

工程实例

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.18.017

## 化工园区污水收集系统升级改造

唐敏, 涂勇, 白永刚, 张龙

(江苏省环科院环境科技有限责任公司, 江苏 南京 210036)

**摘要:** 淮安市某化工园区为了提升自身管理水平,满足日益严格的环保要求,对园区污水收集系统实施了升级改造。将原工业废水和生活污水重力合流输送的方式改造为“分质收集+集中监控+限时排放”的模式,实现了园区污水收集系统的智能管控。运行结果表明,改造后的污水收集系统提高了园区污水处理厂的污水收集量和出水达标率,降低了污水处理工艺的受冲击风险。

**关键词:** 污水收集系统; 分质收集; 集中监控; 智能管控

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)18-0090-05

## Upgrading of Wastewater Collection Systems in a Chemical Industry Park

TANG Min, TU Yong, BAI Yong-gang, ZHANG Long

(Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science Co. Ltd., Nanjing 210036, China)

**Abstract:** To improve the management level and meet the increasingly stringent requirements of environmental protection policies, the wastewater collection system of a chemical industrial park in Huai'an has been upgraded. The original combined sewerage system of industrial and domestic wastewater via gravity flow was updated to a new intelligent model of separated collection, centralized monitoring and controlled discharging. The operation results showed that the wastewater collection rate and effluent compliance rate were greatly increased, and moreover the risk of shock loading to the following wastewater treatment processes could be reduced.

**Key words:** wastewater collection system; separated collection; centralized monitoring; intelligent control

化工园区产生的污水成分复杂,除了园区管理部分日常生活污水外,大部分来自园区内化工企业排放的化工废水,此部分废水经过了企业污水处理站的一级预处理,达到园区接管排放标准后再排入管网中,主要含有难降解有机化合物、氮杂环及含氮芳烃等有机化合物,这些物质除了具有化学结构稳定、难以生化降解的特点外,还有很强的生物毒性,能抑制生化进程,增大废水处理难度,直接影响园区污水处理厂排放达标的稳定性。因此,化工园区污水收集能否得到有效管控成为化工园区污水处理厂提质增效有效实施并达到排放标准的基础<sup>[1]</sup>。一直以来,针对工业废水处理厂的提标改造一直将重

点放在污水处理厂内部工艺的提升上<sup>[2-3]</sup>,并未对来水,尤其是工业接管废水的管控提出全面性、针对性措施。化工园区污水处理厂内部处理工艺的处理效能均有一定限度,即使有一定比例的低污染生活污水混合,一旦化工废水波动较大,冲击负荷进入污水处理厂,尤其是发生难降解工业废水事故性排放等情况,接管的园区污水处理厂只能被动承受,直接导致出水不达标、生化系统崩溃、园区污水处理厂完全停摆的事故。

### 1 工程概况

淮安市某化工园区污水处理厂污水处理规模为 $1.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。由化工企业产生的废水约 8 600

$\text{m}^3/\text{d}$ ,主要由工艺生产废水、地面冲洗废水、设备冲洗废水、初期雨水、生活污水等部分组成;园区内消防部门、园区管委会等产生的市政生活污水为  $200 \text{ m}^3/\text{d}$ 。由于该化工园区建设年限较早,污水收集系统采用传统的重力地下管网,运行多年后出现了污水收集率低、雨污混流、企业偷排漏排的现象;另一方面,由于缺乏有效的源头控制措施,使得园区污水处理厂处理设施运行不稳定,生化系统崩溃、出水水质不达标现象时有发生,因此,决定对该园区污水收集系统进行升级改造。

### 1.1 设计进水水质及检测方法

污水收集系统进水水质(接管标准)按照《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)、《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962—2015)规定的限值,见表1。水质在线监测系统的检测方法按照《水质 化学需氧量的测定 重铬酸钾法》(HJ 828—2017)、《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 535—2009)、《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》(GB/T 11893—1989)和《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》(HJ 636—2012)执行。

表 1 设计进水水质

Tab. 1 Design influent quality

项 目	pH 值	TDS/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	COD/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	氨氮/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	总磷/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	总氮/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
设计进水	6~9	5 000	500	35	3	50

### 1.2 原有收集系统存在的问题

① 化工企业 A、B、C、D 排放的废水和园区其他部门排放的市政污水均通过地下管网重力输送至园区污水处理厂,此系统建设年限较早,由于部分路段污水管网标高和沉降的原因,造成管网排水不畅、雨污混排。

② 原有污水收集系统工业废水收集率较低,部分企业绕开园区监管部门管理范围,向园区内河道偷排污水,造成园区周边水环境恶化严重,影响下游的饮用水源地水质安全。

③ 污水收集系统采用传统的分散监控模式,即园区企业自身在企业排口安装水质在线监控系统,环保部门随机进行抽查。此种监控模式一方面无法实时精准管控企业排水的情况,另一方面也无法管理每家企业水质在线监控系统的准确度。

④ 对抗冲击能力的缺失,没有及时响应的应

急处置方法,缺少中间缓冲池,一旦高浓度废水进入园区污水处理厂,极易造成生化处理系统瘫痪,出水不达标现象。

## 2 改造方案

### 2.1 设计思路

针对原有污水收集系统存在的问题,从满足环保政策要求<sup>[4-5]</sup>、污水收集方式<sup>[6-7]</sup>、水质监管体系 3 大方面进行升级改造。改造后的污水收集系统采用“分质收集+集中监控+限时排放”的模式。

#### ① 环保政策

目前水环境保护形势日趋严峻,越来越多的省份对污水收集和排放都采用了较为严格的标准。例如江苏省发布的《关于江苏省化工园区(集中区)环境治理工程的实施意见》(苏政办发[2019]15号),其中明确规定化工园区全部建设“一企一管”、明管输送系统(含“一企一管”、“一企一管”加片区监控池、“一企一管”后总管输送、园区内输送采用专用管道等方式),同时设置“一企一管”水质在线监控系统,水质在线监控系统监测指标必须含有 pH、流量、COD 和氨氮 4 项指标及以上,“一企一管”水质监控系统数据需与园区环保监控平台对接。本工程按照“一企一管”加片区监控池的设计理念建设。

#### ② 污水收集方式

将原重力自流的方式升级改造为工业废水“一企一管”压力输送+水质监控系统实时监控,即每家企业单独设一根压力管道,创新性地在原有主管网中设置一体化控源集中监控点,配备集中监控池和水质监控系统,企业通过“一企一管”将化工废水排放至一体化控源集中监控池进行均质后,再通过主管网进入园区污水处理厂;原有市政污水因污染程度较轻,保留原有输送模式。

#### ③ 水质监控系统

水质监控系统分为企业端、现场端和平台端 3 部分。企业端主要由信号传输系统和排水泵组成。现场端采用 PLC 控制的“一机多测+限时排放”水质监控系统模式,一体化集中监控点中配备的水质监控系统分为多组子系统,每套子系统监控 3~5 家化工企业,每家企业每天在规定的时段内排水,如达到园区接管标准,企业则在规定的时间内排放工业废水至控源集中监控池,经过均质后再通过原有重力主管网输送至园区污水处理厂;如企业排放的化工废水超标,则水质监控系统关闭电动阀门,同时

启动远程智能控制系统关闭企业排水泵。平台端则包含实时监控、数据分析、预警报警、历史数据等模块。

升级改造后的污水收集系统如图 1 所示。

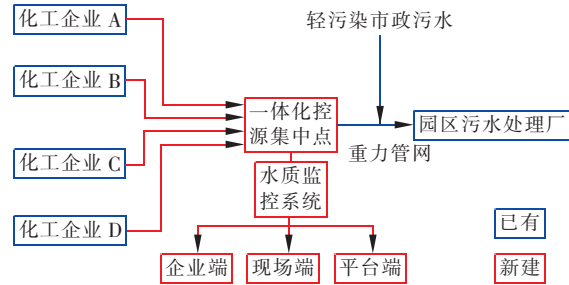


图 1 改造后污水收集系统

Fig. 1 Flow chart of wastewater collection system after reconstruction

2.2 主要工艺单元及设计参数

2.2.1 “一企一管”系统

园区内现有企业 27 家,远期规划 40 家。所有企业实行“一企一管”建设,即每家企业设一根压力输送管道排放工业废水。

① 新建混凝土管架。根据片区内企业数量,管架宽 500~2 000 mm、高 500~2 500 mm。过路采用混凝土支墩,钢结构桁架。

② “一企一管”。每家企业配套建设一根压力输送管道,按照流速为 0.8~1.5 m/s,原则上限时排放,即每家企业每天排放时间为 4.0~8.0 h (水量较大企业,可适当延长排放时间),结合经济流速确定每家企业管径规格。管道采用钢衬 PE 管、法兰连接。管道设计参数见表 2。

表 2 压力管道设计参数

Tab. 2 Design parameters of pressure pipelines

企业名称	最大水量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	管径	水头损失/kPa	排放时间/h	管线长度/km
XX 润田	200	DN150	150	4.0	2.05
XX 化工	150	DN100	200	4.0	2.0
XX 化工	750	DN200	200	8.0	2.8
XX 化工	900	DN200	200	10.0	3.74
XX 化工	75	DN100	150	间歇排放	3.6
XX 化工	400	DN150	300	6.0	3.34
XX 化学	400	DN150	300	6.0	2.92
XX 化学	200	DN150	180	4.0	2.81
XX 化工	150	DN150	180	4.0	2.8
XX 化工	200	DN150	180	4.0	2.7
XX 生化	300	DN150	140	6.0	2.6

续表 2 (Continued)

企业名称	最大水量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	管径	水头损失/kPa	排放时间/h	管线长度/km
XX 医药	30	DN100	320	间歇排放	3.56
XX 化工	300	DN150	180	6.0	3.0
XX 化工	120	DN100	100	4.0	3.0
XX 化工	25	DN100	300	间歇排放	2.7
XX 助剂	1 500	DN250	2 500	连续排放	2.4
XX 固废	150	DN100	300	4.0	2.7
XX 化学	1 000	DN250	100	10.0	2.0
XX 化工	400	DN150	150	8.0	2.3
XX 瑞克	30	DN100	250	间歇排放	2.1
XX 化工	250	DN100	300	6.0	1.4
XX 化工	200	DN150	120	5.0	2.8
XX 化工	800	DN150	150	8.0	2.5
XX 化工	35	DN100	350	间歇排放	2.3
XX 化工	30	DN100	350	间歇排放	2.3
XX 化工	8	DN100	350	间歇排放	2.1
XX 化工	150	DN100	400	4.0	2.0

注: 工业废水总量为 8 753  $\text{m}^3/\text{d}$ 。

2.2.2 一体化集中监控池

① 一体化集中监控池。设计尺寸  $L \times B \times H = 20.0 \text{ m} \times 8.0 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}$ , 容积为 640  $\text{m}^3$ 。瞬时最大流量 432  $\text{m}^3/\text{h}$ , 停留时间 1.48 h。企业污水进入该集中监控池, 通过水质监控系统监控合格后, 采用下进上出溢流排放进入原有污水重力主管网。

② 一体化水质集中监控站。设计尺寸  $L \times B \times H = 30.0 \text{ m} \times 8.0 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ , 建筑面积为 220  $\text{m}^2$ , 用于安置现场端 8 套水质在线监控系统。

2.2.3 水质监控系统

水质监控系统采用“限时排水 + 集中监控”的模式, 利用“智能配水系统”实现 1 套仪器同时监控 4~5 家企业废水的能力, 大大降低了监控投资。

① 企业端在线监控系统配备远程控制系统、电动阀门、排水泵和泄压阀。其中, 控制系统通过 GPRS 模块以无线上网的方式与平台联动, 传输和反馈信号。

② 现场端在线监控系统。由 8 套水质监控子系统组成, 每套子系统涵盖 COD、氨氮、总氮、总磷、pH 值、TDS 等 6 项指标的在线监控仪器, 配备 UPS、工控机等配套子模块。

③ 平台端在线监控系统。主要由硬件和软件系统组成, 其中硬件主要由服务器 (4  $\times$  16G、DDR4: 3  $\times$  4T)、显示设备 (16 块 54.61 cm, 1 920 mm  $\times$



1 080 mmHDMI 大屏拼接而成)、交换机(24 个 10/100/1 000 M)、台式机 2 台(i5-9300H 8G 双通道、128GSSD 1T、GTX1650 4G)及控制系统等组成。

水质监控系统的软件系统主要由实时监控、超标报警、远程反控、总量控制等核心功能组成,同时自带数据存储、故障自诊、系统扩展等辅助功能。

4 项核心功能如下:

a. 实时监控。现场端水质监控仪器监测的数据实时上传至系统平台,平台也可人为随时发出指令启动监控仪器采样监测,确保进水水质的稳定性,系统平台也可设置监测频次,同时将实时数据显示于监控大屏,供运维人员查阅。

b. 超标报警。有企业进水超标时,系统平台立即发出报警功能,同时推送给运维人员和排水企业,停止企业排水。待查明超标原因后,方可恢复企业排水。如有超标严重的排水企业,则关闭其排水功能,同时上报园区管理部门进行查处。

c. 远程反控。在企业水质超标仍然排水的情况下,系统平台将启动远程反控功能,即通过互联网远程关闭现场端电动阀、企业排水泵,打开企业回水电动阀,一方面保证超标废水返回至企业尾水池,另一方面也避免压力管道爆管的可能。

d. 总量控制。水质监控系统平台对每家企业每天、每月、每年排放量均有限值,一旦企业超过排放量,则关闭其排水功能;同时明确 COD、氨氮、总氮、总磷等指标的最高限值,企业如超过污染物排放总量,也关闭其排水功能。

### 3 改造前后运行效果及经济分析对比

与改造前相比,改造后的园区污水压力收集系统污水收集量显著提高(见图2)。

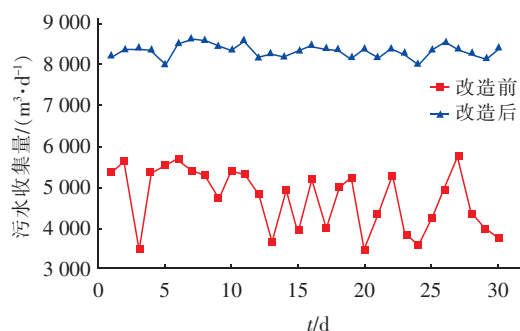


图2 改造前、后污水收集量对比

Fig.2 Comparison of wastewater collection rate before and after reconstruction

化工园区内小型化工企业偷排漏排的现象大幅

降低,河道水环境得到相应的改善,减轻了园区环保管理人员的督查工作量;进水水质管控效果明显后,污水处理厂处理效能得到相应提升,对比改造前后3个月污水处理厂尾水排放情况,改造后出水达标率(月出水达标率=月出水合格天数/当月日历天数 $\times 100\%$ )与改造前相比显著改善(见图3)。

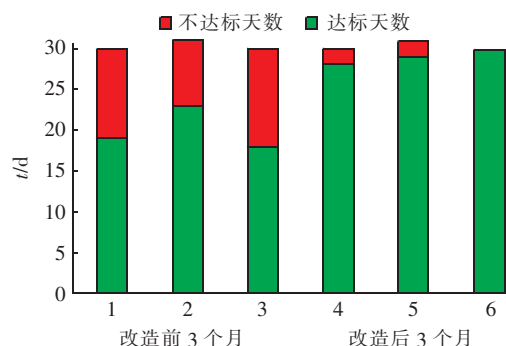


图3 改造前、后出水达标率对比

Fig.3 Comparison of effluent compliance rate before and after reconstruction

改造前管网总运行费用包括人工费(0.08元/ $\text{m}^3$ )、电费(0.23元/ $\text{m}^3$ )、系统维护费(0.08元/ $\text{m}^3$ )等,合计约0.39元/ $\text{m}^3$ ;改造后包括人工费(0.12元/ $\text{m}^3$ )、电费(0.25元/ $\text{m}^3$ )、维护费(0.21元/ $\text{m}^3$ )等,合计0.58元/ $\text{m}^3$ 。改造后,管网运行费用增加了0.19元/ $\text{m}^3$ ,增加1900元/d。经计算,升级改造后平均提高收集水量约3000  $\text{m}^3/\text{d}$ ,处理费用为3.60元/ $\text{m}^3$ ,则可增收水处理费10800元/d。

### 4 结论

① “分质收集+集中监控+限时排放”污水收集系统满足了江苏省关于化工园区污水收集的相关政策要求,同时有效提高了化工园区的废水收集率,杜绝了企业偷排漏排造成的严重水环境风险。

② 创新性地采用水质智能管控系统,通过实时监控、数据分析、预警报警、远程控制等智能化技术手段,提高了园区企业排放废水的合理性,降低了企业超标排放的可能。

③ 通过升级改造污水收集系统,园区污水厂进水水质得到有效控制,改善了污水处理工艺的处理效能,出水达标率有效提高。

### 参考文献:

- [1] 刘新超,贾磊,俞勤,等. 江苏某化工园区纳管综合废水特性研究[J]. 给水排水,2016,42(7):60-63.

- Liu Xinchao, Jia Lei, Yu Qin, *et al.* Study on the characteristics of the integrated wastewater from chemical industry park in Jiangsu [J]. *Water & Wastewater Engineering*, 2016, 42(7): 60–63 (in Chinese).
- [2] 付玉兰, 张有仓, 胡吉仁, 等. 江苏省某化工集中区污水处理厂升级改造工程设计[J]. *中国给水排水*, 2015, 31(22): 95–97.
- Fu Yulan, Zhang Youcang, Hu Jiren, *et al.* Design of upgrading and retrofitting project of WWTP in a chemical zone in Jiangsu Province [J]. *China Water & Wastewater*, 2015, 31(22): 95–97 (in Chinese).
- [3] 何锐, 张猛. 江苏省某化工园区污水处理厂技术改造工程设计[J]. *中国给水排水*, 2016, 32(22): 82–84, 88.
- He Rui, Zhang Meng. Design of technical transformation project of wastewater treatment plant in a chemical industrial park in Jiangsu Province [J]. *China Water & Wastewater*, 2016, 32(22): 82–84, 88 (in Chinese).
- [4] 陈瑶, 辛志伟, 付军, 等. 基于新环境保护法新要求下的化工园区水环境管理政策[J]. *化工环保*, 2017, 37(1): 110–115.
- Chen Yao, Xin Zhiwei, Fu Jun, *et al.* Water environmental management policies for chemical industrial park based on new environmental protection law [J]. *Environmental Protection of Chemical Industry*, 2017, 37(1): 110–115 (in Chinese).
- [5] 王金成. 提升我国化工园区安全环保管理水平的建议[J]. *山东化工*, 2019, 48(17): 243–244.
- Wang Jincheng. Suggestions on improving the safety and environmental protection management level of Chinese chemical industry parks [J]. *Shandong Chemical Industry*, 2019, 48(17): 243–244 (in Chinese).
- [6] 李都望, 王礼敬, 李靖. 某工业园区“一企一管”压力收集系统设计[J]. *中国给水排水*, 2013, 29(20): 85–87.
- Li Duwang, Wang Lijing, Li Jing. Design of “one enterprise one pipe” pressured wastewater collection system in an industrial park [J]. *China Water & Wastewater*, 2013, 29(20): 85–87 (in Chinese).
- [7] 王申, 陈恒宝, 许立群, 等. 镇江市新区化工园区污水收集系统改造方案[J]. *给水排水*, 2012, 38(5): 36–39.
- Wang Shen, Chen Hengbao, Xu Liqun, *et al.* Reconstruction plan of the wastewater collection system in chemical industry zone of Zhenjiang new district [J]. *Water & Wastewater Engineering*, 2012, 38(5): 36–39 (in Chinese).



作者简介:唐敏(1987–),男,江苏海安人,硕士,工程师,主要从事污水工程设计、园区智慧环保设计工作。

E-mail: smallronnie@163.com

收稿日期:2020–02–12

为了幸福家园,请节约身边水资源