

ICS 号

中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

T/SDUWA \*\*\*\*-202\*

---

## 生活垃圾处理浓缩液蒸发器运行维护规程

Operation and maintenance specifications of concentrated liquid

evaporators for domestic waste treatment

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

山东省城镇供排水协会 发布

# 目 次

前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 工艺流程及前期处理 .....	2
5 运行管理 .....	3
5.1 前提条件 .....	3
5.2 开机准备 .....	3
5.3 开机条件 .....	4
5.4 开机.....	4
5.5 设备运行 .....	4
5.6 系统关闭 .....	4
6 维护管理 .....	5
7 设备清洗 .....	6
7.1 洗机时机 .....	6
7.2 洗机方法 .....	7
8 报警和故障排除 .....	8
9 常见故障诊断 .....	8

# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由青岛市固体废弃物处置有限责任公司提出。

本文件由山东省城镇供排水协会归口。

本文件起草单位：青岛市固体废弃物处置有限责任公司、青岛水务集团有限公司、青岛洁源环境有限公司、青岛小涧西渗沥液处理有限公司、青岛理工大学、北京天地人环保科技有限公司、广州市迈源科技有限公司。

本文件主要起草人：王福浩、孙治国、占美丽、张国栋、毕延霞、夏正启、付友先、迟文浩、刘克琼、刘赞贤、王春虎、顾瑞环、邹泳涛、赵长霞、薛圆圆、孙伟军、刘同超、孙吉平、吕宝鹏、孙贤鹏、孙扬、安源、赵颂、张潇萌、崔俊安、卞荣星、王华伟、齐奇、阙勇、吴燕鹏。

# 生活垃圾处理浓缩液蒸发系统运行维护规范

## 1 范围

本文件规定了生活垃圾处理过程中浓缩液蒸发器日常运行维护的工艺流程及预处理、运行管理、维护管理、清洗和常见故障诊断等。

本文件适用于常温常压条件下，生活垃圾浓缩液处理中循环型蒸发器、单程型蒸发器运行维护。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 16889 生活垃圾填埋场污染控制标准

GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准

GB/T 28742 污水处理设备安全技术规范

CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程

CJJ/T 150 生活垃圾渗沥液处理技术标准

CJJ/T 264 生活垃圾渗沥液膜生物反应处理系统技术规程

HJ 564 生活垃圾填埋场渗滤液处理工程技术规范（试行）

QB/T 1163 降膜式蒸发器

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**蒸发器 Evaporator**

是能够将高浓度物料进行蒸发和浓缩的设备。通常由蒸发主体、循环泵、压缩机、蒸汽发生器等设备组成。

### 3.2

#### 上清液 Supernatant

膜浓缩液经预处理系统处理后，利用酸碱调节PH，使其达到蒸发器进水水质的上部液体。

### 3.3

#### 蒸发母液 Evaporation mother liquid

又称蒸发残液，膜浓缩液经蒸发处理后，残留的含高浓度难降解有机质和高盐度的废水。

### 3.4

#### 干化母液 Drying mother liquid

蒸发母液进入干化结晶等设备后，在干化结晶过程中产生的更高浓度的废液。

### 3.5

#### 预处理污泥 Pre treated sludge

膜浓缩液经预处理系统处理后，产生有机污泥和无机污泥的总称。

### 3.6

#### 干化残渣 Drying residue

蒸发母液进入干化结晶等设备后，在干化结晶过程中产生的盐泥。

### 3.7

#### 预处理系统 Pretreatment system

膜浓缩液在进入蒸发器之前，为保障蒸发器正常运行而进行的一系列前置操作设备。

### 3.8

#### 卧式降膜蒸发器 Horizontal falling film evaporator

也称为喷淋式蒸发器，是将膜浓缩液从蒸发主体上部喷淋到加热器管束表面，在管束外部形成一层薄薄的液膜，从而提高换热效率的蒸发器形式。

### 3.9

#### **强制循环蒸发器 Forced circulation evaporator**

利用外加动力进行循环，迫使膜浓缩液沿一个方向以 2-5m/s 的速度通过加热器，从而减缓结垢的蒸发器形式。加热器根据进水水质及工艺需求不同可采用板式加热器或列管式加热器，又分称为板式强制循环蒸发器和列管式强制循环蒸发器。

### 3.10

#### **蒸发主体 Evaporation main body**

是蒸发器的重要组成部分，通常由加热器和分离器组成。

### 3.11

#### **加热器 Heating**

是用于加热待蒸发浓缩液的设备，待蒸发浓缩液在加热器中与二次蒸汽进行换热，吸收热量，从而达到蒸发所需的温度。加热器的类型分为管束式、列管式和板换式。

### 3.12

#### **分离器 Separator**

又称为气液分离器，浓缩液在加热器中换热升温后在此进行气液分离，分离后的蒸汽进入压缩机进行二次压缩，浓缩液残液进入热井参与下一次循环。

### 3.13

#### **压缩机 Compressor**

是蒸发器中，对产生的蒸汽通过压缩作用而提高蒸汽温度和压力的关键设备，作用是将低压低温的蒸汽加压升温，以达到工艺或者工程所需的温度和压力要求。

### 3.14

#### **来液过滤器 Incoming filter**

为防止杂质进入蒸发器，对膜浓缩液进行过滤的装置。

### 3.15

#### **浓缩液过滤器 Concentrate filter**

为防止杂质进入后端板式换热器，对蒸发母液进行过滤的装置。液进行过滤的装置。

### 3.16

#### 板式预热器 Heat exchanger

是由一系列具有一定波纹形状的金属片叠装而成的一种高效换热器，各种板片之间形成薄矩形通道，通过板片回收热量并对浓缩液进行预热。

### 3.17

#### 列管式预热器 Tubular preheater

是由一组或多组平行排列的换热管组成，换热管内走浓缩液，换热管外走热源蒸汽，通过热量交换实现浓缩液的预热。

### 3.18

#### 热井 Hot well

是位于蒸发器下部，实现膜浓缩液蒸发残液收集的集水井，部分热井底部含刮刀过滤器。

### 3.19

#### 除雾网箱 Demisting cage

主要由折流板和固定折流板的支撑装置组成，起到雾沫分离的作用，材质视所接触的介质成分进行相应选择，在垃圾渗沥液行业中一般为钛材。

### 3.20

#### 蒸馏水罐 Distilled water tank

是将加热器内部产生的冷凝水进行存储的设备。

### 3.21

#### 蒸汽发生器 Steam generator

是采用电能或其他能源，将水加热生成水蒸气的设备，用于为 MVR 蒸发主体补充外部热源。

### 3.22

## 清洗液暂存罐 Cleaning liquid temporary storage tank

清洗液暂存罐是用于存放化学清洗药剂的储罐。

### 4 一般规定

4.0.1 浓缩液蒸发器的冷凝出水水质应符合国家现行排放标准的要求。当蒸发器衔接后续深度处理时，出水水质应达到后续深度处理对进水水质的要求。

4.0.2 当浓缩液进水水质无法达到蒸发器的设计水质要求时，应设置预处理单元。

4.0.3 浓缩液蒸发器的进水水量设计，应考虑回流量等因素，留有适当的富余量。

4.0.4 浓缩液蒸发器的类型和配套设施应根据浓缩液水质、水量和处理要求进行合理选择和设计。

4.0.5 浓缩液蒸发器宜由过滤器、预热器、蒸发器、分离器、蒸汽发生器、压缩机等单元组成。

4.0.6 浓缩液蒸发器配套设施及设备应包括化洗装置、水泵、仪表、电气控制及各种连接管道等。

4.0.7 浓缩液蒸发器的设施设备应符合国家现行有关质量和安全标准的要求。

4.0.8 浓缩液蒸发器运行管理、操作和维护人员必须掌握处理工艺和设施设备的运行、维护要求及技术指标，应经培训后持证上岗，并应定期考核。

4.0.9 浓缩液蒸发器运行应由工艺流程图、管道布置图、自控系统图及供电系统图等。

### 5 工艺运行控制

#### 5.1 工艺流程

浓缩液蒸发系统整体工艺流程图宜按照图 1 设置。



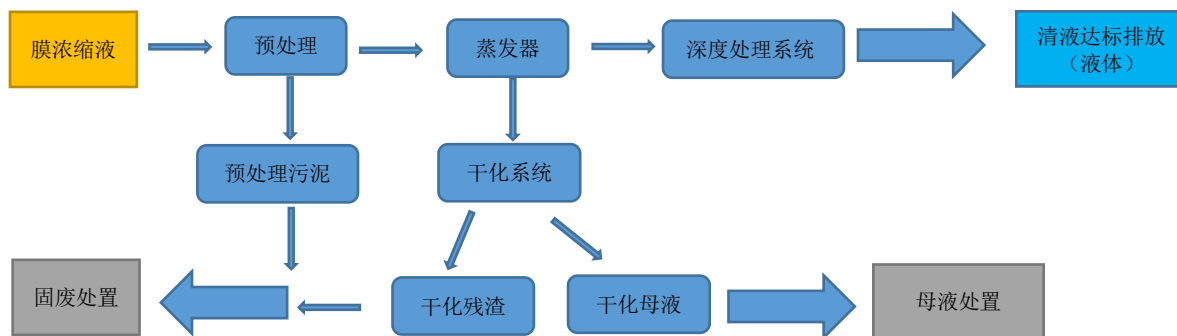


图1 浓缩液蒸发系统常规工艺流程图

5.1.1 卧式降膜蒸发器工艺基本流程宜按图 2 所示。

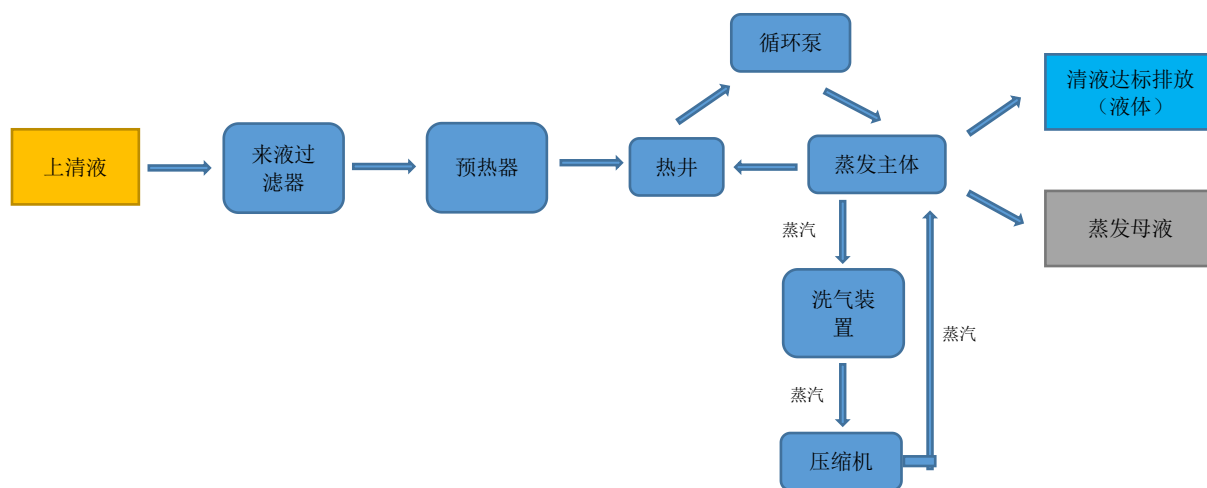


图2 卧式降膜蒸发器工艺流程图

一种卧式结构的蒸发器，管束装在一个壳体内，气相空间集成在壳体的顶部，管束上面有料液喷淋装置，换热管内通入蒸汽或加热介质，热量从各管壁传递到管面上的料液，料液靠重力顺着管子周壁流下，每流到下一根管子，重新进行分配，料液蒸发产生的二次蒸汽向上流过管束，由顶部逸出。

5.1.2 板式强制循环蒸发器工艺基本流程宜按图 3 所示。

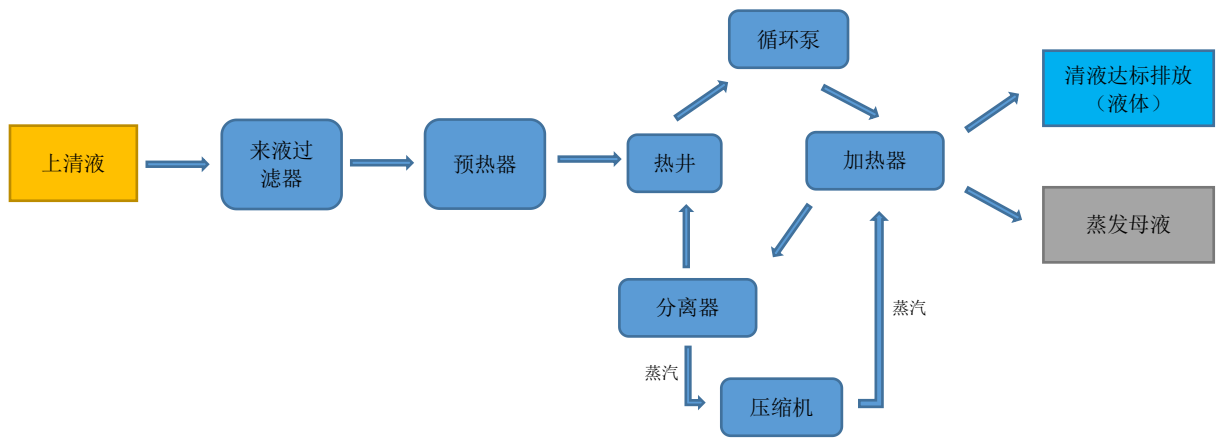


图3 板式强制循环蒸发器工艺流程图

板式蒸发器属于板式换热器的一种特殊应用形式。物料从板间通过，并被蒸汽加热而蒸发分离。物料和加热介质在各自的相应通道内呈逆流流动，在规定的板间距和特制板型上产生强烈的湍流，从而得到理想的热能传递。强烈的热传递使物料发生沸腾，同时生成的二次蒸汽带动料液形成向上爬升的液膜，进入板片组的蒸汽通道内。料液和蒸汽在下游的气液分离器中得以分离。宽的入口管道和向上运动保证了热交换器在全部横截面上达到理想分布。

### 5.1.3 列管式强制循环蒸发器工艺基本流程宜按图4所示

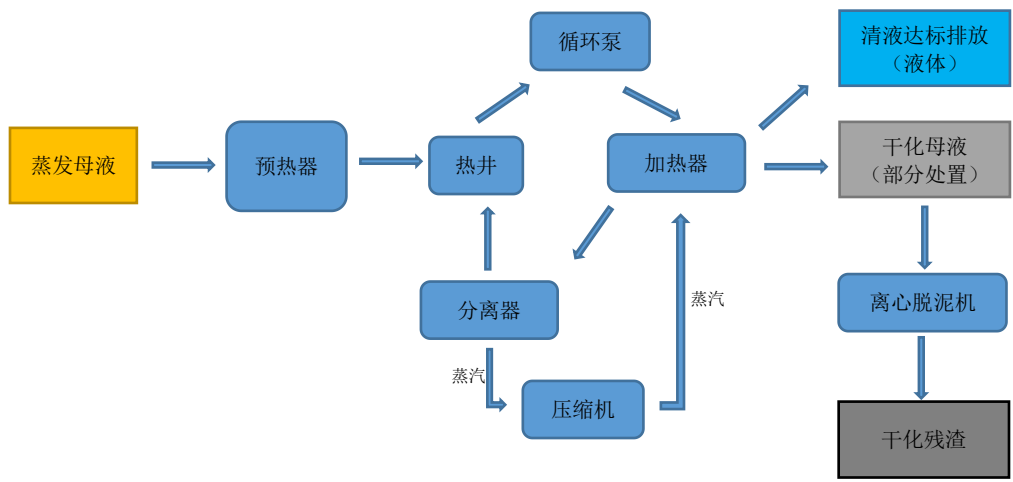


图4 列管式强制循环蒸发器工艺流程图

物料在蒸发器的换热管内被换热管外的蒸汽加热，温度升高，在循环泵作用下物料上升到分离器中。蒸发产生二次蒸汽从物料中溢出，物料被浓缩产生过饱和而使结晶生长，解除过饱和的物料进入强制循环泵，在循环泵作用下进入换热器，物料如此循环不断蒸发浓缩结晶。蒸发分离器内的二次蒸汽经过除沫装置净化后输送到压缩

机，压缩机把二次蒸汽压缩后输送到换热器壳程用作蒸发器加热蒸汽，实现热能循环连续蒸发。

## 5.2 预处理

5.2.1 预处理工艺包括：碱化除硬、深度絮凝、离子交换、DTNF 等。

5.2.2 当浓缩液 COD 超过 1000 mg/L，应采用有机物去除工艺，结合添加消泡剂的方式防止蒸发起泡。

5.2.3 有机物去除工艺宜采用 OLC 深度絮凝，应跟据有机物去除要求通过试验确定絮凝剂投加量。

5.2.4 当浓缩液钙镁离子总浓度超过 100mg/L，应采用除硬工艺防止蒸发结垢。

5.2.5 除硬工艺宜采用氢氧化钠和碳酸钠双碱法，氢氧化钠和碳酸钠投加量应根据硬度去除要求通过试验确定。

## 6 运行管理

### 6.1 适用条件

#### 6.1.1 卧式降膜蒸发器

卧式降膜蒸发器适用于纳滤、DTRO 膜后浓缩液，进水水质应为 COD $\leq$ 1000mg/L，氨氮 $\leq$ 25mg/L，TDS $\leq$ 53000mg/L，总硬度（以 CaCO<sub>3</sub> 计） $\leq$ 250mg/L，钙离子浓度小于 30mg/L，镁离子浓度小于 20mg/L，pH6~9。

#### 6.1.2 板式强制循环蒸发器

板式强制循环蒸发器适用于纳滤、DTRO 膜后浓缩液，进水水质要求为 COD $\leq$ 1000mg/L，氨氮 $\leq$ 25mg/L，TDS $\leq$ 53000mg/L，总硬度（以 CaCO<sub>3</sub> 计） $\leq$ 200mg/L，钙离子浓度小于 30mg/L，镁离子浓度小于 20mg/L，pH6~9。

#### 6.1.2 列管式强制循环蒸发器

列管式强制循环蒸发器适用于纳滤、DTRO 膜后浓缩液以及蒸发母液，进水水质要求为 TDS $\leq$ 265000 mg/L，pH8~9。

### 6.2 运行前检查

#### 6.2.1 电气自控系统正常启用

检查电源是否正常供电，自控仪表是否正常显示，现场仪表指示是否正确。

#### 6.2.2 压缩空气系统正常启用

开启空气压缩机，压缩空气压力达到正常值（0.4 Mpa~0.8 Mpa），检查各气路手动阀门

正常，点动调试各气动阀门正常工作。

### 6.2.3 密封水系统正常启用

将密封水泵前后密封水管路上的阀门开启，开启密封水泵，调节各设备的密封水流量确保设备正常运行。

### 6.2.4 加药系统正常启用

确保各加药罐药剂正常配备。

## 6.3 开机准备

### 6.3.1 补水

启动蒸发器进水阀门，为蒸发器补水，补至液位显示应为 80%~90%，停止进水，启动循环泵。卧式降膜蒸发器同步启动热井刮刀过滤器。

### 6.3.2 加热

- 1) 全开防喘振阀门。
- 2) 打开蒸汽发生器补水阀，控制蒸汽发生器液位应为 70%~80%。
- 3) 启动加热丝，全开排气冷凝器排气阀，将蒸汽通入蒸发器，为循环液预热。卧式降膜蒸发器同步全关蒸馏水罐闪蒸阀。
- 4) 在预热过程中要随时为压缩机蜗壳排除冷凝水。

## 6.4 蒸发器启动

### 6.4.1 工艺条件

- 1) 卧式降膜蒸发器蒸发主体压力应为 13 Kpa~15 Kpa，主体温度应为 100℃~106℃，热井温度应为 100℃-102℃。
- 2) 板式强制循环蒸发器分离室压力应为 80Kpa~850 Kpa，一效分离室温度应为 95℃~98℃，二效分离室温度应为 98℃~102℃。
- 3) 列管式强制循环蒸发器分离室压力应为 7 Kpa~8 Kpa，主体温度应为 100℃~106℃，热井温度应为 100℃~110℃。

### 6.4.2 设备条件

- 1) 压缩机提前启动油箱加热丝，开启排风扇，待油温高于 35℃之后开启辅油泵，关闭加热丝。
- 2) 检查润滑油压力处于正常范围内（应为 140 KPa~350 KPa），若压力过低，则应自启动备用油泵，待正常后关闭备用油泵。若润滑油压力持续过低，则无法启动压缩机，需要检

查油路。

- 3) 启动压缩机冷却风机（若冷却风机连锁自启则无需启动）。

## 6.5 开机

### 6.5.1 控制阀门开度

1) 调节排气冷凝器的排气阀开启限度应为 20%~30%，排放多余的不凝气，保证管箱进气为饱和蒸汽；

- 2) 调节蒸馏水罐闪蒸阀开启限度应为 45%~65%，平衡蒸发主体与蒸馏水罐的压力。

### 6.5.2 开启压缩机

- 1) 继续为压缩机蜗壳排除冷凝水，关闭冷凝水阀门。

- 2) 检查无误后，设置压缩机启动初始转速，启动压缩机。

3) 待电流及转速稳定后，逐步关闭防喘振阀门，同时逐步提升转速至正常转速（每次最大提升转速按要求），待压缩机转速逐步提升到压缩机正常转速后，此时关闭辅油泵，防喘振阀逐步关闭到位，关闭防喘振阀时要防止压缩机出现喘震。

### 6.5.3 进液、产水、排浓

- 1) 在压缩机运行稳定后，开启进液输送管线上的阀门及进液泵。

- 2) 设置蒸馏水泵自启动，控制蒸馏水罐液位应为 70%~80%，启动蒸馏水管线上的阀门。

3) 启动浓缩液过滤器，启动排浓管线相应阀门及排浓泵，控制排浓量与进液流量、蒸馏水流量的比值。

### 6.5.4 注意事项

1) 系统启动期间，操作人员需严密监视启动过程，若过程中有任何不正常情形，应立即修正以维持系统安全。

2) 若平稳运行中，电流突然频繁波动，应确保防喘振阀门自动调节打开。如无动作，应立即把防喘振阀门设置为手动，并调节开度至 30%，查看电流是否平稳；若还是波动频繁，把防喘振阀门手动开启至 50%，电流还是波动，则把防喘振阀门开启至 100%，若电流波动仍存在，停机检查原因。

- 3) 板式强制循环蒸发器具有一键启动功能，可自动开机。

## 6.6 运行

### 6.6.1 运行参数控制

#### 6.6.1.1 蒸发器运行参数控制

1) 卧式降膜蒸发器蒸发主体压力应 6 KPa~9 KPa，蒸发主体温度应 102℃~103℃，热井温度应 100℃~102℃、液位应 80%~90%，管箱温度应 110℃~112℃，处理浓缩液时排浓率应 20%~25%。

2) 板式强制循环蒸发器分离室压力应 800 mbar-850 mbar，一效分离室温度应 95℃~98℃、液位应 70%~80%，二效分离室温度应 98℃~102℃、液位应 70%~80%，饱和温度应 6.6℃±0.5℃，处理浓缩液时排浓率应 20%~25%。

3) 列管式强制循环蒸发器分离室压力应 9 kPa~10 kPa，分离室温度应 102℃~105℃，加热室温度应 110℃~113℃，热井温度应 100℃~110℃、液位应 70%~80%，处理蒸发母液时排浓率应 45%~50%。

#### 6.6.1.2 压缩机运行参数控制

油压应 140 KPa~350 KPa，油温应 25℃~45℃，油位应不低于 2/3，位移应不高于 0.1 mm，振动应不高于 55 μm，电机轴承温度及线圈温度应不高于 90℃，电流应控制稳定。

#### 6.6.2 巡检工作要点

- 1) 各水池、罐体液位是否合适。
- 2) 各管线是否存在跑冒滴漏情况。
- 3) 水泵、离心机、压缩机等设备是否存在异响，油位是否在正常范围内。
- 4) 各就地仪表是否指示正常，各阀门状态是否处于正常位置。
- 5) 压缩空气压力仪表、密封水流量仪表。

#### 6.6.3 注意事项

系统启动完成后，仍需等待一段时间系统的水位、压力、温度才会稳定，所需时间因受限于外界条件影响，时间宜为 1~2 小时。故此期间操作人员必需严密注意系统状况。

### 6.7 系统关闭

#### 6.7.1 正常关闭

- 1) 开启压缩机防喘振阀达到 100%，开启主体排气阀；
- 2) 关闭蒸汽发生器全部加热丝；
- 3) 关闭进液泵、蒸馏水泵、排浓泵及所有加药泵；
- 4) 开启辅油泵，转速逐步降低至安全转速之后关闭电机，电机风扇保持开启状态至少 30 min；
- 5) 关闭主体循环泵；
- 6) 板式强制循环蒸发器具有一键关闭功能，可自动停机。

7) 如需要排空，则开启排浓泵并将转速设为最大，对设备进行排空，并关闭刮刀过滤器。

#### 6.7.2 急停关闭

当设备需要紧急停机时，检查现场环境，在确保安全的前提下，按下触摸屏急停按钮。

### 7 维护管理

#### 7.1 一般规定

7.1.1 蒸发器维护人员应根据厂家提供的手册执行。

7.1.2 应定期检查浓缩液管线是否堵塞，并应定期检查阀门、泵、管道等跑冒滴漏情况，及时维护。

#### 7.2 压缩机系统

7.2.1 水蒸气压缩机宜 2 年进行一次大修，根据设备大修要求执行，对机械油泵、油封、碳环密封、叶轮、转子、齿轮、轴瓦等易损件进行检查，做好大修记录。

7.2.2 应定期更换油滤、机油等消耗品，必要时对机油进行检测。

7.2.3 应定期检查电机、冷却风扇、油换热器、辅油泵、等运行工况，记录检查数据。

#### 7.3 各类水泵

检查电机、机油、冷却风扇、机封、联轴器、轴、叶轮等运行工况，记录检查数据。

#### 7.4 空压机

7.4.1 定期更换机油、机滤、清洗过滤网。

7.4.2 定期检查散热片及冷干机运行工况，散热片及时清理，记录检查数据。

7.4.3 定时对压缩空气管线过滤器进行排水。

#### 7.5 蒸汽发生器

定期清理蒸汽发生器底部结垢，更换问题加热丝。

### 8 洗机

#### 8.1 洗机时机

8.1.1 当压缩机满负荷运转且各项工艺指标运行正常的情况下，而蒸馏水产量持续下降，判定蒸发器结垢严重需要清洗。

8.1.2 当进液输送泵及管线阀门运行正常，进液流量低时，可考虑进液过滤器或板式预热器堵塞需要清洗。

8.1.3 当浓缩液泵及管线阀门运行正常，排浓流量始终低于正常值，说明热井、浓缩液过滤器或浓缩液热交换器有堵塞。

## 8.2 洗机方法

### 8.2.1 化学药剂清洗

无机垢现场采用 2%氨基磺酸溶液进行酸洗，有机垢通过 32%氢氧化钠溶液进行碱洗。

### 8.2.2 人工洗机

1) 卧式降膜蒸发器需通过人工进入到设备内部，利用高压水枪，压力应在 5Mpa~6Mpa 范围内，清洗管束外部垢层，清理完毕后通过人孔或热井将垢层排出。

2) 板式强制循环蒸发器需将加热器拆卸，平放场地并利用高压水枪，压力应在 5Mpa~6Mpa 范围内，清洗板换片两侧，清理完毕后组装并试压。

3) 列管式强制循环蒸发器需将加热器两侧拆除，利用高压水枪，压力应在 5Mpa~6Mpa 范围内，清洗管束内部垢层，清理完毕后收集垢层排出，并封堵两侧。

4) 板式预热器需将加热器拆卸，平放场地并利用高压水枪，压力应在 5Mpa~6Mpa 范围内，清洗板换片两侧，清理完毕后组装。

5) 浓缩液过滤器需将过滤器顶盖打开，取出滤芯利用高压水枪清洗；滤筒则拆除底部阀门，利用高压水枪清洗，清理完毕后组装。

## 8.3 洗机周期

8.3.1 蒸发器蒸发量下降至 80%时宜采用在线清洗，如清洗完后达不到原设计量的 85%时，宜采用人工洗机。

8.3.2 卧式降膜蒸发器药剂洗机周期应不大于 30 天，人工洗机周期应不大于 45 天。

8.3.3 板式强制循环蒸发器药剂洗机周期应不大于 7 天，人工洗机周期应不大于 15 天。

8.3.4 列管式强制循环蒸发器药剂洗机周期应不大于 30 天，人工洗机周期应不大于 60 天。

8.3.5 板式预热器药剂洗机周期应不得大于 7 天，人工洗机周期应不得大于 45 天。

8.3.6 浓缩液过滤器清洗药剂洗机周期应不得大于 7 天，人工洗机周期应不得大于 45 天。



## 9 报警和故障排除

### 9.1 断路器故障

应为过流跳闸后马达开关没有复位或断路器辅助触点损坏。应为搅拌器或泵头堵塞导致过流，维修完成后将马达开关复位，然后正常启动。

### 9.2 接触器故障

一般不会出现，如果出现可能为线圈故障、触点故障、辅助触点故障，一般为硬件损坏，更换后报警确认，正常启动。

### 9.3 保护急停

9.3.1 当一些能影响主体正常工作的仪表参数超过最高或者最低的限定值时，为了系统安全，或发生急停，报警确认完毕排除故障后，启动开机流程。

9.3.2 当储气罐压力无法达到气动阀门等一系列气动装置的气动条件时，会发生急停报警，报警确认完毕排除故障后，启动开机流程。

### 9.4 分离器液位高位报警

首先停止进料，将出料阀打到手动状态，并手动打开出料阀门排料，注意观察分离器液位，到达指定位置后，将出料阀打到自动状态。

### 9.5 分离器液位低位报警

手动给定进料泵频率（50Hz）（注意：观察滤袋是否堵塞，如果堵塞请更换）；出料阀打到手动状态，不再自动出料，报警排除后需将出料阀打到自动状态。

### 9.6 饱和温差过大报警

手动打开出料阀排出一部分浓缩液，加大进料量补充新的原液；如果沸点温升持续升高至10℃以上，排出部分浓缩液后可以补部分清水。

### 9.7 高真空报警

正常运行时，设备不得处于高真空状态，运行时蒸汽阀门需要打到自动状态，不得打到手动状态。

## 10 常见故障诊断

故障处理指导仅仅作为判断故障及处理时的一个参考，不是故障的解释。一些可能会发生的问题、产生的原因及常用的处理方法列于附录 A，以备参考。

## 附录 A

(规范性)

### 问题、产生的原因及常用的处理方法

症状	原因	处理方法
压缩机入口压力高	蒸汽发生器加热丝开启过多	检查各加热丝的压力设置
	排气量不合适	检查排气阀的开度
	压力传感器测量不准确	维修或更换压力传感器
	喷淋布液器压力太低, 布液量少	检查循环液的压力, 观察蒸发体内的布液情况
压缩机入口压力低	蒸汽发生器加热丝开启不足	检查各加热丝的压力设置
	浓液排放量过大	检查排浓液阀门的开度; 检查流量计读数是否正确
	热交换器热交换效率变低	清洗热交换器; 检查相应的温度表读数是否正确
	蒸汽发生器加热丝不工作	检查加热丝供电是否正常; 检查加热丝是否有损坏
	排气量过大	检查排气阀的开度
蒸发器内液位不稳定	液位变送器故障	检查液位变送器并进行正确操作
	循环流量或压力低	检查泵出口压力及泵是否有故障
	进液流量或压力低	检查来液管路是否有阻塞; 来液泵是否有故障
	浓液排放管路阻塞	检查浓液排放管路是否阻塞
	热交换器结垢	检查蒸发热交换管是否有结垢, 如有进行清洗; 如没有, 对热交换器进行清洗
	蒸发器内产生泡沫	增加消泡剂注入量及增加浓液排出量
蒸馏水电导率高	对加热器、分离器操作不正确	确认所有流量、温度、压力及液位正确
	电导率测量设备故障	对电导率校准, 比较读数, 更换电导率仪
	蒸发主体内固体浓度太高	增加浓液排放量
	蒸发主体内产生泡沫	增加消泡剂注入量及增加浓液排出量
	热交换器渗漏	检查热交换器上游及下游的蒸馏水的电导率, 如果电导率偏差较大, 表示热交换器有渗漏, 维修热交换器
	排气量不合适	调整排气阀于较大位置, 观察电导率的变化
压缩机噪音	轴承润滑油不够	检查轴承润滑油量, 如过少, 补充润滑油
	轴承失效	更换轴承
	机械密封磨损	调整或更换机械密封
压缩机处理量低	压缩机入口压力低	见上述处理办法
	布液器结垢阻塞	拆开并清洗布液器
	蒸馏水排放量过低	检查蒸发器热交换管结垢情况, 如果较严重, 进行清洗; 检查蒸馏水泵是否有故障
	蒸发主体液位低	检查进水管路是否有阻塞