

汽车 塑料 应用 手册

李尹熙 骆秀云 编著

机械工业出版社

QICHE SULIAO YINGYONG

SHOUCE



汽车塑料应用手册

李尹熙 骆秀云 编著



机械工业出版社

本书着重介绍汽车用塑料的特性、汽车塑料制品设计要求及试验方法标准。全书共分三篇，讲述了汽车用塑料的发展现状及塑料的基本知识，重点阐述了各种塑料的特性及其在汽车上的应用；还选编了有关的国内外塑料试验方法标准及汽车塑料制品试验方法标准。

本书内容丰富全面，适于从事塑料应用及汽车设计的工程技术人员阅读。

汽车塑料应用手册

李尹熙 骆秀云 编著

*

责任编辑：孙慧波 版式设计：张世琴

封面设计：王 伦 责任校对：熊天荣

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $22^{1/4}$ · 字数 588 千字

1989年5月北京第一版·1989年5月北京第一次印刷

印数 0,001—2,450 · 定价：19.20 元

*

ISBN 7-111-00766-2/U·17

前 言

随着汽车工业的发展，为实现汽车轻量化，提高汽车的舒适性和安全性，近年来，各国汽车用塑料制品的用量日益增多。塑料及其复合材料已成为汽车生产中不可缺少的重要材料之一。

我们受中国汽车工业公司的委托，编写了这本书，使从事塑料应用工作的科技工作者和管理人员了解发展汽车塑料制品的意义及塑料应用的现状，掌握汽车塑料制品的技术要求。同时帮助汽车设计者了解和掌握各种塑料的特性及国内生产厂家、产品牌号，以便使塑料制品设计合理，选材正确。

目前国内汽车塑料制品的试验方法和标准还很少。为了促进我国汽车塑料制品的发展和提高现有汽车塑料制品的质量，我们从国内外标准中选编了有关汽车塑料及其制品的试验方法。

在编著本书的过程中，得到中国汽车工业公司刘庆贵同志的热情指导；国内汽车制造厂和汽车塑料制品厂提供了有关产品实物照片；王桂荣、颜发清、洪雅霞、贺安平等在审稿等方面给予很多的帮助，谨在此一并致谢。

由于我们水平有限，书中错误缺点在所难免，恳请读者不吝赐教。

编 者
1987年10月

目 录

第一篇 总 论

第一章 概述	1
第一节 汽车塑料制品和节能的关系	1
一、汽车节能的迫切性	1
二、汽车节能的措施	1
三、减轻汽车自重的途径	4
第二节 塑料在汽车工业中的应用	6
一、汽车塑料制品发展现状	6
二、汽车塑料制品发展趋势	8
第三节 国外汽车用典型塑料制品	9
一、聚氨酯泡沫塑料制品	9
二、工程塑料汽车零部件	9
三、塑料复合材料汽车制品	9
第二章 我国汽车用塑料制品的现状与发展前途	11
第一节 我国汽车塑料制品发展现状	11
一、汽车塑料制品概况	11
二、我国汽车上常用的塑料制品	14
第二节 我国生产的汽车塑料制品实物照片	16
第三章 塑料常用名词解释及缩写代号	27
第一节 塑料性能含义简介	27
一、物理性能	27
二、机械性能	28
三、热性能	32
四、电性能	35
五、化学性能及其他	35
第二节 塑料加工用助剂简介	36
一、增塑剂	37

二、防老化剂	37
三、增强剂、填料	39
四、抗静电剂	40
五、阻燃剂	40
六、发泡剂	41
七、润滑剂	41
八、着色剂	41
九、偶联剂	42
十、交联剂	42
第三节 塑料加工方法简介	42
一、挤出成型	43
二、注射成型	43
三、压延成型	44
四、模压成型	45
五、层压成型	45
六、吹塑成型	45
七、滚塑成型	45
八、流涎成型	46
九、传递成型	46
十、缠绕成型	46
十一、固相成型	46
第四节 塑料及树脂缩写代号	47

第二篇 汽车用塑料及其制品

第一章 汽车软饰用塑料制品	55
第一节 汽车软饰用塑料制品发展概况	55
第二节 聚氨酯泡沫塑料	57
一、聚氨酯泡沫塑料的制造	58
二、聚氨酯泡沫塑料的特点	61
三、聚氨酯泡沫塑料在汽车上的应用	62
第三节 聚氨酯泡沫塑料汽车座椅	63
一、聚氨酯泡沫塑料座椅缓冲垫	64

二、座椅骨架和表皮·····	68
三、聚氨酯泡沫塑料座垫发展方向·····	68
第四节 聚氨酯泡沫塑料仪表板及其他部件·····	69
一、仪表板、扶手、头枕·····	70
二、仪表板用其他材料·····	72
三、其他软饰件·····	73
第五节 RIM 法及其在汽车上的应用 ·····	74
一、聚氨酯反应注射模塑法 (PUR—RIM法) ·····	75
二、PUR—RIM 法制品性质 ·····	75
三、PUR—RIM 的应用 ·····	77
第二章 汽车结构件用通用塑料及其制品 ·····	79
第一节 聚丙烯塑料 (PP) ·····	79
一、聚丙烯塑料在汽车上应用概况·····	79
二、聚丙烯材料的特性·····	81
三、聚丙烯汽车零件·····	93
第二节 聚乙烯 (PE) ·····	107
一、聚乙烯塑料在汽车上应用概况 ·····	107
二、聚乙烯材料特性 ·····	109
三、聚乙烯汽车零件 ·····	122
第三节 改性聚苯乙烯 ·····	125
一、改性聚苯乙烯在汽车上应用概况 ·····	125
二、改性聚苯乙烯材料特性 ·····	127
第四节 聚氯乙烯 (PVC) ·····	142
一、聚氯乙烯在汽车上应用 ·····	143
二、材料特性 ·····	146
第五节 酚醛树脂 (PF) ·····	150
一、酚醛树脂在汽车上应用概况 ·····	150
二、酚醛树脂的一般性能 ·····	153
三、酚醛树脂成型汽车零件用例 ·····	162
四、今后的动向 ·····	162
第六节 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) ·····	163
一、聚甲基丙烯酸甲酯材料的特性 ·····	164

第三章 汽车结构件用工程塑料及其制品	173
第一节 聚酰胺 (PA) 及其在汽车上应用	173
一、尼龙材料的一般特性	173
二、尼龙在汽车上的应用	193
第二节 聚甲醛及其在汽车上应用	198
一、聚甲醛材料的特性	198
二、聚甲醛在汽车上的应用	206
三、聚甲醛钢背复合材料 (DX)	210
第三节 饱和聚酯	215
一、饱和聚酯材料的特性	216
二、饱和聚酯在汽车上的应用	222
第四节 聚碳酸酯 (PC)	225
一、聚碳酸酯的特性	225
二、聚碳酸酯在汽车上的应用	228
第五节 热塑性弹性体 (TPE)	228
一、TPE 的特性	229
二、TPE 在汽车上的应用	233
第六节 其他工程塑料	236
一、聚苯硫醚 (PPS)	236
二、聚砜 (PSU)	239
三、聚酰亚胺 (PI)	246
四、氟塑料	248
五、聚芳酯 (U-Polymer)	254
第四章 汽车外装及结构件用纤维增强复合材料	257
第一节 片状模塑料复合材料 (SMC)	260
一、SMC 材料制造方法	261
二、SMC 材料的物理性质	264
三、SMC 材料成型方法	265
第二节 冲压成型 FRP 材料	267
一、成型方法	268
二、冲压成型片材特性	272
第三节 其他方法成型的 FRP 材料	27

一、单丝缠绕成型的 FRP 材料(FW 法).....	278
二、引拔成型 FRP 材料(Pultrusion Process).....	278
三、树脂注入法 (RI 法)成型 FRP 材料.....	279
第四节 高强纤维复合材料	283
一、碳纤维增强塑料复合材料 (CFRP)	283
二、ArF 复合材料	289
第五节 FRP 材料在汽车上的应用	291
一、FRP 材料在汽车上应用的意义及概况	291
二、在设计 FRP 汽车制品时应考虑的问题.....	300
三、CFRP 在汽车上应用试验	304
第五章 汽车用胶粘剂和密封胶	309
第一节 胶粘剂与密封胶种类及特点	309
一、环氧树脂胶粘剂	310
二、酚醛树脂胶粘剂	313
三、聚丙烯酸酯胶粘剂与密封胶	314
四、聚氨酯胶粘剂	317
五、聚硫橡胶密封胶	319
六、液体密封垫料	321
第二节 胶粘剂应用技术	326
一、粘接设计	326
二、粘接部位的耐久性	329
三、粘接方法	335
第三节 胶粘剂与密封胶在汽车上的应用	337
一、胶粘剂和密封胶在汽车上应用实例	337
二、层状结构及其在汽车上的应用	339
第六章 汽车塑料结构部件设计	342
第一节 塑料结构制品材料选用原则	342
一、汽车常用塑料的一般特性	342
二、塑料力学特性	342
三、塑料的热性能	353
第二节 塑料制品的设计要求	357
一、受力分析	357

二、强度设计	365
三、结构设计中应考虑的因素	367
四、塑料件组装	379
第三节 塑料轴承结构尺寸的确定	386
一、塑料轴承材料的选择	386
二、塑料轴承结构尺寸的确定	387

第三篇 测试方法标准

第一章 塑料检验方法标准	391
第一节 塑料力学性能试验方法	391
一、塑料力学性能方法总则(GB1039—79)	391
二、塑料拉伸试验方法(GB1040—79)	392
三、塑料压缩试验方法(GB1041—79)	397
四、塑料弯曲试验方法(GB1042—79)	400
五、塑料简支梁冲击试验方法(GB1043—79)	404
六、塑料悬臂梁冲击试验方法(GB1843—80)	408
七、塑料撕裂强度试验方法(HG2—167—65)	416
八、塑料粘接材料剪切强度试验方法(HG2—151—65)	418
第二节 塑料温度性能试验方法	420
一、塑料耐热性(马丁)试验方法(GB1035—70)	420
二、热塑性塑料软化点(维卡)试验方法(GB1633—79)	422
三、塑料弯曲负载热变形温度试验方法(GB1634—79)	425
四、塑料低温对折试验方法(HG2—161—65)	429
五、塑料低温冲击压缩试验方法(HG2—162—65)	431
六、塑料低温伸长试验方法(HG2—163—65)	433
第三节 塑料一般物理性能试验方法	436
一、塑料比重试验方法(GB1033—70)	436
二、塑料导热系数试验方法(稳态法)(HG2—158—65)	438
三、塑料熔融指数试验方法(HG2—1171—77)	440
四、塑料布氏硬度试验方法(HG2—168—65)	443
五、塑料邵氏硬度试验方法(HG2—152—65)	446
六、塑料体积电阻系数和表面电阻系数试验方法(GB1044—70)	447

X

七、塑料介质损耗角正切值和介电系数试验方法 (GB1045—70)	454
八、塑料线膨胀系数试验方法(GB1036—70)	458
九、软质聚氨酯泡沫塑料 (SG252—82)	460
第二章 汽车塑料制品试验方法标准	467
第一节 汽车塑料制品试验方法综述	467
一、标准试验方法	467
二、对汽车塑料制品的性能要求和评价项目	469
三、典型汽车塑料制品性能要求和试验方法	471
第二节 汽车塑料制品通用试验方法	482
一、塑料制品试验方法(JASO M312—75)	482
二、汽车零件的高温及低温试验方法 (JIS D0204—1967)	501
三、汽车零件的耐老化性试验方法 (JIS D0205—1976)	504
四、汽车室内用有机材料燃烧试验方法 (JIS D1201—1977)	524
五、汽车用密封材料试验方法 (JIS K6830—1977)	540
六、汽车用胶粘剂试验方法 (JIS K6829—1976)	564
第三节 汽车塑料制品专用件试验方法	57 ⁶
一、汽车座椅衬垫材料性能试验方法 (JASO B408— 1976)	576
二、汽车座椅缓冲性试验方法 (JASO B407—1982)	598
三、汽车用人造革 (JASO 7102)	613
四、汽车用软质聚氯乙烯管 (JASO M 311—1974)	626
五、汽车气制动配套用尼龙管 (JASO 7318)	642
六、汽车转向盘包覆材料层试验方法 (BSAU 126—1966)	649
七、汽车照明装置光学部件(如灯玻璃、反射器)用塑 料 (SAE J 576 d)	650
八、汽车照明装置罩用塑料材料 (SAE J29)	652
九、汽车转向盘试验方法 (JB3979—85)	655

附 录

一、工程塑料性能表	666
二、塑料工业常用法定计量单位及其换算表	690

三、各种材料线膨胀系数	691
四、塑料连续使用温度	693
五、塑料热变形温度	694
六、各种材料导热系数	695
七、各种材料的比重	696
八、几种木材的强度	697
九、各种液体热性质	698
参考文献	698

第一篇 总 论

第一章 概 述

第一节 汽车塑料制品和节能的关系

一、汽车节能的迫切性

70 年代汽车工业遇到三大难题，即消除公害、保证安全和节约能源。发展汽车用塑料制品直接与安全、节能有关。

目前汽车工业所面临的最大课题仍然是如何节约能源问题。石油是不能再生的能源，因此节约石油是一项迫切的任务。

为了节能，美国于 1975 年发布了有关能源政策及其保护法。接着美国公路交通安全署和环境保护局也针对汽车的燃料消耗作出严格的规定（见表 1-1-1），超过规定标准的汽车，对生产厂罚款。日本、法国、英国、瑞典、澳大利亚等国也效仿美国做了各种节油的规定。

表1-1-1 美国轿车油耗标准

年 度	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
mile/gal	18.0	19.0	20.0	22.0	24.0	26.0	27.0	27.5
km/L	7.2	7.6	8.0	8.8	9.6	10.4	10.8	11.2

二、汽车节能的措施

汽车节能措施一般有：提高发动机效率，减小空气阻力，改善传动机构以及减轻汽车自重等。

如果把一辆汽车所用的原材料生产消耗的能源、汽车零部件

制造消耗的能源, 汽车运行消耗的燃油总和称为汽车总能耗, 按汽车使用寿命为 16 万 km 计算, 燃油消耗将占总能耗的 82%。因此汽车节能的重点是设法降低汽车燃油消耗。汽车行驶时燃料主要消耗在克服各种阻力上。

汽车在正常行驶时消耗能量的情况如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 汽车行驶时的能量消耗比 单位: %

能量消耗项目	欧 洲 车		美 国 福 特	
	市内行驶	高速公路	市内行驶	高速公路
空气阻力	27	56	25	52
滚动阻力	39	34	41	38
驱动力消耗	4	2	4	2
加速阻力(制动)	26	4	26	4
辅助设备	4	4	4	4

众所周知, 汽车正常行驶时的阻力一般由下列四部分组成:

1. 滚动阻力

$$R_r = \mu_r W$$

式中 R_r ——滚动阻力;

μ_r ——滚动阻力系数;

W ——汽车自身重量。

2. 加速阻力

$$R_t = \frac{a}{g} (1 + \varphi) W$$

$$\varphi = \frac{\Delta W}{W}$$

式中 R_t ——加速阻力;

a ——行驶加速度;

g ——重力加速度;

ΔW ——汽车旋转部件当量重量。

3. 坡度阻力

$$R_s = W \sin \theta$$

式中 R_r ——坡度阻力;
 θ ——路面坡度。

4. 空气阻力

$$R_f = \mu_f AV^2$$

式中 R_f ——空气阻力;
 μ_f ——空气阻力系数;
 A ——迎风面积, 即汽车行驶方向的投影面积;
 V ——气流速度。

$$R = R_r + R_t + R_s + R_f$$

$$= \left\{ \mu_r + (1 + \varphi) \frac{a}{g} + \sin \theta \right\} W + \mu_f AV^2$$

从上式可以看出, 燃料消耗最多的滚动阻力与加速阻力, 都与汽车自重直接有关。

其次再分析一下各种阻力因素对汽车节能的影响 (见表 1-1-3)。

表 1-1-3 各种因素对汽车节能效果的影响比较

各种节能因素		节能效果
滚动阻力	汽车自重	减摩系数① 0.85~0.88
	轮胎阻力	减摩系数 0.1
空气阻力		减摩系数 0.2
辅助设备耗能	空调系	- 20~- 30%
	动力转向	- 5%
发动机效率		+ 10%
排气净化		- 10%

① 减摩系数 0.85, 即汽车自身重量减轻 10% 时, 可以节能 8.5%。

从表 1-1-3 中可以看出, 减轻汽车自重对于节能效果最佳。根据试验, 自重 1360kg 的汽车, 若自重减轻 10%, 则可节油 8% 左右。对载货车来讲, 减轻自重不仅降低油耗, 还可以增加有效

4

载荷。

三、减轻汽车自重的途径

减轻汽车自重的途径一般有：车辆小型化、结构设计合理化以及材料轻量化。

1977年型西保莱汽车，经过各方面的努力减轻自重253.3 kg，其中由于材料转换而减轻了104.2kg，即占41%；因零件小型化而减轻144.1kg，占57%。

美国轿车上使用的材料变化情况如表1-1-4。

从材料的角度来看，可用作汽车轻质材料的有高强度合金钢、铝合金、塑料及其复合材料等。就材料本身的强度而言，高强度合金钢最高，塑料最差。但是塑料经过各种纤维增强之后，

表1-1-4 汽车材料构成的变化

材 料	1978年 (kg)	1987年 (kg)	重量变化 (%)	体积变化 (%)
塑 料	85.1	114.8	+35	+44
铝 材	54.5	81.0	+49	+21.9
钢 材	920.7	759.2	-18	-46.3
铸 铁	281.3	127.4	-55	-46.9
橡 胶	44.6	36.5	-19	-11.6
玻 璃	42.8	35.6	-17	-6.4
铅	9.9	9.9	0	0
锌	8.1	4.1	-50	
其 他	118.8	94.5	-20	
合 计	1574.6	1267.2	-20	

表1-1-5 几种材料机械强度的比较

材 料	比 重	拉伸强度 (MPa)	拉伸弹性模数 (MPa $\times 10^4$)
冷轧钢板	7.55	206	21
高强度钢板	7.55	412	21
铝合金板材	2.70	49	6.9
ABS塑料	1.04	44	0.2
XMC(定向)	1.83	617	3.8
HMC(定向)	1.75	172	1.4
CFRP	1.5	1764	23.5

有可能在不降低零件强度的条件下达到减轻汽车自重的效果。在表 1-1-5 中列出几种材料的机械强度。

从表 1-1-5 可以看出, CFRP (碳纤维增强塑料) 的物理机械强度指标已达到或超过钢板, 而其比重仅为钢材的 $1/5$ 。玻璃纤维增强塑料 (XMC、HMC) 虽然弹性模数不及钢材, 但从其性能看, 可用以制造受力较小的结构件。制造等刚度板材时, 纤维增强塑料的轻量化效率比较高 (见表 1-1-6)。实际上从不同材料制成的汽车零件重量对比中 (表 1-1-7) 也可以看出使用塑料后的轻量化效果比较好。

表 1-1-6 制造等刚度板材时轻量化效率

材 料	比重	挠曲弹性模数 (MPa $\times 10^4$)	板 厚	重 量	轻量化效率 (%)
钢 板	7.6	21	t	W	基准
SMC①	1.9	1.2	2.60 t	0.633 W	36.7
铝 合 金	2.7	6.9	1.44 t	0.498 W	50.2

① SMC是指片状模塑料。

表 1-1-7 不同材料制造的轿车零件重量对比

单位: kg

材 料	汽 车 零 件						
	车 门	发 动 机 罩	行 李 箱 盖	前 叶 子 板	前 后 保 险 杠	传 动 轴	车 轮
钢板	56.7	40.8	36.3	63.5	113.4	18.1	47.6
高强度钢板	28.6	20.4	31.8	31.8	57.2	—	—
铝合金板	22.7	15.9	27.2	27.2	77.1	—	24
纤维增强塑料板	10	8	11.3	11.3	19.1	4.3	15.9

在轻质材料取代工作中, 必须考虑材料成本。如果仅考虑成本, 轻质材料取代后, 普遍存在成本提高的问题。但是, 有些具体零件实现一体化而降低了装配成本, 其总成本不一定提高。

另外, 还必须考虑由于零件轻量化而带来的社会效益。众所周知, 汽车节能应包括材料制造, 材料加工能耗及行车中的油耗。