

PLASTICS TECHNOLOGY

塑膠加工技術

Robert S. Swanson 原著

鍾越光 譯

PLASTICS TECHNOLOGY

塑膠加工技術

Robert S. Swanson 原著

鍾 越 光 譯

大中國圖書公司印行

内 部 交 流

F151/132

塑胶加工技术

(中 3-13/25)

C00290

塑膠加工技術

目 錄

第一篇 塑膠工業的原料

第一章

§ 1-1 塑膠是什麼.....	2
§ 1-2 塑膠之分類.....	2
§ 1-3 塑膠之構造.....	3
§ 1-4 塑膠如何製成.....	4
§ 1-5 塑膠的成份.....	6
§ 1-6 現成形狀.....	7
§ 1-7 塑膠的性質.....	9
§ 1-8 塑膠類屬.....	18
§ 1-9 練習問題.....	19
§ 1-10應用問題.....	20

第二章

§ 2-1 熱可塑性塑膠 (The Thermoplastic Family).....	22
§ 2-2 縮醛塑膠 (Acetal Platics)	22
§ 2-3 壓克力塑膠 (Acrylic plastics).....	24
§ 2-4 纖維素塑膠 (Cellulosic Plastics)	26
§ 2-5 氟碳塑膠 (Fluoro carbon plastics)	28
§ 2-6 多元醯胺—尼龍 (Polyamide Platics—Nylon).....	31
§ 2-7 聚烯屬烴塑膠—聚乙烯及聚丙烯 (Polyolefin Plastics— Polyethylene and Polypropylene)	32

§ 2-8 聚苯乙烯塑膠 (Styrene Plastics)	36
§ 2-9 乙烯基塑膠 (Vinyl Plastics)	39
§ 2-10 練習問題	44
§ 2-11 應用問題	44

第三章

§ 3-1 熱硬化性塑膠 (The Thermoset Family)	45
§ 3-2 氨基塑膠—脲素及三聚氰胺 (Amino Plastics—Urea and Melamine)	45
§ 3-3 酪素塑膠 (Casein Plastics)	47
§ 3-4 環氧塑膠 (Epoxy Plastics)	48
§ 3-5 酚甲醛塑膠 (Phenolic Plastics)	50
§ 3-6 聚酯塑膠 (Polyester Plastics)	53
§ 3-7 矽酯塑膠 (Silicone Plastics)	55
§ 3-8 聚胺基甲酸酯塑膠 (Urethane Plastics)	57
§ 3-9 練習問題	61
§ 3-10 應用問題	61

第四章

§ 4-1 塑膠的商用名稱	62
§ 4-2 應用問題	69

第二篇 塑膠的成形加工方法

(Processes of the plastics industry)

第五章

§ 5-1 成形方法分類	71
§ 5-2 模塑 (Molding)	72

§ 5-3 澆鑄 (Casting)	72
§ 5-4 熱成形 (Thermoforming)	72
§ 5-5 補強 (Reinforcing)	73
§ 5-6 發泡 (Foaming)	73
§ 5-7 練習問題	73
§ 5-8 應用問題	73

第 六 章

§ 6-1 模塑成形程序 (Molding Process)	75
§ 6-2 壓縮成形 (Compression Molding)	75
§ 6-3 移送成形 (Transfer Molding)	79
§ 6-4 射出成形 (Injection Molding)	82
§ 6-5 擠壓成形 (Extrusion Molding)	85
§ 6-6 吹瓶成形 (Blow Molding)	87
§ 6-7 輾延成形 (Calendering)	90
§ 6-8 積層成形 (Laminating)	92
§ 6-9 低溫成形 (Cold Molding)	94
§ 6-10 練習問題	96
§ 6-11 應用問題	98

第 七 章

§ 7-1 澆鑄成形 (Casting Process)	100
§ 7-2 簡單澆鑄 (Simple Casting)	100
§ 7-3 塑溶膠澆鑄 (Plastisol Casting)	102
§ 7-4 練習問題	106
§ 7-5 應用問題	107

第 八 章

§ 8-1 熱成形 (Thermoforming)	108
§ 8-2 機械成形 (Mechanical Forming)	108
§ 8-3 真空成形 (Vacuum Forming)	109
§ 8-4 吹脹成形 (Blow Forming)	111
§ 8-5 成形方法特徵及其應用	113
§ 8-6 練習問題	115
§ 8-7 應用問題	116

第九章

§ 9-1 補強成形 (Reinforcing Processes)	117
§ 9-2 手工塗佈 (Hand Lay up)	117
§ 9-3 噴附法 (Spray-up)	118
§ 9-4 相對模成形 (Matched Molding)	120
§ 9-5 預混成形 (Premix Molding)	122
§ 9-6 壓力袋成形 (Pressure-Bag Molding)	123
§ 9-7 真空袋成形 (Vacuum-Bag Molding)	124
§ 9-8 特徵	125
§ 9-9 應用	126
§ 9-10 練習問題	127
§ 9-11 應用問題	128

第十章

§10-1 發泡成形 (Foaming Processes)	129
§10-2 模塑可脹性聚苯乙烯 (Molding Expandable Polystyrene)	129
§10-3 澆鑄聚胺基甲酸酯泡綿 (Casting Urethane Foam)	131
§10-4 特徵及應用	132

§10-5 練習問題	133
§10-6 應用問題	134

第十一章

§11-1 成形方法摘要	135
§11-2 應用問題	136

第三篇 割切、整修、與工具製作

第十二章

§12-1 割切與整修	138
§12-2 割切	138
§12-3 鑽孔	145
§12-4 螺紋之攻製	147
§12-5 磨平及打光	149
§12-6 練習問題	157

第十三章

§13-1 接合及固定	159
§13-2 主要的接合方法	159
§13-3 黏着接合 (Cohesive bonding)	161
§13-4 接着接合 (Adhesive bonding)	170
§13-5 機械連接 (Mechanical Linkage)	171
§13-6 練習問題	172

第十四章

§14-1 塑膠加工用工具	174
§14-2 用石膏製的工具	174

§14-3 用塑膠製的工具	191
§14-4 用木製的工具	196
§14-5 用低熔點金屬製的工具	198
§14-6 大量生產用的工具	202
§14-7 應用摘要	203
§14-8 練習問題	203

第四篇 塑膠加工操作程序

第十五章

§15-1 塑膠板熱成形 (Thermoforming Plastic Sheet)	207
§15-2 產品設計	207
§15-3 工具設計	209
§15-4 塑膠材料	215
§15-5 設備	217
§15-6 練習問題	236

第十六章

§16-1 熱可塑性塑膠射出成形 (Injection-Molding Thermo plastics)	238
§16-2 產品設計	238
§16-3 工具設計	239
§16-4 塑膠材料	242
§16-5 操作設備	243
§16-6 操作程序	244
§16-7 練習問題	250

第十七章

§17-1 熱硬化性塑膠壓縮成形 (Compression-Molding Thermosets)	252
§17-2 產品設計	252
§17-3 工具設計	255
§17-4 塑膠材料	259
§17-5 設備	260
§17-6 操作程序	261
§17-7 練習問題	269

第十八章

§18-1 泡沫塑膠之模塑及澆鑄成形 (Molding and Casting Cellular Plastics)	271
§18-2 產品設計	271
§18-3 工具設計	271
§18-4 需用材料	274
§18-5 設備	275
§18-6 程序	276
§18-7 練習問題	282

第十九章

§19-1 塑溶膠之澆鑄 (Plastisol casting)	284
§19-2 產品設計	284
§19-3 工具設計	284
§19-4 需用材料	285
§19-5 程序	285
§19-6 練習問題	294

第二十章

§20-1 補強塑膠 (Reinforcing Plastics)	296
§20-2 產品設計.....	296
§20-3 工具設計.....	297
§20-4 需用材料.....	297
§20-5 設備.....	299
§20-6 程序.....	300
§20-7 練習問題.....	307

第五篇 製作示範

範例 1 水果盤.....	310
範例 2 盤子.....	312
範例 3 信件架.....	314
範例 4 野鴨餌子.....	316
範例 5 冰桶.....	318
範例 6 棋盤.....	320
範例 7 杯墊子.....	322
範例 8 小船模型.....	324
範例 9 卡片夾.....	328
塑膠語彙英漢對照表.....	332

塑膠加工技術

第一篇

塑膠工業的原料

當提到塑膠一詞時，你首先想到什麼呢？窗簾？地磚？飛機艙蓋？玩具？牙刷柄？玻璃纖維小船？白黏膠？還是奧龍襪衫？所有這些產品，雖然有各種形色，但都可用塑膠來製造。

本篇將敘述塑膠之定義，分類，成分，成品形狀，應加以考慮之性質，及每類塑膠之特徵，商用名稱及其用途等。

第一章

§1-1 塑膠是什麼？

所謂**塑膠**，是指一族由原子鍵形成的巨分子合成物料，此等物料在製造過程時，係軟化及可塑性，但最後成品是硬質者，除合成製造外，不包括天然存在的可塑性物料，如蠟及黏土等。

塑膠製品有很多種形狀，差異很大；由小船到烤麵包器，可為膠膜及膠板狀，亦可為纖維及單絲（filament）狀，液體及接着劑，甚至成形珠及成形粉狀等。塑膠是由很多方法調配成的，由於其調配方法之差異，影響塑膠原有之性質甚大。

塑膠工程師協會（The Society of Plastics Engineers, SPE）及塑膠工業協會（The Society of Plastics Industry, SPI）公認之塑膠定義是：「塑膠是含有高分子量物質為主要成份的鉅大複雜的物料，最終成品為固體，而在製造過程中，由於加熱及加壓而軟化可予塑型者」。

§1-2 塑膠之分類

市售之大量塑膠成品，頗難予以詳細區別，因為同樣的塑膠原料，可製成各種形狀之成品，同樣的原料具有各種不同的商用名稱，相同的商用名稱亦可用以稱呼二種以上的塑膠原料，雖然是如此混淆不清，但仍然可以概略分為二大類塑膠，即熱可塑性（thermoplastics）及熱硬化性（thermoset）塑膠是也。

熱可塑性塑膠（Thermoplastics）

熱可塑性塑膠是一類不論加工程序重複若干次，當受熱即軟化，冷卻即硬化的塑膠；可予多次重複塑製，受熱即變成可塑性，冷卻即成固體，再受熱又變軟。其中重要者有：壓克力（Acrylics），纖維

素酯 (Cellulosics)，尼龍 (Nylon)，聚苯乙烯 (Polystyrene)，聚乙烯 (polyethylene)，氟碳樹脂 (Fluorocarbons) 及乙烯基樹脂 (Vinyls) 等。

熱硬化性塑膠 (Thermosets)

熱硬化性塑膠 (The thermosetting plastics, thermosets) 一旦受熱塑製成形，就永遠保持其受塑形狀，不能再受熱而變為原來的狀態；大多數的熱硬化性塑膠，其熔化溫度約在350°F左右，但加工後，不可回復其原有的流動狀態，這種反應與把雞蛋煮熟的作用相似，一旦加熱，雞蛋裡的流質就硬化，不能因受熱而再軟化，其中最顯著的熱硬化性塑膠有：酚甲醛 (Phenolics)，氨基類 (Aminos)，聚酯 (Polyesters)，環氧 (Epoxies) 酞酐 (Alkyds) 等。

§1-3 塑膠之構造 (Plastic Structure)

要想知道塑膠受熱時發生的作用，首應知道塑膠的分子構造。塑膠分子是由許多原子組成的，每一個原子與另一原子間以價鍵 (Valence bond) 來連接，形成鏈狀 (Chain-like) 結構。

熱可塑性塑膠的原子及分子，是以尾對尾 (end-to-end) 方式相連，形成一長鏈 (long-Chain)，每條長鏈彼此獨立構成一單元。當受熱時，各鏈發生滑動現象產生塑膠流動性 (Plastic flow)，冷卻時，各鏈又保持固定狀態，但若再受熱，又會發生滑動 (Slipage)，這種熱冷循環 (heating-Cooling Cycles) 可重複很多次；當然，如果反覆進行次數太多，可能使塑膠的增塑劑 (Plasticizer) 失散及褪色等毛病，影響塑膠的外觀及性質。

熱硬化性塑膠在模塑以前，與熱可塑性塑膠很相似，也是鏈狀的，但在受熱硬化 (Curing, 或 Hardening) 時，分子間會起架橋 (cross-links) 作用，形成交叉的網狀 (interconnected network)

結構，阻止分子鏈流動，因此不會因再受熱而流動。熱可塑性塑膠及熱硬化性塑膠的分子結構，如圖1.1所示。

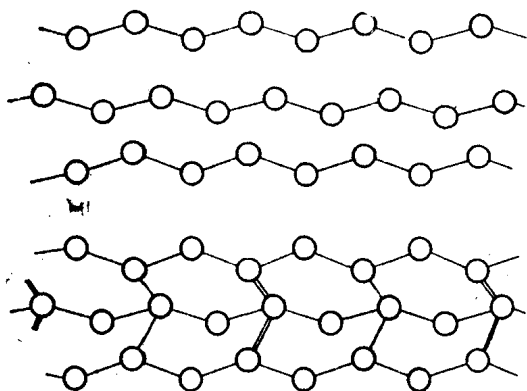


圖1-1 熱可塑性塑膠及熱硬化性塑膠的結構

§1-4 塑膠如何製成

塑膠是用天然物料，例如木材，空氣，水，石油，天然氣及鹽等，經過合成方法製造的，利用複雜的化學方法，可以產生很多種相異的塑膠。

化學家先把天然物料分解成基本的原子及分子，然後再用熱，壓力，化學作用來再組合 (recombines) 成塑膠分子。

茲舉聚苯乙烯 (Polystyrene) 之製造過程說明之，聚苯乙烯的基本原料是煤炭 (Coal) 及石油 (Petroleum) 或天然氣 (natural gas)；由煤炭中抽取出苯 (benzene)，乙烯氣體 (ethylene gas) 則由石油或天然氣製取，然後苯與乙烯化合成乙苯 (ethyl benzene)，最後利用加熱加壓把乙苯製成苯乙烯。圖 1.2. 示其製造過程。

如果把乙烯氣體與由食鹽製得的氯氣 (Chlorine) 化合，則得到乙烯基樹脂 (Vinyl resins)，即氯乙烯 (Vinyl Chloride)。請參閱圖 1.3.

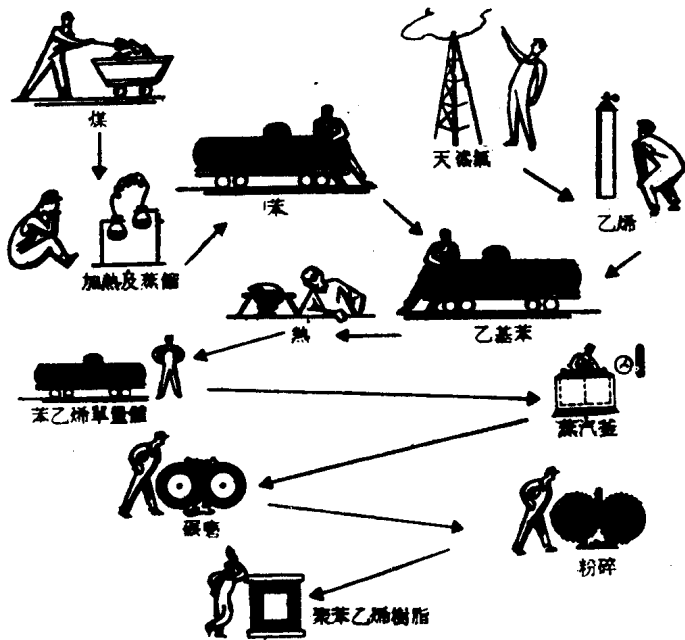


圖1-2 聚苯乙烯之製造

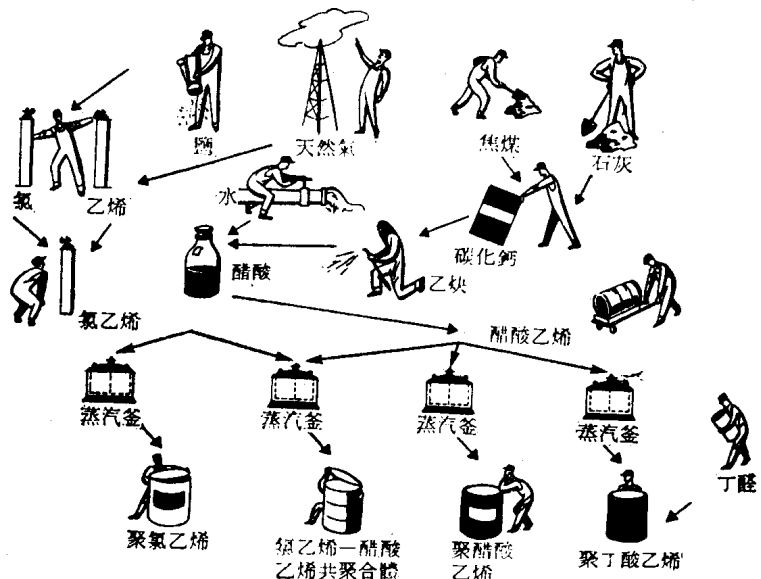


圖1-3 乙烯基塑膠之製造

聚乙烯 (Polyethylene) 則由乙烯氣體經加熱加壓而製造，如圖1.4所示。

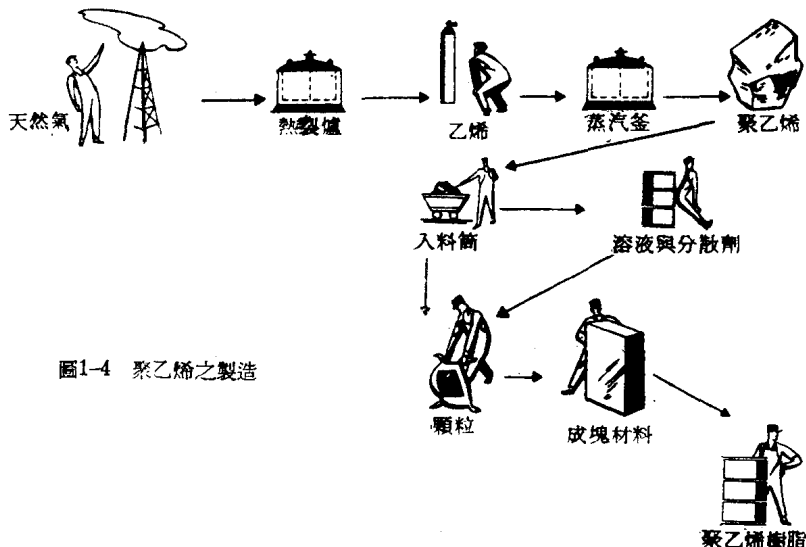


圖1-4 聚乙烯之製造

§1-5 塑膠的成份

塑膠的主要成分是樹脂 (resin)，其他成分有填充料 (fillers)，溶劑 (Solvents)，增塑劑 (Plasticizers)，安定劑 (Stabilizers) 及着色劑 (Colorants) 等。

大部分的塑膠在加工成最終成品時，均先加入填充料，填充料種類很多，例如用木粉作填充時，能使塑膠表面美觀，及具有優良抗電性；若用石棉 (Asbestos) 填充，則具有耐酸，耐火等性質。

大多數樹脂的天然形狀，都是硬脆的固體，有些是柔軟，稠粘的液體或半流動態。都需要經過加入溶劑以使液化，變成液體狀態，約有300種以上的溶劑可供使用。

塑膠的成品，多為高粘滯性的脆性物料，所以常加入增塑劑以降低其粘滯性及增強其可塑性；加入安定劑可使塑膠成品，阻止受日光照射及受熱而發生褪色，老化等缺點。