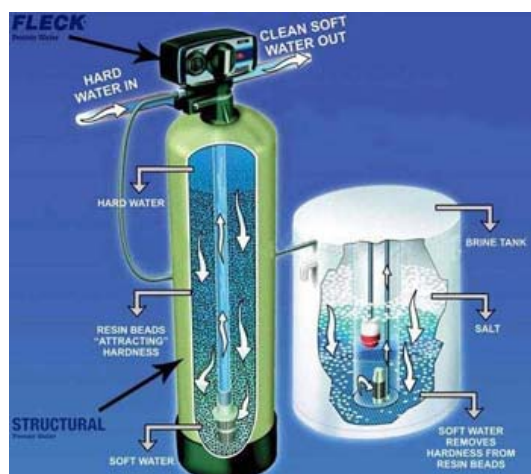


# 富来全自动软水器应用技术

Fleck automatic sodium ion exchange service manual

( 修 订 版 )



邢 新 德

QQ:1096491506

E-mail:xingxinde781130@sohu.com



## 修 订 前 言

2008 年 9 月 26 日国家质量监督检验检疫总局与国家标准化委员会联合发布了《工业锅炉水质》( GB/T1576 - 2008 ) 标准，并于 2009 年 3 月 1 日起实施，为了更好贯彻落实新标准，特对本书部分内容进行了重新修订。

由于本人水平有限，书中难免有不足之处，望读者批评指正。

联系方式QQ：1096491506。

编 者：邢新德  
2012 年 10 月 10 日



## 前 言

近些年来，随着科学技术的发展，富来全自动软水器在工业锅炉给水处理中已得到了广泛的应用，但全面而系统地介绍富来全自动软水器的资料却很少。为了满足广大锅炉给水处理设备操作人员和管理人员对这方面知识的渴求，本人在总结了实际工作经验基础之上，并参考了相关方面的技术资料，编写了这本《富来全自动软水器应用技术》。

全书共十章，主要包括：锅炉给水的硬度及测定方法、水垢的危害形成及特点、离子交换树脂及钠离子交换软化原理、富来全自动软水器的组成、设计、安装、操作以及运行调试和维修。

书中有关富来全自动软水器设计计算的方法主要参考了胡珏辉、晋文彪编写的《全自动软水器设计指导手册》一书，有关富来全自动控制阀的技术资料主要参考了富来控制装置制造公司提供的用户手册，同时还参考了相关书籍、标准及规范等，这部分内容在摘录时均未经其著作所有者授权同意，在此表示歉意，所以本书只作为技术交流资料使用，不得作为商业用途。

在此还要特别感谢葫芦岛科林环保设备有限公司、青岛迪美热电设备有限公司及全自动软化水技术论坛的朋友们给予的热心帮助。

由于本人水平有限，书中难免有不足之处，望读者批评指正。

联系方式E-mail:xingxinde781130@sohu.com。

编者：邢新德  
2009年1月9日



# 目 录

<b>第一章 锅炉给水的硬度</b>	<b>(01)</b>
一、摩尔及物质的量	(01)
二、硬度	(01)
三、硬度与碱度的关系	(03)
四、锅炉给水硬度指标	(04)
<b>第二章 锅炉给水硬度的测定</b>	<b>(06)</b>
一、仪器操作基本要求	(06)
二、锅炉给水硬度测定方法	(07)
<b>第三章 水垢的危害、形成及特点</b>	<b>(10)</b>
一、水垢的危害	(10)
二、水垢的形成	(10)
三、水垢的种类	(11)
四、水垢在锅炉内的分布状况	(12)
五、水垢的清除及防止	(12)
<b>第四章 离子交换树脂</b>	<b>(14)</b>
一、离子交换树脂的性质	(14)
二、离子交换树脂的使用	(16)
三、离子交换树脂的贮存	(17)
四、树脂污染及污染后的处理	(18)
<b>第五章 钠离子交换软化原理</b>	<b>(19)</b>
一、固定床钠离子交换软化过程	(19)
二、固定床钠离子交换再生过程	(21)
<b>第六章 富来全自动软水器原理及组成</b>	<b>(24)</b>
一、富来全自动软水器工作原理	(24)
二、富来全自动软水器工作过程	(24)
三、富来全自动软水器组成	(25)
<b>第七章 富来全自动控制阀简介</b>	<b>(28)</b>
一、控制阀的分类	(28)
二、再生系统	(30)
三、注盐水限流孔板、排污限流孔板	(33)
四、再生控制器	(34)
五、流量计	(34)
六、控制系统组合方式	(36)

<b>第八章 富来全自动软水器的设计与安装</b>	<b>(38)</b>
一、收集原始参数数据	(38)
二、设计参考数据	(38)
三、确定控制系统组合形式	(38)
四、设计计算	(40)
五、安装	(45)
<b>第九章 富来全自动控制阀的应用</b>	<b>(47)</b>
一、5600 控制阀	(47)
二、5600SE控制阀	(52)
三、2510、2750、2850 控制阀	(58)
四、9000、9500 控制阀	(66)
<b>第十章 富来全自动软水器的调试与维修</b>	<b>(72)</b>
一、运行调试方法	(72)
二、运行经济性分析	(73)
三、设备保养	(74)
四、故障维修	(75)
五、应用中常见的问题分析	(75)
<b>附 录</b>	<b>(79)</b>
一、常用单位换算表	(79)
二、供住宅、居室水处理设备使用的Fleck控制阀	(80)
三、供工业、商业的水处理设备使用的Fleck控制阀	(81)
四、富来全自动软水器规格表	(83)
五、富来全自动控制阀性能参数表	(86)
六、常用树脂罐规格表	(95)



## 第一章 锅炉给水的硬度

由于水的用途不同，对水质的要求也不同。评价水质好坏的项目称水质指标。锅炉用水的水质指标有很多，例如硬度，它是表示水中钙、镁离子的含量。

### 一、摩尔及物质的量

在化学方程式中，元素符号和分子式前面的系数分别表示原子或分子的数目。对于任何一种化学反应，参加的物质是亿万个原子、离子或分子，它们既有质量间的关系，又有数目间的关系。因此相应地就需要一种既与物质的质量有关，又与物质的数量有关的单位，摩尔就是这样一个单位。

#### 1、摩尔

摩尔是一系统的物质的量，该系统中所含的基本单元数与 0.012kg 碳-12 的原子数目相等。在使用摩尔时必须指明基本单元，它可以是分子、原子、电子、离子及其它基本单元，或这些单元的特定组合。

已知 1 个  $^{12}\text{C}$  原子的质量  $1.993 \times 10^{-26} \text{kg}$ ，所以 1 摩尔碳-12 所含的碳原子数目是  $6.022045 \times 10^{23}$  个，这个数目称为阿佛加德罗常数。即若某物质所含的基本单元数量等于  $6.022045 \times 10^{23}$  时，那么该系统中的物质的量即是 1 摩尔。例如：1 摩尔水就是指  $6.022045 \times 10^{23}$  个水分子。

#### 2、摩尔质量

每摩尔物质的质量叫摩尔质量，单位是  $\text{g/mol}$ ，用符号  $M$  表示。在数值上等于该物质相应的式量（即分子量、原子量或离子量）。任何元素原子的摩尔质量，单位为  $\text{g/mol}$  时，数值上都等于其相应原子质量，此结论可推广到分子、离子或其它微粒。

例如： $\text{H}_2\text{O}$  分子的相对分子量为 18.0152，其摩尔质量为  $18.0152 \text{g/mol}$ 。

#### 3、物质的量

摩尔质量是 1 摩尔物质所具有的质量，由此可知  $n$  摩尔物质所具有的质量就是  $n \times$  摩尔质量。其中  $n$  就是物质的量，其单位是  $\text{mol}$ ，用符号  $n$  表示。

物质的量是一个基本量，它有自己独立的量纲。因此不要把物质 A 的物质的量  $n_A$  与 A 的质量  $m_A$  混同起来，物质的量和质量是两个独立的基本量，是对物质的两种不同属性进行度量时引入的两种物理量，是完全不同的两种概念。

物质的质量 ( $m$ )、摩尔质量 ( $M$ ) 与物质的量 ( $n$ ) 之间关系可依下式换算：

$$n = \frac{m}{M}$$

#### 4、物质的量浓度

溶液浓度如果用 1L 溶液中所溶解的溶质的物质的量来表示的，就叫做物质的量浓度，用  $C(A)$  表示，括号中的“A”为基本单元，单位是摩尔/升，符号为  $\text{mol/L}$ 。

$$C(A) = \frac{n_A}{V}$$

式中：C(A) ——基本单元为A的物质的量浓度，mol/L；

$n_A$  ——基本单元为A的物质的量，mol；

V ——溶液的体积，L。

例如：在 200ml 溶液内溶解有 16g 氢氧化钠，求此溶液中氢氧化钠的物质的量浓度？

解：1mol 氢氧化钠的摩尔质量为 40g，16g 氢氧化钠的摩尔数为：

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{16}{40} = 0.4\text{mol}$$

$$V = 200\text{mL} = 0.2\text{L}$$

$$\text{所以，} C(\text{NaOH}) = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V} = 2\text{mol/L}$$

## 二、硬度

硬度是指水中某些易于形成沉淀的金属离子，它们都是二价或二价以上的离子（如  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  等）。在天然水中，形成硬度的物质主要是钙、镁离子，所以通常认为硬度就是指这两种离子的量。钙盐部分包括：重碳酸钙、碳酸钙、硫酸钙、氯化钙；镁盐部分包括：重碳酸镁、碳酸镁、硫酸镁、氯化镁。钙盐部分称为钙硬度，镁盐部分称为镁硬度，总硬度等于二者之和。

### 1、硬度的分类

硬度可按水中存在阴离子种类分为碳酸盐硬度和非碳酸盐硬度。

①、碳酸盐硬度是指水中钙、镁的重碳酸盐与碳酸盐的含量。天然水中碳酸根非常少，所以碳酸盐硬度看作是钙、镁的重碳酸盐硬度，此类盐的硬度在水沸腾时就从溶液中析出而产生沉淀，所以也叫暂时硬度。

②、非碳酸盐硬度是指水中钙、镁的硫酸盐、氯化物等的含量。由于这种硬度在水沸腾时不能析出沉淀，也称永久硬度。

当水中  $\text{HCO}_3^-$  含量小于水中钙镁总量时，水的硬度有碳酸盐硬度和非碳酸盐硬度；当水中  $\text{HCO}_3^-$  含量大于水中钙镁总量时，水的硬度有碳酸盐硬度和过剩碱度（有时也称负硬度），对这种水质称为负硬水。

### 2、硬度的表示方法

硬度的表示方法一般用物质的量浓度或者用钙、镁离子换算成  $\text{CaCO}_3$  的含量来表示。

①、用物质的量浓度表示（mmol/L）

这是一种最常见的表示物质浓度的方法，而且是法定计量单位。硬度、碱度和含盐量等水质指标，均以此表示水中物质浓度的大小，而且是以一价离子作为基本单元。对于二价离子（或分子）则以  $1/2$  作为基本单元。这样，用物质的量浓度（mmol/L）表示水中硬度物质浓度的时候，在数值上就与过去习惯用的毫克当量/升（meq/L）表示法完全相同。

水的硬度定义为:

$$YD(1/2Ca^{2+}, 1/2Mg^{2+}) = \frac{n(1/2Ca^{2+}) + n(1/2Mg^{2+})}{V}$$

式中:  $YD(1/2Ca^{2+}, 1/2Mg^{2+})$ —水的硬度, (mmol/L);

$n(1/2Ca^{2+})$ 、 $n(1/2Mg^{2+})$ —表示以  $(1/2Ca^{2+})$ 、 $(1/2Mg^{2+})$  为基本单元物质的量, mmol/L;

$V$  —水样的体积, L。

## ②、用钙、镁离子换算成 $CaCO_3$ 的含量来表示

有许多水质分析资料用钙、镁离子换算成 $CaCO_3$ 的含量来表示水的硬度。因为  $1/2CaCO_3$  的摩尔质量为 50g, 所以 1mmol/L 相当于 50mg/L ( $CaCO_3$ ) 或 50ppm $CaCO_3$ , 也可换算成美制单位, 则 1gra/gal 相当于 17.1 mg/L ( $CaCO_3$ ), 即 1mmol/L 硬度相当于 0.342gra/gal ( $CaCO_3$ )。

## 三、硬度与碱度的关系

硬度是表示水中 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 等金属离子的含量; 碱度是表示水中 $OH^-$ 、 $HCO_3^-$ 、 $CO_3^{2-}$ 等阴离子的含量。水溶液中硬度与碱度的成分都是以离子状态单独存在的, 但出于判断水质及选择水处理工艺的需要, 有时将它们组成假想的化合物。

假想化合物的组成次序原则是根据水体在蒸发浓缩时, 阴、阳离子形成化合物的溶解度由小到大的次序先后组合的。阳离子按 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Na^+$ 、 $K^+$ 的次序排列; 阴离子按 $HCO_3^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Cl^-$ 的次序排列。即首先组成假想化合物是 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 与 $HCO_3^-$ 组成 $Ca(HCO_3)_2$ 和 $Mg(HCO_3)_2$ , 原因是当水体受热时, 它们容易转化成难溶的沉淀物 $CaCO_3$ 和 $Mg(OH)_2$ , 然后剩余的依次组合。

水中硬度与碱度的关系有以下几种情况:

### 1、碱度>硬度

当水中 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 与 $HCO_3^-$ 结合生成 $Ca(HCO_3)_2$ 和 $Mg(HCO_3)_2$ 后, 同时还存在 $Na^+$ 、 $K^+$ 的碳酸氢盐, 但没有非碳酸氢盐存在。此时, 碱度减去硬度所得的差等于 $Na^+$ 、 $K^+$ 的碳酸氢盐。这部分多出的 $Na^+$ 、 $K^+$ 的碳酸氢盐碱度即所谓过剩碱度亦称为负硬度。

阳离子	$1/2Ca^{2+}$	$1/2Mg^{2+}$	$Na^+$ ( $K^+$ )		
阴离子	$HCO_3^-$			$SO_4^{2-}$	$Cl^-$
假想化合物	$Ca(HCO_3)_2$	$Mg(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Na_2SO_4$	$NaCl$

### 2、碱度=硬度

当水中 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 完全与 $HCO_3^-$ 结合生成 $Ca(HCO_3)_2$ 和 $Mg(HCO_3)_2$ , 无 $Na^+$ 、 $K^+$ 的碳酸氢盐, 也没有非碳酸氢盐存在时, 水中碱度与硬度相等。

阳离子	$1/2Ca^{2+}$	$1/2Mg^{2+}$	$Na^+$ ( $K^+$ )		
阴离子	$HCO_3^-$			$SO_4^{2-}$	$Cl^-$
假想化合物	$Ca(HCO_3)_2$	$Mg(HCO_3)_2$	$Na_2SO_4$	$NaCl$	

### 3、碱度<硬度

此时有两种情况: 一种是  $1/2Ca^{2+} > HCO_3^-$  的钙硬水, 此时水中有非碳酸盐硬度 $CaSO_4$ 、 $MgSO_4$ 存在, 但没有镁的碳酸盐硬度 $Mg(HCO_3)_2$ 。

阳离子	$1/2\text{Ca}^{2+}$		$1/2\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+ (\text{K}^+)$	
阴离子	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$			$\text{Cl}^-$
假想化合物	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{CaSO}_4$	$\text{MgSO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{NaCl}$

另一种是  $1/2\text{Ca}^{2+} < \text{HCO}_3^-$  的镁硬水，水中有镁的碳酸盐硬度  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  存在，但没有钙的非碳酸盐硬度存在，而有镁的非碳酸盐硬度  $\text{MgSO}_4$  存在。

阳离子	$1/2\text{Ca}^{2+}$	$1/2\text{Mg}^{2+}$		$\text{Na}^+ (\text{K}^+)$	
阴离子	$\text{HCO}_3^-$		$\text{SO}_4^{2-}$		$\text{Cl}^-$
假想化合物	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{MgSO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{NaCl}$

但上述两种情况，无论是哪种，水中都有非碳酸盐硬度存在，而没有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  的碳酸氢盐存在。

#### 四、锅炉给水硬度指标（摘自《工业锅炉水质》GB/T1576—2008）

《工业锅炉水质》（GB/T1576-2008）适用范围：额定出口蒸汽压力小于 3.8MPa，以水为介质的固定式蒸汽锅炉和汽水两用锅炉，也适用于以水为介质的固定式承压热水锅炉和常压热水锅炉。

不适用于铝材制造的锅炉。

锅内加药处理：为了防止或减缓锅炉结垢、腐蚀，有针对性地向锅内投加一定数量药剂的水处理方法。

锅外水处理：原水在进入锅炉前，将其中对锅炉运行有害的杂质经过必要的工艺进行处理的方法。

##### 1、自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉的给水硬度指标

(1)、采用锅外水处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉的给水硬度指标应符合表 1—1。

表 1—1

项目	额定蒸汽压力 MPa	$P \leq 1.0$		$1.0 < P \leq 1.6$		$1.6 < P \leq 2.5$		$2.5 < P < 3.8$	
	补给水类型	软化水	除盐水	软化水	除盐水	软化水	除盐水	软化水	除盐水
给水	硬度 (mmol/L)	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	$\leq 5.0 \times 10^{-3}$	$\leq 5.0 \times 10^{-3}$
注：硬度的计量单位为一价基本单元物质的量的浓度。									

##### (2)、单纯采用锅内加药处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉的给水硬度指标

额定蒸发量小于或等于 4t/h，并且额定蒸汽压力小于或等于 1.3MPa 的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉可以单纯采用锅内加药处理，但加药后的汽、水质量不得影响生产和生活，其给水硬度指标应符合表 1—2。

表 1—2

水 样	项 目	标准值
给 水	硬 度 (mmol/L)	$\leq 4.0$
注：硬度的计量单位为一价基本单元物质的量的浓度。		

## 2、热水锅炉给水硬度指标

(1)、采用锅外水处理热水锅炉给水硬度指标应符合表 1—3。

表 1—3

水 样	项 目	标准值
给 水	硬 度 (mmol/L)	$\leq 0.60$

(2)、单纯采用锅内加药处理的热水锅炉给水硬度指标应符合下表：

对于额定功率小于或等于 4.2MW 承压热水锅炉和常压热水锅炉（管架式热水锅炉除外），可单纯采用锅内加药处理，但加药后的汽、水质量不得影响生产和生活，其给水硬度指标应符合表 1—4。

表 1—4

水 样	项 目	标准值
给 水	硬 度 (mmol/L)	$\leq 6.0$
注：硬度的计量单位为一价基本单元物质的量的浓度。		

## 3、贯流和直流蒸汽锅炉给水硬度指标

贯流和直流蒸汽锅炉给水硬度指标应符合表 1—5。

表 1—5

项目	锅炉类型	贯流锅炉			直流锅炉		
	额定蒸汽压力 MPa	$P \leq 1.0$	$1.0 < P \leq 2.5$	$2.5 < P < 3.8$	$P \leq 1.0$	$1.0 < P \leq 2.5$	$2.5 < P < 3.8$
给水	硬度 (mmol/L)	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	$\leq 5.0 \times 10^{-3}$	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	$\leq 5.0 \times 10^{-3}$
注：硬度的计量单位为一价基本单元物质的量的浓度。							

## 第二章 锅炉给水硬度的测定

对于锅炉的给水，尤其是采用锅外水处理设备的锅炉给水更要定期取样，测定其给水硬度是否达到规范要求。水样采集后其成分的改变，受水样的性质、温度、保存条件的影响很大，原则上应及时化验。

### 一、仪器操作基本要求

#### 1、滴定管的使用

滴定管是准确测量所流出的液体体积的仪器，分为酸式滴定管和碱式滴定管，分别用于盛装酸性和碱性溶液，水硬度测定时，使用酸式滴定管盛装乙二胺四乙酸二钠盐（简称EDTA）标准溶液。

盛装标准溶液前，滴定管应洗涤干净，并用所盛装的标准溶液洗涤 2-3 次，然后注入标准溶液。装好标准溶液后，应注意将滴定管下端出口处的气泡赶走，让标准溶液充满它，然后调整液面至 0.00mL 或一定的刻度。

滴定管读数时，应拿着滴定管的上端，令其自然垂直，并使管内液面与眼睛处于同一平面，待液面稳定后，读取与液面下缘相切点的刻度。如图 2-1 所示的正确读数是 17.50mL。带蓝线的滴定管取两弯月面相交于蓝线上的数值。读数时，应准确读至小数后第二位。

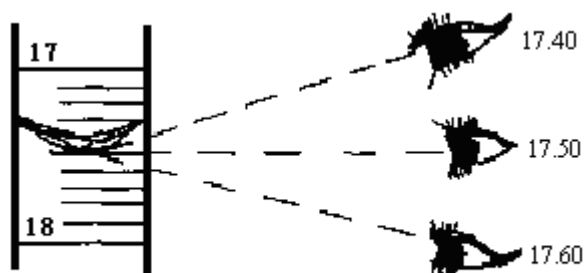


图2-1 滴定管读数方法

#### 2、移液管的使用

移液管又称吸管，是用于准确移取一定体积溶液的仪器，移液管分单标式和多标式两种，单标式只有一个刻度，只能吸取一个数值的体积溶液，多标式则有多个刻度，可按要求吸取多个不同数值的体积溶液。

移液管使用前应洗涤干净，并用待移取的溶液洗涤数次。

移液操作时，用右手拇指、中指拿着管子上端，将下端插入待吸溶液面下 1cm 处，并且随着液面下降而同时下降，自始至终不离开液面。用左手拿橡胶吸球（又称吸耳球），排出球内空气后对准移液管上口，并按紧勿使漏气，然后放松吸球，则溶液在移液管内上升。管内溶液面升至略高于移液管刻度处时，迅速移去吸球，右手食指随即紧按在管口上，将移液管脱离容器液面，并轻轻移动移液管，使管内液面缓缓降至与刻度相切的位置，立即压紧食指，

使管内液面不再下降。接着将移液管下端尖口插入锥形瓶中，与内壁接触，锥形瓶稍倾斜，松开食指，让管内溶液自然地沿锥形瓶内壁流下。管内溶液流完后再等约 15 秒左右即可移去移液管，如图 2-2 所示。

### 3、滴定操作

使用酸式滴定管操作时，左手控制旋塞，拇指、食指、中指轻轻捏住旋塞柄，无名指、小拇指向手心弯曲，成握拳状，旋塞尾部虚握在手心中，如图 2-3 所示。

被测溶液置于锥形瓶中，右手拿着颈部，让滴定管下端稍伸进锥形瓶口内，通过手腕的转动，令锥形瓶内溶液沿着同一方向转动。如果被测溶液用烧杯盛接，应将烧杯置于滴定管之下，用右手拿玻璃棒，在烧杯内进行搅拌。

滴定开始时滴定速度为 10mL/min 左右，在接近终点时，滴定速度应减缓，以免滴定过量而影响了分析的准确性。滴定过程中，锥形瓶或烧杯始终都不能离开滴定管尖端，以免溶液滴出瓶外，同时滴定管尖端不要与烧瓶的内壁碰撞。

滴定中每份试样所耗用的标准溶液量应以不超过滴定管的最大容量为度，以免在补加标准溶液中造成偏差，但也不宜太少。滴定分析中应严密注视被测溶液的颜色变化情况，以准确判断终点的到达。

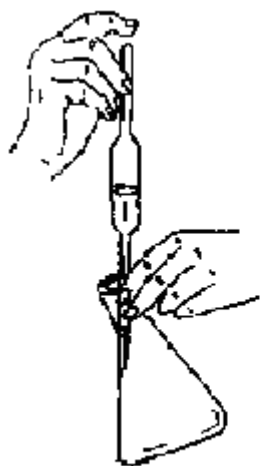


图2-2 移液管操作方法

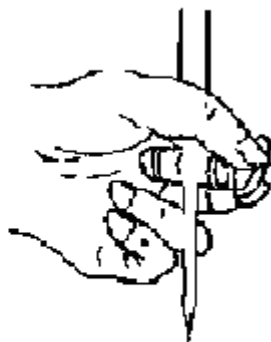


图2-3 滴定操作方法

## 二、锅炉给水硬度测定方法（摘自《锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定》GB/T6909—2008）

锅炉给水水样硬度的测定使用铬黑T作指示剂时，硬度测定范围为 0.1—5mmol/L，硬度超过 5mmol/L 时，可适当减少取样体积，稀稀释到 100mL 后测定；使用酸性铬蓝K作指示剂时，硬度测定范围为 1—100 $\mu$ mol/L。

### 1、高硬度的测定

#### (1)、方法提要

在 pH 值为  $10.0 \pm 0.1$  的水溶液中，用铬黑T作指示剂，以乙二胺四乙酸二钠盐（EDTA）标准滴定溶液滴定至蓝色为终点。根据消耗 EDTA 的体积，即可算出硬度值。

为提高终点指示的灵敏度，可在缓冲溶液中加入一定量的EDTA二钠镁盐。如果用酸性铬蓝K作指示剂，可不加EDTA二钠镁盐。

铁含量大于 2mg/L、铝含量大于 2mg/L、铜含量大于 0.01mg/L、锰含量大于 0.1mg/L对测定有干扰，可在加指示剂前用 2mL L-半胱氨酸盐酸盐溶液和 2mL三乙醇胺溶液进行联合掩蔽消除干扰。

## (2)、试剂和材料

所用试剂和水应使用分析纯试剂和符合GB/T6682 三级水的规定。

①、氨-氯化铵缓冲溶液：称取 67.5g氯化铵，溶于 570mL浓氨水中，加入 1gEDTA二钠镁盐，并用水稀释至 1L。

②、氢氧化钠溶液：50g/L。

③、盐酸溶液：1+1。

④、三乙醇胺溶液：1+4。

⑤、L-半胱氨酸盐酸盐溶液：10g/L。

⑥、乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液：C（EDTA）约 0.01mol/L。

⑦、铬黑T指示液：5g/L。

## (3)、分析步骤

①、取 100mL水样，于 250mL锥形瓶中。如果水样混浊，取样前应过滤。

注：水样酸性或碱性很高时，可用氢氧化钠溶液或盐酸溶液中和后再加缓冲溶液。

②、加 5mL氨-氯化铵缓冲溶液，加 2—3 滴铬黑T指示剂。

注：碳酸盐硬度很高的水样，在加入缓冲溶液前应先稀释或先加入所需EDTA标准溶液的 80—90%

（记入滴定体积内），否则缓冲溶液加入后，碳酸盐析出，终点拖长。

③、在不断摇动下，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液进行滴定，接近终点时应缓慢滴定，溶液由酒红色转为蓝色即为终点。

同时做空白试验。

## (4)、结果计算

硬度含量以浓度C1 计，数值以mmol/L表示，按下式计算：

$$C_1 = \frac{(V_1 - V_0) C}{V} \times 1000$$

式中：

V<sub>1</sub>—滴定水样消耗EDTA标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

V<sub>0</sub>—滴定空白溶液消耗EDTA标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

C—EDTA标准滴定溶液浓度的准确数值，单位为摩尔每升（mol/L）；

V—所取水样体积的数值，单位为毫升（mL）。

## (5)、允许差

取平行测定结果的算术平均值为测定结果。两次平行测定结果的绝对差值不大于 0.02mmol/L。



## 2、低硬度的测定

### (1)、方法提要

在pH值为  $10.0 \pm 0.1$  的水溶液中，用酸性铬蓝K作指示剂，以乙二胺四乙酸二钠盐（EDTA）标准滴定溶液滴定至蓝色为终点。根据消耗EDTA的体积，即可算出硬度值。

铁含量大于  $2\text{mg/L}$ 、铝含量大于  $2\text{mg/L}$ 、铜含量大于  $0.01\text{mg/L}$ 、锰含量大于  $0.1\text{mg/L}$  对测定有干扰，可在加指示剂前用  $2\text{mL}$  L-半胱氨酸盐酸盐溶液和  $2\text{mL}$  三乙醇胺溶液进行联合掩蔽消除干扰。

### (2)、试剂和材料

同高硬度的测定和下列试剂。

①、硼砂缓冲溶液：称取  $40\text{g}$  硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )，加  $10\text{g}$  氢氧化钠，溶于水并稀释至  $1\text{L}$ 。贮于塑料瓶中。

注：硼砂缓冲溶液也可用氨-氯化铵缓冲溶液代替使用。

②、酸性铬蓝K指示剂： $5\text{g/L}$ 。

称取  $0.5\text{g}$  酸性铬蓝K ( $\text{C}_{16}\text{H}_9\text{O}_{12}\text{N}_2\text{S}_3\text{Na}_3$ ) 与  $4.5\text{g}$  盐酸羟胺，在研钵中研匀，加  $10\text{mL}$  硼砂缓冲溶液，溶解于  $40\text{mL}$  水中，用  $95\%$  乙醇稀释至  $100\text{mL}$ ，贮于棕色瓶中备用。使用期不应超过一个月。

③、乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液： $C(\text{EDTA})$  约  $0.005\text{mol/L}$ 。

按GB/T601 配制后，稀释 2 倍。

### (3)、分析步骤

①、取  $100\text{mL}$  水样于  $250\text{mL}$  锥形瓶中。

注：水样酸性或碱性很高时，可用氢氧化钠溶液或盐酸溶液中和后再加缓冲溶液。

②、加  $1\text{mL}$  硼砂缓冲溶液，2—3 滴酸性铬蓝K指示剂。

③、在不断摇动下，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液进行滴定，接近终点时应缓慢滴定，溶液由红色转为蓝色即为终点。同时做空白试验。

水样硬度小于  $25\mu\text{mol/L}$  时应采用  $5\text{mL}$  微量滴定管。

### (4)、结果计算

低硬度含量以质量浓度  $C_2$  计，数值以  $\mu\text{mol/L}$  表示，按下式计算：

$$C_2 = \frac{(V_1 - V_0) C}{V} \times 10^6$$

式中：

$V_1$ —滴定水样消耗EDTA标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

$V_0$ —滴定空白溶液消耗EDTA标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

$C$ —EDTA标准滴定溶液浓度的准确数值，单位为摩尔每升（mol/L）；

$V$ —所取水样体积的数值，单位为毫升（mL）。

### (5)、允许差

取平行测定结果的算术平均值为测定结果。两次平行测定结果的绝对差值不大于  $1.0\mu\text{mol/L}$ 。

### 第三章 水垢的危害、形成及特点

在锅炉内受热面水侧金属表面上生成的固态附着物被称作为水垢。水垢是一种牢固附着在金属表面上的沉积物，它对锅炉的安全运行有很大的危害，结生水垢的现象是锅炉水质不良所引起的一种故障。

## 一、水垢的危害

### 1、浪费燃料

水垢的导热性能很差，它比钢铁的导热能力低几十倍甚至更低，水垢的存在会使锅炉的受热面传热情况变坏，排烟温度增高，增加燃料消耗量。根据试验，在锅炉内壁如有 1mm 厚的水垢，就要多消耗煤 3-5%。

## 2、损坏受热面

由于水垢的导热性能差，而且水垢又易于结生在热负荷很高的金属受热面上。此时会使结垢部位的金属壁温度过高，引起金属强度下降，在压力的作用下，就会发生过热部位变形、鼓包，甚至引起爆炸等事故。

同时水垢还能导致金属发生沉积物下腐蚀。锅炉水冷壁管内有水垢附着的条件下，从水垢的孔、缝隙渗入的锅水，在沉积的水垢层与管壁之间急剧蒸发。在水垢层下，锅水可被浓缩到很高的浓度。其中，有些物质在高温高浓度的条件下会对管壁金属发生严重的腐蚀，如NaOH等。结垢、腐蚀过程相互促进，会很快导致水冷壁管的损坏，甚至引起爆管事故。

### 3、降低锅炉出力

锅炉结垢后，由于传热性变差，要达到锅炉的额定蒸发量或额定供热量，就需要多消耗燃料。但随着结垢厚度增加，以及炉膛容积和炉排面积是一定的，燃料消耗受到限制，因此，锅炉的出力就会降低。

#### 4、降低锅炉使用寿命

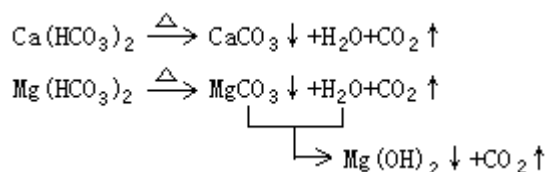
锅炉受热面上的水垢，必须彻底清除才能保证锅炉的安全和经济运行。无论机械、人工、还是采用化学药剂除垢都会影响锅炉使用寿命。

## 二、水垢的形成

### 1、受热分解

含有暂时硬度的水质进入锅炉后，在加热过程中，一些钙、镁盐类因受热分解，从溶于水的物质转变为难溶于水的物质，附着于锅炉金属表面上结生为水垢。

钙和镁盐类分解如下:

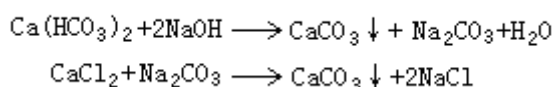


## 2、溶解度下降

随着锅水温度的升高，锅水中某些盐类溶解度下降，如CaSO<sub>4</sub>和CaSiO<sub>3</sub>等盐类。这些盐类从水中析出固相，沉积结生水垢。

## 3、相互反应

给水中原溶解度较大的盐类和其它盐、碱反应后，生成难溶于水的化合物，而结生水垢。一些盐和碱相互反应如下：



## 4、盐类超过了其溶解度

由于锅水的不断蒸发和浓缩，水中的溶解盐含量不断增加，当达到过饱和时，盐类便析出固相，结生水垢。

## 5、水渣转化

当锅内水渣过多时，而且又粘，如Mg(OH)<sub>2</sub>和Mg(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>等，如果排污不及时，很容易由水渣转化为水垢。

对于热水锅炉的锅水是不循环流动的，不存在蒸发浓缩，因而热水锅炉内部结生的水垢原因绝大部分是水中的暂时硬度受热分解生成的碳酸盐水垢。

## 三、水垢的种类

由于水垢的结生与给水和锅水的组成、性质以及锅炉的结构、锅炉运行状况等许多因素有关，使水垢在成分上有很大的区别。按其化学组成，水垢大致可以分为以下几种。

### 1、碳酸盐水垢

碳酸盐水垢主要是钙、镁的碳酸盐，以碳酸钙为主，达50%以上。碳酸钙多为白色的，也有微黄色的。由于结生的条件不同，可以是坚硬、致密的硬质水垢，多结生在热强度高的部位；也可以是疏松的软质水垢，多结生在温度比较低的部位，如锅炉的省煤器、进水管口等处。一般热水锅炉多为碳酸盐水垢。

碳酸盐水垢在5%的盐酸溶液中，大部分可溶解，同时会产生大量的气泡，反应结束后，溶液中不溶物很少。

### 2、硫酸盐水垢

硫酸盐水垢其主要成分是硫酸钙，达50%以上。硫酸盐水垢多为白色，也有微黄色的，特别坚硬、致密，手感滑腻。此种水垢多结生在锅炉内温度最高、蒸发强度最大的蒸发面上。

硫酸盐水垢在盐酸溶液中很少产生气泡，溶解很少，加入10%氯化钡溶液后，生成大量的白色沉淀物。

### 3、硅酸盐水垢

硅酸盐水垢的成分比较复杂，水垢中二氧化硅的含量可达20%以上，硅酸盐水垢多为白色，

水垢表面带刺，它是一种十分坚硬的水垢，此种水垢容易在锅炉温度最高的部分结生，它的主要成分是硅钙石或镁橄榄石。

硅酸盐水垢在盐酸中不溶解，加热后其他成分部分地缓慢溶解，有透明状态砂粒沉淀物，加入 1%HF 可缓慢溶解。

#### 4、混合水垢

混合水垢是上述各种水垢的混合物，很难指出其中哪一种是主要的成分。混合水垢色杂，可以看出层次，主要是由于使用不同水质或水处理方法不同造成的，多结生在锅炉高、低温区的交界处。

混合水垢可以大部分溶解在稀盐酸中，会产生气泡，溶液中有残留水垢的碎片或泥状物。

#### 5、氧化铁垢

氧化铁垢的主要成分是铁的氧化物，大都结生在锅炉热负荷最高的受热面上，有时也会在水冷壁管、烟管等位生成。氧化铁的外表面往往是咖啡色，内层是灰色的。

氧化铁垢加稀盐酸可缓慢溶解，溶液呈黄绿色，加硝酸能较快溶解，溶液呈黄色。

#### 6、油垢

油垢成分很复杂，但油脂含量在 5% 以上。含油水垢多呈黑色，有坚硬的，也有松软的，水垢表面不光滑，它多结生在锅炉内温度较高的部位上。

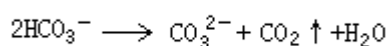
将含油水垢研碎，加入乙醚后，溶液呈黄绿色。

以上只是对水垢进行了一个大致的分类，实际上水垢的成分是十分复杂的，要想确定其具体的成分和结构，必须依靠成分分析和物相分析。

### 四、水垢在锅炉内的分布状况

根据锅炉内的热负荷、锅水蒸发强度和循环状态的不同，水垢在锅内分布情况大致如下：

1、热负荷低、蒸发强度小的部位由于给水中的  $\text{HCO}_3^-$  在上述区域受热发生分解反应：



使  $[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$  的乘积有可能大于  $\text{CaCO}_3$  的溶度积，出现碳酸钙的沉淀。锅水在这些部位没有达到沸点，水流的紊动性很小，因此碳酸钙容易以结晶形态沉积在管壁上，形成坚硬的碳酸盐水垢。

2、热负荷高、锅水蒸发强度大的部位由于锅水在这些部位发生剧烈蒸发浓缩，某些难溶的盐类容易达到溶度积，因此在受热面上形成坚硬、致密的硫酸盐、硅酸盐水垢或混合水垢。

当给水水质变化或锅炉负荷频繁变动时，在这些部位容易形成夹层式混合水垢。

3、热负荷较低，锅水循环缓慢的部位，由于锅水在这些部位循环减慢，水中携带的腐蚀产物和泥渣容易沉积下来，形成氧化铁垢和泥垢。

### 五、水垢的清除及防止

#### 1、水垢的清除

为了清除水垢一般采用机械除垢和化学除垢法。化学除垢法有碱煮法和酸洗法两种。

## 2、水垢的防止

为了防止锅炉结生水垢，一般采用锅内水处理和锅外水处理方法。

锅内水处理一般采用向锅炉内投药的方法，常用药剂配方有：纯碱法、纯碱栲胶法、纯碱腐植酸钠法、三钠一胶法等几种。

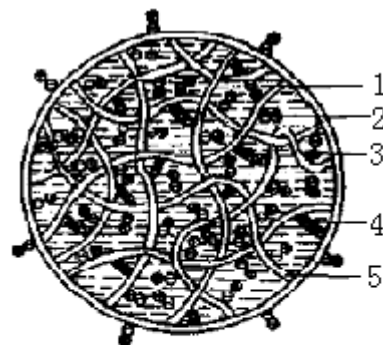
锅外水处理的方法很多，一般采用的是离子交换法对锅炉给水进行软化处理。

## 第四章 离子交换树脂

锅外离子交换软化法，就是将水在进入锅炉之前，通过与离子交换树脂进行交换反应，除去水中的离子态杂质。离子交换软化法一般采用强酸性苯乙烯系阳离子交换树脂，型号为001×7，旧型号为732。

球形的离子交换树脂是由苯乙烯和二乙烯苯的共聚体为骨架组成的立体结构，其空间被结合水所充满。这种结构类似排布错乱的蜂巢，在树脂内形成纵横交错的“孔道”，离子交换基团就分布在孔道的骨架上，水中的离子通过孔道到达交换位置进行交换反应，交换下来的离子由孔道扩散到水中，从而完成了离子交换的全部过程。

树脂颗粒的微观结构如图4-1。离子交换树脂在使用时，如何保持表面的清洁，孔道不被除数堵塞，离子在孔道内移动畅通等，对离子交换反应速度是一个不可忽视的问题。



1-树脂内的结合水 4-二乙烯苯交联  
2-固定离子 5-聚苯乙烯链  
3-可交换的离子

图4-1 强酸性苯乙烯系阳离子交换树脂颗粒的微观结构示意图

### 一、离子交换树脂的性质

#### 1、形状

离子交换树脂一般均呈球形状。呈球状颗粒的树脂与树脂总量的质量分数称为圆球率。对于软化水处理来说，圆球率越大越好，一般应达90%以上。

#### 2、颜色

离子交换树脂因其组成的成份、基团和结构等不同，而呈现出不同的颜色，苯乙烯树脂大都呈黄色。

树脂的本身颜色一般与其物理性能和化学性能并无大的关系。在使用中，因交换离子的转换，树脂颜色也会发生一些变化，这一般是正常现象。但如果树脂受铁离子或有机物等杂质的污染，颜色明显变深、变暗，就很可能影响到树脂的性能，尤其是交换容量会大大降低，在这种情况下，应对树脂进行复苏处理。

另外，虽然有时同一型号的树脂，各批生产的颜色会略有不同，但同一批生产的树脂颜色应是均匀一致的。如果树脂中明显混杂有不同颜色的颗粒，则该树脂的质量就很难保证，购买时应注意鉴别。

#### 3、粒度

离子交换树脂的粒度是指树脂以出厂时的活性基团形式，在水中充分膨胀后的颗粒直径。树脂的粒度一般为0.3-1.2mm。

树脂颗粒的大小，对离子交换水处理工艺有较大的影响。颗粒大，离子交换速度慢，树脂交换容量小；颗粒小，水流通过树脂层的压力损失大，当树脂颗粒过小时，还会严重影响交换器的出水，且树脂易跑失；如果颗粒大小相差很大，对交换器的运行和再生也很不利，首先会造成水流分布不匀，阻力增大；其次在反洗时，若流速过大易冲走小颗粒树脂，流速过小则不能松动大颗粒树脂。

#### 4、含水量

由离子交换树脂的结构可知，树脂中孔道内的自由水分和交换基团上的结合水分构成了树脂水分，001×7 树脂的含水量占其质量的一半，约为 45-55%。

树脂在使用中，如果发生链的断裂、微孔结构的变化，交换容量下降等现象，含水量也随着起变化。因此，树脂含水量的变化也反映出树脂内在的质量变化。

#### 5、密度

树脂的密度，根据含水情况可分为干密度和湿密度，干密度大，实用意义不大，所以不常用。

湿密度又有湿真密度和湿视密度之分。它的区别是，前者在计算树脂的体积时树脂颗粒之间的空隙不计入，叫真实体积；后者则包括孔隙所占的体积，叫堆积体积。可由湿视密度计算出树脂的装载量。

经常应用的是湿视密度，计算式为：

$$\text{湿视密度}(\rho) = \frac{\text{湿树脂质量}}{\text{湿树脂堆积体积}} \quad (\text{g/ml})$$

#### 6、耐磨性

耐磨性是树脂的一项重要指标，耐磨性差，机械强度就低，在使用中破碎严重，损耗量大，树脂层阻力大，严重的会影响设备的产水量。正常情况下树脂每年破损率不超过 5%。

#### 7、溶胀性

将干燥的树脂浸入水中时，其体积往往会变大。有时树脂在失效时和再生后，体积也会发生变化，这种现象称为树脂的溶胀性。由于树脂具有这样的性能，因而在其交换和再生的过程中会发生胀缩现象，多次的胀缩会促使颗粒破碎。另外，干燥的树脂如直接浸泡在水中，树脂也会因一下子溶胀而碎裂，故干燥树脂需先浸泡在饱和食盐水中，让其逐渐溶胀。

#### 8、溶解性

树脂是一种不溶于水的高分子化合物，但在产品中免不了会含有少量低聚合物。这些低聚合物较易溶解，因此新树脂在使用初期，往往会因低聚合物逐渐溶解，而使出水带有颜色。

树脂在使用中，有时也会发生某些高分子转变成胶体渐渐溶入水中的现象，Na型树脂比Ca型易胶溶，所再生后备用的软水器刚投入运行时，有时会产生出水带黄色的现象，就是树脂发生胶溶的缘故。

#### 9、交换容量

树脂的交换容量是离子交换剂最重要的性能指标，它是衡量树脂可能交换离子数量多少

的指标。实际应用中，一般有以下两种交换容量：

全交换容量：表示树脂内离子交换基团全部发生交换反应时的交换容量，单位为mmol（一价基本单元物质）/g（干树脂）或mmol（一价基本单元物质）/mL（湿树脂）两种。当树脂的结构一定时，全交换容量基本上是一个常数，001×7 阳离子交换树脂的全交换容量规定 $\geq 4.5\text{mmol/g}$ 。全交换容量仅应用在树脂的试验研究上，而在实际使用时，常用工作交换容量。

工作交换容量：表示在工作条件下，单位体积树脂所具有的离子交换量，单位为mmol（一价基本单元物质）/mL（湿树脂）或mol/L（湿树脂）两种。树脂的工作条件，包括原水的成分、杂质浓度、温度、流速、出水水质要求、树脂层高度、运行方式和设备结构的合理性等。

工作交换容量受工作条件影响很大，所以数值不可能是一个常数，它的变化幅度很大。工作交换容量与全交换容量的关系不大，但与再生条件有直接关系。也就是说，树脂再生的好坏直接影响其工作交换容量的大小。

### 10、离子交换的选择性

离子交换树脂对水中各种离子的交换能力是不同的，有些离子容易与树脂发生交换反应，但交换后要将它们再生下来就比较困难；而另一些离子较难与树脂发生交换反应，但很容易从树脂中再生下来，离子交换树脂对不同离子的交换反应难易程度不同的这种性质，称为离子交换的选择性。

离子交换的选择性与离子所带电荷及水合离子半径等有关，离子所带电荷越多，水合离子半径就越小，也就越容易与树脂发生交换反应。001×7 树脂离子交换的选择性顺序为： $\text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^{+} > \text{Na}^{+} > \text{H}^{+}$ 。从上面的选择性顺序可以看出钠型离子交换树脂（RNa）与水中的 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 很容易发生交换反应，生成 $\text{R}_2\text{Ca}$ 和 $\text{R}_2\text{Mg}$ ，但要将它们再生下来就比较困难。

表 4-1 001×7 强酸性苯乙烯系阳离子交换树脂部分性能指标

指标名称	指 标	
	一级品	二级品
含水量（%）	45-55	45-55
质量全交换容量mmol/g（干树脂）	$\geq 4.2$	$\geq 4.0$
湿真相对密度（20℃）	1.23-1.28	1.23-1.28
湿视密度（g/ml）	0.75-0.85	0.75-0.85
耐磨率（%）	$\geq 93.0$	$\geq 88.0$
粒度 0.3-1.2mm（%）	$\geq 95$	$\geq 95$

### 二、离子交换树脂的使用

离子交换树脂虽然有很高的稳定性，但是如果使用或贮存不当，也易受到污染或破损，从而导致其交换容量下降甚至丧失。

#### 1、树脂使用前处理

新树脂在使用之前，应进行预处理，其目的是：洗去树脂表面的可溶性杂质及树脂在制造过程中所夹杂的金属离子，并使树脂转型成所需的形式。树脂经适当的预处理不仅可提高



其稳定性，而且还可以起到活化树脂、提高工作交换容量和出水质量的作用。

新树脂在预处理前，应先用水使树脂充分膨胀，但如果树脂在运输或贮存过程中脱了水，则不可将干树脂直接浸入水中，以防树脂因急剧膨胀而破裂。对于已脱水的树脂，须先放在20-24%的食盐水中浸泡一定时间，然后逐渐用水稀释，使树脂缓慢地膨胀到最大体积。

钠离子交换树脂在使用前最好用 10-15%的食盐水浸泡 18-20 小时，然后用水清洗至出水合格，便可投入运行。

**2、树脂使用中应注意的问题**

要尽量避免或减少树脂的磨损，并防止树脂交替地风干和湿润、冷冻和过热等，保持树脂的强度。

要尽量避免或减少对树脂的污染，如悬浮物、有机物、铁离子、游离氯等杂质的污染，保持树脂的稳定性。

**三、离子交换树脂的贮存**

树脂的贮存要注意以下几个问题：

**1、湿法贮存**

树脂如失水风干会大大影响其强度和使用寿命，因此必须注意保持树脂的水分。贮存时，可将树脂浸泡在清水中或食盐水中。如果是包装未拆封的新树脂，应注意包装的密封和完整，防止因包装破损而使树脂失水。

**2、盐型存放**

软水器如停用时间较长，应将已使用过的钠离子交换树脂用 10%的NaCl溶液转成Na型。

**3、防冻防热**

树脂在贮存和运输过程中，温度不宜过高或过低，一般最高不超过 40℃，最低不得在 0℃ 以下。所以树脂不宜放在高温设备附近，夏季不要放在阳光直接照射的地方；冬季应注意保温，如果无保温条件，可将树脂贮存在相应浓度的食盐水中，以免冻裂，NaCl溶液的冰点温度见表 4-2。

表 4-2 NaCl溶液的冰点温度见表

NaCl的质量分数(%)	5	10	15	20	23.5
冰点(℃)	-3.0	-7.0	-10.8	-16.3	-21.2

**4、防止污染和发霉**

新树脂贮存时，应避免和铁容器、氧化剂、油类及有机溶剂等接触，以防树脂污染。软水器如长期停用时，为防止交换器内壁及树脂表面因微生物繁殖而长青苔等藻类或发霉，应定期更换交换器内的清水，尤其是在温度较高的条件下，更应注意。必要时可用灭菌处理：可用 1-2%的过乙酸或 0.5-1%甲醛灭菌溶液浸泡数小时，然后用水冲洗至不含灭菌剂为止。

此外，树脂在贮存时还应防止重物的挤压，以免破碎。

#### 四、树脂污染及污染后的处理

##### 1、树脂变质

树脂变质的主要原因是由于水含有氧化剂，尤其是自来水中残留的游离余氯含量过高（ $\geq 0.5\text{mg/L}$ ）时，就会使树脂结构遭到破坏，当温度较高或水中有重金属离子存在时，更易加速树脂变质。

树脂变质的现象为：颜色变浅，透明度增加，体积增大，此后树脂的强度急剧下降，导致树脂大量破碎，交换容量降低。树脂的变质是无法逆转的，被余氯污染严重的树脂将会全部报废。

除去水中游离余氯一般是在软水器前设置活性炭过滤器，或者是往自来水中投加亚硫酸钠。

##### 2、铁污染

树脂被铁污染的原因，主要是水源水或再生剂中含铁量过高（ $\geq 0.3\text{mg/L}$ ）。

树脂被铁污染的现象为：颜色明显变深、变暗，严重时变成暗褐色或黑色，再生困难，交换容量大大降低，产水量明显减少且出水水质变差。

被铁污染后的树脂可用盐酸处理进行复苏。先取少量树脂通过试验来确定最适宜的酸液浓度和酸洗时间。然后将树脂移到耐酸的容器中，采用 8-12%的HCl溶液将树脂浸泡或低流速循环，最好二者交替进行，时间约为 10-20 小时。在酸洗期间，应定期测定清洗液的酸度，如铁污染较严重，酸度下降较快，宜在中途更换部分酸液，以使复苏彻底。钠离子交换树脂酸洗后，先用清水清洗至排水接近中性，然后用 1-2%的NaOH溶液浸泡或低流速循环 2-4 小时，再用 10%食盐水浸泡 16-20 小时，最后再用清水清洗至出水氯离子含量接近进水含量。

为防止铁污染，一是应采用非金属管道设备等，二是对含铁量高的水源水进行除铁预处理。

##### 3、有机物污染

当水中有油脂类、腐植酸及其它有机物时，极易在树脂表面形成一层油膜，堵塞树脂的微孔，对活性交换基团起封闭作用，从而严重影响树脂的性能。

树脂被有机物污染的现象为：树脂层易结块，树脂密度减小，颜色变深发黑，交换容量明显下降，再生困难，出水水质变差。这些现象极易与树脂被铁污染的现象混淆，区别办法是：取少量被污染的树脂放入小试管中，加入少量水后摇动 2-5min，然后仔细观察，如有有机物污染，会看到有彩虹现象。也可将少量树脂浸泡在 5-10%的HCl中，经 2-4 小时后，若溶液颜色变成黄绿色，树脂颜色变浅，为铁污染。

树脂被有机物污染的复苏方法：一般可用 2-4%的NaOH和 8-10%的NaCl混合溶液，加热至 40-50℃后，对树脂进行碱洗。碱洗可分 2-4 次进行，每次持续 6-8 小时，中间用水冲洗。

防止有机物污染，关键是对含有有机物的原水采取混凝、过滤或活性炭过滤等预处理。

## 第五章 钠离子交换软化原理

锅炉结垢的主要原因是由于锅炉给水中存在 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ，钠离子交换的目的就是除去水中的 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ，使硬水变成软水，以防止锅炉结垢。当原水的碱度较低时，工业锅炉的给水可采用钠离子交换软化法处理。

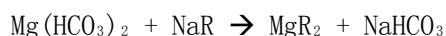
### 一、固定床钠离子交换软化过程

固定床是动态离子交换的一种形式，它是指运行中离子交换剂层固定在一个交换器中，再生时一般也在交换器内进行。

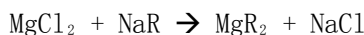
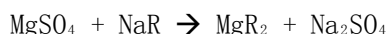
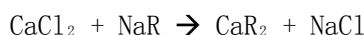
#### 1、钠离子交换软化的原理

固定床运行时，当水流从上至下通过交换剂层时，水中的 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 与交换剂中的 $\text{Na}^+$ 进行交换反应。其过程如下：

碳酸盐硬度软化过程： $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{NaR} \rightarrow \text{CaR}_2 + \text{NaHCO}_3$



非碳酸盐硬度软化过程： $\text{CaSO}_4 + \text{NaR} \rightarrow \text{CaR}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$



从以上反应式可以分析出，经钠离子交换的软化水有如下特点：

#### ①、硬度可以降低或消除

经钠离子交换树脂软化后的水，其残余硬度可以降低至  $0.03\text{mmol/L}$  以下，甚至可以完全消除硬度。

#### ②、碱度不变

经钠离子交换树脂软化后的水，由于碳酸盐硬度等量的转变成了重碳酸钠，并不能使硬水的碱度降低，所以碱度保持不变。

#### ③、含盐量增加

经钠离子交换树脂软化后的水，由于原水中的阴离子，即水中的氯离子、硫酸根、重碳酸根和硅酸根等并不改变，如果水中的其他重金属阳离子忽略不计时，只是钙、镁盐类等量地转变成了不能生成水垢的钠盐，当  $1\text{mmol/L}$  的  $(1/2\text{Ca}^{2+})$  钙硬度被  $1\text{mmol/L}$  的钠离子所交换时，则水中可增加盐量达  $2.96\text{mg/L}$  [即  $23.00$  ( $\text{Na}^+$  的摩尔质量)  $-20.04$  ( $1/2\text{Ca}^{2+}$ ) 的摩尔质量)]。而  $1\text{mmol/L}$  的  $(1/2\text{Mg}^{2+})$  镁硬度被  $1\text{mmol/L}$  的钠离子所交换时，则水中可增加盐量达  $10.84\text{mg/L}$  [即  $23.00$  ( $\text{Na}^+$  的摩尔质量)  $-12.16$  ( $1/2 \text{Mg}^{2+}$ ) 的摩尔质量)]。因此，软化后的水质，其含盐量要比原水高。

由以上分析可以得知，对于硬度很小的原水，单纯进行钠型软化，虽然硬度消除了，但是

会使软化后的水质含盐量增加很多。对于碱度较高的原水，单纯进行钠型软化，会使软化后的水质仍然保持原来的碱度，这种较高的碱度和含盐量，对提高锅水质量和蒸汽品质都是不利的，因此，对于高硬度或高碱度的水质，不宜单纯使用此法软化，而必须采用部分钠离子交换法或氢-钠联合处理，甚至进行部分除盐或全部除盐处理。

## 2、钠离子交换软化树脂层的工作特点

当水流自上而下流过交换器时，水流首先与上部的交换剂层进行交换，当其失效后，继续进入的原水就与下一层交换剂进行离子交换，从而使工作层不断下移。这样，整个交换剂层分为三个区域：上部是已失效的交换剂层，在这一层中由于前期的运行，交换剂都已呈Ca、Mg型，失去了继续软化的能力，水通过这层时不再发生变化，故这一层称为失效层（也叫饱和层）；在这下面的一层是交换层，也称工作层，水通过这一层时，水中的 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 与交换剂中的 $\text{Na}^+$ 进行交换反应，因此在这层交换剂中既有Na型的，也有Ca、Mg型的；最下部的交换剂是尚未参加反应的一层，基本都是呈Na型。随着交换器的运行，失效层的区域不断增大，工作层不断下移，未交换区域随之减少，当工作层下移至接近交换层底部时，出水中将会因 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 穿透而出现了硬度，因此为了保证出水合格，应在底部保留一定的Na型未交换剂层，即当工作层到达交换剂层底部之前，就应进行再生，故最底层的未交换剂层被称为保护层。

从以上分析可以知道，实际上工作层或保护层中有部分交换剂并未完全发挥离子交换的作用，因此它们在整个交换剂层中所占的比例越小，交换剂的利用率就越高。这也就是增加离子交换剂层高度，可提高树脂工作交换容量的原因。

## 3、影响钠离子交换软化的因素

### ①、运行流速（ $\text{gpm}/\text{ft}^2$ ， $\text{m}/\text{h}$ ）

通常流速越大离子交换所需的工作层越大，树脂有效利用率就会下降，但设备单位时间产水能力会提高。反之流速越小所需的工作层越小，树脂利用率就会提高，但设备单位时间产水能力会下降。过大的流速会造成原水只与树脂表面离子交换，水不能进入树脂内部。树脂表面通常只提供20%的交换容量，树脂里面可以提供80%的交换容量。合理的交换流速对提高设备产水能力和交换能力是非常重要的。一般建议运行流速控制在20-30 $\text{m}/\text{h}$ （即4-10 $\text{gpm}/\text{ft}^2$ ），二级软化处理和小型装置可适当提高到小于60 $\text{m}/\text{h}$ 。

### ②、水与树脂接触的时间（ $\text{gpm}/\text{ft}^3$ ）

水与树脂的接触时间越长，交换越充分，单位体积树脂的交换容量提高，但单位时间树脂的产水能力下降。接触时间越短，交换越不充分，单位体积树脂的交换能力下降，而单位时间树脂的产水能力提高。因此合理的接触时间对于软水器的经济运行非常重要。一般建议1.0-5.0 $\text{gpm}/\text{ft}^3$ 树脂（每小时水流量为树脂装载体积的8-40倍）。

### ③、树脂层高度

树脂层越低，因流速对其交换容量的影响就越大。当树脂层高的达到30英尺（762mm）时，树脂层高度造成的流速对其交换能力的影响可降低到比较低的程度。因此建议树脂层高

度大于 800mm。

#### ④、进水含盐量

进水含盐量的高低会影响出水品质，而进水含盐量中 $K^+$ 、 $Na^+$ 的总含量对出水品质的影响非常大。

#### ⑤、树脂交换容量

不同的树脂提供的交换容量是不一样的。

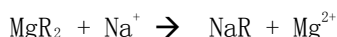
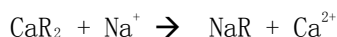
### 二、固定床钠离子交换再生过程

在钠离子交换过程中，当软水中出现了硬度，而且超过了标准时，则证明钠离子交换树脂已经失效。为了恢复其交换容量，就需要对树脂进行再生。

#### 1、钠离子交换再生原理

再生过程，主要是使含有大量的钠离子的氯化钠（NaCl）溶液，通过失效的树脂层，从而将离子交换树脂中的钙、镁离子交换到溶液中去，钠离子则被树脂所吸附，使树脂重新恢复交换容量。

钠型离子交换树脂的再生过程，可以用下列反应式表示：



生产中多采用食盐溶液（NaCl）作为再生剂，主要是由于它比较容易得到，而且在再生过程中，所形成的再生后产物（ $CaCl_2$ 、 $MgCl_2$ ）都是可溶性的盐类，很容易随再生废液排出。钠型离子交换树脂再生用的食盐，原则上其纯度越高越好，然而考虑到工业生产的经济性，大都采用工业用盐，但无论如何，用于再生树脂的食盐，其杂质含量不宜过多。有的资料认为：10%的食盐溶液总硬度不应超过 40mmol/L，悬浮物不应大于 2%。

再生是钠离子交换器使用过程中十分重要的环节。掌握和了解再生的有关知识，对钠离子交换器的正确应用和经济运行有很大意义。

#### 2、顺流再生和逆流再生

固定床钠离子交换器按其再生运行方式不同，可分为顺流再生和逆流再生两种。

##### ①、顺流再生

顺流再生是指交换器运行时水流的方向和再生时再生液流动的方向一致，通常都是由上向下流动。顺流再生时，由于再生液首先接触的是交换器上部已完全失效的交换剂，当再生液从上至下流至交换器底部保护层时，再生液中不但 $Na^+$ 含量很低，而且还含有大量已被交换下来的 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ ，影响出水质量。为了提高交换剂的再生质量，就需要增加再生剂的用量，因此顺流再生时盐耗往往比较大。

##### ②、逆流再生

逆流再生是指交换器运行时水流的方向和再生时再生液流动的方向相反，所以也称对流再生。固定床逆流再生有两种：一种是运行时原水从上往下流动，再生时再生液从下往上流

动，习惯上称为固定床逆流再生；另一种是运行时原水从下往上流动，利用水流的动能，使树脂以密实的状态浮动在交换器上部，而再生时，树脂回落，再生液从上往下流动，习惯上称为浮动床。

逆流再生时，再生液首先接触的是失效程度较低的保护层，当流至失效程度最高的交换剂层时，虽然交换下来的 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 浓度较高，但由于随即被排出，因此十分有利于平衡向再生方向移动。由于逆流再生可使交换剂保护层（出水处）再生十分彻底，所以即使交换剂表层（进水处）的再生程度差些，也不会影响其出水质量。

逆流再生与顺流再生相比，具有出水质量好，盐耗低，工作交换容量大等优点。所以一般钠离子交换器大多采用逆流再生，但顺流再生也有设备结构简单，再生操作方便，有利于自动控制等优点，因此，富来全自动软水器一般采用固定床顺流再生，只有部分型号为固定床逆流再生。

### 3、影响再生效果的因素

#### ①、再生方式

如前所述，一般逆流再生比顺流再生效果好，不过对于固定床逆流再生来说，再生操作的方法必须要正确，特别是交换剂不能乱层（交换剂层由于反洗松动而使得上下层次打乱的现象），否则逆流再生的效果也会受很大影响。

#### ②、再生剂用量

一般来说再生剂的用量是影响再生程度的重要因素，它对交换树脂的交换容量的恢复和经济性有直接关系。

离子交换树脂的再生在理论上是按等当量进行，即 1mol 的再生剂可恢复 1mol 的交换容量，也就是使用 58.4g 的 NaCl，但实际上再生剂的耗量要比理论值大得多，通常是理论值的 2-3 倍左右，即 120-180g/mol 左右。我们把恢复离子交换树脂 1mol 的交换容量所消耗的再生剂质量称为再生剂的耗量，如果使用食盐再生时，则称为盐耗。

钠离子交换器的再生盐耗可按下式计算：

$$K = \frac{m}{Q(YD - YD_c)}$$

式中：K-----钠离子交换器的再生盐耗，g/mol；

m-----再生一次所用纯食盐的质量，g；

Q-----钠离子交换器的周期产水量， $\text{m}^3$ ；

YD-----产水周期中原水的硬度， $\text{mol}/\text{m}^3$ ；

YD<sub>c</sub>-----软化水的残余硬度， $\text{mol}/\text{m}^3$ ，当原水硬度比它大很多时，可以忽略不计；

当再生剂用量不足时，交换树脂的再生程度低，工作交换容量受影响，制水周期缩短，交换器自耗水量增大，有时甚至会影响出水质量；适当增加再生的盐耗，可提高交换树脂的再生程度，但再生盐耗增加到一定量后，再生程度不会再有明显提高，这时如继续增加再生盐耗就会造成浪费，所以采用过高的再生盐耗也是不经济的。

再生盐耗是经常和工作交换容量一起作为衡量钠离子交换器运行时经济性好坏的指标。

### ③、再生液浓度

当再生剂用量一定时，在一定范围内，其浓度越大，再生程度越高，当浓度达到某一数值时，再生程度呈现一个最高值。如用食盐为再生剂时，其浓度为 5-10% 较为合适。如再生液浓度太低，则再生不完全，而且再生所需时间长，设备自耗水量大。但再生液浓度也不能过高，因为再生剂用量一定时，浓度越高，再生液体积越小，与交换树脂的反应就不易均匀地进行，而且过高的浓度还会使交换基团受到压缩，使再生效果反而下降。

为了合理地利用再生液，实际操作时也可采用再生液先稀后浓的再生方法，如用食盐再生时，可先将一次再生用盐量的 1/3 配成浓度约 4% 的溶液送入到交换器内，以驱走失效度较高的树脂所交换下来的  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$ ；

然后再将其余 2/3 的食盐配成浓度较高 6-7% 的溶液，继续进行再生。

### ④、再生液流速

再生液流速是指再生液通过交换树脂层时的速度，它也是影响再生程度的一个重要因素。维持适当的流速，实质上就是使再生液与交换树脂之间有适当的接触时间，以保证再生时交换反应充分进行，并使再生剂得到最大限度的利用。再生时，控制一定的再生液流速非常重要。如果流速过快，再生液与交换树脂接触的时间过短，交换反应尚未充分进行，再生液就已被排出交换器，这样即使再生剂用量成倍增加，也难得到良好的再生效果，特别是当再生液温度很低时，更不宜提高流速。再生液的流速通常可控制在 4-8m/h，对于无顶压逆流再生钠离子交换器来说，为了防止再生时乱层，再生液流速宜控制更低，一般为 2-4m/h。为了使再生时交换反应充分进行，一般认为再生液与交换树脂的接触时间不少于 30min。

### ⑤、再生液温度

再生液温度对再生效果的影响也很大，适当提高再生液温度，可加快离子的扩散速度，提高再生效果。实践证明，阳离子交换树脂再生时，将再生液温度提高到 50℃ 左右，可大大提高再生程度，特别是冬季，效果更加显著。但由于离子交换树脂的热稳定性限制，再生液的温度也不可过高，否则易使交换树脂的交换基团分解，促使交换树脂变质并影响其交换容量。

### ⑥、再生剂的纯度

再生剂的纯度对交换剂的再生程度和出水水质影响较大，如果再生剂质量不好，含有大量杂质离子，尤其是含有要交换的“反离子”，例如食盐中硬度含量高，就会降低再生程度，且出水水质也会受影响。另外，食用的含碘盐中 NaCl 含量较低，也不宜用作再生剂。

## 第六章 富来全自动软水器原理及组成

近些年来随着科学技术的发展，自动控制钠离子交换器（通常也称全自动软水器）已广泛的应用到工业锅炉软化水处理中。

全自动软水器就是将软水器运行及再生过程的每一个步骤实现自动控制，并采用时间或流量等方式来启动再生程序，其工作性能主要取决于控制阀的特性。

目前应用最多的是美国滨特尔（Pentair）水处理集团下属的富来（Fleck，也译为富来克）控制装置制造公司生产的控制阀。通常把安装有这种控制阀的软水器称为富来全自动软水器（以下简称软水器）。

### 一、富来全自动软水器工作原理

富来全自动软水器采用的是固定床钠离子交换软化法。固定床运行时，水流从上向下通过钠离子交换树脂层时，水中的钙、镁离子与树脂中的钠离子进行交换反应，使原水得到软化，树脂选用001×7强酸性苯乙烯阳离子交换树脂。当钠离子交换树脂失效后，为了恢复其软化能力，用钠离子再生剂进行再生，既有顺流再生，也有逆流再生，再生剂一般采用食盐（NaCl）溶液。

### 二、富来全自动软水器工作过程

富来全自动软水器一般采用的是固定床顺流再生，工作过程为运行、反洗、再生、置换、正洗、盐箱注水。

#### 1、运行，也称产软水

原水在一定的压力、流量下，进入装有钠离子交换树脂的树脂罐，树脂中含有的可交换离子 $\text{Na}^+$ ，与水中的 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 进行离子交换软化反应，使出水硬度达到使用要求。

当出水硬度超过使用要求时，软水器会根据时间或流量信号启动再生程序，再生循环各步骤由再生控制器按设定的时间自动完成。

#### 2、反洗（再生循环第一步）

树脂失效后，在进行树脂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，二是清除运行中在树脂表面积累的悬浮物同时一些破碎树脂颗粒也可随着反洗水排出。这样，软水器的水流阻力不会越来越大。为了保证反洗时完整树脂不会被冲走，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，所要求的反洗空间也就越大，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，反洗的好坏直接影响再生效果。

#### 3、再生，也称吸盐（再生循环第二步）

从盐箱内吸入饱和盐液，并稀释至规定浓度后，以一定的流量流经失效的树脂层，将树



脂还原成钠型，使其恢复软化能力。

**4、置换，也称慢洗（再生循环第三步）**

在再生液进完后，软水器的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，采用小于或相当于再生液流速的清水进行清洗，目的是不使清水与再生液产生混合。一般清洗水量为树脂体积的 0.5-1 倍。

**5、正洗（再生循环第四步）**

为清除树脂层中残留的再生废液，通常以反洗流速清洗至出水合格为止，水流方向与反洗相反。

**6、盐箱注水（再生循环第五步）**

向盐箱注入溶解下次再生所需耗盐量的水。通常 1 立方米水溶解 360kg 食盐（浓度为 26.47%），即 1 加仑水溶解 3 磅食盐。

为了保证盐箱中的盐液浓度达到饱和，首先应保证食盐溶解时间不小于 6 小时，其次是必须保持盐箱中始终有固体颗粒食盐。

以上 2-6 为一个再生循环程序，软水器在正洗结束后，即盐箱注水工作开始时，已经转入到运行工作状态，也就是说盐箱注水工作与运行工作过程是同时进行的，直至盐箱注水工作结束。

如果采用固定床逆流再生工作过程为：运行、再生、置换、反洗、正洗。

富来全自动软水器由于采用的是无顶压式逆流再生，所以必须控制好再生流速，防止树脂乱层，一般要求再生流速小于 2m/h，否则逆流再生的效果将受到很大影响。

**三、富来全自动软水器组成**

全自动软水器在技术理论上并未有新的突破，其软化和再生的原理与同类型传统的手动（固定床顺流或逆流）软水器基本相同，只是体积变小了，由手动操作，变为自动控制操作，但还是需要操作人员对其运行进行维护，从而保证软水器运行的稳定性和经济性。

全自动软水器工艺流程如图 6—1，它利用多路阀代替了传统的手动阀门，多路阀由程序控制器控制其软化、再生所有工作过程，水流程与传统的手动软水器相同。

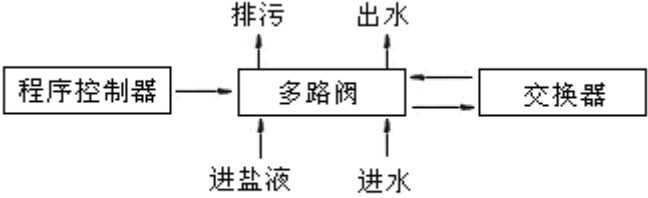


图6-1 全自动软水器工艺流程图

全自动软水器的程序控制原理如图 6—2，程序控制器根据再生控制信号源（时间或流量）来启动再生程序，并向多路阀驱动器发出动作指令，通过阀定位器来控制活塞的动作位置，从而来改变水流方向，完成不同的工作过程。

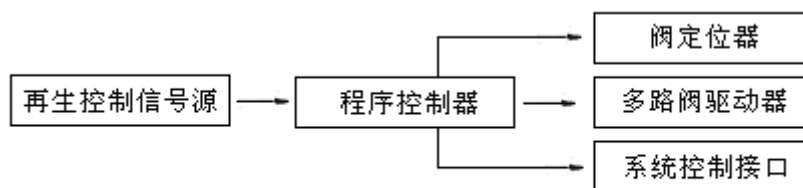


图6-2 全自动软水器程序控制原理图

传统的手动软水器主要由多个手动阀门、交换器、溶盐系统等组成，而富来全自动软水器主要由控制阀、树脂罐和盐箱组成，如图6-3。

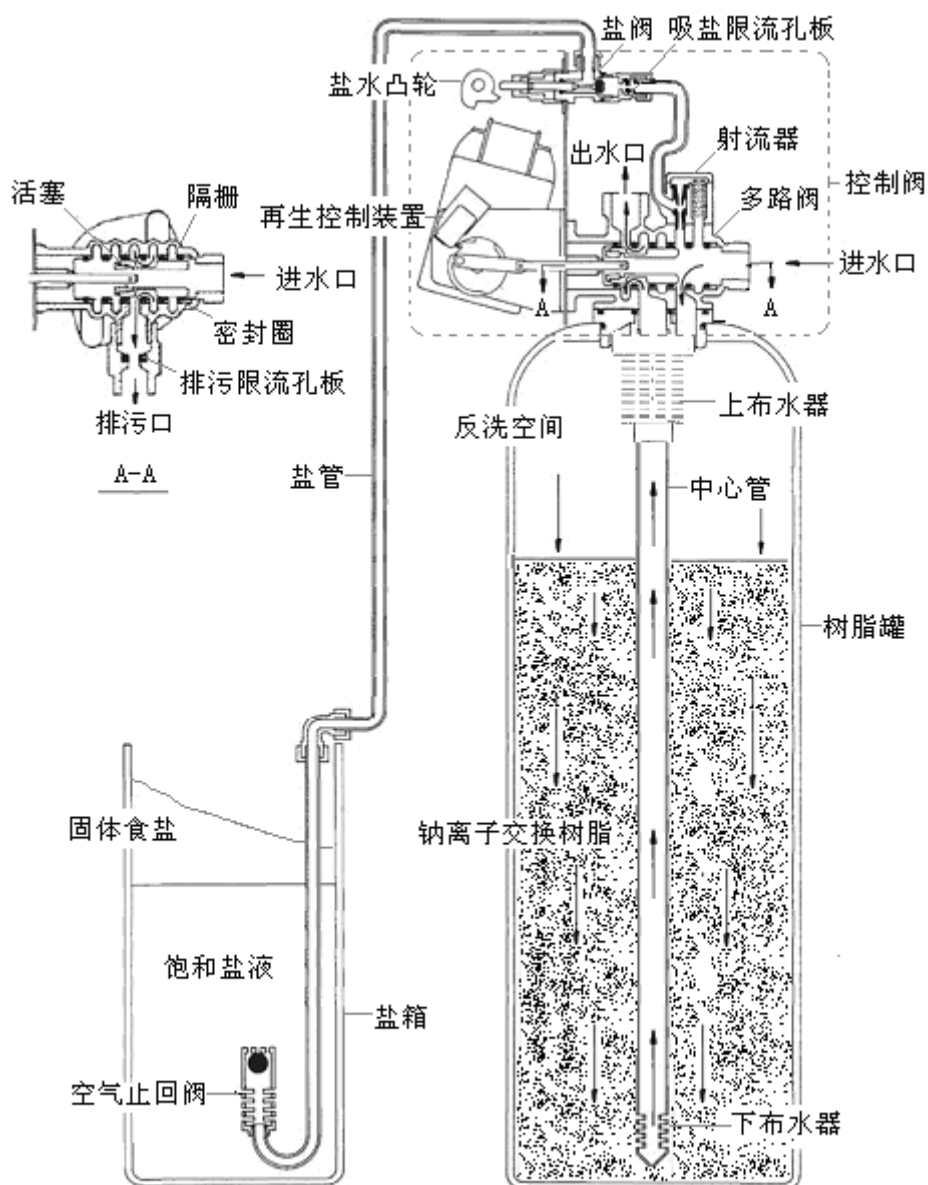


图6-3 富来全自动软水器示意图（2750型控制阀）

控制阀可根据设定的程序，自动完成软水器的所有工作过程，树脂罐用于填装钠离子交换树脂，做为软化、再生反应的容器（即交换器），盐箱则用于溶解软水器再生时所用的饱和食盐（NaCl）溶液。

### 1、控制阀

富来全自动控制阀规格齐全，从进口管径 3/4in 至 3in 有多达十几种型号，其流量范围从最小的 3.4 吨至 56.8 吨（在 15psi 条件下）。每种型号控制阀至少有 7 种规格的射流器供用户选用，互换性能强，并且有近百种规格的流量控制孔板供用户选择，能最大限度的满足用户要求。

每个受压零件的设计都满足从 0-190psi 的循环压力试验 250000 次，再生、运行的周期循环试验满足 10000 次，使用寿命长。进出口管径大于 1in 的控制阀采用无铅黄铜制造。

### 2、树脂罐

树脂罐是用来填装树脂的罐体，一般采用玻璃钢或不锈钢制造（具体规格见附录），内部还安装有中心管（顶装形式）及上下布水器，上下布水器主要用于软化和再生过程中使水流分布均匀。上布水器与控制阀连接，然后中心管从上布水器内插入到控制阀内，下布水器固定在中心管下端。

树脂罐的规格根据树脂的填装量来确定，控制阀及树脂罐的规格确定后，即可选择相应规格的中心管及上下布水器，如图 6-4。

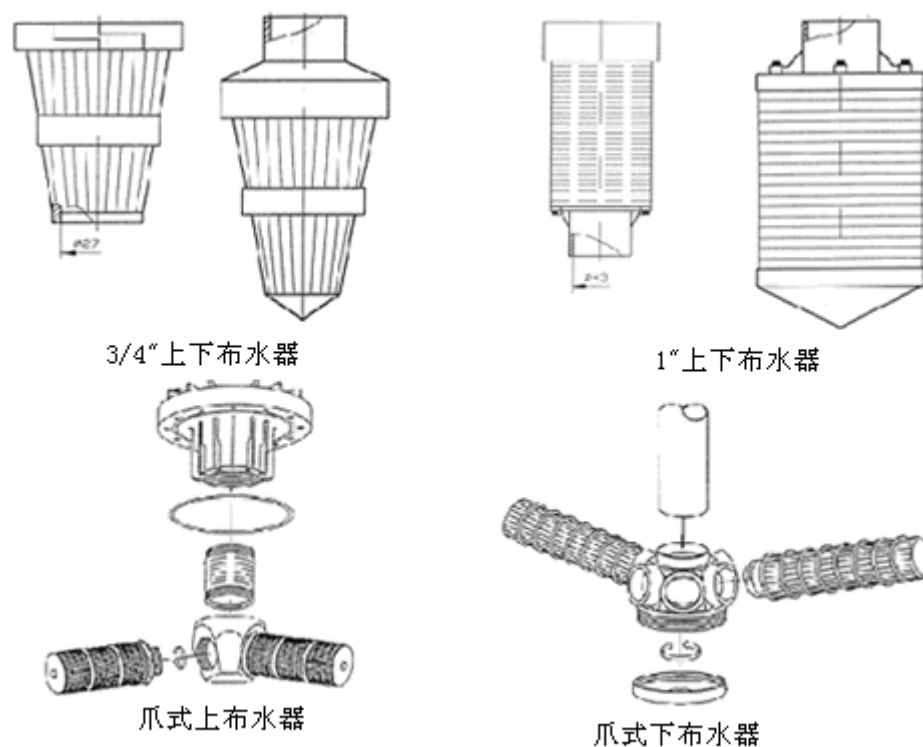


图6-4 布水器

### 3、盐箱

盐箱主要是用来配制再生用饱和食盐溶液，一般采用工程塑料制造，内部还安装有盐萼、盐井，在盐井内还放有盐阀（空气止回阀）。盐箱的规格根据树脂罐内树脂每次再生耗盐量来确定，一般要求盐箱内的装盐量不少于 6 次再生用的食盐量，通常规格有 100L、200L、300L、500L、1000L、2000L 等。

## 第七章 富来全自动控制阀简介

富来全自动控制阀是软水器的核心部件，它主要由多路阀和再生控制装置组成。

多路阀是一种利用活塞往复运动来切换软水器所有工作过程水流流向的多通路集成阀，同时还安装有再生系统、注盐水限流孔板及排污限流孔板等部件。

再生控制装置是控制阀的指挥机构，由再生控制器和驱动装置组成。

再生控制器按照设定的程序向驱动装置发出动作信号，由驱动装置推动活塞往复运动，从而完成软水器所有工作过程。软水器如果采用流量再生启动方式，还需在软水器出水口处安装流量计，为再生控制器提供流量信号。

### 一、控制阀的分类

按用途及结构特点分为四个系列：

1、**小型民用控制阀系列**，主要由 5600、5600SE、5000、6600、6700 型的控制阀组成，适用于单阀单罐系统，如图 7-1。

结构特点：活塞为纵向布置，阀体材质均为工程阀体材料质塑料。再生时有硬水旁通，需要外加阀门来阻断硬水。5600 型再生程序有 7 个步骤，比其他阀门多两次清洗，再生质量优于其他阀门。适用于民用小型软水器。



图7-1 小型民用控制阀系列

2、**单活塞工业用控制阀系列**，主要由 1500、2510、2750、2850、3130、3150 型控制阀组成，适用于单阀单罐系统，如用于双罐系统需外加阀门来实现，如图 7-2。

结构特点：活塞为横向布置。除 2510 外其他阀体材质均为无铅黄铜，  
可选配无硬水旁通活塞，反洗流量大。如果配成双罐系统需外加阀门来实现。适用于锅炉用软水器及其他工业用软水器。



图7-2 单活塞工业用控制阀系列

**3、双活塞工业用控制阀系列**，主要由 2900、2930、3900 型控制阀组成，适用于双罐系统，而无需外加阀门控制，如图 7-3。

结构特点：活塞为横向布置，有两只活塞，一只控制再生程序，另一只实现进出水切换，阀体材质均为无铅黄铜，可选配无硬水旁通活塞。配成双罐系统或多罐系统，无需外加阀门即可实现。适用于锅炉用软水器，及其他工业用软水器。

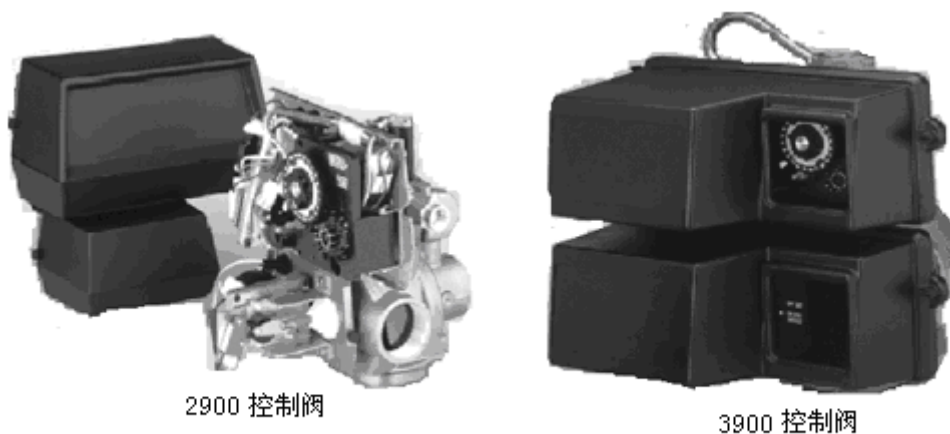


图7-3 双活塞工业用控制阀系列

**4、双罐一用一备控制阀系列**，主要由 8500、9000、9500 型控制阀组成，单阀同时控制两台树脂罐（一用一备，交替再生），能连续供应软化水，由于采用软水再生，再生效果好，适用于各种用水情况，对于用水量大的系统可多台并联运行，如图 7-4。

结构特点：一只阀门控制两只罐体，有两只活塞，一只控制再生程序，另一只实现两个罐体互相切换，由流量来启动再生。除 8500 外，阀体材质为无铅黄铜。适合要求连续供应软化水的场合，由于采用一用一备形式，树脂利用率不高。

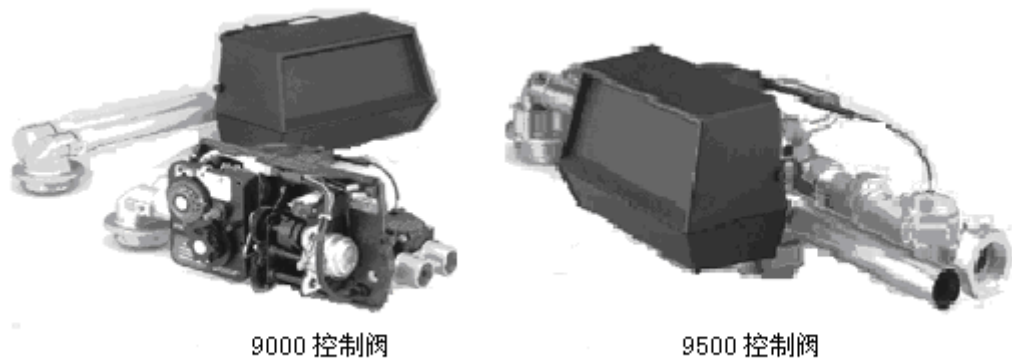


图7-4 双罐一用一备控制阀系列

控制阀还可以按再生时有无硬水进入系统分为有硬水旁通和无硬水旁通控制阀。小型民用控制阀属于有硬水类，单活塞工业用控制阀和双活塞工业用控制阀属于可选无硬水类，双罐一用一备控制阀属于无硬水类。

不同型号控制阀的性能参数见附录。

## 二、再生系统

富来全自动软水器再生系统由盐阀、射流器、空气止回阀及盐管等部件组成。

盐阀通过连管与射流器连接，靠盐水凸轮旋转运动打开或关闭盐水管路，来切换吸盐、慢洗和盐箱注水工作过程。

射流器安装在多路阀上，靠水流过喷嘴和喉管时产生的负压将盐箱内的盐液吸入到树脂罐内，再生用的盐液浓度由注入射流器的水流量及被吸入的饱和盐液量的比例来决定，在设计射流器时已通过计算使得在一定的工作压力（20-60psi）下，其注入树脂罐的盐液浓度在8-12%之间。

再生系统主要有 1600、1610、1700、1800 等几个系列，如图 7-5、图 7-6、图 7-7，每系列配有不同型号的射流器，射流器的型号用喷嘴与喉管的本体颜色来区别，见表 7-1。

表 7-1 再生系统及射流器参数表

1600 系列	射流器出口总流量 (gpm) 注：1gpm=227L/h						
进水压力 psi	#000 褐色	#00 紫色	#0 红色	#1 白色	#2 蓝色	#3 黄色	#4 绿色
20 (0.14MPa)	0.22	0.30	0.42	0.42	0.85	1.10	1.24
30 (0.21MPa)	0.24	0.40	0.48	0.56	1.05	1.32	1.48
40 (0.28MPa)	0.26	0.46	0.53	0.66	1.22	1.58	1.72
60 (0.41MPa)	0.30	0.56	0.60	0.74	1.52	1.84	2.10
90 (0.62MPa)	0.36	0.62	0.67	0.84	1.72	2.17	2.58
120 (0.83MPa)	0.36	0.68	0.71	0.94	1.86	2.46	3.25

表 7-1 (续)

再生系统及射流器参数表

1610 系列	射流器出口总流量（gpm）注：1gpm=227L/h						
进水压力 psi	#000 褐色	#00 紫色	#0 红色	#1 白色	#2 蓝色	#3 黄色	
20（0.14MPa）	0.22	0.38	0.60	0.82	1.00	1.20	
30（0.21MPa）	0.25	0.44	0.66	0.92	1.25	1.35	
40（0.28MPa）	0.28	0.48	0.72	1.02	1.40	1.56	
60（0.41MPa）	0.30	0.52	0.78	1.12	1.52	1.75	
90（0.62MPa）	0.34	0.57	0.85	1.24	1.67	1.90	
120（0.83MPa）	0.36	0.66	0.94	1.65	1.83	2.15	
1700 系列	射流器出口总流量（gpm）注：1gpm=227L/h						
进水压力 psi	#3C 黄色	#4C 绿色	#5C 白色	#6C 红色			
20（0.14MPa）	1.35	2.19	3.24	3.50			
30（0.21MPa）	1.91	2.75	4.11	4.65			
40（0.28MPa）	2.05	3.41	4.97	5.40			
60（0.41MPa）	2.31	3.75	5.78	6.57			
90（0.62MPa）	2.55	4.06	6.45	7.81			
120（0.83MPa）	2.76	4.34	6.89	8.75			
1800 系列	射流器出口总流量（gpm）注：1gpm=227L/h						
进水压力 psi	#4 绿色	#5 红色	#6 白色	#7 蓝色	#8 黄色	#9 紫色	#10 黑色
20（0.14MPa）	3.9	5.8	7.1	10.3	12.2	17.5	18.0
30（0.21MPa）	5.0	7.6	10.5	16.0	18.1	25.1	27.5
40（0.28MPa）	5.1	7.7	10.8	16.1	18.2	25.2	27.6
60（0.41MPa）	5.3	8.7	12.1	18.0	21.8	28.6	32.5
90（0.62MPa）	6.0	10.0	13.3	19.9	24.6	32.6	36.6

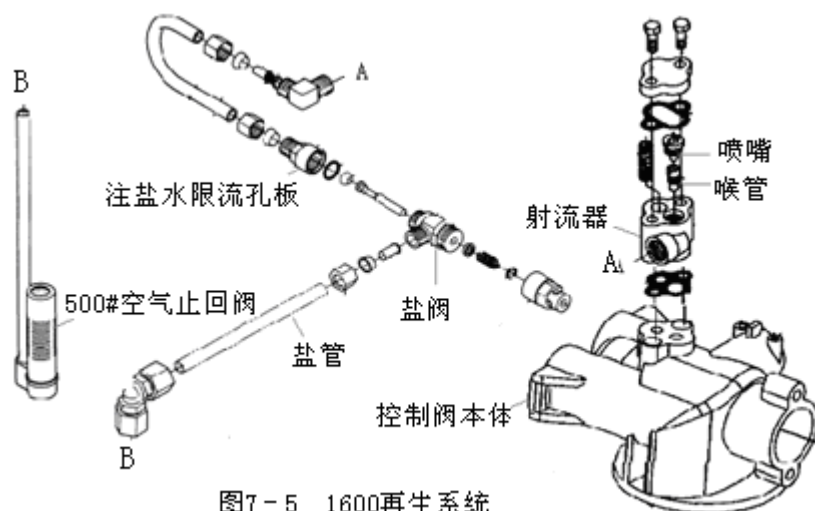


图7-5 1600再生系统



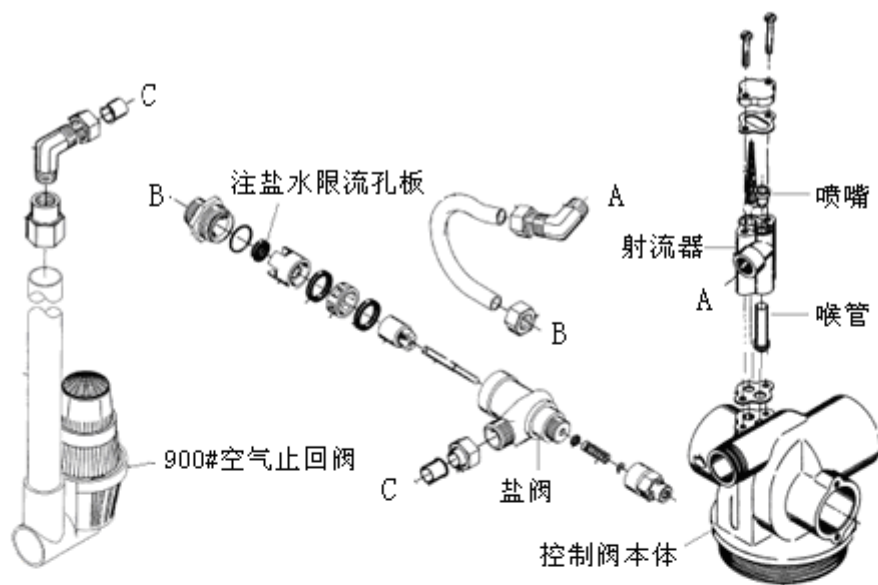


图7-6 1700再生系统

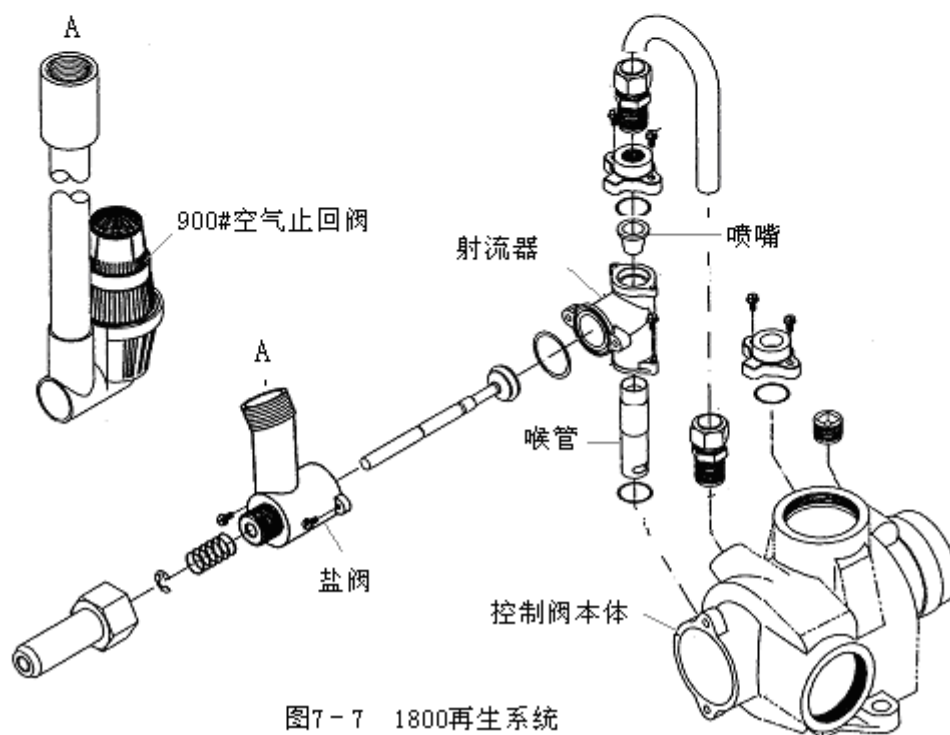
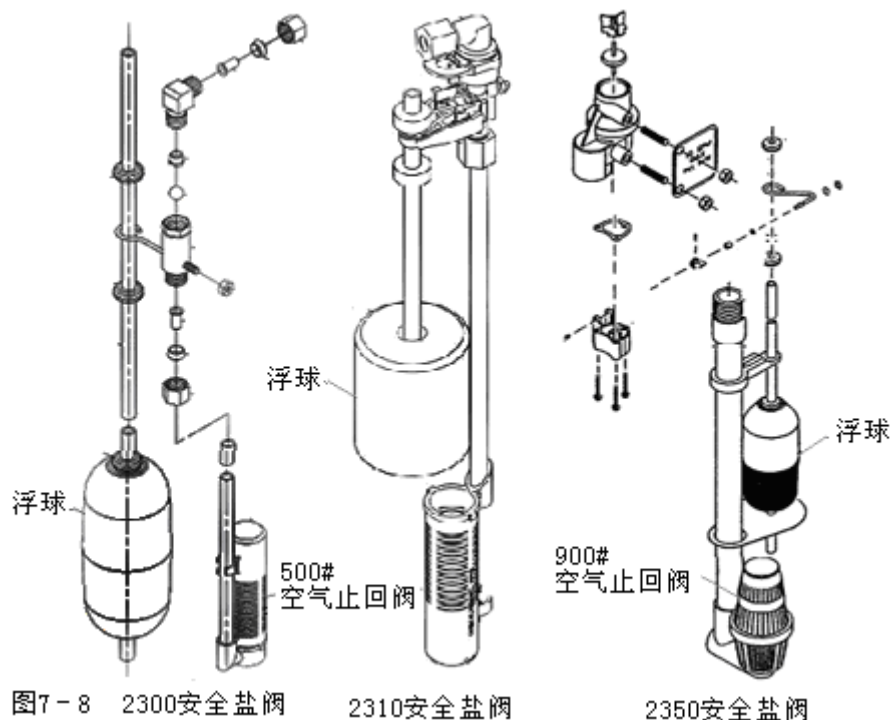


图7-7 1800再生系统

空气止回阀安装在盐箱内的盐井里，当软水器吸完盐液时，空气止回阀内的浮球自动下降，将吸盐管路关闭，防止空气进入软水器，软水器则自动进入置换工作过程，空气止回阀主要有 500#和 900#两种规格。

为了控制盐箱内最高盐液位，防止盐箱溢水，有时也在空气止回阀上安装浮球装置用来控制盐液位，称盐液安全阀，主要有 2300、2310、2350 三种型号，具体如图 7-8。





### 三、注盐水限流孔板、排污限流孔板

为了控制再生系统向盐箱内的注水流量，在射流器上还安装注盐水限流孔板（Brine Line Flow Control，简称B. L. F. C. ），注盐水限流孔板应与再生系统配套选用，规格见表 7—2。

表 7—2 注盐水限流孔板、排污限流孔板规格表

再生系统	尺寸	B. L. F. C. 孔板规格（gpm）
1600	3/8”	0.125、0.25、0.5、1.0
1610	3/8”	0.125、0.25、0.5、1.0
1700	1/2”	1.2、1.5、2.0、2.4、3.0、3.5、4.0、5.0、7.0
1800	1”	10.0、12.0、15.0、20.0、25.0

为了控制软水器反洗水流量，在排污管出口处还安装排污限流孔板（Drain Line Flow Control，简称D. L. F. C. ），有单孔和多孔排污限流孔板，严禁用阀门来代替排污限流孔板，具体规格见表 7—3。

表 7—3 排污限流孔板规格表

孔板数	尺寸	D. L. F. C. 孔板规格（gpm）
1	1/2”	0.6、0.8、1.0、1.2、1.3、1.5、1.7、2.0、2.4、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、6.0、7.0
1	3/4”	0.6、0.8、1.0、1.2、1.3、1.5、1.7、2.0、2.4、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、6.0、7.0
1	1”	0.6、0.8、1.0、1.2、1.3、1.5、1.7、2.0、2.4、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、6.0、7.0

表 7-3 （续）

排污限流孔板规格表

孔板数	尺寸	D. L. F. C. 孔板规格 (gpm)
1	1"	10.0、12.0、15.0、20.0、25.0
4	2"	30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、100
16	3"	up to 100

#### 四、再生控制器

##### 1、按再生启动方式分：

①、时间型：以固定的天数间隔来启动再生，最多每天只能启动一次再生。再生启动时间用户可根据需要进行调整。由于每天最多只能自动启动一次再生程序，所以树脂罐内的树脂总交换容量必须大于处理一天用水量的要求。

时间型再生控制器一般用于用水量小且稳定、出水水质要求不高的场合。从运行稳定性和经济性考虑，工业锅炉用软水器不建议采用此种再生启动方式。

②、流量即时型：根据原水水质及软水器的交换能力，并考虑一定的储备量来设定再生一次的处理水量，当软水器产水量达到设定值时，由流量计立即启动再生程序。因为再生时用的是饱和盐液，通常认为固体颗粒食盐溶解成饱和盐液大约需要 6 小时（食盐的溶解速度同时还受温度和食盐的纯度影响），所以软水器总交换容量应至少满足处理 6 小时的用水量要求，实际上一般要求软水器总交换容量应满足处理 8-12 小时的用水量要求。

流量即时型再生控制器一般适用于各种不同的运行工况，且比时间型省盐、省水，工业锅炉用软水器主要采用此种再生启动方式。

③、流量延时型：流量延迟型是流量即时型与时间型的结合，当软水器运行达到设定流量时，并不是马上启动再生程序，而是需要等到当天设定的再生时间再启动再生程序。工业锅炉用软水器严禁采用此种再生启动方式。

##### 2、按结构类型分：

①、机械型是一种机电一体化的控制器，优点是结构简单，对于环境的适应性强，操作方便，再生各步骤工作时间（除 5600 型控制阀）可根据运行要求进行调整；缺点是启动再生的方式不能互换。

主要型号有：3200（时间型）、3210（流量延迟型）、3220（流量即时型）和 3230（远程流量控制型）。

②、电子型是由微电子电路构成的控制器，优点是动态显示运行状态，可设置的参数比较多，启动再生的方式可以互换，有记忆功能，可接受外部脉冲信号启动再生，再生各步骤工作时间可根据运行要求进行调整；缺点是对使用环境要求较高。

主要型号有：SE（简单电子型）、NT（电子控制型）、Systemax 2000（远程电子控制型）。

#### 五、流量计

装配流量型再生控制器的控制阀需在出水口处安装流量计，为再生控制器流量显示装置

提供流量信号，当软水器周期产水量达到设定值时，再生控制器则会启动再生程序，如图 7-9，表 7-4。

机械式再生控制器配有机械式流量计，当水流过流量计时，叶轮旋转产生扭矩，经变速机构变速后，通过流量软轴线带动流量盘逆时针旋转，流量盘则会从设定流量值逐渐减小至零，从而启动再生程序，当再生结束后，流量盘则又重新返回至设定流量值。

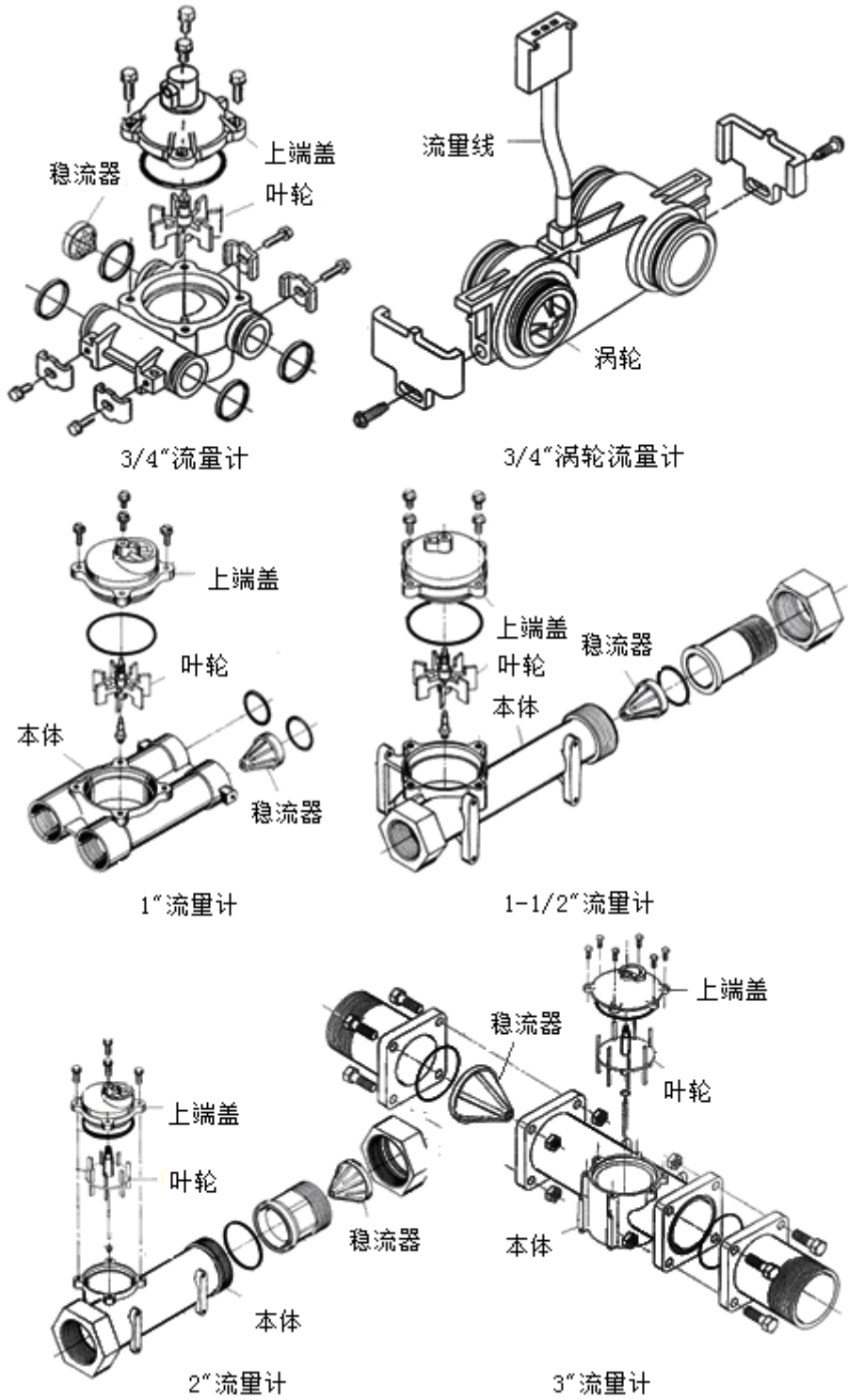


图7-9 常用流量计

电子式再生控制器配有脉冲式流量计，当水流过流量计时，叶轮旋转产生脉冲信号，通过流量信号线将脉冲信号传递给再生控制器，再生控制器会根据脉冲数计算出水流量，并与设定流量值相减，在显示屏上动态显示出剩余可处理水量，直至显示为零，则启动再生程序，当再生结束后，显示屏又重新显示设定流量值。

表 7-4 常用流量计规格表

进出口管径	最大流量 量gpm	最大流量 压损psi	计量精度 ±5%gpm	标准量程 gal	扩展量程 gal	兼容阀门
3/4"	15	4.9	0.25-15	125-2125	625-10625	2510、5600、6600 6700、8500、9000
3/4" 涡轮	15	2.3	0.25-15	1-9999	N/A	5600SE、TwinFlo100
1"	40	5.0	0.7-40	310-5270	1550-26350	2750、9000
1-1/2"	75	5.0	1.5-75	625-10625	3125-53125	2850、9500
2"	150	4.6	3.0-150	1250-21250	6250-106250	2900、3150
3"	300	5.0	7.0-300	3750-63750	18750-318750	3900

### 六、控制系统组合方式

当采用流量计来启动再生程序时，还可以根据具体情况的需要，将软水器组成如下几种控制系统。

#### 1、单流量计控制系统（即时或延时再生启动方式，System 4#），如图 7-10。

延时再生：单阀单罐单流量计，当流量计回零时，软水器仍保持在产软水状态，直至到达设定再生时间，才自动启动再生程序。

即时再生：单阀单罐单流量计，当流量计回零时，软水器立即启动再生程序。

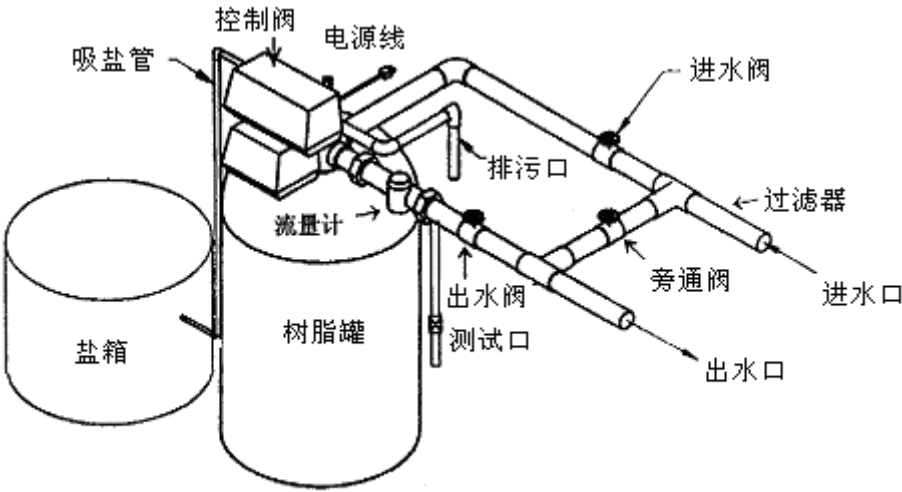


图7-10 System 4#

#### 2、双流量计互锁控制系统（System 5#），如图 7-11。

双阀双罐双流量计，双罐同时产软水工作，当双流量计中一个回零时，此罐开始再生，另一罐仍保持产软水工作，直至回流流量计回零后，再等第一罐再生完毕（即使这一罐流量计也已回零），这一罐才开始再生，当用水量大时可多个系统并联工作。亦可安装为多流量计，多阀多罐同时运行，分别再生，互锁控制。

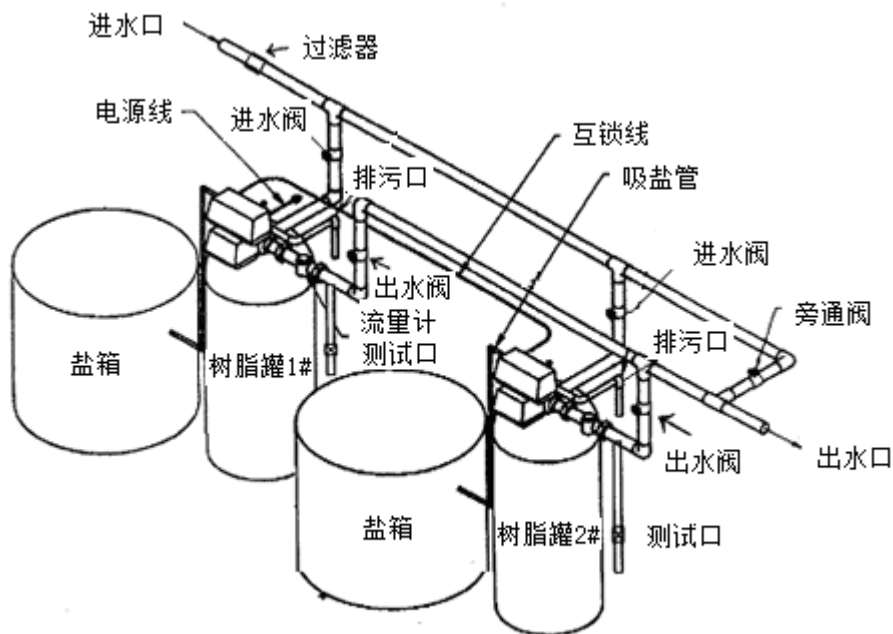


图7-11 System 5#

### 3、单流量计先后再生控制系统 (System 6#), 如图7-12。

双阀双罐单流量计, 双罐同时产软水工作, 当流量计回零时, 主罐开始再生, 一旦主罐返回产软水工作状态, 副罐开始再生, 当用水量大时可多个系统并联工作。亦安装为单流量计, 多阀多罐同时运行, 先后再生。

### 4、单流量计交替再生控制系统 (System 7#), 如图7-12。

双阀双罐单流量计, 双罐交替工作, 交替再生, 一罐产软水工作, 另一罐备用。当流量计回零后, 产软水罐开始再生, 备用罐开始产软水工作, 循环往复, 一用一备。当用水量大时, 可多个系统并联工作, 当用水量小时, 也可直接选用双罐一用一备控制阀。亦可安装为单流量计, 多阀多罐运行, 一台交替再生。

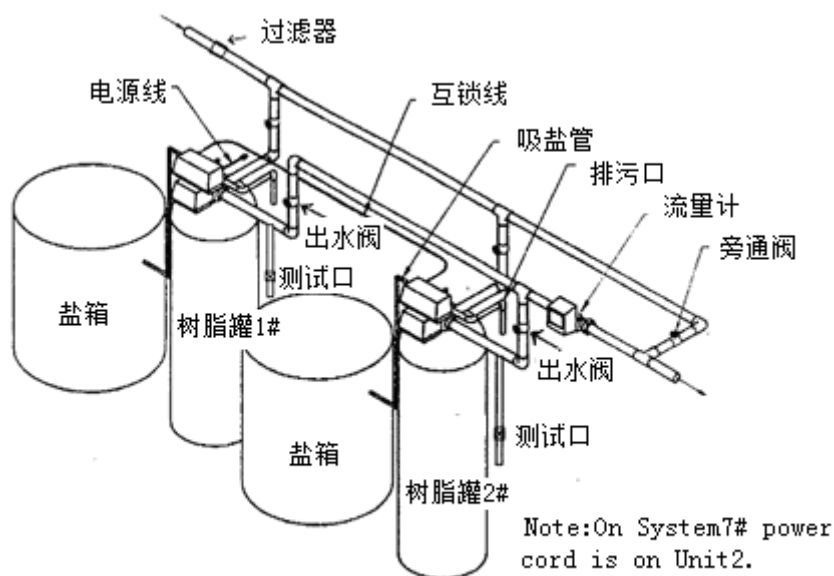


图7-12 System 6# or System 7#

## 第八章 富来全自动软水器的设计与安装

### 一、原始数据

富来全自动软水器设计前，应对锅炉给水水样进行化验，并对用水情况进行调查，从而提供有效的设计计算数据。主要有以下几方面：

1、锅炉用水水源水质：钙离子、镁离子、铁离子、钾离子、钠离子、碳酸根、重碳酸根、氯离子、悬浮物、有机物等含量。

其中主要是钙离子、镁离子的含量，即水的总硬度，用来确定软水器的离子交换树脂填装量。

当铁离子含量（以Fe表示） $\leq 0.3\text{mg/L}$ ，否则需进行除铁。

当氯离子含量（以 $\text{Cl}_2$ 表示） $< 0.1\text{mg/L}$ ，否则需用活性炭过滤器进行过滤。

浊度 $\text{NTU} < 5\text{mg/L}$ （顺流再生）或 $< 2\text{mg/L}$ （逆流再生），否则需用砂过滤器进行过滤。

当采用城市自来水做为锅炉给水，一般水质满足富来全自动软水器的使用要求，而无需进行预处理。

2、工业锅炉给水硬度要求：工业蒸汽锅炉 $\leq 0.03\text{mmol/L}$ ，热水锅炉 $\leq 0.6\text{mmol/L}$ （具体可参见GB/T1576-2008《工业锅炉水质》）。

3、进水压力值要求在 $0.2\text{--}0.5\text{Mpa}$ 之间，一般以 $0.3\text{Mpa}$ 为宜，压力过低，影响再生效果，可以采用安装增压水泵等方法来提高进水压力。压力过高，会损坏软水器内部部件，可以采用安装减压阀等方法来降低水压。

4、工业锅炉软水用水量：每小时用水量、一天总用水量、一天连续用水时间，此数据主要用来确定软水器小时出水量、连续运行工作周期及周期产水量。

### 二、设计参考数据

富来全自动软水器设计时所需的参考数据见表8-1。

### 三、确定控制系统组合形式

#### 1、确定启动再生方式

启动再生方式有：时间型、流量即时型、流量延时型。工业锅炉用软水器一般选用流量即时型，但软水器的总交换能力应至少满足处理6小时的用水量要求，实际上一般要求软水器总交换能力应满足处理8-12小时的用水量要求。对于用水量在 $2\text{t/h}$ 以下的小型锅炉，从设备购置成本的角度考虑，有时也选用时间型。

#### 2、确定再生盐耗及交换树脂填装量

根据原水水质及出水要求查树脂厂家资料来确定再生盐耗，然后根据再生盐耗来确定树脂工作交换容量，从而来计算树脂填装量。

树脂填装量可按式计算：

$$R = \frac{Q(YD - YD_c)}{E}$$

式中：R--树脂填装量，L；

Q--周期产水量， $m^3$ ，通过小时用水量及软水器运行工作周期来计算；

YD--原水硬度， $mol/m^3$ ；

YD<sub>c</sub>--出水残余硬度， $mol/m^3$ ；

E--交换树脂工作交换容量， $mol/L$ 。

表 8-1 富来全自动软水器设计参考数据

中 国			美 国	
运行	滤速	20-30m/h	4-10gpm/ft <sup>2</sup> 1.0-5.0gpm/ft <sup>3</sup>	1.0-5.0gpm/ft <sup>3</sup> 此指标是用来衡量进水与树脂接触的时间。
反洗	流速	15m/h	5gpm/ft <sup>2</sup> (12.23m/h)	以反洗膨胀空间 50%为准。
	时间	15min	10-20min	
再生	再生盐耗	100-120g/mol	80-174g/mol	再生盐耗由进水含盐量及硬度确定，具体查树脂性能参数表。
	浓度	5-8%	8-10%	
	流速	4-6m/h	0.25-0.90gpm/ft <sup>3</sup> 一般 0.5 gpm/ft <sup>3</sup>	无顶压逆流再生<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	5m/h	0.3 gpm/ft <sup>3</sup>	
	时间	计算确定	计算确定	
正洗	水耗	3-6 倍树脂量	3-6 倍树脂量	以出水合格为止。
	流速	15-20m/h	同反洗流速	
工作交换容量		0.9-1.0mol/L	0.9-1.37 mol/L	
运行工作周期		-----	时间启动再生不少于 24 小时；流量启动再生不少于 6 小时，一般要求 8-12 小时。	

### 3、确定树脂罐规格及控制系统组合形式

首先应根据树脂填装量来初步确定软水器树脂罐数量及控制系统组合形式，如单罐运行、一用一备或多用一备交替运行、双罐或多罐同时运行先后再生等形式，并确定再生控制器的型号，然后选择合适规格的树脂罐。

#### ①树脂罐直径

软水器在相同流量下，工作流速越高，则所配的树脂罐直径就越小，但树脂交换工作层则会增大，树脂的利用率下降，所以在选择树脂罐直径时，必须保证工作流速在 20-30m/h 的范围内，当进水硬度高时，工作流速可取低流速，延长水与树脂的接触时间，当进水硬度低时，工作流速应取高流速。当采用二级软化处理时，在保证出水硬度满足工业锅炉给水硬度要求的情况下，工作流速可取不大于 60m/h。

#### ②树脂罐高度

树脂罐高度 (mm) = 工作树脂层高度 (mm) + 反洗膨胀高度 (mm) + 树脂罐折损高度 (mm)

当填装树脂量及树脂罐直径确定后，工作树脂层高度也随之确定，但工作树脂层高度不得小于 800mm。

对于固定床顺流再生软水器反洗膨胀高度一般为工作树脂层高度的 40%-60%，通常取 50%，适应的反洗流速为 12.23m/h。

树脂罐折损高度需按具体型号，查树脂罐生产厂家资料来确定。

#### 4、控制阀的选用分析

可根据单台软水器运行的工作流量来选择控制阀的型号，蒸汽锅炉一般按锅炉的蒸发量 1.2 倍与控制阀流量进行选配，热水锅炉按实际小时补水量进行选配。

### 四、设计计算

在设计时为了计算方便一般采用美制单位，具体换算见附录。

富来全自动软水器设计计算主要包括确定排污限量孔板 (D.L.F.C.)、射流器、注盐水限流孔板 (B.L.F.C.) 及再生步骤时间等。

#### 1、确定排污限流孔板规格

软水器是利用排污限流孔板来实现对反洗流速的控制。

反洗流量 (gpm) = 树脂罐截面积 (ft<sup>2</sup>) × 单位面积反洗流量 (通常取 5gpm/ft<sup>2</sup>，即 12.23m/h)。

例如：现有一台树脂罐直径为 63in，确定反洗流量。

反洗流量 =  $3.14 \times [63/24]^2 \times 5 = 108\text{gpm}$  (1ft=12in)

查排污限流孔板规格表选用 100gpm，校核单位面积反洗流量为 4.7gpm/ft<sup>2</sup>，则实际反洗流速为 11.4m/h。

#### 2、确定射流器型号及规格

软水器的再生盐液浓度、流速和置换流速是通过选择合适的射流器来加以控制。再生时通过原水进入射流器产生的负压将盐箱中的饱和盐液吸入到多路阀内，并稀释至规定浓度后，再与树脂罐内的失效树脂进行再生交换反应。再生盐液的稀释浓度是由注入射流器的原水流量及被吸入的饱和盐液量的比例来决定，在设计时已通过计算使得在工作压力范围内 (20-60psi)，其稀释浓度控制在 8-12%之间。

软水器的再生控制器将再生与置换时间设定在一起，当盐箱内饱和盐液吸完时，盐阀自动关闭吸盐管路，再生工作结束，转入置换工作，此时射流器的出水用于置换工作。

再生盐液流量 (gpm) = 树脂填装量 (ft<sup>3</sup>) × 单位体积再生盐液流量 (取 0.5 gpm/ft<sup>3</sup>)

如上例，树脂罐内装 79ft<sup>3</sup>树脂，确定其再生盐液流量。

再生盐液流量 =  $79 \times 0.5 = 38.5\text{gpm}$

查射流器规格表，进水压力为 60psi (0.41Mpa) 下选用 1800 系列 10#，再生盐液流量为 32.5gpm，吸饱和盐液流量为 12.35gpm，置换流量为 20.15gpm，校核单位体积再生盐液流量为 0.41gpm/ft<sup>3</sup>，则实际再生盐液流速为 3.7m/h。



### 3、确定注盐水限流量孔板规格

软水器是利用控制盐箱注水量来达到控制再生耗盐量。

再生耗盐量(lb)=树脂填装量(ft<sup>3</sup>)×单位体积树脂再生耗盐量(lb/ft<sup>3</sup>)

单位体积树脂再生耗盐量一般取 6-15 lb/ft<sup>3</sup> (即 96-240g/l), 也可查厂家树脂性能参数表, 然后按下式计算得出。

$$\text{单位体积树脂再生耗盐量 (g/L)} = \frac{\text{树脂再生盐耗 (g/mol)}}{\text{树脂工作交换容量 (mol/L)}}$$

饱和盐液为每加仑水溶解 3 磅食盐, 则:

$$\text{盐箱注水量 (gal)} = \frac{\text{再生耗盐量 (lb)}}{3}$$

通常情况下盐箱注水时间取 10-20 分钟, 则:

$$\text{盐箱注水流量 (gpm)} = \frac{\text{盐箱注水量 (gal)}}{\text{盐箱注水时间 (min)}}$$

例如上例, 确定盐箱注水流量。

再生耗盐量=79×12=948 lb (单位体积树脂再生耗盐量取 12 lb/ft<sup>3</sup>)

$$\text{盐箱注水量} = \frac{948}{3} = 316\text{gal}$$

$$\text{盐箱注水流量} = \frac{316}{14} = 22.6\text{gpm}$$

查盐注盐水限流孔板规格表选用 25gpm, 盐箱注水时间为 14 分钟时, 校核单位体积树脂再生耗盐量为 13.3 lb/ft<sup>3</sup>, 实际盐箱注水量为 350gpm, 实际再生耗盐量为 1050 lb。

### 4、确定再生各步骤时间

①、反洗时间一般取 10-20min。

②、再生时间按下式计算:

$$\text{再生时间 (min)} = \frac{\text{饱和盐液量 (gal)}}{\text{射流器吸饱和盐液流量 (gpm)}}$$

每加仑饱和食盐溶液中溶解有 2.6 磅固体食盐, 则饱和盐液量可按下式简化计算, 饱和盐液量也可按饱和盐液的密度进行计算。

$$\text{饱和盐液量 (gal)} = \frac{\text{实际再生耗盐量 (lb)}}{2.6}$$

例如上例, 确定再生时间。

$$\text{饱和盐液量} = \frac{1050}{2.6} = 403.8\text{gal}$$

$$\text{再生时间} = \frac{403.8}{12.35} = 32.7\text{min}$$

一般要求再生时间不得少于 30min。

③、置换时间按下式计算:

$$\text{置换时间 (min)} = \frac{\text{置换水量 (gal)}}{\text{射流器置换流量 (gpm)}}$$

置换水量为树脂体积的 0.5-1 倍。

例如上例，确定置换时间。

$$\text{置换时间} = \frac{591}{20.15} = 29\text{min} \quad (1\text{ft}^3=28.3\text{L}, 1\text{gal}=3.785\text{L})$$

则再生、置换时间 = 32.7 + 29 = 61.7min，取 62min。

④、正洗时间按下式计算：

$$\text{正洗时间 (min)} = \frac{\text{正洗水量 (gal)}}{\text{反洗流量 (gpm)}}$$

正洗水量为树脂体积的 3-6 倍。

例如上例，确定正洗时间。

$$\text{正洗时间} = \frac{591 \times 3}{100} = 17.7 \text{ min}, \text{取} 18\text{min}。$$

⑤、注盐水时间见盐箱注水流量孔板选择计算。

#### 5、富来全自动软水器设计计算实例（固定床顺流再生）

序号	名称	符号	单位	计算公式	数值	备注
原始参数						
1	产水量	Q	m <sup>3</sup> /h	用户提供	50	
2	原水总硬度	HI	mol/ m <sup>3</sup>	用户提供	4	
3	软化水硬度	HO	mmol/L	用户提供	0.03	
4	原水钠钾含量	K+Na	ppm	用户提供	200	
5	工作温度	T	℃	用户提供	10	
6	进水压力	P	MPa	用户提供	0.42	
7	要求连续供水时间	Sct	hr	用户提供	24	
交换器计算						
8	离子交换树脂	R				选 PUROLITEC-100E 树脂 001×7
9	单位树脂再生盐耗量	Spr	lb/ft <sup>3</sup>	即 192g/L	12	查树脂性能参数表
10	树脂工作交换容量	Rc	mol/L		1.1	1.37mol/L 考虑安全余量
11	运行流速	Sv	m/h		25	根据国家标准确定为 20-30m/h
12	所需交换面积	F	m <sup>2</sup>	Q/ Sv	2	
13	交换器同时工作台数	n	台		1	
14	交换器选用台数		台	n 或 n+1	2	一台再生备用
15	单台交换器直径	De	mm	$\sqrt{4F/(n/3.14)} \times 1000$	1596	
16	单台交换器流量	Qe	m <sup>3</sup> /h	Q/n	50	

序号	名称	符号	单位	计算公式	数值	备注
17	选用交换器直径	Dt	mm	(即 63ft)	1600	根据玻璃钢罐厂家资料
18	实际交换器截面积	Fe	m <sup>2</sup>	$3.14 \times (Dt/2)^2$	2	即 21.52ft <sup>2</sup>
19	单罐连续运行时间	St	hr		8	流量控制再生一般运行时间 8-12 小时
20	单罐交换容量	Ce	mol	$Q_e \times H_i \times St = 50 \times 4 \times 8$	1600	
21	最少树脂装载量	R <sub>min</sub>	L	$C_e/R_c = 1600/1.1$	1455	时间控制再生其树脂装载量必须满足一天的总产水要求
22	核算树脂层高度	H <sub>cr</sub>	mm	$R_{min} / Fe = 1455/2$	728	树脂层高度最低不低于 800mm
23	选用交换器高度	H	mm		2184	根据玻璃钢罐厂家资料
24	反洗流速	B <sub>cv</sub>	gpm/ft <sup>2</sup>	12.23 m/h	5	
25	反洗膨胀率	B <sub>h</sub>	%	树脂粒径 0.45-1.25	50	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	H <sub>r</sub>	mm	$(H-h)/(1+B_h)$	1123	
28	实际运行流速	V	m/h	$Q_e/Fe$	25	
29	实际树脂装载量	R <sub>v</sub>	L	$Fe \times H_r$	2246	(79ft <sup>3</sup> )
30	实际单罐运行时间	St	hr	$(R_v \times R_c)/(Q_e \times H_i)$	12.34	
	反洗计算					
31	反洗流量	B <sub>q</sub>	m <sup>3</sup> /h	$Fe \times B_{cv}$	24.4	即 108gpm
32	反洗流量孔板	D. L. F. C.	gpm		100	查阅 fleck 反洗限流限流孔板表
33	实际反洗流速	B <sub>v</sub>	gpm/ft <sup>2</sup>	D. L. F. C. /Fe	4.65	即 11.35m/h
34	反洗时间	B <sub>t</sub>	min		10	
再生计算						
35	再生一次盐耗量	S <sub>d</sub>	lb	$R_v \times Spr$	952.3 2	即 431kg
36	配制饱和溶液耗水量	S <sub>w</sub>	gal	$S_d/3$	317	1 加仑水溶解 3 磅盐
37	盐箱注水孔板流量	B. L. F. C.	gpm	$S_w/14 = 22.67$	25	盐箱注水时间 14 min, 查孔板资料取 25gpm。
38	盐箱注水时间	R <sub>t</sub>	min	$S_w/25$	12.7	盐箱注水时间实际取 14min。
39	实际盐箱注水量	R <sub>w</sub>	gal	$B. L. F. C. \times R_t$	350	
40	实际再生一次盐耗量	S <sub>pt</sub>	lb	$R_w \times 3$	1050	即 476kg
41	饱和盐液量	D <sub>v</sub>	gal	$S_{pt} / 2.6$	403	1 加仑饱和盐液中含 2.6 磅盐
42	再生液流量	B <sub>ct</sub>	gpm/ft <sup>3</sup>	0.25-0.9	0.5	以树脂厂家要求的参数为准

序号	名称	符号	单位	计算公式	数值	备注
43	再生液总流量	Btf	gpm	$(R_v/28.3) \times B_{ct}$	39.6	$1 \text{ ft}^3=28.3\text{L}$
44	射流器选择	If	gpm	1800 系列 #10	32.5	查 fleck 射流器表
45	实际再生液流量	Bf	$\text{gpm}/\text{ft}^3$	$I_f/R_v$	0.41	
46	实际再生液流速	Bs	m/h	$(I_f \times 0.227) / F_e$	3.7	$1\text{gpm}=0.227 \text{ m}^3/\text{h}$
47	吸盐流量	Df	gpm	$I_f \times 0.38$	12.35	一般计算时吸盐量按射流器流量的 38% 来确定
48	吸盐时间	DF	min	$D_v/D_f$	32.7	
	置换计算					
49	置换水量	SV	gal	$R_v \times 0.267$	599.7	取 0.5-1 倍的树脂量 ( $1\text{L}=0.267\text{gal}$ )
50	置换流量	ST	gpm	$I_f-DF$	20.15	
51	置换时间	Sst	min	$SV/ST$	29.8	
52	吸盐置换时间设定	Dst	min	$DF+Sst$	62	
	正洗计算					
53	正洗水耗量	Fcv	$\text{m}^3$	$2.246 \times 3$	6.74	正洗水量取 3 倍树脂体积, 即 1780gal
54	正洗流量	Ff	gpm	与反洗相同	100	
55	正洗时间	Dst	min	$F_{cv}/F_t$	17.8	设定为 18min
	再生水耗计算					
56	反洗水耗量	Bw	gal	$B_t \times D.L.F.C.$	1000	
57	正洗水耗量	Fw	gal	$F_f \times F_t$	1800	
58	吸盐置换水耗量	Dsw	gal	$ST \times Dst$	1249.3	
59	再生总水耗量	Tw	gal	$B_w+D_{sw}+R_w+F_w$	4399	
60	选择 3900 控制阀	二用 一备	交替运行	3230 远程流量再生控制器		
阻力损失计算						
61	控制阀阻力系数	Cv			65	查控制阀资料
62	控制阀阻力损失	Pv	psi	$(Q_e \times 4.4/C_v)^2$	11.4	
63	布水器阻力损失	pd	psi		8.6	STRUCTURAL-5687 型布水器, 查资料
64	树脂层阻力损失	pr	psi	$H_r/1000 \times 0.2=0.2$ $2 \text{ kgf}/\text{cm}^2$	3.2	查 PUROLITE C-100E 树脂资料得: $0.2\text{kgf}/\text{cm}^2/\text{m}$
65	交换器总阻力损失	pt	$\text{kgf}/\text{cm}^2$	$p_v+p_d+p_r=23.2 \text{ psi}$	0.16	$1\text{psi}=0.07\text{kgf}/\text{cm}^2$

## 五、安装

### 1、安装的一般要求

①、进水压力应在 0.2-0.5MPa，当水源压力无法满足要求时，可安装增压水泵提高进水压力。如果压力过高，应安装减压阀来控制进水压力。

②、进水温度应在 5-45℃之间，电源采用交流 200V/50Hz。

③、软水器应安装在牢固的平台上，附近有畅通的下水，并留有足够的操作和维修空间。

④、工作环境温度应在 5-50℃之间，相对湿度≤95%（5℃时）。

### 2、控制阀的安装与树脂填装（顶装形式）

第一步：首先将下布水器牢固安装在中心管底端，然后插入到树脂罐中央，在中心管上端低于罐口 0.5mm 处截断并导角，然后用胶带封住中心管口，以防树脂漏入。

第二步：将石英砂沿中心管周围空隙投入树脂罐，并使之在罐底铺平，石英砂高于下布水器上 20mm，石英砂应按粒径级别分层铺装，主要起到布水作用（对于直径小于 500mm 树脂罐一般不装石英砂）。

第三步：将树脂均匀地装入树脂罐中，装至规定的层高后，再向注入 10%的食盐溶液，至浸没树脂为止，使树脂充分膨胀。

树脂装填完，应取下中心管的封口胶带，上述操作时应注意使中心管始终保持在树脂罐口的中央位置。

第四步：将上布水器安装到控制阀上，然后将中心管从上布水器内插入到控制阀内，小心地沿顺时针方向转动控制阀，直至旋紧在树脂罐接口上（或用法兰连接固定）。

注意上布水器与控制阀、中心管，下布水器与中心管必须严密，防止树脂跑出。中心管与控制阀必须严密不漏水，否则会出现窜硬水现象。

### 3、管道连接要求

①、与软水器连接的管道应采用给水塑料管，排水管不得采用软塑料管，防止管道变形，影响排水效果。

②、按照控制阀进出水箭头标记连接进水管，采用流量型再生控制器，流量计必须安装在出水口。

③、进水管应装有压力表及手动阀门，同时还应装有旁通阀，在出水管阀前还应安装有取样阀。进水管阀后一般安装有 Y 型过滤器，防止管道内污物堵塞阀体造成设备无法正常运行。

④、排水管的连接长度不应超过 6m，尽量减少弯度，并严禁安装阀门。

⑤、盐水管路连接长度不应超过 2m，一定要保持良好的密封性，否则会影响软水器的再生效果。

### 4、设备通水

当树脂在 10%的食盐溶液浸泡 18-20 小时充分膨胀后，方可进行设备通水。

第一步：先关闭进出水阀，打开旁通阀，将管道内的杂质冲洗干净，然后关闭旁通阀。

第二步：确认软水器电气参数与电源一致（注意：SE 型再生控制器输入电压为交流 12V/50Hz，所以应选用输入交流 220V/50Hz，输出交流 12V/50Hz 的变压器），然后接通电源。手动启动再生控制器，将控制阀调整至反洗状态，缓慢地打开进水阀门至 1/4 开启处，此时可以听到空气从排水管排出的声音，待空气排净后，全部开启进水阀，将树脂内的一些杂质冲洗干净，直至排水管排出澄清水为止。

第三步：将控制阀调整至正洗位置，直至出水合格为止。

第四步：将控制阀调整至盐箱注水位置，向盐箱内注入设计用水量，然后加入固体颗粒食盐，即可进行运行调试。

## 第九章 富来全自动控制阀的应用

富来公司在水处理自动控制装置方面拥有先进的技术，产品的质量稳定，因此富来全自动控制阀已成为全自动软水器的最佳选择。本书重点介绍 5600、5600SE、2510、2750、2850、9000、9500 型控制阀的应用技术。

### 一、5600 控制阀

#### 1、控制阀简介

5600 控制阀属于小型民用控制阀，单活塞纵向布置，结构如下图，适用于单阀单罐系统如图 9-1。

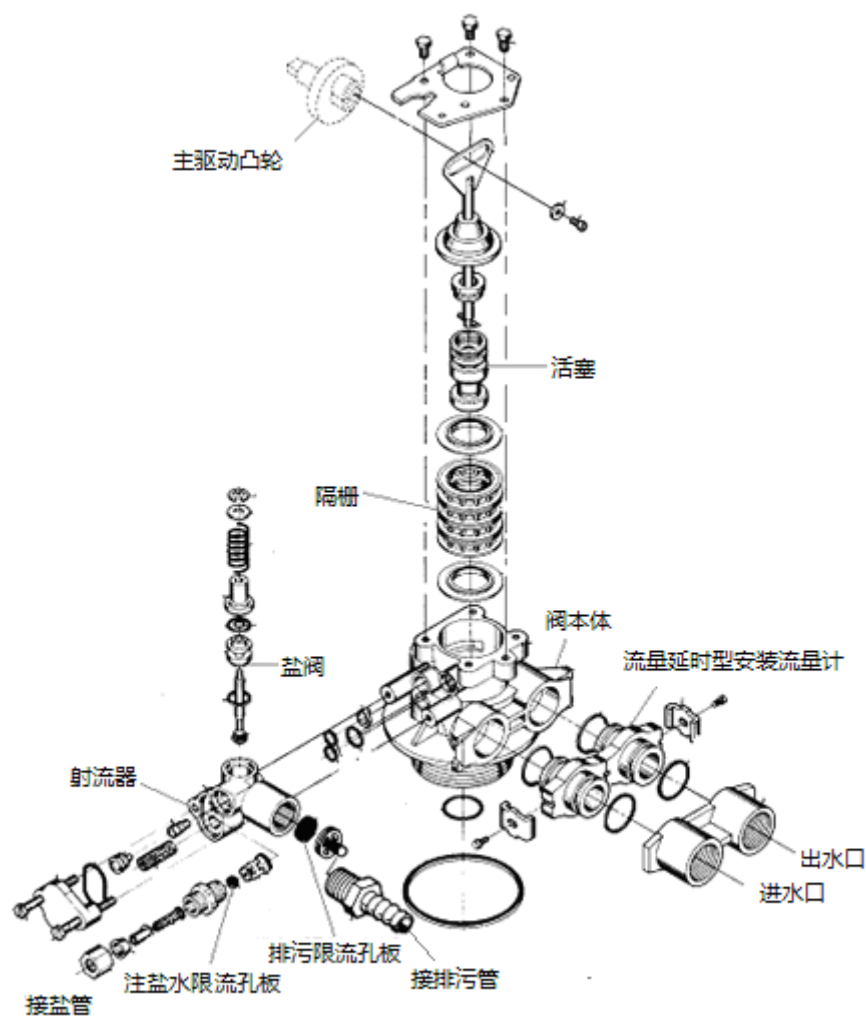


图9-1 5600控制阀本体结构图

5600 控制阀属于有硬水旁通阀，当用于工业锅炉软水处理时，必须在其出水口处加装硬水阻断阀。硬水阻断阀一般选用常开式电磁阀，在软水器再生时自动关闭出水管路，运行时打开出水管路。电磁阀的开关由在盐水凸轮旁增设的微动开关来控制。

微动开关安装方法：打开再生控制器后盖，用螺丝将微动开关固定在盐水凸轮旁的两个螺丝孔内，并使微动触点正好落入盐水凸轮的凹槽内，将微动开关的常开接点用导线与电磁阀电路串联。当控制阀启动再生程序时，盐水凸轮转动，微动开关触点闭合，电磁阀电路则导通，当再生程序结束时，盐水凸轮正好转动一周，微动开关触点又重新落入凹槽内，微动开关触点断开，电磁阀电路则切断。

对于采用时间启动再生的控制阀也可采用浮球阀做为硬水阻断阀，如浴池蒸汽锅炉用软水器，可将再生时间设定在凌晨（因为此时锅炉已停止运行），靠软水箱在满水位状态下由浮球阀来阻断硬水进入系统。但是应用时要严格核算用水量与软水箱的储水量，必须保证再生时间内水箱满水，并加强对设备的运行情况监督。

## 2、再生控制器

5600 控制阀再生控制器选用的是机械式，由时间马达控制再生程序各步骤工作时间，同时也作为驱动装置的动力源，并且只有时间型和流量延时型（出水口处安装有流量计），而没有流量即时型，如图 9—2、图 9—3、图 9—4、图 9—5。

再生控制器在出厂时已将再生时间固定在 2:30AM，即当 24 小时齿轮 2:30AM 与时间箭头对齐时，就开始再生。当然也可根据需要，使再生提前或推迟进行。另外，停电时 24 小时齿轮也停止走动，故停电后必须重新校正再生时间。

再生时间设定方法：首先按下左侧的红色时间按钮，使其与 24 小时齿轮松开，即可调整 24 小时齿轮，直到当前时间与时间箭头对齐，则再生时间就设定在 2:30AM。

例如：当前时间是 10:00AM，如果不想改变再生时间，就使 24 小时齿轮上 10AM 与时间箭头对齐，如要推迟 2 小时再生，应使 24 小时齿轮上 8AM 与时间箭头对齐，如果要提前 2 小时再生，应使 24 小时齿轮上 12AM 与时间箭头对齐。

时间型再生控制器再生日期跳轮有 7 天和 12 天两种，跳轮上每个薄片代表一天，红色指针处的薄片代表当天。可通过向外拉出跳轮上的薄片，露出其上端来设定再生日期。当从红色指针顺时针转动时，可拉出或拨回薄片获得需要的再生日期安排。如先将所有薄片拨回，然后每隔一个向外拉出一个薄片，则再生日期为每隔一天再生一次。

流量延时型再生控制器周期产水量的设定方法：拔出流量软轴线，压住流量外盘，提起流量刻度盘，按所需要设定的周期产水量对准面板上的小白点，松手使齿轮啮合。然后用手转动流量盘，使其设定的周期产水量与面板上的流量指示箭头对齐，再插上流量软轴线即可。

手动启动再生程序方法：当出水硬度超标时，也可手动顺时针方向旋转手动再生轮，软水器则启动再生程序，并将按照设定工作步骤完成一个再生循环，直至返回工作状态（产软水），同时在手动再生轮缺口处显示每一工作步骤名称。



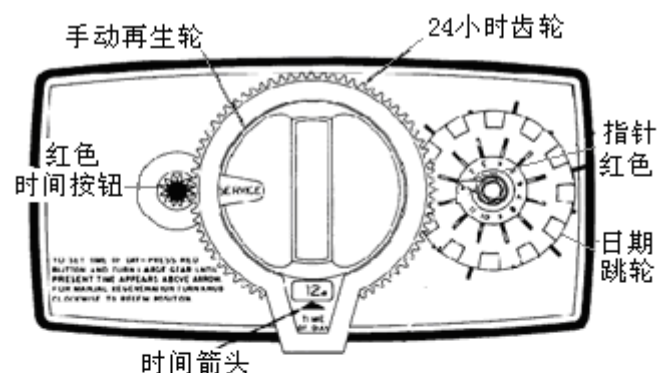


图9-2 5600时间型再生控制器

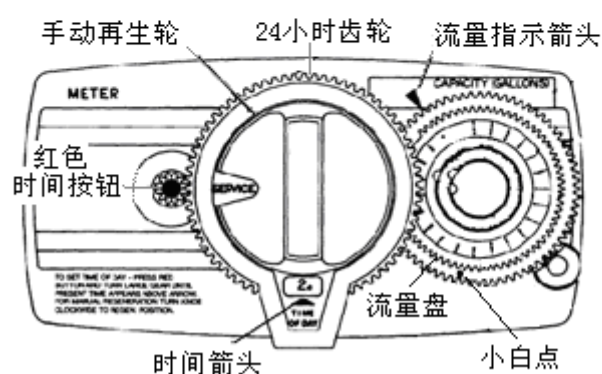


图9-3 5600流量延时型再生控制器

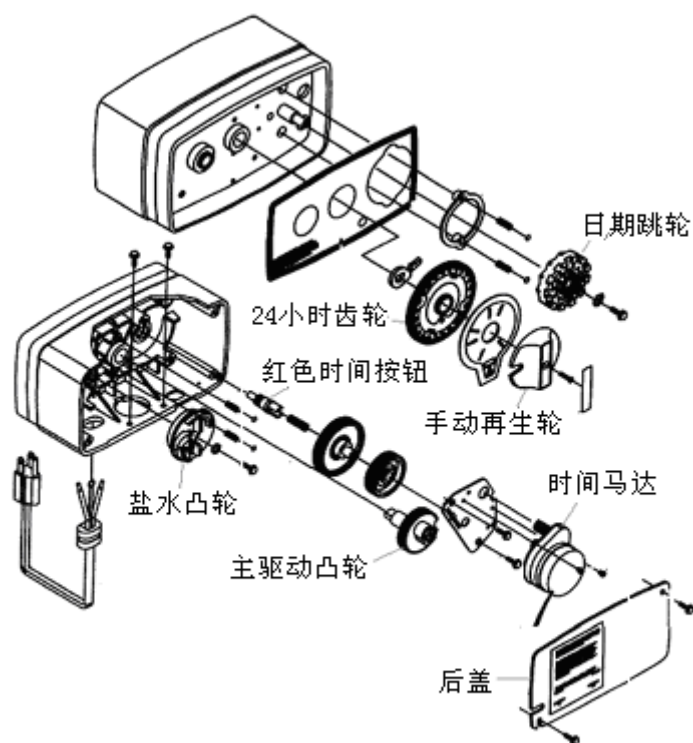


图9-4 5600时间型再生控制器结构图

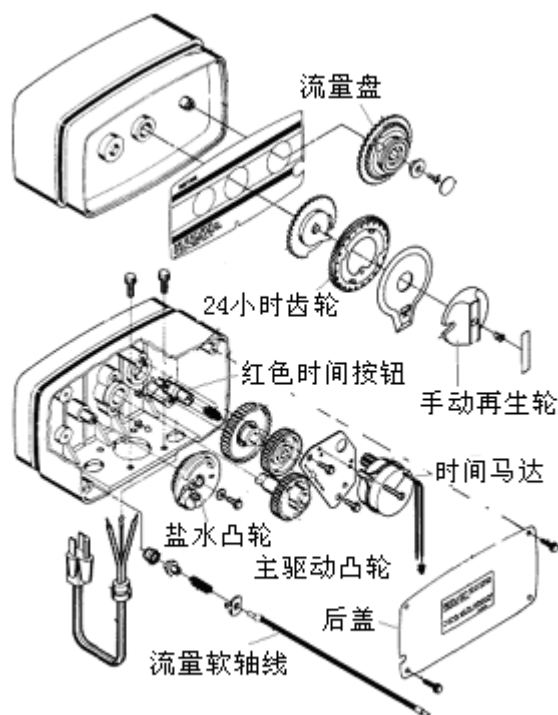


图9-5 5600流量延时型再生控制器结构图

### 3、工作过程

5600 控制阀各工作步骤只有注盐水可调，可打开控制器后盖，用螺丝刀调盐水凸轮上的白色凸轮位置来改变注水时间，再生工作步骤比正常工作步骤多两次清洗。

①工作位置，即产软水（Service），如图9—6。

硬水从入口进入控制阀，通过下部活塞槽及通道，由顶部进入树脂罐内，然后向下穿过树脂层，成为软化水，经下布水器进入中心管，向上至控制阀出水口流出。

当软水器到达设定的再生时间或流量时，即启动再生程序。

②预清洗位置，再生循环第一步，固定5分钟（Preliminary Rinse），如图9—7。

硬水从入口进入控制阀，通过下部活塞槽，由顶部进入树脂罐内，再向下穿过树脂层，经过下布水器沿中心管向上返回，再经过活塞中心孔、顶部活塞槽至排污口排出。

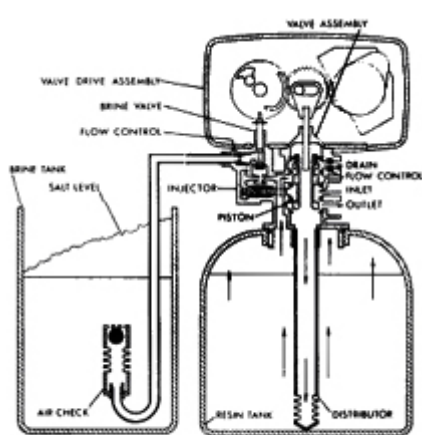


图9-6 1 Service

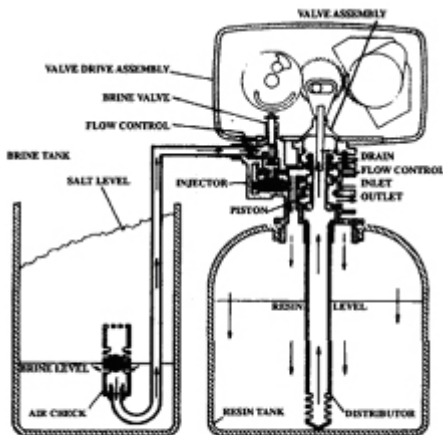


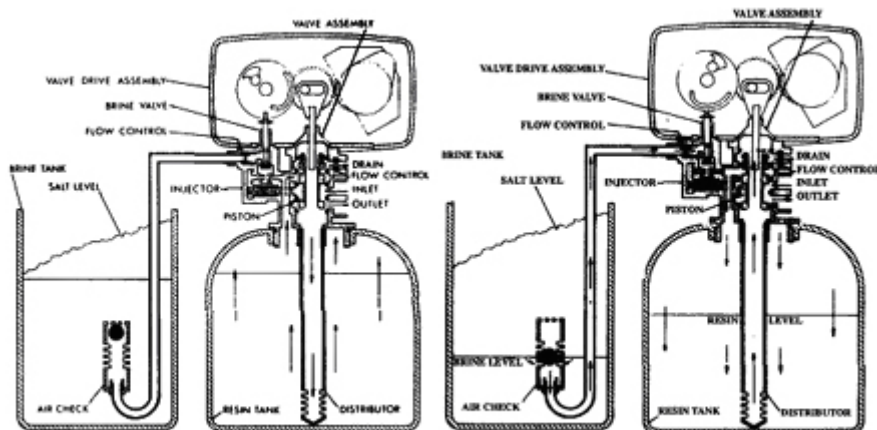
图9-7 2 Preliminary Rinse

③反洗位置，再生循环第二步，固定 10 分钟（Backwash），如图 9—8。

硬水从入口进入控制阀，通过下部活塞槽及活塞环岸，向下经中心管、下布水器进入树脂罐内，再向上经过树脂层，进入控制阀流道、顶部活塞槽，从排污口排出。

④吸盐位置，再生循环第三步，50 分钟固定循环第一部分（Brine），如图 9—9。

硬水从入口进入控制阀，经下部活塞槽，进入射流器喷嘴产生负压，从而从盐箱内吸入盐水。盐水从上向下流经树脂层，穿过下布水器，沿中心管向上，流回活塞中心孔，并从排污口排出。



如图9-8 3 Backwash

如图9-9 4 Brine

⑤慢速清洗位置，再生循环第四步，50 分钟固定循环第二部分（Slow Rinse），图 9—10。

吸完所有盐水后，硬水继续从入口进入控制阀，通过下部活塞槽，流过射流器喷嘴，向下穿过树脂层，从下布水器进入中心管，向上进入活塞中心孔，最后从排污口流出。

⑥快速清洗位置，再生循环第五步，固定 10 分钟（Second Backwash），图 9—11。

硬水从入口进入控制阀，通过下部活塞槽及活塞环岸，向下经中心管、下布水器进入树脂罐内，再向上经树脂层、控制阀流道、顶部活塞槽，从排污口排出。

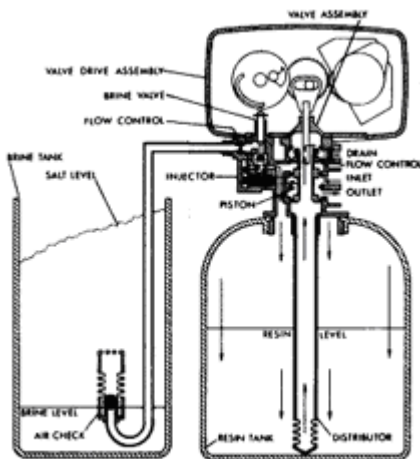


图9-10 5 Solw Rinse

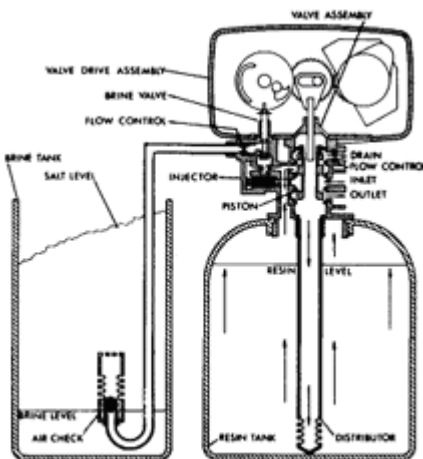


图9-11 6 Second Bachwash

⑦沉淀清洗位置，再生循环第六步，固定 5 分钟（Settling Rinse），如图 9—12。

硬水从入口进入控制阀，通过下部活塞槽，由顶部进入树脂罐内，再向下穿过树脂层，经过下布水器沿中心管向上返回，再经活塞中心孔、顶部活塞槽至排污口排出。

⑧盐箱注水位置，再生循环第七步，4-24 分钟可调循环（Brine Tank Fill），如图 9—13。

硬水从入口进入控制阀，部分硬水经下部活塞槽、射流器、盐阀及注盐水限流孔板，然后注入盐箱中。其余硬水经下部活塞槽至树脂罐顶，向下穿过树脂层，变成软化水，进入下布水器，沿中心管向上，并从控制阀出水口流出。

盐箱注水工作结束后，软水器自动返回至工作位置。

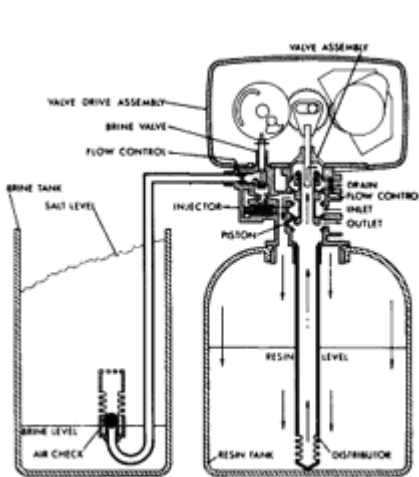


图9-12 7 Settling Rinse

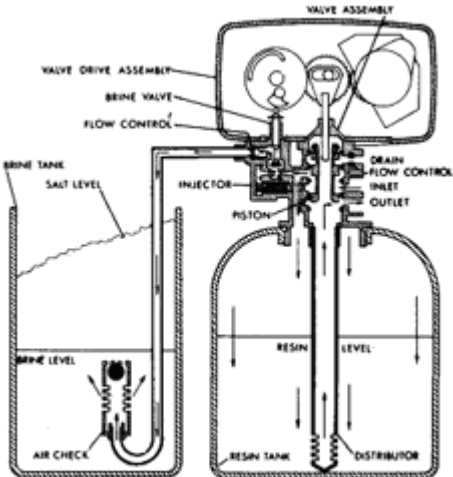


图9-13 8 Brine Tank Fill

## 二、5600SE 控制阀

### 1、控制阀简介

5600SE 控制阀亦属于小型民用控制阀，单活塞纵向布置，有硬水旁通，适用于单阀单罐系统。与 5600 控制阀主要区别是再生控制器选用的是 SE 型（简单电子型）。

### 2、SE 型再生控制器

SE 型再生控制器面板如图 9—14，结构如图 9—15。控制阀产软水工作状态时，工作状态指示灯亮，如果今天再生，则此灯闪。进入编程模式时，编程模式指示灯亮。

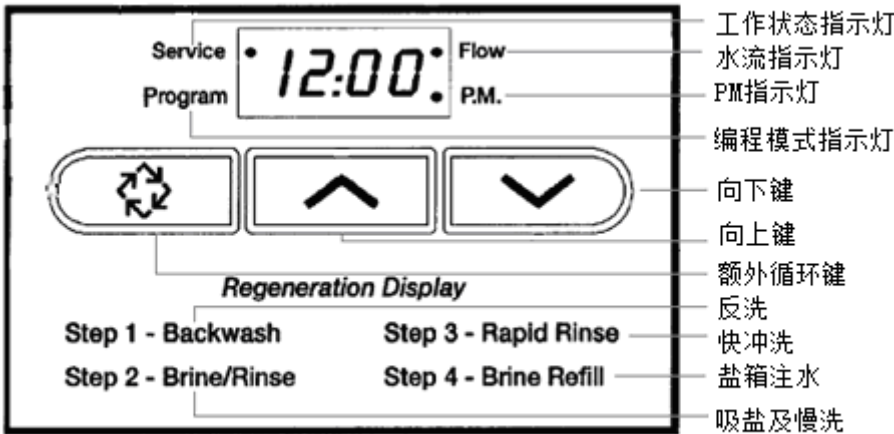


图9-14 SE型再生控制器前面板说明

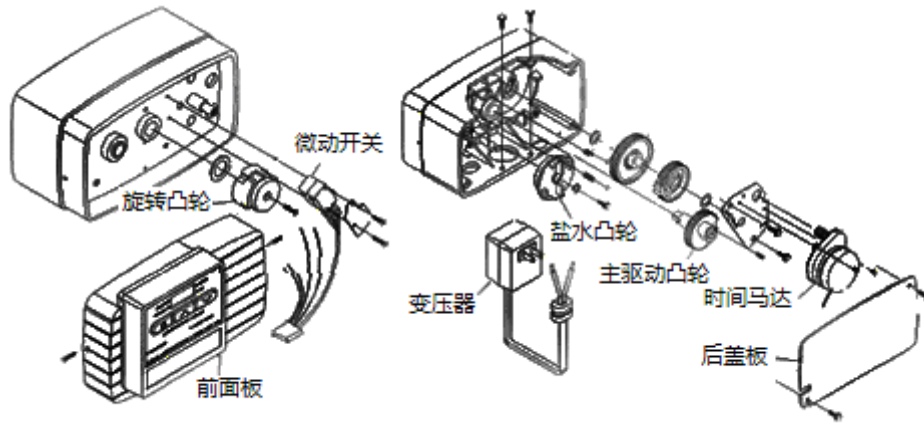


图9-15 SE型再生控制器结构图

控制阀有水流过时，水流指示灯闪，否则，灯亮。时间为 AM 时，PM 指示灯灭，时间为 PM 时，PM 指示灯亮。LED 显示区用于显示设备运行参数。额外循环键、向上键和向下键用于各种参数设定。当控制阀运行中突然断电后，所有设定参数将被永久保存直到其重新通电。重新通电后，控制阀将在断电时的一点继续运行。

当设定为时间启动再生模式时，在正常工作状态下，控制器将一直显示当前时间，直到距离上一次再生时间达到设定的再生间隔天数时，则启动再生程序。

当设定为流量启动再生模式时，在正常工作状态下，当前时间和剩余可处理水量将交替显示。当剩余可处理水量从设定值逐渐减少到零即显示“----”时或者当再生间隔天数到达时（已设定再生间隔天数），在这种情况下，则立刻启动再生程序（流量即时型）或在设定的再生时间到达时启动再生程序（流量延迟型）。

当前时间设定方法：当软水器处于产软水工作状态时，可按向上键和向下键来调整显示时间，按住不放可连续调整，应将显示时间与当前时间调整一致。

运行参数设定方法：同时按住向上和向下键，保持 5 秒钟则将进入编程模式，此时编程模式指示灯亮。编程模式中最先显示的是周期产水量（只有流量启动再生模式有此参数），可使用向上或向下键重新设定。再按下额外循环键，该显示用于设定再生开始时间（流量即时启动再生模式无此参数），可使用向上或向下键重新设定。再按下额外循环键，该显示用于设定再生间隔天数，可使用向上或向下键重新设定。再按下额外循环键，将回复到工作状态。

手动启动再生程序方法：按下额外循环键时，对于时间或流量即时启动再生模式，控制阀将立即启动再生程序。对于流量延迟启动再生模式，工作状态指示灯立即开始闪烁，再生程序将在设定再生时间到达时启动。

按住额外循环键 5 秒钟后，对于流量延迟启动再生模式，这一操作将会强行使控制阀立即启动再生程序。

注：当控制阀进入再生循环工作时，再生循环时跳步方法：进入再生循环第一步，排水 5 分钟，然后手工操作可跳过当前步骤，按下额外循环键一次，进入再生循环第二步，当显示区数字停止闪动时，再按下额外循环键一次，进入再生循环第三步，当显示区数字停止闪动

时，再额外循环键一次，进入再生循环第四步，当显示区数字停止闪动时，再额外循环键一次，回复到正常工作状态。

再生程序编程方法：

只有在工作状态时，再生控制器才可进入编程模式。当在编程模式时，控制器仍然会像工作状态一样持续计算水量和当前时间等。控制器编程后即使断电，各种设定参数也将永久保存在存储器中。

时间调整至 12:01PM，同时按下向上、向下键 5 秒钟，编程模式指示灯将变亮，表明已进入编程模式。在此模式下，所有可选设置都可被浏览。

#### ①、第一步：美制/公制显示格式（U）

按下额外循环键，该项显示用于选择计量单位，通过第一位字母“U”来标识。有以下三种选择：

[U—1]表示美制格式，以加仑计容量，相关数据、显示使用 12 小时计时格式。再生时间以十分之一分钟计算。

[U—2]表示标准公制格式，以升计容量，相关数据、显示使用 24 小时计时格式。再生时间以十分之一分钟计算。

[U—4]表示英国公制格式，以立方米计容量，相关数据、显示使用 24 小时计时格式。再生时间以十分之一分钟计算。

按向上、向下键可以选择以上选项。

#### ②、第二步：再生类型（7）

按下额外循环键。该显示用于设置再生启动模式，通过第一位数字“7”标识。有以下三种情况：

[7—1]表示时间启动再生模式，设定时间到达时，启动再生。再生间隔天数设定将决定多少天再生进行一次。

[7—2]表示流量即时启动再生模式，当处理完预先设定的周期产水量时，再生立即开始。

[7—3]表示流量延迟启动再生模式，当处理完预先设定的周期产水量时，再生将在再生时间到达时开始。

#### ③、第三步：周期产水量（无显示标识）

按下额外循环键，该项显示用于设定每次再生前处理的软水量。对于流量延迟型，建议从最大量中减去一定量的预存值后进行设定。对于时间型，这一显示将不可见。

[700]表示每 700（单位：加仑、升、立方米）再生一次。

按向上、向下键可选择以上选项。

#### ④、第四步：再生时间（无显示标识）

按下额外循环键，该项显示用于设定再生时间，通过两组数字之间的不闪烁的冒号标识。根据需要设定再生时间，对于流量即时型，这一显示将不可见。



[2:00] (AM 指示灯亮) 表示在凌晨两点启动再生。

按向上、向下键可选择以上选项。

#### ⑤、第五步：再生间隔天数 (A)

按下额外循环键。该项显示用于设定再生的最大间隔天数，通过第一位字母“A”来标识。

对于流量即时启动再生模式，再生会立即在设定间隔天数前的上一次再生的同一时间启动。

对于时间或流量延迟启动再生模式，再生在设定时间时开始。设为“OFF”将取消这一设定选项，但不包括必须设定的时间启动再生模式。

[A—7]表示7天再生一次。

[AOFF]表示取消设定（仅限于流量即时启动再生模式和流量延迟启动再生模式）。

按向上、向下键可选择以上选项。

#### ⑥、第六步：再生循环步骤编程 (1) (2) (3) (4)

按下额外循环键。接下来的2-4个显示是用来对再生循环的分步过程进行编程，最多有第四步可设定。每一显示用于设定持续时间，以分钟计时（流量型为十分之一分钟），每一步显示都可编程。如果设为零，将跳过这一步，如果设为“OFF”，再生将结束。

[1—8]表示再生循环第一步，用时8分钟。

[3—0]表示再生循环第三步，跳过。

[4OFF]表示再生循环第四步，取消。

[4-8.5]表示再生循环第四步，用时8.5分钟（流量型启动再生模式）。

对再生循环每一步编程时，每按下一次额外循环键将进入到下一步。

5600SE 控制阀一般在盐阀上标有注盐水限流孔板规格及每分钟注水量所能溶解食盐量。

如：红色标签标有 1.0gpm, 3 lb salt/min, 表示每分钟向盐箱注入1加仑水，并能溶解3磅食盐，从而可用软水器再生一次耗盐量除以3即可得出盐箱注水时间是多少分钟。

按向上、向下键可选择以上选项。

#### ⑦、第七步：流量计型号 (F)

按下额外循环键。该项显示用于设定流量计型号，通过第一位字母“F”标识。在这一显示中可设定每加仑或升水通过流量计所产生的脉冲数。对于时间再生型，这一显示将不可见。

[F133]表示3/4”涡轮型流量计（美制格式）

[F35.1]表示3/4”涡轮型流量计（标准公制格式）

按向上、向下键可选择以上选项。

#### ⑧、第八步：控制阀类型 (0)

按下额外循环键。该项显示用于设定配合控制器使用的控制阀类型，通过第一位字母“0”标识。有以下两种选择：

[0—1]表示 5600SE 控制阀。

[0—2]该项不作典型应用。

按向上、向下键可选择以上选项。

#### ⑨、第九步：用电频率（LF）

按下额外循环键。该项显示用于设定控制器的用电频率，通过前两位字母“LF”标识。

设定正确后，定时器将精确运行。有以下两种选择。

[LF50]表示 50Hz 用电频率。

[LF60]表示 60Hz 用电频率。

按向上、向下键可选择以上选项。

#### ⑩、第十步：退出编程模式

当所有选项显示一遍后，按下额外循环键，将退出编程模式，进入正常工作状态。如果同时按下向上向下键 25 秒钟，当时间恰好到 12:00PM 时，所有选项将回复出厂设定，控制器可重新进行编程。

SE 再生控制器编程流程如图 9—16。

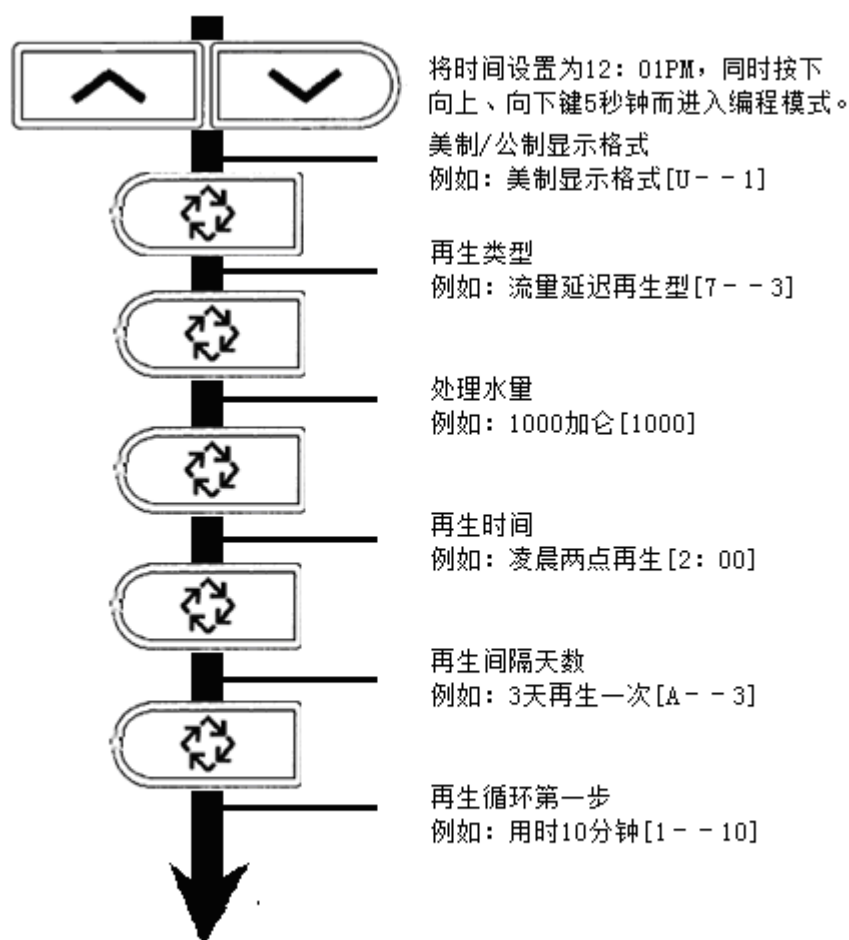


图9-16 (一) SE再生控制器编程流程



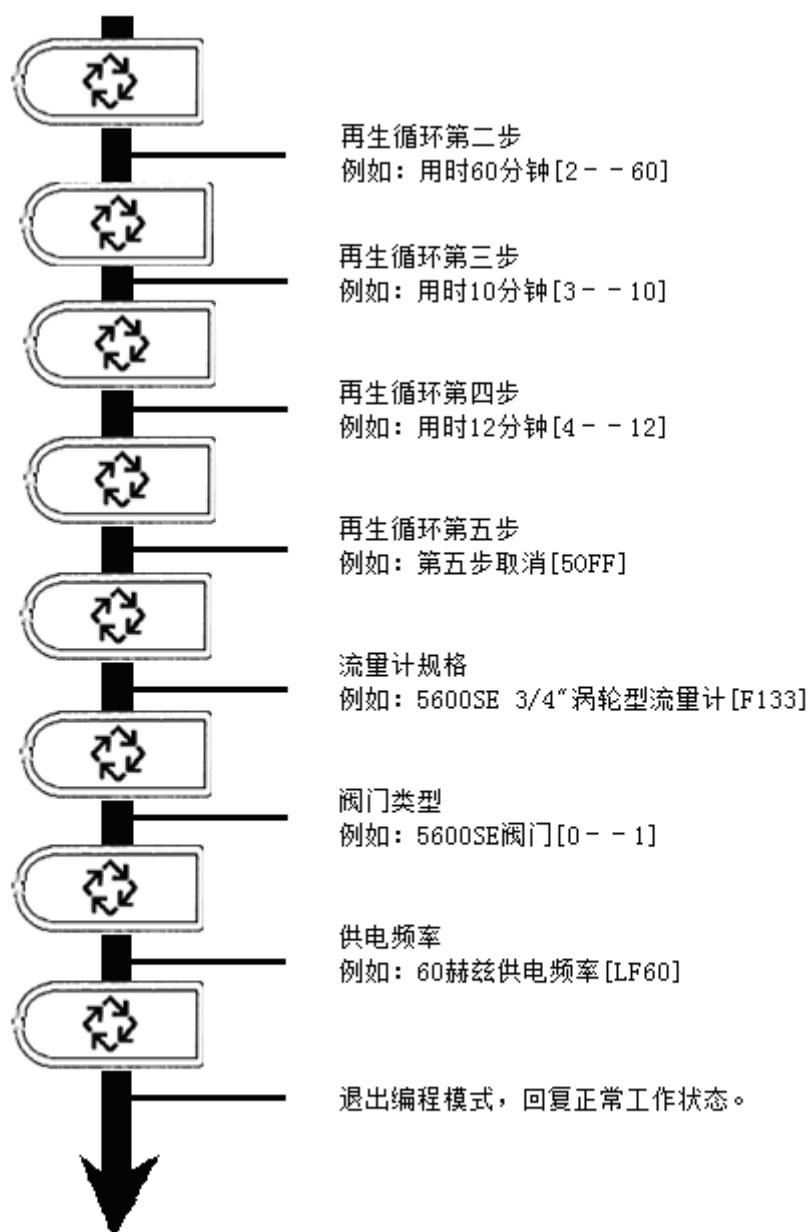


图9-16（二） SE再生控制器编程流程

### 3、工作过程

当软水器到达设定的再生时间或流量时，即启动再生程序。再生循环第一步为反洗，再生循环第二步为盐水慢洗（即再生/置换，其再生与置换的切换靠盐箱内的空气止回阀控制），再生循环第三步为快洗（即正洗）、再生循环第四步为盐箱注水，再生循环结束后，又转入正常工作。

工作过程流程如下：

- ①正常工作，如图9-17。
- ②反洗，如图9-18。
- ③盐水慢洗，如图9-19。
- ④快洗，如图9-20。

⑤盐箱注水，如图 9-21。

⑥正常工作，如图 9-22。

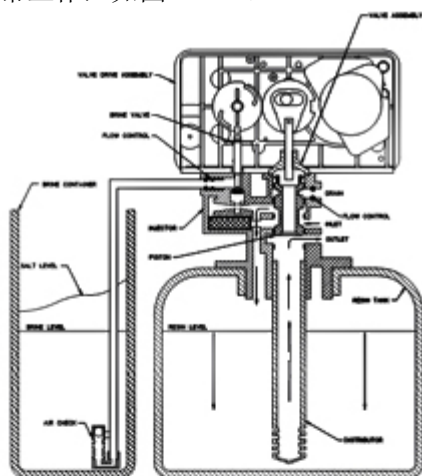


图9-17 正常工作

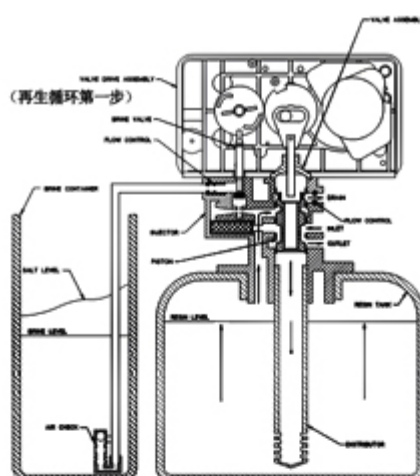


图9-18 反洗

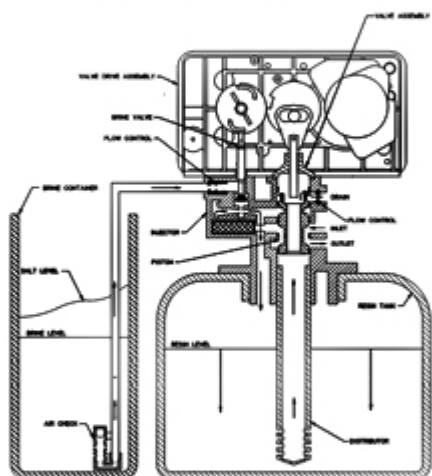


图9-19 盐水慢洗

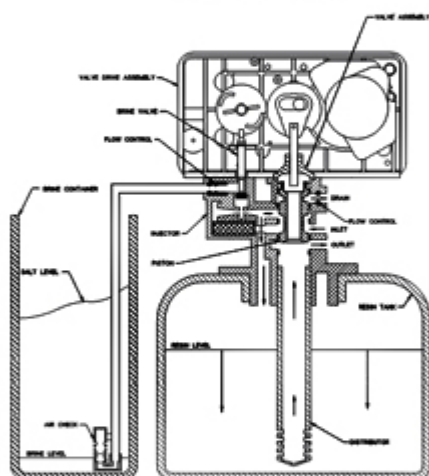


图9-20 快洗

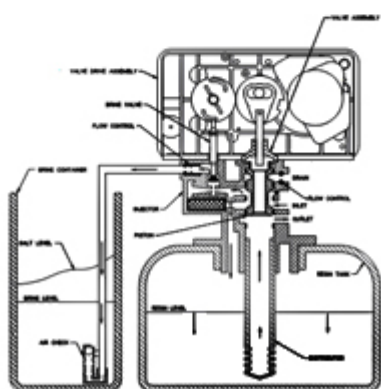


图9-21 盐箱注水

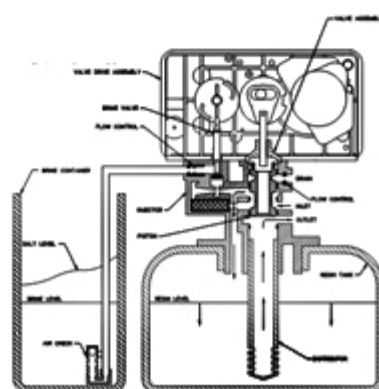
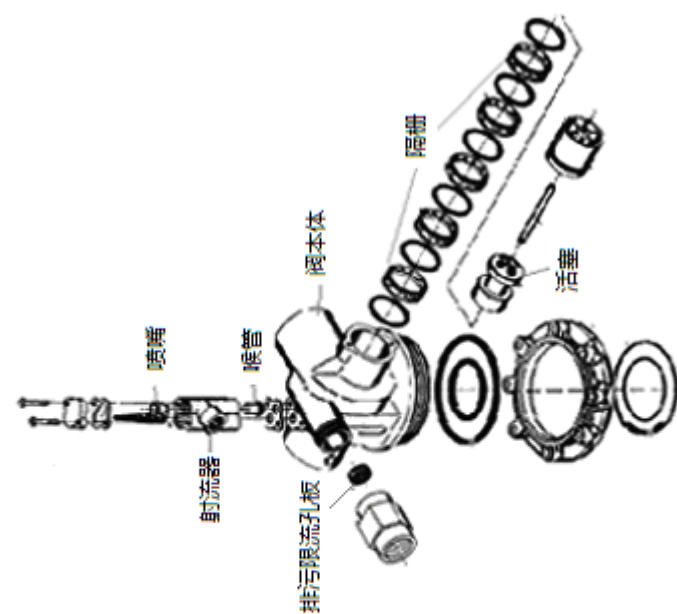


图9-22 正常工作

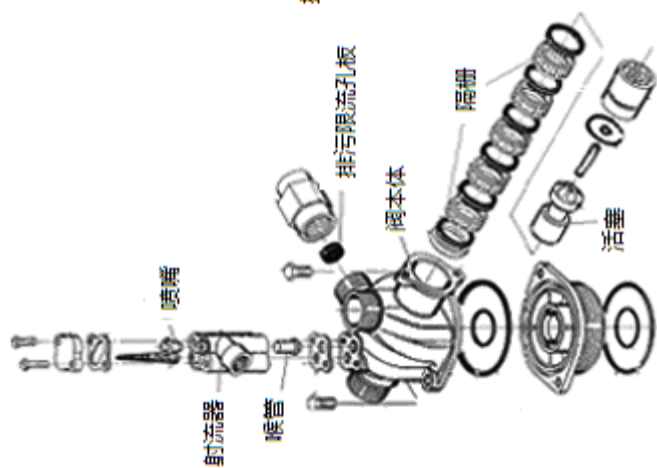
### 三、2510、2750、2850 控制阀

#### 1、控制阀简介

2510、2750、2850 控制阀属于单活塞工业用控制阀，单活塞横向布置，2510 控制阀适用于单阀单罐系统，2750、2850 控制阀可外加阀门用于双阀双罐系统，结构如图 9-23。



2850控制阀结构图



2750控制阀结构图

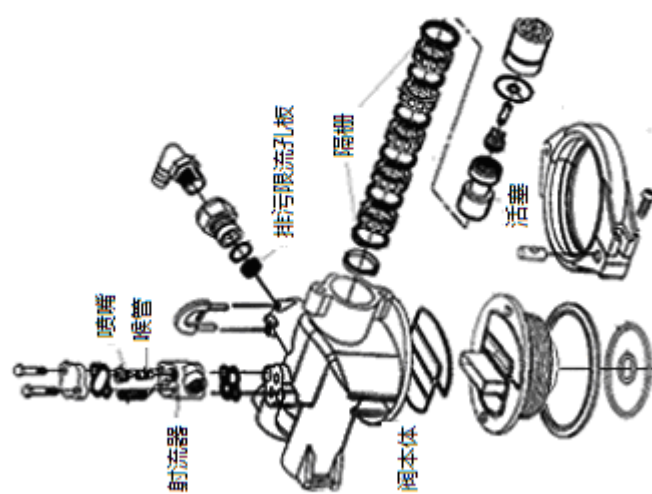


图9-23 2510控制阀结构图

## 2、再生控制器

2510、2750、2850 控制阀一般选用机械式再生控制器。

①、3200（时间型）再生控制器，如图 9—24、图 9—25。

3200 再生控制器在出厂时已将再生时间固定在 2:30AM，即当 24 小时齿轮 2:30AM 与时间箭头对齐时，就开始再生。当然也可根据需要自行设定，使再生提前或推迟进行。另外，停电时 24 小时齿轮也停止走动，故停电后必须重新校正再生时间。

如果采用出厂设定再生时间，首先按下左侧的红色时间按钮，使其与 24 小时齿轮松开，即可用手调整 24 小时齿轮，直到当前时间与时间箭头对齐，则再生时间就设定在 2:30AM。

对于可调再生控制器，如果要调整再生时间，应先按下红色时间按钮，旋转 24 小时齿轮，直至手动再生轮后部的三个螺钉出现为止。松开每一个螺钉，释放 24 小时齿轮作用在时间板上的压力，找到 24 小时齿轮内部的再生时间指针，置于手动再生轮镂空处下方。旋转时间板，使所需再生时间对准此指针。按下红色时间按钮，旋转 24 小时齿轮，拧紧每一个螺钉。按下红色按钮，再次找到指针位置，确定所需再生时间正确，重新设置当天时间。

3200 型再生控制器再生日期跳轮也有 7 天和 12 天两种，旋转跳轮直至数字“1”对准红色指针。可通过向外拉出跳轮上的薄片，使其完全伸出，来设定再生日期。跳轮上每个薄片代表一天，红色指针处的薄片代表当天。当从红色指针顺时针转动时，可拉出或拨回薄片获得需要的再生日期安排。

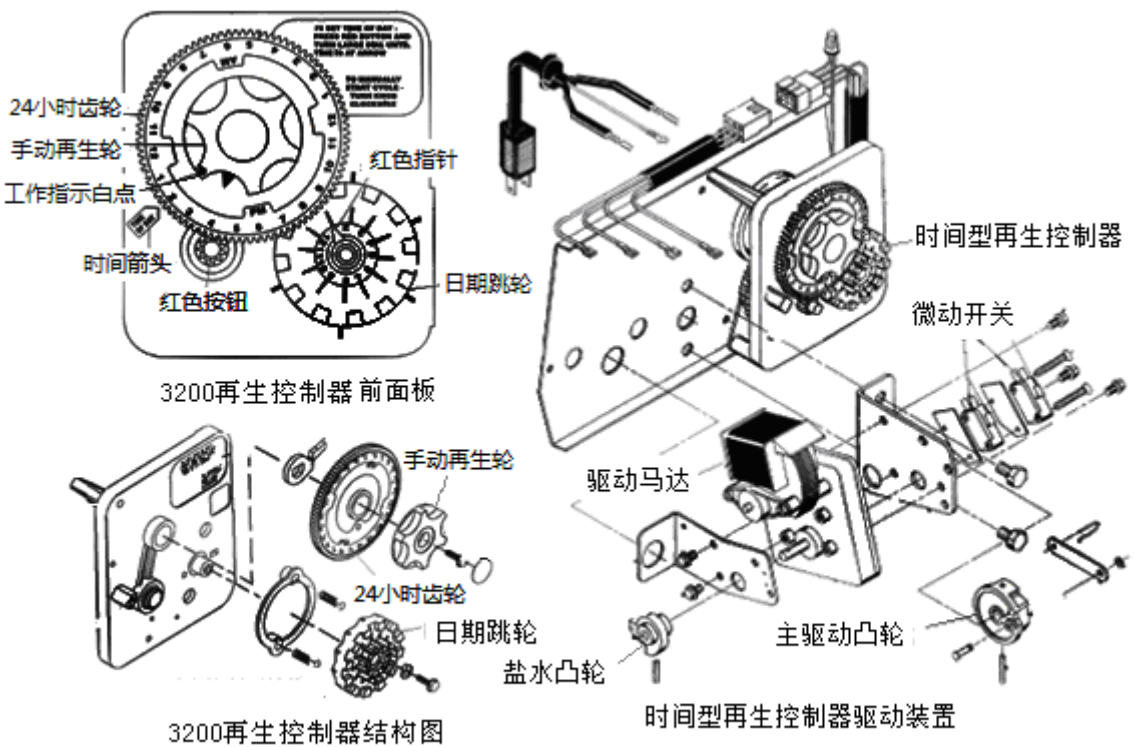
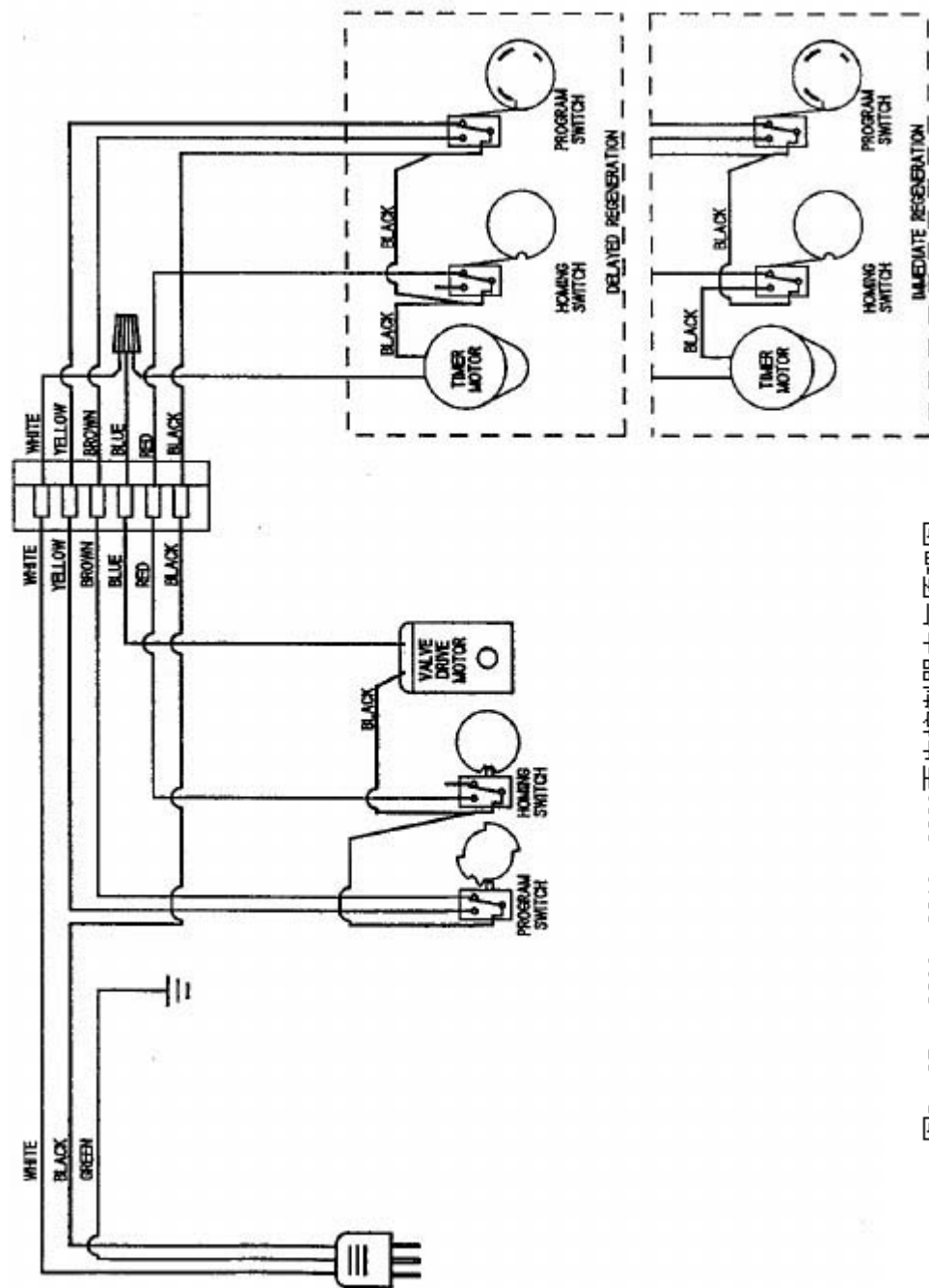


图9-24 3200（时间型）再生控制器



②、3220（流量即时型）再生控制器，如图 9—26、图 9—25。

3220 再生控制器与 3200 再生控制器的区别是取消日期跳轮，安装流量盘，并取消 24 小时齿轮，所以只需设定周期产水量。

首先拔出流量软轴线，压住流量外盘，提起流量刻度盘，按所需要设定的周期产水量对准面板上的小白点，松手使齿轮啮合。然后用手转动流量盘，使其设定的周期产水量与面板上的流量指示箭头对齐，再插上流量软轴线即可。当软水器产水量达到设定周期产水量值时，再生控制器自动启动再生程序。

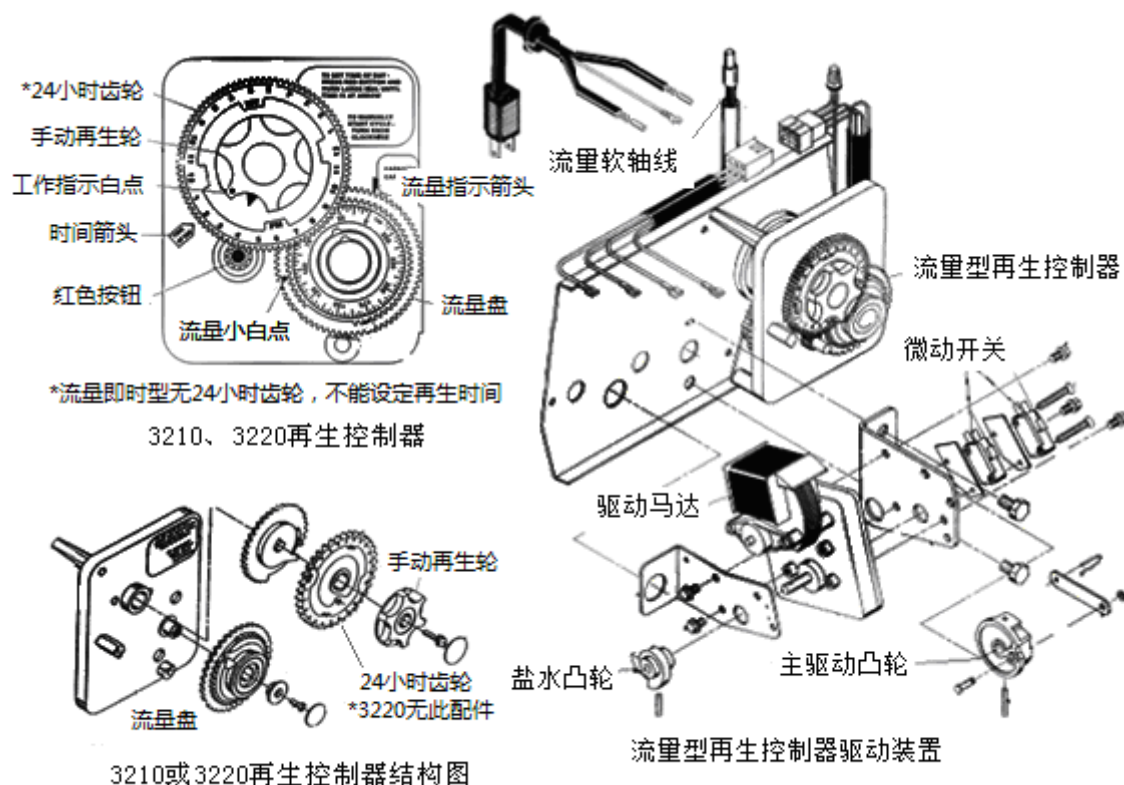


图9-26 3220（流量即时型）再生控制器

③、3210（流量延时型）再生控制器

3210 再生控制器与 3200 再生控制器区别是取消日期跳轮，安装流量盘，并保留 24 小时齿轮，设定方法参见 3200、3220 再生控制器。

### 3、手动启动再生步骤

顺时针旋转手动再生轮，直至听至“咔嗒”声。该手动再生轮的轻微运动可接通再生启动微动开关，启动再生程序。再生轮约三个小时才可旋转一圈，但再生程序可设置此一半时间，在快洗结束后，控制阀即进入到正常工作状态。

也可手动旋手动再生轮完成所有再生工作程序，但每旋转至下一个再生工作状态时，必须等控制阀驱动马达推进到相应再生工作状态后，才可继续旋转手动再生轮进入下一再生工作状态。注意在驱动马达停止之前不要旋转再生手轮。



如果再生控制器与控制阀动作步骤不同步，可先切断电源，判断控制阀所在工作位置后，再手动旋转再生轮至相应工作步骤，然后接通电源即可。

控制阀动作位置判断方法：

- ①、正常产软水：主活塞驱动杆全出，出水管出水。
- ②、反洗：主活塞驱动杆全进，排污管出水。
- ③、吸盐与慢洗：主活塞驱动杆出来 1/2，但盐水凸轮吸盐段顶住盐阀，并从盐箱内吸盐水，直至将盐箱内盐水吸完，再转入慢洗工作，此期间排污管出水。
- ④、快洗：主活塞驱动杆出来 3/4，排污管出水。
- ⑤、盐箱注水：主活塞驱动杆全出，盐水凸轮注盐水段顶住盐阀，向盐箱内注水，同时出水管出水。

4、再生程序设定

再生控制器上的再生循环程序已在出厂时预先设定，但再生程序也可根据本地情况延长或缩短。3200、3210、3220 所配再生计时器相同，如图 9—27。

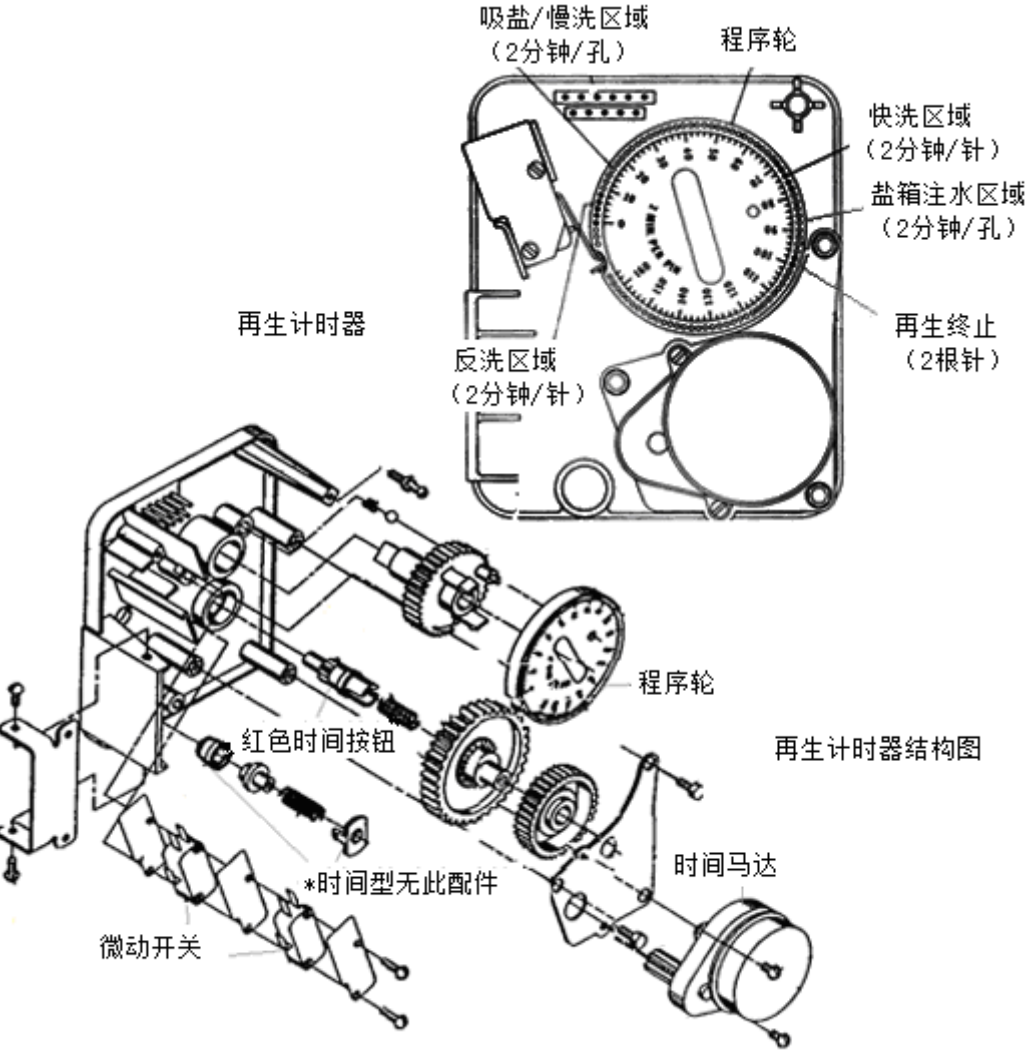


图9-27 3200、3210、3220再生计时器

如果系统配有流量计首先必须把流量软轴线从计时器上拔出。然后握住计时器左上角，向右拉出计时器。在计时器底板背部，找出程序轮。如需更改再生程序，必须拆下程序轮。要拆下程序轮，需握住程序轮，推挤程序轮中央突起的卡箍，向上拉起程序轮，使其脱离计时器（需要移动微动开关臂以便于拆卸）。设定完再生程序后，将程序轮放回弹簧卡内（注意：程序轮上的小圆孔应对正计时器上的圆柱，否则程序轮将无法放回弹簧卡内，同时也需要移动微动开关臂），并确保所有电缆都位于弹簧卡上方，重新连接流量软轴线。

程序设置方法：

#### ①、设置反洗时间

在程序轮有数字一侧，从“0”开始的一组插针决定反洗时间长短。例如：如果在这一区域有六根针，则反洗时间为 12 分钟（每根针 2 分钟）。要更改反洗时间长短，根据要求添加或取出插针。插针的数目乘以 2 等于反洗时间（分钟）。

注意：在程序轮刻度“0”之前有三个孔，所以当再生程序启动时会有 6 分钟的延迟，一般也不要在此位置增加插针。

#### ②、设置吸盐及慢洗时间

反洗位置的插针（第一组插针）和快洗位置的插针（第二组插针）之间的孔数决定吸盐和慢洗时间的长短（每个孔 2 分钟）。

改变快洗插针组的位置，可以增加或减少吸盐和慢洗的孔数。即可以调整吸盐和慢洗的时间（分钟）。

#### ③、设置快洗时间

程序轮上的第二组插针决定了控制阀快洗的时间长短（每根插针 2 分钟）。

要更改快洗的时间长短，沿数字较大方向增加或减少插针数目即可。插针的数目乘以 2 等于快洗时间（分钟）。注意：如果是非标准的白色驱动凸轮（快洗与盐箱注水动作同时型），盐箱注水将与快洗同时进行。

#### ④、设置盐箱注水时间（适用于标准的黑色驱动凸轮——快洗与盐箱注水动作分离型）

程序轮上的第二组孔决定了盐箱注水时间的长短（每个孔 2 分钟）。根据需要移动第二组孔末端的两根针，即可改变盐箱注水时间的长短。

再生程序在盐箱注水结束后的两根插针脱离微动开关，而完全结束，但是程序轮将继续转动，直至内部微动开关进入程序轮的凹槽内为止。

### 5、工作过程

2510、2750、2850 富来全自动软水器工作过程相同，现以 2850 富来全自动软水器为例进行讲解。

#### ①、工作位置，如图 9—28。

硬水从进水口流入控制阀，向下穿过树脂罐中的树脂层，成为软水。然后经下布水器向上，通过中心管绕过活塞，由出水口流出。

当软水器到达设定的再生时间或流量时，即启动再生程序。

#### ②、反洗位置，如图 9—29。



硬水从进水口流入控制阀，流经活塞，向下经中心管，穿过下布水器进入树脂罐，向上通过树脂层，至活塞槽，从排污口排出。

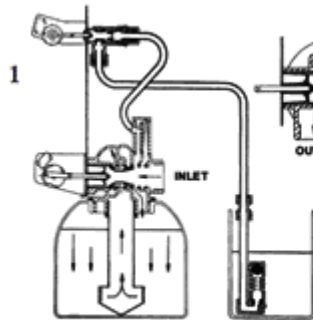


图9-28 工作位置

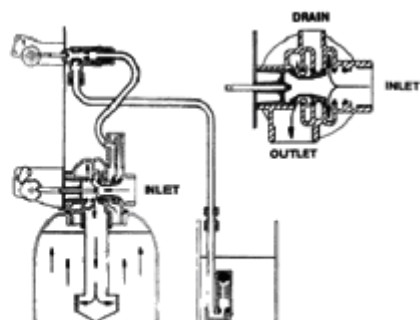


图9-29 反洗位置

③、吸盐位置，如图 9-30。

硬水从进水口进入控制阀，向上进入射流器，再向下通过喷嘴及喉管，并从盐箱中吸入盐水，混合后的盐水向下流经树脂层，经下布水器进入中心管，然后从排污口排出。

④、慢洗位置，如图 9-31。

硬水从进水口进入控制阀，向上进入射流器，再向下通过喷嘴及喉管，经活塞槽，向下穿过树脂层，经下布水器进入中心管，向上至活塞槽，从排污口排出。

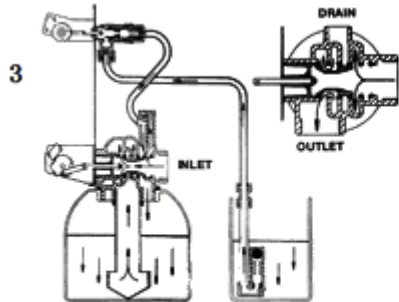


图9-30 吸盐位置

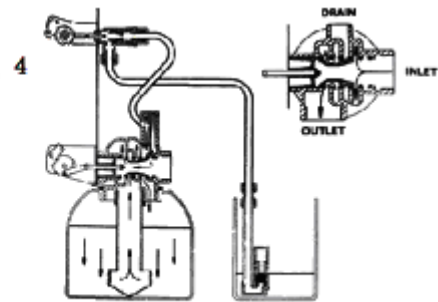


图9-31 慢洗位置

⑤、快冲洗位置，如图 9-32。

硬水从进水口进入控制阀，向下穿过树脂层，经下布水器进入中心管，向上至活塞槽，从排污口排出。

⑥、盐箱注水位置，如图 9-33。

硬水从进水口进入控制阀，部分硬水进入穿过射流器，通过盐阀注入盐箱，其余硬水向下穿过树脂层成为软水，然后经下布水器向上，通过中心管绕过活塞，由出水口流出。

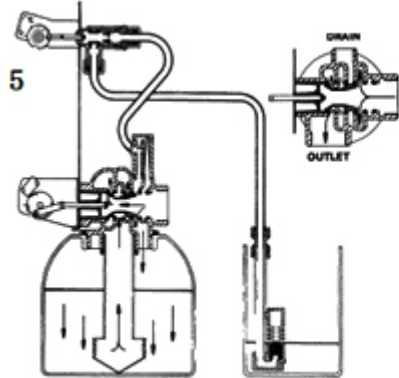


图9-32 快冲洗位置

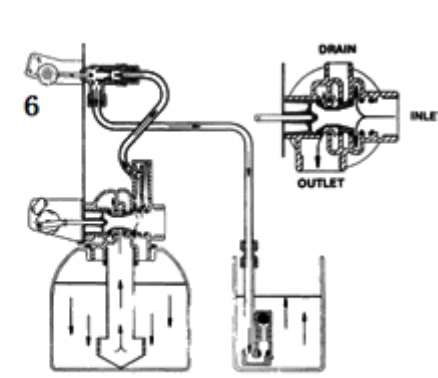


图9-33 盐箱注水位置

## 四、9000、9500 控制阀

### 1、控制阀简介

9000、9500 属于双罐一用一备控制阀，单阀同时控制两台树脂罐，一用一备，交替再生，能连续供应软化水，如图 9—34。

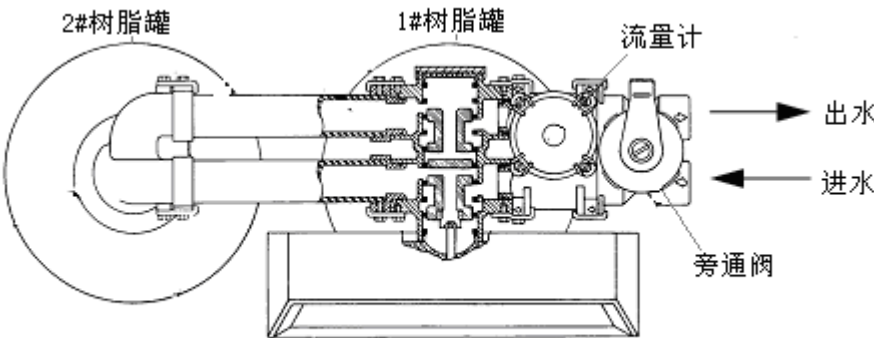


图9-34 9000控制阀安装示意图

控制阀上安装有两个纵向活塞，上层活塞用于再生工作，下层活塞用于树脂罐转换工作（9000 与 9500 控制阀结构相似，操作方法及工作过程相同，这里只对 9000 型控制阀进行讲解），9000 控制阀结构如图。由于采用软水再生，再生效果好，适用于各种用水情况，对于用水量大的系统可多台并联运行。

### 2、再生控制器

9000 控制阀一般选用机械式再生控制器，如图 9—35，属于流量即时启动再生方式，其结构与操作方法与 3220 型再生控制器基本类似，但由于 9000 控制阀同时控制两个树脂罐，一用一备，交替运行，所以在驱动装置右侧还安装有工作状态指示器，如图指示器下部箭头指示 TANK1#，表示 1#树脂罐处于工作状态（产软水），2#树脂罐处于备用或再生状态，上部箭头用于指示备用或再生树脂罐所处的工作状态，如图 9—36、图 9—37。

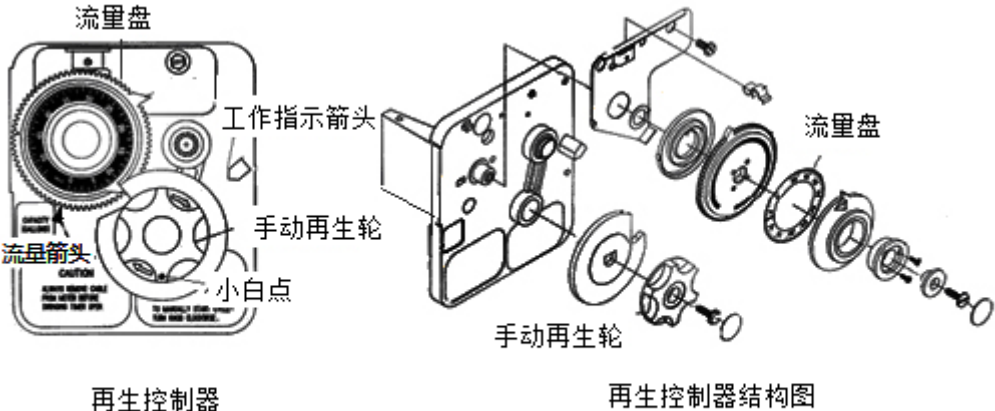


图9-35 (一) 9000控制阀再生控制器

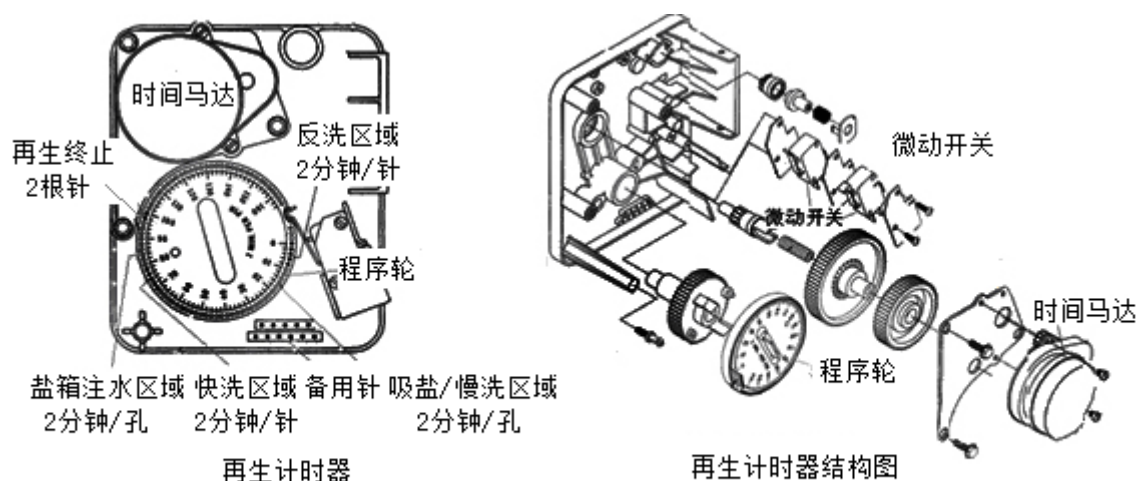


图9-35 (二) 9000控制阀再生控制器

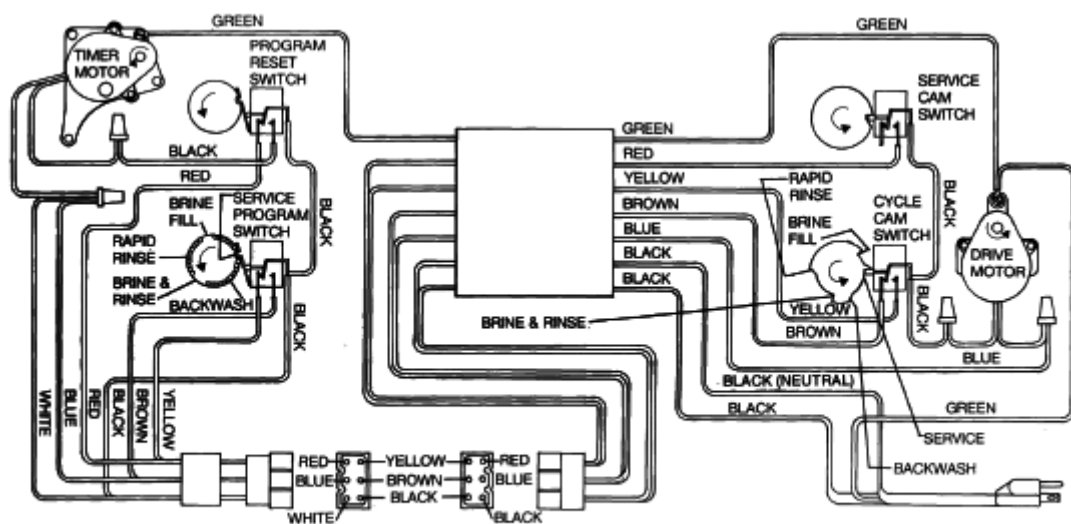


图9-36 9000控制阀再生控制器电气原理图

手动再生启动方法与再生程序参数设置方法与 3220 型再生控制器亦相同，但应注意每次只能对一台树脂罐进行再生。手动旋转再生轮时，如要进行下一步操作，必须等到上层和下层活塞运行停止后才可续继操作，否则将会导致再生程序轮无法导入正确工作状态。如果出现这种情况，可以将电源切断，观察工作状态指示器上部箭头所指位置，然后手动将再生程序轮旋转至相应位置，再接通电源即可。

再生计时器配有两种规格马达，一种是 1/15 转，则再生程序轮有 0 到 82 分钟的循环时间，每销或孔表示 1 分钟。另一种是 1/30 转，则再生程序轮有 0 到 164 分钟的循环时间，每销或孔表示 2 分钟。

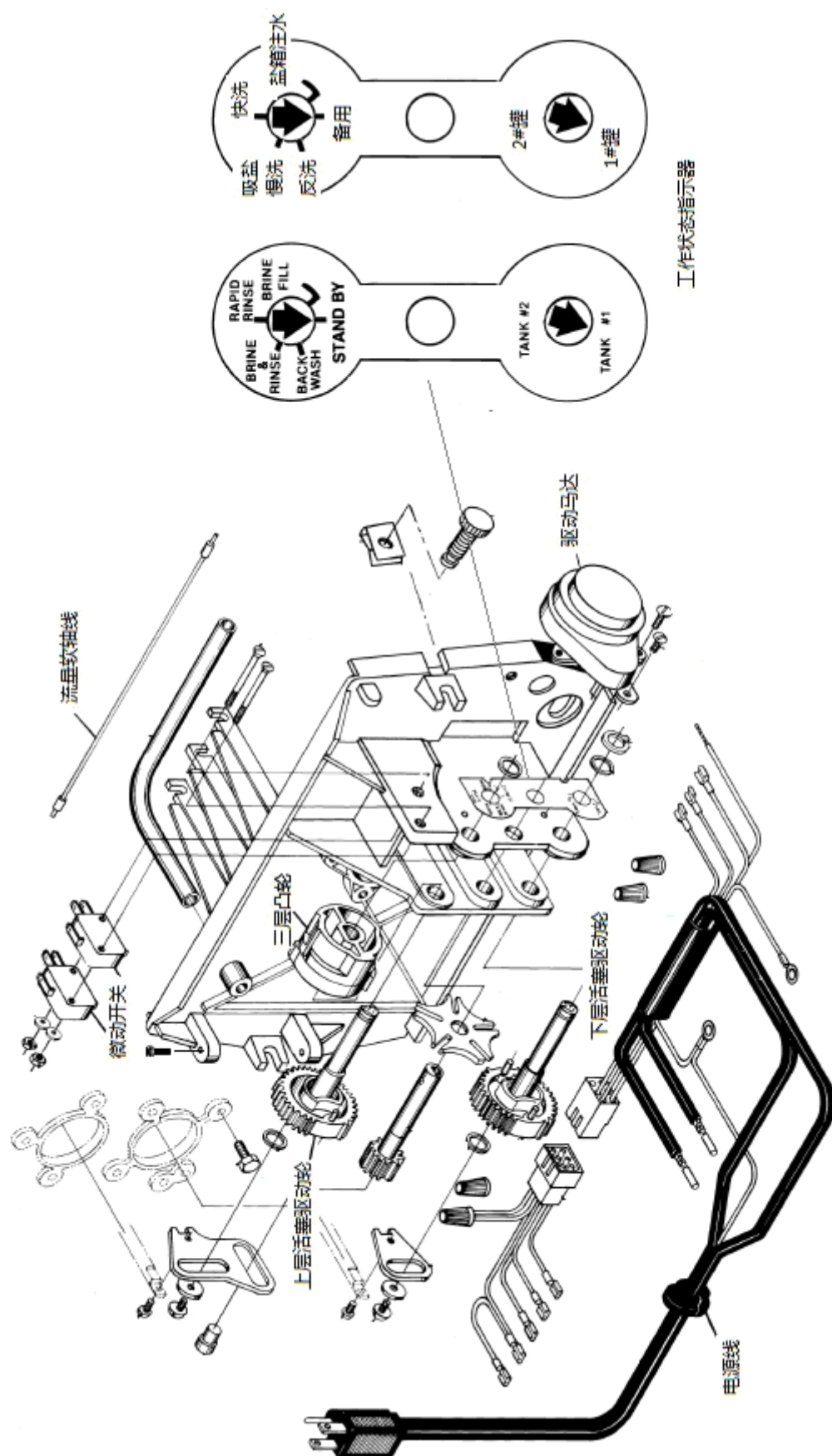


图9-37 9000控制阀再生控制器驱动装置

### 3、周期产水量设定

在软水器运行前，可以根据单罐内树脂填装量、进出水硬度及树脂工作交换容量计算出周期产水量（注意再生控制器所设周期产水量为单台树脂罐产水量），由于采用的是软水再生，所以在设定流量时应减去再生一次所消耗的水量。

如：9000 型控制阀配 10in 树脂罐，选用 1#射流器，反洗流量 2.4gpm，盐箱注水流量 0.5gpm，8min 反洗，54min 吸盐、置换，6min 正洗，6min 盐箱注水。

则：反洗水量 =  $8\text{min} \times 2.4\text{gpm}$  = 19.2gpm

吸盐、置换水量 =  $54\text{min} \times 0.33\text{gpm}$  = 17.8gpm

正洗水量 =  $6\text{min} \times 2.4\text{gpm}$  = 14.4gpm

盐箱注水量 =  $6\text{min} \times 0.5\text{gpm}$  = 3.0gpm

再生一次用水量 = 54.4gpm

同时还应注意流量计至零点启动再生程序到再生循环开始之间还有一个延迟时间，如计时器配 1/15 转马达延迟 3 分钟，配 1/30 转马达延迟 6 分钟，所以还应减去这 3 分钟或 6 分钟的连续水流量。

### 4、工作过程

由于采用的是单阀双罐一用一备控制方式，所以比正常工作过程多一步罐的转换步骤。

①、1#罐工作位置，产软水，如图 9—38。

硬水从控制阀入口进入装置，沿着下层活塞流动，向下经过 1#树脂罐的树脂层。处理后的水从下布水器进入中心管，向上流经中心管，环绕低层活塞，经过流量计，从出口流出，此时 2#树脂罐再生或备用。

当流量计指示为零，则立即启动再生程序，对 1#树脂罐进行再生，2#树脂罐开始产软水。

②、罐的转换位置，如图 9—39。

硬水从控制阀入口进入装置，沿着下层活塞流动，经过通向 2#树脂罐的管道，向下进入 2#树脂罐的树脂层，处理后的水经下布水器进入 2#树脂罐的中心管，向上流经中心管，回到主阀的管道，环绕下层活塞，经过流量计，从出口流出。2#树脂罐开始产软水，1#树脂罐已在水流通路外，准备再生。

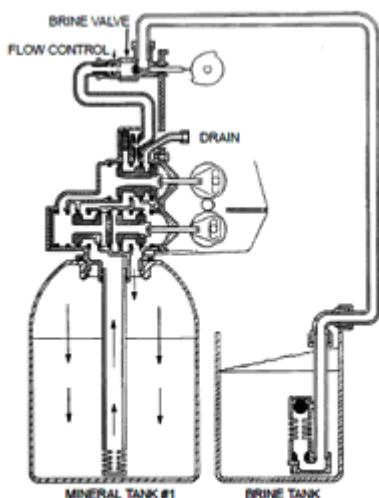


图9-38 1#罐工作位置

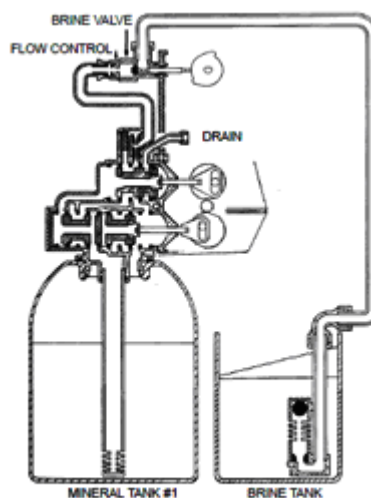


图9-39 罐的转换位置



③、反洗位置，如图 9—40。

从 2#树脂罐出来的处理后的软水沿着下层活塞流动，环绕上层活塞，经过下层活塞中心，向下流过中心管，向上经过树脂层，环绕上层活塞，从排水管排出。

④、吸盐位置，如图 9—41。

从 2#树脂罐出来的处理后的软水沿着下层活塞流动，环绕上层活塞，经过射流器外壳，向下流过喷嘴和喉管从盐箱中吸入盐水。盐水环绕上层活塞，向下经过树脂层，从下布水器进入中心管，向上流经中心管，流过低层活塞中心，经过上层活塞中心，从排水管排出。

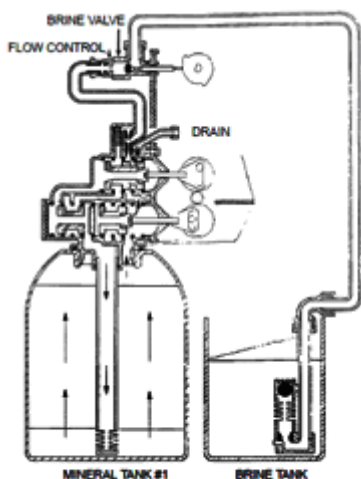


图9-40 反洗位置

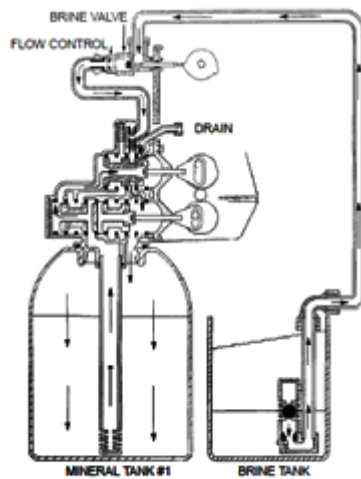


图9-41 吸盐位置

⑤、慢洗位置，如图 9—42。

从 2#树脂罐出来的处理后的软水沿着下层活塞流动，环绕上层活塞，经过射流器外壳，向下流过喷嘴和喉管，环绕上层活塞，向下经过树脂层，从下布水器进入中心管，向上流经中心管，流过低层活塞中心，经过上层活塞中心，从排水管排出。

⑥、快洗位置，如图 9—43。

从 2#树脂罐出来的处理后的软水沿着下层活塞流动，环绕上层活塞，向下经过 1#树脂罐的树脂层。冲洗水从树脂床经过下布水器进入中心管，向上流经中心管，流过低层活塞中心，经过上层活塞中心，从排水管排出。

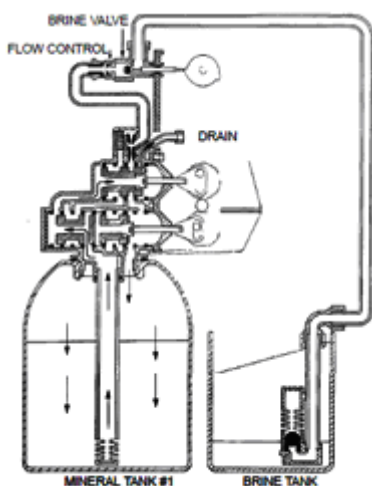


图9-42 慢洗位置

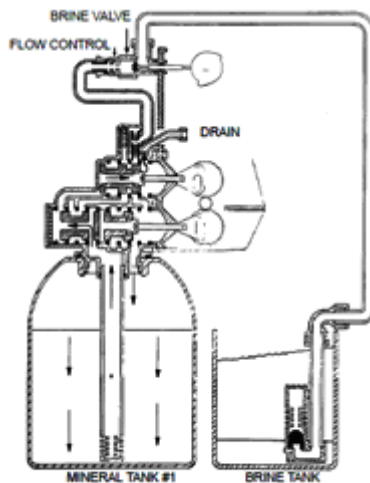


图9-43 快洗位置

⑦、盐箱注水位置，如图 9—44。

从第二个树脂罐出来的处理后的软水沿着低层活塞流动，环绕上层活塞，进入射流器外壳，流过注盐水限流孔板，经过盐阀，进入盐箱内。此时没有水流经 1#树脂罐。

⑧、2#罐工作位置（罐已经转换过），如图 9—45。

硬水从控制阀入口进入装置，沿着下层活塞流动，经过通向 2#树脂罐的管道，向下经过 2#树脂罐的树脂层，处理后的水从下布水器进入 2#树脂罐的中心管，向上流过中心管，经过回到主阀的管道，环绕下层活塞，经过流量计，从出水口流出，再生后的 1#树脂罐在水通路外。

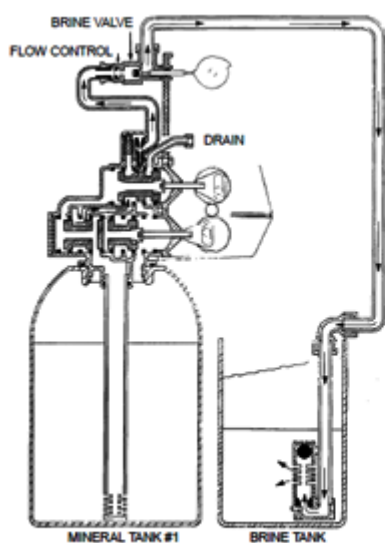


图9—44 盐箱注水位置

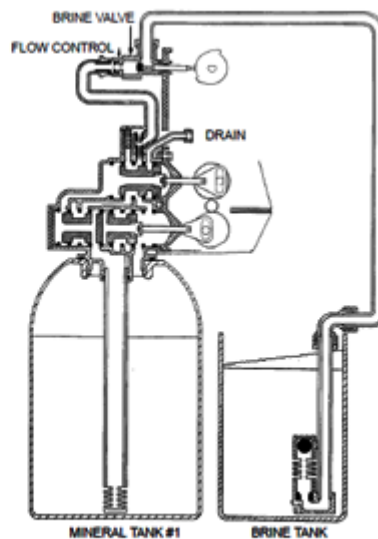


图9—45# 2罐工作位置（罐已经转换过）

## 第十章 富来全自动软水器的调试与维修

### 一、运行调试方法

#### 1、运行参数设定

软水器的工作流速控制一般是通过选择合适直径的树脂罐来控制，如利用阀门来调整工作流速，应注意保持进水压力的稳定。

对于新安装（或更换新树脂）的软水器在运行前，应计算出周期产水量，计算方法如下式：

$$Q = \frac{R E}{YD - YD_c}$$

式中：Q-----周期产水量， $m^3$ ；

R-----树脂填装量，L；

E-----树脂工作交换容量， $mol/L$ ；

YD-----进水硬度， $mol/m^3$ ；

YD<sub>c</sub>-----出水残余硬度， $mol/m^3$ 。

对于时间启动再生方式的软水器，再生间隔天数可按下式计算：

$$D = \frac{Q}{q}$$

式中：D-----再生间隔天数，day；

q-----日用水量， $m^3$ 。

软水器在运行期间要经常化验出水硬度，确定实际周期产水量，然后与计算周期产水量进行比较，如果相差不大，则可以按实际周期产水量并考虑一定的安全余量来设定软水器的再生启动流量值。如果相差较大，则应查找原因，对软水器进行调试维修。

对于间歇运行的软水器在每次启动时，会出现短暂的出水硬度超标现象，这是由于树脂罐内的存水发生逆交换的原因，所以应保持软水器处于连续运行的状态。在化验出水水质取水样操作时，应该选择在软水器处于连续运行状态时，并打开取样阀待管路内的存水排净后方可取水样。

#### 2、再生过程参数调试

软水器在设计时虽然已计算出再生过程各步骤的工作时间以及水流速（流量）等参数，但在实际运行时由于进水水质的变化或树脂性能的变化等因素影响，仍然需对再生过程参数进行调试，以保证软水器运行的经济性。

##### ①、反洗

根据测定反洗排水量，可计算出反洗流速，反洗流速越高，则反洗强度越大。反洗强度以树脂膨胀空间达到 40-60%为宜，不得出现跑树脂现象，反洗强度可由更换不同流量的排污



限流孔板来调整。反洗时间通常为 10-20 分钟，反洗至澄清水为止。新装树脂第一次反洗时会有少量黄色树脂胶溶物排出，可适当延长反洗时间。

## ②、再生

根据测定再生时排水流量和吸盐水流量，可计算出再生盐液流速和再生盐液浓度。再生盐液流速顺流再生为 4-6m/h，无顶压逆流再生为小于 2m/h，再生盐液浓度为 8-10%。

由于软水器射流器的水流量及吸盐水量与进水压力有关，当进水压力增大时，水流量与吸盐液量将增大，则再生盐液流速增大，再生时间则减少，将会降低树脂再生效果，所以要保持进水压力稳定。为了保证再生盐液与树脂充分交换，再生时间不宜小于 30 分钟。

## ③、置换

置换流速由射流器出水量控制，置换水量一般为工作树脂体积的 0.5-1 倍，至排水氯离子含量小于进水含量 50mg/L 为止。

## ④、正洗

正洗流速与反洗流速相同，也由排污限流孔板来控制，正洗时间以出水达到锅炉用水硬度要求为止。

## ⑤、盐箱注水

当再生耗盐量发生变化时，向盐箱的注水量也将发生变化，如不更换盐箱注水限流孔板，则需对盐箱注水时间进行调整。

# 二、运行经济性分析

由于富来全自动软水器采用的是钠离子交换软化法来去除水中的钙、镁离子，在再生时会排出大量的污水，从而增加了地下水的含盐量，所以在保证运行稳定性的同时，更要注重提高其运行的经济性，减少对淡水资源的污染。所以在运行调试完成后，可根据实测周期产水量、再生一次耗盐量、进出水硬度以及树脂填装量，计算出树脂工作交换容量及再生盐耗指标，对设备运行的经济性进行分析。

树脂工作交换容量按下式计算：

$$E = \frac{Q(YD - YDc)}{R}$$

再生盐耗按下式计算：

$$K = \frac{m}{Q(YD - YDc)}$$

式中：E-----树脂工作交换容量，mol/L；

Q-----周期产水量，m<sup>3</sup>；

YD-----进水硬度，mol/m<sup>3</sup>；

YDc-----出水残余硬度，mol/m<sup>3</sup>。

R-----树脂填装量，L；

K-----再生盐耗，g/mol；

m-----再生一次耗盐量，g。

再生盐耗的大小直接影响再生后树脂的工作交换能力，理论上再生盐耗为 58.3g/mol，而实际上要大 1-3 倍左右。再生盐耗越大，则再生后树脂的工作交换能力越高，周期产水量也越大，但再生盐耗增加到一定程度，再增加盐耗，则树脂交换能力提高甚少，就会浪费食盐。因此要根据出水水质要求，通过调试来确定合理的树脂交换容量和再生盐耗。一般要求树脂的交换容量为 1mol/L，再生盐耗顺流再生小于 130g/mol，逆流再生小于 100g/mol。

同时还要对软水器再生自用水率及树脂年损耗率进行核算。自用水率是指同一周期内的反洗、再生、置换和正洗过程所消耗水量总和占软水器周期内产水量的百分比。再生盐耗越大，则自用水率也越大，一般要求小于 5%。为了节约用水，也可将软水器再生时排出的废水送入到湿式除尘水循环系统或用于锅炉除渣系统补水。树脂年损耗率是指一年时间软水器内破碎失效的树脂占树脂填装总量的百分比，一般要求在 5-10%之间。

为了提高软水器的运行经济性，可以采取下列措施：

- ①、适当提高再生盐液温度，尤其是在冬季，可显著提高再生效果。
- ②、选用交换能力强的优质树脂，定期更换老化严重的树脂。
- ③、当全自动软水器运行一段时间后，可采用 2 倍盐耗的再生用盐量来再生树脂，从而提高树脂的工作交换能力。

### 三、设备保养

#### 1、运行保养

全自动软水器在运行中应做好以下几方面的维护保养工作：

- ①、保证输入的电压电流稳定，防止电控装置烧损。电控装置外部应安装密封罩，防止受潮和水浸。
- ②、定期向盐箱内加固体颗粒食盐（严禁加精盐或加碘盐），必须保证盐箱内食盐溶液处于过饱和状态。加盐时要注意不要将固体颗粒食盐撒入到盐井内，防止在盐阀上结生盐桥，堵塞吸盐管路。由于固体颗粒食盐中含有一定量的杂质，大量的杂质会沉积在盐箱底部，堵塞盐阀，所以要定期清理盐箱底部的杂质。清洗时可打开盐箱底部的排污阀，用清水冲洗直至无杂质流出为止，盐箱的清洗周期应根据固体颗粒食盐的杂质含量来确定。
- ③、定期清洗 Y 形过滤器、射流器及吸盐管路内的过滤网，防止杂质堵塞管路。
- ④、定期检查射流器及吸盐管路的气密性，防止漏气而影响再生效果。
- ⑤、每年要将软水器拆卸一次，清理上下布水器及石英砂垫层内的杂质，并检查树脂的损耗量和交换能力，更换老化严重的树脂，对于铁中毒的树脂可用盐酸溶液进行复苏。

#### 2、停用保养

软水器在长期停用前，应对树脂进行一次充分再生，将树脂转换成钠型进行湿法保养。在夏季停用时（如采暖锅炉用软水器，一般夏季要停用数月），每月应至少对软水器进行一次冲洗，防止交换罐内滋生微生物而使树脂发霉，结块。如果发现树脂发霉，可进行灭菌处理。一般用 1%的甲醛溶液浸泡数小时，然后用水冲洗至无甲醛臭味为止。冬季停用应做好防

冻措施，防止树脂内水分因冻结造成树脂胀裂破碎，可以把树脂储存于食盐水溶液中，食盐水的浓度要根据气温条件进行配制。

#### **四、故障维修**

富来全自动软水器维修中常用的工具有：螺丝刀、尖嘴钳子、扳手、万用表等。

当软水器出现出水硬度超标时，主要有以下三方面的原因：

- ①、软水器机械故障，造成设备无法正常工作；
- ②、树脂老化或失效，工作交换容量下降，应定期更换老化严重或失效的树脂；
- ③、由于进水情况发生变化，造成软水器参数设置不正确，应定期根据进水情况，对软水器进行运行调试。

#### **五、应用中常见的问题分析**

##### **1、阀门选择存在的问题**

工业锅炉用软水器当选用有硬水控制阀时（小型民用控制阀系列，如 5600、5600SE 等），必须在其出水口处加装硬水阻断阀，防止软水器再生时有硬水进入系统。其解决方案见控制阀应用章节。

##### **2、5600 系列控制阀应用中存在的问题**

5600 型控制阀可采用机械型和简单电子型两种再生控制器。当采用机械型再生控制器时，再生各工作过程时间只有注盐水可调，其它工作过程时间均采用出厂设定值，无法调整，而且启动再生方式只有时间型和流量延时型两种，而无流量即时型，不适用于工业锅炉软水处理。所以应选用简单电子型再生控制器，并设定成流量即时启动再生模式，再生各工作过程时间根据运行情况进行调整，从而提高软水器运行的稳定性和经济性，当流量计出现故障时，还可以设置成时间启动再生方式，暂时维持软水器运行。

##### **3、进水压力过低存在的问题**

当进水压力达不到软水器使用要求时，可安装水泵提供进水压力。水泵的启停一般由软水箱内的浮子液位计控制，但为保证软水器在再生时有足够的进水压力，还应将水泵的启停与再生控制器互锁，软水器启动再生程序时，水泵启动，当再生工作结束时，水泵停止。水泵的启停一般可由安装在盐水凸轮旁的微动开关来控制。

##### **4、进水压力过高存在的问题**

当进水压力过高时（超过 0.6Mpa），会损坏软水器内的中心管、上下布水器，使其各部位密封不严，从而出现跑树脂或窜硬水现象。所以当进水压力过高时，应安装减压装置，降低进水压力。

##### **5、盐箱溢水原因分析**

富来全自动软水器运行中，经常发现盐箱溢水现象，其原因很多，主要有以下几方面：

盐箱内杂质过多，堵塞盐井底部缝隙。软水器再生时盐阀只能将盐井内的盐水吸完，而注盐水时，当盐井内水注满后，就会溢入到盐箱内，经过几个再生周期后，盐箱内的水就会注

满溢出。所以应定期清理盐箱内杂质，并选用杂质含量低的食盐。

盐箱注水时间过长，造成盐箱满水溢出。

吸盐管路密封不严或射流器堵塞，无法形成负压，造成再生时不能吸盐水，而只向盐箱注水，经过几个再生周期后，盐箱内的水就会注满溢出。

#### **6、旁通阀使用中存在的问题**

在软水器进出水管阀外一般都安装有旁通阀。软水器运行时旁通阀应关闭，进出水阀打开。当软水器发生故障时，可打开旁通阀，关闭进出水阀，使软水器与系统隔断。如果软水器运行时，旁通阀打开或关闭不严，会有一部分水不流经软水器，而直接进入系统，另一部分水虽然流经软水器后再进入系统，但由于进水压力过低，水流量达不到设计要求，而使软水器无法正常工作。

#### **7、向盐箱内加盐操作时应注意的问题**

向盐箱加盐时，如将固体食盐投入到盐井内，固体颗粒盐溶解后所含有的杂质会堵塞或在盐阀上形成盐桥。如果采用带浮球的安全盐阀，固体颗粒食盐还会影响浮球随液面的自由升降。

### 常见故障及处理方法

序号	问 题	原 因	处理方法
1	软水器不能自动再生	1、电源系统故障。 2、定时器有故障。 3、时间型再生控制器日期钢片未拔出或流量型再生控制器流量计故障。	1、保证电路完好，检查保险丝、插头及开关。 2、检修或更换定时器。 3、按操作说明设置再生日期对应的插销或检修流量计。
2	自动再生时刻有误	1、定时器时间设定有误。 2、停电后未校正时间。	1、按说明书正确设定时间。 2、停电后及时校正时间。
3	出水硬度超标	1、旁通阀开启或渗漏。 2、盐箱中没有盐。 3、盐箱中水量不足。 4、进水过滤器或射流器堵塞。 5、不正确地再生设定或原水水质恶化。 6、中心管周围的 O 形密封圈损坏，控制阀内部窜硬水。 7、树脂量不够。 8、控制阀内部窜硬水。	1、关闭或检修旁通阀。 2、向盐箱中加盐。 3、检查并调整盐箱注水时间，若吸盐管路堵塞则进行清洗。 4、清洗进水过滤器或射流器。 5、正确设定及调整再生时间或再生启动流量。 6、检修并更换 O 形密封圈。 7、加树脂至适量，并找出树脂流失的原因。 8、更换“O”型密封圈。
4	系统用盐过多	1、用盐量设定不当。 2、盐箱中水量过多	1、设定合适的一次再生用盐量。 2、参看问题 7 中的处理方法。
5	排水管流出树脂	1、系统中有空气。 2、反洗时排水流量控制过大。 3、布水器损坏。	1、对系统进行排气。 2、检查并调整合适的排水流量。 3、更换布水器。
6	水空间有铁锈	1、树脂层受污染 2、原水铁含量过高	1、检查反洗和进盐水过程，加大再生频率，增长反洗时间。 2、过滤器或系统中增设除铁设施。
7	盐箱中水过量或溢流	1、盐水重注不受控制。 2、盐阀吸盐水时未闭合。 3、定时器不循环。 4、盐液阀中有异物。 5、程序设定有误（如注盐水时间过长）	1、检查维修盐阀。 2、清洗盐阀及管路，清除阀中的夹杂物。 3、更换定时器。 4、清洗盐液阀，除去异物。 5、检查再生程序，必要时重新设定。
8	控制器不能吸盐水	1、控制阀或盐水过滤网有异物堵塞。 2、进水压力过低。 3、射流器堵塞或故障。 4、盐液管中有空气进入（有气泡产生）。 5、控制阀内部窜硬水。 6、计时器出故障。	1、清洗过滤阀或过滤网，清除异物。 2、将进水压力调整到软水器所要求的工作压力。 3、清洗或更换射流器。 4、排除盐液管内气泡，检查并密封盐液管接头处。 5、更换密封垫、环及活塞。 6、检修或更换计时器。
9	控制阀不停地循环	1、定时器或微机出现故障。 2、循环凸轮出现故障。	1、检修或更换。 2、更换或重新启动一次。
10	间断或不规则吸盐	1、水压不稳或水压低。 2、射流器堵塞或故障。	1、将水压提高到要求的工作压力。 2、清洗或更换射流器。

常见故障及处理方法（续）

序号	问 题	原 因	处理方法
11	出水管中含盐水	1、射流器有夹杂物或故障。 2、盐阀不能闭合。 3、正洗时间设定过短。	1、清洗或检修射流器。 2、检修盐阀或清洗杂物。 3、增加正洗时间。
12	再生后排水管或盐水管仍有水流和水滴	1、控制阀因有杂物而不能闭合。 2、控制阀不能按程序闭合。 3、控制阀内部窜硬水。 4、活塞杆复位弹簧弹性变弱。 5、时间马达出故障或被卡住。	1、冲洗控制阀内部杂物。 2、检查计时器及控制器的位置，使其与控制阀同步。 3、更换密封垫及活塞。 4、更换弹簧。 5、检查所有的传动装置齿轮是否啮合，必要时更换。
13	微电脑控制器显示屏不能正确地进行显示	1、未接电源或有故障。 2、电路损坏。 3、流量计插头接触不良。 4、流量计中涡轮被卡住。	1、接通电源或维修电源插头等。 2、维修电路。 3、将插头完全插入流量计中。 4、拆下流量计用水冲洗，若仍不能转动则更换流量计。
14	周期制水量减少	1、再生操作不正确。 2、树脂受污染或变质。 3、用盐量设置不正确。 4、软水器设置不正确。 5、原水水质恶化。 6、流量计中涡轮被卡住。	1、按正确的操作要求重新再生。 2、适当增加反洗流量和时间，使用树脂清洗剂或更换新树脂。 3、重新设定合适的用盐量。 4、根据化验结果，重新计算和设定。 5、临时手动再生，并重新设定再生周期。 6、拆下流量计用水冲洗，若仍不能转动则更换流量计。

# 附录一

常用单位换算表

1in=25.4mm	in 英寸	1ft <sup>3</sup> =28.3L	
1ft=12in=304.8mm	ft 英尺	1gpm/ft <sup>2</sup> =2.44m/h	
1m=39.37in=3.28ft		1kgf/cm <sup>2</sup> =0.1MPa	
1m <sup>2</sup> =10.76 ft <sup>2</sup>		1 lb/in <sup>2</sup> =1psi	1b 磅
1ft <sup>2</sup> =0.0929m <sup>2</sup>		1MPa=145.04psi	
1m <sup>3</sup> =264.2gal	ft <sup>2</sup> 平方英尺	1psi=0.006895MPa	
1gal=3.785L	gal 加仑	1kgf/cm <sup>2</sup> =0.1MPa=14.504psi	
1gpm=1gal/min		1 lb=0.4536kg	
1gpm=0.227m <sup>3</sup> /h		1kg=2.2 lb	

## 附录二

### 供住宅、居室水处理设备使用的 **Fleck** 控制阀

型 号	2510	4650	6600	proflo-se	5600	5600SE	6600	6700	9100
进水口/出水口 (1)	1"	3/4"-1"	3/4"-1"	3/4"-1"	3/4"-1"	3/4"-1"	3/4"-1"	3/4"-1"	3/4"-1"
阀体材质	Noryl	无铅黄铜	Noryl	Noryl	Noryl	Noryl	Noryl	Noryl	Noryl
定时器/驱动器 用的马达	独立式	合并式	微处理器 及马达	合并式	合并式	微处理器 及马达	微处理器 及马达	微处理器 及马达	独立式
控制的程序数	5	6	5	5	6	5	5	5	5
再生过程可否 调整	可	可	可	可	(5)	可	可	可	可
额定流量 (2)(t/h)	4.3	4.5	4.5	4.7	4.5	4.5	4.5	4.5	4.7
最大反洗流量 (3) (t/h)	3.8	1.5	1.5	3.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9
可用选件 (见下面说明)	b,e,ev,f, h,n, m,n,o,q	b,f,h	b,f,u,v	b,f,m,u	b,f,m,u	b,f,u	b,f,u,v	b,f,u,v	b,e,f





### 附录三

#### 供工业、商业的水处理设备使用的 **Fleck** 控制阀

型 号	2750	2850	2900	3150	3900	9000	9500
进水口/出水口(1)	1"	1 1/2"	2"	2"	3"	1"	1.5"
阀体材质	无铅黄铜	无铅黄铜	无铅钠铜	无铅钠铜	无铅钠铜	无铅黄铜	无铅黄铜
定时器/驱动器用的马达	独立式	独立式	独立式 双驱动马达	独立式	独立式 双驱动马达	独立式	独立式
控制的程序数	5	5	5	5	5	5	5
再生过程可否调整	可	可	可	可	可	可	可
额定流量(2) (t/h)	5.9	11.5	24.0	顶装 21.5 侧装 22.7	56.8	4.7	9.7
最大反洗流量(3) (t/h)	5.6	11.0	5.6	顶 24.7 侧 23.8	22.7	1.9	3.6
可用选件 (见下面说明)	e, ev, f, h, m n, o, q, s, u	e, ev, f, h m, n, o, s	e, ev, f, h m, n, o, s	e, f, m, n, q, s sm, u	e, f, m, n, q s, sm, u	b, e, f, h	e, f, h

System 2000: 为电子式控制器，可以监测系统工作情况、累计流量，并为多罐系统的安装提供重要信息。

			
2750	2850	2900	3150
			
3900	9000	9500	System 2000
注: (1) 可选择英制或公制 (BSP) 螺纹 (2) 额定流量以通过控制阀时压力降为 0.1Mpa 计算 (3) 反洗流量以通过控制阀时压力降为 0.17Mpa 计算 (4) 仅再生时间及注盐水时间可调节 (5) 仅注水时间可调节		选件说明 b 旁通阀 e 电子定时器 ev 密封外罩 f 反洗过滤器 h 热水 m 按流量控制再生	n 无硬水旁通阀芯 o 手动操作 q 快速连接接头 s 运行阀门控制器 sm 测装式 u 逆流再生 v 可变吸盐

型 号	2750RM	2850RM	3100RM	3900RM
进水口/出水口(2)	1"	1.5"	2"	3"
最大流量(t/h)	9	17	34	68
最大流量时的压力降(Mpa)	0.035	0.035	0,032	0.035
精确范围( $\pm 5^\circ$ )(t/h)	0.15-9	0.34-17	0.68-34	1.59-68
标准式流量计测范围(M3)	1-20	2-40	5-75	10-240
加大式流量计测范围(M3)	5—100	10—100	25—375	50—1200
Cv 值	18	36	70	135
可用选件(见下面说明)	外径	外径	外径	外径

(1)即时再生或延迟再生

(2)可选择英制或公制(BSP)螺纹

 <p>3100RM</p>	 <p>2750RM</p>	 <p>2850RM</p>
 <p>Shown with 3200 ET Electronic Timer</p> <p>3900RM</p>	 <p>3200NT</p>	 <p>3200ET</p>

## 附录四

富来全自动软水器规格表

系统类型	流量 (t/h)	Fleck 控制阀	树脂罐直径 mm	树脂量 L	盐箱 L
单罐时间控制	0.5~1.4	5600ST(SE)-#4(5000SE)	Φ250	50	100
	1.6~2.2	5600ST(SE)-#4(5000SE)	Φ300	75	100
	2.5~3.0	5600ST(SE)-#4(5000SE)	Φ350	100	100
	2.5~3.0	2510ST(SE)-#4	Φ350	100	200
	3.2~4.5	2510ST(SE)-#4(5600SE)	Φ400	125	200
	4.0~5.5	2750ST-#4	Φ500	150	300
	6~8	2850ST-#4	Φ600	350	500
	7~12	2850ST-#4(<10t/h)	Φ750	600	500
	6~8	2850ST-#4	Φ600	350	500
	7~12	2850ST-#4(<10t/h)	Φ750	600	500
	13~16	2900ST-#4	Φ900	900	1000
	16~22	3150ST-#4	Φ1000	1000	1000
	13~16	2900ST-#4	Φ900	900	1000
	16~22	3150ST-#4	Φ1000	1000	2000
	25~35	3900ST-#4	Φ1250	1200	2000
	40~55	3900ST-#4	Φ1500	2150	2000
单罐流量控制	0.5~1.4	5600SEM(5000SEM)	Φ250	50	100
	1.6~2.2	5600SEM(5000SEM)	Φ300	75	100
	2.5~3.0	5600SEM(5000SEM)	Φ350	100	100
	2.5~3.0	5600(5000/2510)SEM	Φ350	100	100
	3.2~4.5	5600(5000/2510)SEM	Φ400	125	100
	3.2~4.5	2510SM(SEM)(<4t/h)	Φ400	125	200
	4.0~5.5	2750SM/NT	Φ500	150	300
	6.0~8.0	2850SM/NT	Φ600	350	500
	7~12	2850SM(<10t/h)	Φ750	600	500
	6.0~8.0	2850SM/NT	Φ600	350	500
	7~12	2850SM/NT(<10t/h)	Φ750	600	500
	13~16	2900SM/3150SM/NT	Φ900	900	500
	16~22	3150SM/NT	Φ1000	1000	500
	13~16	2900SM/3150SM/NT	Φ900	900	500
	16~22	3150SM/NT	S-1000	1000	500
	25~35	3900SM/NT	Φ1250	1200	1000
	40~55	3900SM/NT	Φ1500	2150	1000

富来全自动软水器规格表（续一）

系统类型	流量 (t/h)	Fleck 控制阀	树脂罐直径 mm	树脂量 L	盐箱 L
双罐同时运行	6.0~9.0	2750SM-#6	Φ 400	250	200
	8.0~11	2750SM-#6	Φ 500	300	200
	8.0~15	2750 (2850) SM/NT-#6	Φ 600	700	200
	12~20	2850SM/NT-#6	Φ 750	1200	300
	8.0~15	2750 (2850) SM/NT-#6	Φ 600	700	300
	12~20	2850SM/NT-#6	Φ 750	1200	500
	25-30	2900SM/NT-#6	Φ 900	1800	100
	30-40	3150SM/NT-#6	S-1000	2000	
	25~30	2900SM/NT-#6	Φ 900	1800	100
	30~40	3150SM/NT-#6	S-1000	2000	
	40~50	3900 (3150) SM/NT-#6	S-1250	2500	2000
	85~100	3900SM/NT-#6	Φ 1500	4250	2000
双罐一用一备	0.5~1.4	8500SE	Φ 250	100	500
	1.6~2.2	9000¾ (SE)	Φ 300	150	500
	2.5~3.0	9000¾ (SE)	Φ 350	200	500
	3.2~4.5	90001" (SE) (<4t/h)	Φ 400	250	
	4.0~5.5	9500SM	Φ 500	300	500
	6~8	9500SM	Φ 600	700	500
	7~12	2850NT-#7	Φ 750	1200	500
	6~8	9500SM/2850NT-#7	Φ 600	700	500
	7~12	2850NT-#7 (<10t/h)	Φ 750	1200	500
	13~16	2900SM-#7/3150NT-#7	Φ 900	1800	1000
	16~22	3150NT-#7	S-1000	2000	
	13~16	2900SM-#7/3150NT-#7	Φ 900	1800	1000
	16~22	3150NT-#7	S-1000	2000	
	25~35	3900SM/NT-#7	Φ 1250	2500	2000
	40~55	3900SM/NT-#7	Φ 1500	4250	2000

富来全自动软水器规格表（续二）

系统类型	流量(t/h)	Fleck 控制阀	树脂罐直径 mm	树脂量 L	盐箱 L
三罐两用一备	20~35	2850NT-#7-3	Φ 750	1800	500
	25~30	2900NT/3150NT-#7-3	Φ 900	2700	100
	30~40	3150NT-#7-3	S-1000	3000	
	40~50	3900 (3150) NT-#7-3	S-1250	3750	2000
	60~80	3900NT-#7-3	Φ 1250	4500	2000
	90~110	3900NT-#7-3	Φ 1500	6375	2000
三罐同时运行	20~30	2850NT-#6-3	Φ 750	1800	500
	20~30	2900NT-#6-3	Φ 750	1800	1000
	25~45	2900NT-#6-3	Φ 900	2700	1000
	40~60	3150NT-#6-3	S-1000	3000	
	50~80	2900NT-#6-3	Φ 900	2700	1000
	40~60	3150NT-#6-3	Φ 1000	3000	
	70~100	3900NT-#6-3	Φ 1250	3750	2000
	80~120	3900NT-#6-3	Φ 1500	6375	2000

附录五

富来全自动控制阀性能参数表

2510 控制阀技术特性						
阀体材料		Noryl				
进/出口管径		1"				
流量范围（0.35MPa 进水压力）						
连续出水量（压降 0.1MPa）		4.3m³/h				
峰值出水量（压降 0.175MPa）		5.4m³/h				
阻力系数 Cv		5				
反洗流量（压降 0.175MPa）		17gpm				
再生：						
顺流/逆流		顺流				
程序调节		所有再生步骤时间均可调节				
最大再生时间		164 分钟				
流量计精度 3/4"		0.056~3.4m³/h±5%	电源参数 220V-50Hz,			
流量计量程 3/4"		标准 0.47~8 m³	设计压力 2.1MPa			
		加大 2.3~40 m³	工作压力 0.14~0.84MPa			
无硬水旁通		是	工作温度 5℃~55℃			
主要尺寸：		工作程序	时间设置参考			
中心管直径		1"(1.05)OD	1.反洗 10 分钟			
排水管直径		1/2" Q.C.	2.吸盐置换 60 分钟			
盐液管直径		3/8"	3.正洗 10 分钟			
罐体接口直径		2-1/2"-8 Straight Q.C.	4.盐箱补水 10 分钟			
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）		5-1/2"、 140mm	5.运行			
使用于软化的配置参考						
罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 D.L.F.C.	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft²)				gpm
6	152	1.0	1600(1610)	000	2310OR2300,500Air Check	0.125
7	178	1.3	1600(1610)	000	2310OR2300,500Air Check	0.25
8	203	1.7	1600(1610)	00	2310OR2300,500Air Check	0.25
9	229	2.0	1600(1610)	0	2310OR2300,500Air Check	0.5
10	254	2.4	1600(1610)	1	2310OR2300,500Air Check	0.5
12	305	4.0	1600(1610)	2	2310OR2300,500Air Check	0.5
13	330	4.6	1600(1610)	3	2310OR2300,500Air Check	1
14	356	5.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1
16	406	7.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1

注：进水压力为 40psi（0.28MPa），再生盐耗为每升树脂 160 克盐。

### 2750 控制阀技术特性

阀体材料	无铅黄铜		
进/出口管径	1”(Male)		
流量范围（0.35MPa 进水压力）			
连续出水量（压降 0.1MPa）	5.9m³/h		
峰值出水量（压降 0.175MPa）	7.5m³/h		
阻力系数 Cv	6.8		
反洗流量（压降 0.175MPa）	25gpm		
再生：			
顺流/逆流	任选一项		
程序调节	再生步骤时间均可调节		
最大再生时间	164 分钟		
流量计精度 1”	0.159~9.09m³/h±5%	电源参数	220V-50Hz
3/4”	0.056~3.4 m³/h±5%	设计压力	2.1MPa
流量计量程 1”	1.17~19.96 m³	工作压力	0.14~0.84MPa
	加大 5.87~99.81 m³	工作温度	5℃~55℃
3/4”	标准 0.47~8 m³		
	加大 2.3~40 m³		
无硬水旁通	是		
主要尺寸：		顺流再生	时间设置参考
中心管直径	1”(1.05)O.D.	1.反洗	10 分钟
排水管直径	3/4” (Male)	2.吸盐置换	60 分钟
盐液管直径	3/8”,(1/2”)	3.正洗	10 分钟
罐体接口直径	2-1/2”-8	4.盐箱补水	10 分钟
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）	6-1/2”、165mm	5.运行	

### 使用于软化的配置参考

罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 DLFC	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft <sup>2</sup> )				gpm
10	254	2.4	1600(1610)	1	2310OR2300,500Air Check	0.5
12	305	4.0	1600(1610)	2	2310OR2300,500Air Check	0.5
13	330	4.6	1600(1610)	3	2310OR2300,500Air Check	1
14	356	5.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1
16	406	7.0	1600(1610)	4**	2310OR2300,500Air Check	1
18	457	8.0	1700	4C	2350,900 Air Check	2.4
21	533	12.0	1700	4C	2350,900 Air Check	2.4
24	610	15.0	1700	5C	2350,900 Air Check	3

注：进水压力为 40psi（0.28MPa），再生盐耗为每升树脂 160 克盐。

### 2850 控制阀技术特性

阀体材料		无铅黄铜		
进/出口管径		1-1/2"		
流量范围（0.35MPa 进水压力）				
连续出水量（压降 0.1MPa）		11.5m <sup>3</sup> /h		
峰值出水量（压降 0.175MPa）		15m <sup>3</sup> /h		
阻力系数 Cv		13.2		
反洗流量（压降 0.175MPa）		49gpm		
再生：顺流/逆流		顺流		
程序调节		再生步骤时间均可调节		
最大再生时间		164 分钟		
流量计精度	1"	0.159~9.09m <sup>3</sup> /h±5%	电源参数	220V-50Hz
	1-1/2"	0.34~17.04 m <sup>3</sup> /h±5%	设计压力	2.1MPa
流量计量程	1"	标准 1.17~19.96 m <sup>3</sup>	工作压力	0.14~0.84MPa
		加大 5.87~99.81 m <sup>3</sup>	工作温度	5℃~55℃
	1-1/2"	标准 2.36~40.24 m <sup>3</sup>		
		加大 11.83~201.23 m <sup>3</sup>		
无硬水旁通		是		
主要尺寸：		工作程序	时间设置参考	
中心管直径		1.5" I.D.	1.反洗	10 分钟
排水管直径		1" (Male)	2.吸盐置换	60 分钟
盐液管直径		1/2", ( 3/8")	3.正洗	10 分钟
罐体接口直径		4"-8UN	4.盐箱补水	10 分钟
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）		6-1/2"、 165mm	5.运行	

### 使用于软化的配置参考

罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 DLFC	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft <sup>2</sup> )				gpm
10	254	2.4	1600(1610)	1	2310OR2300,500Air Check	0.5
12	305	4.0	1600(1610)	2	2310OR2300,500Air Check	0.5
13	330	4.6	1600(1610)	3	2310OR2300,500Air Check	1
14	356	5.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1
16	406	7.0	1600(1610)	4**	2310OR2300,500Air Check	1
18	457	8.0	1700	4C	2350,900 Air Check	2.4
21	533	12.0	1700	4C	2350,900 Air Check	2.4
24	610	15.0	1700	5C	2350,900 Air Check	3
30	762	25.0	1700	6C	2350,900 Air Check	5

注：进水压力为 40psi（0.28MPa），再生盐耗为每升树脂 160 克盐。



## 2900 控制阀技术特性

阀体材料	无铅黄铜		
进/出口管径	2”		
流量范围（0.35MPa 进水压力）			
连续出水量（压降 0.1MPa）	24.09m³/h		
峰值出水量（压降 0.175MPa）	31.81m³/h		
阻力系数 Cv	27.5		
反洗流量（压降 0.175MPa）	25gpm		
再生：			
顺流/逆流	任选一项		
程序调节	再生步骤时间均可调节		
最大再生时间	164 分钟		
流量计精度	1”	0.159~9.09m³/h±5%	
	1-1/2”	0.34~17.04m³/h±5%	电源参数 220V-50Hz
	2”	0.68~34.09 m³/h±5%	设计压力 2.1MPa
流量计量程	1”	标准 1.17~19.96 m³	工作压力 0.14~0.84MPa
		加大 5.87~99.81 m³	工作温度 5℃~55℃
	1-1/2”	标准 2.36~40.24 m³	
		加大 11.83~201.23 m³	
	2”	标准 4.73~80.49 m³	
		23.67~402.46 m³	
无硬水旁通	是		
主要尺寸：			
中心管直径	1.5”I.D.	1.反洗	时间设置参考
排水管直径	3/4” (Male)	2.吸盐置换	10 分钟
盐液管直径	1/2”,( 3/8”)	3.正洗	60 分钟
罐体接口直径	4”-8UN	4.盐箱补水	10 分钟
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）	12”、 305mm	5.运行	10 分钟

使用于软化的配置参考（软化最大可配到 900mm(36")罐）

罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 DLFC	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft <sup>2</sup> )				gpm
14	356	5.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1
16	406	7.0	1600(1610)	4**	2310OR2300,500Air Check	1
18	457	8.0	1700	4C	2350,900 Air Check	2.4
21	533	12.0	1700	4C	2350,900 Air Check	2.4
24	610	15.0	1700	5C	2350,900 Air Check	3
30	762	25.0	1700	6C	2350,900 Air Check	5
36	914	25.0	1700	6C	2350,900 Air Check	5

注：进水压力为 40psi（0.28MPa），再生盐耗为每升树脂 160 克盐。

### 3900 控制阀技术特性

阀体材料	无铅黄铜	
进/出口管径	3"	
流量范围（0.35MPa 进水压力）	顶装	侧装
连续出水量（压降 0.1MPa）	56.81 m <sup>3</sup> /h	56.81 m <sup>3</sup> /h
峰值出水量（压降 0.175MPa）	73.86m <sup>3</sup> /h	73.86 m <sup>3</sup> /h
阻力系数 Cv	65	65
反洗流量（压降 0.175MPa）	100gpm	100 gpm

再生：

顺流/逆流	任选一项
程序调节	再生步骤时间均可调节
最大再生时间	164 分钟

流量计精度	2"	0.68~34.9 m <sup>3</sup> /h±5%	电源参数	220V-50Hz
	3"	1.59~68.18 m <sup>3</sup> /h±5%	设计压力	2.1MPa
流量计量程	2"	标准 4.73~80.49 m <sup>3</sup>	工作压力	0.14~0.84MPa
		加大 23.67~402.46 m <sup>3</sup>	工作温度	5℃~55℃
	3"	标准 14.2~241.47 m <sup>3</sup>		
		加大 71.02~1207.38 m <sup>3</sup>		
无硬水旁通	是			

主要尺寸：		工作程序顺流再生	时间设置参考
中心管直径	3"	1.反洗	10 分钟
排水管直径	2"(Female)	2.吸盐置换	60 分钟
盐液管直径	3/4"(Male)	3.正洗	10 分钟
罐体接口直径	6"-8UN 或法兰接口	4.盐箱补水	20 分钟
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）	15"、 381mm	5.运行	

使用于软化的配置参考

罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 DLFC	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft <sup>2</sup> )				gpm
24	610	15.0	1700	5C	2350,900 Air Check	3
30	762	25.0	1700	6C	2350,900 Air Check	5
36	914	35.0	1800	6	2350,900 Air Check	10
42	1067	50.0	1800	7	2350,900 Air Check	12
48	1219	60.0	1800	8	2350,900 Air Check	15
54	1372	80.0	1800	9	2350,900 Air Check	20
63	1600	100.0	1800	10	2350,900 Air Check	25

注：进水压力为 40psi（0.28MPa），再生盐耗为每升树脂 160 克盐。

### 5600 控制阀技术特性

阀体材料	Noryl		
进/出口管径	1” or 3/4”		
流量范围（0.35MPa 进水压力）			
连续出水量（压降 0.1MPa）	4.54m <sup>3</sup> /h		
峰值出水量（压降 0.175MPa）	5.9 m <sup>3</sup> /h		
阻力系数 Cv	5.2		
反洗流量（压降 0.175MPa）	7gpm		
再生：			
顺流/逆流	任选一项		
程序调节	再生步骤时间均可调节		
最大再生时间	120 分钟		
流量计精度 3/4”	0.056~3.4m <sup>3</sup> /h±5%	电源参数	220V-50Hz
流量计量程 3/4”	标准 0.47~8 m <sup>3</sup>	设计压力	2.1MPa
	加大 2.3~40 m <sup>3</sup>	工作压力	0.14~0.84MPa
无硬水旁通	否	工作温度	5℃~55℃
主要尺寸：		工作程序	时间设置参考
中心管直径	13/16”，1”(1.05)O.D.	1.预洗	5 分钟
排水管直径	1/2”(Female)	2.反洗	10 分钟
盐液管直径	3/8”	3.吸盐置换	50 分钟
罐体接口直径	2-1/2”-8NPSM	4.二次反洗	10
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）	7”、 178mm	5.沉床	5 分钟
		6 及盐箱补水	4~24 分钟
		7.运行	

使用于软化的配置参考

罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 DLFC	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft <sup>2</sup> )				gpm
6	152	1.0	1600(1610)	000	2310OR2300,500Air Check	0.125
7	178	1.3	1600(1610)	000	2310OR2300,500Air Check	0.25
8	203	1.7	1600(1610)	00	2310OR2300,500Air Check	0.25
9	229	2.0	1600(1610)	0	2310OR2300,500Air Check	0.5
10	254	2.4	1600(1610)	1	2310OR2300,500Air Check	0.5
12	305	4.0	1600(1610)	2	2310OR2300,500Air Check	0.5
13	330	4.6	1600(1610)	3	2310OR2300,500Air Check	1
14	356	5.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1
16	406	7.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1

注: 进水压力为 40psi (0.28MPa), 再生盐耗为每升树脂 160 克盐。

# 5600SE 控制阀技术特性

阀体材料	Noryl		
进/出口管径	1” or 3/4”		
流量范围（0.35MPa 进水压力）			
连续出水量（压降 0.1MPa）	4.54m <sup>3</sup> /h		
峰值出水量（压降 0.175MPa）	5.9 m <sup>3</sup> /h		
阻力系数 Cv	5.2		
反洗流量（压降 0.175MPa）	7gpm		
再生：	电源参数	24V-50Hz	
顺流/逆流	任选一项	设计压力	2.1MPa
程序调节	再生步骤时间均可调节	工作压力	0.14~0.84MPa
最大再生时间	99 分钟每个程序	工作温度	5℃~55℃
流量计精度	0.056~3.4m <sup>3</sup> /h±5%		
流量计量程	37.87 m <sup>3</sup>		
无硬水旁通	否		
主要尺寸：	工作程序顺流再生	时间设置参考	
中心管直径	13/16”, 1”(1.05)O.D.	1.反洗	10 分钟
排水管直径	1/2”(Female)	2.吸盐置换	60 分钟
盐液管直径	3/8”	3.正洗	10 分钟
罐体接口直径	2-1/2”-8NPSM	4.盐箱补水	10 分钟
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）	7-1/2”、 191mm	5.运行	

## 使用于软化的配置参考

罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 DLFC	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft <sup>3</sup> )				gpm
6	152	1.0	1600(1610)	000	2310OR2300,500Air Check	0.125
7	178	1.3	1600(1610)	000	2310OR2300,500Air Check	0.25
8	203	1.7	1600(1610)	00	2310OR2300,500Air Check	0.25
9	229	2.0	1600(1610)	0	2310OR2300,500Air Check	0.5
10	254	2.4	1600(1610)	1	2310OR2300,500Air Check	0.5
12	305	4.0	1600(1610)	2	2310OR2300,500Air Check	0.5
13	330	4.6	1600(1610)	3	2310OR2300,500Air Check	1
14	356	5.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1
16	406	7.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1

注：进水压力为 40psi（0.28MPa），再生盐耗为每升树脂 160 克盐。

# 9000 控制阀技术特性

阀体材料	无铅黄铜		
进/出口管径	1", (3/4")		
流量范围（0.35MPa 进水压力）	1"	3/4"	
连续出水量（压降 0.1MPa）	4.77m <sup>3</sup> /h	4.09m <sup>3</sup> /h	
峰值出水量（压降 0.175MPa）	6.36m <sup>3</sup> /h	5.45m <sup>3</sup> /h	
阻力系数 Cv	5.1	4.8	
反洗流量（压降 0.175MPa）	8.5gpm	8.5gpm	
再生：顺流/逆流	顺流		
程序调节	再生步骤时间均可调节		
最大再生时间	164 或 82 分钟		
流量计精度 3/4"	0.056~3.4m <sup>3</sup> /h±5%	电源参数	220V-50Hz
1"	0.159~9.09m <sup>3</sup> /h±5%	设计压力	2.1MPa
流量计量程 3/4"	标准 0.47~8 m <sup>3</sup>	工作压力	0.14~0.84MPa
	加大 2.3~40 m <sup>3</sup>	工作温度	5℃~55℃
1"	标准 1.17~19.96 m <sup>3</sup>		
	加大 5.87~99.81 m <sup>3</sup>		
无硬水旁通	是		
主要尺寸：		工作程序	时间设置参考
中心管直径	1"(1.05)OD	1.反洗	10 分钟
排水管直径	1/2"	2.吸盐置换	60 分钟
盐液管直径	3/8"	3.正洗	10 分钟
罐体接口直径	2-1/2"-8 NPSM	4.盐箱补水	10 分钟
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）	6-1/2"、 165mm	5.运行	

## 使用于软化、多介质砂滤、活性炭过滤的配置参考

罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 DLFC	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft <sup>2</sup> )				gpm
6	152	1.0	1600(1610)	000	2310OR2300,500Air Check	0.125
7	178	1.3	1600(1610)	000	2310OR2300,500Air Check	0.25
8	203	1.7	1600(1610)	00	2310OR2300,500Air Check	0.25
9	229	2.0	1600(1610)	0	2310OR2300,500Air Check	0.5
10	254	2.4	1600(1610)	1	2310OR2300,500Air Check	0.5
12	305	4.0	1600(1610)	2	2310OR2300,500Air Check	0.5
13	330	4.6	1600(1610)	3	2310OR2300,500Air Check	1
14	356	5.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1
16	406	7.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1

注: 进水压力为 40psi (0.28MPa), 再生盐耗为每升树脂 160 克盐。

## 9500 控制阀技术特性

阀体材料	无铅黄铜		
进/出口管径	1-1/2"		
流量范围（0.35MPa 进水压力）			
连续出水量（压降 0.1MPa）	9.77m <sup>3</sup> /h		
峰值出水量（压降 0.175MPa）	12.5m <sup>3</sup> /h		
阻力系数 Cv	9.8		
反洗流量（压降 0.175MPa）	16gpm		
再生：			
顺流/逆流	顺流		
程序调节	再生步骤时间均可调节		
最大再生时间	164 或 82 分钟		
流量计精度 1-1/2"	0.34~17.04m <sup>3</sup> /h±5%	电源参数	220V-50Hz,
流量计量程 1-1/2"	标准 2.36~40.24 m <sup>3</sup>	设计压力	2.1MPa
	加大 11.83~201.23 m <sup>3</sup>	工作压力	0.14~0.84MPa
无硬水旁通	是	工作温度	5℃~55℃
主要尺寸：		工作程序	时间设置参考
中心管直径	1.5"I.D.	1.反洗	10 分钟
排水管直径	1"(male)	2.吸盐置换	60 分钟
盐液管直径	1/2"(3/8")	3.正洗	10 分钟
罐体接口直径	4"-8 UN	4.盐箱补水	10 分钟
阀体高度（由阀体顶端至罐体接口）	7-1/4"、 184mm	5.运行	

使用于软化、多介质砂滤、活性炭过滤的配置参考

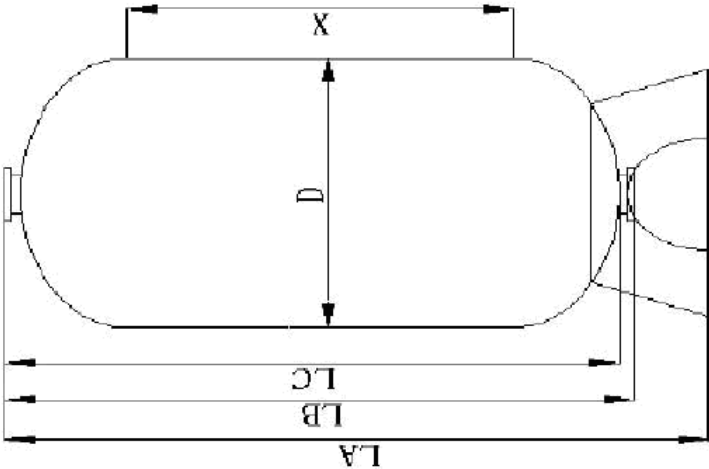
罐体尺寸		软化				
直径		反洗流量 DLFC	再生系统	射流器	盐液安全阀、空气止回阀	B.L.F.C.
in	mm	gpm(5gpm/ft <sup>2</sup> )				gpm
10	254	2.4	1600(1610)	1	2310OR2300,500Air Check	0.5
12	305	4.0	1600(1610)	2	2310OR2300,500Air Check	0.5
13	330	4.6	1600(1610)	3	2310OR2300,500Air Check	1
14	356	5.0	1600(1610)	4	2310OR2300,500Air Check	1
16	406	7.0	1600(1610)	4**	2310OR2300,500Air Check	1
18	457	8.0	1700	4C	2350,900Air Check	2.4
21	533	12.0	1700	4C	2350,900Air Check	2.4
24	610	15.0	1700	5C	2350,900Air Check	3

注：进水压力为 40psi（0.28MPa），再生盐耗为每升树脂 160 克盐。

常用树脂罐规格表

φ500 及其以下罐体(FRP内衬)										More than 20" tanks with FRP liner									
序号	规格Spec.		容积vol.	开口形式Opening		LA	LB	LC	X	O.D	LA	LB	LC	X	O.D				
	Inch	mm		上T	下B											mm	mm	mm	mm
No.			L			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				
27	20×69	φ500×1750	305	4"-8UN	＼	1750	1720	1685	1360	510									
28	20×69	φ500×1750	277	4"-8UN	4"-8UN	1750	1580	1545	1220	510									
29	24×72	φ600×1850	441	4"-8UN	＼	1850	1750	1715	1330	612									
30	24×72	φ600×1850	421	4"-8UN	4"-8UN	1850	1680	1645	1260	612									
31	24×77	φ600×1950	469	4"-8UN	＼	1950	1850	1815	1430	612									
32	24×87	φ600×2200	520	4"-8UN	6"-8UN	2200	2030	1995	1610	612									
33	30×72	φ750×1850	676	6"-8UN	＼	1850	1750	1715	1240	765									
34	30×72	φ750×1850	640	4"-8UN	4"-8UN	1850	1670	1635	1160	765									
35	30×77	φ750×1950	720	6"-8UN	＼	1950	1850	1815	1340	765									
36	30×87	φ750×2200	790	4"-8UN	6"-8UN	2200	2010	1975	1500	765									
37	36×72	φ900×1850	857	4"-8UN	4"-8UN	1850	1600	1554	1000	918									
38	36×94	φ900×2400	1207	6"-8UN	＼	2400	2150	2104	1550	918									
39	36×94	φ900×2400	1093	法兰/F	法兰/F	2400	2150	2044	1370	918									
40	40×72	φ1000×1850	1046	4"-8UN	4"-8UN	1850	1605	1559	945	1020									
41	40×94	φ1000×2400	1478	6"-8UN	＼	2400	2155	2109	1495	1020									
42	40×94	φ1000×2400	1332	法兰/F	法兰/F	2400	2150	2044	1310	1020									
43	48×72	φ1200×1850	1202	法兰/F	法兰/F	1850	1558	1451	595	1224									
44	48×94	φ1200×2400	1824	法兰/F	法兰/F	2400	2108	2001	1145	1224									
45	60×83	φ1500×2100	2158	法兰/F	法兰/F	2100	1780	1670	630	1530									
46	60×94	φ1500×2400	2688	法兰/F	法兰/F	2400	2080	1970	930	1530									
47	72×94	φ1800×2400	3561	法兰/F	法兰/F	2400	2020	1908	700	1836									

高度偏差: ±0.5"      高度公差: ±0.5"

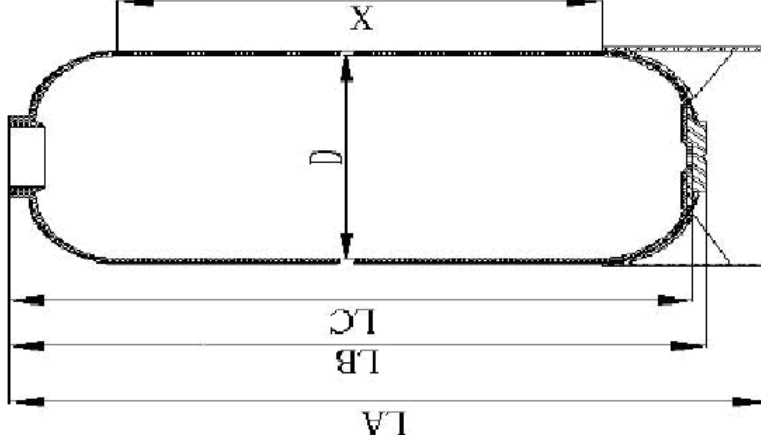


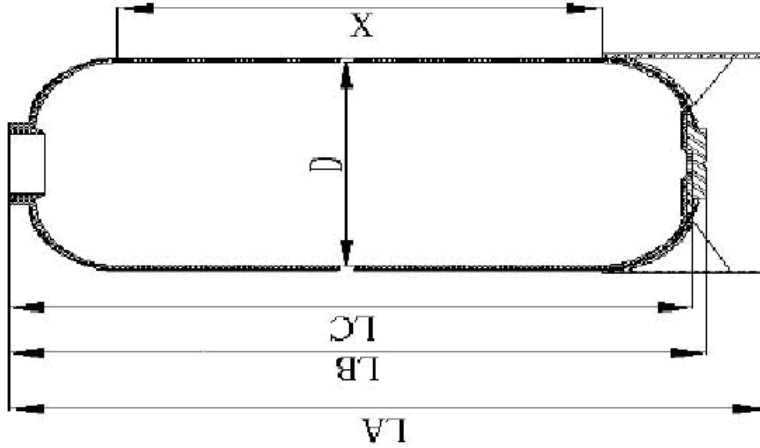
常用树脂罐规格表（续表一）

Φ450 及其以下罐体(ABS内衬)										Less than 18" tanks with ABS liner									
序号 No.	规格Spec.		容积vol. L	开口形式Opening		LA mm	LB mm	LC mm	x mm	O.D mm									
	Inch	mm		上T	下B														
1	7×13	φ180×335	6.3	2.5"NPSM	√	334	320	304	198	181									
2	7×17	φ180×430	8.6	2.5"NPSM	√	428	414	398	292	181									
3	7×35	φ180×905	20.1	2.5"NPSM	√	904	890	874	768	181									
4	7×44	φ180×1130	25.6	2.5"NPSM	√	1132	1118	1102	996	181									
5	8×13	φ205×335	7.9	2.5"NPSM	√	335	321	305	181	206									
6	8×17	φ205×445	11.3	2.5"NPSM	√	446	432	416	292	206									
7	8×35	φ205×905	24.0	2.5"NPSM	√	905	891	875	751	206									
8	8×44	φ205×1130	32.5	2.5"NPSM	√	1131	1117	1101	977	206									
9	9×17	φ230×430	13.3	2.5"NPSM	√	427	413	397	256	232									
10	9×35	φ230×905	32.0	2.5"NPSM	√	905	891	875	734	232									
11	9×42	φ230×1085	39.0	2.5"NPSM	√	1085	1071	1055	914	232									
12	9×48	φ230×1230	44.7	2.5"NPSM	√	1232	1218	1202	1061	232									
13	10×17	φ255×445	17.8	2.5"NPSM	√	447	433	417	259	257									
14	10×35	φ255×905	38.6	2.5"NPSM	√	903	889	873	715	257									
15	10×44	φ255×1130	49.5	2.5"NPSM	√	1130	1116	1100	942	257									
16	10×54	φ255×1390	61.9	2.5"NPSM	√	1390	1376	1360	1202	257									
17	12×48	φ300×1235	77.3	2.5"NPSM	√	1233	1223	1203	1010	305									
18	12×52	φ300×1340	84.8	2.5"NPSM	√	1342	1332	1312	1115	305									
19	12×65	φ300×1650	106.3	2.5"NPSM	√	1650	1640	1620	1425	305									
20	13×44	φ330×1140	82.9	2.5"NPSM	√	1142	1132	1112	900	334									
21	13×54	φ330×1400	103.6	2.5"NPSM	√	1400	1390	1370	1155	334									
22	14×65	φ355×1670	145.6	2.5"NPSM	√	1671	1661	1641	1410	360									
23	14×65	φ355×1670	145.6	4"-8UN	√	1670	1661	1641	1410	360									
24	16×65	φ400×1670	187.7	2.5"NPSM	√	1672	1662	1642	1380	410									
25	16×65	φ400×1670	187.7	4"-8UN	√	1671	1662	1642	1380	410									
26	18×65	φ450×1670	237.0	4"-8UN	√	1670	1640	1612	1310	465									

高度偏差: ±0.25"

Height tolerance: ±0.25"







## 主要参考书目

- 1、工业锅炉水质（GB/T1576-2008）
- 2、锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定（GB/T6909—2008）
- 3、工业用水软化除盐设计规范（GBT50109-2006）
- 4、自动控制钠离子交换器技术条件（GB/T18300-2001）
- 5、工业锅炉水处理设施运行效果与监测（GBT16811-2005）
- 6、全自动软水器设计指导手册，胡珏辉、晋文彪 2000. 5. 25
- 7、工业锅炉水处理技术，郝景泰，气象出版社，2000. 4
- 8、锅炉给水处理技术，李晓光，大连理工大学出版社，1994. 5
- 9、锅炉水处理技术，张兆杰，黄河水利出版社，2003. 7
- 10、MODEL 5600 & 5600 ECONOMINDER Service Manual
- 11、MODEL 5600SE Downflow Brining Service Manual
- 12、MODEL 2510 & 2510 ECONOMINDER Service Manual
- 13、MODEL 2750-Downflow & Upflow Service Manual
- 14、MODEL 2850 CONTROL VALVE Service Manual
- 15、MODEL 9000 Service Manual
- 16、MODEL 9500 Service Manual



