

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.24.023

装配式乡镇污水处理厂的设计与施工

秦雄¹, 黄文海^{1,2}, 赵皇¹, 王宗平^{1,2}, 杨振¹, 江涛¹

(1. 中建三局绿色产业投资有限公司, 湖北 武汉 430056; 2. 中建三局水务环保设计院, 湖北 武汉 430014)

摘要: 针对污水处理厂现浇工艺施工周期长、施工过程易受天气影响,且劳动力投入大的特点,在某乡镇生活污水处理厂的建设过程中采用了装配式建造工艺。重点介绍了该污水处理厂的拆分设计、构件拼接处的防渗处理、构件的深化设计以及施工方法等,并总结了装配式污水池的优点,可为类似工程提供参考和借鉴。

关键词: 乡镇污水处理厂; 装配式工艺; 防渗

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)24-0126-04

Design and Construction of Prefabricated Township Sewage Treatment Plant

QIN Xiong¹, HUANG Wen-hai^{1,2}, ZHAO Huang¹, WANG Zong-ping^{1,2},
YANG Zhen¹, JIANG Tao¹

(1. China Construction Third Engineering Bureau Green Industry Investment Co. Ltd., Wuhan 430056, China; 2. China Construction Third Engineering Bureau Water & Environment Design Institute, Wuhan 430014, China)

Abstract: In view of the characteristics of long construction cycle, easy to be affected by weather and large labor input in cast-in-situ construction process, the prefabricated construction technology was used in the construction process of a township sewage treatment plant. The split design, the anti-seepage treatment and detailed design of the joints, and the construction methods of the prefabricated sewage treatment plant are introduced. Besides the advantages of prefabricated tank are summarized, which can provide reference for other similar projects.

Key words: township sewage treatment plant; prefabricated construction; anti-seepage

A²/O 及其改良工艺具有工艺流程简单、运行稳定、投资及运行费用低等优点^[1-3],是乡镇生活污水处理的主流工艺。随着国家相关政策的出台,各地都在加快推进乡镇污水处理设施建设。乡镇污水处理项目子项较多,施工过程中劳动力分散,这会将传统施工工艺工序复杂、施工周期长等缺点进一步放大。装配式建筑与传统建筑方式相比,更节约能源和资源,施工过程更环保,更符合绿色建筑设计施工及产业化发展战略。由于构件在工厂完成生产,可明显缩短工期,提高建设效率。

目前国内外已有将装配式建造技术应用于大体

积水池的建设过程的案例^[4-5],但在乡镇污水处理厂建设过程中还未见文献报道。将装配式建筑技术应用于乡镇生活污水处理厂的建设过程,解决乡镇生活污水处理项目工期紧、劳动力分散、建造效率低等问题,可以为乡镇生活污水处理厂的设计和建造提供新的思路。

1 项目概况

武汉市某乡镇污水处理厂占地面积为 5 333.34 m² (含远期预留地 1 717.35 m²),服务人口为 10 600 人,近期设计处理规模为 1 200 m³/d,出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—

2002)一级 A 标准,其工艺流程如图 1 所示。原设计方案采用常规的现浇建造工艺。受军运会影响,业主方要求污水处理厂在 2019 年 9 月底以前建成通水。考虑到现场的土地征拆和进厂路面修整,污水处理厂预计的施工工期为 3 个月,由于还需分配一部分人员到其他污水处理厂的提标改造工程中,造成该项目劳务人员紧缺、工期压力大,因此考虑进行设计方案优化。

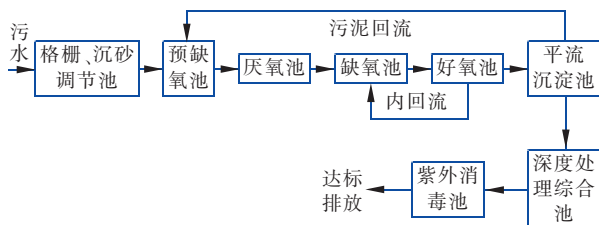


图1 污水处理厂工艺流程

Fig.1 Flow chart of sewage treatment process

经过与设计院沟通,决定采用将污水处理厂的 A^2/O 池及平流沉淀池改成全预制装配式结构的优化方案。

2 装配式设计

本着装配式建筑的“少规格、多组合”的原则,对水池的结构进行拆分。 A^2/O 水池的设计水位 4.2 m,平流沉淀池的设计水位 3.2 m。按照原有的现浇工艺, A^2/O 水池以及平流沉淀池均位于地下 1 m,采用全预制方案以后,为防止后期装配式污水池渗漏,进而冲刷周边土壤影响水池的结构安全,装配式污水池采用全地上式设计。采用全预制装配式设计以后,需要将提升泵的水力提升高度相应地增加 1 m,经验算,原设计提升泵的扬程满足要求。

2.1 构件拆分

A^2/O 水池以及平流沉淀池采用全预制形式,所有预制构件均提前在工厂完成生产,待项目现场准备工作完成后,将预制构件运输到现场进行安装。

按照原有工艺设计, A^2/O 水池共 2 组,每组分 4 个单元,分别为预缺氧池、厌氧池、缺氧池和好氧池,这 4 个单元的长度分别为 2、2、5、12 m,高 4.5 m,宽 5.2 m。平流沉淀池长 18 m,宽 4 m,高 4.5 m。

考虑到运输条件、钢筋混凝土构件生产精度限制以及利于接口的标准化设计和构件拼接缝的防渗处理,将水池拆分为 L 形构件和一字形构件,L 形构件对向拼接构成水池的侧壁以及底板,水池两端的

封堵墙以及内隔墙由上下两块一字形构件上下拼接而成(见图 2、3)。

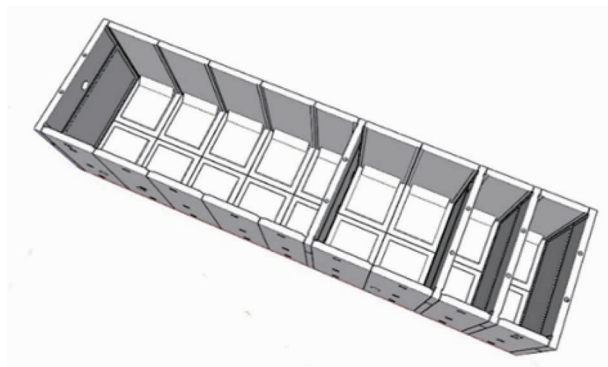


图2 水池拼接后的效果图

Fig.2 Effect picture of prefabricated tank



图3 装配式水池的构件

Fig.3 Concrete member of prefabricated tank

A^2/O 水池 L 形构件分为两种规格:2.6 m×2.5 m×4.5 m、2.6 m×2 m×4.5 m,上下一字形构件的高度分别为 1.5、3 m。

平流沉淀池采用一种规格为 2 m×2 m×4 m 的 L 形构件,而上下一字形构件的高度分别为 1.5、2.5 m。

2.2 构件连接

由于水池为矩形,为提高施工效率,构件之间采用高强螺栓连接。为保证连接的可靠性,同时为防止拧得过紧导致扣件和螺栓断裂,要求使用定力式扭力扳手,将扭力矩控制在设计允许的范围内。

2.3 构件拼缝处的防渗处理

采用预制装配式水池,存在着大量的拼接缝。构件拼缝的防渗处理是整个工程的重点。常松等^[6]在装配式综合管廊中采取遇水膨胀胶圈+聚乙烯泡沫板+双组分聚硫密封膏+自粘型橡胶止水带的做法对拼缝处进行防渗处理,取得较好的防渗效果。曹岳等^[7]在西澳 SINO 铁矿项目直径为 90 m 的装配式混合结构浓缩池的施工中,在预制构件的接缝处采用高压注浆后发泡膨胀的灌浆料进行防渗

处理,防渗性能良好。结合水池常用的防渗漏做法,本次设计采用遇水膨胀胶条、双组分聚硫密封膏+高压注浆后发泡膨胀的灌浆料+铺贴防水卷材+20 mm厚防水砂浆保护层的做法处理水池的拼接缝(见图4)。

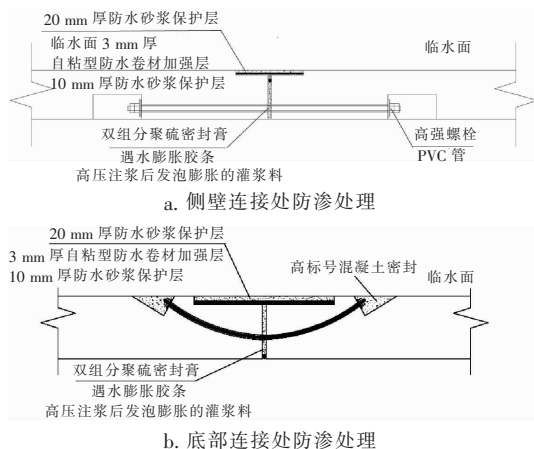


图4 构件拼接缝处的防渗处理

Fig. 4 Anti-seepage treatment of concrete member joints

2.4 构件深化设计

在进行构件的深化设计时,需根据污水处理的工艺特点,以及便于后续附属设施的安装为原则,进行预制构件的预埋件以及开孔设计。

A^2/O 生化池存在内回流、污泥回流、内部不同单元格之间的水流通、推流泵以及曝气管道等附属设施的安装,在进行构件的深化设计时,需根据工艺特点在预制构件上设置相应的过流孔道、内回流孔洞、放空孔以及用于设备和管道等附属设施安装的预埋钢板等。平流沉淀池的构件深化设计时,需在预制构件上预留进出水孔、排渣孔、放空孔以及用于走道板和集泥沟安装的预埋钢板。

所有构件上的预留孔洞在满足工艺要求的条件下应尽量设置在构件的竖直中心线附近,且远离构件之间的拼接缝。

3 装配式水池的施工

装配式水池由垫层以及装配式水池主体构成,总共76个构件, A^2/O 池共2组,每组28个构件,平流沉淀池共20个构件。其中L形构件和一字形构件外侧底部均设有定位孔,便于构件安装时的定位精确。施工流程如下:

① 垫层采用C15混凝土现浇而成,垫层现浇时需预埋定位钢筋,垫层养护完成后用墨斗弹好定

位线,便于构件的吊装定位。

② 由于单个构件的最大质量达14 t左右,根据现场实际情况和起重机的作业点选择、起吊质量和起吊高度、起重机回转半径等因素,选用110 t汽车吊。构件吊装前需制定详细的吊装方案,吊装作业前按要求对现场人员进行安全交底。

③ 以 A^2/O 池为例,首先完成 A^2/O 池的好氧池两侧L形构件的吊装,用高强螺栓将相邻两个构件连接在一起,并进行初步的固定,到达设计尺寸后进行内隔墙的一字形构件的吊装,然后依次完成缺氧池、厌氧池以及预缺氧池的吊装,最后进行两端挡墙的吊装。平流沉淀池构件吊装过程与 A^2/O 池类似。构件安装顺序见图5。

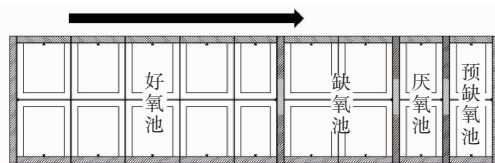


图5 构件安装顺序

Fig. 5 Schematic diagram of component hoisting sequence

④ 构件吊装完成后,将构件连接处的螺栓用AC型定力式扭力扳手扭至终拧扭矩。

⑤ 在拼接缝两侧填塞遇水膨胀胶条,用模板封堵后,将高压注浆后发泡膨胀的灌浆料用灌浆设备注入拼接缝内。注浆料达到设计强度后拆除模板,在构件之间拼接缝临近水面的凹槽内铺贴防水卷材,并在表面铺设防水砂浆保护层,以防止卷材在水池投入运行后被泡起。

4 满水试验

构件拼接缝处理完成,并进行必要的养护以后,按照《给水排水构筑物工程施工及验收规范》(GB 50141—2008),对水池进行了满水试验以检验水池的抗渗性能。经测定,两组 A^2/O 水池及平流沉淀池的渗水量分别为0.31、0.47、0.18 L/($m^2 \cdot d$),符合《给水排水构筑物工程施工及验收规范》(GB 50141—2008)中钢筋混凝土水池渗水量不超过2 L/($m^2 \cdot d$)的规定。

5 装配式污水池的优势分析

相对于传统的现浇工艺,全预制装配式污水处理厂的优势如下:

① 有效缩短了现场的施工周期。根据现场施工情况,装配式水池8 d即可完成主体吊装,7 d左

右完成水池接缝处理,经过必要的养护以后,30 d内即可进行满水试验。

② 减少现场劳动力的投入。现场只需投入1名吊车司机、2名信号员、1名指挥人员、3名操作人员即可完成吊装作业,减少了现场劳动力的投入。

③ 提高了水池的建造质量。构件全在工厂采用流水线作业预制,生产质量可控,有效提高了水池的建造质量。

④ 施工过程环保。现场湿作业量少,减少了施工过程中对周边环境造成的污染。

6 结语

装配式建造技术用于污水池的建造,可有效提高水池的建造效率,提高施工质量。通过以上装配式污水池的设计、施工经验的分享,可为类似规模的污水处理厂的设计和建设提供更多的选择和经验。乡镇污水处理项目往往含有多个相同的中小规模污水处理厂的建设,可有效分摊构件生产过程中的模具成本,因此,全预制装配式污水处理厂在乡镇污水处理市场有着广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 郝晓地,李天宇,吴远远,等. A^2/O 工艺用于污水处理厂升级改造的适宜性探讨[J]. 中国给水排水,2017,33(21):18-24.
Hao Xiaodi, Li Tianyu, Wu Yuanyuan, *et al.* Discussion on suitability of A^2/O process for upgrading of wastewater treatment plant[J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(21):18-24 (in Chinese).
- [2] 王琼,庞雪玲,史彦伟,等. 改良 A^2/O 工艺处理生活污水的脱氮除磷效果[J]. 中国给水排水,2018,34(23):100-104.
Wang Qiong, Pang Xueling, Shi Yanwei, *et al.* Nitrogen and phosphorus removal in domestic sewage by modified A^2/O process[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(23):100-104 (in Chinese).
- [3] 刘新超,贾磊,俞勤,等. AAO 工艺在不同 HRT 和回流比条件下对实际污水的处理效果[J]. 环境工程,2017,35(1):51-54.
Liu Xinchao, Jia Lei, Yu Qin, *et al.* Treatment effects of actual sewage by anaerobic/anoxic/aerobic process in different HRT and reflux ratio conditions [J]. Environmental Engineering, 2017, 35(1): 51-54 (in

Chinese).

- [4] 柏寒阳,张美超,郭秋静,等. 预制水池在大体积水池中的应用与研究[J]. 建筑施工,2019,41(1):106-108.
Bai Hanyang, Zhang Meichao, Guo Qiujing, *et al.* Application and research of prefabricated pool in large volume pool [J]. Building Construction, 2019, 41(1): 106-108 (in Chinese).
- [5] 宋泓锐. 装配式废水池材料比选分析[J]. 中国资源综合利用,2018,36(8):176-178,181.
Song Hongrui. Material comparison analysis of fabricated wastewater tank [J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2018, 36(8):176-178,181 (in Chinese).
- [6] 常松,芦宇亭,张德平. 浅谈预制混凝土箱涵装配式综合管廊防水做法[J]. 城市道桥与防洪,2018(2):173-176.
Chang Song, Lu Yuting, Zhang Deping. Discussion on the waterproof practice of fabricated pipe gallery [J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2018(2): 173-176 (in Chinese).
- [7] 曹岳,孟磊磊. 超大直径装配式混合结构浓缩池的施工[J]. 工业建筑,2015,45(3):130-134,160.
Cao Yue, Meng Leilei. Design and construction of an assembly hybrid structure tailing thickener with a superlarge diameter[J]. Industrial Construction, 2015, 45(3):130-134,160 (in Chinese).



作者简介:秦雄(1988—),男,湖北安陆人,硕士,助理工程师,主要从事水处理工艺研究工作。

E-mail:997841845@qq.com

收稿日期:2020-08-04