

市政污水处理厂二次沉淀池的设计及选型

鲍禹寰, 何利, 陈治宇

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司水环境与城建工程分公司, 四川 成都 611130)

摘要: 市政污水处理厂中的二次沉淀池一般设置在曝气池之后、深度处理或污水排放之前,其作用是将经过生物处理的混合液进行沉淀及澄清,同时对混合液中的污泥进行浓缩,部分浓缩的污泥回流至曝气池。目前,市政污水处理厂常用的二次沉淀池池型有平流式二次沉淀池、辐流式二次沉淀池、竖流沉淀池与斜板(管)沉淀池等。在工程实践中,需要根据具体的情况进行合理的选型。同时,二次沉淀池的设计及运行控制条件均影响其工作性能,而其运行效果会对活性污泥体系的出水水质和回流污泥浓度产生直接的影响。因此,合理选择二次沉淀池的设计参数对保证污水厂的处理效果非常关键。

关键词: 市政污水处理厂;二次沉淀池;选型及参数;设计;关键

中图分类号: TU279;TU29;TU2

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2020)增 2-0029-04

Design and Selection of Secondary Sedimentation Tank in Municipal Wastewater Treatment Plant

BAO Yuhuan, HE Li, CHEN Zhiyu

(Water Environment & Urban Infrastructure Engineering Corporation, Power
China Chengdu Engineering Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 611130)

Abstract: The secondary sedimentation tank in municipal sewage treatment plant is generally designed after the aeration tank and before the advanced treatment or sewage discharge. Its function is to precipitate and clarify the biological treated mixed liquid, at the same time, the sludge in the mixed liquid is concentrated, and part of the concentrated sludge is returned to the aeration tank. At present, the common secondary sedimentation tanks in municipal sewage treatment plants include horizontal secondary sedimentation tank, radial secondary sedimentation tank, vertical sedimentation tank and inclined plate (tube) sedimentation tank. In engineering practice, it is necessary to make reasonable selection according to the specific situation. At the same time, both the design and operation control conditions of the secondary sedimentation tank affect its working performance, and its operation effect has a direct impact on the effluent quality and the concentration of return sludge of the activated sludge system. Therefore, reasonable selection of design parameters of secondary sedimentation tank is very important to ensure the treatment effect of sewage treatment plant.

Key words: municipal sewage treatment plant; secondary sedimentation tank; mode selection and parameter; design; important

1 概述

二次沉淀池通常是指在污水处理系统中活性污泥工艺中的沉淀池,是污水生物处理的最后一步,在市政污水处理厂的运行中经常使用,其作用在污水处理系统中亦颇为关键。二次沉淀池一般放置在曝气池的后面、在深度处理工艺之前,其作用是对生物处理后形成的污水混合液进行澄清,同时,将污泥从混合液中浓缩出来后再次回流至生物处理阶段^[1]。平流式二次沉淀池、竖流式沉淀池、辐流式二次沉淀池以及斜板(管)沉淀池 4

种形式的二次沉淀池在市政污水处理厂中均比较常用。因此,在工程实践中需要根据具体的水质、水量等情况进行合理选型。此外,二次沉淀池的设计及运行参数均会影响其工作性能,其运行效果亦会直接影响到活性污泥体系的出水水质和回流污泥浓度。故合理选择二次沉淀池的池型及设计参数对保证污水厂的处理效果非常关键。笔者介绍了具体的市政污水处理厂二次沉淀池的设计及选型过程。

2 二次沉淀池的四种常见形式及特点

(1)平流式二次沉淀池。平流式二次沉淀池

收稿日期:2020-10-16

的池体平面一般呈矩形,整座池子包括进水口、出水口、水流部分和排泥斗4个部分。污水的进口和出口分别设置在池体的两端。一般二次沉淀池进水处的设计采用淹没式进水孔,进水孔均匀设置在进水渠上,进水通过进水孔分配后进入池内;设计时一般采用溢流堰出水,污水经沉淀后能够沿着池宽的方向均匀地流入出水渠内。二次沉淀池表面形成的浮渣通过出水堰前设置的挡板进行截留、扫入浮渣槽后排入浮渣井。在池底设置排泥斗,排泥管安装在斗底,能够将沉淀下来的污泥定期排出。

平流式沉淀池对水力冲击负荷和温度变化的适应能力较强,沉淀效果较稳定;矩形池体施工较为方便且池体容易相互组合合并,能够减少占地。但矩形池体量造成配水不均匀,池内容易出现短流;当采用排泥斗排泥时排泥管道容易堵塞;采用刮泥机排泥时设备容易腐蚀,出现故障后还需要放空池体进行检修,操作不便^[2]。

(2) 辐流式二次沉淀池。辐流式沉淀池的直径一般较大,常超过16 m。根据进出水方式可以分为中心进水周边出水式、周边进水周边出水式以及周边进水中心出水式二次沉淀池,其中以前面两种形式最为常用。

①中心进水周边出水式。中心进水周边出水沉淀池池体的平面形状为圆形。采用池子中心进水、周边出水的方式进行配水,池中水流沿着水平方向向池子的四周呈辐射流,水经过水断面的面积不断扩大,因此,从池中心向池四周的水流流速也在不断减小。其排泥斗设置在池子中央,池底向中心倾斜,污泥通常用刮吸泥机排除。中心进水周边出水式二次沉淀池运行稳定、成熟、易于管理、运行效率高;排泥设备已有定型产品,管理较简单;具有较强的耐冲击负荷能力。但由于其中心进水导流筒流速较快,不利于污泥的沉淀与分离且池内容易形成反向流动的环流,不利于沉淀^[2]。因此,其水力负荷低于周边进水周边出水式二次沉淀池。

②周边进水周边出水式。二次沉淀池池体平面为圆形,污水由周边进入,再由周边流出。进入池内的混合液通过周边配水槽槽底的孔口向下流入池体下部,在异重流的作用下,自池周边底部向中心顶部流动形成环流,最终从上部返回到出水槽,该类形式的混合液流程长、沉淀时间长,整个

池容可充分利用。双周边沉淀池较传统的中进周出式的辐流式沉淀池容积利用率高,水力负荷可以提高10%~50%。与中心进水周边出水式相比,周进周出辐流式二次沉淀池在有效容积、溢流率等方面更具有优势,因此,在池子的配水稳定性能够保证时,周进周出辐流式二次沉淀池的处理效果要优于中心进水周边出水式二次沉淀池^[3]。但周进周出二次沉淀池也存在一定的缺点,比如其进水渐变槽、配水管等需要精确计算,水量变化影响沉淀效果;由于其进出水渠共壁,宽度采用渐变形式,因此渠道的土建施工难度较大。

(3) 竖流式二次沉淀池。竖流式沉淀池亦可称为立式沉淀池,污水在池内呈竖向流动。池体平面可以设计为圆形或方形。池体的中心安装一根进水管,污水自上而下进入池体,污水进入池体后缓慢上升,最后通过池子上部的溢流堰排出。同时,污水中的悬浮物在重力作用下慢慢下沉,在池子底部的锥形沉泥斗中浓缩。其在靠池壁处也设置了一根排泥管,通过静水压力将锥形沉泥斗内沉积的污泥定期排出池体。

一般情况下,竖流式沉淀池的占地面积通常比较小,且由于其通过简易的静水压力进行排泥操作相对简易;但竖流式沉淀池池体的深度较深,导致其施工难度较大;同时,为了保证配水的均匀性,竖流式沉淀池的池径不宜过大,对冲击负荷和温度变化的适应能力较差。

(4) 斜板(管)二次沉淀池。在沉淀池中加入斜板或蜂窝斜管的二次沉淀池被称为斜板(管)沉淀池。斜板(管)沉淀池通常可以划分为3种形式:同向流、异向流及侧向流。斜板(管)沉淀池具有沉淀面积大、沉淀效率高、产水量大、水力条件好等优点,但由于其停留时间短而造成耐冲击负荷能力较差,且由于斜板(管)上容易滋生藻类形成生物膜、待其运行一段时间后容易堵塞,需重新更换斜板或斜管。

3 二次沉淀池选型时应注意的问题

在实际工程中选择二次沉淀池的池型时应考虑以下主要因素:

(1) 根据实际水量确定二次沉淀池的类型。如果污水厂需要处理的水量比较大,设计时可考虑采取平流式、辐流式二次沉淀池;如果设计水量较小,则可采取竖流式或斜流式二次沉淀池。因此,在实际应用中,圆形辐流式沉淀池多适用于

大、中型污水处理厂,排泥采用机械吸泥机,其运行和控制均更为便捷。此外,平流式沉淀池更多地用于水量一般的中型污水处理厂,竖流式沉淀池由于其受池型限制,处理水量有限,一般只在小型污水处理厂使用。

(2)根据实际水质选择二次沉淀池的类型。如果需要采用机械排泥时,应考虑采用平流式或辐流式二次沉淀池;而对于自身黏性大的污泥则不宜采用斜板式二次沉淀池,因为其斜板间隙很容易被污泥堵塞。

(3)根据场地与经济投入情况选择二次沉淀池的类型。竖流式、斜流式二次沉淀池的占地面积较小,但在地下水水位高、施工困难的地区应采用平流式沉淀池。平流式沉淀池造价低,而斜流式、竖流式二次沉淀池的造价较高。从管理方面考虑,竖流式二次沉淀池排泥较方便,运行维护相对简单,相对而言,辐流式二次沉淀池的运行管理工作较为复杂。

4 二次沉淀池设计中应注意的问题

在实际运行中,设计参数的选取对二次沉淀池的处理效果产生的影响最大。此外,影响二次沉淀池沉淀效能的因素还包括污泥的沉降性能、实际污水厂的运维管理系统以及所选取的机械设备的适用性等。

(1)控制水力的停留时间。水在沉淀池中的停留时间一般为2~3 h。但是,为了使活性污泥充分沉淀,有时将停留时间提高到超过2~3 h。由于大量的微生物存在于二次沉淀池内部,消耗着水中的溶解氧,若池内形成的缺氧环境时间过长,容易发生反硝化现象而导致出现污泥上浮等情况。因此,在活性污泥沉淀及分离方面,应考虑将停留时间按需要确定在最低限度。常采用的时间为1.5~2 h,污泥浓度高时采用低值^[4]。

(2)配水井与集配水槽。周进周出式二次沉淀池沿池子四周布置有配水槽及集水槽,配水槽及集水槽采用合建形式,共底且共一侧壁。为保证进出水的均匀性,将二次沉淀池的出水堰环与池周设置为同心。同时,二次沉淀池配水井的出水口设置在水面之下适当的深度,以此来避免二次沉淀池进水脉冲的情况发生,还可以避免污泥的沉淀量由于进水水量剧增而大量增加。此外,为降低二次沉淀池的进水水能,亦可将配水井与二次沉淀池的水面高差尽量降低^[5]。

(3)合理选用除渣装置。在污水处理厂运行过程中,二次沉淀池顶部会聚积很多污水中的浮渣,这些浮渣不但会对二次沉淀池的出水水质产生不良影响,亦会影响到整个二次沉淀池池体的清洁性。一般情况下,二次沉淀池的表面浮渣需经常通过人工定期打捞的方式进行清除,而工作人员日常维护操作时存在安全隐患且工作量较大^[6]。

以周边进水周边出水式二次沉淀池为例,常见的浮渣处理方式是在二次沉淀池侧面设置一座排渣井。首先,在二次沉淀池出水渠道的侧壁上安装一块浮渣挡板,用于拦截进入出水渠道的浮渣;其次,在二次沉淀池吸泥机的顶部设置撇渣装置,工作时吸泥机作圆周运动,顶部刮板随之在二次沉淀池水面上刮动,将浮渣收集到一起拦截入排渣斗内,再通过下方排渣管排入排渣井中;在排渣井底部安装一块格栅板,排入井中的浮渣被截留在格栅板上,堆满后由人工清掏运走。使用过程中,塑料渣斗容易损坏,可考虑采用不锈钢渣斗替代。同时,在排渣井顶部安装起吊装置,用手动葫芦起吊渣斗、抬出井外后倾倒浮渣,能够大大降低工人日常运行维护的工作难度。

(4)有效水深不宜过浅。根据浅池原理,二次沉淀池的沉淀效率是由池体的表面积决定的,与池深无关。但实际上若水深过浅,池内的水流会引起污泥的扰动,易造成污泥上浮;同时,温度、风等外界影响也会使沉淀效率降低。但若池水过深,则会造成投资增加。相关研究表明:二次沉淀池的有效水深一般以2~4 m为宜^[7]。

(5)二次沉淀池的配水形式。对于大、中型污水处理厂,一般将生产线至少设计为两条,以提高整个污水处理系统运行的安全性和可靠性。因此,当设计采用两座生化池、四座二次沉淀池时,生化池与二次沉淀池的连接形式有以下2种:①每座生化池对应两座二次沉淀池,这两座二次沉淀池之间通过分配井连接进行配水;②两座生化池对应四座二次沉淀池,且这四座二次沉淀池之间通过一座配水井进行连通。以上两个连接方式都能够满足规范要求。但实际污水厂的运行管理过程表明,第二种连通形式更具有优势。一般情况下,生化池定期要进行放空和检修,因此,当一座生化池单独对应两座二次沉淀池时,生化池检修时与其对应的二次沉淀池则亦需停止运行;但当两座生化池与四座二次沉淀池混合连接时,则

每座生化池都能同时连接至四座二次沉淀池,此时每座沉淀池的配水、沉淀效果及水力负荷均较优,生化池亦能发挥出更大的处理效能。

5 工程设计实例

笔者在南亚地区某国首都的污水处理厂工程设计中,考虑到该污水厂的处理水量较大且用地面积有限,因此,设计选用了圆形周边进水周边出水辐流式二次沉淀池。该工程总设计规模为50万 m^3/d ,单池设计流量为3125 m^3/h ,平均表面负荷为1.1 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,峰值表面负荷为1.32 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。设计采用8座周边进水周边出水辐流式二次沉淀池,其中单座沉淀池的直径设计为55m,深度设计为5.59m。8座二次沉淀池分为2组,每组有4座池子及1座分配井。排泥设备采用8套中心传动单管吸泥机,采用静压排泥方式,可连续运行或根据实际运行情况连续或间歇运行。周边进水周边出水池型能够利用异重流,使沉淀污在进出水方向形成环流,增大了污水流程,提高了去除效果,水力条件相对较好,出水堰口负荷相对较低,出水质量高;采用机械排泥方式,排泥系统简单,设备运行可靠,技术成熟,安装、检修维护相对方便。

6 结语

综上所述,污水处理厂二次沉淀池的选型取决于多种因素,水量、水质、场地情况、经济投入等都会对二次沉淀池选型的合理性产生影响。同

(上接第21页)

以被采纳的。通过这种方式,可以合理优化设计,节约工程成本。

对于全部采用欧美规范的工程项目,国内设计人员应加强学习与理解,尽量避免生搬硬套,在满足工程安全质量的前提下优化设计,节约工程成本并方便安装施工。

参考文献:

- [1] Ethirajan Anbarasan. Dhaka Bangladesh clothes factory fire kills more than 100[N]. BBC. 2012-11-25.
- [2] Farid Ahmed At least 117 killed in fire at Bangladeshi clothing factory[N]. CNN. 2012-11-25.
- [3] 建筑设计防火规范(2018版),GB50016-2014[S].
- [4] NFPA 820-2020;Standard for Fire Protection in Wastewater Treatment Plant and Collection Facilities[S].
- [5] 中国建筑研究院有限公司.《给水排水设计手册》[M].北京:中国建筑工业出版社,2017.

时,一定要针对不同的设计条件对二次沉淀池的设计参数进行合理的选择,这是保证二次沉淀池处理效果的重要条件。因此,只有在设计时综合考虑各种因素,才能实现二次沉淀池的最佳运行效果。

参考文献:

- [1] 吴 娇. 平流式二次沉淀池非金属链条式刮泥机运行常见问题分析[J]. 区域治理,2019,11(4):264.
- [2] 李志雷,张开海. 市政污水处理厂设计中二次沉淀池的池型选择[J]. 百科论坛,2019,2(22):477.
- [3] 叶 鼎. 周进周出二次沉淀池设计之探讨[J]. 工业用水与废水,2002,33(6):51-53.
- [4] 冯治宇,张永利,卢广平,胡筱敏,王承智. 二次沉淀池设计和运行中应注意问题的探讨[J]. 辽宁化工,2005,34(9):385-387.
- [5] 韩易楠. 污水处理中二次沉淀池的设计应用[J]. 科技创新导报,2018,15(9):73-74.
- [6] 缪 涛. 辐流式二次沉淀池浮渣清除装置改造[J]. 设备管理与维修. 2018,39(23):83-84.
- [7] 唐受印,戴友芝,张森林,等. 水处理工程师手册[M]. 北京:化学工业出版社,2002.

作者简介:

鲍禹寰(1991-),女,黑龙江绥化人,工程师,硕士,从事市政工程设计工作;

何 利(1983-),男,四川内江人,高级工程师,硕士,从事给排水设计工作;

陈治宇(1990-),男,四川南充人,工程师,硕士,从事市政工程设计工作。

(责任编辑:李燕辉)

- [6] NFPA 14-2019;Standard for the Installation of the Standpipe and Hose Systems[S].
- [7] 消防泵,GB6245-2006[S].
- [8] NFPA 20-2019;Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection[S].
- [9] 消防给水及消火栓系统技术规范,GB50974-2014[S].
- [10] Hbuseand Building Research institute, Bangladesh Standards and Testing Lnsting Lnstitution. Bangladesh National Building Code 2006[S].

作者简介:

周 凌(1989-),男,四川成都人,工程师,硕士,从事市政管网、自来水厂及污水处理厂工艺设计工作;

何 利(1983-),男,四川内江人,高级工程师,硕士,从事给排水设计工作;

鲍禹寰(1991-),女,黑龙江绥化人,工程师,硕士,从事市政工程设计工作;

陈治宇(1990-),男,四川南充人,工程师,硕士,从事市政工程设计工作。

(责任编辑:李燕辉)