

doi: 10.3969/j.issn.2095-1744.2013.06.015

西部矿业锌氧压酸浸卧式多室反应釜国产机械密封系统

文 张海庆 王宝玲 廖福龙

西部矿业股份有限公司 锌业分公司 西宁 811600

摘要:介绍西部矿业 100 kt/a 锌氧压酸浸项目卧式多室反应釜国产机械密封系统。从产品设计和实际使用来看,国产机械密封已不输于国外厂家的产品,而且在服务、备件等环节更是优于国外产品。粗略估算在首次采购和备件采购环节中,国产机械密封的价格要低于国外产品 30%左右,为企业降低了成本。

关键词:湿法冶金;卧式多室反应釜;机械密封;氧压酸浸

中图分类号:TH136;TF351.54

文献标志码:A

文章编号:2095-1744(2013)06-0063-03

锌精矿氧压酸浸过程是在密闭的、有搅拌装置的反应容器内,在高温、高压、强酸性、强氧化性的条件下完成的。西部矿业 100 kt/a 锌氧压酸浸项目采用的密闭反应容器为卧式多室反应釜,搅拌轴从上部插入反应釜,轴颈 150 mm,径长比大,工作压力 1.1 MPa,转速 83 r/min,工作温度 150 °C。搅拌装置的密封是保证浸出过程顺利进行和设备正常运转的关键。浸出工艺要求机械密封“密封隔离液”向釜内泄露量小于 8 mL/h,并且能够连续运转不小于 8 000 h。釜内反应需要一定的搅拌强度,因而搅拌轴存在振动、径向摆动及轴向窜动,高温、高压、强酸性、强氧化性的工作环境对密封装置有严重的腐蚀,机械密封处于气相空间中,易出现“干运转”,加速密封面磨损及辅助密封圈的老化,这些都给密封装置提出了很高的要求。

为此,会同机械密封厂家,根据以往的经验,从结构、材料及润滑系统等方面综合考虑,以满足锌精矿氧压酸浸工艺对机械密封的要求。

1 非平衡型双端面背靠背布置

载荷系数是机械密封摩擦副在轴向力平衡条件下,

各项轴向力与密封面上最大介质压力的比值,它反映了各种轴向力的作用和大小。载荷系数也可以用面积比来表示:介质压力作用在补偿环(此处补偿环为动环)上使之与非补偿环趋于闭合的有效的作用面积(即载荷面积) A_2 与密封端面面积(即接触面面积) A_f 之比, $B=A_2/A_f=(d_2^2-d_b^2)/(d_2^2-d_1^2)$,其中: d_1 —密封面内径; d_2 —密封面外径; d_b —平衡直径。

面积比 $B \geq 1$ 的机械密封称为非平衡型机械密封,面积比 $B < 1$ 的机械密封称为平衡型机械密封,如图 1(a)所示^[1]。从图 1(b)为背靠背安装的双端面机械密封。其特点是两个密封面之间可以充满中间流体(俗称“密封隔离液”)。当隔离液压力大于釜内压力时,隔离液向釜内正常泄露,从而保证密封面基本处于液相状态同时釜内介质不向大气侧泄露。实践中采用的是非平衡型机械密封,配合动环上的流体动压槽,可以很好的润滑和密封效果。

收稿日期:2013-07-02

作者简介:张海庆(1978-),男,青海湟源县人,助理工程师,主要从事过程装备与控制工程等方面的研究

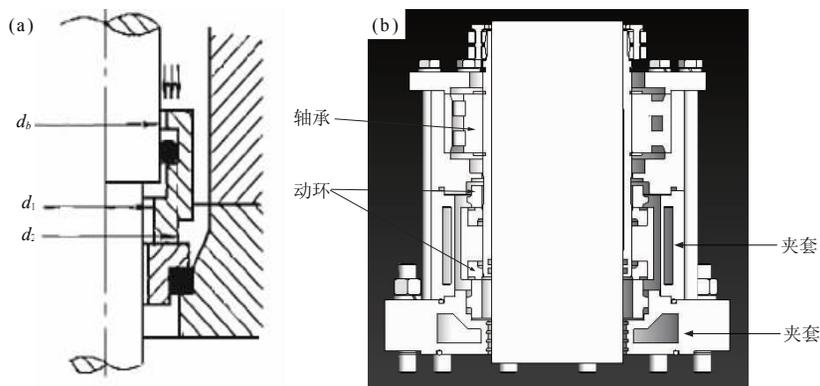


图1 机械密封装置

2 动环结构

石墨作为良好的摩擦副材料，被广泛地用于制造各种形式的密封环。然而，由于整体石墨密封环的弹性模量较小，强度也较低，尤其大直径的石墨环更易产生压力变形、热变形和残余变形等，这些变形会直接影响密封面的压力分布、泄漏量和摩擦磨损，造成机械密封的失效。针对搅拌轴径较大和釜内压力较大的情况，机械密封的动环采用了镶装结构，以提高密封环的强度，其变形可以通过合理的结构刚度设计和平衡设计减至很小^[2]。

3 静环结构

静环采用双O型圈夹持结构，如图2所示。这种结构可以保证静环具有良好的浮动性和追随性，更好贴紧动环，减小由于轴的摆动造成密封泄漏的危险。

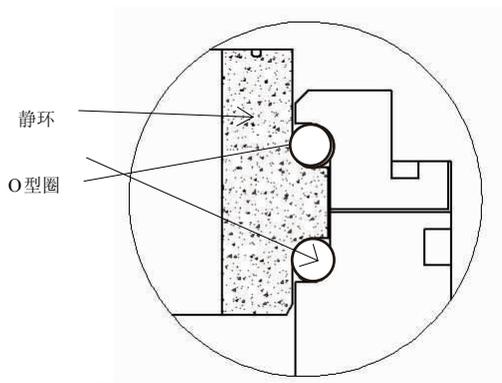
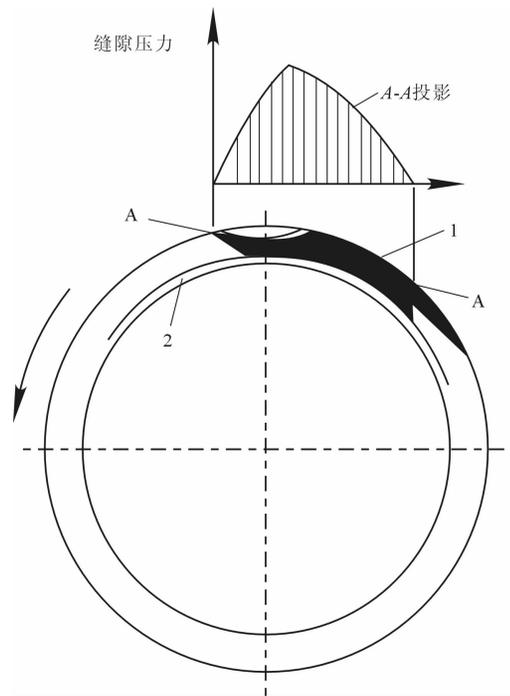


图2 静环双O圈夹持结构

为了提高密封面的润滑性和密封性，在静环上开有热流体动压式弧形循环槽，如图3所示。这种深槽形式，常用在较低线速度上，对反应釜机械密封效果极佳。流体槽形状有很多种类，可根据不同工况和作用进行设计^[3]。由于弧形槽能吸液体，在密封环旋转的时候，槽能使液体相当强烈地冷却距它较远的密封表面。进行这种冷却时，在密封环的初始表面上形成数量与槽数相等的流体动力楔和高压区。由于切向流和压力降，在每一个槽后形成彗星状润滑楔^[4]，如图4所示。



图3 端面开槽静环



1—承载区；2—密封区
图4 具有弧形循环槽的机械密封压力场和润滑场形成

4 冷却系统

高压釜内的操作温度为 150 ℃, 属于典型的高温工况。高温是影响机械密封寿命和性能的重要因素。如不采取措施, 密封面摩擦产生的热量(简称为摩擦热)和密封面吸收的外部热量(简称为吸收热)会使密封面处于高温状态。

在泵用机械密封中, 轴的转速较高(通常在 1 000 r/min 以上), 机械密封面产生的摩擦热较多。因此摩擦热是泵用机械密封温升的一个重要因素, 锌精矿氧压酸浸中机械密封安装在搅拌轴上, 轴转速为 83 r/min, 转速相对较低, 摩擦热较少, 因而对密封面的温升影响较小, 可以不作重点考虑。

机械密封面的吸收热主要来自外部热量的传递。在锌精矿氧压酸浸中, 高压釜内操作温度为 150 ℃, 釜内热量通过搅拌轴的热传导和釜顶气体的热扩散, 将热量传递到机械密封。相比摩擦热, 吸收热是导致高压釜搅拌机械密封温升的主要因素, 因此密封面温升的控制主要取决于对吸收热的处理。通过对机械密封的使用工况分析, 控制机械密封面的温升, 减少吸收热是重中之重。为此设计两套冷却水夹套解决吸收热的问题。

底部冷却水夹套, 位于机械密封内密封与釜顶法兰之间, 即位于釜内热量向机械密封传递的路径之间。在机械密封运转之前向夹套内供入足够的循环冷却水使机械密封底部的金属件保持在相对较低的温度下。釜内热量到达夹套位置时, 大部分热量被夹套内循环流动的冷却水吸收并带至机械密封外部, 仅有少量热量会越过夹套向机械密封传递。

径向冷却水夹套, 釜内热量除通过釜顶气体的扩散向机械密封传递外, 另有部分热量通过搅拌轴的热传导向机械密封, 再通过与轴接触的零部件传递至机械密封面。这部分热量及摩擦热主要由流经密封面处的密封水带走。为防止密封水在进入和流出机械密封时产生较高的温升, 在机械密封圆周方向增加了冷却水夹套, 将密封水携带的热量及时带走。

5 机械密封顶部自带轴承

搅拌轴为悬臂轴, 最上方是减速机, 越远离减速机方向轴的摆动越大。为了限制这种摆动, 在机械密封装置的上端结构中, 增设了双列滚子轴承, 从而减小了轴的摆动对机械密封的影响, 提高了机械密封的稳定性。

6 机械密封材料

1) 摩擦材料。摩擦副材料采用石墨与碳化硅配对。石墨对碳化硅的软硬材料配对是机械密封中最常用材质配对方式, 石墨采用的是特殊石墨。

2) 与物料接触面材料。接液金属件采用 904L 超级奥氏体不锈钢, 属低碳高镍、钼奥氏体不锈钢耐酸钢, 是一种含碳量低的高合金的奥氏体不锈钢, 在稀硫酸中有很好抗腐蚀性。

3) 密封材料。采用特殊材质接液“O”型圈。此“O”型圈是一种耐腐蚀, 耐高温的材料, 对于稀硫酸介质和高温工况完全适用。

7 结语

西部矿业 100 kt/a 锌氧压酸浸项目卧式多室反应釜采用的国产机械密封装置, 从产品设计和实际使用来看, 国产机械密封已不输于国外厂家的产品, 而且在服务、备件等环节更是优于国外产品。粗略估算在首次采购和备件采购环节中, 国产机械密封的价格要低于国外产品 30% 左右, 为企业降低了成本。

参考文献

- [1] 顾永泉. 机械密封实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009: 10-11.
- [2] 张杰, 李鲲, 吴兆山, 等. 镶装式石墨密封环的压力变形研究[J]. 润滑与密封, 2012, 37(3): 53-58.
- [3] 丁足泉, 吴金才, 丁力. 釜用机械密封结构的改进对节能、寿命的作用[J]. 化工装备, 2008(2): 40.
- [4] Mayer E. 机械密封 [M]. 姚兆生译. 北京: 化学工业出版社, 1981: 96-97.