

周庄镇水污染控制规划实例

宋乐平 张大鹏 谢丽 周琪

提要 以保护古镇风貌和建筑为出发点进行周庄镇河道水体保护和水污染控制规划。按地形分 5 个区进行污水收集,采用重力自流管和局部提升的污水输送方案,主干管埋在河道底部,窰井沿河道两侧交替分布,管网末端建造污水集中处理厂。

关键词 水污染控制规划 污水收集 污水处理 河道 周庄镇

周庄古镇位于江苏省昆山市的南端,与吴江市、吴县市和上海市青浦区交界,处于太湖水系的澄湖、白硯湖、淀山湖和南湖的环抱之中,是我国典型的江南水乡之一,以旅游胜地而闻名于海内外。

周庄四面环水,其水流方向和速度受镇区北急水港的影响而变化较大;当急水港流量小于 $25 \text{ m}^3/\text{s}$ (或静风)时,河道呈滞流状态。由于历史的原因,居民的生活污水几乎全部直接排入河道,仅有少部分生活污水经过化粪池做简单的预处理;古镇区内现有几十家饭店、多座公厕,大多将污水直排入河道;加之每天旅游人口较多,对古镇水环境造成了相当大的压力。据 1999 年 5 月对古镇河道 4 个断面进行监测,结果表明河道水体已遭受较为严重的污染。这对古镇旅游业的发展造成了严重的威胁。周庄镇

政府决定建设污水收集管网、建造污水集中处理厂,以改善河道水体水质、维护古镇风貌。

1 周庄古镇排水现状

根据调查,绝大多数居民家庭生活污水分质排放。

(1)粪便污水排入各家单独的化粪池,化粪池无外排管道,污水直接渗入周围土壤,固体物定期清理外运。

(2)其它生活污水主要有 3 种出路:①大多数居民直接将污水就近排入浅层土壤或简易窰井,然后直接渗漏;②部分居民将污水排入原有污水管网,但因“三线”埋地工程时原有污水管网遭到破坏,这部分污水最终都渗入地下土壤;③少量临河居民直接将污水排入河道,一般商店无给排水设施。

$1\,000 \sim 6\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 之间。负荷变化如此之大主要同企业生产随季节性变化有关。由水量变化带来的问题首先对本污水厂的内部管理造成负担,另外较小的水量对企业的收益造成直接的影响。针对此情况,公司已着手制定策略,建立如水量调节池及管网预留量调节系统来应对水量的变化。

4 结语

近年来,国际上流行的 BOT 方式已在发展中国家有过诸多的成功实例,但也有失败的例证^[4]。一般认为,一个 BOT 项目能否最后取得成功,主要取决于投资方的获利目标和当地政府制定的收费政策以及专营公司承担风险的忍受能力。因此,针对我国小型污水处理厂的特点,引用 BOT 方式组建,必须注意克服前期工作中的一些弊端,根据我国国情,从实际出发,营造具有中国特色的 BOT 方式。

虽然目前该种方式在我国刚刚起步,但随着经济建设的迅猛发展和环境污染治理力度的加大,有理由相信以 BOT 方式组建的小型污水处理厂会在我国开花结果。

参考文献

- 1 Walker C, Smith A J. Privatized infrastructure-the BOT approach. Thomas Telford, London, 1995
- 2 C M Tam. Build-operate-transfer model for infrastructure developments in Asia: reasons for successes and failures. International Journal of Project Management, 1999, 17(6): 377~382
- 3 乐林生. 用 BOT 方式组建自来水厂初探. 城市公用事业, 1995, 9(4):

◎作者通讯处: 100621 首都机场建设投资公司

电话 (0)13901108716

杨万东 史惠祥 310013 浙江大学

修回日期: 2002-7-28

周庄古镇设计常住人口 1 800 人, 旅游人口为每天 3 000 人。生活污水量按 $250 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 计, 旅游人口的排污系数按常住人口的 30% 计算。按上述标准, 生活污水处理量为 $700 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

按周庄镇总体规划, 镇东部主要为住宅区与风景旅游区相结合的地段, 范围为周庄富贵园, 其预计发展规模与古镇相近。该部分生活污水处理量亦为 $700 \text{ m}^3/\text{d}$ 左右。

镇北部的发展规划人口与之相近, 范围为云海渡假村、申江大酒店及沿全福路和全功路各饭店、客房等, 该部分生活污水处理量亦为 $700 \text{ m}^3/\text{d}$ 左右。

2 污水收集管网方案设计

按周庄镇总体规划部署的要求, 同时从污水处理站投资以及运行方面考虑, 生活污水宜合并治理, 即污水处理厂设计水量按 $2\ 100 \text{ m}^3/\text{d}$ 。污水经收集管网汇集至污水处理厂, 进行集中处理。按发展规划的要求, 污水收集管网分为 3 部分, 即: 周庄古镇管网(一期)、新区管网(二期, 指镇北地区)、富贵园管网(三期, 指镇东地区)。目前仅针对周庄古镇的污水进行收集及处理。周庄古镇管网(即一期工程)设计及施工难度最大, 在设计及施工过程中, 需考虑与二期工程、三期工程的接口。

2.1 周庄古镇地形分区

鉴于周庄古镇污水收集管网的规划及实施难度较高, 古镇建筑属于保护性建筑, 故污水收集管网应周密考虑各种因素。为此, 对古镇的排水市政设施情况进行了详细的踏勘。根据当地地形, 以河道为分界线将面积约 0.47 km^2 的古镇区分为以下 5 个区域(见图 1)。

(1) 后港以北、油车漾与南北市河之间为 I 区。该区餐馆饭店污水均排入各自所建的化粪池, 然后渗入周围土壤, 无直接排河现象。该区在全福路两侧各设有 $DN600$ 的管道, 可能现已作为雨水管道。

(2) 后港、油车漾、中市河、南北市河包围区域为 II 区。该区餐馆饭店污水均排入现有的污水管网, 该部分污水最终还是渗入周围土壤, 商业区基本上无室内厕所, 都是使用公共厕所, 因此其室内一般无粪便污水排出。II 区原有较完善的污水管道系统, 城隍庙、蚬园弄、中市街均有 $DN300$ 的水泥管道, 但是“三线”埋设后可能已遭到破坏, 大部分污水渗

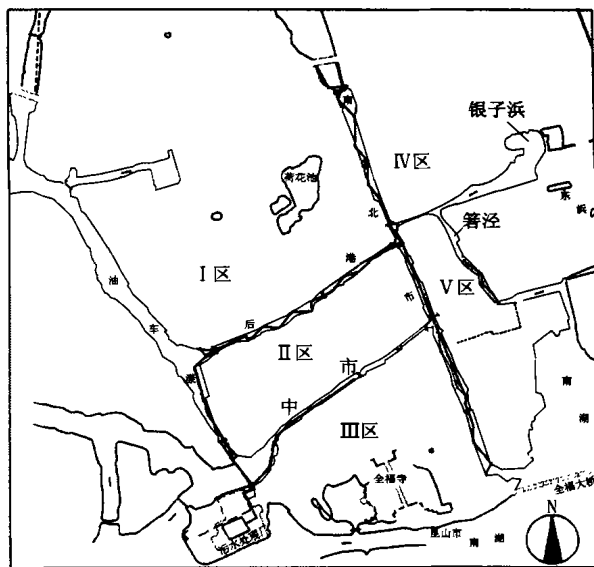


图 1 周庄镇区域划分及干管布置示意

入地下, 出口的位置尚不明确。

(3) 中市河以南、南北市河以西、南湖以北区域为 III 区。该区一部分污水排入化粪池(窖井)中而下渗, 另一部分污水直接就近排入河流中。该区全福寺北有一段排水管道, 但出口($DN150$ 水泥管)已被堵死。

(4) 南北市河以东、银子浜以北区域为 IV 区。该区一部分就近排入河流中, 另一部分经化粪池(窖井)排入河流中。IV 区没有发现排水管道。

(5) 南北市河以东、银子浜以南、箬泾以西, 南湖以北为 V 区。该区一部分通过管道排入箬泾中, 一部分通过化粪池(窖井)渗入地下, 还有一部分排入南北市河中。V 区在枫丹双桥度假村处发现 $DN300$ 排水管道排入箬泾。

3 工程实施方案

根据污水收集管网工程的相关经验, 可设置泵站采用提升的方法和污水自流的方法。收集的基本原则是: 采用分散式多点收集方法, 重新敷设各户污水管排入就近的化粪池, 再接入支管或干管。

3.1 方案一——压力输送方式

在古镇中划出多个区域, 设置污水提升泵站, 将各方汇集的污水抽送至沿河干管。干管沿河敷设, 按压力流形式设计, 示意图参见图 2。污水提升泵站前端设置人工格栅、化粪池, 末端设置潜污泵。整体采用地下式结构, 外观充分绿化, 可使其与周围主

体环境相匹配。

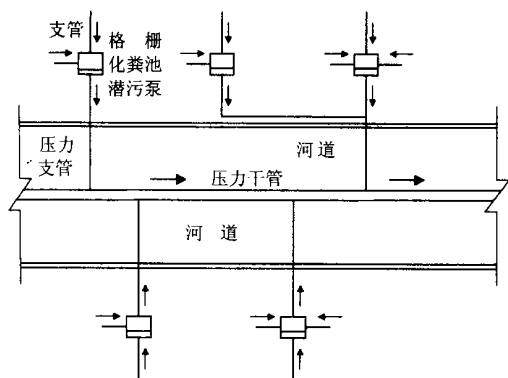


图2 压力输送管线敷设示意

该方案不仅利于干管的施工安装(因属压力流,可灵活布设),同时也利于各小区域内污水的就近收集及施工安装(因管道埋深较浅)。

工程实施上,可将该干管与新区污水干管合并。每个区域设1~2个集中化粪池,各户设独立的下水道使污水自流入集中化粪池,再经提升泵打入压力管道输送至污水厂。

化粪池的主要作用是汇集各方生活污水并将生活污水中的悬浮固体截留并加以消化。本方案在化粪池前端加设格栅以截除大块漂浮物(如塑料片等),在后端加设污水提升泵。考虑到污水干管为压力管道、后续污水处理厂选用抗有机负荷冲击能力强的工艺,化粪池水力停留时间可相应缩短,即可按初次沉淀池的规模。由于污水水量的不均匀性,水力停留时间选定6h左右。虽然年清淤次数相应增加,但在工程实施上比较符合周庄古镇的实际情况。按以上说明,周庄古镇污水量为 $700\text{ m}^3/\text{d}$,则化粪池总容积约为 200 m^3 左右。按古镇地势及规划要求可建5~6座化粪池。

周庄地势错综复杂,潜污泵、人工格栅及化粪池等设备及构筑物的布置视现场具体情况而定。

3.2 方案二——重力自流输送方式

该种方式不设置提升设施,污水依重力自然流动。干管同样采用重力流方式。

因普通重力流管道系统中沿程检查井较多、场地有限,施工及检修甚为不便。经分析,拟在河道清淤时,于河道底部敷设暗渠(暗管),各方排水管路均沿河接入暗渠(暗管)中。在接入暗渠之前,各方排

水支管经格栅等截除大颗粒漂浮物质。暗渠(暗管)兼起化粪池的作用,于一定间距处、接入点处或转弯处设置清淤用检查井,沿河底通向岸边,见图3。

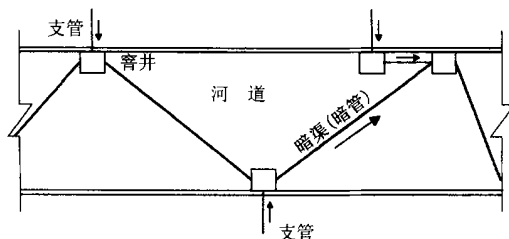


图3 重力输送管线敷设示意

在工程实施上,应将该干管与新区污水干管分开敷设(新区污水干管仍采用压力流方式)。鉴于管道埋深较大,为减少施工难度、降低投资费用,设置提升设施(即中途泵站)。在管网干管末端设置集水井,经泵提升至污水处理厂。按设计,一期工程需设7个中途泵站。

3.4 方案的比较

就以上两种方案,根据工艺可靠性、施工安装、投资及运行费用等方面的不同进行比较,见表1。

根据比较结果,决定采用方案二,即重力流管网布设方案。由于周庄河岸构造较为脆弱,从减少投资费用、施工难度以及安全等方面考虑,在干管管线上沿途设置一定数量的中途提升泵站以减小开挖深度。

周庄古镇餐饮业较为密集,该部分污水进入管网系统之前,需设置隔油预处理。考虑到中市河较窄,两岸参差不齐,难以铺设干管和修建检查井,因此采用如下干管布置方案:在南北市河的全功桥处开始由北至南铺设干管,至太平桥处由东至西经过后港进入油车漾接入污水处理厂;另在南北市河由南向北铺设一支干管于太平桥处接入干管;III区支管直接接入污水处理厂。从油车漾走管主要是因为河道较宽,游客少。干管布置方案见图1。

管道材质采用HDPE管,针对周庄城镇污水水质而言,其使用寿命预计可达20~50a。

4 污水处理厂的建设

4.1 厂址地理位置及概况

经实地踏勘后,确定将污水处理厂建于古镇西南角,位于南湖西侧的庄田独圩内(见图1)。庄田

表 1 污水收集管网方案比较

| 比较项目 | 压力输送方案 | 重力自流方案 | 备 注 |
|---------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 工艺可靠性 | 优: 管线不易堵 | 良: 管线易堵 | 合理地设置检查井, 可缓解重力流方案的不足 |
| 主要构筑物 | 良: 需设置化粪池 | 优: 无化粪池, 设岸边窨井及清淤用检查井 | 受空间限制 集中化粪池工程有相当的难度 |
| 主要设备 | 良: 潜污泵较多, 需定期管理维护 | 优: 仅于中途提升泵站或污水处理厂集水井内设置提升泵, 可集中管理 | |
| 干管敷设 | 优: 可与新区污水干管合并, 干管敷设不受地形地势所限, 管径小 | 良: 须与新区污水干管分开, 干管敷设受地形地势所限, 管径大 | 压力输送方案利于干管施工 |
| 支管敷设 | 良: 支管埋深小, 但较密集, 需考虑压力平衡 | 优: 支管埋深稍大, 数量较少 | 压力输送方案支管收集系统的工程有相当的难度, 重力自流方案利于支管施工 |
| 日常检测及维修 | 良: 主要体现在设备上, 设备众多且分散 | 优: 设备较少, 合理设置检查井后管线系统可方便维护 | |
| 运行费用 | 良: 一次提升, 运行费用略高于重力自流方案 | 优: 一次提升, 运行费用略低于压力输送方案 | 不考虑中途泵站所需能耗 |
| 投资费用 | 优 | 良 | 土建费用及管线费用占主要投资 |
| 对古镇风貌影响 | 化粪池及潜污泵设于地下, 表面作绿化 | 窨井 检查井妥善布置, 外观作建筑修饰 | 均无不良影响 |
| 其它 | 对主要的观光街道的破路影响较少, 但众多化粪池的设置对古镇的进一步发展有潜在影响 | 分散化粪池的收集污水较容易; 大型机械难以进入, 施工难度较大 | 从古镇的发展角度而言, 重力自流方案优 |

北有聚宝桥与吴县市相接, 内有西湾街与古镇干道相连, 利于污水处理厂的交通; 天然独圩有利于处理后污水的排放。该地具有足够的开阔场地, 有利于污水处理厂的建设。

4.2 周庄污水处理厂处理工艺流程的确定

针对本污水处理厂, 所接纳的生活污水水量较小, 相应地时段上的不均匀性系数较大, 选择工艺时应考虑所选工艺流程具有良好的抗冲击负荷能力, 以使得系统能在短时间高浓度或大流量进水时处理效果仍能维持较好的水平,

为同时达到出水氮磷排放标准, 可选用化学除磷法与相应的生化处理工艺相结合。化学除磷法具有除磷效率高、效果稳定的特点, 但对活性污泥微生物的生理有一定的影响(因泥龄较长, 极易造成活性污泥中化学药剂的累积现象), 故与生化处理工艺相结合时应避免对生化处理的运行形成严重的影响。

针对本污水处理厂, 采用 A/O 法+化学法处理工艺, 流程示意见图 4。

考虑到 A/O 工艺中若取得较佳的脱氮效果, 则

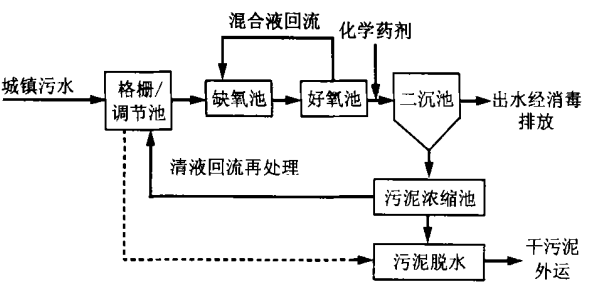


图 4 A/O 法+化学法处理工艺流程示意

很难取得理想的除磷效率, 故拟于二沉池前端投加化学药剂(如生石灰等), 利用化学法除磷。

剩余污泥由沉淀池定时排出至污泥浓缩池, 经污泥稳定、污泥浓缩、脱水, 因没有工业污水, 污泥可以考虑农用。栅渣、沉砂定期外运作进一步的妥善处理(例如填埋等)。

◎作者通讯处: 200092 上海市四平路 1188 号远洋广场 1902 室
电话: (021)35010369
谢丽 周琪 200092 同济大学环境科学与工程
学院
修回日期: 2002-5-25

ABSTRACTS

Biowin Process Applied in Gross WTP, Norway Hu Fengping et al (1)

Abstract: Biowin, a Canada developed process for wastewater treatment, has been applied by Gross WTP in Grimstad, Norway for years. The operating data of 1996 to 1997 are shown to deliberate the performance of this facility. At the low temperature, Biowin process can remove N, P effectively in case of long SRT and high MLSS.

Water Resources Utilization in Sydney Olympics Wang Kaijun et al (4)

Abstract: The comprehensive water resources utilization and the ecological planning in Sydney Olympics are presented briefly in this paper. For these the Olympic village WTP and comprehensive rainwater gathering, treatment systems and utilization facilities are included. Also the biological landscape plan is discussed with the rainwater treatment.

Ozone Concentration Measurement and Monitoring in Waterworks Zhou Yun et al (9)

Abstract: The methods of ozone concentration measurement and monitoring in waterworks are presented generally. The sampling points of ozone detection shall be set up at the outlet of ozone generator, the inlet and outlet of tail gas and the water outlet of contact tank. There are a lot of ways to measure the ozone concentration, for online measurement the UV-spectrometer and membrane galvanic probe are preferable for ozone gas and ozone dissolved in water respectively. Furthermore a portable indigotic instrument will be necessary for periodic calibration of online meters.

Removal and Distribution of N and P at a Simulated Artificial Wetland System Treating Stormy Runoff Xu Lihua et al (12)

Abstract: The N and P removals from wastewater and distributions in four wetland systems with different packages and with or without plantation, including the accumulation in artificial package media, the time varied microbial fixing and the adsorption in each section of plants of N and P were investigated. The results show that the microorganism, plantation and media are competitive for nutrients; the plants shall use the media-adsorbed N and microbial degraded P preferentially. Also it is observed that changing of environmental conditions shall influence the N and P distribution in the plant body.

Practice of Water Pollution Control Program in Zhouzhuang Song Leping et al (19)

Abstract: The landscape and architecture protections are taken into consideration in formulation of river body conservation and water environment control plan in an old township area Zhouzhuang in Jiangsu Province. Wastewater collected from five topographical subzones by gravitational pipeline casually with local pumping houses will be conducted into a concentrated wastewater treatment plant constructed at the end of the pipeline. The sewage mains shall be laid under the riverbeds and the checking wells shall be installed along the both banks of the river alternately. The wastewater treatment plant shall be located at the end of the pipeline network.

Comparison on Bio-Contact Oxidation Tank and Ceramic Bio-Filter Processes for Micro-Polluted Raw Water Pre Treatment Ji Min et al (26)

Abstract: Both bio-contact oxidation tank and ceramic bio-filter are always adopted for bio-pretreatment of micro-polluted raw water. The operating performances of these two kinds of reactors were researched experimentally to treat the Luanhe River diverting water in Tianjin in focuses to observe the membrane growth on package material, the pollutant removal and the management and maintenances of the treatment facilities. The results have shown that the ceramic filter possess has superiorities in all these topics with comparison to the bio-oxidation contact tank. The bio-film grows on ceramic well, the reactor works stable with higher pollutant removal and it is easy to manage and service. It is thought that ceramic bio-filter could be a better way than bio-contact oxidation tank to pre-treat micro-polluted raw water.

Wastewater Pumping House Suction Well Purgation in Converter Workshop Shen Weiqiao et al (34)

Abstract: The wastewater pumping house in the ash abatement system for converter workshop of a steel mill has to be shut down regularly in period of 1 to 2 years to remove settled silt and mud accumulated either in the hot water section or cold water section of the suction well, so the operation of the converter should be discontinued. We proposed a technical reform program to make the hot water section and the cold water section work as stand-by space for each other, then the purgation of hot water section and cold water section could be done separately and the continuous operation of converter could be guarantee.

SBR Process Treating Liquor Wastewater Chen Yong et al (36)

Abstract: The design, construction, trial run and normal operation of activated sludge system with SBR units are