

## 二硫化钼润滑剂在自身返碱蒸汽煅烧炉 机械密封中的应用技术

秦玉楠

(成都化学制药厂 成都 610072)



**摘要** 详述了二硫化钼作为一种新型固体润滑剂的各项优良特性和应用实例。重点阐述了二硫化钼润滑剂用于联碱厂关键设备——自身返碱蒸汽煅烧炉机械密封(端面)的工艺方法和注意事项,以及技术经济效益等。

**关键词** 二硫化钼 固体润滑剂 自身返碱蒸汽煅烧炉 机械密封(端面) (运动)副摩擦面

### THE APPLIED TECHNOLOGY OF MOLYBDENUM BISULPHIDE WITH THE MECHANICAL SEALED FOR SELF-RETURN SODA STEAM CALCINATOR

Qin Yunan

(Chengdu Chemical Pharmaceutical plant, Chengdu, 610072)

**Abstract** This thesis detailed discuss that the fine characters and the applied examples of molybdenum bisulphide as a new typal solid lubricant. Particularly it expounds that the applied process, technical methods, points for attention and the technical economic benefit of molybdenum bisulphide with mechanical sealed for the self-return soda steam calcinator, which is the major equipment of the united soda factory, etc.

**Key words** Molybdenum bisulphide, Solid libricants, Mechanical sealed(facing), (movement)vice-fricative face

蒸汽煅烧炉的运转关键之一是机械密封,而它的润滑是一个亟待解决的问题。因为要使机械密封端面具有良好的密封性能和长久的使

用寿命,就必须在端面接触面间维持一个极薄的润滑膜。采用什么润滑材料才能满足其要求呢?这就是下面所要论述的问题。

和强度均得到较大改善;采用第二项粒子或纤维补强  $\text{MoSi}_2$  基体可获得强度韧性极好的复合材料,如  $\text{MoSi}_2\text{-SiC}$  复合材料,  $\text{MoSi}_2\text{-TiC}$ ,  $\text{MoSi}_2\text{-WSi}_2$  等复合材料,  $\text{MoSi}_2\text{-Si}_2$  复合材料强度为  $\text{MoSi}_2$  的 15 倍,抗氧化性为后者的 100 倍,断裂性为后者的 40 倍。

此外,在新设备研制应用方面,用冷、热等静压机代替粉末机械压力机和液压高温烧结炉代替熔炉,轧机代替旋锻机等的广泛应用,不但扩大了产品品种规格,并且提高了产品性质,简化了工序,降低了成本还提高了金属利用率。

#### 参 考 文 献

1 中国有色金属工业总公司技术经济研究院. 中国

钼制品调查,1995,5:18.

2 中国有色金属工业总公司行业信息网. 稀有稀土商情和技术信息,1995,12:22.

3 田帮林,赵武壮,蔡显弟. 国外有色金属技术经济指标统计手册. 北京:中国有色金属工业总公司技术经济研究中心,359~368.

4 胡爱娣,姚云芳. 金堆城钼业公司. 阿马克斯特种金属公司产品简介,1991,10:3.

5 胡爱娣,姚云芳. 金堆城钼业公司. 阿马克斯特种金属公司产品简介,1991.10:4

6 郭安华. 有色金属进展. 中国有色金属工业总公司科学技术局,北京. 1989,9:124.

(1996-04-24 收稿)

**作者简介** 董允杰,男,1964年毕业于北京外国语学院,现为金堆城钼业公司科研所高级工程师。

## 1 自身返碱蒸汽煅烧炉机械密封端面环境条件

联碱厂的关键设备—自身返碱蒸汽煅烧炉,一般通入  $13 \text{ kg/cm}^2$  的饱和蒸汽加热  $\text{NaHCO}_3$ ,使其分解为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$ 。炉子出碱温度一般为  $150 \sim 180^\circ\text{C}$ ,蒸汽煅烧炉炉体温度也在此范围内,因而它的机械密封也具有同样高的温度,还要受到碱的腐蚀。在这样的条件下用一般常规的润滑剂是无法满足环境要求的。曾用水润滑,但失败了,因水量小时,很快被蒸发掉;水量大时,则使密封端面处的碱粉结疤,从而影响煅烧炉的正常运转。而且用水润滑还要产生弱电介质腐蚀,造成表面凹凸不平。若用油润滑,油的粘度因温度升高而降低,导致润滑效果降低。由此可见,常规润滑方法均不能解决问题,因此如何解决机械密封的润滑确有认真研究的必要。

## 2 二硫化钼( $\text{MoS}_2$ )是一种新型的固体润滑材料

### 2.1 什么叫“固体润滑”

所谓固体润滑,是指在两个互相作用的承载面之间,使用粉末、薄膜或某些整体材料来减

少其表面之间的摩擦、磨损或防止其它形式的表面破坏过程。而固体润滑剂则是指在相对运动的承载表面间为防止其破坏以及减少它们之间的摩擦和磨损而在其中所用的粉末状或薄膜状的固体润滑材料。

在现代机械工业发展中,为了降低摩擦,减少磨损,有两种发展趋势,其一是尽量简化或革除某些能产生摩擦的零部件或传动机构;其二则是寻找新型的润滑材料和方法,扩大现有润滑剂的使用范围,延长润滑剂的使用寿命,解决某些特殊条件下的润滑问题等。固体润滑就在这种条件下被提出来了。

### 2.2 二硫化钼是一种新型的固体润滑材料

由于二硫化钼具有与石墨相类似的层状分子结构,因此先介绍一下石墨的结构。

石墨具有层状分子结构,在受压时是坚固的,在受剪切时强度就低,在空气中其摩擦系数低。因为,凡具有片状和层状结构的固体,由于它们有十分明显的各向异性或方向性的性质因而具有低的摩擦阻力。这里所指的片状或层状结构是指这类物质的结构呈现一系列离得较远的平行平面或平行片,图1所示为石墨的分子结构。

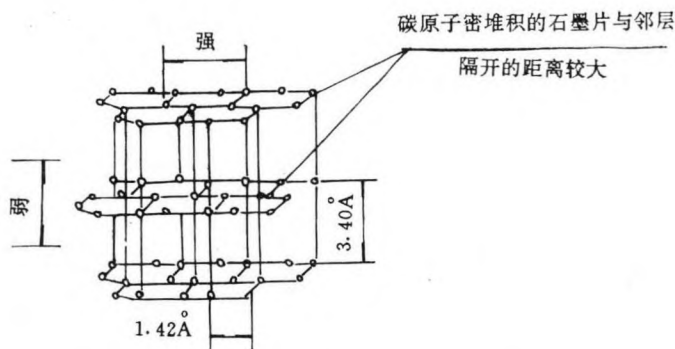


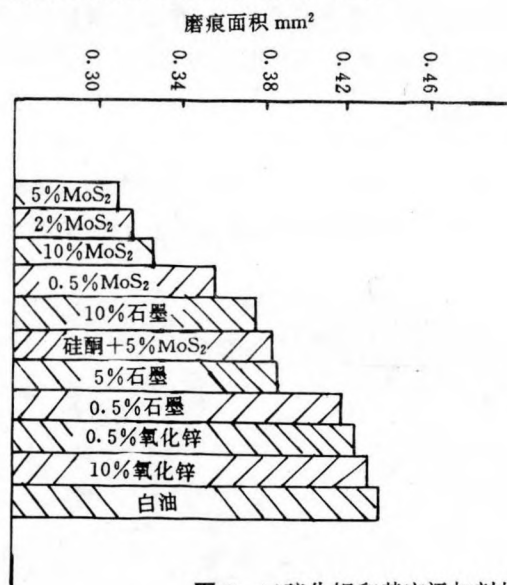
图1 石墨的分子结构

各个平面中的碳原子作六角排列,原子间的结合强度很高(约100千卡/克原子),而不同平面中碳原子间的结合强度则较低(约几个千卡/克原子),因此劈裂总发生在片间。二硫化钼具有与石墨相类似的层状分子结构,单体的二硫化钼片不是纯钼就是纯硫,在硫的相邻

平面间易于产生劈裂。空气中二硫化钼的单晶体,其劈裂面对钢的摩擦系数约为0.1,而晶体边对钢的摩擦系数上升到0.26。另外,二硫化钼还有与石墨的性质大不相同之处,在于前者的摩擦系数在真空中与空气中甚至在温度高达  $800^\circ\text{C}$  时没有什么差别(图2)。实际上在使用

中不会把温度升到 800 ℃ 以上, 因为这样高的温度下二硫化钼要发生显著的分解, 只剩下固体钼, 此时它产生很高的甚至于接近金属的摩擦。但在一般使用条件下, 温度不会增加到消除表面氧化物那么高, 因而二硫化钼在真空中摩擦系数低的性质值得注意。

二硫化钼在真空中的低摩擦性是十分有用的, 因为它不再需要气体和蒸汽来保持润滑状态, 当它粘合在金属上时能承受极高的压力 (高达 30 000 Pa), 而其它润滑剂则已失效。二硫化钼通常有三种形式: (1) 粉末状, 常加到某种载体材料中; (2) 含有 40%~70% 二硫化钼的润滑脂混合物; (3) 悬浮微粒或弥散喷雾。当二硫化钼与其它添加剂加到一种无极性矿物油中时, 起到抑制粘—滑作用的能力。图 3 示出在低滑动速度下相对性能的比较。



由图 3 可见, 石墨含量即使超过 5% 也比不上二硫化钼含量低到 0.5% 时对减小摩擦来得有效, 因此二硫化钼能成为一种新型的固体润滑材料。

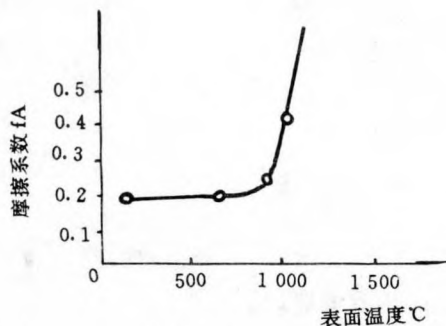


图 2 真空中的二硫化钼的摩擦系数与表面温度关系曲线

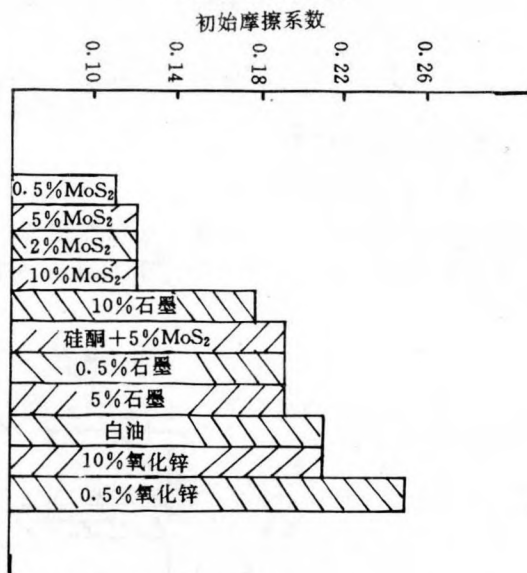


图 3 二硫化钼和其它添加剂加到矿物油中的摩擦和磨损性能比较

## 2.3 二硫化钼润滑剂的特性

由于二硫化钼具备有若干作为固体润滑剂的优良特性, 因此它已成功地应用在无油的内燃机、滚子链传动的润滑、重型滚轧压挤方面的润滑及输油管线的阀中。

### 2.3.1 耐温性能好

二硫化钼的耐温性能已远远突破目前润滑油的耐温性能。资料介绍, 油脂的耐温性到目前为止还没有突破 -60~350 ℃。例如美国

MIL-L-6081 规格中的双脂润滑脂, 其使用温度范围在 -50~130 ℃, MIL-L-7808C 规格中的双脂润滑脂也只能用于 -58~180 ℃ 的范围内, MIL-G-38277 航空高温润滑脂用于 -4~310 ℃ 的范围内; 而二硫化钼在  $133 \times 10^{-5} \sim 133 \times 10^{-4}$  Pa 真空条件下可能在 1 000 ℃ 下使用, 并仍具有满意的摩擦性能, 这是因为它的耐温特性决定于这种材料分子之间的结合能, 只要使用温度不超过材料本身的熔点, 这能保持

基本性能不变。

### 2.3.2 承载能力高

二硫化钼作为极压添加剂与润滑油脂混合的效果很突出,例如10号机油其临界负荷值为36,若加3%二硫化钼,其临界负荷值为56;15号寒区齿轮油其临界负荷值为45;若加3%二硫化钼其临界负荷值则为50。

### 2.3.3 在高真空条件下有良好的润滑性能

一般来说,在大气环境下的摩擦,由于气体的润滑效应,对降低摩擦系数起着好的作用,这仅是对油脂润滑而言,对固体润滑来说这种气体润滑效应则无多大影响。另一方面,固体润滑材料的蒸发率比油脂小得多,例如,MIL-G-237.8A规格的航空油脂,120℃时,12h的蒸发量为2.5%;而二硫化钼在300℃时,20h的蒸发量为0.08%。这一性质十分有用,因对真空下的润滑而言,必须考虑所用润滑材料的蒸发量。可见,润滑油脂一般不能在高于 $133 \times 10^{-6}$  Pa的真空度下工作,而二硫化钼这种材料则不受此限制。

### 2.3.4 耐辐照性比油脂强

如矿物油为介质的皂基润滑脂,在 $10^{18}$ 中子/cm<sup>2</sup>和 $10^8$ 伦的 $\gamma$ 射线辐照下,逐渐变稠,最后成为脆性的固体而失去润滑作用,这是由

于金属皂本身在强辐照下分解以及它催化了油的聚合的缘故。但二硫化钼并非如此,它即使在 $10^9$ 伦的 $\gamma$ 射线和 $10^{47}$ 中子/cm<sup>2</sup>照射下,润滑性不仅没降低反而有所增加。

概括而言,二硫化钼这种固体润滑材料在高温、高负荷、高真空、强氧化、超低温、强辐照等工作环境下均有良好的润滑性能,是一般润滑油脂所不能比拟的。

## 2.4 二硫化钼用作固体润滑剂实例

二硫化钼独特的性能被开发出来后,国外从1944年开始,陆续研制出了适用于各种特殊工况下所需的固体润滑脂,它已广泛用于宇航工业、原子反应堆、重型机械、超低温环境、液汽冲刷、食品、医疗、腐蚀环境、微动情况、良好导电性能的滑动部分等。目前,世界上有许多国家,如美国、俄罗斯、英国、西德、日本、法国等,都相继开展了对这项工作的研究。

我国在50年代末期就开始了固体润滑问题的研究,经过20多年的努力,已研制出了100多种固体润滑材料,特别是对二硫化钼在工业上的应用已取得了满意的效果,今将部分单位使用二硫化钼润滑剂的情况列于表1,供使用参考。

表1 部分单位使用MoS<sub>2</sub>作润滑剂的设备

| 厂名            | 设备名称                                          | 润滑部位               | 原用润滑剂 | 现用润滑剂                                                       | 起始日期,应用效果                          |
|---------------|-----------------------------------------------|--------------------|-------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 沈阳铸造厂         | 5~30 t<br>各种吊车                                | 减速箱                |       | MoS <sub>2</sub> 固体润滑剂                                      | 1970年,效果良好,年省油2.2 t                |
| 青海矿山机械厂       | C616 机床                                       | 床头箱                |       | 喷涂 MoS <sub>2</sub> 粉                                       | 1968年,良好                           |
| 洛阳钢厂          | 吊车<br>液氨泵                                     | 减速箱<br>轴 衬         |       | MoS <sub>2</sub> 氟氯树脂                                       | 耐磨、减震、耐温小于280℃                     |
| 上海起重运输<br>机械厂 | 10~50 t 吊车<br>C616<br>画刻机                     | 减速箱<br>床头箱<br>支架轴  |       | 8号,9号 MoS <sub>2</sub> 油膏                                   | 1968年,良好                           |
| 陕西国营7103厂     | CD-2 起重机                                      | 变速箱                |       | 喷涂 0 号 MoS <sub>2</sub> + 618<br>环氧 + 三氧化二锡 +<br>苯二甲酸酐 + 丙酮 | 使用2年后检测,效果良好                       |
| 沈阳第一机床厂       | 吊 车<br>1A62<br>8A66 圆锯<br>1616 车床<br>6632 龙门刨 | 减速器<br><br><br>床头箱 |       | ①淡金水 +<br>②P 型成膜剂<br>(用3号脂保膜)                               | 良 好                                |
| 湖南长沙水泵厂       | 4L-20/8<br>空压机                                | 高低压气<br>缸活塞环       |       | 填充 MoS <sub>2</sub> + PTFE                                  | 良好,省油 192 kg/a. 台解决了<br>积碳,减少爆炸的可能 |
| 沈阳重型机器厂       | 20/5 t 桥吊                                     | 天车减速机              |       | P 型成膜剂                                                      | 使用2年正常,不漏、清洁                       |

续表 1 部分单位使用 MoS<sub>2</sub> 作润滑剂的设备

| 厂 名     | 设备名称                         | 润滑部位                             | 原用润滑油          | 现用润 滑 剂                                                     | 起始日期, 应用效果                                   |
|---------|------------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 徐州重型机械厂 | 回火炉、闷火炉                      | 轴承(温度<br>80~200 ℃)               |                | MoS <sub>2</sub> 干粉                                         | 解决润滑脂流失、冒烟等                                  |
| 南京汽轮机厂  | 各种吊车<br>15 m 龙门刨             | 减速箱                              |                | 本溪 P 型成膜剂或<br>成膜剂+乙醇                                        | 解决漏油效果良好                                     |
|         | 160 t 热剪<br>(3 台)            | 减速机 II0<br>—60i=6.07<br>m=20     | 20#~30#<br>机械油 | 重型机床油膏                                                      | 1980 年 2 月换用至今                               |
|         | 七辊矫直机<br>(1 台)               | 减速机特型<br>A=800<br>i=2422<br>M=9  | 20#~30#<br>机械油 | 重型机床油膏                                                      | 1980 年 2 月换用至今                               |
|         | 30 t 推钢机<br>(4 台)            | 减速机<br>ZS125<br>i=125.6          | 20#~30#<br>机械油 | MoS <sub>2</sub> 减速机润滑剂                                     | 1982、1983 年陆续使用                              |
|         | 辊式冷床 67 m<br>×5 m(1 台)       | 减速机<br>PM650<br>i=15.75          | 20#~30#<br>机械油 | 重型机床油膏                                                      | 1980 年 5 月用至今                                |
| 南昌钢铁厂   | 冷床跳板(1 台)                    | 减速机<br>PM400<br>i=20.49          | 20#~30#<br>机械油 | 重型机床油膏                                                      | 1980 年 5 月用至今                                |
|         | 装料辊道(2 台)                    | 减速机<br>JZQ400<br>i=23.34         | 黑机油            | MoS <sub>2</sub> 减速机润滑剂                                     | 1981 年用                                      |
|         | 输送辊道(多台)                     | 异型减速机<br>A=334<br>i=3~4.5        | 黑机油            | MoS <sub>2</sub> 减速机润滑剂                                     | 1980 年~1983 年逐渐换用                            |
|         | 30/5~5 t<br>桥式起重机<br>(30 多台) | PM850~<br>PM350<br>B600~<br>B315 | 20~30          | MoS <sub>2</sub> 减速机润滑剂                                     | 1980 年 3 月~1983 年逐渐改用                        |
|         | 运输辊道(多台)                     | 伞齿轮箱或<br>集中传动的<br>三联箱            | 黑机油            | MoS <sub>2</sub> 减速机润滑剂                                     | 1980 年~1983 年逐渐扩大使用<br>面                     |
|         | 多绳提升机                        | 大型减速机                            | 油泵稀油<br>润滑     | MoS <sub>2</sub> 齿轮润滑油膏                                     | 1969 年改用, 解决了漏油, 润滑<br>良好                    |
|         | 玻璃退火窑                        | 减速机                              | 稀油润滑           | MoS <sub>2</sub> 齿轮润滑油膏                                     | 改用十多年, 解决了漏油, 至今<br>使用正常                     |
|         | 牙齿钻机                         |                                  |                | MoS <sub>2</sub> 干膜润滑                                       | 解决了零下<br>20~40 ℃的低温润滑                        |
|         | 天车(97)台                      | 减速机                              | 机油             | MoS <sub>2</sub> 润滑                                         | 1964 年到 1981 年共节约<br>机油 171.53 t, 节约 16.5 万元 |
|         | 大型四辊卷板机                      | 减速机                              | 机油             | MoS <sub>2</sub> 润滑油膏                                       | 1972 年, 解决了漏油, 节约 60 t,<br>节约 7.2 万元         |
| 洛阳矿山机器厂 | 1616 车床                      | 主轴箱                              | 机油             | MoS <sub>2</sub> 稀油膏                                        | 1965 年, 运转正常, 润滑良好                           |
|         | 3 150 t 水压机                  | 立柱和工作<br>台                       | 机油             | MoS <sub>2</sub> 锂基脂配<br>52# 汽缸油                            | 减少立柱拉伤, 节约机油, 效果<br>甚好                       |
|         | 大型污水泵                        | 轴承                               | 机油             | MoS <sub>2</sub> 稀油膏                                        | 1972 年, 节约机油, 防止轴承发<br>热磨损, 效果良好             |
|         | 加热炉平车                        | 炉门轴承                             | 机油             | MoS <sub>2</sub> 钛青铜润滑脂或<br>4# MoS <sub>2</sub> 复合钙基脂<br>润滑 | 高温润滑不良, 改用后可达 250<br>℃, 延长了轴承寿命              |

续表 1 部分单位使用  $\text{MoS}_2$  作润滑剂的设备

| 厂 名     | 设备名称                                    | 润滑部位 | 原用润滑剂 | 现用润滑剂                                    | 起始日期, 应用效果                        |
|---------|-----------------------------------------|------|-------|------------------------------------------|-----------------------------------|
|         | 倒焰窑热风机<br>(17 台)                        | 轴承   | 稀油    | 高温 $\text{MoS}_2$ 脂                      | 1978 年至今, 效果良好, 节油                |
|         | 橡胶砂轮对滚机                                 | 滑动轴承 | 油泵—稀油 | 改滚动轴承用 $\text{MoS}_2$<br>润滑              | 节省油泵、电机、油 800 kg/a. 台             |
| 郑州第二砂轮厂 | $\varnothing 1.2 \times 7$ (m)<br>回转干燥窑 | 托辊轴瓦 | 稀油    | 改滚动轴承用 $\text{MoS}_2$<br>润滑              | 1982 年至今, 运转良好, 节油<br>720 kg/a. 台 |
|         | 桥式吊车                                    | 减速箱  | 稀油    | 2 <sup>#</sup> $\text{MoS}_2$ 齿轮润滑油<br>膏 | 1984 年至今, 涂脂以来运行良<br>好            |
|         | 球磨机                                     | 减速箱  | 稀油    | $\text{MoS}_2$ 减速机润滑剂                    | 用于齿轮润滑大有前景                        |

注: ①淡金水成膜剂:  $(\text{MF}-\text{O})\text{MoS}_2$  25 份, 无水酒精 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) 50 份、淡金水 13 份混匀即成。

②P 型成膜剂: 汽缸油 52 号 10 kg、蓖麻油 6 kg、松香 10 kg、环氧 1.2 kg、1 号  $\text{MoS}_2$  粉 10 kg 和水玻璃 2 kg 在 110  $^{\circ}\text{C}$  加松香, 120 加环氧, 并恒温 3 min, 加水玻璃即成。

从表 1 诸例中可见, 二硫化钼作为一种新型的固体润滑剂已用于一般工业, 实践证明其润滑效果相当好。这些工业部门即使原来已用油脂润滑的, 润滑是已经解决了的课题, 然而在改用二硫化钼润滑剂后, 不仅延长了机械设备的寿命, 提高了运转的可靠性, 大大减少了润滑油的消耗量, 解决了用油润滑时因漏油而带来的危害, 同时亦获得了更佳的经济效果; 在一般工业中不少润滑问题是用油脂润滑不能解决或解决得很不好的, 但在采用二硫化钼润滑剂润滑后, 就可获得满意的结果。由此可见, 根据自身返碱蒸汽煅烧炉高温的使用条件, 它的机械密封装置若采用二硫化钼润滑剂润滑, 一定象其它一般工业那样能获得预想的润滑效果。

### 3 二硫化钼润滑剂用于自身返碱蒸汽煅烧炉机械密封的工艺

将二硫化钼润滑剂用来润滑自身返碱蒸汽煅烧炉机械密封端面时, 必须注意处理好以下几个问题:

#### 3.1 研磨机械密封面

一般自身返碱蒸汽煅烧炉的机械密封端面均较大(直径均在 2 m 以上), 对这样大的端面, 制造厂加工时很难保证其光洁度(要求  $\nabla_7 \sim \nabla_8$ ), 若一定要保证密封端面达到所需的光洁度, 则付出的加工费用将十分昂贵。然而, 若把这加工工序放到使用工厂进行, 则十分容

易实现, 措施极其简便易行。这是因为机械密封元件动环和静环装在蒸汽煅烧炉上, 在密封注入研磨膏, 用弹簧调整密封端面间的压力, 然后低速转动, 使密封面相互对研, 这时自身返碱蒸汽煅烧炉就相当于一台很好的研磨机。

在这样的“研磨机”上, 先放入较粗的研磨膏进行研磨, 然后再放入较细的研磨膏研磨, 最终达到密封端面光洁度  $\nabla_7 \sim \nabla_8$ 。特别要注意, 在放入下一道细研磨膏之前一定要把前一道工序较粗的研磨膏清洗干净。

#### 3.2 清洗

必须清洗干净机械密封端面处的油污, 其过程如下: 首先用棕刷蘸柴油刷洗端面处的锈斑、油泥, 再用汽油清洗残余油污, 最后用干净布蘸丙酮将油污彻底洗净。

#### 3.3 喷底膜

用本溪牛心台润滑材料厂生产的 P 型成膜剂和无水酒精, 按 1 : 1.5 的重量比灌入喷壶内, 搅拌均匀, 再用压力为 1.5 kg/cm<sup>2</sup> 的压缩空气将混合液均匀地喷涂在密封端面上(若无压缩空气, 亦可用瓶装氧气代替), 厚度约为 0.03~0.05 mm, 自然干燥 8 h 后, 再喷一遍, 阴一下即成。若不用喷涂成膜, 也可采用挤压成膜。

#### 3.4 保膜

在喷涂阴干成膜后, 再用棕刷将本溪牛心

台润滑材料厂1988~1989年生产的二硫化钼减速机润滑剂(又称保膜膏)刷在上述已成膜的密封端面上,以保护底膜,在调整安装好机械密封后,在密封的油杯中注入上述的保膜膏备用。

必须注意的是:在自返碱蒸汽煅烧炉上用二硫化钼脂润滑尚无现成的经验可以借鉴,但是国内其它行业大量使用二硫化钼脂润滑的经验可作参考,在设备的装配条件与运行工况不同环境下,其保膜的要求不完全相同,因此运行中应经常检查并保膜,逐渐积累维护自身返碱蒸汽煅烧炉机械密封端面采用二硫化钼脂润滑的特点,总结出保膜的规律来。

### 3.5 建议

众所周知,自身返碱蒸汽煅烧炉的运动副,除机械密封的密封端面外,还有滚圈和托轮、齿圈和齿轮、轴和轴承等运动副,这后面的几种运动副的摩擦面,过去采用油脂和水润滑、冷却,也解决了问题。但在研究了二硫化钼脂的润滑特点及其使用情况后,笔者认为,为了延长蒸汽煅烧炉各运动部件的使用寿命,提高蒸汽煅烧炉运转的可靠性,减少润滑油的消耗,进一步减少设备的维修工作量,所有运动部件的润滑均采用二硫化钼润滑剂为好。因为这样作能延长设备使用周期,具有相当高的经济价值。自身返碱蒸汽煅烧炉制造费用十分昂贵,如一台 $\varnothing 1.8 \times 17$  m的炉子,制造费用约45万元;一台 $\varnothing 2$

$\times 19$  m的炉子,制造费用约65万元;一台 $\varnothing 3.2 \times 30$  m的炉子,制造费用达250万元。由此可见,若能延长炉子的使用寿命,在工程设计中减少了费用,将大大降低工程投资,加快施工进度,其经济效益不是大为可观吗?这便是在自身返碱蒸汽煅烧炉的运动副摩擦面上推广使用新的润滑方式一二硫化钼润滑剂的根本目的。

### 参考文献

- 1 D.F. 摩尔(英),黄文治等译. 摩擦学原理和应用. 机械工业出版社,北京:1982年.
- 2 摩擦学会. 润滑与密封. 1983,(2);56~61.
- 3 中国科学院兰州化学物理研究所. 固体润滑. 1985,5(1):57~61.

(1995-05-12 收稿)

**作者简介** 秦玉楠,男,江苏太仓人,1961年考入四川大学化学系,毕业后一直在化工企业从事生产技术工作。1979~1982年在成都科技大学进修“化学反应工程”等。历任企业生技、技监、新产品开发科长、副总工程师、总工程师等职务,高级工程师。技术专长:精细化工生产及有机合成制药。主要著作有:《离子交换与吸附技术及其应用》、《精细化工生产工艺和设备》、《有机合成反应与化学制药工艺》、《各型化学反应装置的设计与计算方法》等;还编著有精细化工类型的生产技术培训教材等17种,计150余万字。曾数次荣获省、市优秀科技论文奖和科技进步成果奖。主要社会兼职有:民建成员、中国化工学会理事、四川省及成都市科协委员、化学化工学会常务理事、政协委员、《中国铝业》、《精细化工》编委等。

### 高强度耐热合金

英国一家公司研制成一种新型的高强度耐热合金,并有非常好的抗碳化和硫化环境的特性。该合金的组成成分为:镍37%、铁33%、铬20%、钼2.5%、钴2%、铌0.7%、锰0.7%、铝0.2%、硅0.5%、氮0.2%、氧0.2%、碳0.05%和硼0.004%。这种合金具有良好的加工性能,可以快速地进行热加工或冷加工。它可制成各种规格的板材、带材、线材和管材,用途广泛。

(李惠萍供稿)

### 耐蚀性强的新型合金

日本三菱材料公司生产了一种具有良好耐蚀性的新型合金。其组成为:铬22%、钼13%、铁4%、钨3%,余量为镍。这种合金在氧化性气氛下的耐蚀性、耐点腐

蚀性及耐间隙腐蚀性等极为优异,被专家们誉为“万能型耐蚀材料”,特别适合在腐蚀性强的环境条件下使用。

(李惠萍供稿)

### 新型不锈钢

日本日立金属公司推出一种新型的不锈钢,它添加了钼和钒并经高频淬火,具有与SUS440不锈钢相同的耐蚀性,但又具有超级耐磨性。新型不锈钢是SUS400不锈钢中加入1%的钼和钒,控制微观结构及改进高频淬火制成的。由于降低了淬火时组织中的应力,新型不锈钢的耐磨性提高了20%~30%,使用寿命延长了50%。新钢材可用于不同型号的轴承、轴套以及食品加工、医药、化工等领域的机械零部件。

(李惠萍供稿)