

# 医疗废水处理工艺与处理效果探析

吴冬姣 姚佳燕 丁露婷

浙江仁欣环科院有限责任公司 浙江宁波 315000

**摘要:** 针对医疗废水处理工艺以及医疗废水处理效果的问题, 首先对医院医疗废水处理工艺的主要类型进行了分析, 包括病原微生物医疗废水处理工艺、放射性医疗废水处理工艺以及医院生活污水处理工艺。其次, 以某一三级专科医院作为案例, 概述了该医院的基本情况与所用的污水处理工艺, 并对医疗废水的处理效果进行分析, 通过该案例分析, 表明案例医院所使用的一体化污水处理技术在去除污水中的化学需氧量、生化需氧量等方面取得良好效果。

**关键词:** 医疗废水; 处理工艺; 处理效果

## Study on treatment technology and treatment effect of medical wastewater

Dongjiao Wu, Jiayan Yao, Luting Ding

Zhejiang Renxin Environmental Science Institute Co., Ltd. Ningbo, Zhejiang, 315000

**Abstract:** Aiming at the problems of medical wastewater treatment technology and treatment effect, this paper analyzes the main types of hospital medical wastewater treatment technology, including pathogenic microorganism medical wastewater treatment technology, radioactive medical wastewater treatment technology, and hospital domestic wastewater treatment technology. Secondly, taking a tertiary specialized hospital as a case, this paper summarizes the basic situation of the hospital and the wastewater treatment process used and analyzes the treatment effect of medical wastewater. Through the analysis of this case, it is shown that the integrated sewage treatment technology used in the case hospital has achieved good results in removing chemical oxygen demand and biochemical oxygen demand in sewage.

**Keywords:** medical wastewater; treatment process; treatment effect

### 引言:

从空间角度出发, 医疗废水呈现出潜伏性传染、急性传染和污染的特征, 针对其开展有效处理尤为重要。近些年来, 我国对生态文明建设与环保十分重视, 医疗废水的处理是水污染防治中的关键一环。不仅如此, 相较于其他类型的污水而言, 医疗废水本身存在着特殊性, 因此, 我国的法律体系将医疗废水处理纳入其中, 其重要性可见一斑, 处理效果能够在水资源安全和民众的身体健康产生直接影响。

### 一、医院医疗废水处理工艺主要类型

医院在日常工作期间需要使用多种化学物质, 例如消毒剂、溶剂、放射性核素以及各类药品等等, 这些化

学物质会通过多种途径进入到医院的用水系统之中, 从而使得医疗废水之中存在大量的微生物复杂基质与化学物质<sup>[1]</sup>。由于存在的主要物质不同, 医疗废水也呈现出三种类型, 分别为病原微生物医疗废水、放射性医疗废水以及医院生活污水, 针对不同类型的医疗废水, 同样存在相应的处理工艺。

#### 1.1 病原微生物医疗废水处理工艺

医院作为患者和病人聚集的场所, 其排水管道当中存在的废水往往存在着较多的带病原微生物, 这些污水中往往会存在着很多种类的致病细菌或病毒, 比如虫卵、病毒、金黄色葡萄球菌以及大肠菌群等等。一旦这类医疗废水直接进入到了人们的生活环境当中, 一方面会在很大程度上污染环境, 另一方面, 还可能会成为重大传染疾病的诱发来源。根据这种情况, 针对此类废水开展消毒处理存在关键意义。现阶段, 在处理病原微生物医

**作者简介:** 吴冬姣, 女, 1987年11月, 嵊州市, 汉, 本科, 中级工程师, 环境保护。

疗废水时,存在多种类型的工艺,包括液氯消毒法、二氧化氯法、臭氧法、紫外线法、电化学消毒法等。同时,在科学技术水平逐步提升的背景下,还出现了一些较为先进的新型病原微生物医疗废水消除处理技术,例如纳米材料消毒法以及高级氧化法等。

### 1.2 放射性医疗废水处理工艺

通常而言,医院内部的诊疗室所排出的污水是放射性医疗废水的主要来源,这其中包括放射性同位素、医用化学物质配置等。不仅如此,一些洗涤医疗器械所产生的废水以及沾染放射性物质的防护衣物中也存在放射性物质<sup>[2]</sup>。一旦此类废水流入到了天然水体环境中,极有可能被其中存在的作物、植被、浮游生物、藻类以及微生物等所吸附,同时经过食物链而在人体内进一步堆积和浓缩,从而影响人类身体健康,导致人类面临患上新陈代谢紊乱、白血病、骨癌、贫血甚至是死亡的危险。基于此,有效且充分地处理放射性医疗废水至关重要。通常情况下,<sup>34</sup>钠、<sup>198</sup>金、<sup>32</sup>磷以及<sup>131</sup>碘是医院中较为常见的放射性同位素,这些同位素本身具备较短的半衰期,并且其含量并不会达到较高水准,医院产生的污水中也不会含有过多的放射性医疗废水。因此,在对此类废水进行处理时,所使用的方法主要是通过衰变池的构建,借助贮留放射性医疗废水待其衰变的形式完成处理。

### 1.3 医院生活污水处理工艺

对于医院而言,其在日常运作期间所生成的生活污水大多来源于食堂、职工宿舍以及病房等病人及医护人员生活区域。这一类医疗废水中的污染物质基本以抗生素类药物、生化耗氧物质、油脂以及大颗粒悬浮物等为主,并且还会含有诸如病毒和细菌一类的微生物<sup>[3]</sup>。在对生活污水这类废水进行处理时,采用化学氧化法进行消毒处理是一种比较常见的、用于处理生活污水中微生物的方式。而在去除其中存在的油脂这一类有机物质时,主要会采用生物法,当前出现频率较高的生物处理污水方法包括周期循环活性污泥法、曝气生物滤池处理法等。生物类污水处理法在应用时基本是借助微生物的生长机理,对医疗废水之中的污染物质进行吸附与氧化,从而取得理想的处理效果。值得一提的是,当医疗废水之中存在抗生素类药物时,污水中的微生物生长效率将会受到阻碍,从而使得生物处理方法的应用效果被削弱。所以,在对存在抗生素药物的污水进行处理时,可以选用电化学氧化法、光-芬顿法等氧化处理技术<sup>[4]</sup>。

## 二、医院医疗废水处理工艺应用效果分析

### 2.1 案例医院基本概况

某医院属于三级专科医院,于20世纪30年代建成,是当地第一家股份专科医院,建设时间较早。目前,该医院之中设立了8大科室,包括行政管理、保障系统、

住院、医技、门诊等,并设立有心脑血管病研究所。在此之中,医技科室之中还涉及多个二级科室,包括功能检查科、理疗科、病理学、检验科、影像科、核医学科以及药剂科;门诊部之中包括感染控制科、康复科、麻醉科、口腔科、耳鼻喉科、眼科、中医科、内科、外科以及急诊科。

该医院的整体占地面积共计5489m<sup>2</sup>,医院建筑面积为4686m<sup>2</sup>。投资规模共计2000万元,其中,用于环保方面的投资约为85万元,在总投资规模之中占据4.25%的比重。总体来看,该医院的建设规模相对较小,内部共设有150张床位,日均住院病人数量大致维持在70人左右,日均接待就诊人数约为45人。医院内部现有86名职工,其中包含6名主任医师、7名副主任医师、12名主治医师、15名医师、7名护师、20名护士、3名护理、3名化验师、4名药剂师以及9名其他工作人员。

### 2.2 案例医院医疗废水处理工艺

在案例医院之中,产生的医疗废水基本为两个层面:第一,医院病区污水。这些污水基本是由医院中的不同科室所排放的医疗废水(例如手术室、化验室、治疗室、病房、急诊和门诊)、病人和医护人员的生活污水、洗衣房污水;第二,普通生活污水。这一类的污水基本是由医院的行政管理区排放的生活污水。案例医院病区污水和普通生活污水分开收集处理,医院病区污水收集后进入院区污水处理站将第一类医院病区污水,该医院建设的污水处理站所使用的医疗废水处理工艺属于一体化医院污水处理工艺,这一处理站在建设时的规划污水处理能力为每天200m<sup>3</sup>,在实际应用期间每一天的实际医疗废水处理规模为8t。在医院污水处理站完成处理之后,经过处理的水与经化粪池处理好的普通生活污水一同汇入到市政管网,并最终纳至城市污水处理厂处理。

从用水部分和人员的角度出发,案例医院中的病房、门诊病人和医务人员是其中的主要组成部分,医院的设计用水量能力为每天150m<sup>3</sup>,在此之中,病房的日均用水量为100m<sup>3</sup>,门诊病人的日均用水量为20m<sup>3</sup>,医务人员的日均用水量为30m<sup>3</sup>。根据85%的比例进行折算,医院每天可以生成的医疗废水总量大致为127.5m<sup>3</sup>。在医院实际运行期间,平均每一天的用水量约为23.6m<sup>3</sup>,排放的医疗废水日均总量约为19.5m<sup>3</sup>。在案例医院所生成的医疗废水中含有的主要污染物质基本包含粪大肠菌群、悬浮物、氨氮、生化需氧量以及化学需氧量等。就实际情况而言,病区生活污水是案例医院排放污水中的主要组成部分,其成分基本包括pH、油脂、悬浮物以及有机物等。与此同时,医院所排放的污水之中还包含部分传染性医疗废水,这些医疗废水之中会存在一些寄生虫卵、有毒有害物质以及病人血液、尿液和便物之中的传染性物质。

在自身的排水工程之中，案例医院使用的排水模式为雨污分流，医疗废水和普通生活废水分开收集。在医院的一体化污水处理工艺时，主要使用WHYTH型二氧化氯消毒作为消毒处理的主要手段，所使用的消毒器设备为2台xg2.0型脉动真空灭菌机，其容积量为0.6m<sup>3</sup>，设备作业时的温度设定值为150℃。

案例医院在进行医疗废水处理时，所使用的工艺流程如图1所示。具体而言，第一，污水需要转移到沉淀池之中，经过沉淀之后经过格栅井流入到调节池中。第二，在调节池之中借助提升泵的作用，使医疗废水转移到地理式一体化污水处理设施之中。第三，将污水在地理式一体化污水处理设备之中存在的污泥池和生物接触氧化池中进行处理，生物接触氧化池是设有二氧化氯发生器的场所。第四，在医疗废水处理达标之后，即可以将其排入到市政管网之中。

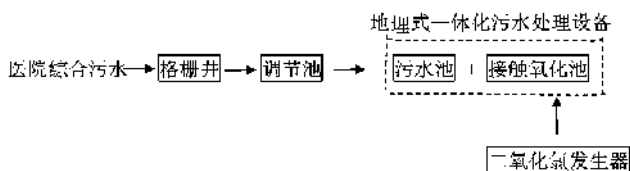


图1 案例医院医疗废水处理工艺流程

### 2.3 案例医院医疗废水处理效果

首先，医院在这种医疗废水处理工艺试用期间，对处理之前和处理之后水中存在的各项物质指标进行了监测，包括化学吸氧量（COD<sub>Cr</sub>）、生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）、氨氮（NH<sub>3</sub>-N）、悬浮物（SS）以及粪大肠菌群，具体结果如表1所示。

表1 案例医院污水处理站试用期医疗废水处理监测情况

污染物类型	处理前 (mg/L)	处理后 (mg/L)	去除率 (%)	标准 (mg/L)
COD <sub>Cr</sub>	375	200	46.7	250
BOD <sub>5</sub>	150	80	46.7	100
NH <sub>3</sub> -N	40	25	37.5	—
SS	125	50	60	60
粪大肠菌群 (个/L)	> 24000	3500	—	5000

在该处理工艺进入验收阶段后，医院再次进行了处理效果监测，监测对象为污水处理站的进口和出口，具体监测结果如表2所示。

通过表1和表2中的数据可知，当案例医院的一体化污水处理站处于试用阶段时，其污水处理效果不够理想。而进入污水处理站的验收阶段时，在处理化学需氧量时的处理效率可以达到90%，处理生化需氧量的效率也可以达到88%。同时，氨氮处理效率可达到82%，但对于悬浮物的处理还存在一定的欠缺，处理效率仅可以

表2 案例医院污水处理站验收期医疗废水处理监测情况

编号	污染物类型	进口 (mg/L)	出口 (mg/L)	标准 (mg/L)
1	COD <sub>Cr</sub>	382	22.8	250
2	BOD <sub>5</sub>	136	14.4	100
3	NH <sub>3</sub> -N	83.33	18.84	—
4	SS	89	44	60
5	粪大肠菌群 (个/L)	280000	< 2000	5000

达到48%。对于粪大肠菌群的处理效果也较佳，从原本的280000个/L下降到低于2000个/L。由此可见，案例医院的一体化污水处理工艺在处理化学需氧量和生物需氧量时的效率可以达到较高水准。总体而言，案例医院医疗废水处理效果呈现出上数据面的主要原因与医院自身规模较小、就诊人员数量较少存在着一定的关联，在这一基础上，案例医院日均产生的医疗废水总量相对较少，并且水中存在含有的化学需氧量和生化需氧量的总量也相对较少。此外，由于在案例医院中所使用的一体化污水处理工艺中的消毒方式为二氧化氯消毒，取得了良好的消毒灭菌效果，将污水中存在的粪大肠菌群数量进行了大幅降低。不仅如此，该医院的污水处理工艺将生物氧化接触和污泥池整合为一个整体，在实际进行污水处理时无需经历复杂的流程，不过对于污水中悬浮物的处理效果不够理想。

### 三、总结

综上所述，对于医院而言，无论是其当前发展还是后续一个时期的发展，均应当在自身的环保管理范畴之中纳入医疗废水处理这项工作，这不仅是环保管理中的关键构成要素，同时也是医疗卫生机构管理者值得重视的一项重点工作。在实际开展医疗废水处理工作时，相关主体需要明确医院医疗废水中的主要成分，同时与医院的实际情况进行有机结合，包括医院类型、医院规模、就诊人数、日均废水量等，在此基础上选取适宜的工艺进行处理，以此取得更加可观的处理效果。

#### 参考文献：

- [1]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(08): 104-106.
- [2]高瞻, 朱焕铮, 饶静, 等.电子辐照导致细胞失活在医疗废水净化中的技术研究[J].环境影响评价, 2021, 43(03): 81-87.
- [3]刘慧, 王涛.MBR膜生物处理技术处理桂林市医疗废水脱氮效果的研究[J].建材与装饰, 2020(15): 292+296.
- [4]刘慧, 王涛.桂林市医疗废水水质现状调查及处理技术的研究[J].建材与装饰, 2019(11): 217.