

## 【技术与方法】

车载式应急安全供水装置的研制<sup>①</sup>杨波<sup>1</sup> 鄂学礼<sup>2</sup>

(1. 广东省深圳市启先水处理技术开发有限公司, 深圳 518029; 2. 中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所)

应急处理自然灾害(如地震、洪灾等)或突发卫生事件需要机动性强、效率高的水处理设备<sup>[1]</sup>。世界各国十分重视自然灾害与突发事件中的安全供水问题,特别是发达国家,投资支持这方面的研究开发。但国外的该类设备和产品,通常技术保密,对操作人员和使用条件有较高的要求,且价格昂贵。我国对自然灾害与突发卫生事件中的供水问题也很重视,在水质净化技术方面取得了一定的发展,且对车载水厂、船载水厂开展了一定研究,但在水源适应性、设备动力多样性、供水规模、设备成本、整体移动性等方面尚缺少系统研究。本研究针对可能遇到不同水源水的理化特征,设计完成车载式应急安全供水装置样机,并进行了现场水质净化试验。现场试验表明,该装置机动灵活、构造优化、运行方便、净化水效果好,适应救灾需求。

## 1 试验样机

## 1.1 工艺流程与材料

由于灾难属于偶发事件,不可预测时间、地点、范围与程度,情况复杂<sup>[2]</sup>。因此,车载式安全供水应急净化装置根据最为困难的情况进行设计。因为净化水设备要安装于汽车内,设备进行了优化,并选用了美国最新生产的卷式超滤膜作为关键净化组件。

本装置采用混凝反应,沙滤后经活性炭吸附去除小分子有机物,通过超滤膜净化,以获得良好的出水水质。使用的卷式超滤膜材料为聚偏二氟乙烯(PVDF),截流分子量为 15 万 Daltons[根据 Stokes-Einstein 法则和聚乙二醇(PEG)扩散系统的计算,膜孔径约为 0.015  $\mu\text{m}$ ],使用压力 0.2~0.4 MPa,与预处理设备匹配。该膜可反复冲洗 21 万次,反冲洗压力为 0.2 MPa。最后通过臭氧灭菌消毒<sup>[3]</sup>。净化工艺流程见图 1。

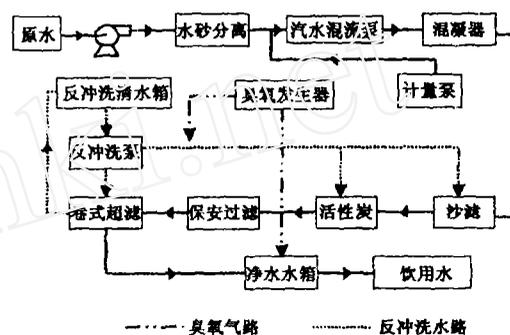


图 1 净化工艺流程

## 1.2 样机制造

将安全供水净化装置、预处理设备和发电机等安装在一辆东风牌 3.6 t 箱式平头柴油车内,自成独立系统,可机动灵活地为灾区现场提供饮用水。

为防止设备在车内位移与扭动,适应恶劣环境,首先计算车内设备的配重平衡<sup>[4]</sup>。根据其计算结果,设备安装在工字钢底座上,连接处有橡胶垫,可减少行驶中设备震动。设备底座与车箱底盘槽钢有 U 型防震螺栓固定。车内设置加固架,加固架与车体连接,各连接之间垫有防震橡胶垫,以缓解车辆突然刹车时产生的惯性力。车与设备成为一体。

## 1.3 技术参数

净化地表水的能力为 4~5 t/h(100 t/d)。水净化系统的动力来源于汽油发电机,净化设备的运行成本与发电机的耗油量有必然联系,根据试验,净化 1 t 水消耗小于 1 L 汽油。

## 1.4 试验

为试验装置的整体性能,将样机驶至洞庭湖、长江、黄河、闽江进行现场净化地面水的试验,行程 5 000 余公里。到达现场后选择取水点,通过现场水质检验结果确定是否需要投药混凝及投加量,净化装置立即投入运行。由当地疾病预防控制中心实验室负责对原水与处理后的水进行样品采集与测试。现场试验基本情况见表 1。

注:① 课题来源 卫生部专项课题:安全供水应急技术的研究  
wkz-2000-1-26。

表 1 现场试验基本情况

项目	洞庭湖	长江	黄河	闽江
试验日期	2002-09-04	2002-09-06	2002-09-09	2002-09-24
取水点位置	洞庭湖上游内湖区的澧县澧东乡新渡村外	武汉、汉口、汉阳交界处,武汉老长江大桥下游 1.5 km	郑州花园口东坝堤水站,距黄河大桥 4~5 km 处	福州洪山镇国光沙场,洪山大桥上游约 1 km 处
现场状况	洪水刚退,湖面平静	晴天,有风,江中有浪	当日晴天大风	逢枯水期,水量较小,河水清澈,水质较好
水质速测	浊度 30 NTU; pH8.5; 溶解性固体 170 mg/L	浊度 341 NTU; pH7.0; 溶解性固体 141 mg/L	沉沙后的水浊度 61.2 NTU; pH8.2; 溶解性固体 560 mg/L	浊度为 7~9 NTU
混凝剂用量(mg/L)	10	10	5	无

## 2 结果

4 水系现场测试结果见表 2。

表 2 4 水系净化效果水质检验数据

测试指标	洞庭湖水系		长江水系		黄河水系		闽江水系	
	原水	超滤出水	原水	超滤出水	原水	超滤出水	原水	超滤出水
色度(度)	10	<5	10	<5	40	<5	20	<5
浑浊度(NTU)	3	0	270	0.04	61	0.2	10.89	0.04
臭和味	无	无	无	无	腥味	无	明显腥臭味	无
肉眼可见物	细小黄色沉淀	无	有泥沙	无	泥沙漂浮物	无	无	无
总硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)(mg/L)	152	16	101.2	116.2	317	234	32.03	39.04
pH	7.49	7.32	7.64	6.35	8.22	7.5	7.08	6.76
铁(mg/L)	0.48	0.12	0.24	0.08	<0.004	<0.004	0.46	<0.01
铜(mg/L)	<0.002	0.004	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001	<0.02	<0.02
锌(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	0.04	<0.01
挥发性酚(以苯酚计)(mg/L)	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	0.003	<0.002	0.004	<0.002
硫酸盐(mg/L)	10.2	<5	25.82	21.24	278	116	<5	<5
溶解性固体(mg/L)	228	25	165	209	750	430	74	89
耗氧量(COD <sub>Mn</sub> , mg/L)	4	0.62	6.1	1.2	6.02	1.01	3	2.52
氟化物(mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	1.28	0.74	<0.002	<0.002
砷(mg/L)	<0.001	<0.001	<0.005	<0.005	0.01	0.01	0.001 5	0.000 8
镉(mg/L)	0.000 9	<0.000 2	<0.000 5	<0.000 5	<0.000 5	<0.000 5	<0.000 1	<0.000 1
铬(六价, mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.042	<0.004	<0.004	<0.004
铅(mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001 3	0.000 1
硝酸盐氮(以 N 计)(mg/L)	0.56	<0.2	0.93	0.12	7.59	3.15	0.5	<0.2
氯仿(μg/L)	<0.006	<0.006	24.8	13.9	<0.000 6	<0.000 6	<0.000 6	<0.000 6
四氯化碳(μg/L)	<0.000 3	<0.000 3	2.1	0.71	<0.000 3	<0.000 3	<0.000 06	<0.000 06
菌落总数(cfu/ml)	440	43	1 580	1	660	45	158 000	2
总大肠菌数(MPN/100 ml)	920	0	>16 000	0	33	<2	71 600	0

黄河是一条特殊的河流, 试验当日逢黄河小浪底水库开闸调试冲沙, 河中沙量大, 河水极其浑浊。根据水文站提供, 当日黄河水含沙量为 160 kg/m<sup>3</sup>, 浊度为 282 900 NTU。黄河以泥沙量含量高而闻名于世。下游的黄河水通常无法直接利用, 需先进行

沉沙后方可使用, 以黄河水为水源的地方均有沉沙设施, 黄河水在沉沙池自然沉降 4~5 h 后再经处理利用。因此, 利用附近水站沉沙池沉沙后的水作为原水。

水质净化效果见图 2。

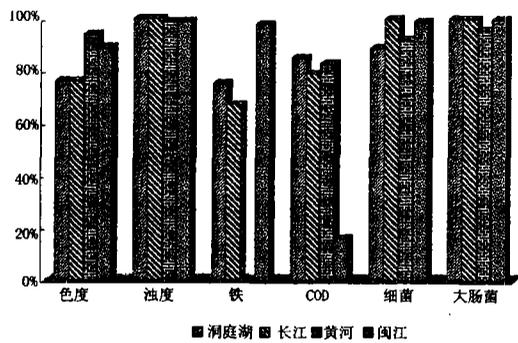


图 2 水质净化效果

### 3 讨论

根据地表水环境质量标准 (GB3838 - 2002), 4 水系基本属于 II 类与 III 类水体。主要是感官指标、一般理化指标与细菌指标的问题, 毒理学指标基本未见超标。

4 水系的感官指标状况各不相同。试验期间, 洞庭湖的洪水刚退, 无风, 湖面平静, 湖水感官指标较低, 水质良好。闽江流域多为山区, 人口少, 受污染程度低, 水质良好。长江水质略差, 浊度达到 270 NTU, 黄河沉沙池沉沙后的水浊度、色度等指标均偏高。

长江与黄河有机物含量高, 耗氧量达到 6 mg/L。

4 水系的微生物都很高, 特别是大肠菌群, 表明受到生活污水的污染。

铁属于一般性理化指标。闽江与洞庭湖原水铁

的含量达到 0.4~0.5 mg/L。黄河铁含量最低为 <0.1 mg/L, 可能是水中的铁离子附着在沙中已被沉淀所至。经净化处理, 铁的含量大大降低, 表明样机对铁的去是有效的。

通过应急安全供水装置净化, 水质均符合生活饮用水卫生规范的要求。特别是感官指标、一般理化指标与微生物指标净化效果十分显著 (见图 2)。

净化装置采用了混凝沉淀、沙滤与超滤组合, 对浊度的净化十分有效, 4 水系的净化效果均 >95%。由于净化装置中有活性炭设备, 有效净化了水体中的有机物含量, 降低了耗氧量。净化装置中的超滤有效截流了微生物, 又经臭氧消毒, 对细菌与大肠菌群的净化效果理想, 无论原水情况如何, 经净化均可达到卫生标准的要求。

现场试验表明, 该净化装置能够快速到达现场, 有效净化水质, 及时提供卫生安全的饮用水, 适应救灾需求, 达到设计要求。

### 4 参考文献

- [1] 鄂学礼, 陈奇志, 杨波. 车载式安全供水应急系统设计. 中国卫生工程学, 2003, 2(3): 155~157.
- [2] 王占生, 刘文君. 微污染水源饮用水处理. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999. 37~56.
- [3] 周云. 新臭氧技术及其应用. 净水技术, 2001, 30(3): 26~27.
- [4] 陈益棠, 章宏梓. 移动载体上的反渗透海水淡化装置的设计要点. 水处理技术, 2001, 27(1): 53~55.

(收稿日期: 2003-12-12)

## 【技术与方法】

# 浅议完善 SPF 级实验动物设施设计方案

张洁宏

(广西壮族自治区疾病预防控制中心, 南宁 530021)

随着实验动物生产和使用逐步纳入法制化管理, 2000 年起各行业的科研和鉴定等工作所使用的啮齿类实验动物需达到清洁级以上的要求, 广西壮族自治区近几年陆续通过新建或改建建立了多个 SPF 级实验动物饲育中心和动物实验中心, 从而提高了实验动物科学的整体水平。由于缺乏相关经验, 在设计和建立过程中也遇到不少问题, 有的甚至建成后被迫改造, 造成不必要的资金浪费和后期使用的管理麻烦, 由此更深刻感到完善工程设计方案的重要性。现将近几年的经验教训总结如下。

## 1 选址

这是许多实验动物生产和使用单位常常忽视的一个环节。一般的作法是选择单位大院中一偏僻处所或对原有建筑物进行加层、改造 (面积较小、较拥挤单位) 等, 忽视了选址对该实验动物设施建成后长期使用可能造成的持续影响。一般来说, 实验动物饲育室和动物实验室都应选择大气含尘浓度及化学污染、微生物污染程度较低、自然环境较好的区域建设, 远离散发大量粉尘和有害气体的工厂、储仓等, 以利于环境因素控制和空气过滤系统维护。同时应