

裂解气压缩机浮环密封的结构及控制系统分析

代广平,许小平,姚子荣

(中国石油兰州石化分公司石油化工厂,甘肃兰州 730060)

摘要:以裂解气压缩机的结构及工作原理作为切入点,对压缩机浮环密封的控制系统进行剖析,详细论述了浮环密封控制系统各参数之间的关系。从而深刻认识压缩机浮环密封的工作状况,更好地理解浮环密封控制系统各参数的变化对压缩机运行状况的影响。

关键词:压缩机;裂解气;气缸;浮环密封

中图分类号:TQ051.21 **文献标识码:**B **文章编号:**1673-5285(2012)01-0095-04

The structure and control system of floating-ring seal on pyrolysis gas compressor about GB201

DAI Guangping, XU Xiaoping, YAO Zirong

(Petrochemical Works, CNPC Lanzhou Petrochemical Company, Lanzhou Gansu 730060, China)

Abstract: With the pyrolysis gas compressor's structure and principle of work as break-through point, completely analyze the compressor's control system of floating-ring, detailedly relate each parameter's relations of floating-ring control system, especially discuss two methods of the return gas on gasoline trap's effect on the pressure of reference gas. With the result that we can recognize the floating-ring's working condition of the compressor, can comprehend the variation of each parameter of floating-ring control system's effects on working condition of the compressor.

Key words: compressor; pyrolysis; cylinder; floating-ring

裂解气压缩机是乙烯生产装置的关键机组,机组运行状态的好坏,直接决定着整个乙烯装置的安全、稳定和长周期运行。中国石油兰州石化公司24万吨/年乙烯裂解装置的裂解气压缩机(GB-201)为意大利新比隆公司生产的两缸四段压缩机,其中低压缸型号为2MCL806,高压缸为2BCL508,透平为抽汽凝汽式EHNK40/45,机组用装置自产高压蒸汽驱动。

机组的高低压缸轴封采用迷宫密封与浮环密封的组合式密封,浮环密封位于轴封的最外端。浮环密封是靠高压密封油在浮环与轴套间形成油膜,产生节流降

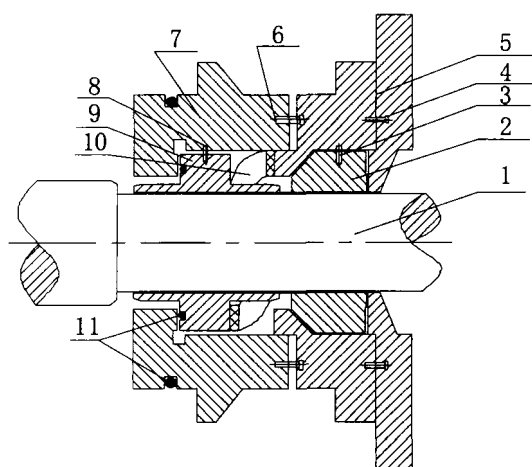
压,阻止高压侧气体流向低压侧,因为主要是油膜起作用,故又称为油膜密封^[1]。

1 浮环密封的结构及其工作原理

GB201裂解气压缩机组的浮环密封是由一组内浮环和一组外浮环组成。机组中浮环密封主要用于压缩机壳体两端作为轴封,以防止机体内气体逸出或外界空气吸入机内,密封由内、外侧密封环组成,其结构(见图1)。

* 收稿日期:2011-10-09

作者简介:代广平,男(1980-),陕西西安人,硕士研究生,设备工程师,从事石油化工设备管理工作,邮箱:dguang_ping@163.com。



1-转轴;2-外浮环;3-外浮环止动销;4-紧固螺钉;5-外浮环座;
6-紧固螺钉;7-内浮环座;8-内浮环止动销;9-内浮环;
10-带状弹簧;11-O 型密封胶圈

图 1 浮环密封的结构

浮环密封属于流阻型非接触式动密封,是依靠密封间隙内的流体阻力效应而达到阻漏目的。因此,浮环内表面与轴之间存在一定的间隙,内、外浮环能够上下自由浮动,其周向被一止动防转销所限制而不能随轴转动,同时内外浮环之间有一带状弹簧,将内外浮环隔开并压紧在内外浮环座上。当压缩机组停止运转时,由于自身重力作用,浮环自由悬挂在转轴上,浮环的中心和轴的中心不重合,存在一个偏心率 e_1 ,此时浮环就处于最大偏心位置(见图 2)。当机组启动时,由于转轴旋转,带动浮环与轴之间间隙中的密封油进入楔形空间并旋转,在离心的作用下,间隙中的密封油在间隙内形成一层强有力的流体膜。由于在径向间隙间有高度差,密封油旋转会产生流体动压力,浮环受流体动压作用而上浮,并与轴逐渐趋于同心,由于浮环自身重力以及浮环与浮环座之间的摩擦力存在,浮环的几何中心不可能与转轴的几何中心完全重合,始终存在一个最小偏心距。在浮环受到的浮力与它自身的重力及摩擦力达到平衡时,浮环就达到最小偏心距 e_2 。(见图 3)^[2]。

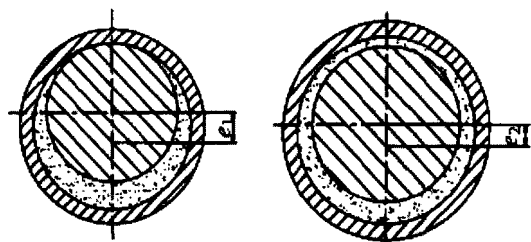


图 2 浮环处于最大偏心位置 图 3 浮环处于最小偏心位置

2 浮环密封的轴端结构及控制系统

2.1 浮环密封的轴端结构

压缩机组的轴端结构(见图 4)。为了密封住压缩机内的裂解气,从机体上的 B 孔注入从压缩机四段来的缓冲气即密封气,密封气在压缩机三段压缩后经碱洗塔脱除硫化氢,其压力经过调节阀调节高于平衡管内气体的压力。密封气注入后将沿轴向两边逸散,一部分密封气通过压缩机内侧的迷宫密封进入平衡线 A 腔,这部分气体称为内回气,从而封住机体内的裂解气。另一部分密封气体通过机体外侧的迷宫密封进入 C 腔,称之为外回气,泄漏到 C 腔中的这部分外回气压力低于 B 腔中的密封气压力, C 腔中的气体称之为参考气。

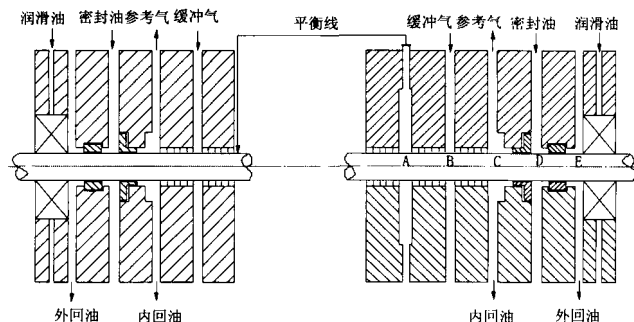


图 4 浮环密封轴端结构简图

为了不使参考气沿轴向外窜,在 D 腔中注入密封油,其压力高于 C 腔中参考气的压力。密封油注入后沿轴向分为两路,其中一路进入内浮环与主轴之间的狭小间隙,此安装间隙约为 $0.06 \sim 0.09 \text{ mm}$ 。由于主轴的高速旋转,使得在内浮环的内侧与旋转轴之间形成油膜,油膜可以阻止机体内的裂解气沿轴向与径向外逸,起到密封的作用,此油膜具有足够的强度,一方面油膜托起内浮环,使内浮环处于浮动状态,防止内浮环与旋转的轴发生摩擦,另一方面,极少量的密封油通过浮环与轴之间的环形腔进入 C 腔,这部分油称之为内回油。少量的内回油可使密封油通过内浮环的内侧带走大量的摩擦热,以防止内浮环烧损,同时还可以冲走内浮环内侧的沉积物和聚合物等脏物,防止这些脏物逐渐堵塞内浮环,影响油膜的形成和内浮环的自由浮动。在 C 腔中为内回油与参考气的油气混合物,油气混合物经内回油管线至油气分离器,经油气分离器分离后气相回压缩机一段吸入口,油相回至脱气罐脱气后回主油箱。另一路密封油进入外浮环与主轴之间的狭小空隙,此安装间隙约为 $0.19 \sim 0.23 \text{ mm}$ ^[3]。同样,在主轴的高速旋转下,外浮环的内侧与旋转轴之间形成具有足够强

度的油膜,一方面油膜托起外浮环,使外浮环处于浮动状态,防止外浮环与旋转的轴发生摩擦,另一方面,密封油通过浮环与轴之间的环形腔进入 E 腔,称之为外回油,外回油带走浮环与轴之间大量的摩擦热,以防止外浮环烧损。外回油腔 E 与大气相通,压力等于大气压力。由于外回油没有与机体内的裂解气接触,这部分回油是洁净的,与外侧的轴承润滑油混合后进入润滑油回油总管直接回主油箱。

2.2 浮环密封的控制系统

为了使机组的浮环密封能够起到良好的密封作用,必须有一个与机组配套的密封油控制系统,从而建立起密封气与平衡气、密封油与参考气之间稳定的压力关系,其控制系统简图(见图5)。

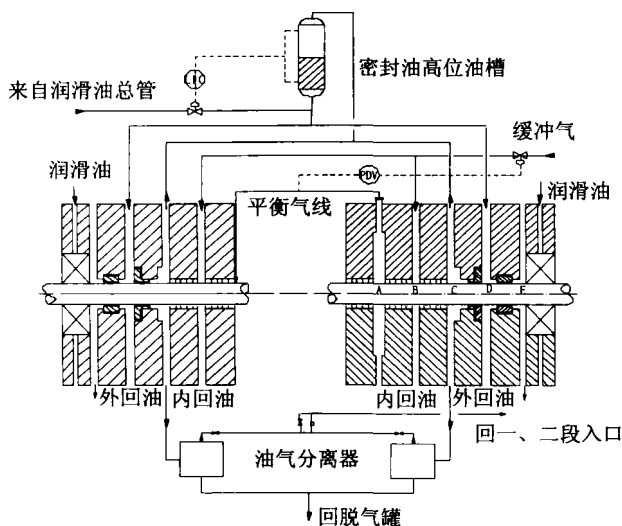


图5 浮环密封控制系统简图

密封油控制系统中,最重要的是缓冲气和平衡气之间的气气压差控制及密封油与密封气之间的油气压差控制。如图 5 所示,在密封油控制系统中,为了控制机体内的裂解气沿轴向外泄,通过压差变送器 PDIC12857 和调节阀 PDV12857 控制缓冲气压力高于平衡气压力约 0.06~0.08 MPa。同时为了控制参考气体沿轴向外逸,通过密封油高位油槽的液位变送器 LT12808 和调节阀 LIC12808 控制注入机体内的密封油压力高于参考气压力约 0.065 MPa,这个压力通过控制密封油高位油槽内液位高于压缩机轴线约 7.5 m 来实现。压缩机轴端各密封腔之间的压力关系(见图 6)。

3 浮环密封控制系统各参数之间的关系

3.1 密封气与平衡气之间的压差控制

平衡气是指从压缩机出口经迷宫密封和平衡盘出

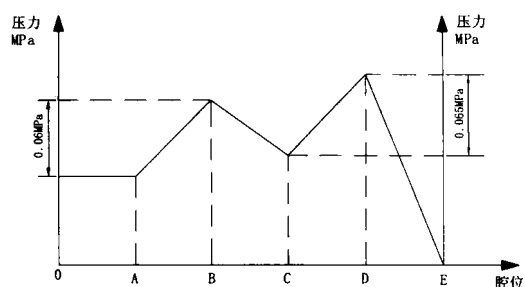


图 6 各密封腔的压力关系图

来并通过外置的平衡气管线回到压缩入口的气体。在平衡气管线中,转子两端的压力均接近压缩机的进口压力,若平衡气线无压力损失,则平衡气压力要比机体进口压力高。当机组正常运行时,密封气与平衡气之间的压差一般控制在 0.06~0.08 MPa 之间。倘若两者之间的压差过小,密封气封不住机体内的裂解气,就会使机体内的裂解气体沿轴向外窜,起不到密封的作用;若两者之间的压差过大,虽然密封效果提高了,但密封气体的消耗量相应增大了,不经济,同时,迷宫密封的疏齿片也承受较大的压差,易产生弯曲、变形等损伤。

3.2 密封油与参考气之间的压差控制

机组密封油与参考气之间的压差一般控制在 0.06~0.07 MPa 之间,该压力差是通过密封油高位油槽液面与压缩机机组轴线安装高度差来控制的。由于参考气与密封油的高位油槽顶部相连通,因此参考气与密封油的压差就是油槽中液位的高度。该系统中使用的密封油密度为 0.875 kg/dm^3 , 7.5 m 高的油压头形成的压差约为 0.065 MPa^[4]。若两者之间的压差过小,则通过内浮环的密封油量小,在内浮环与轴之间形成的密封油膜成型不好,将会使密封效果减弱,同时运行过程中内浮环与轴之间产生的摩擦热量不易被密封油带走,将会导致内浮环处温度升高,甚至会引起内浮环摩擦烧损。相反,若二者之间压差过大,则通过浮环的密封油量增大,油膜成型好,密封效果变佳,但流经浮环密封进入密封气侧的油量也有所增加,这部分油气混合物须经过油气分离器进行油气分离后才能回到主油箱,这将引起油气分离器处理量的增加,从而会有一部分密封油来不及在分离器中沉降而随密封气一起被带入压缩机系统中,从而引起密封油量的耗损,同时也污染了系统的裂解气。

3.3 参考气压力的控制

由图 6 可知,平衡线中的气体压力 P_A 基本上等于压缩机机体内的气体压力 P_0 ,缓冲气的压力 P_B 可根据

(下转第 100 页)

加药氧化,降低有机污染物的浓度。

4 结论和认识

(1)安塞油田由于每年实施酸化、压裂井数多,导致措施废液量比较大,且对集输系统和生态系统有一定危害,需要进行处理。

(2)不同措施井的酸化、压裂返排废液的组成和性质差异较大,在进行具体的现场处理过程中,处理前应进行废液处理小型试验对各药剂的投加量,反应时间进行优化调整。

(3)安塞油田酸化、压裂废液处理要达到外排标准,必须进行二次加药氧化反应,进一步氧化降低其有机污染物浓度,才能外排。

参考文献:

- [1] 卫秀芬.压裂酸化措施返排液处理技术方法探讨[J].油田化学,2007,24(12):384-388.
- [2] 刘晓辉,等.油田压裂废水处理试验研究[J].石油天然气学报,2011,(12):37-39.
- [3] 陈立荣.油田酸化废液现场处理[J].油气田环境保护,2009,3(3):31-33.

(上接第 97 页)

平衡气的压力来进行调节确定,密封油的压力 P_0 也可根据参考气的压力 P_c 来调节确定,但参考气的压力 P_c 却是一个未知的参数。下面我们来分析参考气的压力范围。

由图 5 可知,参考气 C 腔是与内浮环密封油回油腔相通,内回油经密封油管线回流至油气分离器进行油、气分离,沉降下来的油经分离器底部至脱气罐脱气后回主油箱,气体经分离器顶部的限流孔板或旁通阀进入压缩机的一段或而段吸入口。油气分离器顶部与 C 腔由密封油回油管线相通,因此我们认为,油气分离器顶部的气体压力与参考气的压力是一致的,即使有差异,也就是回油管路中的压降,基本上可以忽略。所以我们认为参考气的压力就等于油气分离器顶部的气体压力。

从图 5 可以看到,分离器顶部的气体可以通过两种途径回至压缩机入口,即通过限流孔板或旁通阀。这两种途径都将影响参考气的压力,下面分别进行讨论。

(1)通过旁通阀 当分离器顶部的气体通过旁通阀回压缩机入口,则有, $P_c = P_0 = P_A$,此时,缓冲气的内回气与外回气的压差是一致的,密封气在两边的泄露量是相同的。

(2)通过限流孔板 当分离器顶部的气体通过限流孔板回压缩机入口,气体经过限流孔板必定将产生一定的压降,则有, $P_c > P_0 = P_A$,缓冲气的内回气压差大于外回气压差。如限流孔板的孔径选的越小,限流孔板的压降就越大,参考气的压力就与缓冲气的压力越接近,也就是外回气的压差就越小,密封油压力 P_0 的压力将远

大于缓冲气压力,密封油的内回油就易通过密封气而窜入压缩机内,从而污染机体内的裂解气。

由上面的分析可知,无论是通过旁路还是限流控板,参考气的压力均在压缩机的入口压力 P_0 与密封气压力 P_0 之间波动。

4 结语

由上面的分析可知,浮环密封的控制系统对压缩机的正常运行起着至关重要的作用。因此,在操作中为确保浮环密封系统的可靠运行,必须做到以下几点:

- (1)控制好密封油高位油槽的液位,确保密封油与参考气的压差;
- (2)监控浮环密封的内、外回油油量及回油温度,发现异常及时分析原因进行处理;
- (3)压缩机在低压启动时,要注意外浮环的温升问题;
- (4)控制好油气分离器的液位及参考气的畅通;
- (5)稳定好缓冲气与平衡气的压差。

参考文献:

- [1] 贾江宁,陈志.浮环密封的结构分析及研究现状[J].机械,2007,10(34):1-4.
- [2] 吴胜军.减少浮环密封密封油损耗的措施[J].炼油设计,2000,30(6):47-49.
- [3] 姜瑞文.气压机浮环密封密封油损耗的原因分析[J].石油化工设备技术,2000,21(3):53-56.
- [4] 离心式压缩机-蒸汽透平说明手册[M].内部资料,2002,5.