

UCT工艺在西安鱼化污水处理厂的设计应用与调试

冯云刚¹, 刘新安², 高荣宁², 李振川¹, 崔健¹

(1. 北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京 100082; 2. 西安市政设计研究院有限公司, 陕西 西安 710068)

摘要: 西安市鱼化污水处理厂设计规模为 $20.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 主体工艺流程采用预处理 + UCT + 二沉池 + 高效沉淀池 + 精密过滤器 + 次氯酸钠消毒, 剩余污泥经离心脱水至含水率为 80% 后外运, 出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 A 标准。针对本工程进水 TP、TN 浓度高的特点, 结合远期出水水质进一步提升的趋势, 生化段选用脱氮除磷效果较好的 UCT 工艺。同时设计过程中充分考虑了地裂缝及周边现状棚户区对工程的影响, 采取了相应的应对措施, 总体设计布局与工艺参数选取可供类似污水厂设计时借鉴。

关键词: UCT; 脱氮除磷; 地裂缝

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)24-0066-04

Design, Application and Commissioning of UCT Process in Xi'an Yuhua Wastewater Treatment Plant

FENG Yun-gang¹, LIU Xin-an², GAO Rong-ning², LI Zhen-chuan¹, CUI Jian¹

(1. Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Beijing 100082, China; 2. Xi'an Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Xi'an 710068, China)

Abstract: The design scale of Xi'an Yuhua wastewater treatment plant was $20.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. The main technological process was combined by pretreatment + UCT + secondary sedimentation tank + high efficiency sedimentation tank + precision filter + sodium hypochlorite disinfection. The excess sludge was dewatered to 80% by centrifugation, and the effluent quality was required to meet the first level A standard of *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002). In view of the high concentration of TN and TP in the influent and the trend of further improvement of the effluent quality in the long term, UCT process which was characterized by perfect nitrogen and phosphorus removal performance was selected in the biological section of the project. The influence of ground crack and surrounding shanty towns on the project was fully considered in the design process, and corresponding measures were taken. The overall design layout and the selection of process parameters could be used for reference in the design of similar wastewater treatment plants.

Key words: UCT; nitrogen and phosphorus removal; ground crack

1 工程概况

西安市鱼化污水处理厂属于西安市第二污水处理厂三期, 设计规模为 $20.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 位于西三环石桥立交西南角, 现状第二污水厂西侧。工程建设投资为 8.19 亿元。由于地裂缝从厂区穿过, 依据

《西安地裂缝场地勘察与工程设计规程》(DBJ 61—6—2006) 要求, 厂区建(构)筑物需有相应的退缩距离, 对总平面布置提出了更高要求。污水厂处理后尾水就近排入皂河, 该厂的建设对皂河与渭水环境质量的改善、促进区域经济和环境保护协调发展

具有重要意义。

与传统 AAO 相比,UCT 工艺污泥回流至缺氧池,避免了回流污泥中的硝态氮对厌氧段释磷的影响,能够提高生化系统除磷效果。同时增加了一个从缺氧到厌氧的内回流,脱氮性能也得到加强。

2 设计进水水质

通过对第二污水厂 2014 年—2016 年实际进水水质统计分析,选取 90% 保证率数据确定设计进水水质。出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准(见表 1)。

表 1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

项 目	mg · L ⁻¹					
	BOD ₅	COD	SS	TN	NH ₃ -N	TP
进水	260	560	380	56	48	8
出水	10	50	10	15	5(8)	0.5

3 工艺流程

经比选,本工程选用预处理 + UCT + 二沉池 + 高效沉淀池 + 精密过滤器 + 次氯酸钠消毒工艺。工艺流程见图 1。

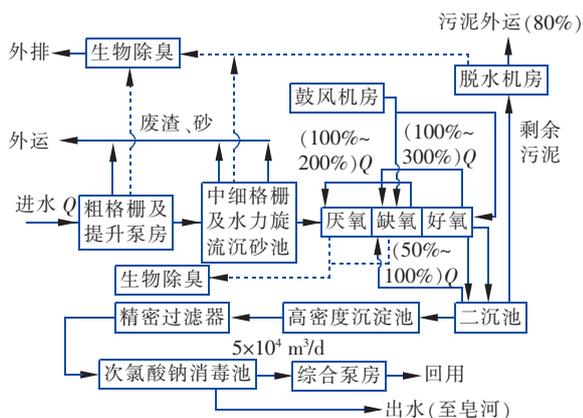


图 1 工艺流程

Fig.1 Process flow chart

污水先进入粗格栅间,在此拦截污水中较大颗粒及漂浮物;随后进入污水提升泵房,由潜水污水泵提升至出水井;经中格栅及细格栅进一步去除水中较细的杂质,再进入水力旋流沉砂池;然后进入 UCT 生物池,完成碳氧化、硝化、反硝化及生物除磷等过程。生物池出水进入周进周出圆形二沉池,实现泥水分离,再经高效沉淀池和精密过滤器进一步去除 TP、SS,最后经次氯酸钠消毒池后排至皂河。剩余污泥经离心脱水至含水率达 80% 后外运处置。

4 工艺设计

① 粗格栅

设计粗格栅渠道 4 条,渠道宽度为 1.4 m,过栅流速 ≤ 0.6 m/s,安装格栅间隙为 25 mm 的抓爪格栅 1 套。格栅安装角度为 75°。固定栅上部设置挡水封板,以防止后续池体故障或高水位运行时污水杂质漫过格栅。

② 中格栅

中格栅为回转格栅,共 4 个渠道,渠道宽度为 2.1 m,过栅流速 ≤ 0.7 m/s,格栅间隙为 10 mm,安装角度为 75°。

③ 细格栅

细格栅为网板格栅,共 4 个渠道,渠道宽度为 2.1 m,过栅流速 ≤ 0.8 m/s,间隙为 3.5 mm,安装角度为 70°。

④ 水力旋流沉砂池

水力旋流沉砂池 2 座。池体为圆柱形,内部有旋流部件,中间无旋转桨板,中间进水,下部出水。设计可有效去除 106 μ m 以上的砂砾。单池直径为 9.0 m,高度为 10.35 m,水力停留时间平均流量时为 5.62 min,峰值流量时为 4.32 min。

⑤ UCT 生物池

UCT 工艺是一种改进型的 AAO 脱氮除磷工艺^[1]。传统 AAO 工艺回流污泥中的硝态氮回流干扰了聚磷菌细胞体内磷的厌氧释放,降低了磷的去除率。UCT 工艺将活性污泥回流至缺氧池的前端^[2],以便在缺氧条件下充分去除回流活性污泥中的硝酸盐后,再将活性污泥回流至厌氧池,最大程度地降低了硝酸盐的回流量,提高了厌氧池释放磷的效率,从而提高了系统生物除磷的效果。

主要设计参数:共 2 个系列,每个系列 2 座,每座处理规模为 5.0×10^4 m³/d。单座尺寸为 145.33 m \times 35.91 m \times 9.1 m,有效水深为 8.0 m;污泥负荷为 0.145 kgBOD₅/(kgSS · d);MLSS 为 4.5 g/L;MLVSS 为 1.65 g/L;水力停留时间为 17.6 h,其中厌氧区 2.0 h、缺氧区 6.08 h、好氧区 9.54 h,泥龄为 11.02 d;污泥回流比为 50% ~ 100%,采用轴流泵,单台 $Q = 2\ 100$ m³/h, $H = 50$ kPa, $P = 50.0$ kW,共 6 台(4 用 2 备);缺氧至厌氧回流比为 100% ~ 300%,采用穿墙泵, $Q = 2\ 100$ m³/h, $H = 8$ kPa, $P = 12.5$ kW,共 8 台,2 台/池;好氧至缺氧前端回流比为 100% ~ 300%,采用穿墙泵,单台 $Q = 3\ 200$ m³/h,

$H=8\text{ kPa}$, $P=18.5\text{ kW}$,带变频,共8台,2台/池;需氧量为 $78\ 502.6\text{ kgO}_2/\text{d}$;气水比为 $7.67:1$;采用板条式曝气器,单位气量为 $10.0\sim 15.0\text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$ 。每组共安装曝气器6 620个。

⑥ 二沉池

二沉池采用圆形周进周出二沉池。共4座,单座直径为 52.0 m ,采用中心传动单管吸泥机,平均流量时表面负荷为 $0.981\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,池边水深为 4.6 m ,平均流量时停留时间为 3.61 h 。

⑦ 高效沉淀池

本工程采用加砂高密池,共2个系列,每个系列一组池子,平面尺寸为 $32.20\text{ m}\times 31.90\text{ m}$ 。混合池停留时间为 $1.85\sim 1.24\text{ min}$,絮凝池反应时间为 $5.09\sim 3.41\text{ min}$,沉淀池直径为 14 m ,表面负荷为 $29.1\sim 38.3\text{ m}^3/\text{h}$ 。PAC投加量为 47 mg/L ,PAM(干粉)投加量为 $0.6\sim 1.2\text{ mg/L}$ 。高效沉淀池设置超越措施,可以超越高效沉淀池直接进入后续单元。

⑧ 精密过滤器

在高密池后设置精密过滤器,确保出水SS稳定达标。精密过滤器选用金属网高速过滤器,共10台(8用2备)。单台精密过滤器滤筒直径为 1.29 m ,滤筒长度为 4.01 m ,出水 $\text{SS}\leq 10\text{ mg/L}$ 。精密过滤器设置超越措施,可以超越精密过滤器直接进入后续消毒池。

⑨ 脱水机房

本工程剩余污泥量为 $7\ 374.4\text{ m}^3/\text{d}$,剩余污泥干质量为 66.1 t/d (剩余污泥 64.01 t/d ,化学污泥 2.09 t/d)。选用离心脱水机,共6台,单台水力负荷为 $80\sim 120\text{ m}^3/\text{h}$,固体负荷 $\geq 1\ 000\text{ kg/h}$,电机功率为 190 kW 。脱水至含水率为 80% 后外运。

5 设计特点

① 生化段采用UCT工艺,强化除磷脱氮

UCT工艺避免了传统AAO工艺因污泥回流造成的厌氧区释磷不完善的弊端,使生物池厌氧释磷、好氧吸磷更加彻底,增加了生物除磷的效率^[3-5],脱氮的效率也因回流比的增加有所提高。实际运行数据显示,在初期水量并未满负荷(70%)的客观条件下,总氮、总磷去除均具有较好的表现。

② 厂平布置的优化

本工程用地范围内有地裂缝斜穿厂区。地裂缝是地表岩、土体在自然或人为因素作用下,产生开裂,并在地面或地下形成一定长度和宽度的裂缝的

一种地质现象。根据本工程地裂缝详勘报告及《西安地裂缝场地勘察与工程设计规程》(DBJ 61—6—2006),本工程地裂缝两侧建(构)筑物退缩范围是:北侧建筑物退缩 14 m ,构筑物退缩 22 m ;南侧建筑物退缩 16 m ,构筑物退缩 35 m 。同时,泔二干渠自南向北斜穿厂区,影响建(构)筑物的平面布置。

结合地裂缝、泔二干渠和周边路网及居住区的情况,对各构筑物池体形状根据用地条件进行优化,对厂区平面、管线进行精细化、集约化布置。其中,粗格栅及提升泵房、细格栅及沉砂池和预处理除臭作为一个处理单元集约布置,布置在厂区东南侧,远离居住区且靠近西三环辅道方便运输。泔二干渠的改线尽量与地裂缝走线结合,减少对厂区建(构)筑物的布置影响。厂区西北侧根据水力流程自西向东结合地形依次布置生化处理和深度处理构筑物,生化池顶全部加盖并做绿化处理。与地裂缝交叉的工艺管线、电缆管线敷设于管沟中,给水、再生水、污泥管线采用塑料管。

本工程虽厂区红线占地面积为 8.88 hm^2 ,但受地裂缝及泔二干渠影响,实际可用面积只有 7.73 hm^2 ,吨水占地指标为 $0.38\text{ m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1})$,达到地下厂占地水平。调整后的厂区总平面见图2。

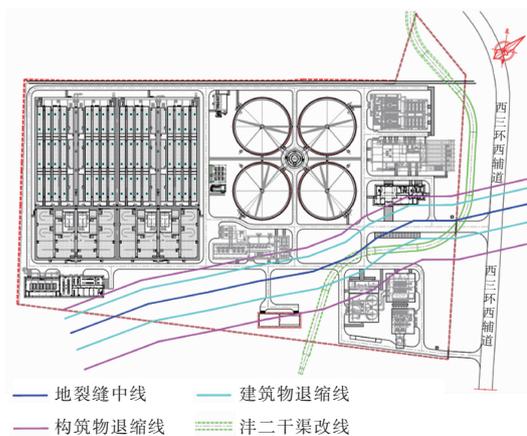


图2 工程总平面布置

Fig.2 General layout of the project

③ 强化除砂设计

针对系统内第二污水处理厂进水中泥砂量较大的特点,强化了本工程的除砂设计。首先在进水泵房内设置沉砂槽,面积占泵池总面积的 20% ,设置提砂泵泵送至砂水分离器。另外引进英国专利技术水力旋流沉砂池,提高砂砾去除精度和去除量,无需曝气,除臭风量降低。实际运行结果表明水力旋流

沉砂池运行效果好,达到了预期要求。

④ 强化除臭、绿化设计

工程北侧及西侧围墙外即为城中村,居住有大量的城市外来务工人员。厂区除臭、绿化设计在达到基本的规范/标准要求的同时,充分考虑污水厂的建设运营对周边居民的影响。本工程生物池整体加盖除臭,同时顶部覆土绿化。预处理、脱水机房均设置除臭收集处理设施。

⑤ 利用高效沉淀池进一步去除 TP、SS

通过工程实践和相关文献^[6],在控制得当情况下,高效沉淀池出水总磷可以稳定在 0.3 mg/L 以下,SS 可以稳定在 10 mg/L 以下。

6 调试运行

自 2018 年 10 月初开始试运行,二个月后活性污泥系统趋于稳定,出水水质达到设计要求。实际进、出水水质见表 2。

表 2 试运行期间进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality during trial operation mg · L⁻¹

日期	进水水质					出水水质				
	COD	SS	氨氮	总氮	总磷	COD	SS	氨氮	总氮	总磷
12月8日	746	520	35.67	36.1	10.00	23	3	0.088	4.02	0.336
12月10日	781	550	42.61	51.6	7.47	20	7	0.327	4.84	0.307
12月11日	439	120	45.67	48.5	6.51	29	6	0.277	5.08	0.356
12月21日	392	160	32.72	46.8	9.70	27	5	0.499	5.31	0.311
12月22日	801	245	36.33	56.3	13.7	30	8	0.372	4.91	0.193
12月23日	758	675	36.89	54.1	14.00	34	5	0.344	4.82	0.297
12月24日	478	310	34.39	44.1	8.23	27	2	0.404	4.66	0.136
12月25日	422	605	39.11	49.6	12.10	22	2	0.366	5.97	0.205

7 结语

西安市鱼化污水厂在工程设计时充分考虑系统实际进水水质,设计采用 UCT 工艺,并在除砂、除臭、强化生物池脱氮除磷等方面进行了改进、优化。实际运行效果稳定、良好,达到了设计要求。

参考文献:

- [1] 吕炳南,陈志强. 污水生物处理新技术[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2005.
Lü Bingnan, Chen Zhiqiang. New Technology of Sewage Biological Treatment[M]. Harbin: Harbin University of Technology Press, 2005 (in Chinese).
- [2] 穆亚东,俞晶,穆瑞林. UCT 工艺在污水处理工程设计中的应用[J]. 给水排水,2007,33(3):30-33.
Mu Yadong, Yu Jing, Mu Ruilin. Application of UCT

process in wastewater treatment design [J]. Water & Wastewater Engineering, 2007, 33 (3): 30 - 33 (in Chinese).

- [3] 郝晓地,李天宇,吴远远,等. A²/O 工艺用于污水处理厂升级改造的适宜性探讨[J]. 中国给水排水,2017,33(21):18-24.
Hao Xiaodi, Li Tianyu, Wu Yuanyuan, et al. Discussion on suitability of A²/O process for upgrading of wastewater treatment plant [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33 (21): 18 - 24 (in Chinese).
- [4] 沈连峰,刘文霞,胡宗泰,等. 马头岗污水处理厂 UCT 工艺的设计与运行[J]. 中国给水排水,2009,25(4):44-48.
Shen Lianfeng, Liu Wenxia, Hu Zongtai, et al. Design and operation of UCT process in Matougang Sewage Treatment Plant [J]. China Water & Wastewater, 2009, 25 (4): 44 - 48 (in Chinese).
- [5] 魏新庆,王秀朵,季民,等. 污水处理厂设计中细节技术的处理措施[J]. 中国给水排水,2008,24(16):51-53.
Wei Xinqing, Wang Xiuduo, Ji Min, et al. Discussion on detailed technical treatment measures in design of wastewater treatment plant [J]. China Water & Wastewater, 2008, 24 (16): 51 - 53 (in Chinese).
- [6] 徐旻辉,赵林辉. 高效沉淀池在污水处理厂深度除磷中的工艺调试研究[J]. 科技创新与应用,2008(29):116-119.
Xu Minhui, Zhao Linhui. Debugging of high efficiency sedimentation tank in deep phosphorus removal of sewage treatment plant [J]. Technology Innovation and Application, 2008 (29): 116 - 119 (in Chinese).



作者简介:冯云刚(1982 -),男,山东泰安人,硕士,高工,主要从事市政污水处理工程设计工作。

E-mail:58858173@qq.com

收稿日期:2019-07-01