

往复式压缩机管系振动与控制措施探讨

董吉鹏

安徽华东化工医药工程有限责任公司上海分公司 上海 201315

摘要: 随着我国工业技术的高速发展,往复式压缩机在工业生产中得到广泛应用。然而,其管系振动问题也日益突出,成为影响压缩机运行稳定性和使用寿命的重要因素。本文深入探讨了往复式压缩机管系振动的产生机理及影响因素,并提出了相应的控制措施。通过优化设计与制造、强化安装与调试、加强运行与维护等方面的综合施策,我们旨在降低管系振动,提高压缩机的工作效率和使用寿命,为工业生产的安全与稳定提供有力保障。

关键词: 往复式压缩机;管系振动;控制措施

引言:往复式压缩机作为重要的动力设备,在工业生产中发挥着至关重要的作用。然而,其管系振动问题一直是制约压缩机稳定运行的关键因素。管系振动不仅影响压缩机的效率和使用寿命,还可能对生产安全造成潜在威胁。因此,对往复式压缩机管系振动进行深入研究和探讨,寻求有效的控制措施,对于提升工业生产的稳定性和安全性具有重要意义。本文将围绕这一问题展开论述,以期为推动相关技术的创新和发展提供有益参考。

1 往复式压缩机管系振动原理分析

1.1 往复式压缩机的工作原理

往复式压缩机对气体进行压缩,主要依靠活塞在气缸中往复运动实现的。其工作原理可以简要概述为:通过驱动机构(如电动机或内燃机)驱动曲轴旋转,曲轴再通过连杆机构带动活塞在气缸内作往复直线运动。当活塞向气缸盖方向移动时,气缸容积减小,气体被压缩;当活塞向远离气缸盖方向移动时,气缸容积增大,气体被吸入。这种周期性的压缩与吸入过程,使得气体在压缩机内得以压缩并排出,从而完成了压缩过程。在往复式压缩机的工作过程中,气体在压缩腔内受到周期性的压缩与膨胀作用,从而产生压力波和流量波。这些波动会沿着管道传递,并与其他部件的振动相互作用,形成复杂的振动系统。此外,活塞在往复运动过程中,由于摩擦、惯性力等因素的影响,也会产生振动。这些振动不仅会对压缩机本身的性能和寿命产生影响,还可能对与其连接的管道系统造成不良影响。

1.2 管系振动的产生机理

管系振动是往复式压缩机运行过程中常见的现象,其产生机理主要涉及以下几个方面:(1)气体在管道中的流动具有一定的动量和压力波动。当压缩机活塞进行压缩或排气时,管道内的气体流量和压力会发生突变,这种突变会引发管道内气体的振动。这种振动会以波动

的形式在管道中传播,并与管道壁、支撑结构等相互作用,进一步加剧振动。(2)管道系统的固有频率与压缩机产生的激振频率相接近时,会发生共振现象。共振会导致管道振动的幅度显著增加,严重时甚至可能导致管道的破坏。因此,在管道系统设计时,需要充分考虑管道的固有频率和激振频率的关系,避免共振的发生。

(3)管道系统的安装质量和支撑结构的设计也会对振动产生影响。如果管道安装不牢固或支撑结构设计不合理,会导致管道在运行过程中出现晃动和振动。因此,在管道系统的安装和支撑结构设计中,需要采取适当的措施来减少振动^[1]。

1.3 振动特性的影响因素分析

往复式压缩机管系振动的特性受多种因素影响,这些因素包括但不限于以下几个方面:(1)压缩机本身的性能参数和结构特点对振动特性具有显著影响。例如,压缩机的排量、压缩比、转速等参数都会影响气体的流动特性和振动特性。同时,压缩机的结构设计、材料选择以及加工精度等也会对振动产生影响。(2)管道系统的布局、尺寸和材料选择也是影响振动特性的重要因素。合理的管道布局可以减少气体的流动阻力和压力波动,从而降低振动幅度。而管道的尺寸和材料选择则需要考虑其承受压力和振动的能力,确保管道系统的安全可靠运行。(3)运行环境和使用条件也会对振动特性产生影响。例如,环境温度、湿度和噪声等因素都可能对压缩机的运行稳定性和振动特性造成影响。同时,使用过程中的操作规范和维护保养情况也会对振动产生影响。

2 管系振动对压缩机性能的影响

2.1 振动对压缩机效率的影响

往复式压缩机管系振动对其效率具有显著影响。当管系发生振动时,气体在管道中的流动会受到影

吸气量减少,排气压力降低,从而影响到压缩机的正常工作效率。(1)振动会干扰气体的流动状态。在正常的吸排气过程中,气体应该平稳地进入和排出压缩机。然而,当管系发生振动时,管道内的气体会产生紊乱的流动,形成涡流和湍流。涡流和湍流增加了流动阻力,降低了工作效率。(2)振动会导致压缩机的吸气量减少。管道中的气体会出现泄漏或回流现象,导致实际吸入压缩机的气体量少于设计值。吸气量的减少会直接影响压缩机的压缩能力和排气量,从而降低其效率。(3)振动还可能引起压缩机内部零件的松动和磨损。

2.2 振动对压缩机使用寿命的影响

往复式压缩机管系振动问题影响压缩机的效率,还会减低压缩机使用寿命。(1)振动会导致压缩机内部零件的磨损加剧。在振动的作用下,零件之间的接触面会产生微小的相对运动,这种运动会产生表面磨损的增加。随着时间的推移,磨损会逐渐累积,使零件的尺寸、形状和精度发生变化,影响到压缩机的正常运行和性能。(2)振动还可能引起压缩机部件的疲劳破坏。在周期性振动的作用下,压缩机部件会受到反复的应力作用,导致材料的疲劳损伤。当疲劳损伤累积到一定程度时,部件可能会发生断裂或裂纹扩展,从而导致压缩机的失效^[2]。(3)振动还可能引发压缩机的密封问题。如果管系振动过大,可能会导致压缩机的密封结构松动或损坏,使气体泄漏增加。气体泄漏不仅会降低压缩机的效率,还会对环境造成污染。

2.3 振动对管道安全性的影响

往复式压缩机管系振动影响整体管系安全性。这种影响主要体现在管道的结构完整性、连接部位的安全性以及管道的疲劳寿命等方面。(1)振动会直接影响管道的结构完整性。在持续的振动作用下,管道可能会发生弯曲、变形甚至断裂等破坏现象。(2)管道的连接部位也是振动影响的重点区域。振动会导致管道连接处的松动和破坏,如法兰连接、焊接接头等。一旦连接部位失效,不仅会造成管道的泄漏,还可能引发更严重的安全事故。(3)振动还会导致管道焊缝疲劳裂纹,特别是对于高频振动和大幅振动的管道系统,其疲劳寿命的衰减速度会更快。

3 控制往复式压缩机管系振动配管中的措施

3.1 压缩机设计制造与整体管道设计方面的控制

在控制往复式压缩机管系振动的过程中,设计与制造阶段扮演着至关重要的角色。通过合理布局管道路线、采用适当的管材和管径,以及强化支撑结构设计,可以有效地减少管系振动,提高系统的稳定性和安全

性。(1)合理布局管道路线对于减少振动至关重要。在设计过程中,需要充分考虑压缩机的排量和压力特性,以及管道内气体的流动特性和振动特性。通过优化管道布局,减少弯曲和接头数量,降低管道阻力,有助于减少气体的流动紊乱和振动发生。进出口管路需要用到的弯头均采用曲率半径大于或等于1.5倍的管道公称直径的大半径弯头(弯头的曲率半径尽可能大从而减少产生激振力的场所及激振力的力幅,减少机械振动振幅);同时,合理规划支撑和固定点,确保管道系统在各个方向上都有足够的支撑,避免振动传递和放大,在选用支架时,选用防振管卡,防振管卡形式见图1。(2)管材和管径的选择对于控制振动同样重要。管材的选择需要考虑其承受压力、耐腐蚀性、抗疲劳性等因素,以确保管道系统的安全可靠。同时,根据压缩机的工作特点和管道系统的要求,合理选择管径,避免管径过小导致气体流速过高,从而引发振动和噪声。(3)强化支撑结构设计也是控制振动的重要手段,往复压缩机管道系统的支架应采用防振管卡或固定支架,不能采用简单支托,更不能采用吊架。支架的材料一般用Q235B。防振管卡不得采用U型螺栓式管卡,应采用扁钢制作,并且防振管卡与管道之间应垫衬一周2mm~3mm橡胶垫;若采用带管托的防振管卡,则管托底板必须与其生根部位焊接牢固,不能简单放置;防振支架应设独立基础,避免生根在压缩机及其电机的基础、操作平台和厂房的;防振支架的结构和支架的生根部分应具有足够的刚度,支架立柱应采用大规格H型钢或钢筋混凝土制作以保证其足够的刚度和强度。支架设置注意事项见图2。

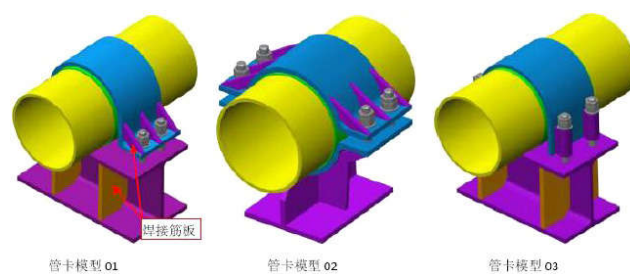


图1 防振管卡示意图

3.2 安装与调试阶段的控制

安装与调试阶段是确保往复式压缩机管系振动得到有效控制的关键环节。通过精确安装与定位、合理的振动隔离与阻尼设计以及优化调试参数等措施,可以进一步提高管系的稳定性和可靠性。(1)精确安装与定位是减少振动的基础。在安装过程中,需要按照设计要求对压缩机和管道进行准确的定位和固定。对于压缩机本身,需要确保安装平稳、水平,并采取措施防止其在运

行过程中产生过大的位移。对于管道系统，需要保证管道安装牢固、连接紧密，防止松动和泄漏现象的发生。

(2) 合理的振动隔离与阻尼设计能够有效地降低振动的传递和放大。通过采用适当的隔振垫、减振器等设备，可以减少压缩机和管道之间的振动传递。同时，在管道系统的支撑和固定点处设置阻尼装置，可以进一步降低振动的振幅和频率，提高整个系统的稳定性^[3]。(3) 优化调试参数是确保压缩机和管道系统正常运行的关键步骤。在调试过程中，需要对压缩机的排量、压力、温度等参数进行调整和优化，使其适应管道系统的特性和要求。还应注重现场实际情况的反馈和调整。对于安装过程中出现的问题和不足，需要及时调整和改进。同时，对于调试过程中发现的异常振动和噪声等问题，需要进行深入分析和排查，找出问题根源并采取有效措施进行解决。

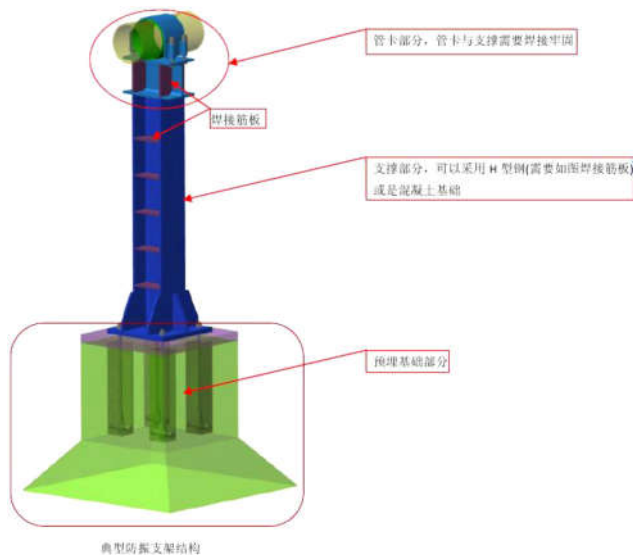


图2 防振管卡设置注意事项图

3.3 运行与维护过程中的控制

在往复式压缩机管系振动控制的运行与维护阶段，

需要采取一系列措施来确保系统的稳定运行和延长使用寿命。这些措施包括定期检查与监测、振动数据的收集与分析以及维护保养与故障排除。(1) 定期检查与监测是及时发现和处理潜在振动问题的重要手段。通过定期检查管道系统的连接部位、支撑结构和阻尼装置等关键部位的状态和性能，可以及时发现松动、磨损或损坏等问题。(2) 及时快速的收集和分析压缩机振动数据，有助于帮助我们了解和控制压缩机振动的发生。(3) 维护保养与故障排除是确保管系振动得到有效控制的重要环节。通过定期的维护保养，可以确保压缩机和管道系统的正常运行，及时发现并处理潜在的问题，减少振动发生的可能性。运行与维护过程中的控制是确保往复式压缩机管系振动得到有效控制的关键环节。通过定期检查与监测、振动数据的收集与分析以及维护保养与故障排除等措施的实施，可以确保压缩机和管道系统的稳定运行，提高整个系统的安全性和可靠性。

结束语

综上所述，往复式压缩机管系振动控制是一个兼具挑战性和重要性的课题。本文深入剖析了振动产生的机理，并提出了针对性的控制措施。通过合理的设计和安装、精准的调试以及定期的维护，我们能够有效抑制管系振动，提升压缩机的运行稳定性和效率。未来，随着技术创新与经验积累，我们相信往复式压缩机管系振动控制将取得更多突破，为工业领域的发展注入新动力。

参考文献

- [1] 贺亚刚. 往复式压缩机管系的振动分析及控制措施[J]. 中国西部科技, 2019, 7(35): 22-23.
- [2] 刘明海. 关于往复式压缩机振动分析及应对措施探讨[J]. 科技传播, 2020, 5(22): 102-103.
- [3] 崔匀. 往复式压缩机管道应力分析及其振动解决方案[J]. 化工设备与管道, 2019, 53(05): 63-68.