

净水机用增压泵的结构设计及降噪优化

劳科奇

宁波佳音机电科技股份有限公司, 浙江 宁波 315400

[摘要]随着人们对水质安全和生活品质的关注不断提高, 净水机作为一种重要的家用水处理设备, 受到了越来越多消费者的青睐。而在净水机的核心部件中, 增压泵扮演着至关重要的角色, 其性能直接影响着净水机的运行效率和水质输出。然而, 随着增压泵的工作, 必然会产生一定的噪音, 影响用户的使用体验, 并在一定程度上影响周围环境的舒适度。因此, 如何有效降低净水机增压泵的噪音, 成为当前研究的热点之一。文中通过对净水机增压泵的结构设计和噪音优化方案进行综合研究, 探索降低噪音水平的有效途径, 从而提高净水机的整体性能和用户体验。

[关键词] 净水机; 增压泵; 降噪

DOI: 10.33142/ucp.v1i1.12920

中图分类号: TM925.5

文献标识码: A

Structural Design and Noise Reduction Optimization of Booster Pumps for Water Purifiers

LAO Keqi

Ningbo Jiayin Electromechanical Technology Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315400, China

Abstract: With people's increasing attention to water quality safety and quality of life, water purifiers, as an important household water treatment equipment, have been favored by more and more consumers. Among the core components of water purifiers, booster pumps play a crucial role, and their performance directly affects the operating efficiency and water quality output of water purifiers. However, with the operation of booster pumps, certain noise will inevitably be generated, affecting the user experience and to some extent, affecting the comfort of the surrounding environment. Therefore, how to effectively reduce the noise of booster pumps in water purifiers has become one of the current research hotspots. Through comprehensive research on the structural design and noise optimization scheme of the booster pump of the water purifier, this article explores effective ways to reduce noise levels, which improving the overall performance and user experience of the water purifier.

Keywords: water purifiers; booster pumps; noise reduction

引言

随着水资源的日益紧缺和水质问题的日益突出, 人们对饮用水的安全和健康需求日益增长, 净水机作为一种便捷高效的水处理设备, 在家庭和办公场所得到了广泛应用。净水机增压泵作为净水机的核心组件之一, 其主要功能是提高水压和水流速度, 确保水质输出稳定。然而, 为了实现高效率的水泵性能, 通常需要牺牲一定的噪音水平。随着人们对生活品质要求的提高, 对于增压泵噪音的容忍度也相应降低, 这使得如何降低增压泵噪音成为了亟待解决的问题。基于此, 对净水机增压泵的噪音问题进行研究和优化具有重要的现实意义。

1 净水机增压泵的发展历程

早期的净水机大多采用传统的增压泵, 这些泵通常结构简单、工艺粗糙, 效率低下, 噪音大, 且易损坏, 给用户的使用体验带来了诸多不便。随着科技的不断进步和人们对水质安全的日益关注, 净水机增压泵开始受到更多关注和研发。1990年至2000年, 随着材料科学、流体动力学和制造技术的发展, 出现了一批新型材料和新工艺, 如高强度塑料、铝合金等, 使得增压泵的耐腐蚀性和耐用性得到了提升, 同时也为结构设计和制造工艺的改进提供了

可能。2000年后至今, 随着智能化技术的应用和工业设计的发展, 净水机增压泵迎来了新一轮的创新浪潮。智能控制系统的引入使得增压泵能够实现更加精确的压力控制和运行管理, 提高了其整体性能和稳定性。同时, 优化的结构设计和先进的制造工艺使得增压泵在体积、效率和噪音水平等方面都取得了显著的改进, 大大提升了用户的使用体验。总之, 净水机增压泵在发展历程中经历了从传统到现代、从简单到复杂、从低效到高效的演变过程。未来, 随着科技的不断进步和用户需求的不断提升, 相信净水机增压泵将会持续迎来更多创新和改进, 为保障水质安全和提升生活质量做出更大贡献。

2 净水机增压泵的结构设计现状

2.1 材料和工艺的优化

净水机增压泵的结构材料和工艺已经取得了显著的进步。传统的材料如铸铁和普通塑料逐渐被高强度、耐腐蚀的铝合金、工程塑料以及陶瓷材料所取代。这些新型材料不仅提高了增压泵的耐用性和抗腐蚀能力, 还有助于减轻增压泵的重量, 提高其运行效率。同时, 先进的制造工艺如注塑成型、精密铸造和数控加工等技术的应用, 使得增压泵的制造更加精密和可靠, 保证了其性能稳定性和使用寿命。

2.2 结构设计与流体动力学优化

净水机增压泵的结构设计趋向于更加紧凑、轻量化和高效化,通过流体动力学优化和数值模拟,设计出更加流畅、减阻的内部流道结构,减小能量损失,提高水泵的输送效率和水压升力^[1]。同时,优化的阀片设计和转子结构也能够降低噪音和振动,提升增压泵的稳定性 and 可靠性。

2.3 智能控制系统的应用

越来越多的净水机增压泵开始配备智能控制系统,能够实时监测水压、流量和温度等参数,根据实际需求调节增压泵的运行状态,实现智能化的自动控制和节能优化。智能控制系统还能够实现远程监控和故障诊断,提高了增压泵的运行效率和可靠性,为用户提供了更便捷的使用体验。

3 净水机增压泵噪音问题的研究现状

3.1 噪音源分析

对于净水机增压泵噪音问题的研究主要侧重于噪音源的分析与识别。研究者们通过实验观察和数值模拟,致力于确定增压泵内部和外部可能产生噪音的部位和机制。这些可能的噪音源包括流体过小孔时的摩擦、机械部件运动时的震动以及与外部环境相互作用所产生的噪音,研究者能够更准确地定位和解决增压泵噪音问题,为后续的噪音控制技术提供了基础和方向。

3.2 噪音控制技术研究

针对净水机增压泵噪音问题的研究重点之一是噪音控制技术的研究。研究者们探索各种噪音控制技术,包括采用降噪材料、结构设计优化以及运行参数调节等手段,减少增压泵内部和外部产生的噪音,从而提升工作环境的舒适度和用户体验。通过实验验证和数值模拟,研究者们不断改进和优化噪音控制技术,以满足日益增长的用户需求和环境标准,为净水机增压泵的噪音问题提供了有效的解决方案。

3.3 噪音评价与标准制定

对于净水机增压泵噪音问题的研究中,一部分工作集中在噪音评价与标准制定方面。研究者们通过实验测试和数据分析,评估不同型号和设计方案的增压泵在工作状态下产生的噪音水平,指导行业内的设计和生产,确保净水机增压泵的噪音符合相关的环境和用户需求^[2]。标准的制定有助于推动行业向更加环保、低噪音的方向发展,并提升产品质量和用户体验。

4 净水机增压泵的结构设计

4.1 流体动力学原理分析

流体动力学原理在净水机增压泵的结构设计中扮演着至关重要的角色,深入分析能够更好地理解增压泵的工作原理,为其结构设计提供基础理论支持。在增压泵中,由于偏心轮带动活塞上下摆动,使内腔容积变化,产生静压能,水流通过进出单向阀,从而使水流的动能增加,压力也随之增加,对流体的质量守恒、动量守恒和能量守恒进行分析来理解的。随着水流在泵内的流动,流体的压力

会发生变化。通过对流体力学方程和伯努利定律的应用,我们可以计算出不同部位的压力大小,从而确定泵的各个部件所受的力和压力分布情况。隔膜室的设计不仅影响水流分流的多少,通过对隔膜室的内腔形状、腔体数量以及进出水孔大小和数量等参数进行优化,可以提高增压泵泵水的效率和节能性能。总之,流体动力学原理分析为净水机增压泵的结构设计提供了重要的理论基础,深入研究和分析流体在泵内的运动规律和压力变化,我们能够更加准确地把握增压泵的工作原理,从而设计出更加高效、稳定的增压泵结构,满足不同应用场景的需求。

4.2 结构设计理论基础

结构设计理论基础是净水机增压泵设计的重要组成部分,它基于多个相关领域的理论知识,为增压泵的结构设计提供了指导和支持。在增压泵的设计过程中,合适的材料选择至关重要。材料的力学性能直接影响到增压泵的承载能力和耐久性。因此,结构设计理论基础涉及到对不同材料的力学性能进行分析和评估,以确定最合适的材料用于增压泵的关键部件,如膜片、单向阀、泵外壳等。增压泵在运行过程中会产生振动,而过大的振动会影响到增压泵的稳定性 and 可靠性。因此,结构设计理论基础需要考虑到增压泵的结构设计对振动的影响,通过优化结构设计,减小振动幅度,提高增压泵的运行平稳性。在增压泵的运行过程中,会产生一定的热量,而流体的流动状态对增压泵的性能影响很大。因此,结构设计理论基础需要考虑到增压泵的热力学特性和流体动力学特性,通过优化结构设计,提高增压泵的热效率和流体传输效率。总之,结构设计理论基础是净水机增压泵设计的重要理论基础,它涉及到材料力学、振动学、热力学和流体力学等多个领域的知识,为增压泵的结构设计提供了理论支持和指导,有助于设计出性能更优、稳定性更高的增压泵产品。

4.3 增压泵结构设计方案

在设计净水机增压泵时,结构设计方案的选择至关重要,它直接影响着增压泵的性能、效率和可靠性。膜片和活塞的设计影响水流流量,通过对隔膜室的内腔膜片和活塞形状、腔体数量以及进出水孔大小和数量等参数进行优化,可以提高增压泵泵水的效率和节能性能。良好的流道设计能够使得水流更加流畅、减小能量损失,通过优化流道的形状、长度和截面积等参数,可以实现水流在增压泵内的最佳传输效果。密封系统的设计需要考虑到增压泵的工作环境 and 介质特性,确保泵内介质不会发生泄漏,同时保证密封系统的稳定性和耐用性。结构设计方案还需考虑到增压泵的支撑结构、泵头进出水设计、轴承选型等方面。

4.4 设计参数优化

设计参数优化是净水机增压泵结构设计中的重要环节,它直接影响着增压泵的性能、效率和稳定性。在进行设计参数优化时,需要综合考虑多个关键参数,并通过实

验测试和数值模拟来确定最佳的设计方案。对增压泵的转速进行优化,可以实现最佳的水泵效率和压力提升效果。通常情况下,增压泵的转速会根据具体应用场景和需求来确定,需要综合考虑到功率消耗、噪音水平和机械损耗等因素。对主膜片形状进行精确计算和优化,可以实现最佳的主膜片设计方案,提高增压泵的水泵效率和节能性能。优化流道的形状、长度和截面积等参数,可以减小能量损失,提高增压泵的效率 and 稳定性。优化密封系统的结构和材料,可以提高增压泵的密封性能和耐用性,延长其使用寿命。总之,设计参数优化是净水机增压泵结构设计中的重要环节,通过对转速、膜片形状、流道结构和密封系统等关键参数进行优化,可以实现增压泵的最佳性能和效率,满足不同应用场景的需求。

5 净水机增压泵噪音优化方案

5.1 主要噪音源识别与分析

在净水机增压泵中,噪音问题的解决首先需要进行主要噪音源的识别与分析。内部噪音源主要来自增压泵内部机械运动产生的摩擦和振动。例如,活塞与液体的摩擦、单向阀与隔膜室的开合拍打、轴承的摩擦、泵头内部的压力变化等都可能产生机械噪音。噪音源的产生机制复杂,涉及到动力学、力学和声学等多个方面的知识,通过实验观察和数值模拟,可以准确识别出这些内部噪音源,并深入分析其产生机制和影响因素。外部噪音源包括水流动引起的涡流噪音和与外部环境的相互作用产生的空气动力噪音。水流通过管道和隔膜室进出水小孔时,由于流体的湍流运动会产生涡流,引起噪音。此外,增压泵与管道连接处的压力波、PE管和阀门等部件也可能产生噪音。总之,主要噪音源识别与分析是解决净水机增压泵噪音问题的第一步,深入分析增压泵内部和外部可能产生的噪音源,可以为后续的噪音控制方案的制定提供重要的参考依据。

5.2 降噪材料及降噪结构设计

针对净水机增压泵的噪音问题,降噪材料及降噪结构设计是解决方案之一。吸音材料能够有效地吸收噪音能量,将其转化为热能,从而降低噪音的传播。常用的吸音材料包括泡沫塑料、纤维材料、橡胶等。隔音材料能够阻挡噪音的传播路径,有效隔离噪音源。常用的隔音材料包括橡胶、聚乙烯薄膜、金属板等。减震材料则能够减少振动的传播,降低机械噪音。常用的减震材料包括弹性橡胶、泡沫塑料等。通过在增压泵的关键部位使用这些降噪材料,可以有效减少噪音的产生和传播。优化增压泵的结构设计,如增加水泵腔数、改善流道形状增大截面积、增加吸音衬垫等措施,都可以有效减少噪音的产生和传播。此外,增加吸音隔音结构,如隔音罩、吸音罩等,也能够有效降低噪音水平^[3]。通过在设计阶段充分考虑降噪结构,可以在不影响增压泵的性能和效率的前提下,最大限度地降低噪音水平,提高用户的使用体验。总之,降噪材料及降噪结构设计是解决净水机增压泵噪音问题的重要手段之一,选择合适

的降噪材料和优化增压泵的结构设计,可以有效减少噪音的产生和传播,提高增压泵的使用舒适度和环境友好性。

5.3 降噪效果仿真与评估

降噪效果仿真与评估是净水机大流量增压泵噪音优化方案中至关重要的一环。通过仿真与评估,可以有效验证采取的降噪措施是否达到预期效果,进一步指导优化方案的调整和完善。利用计算流体力学(CFD)和有限元分析(FEA)等技术,对增压泵的结构进行详细建模,并模拟不同工况下的噪音产生和传播过程。通过仿真分析,可以定量评估各项降噪措施对噪音水平的影响,预测降噪效果,并为后续的优化提供依据。通过实际测量和测试,验证仿真结果的准确性,并评估降噪效果的实际情况。可以采用声学测试设备对增压泵的噪音水平进行定量测量,比较降噪前后的噪音变化,从而评估降噪效果的实际效果。根据评估结果,对降噪方案进行调整和优化,进一步提高降噪效果。评估过程中还需考虑到增压泵的工作性能、能耗和成本等方面的影响,综合考虑多方面因素,确保降噪措施的全面有效性。随着增压泵的使用和环境变化,噪音水平可能会发生变化,因此需要定期进行降噪效果的评估和调整,确保增压泵的噪音水平始终处于可接受的范围内。总之,降噪效果仿真与评估是净水机大流量增压泵噪音优化方案中不可或缺的一环,综合利用仿真分析、实验验证和综合评估,可以有效评估降噪效果,指导降噪方案的调整和优化,最终实现增压泵噪音的有效控制和降低。

6 结语

在净水机增压泵的结构设计与噪音优化方案中,我们通过对流体力学原理的分析、结构设计理论基础的探讨以及噪音源识别与降噪方案的研究,为解决增压泵在运行中产生的噪音问题提供了系统性的解决思路。优化增压泵的结构设计和降噪方案的制定,我们可以有效提高增压泵的性能、效率和稳定性,提升用户的使用体验,并在一定程度上改善工作环境的舒适度。未来,我们将继续深入探讨增压泵的结构设计和噪音优化技术,不断提升解决方案的科学性和实用性,为净水机大流量增压泵的发展贡献更多的智慧和力量。

[参考文献]

- [1]陈文明.一种基于AMESim的液体增压系统的设计与仿真优化[D].辽宁:沈阳航空航天大学,2023.
 - [2]孟圆.增压泵降本提质,应对净水设备市场新变化[J].电器,2023(12):8-9.
 - [3]刘远,刘博,俞思航.大通量净水机降噪技术研究及应用[J].家电科技,2021(1):284-287.
- 作者简介:劳科奇(1990.3—),毕业院校:宁波大学科学技术学院,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前就职单位:宁波佳音机电科技股份有限公司,职务:技术部科长,职称级别:工程师。