

# 移动式格栅除污机的应用与设计

赵海金

(上海市市政工程设计研究院, 上海 200092)

**摘要:**针对大型泵站进水口设置多台并列布置的固定格栅,其工程投资大、设备利用率不高的弊端,建议使用移动式格栅除污机,并对其结构形式、主要构件设计计算及关键技术进行了阐述。移动式格栅除污机的成功应用为我国的水处理事业增添了一项新的专用设备。

**关键词:**水处理;排水泵站;移动式格栅除污机;结构设计;移动定位

**中图分类号:**TU992.25 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)01 0154-03

## 1 简述

移动式格栅除污机是一种用于城市给水、排水、市政水利、污水处理、城市防洪等设施处作拦截污物的清污设备,其主要作用是截取泵站进水口的粗大垃圾等杂物,用于保护水泵及减轻后续处理负荷。

常规泵站设计中,一般在进水口均设置固定式格栅除污机用于截取进水中的石块、树枝等垃圾,当泵站规模较大时,就出现了多台并列布置的局面,固定格栅的数量多至6~8台以上,造成工程投资大、设备利用率不高的弊端。

DGJ 08-22-203《上海城市排水泵站设计规程》中提及当格栅数量超过3组时,建议使用移动式格栅除污机,因此,随着泵站规模的不断增大,移动式格栅除污机将更多地应用到水利工程。

移动式格栅除污机按结构形式区分为移动悬挂抓斗式格栅除污机和地面轨道行走移动式格栅除污机二种形式,移动悬挂抓斗式格栅除污机结构简单,但由于移动过程中栅渣产生的污水易造成环境污染,一般常用水厂的取水口。而地面轨道行走移动式格栅除污机由于截渣后栅渣直接卸至输送设备上,对周边环境的影响较小,因此常用于雨污水泵站。本文介绍的即是地面轨道行走移动式格栅除污机,简称移动式格栅除污机。

移动式格栅除污机的关键是平面位移的定位精度和自动化控制水平,除污机移动(从第一格至第二格……)、定位、清污采用了机电一体化的先进控制技术,由系统的PLC控制元件辅助机械动作,实现一套传动机构自动完成多仓清污目的。移动式格栅除

污机关键部件全部设置在移动机架上,按控制指令要求可在轨道上逐仓直线移动并在任一仓格栅井的位置准确定位进行清污,除污机的耙斗采用重载结构形式,可高效地将污物从井下截取并提升至平台输送设备外运处置(图1)。

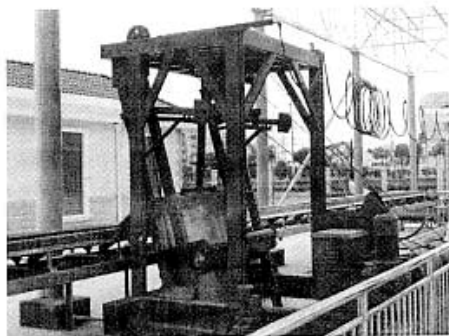


图1 移动式格栅除污机在雨水泵站的应用

## 2 结构形式

移动式格栅除污机主要由行走机构、耙斗、上下牵引机构、翻耙机构、水下栅条等主要部件组成。可移动的行走机架为设备的核心,其包含了行走机构、机架、移动定位机构、作牵引耙斗上下行走的升降机构、耙斗开启或闭合的翻耙装置等。耙斗为重载型,耙齿为装配结构形式,以作调整间隙用;水下栅条按后序处理工况需要可加工成等距离间隙的组合件,上部为引导栅渣上升的托渣板。

行走机构采用减速电机带动上部机架及所有传动机构沿设置在平台上的钢轨作平面位移,并利用数字模块及感应控制技术保证设备移动至规定的位置后精确就位。通过钢丝绳传动将耙斗沿栅条下行,当抵达井底时,高程控制系统指令升降电机停机,此时翻耙机构动作,当耙斗到达规定的合耙角度时,控制系统指令翻耙机构停机,同时指令升降机构

收稿日期:2005-12-06

作者简介:赵海金(1951-),男,上海人,工程师,从事市政工程机械设备设计工作。

将沉积于井底的垃圾及漂浮物捞出,耙斗到达机架卸料口时,设置在机架上方的刮板随耙斗的移动而徐徐将污物刮入随机行走的垃圾储物小车内(亦可设置螺旋压榨机),此时单次清污工作完成。根据污物量的多少,控制箱的 PLC 元件可设定每一仓的清污循环工作次数。当第一仓清污工作完毕后,控制系统将指令除污机的移动行走机构进入第二仓的正确位置进行上述清污工作,依此类推,直至完成所有仓位的清污工作。

### 3 主要构件计算

#### 3.1 耙污量及耙污频率计算

##### 3.1.1 栅渣量

$$W_d = Q_{\max} W_1 86400 / (K_1) \quad (\text{kg})$$

式中:  $Q_{\max}$ ——最大通过污水量( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$W_1$ ——栅渣量,每  $1000 \text{ m}^3$  污水中,当栅片净距为  $30 \sim 50 \text{ mm}$  时,渣量为  $0.03 \sim 0.01 (\text{m}^3)$

$K_1$ ——生活污水流量总变化系数  $= 1.20$

##### 3.1.2 除污频率

$$W_h (\text{每小时渣量}) = W_d / 24 \quad (\text{kg/h})$$

$$n (\text{每小时耙污次数}) = W_h / Q_{\text{污}} \quad (\text{次})$$

式中:  $Q_{\text{污}}$ ——每次耙污量  $= 300 \text{ kg}$  (按  $2 \text{ m}$  耙宽计)

#### 3.2 耙斗牵引力计算

$$T (\text{牵引力}) = k(P_1 + f_\mu) \quad (\text{kg})$$

$$P_1 (\text{下滑力}) = (\Sigma W - F_1) \sin \alpha \quad (\text{kg})$$

式中:  $\Sigma W$ ——耙斗截污时垂直总重  $= W_1 + W_2$  (kg)

$W_1$ ——耙斗装置自重(kg)

$W_2$ ——污物重量(kg)

$F_1$ ——浮力(kg)

$\alpha$ ——格栅安装角( $^\circ$ )

$f_\mu$ ——耙斗和污物提升时的摩阻力  $= \mu P_2$  (kg)

$\mu$ ——牵引摩擦系数  $= 0.5$

$P_2$ ——耙斗和污物对栅条的法向推力  $= \Sigma W \cos \alpha$  (kg)

$k$ ——计算系数(考虑耙斗牵引时其他阻力增加)  $= 1.5$

#### 3.3 牵引功率计算

$$N_1 = TV / (6120 \eta_{\text{总}}) \quad (\text{kW})$$

式中:  $V$ ——耙斗升降速度( $\text{m/min}$ )

$\eta_{\text{总}}$ ——总传动效率  $= \eta_1 \eta_2 \eta_3$

$\eta_1$ ——牵引减速机传动效率

$\eta_2$ ——传动系统轴承总效率

$\eta_3$ ——绳筒与滑轮效率

#### 3.4 翻耙功率计算

$$N_2 = nM / 97400 / \eta \quad (\text{kW})$$

式中:  $n$ ——翻耙减速机输出转速( $\text{r/min}$ )

$M$ ——转臂力矩( $\text{kg} \cdot \text{cm}$ )

$\eta$ ——翻耙传动效率  $= 0.7$

#### 3.5 行驶功率计算

$$N_3 = \Sigma P V_{\text{行}} / 6120 / \eta \quad (\text{kW})$$

式中:  $\Sigma P$ —— $P_{\text{行}} + P_{\text{风}}$  (kg)

$P_{\text{行}}$ ——行驶阻力  $= 1.3Q(\mu d + 2K) / D$  (kg)

$Q$ ——行走机架及设备重量(kg)

$\mu$ ——行走轴承滚动摩擦系数

$d$ ——轮轴直径(cm)

$K$ ——车轮滚动摩擦力臂  $= 0.1$  (cm)

$D$ ——车轮直径(cm)

$P_{\text{风}}$ ——风压阻力  $= qAC$  (kg)

$Q$ ——基本风压(按沿海地区考虑)  $= 15$  (kg/m $^2$ )

$A$ ——机架移动部分有效迎风面积  $= kA'$  (m $^2$ )

$k$ ——机架结构型式迎风面的充满系数  $= 0.5$

$A'$ ——机架外部轮廓垂直于迎风面的面积 (m $^2$ )

$C$ ——机架体型系数

$V_{\text{行}}$ ——行驶速度( $\text{m/min}$ )

$\eta$ ——行走机构传动效率  $= 0.5$

#### 3.6 其他零件计算

其他零件如轴、钢丝绳、机架等按常规公式进行计算。

### 4 关键技术

#### 4.1 行走机构的准确定位

移动式格栅除污机的准确定位是困扰着清污设备发展的技术关键,多年来由于不能解决上述问题而形成了普遍选用多台固定式布置的局面,上海地区曾先后引进了德国、英国的移动式除污机,但由于移动定位精度差而最终改成了利用人工插销进行定位,既增加了操作工人的劳动强度,又易发生由于定位偏差而造成设备的运行故障。

移动式格栅除污机基本采用楼宇电梯的移动定位技术,在设计中采用了先进自动伸缩定位装置,系统结构设计中采用 PLC 及感应控制相结合的技术措施,以提高移动定位准确度,为确保其控制值在设

定的偏差范围内,在各区格内设置感应控制器进行位置的最终限位。

#### 4.2 耙斗的结构设计

多年来除污机的耙斗一般只能捞取细小的垃圾,随着泵站设计规模越大,进水中的垃圾成分也变得格外复杂,树干、箩筐等粗大的垃圾也随进水而漂入,常规的耙斗结构形式已不能满足上述工况的使用要求。同时,由于耙斗结构设计上的缺陷,一般易发生由于耙斗的结构形状及重量轻的原因而产生在开泵时耙斗易浮于水面、钢丝绳乱绳现象,给设备安全运行带来隐患。

针对上述不利状况,在设计中应仔细分析大型泵站开泵时的水流状态、垃圾成分等综合条件进行反复计算和修改设计,因此耙斗的设计应采用空腹腔内浇灌混凝土的结构形式,以增加自重从而使耙斗在开泵状态下能顺利下行至井底,避免产生耙斗漂浮而导致松绳现象的发生。同时为提高清污效率,在设计中改变耙斗通常依据自重产生的分力其插入力过小的不利状况,耙斗系统在结构型式上利用杠杆原理采用了机械式强制性合耙措施,以保证耙斗在机构动作控制中始终能有效完成清污工作。

#### 4.3 过载保护及机械动作控制

由于主传动装置的工作电流较小,单从电气上设置过电流保护,其灵敏度难以得到保证,为此在轴装式减速机的出轴端设置过力矩保护装置,当截污工作扭矩超出减速机额定输出扭矩时,过载保护装置瞬间动作并切断电源,同时发出报警,以避免设备的损坏。

移动式格栅除污机能否正常运行与各动作位置准确密切相关,其关键是控制系统及机械动作的相互配合,为保证设备的使用可靠性,在各部件的一系列动作控制过程中均采用防护等级为IP 68的感应控制元件,设计上考虑双套设置,以确保动作位置正确、可靠。

#### 5 结束语

移动式格栅除污机的研制成功为我国的水处理事业增添了一项专用设备,随着我国环境综合治理步伐的逐渐加大,相信该产品将得以不断推广使用,通过在实际工程中考验,将不断对该产品进行改进和完善,使产品结构更趋完美。

## 上海中环线共和新路立交全面通车

上海中环线共和新路立交在先期已完成高架主线和3条空中匝道的基礎上,其余5条空中匝道也已建成,整个立交已于2005年11月底全面通车,上海北部地区的交通拥挤状况将得到有效缓解。

据悉,中环线浦西段由南至北按顺时针方向,分别设有虹梅路、真北路、沪嘉、共和新路、大柏树、五角场和军工路7座大型立交。其中,位于中环线北段的共和新路立交通过8条空中匝道及1条接地匝道,连接中环线和共和新路高架2条城市快速路,是中环线建设中的一个重要节点。该立交工程东西长1.5 km、南北长1.2 m<sup>2</sup>、占地面积达20万m<sup>2</sup>,是迄今上海中心城区内已建成的功能最全、规模最大的立交之一。

中环线北段西与沪嘉高速公路连接,向东通过翔殷路隧道及五洲大道直达崇明越江通道,是上海北部地区一条连接东西向的重要交通走廊。因此,其与南北方向快速路共和新路高架的互通立交是上海城市交通的又一重要枢纽。

据介绍,中环线共和新路立交建成通车后可适应每天5万辆以上的车流量,其与内环高架路共和新路立交、中环线大柏树立交形成上海东北部地区一个“品”字形高架网络,通过交通诱导将内环高架路共和新路至大柏树段的车辆分流至中环线,以减轻内环线的交通压力。

为适应江场路附近闸北工业园区的发展需要,弥补共和新路高架从延长路至临汾路的4 km区段没有下匝道给车辆带来的不便,共和新路立交还增加了一个由南向北的接地下匝道。

根据规划,中环线共和新路立交附近还将建设换乘枢纽,使地面交通、轨道交通、高架道路组成的立体交通体系相互衔接。

· 短讯 · 北京自2005年12月30日起,对轻型油汽车和轻型燃气汽车以及重型柴油发动机和重型燃气发动机(重型汽车)实施国Ⅲ机动车排放标准。