

试论往复式压缩机管道布置的防振策略

关洪浩

沈阳远大压缩机有限公司, 辽宁 沈阳 110178

[摘要] 往复式压缩机得到了广泛应用, 实行管道布置的防振处理具有必要性, 能够保证运行体系安全执行。文中主要围绕着往复式压缩机来展开, 基于管道布置, 分析具体的布置要点, 探究压缩机振动产生的原因, 提出合适的防振方式, 达到管系柔性的需求, 提升系统的刚度, 优化往复式压缩机在工业生产中的使用性能, 改善管道系统的稳定性。

[关键词] 管道安排; 管道支架; 限流孔板; 振动频率

DOI: 10.33142/ec.v6i7.8876

中图分类号: TE65

文献标识码: A

Trial Discussion on Vibration Prevention Strategy for Pipeline Layout of Reciprocating Compressors

GUAN Honghao

Shenyang Yuanda Compressor Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110178, China

Abstract: Reciprocating compressors have been widely used, and it is necessary to implement vibration prevention measures for pipeline layout to ensure the safe execution of the operating system. The article mainly revolves around reciprocating compressors, analyzes specific layout points based on pipeline layout, explores the causes of compressor vibration, proposes appropriate vibration prevention methods, meets the demand for pipeline flexibility, improves system stiffness, optimizes the performance of reciprocating compressors in industrial production, and improves the stability of pipeline systems.

Keywords: pipeline arrangement; pipe supports; restriction orifice plate; vibration frequency

引言

在石油化工的运作体系中, 往复式压缩机属于重点应用设备, 在气缸的活塞动力下, 执行有关工序, 压缩机应用期间, 需要高水平的资金投入, 对于机组有关的管道, 其处于复杂的连接状态, 管系产生不良振动的情况, 情况严重时将会干扰整个装置, 所以, 在压缩机的管道布置中, 有必要探究合理的防震方式, 促使化工装置能够安全运行。

1 往复式压缩机的布置

1.1 往复式压缩机的设备布置

关于往复式压缩机, 具有多种类型, 经常应用的形式有 W 型、卧式等, 这些形式在平时的生产阶段中发挥了重要作用, 其中应用频率比较高的是卧式。在生产阶段中, 厂商基于应用的压缩机, 考虑到安全性而应用了防震、报警举措, 所以, 施工环节要围绕着标准来安装压缩机, 这样才能从根本层面上减少压缩机振动情况出现的可能性, 此外, 对于整体管道来讲, 压缩机的有序布置至关重要, 与运行工作密切相关。观察压缩机, 它由诸多辅助部件构成, 通常情况下, 需要分成两层来安排, 这就要关注主机的安装高度, 若高度太高, 就会妨碍振动的消除工作, 为了保证管道之间振动减小, 不仅要运用单独的混凝土, 还应提升主机的重量。保证管口气流趋于稳定, 能有效缓解脉冲振动的情况, 在具体工程中, 在管道的入口位置, 通常利用分液罐, 实现气体凝液的分离, 这样水锤就不会形成不良振动, 处理缓冲罐, 增加管道的直径, 让气体压力

变得更加均匀, 控制管道的振动情况^[1]。

1.2 往复式压缩机的进出口管道安排

针对于入口的分液罐, 在压缩机中需要的压力比较小, 对此, 现实中布置压缩机管道时, 可以减少管道之间的距离, 减少管件的数量, 保证管内干净, 没有任何液体, 避免管道产生不必要的振动情况。要想提升管道布置的合理性, 保证布置方案足够可行, 具体方式分成两大类。关于第一类, 规范布置管道架空, 在管道的布置环节中, 避免出现袋形形状, 借助比较高的支架, 减少管道振动情况, 但是会增加额外的费用, 也会在仪表等环节操作不方便。对此, 当管内需要存在诸多气体凝噎, 会应用此种方式, 其他时候很少运用这种布置方案。

第二类, 在管墩上部, 设置管道支架, 让管系提升固有频率, 避免管道出现不必要的振动情况。此种方式的采用, 降低了管道的高度, 便于执行管道阀门的维护动作, 方便保养仪表等设施, 但是, 此种方式要建立多种支架, 管道弯头的数量也会增加, 导致入口的压力变大, 管道上出现液袋。通过全面考虑上述的处理方式, 针对于多台压缩机, 实行并排的布置方式, 统一性规划管道, 在相同的走向下, 实现布置工作。关于压缩机的阀门, 需要集中处理, 安置在操作台位置, 若不包含操作台, 就要安排在压缩机周围的地面处, 为后续工作人员的操作提供便捷。另外, 开始工作时, 先行检查压缩机的入口过滤器, 借助细网目, 当管内完成清洁工作之后, 替换成粗网目, 避免管道产生其他振动

情况,为了助力过滤网的清洁工作有序执行,需要找到缓冲罐的管嘴位置,考虑操作的便捷性,执行安装工作。

2 压缩机振动产生的原因分析

在压缩机管道系统中,引起振动的原因比较多。

(1) 压缩机自身的结构设计缺乏合理性,比如,从机身来看,脚螺栓出现不牢固情况,或者气缸支撑不足等,影响了其他部件,在作用力、力矩中出现不平衡的情况,振动情况出现,在管道处不断传递振动;

(2) 在管道系统内部,承载着许多气体,也就是气柱,其具备质量,能执行压缩操作,也能发生膨胀现象,携带着自己的固有频率。压缩机进行吸气、排气,也会发生振动情况,对于气柱的固有频率,在共振区域处,若恰好处于可以激发频率的位置,也会发生气柱的共振现象;

(3) 对于管道,在输送气流时,自身体系比较弹性,在气缸中气流逐渐变化,当产生间歇性的排气工作时,脉动反应由此产生,当压力可以明显被察觉到脉动变化,经过管道中的拐弯点等,便会发生激振力作用,以周期形式作用。在此作用下,带动管道出现振动效果。对于管系机械,其固有频率存在时,刚好处于引发频率的共振区,或者处于气柱固有频率的共振位置,管路将会出现变化,机械共振的现象逐渐发生^[2]。

综合考虑管道振动的现象,为了缓解振动情况,需要优化管道安排,实现全面考虑,在管道内,要减少气流脉动,在管系中,让固有频率有所增加。要想明确气流脉动情况,具体可以应用压力的不均匀度去直接表达:

$$\delta = \frac{p_{\max} - p_{\min}}{P} \times 100\%$$

在表达式子中, δ 表达了压力的不均匀度,关于 $p_{\max}$ 、 $p_{\min}$,是针对管道内部来说的,分别代表着最高峰压力、最低峰压力,而 P 表示的是平均压力。当压力的不均匀度变得更大,就会体现更高的振动频率,就会致使管道大概率出现振动,在具体的运作阶段中,限制压力的不均匀度时,大多处于4%到6%范围。

3 往复式压缩机管道布置的防振方式

关于往复式压缩机管道,一方面需要重点分析管道振动,一方面要考虑机组级间管线的压力脉动,制约机组的管线振动,将其限制在标准范围中,根据API标准要求,在压缩机的主轴转动过程中,转动速度每分钟处于300转内,在管线出现振动时,其峰值要低于0.5毫米;在压缩机的主轴转动过程中,转动速度每分钟超出300转,在管线出现振动时,其振动速度不能过高,需要每秒低于32毫米。在压缩机管道出现振动的情况时,也会产生温度升高的现象,也就是热胀,若为了避免振动,仅仅固定管道,将会引起热应力问题,所以,需要经过全面考虑之后,践行支撑举措。考虑到管道自身的柔性,将热胀充分吸收,分析完管系的振动之后,需要校核其静应力,要优

化压缩机的管道布置工作,实行高效的防振方式,尽量限制振动幅度处于最低的水平,增强操作的便捷性,下面细致探讨防震方式^[3]。

3.1 增加设立限流孔板

基于压缩机管道系统,在其进口出口位置,可以根据现实的尺寸、数量需求,设立一定的孔板,控制好孔板的厚度,通常取3到5毫米,借助此种方式能改变管道内的压力驻,从而变成压力行波,从而影响管道,致使压力的不均匀程度明显降低,控制管道中的气流脉动情况。另外,要想确保孔板发挥实际作用,需要与厂家进行交流,根据厂家给出的气体脉冲数据,得到适宜的空净比,具体表达为 d/D ,结果为0.43到0.5之间,关于 d 、 D ,分别表示为孔板的内径、管道内径。应用孔板材料时,需要与管道达到一致的效果,为了提升孔板的效果,在内径的边缘位置,需要形成锐利的棱角,不能出现倒角。

3.2 正确设置管道结构

尽量控制弯头的数量,如果弯头数量超过标准,就会致使管系变得更加振动,所以,在布置压缩机的管道工作中,考虑管道的柔性分析内容,优化设计管道的结构,管道不仅要短,还要保证笔直,尽可能控制弯头的数量,若情况许可,率先应用半径比较长的弯头,或者利用规格为45°的形式。压力的不均匀度和管径有着密切联系,当管径处于较长的水平,在管道端口,能接收到的速度激发便会更小一些,所以,增加管径,能减少压力的不均匀度,控制管系的振动出现。关于振动管道,通常沿着地面来敷设,在混凝土材质的管墩处,安排上管道支架,方便吸纳管道振动。若敷设的高度相对比较高,需要改进支架,将其分配在钢结构上,或者让管墩的高度更高一些,但是,这两种方式实行之后,都不能带给管系良好的稳定性。在管道中,若具有阀门,阀门本体具有重量,会改变着荷载平衡,造成振动情况,所以,需要实现阀门的沿地敷设形式,这样不仅能防止振动,还能为后续的阀门检查、维护带来便利。布置管道时,适合安排成渐低或者渐高的形式,如果不能躲开管道的低点,需要增加设立排液设施^[4]。

3.3 管道热胀力处理

受到管道热胀力的影响,导致管道出现相应的振动情况,所以,由于压缩工艺自身特征,温度不是一成不变的,会带动管道的热胀热应力增加。借助蒸汽,均匀吹扫管道,与介质温度进行客观比较,若蒸汽的温度过高,需要全面分析管道的柔性,在出口管道内,在其压力效果下,致使脉动压力在大范围内出现波动现象,所以,针对于出口管道,不需要安排波形补偿,需要运用自然补偿的形式。另外,分析管系的振动情况,要认真校核管系的静应力,根据管道的许可值,控制压力脉动,限制其他载荷。

3.4 管道支架设置

为了避免共振情况出现,执行管道的设计工作中,在

机组中,要想了解激振频率,真正把握气柱的固有频率,确保管系中的固有频率能躲开这些参数。若压缩机的管系相对处于比较复杂的状态下,观察管道内部,固有频率呈现着密集的分布状态,要想全部躲开共振区,具有极强的挑战性。分析低阶、高阶的共振振幅,分别具有较大、较小的特点,所以通常对于管系的固有频率来讲,了解机组的激振频率,把握气柱的固有频率,需保证它们的前三阶属于错开的状态。为了阻止低阶共振,要实行管系固有频率的增加处理,对于管道支架,当其刚度越大时,其管系的刚度也会更大,固有频率也会更高。为管道安排防震支架时,尽可能增加支架的刚度。关于往复式压缩机,安排管道支架时,需要利用到防振管卡,它由扁钢制作形成,在和管道接触时,需要垫衬一周的非石棉属性的橡胶板,其规格为7到10毫米,保证管道与管卡能有效接触,不存在缝隙,与此同时,分析管道中大概率出现的热胀位移,限制管卡的形状,运用椭圆形的螺栓孔^[5]。

明确了管道的具体走向之后,在支架之间减少间隔的距离,促使支架的数量多于现状,这样有利于保证管系的刚度得到提升。找到激振力相对明显的管件,在其附近处,如弯头位置、异径管位置等,还要考虑阀门位置,合理安排支架。在主管位置处涉及到许多分支管,比如,放空管、各级之间的跨线等,需要安排防震举措,在分支的连接方位,采取补强手段,观测分支管,如果低于DN40口径,有必要安排监管支撑,在主管与分支管之间,防止受到振幅不同的影响,形成较强的应力,从而产生支管断裂的情况,也可能发生仪表测量缺乏准确性的现象。为了明确支架的间隔距离,有关人员要做到精准计算,通常实行不等距的排布形式,在两个邻近的管道之间,间隔距离数值要高于1米,不能超过3.5米,在压缩机的进出口位置处,安排第一个支架时,需要接近压缩机的本体,但是,只能将其安排在管道上,不能直接和压缩机的本体出现关系。在压缩机进出口管线中,若具有一定温度,为了将管口的受力限制在合理范围内,取管道的合适位置,设置好限位支架。

3.5 增加管系局部的抗震能力

在压缩机中,关注工艺管道的分支,注意拐弯位置、变径,尽量应用标准管件去实现,发挥标准管件高强度的效果。一些位置不适合应用标准管件,比如,三通分支位置一般不能应用成品,仪表管嘴位置不适合应用成品,需要执行补强的处理手段,主要在于这些位置应力比较集中,

面对振动条件,应力会出现交变,在短时间内导致结构被疲劳破坏,而分支管道处,需要有合理的支撑,由于支管并不大,很容易出现振动情况,对此,无论是放空处理,还是排凝阀安排等,都需要尽可能贴近主管位置。

3.6 正确安排气缸、缓冲罐

出现气流脉动时,主要因为气缸的周期性激发所引起,在不一样的气缸作用方式下,会形成不一样的气流脉动现象,所以,应该应用适宜的气缸处理模式,这样便于改善进出口管道运作,减少气流脉动情况出现。在压缩机气缸的周围,规范安排缓冲罐,此种消振方式相对高效、简单,但需要注意缓冲罐的应用条件,容积要足够大,满足工程技术规定,在连接管道中,明确直径数值,设定缓冲罐的直径,需要超过连接管道直径,达到2倍之多,而对于缓冲罐的容积,需要参考实际的连接气缸,前者要超过后者每转活塞排放量的12倍。

4 结论

通过上述分析可知,在往复式压缩机的管道中,需要充分了解压缩机的结构特性,结合操控程序,实现设计安装工作,在石油化工体系中,往复式压缩机这一设备发挥着不可忽视的作用,然而在复杂条件下,管系也会出现振动的情况,不利于整体装置的稳定运行,所以,要优化压缩机的管道布置工作,实行高效的防振方式,尽量限制振动幅度处于最低的水平。

【参考文献】

- [1]高玉美,张鹏,付艳波.往复式压缩机管道布置的防振策略研究[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(2):95-97.
- [2]黄凯.往复式压缩机组管道布置特点与分析[J].乙烯工业,2022,34(3):39-66.
- [3]曹姗.往复式压缩机管道防振设计研究[J].化工管理,2022(18):106-109.
- [4]李萌,段天浩.往复式压缩机的管道布置与防振措施[J].当代化工,2021,50(11):2749-2757.
- [5]费文普.往复式压缩机工艺管道振动分析及消减措施[J].山西化工,2020,40(5):161-194.

作者简介:关洪浩(1982.6—),毕业院校:大连理工大学,所学专业:材料成型及控制工程,当前就职单位:沈阳远大压缩机有限公司,职务:质保部部长,职称级别:中级。