

自来水厂排泥水处理工艺的分析

文 / 苑 杨 大连德泰水务环境有限公司

沙运广 大连德泰水务环境有限公司

摘要:近年来,随着我国水环境问题的不断加剧,水厂乱排带来的环境问题越来越受到关注,特别是一些区域的生态环境较为脆弱。泥沙中含有的有毒物质直接排入河道,改变了河道的生态平衡。因此,不管是当前的环境条件,还是建设规范,都对自来水厂的污水处理提出了更高要求。本文通过对自来水厂的排泥水处理工艺展开相关研究分析,并对自来水厂排泥水处理工艺的改革路径进行展望。

关键词:自来水厂;排泥水;处理工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.088

引言

城市水厂除生产自来水外,还产生一定数量的污水。它是一种新型的污水处理设备,在城市污水处理厂中,它的排水量占整个水厂总用水量的4%-7%,其中含有98%-99%的水分。污水处理厂的污水中,不仅包含了净化处理时所产生的悬浮、有机物,而且还会产生大量的无机盐等污染物,对水环境造成了很大的危害。城市水厂的污水处理正逐渐受到人们的关注。许多自来水厂都在进行排泥水的相关应用研究和工艺。因此,对水厂排泥水处理技术进行深入研究,探索其零排放技术,既能保护和改善水环境,又能使有用水得到循环再利用,提升水处理品质,提升实践效益。

一、自来水厂排泥水处理工艺的现状 & 流程

(一) 现状

针对我国水处理行业仅有数十年历史的现状,在对我国南北地区有代表性的污水处理厂进行实地调研与查阅相关资料的基础上,对我国污水处理厂的污水处理现状进行了全面的分析。目前,我国自来水厂废水的治理方法主要有三种。

方法一:先将反冲洗出的污水在排水池中搅拌,然后进入预浓化槽中进行污泥的分离,然后根据需要,将上清液回收或者排出,将沉积物进行浓缩和脱水,然后将其排入排泥池,然后对其进行浓缩和脱水。本发明提出了一种新型的反冲洗工艺,该工艺可以有效地降低污水中的污泥浓度,且在回用过程中不会对水处理结构造成影响。不足之处:一次投资较大,前置池需添加混凝剂,操作成本略高;

方法二:反冲洗后出水直接回用,也可排出,沉淀池中的污泥经浓缩、脱水。本发明具有处理结构简单、占地面积小、操作管理简单、污泥与污水不会互相影响等优点。不足之处在于,如果将收集到的污水直接作为中水回用,则会影响到水厂的正常运行,从而影响到水厂的正常运行。

方法三:采用反冲洗污水处理装置,并配有污泥排

泥装置。本发明的优势在于:通过对反冲洗水排放与澄清池排泥时间的合理安排,利用相同的污泥处理结构,将高浓度的沉淀污泥与反冲洗后的污水进行混合,使混合池体积最小化,节约了初投资。其不足之处在于:污泥浓度低、含泥量大、污水处理结构及设备投资高,只适合于含泥量小的二沉池。

(二) 流程

为了应对现状的挑战,我们提出以下观点流程:首先,鉴于水库的水质较好,原始水体受到的污染较少,经过二次过滤后的水质量高,能够满足循环利用的标准;其次,由于库水的浊度通常较低,导致排出的泥浆浓度不高,自然浓缩后的出泥浓度低,无法达到脱水机械处理的需求。因此,我们建议将污水处理技术应用于基于水库水源的水厂。在这个方案中,排泥池应单独设置,滤过的水可以有选择地重新引入水处理流程中。沉淀池中的污泥在经过排泥池调节后,由泥浆泵输送至浓缩设备进行处理。浓缩之后的上层清液可以根据情况排放到排水池或者排泥槽中,而浓缩后的污泥则通过脱水装置进行脱水,以达到处理标准,并最终从脱水机排出。同时在针对原水水质可能出现的突发性变化和长期循环使用过程中可能产生的重金属污染问题,在设计排水池和排泥池时,必须考虑到紧急排水的措施。

二、自来水厂排泥水处理工艺中存在的问题

(一) 调整工艺技术

有些自来水厂则是将沉淀池内的污泥和滤池的反冲水全部回流至回水沉降池,使之自然沉降。与单纯采用滤池反冲洗工艺的水厂相比,可以提高回用水量,减少自耗,具有明显的经济效益。然而,在原水水质变化的情况下,主沉池出水水质受主沉池出水水质的牵连,回用至配井后,对主沉池造成较大影响;此外,在低浓度反冲洗污水中,泥浆浓度会显著改变污水初始浓度,导致污水初始浓度不均匀且变化剧烈,进而增加污水处理的运行稳定性。有些组合式调节池内装有潜水器,这种装置仅能在水下工作,并在池内水位下降时自动停机。

所以，在今后的设计中，应加大调节水池的水深。此外，方型组合调节槽也有搅拌盲区。

（二）浓缩工艺技术

1. 浓缩池效果不明显，排泥水失败

在调节工艺中，因原水水质的变化而引起污水回用水的浓度发生变化。这一变化，不仅影响了浓缩池的运行效果，而且还对污泥的出泥浓度及污泥的品质产生了较大的影响。在生产过程中，富液池出泥浓度波动大，达不到设计要求，导致上清液品质较差。由于浓水池的浓缩效果不佳，因此不需要采用浓水池。有些水厂的浓缩污泥，因其黏度高，流动性差，使得污泥很难排除。添加PAM后，污泥的黏性增加，在刮泥器上形成大量的絮状物，堵塞排泥口，不能及时排出。

2. 浓缩池上清液浑浊

部分自来水厂的浓缩池进水是间歇性的，在没有进入水的情况下，其上清液是澄清的，并且存在着显著的泥-水分界面。但当调节池水位上升到一定高度时，潜水泵开启，泥沙被冲出，上层清液变为混浊。污水中的浑浊上清后，会增加原水的浊度，对PVC的需求量也会增加，尤其是在冬天，温度低，水质不好时。上清液回流不但使原水处理难度增大，还常使出水浊度升高，使滤池载荷增大，为保证出水水质，必须减少反洗时间。

（三）排泥水的设备问题

一是采用离心泵，活塞泵，隔膜泵，螺旋泵，三角转子泵等。同时，要针对不同类型的脱水机，选择适当的出泥泵。在过去几十年的应用中，多种不同形式的泵送设备相互配套，其进泥特点是在整个输泥过程中，压力由小到大的变化。北京一家自来水厂干燥室内，给料泵为液压力活塞泵，其出泥率低，出泥困难，如不能及时排除污泥，就会造成污泥滞留在浓缩箱中，从而造成污泥淤积。有的时候，化学处理后的泥浆比较粘，如果不能及时用刮泥器清理，时间长了，就会产生一层污泥。此时，污泥不断涌入，极易导致污泥翻浆，但刮泥机的速度比较慢，污泥表面压力过大，可能导致刮泥机出现压爬机、停机等现象。

二是部分自来水厂采用的是板框式压滤机，十几年来，故障率不断上升，达不到设计指标，年处理量远未满足需要，造成了排泥池和浓缩池不能正常沉降，造成了排泥池和排泥池不能正常沉降的问题。此外，由于编程的局限性，两种设备无法相互切换，造成一台设备故障，一台设备无法正常工作。其次，由于压滤机台车的运动及机架的变形，将对整机的制浆工作产生一定的影响，但在实际操作中，常规的机具无法对此进行修复。此外，压滤机的冲洗设备、水力设备等方面还存在不够规范的地方，严重影响了排水系统的正常运行。

三是带式过滤器有时无法将泥浆排出。当浓液池内

的泥浆浓度达到一定程度时，带式压滤机可按生产工艺要求自动运转，实现脱水。然而，石家庄润石自来水厂在运行过程中，污泥堆积到了一定程度后，压滤机不但没有压出泥饼，而且还使污泥量增加。这样一来，提纯的效果就会大打折扣，只能等以后再慢慢收集。然而，在此期间，浑浊的上清物质会被泵回到分配井内，从而产生了一种循环的“泥浆”。更糟糕的是，如果刮得过长，那么刮泥板就不能刮到池底的泥沙了（由于浓水池的泥沙中添加了PAM，所以污泥在池子里的黏度很高），刮泥机就不能正常工作了，这样的话，整个排水系统就会失效，还得靠很多人来进行清扫，耗费了大量的人力物力。

四是离心机下段的无轴式螺旋输送机，在出泥过程中，底部和上部容易被堵。另外，斜螺杆输送机一般设置在污泥仓内，由于北方冬季泥饼间未设置加热装置，温度较低，有时可达5℃以下，在输送泥浆过程中容易发生冻结、堵塞。

三、自来水厂排泥水处理工艺的优化改革路径

（一）优化排泥水工艺、设备

在选择自来水厂排泥水处理工艺时，应从原净水结构、使用污泥线工艺、上清液与脱水剂的再利用状况、脱水方法、污水处理效果、经济性等方面进行全面考量，最终确定出最优的工艺路线。例如，当滤池的反冲洗能力满足回用需求时，将沉淀池内的污水进行浓缩，而残渣的反冲洗液可以直接回用或排放，这种处理方法的费用比较低。当过滤器反冲洗无法实现重复使用时，若简单的浓缩过程无法满足脱水机的需求，就必须将沉淀池中的污泥和过滤器的反洗废水经过调节槽进行混合，然后回收或排放上清液，同时对底部的污泥进行浓缩。但当过滤器的反冲排水无法满足回用要求时，当预沉后的上清液可以满足回用的情况下，可以将沉淀池内的污水进行浓缩，经过排放池的预沉，回收或排放上清液，而底部的污水与沉淀池中的泥浆相混合，进行浓缩。在气浮处理过程中，由于悬浮液中沉积物的浓度很低，所以很难实现重力沉降和浓缩。所以，在气浮工艺中，应该选择与水线气浮技术配套的气浮浓缩装置。随着污水处理厂的发展和改进，污水处理厂的改造和升级，污水处理厂的选择和使用，必须进行全面的分析，综合协调。排泥水处理设备应具备性能可靠，结构可靠，高效能，程序控制程度高，操作管理简便，安全可靠，选材合理，能源节约，费用低。

（二）优化排泥水处理系统

纯净水厂应用了一种新型的污水处理系统，该系统采用了一种新型的污水处理系统，该系统采用了一种新型的污水处理系统，通过将浓缩排泥水之间进行机器脱水。上海市闵行区第一自来水厂于1998年建成投产，首次在浓泥槽和离心干燥槽间设置了一座泥水调节槽，

用于调整污泥的浓度。为确保设备运行效率高、出泥浓度高，必须使入脱水器的浓浆液浓度维持在较高的水平。在排水系统中，设置适当的水池容积，可以实现上述目标，特别适用于大型或有规律间断操作的板框式压滤排水装置。

（三）优化排泥水的安全回收工艺

排水泥浆的安全回收是该工程的关键。本项目针对我国城市污水处理厂排泥水资源化利用现状，开展污水回用工艺及工艺安全性评价研究，重点开展污水回用工艺中微生物菌群及反应剂处理效能的评估，开展污水处理工艺、水性、水量及回用工艺的优化研究，探索降低污水回用对水质的影响。在此基础上，对水厂排泥水深度处理工艺进行了技术经济分析，研究了适合水厂的排泥水回用工艺，提出了保证供水安全回用的措施，构建了节水型的排泥水处理体系。

四、高效泥水分离机应用

高效泥水分离机是对传统排泥工艺的一项创新。该技术将污水的浓缩和污水处理的两项工艺相结合，从而提升了污水的洁净度。通常情况下，该设备可以用于水厂排泥水的循环利用，基本上可以实现污水的零排放。

（一）净化过滤泥水

采用混凝反应、离心分离、重力沉降以及动滤分离技术和再利用，对污水进行了多级净化处理，具体流程如下。

混凝反应阶段：通过双电层压缩、电荷中和和吸附、架桥作用、沉淀和网络捕获等絮凝机制，使得水体中的悬浮物质迅速聚集形成矾花，并逐渐增大成较大的絮团。在重力和离心力的驱动下，这些絮团向污泥浓缩区沉积。

离心分离过程：污水沿切线方向快速流入分离塔内，产生含有较大颗粒（通常直径超过50微米）的旋流。在离心力的影响下，这些液体被甩到容器的内壁上。随后，在重力作用下，污泥沿管道壁下滑至浓缩区域。

重力沉降步骤：在化学效应下，泥浆中的颗粒和胶体形成黏稠物质。随着时间的推移，这些气泡会不断增大。当它们足够大时，就会在旋转和重力的共同作用下迅速下降。而且，它们的沉降速度远快于静态沉降。这时，微粒便沉积到污泥的浓缩区域。

动力过滤环节：为了截留污泥，上层清液的浓缩主要采用升流式过滤器。该装置的过滤区内存在大量的絮状泥层，涉及动滤和反滤两种工艺。滤料过滤是在设备中添加特殊轻型悬浮式滤料，以有效传输污泥中的杂质。这项技术的主要优点是能够对容易脱落的杂质进行表面吸附过滤，展现出强大的吸附能力。当污水经过过滤层后，大部分粒径超过5微米的颗粒被去除，从而确保了水质。

净化再利用阶段：经过高效的泥浆分选后，净化后

的水形成上升水流。上升的水通过导流装置转化为层流，进而得到可直接用于生产和生活的自来水。

（二）污泥的浓缩处理

根据过滤系统的介绍，在经过处理后，微粒和其他的杂质都会被过滤掉，然后进入到污泥浓缩室中。在这一区域内，淤泥需要进行浓缩。这种情况下，他们采用了一种新的技术，那就是将淤泥中的水分压缩，然后通过放电将淤泥中的水分排出。在这样的过程中，浓浆的浓度会越来越高。在设备的底部设置了一台脱水机，对污泥进行深度脱水。这样，污水就可以定期或者连续地排出。而这一切，都是以进水的浓度为基础的。如果水的浓度大于3000毫克/升，那么连续的工作就可以继续进行，相反，就需要定期地进行污泥的排放。

结束语

总体而言，自来水厂的污水处理，就是污泥沉降、滤池后的反冲约占水厂水量的2%-4%。水厂污水中的无机成分占很大比例，但由于其含有大量的悬浮物，如果将其排放，不仅造成了水资源的浪费，而且还会对水质造成一定的污染。而对水厂污水处理工艺进行了优化改造，并引进了高效能的污泥分离器，可达到了提高污水处理效率和水质的目的。

参考文献

- [1] 黄森. BLY自来水厂浓缩池加药系统流程优化研究[D]. 陕西: 西安理工大学, 2023.
- [2] 宋宝. 自来水厂排泥水处理工艺优化的探讨[J]. 砖瓦世界, 2022(23): 235-237.
- [3] 陈丽, 李佳宾, 付宛宜, 等. 陶瓷膜组合工艺对自来水厂排泥水的处理效果[J]. 环境工程, 2021, 39(7): 80-87, 12.
- [4] 魏月华, 肖峰, 徐中惠, 等. 水厂排泥水斜管混凝沉降浓缩生产性试验研究[J]. 供水技术, 2021, 15(5): 37-41.
- [5] 河南中夏环保科技有限公司. 一种自来水厂排泥水污泥脱水工艺自控处理方法: CN202110688455.7[P]. 2022-01-18.
- [6] 张念琦. 上海市某水厂排泥水处理应急工程设计[J]. 净水技术, 2022, 41(1): 140-146, 179.
- [7] 张良荣, 沈俊. 自来水厂排泥水处理技术研究[J]. 清洗世界, 2022, 38(11): 93-94, 97.
- [8] 王志标, 郑荧辉. 用地约束下的重庆某自来水厂排泥水处理工程设计[J]. 工程建设与设计, 2022(21): 107-109.
- [9] 盛铭军, 张雪, 林涛, 等. 陶粒-超滤组合工艺处理水厂生产废水[J]. 净水技术, 2023, 42(10): 54-63.
- [10] 倪亮. 西北地区某自来水厂排泥水处理系统优化设计及思考[J]. 清洗世界, 2022, 38(6): 57-59.