

采用 ICEAS 工艺进行瓦房店市污水处理厂设计

李洪静, 王宝贞

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090)

摘要:在调研的基础上,成功地应用 ICEAS (Intermittent Cyclic Extended Activated Sludge) 工艺进行瓦房店市污水处理厂设计。实践证明,该工艺具有占地面积小、处理效果好、工艺简单、运行稳定、对污水水质适应性强、耐冲击负荷、污泥龄长、污泥沉降性能好、剩余污泥少等优点。

关键词:ICEAS 工艺; 污水处理; 曝气

中图分类号:X703 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-1264(2002)04-0041-03

Design of Wafangdian Wastewater Treatment Plant with ICEAS Process

LI Hong-jing, WANG Bao-zhen

(College of Municipal and Environmental Engineering, Harbin University of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: Based on the investigation, the design of the wastewater treatment plant in Wafangdian city, Liaoning Province was completed employing ICEAS (Intermittent Cyclic Extended Activated Sludge) process. It has been proved from the operational practice that the process has lots of advantages as compared with both conventional activated sludge process and SBR, such as less footprint, good operational performance, simple process, stable operation under conditions of high variation of wastewater quality with peak load and longer sludge age. Besides, the settling characteristic of activated sludge is good with less surplus sludge produced and so on.

Key words: ICEAS process; wastewater treatment; aeration

1 工艺的确定

污水处理工艺方案设计是污水处理的首要环节,一个科学合理的方案可以在达到治理目标的同时节省投资、降低成本、简化管理^[1]。

根据辽宁省瓦房店市回头河的水质资料,原污水的总氮和磷含量较高,为了防止污水的接纳水体(回头河)富营养化现象的发生,污水厂工艺方案的选择主要应考虑总氮和磷的去除,因此具有脱氮除磷功能的 A²/O 工艺和 SBR 工艺成为首先被考虑的工艺方案。

由于瓦房店市污水厂征地受到各种因素的限制,厂区占地面积比较小,而 SBR 工艺就具有结构紧凑、工艺流程短、占地面积小等特点。

根据目前国情,对于我国中、小城市的污水处理厂(如日处理污水量 $Q \leq 10 \times 10^4 \text{ m}^3$)的建设,更适合选用 SBR 工艺^[2]。

鉴于以上特点, SBR 工艺成为设计规模为 6 万 m^3/d 的瓦房店市污水厂的首选工艺方案。SBR 工艺有很多种发展工艺,各种 SBR 工艺的特点及适用范围见表 1^[3]。

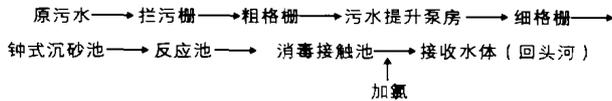
表 1 SBR 工艺特点及适用范围

工艺名称	反应池分格	进水方式	是否回流	适用规模	工程实例
传统 SBR	单池、不分格	间歇交替进水	否	小型	沈阳采油厂
ICEAS	用隔墙分成预反应区和主反应区	连续进水	否	大、中型	昆明市第三污水厂、昆明市第四污水厂
DAT-IAT	用隔墙分成 DAT-IAT 池	连续进水	回流比为 200%~400%	大、中型	天津开发区污水厂
CAST	分为选择区和主反应区	间歇交替进水	回流比为 20%~35%	中、小型	镇江新区污水厂
UNITANK	用隔墙分成 3 池	间歇交替进水	否	中、小型	石家庄市经济开发区

ICEAS 工艺是 SBR 法的变种,具有脱氮和除磷的效果,与其它 SBR 工艺相比则因无需内回流、无需设置调节池而使处理流程更为简化,比传统的 SBR 工艺更具灵活性,工艺更为简捷。因此,瓦房店市污水厂设计采用 ICEAS 工艺。

2 工程设计

瓦房店市污水厂设计规模为 6 万 m^3/d ,设计采用 ICEAS 工艺,其工艺流程:



污水厂的设计进水和出水水质见表 2。

表 2 污水处理程度表

出水成分	进水水质 (mg/L)	出水水质 (mg/L)	污水处 理程度(%)
SS	250	20	92
COD _{Cr}	350	60	85
BOD ₅	180	20	89
T-N	40	15	62.5
T-P	5	1	80

ICEAS 工艺的核心部分为反应池,其计算过程如下:

(1)每日去除的 BOD₅ 量: $F = 9\ 600\ \text{kg/d}$ 。

(2)污泥负荷 F/M :

$$F/M = 0.07\ \text{kgBOD}_5/\text{kgMLVSS} \cdot \text{d}$$

(3)混合液挥发性悬浮固体: $M = F/0.07 = 137\ 143\ \text{kg}$

(4)污泥指数: $SVI = 110$

(5)MLVSS/MLSS 的比值:采用 0.65

(6)池数:设计为 12 座。

(7)反应池尺寸:长宽比采用 2.7,其中预反应区长 4 m,主反应区长 44.5 m。有效水深为 4.6 m,超高为 0.5 m。

单池尺寸为长 × 宽 × 高 = $48.5\ \text{m} \times 18\ \text{m} \times 5.1\ \text{m}$ 。

(8)工作周期:设计常规周期为 5 个/24 h,每个周期为 4.8 h。

(9)水力停留时间: $T = 0.78\ \text{d}$,即 18.8 h。

(10)MLSS 浓度和排泥含水率:沉淀开始时,MLSS 为 $1\ 140\ \text{mg/L}$;沉淀结束时,MLSS 为 $9\ 091\ \text{mg/L}$ 。排泥含水率为 99.10%。

(11)剩余污泥量:

设 $a = 0.5\ \text{kgMLVSS}/\text{kgBOD}_5$, MLSS(干重)为 $7\ 385\ \text{kg/d}$,流量为 $821\ \text{m}^3/\text{d}$ 。

3 工艺调研

对全国采用此工艺的污水厂进行了调研。目前,我国的安徽、兰州、青岛、云南的天水、丽江等地的污水厂设计均采用 ICEAS 工艺,但都未投产。只有昆明市采用此工艺的第三和第四污水厂已投入使用,而且运行效果良好。因此,我们对上述两座污水厂进行了详细的调研。

3.1 昆明市第四污水处理厂

昆明市第四污水厂 1997 年投入运行,设计规

模 $6\ \text{万}\ \text{m}^3/\text{d}$ 。

该厂投产至今运行状况一直很稳定,2001 年 1—6 月的进水和实际出水资料见表 3。

表 3 污水处理程度表

出水成份	设计进水水质	实际进水水质	设计出水质	实际出水水质	去除率 (%)
SS	250	41	15	2.6	97.7
COD _{Cr}	350	160	15	17.3	87
BOD ₅	180	66	30	5.6	91.1
T-N	40	27.53	15	9.92	64.4
T-P	5	2.71	1	0.1	76.8

四厂的一级处理构筑物与其它工艺基本相同,二级处理构筑物则有其独特之处:

(1)正六边形配水井,采用六个渠道配水,用手电两用调节堰门控制水位;

(2)12 座反应池,单池尺寸 $49.5\ \text{m} \times 17.5\ \text{m} \times 5.0\ \text{m}$,每个配水渠为 2 座反应池配水;

(3)在水厂调试阶段,反应池常规工作周期 5 个/24 h,每个周期为 4.8 h,其中搅拌 0.8 h,曝气 2.0 h,沉淀 1 h,滗水 1 h。在滗水的同时进行排泥,滗水 1 h 结束,排泥 0.5 h 结束。运行一段时间后,发现出水总氮未达标,于是不断地增加搅拌时间,减少曝气时间,出水总氮值不断降低。最后当单个周期内搅拌 $M_1 = 0.4\ \text{h}$,曝气 $A_1 = 0.8\ \text{h}$, $M_2 = 0.4\ \text{h}$, $A_2 = 0.8\ \text{h}$, $M_3 = 0.4\ \text{h}$,出水水质完全达标。

(4)四厂的 ICEAS 工艺完全实现了自动化控制,而且其大周期、小周期均可调,因此对于工艺变化,包括水量负荷、水质负荷的冲击均有较大承受能力,可以从时间、DO、MLSS、MLVSS 等等进行调试,从而达到较理想的出水水质。

3.2 昆明市第三污水处理厂

昆明市第三污水厂 1997 年年底投入运行,设计规模 $15\ \text{万}\ \text{m}^3/\text{d}$ 。该厂目前运行状况良好,2001 年 1—6 月的进水和实际出水资料见表 4。

表 4 污水处理程度表

出水成分	实际进水水质	设计出水质	实际出水水质	去除率 (%)
SS	100 ~ 1000	15	5.7	97
COD _{Cr}	300 ~ 700	30	25.4	91.1
BOD ₅	140	15	3.6	97.7
T-N	40	15	10.4P	64.4
T-P	2-8	1	1	76.8

三厂的一级处理构筑物与四厂基本相同,二级处理构筑物则与四厂有很大区别:

(1)配水井采用渠道配水,用配水堰门控制配水量;

(2) 设 16 座反应池, 单池尺寸 $44 \text{ m} \times 32 \text{ m} \times 5.0 \text{ m}$, 单个池子平均分为 2 格;

(3) 在水厂调试阶段, 反应池常规工作周期与四厂相同。运行一段时间后, 发现出水总磷未达标, 于是不断地调整工作时间, 最后当单个周期内搅拌 $M_1 = 44 \text{ min}$, 曝气 $A_1 = 52 \text{ min}$, $M_2 = 44 \text{ min}$, $A_2 = 52 \text{ min}$, 出水水质完全达标。目前, 三厂仍按此时间模式运行。

(4) 三厂的 ICEAS 工艺未完全实现自动化控制, 运行几年来, 一直只有一台风机运行, 每个池子为定气量控制。如开启第二台风机, 会造成风机频繁起动。

4 主要设计参数确定

由于瓦房店市污水厂的设计规模和设计进、出水水质与昆明四厂完全相同, 而且对出水水质中的氮、磷要求比较高。而四厂的 ICEAS 工艺是按除磷、脱氮方式进行好氧、缺氧、厌氧条件可调, 在通常条件下, 不用添加化学药剂就可达到硝化、反硝化及除磷效果。几年来, 四厂运行一直非常稳定, 图 1 - 图 5 是任选 2002 年 3 月 T-P、SS、BOD₅、COD、T-N 的四厂进、出水情况曲线。

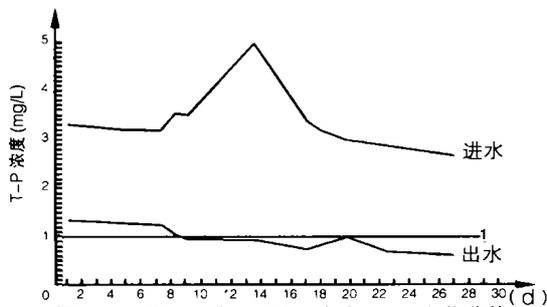


图 1 四厂 2002 年 3 月进、出水 T-P 变化曲线

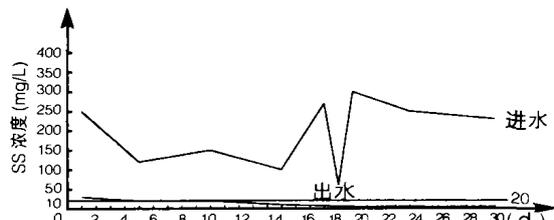


图 2 四厂 2002 年 3 月进、出水 SS 变化曲线

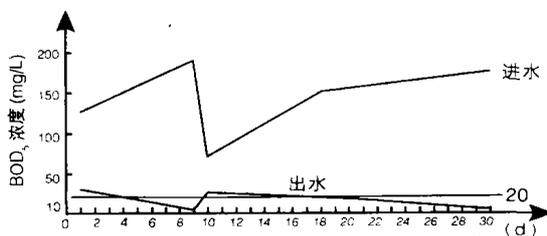


图 3 四厂 2002 年 3 月进、出水 BOD₅ 变化曲线

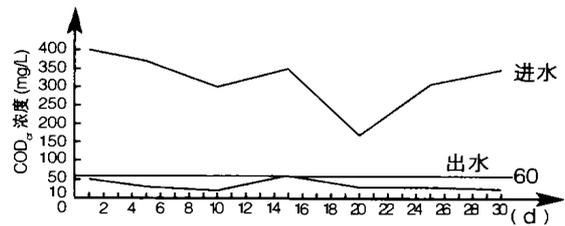


图 4 四厂 2002 年 3 月进、出水 COD_{cr} 变化曲线

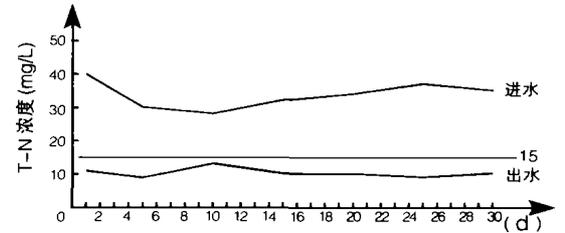


图 5 四厂 2002 年 3 月进、出水 T-N 变化曲线

图 6 是反应池常规周期内 DO 的变化曲线。

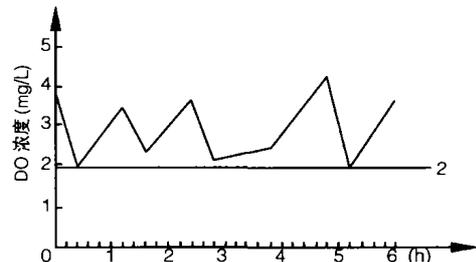


图 6 四厂 2002 年 3 月反应池一个常规周期内 DO 变化曲线

从图中可以看出, 采用 ICEAS 工艺的昆明四厂出水水质达到了设计标准。

通过调研, 确定瓦房店市污水厂反应池的常规周期最佳操作工艺条件如下: 搅拌: 0.4 h; 曝气: 0.8 h; 搅拌: 0.4 h; 曝气: 0.8 h; 搅拌: 0.4 h; 沉淀: 1 h; 滗水: 1 h; 排泥: 0.5 h。

5 结论

5.1 采用 ICEAS 工艺进行瓦房店市污水厂设计是可行的。ICEAS 工艺的流程是正确的。

5.2 随着运行时间延长, 活性污泥中的微生物群落不断发育、驯化, 起活性不断增强, 相应 COD_{cr}、SS、T-P、T-N、BOD₅ 的去除率也逐渐提高。

5.3 着在工作周期内时间的逐渐递增, DO 值由小变大, 然后由大变小。处理后的污水达到了国家排放标准。

参考文献

- [1] 张统, 张志仁. 污水处理工艺及工程方案设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000. 5.
- [2] 黄儒钦, 杨敏. 活性污泥法的发展及其工程选择[J]. 四川环境, 2001, 20(1): 27.
- [3] 王维斌, 吴凡松. 小型污水处理厂的设计[J]. 中国给水排水, 2002, 18(3): 57.

作者简介: 李洪静 (1976 -), 女, 黑龙江哈尔滨人, 现在中国市政工程东北设计研究院工作, 正在攻读哈尔滨工业大学环境工程专业硕士研究生, 发表论文数篇。