

• 仪器使用与排障 •

检验科超纯水制备系统的构建

程涌江,李 丽,陈海鸣

(广州中医药大学第一附属医院检验科 510405)

摘 要:目的 探讨医院检验科实验室用水的构建方法。方法 依次采用机械过滤、活性炭过滤、水质软化、脱气、反渗透(RO)、电去离子(EDI)、紫外杀菌、超滤等水处理技术,结合自动监控系统和回流设计,构建超纯水制备系统。**结果** 水质监测电阻率达 17.0~17.5 MΩ/cm,微生物数达 0~6 CFU/mL,后期投入少,保养简单。**结论** 合理利用各种水处理技术,充分考虑实验需求,能够构建成理想的实验室用水系统。

关键词:实验室; 制备; 超纯水

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2011.07.035 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-4130(2011)07-0796-01

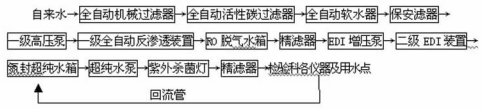
随着医学检验学科的发展,医院检验科对实验室用水的要求也越来越严格,水质的好坏可能直接导致检验结果的准确与否^[1-3],大部分全自动生化分析仪在运作时都需要持续不断的水供应。怎样构建一套超纯水制备系统满足检验科的需求,是现代临床检验必须解决的问题。现通过认识和实践,探讨一种实用的检验科超纯水制备系统的构建方法。

1 材料与方 法

1.1 材料 全自动机械过滤器、全自动活性炭过滤器、全自动软化水器、保安滤器、反渗透(RO)脱气水箱、氮封超纯水箱、过流式紫外线杀菌灯、全自动 RO 装置、二级电去离子(EDI)装置各一套、精滤器两套、高压水泵 3 个、自动监控系统一套,压力表、流量表、液面感应装置和 Clean PVC 超纯水管若干,以上材料均由广州市晶源海水淡化与水处理有限公司提供。

1.2 方 法

1.2.1 设计思路 整个设计主要包括三部分:预处理、精处理和自动监控系统。预处理采用机械过滤器、活性炭过滤器、软水器,精处理采用 RO 加 EDI 精除盐装置,自动监控系统采用人机界面加可编程控制程序(PLC)控制。设计流程如下:



1.2.2 各部分详细设计说明 全自动机械过滤器:利用石英沙去除水中的颗粒、铁锈等悬浮物及部分胶体杂质。以控制浊度小于 3 NTU,达到 RO 进水对浊度条件的要求。全自动机头控制,设置好时间自动进行正洗和反洗。

全自动活性炭过滤器,去除有机物杂质、部分臭味,除余氯。可防止有机物污染反渗透膜和余氯氧化反渗透膜。使游离余氯小于 0.1 ppm,达到 RO 进水对余氯条件的要求。全自动机头控制,设置好时间自动进行正洗和反洗。

全自动软水器利用阳离子树脂对硬水进行软化,除去水中易形成硬度的 Ca²⁺和 Mg²⁺,使其变为软化水。硬度小于 1 ppm,防止反渗透膜结垢,达到 RO 进水对硬度条件的要求。全自动机头控制,设置好时间自动反洗、正洗、再生和冲洗。

保安滤器,去除 5 μm 以上的残余微粒,防止堵塞反渗透膜。

一级高压泵,给反渗透装置供水和提供反渗透所需的压力。

一级全自动反渗透装置利用反渗透技术有效去除相对分子质量在 200 AO 以上的有机物大分子,有毒有害物质,去除绝大部分离子。除盐率达 99%。使用 4 条反渗膜设计成一级反渗系统,产水量达 500 L/H。

RO 脱气水箱,储存 RO 产纯水。水箱上方进水处装有鼓水填料式二氧化碳脱气塔,脱除 RO 产水中的 CO₂,使 CO₂含量小于 5 ppm,保证 EDI 产品水纯度高。

EDI 增压泵,给二级 EDI 装置供水和提供二级 EDI 装置所需的压力。

精滤器,去除 0.22 μm 以上的微粒。

EDI 装置,EDI 技术为世界先进的超纯水制备技术,它能够一边进行离子交换一边进行树脂再生,从而去除 RO 水中 99%的离子物质。采用二级 EDI 装置进行两次精除盐,使产水的电阻率达 10 MΩ/cm 以上,产水量达 500 L/H。

氮封超纯水箱,储存的超纯水,水箱用氮气密封,让超纯水水质不因接触空气而变差。

超纯水供水泵,输送超纯水至各用水点。

过流式紫外线杀菌灯,通过紫外线再次杀菌,以保证终端出水无菌,防止出水管路污染。

精滤器,滤除细菌尸体。

回流管,每个用水点连接回流管至超纯水箱,使水能够不断回流循环,减少细菌生长。

自动监控系统为感应两个水箱液面,自动控制产水的启动和停止;感应水的压力,超纯水泵自动加压供水,RO 和 EDI 增压泵设置低压保护,水压过低时停止产水。采用人机界面触摸屏,可以手动控制各水泵和氮气阀的开关。采用传感器和变送器采集水的流量、压力、液位、电导、电阻率等数据,动态显示系统工作流程,各点工作参数,超标报警,可存储 360 d 的工作数据,以供随时查询。

1.3 水质监测 检测水的电阻率、微生物数,水的电阻率采用自动监控系统自动在线监测,微生物数检测采用平板法,检测方法参考我国生活饮用水标准检验法 GB5750-1985^[4]。

2 结 果

2.1 水质监测结果 电阻率为 17.0~17.5 MΩ/cm,微生物数为 0~6 CFU/mL。

2.2 后期投入 该系统建成后,主要的保养包括软水器每周要再生 1 次,再生时要加入粗盐约 5 000 g,每月要更换保安滤芯。

3 讨 论

对于当前大型医院检验科来说,实验室用水是实际工作最重要的基础物质之一,检验科的工作时刻都离不开水,其中包括大型仪器用水,试剂、质控品、标准品的配制用水,特殊标本稀释、量杯及其他用品的冲洗等,水质的好坏可能直接影响检验结果的准确性。水中的污染物分为颗粒、离子、有机物、微生物和气体等 5 种,其均可能对检验结果造成影响。CLSI 前身 NCCLS 标准将实验室纯水分 I、II、III 等 3 级,建议尽量使用 I 级水以最大程度地消除潜在风险^[5]。大型仪(下转插 I)

(上接第 796 页)

器用水除了要求达到一定纯度外,还要求连续不断地供应,要有一定的压力和流量,这些都是实验室用水需要考虑的问题^[6]。

水处理技术种类很多,包括有过滤、超滤、蒸馏、活性炭吸附、反渗透、离子交换、EDI、紫外灭菌等,EDI 是近些年发展起来的新技术,它越来越广泛地应用于各个领域^[7]。EDI 技术是借助离子交换树脂的离子交换作用以及阴阳离子交换膜对阴、阳离子的选择性透过作用,在直流电场的作用下,实现离子定向迁移,从而完成对水的深度除盐。由于离子交换、离子迁移及离子交换树脂的电再生相伴发生,犹如一个边交换边再生的混和离子交换树脂柱,可以连续不断地制取高纯水,因而该过程又称连续去离子。水处理技术已经发展得比较成熟,而怎样利用各种水处理技术合理地构建一套有效的水处理系统,使它能满足医院检验科的需求又不会占用检验科人员太多的时间、精力和费用,是大多数医院检验科面临的重要问题。

本组采用预处理加精处理的设计,结合全自动监控系统构建了一套超纯水处理系统。整个系统综合了过滤、超滤、活性炭吸附、离子交换、脱气、反渗透、EDI、紫外灭菌等技术,采用循环回流管路设计,把水中可能影响检验结果的污染物基本完全清除,经监测水质基本达到 I 级纯水的标准,有效地保障检验结果的准确性^[2]。在日常工作中也发现检验结果的精密度有明显的提高,特别是总二氧化碳测定,跟以前相比有明显的改善。这套系统产水量达 500 L/H,有增压装置,完全能满足一般医院检验科的需求。整个系统自动控制,日常工作中基本不用人为干预,大大减轻了人员的负担。当然本系统也可手动

操作,确保在出现故障能及时采取措施保证安全 and 水的供应。此系统建成后,日常维护较少,后期费用很低。特别是采用 EDI 技术后,不用像以前用混床离子交换时要定期用强酸、强碱再生,既危险又耗时费力;也不用像以前使用离子交换柱时要定期更换,后期成本高。

综上所述,检验科超纯水系统的构建要充分考虑实际用水需求,合理利用各种水处理技术,在保证水质的前提下,尽量减轻检验人员的负担和后期的投入。

参考文献

- [1] 宋玉平. 纯水水质对全自动生化分析仪钙离子测定的影响[J]. 实验与检验医学, 2008, 26(6): 22-23.
- [2] 金宗华. 纯水机中活性炭芯对生化仪酶法测定肌酐的影响及消除[J]. 江西医学检验, 2007, (1): 13-14.
- [3] 马莉, 王厚照, 周友泉. 水质对间接离子选择电极法测定血清钾的影响[J]. 实用医技杂志, 2006, (13): 67-68.
- [4] 国家标准化管理委员会. GB5705-85 生活饮用水标准检验法[S] 1985.
- [5] CLSI/NCCLS C3-A3. Preparation and Testing of Reagent Water in the Clinical Laboratory[S]. Approved Guideline-Third Edition. 1997.
- [6] 顾光煜. 临床实验室分析用水的若干问题[J]. 临床检验杂志, 2009, (5): 84-85.
- [7] 刘小平, 傅晓萍, 李本高. 除盐水制备技术进展[J]. 工业水处理, 2008, (4): 72-73.

(收稿日期: 2010-06-21)

(上接第 816 页)

报道的 13.2%^[4]。因干化学分析仪检测红细胞原理是尿红细胞试剂,带模块中的主要试剂成份是过氧化物底物和邻甲联苯胺(或四甲替联苯胺),尿液中的血红蛋白或其破坏释放的游离血红蛋白均含有亚铁血红素,后者具有过氧化物酶活性,可使无色的邻甲联苯胺脱氢变成蓝色的邻甲联苯胺物质。干化学法既可检测完整的红细胞,又可测定红细胞破碎后游离的血红蛋白,若尿液中含有肌红蛋白时也可使潜血呈阳性反应。传统的镜检法只能检测尿沉渣中的红细胞,而尿液中的红细胞往往受到尿液的比重、渗透压、pH 值、尿液留置时间以及病理情况的影响而破碎消失或形态呈多样性变化导致肉眼难以辨认和确定,这是在显微镜下无法观察到的情况,所以,也是造成红细胞镜检法灵敏度低于干化学法的原因。

干化学法男性白细胞阳性率 1.82%、女性阳性率 10.7%。镜检法男性白细胞阳性率 1.82%、女性阳性率 10.4%。尿液干化学法检测白细胞的原理是基于粒细胞胞浆中的酯酶作用于试纸条模块中的吲哚酚酯,使吲哚酚酯释放吲哚酚,后者与重氮盐反应生成紫红色的缩合物,其颜色深浅与尿中白细胞含量成比例,此法只能检测尿液中的粒细胞,故会造成干化学法检测尿液白细胞时的假阴性结果。而以上两种方法检测结果男性阳性率相符合,女性阳性率干化学法高于镜检法,有 0.3% 的差异,与文献报道白细胞干化学法低于镜检法 10.6% 不相符合^[5]。分析其原因是尿液干化学法检测女性尿液白细胞假阳性受多种因素影响,一是标本问题,在收集标本的过程中,不同时段尿液结果会引起误差,特别是女性由于标本留取时白带污染导致干化学检测白细胞假阳性,另外尿液中污染甲醛、高浓度胆红素或使用某些药物(如呋喃坦啶)时,也可产生假阳性^[3]。

通过两种方法检测红细胞、白细胞阳性率结果显示女性明显高于男性,经 χ^2 拟合优度检测差异很大,其原因是女性月经期、白带污染(不排除污染标本),导致检测结果假阳性率女性高于男性,根据文献报道^[2],尿液有形成份男、女性之间存在差异、儿童与成人之间也存在差异,建议尿液正常值白细胞(0~5)/HP、红细胞(0~3)/HP 对女性人群也要有待改进,建立不同人群的正常参考范围。所以日常工作中必须结合临床综合分析,健康体检尿液标本也要强调分析的标准化和高度重复性,也应强调显微镜复查,并正确理解干化学法和显微镜检查结果之间的相互补充。

参考文献

- [1] 丛玉隆, 马骏龙, 邓新立. 尿液常规分析质量控制及临床应用研究体会[J]. 临床检验杂志, 2001, 19(4): 241-243.
- [2] 丛玉隆, 马骏龙, 岳秀玲, 等. 中国健康人尿液显微镜检测有形成分结果调查[J]. 临床检验杂志, 2006, 24(2): 81-84.
- [3] 丛玉隆, 马骏龙. 当代尿液分析技术与临床[M]. 北京: 科学技术出版社, 1998: 65.
- [4] 张晓军, 王雪梅, 张秀芬. 尿液红细胞干化学检测与人工镜检结果的比较与分析[J]. 中国疗养医学, 2008, 17(12): 747-748.
- [5] 周淑如. 尿液分析仪与镜检检测结果的对比分析[J]. 现代预防医学, 2004, 31(3): 454.
- [6] 董万忠. H-500 尿液分析仪检测泌尿系统感染与细菌培养法的比较[J]. 国际检验医学杂志, 2010, 1(31): 78-79.
- [7] 吴秀成. 尿液分析仪检测尿隐血与尿镜检中红细胞的符合率[J]. 国际检验医学杂志, 2009, 7(30): 716.

(收稿日期: 2010-06-12)