

双涡轮清洗型智能前置过滤器的设计探讨

杨德峰

海宁市倍世环保科技有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i6.8136

[摘要] 本文首先阐述了双涡轮清洗型智能前置过滤器的工作原理，包括其主要组件、双涡轮清洗技术，以及智能化控制系统的功能。然后探讨了该过滤器的设计要求与目标，涵盖过滤精度、智能化控制、环保与节能等方面。最后，详细论述系统设计与结构分析、材料选择与制造工艺，进一步明确了设计方案。还包括实验与性能测试，验证设备的清洗效果、过滤精度与耐用性，结果表明该过滤器在多种工作条件下表现出色。

[关键词] 双涡轮清洗；智能前置过滤器；设计方案

Discussion on the design of intelligent pre-filter with double turbine cleaning

Yang Defeng

Haining Baisi Environmental Protection Technology Co., LTD

[Abstract] This paper first elucidates the working principle of the dual-turbine cleaning intelligent pre-filter, including its main components, dual-turbine cleaning technology, and the functions of the intelligent control system. It then explores the design requirements and objectives of the filter, covering aspects such as filtration accuracy, intelligent control, environmental protection, and energy conservation. Finally, it provides a detailed discussion on system design and structural analysis, material selection, and manufacturing processes, further clarifying the design scheme. The paper also includes experiments and performance tests to verify the cleaning effectiveness, filtration accuracy, and durability of the equipment. The results show that the filter performs excellently under various operating conditions.

[Key words] twin turbine cleaning; intelligent pre-filter; design scheme

引言

随着水质污染问题的日益严重，水处理设备的性能要求越来越高。过滤器的性能，直接影响到水质的安全与清洁。双涡轮清洗型智能前置过滤器作为一种新型的水处理设备，依靠创新的双涡轮清洗技术与智能化控制系统，能够有效提升水质净化效果，并实现自动化清洗，而且注重环保和节能，已成为当前重要研究方向。文章将详细探讨其工作原理、设计方案，旨在为未来智能化水处理设备的发展提供支持和参考。

1 双涡轮清洗型智能前置过滤器的工作原理

双涡轮清洗式智能前置过滤器主要由多种精密部件组成，目的是为了保证过滤器在较长时间内的稳定与高效率运行。过滤器主要包括滤芯、涡轮清洗系统、智能控制系统、传感器以及外壳几个主要部件。外壳主要采用强度较大并且耐腐蚀性能较强或具有很好的耐压性能的材料，防止外界环境对内部部件造成损害。滤芯是整个过滤器过滤水中悬浮物、泥土、铁锈等的主要部件，涡轮清洗系统的涡轮旋转，将过滤后的残留物洗

刷下来。智能控制系统与传感器相配合，完成对整个过滤器工作状态的掌控。滤芯为双涡轮清洗型，由两个方向相反的涡轮组成，通过涡轮的旋转产生巨大的清洗水流，有效地清扫滤芯表层的赃物^[1]。相比单一涡轮清洗，具有清洗更大的区域，达到更好的清洗效果，根据水流的压力和脏污量，涡轮具有不同的转速，达到精细化清洗。滤芯清洗自动化，不需要人员监管，节约成本，保障滤芯长时间的运行。自动控制系统是双涡轮清洗过滤型过滤器的中枢神经，主要依据水质情况和设备运行情况由传感器监测得出，并将该数据提供给计算机自动控制系统，按照清洗周期进行清洗。清洗传感器可检测水流量中杂质含量，滤芯内压以及设备运行数据，一旦相关参数达到设定值便会自动控制清洗。除此之外，自动控制系统还可提供相关故障报警和滤芯使用寿命预判以及针对水质变化和设备运转情况对清洗频率和力度的自动修正，达到过滤器的最佳运行状态。

2 设计要求与目标

双涡轮清洗型智能前置过滤器设计的最基本要求和目标:

(1) 对过滤精度的要求。必须达到较高的过滤精度标准, 保证过滤后出水水质达到或超过相关行业水质要求。对水流中的悬浮物、泥沙、铁锈和其它细小杂质都能进行过滤, 并且对不同水质情况下的过滤效果能够得到保证, 过滤精度一般控制在40~200目之间, 对较小颗粒杂质能够有效滤除, 并且不使其随水流进入管道、家用水务设施及工厂设备内部而影响管道或家用水务设施、工厂设备的正常使用, 致使污染物将管道或设备等堵塞或损伤; 同时过滤器能实现自动优化功能, 可以根据水中杂质的不同污染程度调整自身过滤精度以保证设备能够在不同水体条件下对水流污染物均达到较高的过滤效果^[2]; (2) 对于过滤器的智能化控制。智能化系统控制是双涡轮清洗型智能前置过滤器的关键设计功能之一。智能化自动清洗功能是其必须实现的主要设计目标, 能够根据传感器反馈的水流状态、水流压力等信息, 对是否达到清洗条件进行判断, 并启动自动清洗功能来实现过滤器智能化的节水、环保, 降低了不必要的维护成本。压力监控功能也是该智能前置过滤器智能化设计的核心功能之一, 能够对滤芯的压力进行监控以防止过滤器由于压力过大而造成设备损坏。滤芯寿命预测功能也能够有效通过对滤芯的水流情况、杂质浓度、清洗周期等数据进行分析, 进行滤芯寿命的预测来提前通知用户进行滤芯的更换, 防止滤芯过度使用情况或过滤器损坏情况发生, 避免出现更换滤芯不及时而影响出水水质。(3) 绿色环保及节约能源。针对节能环保, 在设计上考虑的资源利用, 包括了节水设计, 清洗所消耗的水收集利用避免了水资源浪费; 在系统智能控制上, 保证了清洗周期, 避免了过度清洗的资源消耗; 在耗能设计上, 电机低功率设计, 配合清洗系统设计, 电能的使用量得到了严格的管控。

3 设计方案

3.1 系统设计与结构分析

(1) 外观设计和长度。对外观设计来说, 双涡轮清洗型智能前置过滤器外观设计简单, 可以便于安装与维护; 过滤器外壳材料采用耐久高强、抗氧化能力强的工程塑料或不锈钢, 可以保证长期应用于各种水质和外部环境条件中而不影响设备的性能。在外形尺寸上, 要满足针对不同管道系统和使用环境下需求, 多提供多种尺寸, 能适应多种家庭、商业和工业使用中。具体来说, 管道接口位置均根据标准化设计, 可以配合市面上常用的、不同的直径管道上, 安装时也配合使用快卸对接件进行对接。过滤器的外部尺寸, 可以根据现场实际情况设计, 满足最小空间的安装环境, 实现便捷式维护。

(2) 滤芯结构设计。在滤芯结构设计时, 需要兼顾高效性与易于操作。主要结构包括滤芯、水流导向装置、涡流清洗机。双涡轮清洗装置是通过两个相互对称的涡流, 依靠涡流运行产生的强大水流将污染冲去, 双涡轮装置的涡轮旋转速率和

运行时间等可以依据水的流量和水质的污浊程度自动调整。涡轮的设计要有一定的洗涤力, 保证均匀的洗涤, 以免出现局部结垢, 影响清洗的整体效果。滤芯设计成可更换的, 材质上使用耐腐蚀、有很强耐压强度的材质, 保证在高压的情况下滤芯还具有足够的过滤能力。滤芯的安装设计成卡扣形式, 在不使用工具的情况下便于更换和拆装。水流导向装置的设计保证流经滤芯表面的水流较为均匀, 从而保证过滤的效率, 并降低堵塞的几率。滤芯下面设有排污口, 在清洗时, 滤芯所过滤的污染物通过排污口而将污染物排出, 保证清洗顺畅^[3]。

(3) 智能控制系统的设计。智能控制系统是此过滤器的“大脑”。智能控制的实现需要软硬件结合而完成。硬件设计有多个传感器、控制芯片、执行电机等。传感器的作用主要是采集过滤器的水流量、污垢状况、滤芯压差等数据, 提供数据支撑。控制芯片主要是根据采集到的传感器的数据而分析处理, 经过内部清洗逻辑判定后, 自动选择清洗运行模式并控制执行机构去清洗工作, 其执行机构是具体的执行机构。执行机构是具体的工作, 控制芯片根据具体情况控制其工作; 如涡轮清洗、出水量调节等。软件主要是应用的算法对传感器中的数据进行分析处理, 分析处理数据而优化过滤器中过滤清洗流程, 即此智能控制主要体现在当下水质过滤以后发现滤芯过滤效果不佳, 或者污物含量超标, 而系统能够检测发现此情况, 则智能软件会优化过滤的水质, 使其达到合格, 那么智能控制系统会将水流提高过滤精度, 使其水质达到合格。智能化控制系统可实现远程控制与监测。运用手机APP以及云平台, 实时监控过滤器运行情况, 滤芯寿命、清洗周期、压力、水流量等, 同时可通过系统调整设备运行模式。

3.2 材料选择与制造工艺

(1) 材料选择原则。在双涡轮清洗型智能前置过滤器产品设计中, 材料的选择是产品性能、安全性及使用寿命的有效保证, 材料选择主要注意材料的耐腐蚀性、强度和安全性三个方面, 保证过滤器能在各种环境中、各种水质环境下稳定运行、高效过滤。首先是耐腐蚀性问题, 因为过滤器一般均暴露于水或者湿气环境中, 且水质成分复杂, 过滤器的材料应该选用耐腐蚀性强的材料, 外壳及内部一些关键零部件应尽量选取高强度的工程材料如不锈钢、聚丙烯、聚酰胺, 等能够抵抗水中的酸碱、盐和其它化学成分所造成的腐蚀, 保证设备在各种环境条件下稳定且性能良好地运行不产生氧化、腐蚀与破坏。其次考虑强度问题, 过滤器的结构部件不仅需要承受水压和水冲击, 特别是在一定条件下高水压的环境, 过滤器中的涡轮、滤芯骨架、连接件等结构应该选用高强度的合金材料使其能承受一定的机械应力, 不易变形或断裂。最后还要考虑耐温问题, 设计时不同环境条件下都考虑到了温度变化的影响, 选材时保证材料在高温、低温的情况下材料强度能得到保证。另外过滤器直接关系饮用水或者工业用水, 用的材料一定要健康无害、

环保，以免材料产生污染水质的问题出现。凡是接触水源的所有材料，均要满足国家和当地关于食品级或者水质材料的标准要求，达到无毒、无害、不添加有毒物质。

(2) 制造工艺流程。在制造工艺方面，要严格双涡轮清洗型智能前置过滤器的生产工艺流程，以此保证产品的质量和性能设计要求。在产品制造整个生产工艺流程主要包括生产环节、装配环节、质量控制环节。生产环节是指对各个部件进行精密加工。按照产品设计图纸分别对外壳、涡轮、滤芯的框架等部件进行加工。其中外壳、内部结构部件的加工方式通常采用注塑、精密铸造等加工方式，可以有效保证其外壳平整度、尺寸大小方面更加精确，不会在产品加工生产中产生瑕疵和错误。而在对涡轮等部分的加工处理，通常采用高精度数控机床的加工方式进行加工处理，能够确保在产品实际运行期间，涡轮能够在水流向正确、运行状态良好的情况下进行平稳运行，保证达到最佳的清洗效果。装配环节是产品制造阶段中生产环节之后的一个产品生产环节，它是对各个部件进行组装加工，其中生产加工的质量控制方面，需要对每个环节的组件进行结合加工，严格控制每部分组件与部件的配合度，避免因零件装配过程中质量控制方面产生的误差，而导致产生的产品工作不平稳甚至产生一些组件部件损坏的问题。尤其是在涡轮的装配安装方面，必须做好对涡轮的安装精准度以及转动精确性方面进行设计，结合流水道的方向情况进行精确转动，保证在清洗环节能够达到水流全面、均匀的清洗效果^[4]。而质量控制则需要贯穿于生产加工和装配组合环节各个细节方面的控制，对每个部件、每道工序、每步操作都需要严格进行产品的质量检测，需要对产品的尺寸精度、材料强度、抗腐蚀性等方面进行检测；装配完成后，在产品的生产制造中还需要通过多方面进行整体性的综合质量控制测试，如耐压性测试、流量性测试、清洗能力测试等。特别在涡轮的清洗效果和过滤器过滤性能的试验上，需要在不同水质条件下长时间运行试验，保证产品实际使用可靠和稳定。所有经过检测合格的产品，最后还要进行最终的外观质量检查，保证产品无瑕疵、干净整洁、无破损。

3.3 实验与性能测试

(1) 测试方法与标准。为了验证双涡轮清洗型智能前置过滤器的设计效果，确保其在实际使用中的高效性与可靠性，必须进行一系列严格的实验和性能测试。具体的测试方法和标准如下：其一，清洗效果测试。清洗效果的好坏，直接影响过滤器的工作效率和水质。清洗效果测试主要通过模拟不同水质情况下，观察过滤器涡轮清洗系统的清洁能力。测试时，首先让过滤器在水中积累一定量的沉积物，然后启动清洗程序，检查涡轮清洗后滤芯的洁净程度。清洗后的滤芯应达到规定的清洁标准，通常清洁度应达到95%以上。测试过程中应记录清洗所需时间和水的回流效果，确保清洗过程迅速且高效。其二，

过滤精度测试。过滤精度是衡量过滤器性能的关键指标，直接影响水质的纯净度。在过滤精度测试中，需要模拟不同颗粒大小的杂质，并进行过滤。测试中，需按照标准水质（如含有一定浓度的悬浮物）进行实验，确保过滤器能够去除水中粒径大于某一特定值（如40目）的颗粒物。测试还应包括不同流速下的过滤精度验证，确保设备在多种工作条件下都能保持稳定的过滤效果。其三，耐用性测试。测试时，通过长时间、高频次的使用，模拟设备的实际工作环境，对涡轮清洗系统、滤芯及整体结构进行性能验证。主要测试滤芯的抗压强度、涡轮的使用寿命、以及智能控制系统的可靠性，测试周期通常为1000小时以上，确保设备在长时间使用下仍能维持良好的工作状态^[5]。

(2) 实验结果分析。清洗效果方面，在模拟不同污染水质的实验中，双涡轮清洗系统表现出良好的清洗效果。尤其是在高浓度杂质和沉积物较多的情况下，涡轮清洗系统能够迅速有效地清除滤芯表面的污物，确保水流畅通，避免过滤精度下降。水流回收系统有效利用了回流水源，在清洗过程中的水资源消耗得到了控制。过滤精度方面，测试结果显示，过滤器能够有效过滤水中的悬浮物、泥沙、铁锈等杂质，特别是在高流量和高杂质浓度的情况下，设备仍能保持稳定的过滤精度，可以满足家庭及商业用户对水质的需求，确保水质的纯净与安全。耐用性方面，设备的涡轮清洗系统和滤芯在反复清洗过程中，未出现明显磨损或性能下降，整体结构也未发生任何严重的变形或损坏。智能控制模块经过长期测试后，仍能稳定运行，实时监测设备状态并准确触发清洗操作。

结语

综上所述，双涡轮清洗型智能前置过滤器通过采用先进的清洗技术和智能控制系统，在过滤精度、清洗效率以及环保节能方面均表现出良好的性能。实验结果表明，该设备能够在不同工作条件下稳定运行，满足高效、智能水处理的需求。随着技术的不断发展，智能化前置过滤器将成为未来水处理设备的重要组成部分，其在家庭、工业及商业领域的应用潜力巨大。

[参考文献]

- [1] 华文锋. 新型精密过滤器在煤化工循环水中的应用[J]. 氮肥技术, 2023, 44(04): 47-49.
- [2] 潘成双, 赵轩轩. 高精度铜带生产中节水装置的创新应用[J]. 有色金属加工, 2023, 52(04): 68-70.
- [3] 梁爱华. 无机膜盐水自动过滤系统改造[J]. 氯碱工业, 2023, 59(06): 1-4+7.
- [4] 鲁豫. MTO装置水浆过滤器技术优化措施探究[J]. 河南化工, 2023, 40(05): 31-32.
- [5] 罗纯仁, 周莉, 田文华, 等. 粉末过滤器出水悬浮物浓度变化试验分析[J]. 内蒙古电力技术, 2022, 40(01): 96-100.