

综合性医院污水处理工程改建实例

孙国亮¹, 唐祖萍², 梅凯¹, 张睿¹

(1.南京工业大学环境学院, 江苏 南京 210009; 2.江苏省建设工程质量监督总站, 江苏 南京 210009)

摘要: 某综合性医院污水处理站改建工程结合实际情况和新标准的相应要求,强化医院废水的分类收集、污水处理站的废气、污泥处理。工程采用等离子除臭技术,在线监控等先进设备,达到了设计要求,医院污水、废气、污泥得到全面控制,并指出这是医院污水处理工程设计中的重点。

关键词: 医院污水处理; 等离子除臭技术; 二氧化氯消毒

中图分类号: X7

文献标识码: B

文章编号:1674-4829(2011)02-0032-03

Reconstruction Case of Wastewater Treatment Station in a General Hospital

SUN Guo-liang, TANG Zu-ping, MEI Kai, ZHANG Rui

Abstract: According to the reality of the reconstruction project of wastewater treatment station in a general hospital and the corresponding requirement of the new standard, the wastewater separate collection, the waste gas and sludge treatment were intensified. The advanced equipments and techniques, such as plasma deodorization and online monitoring, were employed in the project. The wastewater separate collection, waste gas treatment and sludge treatment got total control which would be the keystones for the future project design of the hospital wastewater treatment.

Key words: Hospital wastewater treatment; Plasma deodorization technique; Chlorine dioxide disinfection

0 引言

国家环境保护总局和国家质量监督检验检疫总局于 2005 年 7 月联合发布了医疗机构的污染物排放新标准:GB 18466—2005 《医疗机构水污染物排放标准》。新标准对医疗机构污水、污水处理站产生的废气、污泥等污染物提出了全面控制的要求,在强调对含病原体污水消毒效果的同时,对污水处理工艺、取样监测和周边生态环境安全等也提出了相应要求^[1]。

某综合性医院是一所集医疗、教学、科研、预防、康复、急救为一体的三级甲等综合性医院。医院原有一座处理规模为 1 000 m³/d 的污水处理站,随着医院业务和规模的不断扩大及新标准的颁布,原有污水处理设施的处理能力已经不能满足发展的需要,因此为保证污水、废气和污泥达标排放对原有污水

处理站进行改造势在必行。

1 工程概况

1.1 污水水量

由于污水处理站出水最终排入市政污水管网,因此污水处理站仅收集病区医疗污水,经计算确定设计处理水量为 1 800 m³/d。

1.2 进出水水质

原污水处理站执行的是排放标准,处理后排入长江,现环保部门要求处理后排入市政污水管网,因此设计出水水质执行 GB 18466—2005 《医疗机构水污染物排放标准》中的预处理标准。

根据前期污水监测结果和有关技术规范,确定处理站进、出水水质见表 1。

表 1 处理站设计进、出水水质 mg·L⁻¹

水质指标	pH 值	$\rho(\text{BOD}_5)$	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$	$\rho(\text{NH}_4^+-\text{N})$	$\rho(\text{SS})$	大肠杆菌/(个·L ⁻¹)
进水	6~9	220	350	40	200	> 10 000
出水	6~9	≤ 100	≤ 250	≤ 5	≤ 60	≤ 5 000

收稿日期:2011-01-25

作者简介:孙国亮(1984-),男,江苏淮安人,硕士研究生,研究方向为污水处理及资源化。

2 工艺流程

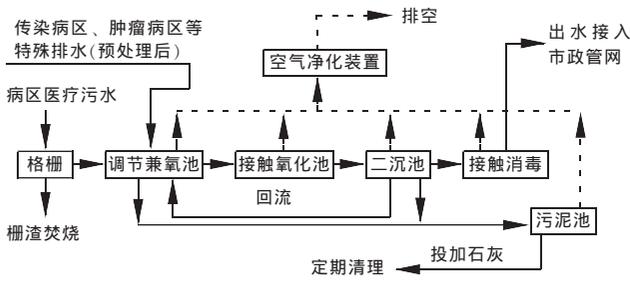


图 1 工艺流程

工艺流程见图 1。医院污水中混有的消毒棉签、纱布等医疗废弃物以及较大粒径的悬浮物和漂浮物经格栅拦截后,污水再进入调节兼氧池。调节池内设置预沉淀区域,废水经过格栅后先进行预沉淀。二沉池部分污泥回流到调节池,对污水中的微生物起到一定的水解酸化作用。调节池出水经水泵提升进入接触氧化池,大部分有机物被吸附分解为水和二氧化碳,出水和脱落的生物膜进入二沉池泥水分离,最后再经消毒后排入市政污水管网。各池体的池顶设置废气收集管道,收集各处理单元产生的有害气体,气体经尾气处理装置处理后高空排入大气中。废水处理站主要构筑物、设备及工艺参数见表 2。

表 2 废水处理系统主要构筑物、设备及参数

构筑物名称	数量	规格尺寸	主要工艺参数
调节池	1	13.3 m × 8.15 m × 4.0 m	HRT 为 6.0 h
接触氧化池	2	7.5 m × 5.0 m × 4.0 m	HRT 为 3.5 h, $V_{\text{气}} \cdot V_{\text{水}}$ 为 (15 ~ 20):1
沉淀池	2	5.0 m × 3.2 m × 4.0 m	HRT 为 1.5 h
消毒池	1	7.5 m × 2.9 m × 4.0 m	HRT 为 10h, ClO_2 投量为 20 ~ 40 mg·L ⁻¹
污泥池	1	5.5 m × 5.0 m × 4.0 m	石灰投量为 20 g·L ⁻¹
二氧化氯发生器	3	HYFB2-2000	有效氯产量为 2 kg·h ⁻¹
鼓风机	3	HC-1001S	-
等离子体气体处理装置	1	LHP-2000	废气进出口 Φ 200 mm

3 工艺及设备特点

3.1 工艺特点

3.1.1 废水的分类收集处理

医院污水中所含污染物种类复杂,除含有大量病原微生物、寄生虫卵及各种病毒如肝炎病毒、肺结核菌和疟疾菌等外,还含有大量污染物如放射性物质、重金属、消毒剂、有机溶剂等^[2]。新标准对医院中的一些特殊排水,强调应单独收集并进行预处理后再排入污水处理系统,如低放射性废水应经衰变池处理;洗相室废液应回收银,并对废液进行处理;口腔科含汞废水应进行除汞处理;检验室废水应根据使用化学品的性质单独收集、单独处理;含油废水应设置隔油池处理。

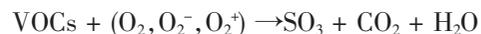
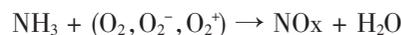
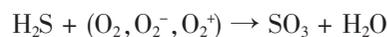
3.1.2 废气的处理

微生物在氧化,尤其是厌氧水解过程中会产生

一定量的 CH_4 、 H_2S 、 NH_3 等有害气体^[3],对周围环境造成二次污染。GB 18466—2005《医疗机构水污染物排放标准》中规定了污水处理站周边大气污染物的最高允许浓度,即: $\rho(\text{NH}_3) \leq 1.0 \text{ mg/m}^3$, $\rho(\text{H}_2\text{S}) \leq 0.03 \text{ mg/m}^3$, 臭气(无量纲) ≤ 10 , $\rho(\text{Cl}_2) \leq 0.1 \text{ mg/m}^3$, $\omega(\text{CH}_4) \leq 1\%$ 。系统设置废气收集系统,经等离子气体处理装置处理后正压排放。

等离子体去除恶臭组分通过以下 2 个途径:①在高能电子的瞬时高能量作用下,打开某些有害气体分子的化学键,使其直接分解成单质原子或无害分子;②在大量高能电子、离子、激发态粒子和氧自由基、氢氧自由基(自由基因带有不成对电子而且有很强的活性)等作用下氧化分解成无害产物^[4-5]。

从除臭机理上分析,主要发生以下反应:



从上述反应来看,恶臭组分经过处理后,转变为 NO_x 、 SO_2 、 CO_2 、 H_2O 等小分子,在一定的初始浓度下各反应物转化率均在 90% 以上;且恶臭组分初始浓度较低,因此产物的浓度极低,均能被周边的大气所接受。

3.1.3 污泥、泥渣的处理处置

医院污水经沉淀后,有 70% ~ 80% 的病菌、病毒和 90% 的蠕虫卵转移到污泥中,除此之外,污泥中还含有机物、泥沙等^[6]。综合考虑工程投资,运行费用及管理等因素系统设置湿污泥池。污泥池的搅拌常用的有机机械搅拌和空气搅拌 2 种方式。机械搅拌由于污泥板结等原因易造成搅拌桨在启动的瞬间由于扭矩过大而烧毁电机。设计中采用空气进行定期搅拌,在搅拌的同时投加石灰消毒。

根据国家环境保护总局危险废物分类,该污泥属于危险废物范畴,须按照医疗废物处理要求进行集中(焚烧)处置^[7]。污泥池定期利用环卫吸粪车抽吸经石灰消毒后的污泥,送至固、废处理中心焚烧处理。栅渣封装后送至医院固、废处理中心统一焚烧。

3.1.4 消毒

原有污水处理站修建的时间较早,采用液氯消毒,大肠杆菌去除率低,无法满足要求;且液氯产生具有致癌、致畸作用的有机氯化物 (THMs), 腐蚀性强,加氯机、阀门、管道易发生故障导致液氯泄露事故存在安全隐患。基于上述原因,改建过程中改用 ClO_2 作为消毒剂。 ClO_2 相对于液氯具有高效、广谱、安全、快速、多功能、持续时间长,不生成且抑制生成具有致癌作用的三卤甲烷等特点而被世界卫生组织

(WHO)列为 A1 级消毒剂^[8-9]。

3.1.5 防噪声措施

该处理系统设备中,噪声比较大的主要是鼓风机,设计中采取了一系列的消声措施:①选用具有低转速、低噪音、低振动、高效率、高节能等特点的回转式鼓风机;②在风机的基础上安装了减震橡胶垫片;③设置消音器和阻挠接头以减少风机产生的噪声;④风机房采用隔声门,墙体安装吸声材料。通过上述措施确保处理站的噪声降低到较低水平。

3.1.6 ClO₂ 机房安全

针对 ClO₂ 机房液氯泄露可能带来安全隐患,在机房设计中采用了 2 项安全措施:①设置漏氯报警系统(漏氯量超标时报警);②设置通风排气系统(平时通风,事故时排气),其中通风排气系统采用轴流风机强制排风,换气次数按 10 次/h 来设计^[10]。

3.2 设备的先进性特点

3.2.1 机械格栅

格栅采用回转式机械格栅,一方面减少工作人员清理栅渣时与病原细菌的接触机会,另一方面也便于实现自动控制。

3.2.2 电控与在线监测

系统控制采用可编程控制器(PLC)作为中央控制器。控制柜设接触器及过热保护设施。PLC 自动控制机械格栅、污水提升泵、污泥泵、鼓风机等设备。值班室内设置工艺流程模拟屏,实时的显示各设备的运行状态、工艺参数、实时监控、存储资料、预测走势,减少、方便值班人员的工作^[11]。

由于医院污水处理过程中消毒效果比较关键,须保持出水中的总余氯量,因此设计中在消毒池出水口处设置总余氯在线监控,此外还设置了 COD、流量在线仪,以加强系统的检测与监控^[12]。

4 运行费用

本工程的设计运行费用主要包括:电费 0.207 元/m³,员工工资 0.036 元/m³,消毒剂费 0.115 元/m³,污泥运输费用 0.008 元/m³,污水处理站总运行费用 0.366 元/m³。

5 处理效果及环境效益

5.1 处理效果

经过多次监测污水站出水水质,废气排放均达到要求。监测结果见表 3、表 4。

表 3 出水水质监测结果 mg·L⁻¹

水质指标	pH 值	$\rho(\text{BOD}_5)$	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$	$\rho(\text{NH}_4^+-\text{N})$	$\rho(\text{SS})$	大肠杆菌/(个·L ⁻¹)
平均值	6~9	60	160	5	30	2 200

表 4 废气监测结果 mg·L⁻¹

水质指标	$\rho(\text{NH}_3)$	$\rho(\text{H}_2\text{S})$	臭气	$\rho(\text{Cl}_2)$	$\omega(\text{CH}_4)/\%$
平均值	0.67	0.01	6	0.04	0.4

5.2 环境效益

工程运行后,企业每年减排 COD_{Cr} 约 32.85 t, BOD₅ 约 78.84 t, SS 约 91.98 t, NH₄⁺-N 约 23.00 t, 社会和环境效益较为显著。

6 结语

(1)本工程结合新标准的要求,对废水、废气、污泥、以及污水处理站的噪声控制等都提出了合理的解决措施。

(2)整套工艺自动化程度高,对工艺参数实现实时监控,便于及时发现运行过程中出现的异常情况。

(3)本工程运行费用低,企业年减排量明显,社会、环境效益较为显著。

[参考文献]

- [1] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. 医疗机构水污染物排放标准[M]. 北京: 中国环境出版社, 2005.
- [2] 陈志莉, 张 统. 医院污水处理技术及工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 23 - 28.
- [3] 张自杰, 林荣忱, 金儒霖. 排水工程(下)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000: 353 - 360.
- [4] 王建明, 袁武建, 汤启丰, 等. 等离子体在恶臭等离子体技术在恶臭净化中的应用[J]. 能源环境保护, 2005, 19(4): 33 - 35.
- [5] 林集先. 医院污水处理站废气消毒工艺的选择[J]. 化学工程与装备, 2008, 37(10): 141 - 142.
- [6] 成东艳. 医院污水及污泥处理方法探讨[J]. 中国微生物学杂志, 2001, 13(6): 361 - 362.
- [7] 彭新平. 医院污水处理研究与设计[J]. 湖南有色金属, 2005, 21(2): 37 - 40.
- [8] 曹 丽, 乔忠学. 二氧化氯杀菌法在医院污水治理中的应用[J]. 江苏环境科技, 2001, 14(4): 19 - 26.
- [9] 马玉梅, 赵 薇, 刘红雁. 医院污水处理方法应用进展[J]. 职业与健康, 2010, 26(10): 1 180 - 1 182.
- [10] 吕 琳. 工业通风换气次数的有关规定及其在评价中的应用[J]. 中国卫生工程学, 2010, 9(1): 3 - 5.
- [11] 谭慧明. PLC 自动控制在医院污水处理系统中的应用[J]. 微计算机信息, 2004, 20(8): 17 - 18.
- [12] 陈 宏, 汤晓艳, 梅 凯, 等. 南京军区总院污水处理站改建工程实例[J]. 中国给水排水, 2007, 23(2): 25 - 28.

(责任编辑 曹恩伟)