

离子交换树脂应用手册

钱庭宝 刘维琳 编

南开大学出版社

**LIZI
JIAOHUAN
SHUZH
YINGYONG
SHOUC**

离子交换树脂应用手册

钱庭宝 编
刘维林

南开大学出版社

内 容 简 介

离子交换树脂(包括吸附树脂)的应用遍及国民经济各部门。在电力、电子、化工、原子能、冶金、医药、食品、环境保护、分析、科研等方面的应用已广为人知,新的应用如雨后春笋。各工矿企业、医院、学校、科研单位和商业外贸部门迫切需要一部这方面的应用手册。

本手册收集国内外树脂牌号2400种(截至1986年上半年的公开报道),按生产厂家、性能、应用和结构分类列表。资料来源可靠、广泛,数据新,尽可能齐全。附有离子交换膜、纤维等新型产品数据、国内外树脂牌号对照、生产厂名录和大量参考文献。手册前部对树脂作了简要概述,指导查阅。

离子交换树脂应用手册

钱庭宝 刘维琳 编

南开大学出版社出版
(天津八里台南开大学校内)
新华书店天津发行所发行
天津牛家牌印刷厂印刷

1989年2月第1版 1989年2月第1次印刷
开本: 850×1168 1/32 印张: 24.75 插页2
字数: 619千 印数: 1—8,000
ISBN7-310-00004-8/Q·2 定价: 10.00元

前 言

离子交换树脂（包括吸附树脂）应用范围很广，牌号繁杂。为工作方便，参考国内外厂商产品说明书、化学文摘、各种大百科全书及陈洪彬编写、晨光化工研究院印的《国内外离子交换树脂产品汇编》等，编写出本手册。

我国曾公布过标准命名法则，但未见严格执行；国外生产厂商都自定商标牌号，自成体系；苏联一直使用统一牌号，但不标示生产单位，不易看出特点标志；国际上曾倡议拟订统一标准命名法则，迄今未见公布。

我国现有生产厂三十多家，年产量约2万多吨，国外约有卅多家，年总产量约20万吨，到2000年估计产量约50万吨。生产厂家不断新建、归并、重组，生产工艺很少公开，新牌号不断出现，标志繁杂，不易理解，收集也很难齐全。本手册列出牌号²400种，基本上包括了1986年上半年以前，国内外公开报道的所有品种。所列数据，由于出处不同，难免有所出入，单位也难以换算；产品英文标志按字顺编列，俄文排在后面，其它文种一般译为英文，个别牌号虽有文献报道，但性能数据尚不齐全，姑且列出注上CA的登记号供参考。离子交换膜仅收集了国外少数产品。离子交换纤维只列出了少数国外产品。

编者水平有限，谬误、缺点很多，望批评指正。

编 者

1986年10月

总 目 录

1. 概述	(1)
1.1 树脂的基本类型 (4)	
1.2 树脂应用原理 (33)	
1.3 分类 (44)	
1.4 离子交换树脂品种的演进 (54)	
2. 国产树脂	(76)
2.1 南开大学化工厂树脂牌号性能表 (79)	
2.2 晨光化工研究院树脂牌号性能表 (82)	
2.3 上海树脂厂树脂牌号性能表 (85)	
2.4 南京树脂厂树脂牌号性能表 (89)	
2.5 电力部西安电力树脂厂树脂牌号性能表 (90)	
2.6 沈阳有机化工厂树脂牌号性能表 (93)	
2.7 争光化工厂树脂牌号性能表 (96)	
2.8 宜宾化工厂树脂牌号性能表 (99)	
2.9 华北制药厂 (石家庄) 树脂牌号性能表 (102)	
2.10 丹东化工厂树脂牌号性能表 (103)	
2.11 天津试剂二厂树脂牌号性能表 (104)	
2.12 张店化工厂树脂牌号性能表 (106)	
2.13 其它厂家 (108)	
3. 国外树脂	(119)
3.1 Allassion树脂牌号性能表 (120)	
3.2 美国Rohm & Haas公司生产的树脂 (122)	
3.3 Anex树脂牌号性能表 (162)	

- 3.4 Asmit树脂牌号性能表 (164)
- 3.5 Bio-Rad树脂牌号性能表 (165)
- 3.6 日本Diaion树脂 (170)
- 3.7 神胶树脂牌号性能表 (186)
- 3.8 Toyo soda, Tokyo树脂牌号性能表 (186)
- 3.9 Dowex 树脂 (187)
- 3.10 Duolite树脂 (200)
- 3.11 Imac树脂牌号性能表 (232)
- 3.12 Ionac树脂 (238)
- 3.13 Ionenaustauscher 树脂牌号性能表 (256)
- 3.14 意大利Kastel树脂 (257)
- 3.15 联邦德国 Lewatit 树脂 (262)
- 3.16 Mukion树脂牌号性能表 (291)
- 3.17 捷克 Ostion 树脂牌号性能表 (292)
- 3.18 Permutit树脂 (294)
- 3.19 Relite树脂牌号性能表 (305)
- 3.20 Varion树脂牌号性能表 (307)
- 3.21 民主德国Wofatit树脂 (311)
- 3.22 Zerolite树脂 (325)
- 3.23 苏联树脂 (333)
- 3.24 增补树脂牌号性能表 (324)
- 4. 树脂应用分类.....(400)
 - 4.1 高纯树脂 (400)
 - 4.2 保护柱用树脂 (403)
 - 4.3 双层床用树脂 (403)
 - 4.4 移动床用树脂 (405)
 - 4.5 混合床用树脂 (409)
 - 4.6 惰性树脂 (420)

- 4.7 高流速用树脂 (421)
- 4.8 高强度树脂 (425)
- 4.9 耐氧化树脂 (429)
- 4.10 抗污染树脂 (432)
- 4.11 抗冻树脂 (446)
- 4.12 大颗粒树脂 (448)
- 4.13 粉状树脂 (453)
- 4.14 液态树脂 (458)
- 4.15 浸渍树脂 (SIR) (469)
- 4.16 带指示剂树脂 (474)
- 4.17 催化反应用树脂 (477)
- 4.18 核级树脂 (485)
- 4.19 食品、医药专用树脂 (500)
- 4.20 即用树脂 (508)
- 4.21 色谱用树脂 (514)
- 4.22 吸附树脂 (574)
- 4.23 其它应用的树脂 (611)
- 5. 树脂结构分类**.....(626)
 - 5.1 等孔树脂 (626)
 - 5.2 第二代大孔树脂 (631)
 - 5.3 非二乙烯苯交联树脂 (631)
 - 5.4 丙烯酰胺树脂 (642)
 - 5.5 吡啶树脂 (650)
 - 5.6 两性树脂 (660)
 - 5.7 螯合树脂 (662)
 - 5.8 磷酸树脂 (680)
 - 5.9 氧化还原树脂 (690)
 - 5.10 近似结构树脂牌号对照表 (698)

6. 附录.....(708)

- I 树脂结构代号 (708)
- Ⅰ 国外离子交换膜牌号性能表 (710)
- Ⅱ 国外离子交换纤维牌号性能表 (720)
- Ⅳ 各国标准筛目数与网孔直径对照表 (721)
- V 单位换算表 (724)
- Ⅵ 国内外树脂牌号对照表 (728)
- Ⅶ 树脂生产厂名录 (740)
- Ⅷ 参考文献 (745)

概 述

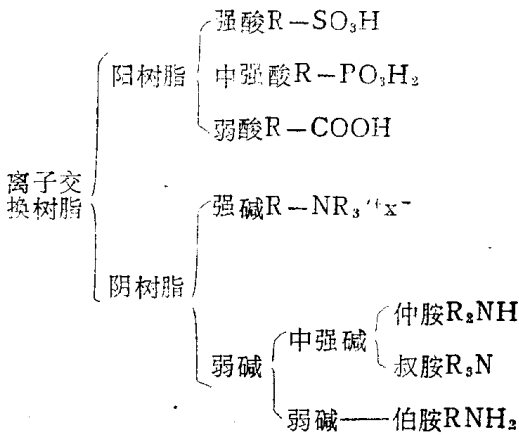
目 录

1.1 树脂的基本类型	(4)
1.1.1 强酸阳离子交换树脂 (强酸树脂)	(4)
1.1.1.1 制备	(4)
1.1.1.2 性能	(5)
1.1.1.2.1 选择性	(5)
1.1.1.2.2 交换量	(9)
1.1.1.2.3 理化性能	(9)
1.1.2 中强酸阳离子交换树脂 (磷酸树脂)	(12)
1.1.2.1 制备	(12)
1.1.2.2 性能	(13)
1.1.2.2.1 电离 (pK)	(13)
1.1.2.2.2 选择性 (pKb)	(13)
1.1.3 弱酸性阳离子交换树脂 (弱酸树脂)	(15)
1.1.3.1 制造	(15)
1.1.3.2 性能	(21)
1.1.3.2.1 交换量	(21)
1.1.3.2.2 再生效率	(21)
1.1.3.2.3 交换速度、稳定性	(21)
1.1.3.2.4 选择性	(21)
1.1.3.2.5 外观	(22)
1.1.4 强碱性阴离子交换树脂 (强碱树脂)	(22)
1.1.4.1 制备	(22)

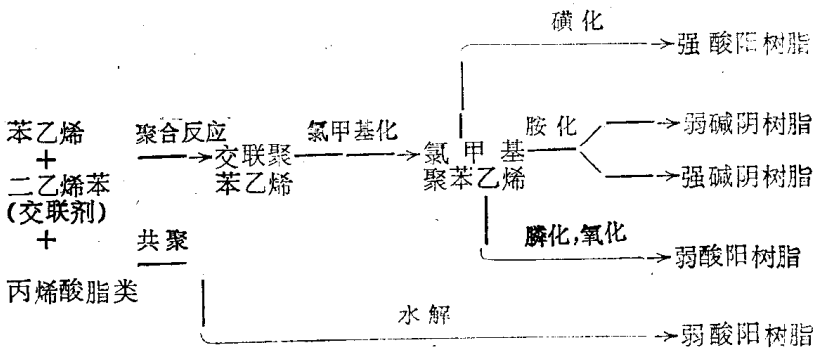
1.1.4.2 性能	(22)
1.1.4.2.1 I型与II型碱性比较	(23)
1.1.4.2.2 稳定性	(23)
1.1.4.2.3 再生效率、交换量	(23)
1.1.4.2.4 选择性	(26)
1.1.5 弱碱性阴离子交换树脂 (弱碱树脂)	(28)
1.1.5.1 制备	(28)
1.1.5.2 性能	(31)
1.1.5.2.1 交换量	(31)
1.1.5.2.2 选择性	(31)
1.1.5.2.3 抗污染、再生效率	(31)
1.2 树脂应用原理	(33)
1.2.1 基本原理	(33)
1.2.1.1 离子交换的原理	(35)
1.2.1.2 色谱分离的原理	(39)
1.2.2 典型反应	(40)
1.2.3 树脂的循环使用	(42)
1.3 分类	(44)
1.4 离子交换树脂品种的演进	(54)
1.4.1 大孔树脂的基本特点	(55)
1.4.1.1 孔结构	(55)
1.4.1.2 表面积	(56)
1.4.1.3 交换速度	(60)
1.4.1.4 应用范围	(61)
1.4.1.5 稳定性	(61)
1.4.1.6 流动性	(64)
1.4.1.7 选择性	(64)
1.4.1.8 功能基反应	(65)
1.4.1.9 大孔与凝胶树脂在应用上的差别	(66)
1.4.2 等孔树脂	(67)
1.4.3 第二代大孔树脂	(69)

1 概 述

离子交换树脂是树脂生产中一个活跃的品种，世界多数国家都有厂家生产，年产量约二十万吨，我国生产厂约三十多家，年产量约二万多吨。人类最早是利用沸石等天然产物净水，后来使用缩聚物，本世纪五十年代以来主要是用以二乙烯苯交联的聚苯乙烯为骨架的共聚物，只有弱酸树脂是由交联的丙烯酸类制成的。习惯上，树脂主要是按功能基的特性分为以下类型：



制备方法概括如下：



1.1 树脂的基本类型

树脂一般按功能基分为以下类型。

1.1.1 强酸阳离子交换树脂（强酸树脂）

1.1.1.1 制备

由苯乙烯与二乙烯苯经悬浮共聚，再进行磺化而制成，其反应过程如图1.1。

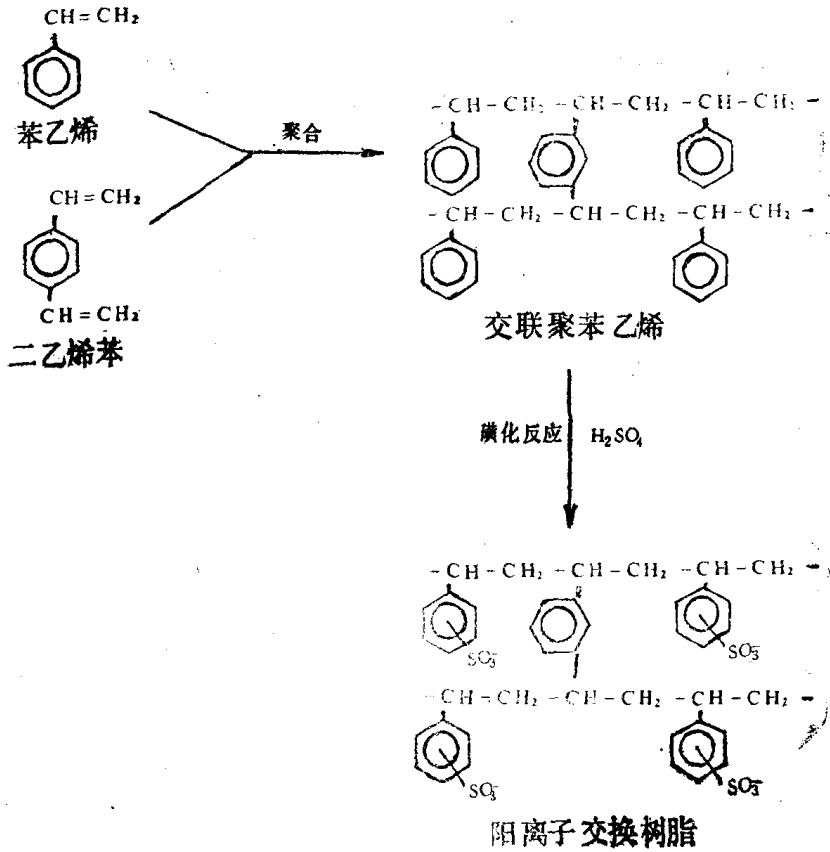
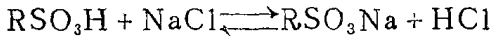


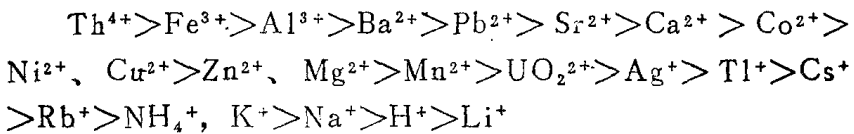
图1.1 磺酸型强酸阳离子交换树脂的制备反应过程

1.1.1.2 性能

1.1.1.2.1 选择性 这种树脂的功能基相当于硫酸的半个 $[\text{SO}_2\text{OH}]$ $\text{p}K = 1 \sim 2$, 其交换反应如下:



在稀溶液中, 对金属离子的选择性顺序为:



另一些资料报道：

$La^{3+} > Ce^{3+} > Pr^{3+} > Nd^{3+} > Sm^{3+} > Eu^{3+} > Y^{3+} > Sc^{3+} >$
 $Al^{3+} > Ba^{2+} > Pb^{2+} > Sr^{2+} > Ca^{2+} > Ni^{2+} > Cd^{2+} > Cu^{2+} > Co^{2+} >$
 $Zn^{2+} > Mg^{2+} > Mn^{2+} > Tl^{+} > Ag^{+} > Cs^{+} > Rb^{+} > K^{+} > NH_4^{+} >$
 $Na^{+} > H^{+} > Li^{+}$

功能基的酸性相当于硫酸。强酸树脂类似于固体硫酸，吸水能力很强，可与水中各种离子进行交换，功能基在交换完全以后，用过量（约180%）的稀酸即可再生，恢复使用。

在稀溶液中的交换顺序是 $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^{+}$ ，故常以树脂所带的 Na^{+} 交换水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ，普遍用于软化硬水，去除水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等，避免锅炉结垢。这类树脂的选择性见图 1.2、1.3，表 1.1、1.2、1.3。

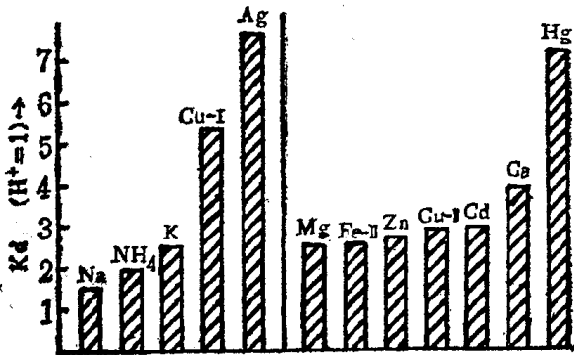


图 1.2 阳离子交换剂的选择性(聚苯乙烯磺酸, 8%二乙烯苯)

表 1.1 聚苯乙烯磺酸树脂 (Duolite C₂₀) 的交联度与选择性 (K_M^H) 关系

离子	交 联 度				离子	交 联 度			
	×4	×8	×12	×16		×4	×8	×12	×16
Li^{+}	0.90	0.85	0.81	0.74	Co^{2+}	2.65	2.8	2.9	3.05
H^{+}	1.00	1.00	1.00	1.00	Cu^{2+}	2.7	2.9	3.1	3.6

续表

Na ⁺	1.3	1.5	1.7	1.9	Cd ²⁺	2.8	2.95	3.3	3.95
NH ₄ ⁺	1.6	1.95	2.3	2.5	Ni ²⁺	2.85	3.0	3.1	3.25
Mn ²⁺	2.2	2.35	2.5	2.7	Ca ²⁺	3.4	3.9	4.6	5.8
K ⁺	1.75	2.5	3.05	3.35	Sr ²⁺	3.85	4.95	6.26	8.1
Mg ²⁺	2.4	2.5	2.6	2.8	Cu ²⁺	3.2	5.3	9.5	14.5
Fe ²⁺	2.4	2.55	2.7	2.9	Hg ²⁺	5.1	7.2	9.7	14
Rb ⁺	1.9	2.6	3.1	3.4	Pb ²⁺	5.4	7.5	10.1	14.5
Cs ⁺	2.0	2.7	3.2	3.45	Ag ⁺	6.0	7.6	12.0	17
Zn ²⁺	2.6	"	2.8	3.0	Ba ²⁺	6.15	8.7	11.6	16.5

参考文献: Duolite Ion-exchange, Manual, Redwood City, Diamond Alkali Co 1960, p.21.

选择性(Kd)

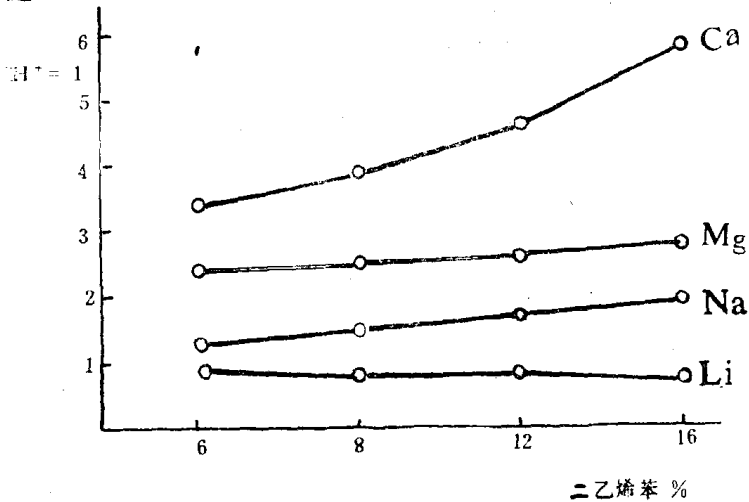


图1.3 不同含量二乙烯苯交联的阳离子交换剂的选择性(聚苯乙烯磺酸树脂)

表1.2 磺化酚醛树脂的选择性 (K_H^M)

离子	K_H^M	离子	K_H^M
Li ⁺	0.85	Rb ⁺	3.62
H ⁺	1.00	Cs ⁺	5.11
Na ⁺	1.43	Ag ⁺	6.81
NH ⁺	2.13	Ti ⁺	27.0
K ⁺	2.24		

参考文献: Kressman T·R·E., Kitchener J·A., J. Chem. Soc., 1949, No 5, p. 1190~1201.

表1.3 EDTA螯合树脂 (Dowex_{A-1}) 与强酸树脂 ($\text{Dowex}_{50 \times 8}$) 选择性 (K_{Ca}^M) 比较

离子	Dowex		离子	Dowex	
	A-1	50×8		A-1	50×8
Mg ²⁺	0.7	0.64	Co ²⁺	47	0.73
Ca ²⁺	1.0	1.00	Zn ²⁺	77	0.67
Sr ²⁺	1.0	1.26	Pb ²⁺	300	1.92
Ba ²⁺	1.2	2.23	Ni ²⁺	340	0.76
Mn ²⁺	1.8	0.79	UO ³⁺	440	0.48
Fe ²⁺	10		Cu ²⁺	1×10 ⁴	0.75
Cd ²⁺	30	0.75	Hg ²⁺	8×10 ⁴	

树脂的选择性随交联度及树脂的离子成分, 亦即交换进行的

程度而改变，如图1.4。

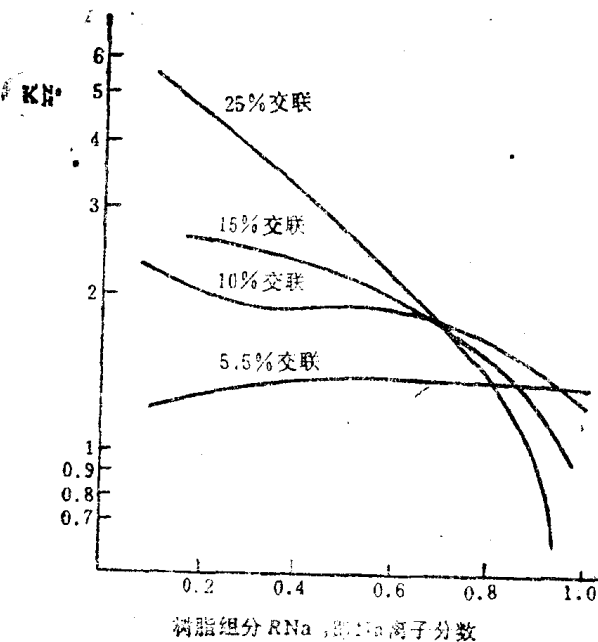


图1.4 选择系数随树脂的离子成分及交联度而变：Na—H交换
Reichenberg等人J. Chem. Soc. (1951), 493。

上表及图说明树脂的选择性随交联度的增大而升高，但随树脂交换转化率的增大而迅速地降低，而低交联树脂则变化不大。

1.1.1.2.2 交换量 $\begin{matrix} \text{CH}_2- \\ | \\ \text{HC}-\langle \bigcirc \rangle \text{SO}_3\text{H} \end{matrix}$ 磺化苯乙烯

链节单元的分子量为184.2，按每个苯环上带一个功能基的理论交换量为5.43毫克当量/克。工业产品为4.5~5.0，在水中的体积交换量约为2毫克当量/毫升。

1.1.1.2.3 理化性能 一般不溶于酸、碱及有机溶剂，对弱氧化剂稳定，可在任一pH下工作，H⁺型可耐105℃，Na⁺型可耐120~130℃。吸水能力强，一般产品带有50~60%的水。凝胶