

文章编号:1671-6833(2004)03-0038-04

# 城市洗车水处理初探

万亚珍<sup>1</sup>, 刘金盾<sup>1</sup>, 王志录<sup>2</sup>, 张永战<sup>1</sup>

(1. 郑州大学化工学院, 河南 郑州 450002; 2. 郑州市供水节水办公室, 河南 郑州 450052)

**摘要:** 大多城市洗车水未经过任何处理就直接排放到城市的污水管网中, 加剧了城市供水的紧张状况和环境污染. 经分析认定城市洗车水多项指标超标后, 进行了单因素和放大实验研究, 得出了处理冲洗水的工艺线路和数据. 经过处理后水的主要指标为: 阴离子洗涤剂含量下降到  $0.008 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 悬浮性固体  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{BOD}_5$ 、 $\text{COD}_G$  也远远低于国家生活杂用水指标, 可以回用.

**关键词:** 洗车水; 处理; 循环利用

**中图分类号:** X 703 **文献标识码:** A

## 0 引言

近年来, 随着我国国民经济的快速发展, 城市汽车数量迅猛增加, 随之而来的城市洗车行业也增长迅速. 以郑州市为例, 据郑州市供水节水办公室统计, 到 2003 年底, 郑州市区内汽车美容、汽车净身和高压冲洗站点已有 350 余家, 年用水量近 350 万立方米. 由于种种原因, 这些洗车废水几乎未采取任何措施就直接进入城市污水管网, 这不仅造成了水资源的大量浪费、加剧城市供水紧张状况, 而且对城市的水环境造成污染. 为了配合郑州市创建节水型城市的目标, 郑州市供水节水办公室委托我们对郑州市小型洗车场的废水进行分析, 并在此基础上研究可行的治理方案.

## 1 洗车水主要污染物分析

对某汽车美容中心直接外排洗车水取样, 送地矿部河南省中心实验室分析, 主要污染物分析结果与国家杂用水标准对照见表 1.

从表 1 可以看出, 汽车冲洗水中的多项指标严重超标. 其中悬浮性固体、浑浊度、 $\text{COD}_G$ 、阴离子洗涤剂、色度、总大肠杆菌数超标严重, 而这些指标对洗车水能否回用影响很大. 悬浮物的存在会增加水的混浊度, 促进细菌和藻类的生长, 影响回用时的净车效果. 冲洗水中的汽油、柴油、润滑脂及其它油类会使水中的  $\text{COD}$ 、 $\text{BOD}$  增大, 导致

生物降解过程缓慢、污染持续时间长, 在水体中它们还会以薄膜的形式覆盖在水面, 阻碍水的天然净化和氧化; 它们还会干扰冲洗水的循环净化处理过程, 给固体及悬浮物的过滤和沉降带来困难. 阴离子洗涤剂的主要危害是在水中会形成泡沫, 阻碍水的天然和人工净化, 降低氧在水中的溶解和传递速度. 大肠杆菌数反映水体受人和动物排泄物的污染程度, 而洗车行业多是工人徒手操作的, 要回收利用, 就必须进行消毒处理, 避免影响到工人及司乘人员的身体健康.

表 1 冲洗水主要污染物与国家杂用水标准对照

Tab. 1 Comparison of national standard with dirty water

分析项目	标准要求	分析结果
阴离子洗涤剂含量/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	0.5	1.5
氯化物/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	300	163.58
总硬度 以碳酸钙计/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	450	346.2
溶解性固体/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	1 000	834
悬浮性固体/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	5	105
pH 值	6.5~9.0	7.88
浑浊度/( $^{\circ}$ )	5	7
色度/( $^{\circ}$ )	30	37
氨氮 以氮计/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	10	25.86
$\text{BOD}_5$	10	8.06
$\text{COD}_G$	20	117.35
总大肠杆菌数/( $\text{个} \cdot \text{L}^{-1}$ )	3	5

说明: 实验数据由地矿部河南省中心实验室分析提供.

收稿日期: 2004-04-07; 修订日期: 2004-06-17

作者简介: 万亚珍 (1963-), 女, 陕西省礼泉县人, 郑州大学副教授, 博士研究生, 主要从事废气、废水处理方面的研究和技术服务.

处理方案的设计目的:使处理后的水能达到国家生活杂用水标准<sup>[1]</sup>,能够回用.

## 2 单因素实验方案及实验结果

鉴于上面分析结果,拟从下列几个方面进行单因素实验,获得处理净化洗车水的工艺条件,分析方法依据《国家杂用水水质标准》进行.

### 2.1 去除悬浮物

悬浮物的存在对洗车水能否回用影响很大.除去水中的悬浮物需要了解悬浮物的性质、浓度、沉降规律,为此,采用自由沉降实验和混凝沉降实验来获得<sup>[3]</sup>.

#### 2.1.1 悬浮物自由沉降实验

在自制的  $D_{内}=100\text{ mm}$  的有机玻璃管中进行自由沉降实验,实验结果见表 2.

从表 2 中可以看出:①10 min 时颗粒的总去

除率已为 57.9%,说明在洗车水中大颗粒相对比较多.②2h 后总去除率为 90.5%,说明在自由沉降了如此长的时间后,冲洗水中还有接近 10% 的小微粒无法沉降.

鉴于此,要尽可能完全的沉降悬浮物小颗粒,须在自由沉降的基础上进行混凝沉降,确定在有混凝剂条件下,悬浮物的沉降状况.

#### 2.1.2 悬浮物混凝沉降实验

在前期实验基础上,选择聚合氯化铝(PAC)和聚丙烯酰胺(PAM)为混凝剂.通过单因素实验,得出单独使用PAC最佳用量为 5 mg/L,单独使用PAM的最佳用量为 3 mg/L.由于PAC和PAM沉降原理有较强的互补性,因此,采用复合混凝剂进行实验,混凝剂的用量为PAC 2.5 mg/L +PAM 1.5 mg/L.沉降实验结果如表 3 所示.

表 2 自由沉降实验结果

Tab.2 The results of free sed mentation

序号	沉降高度 /cm	沉降时间 /min	沉降平均速度 /(mm s <sup>-1</sup> )	水样中颗粒浓度 /(g·L <sup>-1</sup> )	残余颗粒 比例 P <sub>i</sub>	表观 去除率	总去除率 E
1	80.0	0	—	0.420	1.000	0	0
2	80.0	10	1.333	0.244	0.581	0.419	0.579
3	78.0	20	0.650	0.192	0.457	0.543	0.691
4	72.5	30	0.430	0.161	0.383	0.617	0.759
5	68.5	60	0.190	0.100	0.238	0.762	0.849
6	66.0	120	0.009	0.069	0.164	0.836	0.905

说明:表中残余颗粒比例  $P_i = C_i / C_0$ ;表观去除率 =  $1 - P_i$ (下同).

表 3 混凝沉降实验结果

Tab.3 The results of coagulating sed mentation

序号	沉降高度 /cm	沉降时间 /min	沉降平均速度 /(mm s <sup>-1</sup> )	水样中颗粒浓度 /(g·L <sup>-1</sup> )	残余颗粒 比例 P <sub>i</sub>	表观 去除率	总去除率 E
1	80.0	0	—	0.301	1.000	0	0
2	80.0	5	2.667	0.193	0.641	0.359	0.553
3	76.0	20	0.633	0.107	0.355	0.645	0.718
4	73.0	31	0.392	0.056	0.186	0.824	0.851
5	70.5	55	0.213	0.056	0.186	0.824	0.925
6	68.5	115	0.099		0	1.000	1.000

对比表 2 和表 3 的实验结果,可以看出:

(1) 加入复合混凝剂后,在相近的沉降高度处,混凝沉降的颗粒沉降平均速度大于前者,即混凝剂的加入可使颗粒的沉降速度提高.

(2) 加入复合混凝剂沉降时间为 55 min 时,颗粒的总去除率已经超过自由沉降 2h 的沉降率两个百分点.

(3) 加入复合混凝剂沉降 115 min,废水中的颗粒物已经沉降完全.

可见,混凝沉降对冲洗水中颗粒状悬浮物的去除非常有效.同时有资料表明<sup>[3]</sup>,混凝沉降过程,特别在复合混凝沉降状况下,混凝剂对去除水中的ABS、藻类也非常有效.

### 2.2 去除需氧物质

从表1可以看出:废水中 $COD_G$ 严重超标,而 $BOD_5$ 的值并不高.根据一般水处理的规则,只有当 $BOD_5/COD_G$ 大于0.3时,这样的废水才适应于生化处理<sup>[4]</sup>,所以该类水应采用化学氧化处理来降低 $COD_G$ .另一方面,郑州市目前洗车行业的分布比较零散,每一个洗车站点产生废水量比较小,也不适合生化处理.本研究采用的氧化剂为 $KMnO_4$ .因为在近乎中性条件下, $KMnO_4$ 对有机物的去除率最高,它能与水中的洗涤剂、油类及其它致臭、致味的有机物反应,降低大部分的 $BOD$ 、 $COD$ .除上述作用外, $KMnO_4$ 还有氧化助凝、杀菌灭藻作用,可作为消毒的补充手段.

实验研究表明:在洗车水处理过程中, $KMnO_4$ 的最佳加入量为 $30\text{ mg/L}$ .在此条件下, $COD_G$ 的去除率可达90%以上.

### 2.3 消毒

洗车水中大肠杆菌数也超标很多.考虑到洗车水对卫生指标要求不甚苛刻的实际情况,消毒剂采用的是次氯酸钠.次氯酸钠除了可以消毒、杀菌外,还有氧化性能,加入它有助于去除需氧物质.同时,氯的除藻性能也很好,对水中藻类的滋生蔓延有抑制作用.实验中确定的次氯酸钠用量为 $2\text{ mg/L}$ .

### 2.4 脱色、除臭

洗车时使用的纺织品及车内的附属品多有颜色,加上溶解态的泥土、溶解的有机物的存在,经上述过程处理的冲洗水色度还比较大,容易有异味,应该脱色、除臭.在这一方面,活性炭有非常好的效果.本研究采用中国林科院林产化工研究所活性炭厂粒状活性炭,粒度为 $0.833\sim 0.295\text{ mm}$ .

## 3 放大实验

为了对单一处理过程进行完整的评价,我们在实验室中安装了一套放大试验装置,对20L洗车水进行处理实验.

### 3.1 放大实验工艺流程

放大实验工艺流程如图1所示.

### 3.2 放大实验条件及处理结果

将单一实验结果用于放大试验中,按图1流程实验后,最终优化出的洗车水处理条件为:①水中加入的混凝剂量为:PAC为 $2.5\text{ mg/L}$ ,PAM为 $1.5\text{ mg/L}$ ;②水中加入的 $KMnO_4$ 量为 $30\text{ mg/L}$ ;③水中加入次氯酸钠用量为 $2\text{ mg/L}$ ;④活性炭吸附剂粒度为 $0.833\sim 0.295\text{ mm}$ , $200\text{ g}$ ,床层 $\Phi 100\text{ mm}\times 50\text{ mm}$ ;⑤水循环量为 $43.2\text{ L/h}$ ;⑥循环时间为

$0.5\text{ h}$ .

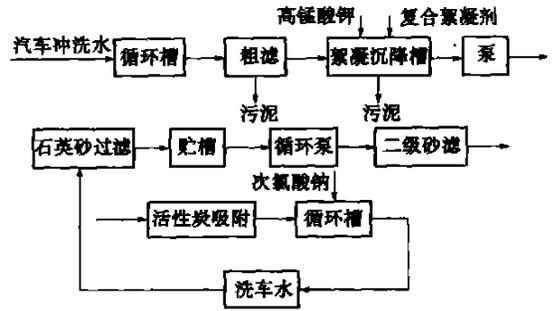


图1 工艺流程图

Fig. 1 Diagram of flow sheet

在此条件下净化洗车水,经地矿部河南省中心化验室检测,完全符合国家杂用水各项指标,冲洗水处理前后结果与标准对比如表4所示.

表4 冲洗水处理前后结果对比

Tab. 4 Comparison of clear water with dirty water

分析项目	处理前 结果	处理后 结果	标准 要求
阴离子洗涤剂/( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	1.5	0.008	0.5
氯化物( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	163.58	214	300
总硬度(以碳酸钙计)/( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	346.22	200	450
溶解性固体/( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	834	772	1 000
悬浮性固体/( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	105	0.2	5
pH值	7.88	7.80	6.5~9.0
浑浊度/( $^{\circ}$ )	7	1	5
色度/( $^{\circ}$ )	37	1	30
氨氮(以氮计)/( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	25.86	0.75	10
$BOD_5$	8.06	0.20	10
$COD_G$	117.35	2.24	20
大肠杆菌数/( $\text{个}\cdot\text{L}^{-1}$ )	5	0	3

说明:实验数据由地矿部河南省中心实验室分析提供.

## 4 结论及建议

(1) 在单一实验中,向洗车水中加入PAC  $2.5\text{ mg/L}$ 和PAM  $1.5\text{ mg/L}$ ,115 min后,废水中的颗粒物基本沉降完全;加入 $30\text{ mg/L}$ 的 $KMnO_4$ 后, $COD_G$ 的去除率可达90%以上,同时还可以氧化助凝、杀菌灭藻,也可作为消毒的补充手段;次氯酸钠用量为 $2\text{ mg/L}$ 时,水中的大肠杆菌可被完全杀死;活性炭可以使洗车水脱色、除味,是色度大大低于标准要求.

(2) 放大试验的结果同样表明,按单一实验条件处理20L洗车水,水循环量为 $43.2\text{ L/h}$ 、循环时间为 $0.5\text{ h}$ ,处理后的水完全符合国家杂用水

各项指标。

目前从全国范围看,相关部门对城市洗车水处理及循环利用这一问题的重视不够,从而造成了水资源严重损失,加剧了我国城市供水和环境污染的状况。就郑州市而言,由于水价过于便宜,每一站点的废水量小,处理相对麻烦,也需要一定的投入,经营者出于经济原因不会进行处理回用。鉴于这种情况,政府管理部门应该制定相应的对策,打破目前这种分散的、随心所欲的洗车行及汽车美容站点设置格局,在市政建设时从全局考虑,建议在主干道入市处,集中设立洗车站点,将洗车水统一回收并处理回用,也可以采用提高洗车用

水的价格的方法,促使经营者采用节水型的洗车方式和方法。

### 参考文献:

- [1] CJ 25.1-89,生活杂用水质标准[S].
- [2] 李燕城.水处理实验技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1989.65~75.
- [3] 王凯,贾立敏.城市污水生物处理新技术开发与应用[M].北京:化学工业出版社,2001.438~447.
- [4] 唐受印.废水处理工程[M].北京:化学工业出版社,1998.2~3.
- [5] 孙得智珠.环境工程中的高氧化技术[M].北京:化学工业出版社,2002.37~46.

## Treatment of Car Washing Water in Cities

WAN Ya-zhen<sup>1</sup>, LIU Jin-dun<sup>1</sup>, WANG Zhi-tu<sup>2</sup>, ZHANG Yong-zhan<sup>1</sup>

(1.College of Chemical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2.Office of Supplying and Saving Water, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** Most car washing water in the cities, without being treated and recycled, is directly charged into the sewage network. This situation makes water supply more short and environmental pollution more serious. After analyzing the components of wastewater, the author found the main targets of it beyond the standards and made a series of experiments and pilot studies in lab, and then obtained the process and data in treating wastewater. Through this process the quantities of anion wash reach  $0.008 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , SS to  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  and  $\text{BOD}_5$ ,  $\text{COD}_\text{Cr}$  are mostly lower than the national standard for miscellaneous. The treated water can be reused.

**Key words:** car washing water; treatment; recycle