

# 往复式压缩机及管路系统振动分析

牛延铎

(山西兰花丹峰化工股份有限公司)

**摘要:** 往复式压缩机及管路系统振动的原因很复杂,涉及的方面也比较多。在维修、使用、安装、生产过程中,遵照各项技术要求执行,是可以改变的。

**关键词:** 压缩机; 气柱; 气流脉动; 振动

## 引言

当前化肥、化工行业中,压缩机是一种输送气体和提高气体压力的关键设备之一。它直接影响到生产的稳定性、连续性和安全运行的可靠性。但由于制造、使用、安装不当,造成机组和管路系统振动,在试运行、检修后,生产过程中时有发生。根据往复式压缩机的工作原理及吸、排气的间歇性而产生的气流脉动,由此而引起机组和管路系统的振动,影响了压缩机安全运行的可靠性。严重时造成设备或机件损坏并带来不安全的连锁反应。

### 1 机组本身的动平衡性能不好

1.1 机组旋转动平衡性不好。如曲柄、配重铁、平衡铁、飞轮等有气孔、砂眼,配合精度或装配质量不符和技术要求,造成曲轴旋转中心和质量中心不重合引起振动。

1.2 机组往复动平衡性不好。如连杆、活塞、活塞杆、十字头体、十字头销等。机组在工作一段时间后由于连杆弯曲变形,活塞磨损,十字头体间隙增大需要更换时,特别要注意新旧零件重量要一致,重量误差控制在设计要求以内。如果不细心,产生往复振动源就很难查清,这是由于往复直线运动产生的振动。

## 2 缓冲罐不合理

2.1 现在大型机组设置的缓冲罐都直接安装在缸体进气口上。这样便降低了压缩机的振动源并与管路隔离。其作用是气流的脉动在缓冲罐内消减，使管路中的脉动气流变得轻微些，从而减小振动的传递。但是，有些缓冲罐设计的偏小，得不到理想的减轻脉动振动的作用，使大量的气流脉动伴随着传到管路中。理想的缓冲罐的容积是气缸工作容积的 15~20 倍，缓冲罐好比一个水库，可以起到一个稳压、调节流量作用，减少振源的传播。

2.2 如果缓冲罐的容积相等，而结构不同，在选用时最好选用球形缓冲罐，它的缓冲性能优越于圆筒形。如果是圆筒形，结构上应选 C 型。按照图中的结构形式，图 A 缓冲效果不明显，进口直接对着出口，高速脉动气流不经缓冲就排出去了；图 B 进口和出口错开了方位，脉动气流的缓冲效果比图 A 可提高 18~20%；图 C 高速脉动气流在进口转了一个弯，再折射回来，就好比大水在河道转弯处缓冲了一下，急流下泄的大水就变的平稳了许多。所以脉动气流在图 C 内缓冲效果比图 B 提高 2~3 倍。

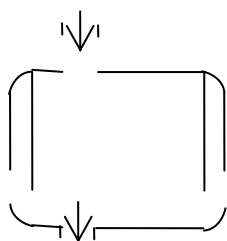


图 A

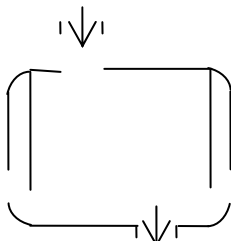


图 B

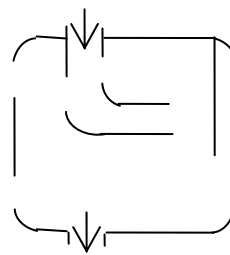


图 C

## 3 管路系统振动

3.1 管路中的气流脉动。通常地讲，管路内所容纳的气体称为气柱。因为气体在压缩机工作时可以压缩、膨胀，所以气体本身就是有连续质量弹性的振动系统。这个系统受到激发后，就会产生振动响应。压缩机在工作时向管路内间歇地吸气或排气，就会对管路内的气体进行激发，并使气柱振动，表现为管路内气体的压力和速度呈周期性的变化，这种现象称为气流脉动。带压力的脉动波在管路内以声速传递，在管路的弯头、阀门、盲板处产生周期

性的变化作用力，该力就导致管路的机械振动。

3.2 管路系统振动的因素很复杂，它涉及到管路的长度、直径、管路支架的选用，支架的位置、固定的地方、压力的高低，温度的变化、气柱固有频率等。管路中只要有脉动气流存在，就会产生激振源，并导致管路的机械振动。多级压缩机级间管路内的气流脉动很复杂，因为管路的两端都与气缸相连，一端气缸周期性向管路内排气，另一端的气缸又周期性地在同一管路内吸气，因此管路内的脉动气流压力得不到缓解，这样就需要在管路中设置一个缓冲器（即油水分离器）。设置一个较为合理的缓冲分离器，可以消减管路中的气流脉动，减弱振动源的传递。油水分离器的容积要适当，过大浪费原材料，过小得不到缓冲及分离效果，一般为管容积的 10~12 倍，并且安装的位置要合适。

3.3 管路的无应力配置。往复式压缩机的管路安装很关键，如果配置不合理，将会影响到整个系统工作可靠性，使管路振动，阀门、焊缝振裂、螺栓松动；导致同轴度超标，使压缩机处于不安全的工作状态，在这种情况下甚至会带来严重的破坏性事故。

大型往复式压缩机应采用合拢组对复位安装。即从远离设备法兰接口的一端为始点，向设备法兰方向逐段配管，当管路安装到一定距离后，再以压缩机法兰为始点，向原始点的那个方向配管，使合拢口焊缝离开压缩机法兰口一定的距离。合拢口最好选择在法兰前一到两个弯头处为宜，不要选在设备法兰口。这样在设备封口焊接时，其焊接变形的应力不会严重影响到设备法兰的同轴度和平行度。管路的合拢段一般称为封口段，封口段是与机组连接的关键步骤；而封口段必须进行复位安装，也就是说封口段在焊接组对后，要拆下来按技术要求重新装配上去。设备法兰、阀门的连接螺栓不得用任何外来力，能使螺栓自由穿入。管路安装对设备不允许有任何外来应力，不允许用强制的方法来补偿管路安装的不同轴、不平行。管路的封口段连接与设备法兰必须是自由对中，在自由状态下，检查管路法兰与设备法兰的同轴度、平行度与开口度符合下表要求：

法兰平行度、同轴度、开口度

管路系统与设备最终安装好后，在设备连接处用千分表监测移位情况，转速大于 3000r/min 时在 0.02mm 以内，转速小于 3000r/min 时在 0.08mm 内，压缩机除设计承受载荷外不得附加其他外来载荷。

参考文献

王福利主编《压缩机组》.中国石化出版社.