

工业污水处理中机械设备及自动化技术的关碍与解决措施分析框架构建

黄吉观

广西柳钢中金不锈钢有限公司, 广西玉林, 537624;

摘要: 文章针对工业污水处理领域的离心机、水泵房、调节池、气浮池及高密沉淀池等关键设备与自动化技术应用障碍展开研究。发现离心机受污水特性与工况影响, 存在分离效率不稳定等问题; 水泵房因设备选型等问题面临能耗高、故障频发等情况; 调节池因搅拌装置等问题出现水质均衡效果差等风险; 气浮池因气泡发生装置等导致固液分离效果波动; 高密沉淀池存在排泥系统堵塞等痛点。基于此, 提出结构优化、耐磨技术应用、智能控制系统集成、节能改造、工艺创新等解决措施, 以提升处理系统运行稳定性与能耗经济性, 为行业可持续发展提供参考。

关键词: 工业污水处理; 机械设备; 自动化技术; 障碍; 解决措施

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 05. 037

引言

机械设备及自动化技术在工业污水处理中发挥着核心作用, 离心机用于固液分离, 水泵房实现污水的输送与提升, 调节池对污水水质和水量进行均衡, 气浮池去除污水中的悬浮物, 高密沉淀池则进一步沉淀分离杂质。然而, 在实际应用中, 这些机械设备及自动化技术面临诸多障碍, 制约了工业污水处理的效率和质量。因此, 深入分析这些障碍并提出有效的解决措施具有重要的现实意义。

1 工业污水处理中机械设备及自动化技术的主要关碍

1.1 离心机存在的问题

由于污水特性不同, 如污水中悬浮物粒度大小相差悬殊和含固率的变化以及入料流变性的改变都会使分离过程发生变化; 此外, 进泥流量及转速也会对分离性能产生一定影响。如果原水中所含固体颗粒的粒径组成较宽或浓度过大, 则很难得到满意的沉降分离效果^[1]。另外, 离心脱水机的工作条件比较恶劣, 在工作过程中经常遇到诸如高黏性污泥、带油脂污泥、酸碱类物料、有毒有害液体等各种复杂情况, 并且有相当一部分污水具有较强的磨蚀性。这些工况都给离心机带来不同程度的损害, 特别是那些易损件(包括转鼓内壁、螺旋输送机外缘)将不可避免地发生磨损甚至损坏的现象。部分离心机的自动化程度较低, 无法根据污水的实时变化自动调整运行参数。操作人员需要频繁手动调节转速、进料量等参数, 不仅增加了劳动强度, 还容易因人为操

作失误导致设备运行异常, 影响分离效果。

1.2 水泵房面临的困境

由于泵站内所配水泵存在选型不当、管道布置不合理、流体损失过大等问题, 使水泵运行中能量消耗始终很大; 有些老式水泵其效率远远小于现在新开发出的各种高效节能水泵, 而且有的管网布局不够合理, 如大量使用弯头和大小管径切换段也大大增加水力摩阻^[2]。因此, 在水泵房的建设及管理方面应尽量选用高效的节能产品, 并注意加强管理和维护保养工作。由于泵房地处潮湿环境, 空气湿度很高, 加上有酸性气体侵蚀等因素的影响, 致使设备常因电机受潮而被烧坏或轴封漏失、叶轮脱落以及轴承严重损坏等现象的发生。部分水泵房缺乏完善的自动化监控系统, 无法实时监测水泵的运行状态、流量、压力等参数。当设备出现异常时, 不能及时发现并处理, 导致故障扩大化。同时, 由于缺乏自动化控制, 水泵的运行无法根据污水量的变化进行智能调节, 造成能源浪费。

1.3 调节池存在的弊端

由于调节池的作用是使进出水的水质与水量达到相对稳定, 但实际使用时因选用的搅拌机型号不合适或者搅拌不够强以及采用的搅拌方法不对等造成污水处理厂进水水质不均一的现象。不同时间段流入到调节池内的污水没有得到很好的混合就流出到了下一级处理单元, 从而引起整个系统的不稳定。因为很多工业污水里都含有一定的悬浮物质和污泥, 这些污物经过一段时

间后会在调节池底部沉淀下来形成大量的污泥,如果长时间不清除的话就会占据调节池的一部分有效空间并且腐烂变质散发出难闻的味道对周围环境造成二次污染;另外淤泥也会堵塞搅拌器使其工作受到阻碍进而加大了它的负担增加了其损坏程度。许多调节池缺乏自动化控制装置,无法根据污水的实际流量和水质自动调节搅拌强度和停留时间。操作人员只能凭借经验进行操作,难以实现精准控制,导致调节池的调节效果不理想。

1.4 气浮池遇到的难题

气浮法利用产生的细密气泡与水中悬浮物结合,从而达到固液分离的目的。但由于气浮池内设置的空气释放装置工作状态不好,造成气泡尺寸过大或者过小,以及产生的气泡数目不够和气体逸出时将泡沫层破坏等现象的发生,这些都会直接影响到气浮的效果。因此如果不能得到合格的质量好的气泡就会影响到后续的污泥处理系统^[3]。刮渣机经常出现机械故障:由于刮渣机是靠链条带动刀片来把附着于水面的絮凝体清除掉,在此过程中会有很多杂物进入链轮之间,并对刮板上的刀刃造成损伤。气浮池的运行参数如溶气压力、回流比等需要根据出水水质进行调整,但目前多数气浮池的自动化程度较低,无法实现自动调节。操作人员需要频繁手动调节参数,难以保证气浮效果的稳定性,且增加了劳动强度。

1.5 高密沉淀池存在的问题

排泥不畅通:高密度澄清池的排泥设施对澄清池的正常运转起着决定性的作用,但是由于各种原因,常常造成高密度澄清池的排泥管路被堵死,使污泥长时间停留在池体内而得不到有效的排除;大量的污泥滞留在池体内容易引起上浮现象的发生,使得澄清池的实际容积减少而导致沉淀效率下降。另外,如果排泥系统的部分设备发生故障的话同样会造成排泥困难的情况产生(例如污泥提升泵故障或者排泥阀破损等等)。药剂投配不当:高密度澄清池要取得良好的沉淀效果需要通过向水中加入混凝剂和助凝剂来实现,但是在很多情况下并没有一套比较精确地计量和控制系统来进行药剂的添加工作。高密沉淀池缺乏完善的自动化监控系统,无法实时监测池内的水位、污泥浓度、水质等参数。当出现异常情况时,不能及时发现并采取措施进行调整,影响沉淀池的稳定运行。

2 工业污水处理中机械设备及自动化技术关碍的解决措施

2.1 离心机问题的解决措施

根据不同的工业污水特性,对离心机进行相应的结构设计优化工作,包括改变转鼓及螺旋推料器的外形尺寸以及选择合适的制作材料以增强离心机对各种颗粒物的适用能力;构建离心机参数的调节模型,依据实际污水中固体颗粒物含量、大小分布等特点来设定离心机各运行参数,并且借助于各类传感元件采集到的实际工况信号,由计算机系统自动完成对这些运行参数的调节,使所分离出固液相的质量均能达到稳定的状态^[4]。选用具有较高硬度的耐磨材料或者在易磨部位涂覆耐磨涂料加工成零部件(例如在转鼓表面喷涂硬质合金粉末),从而延长设备关键部件的工作寿命;针对离心机的具体特点,制订出合理可行的设备检修制度并严格执行,按照预定的时间周期对设备进行全面地检测和养护,在发现零件有严重损坏时立即予以更换,以免影响生产进度。引入先进的自动化控制系统,实现离心机的智能化运行。通过 PLC(可编程逻辑控制器)或 DCS(分布式控制系统)对离心机进行集中控制和管理,操作人员可以通过人机界面远程监控和调节离心机的运行参数。同时,利用人工智能算法对离心机的运行数据进行分析,实现故障预警和自动诊断,提高设备的可靠性和运行效率。

2.2 水泵房困境的应对策略

根据实际污水处理工艺要求,合理选定泵组的型号和规格;尽量使用高效节电性能好的泵机组设备。对已建的老式水泵房进行节能改造工作(如更新为低耗能的新老水泵),并结合管网实际情况对原有管网重新布局,以减小管网中不必要的局部阻力,比如适当加大弯道的弯曲半径或缩短直管段长度来达到减阻的目的。同时还可以尽可能地少设阀件以及其他附件,在满足工程需要的前提下,最大限度地减小流体流动的能量损耗,从而可以有效提升水泵机的运转效能进而节约能源消耗。完善的自动化监控体系:安装各类智能检测传感器,用于随时监测到水泵机组的正常运行情况及其所对应的各个主要相关指标数值包括流量大小、水压高低、电动机内部温度等。采用 SCADA(数据采集与监视控制系统)对水泵房进行自动化监控和管理,实现水泵的远程启停、运行参数调节和故障报警功能。通过数据分析和处理,优化水泵的运行策略,根据污水量的变化自动调节水泵的运行台数和转速,实现节能运行。

2.3 调节池弊端的改进方法

依据调节池体积大小、形状以及污水性质,选用相

应的搅拌器(桨式搅拌机、推进式搅拌机),并确定其位置及台数;采用变频调速技术,结合污水状况自控调节搅拌强度以达到污水在调节池中得到充分均匀混合的目的;改变原有单一方向搅动的方式为多向搅动或间隔时间搅动等多种方式来改善混合效果。在调节池的底部设污泥斗或刮臂刮泥机,在保证不会影响水流的前提下尽可能增大深度,以便于污泥沉淀后能够顺利地排除掉;增设自动排泥设施,通过污泥浓度传感器测定值,自动启动排泥泵,定时定量将沉淀到池底的污物排放出去;对排出的污泥也要做好处理工作,防止造成二次污染^[5]。引进自动化控制装置,增加流量计、各种水质分析仪等仪器仪表;采用 PLC 或者 DCS 控制系统对整个调节池实施自动控制,通过设定一系列条件来决定是否需要调整搅拌速度、反应时长、出水量等,从而精确调控调节池,使其发挥最佳功效。

2.4 气浮池难题的解决途径

开发高效能的气泡发生装置,改善气泡产生过程,选用溶气气浮法或涡凹气浮技术对传统气泡发生装置进行改造,在改进原有气泡发生装置的基础上增加部分附属设施以达到预期的效果;合理确定气泡发生装置的工作条件及工作参数,并且加强日常维护与管理工作,及时清除气泡发生装置内的杂物,使该装置能够长期稳定地发挥作用。引进全自动化的控制系统,对气浮池中的各运行参数实行自动监控并调整:由各种传感器采集到溶气压力值、回流比值以及气浮池内液面高度信号后输入计算机系统中,运用 PID(PortionIntegralDifferential)控制器计算出相应的控制量,从而自动调节进水量、加药量及排泥量等工艺参数,使得气浮效果更加平稳可靠。同时,实现刮渣设备的自动运行,根据气浮池表面浮渣的堆积情况自动启动和停止刮渣设备,降低操作人员的劳动强度。

2.5 高密沉淀池问题的处理措施

优化排泥系统:对高密沉淀池的排泥管道重新规划,选择大口径、少弯头的方式铺设管道;在每根管道上设置一个压力传感器,并配置一套高压清洗疏通器,在管线压力不正常时可以自行开启疏通器冲洗堵塞点;加强对高密沉淀池排泥设施的日常管理和保养工作,包括污泥泵、阀门、刮渣机等所有设备的维修养护及性能检测工作准确控制药剂剂量对于混凝反应过程来说,如果加入过量的絮凝剂,则会使得絮体变小而影响沉降速度;若

投入不足则会造成絮体较小且易破碎,同样会影响后续的分选效率。为了达到最佳的化学沉淀效果,采用先进的计量泵和流量计,实现药剂投加量的精准计量和控制。建立基于水质监测数据的药剂投加模型,通过传感器实时监测污水的水质参数,如浊度、pH 值、悬浮物浓度等,自动调整药剂投加量,确保药剂投加量与污水水质相匹配,提高沉淀效果,降低处理成本。另外,1.3.4 数据采集与分析采用液位传感器(或浮子开关)、泥位计、浊度仪及 pH 计分别检测高密度澄清池内的水位、泥层高度以及进/出水的浑浊度;通过 PLC 实现对高密度澄清池的自动监控和管理,并可远程操作该系统中的各种设备,调整其工作状态以达到最佳的工作效率。通过数据分析和处理,优化沉淀池的运行策略,及时发现并解决运行过程中出现的问题,保证沉淀池的稳定运行。

3 结论

工业污水处理中机械设备及自动化技术存在的各种障碍严重影响了污水处理的效率和质量。通过对离心机、水泵房、调节池、气浮池、高密沉淀池等关键设备及自动化技术面临的问题进行深入分析,并针对性地提出相应的解决措施,如优化设备设计、提升自动化控制水平等,可以有效克服这些障碍,提高工业污水处理设备的运行稳定性和自动化程度,降低能耗和处理成本,实现工业污水处理的高效、稳定运行,为环境保护和可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]马灵洁.工业污水处理中机械设备及自动化技术的关键和解决措施分析[J].中国设备工程,2024,(24):191-193.
- [2]王占兵.机械设备及自动化技术在污水处理中的应用[J].智慧中国,2022,(05):44-45.
- [3]陈人教.机械设备及自动化技术在污水处理中的应用探讨[J].中国设备工程,2022,(04):184-185.
- [4]王长生,孙瑞平,杨雪.自动化检测技术在化工工业废水处理中应用[J].中国轮胎资源综合利用,2025,(05):141-143.
- [5]张振兴,李小辉.自动化技术在环保设备中的应用及发展前景[J].设备管理与维修,2022,(12):157-158.

作者简介:黄吉观(1983—),男,壮族,广西南宁人,本科学历,研究方向为机械工程。