



中华人民共和国国家标准

GB/T 23893—2009/ISO 6691:2000

滑动轴承用热塑性聚合物 分类和标记

Thermoplastic polymers for Plain bearings—Classification and designation

(ISO 6691:2000, IDT)

2009-05-26 发布

2009-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 6691:2000《滑动轴承用热塑性聚合物 分类和标记》(英文版)。

本标准等同翻译 ISO 6691:2000。

为便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

——“本国际标准”一词改为“本标准”;

——用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;

——删除国际标准的前言;

——由于国际标准中规范性引用文件未列全,采标时我国增加了正文中引用的四个国际标准,分别是:ISO 1043-1《塑料 符号和缩略语 第1部分:基本聚合物及其特征性能》,ISO 1872-1《聚乙烯(PE)模塑和挤出材料 第1部分:标记系统和分类基础》,ISO 1874-1《塑料 模塑和挤塑用聚酰胺(PA)共聚物和均聚物 第1部分:命名》,ISO 7792-1《塑料 热塑性聚酯(TP)模塑和挤塑材料 第1部分:标记体系和基本规范》。

标准的附录 A 和附录 B 是资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国滑动轴承标准化技术委员会(SAC/TC 236)归口。

本标准起草单位:中机生产力促进中心、浙江长盛滑动轴承有限公司、浙江双飞无油轴承有限公司、浙江中达轴承有限公司。

本标准由全国滑动轴承标准化技术委员会秘书处负责解释。

本标准为首次发布。

滑动轴承用热塑性聚合物 分类和标记

1 范围

本标准规定了部分最常用的未填充的滑动轴承用热塑性聚合物的分类和标记体系。

本标准是根据聚合物不同性质,不同添加剂以及它们在滑动轴承上应用的相关信息来对这些未填充的热塑性聚合物进行分类。标记体系不包括所有特性,因此具有相同标记的聚合物并不是在任何情况下都能互换的。

本标准在列出影响选择滑动轴承用聚合物的一些基本参数的同时,还概述了最常用的未填充的热塑性聚合物性质及用途。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分:浸渍法、液体比重瓶法和滴定法 (GB/T 1033.1—2008, ISO 1183-1:2004, IDT)

GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分:总则 (GB/T 1040.1—2006, ISO 527-1:1993, IDT)

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分:模塑和挤塑塑料试验条件 (GB/T 1040.2—2006, ISO 527-2:1993, IDT)

GB/T 1040.3 塑料 拉伸性能的测定 第3部分:薄膜和薄片的试验条件 (GB/T 1040.3—2006, ISO 527-3:1995, IDT)

GB/T 1040.4 塑料 拉伸性能的测定 第4部分:各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件 (GB/T 1040.4—2006, ISO 527-4:1997, IDT)

GB/T 1040.5 塑料 拉伸性能的测定 第5部分:单向纤维增强复合材料的试验条件 (GB/T 1040.5—2008, ISO 527-5:1997, IDT)

GB/T 3682 热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定 (GB/T 3682—2000, idt ISO 1133:1997)

ISO 307 塑料 聚酰胺 黏度值的测定

ISO 1043-1 塑料 符号和缩略语 第1部分:基本聚合物及其特征性能

ISO 1628-5 塑料 用毛细管黏度计测定稀溶液中聚合物的黏度 第5部分:热塑性聚脂(TP)均聚物与共聚物

ISO 1872-1 聚乙烯(PE)模塑和挤出材料 第1部分:标记系统和分类基础

ISO 1872-2 聚乙烯(PE)模塑和挤塑材料 第2部分:试样制备和性能测定

ISO 1874-1 塑料 模塑和挤塑用聚酰胺(PA)共聚物和均聚物 第1部分:命名

ISO 1874-2 聚酰胺(PA)模塑和挤塑材料 第2部分:试样制备和性能测定

ISO 7148-2 滑动轴承 轴承材料摩擦特性试验 第2部分:聚合物基体轴承材料试验

ISO 7792-1 塑料 热塑性聚酯(TP)模塑和挤塑材料 第1部分:标记体系和基本规范

3 分类及标记体系

3.1 总则

热塑性聚合物是以模块体系为基础进行分类和标记的,模块体系由“描述模块”和“识别模块”组成。“识别模块”由“国家标准号模块”和“独立项模块”组成。对于所有热塑性聚合物的明确编码,“独立项模块”都分为五个数据模块。

“独立项模块”以对开线开始,各数据模块之间用逗号隔开。

数据模块 1~数据模块 5 各自包含的信息如下:

数据模块 1:材料符号(见 3.2);

数据模块 2:目的用途或加工方法(见 3.3);

数据模块 3:特殊性质(见 3.4);

数据模块 4:填充型或增强型材料的类型和含量(见 3.5);

数据模块 5:有关滑动轴承摩擦学特性的信息(见 3.6)。

每一数据模块中的字母和数字所代表的含义是不同的(见 3.2~3.6)。

数据模块 2 由 4 个位置组成,当第 2~4 的位置上至少使用了一位,但是没有给出位置 1 上的信息时,则位置 1 上应用字母 X 代替。位置 2~位置 4 上的字母应按字母表顺序排列。

当某一数据模块没有使用,则应用两个连续的数据模块分隔符,例如连续两个逗号(,,)表示出来。

第 4 章中给出了标记示例。

3.2 数据模块 1

热塑性聚合物的化学结构根据 ISO 1043-1 中规定的符号来标记。

表 1 材料化学结构及符号

热塑性聚合物		名称及化学结构
分组/名称	符号	
聚酰胺	PA 6	PA 6;ε-己内酰胺均聚物
	PA 6,浇铸	PA 6,浇铸;ε-己内酰胺均聚物
	PA 66	PA 66;己二胺己二酰及脂肪酰缩聚合反应的产物
	PA 12	PA 12;十二内酰胺
	PA 12,浇铸	PA 12 浇铸;PA 12
	PA 46	PA 46(聚己二酰丁二胺)
聚甲醛	POM	聚缩醛树脂(均聚物) 聚缩醛树脂(共聚物)
聚对苯二甲酸丁二酯	PET PBT	聚对苯二甲酸乙二醇酯 聚对苯二甲酸丁二醇酯
聚乙烯	PE-UHMW	超高分子量聚乙烯
	PE-HD	高密度聚乙烯
多氟烃	PTFE	聚四氟乙烯
聚酰亚胺	PI	通过加聚反应生成的聚酰亚胺可作为热固性塑料使用。通过缩聚反应生成的聚酰亚胺既可作为热塑性塑料,也可以作为热固性塑料使用,同时它也是酰亚胺共聚物。一些热塑性聚酰亚胺很明显的也是热固性酰亚胺,因为它们的热塑性温度范围在比分解温度要高。由于它们的中间位置,本标准对聚酰亚胺和酰亚胺共聚物只是略带介绍

表 1 (续)

热塑性聚合物		名称及化学结构
分组/名称	符号	
聚醚醚酮	PEEK	聚芳醚酮
聚偏二氟乙烯	PVDF	偏二氟乙烯的共聚物
聚苯硫醚	PPS	苯环和硫原子按照线性结构排列形成的聚苯硫醚(摩擦改性材料)
聚酰胺-酰亚胺	PAI	通过缩聚反应生成的聚酰胺-酰亚胺是一种很硬的无定形热塑性塑料。经过后固化的聚酰胺-酰亚胺零件不能再加工使用(“伪热固性塑料”)

3.3 数据模块 2

第一位字母给出了目的用途代码(见表 2)。

表 2 数据模块 2(位置 1)

代 码	目的用途
E	挤塑成型
G	一般用途
M	注塑成型
Q	压塑成型
R	滚塑成型
X	未指定

位置 2~位置 4 最多可以指示 3 种重要的性质和(或)添加剂(见表 3)。

表 3 数据模块 2(位置 2~位置 4)

代 码	目的用途
A	加工稳定性
F	特殊的燃烧性质
H	防热老化稳定性
L	光稳定性
R	脱模剂、隔离剂
S	爽滑剂、润滑剂

3.4 数据模块 3

3.4.1 总则

不同特性的等级是以字母和数字来编码的。

每一种热塑性聚合物标记的性质都是不同的。

制造公差规定了单一属性值落在某一区间之内或者之外。对于制造者来说,也就是注明用来标记热塑性聚合物的区间范围。

3.4.2 聚酰胺

聚酰胺在数据模块 3 中以黏数来标记。黏数按 ISO 1874-1 中规定,由两位数字(见表 4)表示,并用对开线和其后三位数字(见表 5)表示的弹性模量分隔开。

最后一个位置上,可以用字母 N 来表示快速凝固产品。

聚酰胺黏数应使用表 4 中所给的溶剂,按照 ISO 307 中的方法来确定。

聚酰胺弹性模量应在符合 GB/T 1040.1,GB/T 1040.2,GB/T 1040.3,GB/T 1040.4,GB/T 1040.5 中规定的干燥状态下,在符合 ISO 1874-2 的环境中测定。

表 4 聚酰胺黏数

聚酰胺	代 码	黏数/(mL/g)			
		溶 剂			
		96%硫酸/(m/m)		间甲酚	
		>	≤	>	≤
PA 6 PA 6,浇铸 PA 66	09	—	90	—	
	10	90	110		
	12	110	130		
	14	130	160		
	18	160	200		
	22	200	240		
	27	240	290		
	32	290	340		
	34	340	—		
PA 12 PA 12,浇铸	11	—		—	110
	12			110	130
	14			130	150
	16			150	170
	18			170	200
	22			200	240
	24			240	—

表 5 弹性模量

代 码	弹性模量/(N/mm ²)	
	>	≤
001	50	150
002	150	250
003	250	350
004	350	450
005	450	600
007	600	800
010	800	1 500
020	1 500	2 500
030	2 500	3 500
040	3 500	4 500
050	4 500	5 500

表 5 (续)

代 码	弹性模量/(N/mm ²)	
	>	≤
060	5 500	6 500
070	6 500	7 500
080	7 500	8 500
090	8 500	9 500
100	9 500	10 500
110	10 500	11 500
120	11 500	13 500
140	13 500	15 000
160	15 000	17 000
190	17 000	20 000
220	20 000	23 000
250	23 000	—

3.4.3 聚乙烯

聚乙烯是按照 ISO 1872-1 规定的,由两位数字(见表 6)代表的密度以及其后用对开线隔开的、用一个字母和三位数字(见表 7)表示的熔体质量流动速率(MFR)来标记。

基材的密度应在符合 ISO 1872-2 规定的环境中,按 GB/T 1033.1 中规定的方法来确定。

熔体质量流动速率应在 190 ℃温度下,施加 2.16 kgf(符号 D),按照 GB/T 3682 来测定。对于熔体质量流动速率<0.1 g/10 min 的热塑性聚合物,建议在 5 kgf(符号 T)载荷作用下进行试验;如果速率还是小于 0.1 g/10 min,则试验载荷应加大到 21.65 kgf(符号 G)。

符号 D、T、G 应在表 7 中所给的熔体质量流动速率代码前面。

表 6 密度

代 码	密度 ^a /(g/cm ³)	
	>	≤
15	—	0.917
20	0.917	0.922
25	0.922	0.927
30	0.927	0.932
35	0.932	0.937
40	0.937	0.942
45	0.942	0.947
50	0.947	0.952
55	0.952	0.957
60	0.957	0.962
65	0.962	—

^a 表中数据为未染色和未填充的 PE 材料的密度范围。

表 7 熔体质量流动速率(MFR)

代 码	熔体质量流动速率/(g/10 min)	
	>	≤
000	—	0.1
001	0.1	0.2
003	0.2	0.4
006	0.4	0.8
012	0.8	1.5
022	1.5	3
045	3	6
090	6	12
200	12	25
400	25	50
700	50	100

3.4.4 聚亚烷基对苯二酸酯

聚亚烷基对苯二酸酯的特殊性质是 ISO 7792-1 中规定的黏数,按 ISO 1628-5 中规定的方法来测定。用两位数字来表示。

表 8 聚亚烷基对苯二酸酯的黏数

聚亚烷基对苯二酸酯	代码	黏数/(mL/g)	
		>	≤
PET(聚对苯二甲酸乙二酯)	06	—	60
	07	60	70
	08	70	80
	09	80	90
	10	90	100
	11	100	120
	13	120	140
	15	140	—
PBT(聚对苯二甲酸丁二酯)	08	—	90
	10	90	110
	12	110	130
	14	130	150
	16	150	170
	18	170	—

3.4.5 其他聚合物

本标准随后的版本中将会包括聚甲醛、聚四氟乙烯、聚酰胺-酰亚胺的特殊性质的编码方式。

3.5 数据模块 4

填充及增强材料以及为滑动轴承应用指定的添加剂,按以下方式编码:

位置 1:填充剂及增强材料的类型,用一个字母表示(见表 9);
位置 2:填充剂及增强材料的物理形态,用一个字母表示(见表 10);
位置 3 和 4:填充剂及增强材料在聚合物中的质量百分数,用两位数字表示(见表 11);
位置 5 和 6:位置 1 上的填充剂,用两个字母表示(见表 12)。

表 9 填充剂及增强材料的类型(位置 1)

代 码	类 型
C	碳
G	玻璃
K	白垩
S	有机合成材料
T	滑石
X	未指明

表 10 填充剂及增强材料的物理形态(位置 2)

代 码	形 态
D	粉末
F	纤维
S	球状的
X	未指明

表 11 质量百分数(位置 3 和位置 4)

代 码	质量百分数	
	>	≤
0X	未指明	
01	0.1(包括 0.1)	1.5
02	1.5	3
05	3	7.5
10	7.5	12.5
15	12.5	17.5
20	17.5	22.5
25	22.5	27.5
30	27.5	32.5
35	32.5	37.5
40	37.5	42.5
45	42.5	47.5
50	47.5	55
60	55	65
70	65	75
80	75	85
90	85	—

表 12 填充剂(位置 5 和位置 6)

代 码	类 型
GR	石墨
MO	二硫化钼(MoS ₂)
OL	矿物油
PE	聚乙烯
TF	聚四氟乙烯(PTFE)

3.6 数据模块 5

对摩擦学特性的测试,见 ISO 7148-2。

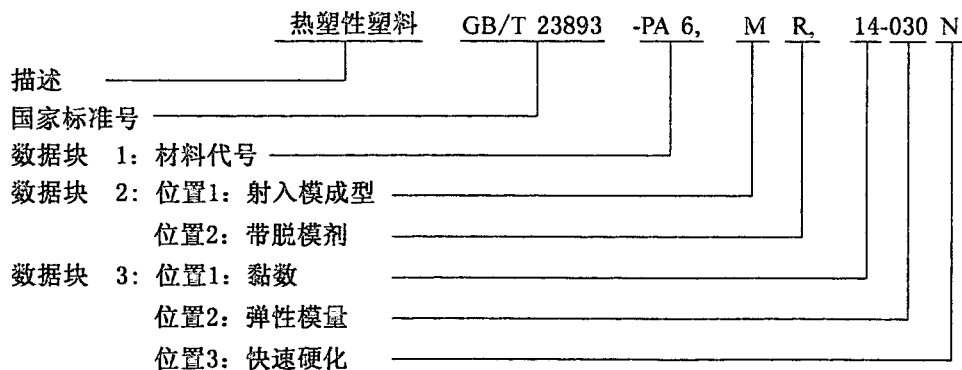
4 标记示例

标记体系汇总见表 13。

表 13 标记体系汇总

描述模块	热塑性塑料				
国家标准号模块	GB/T 23893				
独立项模块	数据模块	位置	内容	参考目录	
				条款	表格
	1	—	材料符号	3.2	1
	2	1	目的用途或加工方法	3.3	2
		2~4	重要特性和(或)添加剂	3.3	3
	3	—	特殊性质	3.4	4~8
	4	1	填充剂和增强材料的类型	3.5	9
		2	填充剂和增强材料的物理形态	3.5	10
		3~4	填充剂和增强材料的质量含量	3.5	11
		5~6	附加信息	3.5	12
	5 ^a	—	应用于滑动轴承的摩擦学特性	3.6	—
^a 见 3.6。					

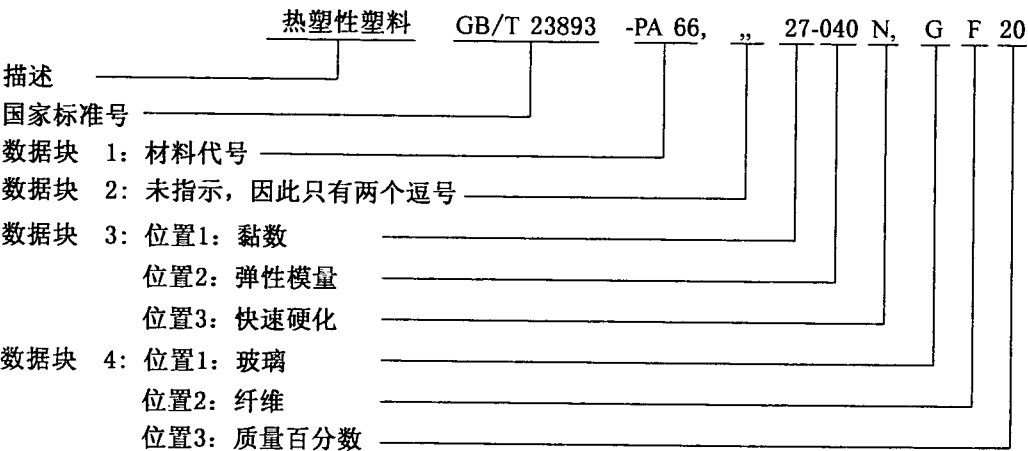
例 1: 注塑成型(M)、带脱模剂(R)、黏数为 140 mL/g(14)、弹性模量为 2 600 N/mm²(030)和快速硬化(N)的 PA 6 产品标记示例如下:



标记:

热塑性塑料 GB/T 23893 -PA 6,MR,14-030N

例 2:数据模块 2 中未指明使用添加剂、黏数为 280 mL/g(27)、弹性模量为 4 000 N/mm²(040)、快速硬化(N)、20%(m/m)玻璃纤维的 PA66 产品标记示例如下:



标记:

热塑性塑料 GB/T 23893 -PA 66, ,, 27-040N,GF20

5 订购信息

采购商和供应商应就需要进行的检测项目进行协商。

当准备检测材料的机械和(或)摩擦特性时,双方应就测试是否在成品或试棒(以下三种情况)上进行以及测试是否应在平行于或垂直于流动方向,和(或)机械加工方向上进行达成协议。

- a) 交付货物中未改动的零件,
- b) 随同一生产批次制造的试棒,或
- c) 从成品上取得的试棒。

附 录 A
(资料性附录)
常用未填充热塑性聚合物的性质及应用

A.1 未填充热塑性聚合物的性质及其应用

表 A.1 概述了滑动轴承上最常用的未填充热塑性聚合物的性质及其应用。

表 A.1 概述

热塑性聚合 物分类(符号)	综 述	化学性质	应用示例
聚酰胺(PA)	<p>抗性材料,尤其是抗振动和抗磨损,具有良好的阻尼特性。</p> <p>无润滑工作状态下滑动摩擦因数高,吸水率相对较高</p>	<p>阻燃,防油,防脂及其他大多数溶剂。对无机酸敏感,即使是稀释的无机酸。但不受强碱(即使是浓度很高的碱)的腐蚀。</p> <p>PA 6 和 PA 66 在热水中使用时需要有防止水解的化学平衡。</p> <p>PA 11 和 PA 12 普遍防水解</p>	<p>受振动影响的轴承;</p> <p>钢制磨床的导轨;</p> <p>火车刹车装置中的轴套;</p> <p>农业机械中的轴承;</p> <p>弹簧环端轴套</p>
聚甲醛(POM)	<p>硬质材料,因此能够承受的压力比聚酰胺高,但是对振动比较敏感。抗磨损较差,但是摩擦因数比聚酰胺低。吸水率非常低</p>	<p>可抵抗绝大多数化学物质,尤其是有机酸。只有少部分溶剂可以溶解 POM。即使在高温下,POM 共聚物依然能够抵抗强碱溶液(例如 50% NaOH 溶液)的腐蚀。氧化性和强酸性(pH<4)的化学物质可以腐蚀 POM</p>	<p>尺寸稳定性和摩擦因数要求很严的滑动轴承。需在无润滑或润滑不足状态下工作良好的场合。精密仪器、电子仪器及家用电器中的滑动轴承</p>
聚对苯二甲酸乙二 酯(PET) 聚对苯二酸丁二酯 (PBT)	<p>硬度和 POM 类似,但是温度高于 70 ℃时硬度会明显降低。温度低于 70 ℃时,磨损和摩擦因数都很低。吸水率低</p>	<p>耐候性好,可抵抗绝大多数溶剂、石油、脂肪及盐溶液。对许多酸碱性溶液有足够的抵抗性。浓缩的无机酸和碱溶液可腐蚀它们。卤化烃,比如:氯化亚甲基和氯仿可使 PET,PBT 急剧膨胀。高温下易水解</p>	<p>和 POM 适用的滑动轴承类似。</p> <p>通常用在工作温度在 70 ℃ 以下的滑动轴承上。在无润滑和润滑不足时工作良好。精密仪器及在水中工作的滑动轴承,连杆的导向轴套。振荡运动中的滑动轴承</p>

表 A.1 (续)

热塑性聚合物分类(符号)	综 述	化学性质	应用示例
超 高 分 子 聚 乙 烯 (PE-UHMW) 高 分 子 聚 乙 烯 (PE-HD)	<p>PE-UHMW 具有良好的抗振动性能。PE-HD 对持久应力的抵抗力较差,但是可抗振动。热膨胀性大约是 PA 和 POM 的两倍。</p> <p>具有良好的抗磨性,良好的滑动和嵌入性能。不吸收水分。可在低温下工作</p>	<p>室温下,PE 不溶于水、碱溶液、盐溶液及无机酸(强氧化性酸除外)。室温下,极性溶液,比如酒精、有机酸、酯、酮等仅仅会使 PE 轻微膨胀。PE 可极大的吸收脂肪烃,芳香烃及其卤化物,从而导致自身强度降低。当这些物质挥发完全后,PE 可恢复至其原先的性能。不挥发液体,比如脂肪、石油、蜡等,活性较低,挥发的比较慢</p>	<p>水中用于挖沙的机械中的滑动轴承;</p> <p>公路及农业机械中;</p> <p>低温环境下工作的轴承;</p> <p>化工设备中的滑动轴承</p>
聚四氟乙烯(PTFE)	<p>抗震,具有良好的嵌入性。可在无润滑状态下工作。主要工作在重载、低速、摩擦因数低的情况。抗咬黏,高温、低温下都可使用。不吸收水分。未填充的 PTFE 抗磨损较差,通常用在受到限制的轴承上</p>	<p>260 ℃ 以下,除了被溶解或熔融的金属所腐蚀外,不受其他任何化学物质腐蚀。氟元素或氟氯化物在室温以上即可腐蚀 PTFE</p>	<p>化工设备中的滑动轴承,高频率、高温或低摩擦因数情况下的应用。桥梁支座及类似线速度极低(滑动速度)的轴承。</p> <p>对于食品机械中的滑动轴承,其所用的未填充 PTFE 对人体无害</p>
聚酰亚胺(PI)	<p>耐高温,硬度高。抗磨损。无润滑状态下,滑动表面温度低于 70 ℃ 时摩擦因数相对较高。承载能力高,吸水率低,同时也可在极低的温度下工作</p>	<p>不溶于绝对多数脂肪烃和芳香烃、稀硫酸或弱酸,以及石油和汽油。随着浓度和温度的升高,碱溶液会腐蚀 PI。当在高温水或水蒸气中使用时,必须考虑水解问题</p>	<p>隧道式烘炉中的滑动轴承</p>
聚醚醚酮(PEEK)	<p>PEEK 是半结晶性热塑性聚合物,耐高温,抗拉强度、弯曲强度高。在弯曲循环应力下良好的疲劳强度,故使用时间很长。抗水解性能极好</p>	<p>可抵抗绝大多数化学物质。只溶于浓硫酸、浓硝酸。某些卤化烃可分解聚醚醚酮</p>	<p>250 ℃ 以下恶劣环境下的滑动轴承和滑动元件。通过添加 PTFE 石墨或碳纤维添加剂,可以显著提高其本身已经很优异的摩擦性能</p>

表 A. 1 (续)

热塑性聚合 物分类(符号)	综 述	化学性质	应用示例
聚偏二氟乙烯 (PVDF)	该氟塑料具有和 PTFE 类似的性质和更好的机械强度、硬度和黏性。使用极限温度为 150 ℃。其蠕变倾向与 PTFE 相比明显的受限制	耐酸、碱、溶剂、氯化烃、热丙酮、酮以及酯。高温下可被一级胺腐蚀。用于食品相关领域时没有妨碍。该材料对人体无毒害	用于食品行业的化工设备中的滑动轴承
聚苯硫醚(PPS)	未添加添加剂时,PPS 是脆性相对较大的高结晶度热塑性聚合物。使用温度极限为 220 ℃,加入添加剂后,原本在 0.4~0.7 之间的相对较高的摩擦因数会降低,并且在特定弯曲应力下能提高疲劳强度和抗冲击强度	耐化学药品性极好,200 ℃以下使用时,已知的任何溶剂都溶解不了 PPS。可被氯磺酸腐蚀。防水解	用于与化学相关的,高温、恶劣环境下的滑动轴承
聚酰胺-酰亚胺 (PAI)	机械性能极高的高性能材料,可在极高或极低的温度下使用。抗疲劳强度尤其是抗磨损性极好。聚酰胺-酰亚胺零件须经过后加工以达到最佳的耐磨损和耐化学药品性	极好的耐化学物品性能。温度高于 93 ℃时,苯磺酸、蚁酸、苏打碱液(30%)能腐蚀它。高于 160 ℃时,水蒸气可导致其降解	适用于重载,使用温度在 260 ℃以下的滑动轴承和滑动元件。加入 PTFE 或石墨添加剂后,有助于提高其摩擦性能

A. 2 应用在滑动轴承中的特殊性质

滑动轴承摩擦学系统中用到的热塑性聚合物的特性是其在压应力下表现出来的耐高低温及耐水性能,以及它们的热导率和滑动(包括耐磨损)性能。

摩擦系统并不仅仅取决于滑动轴承材料的性能,还取决于相配合的部件的型式和表面、应用类型、设计、环境影响和总体工作条件等。在有润滑的条件下,还包括润滑剂的性能(见附录 B)。

表 A. 2 和图 A. 1 给出了这些参数的近似值。

实际值根据所使用的塑料的类型以及制造者水平的差异会在热塑性聚合物组内发生偏差波动。随不同的应用,还应考虑其他一些性质。

表 A.2 滑动轴承中未填充热塑性聚合物的特性

热塑性聚合物的特性		材料																	
		PA 6	浇铸 PA 6	PA 66	PA 12	浇铸 PA 12	PA 46	POM	PET	PBT	PE-UHMW	PTFE ^c	PI ^b	PEEK	PVDF	PPS	PAI		
		见图 A.1																	
滑动性能 ^{c,d}		见图 A.1																	
推荐配合材料		见图 A.1																	
		与金属配合 ^a	最低硬度/(HRC)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50°	50°	50°	50	50	50	50
			表面粗糙度, Rz/(μm)	2~4	2~4	2~4	2~4	2~4	2~4	1~3	0.5~2	0.5~2	0.5~2	0.2~1	2~4	2~4	2~4	1~3	1~3
			热塑性塑料及 改性热塑性塑料 ^f	与热塑性塑料配合	粗糙度 ^g /(μm)	Rz	Ra	在标准环境中 ^h	在 20℃水中 ⁱ	熔化温度 (ISO 1218 及 ISO 3146)	维氏软化点(GB/T 1633, 方法 A; 浇铸 PA 12, 方法 B)	间歇工作温度 ^l	连续工作温度						
热塑性塑料及 改性热塑性塑料 ^f	与热塑性塑料配合	粗糙度 ^g /(μm)	Rz	Ra	在标准环境中 ^h	在 20℃水中 ⁱ	熔化温度 (ISO 1218 及 ISO 3146)	维氏软化点(GB/T 1633, 方法 A; 浇铸 PA 12, 方法 B)	间歇工作温度 ^l	连续工作温度									
推荐配合材料	与金属配合 ^a	热塑性塑料及 改性热塑性塑料 ^f	与热塑性塑料配合	粗糙度 ^g /(μm)	Rz	Ra	在标准环境中 ^h	在 20℃水中 ⁱ	熔化温度 (ISO 1218 及 ISO 3146)	维氏软化点(GB/T 1633, 方法 A; 浇铸 PA 12, 方法 B)	间歇工作温度 ^l	连续工作温度							
平衡水含量/ [% (V/V)]	在标准环境中 ^h	在 20℃水中 ⁱ	熔化温度 (ISO 1218 及 ISO 3146)	维氏软化点(GB/T 1633, 方法 A; 浇铸 PA 12, 方法 B)	间歇工作温度 ^l	连续工作温度													
温度极限/ (°C)	在 20℃水中 ⁱ	熔化温度 (ISO 1218 及 ISO 3146)	维氏软化点(GB/T 1633, 方法 A; 浇铸 PA 12, 方法 B)	间歇工作温度 ^l	连续工作温度														

表 A.2 (续)

热塑性聚合物的特性		材料															
		PA 6	浇铸 PA 6	PA 66	PA 12	浇铸 PA 12	PA 46	POM	PET	PBT	PE- UHMW	PTFE ^a	PI ^b	PEEK	PVDF	PPS	PAI
压力极限 ^m / (N/mm ²) (见图 A.1)	压球法硬度 30 s (ISO 2039-1) ⁿ	55	55	65	70	100	—	125	155	130	40	30	—	—	—	—	—
	持久压力极限(静态)	12	13	14	11	12	—	18	19	18	8	5	20	—	—	—	—

a 这些数据适用于未填充 PTFE。未填充 PTFE 仅用于设计为防止蠕变(限制滑动元件)的滑动轴承上。除此之外,通常都使用填充 PTFE,它的抗压和抗磨损性能更好。

b 聚酰亚胺通常和填充剂一起使用,基于此,并且由于聚酰亚胺类别范围广泛,因此在这里不可能详细标记这些材料。

c 见 B.3.4(润滑)。

d 图 A.1 中所示之值适用于未填充热塑性塑料。当加入特定的添加剂后,这些值可能会发生明显的变化。

e 见 B.3.3(配合零件)。

f 常用改性填充剂材料:PE,PTFE,MoS₂,石墨,白垩。

g 见 B.3.3.4(表面粗糙度)。

h GB/T 2918—1998 中给出了在标准环境 23/50(环境温度 23℃,相对湿度 50%)中测定平衡水含量的方法。

i 根据 GB/T 1034—1998 中的规定来测定吸水率。

j 多数情况下低于分解温度时不会熔化。

k 温度上限适用于均聚物。

l 见 B.3.7(温度)。

m 在标准环境 23/50 中达到平衡水含量时。见 B.3.5(压应力)。

n 由于新测试方法中规定为 30 s,而不是以前的 10 s 和 60 s,因此建议如果蠕变现象的信息比较重要,还应测试 1 h 时的值。

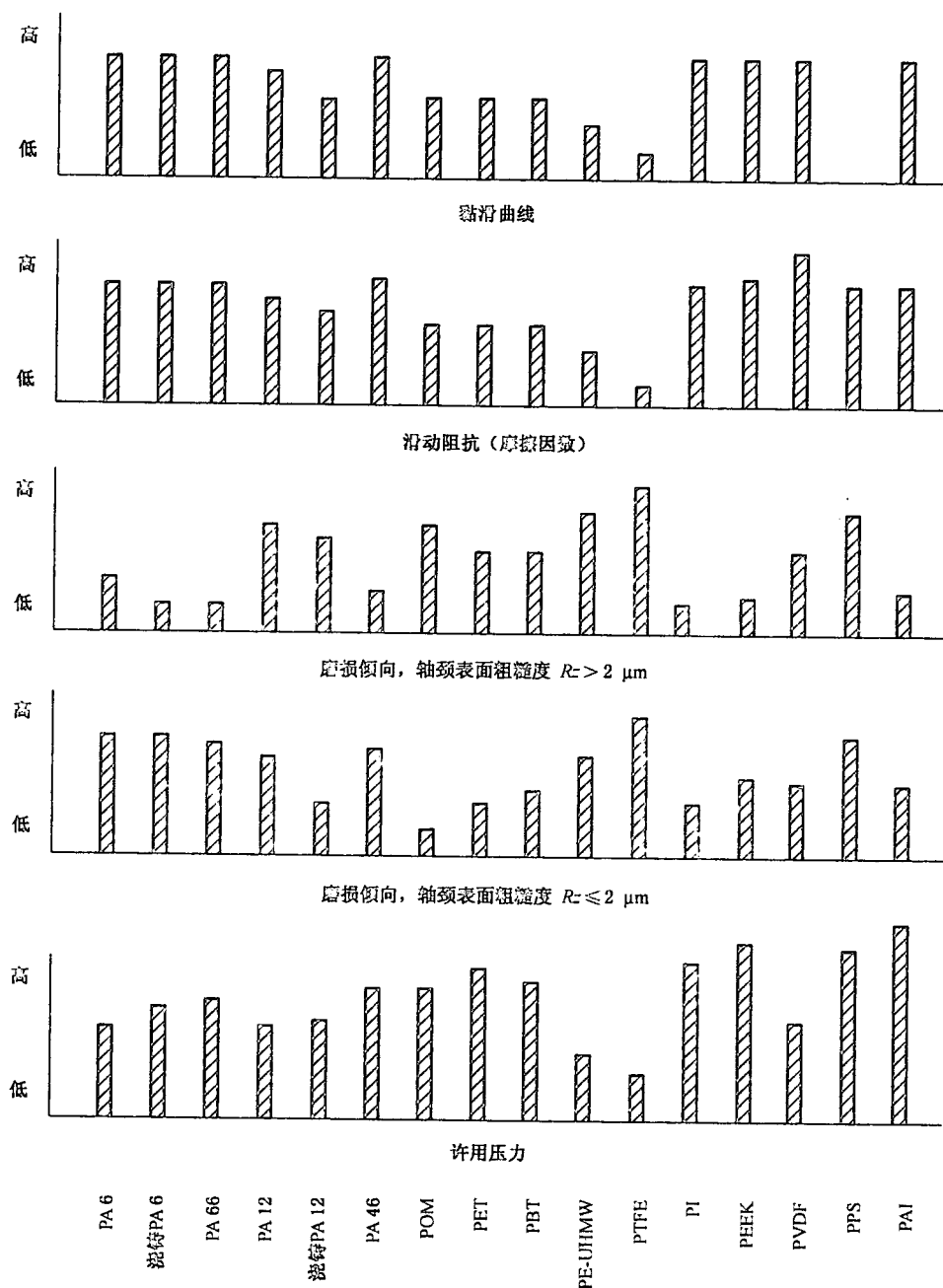


图 A.1 用于低速,与钢制零件配合的,无润滑滑动轴承上的部分未填充热塑性聚合物的典型性能(对比)

A.3 一般性质

除 A.1 和 A.2 中提及的性质外,热塑性塑料的其他一些性质对滑动轴承也很重要。

表 A.3 中给出了这些性质的参考值。取决于所使用的热塑性聚合物和加工形式,实际值可能会变动很大(在每一个组内)。

热塑性滑动轴承的磨损,很大程度上取决于轴承几何形状的精度。

表 A.3 滑动轴承中未填充热塑性聚合物的一般性质

热塑性聚合物的一般性质	材料												
	PA 6	浇铸 PA 6	PA 66	PA 12	浇铸 PA 12	PA 46	POM	PET	PBT	PE-UHMW	PTFE	PI	PEEK
密度/(g/cm ³)	1.13	1.13	1.14	1.02	1.03	1.18	1.41	1.37	1.29	0.94	2.15	1.43	1.32
抗拉强度(屈服点)/(N/mm ²)	干	50~80	80~90	50	55	10	65~72	70	60	20~38	7~15	85	92
	湿	40~50	55~60	40	45	55	—	—	—	—	—	—	—
断后伸长率/(%)	干	130	40	250	150	25	25~70	50	200	450	300	—	50
	湿	220	70	280	200	100	—	—	—	—	—	—	—
弯曲强度极限/(N/mm ²)	干	120	140	70	90	150	100~105	130	105	27	16~20	—	170
	湿	50	60	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—
弹性模量/(N/mm ²)	干	2 600	2 700	2 800	2 400	3 100	2 800	3 000	2 800	790	700	3 400	3 600
	湿	1 400	1 500	1 600	2 100	1 500	—	—	—	—	—	—	—
断口冲击韧性/(kJ/m ²)	干	3~6	1.5~3	3~5	5~15	6	6~9	6	3~6	不断裂	16	—	6
	湿	不断裂	30	20~80	25	25	—	—	—	—	—	—	—
冲击韧性/(kJ/m ²)	干	不断裂											
	湿	不断裂											
线性热膨胀系数/(10 ⁻⁶ ·K ⁻¹)	干	85	75	85	110	100	120	80	60	—	100~160	31	47
热导率/[W/(m·K)]	干	0.23	0.23	0.23	0.29	0.29	0.31	0.26	0.27	0.41	0.23	0.3	0.25
绝缘破坏强度/(kV/mm)	干	50	50	50	33	35	70	89	109	90	50	—	25
	湿	20	20	41	32	30	—	—	—	—	—	—	—

附 录 B
(资料性附录)
基本应用方法

B.1 总则

本附录列出了影响滑动轴承选择、使用的热塑性聚合物的一些基本参数。

然而,这些对热塑性塑料滑动轴承最终的选择、计算和设计来说并不够,还应从滑动轴承供应商或从原材料供应商处获得更确切的信息。

B.2 滑动轴承中使用的热塑性聚合物的选择及应用

本标准中提到的热塑性聚合物在不同程度上满足滑动轴承应用中以下这些要求:

- a) 低摩擦因数;
- b) 高耐磨性;
- c) 足够的承载能力;
- d) 足够的温度稳定性;
- e) 应急情况下的工作能力;

另外,以下这些性质,即使可能会给出很宽范围的特性,也应取决于所使用的热塑性聚合物的型式。

- f) 无润滑状态下的工作能力;
- g) 是否不需要维护(很多情况下,安装时加一次润滑油就足够了);
- h) 与环境介质(比如水、碱溶液、酸溶液等)的相互反应,这些介质随着滑动轴承热塑性塑料的不同的抗化学物品的性能而可能作为润滑剂或者冷却剂;
- i) 是否运行平稳;
- j) 吸收振动和冲击的能力;
- k) 抗腐蚀性;
- l) 抗化学药品性;
- m) 是否毒性低;
- n) 绝缘性;
- o) 是否重量轻。

热塑性滑动轴承和相配合的零件、润滑剂以及环境的影响构成了一个摩擦系统,应用范围和使用环境主要由温度(环境温度加上摩擦引起的温升)确定的。图 B.1 和图 B.2 给出了热塑性聚合物机械性能值(以弹性模量为例)和温度的关系。

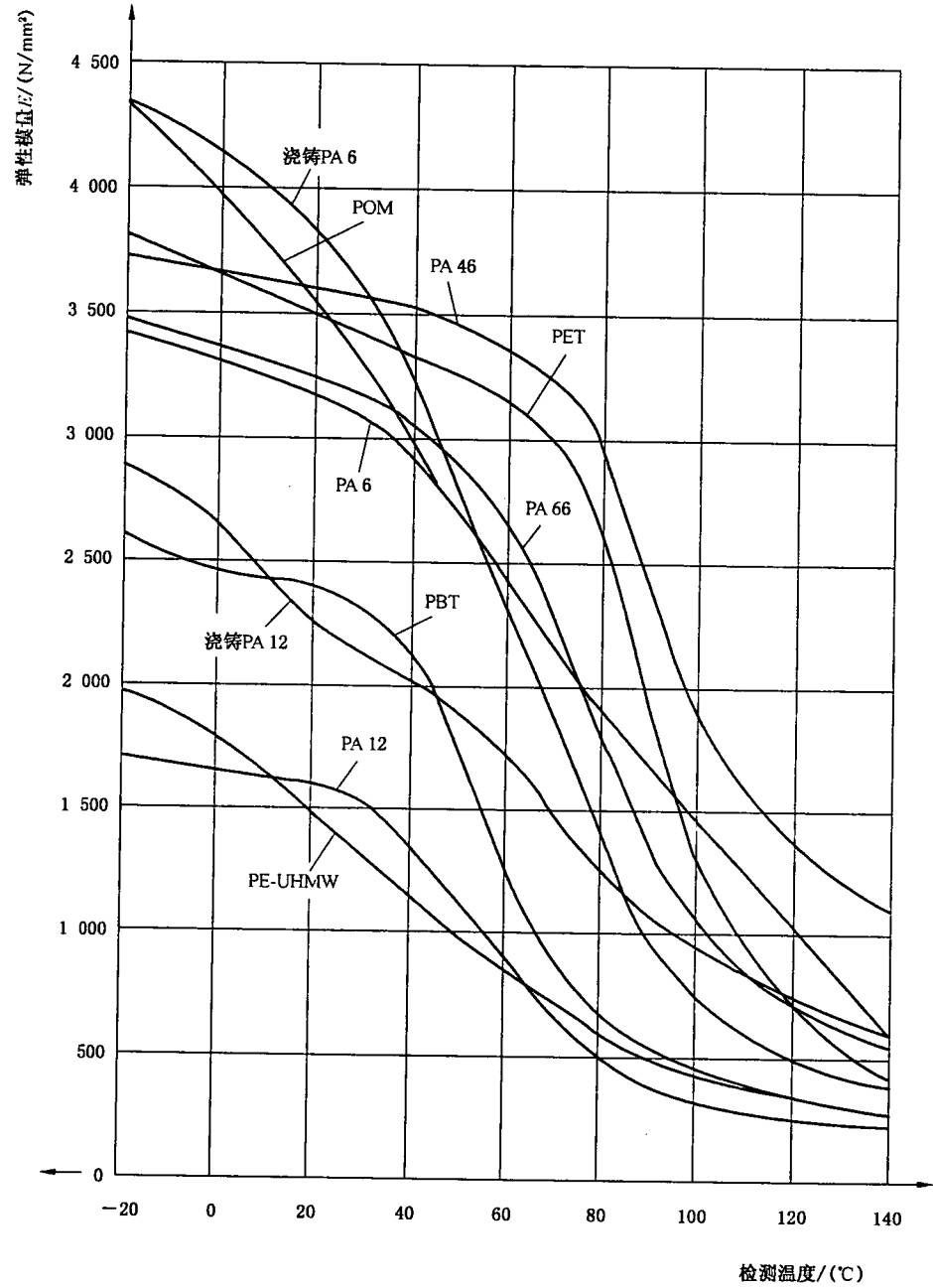


图 B.1 PA 6, 浇铸 PA 6, PA 66, PA 12, 浇铸 PA 12, PA 46, POM, PET, PBT 及 PE-UHMW
(试样含水量小于 0.2%) 在不同温度下的动态弹性模量

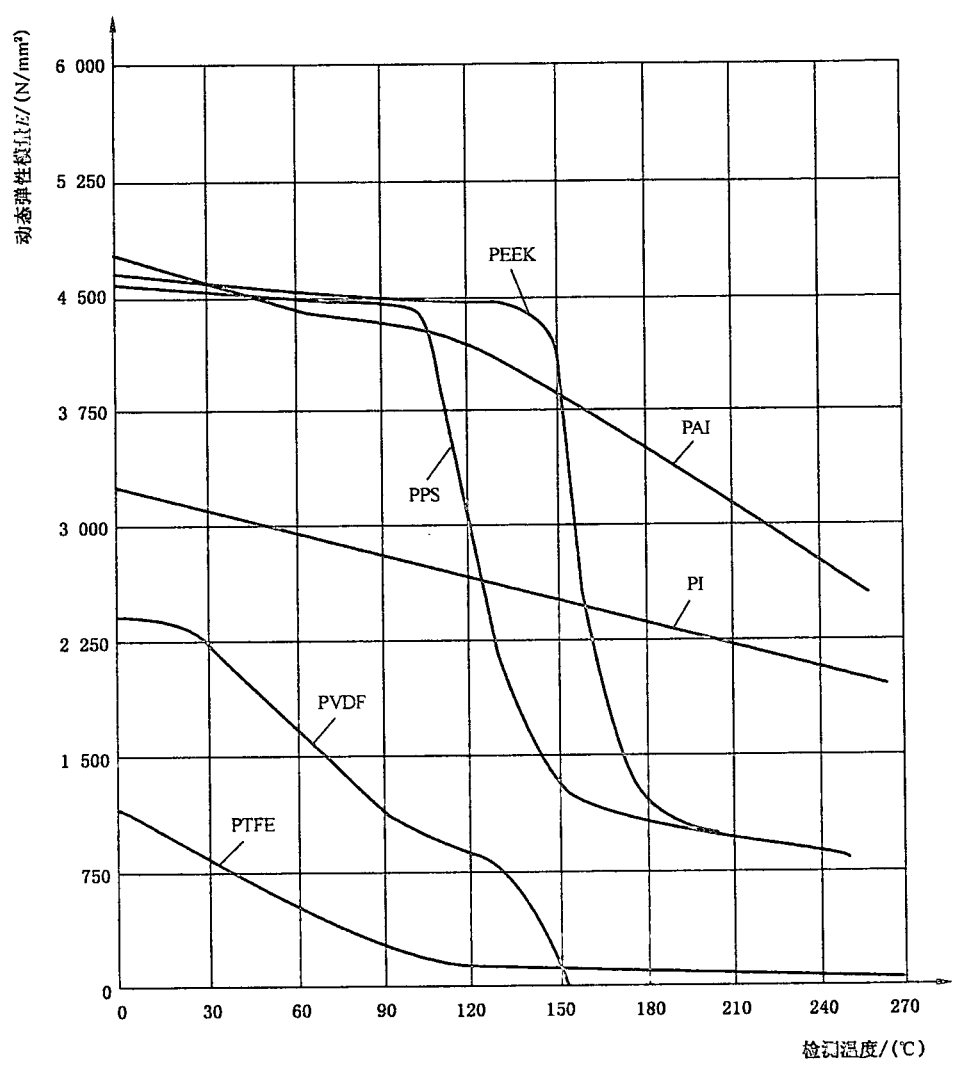


图 B.2 PTFE,PI,PEEK,PVDF,PPS 及 PAI(试样含水量小于 0.2%)
在不同温度下的动态弹性模量

B.3 系统和环境的影响

B.3.1 滑动轴承类型

根据热塑性聚合物的类型的不同,无润滑的径向滑动轴承的 $p \cdot u$ 值是止推轴承的 2 倍~4 倍。

B.3.2 运动类型

热塑性滑动轴承在仪器中主要用于支承旋转轴。在机器和汽车中主要用于吸收振动和往复摆动。

在旋转、振动、往复摆动之间以及连续运动和间歇运动之间不同的应力值对 $p \cdot u$ 值和磨损有很大影响。

B.3.3 配合零件

B.3.3.1 材料

硬化钢是热塑性聚合物配合零件最合适的材料,玻璃同样也适合,非金属制造的配合零件也可以使用,但是必须考虑以下因素:

- a) 当表面硬度小于 50 HRC 时,摩擦因数会比较高;
- b) 滑动表面磨损可能会加剧;
- c) 即使热导性比钢要好,但是许用 $p \cdot u$ 值和抗磨损性都比钢低。

PE 在同铜合金制造的配合零件一起运行时表现出了良好的滑动性能。PTFE 在同铜合金制造的配合零件一起运行时也表现出了良好的滑动性能。但是,除非铝合金进行了硬质阳极氧化,否则 PTFE 不能用于和铝合金制造的零件配合运行。

当热塑性聚合物不和金属件配合运行,而同塑料件配合运行时,摩擦因数会相对较低,并且大小相对恒定。

表 A.2 中给出了合适的配对。

B.3.3.2 硬度

不考虑热塑性聚合物的类型,滑动配合最好(主要考虑磨损因素)的是相配合的金属零件表面的洛氏硬度大于 50 HRC。

B.3.3.3 金属配合件粗糙度

总的来说,滑动零件的粗糙度越低,对热塑轴承的磨损也就越低。摩擦因数随着滑动零件粗糙度的降低而增加。

B.3.3.4 热塑性塑料配合件粗糙度

推荐粗糙度为 $R_z \leq 2 \mu\text{m}$,而不是表 A.2 中给出的适用于精密机械(例如仪器上)的 R_z 值。

B.3.4 润滑

符合本标准的热塑性塑料滑动轴承可以在无润滑状态下运行,但是也可以用油、脂及其他液体(假设这些液体与热塑性塑料可以共存,见表 A.1)对它们进行润滑。在特定情况下,还可以用水来做润滑剂。

润滑过的滑动轴承可以承受更高的摩擦应力。摩擦应力的极限值取决于不同的摩擦状况(边界摩擦、混和摩擦、液体摩擦)。当使用润滑剂时,黏滑运动现象和摩擦腐蚀会减少。并且,可以从外部向滑动表面供给固体润滑剂(例如聚四氟乙烯、石墨、二硫化钼等)。在正常情况下工作于无油润滑状态的轴承,安装时也推荐进行一次润滑,以有利于平稳度过磨合期。

热塑性聚合物必须抗润滑剂(必须考虑塑料老化问题,见 ISO 175)。

B.3.5 压应力

热塑性塑料滑动轴承受压状态下的强度比绝大部分金属滑动轴承的强度都要低。

间歇的压应力(动态载荷)见 B.3.10。

表 A.2 中给出的连续压力极限值适用于标准环境中未受约束的滑动轴承。温升(摩擦引起的)会降低许用载荷。

B.3.6 速率

热塑性聚合物导热性很差。当摩擦热散发不出去(例如通过相配合的零件散发出去)时,允许的滑动速度范围就会受到轴承壁热导率的限制。

B.3.7 温度

持续工作的允许温度大大低于间歇工作的允许温度。表 A.2 中给出的持续工作的允许温度值表示在此温度下,材料的特性多年不会改变许多。一般用途的机械零件在许用条件下,由于热老化(见 GB/T 7142—2002),其机械强度大约会降低到室温状态下的一半左右。

热塑性聚合物的热膨胀率是钢的 10 倍左右,这意味着较大的轴承间隙。机械性能随着工作温度的不同而不同。热塑性聚合物的热导率差意味着对摩擦热的散发能力受到限制。

B.3.8 水分

表 A.2 中给出的吸水率在室温下有效。温度越高,吸水率越大。吸水率会逐步影响线性尺寸,随吸水率(百分率)的不同,可能会达到原始尺寸的 $1/3 \sim 1/4$ 。吸收的水分会改变热塑性聚合物的机械性能。

B.3.9 时间

长时间工作的条件下,热塑性聚合物逐渐发生蠕变。因此,在连续压应力或拉应力状态下,建议增

加其蠕变指数,增加最大值可到间歇工作时蠕变指数的 1/5。

B.3.10 动态载荷及振动

通常热塑性聚合物可以非常好的承受间歇动态应力,但是承受持续载荷的能力稍差。当受到振动的影响时,性能可能会降到间歇工作状态下该值的 50%~70%。

B.3.11 化学物品

滑动轴承材料和润滑剂在抗化学物品性能上差异很大。在重要用途时,应向供应商详细咨询。

B.3.12 生物互作用

当滑动轴承应用在食品、刺激物品、医药领域时,应严格遵守政府相关法规。

参 考 文 献

- [1] GB/T 1034—1998 塑料吸水性试验方法(eqv ISO 62:1980).
- [2] GB/T 1041—1992 塑料压缩性能试验方法(idt ISO 604:1973).
- [3] GB/T 1043—1993 硬质塑料简支梁冲击试验方法(neq ISO 179:1982).
- [4] GB/T 1633—2000 热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定(idt ISO 306:1994).
- [5] GB/T 1844.1—1995 塑料及树脂缩写代号 第一部分:基础聚合物及其特征性能(neq ISO 1043-1:1987).
- [6] GB/T 1845.1—1999 聚乙烯(PE)模塑和挤出材料 第1部分:命名系统和分类基础(eqv ISO 1872-1:1993).
- [7] GB/T 2411—1980 塑料邵氏硬度试验方法(eqv ISO 868:1978).
- [8] GB/T 2918—1998 塑料试样状态调节和试验的标准环境(idt ISO 291:1997).
- [9] GB/T 7142—2002 塑料长期热暴露后时间-温度极限的测定(eqv ISO 2578:1993).
- [10] GB/T 9341—1988 塑料弯曲性能试验方法(idt ISO 178:1993).
- [11] GB/T 9352—1988 热塑性塑料压缩试样的制备(neq ISO 293:1986).
- [12] GB/T 11026.1—1989 确定电气绝缘材料耐热性的导则 制订老化试验方法和评价试验结果的总规程(eqv IEC 216-1:1987).
- [13] GB/T 11026.2—2000 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第2部分:试验判断标准的选择(idt IEC 60216-2:1990).
- [14] GB/T 11026.4—1999 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第4部分:老化烘箱 单室烘箱(idt IEC 60216-4-1:1990).
- [15] GB/T 11997—1989 塑料多用途试样的制备和使用(eqv ISO 3167:1983).
- [16] GB/T 15596—1995 塑料暴露于玻璃下日光或自然气候或人工光后颜色和性能变化的测定(eqv ISO 4582:1980).
- [17] GB/T 16422.2—1999 塑料实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯(idt ISO 4892-2:1994).
- [18] GB/T 17037.1—1997 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第1部分:一般原理及多用途试样和长条试样的制备(idt ISO 294-1:1996).
- [19] ISO 75-1 塑料 载荷下挠曲温度的测定 第1部分:一般试验方法.
- [20] ISO 75-2 塑料 载荷下挠曲温度的测定 第2部分:塑料和硬橡胶.
- [21] ISO 75-3 塑料 载荷下挠曲温度的测定 第3部分:高强度热固性叠层板和长纤维增强塑料.
- [22] ISO 175 塑料 测定液体化学品对塑料影响的试验方法.
- [23] ISO 294-2 塑料 热塑性材料试样的注塑法 第2部分:小拉伸棒.
- [24] ISO 294-3 塑料 热塑性材料试样的注塑法 第3部分:小板.
- [25] ISO 294-4 塑料 热塑性材料试样的注塑法 第4部分:模塑收缩率的测定.
- [26] ISO 458-1 塑料 柔性材料扭曲刚度的测定 第1部分:一般方法.
- [27] ISO 458-2 塑料 柔性材料扭曲刚度的测定 第2部分:适宜于氯乙烯的均聚物和共聚物的增塑物.
- [28] ISO 899-1 塑料 蠕变性能的测定 第1部分:拉伸蠕变(GB/T 11546—1989 塑料拉伸蠕变测定方法,EQV ISO 899:1981).
- [29] ISO 899-2 塑料 蠕变性能的测定 第2部分:用三点负载测定挠曲蠕变.

- [30] ISO 1110 塑料 聚酰胺 试样的加速状态调节.
- [31] ISO 1218 塑料 聚酰胺 熔点的测定.
- [32] ISO 1628-1 塑料 用毛细管黏度计测定稀溶液中聚合物的黏度 第1部分:一般原则.
- [33] ISO 1628-3 塑料 黏数和极限黏数的测定 第3部分:聚乙烯和聚丙烯.
- [34] ISO 1874-1 塑料 模塑和挤塑用聚酰胺(PA)共聚物和均聚物 第1部分:标记.
- [35] ISO 2039-1 塑料球压痕硬度试验方法.
- [36] ISO 2557-2 塑料 无定形热塑性塑料 具备特定复原性的试样的制备 第2部分:圆形试样.
- [37] ISO 2818 塑料 试样的机加工制备.
- [38] ISO 3146 塑料 用毛细管和偏振显微镜测定半晶状聚合物的熔化性能(熔化温度或熔化区域).
- [39] ISO 4892-1 塑料 实验室光源暴露方法 第1部分:通用指南.
- [40] ISO 4892-4 塑料 实验室光源暴露方法 第4部分:火焰炭弧灯.
- [41] ISO 6721-1 塑料 动态机械性能的测定 第1部分:一般原则.
- [42] ISO 6721-2 塑料 动态机械性能的测定 第2部分:扭摆法.
- [43] ISO 6721-4 塑料 动态机械性能的测定 第4部分:拉伸振动 非共振法.
- [44] ISO 6721-7 塑料 动态机械性能的测定 第7部分:扭转振动 非共振法.
- [45] ISO 6721-10 塑料 动态机械性能的测定 第10部分:使用平板振荡流变仪测定复合剪切黏度.
- [46] ISO 7792-1 塑料 热塑性聚酯(TP)模塑和挤塑材料 第1部分:标记体系和基本规范.
- [47] ISO 15512 塑料 水含量的测定.
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
滑动轴承用热塑性聚合物 分类和标记
GB/T 23893—2009/ISO 6691:2000

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

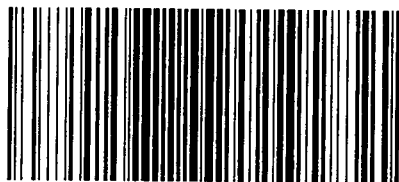
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 43 千字
2009年9月第一版 2009年9月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-38507 定价 27.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 23893-2009