

机电一体化技术在过氧化氢消毒机中的应用分析

胡亚风 从文豪 叶浩城

浙江泰林医学工程有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 随着人们对卫生和健康的关注度不断提高,消毒设备在各个领域的需求日益增长。过氧化氢消毒机作为一种高效、环保的消毒设备,受到了广泛的应用。机电一体化技术的发展为过氧化氢消毒机的性能提升和功能拓展提供了有力支持。本文详细分析了机电一体化技术在过氧化氢消毒机中的应用,包括其在消毒机的结构设计、工作原理以及关键技术等方面的体现,阐述了该技术如何提高消毒机的消毒效率、稳定性和智能化水平,同时探讨未来发展趋势,旨在为相关领域的研究和实践提供参考。

关键词: 机电一体化技术;过氧化氢消毒机;应用分析

1 引言

在现代社会,无论是医疗、食品加工、制药,还是公共卫生等领域,消毒工作都是保障环境安全和人员健康的重要环节。过氧化氢消毒机因其利用过氧化氢的强氧化性进行消毒,具有杀菌谱广、消毒后分解为水和氧气无残留等优点,成为消毒设备中的重要一员。机电一体化技术融合了机械技术、电子技术、信息技术、自动控制技术等多学科技术,能够使过氧化氢消毒机在结构、性能、操作等方面得到优化。通过对机电一体化技术在过氧化氢消毒机中的应用分析,有助于进一步提升消毒机的品质,满足不同场景下的消毒需求。

2 过氧化氢消毒机概述

2.1 过氧化氢消毒原理

过氧化氢是一种强氧化剂,其消毒作用主要基于其分解产生的羟基自由基($\cdot\text{OH}$)。当过氧化氢接触到微生物时,羟基自由基能够与微生物细胞内的多种生物大分子,如蛋白质、核酸等发生反应。它可以氧化蛋白质中的巯基($-\text{SH}$),使其失去活性,破坏细胞的代谢功能;同时也能攻击核酸的碱基,导致DNA或RNA的损伤,阻碍微生物的复制和繁殖,从而达到杀灭微生物的目的。例如,在医疗环境中,能够有效杀灭金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、白色念珠菌以及各种病毒等常见病原体,为医疗场所提供安全的环境^[1]。

2.2 过氧化氢消毒机的分类与特点

过氧化氢消毒机根据工作方式和形态可分为多种类型。常见的有固定式和移动式消毒机。固定式消毒机通常安装在特定场所,如医院的手术室、制药车间的固定区域等,其特点是消毒空间相对固定,可根据该空间的大小和布局进行针对性设计,消毒效果稳定。移动式消毒机则具有灵活性,可在不同区域移动使用,适用于如

学校教室、公共交通工具等需要在不同地点进行消毒的场景。

从消毒方式上又可分为汽化过氧化氢消毒机和雾化过氧化氢消毒机。汽化过氧化氢消毒机通过将过氧化氢液体通过沸腾蒸发的方式转化为气态,利用气态过氧化氢的强氧化性和良好的扩散性,对较大空间进行全面消毒,能有效杀灭空间内的微生物,包括芽孢等耐受性较强的微生物,常用于对无菌要求极高的制药洁净区、生物安全实验室等场所。雾化过氧化氢消毒机则是将过氧化氢溶液利用文丘里原理(或离心)雾化成微小颗粒,这些颗粒能够在空气中悬浮并扩散,对空气和物体表面进行消毒,其优点是消毒速度较快,可在较短时间内对较大范围的环境进行处理,常用于医院病房、公共场所大厅等区域的日常消毒。

3 机电一体化技术在过氧化氢消毒机中的具体应用

3.1 机电一体化技术对消毒机结构设计的优化

在过氧化氢消毒机的结构设计中,机电一体化技术发挥了重要作用。以手提式雾化消毒装置为例,该装置使用小型离心风机与涡流雾化喷头整合在一起,用于离心风机的控制模块、散热模块安装在风机外壳上。传统的消毒设备中,离心风机和雾化模块往往是分离的,这不仅增加了设备的体积和复杂性,还可能导致高速气流在传输工程中压力损失等问题。而通过机电一体化设计,将这些模块集成在一起,优化了消毒机的内部结构。在这种一体化结构中,由于结构紧凑,减少了设备的占地面积,便于在不同场所安装和使用^[2]。例如在一些空间有限的医疗诊所或小型食品加工车间,这种结构紧凑的消毒机能够更方便地放置和操作。

3.2 机电一体化在消毒机工作原理中的应用

3.2.1 基于机电一体化的过氧化氢压力控制和供应

系统

在供应系统方面,通过机电一体化技术实现了对过氧化氢压力及流量的精确控制。利用传感器实时监测管道内过氧化氢气体的压力及流量数据,并将这些数据反馈给控制系统,控制系统根据预设的参数自动调节泵的转速或阀门的开度,确保过氧化氢能够以合适的流量输送到消毒区域,保证消毒效果的一致性和稳定性。利用特定的溶液定量加注算法,可以实现过氧化氢溶液注入量误差控制在1%以内,满足GMP对过氧化氢消毒工艺的严格要求。

3.2.2 智能控制与自动化操作在消毒过程中的实现

机电一体化技术为过氧化氢消毒机带来了智能控制与自动化操作功能。以泰林生物汽化过氧化氢消毒机为例,它配备了高度自动化的操作与控制系统。设备采用先进的微电脑控制技术,用户只需在人机交互界面上输入目标消毒空间的参数,如体积、消毒时间、过氧化氢浓度等,设备即可自动完成消毒流程的规划与执行。

在消毒过程中,内置的传感器实时监测消毒空间内的过氧化氢浓度、温度、湿度等关键参数。例如,当监测到过氧化氢浓度低于设定值时,控制系统会自动增加过氧化氢的汽化量,以维持有效的消毒浓度;若温度或湿度超出适宜范围,系统也会进行相应的调整,如启动加热或除湿装置。通过控制系统能够自动调整溶液注入速率、气体输送量等运行参数,确保消毒过程始终处于最佳状态。这种智能化的控制模式不仅极大地提高了消毒效率,还减少了人工干预带来的不确定性,同时实现了资源的优化利用,降低了运行成本。

3.3 机电一体化技术实现消毒机的关键功能

3.3.1 精准的雾化与汽化控制

在过氧化氢消毒机中,雾化和汽化是使过氧化氢发挥消毒作用的重要环节,机电一体化技术实现了对这两个过程的精准控制。对于雾化过氧化氢消毒机,采用陶瓷雾化片等先进的雾化装置,并通过电子控制系统精确调节雾化片的振动频率和幅度。例如,通过控制电路输出特定频率的电信号,驱动陶瓷雾化片产生高频振动,将过氧化氢溶液雾化成均匀的微小颗粒。而且,在雾化片表面涂覆有用于耐腐蚀的保护层,能够在雾化过氧化氢电化学反应器实时产生的过氧化氢时,阻止相应的电化学反应腐蚀效应,保证了雾化装置的长期稳定运行。

对于汽化过氧化氢消毒机,如泰林生物采用多腔体的梯度汽化技术。利用半导体加热的方法和合金材料的汽化腔,并以多腔体多级汽化的方式和独特的结构设计进行最优的汽化过氧化氢优先结构,实现液态过氧化氢

到汽态过氧化氢的高效转换。通过精确控制加热温度、气体流量等参数,能够瞬间将过氧化氢转换为以羟基自由基(氢氧)为主的最佳消毒因子,极大提高了消毒效率。

3.3.2 高效的消毒与分解一体化功能

如泰林生物VHPS-Basic型过氧化氢汽化消毒机,实现了消毒与分解一体化功能。这离不开机电一体化技术的支持。在消毒过程中,设备采用高速气流及闪蒸技术,将35%的食品级过氧化氢溶液汽化成过氧化氢蒸汽,并通过管道及喷嘴将过氧化氢气体导入到密闭空间内。利用高速温流风机扰流,确保过氧化氢可充分扩散于空间,达到良好的消毒效果。在消毒完成后,对于没有通风系统的环境,通过自分解装置对残留的过氧化氢进行分解。自分解装置采用特定的催化剂(入二氧化锰),在机电一体化控制系统的作用下,过氧化氢气体与催化剂接触,加速过氧化氢分解为水和氧气,避免残留的过氧化氢对环境和人员造成潜在危害。这种消毒与分解一体化的功能,不仅提高了消毒工作的效率,还解决了消毒后残留处理的难题,特别适用于如医院手术室、P3/P4实验室等对环境要求极高的场所。

4 机电一体化技术应用于过氧化氢消毒机的优势

4.1 提高消毒效率与效果

通过机电一体化技术实现的精准控制和自动化操作,显著提高了过氧化氢消毒机的消毒效率与效果。在消毒过程中,能够精确控制过氧化氢的浓度、流量、雾化或汽化状态以及消毒时间等参数,确保消毒过程始终处于最佳条件。例如,智能控制系统可以根据消毒空间的大小和初始微生物污染程度,自动调整过氧化氢的投放量和消毒时间,使得消毒效果更加可靠。与传统消毒设备相比,采用机电一体化技术的消毒机能够在更短的时间内达到更高的杀菌率,对各种微生物,包括细菌、病毒、真菌以及芽孢等都有更好的杀灭效果。在制药车间的消毒中,能够更快速地使环境达到GMP标准要求的无菌状态,减少生产停顿时间,提高生产效率。

4.2 增强设备稳定性与可靠性

机电一体化技术在过氧化氢消毒机中的应用增强了设备的稳定性与可靠性。一方面,一体化的结构设计减少了设备的零部件数量和连接点,降低了故障发生的概率。通过智能控制系统和传感器的实时监测与反馈调节,能够及时发现设备运行中的异常情况,并进行自动调整或报警。如当检测到过氧化氢供应管道压力异常时,系统会自动停止设备运行并发出警报,提示工作人员进行检修,避免因设备故障导致消毒工作中断或消毒效果不佳。先进的制造工艺和材料选择,如在关键部件

采用耐腐蚀材料,也提高了设备的耐用性,使其能够在长期使用过程中保持稳定的性能^[3]。

4.3 提升智能化水平与操作便捷性

机电一体化技术使过氧化氢消毒机的智能化水平和操作便捷性得到了极大提升。用户只需通过简单的人机交互界面输入相关参数,设备就能自动完成复杂的消毒流程规划与执行。例如,在医院病房的消毒中,护士只需在消毒机的操作面板上输入病房的面积和消毒要求,消毒机即可自动调整各项参数进行消毒,无需繁琐的人工设置和操作。智能控制系统还可以实现远程监控和控制,通过网络连接,管理人员可以在远程终端实时查看消毒机的运行状态、消毒进度等信息,并对设备进行远程操作和参数调整。在一些大型医疗机构或企业中,通过中央集成控制系统,可以对多个区域的消毒机进行集中管理和控制,大大提高了消毒工作的管理效率和便捷性^[4]。

5 未来发展趋势

5.1 技术创新与升级方向

未来,过氧化氢消毒机中的机电一体化技术将朝着更先进的方向创新与升级。在传感器技术方面,将研发出更加灵敏、精准且抗干扰能力强的传感器,能够更精确地监测消毒过程中的各项参数,如过氧化氢浓度、微生物含量等,为智能控制系统提供更准确的数据支持。在控制算法上,会引入更先进的人工智能算法,如深度学习算法,使消毒机能够根据不同的消毒场景和微生物污染情况,自动学习并优化消毒策略,进一步提高消毒效率和效果。在材料科学方面,将开发出更耐腐蚀、耐高温且具有良好机械性能的新型材料,用于制造消毒机的关键部件,提高设备的使用寿命和稳定性。随着5G等新一代通信技术的发展,消毒机的远程监控和控制功能将更加完善,实现更高效的远程操作和管理。

5.2 应用领域拓展与市场前景

随着人们对卫生和健康要求的不断提高,过氧化氢消毒机的应用领域将进一步拓展。在医疗领域,除了现有的医院、诊所等场所,在家庭医疗保健方面也具有巨大的市场潜力,如家庭使用的小型过氧化氢消毒机可

用于对医疗器械、生活用品等的消毒。在食品行业,除了食品加工车间,在食品储存、运输等环节也需要更多高效的消毒设备来保障食品安全,过氧化氢消毒机凭借其环保无污染的特点将有更广泛的应用。在公共卫生领域,如学校、幼儿园、图书馆、体育馆等人员密集场所,对消毒设备的需求也在不断增加,过氧化氢消毒机可以为这些场所提供安全的环境。随着应用领域的拓展,市场对过氧化氢消毒机的需求将持续增长,机电一体化技术的应用将使消毒机在性能和功能上不断满足市场需求,具有广阔的市场前景。

结束语

机电一体化技术在过氧化氢消毒机中的应用,从结构设计、工作原理到关键功能实现等方面,都为消毒机带来了显著的提升。它提高了消毒机的消毒效率与效果,增强了设备的稳定性与可靠性,提升了智能化水平与操作便捷性。尽管在应用过程中面临技术集成与兼容性、成本控制、维护与技术支持等挑战,但随着技术的不断创新与升级,以及应用领域的拓展,过氧化氢消毒机在机电一体化技术的推动下,将在未来的卫生消毒领域发挥更重要的作用,为保障人们的健康和安全提供更有力的支持。相关企业和研究机构应积极应对挑战,抓住发展机遇,不断推动过氧化氢消毒机技术的进步和市场的发展。

参考文献

- [1]刘艳朝,梁婷,顾进,殷全军.新型过氧化氢蒸汽空间消毒系统结构及工作原理.医疗卫生装备.2012(4月第33卷第4期).130-131
- [2]寿敏杭,郑秀成,周增超,陈辉,赵振波,夏信群.一种维持温度、过氧化氢气体浓度及饱和度的方法及装置.CN 116832190 A
- [3]张显达.汽化过氧化氢灭菌设备的研发与优化.上海应用技术大学.2021
- [4]付丽娟,刘万忠.过氧化氢消毒灭菌技术及设备的研究新进展.中国药师.(2017)02-0340-05