

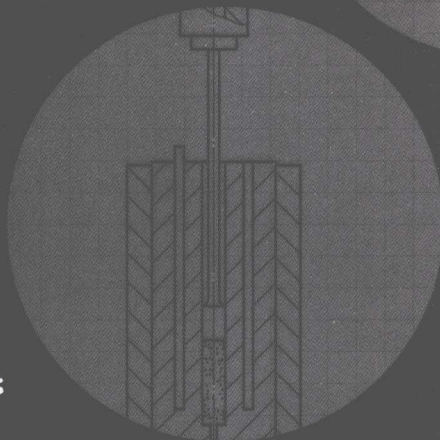
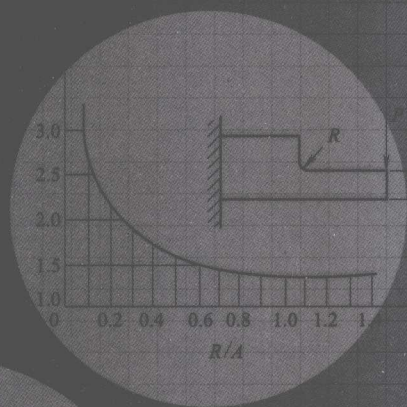
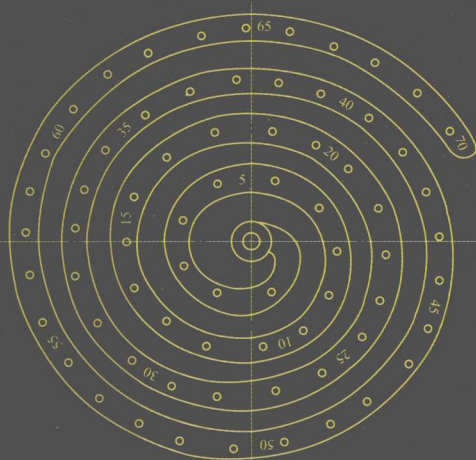
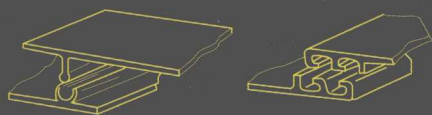
全国高职高专 **工作过程导向** 规划教材

塑料成型模具设计

北京市职业院校教师提高工程加工制造类教师培训基地经费资助

付宏生 主 编
张小亮 副主编

SULIAO CHENGXING MUJU SHEJI



化学工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料成型模具设计/付宏生主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 12

全国高职高专工作过程导向规划教材
ISBN 978-7-122-05705-1

I. 塑… II. 付… III. 塑料模具-塑料成型-设计-高等学校: 技术学院-教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 191852 号

责任编辑: 李军亮
责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 张绪瑞
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 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 341 千字 2010 年 1 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

“全国高职高专工作过程导向规划教材” 编写委员会

主 任 俸培宗

副主任 (按姓名笔画排列)

于增信	么居标	付宏生	朱凤芝	刘 强
刘玉宾	刘京华	孙喜平	张 耀	张春芝
张雪莉	罗晓晔	周伟斌	周国庆	赵长明
胡兴盛	徐红升	黄 斌	彭林中	曾 鑫
解海滨				

委 员 (按姓名笔画排列)

于增信	么居标	王 会	卞化梅	布 仁
付宏生	冯志新	兰俊平	吕江毅	朱 迅
朱凤芝	朱光衡	任春晖	刘 强	刘玉宾
刘京华	刘建伟	安永东	孙喜平	孙琴梅
杜 潜	李占锋	李全利	李慧敏	李德俊
何佳兵	何晓敏	张 彤	张 钧	张 耀
张小亮	张文兵	张红英	张春芝	张雪莉
张景黎	陈金霞	武孝平	罗晓晔	金英姬
周伟斌	周国庆	孟冬菊	赵长明	赵旭升
胡 健	胡兴盛	侯 勇	贺 红	俸培宗
徐红升	徐志军	凌桂琴	高 强	高吕和
高英敏	郭 凯	郭宏彦	陶英杰	黄 伟
黄 斌	常慧玲	彭林中	葛惠民	韩翠英
曾 鑫	路金星	鲍晓东	解金柱	解海滨
薄志霞				

随着市场经济体制的完善、科学技术的进步、产业结构的调整及劳动力市场的变化,职业教育面临着“以服务社会主义现代化建设为宗旨、培养数以亿计的高素质劳动者和数以千万计的高技能专门人才”的新任务。高等职业教育是全面推进素质教育,提高国民素质,增强综合国力的重要力量。2005年颁布的《国务院关于大力发展职业教育的决定》中国家进一步推行以就业为导向、继续实行多形式的人才培养工程和推进职业教育的体制改革与创新,提出“职业院校要根据市场和社会需要,不断更新教学内容,合力调整专业结构”。在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件中,教育部明确指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。”

新时期下我国经济体制转轨变型也带来对人才需求和人才观的新变化。大量新技术、新工艺、新材料和新方法的不断涌现使得社会对新型技能人才的需求更加迫切,而以传统学科式职业教学体系培养出来的人才无论从数量、结构和质量都不能很好满足经济建设和社会发展的需要,而满足社会的需要才是职业教育的最终目的。在新形势下,进行职业教育课程体系的教学改革是职业教育生存和发展的唯一出路。改革现行的培养体系、课程模式、教学内容、教材教法,培养造就技术素质优秀的劳动者,已成为高等职业学校教育改革的当务之急。

针对上述情况,高职院校应大力进行课程改革和建设,培养学生的综合职业能力和职业素养。课程设计以职业能力培养为重点,与企业合作进行基于工作过程的课程开发与设计,充分体现职业性、实践性和开放性的要求,重视学生在校学习与实际工作的一致性,有针对性地采取工学交替、任务驱动、项目导向、课堂与实习地点一体化等行动导向的教学模式。课程的教学内容来自于企业生产、经营、管理、服务的实际工作过程,并以实际应用的经验和策略等过程性知识为主。以具体化的工作项目(任务)或服务为载体,每个项目或任务都包括实践知识、理论知识、职业态度和情感等内容,是相对完整的一个系统。在课程的“项目”或“任务”设置上,充分考虑学生的个性发展,保留学生的自主选择空间,兼顾学生的职业发展。

为此,化学工业出版社在全国范围内组织了二十所职业院校机械、电气、汽车三个专业的百余位老师编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”,为推动我国高等职业院校教学改革做了有益的尝试。

在教材的编写思路,我们积极配合新的课程教学模式、教学内容、教学方法的改革,结合学校和企业工业现场的设备,打破学科体系界限和传统教材以知识体系编写教材的思路,以知识的应用为目的,以工作过程为主线,融合了最新的技术和工艺知识,强调知识、能力、素质结构整体优化,强化设备安装调试、程序设计指导、现场设备维修、工程应用能

力训练和技术综合一体化能力培养。

在内容的选择上，突出了课程内容的职业指向性，淡化课程内容的宽泛性；突出了课程内容的实践性，淡化课程内容的纯理论性；突出了课程内容的实用性，淡化课程内容的形式性；突出了课程内容的时代性和前瞻性，淡化课程内容的陈旧性。

在编写力量上，我们组织了一批高等职业院校一线的教学名师，他们大都在自己的教学岗位上积极探索和应用着新的教学理念和教学方法，其中一部分教师曾被派到德国进行双元制教学的学习，再把国外的教学模式与我国职业教育的现实进行有机结合，并把取得的经验和成果毫无保留地体现在教材编写中。

同时，我们还邀请企业人员参与教材编写，并与相关职业资格标准、行业规范相结合，充分体现了校企合作和工学结合，突出了创新性、先进性和实用性。

本套教材从编写内容和编写模式方面，都充分体现了全国高职院校教学改革成果，符合学生的认知规律，适应科技发展的需要，必将为职业院校培养高素质人才提供强有力的保证。

编委会

课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。为贯彻教育部教学改革的重要精神,同时为配合职业院校教学改革和教材建设,更好地为职业院校深化改革服务,化学工业出版社组织二十所职业院校的老师共同编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”,该套教材涉及机械、电气、汽车专业领域,其中机械专业包括:《机械图样识读与测绘》、《机械图样识读与测绘》(化工专业适用)、《工程力学》、《机械制造基础》、《机械设计基础》、《电气控制技术》(非电类专业适用)、《液压气动技术及应用》、《机械制造工艺与装备》、《机电设备故障诊断与维修》、《数控加工手工编程》、《数控加工自动编程》、《数控机床维护与故障诊断》、《冷冲压模具设计》、《塑料成型模具设计》、《金属压铸模具设计》、《模具制造技术》、《模具试模与维修》、《电工电子技术》(非电类专业适用)等18种教材。

为了使工学结合的教学改革在模具专业课程顺利进行,我们编写了本教材。本书将模具企业中模具设计与生产的全过程融合于专业课之中,以培养学生主动学习和创新的精神。本教材编写特点如下。

① 遵循工学结合的教学方法和“制件到制件”项目学习理念,以胶卷芯轴塑料成型模具为本教材案例,并贯穿全书。首先,分析和确定胶卷芯轴的塑料材料、塑料制品造型、成型工艺;然后,确定塑料成型设备、模具结构;最后,进行塑料注射成型模具的拆装测绘实训、塑料注射成型模具课程设计以及模具CAD等项目。

② 本教材以项目、任务和问题三级方案编写,突出能力目标,每级任务下设定能力目标,使教师与学生在教学与学习时,明确每个项目、每项任务要教什么,学什么。

③ 编写教材以“问题为中心”,使学生在解决问题过程中学到知识和技能,所以教材中每一项目和任务中都设定一些问题,培养学生解决问题的能力。

④ 阶段考核与结业考核采用课业考核方式,每个项目下都设置课业,通过完成课业培养学生的创造能力和创新精神。

⑤ 按照模具设计师国家职业标准的要求编写教材,目标是:通过专业课程的学习,培养学生初步设计模具的能力,把他们培养成为初级模具设计师,并取得三级模具设计师证书。

本教材由付宏生任主编,张小亮任副主编,其中学习情境1、学习情境5由杭州职业技术学院郭维刚编写,学习情境2、学习情境3(任务3.1、3.2、3.8、3.9、3.10)由北京工业职业技术学院张小亮编写,学习情境3(任务3.3、3.4、3.5、3.6、3.7)、学习情境4、学习情境6、学习情境7由北京电子科技职业学院付宏生编写,并负责全书统稿,同时新乡学院梁中丽也参加了部分工作情境内容的编写与资料的整理。本书在编写过程中,还得到了北京模具协会秘书长单加祥以及北京莱比德精密模具有限公司沈建新等的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

本教材由北京市职业院校教师素质提高工程加工制造教师培训基地经费资助。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者指正。

编者

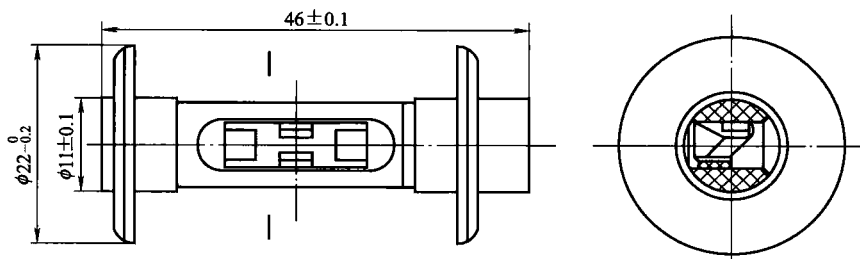
任务说明

本教材遵循工学结合的教学方法和“制件到制件”项目学习理论，以胶卷芯轴塑料成型模具为本教材案例，贯穿全书，并以项目、任务和问题三级方案编写，突出能力目标，每级任务下设定能力目标，使教师与学生在教学与学习时，明确每个项目、每项任务要教什么，学什么。

在这里先介绍胶卷芯轴塑料成型模具设计的任务作为全书的内容准备：设计一套胶卷轴塑料注射成型模具；塑料制件材料是 ABC，批量为 25 万件；以胶卷轴塑料注射成型模具设计整个工作过程贯穿全书，通过分析塑料材料、塑件造型、塑件成型工艺、成型设备确定模具成型零件、浇注系统、导向机构、脱模机构、冷却系统、侧型分型抽芯机构和模具结构零件等。

下图是胶卷轴塑料产品图。

本教材首先分析和确定胶卷芯轴的塑料材料、塑料制品造型、成型工艺；然后，确定塑料成型设备、模具结构；最后，进行塑料注射成型模具的拆装测绘实训、塑料注射成型模具课程设计以及模具 CAD 等项目。



胶卷轴塑料产品图

目录

学习情境 1 塑料材料与塑料制品

任务 1.1 认识塑料	2	3. 塑件孔设计	19
【能力目标】	2	4. 塑件螺纹的设计	21
【任务描述】	2	5. 嵌件模塑制品	22
【任务分析】	2	【任务实施】	24
【知识准备】	2	【知识拓展】	26
1. 塑料的特性	2	任务 1.3 塑件组合设计	26
2. 塑料的分类	3	【能力目标】	26
3. 常用塑料的特点、性能与应用	4	【任务描述】	26
4. 常用助剂的特点、性能与应用	9	【任务分析】	26
【任务实施】	10	【知识准备】	26
任务 1.2 塑料制品造型设计	10	1. 塑件的可拆连接	26
【能力目标】	10	2. 塑件焊接和粘接	30
【任务描述】	11	3. 塑件不可拆连接	32
【任务分析】	11	【任务实施】	34
【知识准备】	11	【知识拓展】	35
1. 塑料制品设计原则和方法	11	【学习小结】	35
2. 注塑制品的细部设计	12	【自我评估及评价标准】	35

学习情境 2 塑料成型工艺与设备

任务 2.1 塑料成型理论基础部分	39	1. 注射成型机的结构	44
【能力目标】	39	2. 注射成型机的分类	44
【任务描述】	39	3. 注射成型机的规格表示法	47
【任务分析】	39	4. 注射成型机的选用	47
【知识准备】	39	【任务实施】	47
1. 塑料成型工艺特性及相关参数	39	【知识拓展】	47
2. 成型加工原料的选用原则	42	任务 2.3 塑料注射成型工艺部分	47
【任务实施】	43	【能力目标】	47
【知识拓展】	43	【任务描述】	48
任务 2.2 塑料注射成型机部分	43	【任务分析】	48
【能力目标】	43	【知识准备】	48
【任务描述】	44	1. 塑料成型工艺过程	48
【任务分析】	44	2. 注射成型工艺条件	52
【知识准备】	44	3. 注射成型工艺举例：聚苯乙烯塑料、 聚酰胺塑料	55

【任务实施】	57
【知识拓展】	58

【学习小结】	64
【自我评估与评价标准】	64

学习情境 3 塑料成型模具设计

任务 3.1 塑料成型模具典型结构	68
【能力目标】	68
【任务描述】	68
【任务分析】	68
【知识准备】	68
1. 塑料成型模具的分类	68
2. 塑料注射成型模具的分类与结构	69
【任务实施】	73
任务 3.2 模具与注射机的关系	74
【能力目标】	74
【任务描述】	75
【任务分析】	75
【知识准备】	75
1. 几种常用塑料注射成型机的技术规格	75
2. 注射机有关工艺参数的校核	76
【任务实施】	82
【知识拓展】	83
任务 3.3 浇注系统设计	83
【能力目标】	83
【任务描述】	83
【任务分析】	83
【知识准备】	83
1. 浇注系统设计的基本要点	83
2. 浇注系统的组成与流道设计	84
3. 浇口的设计	90
4. 冷料穴和拉料杆的设计	99
【任务实施】	102
任务 3.4 成型零件设计	103
【能力目标】	103
【任务描述】	103
【任务分析】	103
【知识准备】	103
1. 注射成型模具分型面的选择	103
2. 成型零件的结构形式及设计	107
【任务实施】	115
任务 3.5 成型零件工作尺寸的计算	117
【能力目标】	117

【任务描述】	117
【任务分析】	117
【知识准备】	117
1. 影响塑件尺寸公差的因素	117
2. 塑料零件工作尺寸计算方法	119
【任务实施】	122
【知识拓展】	122
任务 3.6 合模导向机构	123
【能力目标】	123
【任务描述】	123
【任务分析】	123
【知识准备】	123
【任务实施】	123
1. 导向零件的作用	123
2. 导向零件设计原则	124
3. 导柱的结构、特点及用途	125
4. 导套和导向孔的结构、特点及用途	127
5. 锥面定位结构	128
【任务实施】	128
任务 3.7 加热与冷却装置的设计	131
【能力目标】	131
【任务描述】	131
【任务分析】	131
【知识准备】	131
1. 模具温度及其调节的重要性	131
2. 对模具温度控制系统设计的基本要求	132
3. 塑料注射成型模具的冷却	132
4. 冷却装置设计原则	133
【任务实施】	134
任务 3.8 推出机构	135
【能力目标】	135
【任务描述】	136
【任务分析】	136
【知识准备】	136
1. 推出机构的分类及设计原则	136
2. 推杆推出机构	137
3. 推管与推板推出机构	137
4. 推出机构的导向与复位	140
【任务实施】	142

【知识拓展】	143
任务 3.9 侧向分型与抽芯机构	143
【能力目标】	143
【任务描述】	143
【任务分析】	143
【知识准备】	143
1. 侧向分型与抽芯机构的组成分类	143
2. 斜导柱侧向分型与抽芯机构	145
3. 斜滑块侧向分型与抽芯机构	146
【任务实施】	147
任务 3.10 支承零件的设计	149

【能力目标】	149
【任务描述】	150
【任务分析】	150
【知识准备】	150
1. 动模板和定模板设计	150
2. 支承板设计	150
3. 垫块设计	151
【任务实施】	151
【知识拓展】	151
【学习小结】	152
【自我评估与评价标准】	152

学习情境 4 塑料成型模具的标准化

任务 4.1 塑料注射成型模具中的小型模架标准	158
【能力目标】	158
【任务描述】	158
【任务分析】	158
【知识准备】	158
1. 中小型模架的标记方法	158
2. 中小型模架的结构形式（品种）	158
3. 中小型模架的尺寸组合	160
4. 模架的规格系列	161
【任务拓展】	164
任务 4.2 塑料注射成型模具中大型	

模架标准	164
【能力目标】	164
【任务描述】	164
【任务分析】	164
【知识准备】	164
1. 大型模架的标记方法	164
2. 大型模架的结构形式	165
3. 大型模架的尺寸组合	165
【任务实施】	166
【知识拓展】	167
【学习小结】	167
【自我评估与评价标准】	167

学习情境 5 塑料注射成型模具设计程序及CAD

任务 5.1 设计塑料注射成型模具应注意的问题	171
【任务描述】	171
【任务分析】	171
【知识准备】	171
【知识拓展】	171
任务 5.2 塑料注射成型模具设计程序	172
【任务描述】	172
【任务分析】	172
【知识准备】	172
1. 分析设计任务书	172
2. 分析塑料制品图及实样	172
3. 确定注射机型号	172

4. 确定模具结构	172
【知识拓展】	173
任务 5.3 塑料注射成型模具 CAD	173
【能力目标】	173
【任务描述】	174
【任务分析】	174
【知识准备】	174
1. 塑料注射成型模具 CAD 的内容	174
2. 塑料注射成型模具 CAD 的几何造型	175
3. 塑料注射成型模具设计与装配图的绘制	177
【任务实施】	186

【知识拓展】	189	【自我评估与评价标准】	189
【学习小结】	189		

学习情境 6 塑料注射成型模具的拆装与测绘实训

【能力目标】	192	3. 安装模具	194
【任务描述】	192	【任务实施】	194
【任务分析】	192	【知识拓展】	195
【知识准备】	192	【学习小结】	195
1. 拆卸模具	192	【自我评估与评价标准】	195
2. 测绘模具零件	193		

学习情境 7 塑料注射成型模具课程设计

【能力目标】	199	1. 制件分析	206
【任务描述】	199	2. 初步确定塑料注射成型设备	206
【任务分析】	199	3. 塑料注射成型模具结构设计	206
【知识准备】	199	4. 模具的设计计算	207
1. 塑料注射成型模具设计程序	199	5. 绘制模具总装图	208
2. 塑料注射成型模具设计指导	201	【知识拓展】	208
3. 塑料注射成型模具设计要领	202	【学习小结】	208
【任务实施】	206	【自我评估与评价标准】	208

参考文献	211
------------	-----

任务 1.1 认识塑料

【能力目标】

- ① 能选用和鉴别塑料类型。
- ② 能初步设计塑料配方。

【任务描述】

本任务主要讲述塑料的组成、分类，常用塑料的基本特性、成型特点和主要用途等。

【任务分析】

- ① 了解塑料的特性。
- ② 常用塑料的基本特性、成型特点和主要用途。
- ③ 常用助剂的特点、性能与应用。

【知识准备】

化学有关知识；高分子材料有关知识；产品造型相关知识等。

从塑件分析入手，首先认识塑料材料，再了解塑件造型特点，最终设计完成胶卷轴塑料注射成型模具。

1. 塑料的特性

模具是工业生产中的重要工艺装备。模具工业是国民经济各部门发展的重要基础之一。塑料模具是指用于成型塑料制件的模具，主要应用领域有汽车工业、摩托车工业、电子工业（尤其是家电工业）、航空工业、仪器仪表工业和日用品工业。

塑料是以合成树脂为主要成分，再加入改善其性能的各种添加剂（也称助剂）制成的。树脂可分为天然树脂和合成树脂两大类，塑料大多采用合成树脂。各种合成树脂都是将低分子化合物的单体通过合成的方法生产出的高分子化合物，一般相对分子质量都大于1万，有的甚至可达百万级。在一定温度和压力下，塑料具有可塑性，可以利用模具成型为具有一定几何形状和尺寸精度的塑料制件。

塑料品种繁多，不同种类的塑料具有不同的特性，凭借其优良特性，应用十分广泛。

（1）质轻、比强度高 塑料的密度一般都比较小，在 $0.83 \sim 2.2 \text{g/cm}^3$ 之间，这对减轻机械重量有十分重要的意义。例如，随着汽车轻量化工作的研究进展，汽车行业对塑料的需求越来越大，以减轻车重降低油耗等。

比强度是强度与密度之比，由于塑料的密度小，导致比强度相当高，有的增强塑料的比强度比一般的普通钢材还要高，这在国防工业中的应用十分突出。

（2）优异的电绝缘性能 塑料具有优良的电绝缘性能，广泛应用于电机、电子行业和电器行业中的结构零件和绝缘材料，无论在高频、还是低频，高压还是低压情况下，其绝缘性能都非常优良。

(3) 优良的化学稳定性能 一般塑料对酸、碱、盐等化学药物均具有一定的抗腐蚀能力。有些塑料不仅能耐受潮湿空气的影响,而且也能受酸、碱、盐、气体和蒸汽的化学腐蚀作用,在这方面它们大大超过了金属。由于塑料有优越的化学稳定性,因而在化工设备制造中有着极其广泛的用途。

(4) 减摩、耐磨性能好 由于塑料具有摩擦因数小、耐磨性高、自润滑性好等特点并具有一定的机械强度,因而在电子设备的传动机构中得到广泛应用。许多机械传动零件和润滑零件,例如齿轮、齿条、蜗杆、蜗轮、滑轮、轴承等都可以用塑料来制造。同时这些塑料零件在传动过程中无噪声。

(5) 透光及防护性能 多数塑料都可以作为透明或半透明制品,其中聚苯乙烯和丙烯酸酯类塑料像玻璃一样透明。有机玻璃化学名称为聚甲基丙烯酸甲酯,可用作航空玻璃材料。聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等塑料薄膜具有良好的透光和保暖性能,大量用作农用薄膜。塑料具有多种防护性能,因此常用作防护包装用品,如塑料薄膜、箱、桶、瓶等。

(6) 减振、消音性能优良 某些塑料柔韧而富于弹性,当它受到外界频繁的机械冲击和振动时,内部产生黏性内耗,将机械能转变成热能,因此,工程上用作减振消音材料。例如,用工程塑料制作的轴承和齿可减小噪声,各种泡沫塑料更是广泛使用的优良减振消音材料。

由于塑料的上述优良性能,使它在工农业生产和人们的日常生活中具有广泛用途;它已从过去作为金属、玻璃、陶瓷、木材和纤维等材料的代用品,而一跃成为现代生活和尖端工业不可缺少的材料。

当然,塑料也有不足之处。例如,耐热性比金属等材料差,一般塑料仅能在 100°C 以下温度使用,少数 200°C 左右使用;塑料的热胀系数要比金属大 $3\sim 10$ 倍,容易受温度变化而影响尺寸的稳定性;在载荷作用下,塑料会缓慢地产生黏性流动或变形,即蠕变现象;此外,塑料在大气、阳光、长期的压力或某些物质作用下会发生老化,使性能变坏等。塑料的这些缺点或多或少地影响或限制了它的应用。但是,随着塑料工业的发展和塑料材料研究工作的深入,这些缺点正被逐渐克服,性能优异的新颖塑料和各种塑料复合材料正不断涌现。

2. 塑料的分类

塑料的品种相当多,其分类方法也很多。

(1) 按塑料的热性能分类 有热固性塑料与热塑性塑料。

① 热固性塑料 该类塑料的特点是在一定的温度下,经过一定时间后,其内部产生化学反应而固化。固化后的塑料性能发生很大变化,质地硬脆;不溶解于有机溶剂;遇热不再软熔,如果温度过高则分解碳化。由于具有上述特性,热固性塑料制品一旦损坏就不能回收再用。

常用的热固性塑料有酚醛塑料、氨基塑料、环氧树脂、DAP塑料(聚邻苯二甲酸二丙烯酯)等。

② 热塑性塑料 该类塑料的特点是受热后发生形态变化,由固态软化或熔化成黏流体状态,但冷却后又可以恢复固体状态。这一变化过程可以多次反复进行。组成热塑性塑料的树脂就称为热塑性树脂。大多数热塑性塑料,既具有抗化学腐蚀的能力,又可以溶解于某些相应的溶剂之中。

热塑性塑料的品种较多,有聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚酰胺(尼龙)、

聚碳酸酯、聚甲醛等。

(2) 按塑料性能及用途分类 可分为通用塑料、工程塑料、特殊塑料。

① 通用塑料 这类塑料是指产量大、作用广、价格低的塑料。主要包括聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、酚醛塑料和氨基塑料六大品种，它们的产量占塑料产量的一半以上，构成了塑料工业的主体。

② 工程塑料 这类塑料常指在工程技术中用做结构材料的塑料。除具有较高的机械强度外，这类塑料还具有很好的耐磨性、耐腐蚀性、自润滑性及尺寸稳定性等。它们具有某些金属特性，因而现在越来越多地代替金属来做某些机械零件。在机械制造、轻工、电子、日用、宇航、导弹、原子弹等工程技术领域得到广泛应用。

目前常用的工程塑料包括聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、ABS、聚砜、聚苯醚、聚四氟乙烯等。

③ 特殊塑料 特殊塑料指具有某些特殊性能的塑料。如氟塑料、聚酰亚胺塑料、有机硅树脂、环氧树脂、导电塑料、导磁塑料、导热塑料以及为某些专门用途而改性得到的塑料。

3. 常用塑料的特点、性能与应用

(1) 热塑性塑料

1) 聚乙烯 (PE)

① 基本特性 聚乙烯由乙烯聚合而成，无毒、无味、呈乳白色。密度为 $0.91 \sim 0.96 \text{ g/cm}^3$ ，为结晶型塑料。聚乙烯塑料在塑料工业使用中占第一位，在我国占第二位。聚乙烯树脂结构繁多，不同种类的树脂之间性能差异很大，通常用密度来表征，分为低密度聚乙烯 (LDPE)、中密度聚乙烯 (MDPE)、高密度聚乙烯 (HDPE)。

聚乙烯流动性特别好，不易吸水，有较高的耐水性；耐化学腐蚀性能优异，电绝缘性能优异；刚性好，摩擦因数低，加工性能优异，但强度低，耐热性和负载能力不高。

② 成型特点 在流动方向与垂直方向上的收缩差异较大，注射方向的收缩率大于垂直方向的收缩率；成型周期短；由于流动性好，所以分型面要研磨，防止注射过程中溢料。

③ 主要用途 主要用于各种工业用品和生活用品中，如比较复杂的、壁厚比较小的制件，像垃圾箱、化学品集装箱、手袋、蓄电池容器、货盘以及复杂的大型旋转模塑箱等。

2) 聚丙烯 (PP)

① 基本特性 无味、无色、无毒。比聚乙烯更透明，具有聚乙烯所有的优良性能。它是所有塑料中最轻的， $\rho = 0.90 \sim 0.91 \text{ g/cm}^3$ 。比聚乙烯多出了一个甲基，限制了分子的运动，降低了其柔顺性，使具有比聚乙烯高得多的刚性和耐热性。力学性能较好，抗弯强度和抗拉强度接近聚苯乙烯，刚度和伸长率好。但聚丙烯在氧、热、光作用下容易降解、老化。因此，必须加入防老化剂。

聚丙烯耐热性能好，其制品可在 $100 \sim 120^\circ\text{C}$ 下长期使用，加热可以消毒灭菌；耐化学腐蚀性、强度与价格都比较适中，综合性能好；耐疲劳能力相当突出；低温冲击强度差。

② 成型特点 成型收缩范围大，热容量大，要注意温度的控制，温度过低会造成成型塑件表面光泽差或产生熔接痕等缺陷，过高会产生翘曲现象。

成型方法：注塑、结构发泡、挤出、吹塑以及旋转模塑的方法加工。

③ 主要用途 各种机械零件如法兰、接头、泵叶轮、汽车零件和自行车零件。输送管道，化工容器和其他设备的衬里、表面涂层。盖和本体合一的箱壳，各种绝缘零件，并用于医药工业中。

3) 聚氯乙烯 (PVC)

① 基本特性 它是白色或浅黄色粉末，密度大， $\rho=1.38\sim1.43\text{g/cm}^3$ ，是普通塑料中最重的。它在我国使用量第一位；石油、石灰石、食盐、天然气中可提炼。不能作工程上的塑料用，强度不够。可与多种增塑剂、填料、稳定剂及冲击改性剂复合，一起形成刚性或柔性的、透明或不透明的混合料。可与其他聚合物如 ABS、丙烯酸酯类树脂、聚氨酯以及腈类橡胶等共混以提高其耐冲击性、抗撕裂能力，热挠曲温度和加工性。

特点：

- a. 价格低，绝缘性好，使用广泛；
- b. 热稳定性差， $T_c=-15\sim55^\circ\text{C}$ ，在 200°C 要分解（热降解的副产物是氯化氢气体，对模具和机器造成腐蚀）；
- c. 流动性差，易吸水。

② 成型特点 聚氯乙烯在成型温度下容易分解放出氯化氢，使塑料变色，所以必须加入稳定剂和润滑剂，并严格控制成型温度，增大模具浇注系统截面尺寸，注意模具冷却系统设计，提高型腔表面的光洁度，如表面镀铬处理。

成型方法：挤出、注射、吹塑、模压以及压延等加工方法成型。

③ 主要用途 汽车装饰品、电工工具盒、电池壳、管道箱、家用容器、防腐管道、管件、输油管、离心泵、鼓风机等。板材广泛用于化学工业上制作各种储槽的衬里，建筑物的瓦楞板，门窗结构，墙壁装饰物等建筑用材。插座、插头、开关、电缆、凉鞋、雨衣、玩具、人造革等。

4) 聚苯乙烯 (PS)

① 基本特性 聚苯乙烯是无色、透明并有光泽的非结晶型线型结构的高聚物，密度为 1.054g/cm^3 。聚苯乙烯具有优良的光学性能，透光率为 $88\%\sim92\%$ ，易于着色，能染成各种鲜艳的颜色。聚苯乙烯具有良好的电学性能，尤其是高频绝缘性。但热变形温度低，一般在 $70\sim98^\circ\text{C}$ 之间，质地硬而脆，并具有较高的热胀系数。近几年来，通过改性在一定程度上克服了聚苯乙烯的缺点，从而扩大了它的用途，比如可获得耐热性好和高抗冲击级的聚苯乙烯；通过将苯乙烯与丁二烯共聚或将聚苯乙烯与丁基橡胶进行共混可以制备出高抗冲击级的聚苯乙烯。

② 成型特点 聚苯乙烯成型性能优良，可不必要干燥处理（若采光性能要求高，则要干燥处理）；可进行高温注射，模具要有良好的排气性能，可以单独设计排气系统，也可利用模具间隙；要求模具的顶出机构出件流畅，避免产生白花现象，影响透明性；要求保温时间要长一点（充足），塑化采用螺杆式注塑机（均匀一些）。

成型方法：注射、发泡、挤出和热成型等方法加工。

③ 主要用途 聚苯乙烯在工业上可制造仪器仪表零件、灯罩、透明模型、绝缘材料、接线盒、电池盒等；在日用品方面可用于制造包装材料、装饰材料、各种容器、玩具等。

5) ABS 树脂

① 基本特性 ABS是由丙烯腈(A)、丁二烯(B)、苯乙烯(S)共聚生成的三元共聚物。这三种成分使ABS具有良好的综合性能,丙烯腈(A)使ABS具有良好的耐热性和耐腐蚀性;丁二烯(B)使ABS具有弹性和较高的韧性;苯乙烯(S)改善了ABS的成型性能,使其具有良好的加工性能和染色性能。ABS无毒、无味、呈微黄色,塑件光泽好。密度为 $1.02\sim 1.05\text{g/cm}^3$ 。ABS树脂可与多种树脂配混成共混物,如PC/ABS、ABS/PVC、PA/ABS、PBT/ABS等,产生新性能和新的应用领域,如:将ABS树脂和PMMA混合,可制造出透明ABS树脂。

② 成型工艺 ABS易吸水,使成型塑件表面出现斑痕、云纹等缺陷,因此,成型加工前应进行干燥处理;在正常的成型条件下,壁厚、熔料温度对收缩率影响极小;要求塑件精度高时,模具温度可控制在 $50\sim 60^\circ\text{C}$,要求塑件光泽和耐热时,应控制在 $60\sim 80^\circ\text{C}$;ABS比热容低,塑化效率高,凝固也快,故成型周期短;ABS的表观黏度对剪切速率的依赖性很强,浇注系统短而粗,模具设计中大都采用点浇口形式。

成型方法:注塑,吹塑,挤出,发泡及热成型等工艺加工。

③ 主要用途 由于ABS具有良好的综合性能并易于成型,故在机械电子、轻工、汽车、飞机以及日用品等工业上应用广泛,比如齿轮、泵叶轮、轴承、电机外壳、仪表壳等。汽车工业上制造汽车挡泥板、热空气调节导管、加热器、小轿车车身等。ABS还可用来制作水表壳、电器零件、玩具、电子琴及收录机壳体等。

6) 聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)

① 基本特性 聚甲基丙烯酸甲酯俗称有机玻璃,是应用最广的丙烯酸树脂,具有较好的透光性能,透光率达 $90\%\sim 92\%$,比普通硅玻璃要好。密度为 1.18g/cm^3 ,比普通硅玻璃轻一半。机械强度为普通硅玻璃的10倍以上。在一般条件下具有优异的力学性能和尺寸稳定性、低的吸湿性,良好的电绝缘性与中等的冲击强度和拉伸强度,成型后比较美观。最大缺点是表面硬度低,容易被硬物擦伤拉毛。

② 成型工艺

a. 为了防止塑件产生气泡、白花、银丝和发黄等,必须干燥处理,以免影响塑件质量。

b. 为了保证良好的透光性,必须设计良好的排气装置,浇注系统中常设冷料井。

c. 由于流动性中等,宜采取高压注射,在不出现缺陷的条件下宜取高料温、模温,可增加流动性,降低内应力,改善透明性及强度。

d. 模具的浇注系统对料流的阻力应尽可能小,表面粗糙度要低,脱模斜度取大一些,顶出制件要流畅。

③ 主要用途 广泛应用于眼镜片、望远镜、显微镜、汽车、文具和工艺品相机上。比如飞机和汽车的窗玻璃、汽车尾灯和停车灯透镜、飞机罩盖、油杯、光学镜片、透明模型、透明管道、车灯灯罩、游标及各种仪器零件,绝缘材料、广告铭牌等。

7) 聚酰胺(PA)

① 基本特性 俗称尼龙,是第一个工业化的热塑性工程材料;根据其单体分子中碳原子的个数来分类。尼龙6:单体分子中包括6个碳;若聚合物是通过两种单体聚合得到的,则在它的名字中要包括两个数字,如尼龙66(乙二胺己二酸)。

聚酰胺是半结晶材料,具有高耐热性、高强度、耐疲劳性能、抗磨损及蠕变能力和良好的耐化学腐蚀性能。