

文章编号:1673-9981(2007)02-0154-04

离子水生成器电解槽的研究开发

程华月, 张建华, 崔 静

(广州有色金属研究院稀有金属研究所, 广东 广州 510650)

摘 要: 将国内外多种电极和离子隔膜用于离子水生成器电解槽进行试验, 结果表明: RIT 涂层钛电极与进口 2 号离子交换膜的综合性能最优, 可满足离子水机所产水质的要求; 离子水水质与电极面积、电解强度和出水流量密切相关. 电极面积越大, 电解强度越高, 出水流量越小, 所产离子水越优.

关键词: 电极; 离子交换膜; 电解; 离子水; 氧化还原电位

中图分类号: TQ151.1

文献标识码: A

与普通饮用水相比, 碱性离子水具有如下特性: 呈弱碱性, 能中和体内各种酸性代谢物, 可消除多种疾病隐患; 该负电位离子水可通过控制自由基活性, 保护细胞和组织免受损害; 水分子团小, 溶解力和渗透力强, 可促进新陈代谢并迅速排除体内毒素, 提高人体免疫机能; 富含离子态矿物质如 Ca, Mg 和 Zn 等, 易于人体吸收, 有效补充微量矿物元素. 因此, 碱性离子水符合优质饮用水的标准. 酸性离子水具有消毒、杀菌、美容、护肤等功效.

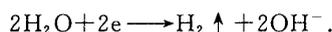
近年来, 以离子水机为主的多功能水质处理器在日本、韩国、欧美等国家发展迅速, 应用领域已扩展到医疗、保健、美容、烹调、洗涤、养殖、食品及生活领域中, 市场日渐成熟. 国内生产离子水生成器的厂家较多, 但核心部件电解槽, 包括电极和离子隔膜仍依赖进口, 造成国产离子水机成本高、售价贵, 销量有限. 因此, 对电解槽进行研究开发意义重大.

1 试 验

1.1 电解原理

市政自来水经前置净化后在离子隔膜电解槽中进行微电解, 水分子在阴极表面获得电子被还原, 生

成 H_2 , 并富集 OH^- , 使水呈碱性, 即得碱性离子水. 由于该电极反应为还原反应, 溶液体系呈还原态, 因此所得碱性离子水的氧化还原电位(ORP)为负值. 阴极反应为:



在阳极表面水分子失去电子被氧化, 生成 O_2 并富集 H^+ , 使水呈酸性, 即得酸性离子水. 该反应为氧化反应, 所得酸性离子水呈氧化态, 氧化还原电位(ORP)为正值. 阳极反应为:



1.2 试验材料及设备

试验电极为进口钛镀铂电极、国产贵金属涂层电极和自制 RIT 涂层钛电极; 试验离子隔膜为进口 1 号、进口 2 号、国产 3 号和国产 4 号; 电解槽塑料件均由 ABS 制成, 槽型为三极两槽.

试验设备包括成套电解离子水机、整流器、电压表、电流表、氧化还原电位测试仪、电导率测试仪、pH 计和流量计等.

1.3 试验方法

以市政自来水为水源, 外购电解槽的壳体, 装上试验电极和离子隔膜, 封装后与离子水机的电控及水质净化前处理系统相连接. 电解槽外壳为可拆卸的, 通过检测不同电极、离子隔膜所产水质的优劣及

收稿日期: 2006-10-13

作者简介: 程华月(1973-), 男, 安徽怀宁人, 工程师, 硕士.

其他性价比指标,选出最优电极和离子隔膜.在此基础上,研究电极面积、电解强度(电流或电压)及水流量等因素对离子水机出水水质的影响.水体 pH 及 ORP 分别用 pH 计和氧化还原电位测试仪进行检测,水质的优劣主要取决于离子水的 pH 和 ORP. 根据行业标准,碱性还原水 pH 为 7.5~10, ORP ≤ -250mV, pH 值在标准范围内越高越好, ORP 越低还原性越强,水质越优;酸性氧化水 pH 为 2.5~6.5, ORP ≥ 300mV, pH 值在标准范围内越低越好, ORP 越高氧化性越强,水质越优.

2 试验结果与讨论

2.1 电极的影响

离子水机的核心部件是电解槽,而电解槽的质量和寿命取决于所用的电极.离子水源为市政自来水,其电导率低,电解所需的槽电压达 20~40V,且电解时常需间断电解和反向电解,这样对电极的要求非常严格.在电压 22V、电极面积 370cm² 和出水流量 3L/min 的条件下,选用进口 1 号离子膜,研究了不同电极对离子水水质的影响,试验结果列于表 1.

表 1 电极对离子水水质的影响

Table 1 Effect of electrode on ion-water quality

钛电极	单套售价 /元	强化失效时间 ¹⁾ /h	碱性还原水		酸性氧化水	
			pH	ORP/mV	pH	ORP/mV
进口镀铂	300~350	232	9.3~9.4	-820	3.0~3.1	220
国产贵金属涂层	100~150	146	9.0~9.1	-350	3.4~3.5	260
自制 RIT 涂层	100~150	184	9.6~9.7	-830	3.2~3.3	250

注:1)强化失效寿命实验条件为 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1\text{mol/L}$, $J = 2\text{A/cm}^2$.

由表 1 可知:进口镀铂钛电极寿命最长,国产贵金属涂层钛电极寿命最短;RIT 涂层钛电极与进口镀铂钛电极的离子水水质相当,均优于国产贵金属涂层钛电极;镀铂钛电极的价格远高于其他两种电极.综合考虑,自制 RIT 涂层钛电极性价比最高.因此,选自制 RIT 涂层钛电极为电解槽的电极.

2.2 离子隔膜的影响

选用自制 RIT 涂层钛电极,在电压 22V、电极面积 370cm² 和出水流量 3L/min 的条件下,进行离子隔膜对离子水水质的影响试验,结果列于表 2.

表 2 离子隔膜对离子水水质的影响

Table 2 Effect of ion-exchange membrane on ion-water quality

离子隔膜	单价/(元·m ⁻²)	碱性还原水		酸性氧化水	
		pH	ORP/mV	pH	ORP/mV
进口 1 号膜	5000~6000	9.6~9.7	-830	3.2~3.3	750
进口 2 号膜	2500~3000	9.5~9.6	-745	3.3~3.4	800~900
国产 3 号膜	2500~3000	9.5	-336	3.6	218
国产 4 号膜	1000~1500	8.9~9.0	-360	5.0~5.1	500

由表 2 可知:国产离子隔膜尽管在价格上有一定优势,但所产水质与国外进口离子隔膜有较大差距,不适合作为离子水机的离子隔膜.进口 1 号膜性能指标优,但价格贵;进口 2 号膜的性能指标与进口 1 号膜相近,价格适中,性价比最高.因此,选择进口 2 号膜为离子水机电解槽的隔膜.

2.3 电极面积的影响

电极的寿命是影响电解槽寿命的主要因素,而

影响电极寿命的因素很多,除了与电极种类、制备工艺及电解条件如介质、电解强度等有关外,还与电极面积有关.在电解条件一定的情况下,电极的寿命(或称电解容量、总出水量)与电极面积成正比.因此,要制取优质的离子水并有足够的出水量,必须确保必要的电极面积.试验选用自制 RIT 涂层电极及进口 2 号离子隔膜,在电压 22V 和出水流量 3L/min 的条件下,研究电极面积对电解槽出水水质的影响,结果见图 1 和图 2.

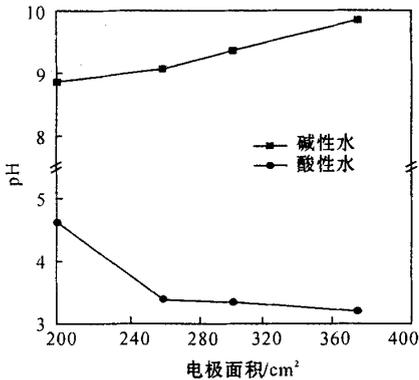


图1 电极面积对离子水 pH 的影响

Fig. 1 Effect of electrode area on pH of ion-water

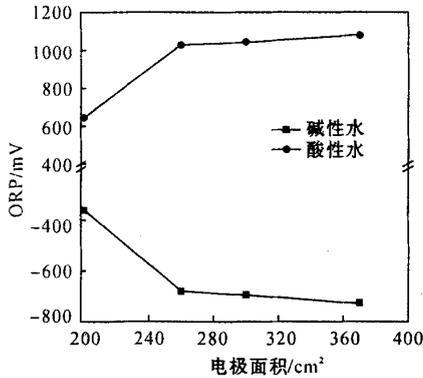


图2 电极面积对离子水 ORP 的影响

Fig. 2 Effect of electrode area on ORP of ion-water

由图1和图2可知,同种电极在相同的电解条件下,电极面积越大,所产的离子水水质越优.间断式放水寿命测试结果显示:电极面积为 260 cm^2 的电解槽出水25t后,所产离子水的pH和ORP已开始出现不稳定和衰减;面积为 370 cm^2 的电解槽出水30t后,pH和ORP仍较稳定.这表明,同种电极的极板面积越大,出水量越大,水质更稳定,电极寿命更长.但电极面积并不是越大越好,电极面积太大,一方面使成本增加,另一方面增大了槽体及机体的体积.目前,市场需求量较大的机型是出水流量 $2.0\sim 2.5\text{ L/min}$ 家用型(寿命要求出水20t水以上)和 $3\sim 5\text{ L/min}$ 办公室型.经初步探索,当RIT涂层钛电极面积为 $250\sim 300\text{ cm}^2$ 时,可满足家用型离子水机所产水质的要求;电极面积为 $370\sim 420\text{ cm}^2$ 时,可满足办公室型离子水机所产水质的要求.

2.4 电解强度的影响

电解强度一般是通过调节电压或电流来控制

的,升高电压,电流增大,电解增强.试验选用自制RIT涂层电极、进口2号离子隔膜,在出水流量 2.5 L/min 和电极面积为 260 cm^2 的条件下,研究了电解强度对电解槽出水水质的影响,结果见图3~4.

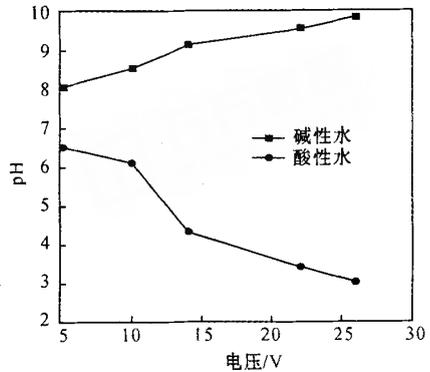


图3 电解强度对 pH 的影响

Fig. 3 Effect of electrolytic strength on pH of ion-water

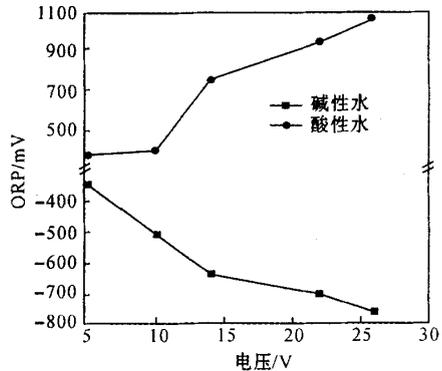


图4 电解强度对 ORP 的影响

Fig. 4 Effect of electrolytic strength on ORP of ion-water

由图3~4可见,输入电压增大,碱性还原离子水的pH升高,ORP降低;而酸性氧化水的pH降低,ORP升高.这表明,增强电解有利于优质离子水的生成.但长期强电解对电极损害较大,会缩短电极及电解槽的使用寿命,增加能耗.试验过程中发现,当阴极 $J\leq 20\text{ mA/cm}^2$ 或 $U\leq 40\text{ V}$ 时,电解过程对电极使用寿命影响不大.当电压为 22 V 时,产出的离子水已达到优质离子水的要求,再升高电压,离子水的pH和ORP变化不大,因此,选电解电压为 22 V 较为合理.

2.5 出水流量的影响

在电极面积分别为 370 cm^2 和 260 cm^2 的条件下,研究了出水流量对电解槽出水水质的影响,结果

见图 5~6.

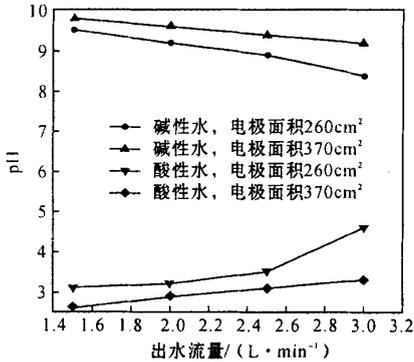


图 5 出水流量对 pH 的影响

Fig. 5 Effect of flow rate on pH of ion-water

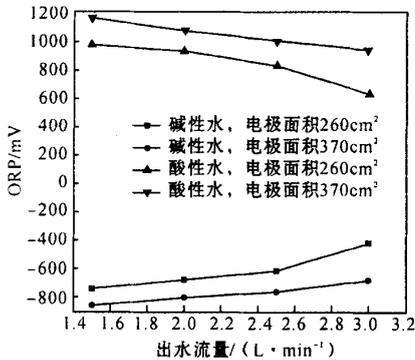


图 6 出水流量对 ORP 的影响

Fig. 6 Effect of flow rate on ORP of ion-water

由图 5~6 可见,同种电极在电解强度相同的条件下,出水流量越大,所产离子水的酸、碱性越弱,离子水的 ORP 也越低,说明出水流量对水质的影响很大.出水流量与电极面积(即电解容量)直接相关,电极面积越大,所允许的出水流量也越大.在其它条件相同的情况下,电极面积 260 cm²、出水流量 2 L/min 与电极面积 370 cm²、出水流量 3 L/min 所产的离子水水质相当.

3 结 论

(1)离子水电解槽的电极决定了电解槽及离子水机的质量和寿命.自制 RIT 涂层钛电极的综合性能最优,性价比最高,可满足离子水机的要求.

(2)离子隔膜的选择透过性决定所产离子水的水质.进口 2 号离子隔膜的性价比最优,能满足离子水机所产水质的要求.

(3)对于同种电极,电极面积越大,所产的离子水水质越优;电解强度越大,离子水的水质越优,但电解强度高会缩短电极的使用寿命;当电极面积和电解强度一定时,出水流量增大,离子水水质会降低.因此,在开发设计电解槽时,必须综合考虑电极面积、电解强度及出水流量之间的关系.

Research and development on electrolytic cell of ion-water generator

CHENG Hua-yue, ZHANG Jian-hua, CUI Jing

(Research Department of Rare Metals, Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510650, China)

Abstract: In this paper various electrodes and ion exchange membranes at home and abroad are tested for the purpose of ion-water generator cell. The results show that both the RIT coated Titanium electrode and the 2[#] imported ion-exchange membrane are the best choice for their comprehensive performance. Meanwhile, the ion-water quality are closely related with the electrode area, the electrolytic strength and the water flow rate. The larger the electrode area, the higher electrolytic strength, the lower the water flow rate, the better ion-water will be obtained.

Key words: electrode; ion exchange membrane; electrolysis; ion-water; oxidation-reduction potential