

Discussion on Handling Method of End Vibration Fault of Centrifugal Air Compressor

Weihaoyuan

Shaanxi Steel Group Hanzhong Iron and Steel Co., Ltd., Hanzhong, Shaanxi, 724200, China

Abstract

Surge is one of the common faults of centrifugal air compressor, which will affect the operation of the whole unit. Therefore, it is necessary to deeply analyze the causes of surge and do a good job in prevention and treatment, so as to ensure the normal and stable operation of the unit. Based on the actual situation and combined with the operation of four Fusheng P700 centrifugal air compressors of Hansteel Company, this paper explores the cause of surge of centrifugal air compressors and the troubleshooting measures, and puts forward several views and suggestions for reference.

Keywords

centrifugal air compressor; surge; cause of failure; handling measures

离心式空气压缩机喘振故障的处理方法探讨

袁伟豪

陕钢集团汉中钢铁有限责任公司, 中国·陕西 汉中 724200

摘要

喘振是离心式空气压缩机常见故障之一, 该故障会对整个机组的运行产生影响, 因此必须深入分析喘振形成原因并做好防范与处理, 以保证机组的正常稳定运行。论文立足实际, 结合汉钢公司4台复盛P700型离心式空压机运行情况, 对离心式空气压缩机喘振形成原因及故障处理措施展开探究论述, 提出几项观点与建议, 以供借鉴参考。

关键词

离心式空气压缩机; 喘振; 故障原因; 处理措施

1 引言

离心式空压机是钢铁行业的一种常用设备, 该类设备在运行过程中会产生一些故障, 其中喘振故障比较常见。离心式空气压缩机的喘振是在离心式空气压缩机运行过程中, 气流的强烈脉动与周期性振荡造成叶片强烈振动, 引起叶轮应力加大, 噪音增大, 整个机组出现强烈振动, 机组的密封、轴承也会受到影响, 整个机组有可能因此瘫痪。基于以上认知, 下面对离心式空气压缩机的喘振故障问题做具体分析。

2 离心式空气压缩机喘振形成原因

2.1 喘振形成原理

喘振是离心式空气压缩机运行在某一工况下产生的特有现象。当进入空压机的空气流量不能使空压机产生足够的压力, 外部管路的压力就会大于空压机内部压力, 强大的压差会导致逆止阀关闭^[1]。逆止阀关闭后, 空压机不再由输出,

空压机内部就会有空气积累, 内部压力持续上升, 当内部压力上升到一定程度时(内部压力超过外部系统压力), 空压机逆止阀就会被内部压力冲开, 空压机内部气体会排。内部气体排出后, 空压机内部又会因为空气的缺少而无法持续输出, 空压机内部压力也会随着气体的排出不断下降, 最终当压力下降到一定程度时, 空压机的逆止阀又重新关闭, 空压机内部空气又重新聚集, 内部压力又重新增大。如此反复, 如此的循环往复, 导致输出的压力和电机负荷剧烈波动, 逆止阀动作频繁, 空压机也不断发出“砰砰”的喘振声音。

2.2 喘振形成具体原因

离心式空压机在运行过程中的喘振现象分为两种, 一种是自然喘振, 一种是异常喘振。离心式空压机的自然喘振现象指: 空压机内部压力已经达到机器可压缩的最大值时产生的喘振。自然喘振比较容易消除与解决, 只需通过调整空压机的卸载压力, 使设备卸载压力小于标定压力, 就能有效避免喘振现象。离心式空压机的异常喘振是一种故障的表现, 这种故障会对整个机组的稳定运行都产生重大影响, 因此必须做好处置与防范。在维修过程中发现, 离心式空压机的喘振故障主要与以下原因有关(见图1):

【作者简介】袁伟豪(1987-), 男, 中国陕西宝鸡人, 本科, 工程师, 从事设备运行及管理研究。

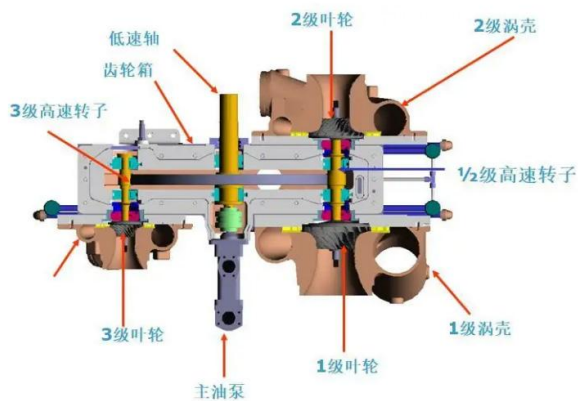


图1 离心式空气压缩机结构图

2.2.1 离心式空压机进气口空气温度变化

离心式空压机设计上的压缩量是指在 25℃，一个标准大气压条件下的压缩量。但在实际运行中，外部温度及大气压条件都在不断变化，无法保持恒定，这样空压机在运行过程中就不可避免地会有喘振现象。且研究表明，当空气压力恒定时，空气密度与空气温度成反比例关系，温度升高，密度就降低，而空气密度降低会导致离心式空气压缩机内部的空气流量减少，输出压力降低，进而导致空压机出现严重喘振故障^[2]。

2.2.2 离心式空压机扩压器腐蚀磨损

当离心式空压机处于运行状态时，叶轮高速旋转，空气在经过高速旋转的叶轮后产生高速高压，之后空气进入扩压器，扩压器会使空气流速降低，压力提高，这样机器就能更顺利地排出气体，机器也不会出现严重的喘振现象。但如果空压机中的扩压器受到严重磨损与腐蚀，性能下降，那么空气在流经扩压器时就得不到有效的处理，空压机内部的空气压力因此得不到提高，输出压力也将明显降低，空压机就更容易出现喘振。离心式空压机叶轮与扩压器之间的间隙变化离心式空压机对叶轮与扩压器之间的间隙要求较高，间隙过大或过小都有可能致空压机喘振问题比较严重^[3]。研究发现，当空压机叶轮与扩压器之间的间隙过大时，就容易出现泄露串气现象，泄露串气导致空压机内气体减少，压力降低，机组的运行受到影响。当空压机叶轮与扩压器之间的间隙过小时，空压机内通过的空气流量就会变小。叶轮与扩压器容易碰撞，机组的喘振问题也会更严重。

2.2.3 离心式空压机冷却器与水汽分离器变脏

空气在经过设备的压缩后，速度与压力会明显上升，温度会显著升高，为防止出现温度过高情况，离心式空气压缩机内部都安装有水汽分离器与冷却器。在安装有水汽分离器与冷却器的分离式空压机中，气体在进入下一级压缩前要先经过冷却器与分离器，在冷却器与分离器的作用下，空气中的水分被过滤掉，这样气体就能被更顺畅地排出。当分离式空压机中的水汽分离器冷却器变脏后，过滤效果就会变差，机器内的空气流量也会因此减少，空压机输出压力降低，

并因此产生喘振现象。

3 离心式空压机喘振故障处置与防范措施

3.1 离心式空压机喘振故障处置方案

对离心式空压机在运行过程中出现的喘振故障，要根据故障形成原因采取针对性措施进行处理，将故障影响降到最低^[4]。具体如监测与控制空压机进气压力，防止出现进气压力低、进气温度高、气体分子量减小等问题。平时做好对离心式空压机的检查与运维，及时清理冷却器、过滤器、网管等，保持机械设备清洁，确保机械运行状态良好，从而缓解喘振现象。工作人员在开、停离心式空压机时，要合理地降低升、降速度，避免升、降速度过快，并且在操作过程中做到升速后升压，降压后降速。在开防喘振阀或关防喘振阀时，做到平稳缓慢，不能使防喘振阀受到过大冲击。开防喘振阀时，先升高压力，后降低压力；关防喘振阀时，先降低压力然后再升高压力。离心式空压机在运行过程中日过出现喘振与旋转失速问题，应先将所有防喘振阀打开，增加压缩机流量，然后根据故障的具体表现及原因做针对性处理。如对于因扩压器腐蚀磨损引起的喘振故障，就应及时维修或更换扩压器，使故障尽快消除；对于因冷却器与水汽分离器变脏引起的喘振故障，应及时清洗这两项装置，或更换新装置，以使故障尽快消除。

3.2 离心式空压机运行管理制度

离心式空压机的安全稳定运行需要有健全完善的运行管理制度做保障。当前背景下，要不断根据离心式空压机的运行管理情况，完善运行管理制度，以制度促进离心式空压机运行管理工作规范开展。具体来说公司要制定以下几条基本制度：离心式空压机专人管理制度，公司的所有离心式空压机，都由懂相关专业知识和掌握设备运维技能、有一定实践经验的专业人员负责。公司所有新入离心式空压机，未经试验不得投入使用，只有在经过规范试验且实验结果表明一切安全正常后才能投入运行。做好对离心式空压机的基础检查与运维，对所有老化严重的离心式空压机，应及时记录并上报更换，从而减少安全隐患^[5]。不断完善离心式空压机的运维管理规范，确定离心式空压机运维管理细则，并严格要求相关工作人员按照规范细则开展各项检修维护与管理工作，以提升离心式空压机的安全管理水平。

3.3 离心式空压机喘振检测系统

在当前背景下，可运用 PLC、人工智能等先进技术建立离心式空压机自动检测系统，由系统对离心式空压机的喘振故障做出自动监测与防范。

3.3.1 基于 PLC 技术的离心式空压机喘振监测系统

运用 PLC 技术构建离心式空压机监测控制系统，通过系统实现对离心式空压机的远程监测与自动控制，提高离心式空压机运行水平。PLC 监测控制系统可完成设备自动化和过程自动化监测控制，实现完美的网络功能，系统功能丰

富、性能稳定,扩展性好、抗干扰性强,应用性好。基于 PLC 技术的监测控制柜能够与公司的 DCS 系统连接,进行数据传输,能通过以太网等对公司的 4 台复盛 P700 离心式空气压缩机进行远程监测与监测控制。PLC 控制系统将自动、远程监测与收集离心式空压机的温度、气体流量及压力等数据,并据此对离心式空压机运行状态做出判断,对离心式空压机进行自动监控与管理。通过 PLC 监测控制系统,工作人员可远程完成离心式空压机启闭操作,或是直接通过 PLC 监测控制系统完成自动监测控制,提高对离心式空压机的监测与监测控制水平。在将 PLC 技术运用于离心式空压机监测控制时,重点是掌握离心式空压机的机型、容量、运行环境以及运行负荷等,据此确定离心式空压机自动化监测控制需求,然后才能构建出适用性高的自动化监测控制系统,让离心式空压机得到科学精准的监测与监测控制。

3.3.2 基于人工智能技术的离心式空气压缩机喘振监测系统

人工智能技术在现代社会的多个领域都有重要应用,在机电自动化控制领域也发挥出了重要作用。对于离心式空气压缩机运行过程中的喘振问题,有必要借助人工智能技术进行防范与解决,有效提高离心式空气压缩机的稳定性,降低故障发生率^[6]。公司目前可运用人工智能技术下的专家系统、模糊理论等构建离心式空气压缩机在线、远程监测系统,由系统对离心式空气压缩机的喘振问题进行自动监测与分析。

专家系统是发展最早,也是人工智能应用最活跃和最广泛的课题之一,它与知识工程研究联系在一起。在专家系统中,需设计所研究问题领域的知识表达方式,知识处理与知识运用的理论及方法。专家系统在当前的电力系统中有着广泛应用。当前有些公司利用面向对象的知识表示方法构建离心式空压机日常运行管理专家系统。专家系统能在设备运行期间,根据专家经验、设备的运行状态、运行规程及结构等,

为运维人员提供运维管理建议,协助工作人员制定更科学可行的运维管理决策。公司也可运用人工智能技术领域中的模糊理论,构建离心式空压机装置状态评价体系,运用模糊综合评价的方法掌握离心式空压机装置运行状态,及时发现离心式空压机装置的运行隐患并作出处理,防止问题真正发生。另外也可运用数据包络分析对离心式空压机装置的运行状态等进行监测与分析,掌握离心式空压机装置运行情况,制定更科学可行的运维管理策略,维护离心式空压机装置的安全稳定运行。

4 结语

综上所述,离心式空压机是重要的生产设备,空压机的喘振问题会给整个机组带来较大影响。研究可知,离心式空压机喘振故障与多种原因有关,公司要根据具体的原因做好故障处置,将故障影响降到最低。此外,公司还需结合空压机构造特征、技术参数等制定科学可行的运行管理制度,完善运行管理规范,并建立在线监测平台,运用技术手段提高离心式空压机运行管理水平,降低故障发生率。

参考文献

- [1] 孙赫阳.离心式空气压缩机运行中的主要故障及优化策略[J].现代制造技术与装备,2021,57(3):165-166.
- [2] 吕文浩,鲁悦,刘云龙.离心式空气压缩机喘振故障分析与监测控制预防[J].科学技术创新,2020(26):195-196.
- [3] 李俊.空压机防喘振系统监测控制方法的研究[D].包头:内蒙古科技大学,2019.
- [4] 黎德坤.高速离心式空压机振动故障分析及处理方法[J].冶金设备,2017(S2):361-366.
- [5] 罗军.离心式空气压缩机喘振故障分析与监测控制预防[J].新疆有色金属,2016,39(S1):83-85.
- [6] 侯国安,周凯.离心式压缩机喘振原因分析及防喘振措施[J].石油和化工设备,2015,18(9):62-65.