

科學圖書大庫

實用聚合物化學及
塑膠之成形與應用

編譯者 郁仁貽

科學圖書大庫

實用聚合物化學及 塑膠之成形與應用

編譯者 郁仁貽

徐氏基金會出版

編譯者序

現在我國經濟繁榮，百業進步，政府當局復竭力推行十大建設。石油化學工業為十大建設之一，一再擴充蔚為化學工業中之巨擘，塑膠工業尤為其中之王者。但有關工程設計、工廠設備及操作技術等，悉從外國引進、仰賴外人技術，而鮮國人創意、不無遺憾。

推原其故，我國大專（五專在內），對於此方面之教學，着手較晚，研究陣容，尤欠充實，大專學生、有志人士，雖或有志研讀，或作更進一步之研究，屢以乏人指導，或無專籍（尤其是中文書）足資參考，望而却步。

作者有鑑於此，曾於10年前，編著實用塑膠學，由徐氏基金會出版問世，以供介紹，已印六版，足見社會之需要。現為趕上時代，另行改編。既可供大專學校教科參考之用，復可供社會有關人士，把握全般知識之需。旁搜博採、去蕪存菁、歷時年餘，始克脫稿，謹將全書內容、特點，稍予申述，藉便讀者、知所先後、兼便選擇。

(1) 本書大分7篇，小分37章，都450,000字左右，網羅聚合物及塑膠全般之必需知識。

(2) 第一篇分排一至七章，申述一般基本原理、性質及生成反應等，實為聚合物之一般理論、反應之基礎。

(3) 第二篇分排八至十六章，分述全部聚合物之原料、製法、性質、用途等，莫不詳加說明，研究聚合型樹脂者（着重化學方面），請熟讀之。

(4) 第三篇含十七至二十一章，包括全部縮合型樹脂，巨細不遺，與第二篇同為本書重點之所在。

(5) 第四篇含二十二至二十五章，內含纖維素、橡膠、蛋白質、天

然樹脂等，有的被普通聚合物書籍所略去，本書道人所未道，似亦不妨以閱。

(6) 第五篇濃縮為一章，對於塑膠之成形、加工，分予申述、並附圖說明，使讀者能於短時間內，理會成形、加工之概況，以補一般聚合物書之缺陷。

(7) 第六篇分為二十七至三十四章，續述塑膠之應用，使人熟悉適材適用之方。從選擇適用材料立場而言，有其無比的重要性。

(8) 第七篇為附錄，含二十五至三十七章，分述塑膠鑑別法、塑膠性能試驗及廢物處理等問題，有關人士讀之定有裨益。

(9) 本書各篇、章、節，各有其完整性。讀者可依個人志趣，時間多少，選讀任何章節，必可增加理解，獲得有益資料。

(10) 本書一至四篇係以三羽忠廣博士著“合成樹脂 (的) 化學 (1975年版) 為藍本，五至七篇則從大島敬治博士著 Plastic Guide Book (日文) 之後半及 Plastic Encyclopedia (日文) 等書取材譯出，謹此向有關原著者致深厚的謝忱。

(11) 著者幼時受先考文才公及先妣虞太夫人之庭訓，以忠、勤相勉。貽愚無狀、無顯著成就、除忠以治事外，尚勤於寫作，日以繼夜，年復一年，除本書外，尚出版單元操作 (闖路面，本人寫作)、電化學、塑膠學、冶金學、化學洗滌、有機化學、普通化學、普化實驗、空氣污染、海洋奇觀……等十餘部行世，實踐遺訓於萬一，地下有知，尚祈恕其愚而憐其志也。

(12) 本書內容繁雜，許多聚合物之名稱、片語、細目繁多，在排版未定之前，無法編列索引至以為憾。惟以本書目錄分類甚細，如有問題，可先從相關目錄項目查起，倘有所得，則更按圖索驥，不難查明也。故本書之目錄，暫兼索引之功能，宛如一本小辭典，希讀者妥予利用。

(13) 「本書原文中有關苯核化學式為簡便計畫成，而不是，譯者曾予部分改正，但大部分仍保持，請都視作 祈讀者諒之」

(14) 本書篇幅較多、課餘執筆、誤漏難免，專家、學者以及教授先生們、倘有發見、祈即通知，俾資改正，謝謝。

郁 仁 貽

西元一九八二年二月二十八日

目 錄

編譯者序

第一篇 總 論

第一章 合成樹脂與巨分子物的術語

第二章 合成巨分子物的分類及其工業

2-1 化學的分類	9
2-1-1 純合成巨分子物	9
2-1-2 半合成巨分子物	12
2-2 從物性觀點分類及其略號	12
2-2-1 合成樹脂（塑膠）的分類	12
2-2-2 合成橡膠的分類	13
2-2-3 合成纖維的分類	14
2-3 合成樹脂工業的概括分類	14

第三章 合成樹脂的原料及單體的化學

3-1 從煤炭導出的產物	16
3-1-1 煤溶系合成原料	16
3-1-2 乙炔系合成原料	19
3-1-3 氮氰化鈣原料	20
3-1-4 水煤氣系原料	21
3-2 從石油導出者	22
3-3 從天然氣導出者	27

3-4 從天然農產品導出者.....	28
3-5 副原料.....	29

第四章 巨分子物的生成反應 (合成)

4-1 連鎖聚合反應 (鏈聚合反應, Chain Polymerization)	32
4-1-1 基聚合 (Radical Polymerization)	35
4-1-2 離子聚合 (ionic polymerization)	48
4-1-3 配位聚合與金屬氧化物聚合.....	52
4-1-4 矩陣聚合 (Matrix Polymerization)	55
4-1-5 共聚合 (Copolymerization)	57
4-1-6 不規則共聚合.....	62
4-1-7 聚合的具體方法.....	69
4-1-8 異構化聚合 (Isomerized Polymerization) (氫移動聚合)	72
4-1-9 開環聚合.....	73
4-1-10 閉環聚合 (cyclopolymerization)	75
4-1-11 聚合樣式的分類.....	76
4-2 逐次反應.....	77
4-2-1 附加縮合.....	77
4-2-2 聚縮合.....	78
4-2-3 聚附加 (Multi-addition)	84

第五章 巨分子物的化學反應

5-1 等聚合度取代反應.....	86
5-2 聚合度增大反應 (參閱變則的聚合)	88
5-3 聚合度降低反應.....	92

第六章 合成巨分子物的構造

6-1 巨分子的形狀與配向.....	94
6-2 巨分子的晶體構造.....	98

6-3	化學的結合	101
6-4	均勻聚合物的化學構造	106
6-4-1	頭尾結合	106
6-4-2	順逆構造	106
6-4-3	側鏈分枝構造	106
6-4-4	立體規則性構造	107
6-4-5	主鏈曲折性構造	108

第七章 合成樹脂的一般性質

7-1	對於熱的性質	110
7-1-1	熱塑性與分子運動	110
7-1-2	熔點和玻璃轉移點	111
7-1-3	巨分子的耐熱性	113
7-2	機械的性質	113
7-3	耐水、耐油、溶解性	116
7-4	耐化學性及燃燒性	122
7-5	放射線及光線的作用或崩壞	125
7-6	電絕緣性	128
7-7	多分子性與平均聚合度	131
7-8	比重的比較	135
7-9	主要合成樹脂的特性、用途一覽表	136

第二篇 聚合型樹脂

第八章 不飽和聚合型樹脂

8-1	碳氫系樹脂	144
8-1-1	聚乙烯	145
8-1-2	乙烯共聚合物	152
8-1-3	聚丙烯	155
8-1-4	乙烯-丙烯橡膠 (Ethylene-propylene rubber , EPR (EP rubber))	159

8-1-5	聚丁烯橡膠 (Poly butene rubber)	161
8-1-6	聚異丁烯 (Poly isobutylene, Vistanex , Op-anol)	162
8-1-7	C ₆ , C ₈ 烯類樹脂 (C ₆ , C ₈ Olefin resins)	164
8-1-8	石油樹脂 (Petroresins)	165
8-1-9	聚苯乙烯樹脂	167
8-1-10	A B S樹脂	176
8-1-11	苯駢呋喃 - 茛樹脂 (Coumarone-indene resin)	179
8-1-12	萘樹脂、二烯樹脂	180

第九章 丙烯酸系樹脂類

9-1	丙烯酸樹脂及丙烯酸橡膠 (聚丙烯酸酯類)	182
9-1-1	丙烯酸酯類的合成	182
9-1-2	丙烯酸酯類的聚合	184
9-1-3	丙烯酸酯橡膠 (壓克力橡膠)	186
9-1-4	反應性丙烯酸酯樹脂 (丙烯酸酯類的共聚合物)	187
9-2	其他丙烯酸酯類樹脂	188
9-2-1	2 - 甲基丙烯酸酯類樹脂 (聚 2 - 甲基丙烯酸甲酯)	188
9-2-2	特殊 2 - 甲基丙烯酸酯類	194
9-2-3	聚丙烯腈 (Poly acrylo-nitrile)	197
9-2-4	Polycyano acrylate (瞬間黏合)	201
9-2-5	聚丙烯醯胺與二丙酮丙醯醯胺	202
9-2-6	聚丙烯酸 - 聚 2 - 甲基丙烯酸及其鹽類	206
9-3	醋酸乙烯酯與乙烯醇類樹脂類	209
9-3-1	醋酸乙烯酯 (聚醋酸乙烯酯)	210
9-3-2	聚乙烯醇	214
9-3-3	聚乙烯縮醛 (Polyvinyl acetals) 系樹脂	219
9-3-4	聚乙烯醚	224

第十章 含鹵系樹脂

- 10-1 氯乙烯樹脂 (聚氯乙烯 PVC 及其聚物) 227
- 10-2 二氟亞乙烯樹脂 (Ethylidene dichloride resins ; Saran) 241
- 10-3 氟碳樹脂 (Fluoro carbon resins) 244

第十一章 含氮乙烯基化合物

- 11-1 聚乙烯基咪唑 (Poly-vinyl-carbazole) 251
- 11-2 聚乙烯基四氫化吡咯酮 (PVP) 252
- 11-3 聚乙烯基吡啶 (Polyvinyl pyridine) 255
- 11-4 聚乙烯基咪唑 256

第十二章 二烯系聚合物 (合成橡膠)

- 12-1 丁二烯合成橡膠 257
- 12-2 氯丁二烯系合成橡膠 (Neoprene C.R. ; Poly-chloroprene) 269
- 12-3 異戊二烯系合成橡膠 272

第十三章 環化合物的聚合

- 13-1 聚氧化亞甲基 (Polyoxymethylene) 、聚縮醛類 (Polyacetals) 276
- 13-2 聚乙醛 (Polyacetaldehyde) 279
- 13-3 聚乙醯 (Polyketenes) 279
- 13-4 丙酮、乙二醛 (Glyoxal) 279

第十四章 開環聚合型樹脂

- 14-1 聚胺類 281
- 14-2 聚甲醛 $\text{HO}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ 283
- 14-3 Polyethylene oxides 與乙二醇 284

14-4	聚氧化丙烯與乙二醇	289
14-5	1-氯2,3環氧丙烷橡膠及三環氧聚合物	292
14-6	Penton樹脂(氯化聚醚樹脂)	293

第十五章 聚乙烯亞胺類

15-1	聚乙烯亞胺($-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}-$) _n	295
15-2	乙烯亞胺的衍生物	296

第十六章 其他開環聚合物

16-1	環狀脂類(環內酯)的聚合	299
16-2	環狀醯胺(Lactam)的聚合	300
16-3	環狀Polysiloxane的開環聚合	301
16-4	環狀硫化物	301
16-5	環狀烷烴開環聚合	302
16-6	環狀脲的開環聚合	302

第三篇 縮合型樹脂

第十七章 附加縮合型樹脂(福麻林型樹脂)

17-1	酚系樹脂	304
17-1-1	酚-福麻林樹脂(酚樹脂)	305
17-1-2	甲酚-福麻林樹脂	312
17-1-3	變性酚樹脂	313
17-1-4	酚-呋喃甲醛樹脂	319
17-1-5	苯二酚樹脂	320
17-2	胺基樹脂類	320
17-2-1	脲樹脂與變性胺樹脂	321
17-2-2	三聚氰胺	330
17-2-3	胍甲醛樹脂	335
17-2-4	苯胺樹脂(Aniline resin)	337

17-2-5	磺醯胺樹脂 (Sulfonamide resin)	338
17-3	芳香族烴系樹脂	340
17-3-1	二甲苯樹脂	340
17-3-2	甲苯樹脂 (Toluene resin)	342
17-3-3	烷基苯樹脂 (Alkyl benzene)	343
17-4	酮類樹脂	343

第十八章 聚縮合型樹脂

18-1	聚酯類型樹脂 (Polyesters resins)	346
18-1-1	飽和酸醇樹脂 (Saturated alkyd resins)	348
18-1-2	不飽和聚酯樹脂 (接觸壓樹脂)	366
18-1-3	丙烯酯類樹脂 (Allyl ester resin)	372
18-1-4	Polycarbonate	376
18-1-5	聚磷酸酯類及聚磺酸酯類	378
18-1-6	聚磺酸鹽類與聚磺	379
18-2	聚醯胺型樹脂	380
18-2-1	尼龍 6 (Amylan cellulose) (Poly capr- amide)	382
18-2-2	尼龍 6-6	386
18-2-3	變性尼龍與尼龍 - 6-10	391
18-2-4	同聚合尼龍同族體	394
18-2-5	非結晶性尼龍 (透明尼龍)	409
18-2-6	芳香族尼龍纖維	401
18-2-7	含氮環聚醯胺及聚醯亞胺	402
18-2-8	聚合脂肪酸 Polyamide (Versamid)	405
18-2-9	聚胺基酸 (胺基酸樹脂)	407
18-3	矽樹脂	408
18-3-1	矽氧樹脂	409
18-3-2	反應性矽氧樹脂	412
18-3-3	矽氧油 (矽酮油, Silicone oil)	416

18-3-4	烷基矽氧橡膠 (矽酮橡膠 Silicone rubber) …	416
18-3-5	烷基矽氧樹脂 (清漆) …	417
18-3-6	反應性烷基矽氧單體 (處理劑、潑水劑、整泡劑、離模劑) …	419
18-4	呋喃樹脂 …	422
18-5	多硫化系橡膠 (Thiokol) GRP …	424

第十九章 聚附加型樹脂

19-1	聚胺甲酸酯類樹脂 …	431
19-1-1	聚胺甲酸酯類樹脂概說 …	431
19-1-2	線狀聚胺基甲酯 (纖維) (熱可塑性胺基甲酸酯) …	439
19-1-3	聚胺基甲酸乙酯·橡膠 …	442
19-1-4	胺基甲酸酯泡膠 (發泡體, Urethane foam) …	444
19-1-5	胺基甲酸乙酯黏合劑 …	447
19-1-6	聚胺基甲酸酯類塗料 …	451
19-1-7	脛基物處理用及合成皮革用聚胺基甲酸酯類 …	457
19-2	聚脲樹脂 (Polyurea) …	458
19-3	環烷氧樹脂 (Epon, Epikot, Araldite) …	462
19-3-1	環烷氧樹脂概說 …	462
19-3-2	Glycidyl 系epoxide …	464
19-3-3	環烷氧化物的硬化反應與硬化劑 …	473
19-3-4	Bisphenol 型epoxy 樹脂 …	479
19-3-5	非Glycidyl epoxide (過醋酸系) …	482
19-3-6	反應性低黏度環烷氧化物及其稀釋劑 …	485

第二十章 氧化聚合型樹脂

20-1	Phenoxy 型樹脂及 Poly-phenylene oxide …	488
20-2	聚芳香族碳化氫 …	490

第二十一章 離子及電子交換樹脂

21-1	離子交換樹脂	493
21-2	巨分子電解質	503
21-3	電子交換性樹脂 (氧化還原性樹脂)	504

第四篇 半合成巨分子化合物

第二十二章 纖維素系樹脂 (纖維素衍生物)

22-1	酯化纖維素	510
22-1-1	硝酸纖維素酯 (硝化纖維素) 及賽璐珞	510
22-1-2	醋酸纖維素酯 (Acetyl Cellulose)	514
22-1-3	酪酸 - 醋酸纖維素酯 (Cellulose acetate - butyrate)	517
22-2	醚類纖維素 (Ether cellulose)	517
22-2-1	甲基纖維素 (Methyl cellulose) (metho-cell)	517
22-2-2	乙基纖維素 (Ethyl cellulose) (etho-cell)	519
22-2-3	苯甲基纖維素 (Benzyl cellulose)	520
22-2-4	Carboxy-methyl-cellulose (C.M.C.)	521
22-2-5	羥基乙基纖維素 (Hydroxy-ethyl cellulose) (H.E.C.) (Cellulose glycolate)	522
22-2-6	氰 (代) 乙基纖維素及丙醯胺基纖維素	523

第二十三章 天然橡膠系樹脂

23-1	天然加硫橡膠	525
23-2	硬化橡膠 (硬橡膠, 硬橡皮 ebonite)	527
23-3	氯化橡膠	528
23-4	鹽酸橡膠	529
23-5	環化橡膠 (異性化橡膠、硫酸橡膠)	529
23-6	其他橡膠衍生物	530

第二十四章 蛋白質系樹脂

24-1	酪素、塑膠 (Lactolloid)	533
24-2	大豆酪素可塑物 (Soya bean casein plastics)	534
24-3	酪素纖維及膠着劑	534

第二十五章 天然樹脂系變性物

25-1	酯類橡膠 (ester rubber)	536
25-2	硬化松香 (Hardend rosin)	538

第五篇 塑膠的成形加工法

第二十六章 塑膠的成形物

26-1	壓縮成形	542
26-1-1	預備成形	543
26-1-2	除氣成形	543
26-1-3	成形條件	543
26-1-4	成形材料的預熱	543
26-1-5	熱可塑性樹脂的壓縮成形	544
26-2	移轉模壓 (Transfer molding)	544
26-2-1	移轉模壓的利弊	545
26-2-2	移轉模壓的成形法	546
26-3	層合成形 (Laminating)	547
26-3-1	高壓層合法	548
26-3-2	低壓層合法	549
26-4	射出成形	551
26-4-1	射出成形概說	551
26-4-2	流動成形	556
26-4-3	熱硬化樹脂的射出成形	557

26-4-4	成形機及成形法	558
26-4-5	使用材料	558
26-4-6	射出成形品的性能	559
26-5	擠壓成形(附充氣成形與層合成形)	559
26-5-1	擠壓成形概說	559
26-5-2	利用擠壓機製造薄膜法	563
26-6	吹氣成形(Blow molding)	566
26-7	壓延加工(Calendering)	569
26-8	熱成形(Thermo-forming)	570
26-9	鑄製(Casting)	573
26-10	熔附模型與浸漬模製	574
26-11	流動床塗佈	576
26-12	塑膠熔接	579
26-13	塑膠的電鍍	581

第六篇 塑膠的應用

第二十七章 用作機械材料的塑膠

27-1	概說	588
27-2	金屬與塑膠的機械性能的比較	589
27-3	把強度增加後使用之	592
27-4	由於溫度的強度降低及其加強	593
27-5	利用塑膠的優良耐磨耗性及潤滑性	598
27-6	各種用途	594

第二十八章 強化塑膠

28-1	概說	597
28-2	強化材料	598
28-3	強化塑膠用合成樹脂	604
28-4	FRP及FR T的性質	606

第二十九章 用作建築材料的塑膠

29-1	概 說	615
29-2	塑膠用作建築材料的經緯	615
29-3	用作建築材料時塑膠的特長和缺點	616
29-4	塑膠建築材料的用途	619
29-4-1	屋頂材料	619
29-4-2	天溝(流水槽)	620
29-4-3	外 壁	620
29-4-4	內 壁	620
29-4-5	天花板	621
29-4-6	地板材料	621
29-4-7	窗 框	622
29-4-8	窗玻璃	623
29-4-9	建築副材料	623
29-4-10	設備材料	624
29-4-11	其他用途	624

第三十章 發泡塑膠

30-1	概 說	628
30-2	製 法	628
30-3	塑膠發泡體(Plastic foams)的性質和用途	633
30-4	主要發泡塑膠的種類與用途實例	635

第三十一章 用作黏合劑的塑膠

31-1	概 說	641
31-2	黏合劑的分類	642
31-2-1	從性能的分類	642
31-2-2	從作用機構的分類	643
31-3	黏合劑的作用方式及其選擇	644

31-3-1	黏合劑的作用方式	644
31-3-2	溶解參數 (Solubility parameter)	645
31-3-3	結晶性聚合物與黏合性	647
31-4	塑膠黏合的經驗原則	650
31-5	金屬無機物的黏合	654
31-6	纖維素系材料的黏合	658
31-7	黏合劑選擇的總結	659
31-8	新機構的黏合劑	661
31-8-1	吸油性黏合劑	661
31-8-2	熱熔黏合劑	662
31-8-3	超低溫、超高溫黏合劑	664

第三十二章 用作包裝材料的塑膠

32-1	概 說	667
32-2	柔軟包裝 (FP)	667
32-2-1	透濕性的降低	668
32-2-2	透氣性的降低	669
32-2-3	耐熱性的改進	671
32-2-4	臭味的問題	672
32-2-5	衛生上的問題	672
32-3	吹模製瓶	672
32-3-1	容器的強度	673
32-3-2	障壁性的改善	673
32-3-3	添加物溶出的問題	675
32-4	塑膠包裝的應用現狀	675
32-4-1	概 說	675
32-4-2	吹氣成形品	676
32-4-3	薄片成形品	677
32-4-4	薄膜、層合薄膜	679
32-5	塑膠箱筐 (Plastic crates)	681