

# 离心式压缩机的防喘振控制设计探讨

赵忠平

国家管网集团北京管道有限公司内蒙古输油气分公司 内蒙古鄂尔多斯 014300

**摘要:** 离心式压缩机可对气体进行压缩,从而产生大量的压缩气体,适用于国民经济的许多领域,特别是在采矿、石油、化工、冶金、制冷、航海、航空航天、能源和车辆工程等部门中广泛地使用压缩机来输送气体和提高气体的压力。离心式压缩机的喘振问题一直是离心式压缩机的通病,为了有效地提高压缩机的压缩效率,同时提高压缩机的转化率,主要就其喘振问题产生的原因和相应的控制措施进行分析,为今后离心式压缩机的防喘振设计及提升效率提供参考。

**关键词:** 离心式压缩机;防喘振控制;压缩机性能曲线;防治

## Discussion on anti-surge control design of centrifugal compressor

Zhongping Zhao

National Pipe Network Group Beijing Pipeline Co., Ltd. Inner Mongolia Oil and gas transportation branch, Inner Mongolia, Ordos City 014300

**Abstract:** The continuous development of the social economy makes the research of explosion-proof electrical technology more in-depth. In today's society in some high-risk industries, explosion-proof electrical has been widely used. With the improvement of science and technology, people's security awareness is also gradually strengthened. Based on this, the research on explosion-proof electrical equipment is also continuously in-depth to meet people's needs for safe production and safe life. In this paper, the application status, existing problems, and countermeasures of explosion-proof electricity are discussed in depth to provide some reference for the further development of explosion-proof electricity.

**Keywords:** Centrifugal compressor; anti-surge control; compressor performance curve; Prevention

### 引言:

压缩机有轴流式、离心式、复合式等种类,离心式压缩机结构比较简单,在我国工业生产中的应用较为广泛,在工业生产中起到了十分重要的作用。目前随着离心式压缩机的更新换代升级,压缩机逐渐提高了工作效率。但是在压缩机的工作中,往往由于温度与分子量等条件的变化和管理应用的不当,会出现喘振现象,即压缩机的流体机械和管道出现震荡,这是许多离心式压缩机都会出现的通病,这对机器的使用寿命、安全性、工作效率都会产生较大的威胁,甚至会出现比较严重的资源浪费。离心式压缩机的防喘振设计可以在一定程度上对喘振现象进行原因分析,在第一时间及时采取措施进行控制,对机器设备的安全运行能够起到保障作用,也可以帮助操作人员进一步改善、维护离心式压缩机的运

行,因此离心式压缩机的喘振现象十分具有防控的必要。

### 1 离心式压缩机喘振机理

在对离心式压缩机进行使用的过程中操作环节与设计工况发生偏离便会在一定程度上造成入口流量降低的问题,由此而导致压缩机的扩压器以及叶轮等相关部件的气流方向出现一定的变化,在叶片的非工作面位置处会出现一定的气流旋转脱离问题,由此便会使叶轮通道之中的气流难以通过。在这种工况之下压缩机联合工作的管网压力以及出口压力会呈现出一定的不稳定状态,由此便会造成位于压缩机出口位置的气体发生反复倒流的问题,进而造成压缩机内部发生周期性的低频、轴向以及大幅气流震荡情况,这一情况也就是我们所说的喘振现象<sup>[1]</sup>。

在压缩机的入口位置流量比喘振发生临界流量值下

线小的情况下压缩机工作点便会进入到喘振区，一旦离心式压缩机的转速出现变化的话性能曲线也会出现一定的改变。而随着转速的不断增大，喘振的流量也会跟着不断增加，由此我们也可以认为是随着转速出现增加，随着带来的便是喘振线向着大流量区进行移动。

## 2 离心压缩机喘振问题概述

离心式压缩机是一种以压缩气体以获得有效压缩的气体为主的机械，其工作原理是通过叶轮转动，使气体高速运转，使气体不断产生离心力，使气体在叶轮内流动，使气体通过叶轮旋转获得流速，使压力上升，使压缩气体连续产生，产生的压缩气体可应用于许多方面，例如，在运输过程中，为了保证产品的质量，由压缩气体对其进行相应的防护，所产生的压缩气体具有密度小、结构紧凑、重量极轻等特点。离心式压缩机的特点是排气量大、排气范围宽、使用寿命长、排气不受相应润滑油等物质的污染，但当气体的压力、流速、甚至温度发生变化时，离心式压缩机会出现喘振<sup>[2]</sup>。

离心压缩机的喘振指的是压缩机的流体机械以及周围的管道进行的周期性的震荡，是由于气体受到周期性的吸入和周期性的排出的激励作用而发生的机械振动，在离心气体压缩机中，喘振是压缩机在运行过程中的一个常见的问题，喘振问题会影响离心压缩机的工作效率，也会对其工作质量有所影响，对压缩出的气体的质量难以保证。

喘振可以造成极大的危害，是因为喘振时气流产生强烈的往复脉冲，来回冲击压缩机转子及其它部件；气流强烈的无规律的振荡引起机组强烈震动，从而造成严重后果。比如转子轴弯曲，密封损害造成漏气、漏油；轴向推力增大烧坏止推轴承；破坏对中与安装质量使振动加剧；强烈的振动造成仪表失灵；严重持久的振动可使转子与静子部分相撞、主轴和隔板断裂等。

离心压缩机的喘振问题需要及时有效解决，最为根本的方法是找出原因，根据原因找出相应的解决对策，以此提升压缩机的工作效率。

## 3 离心式压缩机防喘振控制设计的重要环节

### 3.1 设定安全下限值

在对安全下限值进行设定的过程中直接影响到防喘振阀的启动。一般情况下安全下限值属于压缩机防喘振控制的一个关键参数。正常情况下我们可以应用固定极限流量以及可变极限流量来对压缩机入口流量的安全下限值进行设定。固定式极限流量是将压缩机入口位置处的流量一直控制在某个固定值之上，来避免压缩机的工作

点进入到喘振区，在对固定极限值继续拧设定的过程中相对比较简单，防喘振效果相对也比较理想，并且这个方法并不需要太多的成本投入，其适用于转速固定和转速变化范围比较小的压缩机。

可变式防喘振极限流量设置压缩机入口流量的安全下限值具有降低压缩机能量损耗的效果，如果压缩机负荷发生波动且需要对转速进行调节的话可以对该方法进行应用。

### 3.2 设计防喘振控制阀

在对防喘振阀进行设计的过程中需要满足以下几点：保证其在整个压缩机性能曲线上的所有操作区域之中都能起到有效的防喘振保护效果；对于可能出现的最大波动也能起到较好的防喘振效果；将防喘振阀的最大流量值控制在比稳定操作情况下防喘振线上需要的流量要大；在对防喘振阀的流通能力进行设计的过程中一定要充分考虑规避压缩机计入阻塞区的问题发生；站在可控性的角度进行分析的话要保证防喘振阀的尺寸不能够太大。

## 4 离心压缩机喘振的原因

### 4.1 离心压缩机器核心部位的磨损

离心压缩机器的核心部位是对气体进行压缩的主要部位，长久的使用会导致离心压缩机器有所磨损，从而使得叶轮转换压缩气体的能力降低，叶轮的磨损程度越严重，机器的喘振就会越为明显。离心压缩机器的磨损是在离心压缩机运行工作中难以避免的，需要及时处理，采取相应的措施来降低磨损率，提升离心压缩机的工作效率<sup>[3]</sup>。

### 4.2 离心式压缩机腐蚀现象导致喘振

离心式压缩机在工业生产中具有十分重要的地位，石油、化工、航空等行业都需要压缩机进行工作。在许多大型工业基地中，为了保持高效工作，工作人员采取轮休制，然而机器却没有休息的时间，因此往往长期处于工作状态，而过度的使用也会导致其内部机器出现腐蚀与磨损。离心式压缩机通过扩压机的工作来进行气体压缩，并对气体多次压缩达到较高的压缩效率。而扩压机的长期工作和使用往往会出现机器零部件的腐蚀磨损，使压缩气体的能力降低，如果气体在多次加压下没有成功压缩，扩压机将进一步提速，但是如此循环往复，既没有效率，也会导致机器的零部件进一步磨损，从而使因机器内部的不平衡现象产生喘振，如果没有及时采取一定的控制措施，对零部件进行更换，喘振现象将会愈演愈烈，影响离心式压缩机整体的工作。

### 4.3 叶轮与扩压机之间的间隙变化

离心式气体压缩机对间隙有较严格的规定,对间隙的大小有很严格的要求,为了减少间隙的产生,间隙过大时会发生气体泄漏,间隙过小时会造成叶轮与扩压机相互磨损,而间隙过大时又会造成扩压机相互磨损,造成扩压机扩压问题无法及时得到解决,而离心压缩机则会产生一系列的故障,更会使离心压缩机无法正常离心,而离心压缩机则会产生各种问题,总之,间隙过大时,应掌握适当的距离,以保证离心正常进行。

## 5 离心式压缩机防喘振控制方案

### 5.1 加强对压力的监测与调控

离心式压缩机工作时内部的压力变化会导致其工作运行出现变化,对其压缩气体的效率和各个部件的正常运行都会产生一定影响,甚至会出现喘振的情况。因此,要想有效预防喘振现象的出现,就需要加强对离心式压缩机内部产生的压力监测,并且能够使防控装置随时以数据的形式将每时每刻的压力值进行记录保存,让工作人员随时掌握机器内部压力变化情况并且随时查验,及时根据数据掌握离心式压缩机的运行状况,对一些机器的不良现象进行分析。而在防喘振控制系统的设计中,不仅要注重“防”,更要有“控”的功能,即除了加强压力监测的频率与准确度外,更需要对压力值设定标准,这个标准就是离心式压缩机在正常工作时内部的压力可控范围,并且设计安装触发装置,当实际监测得到的压力数值与标准值出现较大偏差时,就需要控制系统及时调节出口压力,从而使机器能够稳定安全的运行。

### 5.2 应用可变极限流量法

每台离心压缩机的喘振状态都不相同,采用不同可变极限流量法将不同情况的喘振流量连接起来,就会得到一条喘振线,保证压缩机运行在喘振线的右端,此时

压缩机处于正常工作状态。

### 5.3 合理调整离心式压缩机的参数

采用离心式压缩机时,应根据企业的实际情况了解其内部结构,合理地调整其结构参数,以确保其正常运行,避免出现喘振现象。如果需要对叶轮进口侧进行加厚,则离心压气机应采用可调导叶,如果有必要,应对导叶进行调整,使之从叶轮出口转向叶轮。

### 5.4 完善防喘振系统警报机制

防喘振系统可以适当地对离心式压缩机工作过程中出现的喘振现象进行调控,但是为了严格保证其安全性,仍然要及时的针对喘振现象进行警报提示,帮助工作人员进一步检查机器状态,排除故障。声音或警报灯的提示适合用于在现场的工作人员,而连接电脑进行显示的报警系统更能够对技术人员和管理人员起到警报作用,这些都可以设置为报警级别,通知的范围越大,员工等级越高,警报级别就越高,防喘振控制系统可以根据不同的原因进行不同级别的报警。在离心式压缩机的管道进口,需要安装气体流量、温度和压力的监测装置,出口安装压力温度和压力的监测装置,一旦出现异常情况就会及时发出警报,在控制系统进行自动处理的同时,让工作人员也能够加强对离心式压缩机排查监测,提升安全性,保障机器的正常工作。

### 参考文献:

- [1]朱岩.压缩机控制及保护系统设计探讨[J].科技创新与应用,2017(28):105-106.
- [2]方佳浩.离心式压缩机防喘振控制设计探讨[J].中国设备工程,2017(10):40-41.
- [3]刘亮.离心式压缩机防喘振控制设计探讨[J].化工管理,2019(12):159.