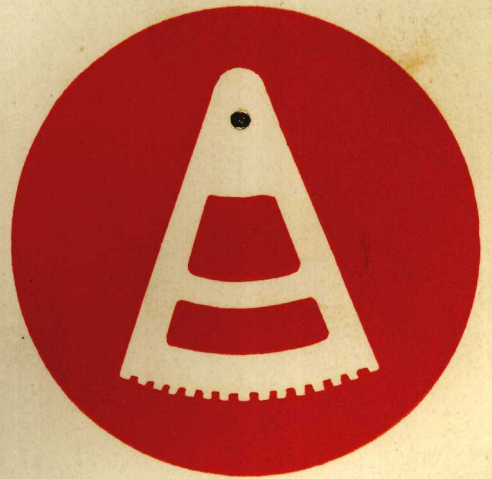


楚辭卷之四 九章 九歌 九辯 九歎



前 言

英明领袖华主席在全国科学大会上号召我们：“提高整个中华民族的科学文化水平。”为此，积极介绍和推广合成树脂、塑料和模具方面的知识也是刻不容缓的当务之急。邓副主席在全国科学大会上的讲话明确指出：“一系列新兴的工业，如高分子合成工业、原子能工业、电子计算机工业、半导体工业、宇航工业、激光工业等，都是建立在新兴科学技术基础上的。”而高分子合成工业即是指廿世纪的三大合成：合成树脂、合成纤维、合成橡胶。这三大合成中用作塑料的产量在整个高分子合成工业中占70%以上，而且至今还在蓬勃发展。国外估计到公元1983年塑料产量按其体积将达到全世界钢产量的体积，它的发展速度远远超过了三大基础材料：钢铁、水泥、木材的发展，这是很值得注意的；而到公元2000年时按其重量将大大超过钢的产量，它在国民经济中的重要地位由此可见。

在华主席号召“要建设十来个大庆”指示的鼓舞下，随着我国石油工业的飞速发展，塑料工业正在出现前所未有的突飞猛进的局面。国家计委的八年规划和二十三年设想，都大力要求发展塑料及其制品。一机部77年12月在南京召开专门会议，总结并要求各部门、工矿企业，大力推广工程塑料的应用。

“产品要发展，模具是关键。”这是显而易见的常识。为了加快本市模具设计队伍的建设，交流模具设计的经验，我们在上海市业余工业大学塑料模具短训班所编写教材的基础上，整理和出版“塑料制品模具设计”一书，以适应本市工厂企业和有关部门及外省市兄弟单位交流的需要。

“塑料制品模具设计”一书着重讨论了热塑性塑料模具和热固性塑料模具的设计方法、强度计算、典型结构和塑料制品设计的工艺性，也一般介绍常用塑料、压机种类与压制工艺及有关知识。通过这门课程的学习和讨论，使学员能够初步掌握设计塑料模具。为了便于模具设计人员的参考，本书所举实例大部分是各工厂经过生产考验，行之有效的结构。

本书由上海市业余工业大学讲师戴吉亮同志负责汇编，讲师刘奎令同志协助，编印出版过程中得到市科协领导江征帆同志、市业余工大机械系陈拱权工程师、上海化工学院高分子教研组副主任赵德仁副教授、仪表局科技组、自动化仪表二厂、上海仪表塑料件厂、上海电表厂、上海塑料模具厂、上海胜德塑料厂、上海开关厂、上无二、三厂、星火模具厂等许多工厂和有关单位大力支持；业余工大、科技协会塑料模具设计班广大学员帮助描图和誊抄等工作；最后并由全国塑料科技情报网陆慰萱工程师热忱协助校阅，对此我们表示衷心的感谢。

党的十一届三中全会号召我们：“在明年把工作中心转入社会主义现代化建设并取得应有的成就，将是对建国三十周年的最好献礼。”对此，每个教育工作者，科技工作者莫不欢欣鼓舞，发奋努力，编者亦当竭尽棉力，希能作出点滴贡献，谨愿即以本书向伟大的国庆三十周年献礼，期为祖国的四个现代化添砖加瓦。由于我们对毛主席教育革命、科技指示方面的思想领会不深，教学实践不够，时间又极仓促，书中肯定有不少缺点和错误，希望同志们批评指正。

上海市科技协会模具队

上海市业余工业大学

一九七九年二月

目 录

前言

第一篇 总 论

第一章 概论

§ 1-1	合成树脂与塑料的基本概念.....	1
§ 1-2	塑料的组成与分类.....	2
	一、组成：树脂、填料、增塑剂、染料、润滑剂、稳定剂、变定剂	
	二、分类：热固性塑料、热塑性塑料	
§ 1-3	塑料工业发展简史及现状.....	3
§ 1-4	模塑加工在塑料工业中的重要性和发展趋势.....	5
§ 1-5	本门课程的主要内容和要求.....	6

第二章 常用塑料

§ 2-1	热塑性塑料.....	7
	一、聚乙烯(PE).....	7
	二、聚丙烯(P.P).....	8
	三、聚氯乙烯(PVC).....	9
	四、聚苯乙烯及其改性.....	10
	五、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA).....	11
	六、聚酰胺(尼龙)(P.A).....	12
	七、聚甲醛(POM).....	13
	八、聚碳酸酯(PC).....	14
	九、聚砜(PSF).....	15
	十、氯化聚醚(CPT).....	16
	十一、聚苯醚(PPO).....	16
§ 2-2	热固性树脂及塑料.....	17
	一、酚醛塑料.....	17
	二、氨基塑料.....	19
	三、环氧树脂和塑料.....	19
	四、其它热固性塑料——DAP 塑料.....	20
§ 2-3	玻璃钢.....	20
	一、概况.....	20
	二、热固性树脂玻璃纤维增强塑料.....	22
	(一)环氧玻璃钢	

(二) 不饱和聚酯树脂玻璃纤维增强塑料	
(三) 酚醛树脂玻璃纤维增强塑料	
三、玻璃纤维增强热塑性塑料	23
第三章 塑料的工艺性能和加工成型	
§ 3-1 塑料的工艺性能	25
一、热塑性塑料的工艺性能	25
(一) 吸湿性	
(二) 塑料状态和温度的关系	
(三) 流变性	
(四) 流动性	
(五) 熔体破裂现象	
(六) 结晶性	
(七) 热敏性	
(八) 相溶性	
(九) 毒性、刺激性、腐蚀性	
二、热固性塑料的工艺性能	32
(一) 比容	
(二) 流动性	
(三) 挥发物和水份	
(四) 颗粒度和均匀性	
(五) 预热性	
(六) 硬化速度	
三、收缩性	35
§ 3-2 塑料成型的加工方法	35
一、压制成型	36
二、注射成型	36
三、挤压成型	37
四、压光成型(压延成型)	38
五、真空成型	39
六、流延成膜	39
七、拉伸取向成膜	40
八、真空蒸发(塑料表面金属化)	40
九、塑料喷涂	41
十、其他成型方法	41
第四章 塑料制品设计	
§ 4-1 斜度	43
§ 4-2 壁厚	44
§ 4-3 加强筋	50

§ 4-4	支承面.....	52
§ 4-5	内圆角与外圆角.....	52
§ 4-6	突缘强度.....	54
§ 4-7	孔.....	55
§ 4-8	凹槽与侧孔.....	55
§ 4-9	螺纹.....	58
§ 4-10	嵌件.....	59
§ 4-11	废边.....	62
§ 4-12	专用凸缘.....	62
§ 4-13	文字与标志.....	63
§ 4-14	表面装饰.....	65
第五章 塑料压机		
§ 5-1	热塑性塑料注射成型机.....	66
一、	注射成型机类型.....	66
	(一)立式	
	(二)卧式	
	(三)角式	
	(四)多模	
二、	注射成型机的基本参数及其与注射模的关系.....	67
	(一)注射部分	
	1. 注射量	
	2. 注射量与制品重量关系	
	3. 塑化量和型腔数的关系	
	4. 注射压力	
	5. 注射时间	
	(二)合模部分	
	1. 合模力	
	2. 注射机模板行程及间距和模具闭合高度关系	
	3. 注射机模板尺寸, 拉杆间距和模具尺寸关系	
	4. 模板移动速度	
三、	顶出装置.....	79
§ 5-2	热固性塑料压机.....	79
一、	概述.....	79
二、	液压机和压塑模关系.....	79
§ 5-3	塑料成型加工机器的发展.....	81
一、	注射成型机的高速化和自动化.....	81
二、	专用注射成型机.....	83
第六章 模具零件设计		

§ 6-1	模具的基本结构.....	90
一、	热塑性塑料模.....	90
二、	热固性塑料模.....	92
§ 6-2	模具零件的设计.....	94
一、	成型零件.....	94
二、	导向部分零件.....	95
三、	固定板、垫板、限制块、支承件、手柄.....	98
§ 6-3	材料的选择.....	103
一、	概述.....	103
(一)	塑料模具的工作条件	
(二)	塑料模具用钢的要求	
二、	塑料模具用钢的选择.....	103
(一)	塑料模具分类(按热处理状态)	
(二)	塑料模具材料选用及硬度选择	
§ 6-4	强度计算.....	111
一、	矩形型腔的侧壁计算.....	111
(一)	组合式矩形型腔侧壁厚度计算	
(二)	整体式矩形型腔侧壁计算	
二、	圆形型腔的壁厚计算.....	114
三、	动模垫板的厚度计算.....	115
§ 6-5	型腔、型芯等成型零件的尺寸计算	
第七章	塑料模具的冷却和加热	
§ 7-1	模具冷却装置的设计.....	127
§ 7-2	冷却的计算.....	131
§ 7-3	加热装置的设计.....	133

第二篇 热塑性塑料注射模设计

第八章 浇注系统设计

§ 8-1	常用浇口设计.....	137
一、	主流道设计.....	138
二、	分流道设计.....	139
三、	进料口设计.....	140
§ 8-2	热流道.....	144
一、	概述.....	144
二、	SM 型热流道组件.....	145
(一)	SMRGD-741型热流道组件	
(二)	SMRGD-742型热流道组件	
(三)	SMRGD-753型热流道组件	

三、其他热流道结构.....	151
§ 8-3 浇注系统进料部位的合理选择.....	160
§ 8-4 拉料杆的设计.....	163
§ 8-5 分型面的选择.....	165
§ 8-6 排气槽设计.....	165
§ 8-7 典型结构.....	170
第九章 脱模结构	
§ 9-1 推杆脱模机构.....	177
§ 9-2 推管脱模机构.....	180
§ 9-3 推板脱模机构.....	184
§ 9-4 推杆、推管、推板同时使用形式.....	184
§ 9-5 脱模机构中的辅助元件.....	186
§ 9-6 两次脱模机构.....	189
§ 9-7 其它脱模机构.....	189
§ 9-8 典型结构.....	195
第十章 抽芯机构的设计	
§ 10-1 抽芯机构和抽拔力.....	202
§ 10-2 斜导柱抽芯机构.....	205
一、动作原理.....	205
二、斜导柱抽芯机构的尺寸.....	205
三、斜导柱抽芯机构的设计.....	212
四、弯销抽芯机构.....	218
五、早复位机构.....	220
六、定距分型拉紧机构.....	225
§ 10-3 斜滑块抽芯机构.....	229
一、斜滑块外侧抽芯机构.....	229
二、斜滑块内侧抽芯.....	230
三、斜滑块抽芯机构的其它形式.....	231
四、斜滑块的导滑及组合形式.....	231
五、斜滑块抽芯机构设计时的注意事项.....	233
§ 10-4 塑料制品的螺纹自动脱模.....	234
一、用于立卧式注射成型机侧向螺纹型芯的脱模机构.....	235
二、用于直角式注射成型机侧向螺纹型芯的脱模机构.....	236
三、用于立、卧式注射机螺纹自动退芯机构.....	241
四、非旋转式螺纹的脱模方法.....	244
§ 10-5 手动及其它抽芯机构.....	249
一、手动抽芯机构.....	249
二、其它抽芯机构.....	254

第十一章 镶拼结构设计	
§ 11-1 型芯镶拼结构.....	263
一、小型芯的镶固.....	263
二、型芯镶块的镶固.....	266
§ 11-2 型腔镶拼结构.....	269
§ 11-3 镶块结构中紧固螺钉的强度计算.....	274
§ 11-4 典型结构.....	281
第十二章 注射模典型结构	
§ 12-1 制品为套、管类的模具.....	291
§ 12-2 制品为壳体类的模具.....	295
§ 12-3 支架和底座类制品的模具.....	301
§ 12-4 齿轮、圆盘类制品的模具.....	310
§ 12-5 螺钉螺帽类制品的模具.....	319
§ 12-6 线圈骨架类制品的模具.....	322
§ 12-7 其他类制品的模具.....	327

第一章 概 论

伟大领袖毛主席教导我们：“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”

推广和发展少、无切削加工是提高机械工业工艺水平，节约原材料，提高生产效率的技术发展方向。模具是实现少、无切削的重要工艺装备，随着生产发展和冲压、精密铸锻、塑料、粉末冶金等少、无切削新技术、新工艺、新材料的扩大应用，对模具的产量和质量提出了更多更高的要求，许多企业因为模具影响了新工艺的应用和品种的发展。因此，模具技术水平的先进与落后是否能多、快、好、省地发展机械工业产品的关键，也是衡量一个国家工艺水平的重要标志之一。“产品要发展，模具是关键”这一点，正在为更多的人所理解和重视。

塑料是现代工业中大量采用的新材料，1950年全世界塑料产量不过150万吨，到1970年生产已达3000万吨，20年间增加了20倍，它的发展，远远超过了三大基础材料：钢铁、水泥和木材，这是很值得注意的。

1976年全世界塑料总产量为4570万吨，按塑料的比重是钢材的七分之一计，则目前世界塑料的体积相当于3.2亿吨钢材的体积，预计到1983年塑料产量按体积计将达到钢铁产量的体积，它在国民经济中所占的重要地位由此可见。

塑料是现代工业中不可缺少的重要材料。在国外塑料制品由于品种多、性能好、规格全、价格廉等特点而使它在国民经济中打开了广泛的应用领域，不仅代替了大量的黑色金属、有色金属、木材、皮革、棉花等天然材料，而且在很多地方起到了独特的作用。例如目前世界上每年因腐蚀而损失的金属材料达一亿吨，价值一百亿英镑，塑料作为既轻又耐腐蚀的材料使用更占有日益重要的地位。

塑料具有许多其它材料没有的优良性能，如质轻(比重0.9~2.2范围内)，绝缘性好(一般塑料表面电阻为 $10^9 \sim 10^{18}$ 欧姆)，耐化学腐蚀，易成型加工等特点，因此在电器、仪表、机械制造、建筑、造船以及国防与尖端科技领域诸如飞机、导弹、宇宙飞船等的制造中，都大量地使用了塑料制品。例如现代潜艇每艘单泡沫塑料即达45吨之多，在宇宙飞船中材料总体积的一半是塑料；英国海军使用了世界上最大的玻璃钢扫雷艇，艇身长46米，船壳和上层结构全部用玻璃钢制成。日本已制造了长25米，宽10米的人造岛、浮桥等大型制品。(冷加工而成)；美国最大的尼龙单体浇铸齿轮达 $\phi 3.4$ 米，重375公斤。至于它在轻工业与日用品工业中的广泛应用，已是家喻户晓了。如西德预计到1980年时生产的家具一半将由塑料制成。塑料能在各个领域获得如此广泛的应用，也集中反映了塑料成型加工工业以及它的重要组成部分、模具设计和制造工业的发展水平。

§ 1-1 合成树脂与塑料的基本概念

很久以前，人们即利用松香、虫胶等自然界存在的物质来制造清漆，或加入干性油中，以改进油漆的性能。这些有机物质没有显著的熔点，受热后仅可逐渐软化，可溶解于有机溶剂如醇、醚等，而不溶解于水，我们称之为天然树脂。

随着生产力的发展，人们对树脂的需要量激增，天然树脂无论从数量或质量都不能满足社会的需要，工业的进步促使人们用人工的方法去获得树脂，这就是合成树脂。

真正的合成树脂是指由低分子量的化合物经过各种化学反应而制得的高分子量的树脂状物质，一般在常温常压下是固体，也有的为粘稠状液体。

塑料主要是以合成树脂为基础，加入增塑剂、染料、润滑剂、稳定剂及为使制品具有一定性质所必需的其它填料等制成的高分子有机物。这些物质在一定的温度及压力下可塑制成一定形状且在常温下保持形状不变。

§ 1-2 塑料的组成与分类

一、组成

塑料按其组成不同分为简单组分和复杂组分两类。简单组分基本上以树脂为主，加入少量辅助材料，如染料、润滑剂和增塑剂等，例如酚醛铸塑体、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯等。至于不加任何辅助材料的聚四氟乙烯等，树脂即为塑料。复杂组分的塑料除树脂外，还加入填料、增塑剂、染料、润滑剂、促进剂等，而以树脂、填料、增塑剂为其主要组分。

(一)树脂：天然树脂、合成树脂、纤维素酯及醚类、沥青等都能将塑料的其他组分加以粘合，并决定塑料的类型(热塑性或热固性)和主要性能，如物理性能、化学性能、机械性能及电性能等。塑料中树脂的含量为40~100%。

(二)填料：按化学组成不同分为有机填料和无机填料两类。无机填料有硅石、云母、硅藻土、石棉和玻璃纤维等。有机填料有木粉、纤维、纸及棉屑等。也有按构造分为粉状和纤维状的。

填料在很大程度上决定着塑料的物理机械性能和工艺性能(压片性、流动性)。如纤维状填料的加入可以提高塑料的抗冲击性能，而加石棉填料则可提高其耐热性，同时加入填料可降低塑料的成本。

一般常用的填料有：木粉、纸浆、云母、石英粉、石棉纤维及玻璃纤维等，其用量约20~50%。

(三)增塑剂：为了增加塑料的塑性、流动性和柔软性，减低它的脆性和硬度，常加入某些液态或低熔点固态的增塑剂。增塑剂要求无色、无毒，具有较低的挥发性，且能和树脂混溶的物质。此外，它对光、热的稳定性、无渗出性、电绝缘性、抗化学腐蚀及经济性等也需加以考虑。

常用的增塑剂有：樟脑、邻苯二甲酸二甲酯、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、丙三醇三乙酸酯等。

(四)染料：塑料制品往往需要各种美丽的色彩，如酚醛铸塑品可制成“仿大理石”或假象牙或其他颜色；胺醛塑料、纤维素酯和聚合树脂塑料常制成五颜六色。因此在塑料组分中就需要加入一种或不同色彩的混合染料。

染料分有机染料和无机染料；天然染料和人造染料；可溶性(水或醇中)染料和不溶性染料。染料应容易着色，与塑料中其它组分不起化学变化，成型加工中及成制品后在空气中稳定不变。

(五)润滑剂：为了防止塑料在成型加工过程中发生粘模，常在塑料中加些油酸、硬脂酸、硬脂酸的钙盐和镁盐等物品作为润滑剂。一般用量为0.5~1.5%。

(六)稳定剂：为了防止某些塑料在光、热或其它条件下过早老化与延长制品寿命，常加入稳定剂。稳定剂应在成型加工的过程中不发生分解，耐水、耐油、耐化学药品腐蚀，并易于与树脂混溶。常用的稳定剂有硬脂酸盐类、铅化合物及环氧化合物等。

(七)变定剂：在热固性塑料成形时，线型的合成树脂转变为体型结构的过程称为变定(或硬化)。变定过程中尚需加入对变定过程具有催化作用或本身参加变定反应的物质，即变定剂(或硬化剂)。例如热塑性酚醛压塑粉中加入的六次甲基四胺和不饱和聚酯树脂变定过程中加入的过氧化二苯甲酰。

上述组分的加入与否和加入的多寡，以塑料制品的性能和用途的不同而定。

二、分类

塑料的品种繁多，应用广泛，因此分类方法各异；如按应用情况可分为通用塑料、工程塑料、耐高温塑料和特种塑料等；也有按高分子化合物结构的特征分类的，如均链聚合物和杂链聚合物等；但在塑料制品厂里，大家都一致按工艺性能把它分为热固性塑料和热塑性塑料两大类：

(一)热固性塑料：在一定的温度下，经过一定时间的加热或加入固化剂后，使其树脂的线型链之间形成永久的交联，产生不可再流动的很坚硬的网状结构，制成的塑料制品成为形状固定的永久产品，质地坚硬而不溶于溶剂中，也不能用加热的方法使之再软化，继续加热和加压只能造成链的断裂，引起制品的分解破坏。

典型的热固性塑料产品有酚醛、脲甲醛、环氧树脂、不饱和聚酯以及聚邻苯二甲酸二丙烯酯(DAP)和聚间一苯二甲酸二丙烯酯(DA1P)等。

有些热固性树脂并不需要外部加热和需要稍微加压或不加压便可达到形体永久固定。例如：聚酯、环氧树脂、有机硅树脂和聚氨酯等。热固性塑料很象水泥混合和变定。混合物要求一定的比例，并且混合物借助短时间内的化学反应(不需外加热和压力)而变硬。因此，热固性塑料的碎屑不可实行再加工。

(二)热塑性塑料：是加热使其在熔融状态下使它成型，冷却后定型，如再加热又可使其熔融塑制成其它形状(没有重大的分子链断裂)，这一过程可以反复多次，其性质不发生显著变化。因此热塑性塑料制品的废次品和碎屑可进行再生产和再加工。

典型的热塑性塑料产品有：聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯及其共聚体ABS、尼龙、聚甲醛、聚碳酸酯、氯化聚醚以及较新颖的聚苯醚、聚砜等等。近年来，这类塑料无论是产品品种、质量和产量各方面的发展速度，简直是一日千里、突飞猛进。它的优点是成品工艺简便，具有相当高的物理、机械性能；缺点是耐热性和刚性都较低。近年来又发展了一些具有特殊性能的热塑性塑料，它们都具有某些突出的优点，如耐腐蚀、耐高温、高绝缘、低摩擦系数等，如各种氟塑料、聚酰亚胺和聚苯并咪唑等。

§ 1-3 塑料工业发展简史及现状

有机塑料的历史一般可分为两个阶段：第一个阶段是十九世纪的后半期，科学家不过是应用天然的或化学加工的树脂及高分子物质如橡胶、纤维素及蛋白质，而在十九世纪中叶，人类所知道的树脂只有那些天然的产物如沥青、松香、琥珀、玳瑁脂、虫胶等。第二个阶段是二十世纪初直到现在。人类创造了高分子物质——合成树脂，并把它们广泛地应用到多种技术中去。

十九世纪末、二十世纪初，由于电器工业及仪器设备制造的发展，要求比旧有的材料如橡胶、陶瓷、木材、琥珀、虫胶等具有更理想性能的材料，这就引起对树脂进行细致而深入的研究；到1902年，才第一次以半工业化的条件制成合成的，以酚醛缩聚树脂为基础的酒精溶液。在用合成的方法制造高分子物质的基础上建立起来的合成树脂、合成橡胶和合成纤维工业，简称“三大合成”，是现代不可缺少的材料工业，这些合成材料的性质分别相似于天然树脂、天然橡胶和天然纤维。其中合成树脂范围较广，主要作塑料，成纤维性的树脂作合成纤维，成膜性的树脂作涂料，其他如合成皮革、粘接剂等也由合成树脂制得。

塑料工业是高分子合成材料工业中生产早、发展快、产量大、应用广的一个行业，至今仍在蓬勃发展中。在六十年代世界塑料产量净增了二千万吨，约增加四、五倍，七十年代初，尽管资本主义世界发生了经济危机、能源危机、环境污染等问题，75年产量比74年有所下降，但75年比70年仍增加约37%。76年又已恢复至74年水平。

以塑料品种而论，通用塑料的五大品种即聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯、酚醛和氨基塑料的产量占塑料总产量的80%以上。

塑料工业的基础原料最早以农副产品为主，从十九世纪二十年代起转向以煤及煤焦产品为主，从五十年代起逐渐转向以石油为主，目前不少国家塑料的原料来源，基本上建立在石油化工的基础上。

从塑料品种的发展来看，最初以热固性塑料为主；在五十年代以后，逐渐转向以热塑性塑料为主；在六十年代工程塑料得到很大重视，芳杂环的耐高温塑料的耐高温等级也向前推进了一步。

我国塑料工业解放前基本上是一个空白点，仅能生产酚醛塑料和氨基塑料，而且原料也靠进口。解放后在伟大领袖毛主席英明领导下，塑料工业从无到有，从小到大，得到了迅速的发展。据统计1950年到1960年的十一年间增长了将近十倍，1966年比1960年增长一倍，1970年又比1966年增长60%。目前我国塑料的生产设备能力达80万吨/年，76年生产34~35万吨。

塑料品种已从聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯、酚醛等发展到聚丙烯、ABS、聚碳酸酯、尼龙、氟塑料、POM、氯化聚醚、聚砜、环氧、聚酯等几十个品种，许多新颖的工程塑料如PI、聚芳砜、双马来酰亚胺等正在中批或小批量生产中。迄今为止，国外新出现的塑料品种，我们基本上都已研制成功或进行小量生产。塑料的成型加工，应用及科研力量也在不断发展。至今已形成一个独立自主，包括从塑料生产，成型加工，机械设备和模具制造，制品生产和应用以及科研工作等相配套的工业体系。塑料在工农业和国防、军工方面的应用不断扩大，为支援农业，支援工业，支援国防，繁荣市场，满足人民生活等需要作出一定的贡献。

有关塑料的机械性能测试方法和装备也在逐步建立起来，高分子材料的物化仪器分析，如红外光谱，差热分析，色谱-质谱以及扫描电镜等新技术也在一些单位初步建立起来，给高分子材料的性能结构分析，进一步研究改进塑料的性能、扩大应用范围奠定了良好的基础。

在华主席“要建设十来个大庆”，“大力加快基础工业的发展”号召的鼓舞下，石油工业一马当先，突飞猛进。同样，塑料工业也出现前所未有的欣欣向荣的大好形势。新品种、新工艺、新技术、新设备不断涌现，塑料制品在国民经济与国防建设中的应用越来越广泛。在

华主席“科学研究工作，应当走到经济建设的前面”的指示下，全国各省市普遍开展了塑料制品的研制工作，使塑料工业遍地开花，到一九八五年，随着我国国民经济十年规划的实现，“石油化工、电子等新兴工业发展成为比较发达的工业。”我国的塑料工业一定会飞快地跃入世界先进的行列。

近几年来几个国家塑料产量的增长情况

单位：万吨

年份		1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
美	国	282.7	512.3	890.9	956	1176	1372	1335	1100	1240
日	本	55.4	160.1	508.8	521	557	643	657	516	580
西	德	98.1	192.1	431.6	560	529	624	607	510	644
意	大	32.9	84.4	180.9	170.9	193.8	232.2	264	240	250
苏	联	33.2	82.1	155.3	186	204	232	249	300	310
英	国	55.9	94.3	145.0	144.7	160.8	252.8	246.7	165	207
法	国	34.7	67.7	151.5	176.5	210	253	263.9	230	240
世界总产量		640	1410	3000	3200	3690	4360	4440	4114	4570

§ 1-4 模塑加工在塑料工业中的重要性和发展趋势

毛主席教导我们：“我们不但要提出任务，而且要解决完成任务的方法问题。我们的任务是过河，但是没有桥或没有船就不能过。不解决桥或船的问题，过河就是一句空话。不解决方法问题，任务也只是瞎说一顿。”

塑料工业是由两个生产部门组成：即塑料的生产(包括半制品的生产)和塑料制品的生产(也称塑料的成型加工)。这两者是紧密相连而不可分割的整体。合成树脂(高聚物)多为液状、粉末状、颗粒状的半成品物质，还不能直接应用，大部分树脂要加入适量的助剂(是一种辅助材料)经某种成型方法制成塑料制品。

要扩大塑料在国民经济各部门的应用，要发展塑料制品，模具是关键，这是显而易见的常识。先进工业国家对模具工作极为重视，日本政府为了发展模具生产，在1956年制定了一个“机械工业振兴措施”，把日本的模具行业独立列为一个工业体系。美国也把工模具作为机械工业要素之一，建立了独立的体系。

近年来国际上各种少、无切削发展的动向是：(一)高速化，(二)自动化，(三)精密化，(四)安全化，(五)大型化，而电子工业的超小型零件却要求模具微型化，所以模具的尺寸范围越来越广泛。为了适应高速自动化，发展了高速自动压力机，多工位压力机，压力加工自动线，机械手和机械人等，生产效率迅速提高。但是在模具方面，都反映跟不上生产发展的需要，即使是工业先进国家也感到压力很大。为此，各国在模具的研制上都非常活跃。当前各种模具设计和制造技术的发展主要趋势是：

(一)模具的设计与结构，要与成形工艺的高速、自动、精密化相适应，即发展高效率、高寿命、高精度的模具。

(二)积极开展模具的标准化工作，利用计算机解决设计中的问题。

(三)尽量减少模具制造中的手工操作比例，采用数控技术提高机加工自动化程度，大力发展电加工技术，发展经济、快速的简易模具制造工艺。

(四)在发展具有高硬度、高寿命及特殊性能的模具钢材的同时，重视简易模具材料的研究

究和应用。

(五)发展表面强化处理工艺,进一步提高模具寿命。

为了获得价廉物美、精确优良的塑料制品,除原料外,成型加工技术的先进与否是决定性的。而影响成型加工的因素是塑料制品的结构、压制过程的条件和模具的设计;塑料的压制或压出后的制品是否优异往往主要决定于成型设备。模具必须设计得正确,制造模具所需的材料要经久耐磨;新型塑料问世后,模具设计需是根据其特点加以改进;新型钢材或非铁合金的出现,新的加工方法诸如线切割机床和数字程序控制机床的涌现,模具结构上的新技术,这些如能及时采用,都会显著地提高塑料制品的质量,降低它的成本。因此积极总结与推广塑料模具设计的知识和经验是发展塑料成型加工极为重要的一环。

§ 1-5 本课程的主要内容和要求

一、塑料制品设计:叙述塑料制品除产品结构本身所需的形状、尺寸、公差、外观外,成型与模具设计要求塑料制品的结构特点,如何把两者有机的结合起来,使既满足产品提出的要求的同时加工方便,脱模容易,内在质量稳定可靠。要求通过学习能判断产品设计之塑料制品是否合理,能否成型,及根据成型加工提出改进和重新设计新的塑料制品的能力。

二、塑料制品生产的各种压机:重点将放在构造、性能、运用原理的介绍,要求通过学习能使用和选择有关设备及与模具的配合,模具设计时能尽量发挥设备的能力及效用。

三、热塑性塑料模具设计:叙述基本结构形式,浇注系统设计,脱模机构、镶并结构的设计计算、强度计算等,通过学习要求能初步设计计算热塑料模具设计,并能比较各种热塑性塑料模具的优劣。

四、热固性塑料模具设计:叙述基本结构形式、型腔、强度等的设计计算。通过学习要求能初步设计计算热固性塑料模具设计,并能比较各种热固性塑料模具的优劣。

由于我国塑料工业还比较年青,在党的十一大正确路线指引下,随着我国石油化工的飞速发展正在迅猛前进,模具设计队伍不断扩大,新经验新技术大批产生。因此,随时吸取各方面的先进经验加以总结提高,也是学习这门课程的重要任务之一。

第二章 常用塑料

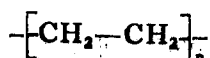
§ 2-1 热塑性塑料

一、聚乙烯(PE):

概况: 聚乙烯是塑料工业中最大的品种, 产量超过聚氯乙烯跃居全世界塑料产量的首位。国外高压聚乙烯 1939 年投入工业化生产, 发展速度很快。聚乙烯的年平均增长率, 60 年代为 20~30%, 70 年代为 11~12%。

聚乙烯的生产方法有三种: 高压法生产低密度聚乙烯, 中压法和低压法生产高密度聚乙烯, 在聚乙烯的总产量中, 高压聚乙烯的产量最大, 1970 年高压聚乙烯的产量达 575 万吨, 占聚乙烯总产量的 82%。

聚乙烯分子结构式为:



聚乙烯为硬度较小的热塑性塑料, 具有无嗅, 无味, 无毒的特点。比重为 0.91~0.97, 比水轻。软化点在 120°C 以上, 使用温度 80~100°C, 耐寒性良好, 在 -70°C 时仍有柔软性。聚乙烯的机械强度很大程度上决定于结晶度, 低压聚乙烯的抗张强度 200~250 公斤/厘米², 高压聚乙烯的抗张强度 100~120 公斤/厘米²。聚乙烯在室温下几乎不被任何有机溶剂侵蚀, 并能抵抗各种强酸(浓硝酸除外)和碱类的作用, 但在 60~70°C 下能少量溶解于苯中。聚乙烯的吸水率极小并有非常突出的电绝缘性能。其缺点是质较软, 故不能承受高的负载。

我国从 1958 年开始进行低压聚乙烯和高压聚乙烯的研究和试验, 发展很快。目前投入生产有上海金山石化总厂, 兰州化工厂, 上海高桥化工厂, 北京化工三厂等单位。

主要用途: 可作为设备与贮槽的耐腐蚀衬里, 化工耐腐蚀管道, 阀件, 离心泵, 旋塞, 阀瓣, 活门等结构材料代替不锈钢, 亦可作为高频, 水底或一般电缆的包皮, 仪表拎手, 半导体夹具, 电器绝缘材料。此外还可喷涂于金属表面作为防腐蚀及耐磨涂层。

聚乙烯加工特性:

(1) 由于聚乙烯的吸水性很小, 因此在加工之前没有必要预先干燥。

(2) 熔融状的聚乙烯是非牛顿流体, 但其熔融粘度能随剪切速度的提高而降低, 所以聚乙烯的流动性可以通过提高螺杆的转速来提高。

(3) 聚乙烯为高结晶性的聚合物, 熔融物冷却时拌随着有高度的收缩, 所以聚乙烯的成型收缩率较大, 约为 1.5~3.6%。

(4) 注射成型工艺条件:

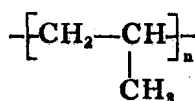
		高压聚乙烯	中压聚乙烯	低压聚乙烯
密度		0.91~0.94	0.95~0.98	0.94~0.96
结晶度	%	60~80	90	80~90
软化点	°C	105~120	130	120~130
吸水率	%	<0.01	<0.01	<0.015
料筒温度	°C	后段140~160 前段170~200		
注射压力	公斤/厘米 ²	600~1000		
注射时间	秒	15~60		
高压时间	秒	3		
冷却时间	秒	15~60		
总周期	秒	40~130		
玻璃化温度	°C	-125		

二、聚丙烯(PP):

概况: 聚丙烯是聚烯烃的一个品种。于1957年意大利首先实现工业化生产,产量增长也较快,1970年世界总产量已超过百万吨,在生产聚丙烯的国家中,美国产量最大,70年已达71万吨,其次是日本,达56.5万吨。

我国从1962年开始研究聚丙烯,1965年北京化工研究院进行中试,目前全国投入规模生产的有兰州化工厂,北京向阳化工厂,上海高桥化工厂等单位。

聚丙烯的分子结构式为:



聚丙烯是后起之秀的热塑性塑料,特点是比重小,仅为0.9~0.91,是目前塑料中较轻的一种。聚丙烯的机械性能如屈服强度,抗张强度,压缩强度,硬度等均优于高密度聚乙烯,并有较好的刚性。聚丙烯的耐热性较好,可在100°C使用,如不受外力,温度升到150°C也不变形。聚丙烯几乎不吸水,并且有优良的化学稳定性,除浓硫酸,浓硝酸外其他酸类中几乎都很稳定。高频电性能优良,且不受湿度影响,成型容易。因此也是一种很有应用前途的塑料。缺点是耐磨性不够高,成型收缩率较大,低温呈脆性,户外耐老化性能不太好。但可通过一定途径得到改善,目前国内已有玻璃纤维增强聚丙烯生产,将提高聚丙烯热变形温度,对尺寸稳定性和低温冲击性能有很大改善。

主要用途: 聚丙烯可用作各种机械另件如: 活塞、连接零件、接头、泵叶轮、汽车另件等、以及化工管道、容器、设备、并可用作衬里、表面喷涂等,还可作无线电、电视机等高频绝缘及电器零件。

聚丙烯的成型加工特性:

(1) 聚丙烯为结晶型聚合物,熔融物冷却时,有明显的体积收缩,所以聚丙烯的成型收缩率比较大,通常为1~2.5%。

(2) 聚丙烯的熔点为164~170°C,与聚乙烯相比较热容量较大,在物料熔融时需吸收大量的热,因此注射成型模具必须采取有效的冷却。

(3) 聚丙烯熔融物的粘度随剪切速率及物料的温度而变化,即提高料温及增大剪切速率

如增大注射压力，提高螺杆转速时，均可使熔融物的粘度明显下降。

(4)聚丙烯注射成型工艺条件：

熔 融 指 数	树 脂 温 度 (°C)		注 射 压 力 公 斤 / 厘 米 ²		模 具 温 度 °C
	柱 塞 式	螺 杆 式	柱 塞 式	螺 杆 式	
熔 融 指 数 3	220~260	200~250	700~1000	400~700	40~60
1	240~280	220~260			
0.3	260~300	240~280			

三、聚氯乙烯(PVC)：

概况：聚氯乙烯是一种产量大、应用广、价格低的通用塑料。它是三十年代的产品，但世界各国一直都很重视聚氯乙烯的生产，原为塑料中产量最大的品种之一，随着石油化工的发展，聚烯烃已占第一位，而聚氯乙烯为第二位。

目前我国聚氯乙烯树脂在全国各地都有生产如东北锦西化工厂，北京化工厂，上海天原化工厂，天津化工厂，大沽化工厂等均有成批生产。上海化工厂有各种聚氯乙烯制品的生产。

聚氯乙烯树脂是白色粉末，在聚氯乙烯树脂中加入不同的增塑剂和稳定剂可制得各种硬质或软质制品及透明制品。

硬质聚氯乙烯比重为 1.38~1.43，约为钢的 1/5。强度和综合性能都好特别是抗冲击强度更为优良，能耐各种酸碱，可作单独的结构材料，同时它的化学稳定性也很优越。其缺点是热稳定性低，应用温度范围较狭及线膨胀系数大。

软质聚氯乙烯的抗张强度，抗弯强度，冲击韧性均较硬质聚氯乙烯为低而断裂时延伸率较高。它的使用温度范围和硬质聚氯乙烯相似在 -15~55°C 之间。

主要用途：由于聚氯乙烯塑料化学稳定性高，它可以代替一些有色金属和合金——如铅、铜、青铜和黄铜以及铝和不锈钢等，在防腐技术中应用很广。用硬聚氯乙烯板材可以制成酸碱吸收塔、排气塔、计量槽、贮槽、压滤机板框、捕集器、喷射器、离心泵、鼓风机、搅拌器、烟囱、管件、玻璃视镜等。另外它的薄板可作为钢材混凝土和木材的衬里。由于它的电绝缘性能优越，因此使用于电气工业，电讯事业。用硬聚氯乙烯棒镀金属后制造的避雷器效果显著，许多灯座，插头，开关及其它电气电讯方面的用具也使用聚氯乙烯制品，它的管材可应用于化工耐腐蚀管道，水落管，通风管道，气体管道，输油管等。软聚氯乙烯在工业上可作电缆，在农业上用作育秧薄膜，在医药上可作输血薄膜代替玻璃皿贮存血浆，在日常生活中塑料凉鞋、雨衣、玩具、人造革等大部分是聚氯乙烯的制品。

聚氯乙烯的成型加工特性：

(1)纯聚氯乙烯树脂热稳定性较差，其塑化温度与分解温度接近，不仅难于加工，而且受热达 130~140°C 时会引起分解放出氯化氢来，因而成型制品的机械强度很差，所以一般在聚氯乙烯树脂中都要加稳定剂，增塑剂，填料及着色剂等来改善其性能以满足成型及使用上要求。