

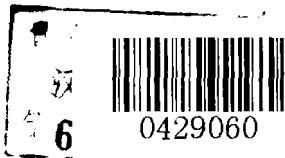
高 速 轴 承

塑料保持架材料的研究

洛阳轴承研究所

洛 阳 轴 承 厂 上海中国轴承厂
上海天山塑料厂 大连第一塑料厂
上海胜德塑料厂 清江化工研究所





前 言

适用于高速的轴承很多,而“6”类轴承中用于高速的较普遍,用热塑性塑料来制作“6”类轴承的保持架有一定的意义,因“6”类高速轴承的保持架主要是由酚醛胶布管经切削加工成的,这种管材耗用大量棉布,并由胶布管加工成保持架工序繁多,生产效率低。

我们根据对“6”类高速轴承使用条件的调查和分析,选择了以在2.4万转/分脂润滑的电主轴上使用的D36205J(J代表酚醛胶布保持架)轴承保持架作为对象,进行塑料保持架材料的研究,以洛阳轴承厂和哈尔滨轴承厂为生产使用试验单位,其理由是:

(1) D36205J 轴承在电主轴上使用的 $DN = 9.2 \times 10^5$ (D——轴承平均直径,N——转速)属于高速范围。(2) 高速条件下脂润滑较油润滑恶劣。(3) 此类轴承在机床上使用较多,使用条件较平稳。(4) 2.4万转/分的电主轴用于此两厂的生产磨床上,数量多,使用机率高。

本研究为了寻找能适用于高速轴承保持架的热塑性塑料,首先从选材工作开始,进行了性能测试,在材料筛选的基础上进行了保持架的成型工艺试验,轴承台架试验和高速主轴实际使用试验等,并和酚醛胶布保持架轴承作了对比。

一、选 材

材料如何选？什么塑料能用作高速轴承的保持架呢？首先应对该类轴承进行使用条件的认真分析，从而找出需要解决的主要因素，提出合适的塑料材料。我们之所以选择D36205轴承在2.4万转/分电主轴上使用作为进行材料研究的对象，就是抓住了高速这个因素。由于轴承在高速下运转，对作保持架的材料必须要求尺寸稳定性高，耐磨性好，摩擦系数低，热膨胀系数小，耐热性高以及一定的机械强度。同时考虑到今后大量生产的需要，被选材料的原料应具有成本低，成型加工方便有利于提高保持架的生产效率，来源广能立足于国内等条件。根据这些要求，我们进行了以聚酰胺类（代号A），聚缩醛类（代号B）和聚砒类（代号C）塑料为基础的改性配制工作，从几十个配方中筛选出A（一）3，A（一）7，B（一）3，B（一）7，C（一）1和C（二）2六种料*。这六种材料是否能满足作高速轴承保持架的要求呢？还须在模拟主轴工作条件的台架上进行精选，并和酚醛胶布保持架轴承进行对比，结果列于表1。

表 1

保 持 架 材 料 配 方 代 号	A(一)3	A(一)7	B(一)3	B(一)7	C(一)1	C(二)2	J
试验轴承 (套)	10	10	9	8	5	10	21
轴承破坏 (套)	5	2	9	8	5	3	10
轴承合格 (套)	5	8	0	0	0	7	11
合格轴承占总数%	50	80	0	0	0	70	52

* 代号表示不同类塑料的不同批配料，（一），（二）表示第一次配料第二次配料……，1，2，3……表示不同配方。

试 验 机 72轴承试验机

轴 承 D36205（洛阳轴承厂产品）A，B，C塑料保持架结构和J酚醛胶布保持架结构相同，其尺寸分别按塑料的热膨胀系数计算。

转 速 2.5~2.6万转/分

负 荷 轴向 60公斤

温 度 常温

润 滑 3 *MoS₂ 锂基脂

试验方法 500小时检查试验

由表1可见，塑料保持架轴承合格率超过酚醛胶布保持架轴承的有C（二）2和A（一）7，由于A（一）7保持架有变形现象，并且原料来源比较困难，因而初步选

出C 2 塑料。

以上试验是在实验室条件下进行的，C 2 塑料能否使用尚须通过生产实践验证，因此将18套D36205C 2 轴承装到洛阳轴承厂 9 台磨床的2.4万转/分电主轴上进行使用试验，结果见表 2。

表 2

电 主 轴 编 号	40334	40218	40503	40722	40229	40329	40304	40306	40211
轴 承 编 号	C2—9 C2—10	—14 —23	—6 —9	—11 —8	—12 —21	—13 —16	—17 —6	—23 —0	—20 —7
生 产 工 序	磨 削 内 径	同前	同前	磨削 底面	磨削 内径	同前	同前	同前	同前
主轴来回修理时轴 承状况	轴 承 完 好	一套坏 一套好	完好	一套坏 一套好	一套坏 一套好	一套坏 一套好	二套 破坏	完好	完好
轴承在主轴上一次 使用净时间(小时)	496	1072	720	1440	2064	48	816	2208	544
平均 (小时)	1045								

这次试验，为了尽快得出结果，采用轴承在主轴上一次装轴，故其净使用时间是偏低的，但平均仍超过1000小时。按洛阳轴承厂原酚醛胶布保持架轴承使用寿命 一 般 在 800小时左右，因此可以认为C 2 塑料作高速轴承保持架是有可能的， 选为定型材料。

二、扩 大 试 验

在第一阶段试验中，选出了定型材料C 2，它虽在台架和主轴上试验取得了初步 成 效，但是，一是试验数量少，仅18套轴承，二是轴承型号只有内径 为 25mm的36205，不能充分说明，因此必须进行扩大试验，采取加大D36205C 2 轴承在主轴上试验的数量和增加D36208C 2 轴承在主轴上试验。

由于C 2 塑料熔融体粘度高，流动性比一般热塑性塑料差，流动困难就易于在各 股料流的会合处产生熔接痕，这种熔接痕在制件中是机械强度的最薄弱处，对塑料保持架来说，应尽量消除熔接痕，如何衡量熔接痕消除的程度呢？可视其受力破坏的位置是否在几何形状的最薄弱处以及机械强度与材料强度接近的程度。对熔融体粘度高的塑料，在制件形状较复杂的情况下，要完全消除熔接痕是有困难的，但只要成型工艺和模具结构合理是可以改善的。通过多次试验找到了提高C 2 塑料保持架质量的途径。表 3， 4， 5， 6 为C 2 塑料保持架的强度和尺寸测试结果。

表 3 C 2 塑料保持架径向抗张强度测试结果

轴承型号	36205	36208
保持架强度kg/cm ² *	747	790

• 为十个保持架的平均值

表 4

C 2 塑料保持架尺寸测试结果

项 目	3 6 2 0 5					3 6 2 0 8				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
内 径	33.56	33.58	33.58	33.58	33.58	52.74	52.70	52.72	52.72	52.70
外 径	41.08	41.08	41.08	41.08	41.08	65.28	65.28	65.28	65.28	65.28
兜 孔	8.16	8.18	8.16	8.18	8.18	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
高 度	14.00	14.02	14.00	14.02	14.00	16.48	16.50	16.50	16.50	16.48

表 5

36205C 2 塑料保持架几何形状允差测试结果

项 目	允 差 mm	实 测 公 差 mm				
		1	2	3	4	5
内 径 椭 圆 度	0.1	0.04	0.03	0.03	0.07	0.04
外 径 椭 圆 度	0.15	0.02	0.05	0.015	0.04	0.02
内 径 锥 度	0.1	0	0.04	0.01	0.04	0.04
外 径 锥 度	0.15	0.02	0.015	0.015	0.05	0.005
壁 厚 差	0.1	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
二端面平行差	0.1	0.05	0.02	0.03	0.03	0.015
兜孔侧到基准端面差	0.08	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03

表 6

36208 C 2 塑料保持架几何形状允差测试结果

项 目	允 差 m m	实 测 公 差 m m				
		1	2	3	4	5
内 径 椭 圆 度	0.1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
外 径 椭 圆 度	0.15	0.02	0.03	0.03	0.025	0.02
内 径 锥 度	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
外 径 锥 度	0.15	0.005	0	0.005	0.01	0.02
壁 厚 差	0.1	0.05	0.04	0.03	0.05	0.07
二端面平行差	0.15	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01
兜孔侧到基准端面差	0.1	0.03	0.04	0.04	0.07	0.035

下面对C 2 塑料保持架的成型工艺进行考核性试验。

(1) 台架试验

以工艺试验所用的C(五) 2 批料, 成型36205轴承保持架, 在台架上进行了两次500小时的检查试验, 其结果都比C (二) 2 好, 可见工艺试验后的C 2 塑料保持架质量有一定幅度的提高, 见表 7。

表 7 同一C 2 配方的不同批塑料保持架轴承台架试验结果

保 持 架 材 料 配 方 代 号	C(二)2	C(五)2	C(五)2
试 验 轴 承 套	10	12	13
500小时合格 %	70	75	77

试验条件同表 1

(2) 性能试验

C 2 塑料保持架经存放, 暴露及热老化试验后尺寸变化不大, 能满足轴承保持架产品公差要求, 其强度变化也不大。对于经受生产使用过的C₂塑料保持架, 其尺寸和强度的变化都不大。这说明C₂塑料保持架具有内应力小, 尺寸稳定性高和耐磨的优点。

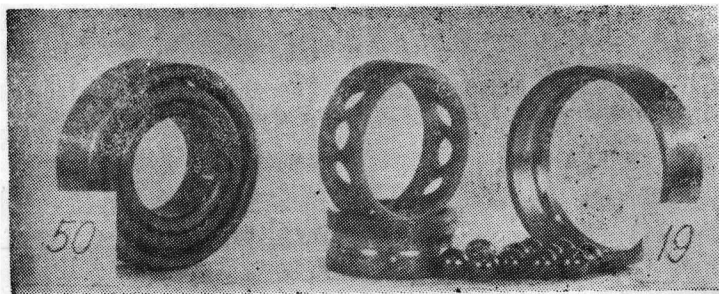
(3) 扩大使用试验

保持架材料为C (五) 2 批塑料, 轴承为洛阳轴承厂的D36205和D36208, 主 轴为2.4万转/分电主轴和1万转/分皮带轴, 结果见表 8

表 8

试验厂	轴承型号	C (五)2		J	
		试验数量 套	平均使用寿命 小时	统计数量 套	平均使用寿命 小时
洛阳轴承厂	D36205	100	1638	168	大于856
哈尔滨轴承厂	D36205	22	1830	42	大于544
哈尔滨轴承厂	D36208	52	1289	106	大于648
瓦房店轴承厂	D36208	14	1711	—	—

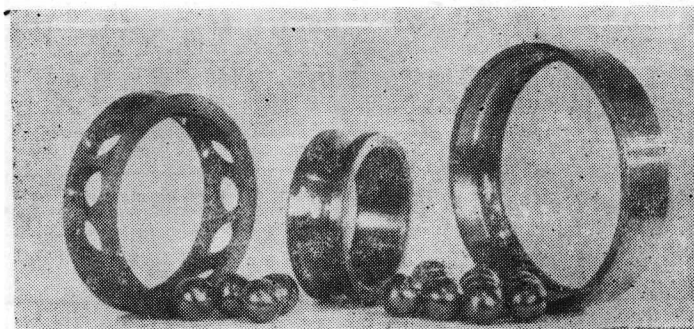
由表 8 可见, C₂塑料保持架轴承扩大使用试验结果是满意的。因此为了保证C₂塑料保持架的质量, 必须重视和掌握合理的成型工艺, 设计合理的模具结构和正确地使用成型设备。下面为使用试验后的C₂塑料保持架轴承试样的照片。



在洛阳轴承厂2.4万转/分电主轴上使用5568小时后的D36205C₂轴承试样

C(五)2—50 轴承磨损, C₂塑料保持架良好。

C(五)2—19轴承磨损, 钢球变色, C₂塑料保持架良好



在哈尔滨轴承厂1万转/分皮带轴上使用

1080小时后的D36203C₂轴承试样

C(五)2—36 轴承磨损, C₂塑料保持架良好

三、C₂塑料保持架轴承和J酚醛胶布 保持架轴承对比试验

在扩大试验中, 由于J酚醛胶布保持架轴承的寿命是原始记录统计值, 为了对比的可靠性, 应进行详细而系统的对比, 同时为了进一步考核成型工艺的合理性, 对比试验用的C₂塑料保持架是在较大批量成型的保持架中任意抽取的。为集中力量 只作36205两种不同保持架材料轴承的对比试验。

(1) 轴承台架试验

试验机 ZS—15/30型轴承试验机

轴 承 D36205

洛阳轴承厂同一批产品装C₂塑料保持架和J酚醛胶布保持架各20套

转 速 16000转/分

负 荷 径向 182公斤

轴向 118公斤

温 度 常温

润 滑 10* 机械油循环润滑

方 法 运转到2000小时（10倍计算寿命）后进行观察分析

试验结果

能够正常通过2000小时运转试验的，C₂塑料保持架轴承占75%，J酚醛胶布保持架轴承占67%。没有通过的主要是轴承金属件疲劳剥落或振动太大，而两种材料的保持架基本上仍良好，因此可以认为在上述条件C₂塑料保持架轴承和J酚醛胶布保持架轴承的性能基本一致。

（2）主轴温升试验

主轴 洛阳轴承厂2.4万转/分电主轴两根

轴承 D36205

洛阳轴承厂同一批产品装C₂塑料保持架和J酚醛胶布保持架各4套

方法 按洛阳轴承厂正常装轴试轴的方法，启动平衡后用点温计测主轴头部小孔中的温度

试验结果

装C₂塑料保持架轴承和J酚醛胶布保持架轴承的主轴温升基本一致，见表9。

表9

保持架材料	电主轴运转温度℃		室 温 ℃		温 升 ℃		结 果
	1	2	1	2	1	2	平均温升℃
C ₂	35	35	13.5	15	21.5	20	20.7
J	36	38.5	12	14	24	24.5	24

（3）使用对比试验

电主轴 为洛阳轴承厂和哈尔滨轴承厂2.4万转/分电主轴

轴 承 为洛阳轴承厂和哈尔滨轴承厂的同一批36205轴承，C₂塑料保持架为洛阳轴承研究所成型的同一批产品，J酚醛胶布保持架分别采用此两轴承厂的同一批产品

润 滑 洛阳轴承厂用3#MOS₂锂基脂

哈尔滨轴承厂用3#精密主轴脂

试验结果

在洛阳轴承厂和哈尔滨轴承厂同时进行了C₂塑料保持架轴承和J酚醛胶布保持架轴承的使用对比试验，轴承试样两厂均等，各为200套，而每种保持架材料的轴承试样为100套。实际使用结果详见表10，表10中列出的试验轴承数都不到100套，原因是有些轴承试样在使用过程中丢失了。

92套C₂塑料保持架轴承在洛阳轴承厂生产磨床电主轴上使用的平均寿命为1025小时，J酚醛胶布保持架轴承为880小时。而在哈尔滨轴承厂94套C₂塑料保持架轴承

的平均使用寿命为1499小时，J酚醛胶布保持架轴承为1498小时。其中使用寿命超过1000小时的，洛阳轴承厂的C₂塑料保持架轴承占取得试样数的37%，J酚醛胶布保持架轴承占37%，而哈尔滨轴承厂则分别为45%和43%，因此可以得出这两种材料的保持架轴承的使用寿命基本相同。

表10

试验厂名	洛 阳 轴 承 厂				哈 尔 滨 轴 承 厂			
试验时间	75.7—77.3		75.7—77.3		75.10—77.3		75.10—77.3	
轴承使用净寿命(小时)	C ₂ 架D36205		J架D36205		C ₂ 架C36205		J架C36205	
	数量(套)	占总套数%	数量(套)	占总套数%	数量(套)	占总套数%	数量(套)	占总套数%
<500	36	39	38	46	34	36	28	36
500—1000	22	24	14	17	18	19	16	21
1001—2000	20	22	20	24	18	19	12	15
2001—3000	10	10	8	10	6	6	8	10
3001—4000	4	5	2	3	10	11	8	10
4001—5000	—	—	—	—	2	2	—	—
5001—6000	—	—	—	—	6	7	4	5
>6000	—	—	—	—	—	—	2	3
共计试验轴承	92		82		94		78	
寿命总平均(小时)	1025		880		1499		1498	
毛算可使用(月)*	2.56		2.20		3.75		3.75	

* 按每月400小时计算

结 束 语

本试验经过较细致的选材试验，成型工艺试验，台架试验和主轴使用试验等工作，找到了一种成本低性能好的能适用于 $DN \leq 9.2 \times 10^5$ 的高速轴承保持架的C₂热塑性塑料，其性能和使用寿命与酚醛胶布保持架轴承相当。使用C₂塑料保持架，具有节约棉布和降低费用等优点，可以推广使用。

由于C₂塑料具有一定的特性，因此在应用C₂塑料保持架轴承时，其工作条件不得超过C₂塑料的许可范围（如长期工作温度不得高于120℃等），同时要保持良好的润滑。

参 考 文 献

1. 工程热塑性塑料简介 北京塑料研究所情报室 1967.10.
2. 合成材料专题资料 天津市合成材料研究所 1967
3. 新的塑料材料新发展 《工业材料》Vol.19 №.1.1971
4. 塑料在机械部件方面的应用 《合成树脂》Vol.16.No4.1970
5. 塑料在滚动轴承方面的应用 《NSK Bearing Journal》Vol9.№20 1971
6. 高速高温球轴承的发展 《国外轴承》1970.2.
7. 高速球轴承的应用 《国外轴承》1974.2—3
8. 工程塑料应用 一机部材料研究所等1971.8.
9. 聚砒注射成型工艺的初步探索 上海胜德塑料厂等 1972
10. 塑料检验方法标准汇编 1973 技术标准出版社出版
11. 塑料保持架 《Ball Bearing Journal》191.1977

