风机采用变频调节及永磁高速电机，同等流量输出下，电流差ΔI为29A，按年运行4380小时计，单台每年可以节电约7.67万度，按电价0.6元/度计算，年节省电费合人民币约4.60万元/台，按照2台运行方式，设备长周期运行，预计年可节约人民币10万元，同时改造后工作场所噪音接触限值<85dB(A)。

3.3 某石化环保水务部污水处理车间风机降噪治理

某石化环保水务部污水处理车间提标风机房原有三台罗茨风机，正常运行时噪声较大（实测噪声值高达90分贝以上），增设隔音罩后风机温度偏高不利于设备运行，故采购空气悬浮风机替代原有的高噪声罗茨风机。

本次改造是采购空气悬浮风机替代提标风机房原有的高噪声罗茨风机，空气悬浮风机具有高标准隔音外壳，产生的噪音低。此次改造于2018年10月投入使用，经对比2017年10月、2018年3月及2024年3月份提标风机房噪声检测数据，更换后风机实测噪声可以控制在85分贝以内，达到噪声治理目的。

空气悬浮风机解决了原有罗茨风机的高噪音问题，将风机实测噪声控制在85dB(A)以内。同时空气悬浮风机采用变频技术节能可高达20%~50%，且维修保养费用低。

表 3 某石化环保水务部污水处理车间提标风机房噪声治理测量结果一览表

检测点位	检测日期	测量结果 [dB(A)]
提标风机房	改造前 2017年10月11日-12日	91.2
	2018年03月01日-05日	90.6
	改造后 2024年03月12日-14日	81.4

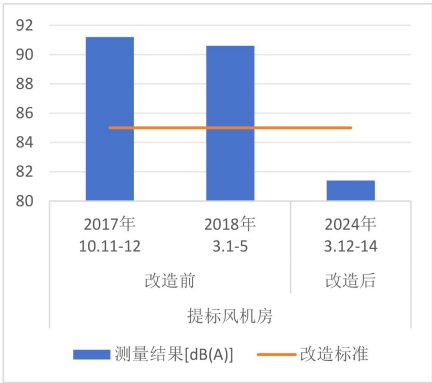


图 4 提标风机房改造前后噪声治理测量结果图

3.4 某炼油作业区生化风机噪声治理

某炼油作业区净化水污水系统(300 吨/小时)原有曝气离心风机4台(流量为5400m³/h,功率为160kWh/台),正常运行3用1备,现场噪声92.3dB(A),对周围环境影响大。

本次噪声治理新增2台空气悬浮离心鼓风机(流量为8100m³/h·台,功率为168kWh/台),代替原4台(3用1备)多级离心鼓风机运行,整改后,空气悬浮风机运行时,现场噪声检测结果为83.8 dB(A)。

整改后,空气悬浮风机噪声检测结果为83.8 dB(A);

表4 噪声治理改造结果汇总一览表

案例名称	噪声治理改造效果		节能效果
	改造前	改造后	
某热电有限公司脱硫氧化风机降噪治理	100dB(A)以上	95dB(A)以下	每年可节电340万千瓦时,创经济效益约103.42万元 单台空气悬浮鼓风机每年可节约约7.67万度,按照2台运行方式,每年可节约人民币10万元 节能20%~50%,且维修保养费用低 每月降低电耗7.36万元
某石化生活污水风机降噪治理	107~108dB(A)	83.7dB(A)	
某石化环保水务部污水处理车间风机降噪治理	91.2dB(A)	81.4dB(A)	
某炼油作业区生化风机噪声治理	92.3dB(A)	83.8dB(A)	

4、结论

本文通过对4个空气悬浮风机替换原有罗茨风机实际案例进行对比分析,空气悬浮风机相较于罗茨风机在运行过程中噪声值降低了6-15dB(A),节能高达20%~50%,其降噪效果、节能效果和经济效益良好,非常适合在有降噪或节能降耗需求的改造中应用,应用前景广阔,在风机改造项目中可根据实际情况优先考虑。

[参考文献]

[1]刘彩霞,张海英,杨涛.城市噪声污染监测与控制策略分析[J].清洗世界,2025,41(03):145-147.

[2]王静.职业噪声危害大,听力损伤需警惕[N].大众健康报,2024-11-06(012).

[3]潘克强.A286高温合金切削性能有限元仿真分析[J].河南科技,2020(22):29-31.

[4]秦元毅.抗拉高锁螺母的制造工艺探讨[J].中国高新区,2017(3):98.

[5]吴凡,张帆,邢文帅,等.罗茨风机噪声产生与抑制研究现状及发展趋势[J].排灌机械工程学报,2024,42(12):1249-1258.

[6]刘俊.水泥厂磁悬浮鼓风机替代罗茨鼓风机的改造

改造后,由于风机效率更高,能力更强,只需开2台即可满足原来要3台才能满足的风量需求,每月可降低电耗7.36万元。在降低噪声的同时减少电耗,达到很好的降噪和节能效果。

3.5 空气悬浮鼓风机节能降噪效果评价

通过以上四个项目案例可知,噪声治理的改造方式均为采用空气悬浮风机替代现有罗茨风机,均可达到预期的噪声治理目的。并且在降噪的基础上,提高了风机运行效率,达到节能降耗的效果。具体改造结果见表4。

[J].新世纪水泥导报,2024,30(05):63-67.

[7]徐迅.涂装废水处理站空气悬浮风机应用的实践[J].上海节能,2025,(01):139-143.

[8]于洪波,高佳.空气悬浮风机在城镇污水处理中的应用[J].冶金管理,2020,(13):144-145.

[9]白建庭,王志强,常卓.空气悬浮风机在节能降噪技改中的应用[J].水泥技术,2021,(02):102-104.

[10]张铁柱,张滨,赵莎莎,等.空气悬浮风机在玻纤污水处理的节能降噪的应用[J].玻璃纤维,2023,(03):41-45.

[11]梅乐,徐锦程.空气悬浮风机在聚合装置干燥二次输送系统中的应用[J].中国氯碱,2025,(02):25-29.

[12]王孚懋,何敬玉,赵丽芳等.罗茨鼓风机壳体振动模态分析[J].噪声与振动控制,2010,30(1):15-17.

[13]姜正亮.高速离心风机的噪声控制与减少方法探讨[J].冶金与材料,2024,44(10):55-57.

[15]朱攀勇,郑志龙,付金强,等.空气悬浮风机的应用实践[J].水泥,2022,(08):56-58.

作者简介:朱世杰,男,出生年月:1983年12月,籍贯:河北秦皇岛,汉族,职务:高级主管,职称:高级工程师,学历:硕士研究生,研究方向:安全环保健康管理。