

塑料与塑制

陈燕貽編著

科技卫生出版社

塑 料 与 塑 制

陈 燕 貽 編 著

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

科 技 卫 生 出 版 社

內 容 提 要

本書先从塑料的定义和种类講起；再分章敘述各种塑料的成分，農產品和廢物的利用，大豆和塑料以及木材的加工和合成橡皮等；最后詳述各种塑制方法、模型和塑件的設計、塑料的選擇等。

本書为一般性讀物，特別可供从事塑制工作人員參考之用。

塑 料 与 塑 制

編著者 陈 燕 貽

*

科 技 卫 生 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版业營業許可証出 093 号

上海市印刷六厂印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書号：15119·99

(原中目版印 2,500 册)

开本 787×1092 耗 1/32·印張 5 1/2·字數 101,000

1956 年 3 月新 1 版

1958 年 10 月第 6 次印刷·印數 9,821-24,820

定价：(10) 0.60 元

出版者附言

本書編著者陳燕貽先生，現僑居印度尼西亞。原稿係由中國銀行上海分行華僑服務部來函介紹。

據著者表示，爲響應祖國大規模經濟建設的號召，本其工作經驗與心得，寫成此書，以提高國人對塑料與塑製之興趣，並供進一步的研究等語。

陳先生關懷祖國、熱愛祖國，我們謹表十二分的歡欣！故亟願予以出版介紹。

書中度量衡間用英制，雖不符目前一般的要求，但因限於著者居住地應用制度上的不同，故暫仍其舊，此點敬希讀者予以諒解！

目 錄

第一章 塑料是什麼..... 1

1-1 塑料的定義..... 1	1-2 塑料的種類..... 1
------------------	------------------

第二章 各種塑料..... 3

2-1 酚醛塑料..... 3	2-10 乙烯衍生物聚合體塑料..... 26
酚醛澆料..... 6	(1) 聚合醋酸乙烯..... 26
2-2 脲醛塑料..... 7	(2) 聚合氯乙烯..... 27
2-3 三聚氰胺甲醛塑料..... 9	(3) 醋酸乙烯和氯乙烯的共聚物..... 27
2-4 醇酸樹脂..... 11	(4) 二乙醇醇縮丁醯聚合物..... 28
2-5 硝酸纖維塑料(賽璐珞)..... 14	2-11 聚合二氯乙烯塑料..... 29
2-6 醋酸纖維塑料..... 16	2-12 聚合乙烯塑料..... 32
醋酸丁酸纖維塑料..... 18	2-13 聚合鹽胺塑料(耐綸)..... 33
2-7 乙基纖維塑料..... 19	2-14 綜合的比較..... 35
2-8 甲基丙烯酸甲酯塑料..... 21	
2-9 聚合苯乙烯塑料..... 24	

第三章 農產品與廢物的利用..... 40

3-1 酪素塑料..... 40	(1) 農作物廢料直接用爲塑料填充劑..... 49
3-2 玉蜀黍蛋白質塑料..... 43	(2) 玉蜀黍穗軸的利用..... 50
3-3 木質樹脂塑料(廢木料與蔗渣的利用)..... 46	(3) 家禽羽毛的利用..... 50
3-4 五倍子塑料..... 48	(甲)機械法..... 50
3-5 其他農村廢料的利用..... 49	(乙)化學法..... 50

第四章 大豆和塑料.....52

4-1 大豆蛋白塑料..... 52

4-2 大豆蛋白纖維..... 53

4-3 大豆脂肪酸鹽胺——耐綸

的一種..... 54

4-4 大豆油和合成橡皮..... 57

第五章 木材的加工.....58

5-1 三層板..... 58

5-2 木材的酚醛處理..... 63

5-3 木材的脲醛處理..... 66

第六章 合成橡皮.....72

6-1 甲基橡皮..... 74

6-2 氯代丁二烯橡皮..... 75

6-3 丁二烯鈉橡皮..... 77

6-4 多硫橡皮..... 81

6-5 丁基橡皮..... 82

6-6 合成橡皮和天然橡皮的比較..... 83

第七章 怎樣塑製.....85

7-1 壓塑法..... 85

(1) 備料.....86

(2) 塑印.....88

(甲)模型.....88

(一)溢出式模型.....91

(二)齊正式模型.....91

(三)半齊正式模型.....92

(乙)壓機.....93

(一)半自動式的上壓唧子
壓機.....95

(二)下壓唧子壓機.....97

(三)旁壓式壓機.....97

(四)自給壓機.....98

(丙)壓塑的實際操作.....99

(一)壓機大小的選擇.....99

(二)怎樣開動壓機..... 102

(三)加熱設備..... 105

(3) 修整..... 107

7-2 注塑法.....109

(1) 注塑模型..... 109

(2) 注塑機與注塑法..... 113

(3) 注塑法的優點..... 117

射塑法..... 119

7-3 押塑法.....120

7-4 擠塑法.....122

7-5 電子加熱塑法.....125

7-6 其他塑法.....128

(1) 鑄塑..... 128

目	錄	iii
(2) 冷塑..... 130	(甲)高壓法..... 131	
(3) 吹塑..... 130	(乙)低壓法..... 132	
(4) 夾層塑製..... 131	(5) 壓延塗抹..... 134	
第八章 塑材和設計..... 136		
8-1 模型與塑件的設計.....136	8-2 塑材的選擇.....140	
第九章 塑料的將來..... 144		
9-1 塑料對他種物料的影響.....146	9-3 塑料的將來.....149	
9-2 塑料和他種工業的關係.....147		
中英文對照表..... 151		
索引..... 158		

第一章

塑料是什麼

1-1 塑料的定義 塑料是一類範圍很廣應用很大的物料它的西名叫 Plastics。過去我國曾有人把它譯成“百賴斯替”，雖是音譯，同時也取義於百物都可用此代替的意思。廣義說來，凡是利用加熱加壓可以塑製成形的材料，都可稱為塑料。所以不但現在市面流行的各種“原子”物品是塑料，就是橡皮、樹脂、乃至用以簽蓋文件、固封瓶盒的火漆封蠟，也都包括在內。

不過今日科學上所說的塑料，大都是指狹義的塑料，那就是人工合成的樹脂狀有機可塑物。簡單的說，塑料就是合成樹脂。不過塑料一名平常多指塑製成形的物品，而合成樹脂則專指未經塑製的塑料原料。在這本書裏，我們常把這兩個名詞混淆使用，不擬作嚴格的區分。

1-2 塑料的種類 塑料受熱至一定溫度，便逐漸變軟而熔融。熔融的塑料，可藉壓力範成一定形狀，成為不易變形的模塑物。有些塑料熱時熔融，冷後固結成形；再熱又可重行塑製，反覆重塑，幾無限制，這種塑料叫做熱塑性塑料。另有一種塑料，塑製成形後，不因再度受熱而軟化，所以只能塑製一次，這種塑

料叫做熱固性塑料。熱塑性和熱固性塑料的不同,主要的是因為前者在熱壓下塑製時,內容物僅起物理的變化,這變化是暫時的、可逆的,一旦壓力去掉,溫度降低,恢復塑製前的情況,內容物便又復原如初,可以再行塑製。而後者則在塑製時發生化學的變化,變成性質完全不同的新物料,所以無法重塑。

現在把比較重要的幾種塑料,分類列表於下。在下一章裏,我們將把表中所列的各種塑料,分別加以描述:

- | | | |
|-------|---|--------|
| 熱固性塑料 | { (1) 酚醛塑料
(2) 脲醛塑料
(3) 三聚氰胺甲醛塑料
(4) 醇酸樹脂 | |
| 熱塑性塑料 | { (1) 硝酸纖維塑料
(2) 醋酸纖維塑料
(3) 乙基纖維塑料
(4) 甲基丙烯酸甲酯塑料
(5) 聚合苯乙烯塑料
(6) 乙烯衍生物聚合體塑料
(一) 聚合醋酸乙烯
(二) 聚合氯乙烯
(三) 醋酸乙烯和氯乙烯的共聚物
(四) 二乙烯醇縮丁醛聚合物
(7) 聚合二氯乙烯塑料
(8) 聚合乙烯塑料
(9) 聚合醯胺塑料(耐綸) | 纖維素衍生物 |

第二章

各種塑料

爲了說明便利起見，在這裏我們把塑料原料（即合成樹脂）的製造，簡稱爲塑料的製造，而把由合成樹脂製成模塑品的過程，叫塑製。

塑料的製造，主要是根據有機化學上的二種反應類型：即縮合作用和聚合作用。什麼叫縮合作用呢？二個（或二個以上）不同分子化合時，放出水（或他種簡單物質）的化學反應，叫做縮合作用。什麼叫聚合作用呢？許多相同的分子連結而成龐大分子的化學反應，叫聚合作用。在聚合作用中，生成物的基本化學組成，不生變化；但在縮合作用中，生成物和作用物的化學組成，便不相同。

塑料的製造，有賴於繁複精巧的機械設備，和湛深熟練的化學知識。詳細的敘述，非本書篇幅所許。這裏只能把各種塑料的製造原理和所用原料，作簡單的介紹，而比較着重於敘述各個別塑料的性質和應用。

2-1 酚醛塑料 酚醛塑料是歷史較久、流行很廣的一種塑料。平常用以製造電燈開關和熱水瓶蓋的電木，便是屬於這一

類。電木由白克蘭氏於 1909 年最先製成，所以也叫白氏塑料，它是用酚和甲醛製成的。酚(C_6H_5OH)是從煤膏提煉出的一種有機化合物。我們日常用以消毒的石炭酸，就是酚的水溶液。甲醛($H\cdot CHO$)是一種有毒的氣體。工業上由氧化木精製成，或由氫和一氧化碳直接合成。它的水溶液就是學校裏常用以保存動物標本的福馬林。

製造時，酚和甲醛的作用發生於裝有蒸汽套的鋁罐中。等分子數的酚和甲醛（即二者分量的比等於其分子量的比）在氨或硫酸的催化下，受熱而起縮合作用。作用一經開始，即自行放熱，使反應得以繼續進行，不需再加外熱。經數小時後，這些縮合物又自行聚合成分子龐大的稠黏樹脂，和水分離，沉於罐底。這樣製成的液態樹脂，可自罐底放出。等到溫度降低，結成硬塊後，把它磨成細粉，以備調入填料、色料、滑劑和催塑劑等。調合後的塑料複合物，還須再經熱壓、冷卻和磨粉等工程，才可用於塑製物品。

酚醛塑料的優點很多，主要是大小固定，不易變形，不因溫度、濕度的變更而扭曲皸裂；其次是不容易傳電傳熱，對於溶劑和油類的侵蝕具有極強的抵抗力。由於這些優良性質，所以酚醛塑料被廣用於製造汽車、飛機零件、唧筒及其他機械零件，以及絕緣電料。

塑料製造者，常利用特殊填料，以加強酚醛塑料的某些品質，使之更適於某些特殊用途。例如填充石棉，可以提高酚醛塑料

的耐熱力；填充雲母，可以增加它的電絕緣性；而用纖維繩索填充的酚醛塑料，則是堅強的耐震擊的材料。普通的酚醛塑料多用木屑填充，以增加強度，並減低成本。脫脂的大豆是一種很好的填充材料，它不但可以代替其他填料，還可取代一部分合成樹脂，使後者的用量減少。

酚醛塑料的最大缺點，是色調有限，只能製成顏色深黯的物品。因為從反應罐出來的樹脂，自始即呈琥珀色，調入色料，只能使顏色變深，絕不能得到鮮明的較淡色彩。酚醛塑料製品多數是棕色或黑色的，不但這樣，就連這種深黯的顏色，也不能持久。因之要做耐光不褪色的物品，普通酚醛塑料是不相宜的。

用紙張或織物飽浸合成樹脂的溶液，蒸散溶劑，使樹脂黏附於纖維中。然後取若干片相疊成層，利用壓力使之黏合，同時加熱烘硬，可以製成堅固的塑料片或塑料管。這種塑料，叫夾層塑料。酚醛樹脂也大量用於製造夾層塑料。無聲齒輪就是用酚醛帆布夾層塑料片製造的。這種塑料齒輪，不但開動時沒有噪聲，而且質輕，不虞水濕（金屬齒輪遇水會生銹，非用油潤滑不可），同時又不傳電。酚醛樹脂又是黏結三層木板的重要材料。三層板比普通木板堅強而不易扭曲，且具有更平均的抗張、抗壓和抗擊的強度。早期的三層板是用漿糊或膠水黏結的。但因漿糊中含有多量水份，以致三層板對於水和黴菌的抵禦力大為削弱。為補救這個缺點，第一次世界大戰時，飛機用的三層板改用酪素和血黏合。1920年，開始應用合成樹脂黏合三層板。其製造過

程大略是這樣的：先使酚和甲醛在鹼性液中起縮合作用。待水份分離掉後，把樹脂浸塗於薄紙上。然後夾入乾透的木板間，熱壓而成。

酚醛樹脂也用於製造上等油漆。有一種極硬、極耐用的假漆就是用它和大豆油製成的。通常每百升精煉的大豆油需用 60 公斤酚醛樹脂。混合物在不銹鋼的罐裏熱至 315°C 。約經一小時，冷卻至 93°C ，加入約 148 升稀薄劑和少量含鈷的油漆催乾劑便成。這種酚醛豆油假漆，能於隔夜乾結，成為堅硬、光亮、而耐用的薄膜，有耐禦酸、鹼、汽油、酒精等的能力，較之桐油漆料並無遜色。

在製造酚醛樹脂時，若用糠醛($\text{C}_4\text{H}_8\text{OCHO}$)代替甲醛，則可得一種性質類似的酚糠醛樹脂。這種樹脂較酚醛更易塑成體積準確的塑件。

酚醛鑄料 製造酚醛樹脂時，如將甲醛的比率增加，並小心調節觸媒用量和反應時間，可得一種水溶性酚醛樹脂。這種水溶性酚醛樹脂當尚在熱熔時，可以灌入鉛模，鑄成可供匠作的雛形塑料。這叫做鑄成酚醛鑄料，或簡稱酚醛鑄料。酚醛鑄料亦叫做電玉。

酚醛鑄料因為內部含有少量水分，當其受熱烘硬時，這些水份析成小點，散布於塑料內部，足以減小塑料因受應力而生之變形，使之較為穩定；其作用和普通酚醛塑料中的填料相同。由於這種關係，酚醛鑄料不需加入填料，即具有優越的物理性和特著

的機械匠作性。

酚醛鑄料的優點很多：(1)着色範圍較廣；(2)不易燃燒；(3)能耐化學品、大氣和水濕的侵蝕；(4)塑造費用和時間都較省。塑造酚醛鑄料物品，不需用昂貴的鋼製模型和壓機。它是在熔融狀態時，灌入鉛製的模裏，然後在熱爐中烘硬成形的（參看第七章怎樣塑製第 6 項(1)鑄塑節）。製造鉛模的手續很簡單，就是用一預製的凸模沿鉛直方向浸入熔融的鉛中，隨即取出，使凸模外面黏附一層結晶的鉛。凸模下端略小，故其外所附的鉛衣（即鉛模）冷後容易脫落。製造酚醛鑄料的工廠，常先把樹脂鑄成各種大小不等的圓管或薄片。塑製物品者只要利用機械把現成的圓管或薄片，加工匠作，像木匠製造木器似的，製成所需的形狀，然後放在爐中，在一定的溫度下，烘硬而成。有些酚醛鑄料，用熱水浸軟後，甚至可像金屬薄片一樣的被彎成任何曲度。

酚醛鑄料也有製成液態的，那是在製造時，加入一些脲醛縮合物的。這種液態鑄成塑料，可以灌入模型中，在攝氏七十至八百度時，經二三日烘硬成形。

2-2 脲醛塑料 前面說過，酚醛塑料的最大缺點是色調有限。脲醛樹脂的問世，正好補救了這一缺陷。脲醛樹脂是由尿素和甲醛縮合而成的。加熱尿素和甲醛的混合物以製造有機玻璃，是三十年前的事。不過這種有機玻璃露置在濕空氣中會變黯，而且還會自行碎裂。後來有人設法加入 30~40% 的纖維

素，以盡量減少玻璃的應變，從而防止了它的易碎性。可是透明度却因而大大減小。結果只能製成色澤鮮艷的半透明體，不適用為玻璃，却是一種理想的有色模塑材料。今日脲醛樹脂的製造除尿素和甲醛外，有時還兼用硫脲，以增加樹脂的強度和對水份的抵抗力。

尿素(NH_2CONH_2)是動物器官新陳代謝的正常產物。化學上叫做脲。常人一天排出的小便中，約含尿素 28~30 克。我們可以利用硝酸把它分離析出。不過實際上尿素並不取給於人尿，工業上所用的尿素大都由加熱受壓的氨和二氧化碳製成。

縮合脲醛樹脂的操作，大略可分三步：（一）把尿素 1 克分子，甲醛 1.5 克分子和少量的氨混合置於不銹鋼製的罐中，冷浸二小時。縮合作用之結果，生成透明的液體，含有二種縮合物，即輕甲脲($\text{NH}_2\text{CONHCH}_2\text{OH}$)和二羥二甲脲 $[\text{CO}(\text{NHCH}_2\text{OH})_2]$ 。此時若直接用以浸漬紙板織物，即可製成夾層脲醛塑料。（二）第二步加熱上面所得的縮合物，蒸去水份，使縮合物部分聚合成黏厚的膠液。這時候如把膠液灌入模型，加以熱烘，便成脲醛鑄料，可以切成薄片，以便應用各種機械加工匠作，一如酚醛鑄料。不過脲醛鑄料並無多大用處，因為這種鑄料在烘焙時常生氣泡或龜裂。（三）將第二步中所得的黏液進行減壓蒸餾，並加入約三分之一的纖維素，混勻熱乾，最後磨細，即得脲醛塑料粉。

脲醛塑料的最顯著優點是它的着色力極佳。它的色調幾無限制。至今已有 1800 種以上不同色調的脲醛塑料製成品。這些

顏色都是耐光而不褪色的。因此它被大量用於製造玩具和裝飾品。由於無味無臭，它又是製造杯盤碗碟的好材料。對於油脂的耐禦力也很強；但不耐濃酸和強鹼的侵蝕，電絕緣性也好。

不過脲醛塑料的價錢比酚醛塑料貴得多。所以除了製造淡艷色的物品外，凡是可用酚醛塑料的，製造者都不願採用脲醛。

脲醛合成樹脂在紡織工業上，也有它的用途。纖維經浸漬脲醛樹脂後，光澤和強度都有顯著的改進。尤其重要的是更不容易摺皺。這樣處理過的纖維，外觀並沒有改變，仍舊保留它原來的好性質（如吸水性、多孔性、柔韌性、彈性和耐用等）。含有 30% 脲醛樹脂的纖維織物，其一般性能，與 100% 纖維織成的並無多大分別。

此外脲醛樹脂又是黏合三層板及木材加工的重要材料。

2-3 三聚氰胺甲醛塑料 現在要談到第三種熱固性塑料，三聚氰胺甲醛塑料了。這是由三聚氰胺和甲醛縮合而成的。三聚氰胺的分子式是 $\text{N}:\text{C}(\text{NH}_2)\text{N}:\text{C}(\text{NH}_2)\text{N}:\text{C}(\text{NH}_2)$ ，好像是由三分子的氰胺 (H_2NCN) 聚合而成的。

化學課本中常論到氮的固定，那是用種種方法把空氣中遊離的氮變成氮的化合物，以供人們利用。其中有一個方法是利用電石（碳化鈣， CaC_2 ）在高溫時和氮化合而成氰胺基化鈣。氰胺基化鈣的分子式是 CaNCN ，可視為一種名叫氰胺 (H_2NCN) 的酸的鈣鹽，是一種有用的肥料。

氰胺基化鈣經過水解、加熱等一連串繁複的手續，最後變成三聚氰胺，後者再和甲醛起縮合作用，便成三聚氰胺甲醛樹脂了。

三聚氰胺甲醛樹脂的性質，大體上和脲醛樹脂差不多，但它具有更優良的耐熱性和電絕緣性。它是製造高空用引擎電花插頭發火設備的配電裝置的不可缺少的材料。電花插頭的兩極和感應圈的副線圈相連，感應圈原線圈的電流由一個久磁電機藉配電裝置供應。這個配電裝置由二部份構成：一是附有幾個金屬接觸片（接觸片的數目和電花插頭的數目，也就是引擎汽缸的數目相等）的絕緣環；另一是一個能在環中和引擎作同步轉動的金屬轉動子。轉動子的中軸和感應圈的原線圈的一極連結，原線圈的另一極則經過久磁電機和絕緣環的接觸片相連。當轉動子轉動時，即依次和各接觸片作短暫的接觸，使由久磁電機送來的電流得以流入感應圈，從而使後者把感應的暫時高電壓供給電花插頭，以發生火花，燃爆汽油。這是汽車和飛機用的內燃機（引擎）中發火裝置的大概情形。配電裝置中各接觸片之間，因有巨大的電勢差，必須使它們彼此高度絕緣。以前所用絕緣材料，不外硬橡皮或酚醛塑料，結果總不十分滿意。因為當電弧發生於接觸片之間時，電弧的高熱會使這些有機絕緣體碳化，終至於把絕緣體破壞。同時接觸片之間常形成一條能夠導電的碳化通路，以致絕緣體失去絕緣的功效。地面上的空氣流，可以冷却電弧的熱，問題不至十分嚴重。在高空裏，由於空氣過份稀薄，配電裝置因弧熱而招致的損害，大為增加。在這樣情形之