



# 真空泵培训材料（二）

合肥工业大学机械与汽车工程学院

真空与过程装备教研室

王君

2006年11月

# 液环式真空泵

---

- 1、液环真空泵的工作原理；
- 2、液环真空泵的基本类型和优缺点；
- 3、液环泵的结构；
- 4、液环泵的主要参数计算及选型；
- 5、液环泵的使用、维护注意事项；



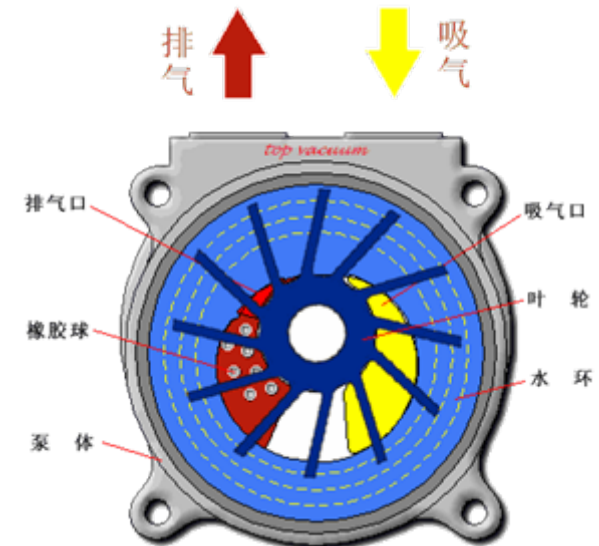
## 二、液环式真空泵

### 1、液环真空泵的工作原理（概念）

液环式真空泵采用带有多叶片的转子安装在泵壳内，当转子旋转时，会将液体抛向泵壳并形成液环，液环和转子叶片形成容积周期变化的旋转变容真空泵。水环泵是液环式真空泵中最常见的一种。

解释：

- 液环的形成：旋转离心力；
- 工作腔形成：转子+液环+泵端盖；
- 抽气原理：利用若干个、体积变化的工作腔的容积变化来实现抽气作用；
- 也可以作为压缩机来使用。

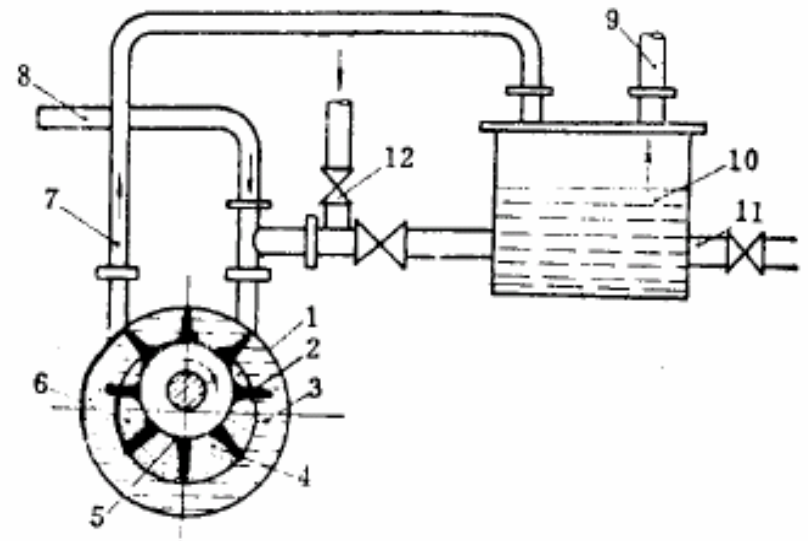




## 二、液环式真空泵

### 1、液环真空泵的工作原理（实际工作过程）

- 叶轮2和泵壳1形成水环3和工作腔5；
- 工作腔容积有小变大，由大变小，构成压缩过程；
- 被抽气体由入口4和进气管8进入；
- 被抽气体由排气口6和排气管7排出；
- 排出的气体和水经排气管7进入水箱10，水被回收；
- 排出的气体经管道9排入大气。

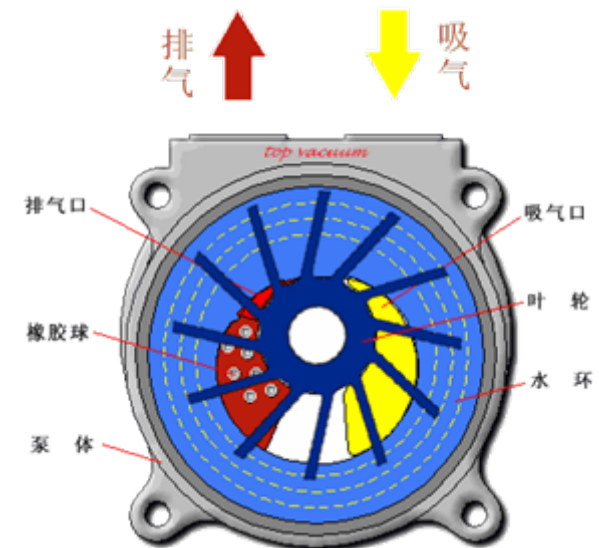




## 二、液环式真空泵

### 1、液环真空泵的工作原理（能量传输过程）

- 液体被叶轮带动后，获得动能并形成紧贴于泵腔的液环；
- 液环在泵腔内回转，在吸气侧不断被加速，并吸入气体；
- 在向排气侧转动过程中，液体经历了加速~减速的过程，动能经历了增加~降低，势能则降低~增加；
- 在排气侧，气体被压缩，而液体增加的势能则被传递给气体，以抵抗气体膨胀压力；
- 压缩的气体在排气侧排出；
- 液环剩余的能量将会推动叶轮旋转。





## 二、液环式真空泵

### 2、液环真空泵的基本类型和优缺点

#### 2.0 型号及基本参数

水环真空泵级数，阿拉伯数字表示，单级不表示，2表示两级。

2

SK

A

—

6

P

1

大气喷射器的级数。1表示1级，2表示2级。

水环真空泵用“SK”、“SZ”表示；水环压缩机用“SY”表示。

最大气量相同，但极限真空度不同的水环泵，A代表较高，B代表较低。

是否带有大气喷射器，带有则用“P”。

最大抽速， $\text{m}^3/\text{min}$ 。



## 二、液环式真空泵

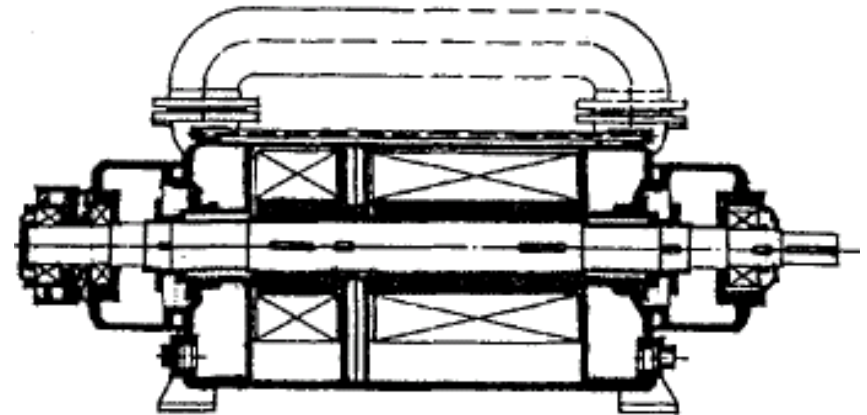
### 2、液环真空泵的基本类型和优缺点

#### 2.1 基本类型（按照叶轮个数分类）

- 单级泵：泵中只有一个叶轮，为液环泵最常见的形式；
- 两级泵：利用心轴将两个单级泵串联而成（非泵管道的串联）；

比较：

- 两级泵的极限真空度高；
- 在较低压力下，两级泵仍具有较大抽速；
- 两级泵更适合较高真空条件下的需要。





## 二、液环式真空泵

### 2、液环真空泵的基本类型和优缺点

#### 2.1 基本类型（按照吸、排气状态分类）

- 液环真空泵：泵的进口为真空状态，出口为大气压力。该类泵主要用于粗低真空获得，化工行业的脱酸、脱气等。
- 液环压缩机：泵进口为大气压力状态，出口高于大气压力。主要用于化工行业介质的输送。
- 介于真空泵和压缩机之间：介于真空泵和压缩机二者之间的液环泵。进口为真空状态，出口为压缩状态，用于煤矿瓦斯气体抽除和火炉煤气的抽送。



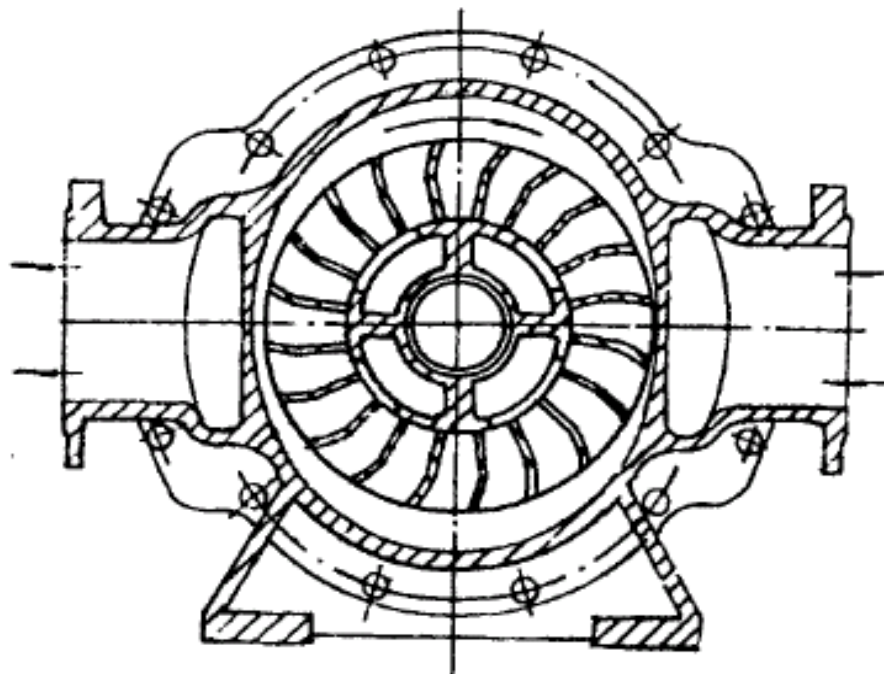
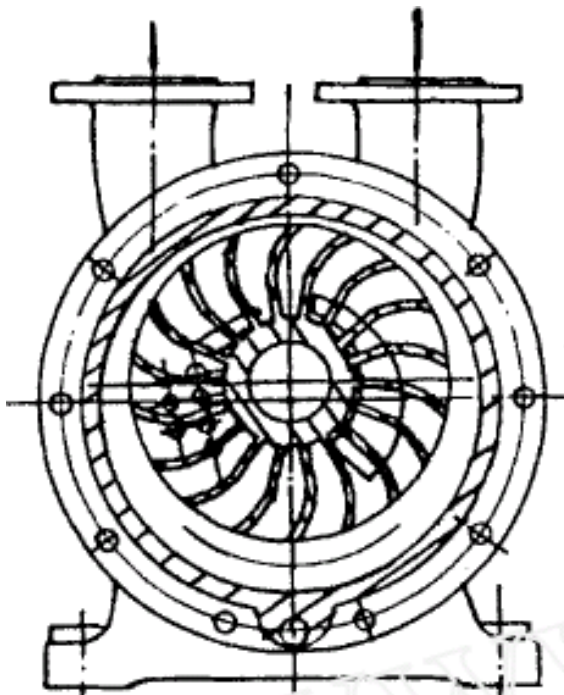


## 二、液环式真空泵

### 2、液环真空泵的基本类型和优缺点

#### 2.1 基本类型（按照作用方式分类）

- 单作用：叶轮与泵体呈单偏心结构，叶轮旋转一次进行一次吸、排气。（该方式结构简单，容易制造，吸、排气口面积大，压缩段较长，可以获得较高效率及极限真空，且不易产生涡流和气蚀。但叶轮转子受力不均匀。）
- 双作用：叶轮与泵体呈双偏心结构，叶轮旋转一次进行两次吸、排气。





## 二、液环式真空泵

### 2、液环真空泵的基本类型和优缺点

#### 2.2 优缺点

##### 优点：

- 结构简单，制造精度要求不高，容易加工；
- 结构紧凑，可以和驱动电机直联；
- 接近等温压缩过程，抽排过程中，气体温度变化小，因此可以处理易燃、易爆气体；
- 泵腔内无金属摩擦表面，无需润滑，因此可抽排含有灰尘、可燃性气体或气水混合物；
- 吸气均匀，工作平稳可靠，操作简单，维修方便。

##### 缺点：

功耗大，效率低；极限压力高；叶轮圆周速度不高，结构尺寸大。

## 二、液环式真空泵

### 3、液环真空泵的结构

#### 3.1 典型结构（泵腔）

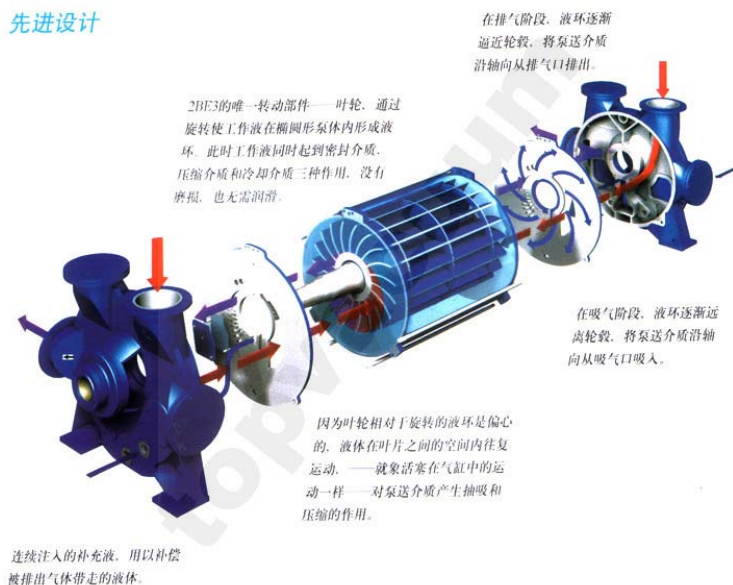
液环真空泵一般由壳腔、端盖、叶轮、气体分配器、轴承体和轴承压盖、进/放水管路和轴封部分组成。

泵腔为两个偏心半圆腔构成的近似椭圆体。中间根据是单级还是双级设置有隔板（两级也可以体现在叶轮隔板上）。吸、排气口可以设置在泵腔壳体上，但该设置会将泵腔变为易损件，所以一般不采用。



山东淄博通普真空泵厂的2BE3水环泵外形

#### 先进设计



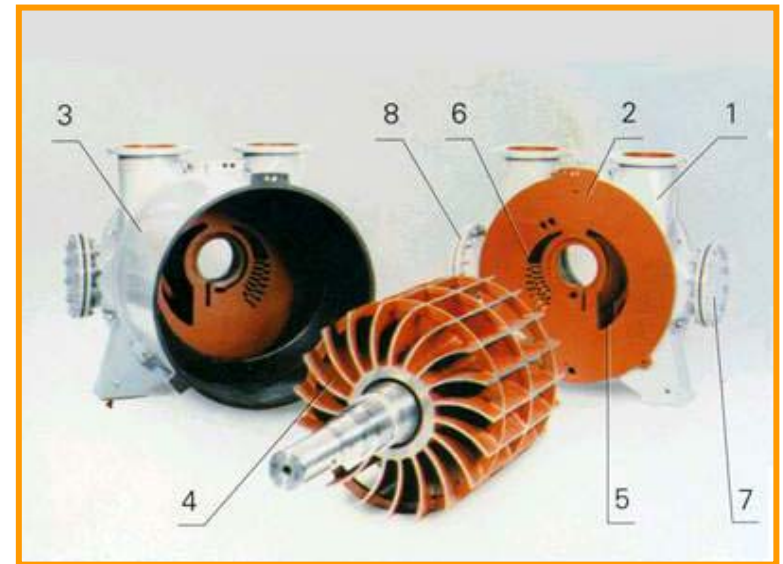


## 二、液环式真空泵

### 3、液环真空泵的结构

#### 3.1 典型结构（叶轮）

叶轮是液环泵中唯一的动部件，中间有隔板将叶轮分为两部分，每部分的中心有圆柱形的空腔，该腔体和气体分配器配合。





## 二、液环式真空泵

### 3、液环真空泵的结构

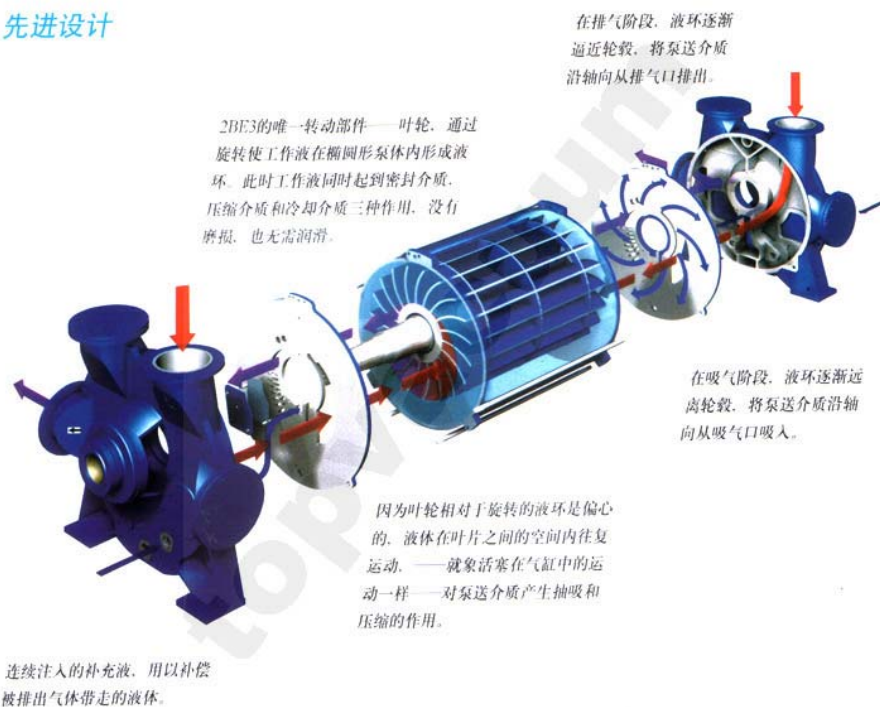
#### 3.1 典型结构（侧盖和气体分配器）

气体分配器安装在侧盖和泵壳之间，气体分配器和泵壳、侧盖之间有装配面，且与叶轮存在着磨擦配合面，因此制造精度要求较高。侧盖根据单/双作用、单/双级的区别具有不同结构。

侧盖位于泵壳两侧，各有一个吸气口和排气口，吸气通道和排气通道和气体分配器连接。



#### 先进设计





## 二、液环式真空泵

### 3、液环真空泵的结构

#### 3.1 典型结构（进、放水管路和轴承及轴承压盖）

进水管路完成两部分的供水，即填料密封供水和水环供水。相应的设置有放水管路。

轴承有两个固定在位于侧盖上的轴承座中，采用润滑脂润滑，并设有轴承压盖。





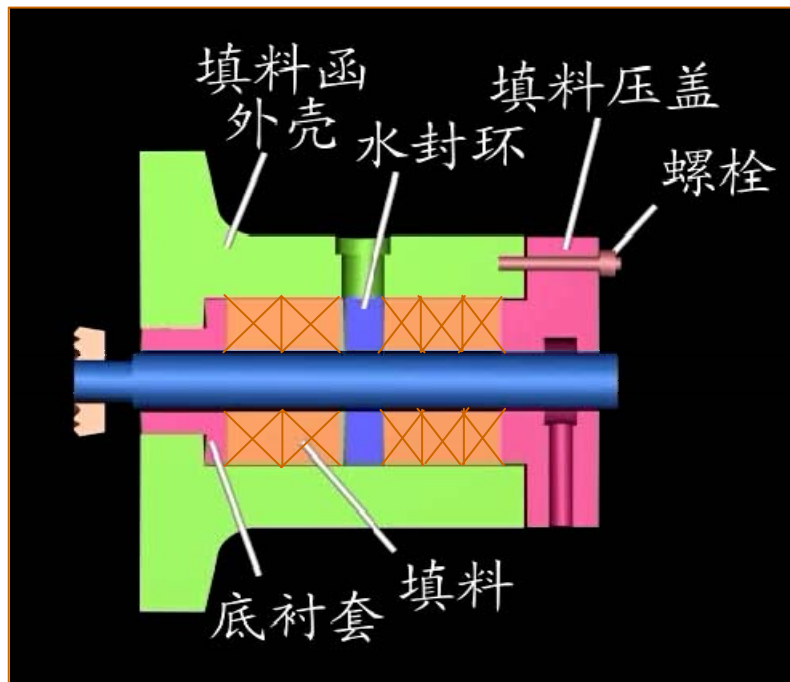
## 二、液环式真空泵

### 3、液环真空泵的结构

#### 3.1 典型结构（轴封）

液环真空泵采用的轴封结构可以采用两类结构，填料函密封和机械密封。前者较为常见，后者可根据用户需要进行改装。

填料函密封：



填料：3~5圈

植物纤维、人造纤维、石  
棉纤维等编织物。

## 二、液环式真空泵



### 3、液环真空泵的结构

#### 3.1 典型结构（轴封）

机械密封：





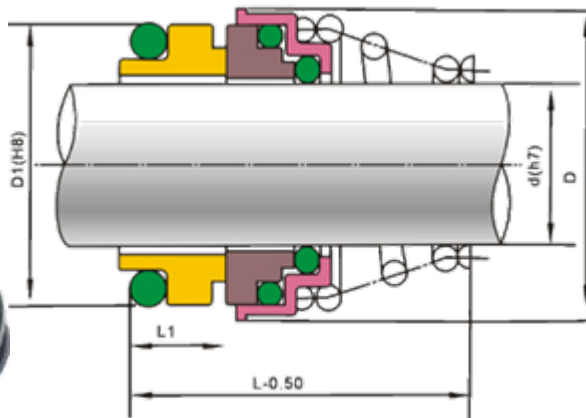


## 二、液环式真空泵

### 3、液环真空泵的结构

#### 3.1 典型结构（轴封）

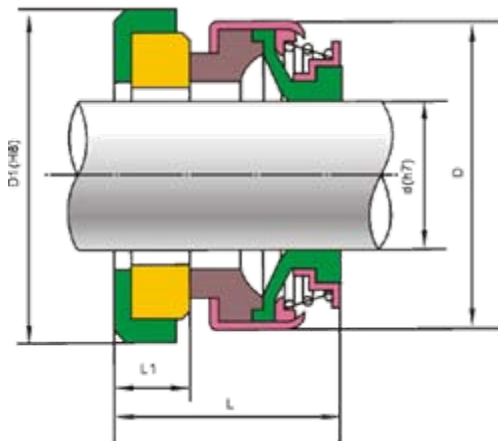
机械密封：



动环（褐）径向密封

静环（黄）径向密封

橡胶环圈（绿）径、轴向密封



## 二、液环式真空泵

### 3、液环真空泵的结构

#### 3.2 水环-大气喷射机组（原因）

对于水环泵，即使采用双级水环泵，极限真空度的提高也只是在一定的范围之内，这是因为受到水的饱和蒸汽压的限制。水环泵的理论极限压力就是水的饱和蒸汽压。如果考虑气体返流等因素的影响，实际上水环泵的极限压力显著比该水温上的饱和蒸汽压力为高。为了提高前级泵的极限真空度，可以将水环泵与大气泵组合使用。

水环-大气喷射机组可以有效的降低水环泵的极限压力，而且压力较低条件下抽速明显增加。





## 二、液环式真空泵

### 3、液环真空泵的结构

#### 3.3 液环泵的工作参数

- 液环泵的基本工作参数如下：
- 单级泵：极限压力 $2 \times 10^3 \text{Pa} \sim 8 \times 10^3 \text{Pa}$ ；
- 双级泵：极限压力 $2 \times 10^3 \text{Pa} \sim 4 \times 10^3 \text{Pa}$ ；
- 大气喷射-水环泵：极限压力 $0.27 \times 10^3 \text{Pa} \sim 1 \times 10^3 \text{Pa}$ ；
- 抽速： $0.25 \text{m}^3/\text{min} \sim 500 \text{m}^3/\text{min}$ ；
- 工作温度：被抽气体 $20^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 为宜。



## 二、液环式真空泵

### 4、液环泵的主要参数计算及选型

#### 4.1 主要参数计算

工况条件包括：抽速要求，吸入压力、排气压力、被抽介质种类成分、液环液体种类、工作温度。

设计计算参数：…

#### 4.2 选型

- 明确用户需求；
- 尽量在高效区工作，避免在临界真空度或排气压力区域工作；
- 避免在最大真空度/排气压力范围工作；
- 作为真空泵，尽量选择单作用泵；
- 可考虑通过连接大气喷射泵来扩大液环泵使用范围；
- 作为压缩机，选择双作用泵较合适。



## 二、液环式真空泵

### 4、液环泵的主要参数计算及选型

#### 4.3 液环泵的相关标准

- GB/T 13929-1992 《水环真空泵和水环压缩机 试验方法》：该标准规定了水环真空泵和水环压缩机工厂试验时的实验方法测量精度、计算方法和试验结果的换算。其它工作液体的液环泵可参照使用。
- GB/T 13930-1992 《水环真空泵和水环压缩机 气量测定方法》：该标准规定了水环真空泵和水环压缩机工厂试验时测定气体流量的装置、方法和要求。



## 二、液环式真空泵

### 5、液环泵的使用、维护注意事项

液环泵在很多领域获得了广泛的应用，特别是矿产（煤矿等）、化工（氯碱、化肥、造纸、制药等）、冶金、轻工等领域（用于真空过滤、送料、脱气、蒸发、浓缩、回潮等场合）。主要应用趋势有大型化、成套要求高以及在较高真空条件下保持较大抽气量，这给相关的生产、销售企业带来了严格的要求。

使用、维护注意事项：

- 彻底理解并执行使用说明书的要求；
- 安装合理；
- 工作条件和泵的最佳工作范围吻合；
- 保持液环泵泵液工作温度正常（必要时设置合理的冷却装置）；
- 保持泵液浓度正常；
- 在水蒸气较多的工作条件下，尽量避免使用油液环泵；
- 一般不使用三级或多级液环泵，必要条件下，液环泵和大气泵、水喷射泵或罗茨泵组成串联机组使用。





## 二、液环式真空泵

### 思考题：

1. 液环泵获得真空的基本原理是什么？
2. 液环泵的主要优缺点有哪些？
3. 液环泵的基本类型包括哪几种？
4. 液环泵的基本结构包括哪几部分？
5. 液环泵的主要性能包括哪几个？
6. 选配液环泵需要注意哪些问题？