

浅谈石油化工转动设备的振动故障及处理

陈垂富（中国石化海南炼油化工有限公司，海南 儋州 578101）

摘要：转动设备是石油化工企业中关键的设备之一，关系到石油化工企业的生产效率。但是，由于受到各种因素的影响，在石油化工转动设备实际运行过程中，会出现许多故障问题，其中以振动故障较为突出，这一故障问题会对转动设备造成较大的损伤，导致设备无法正常运行，进而使得企业生产效率降低。为此，本文以石油化工转动设备为重点研究的对象，具体对其运行过程中出现的振动故障、故障原因及故障处理措施进行分析，以期有效提升石油化工转动设备运行管理水平。

关键词：石油化工；转动设备；振动故障；故障原因；处理措施

随着技术的进步，我国石油化工行业的机械化水平有了较大的提升，在实际运行中有着大量的设备，这些设备既有静态的，也有动态的设备，其中，转动设备主要包括压缩机、搅拌机、离心机、泵、烟机、主风机、气压机等，这些机组均具有转速高、功率大的特点，且是石油化工企业生产的重要设备。所谓振动，指的是某一个物理量产生的一种周期性变化，换而言之，振动可以理解为物体在一定范围内反复运动的过程，而如果所产生振动的物体为机械零件或机械结构，则这种振动也称作是机械振动。显然，如果石油化工转动设备产生振动，势必会对其正常运转产生影响，而且还会加剧机械设备本身的损耗，使得机械设备的使用寿命降低。通常情况下，当设备出现故障问题时，是需要停机检修的，而停机检修就意味着生产停滞，对于企业而言，是一种较大的经济损失。虽然目前我国石油化工行业的机械化水平不断提升，在设备自动控制、故障检测方面也实现了突破，但是仍然不可避免出现转动设备故障的问题，特别是振动问题较突出，使得机械设备正常运转受到影响，而且还会导致设备损坏。另外，振动问题还会使得机械耗能升高，增加企业生产的成本，并降低企业生产的质量，而且振动往往伴有刺耳的噪音，也会对工作人员的身心健康产生负面影响。所以，加强石油化工转动设备的振动分析和处理非常重要，应在明确振动故障的原因的基础上，制定合理的措施有效解决故障，同时还需要进一步加强转动设备的维护管理，将振动故障消除至萌芽内，充分保证转动设备的正常运转，进而保障石油化工企业的生产效率。

1 石油化工转动设备振动的原因及分析方法

1.1 振动原因分析

引起石油化工转动设备振动的原因有许多，主要包括这几个方面：

1.1.1 自身结构形式惯性与力矩不平衡

在石油化工转动设备运行过程中，会受到几个方面的承受力，具体为转动设备本身的形成重力、驱动产生的作用力和运动产生的惯性力。若转动设备在结构设计上缺乏科学性，会使得机械零部件之间缺少必要的间隙，从而使得机组出现较为严重的磨损，此时就会产生机械

振动。

1.1.2 受气流脉动的影响

所谓气流脉动，可简单地理解为是在气流过程中气流压力、速度的周期变化。气流脉动会随着时间和位置而变化，并且还会对气柱产生影响，这种影响频率若是与气柱的频率不一致，就会引起共振，进而出现机械振动。

1.1.3 管理系统设计科学性不足

如果石油化工转动设备在管道系统设计方面缺乏科学性，就很有可能会引起管路振动，比如在设计压缩机的进出口缓冲罐时，其尺寸规模较小，就会对其缓冲效果产生影响，并且会形成较大的压力脉动。或者是阀门位置设置不科学，就会引起共振的问题。还有就是不能科学设计管路支撑，使得管路激振力增加，也会引起较大的振幅。

1.1.4 基础设计不科学

要想保证石油化工转动设备处于正常有效运行的状态，还需要确保其结构轻度来控制基础振动在合理的范围内，比如，一般情况下压缩机的基础质量相当于不平衡力的15-20倍，所允许的基础振幅在200mm，并且最大振动速度要在6.3mm/s内。

1.2 振动分析方法

对石油化工转动设备振动的分析方法有许多，常用的分析方法有这几种：

1.2.1 时域分析法

这是振动分析中较常用的一种分析方法，指的是从时间的角度对信号分析，了解信号的原始波形及其特点。主要是通过信号波图观察其在不同时间段的幅值，根据最大值和最小值计算出有效数值。在判断的初期，需要多多个信号进行比较，由此判断设备振动值是否在标准的范围内，若超出标准范围，则还需要观察超标的方向。

1.2.2 傅里叶分析

这也振动分析中较常用的一种分析工具，其主要是对幅值谱、功率谱密度等进行分析，从而掌握谐波分量的散布情况。

1.2.3 观察分析法

观察分析法也是振动分析中常见的一种分析方法，

主要是做好这三个观察，即对启动和停车时因转速引起的振动进行观察，从而获取故障信息；对频谱及各成分相位变化进行观察，将一些故障排除；对轴心轨迹的形状、椭圆的轴心轨迹变化进行观察。之后结合观察结果，分析故障特征，并现场对设备进行验证分析，确认有故障，则及时提出解决方案，在故障解决后，还需再次对设备的工作状态进行检测验证。

1.2.4 性能分析法

这一分析方法主要是掌握设备的性能，具体需要通过观察波形图掌握设备整体的发展变化，包括设备的型号、性能、工作原理、运行情况、使用情况、维修情况、上次发生故障的类型等，之后根据波形图变化看是否有不符合常规指标，对故障产生的原因和影响等进行预估。

2 石油化工转动设备振动故障类型及处理措施

2.1 转子不平衡

在石油化工转动设备运行过程中，较常出现转子失衡的问题，这是常见的设备振动类型，也是常见的设备振动原因之一。一旦石油化工转动设备出现转子失衡的现象，势必就会引起振动问题。另外，由于转子在转动过程中会产生离心力，随着离心力的不断变化，也会导致设备出现振动故障。如果发现转子有弯曲的情况，证明目前质量分布处于不平衡的状态，而随着设备的转动就会产生非常强烈的振动。

以某石油化工企业中的离心压缩机为例，该压缩机在一次检修过程中发现了振动故障。通过分析该离心压缩机的内部结构，发现转子的质量中心和旋转中心发生了偏离，而所受偏心距的影响，使得转子在运转时无法产生离心力。此时轴承承载负荷加大，最终使得该离心压缩机出现了振动问题。通过具体的观察和分析，该压缩机转子不平衡主要表现为：采用频谱对转子进行检测后，所获得的频谱图中存在不同的峰值情形；采用时域检测分析法对转子分析，发现波形与标准波形存在较大差异；观察转子的运动过程，发现其的运动轨迹为椭圆状；转动速度对振动的影响较为显著。而在分析引起转子失衡原因时，确认主要是这三点原因：一是在设计转子时，为充分考虑偏心距这一问题，使得设计精度不高；二是在材料质量方面存在问题，表现为转子的厚度并不均匀，从而引起机械振动；三转子的工况处于超负荷运行，会严重磨损机械设备，同时产生振动故障。

对于因转子失衡而引起的转动设备振动故障，在故障处理过程中，需要检修技术人员确认转子失衡的原因，然后根据具体的原因采取针对性的处理。

2.2 支承松动

支承松动指的是支撑石油化工转动设备的轴承座等部件出现了松动。这也是石油化工转动设备较常见的一种振动故障类型。而引起支承松动的原因也有许多，但主要是因连接刚度不够或是紧固松弛引起支承松动。一旦出现支承松动，则会降低转子运转时的阻力，转子转动过程中就容易出现位移或碰撞的现象，进而产生振动，

而且这种振动往往伴有设备的撞击声。

对于支承松动这一问题，在处理振动故障时，应当提升轴承座等支承部件的连接刚度，定期进行检查维护，确保各连接点紧固无松弛现象，避免出现支承部件松动而引起振动。

2.3 轴线不对称

目前石油化工转动设备也比较常出现轴线不对称这一故障问题。通常情况下，主要是借助联轴器来对石油化工设备进行轴对称连接，但如果在使用联轴器连接时，不能保证轴线对中，就会引起振动故障，不仅会对设备和轴承产生破坏，还有可能会带来安全生产事故，无疑给石油化工企业带来巨大的经济损失。轴线不对称主要表现为：不同位置的振动大小主要是由负荷大小来决定，在负荷较低时，往往振动就越大。分析引起轴线不对称的原因，主要是因为装配有误差或者是联轴器过热膨胀引起。目前对于轴线不对称引起的振动故障，有效地解决方法有：减少装配误差、重新设计导向系统、提升设计精度等。

2.4 油膜振荡

油膜振荡也是石油化工转动设备运行过程中比较常出现的一种故障类型，主要是针对高速滑动轴承，具体的表现特征为：若发生了油膜振荡，对于故障的快速判定，可根据振荡消失转速和起始转速二者的差异来进行；或者是转动设备运转时，通过增加转速的方式，如果此时存在油膜振荡，则不会对振动有所缓解。

如果是因为油膜振动而引起机械设备的振动故障，在具体的故障处理过程中，可采取这三点措施：一是适当调整机械预负荷；二是将油膜与共振区进行隔离，避免油膜与共振区接触；三是对轴承的关键值进行调整，如减少轴承间隙、增加轴承比压等。

3 石油化工转动设备振动控制及维护管理的措施

要想减少石油化工转动设备运行过程中振动故障的发生，必须要采取一定的控制技术手段，强化对转动设备的振动控制，同时还需要做好转动设备的日常维护管理工作，由此降低振动故障给转动设备带来的损害，并保证转动设备能够安全、高效地运行。具体的技术措施为以下。

3.1 设备科学选型

为从根本上避免转动设备出现振动故障，在实际的生产工作中，应当充分结合工作实际的需求，科学选择适合的石油化工转动设备。如，在考虑实际生产的环境的基础上，应尽可能地选择有较小摩擦阻力的设备，同时做好转动设备在作业时的防噪声工作，避免产生较大的噪音而对周围环境和居民生活产生负面影响。除此之外，也可以采用一些减震设施来降低转动设备运行时的振动发生频率。总的来说，在实际生产过程中，石油化工企业应从环保生产、环境保护等方面着手，尽可能地选择振动小、摩擦小及噪音低的转动设备，或者是通过安装一些减震设备来减少振动情况出现，确保转动设备

能够正常运行,同时延长设备的使用寿命及其免修周期。

3.2 将振动源有效消除

在石油化工转动设备运转过程中,会因为各种原因而出现振动故障。为此,就需要从实际情况出发,有效消除振动源。具体来讲,首先,石油化工企业必须重视转动设备的有效管理,要对全部的转动设备的各个参数有全面的了解,避免由于管理不当而引发转动设备的振动故障,确保转动设备能够正常稳定运行的同时,提高石油化工企业生产的效率。其次,石油化工企业要全面开展转动设备的监督工作,做好转动设备的定期检查维护工作,在日常的作业过程中,也需要及时对设备的相关信息记录,如设备振动情况、振幅、振动超标等信息,在发现问题后应第一时间处理,确保转动设备处于安全运行的状态,未出现有异常振动的情况。最后,采取振动源控制的方法,是一种非常有效的振动故障控制方法,比如可通过优化设备的结构来保持设备的平衡性,改变干扰力方向,提高设备的精度等,另外还有就是对加强共振的控制,可通过改变转动设备结构原有频率或转速的方式,避免出现共振问题。需要注意的是,在实际工作中,往往会遇到无法消除的化工生产噪音和振动问题,此时就需要从设计和安装这两个方面加以控制,当然也要加强设备的维护管理,这样才能够及时地消除一些异常的噪音和振动。

3.3 对转动设备进行基础的隔离处理

从上述分析中可得知,石油化工转动设备的振动问题,与其基础有一点的关系,为了能够降低振动故障发生的概率,并提高转动设备的工作效率,可在设备与基础之间增设减振零件来实现。具体来讲,就是要对转动设备进行基础的隔离处理,即在设备和振源之间增设一个如减震器这样的隔振的零件,通过设置隔振装置吸收振动源所产生的振动,这样便可降低振动对设备造成的影响,实现减振的目的。按照传递方向的不同,隔振处理可分为积极隔振和消极隔振这两种方式。其中,积极隔振主要针对的是设备本身产生振动的隔离,比如通过消除支座等这些部位的振动源来降低振动对设备的影响;消极隔振则是针对设备周围环境振动的隔离,包括电子仪表、精密仪器、消声室、贵重设备、车载运输设备等,均需要进行隔离。

3.4 安装缓冲罐

在振动原因分析中提到,气流脉冲也是引起石油化工转动设备的一个重要原因。针对这一原因,在对石油化工转动设备进行振动控制时,首先需要加强对气流脉冲的认识,然后还要根据实际情况对设备的管路进行优化设计,避免设备在作业过程中出现振动的情况。另外,也可以给转动设备安装缓冲罐,缓冲罐也能够起到减振的效果,能够降低转动设备在运行时的振动频率,确保振动频率在合理的范围内,也能很好地降低振动故障的发生概率。但需要注意的是,在安装缓冲罐的过程中,务必要做好缓冲罐的加固处理工作,应充分保证缓冲罐

安装的稳定性,这样才能有效发挥其作用,减少机械振动的发生。除此之外,在转动设备运行作业过程中,可采用振动仪全面了解其作业时的振动情况,尤其是对管道振动进行精准的检测,若检测发现振幅超标的情况,应当在明确振动产生原因的基础上进行有效地处理,如果是因为管道加固问题引起的振动,则需要做好管道加固工作,如果振动故障是因气流脉动引起,此时就需要对管线的布局进行分析,然后采取有效的措施来解决振动问题。

3.5 强化转动设备的维护管理

实践证明,引起石油化工转动设备的振动故障,多是日积月累发展而来的,并不是一蹴而就的。因此,要想减少振动故障发生,做好石油化工设备的维护管理工作是非常重要的。首先,要重视转动设备状态的维护和监测,在实际工作中,应结合该设备的检测信息,以及以往检修的经验设备进行有效的维护,同时在设备维护过程中,也要做好振动故障的预防工作,对于老旧的部件应及时更换,确保转动设备处于良好的运行状态。其次,要做好转动设备的日常保养工作,严格按照设备操作及养护规程开展设备的保养工作,让设备的运行处于可控的状态。同时设备维护人员也需要不断完善保养制度,在具体的保养工作中,要充分做好设备的防腐蚀、防老化等处理工作。最后,由于石油化工生产本身具有连贯性的特性,一旦出现设备故障,就会对整个生产线的运行产生影响,因此在设备维护保养过程中,预防性维修是关键所在,应当制定周期性的设备检修计划,采用先进的技术和仪器,强化对转动设备的日常监测,构建科学完善的日常监测系统及故障预警系统,并完善设备检修制度,充分做好设备的预防性维护,确保设备的连贯性。石油化工企业也需要有效落实转动设备维护管理中的责任机制,将责任落实到具体的个人身上,让转动设备的维护管理更加规范和可控。

4 结语

综上,转动设备作为石油化工生产中主导设备,其能否正常稳定的运行,将直接影响石油化工生产的效率与质量。但由于在设备实际运行过程中,会受到各种因素的影响而出现振动故障,这一故障会对设备造成严重的损害,使得设备运行能耗增加并处于不稳定的运行状态,严重情况下会引发安全事故。可见,加强石油化工转动设备的振动故障分析和处理非常重要,应在明确设备振动故障原因的基础上,采取有效的控制和管理措施,将振动故障消除萌芽之中,确保转动设备正常运转,进而保障石油化工生产的安全。

参考文献:

- [1] 陈志强. 石油化工设备检修中的安全隐患及应对措施[J]. 化工管理, 2021(32):108-109.
- [2] 杨宝亮. 化工转动设备预知性维修策略探讨[J]. 设备管理与维修, 2020(14):31-32.