

文章编号:1004-7204(2005)01-0046-03

浅析污水处理厂风机选型

段立文¹, 黄志雄²

(1. 广东省环境保护工程研究设计院, 广州 510140; 2. 广州电器科学研究院, 广州 510300)

摘要: 采用鼓风曝气工艺的污水厂的风机选型非常重要, 对罗茨风机、多级离心风机和单级离心风机的原理及特点加以分析, 并得出了风机选型结论。

关键词: 风机; 鼓风曝气; 污水厂

中图分类号: TH44

文献标识码: A

Discussion on Selection of Fan in Sewage Treatment Plant

DUAN Li-wen¹, HUANG Zhi-xiong²

(1. Guangdong Environmental Protection Engineering Research & Design Institute, Guangzhou, 510140, China;

2. Guangzhou Electric Apparatus Research Institute, Guangzhou, 510300, China)

Abstract: It is very important on selection of fan for diffused aeration system in the sewage treatment plant. The principle and specialty on roots blower, multilevel centrifugal blower and centrifugal blower are analyzed, and the conclusion is drew on selection of fan in this paper.

Keywords: fan; diffused aeration; sewage treatment plant

1 概述

目前, 国内的二级生物处理污水厂大多数采用鼓风曝气工艺, 而鼓风机是此工艺中最为关键的设备。鼓风机的能耗有时占污水厂的总能耗的 60% 左右, 因此污水处理厂选用何种形式的风机是一个非常重要的问题。风机选择正确与否与投资大小和运行管理费用密切相关, 涉及到投资是否合理、长期效益高低问题。

风机的种类主要有罗茨风机, 多级离心风机和单级离心风机, 近年又出现了磁悬浮和气悬浮风机。下面只针对目前污水厂应用得较多的罗茨风机、多级离心风机和单级离心风机进行比较说明。

2 各种风机的原理和基本特点

2.1 罗茨风机

2.1.1 罗茨风机的工作原理

由于转子的不断旋转, 被抽气体从进气口吸入

到转子与泵壳之间的空间 v_0 内, 再经排气口排出。由于吸气后 v_0 空间是全封闭状态, 所以在泵腔内气体没有压缩和膨胀。但当转子顶部转过排气口边缘, v_0 空间与排气侧相通时, 由于排气侧气体压强较高, 则有一部分气体返冲到空间 v_0 中去, 使气体压强突然增高。当转子继续转动时, 气体排出泵外。

2.1.2 罗茨风机的特点

- ① 价格低; 最简单的回转机械, 易于控制和维护;
- ② 压力随背压变化; 小流量高速风机效率较高;
- ③ 效率一般低于多级、单级离心风机;
- ④ 流量大于 $120\text{m}^3/\text{min}$ 时占地面积大。

2.2 多级离心风机

2.2.1 多级离心风机的工作原理

离心鼓风机依靠旋转叶轮对气体的作用把电机的机械能传递给液体。由于离心鼓风机的作用, 气体从叶轮进口流向出口的过程中, 其速度能(动能)

收稿日期: 2004-12-22

作者简介: 段立文(1977-), 主要从事环境与水处理工程方面的工作。

黄志雄(1971-), 主要从事环境与给排水处理工程方面的工作。

和压力能都得到增加,被叶轮排出的气体经过压出室,大部分速度能转换成压力能,然后沿排出管路输送出去,这时,叶轮进口处因气体的排出而形成真空或低压,气体在大气压的作用下被压入叶轮的进口,于是旋转着的叶轮就连续不断地吸入和排出气体。

2.2.2 多级离心风机的特点

- ① 低转速机械,可靠性高,使用寿命长;
- ② 购买成本较低,备件为标准件,费用低,不需要复杂的润滑系统;
- ③ 易于采用全风冷式设计,无冷却水相关故障和维费用;
- ④ 操作维护简单,不需要特别训练的操作维修人员(这对于远离大都市的工厂很重要);
- ⑤ 满载效率高于罗茨风机,略低于单级离心风机;

⑥ 电机功率小于 400kW 的机型可选用变频调速和直连驱动方式,可大大提高部分负载的工作效率。在大部分工况下,变频调速的多级离心机效率会高于单级离心机,由于部分负载是污水处理厂最典型的工况,因此多级离心风机对于中小型污水处理厂来说具有更好的性能价格比和良好的长短期效益;

- ⑦ 噪音低于罗茨风机和单级离心风机;
- ⑧ 单机流量在 $100 \sim 400 \text{ m}^3/\text{min}$ 时具有最好的性能价格比。

2.3 单级高速离心风机

2.3.1 单级离心风机的工作原理

基本原理与多级离心风机一样。空气从鼓风机吸入管进入进口导叶调节器。主驱动电机借助联轴器与增速齿轮联接,增速齿轮驱动高速转动的三元半开式叶轮对气体进行做功,气体再经扩压器、蜗室、排气消声器、扩压管排出。

2.3.2 特点

- ① 高转速(一般超过 20000 r/min)噪音高;
- ② 满载效率高,无法采用变频调速,部分负载能耗高;
- ③ 大流量相对占地面积小;
- ④ 控制系统非常复杂,润滑系统非常复杂,维护保养复杂,大修必须请制造原厂支援;
- ⑤ 需要特别训练的操作人员;
- ⑥ 设备投资大,单机流量大于 $300 \text{ m}^3/\text{min}$ 的性能价格比高。

3 三种风机综合对比

目前国内的市政污水厂的风机以进口产品居多,下面比较是建立在进口风机的各项参数上的:

- ① 三种风机的能耗对比见:三种风机流量—功率曲线图(见图1)。
- ② 三种风机的投资成本对比见:三种风机流量—单位流量成本曲线图(见图2)。
- ③ 离心风机的流量调节—部分负载功耗(见图3)。

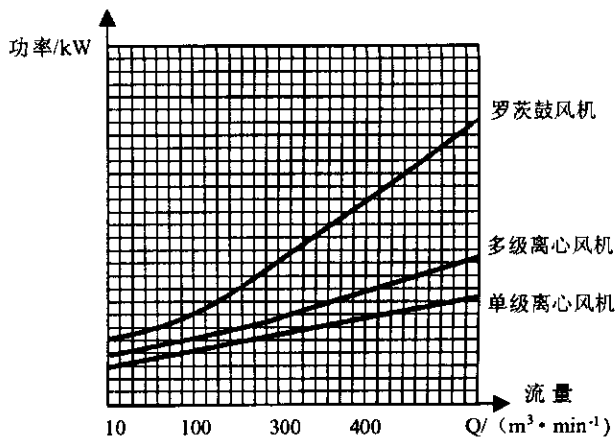


图1 三种风机流量—功率曲线图

小结:

- ① 在流量较小时,三种风机效率差异不是很显著;
- ② 对于大流量风机,由于罗茨式转速无法提高,效率较低;另两种离心风机差距较小。

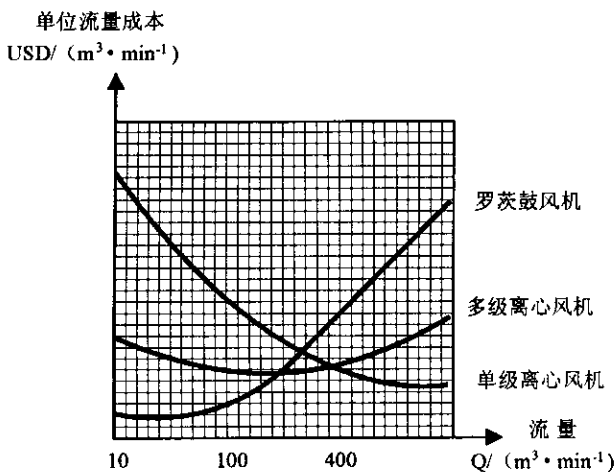


图2 三种风机流量—单位流量成本曲线图

小结 :

从上面两个曲线图可以看出 :

① 小流量范围 :三种风机的能耗相差很小 ,但是罗茨鼓风机的成本最低 ,性价比最好。

② 中流量范围 :虽然多级离心风机成本比罗茨鼓风机稍高 ,但是其能耗低、效率高 ,性价比最好。

③ 大流量范围 :单级离心成本最低 ,能耗也最低 ,性价比最好。

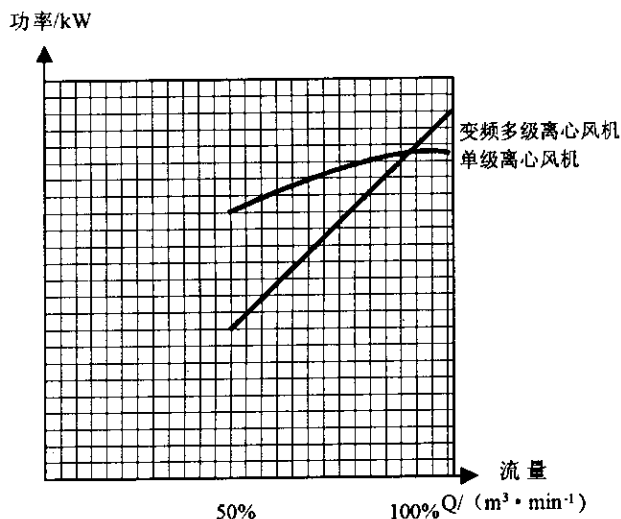


图 3 离心风机的流量调节 - 部分负载功耗

① 部分负载 :在进行风机选型时 ,流量和压力会有一些的设计余量 ,特别是流量 ,一般会有 20% ~ 30% 的余量 ,同时由于污水量和水质的波动 ,每时每刻所需的风量也在变化。所以严格地说 ,风机总是在部分负载而非总是满载 ,因而必须对风机的流量进行调节。

② 单级离心风机流量调节 :必须采用进口导叶

和出口导叶调节 ,但当流量减小时 ,功耗并不是同比例减小 (如图 3 示) ,因此部分负载的效率低 ,能耗大。

③ 多级离心风机流量调节 :一般采用入口蝶阀手动或自动调节 ,但节能效果与单级一样不理想。HIBON 公司对于中小功率 ($\leq 400\text{KW}$) 多级离心风机采用先进的变频调速技术 ,功耗基本上与流量同步减小 ,部分负载的效率高。

4 结论

由上面的比较可见 ,三种风机各有优势 (这正是它们同时存在的理由) 。风机选型没有最好的 ,只有最适合的。不同规模的污水处理厂 ,不同的工艺 ,不同的投资目的 ,不同的使用条件得出的最佳选择可能不同。

① 对于小型污水处理厂 ,选择简单可靠的罗茨风机是最好的 ,虽然效率差一些 ,但因价格低 ,总体价格经济效益可能是最好的 ;

② 对于中型污水处理厂 ,选择经济实用的多级离心机是最好的 ,特别是变频调速多级离心机 ,具有极高的性能价格比 ,长期综合经济效益佳 ;

③ 对于大型污水处理厂 ,单级高速离心风机是最佳选择。

参考文献 :

- [1] 许玉望. 流体力学泵与风机 [M]. 北京 :中国建筑业出版社 ,1995
- [2] 吴民强. 泵与风机节能技术问答 [M]. 北京 :中国电力出版社 ,1998
- [3] 王洪臣. 城市污水处理厂运行控制与维护管理 [M]. 北京 :科学出版社 ,1997
- [4] 续魁昌. 风机手册 [M]. 机械工业出版社 ,1999

(上接第 4 页)

7 结束语

鉴于三综合试验相当复杂 ,因此要求三综合试验设备选型或试验时必须进行充分的准备和详细的分析计算 ,选择合适的试验设备 ,确定合理试验方法和试验量值。本文正是就设备选型和试验过程中涉及到的试验标准剪裁、试验量值确定、试验设备选

择、试验结果评定等问题进行论述 ,对三综合试验设备选型和三综合试验都具有参考价值。

参考文献 :

- [1] 国家军用标准 GJB150 - 86 军用设备环境试验方法 [S]
- [2] MIL - STD - 810F 环境工程考虑和实验室试验 [S]
- [3] 《振动与冲击手册》编辑委员会. 振动与冲击测试技术 [M]. 北京 :国防工业出版社 ,1990