

液化气船深井式货泵及其机械轴封装置的调节

大连远洋运输公司 董 滨

深井式货泵越来越广泛地用作压力式液化气船、成品油船、化学品船等散装液体运输船的卸货设备。

1 深井泵

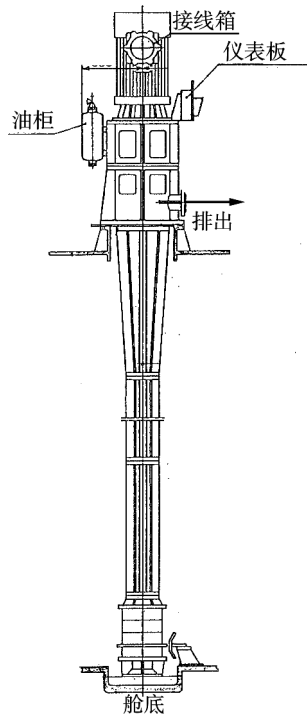


图1 深井式货泵

散装液体运输船卸货,液货被货舱底部的叶轮吸入,经长长的排出通道(高度几乎等于整个货舱,泵轴在通道内长达几米至十几米)到达甲板后排出。

深井泵,整体结构见图1,自上而下依次是:

- 马达及其支架。
- 泵与马达的联轴节和上轴承,上轴承下面还有一个冷却风扇。
- 机械轴封装置,隔离货舱与外界。货舱压力高(以丙烷45℃为例,达1.86 MPa),轴封更换和调整周期短。
- 轴承(包括推力轴承)悬挂着泵轴(含中间轴

及其联轴节,长达几米甚至十几米)、机械轴封、叶轮等,承受重量大,更换周期短。

——以上各部均在货舱甲板以上。

- 泵的多级叶轮和吸入口,在货舱最低处。

——中间轴和叶轮,

在货舱内,见图2。

采用深井泵的主要优点是:

- 每舱一泵,不易混货,船舶可载货物品种多,最多一次可载货物的货种与该船货舱数相等;
- 简化货物管系,易操作,易管理;
- 省去货泵舱,减小船舶尺度,节省钢材,减少船舶净吨,降低港口、运河等使费,等。

采用深井泵最主要的缺点是:

- 每舱一泵,若某泵故障,则相应舱不能靠货泵卸货,要靠货物压缩机

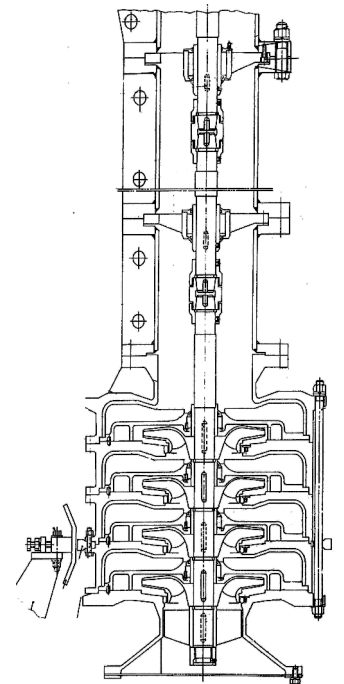


图2 中间轴和叶轮

(4) 负荷变化引起转化效率低下

催化剂的载体和涂层已确定,柴油机稳定工况的情况下,随着尿素水溶液喷射量的增加,排放的NO_x浓度明显减少,部分工况下NO_x转化效率可达到90%以上,甚至达到100%。但负荷变化影响尿素动态计量和控制的误差增大,转化率会下降甚至只有65%~80%。目前,应用计算机技术可减轻负荷变化的影响,有望解决转化效率低下的问题^[8]。

4 结论

根据IMO协议,为减轻船用柴油机对大气的污染,73/78 MARPOL 附则VI《防止船舶造成空气污染规则》每五年修订一次,NO_x排放控制逐渐严格。

为适应愈来愈严格的排放要求,排气后处理技术,尤其是选择性催化还原技术,对降低船舶柴油机NO_x排放具有非常重要的意义。

目前,船舶柴油机排放控制应用SCR技术,在国外已经进入实用阶段,但是在国内还受到柴油品质等诸多因素的影响,有待进一步研究开发。

*作者:陈景锋.集美大学轮机工程学院 副院长 副教授 硕士生.研究方向,船舶柴油机节能和防污染技术. E-mail: jingfengchen@126.com

参考文献

- 1 肖青云 吕庭豪. SCR——一种新型环保装置[J]. 航海工程,2003(2): 32-34.
- 2 J. H. Baik et al. Control of NO_x Emissions from Diesel Engine by Selective Catalytic Reduction (SCR) with Urea [J]. Topics in Catalysis, 2004(7):37-41
- 3 吕代臣 李可顺 孙培廷. 船用柴油机NO_x排放实船测试探讨 [J]. 世界海运,2005(5):48-50
- 4 吴金源 董以敏. 船用大功率柴油机排放净化和控制[J]. 铁道机车车辆,2003(11):105-107.
- 5 尹自斌 吴桂涛 孙培廷. 船舶柴油机NO_x比排放计算方法 [J]. 交通运输工程学报,2005(12):67-71.
- 6 I. Nova et al. NH₃-NO/NO₂ SCR for Diesel Exhausts after Treatment: Mechanism and Modeling of a Catalytic Converter [J]. Topics in Catalysis, 2007(5):43-46.
- 7 朱国强.采用选择性催化还原减氮法机外控制船用柴油机的NO_x排放[J]. 航海技术,2003(1):48-51.
- 8 宋协法 万荣. 优化操纵渔船主机降低NO_x排放的试验研究[J]. 青岛海洋大学学报,2001(5):368-374.

替代,拖延卸货时间,影响船舶载货率;

- 易损件是推力轴承和机械轴封,而泵轴在泵体内,若检修需吊出庞大泵体,耗时长,降低船舶营运率。

为解决深井泵的上述问题,日本 NIGATA WORTHINGTON CO,LTD.生产的 14M-160-4-I 型液化气船用深井泵采取如下针对性措施:

- 泵轴——设置多节中间轴、联轴节和多道轴承。
- 推力轴承——设置在轴端联轴节法兰盘上而不直接安装在泵轴上,检修时不必拉出泵轴因而不必吊出泵轴和庞大泵体,且便于机械轴封的拆装和调节。
- 机械轴封——设置在泵轴上端,轴封部分增加轴套,拆装检修方便,也不必吊出庞大的泵体;泵轴顶端与泵轴螺帽(被联轴节两法兰夹紧固定)螺纹连接,用以调节轴(套)高度以调节轴封动、静耐磨环之间的压力(距离)。

若机械轴封调节得好,可降低故障率,延长检修周期和使用寿命,而且不必吊出庞大泵体修理,可缩短修理时间,节约修理费用,提高船舶营运率。

为了提高检修成功率和缩短检修时间,重要的是,轮机人员熟悉其结构和原理,准确判定货泵机械轴封故障,掌握调节方法,正确的拆检、安装和调整。

本文介绍该型深井泵轴封的结构、原理和调节。

2 机械轴封——两段式的一般机械轴封

深井泵机械轴封设置在泵轴上端(见图 3),检修时只需吊下马达而不必吊出庞大的泵体。

(1)机械轴封

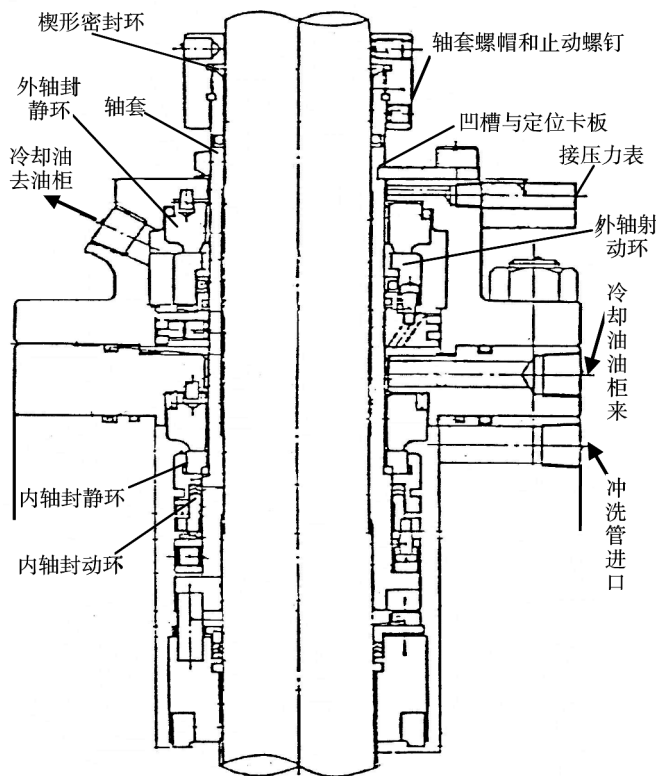


图 3 深井泵机械轴封筒图

与一般机械轴封一样:

- 静止部分,固定在壳体上,与壳体保持密封。
- 运动部分,与轴密封,固定在轴上随轴转动。
- 静止部分和运动部分之间,由动、静耐磨密封环保持密封,耐磨环之间的压力由其背后的弹簧提供。微量的渗漏,可润滑和冷却耐磨密封环。

需要特别提醒的是,内机械轴封 V 形密封填料,安装方向一定要开口朝下,随货物压力的升高而更加密封。否则可能导致密封失效。

(2)采用两段式轴封(见图 4)

- 根据密封理论,可增强密封效果;
- 可防止内轴封一旦失效造成大量漏泄。

两段式轴封,由内轴封、外轴封、压力油柜等组成:

- 内轴封,介于泵出口压力与油柜压力之间,防止货物进入油柜(理论上还防止油柜油进入货物空间),靠货物冷却。

- 外轴封,介于油柜压力与外界大气压力之间,防止油柜油外泄(理论上还防止外界空气进入油柜)。

- 压力油柜,与内、外轴封之间的空间连通,内轴封不漏泄时润滑和冷却外轴封,靠弹簧衬圈外缘的螺旋凹槽泵油保持压力(以丙烷 45 °C 为例,0.4 MPa)和循环。

3 轴套——便于机械轴封的更换和安装

泵轴上部设置一个轴套,内、外轴封的运动部分装于其上,目的是便于更换和安装机械轴封。更换轴封时,只要松开有关固定螺丝及轴封壳,即可拉出轴套连

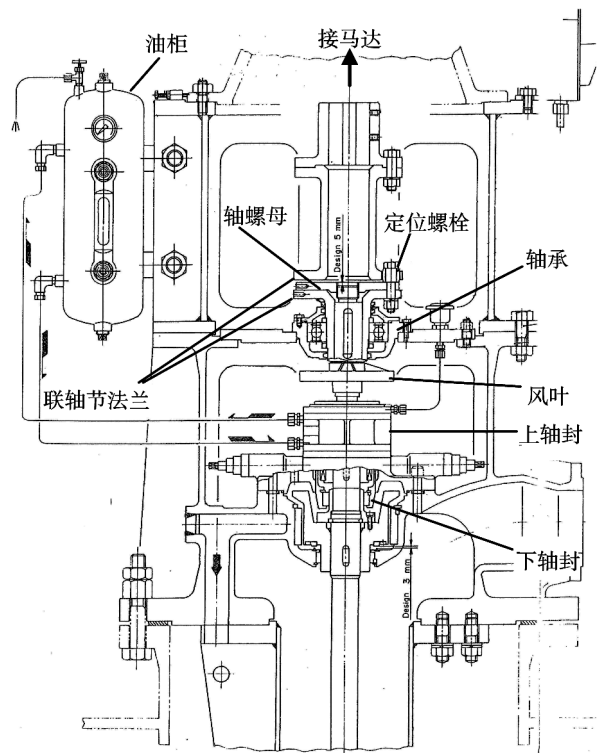


图 4 轴封、轴承、联轴节

同固定于其上的轴封运动部分,不必拉出泵轴。

(1)轴套安装在轴上

轴套固定在轴上,与轴保持密封,随轴一起旋转。

轴套与轴之间:

- 轴套锥形内径(下部 $\Phi 47$ mm,上部 $\Phi 45$ mm),与轴相应部位的锥形配合,相对位置固定;

- 由 O 形密封环和楔形密封环保证轴向密封;

- 轴套上端与轴套螺帽为螺纹配合,轴套螺帽由止动螺丝锁紧。

安装时:

① 轴套从上往下套在轴上,直到不能再往下为止,即为轴与轴套的轴向固定位置;

② 顺时针上紧轴套螺帽,压紧楔形密封环,直到拧不动为止;

③ 上紧止动螺丝。

(2)轴套与轴封

内、外轴封的运动部分,分别固定于该轴套的不同部位,随轴一起旋转。

如所周知,机械轴封的密封效果,关键在于一对耐磨密封环之间的压力。而耐磨环由弹簧压紧,要调整它们的弹簧的预紧力就是要调整机械轴封运动部分与静止部分的距离。

- 安装时,需确定轴套与外机械轴封的相对位置正确,即耐磨密封环弹簧的预紧力适当;

- 使用一段时间后,密封垫圈变形、弹簧弹力减弱、耐磨密封环磨损等,耐磨密封环之间的压力降低,需调整机械轴封以增加耐磨密封环弹簧的预紧力。

4 轴与联轴节螺纹连接——便于机械轴封的调整

上述调整耐磨密封环之间的压力,即调整它们的弹簧的预紧力,亦即调整机械轴封运动部分与静止部分的距离,需要调整泵轴上下位置。

为此,联轴节有特殊设计(见图 4):

- 泵轴与联轴节方键过渡配合;

- 泵轴顶端有段细牙螺纹(螺距 1.5 mm);

- 轴螺母,中心螺孔与泵轴顶端螺纹配合并设止动螺丝锁紧,外圆均布 4 个径向圆孔以便于调节;

- 轴螺母,夹在联轴节两法兰盘中间并与其同心;

- 轴螺母和与之相配的联轴节法兰盘,同样径向尺寸上,分别有 4 个 90 度均布的孔(与泵轴平行)和 2 个 180 度均布的孔,用于轴螺母定位(在法兰盘上)。

5 机械轴封的调整

(1)操作方法

调整泵轴相对于联轴节上下位置(也就是轴相对于泵壳上下位置),达到调整内、外轴封各一对耐磨密封环之间的压力的目的,操作方法是:

① 松开全部紧固联轴节两法兰盘的螺栓,并使两

法兰盘稍稍脱开;

② 用内六角扳手松开轴螺母上的止动螺丝;

③ 把持住泵轴不使旋转,用专用的小撬棍插进轴螺母的径向圆孔中,旋松或上紧轴螺母则泵轴下降或上移,从而使机械轴封的动耐磨环下移或上移,而机械轴封的静耐磨环固定在泵壳上不动,这样就减小或增加了机械轴封(两对)耐磨密封环之间的压力;

④ 调整到位后,用内六角扳手上紧轴螺母上的止动螺丝,再紧固联轴节两法兰盘的全部螺栓(同时夹紧轴螺母)。

调整需注意两点:

- 调节轴套(轴封动环)与泵壳(轴封静环)相对位置,会影响叶轮与泵壳的相对位置,所以调节量不可超过 2~3 mm。若超过此量,必须更换机械轴封。

- 因为轴螺母和与之相配的联轴节法兰盘,同样径向尺寸上,分别有 4 个 90 度均布的孔(与泵轴平行)和 2 个 180 度均布的孔,所以每次调节轴螺母至少要旋转 90 度,才能使定位螺栓得以安装。

(2)验证

调整后,要验证机械轴封的弹簧预紧力,方法是检查泵轴与泵壳的相对位置。

为确定轴套与泵壳的相对位置,泵壳上有一定位卡板,轴套上有一个与卡板对应的凹槽。安装或调整,轴与轴套之间的位置固定后,用轴套上的凹槽与定位板是否吻合的方法,验证泵壳与泵轴(套)之间轴向位置是否正确。

具体操作,是松脱定位卡板上的内六角螺栓,转动定位卡板使其突出的圆弧对准轴套上的凹槽:

- 若轴套上的凹槽与定位板相吻合,一般可认为机械轴封弹簧的预紧力比较合适;

- 若轴套上的凹槽下边缘低于(或高于)定位板下边缘,则轴封运动部分位置偏低(或偏高),即轴封弹簧的预紧力不足(或过大),使用中可能(冷却油或货物气体)由内向外的泄漏量超标(或两密封面之间将丧失润滑形成干摩擦,导致轴封发热或有尖叫声),需向上(或下)调节泵轴高度,直到轴套上的凹槽与定位板相吻合,同时注意保证泵轴转动自如。

即使验证无误,也还要:

- 启动空转,看有没有过热或强摩擦的尖叫声;

- 确认正常投入使用的初期,加强监视。

特别提醒保护人身安全,检修条件必定是货舱内无危险气体,或安全措施得当。

