

全自动软水器设计指导手册

目录

一、总述

- 1、锅炉水处理监督管理规则
- 2、离子交换树脂内部结构
- 3、钠离子交换软化原理及特性
- 4、水质分析测试内容
 - 4 PH值(Potential of Hydrogen)
 - 4 总溶解固体(TDS --TOTAL DISSOLVED SOLIDS)
 - 4 铁含量(IRON)
 - 4 锰
 - 4 硬度值(HARDNESS)
 - 4 碱度
 - 4 克分子(mol)
 - 4 当量
 - 4 克当量
 - 4 硬度单位
 - 4 我国江河湖泊水质组成

二、全自动软水器

三、影响软水器交换容量的因素

- 1、流速(gpm/ft, m/h)
- 2、水与树脂的接触时间:(gpm/ft³)
- 3、树脂层的高度
- 4、进水含盐量
- 5、温度
- 6、再生剂质量(NaCl)
- 7、再生液流量
- 8、再生液浓度
- 9、再生剂用量
- 10、树脂

四、自动软水器设计

- 1、软水器设备应遵循的标准
- 2、全自动软水器主要参数计算
 - 4 反洗流速的计算

4 系统压降计算

3、软水器设计计算步骤

计算示例

www.ccdpy.com

一、总述

1、锅炉水处理监督管理规则

第三条 锅炉及水处理设备的设计、制造、检验、修理、改造的单位，锅炉及水处理药剂、树脂的生产单位，锅炉房设计单位，锅炉水质监测单位、锅炉水处理技术服务单位及锅炉清洗单位必须认真执行本规则。

第九条 锅炉水处理是保证锅炉安全经济运行的重要措施，不应以化学清洗代替正常的水处理工作。

第十条 生产锅炉水处理设备药剂和树脂的单位须取得省级以上(含省级)安全监察结构注册登记后，才能生产。

第十一条 未经注册登记的锅炉水处理设备、药剂和树脂，不得生产、销售、安装和使用。

第十四条 锅炉水处理设备出厂时，至少应提供下列资料：

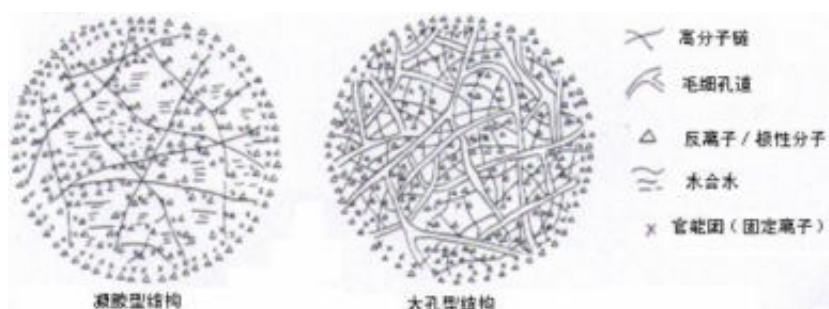
- 1.水处理设备图样(总图、管道系统图等)；
- 2.设计计算书；
- 3.产品质量证明书；
- 4.设备安装、使用说明书；
- 5.注册登记证书复印件。

第三十六条 对违反本规则的单位和个人，有下列情况之一者，安全监察机构有权给予通报批评、限期改进，暂扣直至吊销资格(对持证单位和个人)的处理。

2、离子交换树脂内部结构

离子交换树脂的内部结构可以分为三个部分：

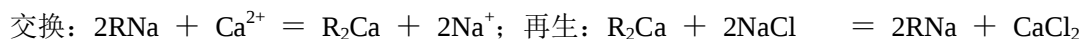
- 1) 高分子骨架：由交联的高分子聚合物组成如交联的聚苯乙烯聚丙烯酸等。
- 2) 离子交换基团：它连在高分子骨架上，带有可交换的离子(称为反离子)的离子官能团[如 $-\text{SO}_3\text{Na}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{Cl}$]等，或带有极性的非离子型官能团[如 $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{N}(\text{CH}_3)\text{H}$ 等]。
- 3) 孔：它是在干态和湿态的离子交换树脂中都存在的高分子结构中的孔(凝胶孔)和高分子结构之间的孔(毛细孔)。离子交换树脂的内部结构如下图中的左图所示，离子交换基团的结构如下图的右图所示。



顺流再生：交换流速20-30m/h，反洗流速12~15m/h，吸盐流速4-6m/h（逆1.4-2m/h）

3、钠离子交换软化原理及特性

钠离子交换软化处理的原理是：原水通过钠型阳离子交换树脂，使水中的硬度成份 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与树脂中的 Na^+ 相交换从而吸附水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 使水得到软化。如以 RNa 代表钠型树脂，其交换、再生过程如下：



除去水中的硬度，碱度不变，TDS 变化不大，氯根有所增加。

4、水质分析测试内容

主要包括：PH，TDS，总硬度和铁含量及类型。

4 PH值(Potential of Hydrogen)

PH 是氢离子浓度的负对数，表示溶液是酸性还是碱性。PH 以 0 到 14 的尺标度量，以 7.0 为中点或中和点。

PH 值尺标：

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
酸性					中性				碱性					

观察上面坐标，我们可得出结论：6.0 比中性仅“酸性略强”，但考虑到上面的科学定义，PH 每下降一个整数，溶液的酸度增加 10 倍。因此 PH4.0 的酸性是 PH7.0 的 1000 倍；反之，PH10.0 的碱性是 PH7.0 的 1000 倍。

4 总溶解固体(TDS --TOTAL DISSOLVED SOLIDS)

溶解于水中的所有矿物质总体称作总溶解固体(TDS)。TDS 可通过加各种阳离子或各种阴离子求得(阳离子和阴离子配对数)。

例如：

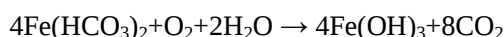
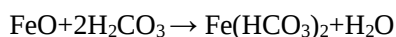
钙=21GPG(359.1mg/l)	氯=16GPG(237.6mg/l)
镁=9GPG(153.9mg/l)	硫酸根=4GPG(68.4mg/l)
钠=13GPG(222.3mg/l)	碳酸根=23GPG(393.3mg/l)
总阳离子=43GPG(735.3mg/l)	总阴离子=43GPG(735.3mg/l)

总溶解固体(TDS)=43GPG(735.3mg/l) 注意：TDS，总阳离子数和总阴离子数必须相等。溶解固体总量的 90% 以上是以下六种矿物质：阳离子： Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， Na^+ ；阴离子： Cl^- ， SO_4^{2-} ， CO_3^{2-}

注： Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 是两种硬性矿物质的主要离子。GPG：格令/加仑。

4 铁含量(IRON)

铁占地壳的 5%，也是最常见的水问题之一。当铁暴露于空气、氯气中或受热时，从相对无害的二价状态转变到令人讨厌的三价状态：



当铁与某些嗜铁细菌一起存在时，问题变得更为严重，细菌消耗铁以维持生命，最终死亡，

留下淤渣可堵塞水管和阀门。

三种主要嗜铁细菌：

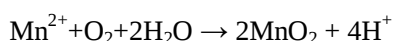
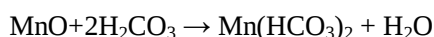
Gallionella (盖氏铁柄杆菌属)

Crenothrix (铁细菌属)

Leptothrix (汗毛菌属)

4 锰

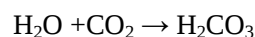
锰是一种稀有的金属，它的化学、物理性能均与铁非常相似。锰通过与铁类似的反应进入水中，并以类似的方式被氧化：



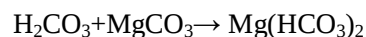
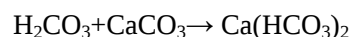
二氧化锰(MnO_2)在低达 0.05PPM(0.05mg/L)的水平上就会引起黑色污垢。情况既然如此，可以想象2PPM(2mg/L)的浓度将会怎样。

4 硬度值(HARDNESS)

- 1) 水在大气中凝聚，溶解空气中的二氧化碳，形成弱酸。



- 2) 该酸随雨落地，流过土壤到达岩床，溶解石灰、中和，同时变硬。



- 3) 钙，镁形成硬性水垢。

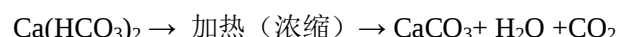
CaCl_2 氯化钙

MgCl_2 氯化镁

CaSO_4 硫酸钙

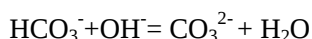
MgSO_4 硫酸镁

- 4) 硬性物质引起的问题是多重，最常见的是硬垢，反应水“硬化”现象的方程式如下：



4 碱度

水的碱度是指水中能够接 H^+ 离子与强酸进行中和反应的物质含量。碱度是表示水中 CO_3^{2-} ， HCO_3^- ， OH^- 及其它一些弱酸盐类的总和。在水中碳酸氢盐与氢氧化物不能同时存在：



因此，水中的碱度以五种形式存在：

1) HCO_3^-

2) CO_3^{2-}

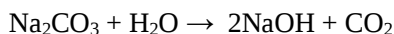
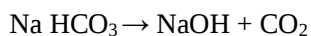
3) OH^-

4) $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$

5) $\text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^-$

碱度对锅炉运行影响

碱度对锅炉的腐蚀，主要是苛性脆化腐蚀，是由水中 NaOH 造成。苛性脆化腐蚀会使金属晶粒间发生裂纹。其后果轻者使锅炉不能使用，重者发生锅炉爆炸，造成严重后果。



4 克分子(mol)

定义：一定重量的物质，在数值上等于他的分子量，单位用克表示。这个量就称为一个克分子。
如水的分子量为18，而18 克水就是1 克分子水。

1 克分子的水含有的分子数为： 6.02×10^{23}

国际上规定：物质体系所包含的结构粒子(如原子、分子、离子、电子、光子等)数目与12 克碳(C^{12})中的原子数目相等，则这体系的量为摩尔，符号 mol。

4 当量

定义：当量表示元素相互化合时它们之间的重量关系。各种元素相互化合时，其重量比等于他们的当量比。元素的当量=原子量/化合价，化合物的当量=化合物的分子量/正(或负)价总数。

如：钙的当量=原子量/化合价

$$=40.078/2=20.039$$

4 克当量

定义：一定量的物质在数值上等于它的当量，单位以克表示，这个量就称为该物质的1 个克当量。

如：钙的当量为20.039，而20.039 克的钙就等于1 克当量。

4 硬度单位

1 升水中含有的钙、镁离子的总毫克分子数(mmol/L)。

1 升水中含有的钙、镁离子的总毫克当量数(meq/L)。

1 升水中含有的1/2 钙、1/2 镁离子的总毫克分子数。

即：以氢离子为基本单位的物质的量浓度(氢摩尔浓度)。

(在数值上1/2钙、1/2镁离子的总毫克分子数等于钙、镁离子的总毫克当量数)

以 CaCO_3 摩尔质量来表示的1 升水中含有钙、镁离子的摩尔总数。表示方法为 ppm(以 CaCO_3 计)

如： CaCO_3 的分子量为100 其可接受或提供1mol H^+ 的摩尔质量为50。硬度为2H⁺mmol/L 浓度，可表示为2×50=100ppm(以 CaCO_3 计)

例：水质分析结果为 $\text{Ca}^{2+}=42.4\text{mg/L}$ ， $\text{Mg}^{2+}=25.5\text{mg/L}$

用上面 4 种方式表示其硬度

$$(1) 42.4/40.07+25.5/24.3=1.058+1.049=2.107\text{mmol/L}$$

$$(2) 42.4/20.03+25.5/12.15=4.22\text{meq/L}$$

$$(3) 4.22\text{mmol/L}(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+} + \frac{1}{2}\text{Mg}^{2+})$$

$$(4) 4.22 \times 50=211\text{ppm}(\text{以}\text{CaCO}_3\text{ 计})$$

1 升水中含有的钙、镁离子总量等于 17.1ppm(以 CaCO_3 计) 定义为一个格令/加仑(gr/gallon)。(1GPG=17.1mg/L。)

4 Cv 和 Kv 是什么?

Cv 是温度为60 华氏度时, 流体通过一阀门时压力损失1psi 状态下的流量(单位为gpm)。

Kv 是温度为 20 摄氏度时, 流体通过一阀门时压力损失 1Bar 状态下的流量(单位为 m³/hr)。

以上系数所涵盖的系统不受气蚀的影响。

数据来源为: 在实验室状态下, 在不同的流量情况下进行多次实验获得, 同时记录下不同流量下的压力损失。

Cv 和Kv 的相互转换: $Cv = 1.16 Kv$ $Kv = 0.853 Cv$

主要用作计算阀门在不同流量状态下的压力损失。

$$DP = \left(\frac{gpm}{Cv} \right)^2 \quad (\text{单位 psi}) \quad DP = \left(\frac{m^3/hr}{Kv} \right)^2 \quad (\text{单位为 Bar})$$

$$Cv = \frac{gpm}{\sqrt{DP}} \quad Kv = \frac{m^3/hr}{\sqrt{DP}}$$

例 1、 一阀门 Cv = 6.5 (压力损失为1psi 时的流量为 6.5gpm。) 当流量为25gpm 时, 压力损失为: $DP = (25/6.5)^2 = 14.8 \text{ psi}$ 。

例2、 两软水器在流量为15gpm 时, 将产生的压力损失为 3psi。计算流量为25gpm 时的压差DP 为多少?

$$\text{Syst. } Cv = (gpm/\sqrt{DP}) = (15/\sqrt{3}) = (15/1.732) = 8.66$$

$$\text{At } 25 \text{ gpm, } DP = (gpm/Cv)^2 = (25/8.66)^2 = 8.3 \text{ psi}$$

线性流速的表达: $10 \text{ gpm/ft}^2 (\times) 2.33 = 23.3 \text{ m/h}$, 中国采用的线性流速为 20 到 30 m/h (4.3 to 8.6 gpm/ft²)

体积流速的表达: $7.481 \text{ gpm/ft}^3 = 1 \text{ BV/min}$ 加盐量: $15 \text{ lbs/ft}^3 (\times) 16 = 240 \text{ grams/liter of resin}$
树脂量: $1 \text{ ft}^3 (\times) 28.3 = 28.3 \text{ liters of resin}$

树脂的交换能力: $30 \text{ Kgr/ft}^3 (\times) 2.29 = 68.7 \text{ grams CaCO}_3/\text{liter of resin}$

总硬度: $171 \text{ ppm} = 171 \text{ mg/l} = 171 \text{ grams/m}^3 = 10 \text{ grains/gallon}$

在中国锅炉给水应用中, 可以接受的硬度泄露: 0.03 Meq/l 或 $0.03 \text{ Meq/l} (\times) 50 = 1.5 \text{ mg/l}$ (以CaCO₃ 计)

水压: $30 \text{ psig} (\times) 0.00689 = 0.207 \text{ Mega Pascals}$

例: $TH = 100 \text{ mg/l}$, 去除的硬度容量 = $68.7 \text{ grams} = 68700 \text{ mg}$ 软水量 = $(68700 \text{ mg})/(100 \text{ mg/l}) = 687 \text{ L}$ 或 $(68.7 \text{ g})/(100 \text{ g/m}^3) = 0.687 \text{ m}^3$ 。

- 我国江河湖泊水质组成

成分	含量, mg/L						
	珠江	长江	黄河	黑龙江	闽江	塔里木河	松花江
Ca ²⁺	18.0	28.9	39.1	11.6	2.6	107.6	12.0
Mg ²⁺	1.1	9.6	17.9	2.5	0.6	841.5	3.8
Na ⁺ +K ⁺	16.1	8.6	46.3	6.7	6.7	10265.0	6.8
HCO ₃ ⁻		128.9	162.0	54.9	20.2	117.2	64.4
SO ₄ ²⁻	34.8	13.4	82.6	6.0	4.9	6052.0	5.9
Cl ⁻	7.3	4.2	30.0	2.0	0.5	14368.0	1.0
含盐量	110.2	193.6	377.9	83.7	35.5	31751.3	93.9

某些淡水湖泊、水库水质组成

成分	含量, mg/L		
	南湖 (武汉)	洪湖 (湖北)	立新城水库藏 (长春)
Ca ²⁺	18.9	22.4	20.5
Mg ²⁺	1.83	3.17	5.61
Na ⁺ +K ⁺	17.9	11.4	3.17
HCO ₃ ⁻	70.7	75.3	79.9
SO ₄ ²⁻	15.8	10.3	5
Cl ⁻	13.7	4.55	7.1
含盐量	138.7	127.12	121.3

二、全自动软水器

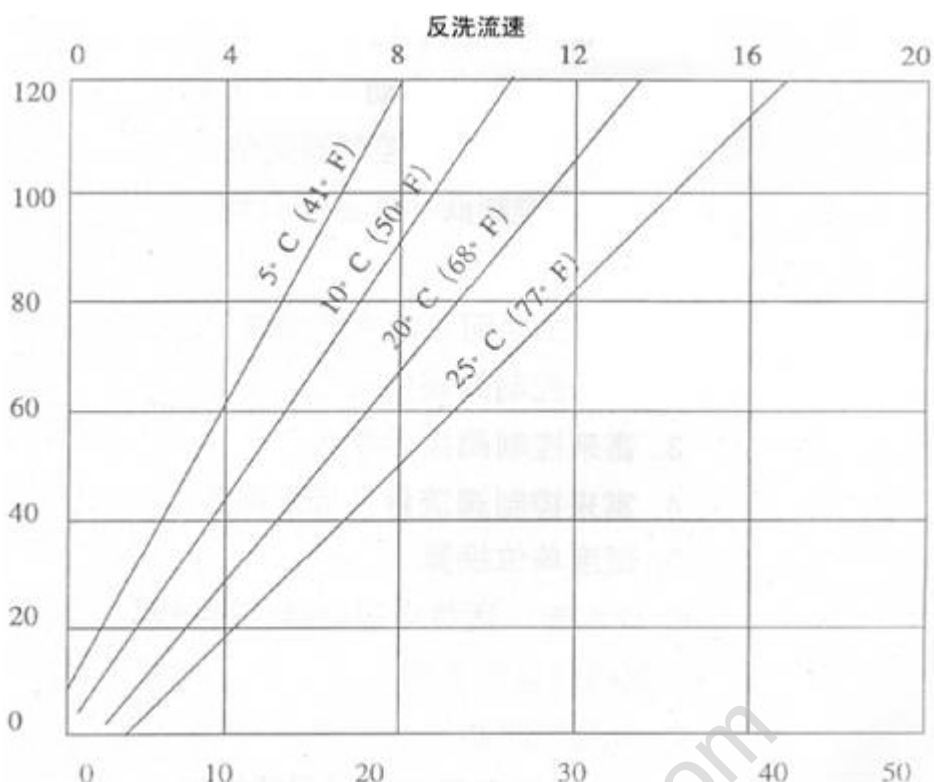
全自动软水器就是将软水器运行及再生的每一个步骤实现自动控制，并采用时间、流量或感应器等方式来启动再生。通常一个全自动软水器的循环过程由 下列具体步骤组成。

1、运行

原水在一定的压力，流量下，流经装有离子交换树脂的容器（软水器） 树脂中所含的可交换离子Na⁺， 与水中的阳离子（Ca²⁺， Mg²⁺， Fe²⁺， ...等） 进行离子交换，使容器出水的Ca²⁺， Mg²⁺含量达到我们的要求。我们把一个软水器所具有的离子交换的能力以工作交换容量表示,其单位可用（mol， meq， ppm， us grains等表示）

2、反洗

树脂失效后，在进行再生之前先用水自下而上的进行反洗，反洗的目的有两个，一是通过反洗，使运行中压紧的树脂层松动，有利于树脂颗粒与再生液充分接触，二是清除运行时在树脂表层积累的悬浮物及树脂表面的悬浮物同时一些碎树脂颗粒也可随着反洗水排出，这样交换器的水流阻力不会越来越大，为了保证反洗时完整树脂不被冲走，在设计软水器时，应在树脂层上留有一定的反洗空间，反洗强度越大要求的反洗空间就越大，通常设计 选用50%的树脂层高度作为反洗膨胀高度。它适应的反洗流速为12m/h(5gpm/ft²)(进水温度为10 摄氏度)反洗的好坏直接影响再生效果(图-1)。



3. 再生

再生液在一定浓度，流量下流经失效的树脂层，将树脂还原再生，使其恢复原有的交换能力（影响再生效果的因素，再后面会专门阐述）。

4. 置换

在再生液进完后，交换器膨胀空间及树脂层中还有尚未参与再生交换的盐液，为了充分利用这部分盐液，采用小于或相当与再生液流速的清水进行清洗，目的是不使清水与再生液混合。一般清洗水量为树脂体积的0.5-1 倍。

5. 正洗

目的是清除树脂层中残留的再生废液，通常以正常运行流速清洗至出水合格为止。

6. 盐箱补水

向盐箱注入溶解再生所需盐耗量的水。通常即 1M^3 水溶解360kg盐（1加仑水溶解3磅盐，浓度为26.4%），为了保证盐箱中的盐液浓度能达到饱和，首先应保证溶解时间不小于6小时，其次是必须保持盐液箱中，盐平面始终高于水平面。通俗的讲，盐液箱要做到见盐不见水。

三、影响软水器交换容量的因素

1、流速(gpm/ft, m/h)

通常流速越大离子交换所需要的工作层越大，树脂有效利用率会下降，但设备产水能力会提高。反之流速越小所需的工作层越少，树脂利用率增加，但设备产水能力下降。过小的流速会造成原水只与树脂表面离子进行交换，水不能进入树脂内部。树脂表面通常仅提供20%的交换容量。树脂里

面能提供80%交换容量。合理的交换流速对提高设备产水能力及交换能力是非常重要的，一般建议运行流速控制在（中国20-30m/h，美国4-10pm/ft²）小型装置可适当提高（图-2）

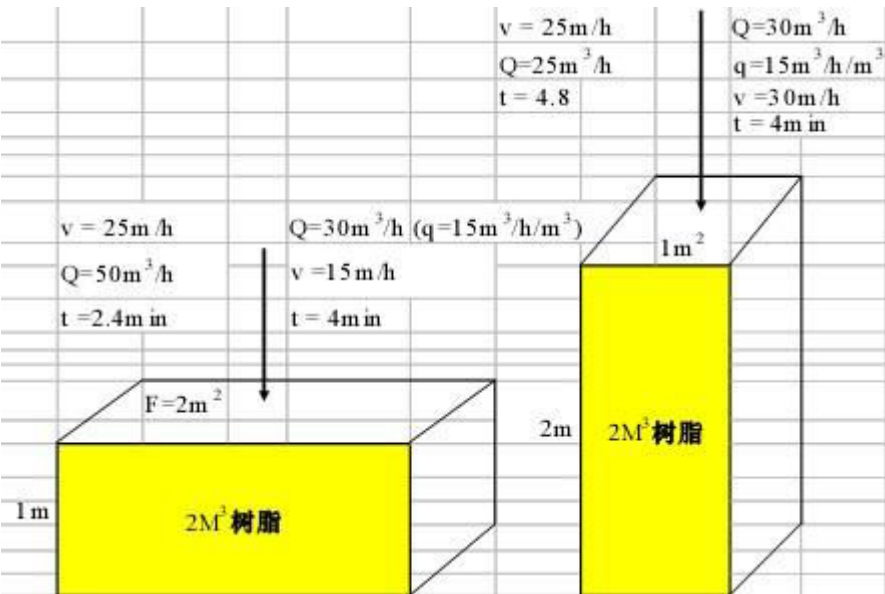
交换示意图



2、水与树脂的接触时间：（gpm/ft³）

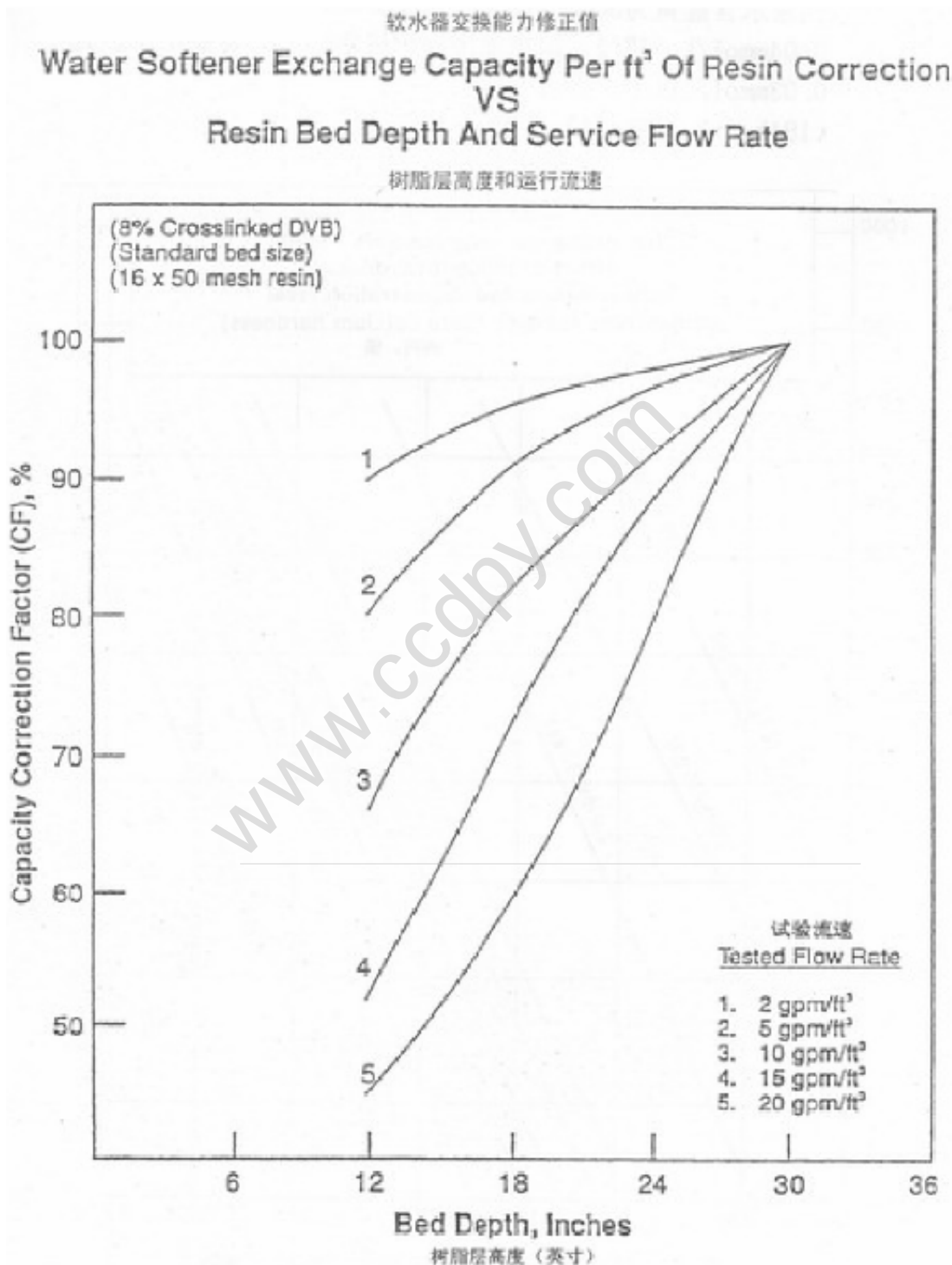
水与树脂的接触时间越长，交换越充分，但相对单位树脂的产水能力下降，接触的时间越短，交换越充分，单位树脂的交换能力下降，而单位树脂的产水能力提高。因此合理的接触时间对于软化器的经济运行非常重要。一般建议1.0-5.0gpm/ft³ 树脂或8-40bv/h。(每小时流量为树脂装载量的八至四十倍)(如下图)

用线性流速与空间流速的区别



3、树脂层的高度

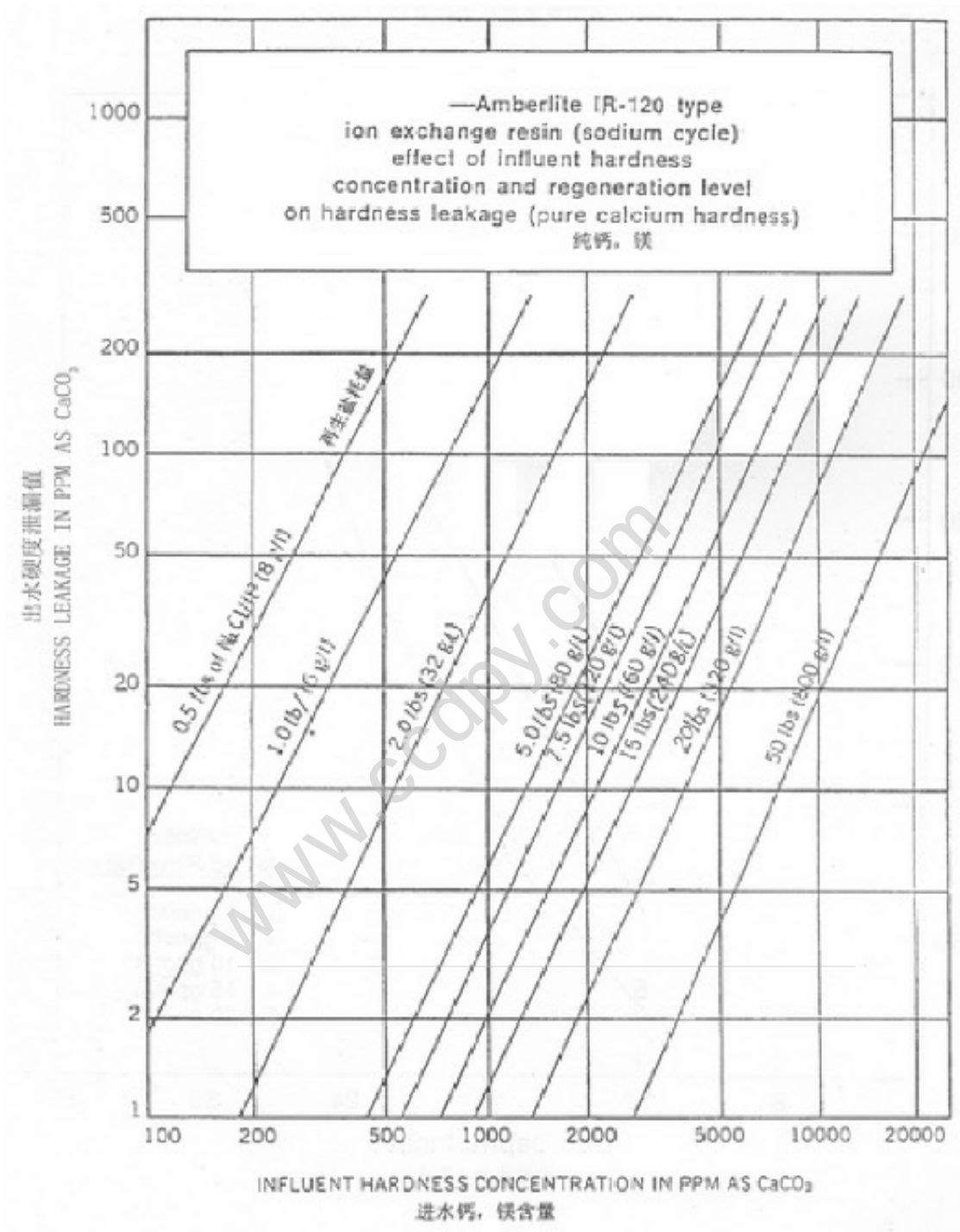
树脂层越低,因流速对其交换能力的影响就越大,当树脂层高度达到30英寸(762mm)时,树脂层高度造成的流速对其交换能力的影响可降到比较低的程度。因此一般建议树脂层高度大于30英寸(762mm)(图-4)



4、进水含盐量

进水含盐量的高低直接影响出水的品质,而进水含盐量中 K^+ , Na^+ 的总含量对出水品质的影响非常大。

例：当原水含盐量为 500PPM，其中 K^{+} 、 Na^{+} 为零，硬度为 10mol/m³，如果我们再生用151b/ft³ (240g/L)出水质量可达到近乎0.00。



当原水含盐量为500PPM 而 K^{+} 、 Na^{+} 为250PPM ，硬度为5mol/L 接近0.04mmol/L(超过了国家低压蒸汽锅炉进水要求)若要出水达到0.03mmol/L以下，必须使用(181b/ft³，290g/L) (图-4-1)

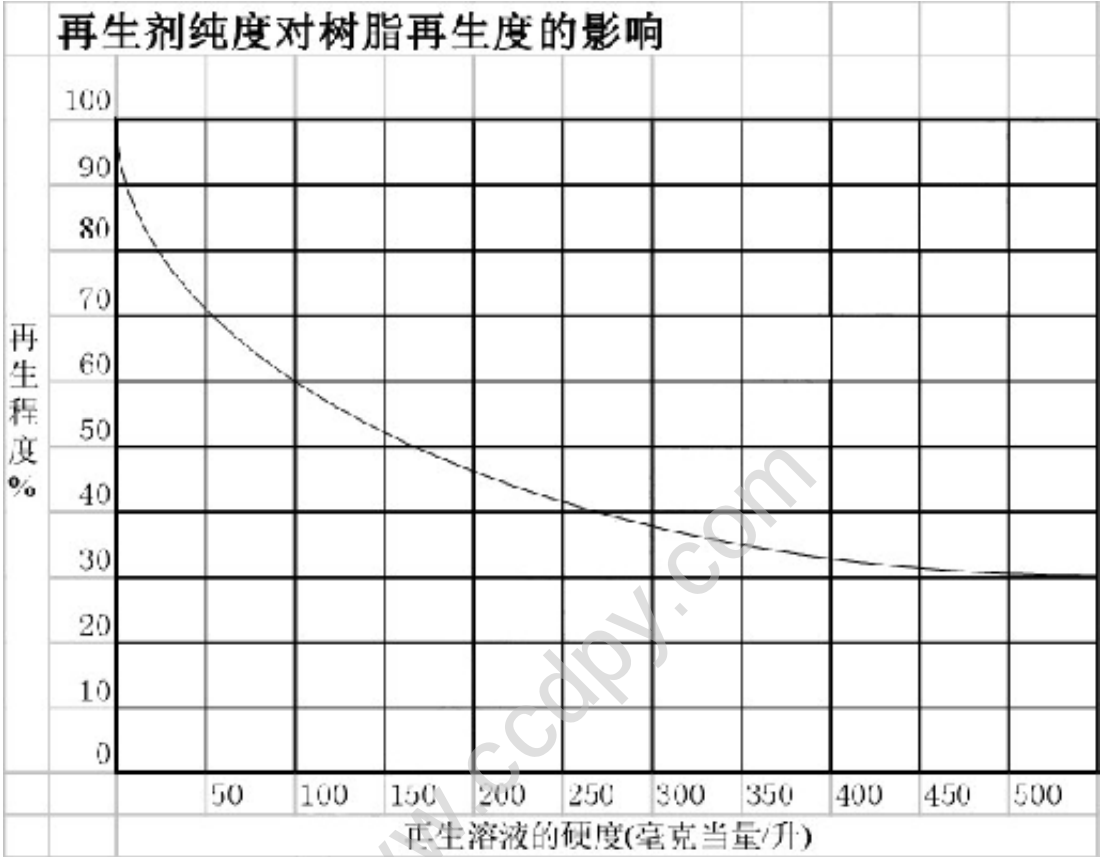
5、温度

水温增加能同时加快内扩散，提高交换能力，无论是运行或再生，适当地提高水温对软水器是有益的。

6、再生剂质量(NaCl)

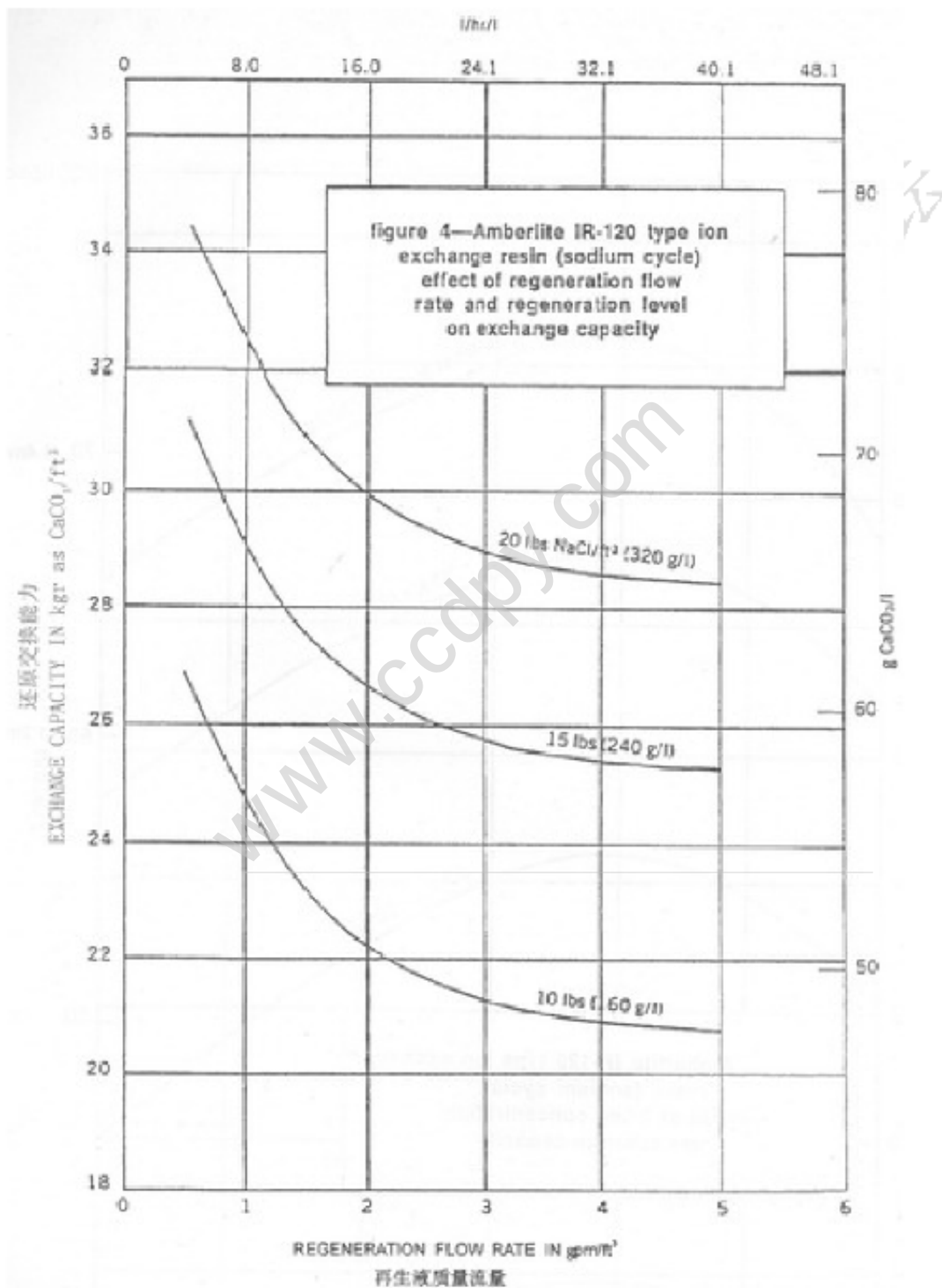
再生剂存度越高，树脂的再生度越高，出水的离子泄露量越少，因此提 高再生剂纯度及运用软化水溶盐可提高再生度。(图-5)

再生剂纯度对树脂再生度的影响



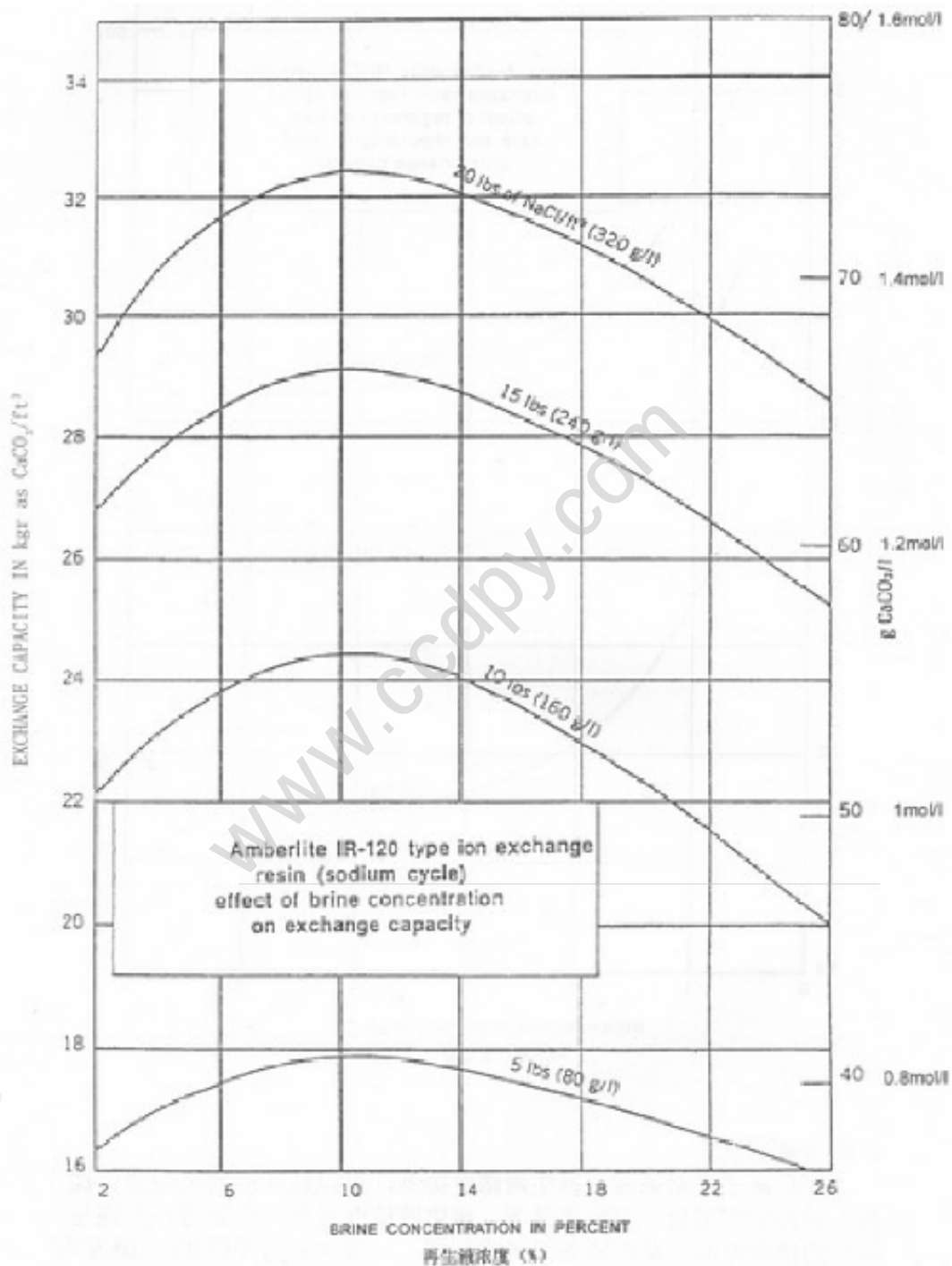
7、再生液流量

通常再生液流量越小获得的再生效果越好。但过低的再生液流量会使再生时间过长，易使再生剂绕过树脂表面再生。因此一般要求再生液流量在 $0.25\text{--}0.9\text{gpm/ft}^3$ (或顺洗流量 $4\text{--}6\text{m/h}$ ，逆流再生 $2\text{--}3\text{m/h}$)(图-6)



8、再生液浓度

根据离子平衡原理,再生液浓度提高,可以使树脂的交换能力提高,但再生剂用量一定的条件下,再生液浓度过高,会缩短再生液与树脂的接触时间,从而降低了再生效果。一般盐液浓度控制在 10% 左右为宜。



9、再生剂用量

树脂的交换在再生理论上是按等当量进行即 1mol 的再生剂可恢复一个 1mol 的交换容量, (即使使用 58.43 的 NaCl), 但实际上再生剂的耗量要比理论值大得多。实验证明再生剂用量越多, 获得的树脂工作交换容量越大。出水质量越好。但随着再生剂用量的不断增加, 工作交换容量的提高会越来越来少。经济性会不断下降。因此再生耗盐, 应根据不同的原水水质, 再保证一定的交换能力及水质条件下, 尽可能选用比较经济合理的耗盐量。在美国通用低压锅炉的软水器, 采用 240g/l 盐再生 1 升树脂。

10、树脂

不同的树脂所提供的交换能力是不一样的。通常锅炉用软水器要求使用的树脂其交联度不应低于 7。

四、全自动软水器设计

1、软水器设备应遵循的标准

中国 (GBJ109-87)			美国	注解
运行	滤速	20-30m/h	4-10gpm/ft ² 1.0-5.0gpm/ft ³	1.5-5.0gpm/ft ³ , 此指标是用来衡量再生液与树脂接触的时间
反洗	流速	15m/h	5gpm/ft ² (12.23m/h)	以反洗膨胀空间 50%为准
	时间	15min	10-20min	
再生	再生剂耗量	2-2.4kg/kg CaCO ₃	80-174g/mol	盐耗量计水含盐量及硬度决定, 具体需查表
	浓度	5-8%	8-10%	
	流速	4-6m/h	(0.25-0.90gpm/ft ²) 0.5gpm/ft ³	无顶压逆流再生小于 2m/h 以防树脂乱层
置换	水耗	0.5-1 树脂量	0.5-1 树脂量	
	流速	同再生流速	0.3gpm/ft ² <	
	时间	计算确定	计算确定	
正洗	水耗	3-6	3-6	以出水达到合格为止
	流速	15-20m/h	同反洗流速	
工作交换容量		40-45kgCaCO ₃ /m ³ (0.8-0.9mol/l)	0.9-1.37mol/l	美国树脂的交联度为 8%因此交换能力略大于国产树脂
工作周期		手动大于 22 小时	自动大于 6 小时	手动一天再生一次; 自动以盐液达到饱和为准

2、全自动软水器主要参数计算

1) 反洗流速的计算: 通过反洗流量控制器来实现对反洗流速的控制, 有多种规格的反洗流量器可供选用, 能最大限度地满足用户的设计要求。

反洗流速的计算:

反洗流量=罐体面积×单位面积反洗流量。

例如：现有一台钠离子交换器直径为1000mm(39.7 英寸)，确定其反洗流量。

设：单位面积反洗流量为：5gpm/ft²

反洗流量=3.14/4(39.37/12)²×5=42.24gpm(1英尺=12英寸) 查：反洗流量参数图表

得取用：45gpm的流量孔板

校对反洗流速=13m/h

2) 系统压降计算

全自动软水器压力降有以下几部分组成：控制阀压降、树脂层压降，布水器压降。控制阀压降：（运行流量度gpm/Cv）²树脂层压降：查树脂公司提供的压降计算图表。布水器压降：查布水器公司提供的压降计算表。

3、软水器设计计算步骤

第一步

收集原始参数水源资料：江河水、湖泊水、海水、城市自来水、地下水。

水质资料：钙、镁铁、钾、钠、碳酸根、重碳酸根、氯、氯器、氧、悬浮物、有机物等。

软水用途：锅炉、反渗透、工业用水、生活用水。

出水水质：出水硬度要求。

出水水量：每小时最大出水量、一天总出水量、一天连续运行时间。

工作环境：进水温度、进水压力、后置设备、场地面积。

第二步

确定系统方案

启动再生的方式：时间型、流量型。

时间型：适用于产水量较小（一般2t/h 以下）且一天运行时间小于12时。选用时间型其软水器交换能力应按一天的总出水量来计算。

流量型：适用于各种不同的运行工况，且比时间型省盐、省水。 选用流量型其软水器交换能力应至少满足六小时的出水要求。

确定再生盐耗及树脂装载量。根据原水水质及出水要求查树脂资料来确定再生盐耗。根据再生盐耗来确定树脂交换能力。

确定交换罐数量。

计算示例

计算示例						
全自动固定床顺流再生钠离子交换器计算示例						
序号	名称	符号	单位	计算公式	数值	附注或控制要求
原始参数						
1	产水量	Q	m ³ /h	由用户提供	80	
2	原水总硬度	Hi	mol/m ³	由用户提供	4	
3	软化水硬度	Ho	mmol/L	由用户提供	0.03	
4	原水钾钠含量	K+Na	ppm	由用户提供	50	
5	工作温度	T	°C	由用户提供	10	
6	进水压力	P	MPa	由用户提供	0.42	
7	要求连续供水时间	Set	hr	由用户提供	24	
交换器计算						
8	离子交换树脂	R				选用001*7型树脂(PUROLITE)
9	单位树脂再生耗盐量	Spr	g/L		160	查阅相关资料
10	树脂工作交换容量	Re	mol/L		1.1	查资料考虑安全余量得
11	运行流速	Sv	m/h		25	根据国家标准*确定 标准为20-30m/h
12	所需交换面积	F	m ²	Q/Sv	2.4	流量/运行流速, 结果是总的面积
13	交换器同时工作台数	n	台			
14	交换器选用台数		台	n或n+1		一台再生备用
15	单台交换器流量	Qe	m ³ /h	Q/n	30	总流量/交换器台数
16	单台交换器直径	De	mm	$\sqrt{(F/n/3.14)} \times 2000$	1236	(总交换面积/台数/3.14)开方后*2*1000
17	选用交换器直径	Dt	mm		1250	根据玻璃钢罐体资料
18	实际交换器截面积	Fe	m ²	$3.14 \times (Dt/2)^2$	1.2	
19	单罐连续运行时间	St	hr		8	流量控制再生一般连续运行时间不少于6小时
20	要求的单罐交换容量	Ce	mol	Qe×St×Hi	960	流量×运行时间×原水硬度
21	最少树脂装载量	R _{min}	L	Ce/Re	873	时间控制再生其树脂量必须满足一天的总产水要求
22	核算树脂层高度	Hcr	mm	R _{min} /Fe×1000	712	树脂层高度最低不低于762mm
23	选用交换器高度	H	mm		2000	根据玻璃钢罐体资料
24	反洗流速	Bcv	m/h	15	15	根据国家标准*确定 标准为15m/h
25	反洗膨胀率	Bh	%	树脂粒径(0.45-1.25)	50	查PUROLITE-C-100E型树脂资料得
26	交换器折损高度	h	mm		500	查阅相关资料
27	实际树脂层高度	Hr	mm	(H-h)/(1+Bh)	1000	
28	实际运行流速	V	m/h	Qe/Fe	24.46	
29	实际树脂装载量	Rv	L	Fe×Hr	1227	
30	实际单罐运行时间	St	hr	(Rv×Re)/(Qe×Hi)	11.24	
反洗计算						
31	反洗流量	Bq	m ³ /h	Fe×Bcv	18	1m ³ /hr=4.4gpm
32	反洗流量控制器	D. L. F. C	gpm	Bq×4.4	81	查阅反洗流量控制器资料
					80	实际流量
33	实际反洗流速	Bv	m/h	DLFC×0.227/Fe	14.98	
34	反洗时间	Bt	min		15	按国家标准*

再生计算						
35	再生一次盐耗量	Sd	kg	$Rv \times Spr / 1000$	196	当饱和盐液浓度为26.3%时,一加仑水溶解1.35kg盐
36	配制饱和盐液耗水量	Sw	gallon	$Sd / 1.35$	145	1gallon=3.785L
37	盐箱注水孔板流量	B.L.F.C.	gpm	$Sw / 15$	9.69	盐箱注水时间一般设定在10-20分钟,查资料确认注水实际流量
38	盐箱注水时间	Rt	min	$Sw / BLFC$	15.0	
39	实际盐箱注水量	Rw	gallon	$BLFC \times Rt$	135.00	
			L		511	
40	实际再生一次盐耗量	Spt	kg	$Rw \times 1.35$	182.3	
41	饱和盐液量	Dv	gallon	$[(Rw \times 3.785 + Spt) / 1.2] / 3.785$	153	1gallon=3.785L,饱和盐液比重为1.2
42	再生液体积流量	Bcf	gpm/ft^3	0.25-0.9	0.25	以树脂公司要求的参数为准(PUROLITE C-100)
43	再生液总流量	Btf	gpm	$Rv / 28.3 \times Bcf$	10.84	1ft ³ =28.3L
44	射流器选择	If	gpm		15	查阅射流器资料选择
45	实际再生液体积流量	Bf	gpm/ft^3	$If / (Rv / 28.3)$	0.35	
46	实际再生液流速	Bs	m/h	$If \times 0.227 / Fe$	2.78	1gpm=0.227m ³ /h
47	吸盐流量	Df	gpm	$If \times 0.38$	5.7	一般计算时吸盐量按射流器流量的38%来确定
48	吸盐时间	Dt	min	Dv / Df	27	
置换计算						
49	置换水量	Sv	gallon	$Rv \times 0.267$	327.49	取0.5-1倍的树脂量 (1L=0.267gallon)
50	置换流量	Sf	gpm	$If - Df$	9.3	射流器流量-盐流量(因此时无盐)
51	置换时间	St	min	Sv / Sf	35	置换水量/置换流量
52	吸盐置换时间设定	Dst	min	$Dt + St$	62	吸盐时间+置换时间
正洗计算						
53	计算正洗水耗量	Fcv	m ³	3-6倍的树脂量	6	查阅相关资料,取4.5倍树脂量
54	正洗流速		m/h	与反洗相同	18.40	
	正洗流量	Ff	m ³ /h		22.57	
55	正洗时间	Ft	min	Fcv / Ff	15	
再生水耗计算						
56	反洗水耗量	Bw	m ³	$Bt \times BLFC$	5.45	
57	正洗水耗量	Fw	m ³	$Ff \times Ft$	5.52	1m ³ =220gallon
58	吸盐置换水耗量	Dsw	m ³	$Sf \times Dst$	2.62	
59	再生总水耗量	Tw	m ³	$Bw + Fw + Dsw$	14.11	一般要求每除去1mol硬度其再生水耗小于14升
60	选择控制阀	选用 182	型多路阀	运行方式为二用一备,用 480D3	型控制器	来进控制。
阻力损失计算						
61	控制阀阻力系数	Cv			36.5	查控制阀资料
62	控制阀压力损失	Pv	psi	$(Qe \times 4.4 / Cv)^2$	13.08	1m ³ /h=4.4gpm
63	布水器压力损失	Pd	psi		8.6	选用5687型布水器,查布水器资料得:
64	树脂层压力损失	Pr	kg/cm ²	$Hr / 1000 \times 0.2$	0.2	查PUROLITE C-100E型树脂资料得:0.2kg/cm ² /m
65	交换器压力损失	Pt	kg/cm ²	$(Pv + Pd) \times 0.07 + Pr$	1.72	1psi=0.07kg/cm ²
* 表中红色部分均由客户在计算时根据实际情况填写,每个项目各不相同,请在设计时对红色数据进行检查						
* 本计算示例主要是为了说明计算的全过程,仅保证计算正确性,不保证相关数据的真实性(即实际所查数据可能与表中不同)						
* 因实际原因,表中数据存在大量单位转换过程,如果所查数据不涉及单位转换,应及时对计算进行修正						
* 工业用水软化除盐设计规范(GBJ 109-87)						