

CANPURE (CANADA), INC.

加拿大CANPURE公司

Canpure™ Series EDI Engineering Manual

Canpure™系列EDI设备工程手册

Contains information for the successful
installation, operation, and maintenance of "Canpure™" Electrodeionization
products by an OEM customer.

2003 VERSION – JULY 2003-EDI

注 意!

1. 在操作和维护 Canpure™ EDI 组件时必须始终遵守本使用手册中的有关规定
2. 必须完全理解本手册内容并经过相关技术培训才能使用 Canpure™ EDI 组件
3. 对于不符合本手册要求所造成的损失，制造商不承担任何责任
4. Canpure™ EDI 组件在使用期间出现异常现象，用户不得自行拆装，应立即通知售后服务商
5. 我们保留不断改进产品的权利，如有变动恕不另行通知

www.ccdpy.com

目 录.....	3
第 1 章 EDI 技术介绍.....	6
1.1 EDI 技术本质.....	6
1.2 EDI 技术是水处理工业的革命.....	6
1.3 EDI 过程.....	6
1.4 EDI 的应用领域.....	8
第 2 章 组件简介.....	9
2.2 EDI 的组件结构.....	9
2.3 EDI 组件优势.....	9
第 3 章 运行条件.....	10
3.1 运行参数.....	10
3.2 运行电流及运行电压.....	10
3.2.1 供电.....	10
3.2.2 纯水质量与电流的关系.....	11
3.2.3 电流与给水水质的关系.....	11
3.2.4 稳定运行状态.....	12
3.3 给水要求.....	12
3.4 给水 TEA 与电导率.....	14
3.5 污染物对除盐效果的影响.....	14
3.6 浓水循环系统.....	15
3.7 系统加盐系统.....	15
3.8 离子性质与运行参数的关系.....	16
3.8.1 离子大小.....	16
3.8.2 离子电荷.....	16
3.8.3 离子相对树脂的选择系数.....	17
3.8.4 弱带电物质.....	17
3.9 温度与运行参数的关系.....	17
3.9.1 压力损失与温度的关系.....	17
3.9.2 水质与温度的关系.....	18
3.9.3 电阻率仪表的温度补偿.....	18
3.10 流量与运行参数的关系.....	19
3.10.1 压力损失与流量的关系.....	19

3.10.2 极水压力损失.....	19
3.10.3 浓水压力损失.....	19
3.10.4 给水-纯水的压力损失.....	19
3.11 纯水对浓水压差对水质和内部泄漏的影响.....	20
3.12 优化运行条件.....	20
第4章 包括EDI的水处理全系统设计.....	21
4.1 EDI 给水处理.....	21
4.1.1 活性炭.....	21
4.1.2 反渗透系统.....	21
4.1.3 软化器.....	21
4.1.4 脱气装置.....	22
4.1.5 沉淀物过滤器.....	22
4.2 EDI 系统流程.....	22
4.3 EDI 系统保护和控制.....	22
4.4 EDI 系统组成.....	23
4.4.1 电源.....	23
4.4.2 EDI 组件.....	23
4.4.3 控制中心.....	23
4.4.4 仪表.....	24
第5章 安装注意事项.....	25
5.1 安全.....	25
5.2 组件安装.....	25
5.3 组件方向.....	26
5.4 管件的连接.....	26
5.5 接地.....	27
5.6 电源连接和接线.....	27
5.7 螺母扭力.....	28
第6章 组件的清洗及维护.....	30
第7章 系统运行操作.....	31
7.1 开机准备.....	31
7.2 组件启动.....	31
7.3 关机.....	32

第 8 章 组件的故障处理.....	33
附录 1 浓水侧结垢酸清洗	34
附录 2 淡水侧有机物污染的清洗	36
附录 3 模块的除菌清洁过程	36
附录 4 模块的再生过程	38
附录 5 保修条款 Limited Warranty	39
附录 6 术语汇编.....	40
附录 7 EDI 系统测试/运行记录表.....	42
附录 8 EDI 系统流程图	43

第 1 章 EDI 技术介绍

1.1 EDI 技术本质

连续电除盐 (EDI, Electro-deionization 或 CDI, Continuous Electrode ionization), 是利用混和离子交换树脂吸附给水中的阴阳离子, 同时这些被吸附的离子又在直流电压的作用下, 分别透过阴阳离子交换膜而被去除的过程。此过程离子交换树脂不需要用酸和碱再生。这一新技术可以代替传统的离子交换(DI)装置, 生产出电阻率高达 $18 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 的超纯水。

1.2 EDI 技术是水处理工业的革命

与传统离子交换 (DI) 相比, EDI 所具有的优点:

- I EDI 无需化学再生, 节省酸和碱
- I EDI 可以连续运行
- I 提供稳定的水质
- I 操作管理方便, 劳动强度小
- I 运行费用低

利用反渗透技术进行一次除盐, 再用 EDI 技术进行二次除盐就可以彻底使纯水制造过程连续化避免使用酸碱再生。因此, EDI 技术给水处理技术带来了革命性的进步。

1.3 EDI 过程

一般自然水源中存在钠、钙、镁、氯化物、硝酸盐、碳酸氢盐等溶解物。这些化合物由带负电荷的阴离子和带正电荷的阳离子组成。通过反渗透 (RO) 的处理, 95%-99% 以上的离子可以被去除。RO 纯水 (EDI 给水) 电阻率的一般范围是 $0.05\text{-}1.0 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$, 即电导率的范围为 $20\text{-}1 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。根据应用的情况, 去离子水电阻率的范围一般为 $5\text{-}18 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 。另外, 原水中也可能包括其它微量元素、溶解的气体 (例如 CO_2) 和一些弱电解质 (例如硼, 二氧化硅), 这些杂质在工业除盐水中必须被除掉。但是反渗过程对于这些杂质的清除效果较差。因此, EDI 的作用就是通过除去电解质 (包括弱电介质) 的过程, 将水的电阻率从 $0.05\text{-}1.0 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 提高到 $5\text{-}18 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 。

图 1 表示了 EDI 的工作过程。在图中, 离子交换膜用竖线表示, 并标明它们允许通过

的离子种类。这些离子交换膜是不允许水穿过的，因此，它们可以隔绝淡水和浓水水流。

离子交换膜和离子交换树脂的工作原理相近,可以选择性地透过离子,其中阴离子交换膜只允许阴离子透过,不允许阳离子透过;而阳离子交换膜只允许阳离子透过,不允许阴离子透过。在一对阴阳离子交换膜之间充填混合离子交换树脂就形成了一个 EDI 单元。阴阳离子交换膜之间由混合离子交换树脂占据的空间被称为淡水室。将一定数量的 EDI 单元罗列在一起,使阴离子交换膜和阳离子交换膜交替排列,并使用网状物将每个 EDI 单元隔开,两个 EDI 单元间的空间被称为浓水室。在给定的直流电压的推动下,在淡水室中,离子交换树脂中的阴阳离子分别向正负极迁移,并透过阴阳离子交换膜进入浓水室,同时给水中的离子被离子交换树脂吸附而占据由于离子电迁移而留下的空位。事实上离子的迁移和吸附是同时并连续发生的。通过这样的过程,给水中的离子穿过离子交换膜进入到浓水室被去除而成为除盐水。

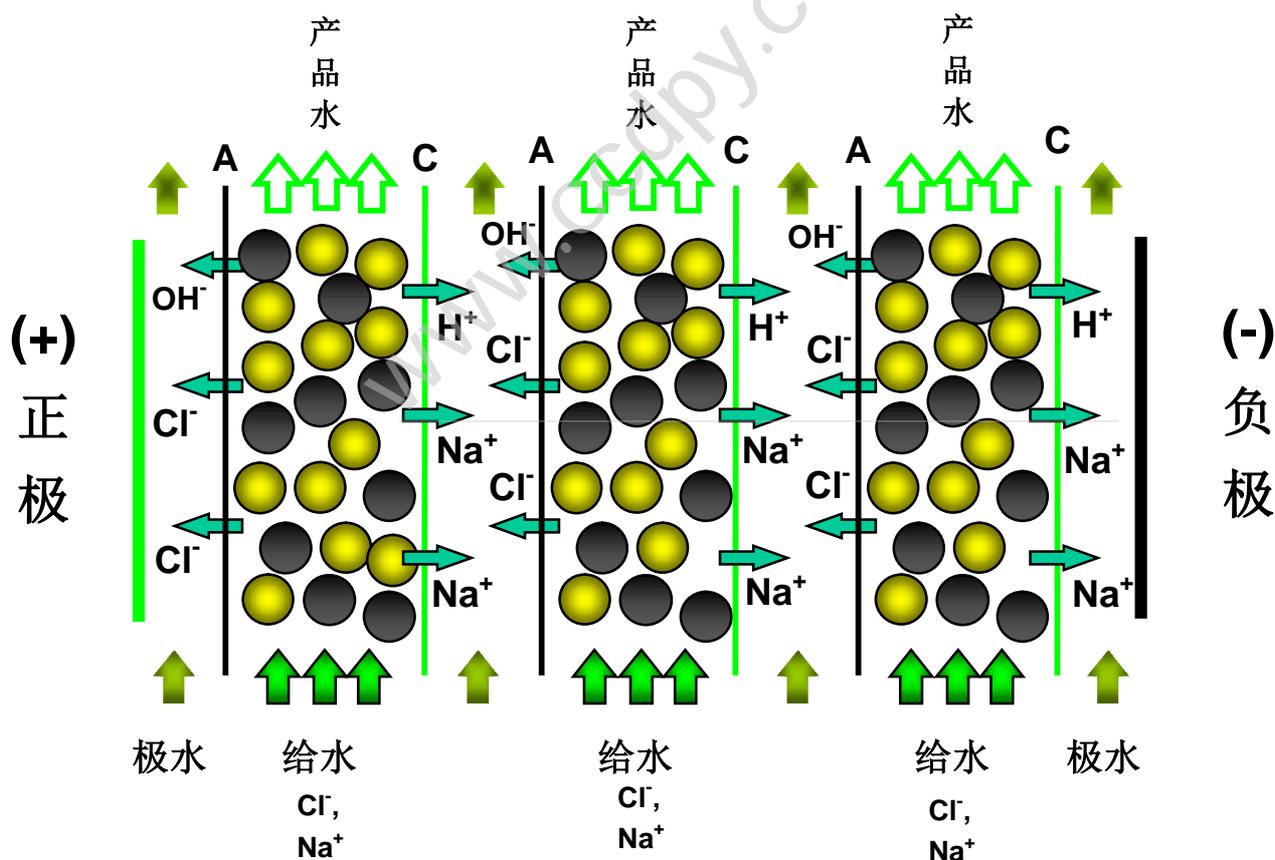


图 1 EDI 除盐过程示意图

带负电荷的阴离子（例如 OH^- 、 Cl^- ）被正极（+）吸引而通过阴离子交换膜，进入到邻近的浓水室。此后这些离子在继续向正极迁移中遇到邻近的阳离子交换膜，而阳离子交换膜不允许阴离子通过，这些离子即被阻隔在浓水中。淡水中的阳离子（例如 Na^+ 、 H^+ ）以类似的方式被阻隔在浓水室。在浓水室，透过阴阳膜的离子维持电中性。

EDI 组件电流量和离子迁移量成正比。电流量由两部分组成，一部分源于被除去离子的迁移，另一部分源于水本身电离产生的 H^+ 和 OH^- 离子的迁移。

在 EDI 组件中存在较高的电压梯度，在其作用下，水会电解产生大量的 H^+ 和 OH^- 。这些就地产生的 H^+ 和 OH^- 对离子交换树脂有连续再生的作用。

EDI 组件中的离子交换树脂可以分为两部分，一部分称作工作树脂，另一部分称作抛光树脂，二者的界限称为工作前沿。工作树脂承担着除去大部分离子的任务，而抛光树脂则承担着去除像弱电解质等较难清除离子的任务。

EDI 给水的预处理是 EDI 实现其最优性能和减少设备故障的首要的条件。给水里的污染物会对除盐组件有负面影响，增加维护量并降低膜组件的寿命。

1.4 EDI 的应用领域

超纯水经常用于微电子工业、半导体工业、发电工业、制药行业和实验室。EDI 纯水也可以作为制药蒸馏水、食物和饮料生产用水、化工厂工艺用水，以及其它超纯水应用领域。

Canpure™ EDI 组件单件流量范围从 $0.5\text{m}^3/\text{hr}$ 到 $3.6\text{m}^3/\text{hr}$ 。每个组件都有一个推荐的流量范围。组件并行排列可以产生一个几乎无限规模的系统。根据给水和运行的条件，组件可生产出电阻率达 $10\text{-}18.2\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 的纯水。

第 2 章 组件简介

2.2 EDI 的组件结构

EDI 主要由以下几个部分组成:

- (1) 淡水室 将离子交换树脂填充在阴、阳离子交换膜之间形成淡水单元。
- (2) 浓水室 用网状物将每个 EDI 单元隔开, 形成浓水室。
- (3) 极水室
- (4) 绝缘板和压紧板
- (5) 电源及水路连接

2.3 EDI 组件优势

Canpure™ EDI 组件和其它的 EDI 组件相比, 有下列优势:

- Ø 均相离子交换膜, 交换容量高, 选择性强
- Ø 独特的淡水室、浓水室和极水室设计
- Ø 电流效率高、低电压、低能耗
- Ø 并排排列管线, 连接更简单
- Ø 结实的机械设计
- Ø 安装、维护、运行简单
- Ø 所有水路和电源均在一侧
- Ø 防水电源接头
- Ø 不断追求技术创新

第3章 运行条件

3.1 运行参数

EDI 组件运行结果取决于各种各样的运行条件，其中包括系统设计参数、给水质量、给水压力等。下表列出的是较为典型的运行条件：

型号	Canpure™-500	Canpure™-1000	Canpure™-2000	Canpure™-3600
电压 (V,DC)	35-50	60-90	115-180	180-300
电流 (A,DC)	2-6	2-6	2-6	2-6
产品水流量 (m ³ /h)	0.4-0.7	0.9-1.2	1.0-2.0	2.0-3.6
浓水流量 (m ³ /h)	0.04-0.21	0.09-0.36	0.18-0.66	0.30-1.08
极水流量 (m ³ /h)	0.04-0.06	0.04-0.06	0.04-0.06	0.04-0.06

3.2 运行电流及运行电压

严重警告:当电流通过 EDI 模块时会产生热量。在 EDI 运行过程中必须用水流将热量全部带出。因此,当 EDI 淡水,浓水,极水水流不畅或停止时必须停止供电,否则将使 EDI 模块彻底烧坏。

3.2.1 供电

直流电源是使离子从淡水室进入浓水室的推动力。另外,局部的电压梯度使得水离解为 H⁺和 OH⁻并使这些离子迁移,由此实现组件中的树脂再生。

膜块运行的电压由模块内阻和最佳工作电流决定。

EDI 直流电源的纹波系数应小于等于 5%

3.2.2 纯水质量与电流的关系

获得高质量的纯水对应着一个最佳电流量。若实际运行电流低于此电流，产品水中离子不能被完全清除，部分离子被树脂吸附，短时间内产水水质较好，当树脂失效后，产水水质大幅下降；若实际运行电流过多的高于此电流，多余的电流引起离子极化现象使产品水的电阻率降低。

3.2.3 电流与给水水质的关系

可以把给水中所有离子(如 Na^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 等)和在 EDI 组件中可转化成离子的物质(如 CO_2 、 SiO_2 等)的总和称为总可交换物 TES (Total Exchangeable Substance)。TES 以碳酸钙计，单位是 ppm 或 mg/L。TES 是 TEA (Total Exchangeable Anion) 和 TEC (Total Exchangeable Cation) 的总和。

EDI 工作电流与 EDI 组件中离子迁移数量成正比。这些离子包括 TES，也包括由水离解产生的 H^+ 、 OH^- 。水离解产生的 H^+ 、 OH^- 担负着再生 EDI 抛光层树脂的作用，因此是必要的。水的电离速率取决于电压梯度，因此当施加于淡水室的电压较高时， H^+ 、 OH^- 迁移量也大。值得注意的是过大的电压梯度将使离子交换膜表面产生极化，影响产品水水质。

在每个组件最佳工作电流与给水的 TES 和纯水水质要求有关。如果给水水质较好，运行电流量可能接近或低于 2A，如果给水水质较差，运行电流量可能接近 6A，当水质太差时，EDI 无法正常工作。

由于二氧化碳和二氧化硅对 TEA 有贡献，因此 TEA 经常会大于 TEC。因而用 TEA 计算最佳工作电流更准确。可以根据以下经验公式估算最佳工作电流量：

$$C(A) = 0.22 \times \text{TEA}(\text{ppm})。$$

事实上，工作电流还与总可交换物质的组成有关，因此以上经验公式只能提供一个粗略的估算值，实际调试时的电流应根据现场实际情况仔细调试才能确定。

3.2.4 稳定运行状态

运行条件改变后，组件将需要运行 8-24 个小时才能达到稳定状态。稳定状态是指进出组件的离子达到物料平衡。

如果电流降低或给水离子总量增加，抛光层树脂将会吸收多余的离子。在这种状态下，离开组件的离子数将小于进入组件的离子数。最后达到新的稳定状态时离子迁移速率和给水离子相协调。此时，离子交换树脂的工作前沿将向出水端移动，抛光层树脂总量减少。

如果电压升高或给水离子浓度减小，树脂将会释放一些离子进入浓水，离开组件的离子数将大于进入组件的离子数。最后达到新的稳定状态时离子迁移速率和给水离子相协调。此时，离子交换树脂的工作前沿将向给水端移动，抛光层树脂总量增加。

进出组件的离子达到物料平衡是判断 EDI 组件是否处于稳定运行状态的有效手段。

3.3 给水要求

以下每项指标均是保证 EDI 正常运行的必要最低条件，为了使系统运行结果更佳，系统设计时应适当提高。

I 给水：通常为单级反渗透+软化或二级反渗透产水。

I TEA（总可交换阴离子，以 CaCO_3 计）：<25ppm。

TEA 包括所有阴离子及以阴离子形式被 EDI 除去的物质。由于水中所含的 CO_2 、 SiO_2 和 H_3BO_3 以 $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HSiO}_3^- / \text{SiO}_3^{2-}$ 和 $\text{B}(\text{OH})_4^-$ 的形式被 EDI 清除，根据经验计算 TEA 时分别以电荷为 -1.7、-1.5 和 -1.0 计。给水中 HCO_3^- 也有一部分是以 CO_3^{2-} 形式被清除，在计算 TEA 时电荷也以 -1.7 计。TEA 计算公式如下：

$$\text{TEA} = 50[\text{C}_{\text{Cl}^-} / 35.5 + 2\text{C}_{\text{SO}_4^{2-}} / 96 + 1.7\text{C}_{\text{CO}_2} / 44 + 1.7\text{C}_{\text{HCO}_3^-} / 61 + 1.5\text{C}_{\text{SiO}_2} / 60 + \dots]$$

其中所有物质浓度均以 ppm 或 mg/L 计

I pH：6.0 ~ 9.0

当总硬度低于 0.1ppm 时，EDI 最佳工作的 pH 范围为 8.0 ~ 9.0。

注：PH 是入水的参考指标，其是影响入水 CO_2 含量的指标之一。

I 温度：5-35°C。

I **进水压力:** <4bar (60psi)。

浓水和极水的入口压力一般低于产品水的入口压力 0.3-0.5kg/cm²。

I **出水压力:** 浓水和极水的出口压力一般低于产品水的出口压力 0.5-0.7kg/cm²。

I **硬度 (以 CaCO₃ 计):** <1.0 ppm。

注意: EDI 工艺需要限定进水硬度以免结垢。在进水硬度 <0.1 ppm 时, Canpure™ EDI 系统最高的回收率是 95%; 而当进水硬度为 0.1-0.5ppm 时, 浓水中需要加盐, 系统最高的回收率是 90%, 而且需要定期清洗; 在进水硬度为 0.5-0.75 ppm 时浓水中需要加盐, 系统最高的回收率是 80-85%, 而且需要定期清洗。在进水硬度为 0.75-1 ppm 时必须事先得到 Canpure 公司的书面确认, 否则 Canpure™ EDI 的质量保证无效。

在进水硬度超过 1ppm 时运行 Canpure™ EDI 模块, 会造成结垢和不可修复的损坏。

I **有机物 (TOC):** <0.5 ppm。

I **氧化剂:** Cl₂<0.05 ppm, O₃<0.02 ppm。

I **变价金属:** Fe<0.01 ppm, Mn<0.01 ppm。

铁锰离子对离子交换树脂有中毒作用。而对于 EDI, 铁锰离子对树脂的中毒现象要比混床严重很多倍。造成这种现象的原因是多方面的: (1) 由于在 EDI 阴膜附近 pH 值很高, 致使铁锰在该区域中毒现象较明显; (2) 混床在运行时阳离子交换树脂不断释放氢离子, 这些氢离子在局部对中毒的离子交换树脂有洗脱作用; (3) 在用酸对混床中的阳离子交换树脂再生时对中毒铁锰有洗脱作用; (4) 由于 EDI 中树脂总量较少, 使全部树脂中毒的时间也比混床短很多倍。由于这些原因, 当给水铁或锰含量超标时, EDI 膜件可能在几个至几十个小时内中毒。

另外变价金属对离子交换树脂的氧化催化作用, 会造成树脂的永久性损伤。

I **H₂S :** <0.01 ppm。

I **二氧化硅 :** <0.5 ppm。

I **SDI 15min:** <1.0。

I **色度:** <5 APHA 。

I **二氧化碳的总量:** 二氧化碳含量和 pH 值将明显影响产品水电阻率。如果 CO₂ 大于 10 ppm, Canpure™EDI 系统不能制备高纯度的产品水。可以通过调节反渗透进水 pH 值或使用脱气装置来降低 CO₂ 量。

I **电导率:** <40 μ S/cm。

电导率只能作为 EDI 运行的一个参考性指标,参见 3.4。

3.4 给水 TEA 与电导率

纯水水质取决于组件从淡水室中除去离子的能力,单位时间内给水 TES 过高通常会导致较低的产品水水质。无论对强电解质 (NaCl) 还是弱电解质 (二氧化碳、二氧化硅) 均如此。

过高的给水 TES 导致 EDI 组件内部树脂工作界限向出水端迁移,这导致抛光树脂量减小,因此引起弱电解质清除率的降低,纯水电阻率随之降低。

电导率是水中离子总量的综合指标。但是该指标不能直接代表纯水水质。其中最主要原因是电导率不能真实反映水中弱电解质含量,特别是二氧化碳的含量。比如同样是电导率为 10uS/cm 的反渗透纯水,其中二氧化碳含量可能是 5ppm,也可能是 35ppm。而当二氧化碳含量过高时 EDI 就不能正常工作了。另一方面,不同离子在水中大小和极性存在差异,因此 EDI 清除这些离子的能力也存在明显差异。由于这些原因,给水电导率只能作为一个参考指标,而 TEA 是更为准确衡量给水质量的指标。

3.5 污染物对除盐效果的影响

对 EDI 影响较大的污染物包括硬度(钙、镁)、有机物、固体悬浮物、变价金属离子(铁、锰)、氧化剂(氯,臭氧)。

设计 RO/EDI 系统时应在 EDI 的预处理过程除去这些污染物。给水中这些污染物的浓度限制见 3.2 节。在预处理中降低这些污染物的浓度可以提高 EDI 性能。其它有关 EDI 设计策略将在本手册其它部分详述。

氯和臭氧会氧化离子交换树脂和离子交换膜,引起 EDI 组件功能减低。氧化还会使 TOC 含量明显增加,污染离子交换树脂和膜,降低离子迁移速度。另外,氧化作用使得树脂破裂,通过组件的压力损失将增加。

铁和其它的变价金属离子可对树脂氧化起催化作用和使树脂中毒，永久地降低树脂和膜的性能。

硬度能在 EDI 单元中引起结垢。结垢一般在浓水室阴膜的表面发生，该处 pH 值较高。浓水区形成一定的垢斑后，垢斑处的水流量降低，由电流形成的热量无法转移，最终会将膜烧坏。Canpure™ 组件设计采取了避免结垢的措施。不过，使入水硬度降到最小将会延长清洗周期并且提高 EDI 系统水的利用率。

悬浮物和胶体会引起膜和树脂的污染和堵塞，树脂间隙的堵塞导致 EDI 组件的压力损失增加，会引起膜热烧毁。

有机物被吸引到树脂和膜的表面导致其被污染，使得被污染的膜和树脂迁移离子的效率降低，膜堆电阻将增加。

3.6 浓水循环系统

- I Canpure™ EDI 系统一般需要浓水循环，循环量为纯水流量的 15%-30%。给水硬度 <0.1ppm 时不需要浓水循环，但是必要时应向浓水给水添加氯化钠溶液。
- I 浓水室的进出口压力应小于淡水室的入口压力 0.3-0.5Kg/cm。浓水室出口压力应低于纯水出水压力 0.5-0.7Kg/cm。
- I 在运行过程中，浓水循环可以增加浓水室的导电性，同时有助于提高浓水的流速以避免结垢。
- I Canpure™ EDI 模块的浓水流量不能过低。过低的浓水流量会使浓水室容易结垢，也可能造成模块内部组成受热变形而漏水。
- I 为避免浓水中离子过度积累，需要将部分浓水排放。排放量为纯水流量 10-20%，排放掉的浓水由 EDI 给水补充。
- I 浓水电导率应控制在 200 到 350 μ S/cm 之间。

3.7 系统加盐系统

进水电导率低时，Canpure™ EDI 模块的电流较小，这样会影响产品水水质。这时可以选择加盐装置，来提高浓水电导率。

- I 加盐装置一般包括计量泵、盐箱和低液位开关。

I 计量泵最好由 PLC 控制自动运行，当浓水循环泵启动并且浓水电导率低于设定值时计量泵开始工作。

I 加盐的规格如下：

氯化钠	>99.00%
钙和镁 (以 Ca 计)	<0.05%
铁	<0.1ppm
重金属 (以 Pb 计算)	<0.1ppm

注意：商品氯化钠中某些杂质可能引起模块结垢。

I 加盐量：以控制浓水电导率在 200 到 350 μ S/cm 之间，同时保证纯水电阻率为准。

3.8 离子性质与运行参数的关系

EDI 从水中去除离子的能力与离子的特性有关。与传统混床一样，树脂对某种离子的吸收能力与离子的大小、水合度、离子的电荷数以及树脂类型有关。

3.8.1 离子大小

下表是在 25 $^{\circ}$ C 的溶液中离子的有效尺寸,其中包括了水合分子。离子的有效尺寸越大,离子扩散速率越低,越难以被 EDI 除去。另外,离子有效尺寸越大,电荷越分散,越不易被树脂吸收。

Ionic Radius, A	Cations	Anions
<3.0	K ⁺ , NH ₄ ⁺	Cl ⁻ , NO ₃ ⁻
3.5	A	OH ⁻ , F ⁻
4.0-4.5	Na ⁺	SO ₄ ²⁻ , CO ₃ ²⁻
6.0	Li ⁺ , Ca ²⁺ , Fe ²⁺	
8.0-9.0	H ⁺ , Mg ²⁺ , Fe ³⁺	

3.8.2 离子电荷

离子所带电荷越多,使之通过离子交换膜需要供给的电压越大,另外,这些离子有较高的水合度,而较大并较重的离子扩散速度也较慢。

3.8.3 离子相对树脂的选择系数

下面的表格显示了离子相对树脂的选择性。这是离子被树脂吸收强度的一种量度，较强的选择性使之不易从混床或 EDI 泄漏出来。

离子交换树脂对离子的选择性系数表

Cation	Selective Coefficient	Anion	Selective Coefficient
Li ⁺	0.8	HSiO ₃ ⁻	
H ⁺	1.0	F ⁻	0.1
Mg ²⁺	1.2	HCO ₃ ⁻	0.5
Na ⁺	1.6	OH ⁻	0.6
Ca ²⁺	1.8	Cl ⁻	1.0
NH ₄ ⁺	2.0	NO ₃ ⁻	3.3
K ⁺	2.3	I ⁻	7.3

3.8.4 弱带电物质

在常见的 pH 值和一般的运行条件下，二氧化硅 (SiO₂)，硼 (H₃BO₃) 和二氧化碳 (CO₂) 只有少部分以带电离子的形式存在。这些物质不易被树脂吸收，而电压对它们迁移几乎没有推动力。EDI 必须将之转化成带电离子才能将之除去。

改变其它参数对清除这些离子有利。增加给水的 pH 值，更有利于这些化合物转化为带电离子，也就增加了它们被除去的可能性。在 RO 之前或之后，CO₂ 可作为气体被除去。硅酸 (H₂SiO₃) 的 pK₁ 是 9.77；硼酸的 pK₁ 是 9.28；碳酸的 pK₁ 是 6.35，所以，在偏碱的 pH 值范围内才有助与除去这些离子。

3.9 温度与运行参数的关系

3.9.1 压力损失与温度的关系

压力损失与温度有关，主要是由于水粘性的改变。下面的表格显示了在不同温度下水的粘度。压力损失和水的粘度成比例关系。

水的粘度与温度的关系表

Temperature ,°C	Viscosity
5	1.51
15	1.14
20	1.00
25	0.89
30	0.80
35	0.72

3.9.2 水质与温度的关系

运行有一个最佳温度。当温度增加到接近 35°C 时，由于离子“泄漏”的增加，产品水水质将降低。当温度降低时，产水的表观水质可以得到改善。其中有电阻仪温度补偿误差的原因，也有由离子交换树脂对选择性增强的原因。但是，如果温度进一步降低，离子通过膜的扩散能力会按指数规律降低，因此使 EDI 的除盐能力下降，水质降低。

： 在较低的温度下，可以降低电压以节省能源。

： 在更低的温度下，为了继续有效地离解水，需要较高的电压。

3.9.3 电阻率仪表的温度补偿

电阻率 / 电导率测量的标准温度为 25°C。在较高的温度下，因为离子的迁移加快，含有离子的水的电导率增高。对于超纯水，较高温度时，水分解出来的 H⁺和 OH⁻的量更多，电导率增高。

自来水和反渗透水的电导率随温度变化率大约为 2%/°C。超纯水电阻率的变化率约为 5-7%/°C。因此如果工作温度不是 25°C，温度补偿很重要。即使有较好的温度补偿系统，较热纯水的电阻率是很难准确测量的。下表是不同温度下纯水的电阻率。

不同温度下纯水电阻率表

Temperature , °C	Resistivity , MΩ·cm
15	31.8
25	18.2
35	11.1

3.10 流量与运行参数的关系

3.10.1 压力损失与流量的关系。

有三种膜压力损失需考虑:

- 1.产品水对给水的压降
- 2.浓水出口对入口的压降
- 3.极水出口对入口的压降

每个水流的流量增加均会使该水流的压降增加。

3.10.2 极水压力损失

在每个组件流量为 60 lph 时, 压力损失大致是 20 psi。如果压力损失大于该值, 极水入水处可能有异物堵塞。由于每个组件只有一个阳极/阴极对, 该流量与组件的型号无关。

3.10.3 浓水压力损失

浓水流量与系统设计、运行设置和组件本身有关。浓水流量大致与组件的单元数量成正比。若运行期间浓水的压力损失增加, 则需要清洗组件。

CP 系列浓水在标准流量下压力损失一般为 $22\pm 3\text{psi}$ 。

3.10.4 给水-纯水的压力损失:

对每个膜组件, 压力损失随流量的增加而增加, 如上所述, 压力损失将随水温的降低而增加。

对一个新组件, 在标准流量下, 压力损失一般为 $15\pm 3\text{psi}$ 。

压力损失和流量增加接近正比。

值得注意的是以上讨论的是组件前后的压力损失, 如果管道选用不当, 压力的管道损失也可能是非常可观的。

3.11 纯水对浓水压差对水质和内部泄露的影响

为了保证内部泄漏不影响纯水水质，产品水出口压力应当比浓水和极水出口压力高4-10psi (0.3-0.7Kg/cm²)。依此，任何内部泄漏将会稀释浓水，而不是离子泄漏到纯水中。

产品水入口压力比浓水和极水入口压力略高。

浓水出口应当没有任何的背压。设计系统时，应当选用足够粗的管子和尽量短的流程。浓水排放的部分如果送到反渗透入口或做它用，最好先进入一个储水罐，然后再用泵打出去。

3.12 优化运行条件

如上所述，在出水水质中，树脂的工作界限的位置是很重要的。为了得到较高电阻率和较低二氧化硅含量的产品水可以采取以下措施：

- I 产品水流量应该在给定范围的下限。
- I 电流应该以适中为宜。
- I 浓水流量应为给定范围的上限。
- I 二氧化碳的含量应该尽量减少。
- I pH 值接近上限。

如果较低质量的纯水也能满足要求，为节约能量，可以提高产品水流量或降低电流。

第 4 章 包括 EDI 的水处理全系统设计

给水预处理对 EDI 极其重要,对 EDI 的重要性和对反渗透的重要性一样,组件的寿命、性能及维修量都取决于给水中的杂质含量。参考 EDI 给水的具体要求。

如果给 EDI 提供较好的预处理水,组件的清洗频率将会降低。

4.1 EDI 给水处理

应根据原水水质和 3.2 节中 EDI 对给水的要求设计 EDI 给水设施。

4.1.1 反渗透系统

反渗透可以除掉大部分溶解盐类。正常情况下单级或双级反渗透可以有效的除去高达 99% 的离子和有机物。

反渗透设备的预处理以及反渗透设备本身的设计应参考有关反渗透技术资料设计。

反渗透将给水分成反渗透纯水和浓水,只有反渗透纯水才能进入 EDI。

反渗透刚刚开机几分钟内水质很差,这一部分水不能进入 EDI。因此反渗透应设置开机自动排放装置。(即使电导率小于 $40\mu\text{S}/\text{cm}$,其他指示也可能不符合 EDI 入水要求)

4.1.2 软化器

为防止在反渗透和 EDI 结垢,需要从给水中除去硬度 (Ca^{2+} 、 Mg^{2+})。软化还可以去除铁和其它过渡金属,保护反渗透膜和 EDI 组件。

当反渗透纯水的硬度大于 0.5ppm (CaCO_3)时可以考虑在反渗透前或反渗透后增加软化装置。建议软化装置安装在一级反渗透之前。如果软化装置安装在一级反渗透之后,可以减小软化装置,也会节省再生盐的用量。但是,软化有时会对反渗透纯水带来较为严重的污染,其中常见的为有机物污染和铁污染。为了避免这些污染,必须在使用前对软化树脂进行清洗,同时再生时使用的盐的铁锰含量必须低于 5ppm (固体)。在软化罐使用前可以用以下方法清洗软化树脂:

Ø 水洗、3% HCl 浸泡 24 小时、水洗、1% NaOH +5% NaCl 浸泡 24 小时、水洗、3% HCl 浸泡 24 小时、正常再生。

4.1.3 脱气装置

为了得到高电阻率的纯水，气体应该从给水中被去除。其中 CO₂ 的去除尤其重要。当 EDI 给水 TEA 高于 25ppm 时，可以考虑使用脱气的方法脱除给水中的 CO₂。另外，当 CO₂ 含量较低时 EDI 组件的除硅效果会更好。脱气装置可用脱气膜或脱碳塔。该装置最好放置在反渗透之后，也可以放在反渗透之前。应将 CO₂ 清除至 5ppm 以下，并保证 TEA 小于 25ppm。

4.1.4 沉淀物过滤器

为防止 EDI 被堵塞，需在 EDI 前安装精密过滤器。

4.2 EDI 系统流程

附录 8 是一个较为典型的 EDI 系统流程图。对于多组件系统，该设计原理同样适用，只是将组件并联供水供电，其余部分的构思相同。

4.3 EDI 系统保护和控制

为了保护 EDI 组件，使之有较长的使用寿命，一些系统保护是必需的。最关键的保护是当水流量过低时，要断电停机，否则，会对 EDI 组件造成致命的损坏。以下是 EDI 正常运行的必要条件：

- I 极水流量超过最小值。
- I 浓水的流量超过最小值。
- I 预处理正常。
- I 反渗透运行正常。
- I EDI 的入水 TEA 及其他指标低于允许最大值。
- I 温度在限制范围之内。

4.4 EDI 系统组成

4.4.1 电源

直流电源应在运行电压范围内可调，并可以提供再生需要的电压/电流。直流电源的功率应满足 EDI 最大电流 (6A) 的要求。

直流电源的纹波率不能超过 5%。过高的纹波率会使 EDI 组件在瞬间承受高于表观有效电流/电压，造成对组件的破坏。

当多个 EDI 组件共用一个直流电源时，每个 EDI 电压/电流应实现独立可调，并配有电压表和电流表。

应当配备低流报警装置。为保护 EDI 组件，当流经 EDI 组件的水流量低于某一点时，应关闭电源。

4.4.2 EDI 组件

可以将 EDI 并联运行，取得更大流量。

EDI 浓水一部分循环（当给水硬度低、电导率高时，可以不循环），另外一部分可以返回到反渗透给水中，也可回收作为它用或直接排至下水道。

EDI 纯水入水压力应比 EDI 浓水压力高，这样可以防止浓水在 EDI 组件内泄漏。

使用调节阀和转子式流量计来控制 and 指示纯水、浓水和极水的流量。

应将浓水和极水出口压力降到最小。

EDI 纯水、浓水和极水的入口和出口均应接地。

4.4.3 控制中心

- Ø 提供包括自动和手动运行在内的系统控制。
- Ø 可以直接控制电源，使其达到最佳状态。
- Ø 如果 EDI 给水流量过低，应当关闭电源。
- Ø 在反渗透纯水的电导率上升到高于一定值时，EDI 停机，发出警报，并将反渗透纯

水排放。

Ø 当 EDI 给水压力过高时，泻流电磁阀启动，将水排放，报警。

Ø 电极废水中包含 Cl_2 、 H_2 和 O_2 气体，需被安全地排放出去

4.4.4 仪表

压力表：测定 EDI 纯水、浓水、极水入水压力和 EDI 纯水、浓水、出水压力。

流量计：测量纯水出水、浓水入水、极水入水及浓水排放水的流量。

电导率仪：测量 EDI 给水和浓水入水电导率

电阻率仪：测量 EDI 纯水电阻率

流量开关：如果流入 EDI 组件的纯水、浓水、极水流量过低，流量开关会促使系统关闭。

www.ccdpy.com

第 5 章 安装注意事项

5.1 安全

请在安装前读懂本手册的安全部分。EDI 设备是一个水电并存系统，因此安全问题尤其重要。

注意： H₂ 的爆炸极限是 4% (v/v)，因此气体必须被稀释排放。一般的安全的界线是 1%。另外极水包含危险气体，应将之排出室外。

5.2 组件安装

Ø 组件安装请参考图 2 组件装配图。Canpure™ EDI 系列组件的背后铝压紧板上设有两个固定螺孔，用于将 EDI 组件定位在机架上。由于 EDI 组件本身重量较大，该处螺丝只起定位作用。

注意： EDI 系统在运输移位时必须将组件拆下。

Ø 搬动组件时不能让水管道或电连接着力。

Ø 不要将组件的前端和后端同时固定，因为这样会影响模块极板间距离的调整。

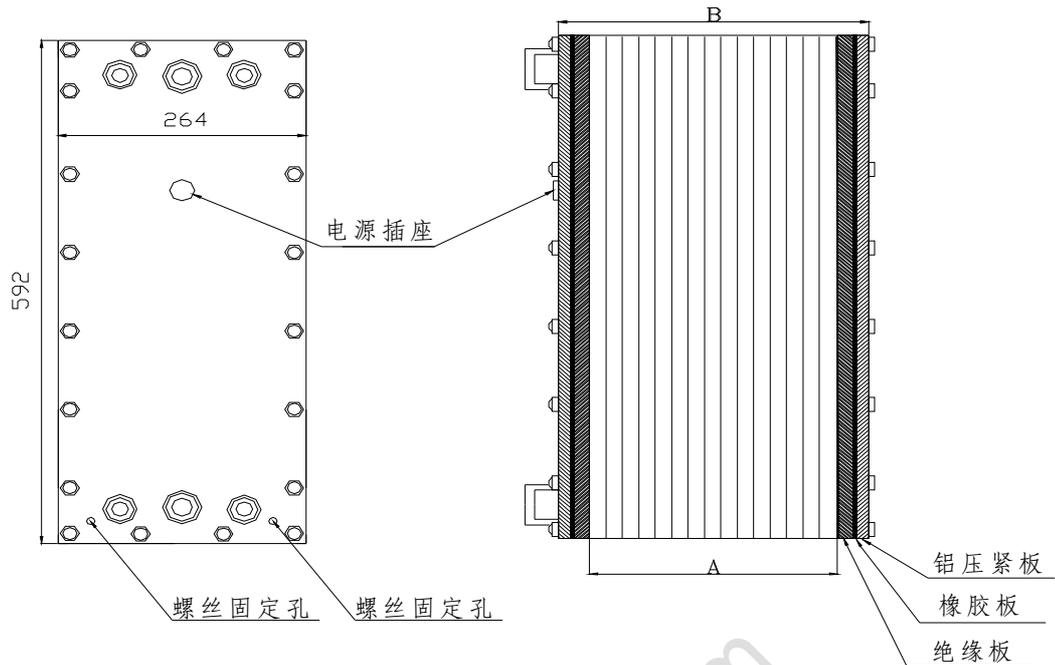


图2 组件装配图

Canpure™ EDI系列组件的外观尺寸表

型号	Canpure™-500	Canpure™-1000	Canpure™-2000	Canpure™-3600
尺寸 (mm)	616×266×231	616×266×259	616×266×342	616×266×454
A (mm)	57	85	168	293
B (mm)	151	179	262	387
单元数	8	12	24	42

注：以上模块尺寸仅供参考，如有修改，恕不通知。

5.3 组件方向

Canpure™ EDI 组件应垂直安装。

5.4 管件的连接

标准组件为纯水提供了 1 寸活节(部分)，为浓水和极水提供了 4 分活节(部分)，另一部

分由用户据不同用途特殊加工。这些连接部分由 PP 制成。将管件与组件连接时，应用扳手卡住组件上的管件，以免其在扭力作用下被损坏。 Canpure™ EDI 组件的电源和管路连接见下页图。

5.5 接地

- Ø 组件本身通过电源线接地。
- Ø 应将淡水、浓水和极水的入水和出水分别接地。
- Ø 如果水流接地不当可能引起电导率和电阻率仪读数不准和其它问题。

5.6 电源连接和接线

直流电源应通过适当的启动装置经一个三芯电缆与 EDI 组件连接。

电缆通过 EDI 组件上的电缆密封接头与 EDI 连接。将电缆密封接头从 EDI 压紧铝板上拧下，将电缆密封接头上的电缆压紧旋箍拧松，再将三芯电缆的一端穿入电缆密封接头，将电缆的三根线分别与 EDI 的三根电线通过冷压接头连接。EDI 的三根电线中白色为正极，绿色为负极黑色为地线。确定冷压连接无误后，将电缆密封接头外丝缠绕聚四氟乙烯密封带，将外丝拧入 EDI 压紧铝板，将三个冷压接头压入铝板与电缆密封接头间的空间。将电缆密封接头上的电缆压紧旋箍拧紧。

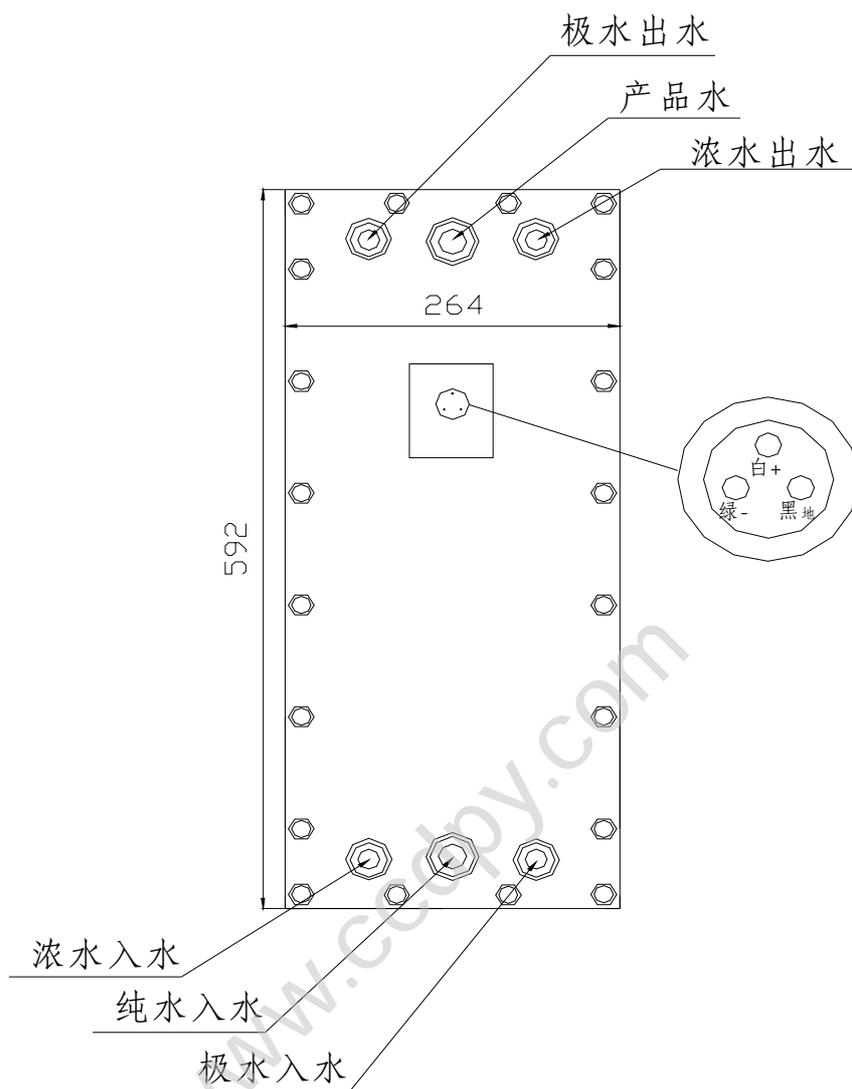


图3 电缆连接图

5.7 螺母扭力

螺栓扭矩对 EDI 模块很重要。它不仅关系到维持内部压力以保证出水水质，而且关系到防止 EDI 模块的内部和外部泄漏。

组件在出厂以前，两端的螺母已扭好。组件在安装后，运行之前如果发现个别螺母有松动应将所有螺母紧度再次调整到 20 ft-lbs，最大不超过 25 ft-lbs。

- ü 必须在 EDI 使用之前检查螺栓扭力矩。通常在产品水水质下降时要检查螺栓扭力矩。至少每三个月检查一次螺栓扭力矩，必要时作调整。

ü 下面是一个重新设置螺栓扭力矩用的插图。依图均匀地调整螺栓扭力矩，消除局部应力。每个模块共有 20 根螺栓，需要一个 16mm 的六角形扳手。

依图示数字顺序将螺栓拧紧，每次增加的扭力矩不要超过 2 磅尺 (0.276Kgf·m)，直到所有的螺栓的扭力矩都设置在 20 磅尺 (2.76Kgf·m)。

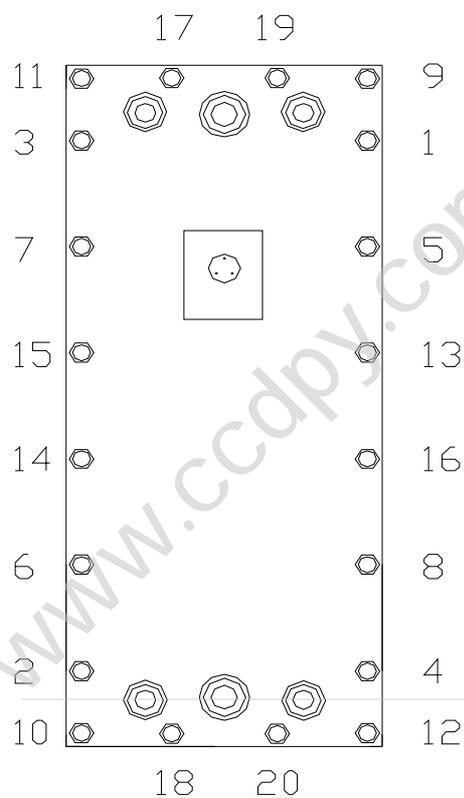


图4 螺母拧紧顺序

第 6 章 组件的清洗及维护

- | 在运行中，如果将较差的给水引进组件，或者电源不足，就会增加维修工作量。
- | 给水中主要引起结垢的是有机物、硬度和铁。
- | 给水硬度较高将引起离子交换膜浓水侧结垢，而使纯水水质降低。给水硬度、溶解的 CO₂ 和高 pH 会加速结垢。可以用适当的酸溶液清洗污垢。清洗过程请参考附录。
- | 给水中的有机物污染，会在离子交换树脂和离子交换膜表面形成薄膜，因而将严重影响离子迁移速率，因此影响纯水水质。当发生此现象时，纯水室需用适当的清洗剂清洗。有机物清洗过程请参考附录。
- | 如果 EDI 组件在无电或给电不足的情况下运行，混床内离子处于离子饱和状态，纯水的水质会降低。为了再生离子交换树脂，将水流通过组件，并慢慢增加电源供应电压，使被吸附的离子迁移出系统而对树脂进行再生。树脂再生时，组件应在较高电流和较低水流量的条件下运行。
- | 警告：如果电源没有过流保护，注意不要超过电源的供电容量。
- | 必要时可以重新设置螺帽松紧度。螺帽太紧将导致膜堆的变形，太松将导致内、外部泄漏。最大的扭力为 25ft·lbs，旋转螺母应参考附录。
- | 如果组件外部需要清洗，请仅使用温和的清洁剂水溶液，不可使用溶剂。为了防止触电，在清洗之前，要确定电源已断开。清洗时还要注意以下几点：
 - 禁止使用丙酮或其他溶剂。
 - 当电源开启时禁用水。
 - 擦洗时使用潮湿的布，可浸少量清洁剂。
 - 保护安全标签。

第7章 系统运行操作

7.1 开机准备

- 1) 必须仔细阅读 Canpure™ EDI 的设计与使用手册，并明确控制面板的内容。
- 2) 检查所有的水管道和电路连接。
- 3) 调校仪表。
- 4) 检查各流量开关动作是否正常。
- 5) 检查电源系统输出是否正常。
- 6) 准备好数据表格和运行记录本，记录起始数据和观察到的任何现象。

7.2 组件启动

- 1) 打开 EDI 系统控制电源。
- 2) 开启 EDI 给水泵，将纯水入水和浓水补水调节阀缓慢旋开。
- 3) 观察 EDI 入水的电导率，超过设定值时自动排放，水质合格后入水电磁阀打开，排水电磁阀关闭。
- 4) 开启 EDI 浓水循环泵，慢慢旋开浓水和极水调节阀。
- 5) 对浓水、纯水和极水管道实行脉冲供水以进一步从 EDI 系统中排出空气。在启动时除去空气很重要，因为组件里的气体会影响流量和产品水电阻率。
- 6) 调节使纯水压力和流量、浓水流量、极水压力和流量均达到设计范围。
- 7) 检查纯水出口压力是否大于浓/极水的出口压力。
- 8) 检查极水、浓水和纯水的压力损失是否正常。
- 9) 检查浓水电导率是否正常。
- 10) 慢慢旋动“电压调节”钮至规定电压。启动 EDI 电源供电系统。
- 11) 观察纯水的产量及出水水质，水质超过设定值时，超标排放电磁阀自动打开。
- 12) 检查组件的初始电流。初始电流一般要高于正常运行电流，多个组件并联时，

两个组件的初始电流应当近似。

- 13) 检查组件进出离子的物料平衡。如果正在再生则排出离子数多于进入的离子数，如果给电不足则相反。
- 14) 检查所有开关装置、流量传感器，设置是否合理且正确信号被送到控制中心。
- 15) EDI 运行几个小时之后，水质、电流应趋于稳定。
- 16) 记录电压、电流、进出水水质和产品水、浓水、极水的流量以及运行时间。
- 17) 运行中如果出现过载保护，当故障排除后才能按下复位开关重新工作。如果过载保护频繁出现，应停机仔细检查，并对运行参数做适当调整。

7.3 关机

- 1) 关闭有关阀门
 - 2) 切断 EDI 给水泵、浓水循环泵电源。
 - 3) 关闭 EDI 系统控制电源 (SYSTEM POWER)。
-

第8章 组件的故障处理

故障	可能原因	解决办法
产品水流量低	模块堵塞	参考附录清洗模块
	阀门关闭	确认所有需要开启的阀门都正常开启
	流量开关	检查流量开关是否设定正确、运作正常
	进水压力低	判断原因，加以解决
产品水水质差	电源极性接反	立即切断供电，核实接线
	电压太低或太高	把直流电压调到规定范围
	一个或多个模块没有电流或电流低	检查电路连接是否正确
	电流太低	检查浓水的电导率是否过低
	温度补偿不准确	校验电导率或电阻率表及其温度补偿
	螺栓扭矩不够或不均匀	参考附录调整扭矩
	离子交换膜结垢或污染	参考附录清洗模块
	进水水质超出允许值	检查进水水质，CO ₂ 是水质差的常见影响因素
	浓水压力比给水和产品水压力高	重新设定浓水压力以获得 0.30 到 1.0 bar 的压差
	给水流量不正常	把流量调到规定范围
浓水电导率低	回收率低	检查浓水排放量是否过大
	进水电导率下降	浓水中加盐液以提高电导率
	加盐装置	确保盐箱里有盐液，计量泵正常工作
模块压差高	模块堵塞	判别污染类别，按照相对应的流程清洗
	流量过高	调节流量到规定范围
模块压差低	流量过低	调节流量到规定范围
浓水流量低	浓水循环泵	检查浓水循环泵是否运行正常
	模块堵塞	参考附录清洗模块
	阀门关闭	检查浓水出口阀
	流量开关	检查流量开关的位置和接线
极水流量低	浓水循环泵	检查浓水循环泵是否运行正常
	流量开关	检查流量开关的位置和接线
	模块堵塞	参考附录清洗模块
	阀门关闭	检查极水出口阀

附录 1 浓水侧结垢酸清洗工艺

清洗设备和消耗品:

- | 一台泵: 流量为系统产水量的 30%, 压力 30psi(21m), 耐酸。
- | 塑料管件/管。
- | 按以下配方准备的消耗品。

配方 1:

5% 有机酸的清洗液。pH 约为 3。

- | 去离子水
- | 柠檬酸

配方 2:

2.5% 的强酸溶液, 这是较有效, 同时腐蚀性也最强的清洗液。

- | 去离子水
- | 37% 分析纯 HCl 溶液

酸洗流程:

- ü 按系统图纸, 连接清洗管路。
- ü 启动清洗泵, 调节浓水流量为系统产水量的 30% 左右, 极水流量为正常流量。
- ü 测量并记录通过极水室和浓水室的水流量和压力降。
- ü 不要将酸打入淡水室, 否则需用很长的运行时间来再生树脂。
- ü 用泵使清洗液循环清洗 EDI 30min, 然后停泵用清洗液浸泡 EDI 5 分钟以上。
- ü 当 EDI 内清洗液消耗完时, 再次配制清洗液。
- ü 在清洗箱中装满去离子水, 然后用泵来冲洗残留的清洗液。

ü 更换箱中去离子水，直到冲洗出水的 pH 在日常运行的范围内。

此时测定并记录压力降、流量、PH。

ü 将清洗临时管路断开，恢复原样。

ü 启供水泵，浓水循环泵，继续冲洗至出口水比入口水小于 $30 \mu\text{S/cm}$,

注意！以上步骤必须在断电情况下进行

然后启动电源。

ü 在再生模式下运行 EDI，直到离子进出平衡。

ü 在标准模式下运行 EDI，直到出水品质恢复到正常水平。

注意！安全混合酸液的步骤：先加水后加酸。

www.ccdpy.com

附录 2 淡水侧有机物污染的清洗

清洗设备和消耗品:

- | 一台泵: 流量为额定产水量, 压力 30psi(21m)。
- | 塑料管件/管。
- | 按以下配方准备的消耗品。

1%NaOH+5%NaCl

清洗流程:

- ü 按系统图纸, 连接清洗管路。
 - ü 启动清洗泵, 调节淡水水流量为系统产水量。
 - ü 测量并记录通过淡水室的流量和压力降。
 - ü 用泵使清洗液循环清洗 EDI 30min, 然后停泵用清洗液浸泡 EDI 5 分钟以上。
 - ü 当 EDI 内清洗液消耗完时, 再次配制清洗液。
 - ü 在清洗箱中装满去离子水, 然后用泵来冲洗残留的清洗液。
 - ü 更换箱中去离子水, 直到冲洗出水的 pH 在日常运行的范围内。
- 此时测定并记录压力降、流量、PH。

- ü 将清洗临时管路断开, 恢复原样。
- ü 启供水泵, 浓水循环泵, 继续冲洗至出口水比入口水小于 $30 \mu S/cm$,

注意! 以上步骤必须在断电情况下进行

然后启动电源。

- ü 在再生模式下运行 EDI, 直到离子进出平衡。
- ü 在标准模式下运行 EDI, 直到出水品质恢复到正常水平。

附录 3 模块的除菌清洁过程

工作电压下的 EDI 模块不断地分解水，从而造成局部的 pH 很高或者很低。这种 pH 值能起到抑制细菌繁殖的作用。

Canpure 公司认为，最好的清洁方法，是保持 EDI 组件不间断使用。这时，细菌不会繁殖，尤其在产品水侧。

模块的除菌清洁方法：普通清洁剂包括氧化型、离子型和有机型。有机清洁剂需要较长的冲洗时间以使出水的 TOC 符合要求。离子型清洁剂清洗后需要再生树脂。氧化型杀菌剂可降解树脂和膜，减短膜块寿命。

定期清洁可以用以下我们推荐的方法：

1. 产品水侧用 Triton-X 表面活性剂清洁，之后需用水冲洗干净并使膜块再生。
2. 1%的 Triton-x 表面活性剂与 20% USP 级丙二醇（propylene glycol）混合清洗。
3. H_2O_2 过氧化氢有效地用于阳树脂和阴树脂的消毒处理。为了保证良好的消毒效果而又不损伤树脂，重要的是控制浓度、温度、和接触时间。

推荐的步骤如下：

- 1) 配制 2%浓度的过氧化氢溶液。
- 2). 在环境温度下，将 2%过氧化氢，通过树脂床 20~30 分钟。
- 3) 用去离子水淋洗树脂，直至流出液中无过氧化氢被检出（淋洗至少 1 小时）。

如果树脂污染严重，必须重复处理。

模块的长期停机保存：可以用一种合适的杀菌清洁剂清洗，然后冲洗、排尽、将模块密封。启动时冲洗并再生。

注意：虽然以下清洁剂可以控制细菌生长并且对 EDI 损害较小。但任何一种药品都有一定的副作用。

- ü 1 %的 Minncare 过氧醋酸。
- ü 甲醛效果不错，但它是致癌物。
- ü 氧化剂会损害模块，应避免使用。
- ü 避免使用热溶液（80-90 摄氏度），否则会损害阳阴离子交换树脂和交换膜。

附录 4 模块的再生过程

当一个模块内部的树脂被离子消耗尽的时候，为了使模块在稳定状态下运行，这时需要再生。再生过程将树脂中多余的离子带出模块，通过在短时间内大幅度地改变系统操作参数，将树脂中多余的离子从淡水室迁移到浓水室，从而被浓水带出 EDI 组件。

再生过程操作参数表

型号	纯水流量 (m ³ /h)	浓水流量 (m ³ /h)	再生电流 (A)
CP-500	0.3	0.15	6
CP-1000	0.7	0.33	6
CP-2000	1.6	0.60	6
CP-3600	2.0	1.20	6

1. 按上表设置模块的纯水流量和浓水流量，设置极水流量为 80 l/h。按上表调整电流，或者设置为通常运行电流的 150%-200%（不得超过 6A），然后运行模块。
2. 再生过程中 EDI 产水水质开始会有所下降，随着再生的不断进行产水水质会缓慢回升。
3. 继续运行 4-10 小时。
4. 恢复正常操作条件。此时模块应被再生，出水水质恢复正常水平。

注：以上仅供参考，可根据实际情况调整。

附录 5 保修条款 **Limited Warranty**

1.0 适用性

任何用户如不能完全接受本条款时不可使用本产品并请立即将本产品原封退回。

2.0 责任范围

Canpure Equipment International（以下称 Canpure）对其生产的 EDI 膜件的责任以其模块本身为限。

3.0 保修内容

在使用者的设计、储藏、安装、运行维护均符合 Canpure 提供的产品说明书内容的前提下，Canpure 对其生产的 EDI 膜件涉及的工艺、制造和零部件保修。保修期为自安装日起 12 个月或出厂后 18 个月，二者以先到为准。

3.1 用户在要求保修模块时应填写保修要求表并签字盖章,然后应负责将有关膜件及其原始运行记录运回其采购起运地，经 Canpure 检测符合保修条件时，Canpure 将免费更换，并负担新膜件的运费。

3.2 Canpure 将对有关膜件进行运行实验和解剖检验。有关用户有参加检验之权利。

3.3 Canpure 可以选择对膜件中零部件予以修复或更换，费用由 Canpure 承担。

3.4 Canpure 对自然磨损和环境侵蚀不负保修责任。

END

附录 6 术语汇编

- l **阳离子(Cation):** 一种带有一个或更多正电荷的原子或者原子团。例如 Na^+ 、 NH_4^+ 和 Ca^{2+} 。
- l **阴离子(Anion):** 一种带有一个或更多负电荷的原子或者原子团。例如 Cl^- 、 OH^- 和 SO_4^{2-} 。
- l **阳极(Cathode):** 带负电的电极。
- l **阴极(Anode):** 带正电的电极。
- l **浓水(Concentrate):** 通过浓水室并汇集了离子的水流，是纯水流量的 10-53%。
- l **极水(Electrolyte):** 通过两个电极区的水流约为纯水流量的 1%。
- l **电导率(Conductivity):** 水的导电能力，取决于水中离子的浓度和水的温度。
- l **给水:** 进入 EDI 组件的水。EDI 给水一般是一级反渗透+软化或二级反渗透来水。
- l **GPM(gpm) :** 加仑/分钟，流量单位。1.0 gpm = 227 l/h, 4.4 gpm = 1.0 m³/hr。
- l **离子交换树脂(Ion exchange resins):** 由交联结构的高分子骨架（母体）与能离解的交换离子两个基本部分所构成的不溶性高分子电解质，有选择性地将水中的阴离子或阳离子用 OH^- 或 H^+ 交换。
- l **离子交换膜(Ion exchange membrane):** 由离子交换树脂制成的膜，有选择地允许阳离子或阴离子透过。
- l **兆欧:** (Megohm·cm, $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$) 电阻率的度量单位，水的纯度的表示方法之一。在 25° C 时，绝对纯水的电阻率为 18.24 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 。
- l **电阻率(Resistivity):** 水对电流阻碍能力的电量度，该值随着离子浓度的降低而增大。
- l **pH :** 氢离子 (H^+) 摩尔浓度的负对数。pH 值范围为 0~14。水在 pH 值为 0-7 时呈酸性，在 pH 值为 7 时呈中性，在 pH 值为 7-14 时呈碱性。
- l **极化(Polarization):** EDI 涉及多个极化现象。其一是与水相平衡的 H^+ 和 OH^- 在电场作用下分别向阳极和阴极迁移，致使更多的水分子电离被分解成 H^+ 和 OH^- 。其二是

当离子迁移量过大时离子来不及及时扩散到浓水的主流当中，由此产生膜表面的浓差极化。其三是离子本身在电场的作用下产生的极化。

I **ppm**：一百万分之一。1 ppm = 1 毫克/升。

I **TOC**：有机碳的总数。水样中有机物含量的量度。单位为 ppm 或 mg/L。

I **组件电阻(Module resistivity)**：供电电压除以电流值。

I **回收率(Recovery)**：产品水流量除以整个的给水流量。如果考虑到浓水返回前置 RO，回收率一般为 99 %。如果浓水被排放，回收率可为 90%-95%。

I **总可交换阴离子 (TEA, 以 CaCO₃ 计)**

TEA 包括所有阴离子及以阴离子形式被 EDI 除去的物质。由于水中所含的 CO₂、SiO₂ 和 H₃BO₃ 以 HCO₃⁻ / CO₃²⁻、HSiO₃⁻ / SiO₃²⁻ 和 B(OH)₄⁻ 的形式被 EDI 清除，根据经验计算 TEA 时分别以电荷为 -1.7、-1.5 和 -1.0 计。给水中 HCO₃⁻ 也有一部分是以 CO₃²⁻ 形式被清除，在计算 TEA 时电荷也以 -1.7 计。TEA 计算公式如下：

$$\text{TEA} = 50 [C_{\text{Cl}^-} / 35.5 + 2C_{\text{SO}_4^{2-}} / 96 + 1.7C_{\text{CO}_2} / 44 + 1.7C_{\text{HCO}_3^-} / 61 + 1.5C_{\text{SiO}_2} / 60 + \dots]$$

其中所有物质浓度均以 ppm 或 mg/L 计

I **总可交换阳离子 (TEC, 以 CaCO₃ 计)**

TEC 包括所有阳离子及以阳离子形式被 EDI 除去的物质。计算公式如下：

$$\text{TEA} = 50 [2C_{\text{Ca}^{2+}} / 40 + 2C_{\text{Mg}^{2+}} / 23 + C_{\text{Na}^+} / 23 + C_{\text{NH}_4^+} / 18 + C_{\text{NH}_3} / 17 \dots]$$

其中所有物质浓度均以 ppm 或 mg/L 计

I **总可交换物质 (TES, 以 CaCO₃ 计) TEA 和 TEC 之和。**

附录 8 EDI 系统流程图

