

赵 敏 主编

塑料毒性与安全 实用手册



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

塑料毒性与安全实用手册

赵 敏 主编



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

塑料毒性与安全实用手册/赵敏主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 8
ISBN 7-5025-6056-4

I. 塑… II. 赵… III. ①塑料-毒性-手册②塑料-安全性能-手册 IV. TQ32-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 087801 号

塑料毒性与安全实用手册

赵 敏 主编

责任编辑: 丁尚林

文字编辑: 周 寒

责任校对: 陶燕华 靳 荣

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 21 字数 393 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6056-4/X · 519

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

塑料是以树脂为主要原料,适当加入添加剂,经过成型加工得到的具有一定形状和使用功能的高分子材料。随着时代的发展和社会的进步,塑料在包装、家电、建材、汽车、农业等各个领域都得到了广泛应用。但由于塑料是多组分体系,化学成分复杂,成型加工温度又比较高,因此,在其生产和使用过程中中毒和火灾事故时有发生。近年来,塑料生产和使用过程中中毒和火灾等安全问题引起了人们的广泛关注。

我国塑料工业于20世纪70年代起步,塑料安全生产和使用方面的文献资料很少,远不能满足现今我国塑料工业快速发展的需要。为此,我们编写了这部手册,手册中收录了大量塑料原料的毒理学数据以及与燃烧性能相关的性能参数,编写了塑料厂设计、塑料生产中的中毒与火灾等安全问题,把塑料包装材料的卫生性能、室内装饰装修材料的毒性和火灾危险性能等人们最为关心的问题也列入了本手册中。另外,手册中还收录了塑料毒性指标、火灾危险性指标和典型毒害物质的测定方法等。旨在为广大塑料企业和塑料使用者提供较全面的塑料毒性和火灾危险性方面的数据和资料,以满足塑料生产和使用中的安全需要。

安全是一门综合性学科,为了编好这部手册,我们集中了从事消防安全、化工安全、塑料材料等方面学者的优势,共同编写完成了这部手册。其中,第1章、第2章、第3章、第6章、第8章、第9章由赵敏执笔,第4章、第7章、第11章由侯连龙执笔,第5章由刘玲执笔,第10章由赵兴艺执笔。本手册由赵敏通阅和整理。

本手册可供从事塑料研究、企业管理人员、塑料生产和使用人员阅读,也可供从事安全管理及消防工作人员使用。

尽管作者已做了很大努力,力图使本手册尽量完美,以不负同仁厚望,但限于作者的水平和精力,仍可能存在一些谬误和不妥之处,恳请读者不吝批评指正。

赵 敏

2004年4月6日 于河北廊坊

目 录

第 1 篇 塑料毒性与安全基本知识

第 1 章 塑料概述	1
1.1 塑料材料的发展	1
1.2 塑料材料的分类	2
1.3 塑料材料的应用	3
1.4 塑料原料	4
1.4.1 特性添加剂	4
1.4.2 稳定剂	9
1.4.3 加工添加剂	11
1.4.4 选用添加剂应注意的问题	11
1.5 塑料生产过程简介	12
第 2 章 塑料的毒性与预防	13
2.1 卫生毒理学概述	13
2.1.1 毒理学主要基本概念	13
2.1.2 卫生毒理学研究方法	16
2.1.3 外来化合物对机体的生物学作用	16
2.2 毒性指标	23
2.2.1 急性毒性作用	23
2.2.2 亚慢性毒性作用	25
2.2.3 慢性毒性作用	25
2.2.4 外来化合物致突变作用	25
2.2.5 外来化合物致癌作用	27
2.2.6 外来化合物的生殖发育毒性	28
2.3 外来化合物的危险度评定及安全性评价程序	29
2.3.1 外来化合物危险度评定	29
2.3.2 外来化合物毒理学安全性评价程序	31
2.4 塑料的卫生危害性	33
2.5 毒性防护与应急处理	34

2.5.1	职业中毒的预防	35
2.5.2	职业中毒的控制	36
2.5.3	急救	40
第3章	塑料的燃烧性能与消防安全	44
3.1	消防安全基本常识	44
3.1.1	消防安全术语	44
3.1.2	燃烧的三要素	44
3.1.3	火灾种类	45
3.2	塑料的燃烧性能	45
3.2.1	塑料燃烧概述	45
3.2.2	塑料的水平燃烧性和垂直燃烧性——可燃性类别	47
3.2.3	极限氧指数	48
3.2.4	塑料的生烟性	49
3.2.5	塑料的闪点和自燃点	50
3.2.6	塑料的释热性能	50
3.3	塑料火灾危险性评价	51
3.3.1	火灾危险性的主要标志和分类	51
3.3.2	塑料的火灾危险性	52
3.3.3	塑料的火灾危险性指标	53
3.4	火灾的预防	56
3.4.1	工业企业消防安全设计	56
3.4.2	点火源的控制	56
3.4.3	消防安全管理	57
3.5	灭火剂与灭火设施	61
3.5.1	灭火的原理及措施	61
3.5.2	灭火剂及其应用	62
3.5.3	灭火器及其应用	63
3.5.4	灭火设施	64
3.6	火灾自救基本方法	65

第2篇 塑料生产和使用中的毒性与安全

第4章	塑料原材料理化性能与安全性能数据	69
4.1	树脂的理化性能及安全性能数据	69
4.1.1	热塑性树脂	69
4.1.2	热固性树脂	84

4.2 塑料助剂的理化性能及安全性能数据	87
4.2.1 增塑剂	88
4.2.2 热稳定剂	95
4.2.3 抗氧化剂(防老剂)	100
4.2.4 光稳定剂	102
4.2.5 阻燃剂	103
4.2.6 发泡剂	109
4.2.7 润滑剂	123
4.2.8 硫化剂	125
4.2.9 塑料中常用溶剂的毒性与安全数据	127
第5章 塑料企业的安全设计和特殊场所的防火	129
5.1 塑料企业消防安全设计	129
5.1.1 区域规划	129
5.1.2 工厂总体布置	130
5.1.3 化工装置	132
5.1.4 固定灭火装置	133
5.2 安全防护措施	134
5.2.1 自动控制系统	134
5.2.2 信号报警、保险装置和安全连锁	134
5.2.3 安全装置和局限化设施	134
5.3 库房防火	137
5.3.1 库房的火灾危险性	137
5.3.2 库房防火对策	139
5.4 堆场防火	142
5.4.1 堆场的火灾危险性	142
5.4.2 堆场发生火灾的主要原因	143
5.4.3 堆场防火对策	143
5.5 液体储罐的安全防火要求	145
5.5.1 液体储罐的选择	145
5.5.2 可燃液体的装卸	146
5.5.3 可燃液体储罐区的消防设施	146
5.5.4 可燃液体储罐区的消防管理	146
第6章 塑料生产过程的毒性与安全	147
6.1 塑料成型加工工艺简介	147
6.2 原料准备	148

6.2.1	原料火灾危险性概况	148
6.2.2	物料输送	148
6.2.3	干燥	151
6.2.4	粉碎、混合和筛分	155
6.3	塑料的成型方法	157
6.3.1	挤出成型	157
6.3.2	塑料注射成型	165
6.3.3	吹塑成型技术	170
6.3.4	塑料热成型技术	173
6.4	塑料成型过程中的毒性与预防	175
6.4.1	毒性物质来源及中毒途径	175
6.4.2	车间空气中毒物的测定与评价	176
6.4.3	毒性预防与控制	185
6.5	塑料生产过程中的火灾与预防	187
6.5.1	生产过程的火灾危险性评定	187
6.5.2	塑料生产的火灾危险性分析	188
6.5.3	生产过程中的火灾预防与控制	192
第7章	塑料使用中的毒性与安全	195
7.1	概述	195
7.1.1	塑料在各个领域的应用	195
7.1.2	塑料制品毒性与安全	197
7.2	食品包装材料的卫生标准	198
7.2.1	聚乙烯材料	198
7.2.2	聚丙烯材料	198
7.2.3	聚苯乙烯材料	199
7.2.4	尼龙材料	199
7.2.5	聚氯乙烯材料	200
7.2.6	三聚氰胺	202
7.2.7	聚碳酸酯 (PC)	202
7.2.8	食品容器、包装材料用丙烯腈-苯乙烯成型品卫生标准	203
7.2.9	食品容器、包装材料用偏氯乙烯-氯乙烯共聚树脂卫生标准	204
7.2.10	食品容器及包装材料用聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂卫生 标准	204
7.2.11	食品容器及包装材料用聚对苯二甲酸乙二醇酯成型品卫生 标准	204

7.2.12	食品容器及包装材料用不饱和聚酯树脂及其玻璃钢制品卫生标准 (GB 13115—1991)	205
7.2.13	食品容器、包装材料用橡胶改性的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯成型品卫生标准 (GB 17326—1998)	205
7.2.14	食品容器、包装材料用助剂使用卫生标准 (GB 9685—1994)	206
7.3	室内装修装饰材料卫生标准	208
7.3.1	聚氯乙烯卷材地板中有害物质限量	209
7.3.2	地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂有害物质释放限量	210
7.3.3	壁纸中有害物质限量 (GB 18585—2001)	211
7.4	室内装修材料燃烧与预防	212
7.4.1	塑料装修材料的燃烧	213
7.4.2	民用建筑装修材料燃烧性能限制	214
7.4.3	工业厂房装修材料燃烧性能限制	217
7.4.4	室内装修材料的阻燃	217
第8章	塑料的废弃与环境安全	219
8.1	废弃塑料的主要来源和污染	219
8.1.1	树脂生产中的废弃塑料	219
8.1.2	制品成型过程中回收的废弃塑料	219
8.1.3	使用过程中产生的废弃塑料	220
8.1.4	废弃塑料的污染	221
8.2	塑料焚烧对人类生存的影响	222
8.2.1	塑料的燃烧或分解产物	223
8.2.2	燃烧分解产物对人体的影响	223
8.3	回收利用废弃塑料的对策	224
8.3.1	节约用量	224
8.3.2	再生 (再循环)	225
8.3.3	废弃塑料焚烧回收热能	228
8.3.4	掩埋	229
8.3.5	降解	229
8.3.6	废弃热固性塑料的回收处理	229
8.3.7	废弃橡胶制品的回收利用	230

第3篇 毒性与安全性能指标的检测

第9章	毒性指标检测方法	232
9.1	急性毒性作用及其试验方法	232

9.1.1	急性毒性试验概述及染毒方法	232
9.1.2	急性毒性试验程序	235
9.1.3	急性毒性评价	236
9.2	亚慢性毒性作用及其试验方法	237
9.2.1	亚慢性毒性试验概述及染毒方法	237
9.2.2	亚慢性毒性试验程序	238
9.2.3	亚慢性毒性作用评价——蓄积作用	239
9.3	慢性毒性作用及其试验方法	240
9.3.1	慢性毒性试验概述及染毒方法	240
9.3.2	慢性毒性试验程序	241
9.3.3	慢性毒性作用评价	242
9.4	外来化合物致突变作用及其评价	242
9.4.1	诱发突变的类型及危害	242
9.4.2	致突变试验	243
9.4.3	试验结果的评定	246
9.5	外来化合物致癌作用及其评价	247
9.5.1	致癌作用基本知识	247
9.5.2	化学致癌物危险评价	247
9.6	外来化合物的生殖发育毒性及其评价	250
9.6.1	生殖发育毒性基本知识	250
9.6.2	发育毒性评定——致畸试验	251
第10章	塑料燃烧性能试验方法	256
10.1	塑料水平、垂直燃烧性的测定	256
10.1.1	基本概念	256
10.1.2	方法原理	256
10.1.3	方法要点	257
10.1.4	主要影响因素	260
10.2	通用的氧指数试验方法	263
10.2.1	定义	263
10.2.2	方法原理	264
10.2.3	方法要点	264
10.2.4	结果计算与燃烧性分级	269
10.2.5	影响因素的讨论	270
10.2.6	简化氧指数试验方法——比较法简介	273
10.3	烟密度法测定塑料的生烟性	273

10.3.1	定义	275
10.3.2	试验装置与测试步骤	275
10.3.3	结果表示	277
10.3.4	影响因素讨论	278
10.4	塑料闪点和自燃点的测定	279
10.4.1	定义	279
10.4.2	试验装置及测试步骤	279
10.4.3	影响因素讨论	280
10.5	塑料释热性能测定方法	281
10.5.1	基本概念	281
10.5.2	锥形量热仪及其测定原理	281
10.5.3	结果表示	283
10.5.4	测定步骤	284
10.5.5	影响因素	284
第 11 章	室内装饰装修材料中典型毒害物质的分析方法	285
11.1	聚氯乙烯卷材地板和壁纸中氯乙烯单体含量的测定	285
11.1.1	方法原理	285
11.1.2	氯乙烯标准气和标准样的配制	286
11.1.3	分析步骤	286
11.1.4	结果表示	287
11.2	地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂中苯乙烯的含量	287
11.2.1	方法原理	287
11.2.2	分析步骤	287
11.2.3	计算	288
11.3	甲醛含量的测定方法	288
11.3.1	地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂中甲醛的测定	288
11.3.2	壁纸中甲醛含量的测定	294
11.4	室内装饰装修材料中金属元素的测定	297
11.4.1	壁纸中重金属元素或其他元素含量的测定	297
11.4.2	聚氯乙烯卷材地板中可溶性金属含量的测定方法	298
11.5	室内装饰装修材料中挥发物含量的测定	299
11.5.1	聚氯乙烯卷材地板中挥发物含量的 ANGF 测定方法	299
11.5.2	地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂室内空气中总挥发性有机物 (TVOC) 的检验方法	300

附录 304

 附录 1 重大危险源辨识 (GB 18218—2000) 304

 附录 2 中国消防安全标志 309

 附录 3 危险货物分类与标志 310

参考文献 319

第 1 篇 塑料毒性与安全基本知识

第 1 章 塑料概述

塑料是以树脂为主要成分,适当加入添加剂,在加工中塑化成型而得到的具有一定形状和使用功能的高分子材料。塑料与树脂的主要区分是树脂为纯聚合物,而塑料是以树脂为主的聚合物制品,当塑料由纯树脂制成时两个概念通用。

1.1 塑料材料的发展

自 20 世纪初到 20 世纪 70 年代,塑料品种的增长速度很快,每年都有几十个品种诞生。而到 20 世纪 70 年代以后,塑料新品种的开发速度放慢,几年才有一个新品种诞生。特别是近年来,树脂研究的重点已从着力开发树脂新品种转向对原有树脂的改性。因为大部分容易开发的树脂品种都已开发,剩下一些难开发的品种成本都比较高,即使开发成功,推广应用也比较难,而对原有树脂的改性可获得全新的性能,并且改性成本较低。因此,近年来树脂的改性很活跃,新的改性品种不断出现,应用领域越来越广泛。

目前已见报道的树脂品种接近万种,其中有几百种获得工业化生产,获得应用的树脂品种已接近百种。一些获得普遍应用的树脂品种的诞生年限见表 1-1。本手册中对大部分获得广泛应用的树脂作了相应的介绍。

表 1-1 主要树脂的诞生年限

树脂	硝酸纤维素	乙酸纤维素	PF	UF	PS	PMMA
年限	1870	1905	1909	1926	1930	1933
树脂	PVC	MF	PA66	PU,PA6	SI	UP
年限	1935	1938	1939	1943	1944	1946
树脂	EP	F4	LDPE	PA610	PET	ABS
年限	1947	1949	1951	1952	1953	1954

续表

树脂	HDPE	PP	PC	均聚 POM	PA1010	EVA
年限	1954	1957	1958	1959	1959	1960
树脂	PI	共聚 POM	PSF	TPX	PPO	PPS
年限	1961	1962	1965	1965	1965	1968
树脂	PBT	聚苯酯	PAR	PEEK	LLDPE	<i>m</i> -SPS
年限	1970	1970	1973	1977	1977	1986
树脂	<i>m</i> -PP	<i>m</i> -PE				
年限	1988	1991				

到 2003 年，中国合成树脂的产量已达到 900 万吨。其中 LDPE 79.5 万吨、LLDPE 83.4 万吨、HDPE 111.4 万吨、PP 266.5 万吨、PVC 230 万吨、PS 和 ABS 150 万吨。但 2003 年中国树脂的需求量为 1700 万吨，因此还有 800 万吨缺口需要进口。

1.2 塑料材料的分类

从上一节的介绍可以看出，塑料的种类接近上万个，如何对其进行科学系统的分类，对我们了解塑料有重要的意义。以下介绍几种通用的分类方法。

按树脂受热后的变化，可将塑料分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。

热固性塑料是指成型后不能再加热软化而重复加工的一类塑料。其树脂在加工前为线性预聚体，加工中发生化学交联反应使制品内部成为三维网状结构，具有不溶、不熔的特点。本书中介绍的这类树脂有酚醛树脂、氨基树脂、环氧树脂及不饱和树脂等。

热塑性塑料是指成型后再加热可重新软化加工而化学组成不变的一类塑料。其树脂在加工前后都为线性结构，加工中不发生化学变化，具有可熔、可溶的特点。本书中介绍的这类树脂很多，如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚酰胺类、聚碳酸酯、聚甲醛、聚酯类、聚苯醚、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氨酯、氟塑料类、聚苯硫醚、聚砜及聚酰亚胺等。

按树脂的应用情况，可将塑料分为通用塑料、工程塑料、一般塑料和特种塑料 4 大类。

通用塑料是指应用产量大、成本低、成型加工性能好的一类树脂制备的塑料。通用塑料应用范围广，其产量可占塑料总产量的 90% 以上。具体品种有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛树脂、氨基树脂、不饱和聚酯及环氧树脂等。通用塑料主要用于包装、建筑、农业及日用领域。

工程塑料是指力学性能较好、尺寸稳定性高、在较高温度下可使用的一类塑料，其使用量只占塑料总使用量的5%左右。它具有接近金属的性能，可用于结构制品，如机械、电子、汽车及航空领域。

一般塑料是指用量不大、应用范围不广、性能一般的一类塑料。主要包括聚甲基丙烯酸甲酯、聚氨酯、氟塑料类及氯化聚醚等。

特种塑料是指具有独特性能、价格高、产量少、应用范围窄的一类塑料。主要包括耐热塑料、阻隔塑料及导电塑料等，具体品种有聚苯硫醚、聚砜、聚酰亚胺、聚苯胺及乙烯/乙烯醇（EVOH）共聚物等。

按树脂的结构分类，此种分类方法是按树脂大分子链上官能团特性而分类，一般可分成聚烯烃类、乙烯基类、聚酰胺类、聚酯类、其他种类等。

聚烯烃类是指大分子主、侧链上都为烃类结构的一类树脂及其共聚物，包括聚乙烯、聚丙烯、苯乙烯、丙烯腈/丁二烯/苯乙烯共聚物（ABS）、丁二烯、聚甲基-1-戊烯、乙烯/乙烯醇共聚物（EVOH）及乙烯/乙酸乙烯共聚物（EVA）等。

乙烯基类是指大分子主链为烃类结构、而侧链为非烷烃取代基的一类树脂及其共聚物，包括聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚三氟乙烯及聚全氟乙烯等。

聚酰胺类是指大分子链中含有酰胺基团的一类树脂，包括PA 6、PA 610、PA 66、PA 1010、PA 11、PA 12及PI等。

聚酯类是指大分子链中含有酯基结构的一类树脂，包括的种类很多，具体有PET、PBT、UP、PMMA、PC、POM、PAR、PSF、PES、PPO及PPS等。

其他种类还有纤维素类、聚氨酯类、酚醛类、氨基树脂类及环氧树脂类等。

1.3 塑料材料的应用

到2003年，世界塑料制品的产量超过16000万吨。其中中国塑料制品的产量超过1800万吨，占世界的13%左右，居第二位，美国第一位（5000万吨），日本第三位（1500万吨）。中国塑料制品的应用分配为：包装材料400万吨，占22%；日用350万吨，占20%；农业300万吨，占17%；工业（电子、机械及汽车）300万吨，占16%；建筑材料120万吨，占7%；其他330万吨，占18%。

包装材料为塑料的最大用途，占整个树脂的20%以上，主要产品有膜类制品、瓶类制品、盒类制品、杯类制品、箱类制品、袋类制品。

日用品主要包括杂品类制品、文体用品、服装类制品、厨房用品。

农用材料主要包括地膜、棚膜、育秧盘、灌溉管、滴灌管、喷雾器及渔网等。

建筑材料主要有管材、型材、板材等。

绝缘材料中主要有高、中、低压绝缘电缆及护套电缆、电容器介质膜、接线盒、开关、继电器及空气开关等。

机械制品中主要有各类壳体、泵类材料、拉杆、绳索、链条、链轮、齿轮、凸轮、轴承、导轨、密封件及垫片等。

汽车配件包括仪表盘、保险杠、轮壳罩、方向盘、座椅、油箱、输油管、散热器格栅、烟灰缸、顶棚、扶手、镜架、灯罩及摩擦片等。

医学材料包括人体器官材料（如人造骨、气管、血管、皮肤、牙、肾及心脏瓣膜等）和医疗器械类（如一次性注射器、手术器械、输血管、内窥镜管及导尿管等）。

光学材料主要有光学透镜材料、光纤材料及光盘材料等。所用的主要树脂有聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯等。

总之，随着经济的发展和社会的进步，有力地推动了塑料工业的发展。目前，塑料品种丰富，应用广泛，塑料的应用已经涉及到工农业生产、人们生活的各个方面，人们对塑料的依赖也与日俱增。因此，学习塑料基本知识，了解塑料的危险与安全，对保障人类身体健康、减少因塑料使用不当引发的火灾等具有重要的现实意义。第7章将详细介绍塑料使用过程中的毒性与安全知识。

1.4 塑料原料

在用于成型的塑料原料中，除前面介绍的作为塑料原料主体的各类树脂以外，为改善塑料的加工性能，塑料制品的使用性能或降低成本，或多或少都要加入各种各样的添加剂（或称为助剂）。世界范围内添加剂的年消耗量已达1000万吨（不计填料），添加剂已有30多个类别，数以千计的品种，以及庞大的辅助生产体系。添加剂已成为塑料原料的重要组成部分。目前，塑料添加剂总的发展趋势是实现高效化和多功能化，研究的焦点主要集中在提高添加剂与树脂的相容性，实现添加剂的多功能化、高分子量化、长效化和微粒化等几个方面。通常用的塑料添加剂有十几类，从化学结构看，既有无机物，又有有机物；既有低分子物，又有高分子物。按其作用和功能一般又可分为特性添加剂、稳定剂和加工添加剂等。这里主要介绍各种添加剂的功能、特性及用途。

1.4.1 特性添加剂

特性添加剂的主要功能是赋予塑料制品某种特性，如柔韧性、阻燃性等。这类添加剂主要包括增塑剂、填充剂、增强剂、偶联剂、着色剂、阻燃剂、抗静电剂、防雾剂、冲击改性剂和降解剂等。

（1）增塑剂

能改变塑料的刚性甚至脆性，使其变为具有一定挠曲性的添加剂叫增塑剂。

增塑剂除具有可赋予塑料挠曲性的功能外，还可通过降低玻璃化温度 (T_g) 和增加内部润滑作用而降低加工温度。根据增塑剂与聚合物的相容性，增塑剂可分为主增塑剂和辅助增塑剂。主增塑剂与聚合物有很好的相容性，可用作单一的增塑成分，高效、稳定；辅助增塑剂与聚合物的相容性较差，不能单独使用，只能与主增塑剂共用，代替部分主增塑剂以降低成本。

增塑剂的增塑机理主要是减弱聚合物高分子链间的作用力，使高分子链间的相对运动变得容易。因为增塑剂一般为低分子物质，易于流动，对高分子链间的相对运动也具有一定的润滑作用。

并不是每种塑料都需加入增塑剂，需要增塑的主要有 PVC 及其共聚物、纤维素等，约 80% 的增塑剂用于 PVC。PVC 常用的增塑剂为有机酯类化合物，主要有邻苯二甲酸酯类、己二酸和癸二酸的酯类、磷酸酯类等。邻苯二甲酸酯类原料成本较低、各种性能较平衡，已被广泛使用，在邻苯二甲酸酯类化合物中使用最多的是邻苯二甲酸二辛酯 (DOP) 和邻苯二甲酸二异辛酯 (DIOP)，它们具有优良的综合性能，增塑效率高，挥发性小，耐紫外线，耐水抽出，迁移性小，耐寒性、柔软性和电性能也都良好，是理想的主增塑剂。己二酸和癸二酸的酯类具有很好的耐低温性能，可显著改善制品的耐寒性能，但由于它与 PVC 相容性较差，只能作辅助增塑剂。磷酸酯类一般与其他增塑剂共用，以提高 PVC 的耐热性。常用的磷酸酯为磷酸三甲酚酯 (TCP)、磷酸二甲酚酯 (TXP)、磷酸二苯辛酯 (DPOP)。氯化石蜡也可用作增塑剂，这类化合物价格低、耐热，但与 PVC 相容性较差，只能作辅助增塑剂。

(2) 填充剂

填充剂是加入塑料中的一种惰性材料，主要功能是增加质量、降低成本或改进某些性能。常用于 PVC、聚烯烃和 ABS 等。填充剂一般是粉末状物质，主要品种有碳酸钙、滑石粉、高岭土、硅灰石、云母、粉煤灰及木粉等。其中碳酸钙是塑料加工中使用最广泛的填充剂，它来源广泛、价格低廉，其表面存在大量凹凸微孔，具有很大的比表面积和吸附能力，用它作为塑料填充剂不但可降低制品成本，改善制品的蠕变性，还可提高制品的热变形温度及尺寸稳定性。

填充剂的表面结构对填充效果有很大影响。为使填充剂与塑料材料有较好的亲和性，得到较好的填充效果，常对填充剂表面的物理和化学结构进行处理。对填充剂表面的物理结构处理的方法主要是机械粉碎和研磨，运用这种方法可以增加填充剂的凹凸度、比表面积，改善填充剂的微孔分布，从而增加填充剂与基体树脂的接触面，改善填充效果。对填充剂表面的化学结构处理的方法主要是利用偶联剂在填充剂的表面形成一层分子膜，提高填充剂与树脂的亲和性，增加填充剂与树脂的粘接性，目前应用较为广泛。

(3) 增强剂