

SIMPLE METHODS FOR
IDENTIFICATION OF PLASTICS

塑料简易鉴定法

〔联邦德国〕D. 布劳恩著

叶丽梅译 张维邦校

0320.77

中山大學出版社

塑料簡易鑑定法

〔联邦德国〕D. 布劳恩 著

叶丽梅 译

张维邦 校

江苏工业学院图书馆
藏书章

中山大学出版社

Simple Methods for
Identification
of plastics

Dietrich Braun

Hanser Publishers

1 9 8 2

塑料简易鉴定法

〔联邦德国〕D. 布劳恩 著

叶丽梅 译

张维邦 校

责任编辑 张德贞

中山大学出版社出版发行

广东省新华书店经销

广东乐昌县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 2.25印张 插页1 46千字

1987年8月第1版 1987年8月第1次印刷

印数：1—3 000 册

ISBN7-308-00015-2/TQ·1

统一书号：15339·4 定价：0.70元

内 容 简 介

本书的内容是联邦德国塑料研究所完成的科研项目，是作者从文献和自己多年的工作经验中挑选出来并证明是行之有效的方法。工作人员只需要具备一定的进行简单的实验操作能力，从塑料的外观开始，通过溶解性、密度、热行为将塑料分类，用特定的试验反应就可对十八种类型（包括常用的）塑料的类别作出鉴定。方法简单易行。适用于塑料生产和使用部门的工作人员，也可供有关专业的科技人员和大专院校师生参考。

前 言

塑料加工者和使用者常常需要鉴定塑料样品的化学性质，但他们与塑料的生产部门不同，往往没有专门的化验室和具有分析经验的职员。要完满地鉴定高分子量的有机化合物常常是很复杂的问题，有时要花费大量的力气才能得到解决。就许多实际情况而言，人们只需要鉴定未知塑料样品所属的类型（例如它是属聚烯烃还是聚酰胺）。为此，只要求掌握比较简单的方法和一些粗浅的化学知识就可以了。

简易的塑料分析方法在文献中可找到一些综合的方案。其中包括萨赫特林（Hansjürgen Sacchtling）提出的塑料鉴定表，多年来它一直是鉴定塑料的一种非常有价值的方法。该法是从塑料的外观开始进行分析的。征得作者的允许，已经将该鉴定表收集于本书中了。在这些方案中有一些方法过于简单，另一些又要求太多实验。还有不少比较简单的试验方法则分散于各种技术文献中，而且往往并不容易查到。

因此收集在这本书中的塑料鉴定方法，都是从文献和从我自己多年的经验中挑选出来的，把它推荐给工艺师、工程师，技术推销员，使他们得以鉴定未知的塑料。自然，人们不应该期望用这种简单的方法就能得到高级的信息，它只限于用来鉴别塑料的类型。各种填料，增塑剂，稳定剂或其它添加剂（这些东西一般加入的量很少）的分析还需要更多的物理或化学方法。此外，许多工业上用的塑料是混合物或共聚物，用简单的方法不能进行鉴定，为此，还需要使用更先进的分析方法。

本书并不需要具有高深的化学知识，仅仅要求有一定的

进行简单实验操作的能力就够了。我特别提醒读者要注意化学试剂，溶剂及开口燃烧的操作。在本书适当之处指出了必须考虑的安全措施。实验所需的仪器列在第八章内。用已知塑料样品进行比较试验，在许多情况下是很有用处的。从塑料工程师协会，**Brookfield**中心，**CT 06805** 可收集到各种塑料样品。

本书所收集的试验方法，作者都重复做过，并在一些讲授的课程中应用了它们。

在本书的各章节中已经吸收了不少有用的经验，今后作者仍然非常欢迎读者对本书提出更多的意见或建议。

有不少篇幅很大很全面的塑料分析方面的书籍，它们需要广泛的化学和物理的基础；也有表格式的参考书，它们通常只限于某些简单的试验，我希望这本小册子能作为这两者的桥梁。当然这就要考虑兼顾实验的难度与简单的定性分析方法所得到的结果的可靠性两方面的关系。

塑料分析简易方法的研究和试验是德国塑料研究所的研究课题，是在 **Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungs - Vereinigungen e.V.**的资助下完成的。

在此我想感谢几位合作者，特别是**J. Arnd**先生帮助我完成本文。**W. Glenz**先生提了许多有价值的建议，**E. Immergut**先生将它翻译成了英文。

D. 布劳恩

1982年春

目 录

一、塑料及其外观	(1)
二、塑料分析的一般介绍	(15)
2 · 1 分析步骤	(15)
2 · 2 试样的制备	(15)
三、初步试验	(18)
3 · 1 溶解性	(18)
3 · 2 密度	(21)
3 · 3 热行为	(25)
3 · 3 · 1 热分解试验	(25)
3 · 3 · 2 燃烧试验	(27)
3 · 3 · 3 熔融行为	(31)
四、杂原子的试验	(34)
五、分析步骤	(38)
5 · 1 分类分析	(38)
第Ⅰ类 含氯、氟的塑料	(38)
第Ⅱ类 含氮的塑料	(39)
第Ⅲ类 含硫的聚合物	(40)
第Ⅳ类 不含杂原子的塑料	(40)
六、专属性鉴定试验法	(42)
6 · 1 一般的鉴定反应	(42)
6 · 1 · 1 李伯曼-斯托赫·莫拉蒙斯基 (Liebermann-Storch-Morawski) 反应	(42)
6 · 1 · 2 与对-二甲氨基苯甲醛的颜色反应	(42)
6 · 1 · 3 吉布斯(Gibbs) 靛酚试验	(43)
6 · 1 · 4 甲醛试验	(43)

6·2 各类塑料的鉴定方法····· (43)

6·2·1 聚烯烃····· (43)

6·2·2 聚苯乙烯····· (44)

6·2·3 聚甲基丙烯酸甲酯····· (44)

6·2·4 聚丙烯腈····· (46)

6·2·5 聚醋酸乙烯酯····· (46)

6·2·6 聚乙烯醇····· (47)

6·2·7 含氯的聚合物····· (47)

6·2·8 聚甲醛····· (48)

6·2·9 聚碳酸酯····· (49)

6·2·10 聚酰胺····· (49)

6·2·11 聚氨基甲酸酯····· (51)

6·2·12 酚树脂····· (51)

6·2·13 氨基塑料····· (51)

6·2·14 环氧树脂····· (52)

6·2·15 聚酯····· (52)

6·2·16 纤维素衍生物····· (54)

6·2·17 硅酮····· (54)

6·2·18 橡胶状塑料····· (55)

七、化学试剂····· (57)

酸及碱····· (57)

无机化学试剂····· (59)

有机溶剂····· (60)

有机试剂····· (61)

其它····· (61)

八、实验室仪器及设备····· (62)

基本设备····· (62)

备用设备····· (63)

参考资料····· (64)

萨赫特林塑料鉴定表

一、塑料及其外观

塑料是高分子量的有机物质（大分子或聚合物），通常是由低分子化合物合成的。它们也可由高分子量的天然物质（特别是纤维素）经化学改性而得。原材料大多数是石油、天然气和煤，它们可与空气，水或氯化钠反应而制得活泼的单体。由单体制成塑料最重要的工业合成方法，可以按它们形成聚合物的反应机理来进行分类，比如加聚反应和缩聚反应。但由于一些化学成分相同或相似的塑料可以按几种不同的路线和用不同的原材料来制得，因此这种分类法对未知塑料样品的分析意义不大。另一方面，除了化学鉴定外，塑料的外观及其热行为对其鉴定均可提供很有用的信息。

正象低分子化合物一样，构成塑料的各个大分子之间也存在着相互的物理作用。这种物理作用对塑料的内聚力及有关的性质如强度、硬度和受热软化行为都有影响。由线型分子（长度为几千毫微米，直径为几百毫微米）或低度交联的大分子所构成的塑料，在加热时通常能软化。在许多情况下还能熔融。因此在低温下本来彼此或多或少是有序的高分子材料在加热超过一定的温度时，相互之间就可以滑动形成粘度较高的熔体。根据固态下大分子的有序程度可把它们分为部分结晶体和（完全无序的）无定形塑料（见图1）。这种有序的程度对塑料受热时的行为及它的溶解性也产生影响。

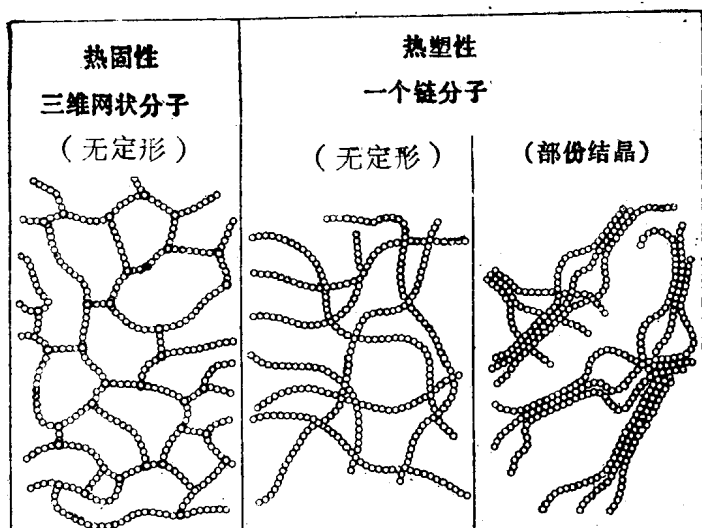


图1 表示大分子排列的三种主要类型的塑料结构图。

为实际尺寸的 1000,000 倍并简化 (晶体也可以是链折叠形成的)

在加热时能软化并且在达到流动温度时开始流动的塑料称为热塑性塑料。冷却时,这种熔融的塑料能再次变成固体。这样的过程可以重复许多次。但也有一些例外,例如当塑料的化学稳定性(用开始发生化学分解时的温度来表示)低于大分子链之间的相互作用的内聚力时,在加热达到它的软化点或熔点前就会发生化学变化。需要进一步指出的是,除少数外,多数线型的或支化的大分子能溶解在许多液体中(例如有机溶剂中)。溶剂分子本身插入在聚合物链之间减弱了大分子之间的相互作用而使之溶解。

与热塑性塑料相反,还有所谓热固性塑料。在他们加工成最后状态以后,就交联成既不熔融也不溶解的高分子。为了得到这样的产品,加工时所用原料的分子量一般比较低。

在加热或加热的同时进行加压，或通过与添加剂进行化学反应和协同的模塑条件使它们交联成为三维网状的高分子化合物（固化）。因此只有使交联键受化学破坏，才能把这些巨大的分子破碎为比较小的、从而可熔、可溶的碎片。这种破坏作用要在相当高的温度或某种化学试剂作用下才可产生。热固性塑料常常含有填料，它们对产品的外观和性能有很大的影响。

最后，根据物理外观我们可以把塑料与通常由交联较弱的大分子组成的弹性体，即橡胶状的弹性材料加以区别。天然或合成橡胶的交联键是在成型或硫化过程中形成的。由于它们的交联作用，加热温度在低于它们的分解温度之前，弹性体都不能熔融。此外它们还表现出与许多其它弹性热塑性塑料如增塑的聚氯乙烯不同的行为。

表1列出了这三组聚合物的最重要的特征。除弹性以外，热行为，密度，溶解性都可用来区别这些材料。但是，若有填料，颜料或增强剂如碳黑或玻璃纤维存在，会使这些性质有很大的差异。因此根据这些性质来鉴定聚合物材料并不是常常可靠的。表1中所列的比重对某些固体材料仅仅是粗略的近似值。例如泡沫塑料比重大约为 0.1克/厘米^3 或更小。有完全表皮和蜂窝心结构的泡沫塑料，密度介于 $0.2\sim 0.9\text{克/厘米}^3$ 之间。从它们的外表常常看不出它们是泡沫塑料。

在这里不可能讨论这两大类塑料中各种塑料的特殊性质。今天塑料工业采用共聚或化学改性方法能够生产出许多具有综合化学性质的材料，结果使相应塑料的鉴定更加复杂化。因而根据它们物理外观及按热塑性，热固性或弹性体来分类，仅仅在简单的情况下允许我们得出塑料化学结构的结论。所以它们常常只作为鉴别塑料的辅助方法。

虽然合成纤维和合成弹性体具有和塑料相同的化学结构，但它们并不属于塑料。因此在本书中只有当它们作为塑料应用时才会涉及它们的鉴定问题。例如聚己内酰胺（尼龙6）既可作为纤维产品也可作模塑材料使用。

表2，表3，表4汇集了本书所讨论的塑料名称，他们的化学缩写和一些选用的商品名字。

表 1

不同类型塑料的比较

热塑性塑料	结 构	物 理 外 观*	密 度 (克/厘米 ³)	热 行 为	溶剂处理时的行为
线型或支 化大分子		部份结晶: 角质样柔韧, 雾浊, 乳白至不透明, 只有 薄膜才透明 无定形: 无色, 无添加剂时清 晰, 透明, 硬至橡胶 状(例如加了增塑剂 以后)	0.9~1.4 (PTFE 例外为2~ 2.3)	材料软化, 可熔, 在熔融时变滑, 在熔 融状态下能拉成纤 维, 可热熔封(存在 例外)	能溶解, 通常难溶 解于冷溶剂中, 但是 能溶解于热溶剂中, 甲 如聚乙稀溶解在二 苯中。 溶解于某些有机溶 剂中(少数例外), 一般开始先溶胀
热固性塑料	(通常) 大分子紧 交联在 一起	硬, 通常含有填 料, 不透明, 没有 填料时是透明的	1.2~1.4 填充后 1.4~2.0	仍然是硬的, 在发 生化学破坏前尺寸几 乎是稳定的	不溶解, 不溶胀或 微溶胀
弹性体	(通常) 大分子稍 为交联	橡胶弹性及可拉伸	0.8~1.3	直至接近于化学分 解时的温度才流动	不溶解, 但常常 会溶胀

*塑料硬度的粗略衡量法是用指甲划痕的办法; 硬塑料能使指甲划痕, 角质状的塑料与指甲的硬度相似, 柔软的或橡胶状的塑料能够被指甲划痕或压凹。

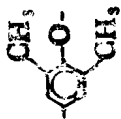
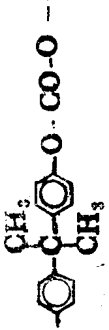
表 2

热 塑 性 塑 料

化学或工业名称	缩 写	重 复 单 元	商 品 名 称 (登 记 商 标)
聚 烯 烃			
聚 乙 烯	PE	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Alkathene, Hostalen, Lupolen, Marlex,
乙 烯 共 聚 物	EAA EVA	与丙烯酸乙酯共聚 与醋酸乙烯酯共聚	Alathon, paxon
氯化聚乙烯	PEC	磺酰氯化	Zetafin
聚 丙 烯	PP	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad\quad\quad\text{CH}_3$	Acralen, poly-Eze
聚 丁 烯-1	PB	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad\quad\quad\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Hypalon
聚 异 丁 烯	PIB	$-\text{CH}_2-\text{C}-$ $\quad\quad\quad\text{CH}_3$	pro-Fax PP, Hostalen PP, Amoco,
聚4-甲基戊烯-1	PMP	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad\quad\quad\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$ $\quad\quad\quad\text{CH}_3$	Arco, Exxon, Rcxene PP
苯乙烯的聚合物及共聚物		$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad\quad\quad\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$ $\quad\quad\quad\text{CH}_3$	Witron
聚 苯 乙 烯	PS	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad\quad\quad\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$ $\quad\quad\quad\text{CH}_3$	Vistanex
			(Mitsui petrochem.) TPX
			Lustrex, Fostarene, Dvlene

改性聚苯乙烯 (高抗冲击强度)	SB	与聚丁二烯或乙丙橡胶 (EPDM 橡胶) 的接 枝共聚物	K-Resin
苯乙烯共聚物	SAN	与丙烯酸酯的三元 共聚物	Lustran SAN Thermocomp BF
ABS	ABS	AN, BD, St 的三元 共聚物	Cycolac, Abson, Lustran
ASA	ASA	AN, St, 丙烯酸酯的三 元共聚物	Luran
含卤素的聚合物	PVC	-CH ₂ -CH- Cl	Geon, Borden VC, Tcneco, Dacovin, Rucoblend, Kohinor, pli-ovic
聚氯乙炔	-	与EVA的共聚物 (EVA/VC接枝共聚物) 与聚丙烯酸酯的共聚物 与氯化聚乙烯共聚物	Levapren VC Hostalit H, Z Acryloid
聚偏氯乙炔	PVDC	-CH ₂ -CCl ₂ -	Saran
聚四氯乙炔	PTFE	-CF ₂ -CF ₂ -	Teflon, Fluon, Halon, Hostafion
聚四氟乙炔 共聚物	PETFE PFEP	与乙烯的共聚物 与六氟丙烯的共聚物	Tefzel
聚三氟氯乙炔	PCTFE	-CF ₂ -CF- Cl	Kel-F, Fluorothene

化学或工业名称	缩写	重复单元	商 品 名 (登 记 商 标)
三氟氯乙烯共聚物	PECTFE	与乙烯的共聚物	
全氟烷氧聚合物	PFA	$-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{CF}(\text{OR})-\text{CF}_2-$	(Allied Chcm.) Halar Teflon340,350
聚 氟 乙 烯	PVF	$-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{F})-$	Tedlar, Kynar
聚 偏 氟 乙 烯	PVDF	$-\text{CH}_2-\text{CF}_2-$	(pennwalt) Kynar460
聚(甲基)丙烯酸酯	-	$-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-$	Orlon, Acrilan, Barex, Lopac 与聚苯乙烯的共聚物
聚 丙 烯 酯	PAN	$-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COOR})-$	plexiglas, perspex, Lucite
聚 丙 烯 酸	-	R代表不同的醇基 CH_3	
聚(甲基)丙烯酸酯	PMMA	$-\text{CH}_2-\text{C}(\text{COOCH}_3)-$	
甲基丙烯酸甲酯 的共聚物	AMMA	$-\text{C}(\text{COOCH}_3)-$ 与丙烯腈AN的共聚物	
主链带杂原子的 聚合物			
聚 氧 亚 甲 基	POM	$-\text{CH}_2-\text{O}-$	Delrin, Celcon

聚苯醚	PPO		Noryl
改性聚苯醚		与聚苯乙烯	Noryl
聚碳酸酯	PC		Laxan, Makrolon, Merlon
聚对苯二甲酸乙二醇酯	PET	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}-$	Dacron, Mylar
聚对苯二甲酸丁二醇酯	PBT	$(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_4-\text{O}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}-$	Celanex, Tenite, Valox
尼龙-6 (聚酰胺-6)	PA PA6	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-$	Capron, Fosta
尼龙-6,6	PA66	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_4\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$	Zytel, Vydene
尼龙-6,10	PA610	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$	Thermocomp
尼龙-11	PA11	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}-$	Rilsan B