

# 几种滗水器形式及运行机理<sup>\*</sup>

高守有 彭永臻 孔祥智 计立平

**提要** 在多种形式的 SBR 处理系统及其改良工艺中,处理水排出过程共同特点是集中滗水、变水位及大流量,同时需要滗水器能始终撇出上层液体并有效地避免污泥流失。能否顺利排水对反应器的最终处理效果影响很大,滗水器的稳定有效也成为 SBR 系统设计的关键之一。介绍了多种滗水器,并对常用的旋转式、套筒式及虹吸式滗水器作了详细论述,结合工程实例对各种滗水器的优缺点做了探讨。

**关键词** 滗水器 SBR 工艺设计 实例

## 0 前言

由于多种形式的 SBR 工艺均是采用静止沉淀、集中滗水的方式运行,且排水时池中水位是不断变化的,同时由于集中滗水时间较短,因此每次滗水的流量较大。这样要求滗水器在较短的时间内大量排水的情况下,对反应器内的污泥不造成扰动;即始终要求滗水器撇出的是上层液体,这同时使得滗水器在下层混合液尚处在沉淀过程即可开始滗水。对于一个成功的 SBR 系统而言,滗水器的性能显得至关

重要。

常见的滗水形式主要是人工手动式和使用滗水器滗水。手动滗水方式主要是人工固定多点排水法,滗水器滗水主要包括机械式可调堰滗水器(主要是旋转式滗水器和套筒式滗水器两种)和虹吸式滗水器等。本文还对几类结构简单,操作灵活,可以广泛应用于实验室设备或小水量系统的小型滗水器作了介绍,并结合工程实例对各种滗水器的优缺点做了探讨。

## 1 人工固定多点排水法

早期的 SBR 系统均采用人工手动方式进行滗水,常见的是在反应器的不同高度上设置排水阀门

强光源,从而使藻菌失去繁殖的环境。

(6)限制池内游泳人数。游泳人数的急剧增加,是导致水质变异恶化的主要因素,不仅增大了池水的污染负荷,更使水流的回流发生变化。因此,在闷热天气里游泳场馆的入场人数要视场馆的在水人数的多少而有所限制,并非来多少就进多少。否则极易导致水质的突变恶化。为了服务更多人群的需求并接纳更多的人次,除了加强水质、卫生健康管理和水处理外,还应及时疏通清场钟点游泳者,并对场次的时段,适当调短并给予公告,如将平时的每场 120 min,调整为每场 100 min。这样游泳场馆的接纳服务人次每天可增加近两成左右,既可保证水质,又可维护游泳场馆的经济收入,还可最大限度地满足人们对游泳“纳凉”之需求。

总之,夏秋闷热季节的水质恶化,不仅是外观视

觉上的变异,更是各类水质指标尤其是细菌指标的严重超标,对游泳者的健康构成很大的威胁,特别是浅水池或儿童戏水池的水质变异更易发生(人多、水容积小,单位水体容积的污染负荷远大于成人深水池)。因此,必须引起经营者和广大游泳者的高度重视。作为与体表直接接触的水体,游泳者应杜绝有害水体。而对于游泳场馆的经营者来说,加强管理和切实采取预防措施,是实现自身经济效益和社会效益的最有力保障。

▽作者通讯处:014010 包头钢铁学院能源与环境工程学院

电话:(0472) 2146623

E-mail: btyakejun @163. com

邢妹萍 包钢房地产开发公司

收稿日期:2002-8-20

或排水泵,根据运行周期定时定量地排出处理后的上清液。其特点是:水力条件好,出水水质好,不会对污泥层造成大的扰动,结构相对简单;但操作相对复杂,其自控运行措施有待进一步深入研究。在新建项目中,采用人工固定多点排水方式的已不多见,但在资金短缺,考虑改扩建等因素影响下,其应用有一定的空间。

广东省某屠宰厂日排水量  $2\,000\text{ m}^3$ ,采用 SBR 工艺,人工控制固定式多点排水法,废水集中在短时间排放,运行良好。由于操作繁琐,需要操作工人多等问题,该厂拟定在经济条件允许的条件下,改造为机械式滗水器。

## 2 机械式可调堰滗水器

目前国内机械式滗水器主要有两类:旋转式滗水器和套筒式滗水器。其共同特点是机械传动,自控运行容易实现。

### 2.1 旋转式滗水器

旋转式滗水器的特征是以机械力传动,堰口随方向导杆一起旋转运动,使堰口随着液面下降而将水排出反应器。

旋转式滗水器由电机、减速机、丝杠、方向导杆、载体管道、回转接头、淹没出流堰口、浮箱(拦渣器)以及支撑架等部分组成。在预先设定的程序下,方向导杆以一定的速率,带动载体管道及堰口进行回转运动,滗出上清液。浮箱堰口既要飘浮在液面上,又要能使反应器内的上清液不断涌入。通过控制出水口移动的速率,使堰体与浮力形成一定的平衡,这样既利用了浮力,又可以实现滗水器的随机控制,以达到保证出水均匀。同时,浮箱能在堰口上方和前后端之间形成一个没有浮渣和泡沫的出流区,保证出水水质及防止污泥流失。

旋转式滗水器通过旋转的密封接头来连接两端管道,以保证堰口的上下运动而达到排水的目的。由于既要起到承受管道径向力和轴向力的轴承作用,又要起到能够在各个角度下都可以很好地连接两段管道的作用,旋转式滗水器的密封回转接头的设计显得尤为重要。

旋转式滗水器在 SBR 系列工艺中得到了广泛的应用。安徽某啤酒厂采用 CASS 工艺处理生产废水,日处理量  $3\,500\text{ m}^3$ ,系统设置了两台旋转式滗水

器,每个滗水器堰口有效长度  $5.5\text{ m}$ ,每次滗水  $1\text{ h}$ ,堰口负荷为  $30\text{ L}/(\text{m}\cdot\text{s})$ 。同时,在采用 SBR 工艺的城市污水厂及工业废水处理站中,旋转式滗水器都得到了广泛的应用(见图 1)。

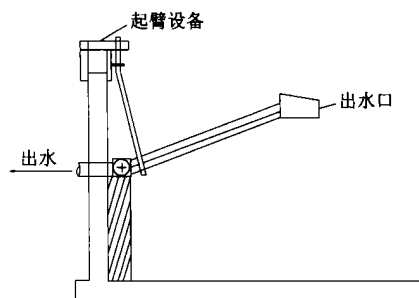


图1 旋转式滗水器示意

### 2.2 套筒式滗水器

套筒式滗水器有丝杠式和钢绳式两种。其基本原理都是在一个固定的平台上通过电机的运动,带动丝杠(或滚筒)上钢绳连接的浮动式水堰上下运动。堰的下端连接着若干条一定长度的直管,直管套在一个带有橡胶密封的套筒上,直管可随堰一起运动。套筒的末端固定在反应池底,与底板下的排水管道相连。上清液由堰流入,经套管导入排水管道后,排出反应器(见图 2)。

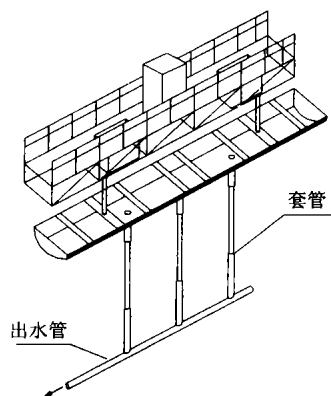


图2 套筒式滗水器示意

北京航天城污水处理厂采用 CASS 工艺,近期处理量为  $7\,200\text{ m}^3/\text{d}$ ,采用丝杠套筒式滗水器。滗水器以程序设定的速度由原始位置降至水面。滗水开始后,滗水器随水面缓慢下降:下降  $10\text{ s}$ ,静止滗水  $30\text{ s}$ ,再下降  $10\text{ s}$ ,静止滗水  $30\text{ s}$ ,经过几个循环后达到设计最低排水水位。设计时控制滗水器下降速度与水位变化速率相当,滗出液始终是最上层的处

理液,不会对污泥层造成扰动。滗水器的上升过程(滗水器的复位)是由最低排水水位连续上升至最高位置。

对机械式滗水器而言,为更好地发挥其稳定、可靠、滗水量大的优势,一般都需要与自控技术相结合。

此外,机械式可调堰滗水器中,还有直堰式滗水器和弧堰式滗水器。其基本的工作原理是利用堰板向下开启或堰门旋转降低将水引至池外。

### 3 虹吸式滗水器

该形式的滗水器是由澳大利亚 AAT 公司 20 世纪 80 年代中期开发并开始应用于 SBR 工艺的一种新式滗水器,见图 3。

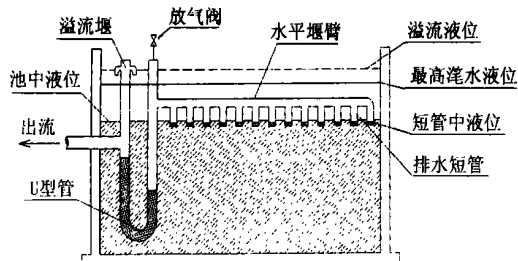


图 3 虹吸式滗水器示意

该滗水器主要分为 3 大部分:排水短管、U 型管部分及排水总管。

(1) 排水短管:虹吸式滗水器由一系列的排水短管汇集在一起,其下口在最低滗水液位以下,上端汇集在一个水平堰臂上。排水短管的数量应足够多,在 SBR 反应池平面上均匀分布,以减少进口流速,使排水均匀,防止搅动污泥。

(2) U 型管部分:U 型管中部分充满水,形成水封。U 型管一侧同水平堰臂相连,另一侧与出水管相连。U 型管同出水管连接部分设有溢流管;与水平堰臂连接一侧设有放气管,放气管上设有阀门,阀门的开启与关闭用于形成或破坏虹吸状态。

(3) 排水总管:同 U 型管在水平方向上连接在一起,可放在池内,也可放在池外。总管一般低于最低水位 10 cm。

工作原理:进水阶段开始后,系统内水位逐渐上升,由于静水压的作用,排水短管和 U 型管液面之间形成气封,气封使在正常进水及反应过程中没有处理的污水溢出反应器;当水位通过堰臂上端时,为

防止由于池内静水压过高而使污水溢流出反应器,设置最低滗水液位开关,并在此时将之关闭。反应及沉淀阶段结束后,放出部分被封的空气,滗水阶段开始。当水位降到最小滗水液位时,关闭放气电磁阀,最低滗水液位开关开启,此时出水流入虹吸状态。

当液位降至距排水短管下口 1 cm 处,最低滗水液位开关关闭,排气电磁阀再次被打开;随着空气的进入,虹吸被破坏;虹吸破坏后,存在于水平堰臂及排水短管中的水通过短管流回反应器系统内。有报道称,应保证滗水结束时间是要要求的破坏虹吸到停止出水这段时间的 3 倍。

优点:结构简单,维护方便,运行费用低,基建费用省等。不足之处如下:设计精度高,滗水能力调整困难,滗水深度固定,虹吸要求条件高:反应池内液位必须高于汇水堰臂才能形成虹吸;破坏虹吸液位时必须保证排水短管中存有足够的气量,使下一周期注水过程进行时,短管中的水不进入汇水堰臂破坏虹吸条件。

常用的滗水方式的特点及相互比较见表 1。

### 4 其他形式

此外,还有多种应用于小型或小水量反应器的滗水器,广泛地应用于实验室和工程实践中。其显著特点是:结构简单,运行方便,造价低。

#### 4.1 虹吸室类滗水器

图 4 所示为一类利用虹吸原理工作的滗水器:当滗水阶段开始时,通过开启排水泵,并使气囊排气,造成排水室内的负压状态将水排出。滗水结束后,向气囊内充气,在气囊及排水室浮力的协同作用下,使滗水器随反应器内的液面上升而被提升。

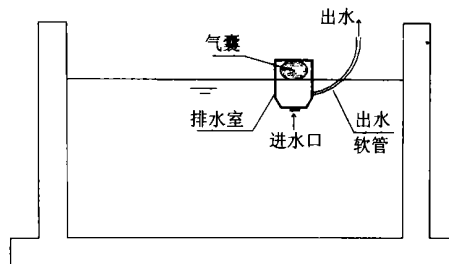


图 4 小型滗水器(虹吸类)示意

#### 4.2 浮动口类滗水器

图 5 所示为以浮动排水口为特征的多种滗水器

表1 常用滗水器比较

方式	人工固定式	滗水器		
类型	多点式排水	旋转式滗水器	套筒式滗水器	虹吸式滗水器
滗水高度/m	滗水范围内任意调节	1.0~2.5	0.8~1.2	0.5~1
滗水负荷/L/(m·s)		20~32	10~12	1.5~2
基本结构	阀门(排水泵),管道等	电机、减速机、丝杠、方向导杆、载体管道、回转接头、淹没出流堰口等	电机、丝杠(或滚筒)堰槽、套管等	排水总管,排水短管,U型管及电磁阀等
工作原理	通过在反应器的不同高度设置排水点,来达到分层排水的目的	堰口随方向导杆一起做旋转运动,通过堰口位置随水位变化来排水	通过钢丝卷扬或丝杠升降带动堰槽,通过套管的衔接,而达到排水目的	通过在U型管及排水短管之间形成负压,虹吸排水
控制形式	人工手动	机械,自控	机械	机械,自控
主要特点	水力条件好,运行可靠,造价低;操作复杂,需要工作人员多	运行可靠,滗水负荷及深度大,易自控;机械结构复杂,造价高,部件易磨损,设计精度要求较高	滗水负荷大,深度较大;结构相对复杂,造价较高,套管有发生卡阻而不能正常工作的可能	结构简单,运行可靠,造价低,运行费用低;滗水深度较低且不易调整,设计精度要求高

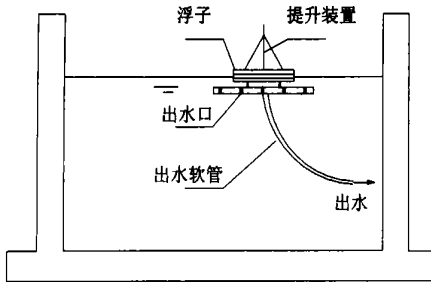


图5 小型滗水器(浮动口类)示意

(Floating header decanter)的代表。通过浮动排水口随液面的变化而变化,通过排水口连接的排水软管,来达到稳定排水而不扰动污泥层的目的。一般在滗水结束后,将排水口借用外力提升至水面以上。

图4和图5给出了利用两种基本原理工作的滗水器的示意图,在实际应用中,可以灵活地采用不同的实现形式,但由于其稳定性,滗水负荷以及自控运行等方面的诸多问题,目前应用还有局限性,在大型处理工程中应用还需更深入研究工作。

#### 4.3 固定深度滗水管滗水器

此外,据国外报道,工程中采用在SBR反应器某一固定深度处设滗水管进行排水的滗水器(Fixed-depth decanter)。我们一般认为,此种滗水器的水力条件不理想,会对污泥层造成扰动,国内尚未见有采用此种滗水器的工程实例。

#### 5 结语

对于一个SBR处理系统而言,滗水器的性能对

于系统的处理效果有着重要的影响。在滗水器的选择过程中,应综合考虑滗水效果、运行稳定性、系统改扩建与造价等多方面因素。对于小型滗水器的研究,不仅为实验室研究及小水量处理系统提供了高效的滗水设备,而且对于大型的新型实用滗水器的开发与工程利用,都具有很大的理论价值及现实意义。

#### 参考文献

- 1 王淑莹,彭永臻. SBR 计算机自动控制系统的研究. 给水排水, 2000,26(3):16~20
- 2 E morgenroth. Sequencing Batch Reactor Technology: Concepts, Design, and Experiences, CIWEM, 1998,12
- 3 Ng Wun - Jern. Sequencing batch reactor (SBR) treatment of wastewaters. Environmental sanitation reviews, 1989,28(9)
- 4 Ketchum, L. H. J. Design and physical features of sequencing batch reactors. Wat Sci Technol, 1997,35(1):11~18
- 5 刘卫红,等. 几种水处理用的简易滗水器. 化工给排水设计, 1996, (4):446~48
- 6 刘建广. 一种滗水器的设计. 山东建筑工程学报, 2000,15(1):27~29

作者通讯处:150090 哈尔滨工业大学 2607 信箱

电话:(0451)6284412

E-mail:ylh@vip.163.com

彭永臻 100022 北京工业大学环境与能源学院

孔祥智 454650 河南省济源市建设委员会

计立平 150001 哈尔滨工业环保有限公司

修回日期:2003-6-20

experimental program has been compiled, two composite ClO<sub>2</sub> generators H2000-7k are used for the dynamo-assemblies No. 1 to No. 6 in Huangtai Power Station in Shandong Province. The trial run has shown that the composite chlorine dioxide is effective to sterilize the bacteria, also it kills the algae in the circulating cooling water fast. Other water quality indicators are good enough to meet the responsible requirement and the expense of water quality control decreases evidently.

## **Fire Control Design of Capital Museum in Beijing** ..... Guo Ruyan et al (42)

**Abstract :** Special demands on fire protection of museum building were taken into consideration in practical design of the Capital Museum in Beijing. The design items of automatic sprinkling system, hydrant distribution, water fog sprinkler system, intelligent fire gun and gas fire control system for this project are presented. Some technical issues are discussed.

## **High Pressure Fine Atomizer Fire Control System** ..... Yang Qi et al (49)

**Abstract :** The advances of a new fire control system called High Pressure Fine Atomizer (HPFA) and its application worldwide are presented. The working mechanism, systematic structure and design process are described and it is affirmed that HPFA might be an alternative to replace the halo-alkane based gas fire control system in certain cases.

## **Lake Water in Gracious Residential Quarter** ..... Mao Junqi (56)

**Abstract :** A project of lake water treatment and utilization is presented, which was built for the Qihu Garden Gracious Residential houses behind the Yanqihu Lake in Shenzhen City. The algae control of fish-farming lake water is discussed and an optimizational program of lake water source utilization has been proposed. The economical benefit analysis of this program is also presented.

## **Structure and Operating Mechanism of Decanters** ..... Gao Shouyou et al (61)

**Abstract :** In many forms of the sequencing batch reactor and modified ones, the prominent character is the drainage process of varied water level and great flux in a short time. At the same time, the water above firstly flowing out and preventing the active sludge from drainage are needed. Whether the supernatant liquor can be fluently decanted from the reactor can determine the final effects of the system in some degree, and a steady and high effective decanter comes to be a key effect of the design of the system. Some kinds of decanters are described in this paper both of the laboratory scale and engineering-oriented applications. The mechanisms of commonly used ones, such as motorized unit rotates header pipe, canular type and siphon type decanters are concerned and compared.

## **Automation at the 9th Waterworks in Beijing** ..... Wang Yang (72)

**Abstract :** The structure and performance of the automatic control system in the 9th Waterworks in Beijing are presented. Also some experience of the establishment, operation and management of automatic system are described with the water supply running, control of equipment and instrumentation of waterworks.

## **Study on Optimizing Dispatch of Nanjing Water Distribution System with Microcosmic Model** ..... Zhou Kemei et al (78)

**Abstract :** Economical and social benefits could be returned by using schedule majorizing system for in-site water distribution network dispatching of urban water supply. Series works such as computing method researching, software compiling, schedule majorizing model check out, trial operation and effect analysis were done. On the basis of these works a microcosmic model based on schedule majorizing program for water distribution network in Nanjing city has been established and successfully approved by practical in-site application.

## **Discussion on the Design Norm of Automatic Sprinkling System** ..... He Yishen (85)

**Abstract :** Mandatory stipulations in the Design Norm of Automatic Sprinkling System are explained on the basis of the general consideration in compiling this standard. Especially the guidelines on the firewater tank, fire-pump and the junction of pump to pipeline are discussed on the views of practical theory. The author emphasizes that the national design norm could be adapted to coordinate with the international standards since the participation in WTO of this country.

## **Brief on the Pollutant Discharge Standard of Municipal Wastewater Treatment Plant** ..... Ma Shihao et al (89)

**Abstract :** In this paper considerations dealing with the constitution and implement of the newly issued the Pollutant Discharge Standard of Municipal Wastewater Treatment Plant (GB18918-2002) are described. It includes the objects and principles to establish this Standard, the technical content, the scope of application, the classification of controlled pollutants, the standard value and its foundation, the implement of this standard and the environmental benefit analysis. All these might be very helpful to carry out this standard and to environmental evaluation, design, construction and environmental management of urban wastewater treatment plants.