

机械工业 塑料应用选编

(内部资料, 仅供参考)

第一机械工业部技术情报所革命委员会

一九七〇年十月

毛主席语录

中国共产党是全中国人民的领导核心。没有这样一个核心，社会主义事业就不能胜利。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

放手发动群众，一切经过试验。

群众中蕴藏了一种极大的社会主义的积极性。

节约是一切工作机关都要注意的，经济和财政工作机关尤其要注意。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

如果过去也讲自力更生，那末，在新的国际环境下，自力更生就更加重要。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

新的世界大战的危险依然存在，各国人民必须有所准备。但是，当前世界的主要倾向是革命。

全世界人民团结起来，打败美国侵略者及其一切走狗！

前 言

随着我国无产阶级文化大革命的深入发展，一个社会主义革命和社会主义建设的新高潮正在兴起。机械工业战线广大革命职工，在毛主席“抓革命，促生产，促工作，促战备”和“团结起来，争取更大的胜利”伟大号召的鼓舞下，高举毛泽东思想伟大红旗，沿着《鞍钢宪法》所指引的方向，在大搞技术革新和技术革命的群众运动中，创造出大批新技术、新工艺、新产品和新材料的丰硕成果，为多快好省地发展我国机械工业开辟了新的途径。

目前，机械工业采用的工程塑料，就是在近几年来出现的一种新材料。这种新材料的出现，受到广大革命职工的重视，特别是无产阶级文化大革命以来，狠批了叛徒、内奸、工贼刘少奇所鼓吹的“爬行主义”、“洋奴哲学”等反革命修正主义路线，使这一新生事物获得了迅速的发展和巩固。1967年以来，各个行业都相继组成了研究和推广工程塑料的“三结合”组织，在开展相互协作，重点试验中，取得了很大的成绩。

工程塑料不仅可以使工艺过程简化，而且还可大大地节约各种金属材料，尤其是战略物资——铜，对于社会主义革命和社会主义建设有着极为重大的意义。

为了及时交流经验，并有助于配合当前工程塑料的推广应用，继《机械工业应用工程塑料汇编》之后，我们又将收集到的部分内容纳入“选编”，供有关同志们参考。由于资料收集不够全面，又兼我们水平所限，错误之处，望同志们予以批评指正。

编 者

一九七〇年十月

目 录

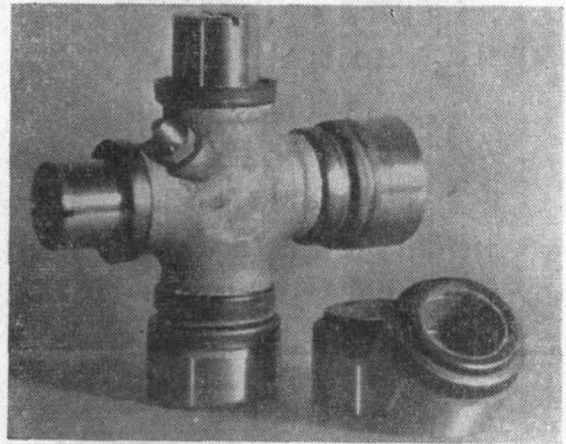
汽车传动轴万向节塑料轴承	第一机械工业部材料研究所 洛阳轴承厂 长春第一汽车制造厂等	(1)
一、万向节塑料衬套的成型工艺		(2)
二、选材及性能测试		(4)
三、台架试验		(7)
四、道路试验		(10)
五、结论与改进意见		(16)
六、干革命靠毛泽东思想		(18)
塑料在滚动轴承保持架方面的应用	第一机械工业部轴承研究所	(21)
一、收缩率		(22)
二、模具		(22)
三、成型工艺		(23)
四、塑料保持架的类型与结构		(23)
五、性能试验与使用实况		(25)
Z44T-10 Dg80 闸阀的塑料阀杆螺母试验研究及试用	阀门行业塑料攻关小组	(28)
一、Z44T-10 Dg80 闸阀有关性能参数		(28)
二、材料的选择		(28)
三、强度试验和寿命试验		(29)
四、工业性试验		(31)
五、结构尺寸和装配情况		(31)
再生聚四氟乙烯填料的制造工艺与使用小结	浙江嘉善魏塘塑料制品厂 阀门行业塑料应用攻关小组	(33)
一、再生聚四氟乙烯填料的特性		(33)
二、再生聚四氟乙烯填料的制造工艺		(34)
三、操作注意事项		(38)
四、再生聚四氟乙烯填料的技术条件与验收标准		(38)
五、模具设计参考		(38)
聚氯乙烯滤油器的试制小结	北京市机电设备修理公司 大连第七塑料厂	(51)
铸型尼龙6的制造工艺	洛阳矿山机器厂	(55)
一、铸型尼龙6		(55)
二、助催化剂		(58)
三、在制作过程中应注意的问题		(59)

汽车传动轴万向节塑料轴承

第一机械工业部材料研究所 洛阳轴承厂 长春第一汽车制造厂等

为了响应毛主席“要准备打仗”的伟大号召，从实战要求出发，取消越野汽车润滑点，延长加油保养里程，从目前的近一千公里到一万公里以上，这是我国汽车工业战线上一项重要而又迫切的战斗任务。长春汽车厂 1966 年进行了 33 项 108 种塑料零件的试制，经台架和行车试验，证明共聚甲醛汽车零件具有节铜、减少润滑点、耐磨、便于维修、简化结构、提高效率 and 降低成本等良好效果，现在已有若干种塑料零件大量投产。南京汽车厂、第二汽车厂和一机部材料研究所等单位协作在 1966 年也试制了 30 多种塑料零件，效果良好，准备小批生产。国内很多汽车运输和汽车配件厂，如上海汽车运输六场、上海东升汽车配件厂，北京汽车运输一场、公交三场等单位，在推广应用尼龙塑料作为汽车耐磨零件方面，取得了很好的成绩和经验。

伟大领袖毛主席教导我们：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”为了配合我国汽车工业的发展，贯彻执行毛主席提出的“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针。在无产阶级文化大革命的胜利凯歌声中，洛阳轴承厂、上海东升汽车配件厂、一机部材料研究所、上海汽车销售分公司、广州轴承厂和第一、二汽车厂、南京汽车厂、上海汽车传动轴厂以及其它使用单位，高举毛泽东思想伟大红旗，发扬社会主义大协作，共同进行汽车传动轴万向节塑料轴承(如图)的试验研究工作。



汽车传动轴万向节塑料轴承总成

在解放牌汽车的传动轴上装有三个万向节(俗称十字头)。汽车在爬坡或路面不好时，这些万向节受到很大的扭力和冲击力作用(最大时达几百公斤)。原来每个万向节装四个滚针轴承(“804705”)，是汽车上工作条件最恶劣的轴承之一。因此，常常行驶数百公里就得停下来加油保养，若保养不及时即发生滚针折断、轴被咬伤等现象，损耗报废率相当高，是汽车轴承中一个“老大难”问题，也是解决汽车万公里不保养的一个关键问题。国内有些单位曾试用尼龙等塑料衬套代替滚针，在一般路面上使用，效果尚好，但未通过恶劣路面的考验，对于军用越野汽车的行驶条件，则未能达到不保养的指标要求。我们在国内各兄弟单位的大量工作的基础上，选择传动轴万向节轴承典型零件，进行了一系列的试验研究和装车道路考验，目的在于通过这项试验，能使塑料万向节及其它类似工作条件的轴承得以推广应用，从而解决越野汽车万公里不保养的问题。

一、万向节塑料衬套的成型工艺

塑料的成型工艺简便,可以用热压、挤出、注塑、吹塑、单体聚合成型或浇铸、粉末压制后烧结成型等方法。此外还可以采用喷涂、浸渍、粘贴或沸腾床等工艺,制成以金属为基体的,表面复盖塑料薄层的复合材料。

国内有些单位采用浇铸尼龙(即MC尼龙)棒材,然后车成套,也有采用烧结青铜套浸渍聚四氟乙烯的工艺路线,但两者生产效率较低。从大规模推广应用考虑,选择塑料直接注射成型,即采用树脂按一定配比加进填充料后,于挤出机中加热塑化混合均匀,造粒后在注塑机上直接注射成型。

(一) 挤出造粒

1. 塑料挤出机: 采用上海挤出机械厂生产的 SJ-G(R)-45型。

螺杆直径: 45 毫米; 螺杆工作长度: 810 毫米;

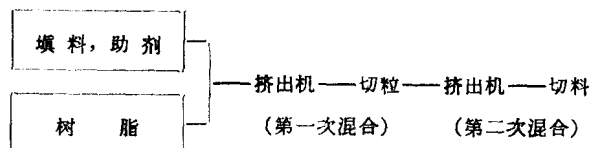
螺距: 43毫米(等距不等深); 螺杆长径比: 18:1;

螺杆压缩比: 2:1; 螺杆转速: 27~80 转/分; 生产能力: 6~20 公斤/时。

2. 造粒工艺:

(1) 混合: 采用两种工艺方法

①普通混合法: 系把一定配比的填料和助剂,如氟塑料粉、铅粉、“2246”稳定剂,双氰胺等,用机械(或手工)混合均匀于树脂中,然后送至挤出机造粒。如果粒料质量不均匀,可以进行第二次挤出混合。



②长纤维法: 是使长纤维(如氟纤维)通过特制的模具后,纤维表面涂上了树脂,然后牵伸切粒(上海笔塑公司塑料试验室协助进行)。

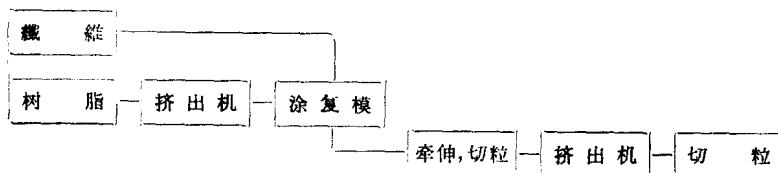


表 1 试验用主要原材料规格及来源

原 料 名 称	规 格 及 指 标	来 源
聚甲醛	国产絮(或粉)状料,共聚型,规格相当于国外牌号Celcon M90型 $\eta_i = 1.15 \sim 1.28 K_{222} = 0.05\%$ 左右,不稳定部分3以下	吉林石井沟联合化工厂
尼龙-66	国产,分子量13200左右	上海合成纤维一厂
氟塑料粉	CD-1分散聚合树脂等外品(经高速捣碎成粉)	上海合成橡胶研究所
氟纤维	断裂强度1.3~1.6克/丹,比重:2.2;24根/股	上海合成纤维研究所
铅 粉	铅含量不小于99.9%,230~300目	上海金属加工厂
2246稳定剂	2,2亚甲基双(4-二甲基6叔丁基)苯酚	南京化工厂
双氰胺(吸醛剂)		科学院有机化学研究所实验厂

2. 温度控制: 原材料在造粒前应事先进行干燥, 特别是尼龙, 由于吸水性很大, 干燥特别重要, 否则, 会造成挤出料蓬松多孔, 使成型零件表面质量变差, 尺寸收缩率大, 耐磨性下降。树脂或填料, 一般在鼓风电烘箱中进行干燥处理, 80~110℃、3~24小时 (据原料不同而异, 尼龙的干燥时间必须更长些)。混和好的原料送进挤出机中进行造粒, 温度控制见表2。

表 2

材 料	机 身 温 度 (°C)			
	后 段	中 段	前 段	机 头
聚甲醛	150	155	165	170
尼龙-66	220	230	240	250

机身温度调节要适当, 太低则塑化不均匀, 特别是机头容易堵塞。太高易发生分解变质, 或者造成后端进料困难。物料在机身中停留时间不能太长, 机身料筒应避免死角, 防止料局部过热或分解。螺杆转速也应适当, 太高则塑料来不及塑化, 太低则影响生产效率。我们采用每分钟 32~34 转。

挤出料可通过切粒机切成长 3~4 毫米 (ϕ 3~4 毫米), 也可于塑料破碎机中, 破碎成如豆粒般大小的不规则粒料, 供注射成型用。

(二) 注射成型

1. 塑料注射成型机: 采用上海塑料机械厂生产的 601 型 (卧式)。

注射柱塞直径: 38 毫米, 注射柱塞总压力: 12780 公斤力/厘米², 最大注射压力: 1220 公斤力/厘米², 闭模力: 50 吨, 最大注射成型面积: 130 厘米², 每次注射重量: 30~60 克, 塑化率: 18 公斤/时, 料斗容量: 7 公斤, 自动化程度: 手动, 半自动, 全自动。

在实际生产应用中, 国内各兄弟单位根据“自力更生, 奋发图强”的精神和“节约闹革命”的原则, 试制了许多经济实用的注射成型机, 如上海汽车运输六场自制的 30 克立式塑料注塑机, 使用效果很好。上海纺织器材实验工厂自制的蓄力式塑料注射成型机, 油路精简, 操纵灵活, 注射速度快, 各方面性能良好, 能适应多种工艺的需要。

2. 成型工艺:

(1) 聚甲醛:

①粒料干燥: 聚甲醛吸水性不大, 注射成型前只需将粒料于鼓风电烘箱中 80~100℃ 烘 3~5 小时, 除去附着水分即可。

②成型温度: 聚甲醛的热稳定性较差, 加热容易分解, 故成型温度控制较严格, 物料于料筒中停留时间不能太长, 并且不容许有死角存在, 以免过热分解。喷嘴必需加热, 以防阻塞料流。此外, 聚甲醛是一种高结晶性高聚物, 熔点敏锐, 流动性较差, 模具必需加热。

模具温度: 80~120℃; 料筒温度: 前段 160~170℃; 后段 150~160℃; 喷嘴温度: 170℃左右 (一般应比料筒前端温度高 4~5℃)。

③成型压力: 由于聚甲醛的流动性较差, 故必需采用较高的压力进行成型。根据设备条件, 模具结构与成品尺寸, 料筒温度及模具温度的情况, 我们采用 800~1000 公斤 (表压 50 公斤/厘米²) 的成型压力。

④成型周期: 适当的成型周期对制品表面光洁、无裂纹、内部无孔隙、不扭曲变形有好

处。对于解放牌万向节塑料衬套，我们采用的成型周期约为 45 秒，其中高压铸射 15 秒，保压 15 秒，冷却 15 秒。

⑤后处理：为了消除成型应力，提高结晶度，提高尺寸稳定性，成型零件需要进行热处理。把塑料衬套置于油浴中，缓慢加热至 145~150℃，保温 15~20 分钟，随油浴冷却至室温，取出。也可以于同样温度下在空气中进行处理。但油处理对提高塑料衬套的表面润滑性有好处。

（2）尼龙-66:

①粒料干燥：尼龙-66吸水性大，高温时易氧化变色。因此粒料在加工前必须干燥，最好采用真空干燥以防止氧化。工艺条件如下：

真空度：760毫米汞柱；烘箱温度：90~110℃；干燥时间：12~24小时；原料层厚度：<20~25毫米。

经干燥的原料，含水率一般在0.1%左右。在使用前，放置于空气中时间不得过长，如无真空烘箱，也可常压干燥，但略有氧化发黄。

②成型温度：尼龙-66融化物粘度低，流动性大，模具一般不需加热，但喷头最好采用针阀式喷嘴，防止漏料，同时最好加热，以免堵塞。又由于熔融状态热稳定性差，易降解分解降低制品性能，故不允许高温停留时间过长。尼龙-66融化温度范围狭窄，成型温度也必须严格控制。料筒前段 250~260℃，后段 240~250℃。

③成型压力：尼龙-66融化物流动性大，成型压力可比聚甲醛略为低些。采用800~1000公斤（表压 40~50 公斤/厘米²）。

④成型周期：尼龙-66成型表面收缩较大，故注射保压时间最好稍长些，我们采用的成型周期和聚甲醛差不多，高压铸射 15 秒，保压 15 秒，冷却 15 秒。

⑤后处理：尼龙的吸水率大，而且达到平衡吸水率的时间很长，在这个时间内尺寸总是变化。因此，尼龙零件在进行热处理的同时还要进行盐水调湿处理。调湿处理不仅能增加尺寸稳定性，而且提高成品的强度。处理时，将尼龙零件放在160~170℃的油浴中保温半小时随油冷却到 100℃，然后放在 10%盐水中煮数小时。

表 3 在 601 型注射机上成型的解放牌汽车传动轴万向节塑料衬套收缩率

材 料	成 型 收 缩 率 (%)	后 处 理 收 缩 率 (%)
聚甲醛(加有不同填料)	外径 3 左右 内径 3 左右	外径 0.2 左右 内径 0.6 左右
尼龙-66	外径 2.3 左右 内径 1.8 左右	外径 0.3 左右 内径 1.1 左右

二、选材及性能测试

塑料作为轴承材料应用，除了应考虑材料本身的物理机械性能外，应该特别注意它的耐磨性和减摩性。可以作为轴承材料应用的塑料有许多品种：如热塑性塑料中的尼龙、聚甲醛、氯化聚醚、聚四氟乙烯以及新近出现的 P. P. O（聚苯撑氧）和聚酰亚胺等。热固性塑料中的增强酚醛塑料，也能适用特殊场合（如水润滑）应用。

尼龙（聚酰胺塑料）是我国目前产量较多应用较普遍的一种工程塑料，具有一定的机械

强度、良好的耐油性和耐磨性，可以在一定的工作条件下作为轴承使用。国内各汽车生产厂、修配厂以及其他应用部门等，对于尼龙用作摩擦零件已取得了一定的成效。尼龙 66 相对于尼龙 6 和尼龙 1010 有较高的工作温度，较好的刚性和抗蠕变性能。

聚甲醛是近年发展起来的新颖工程塑料。由于它的高耐磨性，低摩擦系数和其他一些优良的机械物理性能（如高抗张强度、高蠕变强度、刚性、韧性、尺寸稳定性等），越来越受到重视。聚甲醛在很多性能上并不亚于尼龙，而且原料来源丰富，合成成本较低，因此是一种很有发展前途的工程塑料。

根据多快好省的原则，结合我国国情，考虑到原材料立足国内及大规模生产应用时的经济成本及生产效率问题，我们选择聚甲醛和尼龙-66 作为成型万向节塑料衬套材料。

（一）物理机械性能试验规范

1. 冲击试验：在 W. P. M. 10/5（民主德国）试验机上进行。试样尺寸 $10 \times 15 \times 120$ （毫米），摆锤重 10 公斤，跨距 70 毫米。

2. 硬度：在 Wilson 洛氏硬度计（美国）上测定。试样尺寸 $10 \times 10 \times 15$ （毫米），钢球 $\phi 1/4$ ”，载荷 100 公斤。

3. 抗压强度：在 Los 金属用抗压试验机上进行。试样尺寸 $10 \times 10 \times 15$ （毫米），加压至试样变形 10% 时测得的数据。

4. 负载变形：委托上海市塑料研究所测定。

变形：50°C，1000Lbs（460 公斤/厘米²），3 小时的变形量（%）。

回复：取消负荷后，在 50°C 保持 1 小时，再在室温中保持半小时的回复量（%）。

5. 马丁耐热性：按化工部标准 HG2-154-65 方法，在马丁氏耐热试验箱中进行。试样尺寸 $10 \times 15 \times 120$ （毫米）。

6. 线膨胀系数：参照化工部标准 HG2-147-65 方法，在自装的热膨胀仪上进行测定。试样尺寸 $\phi 10 \times 100$ （毫米），分别测自 0~40°C（化工部标准）和 40~80°C（非标准）的线膨胀系数。

7. 阿姆斯勒摩擦磨损试验：在 Amsler 摩擦磨损试验机（日本）上进行。试样尺寸 $6 \times 7 \times 30$ （毫米），总负荷 30 公斤，转速 185 转/分（相当于 0.39 米/秒）。磨耗时间 180 分钟，磨盘材料 45 钢淬硬（ $R_c 50$ 左右），直径 $\phi 40$ 毫米。

（二）试验结果及对比分析

尼龙具有一定的耐磨性，但干摩擦性能较差。聚甲醛的摩擦磨损性能，在热塑性塑料中是较好的一种。它具有良好的自润滑性，用作摩擦部件，能在无油润滑或少油润滑情况下工作。据介绍聚甲醛的 PV 值要比尼龙高，并且在相当的速度范围内稳定，静摩擦和动摩擦系数基本一致，因此聚甲醛作为塑料轴承，具有其突出的优点。

但是，无论是聚甲醛或是尼龙，都存在着一般热塑性塑料所具有的缺点，如导热系数小、膨胀系数大，耐热性能差等。在高速高负荷工作条件恶劣的地方难于胜任。因此除了必须根据塑料的特性作合理设计外，选择一些合适的填充料进行改性，弥补它的缺点，进一步提高轴承性能是非常必要的。不同塑料在加入不同填料后，对其性能的改进程度不同。因此要得到预期的具有某种特殊性能的塑料，填料的选用必须经过仔细地试验研究。

以前曾选择二硫化钼，石墨、滑石粉等作为填料，但效果不佳。用不同量碳素纤维，氟纤维，氟塑料粉，铅粉、铝粉等（树脂 100 份为基础）加于聚甲醛或尼龙-66 中，作了摩擦磨

损性能与机械物理性能对比试验, 结果列于表4。可以看到, 聚甲醛较尼龙-66, 有显著优越的摩擦磨损性能。其他各项性能也比尼龙-66好。尼龙-66中加进碳素纤维, 除冲击韧性下降外, 其他各项性能均有显著改善。

表4 各种材料配方的物理机械性能

编号	材料配方	抗冲强度 (公斤-厘米/厘米 ²)	硬度 HR _m	抗压强度 (公斤/厘米 ²)	负载变形		马丁耐热 (°C)	线胀系数 × 10 ⁻⁵ /°C		摩擦磨损		
					变形	回复量		0~40°C	40~80°C	磨損量 (毫克)	磨痕寬度 (毫米)	摩擦系数 μ
C	聚甲醛 (吉林石油联合化工厂)	99	75.8	1215.0	2.22	64.2	56.5	10.9	14.2	7.0	6.4	0.44
C ₁	聚甲醛+碳素纖維 100份 5份	61	71.7	1084.0	2.11	63.8	70.2	7.9	9.2	4.2	5.6	0.22
C ₂	聚甲醛+碳素纖維+氟纖維 100份 2.5份 2.5份	76	70.2	1081.8	2.14	62.6	62.7	8.8	11.9	5.8	5.9	0.20
C ₃	聚甲醛+氟纖維 100份 5份	73	72.7	1080.9	1.96	55.8	54.7	11.0	14.1	1.5	3.2	0.25
C ₄	聚甲醛+玻璃纖維+氟纖維 100份 6份 2份	66	70.4	920.5			79.0	7.86	8.1	27.3	8.8	0.43*
C ₅	聚甲醛+碳素纖維+氟粉 100份 10份 5份	67	68.4	898.6			76.8	5.88	6.63	12.6	6.7	0.26
C ₆	聚甲醛+氟粉 100份 5份	55	70.0	799.7			60.0	10.6	14.5	1.7	3.1	0.23
C ₇	聚甲醛+鋅粉 100份 10份	68	66.2	894.1			66.0	7.6		64.6	11.2	0.31
C ₈	聚甲醛+鋅粉+氟粉 100份 10份 5份	67	65.0	926.0			68.0	8.0		33.3	8.5	0.34
C ₉	聚甲醛+鋅粉 100份 25份	49	67.2	927.6			60.5	8.1	13.3	3.8	3.5	0.31
C ₁₀	聚甲醛+鋅粉+氟粉 100份 25份 5份	77	66.8	868.4	1.38	73.8	58.5	9.3	13.8	3.3	2.9	0.22
C ₁₁	聚甲醛+碳素纖維+氟粉 100份 3份 5份	81	68.7	912.4			62.0	7.4	11.0	8.0	4.6	0.20
H	聚甲醛 (西德进口 Hostaform C)	91	74.9	1156.2	2.42	71.8	52.7	12.1	15.8	3.6	4.9	0.40
H ₁	聚甲醛+碳素纖維+氟粉 100份 10份 5份	61	68.1	888.0			70.3	6.15	8.0	6.3	5.4	0.19
H ₂	聚甲醛+碳素纖維+氟纖維 100份 10份 5份	47	69.4	860.5			74.5	5.65	6.44	4.2	4.8	0.29
N	尼龙-66 (上海合成纖維一厂)	31	75.0	1060.3	3.08	64.5	53.7	8.9	14.2	33.1	9.4	0.45*
N ₁	尼龙-66+碳素纖維 100份 5份	11	84.5	1374.7	2.57	65.9	60.7	6.1	7.9	7.5	6.6	0.38*

注: 1. 各种性能指标系3~5次测量的平均值。

2. 由于各批测量时的室温条件不一样(自0~35°C), 故各项性能指标不能作绝对比较。

3. 有*号者系数据波动较大或数值不稳定。

4. 部分试样有缩孔。

5. 全部试样都经后处理。

6. 填料的含量均以树脂100份为基础(重量比)。

7. 国产聚甲醛塑料在配方中均加入0.5%“2246”及0.1%双氰胺作为稳定剂。

在聚甲醛中加进铝粉的目的, 在于提高其导热性能, 光反射及防老化, 但对耐磨性能影响很大, 因此不能使用。在塑料中加进玻璃纤维, 可以提高刚性和耐热性, 但在聚甲醛中加进玻璃纤维即使小于6%左右, 除了耐热性有所提高, 线胀系数相对下降外, 摩擦系数增大, 耐磨性下降, 把对磨钢盘磨损得很厉害, 因此也不宜使用。碳素纤维的作用与玻璃纤维相似, 除提高刚性和耐热性外, 还能提高耐磨性, 但加入量必须合适, 含量太高则反而恶化摩擦磨损性能。试验证明, 碳素纤维含量最好不超过5%。在聚甲醛中加入聚四氟乙烯纤维或聚四氟乙烯粉效果是很突出的, 摩擦系数降低了一倍, 耐磨性提高了三倍多。但是对其他各项机械物理性能则补益不大, 冲击强度却有所下降, 收缩率也较大。据介绍, 聚四氟乙烯加于

聚甲醛中，在滑动速度较低时，可以成十倍地提高 PV 极限值。因此是比较有前途的轴承材料。我们在聚甲醛加聚四氟乙烯的基础上，再加进适量金属铅粉，更进一步提高了材料的自滑润性、耐磨性，负荷承载能力及导热性，大大提高了轴承性能。

三、台架试验

伟大领袖毛主席教导我们：“要过细地做工作。要过细，粗枝大叶不行，粗枝大叶往往搞错。”汽车传动轴万向节上塑料轴承的应用是一项新生事物，必须打破框框，敢想敢干。也必须有严格的科学态度，“要过细地做工作”，才能取得成功。传动轴万向节轴承在汽车上是工作条件最苛刻的轴承之一。承受的负荷很大，特别是在道路条件恶劣又缺少保养的情况下，塑料能否胜任，关系到行车安全问题。因此在装车道路考验之前，在台架上作模拟试验是必要的。

根据实验室性能测试的初步结果，我们选择了若干组配方的材料，压制成塑料衬套，在上海汽车传动轴厂的解放牌汽车传动轴台架试验台上，进行对比考核。该试验台系全封闭性，有两根工作条件完全相同的传动轴，在每根传动轴上前后可以各装一个万向节，其尺寸完全与解放牌汽车一致。试验台运转时的振动频率为 21 次/分钟，传动轴的振动角度为 27° 。扭矩和转动速度可以调节。扭矩为 0~59 公斤-米。运转条件列表 5。

表 5

档 位	I	II	III	IV	V	例
轉数: 轉/分钟	227	476	890	1421	1755	190
速度: 公里/小时	5.652	11.869	22.043	35.230	42.010	4.8984

试验时将两组对比材料分别装在三根传动轴上。每根传动轴前、后端各装的是同一种材料，这样，两根传动轴的前端跟前端比较，后端跟后端比较。由于试验台前端万向节靠近发动机及滑键槽，受环境温度影响较严重，再加上振角较大，因此，前端的工作条件要比后端更恶劣些。试验前测量塑料衬套尺寸，并用丙酮擦去轴及衬套的表面油污。装配时防止接触油脂，保证台架试验在完全干摩擦的条件下进行。试验过程中和结束时，用半导体表面点温计测量衬套表面的温度。试验结束后，将塑料衬套拆开检查，并测量其磨损尺寸及表面情况。

第一批进行五组共十种材料的对比试验，试验结果见表 6。

试验条件：室温： $27\sim 31^\circ\text{C}$ ，试验时间：2 小时，扭矩：54 公斤-米，速度：II 档，476 轉/分钟（11.869 公里/小时），振动频率：21 次/分钟，振动角度： 27° 。

从表 6 可以看出，在同样干摩擦条件下，尼龙轴承温升很高，蠕变和磨损都很严重。而聚甲醛轴承情况较好。进口聚甲醛和国产聚甲醛比较，前者温升较低，蠕变和磨损较小。加有碳纤维或（和）氟纤维的聚甲醛轴承，似乎比白料较好。但加氟纤维或（和）加碳纤维之间的性能差异未能反映出来，拟继续作强化试验，以进一步比较。P. P. O 和聚酚氧两种新材料，由于装配时配合过紧，同时质量尚未完全过关，因此试验结果只作参考。但从初步试验可以看出，聚酚氧轴承蠕变极为严重，无法应用。而 P. P. O 温升较低，蠕变磨损都较小，可以进一步继续试验。

第二批进行三组共六种材料的强化对比试验, 试验结果见表7。

表6 解放牌汽车传动轴万向节塑料轴承台架试验 (第一批)

試驗組号	材 料 配 方	前 端			后 端		
		磨 損 尺 寸 (毫米)	塑料表面温升 (°C)	試 驗 情 况	磨 損 尺 寸 (毫米)	塑料表面温升 (°C)	試 驗 情 况
I	C 聚甲醛白料 吉林石井沟联合化工厂	∥ 0.00~0.025 ⊥ 0.005~0.045	50~74	蠕变不明显, 塑料表面局部脱皮, 轴发烫, 端面摩擦有铁锈。	∥ 0.005~0.010 ⊥ 0.010~0.040	33~48	情况较好, 蠕变不明显, 轴端有摩擦。
	N 尼龙-66白料 上海合成纤维一厂	∥ 0.025~0.080 ⊥ 0.035~0.120	57~135	蠕变严重, 塑料表面烧焦脱皮, 轴发烫厉害, 端面摩擦。	∥ 0.010~0.060 ⊥ 0.055~0.130	41~70	蠕变较严重, 塑料表面局部烧焦, 轴发烫, 但情况比前端好些。
II	C ₁ 国产聚甲醛+碳素纤维 100份 5份	∥ 0.00~0.010 ⊥ 0.025~0.040	53~68	蠕变不明显, 塑料表面局部起皮, 轴发烫, 端面摩擦有铁锈。	∥ 0.00~0.020 ⊥ 0.005~0.045	42~49.5	情况良好, 没有蠕变。
	N ₁ 国产尼龙-66+碳素纤维 100份 5份	∥ 0.030~0.050 ⊥ 0.080~0.210	82~106.5	蠕变严重, 塑料表面烧焦脱皮, 轴发烫厉害。	∥ 0.00~0.090 ⊥ 0.020~0.130	50~63	有不太明显的蠕变, 塑料表面局部烧焦, 轴发烫, 但情况比前端好些。
III	H 聚甲醛白料 西德 Hostaform C9020	∥ 0.00~0.035 ⊥ 0.00~0.055	57~61	蠕变不明显, 塑料表面局部起皮。	∥ 0.015~0.030 ⊥ 0.030~0.040	38~41	情况良好, 没有蠕变。
	H ₁ 西德聚甲醛+碳素纤维+氟塑料粉 100份 10份 5份	∥ 0.00~0.015 ⊥ 0.025~0.050	55~64	蠕变不明显, 塑料表面局部起皮。	∥ 0.010 ⊥ 0.020~0.055	33~37	情况良好, 没有蠕变。
IV	C ₂ 国产聚甲醛+碳素纤维+氟纤维 100份 2.5份 2.5份	∥ 0.00~0.005 ⊥ 0.040~0.065	53~68	蠕变不明显, 塑料表面局部起皮。	∥ 0.00~0.015 ⊥ 0.025~0.060	40~44	情况良好, 没有蠕变。
	C ₃ 国产聚甲醛+氟纤维 100份 5份	∥ 0.00~0.025 ⊥ 0.045~0.065	55~63	蠕变不明显。	∥ 0.010~0.025 ⊥ 0.015~0.035	38~40	情况良好, 没有蠕变。
V	P. P. O 聚苯撑氧 上海红旗塑料厂	∥ 0.00~0.015 ⊥ 0.00~0.025	54~59	情况良好, 塑料表面没有蠕变磨损现象。	∥ 0.00~0.005 ⊥ 0.00~0.020	37~40	情况良好, 塑料表面没有蠕变, 磨损现象。
	聚 酚 氧 广州化工研究所	∥ 0.00~0.320 ⊥ 0.00~0.410	60~71	蠕变极为严重, 塑料已经挤出孔座。	∥ 0.00~0.070 ⊥ 0.005~0.170	43~47	蠕变严重, 塑料挤出孔座。

表7 解放牌汽车传动轴万向节塑料轴承台架试验 (第二批)

試驗組号	材 料 配 方	前 端			后 端		
		磨 損 尺 寸 (毫米)	塑料表面温升 (°C)	試 驗 情 况	磨 損 尺 寸 (毫米)	塑料表面温升 (°C)	試 驗 情 况
I	P. P. O 聚苯撑氧 上海红旗塑料厂	蠕变严重 无法测量	67~72	蠕变极为严重, 塑料挤出孔座。	∥ 0.00~0.01 ⊥ 0.00~0.02	45~48	情况良好, 表面没有蠕变磨损现象。
	H 聚甲醛白料 西德 Hostaform C9020	∥ 0.00~0.005 ⊥ 0.005~0.015	47~49	蠕变不明显, 情况较好。	∥ 0.00 ⊥ 0.005~0.010	40~44	情况良好, 表面没有蠕变磨损现象。
II	C ₁ 国产聚甲醛+碳素纤维 100份 5份	∥ 0.00~0.025 ⊥ 0.010~0.080	75~84	蠕变较明显, 磨损严重, 最大处达0.63毫米。	∥ 0.01~0.015 ⊥ 0.01~0.02	47~53	情况较为良好, 蠕变不明显。
	C ₃ 国产聚甲醛+氟纤维 100份 5份	∥ 0.005~0.040 ⊥ 0.00~0.035	65~75	情况较为良好, 蠕变不明显, 局部有少量磨损。	∥ 0.005~0.01 ⊥ 0.01~0.025	41~50	情况良好, 蠕变磨损均不明显。
III	C ₂ 国产聚甲醛+碳素纤维+氟纤维 100份 2.5份 2.5份	∥ 0.00~0.005 ⊥ 0.040~0.085	67~77	有不明显的蠕变和局部磨损。	∥ 0.00~0.005 ⊥ 0.01~0.035	47~52	情况良好, 无明显的磨损与蠕变。
	H ₁ 进口聚甲醛+碳素纤维+氟粉 100份 10份 5份	∥ 0.00 ⊥ 0.01~0.055	64~77	表面有局部磨损, 但蠕变较小。	∥ 0.00~0.01 ⊥ 0.005~0.03	47~51	情况良好, 无明显的磨损与蠕变。

注: 第 I 组 P. P. O 经过 8 小时的试验 (其中开始 2 小时用 II 档速度)。

试验条件: 室温: 29~35°C, 试验时间: 6 小时 (其中 P. P. O 已用 II 档作过 2 小时, 再加本次共 8 小时), 扭矩: 54 公斤-米, 速度: III 档 890 轉/分钟(22.043 公里/小时), 振动频率: 21 次/分钟, 振动角度: 27°。

从试验结果可以看出, 加有氟纤维的聚甲醛比加碳素纤维为好, 前者磨损蠕变较小, 后者蠕变明显磨损严重, 这可能是由于碳素纤维摩擦性能较差的缘故。

P. P. O 与聚甲醛比较, 前端的 P. P. O 轴承经过 8 小时的试验 (其中开始 2 小时用 II 档速度) 已经损坏, 估计是与材料本身质量及轴承配合间隙不合适有关。而聚甲醛轴承情况较好, 磨损与蠕变均不明显。

第三批进行两组共四种材料的进一步强化对比试验, 试验结果见表 8。

表 8 解放牌汽车传动轴万向节塑料轴承台架试验 (第三批)

試驗組分	材 料 配 方	前 端			后 端		
		磨 損 尺 寸 (毫米)	塑料表面温升 (°C)	試 驗 情 况	磨 損 尺 寸 (毫米)	塑料表面温升 (°C)	試 驗 情 况
I	H 聚甲醛白料 西德 Hostaform C9020	∕ 0.00~0.20 ⊥ 0.085~1.775	59~68	磨损严重, 运转两天后即有很多塑料磨屑, 43 小时拆开检查蠕变非常厉害。	∕ 0.015~0.06 ⊥ 0.03~0.06	43~47	情况较前端好。
	C ₃ 国产聚甲醛 + 氟纖維 100 份 5 份	∕ 0.01~0.045 ⊥ 0.055~0.09	50~68	磨损不太严重, 蠕变也不甚明显, 可以继续运转。	∕ 0.005~0.02 ⊥ 0.005~0.16	42~47	情况较好, 但个别塑料衬套上因嵌有杂质, 磨损较厉害。
II	H ₁ 进口聚甲醛 + 碳素纖維 + 氟粉 100 份 10 份 5 份	∕ 0.13~0.70 ⊥ 0.11~0.37		蠕变不明显, 但磨损严重, 温升较高, 后期因磨损造成松动被迫停止运转。	∕ 0.015~0.20 ⊥ 0.105~0.295		蠕变不明显, 磨损较前端小, 温升较高。
	C ₂ 国产聚甲醛 + 碳素纖維 + 氟纖維 100 份 2.5 份 2.5 份	∕ 0.05~0.145 ⊥ 0.195~0.36		蠕变不明显, 但磨损较显著, 温升不厉害, 且越来越低。	∕ 0.015~0.15 ⊥ 0.12~0.29		蠕变不明显, 磨损比前端更小, 温升更低。

注: 1. 第 I 组試驗因中途檢修电路停車, 一共运转 43 小时, 里程数为 947.85 公里, 全部过程系間断試驗, 每天 8 小时。

2. 第 II 组試驗运转 6 小时后会拆开检查过, 后重新装上, 继续运转 66 小时, 共 72 小时, 里程数为 1587.1 公里, 全部过程系間断試驗, 每天 8 小时, 其中有一天曾連續运转 13 小时。

试验条件: 室温: 31~35°C, 试验时间: 40 小时以上, 扭矩: 54 公斤-米, 速度: III 档 890 轉/分钟 (22.043 公里/小时), 振动频率: 21 次/分钟, 振动角度: 27°。

从试验结果可以看出, 国产聚甲醛添加 5 份氟纤维后, 轴承运转性能大大超过了进口聚甲醛白料。经过 43 小时的考验, 进口聚甲醛蠕变非常厉害, 磨损也很严重, 最大处有 1.8 毫米, 已不能继续使用。加有氟纤维的聚甲醛轴承, 情况尚好, 可以继续运转。

其次, 添加较少量碳素纤维和氟纤维的聚甲醛 (国产料) 轴承, 也比添加较多量碳素纤维和氟粉的聚甲醛 (进口料) 轴承为好。经过 72 小时考验, 后者磨损严重, 最大处有 0.7 毫米, 造成轴配合松动, 无法继续运转。而前者磨损较小, 塑料衬套表面情况较好。

从试验也可以看出, 添加碳素纤维会影响轴承的摩擦磨损性能。添加量越多轴承的耐磨性变差, 故碳素纤维以不加或添加少量为合适。

因时间匆促, 台架试验台中途又因其他原因拆卸, 有一些配方 (加有氟粉和铅粉的聚甲醛材料) 未能进行台架试验。但从其他配方的台架试验结果来看, 应与实验室的选材性能测试结果基本一致。

从性能测试和台架试验分析, 尼龙-66 由于其干摩擦性能较差, 作为万公里不保养的汽车传动轴万向节轴承是不合适的。但目前尼龙-66 料源较多, 国内汽车运输、维修行业较普遍应用, 故在装车时也装一部分, 考核在正常保养情况下, 与滚针作使用寿命对比。

加有氟纤维、氟粉和铅粉的聚甲醛材料, 从性能测试和台架试验的结果看来, 作为万公里不保养的汽车传动轴万向节轴承, 比较有帮助, 故装车试验中重点考核在万公里不保养时的性能及使用寿命。

四、道路试验

伟大领袖毛主席教导我们:“世界上怕就怕‘认真’二字, 共产党就最讲‘认真’。”

对于任何一种新材料新技术的应用, 在可能条件下进行实验室研究及模拟试验外, 更重要的是生产实践的考验, 才能较全面地认识发现问题。汽车传动轴万向节轴承是汽车传动系统中的一个重要受力零件, 在行驶过程中, 经受各种压力和冲击力的作用, 工作条件是很恶劣的。塑料轴承最终能否应用成功必须选择一系列典型的试验条件进行大量的道路考验, 才能确定。

根据我国的气候特点、道路情况, 从备战出发, 选择了有代表性的六个试验点。每个地区各装 20 台左右的试验车, 进行数月至一年以上的行车考验。虽然装车至检测时间不太长, 但这些试验车都已行驶一万至数万公里以上, 使用情况良好, 大部分仍在继续使用试验中。可以说明塑料轴承的应用是成功的。

试验车装有不同填充料(氟塑料粉, 氟纤维, 碳素纤维, 铅粉, 二硫化钼等)的改性聚甲醛和尼龙-66 轴承。除尼龙-66 因干摩擦性能较差, 仍按原滚针规程进行保养外, 其他聚甲醛轴承均进行万公里不保养及一次保养直至损坏为止的破坏性试验。在装车前经过分组、编号, 并测量纪录各项原始数据(如塑料衬套压配后的内径, 轴的外径, 配合间隙等)。装配后衬套与轴的配合间隙一般控制在 0.15~0.25 毫米范围内, 衬套压配过盈量一般在 0.3 毫米左右。装车时将轴和塑料衬套涂上润滑脂后与传动轴进行组装。尽量避免灰砂、脏物落入, 经试车运转正常, 即可满载进行道路试验。

在行车试验过程中, 随时掌握各试验车的运行动态, 了解塑料轴承的使用性能及司机反映情况。每行驶一万公里左右(破坏性试验及因其他原因中途无法测检者除外)进行一次检测, 观察、测量轴和塑料衬套的磨损及表面变化, 是否有蠕变、烧伤、碎裂或其他损坏现象。将各项测量数据、观察情况和使用反映, 进行分析并作详细记录。

试验分三个项目进行:

1. 装配时一次涂油, 以后每一万公里保养一次。考核塑料轴承的使用寿命。
2. 装配时一次涂油, 以后不再保养, 直至损坏。考核塑料轴承使用寿命。
3. 按原滚针规程定期保养。考核塑料轴承与滚针轴承对比的使用寿命。

(一) 道路试验情况

1. ××山区:

试验目的: 在山区道路条件下, 塑料代替滚针的可能性。

试验单位: ××省汽车运输公司。

试验条件: 沿海潮湿气候, 坡度 10° 左右的山区道路。

试验概况: 1968 年 1 月开始, 在该运输段的一部分货车和客车上, 试装了 25 台解放牌

汽车。当时采用的主要是不带底的尼龙-66衬套及少部分氯化聚醚衬套。经过一年多的行车试验,大部分都行驶在四万公里以上,客车的情况比货车更好一些,有的已行驶到六万公里。除氯化聚醚衬套早期蠕变比较严重拆换外,尼龙-66衬套使用情况尚好,一般磨损量在0.3~0.5毫米左右,因蠕变而挤出的高度约1.1~2.2毫米。而轴的磨损量很小,只有0.015~0.045毫米,且很光亮,可以延长使用寿命。

2. ××山区:

试验目的:山区多黄土、灰砂道路条件下,塑料代替滚针的使用情况。

试验单位:××专区运输公司汽车队。

试验条件:干燥、多灰砂、黄土,最高温度42℃,最低温度-15℃。山区道路崎岖,坡高弯急。道路技术概况见表9。

表9 ××地区公路技术概况表

公 路 条 件	等 级	全 长 (公里)	平均路面宽度 (米)	平均路基宽度 (米)	最小转弯半径 (米)	15°以上的 弯路总数	最大坡度
南 线	V	210	4	6	11	15	28°

试验概况:1968年9~10月间,在××汽车队装了5台加有不同填充料(氟塑料粉、氟纤维、碳素纤维、二硫化钼等)的聚甲醛和尼龙-66衬套试验车和滚针轴承进行对比试验。按滚针规程进行保养。1969年5月份检测时,都已行驶3~4万公里以上,使用情况良好。一般磨损量在0.2~0.5毫米左右(尚在继续使用),深受工人同志所欢迎。

表10 ××地区道路试验概况表

車 型	測 檢 車 數	軸 承 材 料 配 方	保 养 情 况	行 駛 里 程 及 試 驗 情 况	塑料衬套 承压面磨损量(毫米)		
					前 端	中 端	后 端
解 放 牌	4	国产聚甲醛+氟塑料粉 100份 5份	按原滚针规程 定期加油保养	3台試驗車分別已行駛33399, 40899, 41399公里,情况良好,仍繼續使用。		0.25~ 0.54	0.22~ 0.46
		国产聚甲醛+氟纖維 100份 5份		2台試驗車分別已行駛40899, 41399公里,情况良好,仍繼續使用。	0.20~ 0.40	0.21~ 0.45	
		国产聚甲醛+氟纖維+碳素纖維 100份 2.5份 2.5份		2台試驗車分別已行駛33399, 40899公里,情况良好,仍繼續使用。	0.30~ 0.43	0.27~ 0.31	
		西德进口聚甲醛		該試驗車行駛33399公里,情况良好,仍繼續使用。	0.36~ 0.41		
		国产尼龙-66+MoS ₂ (2%)		2台試驗車分別已行駛40899, 41399公里,情况良好,仍繼續使用。	0.22~ 0.39	0.12~ 0.23	0.13~ 0.47
		滚 针		未測量			

注:1.該試驗点本次仅检测4台,其余車輛因分散,未能測量。
2.每个万向节总成的四个轴上装不同材料配方的塑料衬套。
3.本表中所列磨损量数据相对应的里程数不一定相同。

3. ××地区:

试验目的:考验塑料轴承在低温下的使用性能。

试验单位:××汽车运输分公司。

试验条件: 气候严寒, 冬季长达半年, 最低温度 -40°C 左右。矿区地形多丘陵, 坡陡弯急, 雨季路面泥泞难行, 冬季冰雪封冻。

试验概况: 1968年9~10月间于该地区装了13台加有不同填充料(氟塑料粉, 氟纤维, 碳素纤维, 二硫化钼等)的聚甲醛和尼龙-66衬套试验车和滚针进行对比试验。按滚针规程进行保养。经过一个冬天的行车, 到1969年5月份检测时, 这些车辆分别已行驶二万六千至四万公里左右。除加有二硫化钼的尼龙-66衬套经受不住寒冷考验, 早期碎裂外, 其余材料使用情况良好, 一般磨损量 $0.2\sim 0.4$ 毫米左右(尚在继续使用)。有部分车辆因调往其他地区未能检测。

表11 ××地区公路技术概况表

公 路	条 件	等 级	平均路面宽度 (米)	平均路基宽度 (米)	最小转弯半径 (米)	15°以上的 弯路总数	最大坡度	货车车速 (公里/小时)
矿区公路		V	3.5	5	12		18°	45~50

表12 ××地区道路试验概况表

車 型	測 檢 重 數	軸 承 材 料 配 方	保 养 情 况	行 駛 里 程 及 試 驗 情 况	塑料衬套 磨損量(毫米)		
					前 端	中 端	后 端
解 放 牌	3	国产聚甲醛+氟塑料粉 100份 5份	按原滚针规程 定期加油保养	2台試驗車分別行駛26125, 31870 公里情况良好, 繼續使用。	0.08~ 0.25		0.02~ 0.03
		国产聚甲醛+氟纖維 100份 5份		3台試驗車分別行駛26125, 31870, 39656公里情况良好, 繼續使用。	0.05~ 0.30	0~0.40	0.02~ 0.12
		国产聚甲醛+氟纖維+碳素纖維 100份 2.5份 2.5份		3台試驗車分別行駛26125, 31870, 39656公里情况良好, 繼續使用。	0.10~ 0.25	0.05~ 0.46	0.04~ 0.31
		西德进口聚甲醛		3台試驗車分別行駛26125, 31870, 39656公里情况良好, 繼續使用。	0.06~ 0.18	0~0.34	0.04~ 0.29
		国产尼龙-66+MoS ₂ (2%)		3台試驗車在行駛过程中, 絕大部 分尼龙-66衬套碎裂损坏	0~0.38*	0.05~ 0.27*	0~0.06*
		滚 針		未測量			

注: 1. 該試驗点仅檢測3台車, 分別进行过2~∞次測量, 其余車輛因分散, 未能測量。

2. 每个方向节总成的四个軸上裝不同材料配方的塑料衬套。

3. 本表中所列磨損量数据相对应的里程数不一定相同。

4. 有*者数据系由尚未损坏之衬套所測得, 不包括已經碎裂损坏者。

4. ××地区:

试验目的: 考验塑料轴承在炎热气候、日光老化及多海风腐蚀情况下的使用性能, 以及万公里不保养的可能性。

试验单位: ××交通运输服务站。

试验条件: 高温季长, 最高温度达 45°C 。多海风, 多雨。道路技术概况见表13。

试验概况: 本地区共装四种材料, 每种材料各装5台车。除尼龙-66仍按原滚针规程进行保养外, 其余三种加有不同填充料(氟塑料粉, 铅粉和氟纤维)的改性聚甲醛轴承, 均进行万公里不保养试验。

从1969年3月份装车到8月份, 行车里程最高者已达三万五万公里以上。中间经过三次检测。其中以加有铅粉, 氟塑料粉混合填料的聚甲醛轴承为最好, 全部达到和超过一万公里

不保养的指标（有的加油间隔里程达一万八千公里以上）。磨损量仅 0.2~0.6 毫米左右，现在仍在继续使用试验。单独加有氟塑料粉和氟纤维的聚甲醛轴承，也大部分达到万公里不保养的指标，但轴承使用寿命较短，行驶 1~2 万公里以后，有的就早期损坏。磨损量较大，最大者达 1 毫米左右。蠕变也较严重，个别的已磨穿，挤出孔座，不能继续使用试验。按期加油保养的尼龙-66 轴承，已行驶 2~3 万公里，磨损量从 0.1~0.9 毫米，有些早期损坏，大部分仍在继续使用试验。见表14。

表 13 × × 地区公路技术概况表

条 件 公 路	等 级	全 长 (公里)	桥 梁		平均路面 宽 度 (米)	平均路基 宽 度 (米)	最小转弯 半 径 (米)	15° 以上 的 弯 路 总 数	最大 坡 度	车速(公里/小时)			路面最 高海拔
			等 级 或 限制载重	单 项 通 过 狭 桥 总 数						公路设计允许	监 理 所	客 车	
东 线	VJ	309	汽13级		3.5	7	11	951	12.8°	50	45	50	225
中 线	V	298	汽13级	0	5.5	8	20	846	9.0°	60	45	50	670
西 线	VVI	420	10以下		3.0	7.5	16	934	13.0°	50~60	45	50	165

表 14 × × 车队道路试验概况表

车型 解放 CA	测 检 车 数	轴 承 材 料 配 方	保 养 情 况	行 驶 里 程 及 试 验 情 况	塑料衬套 承压面磨损量(毫米)		
					前端	中端	后端
货	4	CFPb 聚甲醛+氟塑料粉+铅粉 100份 5份 25份	平均加油保养间隔 里程达一万公里以上， 最长者间隔 18,370公里。	5台试验车平均行驶里程25,003公 里，其中最短者行驶16000公里左 右，有个别塑料衬套磨损严重拆换。 最长者已行驶35,625公里，工作情况 良好，仍在继续使用。全部达到和超 过万公里不保养的指标。	0.20~0~ 0.75*	0~ 0.60	0.15~ 0.57
货	4	CF ₁ 聚甲醛+氟塑料粉 100份 5份	平均加油保养间隔 里程一万公里左右， 最长者间隔16,876公 里。	5台试验车平均行驶里程25,855公 里，其中最短者行驶10,000公里左 右，塑料衬套严重磨损，个别达1毫 米左右，损坏拆换。一万公里以后， 又有部分衬套陆续损坏更换，仅有一 些行驶至二万公里以上。	0.18~0~ 1.04	0~ 0.43	0.04~ 1.83*
货	4	CF ₂ 聚甲醛+氟纤维 100份 5份	平均加油保养间隔 里程一万公里以上， 最长者间隔17,777公 里。	5台试验车平均行驶里程17,526公 里，其中有4台车行驶在15,000公里 以内，即有部分衬套磨损严重，损坏 拆换。仅1台客车使用情况较好，传 动轴后端万向节行驶35,000公里以上 仍未损坏。	0~ 0.69	0~ 1.38*	0~ 0.84
货	3	N ₆₆ 尼龙-66	按原滚针规程定期 加油保养。	5台试验车平均行驶里程27,051公 里，大部分车子行驶20,000~25,000 公里左右，即发现部分塑料衬套磨损 严重，有烧伤现象，损坏拆换。客车 行驶情况较好，已行驶30,000公里以 上。	0.05~ 0.81	0.07~ 0.86	0.10~ 0.93

注：1. 该试验点共进行过三次测检，由于各台试验车测检时行驶里程不一，有些中途塑料衬套损坏更换为滚针，本表中所列磨损量数据系从各试验车最末一次的测检数据中选取，故其相对应的里程数也不一致。
2. 本表中所列磨损量数据不包括个别磨穿损坏及无法测量者。
3. 有*号者系个别磨损特别严重的数据，不带有普遍性。

5. × × 地区：

试验目的：考验塑料轴承在高原的恶劣气候和道路条件下，长距离行驶以及万公里不保养的使用性能。