

# 透平压缩机振动故障介绍及其处理方法解析

王登

(沈阳鼓风机集团股份有限公司 辽宁 沈阳 110000)

**摘要:**透平压缩机应用广泛。在实际生产的过程当中,处于高速运行状态的透平压缩机容易产生强大的激振力,因此受到各类振动故障的影响,一旦未作出及时监测和处理,易导致机械设备停机和其他事故性问题。基于此,本文对透平压缩机常见的振动故障进行简要介绍,提出了一定的处理方法,旨在维持透平压缩机的稳定运行,并为其设计和制造提供一定的参考。

**关键词:**透平压缩机; 振动故障; 处理方法

## 0 引言

透平压缩机作为常用机械类设备,其故障问题的监测与处理是极为重要的内容。振动信号是机械类设备发生故障之后所表现出来的重要信息,具有直接性的特点,可以将机械设备的运行状态迅速地表现出来。由相关资料可知,机械设备所发生的故障70%以上的表现形式都是振动,因此振动故障的监测与诊断是非常必要的。透平压缩机作为叶片旋转类机械设备,在使用过程中经常会因各种因素出现一些故障性问题,一般将振动监测手段作为主要的预防和诊断手段,对常见故障进行分析和处理,以保证设备运行的安全性和稳定性。

## 1 透平压缩机的基本概念

透平压缩机主要由旋转叶片构成,属于通用型机械类设备。该设备是借助旋转叶片与气体之间所产生的相互作用得以运行,此种运行方式可以对气体压力和动能进行有效提升。此外,透平压缩机在具体的运行当中,还需要对通流原件进行借助,变动能为压力。现阶段的透平压缩机已经得到了快速发展,并且在各大工程领域都有其身影,其中石油化工、冶炼、矿山等领域较为常见。透平压缩机机械整体的性能质量会直接影响生产线的运行状态,也会对企业生产效益产生较大影响,已经成为机械类设备中广受关注的重要设备类型。

高转速、高压、高效率、轻重量已成为当今透平压缩机发展的重要趋势,这些优势特征也对压缩机本身的结构设计提出了一定的要求。透平压缩机想要发挥出良好的运行效果,需要以挠性结构设计为主要内容,但是此种设计会让压缩机的转子转速超出临界转速,会将转子运动中储存的应变能不断地进行释放,从而产生较大的共振或激振力,在机械设备上的突出表现即

为振动异常。

若透平压缩机受到振动故障的影响,噪声、磨损等问题是比较常见的表现,这些都会对机械设备的使用寿命和工作效率产生较大的影响,严重的甚至会对机械内部的部件产生影响,容易导致断裂、失稳现象的发生,进而引发较大的安全事故。因此,振动故障的监测与分析是透平压缩机应用过程中必须要重点关注的内容,需要及时找出振动原因,并做到及时消除处理,尽可能减少故障所产生的不利影响,延长机组的使用寿命。

## 2 透平压缩机的常见故障介绍

### 2.1 转子不平衡振动

对于透平压缩机而言,转子不平衡是影响转子正常运作的最主要因素,需要对其给予足够的关注。机组长期处于运行状态当中,并且未进行定期检修和维护的情况下,其中的老化、受损零部件都会对机械原本所处的平衡状态造成较大影响,进而导致转子不平衡现象的发生。引发转子不平衡振动现象的因素较多,主要在于转子本身的平衡精度、齿轮连轴的加工与安装、运输过程或存储中的保养以及温度与运行时长的影响等,这些都是引发转子不平衡的重要因素。在实际的机械运行过程中,透平压缩机转子的轴在各个方向上都会表现为不同的刚度,尤其是受到支撑刚度各向不同的影响,转子的轴心轨迹会呈现出椭圆的形态。如图所示就属于转子不平衡的重要特征表现。

### 2.2 转子对中不良

透平压缩机组中各转子之间的运行是对联轴器进行积极利用,让其发挥出传递运动和转矩的作用。但是对于机组的整体运行过程而言,安装中所出现的误差以及工作过程中所发生的热膨胀问题,都会对机组的转子轴线产生影响,容易导致对中不良的问题。引发对中不良现象的因素有很多,具体如下:

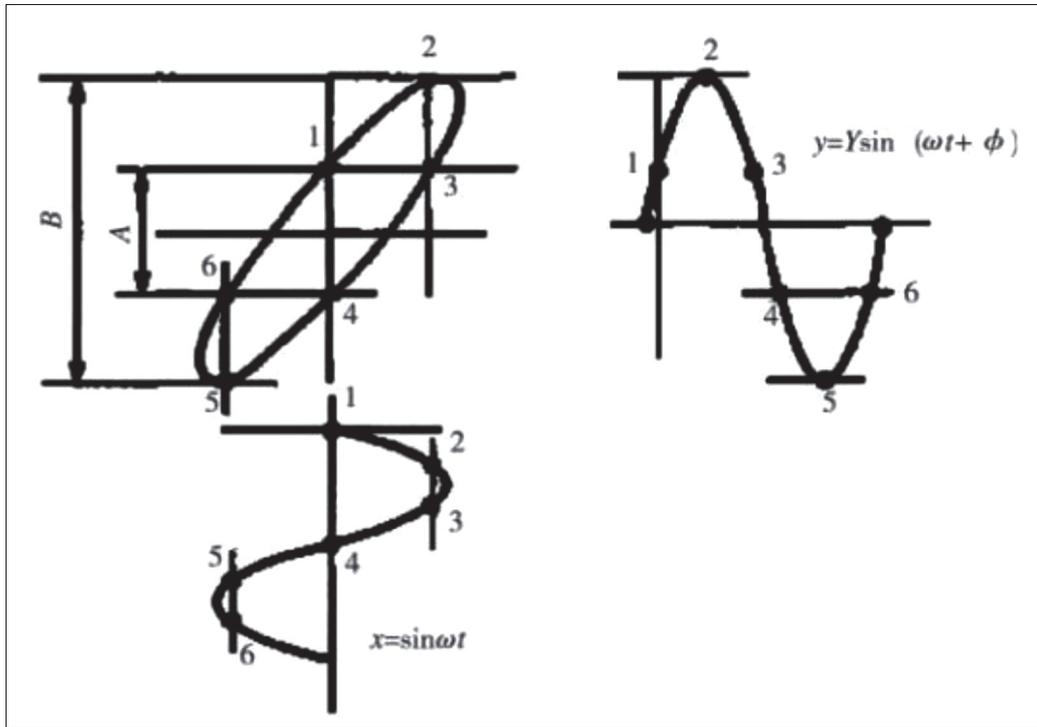


图 转子不平衡的轴心轨迹

成的切向力也会随之呈现出增大的趋势。若出现了转速超出系统阻尼力的情况，就会造成转子失稳的现象，进而导致油膜振荡问题的发生。

### 2.3.3 润滑油质量

润滑油的质量是影响轴承润滑性的重要因素，其油量、温度及黏度都会对润滑油的稳定性产生直接影响，进而对整个透平压缩机机组的振动产生较大影响。

### 2.4 轴向窜动

透平压缩机的叶轮轮盘和轮盖两侧会受到不同的气体作用力的影响，这些力经由相互抵消后会留有小部分作用于转子的轴

一是找正顺序没有合理性。压缩机在正常运行和启动与停机时会产生一定的热胀冷缩效应，这种效应具有加剧不对中问题的特性，易导致振动值增加。

二是未对找正之后的安装启动作出正确的处理。找正后的启动具有加大电流和瞬间扭力的特点，会让电动机出现微量位移的现象，若在此种状态下运行压缩机，就会表现出明显的振动问题。

三是联轴器的制造、安装等环节存有误差性问题，这些也可能引发故障，给联轴器造成影响。

### 2.3 轴承故障

对于透平压缩机而言，轴承故障属于引发其振动问题的关键所在，若未进行及时合理地处理，就会造成较为剧烈的振动，对整个机组的运行产生较大影响。

#### 2.3.1 油膜涡动

油膜涡动属于一种振荡形式，主要是在处于流体动力润滑条件下的轴颈位置发生的现象。这种振荡发生的原因主要是受到转子制造精度、动力特性参数选择的影响，使得轴颈容易受到外界扰动力的影响，出现偏移性问题。若其继续朝着偏移的位置持续移动，就会逐渐出现油膜半速涡动的现象，给转子和轴承的使用寿命带来巨大影响。

#### 2.3.2 油膜振荡

滑动轴承中轴径容易受到流体的影响，其切向分力会对轴径产生一定的推动力，推动其做向前的涡动运动，加之受到离心力作用的影响，会起到增大涡动半径的作用，最终导致压力差变得越来越大，由此而形

向作用力，而对于所有叶轮的轴向作用力而言，它已经成为整个转子的轴向推力。该力的主要承担者即轴承，若推力处于较大的状态，会对轴承的运行产生很大的影响，严重时会导致转子“窜动”现象的发生，易对机械设备产生破坏性影响。

### 2.5 密封故障

透平压缩机是工作时处于高速旋转状态的机械密封装置，因此容易受到密封压差和高转速的影响，转子和隔板之间的小间隙存在激振力的问题，易出现密封故障的影响。首先来说，若隔板处于不同心，转子处在涡动状态下，二者之间的密封间隙易受到周期性变化的影响，导致密封腔中出现压力叠加的现象，加剧转子涡动的激振力，造成运行失稳，进而引发异常的振动性问题；其次，当透平压缩机处于高速运行状态时，迷宫密封腔内的气流会在密封的进口位置出现旋绕流动的现象，使得其中的压力分布处于不均匀状态，容易引发转子的不稳定振动。分布压力与转速、负荷之间的关系紧密，因此就会出现密封的间隙越小，密封进口处转速越快的现象，导致激振力也变得更大，影响透平压缩机的稳定性。

### 2.6 喘振

透平压缩机包括几种不同的机型，而喘振问题属于离心式压缩机特有的故障现象，是影响该机型使用性能和使用寿命的重要因素，因此需要对其多加关注。压缩机出现喘振现象时，会导致转子和定子受到压力失调的影响，由此所引发的振动问题会给轴承的正常运行以

及密封操作造成极大影响。若情况处于较重的状况下,转子与定子之间因振动所出现的碰撞会导致较为严重的事故,不仅会给机械安全使用造成影响,还会给企业经营发展带来极大危害。因此相关领域的学者和专家都在积极研究预防措施,以提升压缩机的抗喘振能力。

### 3 透平压缩机常见的故障处理措施分析

#### 3.1 转子不平衡的改进措施

转子不平衡是旋转机械的常见振动故障类型,在对其实施改进措施时,需要对转子的每个零件进行静平衡试验,得到验证效果之后需借助动平衡试验来进行后续的校正工作,以此种方式来对高速运转状态下所产生离心力进行有效降低,让机械的转子结构稳定性得到一定的增强,减少异常振动现象的发生。此外,还需要对运输中的保养进行关注,避免转子发生碰撞性问题,同时还要注意净化操作,采用严格的工艺方式和规章制度来保证净化效果。

#### 3.2 对中不良的改进措施

首先,在对透平压缩机的对中不良问题进行改进时,需要关注到压缩机的基准,并将其作为主要的依据来开展找正的工作,并且要提前将地脚螺栓作松开处理使其处于自由平衡状态。接着需要对收缩机作紧固处理,以基准为依据来对电机开展找正操作。其次,开展对中不良改进工作时,需以规章制度与标准要求为依据,对联轴器实施严格地找正操作,让相关数据可以与零件使用标准保持在相符状态,以减少误差问题的发生。

#### 3.3 轴承故障的改进措施

##### 3.3.1 油膜涡动的改进措施

油膜涡动会机械的使用寿命产生极大的影响,会在一定程度上增大转子振动的总量,因此需要对其改进进行关注。首先,要对整体的加工精度进行关注,要将压缩机轴承的特性要求作为重要前提,在符合该要求的基础上由机床开展相关的加工工作,对加工的精度和质量作出进一步的保障,这也是对油膜涡动进行处理的最优解;其次是对轴瓦的间隙进行关注,若二者之间存在有较大的间隙,容易出现润滑油溢出的现象,会对油膜的稳定性产生较大影响,易引发振动问题,因此,在满足轴颈冷却量的基础上要尽可能地缩小二者之间的间隙,让油膜保持在足够稳定的状态;最后是对轴瓦的接触情况进行关注,需要做好二者接触角的有效控制,以 $60^\circ$ 为界限,并且对接触面和非接触面的界限进行关注,不能存在较明显的分界问题。

##### 3.3.2 提高油膜运转的稳定性

在经过一定的实践操作之后可以发现,轴承的偏心率与油膜振动现象的发生之间存在一定的关系,大偏

心率不容易发生振动问题。想要实现油膜运转稳定性的有效提升,需要从轴承偏心率的角度出发,采取合适的措施对其作增大处理,具体可以采取以下几种方法:一是可以在轴承的中部开周向沟槽,以此种方式来实现比压和偏心的增大;二是对轴承的间隙多加关注,对油楔深度作适当的加深处理;三是对油温作适当的调高处理,并且要注意降低油的黏度,以此种方式实现偏心距的增加,在提升失稳转速方面发挥重要作用。

##### 3.3.3 提高润滑油的质量

油量是油膜形成的必要条件,因此需要在轴颈和轴瓦之间保有足够的润滑油,并且要将其保持在流动状态,由此形成油膜。对于润滑油量而言,它主要受到节流孔开度的影响,因此需要对其进行合理地控制。此外,油膜稳定性的重要影响因素之一是油的黏度,黏度越大就说明油膜的厚度越大。对于高速透平压缩机而言,黏度较小的透平油是比较合适的选择。油温对油的黏度会产生直接的影响,较高的油温会导致黏度变小,因此需对油温的稳定性进行关注,以保证油膜的流动性。

#### 3.4 轴向窜动的改进措施

透平压缩机在运行过程中,转子的轴向推力会受到多种因素的影响,其中包括结构和运行两个方面,因此在运行过程中必须要对轴向推力的变化进行关注,以保证机械处于安全运行的状态。总体而言,需要对止推轴瓦温度和轴承润滑油的温度变化情况进行监视,同时还要对轴向位移指示器的设置进行重视,以实现轴向推理值的直接性测量。

#### 3.5 密封故障的改进措施

对于透平压缩机所表现出的密封故障问题,需要采取针对性的处理措施对其进行改进,以减少异常振动和切向力对机械正常运行所产生的不利影响。首先,要对隔板的同心度调整情况多加关注。一般是采用更换隔板螺钉配合调整蜗壳隔板的方式来进行处理。完成相应的调整工作之后,需要借助电焊,采用点焊的方式将螺钉焊牢,避免出现松脱的问题。紧接着需做好尺寸的校正,尽可能地降低转子所产生的激振力,减少异常振动的不利影响。其次,要重视对防止气流预旋装置的安装,因为处于高速运转状态的透平压缩机容易受到不均匀压力分布的影响,此种装置的安装可以让不均匀压力分步所引起的切向力得以减弱。

#### 3.6 喘振的应对措施

首先要对离心压缩机的设计进行关注,依据实际情况和相关的规范标准,合理选择相应的参数,包括气动和结构两方面的内容。一般会选用后弯式叶轮、无叶扩压器,并在叶轮叶片处作适当的增厚处理。还可以在设计的过程中选用导叶可调节结构,或者对专用

(下转第85页)

维修工人，必须在平时的工作中不断地学习以持续提升自己的维修技术。

#### 4 结语

综上所述，冶金工业的发展离不开机械化的生产，机械设备的安装和运行是保证生产和安装工作正常、高效的关键。但在实际的生产中，很多时候都会出现机械设备的故障，所以需要设备进行有效的日常维修和管理，才能减少故障的发生。维修人员可以通过安装检测、参阅数据资料诊断、现场视听检查、触闻配合诊断、振动设备检查、运行故障的日常检修等常见的故障诊断方法进行故障诊断，以帮助提高整个企业的生产效率，从而促进整个行业的发展。

#### 参考文献：

- [1] 许春银，周柳鹏. 冶金机械设备运行故障快速诊断方法研究[J]. 世界有色金属, 2021(15): 23-24.
- [2] 王吉胜. 冶金机械设备安装运行故障诊断方法研究[J]. 中国机械, 2020(19): 78-79.
- [3] 高志强，张鹏. 冶金机械设备安装运行故障诊断处理方法[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(10): 1769.
- [4] 王雨瑞. 浅谈冶金机械设备安装的问题[J]. 探索科学, 2020(7): 43-44.

**作者简介：**顾天标(1981.04-), 男, 汉族, 山东曲阜人, 本科, 工程师, 研究方向: 冶金机电设备。

#### (上接第81页)

的喷嘴进行增设，以此种方式来适应运行的总体需求，将部分气流引到叶轮的出口位置，对叶轮入口处的气流旋向进行一定的改变，是应对喘振问题的重要措施，并且可以发挥出重要的抑制性作用。其次要对防喘振控制装置进行关注，主要可以分为主动和被动两种控制类型。其中主动控制可以对振荡器进行利用，能够对压缩机的临界流量进行降低，达到应对喘振问题的目的，是当前阶段重点研究的控制方式，具有重要的应用价值。被动控制主要是在系统工作的最小流量点与喘振点之间留取足够大的喘振区域，以此种方式来对运行点出现喘振的现象进行合理控制，以实现良好的控制效果。

#### 4 结语

对于大型的连续性生产线而言，机械设备的安全稳定运行是保证正常生产的前提，一台设备故障就有可能引发一系列的连锁反应。以通用型机械类设备透平压缩机为例，在经过长期的运行之后，其容易受到操作维

护、机械损耗、超负荷运行等问题的影响，引发一系列的故障。因此，需要对设备故障的诊断监测进行关注，及时分析振动故障发生的原因，并采取相应的处理措施对其进行解决，尽可能避免故障的发生，降低企业的经济损失。

#### 参考文献：

- [1] 齐晋苗. 透平压缩机本体仪表安装要点和故障分析[J]. 设备管理与维修, 2021(02): 42-43.
- [2] 田育文. 透平空压机防喘振控制策略优化[J]. 自动化应用, 2020(03): 41-43.
- [3] 文冰. 压缩机组在状态监测系统下动静碰磨故障诊断探究[J]. 中国设备工程, 2020(07): 144-147.
- [4] 石奇峰. 离心压缩机故障原因分析及措施[J]. 中国设备工程, 2020(17): 157-159.
- [5] 李芳，刘杰，崔红林. 透平压缩机的防喘振控制应用研究[J]. 工业仪表与自动化装置, 2020(05): 54-56.