

# 市政污水处理厂水池结构设计要点分析

高伟

中交一公局第四工程有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i3.14370

**[摘要]** 本文针对市政污水处理厂水池结构设计进行系统分析,结合滕县污水处理厂工程案例,从水池结构设计原则出发,详细探讨了水池平面布置、截面尺寸、抗浮与抗震措施以及变形缝设置等关键设计要点。研究表明,合理的平面布置可提高场地利用效率;经济合理的截面尺寸能降低工程造价;可靠的抗浮与抗震措施是确保水池安全运行的基础;恰当的变形缝设置可有效控制温度应力;而新材料、新技术的应用则是提升水池结构耐久性与施工效率的重要途径。本研究对指导同类工程设计具有实践参考价值。

**[关键词]** 污水处理厂;水池结构;平面布置;抗浮设计;变形缝

**中图分类号:** TU992.25 **文献标识码:** A

## Analysis of Key Points in the Structural Design of Water Pools in Municipal Wastewater Treatment Plants

Wei Gao

CCCC First Highway Engineering Co., Ltd. Fourth Engineering Co., Ltd.

**[Abstract]** This article systematically analyzes the structural design of municipal sewage treatment plant water tanks. Based on the case of the Tengxian sewage treatment plant project, starting from the principles of water tank structural design, key design points such as water tank layout, cross-sectional dimensions, anti floating and seismic measures, and deformation joint setting are discussed in detail. Research has shown that a reasonable layout can improve the efficiency of site utilization; Economically reasonable cross-sectional dimensions can reduce project costs; Reliable anti floating and seismic measures are the foundation for ensuring the safe operation of the water tank; Proper setting of deformation joints can effectively control temperature stress; The application of new materials and technologies is an important way to improve the durability and construction efficiency of water tank structures. This study has practical reference value for guiding the design of similar projects.

**[Key words]** sewage treatment plant; Pool structure; Layout plan; Anti floating design; deformation joint

### 引言

随着我国城镇化进程加速与生态文明建设深入推进,污水处理设施作为城市重要基础设施,其建设规模与处理标准不断提高。“十四五”规划明确提出要加快构建现代环境治理体系,全面提升城市污水收集处理能力,推动污水资源化利用。作为污水处理厂的核心构筑物,水池结构的设计水平直接关系到工程质量、运行安全与投资效益。水池结构设计面临防渗漏、抗裂缝、耐腐蚀等特殊要求,同时还需考虑工程造价与施工难度。以滕县污水处理厂为例,该项目处理规模3万m<sup>3</sup>/天,包含粗格栅及进水泵房、AOA生物池、二沉池等多种类型水池结构,其设计充分体现了现代污水处理厂水池结构设计的技术要点。

### 1 工程概况

本项目坐落于滕县滕州镇文村东北面约200m的浍江沿岸,地理位置优越,西北侧紧邻浍江水系,西南方向与大桥冲相接,东北面则是蓬勃发展中的滕县新材料产业园。该污水处理厂采用了完整的“粗格栅、进水泵房—细格栅、旋流沉砂池—AOA生物池—二沉池—精密过滤器—接触消毒渠—巴氏计量槽”处理工艺流程,设计日处理污水能力达3万m<sup>3</sup>,总体占地面积为30199.52m<sup>2</sup>,其中实际建筑与构筑物占地达8827.05m<sup>2</sup>。工程配套建设了贯穿周边区域的DN800大口径污水管网1366米,实现了污水收集系统的完整覆盖。根据项目规划,整体工程计划工期为450日历天,建成后将显著提升当地污水处理能力,为区域环境保护贡献力量。

### 2 市政污水处理厂水池结构设计原则

针对藤县污水处理厂这类日处理规模达3万 $m^3$ 的大型市政工程,其水池结构设计必须遵循严格的设计原则,确保工程质量与运行安全<sup>[1]</sup>。设计原则应坚持“安全第一、功能至上、经济合理、便于施工”的基本理念,具体体现在以下方面:满足A0A生物池、二沉池等关键构筑物的工艺功能需求,确保水力流畅;考虑项目地处沿江边的特殊水文地质条件,加强防渗漏与抗浮设计,特别是对于深度达5.00m-6.00m的水池结构;针对藤县亚热带季风气候特点,重视温度应力控制,合理设置变形缝;结合场地30199.52 $m^2$ 的用地限制,优化各水池构筑物平面布置,提高土地利用效率;基于污水环境腐蚀性,选用高耐久性材料,延长构筑物使用寿命;考虑450日历天的紧张工期,采用标准化、模块化设计,提高施工效率;兼顾后期运营维护便利性,预留检修通道与设备吊装空间;在满足上述要求基础上,优化结构截面尺寸,降低工程造价,实现总体技术经济指标最优。

### 3 市政污水处理厂水池结构设计要点分析

#### 3.1 水池平面布置合理

藤县污水处理厂在总用地面积30199.52 $m^2$ 的限制下,对各功能水池进行了科学合理的平面布置,充分体现了工艺流向与地形适应性的统一。设计团队根据“污水—粗格栅—进水泵房—细格栅—旋流沉砂池—A0A生物池—二沉池—精密过滤器—接触消毒渠—巴氏计量槽”的工艺流程,将各水池单元按照水流方向依次布置,减少水流转向次数,降低水头损失。值得注意的是,该项目将占地面积较大的两座A0A生物池(65.65 $\times$ 36.8m)与两座二沉池( $\phi$ 36.8m)紧凑排列,节约了宝贵的用地资源。平面布局充分考虑了藤县特殊的地形条件——地势呈马鞍形,西北侧毗邻浔江,通过合理利用场地高差,实现了部分重力流,减少了提升能耗。此外,工程还巧妙处理了各功能区之间的关系,将污泥处理单元集中布置,既便于管理又减少了异味扩散;同时预留了设备运输通道与维修空间,确保后期运行维护的便利性。

#### 3.2 水池截面尺寸经济合理

藤县污水处理厂水池截面尺寸的确定既满足结构安全要求,又体现了经济合理原则。以A0A生物池为例,该池体长65.65m,宽36.8m,水深6.00m,设计团队通过静力计算与有限元分析,确定了最优墙厚与底板厚度,避免了结构超厚浪费现象。池壁厚度根据水深变化采用了变截面设计,底部适当加厚以承受较大水压力,上部则相应减薄,既保证了结构强度又节约了混凝土用量<sup>[2]</sup>。二沉池作为直径达36.8m的圆形池体,其侧壁采用了等强度设计理念,通过应力分析优化了截面形状,实现了材料用量最少化。对于精密过滤器等小型水池,则采用统一墙厚设计,简化施工工艺,提高施工效率。水池底板厚度的确定既考虑了抗浮需求,又兼顾了地基承载力情况,在满足刚度要求的前提下尽量减薄。各类水池的钢筋配置也经过了精细计算,在满足强度与裂缝控制要求的同时,避免了不必要的钢材浪费,使整体结构既安全可靠又经济适用。

#### 3.3 抗浮与抗震措施可靠

考虑到藤县污水处理厂紧邻浔江,地下水位较高,且处于多

雨的亚热带季风气候区,项目设计团队对水池结构的抗浮设计给予了特别关注。根据当地水文地质条件,设计以空池状态下的最高地下水位为不利工况进行抗浮验算,采取了多项有效措施:对于二沉池等大型深水(深度5.00m),通过增大底板厚度增加自重,同时布置抗浮锚杆与设置底板反压水箱,形成多重抗浮保障体系;对于A0A生物池,采用了底板加厚与侧壁挑脚相结合的方式,充分利用周边土体重量提供抗浮能力。抗震设计方面,藤县虽非强震区,但考虑到水池结构的重要性,设计按照规范要求进行了详细的抗震计算,重点加强了池壁与底板连接处的配筋设计,增设抗震附加钢筋,提高结构整体刚度。对于高度超过5m的池壁,还设置了水平拉结梁,增强整体性。二沉池等圆形水池则通过环向受力体系提供良好的抗震性能。所有水池结构均按抗裂等级设计,严格控制裂缝宽度,确保在地震作用下仍能保持水密性。

#### 3.4 池体变形缝设置得当

藤县地区四季分明,温差较大,夏季最高温度可达38 $^{\circ}C$ 以上,这种气候特点使得藤州镇污水处理厂水池结构的温度应力控制尤为重要。针对这一情况,设计团队在各类水池中科学设置了变形缝,有效应对温度变化引起的结构变形<sup>[3]</sup>。变形缝设置遵循以下原则:对于长度超过30m的矩形水池,如长达65.65 $\times$ 36.8m的A0A生物池,按照25-30m的间距设置了温度变形缝,将整体结构划分为长度适中的独立单元;对于精密过滤器(13.7 $\times$ 8.70m)、接触消毒池(20.22 $\times$ 17.15m)等中小型水池,则整体设计,避免不必要的接缝;圆形二沉池( $\phi$ 36.8m)考虑其实际受力情况与几何特性,未设置环向变形缝,但在其与污泥泵房连接处设置了径向变形缝。变形缝类型选择上,池壁与底板采用了全断面变形缝,确保结构能自由伸缩;沉降缝则设置在地基条件变化明显的位置,如进水泵房与细格栅间连接处,防止差异沉降导致结构开裂。所有变形缝均采用优质止水带进行严格防水处理,浔江边水位变化较大区域设置双道止水,确保本污水处理厂3万 $m^3$ /天处理规模的各水池结构不渗漏,为工程耐久性提供可靠保障。

### 4 市政污水处理厂水池结构设计的优化与创新

#### 4.1 采用新型高性能混凝土

藤县污水处理厂位于浔江边上,水环境腐蚀性强,传统混凝土难以满足长期耐久性要求,因此设计方案引入了新型高性能混凝土技术。该项目在A0A生物池、二沉池等关键水池结构中采用了抗渗等级达P10的高性能混凝土,通过加入硅灰、粉煤灰等掺合料,显著提升了混凝土的密实度与抗渗性能。针对污水中硫酸盐等腐蚀性物质,设计还选用了抗硫酸盐侵蚀型水泥,结合高效减水剂控制水灰比不超过0.45,形成致密微观结构。尤其在处理高腐蚀性污水的细格栅及旋流沉砂池内表面,采用了聚合物改性混凝土增强防腐能力,延长构筑物使用寿命。

#### 4.2 合理采用预应力技术

面对藤县污水处理厂中直径达36.8m的二沉池与长达65.65m的A0A生物池等大型水池结构,设计团队创新采用了预应力技术,实现了结构性能的显著提升。圆形二沉池采用环向预应力设

计,通过在池壁周向布置预应力筋并施加张拉力,形成压应力预存储,有效抵消了水压引起的拉应力,使池壁厚度从传统的45cm优化至35cm,节约混凝土用量约22%。大型矩形AOA生物池则在底板与长向墙体应用了纵向预应力技术,通过预应力管道精确布置与分阶段张拉,控制了混凝土收缩引起的裂缝,提高了结构整体防渗性能。预应力技术的合理应用不仅减薄了结构截面,降低了钢筋混凝土用量,还实现了“无缝设计”,显著提高了水池的抗渗性能与使用寿命。该技术在满足450天工期要求的同时,也为业主节约了长期维护成本。

#### 4.3 应用新型装配式结构

滕县污水处理厂创新采用了部分装配式结构技术,在保证水池结构整体性的同时,显著提高了施工效率。项目中的巴氏计量槽、精密过滤器等中小型水池采用了预制墙板与现浇底板结合的半装配式技术,墙板在工厂预制完成后运至现场安装,仅需进行节点连接与防水处理。尤其在标准化程度高的构筑物如两座规格完全相同的二沉池中,采用了模块化预制构件,实现了池体上部构件的工厂化生产,大幅减少了现场湿作业工序。加药间、鼓风机房等附属建筑则全面应用装配式框架结构,构件标准化率达80%以上。装配式技术的应用使得关键水池结构施工周期缩短近20%,为满足450天的紧张工期提供了有力保障。

## 5 结束语

市政污水处理厂水池结构设计是一项系统工程,需要综合考虑功能需求、结构安全、施工便捷与经济合理等多方面因素。通过滕县污水处理厂案例可见,科学合理的水池结构设计能有效提高工程质量,延长使用寿命,降低运营维护成本。未来随着新材料、新工艺、新技术的不断发展,污水处理厂水池结构设计将向标准化、模块化、装配化方向发展,智能化设计与绿色环保理念将深度融入设计过程。设计人员应当持续学习创新,紧跟行业发展趋势,不断提升设计水平。

### [参考文献]

[1]任明星,胡婉星,张海涛,等.市政污水处理厂水池池壁抗渗防裂应对策略[J].城市建筑,2024,21(20):202-205.

[2]孟琳,杨晓亮.市政污水处理厂水池结构设计要点探究[J].中国住宅设施,2021,(05):33-34.

[3]王洋.市政污水处理厂水池结构设计要点分析[J].江西建材,2021,(04):76-77.

### 作者简介:

高伟(1989-),男,蒙古族,内蒙古人,本科,工程师,研究方向:市政工程及桥梁结构。