

关于辐流式二沉池设计计算方法的探讨

田 丹

(上海友为工程设计有限公司, 上海市 200093)

摘 要: 针对辐流式二沉池设计资料中存在的相关问题,从平面设计要点和竖向设计要点两方面分别对辐流式二沉池中设计流量的选定、沉淀池表面积计算、进出水口、污泥区容积计算,以及有效水深、池边水深和总池高计算等进行了探讨,并对刮(吸)泥设备和配水井的设计要点进行了相关说明。同时结合工程实践,优化平面设计参数和竖向设计参数,合理选择刮(吸)泥设备和配水井等辅助设施,能为相关技术人员提供一定的参考和借鉴意义。

关键词: 辐流式二沉池;设计流量;表面负荷;总池高

中图分类号: TU992.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)03-0104-03

0 引 言

二沉池作为城市污水厂重要的处理工艺单元,其设计参数的选定和计算方式直接影响二沉池的运行状况,从而关系到整个污水厂的出水指标。因此,在设计环节务必严谨认真。笔者在研究辐流式二沉池设计计算时,发现参数数据范围、计算方式、设备选定等在不同参考资料、现行规范和设计手册之间存在不清晰、自相矛盾的地方,导致设计者尤其是初级设计人员无法准确把握二沉池设计要点,成为污水厂运行不理想的最直接和最主要的原因。本文从辐流式二沉池设计资料中存在的问题、平面设计要点、竖向设计要点、刮(吸)泥设备和配水井等方面分别探讨了辐流式二沉池的相关设计计算和参数选定,以供同行设计人员做参考和借鉴。

1 辐流式二沉池设计资料中存在的问题

1.1 设计流量选取存在的问题

《给水排水设计手册·第5册·城镇排水》(第3版,2017年2月)(以下简称“《手册》”)[1]中规定:日平均流量表示污水处理厂的处理规模,最高日最大时流量用于进水管和一般构筑物的水力计算。然而《手册》在介绍沉淀池的相关计算时,采用日平均流量和表面负荷计算沉淀池表面积。这容易让设计者以为表面负荷这个参数是基于日平均流量考虑。

收稿日期:2020-08-13

作者简介:田丹(1993—),女,硕士,助理工程师,从事市政给排水设计工作。

1.2 二沉池沉淀池表面积计算存在的问题

根据《手册》提供的沉淀池表面积计算公式[式(1)]和固体负荷计算公式[式(2)],设计者往往忽视了式(2)中的表面积其实为实际表面积,而非二沉池整个结构的表面积,从而容易推出表面负荷 q 与固体负荷 G 的关系,见式(3)。

$$F = \frac{Q}{qn} \quad (1)$$

$$G = \frac{24(1+R)QX}{Fn} \quad (2)$$

$$q = \frac{G}{24(1+R)X} \quad (3)$$

进一步,假定混合液悬浮固体浓度 X 与污泥回流比 R 为已知值,那么 q 与 G 成正比,从而得出固体负荷也应按日平均流量考虑。

1.3 污泥区容积计算存在的问题

《手册》中规定辐流式二沉池污泥区容积按不小于2h贮泥量计算;而在《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)(2016年版)(以下简称“《规范》”)[2]中活性污泥法处理后的二沉池污泥区容积,宜按不大于2h的污泥量计算。关于污泥浓缩时间,两者相互矛盾。

1.4 有效水深、池边水深、沉淀池总高度概念模糊问题

在《规范》里更多地规定了二沉池有效水深的适宜范围,而在《手册》中仅提到了沉淀部分有效水深的计算方式和池边水深的建议值,两者均未定义有效水深和池边水深的具体含义,使得设计者在设计时容易出现概念张冠李戴、参数选错的情况,最终导致总池高度计算错误,影响整个二沉池的运行效果。

以上是影响辐流式二沉池设计计算的主要问题。针对这些问题并结合相关工程实践,本文主要从二沉池的平面设计和竖向设计两方面对其计算要点进行探讨。

2 平面设计要点

2.1 设计流量的选定

根据《规范》和其他参考资料^[3],二沉池设计流量为分期建设的各期最大日最大时流量;进水管道的的设计流量为最大日最大时流量与回流污泥量之和;表面负荷按最大日最大时流量和日平均流量两种工况进行校核,同时需满足《手册》和《规范》的相关规定。采用提升泵站时,按每期工作水泵的最大组合流量校核管渠输水能力。

2.2 沉淀池表面积计算

关于二沉池表面积计算,目前主要有三种方法:表面负荷法、固体负荷法和德国 ATV 标准法^[4]。表面负荷法由式(1)进行计算,主要是为了保证出水水质良好;固体负荷法由混合液悬浮固体浓度、污泥回流比和实际表面积通过式(2)进行校核计算,主要是为了保证污泥浓缩充分,回流污泥浓度高,维持曝气池良好运行。严格来说,固体负荷应通过污泥沉降试验而确定。由于设计人员缺乏相应试验条件,目前固体负荷一般采用经验值,不超过 $150 \text{ kg}(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 为合格。

德国 ATV 标准法中的表面负荷是以污泥体积负荷 q_{av} 、混合液悬浮固体浓度 X 和污泥指数 SVI 为函数通过式(4)进行计算。该方法考虑了污泥指数对二沉池实际运行控制的影响,克服了经验值法带来的人为因素的影响。污泥指数可反映活性污泥的松散程度和凝聚性能。污泥指数过高,说明污泥难于沉降分离即将膨胀或已经膨胀。

$$q = \frac{q_{av}}{X \cdot SVI} \quad (4)$$

德国 ATV 法中推荐了 X 与 SVI 在不同污水水质中的取值范围,但由于与国内污水厂实际情况背景存在一定的差异,可以作为借鉴参考,但不宜作为主要的设计依据。

因此,在进行二沉池表面积计算时,应采用表面负荷法计算,用固体负荷法校核,相关参数应符合《规范》规定。

2.3 进水口

中进周出辐流式二沉池中心进水筒配水口采用矩形开孔,数量宜为 4~6 个,流速为 $0.2 \sim 0.3 \text{ m/s}$ 。进

水筒周边采用整流筒或穿孔挡板作为稳流措施,目的是使混合液均匀扩散,尽量减少二沉池出现短流或偏流的现象。相关工程实践表明,整流筒更适用于混合液中含有密度较大悬浮物的情况,而穿孔挡板更适用于生化污泥沉降性能较差的情况。整流筒和进水筒可做成土建形式或设备形式。土建形式适用于大中型二沉池,能满足流速要求。整流筒流速宜为 $0.02 \sim 0.03 \text{ m/s}$,为避免短流,整流筒的淹没深度宜为 $0.3 \sim 0.7$ 倍的设计水深,且低于中心进水筒配水孔下缘 0.3 m 以上。若采用穿孔挡板,挡板的开孔面积宜为 $0.1 \sim 0.2$ 倍的二沉池断面积。

周进中出辐流式二沉池布水槽一般采用 DN 100 长短管等速布孔。

2.4 出水口

辐流式二沉池一般采用三角堰自由出流,有单向环形出流和双向环形出流两种方式。需要注意的是,采用双向环形出流时,环形槽中水流由左右两侧汇入出水口,其计算流量为 0.5 倍设计流量。三角堰过堰水深一般为三角堰齿高的一半,各种工况下的堰口负荷不应超过 $1.7 \text{ L}(\text{s} \cdot \text{m})$ 。三角堰板可与出水槽一起做成不锈钢的形式,也可以直接安装在环形混凝土出水槽上,为了出水均匀,应尽量使三角堰安装在同一高度上。三角堰内侧应设浮渣挡板,以去除表面浮渣。

3 竖向设计要点

3.1 污泥区容积计算

污泥浓缩时间越长,浓缩效果越好,回流污泥浓度越高,但随着时间增长,污泥区所需池容也增加,提高了整体建设费用,特别是过长时间的浓缩会造成磷的回溶和因反硝化而引起的污泥上浮。在德国 ATV 标准中,活性污泥法最大的浓缩时间不超过 2.5 h ,因此设计时应按照《规范》要求,即活性污泥法处理后的二沉池污泥区容积,宜按不大于 2 h 的污泥量计算,并有连续排泥措施。

3.2 有效水深、池边水深和总池高计算

关于二沉池高度计算,目前有两种处理方法。一是根据我国《手册》中采用离池中心 $1/2$ 半径处的水深断面作为计算断面,总池高度由超高、沉淀部分的有效水深、缓冲层高度、污泥区高度四部分组成。其中,污泥区高度包括污泥斗高度、圆锥高度和污泥竖直段高度。由于沉淀部分的有效水深按沉淀时间和表面负荷计算,且沉淀池的沉淀效率由池表面决定,

与池深关系不大,此处沉淀部分的有效水深可以理解为《规范》中的有效水深,即宜按 2.0~4.0 m 取值。按照设计经验,如果计算出污泥竖直段高度超过刮泥板的高度,这将与工程实际不符合。因此设计时,需要综合考虑污泥浓缩时间与污泥回流比这两个参数的取值;或者总池高直接由超高、有效水深、缓冲层高度、刮泥板高度、污泥圆锥高度和污泥斗高度确定,其中池边水深(由超高、有效水深、缓冲层高度、刮泥板高度组成)应符合《手册》的相关规定。

二是根据德国 ATV 标准中采用离池中心 2/3 半径处的水深断面作为计算断面。池边水深分为清水区、分离区、缓冲区和污泥浓缩区。优点是考虑了泥水分离、污泥浓缩和污泥存储等不同过程所需容积情况,缺点是计算中涉及的相关参数,如污泥指数和污泥体积负荷等,由于缺乏国内的相关参考数据而具有一定的局限性。

因此,在进行二沉池池高设计时,主要采用方法一进行计算,必要时可采用方法二进行对比或校核。

4 其他

4.1 刮(吸)泥设备

刮(吸)泥设备根据池径大小进行选择,池径小于 20 m 时采用中心传动刮(吸)泥机,池径大于 20 m 时采用周边传动刮(吸)泥机。刮泥板与池底坡度一致,且尽量贴近池底底壁,减少盲区,其中钢刮板不小于 200 mm,橡胶板 50~100 mm^[5]。当池径过大时,由于刮(吸)泥机是从周边将泥刮(吸)至集泥坑,刮(吸)泥效果不高,易存在死角,因此更适用于直径在 30 m 以下的二沉池。吸泥设备应注意调节吸泥管的

出泥量,减少吸泥管堵塞问题。刮(吸)泥机的撇渣装置根据池高和有效水深配置,吸泥管流速、管径和数量按二沉池液位和出泥槽液位差设计。

4.2 配水井

当二沉池个数不小于 2 座时通常需设置配水井,使混合液均匀地进入沉淀池。辐流式沉淀池的配水井宜采用中心配水的方式,同时可以与污泥泵房合建。配水井设计时需要注意配水井的出水管不宜埋深过深,否则阀杆较长,不便于检修;同时采用堰板出流时,需考虑堰板水头损失较大带来的大量空气夹入混合液中,导致混合液进入二沉池后气泡释放而产生污泥絮体被破坏、泥水分离效果差的影响,设计时应适当降低配水井与沉淀池的水位差,降低二沉池进水水能。

5 结 语

在进行辐流式二沉池设计计算时,设计者不能按部就班地参照相关资料进行设计,应在充分理解各设计参数的基础上,结合工程实践,优化平面设计参数和竖向设计参数,合理选择刮(吸)泥设备和配水井等辅助设施。本文的相关探讨能为相关技术人员提供一定的参考和借鉴意义。

参考文献:

- [1] 北京市市政工程设计研究总院有限公司. 给水排水设计手册. 第 5 册·城镇排水[M]. 3 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [2] GB 50014—2006, 室外排水设计规范(2016 年版)[S].
- [3] 刘振江, 崔玉川. 城市污水厂处理设施设计计算[M]. 3 版. 北京: 化学工业出版社, 2017.
- [4] 周雹. 活性污泥工艺简明原理及设计计算[M]. 3 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [5] CJ/T 523—2018, 水处理用辐流沉淀池周边传动刮泥机[S].

(上接第 101 页)

参考文献:

- [1] 张勤, 李慧, 刘阳, 等. 合流制排水系统溢流调蓄池池容计算方法初

探[J]. 中国给水排水, 2015, 31(23): 139-141.

- [2] 张力. 城市合流制排水系统调蓄设施计算方法研究[J]. 城市道桥与防洪, 2010(2): 130-133, 14.