

医院医疗废水处理的研究

肖裕秀

广西旅发大健康产业集团有限公司

摘要：随着社会的发展和全球人口老龄化的加剧，大健康产业迅猛发展，医疗服务需求日渐提升。相关医院建设规范越来越完善，医院的环境影响评价要求也越来越严格。医疗废水对水资源及群众健康造成严重的危害，需要对医院医疗废水进行合理合规处理，以促进生态与经济的和谐发展。本文主要分析医院医疗废水污染源以及处理流程，对医院建设的可行性提供参考价值。

关键词：医院建设；环境影响评价；医疗废水

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.01.115

一、引言

医院承担城市医疗系统任务，医院的环境污染物主要有医疗废水、固体废弃物、放射性物质等，其中含有细菌的医疗废水危害最大，需要进行有效处理，以免污染环境，影响人类社会可持续发展。医疗废水处理流程主要包括预处理、一级处理、二级处理、深度处理和消毒处理等单元。处理工艺的选择根据医院性质、规模和污水排放去向等因地制宜。

二、医院医疗废水处理案例

本案例医院拟设置内科、外科、预防保健科、急诊医学科（门诊）、麻醉科、妇产科、全科医疗科、检验科、医学影像科、健康管理、眼科、耳鼻喉、口腔等多个科室，设置床位20张。医院不设病理科和传染专科。设包括置抢救室、治疗室、观察室、病案室、药房、内镜室、储镜室、内镜清洗间、复苏室、肺功能检查室、DR（单管）、CT间、MRI（核磁共振）间、纯水间、氧气室、污洗打包、污衣暂存室、高压消毒间、体液处置室、冷库、清洗室、无菌室、打包消毒室等。

（一）医疗废水污染源分析

本案例废水主要为医疗废水、特殊废水和生活污水。医院无宿舍生活区，项目内污水无法分流所以全部为医疗废水。医疗及生活污水需要处理后排放，强化污水处理设备管理，严格执行污水排放制度，消除污水公害。

低污染污水来源主要是门诊、病房区域等处排出的生活污水和医疗废水，其中病房区域除少量来自治疗及污洗间的医疗排水外，主要是来自病人和医护的冲刷、盥洗及清洗餐具水果等的排水。这类污水含有一定浓度的有机物，部分具有传染性，该类污水总的浓度略低于门诊楼排水；门诊区域主要来自卫生间的冲刷水，此外还有化验室和卫生排水等。这类污水含有一定浓度的有机物，部分具有传染性。医疗废水主要是COD_{Cr}、BOD₅、SS、粪大肠杆菌等超标。

因此，所有污水均不能直接排放，需统一排入预处理池中进行消毒，再排入医院污水处理站进行统一处理，处理后的水细菌和微生物含量以及毒性必须检测后达到国家标准要求才能排入市政管网中。

1. 特殊废水

本案例不设置病理科，不使用氰化物，无含氰废水产生；本项目不使用重铬酸钾、三氧化铬、铬酸钾等化学品，无含铬废水产生；采用数字X射线影像系统，无需洗印，无洗印废水产生。因此，本案例的特殊废水为检验科产生的酸性废水及口腔科的含汞废水，类比同类项目酸性废水产生量约0.02t/a，酸性废水中和后进入污水处理站处理；含汞废水产生量约0.04t/a，含汞废水采用硫化钠沉淀+活性炭吸附法处理。

2. 综合废水

表1 废水产生及排放情况

废水量	项目	COD _{Cr}	BOD ₅	NH ₃ -N	SS	粪大肠杆菌
18534.7t/a	产生浓度（mg/L）	250	100	30	80	1.6×10 ⁸ 个/L
	产生量（t/a）	4.63	1.85	0.56	1.48	2.9×10 ¹⁵ 个
	去除率（%）	20	20	6	50	99.7
	排放浓度（mg/L）	200	80	28	40	5000个/L
	排放量（t/a）	3.71	1.48	0.52	0.74	9.27×10 ¹⁰ 个
《医疗机构水污染物排放标准》预处理排放标准（mg/L）		250	100	-	60	5000个/L

本案例综合废水主要包括医院职工及办公人员的生活污水、科室的医疗废水等，医疗废水和生活污水经污水处理站处理。

医院每天门诊人数约150人次，病床20张。参考《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2009）、《医院污水处理工程技术规范》（HJ 2029-2013）。污水量按总用水量的80%计算，则综合废水产生量为50.78m³/d，

一年以365天计，则每年废水产生量为18534.7t。

（二）医疗废水处理

本案例酸性废水和含汞废水经预处理后与其他医疗废水进入医院的污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中的预处理标准后，排入市政污水管网，最终进入市政污水处理厂进一步处理。医院污水处理站处理工艺为“格栅井+调节池+A级生物池+O生物池+沉淀池+消毒排放池”，污水处理规模为60m³/d，根据医院满床时计，污水产生量为50.78 m³/d，占污水处理站负荷的84.63%，可满足日常运营污水处理量。采用一级强化处理+消毒工艺，为污水治理可行技术。特殊医疗废水口腔废水采用硫化物沉淀法，实验检验污水采用中和法均为污水治理可行技术。

1. 废水处理工艺设备

本案例医疗废水处理工艺采用一体化污水处理设备，此种污水处理方法已经广泛地用于类似地医院废水处理中，技术成熟，设计与运行经验丰富，出水能够稳定达标，保证水质。一体化污水处理装置在借鉴日本先进的净化槽处理装置（Johkasou）设计理念的基础上，结合国内污水杂物多，总氮和总磷高的特点，自主创新研发，申请了多项发明、外观和实用新型专利，以A/A/O为核心工艺的高效污水净化处理设备。它具备脱氮除磷功能，可以快速净化水体。产品主要用于小型分散式医疗污水处理。一体化污水处理装置为流水线、标准化、批量生产，产品品质稳定有保障；原材料采用碳钢，结构强度高，内衬耐腐蚀图层，可稳定使用20年以上；采用独特专利布水配水系统，保证一体化污水处理装置系统内无死角短流，有效容积大；采用专利填料复配组合技术，给微生物生长提供可靠的生长环境；配套GCE生物强化脱氮除磷菌种，系统启动快，抗冲击负荷强，污泥量少；安装简单，操作方便，维护工作量小，可远程操作、控制系统；采用专利表面波纹连筋加强设计技术，结构强度高，能用于厚冻土层环境。

一体化污水处理装置是一体化生活污水处理装置的升级产品，进行了多项技术创新并将这些创新技术进行了有机融合和高度集成。在本案例中为了确保医疗废水

不能有任何跑冒滴漏，不能有任何病毒外溢，同时占地紧凑，决定采用一体化集成设备，把各个污水处理单元包括设备及其控制系统全部集成在一体化设备内。智能一体化污水处理装置中的污水处理装置采用具有脱氮除磷功能的高效生物处理工艺设备，工艺功能段包括预消毒池、厌氧、缺氧、好氧、沉淀、消毒五个部分。污水进入预脱硝池，去除大颗粒物质和油脂后，进行泥水分离。硝化混合液及沉淀池污泥采用气提回流。污水经过处理后，最终实现达标排放。

一体化污水处理装置包括调节池、预消毒池、厌氧池、缺氧池、好氧池、二沉池、设备间。调节池的功能：调节来水的水质和水量，确保后续处理单元不受冲击，保证生化单元的工作正常。预消毒池的功能：预先消毒病房内出来的含有病毒的污水。厌氧池的功能：在厌氧的环境中降解大分子物质，降低有机物浓度，从沉淀池的含磷回流污泥同步进入，释放磷，同时对部分有机物进行氨化。缺氧池的功能：为好氧处理做预处理。污水在缺氧池的停留有厌氧发酵作用，进一步改善和提高污水的可生化性，对提高后续生化反应速率、缩短生化反应时间、减少能耗和降低运行费用。氨态氮通过内循环由好氧池送来，实现反硝化，达到脱氮目的。好氧池的功能：兼氧池出水自流至接触氧化池进行生化处理。原污水中的大部分有机物在此得到降解和净化，好氧菌以填料为载体，利用污水中的有机物为食物，将污水中的有机物分解为无机盐类，同时硝化和吸收磷，从而达到净化目的。好氧菌的生存必须有足够的氧气，即污水中有足够的溶解氧，以达到生化处理的目的。好氧池空气有曝气装置提供。二沉池的功能：污水经过生物接触氧化池处理后出水自流入沉淀池，进一步沉淀去除脱落的生物膜和部分有机物及无机物小颗粒，沉淀池是根据重力作用的原理，当含有悬浮物的污水从下往上时，由于重力作用，将物质沉淀下来。下部设锥形沉淀区，污泥采用回流方式输送至厌氧池。设备间的功能：污水处理设备采用埋地方式，需设置单独设备间，设备间内部放置控制柜、风机等设备。

2. 固态菌种

医疗废水处理需要微生物菌种及微生物菌种生长所必需的营养源（碳源、氮源、磷源），以及调节污水pH值的化学物质。污水处理菌种具有优良的吸附沉降性能，分解能力强，不需要高温高压等苛刻要求。与污水处理设备的物理化学法和药剂的长期投加相比，处理成本相对较低。因此，目前的污水处理是通过物理和化学方法改善污水的生化性质，然后再用生物方法处理污

水。污水处理菌种可以把污水转化为二氧化碳、氮气、水和污泥，二氧化氮、氮气和水无毒无害。污泥还可以通过污泥消化转化为有机肥，并可用于生产建筑材料。污水处理菌种不会导致二次污染物的形成，不会污染环境。水处理菌种将废水中的有机物分解为二氧化碳、氮气、水和污泥，并去除有机物。污水处理菌种净化废水，吸附吸收废水中的病原菌，去除病原菌；物质被氧化转化为无毒位点或吸附在污泥上以去除有害物质；污水处理菌种通过吸附、分解和沉降净化废水，提高水质透明度以减少色度，并筛选出合适的污水处理菌种可以降解污水中的大多数污染物。本案例的菌种具有以下特点：处理效率高，处理通量大：单位池容处理通量达

“活性污泥法”的2-3倍；极低的污泥产量：单位污水污泥产量仅为“活性污泥法”的30%左右；去除总氮及总磷能力强；污泥沉降性能好，出水效果好。

3. 生物填料

生物填料是一体化污水处理装置的核心部件之一，填料性能直接影响到微生物的附着，从而影响到生物膜法处理污水的效果。多孔凝胶载体具有好的亲水性。微生物的负载量大，容积负荷高，成活后的微生物不容易在水、气的剪切作用下流失，从而使污水中的氨氮、总氮达到同时下降的目的。它同时还具有切割气泡能力强，空间体积利用率大、无死区等优点，是当前生物技术中微生物载体理想的产品。

表2 生物填料技术参数

项目	单位	参数
材料类型		高分子复合材料
规格形状	mm	10±1、20±1（吸水膨胀后）
比表面积	m ² /m ³	≥4000
孔隙率	%	98
投配率	%	15~40
挂膜时间	d	3~7
硝化效率	gNH ₃ -N/m ³ 载体·d（至氧转化极限）	600~1250
BOD ₅ 氧化效率	gBOD ₅ /m ³ 载体·d（至氧转化极限）	1000~5000
COD氧化效率	gCOD/m ³ 载体·d（至氧转化极限）	1000~7500
适用pH		6~10
适用温度	°C	1~50

（三）医院环境影响评价

1. 排放标准

本案例医疗废水经过处理后，CODCr达到250（mg/L）以下，BOD₅达到100（mg/L）以下，SS达到60（mg/L）以下，粪大肠杆菌达到5000（个/L），满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准，最后进入市政污水处理厂处理。

2. 影响评价

本案例通过对项目性质、外环境特征研究，分析污染源，包括污染环节、污染类型、排污方式及污染程度，预测项目周边环境和项目相互之间影响程度和范围，从技术、经济角度分析和论证采取的环保措施的可行性、必要性。从本案例医疗废水的水源、水量、水质出发，设置符合实际情况的处理流程及设施设备。由于市政规划原因，室外无法提供场地做一体化地理设备，

无法单独设置独立废水处理房间。本案例选址于地下车库，利用余量车位改造成废水处理间，放置一体化污水处理设备。同时需要设置机械通风系统，除臭排气。

三、研究结论

医院医疗废水具有很强的污染性，无法直接排至城镇管网及自然水体。根据医院的性质及废水水质情况，选择合理有效的废水处理工艺，达到排放标准方可排放，严守生态保护红线。本案例的处理，对类似体量的医院医疗废水有一定的指导及参考意义。

参考文献

- [1] 中华人民共和国环境保护部. HJ2029-2013医院污水处理技术规范
- [2] 国家环境保护总局. GB18466-2005医疗机构水污染排放标准