

2019-nCoV 疫区医疗污水处理现状与建议

文建鑫,孙杰*,李佳

(中南民族大学 资源与环境学院,武汉 430074)

摘要 对现有的医疗污水特点和处理进行了概述,着重介绍了新冠肺炎传染病医院选用当前污水处理系统的原因,并针对疫情的特殊情况,对新建污水处理系统提出优化建议和管理建议。

关键词 新型冠状病毒;医疗污水;污水处理系统;建议

中图分类号 S210 **文献标志码** A **文章编号** 1672-4321(2020)02-0118-05

doi:10.12130/znmzdk.20200202

引用格式 文建鑫,孙杰,李佳,等. 2019-nCoV 疫区医疗污水处理现状与建议[J].中南民族大学学报(自然科学版),2020,39(2):118-122.

WEN Jianxin, SUN Jie, LI Jia. Current situation and suggestions on medical sewage treatment in 2019-nCoV epidemic-stricken area [J]. Journal of South-Central University for Nationalities (Natural Science Edition), 2020, 39(2):118-122.

Current situation and suggestions on medical sewage treatment in 2019-nCoV epidemic-stricken area

WEN Jianxin, SUN Jie, LI Jia

(College of Resources and Environmental Science, South-Central University for Nationalities, Wuhan 430074, China)

Abstract The characteristics and treatment of the medical sewage were summarized. The reasons for the selection of the current treatment system in hospitals were emphasized, and suggestions for the new treatment system were given according to the special circumstances of the epidemic. The optimization suggestions and management suggestions were also put forward.

Keywords the novel coronavirus; medical sewage; sewage treatment system; suggestion

2019 新型冠状病毒即“2019-nCoV”,2020 年 1 月 12 日被世界卫生组织命名^[1].已有多国、地区报道确诊病例,其传染性之强可见一斑.而患者在治疗或隔离过程产生的污水难免成为潜在传播途径,故为防止新型冠状病毒通过粪便和污水扩散传播,对疫区医疗污水的收集和处理提出了特殊要求.各相关专家也对污水处理技术提出了很多意见和建议,本文依据相关资料,总结了新冠肺炎治疗的医疗污水特点和处理技术现状,着重介绍了传染病医院选用当前污水处理系统的原因,并针对疫情的特殊情

况对工艺流程和运行管理方面提出了一些建议.

1 疫区医疗污水概况

1.1 疫区医疗污水特点及其产生量

新型冠状病毒传染性很强,且可通过呼吸道传播,导致很多人被病毒感染,同一时期众多患者等待检测和就诊,为各医疗机构造成强大负担,导致许多医疗机构化验室、发热门诊工作量大增,病房人满为患.加之严格而频繁的消毒操作,因此产生的医疗污

收稿日期 2020-02-15

* **通信作者** 孙杰(1976-),男,副教授,博士,研究方向:废水物化预处理技术及应用研究,E-mail:76sunjie@sina.com

基金项目 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(CZZ20003)

水相较于常规医疗污水存在以下特点:

(1)大部分来自于诊疗室、化验室、病房、洗衣房、X光成像区等科室的排水^[2]。

(2)医疗污水和雨水中都含有新型冠状病毒,且其传染性比普通病原体更强,安全隐患更高。

(3)由于大部分来源于同种病症的检测和就诊过程产生的污水,水质相比常规医疗污水更稳定,波动小。

(4)由于新型冠状病毒感染的肺炎不能使用抗生素治疗,污水中所含抗生素相较于常规医疗污水更少,更利于生物膜的培养。

(5)频繁消毒操作会导致污水中含有过量的消毒剂,特别是余氯含量会对后续的消毒剂投加量造成影响。

(6)患者人数暴增,勤洗手、洗衣的要求导致医院污水产生量较平时更多。

1.2 新型冠状病毒特点

新型冠状病毒感染的肺炎疫区医疗污水除了具备以上特点,污水中新型冠状病毒还有以下特点:

(1)对理化因子敏感,对热有中度抵抗力,在热力56℃条件下90 min或75℃条件下30 min可将其灭活。

(2)紫外线照射30 min可有效灭活。

(3)常用消毒剂如75%乙醇碘伏、中效季铵盐、含氯类、过氧化物类等化学消毒剂在规定时间作用均可将其有效杀灭。

(4)氯不能完全灭活病毒^[1]。

(5)病毒从人体出来后易于沉降,一般不会在空气中漂浮。

(6)传染性很强,可人传人,主要传播途径为呼吸道飞沫传播,也可通过物体表面接触传播,还可通过气溶胶传播、粪口传播。

2 疫区医疗污水收集和处理现状

2.1 疫区医疗污水排放现状

在疫情下,为避免携带病毒的气溶胶随雨水流动扩散,传染病医院均采用雨水全收集,消毒处理后排放。对医疗污水也实行医院病区与非病区污水严格分流,非病区污水可直接排入城市下水道,病区污水经过医院污水处理站处理达标后再排入城市下水道或地面水域。对于个别科室的各种特殊排水,单独收集后,分别采取不同的预处理措施后排入医疗

机构污水处理系统^[3]。

2.2 医疗污水原有处理系统

常规综合医院各科室产生的污水水质差异很大,处理方法也各不相同。例如:检验科排出的含铬、含氰、酸性、碱性废水,牙科产生的含汞污水,一般采取各有毒物质分开收集后交专业单位处理。当有害的物理化学污染物浓度低且水量大时先采取预处理后再与一般医疗污水混合集中处理。常用预处理方法为:消毒供应室高温排水多设置降温池冷却;血液分析的含氰、含铬废水分别采用碱式氯化法、化学沉淀法等进行预处理;含汞污水采取絮凝沉淀预处理,含放射性废水设置衰减池;传染病门诊的污水经过强化消毒来预处理^[4]。

进入污水处理站集中处理系统后污水与一般城市生活污水主要差异在于含病原性微生物,故对医疗机构污水处理后排放到有污水集中处理厂的城市下水道的医疗污水,主要需要生物性指标达标,故以一级处理为主,具体流程为:病区污水→化粪池→格栅→调节池→沉淀池→接触消毒池。

少数医疗机构污水处理排放到地面水域,就会对污水的生物性污染、理化性污染以及有毒有害物质进行全面处理,根据水体的用途和环境保护部门的法规和规定,需采用适当的二级或三级处理。由于水解酸化池可使难溶性、大分子的有机物分解从而提高废水可生化性,SMBR膜对活性污泥与大分子难降解的有机物及细菌等有高效截留作用,且医疗污水一般是中小型项目,故常用流程为:病区污水→化粪池→格栅→调节池→水解酸化池→浸没式膜生物反应器(SMBR)→消毒池。

2.3 疫区医疗污水新建处理系统

新型冠状病毒传染性极强,专门应急的传染病医院产生的废水不同于平时常规的医疗污水,为严格防止病毒在处理过程中扩散传播并且将污水处理到合格的标准,医院均采用物理生物双重处理并加设预消毒,采取预消毒+二级处理+深度处理+消毒的工艺流程^[6]。处理过程中产生的栅渣、化粪池和污水处理站污泥同样含有致病微生物,消毒后按危险废物进行处理和处置。

新冠疫情下产生的污水量很大,在医疗污水处理中采用MBBR(载体流动床移动床生物膜反应器)+高效沉淀池的组合。MBBR通过向反应器中投加一定数量的悬浮载体,而每个载体都可看作一个微型反应器,载体表面生成生物膜且呈悬浮状态,形成有气、液、固三相的环境,使硝化反应和反硝化反

应同时存在,而附着表面积和氧传递效率增加使得生物量及生物种类大大提高,处理效率也随之大幅提高。后续设置高效沉淀池,将脱落的生物膜及其夹带的病原体沉淀下来,既可改善水质又可减少消毒剂的使用量。这就在满足了处理要求的同时使运行管理比 MBR 轻松很多^[7]。

传染病污水处理流程(一)为:接触消毒→化粪池→调节池→MBBR 池→高效沉淀池→消毒池→排至市政污水管网。

传染病污水处理流程(二)为:预消毒接触池→化粪池→提升泵站→调节池→MBBR 生化池→混凝沉淀池→折流消毒池→达标排放。

流程(二)为一用一备两列污水处理装置,单组的日处理量也能达到 1000 t,在一套系统发生故障时,仍有另一套系统可用,保证医院的所有污水都能得到及时处理。

为保证短时间内安装投用,流程(二)采用全设备化集成设计——碳钢结构的集成装备箱,含有调节池、应急、消毒、高效能生物反应、高效沉淀等 5 大功能设备。依靠这一组“集装箱”,可以在运抵现场后快速拼接安装。此外,基于新型冠状病毒可能通过气溶胶传播的特点,对废气也做了处理,为保证处理效果需先吸附再消毒,处理工艺采用活性炭+紫外线催化。

3 工艺流程和运行建议

3.1 疫区医疗污水新建处理系统优化建议

针对传染病医院临时设计的新建污水处理系统,本文建议如下:

(1)预消毒接触池前加设自动机械粗格栅,减少杂物,降低消毒剂使用量,降低管道堵塞可能。

(2)化粪池后加设自动机械细格栅,防止堵塞提升泵和降低磨损消耗。

(3)预消毒采用臭氧或紫外线照射消毒,避免过量的消毒药剂对后续生化系统及后端水泵产生影响,防止生化作用受到抑制或腐蚀设备。

(4)由于气浮工艺会产生大量含病菌的气溶胶,气浮的浮渣也难以人工处置和脱水处理,所以不建议用于预处理。

(5)为保证消毒效果,最后建议增加臭氧或紫外线三级消毒。

(6)为减少污泥脱水设备安装时间,降低病菌暴露风险,建议采用占地小的密封式离心脱泥机。

(7)布局上污水处理设施应尽可能设立于医院的下风向,与病房、办公区之间进行相对隔离。

3.2 新建医疗污水处理设施运行建议

3.2.1 始终坚持分类收集、因质处理

综合医院就医患者多,卫生间的使用频率高,废水产生量大,各科室产生的少量特殊废水需要不同的特殊处理后方可排放,因此污水排放系统的合理设计,严格管理有非常重要的意义^[5]。所以在新建污水处理系统的运行管理中应当始终坚持分类收集、因质处理,例如:医院病区与非病区污水应做到严格分流;传染病房污水与粪便应单独进行预消毒及专用化粪池处理后再与其他污染水合并处理;含有肺炎病毒的检验、实验污水应经过强化消毒预处理再排入化粪池;X 光成像区的放射性废水应设置衰减池;雨水全收集,进行消毒和物化处理再排放等措施应当严格执行。

3.2.2 综合考虑全局,合理选用投加药剂

在为分类废水选用投加药剂时若只针对该种废水的特点来选择处理效果好、性价比最高的药剂,极可能造成各分类废水处理达标,但混合后由于对后续操作造成影响导致综合水还是处理不达标的情况。例如:含有肺炎病毒的检验、实验污水若选用含氯类化学消毒剂进行预消毒,则过量的消毒药剂将会抑制后续的生化作用,导致其他指标不达标。

另外若为降低成本在污水处理过程中使用大量石灰,虽加入石灰同时有杀菌和澄清作用,但会造成剩余污泥量大大增加,使得污泥处理成本约占到废水处理成本的三分之一,往往得不偿失。所以对于投加的药剂还应综合考虑各方面的效果,合理选用投加药剂,避免顾此失彼。

3.2.3 正确选用消毒剂

在新型冠状病毒感染的肺炎疫区,医疗污水中的新型冠状病毒灭活成为消毒的重点,所以消毒剂的选用应充分考虑新型冠状病毒所具有的特点。常用的液氯法虽然具有技术成熟、成本低廉和操作简单的优点,但是已证实氯不能完全灭活病毒,且液氯的毒性大、用量要求严格,故不推荐使用液氯法进行消毒^[8]。而臭氧消毒法管理复杂,效果不太稳定,用于污水消毒也不是最佳选择。故应采用其他化学消毒法处理,如使用含氯类、二氧化氯等消毒剂根据消毒剂使用说明书推荐的方法进行操作。

3.2.4 严格控制消毒系统工艺参数

在当前疫情下,为防止新型冠状病毒通过污水扩散传播,消毒效果必须得到保证,而工艺参数的控

制极大地影响着消毒效果.所以应当严格控制各类工艺参数,例如接触消毒池要控制接触时间至少 90 min 以上;紫外线照射 60 min 以上;采用次氯酸钠法、二氧化氯法时要控制消毒剂浓度和用量等.除了下限,为避免过度消毒造成没有必要的浪费,也应为消毒接触时间、药剂投加量等工艺参数设置上限.

3.2.5 污泥及时消毒,谨慎处置

二级处理阶段产生的剩余污泥携带大量细菌和各种致病微生物,若污泥未得到合适的处理处置同样会造成环境污染,成为各种传染病的温床.特别是在此次疫情下应及时对贮泥池进行石灰和漂白粉消毒,而后作为危废处置.

3.2.6 注重密封、气体处理

此疫情主要通过呼吸道传染,为防止病毒通过气溶胶扩散,应对病房排气系统和污水设施进行全封闭,并定期检查,全流程除臭,对臭气进行消毒;同时处理过程中污水和污泥处理都应全程加盖密封,并对气体进行适当的消毒,如采取紫外线照射或臭氧等.而采用 MBBR 工艺的池容积大,占地和密封的要求会更高,密封性检查的频率也应更高.由于人群接触排水设施的机会更多,尤其应重视排水设施和管道密封性,定期检查下水道的密封性和是否阻塞,防止泄露污染地下水和回流倒灌污染非病区.

3.2.7 加强水处理人员培养与教育

曾出现过部分水处理人员缺乏足够的专业知识与职业素养,对工作不负责,部分操作随意的情况.比如:某一环节进出水口测出指标不正常也不及时停机进行应急处理;完全不了解配制药品浓度要按工艺要求配制的原因,自以为是提高浓度.这些管理上的问题对于污水处理效果的影响不容小觑,应严格筛选入职人员,并对其进行充分的教育,使其拥有足够的专业知识和思想认识,保证工作上的认真严谨.在当前疫情下,要求水处理人员既要做到认真工作,又要在工作中做好个人科学细致的防护.例如:常规操作佩戴防护帽、防护镜、N95 口罩;下井等危险工作时穿全戴身式防护服、乳胶手套、佩戴隔绝式呼吸用品等.

3.2.8 优先选用自动化系统管理,设置应急报警措施

为保证污水处理系统的连续自动运行,同时减少工作人员接触病毒的机会,建议优先选用自动化系统管理.例如:药剂的投加选用自动化操作,不仅方便也更保证了精准;需现场巡视的地方运用视频图像监控系统并利用人工智能识别来实现监控.

另外各单元或特殊设备进出水口、药剂投加口都应设置检测远传和应急报警措施,以实现无人值守的自动化运行为最优,使事故发生时能够迅速反应,及时启动应急预案^[5].

3.2.9 后期优化医院环境,与环境协调

为临时医院按照垃圾填埋场标准,院区铺设了一层 HDPE 防渗膜已足够,但是考虑到医院环境对疫情下医生和患者情绪的影响,后期应做到与环境协调,适当栽种绿植,污水处理站的地理式部分建议覆盖草坪.其他医疗机构污水处理设施的改扩建项目在后期管理过程中也应当注意与环境协调,优化医院环境.

3.3 对其他“特殊医院”污水的建议

如隔离医院、隔离宾馆等“特殊医院”产生的废水同样与其他正式的传染病医院一样需要特殊处理,但由于是临时征用或新建的,相应的污水处理设施并不达标甚至是没有,对此本文建议:

(1)对已有污水处理设施的医院检测是否能达到处理要求,若是则可按上述的建议加强管理,若否则应尽快增设污水处理设施,优先建设预消毒池.

(2)对没有污水处理设施的特殊医院,若条件允许可新建污水处理站,或排进附近有合格污水处理设施的医院,若条件难以操作应尽快增设预消毒池,不能直接排入环境.

(3)对难以增设预消毒池的宾馆,排水只能排入城市下水管道,这就要求对附近的污水管道进行监测,防止泄露或堵塞引起非病区污水倒灌.而相应的污水井盖也应尽量保证密封,减少病毒或其他病原体通过气溶胶扩散的情况.

(4)由于无法保证进入城市污水管网的污水都已经过预消毒,故在此特殊时期生活污水处理厂应及时对一级处理设施加盖,在格栅或沉淀池后加设紫外线预消毒,栅渣和污泥同样消毒后焚烧处置.

(5)对紧急改建的隔离医院,在建设初期各设施还不完备,更是出现几百人共用一个卫生间的情况,此时排气设备应采用负压,并通过紫外线消毒后再排放.而为避免医护人员感染病毒,卫生间应经常消毒或安装紫外线消毒灯,并在显眼处贴上使用说明.

(6)很多“特殊医院”所在地为分流制排水系统,雨水直接排入水体可能导致病毒污染环境,所以若条件许可应及时对雨水管网改造,进行雨水全收集或初期雨水收集,消毒后再排放,推荐使用紫外线或臭氧消毒.

4 结语

在新型冠状病毒的疫情下,特殊的水质水量,传染病医院采用了预消毒接触池→化粪池→调节池→MBBR池→高效沉淀池→消毒池→排至市政污水管网的工艺流程,来将污水处理到合格的标准.为了严格防止病毒在处理过程中扩散传播并且达到较好的处理效果,本文对新建处理系统提出了7个优化建议,并对处理设施运行提出了:坚持分类收集、因质处理;综合考虑全局,合理选用投加药剂;正确选用消毒剂;严格控制消毒系统工艺参数;污泥及时消毒,谨慎处置;注重密封、气体处理;加强水处理人员培养与教育;优先选用自动化系统管理,设置应急报警措施;后期优化医院环境,与环境协调等9个建议.另外对于专门收治冠状病毒肺炎病人的医院、隔离病人的宾馆、“隔离医院”等情况较为特殊的临时传染病医院的污水处理工作,笔者也提出了6条建议,来为为人的生命安全构建更严密的防线.通过上述建议,希望能对此次疫情的防治有所帮助,也能为各地的医疗污水处理技术和运行管理提供宝贵经验.

致谢:非常感谢环保技术项目对接、水工业市场杂志、

E20 水网固废网、环境人 Environmentor、环保水圈、环境问题观察等微信公众号在此特殊时期所发的推文,为本文提供了重要的参考资料。

参 考 文 献

- [1] 魏秋华,任哲.2019 新型冠状病毒感染的肺炎疫源地消毒措施[J].中国消毒学杂志,2020,37(1):59-62.
- [2] 吴培阳.浅谈医院污水处理发展趋势[J].四川水泥,2017(1):102.
- [3] 刘健东,刘健升.某小型医院医疗废水处理工程实例[J].广州化工,2016,44(2):129-131.
- [4] 陆齐力.新建综合医院排水系统及污水处理站探讨[J].中国医院建筑与装备,2019,20(11):81-82.
- [5] 潘红波.水解酸化+过滤+消毒工艺处理医院废水研究[J].环境保护与循环经济,2018,38(9):32-34.
- [6] 梁晶.综合医院医疗污水排放及处理设计的集成化管理[J].中国医院建筑与装备,2018,19(10):62-64.
- [7] 吴迪.MBBR 在国内的工程应用与发展前景[J].中国给水排水,2018,34(16):22-31.
- [8] 战乃霞.浅析医疗废水消毒和处理的方法[J].资源节约与环保,2020(1):104.

(责任编辑 刘钊)