

污水处理厂罗茨风机噪声的综合治理

周兆驹¹, 孙良², 姜向东³

(1. 山东建筑工程学院 建筑系, 山东 济南 250014; 2. 济南环保科研所, 山东 济南 250013; 3. 济南污水处理厂, 山东 济南 250033)

摘要: 某城市污水处理厂采用射流曝气活性污泥法处理工艺, 送风用罗茨风机, 噪声污染十分严重。在采取改进隔声罩设计、加接消声器、控制管道再生噪声、提高风机房围护结构隔声能力等综合治理措施后, 其噪声污染已控制到国家允许标准以下。

关键词: 噪声控制; 罗茨风机; 综合治理

中图分类号: X505 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2000)11 - 0037 - 03

山东省某污水处理厂全套引进国外技术与设备, 采用射流曝气活性污泥法处理工艺。送风选用罗茨风机, 型号为 RV73.5L2G, 德国制造。主要技术参数: 风压 73 kPa, 风量 112 m³/min, 转速 960 r/min, 配套电机功率 183 kW。风机房共安装了 9 台罗茨风机, 目前正常生产只开 2 台, 将来二期工程投产后需开 4 台。

虽然工程设计时已采取了对罗茨风机加隔声罩等噪声控制措施, 但运行后鼓风机曝气系统噪声污染仍然十分严重。风机房内噪声平均值达 118.8 dB(A); 曝气池靠近送风道处的噪声达 111.6 dB(A); 风机房相邻西厂界噪声达 75.5 dB(A), 超过所在区域厂界噪声标准值(夜间) 30.5 dB(A)。

1 罗茨风机隔声罩的改进设计

罗茨风机是一种强噪声的机电产品, 其噪声主要包括进气口和排气口辐射的空气动力性噪声、机壳及轴承辐射的机械性噪声、基础振动辐射的噪声、电动机噪声^[1]。

在原工程设计中已采取了一定的噪声控制措施, 主要有: 给每一台罗茨风机加隔声罩, 罩外壁材料为玻璃钢, 内壁材料为穿孔钢板, 中间填玻璃棉。罗茨风机进气口加消声器、空气滤清器, 它们横卧于罩内。风机所需空气通过一根直径 420 mm 玻璃钢管由室外引入隔声罩内, 室外进气口加有玻璃钢材料制作的阻性消声器, 见图 1。

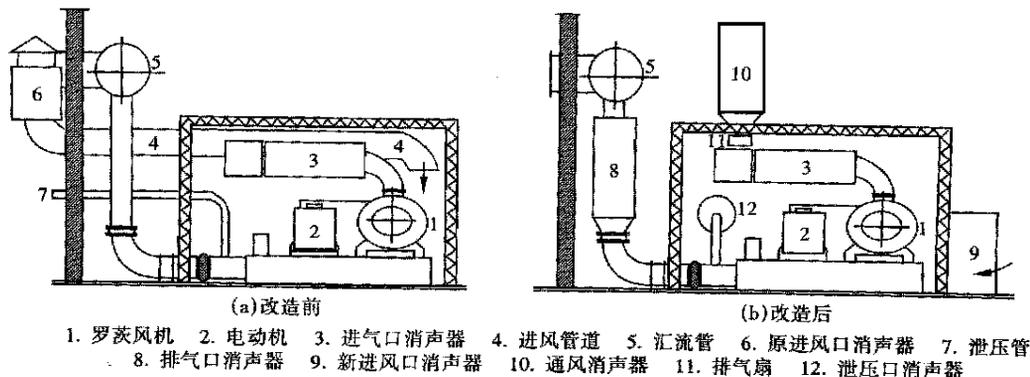


图 1 罗茨风机隔声罩的改造

罗茨风机加隔声罩可有效降低其机壳及轴承辐射的机械性噪声、电动机噪声; 进气口加消声器可有效降低进气口辐射的空气动力性噪声。为了解决机

器散热, 利用罗茨风机工作时罩内形成的负压吸入外界空气冷却, 这种降温方法从技术上也是合理的。水厂投入运行后发现隔声罩门不能关闭, 否则

跳闸,罗茨风机不能正常工作。在隔声罩门打开的情况下,隔声罩已基本无降噪作用。分析失败的原因有三方面:

气流组织不合理。原设计中隔声罩进气口和罗茨风机进气口均位于隔声罩内上部,气流形成短路,位于隔声罩下部的电动机等部件得不到有效冷却。

隔声罩进气口截面较小,进气阻力较大,增加了罗茨风机负荷。

隔声罩为了保证有效隔声,除密闭性好外,还使用了较厚的玻璃棉材料。它既是吸声材料,也是保温材料,因此隔声罩散热能力很差。本工程中的鼓风机是间歇工作,在非工作时间,罩内不形成负压,罩外空气不能进入罩内起散热作用,鼓风机再工作时环境温度将较高。

为了节省治理费用,在工程设计时没有重新设计隔声罩,而是根据对失败原因的分析,对原隔声罩进行了改进,采取的措施从比较图 1(b)与图 1(a)中可看出,主要有:

将隔声罩进气口从罩上方改到下方,使气流能够流经电动机与罗茨风机机体,对它们进行冷却。

进气口截面积从 0.126 m² 增加到 0.384 m²。

进气口由室外进风改为室内进风,不仅减

少通风阻力,而且改善了风机房内通风状况。

进气口配用了折板式阻性消声器。

在罩内增设新的强制通风设施。在隔声罩上方加一排气扇,它仅在罗茨风机不工作时运行;排气扇外加装消声器,以降低从排气口泄出的噪声;在排气扇与消声器间设简易逆止阀,以防止罗茨风机工作时室外气流由此进入。

将罗茨风机泄压口由室外移至隔声罩内,并配用消声器,其对外环境影响可忽略。

采取上述措施后,即使在夏季最热天气,隔声罩门也不需要打开,隔声罩的降噪作用得到保障。工程竣工后测量,罩内噪声为 106.8 dB(A),罩外进气口处噪声已降至 82.5 dB(A)。

2 罗茨风机排气口消声器的设计

在原工程设计中,虽然重视了罗茨风机进气口噪声控制,但却没有重视排气口噪声控制,这是噪声控制失败的另一个主要原因。罗茨风机排气口噪声很强,他不仅通过排气管道向外辐射,而且能够激起排气管道产生强烈的再生噪声。

选择罗茨风机隔声罩内靠近风机排气口处作测点,选择罗茨风机隔声罩外汇流管下靠近风机排气管处作测点。用 B & K2230 声级计和 B & K 1625 带通滤波器测量了 A 声级和噪声频谱,测量结果见表 1。

表 1 罗茨风机隔声罩内外噪声测量值 dB

测点	时间	倍频程频带声压级								A 声级
		63.0 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz	
	治理前	110.6	103.6	105.1	108.1	102.4	96.2	90.3	85.8	108.1
	治理前	90.4	96.2	111.2	110.7	114.8	111.0	100.0	88.3	116.2
	治理后	87.5	88.1	85.2	89.8	80.5	76.7	69.9	64.1	87.8

隔声罩有一定的隔声量,因此罩外测点的 A 声级应低于罩内测点,但实际测量值反之,说明罩外有其他强噪声存在,这就是管道再生噪声。从噪声频谱差别也可看到这一点,罩内测点噪声呈明显中低频特性,这是风机的频谱特点^[1];罩外测点噪声呈明显中高频特性,这是再生噪声的频谱特点。根据两个声级合成计算公式,可推算出再生噪声达 116.1 dB(A)。

管道传声是固体传声,随传播距离增加衰减很小,因此整个管道均向外辐射噪声,成为典型的线声源。本工程地面以上管道长达 300 m,所以污染情况相当严重。由上面分析可知,降低罗茨风机排口气流噪声是本工程另一个重要措施。

加装消声器是降低气流噪声的有效手段,根据罗茨风机噪声频谱,设计了阻抗复合式消声器,其结构见图 2。

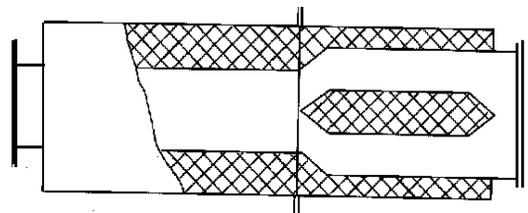


图 2 罗茨风机排气口消声器

该消声器有下列技术特点:

为方便制造和维护,消声器分成阻性、抗性两段,中间以标准法兰相连接。

吸声材料选用离心玻璃棉毡,为了提高低频消声效果,消声器阻性段离心玻璃棉毡厚度设计为 150 mm。

消声器有效长度增加,可提高消声量。设计时将原罗茨风机排气口逆止阀到风量调节阀之间“S”形管道改为“L”形,降低了风量调节阀高度,从而使消声器长度增加,消声器有效长度已达 1 800 mm。

消声器出口直径大于进口直径,有效通道截面积增加近 1 倍,使进入汇流管的气流速度由原来的 23.2 m/s 降低为 12.3 m/s,减少了对汇流管的撞击,达到了降低再生噪声的目的。

采取特别结构措施,保证使用安全。本工程通过气体压力高达 73 kPa,而国内定型生产的各类罗茨风机消声器限定通过气体压力低于 50 kPa^[2]。

罗茨风机排气口加装消声器后,对汇流管还采取了下列再生噪声控制措施:

减少管道截面变化。原汇流管由三个不同直径段组成,现统一为一种直径,降低了由于管道截面变化引起的涡流噪声。

增大管道直径。原汇流管最大直径 800 mm,现增至 1 100 mm,降低了风速,可降低涡流噪声,也减少了“T”形口处气流对管壁的撞击,从而降低机械振动噪声。

改善管道支撑。汇流管通过钢箍固定于支架,将原固定于电缆沟盖板上的支架改为直接固定在地面上。在汇流管与钢箍间垫橡胶条以增加管道振动阻尼。

采取上述措施后,测点 噪声已从 116.2 dB(A) 降至 87.8 dB(A),在室外主送风道入口处再加装一台阻抗复合式消声器后,曝气池靠近送风道处噪声已由 111.6 dB(A) 降至 63.8 dB(A)。

3 提高风机房围护结构隔声量的措施

污水处理厂所在区域厂界噪声夜间标准为 45 dB(A),经过计算,采取上述措施后还不能达标。然

而,再对罗茨风机本身采取进一步噪声控制措施,不仅存在技术困难,而且费用较高,故采取提高风机房围护结构隔声量的办法,主要措施为:

风机房门改为隔声门。原来的门为普通木门,而且门缝较大,实测隔声量不足 10 dB(A)。为此,参照 J649 国家标准图制作了隔声门,设计隔声量 25 dB(A)。

风机房临厂界西侧窗户封砌,东侧窗户改为隔声窗,供采光。为了降低治理费用,隔声窗系在原有窗户内侧再加装一层固定玻璃窗做成,两层窗户间作吸声处理。

在东墙下部进风口设置消声进风柜。进风口有效面积根据二期工程完工后所需进风量确定,风速控制在 6 m/s。消声进风柜的消声片厚度设计为 80 mm,片间距为 100 mm,消声片可从柜中抽出,以便清扫积尘。

在西墙设两台低噪声排气扇,并配消声器。排气扇是为夏季通风降低室内气温用。

满铺吸声吊顶。吸声吊顶不仅降低了风机房内的混响噪声,而且提高了隔声薄弱的屋顶的隔声量。

噪声治理工程已经竣工,市环境监测站在开动 4 台罗茨风机情况下(今后可能有的最大工况)测量,风机房内噪声平均值已降至 85.5 dB(A);厂界噪声降至 43.5 dB(A),达到国家有关噪声标准。

参考文献:

- [1] 智乃刚,等. 风机噪声控制技术[M]. 北京:机械工业出版社,1985.
- [2] 吕玉恒,等. 噪声与振动控制设备及材料选用手册[M]. 北京:机械工业出版社,1999.

电话:(0531)6943877

E-mail:zhzhaoku@jn2public.sd.cninfo.net

收稿日期:2000-08-02

本期助理编辑:倪 静 王领全