

去离子水质量在生化检验中的影响及管理

涂明安(中南财经政法大学医院,武汉 430064)

【关键词】 去离子水; 生化检验; 影响; 质量管理

DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2011.03.080 文献标志码:B 文章编号:1672-9455(2011)03-0383-02

随着全自动生化分析仪的广泛普及,水质的问题也逐渐备受业内人士关注。全自动生化分析仪对水质有严格的要求,水的质量直接影响到实验结果和仪器的使用期限。目前水质问题已成为影响生化检验质量的重要因素之一^[1]。在全自动生化分析仪检测过程中,去离子水作为生化反应的载体或介质、样品或试剂的稀释液和溶剂、仪器的清洗液甚至反应的参与者等贯穿检测的全过程,其纯度的高低直接关系到检测结果的可信度。作者通过临床实践,总结了去离子水对全自动生化分析仪检测的影响及其维护管理,以供同行参考。

1 原水处理的影响因素

1.1 自来水水质 自来水中杂质含量高时会导致预处理部件使用寿命缩短和处理后水质不达标,甚至会堵塞管道,导致需要更高的进水压才能工作,一般要求自来水中固体溶解物含量(TDS)小于 200 mg/L。

1.2 预处理部件使用寿命 精密滤芯、活性炭滤芯、反渗透膜等都是具有相对寿命的材料,其中精密滤芯和活性炭滤芯又对反渗透膜具有保护作用,如果它们失效,RO 膜负荷就会加重,寿命就会缩短。由于各厂家产品质量各异,RO 膜又价格昂贵,因此在实际使用中应根据各地自来水水质合理搭配使用。

1.3 进水压 一般去离子水系统预处理都需要用高压泵维持一定的进水压力(≥ 0.1 Mpa)才能维持正常工作,当高压泵压力不足时会导致产水量下降^[2]。

1.4 去离子水系统的维护 去离子水系统一般都具有自动反冲洗功能,当其设置不合理或故障以及人工维护不当时也会影响去离子水机的正常工作,导致纯化效率及水质下降。

2 制备去离子水的影响因素

一般的去离子水系统由于受到成本限制,RO 膜质量一般,经其处理过的水只能达到三级去离子水(电阻率大于 0.2)的标准。三级去离子水虽然经过预处理已经去除了大部分离子,但其中的离子浓度还较高,还会影响生化分析仪的微量检测,因此必须将三级去离子水进一步去离子以达到一级去离子水(电阻率大于或等于 $10 M\Omega \cdot cm$)的标准才能用于生化检测^[1]。

2.1 离子交换树脂的质与量 离子交换树脂是有寿命限制的。当离子交换达到一定量时就达到饱和,需要进行再生处理,因此质量越好总量越大其使用期限越长。

2.2 阴阳离子交换树脂的连接方式 复床式:若干个阳离子交换柱和若干个阴离子交换柱串联而成,阳在前阴在后,其优点是再生方便,缺点是出水质量不高(单级复床式出水电阻率只有 $0.5 M\Omega \cdot cm$,双级复床式出水电阻率为 $2 M\Omega \cdot cm$)。混床式:将阳离子树脂和阴离子树脂以 1:2 容积比均匀混合装入同一个交换柱内而成,优点是出水纯度高(电阻率大于或等于 $10 M\Omega \cdot cm$),缺点是再生困难。联合式:将复床式和混床式串联起来即成,多采用三柱式,出水质量高(电阻率最高可达 $18.3 M\Omega \cdot cm$,即超去离子水),使用寿命长。

2.3 三级去离子水的纯度 当三级去离子水质量不合格,其中一些非离子杂质通过离子交换柱时就会影响离子交换柱的

使用寿命并造成出水水质的降低。该情况主要受预处理过程的影响,同时有些开放性的去离子水系统将生成的三级去离子水储存于水箱中以备其他用途使用时储存时同过长或其他原因导致的二次污染也会使水纯度下降。

3 去离子水质量对生化分析仪及检测结果的影响

3.1 不合格去离子水中的杂质成分 去离子水质量不合格也就意味着去离子水系统水纯化的失败,可能出现在原水预处理过程、三级去离子水的储存和离子交换过程中的任何一步。无论哪一步失败,其杂质来源无外乎自来水和去离子水机水通道的污染物,主要有:(1)电解质,常见的有 H^+ , Na^+ , K^+ , NH^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Al^{2+} 等阳离子和 F^- , Cl^- , NO_3^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , $H_2PO_4^-$, $HSiO_3^-$ 等阴离子;(2)有机物质,如有机酸、农药、烃类、醇类和酯类等;(3)颗粒物;(4)微生物;(5)溶解气体(N_2 , O_2 , Cl_2 , H_2S , CO , CO_2 , CH_4 等);(6)其他。

3.2 不同杂质成分对生化分析仪及检测结果的影响。

3.2.1 电解质含量高的影响^[3] (1)最直接的影响就是对血清(浆)中同种离子测定结果的升高,如对 Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} 等的测定,同时也对这些项目的定标产生影响。(2)由于很多金属离子都是酶的辅因子,因此当金属离子含量高时往往影响酶活性的检测(如 Mg^{2+} 是多种磷酸化激酶的激活剂,水中含量超标时会导致这些酶活性测定值的升高;而许多重金属离子则对酶有抑制作用,导致酶活性下降)。(3)很多阴离子也作为酶的辅因子存在,对酶活性测定产生影响(如 Cl^- 对 α 淀粉酶就有激活作用)。(4)电解质含量高的水更容易形成结晶和导致蛋白等有机物变性附着于管道系统,从而使得生化分析仪管道系统更易堵塞,最终造成测定失真或失败;同时,在使用其对反应杯进行清洗时也很难清洗干净,会加速反应杯的老化和损坏,使杯空白升高。

3.2.2 有机物质的影响 有机物质的影响主要在于对类似物质测定时导致类似物质测定结果的升高。据报道,活性炭芯的使用期限及更换滤芯前后对酶法检测肌酐的影响较大^[4]。同时,有机物含量升高也会加速管道系统和反应杯的清洗困难及老化。

3.2.3 颗粒物的影响 颗粒物一般很难通过去离子水系统进入生化分析仪管道和反应系统,其来源一般都是三级去离子水或一级去离子水的储水箱发生二次污染,但是一旦进入除了会导致吸光度升高外,还很容易堵塞管道和损坏反应杯。

3.2.4 微生物的影响 微生物的去除主要依赖原水的预处理,有些去离子水系统还在一级去离子水或超去离子水处加装紫外杀菌或者微滤、超滤等装置,进一步除去水中残余的细菌、微粒、热源等。但一旦预处理失败或去离子水储存箱被二次污染,微生物及其产物就能进入生化分析仪管道系统和反应系统,可能出现的情况有两种:(1)微生物在管道及反应系统孳生,导致管道堵塞,同时令吸光度和杯空白升高;(2)微生物产生特定的酶对生化分析仪酶测定产生影响,具体产生什么影响取决于污染菌的类型。

3.2.5 溶解气体 溶解气体增多产生的影响有:(1)对同种气体的测定的影响;(2)对水的 pH 值也产生影响,如 CO₂, Cl₂, H₂S 等溶解增多导致水 pH 值的下降,也对 pH 值依赖性较强的生化项目测定产生影响;(3)某些气体如 Cl₂ 增多,因其自身氧化性较强,会对与氧化还原反应相关的生化测定项目产生影响,如对基于 340 nm 处 NADH 和 NADPH 有吸收峰而建立的 ALT, AST, BUN 等的测定方法,会导致测定值的升高。

3.2.6 其他杂质的影响 有些去离子水系统也将最终生成的超去离子水或一级去离子水储存于水箱中,当水箱有生锈情况时导致铁测定不正常;还有当机械装置密封不严造成的漏油时导致 TG 测定结果升高。这些情况虽然少见,但也最容易被忽视。

4 质量管理

4.1 实验室常用的自动化去离子水系统

4.1.1 大型蒸馏器系统, 日出水量在 100 L 左右, 原水利用率 10%~15%, 能耗大, 自动化程度低, 制备的蒸馏水纯度一般较低, 适用范围较窄, 现在基本已经被淘汰。

4.1.2 反渗透的中央去离子水系统, 由机械过滤、活性炭吸附、反渗透膜和离子交换树脂等组成, 日产水量 900 L 左右, 原水利用率 30%~40%, 自动化程度高, 能耗低, 主部件可反复使用, 出水纯度高, 目前使用广泛。另外, 有些实验室因条件所限, 直接购买商品化纯净水使用^[5], 但商品化纯净水多为饮用水, 其标准与实验室用水标准有所不同, 因此购买前一定要清楚该产品的各项指标, 避免对检测造成影响。

4.2 评价水质的常用指标。

4.2.1 电阻率 是衡量实验室用水导电性能的指标, 其随着水内无机离子的减少而增大, 但由于水自身的解离作用, 电阻率最大只能达到 18.3 左右, 是检测水中离子浓度的主要指标。

4.2.2 pH 值 一级去离子水及超去离子水的 pH 值测定较为困难, 测定值浮动范围较大(6~7), 主要是因为其中溶质极低, 导电性差, 测定时极易受到外界干扰, 但正因如此, 水质的细小变化对 pH 值的影响就很明显, 是评价水质的一个非常灵敏的指标。

4.2.3 总有机碳 是指水中碳的浓度, 反映水中有机化合物的含量。

4.2.4 内毒素 即革兰阴性细菌的脂多糖细胞壁碎片, 又称之为“热原”。

4.3 维护及保养。

4.3.1 自来水压力 应大于 2.5 bar, 过小则不能造水, 需安装增压泵。

4.3.2 如果水质太脏, 泥沙等杂质含量过高, 棉芯前后的压力差大于 0.2 bar 时, 该棉芯就不能继续使用, 拆下来可以看到棉芯变成了黄褐色, 上附许多杂物, 应该更换新的。作者经过试验, 发现用 10% 的盐酸可以处理。具体方法是: 先用自来水冲洗棉芯, 尤其从里往外冲, 去除部分泥沙, 再找一个长方形容器, 倒入 10% 盐酸, 将棉芯完全浸泡其中, 盐酸可以溶解一些盐类杂质, 2 d 后取出, 先用自来水彻底清洗, 再用蒸馏水泡几次, 晾干后即可再次使用一段时间。

4.3.3 反渗透膜的作用 是截留水中的有机物, 包括细菌、病毒、胶体物质等, 对水中的无机离子截留率也很大, 这些杂物在膜表面上的沉积都会导致膜孔的堵塞, 产水流量降低, 脱盐率下降, 产水质量较差, 时间一长, 水流的压力会把反渗透膜得变形, 以至损坏, 为了延长反渗透膜使用寿命, 保证出水质量, 同时减少离子交换柱的更换率, 每月应用消毒液处理一次以便杀

菌。另外去除铁、水垢, 对细菌形成的黏泥有良好的剥离作用。

4.3.4 离子交换柱的作用 是去除水中的阴阳离子, 当生成的水电阻率小于 1 MΩ·cm 时就应更换, 作者曾尝试用酸碱来还原交换柱颗粒, 但效果不好。后来摸索出, 经常更换棉芯及碳芯, 定期消毒处理反渗透膜, 可以有效地延长离子交换柱的使用寿命。

4.3.5 离子交换树脂再生法^[6] 离子交换树脂用久后, 交换能力渐次降低, 这可从去离子水机仪表上电阻率显示数值不稳定、由大到小逐渐变化中看得出来。此时的离子交换树脂即将老化, 去离子能力已显著降低, 须进行再生处理, 方法如下:(1)将混合树脂置于容器中, 加 5%~8% NaCl 溶液且使溶液没过树脂层 3~5 cm 并用玻璃棒搅拌多次, 目的主要是使树脂充分老化, 阴阳离子树脂的不同密度显现出来, 有利于分层。同时由于碳酸氢盐在反应中生成二氧化碳可见大量气泡、溢出。而后弃去盐溶液, 改用自来水反复冲洗树脂并不断摇动, 此时由于阴阳离子树脂湿真密度的差异, 在漂洗和沉降中分层, 阳离子树脂在下(颜色略深), 阴离子树脂在上。(2)分离阴阳离子树脂于不同容器中, 用 5% HCl 溶液 8 L 浸泡阳离子树脂 8 h, 然后放掉酸液, 用蒸馏水冲洗树脂至出水呈中性为止。(3)用 5% NaOH 溶液 12.8 L 浸泡阴离子树脂 8 h, 放掉碱液用蒸馏水冲洗至出水呈中性为止。(4)充分混合阴阳离子树脂, 原样装回去离子水机中, 按操作说明打开水机, 待仪表显示的电阻率稳定后, 方可使用。这样处理后的阴阳离子树脂所致的去离子水。其电阻率可达 17.80 以上, 完全符合自动生化分析仪及临床检验对水质的要求。

4.3.6 若较长时间不用, 为了防止反渗透膜上细菌、病毒等繁衍堵塞膜孔, 每隔 3 d 必须开机一次, 冲刷掉反渗透膜上的微生物, 延长其使用寿命。

4.3.7 造好的去离子水 虽然经过过滤、紫外线消毒, 但水箱中仍会有微生物存在, 时间久了, 就会形成菌斑、菌膜等, 影响水质, 同时进入仪器后有可能堵塞管道, 耽误工作, 所以应定期消毒。一般每 3 个月消毒一次, 用“健之素”消毒剂加入水箱中, 2 h 后将水放掉, 再打开水处理机冲洗水箱 3 遍即可^[7]。

参考文献

- [1] 于德军, 李惠, 刘佃香, 等. 生化分析仪的去离子水系统常见故障分析及排除对策[J]. 现代检验医学, 2009, 24(4): 12-13.
- [2] 李勇, 陈晖. 影响去离子水质量的主要因素及排除方法[J]. 医疗设备信息, 2002, 17(6): 55-56.
- [3] 宋玉平. 去离子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): 693.
- [4] 金宗华. 去离子水机中活性炭芯对生化仪酶法测定肌酐的影响及消除[J]. 江西检验医学, 2007, 25(1): 75.
- [5] 谷德权, 代俊河, 马同敏. 关于全自动生化分析仪所用去离子水水源的改进[J]. 实用医技杂志, 2008, 15(27): 3728-3729.
- [6] 高永生, 时丽秀, 严智昌. 离子交换树脂再生的简便快速处理[J]. 内蒙古医学杂志, 2003, 35(2): 142.
- [7] 边树泉. ELGA 水处理机的使用及维护[J]. 实用医技杂志, 2005, 12(3): 665.