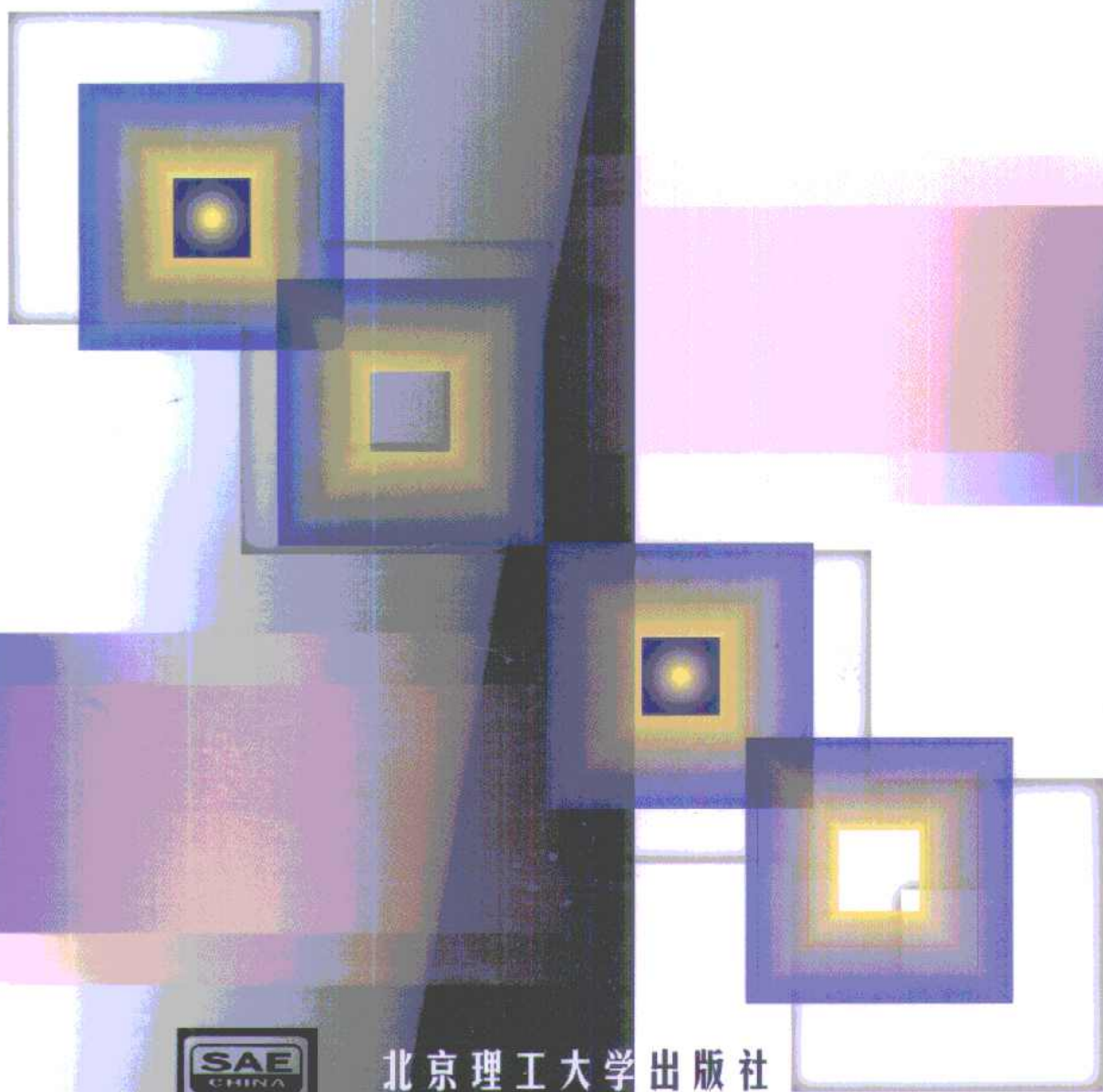


汽车用非金属材料

李尹熙 主编

李尹熙 王力 韩庆国 编著



北京理工大学出版社

U465- U03
L3/b

汽车用非金属材料

李尹熙 主编

李尹熙

王力 编著

韩庆国

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书着重介绍汽车用非金属材料的基本知识和应用技术。全书共分四篇,即汽车用塑料及其制品,汽车常用橡胶及其制品,汽车用粘接剂与密封胶,汽车用织物皮革、玻璃、陶瓷、纸板、木材等。

本书适用于从事汽车非金属材料应用工作和汽车设计的工程技术人员阅读,亦可作为大专院校有关专业师生的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

汽车用非金属材料/李尹熙主编. —北京:北京理工大学出版社,1999.8

ISBN 7-81045-570-2

I. 汽… I. 李… III. 汽车-非金属材料 N.U465

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 19009 号

责任印制:刘京凤 责任校对:郑兴玉

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路7号)

邮政编码 100081 电话 (010)68912824

各地新华书店经售

北京地质印刷厂印刷

*

787毫米×1092毫米 16开本 33.5印张 794千字

1999年8月第1版 1999年8月第1次印刷

印数:1—3000册 定价:52.00元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

前 言

随着轿车工业的发展,汽车用非金属材料得到了长足的进步,但有关汽车用非金属材料的综合性专业书籍几乎没有。

我们受中国汽车工程学会汽车工程图书出版专家委员会和《汽车制造技术丛书》编委会的委托,编写了这本书,其目的是使从事汽车非金属材料应用工作的科技工作者和汽车设计人员,了解汽车用非金属材料的基本特征,掌握非金属材料在汽车上应用的技术。

本书是在李尹熙、骆秀云编写《汽车塑料应用手册》,李尹熙主编《汽车设计标准手册》(非金属篇),周一兵主编《汽车粘接剂密封胶应用手册》等三本书的基础上编写的。第一篇由李尹熙编写;第二篇由王力编写;第三篇由韩庆国编写;第四篇由王力、韩庆国编写。

在编写本书的过程中得到中国汽车工程学会何赐文常务理事,汽车制造技术委员会朱伟成主任,汽车制造技术委员会秘书长李冬萍的关心和支持,谨此一并致谢。

编 者

1998年7月

第一篇 汽车用塑料及其制品

第一章 概述

§ 1 塑料的定义及分类

塑料是以树脂为基本原料,在一定的温度和压力下,可塑制成一定的形状,且在常温下保持形状不变的材料。

树脂是塑料最基本的也是最重要的成分。树脂有天然树脂和合成树脂之分。天然树脂如松香、虫胶等;合成树脂如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、尼龙、聚甲醛、酚醛、环氧树脂等。为了改进塑料的加工性能和材料性能,树脂为基料填加增塑剂、稳定剂、润滑剂、着色剂等。

塑料,根据其热特性分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。热塑性塑料是指在一定温度范围内可以软化乃至熔融流动,冷却后又能固化成一定形状的塑料,例如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、尼龙等。这类塑料的优点是有较好的物理力学性能,容易成型加工,在汽车上用量很大。热固性塑料是指树脂在加热过程中发生化学反应,由线形高分子变成高分子体状结构,此后遇热不再熔融,也不溶于有机溶剂,如果加热温度过高,只能炭化,例如酚醛塑料、环氧树脂、不饱和聚酯、氨基塑料等。这类塑料的优点是耐热性高、尺寸稳定性好,但加工困难、性能较差,在汽车上用量不是很大,但玻璃纤维增强的不饱和聚酯,俗称“玻璃钢”,由于其强度很高而广泛应用于汽车工业中。

工业上还根据用途和价格以及性能的不同把塑料分为通用塑料和工程塑料。通用塑料有聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、酚醛、ABS等量大面广的材料。工程塑料有尼龙、聚甲醛、聚碳酸酯、饱和聚酯、聚苯醚等机械性能较好,代替金属材料来制造各种机械设备和零件的塑料。此外,在汽车内饰和缓冲材料大量使用泡沫塑料和结构件用的玻璃钢材料。因此在本书中,根据汽车工业上使用塑料的特点,分别以聚氨酯泡沫塑料、通用塑料、工程塑料、玻璃钢材料等作为一个章节进行叙述。

§ 2 塑料及树脂缩写代号

根据 GB 1844—80 标准,列出常用塑料及树脂的缩写代号。

缩写代号	塑料或树脂全称
ABS	Acrylonitrile - butadiene - styrene copolymer 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物
A/S	Acrylonitrile - styrene copolymer 丙烯腈-苯乙烯共聚物
A/MMA	Acrylonitrile - methyl methacrylate copolymer 丙烯腈-甲基丙烯酸甲酯共聚物

A/S/A	Acrylonitrile - styrene - acrylate copolymer	丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯共聚物
CA	Cellulose acetate	乙酸纤维素
CAB	Cellulose acetate butyrate	乙酸-丁酸纤维素
CAP	Cellulose acetate propionate	乙酸-丙酸纤维素
CF	Cresol - formaldehyde resin	甲酚-甲醛树脂
CMC	Carboxymethyl cellulose	羟甲基纤维素
CN	Cellulose nitrate	硝酸纤维素
CP	Cellulose propionate	丙酸纤维素
CS	Casein plastics	酪素塑料
CTA	Cellulose triacetate	三乙酸纤维素
EC	Ethyl cellulose	乙基纤维素
EP	Epoxide resin	环氧树脂
E/P	Ethylene - propylene copolymer	乙烯-丙烯共聚物
E/P/D	Ethylene - propylene diene terpolymer	乙烯-丙烯-二烯三元共聚物
E/TFE	Ethylene - tetrafluoroethylene copolymer	乙烯-四氟乙烯共聚物
E/VAC	Ethylene - vinylacetate copolymer	乙烯-乙酸乙烯酯共聚物
E/VAL	Ethylene - vinylalcohol copolymer	乙烯-乙烯醇共聚物
FEP	Perfluorinated ethylene propylene copolymer	全氟(乙烯-丙烯)共聚物, 四氟乙烯-六氟丙烯共聚物
GPS	General polystyrene	通用聚苯乙烯
GRP	Glass fibre reinforced plastics	玻璃纤维增强塑料
HDPE	High density polyethylene	高密度聚乙烯
HIPS	High impact polystyrene	高冲击强度聚苯乙烯
LDPE	Low density polyethylene	低密度聚乙烯
MC	Methyl cellulose	甲基纤维素
MDPE	Middle density polyethylene	中密度聚乙烯
MF	Melamine - formaldehyde resin	三聚氰胺-甲醛树脂
MPF	Melamine - phenol - formaldehyde resin	三聚氰胺-酚甲醛树脂
PA	Polyamide	聚酰胺
PAA	Poly (acrylic acid)	聚丙烯酸
PAN	Polyacrylonitrile	聚丙烯腈
PB	Polybutene - 1	聚丁烯-1
PBTP	Poly (butylene terephthalate)	聚对苯二甲酸丁二(醇)酯
PC	Polycarbonate	聚碳酸酯
PCTFE	Polychlorotrifluoroethylene	聚三氟氯乙烯
PDAP	Poly (diallyl phthalate)	聚邻苯二甲酸二烯丙酯
PDAIP	Poly (diallyl isophthalate)	聚间苯二甲酸二烯丙酯
PE	Polyethylene	聚乙烯

CPE	Chlorinated polyethylene 氯化聚乙烯
PEOX	Poly (ethylene oxide) 聚氧化乙烯;聚环氧乙烷
PETP	Poly (ethylene terephthalate) 聚对苯二甲酸乙二(醇)酯
PF	Phenol - formaldehyde resin 酚醛树脂
PI	Polyimide 聚酰亚胺
PMCA	Poly (methyl - a - chloroacrylate) 聚 a -氯代丙烯酸甲酯
PMI	Polymethacrylimide 聚甲基丙烯酰亚胺
PMMA	Poly (methyl methacrylate) 聚甲基丙烯酸甲酯
POM	Polyformaldehyde (Polyoxymethylene) 聚甲醛
PP	Polypropylene 聚丙烯
CPP	Chlorinated polypropylene 氯化聚丙烯
PPO	Poly (phenylene oxide) 聚苯醚(聚-2,6-二甲基苯醚);聚苯撑氧
PPOX	Poly (propylene oxide) 聚氧化丙烯;聚环氧丙烷
PPS	Poly (phenylene sulfide) 聚苯硫醚
PPSU	Poly (phenylene sulfone) 聚苯砜
PS	Polystyrene 聚苯乙烯
PSU	Polysulfone 聚砜
PTFE	Polytetrafluoroethylene 聚四氟乙烯
PUR	Polyurethane 聚氨酯
PVAC	Poly (vinyl acetate) 聚乙酸乙烯酯
PVAL	Poly (vinyl alcohol) 聚乙烯醇
PVB	Poly (vinyl butyral) 聚乙烯醇缩丁醛
PVC	Poly (vinyl chloride) 聚氯乙烯
PVCA	Poly (vinyl chloride - acetate) 氯乙烯-乙酸乙烯酯共聚物
CPVC	Chlorinated poly (vinyl chloride) 氯化聚氯乙烯
PVDC	Poly (vinylidene chloride) 聚偏二氯乙烯
PVDF	Poly (vinylidene fluoride) 聚偏二氟乙烯
PVF	Poly (vinyl fluoride) 聚氟乙烯
PVFM	Poly (vinyl formal) 聚乙烯醇缩甲醛
PVK	Poly (vinyl carbazole) 聚乙烯基咔唑
PVP	Poly (vinyl pyrrolidone) 聚乙烯基吡咯烷酮
RP	Reinforced plastics 增强塑料
RF	Resorcinol - formaldehyde resin 间苯二酚-甲醛树脂
S/AN	Styrene - acrylonitrile copolymer 苯乙烯-丙烯腈共聚物
SI	Silicone 聚硅氧烷
S/MS	Styrene - a - methylstyrene copolymer 苯乙烯-a-甲基苯乙烯共聚物
UF	Ultra - formaldehyde resin 脲甲醛树脂
UHMWPE	Urea - high molecular weight polyethylene 超高分子量聚乙烯
UP	Unsaturated polyester 不饱和聚酯

VC/E	Vinylchloride - ethylene copolymer	氯乙烯-乙烯共聚物
VC/E/MA	Vinylchloride - ethylene - methylacrylate copolymer	氯乙烯-乙烯-丙烯酸甲酯共聚物
VC/E/VAC	Vinylchloride - ethylene - vinylacetate copolymer	氯乙烯-乙烯-乙酸乙烯酯共聚物
VC/MA	Vinylchloride - methylacrylate copolymer	氯乙烯-丙烯酸甲酯共聚物
VC/MMA	Vinylchloride - methyl methylacrylate copolymer	氯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物
VC/OA	Vinylchloride - octylacrylate Copolymer	氯乙烯-丙烯酸辛酯共聚物
VC/VAC	Vinylchloride - vinylacetate copolymer	氯乙烯-乙酸乙烯酯共聚物
VC/VDC	Vinylchloride - vinylidene chloride copolymer	氯乙烯-偏二氯乙烯共聚物

§ 3 常用的塑料性能含义及计量单位

3.1 物理性能

3.1.1 相对密度 塑料的相对密度(原称比重)是在一定温度下,试样的质量与同体积水的质量的比值,常用液体浮力法测定。测定方法参见 GB 1033—86。

3.1.2 吸水性 塑料吸水性大大影响塑料制品的尺寸和加工性能,因此塑料的吸水性必须掌握。塑料吸水性是指规定尺寸的试样浸入到具有一定温度(25℃±2℃)的蒸馏水中,经过一定的时间后(24 h)所吸收的水量。吸水量与试样质量之比称吸水率,以%表示。测定方法参见 GB 1034—86。

3.1.3 透明度 透明度有两种表示方法,即透光度和雾度。透光度是指透过物体的光通量和射到物体上的光通量之比,一般用在透明塑料中。雾度是指在入射光方向上的散射光对所有透射光之比,一般用在半透明的塑料中。

3.2 机械性能

3.2.1 拉伸强度和拉伸弹性模数 在规定的试验温度、湿度和拉伸速度条件下,沿试样纵轴方向施加拉伸载荷,测定试样破坏时的最大载荷和对应的标线间距离的变化($L_0 \rightarrow L$),按下列公式计算拉伸强度、断裂伸长率和拉伸弹性模量。

拉伸强度(σ_t):

$$\sigma_t = P/bd$$

式中, P 为试样破坏时的最大载荷; b 和 d 分别表示试样宽和厚。

断裂伸长率(ϵ_t):

$$\epsilon_t = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100$$

式中, L_0 为原始标线距离; L 为试样断裂时标线距离。

拉伸弹性模数(E_t):

$$E_t = \Delta\sigma/\Delta\epsilon$$

式中 $\Delta\sigma$ 和 $\Delta\epsilon$ 分别为应力-应变曲线的初始直线部分中测得的产生单位应变($\Delta\epsilon$)所需要的应力($\Delta\sigma$)。

3.2.2 弯曲强度和弯曲(或挠曲)弹性模数 弯曲强度是指试样放在两支点上。施加集中载荷,使试样变形直至破裂时的强度,挠曲弹性模数是指在屈服之前的比例极限内弯曲应力与应变之比值。测定方法参见 GB 9341—88。

3.2.3 冲击强度 冲击强度是试样受冲击破断时单位面积上所消耗的功。塑料最普遍应用的是摆锤式冲击弯曲试验。摆锤式冲击弯曲试验,根据样品夹持方式的不同又可分为悬臂梁(即 Izod)型和简支梁(即 charpy)型两种。对某些冲击强度高的塑料,常在试样中间开有规定尺寸之缺口,就称为缺口冲击强度。冲击强度测定方法参见 GB 1043—79 和 GB 1843—80。

3.2.4 硬度 塑料硬度是塑料抵抗其它较硬物体压入的性能。常见的硬度有如下几种。

布氏硬度:把一定直径的淬硬钢球,在规定的负荷作用下,压入试样并保持一定时间后,以试样上压痕深度或压痕直径来计算单位面积上所承受的力来表示。钢球直径分 2.5,5.0,10.0 mm 3 种。布氏硬度常用 HB 表示,常用于硬质塑料的硬度测定。

洛氏硬度:把标准的钢球压头先用 10 kgf(98.0665 N)的初负荷压入试样,压入深度为 h_1 ,接着施加主负荷,压入深度为 h_2 ,然后卸去主负荷而保留初负荷,由于塑料的弹性回复,压痕深度为 h_3 ,按下列公式计算洛氏硬度 HR:

$$HR = K - \frac{h}{c}$$

$h = h_3 - h_1$, $c = 0.002$ mm,为常数, K 为常数,对钢球压头是 130,塑料愈硬, h 值愈小,即 HR 值越大。

按所用钢球压头直径及负荷大小的不同,洛氏硬度又可分成五种标尺:R,L,M,E,K,其含意如表 1-1-0。洛氏硬度可用于弹性体到硬塑料的硬度测试。

表 1-1-0 洛氏硬度种类

洛氏硬度 (标尺)	初负荷		主负荷		总负荷		钢球压头直径/cm
	kgf ^①	N	kgf	N	kgf	N	
R	10	98.1	50	490.5	60	588.6	1.27000±0.00025
L	10	98.1	50	490.5	60	588.6	0.63500±0.00025
M	10	98.1	90	882.9	100	981.6	0.63500±0.00025
E	10	98.1	90	882.9	100	981.6	0.31750±0.00025
K	10	98.1	140	1372	150	1471.5	0.31750±0.00025

① 1 kgf≈9.81 N

肖氏硬度:测定塑料在规定负荷和标准压痕器作用下,在规定时间内,压痕器的压针压入试样的深度称肖氏硬度,也有称邵氏硬度,以 HS 表示。

根据压痕器的类型不同又可分为 3 类:肖氏 A 型、C 型、D 型,施加负荷重力分别为 10 N,50 N,500 N。一般 A 型适用于软质,C、D 型适用于半硬质或硬质塑料;当使用 A 型,测定材料硬度值超过 95%量程时,则要改用 D 型;当 D 型硬度值超过 95%量程后,则用布氏或洛氏硬度方法测定,否则精确度不高。

球压痕硬度:用规定直径的钢球在试验负荷作用下,垂直压入试样表面,保持一定时间后

读取压痕深度值,通过计算或查表求得其硬度值。硬度值以单位压痕面积上所承受的平均压力,以 kgf/mm^2 表示。如 $H_{5,62.5/60} = 20 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ 表示压头钢球直径为 5 mm,负荷 62.5 kg,保持负荷时间 60 s 条件下所测得的球压硬度值为 $20 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ 。

3.2.5 疲劳 在一个比静态破坏强度小的交变循环外力作用下,使塑料破坏,这就是疲劳强度。许多塑料的疲劳强度是其静拉强度的 20%~40%,静弯曲强度的 10%~30%。疲劳试验是一种动态试验,根据施加负荷的方式不同可分为拉、压、弯、扭、冲等试验方法。

3.3 热性能

3.3.1 线胀系数 线胀系数是指温度升高 1°C 时,每一厘米的塑料伸长的厘米数。若表示塑料在某一温度区间的线胀特性时,就称为平均线胀系数。塑料的线胀系数一般是钢材的 10 倍左右。测定方法参见国标 GB 1036—70。

3.3.2 导热率 导热率是单位面积、单位厚度的塑料试样,温差为 1°C 时,在单位时间内所通过的热量,常用单位为 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。塑料的导热率小,仅为钢的百分之一左右,所以是良好的绝热材料。

3.3.3 耐热性 塑料的耐热性是指温度与形变之间的关系,通过以不同的方法测定其应变—温度曲线来研究。最常用的测试方法有马丁耐热法、维卡耐热法和热变形温度试验法三种。

这些试验方法所测定的温度,仅仅是在该方法规定的载荷大小、施力方式、升温速率下,达到规定的形变值时的温度,不同的塑料类型它们之间的可比性不同。例如,无定形的聚苯乙烯的马丁、维卡、热变形温度和玻璃化温度都接近,分别为 96.4°C , 99.3°C , 94.5°C 和 97.6°C ; 但对结晶形的尼龙-6,这四种温度分别为 53.0°C , 196.0°C , 148.9°C , 50°C ,由此可见它们都不代表这种塑料的实际使用温度,只是在规定条件下的一种条件性试验,作为产品质量控制的一个指标(见表 1-1-1)。

表 1-1-1 3 种耐热试验方法的主要试验条件对照表

试验条件	方法名称		
	马丁耐热法	维卡耐热法	热变形温度试验法
加荷方式与大小	施加悬臂梁式弯曲力矩,弯曲应力 = 4.9 MPa	横截面积为 1 mm^2 的圆柱形针,垂直压入试样中,压入载荷为 49 N 或 9.8 N	施加简支梁式弯曲力矩,弯曲应力 = 1.82 MPa 或 0.45 MPa
形变终点值	240 mm 长的横杆顶端指示器下降 6 mm	圆柱形针压 1 mm	试样弯曲的最大挠度终点值:当试样高为 9.8~12.8 mm 时,挠度为 0.33~0.25 mm
试样尺寸	10 mm × 15 mm × 120 mm 长条状试样	厚度大于 3 mm,长、宽大于 10 mm	长度大于 110 mm,高度为 9.8~12.8 mm,宽度为 3.0~4.2 mm,板材的厚度作为试样的宽度可允许为 3~13 mm
连续升温速率	$50^\circ\text{C}/\text{h}$	$50^\circ\text{C}/\text{h}$	$120^\circ\text{C}/\text{h}$

3.3.4 玻璃化温度 当高聚物的温度降至玻璃化温度 T_g 时,成为玻璃态固体,此时分子链段基本上不能运动,链节的内旋转也很困难,只有原子间的振动拉伸时,主链上原子间距离拉大即键角增加,外力去除后立即恢复原状,这种由键角改变引起的形变是瞬时完成的,并与力的作用时间无关,所以玻璃态时的形变是一种为一切固体所共有的普通弹性形变。

对无定形塑料, T_g 是其最高工作温度;对结晶形塑料, T_g 没有实用意义;对橡胶, T_g 是最低工作温度。

在 T_g 的前后,高聚物的许多性能如密度、形变、比热容、硬度、介电常数、折光率等均有突然的变化,设法依温度与这些物理变量作图,找出其突变点所处的温度即为 T_g 。例如,可作高聚物的容积—温度或形变—温度曲线,在这些曲线上的突变点通常就表示其玻璃化温度。

3.3.5 脆化温度 当对于一定低温下的塑料施加应力时,在很小变形下它就会破坏,这个温度就称脆化温度 T_B 。

3.3.6 分解温度 分解温度是指高聚物在受热时大分子链断裂的温度,也是鉴定高聚物耐热性的指标之一。常用热失重法测定分解温度。

3.3.7 熔融指数 熔融指数 MI 是热塑性塑料在一定温度和一定压力下,熔体在 10 min 内通过标准毛细管的质量值,以 g/10 min 表示。

熔融指数越大该塑料在熔融时的流动性越好,反之亦然;对同一种高聚物,熔融指数大,表示分子量小,因此,熔融指数常用作高聚物分子量分类的标志,各种塑料熔融指数测定的标准条件可参见国标 GB 3682—83。

3.3.8 耐燃烧性 塑料的耐燃烧性由燃烧速度(单位燃烧时间内试样的烧焦长度)和燃烧失重率(燃烧前后重量之差的百分率)来表示,而起火时间、燃烧时间和自燃时间也作为耐燃烧性能的参考指标。

3.4 电性能

3.4.1 体积电阻率 施于两电极上的直流电压与流过它们之间试样体积内的电流之比称为体积电阻 R_v ,由 R_v 及电极和试样尺寸算出的电阻率称为体积电阻率 ρ_v 。 $\rho_v = R_v \frac{S}{d}$,式中 S 为测量电极面积(cm^2), d 为试样厚度(cm), R_v 为体积电阻(Ω)。测定方法参见 GB 1410—78。

3.4.2 介质损耗角正切 接在交流电源上的电容器,当电介质是理想的绝缘体时,则在电量的储存和回流过程中不消耗电能,若电介质不是理想的绝缘体时,就会有泄漏电流通过,此泄漏电流转变为热能使绝缘体发热,就有一部分电流被消耗了,被消耗的电能称为介质损耗。如果没有介质损耗则施于绝缘体上的电压与通过绝缘体的电流间相角应为直角,但实际上由于绝缘体的介质损耗关系,使电压与电流间的相角必小于直角,相角的余角称为介质损耗角(δ),损耗角的大小通常用其正切值来表示,即 $\text{tg } \delta$ 。由此可见, $\text{tg } \delta$ 越小则绝缘体的绝缘性能越好,这在高频和高压电流方面应用是个重要的绝缘性能指标。测定方法参见国标 GB 1045—70。

介质损耗角 δ 与相位角 ϕ 互为余角: $\phi + \delta = 90^\circ$,当 δ 很小时 $\text{tg } \delta \approx \sin \delta = \cos \phi$,而 $\cos \phi$ 是功率因数,所以往往有以功率因数 $\cos \phi$ 来代表介质损耗角正切 $\text{tg } \delta$ 的情况。

3.5 化学性能及其它

3.5.1 耐化学性 塑料耐化学性是指塑料在化学介质中是否受到腐蚀,评定的依据通常

是塑料在介质中一定时间后的重量、体积、强度、色泽等变化情况,尚无统一的耐腐蚀标准。

塑料受化学介质腐蚀的程度和快慢除了与介质种类有关外,还与介质的温度、压力、制品内残存的内应力、孔隙多少等因素有关,这就给评定塑料是否能耐某种化学介质带来了困难。

3.5.2 耐老化性 塑料的老化是指使用、贮存和加工过程中由于受到光、热、氧、水、生物、应力等外来因素的作用,引起化学结构破坏而使原有优良性能有所下降的现象。研究塑料老化是为了提高它的稳定性,延长使用寿命。

研究老化的方法可分为人工老化,如热老化、光老化、臭氧老化、人工气候老化和霉菌老化等;自然老化,如自然大气老化、地下和水中老化等。

3.5.3 成型收缩率 塑料在热模中成型,脱模冷却成为制品,必有收缩之自然现象,即制品尺寸小于模腔尺寸,这就是成型收缩量,以 mm/mm 表示,若成型收缩量乘以 100% 就是成型收缩率,也可称为模塑收缩率。

成型收缩率的大小除了与塑料本身性质有关外,还与加工条件(温度、压力)、模具设计、热处理等条件有关。

3.6 塑料工业常用法定计量单位

塑料工业常用法定计量单位及其换算见表 1-1-2。

表 1-1-2 塑料工业常用法定计量单位

量	单位名称	单位符号	单位换算
长度	米	m	
质量	千克(公斤)	kg	
时间	秒	s	
电流	安[培]	A	
热力学温度	开[尔文]	K	
物质的量	摩[尔]	mol	
发光强度	坎[德拉]	cd	
力	牛[顿]	N	1 kgf = 9.81 N
压强,应力	帕[斯卡]	Pa	1 kgf/cm ² = 0.0981 MPa
能,功,热量	焦[耳]	J	1 cal = 4.187 J
功率,辐射通量	瓦[特]	W	1 hp = 745.7 W 1 kcal/h = 1.163 W
频率	赫[兹]	Hz	
简支梁冲击强度	焦耳每平方米	J/m ²	1 kgf/cm ² = 0.981 kJ/m ² 1 lbf · ft/in ² = 2.10 kJ/m ²

续表

量	单位名称	单位符号	单位换算
悬架梁冲击强度	焦耳每米	J/m	1 kgf · cm/cm = 9.81 J/m 1 lbf · ft/in = 53.4 J/m
扭矩、落锤冲击强度	牛顿米	N · m	1 kgf · m = 9.81 N · m 1 lbf · ft = 1.36 N · m 1 lbf · in = 0.113 N · m
导热系数(热导率)	瓦[特]每米开[尔文]	W/(m · K)	1 kcal/(m · h · K) = 1.163 W/(m · K) 1 Btu/(ft · h · F) = 1.731 W/(m · K)
线膨胀系数	每度	1/°C	
密度	千克每立方米	kg/m ³	1 lb/in ³ = 27 679.9 kg/m ³ 1 lb/ft ³ = 16.02 kg/m ³
动力粘度	帕[斯卡]秒	Pa · s	1 P = 10 ⁻¹ Pa · s 1 cP = 10 ⁻³ Pa · s
体积电阻率	欧[姆]米	Ω · m	1 Ω · cm = 10 ⁻² Ω · m
撕裂、剥离强度	牛[顿]每米	N/m	1 kgf/cm = 980.7 N/m 1 lbf/in = 175.1 N/m
击穿电压 (介电强度)	千伏每毫米	kV/mm	1 kV/cm = 0.1 kV/mm 1 V/mil = 0.039 kV/mm

§ 4 塑料的特性

4.1.1 质轻 塑料一般都比较轻,它的相对密度约在 0.83~2.2 范围,多数介于 1~1.5 之间。塑料材料的相对密度与其中填料的种类和数量有关。相对密度小于 1 者为聚烯烃类,最高者为聚四氟乙烯(相对密度为 2.22)。泡沫塑料由于其内部含有无数微小的气孔,所以其相对密度甚低,一般在 0.01~0.5 之间。

各种材料的相对密度参见表 1-1-3。

由于塑料的相对密度小,比强度高以及它的加工性能优良,汽车塑料制品逐年增多,为汽车轻量化,降低制造成本,起到了很重要的作用。塑料质轻的特点,在汽车工业的发展中将起到更大的作用。

表 1-1-3 各种材料的相对密度

材 料	相对密度	密度/(kg/m ³)	材 料	相对密度	密度/(kg/m ³)
土	2.01	2 010	白金	21.52	21 520
粘土	1.91	1 910	纯金	19.32	19 320
钢筋水泥块	2.41	2 410	水银(0℃时)	13.6	13 600
沥青	1.61	1 610	铅板	11.43	11 430
一般玻璃	2.44	2 440	镍	8.69	8 690
石墨	2.22	2 220	青铜板	8.46	8 460
橡胶	0.93	930	铁(锻)	7.71	7 710
电木	1.22	1 220	铁(铸)	7.21	7 210
皮革	0.87	870	钢(平均)	7.87	7 870
毛毡	0.12	120	锌板	7.21	
石棉(板)	1.16	1 160	铝板	2.57	2 570
石棉(布)	0.98	980	硬铝	2.65	2 650
花岗岩	2.65	2 650	塑料	0.83~2.2	830~2 200
大理石	2.71	2 710			

4.1.2 耐化学腐蚀性好 塑料的耐化学腐蚀性优于金属和木材。一般塑料,对酸、碱等普通化学药品均有抗腐蚀能力。高聚物的化学结构,所含功能团的性质填料的种类以及是否有增塑剂等因素,对于塑料耐化学腐蚀性能发生重要影响。

主链周围全部为氟原子的聚四氟乙烯具有最优良的耐化学腐蚀性能。沿主链上具有极性原子或原子团的聚氯乙烯、氯化聚醚、聚丙烯腈等具有优良的耐酸和耐非极性溶剂的腐蚀作用。全部由碳氢两种元素组成的聚乙烯、聚丙烯等具有优良的耐酸、碱和耐极性溶剂的性能。用硬聚氯乙烯塑料制造的化工设备可耐98%的浓硫酸及各种浓度的盐酸和60~80℃的碱液。一般来讲汽车塑料制品的耐腐蚀性大大超过金属制品。

4.1.3 优良的消声和隔热作用 塑料具有优良的消声和隔热作用,尤其是泡沫塑料可用于制造汽车隔音、隔热、保温的零部件,如汽车顶棚内衬、门内板、地垫、行李箱垫等。各种材料的导热系数参见表1-1-4。

表 1-1-4 各种材料的导热系数

材 料	导 热 系 数	
	cal ^① /(cm·s·K)	[W/(m·K)]×10 ²
铝	0.502 9	2.105 5
黄铜(70Cu30Zn)	0.265 3	1.110 8
醋酸纤维素	0.000 440 9	0.001 9
钢	0.918 1	3.843 9

续表

材 料	导 热 系 数	
	$\text{cal}^{\text{①}}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{K})$	$[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \times 10^2$
灰铸铁	0.120 6	0.504 9
锻造铁	0.144 7	0.605 8
铅	0.083 0	0.347 5
云母(粉末)	0.000 965 6	0.004 0
云母(板)	0.001 326 3	0.005 6
镍	0.139 5	0.584 1
塑料层压制品:		
酚醛(布)	0.000 79	0.003 3
酚醛(纸)	0.001 16	0.004 9
酚醛(玻璃纤维)	0.000 54	0.002 26
三聚氰胺(玻纤)	0.000 84	0.003 52
硅树脂(玻纤)	0.000 35	0.001 47
酚醛(石棉纤维)	0.001 3	0.005 44
石棉水泥	0.002 4	0.010 05
醋酸纤维	0.000 4	0.001 67
酚醛(木粉)	0.000 7	0.002 93
酚醛(木棉)	0.000 7	0.002 93
酚醛(石英)	0.001 1	0.004 61
橡木(垂直方向)	0.000 258	0.001 08
枫木(垂直方向)	0.001 04	0.004 35
锌	0.265 3	1.110 76
有机玻璃	0.000 45	0.001 88
聚苯乙烯	0.000 2	0.000 84
醋酸丁基树脂	0.000 6	0.002 51
乙基纤维素	0.000 5	0.002 09
离子聚合物	0.000 2	0.000 84
尼龙	0.000 6	0.002 51
硬质橡胶	0.000 379	0.001 59
多孔橡胶	0.000 103 4	0.000 43
滑石	0.006	0.025 12

续表

材 料	导 热 系 数	
	cal ^① /(cm·s·K)	[W/(m·K)]×10 ²
铁(1%C)	0.108 4	0.432 92
水	0.001 412 5	0.005 91
松木(垂直方向)	0.000 262	0.001 10
① 1 cal=4.187 J		

4.1.4 塑料的耐热性 塑料的耐热性差,温度升高后强度很快下降。在工程上,不仅要求材料在常温下具有较高的机械力学性能,而且要求材料在较高的温度下也具有良好的机械力学性能。用这一点去要求那些通用的热塑性塑料时,就会发现它们并不是理想的材料。热塑性塑料一般使用温度为60~80℃,只有少数工程塑料可达100℃以上。几种塑料的连续使用温度参见表1-1-5。热变形温度见表1-1-6。

表 1-1-5 塑料连续使用温度

温度/℃	树脂种类	温度/℃	树脂种类
284	聚四氟乙烯	150	醇酸树脂、酚醛、环氧(GF)
260	聚酰亚胺、硅树脂(GF)	121	PA、PPO、PC、PP
230	酚醛树脂(石棉)	107	ABS/PC、聚氨酯
220	硅树脂(无机填料)	94	POM、ABS
215	聚邻苯二甲酸二烯丙酯	88~55	丙烯酸树脂、PE、PS、PVC、SAN、尿醛树脂等
163	聚砜		

表 1-1-6 塑料热变形温度

树脂种类	代 号	填充料	温度/℃
硅树脂	SI	GF	260~480
聚酰亚胺	PI	GF	290
醇酸树脂		GF	165~280
醇酸树脂		无机填料	160~280
聚酯	UP	GF	66~230
三聚氰酰胺	MF	GF	200
三聚氰酰胺	MF	纤维素	177
聚邻苯二甲酸二烯丙酯	PDAP	GF	165
酚醛树脂	PF	GF	150

续表

树脂种类	代号	填充料	温度/℃
聚邻苯二甲酸二烯丙酯	PDAP	无	155
聚邻苯二甲酸二烯丙酯	PDAP	丙烯酸树脂	107~130
酚醛树脂	PF	一般用	127
环氧树脂	EP	GF	121
聚苯醚	PPO	GF	260
聚对苯甲酸乙二(醇)酯	PET	GF	240
聚醚矾		GF	216
尼龙 6	PA	GF	216
聚对苯二甲酸丁二(醇)酯	PBT	GF	210
聚矾	PSU	GF	185
尼龙 66	PA66		160
聚甲醛	POM	GF	157
聚碳酸酯	PC	GF	150
改性聚苯醚	MPPO	GF	150
聚四氟乙烯	PTFE	—	126(0.45 MPa)
聚三氟氯乙烯	PCTFE	—	120
丙烯腈/苯乙烯	AS	—	110
聚丙烯	PP	—	110
丙烯腈/丁二烯/苯乙烯	ABS	—	95
聚氟乙烯	PVF2	—	90
高密聚乙烯	HDPE	—	60~88(0.45 MPa)
聚苯乙烯	PS	GF	82
聚苯乙烯	PS	—	77
聚乙烯	PE	—	52
* 在 1.81 MPa 负荷下测定的温度			

塑料的冲击韧性随着温度的升高而增加,在低温下甚至呈脆性。温度对某些热塑性塑料冲击强度的影响见表 1-1-7。