

# 市政污水处理厂水池结构设计要点探究

周佳林

中国市政工程西南设计研究总院有限公司

**摘要:** 为了确保污水处理工作能够满足日益提高的生态环境保护要求, 必须对现有水处理技术手段进行不断优化, 针对水池等污水处理厂重要结构, 加强设计全过程管控力度。本文结合具体改进措施, 分析市政污水处理厂水池结构设计要点。明确存在于水池设计环节中的各类问题, 提出重点关注环节和改进措施, 以期对相关工作人员提供理论性帮助。

**关键词:** 市政污水处理厂; 水池结构; 设计要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.111

**前言:** 随着城市建设规模的不断扩大, 市政污水总量进一步增长, 原有污水处理系统已然无法满足现阶段水生态环境保护的要求, 需要在原有基础上做好水池结构设计工作, 结合水池的结构特征, 不断优化水池设计方案, 解决水池抗浮、防渗漏等问题, 确保水池结构设计能够满足规范和后续运营的要求。

## 一、市政污水厂水池结构计算要点分析

在市政污水处理厂建设过程中, 工程建设效果不仅会受到施工材料与施工技术质量影响, 还会因结构设计不规范而出现处理效果下降问题。因此在污水厂水池结构设计方案编制后, 相关工作人员需要结合设计方案内容进行的严格审查, 确保水池结构的抗裂性能、整体强度符合设计要求。

### (一) 水池结构

市政污水处理厂水池结构与尺寸会受到工艺专业影响, 基于水池建设工艺专业特征及需求, 水池的结构形式也存在较大差异。结合平面特征, 可以将水池划分为圆形水池及矩形水池<sup>[1]</sup>。结合水池上方是否覆盖顶板, 也可将其分为敞口水池与有盖水池。结合水池中部挡墙特征, 也可将水池划分为单格水池、多格水池等形式。

### (二) 荷载组合

市政污水处理厂的水池荷载主要包括自重、土压力、池内外水压力等, 其中由于池内水是污水, 容重一般要略大于池外地下水容重。结构自重主要是指钢筋混凝土材料的容重值乘以其体积值; 土压力需要依照朗肯土压力公式、考虑地下水位以及土浮重度计算; 水池内压力值应当结合设计水位的净水压值计算。

针对有顶板且顶板上部存在覆土的水池, 需要着重分析顶板的荷载及承载力。不仅如此, 水池结构内外温湿度差也会导致水池结构出现温度应力。

考虑不同的荷载作用, 常见的荷载组合方式需要考虑池内外是否存在土、池中是否存在水等情况。在水池结构设计过程中, 应该综合考虑不同荷载的组合, 选择

全面包络的最不利结构荷载组合方式。

### (三) 截面设计

市政污水处理厂水池结构截面设计工作需要严格满足水池池壁以及底板强度要求基础上, 同时应尽量降低工程建设成本, 因此在设计过程中要使用先进设计软件构建出不同截面结构的模型, 针对不同工况下的荷载组合对水池结构的截面展开受力分析, 确保水池池壁以及底板能够切实满足承载力的状态要求, 避免底板结构在后续建设及运营期间经常出现裂缝问题, 导致水池维修成本的增加。

## 二、水池结构设计需重点考虑的问题

### (一) 抗浮问题

结合现阶段国家针对给水排水工程构筑物设计工作颁布的执行规范, 在各种基底位于地下水或地表滞水层, 难以及时有效降水的情况下, 地表水和地下水会对基底结构产生浮托力, 浮托力的计算应当根据现场地下水的最高水位确定。

如在水池结构设计环节的最低控制水位没有严格设定, 在地下水超过最低控制水位的情况下, 水池会出现上浮问题, 导致水池整体承载力与稳定性受损<sup>[2]</sup>。因此在开展水池设计工作期间应当严格关注整体抗浮稳定性验算。针对池中有柱或者多格水池结构, 需要验算局部抗浮以及与柱连接的顶板及底板裂缝, 避免在后续运营中出现浮问题。

没有对水池结构基本组合作用的抗浮稳定系数进行正确取值, 也会使水池出现抗浮问题。在污水处理厂具体规划过程中需要结合施工现场地质勘察结果, 选择适宜的水池结构位置, 避免水池结构低于周边地势, 导致雨水汇集, 地下水位升高超过控制水位, 引发水池结构出现抗浮问题。

除此之外, 水池结构设计过程中的基础数据处理错误, 或者没有正确计算出自重等抗浮力的值, 也会致使水池结构出现抗浮问题, 因此需要在抗浮计算与设计中正确计算结构的抗浮力。

污水处理厂一般在靠近河道选址, 其地下水水位通常较高。设计工作开展期间, 因水池单体与其他建构筑物的体积及重量差距较大, 单位面积下水池的自重较轻, 在河流汛枯期会导致附近地下水位发生较大变化, 勘察单位难以准确勘测到最高地下水位置, 在实际考核计算过程中, 通常会选取距离设计地面以下0.5米处的水位作为抗浮水位<sup>[3]</sup>。在水池平面尺寸大, 内部墙体少的情况下, 更应当关注抗浮验算工作, 避免局部抗浮设计不满足实际要求, 导致运营期间出现底板开裂问题。

## （二）防渗漏问题

市政污水处理厂水池结构一般采用抗渗钢筋混凝土，在结构设计过程中如果仅考虑混凝土结构的抗压强度以及抗渗等级，一味地提高混凝土强度等级或者增加水泥用量，势必会导致混凝土结构出现严重的水化热现象，使混凝土收缩变形量进一步的增大，最终出现结构裂缝的问题，导致水池结构的抗渗性能不满足实际的需求。

在水池结构变形缝设计环节没有严格遵照现行规定在合理的位置处设置变形缝。在水池地下发生不均匀沉降的情况下，水池结构无法适应变形要求，会导致裂缝出现。

在水池配筋设计环节，设计人员没有针对矩形及圆形水池结构特征进行合理的配筋设计，导致水池在后续运行过程中更易出现贯穿裂缝问题。

如果在水池结构设计环节未明确最不利荷载组合形式，在结构受到不利荷载组合的情况下更容易出现裂缝、变形甚至倒塌等系列问题。

水池中的预埋件数量和间距设计不合理，在设计过程中没有考虑构件锚固长度以及构件布局密度等因素，导致后续混凝土振捣密实性不佳，容易导致预埋件预埋处的混凝土产生裂缝。

水池设计过程中没有着重关注地基结构对池壁混凝土的变形约束力，如水池所在的地基过于坚硬，在外界条件出现变化的情况下，池壁结构也会出现变形问题。如果池壁结构的变形量超过了池壁混凝土结构的抗拉强度，应力值最大的部位也会出现应力裂缝。

由于水池单体运营时多数处于有水状态，且混凝土结构无法避免的会出现裂缝<sup>[4]</sup>。但裂缝开展宽度不超过裂缝规范要求的情况下不会出现渗漏问题。裂缝发生原因主要就是混凝土结构的收缩变形超过可承受的拉应力；混凝土结构振捣不均匀，产生蜂窝状结构并引发渗水情况；水池底板及周边结构混凝土采用分开浇筑手段，池壁水平施工缝的止水钢板焊接工作未做到位，地基没有严格处理，最终使得混凝土结构开裂漏水。

## 三、水池结构设计重点问题解决对策

### （一）抗浮设计问题解决对策

市政污水处理厂水池结构的抗浮问题主要是设计过程中没有充分考虑地下水浮力导致。在水池结构中的抗浮力低于地下水浮力情况下，水池结构会出现抗浮破坏。

结合水池结构抗浮破坏特征，在设计过程中可以通过采用增加池体结构自身抗浮力以及减少地下水浮力的方式，例如通过增加水池底板厚度、水池挑脚的外挑值，增加水池内二次填充混凝土量，增加顶板覆土深度的方式提升水池抗浮力。

在水池抗浮力设计过程中还需要着重计算出水池的抗浮值，在地下水水位丰富的地区还需要进行水池结构整体抗浮稳定性验算<sup>[5]</sup>。针对水池结构中间有柱或者多格

水池的情况下，需要验算局部抗浮稳定性。

设计工作开展期间应当结合基础结构的垫层情况着重分析池体结构底部以及周围土层结构特征。注重分析水池结构在建设以及运营期间可能面临的各类不利因素，基于最不利荷载组合形式开展抗浮工作，采用管理抗浮、适当增加挑脚长度、底板设置抗浮桩或抗浮锚杆等抗浮措施。

要求水池结构应当严格按图施工，严格控制水池结构施工材料质量。在水池结构周边设置更加完善的排水系统，比如采用管井降水方式，在水池周边设置管井并点开展降水工作，使地下水位能够始终处于抗浮验算的最低水位线下。也可采用垫层灌注水泥浆方式，在水池底板下设置一个防水的保护层，使排水系统在水池结构施工与运行期间能够及时将积水排出，防止雨水长时间积聚在水池周边，导致水池结构出现抗浮问题。

### （二）防渗漏设计问题解决对策

水池的渗漏问题主要是由于水池混凝土结构出现较多的变形裂缝以及应力过大导致，因此需要着重控制水池结构混凝土抗裂设计，加强混凝土结构设计全过程管控力度。

在混凝土施工期间还应当着重关注技术交底环节，加强混凝土材料以及钢筋等结构施工质量管控力度<sup>[6]</sup>。检验混凝土施工设备运行状态，避免施工设备故障对混凝土施工质量及效率造成不利影响。对混凝土配合比环节的标准性进行严格管控，要求混凝土内部砂石，水泥以及外加剂等材料质量均通过试验检测。

要求在市政污水处理厂水池结构混凝土配合比优化过程中以控制混凝土水化热为主要目标，在混凝土材料内部掺入能够有效控制水化热现象的矿物掺合料，有效控制混凝土材料中的水泥用量。计算出合理的水胶比、控制坍落度，有效解决混凝土的塑性收缩以及长期干缩问题。

在混凝土配制过程中需要禁止使用水质不达标的水，避免水内杂质对混凝土结构整体性能造成不利影响。在混凝土中的骨料应当满足级配好、空隙率小、质量达标等条件，利用大直径粗骨料控制水泥的水化热效应。避免混凝土结构出现裂缝问题。结合混凝土材料试验结果，选择适宜直径的粗骨料。

混凝土施工过程中需要配合使用多次振捣，切实提升混凝土结构密实度。通过对预埋件表面进行除锈以及除油污处理，从根本上提升混凝土材料与预埋构件之间的连接紧密度，避免预埋件处出现裂缝问题。在水池混凝土结构施工过程中还可以通过设置膨胀加强带的方式控制裂缝。

混凝土施工后，施工单位还需要结合市政污水处理厂水池结构混凝土施工材料应用特征，编制适宜的养护方案，确保混凝土施工环境中的温度及湿度因素得到全面管控<sup>[7]</sup>。混凝土养护方案的制定还需要基于现场调查结果，结合现场环境优化养护内容，切实保障工程质

量水平。如外界温度较高,需要对混凝土粗细骨料进行提前降温处理;在外界温度较低应立即采用有效保温手段,将混凝土内外温差控制在最低范围之内。针对混凝土施工时的施工缝处理,可以通过优化施工面吹凿方式,选择不同的企口缝,调整施工缝连接处材料等方式增加接缝处的黏结度。并且施工缝的止水钢板应当采用双面满焊方式,池体结构的底层需要落在同一持力层上。如果土层分布差异较大也需要对地基结构进行适当处理,尽量避免钢筋混凝土水池地基结构出现不均匀沉降的问题。

按照规范要求设置伸缩缝及沉降缝,避免外界条件变化而产生不均匀应力,引发混凝土结构变形问题。在混凝土结构同一方向处需要使用相同或者直径相当的钢筋。在水池结构有穿墙套管的情况下,还需要结合水池运行要求选择适宜的穿墙套管位置以及套管数量,防止混凝土结构施工结束后再开凿套管孔<sup>[8]</sup>。

钢筋混凝土水池在设计过程中,还需要对抗裂度以及裂缝宽度进行验算,结合水池形状配置钢筋,如在更易受到温、湿度荷载影响的地面式矩形水池结构设计过程中,为了防止水池结构周边出现惯性裂缝,池壁的水平方向每侧最小构造配筋率应当大于0.20%,圆形水池的池壁每侧最小构造配筋率应当大于0.20%,有抗震要求时池壁内外侧水平向钢筋最小构造配筋率应当大于0.30%。

在水池结构设计过程中,还需要着重考虑各种荷载组合形式,确定最不利的荷载组合条件并且对此开展严格分析,在施工过程中采用更加先进专业的防渗透技术手段。尽量避免在高温或气候异常的情况下开展混凝土施工工作,尽量减少混凝土结构因为环境温度差过大而产生的温度应力问题。

#### 四、提升市政污水处理厂水池结构设计水平的具体措施

##### (一) 注重开展结构设计及校对验证工作

在市政污水处理厂水池结构设计过程中,要严格遵照因地制宜原则,来开展结构设计以及校对验证工作。首先验算水池结构强度值,对于不同种类以及形式的水池结构开展裂缝验算,要有针对性。设计人员在进行设计工作时还应当结合相同类型工程对勘察数据以及气象数据展开充分分析,结合荷载条件重点开展结构裂缝验算工作,保证验算结果精准度,避免因地质、气候因素造成损失<sup>[9]</sup>。

对于水池的结构抗裂度以及裂缝宽度,要做好验算的工作。如水池结构主要为钢筋混凝土材质,还需要计算出水池截面产生的轴心拉力值以及水池结构的实际抗裂强度。在验算过程中如果水池采用了预应力混凝土,也需要验算混凝土的抗裂强度等级。

在水池表面使用防腐涂料,充分考虑水池结构的延展性能,通过优化设施结构施工技术看方案,增强水池结构施工规范性。

##### (二) 优化水池结构施工方案

水池结构设计工作也需要落实安全意识。注重在水池设计环节应用先进设计软件,对结构设计方案进行不断优化,重点突出安全措施在工程设计环节中的应用。在结构安全设计方案编制过程中还需要对方案内容进行严格审核,及时发现并解决存在于结构设计方案中的问题,进一步增强设计结构的安全性。

##### (三) 保障结构材料质量

为了从根本上保障水池结构的安全性,设计过程中还需要加强结构材料的质量管控力度,通过对于高质量、高性能材料的积极使用,能有效的保障材料质量的安全性。在水池结构设计过程中,要紧抓材料质量检验关口,以减少施工单位为寻求经济利益最大化而做出偷工减料行为。加强与建设及施工单位的合作力度,要求与口碑良好、信誉优异的供货商合作。

##### (四) 优化结构各项性能

在水池结构设计环节提升结构整体的安全性还可以使用概念设计手段。结合水池结构的安全性能要求,做好特定性能的设计工作。分析水池结构设计中局部和整体的关系,结合概念设计方式,不断优化设计方案内容,以确保结构设计中的各项细节均能够展现出来。设计人员在掌握水池结构状态后还需要优化设计方案内容,明确各结构间的力学关系,确保水池结构能够达到整体平衡状态。

总结:总而言之,为了确保水池结构设计工作能够在提高市政污水处理厂处理水平,保护地区水生态环境中发挥出重要作用,需要着重分析现存于水池结构设计环节中的各类问题,积极推广新型水池材料,加强水池结构设计整体管控力度,因地制宜优化水池结构设计方案。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 邱照舒. 市政污水处理厂水池结构设计要点探究[J]. 居业, 2020(10): 39-40.
- [4] 董晨, 李琛骏. 市政污水处理厂水池结构设计要点探究[J]. 城市水池, 2020, 17(27): 92-93.
- [5] 赵薇薇. 市政污水处理厂水池结构设计要点探究[J]. 城市水池, 2020, 17(14): 81-82.
- [6] 罗瑶. 污水处理厂中水池结构设计要点的分析[J]. 智能城市, 2020, 6(07): 157-158.
- [7] 刘梁, 何青相. 市政污水处理厂水池结构设计要点探究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(15): 181-182.
- [8] 贺成刚, 郑伟光, 王志华. 市政污水处理厂水池结构设计要点分析[J]. 建筑技术开发, 2019, 46(13): 86-87.
- [9] 刘梁, 何青相. 市政污水处理厂水池结构设计要点探究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(15): 181-182.