

浅谈离子交换树脂在纯水制备方面的运用

何嘉慧

中国电子系统工程第二建设有限公司 江苏 无锡 214135

【摘要】 在实验室的纯水制备中，主要的制备技术为离子树脂交换。因此，本文对离子树脂交换的类型及具体构成做了主要简要的论述，进而对其在纯水制备方面的应用进行了相关的分析。在此基础上，对树脂的选择和相关的制备流程与处理方式进行了探究，并探讨了吸附实验的效果，证实了其用于纯水制备的有效性，希望为该领域的研究提供一定的借鉴作用。

【关键词】 离子交换树脂；纯水制备；吸附性

从构成上来看，离子交换树脂的主要构成为有机单分子结构，属于一种高分子化合物，具有多孔海绵状的特性，呈三向立体空间网架的形式。离子交换树脂用于制备纯水的原理在于，其可以用游离的树脂离子与水中同行的阴阳离子进行交换。离子交换水质制备的过程较为复杂，因此，想要实现更佳的纯水制备，就需要对其操作进行有效的提升，分析并验证其应用方式的可行性。

1 应用方法

1.1 材料的选择

(1) 阳离子树脂：以钠型树脂离子为主，在选用材料时，通常采用苯乙烯强酸制成，其交换量范围大于 $4.56N\text{ g}^{-1}$ ，含水量在 40-50%之间，离子范围多为 0.3-1.2mm。

(2) 阴离子树脂：以氯型树脂离子为主，在选用材料时，通常采用苯乙烯强碱制成，其交换量范围大于 $\geq 3N\text{ g}^{-1}$ ，含水量在 40-50%之间，离子范围多为 15-60mm。

1.2 交换柱的处理

1.2.1 结构

在制备纯水的过程中，树脂离子需要与水中离子在交换柱中发生离子交换。交换柱的组成结构如表 1 所示。

表 1 交换柱的组成顺序

组成结构	进水管
	排气孔
	树脂进口
	树脂出口
	出水口
	排液管

其中交换柱的高度往往由水量的差异所决定，但其范围要在 1.5 米以下，根据相关的实践研究表明，最佳的交换柱长度直径比例为 5:1，其结构如图 1 所示、

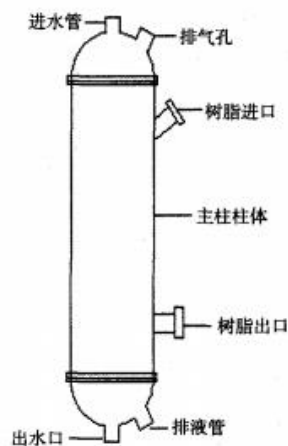


图 1 离子交换柱结构

1.2.2 组合

多样化是交换组合的主要特征，可以将其划分为主要的三种类型：复合式、混合式和联合式。

(1) 复合式。通常由交换柱与多个阴、阳离子串连而成，根据交换所需的数量来确定其所需的阴阳离子数量。该类组合所交换形成的水质标准较低，但交换的离子数量越多，其交换所形成的水质也就越高，但在这一过程中就会之间降低有效的出水效率^[1]。

(2) 混合式。通常由交换柱与多个阴、阳离子混合而成，从某种角度上来说，混合式是多种复合式的串连。最佳的混合式比例范围为 1:1.5 到 1:2.0 之间，最佳的湿重比例范围为 1:1.3 或 1:1.8 之间。该类组合所交换形成的水质标准较高，单纯在出水量低、出水效率低等缺陷，还存在树脂再生二次污染水源的问题。

(3) 联合式。该种方式是上述两种类型的混合模式，因此，该种模式集合了上述两种模式的有点，能够产生优质的纯水，有着较强的离子交换能力，且能产出较高的水量，

同时也存在着优秀的产速，能够长期使用，是目前最佳的离子水质纯水制备组合模式，该模式如图2所示。

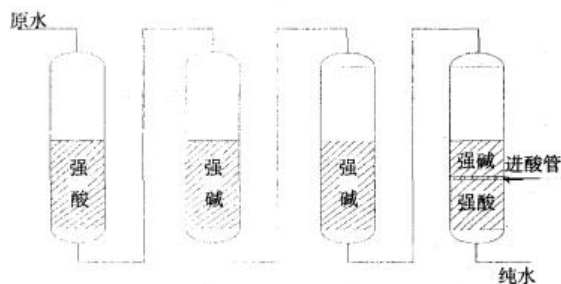


图2 离子交换流程

1.3 处理方式

1.3.1 复合模式的处理

在对该模式进行处理时，可以采用三种类型的处理方式，其中包括：转型、洗涤、逆洗等。以转型处理方式为例：在树脂层中倒入相关的再生液，将水中的氢氧化钠和氯化氢浓度维持在8%的范围内。然后采用动静结合的处理方式，对其实施一个小时到一个半小时的处理，就能实现旧树脂的再生处理。在此过程中对其洗涤的作用在于能够有效的去除掉旧树脂的酸碱残留，处理时还要注重不同的离子洗涤标准，将阴离子的PH值控制到8-9的范围内，阳离子的PH值控制到3-4的范围内。三种类型处理的具体流程如下：

(1)逆洗：其具体操作为将阴阳树脂进行分别逆洗，让原水从下逆着流过树脂层清洗，直到最后清洗出的水澄清才能结束清洗。

(2)转型：与逆洗的方式相同，但是所用到的是再生液，文章上述中提到了具体案例，在此不做过多的表述，

(3)洗涤：对树脂进行再生处理后，还需要对其残留的酸碱进行清洗，将阴离子的PH值控制到8-9的范围内，酚酞指示液显粉红色，阳离子的PH值控制到3-4的范围内，甲橙指示液不变红为止^[2]。

1.3.2 混合模式的处理

与上述模式相同，该模式也可采取三类处理方式，且洗涤的方式与处理过程也一直，但与上述不同的是，混合模式需要将阴离子的PH值控制到7-8的范围内，阳离子的PH值控制到5-6的范围内。对混合模式经过洗涤处理后，能够实现旧树脂的重复利用，在一定程度上降低纯水制备的成本。三种类型处理的具体流程如下：

(1)逆洗：其具体操作为树脂进行混合逆洗，让原水从下

逆着流过树脂层清洗，水流要自小而大，通过利用阴阳树脂离子的湿重差异，对其进行分层，将较重的阳树脂沉淀与交换柱的下层，将轻的阴树脂置换到上层，从而实现阴阳分层的目的。

(2)转型、洗涤：对于阳树脂而言，再生液要从阴阳分解处进入，同时还在上层中灌入复床纯水，控制好相应的水量，直到阳树脂的pH值达到5-6的范围。混合型的阴阳树脂经过这两类的洗涤后，在交换柱的底部实施人为的压缩，直到树脂变成棉花团状，即代表树脂再生的完成。在经过洗涤、转型后，该树脂就可进行水离子交换，在此过程中对出水量进行相关的控制，即可实现纯水的转换。

2 处理与再生

2.1 新树脂

在处理新树脂时，需要将其在水中浸泡24小时以上，即让树脂吸水膨胀，经清水浸泡处理后还要对其进行洗涤，指导水质澄清，然后将其放置到酸碱中进行多次的交替处理，并辅以清水洗涤，直到树脂离子趋于中性，然后在利用酸碱将阳树脂转化为氢离子，将阴树脂转化为氢氧根离子，处理完成后放置到交换柱中灌入水后等待使用^[3]。

2.2 老化树脂

从颜色变化的角度上来看，老化的阳树脂会出现颜色便深的变化，而老化的阴树脂则相反，颜色较浅，其中，阳树脂的变化较为明显，阴树脂则反之。

3 吸附试验

3.1 试验准备

在进行相关的实验时，需要准备一下的实验试剂与相关仪器：(1)不同的分析药品分析纯，纯水的色谱纯；(2)1000mg/L的钠储备液；(3)1000mg/L的10%甲醇储备液。

3.2 试验方法

具体操作流程如下：(1)准备0.025mL的备用树脂；(2)将准备的树脂防治在BPA溶液中，要分别放置，其中一个为1.0/mg，另一个为2.0/mg；(3)树脂与BPA溶液混合，放在25℃的温度下进行振动处理，持续12小时；(4)在震荡后进行固定处理，此时测量混合液的相应PH值。(5)采用腐殖质静态吸附实验，并观察实验效果。

3.3 试验结果

3.3.1 PH值与吸附之间的关系

PH值小于8时。BPA有两个可见的质子结合点，PH值在7.5-8时，生成了苯氧基，PH值高于8是，吸附点的位置

下降。根据制备过程中纯水的 PH 值在 8 以下，可以判断出离子交换树脂用于纯水制备的可用性。

3.3.2 温度与吸附之间的关系

温度在 280K 时，吸附的容量为 48；温度在 300K 是，吸附的容量树脂降低，但降低的程度不大。因此，可得结论，温度的升高会导致吸附容量的降低，根据实验结果，最佳的吸附温度为 280-310K 之间。

结束语：

在纯水制备的技术应用方面，离子交换树脂有着显著呈现，与其他应用技术相比，有着低成本，高效率的特性，因此，近年来多采用离子树脂技术来实现纯水的制备，且广泛的用于电子纯水制备、电力纯水制备、化学纯水制备、生物纯水制备、医药纯水制备等方面。到目前为止，离子交换树脂技术是最佳的、最先进的纯水制备手段。

参考文献：

- [1] 郭婷婷.谈离子交换树脂在纯水制备方面的应用[J].环境与发展,2017,29(10):112+114.
- [2] 郭伶俐.磷酸基离子交换树脂用于 RO/MFEDI 制备高纯水研究[D].浙江大学,2016.
- [3] 于志勇,宋小宁,方振鳌,许金刚,骆奇君.离子交换树脂制备超纯水工艺的影响因素研究[J].化学与黏合,2014,36(04):302-305.