

Construction and Application of Medical Wastewater Treatment System Based on Internet of Things

Shuhong Yang

Jiangsu FGS Environmental Protection Technology Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215300, China

Abstract

In the process of hospital operation, it is inevitable to produce direct or indirect infectious, toxic and other harmful waste water, which is complex in composition and involves a variety of biological, chemical or radioactive pollution. In addition to a large number of pathogenic agents such as bacteria and viruses, medical wastewater also contains chemical agents and radioactive isotopes, which have several characteristics of space pollution, acute infection and latent infection. Therefore, it is very important to treat medical sewage in a reasonable and standardized manner, adopt modern sewage treatment equipment and treatment process, effectively treat sewage, and at the same time conduct real-time control system operation and monitor the discharge status of water quality after sewage treatment to ensure the discharge of sewage up to the standard. This paper discusses the construction and application of medical wastewater treatment system based on the Internet of Things for reference.

Keywords

Internet of Things; medical wastewater; wastewater treatment system; application

依托物联网的医疗废水处理系统的建设及应用

杨淑红

江苏菲捷斯环保科技有限公司, 中国 · 江苏 苏州 215300

摘 要

医院在运行过程中,不可避免地产生了具有直接或间接感染性、毒性以及其他危害性的废水,这些废水其成分复杂,涉及多种生物性、化学性或放射性污染。医疗废水中除含有大量的细菌、病毒等致病源外,还含有化学药剂和放射性同位素,具有对空间污染、急性传染和潜伏性传染的几大特征。因此,合理规范地处理医疗污水,采用现代化污水处理设备和处理工艺,对污水进行有效处理,同时进行实时管控系统运行及监控污水处理后水质排放状况,以确保污水达标排放是非常重要的。论文对依托物联网的医疗废水处理系统构建与应用情况进行探讨,以供参考。

关键词

物联网; 医疗废水; 废水处理系统; 应用

1 建设背景

《医疗废物管理条例》和 GB 18466—2005《医疗机构水污染物排放标准》等相关法规标准发布多年,但医院污水现实监测的结果不容乐观,究其原因除医疗机构对医院污水重视不够、缺乏有效的监管和监控手段、法律规定可操作性弱等原因外,还有:一是医院污水处理先天不足。除新建医院外,多数二级以上公立医院建院较早,对医院污水排放管理不严,选择的处理工艺及消毒方法不尽科学合理。二是人员专业水平不足,从事污水处理的人员少且没有经过严格、专业的培训。三是自动化程度低,目前的甚至采用人工投药,对消毒物的质量及投放计量都无法严格控制。四是监测手段匮乏,从管理、人员配置及专业性等各方面无法真正做到实时排放监测。

基于此,在建设之初按照医院设计总体规划及其他相关环境保护要求,污水处理系统引入物联网、大数据、云计算、人工智能等信息技术,推动医院污水处理全过程信息化,可视化的管理机制和运营模式,规范医院污水处理及排放,提高管理效率和应急响应能力。

2 技术路线

运用智能化污水处理控制以及远程监控系统,实现对医疗污水处理全天候全过程管控,有效提高医疗污水处理自动化、信息化水平。

3 项目实施

3.1 建设原则

围绕医疗机构污水处理系统目前存在的空白点和难点,遵循全程控制、风险管理、分类收集、分质处理、就地达标

【作者简介】杨淑红(1986—),女,中甘肃白银人,硕士,工程师,从事环境工程污水处理研究。

的原则，运用在线监测技术，更好地实施污水消毒，评估效果，以达到安全环保的目的^[1]。

3.2 建设要点

3.2.1 建设规模

①老院区改造（以苏州市 XX 院区为例）。

该院区位于市中心，周边人口较为稠密。受限于现场实际情况，项目仅对末端消毒系统进行改造并增设在线监控系统。设床位数 1550 张，设计水量 15m³/h，日处理量 300m³。

②新院区建设（以昆山 XX 医疗中心为例）。

全院区占地面积较大，各楼宇间隔较远。考虑到医院污水就近处理及分类处理原则，共设置 3 处污水站。其中北区和南区污水站为综合污水处理，西区污水站为独立传染病科室污水。详情如表 1 所示。

表 1 污水站分布

序号	站点	特性	处理量	占地面积
1	北区污水站	综合污水	1200m ³ /D	1091.7m ²
2	南区污水站	综合污水	500m ³ /D	501.6m ²
3	西区污水站	传染性污水	200m ³ /D	308.47m ²

其中，北区污水站与西区污水站靠近医院进出口位置，考虑到医院建筑的整体协调与美观，北区污水站与西区污水站设置为全地下式污水站。南区污水站设置为地面式污水站。

3.2.2 医院污水处理主体工艺

①医院污水处理流程选择是医院污水处理设计的关键，流程是否合理将直接影响处理效果、工程投资、运行费用以及管理安全等问题。确定工艺流程要依据医院的性质、处理要求、排污去向以及技术条件等因素。

采用以接触氧化法为主要污水处理手段，具有处理时间短、体积小、净化效果好、出水水质好而稳定、污泥不需回流也不膨胀、耗电小等优点。

②医院内的污水处理站在处理过程中会产生含病毒、

细菌的臭气，为减少污染，对调节池采取加盖措施，曝气池进行密闭处理，废气经收集并利用紫外线消毒及活性炭吸附除臭后经高空排放（排放高度≥15m）。

③医院内污水处理过程中产生的剩余污泥，经充分消毒后压制成泥饼统一交由具备资质的第三方机构委外处理。

主要工艺流程见图 1。

3.2.3 医院污水实时在线监测

随着现代化医院的建设运行，环境保护的管理愈加严格，水质在线监测系统应运而生。水质在线监测系统是一套以在线自动分析仪器为核心，运用现代传感技术、自动测量技术、自动控制技术以及相关的专用分析软件和通讯网络组成的一个综合性的在线自动监测体系^[2]。水质在线监测系统可以尽早发现水质的异常变化，为防止水质污染迅速做出预警预报，及时追踪污染源，从而为管理决策提供服务。

院区污水站系统基于可编程控制器为核心并结合物联网的控制模式，通过应用软件、云计算、存储、数据分析、人工智能等技术，结合传感器等物联网感知元件，打造完善的院内智慧物联网应用平台。

3.2.4 污水不合格回流处理

利用实时在线监测数据并结合智能化污水处理控制系统，实现污水消毒 100% 合格排放。

主要流程为：污水经提升泵进入混合池同时加入消毒剂，在混合池中经搅拌混合进入接触消毒池。在充分反应 1.0~1.5h（可设置）后排入排放池等待排放，此时总氯监测仪对此批次污水进行检测，合格打开末端排放阀准予排放，不合格则回流处理（见图 2）。

排放池容积预设停留时间 30min，系统检测时间预设 12min，当污水刚进入排放池开始进行第一次检测，到半池时进行第二次检测，快排放时进行第三次检测，其中只要有一次不合格，整批污水均不得排放并进行内循环处理。当本批次污水排放时，系统即开始对下批次污水进行监测，如此反复。达到不合格不排放目的。

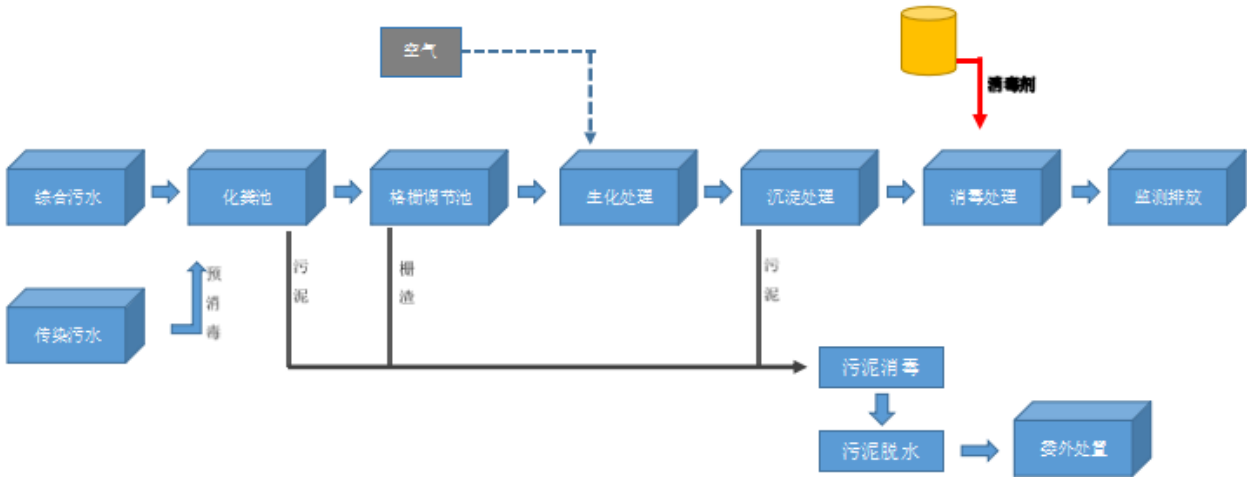


图 1 医院污水处理工艺

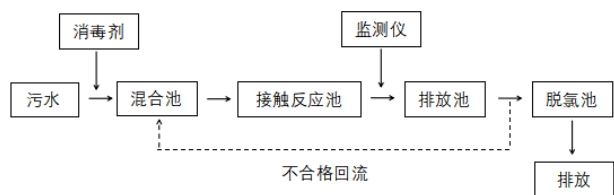


图 2 连续处理、批次排放消毒系统

3.3 应用实效

老院区改造后运行情况：自 2019 年 10 月至 2023 年 3 月，改造后月平均排水量 4480m³，污水排放总余氯指标始终维持在 3.0~6.0mg/L 之间。按照监管部门定期抽查及自测数据结果，污水排放各项指标均合格，系统运行后达到预期效果。

新院区运行情况：XX 医疗中心是昆山市重点排污单位之一，相关污水处理系统也是重点工程之一。项目建成及运行至 2023 年 7 月底，医院综合排水量 13.58 万 m³，日平均排水量 1269m³。其中，北区污水站共计排污量 99375m³，南区污水站共计排污量 30338m³，传染楼污水站排污量共计 6049m³[3]。

水质指标均符合要求，见表 2。

表 2 水质指标

污水站	水质排放指标（日均值）		
	总余氯	化学需氧量	氨氮
北区污水站	4.66mg/L	54.35mg/L	20.56mg/L
南区污水站	6.32mg/L	36.73mg/L	14.65mg/L
传染楼污水站	4.71mg/L	17.75mg/L	0.71mg/L

3.4 效益分析

3.4.1 社会效益

①提高医院污水处理效率。

针对医院的污水处理流程，通过运用新型的医院智能化系统，改变了传统人工操作模式的难题，提高了医院的污水处理效率。

②避免污水传播疾病。

医院是治疗疾病的场所，某种程度上又是病毒的传播场所，避免交叉感染就是减少患病人群、降低患病率。通过对院内污水处理能有效提高医院特殊场合环境卫生水准，有效降低污水外排的感染风险。

③树立良好现代化医院形象。

医院环境虽是小环境，但也是社会的窗口工程、形象工程，中型物流系统的建设会让医院内运营秩序得到了理顺，起到提升医院社会形象的作用。

3.4.2 经济效益

使用本污水处理系统后，各项指标的年消减量见表 3。

表 3 各项指标的年消减量

院区	各污染物减少量			
	BOD ₅	COD _{cr}	SS	氨氮
老院区	/	/	/	/
XX 医疗中心	45t	136.55t	36.5t	22.8t

注：老院区，未涉及生化改造。

经过本系统处理后的污水减少了对环境造成的污染，为环境保护作出了极大的贡献。而且每年的排污费用也大幅度降低，具有一定的经济效益。

相比传统医院，现代化新医院污水处理系统可节省 2 人，老院区可节省 1 人。药剂投加量采用自动化控制，每年节省消毒药剂（按 2500t/ 天，投加量 50mg/L）可节约 1/3^[4]。

人工按照 6000 元 / 月，药剂按照近几年平均值计算（16 元 / kg）。老院区每年节约金额约 15.22 万元，新医院每年节约金额约 37.72 万元。

4 总结与思考

将移动互联网技术应用到医院污水运行管理中，使医院污水管理更规范、更安全。取得了良好应用效果和管理效益。主要优势如下：

①设备自动化程度高，药剂添加量依靠在线实时监测判断，消毒效果可控。

②余氯、pH 等监管数据自动在线检测，无中间环节，提高数据可靠性。

③日常设备管理运行靠系统自动控制，提升作业效率，减少人员投入及降低人员作业强度。

④消毒台账自动生成，能真实体现实际情况。

⑤提升医院污水监管力度，在污水处理及监管过程中实现全程管控，确保水质合格稳定排放。

总体说来，移动物联网在医院污水处理运行及管理中使用具有十分深远的含义，对于科学发展观遵循以及环境保护起到了极大的促进作用。

参考文献

[1] 钦凡.绿色医院建设中的医疗废水处理[J].中国医院建筑与装备, 2015(12):100-102.

[2] 陈加棋,金宏伟.医疗废水处理方法综述[J].资源节约与环保, 2020(9):73+75.

[3] 秦永生.医院医疗废水处理工程方案设计研究[J].城市建设理论研究(电子版),2016(11):2737.

[4] 高小龙.等离子体污水处理一体化设备在医疗废水处理中的应用研究[J].云南化工,2022,49(8):104-106.