

塑料简易鉴别法

D. 布朗 著

《塑料简易鉴别法》 翻译组 译



20.77

业
出
版
社

塑料简易鉴别法

D. 布朗 著

《塑料简易鉴别法》翻译组 译

轻工业出版社

内 容 提 要

《塑料简易鉴别法》据西德 D. 布朗著, E. 依莫哥特译的英文译本《Simple Methods for Identification of plastics》(Carl Hanser Verlag München Wien, 1982) 译出。本书是作者收集了散见于各种资料中的有关塑料简易鉴别方法和他本人多年的实践经验编写而成的。书中介绍的塑料定性鉴别方法, 只需要一些简单的仪器设备, 对于没有专门化学实验室的使用单位和读者特别适用。

本书作为一本实用的常备手册可供使用塑料的广大工程技术人员和供销人员使用。

Simple Methods for Identification of Plastics

Dietrich Braun

Translated by Edmund Immergut

Carl Hanser Verlag München Wien, 1982

塑料简易鉴别法

D. 布朗 著

《塑料简易鉴别法》翻译组 译

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1392 毫米 $\frac{1}{32}$ 印张: $2\frac{16}{32}$ 字数: 47千字

1988年8月第一版第一次印刷

印数: 1-20,000 定价: 0.55元

统一书号: 15042·1947

译者的话

本书根据西德 D. 布朗著; E. 依莫哥特译的英文译本《Simple Methods for Identification of plastics》(Carl Hanser Verlag München Wien, 1982) 译出。作者收集了散见于各种资料中的有关塑料简易鉴别方法和他本人多年的实践经验写成此书。本书提供鉴别塑料类别的定性简易分析方法。进行这些鉴别试验只需简单的仪器设备, 适用于使用塑料材料的工程技术人员和供销人员作为常备的手册。对于想进一步了解塑料混合物、共聚物、以及塑料中添加剂的分析方法的读者, 本书提供了进一步阅读的参考书, 书名附于书末, 有阅读能力的读者可以从中获得需要的知识。

本书由滕炎福、朱骏、邹力行、安娜、罗佳、张松培、唐是雯、缪丽雯、李克力、熊慧珊、劳国强、张溥和杨惠娣等翻译, 并由杨惠娣统一了全稿的译名。全书由袁锡兴校订。由于译者水平有限, 错误之处, 敬请读者斧正。

译者

前 言

塑料加工者和用户常常需要鉴定塑料试样的化学性质。但是，与塑料生产者相比，他们通常缺少特殊装备的实验室和具有分析经验的工作人员。

高分子量有机化合物的完全鉴别常常是相当复杂的问题，有时要化很大的力气才能解决。对于许多实际情况，鉴定一种未知试样所属塑料的种类，例如，是属于聚烯烃，或是属于聚酰胺，就足够了。要回答这样的问题，人们只需要有简单的手段以及一些基本的化学知识。

文献中已经列举了进行塑料简易分析的几种带综合性的方法，包括 H. J. 萨希林(Hansjürgen Saechtling) 的塑料鉴别表(Carl Hanser Publishers, 1979 第 8 版)，多年来，它一直是从塑料的外观开始，对它们进行鉴别的有价值的指南。承蒙作者允诺，此表已包括于本书之中。但是，其中有一些相当简略，另一些在实验上要求又太高。技术文献中也提到了许多较简单的试验方法，但不总是易于利用的。

因此，在本书中，我试图从资料和我自己多年的经验中收选鉴定方法。其目的在于使技术员、工程师或推销员能鉴别不知道的塑料材料。当然，人们不能够期望用如此简单的方法提供全面的信息。因此，人们只能仅限于进行塑料材料的鉴别；含量往往很少的填充剂、增塑剂、稳定剂或其它添加剂的分析需要更广泛的物理或化学手段。也应该指出许多工业材料的混合物或共聚物常常不能用简单的方法鉴别。在这样的情况下，必须使用更高级的分析方法。

本书不要求很深的化学知识，只要求具备进行简单的实验室操作的能力。尤其要提醒读者的是谨慎处理化学药品、溶剂和明火。必须注意的特殊安全方法在本书的有关章节作了介绍。第8章列出了所需要的装备。在大多数试验中，与已知塑料样品进行对比是很有用的。塑料试样的汇集可从布洛克菲尔德中心(Brookfield Center)，塑料工程学会，CT 06805得到。

我作了本书提到的所有试验，并且把它们用于一些课程的教学。

在写这些章节时，曾借助于那些实践的经验。热切欢迎读者的批评和建议。

我希望这本小册子能够填补大部头繁杂的塑料分析著作(它们通常需要广泛的化学和物理知识)与那些常常只限于某种初步试验的各种列成表格的汇编之间的空白。当然，这需要考虑在实验努力和简单定性分析法的效率之间的协调。

塑料材料的简易分析方法的试验和发展是德国塑料研究所研究计划中的课题，它得到了工业研究社团工作共同体财政上的资助。在此，我想向这个研究项目的几位合作者表示感谢，特别是J. 阿纳特博士(Dr. J. Arndt)，他曾帮助整理了这本书，还要感谢W. 哥拉兹博士(Dr. W. Glenz)的许多很有见地的意见及翻译本书的E. 依莫哥特博士(Dr. E. Immergut)。

D. 布朗

1982年春 于达姆斯塔特

目 录

1. 塑料及其外观	1
2. 塑料分析概述	12
2.1 分析方法	12
2.2 试样制备	12
3. 初步试验	15
3.1 溶解性	15
3.2 密度	18
3.3 加热时的特性	21
3.3.1 热解试验	22
3.3.2 燃烧试验	23
3.3.3 熔融特性	25
4. 杂原子试验	28
5. 分析方法	33
5.1 按类别分析	33
I类 含氯或含氟塑料	33
II类 含氮塑料	34
III类 含硫塑料	35
IV类 不含杂原子的塑料	36
6. 特殊鉴别试验	37
6.1 一般鉴别试验	37
6.1.1 李伯曼·斯托克·莫诺斯基反应	37
6.1.2 对-二甲氨基苯甲醛的显色反应	37
6.1.3 吉勃氏靛酚试验	38

6.1.4	甲醛试验	38
6.2	各种塑料的鉴别	38
6.2.1	聚烯烃	38
6.2.2	聚苯乙烯	39
6.2.3	聚甲基丙烯酸甲酯	39
6.2.4	聚丙烯腈	40
6.2.5	聚醋酸乙烯酯	41
6.2.6	聚乙烯醇	42
6.2.7	含氯聚合物	42
6.2.8	聚氧化丙烯	43
6.2.9	聚碳酸酯	43
6.2.10	聚酰胺	44
6.2.11	聚氨酯	45
6.2.12	酚醛树脂	45
6.2.13	氨基塑料	45
6.2.14	环氧树脂	46
6.2.15	聚酯	47
6.2.16	纤维素衍生物	48
6.2.17	聚硅酮	48
6.2.18	类橡胶塑料	49
7.	化学药品	51
	酸和碱	51
	无机药品	53
	有机溶剂	54
	有机试剂	55
	其它	55
8.	实验器具和设备	57

必备器具.....	57
选用器具.....	58
附录：《塑料鉴别表》.....	60
参考资料.....	68

1. 塑料及其外观

塑料通常是由低分子量的化合物合成的高分子量的（大分子的或聚合的）有机物。它们也可通过对高分子量的天然材料（尤其是纤维素）的化学改性得到。常用的塑料原材料是石油、天然气和煤。它们能与空气、水或氯化钠反应制成各种单体。从单体制备塑料的最重要的工业合成方法可按聚合物生成反应的机理分类，例如分成聚合反应和缩合反应。因为几种化学性能相同的或类似的塑料能用几种不同的方法和从不同的原料制得，所以这种分类对分析未知塑料样品来说意义不大。另一方面，除了化学试验外，塑料的外观以及它在受热时的特性，为鉴别塑料提供了有用的信息。

构成塑料的各个大分子之间存在的物理作用与低分子量化合物的是一样的。这些物理的相互作用是形成塑料的内聚力和有关性能，如强度、硬度和软化特性的原因。由线型分子（长为几百纳米，直径为十分之几纳米）或由少量交联的大分子组成的塑料，在加热时通常能软化，在许多情况下它们被熔融。因而当把聚合物材料加热超过一定温度时，在低温时或多或少互相定向的大分子可互相滑移而形成粘度相当高的熔体。依据大分子在固态时的有序度，可以区分部分结晶和（基本上无序的）无定形塑料（图1）。有序度也对塑料在加热时的特性和它的溶解性有影响。

加热软化继之流动的塑料称为热塑性塑料。冷却时，这种塑料又变成固体。这种过程能重复多次。也有几个例外，如当化学稳定性（以开始化学分解的温度表示）低于由于分

子链间相互作用而产生的大分子间的内聚力时，进行加热，塑料在到达它的软化点或熔点前，已发生了化学变化。可进一步指出，大分子是线型或支链的就能溶于许多液体，如有机溶剂，只有少数例外。这个过程也影响大分子间的互相作用，因为溶剂分子嵌入了聚合物分子链之间。

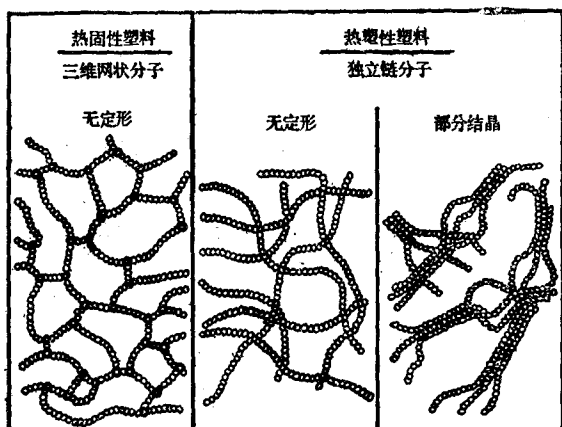


图 1 塑料结构示意图

图中显示了大分子排列的三种主要类型。比实际放大了约 1,000,000 倍，并作了很大的简化(微晶也能以折叠链的形式存在)

与热塑性塑料相对的叫热固性塑料。这种塑料在最终形成后，成了不熔不溶的交联大分子。为了制得热固性塑料，一般以分子量比较低的聚合物为原材料，在加压或不加压的情况下加热，或与添加剂发生化学反应，并在成型条件下形成交联，即形成了三向网状交联（硬化）高分子材料。只有通过交联链的化学裂解，这些巨大的分子才能分裂成较小的

可熔可溶的碎段。这可以在很高温度或使用某些化学试剂时发生。热固性塑料常含有能对产品外观和性质产生很大影响的填料。

最后,从物理外观,我们可以辨别出通常由交联比较少的大分子组成的弹性体,即橡胶状弹性材料。在成型或硫化过程中,形成了天然或合成橡胶的交联。由于弹性体有交联,在加热到其分解温度时,它们才熔融。在这种情况下,弹性体的性状不同于其它弹性的热塑性塑料,例如增塑的聚氯乙烯。

表 1 列出了这三类聚合材料的最重要的特性。除了弹性

表 1 不同类型塑料的比较

	结 构	物理外观*	密 度 (克/厘米 ³)	加热时特征	溶剂处理时的特性
热塑性塑料	线型或支化大分子	部分结晶: 柔软到角质; 半透明, 乳浊状到不透明; 只有薄膜是透明的 无定型: 无色; 不加添加剂为全透明; 硬到橡胶状(如添加增塑剂时)	0.9~1.4 (PTFE 除外 2~2.3) 0.9~1.9	材料软化; 易熔, 熔融时变透明; 常能从熔体拉丝; 易热合(有例外)	可溶胀; 通常溶于冷溶剂, 但在热溶剂中通常易溶解, 如聚乙烯溶于二甲苯 在某些有机溶剂中可溶(有极少数例外), 且通常先发生溶胀
热固性塑料 (加工后)	(通常) 紧密交联的大分子	硬, 通常含填料且不透明 不含填料时为透明的	1.2~1.4 填充的: 1.4~2.0	化学分解前, 保持硬度、尺寸稳定	不溶, 不溶胀或仅轻微溶胀
弹性体	(通常) 轻度交联的大分子	橡胶弹性并可拉伸	0.8~1.3	直至接近化学分解温度, 不流动	不溶, 但常溶胀

* 用指甲刻划来大致确定塑料的硬度:

硬塑料可刻划指甲; 角质状塑料的硬度与指甲大致相同; 软塑料或橡胶状塑料能被指甲划痕或压痕。

表 2

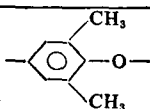
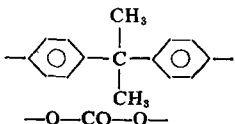
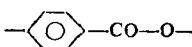
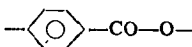
热 塑 性 塑 料

化学或专门名称	缩 写 (简称)	重 复 单 位	代表的商品名 (注册商标)
聚烯烃 聚乙烯	PE	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Alkathene, Hostalen, Lupolen, Marlex, Alathon, Paxon
乙烯共聚物	EEA EVA	与丙烯酸乙酯 与醋酸乙烯酯	Zetafin Acralen, Poly-Eze
氯化聚乙烯 聚丙烯	PEC PP	氯磺化的 $-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	Hypalon Pro-Fax PP, Hostalen PP, Amoco, Arco, Exxon, Rexene PP Witron
聚丁烯-1	PB	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	
聚异丁烯	PIB	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-$	Vistanex
聚-4-甲基戊 烯-1	PMP	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	(Mitsui Petrochem.) TPX
苯乙烯聚合物 和共聚物 聚苯乙烯	PS	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$	Lustrex, Fostarene, Dylene
改性聚苯乙烯 (高抗冲)	SB	用聚丁二烯或 EPDM 橡胶 接枝共聚	K-Resin
苯乙烯共聚物	SAN	与丙烯腈	Lustran SAN, Thermocomp BF
ABS	ABS	三元共聚物: 丙烯腈-丁 二烯-苯乙烯	Cycolac, Abson, Lustran
ASA	ASA	三元共聚物: 丙烯腈-苯 乙烯-丙烯酸酯	Luran

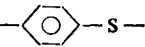
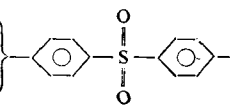
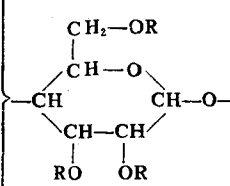
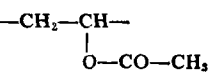
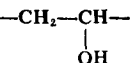
续表

化学或专门名称	缩写 (简称)	重复单位	代表的商品名 (注册商标)
含卤素聚合物			
聚氯乙烯	PVC	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Geon, Borden VC, Tenneco, Dacovin, Rucoblend, Kohinor, Pliovic
改性 PVC (高抗冲)	—	与 EVA 共聚物 (EVA/VC 接枝共聚物) 与氯化聚乙烯 与聚丙烯酸酯	Levapren VC Hostalit H, Z Acryloid
聚偏二氯乙烯	PVDC	$\text{—CH}_2\text{—CCl}_2\text{—}$	Saran
聚四氟乙烯	PTFE	$\text{—CF}_2\text{—CF}_2\text{—}$	Teflon, Fluon, Halon, Hostaflon
聚四氟乙烯共聚物	PETFE	与乙烯的共聚物 与六氟丙烯的共聚物	Tefzel
聚三氟氯乙烯	RCTFE	$\begin{array}{c} \text{—CF}_2\text{—CF—} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Kel-F, Fluorothene
三氟氯乙烯共聚物	PECTFE	与乙烯的共聚物	(Allied Chem.) Halar
高氟烷氧基聚合物	PFA	$\begin{array}{c} \text{—CF}_2\text{—CF}_2\text{—CF—CF}_2\text{—} \\ \\ \text{OR} \end{array}$	Teflon 340, 350
聚氟乙烯	PVF	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{F} \end{array}$	Tedlar, Kynar
聚偏二氟乙烯	FVDF	$\text{—CH}_2\text{—CF}_2\text{—}$	(Pennwalt) Kynar 450
聚(甲基)丙烯酸酯类			
聚丙烯腈	PAN	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{CN} \end{array}$	Orlon, Acrilan, Barex.
聚丙烯酸酯类	—	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{COOR} \end{array}$ R 来自不同的醇	Lopac (与苯乙烯的共聚物)

续表

化学或专门名称	缩写 (简称)	重 复 单 位	代表的商品名 (注册商标)
聚甲基丙烯酸 甲酯	PMMA	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	Plexiglas, Perspex, Lucite
甲基丙烯酸甲 酯共聚物	AMMA	与丙烯腈的共聚物	
含杂原子链结 构的聚合物			
聚氧化甲烯	POM	$-\text{CH}_2-\text{O}-$	Delrin, Celcon
聚苯醚	PPO		Noryl
改性 PPO		与苯乙烯	Noryl
聚碳酸酯	PC		Lexan, Makrolon, Merlon
聚对苯二甲酸 乙二醇酯	PET	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CO}-$ 	Dacron, Mylar
聚对苯二甲酸 丁二醇酯	PBT	$-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_2-\text{O}-\text{CO}-$ 	Celanex, Tenite, Valox
聚酰胺	PA		
尼龙-6 (聚酰胺-6)	PA 6	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-$	Capron, Fosta
尼龙-6,6	PA 66	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$	Zytel, Vydyn
尼龙-6,10	PA 610	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_8\text{CO}-$	Thexmocomp
尼龙-11	PA 11	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}-$	Rilsan B
尼龙-12	PA 12	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_{11}\text{CO}-$	Rilsan A
芳香族 PA		用对苯二甲酸	(Dupont, Upjohn)

续表

化学或专门名称	缩写 (简称)	重 复 单 位	代表的商品名 (注册商标)
聚苯硫醚	PPS		Ryton, Thermocomp OF
聚砜	PSU		Udel
聚醚砜	PES		Ultrason, Victrex
纤维素			Tenite 007 系列
醋酸 (R=H)	CA		Tenite 264 系列, Urex
乙酰丁酸 (R=COCH ₃)	CAB		
丙酸 (R=CO— —CH ₂ —CH ₃)	CP		Tenite 307 系列
硝酸 (R=NO ₂)	CN		Forticel
甲基纤维素 (R=CH ₃)	MC		
乙基纤维素 (R=C ₂ H ₅)	EC		
硬化纤维板 (再生纤维素/树脂层压)	VF		Hornex
树脂, 分散体 和其它特殊产品			
聚醋酸乙烯酯	PVAC		Elvacet, Gelva, Vinylite
醋酸乙烯酯共聚物		VA/顺丁烯二酸 VA/versatate VA/丙烯酸 VA/乙烯	Elvacet, Gelva
聚乙烯醇	PVAL		Elvanol, Gelvatol

续表

化学或专门名称	缩写 (简称)	重复单位	代表的商品名 (注册商标)
聚乙烯醚		$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{OR} \end{array}$	Lutonal
聚乙烯醇缩 (乙)醛	PVB PVFO	$\begin{array}{c} \text{R—各种基团} \\ \text{用丁醛} \\ \text{用甲醛} \end{array}$	Butvar, Butacite PVB Formvar
聚硅酮	SI	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{—Si—O—} \\ \\ \text{R} \end{array}$	Silastic, GE, Dow Corning(树脂, 涂料 树脂, 油, 弹性体有 不同的名称, 有些可 以硬化)
酪素塑料	CS	$\begin{array}{c} \text{R—例如, CH}_3 \\ \text{—NH—CO—} \\ \text{(牛奶蛋白中的多肽用甲} \\ \text{醛交联)} \end{array}$	

表 3 热固性塑料

化学或专门名称	缩写 (简称)	反应物	反应基团* 或固化剂	中间产物和固化方法
酚醛塑料 酚醛树脂	PF	酚(R—H)和取代酚类(例如, 甲酚和甲醛)	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{OH} \\ \text{OH} \\ \text{C}_6\text{H}_3\text{—R} \end{array}$	线形(酚醛)树脂(不是自硬化, 硬化的, 例如, 通过添加六甲撑四胺)甲阶(酚醛)树脂(加压和加热下硬化, 有时需加催化剂, 变成丙阶酚醛树脂)
甲酚-甲醛树脂	CF	甲酚(R—CH ₃)和甲醛		
氨基塑料 脲-甲醛树脂	UF	尿素(有时也用硫脲)和甲醛	—NH ₂ :—NH— —CH ₂ OH	水溶液或固体形式的中间产物; 加压和加热下发生固化, 有时使用酸催化剂
三聚氰胺-甲醛树脂	MF	三聚氰胺和甲醛	—N(CH ₂ OH) ₂	