



仪器仪表工人 技术培训教材

塑料压注成型加工

机械工业部仪器仪表工业局 统编

.66.

机械工业出版社

仪器仪表工人技术培训教材

塑料压注成型加工

机械工业部仪器仪表工业局统编



机械工业出版社

内 容 提 要

本书是为适应仪器仪表行业塑压工的教学需要而编写的。主要介绍塑料压注成型加工中的基础知识和加工方法。

内容包括：常用塑料及其性能；塑料制件的工艺性、压注成型方法及所用的主要设备；模具分类及其维护；塑料制件的废品分析、性能测试等。

本书由哈尔滨电表仪器厂主编，由陈国政、刘振邦、菅国泰、王占生同志参加编写，王大全、冉茂杰、王克光、葛文奎同志参加审稿。

塑料压注成型加工

机械工业部仪器仪表工业局统编

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/32·印张 11²/₄·字数258千字
1985 年12月北京第一版·1985 年12月北京第一次印刷

印数0,001—9,300·定价2.20元

统一书号：15033·6035

前 言

贯彻中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对广大工人进行系统的技术培训，是智力开发的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地开展这项工作，教材是关键。有了教材才能统一教学内容；才能逐步建立起正规的工人技术教育体系，提高工人的技术素质，以适应四化建设的需要。为此，我们在全中国仪器仪表行业有关的重点企业中，组织了有长期从事技术、教育工作经验的工程技术人员和教师，编写了这套仪器仪表专业工种的初级、中级工人技术培训教材，共七大类四十六本。

这套教材编写的依据是原国家仪器仪表工业总局一九八一年颁发的《工人技术理论教学计划、教学大纲（仪器仪表专业工种初、中级部分）》。学员学完初级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到部颁《工人技术等级标准》中本工种三级以下的“应知”要求；学完中级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到本工种六级以下的“应知”要求。在教材编写过程中，注意了工人培训和仪器仪表行业的特点，力求做到既要理论联系生产实际，学以致用，又要循序渐进。考虑到工种工艺学的特殊性，避免不必要的重复，对工种工艺学初级、中级教材采用合一册或上、下册的形式。通过教学计划和大纲，体现初级、中级培训的阶段性和连续性。

这套教材的出版，得到了北京、天津、上海、江苏等省

IV

市仪表局、机械厅和有关企业、学校、研究单位的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们在使用中提出批评和指正，以便进一步修订。

机械工业部仪器仪表工业局
工人技术培训教材编审领导小组
一九八二年十二月

目 录

概论	1
第一篇 热固性塑料压注成型加工	9
第一章 热固性塑料压注成型加工	9
1-1 常用热固性塑料	9
1-2 热固性塑料压制前的准备	12
1-3 热固性塑料的工艺性能	21
1-4 热固性塑料成型原理和工艺方法	41
1-5 压制工艺条件及对制件性能的影响	58
1-6 塑料制品的机械加工及烘后处理	63
第二章 热固性塑料制件废品分析	67
第三章 塑料制件的工艺性	76
3-1 塑件的结构设计	76
3-2 塑件的尺寸及精度	92
3-3 塑件的表面光洁度	95
3-4 塑件的斜度	96
3-5 塑件壁的厚度	97
3-6 塑件螺纹	97
3-7 塑件凹凸纹的设计	99
3-8 塑件中的金属嵌件	100
3-9 塑件表面装饰、文字与标志	101
第四章 热固性塑料压模	102
4-1 压模分类	102
4-2 模具结构形式	106
4-3 压模加热的计算方法	144
4-4 压模的操作及其维护	149
第五章 热固性塑料压注成型机	152

5-1 压注成型机的分类与压模和设备配合关系	152
5-2 压注机的操作及其维护	159
第二篇 常用热塑性塑料注射成型加工	163
第六章 常用的热塑性塑料	163
6-1 塑料性能特点	164
6-2 苯乙烯—丁二烯—丙烯腈三元共聚物 (ABS)	167
6-3 聚乙烯	171
6-4 聚酰胺	176
6-5 聚甲醛	183
6-6 氯化聚醚 (聚氯醚)	190
6-7 聚碳酸酯	196
6-8 聚苯乙烯改性有机玻璃 372*	205
6-9 塑料的改性	206
第七章 热塑性塑料注射成型加工	212
7-1 常用热塑性塑料的工艺性能	212
7-2 塑料注射成型原理及过程	220
7-3 塑料注射成型工艺	223
7-4 注射成型时产生废品的原因	256
7-5 注射机料筒清洗方法	268
7-6 回料的利用	269
7-7 塑料注射机的原理、类型、结构和安全操作规程	270
7-8 塑料制件后加工方法及质量要求	292
第八章 热塑性塑料模具	295
8-1 塑料模具结构	295
8-2 注射模的基本类型	298
第九章 塑料性能测试	340
9-1 塑料性能测试	304
9-2 塑料的简易鉴别法	339

概 论

一、 塑料成型加工在塑料工业中的地位和作用

塑料工业是随着近代科学技术，工业生产的发展而形成的一种新兴工业。由于塑料具有质轻、机械性能良好、导热性小、电绝缘性能优良、化学稳定性好、色彩鲜艳美观等优异性能；同时还具有品种多、成型加工容易和原料来源丰富等特点，因而获得了迅速的发展。近年来，它已经成为解决现代化工业和尖端科学技术中很多复杂技术问题的重要材料。所以，塑料工业也是现代工业的重要组成部分之一，在国民经济中占有一定的地位。

塑料工业是由两个生产部门组成的，即塑料生产和塑料制品的生产。这两者是紧密相连而又不可分割的整体。

二、 塑料及其制品生产发展概况

随着塑料生产的迅速发展，塑料制品生产也相应地发展。虽然塑料制品生产的若干方法起源于橡胶、冶金等工业部门，但为适合于塑料制品生产的需要而作的若干改进和一些专用于塑料的成型加工方法，则早在有了赛璐珞、醋酸纤维和酚醛塑料的生产以后就陆续出现了。为适应塑料工业日益发展的需求，最初借用金属、木材、陶瓷的加工方法，现在已发展成为一整套适合于塑料本身特点的成型加工方法。

十九世纪末、二十世纪初，由于电器工业及仪器仪表制造业的发展，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以酚醛缩聚树脂为基础的酒精溶液，人工合成的酚醛树脂。

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，在八十年代世界塑料产量已经达到了六千多万吨。以塑料品种而论，通用塑料的五大品种，即聚氯乙烯、聚烯烃、聚苯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料的产量，约占塑料总产量的80%以上。

从塑料品种的发展来看，最初以热固性塑料为主。在六十年代工程塑料得到很大发展，芳杂环的耐高温塑料的耐高温等级也有了很大的提高。

塑料的基础原料原以农副产品为主，从十九世纪二十年代起转向以煤及煤焦油产品为主，从五十年代起逐步转向以石油为主。目前不少国家塑料的来源，基本建立在石油化工的基础上。

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，在中国共产党的领导下，在社会主义建设事业中，我国塑料工业从无到有，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,已经达到年产100万吨以上。

塑料品种已从聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料等发展到聚丙烯、ABS塑料、聚碳酸酯、尼龙、氟塑料、氯化聚醚、聚砒、环氧、聚酯等几十个品种。许多新颖的工程塑料,如聚芳砒,双马来酰亚胺等正在批量生产中。迄今为止,国外新出现的塑料品种,我国基本上都已研制成功或进行小批量生产。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系统,包括塑料生产、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、国防、军工方面的应用不断扩大,在支援农业、工业、国防,繁荣市场,满足人民生活需要等方面作出一定的贡献。

有关塑料的电气、物理机械性能测试方法和测试装备已经逐步建立起来。目前已由原企业标准过渡到行业标准、部颁标准,现正在向国家标准迈进。高分子材料的物理化学仪器分析,如红外光谱、差热分析、色谱—质谱分析,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。由于石油工业迅速发展,塑料工业也出现前所未有的大好形势,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。

三、塑料的基本概念

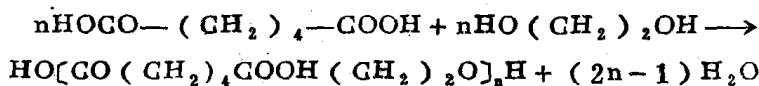
以合成树脂为主要成分,加入或不加入其它添加剂的具有可塑性的高分子物质及其制品,称为塑料。

低分子物质在一定条件下,经过化学反应而合成的高分子树脂状物,谓之合成树脂。

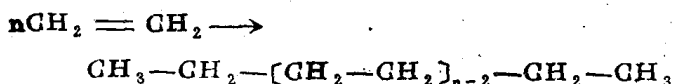
合成树脂根据其制备时化学反应的不同,可分为缩聚树

脂与聚合树脂两大类。缩聚树脂系由二种以上的低分子物相互间的作用而形成的产物，于作用过程中伴随着副产物（如水）析出。

二元酸与二元醇（如己二酸与乙二醇）的相互作用，是多官能化合物的缩聚反应的典型实例：



聚合树脂（聚合物）同样是由某些低分子物所生成的。但是在反应过程中无任何副产物析出。这类树脂都可以引用聚乙烯的生成反应作为实例：



每种类型的树脂都是分子量大小不等的同系混合物。

目前，已经合成了大量的品种繁多的合成树脂。根据树脂的特点，可制得不同机械性能、化学性能与电性能的制品。属于缩聚树脂的有：酚醛树脂、脲—甲醛树脂、三聚氰胺—甲醛树脂、聚酯树脂、聚酰胺树脂、有机硅树脂、环氧树脂以及氧杂茂类树脂等，它们在工程上获得最为广泛的应用。在聚合树脂中，工业上广泛应用的有：聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲醛、聚甲基丙烯酸甲脂、聚乙酸乙烯酯与聚乙烯醇缩醛类。

四、塑料的组成与分类

1. 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，如着色剂、润滑剂和增塑剂。这类塑料有聚四氟乙烯、聚甲基丙烯酸甲脂、聚乙烯等。复杂组分的塑料除树脂外，还加入填料、增塑剂、着色剂、润滑剂、促进剂等，而以树脂、填料、

增塑剂为其主要成分。

(1) 树脂：树脂是塑料的主要成分，它胶粘着塑料中一切组分并使其具有成型性能。它决定塑料的类型，并影响塑料的基本性能，如机械性能、物理性能、化学性能及电气性能等。塑料中的树脂用量一般为40~100%。

(2) 填料：根据来源的不同，填料可分为无机与有机填料两种；若按结构区分，则可分为粉状与纤维状的。无机填料有硅石、云母、硅藻土、石棉与玻璃纤维等。有机填料则包括木粉、纤维素、纸浆、木材原片与布等。

填料的性质在很大程度上决定着塑料的种类与性能。填料的加入能降低塑料成本。纤维填料、布、纸、纸浆与木材原片可使塑料的强度显著提高。采用玻璃纤维、石棉纤维、玻璃布、石棉布为填料时，则可提高塑料的耐热性。

应用得最普遍的粉状填料有：针叶木粉、细磨云母与硅石粉。石棉纤维与玻璃布广泛用于制造耐热性与强度较高的塑料。填料用量一般约占20~50%。

(3) 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，具有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加以考虑。

常用的增塑剂有：樟脑（制赛璐珞用）、邻苯二甲酸二丁酯与邻苯二甲酸二辛酯（制聚氯乙烯用）、邻苯二甲酸二甲酯与邻苯二甲酸二乙酯、丙三醇三乙酸酯（制醋酸纤维素与乙酸丁酸纤维素用）等。

(4) 着色剂：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”或假象牙或其它颜色；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混合的着色剂。

着色剂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（颜料）容易着色，与塑料中其它组分不起化学变化，在成型加工温度下稳定不变，同时在大气条件下稳定不会变色。

（5）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、硬脂酸的钙盐或镁盐等物质作为润滑剂。一般用量为0.5~1.5%。

（6）稳定剂：为了防止某些塑料在光、热或其它条件下过早老化，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。

（7）硬化剂：在热固性塑料成型时，线型的合成树脂变为体型结构的过程称为硬化。硬化过程中，尚需加入对硬化过程具有催化作用或本身参加硬化反应的物质，即硬化剂。例如，热固性酚醛压塑料中加入的六次甲基四胺和不饱和聚酯树脂硬化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少，以塑料制品的性能和用途的不同而定。

2. 分类 塑料是所有塑料品种的统称，它的应用也很广泛，因此，分类方法各有不同，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；按高分子化合物结构的特征可分为：以连锁聚合反应生成的高分子化合物为基础的塑料、以缩聚或逐步聚合反应生成的高分子化合物为基础的塑料、以天然沥青、石油沥青及各种有机物裂解时

所生成的树脂为基础的塑料。

这里主要介绍根据加热时的工艺性能，塑料可分为热固性塑料与热塑性塑料。

(1) 热固性塑料：一切热固性塑料在树脂化的初期都是先完成热熔性的物质，所以分子结构是直线型的，遇热就软化，在溶剂中的溶解性也较大。但这些塑料当以一定的温度加热到一定的时间或加入硬化剂后，就会硬化。硬化后的塑料性质坚硬，不能再溶解，也不能用加热使它再软化。也就是说，在受热条件下，塑料先行软化，然后内部发生化学变化，固化成型；变硬后，即使加热也不能使它再软化。这种塑料叫热固性塑料。例如：酚醛、脲甲醛、氨基、环氧、不饱和聚酯以及聚邻苯二甲酸二丙烯酯(DAP)和聚间苯二甲酸二丙烯酯(DAIP)等。

(2) 热塑性塑料：热塑性塑料能遇热软化，冷却后又坚硬。也就是说，在受热条件下，塑料软化熔融，冷却后定型，并可多次反复而始终具有可塑性，加工时所起的是物理变化。这种塑料叫热塑性塑料。例如：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、聚砒等等。

复 习 题

1. 什么叫合成树脂？什么叫塑料？
2. 复杂组分的塑料，一般的主要组分是什么？各组分起什么作用？
3. 按加热时的工艺性能，塑料可分哪两大类？各类特点是什么？举例说明。

第一篇 热固性塑料压注成型加工

第一章 热固性塑料压注成型加工

1-1 常用热固性塑料

一、 酚醛塑料

酚醛塑料是热固性塑料的一个主要品种，由于它的原料丰富，价格低廉，并具有许多优良性能，故至今在世界各国塑料生产中仍占有相当重要的地位。目前，这种塑料生产在比较发达的国家年产量已近 50 万吨，由于其他塑料品种的发展，酚醛塑料相对数量有所下降。但产量仍逐年增加。

酚醛树脂本身很脆，因此必须加入各种填料后才能获得所要求的性能。以酚醛树脂为粘合剂加入各种填料和添加剂后所得到的混合物称为酚醛塑料。酚醛塑料大致分为四种类型：压塑粉（俗称胶木粉）；层压塑料；纤维状塑料；碎屑状塑料（如碎布塑料）。酚醛压塑粉是酚醛塑料中的重要品种，广泛用作电器绝缘零件和一般机械结构零件。

酚醛塑料与热塑性工程塑料相比，刚性大、变形性小、耐热性较高，可在 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的范围内使用，而且，即使在非常高的温度下，它也不会软化变形，仅在表面发生烧焦等现象而保持其原有形状。酚醛塑料的另一个特点是在水润滑条件下具有极低的摩擦系数（在 $0.01\sim 0.03$ 左右），因此，在机械工业中用作耐磨零件如，轴承、齿轮、凸轮等，

特别是在不能用油润滑的条件下，显示了它的优越性。

酚醛塑料的成型加工与热塑性塑料的成型工艺相比，还存在着生产效率低、工人劳动强度大、材料浪费多等缺点。近年来，酚醛塑料开始采用注射成型，取得了很好的效果，生产效率有了显著提高。

目前，国内生产的酚醛压塑料的品种牌号很多，按国家标准“酚醛塑料粉 GB1404-78”规定分为：(R)日用、(D)电气、(V)绝缘、(P)高频、(Y)高电压、(A)无氨、(S)耐酸、(H)湿热、(E)耐热、(J)冲击等十个类别。常用的酚醛压塑料有：

- 1) 电气类酚醛压塑料：如，D141、D151 等。
- 2) 湿热类酚醛压塑料：如，H161 等。
- 3) 绝缘类酚醛压塑料：如，V165、V1501 等。
- 4) 无氨类酚醛压塑料：如，A1501 等。
- 5) 高电压类酚醛压塑料：如，Y2304 等。
- 6) 冲击类酚醛压塑料：如，J8603 等。
- 7) 酚醛注塑料：如 9403，塑 11—10 注塑粉、7011 等。

二、氨基塑料

氨基塑料的生产已经有四十多年的历史，近十几年来由于其他塑料新品种的出现和发展，使氨基塑料在塑料总产量中所占的比重有所下降，但由于这类品种投资少、成本低、用途广、原料易得，其生产仍在不断发展，仍是通用塑料中的大品种之一。

氨基塑料是由氨基化合物与甲醛的缩聚物，然后与有机或无机填料及着色剂等配制而成。制品的特点是耐电弧性比酚醛塑料好，着色性能好，色泽鲜艳美观，主要应用于生活用品，在航空、汽车等方面作为表面或内壁的装饰材料。