

四次乙基五胺-环氧氯丙烷阴离子 交换树脂的交换速度的测定*

何炳林 張心和 王佳兴 林孝元

(南开大学化学系)

四次乙基五胺-环氧氯丙烷阴离子交换树脂(“弱碱 330”)的重要性,前文^[1,2]已曾报导,因而测定它的交换吸附速度,有其重要的意义。

有关弱碱330动力学的研究,最近文献^[3]上有所报导。本文的工作首先是比较两种测定交换速度的方法:连续取样法(Limited Batch Method)及分批法(Batch Method);测定数种弱碱 330 对酸的交换速度;不同粒度的树脂交换酸的交换速度;比较一定组成的树脂交换不同酸的速度;和测定弱碱 330、叔胺化 330、季铵化 330 和强碱 201(季铵盐型苯乙烯-二乙烯苯共聚物)对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附速度。

实 驗 部 分

树脂及其处理

弱碱 330^[1] 阴离子交换树脂经过甲酸与甲醛加热处理,树脂中原有的一部分伯胺和仲胺转变为叔胺,再用碘甲烷与之作用,使一部分叔胺变为季铵^[2]。在叔胺化与季铵化前后的树脂中都同时含有弱碱基和强碱基。

选取一定粒度的树脂,分别用 5% HCl、无离子水、5% NaOH 及无离子水交替洗涤三次,最后用的 5% NaOH,系由分析纯试剂配制的。再通入 1N 的 NaCl(分析试剂)溶液,至流出液对酚酞不显碱性,又用无离子水淋洗,抽滤,将树脂在苯中迴流,以 Dean-Stark 分水器去水,取出后,置恒温箱中保持 50℃ 至恒重为止。

取一定粒度的样品(一克),用 5% NaOH 再生,继以无离子水洗到中性,此时的树脂为羟型;再用 NaCl 溶液及无离子水淋洗后所得到的树脂为氯型。

交换速度的测定

1. 连续取样法:将已配制好的一定浓度的酸溶液 300 毫升,放入两口瓶(在恒温槽内)中,开动搅拌,调节在一定转速(约 500 转/分),俟瓶内溶液温度升至 $30 \pm 0.01^\circ\text{C}$ 时即将包在塑料膜内处理好的湿润状态树脂约一克迅速投入瓶内,并开始计时,于不同时间内用移液管取样分析。由于树脂易堵住移液管口,在每次取样前十秒钟停止搅拌,俟树脂下沉,迅速吸取上层澄清溶液,取 5.00 毫升用适当浓度的标准 NaOH 滴定。

2. 分批法:将氯型树脂 0.2 克,投入 50 毫升稀 HCl 后,开始计时,反应温度维持在 $30 \pm 0.05^\circ\text{C}$,搅拌速度维持在 500 转/分左右,到一定时间取出 5 毫升反应液,用标准 NaOH 滴

* 1964 年 10 月 28 日收到。

定,计算交换吸附量。然后改用未经反应的氯型树脂 0.2 克,如上法投入另外 50 毫升稀 HCl (浓度与上同)中,在较长时间內反应,测得树脂于该时间对酸的交换吸附量。通过多次这样的重复工作得到树脂在不同时间对酸的交换吸附量。

实验结果及讨论

从不同时间取出的溶液,酸浓度是不同的,时间越长,酸的浓度越稀,所消失的酸量,为树脂所交换吸附。用不同时间(t)对被吸附的酸量(E ,以毫克当量表示)作图,即得到交换吸附曲线。以交换吸附量百分数 $\left(\frac{\text{在某一时间内树脂对酸的交换吸附量}}{\text{平衡时树脂交换量}}\right)$ 对时间 t 作图,即得交换吸附速度曲线。

不同原料配比的树脂对 3,5-二硝基苯甲酸交换吸附速度的影响

比较表 1 的树脂,知 3 号羟型 330 树脂在平衡时对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附量为最大,这是由于树脂存在部分高离解度强碱基所致。图 2 表明 1 号树脂的交换速率最高,这可能是由于该号树脂含氨基较多和交联度较低(环氧氯丙烷含量最低)的原故。3 号树脂在最初 50 分钟內较 2 号和 4 号树脂的交换速率快,同时在最初 38 分钟內,它吸附 3,5-二硝基苯甲酸的速率也稍高于 1 号的树脂,这可能由于它含有强碱基所致。这些实验数据是合乎规律的,因 4 号树脂的交联度最高,2 号树脂次之,1 号树脂最低。

表 1 平衡时树脂对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附量

编 号	树脂配料比,克分子		粒 度 毫 米	酸 溶 液	平衡时交换吸附量 毫克当量/克	测定法
	四次乙基五胺	环氧氯丙烷				
1	1	2.5 (Cl ⁻ 型)	0.50	3,5-二硝基苯甲酸 0.03N (溶于 1:1 的乙醇-水內)	4.830	连续法
2	1	2.8 (Cl ⁻ 型)	0.50	同 上	4.040	连续法
3	1	2.8 (OH ⁻ 型)	0.50	同 上	4.900	连续法
4	1	3.0 (Cl ⁻ 型)	0.50	同 上	3.800	连续法

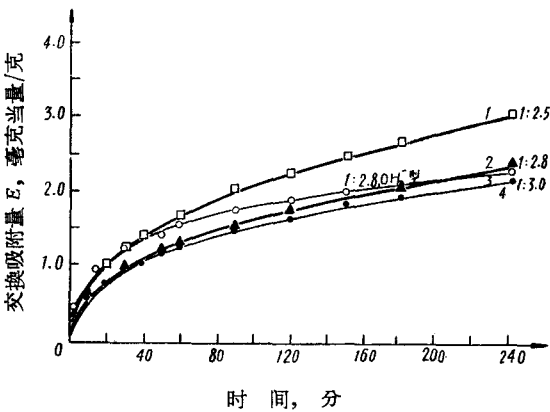


图 1 不同原料配比的弱碱 330 树脂对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附曲线

表2 不同配料比 330 树脂与 3,5-二硝基苯甲酸(溶于 1:1 的乙醇-水内)在不同时间的交换吸附数据

t , 分	t 时树脂的交换吸附量, 毫克当量/克			
	1:2.5 (Cl ⁻)	1:2.8 (Cl ⁻)	1:3.0 (Cl ⁻)	1:2.8 (OH ⁻)
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.180	0.205	0.207	0.223
3	0.403	0.322	0.315	0.382
5	0.515	0.447	0.440	0.449
10	0.639	0.609	0.621	0.597
15	0.830	0.646	0.634	0.940
20	1.024	0.720	0.654	1.001
30	1.251	0.975	0.934	1.210
40	1.417	1.036	1.010	1.380
50	1.500	1.216	1.142	1.403
60	1.671	1.303	1.251	1.541
90	2.045	1.546	1.501	1.753
120	2.270	1.786	1.641	1.905
150	2.500	1.978	1.834	1.990
180	2.720	2.090	1.958	2.125
240	3.076	2.444	2.180	2.315
∞	4.830	4.040	3.800	4.900

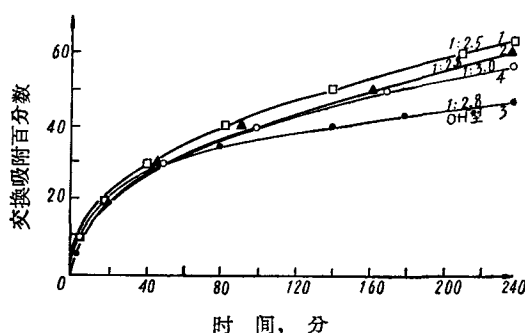


图2 不同原料配比的弱碱 330 树脂对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附速率曲线

E. I. Akeroyd 等^[4]与芦田^[5]指出,离子交换反应能服从下面的经验式:

$$\frac{x}{m} = kt^n \text{ 或 } E = kt^n$$

式中 $\frac{x}{m}$ = 每克树脂在 t 时间的吸附量;

E = t 时间树脂的吸附量;

k 及 n 为常数。

以 $\log E$ 对 $\log t$ 作图, 得图 3a 及图 3b; 将每一直线外推, 得与纵轴相交的截距为 $\log k$, 这些直线的斜率为 n 。从图 3a 的 b 线及图 3b 的 33 线得经型树脂的 n 值为 0.29, 而氯型树脂(图 3 的 a 线, 图 3b 的 5 线、13 线及 38 线)的 n 值均在 0.42 左右。图 3b 的 5 线、13 线及 20 线系原料相同而用量不同的弱碱 330, 它们的 k 值分别为 0.23、0.22 及 0.27, 但 n 值基本上是相同的。图 3b 的 33 线, 其斜率($n = 0.29$)和截距($k = 1.05$)与上述三线有较

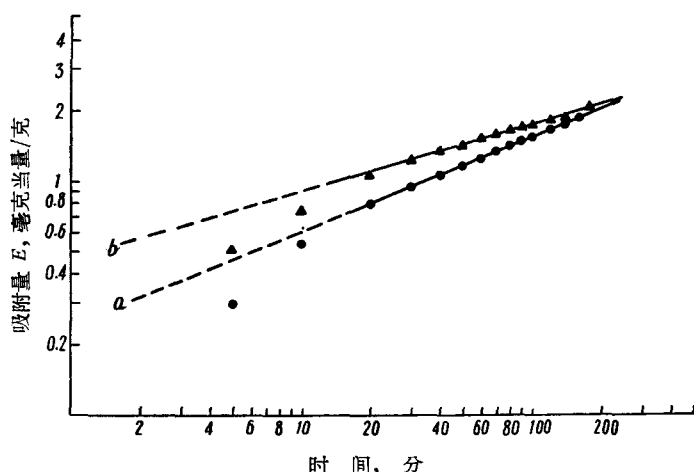


图 3a 氯型与羟型弱碱 330 树脂(配料比为 1:2.8M)对 3,5-二硝基苯甲酸的吸附和时间的关系
 a ——氯型 $k = 0.25$ $n = 0.42$; b ——羟型 $k = 0.48$ $n = 0.29$.

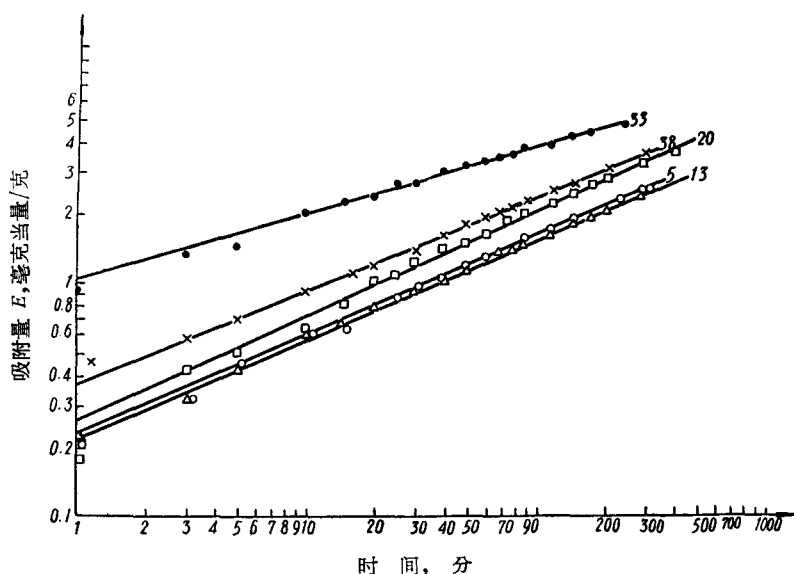


图 3b 330 树脂对 3,5-二硝基苯甲酸的吸附和时间的关系
 20——配料比为 1:2.5M 的 330 树脂 $k = 0.27$ $n = 0.45$;
 5——配料比为 1:2.8M 的 330 树脂 $k = 0.23$ $n = 0.42$;
 13——配料比为 1:3.0M 的 330 树脂 $k = 0.22$ $n = 0.42$;
 38——经过叔胺化的 330 树脂(配料比 1:2.8M) $k = 0.37$ $n = 0.41$;
 33——经过季胺化的 330 树脂(配料比 1:2.8M) OH 型 $k = 1.05$ $n = 0.29$
 (树脂直径均为 0.50 毫米).

大的差异,这与树脂功能基的碱性有密切关系:图 3a 的 a 线与图 3b 的 5、13、20 及 38 诸线系只含弱碱基的树脂,而图 3a 的 b 线及图 3b 的 33 线是同时含强碱基及弱碱基的树脂。经过叔胺化的 330 树脂(图 3b 的 38 线),其 n 值为 0.41, k 值为 0.37,前一数值接近弱碱性树脂,后一数值介于弱碱与强碱树脂之间。

离子交换反应机理比较复杂,在交换反应前溶液里的离子必须先扩散进树脂内部,因

而在反应的初期,溶液里的离子被交换吸附量,大大低于应有的数值:如图 3a 的 *a* 线及 *b* 线,在交换反应 10 分钟以后,所得实验数值才符合直线方程;图 3b 各线,在交换反应开始 5 分钟后,所得实验数值才符合直线方程。到交换反应到达平衡点后,溶液里的离子浓度即不再有所改变,也就是不再符合直线方程。

树脂粒度对交换吸附速率的影响

从图 4 知弱碱 330 的交换吸附速率受树脂粒度大小的影响,粒度小的树脂有较高的吸附速率,直径为 0.315 毫米的树脂在 60 分钟后,交换吸附量即达最大值;而直径为 0.40 毫米的,到 90 分钟后,交换吸附量才达最高值;直径为 0.6 毫米的树脂,在交换吸附的后期,因球体破裂,故所得的数值不准确,但在 90 分钟后,它的交换吸附量仍低于 0.4 毫米的树脂。

表 3 在平衡时不同粒度树脂对醋酸的交换吸附量

编 号	树脂配料比,克分子		粒 度 毫 米	醋 酸 浓 度	平衡时交换吸附量 毫克当量/克	测 定 法
	四次乙基五胺	环氧氯丙烷				
1	1	2.8 (Cl ⁻ 型)	0.315	0.0442N	3.680	连续法
2	1	2.8 (Cl ⁻ 型)	0.40	同 上	3.268	连续法
3	1	2.8 (Cl ⁻ 型)	0.63	同 上	3.818*	连续法

* 球破裂。

表 4 不同粒度树脂在不同时间对醋酸的交换吸附数据

<i>t</i> , 分	<i>t</i> 时 树 脂 吸 附 量, 毫 克 当 量/克		
	0.63 毫米	0.40 毫米	0.315 毫米
0	0.000	0.000	0.000
1	0.227	0.204	0.767
3	0.485	0.821	1.421
5	0.781	1.218	1.690
10	1.290	1.791	2.520
15	1.579	2.074	2.720
20	2.000	2.323	3.010
30	2.275	2.713	3.278
40	2.575	2.875	3.521
50	2.647	3.000	3.620
60	2.800	3.050	3.680
90	3.060	3.268	—
120	3.316	—	—
150	3.448	—	—
180	3.510	—	—
∞	3.818	3.268	3.680

粒度小的树脂有较大的表面积,这增加了树脂与溶液的接触面积,因而提高树脂对酸的交换吸附速度。

一定组成树脂对不同酸的交换吸附速率

表 5 系树脂在平衡时对不同酸的交换吸附量,此表说明弱碱 330 对盐酸的交换吸附

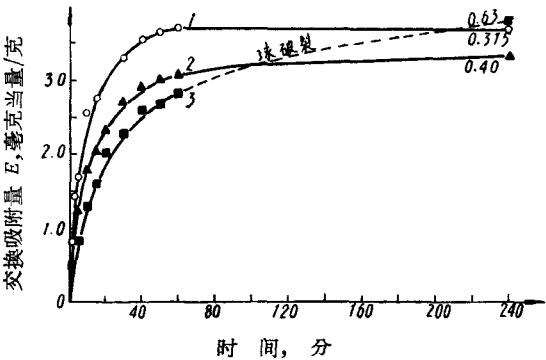


图 4 不同粒度 330 树脂对醋酸的交换吸附曲线

表 5 平衡时树脂对不同酸的交换吸附量

编 号	树脂配料比,克分子		粒 度 毫 米	酸 溶 液 0.03N	平衡时交换吸附量 毫克当量/克	测定法
	四次乙基五胺	环氧氯丙烷				
1	1	2.8 (Cl-型)	0.50	甲 酸	4.241	连续法
2	1	2.8 (Cl-型)	0.50	乙 酸	4.070	连续法
3	1	2.8 (Cl-型)	0.50	己 酸	4.895	连续法
4	1	2.8 (Cl-型)	0.50	盐 酸	6.480	连续法
5	1	2.8 (Cl-型)	0.50	3,5-二硝基苯甲酸 (乙醇-水为 1:1 的溶液)	4.040	连续法

表 6 330 树脂与酸在不同时间的交换吸附数据

t, 分	t 时 树 脂 吸 附 量, 毫 克 当 量/克				
	甲 酸	乙 酸	己 酸	盐 酸	3,5-二硝基苯甲酸
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.642	0.518	0.575	0.577	0.205
3	1.158	0.747	0.925	0.858	0.323
5	1.523	1.062	1.180	0.942	0.448
10	2.100	1.370	—	1.396	0.608
15	2.420	1.601	2.350	1.717	0.646
20	2.745	1.978	2.520	1.914	0.720
30	3.280	2.240	3.130	2.235	0.975
40	3.475	2.560	3.380	—	1.036
50	—	2.765	3.775	2.796	1.216
60	3.945	2.875	3.900	2.990	1.303
90	4.115	3.025	4.275	3.519	1.546
120	—	3.210	4.605	3.762	1.786
150	4.230	3.350	4.676	4.013	1.978
180	—	3.430	4.705	4.212	2.090
240	—	3.497	4.870	4.559	2.332
∞	4.241	4.070	4.895	6.480	4.040

量最高, 对己酸次之。表 6 与图 6 显示这树脂对甲酸的交换吸附速度最高, 己酸次之, 对盐酸较慢。从这些数值知交换吸附量与交换吸附速率似没有关系。

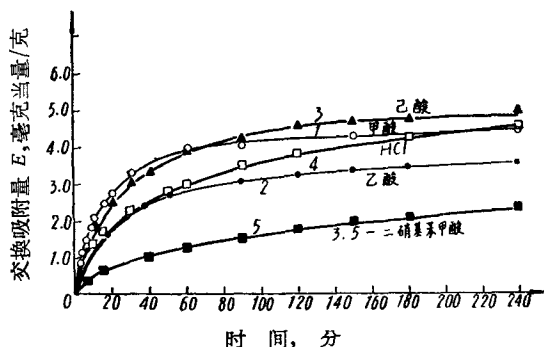


图 5 弱碱 330 对酸的交换吸附曲线

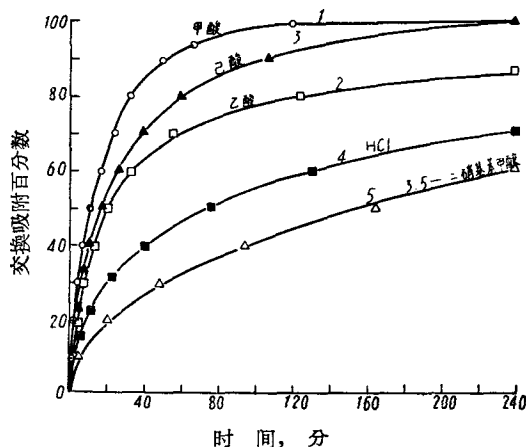


图 6 弱碱 330 对酸的交换吸附速率曲线

离子交换吸附受许多因素影响。就酸的强度来说, 盐酸应先被交换吸附, 但表 6 及图 6 的实验数值并不这样, 不悉这是否由于离子排斥原理或其他因素所引起的。以甲酸、乙酸、己酸三种酸来说, 甲酸体积最小, 己酸最大, 其交换吸附速率及吸附量应依次递降, 但实验数值并不完全这样。Давыдов^[6]认为树脂对酸的反应除“交换作用”外, 还有“吸着”作用。树脂对己酸的交换吸附量所以高于甲酸和乙酸及其交换吸附速度高于乙酸, 可能与此有关。树脂对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附作用是在不同介质(乙醇与水)里进行, 因此不能同其它酸作比较。从上述的图表数值, 知离子交换反应机理比较复杂。

弱碱 330、叔胺化 330、季铵 330 及强碱 201 的交换吸附速率

表 7 系树脂在平衡时对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附量, 此表说明季铵化 330 树脂对酸的交换吸附量最高, 330 次之, 叔胺化 330 又次之, 强碱 201 最低。图 7b 及表 8 表示强碱 201 对酸的交换速率最大, 330 树脂最慢; 而季铵化 330 在开始反应的 60 分钟前, 较叔胺化 330 速率大, 后来的速率逐渐变慢, 这似与树脂的碱性强弱及结构有关。

碱性高的树脂易于与溶液内的酸起交换吸附反应。季铵化后的 330 树脂, 强碱基虽

表 7 平衡时不同树脂对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附量

编 号	树 脂 种 类 羟 型	粒 度 毫 米	酸 溶 液 0.03N	平衡时交换吸附量 毫克当量/克	测 定 法
1	季铵化 330	0.40	3,5-二硝基苯甲酸(乙醇-水为 1:1) 的溶液	6.482	连续法
2	叔胺化 330	0.40	同 上	3.859	连续法
3	弱碱 330	0.50	同 上	4.900	连续法
4	强碱 201	0.50	同 上	2.830	连续法

表 8 强碱 201、季铵化 330、叔胺化 330 及弱碱 330 对 3,5-二硝基苯甲酸
在不同时间的交换吸附数据

t, 分	t 时 树 脂 吸 附 量, 毫 克 当 量/克			
	季铵化 330	叔胺化 330	弱 碱 330	强 碱 201
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.930	0.469	0.286	0.340
3	1.340	0.585	—	0.835
5	1.452	0.699	0.509	1.010
10	2.050	0.923	0.582	1.317
15	2.290	1.115	0.805	1.431
20	2.420	1.199	0.900	1.670
25	2.705	1.395	1.007	1.742
30	2.785	1.421	1.011	1.884
40	3.030	1.686	1.221	1.991
50	3.245	1.888	1.370	2.430
60	3.350	2.011	1.420	—
90	3.795	2.373	1.674	2.750
120	4.000	2.631	1.884	2.770
150	4.310	2.785	2.039	2.800
240	4.925	3.431	2.380	—
∞	6.482	3.859	4.900	2.830

有所增加,但由于尚有部分弱碱基,故反应速率仍慢于强碱 201。叔胺化 330 的碱性应低于未叔胺化的树脂 (Brown^[7] 认为二甲胺的碱性高于三甲胺,实与三甲胺具较高位阻有关;因而我们可以根据同样的理由,认为叔胺化后的 330 树脂应具较高的位阻及较低的碱性),故其反应速率也应较低,但实验证明相反,这可能是在引入甲基后,使树脂的结构变疏松,增加了孔隙的尺度。

弱碱 330 对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附速度

从图 8 知用缩合剂^[2]合成的 330 树脂,对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附速度大于用一般方法所合成的,用甲醛代替部分环氧氯丙烷得到的 330 树脂^[2],其交换吸附速率约与表 2 第一号树脂相接近,而用两次加料法所合成的 330 树脂*其交换吸附速率远远小于由

* 这树脂的合成与性能测定工作未发表。

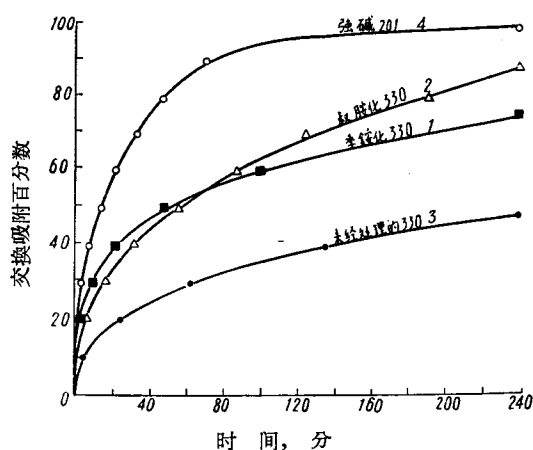
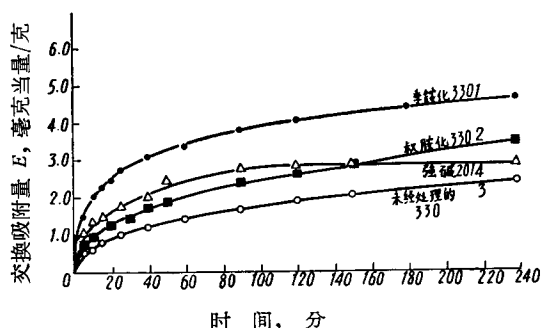


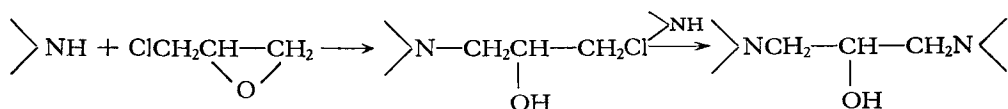
图 7b 季铵化、叔胺化 330 树脂对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附速率曲线

表9 弱碱 330 对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附量

编 号	树 脂 配 料 比, 克 分 子			粒 度 毫 米	酸 溶 液	反应四小时后 交 换 吸 附 量 Cl ⁻ 型树脂	测定法
	四 次 乙 基 五 胺	环 氧 氯 丙 烷	缩 合 剂				
1	1	3.0	3(KOH)	0.50	3,5-二硝基苯甲酸0.03N (乙醇-水为1:1的溶液)	5.069 (3 小时)	连续法
2	1	3.0	3(NH ₄ OH)	0.50	同 上	5.550 (4 小时)	连续法
3	1	2.5	0.5(HCHO)	0.50	同 上	3.159 (4 小时)	连续法
4	1	3.0	0(两次加料法)	0.50	同 上	0.785 (4 小时)	连续法

一般方法所合成的(见表10),这可能与树脂的交联度及规整性有关。

环氧氯丙烷与四次乙基五胺反应, 首先系环氧基与氨基上的氢作用, 然后消除氯化氢, 最后得到体型结构的缩聚物:



在反应体系中如存在氢氧化钾或氨水,环氧氯丙烷除有上述反应外,尚可能与水作用开环

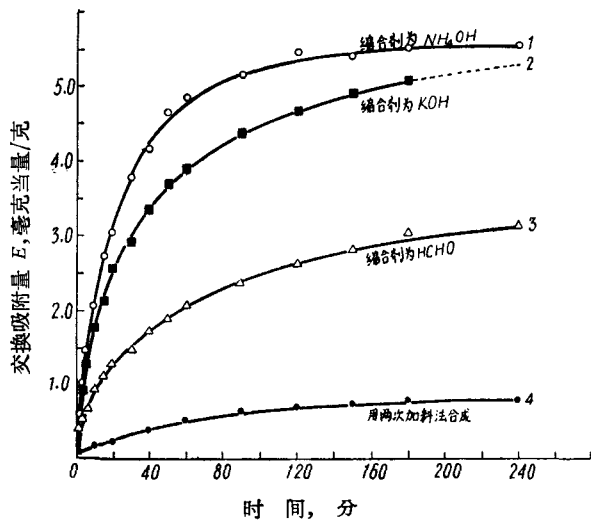


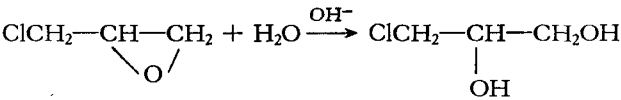
图 8 弱碱 330 树脂对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附

表 10 弱碱 330 在不同时间对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附速度

树脂编号 吸附值 毫克当量/克 t, 分	1*	2*	3*	4*
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.592	0.598	0.398	0.086
3	0.933	1.013	0.520	—
5	1.285	1.458	0.713	0.080
10	1.764	2.046	0.928	0.161
15	2.137	2.715	1.111	0.188
20	2.506	3.040	1.282	0.234
30	2.930	3.770	1.478	0.285
40	3.360	4.160	1.705	0.364
50	3.687	4.640	1.901	0.431
60	3.887	4.840	2.082	0.528
90	4.381	5.140	2.363	0.638
120	4.667	5.450	2.627	0.690
150	4.919	5.400	2.800	0.724
180	5.069	5.530	3.053	0.772
240	—	5.550	3.159	0.785

* 与表 9 编号同。

成为二元醇：



这会减低缩聚物的分子量及减少树脂的交联度。所以由这法得到的树脂比重小、含水量高而且交换速度快。

用两次加料法所合成的树脂,机械强度较用一般方法所合成的大约大 4—5 倍,溶胀度低、比重大。这可能与树脂的交联度与规整性有关(四次乙基五胺与环氧氯丙烷的克分子比与一般的树脂同,所不同的是在合成时控制反应条件,使分子内有较高的规整性)。

在不同时间从溶液内取样分析是研究反应速率最常用的方法,这法也已广泛应用到树脂的交换反应上。但由于离子交换反应是非均相反应,而溶液中的反应是均相反应。故用“连续取样法”研究树脂交换反应速率是否合适,似尚难于确定,因而试用“分批法”以比较“连续取样法”所得数据是否一致。从图 9 的曲线看,知在 0.03N 酸溶液里,两个方法所得的结果基本上是一致的。

表 11 弱碱 330 对 0.0321N 盐酸的交换吸附量

t, 分		0	5	10	20	30	40	60	90	120	180	240
吸 附 量 毫克当量/克	连 续 法	0	0.81	1.14	1.48	1.61	1.85	2.20	2.44	2.73	3.01	3.41
	分 批 法	0	0.79	1.09	1.36	1.60	1.84	2.24	2.46	2.60	3.00	3.28

从实验方法上考虑,最初以为分批法会较连续法可得到更准确的实验数值,因前法每做一实验得到一个交换吸附值,取样时不须停止搅拌,同时溶液浓度及树脂用量是实在的数值,而后者每做一实验,因数次取样分析,故需停止搅拌数次,使反应不能连续进行,同时溶液的浓度及树脂用量只是近似值。但是实验结果(在我们所用的溶液浓度范围内)显示出分批法与连续法所得的数值(图 9),基本上是一致的。

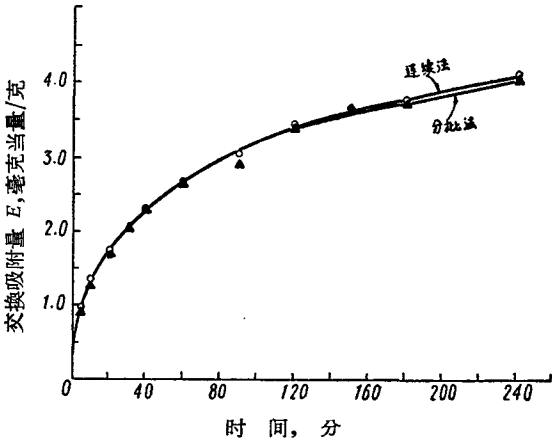


图 9 用“分批法”和“连续取样法”测定弱碱 330 对 0.0321N 盐酸的交换吸附曲线

摘 要

本工作测定了四次乙基五胺-环氧氯丙烷阴离子交换树脂对酸的交换吸附速率,包括:

- 1. 用不同配料比合成的树脂,对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附;
- 2. 用一定配料比不同粒度的 330 对乙酸的交换吸附;
- 3. 用一定配料比的 330 对数种酸(甲酸、乙酸、己酸、盐酸及 3,5-二硝基苯甲酸)的交

換吸附;

4. 弱碱 330、叔胺化 330、季铵化 330 及強碱 201 对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附;
5. 数种弱碱 330 对 3,5-二硝基苯甲酸的交换吸附.

本文还比较了两种测试交换吸附速度的方法: 连续取样法及分批法. 实验表明, 当被交换吸附的酸浓度若维持在 0.032N 左右时两种方法所得到的曲线基本上是一致的.

参 考 文 献

- [1] 何炳林、孙君坦、马柱兰、乌爱圣、张心和、萧绪玲、田英奎、杨松林, 高分子通讯 **3**, 183(1959).
- [2] 何炳林、孙君坦等, 南开大学学报 **5**, 第 3 期, 105(1964).
- [3] Ю. А. Толмачева, А. Т. Давыдов, Ж. физ. хим. **36**, 2653 (1962).
- [4] I. E. Akeroyd, G. Broughton, J. Phys. Chem. **42**, 343 (1938).
- [5] 蘆田包義, 高分子化学(日本) **17**, 44(1960).
- [6] А. Т. Давыдов, Т. М. Лисовина, Ж. физ. хим. **36**, 1993 (1962).
- [7] H. C. Brown, J. Am. Chem. Soc. **67**, 374 (1945).

THE DETERMINATION OF EXCHANGE VELOCITY OF ANION EXCHANGE RESINS MADE BY THE CONDENSATION OF TETRAETHYLENE PENTAMINE AND EPICHLOROHYDRIN

HO PING-LUM, CHANG SIN-WOO, WANG CHIA-SHING AND LIN SHAO-YEN

(Department of Chemistry, Nankai University)

ABSTRACT

The exchange velocities of some anion exchange resins were determined. It includes the following:

(1) 3,5-Dinitrobenzoic acid was adsorbed by the exchanger made by the condensation of one mole of tetraethylene pentamine and different amounts (2.5—3.0 moles) of epichlorohydrin;

(2) Acetic acid was adsorbed by the exchanger of different particle size (0.315—0.630 mm);

(3) Different acids such as formic, acetic, caproic, hydrochloric, and 3,5-dinitrobenzoic acid were adsorbed by the exchangers;

(4) 3,5-Dinitrobenzoic acid was adsorbed by the exchangers of tetraethylene pentamine-epichlorohydrin and its alkylated and quaternized products;

(5) 3,5-Dinitrobenzoic acid was adsorbed by several modified resins of tetraethylene pentamine-epichlorohydrin.

Two different methods (the limited batch method and the batch method) were used to determine the exchange velocity of the anion exchange resins, the results showed that the exchange rates were identical when the concentration of the hydrochloric acid was maintained at about 0.032 N.