

# 蒙古国乌兰巴托中水处理厂工程设计

王家华, 朱霞雁, 周传庭

(上海市城市建设设计研究院, 上海 200125)

摘要: 介绍了蒙古国乌兰巴托中水处理厂工程。根据污水厂尾水水质和达标、回用不同用途的水质要求确定了中水处理工艺。着重介绍了处理工艺、工艺参数和工艺特点。

关键词: 中水处理; 工程设计; 水质; 处理工艺; 曝气生物滤池

中图分类号: TU991.931.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-4655 (2008) S1-0039-02

## 1 工程概况

蒙古国乌兰巴托中水处理厂位于乌兰巴托市中心以西 15 km 的 Songinokhairkhan 区。工程主要是利用乌兰巴托中央污水处理厂的尾水资源, 经处理后用于乌兰巴托热电厂的工业循环冷却用水, 剩余水量作为农业灌溉用水。这样原热电厂工业用水的地下水作为城市供水水源。

乌兰巴托位于蒙古高原中部, 肯特山南端, 鄂尔浑河支流图拉河畔, 海拔 1 351 m。这里地处内陆, 属典型的大陆性气候, 年平均降雨量仅 240 mm。乌兰巴托主要水源来自图拉河。图拉河是季节性河流, 其 60% 以上的河水来自雨水和雪水。近年来, 随着人们对河水的大量利用, 特别是逐年增长的乌兰巴托人口, 使得图拉河水量逐年减少。据专家测算, 到 2010 年, 图拉河将无法再满足城市用水量需要。如果热电厂采用污水厂尾水处理后的中水作为工业用水, 节省下来的地下水对水源的增加, 可以使图拉河满足城市用水量需要延至 2015 年。

另外, 对于蒙古一个这样长期处于严寒气候的国家来说, 在缺乏灌溉用水的情况下, 污水厂尾水处理后的中水经回用后的剩余水作为灌溉用水, 可满足 10 000 hm<sup>2</sup> 区域内的农业灌溉用水量需要。

## 2 工程设计

### 2.1 设计水量

中水处理站规模为 20 万 m<sup>3</sup>/d, 其中灌溉用水的中水达标处理规模为 12 万 m<sup>3</sup>/d, 热电厂工业用水的中水回用处理规模为 8 万 m<sup>3</sup>/d。

### 2.2 设计水质

1) 进水水质。乌兰巴托中央污水厂建于 1964 年, 采用传统活性污泥法处理工艺。由于该厂处理效率较

低, 尾水含污染物浓度较高, 主要水质指标见表 1。

表1 乌兰巴托中央污水处理厂尾水主要水质指标 mg/L

项目	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>4</sub> -N	TN/TP	pH
尾水水质	155	90	68	26	40/1.5	6.55~7.62

2) 达标排放水质目标。中水处理厂作为灌溉用水的达标排放水质参照 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级标准 (B)。达标排放水主要水质指标见表 2。

表2 达标排放水主要水质指标表 mg/L

项目	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>4</sub> -N	TN/TP	pH
出水水质	60	20	20	8 (15)	20/1	6~9

3) 热电厂工业用水水质目标。中水处理厂作为热电厂循环冷却用水的回用水水质参照 HG/T 3923—2007《循环冷却水用再生水水质标准》, 其中 SS 10mg/L、浊度 5 NTU。则热电厂工业用水主要水质指标见表 3。

表3 热电厂工业用水主要水质指标表 mg/L

项目	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS/浊度	NH <sub>4</sub> -N	TN/TP	pH
出水水质	60	5	10/5NTU	8 (15)	20/1	6~9

## 2.3 处理工艺

由于乌兰巴托中央污水厂处理效率较低, 中水处理厂来水污染物浓度较高, 因此本中水处理厂类似于一个进水污染物浓度较低的污水处理厂。本中水处理厂工艺设计原则是将进水先处理达标, 再对需回用 (至热电厂) 部分的水作进一步回用处理。

1) 达标处理。根据对进出水水质分析, 达标处理主要去除 COD、BOD、NH<sub>4</sub>-N、SS、TN 和 TP。

2) 回用处理。对达标水作进一步处理, 达到回用水水质要求, 并对达标水和回用水水质进行分析。回用处理主要是在达标处理的基础上进一步去除 BOD 和 SS。中水处理流程见图 1。

收稿日期: 2008-09-18

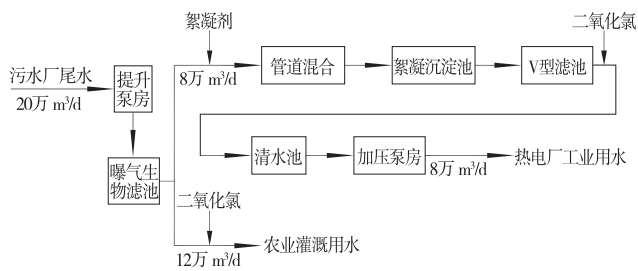


图1 中水处理工艺流程

## 2.4 主要处理构筑物设计参数

1)提升泵房。提升泵房1座,设计水量20万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。采用潜水离心泵4套(3用1备),潜水泵 $Q=764\text{ L/s}$ ,  $H=16\text{ m}$ , 配用功率160 kW。

2)曝气生物滤池。曝气生物滤池1座,设计水量20万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。曝气生物滤池分为一级生物滤池(反硝化池)和二级生物滤池(硝化池)。

第一级生物滤池共分12格,单格滤池面积为125 $\text{m}^2$ 。系统内循环回流率100%、 $\text{BOD}_5$ 容积负荷为1.1 $\text{kg BOD}_5/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。第二级生物滤池共分16格,单格滤池面积为125 $\text{m}^2$ 。硝化容积负荷( $\text{NH}_3\text{-N}$ )为0.56 $\text{kg NH}_3\text{-N}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。

曝气生物滤池内设回流泵3套(2用1备),回流泵 $Q=4\ 200\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=10\text{ m}$ , 配用功率185 kW。设反冲洗鼓风机3套(2用1备),鼓风机 $Q=3\ 500\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=90\text{ kPa}$ , 配用功率132 kW。设曝气鼓风机16套,鼓风机 $Q=1\ 000\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=80\text{ kPa}$ , 配用功率45 kW。

3)折板絮凝平流沉淀池。折板絮凝平流沉淀池2座,设计水量4万 $\text{m}^3/\text{d}$ ,停留时间15.62 min,总水头损失0.31 m,总GT值53 139。沉淀池有效水深3.2 m,水平流速11.7 mm/s,停留时间2 h。

4)V型滤池。V型滤池1座,设计水量8万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。滤池共分8格,单格滤池面积为74 $\text{m}^2$ ,滤速7 m/h。反冲洗强度:气冲15 $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ ,气水同时冲时水3 $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ ,单水冲时水强6 $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ ,表扫7 m/h。

滤池反冲洗泵房设反冲洗泵3套(2用1备),反冲洗泵 $Q=832\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=12\text{ m}$ ,轴功率45 kW。设反冲洗鼓风机2套(1用1备),鼓风机 $Q=70\text{ m}^3/\text{min}$ ,  $H=60\text{ kPa}$ ,轴功率132 kW。

5)清水池。清水池2座,每座有效容量800 $\text{m}^3$ 。清水池起水量调节和消毒接触作用。

6)出水泵房。出水泵房1座,设计水量8万 $\text{m}^3/\text{d}$ ,时变化系数1.2。采用潜水离心泵3套(2用1备),潜水泵 $Q=463\text{ L/s}$ ,  $H=24\text{ m}$ ,配用功率140 kW。

## 2.5 总平面布置

本工程总平面布置分区集中,界限分明。对厂内人员有一定环境影响的加药加氯间离曝气生物滤池、清水池较近,远离管理用房。管理用房位于厂区最(东)南侧,在厂区主通道边。总变配电间设置在最大用电构筑物——曝气生物滤池附近。

## 3 工艺特点

利用曝气生物滤池截留功能去除SS,用曝气生物滤池碳化功能去除COD和BOD,用曝气生物滤池硝化和反硝化功能去除 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和TN。

曝气生物滤池采用二段推流式处理流程,将反硝化段放置在系统的前面,通过内循环系统向前置反硝化池回流硝化液。

第一级生物滤池是升流式缺氧生物脱氮反应器,原水经预处理后通过进水管进入反应池的底部。生物挂膜介质采用20~40 mm球型度好、质地坚硬、酸溶度低的天然鹅卵石。脱氮微生物是一种兼性异养菌,微生物生长在卵石介质的表面,利用原水中的BOD作为食物,并利用好氧生物反应器回流中的硝酸根 $\text{NO}_x$ 中的化合氧,将 $\text{NO}_x$ 还原成氮气排出,达到脱氮的目的,同时去除BOD及COD等有机污染物,其脱氮效率可达到60%以上。

第二级生物滤池是固定生物膜好氧生物反应系统的高效硝化技术。它是一种浸没式填充层反应器,采用好氧生物反应处理技术去除污水中的BOD及悬浮物。当第二级生物硝化与第一级生物反硝化系统结合使用时能到达极好的生物营养物去除效果,能满足非常严格的排放标准。第二级生物滤池主要是固定生物膜工艺,微生物附着在介质的表面。介质颗粒间的空隙同时又提供悬浮生物生长空间,从而能达到极高的微生物浓度。因此污水的有效处理时间大大缩短,可延长固体物在系统内的停留时间。第二级生物滤池工艺的介质浸没在水中,使处理效率最大化,并且能得到更好的工艺控制。介质的选择至关重要,既要为微生物生长提供最大的表面积和空隙率,同时还要保证极好地去除悬浮物。介质的选择根据有效粒径(高比表面积)、均匀系数、形状、硬度、密度来确定。空气由池底部经过介质缓慢向上供应以提高氧的转换效率。进水中的悬浮物及剩余的生物体通过反冲洗由反冲洗系统排出池体。反冲洗空气和水由池底供应,用以控制反应池内固体物的负荷。

design

# **On Design of Ulan Bator Recycled Water Treatment Works in Mongolia**

**WANG Jia-hua, ZHU Xia-yan, ZHOU Chuan-ting**  
(Shanghai Urban Construction Design and Research Institute, Shanghai 200125, China)

**Abstract:** Introduced hereby is the project of Ulan Bator Recycled Water Treatment Works in Mongolia. Based on the quality of tail water from the sewage treatment works and different criteria and requirements of water quality for different purposes, the process for treatment of the recycled water is determined, with emphasis laid on the process of the treatment, and the parameters and characteristics thereof.

**Key words:** recycled water treatment;  
engineering design;  
water quality; treatment process;  
aerated bio-filter tank

# **Studies on 3D Computer Modeling for Horizontal Flow Sediment Tank in the Sewage Treatment Works**

**XU Lian-jun, LI Jian-quan, LIU Xin-hua,**  
**DING Ji-yu**

(Shanghai Urban Construction Design and Research Institute, Shanghai 200125, China)

**Abstract:** To optimize the design of the horizontal flow sediment tank in No.2 Zhuyuan Sewage Treatment Works, the latest technique of numerical simulation is adopted to establish a 3D model for the design, and based on the process condition of the sediment tank, the typical operation condition is simulated, and, to ensure reliability of the results from simulation, they are verified with the data obtained from the site of a tank structured similar to the original design. With the results from simulation of different operation conditions, the original design is appraised of the 3D flow field and distribution of granular field in the sediment tank, including the outlet SS and curves for variation in sludge concentration, and the hydraulic status of the tank is predicted as the base for further optimization.

**Key words:** sewage treatment works;  
computational fluid dynamics;  
horizontal flow sediment tank;  
numerical simulation;  
3D flow field; appraisal

# **Process Design and Energy Saving of A Secondary Lift Pumping Station for Urban Water Supply**

**DAI Dong-chao, JIANG Jiu-lu**  
(Shanghai Urban Construction Design and Research Institute, Shanghai 200125, China)

**Abstract:** Introduced here are 3 ways commonly seen to booster the secondary lift pumping station. With examples of specific engineering design, the selection and installation of the booster pumps with the reservoir are illustrated, including the process pipeline layout and ways of disinfection. It is also pointed out that attention must be paid to protection against the water hammer and measures for energy saving during the design of the lift pumping station.

**Key words:** lift pumping station;  
pipeline booster pump;  
reservoir booster pump;  
protection against water hammer;  
energy saving

# **The Prospect of Membrane Separation Technique Applied to Treatment for Supplied Water and Recycled Water**

**WANG Jia-hua**  
(Shanghai Urban Construction Design and Research Institute, Shanghai 200125, China)

**Abstract:** Introduced hereby is the basic mechanism development and application of the membrane separation technique, with the analysis of features of the microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration membrane and reverse osmosis membranes, and their application to treatment for supplied water and recycled water. Finally, some examples are given of the membrane water treatment works and its development.

**Key words:** water supply;  
membrane separation;  
recycled water treatment;