

填充MC尼龙轴承在开放式炼胶机辊筒上的应用

窦秉璋
(西北橡胶厂)

【摘要】 填充MC尼龙是以MC尼龙为基体, 添加氮化硼、二硫化钼、石墨等固体润滑剂后离心浇铸而成。用它取代锡青铜作炼胶机辊筒轴承有足够的强度, 良好的减摩性和自润滑性, 且易加工, 运行安全可靠, 维护方便, 使用寿命长, 节电省油, 经济实惠。作者根据本厂多年的实践经验, 系统地介绍了该材料的基本性能、强度、加工、装配及使用时的注意事项。

Application of Filled MC Nylon Bearings for the Roller of Opened Refine Rubber Machine

Dou Bingzhang
(North-West Rubber Factory)

【Abstract】 Filled MC Nylon is a centrifugal casting of MC Nylon with some lubricants, such as BN, MoS₂ and graphite. It can be substituted for tinnybronze as roller bearings of refine rubber machine with many advantages, for instance, sufficient strength, good properties of anti-wear and self-lubrication, workability, safe operation, convenient maintain, saving-energy, good duration and economical and practical. The author presents the character and mechanical strength of this material, as well as, shows the matters needing attention about machining assembling and using.

前 言

铸型尼龙(又称MC尼龙)是近年来广泛应用于生产的新型材料。填充MC尼龙是以MC尼龙为基体, 添加氮化硼、二硫化

钼、石墨等固体润滑剂后离心浇铸制成。目前在开放式炼胶机上做辊筒轴承, 成功地取代了锡青铜轴承; 在密闭式炼胶机上也正在试用。该材料在冶金、矿山、建筑、食品、农机、机械等行业的设备上做减摩零件, 也收到了

很好的经济效益。

本厂使用填充MC尼龙达五年之久,愿与国内外同行进行交流,共同探讨,不断总结经验,使MC尼龙基材料的应用达到新的水平。

一、炼胶机辊筒对轴承的要求

开放式炼胶机辊筒轴承基本上分为滑动轴承与滚动轴承两大类。目前,国内生产的炼胶机广泛使用滑动轴承,其结构如图1所示。轴承座(又称轴承体或瓦座)材料有铸铁、铸铜;轴承(或称轴衬)材料多用铸锡铅青铜、铸锡磷青铜、铸锡锌铅青铜、铸铝铁青

铜等金属材料,还有尼龙-6、MC尼龙和填充MC尼龙等非金属材料。表1列出了典型的金属和非金属材料的基本性能。

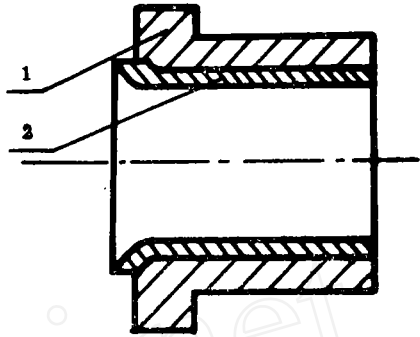


图1 开放式炼胶机用空气自冷式滑动轴承
1—轴承座, 2—轴承

表1 尼龙与青铜轴承材料的基本性能

材 料		尼 龙-6	MC 尼龙	填充MC尼龙*	铸锡磷青铜	铸锡铅青铜
性 能						
比 重		1.13~1.15	1.16	1.17	8.76	9.1
导热系数($\times 1.16\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$)		0.23~0.25	0.28~0.29	0.28	/	/
线膨胀系数(10^{-6}°C)		7.9~8.7	8.3	60 $^{\circ}\text{C}$: 69 80 $^{\circ}\text{C}$: 78	1.71	1.71
硬 度	洛 氏	114	/	/	/	/
	布 氏	/	14~21	15.25	80~90	60~65
抗拉强度($\times 9.8 \times 10^4\text{Pa}$)		740~780	900~970	723	2200~2500	1500~2000
伸长率(%)		150	20~30	22	/	/
弯曲强度($\times 9.8 \times 10^4\text{Pa}$)		1000	1520~1710	1569	/	/
抗压强度($\times 9.6 \times 10^4\text{Pa}$)		600~900	1070~1300	863	/	1000
冲击强度(9.8J/m^2)		/	500~630	99	60~90	100~140
吸水率(室温24h,%)		1.9	0.9	23 $^{\circ}\text{C}$: 0.21	/	/
马丁耐热($^{\circ}\text{C}$)		40~50	55	66	/	/
热变形温度, ($^{\circ}\text{C}$)	$\times 12.6 \times 9.8 \times 10^4\text{Pa}$	55~58	94	/	/	/
	$\times 4.6 \times 9.8 \times 10^4\text{Pa}$	180	205	/	/	/

*由西安雁塔尼龙制品厂提供样品,中国科学院兰州化学物理研究所按“工程塑料国家标准测试方法”测定三次数值的平均值。

炼胶机辊筒轴承要承受径向压力,並因轴颈发热而在较高温度下工作,因此要求轴承具有良好的减摩性和抗胶合性,有足够的强度和承载能力,较好的导热性,加工容

易,安装方便,以及长的使用寿命。

近年来,随着科学技术的进步和节约能源的要求,在现代化的大型炼胶机中已逐步开始应用滚动轴承。它的特点是安装方便,

运转灵活, 维修简便, 电力消耗小(一般比滑动轴承降低25~40%), 润滑油耗量少(比钢瓦降低约75%), 使用寿命长。但因配套困难, 造价高, 因此国内尚未广泛应用。本文仅就使用填充MC尼龙作滑动轴承进行讨论。

二、MC尼龙轴承的基本性能

MC尼龙轴承具有重量轻、容易加工、耐磨、耐冲击、吸震、噪音小、价格低等优点, 且因在温度较高时会产生塑变, 可避免抱轴事故的发生。但尼龙的自润滑性能差, 须要加油润滑。为了改善MC尼龙的性能, 在单体己内酰胺中添加3% MoS₂、6% 石墨和1% 氮化硼及少量石英砂, 用离心浇铸法制成毛坯, 再加工成不同尺寸的轴承。这种加有固体润滑剂和其它填料的尼龙材料即为填充MC尼龙材料。填充MC尼龙材料与纯MC尼龙相比, 其摩擦学性能有了很大改善。

MoS₂和石墨是最常用的固体润滑剂, 在尼龙中添加MoS₂和石墨后可以提高其润滑性能, 降低摩擦系数和磨损。石英砂、氮化硼可以提高尼龙的机械强度和耐磨性能, 改善尼龙的导热性和硬度。由于填充MC尼龙是在单体己内酰胺中加入各种填料后离心浇铸而成, 因而在填充MC尼龙中, 尼龙是连续相, MoS₂、BN等填料是分散相, 尼龙将MoS₂等填料牢固地粘结在一起。在摩擦过程中填充MC尼龙的组分被磨损下来, 然后转移到轴颈表面, 形成了一层坚韧而耐磨的润滑膜, 把轴颈与轴承隔开, 形成填充尼龙轴承材料与其转移膜之间的摩擦, 因而获得了良好的润滑性。与纯尼龙相比, 填充尼龙中由于加了各种填料, 材料的机械强度略有降低, 但仍能满足炼胶机对辊筒轴承的要求。其摩擦系数有较大幅度的降低, 磨损量为纯MC尼龙的1/2, 为青铜的1/100; 尺寸稳定性好, 吸水率由尼龙的0.7~1.2%降低

到0.21%。填充MC尼龙的膨胀系数比较大(约为铜的5倍, 钢的10倍), 再加上导热系数小, 因此轴承与轴颈的间隙要大些。填充MC尼龙辊筒轴承的表面光洁度和尺寸精度可比铜轴瓦的低, 对轴颈的光洁度要求也低, 不需要加工贮油槽, 装配时不必刮研, 装配完后稍加运转即可进入满负荷运行。省去了过去使用铜轴瓦时先空转3小时, 然后逐步按照辊距由大到小、先半负荷后满负荷、胶料由软到硬的顺序进行负荷试车24小时的繁复步骤, 省去了试完车后用煤油冲洗轴颈与轴承配合处的手续, 减少了工序。填充MC尼龙具有良好的储油能力, 运转前及运转过程中加入少量润滑油脂, 即可大幅度降低摩擦系数, 尤其大大降低了开始运转时的磨损, 延长了使用寿命。填充MC尼龙良好的抗磨损性能, 避免了抱轴事故的发生, 提高了轴承工作的可靠性。填充MC尼龙的低摩擦、耐磨损和少油润滑的特性, 可大量节省润滑油, 简化密封装置, 消除润滑油污染胶料的危害, 保证产品质量, 减少密封点和泄漏点, 为文明生产提供了技术保证。

三、填充MC尼龙作开放式炼胶机辊筒轴承时装配尺寸的计算与选择

1. 轴承壁厚选择。壁厚 δ 根据轴承内径($d_{内}$)按表2所列数据选择。轴承结构尺寸如图2所示。

表2 尼龙轴承壁厚选择

轴承内径 $d_{内}$ (mm)	壁厚 δ (mm)
<30	1.5~2
30~50	2.5~8
>50~99	3.5~4
100~150	4.5~7
150~200	7.5~10
>200	10
>300	10~15
>400	15~20

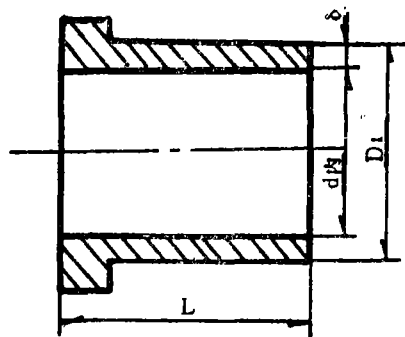


图2 轴承结构尺寸示意图
L—轴承长；D₁—外径；d—内径；δ—轴承壁厚

2. 轴承外径选择。外径选择可按下列式计算：

$$D_1 = D_2 + D_2 F$$

式中D₁为轴承外径，D₂为轴承座内径，F为过盈量计算系数，它与轴承座内径尺寸大小有关（见表4）。

3. 轴承长度选择。轴承长L和轴颈直径d的比值即L/d，称为轴承的长径比。轴承的长径比不宜很大，根据不同载荷按表3数值选择为宜。目前，我国生产的开放式炼胶机属中载、低速，长径比为L/d = 1 : 1时最佳。

表3 不同载荷下长径比的选择

不同载荷	重 载	中 载	轻 载
长径比L/d	1~1.5	0.75~1	0.3~0.5

表5 填充MC尼龙轴承设计时的过盈量与径向间隙参考表〔单位：mm〕

轴 筒 直 径	160	250	360	400	450	550, 560	650, 660
轴承与轴承座的过盈量	0.45~0.70	0.80~0.10	6.90~1.10	1.0~1.2	1.1~1.3	1.2~1.4	1.6~1.8
轴承与轴颈径向间隙	0.4~0.6	0.6~0.8	0.7~1.0	0.8~1.1	0.9~1.2	1.1~1.4	1.3~1.6
轴向间隙总值	0.5~1.5	1.5~2.0	1.5~2.5	2.0~3.5	2.5~4	3.0~4.5	3.0~4.5

四、填充MC尼龙轴承的加工

为了消除浇铸填充MC尼龙的内部应力，稳定内部组织，避免工件变形，在加工前需要进行热处理。

热处理方法是将轴承毛坯或经粗加工的半成品浸没在20℃机油或汽缸油中，加热至

4. 轴承与轴承座装配过盈量的选择。尼龙弹性大，装配过盈量应比锡青铜大，这样才能有足够的胀紧力。过盈量可按下列经验公式计算：

$$H = D_{内} \cdot F$$

式中H为轴承与轴承座配合的过盈量（mm），D_内为轴承座内径（mm），F为经验系数，必要时可结合具体情况进行适当修正。（见表4）。

表4 轴承与轴承座配合
过盈量计算的系数

D _内 (mm)	<50	50~100	100~200	200~300	>300
F	0.007 ~0.008	0.0055 ~0.0075	0.0045 ~0.0055	0.0035 ~0.0045	0.0035 ~0.0004

轴承与轴颈径向间隙可按下列经验公式计算：

$$\delta = d_{内} \cdot F$$

式中 δ为轴承与轴颈配合径向间隙（mm），

d_内为轴承内径（mm），

F为经验系数。

当d_内 < 200 mm时，F = 0.004~0.007；

当d_内 > 200 mm时，F = 0.003~0.004；

必要时可结合具体情况进行修正。

各种规格炼胶机轴承与轴颈配合间隙、轴承与轴承座过盈量可按表5选择。

150~160℃。热处理时间按处理件壁厚而定，一般说1 mm厚的工件热处理15分钟。也可在100℃沸水中处理，处理时间按厚1 mm处理40分钟计算，然后再在透风、干燥的库房中放置4~6个月进行自然时效处理。

MC尼龙和填充MC尼龙的机械加工性

能良好,可在金属切削机床上加工,容易获得精确的尺寸和光洁的表面,而且加工工时少,安装时不需刮研。MC尼龙轴承可一次加工成所需尺寸,然后压入轴承座中。一次加工成形的缺点是内孔尺寸不易掌握,因此也可分两次加工,即先加工外部尺寸,随后压入轴承座,最后镗制内孔至要求尺寸。MC尼龙轴承加工中粗车时用YG8硬质合金刀具,精车时用YG3或YG3x硬质合金刀具。为获得光洁的加工表面,刀具的前角和后角要稍大些,刃口要锋利,刀尖处过度刀刃的 $r=0.20$,车刀前面形状宜用圆弧和斜棱,以利排屑和提高刀具耐用度。车削速度一般以 240m/min 为宜。车削内孔的速度以 130m/min 为宜,走刀量以 $0.2\sim 0.4\text{mm}$ 为适度,并与刀刃宽度、切削速度与吃刀深度、系统刚性等相配。精加工时最后一刀宜取小值($0.1\sim 0.2\text{mm}$),可避免切屑缠绕和内孔起毛,以获得理想的光洁度。

尼龙轴承外径与轴承座内孔配合的过盈量是比较大的,为了装配压入时容易正确定位和便于压入,轴承外缘端部应加工成比轴承座长 $5\sim 10\text{mm}$,直径比轴承座内孔尺寸大 $0.1\sim 0.55\text{mm}$ 的短圆柱面,并以此为基础和起点加工锥角为 $20\sim 30^\circ$ 的圆锥面,使其过渡到轴承的外径。这部份长度在轴承压入轴承座镗制内孔时,应将长出轴承座的

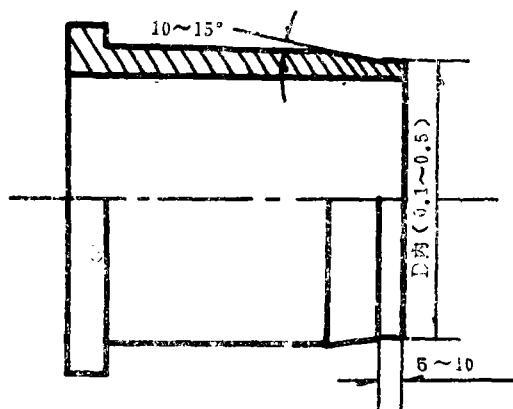


图3 轴承压入端的锥角

部分去掉,直至轴承和轴承座端面齐平为止。具体形状如图3所示。

五、轴承的压入与固定

MC尼龙轴承工作性能的优劣及使用寿命与轴承的压入和安装精度有密切关系。压入前要测定其过盈量、轴向间隙和径向间隙,且清洗干净,在轴承座内孔壁上涂抹一层稀油,以使其容易压入,并要随时注意保持正确的位置。开始压入时应用千斤顶或手动油压机进行,切忌用大锤敲击,以防轴承端部被打碎。当压入一半后,可以用大锤在对角线位置上垫铁打入。轴颈装入轴承前应修磨清洗干净,并在轴颈表面和轴承内孔表面涂抹一层二硫化钼润滑脂。

尼龙轴承与轴承座之间一定要用牢固可靠的方法来固定。为保证尼龙轴承压入轴承座后的正确位置长期保持不变,仅靠尼龙轴承外径与轴承座内孔过盈配合是不够的。由于尼龙质软、易滚动,不能采用铜瓦所常用的骑缝螺钉的方法。据实践经验,采用下列方法比较可靠:

- 1.在轴承座非工作区用径向螺钉紧固,如图4所示。
- 2.在轴承端部铣槽,用大头螺钉紧固,见图5。
- 3.在轴承与轴承座端面铣槽,用键固

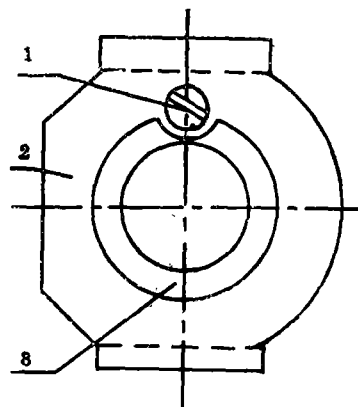


图4 尼龙轴承的径向螺钉固定
1—锁紧螺钉; 2—轴承座; 3—尼龙轴承。

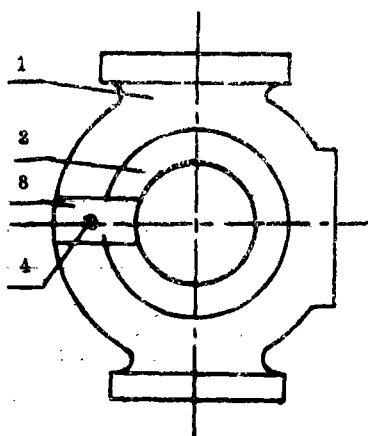


图5 尼龙轴承的端部固定
1—轴承座；2—轴承；3—键；4—螺钉

定，见图6。或在轴承座的端面与轴承的凸缘上铣槽，用键固定，如图7。

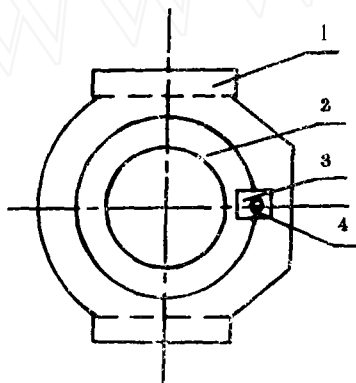


图6 尼龙轴承的键固定
1—轴承座；2—轴承；3—键；4—螺钉

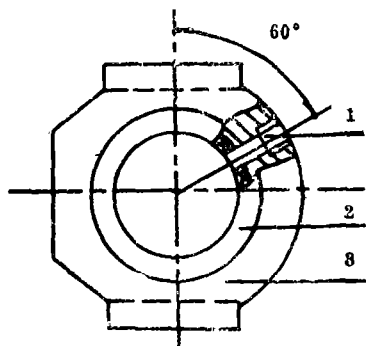


图7 尼龙轴承的螺钉柱销固定
1—紧固螺钉；2—尼龙轴承；3—轴承座

六、填充MC尼龙轴承使用时的注意事项

1. 润滑保膜

辊筒轴承使用润滑剂是为了建立辊筒轴颈与轴承正常的工作条件，减少磨损，降低摩擦，延长轴颈与轴承的使用寿命。对MC尼龙轴承，每半月进行一次润滑，对填充MC尼龙每月进行一次保膜润滑。即在开始安装时于轴承内表面和轴颈上涂一层润滑脂，以保证起动及跑合时的低摩擦，然后每月补加一次润滑脂，每次补加30~90g为宜。表6列出了供炼胶机轴承选用的润滑脂牌号。

2. 存放

填充MC尼龙不能在湿度太大的库 房内存放，以免吸水而影响尺寸稳定性。也不能放置在靠近火源的地方，以防烤坏或变质。经常与油溶剂接触，也会吸油溶胀。

3. 加工

MC尼龙加工时进刀不宜过快，加工后的表面应光洁致密均匀，不能有气孔气泡等缺陷。

4. 使用

开始使用前在表面上须涂抹一层润滑脂，以降低起始时的摩擦力矩和磨损。使用温度一般以80℃为宜，最高不能超过120℃。一般适用于中载中速，或重载低速。

5. 配合间隙

配合间隙要比铜瓦大。在摩擦过程中轴承因受热而膨胀，间隙过小，会出现抱轴，严重时会造成烧瓦事故。

七、应用填充MC尼龙轴承的经济效益

以XK-560炼胶机为例，改用填充MC尼龙作轴承，降低了材料成本，加工容易，安装方便省时，减少了大修时间和次数，降

表6 供 炼 胶 机 选 用 的 润 滑 脂

序 号	润滑脂名称	物 理 性 能				用 途
		单位负荷 ($\times 9.8 \times 10^4 \text{Pa}$)	滴点不低于 ($^{\circ}\text{C}$)	使用温度 不高于($^{\circ}\text{C}$)	针入度 (25°C , 150g 1/10 mm)	
1	二硫化钼 3 $^{\circ}$ 钙基脂	65以上	85	65	220~250	适用于中负荷、中等速度的各种机械
2	二硫化钼 4 $^{\circ}$ 钙基脂	65以上	90	70	175~205	适用于重负荷、低转速的各种机械
3	二硫化钼 2 $^{\circ}$ 钠基脂	60以内	140	120	265~295	适用于中、低速和重负荷的机械, 耐热较好, 机械安定性好, 抗剪切和抗挤压能力较大
4	二硫化钼 3 $^{\circ}$ 钠基脂	60以内	140	120	220~250	
5	二硫化钼 1 $^{\circ}$ 钙钠基脂	65以上	120	90	250~290	具有大的耐压性、较好的输送性和机械安定性, 是一种通用的减磨润滑脂
6	二硫化钼 2 $^{\circ}$ 钙钠基脂	65以上	135	100	200~240	
7	2 $^{\circ}$ 二硫化钼 合成锂基脂	65左右	180	140	265~295	这种润滑脂耐高温、抗磨、抗水、耐极压, 可用于苛刻条件, 如重负荷、高温等
8	3 $^{\circ}$ 二硫化钼 合成锂基脂	65左右	190	150	220~250	

低了消耗。仅从这几方面估算, 用填充MC尼龙取代青铜作辊筒轴承, 每年每台炼胶机所获得的经济效益约为7700~8400元。作者认为, 如果尼龙制品厂和用户进一步调查研

究, 相互协作, 密切配合, 填充MC尼龙的应用技术将会得到更快的发展, 经济效益还会更高。

· 新书介绍 ·

固 体 润 滑 手 册

日本松永正久主编、津谷裕子编辑的《固体润滑手册》, 由兰州化学物理所范煜等及浙江大学部分同志翻译, 于1986年9月机械工业出版社出版。

该书由日本固体润滑的权威人士和后起之秀共20名作者的紧密合作下, 收集了大量研究成果编写的。主要叙述固体摩擦理论、固体润滑法、各种固体润滑剂、试验方法及固体润滑剂的应用。可作为从事润滑科研、应用的科技人员及大学有关师生的参考书。

固体润滑属于摩擦学的一部分, 是一门新兴的科学技术, 就是用固体物质进行润滑, 可部分地代替常规的润滑油脂, 减少摩擦副的摩擦磨损, 提高机械效率, 延长机械寿命, 从而节约能源和材料。因此固体润滑在工农业生产和国防尖端技术上越来越广泛地被采用。《固体润滑手册》的翻译出版将对我国固体润滑科研工作的发展及固体润滑材料的推广使用作出应有的贡献。

全书共571页, 分7章36节。定价5.25元。

本刊编辑部供稿