

科技用書

塑 膠 工 藝

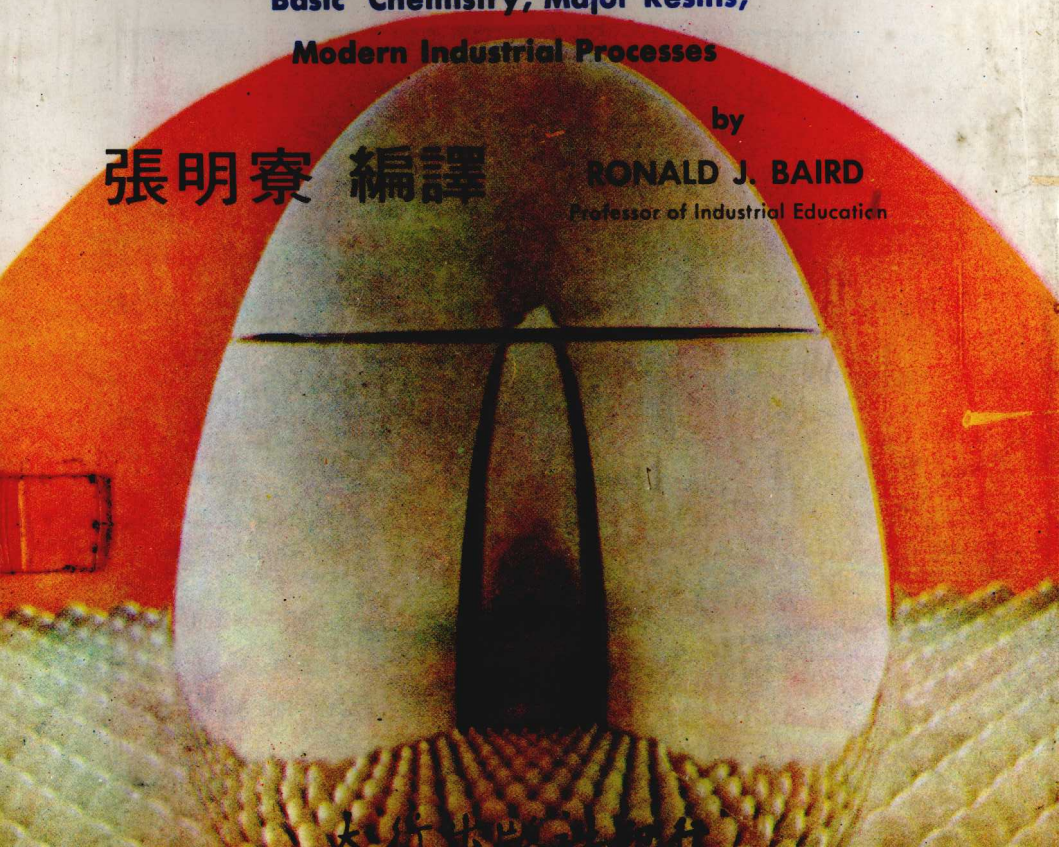
INDUSTRIAL PLASTICS

Basic Chemistry, Major Resins,
Modern Industrial Processes

by

張明寮 編譯

RONALD J. BAIRD
Professor of Industrial Education



摘 要

塑膠 (Plastic) 一詞，本是一綜合性之專有名詞，應用至今已成爲一普通名詞，這應歸功於塑膠工業蓬勃之發展，科技之日新月異。本文之研究針對於塑膠材料加工技法應用於中學工藝教學，再就課程之編排，教師之教學基本能力及教學行爲目標，成果評量，作有系統之研究分析，使技法教法，教材課程，教師教學，學生學習之間聯成一體。透過塑膠工藝教學之活動，介紹最新科技文明，使學生由做中學 (Learning-by-doing) 而體會技巧之變化，利用塑膠之可塑性 (Plasticity)，啓發學生創造性思考之潛能，達到手腦並用之理想。

本文由塑膠之涵義、成分、基本性質起，再進而對每一種常用塑膠材料之性質，用途作詳細的探討，以此做基礎來研究塑膠之成形加工。筆者認爲成形加工在塑膠工藝中佔有相當大之地位，因此，特就工業上之成形加工討論起，再論及到學校塑膠工藝工場之工作方法，兩兩互相比較，研究其優劣，檢討其缺點，使學生易於了解，如此引發其學習性向，啓迪其思維。

其次，本文在討論塑膠工藝之手工加工時，爲了增進塑膠工藝教學之效益，在製品之製作方面，儘可能的應用現有工藝工場之最簡單工具，以使材料發揮最大之邊際 (Margin) 效用。在成品設計方面，其一儘可能配合日常生活之用品，使學生由製品中體會成就感，更能激發其學習興趣，其二注重個自的設計和造形，以實用爲骨幹，經濟爲原則，配合學校之設備，俾收事半功倍之效。最重要的是使工藝教學迎向社會，進入家庭。

最後，筆者就技法研究之內容，配合中學工藝教學目標，及多年從事行業訓練教學之經驗，設計出一套塑膠工藝教學之課程及塑

膠工藝單元工場之佈置範例。基於此，作教師於教授塑膠工藝時基本能力及教學行為目標，成果評量之分析，使工藝教學更具體，客觀及科學化。

目 錄

第一章 緒 論

1-1 緒 言	1
1-2 研究的動機與目的	1
1-3 研究的範圍與方法	6
1-4 專有名詞之銓釋	7
參考資料	8

第二章 工藝教學上與工業上對塑膠涵義之剖析

2-1 工業上對塑膠意義之分析	11
2-2 工藝教學上對塑膠意義之認可	12
2-3 工藝教學上及工業上，商業上塑膠之分類	12
2-4 塑膠發展史之探討	18
2-5 工藝教學上塑膠工藝工廠對塑膠基本性質之研究	28
2-6 塑膠之成分及常用於工藝教學塑膠工藝工場內成品之 形狀	60
參考資料	64

第三章 工藝教學上常用塑膠原料之分析及應用

3-1 熱可塑性塑膠	67
3-2 熱硬化性塑膠	121
參考資料	141

第四章 工藝教學上及工業上塑膠成形加工方法 及技法之比較

4-1	成形方法	144
4-2	模塑成形加工 (Molding process)	144
4-2-1	射出成型	145
4-2-1-1	工業上塑膠射出成形加工方法及技法	145
4-2-1-2	工藝教學塑膠工藝工廠內塑膠射出成形加工 方法, 技法及簡單模子之製作	167
4-2-2	擠壓成形	181
4-2-2-1	工業上塑膠擠壓成形加工方法及技法	185
4-2-2-2	工藝教學塑膠工藝工場內擠壓成形加工方法 , 技法及簡單模子之製作	196
4-2-2-3	常用於工藝教學上及工業上之擠壓成形移送 系統	203
4-2-3	吹氣模塑成形	204
4-2-3-1	工業上塑膠吹氣成形加工方法及技法	207
4-2-3-2	工藝教學塑膠工藝工場內吹氣成形加工方法 , 技法及簡單模子之製作	217
4-2-3-3	工藝教學上吹氣模塑過程	220
4-2-4	壓出與轉移模塑成形	224
4-2-4-1	工業上塑膠壓出成形及轉移模塑成形加工方 法及技法	224
4-2-4-2	工藝教學上塑膠壓出成形及轉移成形加工方 法、技法及簡單模子之製作	233
4-2-5	輾延成形	253
4-2-6	積層成形	257
4-2-6-1	工業上塑膠積層成形加工方法及技法	259

4-2-6-2	工藝教學上塑膠積層成形加工方法及技法	261
4-2-6-3	適用於工藝教學上及工業上之高壓夾板積層	268
4-2-7	粉末模塑與塗層	269
4-2-7-1	工業上塑膠粉末模塑加工方法與技法	270
4-2-7-2	工藝教學上塑膠粉末模塑加工方法、技法及 簡單模子之製作	275
4-2-7-3	適合於工藝教學及工業生產之靜模塑加工（ 註十八）	281
4-2-7-4	工業上塑膠液化床塗層加工方法及技法	282
4-2-7-5	工藝教學塑膠工藝工場內之液化塗層加工方 法及技術	284
4-3	澆鑄成形加工（ Casting Process ）	287
4-3-1	工業上塑膠澆鑄成形加工方法及技法	289
4-3-2	工藝教學塑膠澆鑄成形加工方法及技法	295
4-4	塑溶膠模塑成形（ Plastisol Molding ）	298
4-4-1	工業上塑溶膠模塑成形加工方法及技法	301
4-4-2	工藝教學塑膠工藝工場之塑溶膠模塑加工方法 及技法	306
4-5	熱成形（ Thermo forming ）	314
4-5-1	工業上塑膠熱成形加工方法及技法	316
4-5-2	工藝教學上塑膠熱成形加工方法及技法	329
4-6	補強模塑（ Rein forced molding ）	349
4-6-1	工業上補強模塑之方法及技法	350
4-6-2	工藝教學上塑膠工藝工場之補強模塑方法及技 法	361
4-7	發泡模塑（ Plastic Foam Molding ）	367
4-7-1	工業上塑膠發泡模塑加工方法及技法	368

4 目 錄

4-7-2	工藝教學上塑膠泡綿模塑加工方法及技法	380
-------	--------------------	-----

參考資料	384
------	-----

第五章 工藝教學塑膠工藝工場及工業上常用 模子之研究

5-1	壓出成形模	387
5-1-1	模塑過程	387
5-1-2	依溢出物之狀況壓出成形模之分類	389
5-1-3	寬邊柱塞	396
5-1-4	定義名詞	397
5-1-5	模窩塊	400
5-1-6	依模子開啓動力不同壓出成型模之分類	401
5-1-7	模窩數之分類	402
5-1-8	裂隙模	406
5-1-9	手裝置楔形	407
5-1-10	加熱壓出成形模	408
5-1-11	壓出成形模模塑料之裝填	411
5-1-12	影響壓出模塑之因素	411
5-1-13	模塑品表面常有之缺點，引起原因及補救方法	412
5-1-14	冷模塑塑膠	418
5-1-15	壓出成形機	418
5-2	轉移模塑模子	423
5-2-1	轉移模之種類	424
5-3	射出模塑模子	448
5-3-1	原理	448
5-3-2	射出模塑機械	450
5-3-3	預製或標準模座或模組	452
5-3-4	三片板式模	455

5-3-5	熱澆道模	458
5-3-6	滑 塊	463
5-3-7	射出成形物品表面常有之缺點，可能原因及補救方法	465
5-4	模子組件	480
5-4-1	模窩及柱塞之裝置	480
5-4-2	袋 部	481
5-4-3	固定梢子，柱塞等等之方法	482
5-4-4	一般頂出系統	484
5-4-5	側邊作用	491
5-4-6	角 梢	492
5-4-7	凸輪塊	494
5-4-8	剝板頂出	494
5-4-9	典型溶柱口襯套及固定圈	495
5-4-10	圈及棒頂出	497
5-4-11	上及下頂出組合	497
5-4-12	插入物	498
5-4-13	模心及模心梢	505
5-4-14	頂出及退回梢	505
5-4-15	標準配件	506
5-5	模子之加熱與冷却	506
5-5-1	平板之流道	508
5-5-2	深或長柱塞	510
5-5-3	蒸汽流道之外徑	510
5-5-4	射出成形模子冷却	511
5-5-5	流道樣板	511
5-5-6	使用於深模窩上之流程樣板	511

6 目 錄

5-5-7	檔 板	512
5-5-8	“O”型圈之應用	513
5-5-9	圓形模窩 訣	515
5-5-10	扁平模心及窄形模窩	515
5-5-11	柱塞之流道	515
5-5-12	噴水式冷却	515
5-5-13	層次冷却	518
5-5-14	轉向塞子	518
5-6	橫澆道與柵門	522
5-6-1	橫澆道之大小及形狀	523
5-6-2	柵 門	526
5-6-3	單一模窩模子	527
5-6-4	單一模窩模子內之多橫澆道	528
5-6-5	多模窩模子	528
5-6-6	常溫嵌條豎坑及溶注口拔取器	530
5-6-7	柵門種類	532
5-6-8	通 氣	539
5-7	模窩之加工	539
5-7-1	設 備	539
5-7-2	複製機械	540
5-7-3	型 擠	543
5-7-4	鈹銅合金之壓力鑄造	545
5-7-5	鉛鋅合金所製之模窩	547
5-7-6	環氧塑膠所製之模窩	547
5-7-7	放電加工	547
5-8	模座之準備	550
5-8-1	模座之製造	550

參考資料	565
------	-----

第六章 工藝教學塑膠工藝工場之加工方法及技法

6-1. 劃線與轉移樣板	566
6-1-1 工 具	566
6-1-2 劃線及轉移樣板	566
6-2 裁剪及鋸切	568
6-2-1 工 具	568
6-2-2 手工具鋸切	570
6-2-3 動力工具鋸切	571
6-3 修飾塑膠邊緣	574
6-3-1 工 具	575
6-3-2 步 驟	575
6-4 鉗 孔	577
6-5 車 削	582
6-6 攻螺紋	584
6-7 發泡塑膠之切割	585
6-8 扣 接	587
6-8-1 工 具	588
6-8-2 用機械方法扣接	594
6-8-3 膠接塑膠管	601
6-8-4 焊接塑膠	604
6-8-5 熱樁法	620
6-8-6 熱封法	621
6-9 修飾及精光	630
6-9-1 表面修飾	631
6-9-2 真空金屬化	632

8 目 錄

6-9-3	電鍍塑膠	635
6-9-4	熱打印法	636
6-9-5	絹 印	646
6-9-6	模置修飾	650
6-9-7	上 漆	651
6-9-8	雕刻塑膠	654
6-10	成 形	654
6-10-1	成形壓克力	656
6-10-2	彫刻壓克力	662
6-10-3	染色壓克力	666
6-10-4	玻璃纖維之成形	667
	參考資料	680

第七章 工藝教學塑膠工藝課程之編排及塑膠工藝單元工場佈置之建議及範例

7-1	中等學校工藝教育之目標	682
7-2	工藝教學塑膠工藝課程之編排設計	684
7-2-1	課程內容編排	685
7-2-2	時間之調配建議	697
7-3	工藝教學塑膠工藝工場所需之設備及工具	698
7-3-1	塑膠工藝工場所需之設備	698
7-3-2	塑膠工藝工場所需之工具	700
7-4	工藝教學塑膠工藝單元工場佈置計劃之建議及範例	702
7-4-1	佈置計劃塑膠工藝單元工場注意事項之建議	703
7-4-2	塑膠工藝單元工場佈置計劃建議之範例	707
7-4-3	綜合工場塑膠工藝教學設備及工具佈置計劃之建議	709

參考資料	709
------	-----

第八章 工藝教學塑膠工藝教師教學基本能力及 塑膠工藝教學行為目標

8-1 前 言	712
8-2 能力本位教育	712
8-3 工藝教學塑膠工藝教師教學基本能力之分析	713
8-4 塑膠工藝教學行為目標及評量標準之建議	725
8-4-1 行為目標	726
8-4-2 行為目標產生之背景與重要性	728
8-4-3 塑膠工藝教學行為目標及評量標準之建議	729
參考資料	736

第九章 結 論

9-1 結 論	739
9-2 建 議	741
參考資料	742
參考書籍	743

第一章 緒 論

1-1 緒 言

工業之進展日新月異，而塑膠之演進更是一日千里。自 1831 年、有第一種塑膠—— 苯乙烯記載開始（註一），至 1868 年第一種塑膠發展成功止（註二）（註三），其間只短短的間隔 37 年，而已突破種種技術上之限制而正式生產商業上應用之賽璐珞。而今，各種塑膠製品充斥市面，往昔之木製，金屬品，均由塑膠製品所取代，吾人取其輕便，強韌、經濟等等優點。而近年來之玻璃纖維補強塑膠（F. R. P）應用於裝飾品，桌椅、及船壳等，更是塑膠發展之高峯。

塑膠科技之發展何其迅速，塑膠之內含又何其深奧，其應用於工藝方面又何其廣泛。工藝與工業上之技術應是互相交替的，學校之工藝工場其實乃為工業技術之培養，磨練、試驗、研討的場所。中等學校之學生進入工藝工場，這是其接觸工業化技術的第一步，由此培養其職業道德，讓其認識工廠組織，接觸工業（註四），由最簡單的操作學起，應用基本工具，啓發其創作思維。因此，吾人欲研究塑膠工業的種種，首應自中等學校的綜合工場塑膠工藝起始。

1-2 研究的動機與目的

塑膠在工業界蓬勃發展，進而影響到許多工藝製品引進塑膠做

2 第一章 緒 論

爲材料，吾人可自工藝品界之展示中窺見一斑，然學校綜合工場，以塑膠做爲材料來製作工藝品者乃未見廣泛，分析其原因不外乎：

1) 工藝教師自己對塑膠材料之陌生，連帶的也影響到對其各種性質、價格，加工方式不加以研究，以致遲遲不應用塑膠材料，認爲塑膠者乃工業材料，非學校工藝工場所應用者。

教育家孫邦正說：「教育理想的實現，教育方針的貫徹，有賴於健全的教育人員。教育事業的成敗，每視教育人員健全與否爲轉移。」（註五）爲師者無法對某項技藝熟練，當然無法傳授該技藝所含之內容。既使有健全的工廠組織，優良之工廠設備，而沒有技術超群之技術人員，也無法生產出精密，品質良好之產品，而教師者有如技術人員也。

根據師範學院工教系陳階陞教授所著「台灣省國民中學工藝師資需求問題研究」中指出。全省國民中學 530 所中，有 112 所國中（佔全部 21.3%）未能聘有登記合格之工藝教師（註六），也就是說這 112 所國中之工藝教學由尚未取得合格之工藝教師兼代。如此，教師本身對工藝技術未能十分熟悉之下，我們又如何寄望其負起完全之工藝教學工作，更遑論使其顧及塑膠新材料之認識如何了。

2) 傳統觀念根深蒂固，認爲工藝者，乃金工、木工等等敲敲打打的手工活動，（註七）一切教學均停留在傳統式的教學，而疏於灌輸創新而且多變化的教材與教法上。

3) 學校當局的不甚重視，而偏於升學爲重之教學，忽略學習工藝技能與日常生活是息息相關的。因而使一切正常的工藝教學轉爲升學之輔導，基於升學主義之壓迫下，將工藝課程改上其他課程，而使工藝課無法擡頭，對現有之設備都無法充分使用，研究新材料之加工方法，也就成爲困難的事了。

根據師院工教系陳階陞教授所著「高中工藝課程模式之研究」

指出（註八），我國過去有很多校長輕視工藝教學，阻得了工藝教育的推展，雖然近年來之觀念有所改變，然無可否認的，這種情形的校長仍然不在少數，根據陳教授對全省工藝輔導教師作調查之結果。其中

問 題	答 案	答數	百分比
1 學校對工藝課之態度	①重視	10	36.7
	②有輕視現象	12	36.7
	③其他	8	26.7
2 學校會否把工藝課挪去做其他教學活動？（即調去上其他課）	①會	3	10.0
	②偶而	9	30.0
	③不會	8	60.0
	④其他	0	0

上表資料顯示，有 12 個學校會將工藝課挪去上其他課，有 12 個學校對工藝課有不重視現象。如此也顯示許多學校忽略正常的工藝教學。

4) 學校當局之觀念無法配合，認為塑膠製品，乃由昂貴機械設備製成，如射出成型機，而利用手工者，又多用壓克力製品，一般人都認為壓克力板不經濟，其實一個學生所需材料有限，教師可在有限的材料中加以富情趣的加工變化，引起學生學習興趣，將課程帶入日常生活中，使製品介入實用。

5) 工業技術之發展，使得工藝課變成組合半成品之課程，一些兼職的工藝教師，均利用市面上之工藝套件，上課時照圖組合，根本用不着教師插手，教師也樂得清閒，事實上工藝套件之組合與

4 第一章 緒 論

解說乃需教師利用專門之工業與工藝技術加以分析傳授，好使學生知其所以然，並非讓學生自行製作，如此則失去工藝套件製作之基本意義。

6) 學校之工藝設備無法配合，依師範學院工教系陳階陞教授所著「台灣省國民中學工藝教學設備現況及規畫之研究」指出（註九），全省國中工場總共 540 間，其中以綜合工場為最多，共 451 間，佔 83.5%，單元工場以木工工場為最多，共 54 間，佔 10%，其次是電工場，金工場，引擎工場，等等。而其中之設備，工具以木工、金工、電工，小引擎為主，鑑於中學工藝教育旨在工業文化的陶冶和適應，所以教學著重時代工業技術之廣泛介紹，而非單位行業之技能訓練。故不應偏向於某些技術之傳授，而應廣泛的傳授各種工業技術。如印刷、皮革、電鍍、塑膠，……等，均得一一具全。然今日中等學校之工藝工場，能具有上述基本工——木工、金工、電工、小引擎，已相當少，有的甚至連工場都沒有。根據調查，不缺的有 265 校，佔全省國中之 52.3%，缺一間有 192 校（佔 37.9%），缺二間有 40 校，佔 7.9%，缺三間以上有 10 校（佔 2%），尤其是偏遠或山地地區之國中更形嚴重。

有的學校即使有工場，也是一個空架子，機械設備均封存，不使用，怕危險，非使用損壞，而是不使用生銹損壞，其封存以備每年之工藝工場之評鑑、視察。一旦使用，則會有故障，教師又無法修理，學校發包修整又無法配合進度。有的學校以其設備保存最完整，最新而慶幸，其實這是不應該的一種現象。

7) 教師具備基本教學能力問題，工藝教師無法動手，甚至無法操作機械設備比比皆是，然又不樂於進修，即使有機會進修，又因種種因素而拖延，均不願費心再去學習。對現有之設備都無法熟練操作，更別談購買新穎之設備以利教學，如此惡性循環，工藝教師只求安於現狀，學校只求不出事，升學率高，學生只求上好學校

、工藝焉能擡頭，新材料又如何能打進工藝工場呢。

基於上述之原因，我們實在有必要在綜合工場中推廣設備少，工具簡便、材料又經濟、又能啓迪學生創作之思考，使生活與教育融為一體之塑膠工藝，此為本文研究之動機之一。化學本身實是一玄奧之科學，而塑膠者乃為合成樹脂，為一高分子的組成體，其性質的變化，差異均與其分子結構有關，故化學與塑膠息息相關，如何破除教師與學生對塑膠之陌生感，使其熟悉塑膠如同熟悉日常事務般，此為動機之二。教師，學校及學生均認為塑膠材料為昂貴、不經濟、究其原因何在，同時又如何破除其傳統的舊觀念，工藝課只是動動手之金工、木工而已，又如何引進塑膠作為工藝教學之材料，此為動機之三。塑膠誠為一新材料，而教師對其加工方式，步驟均無法了解、熟練，如何使其對塑膠工藝之技法熟悉，引出興趣樂於接受，當為本文之主要課題。

基於上述，本文研究之目的可臚列如下5點：

1) 可使學生熟悉塑膠，進而了解到一些化學之相關知識。因為塑膠為合成樹脂，其實與化學是分不開的。

2) 利用最少之設備、材料、工具，經費達到授課之目的，啓發學生設計之思維，以達手腦並用之教學目標。

3) 使教師、學校、學生彼此之間接受新的觀念，培養其正確的工藝教學觀念，工藝之教學應該是富情趣的，應是與生活脫不了關係的，並非技術單獨的傳授，而是鑑賞、技術、啓發思維之交替培養。

4) 分析塑膠工藝品之結構，加工步驟之分析，簡單、明瞭、易於接受，課程之安排避免枯燥、呆板、製品之設計，造形應富變化而不複雜，顏色之配當應活潑而不衝突，結構應合理而不違背常理，以培養學生基本力學觀念，同時充分利用塑膠之可塑性，以培養學生創造性之思考。