

密封气系统应用设计开发探析

苏中帅
(沈阳鼓风机集团股份有限公司 辽宁 沈阳 110869)

摘要: 离心压缩机主要应用在石油、化工系统中, 处理的工艺介质一般都是有毒、有害, 易燃、易爆的危险气体。干气密封是一种性价比较高的轴端机械密封, 目前被广泛地应用在离心压缩机组的设计上。干气密封安全可靠运行需要辅助密封气供气系统, 这个系统配置方案比较复杂, 多样化。本文针对干气密封及密封气辅助供气系统的标准化, 系列化进行了研究和分析, 总结相关的干气密封选型标准, 并提出了辅助密封气系统标准化的一种实施方法。

关键词: 干气密封; 单元功能模块; 图层

0 引言

离心压缩机作为一种增压设备, 在输送介质时, 需要考虑机器的密封问题。离心压缩机的轴端密封应用大致分为以下几种: 第一代迷宫密封, 特点是以气封气, 非接触, 泄漏量大。目前有些惰性气体机组还在使用。第二代为浮环密封, 特点是以油封气, 组合式密封(径向非接触、轴向端面接触), 密封油内泄漏较大, 辅助系统复杂, 传统密封型式, 适用于高速高压工况。第三代为机械(端面)密封, 特点是以油封气, 轴向端面接触, 密封功耗比较大。第四代为干气密封(干运转气体润滑非接触机械端面密封), 特点是以气封气, 非接触, 气膜润滑, 功耗低, 寿命长, 可靠性高。

1 干气密封概述

干气密封是 20 世纪 60 年代末期, 在气体动压轴承的基础上通过对第三代机械密封进行根本性改进发展起来的一种新非接触式密封, 实际上主要就是通过机械密封动环上增开了动压槽以及随之相应设置了辅助系统而实现密封端面的非接触运行。英国的约翰克兰公司于 70 年代末期率先将干气密封应用到海洋平台的气体输送设备上并获得成功。干气密封最初是为解决高速离心式压缩机轴端密封问题而出现的, 由于密封非接触式运行, 因此密封摩擦副材料基本不受 PV 值的限制, 特别适合作为高速高压设备的轴端密封。

2 干气密封选型标准

基于 API617 干气密封有常见的四种形式: 单端面型式、双端面型式、串联式型式、串联带中间拉别令密封型式。这些型式的干气密封使用受工艺介质, 工作压力、温度及应用环境的影响, 并对离心压缩机选型等也会产生影响, 所附表格对干气密封在石油化工行业中的使用推荐情况进行了系统的分析和研究。

3 辅助密封气系统分析研究

辅助密封气系统主要由: ①气体过滤单元, ②气体控制单元, ③泄漏检测单元等模块组成。过滤单元主要由典型的惰性气体过滤器和工艺气体过滤两部分。为了保证主密封气正常供给, 同时降低内循环量, 需要设置主密封气压力控制阀。此阀门为失效开启式(FO)并配备三阀件组, 主回路切断阀应该是锁开式阀门(LO)。此差压控制阀(PDCV)通过监测压缩机平衡气管压力与主密封气供给线压力之差控制阀门开度, 从而保证主密封气正向流动同时最小化控制密封气内循环量。压缩机平衡气管压力与主密封气供给线压力之差不低将作为压缩机启动联锁条件。此阀门通常是气动薄膜式调节阀, 需要通过 PLC 回路控制。由于压差控制与流量控制同样可以被接受, 选取那种方案基于用户要求。如果没有特殊要求压差控制更普遍被应用。二级密封气应有单独的自力式压力调节阀, 此阀门为失效开启式(FO)并配

表 干气密封石油化工行业应用情况分析表

	单端面	双端面	串联	串联带中间拉别令
密封工艺介质	适用于较安全的气体, 例如, N ₂ , CO ₂ 等	常用于入口压力小于 4BarA 的、可以混入 N ₂ 的催化裂化富气、焦化裂化富气等机组。	天然气管线压缩机	石油化工中大部分工艺介质, 例如: 天然气、乙烯、乙烷、丙烯、丙烷、甲醇合成气、氨合成气、循环氢、氮气、原料气、裂解气、其它制冷剂气体、产品气等易燃、易爆、有毒、有害的气体。
有无备用密封结构	无	有(注 1)	有	有
是否会污染工艺介质	不会	通常会(注 1)	不会	不会
是否可应用于危险气体(有毒、有害、易燃、易爆)	×	✓	✓	✓
密封轴向长度对转子跨距的影响	最短	短	长	最长
对离心压缩机转子动力学的影响	最小	小	一般	较大

注 1: 缓冲气为公用工程氮气或其它公用工程气时, 有备用密封环, 会改变工艺气组分; 当缓冲气为压缩机出口气时, 无备用密封环, 不会改变工艺气组分。

(下转第 10 页)

改进。拟通过在蒸汽供汽管路上增加一蒸汽减压装置来降低烘丝机蒸汽系统供汽蒸汽压力。

通过查阅 SH624 薄板烘丝机使用说明书和相关资料,在满足烘丝机供汽蒸汽压力使用需求的前提下,结合不同供汽蒸汽压力的保障能力和使用效果,项目组确定将烘丝机供汽蒸汽压力由 0.80MPa 减少至 0.70MPa。

4.3 疏水系统的优化

4.3.1 优化疏水系统管路

基于对流体力学的研究,在充分满足生产工艺要求的前提下,改并联式疏水阀为单一疏水阀。当单一疏水阀能满足烘丝机疏水要求的前提下,使用单个疏水阀可有效减少两个疏水阀同时工作对筒壁蒸汽压力的影响,结合对疏水阀类型的选择、型号的选择,项目组留用 Spirax50 型自由浮球式疏水阀。

4.3.2 蒸汽“汽锁”现象的解决

围绕蒸汽汽锁产生的原因,项目组设计了破蒸汽汽锁装置,在疏水器前增加空气及不凝性气体旁通管路。该旁通管路在烘丝机和疏水阀处于正常工作过程中处于常开状态,当疏水管道中出现空气及不凝性气体时,旁通管路能够及时排出疏水管道中的空气,有效防止了蒸汽汽锁的产生。

5 研究成果

SH624 型薄板烘丝机供汽系统和疏水系统优化后,

SH624 薄板烘丝机筒壁温度的工艺符合性得到显著提高。烘丝机筒壁进蒸汽温度与回水温度差异值由原来的 10 ~ 15℃ 降低至 5℃ 以内,烘丝机筒壁温度(理论计算值)与实际测量值差异值由原来的 8 ~ 10℃ 降低至 3℃ 以内。

参考文献:

- [1] 《机械工程师手册》编委会,机械工程师手册[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [2] 《SH6 型顺流式烘丝机》编写组.SH6 型顺流式烘丝机[M].北京:中国科学技术出版社,2001.
- [3] 林敏,刘兴乐,温延,等.烘丝机筒壁温度异常波动原因分析及解决措施[J].设备管理与维修,2019(01).
- [4] 厉德山.烘筒壁厚及结构探讨[J].江苏丝绸,1993(01).
- [5] 段鹏,王冰,陈孟起,等.滚筒干燥过程中筒壁温度对烟丝理化品质的影响[J].食品与机械,2018(12).
- [6] 李少柏.猪刮毛机[J].肉类工业,1986(12).
- [7] 李军,王增瑜,刘江,等.烘丝强度对短支烟感官质量和烟气的影响研究[J].科技经济导刊,2019(13).
- [8] 潘科,沈强,张海伟,等.机采特等茶青杀青新技术初探[J].山地农业生物学报,2010(03).
- [9] 李海根,吴长爱.SH612B 型烘丝机冷凝水排放不畅的改进[J].价值工程,2016(03).
- [10] 王聪慧,张玉和,任谦,等.筒体旋转风刀自动清扫装置的研制与应用[J].烟草科技,2014(07).

(上接第 8 页)

备三阀件组,主回路切断阀应该是锁开式阀门(LO)。二级密封气供气总线应配备压力变速器,并且做高低报警。二级密封气供气在驱动端与非驱动端供气末端应设置单向阀。用以保护密封控制站当主密封气失效时,工艺密封气倒流。通常单向阀下游为高压设计(考虑工艺气压力工况)。单向阀上有按二级密封气条件设计。压缩机驱动端与非驱动端密封泄漏需要监测,用户报警或联锁压缩机。除非另有规定,联锁信号应该做 2003 选择;当一个监测点故障时做 1002 选择;当两个监测点故障时需要停机。在设备工作的任何时间,可测试任何停机或报警功能,而不需要停止系统的任何部分的工作;任一元件的故障均可引起报警,但并不会都造成设备停机。密封气一次放空监测装置下游应设置单向阀,防止下游管网气倒流。除非另有规定,当压缩机操作工况中最大密封操作压力高于 60barG 时,应在一次放空监测孔板上游设置安全阀,并且安全阀下游要连接至单向阀下游。考虑当机组滞止压力比较高,但不想把泄漏气管网磅级设置过高,或者一级密封腔损坏时,不想让二级密封气压力过高,均可以考虑此配置。除非特殊要求,一般一级密封气泄漏量采用压力监测。当压缩机出口压力较低时,一级密封气泄漏量采用流量监测控制。

4 辅助密封气系统系列化

密封气站的单元功能模块主要有以下几种:增压泵功

能模块;②电加热器功能模块;③外部密封气线模块;④过滤单元模块;⑤主密封气体控制单元模块;⑥密封气泄漏监测单元;⑦火炬背压调节模块;⑧预缓冲气管线模块;⑨氮气瓶站模块。

本文将辅助密封气系统各个单元功能,按照 API614 和 692 的配置固化,结合绘图软件的图层功能,再将单元功能模块嵌入在绘图软件图层中。根据供货范围要求,在系统图中调取各个单元功能模块,从而使密封气系统图系列化。

5 结语

干气密封及辅助密封气系统进行了系列化、标准化设计,使用者只需要根据产品的供货范围及设计压力要求,参照规范文件说明,就能够快速地完成整个辅助密封气系统的初步设计。极大地提高了设计效率。开发的干气密封选型方法及辅助密封气系统,目前可以覆盖离心压缩机 95% 以上的产品使用要求。

参考文献:

- [1] 韩亮.天然气压缩机干气密封的设计研究与应用[J].风机技术,2017,59(02):76-82.
- [2] 石芝锋.浅析离心式压缩机干气密封控制系统的选型设计与应用[J].通用机械,2020,218(08):26-29.
- [3] 刘小明,王泽平,况力等.润滑油污染干气密封的机理分析及设计优化[J].化工设备与管道,2018(2):62-67.