

# MVR节能蒸发浓缩技术

# 目 录

一,MVR技术发展及原理

二,MVR系统组成与特点

三,MVR应用范围

四,MVR技术优点

五,我司MVR节能环保业务推广

## 一, MVR技术发展及原理

- MVR技术的发展
- MVR技术工作原理
- MVR技术工艺流程

## 一, MVR技术发展及原理 ➤ MVR技术的发展

- ♦ **MVR**是蒸汽机械再压缩技术（mechanical vapor recompression）的简称.
- ♦ **MVR并非新技术**,国外早在**1834年**就已有人提出MVR热泵的构想,而最先应用该项技术的产品 是由瑞士的一家企业**1917年**制造,并在**1925年**奥设备地利设计安装了一套设备,由此出现了实际运行中使用的MVR装置.
- ♦ 上世纪60年代,石油问题造成能源危机,节能降耗自然是趋势所需.并在**德国和法国**成功的将该技术用于化工、食品、造纸、医药、海水淡化及污水处理等领域.
- ♦ 20世纪80年代,张家坝制盐化工厂在国内首次引进机械再压缩工艺进行制盐.在国内直到**2007年**由上海交通大学(863计划)开始研究MVR技术,到**2009年**南京航空航天大学一家企业研发出了一台MVR蒸发器,随后在国内发展开来.

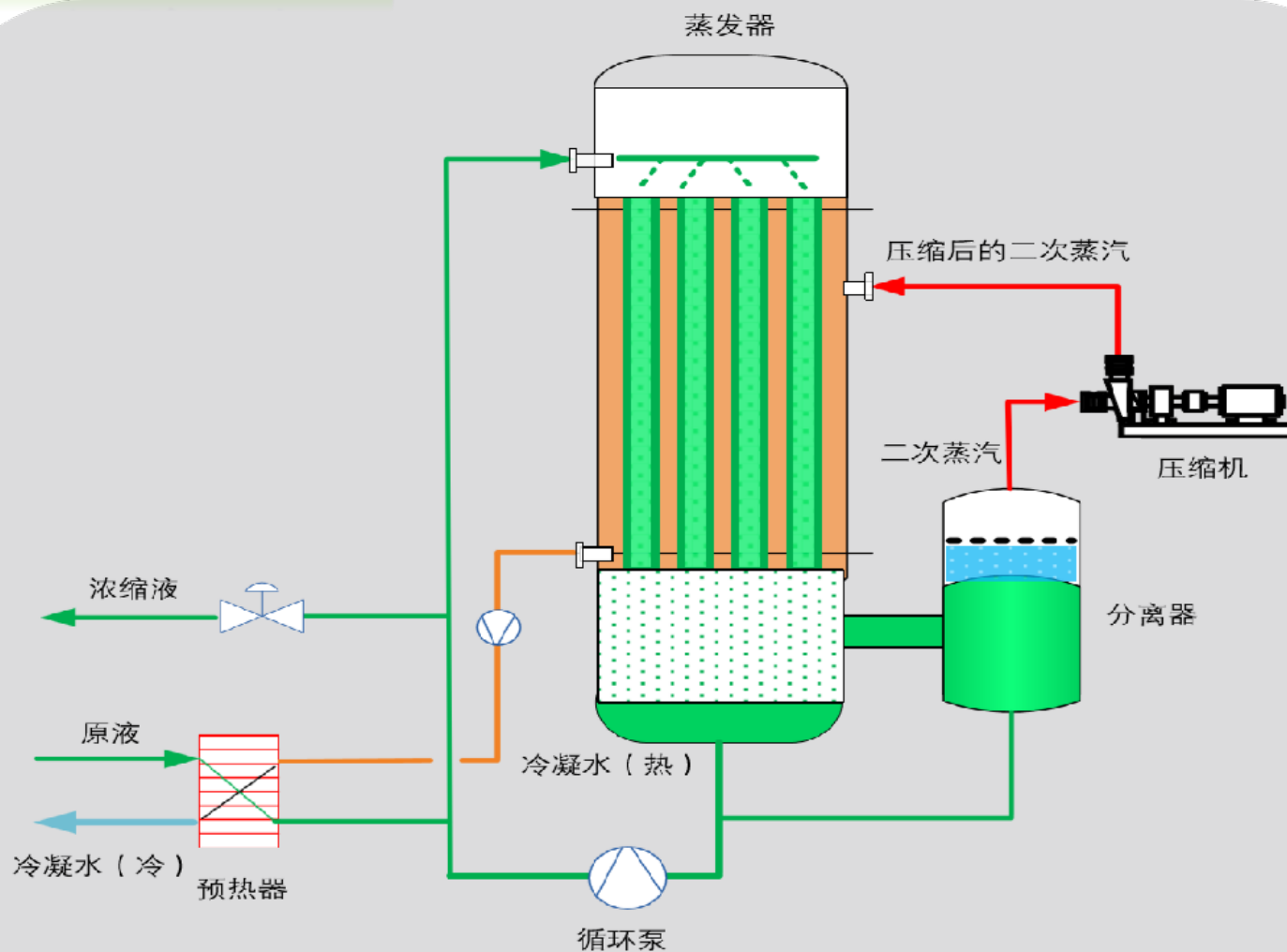
## 一, MVR技术发展及原理 ➤ MVR技术工作原理

**原理：** MVR蒸发器是重新利用它自身产生的二次蒸汽的能量，从而减少对外界能源的需求的一项节能技术。

**工作流程：** 首先将原料液沿着管道进入预热器，通过预热器进行预热处理达到沸腾状态，然后将预热后的料液引入到蒸发器中，在蒸发器中料液被加热、蒸发、浓缩，最终，加热后蒸汽冷凝形成的冷凝水流到蒸馏水收集罐内；而二次蒸汽和浓缩液则一起进入气液分离器中，在气液分离器中，浓缩液和二次蒸汽分离；最终，浓缩液流入到浓缩液收集罐中，而分离出来的二次蒸汽则被导入到机械式蒸汽压缩机内。在机械式蒸汽压缩机内，通过对二次蒸汽进行压缩、升温、升压，并再次引入到蒸发器中，然后再次对料液进行加热、浓缩、蒸发、蒸馏处理；而蒸馏水收集罐内的冷凝水再次回到原料液预热器，对原料液进行预热处理。这样通过重复循环使用二次蒸汽，完成整个物料浓缩的过程，并实现处理物料和节省能源的双重目标。

## 一, MVR技术发展及原理

### MVR技术工艺流程图

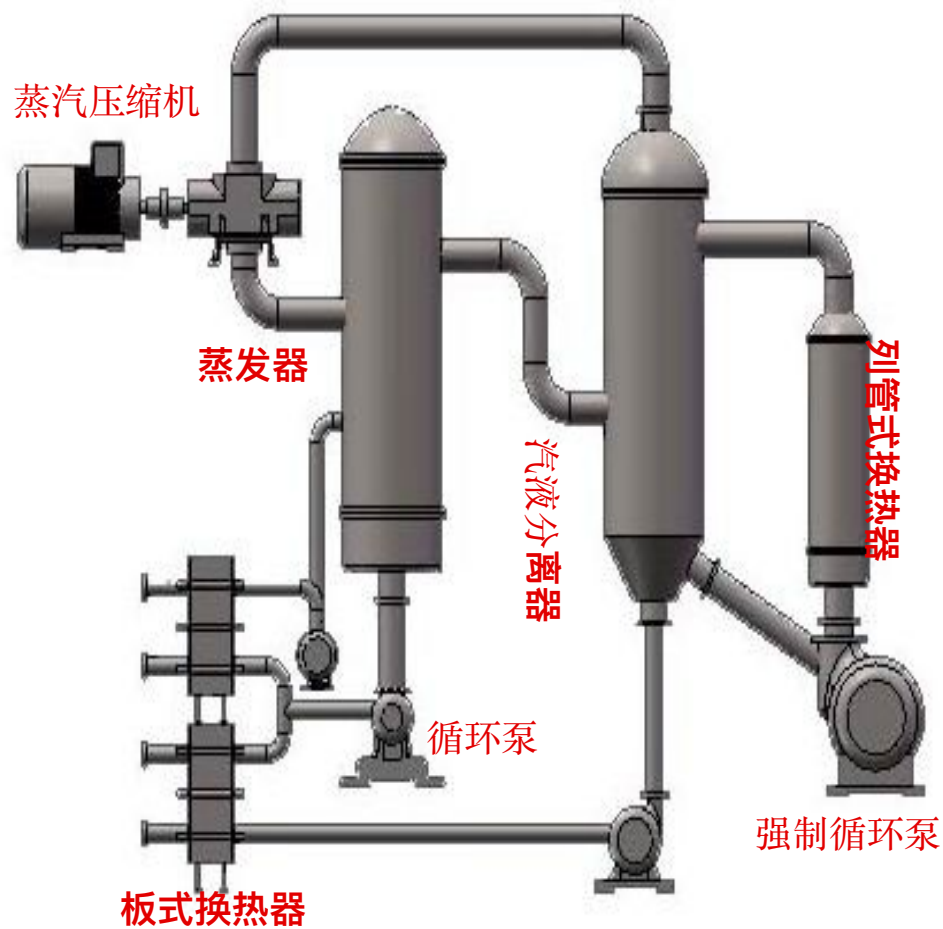
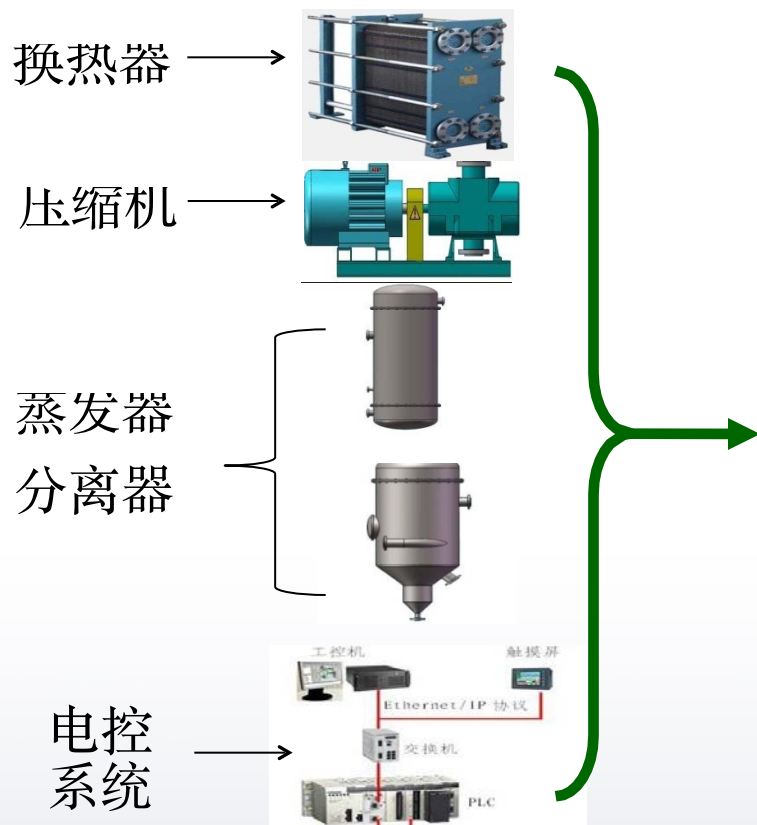


## 二, MVR系统组成与特点

- MVR系统中的主要设备
- MVR系统核心设备——压缩机
- MVR系统核心设备——蒸发器
- MVR系统核心设备——自动控制系统

## 二, MVR系统组成与特点

### MVR系统中的主要设备

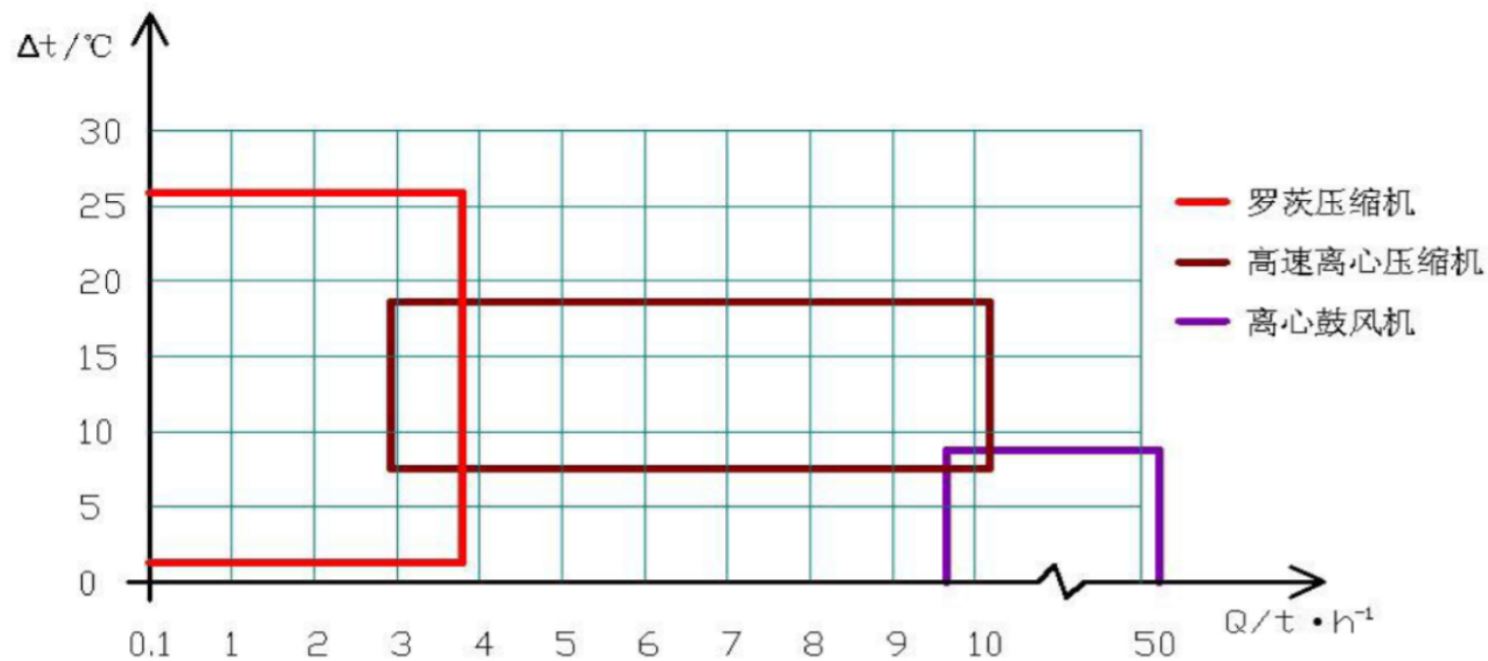


## 二, MVR系统组成与特点

### MVR系统核心设备——压缩机

在MVR系统中，一般使用的压缩机主要有三种：罗茨式压缩机，高速离心机，离心鼓风机。而压缩机选用的关键参数是所需达到的温升和待压缩的蒸汽的流量。

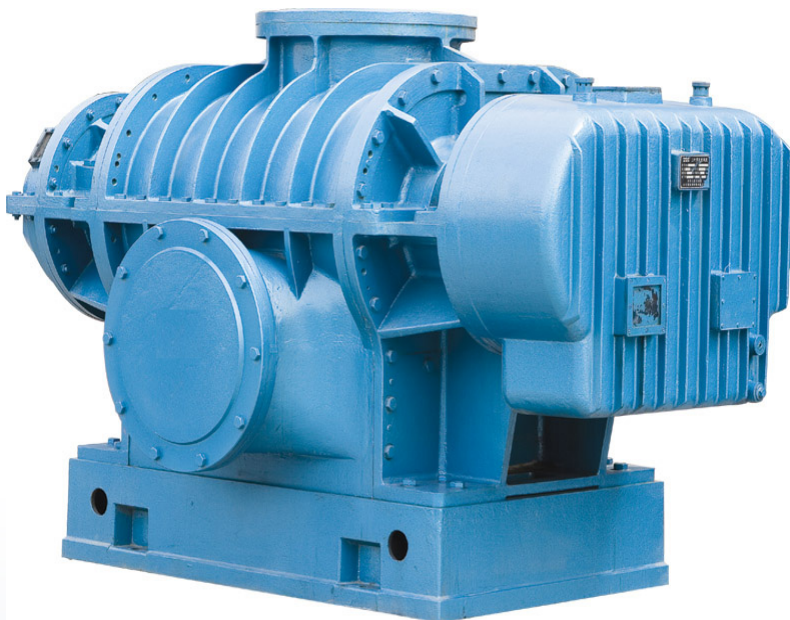
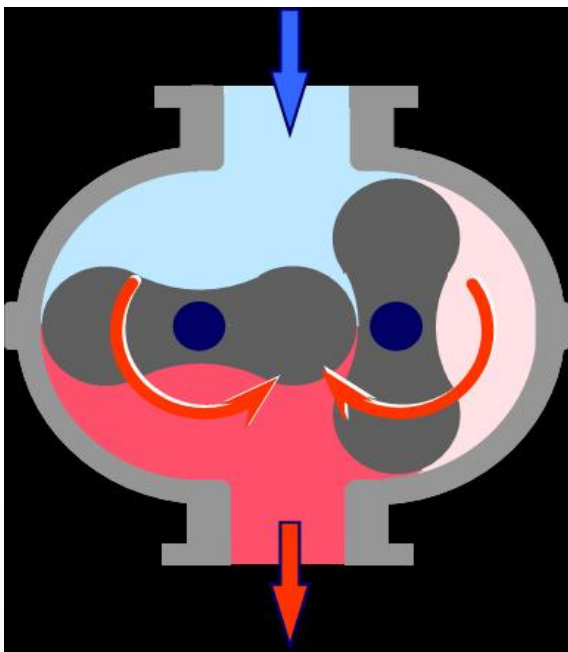
下图为三种压缩机的蒸汽量与温升的关系：



## 二, MVR系统组成与特点

➤ MVR系统核心设备——压缩机

罗茨式压缩机:



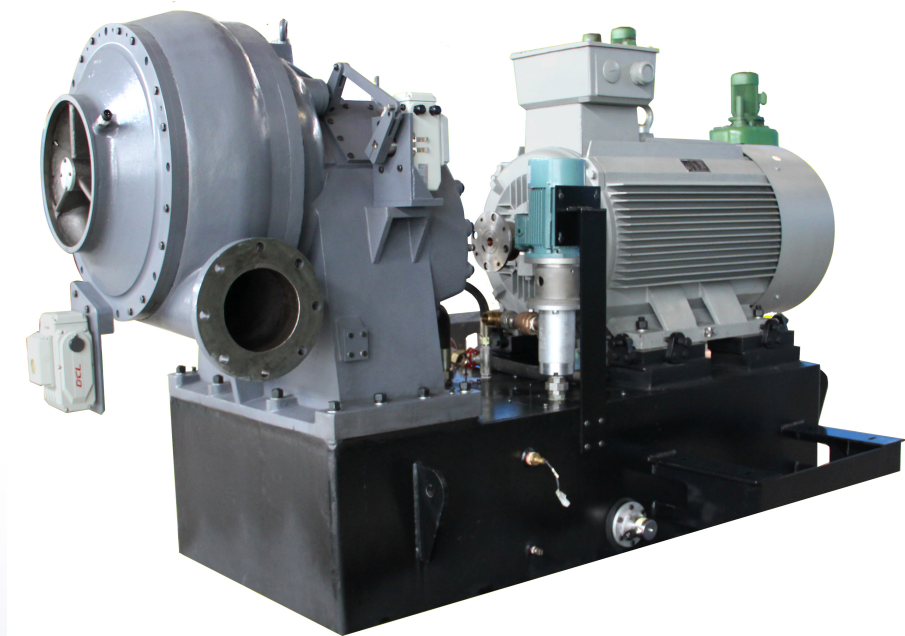
## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——压缩机

### ◆ 高级离心式压缩机:



## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——压缩机

### ◆ 离心鼓风机:



## 二, MVR系统组成与特点

### MVR系统核心设备——压缩机

#### ◆ 压缩机类型对比:

|      | 罗茨式压缩机                                      | 离心式压缩机/风机                                       |
|------|---|---|
| 机组特点 | 容积式压缩                                       | 透平式压缩，叶轮单悬臂                                     |
| 工作原理 | 罗茨式压缩机属于恒流量风机，主要工作参数，输出压力随管道和负载变化而变化。风量变化很小 | 离心风机属于恒压风机，主要工作参数为风压，输出的风量随，管道和负载的变化而变化，风压变化不大。 |
| 流量   | 0.1~3 t/h                                   | 3~250 t/h                                       |
| 温升   | ≤24℃  | 6-25℃（风机不大于9℃）                                  |
| 效率   | 65~70%                                      | 83~85%  |
| 转速   | 980~1450r/min                               | 6000~50000r/min                                 |
| 噪声   | 较大≥110dBA                                   | 小≤85dBA   |
| 维护周期 | 1年  | 大于3年  |
| 材质   | 碳钢镀镍防腐                                      | 双相钢，钛合金钢  |

## 二, MVR系统组成与特点

### ➤ MVR系统核心设备——压缩机

#### ◆ 压缩机类型对比:

|    | 罗茨式压缩机                                   | 离心式压缩机/风机  |
|----|--|--|
| 优点 | 压比较高，对进气压力的稳定性要求较低，无喘振现象，主要用在输气支线上。      | 生产力大，供气量均匀，平稳；与原动机可直接连接，维修费用少运行周期长。结构简单易损件少；占地面积小。运行周期长。 |
| 缺点 | 排气量小，集体笨重。结构复杂，连续性运转性能不好，振动大，检修间隔短，维修费用高 | 单级压比低，转子转速高，不适合小流量。                                      |

总结：在实际使用时，一般蒸汽量小于3t/h的项目采用罗茨式压缩机，其余为离心式压缩机。但罗茨式风机故障率高，防腐措施差，常出现转子咬死现象。单级离心压缩机并联可以实现更高的饱和温升，更大流量。

## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——蒸发器

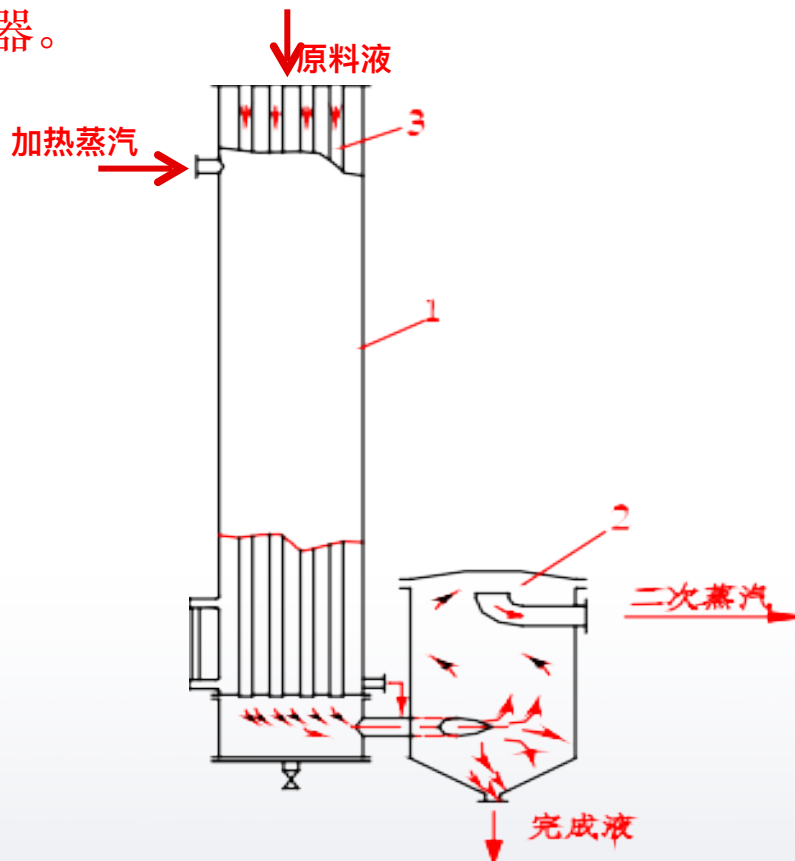
在MVR系统中一般有降膜蒸发器、升膜蒸发器、强制循环蒸发器、OSLO蒸发器，DTB蒸发器、升降膜板式蒸发器。

### ◆ 降膜蒸发器：

#### 工作原理：

物料原液从换热器上管箱加入，经过布液器把物料分配到每根换热管内，并且沿着换热管内壁形成均匀的液体膜，管内液体膜在向下的过程中被壳程的加热蒸汽加热，边向下流动边沸腾并进行蒸发。到换热管底端物料变成浓缩液和二次蒸汽。

浓缩液落入下管箱，二次蒸汽进入气液分离器。在气液分离器中二次蒸汽夹带的液体飞沫被去除，纯净的二次蒸汽从分离器中输送到压缩机。压缩机把二次蒸汽压缩后作为加热蒸汽输送到换热器壳程用于蒸发器热源。实现连续蒸发过程。



## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——蒸发器

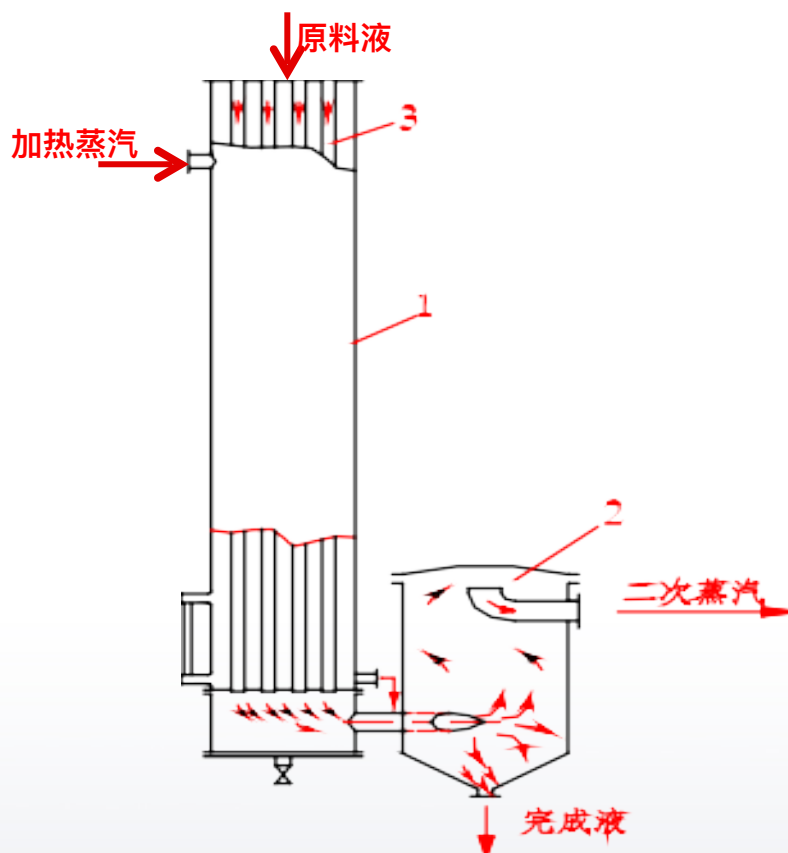
### ◆ 降膜蒸发器:

#### 特点:

- 1、换热效率高
- 2、占地面积小
- 3、物料停留的时间短, 不易引起物料变质。
- 4、适用于较高粘度的物料。

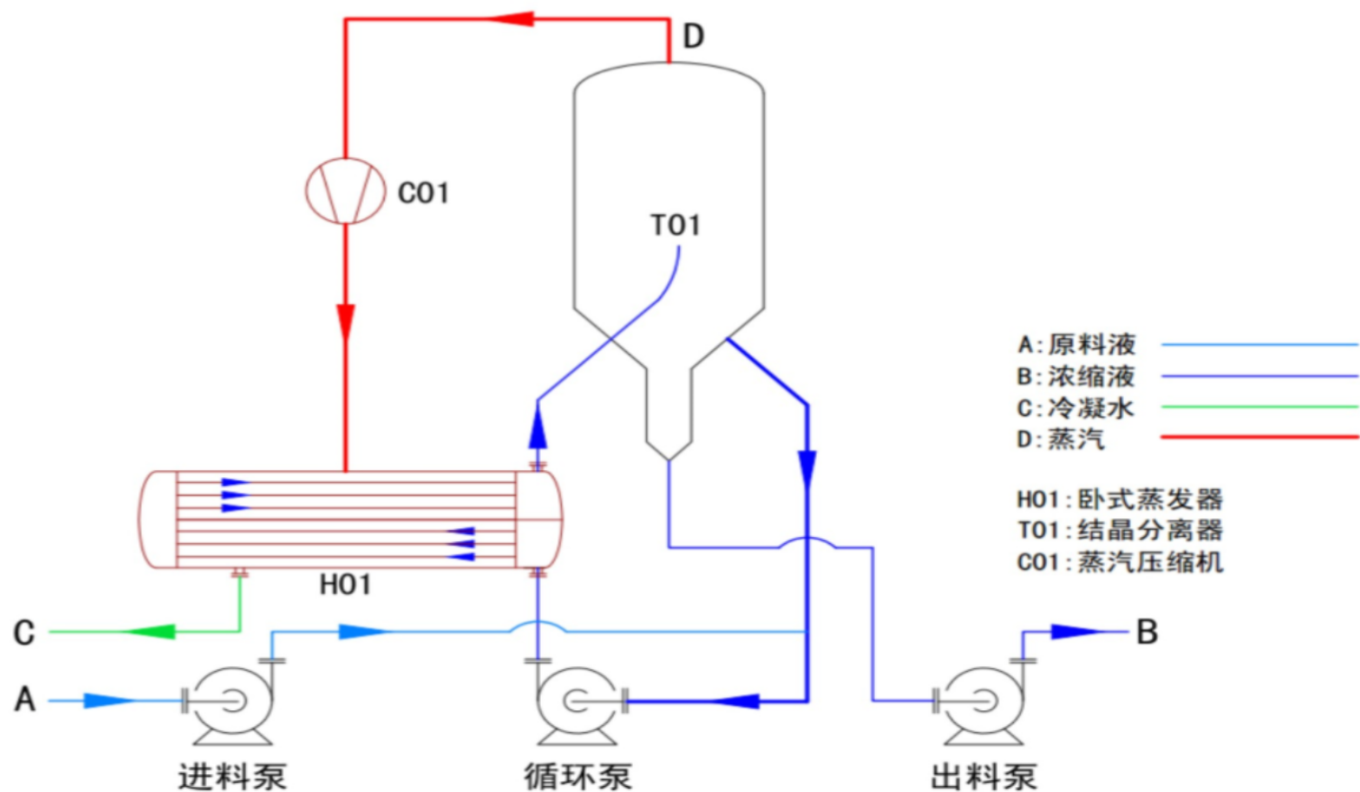
#### 应用范围:

- 1, 适用于MVR蒸发过程预浓缩工序
- 2, 适用于热敏性物料
- 3, 但不适用处理有结晶的物料。



## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——蒸发器

### ◆ 强制循环蒸发器:



## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——蒸发器

### ◆ 强制循环蒸发器:

#### 工作原理:

强制循环蒸发器由蒸发分离器、换热器和强制循环泵组成。物料在换热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蒸发分离器中, 在蒸发分离器内由于物料静压下降使物料发生蒸发。

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或浓缩结晶。

晶浆从循环管路中用出料泵输出。蒸发分离器内的二次蒸汽经过蒸发分离器上部的分离和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。

## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——蒸发器

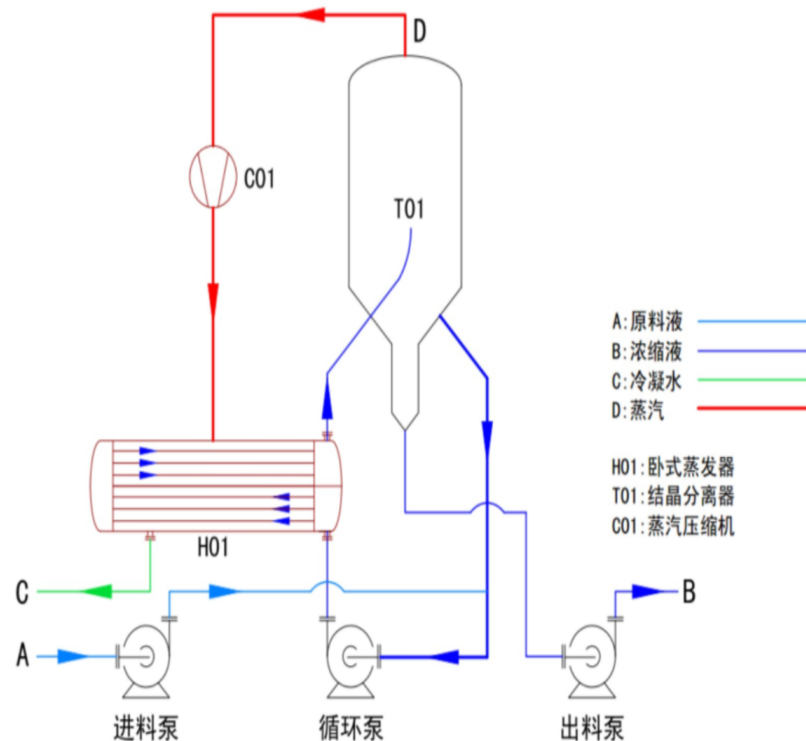
### ◆ 强制循环蒸发器:

#### 特点:

1. 传热系数较低;
2. 换热表面不易形成结垢或结晶。

#### 应用范围:

- 1, 适用于易结垢、产生结晶高粘度物料;
- 2, 蒸发浓缩或蒸发结晶过程。



## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——蒸发器

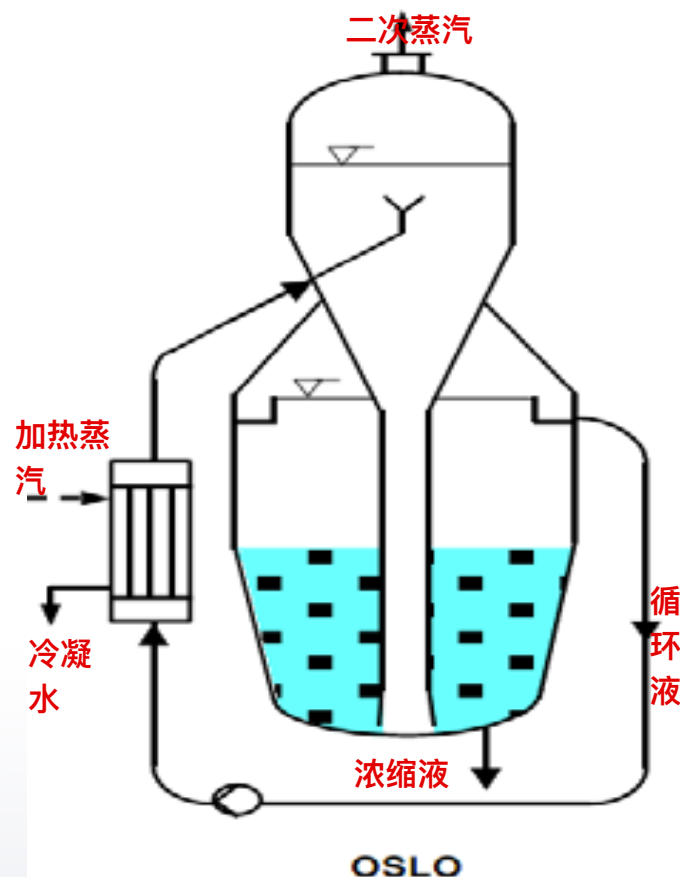
### ◆ OSLO蒸发器:

#### 工作原理:

物料在换热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OSLO蒸发结晶器中, 在OSLO蒸发结晶器内由于物料静压下降使物料发生蒸发。

二次蒸汽从物料中溢出, 物料被浓缩产生过饱, 并在OSLO蒸发结晶器的中心管内下降与溶液中的小结晶充分接触而使结晶进一步生长, 成长较大的结晶经过淘析柱淘析把大结晶沉淀到淘析柱下面用晶浆泵输送到稠厚器。较小的结晶在OSLO结晶器中继续成长。

经过澄清的液体被强制循环泵输送到换热器继续加热, 物料如此循环不断蒸发浓缩或浓缩结晶。二次蒸汽经过分离器上部的分离和除沫装置净化后输送到压缩机, 被压缩的二次蒸汽输送到换热器壳程内再次作蒸发器加热蒸汽。实现热能循环连续蒸发。



## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——蒸发器

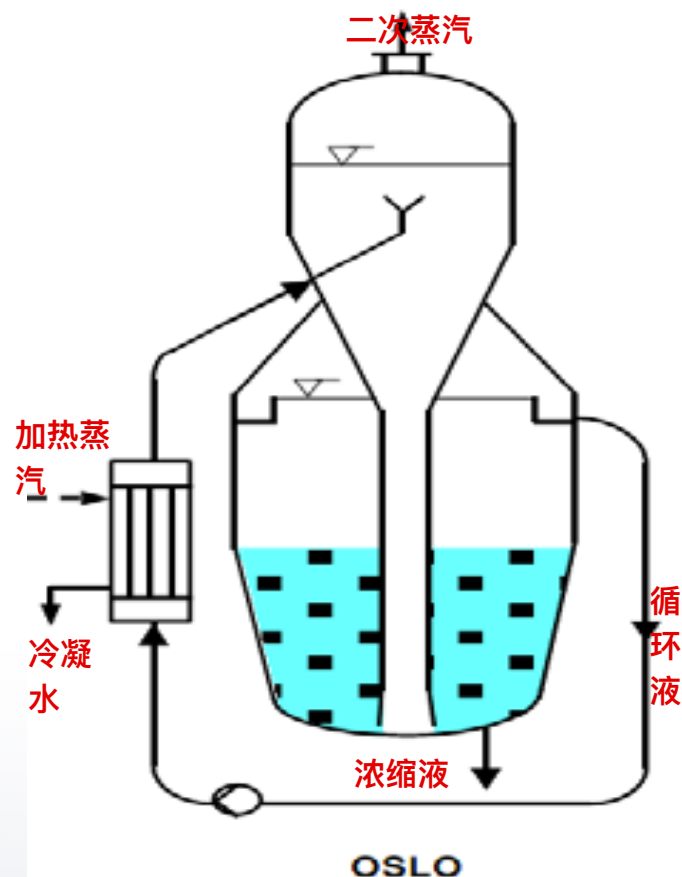
### ◆ OSLO蒸发器:

#### 主要特点:

- 1, 结晶粒度大, 粒度均匀
- 2, 设备体积大, 成本高

#### 适用范围:

- 1, 适用于要求结晶粒度较大的物料生产。



## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备——蒸发器

### ◆ DTB蒸发器:

#### 工作原理:

DTB型结晶器是一种典型的晶浆内循环结晶器。由于在结晶器设置内导流筒，形成了循环通道，使晶浆具有良好的混合条件，在蒸发结晶中能迅速消除过饱和度，能使溶液的过饱和度处于比较低的水平。

特别适用于溶解度曲线比较陡的产品。

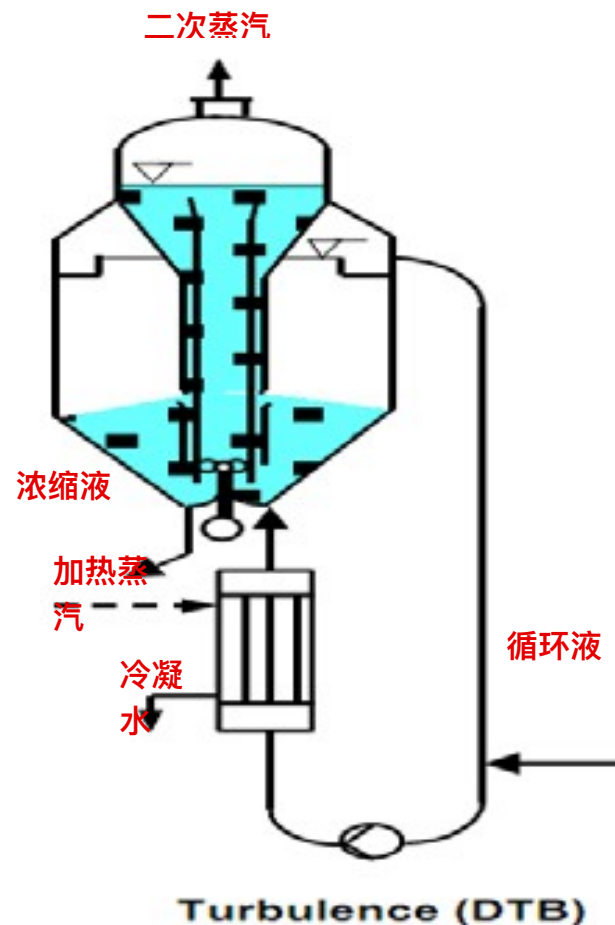
DTB型结晶器性能良好，生产强度高，能生产颗粒较大的晶粒，且结晶器内不易结疤。它已经成为连续结晶器的主要形式之一。

#### 主要特点:

1, 生产强度高，结晶颗粒较大，性能稳定。

#### 适用范围:

➤1, 适用于结晶粒度较大、生产强度较高的物料生产

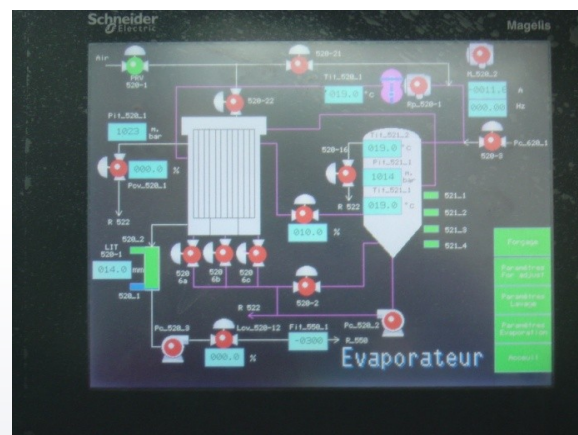
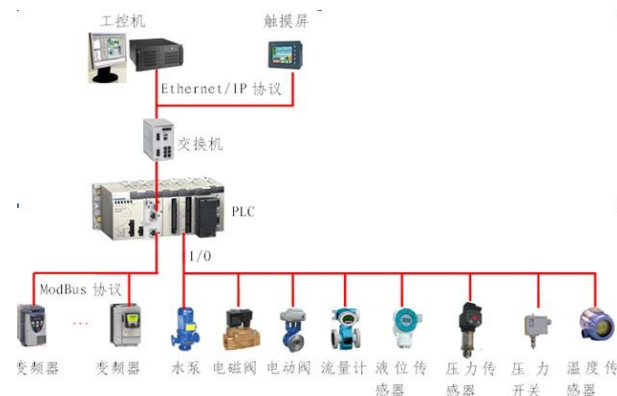


## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备—— **自动控制系统**

### ◆ PLC控制系统

#### 特点:

- 1, 采用**西门子S7-300**模块化PLC, 和心德 自主开发的PLC控制系统, 可以实现系统的**全自动控制**并且具有完善的**保护功能**, 保证系统能够**安全稳定的运行**;
- 2, 对压缩机采用**连锁控制**和**保护机制**, 保 证**压缩机安全运行**;
- 3, 可实现**连续进料**;
- 4, 可以使**浓缩液的浓度稳定在设定温度**;
- 5, 系统具有**远程通讯**和**远程控制**的功能。

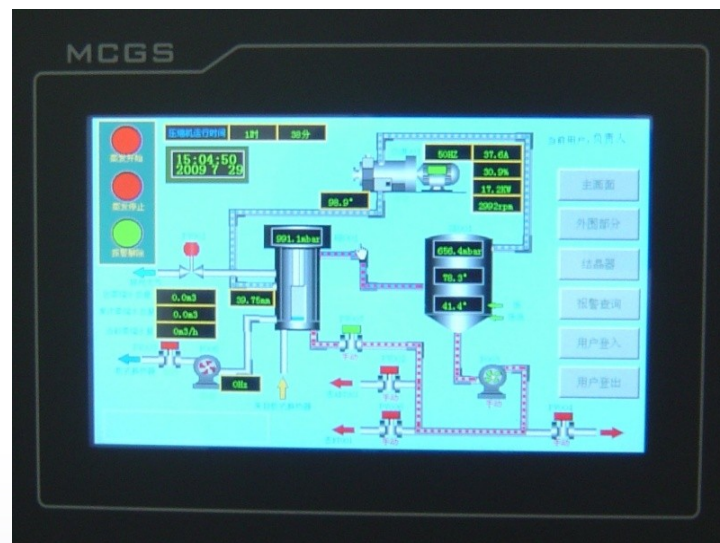


## 二, MVR系统组成与特点 ➤ MVR系统核心设备—— **自动控制系统**

### ◆ 上位机

#### 特点:

- 1, 上位机软件采用西门子公司WINCC组态软件或者其他优质组态软件;
- 2, 心德自主研发的上位机控制系统;
- 3, 用户可通过上位机界面对设备进行相关的控制和监视, 包括: 设备启停控制、运行模式的切换、相关参数的设置、设备运行状况的监视、故障报警和运行数等的查看;
- 4, 整个界面设计简单明了, 突出重点, 非常人性化。



### 三, MVR应用范围



牛奶行业

饮料行业

化工制药

制酒行业

MVR  
压缩机

粮食深加工

食品发酵

工业污水

代用燃料工业



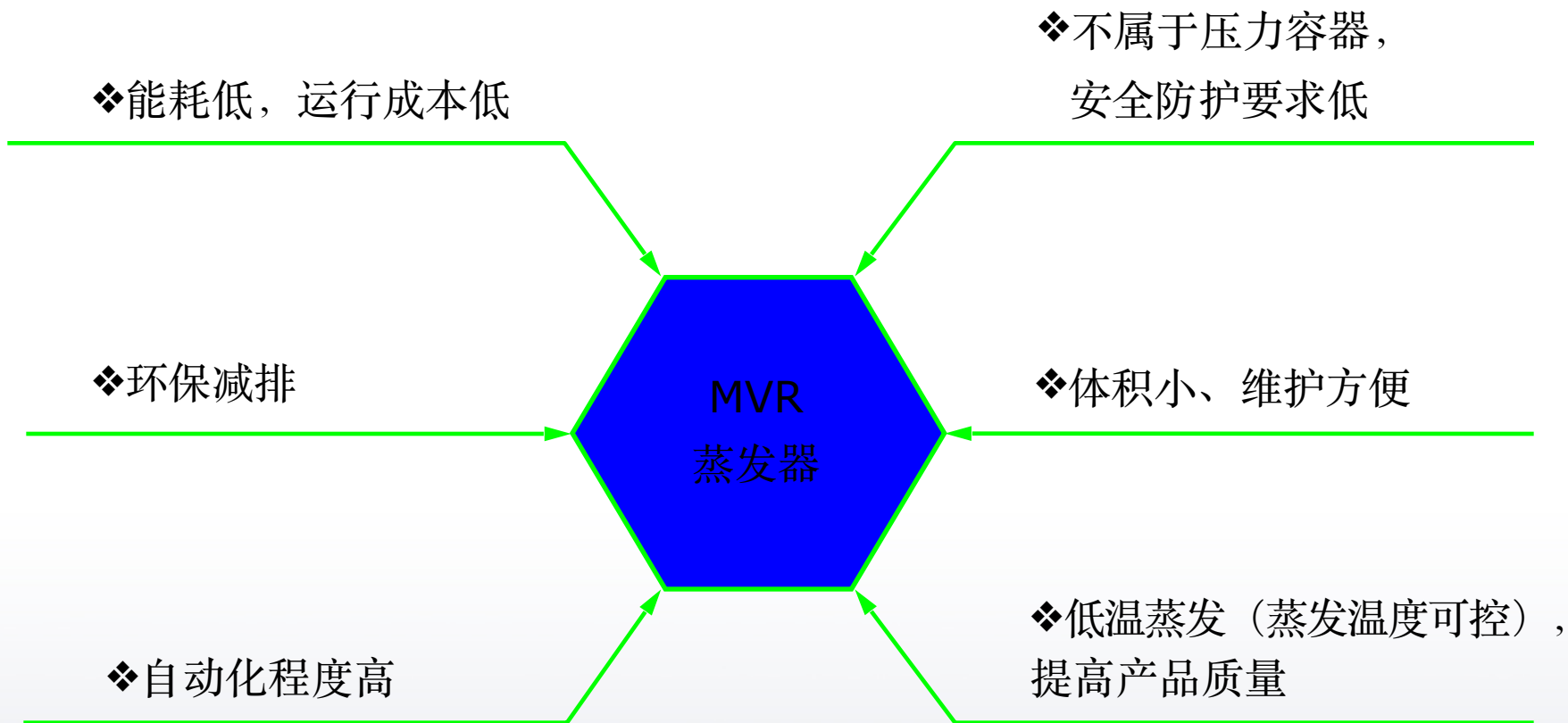
### 三, MVR应用范围

#### ◆ MVR技术应用在工艺流程——蒸发浓缩

| 行业   | 应用案例  |
|------|---|
| 精细化工 | 海水淡化；染料，颜料，元明粉，亚硫酸钠，香料香精，农药生产等生产过程中的蒸发、浓缩和结晶。 |
| 制药行业 | 中药浓缩提取（可实现17—40℃低温蒸发）、化学制药，生物制药生产过程中蒸发，浓缩和结晶等 |
| 氯碱行业 | 合成氨，烧碱，尿素，氮肥，PVC等                             |
| 食品发酵 | 味精，柠檬酸，氨基酸，淀粉，甜菜，果胶等浓缩提取工艺                    |
| 制酒行业 | 酒精蒸馏、葡萄酒、啤酒等生产                                |
| 饮料行业 | 番茄酱、水果酱，果汁等生产                                 |
| 牛奶行业 | 酸奶，奶粉生产工艺中                                    |
| 精馏行业 | 有机溶剂回收利用等                                     |

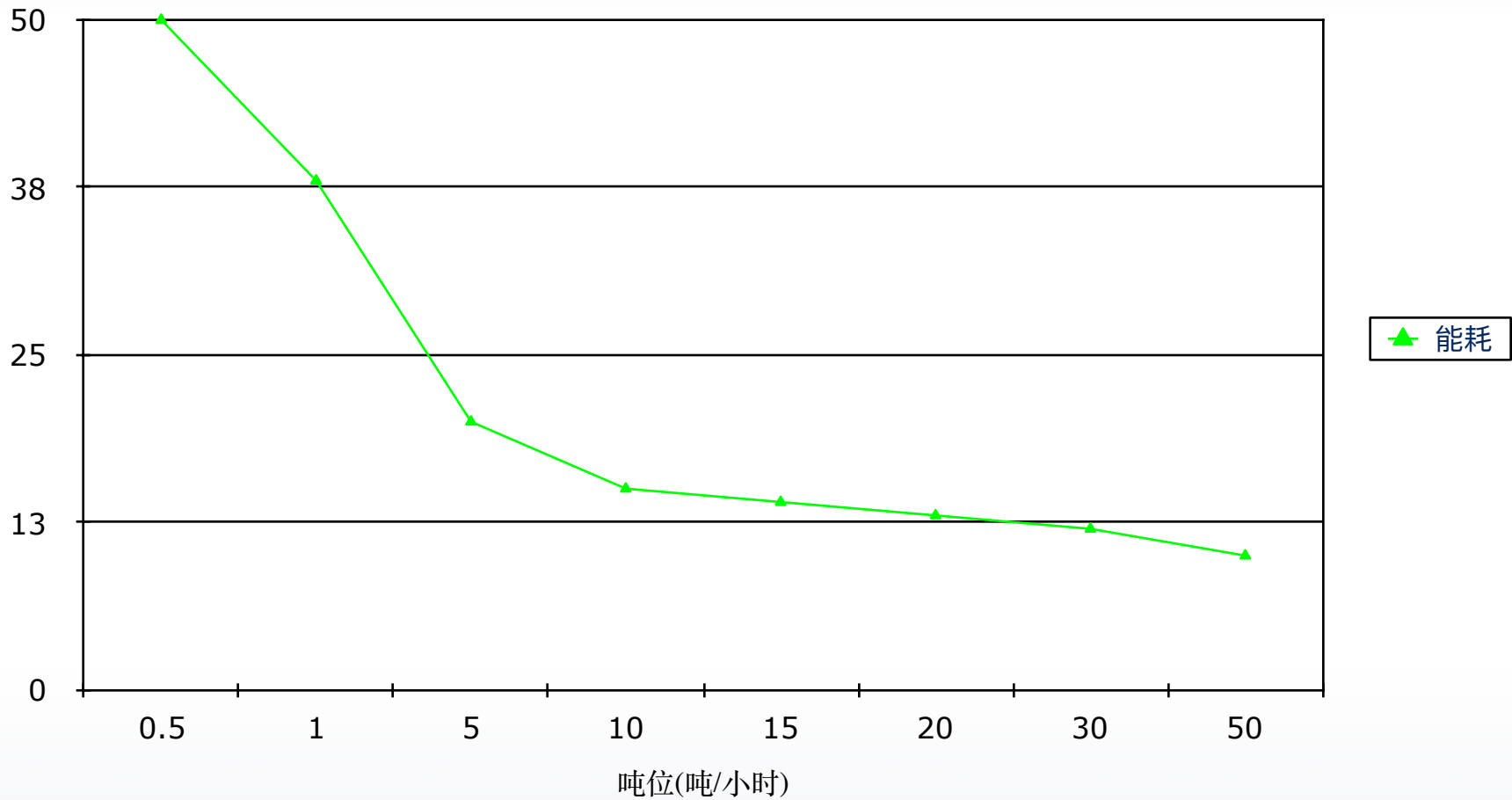
## 四, MVR系统优点

### ◆ MVR系统优点:



## 四, MVR系统优点

能耗曲线图



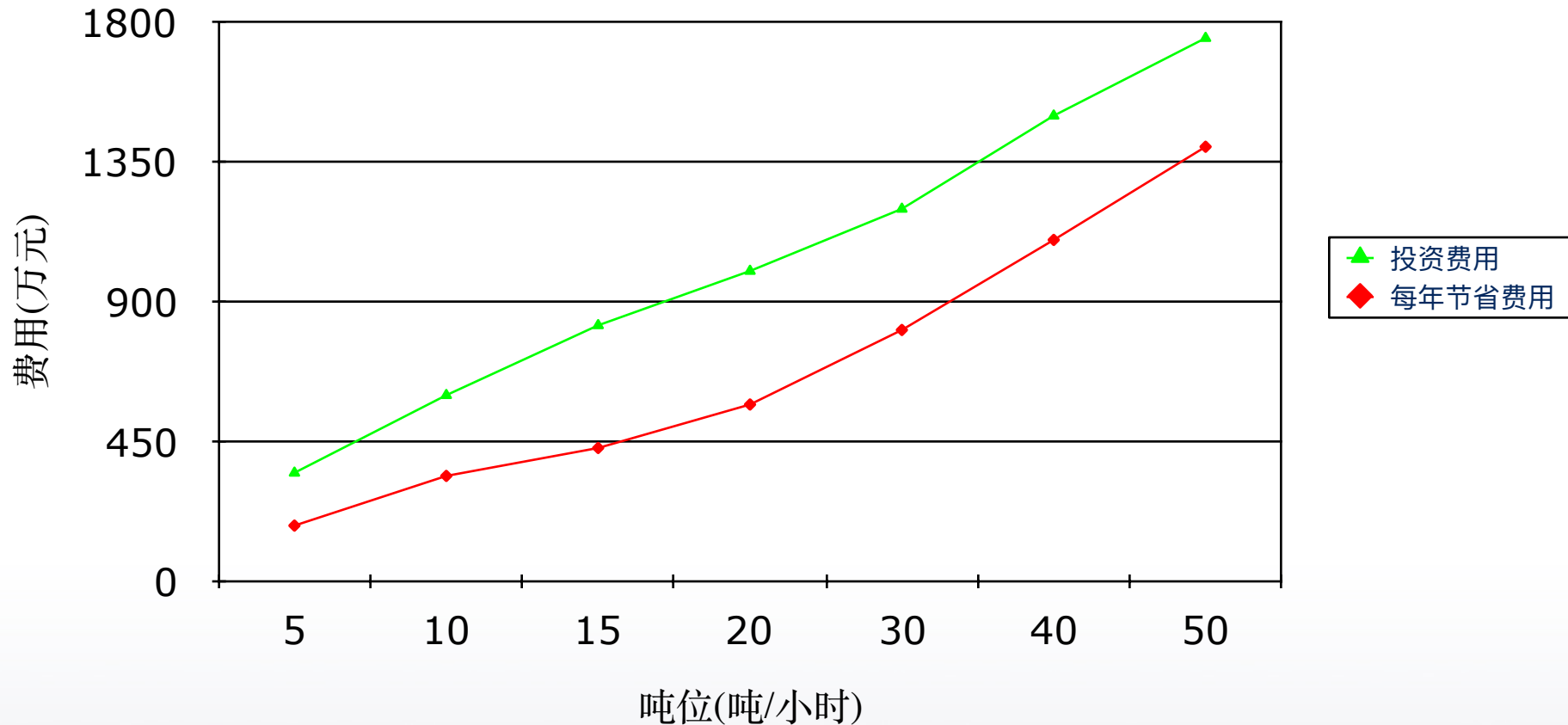
从上表数据可知随着吨位的增加，每吨每小时的能耗在不停的下降，即是性价比也随着增加。

## 四, MVR系统优点

工作时间: 24 小时/天 330 天/年

电价: 0.5 RMB / KW/h

蒸汽价: 150RMB / 吨-210RMB / 吨



从上表数据可知所有的一次性投资在两年内完全可以收回, 在两年回收期后, 按照每台MVR蒸发器使用二十年计算, 可以为企业节省大量的资金。

## 五, 我司MVR节能环保业务推广

### ◆ 有色冶炼（部分案例）

|   | 项目名称         | 处理物料         |
|---|--------------|--------------|
| 1 | 冶炼废水零排放      | 冶炼重金属废水      |
| 2 | 反渗透浓缩废水零排放系统 | 硫酸盐、氯化物重金属废水 |

#### 先进技术:

- 1, 除重金属除钙技术
- 2, 膜处理浓缩系统
- 3, 二次除钙系统
- 4, MVR降膜浓缩技术
- 5, MVR结晶蒸发系统



## 五, 我司MVR节能环保业务推广

### ◆ 染料化工（部分案例）

|   | 项目名称    | 所在地区 | 处理物料    |
|---|---------|------|---------|
| 1 | 印染废水处理  | 浙江上虞 | 高盐废水    |
| 2 | 印染助剂类废水 | 江苏太仓 | 氯化物，荧光粉 |

#### 技术优势：

- 1，使用热结晶方式，能耗损失小；
- 2，结晶盐可以回收利用
- 3，无需鲜蒸汽启动



## 五, 我司MVR节能环保业务推广

### ◆ 精细化工（部分案例）

|   | 项目名称         | 所在地区 | 处理物料         |
|---|--------------|------|--------------|
| 1 | 亚硫酸钠蒸发结晶系统   | 湖南岳阳 | 亚硫酸钠         |
| 2 | 氯化铵高盐废水      | 河北沧州 | 氯化铵，硫酸铵，硫酸苯胺 |
| 3 | 硫酸镍产品浓缩蒸发    | 广东肇庆 | 硫酸镍          |
| 4 | 清洁剂废水处理      | 广东广州 | 清洁剂，消毒水      |
| 5 | 硫酸铵废水MVR系统处理 | 四川泸州 | 硫酸铵，氯化铵      |
| 6 | 电池级氢氧化锂废水    | 广东省  | 氢氧化锂         |
| 7 | 羟丙基甲基纤维素高盐废水 | 河北晋州 | 氯化钠高盐废水      |
| 8 | 氨基乙酸蒸发浓缩工艺   | 河北省  | 氨基乙酸         |

注：精细化工行中以煤化工，石油化工为主的高盐，高COD、高氨氮等废水均可以用MVR节能环保技术处理，达到“零排放”标准。

## 五, 我司MVR节能环保业务推广

### ◆ 食品添加剂等（部分案例）

|   | 项目名称       | 所在地区 | 处理物料  |
|---|------------|------|-------|
| 1 | 单效强制循环蒸发系统 | 山东威海 | 高酞    |
| 2 | 甜菜处理废水     | 安徽   | 氯化钠废水 |
| 3 | 制糖，溶剂回收    | 广西桂林 | 氢氧化钠  |
| 4 | TVR降膜蒸发系统  | 山东烟台 | 果糖    |

#### 技术优势：

- 1，真空低温蒸发，避免浓缩过程中营养成分流失，分解现象；
- 2，卫生级不锈钢CIP自动清洗，操作实现全自动，可间歇或连续出料；
- 3，强制循环方式，因浓缩过程中粘度增加，堵塞管道现象。



## 五, 我司MVR节能环保业务推广

### ◆ 其他行业（部分案例）

|   | 行业      | 项目名称        | 所在地区 | 处理物料   |
|---|---------|-------------|------|--------|
| 1 | 垃圾渗滤液   | 垃圾渗滤液处理     | 福建建阳 | 垃圾渗滤液  |
| 2 | 线路板工业废水 | 线路板废液处理     | 江西九江 | 线路板废液  |
| 3 | 石油开采    | 石油钻井液处理     | 四川成都 | 钻井废液   |
| 4 | 电厂脱硫脱硝  | 兵器工业部下属企业电厂 | 广东省  | 电厂脱硫废水 |

#### 技术优势:

1, MVR系统+化学沉淀+臭氧氧化工艺, 该工艺可以解决蒸发器污垢问题, 同时把氨氮回收利用, 达标排放。



谢谢！  
诚望多提宝贵意见

