



“十二五”国家重点图书
合成树脂及应用丛书

聚酰胺树脂 及其应用

■ 朱建民 主编



化学工业出版社



“十二五”国家重点图书
合成树脂及应用丛书

聚酰胺树脂 及其应用

■ 朱建民 主编



化学工业出版社

·北京·

本书是《合成树脂及应用丛书》的一本,介绍了聚酰胺树脂及应用的相关知识,具体内容包括绪论,聚酰胺树脂的合成,聚酰胺树脂的结构与特性,聚酰胺树脂改性,聚酰胺树脂的加工成型技术,聚酰胺工程塑料的应用,聚酰胺树脂废料回收利用。

本书可作为聚酰胺领域的生产、科研、营销等人员的参考书,也可用做相关专业的教辅参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

聚酰胺树脂及其应用/朱建民主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 11
(合成树脂及应用丛书)
ISBN 978-7-122-11901-8

I. 聚… II. 朱… III. 聚酰胺-应用 IV. TQ323. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 144148 号

责任编辑: 王苏平

文字编辑: 颜克俭

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 23¼ 字数 440 千字 2011 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2011—34 号

Preface

序



合成树脂作为塑料、合成纤维、涂料、胶黏剂等行业的基础原料，不仅在建筑业、农业、制造业（汽车、铁路、船舶）、包装业有广泛应用，在国防建设、尖端技术、电子信息等领域也有很大需求，已成为继金属、木材、水泥之后的第四大类材料。2010年我国合成树脂产量达4361万吨，产量以每年两位数的速度增长，消费量也逐年提高，我国已成为仅次于美国的世界第二大合成树脂消费国。

近年来，我国合成树脂在产品质量、生产技术和装备、科研开发等方面均取得了长足的进步，在某些领域已达到或接近世界先进水平，但整体水平与发达国家相比尚存在明显差距。随着生产技术和加工应用技术的发展，合成树脂生产行业和塑料加工行业的研发人员、管理人员、技术工人都迫切希望提高自己的专业技术水平，掌握先进技术的发展现状及趋势，对高质量的合成树脂及应用方面的丛书有迫切需求。

化学工业出版社急行业之所需，组织编写《合成树脂及应用丛书》（共17个分册），开创性地打破合成树脂生产行业和加工应用行业之间的藩篱，架起了一座横跨合成树脂研究开发、生产制备、加工应用等领域的沟通桥梁。使得合成树脂上游（研发、生产、销售）人员了解下游（加工应用）的需求，下游人员了解生产过程对加工应用的影响，从而达到互相沟通，进一步提高合成树脂及加工应用产业的生产和技术水平。

该套丛书反映了我国“十五”、“十一五”期间合成树脂生产及加工应用方面的研发进展，包括“973”、“863”、“自然科学基金”等国家级课题的相关研究成果和各大公司、科研机构攻关项目的相关研究成果，突出了产、研、销、用一体化的理念。丛书涵盖了树脂产品的发展趋势及其合成新工艺、树脂牌号、加工性能、测试表征等技术，内容全面、实用。丛书的出版为提高从业人员的业务水准和提升行业竞争力做出贡献。

该套丛书的策划得到了国内生产树脂的三大集团公司（中国石化、中国石油、中国化工集团），以及管理树脂加工应用的中国塑料加工工业协会的支持。聘请国内 20 多家科研院所、高等院校和生产企业的骨干技术专家、教授组成了强大的编写队伍。各分册的稿件都经丛书编委会和编著者认真的讨论，反复修改和审查，有力地保证了该套图书内容的实用性、先进性，相信丛书的出版一定会赢得行业读者的喜爱，并对行业的结构调整、产业升级与持续发展起到重要的指导作用。

袁晴棠

2011 年 8 月

Foreword 前言



聚酰胺家族自第一位成员——尼龙 66 (PA66, 聚酰胺 66) 诞生以来, 已经过了 70 多年的发展, 目前开发出的品种有几十个, 如 PA6、PA11、PA12、PA46、PA610、PA612、MXD6、PA6T、PA9T、PA1212、PPTA 等, 成为了人们生产生活中非常重要的合成材料品种之一。2010 年全球聚酰胺产量已超过 620 万吨。聚酰胺工业起步之初主要作为纤维用于服装、装饰等领域, 由于其原料成本一直高于与之竞争的涤纶、丙纶等纤维, 近年来发展缓慢。2010 年聚酰胺纤维产量超过 370 万吨, 今后仍将以较低的速度增长。与此相反, 开发较晚的聚酰胺塑料, 由于其优良的综合性能以及较佳的性价比, 在工程塑料中得到了大力发展, 曾被列为五大工程塑料之首。2010 年聚酰胺工程塑料产量达 270 万吨, 预计今后仍将以 10% 以上的速度增长。

我国早在 20 世纪 50 年代就已开始研究和开发聚酰胺, 现已成为世界最大的聚酰胺纤维生产国和消费国。2009 年我国聚酰胺纤维产量达到 134 万吨, 占世界产量的 38%, 居全球首位。我国聚酰胺工程塑料起步较晚、发展缓慢, 尽管进入 21 世纪后得到了较快发展, 但整体产能仍然偏低, 竞争能力偏弱。与国外大企业相比, 我国聚酰胺工程塑料生产规模小、技术落后、产品档次不高、品种牌号不全, 难以满足国内需求, 每年需要大量进口。随着市场的国际化和产业竞争的加剧, 我国聚酰胺企业应高度重视高性能、高档次产品的开发, 不断推出新品种, 以满足市场日益增长的需求。

本书是《合成树脂及应用》系列丛书之一, 内容包括聚酰胺的合成方法、产品性能、改性技术、加工应用及回收处理等。在编写过程中, 编者力求全面、准确反映国内外聚酰胺工程塑料的最新研究成果和技术发展水平。本书可作为聚酰胺领域的生产、科研、营销等人员的参考书, 也可用做聚酰胺教学的辅助教材。

本书由朱建民主编, 各章撰稿人为: 第 1 章朱建民, 第 2 章杨立新、李湘平、魏运方, 第 3 章李湘平, 第 4 章伍仟新、姚亮红, 第 6 章宋超, 第 5、7 章冯美平。本书邀请了国内聚酰胺行

业知名的专家、教授审稿，他们是：四川大学王琪教授、湖南大学徐伟箭教授、郑州大学赵清香教授、北京化工大学苑会林教授、神马股份公司段文亮教授级高工、广东金华科技公司陈大华总监以及中石化巴陵石化公司熊远凡、旷志刚、肖朝辉等，在此对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢。在本书编写过程中，承蒙化学工业出版社以及作者单位中石化股份公司聚酰胺技术开发中心和中石化巴陵石化公司技术中心的大力支持、关心和帮助，在此一并深表谢意！

由于编者水平有限，书中难免出现不当之处，敬请读者批评指正。

编者于岳阳
2011年6月



第 1 章 绪论 1

1.1 聚酰胺的命名、分类及特性	1
1.1.1 聚酰胺的命名	1
1.1.2 聚酰胺的分类	3
1.1.3 聚酰胺的特性与应用	3
1.2 国外聚酰胺工程塑料的现状与发展	5
1.2.1 世界聚酰胺工程塑料的发展历程	5
1.2.2 世界聚酰胺工程塑料的技术进展	9
1.2.3 世界聚酰胺工程塑料的市场概况	12
1.3 我国聚酰胺工程塑料的现状与发展	15
1.3.1 我国聚酰胺工程塑料的发展历程	15
1.3.2 我国聚酰胺工程塑料的技术进展	17
1.3.3 我国聚酰胺工程塑料的市场概况	18
1.4 聚酰胺工程塑料的发展前景	19
1.4.1 聚酰胺树脂生产工艺	20
1.4.2 聚酰胺树脂改性工艺	21
1.4.3 采用先进的化工过程强化技术	22
1.4.4 小结	22
参考文献	22

第 2 章 聚酰胺树脂的合成 24

2.1 聚酰胺 6	24
2.1.1 己内酰胺生产工艺	24
2.1.2 聚酰胺 6 聚合过程与工艺	38
2.2 聚酰胺 66	43
2.2.1 单体制造工艺	43
2.2.2 聚酰胺 66 的聚合过程与工艺	52
2.3 聚酰胺 1010	55
2.3.1 原料的制备	56
2.3.2 聚酰胺 1010 的聚合过程与工艺	60
2.4 聚酰胺 11	61

2.4.1	原料的制备	62
2.4.2	聚酰胺 11 的聚合过程与工艺	63
2.5	聚酰胺 12	64
2.5.1	原料的制备	64
2.5.2	聚酰胺 12 的聚合过程与工艺	67
2.6	聚酰胺 46	68
2.6.1	原料的制备	68
2.6.2	聚酰胺 46 的聚合过程与工艺	69
2.7	聚酰胺 610、聚酰胺 612	70
2.7.1	聚酰胺 610 的生产工艺	70
2.7.2	聚酰胺 612 的生产工艺	71
2.8	长碳链聚酰胺	72
2.8.1	聚酰胺 1212 的生产工艺	72
2.8.2	其他长碳链聚酰胺的生产工艺	74
2.9	芳香族聚酰胺	76
2.9.1	半芳香族聚酰胺	76
2.9.2	全芳香族聚酰胺	80
	参考文献	86

第 3 章 聚酰胺树脂的结构与特性 88

3.1	聚酰胺的结构特点	88
3.1.1	聚酰胺的分子结构特征	88
3.1.2	聚酰胺的结晶	91
3.2	聚酰胺结构对性能的影响	98
3.2.1	聚酰胺结构对密度的影响	98
3.2.2	聚酰胺结构对吸湿性的影响	99
3.2.3	聚酰胺结构对热性能的影响	100
3.2.4	聚酰胺结构对力学性能的影响	103
3.2.5	聚酰胺结构对电性能的影响	104
3.3	聚酰胺的性能特点	106
3.3.1	耐化学药品性	107
3.3.2	耐磨性	109
3.3.3	阻燃性	109
3.3.4	抗辐射耐候性能	110
3.3.5	尺寸稳定性	110
3.3.6	影响聚酰胺性能的因素	111
3.4	脂肪族聚酰胺的性能	114
3.4.1	聚酰胺 6	115

3.4.2	聚酰胺 66	118
3.4.3	聚酰胺 46	120
3.4.4	聚酰胺 610 和聚酰胺 612	123
3.4.5	长碳链聚酰胺	124
3.5	芳香族聚酰胺	131
3.5.1	半芳香族聚酰胺	131
3.5.2	全芳香族聚酰胺	138
3.6	其他聚酰胺	142
3.6.1	透明聚酰胺	142
3.6.2	铸型聚酰胺	146
3.6.3	超支化聚酰胺	147
3.6.4	改性聚酰胺	149
	参考文献	150

第 4 章 聚酰胺树脂改性 152

4.1	聚酰胺改性与加工设备	152
4.1.1	干燥混合设备	152
4.1.2	单螺杆挤出机	152
4.1.3	双螺杆挤出机	153
4.2	纤维增强聚酰胺	153
4.2.1	玻璃纤维增强聚酰胺	153
4.2.2	碳纤维增强聚酰胺	158
4.2.3	芳纶纤维增强聚酰胺	162
4.2.4	晶须增强聚酰胺	163
4.3	填充改性聚酰胺	164
4.3.1	填料的物理特性与改性功能的关系	164
4.3.2	填充剂对聚酰胺性能的影响	165
4.4	聚酰胺共混物	169
4.4.1	聚酰胺合金的制备	170
4.4.2	聚酰胺合金的品种与性能	172
4.5	阻燃聚酰胺	176
4.5.1	概述	176
4.5.2	阻燃聚酰胺及阻燃剂品种与特点	177
4.6	增韧聚酰胺	186
4.6.1	概述	186
4.6.2	聚酰胺增韧剂	187
4.6.3	增韧聚酰胺的方法	187
4.6.4	增韧聚酰胺制造过程的主要控制因素	189

4.6.5	增韧聚酰胺的性能	191
4.7	聚酰氨基纳米复合材料	192
4.7.1	概述	192
4.7.2	用于工程塑料的纳米材料种类与特性	192
4.7.3	聚酰氨基纳米复合材料的制备、性能与应用	193
4.8	抗静电聚酰胺	198
4.8.1	抗静电剂的作用机理	198
4.8.2	抗静电剂的种类与特性	199
4.8.3	抗静电聚酰胺的影响因素	201
4.8.4	抗静电聚酰胺的性能	202
4.9	聚酰胺改性用加工助剂	202
4.9.1	热稳定剂	203
4.9.2	润滑剂	206
4.9.3	增塑剂	206
4.9.4	成核剂	207
4.9.5	着色剂	208
4.10	共聚改性聚酰胺	209
4.10.1	概述	209
4.10.2	共聚合尼龙品种及性能	210
	参考文献	218

第5章 加工成型技术 220

5.1	概述	220
5.1.1	聚酰胺的特性及加工方法	220
5.1.2	聚酰胺加工技术的最新进展	221
5.1.3	聚酰胺加工技术发展的趋势	222
5.2	聚酰胺的加工特性	223
5.2.1	聚酰胺的吸水性对加工过程的影响	223
5.2.2	聚酰胺的熔融流动特性	225
5.2.3	聚酰胺的熔点和加工温度	225
5.2.4	聚酰胺的成型收缩性	226
5.3	聚酰胺注射成型技术	227
5.3.1	注射成型设备	228
5.3.2	注射成型工艺过程	229
5.3.3	聚酰胺系列品种的注射成型工艺	231
5.4	聚酰胺的挤出成型工艺	237
5.4.1	聚酰胺挤出成型工艺与过程	237
5.4.2	聚酰胺管材的挤出成型	239

5.4.3	聚酰胺棒材的挤出成型	243
5.4.4	聚酰胺型材的挤出成型	245
5.4.5	聚酰胺单丝挤出成型	246
5.4.6	聚酰胺膜的挤出成型	247
5.5	聚酰胺的滚塑成型工艺	253
5.5.1	聚酰胺滚塑成型原理与工艺设计原则	253
5.5.2	几种典型的滚塑成型工艺	255
5.5.3	滚塑制品缺陷分析及解决方案	258
5.6	聚酰胺的中空吹塑成型工艺	260
5.6.1	吹塑成型过程与工艺	260
5.6.2	吹塑过程中的异常与对策	262
5.7	铸型尼龙的成型工艺	264
5.7.1	铸型尼龙成型原理	264
5.7.2	铸型尼龙加工工艺	266
5.7.3	铸型尼龙的改性及研究进展	266
5.8	聚酰胺的反应注塑工艺	271
5.8.1	反应注塑原理及工艺	272
5.8.2	反应注塑尼龙的性能	273
5.8.3	反应注塑尼龙的应用及前景	273
5.9	聚酰胺的反应挤出工艺	275
5.9.1	反应挤出工艺特点	275
5.9.2	反应挤出合成工艺	276
5.9.3	反应挤出产品质量、性能及应用	276
5.9.4	反应挤出的展望	277
	参考文献	277

第 6 章 聚酰胺工程塑料的应用 280

6.1	概述	280
6.1.1	聚酰胺工程塑料的发展	280
6.1.2	聚酰胺工程塑料应用的意义	282
6.2	聚酰胺树脂在汽车行业的应用	282
6.2.1	塑料在汽车工业的应用	282
6.2.2	聚酰胺在汽车发动机部件的应用	284
6.2.3	聚酰胺在燃料系统的应用	288
6.2.4	聚酰胺在车身部件及其他的应用	290
6.2.5	聚酰胺在汽车电气电子系统部件的应用	292
6.2.6	聚酰胺在安全气囊和轮胎帘子线的应用	294
6.3	聚酰胺在电子电气通信领域的应用	295

6.3.1	聚酰胺用做绝缘包覆材料	295
6.3.2	聚酰胺在电子电气领域的应用	297
6.3.3	聚酰胺在家用电器领域的应用	300
6.3.4	聚酰胺在通信领域的应用	300
6.4	聚酰胺在薄膜包装领域的应用	301
6.4.1	聚酰胺薄膜在包装领域的应用	301
6.4.2	聚酰胺在塑料容器上的应用	304
6.4.3	聚酰胺 MXD6 薄膜的应用	305
6.4.4	聚酰胺纳米复合材料在包装领域的应用	306
6.5	聚酰胺在军事及航空航天工业上的应用	308
6.5.1	聚酰胺及其复合材料在军事及航空航天工业上的作用	308
6.5.2	聚酰胺在轻武器装备上的应用	308
6.5.3	聚酰胺在坦克装甲车上的应用	310
6.5.4	聚酰胺在弹箭弹药上的应用	312
6.5.5	聚酰胺在航空航天上的应用	313
6.6	聚酰胺在轨道交通业的应用	314
6.6.1	聚酰胺在铁路工程中的应用	314
6.6.2	聚酰胺在铁路车辆中的应用	316
6.6.3	聚酰胺在铁路电气中的应用	319
6.7	聚酰胺在其他方面的应用	320
6.7.1	聚酰胺在机械工业的应用	320
6.7.2	聚酰胺在涂料行业的应用	323
6.7.3	聚酰胺在油墨、化妆品行业的应用	324
6.7.4	聚酰胺在热熔胶领域的应用	324
6.7.5	聚酰胺在密封方面的应用	325
6.7.6	聚酰胺在毛刷方面的应用	326
6.7.7	芳酰胺在防护及结构加固方面的应用	327
6.7.8	聚酰胺在体育器材及其他方面的应用	329
	参考文献	330

第7章 聚酰胺树脂废料回收利用 332

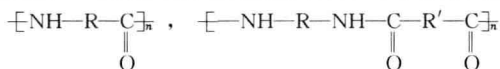
7.1	概论	332
7.1.1	塑料回收利用的发展现状	332
7.1.2	国内外聚酰胺工程塑料的消费、回收现状	332
7.2	回收料的预处理	333
7.2.1	废旧聚酰胺的鉴别	333
7.2.2	废旧聚酰胺的分离	333
7.2.3	废旧聚酰胺的粉碎	334


7.2.4 废旧聚酰胺的干燥	334
7.3 回收利用方法	334
7.3.1 物理回收	335
7.3.2 化学回收	336
7.3.3 能量回收	340
7.3.4 聚酰胺回收利用实例	341
7.4 小结	348
参考文献	348

第 1 章 绪 论

聚酰胺 (polyamide, 简称 PA) 俗称尼龙 (nylon), 是一类多品种的高分子材料, 其中聚酰胺 66 是最早实现工业化的品种, 1939 年由美国杜邦公司开始生产, 距今已有 70 多年的历史, 最初开发的应用领域是纤维。1952 年聚酰胺 66 才被杜邦公司作为工程塑料使用, 以取代金属满足下游工业制品轻量化、低成本的要求。材料是人类利用和改造自然的典型, 高分子材料发展到今天, 已经成为支持人类社会发展和科学技术进步的重要物质基础, 聚酰胺工程塑料作为高分子材料的成员之一, 也占有举足轻重的地位。本书将围绕聚酰胺工程塑料的合成、改性、成型加工、应用和回收利用等技术予以介绍。

聚酰胺是指在分子主链上含有酰胺基 ($-\text{CONH}-$) 的一类聚合物, 主要有两种结构, 一种是以内酰胺开环聚合或 ω -氨基酸自缩聚的树脂结构, 另一种是有机二元酸和二元胺缩聚的树脂结构, 其结构式分别如下:



一般 R 和 R' 为次甲基 ($-\text{CH}_2-$) 或者芳香基 (如 )。

聚酰胺工程塑料发展过程中, 相当长一段时间产量居五大工程塑料之首。目前, 聚酰胺仍保持较强劲的发展, 其主要原因是: ①具有良好的综合性能; ②原料来源广, 品种多样; ③易于改性, 可大幅度提高其性能; ④易于加工成型, 特别适合注射成型; ⑤应用领域广泛。

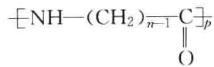
1.1 聚酰胺的命名、分类及特性

1.1.1 聚酰胺的命名

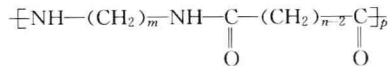
聚合物的命名方法, 有习惯命名法和系统命名法。而到目前为止, 聚酰胺还没有统一的命名原则。本书根据聚酰胺化学结构的特点, 采用如下方法命名。

1.1.1.1 脂肪族聚酰胺命名

(1) 由 ω -氨基酸自缩聚或内酰胺开环聚合制得的高聚物称为聚酰胺 n ，也可称尼龙 n ，记为 PA_n ，其中 n 为重复单元碳原子数目。其通式为：



(2) 由二元酸和二元胺缩聚而得聚酰胺，则要同时标记出两种单体的碳原子数，称为聚酰胺 mn ，也可称尼龙 mn ，记为 PA_{mn} ，其中 m 为二元胺碳原子数标记在前面， n 为二元酸碳原子数。通式为：



1.1.1.2 半芳香族聚酰胺命名

对于半芳香族聚酰胺，如果二元胺或二元酸是芳香族，以它们的 ISO 1874-1 缩写代号表示，再按上述原则组合命名，即重复单元的二元胺的碳原子数目或缩写代号在前、二元酸的碳原子或缩写代号在后组成聚酰胺的名称。如由己二胺和对苯二甲酸缩聚制得的聚酰胺称为尼龙 6T，由间苯二甲胺 (ISO 1874-1 缩写代号 MXD) 和己二酸缩聚而成的聚己二酰间苯二甲胺可记为 PAMXD6。聚酰胺合成中常用单体的通用名、化学文摘系统 (CAS) 名称和登记号、ISO 1874-1 缩写代号、所指符号以及合成原料汇总于表 1-1。

■表 1-1 常用聚酰胺单体的 CAS 名称、代号和登记号

通用及 CAS 名	ISO 1874-1 代号	原料	CAS 登记号
线型脂肪族单体			
己二酸	6	苯、甲苯	124-04-9
壬二酸	9	油酸	123-99-9
癸二酸	10	蓖麻油	111-20-6
十二烷二酸	12	丁二烯	693-23-2
四亚甲基二胺 (1,4-丁二胺)	4	丙烯腈 + HCN	110-60-1
六亚甲基二胺 (1,6-己二胺)	6	丁二烯, 丙烯	124-09-4
十二亚甲基二胺 (1,12-十二碳二胺)	12	丁二烯	2783-17-7
11-氨基十一酸	11	蓖麻油	2432-99-7
己内酰胺	6	苯, 甲苯	105-60-2
十二内酰胺或月桂内酰胺	12	丁二烯、环己酮	947-04-6
侧链含甲基的脂肪族单体			
2-甲基五亚甲基二胺 (2-甲基-1,5-戊二胺)	MPMD		15520-10-2
三甲基六亚甲基二胺 (2,2,4-三甲基-1,6-己二胺和 2,4,4-三甲基-1,6-己二胺的混合物)	TMD	丁二烯 丙酮	2,2,4-ND 为 3236-53-1 2,4,4-IND 为 3236-54-2
环状单体			
间苯二甲酸 (1,3-苯二甲酸)	I	间二甲苯	121-91-5
对苯二甲酸 (1,4-苯二甲酸)	T	对二甲苯	100-21-0
双(对氨基环己基)甲烷 (4,4-亚甲基二环己基胺)	PACM	苯胺 + 甲醛	1761-71-3
间苯二甲胺 (1,3-二甲胺基苯)	MXD	间二甲苯	1477-55-0
对苯二甲胺 (1,4-二甲胺基苯)	PXD	对二甲苯	539-48-0

1.1.1.3 共聚聚酰胺的命名

共聚聚酰胺的命名，通常要求标明每一种聚酰胺的代号，且代号之间用斜划线分开，把主要成分放在前面，例如以尼龙 6 为主的尼龙 6 和尼龙 66 的共聚体，表示为尼龙 6/66 (PA6/66)；而尼龙 66/6 (PA66/6)，则表示以尼龙 66 为主的尼龙 66 和尼龙 6 的共聚体。

由异构体的混合物聚合而成的聚酰胺，除 ISO 1874-1 标准有指定代号的以外，要求记写时要同时标记出每一种异构体的代号，如三甲基己二胺 [2,2,4-三甲基-1,6-己二胺 (ND) 和 2,4,4-三甲基-1,6-己二胺 (IND) 的混合物] 和对苯二甲酸缩聚制备的聚酰胺，可记为 NDT/INDT。同时，由于甲基位置和键合形式的不同，还存在头-头 (head to head, H-H)、头-尾 (head to tail, H-T)、尾-尾 (tail to tail, T-T) 的多种异构体结构，为简明起见，可按表 1-1 中所示的 ISO 1874-1 编写代号简写为 TMDT。

1.1.1.4 按学名命名

原则上所有聚酰胺都可以按学名进行命名。如聚酰胺 6 可以叫做聚己内酰胺，聚酰胺 66 又可叫做聚己二酰己二胺。对于全芳香族聚酰胺，一般采用学名命名或者以它们英文名第一个字母简称表示。如对苯二胺和对苯二甲酸缩聚的高聚物，称为聚对苯二甲酰对苯二胺或者 PPTA。

1.1.2 聚酰胺的分类

聚酰胺树脂的种类和品种很多，为了从整体上对各种聚酰胺树脂有一个基本认识，本节将对现行通用的聚酰胺树脂进行分类。

聚酰胺是一类多品种的高分子材料，按制备的化学反应来区分，可以分为两类：一类是由氨基酸缩聚或内酰胺开环聚合制得（也称为 AB 型尼龙），另一类是由二元胺和二元酸缩聚制得（也称为 AABB 型尼龙）。按分子链重复结构中所含有的特殊基团分类可以分为：脂肪族、半芳香、芳香、共聚聚酰胺 4 类。聚酰亚胺作为一种高性能的特种工程塑料，本书不作介绍。图 1-1 为聚酰胺的分类。

1.1.3 聚酰胺的特性与应用

1.1.3.1 聚酰胺的特性

聚酰胺之所以得到如此快速的发展，与其独特的结构是分不开的：在聚酰胺的分子主链中含有大量极性酰胺基，这使聚酰胺分子间有较强的作用力，并能形成氢键（一般氢键密度越大，机械强度越好，碳原子数越多，强度越差），同时还使聚酰胺的分子排列整齐，具有结晶性；聚酰胺分子主链段中还含有亚甲基，使聚酰胺有一定柔性，能影响聚酰胺熔点和玻璃化温度 (T_g)；另外，聚酰胺大分子主链末端含有氨基和羧基，在一定条件下，具有一定的反应活性，