

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.22.002

# 广州市猎德污水处理系统“一厂一策”系统化整治

陈君翰, 苏健成, 张君贤, 张 阳  
(广州市城市排水有限公司, 广东 广州 510000)

**摘 要:** 2018年以来,广州市加大污水收集处理系统提质增效工作,摒弃了传统“以建代管”的理念,按每个污水处理系统特点建立相应的整治对策。“一厂一策”系统化整治通过水量平衡分析、复核污水处理能力和管网设施效能,确定提质增效思路,按区域特点摸查外水,并通过管理和工程结合挤堵外水,优化污水处理系统。猎德污水处理系统是广州市内最大的污水系统,污水厂进水闸水位高、进水浓度低等问题尤为突出,也是各污水系统的通病。通过“一厂一策”系统化整治,猎德污水处理系统实现了水环境质量提升、厂区水量水位双降、进水浓度上升的目标,为其他污水处理系统整治提供了成功案例。

**关键词:** 污水处理系统; 排水管网系统; 系统整治

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)22-0007-06

## “One Plant, One Policy” for Systematic Management of Guangzhou Liede Sewage Treatment System

CHEN Jun-han, SU Jian-cheng, ZHANG Jun-xian, ZHANG Yang  
(Guangzhou Urban Drainage Co. Ltd., Guangzhou 510000, China)

**Abstract:** Since 2018, the government in Guangzhou has increased the quality and efficiency improvement of sewage collection and treatment system, abandoned the traditional concept of “building instead of management”, and established corresponding treatment countermeasures according to the characteristics of each sewage treatment system. “One plant, one policy” systematized renovation, through water balance analysis, review of sewage treatment capacity and pipe network facilities efficiency, determine the idea of improving quality and efficiency, check the external water according to the regional characteristics, and block the external water through the combination of management and engineering, and optimize the sewage treatment system. Liede sewage treatment system is the largest sewage system in Guangzhou. The problems such as high water level and low influent concentration of sewage treatment plant are particularly prominent, which are also common problems of various sewage systems. Through the systematic renovation of “one plant, one policy”, Liede sewage treatment system has achieved the goals of improving water environment quality, reducing influent water quantity and water level in the plant area, and increasing influent concentration, which provides a successful case for other sewage treatment systems.

**Key words:** sewage treatment system; drainage network system; systematic management

### 1 猎德污水处理系统

#### 1.1 基本情况

近年来,在推进城市黑臭水体治理进程中,广州

市深刻认识到城市水问题需要统筹推进、系统化解,水环境恶化背后隐藏着污水系统的短板和低效。2018年以来,在推进黑臭水体治理的基础上,广州

市加大污水收集处理系统提质增效工作,通过提高污水系统效能,巩固提升治水成果。

现以猎德污水处理系统“一厂一策”系统化整治为例,展示广州市推进污水处理提质增效工作的进程。

猎德污水处理系统服务面积约 136.2 km<sup>2</sup>,服务人口约 300 万人,以第三产业为主,伴有少量农业。服务范围多数为广州市城区核心区域。区域内主要河涌自北向南独立汇流入珠江前航道,其上游为山区型,河涌坡降大,瞬时流量大,下游为潮汐型,受珠江的影响潮起潮落。

猎德污水处理系统分区见图 1。

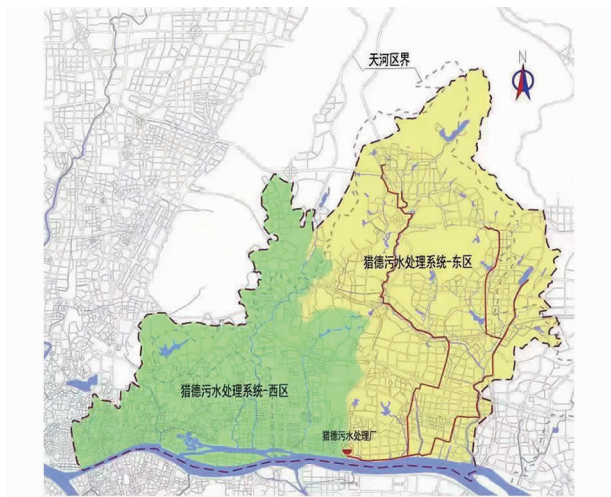


图1 猎德污水处理系统分区

Fig.1 Liede sewage treatment system zone

## 1.2 污水收集处理设施

猎德污水处理系统服务范围建设有 1 座污水处理厂和 6 座污水提升泵站。厂区设计规模为  $120 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,为缓解该厂持续满负荷运行的状况,服务范围内共设棠下涌、大观西、杨梅河等 3 处一体化处理设备对污水进行分散处理,设计规模分别为  $2 \times 10^4$ 、 $4.5 \times 10^4$ 、 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

猎德污水处理系统服务范围主要涉及越秀区和天河区,并伴有荔湾区的一小部分。其中,荔湾区、越秀区排水体制以合流制为主,天河区排水体制以分流制为主。该系统范围内公共排水管网约 2 441 km,其中污水管网约 694 km,合流管网约 1 170 km,雨水管网约 577 km。污水、合流管网按服务范围分为西区 and 东区两部分,其中西区内污水从西往东、从北往南将污水分段汇入临江大道(西濠涌—猎德污

水厂)污水渠箱(尺寸为  $3 \text{ m} \times 1.8 \text{ m} \sim 5 \text{ m} \times 2.2 \text{ m}$ ),通至猎德涌污水处理厂;东区内地形北高南低,东高西低,污水管坡度随地形特点而变,将污水分段送入科韵路、车陂路两条污水主干管( $d1\ 350 \sim 2\ 000 \text{ mm}$ ),最终汇入总管( $d1\ 500 \sim 2\ 200 \text{ mm}$ ),进入猎德污水处理厂。雨水管网按河涌流域就近排入河涌,但部分雨水管网存在错混接被末端截污,未能直排河涌。

## 1.3 存在的问题

### ① 用水高峰污水溢流,河涌水质反复

猎德污水处理系统内的主干河涌经过多年的黑臭水体整治,基本实现了晴天不溢流,但用水高峰期间,管网水位过高仍有部分排放口溢流;以及雨天末端截污闸需打开泄洪,河涌水环境质量出现反复,治理成效受到质疑。

根据沙河涌水均岗闸运行日报统计,系统化整治实施前,2018 年 4 月 16 日—9 月 30 日共出现溢流 145 d(包括雨天),溢流时长约 1 799 h,影响了水均岗及沙河涌的水环境,河涌氨氮浓度较高、溶解氧浓度较低(见图 2)。

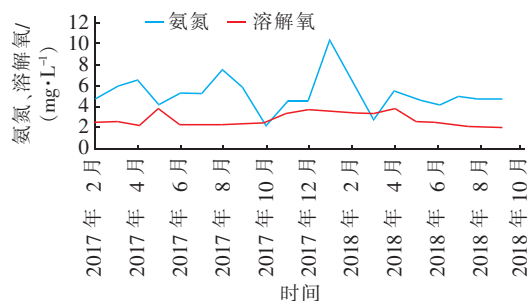


图2 整治前沙河涌的氨氮和溶解氧情况

Fig.2 Ammonia nitrogen and DO of Shahechong before renovation

### ② 污水厂处理效能较低

2018 年,猎德污水处理厂( $120 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )超负荷运行及各项一体化设施投入运营,厂区进水闸水位有所下降,但仍无法降至控制目标水位。厂区水位影响着管网水位,当夜间用水高峰时期厂区水位达到 2.0 m 时,沙河涌水均岗截污闸便会出现漫顶溢流。截至 2018 年 8 月,厂区平均水位为 2.15 m,仅非汛期(1 月—4 月)厂区水位  $< 2 \text{ m}$ 。

随着 2017 年下半年各项新建截污工程完工通水,区域内管网基本完善,收集水量增加,厂区进水浓度却逐渐降低。2018 年进厂  $\text{BOD}_5$  平均浓度仅有

81 mg/L,比2017年同期下降约37%。

## 2 猎德污水系统提质增效思路

### 2.1 复核污水处理能力

根据广州市自来水公司提供的2017年实际用水量资料,猎德污水处理系统片区用户用水量约 $87.67 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。若排放系数按0.85考虑,理论计算系统内污水量约为 $74.52 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,污水处理能力可满足需求,无需扩展处理能力或新建污水处理工程。

### 2.2 复核污水收集设施效能

猎德污水处理系统服务面积约136.2 km<sup>2</sup>,管网密度约17.92 km/km<sup>2</sup>,与东京等大城市持平,管网数量已不是主要问题,但其合流管网约1170 km,占管网比例的48%,区域内河涌截污以合流制末端截污为主,导致大量山水、水库水进入污水系统,雨天更是水量剧增。如:合流渠箱末端截污将大量山水、水库泄水排入截污管,明显降低了污水干管COD浓度(见表1)。下游感潮区域则受珠江潮位影响,江水在高潮位时,经沿线河涌合流制截污或错混接的雨水排放口倒灌进入污水系统。猎德污水处理系统以收集生活污水为主,但进水浓度却较低,据此判断有大量的外水通过管网进入污水系统,因此需提升收集设施的效能。

表1 部分合流渠箱接入污水干管前、后COD浓度变化

Tab.1 Changes of COD before and after some ditch boxes

access into main sewer mg · L<sup>-1</sup>

合流渠箱	渠箱内COD	污水干管接入前COD	污水干管接入后COD
水均岗渠箱	128	212	154
荷光路南端渠箱	150	192	176
岑村公路渠	65	94	86
广汕南排洪渠	80	190	120
迎龙路渠箱	35	140	80
广氮东渠箱	42	103	94

### 2.3 确定提质增效思路

猎德污水处理系统的主要问题为流域内清污不分,大量山水、河涌水、地下水等浓度较低的外水,通过合流渠箱、沿涌排水口、管网缺陷点等进入污水系统,占据污水管容,导致污水处理厂负荷增大的同时,大幅降低了进厂污染物浓度。

猎德污水系统提质增效的治理思路:近期以“管网挤外水”为主要目标,开展各类型外水挤排工作及合流渠箱“清污分流”项目;远期以推进源头治

理,开展排水单元达标创建,建立长效机制,进一步改造优化污水收集处理系统,持续推进污水处理提质增效。

## 3 精准摸排找出污水收集系统具体病灶

按步骤分析地域特征、外水类型及分布范围、布设主干管水质水量监测点、用水低谷期间洗井洗管溯源等措施,并结合管网GIS系统摸查和挤排外水。

### 3.1 初步分析

经过对本系统流域内水文地质、水资源等情况分析,预判存在以下外水类型:①山水、湖泊、水库泄水,主要分布在猎德系统上游山体附近区域,如沙河涌上游流域、车陂涌中上游流域;②江水、涌水倒灌或渗入,主要分布在感潮区域的河涌截污管网、排放口等设施;③地下水通过管网结构性缺陷点进入,主要分布在地下水位较高、排水设施建设年代较久远的区域;④政策性外水;⑤雨水通过合流渠箱或者错混接点进入污水系统;⑥其他外水汇入,如供水管网爆漏流入污水系统,主要集中在老城区,供水管网建设年代较久远的区域。

### 3.2 水质水量布点检测

在系统内管网关键节点处布点,对COD < 150 mg/L或氨氮 < 5 mg/L的检测点进行梳理,大致锁定各类外水的分布范围(见图3)。

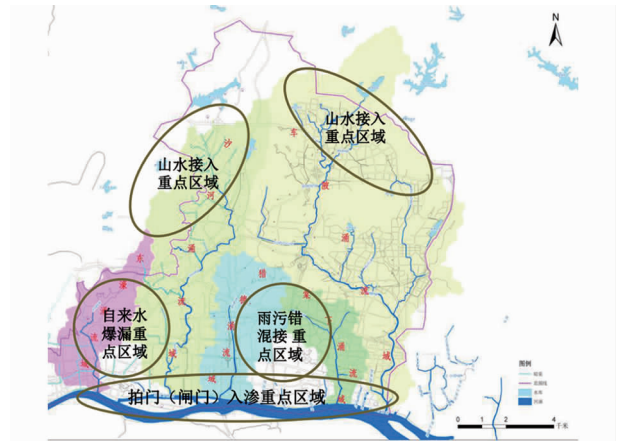


图3 猎德污水系统外水侵入区域分布

Fig.3 Spatial distribution of external water intrusion in Liede sewage treatment system

#### ① 布点步骤及原则

分段分时选取节点取水样检测,确定外水进入污水管网的主要范围:污水管网的主干管及较为重要的支管( $\geq d800 \text{ mm}$ ),间距约2~5 km布设一个点(结合管网密度考虑);整个管网系统的重要节点



(支涌暗渠的截污井、过河倒虹处上下游检查井)。对于可能有山水接入或下游位于感潮区域的截污管应加密布点。针对剩余情况未明确的区域进行再次排查核实;在整治过程中新发现的清水点做好核查摸排记录,不断完善排水设施数据库,报入管网GIS系统。

## ② 其他事项

上述布点检测工作贯穿提质增效全过程,除前期大致确定外水范围外,在进行临时性或永久性措施改造后,通过同一检测点水质的变化情况,检验已采取措施的实际效果,并适时进行调整。

尽量选取对系统管网情况较为熟悉的设计单位进行检测或配合开展检测工作。

### 3.3 确定外水的主要类型及范围

根据对系统的掌握及管理经验,在初步分析的几种可能进入污水管网系统并导致水质浓度偏低的外水类型基础上,再依据管网系统的分布特征,分别制定试点区域来摸查对应的外水类型,最终确定影响猎德污水系统水质浓度的外水类型及进入管网主要途径与预判的一致。

### 3.4 结合“洗管、洗井”确定外水的准确位置

借鉴《广州市“洗井”“洗管”工作实施细则》<sup>[1]</sup>相关方法,采用QV(管道潜望镜)、CCTV(管道闭路电视)、SONAR(声呐)等检测工具,结合上述5类外水类型的典型特点,查清管网的外水接入点、功能性缺陷、结构性缺陷、偷接偷排、分流区域雨污混接、排水口错混漏接等问题。

### 3.5 明确各类外水治理措施

① 山水、湖泊、水库等,通过合流渠箱清污分流工程解决。

② 江水、涌水、地下水、雨水等,采用对现有排水设施进行改造修复解决,通过排水单元达标建设逐步改善。

③ 政策性外水,根据《关于加强政策性外水排放管理的实施意见(试行)》,符合条件的水体排入自然水体或雨水通道。

## 4 采取工程措施“挤外水”

### 4.1 开展合流渠箱清污分流工程

#### ① 渠箱分流改造主要思路

近期合流渠箱沿线截污(对排口水质检测和实地溯源,确定无山水的排口才能截污),拆除截污堰或闸,还原雨水通道;远期全面实施排水单元达标创

建、雨污分流,污水雨水各行其道,消除溢流污染。

对合流区域只有合流渠箱的情况,需增设、完善多一套污水管网或雨水管网,若还原合流渠箱为雨水通道,则新建一套污水管网。分流区域合流渠箱清污分流主要是做好雨污错混接的整改和管网病害的修复。

#### ② 沙河涌南蛇坑清污分流工程实例

南蛇坑位于广州市天河区,发源于白云山,流域面积 $2.06\text{ km}^2$ 。河涌总长 $1\,778\text{ m}$ ,以北环高速为界,上游明涌段长 $1\,295\text{ m}$ ,下游合流渠箱(暗涵)段长 $483\text{ m}$ ,自西向东在沙太路汇入沙河涌,河底纵坡 $1\%\sim 2\%$ 。南蛇坑在沙太路(距涌口约 $50\text{ m}$ 处)设有截污堰,沿涌排水口直排涌内,旱季污水在沙太路汇入污水管,雨季涌水漫过截污堰汇入沙河涌。现状河道重度黑臭,雨季溢流污染严重。

沙河涌南蛇坑清污分流工程实施步骤:

第一步:工程摸查。工程摸查除采用仪器外,合流渠(暗渠段)内需人工进入实地查勘,摸查工作人员携带氧气,穿着潜水服,沿暗渠内两侧接入的排放口逐一摸排。

第二步:工程设计。南蛇坑由于渠箱周边无空间埋设截污管,因此将截污管设置于渠内,作为近期措施。远期可规划周边道路管网,分段截流排往渠内截污管的污水,让渠内截污管作为保障河涌水质的最后一道防线。设计敷设 $D300\sim 500\text{ mm}$ 截污管 $1\,705.5\text{ m}$ ,设置检查井39座;收纳沿涌污水直排口( $D300\sim 1\,200\text{ mm}$ )32个, $D100\sim 200\text{ mm}$ 直排PVC口50余个。

第三步:工程施工。沙河涌南蛇坑清污分流工程投资约270万元,施工时间为2017年11月16日—2018年1月18日,历时2个月,完成 $1\,705.5\text{ m}$ 截污管敷设及相应检查井建设,人工清疏建筑垃圾及淤泥 $1\,279\text{ m}^3$ ,暗渠清淤 $1\,260\text{ m}^3$ ,并修复沿线破损堤岸挡墙。

南蛇坑清污分流干管工程实现南蛇坑清、污水有效分离,达到清水入涌、污水入管,基本消除南蛇坑水体黑臭的目标。该工程增加沙河涌补水 $1\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ (水质达到地表水Ⅳ类标准,部分指标达到Ⅱ类标准),同时减少 $1\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 白云山山水进入猎德污水处理厂,提高了进厂污水浓度及系统管网利用率。

施工前、后南蛇坑水质主要指标对比见图4。

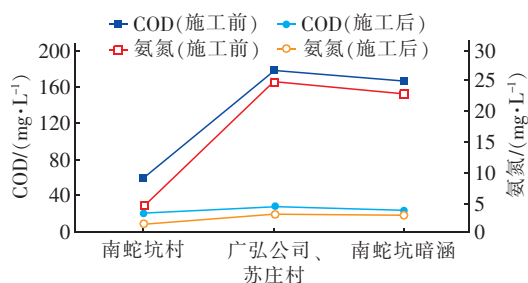


图4 施工前、后南蛇坑水质主要指标对比

Fig. 4 Comparison of main water quality indexes before and after construction in Nanshekeng

#### 4.2 开展管网修复及单元达标工程

##### ① 实施隐患点整治,修复公共管网进水点

对于公共管网入渗点、入水点,采用封堵、管网非开挖修复、隐患点修复等措施进行处理。对于功能性缺陷,如浮渣和井内沉积等通过抓斗清淤,管道淤塞等通过高压射水清淤;对于结构性缺陷,主要采取非开挖修复、工程改造等手段进行修复。

##### ② 排水单元达标创建,管住源头错混接

第一步:通过“洗楼”,摸清现状。以地块为单元,对现状单元基本情况和附属管线及水系进行调查分析,梳理至每一单体建筑的排水管,查出各类污染源后进行甄别定性、登记造册。

第二步:推进排水监管进小区。进一步深化排水管理体制,推动排水管网专业化管理向排水单元内部延伸,对于各排水单元,逐一明确其内部排水设施的权属人、管理人、养护人、监管人等“四人”信息,并参照河长制公示牌的做法,在排水单元内显著位置进行公示(含联系方式),确保“四人”到位,其中监管人原则上由排水公司担任。

第三步:定期检查发现问题。由排水公司对各排水单元内部设施运行及排水情况进行检查,检查内容包括红线范围内管网与接驳井的水质状况,红线内排水设施的日常养护记录,以及对红线内排水设施进行抽检,并出具检查报告。

第四步:整改落实。对排水公司监管发现的问题,由市水务局定期汇总,及时通过市河长办平台交办各相关区政府进行整改,并由相关职能部门协同督办。

#### 4.3 疏堵结合防治政策性外水

广州市制定《关于加强政策性外水排放管理的实施意见(试行)》,明确提出施工降水或基坑排水、游泳池换水或检修泄水、景观水体出水、温泉水排

水、处理后的工业废水、市场(园区)专用一体化处理设施出水等政策性外水的排放原则,不排入污水管网。此类问题需水务部门加强执法,必要时采取强制措施封堵其排放出口。

### 5 初步成效

#### 5.1 河流断面水质提升,治水成果巩固

从2018年7月起,猎德污水系统经过“查外水、挤外水”,厂区进水闸水位逐年下降,2019年平均水位为1.85 m,较2018年下降约0.3 m(见图5),系统满管率从45%降至27%,系统恢复从雨后5~7 d缩短至1~3 d,溢流风险点发生溢流情况大幅下降。如沙河涌水均岗截污闸溢流率从41%降至12%,非雨天影响的情况下未出现溢流现象,沙河涌水质指标呈良好发展趋势。晴天基本实现了各河涌排口无污水溢流,雨天减少了泄洪闸的开闸次数和污水溢流量,河涌水质在雨后也能较快地恢复,珠江猎德断面水质也不断改善,水环境得到提升(见图6)。

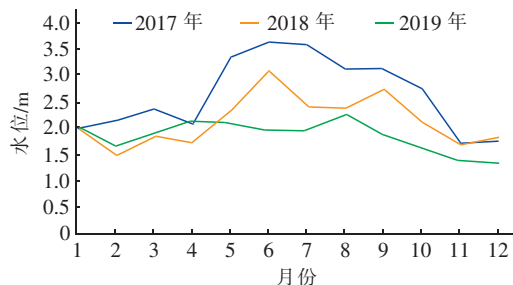


图5 2017年—2019年猎德污水厂进水闸水位曲线对比

Fig. 5 Comparison of water level curves of Liede WWTP from 2017 to 2019

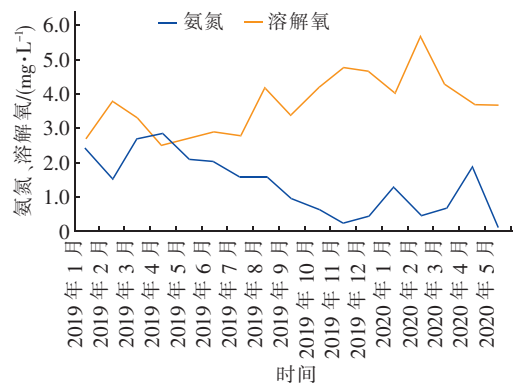


图6 提质增效过程中珠江猎德断面氨氮和溶解氧变化

Fig. 6 Changes of ammonia nitrogen and DO in Liede section of Pearl River

#### 5.2 外水量大幅减少,管网压力骤减

2018年7月,排水公司提质增效小组开展外水摸查工作,10月起同步挤排外水,结果见表2。

表2 猎德污水系统外水摸查、处理成果

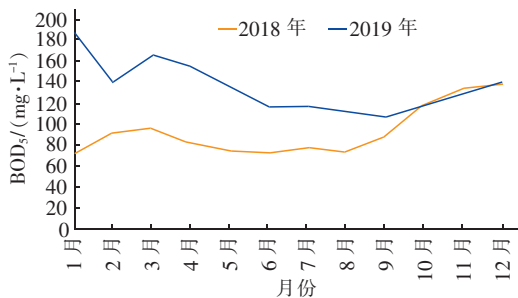
Tab.2 Summary of external water inspection and treatment results in Liede sewage treatment system

外水类型	发现外水数量/处	发现水量/( $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	处理外水数量/处	处理水量/( $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )
山水、湖泊、水库泄水	40	14.29	12	5.84
江水、涌水	4	2.97	4	2.97
江水、涌水	12	3.18	12	3.18
地下水	610	8.58	610	8.58
政策性外水	28	8.86	6	4.93
其他外水汇入	191	11.20	78	3.90
合计	885	49.08	722	29.40

截至2019年12月,猎德污水处理系统共摸查发现外水接入点885处,估算外水总量约 $49.08 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,累计已处理外水接入点722处,挤排外水量约 $29.40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,按此计算外水量减少了60%。由于大量外水挤排出污水系统,管网水位下降,腾出了管容,使未挤排出系统的外水或未发现的外水更容易进入系统,因此需持之以恒进行查外水、挤外水的提质增效工作。

### 5.3 进水浓度提升45%,厂区处理效能提升

随着“挤外水”工作的不断深入(2018年9月中旬开始),猎德污水厂进水 $\text{BOD}_5$ 逐渐升高,2019年月均浓度较2018年开展提质增效工作前大幅提升(见图7)。虽然2019年汛期 $\text{BOD}_5$ 浓度有所下降,但月均最低浓度达108 mg/L,超过《广州市城镇污水处理提质增效三年行动实施方案》中2019年平均浓度目标(105 mg/L),且2019年平均浓度达到136 mg/L,比2018年的平均浓度(94 mg/L)提升约42 mg/L,提升幅度45%,可见提质增效初见成效。

图7 2018年与2019年猎德污水厂 $\text{BOD}_5$ 曲线对比Fig.7 Comparison of  $\text{BOD}_5$  curves in Liede WWTP between 2018 and 2019

## 6 结论

随着黑臭水体整治工程的逐步完成,污水处理厂逐渐满负荷或超负荷运行,出现了污水处理能力与收集量不匹配的现象,且黑臭水体整治效果出现反复。猎德污水处理系统“一厂一策”系统化整治

案例通过水量平衡分析,复核后认为污水处理能力可满足系统内水量需求,并指出在管网相对完善的污水系统内,大量外水进入是导致系统低效、污水厂满负荷运行的主要原因。案例中通过对主干管布设水质水量监测点、按地域特征分析外水分布范围和类型、洗管洗井溯源等措施进行外水摸查,近期以管网“挤外水”为主要目标,远期以推进源头治理,开展排水单元达标创建,建立长效机制,进一步改造优化污水收集处理系统,持续推进污水处理提质增效。

### 参考文献:

- [1] 广州市水务局. 广州市“洗井”“洗管”工作实施细则 [R]. 广州:广州市水务局,2018.  
Water Affairs Bureau of Guangzhou Municipality. Detailed Rules for Implementation of Well Flushing and Pipe Washing in Guangzhou [R]. Guangzhou: Water Affairs Bureau of Guangzhou Municipality, 2018 (in Chinese).



作者简介:陈君翰(1985—),男,广东广州人,学士,工程师,主要从事排水系统管理、排水工程管理等管理工作。

E-mail:112003675@qq.com

收稿日期:2020-10-05