

加氢裂化装置中离心式循环氢压缩机典型的管道设计

汪松萍（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：循环氢压缩机是加氢裂化装置中最重要的动力设备，关系到加氢裂化装置能否正常运行。本文重点介绍了循环氢压缩装置中最常用的离心式压缩机的组成和工作原理，阐述了离心式压缩机各类管道的设计思路和方法，总结了设计中的重点和难点。

关键词：加氢裂化；压缩装置；管道设计

0 引言

循环氢压缩机作为一种通用设备，具有压缩机本身的通性，如本体结构复杂、附属设备繁多、涉及气路、干气密封、润滑油及调节油、仪表、输水、盘车等多个系统；正常、开停工、事故等多个工况；另外还有其应用于加氢装置送介质高温高压、易燃易爆的特性等。因此，要做好加氢裂化装置中的循环氢压缩机管道的布置工作，要求管道设计人员既要熟悉压缩机及附属设备的结构和特点、工艺流程等，又要掌握使管道具有足够的刚性、稳定性并能兼具有恰当柔性的配管方法。本文结合实际工作，对加氢裂化装置中离心式循环氢压缩机典型的管道设计方法、重点难点进行了介绍分析。

1 离心式循环氢压缩机的组成与工作原理^[1]

离心式循环氢压缩机主要由外壳、内壳、头盖、驱动机和辅助系统组成。外壳通常由整体锻件或钢板卷焊件或二者结合的方式使用。由于加氢裂化装置的循环氢压缩机在设计压力都在 10MPa 以上，故外壳基本都使用锻钢。内壳一般为轴向剖分，转子在内壳抽出后可以整体吊装，只需要承受内外壳之间的压差。内壳和转子也可以完全在外部整体装配、调整。目前使用最广泛的为两端头盖式，需要着重考虑其气密性。驱动机和辅助系统是离心式压缩机的核心，其可靠性决定着整个压缩机的运行质量。图 1 为某加氢裂化装置离心式循环氢压缩机图。

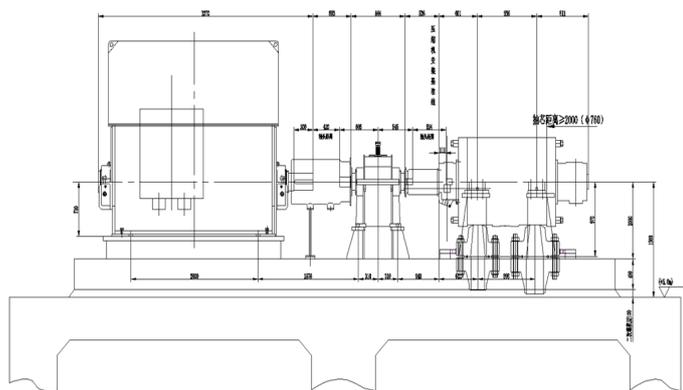


图 1 某加氢裂化装置离心式循环氢压缩机图

离心式循环氢压缩机是一种叶片旋转式压缩机。其工作原理与离心泵的工作原理基本相同，不同之处主要为离心泵的工作介质是液体，而离心式循环氢压缩机的工作介质为氢气。工作时启动原动机使叶轮旋转，叶轮的叶片驱使气体一起旋转从而产生离心力，在此离心力的作用下，气体沿叶片流道被甩向叶轮出口，经蜗壳送入排出管。气体从叶轮处获得能量使压力能和动能增加，并依靠此能量

到达工作地点。在气体不断地被甩向叶轮出口的同时，叶轮入口处就形成了低压区。输送气体在吸入管和叶轮之间就产生了压差，吸入管中的气体在这个压差的作用下不断地被吸入吸入室并进入叶轮中，从而使循环氢压缩机能够连续工作。

2 离心式循环氢压缩机的管道设计

2.1 气路系统管道设计

根据《石油化工金属管道布置设计规范》^[2]，压缩机管道的布置需符合但不限于以下要求：

①压缩机进出口管道的布置在满足管道柔性及管口的作用力和力矩的条件下，应使管道短，弯头数量少；②压缩机进口管道上的过滤器宜设置在水平管道上。若设置临时过滤器，在进口管道上应设置一段可拆卸的短管，在此短管上不宜设置仪表管口和分支管；③离心式压缩机进出口管道对管口的作用力和力矩应符合制造厂或 API Std 617 的要求；④离心式压缩机进口管道的布置应有利于流体分布均匀，进口管弯头与压缩机管口法兰之间应设置一段直管段，直管段的长度应满足制造厂的要求；⑤离心式压缩机管口为上进上出或者侧进上出时，在压缩机的进出口管道上宜设置一段可拆卸短管。

以实际工作中山东某加氢裂化装置为例，压缩机厂家提供的流程中进出口管道上的现场及远传压力表、温度表、压差计的位置若与工艺专业提供的 PID 不同，应与双方协调使之一致，以免仪表漏装或多装。顺流向看，入口过滤器前及出口止回阀后各有一个与联锁系统相关的电动阀。离心机进出口管道的设计应使进出口法兰所受合力，合力矩以及合力的诸分量满足压缩机资料中厂家给出的允许值，保证安装及使用过程中离心机系统稳定、法兰不泄露。

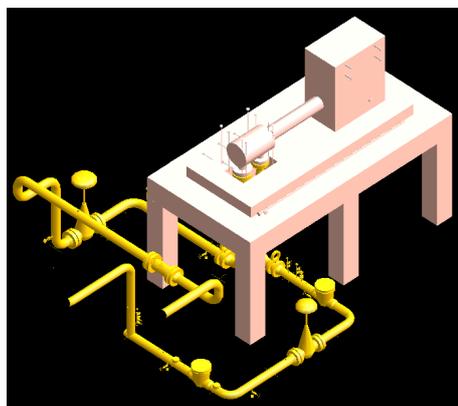


图 2 某加氢裂化装置离心式循环氢压缩机进出口管线三维布置图
图 2 为该装置离心式循环氢压缩机^[3]进出口管线的三

维布置图。按照经验,通常在进出口附近的压缩机基础上预埋垫板并在进出口管线之间增设型钢用于在距离进出口法兰较近的位置设置止动支架,管口附近第一个弯头的水平管段处设置弹簧支吊架,合理布置管段利用管道自身补偿能使一次应力、二次应力具有适当的裕量,管口法兰受力和力矩符合厂家及规范的要求。

2.2 干气密封系统管道设计^[4]

压缩机的干气密封系统的作用主要有三个方面:为干气密封提供洁净、干燥、稳定连续的气源;调节密封气压力;监测密封运行情况,报警。干气密封是一种密封全部工艺气压力的非接触式端面密封。其实现密封介质的零泄漏或零溢出的原理是通过摩擦副之间形成的气膜,完全地阻塞了相对低压的密封介质泄漏通道,内部构造主要有一级密封气及增压泵管路模块、二级进气和隔离进气管路模块、一级排气管路模块。图3为某加氢裂化装置循环氢压缩机干气密封系统流程图。

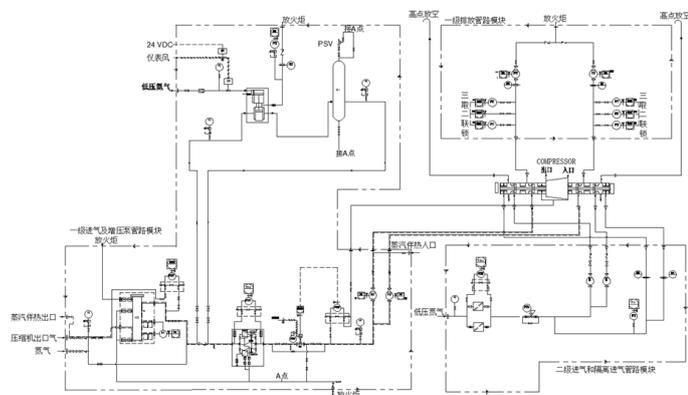


图3 某加氢裂化装置离心式循环氢压缩机干气密封系统流程图

在运行和维护工程中,一级密封气及增压泵管路模块的入口需要通入的介质有:压缩机出口气、低压氮气、低压蒸汽、增压泵驱动气及仪表风;出口低压蒸汽接至系统蒸汽,出口端工艺气均分为两股分别作为驱动端一级密封气和非驱动端一级密封气接至压缩机的驱动端与非驱动端。一级密封气至压缩机之间的管线需严格进行伴热保温,温度不低于 80°C ,此模块的排放出口必须接至火炬系统,不能对空排放或设置导凝;另外,此模块应与压缩机上干气密封的取压口相连,设置平衡管,用于平衡系统压力。

二级进气和隔离进气管路模块入口为低压氮气,出口气用作二级密封气和隔离气,包括驱动端二级密封气和非驱动端二级密封气、驱动端隔离气和非驱动端隔离气;压缩机本体驱动端和非驱动端上除与一级密封气及增压泵管路模块和二级进气和隔离进气管路模块相连接管道的管口外,其一级泄漏气经过一级排气管路模块处理后接至火炬放空系统,驱动端和非驱动端排凝口应设置导凝,二级泄漏气及轴承箱排气基本无可燃气体且压力低于火炬系统必须室外对空排放,若接至火炬系统会造成介质倒流无法排放。

2.3 润滑及调节油系统管道设计

为了保证压缩机的安全运行,离心式循环氢压缩机需要配备完善的润滑油系统。整个润滑油系统由油箱、过滤

器、油泵、高位油箱、阀门及连接管路等组成。油管道过滤器出口到压缩机每个供油点,以及油管道中的所有回路的管道、阀门及所有组件,必须采用不锈钢材质,防止油质受到污染。机组供油总管与高位油箱连接的管道禁止出现弯折,秉承直而短的设计方针,尽量不使用弯头。润供油的总管、支管和回油的总管、支管为了方便拆卸,均使用法兰连接。回油总管应按照标准考虑坡度,以便润滑油能够顺畅的流入油箱。回油管道上禁止出现阀门、油管尽量短并且尽量不用弯头,以防管道阻塞。由于润滑油受温度的影响较大,其管道的布局必须避开所有高温管道,并且管道最长段不能超多 4m ,单根管道的弯头数量最多不超过两个,润滑油所有管道的连接均使用法兰。法兰的规格和型号必须统一,这样便于法兰之间的对接以及减少安装和维护时失误的概率。图4为某加氢裂化装置离心式循环氢压缩机润滑油路及机组供油系统管线三维布置图。

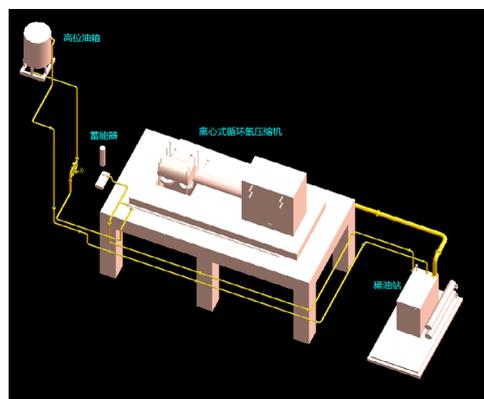


图4 某加氢裂化装置离心式循环氢压缩机润滑油路及机组供油系统管线三维布置图

3 结语

加氢裂化装置中循环压缩装置的管道布置和前期设计,对压缩装置的平稳运行、安全运行起到十分重要的作用。设计人员需要结合管道的材质、管道应力计算、管道柔性、管道形状设计和支架类型的选取等进行细致周密的设计。当然在此过程中,亦可借鉴国内外的先进经验,因地制宜的选取性价比最优的设计方案,为加氢裂化装置中离心式循环氢压缩机的设计奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 吴保华,苗利宁,崔节振.加氢裂化装置循环氢压缩机布置及管道设计[J].炼油与化工,2019(1):38-40.
- [2] SH 3012-2011.石油化工金属管道布置设计规范[J].中华人民共和国工业和信息化部,2011.
- [3] 张德姜,王怀义,丘平主编.石油化工装置工艺管道安装设计手册[M].北京:中国石化出版社,2014.
- [4] 黄嵩.加氢裂化循环氢压缩机管道布置难点[J].石化技术,2018(6):98-98.

作者简介:

汪松萍(1987-),女,籍贯:甘肃,单位:安徽华东化工医药工程有限责任公司上海分公司,职称:中级,学历:大学本科,研究方向:石油化工管道设计。