

血液透析用高纯水系统

范 懋 功

血液透析用水的纯度与病人的生死有关,必须用高纯水。1993年夏在美国有3名进行血液透析的病人,由于离子交换柱失效使透析液中出现高含量的氟化物而死亡。在事故发生前离子交换柱已装了新的监控器,因水处理系统的管理人员对此不熟悉而引起操作失误,使透析液中氟化物浓度高达15~25mg/L,而氟化物的最高容许浓度为0.2mg/L。1989年在美国纽约州一个血液透析水处理系统中的超滤设备的叠氮化钠保养液没有淋洗掉,而使叠氮化钠从超滤装置中漏出使9名病人受害,血压过低,视觉模糊,腹痛,头痛和失去知觉。1987年由于水处理系统泄漏出氯胺而使44名肾病患者要进行输血,其中10人送到急救室,幸而无人死亡。事故原因是系统用水量增加,仅将反渗透装置扩容3倍而炭滤器没有相应地增加。还有许多由于细菌及其副产物内毒泄漏而使病人发烧或患菌血症而死亡的病例。美国高级医疗器械协会(AMMI)提出血液透析用纯水水质标准如表1所示。

通常用多层滤料过滤器代替砂滤器作前处理,它价格不贵却能适应许多未能预见的水质变化,但不是所有水源都需要多层过滤器。大型集中系统需

设软水器和有连锁装置,当再生时防止反渗透(RO)仍在工作。软水器再生要用精制食盐,不得使用氯化钾作再生剂。

表1 美国血液透析用纯水水质标准

项目	最高含量 / mg/L	项目	最高含量 / mg/L
钙	2	砷	0.005
镁	4	铅	0.005
钠	70	银	0.005
钾	8	镉	0.001
氟化物	0.2	铬	0.014
硝酸盐氮	2	硒	0.09
硫酸盐	100	汞	0.002
铜	0.1	甲醛	5
钡	0.1	过乙酸	3
锌	0.1	戊二醛	3
铝	0.01	次氯酸钠	0.5
氯化物	0.5	细菌	< 200cfu(菌落形成单位)/mL
氯胺	0.1		

氯胺对血液透析病人很有害,如果不从进水中除去,能使病人死亡。氯可能对血液透析病人有危

平均水质指标为:TCOD 2400mg/L, SCOD 1800mg/L, TBOD 800mg/L, SBOD 650mg/L, SS 1200mg/L。若黑液提取率提高到90%时,废水中的溶解性COD和BOD将减半,平均水质指标将降为:TCOD 1500mg/L, SCOD 900mg/L, TBOD 475mg/L, SBOD 325mg/L, SS 1200mg/L。

(2)据试验表明,采用混凝沉淀-厌氧-好氧生物处理组合工艺,以 FeSO_4 或PAM为絮凝剂,投加量为300mg/L或10mg/L,厌氧容积负荷分别为3.8~5.3kgCOD/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)或3.1~4.3kgCOD/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$),相应的好氧容积负荷分别为2.6~3.5kgCOD/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)或1.5~2.0kgCOD/($\text{m}^3 \cdot \text{d}$)时,可以保证对黑液提取率分别为90%或80%条件下,中段废水处理出水达到《污水综合排放标准》(GB 8978-88)对新

扩改非木浆厂污染物排放标准规定。

(3)采用混凝沉淀-厌氧-好氧生物处理组合工艺处理,较常用的混凝沉淀-好氧处理工艺有相当的优越性,该组合工艺在去除污染物令排水达标的同时,厌氧处理有沼气产生,具有一定的经济效益,而且运行费用较常用的工艺要低得多。

参考文献

- 1 张珂. 中国造纸工业水污染现状与对策, 1997
- 2 曹朴芳, 江曼霞. 我国造纸工业污染防治概况. 中国造纸, 1995 (5)

▲作者通讯处:100084 清华大学环境工程系

电话:(010)62784527(O) 62754468(H)

收稿日期:1998-5-11

险,但未见有事故报告。氯和氯胺对反渗透膜有害,因此都必须除去。

除氯用的炭滤器的空床接触时间(EBCT)应为6min,吸附氯胺则为10min。宜采用2个串联的炭滤器,在2个炭滤器之间设取样口。炭滤料应该进行酸洗洗去灰分以增加空隙率并使铝等污染物不会泄漏出来。建议采用小于 12×40 目(1.4×0.35 mm)的活性炭,碘值900~1000。现代血液透析水处理系统中已经采用一种新型催化炭,以过氧化值(PEROXIDE RATING)代替碘值。催化炭所需的EBCT值较小。炭滤料易长细菌并使反渗透膜过负荷而引起穿透泄漏,因此每隔6个月到1年,特别是在发现总氯穿透时,要用新炭更换。

在预处理设备之后RO之前,有时设紫外放射(UV)和预处理水循环水箱,将有助于减少RO设备的细菌负荷。尽管如此,UV却通常用于后处理并要有辐射能量监控和报警装置。

RO之前要装 $5\mu\text{m}$ 或更小的微滤器。为了防止藻类生长应放在不透光的外壳内。

血液透析水处理系统的RO通常采用TF(THIN-FILM)膜。TF膜的脱盐率较高,适应的pH值范围宽,不易泄漏。CA(醋酸纤维素)膜要求进水中加氯,因此在RO之后要设炭滤器,但炭滤器出水易产生细菌和内毒污染。TF膜很少使用射流加酸。有些地区处理系统进水pH值大于7并有氯胺,在此情况下氯胺分子离解产生铵,使RO的脱盐率下降,出水水质降低,但经校正后膜就恢复正常。加酸用计量泵之后应设pH监控及报警装置。RO装置应装有测定总溶解固体(TDS)或电导率的监控装置,这些仪表必须有温度补偿和声光报警装置。

合格的离子交换设备能安全地用于血液透析。离子交换能力用完后有污染物离子泄漏,因此建议双柱串联,一柱工作,另一柱作为备用或作精柱用。电阻率必须保持在 $1\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上,并需连续测定,有温度补偿和声光报警。如果电阻率下降,为了保护病人必须有转换排水或自动切断装置,当单个病人使用移动式水处理系统时,因为有管理人员立即采取应急保险措施,所以不需要转换排水或自动关闭装置。离子交换之前必须有炭滤器。由于可能产生致癌的亚硝胺,必须用医用树脂。离子交换柱也

可能生长细菌,因此离子交换之后用紫外杀菌。每隔6个月应更换离子交换柱。如果离子交换用作RO发生故障时的不在线紧急备用装置,因为可能生长细菌,也必须每隔6个月更换一次。

贮水箱材料必须用不锈钢、玻璃钢或聚丙烯。为了能排空,水箱底部应做成锥状或碗状。水箱上装 $0.2\mu\text{m}$ 过滤通气管。水箱之后设微滤器或超滤器。

许多地区要求有防止倒流的措施。大型集中系统中用温度混合阀,但单个病人用的移动式RO设备,建议在混合阀之后设温控和报警装置。如果温度超过 35°C ,混合阀自动关闭热水,血液透析系统可得到安全保证。

配水系统应为环状管网,以便回流到RO前水箱或最后的贮水箱。直接供水系统管内最小流速为 0.5m/s ,设有水箱的非直接供水系统管内最小流速为 0.9m/s 。环状管网材料可用PVC、聚丙烯、不锈钢或其它惰性材料。PVC虽然不是最好的材料但最常用。管网中不要有死水支管,接到用水点的进水管要尽量短,最好小于150mm。

▲作者通讯处:100011 北京德外大街12号
银燕环保设备工程有限公司

电话:(010)68207515

收稿日期:1998-7-31

管道修补新型材料——快修带

中美合资北京海峰精细化工有限公司引进美国FSI公司专利技术生产的快修带,可对一些材质(聚氯乙烯、橡胶、金属、混凝土、玻璃纤维和木材)的输气管道和输液管道出现的裂纹、漏洞和焊缝口间隙,进行快速修补和加固。这种快修带是以从美国进口的特殊树脂为主要原料生产的水活性玻璃纤维带,与酸、碱、盐等不起化学反应,抗腐蚀性强。这种快修带在净水、污水和海水中使用,不影响使用效果,并对人体和环境无污染。该产品耐压强度 1.076MPa ,适应温度为 $-15^\circ\text{C} \sim 345^\circ\text{C}$ 。

地址:北京海淀区知春里27号

(323路往北双榆树花园站对面)

电话(传真):(010)62611877 62639407

邮编:100086 联系人:赵京龙