

市政污水处理厂水池结构设计要点分析

李巍 熊茂

武汉中科水生环境工程股份有限公司

[摘要]随着城市化进程的加快,越来越多的人涌入城市,导致环境污染问题变得更为严重。当前,政府对环境污染问题越来越重视。本文主要介绍了市政污水处理厂水结构的设计,分析了池塘结构设计的现状,最后讨论了池塘结构的设计要点及策略,并结合实例进行了相关阐述,希望能给相关部门一定参考。

[关键词]城市化进程; 环境污染问题; 水结构设计; 设计策略

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.1751

引言

现阶段,人们对城市环境的要求日趋增高。而对于市政建设来说,污水处理厂是规模较大的建设项目,对城市环境的影响很大。基于此,要做好城市污水处理厂的结构设计工作,采用创新的施工技术,确保污水处理厂水池结构更稳定,以便高效服务城市环境建设,为美化城市环境做出更大的贡献。

一、水池结构设计介绍

在污水处理厂中,污水池结构的设计包括防渗漏、防开裂等几个方面的设计。在进行设计时,针对不同类型的水池,应充分考虑差异化的结构要求,同时要做好结构强度的检查。在设计时,不仅要分析地理条件,还要对地震效应进行分析,以满足不同方面的要求。

二、水池结构设计现状

(一)水池防渗系数较低,无法确保抗渗性能

以实际效果来分析,在混凝土强度设计方面,得到了大多数设计者的重视,不过对防渗设计的重视程度并不高,由此,难以确保污水池的防渗能力,而且在很大程度上,难以符合施工要求,基于这些情况,导致水池的作用得不到积极发挥。在建设水池的过程中,钢筋混凝土是主要的材料,由此对于结构的设计,应严格遵守有关的规范,来选取最合适的抗渗等级,同时有效掌控施工,以便能满足水池的防渗要求,而且能保障水池得到正常使用。

(二)不够重视表面材料的施工设计

以往在对处理池进行设计时,设计人员需对其裂缝与可靠性进行考虑。实际上,对于表面涂层材料而言,并未得到较高的重视程度,或者采用质量较差的材料,在这样的情况下,在使用水池的过程中,极有可能会出现较大的腐蚀情况,进而有碍于对水池的使用,缩短水池的使用年限。

(三)防渗防漏问题分析

在对水池结构进行设计时,若要达到一定的抗压强度,并具备较好的抗渗透性,则需提高混凝土强度。在这样的情况下,不但能加大混凝土变形,同时也能提高水化热,在两者的作用下,将导致混凝土变形更加严重。当混凝土出现裂缝之后,会对水池不渗透性造成影响;在对变形缝进行设计时,若没有依据相关的规格,在外部条件存在变化的情况下,则变形缝结构将难以满足变形需要,进而出现裂缝的现象;此外,对于水池壁混凝土,若不够重视对其变形的约束,再加上水池体较为坚硬,在这样的情况下,则会促使混凝土结构形成较大的变形,尤其在应力集中的位置,极有可能会出现裂缝的现象^[2]。

(四)抗上浮问题分析

水池抗浮问题,是埋地水池设计的一个重点。设计中主要考虑抗浮水位的选择,可以根据地勘报告并结合场区地坪内外高差进行选取。抗浮水位的确定会直接影响到水池的后期设计方案和工程量,应慎重。抗浮设计的原理是水池最不利工况下的重力应大于地下水的浮力,并依据规范取1.05的安全系数。

基于以上原理,可采用的设计方案有:1.增加水池的底板自重即加大底板厚度,此方案增加混凝土和钢筋的用量。2.增加水池飞边挑出长度,即可增加水池覆土量,抗浮力增加。3.增加水池底板抗浮块设计,即采用低标号混凝土浇筑于底板下,并采用钢筋锚固于底板,增加水池配重。4.当地下水对水池作用的浮力较大时,水池基础可采用抗浮桩设计,即抗浮桩的摩阻力平衡地下水的浮力作用。5.对于水池底板局部跨度较大时,还需进行“局部抗浮验算”,以免地

下水浮力作用使底板开裂导致工程事故。

三、水池结构设计要点及策略

(一)强化结构设计和校核验算

在对结构进行计算时,应加以考虑不同方面的因素,做好对建设区域有关情况的勘察,比如水文地质,充分掌握施工的条件,依据工程荷载要求,针对水池结构强度,来执行演算,并进行校核验算。

(二)水池结构裂缝防治方法

造成水池混凝土裂缝的真正原因是混凝土的拉应力大于其抗拉强度,拉应力主要来自外荷载、不均匀地基变形、混凝土收缩及温度和湿度。控制混凝土裂缝的有效方法是降低或消除混凝土的拉应力。水池的混凝土裂缝主要由温差作用导致,所以控制温差作用是超长水池裂缝防治的关键^[3]。

四、工程实例分析

(一)工程概况

某污水处理站生化池为半地上钢筋混凝土水池,平面尺寸为93m×49m,高6.6m,地下埋深3.8m,地面上2.9m,抗渗等级P6。根据项目业主要求,从安全、经济、便于运营维护等多方面考虑,该生化池拟采用不设伸缩缝的结构方案。本文通过采取桩网复合地基、在水池底板与地基土间设置滑动层、设置后浇层及对水池进行有限元温度作用分析等措施实现了超长水池不设缝结构设计。

(二)桩网复合地基处理

拟建项目场地土层自上而下依次分布为不同填土、素填土(黏土)、淤泥粉质黏土、粉质黏土和强(中)风化砂岩。在处理欠固结土时,确定土拱高度是计算桩网基础填土高度的前提,是计算加筋体的重要依据。桩网复合地基土拱形成后,桩帽、土拱上方的部分充填荷载和上部水池的荷载在土拱的作用和加筋垫层下转移到桩帽上,由桩和桩间土共同承担。由于刚性桩与桩间土模量相差较大,这种差异沉降使桩间土壤分离,形成“膜下腔”,使上部荷载通过加筋体的提升作用完全转移到桩帽上,全部由桩来承重。此时地基沉降包含桩基沉降与桩帽上填土的沉降,桩帽上填土沉降可通过压实度控制,从而可有效控制水池的沉降量^[4]。综上所述,由于桩、桩帽和加筋垫层共同作用,提高了复合地基的承载力和压缩模量,能有效防止地基土层的不均匀变形,控制水池的工后沉降,避免水池因地基不均匀变形而开裂。

(三)混凝土材料

水的热量与干收缩的等效温差主要由水池施工阶段混凝土拉应力产生。在混凝土中加入一定量的膨胀剂,会使混凝土发生膨胀和自压应力,水化热和干缩热可以通过有效的温差抵消或减少,以避免混凝土在拉应力和施工过程中产生收缩裂缝。补偿混凝土的极限膨胀率是通过计算混凝土的收缩率来确定的^[5]。

混凝土计算龄期的收缩率按公式(1)计算,取 $b=0.01$,按一年的收缩量考虑时, $\epsilon_y(365)=0.0214\%$ 。因此,生化池以不小于0.025%的有限膨胀率补偿混凝土的收缩,可防止混凝土在硬化过程中收缩而产生干缩裂缝。

$$\epsilon_y(t) = \epsilon_y \cdot (1 - e^{-bt}) \cdot M_1 M_2 \dots M_{10} \quad (1)$$

式中:

ϵ_y —标准状态下混凝土的极限收缩值,一般为 3.24×10^{-4} ;

t —混凝土龄期(d);

M_i —修正系数。

(四)后浇带设置

后浇带是为适应环境温度变化、混凝土收缩、结构不均匀沉降等因素在现浇钢筋混凝土结构中留设的一定宽度的混凝土带，经过一定时间后再浇筑混凝土形成整体的无缝结构。生化池内水平安装1条打桩带，垂直布置2条后浇带，将整个池分为6个分区。通过后浇带的划分，将施工过程中的收缩应力主动释放掉。后浇带只能补偿施工阶段因水化热温差和收缩等效温差引起的拉应力，但在使用阶段因季节温差引起的随温度变化的拉压力则无法解决。

(五) 滑动层及地基水平阻力系数

生化池基础底板坐落于桩网复合地基上，为降低复合地基对底板的水平约束，减小季节性温差产生的拉应力，在土和底板间设置滑动层，见图1。水池底板滑动层的常规做法如图2所示。由于在塑料膜上浇筑素混凝土垫层过程中容易将局部的干细砂扰动或挤走，造成滑动层局部干细砂层缺失，影响滑动层减小地基土对底板水平约束的效果。本文构建了一种施工方便、安全可靠的滑动层构造，在常规滑动层的基础上采用预制钢筋混凝土板代替现浇混凝土垫层，并取消塑料膜，可较好地解决上述常规滑动层施工方面的缺陷^[6]。

地基水平阻力系数 C_x 表示使单位面积地基土产生1单位水平位移所需的力，是计算水池结构温度应力的关键因素。 C_x 取值主要与土的类型、基础埋深、基底形状及基础刚度等因素有关。生化池采用桩网复合地基，并设置改进后的滑动层，通过现场推力试验可确定地基水平阻力系数取值，试验结果表明，设置滑动层后的地基水平阻力系数平均值约为 $C_x=0.007N/mm^3$ ，与文献4的常规滑动层的 $C_x=0.006N/mm^3$ 较为接近。

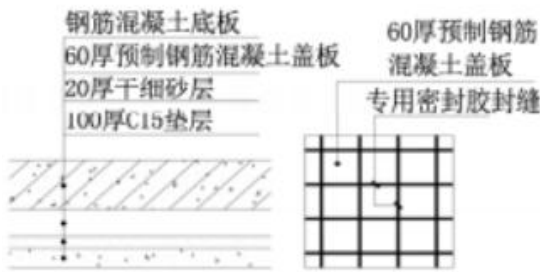


图1 改进滑动层

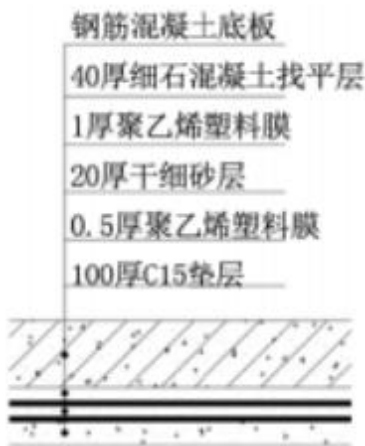


图2 常规滑动层

(六) 水池温度应力有限元分析

水池温度作用分析的综合温差主要考虑季节性温差、水化热温差及混凝土收缩引起的当量温差。水池采用补偿收缩混凝土并设置后浇带后不再考虑水化热温差。采用有限元软件SAP2000进行生化池温度应力分析，可得到混凝土拉应力分布图，以评价混凝土是否开裂。生化池在温度作用下底板的温度应力如图3所示，呈现沿长向中间大两侧小的分布，最大拉应力为 $1.89N/mm^2$ ，小于C30混凝土的抗拉强度标准值

$2.01N/mm^2$ ，所以生化池在长期使用阶段不会产生温度裂缝。

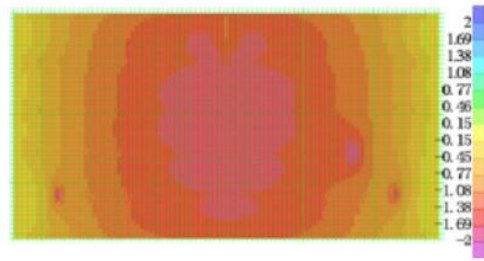


图3 水池底板温度应力分布

(七) 保温层设置

生化池主体结构施工完成后，在水池四周池壁外侧设置由100mm厚聚苯板及砖墙组成的保温层，并在池顶满铺0.6m厚覆土，既作池顶的保温层，同时兼做绿化带地基，保温层构造见图4。当水池不设置保温层时，水池地上部分温差接近于大气温差，设置保温层后，池壁地上部分温差可较大幅度降低，前述生化池有限元温度应力分析时未考虑该温差降低的有利因素，把设置保温层作为水池结构设计的安全储备。

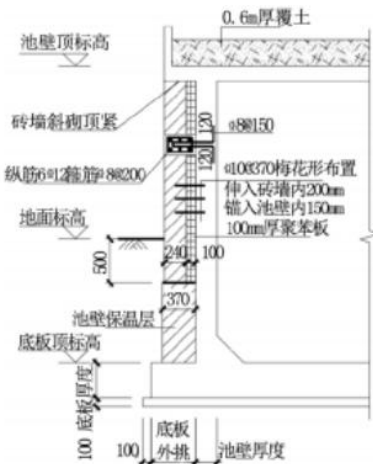


图4 外池壁保温构造

结语

综上所述，水池作为污水处理厂的主体结构，在长期使用中必须具有高强度、防水、非磨蚀性，以及水密性、耐腐蚀和抗冻性。因此，在设计污水池结构时，市政管理相关部门应综合考虑相关条件和组成部分，根据实际情况因地制宜采取科学的设计方案，以满足市政大型污水处理厂的更高要求。

参考文献

[1] 张茂诚. 市政污水处理厂水池结构设计要点及措施[J]. 工程技术研究, 2020 (14): 150~151.
 [2] 许文博, 张国栋, 周阳. 预应力技术在市政污水厂水池结构设计中应用[J]. 建材与装饰, 2020 (41): 91~92.
 [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): 37~40.
 [4] 但清. 市政建设中钢筋混凝土水池的结构设计与施工[J]. 中国高新科技, 2020 (1): 121~122.
 [5] 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 (7): 57~58.
 [6] 贺成刚. 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 (23): 86~87.

作者简介:

李巍(1988—), 男, 汉族, 湖北咸宁人, 工程师职称, 学历硕士, 主要从事市政污水工程与水环境综合治理工程的研究与设计。

熊芑(1987—), 男, 汉, 湖北黄梅, 工程师职称, 学历本科, 主要从事市政污水工程与水环境综合治理工程的研究与设计。