

## 制冷系统（压缩机）性能原理分析

往复式压缩机又称活塞式压缩机。压缩机的工作腔是汽缸。活塞在汽缸内作上下往复运动，从而完成了压缩、排汽、膨胀、吸汽等过程。

图 1 中的四个过程分别表示了压缩机 1 二作中的四个过程。到最低位置(称活塞的下止点)时，汽缸吸满蒸气。而活塞转而向上，这时吸、排汽门都关闭，汽缸容积缩小，蒸气被压缩，一直压缩到排汽压力为止。

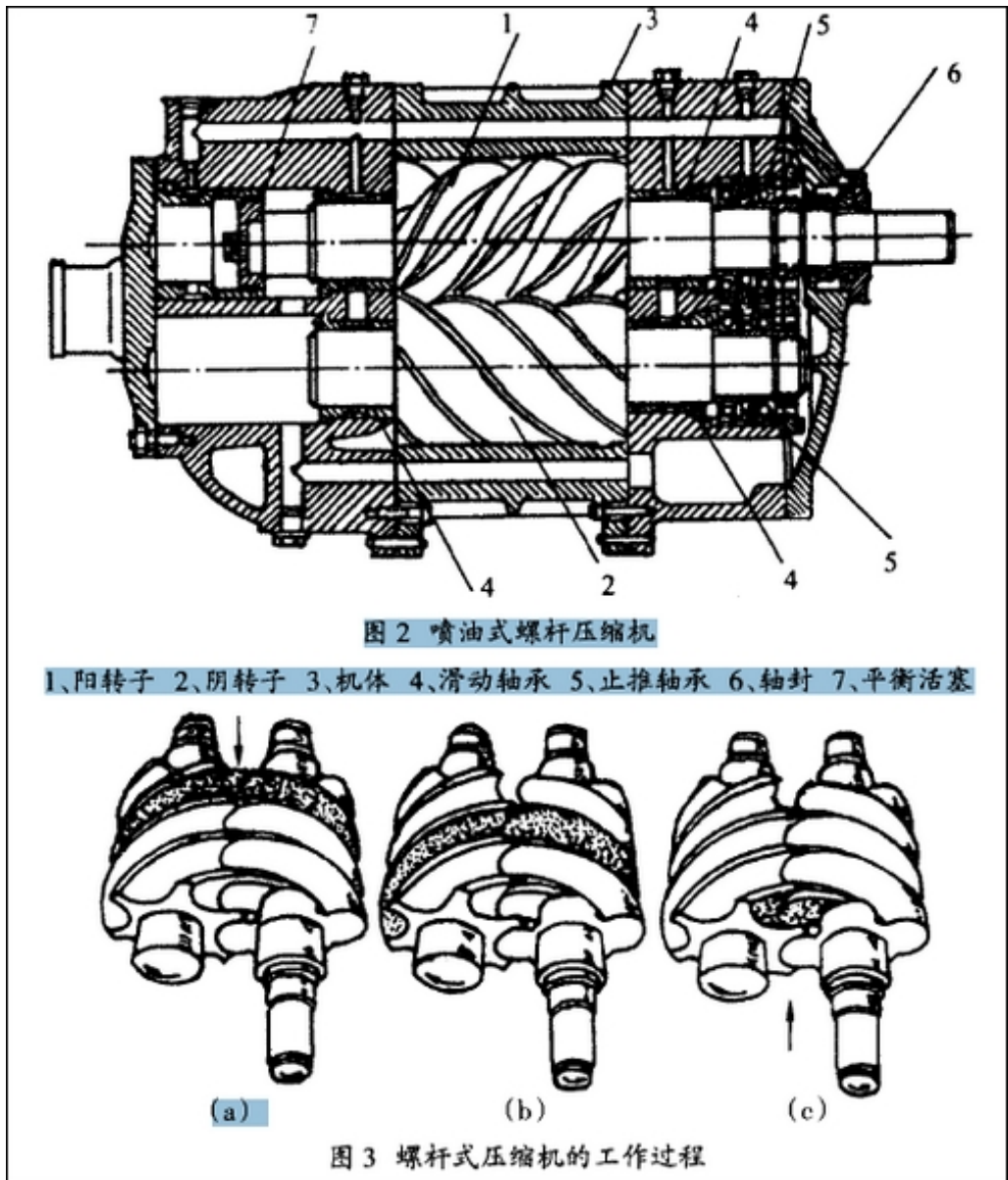
图中(b)为排汽过程：当压力达到一定值(大于排汽管内压力)时，排汽阀开启，活塞继续上移，蒸气排出，一直到活塞上移到最高位置(这位置称活塞的上止点)时，排汽结束。

图中(c)是余隙膨胀过程：为了防止活塞与吸排汽阀碰撞，活塞上移到上止点时，活塞与汽缸顶部之间留有一定间隙，称余隙。当活塞转而向下运动时，排汽结束时留在余隙内的高压蒸气阻止吸汽阀开启，吸汽不能开始。这时余隙内的蒸气随着活塞下移而进行膨胀，一直膨胀到吸汽压力以下时才结束。

图中之(d)是吸汽过程：吸汽阀开启，随着活塞往下运动而吸汽，一直进行到活塞下移到活塞下止点为止。

优点：它应用比较广泛，制造技术成熟，结构简单，而且对加工材料和加工 IT 艺要求较低，造价比较低，适应性强，能适应广阔的压力范围和制冷量要求，可维修性强。

缺点：无法实现较高转速，机器大而重，不容易实现轻量化，排气不连续，气流容易出现波动，而且工作时有较大的振动。由于曲轴连杆式压缩机的上述特点，已经很少有小排量压缩机采用这种结构形式，曲轴连杆式压缩机目前大多应用在客车和卡车的大排量空调系统中。



### 螺杆式压缩机的构造与工作过程

螺杆式压缩机是一种回转式容积式压缩机。它利用螺杆的齿槽容积和位置的变化来完成蒸气的吸入、压缩和排气过程。无油螺杆压缩机在本世纪三十年代问世，主要用于压缩空气。后来汽缸内喷油的螺杆式压缩机出现，性能得到提高，目前，喷油式螺杆压缩机已是制冷压缩机中主要机种之一。螺杆式压缩机分为双螺杆和单螺杆两大类，双螺杆压缩机习惯上称为螺杆式压缩机。

(1)图 2 为喷油式螺杆式压缩机的构造。在断面为双圆相交的汽缸内，装有一对转子——阳转子和阴转子。阳转子有四个齿，阴转子有六个齿，两根转子相互啮合。当阳转子旋转一周，阴转子旋转  $2/3$  周，或者说，阳转子的转速比阴转子的转速快 50%。图 3 是螺杆式压缩机从吸汽靠排汽的工作过程，在汽缸的吸汽端座上开有吸汽口，当齿槽与吸汽口相通时，吸汽就开始，随着螺杆的旋转，齿槽脱离吸汽口，一对齿槽空间吸满蒸气，如图(a)。螺杆继续旋转，两螺杆的齿与齿槽相互啮合，有汽缸体、啮合的螺杆和排气端座组成的齿槽容积变小，而且位置向排气端移动，完成了对蒸气压缩和输送的作用，如图(b)。当这对齿槽空间与端座的排气口相通时，压缩终了，蒸气被排出，如图(c)。每对齿槽空间都存在着吸汽、压缩、排气三个过程。在同一时刻存在着吸汽、压缩、排气三个过程，不过它们发生

在不同的齿槽空间。

(2)螺杆式压缩机的优点:

①螺杆式压缩机只有旋转运动,没有往复运动,因此压缩机的平衡性好,振动小,可以提高压缩机的转速。

②螺杆式压缩机的结构简单、紧凑,重量轻,无吸、排汽阀,易损件少,可靠性高,检修周期长。

③在低蒸发温度或高压比工况下,用单级压缩仍然可正常工作,且有良好的性能。这是由于螺杆式压缩机没有余隙,没有吸、排汽阀,故在这种不利工况下仍然有较高的容积效率。

④螺杆式压缩机对湿压缩不敏感。

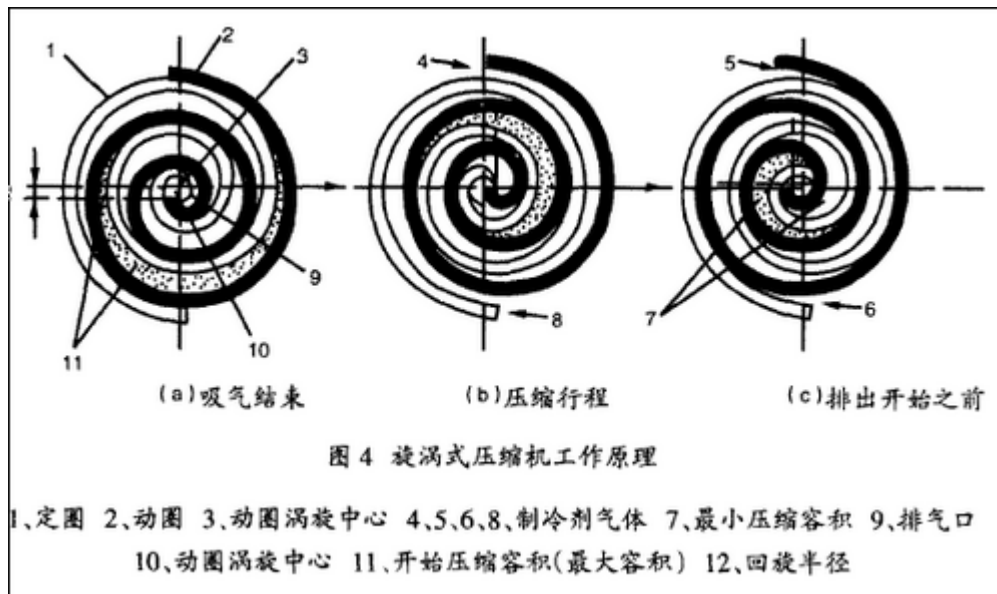
⑤螺杆式压缩机的制冷量可以在 10%—100%范围内无级调节,但在 40%以上负荷时的调节比较经济。

(3)缺点: 噪声较大, 以及需要设

置一套润滑油分离、冷却、过滤和加压的辅助设备,造成机组体积大。

(4)应用范围

双螺杆压缩机在化工、制冷及空气动力工程中,它所占的比重较大。螺杆压缩机的容积流量范围是  $2.5 \sim 120 \text{ m}^3/\text{min}$  a)吸气结束 b)压缩行程 c)排出开始之前 图 4 旋涡式压缩机工作原理



1、定圈 2、动圈 3、动圈涡旋中心 4、5、6、8、制冷剂气体 7、最小压缩容积 9、排气口  
10、动圈涡旋中心 11、开始压缩容积(最大容积)

12、回旋半径  $\min$ , 终了压力一般小于 12MPa, 个别场合可达 4.5MPa。在化工系统中,大都采用干式结构,而空气动力工程与制冷领域中常采用湿式。

3、旋涡式压缩机的工作原理旋涡式压缩机的机理早在 20 世纪初由法国人所发明,但是由于当时加工精度不高和结构上存在问题,而一直未得到推广使用。到了七十年代,这项技术在美国才开始得到应用。自本世纪 80 年代以来,涡旋压缩机以其机构紧凑、高效节能、微振低噪以及工作可靠性等特点,开始在小型制冷及空调领域获得越来越广泛的应用,也因此成为压缩机技术发展的主要方向之一。旋涡式压缩机也是一种容积型回转式压缩机,一般为直立型。其结构主要分

为动静式和双公转式 2 种，目前动静式应用最为普遍，它的工作部件主要由动涡轮与静涡轮组成。动、静涡轮的结构十分相似，都是由端板和由端板上伸出的渐开线型涡旋齿组成，两者偏心配置且相差  $180^\circ$ ，静涡轮静止不动，而动涡轮在专门的防转机构的约束下，由曲柄轴带动作偏心回转平动，无自转，只有公转。

#### (1) 工作原理

如图 4 所示，一对相同型线且相

互错开  $180^\circ$  的涡旋叶片圈组合一对啮合，动圈 2 以回旋半径的圆作不旋转的回运动。如 (A) 所示，在吸气完了时，一对涡旋圈共形成两对月牙形容积。最大的月牙容积 11 即将开始压缩。动圈涡旋中心绕定圈涡旋中心连续公转，原最大的月牙容积实现 a—b—c 的压缩，达到预定压力，由排气口 9 排出。在月牙 11 压缩的同时，在动圈和定圈的外周又形成吸气容积 4、8，连续回转运动过程中，也实现了相同的压缩，如此周而复始完成吸气、压缩、排气过程。

#### (2) 涡旋式压缩机优点：

- ① 容积效率高，因为相邻的月牙形空间之间的压差小，泄漏少，无吸汽和排汽阀，阻力小，无余隙容积的再膨胀。
- ② 绝热效率高，在同样制冷量情况下，旋涡式比往复式约高 10%。
- ③ 动涡盘与主轴等运动部件的受力变化小，整机振动小。
- ④ 零部件少。约为往复式的 40%。
- ⑤ 驱动动涡盘运动的偏心轴可以高速旋转，因此涡旋式压缩机体积小、重量轻，约比往复式轻 15%。
- ⑥ 涡旋压缩机运转可靠，而且容易实现变转速运动和变排量技术。

#### (3) 缺点：要求加工精度高。