

# 离心压缩机振动故障原因分析与处理措施探讨

于水江

中国石油化工股份有限公司天津分公司

**摘要:**众所周知,离心压缩机作为能源行业生产中主要设备,其对整个企业生产进度以及企业经济效益的提升起到“决定性”作用。其中最为常见故障原因是机组不间断工作的过程中,由于机组振动而引发机械故障。产生故障不能及时维修处理轻则会使得离心压缩机运行寿命和部分零件设备损坏,严重时还会对工作人员生命安全造成威胁,甚至造成企业重大损失。基于此,重视管理工作是非常重要的。本文就通过论述该设备的具体工作原理、诊断意义、故障分析以及维修的具体方法等方面,希望为相关工作人员提供一定的参考。

**关键词:**离心压缩机; 振动故障; 原因分析; 处理措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.06.232

## 前言

离心压缩机具有工作效率高、体积比较小、流量大、维修费用低等特点。离心式压缩机已经被广泛运用于石化行业中,是石化企业的重点关键设备。离心压缩机在运行的过程中,其内部都会有振动故障产生,当振动超差时直接影响离心式压缩机的安全、平稳运行。很多时候会造成连锁停车,最终导致整个生产装置非计划停车,造成不必要的经济损失。更严重的是,出现喘振、飞车等恶劣情况,造成机毁人亡事故发生。要想确保离心压缩机的运行正常,保证其稳定性,就必须要对振动故障采取有关的预防和手段,避免离心压缩机产生振动。

## 一、离心压缩机振动的原因分析

离心压缩机振动的原因多种多样,大体分为机械、仪表、工艺操作等部分原因,下面将工作中遇到的具有代表性的振动原因总结如下,供大家参考。(1)离心式压缩机转子动不平衡。转子不平衡是由于转子的几何中心和转子的质量中心不重合导致。如转子结构或转子叶轮损坏。动不平衡分为原始不平衡、渐发性不平衡、突发性不平衡3种。(2)主动轴与从动轴不对中。离心式压缩机组不对中会造成剧烈振动,有基础沉降的原因、有联轴器的原因、也有原始设备安装精度低的原因。不对中可分为垂直不对中和水平不对中。(3)离心式压缩机永久性转子弯曲。转子永久性弯曲后运转时会造成剧烈振动,一般提为一倍频严重增加。一般情况下,对于长期停运的压缩机,没有按照规定按时盘车会造成转子的永久性弯曲。(4)压缩机前后径向轴承

瓦间隙过大、瓦块损坏、瓦体内进入异物。(5)仪表振动探头输送假信号造成离心压缩机振动过大。(6)转子结垢,造成转子不平衡,引起振动增加。

## 二、离心压缩机振动故障分析

### (一) 转子不协调

在上述工作原理论述中提到,该设备主要组成部分就是定制和转子。转子不协调主要是由于在设备的安装以及生产的过程中,受到客观因素的影响,例如制作转子的材料材质、具体的加工技术等,都会使得转子上的质量不能依据正常的轴对称分布,使得转子在运行过程中不协调,难以保证协调性。这样的影响会使转子质量中心、运行中心线之间存在差异性,并在离心力的作用下,逐渐轴承发生核载,致使压缩机出现振动故障,简单来说,造成此故障主要原因与转子的加工、设计以及所采用的材料有关,主要表现在部分设计人员在设计时忽略了偏心距存在,没有进行精确地测量。而且部分设备的生产厂商为获取最大的利益,多会采用质量较差材料,材料耐磨性差,长时间运转则会出现气孔等问题,从而造成故障出现。

### (二) 油膜振荡

离心压缩机具有转速快特点,所以在高速运转的过程中容易出现油膜振荡故障,该现象是由于膜力所产生的。随着设备的转速不断加快,产生的振动现象没有任何减轻的现象,并且振动的频率基本上处于同一维度。转子的载荷不同,发生半速涡动和油膜振荡的现象也是不同的,若加快设备的运转,产生的振动频率相同,那

么就证明已经产生了油膜振荡故障。具体来说，轴承油膜起始失稳转速与轴颈轴承偏心率、转子临界载荷等有着很直接的关联性。

### （三）转子不对中

简单来说，此故障可以细分为三种类型，例如组合不对中、角度不对中以及平行不对中，所以在分析这三种故障时，其故障评判的方法也要有所不同。在分析组合不对中时，要在机械设备在热态下，才能进行故障原因、现象等分析和检查。角度不对中时，要仔细观察轴承油压力的变化，若压力减少，则可以分析出轴承下半内表面与轴颈之间存在的偏移距离较大，若压力增加，则可以分析出轴承下半内表面与轴颈之间存在的偏移距离较小。平行不对中主要是依靠振动信号对存在的问题进行分析和检查，进而采取相应的解决措施。

### （四）转子结垢

某C2回收装置离心压缩机自装置建成投用以来，多次发生离心机转子结垢造成振动上涨，最终导致装置停工。对离心机检修发现转子及流道均存在不同程度结垢。离心机检修垢物分析情况，如表1：

表1 1-3号未知物样品列表

序号	采样位置	外观描述
1	离心机三级入口过滤器	褐色粉末状固体
2	二返一管道内	黑色固体物
3	高压端流道内壁	黑色粉末

#### 1. 未知物的XRF表征

采用X射线荧光光谱分析（XRF）对样品的成分进行分析，样品中各种元素及含量列于2。

表2 1-3号样品的X射线荧光光谱表征结果

项目	三级入口过滤器垢物 (%)	二反一控制阀内黑色固体物 (%)	高压端流道内壁黑色粉末 (%)
Ti	0.00	0.00	0.08
Mn	0.11	0.13	0.04
Fe	12.78	16.72	8.63
S	50.12	39.19	54.46
P	0.05	0.05	0.05
Al	0.67	0.68	0.61
Mg	1.60	1.17	0.15
Ca	0.03	0.03	0.02
Na	1.28	3.36	4.16
合计	66.63	61.34	68.18

从表2中数据可以看出，1-3号样品中的硫是含量最多的元素，含量在40-55%之间，其次含量较多的是铁元素，总量在8-17%之间；其他成分Na、Mg、Al、Mn、P、Ca、Ti含量之和在5%左右。

#### 2. 未知物样品形成原因分析

Fe含量高，判断与大修后装置新开工通过系统管线自上游带入量大有关。同时原料硫化氢频繁超标也造成了装置自身腐蚀的增加。

S含量高，主要还是由上游干气带入。本次大修开工后，原料干气、产品硫化氢频繁波动，原料硫化氢含量最高值达到2200PPm（指标<50PPm），产品硫化氢最高达到17000PPm，在大量现场检测数据尚未计入的情况下，有记录的321次化验分析中，累计超标65次，占比超20%。

经分析基本可以得出以下结论：原料干气重烃含量波动较大，不饱和C3以上组分中含有较多的硫醇、硫醚、羰基硫等含硫组分，提浓后的微量硫化氢、氧、水在加压、升温的条件下易形成单质硫或其他硫化物，与高含硫原料带来的腐蚀产物共同作用，不断压缩，逐渐积累，并附着在离心机流道及叶轮后造成不平衡，轴振动值不断升高。

#### （五）喘振故障

在该设备的运转中还会存在喘振现象，部分工作人员也会将此故障称为“飞动”。产生此项故障是由于该设备机组入口流量低于喘振流量，继而使得设备机组的管网压力高于压缩机出口的压力，从而形成气体倒流的现象，再加上气体的影响，使得设备运行出现“喘振”现象。相对于其他故障，此项故障的影响是非常严重的。具体来说，造成此现象的主要原因还是由于该设备运转的速度过快导致的，若随着设备的不断运行，其负荷开始降低，进气流量逐渐临近一定的范围时，受到压缩气体会逐渐与叶轮等设备部件产生错位、脱离等现象，进而形成较大的冲击。这样的冲击会直接影响设备的正常运行状态以及可能会造成设备损伤，继而形成生产损失或者事故。

### 三、离心压缩机振动故障的检修方法

本文针对离心压缩机振动故障的检修主要通过方面进行,主要包括故障处理和日常检修管理。

### (一) 故障处理

①若是该设备运行出现了振动不正常现象,首先要了解离心压缩机内的主轴,观察其状态以及能否运行,根据具体的故障采用相应的解决方式。②其次检查叶轮。在部分设备运行的过程,会有部分物质黏住叶轮,而造成叶轮不能正常地运转。例如部分设备的叶轮被树脂黏附,并且已经超过了承受的范围,就会使得叶轮无法正常运转,继而打破了转子的运转平衡状态,使得振动的频率不符合正常范围。针对此现象,相关工作人员应当及时将黏附在上面的树脂快速清除,部分受损部件要及时地换新,从而解决故障问题。③最后检查轴承。部分设备由于长时间的运行,较大的工作强度会使得设备出现一定的故障。在检查其他两个部件后,还要对轴承进行检查,部分设备工作强度较大知识轴承出现位移、偏离现象。对此,相关的工作人员要及时将出现问题的轴承进行检修和换新,继而保障设备正常、稳定地运行。

### (二) 日常检修方法

(1) 及时检查并更换压缩机密封材料。在实际设备管理中发现,很多设备的密封材料多会选择铝制的材料。一般情况下,铝制材料的密封性较好。但是在离心压缩机长期高速运转以及不间断的运转过程中,会使得铝制材料发生氧化现象,一方面该材料腐蚀后密封作用基本没有了,会使得密封区域出现较多的问题,特别是设备在运转过程中转子因磨损问题而产生振动故障。铝制材料腐蚀后密封性变差,设备容易产生杂物堆积,不便于打扫。所以在日常检修工作中发现密封出现各种问题,为保障设备有效性应当及时更换密封材料,例如可以选择四氟材料,保障密封严密性。

(2) 加强该设备日常检修和维护工作。为保障设备稳定性,加强设备日常检修和维护工作是非常有必要。例如第一,每周监测离心压缩机的振动现象,通过具体的参数、数据以及声音等进行综合地分析,确保设备运行状态。第二,重视润滑模块油质,明确设备的运行

参数,针对部分出现差异的区域模块进行及时调整。第三,及时监测设备振动轴的具体情况,及时整理和录入数据,便于管理和核查。第四,相关的管理人员定期进行防腐工作的完善,及时发现设备中无污渍,发现后及时清理。

(3) 完善相关工作人员的工作素养。工作人员的工作素养主要从以下两个方面进行:第一,在进行设备维修人员的选拔中,相关的管理人员要对参与选拔的人员进行具体的摸底和调查,尽量选拔具有责任意识和专业、经验较为丰富人员,保证其在工作中能够高效地完成各项检修、管理工作。第二,对选拔的人员进行综合的培训,培训主要包含相关的理论知识和实践技能,对该设备的工作原理以及产生故障原因等了解透彻,便于在工作中及时发现故障并解决,保障设备稳定运转。

(4) 引入现代化技术实现设备的实时监测。我国数字化技术到现阶段已经取得了一定的成就,所以在设备的管理中可以引入相关的监测设备,不间断地监测设备运行状态并且能够针对设备中存在的故障因素等进行监测,例如运行中的温度、压力、转速等数据进行分析,发现故障及时解决或者上传数据到总控中心,由相应管理人员进行故障处理,很大程度上可以保障设备的安全、高效运行。

## 四、结束语

总的来说,离心压缩机是企业发展中重要支柱,若其存在振动故障不能有效地解决,很大程度上会影响企业的健康发展。所以,为保障设备的稳定性,相关的人员要了解设备的工作原理以及加强管理的重要性,从多方面强化管理工作,确保该设备正常运转,避免再出现振动故障的产生,以此促进企业更加快速、长远发展。

## 参考文献

- [1] 赵跃峰. 离心压缩机振动故障的分析和处理[J]. 化工管理, 2019, 3(19): 166-167.
- [2] 李永强. 离心压缩机振动故障的分析和处理[J]. 北工管理, 2019, 4(8): 141-142.
- [3] 张勇. 离心压缩机振动故障的分析和处理[J]. 石化技术, 2018, 25(9): 54.