

大型港区精加工场地总体初期雨水收集及处理工艺设计

沈曦鹤*

上海中交水运设计研究有限公司 上海 200092

摘要:我国是一个干旱缺水严重的国家,淡水资源总量为28000亿立方米,占全球水资源的6%,仅次于巴西、俄罗斯和加拿大,名列世界第四位。但是,我国的人均水资源量只有2300立方米,仅为世界平均水平的1/4,是全球人均水资源最贫乏的国家之一。初期雨水,顾名思义就是降雨初期时的雨水。一般是指地面10-15mm厚已形成地表径流的降水。由于降雨初期,雨水溶解了空气中的大量酸性气体、汽车尾气、工厂废气等污染性气体,降落地面后,又由于冲刷屋面、沥青混凝土道路等,使得前期雨水中含有大量的污染物质,前期雨水的污染程度较高,甚至超出普通城市污水的污染程度。初期雨水收集可以减少进入后续天然水体的污染物负荷,包括COD、氨氮、总氮、悬浮物等等,同时能够维系天然水体的水质。

关键词:初期雨水;港区;水处理

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0401-28>

引言

本文以上海某大型港区精加工场地总体初期雨水收集建设为契机,探讨初期雨水收集工艺设计相关技术,供同类工程参考。

1 工程概况

上海某大型港区为重型装备制造生产基地,总占地约304万 m^2 ,其中精加工场地区域初期雨水需收集。初期雨水收集共7块区域,分布于港区各个地块:1#地块3.69 hm^2 、2#地块汇水面积8.34 hm^2 、3#地块汇水面积5.60 hm^2 、4#地块汇水面积8.9 hm^2 、5#地块汇水面积0.75 hm^2 、6#地块汇水面积5.0 hm^2 、7#地块汇水面积5.0 hm^2 。

在加工场地周围建设明沟,将场地前15分钟的初期雨水汇入初期雨水调蓄池中,待雨后将初期雨水泵入处理系统进行处理。处理后的雨水排放至内河(属非敏感水域),排放水质需满足上海市地方标准《污水综合排放标准》(DB31/199-2018)中第二类污染物的二级标准。

2 主要工艺方案

2.1 主要设计参数

2.1.1 重现期

本工程所在区域属于超大城市的非中心城区,雨水系统设计重现期取 $P=2$ 年^[1]。

2.1.2 径流系数

地面为混凝土或沥青路面时,径流系数 Ψ 取0.85~0.95。本工程设计范围内主要为混凝土或沥青路面,因此取综合径流系数 $\Psi=0.90$ ^[1]。

2.1.3 暴雨强度计算公式

根据上海市的暴雨强度公式:

$$q = \frac{1600 (1 + 0.846 \lg P)}{(t + 7)^{0.656}}$$

式中: q —设计暴雨强度(L/(s \cdot hm 2)); P —重现期(a); t —降雨历时(min)。根据暴雨强度公式,重现

*通讯作者:沈曦鹤,1989.07.21,汉,男,江苏启东,上海中交水运设计研究有限公司,公用室副主任,中级工程师,本科,研究方向:给水排水。

期 $P=2$ 年, 降雨历时 $t=15\text{min}$ 时, $q=264\text{L}/(\text{s}\cdot\text{hm}^2)$ 。

2.1.4 初期雨水量及初期雨水蓄水池有效容积

$$Q = \Psi \times q \times F$$

式中: Q — 雨水设计流量 (L/s); q — 设计暴雨强度; Ψ — 径流系数; F — 汇水面积 (ha)。1#地块汇水面积 3.69hm^2 , 雨水设计流量 $Q_1=877\text{L}/\text{s}$; 有效容积 $V=790\text{m}^3$; 2#地块汇水面积 8.34hm^2 , 雨水设计流量 $Q_2=1982\text{L}/\text{s}$; 有效容积 $V=1784\text{m}^3$; 3#地块汇水面积 5.60hm^2 , 雨水设计流量 $Q_3=1330\text{L}/\text{s}$; 有效容积 $V=1197\text{m}^3$; 4#地块汇水面积 8.90hm^2 , 雨水设计流量 $Q_4=2115\text{L}/\text{s}$; 有效容积 $V=1904\text{m}^3$; 5#地块汇水面积 0.75hm^2 , 雨水设计流量 $Q_5=179\text{L}/\text{s}$; 有效容积 $V=161\text{m}^3$; 6#地块汇水面积 5.00hm^2 , 雨水设计流量 $Q_6=1188\text{L}/\text{s}$; 有效容积 $V=1069\text{m}^3$; 7#地块汇水面积 5.00hm^2 , 雨水设计流量 $Q_7=1188\text{L}/\text{s}$; 有效容积 $V=1069\text{m}^3$ 。

初期雨水收集池的有效容积按收集场地内前15分钟的雨水量设计。1#初期雨水收集池 $V_1=15 \times 60 \times 3 = 15 \times 60 \times 877 / 1000 = 790\text{m}^3$; 2#初期雨水收集池 $V_2=15 \times 60 \times 2 = 15 \times 60 \times 1982 / 1000 = 1784\text{m}^3$; 3#初期雨水收集池 $V_3=15 \times 60 \times 1 = 15 \times 60 \times 1330 / 1000 = 1197\text{m}^3$; 4#初期雨水收集池 $V_4=15 \times 60 \times 4 = 15 \times 60 \times 2115 / 1000 = 1904\text{m}^3$; 5#初期雨水收集池 $V_5=15 \times 60 \times 5 = 15 \times 60 \times 179 / 1000 = 161\text{m}^3$; 6#初期雨水收集池 $V_6=15 \times 60 \times 6 = 15 \times 60 \times 1188 / 1000 = 1069\text{m}^3$; 7#初期雨水收集池 $V_7=15 \times 60 \times 7 = 15 \times 60 \times 1188 / 1000 = 1069\text{m}^3$ 。

2.2 初期雨水收集工艺

2.2.1 工艺一: 闸门切换

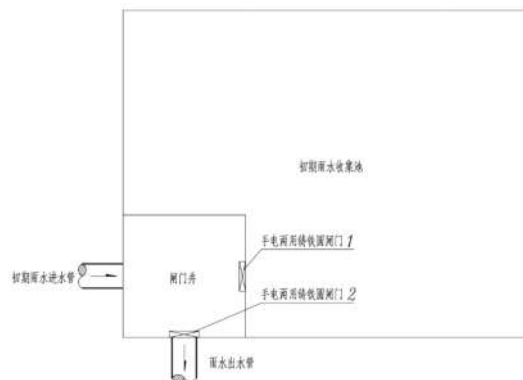


图1 工艺一平面布置图

工艺一利用闸门的切换结合液位控制, 实现初期雨水的有效收集。平常天晴时, 保持闸门1常开, 闸门2关闭。等到下雨初期, 闸门1常开, 闸门2关闭, 初期雨水开始流入收集池, 待初期雨水收集池到达指定水位(有效容积)后, 闸门1关闭, 闸门2打开, 后续洁净雨水经闸门2直接排入港区雨水总管。闸门2打开24小时后返回最初的工况, 以便收集下一场的初期雨水。

2.2.2 工艺二: 溢流

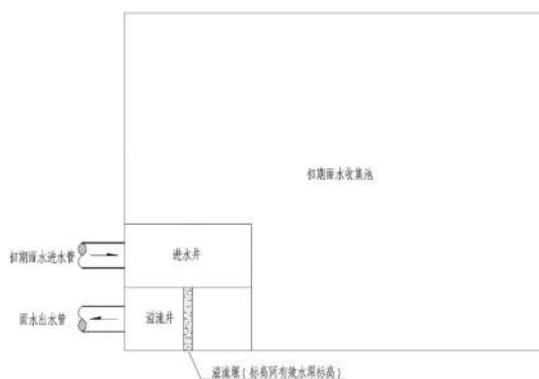


图2 工艺二平面布置图

工艺二通过溢流措施实现初期雨水的有效收集。下雨初期，雨水通过进水井进入初期雨水收集池，水池有效容积为设计一次初期雨水量；待初期雨水收集池到达指定水位（有效容积）后，后期雨水通过溢流井溢流至港区雨水总管。

2.3 初期雨水处理工艺

2.3.1 设计出水水质

本项目主要收集精加工场地区域初期雨水，主要污染物为有机物及油脂类污染物，设计处理水量1750m³/d，拟采用隔油沉淀池+一体化污水处理设备处理模式。新建一体化污水处理站点，集中处理初期雨水，达到标准后进行排放，包括站点范围内的设备采购、安装和调试。

排放要求：出水执行上海市地方标准《污水综合排放标准》（DB31/199-2018）中二级排放标准。主要出水指标如下表^[4]。

表1 出水水质表[单位：mg/L（pH除外）]

| 主要指标 | SS | COD | NH ₃ -N | TN | TP | pH | 石油类 |
|------|----|-----|--------------------|--------|-----|-----|-----|
| 数值 | 30 | 60 | 5（8） | 10（15） | 0.5 | 6~9 | 3 |

注：括号外数值为水温 > 12℃ 时的控制指标，括号内数值为水温 ≤ 12℃ 时的控制指标。

2.3.2 设计处理工艺

一体化污水处理设备采用生物接触氧化工艺，采用固定床平板填料，为各种优势菌种的生长繁殖创造了良好的环境条件和水力条件，该工艺结合活性污泥法及生物膜法的优势，以生物反应动力学原理及合理的水力条件为基础，集污水处理、泥水分离及过滤于一体，过滤后出水进入紫外消毒器进行消毒处理，确保系统出水水质可稳定达到设计出水要求。装置采用模块化生产，配备先进的智能控制系统，具有安装周期短、调试达标时间短、投资和运行费用少、处理效率高、无二次污染等特点，且可实现真正的无人值守和快速检修。

装置流程示意图如下图3。

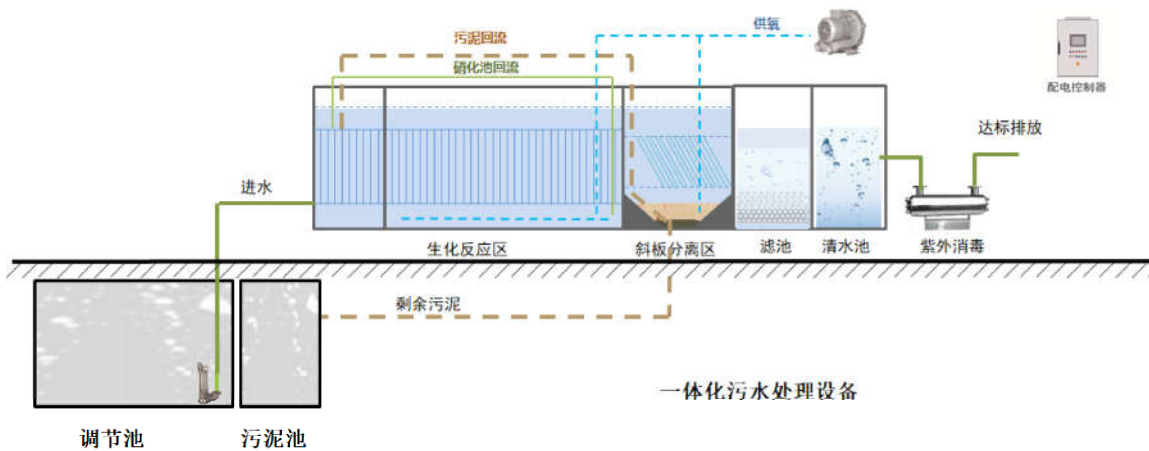


图3 一体化污水处理设备流程图

2.3.3 一体化污水处理设备内部工艺流程

（1）经过预处理并均化后的污水，用污水泵提升至生化处理段，依次通过生化反应区、斜板分离区处理，为进一步保证出水效果，生化出水经过砂滤池，去除SS，出水再经过紫外消毒器，最终达标排放。（2）一体化污水处理设备好氧区内置固定床平板填料，填料采用亲水性高分子聚合材料。固定床平板填料比表面积不低于800m²/m³；单位面积质量不小于300g/m²；平板填料应具有良好的透水和亲水性能，垂直渗透系数不小于0.5cm/s；平板填料应具有良好的力学性能，抗拉强度（纵向、横向双向）不小于 6.0kN/m，拉伸伸长率（纵向、横向双向）不低于20%。（3）硝化液及污泥通过气提回流。（4）剩余污泥自流至污泥池。

3 结论

从大型港区实际情况来看，7块收集区域分散于总占地约304m²的港区内，收集后的初期雨水通过压力输送至集中

的污水处理设施，处理达标后排放。若采用工艺一，需要7个水池的液位与处理设施一联动，大面积敷设控制线成本太高，采用无线控制又受制于当地5G网络覆盖及信号稳定性；精加工场地作业车辆频繁，设备堆放量大，工艺一的闸门控制地面操作启闭机等需突出地面，对于生产影响较大。另外，对于涉及方案的造价及后续运行维护费用等综合比选，采用经济可行的初期雨水收集方案，工艺二的溢流工艺适合大型港区精加工场地总体初期雨水收集。而设置一体化的污水处理设备，处理效率高，抗冲击负荷能力强，既能高效的将初期雨水处理达标，又能实现智能控制、无人值守、快速检修，满足社会效益及经济效益。

参考文献：

- [1]水运工程环境保护设计规范(JTS 149-2018)[S].北京:人民交通出版社,2017.
- [2]海港总体设计规范(JTS 165-2013)[S].北京:人民交通出版社,2014.
- [3]室外排水设计规范(2016年版) (GB 50014-2006)[S].北京:中国计划出版社,2016.
- [4]污水综合排放标准(DB31/199-2018)[S].