



中等专业学校試用教材

塑 料 工 艺

西安無線电工业学校主編

(內 部 教 材)



國防工業出版社

中等专业学校試用教材

塑 料 工 艺

西安无线电工业学校主編

国防工业出版社

1961

內 容 簡 介

本书介紹无綫电塑料零件的制造工艺原理、工艺規程和設備、原材料的选用以及零件設計的基本方法等。而着重在于介紹热固性及热塑性塑料零件的成型工艺，机械加工，鉄粉心、塑料薄膜的制造，以及一般的設計方法。

本书可作为中等专业学校无綫电零件制造专业的試用教材，也可供有关技术人員参考。

西安无綫电工业学校主編

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 内部发行

*

787×1092 $1/32$ 印張 $3\frac{3}{4}$ 78 千字

1961 年 9 月第一版

1961 年 9 月第一次印刷

印数 0,001—1,100 册 統一书号 15034·563

前 言

在过去全民大跃进的三年間，国防工业的各级学校，坚决贯彻执行了党的教育方针，进行了一次极为深刻的教育革命。各校并組織广大教师，陸續編写了讲义，取得很大的成績。为了巩固教育革命的成果，进一步提高教学质量，我們遵照中央关于教材工作的指示，組織各方面的力量，在各校自編讲义的基础上，选編了专科学校、中等专业学校及技工学校所需的部分教材。經過各校党委的領導，参加选編教师的积极努力，以及有关方面的审查，这些教材已經陸續选編出来。由于時間仓促，經驗不足，教材內容还不够完善，有待今后进一步的修訂。为了适应各校教学的急需，作为試用教材，先在内部发行出版。希各校在試用过程中，广泛搜集师生反映，积极提出建議，徑告主編学校，以便进一步加以修訂。

本教材是由西安无綫电工业学校主編，北京无綫电工业学校和南京无綫电工业学校参加选編的。本书由芦黎同志編写，經郑文超同志审查。

第三机械工业部教材办公室

1961年7月6日

BW71/1023/03

目 录

前言	3
序言	5
第一章 概論	7
§ 1 塑料的涵义、优点、分类及其組成	7
§ 2 塑料的性质	10
第二章 热固性塑料零件的成型工艺	15
§ 1 热固性塑料的性质和应用	15
§ 2 塑料在压制前的准备工作	19
§ 3 热固性塑料零件的成型和设备	23
§ 4 生产中的废品及其原因	38
第三章 热塑性塑料零件的成型工艺	43
§ 1 热塑性塑料的性质和应用	43
§ 2 常用的几种热塑性塑料	44
§ 3 热塑性塑料零件的成型和设备	46
§ 4 塑料制品生产中的安全技术	60
第四章 塑料制品的机械加工与胶合	63
§ 1 毛刺、膜片和浇口的清理	64
§ 2 塑料制品的机械加工	65
§ 3 塑料制品的胶合	69
第五章 与无线电塑料制品有关的几种工艺	71
§ 1 铁粉心的制造工艺	71
§ 2 塑料制品的胶木化工艺(塗漆及浸漆工艺)	77
§ 3 塑料薄膜的加工工艺	81
§ 4 聚四氟乙烯制品的成型工艺	85
§ 5 环氧树脂的应用	91
第六章 塑料制件的設計	96
§ 1 設計塑料零件的一般工艺性	96
§ 2 压模的結構和制造工艺性	103
§ 3 金屬嵌件的設計	108
附录 常用塑料的簡易鑒別法	115

序 言

近年来，由于国防、工业及其他科学对于无线电的迫切需要，因而促进了无线电元件及材料这门学科的日益发展，特别是用人工合成来改变特性的有机高分子化合物塑料以及人为改变组成的无机硅酸盐陶瓷，已成为各种高稳定性的阻容元件及电感器件的基础材料。

事实证明，一般的有机材料，由于受本身的结构和性能限制，虽然在某些方面仍具有一定的优越性，但在耐热、抗潮及稳定性方面已经不能满足国防无线电工业在各个方面的要求。因此，从国防建设及无线电工业发展要求出发，建立无线电塑料的制造业是非常必要的。

无线电塑料虽然和日用或电工上所用的塑料的制造工艺过程有着相同的地方，但在材料的选择和制造工艺上却大不相同。它要求具有高度适用可靠性，能承受各种工作环境，具有高度的坚固性和稳定性；同时还要具有体积小、重量轻、能适应高频率、高温度和高电压及复杂多变环境的性能，所以，当前的任务是：不但要继续研究新型的材料，而且要进一步改进制造工艺，使得有机材料充分发挥其优良的特性，这样才能制出更优良的产品来。

塑料工艺是无线电元件制造专业的主要专业课程之一，同时也为阻容元件、电感器件等课程打下设计及工艺基础。其任务就是使学生熟悉各种原材料性能及应用范围，掌握有关的工艺理论基础知识和制造方法，了解产品简单的设计原

理和規則，从而能正确地選擇材料、产品結構、确定制造工艺过程、加工方法及分析廢品原因，以便改进产品质量。

本教材先介紹有关的基本理論，然后介紹原材料及制造工艺，最后讲解簡單的設計原理和規則。教材內容在一定程度上反映了解放以来大跃进和教学改革成果，注意到适当結合当前生产的水平和今后的发展。同时为保持系統性和避免重复起見，将塑料方面有关的部分基本理論，如高分子化学及硅酸盐物理都列入“无綫电材料”中讲解。

在讲解时，应多举实例，要理論联系实际，防止死記硬背。

对于教学时数建議作如下分配：第一章4学时；第二章8学时；第三章6学时；第四章2学时；第五章6学时；第六章4学时，除教学实习時間外，共30学时。

第一章 概 論

§1 塑料的涵义、优点、分类及其組成

1. 塑料的涵义

塑料这个名詞，很难有一个适当的定义。广义地說，在一定的溫度、压力等影响下，能形成一定的形状，而当这些外力的影响停止以后，仍能保持其已改变的形状的物质，也就是說能够压塑成型的物质都可称为塑料。照这个定义，塑料将包括許多物质，諸如水泥、橡胶、粘土等等都能塑制成一定的形状，似乎都应称为塑料，但我們所謂的塑料是狭义的：即具有上述特性的、以高分子有机化合物或以合成树脂为基础，从可塑性的高聚物、树脂类高聚物到热固性的压塑粉，均称为塑料，这就是本課所要討論的范围。

2. 塑料的优点

塑料工业是化学工业中的一个专业部門。由于塑料的比重不大，而且具有良好的机械强度，高度的电絕緣性，良好的耐蝕性，較低的导热性和美丽的外观等許多优点，所以在国民經济的各部門和日常生活中都已广泛地使用着塑料。

广泛使用塑料的特殊意义，还在于塑料能簡易地制成各种形状的制品，而且宜于組織大規模生产。

塑料制品在无綫电工业中亦同样地广泛应用着，如电阻器、电容器、以及其他許多零件都利用塑料制成。在很多情况下其功用类同于金屬制品，因此，有很多金屬压力模鑄品

已被塑料制品代用了。

无綫电机中的塑料制品，有的是利用它以完成机械性任务为主，同时也供裝飾用的，如机壳、保护盒、旋鈕、度盘等，对这类零件，只要求有一定的机械强度、耐用和美观；有的則除了利用它来完成上述任务外，并在无綫电机的不同电路中作为零件的絕緣或介质材料，如綫圈的骨架、变压器的底筒、波段开关、可变电容器上的絕緣板等等，对这类零件，在机械强度之外还要求高频損耗小、絕緣性能好、綫脹系数小、耐热、防潮和耐寒性好。此外，还要求老化影响小，亦即主要的物理性能和电气性能要稳定。事实証明，在这許多方面，塑料制品确有其突出的优越性，甚至在某些場合，塑料制品已成为不容代替的了。

象云母电容器、环氧树脂密封电容器和薄膜电容器[●]等无綫电元件之所以利用塑料，主要是为了提高这些元件的防潮性，改善其高频电气性能，并使之小型化，尤其是在軍用产品中，这些性能显得非常重要。应该說，在这类場合下，塑料的确是一种理想的材料。

塑料在无綫电工业中的广泛应用，虽然为时不久，但由于它具有以上所談的一系列优点，因此，可以肯定地說，塑料制品在无綫电工业方面的发展前途将是不可限量的。

但是，如果回顾一下我国在解放以前的塑料工业，非但在无綫电塑料方面一无所成，就是日常生活用塑料也微不足

● 薄膜电容器使用塑料薄膜主要是利用它的特有性能，如聚四氟乙烯膜耐高温、高频电性能好；聚乙烯苯二甲酸酯膜解决小型化問題；聚苯乙烯的高稳定性，可制精密电容器等。簡化工艺、耐高温、小型化，是薄膜电容器的主要特性。

道，而且大多仰仗国外。解放以来，在党的正确领导与关怀下，塑料工业也和其它部门一样，以一日千里之势飞速发展。在无线电塑料方面，从原材料制造到零件成型，我们已初步具备了一定的设备和技术，能生产像酚基塑料、氨基塑料、乙烯基塑料和纤维素酯等，今后仍将在生产试制中不断发展、充实和提高。

3. 塑料的分类和组成

一切塑料按照它在受热时所呈现的性质之不同，可以分为热固性塑料和热塑性塑料两类。前者的特征是：当它受热和压力作用时就软化，而且能够填充塑模，接着就转入为不融化和不溶解的状态，保持着已塑成的形状。因此，热固性塑料，在一次压塑后，就不能再返回转变，也不可能重新进行加热塑造；热塑性塑料的特征是：当它受热和压力作用时，也同样能软化来填充塑模，待冷却后它就硬化，但并不转变到不融化和不溶解的状态。因此，热塑性塑料的制品，能够反复进行加热塑造。

一切塑料压塑粉按其组成可分为简单的和复杂的。前者是以一种成分为主，加入少许辅助材料（着色剂、润滑剂、增塑剂等）组成；复杂塑料则是由数种成分组成，且各占有较大的比例：胶粘剂、填充剂、增塑剂、着色剂和润滑剂等，但在复杂塑料中，并不一定都包括上述所有的成分，其主要构成部分是：胶粘剂、填充剂和增塑剂。

胶粘剂：天然树脂、人造树脂、地沥青等都可作为胶粘剂。胶粘剂将全部组成粘结起来，使成为一个整体；它可以决定塑料的型别（热固性或热塑性）；并且能影响塑料的主要性质。在热固性塑料中，胶粘剂的含量常达30~60%之

多。

填充剂：填充剂可分为有机性的和矿物性的；按其外形又可分为纖維状的和粉状的。填充剂决定塑料的主要机械性质、物理性质、工艺性质、电气及某些其他性质。此外，填充剂还能降低塑料的成本。塑料中填充剂的含量常在40~70%之間。常用的有机性填充剂有：木粉、棉屑、紙和各种植物纖維。矿物性填充剂則有：石棉、云母、高岭土、滑石等。

增塑剂：增塑剂能增进塑料的可塑性、流动性和柔順性。用作增塑剂的材料常是各种蒸气压低的物质，如樟脑、苯二甲酸二丁酯等。

着色剂：着色剂使塑料显示各种顏色。着色剂可分为有机染料和无机顏料，天然染料和人造染料。

潤滑剂：潤滑剂能消除塑料在压片和压制时对压模的粘附性。通常用的潤滑剂是油酸和硬脂酸等。

§2 塑料的性质

塑料及其制品，具有特殊的固有性质，必須熟悉这些性质，并按照其性质来設計塑料制品、拟制工艺規程，才能生产出质量优美的成品。塑料及其制品的性质分为物理性质（包括比重、耐热性、吸水性、收縮率等），机械性质（包括冲击强度、靜弯曲强度、抗拉强度、抗压强度、硬度、摩擦系数等），电絕緣性质（包括表面电阻系数、体积电阻系数、介质損耗、介电常数等），工艺性质（包括比容、流动性、揮发物和水份、顆粒度和磨匀度、松散性、压片性、硬化速度等）。其中工艺性质对压制工艺关系尤大，茲将塑料的主要工艺性质叙述如下：

1. 比容

一克塑料所占体积的立方厘米数称为比容。粉状塑料常要测定比容，纖維性塑料的比容是不测定的。

塑料的比容愈小，便愈易于压片和压制，因为在这种情况下，要排出的空气较少；同时塑料的比容小，压模的加料室容积也可小一些。测定比容的方法，是将 200 克塑料粉放在量筒中，测出其所占的立方厘米数来求得。

2. 流动性

塑料在加压和受热时所具有的流动性能和填满压模的性能称为流动性。流动性大小是一种假定的指标，可以用各种方法测定。在工厂中测定热固性塑料的流动性，是根据在一定的条件下压出細柱长度的毫米数来确定的；而热塑性塑料的流动性则是根据每一秒钟压出塑料重量的克数来确定的。

在压制和鑄塑制品时，所用的单位压力須根据塑料的流动性来确定。流动性愈小，单位压力应该愈大；反之，应该愈小。但流动性太大也是有害的，因为塑料会渗入細小的空隙中，或者自压模两半片的接触表面流出，这样便不能使制品成型良好。

根据压出細柱的长度测定流动性（热固性塑料）时，其方法如下：取 7~10 克重的塑料放于特种压模中（如图 1 所示），按照該种塑料所规定的温度和压力进行压制“細柱”，然后测量从頂到末端疏松处为止的长度毫米数来表示其流动性。

根据压出塑料的重量来测定流动性（热塑性塑料）时，采用装在金屬表面（鏡面）上两金屬支柱間的可卸式压模。当压模加热到一定温度（130℃ 左右）时，放入 12 克重的

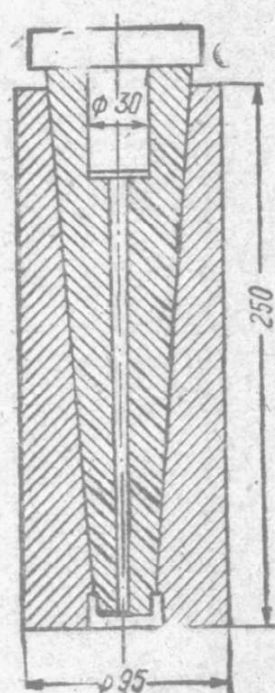


图1 测试流动性的塑模（右图是塑成的试棒）。

塑料试样，再将压模温度升高，并且施加压力。在压制时，观察塑料自压模的下孔开始流出即用秒表计时，过一分钟，立即将流出的带状塑料切断，称出重量，计算每秒钟所流出塑料的重量（毫克/秒），以此数据来表示该种塑料的流动性。

3. 挥发物和水份

塑料总是含有或多或少的挥发物和水分的。其含量的测定，是根据5克塑料在电烘箱中于 $103\sim 105^{\circ}\text{C}$ 干燥30分钟前后重量之差求出的。挥发物和水分的含量用百分率来表示。

挥发物和水分的含量对压制塑料有很大的意义。当其含量的百分率过大时，会使制品在压制过程中保持时间延长，并可能使制品出现气泡、发生翘曲等情况；当其含量的百分率不足时，又会导致塑料的压片性和压制性变坏。

4. 顆粒度和磨勻度

顆粒度是指塑料顆粒直徑的毫米數；磨勻度則是測量各顆粒之間大小的差數，實際上是用過篩分析來表示的。顆粒度與塑料的比容有關，顆粒愈細，比容愈小；反之，就愈大。磨勻度愈均勻，壓制和壓片的性能就愈好。塑料的顆粒度和磨勻度與塑料制品的質量直接有關，因為在壓片或壓制時，若是按體積喂料（實際上，在工廠中大量生產時常用此法），這種性能就會影響到制品的重量是否一致。

5. 松散性

塑料粉能從任何容器的底部細孔中倒出的性能稱為松散性。松散性是以一定重量的塑料自標準錐形漏斗中倒空所需時間的秒數來表示的。倒空的速度與塑料的顆粒度和磨勻度有關。

在壓片時，塑料自壓片機的加料斗落到壓模中；或粉狀塑料借加料裝置添加在壓模中，這時，塑料的松散性對加料多少極有關係。

6. 壓片性

粉狀或疏松塑料，在壓力作用下能製成緊密而不易破裂的片狀、棒狀或顆粒狀的物品，這種性能稱為塑料的壓片性。壓片性與顆粒度、磨勻度、水分含量、潤滑劑多少和填充劑的種類等有關。在壓片機上壓片時，常採用按體積加料法，當磨勻度不好，塑料中的水分和潤滑劑含量不標準時，就很難壓片，同時壓片的重量也不會一致。

塑料壓片性的測定是根據在壓片機上所進行的工藝試驗，由壓片的緊密度和劑量的準確性來確定該種塑料壓片的可能性。

7. 硬化速度

热固性压塑粉标准试样（指制品）硬化时所需的时间称为硬化速度。硬化速度用压制标准圆片来测定。按照对该牌号塑粉所规定的压制温度，压成直径为100毫米，厚度为 5 ± 0.5 毫米的圆片。确定它硬化时所需的时间，自第一分钟开始，而后每次增加一分钟间隔，直至试样成为标准表面（亦即表面状况符合于已被批准的标准试片），记出在压模中停留的最短时间。

硬化速度是用试样每一毫米厚硬化所需的秒数（秒/毫米）来表示的。

硬化速度与塑粉性质、压制规程以及其他许多因素（压片、预热等）有关。

第二章 热固性塑料零件的成型工艺

§1 热固性塑料的性质和应用

热固性塑料的特征是：当它受热和压力作用时就软化，而且能够填充塑模，接着就转入为不融化和不溶解的状态，保持着已塑成的形状，因此，它在塑制过程中起的是化学变化；在第一次压塑后，就不能返回转变，也不能重新加热塑造。

在电气性能方面来比较，热固性塑料比热塑性塑料差，尤其是高频损耗大，吸水性大，但机械性能比较好，耐温也比热塑性塑料好，对油类有极强的防御力。因此，它在无线电工业中，常用来制造频率较低的回路中的绝缘材料，如线圈骨架、开关等，或者利用它的机械强度来制造零件，如旋钮、刻度盘、收音机壳子等。

热固性塑料中最普通的两种是酚基塑料和氨基塑料，这类塑料的基本成分是人造树脂。它是由酚（石碳酸）或脲同甲醛（福尔马林）在接触剂的作用下所得的化学反应产品；以酚为本体的产品叫做酚基塑料，以脲为本体的叫做氨基塑料。

此外，新型热固性塑料有多缩硅醇，其种类颇多。

这种塑料是介于有机和无机之间的，是苏联学者K·A·安德里昂诺夫教授发明的。它的特点是耐热性好，可工作在 200°C 以上，耐水性好，绝缘性好，介质损耗小。可用作耐

热的高頻絕緣材料。

制造无綫电零件用的塑料，多半是酚基塑料，有时我們也称之为培克萊塑料或酚醛塑料。这种塑料（树脂）受到溫度和加热時間的影响，将有三个不同状态，即A、B和C阶段。在前两种状态下，能压塑成制品，而在压塑过程中，把它引入最后一个状态——C阶段。从A阶段过渡到B阶段，最后又到C阶段的程序，乃是树脂的縮聚作用，也就是說，不能再返回来改变其物理化学性质。

在制造酚醛树脂时，由于所采用的酚和甲醛的比例不同，可以获得不同的結果，如果酚的数量富裕，就得到諾佛拉树脂。反之，就得到列佐尔树脂。列佐尔树脂的特点是从A阶段过渡到C阶段比諾佛拉树脂快，而且絕緣性能亦比較好。

制造零件用的塑料粉，是由胶粘剂、酚醛树脂、填料及其它成分混合組成。这种料粉叫做压粉。最常用的压粉有下列几种：

1. K-18-2

这种压粉是酚醛质諾佛拉型普通压粉，以有机物质（木屑）为填料。其中掺有染料、聚合促进剂和潤滑剂。用这种压粉塑成的制品，一般是黑色，而且主要的作用是承受机械力。K-18-2一般情况下是可用K-20-2和K-17-2代●替的。

2. K—21—22

它是以甲酚甲醛树脂为基体的列佐尔型压粉。填料是有

● 苏联各型号的树脂与压塑粉均有其特点，代用时，需經較长期的試驗，不宜隨便代用。