

真空系统单元仿真培训系统

操作说明书

东方仿真ES



北京东方仿真软件技术有限公司

2009年1月

一. 工艺流程说明

1. 液环真空泵简介及工作原理

水环真空泵（简称水环泵）是一种粗真空泵，它所能获得的极限真空为2000~4000Pa，串联大气喷射器可达270~670Pa。水环泵也可用作压缩机，称为水环式压缩机，是属于低压的压缩机，其压力范围为 $1\sim 2\times 10^5$ Pa表压力。水环泵最初用作自吸水泵，而后逐渐用于石油、化工、机械、矿山、轻工、医药及食品等许多工业部门。在工业生产的许多工艺过程中，如真空过滤、真空引水、真空送料、真空蒸发、真空浓缩、真空回潮和真空脱气等，水环泵得到广泛的应用。由于真空应用技术的飞跃发展，水环泵在粗真空获得方面一直被人们所重视。由于水环泵中气体压缩是等温的，故可抽除易燃、易爆的气体，此外还可抽除含尘、含水的气体，因此，水环泵应用日益增多。

在泵体中装有适量的水作为工作液。当叶轮按图中顺时针方向旋转时，水被叶轮抛向四周，由于离心力的作用，水形成了一个决定于泵腔形状的近似于等厚度的封闭圆环。水环的下部分内表面恰好与叶轮轮毂相切，水环的上部内表面刚好与叶片顶端接触（实际上叶片在水环内有一定的插入深度）。此时叶轮轮毂与水环之间形成一个月牙形空间，而这一空间又被叶轮分成和叶片数目相等的若干个小腔。如果以叶轮的下部 0° 为起点，那么叶轮在旋转前 180° 时小腔的容积由小变大，且与端面上的吸气口相通，此时气体被吸入，当吸气终了时小腔则与吸气口隔绝；当叶轮继续旋转时，小腔由大变小，使气体被压缩；当小腔与排气口相通时，气体便被排出泵外。

水环泵是靠泵腔容积的变化来实现吸气、压缩和排气的，因此它属于变容式真空泵。

2. 蒸汽喷射泵简介及工作原理

水蒸汽喷射泵是以靠从拉瓦尔喷咀中喷出的高速水蒸汽流来携带气的，故有如下特点：

(1) 该泵无机械运动部分，不受摩擦、润滑、振动等条件限制，因此可制成抽气能力很大的泵。工作可靠，使用寿命长。只要泵的结构材料选择适当，对于排除具有腐蚀性气体、含有机杂质气体以及水蒸等场合极为有利。

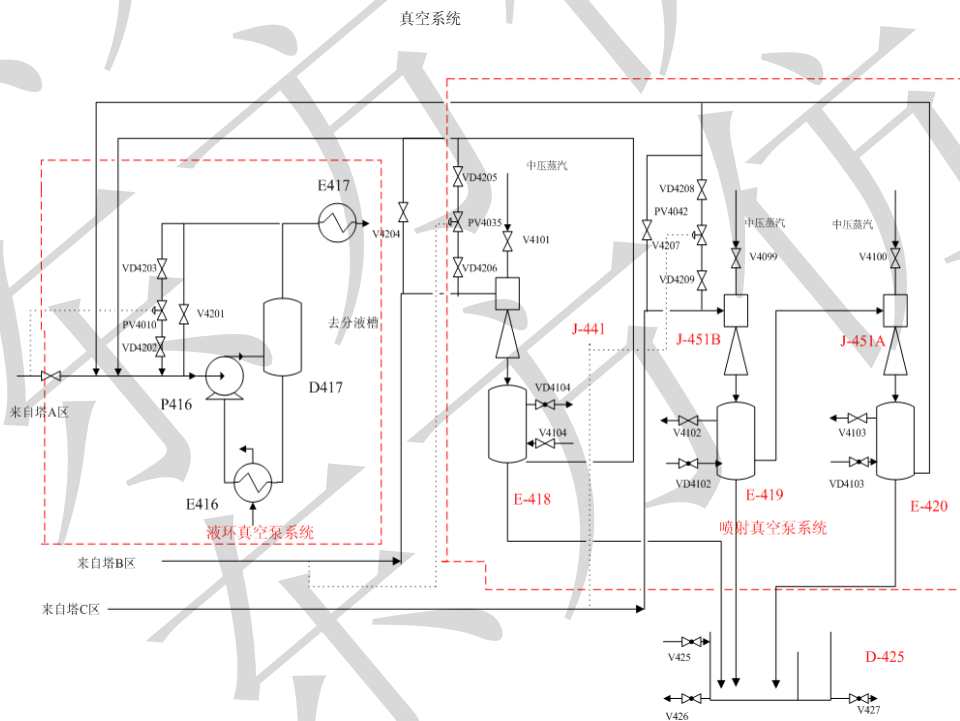
(2) 结构简单、重量轻，占地面积小。(3) 工作蒸汽压力为 $4\sim 9\times 10^5$ Pa，在一般的冶金、化工、医药等企业中都具备这样的水蒸汽源。

因水蒸汽喷射泵具有上述特点，所以广泛用于冶金、化工、医药、石油以及食品等工业部门。

喷射泵是由工作喷咀和扩压器及混合室相联而组成。工作喷咀和扩压器这两个部件组成了一条断面变化的特殊气流管道。气流通过喷咀可将压力能转变为动能。工作蒸汽压强 P_0 和泵的出口压强 P_4 之间的压力差，使工作蒸汽在管道中流动。

在这个特殊的管道中，蒸汽经过喷咀的出口到扩压器入口之间的这个区域(混合室)，由于蒸汽流处于高速而出现一个负压区。此处的负压要比工作蒸汽压强 P_0 和反压强 P_4 低得多。此时，被抽气体吸进混合室，工作蒸汽和被抽气体相互混合并进行能量交换，把工作蒸汽由压力能转变来的动能传给被抽气体，混合气流在扩压器扩张段某断面产生正激波，波后的混合气流速度降为亚音速，混合气流的压力上升。亚音速的气流在扩压器的渐扩段流动时是减速增压的。混合气流在扩压器出口处，压力增加，速度下降。故喷射泵也是一台气体压缩机。

3. 工艺流程简介



该工艺主要完成三个塔体系统真空抽取。液环真空泵 P416 系统负责 A 塔系统真空抽取，正常工作压力为 26.6kpaA，并作为 J-451、J-441 喷射泵的二级泵。J-451 是一个串联的二级喷射系统，负责 C 塔系统真空抽取，正常工作压力为 1.33kpaA。J-441 为单级喷射泵系统，抽取 B 塔系统真空，正常工作压力为 2.33kpaA。被抽气体主要成分为可冷凝气相物质和水。由 D417 气水分离后的液相提供给 P416 灌泵，提供所需液环液相补给；气相进入换热器 E-417,冷凝出的液体回流至 D417, E417 出口气相进入焚烧单元。生产过程中，主要通过调节各泵进口回流量或泵前被抽工艺气体流量来调节压力。

J441 和 J451A/B 两套喷射真空泵分别负责抽取塔 B 区和 C 区，中压蒸汽喷射形成负压，抽取工艺气体。蒸汽和工艺气体混合后，进入 E418、E419、E420 等冷凝器。在冷凝器内大量蒸汽和带水工艺气体被冷凝后，流入 D425 封液罐。未被冷凝的气体一部分作为液环真空泵 P416 的入口回流，一部分作为自身入口回流，以便压力控制调节。

D425 主要作用是为喷射真空泵系统提供封液。防止喷射泵喷射被压过大而无法抽取真空。开车前应该为 D425 灌液，当液位超过大气腿最下端时，方可启动喷射泵系统。

4. 正常工况工艺参数

工艺参数	数值（单位）
1.PI4010 动)	26.6KPa(由于控制调节速率,允许有一定波动)
2.PI4035 动)	3.33KPa(由于控制调节速率,允许有一定波动)
3.PI4042 动)	1.33KPa(由于控制调节速率,允许有一定波动)
4.TI4161	8.17°C
5.LI4161	68.78%(>=50%)
6.LI4162	80.84%
7.LI4163	<=50%

二. 设备一览表

1. 容器列表

序号	位号	名称	备注
1	D416	压力缓冲罐	1.5M ³
2	D441	压力缓冲罐	1.5M ³
3	D451	压力缓冲罐	1.5M ³

4	D417	气液分离罐	
---	------	-------	--

2.换热器列表

序号	位号	名称	备注
1	E416	换热器	
2	E417	换热器	
3	E418	换热器	
4	E419	换热器	
5	E420	换热器	

3.泵列表

序号	位号	名称	备注
1	P416	液环真空泵	塔 A 区真空泵
2	J441	蒸汽喷射泵	塔 B 区真空泵
3	J451A	蒸汽喷射泵	塔 C 区真空泵
4	J451B	蒸汽喷射泵	塔 C 区真空泵

4.阀门列表

序号	位号	开度范围	正常工况开度
1	V416	0-100	100
2	V441	0-100	100
3	V451	0-100	100
4	V4201	0-100	0
5	V417	0-100	50
6	V418	0-100	50
7	V4109	0-100	50
8	V4107	0-100	0
9	V4105	0-100	50
10	V4204	0-100	0
11	V4207	0-100	0
12	V4101	0-100	50
13	V4099	0-100	50
14	V4100	0-100	50
15	V4104	0-100	50
16	V4102	0-100	50
17	V4103	0-100	50
18	V425	0-100	0
19	V426	0-100	0
20	V427	0-100	100
21	PV4010	0-100	40

22	PV4035	0-100	50
23	PV4042	0-100	50
24	VD4161A	0, 1	1
25	VD4162A	0, 1	1
26	VD4161B	0, 1	0
27	VD4162B	0, 1	0
28	VD4163A	0, 1	1
29	VD4163B	0, 1	0
30	VD4164A	0, 1	0
31	VD4164B	0, 1	0
32	VD417	0, 1	1
33	VD418	0, 1	1
34	VD4202	0, 1	1
35	VD4203	0, 1	1
36	VD4205	0, 1	1
37	VD4206	0, 1	1
38	VD4208	0, 1	1
39	VD4209	0, 1	1
40	VD4102	0, 1	1
41	VD4103	0, 1	1
42	VD4104	0, 1	1

三. 控制说明

1.压力回路调节: PIC4010 检测压力缓冲罐 D416 内压力, 调节 P416 进口前回路控制阀 PV4010 开度, 调节 P416 进口流量。PIC4035 和 PIC4042 调节压力机理同 PIC4010。

2.D417 内液位控制: 采用浮阀控制系统。当液位低于 50%时, 浮球控制的阀门 VD4105 自动打开。在阀门 V4105 打开的条件下, 自动为 D417 内加水, 满足 P416 灌液所需水位。当液位高于 68.78%时, 液体溢流至工艺废水区, 确保 D417 内始终有一定液位。

四. 操作规程

1.冷态开车:

1.液环真空和喷射真空泵灌水

开阀 V4105 为 D417 灌水。
待 D417 有一定液位后,开阀 V4109。
开启灌水水温冷却器 E416.开阀 VD417。
开阀 V417, 开度 50。
开阀 VD4163A.为液环泵 P416A 灌水。
在 D425 中,开阀 V425 为 D425 灌水,液位达到 10%以上。

2.开液环泵

开进料阀 V416。
开泵前阀 VD4161A。
开泵 P416A。
开泵后阀 VD4162A。
开 E417 冷凝系统:开阀 VD418。
开阀 V418,开度 50。
开回流四组阀:打开 VD4202。
打开 VD4203。
PIC4010 投自动,设置 SP 值为 26.6KPa。

3.开喷射泵

开进料阀 V441,开度 100。
开进口阀 V451,开度 100。
在 J441/J451 现场中,开喷射泵冷凝系统,开 VD4104。
开阀 V4104,开度 50。
开阀 VD4102。
开阀 V4102,开度 50。
开阀 VD4103。
开阀 V4103,开度 50。
开回流四组阀:开阀 VD4208。
开阀 VD4209。
投 PIC4042 为自动,输入 SP 值为 1.33。
开阀 VD4205。
开阀 VD4206。
投 PIC4035 为自动,输入 SP 值为 3.33。
开启中压蒸汽,开始抽真空.开阀 V4101,开度 50。

开阀 V4099,开度 50.

开阀 V4100,开度 50.

4.检查 D425 左右室
液位

开阀 V427,防止右室液位过高.

2. 检修停车:

1.停喷射泵系
统.

在 D425 中开阀 V425,为封液罐灌水.

关闭进料口阀门.关闭阀 V441.

关闭阀 V451.

关闭中压蒸汽.关阀 V4101.

关闭阀门 V4099.

关闭阀门 V4100.

投 PIC4035 为手动,输入 OP 值为 0.

投 PIC4042 为手动,输入 OP 值为 0.

关阀 VD4205.

关阀 VD4206.

关阀 VD4208.

关阀 VD4209.

2.停液环真空
系统

关闭进料阀门 V416.

关闭 D417 进水阀 V4105.

停泵 P416A.

关闭灌水阀 VD4163A.

关闭冷却系统冷媒.关阀 VD417.

关阀 V417.

关阀 VD418.

关阀 V418.

关闭回流控制阀组:投 PIC4010 为手动,输入 OP 值为 0.

关闭阀门 VD4202.

关闭阀门 VD4203.

3.排液

开阀 V4107,排放 D417 内液体.

开阀 VD4164A,排放液环泵 P416A 内液体.

五. 事故处理培训

1.喷射泵大气腿未正常工作

现象: PI4035 及 PI4042 压力逐渐上升。

原因: 由于误操作将 D425 左室排液阀门 V426 打开, 导致左室液位太低。大气进入喷射真空系统, 导致喷射泵出口压力变大。真空泵抽气能力下降。

处理方法: 关闭阀门 V426, 升高 D425 左室液位, 重新恢复大气腿高度。

2.液环泵灌水阀未开

现象: PI4010 压力逐渐上升。

原因: 由于误操作将 P416A 灌水阀 VD4163A 关闭, 导致液环真空泵进液不够, 不能形成液环, 无法抽气。

处理方法: 开启阀门 VD4163, 对 P416 进行灌液。

3.液环抽气能力下降(温度对液环真空影响)

现象: PI4010 压力上升, 达到新的压力稳定点。

原因: 由于液环介质温度高于正常工况温度, 导致液环抽气能力下降

处理方法: 检查换热器 E416 出口温度是否高于正常工作温度 8.17°C。如果是, 加大循环水阀门开度, 调节出口温度至正常。

4.J441 蒸汽阀漏

现象: PI4035 压力逐渐上升。

原因: 由于进口蒸汽阀 V4101 有漏气, 导致 J441 抽气能力下降。

处理方法: 停车更换阀门。

5.PV4010 阀卡

现象: PI4010 压力逐渐下降, 调节 PV4010 无效。

原因: 由于 PV4010 卡住开度偏小, 回流调节量太低。

处理方法: 减小阀门 V416 开度, 降低被抽气量。控制塔 A 区压力。