

磁加载絮凝技术在清河污水处理厂应急工程中的应用

张雅玲 李 艺 张 韵 赵志军 方先金 李振川

(北京市市政工程设计研究总院, 北京 100082)

摘要 对磁加载絮凝技术进行中试, 结果表明, 该技术对 SS 和 TP 的去除效果非常好, 去除率均可以达到 90% 以上; 对 BOD_5 、 COD_{Cr} 的去除率均可以达到 60%; 对 TN、 NH_3-N 的去除效果不明显, 去除率仅为 10% 左右。为缓解清河污水处理厂的运行压力, 并保证奥运期间污水处理设施的正常运行, 建成规模 5 万 m^3/d 的磁加载絮凝应急工程。介绍了工程的设计和运行情况, 实际运行效果满足工程建设的要求。

关键词 磁加载絮凝技术 污水处理厂 应急工程 一级强化处理

1 工程概况

清河污水处理厂一期、二期工程设计污水处理规模共 40 万 m^3/d , 二级出水部分进行后续深度处理, 其余排入清河。再生水处理规模 8 万 m^3/d , 主要向海淀区和朝阳区部分区域提供城市杂用水、河湖补给水及奥林匹克森林公园水系补水。2008 年清河污水处理厂实际处理污水量已达到 47 万 m^3/d , 汛期超过 50 万 m^3/d , 实际进水水质也超出了原设计值, 污水处理厂长期处于超负荷运行状态。

为了减轻清河污水处理厂二级处理系统的运行压力, 为再生水处理厂提供稳定的水源, 保证再生水水质, 特别是奥林匹克森林公园及其周边地区的水环境, 2007 年经过方案比选, 应急工程选用了磁加载絮凝技术, 确定处理规模为 5 万 m^3/d 。2007 年 8~9 月在清河污水处理厂对该技术进行了生产试验, 参考试验结果, 于 2008 年设计并建成了规模为 5 万 m^3/d 的磁加载絮凝应急工程污水处理设施。该设施在奥运会期间运行良好, 极大地缓解了清河污水处理厂的运行压力, 至今已经投产近两年。

2 磁加载絮凝技术试验分析与结果

2.1 试验装置

磁加载絮凝试验装置安装在一辆可移动的试验车上, 试验车外形尺寸 7.8 m × 3 m × 4.2 m, 见图 1。该试验装置的处理规模为 1 万 m^3/d 。

2.2 工艺流程

磁加载絮凝试验工艺流程见图 2。试验进水为清河污水处理厂曝气沉砂池出水, 原水经提升



图 1 车载式磁加载絮凝试验装置

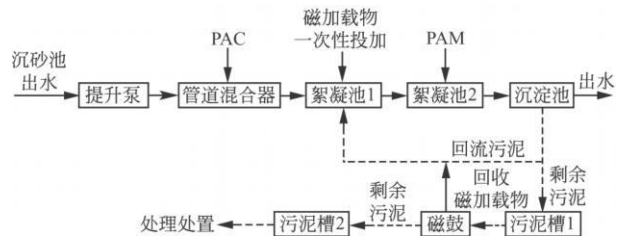


图 2 磁加载絮凝试验工艺流程

泵提升到试验系统, 首先在管道混合器内加入混凝剂 PAC(聚氯化铝); 然后在絮凝池 1 内投加磁加载物, 磁加载物在絮凝过程中作为凝核起到了强化絮凝的作用, 使絮体颗粒既大又密实; 接着在絮凝池 2 内投加助凝剂 PAM(聚丙烯酰胺), 使絮体颗粒进一步长大; 最后, 在沉淀池中磁加载物携带着絮体一起沉淀下来。由于絮体颗粒密度大、沉降速度快, 系统采用的沉淀池面积仅为常规的 1/15 左右。沉淀污泥一部分回流到絮凝池, 以增加絮凝池中的污泥浓度, 提高絮凝效果; 一部分通过磁鼓将磁加载物从污泥中分离出来, 回收的磁

加载物回到絮凝池循环利用, 污泥进行无害化处理后妥善处置。

2.3 试验工况

试验过程中, 磁加载物一次性加入, 通过磁鼓分离后循环利用, 损失量非常少, 试验期间无需补充。混凝剂加药量不断调整, 助凝剂加药量不变, 药剂均配置成一定浓度的药液后用加药泵投加, 通过调节加药泵的流量来改变投药量。试验进水量采用电磁流量计计量。根据试验进水量和加药量的变化, 共进行了 6 个工况的试验, 见表 1。

表 1 试验工况分析

试验条件	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6
进水量/ m^3/h	240	240	240	380	380	380
PAC 投加量 (以 Al_2O_3 计, 下同)/ mg/L	54	42	33	33	18	9
PAM 投加量/ mg/L	2	2	2	2	2	2

2.4 试验结果与分析

2.4.1 试验进、出水水质

6 个试验工况的进、出水水质及各项污染物指标的去除率见表 2。从表 2 可以看出, 进水量相同时, 增大投药量可以提高各项污染物指标的处理效果; 投药量不变的情况下, 进水量增大, 各项污染物指标的处理效果均有所降低。投药量、进水量均相同时, 不同污染物指标的处理效果明显不同, 按去除率排序, TP、SS 的处理效果最佳, 去除率可以达到 90% 以上; 其次是 BOD_5 、 COD_{Cr} , 去除率可以达到 60% 以上; 氮的处理效果不太显著, TN、 NH_3-N 的去除率均低于 20%。根据试验结果分析, 磁加载絮凝技术可以使原污水达到一级强化处理的程度。

2.4.2 试验系统排泥

试验过程中排泥量、污泥浓度及污泥比阻的测定结果见表 3。

从表 3 可以看出, 试验排泥量为试验进水量的 5%~8%, 进水量越大、投药量越高, 排泥量也越大。试验过程中, 污泥浓度和污泥比阻的变化不很大, 根据污泥比阻判断该污泥比较易于机械脱水, 但是由于污泥浓度很低, 脱水之前应先进行浓缩。

3 清河污水处理厂应急工程案例分析

3.1 设计进、出水水质

表 2 试验进、出水水质与去除率

指标	试验进水	各工况下试验出水					
		1	2	3	4	5	6
TP/ mg/L	7.6	0.15 (98)	0.18 (98)	0.24 (97)	0.37 (95)	1.2 (84)	2.3 (70)
SS/ mg/L	309	14 (95)	20 (94)	28 (91)	36 (88)	48 (84)	65 (79)
$\text{BOD}_5/\text{mg}/\text{L}$	296	72 (76)	78 (74)	79 (73)	97 (67)	102 (66)	113 (62)
$\text{COD}_{\text{Cr}}/\text{mg}/\text{L}$	494	130 (74)	138 (72)	141 (71)	165 (67)	202 (59)	238 (52)
TN/ mg/L	62	50 (19)	52 (16)	54 (13)	57 (8)	58 (6)	61 (2)
$\text{NH}_3-\text{N}/\text{mg}/\text{L}$	49	43 (12)	44 (10)	46 (6)			

注: 括号内为去除率, %。

表 3 排泥量、污泥浓度及污泥比阻测定结果

试验工况	排泥量/ m^3/h	污泥浓度/ mg/L	污泥比阻/ m/kg
工况 1	19	3 320	4.3×10^{12}
工况 2	19	3 014	4.2×10^{12}
工况 3	18	3 017	3.4×10^{12}
工况 4	25	4 740	4.1×10^{12}
工况 5	22	3 459	4.0×10^{12}
工况 6	19	3 400	4.7×10^{12}

由于本工程为应急工程, 主要作用是降低污染物排放量, 所以不要求设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002), 仅规定出水水质需达到表 4 的要求。

表 4 应急工程设计进、出水水质

项目	$\text{BOD}_5/\text{mg}/\text{L}$		$\text{COD}_{\text{Cr}}/\text{mg}/\text{L}$		SS/ mg/L		TP/ mg/L	
进水	≤ 300	> 300	≤ 550	> 550	≤ 380	> 380	≤ 8	> 8
出水	≤ 150	去除率 $\geq 50\%$	≤ 170	去除率 $\geq 60\%$	≤ 20	去除率 $\geq 90\%$	≤ 1	去除率 $\geq 90\%$

根据清河污水处理厂试验结果分析, 磁加载絮凝技术可以满足表 4 规定的出水要求。同时由于该工艺流程简洁, 受原水水质影响小, 抗冲击负荷能力强, 设备体积小, 占地面积小, 工程建设期短, 投产快, 适合于清河污水处理厂应急工程采用。

3.2 工艺设计

由于清河污水处理厂应急工程建于现有污水处理厂内, 必须尽可能减少总占地面积, 减小对已建工程的影响; 再加上要求在奥运会开幕之前运转起来, 所以必须充分考虑工程的可实施性。因此, 工程设计过程中磁加载絮凝处理系统采用设备化装置, 装置的规模大小结合, 设置 $2 \text{万 m}^3/\text{d}$ 、 $5 000 \text{m}^3/\text{d}$ 的

处理系统各 2 套。其他配套设施的设计如下。

在清河污水处理厂现有曝气沉砂池前新建 1 座溢流井,将超负荷污水溢流至 1 根 DN1 200 管道,然后接入应急工程。进水格栅、提升泵房及出水井合建,格栅渠道为 1 条,渠道内安装 1 台网板式细格栅机,孔径 3 mm,清除的栅渣经无轴螺旋输送机输送至栅渣压榨机,压榨后落入栅渣斗(车)内。提升泵房内安装 4 台潜水混流泵,为方便潜水泵维修,泵房设起吊装置;为防止倒灌,在水泵出水管末端安装拍门。出水井内设置出水堰,对污水流量进行调配,出水管采用 DN 900 钢管接入磁加载絮凝水处理装置的配水井。

磁加载絮凝水处理装置的配水井为钢制同心圆结构,负责向 4 套磁加载絮凝水处理装置配水。磁加载絮凝水处理装置安装在一个设备间内,占地面积约 1 100 m²。加药间与配电及控制室合建,加药间旁设液态 PAC 储药池,加药间内设混凝剂、助凝剂投加泵各 2 台(1 用 1 备)。混凝剂 PAC 配置成浓度 10% 的药液进行投加,助凝剂 PAM 配置成浓度 0.2% 的药液进行投加。加药间内设 PAC、PAM 配药装置。

磁加载絮凝处理系统的剩余污泥通过污泥泵提升到储泥池,储泥池内设潜水搅拌机。储泥池内污泥经污泥螺杆泵加压后进入带式浓缩脱水机内进行浓缩脱水,然后由无轴螺旋输送机输送到污泥堆置棚装车外运。污泥处理系统主要建(构)筑物包括:储泥池、污泥浓缩脱水机房、污泥堆置棚、药库、配电及控制室。

3.3 运行管理与运行效果

磁加载絮凝应急处理设施在运行前应先取原水水样进行烧杯试验,确定 PAC、PAM 及磁加载物的投加量。运行过程中,通过观察絮凝池中矾花的状况可初步判断加药量是否合适、加药系统是否运行正常。通常情况下,矾花为大颗粒的黑褐色絮体为正常。反之,若絮体少,可能为 PAC 投加量不足;絮体细小,可能为 PAM 投加量不足;絮体颜色浅灰,可能为磁加载物回收率低。当沉淀池出水有细小絮体流出时,检查是否 PAC、PAM 投加量偏少、磁加载物回流量不足、磁加载物回收通道堵塞等。如果沉淀池出水夹杂大量含磁加载物的絮体则应尽快关闭系统,查找原因。

2008 年 8~10 月期间,清河污水处理厂磁加载絮凝应急处理设施的月平均进、出水水质及各项污染物指标的去除率见表 5。从表 5 可以看出,该工程的实际运行效果满足工程建设的要求。

表 5 磁加载絮凝应急处理设施实际运行效果

项目	8 月			9 月			10 月		
	进水	出水	去除率/%	进水	出水	去除率/%	进水	出水	去除率/%
TP/ mg/ L	4.1	0.8	80	4.2	0.6	86	5.3	0.4	92
SS/ mg/ L	176	20	89	154	19	88	180	20	89
BOD ₅ / mg/ L	137	52	62	139	56	60	165	53	68
COD _{Cr} / mg/ L	294	94	68	293	105	64	366	127	65

4 结语

清河污水处理厂磁加载絮凝应急工程的建设,减轻了清河污水处理厂二级处理系统的运行压力,提高了二级处理效果,为后续再生水处理厂提供了稳定的水源,保证了再生水水质。由于二级出水排入清河,再生水补给奥林匹克森林公园水系,所以应急工程运行后不但改善了清河的水环境,也保证了奥林匹克森林公园水系的水质稳定,为 2008 年奥运会的成功举办创造了良好的环境,实现了申奥承诺,具有可观的社会和经济效益。

& 通讯处: 100082 北京市西直门北大街 32 号 3 号楼

E-mail: zyl@bmedi.cn

收稿日期: 2010-01-25

修回日期: 2010-04-27

江苏新沂加强骆马湖湿地保护

近年来,江苏省新沂市不断加大对湿地与野生动植物的保护力度。新沂市湿地和野生动植物的资源丰富,物种多样,尤其是在骆马湖湿地区域更是如此,这里动物资源达 300 多种,植物资源达 200 多种。为切实加强骆马湖资源保护,合理开发利用湿地资源,经专家实地考察后制定了《江苏骆马湖湿地公园总体规划》,范围涉及窑湾镇及草桥镇行政区划内的骆马湖湖面,面积约 51.71 km²,其中湿地面积 40 km²,占总面积的 80%。此外,新沂市还先后沿湖岸建立了 7 个野外固定监测点,7 名兼职监测员常年驻守监测,配置了必要的监测设备。此外还坚持定期巡查及疫源疫病监测信息日报制度和零报告制度,保证 24 h 交通通讯畅通。