

城市污水处理行业职业危害现状调查

Investigation on occupational hazards in urban sewage treatment industry

彭瑞双, 国良, 郑昀, 王会宁

(北京市化工职业病防治院/北京市职业病防治研究院, 北京 100093)

摘要: 选择 10 家城市再生水厂, 采用职业卫生现场调查、职业危害因素检测和评价方法进行职业危害现状调查。结果显示, 正常情况下, 化学物质浓度较低; 由于设备密闭不佳、通风不良, 甲醇、硫化氢、磷化氢浓度可能超标, 且有可能造成职业病危害急性事故; 规模较大水厂的作业人员噪声声级水平可能超标。建议企业采取相应的职业危害防控措施, 保护作业人员的健康。

关键词: 城市污水处理; 职业病危害; 防控措施

中图分类号: R135 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2020)03-0251-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.03.016

城市污水处理过程中产生的职业危害包括污水中有机物在微生物作用下产生的硫化氢、氨等, 以及硫醇类、硫醚类、胺类、烷烃、烯烃、一氧化碳、醛、二氧化氮、醇、酚、醛、酮、有机酸等微量物质^[1]; 细菌、病毒和寄生虫虫卵等病原微生物; 水泵、鼓风机等运行产生的噪声^[2]。现通过对北京市 10 家城市再生水厂的职业危害调查和检测, 分析城市污水处理过程中的主要职业危害因素的分布和危害程度, 并提出防护建议。

1 对象与方法

1.1 对象 10 家再生水厂, 基本情况见表 1。

1.2 方法 通过职业卫生现场调查, 了解作业场所职业危害情况、职业病防护设施、应急设施等。按照《工作场所空气中有害物质检测的采样规范》(GBZ159)《工作场所空气中化学有害因素的测定方法》(GBZ/T160、GBZ/T300)《工作场所物理因素测量》(GBZ/T189)的方法进行职业病危害因素检测。根据《工作场所所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1)《工作场所所有害因素职业接触限值 第 2 部分: 物理因素》(GBZ2.2)进行评价。

表 1 10 家再生水厂基本情况

再生水厂	处理工艺	处理水量 (万 m ³ /d)
A	AAO+砂滤+臭氧消毒	20
B	氧化沟+反硝化生物滤池+砂滤+次氯酸钠消毒	20
C	曝气沉砂+MBR+反渗透	10
E	改良 AAO+砂滤工艺	30
F	40 万 t: AO/AAO+反硝化滤池+超滤膜+臭氧脱色+次氯酸钠消毒 15 万 t: MBR	55
G	MBR	60
H	两级生物滤池+砂过滤+臭氧接触氧化	10
I	预处理+AAO+砂滤+臭氧脱色+消毒	22
J	反硝化生物滤池+超滤膜+臭氧+紫外	100
K	AAO+硝化池+反硝化滤池+超滤膜+臭氧脱色+次氯酸钠消毒	40

注: AO, 缺氧-好氧生化处理法; AAO, 厌氧-缺氧-好氧生化处理法; MBR, 膜生物反应器。

2 结果

2.1 职业危害因素分布 污水处理过程使用的主要原辅材料见表 2, 职业病危害因素及分布情况见表 3。

表 2 主要原辅材料及应使用

处理/工艺	原辅材料	主要成分/浓度	物态	用途
二级处理	聚合氯化铝	10%	液态	化学除磷
	乙酸钠	30%	液态	生物池碳源
深度处理	甲醇	99%	液态	生物滤池碳源
	次氯酸钠	10%	液态	消毒
	氢氧化钠	30%	液态	超滤膜碱洗
	柠檬酸	33%	液态	超滤膜酸洗
污泥处理	聚丙烯酰胺		固态	污泥脱水絮凝剂
水质化验	硫酸	98%	液态	水质化验
	盐酸	37%	液态	
	重铬酸钾溶液	约 1%	液态	
	氢氧化钠		固态	
	纳氏试剂	HgCl ₂ 约 2.5%、KI 约 5%、KOH 约 15%	液态	
	酒石酸钾		固态	
	钼酸铵		固态	
	过硫酸钾		固态	

作者简介: 彭瑞双 (1991—), 女, 硕士, 工程师, 从事职业卫生工作。

通信作者: 王会宁, 主治医师, E-mail: lxwhn87@163.com

表3 主要职业危害因素及分布情况

处理/工艺	存在环节	主要职业病危害因素
一级处理	格栅、曝气沉砂池、砂水分离、初沉池、污水泵房等	氨、硫化氢、磷化氢、病原微生物
	水泵	噪声
二级处理	生物处理、污泥回流等	氨、硫化氢、磷化氢、病原微生物
	鼓风机	噪声
深度处理	砂滤	氨、硫化氢
	生物滤池(甲醇为碳源)	氨、硫化氢、甲醇
	膜处理(超滤、反渗透等)	氢氧化钠
	次氯酸钠消毒	次氯酸钠(按“氯”计)
	臭氧接触氧化	臭氧
	水泵等	噪声
污泥处理	污泥脱水、压滤	氨、硫化氢、噪声
化验	水质化验	硫酸、盐酸、氢氧化钠

表4 工作场所化学物质浓度检测结果

处理/工艺	工作场所	检测项目	检测点数	样品数	检测结果(mg/m ³)	
一级处理	污水进水泵房	氨	4	12	2.5~7.0	
		硫化氢	4	12	<0.3~0.5	
	格栅	氨	36	108	0.6~9.0	
		硫化氢	36	108	<0.3~1.6	
	沉砂池	磷化氢	24	72	<0.01~0.37 ^a	
		氨	10	30	0.6~8.3	
	砂水分离间	硫化氢	13	39	<0.3~0.5	
		磷化氢	5	15	0.01~0.05	
	初沉池	氨	7	21	0.6~6.3	
		硫化氢	9	27	<0.3	
	初沉池	磷化氢	6	18	<0.01~0.04	
		氨	5	15	1.3~3.4	
二级处理	生物池	硫化氢	5	15	<0.3	
		磷化氢	2	6	0.03~0.06	
深度处理	生物池	氨	41	123	0.6~7.7	
		硫化氢	39	117	<0.3~0.5	
	沉淀池	磷化氢	20	60	<0.01~0.5 ^a	
		氨	6	18	1.4~4.4	
	膜池	硫化氢	6	18	<0.3	
		磷化氢	2	6	0.01~0.04	
	砂滤池	氨	2	6	0.5~0.7	
		硫化氢	2	6	<0.3	
	生物池	磷化氢	2	6	0.02~0.03	
		氨	2	6	3.3~5.3	
	污泥处理	污泥脱水、压滤	硫化氢	2	6	<0.3
			氨	6	18	1.5~6.4
深度处理	次氯酸钠加药装置	氨	6	18	<0.3	
		氯	29	87	<0.02~0.90	
	臭氧制备	臭氧	16	48	<0.02~0.18	
		甲醇	6	18	<0.41~39.90	
	碳源投加	氢氧化钠	8	24	0.01~0.20	
		氨	26	78	0.7~6.9	
污泥处理	污泥脱水、压滤	氨	26	78	0.7~6.9	
		硫化氢	26	78	<0.3~5.3	

注: <, 低于最低检出浓度; a, 超标点数为1, 其余均无超标点。

2.2 职业危害因素检测结果

2.2.1 化学物质 检测结果显示, G水厂膜格栅巡检位和生物池巡检位的磷化氢浓度超标, 其他水厂作业人员接触的化学物质浓度均符合职业接触限值要求。工作场所化学物质浓度检测结果见表4。

2.2.2 噪声 19个岗位268个作业点噪声声级水平为52.4~101.5 dB(A), 仅J水厂、K水厂各有1个岗位噪声暴露强度超标, 其余水厂均符合职业接触限值要求。

2.3 职业病防护设施 防毒措施: 生物池、沉淀池等污水处理设施露天布置, 或密封并设置除臭装置; 污水采用密闭管道输送; 使用的化学物质均自动添加; 污水泵房、格栅间、加药间、臭氧制备间、膜设备间、污泥脱水间等设置侧窗或天窗自然通风, 墙壁上方近屋顶或屋顶设置轴流风机机械通风; 化验室设置通风橱进行局部通风。

减振降噪措施: 设备安装时设置减振基础; 设备与台架之间设置减振垫; 水泵、气体管道与设备之间采用橡胶或波纹管软连接; 鼓风机等设置隔声罩, 罩内设置吸声材料; 气体进出口设置消声器; 鼓风机房等采用孔板吸声结构墙面。

2.4 应急救援设施 对可能造成有害气体积聚的碳源加药、次氯酸钠加药、臭氧制备等场所设置固定式气体浓度检测报警装置; 使用次氯酸钠、氢氧化钠等场所设置喷淋洗眼装置、个人防护用品等; 可能发生急性事故的场所附近设置应急柜, 柜内设置呼吸器、便携式四合一(氧气、硫化氢、一氧化碳、甲烷)气体浓度检测报警装置等应急救援设施。

3 讨论

氨、硫化氢是城市污水处理过程中最主要的职业危害因素。本检测结果显示, 氨、硫化氢浓度较高的场所为格栅、污泥处理场所, 因为格栅栅渣、污泥中有机物浓度较高, 且格栅栅渣堆放处、污泥储存处通风不良, 微生物作用下产生的氨、硫化氢浓度较高。据文献报道^[3], 污水处理厂急性事故中, 中毒窒息事故排在首位, 58%的中毒窒息事故由硫化氢引起。因此, 污水处理企业应加强对硫化氢的监测, 在管廊、阀门井、管道井、格栅间、浮渣井等场所设置固定式硫化氢浓度检测报警装置、空气呼吸器等应急救援设施, 注意工作场所(特别是冬季)的通风, 并定期对应急救援设施进行维护。

污水中磷化氢由无机磷或有机磷通过微生物的作用转化生成^[4]。本检测结果显示, 大部分工作场所磷

化氢的浓度较低,但G水厂膜格栅巡检位、生物池巡检位磷化氢浓度超标。原因为格栅渣堆积等因素造成作业场所通风不良,形成厌氧环境,可能增加磷化氢的产生^[4];同时也造成磷化氢的蓄积。建议及时清理格栅渣,加强工作场所的通风。

次氯酸钠、臭氧、甲醇、氢氧化钠为污水处理过程中添加的药剂,主要存在于污水深度处理过程。本检测结果显示,氯、臭氧、甲醇、氢氧化钠等物质浓度远低于职业接触限值。甲醇的浓度波动较大,其中1家达到39.9 mg/m³,原因为设备密闭不佳,造成甲醇的逸出。建议企业加强设备的维护保养,确保设备密封性良好。

噪声主要由水泵、鼓风机等机械设备产生。本检测结果显示,大部分作业人员噪声暴露声级水平符合职业接触限值的要求。J水厂、K水厂出现噪声超标岗位,原因为两水厂处理规模较大,水泵、鼓风机等设备功率较高,数量较多,减振降噪设施防护效果不佳。建议规模较大的水厂进一步加强水泵、鼓风机等设备的减振降噪设计,合理布局设备,加强作业人员的个体防护。

正常情况下,污水处理过程中产生的化学物质的

浓度较低,对作业人员产生的危害较小。但由于设备密闭性不佳、通风不良等,甲醇、硫化氢、磷化氢等浓度可能超标,且有可能造成职业病危害急性事故。大部分作业人员接触噪声的声级水平符合职业接触限值的要求,部分处理规模较大的水厂的作业人员接触噪声强度可能超标。

建议企业将格栅、管廊、阀门井、浮渣井、水泵、鼓风机等作业环节设为关键控制环节,完善职业卫生管理,加强生产设备、职业病防护及应急救援设施的维护保养,定期对作业人员进行培训等,减轻职业危害因素对作业人员的危害。

参考文献

- [1] 侯玉兵. 城市生活污水处理厂职业病危害因素的调查分析 [J]. 职业卫生与病伤, 2017, 32 (2): 117-119.
- [2] 李洪枚. 城市污水处理厂职业健康风险评估研究进展 [J]. 中国安全生产科学技术, 2017, 13 (6): 5-13.
- [3] 刘宁. 我国污水处理厂事故统计分析对策研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2012, 8 (6): 125-128.
- [4] 王卓艺. 污水处理系统中磷的转化途径 [J]. 科技情报开发与经济, 2007, 17 (32): 154-156.

(收稿日期: 2020-03-02; 修回日期: 2020-04-13)

2016—2018年东莞市作业场所苯系物监测结果分析

Analysis of monitoring results on benzene series in workplaces of Dongguan city from 2016 to 2018

陈惠鹏, 彭建梅, 马争, 钟权锦, 郭少嘉

(东莞市第六人民医院/东莞市职业病防治中心, 广东 东莞 523008)

摘要: 对2016—2018年东莞市涉苯系物企业进行定点采样(18 667点)和个体采样(26 727点)及分析。结果显示,东莞市作业场所苯系物合格率98.82%~99.89%。其中,定点采样印刷业(98.17%)、家具制造业(98.60%)苯系物合格率低于其他行业,差异有统计学意义($\chi^2 = 50.69, P < 0.01$);个体采样漆接触(97.13%)、印刷岗位(97.52%)苯系物合格率低于其他岗位,差异有统计学意义($\chi^2 = 183.15, P < 0.01$)。职业卫生监管部门应针对不同行业、岗位进行苯系物的重点监管与预防指导。

关键词: 苯系物; 监测; 合格率

中图分类号: R135.12 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2020)03-0253-03

DOI:10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.03.017

苯系物是指包括苯、甲苯、乙苯、二甲苯等在内的含苯环化合物,广泛应用于化工产品制造及有机溶剂中^[1,2]。国内外研究证实^[3-5],苯系物能引起人体多系统的急慢性危害,包括皮肤黏膜刺激、中枢神经系统麻痹、血象异常及白血病等。随着工业发展,预防职业性苯系物暴露引起的健康危害已成为我国职业卫生工作的重要内容。东莞市是珠三角中心城市、粤港澳大湾区城市,有“世界工厂”之称,涉苯系物企业数目众多。本研究对2016—2018年东莞市作业场所苯系物监测结果进行分析,旨在明确东莞市作业场所苯系物的超标情况,为预防苯系物职业危害及进一步开展职业卫生监测工作提供

基金项目: 东莞市社会科技发展(重点)项目(2018507150051626)

作者简介: 陈惠鹏(1984—),男,硕士研究生,主管医师,主要从事职业卫生和放射卫生工作。

通信作者: 马争,副主任医师, E-mail: zhma2001@163.com