

洗车废水处理技术现状与展望

崔福义 唐利 徐晶

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090)

摘要 洗车废水中含有泥砂、油乳液、有机物及洗涤剂类污染物质。在分析中,对洗车废水的水质进行了分类,并针对不同的水质,对国内的大型洗车场的处理工艺和小型洗车行的洗车废水回用工艺进行了介绍和分析,对国外采用膜工艺处理洗车废水的相关研究也进行了简要的介绍,同时提出了洗车废水的污泥处理问题。从社会、经济效益来看,洗车废水回用是必然趋势。现行的洗车废水回用处理工艺回用率低、处理效果不理想,采用高效、简单、实用、经济的原则进行设计,满足社会对洗车水回用的需求是未来洗车废水处理技术发展的要求。

关键词 洗车废水 处理工艺 回用 污泥处理

The status quo and prospect of car washing wastewater disposal technology

Cui Fuyi Tang Li Xu Jing

(School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090)

Abstract Wastewater from car washing stations contains a number of impurities such as clay sludge, oil emulsion, organic matter and wash matters. In this article, the wastewater quality is classified. According to different wastewater qualities, the disposal technology of wastewater from big car washing stations and small car washing are recommended and analyzed. The use of membrane for disposing car washing wastewater in abroad is also shown in this article. The disposal of sludge from car washing wastewater is brought forward. It is necessary for car washing wastewater to be recycled and reused for it has social and economic benefits. The actual technology of car washing wastewater reuse has problems such as low reuse efficient and unsatisfied effluent water quality. Adopting high efficient, easy, practical and economical principle to design, satisfying the need of car washing water quality for reusing are the request of development of car washing wastewater reuse technology in the future.

Key words car washing wastewater; disposal technology; reuse; sludge disposal

人口的增长、经济的发展和资源的超量开发,对环境造成了很大的压力:水资源严重缺乏,水污染日益加剧。随着人民生活水平的提高,单位和家庭拥有的汽车数量也越来越多,这势必带来洗车水的大量消耗,对于城市而言,则更加剧了水资源短缺的矛盾。据统计,清洗1辆小型汽车需用水 $0.06-0.10\text{ m}^3$,1座大中城市1年用于洗车的水量则可供6万人口使用1年,洗车用水的消耗量由此可见一斑。

此外,由于许多城市对洗车业的管理还欠规范,洗车水的随意排放造成污水横流,严重影响市容和市民的生活环境。洗车废水中含有油类、有机物、阴离子合成洗涤剂类等大量污染物质,如不经处理就直接排放,势必对水体造成污染。

针对洗车废水耗费大量水资源及污染环境的现状,一些城市已做出相应的限制,如北京、天津、石家庄等。《哈尔滨市城市节约用水条例》规定,在用水紧缺期限限制洗车用水,经营洗浴、洗车等单位和个人

应当安装节水设备。近年,哈尔滨市曾多次季节性禁止用清水洗车。一些城市还通过高水价办法,用经济手段控制洗车水消耗。

可见,节约洗车用水、减少洗车水污染是极需解决的问题。为此,本文主要针对洗车水处理及回用技术进行阐述,并指出洗车废水回用是发展的必然趋势。

1 洗车废水的分类及水质特征

根据洗车废水的产生方式或污染物特征,可以

资助项目:国家“十五”科技攻关资助项目(2002BA806B04)

收稿日期:2003-03-27;修订日期:2003-05-20

作者简介:崔福义(1958~),男,黑龙江哈尔滨人,教授,博士生导师,主要研究方向:混凝及水厂自动化技术与设备研究;水处理系统高效优化运行技术研究;现代水处理工艺及水处理过程副产物去除技术研究等。

按 4 种方式进行分类。

1.1 按清洗的车辆类型不同分类

按照清洗的车辆类型不同,大致分为两类:(1)清洗小型车辆的洗车废水。由于此类车辆多跑短途,车辆上沾染的灰尘和泥砂较多,而油类物质相对较少,因此这类废水污染物较为单一,主要是泥砂类物质、清洗汽车时耗用的洗涤剂类物质和少量的油。(2)清洗运输类大型车辆的洗车废水。这类车辆大多跑远途,车辆上沾染的煤焦油或燃料油较多,且承载的物品也会给车体带来污染,此类废水污染物较为复杂,需设有除油的处理单元。

1.2 按洗车行功能不同分类

按照洗车行功能的不同,可以分为单纯洗车行的洗车废水和兼具有修车功能洗车行的洗车废水。前者的洗车废水水质中泥砂、洗涤剂类物质较多,油类物质相对较少,而后者由于在修车时采用润滑油类物质,使水中的含油量大大增加,同时水中其他污染物质的浓度也明显增加。

1.3 按清洗方式不同分类

按清洗方式的不同,分为机洗的洗车废水和人工清洗的洗车废水。一些发达国家较多采用机械洗车,洗车时所采用的石油类产品比较多,因此含油量较高;我国多采用人工高压水冲洗洗车,洗车废水中含有的洗涤剂类物质相对较多。

1.4 按主要污染物特征分类

从上述分析可知,油类是洗车废水中的主要污染物。因此,可以按油类污染物情况将洗车废水分为两大类:第一类是含油量少,含泥砂、洗涤剂较多的洗车废水;第二类是含油量、泥砂、洗涤剂类物质均较高的洗车废水,这类废水的处理工艺相对复杂。据实测数据^[1],两种典型洗车废水水质见表 1。

表 1 两种典型洗车废水的水质

Table 1 Two representative water qualities of car washing wastewater

项 目	第一类	第二类	回用水质标准 *
pH	7.62	5.72	6.5—9.0
COD _{Cr} (mg/L)	244	516	50
BOD(mg/L)	34.2	85	10
阴离子洗涤剂(mg/L)	2.6	1.742	0.5
SS(mg/L)	89	206	5
石油类(mg/L)	2	7.4	0.4

注: *表示《中华人民共和国生活杂用水水质标准》(GB 25.1-89)

从表 1 中可以看出,两种洗车废水的污染程度不同,除洗涤剂外,第二类废水的各项污染指标均高于第一类废水,这就决定了两种水质处理侧重点的不同。第二类废水处理要加强相应的除油措施。污染程度高,特别是有机物、阴离子洗涤剂、悬浮物含量高,则是各类洗车废水的共同特征。

2 洗车废水处理技术的现状

典型的洗车废水处理主要有两种情况:一是处理洗车废水比较集中、水量较大的运输车辆场的洗车废水,含油量等污染物量较高,属于表 1 中的第二类水质;另一种是处理分散在城市中的小型洗车行的洗车废水,按洗车行功能的不同,表 1 中的两类水质均有可能出现,一般以第一类水质为主。

2.1 运输车辆场洗车废水的处理

2.1.1 传统工艺

采用沉淀—除油—过滤的处理工艺。运输车辆场的洗车废水多为修车后的含油废水和洗车废水的混合水,一般水量比较大。如成都车辆段的洗车废水处理^[2],其处理工艺流程见图 1。

在这个处理工艺中,沉砂槽、格栅的作用主要是对客车洗刷的污水进行初次沉淀,将大颗粒物质沉

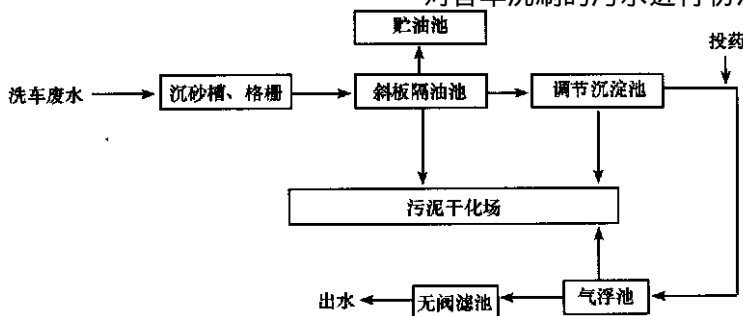


图 1 修车含油废水与洗车废水的混合废水处理工艺

Fig. 1 The disposal technology of mixed wastewater from car fixing and washing

于沉砂槽中,水中大的悬浮物则被格栅拦截。斜板隔油池则用来处理漂浮油和沉淀较大颗粒物,可用集油器收集漂浮油,输送至贮油池中。通过调节沉淀池对水量和水质进行调节后,在气浮池中除去污水中的乳化油和悬浮物。整个处理工艺所产生的污泥则被输送至污泥干化场中干化。

这种传统的处理工艺适用于普通的洗车废水处理,但由于该流程有专门的除砂、除油工艺,占地面积较大,出水可满足废水排放标准但却在总大肠杆菌、浊度等指标上不一定满足《中华人民共和国生活杂用水水质标准》(GB 25.1-89)的回用洗车用水要求。因此,若需回用则还要有更为严格的深度处理工艺。

2.1.2 电解法

除了采用上述的传统处理工艺外,还有采用生物接触氧化池^[3]、膜过滤^[4,5]等技术,也不乏采用电解的方法对洗车废水进行处理。以天津市运输七场货车洗刷废水的处理为例^[6],该废水为机械修理和清理冲洗货车及场地的废水。处理这种废水可以采用重力分离法和吸附聚结法,但是占地面积大,且处理效果不是十分理想。该运输场采用电解槽处理法对洗车废水进行了处理。其处理工艺见图 2。

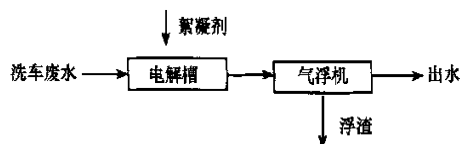


图 2 电解-气浮处理工艺流程图

Fig. 2 The flow chart of electrolyse-air float technology

采用再循环结构的电解槽处理运输车场含油废水,除油、去除 COD_Cr 等指标均取得满意的效果,处理后的水无嗅无味纯净透明,符合排放标准。不乏为处理含油量多洗车废水的值得考虑的一个处理工艺。

上述工艺均是以达到排放标准为目的的洗车废水处理工艺。其处理后的水质不能满足《中华人民共和国生活杂用水水质标准》(GB 25.1-89)的洗车用水要求。面对水资源短缺的形势,洗车废水的处理不应仅仅局限在达标排放的阶段上,如何采用经济、实用的深度处理工艺目前还没有定论,因此,大型洗车场实现洗车废水资源化是亟待解决的重要问题。

2.2 小型洗车行洗车废水的回用工艺

国内外在小型洗车水回用工艺与设备研究方

面,已经开展了一定的工作,目前所采用的处理工艺主要有常规过滤工艺、膜过滤工艺及生物处理工艺或这几种工艺的组合工艺,如 Hydro Engineering 公司生产的废水过滤、废水循环系统、生物反应器;Niebergall 公司的洗车废水初沉—混凝—超滤装置等。这些装置的洗车废水处理工艺在国内也多有应用。本文将对其中两种典型的处理工艺加以简要的介绍。

2.2.1 膜生物反应器

用膜生物反应器处理洗车废水的工艺流程见图 3。

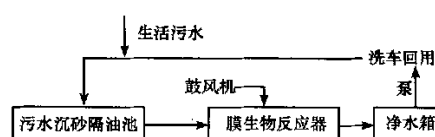


图 3 膜生物反应器处理洗车废水的工艺流程图

Fig. 3 The flow chart of membrane bio-reaction for car washing wastewater disposal

冲洗汽车的污水与生活污水混合后进入污水沉砂隔油池,去除污水中比重较大的无机砂粒和浮油,有利于后续膜生物反应器的处理,反应器中膜组件的主要功能是对污泥混合液进行泥水分离,滤出处理后的水。此法可以采用较高的污泥浓度(10 g/L),剩余污泥排放量可达到最低限度,从而泥龄很长,可使世代周期长的细菌(如硝化菌)在反应器内得以截留和繁殖,并使出水被代谢物含量很低,水质稳定;占地小,运行管理简单,易于实现自动化。但是必须采用连续的运行方式以保持活性污泥的活性,如间断了较长时间后,罐体内的活性污泥会失去活性。且当膜生物反应器进水水温低于 8℃ 时,活性污泥的活性也将受到一定的影响,这必将导致出水的恶化。并且,该工艺需注意避免对微生物新陈代谢有抑制作用的消毒剂混入系统中,否则微生物的正常生理机能将受到破坏,也会使出水恶化。因此,该工艺虽能达到良好的处理效果,但运行时受到的制约因素较多,且色度去除效果不甚理想,可考虑添加活性炭工艺,不但脱色,对洗涤剂及有机物的去除也有着良好的效果。

2.2.2 物理处理法

物理处理法——膜滤法,适用于水量小而水质变化大的情况。一般是让污水经过一系列的过滤介质,使得污水中含有的泥砂等大颗粒物质与一部分

有机物质通过过滤机理得以去除。其过滤介质通常采用石英砂、活性炭、陶粒等。工艺流程如图 4。

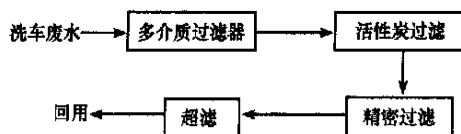


图 4 物理处理法处理洗车废水的工艺流程图

Fig. 4 The flow chart of physical technology for car washing wastewater disposal

其中,多介质过滤器中可装有石英砂等滤料以滤除水中的泥、砂、铁锈、油污等;活性炭用来将水中的各种气味、颜色、洗涤剂、肥皂等吸附去除;精密过滤器可将水中残留的泥、砂、铁锈、油污等过滤掉,从而保证最终出水水质;膜则将水中大分子化合物、粘土、颜料、矿物质、乳液粒子、微生物、润滑脂-洗涤剂以及油-水乳液去除。此法运用过滤、吸附等物理原理将水中的污染物去除,出水效果良好;设备安装简便,软硬管均可;占地面积小,使用经济等。但是各工艺需要经常反洗,活性炭使用一段时间后需再生,精密过滤中的滤芯也需定期更换等。并且进水需要有较好的水质,否则各工艺的使用寿命将会缩短。

除了上述两种方法之外,还有采用物理化学的方法,通过混凝沉淀^[7]、气浮等处理工艺对洗车废水进行处理。

2.3 膜法处理洗车废水的一些相关研究

采用膜法处理洗车废水时,许多因素对处理过程有影响,其中包括膨润土的添加、洗涤剂的采用、膜的选择等。Klong Luang 等^[8]和 Catharina Jonsson 等^[9]对此进行了研究。

Klong Luang 在研究膜法处理洗车废水的过程中发现^[8],在洗车废水中添加膨润土可以提高处理油水乳化液的超滤膜的膜通量,通过实验证明并阐述了产生这种情况的 3 种可能机理:(1)大量的油乳化液的浓度降低;(2)颗粒凝聚;(3)剪力作用下使吸附凝胶层与膜分离。当洗车废水中添加一定量的膨润土后,膨润土可以将油乳化液吸附,从而有效地降低了大量油乳化液的浓度,使得流量提高。

Catharina Jonsson 等^[9]对洗车废水中的脱脂剂对超滤膜的影响做了研究。在试验中,采用了 11 种商业脱脂剂、2 种液体洗涤剂和 1 种蜡作为研究对象。他们研究了洗车过程中的清洗药剂对 3 种超滤膜 (PU608、ES404、ES625) 的流量和残余率的影响,同时

也研究了超滤膜在一年中不同时间脱脂剂对洗车废水处理的影响情况。实验结果表明^[9],当采用碱性脱脂剂、液体洗涤剂和蜡时,超滤膜可以达到最大流量。而用其他的化学药剂——石油产品、石油产品的乳化液和蔬菜脱脂剂时,超滤膜的流量相对较低。3 种超滤膜对不同化学药品的残余率存在明显的不同,但是对 COD 的残余率却没有明显的不同。虽然超滤膜的残余率要明显高于纳滤膜的残余率,但是滤后液中的 COD 浓度仍然很高,在未经进一步处理的情况下仍不能将其排放。

2.4 洗车废水处理后的污泥的处置

对于洗车废水的处理不但要考虑水的处理,同时还要考虑洗车废水处理后的污泥处置。由于汽车在行驶的过程中沾染了很多的泥土,清洗车辆过程中沉积的污泥数量可观,这些污泥绝大部分堆放于洗车场附近,任其污染,未做处理。冲洗的污泥年复一年的堆积,各洗车场将会出现随时间推移而逐步增大的污泥丘,不仅占用了土地,而且影响了环境。处理这些污泥,除了污泥填埋外,可考虑采用农业利用。李扬成^[10]认为,洗车场污泥中的矿物油经降解含量很微,对作物无不良影响。重金属铬和铅含量远低于国家控制标准。污泥可用于造田、种植农作物。污泥也可用于客土、改土、增厚土层。受铅污染的洗车场污泥最好用于植树、种植花草,或用于烧砖瓦。

对于大型的洗车场,需有专门的污泥处置;对于小型的洗车行,可考虑定期收集污泥,由市政部门对污泥进行统一处置。

3 洗车废水处理技术的展望

洗车废水的水质不尽相同,受洗车废水水质的影响,洗车废水的处理工艺除了采用传统的处理方法外,依然可以针对去除泥砂、油类、有机物、洗涤剂为目的采用较新的处理技术,如目前的膜法、生物反应器等处理方法。但不论采用何种方法,提倡洗车废水的回用处理技术。这是因为从水资源的角度来讲,洗车废水回用将有利于节约现有的淡水资源,且能够变废为宝,大大缓解了市政供水的压力。从水污染的角度来讲,洗车废水回用可以将洗车废水进行处理,除去水中的污染物质,减轻了对江河湖海的污染。从经济的角度上讲,洗车废水回用将大大缩减洗车成本,每个车行每年至少可节约上万元。从用户角度上讲,除了经济上的因素,更重要的是在停

水期间仍然可以采用回用水进行洗车,解决了用户的燃眉之急。因此,洗车废水回用将成为未来的洗车废水处理的发展方向,其处理方法的选择也要考虑洗车废水回用水质标准的要求。

在洗车废水回用工艺的设计上,考虑到洗车场地的特殊要求,可利用现有的集水渠道经适当改造后作为集砂集泥的初沉池,大型的洗车场可将少数的工艺池体设于地下,也可根据工艺需要设有专门的洗车废水处理站;小型的洗车行则可直接将除油沉砂池设于地下,采用简单的洗车废水回用设备对洗车废水进行处理。为保证洗车废水回用处理达标,不排除采用膜法、生物活性炭等比较先进的水处理方法。但总体而言,洗车废水的回用工艺都要本着高效、简单、实用、经济的原则进行设计,这也是对未来洗车废水处理技术发展的要求。

就目前而言,我国对洗车废水的回用处理技术与设备的研究仍存在很多的不足之处,对洗车废水的治理缺乏系统的研究,对洗车废水的水质特点,尤其废水中各项污染指标对各工艺环节的影响研究还较少,缺乏系统的研究。现有的一些洗车废水循环处理设备水回用率低,或处理效果不佳,有的洗车行买回设备后就置之不用。针对不同地域、不同洗车流程、不同水质缺乏可参考的适用洗车工艺。这些都是目前在洗车废水处理技术与设备研究上存在的问题。洗车废水回用处理工艺与设备的发展现状是与社会的需求不相适应的,因此要解决这些问题,需要水处理工作者做出不懈的努力。

4 结 论

洗车废水中含有泥砂类、油乳化液、有机物及洗涤剂类污染物质,这些物质在排放前必须经过处理,否则将对水体造成污染。洗车废水的处理方法有多

种,其处理工艺的选择需由洗车废水的水质特征决定,因地制宜,避免设备处理过程中出现的大材小用和力不从心现象。从经济效益和社会效益上讲,提倡以回用为目的的处理工艺。

现行的洗车废水回用处理工艺回用率低、处理效果不理想,针对不同地域、不同洗车流程、不同水质缺乏可参考的适用洗车工艺,对洗车废水的处理仍缺乏系统的研究。在研究与应用上,还有大量的问题有待解决。

参 考 文 献

- [1] 谭振发. JWY型洗车废水再用设备. 专利申请号:002666-40.5, 2001
- [2] 张梦兆. 成都车辆段含油污水处理工程设计简介. 铁道标准设计, 1994, (2): 27—28
- [3] 王波等. 机车车辆制造工业的污水处理. 机车车辆工艺, 2001, 10(5): 14—16
- [4] 李海波等. 含油废水的膜处理技术. 过滤与分离, 2000, 10(4): 10—14
- [5] 樊栓狮等. 无机膜处理含油废水. 大连理工大学学报, 2000, 40(1): 61—63
- [6] 袁淑琴等. 运输车场含油废水的处理. 环境保护, 1995, (4): 15—16
- [7] 王祖炯, 王祖薇. 全自动节水型洗车废水处理回用装置. 专利申请号:00260420.5, 2001
- [8] Klong Luang, S. Panpanit, C. Visvanathan. The role of bentonite addition in UF flux enhancement mechanisms of oil/water emulsion. Journal of Membrane Science, 2001, 184: 59—68
- [9] Catharina Jonsson, Annr Sofi Jonsson. The influence of degreasing agents used at car washes on the performance of ultrafiltration membranes. Desalination, 1995, 100: 115—123
- [10] 李扬成. 成都市洗车场污泥的农业利用. 四川环境, 1994, 13(3): 36—38

(责任编辑:郑晓梅)