

柔性石墨和编织聚四氟乙烯 密封填料的初步应用

金炯福 陈继立 方有才
(山东铝厂科学技术协会)

摘

本文概述了泥浆泵轴封的内泄和外漏对氧化铝和水泥等生产工艺能耗的影响;分析了填料轴封防治泄漏的基本条件;介绍了柔性石墨和编织聚四氟乙烯填料等新颖密封填料的耐磨减摩性能,并结合实际应用探讨了其寿命延长的措施。

一、概 述

如何既保证泥浆和溶液泵的轴封性能,又不需要轴封的辅助密封冷却水(以下简称“密封水”),以降低生产工艺流程中料浆的含水率,是我厂氧化铝和水泥生产工艺中急需解决的节能课题之一。

在离心泵中,不论是清水泵、溶液泵或泥浆泵,常规轴封材料基本上可满足防止轴封的外泄漏(以下简称“外漏”)要求,而轴封的内泄漏(以下简称“内泄”)却往往被人们所忽视。事实上常规轴封密封水的内泄,会严重影响产品的产量、质量和能源消耗。据有关资料的测定估算,我厂在氧化铝和水泥生产的工艺流程中,消耗于400台溶液泵和泥浆泵轴封的密封水,每年达20~25万吨。其中除随介质排放的外,进入工艺流程的约15~18万吨。由于溶液和料浆的含水率增高,也就必然增加回转窑的烧料和蒸发器的蒸汽消耗量。如果轴封性能良好,即轴封结构和密封材料选用得当,既能防止外漏,又可取消密封水以杜绝内泄。按此计算,可收到提高产量和降低水、电、汽及燃料等能源消耗的综合经济效益,每年约60~80万元。因此,研究和改善轴封性能,是有重要意义的。

二、轴 封 现 状 和 材 料

离心泵中常用的轴封结构不外乎:有骨架的橡胶密封,填料密封,机械密封和浮动环密封等。对于填料密封,虽是一种较老的密封方式。但它具有结构简单、材料来源广泛、加工容易、拆装方便、成本低廉和密封基本可靠等优点,因而沿用至今。

一般离心泵，尤其是泥浆泵，最常用的轴封结构是填料密封（如图 1 所示）。所谓填料密封，就是在轴套（或轴）与壳体之间填塞软弹性填料，以堵住泄漏间隙达到密封目的，一般由壳体、底衬套、轴套、填料、液封环、压盖、双头螺栓和螺母所组成，靠填料贴合轴套外圆表面并在壳体中部引入密封水，来改善填料与轴套接触表面的状况而实现密封。

为使填料密封的效果较好，尤其是溶液泵和泥浆泵的轴封能较好地防止内泄（即取消或减少密封水），对于密封填料的选择，一般应具以下基本条件：

1. 抗介质浸蚀能力强——在酸、碱、油等介质中长期工作，体积和硬度变化小；
2. 回弹性和压缩性好——压缩后能复原，永久变形小；
3. 材质致密，不易渗漏介质；
4. 具有适当的机械强度和硬度，耐压性能好；
5. 有一定的塑性——在压紧力作用下能产生一定的径向力并紧密地贴合轴颈；
6. 耐高、低温性能好——高温下不分解、软化，低温下不硬化；
7. 轴套偏心量不大时，有足够的浮动性能；
8. 自润滑性能良好——耐磨，摩擦系数小；
9. 耐老化性能好，经久耐用；
10. 加工制造和使用方便，价格便宜。

柔性石墨和聚四氟乙烯（F₄）填料具有表 1 中所列的性能，所以柔性石墨和编织 F₄ 填料能满足上述大部分要求，已经成为密封工作者注目的对象，并开始逐步推广应用。

柔性石墨又名膨胀石墨，系纯石墨的一个分支，是把天然石墨中的杂质除去，再以某种液体浸入石墨层间，用强制手段使其层间间隙扩大，变成质地柔软的柔性石墨。并以它积层加压成型为方形截面填料环（图 2）。

编织 F₄ 填料是以聚四氟乙烯的分散法聚合树脂，用适量的有机溶剂，经挤压干燥而成白色带状薄膜的 F₄ 生料带；并用多股

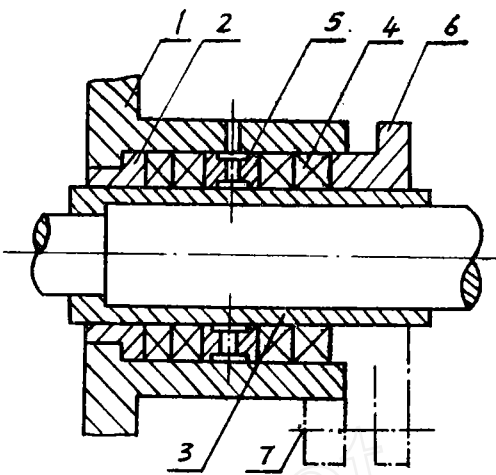


图 1 泥浆泵填料密封
1—壳体；2—底衬套；3—轴套；4—填料；5—液封环；6—压盖；7—双头螺栓和螺母

表 1 柔性石墨和 F₄ 填料的主要技术性能

	柔 性 石 墨	F ₄ 填料
外 观	黑色垫圈	乳白色绳状
密度，克/厘米	1.1~1.6	2.1~2.2
纯 度，%	>99	
融 点，℃	≈3700	327
耐 热 性	在 426℃ 下可长期使用	可在 260℃ 下使用
摩 擦 系 数	在 0.05~0.19 范围内变化	0.04
硬 度	肖氏硬度 19~31	布氏硬度 3~4
化学抵抗力	非常好	优 良
线膨胀系数，1/℃	2.2×10 ⁻⁶	8~25×10 ⁻⁶
压 缩 率，%	40~52	
回 弹 率，%	10~40	
抗拉强度，公斤/厘米 ²	80~100	140~250 (未淬火)
抗压强度，公斤/厘米 ²	680~1000	42 (1% 变形)
导热系数，千卡/米·时	2.99~4.32 (厚度方向)	0.21
工作温度，℃	-200~500	-200~260

穿心编织而成方形截面的绳状填料（图3）。

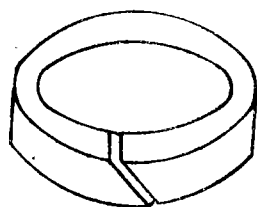


图2 柔性石墨垫圈

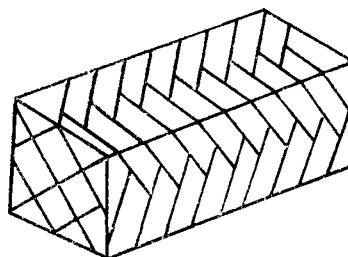


图3 编织F₄填料

柔性石墨和编织F₄用作密封填料具有如下特性：

1. 低摩擦系数和自润滑性：柔性石墨和F₄材料与多种材料相比，其摩擦系数是比较低的（见表2），并具有良好的自润滑性能；在填料与轴颈间发生边界摩擦或干摩擦时，它们在轴颈摩擦面上能形成良好的自润滑薄膜而起到耐磨和减摩作用。

表2 某些材料之间的干摩擦系数

材料名称	摩擦系数	材料名称	摩擦系数
橡胶—钢	0.2~0.4	石棉—钢	0.25~0.4
皮革—钢	0.3~0.5	尼龙—钢	0.3~0.5
胶木—钢	0.22	F ₄ —钢	0.04~0.087
毛毡—钢	0.22	石墨—钢	0.05~0.15

2. 柔性石墨的回弹率高，当轴套因制造、安装等存在少量偏心而出现径向跳动时，有足够的浮动性能，能紧密地贴合轴颈而防止泄漏。

3. F₄具有较大的冷流性，在用作密封填料时，该性能利大于弊。只要轴封设计成可调整的填料密封结构，当F₄材料因磨损而密封间隙增大时，通过调压盖即可调整密封间隙，达到防漏的效果。

三、应用实例

在山东惠民机械工程材料厂和辽宁本溪玻璃钢厂的大力协助与兄弟单位的经验启发下，我厂根据柔性石墨和编织F₄填料等新颖密封材料具有的优良性能，自1982年5月11日至今，先后在石灰乳泵、蒸发出料泵、滤液泵和回转窑喂料泵等轴封上单独或组合使用柔性石墨和编织F₄填料，都取得了较好的效果。应用实例工作参数列于表3。

各泵轴封密封填料的使用方法如图4~7所示。通过实践，无论是单独使用柔性石墨或组合使用柔性石墨和编织F₄填料，我们取得的初步效果如下：

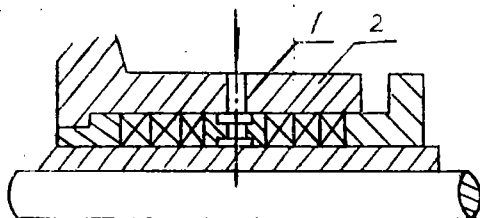


图4 实例1轴封

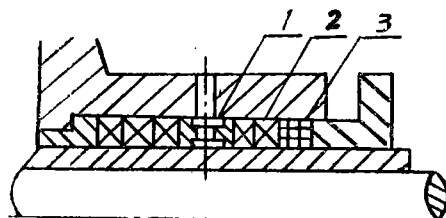


图5 实例2轴封

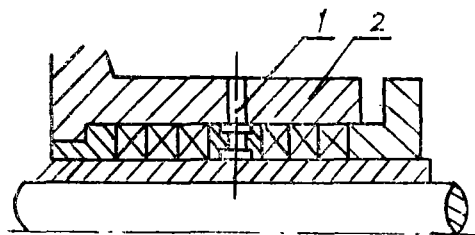


图6 实例3轴封

1.液封环, 2.柔性石墨垫圈, 3.填充F₄垫圈, 4.编织F₄填料, 5.底衬套

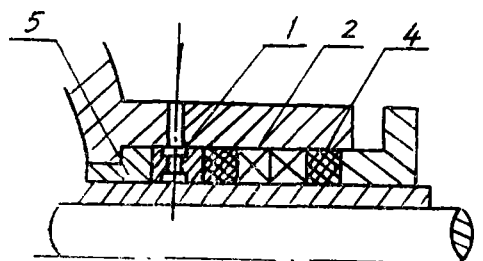


图7 实例4轴封

1.减轻了维修劳动强度。以前用油浸石棉绳, 因其使用寿命短, 更换频繁, 劳动强度大。柔性石墨或编织F₄填料的使用寿命长, 延长了泥浆泵的检修周期, 减轻了维修与操作工人的劳动强度。

2.节约了水电消耗。据我厂1981年的测定, 每台泥浆泵(包括溶液泵)轴封的密封水消耗量平均为85~120公斤/时, 即每日每台可节水2~3吨。同时从表2可以看出, 柔性石墨或F₄填料对钢的摩擦系数都小于石棉, 故可减少摩擦功的消耗, 据兄弟单位的经验, 可节电3~5%。

3.减少了油、汽消耗。生产工艺要求, 经回转窑或蒸发器的物料, 含水率以较低为佳。否则需要消耗燃料油或蒸汽来除去多余的水量。采用新颖密封填料后, 由于减少或切断密封水而减少渗入流程中的水分, 因而能减少油、汽的消耗。

4.降低了轴封费用。从价格上讲, 虽然油浸石棉填料约12.5元/公斤。而柔性石墨为100~150元/公斤, 编织F₄填料为85~90元/公斤。但由于材料比重的不同及使用寿命的延长, 轴套寿命亦有所延长, 故相比之下, 更新轴封材料的费用, 实际是降低了。

表3 应用实例

	1	2	3	4
泵型	4吋砂浆泵			NC100 泥浆泵
生产流程	氧化铝			水泥
安装地点	蒸发工序	蒸发工序	过滤工序	多品种窑
泵名及序号	1*石灰乳 泵	V ₁ 蒸发 出料泵	1*滤液泵	2*喂料泵
运转状况, 小时/日	6~9	连续	连续	隔周运转
压力, 公斤/厘米 ²	3~4	3.5	3~4	11~12
流量, 米 ³ /时	60	60	60	100~150
电机功率	15HP	15HP	15HP	75KW
转速, 转/分	1450	1450	1450	1470
工作介质	石灰乳	蒸发母液	赤泥滤液	水泥料浆
介质比重	1.21	1.3~1.35	1.25	1.69
介质温度, ℃	52~67	105	70	20~30
介质中固体含量, %	23~25	溶液	溶液	60~62
介质中主要固体成份	氢氧化铝	—	—	氧化钙 二氧化硅
介质含碱量, 克/升(NaOH)	—	190	100	—
使用日期	82.5.11, 82.8下旬	82.6.5, 82.8.24	82.11.6, 82.2.5	83.1.6, 83.5.8
初步结果	延长填料寿命6倍以上	取消了密封水	取消了密封水	延长填料寿命6倍以上; 降低密封水耗量50%以上

四、延长填料寿命的探讨

我厂一年来的初步应用说明, 溶液泵轴封采用柔性石墨后, 虽已基本达到了既防止外漏, 又解决内泄的目的, 使用寿命虽比油浸石棉绳延长了, 但按其单价而言, 其寿命还不够理想。尤其是泥浆泵的密封填料, 不但寿命仍相对地短, 而且密封水尚未完全切断。因此,

仍有必要进一步研究探讨其延长寿命的措施。

柔性石墨或编织F₄填料都可视为软质材料。其磨损率除取决于材质、压力、速度等因素外,尚受密封填料的安装与调整、轴颈的表面状况和介质中的悬浮固体颗粒等因素所支配。为了降低密封填料磨损率,以延长其使用寿命,似应考虑以下几方面:

1.填料的合理装填。填料的装填应按下列步骤进行:

A.清理填料,使填料腔洁净,轴颈表面应光滑。

B.装填时应一根根装填,不得一次装填几根。相互靠近的两根接口应错开 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$,以防接口处泄漏。

C.最后一根填料装填完毕后,压盖的压紧力不宜过大,以免出现异常磨损。

D.运转中如需调压盖时,各双头螺栓的旋紧力量应基本一致,以防紧偏而损坏密封面。

2.良好的轴颈表面质量。为保证良好的轴颈表面质量,应注意如下几点:

A.组装好的轴颈径向跳动量应控制在 $0.03\sim 0.08$ 毫米范围;

B.轴颈的表面光洁度以 $\nabla_7\sim\nabla_8$ 为宜;

C.有足够的轴颈表面硬度,经调质处理后的硬度以HRC50~60为佳。

3.增设辅助密封结构—螺旋密封。由于螺旋密封具有“泵送效应”的特性,对于带有颗粒的介质有良好的适应性。如泥浆泵的轴封,在原结构基本不变的情况下,只要将底衬套的内表面加工多头螺纹,其方向和泵轴旋转方向同,以作为密封填料的辅助密封,使泥浆泵在正常运转中,在螺旋密封的反向推送下,减少介质中固体颗粒进入密封填料腔内的机率,从而延长密封填料的使用寿命。

五、结 束 语

一年来,我厂除在应用实例中所举的几台泵上使用新颖密封填料外,并在氧化铝流程石灰炉工序的3 $\cdot$ 石灰乳泵及动力机修厂蒸发回水岗位的4-2 $\cdot$ 薄膜调节阀等设备的轴封上使用,都取得较好效果。

我们认为,就目前密封技术而言,柔性石墨和编织F₄填料作为溶液泵和泥浆泵轴封的密封填料是大有前途的。我们将从易到难逐步扩大使用范围,争取尽快地全面推广应用,以期取得更好的效果。

(下转第204页)

A Study of Transfer Films in The Friction of MoS₂— metal Surfaces Ⅱ Chemical Reaction Between Steel and Rubbed Transfer film

Qi Shangkui, Zhan Jiazheng, Dang Hongxin
(Lanzhou Institute of Chemical Physics Academia Sinica)

Abstract

The chemical reaction, mainly oxidation, between the transfer film of MoS₂ and counterface occurred at the failure of the film in a temperature range from 50 to 300℃ was examined by surface analytical techniques. The control and application of above oxidation in the lubrication of transfer film of MoS₂ is considered notable.

~~~~~  
(上接第226页)

## The Preliminary Application of Flexible Graphite and Woven PTFE as Sealing

Jing Jiongfú, Chen Jili, Fang Youcai  
(The Society of Science and Technology, Shan Dong Aluminium Factory)

### Abstract

The paper presents the effect of internal and external leakage from a bearing seal in a slush pump on the loss of power in processing procedure of alumina and cement. The basic conditions for preventing the sealing from leak are also treated. The wear resistance and friction reduction of some new sealing such as flexible graphite and woven polytetrafluoroethylene are described, and the methods for extending their service life are discussed in relation to some application.