接管机械密封失效的解决方案分析

张美静

(哈电集团(秦皇岛)重型装备有限公司 河北 秦皇岛 066206)

摘要: 充装保护气体出厂的压力容器,在工程实践中,其进行机械密封的接管处不可避免地会出现密封失效问题。本文通过对生产中遇到的几例密封失效问题进行分析,提出了几种解决接管机械密封失效后的处理方案,帮助用户解决问题。

关键词:管件;接管;密封失效;解决方案

0 引言

容器是现代工业生产的关键设备,广泛应用于石油化工、发电、制药等行业。由于容器在制造厂制造完成距离安装到系统中的时间间隔较长,因此,为了避免这个过程中设备内部腐蚀,同时保持容器内部的清洁,业主会要求制造厂对设备内部进行防护,经常采用的做法是将每个接管出口做密封处理,然后在设备内部充装惰性气体,利用惰性气体不与金属发生反应的原理来保持设备内部的清洁和干燥。

为了方便设备到达安装现场后拆除接管密封结构, 尽快恢复接管状态,最便捷的做法是采用机械式密封结 构密封接管。该密封结构应保证设备接管在内部惰性气 体的作用下,仍有良好的密封性,并且能在设备运输过 程中和较长时间存放过程中,保持密封性能的可靠性和 稳定性。

本文对几种密封失效情况进行介绍,分析密封结构, 并针对性地提出几种解决方案。

1 接管密封原理

1.1 密封原理

常见密封结构的密封原理为利用有变形恢复功能的 弹性体,如橡胶等,受外力使其压缩、变形,然后将小 间隙填充,以达到密封的效果。

在密封设计时,容器上的接管为客户产品,一般不允许为了密封而更改接管的结构和状态(接管口焊接),只能在其原有基础上进行密封结构的设计,这种密封为光孔密封,光孔密封常采用的方式为端面密封和轴向密封。

端面密封:在接管端面放置密封弹性体,加盖后施力压缩该弹性体,弹性体变形填充盖体和接管端部的间隙,在接管端部实现密封。常用的端面密封弹性体有 O型圈、平垫。

轴向密封: 在接管内壁 / 外壁放置密封弹性体, 在

接管内部加塞或在接管外壁加罩,通过机械加压,使密封弹性体变形紧贴接管内/外壁,实现密封。常用密封弹性体有 O 型圈、矩形橡胶环。

1.2 密封结构常用材料

1.2.1 弹性体

弹性体选用丁腈橡胶,丁腈橡胶是应用最为广泛的密封件材料,具有优良的耐油性能。其含有丙烯腈而具有极性,对非极性和弱极性油类、溶剂具有优异的抗耐性。丙烯腈含量越高,耐油性越好,但耐寒性降低。丁腈橡胶可在100℃工作环境下长期工作,短时工作温度允许到120℃,但它不耐酮、酯和氯化烃等介质,由于设备内部充的是惰性气体氮气,因此选用丁腈橡胶作为该设备的弹性体。

1.2.2 刚性结构

设备接管的材质为 S30408 不锈钢, 为了避免铁素体对不锈钢材质造成污染, 选用与接管材质相同的 S30408 不锈钢。

1.3 密封效果检验

一般在设备内部充入 30kPa 的洁净氮气,在各接管口喷洒泡沫水,没有气泡产生,4h、24h、48h 观察压力表,表压始终维持在 30kPa,密封效果良好,方案有效。

2 密封失效案例及解决方案

2.1 案例一

某换热器(图 1),有 a、b、c、d、e 共 5 个接管,接管 a、d 为锻制管,内径: φ 164mm;接管 b 内径为 253mm、接管 c 内径为 32mm、接管 e 内径为 61mm,且均为轧制管。为了维持设备内部的清洁,技术人员为每个接管设计了专用的机械密封装置,设备在出厂前、清洁后在各个接管上安装了密封装置,密封装置上连接有压力表,可以读取容器内部的氮气压力,设备在车间充装氮气时,发现压力表读数在满足充装氮气压力后,0.5h 后压力表读数降到 0。操作人员重新充装氮气,并

在每个密封装置上喷洒肥皂水,发现 b 接管不停地有肥皂泡生成,可以判定漏气发生在 b 接管上,同样的,设备内部氮气压力不能维持,内部氮气很快就泄漏完了。

经分析,该设备中,接管a、b、d采用相同的密封

为了快速查出泄漏发生在哪个接管上,操作人员一边充装压缩空气,一边在每个密封装置上喷洒肥皂水,发现接管 A 不停地有肥皂泡生成,漏气发生在接管 A 上。接管 A 的密封装置结构采用图 2 所示结构,不同于案例

1,接管 A 为锻造机加工的接管,接管内外径的圆度和端面的平面度都很好。拆下接管 A 的密封装置,发现 O 型圈只有一小部分有被挤压的痕迹,说明在安装密封装置时,O型圈并没有按照设计时预想的,正好落在盖板与接管端部之间,没有发挥密封的作用,所以造成了充装压力无法提高。经分析,

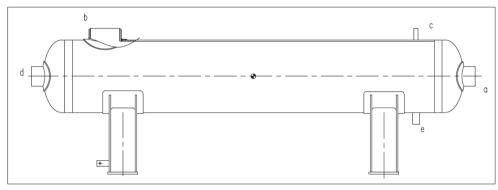


图 1 某换热器结构图

结构(图 2),该密封为接管端面密封,弹性体选用的是 O 型密封圈,用下方卡箍的卡紧力作为密封力的生根点,通过螺柱和螺母将力传导至盖板,然后压紧 O 型圈,O 型圈变形填充盖板与接管端部间隙,达到密封效果。漏气的接管 b 与接管 a 和 d 不同的是:接管 a 和 d 的材料是锻件,接管是机械加工的,尺寸及平整度好,而接管 b 是轧制管,接管端部是打磨表面,形成密封面的接管端部是"不平整"的,因此与 O 型圈和盖板无法形成有效的密封结构,出现漏气现象。

解决措施:重新设计接管 b 的密封结构,新的密封结构需不受接管圆度和接管端部平整度的影响,密封弹性需要有较大变形量可以填满接管与装置间的缝隙。经过技术人员的讨论, b 接管的最终密封装置的设计结构如图 3 所示。这次设计中的弹性体选用了截面较大矩形截面橡胶环,大截面保证了其拥有足够大的变形量。工作原理是:在中间螺柱和螺栓的作用下,不断拉近橡胶环下部的密封板和上部的密封盖板,从而使橡胶环被挤压,产生较大的变形,填充密封结构与接管之间的间隙达到密封效果。新的密封装置制造完成后,装入b接管处,拧紧螺栓,然后重新将氮气充装到设备中,喷洒肥皂水,无气泡生成。放置 2h 后,压力表读数无变化;放置 48h 后,压力表读数无变化, 密封有效。实践证明,新的密封结构密封有效,解决了管件不圆的情况下的接管密封问题。

2.2 案例二

某换热器接管 A 位于简体斜上方 45°方位,同案例 1 中一样,为了维持设备内部的清洁,技术人员为每个接管设计了专用的机械密封装置,设备在出厂前、清洁后将每个接管都安装了密封装置,密封装置上连接有压力表,可以读取容器内部的氮气压力,设备在车间充装氮气时,发现压力表读数不发生变化,读数始终为 0。

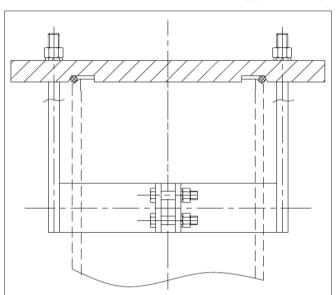


图 2 接管密封结构示意图

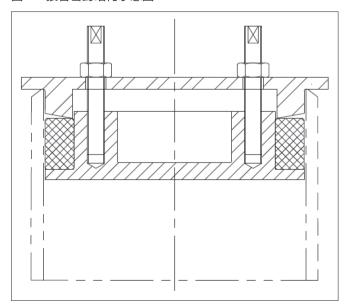


图 3 钢管类接管密封结构

由于接管 A 的位置倾斜,安装密封装置时,O 型圈在重力作用下向下发生滑动,没有正好落在坡口上,与接管发生了径向错位,没有发挥密封作用。

解决措施:为了解决 O 型圈在安装过程中滑动,设计人员在 O 型圈内侧焊接限位装置,在安装时,限制 O 型圈的径向移动,达到密封效果。更改后的密封结构如图 4 所示。密封装置改造完成后,重新装入接管 A 处,拧紧螺栓,然后重新将氮气充装到设备中,喷洒肥皂水,无气泡生成,内部压力很快满足了设计要求。放置 2h 后,压力表读数无变化;放置 24h 后,压力表读数无变化;放置 48h 后,压力表读数无变化,密封有效。实践证明,改造后的密封结构密封有效,解决了接管方位偏转情况下的接管密封问题。

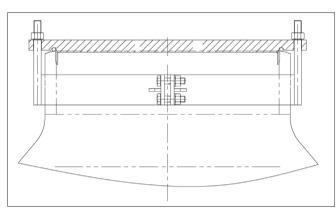


图 4 增加限位的密封装置

2.3 案例三

某容器产品使用现场反馈, 该设备上的一个接管的密 封装置脱落, 脱落位置在离设备几米远处。技术人员立刻 翻阅了该密封装置的结构,与图3所示密封结构一致,该 结构的工作原理是利用螺栓的上紧力压紧弹性体, 弹性体 变形填充间隙实现密封,同时利用弹性体压紧的摩擦力实 现密封在接管上的轴向固定。该密封装置的轴向定位依靠 的是变形弹性体与接管内壁的摩擦力, 出厂时为了充分发 挥摩擦力的作用,操作人员尽可能地拧紧了螺栓,增大了 摩擦力,只有当内部压力突然增大的情况下,密封装置才 有可能发生轴向移动。结合密封装置掉落的位置,发生问 题的原因是:容器发货时为北方冬季,气体温度为5℃,发 生脱落时为夏季,容器长期露天放置,容器内温度保守估 计达 80℃。根据热力学理想气体定律 PV=nRT, 密闭容器 内气体压力与气体温度成正比,温度扩大了16倍,气体压 力也扩大了16倍,气体压力远大于弹性体与接管内壁的摩 擦力,密封装置发生脱落并掉落在离设备几米远的地方。

解决措施:由于时间紧迫,在原密封结构的基础上 改造的密封如图 5 所示,在密封装置外增加卡箍结构, 利用卡箍的卡紧力增强密封装置的轴向固定能力。新的 密封装置制造完成后发往现场,据现场服务人员反馈, 新的密封装置安装后,重新充装氮气,压力表一直位置 在充装压力位置,未发生漏气现象,密封效果良好。

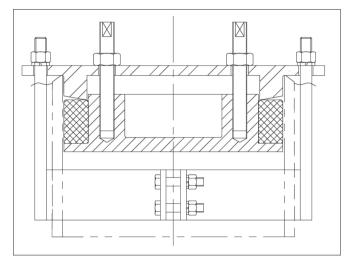


图 5 增加卡箍的密封装置

3 结语

机械密封结构的原理很简单,用弹性体的变形填充 间隙实现密封,但难的是结合使用环境和接管条件,设 计有效的结构并选用经济实用的弹性体实现密封。本文 介绍的几种接管密封方式和密封泄漏问题的解决方案, 可为类似接管密封提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 黄志坚. 现代密封技术应用——使用、维修方法与案例 [M]. 北京: 机械工业出版社,2008.
- [2] 王璇. 常用密封垫片的选型和安装 [J]. 通用机械,2005(07):64-66.
- [3] 俞鲁五.介绍一种静密封用密封件——矩形密封圈 [J].流体传动与控制,2006(03):44-46.
- [4] 靳大纯. 机械密封的腐蚀与防护 [J]. 石油化工设备技术,2001,22(01):53-56.
- [5] 卢黎明.0形密封圈的压缩率对其密封性能的影响 [J]. 华东交通大学学报,2003,20(02):9-11.
- [6] 董大文.静密封失效分析[J].炼油技术与工程,2004,34(09):49-52.
- [7] 张金凤, 袁寿其, 曹武陵, 等. 机械端面密封技术研究现状及发展趋势[J]. 流体机械, 2004, 32(10): 26-31.
- [8] 广廷洪, 汪德涛. 密封件使用手册 [M]. 北京: 机械工业出版社,1994.

作者简介: 张美静(1986-), 女, 山西太谷人, 本科, 工程师, 研究方向: 压力容器及核电主设备的设计及制造技术。