

# 正定新区全地下污水处理厂工程设计

刘绪为, 徐 洁, 林 蔓, 李 彤, 张英旭, 张 雷, 于中海  
(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

**摘 要:** 正定新区全地下污水处理厂工程采用了 MBR 工艺, 详细介绍了其工艺设计、平面与竖向设计、结构设计、消防设计、除臭设计、投资及运行成本。该工程用地指标仅为  $0.42 \text{ m}^2/\text{m}^3$ , 出水指标全部稳定达标。其设计经验可供其他类似工程参考。

**关键词:** 全地下污水处理厂; MBR; 工艺设计

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)04-0048-03

## Design of Underground Sewage Treatment Plant in Zhengding New District

LIU Xu-wei, XU Jie, LIN Man, LI Tong, ZHANG Ying-xu, ZHANG Lei,  
YU Zhong-hai

(North China Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

**Abstract:** The MBR process was adopted in the underground sewage treatment plant in Zhengding New District. The process design, horizontal and vertical design, structural design, fire safety design, deodorization design as well as investment and running cost were discussed. The land index of the project was only  $0.42 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . All the effluent indexes could meet the discharge standards. The design experience can provide reference for similar projects.

**Key words:** underground sewage treatment plant; MBR; process design

### 1 项目背景

2009 年, 河北省政府做出了建设正定新区的重大战略决策。新区南依滹沱河, 将使石家庄成为真正的滨水城市, 城市环境将全面改善。拟在新区建设全地下污水处理厂, 该工程于 2015 年底投产。

### 2 设计水质及设计规模、工艺流程

正定新区全地下污水处理厂设计水质见表 1。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
进水	500	220	200	25	40	3.5
出水	50	10	10	5	15	0.5

该污水厂进水主要为生活污水, 出水水质需达到一级 A 排放标准, 并同时满足《城市污水再生利用 景观环境用水水质》(GB/T 18921—2002) 中河

道及湖泊景观水标准, 出水中部分作为河道补水, 剩余部分排入周汉河, 最终汇入滹沱河。

该污水处理厂设计规模为  $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 变化系数为 1.3。其工艺流程如图 1 所示。

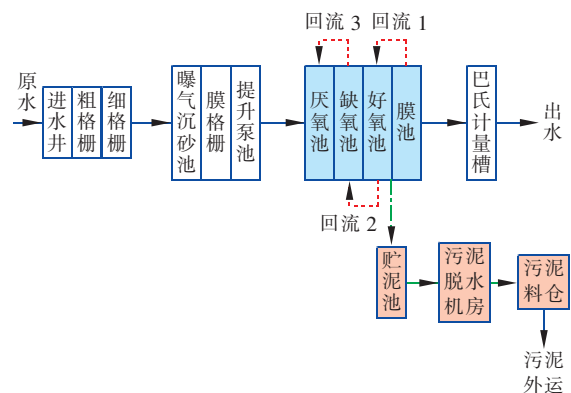


图 1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

### 3 工程设计

#### 3.1 总图布局

整个地下箱体内部有效尺寸为  $101.6\text{ m} \times 153.8\text{ m} \times 12.5\text{ m}$ , 考虑顶板、底板及外墙厚度, 则为  $103.6\text{ m} \times 155.8\text{ m} \times 14\text{ m}$  的地下箱型结构。整体结构分为两层。负一层主要为变配电间、鼓风机房、脱水机房、臭气处理装置、加药设备等生产性隔断及污水池检修平台, 负二层主要为污水处理池及综合管廊。

地下部分处理工段基本分为平行布置的2组, 中间为8 m 的车道。依照入厂车道行进方向, 车道一边依次布置预处理、生物池、膜池、设备间及紫外线消毒渠; 另一边依次布置污泥处理车间、生物池、膜池、变配电间、热泵间。车道下设置综合管廊。巴氏计量槽置于地面上。整个地下箱体实际占地仅  $1.5\text{ hm}^2$ , 是华北地区目前同规模占地最小的全地下污水厂。

#### 3.2 竖向设计

借鉴国际上最先进的一体化设计理念, 全厂采用一体化设计, 使得各主要处理构筑物采用渠道连接成为可能, 水流顺畅不仅降低了管道、阀门投资, 而且有效减少水头损失(仅为2.0 m)。箱体顶板覆土厚度为1.5 m, 负一层检修空间净高为5.4 m, 局部膜池为方便起吊膜组器, 净高为6.4 m。

#### 3.3 工艺设计

##### ① 预处理区域

回转式粗格栅3台,  $B=1\ 000\text{ mm}$ ,  $b=20\text{ mm}$ 。内进流式网板细格栅3台(2用1备),  $B=2\ 000\text{ mm}$ ,  $b=3\text{ mm}$ ; 移动式刮砂桥2台,  $B=2.9\text{ m}$ ; 内进流式网板细格栅4台(3用1备),  $B=2\ 000\text{ mm}$ ,  $b=1\text{ mm}$ ; 提升泵4台(3用1备, 1台变频),  $Q=1\ 360\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=80\text{ kPa}$ ,  $N=55\text{ kW}$ 。事故检修泵2台,  $Q=80\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=150\text{ kPa}$ ,  $N=7.5\text{ kW}$ ; 雨水排涝泵3台,  $Q=700\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=150\text{ kPa}$ ,  $N=45\text{ kW}$ 。

##### ② 生物池

2组, 单组平面尺寸为  $81.5\text{ m} \times 46.8\text{ m}$ ; 配置厌氧区潜水推进器4套, 功率为5.5 kW; 缺氧区潜水推进器12套, 功率为5.5 kW; 内回流泵(缺氧池至厌氧池)5台(4用1备),  $Q=1\ 042\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=10\text{ kPa}$ ,  $N=7.5\text{ kW}$ ; 内回流泵(好氧池至缺氧池)7台(6用1备),  $Q=2\ 083\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=10\text{ kPa}$ ,  $N=10\text{ kW}$ ; 内回流泵(好氧池至缺氧池)7台(6用1备),  $Q=$

$3\ 490\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=10\text{ kPa}$ ,  $N=18.5\text{ kW}$ 。微孔曝气头3 902套,  $\varnothing 300\text{ mm}$ ,  $4\text{ Nm}^3/\text{h}$ 。

##### ③ 膜池

2组, 单组尺寸为  $46.8\text{ m} \times 27.3\text{ m}$ 。膜组器140套,  $Q=715\text{ m}^3/\text{d}$ 。产水泵22台(20用2备),  $Q=334\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=200\text{ kPa}$ ,  $N=30\text{ kW}$ 。CIP清洗泵4台(2用2备),  $Q=200\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=120\text{ kPa}$ ,  $N=11\text{ kW}$ ; 剩余污泥泵4台(2用2备),  $Q=80\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=150\text{ kPa}$ ,  $N=7.5\text{ kW}$ 。

##### ④ 加药系统

PAC、NaClO、柠檬酸、氢氧化钠、亚硫酸氢钠加药系统各一套。PAC用于化学除磷。其他加药系统用于膜清洗。

##### ⑤ 紫外线消毒区域

平面尺寸为  $15.6\text{ m} \times 7.5\text{ m}$ ; 管式紫外线成套设备6套,  $Q=21\ 667\text{ m}^3/\text{d}$ , 40支,  $N=15.5\text{ kW}$ 。

##### ⑥ 鼓风机房

平面尺寸为  $31.2\text{ m} \times 12.8\text{ m}$ 。曝气多级离心鼓风机3台(2用1备),  $Q=159\text{ Nm}^3/\text{min}$ ,  $P=70\text{ kPa}$ ,  $N=250\text{ kW}$ ; 膜吹扫多级离心鼓风机4台(3用1备),  $Q=233\text{ Nm}^3/\text{min}$ ,  $P=42\text{ kPa}$ ,  $N=220\text{ kW}$ 。

##### ⑦ 污泥处理区域

平面尺寸为  $46.8\text{ m} \times 24\text{ m}$ ; 进泥泵3台,  $Q=14\sim 70\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=200\text{ kPa}$ ,  $N=15\text{ kW}$ ; 污泥切割机3台,  $Q=50\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $N=4.0\text{ kW}$ ; 卧螺离心脱水机3台,  $Q=50\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $N=90\text{ kW}$ ; 干泥料仓(含液压站)2套,  $V=50\text{ m}^3$ ,  $N=7.5\text{ kW}$ ; 干污泥螺杆泵3台,  $Q=2.5\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=1\text{ MPa}$ ,  $N=11\text{ kW}$ 。

#### 3.4 结构设计

地下箱体外墙及池壁采用混凝土自防水体系, 箱体为超长结构, 负二层为大容积污水处理池, 为防止因变形缝中止水带的材质及耐久性问题引起的污水渗漏及外泄, 箱体采用补偿收缩混凝土, 并通过设置后浇带、控制混凝土的水灰比、控制胶凝材料的用量实现无缝设计, 提高结构的整体性。后浇带间距约35 m, 带宽为1 000 mm, 箱体混凝土抗渗等级达到P8, 储水构筑物裂缝宽度均按0.20 mm设计。

箱体外墙为现浇钢筋混凝土挡土墙结构, 侧向以负一层、负二层楼板为支撑。内部负一层为现浇钢筋混凝土梁柱体系。外侧挡土墙墙体厚度为600/1 000 mm变截面, 框架柱截面为600 mm  $\times$  600 mm(综合楼下部箱体柱截面为700 mm  $\times$  700 mm), 内

部受力池壁壁厚一般为 500 mm,导流墙壁厚为 300 mm。顶板、楼板及底板分别采用不同的结构体系。为减小基坑开挖深度,箱体底板采用钢筋混凝土板柱结构,底板厚为 1 200 mm;为进一步降低结构总高度,顶板采用井字梁结构体系,主梁截面为 500 mm×900 mm,次梁截面为 300 mm×700 mm;负一层楼板采用主次梁结构体系,主梁截面为 300 mm×800 mm,次梁截面为 300 mm×700 mm。

### 3.5 除臭及通风设计

臭气的主要来源为预处理区、生物处理区及污泥处理区。污泥处理区主要为污泥缓冲池、污泥脱水机房和污泥料仓。该工程共分为三个除臭子系统,系统 1 为预处理区和污泥处理区,系统 2 和系统 3 均为生物处理区。每个系统进行局部臭气收集,并各自设置独立的生物除臭装置。系统 1 配置 1 套生物除臭装置,置于污泥处理区,设计除臭风量规模为 26 000 m<sup>3</sup>/h。系统 2 和 3 配置 4 套生物除臭装置,每套除臭风量规模为 20 000 m<sup>3</sup>/h,共 80 000 m<sup>3</sup>/h。同时,在各个加压送风管道设置了 7 套离子除臭装置。

本工程采用局部排风和全面通、排风相结合的送排风方式。对地下一层敞开车间及通过吊装孔、楼梯间与地下一层相通的地下二层的送风采用自然补风系统,对地下一层的电控间、控制室、配电室等的送风采用机械送风系统;排风采用机械排风系统。工程设平时通风及火灾排烟系统。平时排风及火灾排烟合设一套系统,平时送风及火灾补风合用一套系统。

### 3.6 防火设计

防火分区是地下水厂设计的难点和重点。经过与消防部门的多次沟通,地下箱体共设 8 个防火分区,每个防火分区面积约 1 513~3 641 m<sup>2</sup>,设有 9 部 1 250 mm 宽直通地面的防烟楼梯间,防烟楼梯间直通地上室外出口。地下箱体给水消防采用室内消火栓,采用消火栓和灭火器结合的方式,消防水量按 15 L/s 考虑。电控间采用气体灭火系统,采用 S 型落地式气溶胶灭火系统。

## 4 工程投资及运行成本

整个工程概算总投资为 43 172.33 万元,经营成本为 0.661 元/m<sup>3</sup>,总成本为 1.23 元/m<sup>3</sup>。

## 5 运行效果

目前正定新区全地下污水处理厂已经运行半

年,实际水量为  $(6 \sim 7) \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d,已经达到了设计水量的 70%。出水水质优于设计标准,具体进、出水指标平均值见表 2。

表 2 实际运行进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality

mg · L<sup>-1</sup>

项目	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
进水	187	120	180	40	50	6.2
出水	18	6	6	0.92	14.5	0.45

## 6 结论

全地下污水处理厂具有用地集约的优点,其工艺、消防、结构、通风设计具有一定特殊性。正定新区污水处理厂采用 MBR 工艺,用地指标仅为 0.42 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>,其设计经验可为国内其他类似项目提供借鉴。

### 参考文献:

- [1] 胡龙. 半地下全覆盖式 MBR 工艺再生水厂工程设计[J]. 中国给水排水,2012,28(20):83-86,89.
- [2] 李捷,隋军,马振强,等. 昆明市第九、十污水处理厂的设计要点[J]. 中国给水排水,2013,29(6):58-60.
- [3] 施卫娟,李培培. 金港地下污水处理厂工程建设及设计特点[J]. 中国给水排水,2013,29(18):81-83.
- [4] 邱维. 广州京溪地下污水处理厂设计经验总结[J]. 中国给水排水,2011,27(24):47-49.
- [5] 曹卫峰,王海波,赵鹏,等. 全地下污水厂特色结构布置及经济性分析[J]. 中国给水排水,2012,28(10):63-65,69.



作者简介:刘绪为(1984- ),男,天津人,硕士,给排水工程师,主要从事水处理研究和设计工作。

E-mail:liuxuwei06@cemi.com.cn

收稿日期:2016-07-22