



# 大型粉末冶金含油轴承的研制

吴庆定\*

(长沙新型含油轴承厂,湖南 410009)

**摘要** 介绍了卷扬机大型粉末冶金含油轴承的研制过程。重点讨论了低温烧结铁基合金 Fe-Cu-Me 的物理力学性能、成形模具结构和制品的耐久性与可靠性。

**主题词** 低温烧结铁基合金 大型含油轴承

## 1 前言

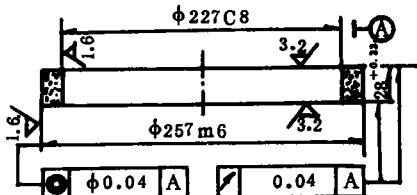


图 1 大型含油轴承零件图

Fig. 1 Drawing of large type oilless bearing

图 1 所示为卷扬机轴承,其特点是几何尺寸大、工作负荷高,对制造工艺条件和材质的要求较高。该零件原为铸造青铜材质,为了节约有色金属,希望能采用价格低廉、性能优异、高负荷下能取代铸造青铜的烧结合金制造。本研制开发工作的关键在于有利于压机工作能力挖潜,适合大型零件成形的压制模具结构。

## 2 研制方法

### 2.1 材料选择及配料

为了既使产品的物理力学性能达到规定的技术要求,又能满足节能、节材要求,选择了低温烧结铁基合金 Fe-Cu-Me。主要原料为

HF-I 还原铁粉,粒度为—100 目。HF-I 还原铁粉与电解铜粉等金属粉末添加剂按设计方案配料,外加 0.6%~0.8% 轻质工业纯硬脂酸锌和 0.2% 左右的特种机械油。

### 2.2 工艺过程

图 1 所示的大型筒形轴承,即使通过精整也难以满足其几何精度要求,必须进行补充机械加工。作者认为,只要工艺过程合理,工装完善,压坯烧结后完全可以在正常磨削余量(外径 0.6~0.8mm、内径 0.5~0.7mm、高 0.8~1.0mm)范围内直接磨削加工满足成品几何精度要求。这样不但缩短了工艺路线,还省去了一笔可观的模具加工费用。工艺流程如下:混料→成形→低温烧结→浸油→磨削加工→补充浸油。首先将配好的料在自制双锥混料机中混合 3~4h,于 YA71-500 型液压机上用小脱模力自由联芯顶出式自动成形模(图 2)成形。压坯密度为 6.0~6.2g/cm<sup>3</sup>。然后将压坯装入专用烧舟,送入分解氮气氛烧结炉,在 890~950℃ 进行低温烧结,并做一系列后处理。

### 3 成形模结构设计

\* 吴庆定,1987 年毕业于中南工业大学,工程师,从事粉末冶金工装设计、设备改造、新产品开发和贸易洽谈工作。  
收稿日期:1993. 8. 31.

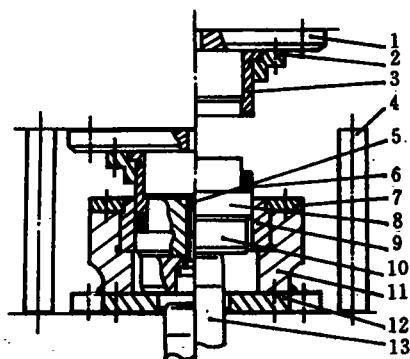


图 2 小脱模力自由联芯顶出式自动成形模

Fig. 2 Knockout forming die with a free joint core rod  
of a little ejection pressure

1. 冲头座
2. 冲头套
3. 冲头
4. 等高安全柱
5. 螺塞
6. 压坯
7. 上模套
8. 联体压芯(上)
9. 阴模
10. 联体压芯(下)
11. 下模套
12. 承压板
13. 顶出杆

成形模结构应适应大型零件的成形需要。对于这种大型零件,手动模成形是不可取的,不仅由于生产效率低,更重要的是劳动强度大。考虑到轴承的长径比较小,采用单向压制就可以满足压坯密度分布均匀性要求<sup>[1]</sup>,这样可简化模具结构,降低成本。本厂有一台YA71-500型液压机,脱模力只有30t。为了充分利用现有设备,设计制造了如图2所示的成形模,其关键零件技术处理情况见表1。考虑到压坯脱模后,联体压芯借助自身重量足以自动复位,因而轴向不予以约束,这样既回避了压机脱模力偏小的矛盾,又简化了模具结构,降低了模具成本,同时使压机的简易顶出式脱模机构得以巧妙利用,实现了大型零件的小脱模力成形。

表 1 成形模零件技术处理

Table 1 Technological treatment for spare parts of forming die

名称与简图	处理方法	作用
联体压芯	把联体压芯设计成上下两部分,上部分为工作关键部分,材料为Cr <sub>12</sub> ,下部分为辅助部分,材料为45钢,上下两部分用内六角螺栓联接。	1. 便于加工、更换。 2. 节约模具成本。
工作部位	把用于联接压芯上下两部分的螺孔做成通孔,并配制螺塞和“T”形提手。	压芯上部分多余螺孔用于固定“T”形提手,便于研配模具和压芯出入阴模。压制产品时,用螺塞替代“T”形提手,以防粉末堵塞螺孔。
连接螺栓	压芯成形部位保留1:2000顺锥(上小下大)。	保护上模冲,便于脱模。
阴模与模套	采用分体式模套,使上模套对阴模同时施加轴向和径向预紧力。	1. 便于与阴模热套操作; 2. 弥补预紧力不足,防止阴模在压坯向上脱模时与模套相对滑动。
上模套 阴模 下模套	阴模形腔保留1:3000脱模锥度,并精心研磨、抛光。	减小脱模力,预防压坯外表面微裂纹。

#### 4 性能测试结果

##### 4.1 材料的性能和组织

材料的力学性能、摩擦学性能和热学性能分别示于表2~4,金相组织见图3。

表 2 Fe-Cu-Me 材料的力学性能

Table 2 Mechanical properties of Fe-Cu-Me alloy

性 能	数 �据	性 能	数 据
抗拉强度 $\sigma_b$ , MPa	180	延伸率 $\delta_{5\%}$ , %	1.4
抗压强度 $\sigma_c$ , MPa	235	弹性模量 $E$ , GPa	3.04
横向断裂强度 $\sigma_{\text{tens}}$ , MPa	380	表面硬度, HB	75~96
冲击韧性 $a_k$ , kJ/m <sup>2</sup>	22.7	径向压溃强度 $K$ , MPa	>480

表 3 Fe-Cu-Me 材料的摩擦学性能

Table 3 Frictional characterization of Fe-Cu-Me alloy

试 件	油膜强度			磨 损 试 验			试验油温 ℃
	总负荷 N	油膜强度 MPa	接触压力 MPa	磨损值 g	摩擦力 N	摩擦系数	
试环 Fe-Cu-Me	3014.5	35.67	18.33	0.0003 0.0779	163.17	0.1056	88~92

表 4 Fe-Cu-Me 材料的热学性能

Table 4 Thermal properties of Fe-Cu-Me alloy

性 能	数 据
热导率 $\lambda$ , W/M·K	40.2
线膨胀系数 $\alpha$ $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	100°C 8.76 150°C 11.08 200°C 12.32

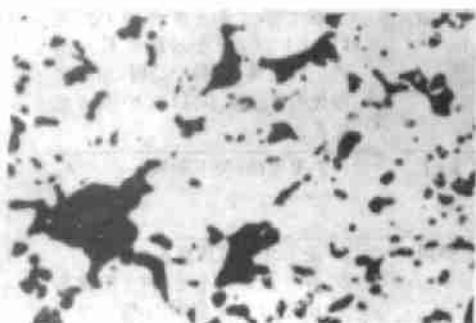
图 3 Fe-Cu-Me 材料的金相组织  $\times 200$ 

Fig. 3 Metallographic structure of Fe-Cu-Me alloy

由此可见, Fe-Cu-Me 烧结铁基合金的力学性能达到并优于文献[2]中锡青铜的相应指标;摩擦磨损性能良好, 可与铸造锡青铜(ZQSn6-6-3)合金匹敌;热学性能良好;金相组织均匀。因而作者认为, Fe-Cu-Me 烧结铁基合金可以取代 ZQSn6-6-3 合金生产图 1 所示的卷扬机大型含油轴承。

#### 4.2 轴承的耐久性和可靠性

根据轴承的结构及使用特点, 进行了 2000h 可靠性、耐久性试验, 测量了各阶段的磨损量, 并观察了磨损情况。测量方位为经过轴心的水平方向(X-X)和经过轴心且与 X-X 垂直的 Y-Y 方向。测量结果如表 5 所示。

表 5 2000h 轴承磨损数据

Table 5 Wear data of bearing during running for 2000h

测 量 方 位	测 量 时 间	$d_1$	$d_2$	$d$
		mm	mm	mm
X-X	装配前	+0.310	+0.314	+0.312
	500h	+0.315	+0.316	+0.316
	1000h	+0.319	+0.320	+0.320
	1500h	+0.322	+0.324	+0.323
	2000h	+0.326	+0.327	+0.326
	磨损量	0.016	0.013	0.014
Y-Y	装配前	+0.325	+0.322	+0.324
	500h	+0.337	+0.335	+0.336
	1000h	+0.340	+0.339	+0.340
	1500h	+0.345	+0.343	+0.344
	2000h	+0.346	+0.345	+0.346
	磨损量	0.021	0.023	0.022

从表 5 可以看出, 经过 2000h 的实际工作运行, 轴承磨损量最大值为 0.023mm, 最小值为 0.013mm, 平均磨损量为 0.018mm。Y-Y 方向因受力集中, 磨损量较大。在这一方向, 初期磨损剧烈, 500~1500h 阶段为均匀

磨损,1500~2000h 阶段磨损量趋于零。X—X 方向较 Y—Y 方向的磨损值小,且在整个过程中很均匀。两个方向在 1500~2000h 阶段均未出现“剧烈磨损”现象,轴承在整个考察过程中也未出现咬死、拉伤和其它异常现象。

## 5 结论

(1) Fe-Cu-Me 烧结铁基合金具有达到或超过 ZQSn6-6-3 合金的综合性能,达到了

卷扬机轴承的高负荷运转要求。

(2) 低温烧结 Fe-Cu-Me 合金不但可获得优异的制品性能,而且可节约烧结能源,降低生产成本。

(3) 大型零件的成形模结构,既要适应零件的成形需要,又应利于压机工作能力的发挥,从而达到降低劳动强度、节约模具成本、减少设备投资的目的。

## 6 参考文献

- 1 姚德超. 粉末冶金模具设计. 北京:冶金工业出版社, 1982. 61~64.
- 2 机械工程手册. 北京:机械工业出版社, 1978. 46~49.

## DEVELOPMENT OF LARGE TYPE OILLESS BEARING

Wu Qingding

(Changsha New Type Selfoiling Bearing Plant, Hunan 410009)

**Abstract** The present paper has introduced the developing process of large type P/M oilless bearings used in winch and put an emphasis on the physical and mechanical properties of Fe-Cu-Me alloy sintered at low temperature, die structure for forming, and durability and reliability of products.

**Key Words** iron based alloy sintered at low temperature large type oilless bearing

### · 简讯 ·

## 国际标准 ISO4491—2, 4491—3 修订告一段落

ISO4491—2 和 ISO4491—3 分别为国际标准《金属粉末氧含量还原法测定》的第 2、3 部分《氢还原失重》和《可被氢还原氧》。1992 年 6 月美国费城 ISO/TC119/SC2 会议决定建立工作组对 ISO4491 进行修订。今年 6 月 13~16 日,ISO/TC119/SC 在巴黎召开了会议,对 WG5 工作组起草的修订意见 N370 进行了讨论。我国北京市粉末冶金研究所李祖德高级工程师和机械部天津设计研究院赵士达高级工程师参加了会议。根据对 N370 的讨论意见决定,接受 WG5 修订 ISO4491—2, 4491—3 的申请,并提交 ISO 总秘书处作为 ISO/DIS(草案)发布。至此,ISO4491—2, 4491—3 的修订工作告一段落。

会议根据中国方面的试验结果,对 ISO4491—2 和 ISO4491—3 作了重大修订,要点归纳如下。

ISO4491—2 (1)由于铅存在严重挥发,不能采用氢损法测定,从标准中取消;(2)由于存在锡的挥发和钨氧化物的升华,将锡青铜、锡和钨原订还原温度适当降低:锡青铜由 775℃降至 750℃,锡由 550℃降至 425℃,钨由 1150℃降至 1000℃;(3)由于存在锌和铅的挥发,对含锌的青铜、铅青铜和铜铅,其测定结果应加注,即:结果应慎重解释;(4)铜、铁、钢、镍原订还原温度偏高,新标准适当降低:铜由 875℃降至 870℃,镍由 1050℃降至 1000℃,铁和钢由 1150℃降至 1100℃。

ISO4491—3 (1)原订测定的金属粉末有镍、钴、铜、钼、钨、铁和钢、硬质合金混合粉共 7 种,修订后标准增加锡青铜、铅青铜、铜铅、铅、锡、银、铼,扩大到 14 种。(2)对 7 种金属粉末的还原温度作了调整,以使其与 ISO4491—2 一致。

(本刊今年第 3 期报导了这则消息,其中有几处错误。这则消息以本期报导为准)。

[本刊通讯员]