

# 变频调速技术在污水处理厂的应用

丹佛斯公司 胡少骏

**摘要:** 概述污水处理厂的一般工艺, 简单介绍了风机、水泵等的节能特点, 介绍了变频调速装置在污水处理厂各处理工段的应用。

**关键词:** 变频调速, 污水处理厂, 节能

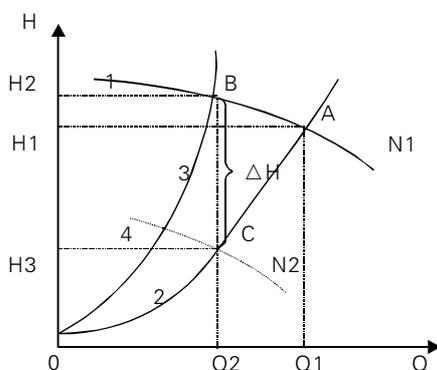
## 一、概述

对污水处理厂来说, 水泵风机类负载作为其主要的用电设备, 节约能源、降低消耗尤为重要。在污水处理厂采用变频调速技术, 既可实现无级调速, 满足污水处理工艺过程中各项指标对电机速度控制的要求, 保证工艺流程的相对稳定, 又可实现节约能源、降低消耗, 减少相关设备的开停次数, 延长设备使用寿命, 并可解决由于工程实际运行规模与设计规模不一致带来的运行过程的偏差, 对协调各工艺流程间匹配关系, 起到重要的调节作用, 因此变频调速技术在污水处理厂的生产过程中得到越来越广泛的应用。

## 二、风机、水泵等设备调速节能特点

污水处理厂内一般风机、水泵的流量有一定的变化范围, 根据风机、水泵的扬程-流量特性曲线, 按照工艺要求的流量, 实现变速变流量控制, 是很有效的节能方法。风机、水泵具有以下特点:

水泵、风机流量、扬程关系曲线如下图:



电机轴功率  $P$  和流量  $Q$ 、扬程  $H$  之间的关系为:

$$P=K \cdot H \cdot Q / \eta$$

其中  $K$  为常数;

$\eta$  为效率。

它们与转速  $N$  之间的关系为:

$$Q_1 / Q_2 = N_1 / N_2$$

$$H_1 / H_2 = (N_1 / N_2)^2$$

$$P_1 / P_2 = (N_1 / N_2)^3$$

式中  $Q_1$ 、 $Q_2$ ——流量,  $m^3/s$ ;

$N_1$ 、 $N_2$ ——转速,  $r/min$ ;

$P_1$ 、 $P_2$ ——功率,  $kW$ ;

$H_1$ 、 $H_2$ ——扬程,  $m$ 。

即流量与转速成比例, 而功率与流量的3次方成比例。由于风机、水泵一般用不调速的笼型电动机传动, 当流量需要改变时, 用改变风门或阀门的开度进行控制, 效率很低。若采用转速控制, 当流量减小时, 所需功率近似按流量的3次方大幅度下降。

## 变频调速技术在污水处理厂不同工艺流程中的应用

城市污水处理工艺按流程和处理程序划分, 可分为预处理工艺、一级处理工艺、二级处理工艺、深度处理工艺和污泥处理工艺, 以及最终的污泥处置。下面就不同阶段工艺设备所选变频设备进行

1. 预处理工艺通常包括格栅处理、泵房抽升和沉砂处理。

(1) 格栅处理的目的是截留大块物质以保护后续水泵管线、设备的正常运行。一般均采用格栅除污机进行清污, 尽管除污机可采用变频调速技术, 实现除污速度的无极调节, 但目前大部分污水处理厂均利用格栅前后的液位差值给出动作信号控制格栅除污机的动作, 较少采用变频

调速装置。

(2) 污水提升泵房的目的是提高水头，以保证污水可以靠重力流过后续建在地面上的各个处理构筑物。污水提升泵作为污水处理厂的重要耗能设备，节能非常重要。污水提升泵采用变频调速装置，可根据进水流量的大小，进行调节，避免水泵的频繁起停，延长水泵寿命。需要注意的是，一般情况下，应保持集水池的高水位运行，这样可降低泵的扬程，在保证提升水量的前提下降低能耗。

(3) 沉砂处理的目的是去除污水中裹挟的砂、石与大块颗粒物，以减少它们在后续构筑物中的沉降，防止造成设施淤砂，影响功效，造成磨损堵塞。据工艺需要，可将沉砂池鼓风机设为变频调速，以调整曝气强度，可根据进入沉砂池的水量来调整转速。旋流沉砂池与曝气沉砂池道理一样，不是采用曝气方式产生旋流速度，而是直接采用搅拌器使水流产生旋转速度，一般可将搅拌器设为变频调速。

2. 一级处理工艺主要是初次沉淀池，目的是将污水中悬浮物尽可能的沉降去除。该部分设备主要是刮泥机，刮泥机基本是连续或间断匀速运行，一般不设变频装置。

3. 二级处理工艺主要是由曝气池和二沉池组成。以下就一般的活性污泥工艺中的一些设备及控制做一下简单描述。

(1) 曝气池是由微生物组成的活性污泥与污水中的有机污染物充分混和接触，并进而将其吸收并分解的场所，它是活性污泥工艺的核心。曝气系统分为故风曝气及机械曝气两大类。

曝气设备主要有鼓风机及表曝机等，鼓风机及表曝机作为污水处理厂的主要设备，它们的运行工况不仅关系到污水处理效果的好坏，而且和整个污水处理厂的运行成本有极大的关系。

曝气鼓风机一般采用离心式鼓风机，又分为单级高速离心风机及多级低速离心风机，对于单级高速离心风机，由于风机本身的特性要求，国内大部分污水厂均采用自动调节进口导叶片来达到节能效果，实际运行效果也不错；对于多级低速离心风机，常采用变频调速装置控制，已达到节能效果。

无论是鼓风机还是表曝机，一般均采用曝气池污泥混和液的溶解氧DO值作为控制参数对变频调速装置进行调节，从而调节曝气池的曝气量。

为防止污泥沉淀，曝气池内还安装有水下推进器，该设备定速运行，不需要调速。

(2) 二沉池的作用是使活性污泥与处理完的污水分离，并使污泥得到一定程度的浓缩。该部分设备主要是吸泥机，基本是连续或间断匀速运行，一般不设变频装置。

(3) 回流污泥系统主要是把二沉池中沉淀下来的绝大部分活性污泥再回流到曝气池，以保证曝气池有足够的微生物浓度。主要设备为回流污泥泵，应采用变频调速装置控制，回流污泥量主要靠回流比来调节，调节回流比的参数较多，

(四) 剩余污泥系统主要是把曝气池中每天净增的一部分活性污泥排放，主要设备有剩余污泥泵，因为剩余污泥量的原因，剩余污泥泵电机功率一般不大，设变频调速装置一方面节能，另一方面也是工艺处理过程的需要，变频剩余污泥泵的控制可由生物池的混和液污泥浓度决定。

4. 污泥处理工艺及污泥处置主要包括污水厂污泥部分的浓缩、消化、脱水、堆肥或制肥、农用填埋等。污泥消化及污泥制肥在多数污水厂较少采用，不在多述，仅就污泥浓缩及脱水工艺介绍一下变频调速装置的应用。

污泥浓缩就是将含水率很高的污泥进行浓缩，以方便污泥的后续处理或处置，

由于离心浓缩具有浓缩速度快、臭味小等特点，现在被越来越多的污水厂采用，主要设备有污泥浓缩机，加药泵、进泥泵等。一般污泥浓缩机及加药泵均采用变频调速装置控制。

(2) 污泥脱水就是将浓缩后的污泥中的含水量进一步减少，使污泥体积缩小，便于外运及堆放。一般采用机械脱水。主要设备为污泥脱水机、加药泵、进泥泵、冲洗泵等。

离心脱水机一般均采用变频调速装置控制，脱水机的控制参数需根据进泥泥质的变化进行调节。

其它如加药泵也需要随时进行调节，一般也采用变频调速装置控制，离心脱水机的进泥泵也常采用变频调速控制。

### 三、结论

实践证明采用变频调速技术，不仅节约能源，而且对于提高整个系统的自动化水平，减轻工人的劳动强度，降低维修费用，延长设备使用寿命和检修周期，减轻电动机频繁启动对电网的冲击等各个方面，都有显著的效果。在污水处理厂应大力推广应用。