



玻璃纖維和冷凝膠

GRP PROJECTS

趙漢南編著・萬里書店出版

玻璃纖維和冷凝膠

趙漢南編著



香港萬里書店出版

玻璃纖維和冷凝膠

趙漢南編著

出版者：萬里書店有限公司

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：海聲印刷廠

柴灣新安街四號15樓B座

定價：港幣八元

版權所有 * 不准翻印

(1974年1月初版·1981年11月重印本)

出版要旨

- 這套叢書以「小本百藝」為名。顧名思義，它所接觸的題材範圍非常廣泛。特點是本子不大，方便攜帶收藏。每書一個專題，簡明扼要地討論有關產品的製作。製法以簡易為原則，用材着重新而易買，適合小本經營者作參考。
- 隨着新材料和新設備的開發，傳統的日用製品有了新的製造工藝。舊的製造方法和用材，已經無法追上時代。這套叢書的出版，試圖從新的角度出發，對選料、設計、設備和製造方法，盡可能地作詳細的討論。一些專門名詞和用料，盡量加註英文，以滿足各地讀者之需。
- 這套叢書所介紹的製品，設備方面一般不求太具規模，以適應小工業生產者的條件。惟工業投資可大可小。「大」從「小」來，「小」亦可變「大」。這套叢書的編輯主旨是從「小」處着眼，從「大」處着想，因此書內間亦有介紹較具規模的生產方法。
- 這套叢書的出版，有賴技術界先進及廣大讀者的支持；故此希望讀者們多給意見，技術界朋友多支持幫助。

目次

出版要旨

1. 材料的認識

樹脂·····	4
樹脂與觸媒的貯存·····	7
促進劑和硬化劑·····	8
常溫硬化與加熱硬化·····	9
填充劑·····	11
玻璃纖維材料·····	13

2. 玻璃纖維塑料的模造方法

接觸模造法·····	21
噴附法·····	23
相對模造法·····	24
壓力袋模造法·····	26
有空袋模造法·····	27
連續疊層法·····	28
撓性柱塞模造法·····	29
移送模造法·····	31
壓縮模造法·····	33
纏繞法·····	33

3. 各種成型模具	
木模	34
石膏模	37
「增強」模	38
玻璃纖維疊層模	42
金屬模	44
4. 玻璃纖維平板的製作	
模子製造	52
模造平型件	58
工作場所與安全	66
5. 疊層塑料模的製造	
6. 淺圓盤製品	
製出淺圓盤模	74
模型面的處理	80
備好材料	82
樹脂的混和	84
淺圓盤疊層件的製作程序	85
7. 圓錐型製品	
8. 各種盤型製品	
9. 盛杯盤的製作	
杯模的製作	107
10. 深矩形裝品	
11. 深圓筒型製品	
深圓筒的製作程序	123
12. 半圓形製品	
半圓燈罩的製作	127
半圓底花盆的製作	129

13. 複形造模法

14. 疊層椅的製作

15. 冷凝樹脂的應用

封嵌標本和飾物.....	150
無色樹脂及淡黃色樹脂.....	150
預混促進劑樹脂和純樹脂.....	151
樹脂的混色.....	152
澆鑄模子.....	152
現成器皿做模子.....	153
自製模子.....	153
鎮紙的澆鑄.....	155
生物標本的封嵌.....	158
電子綫路的封嵌.....	159
其他物件的澆鑄.....	159
研磨拋光.....	160

16. 樹脂疊層的修補

1. 材料的認識

樹脂單獨使用，可澆鑄冷凝製件（或稱水晶膠），但欠缺強度；當玻璃纖維材料成為兩者的複合材料之後，就異常強固，所以又稱為「玻璃纖維增強塑料」（Glass fibre reinforced plastics，簡稱GFRP 或GRP）。樹脂（塑料）與玻璃纖維的互相作用，好比建築物的混凝土與鋼筋相似。可塑性與強度是這複合材料的兩大優點。用途的廣泛幾可超越目前的一切傳統材料，本書以下的製作只不過是極微小的部分。玻璃纖維塑料現時已廣泛應用於船隻、車身、屋面浪板（見圖1—1）、管件（見圖1—2）、化學容器及房屋方面。

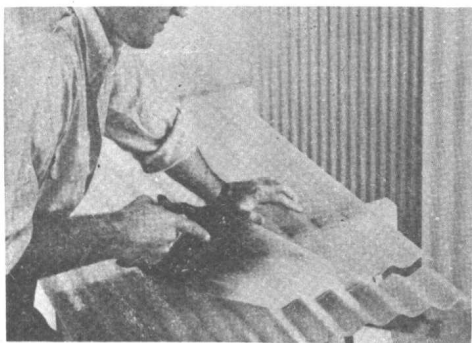


圖1-1

其他物品如梯子（見圖1—3）、釣魚桿（見圖1—4）、槍管——內有鋼襯管（見圖1—5）……等，不勝枚舉。

圖1-2

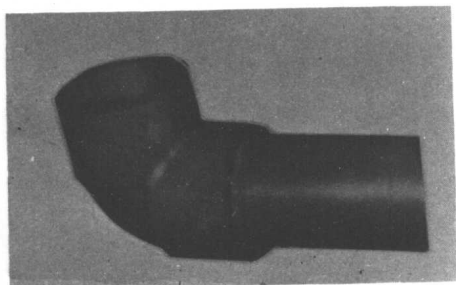


圖1-3

圖1-4

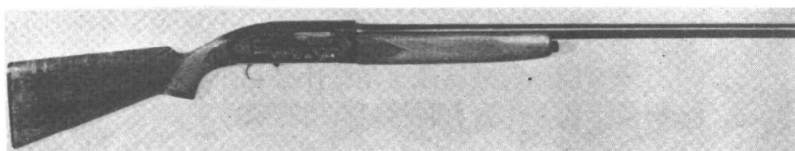


圖1-5

單獨使用樹脂，可作飾物、各種物件的包封、表面被覆、鈕扣。水管密封、螺帽緊定。特別的樹脂灰漿還可黏合混凝土支柱與樑……。

樹脂未硬化時是液體狀態，具有高黏度與流動性；玻璃纖維織物是固體，強度極高；兩者結合時（見圖1—6），樹脂經飽和滲透，圍繞着每一細絲。當樹脂硬化後，就顯出很大的強度。疊層硬化時的機械性能和化學性能，受到樹脂與玻璃比的影響。一般來說：玻璃含量高的疊層，強度亦高（見圖1—7）；但樹脂含量高的疊層，則有較優的化學性能，防水性與耐

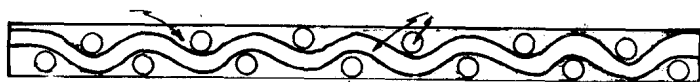


圖1-6

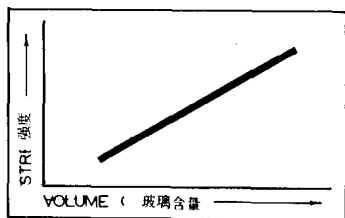


圖1-7

風化能力亦愈大。

究竟樹脂與玻璃纖維是些什麼東西？在接觸本書的製作之前，先對有關材料有所認識：

樹脂

樹脂是石油提煉廠的副產品，圖1—8與圖1—9是樹脂的部分生產設備。可與玻璃纖維材料合用的樹脂有多種：

聚酯樹脂 (Polyester resins) 油脂族聚酯樹脂較為柔軟，芳香族衍生物則硬而脆並缺韌力。這種樹脂價格較廉，易於低溫（或常溫）模造，具有良好的機械、化學及電氣性能。聚酯樹脂亦有多種，它的性能可藉交聯作用、結晶作用、塑化劑或填充劑的加入而獲得改變。是用途最為普遍的一種冷凝樹脂。

環氧樹脂 (Epoxy resins) 具有高機械強度、高

疲勞強度與及優異的體積穩定性、耐腐蝕，夾層間黏結力特大，吸水量極低，電氣性能良好。

矽樹脂 (Silicone resins) 在目前的增強塑料中，電氣性能最高；對熱最為安定，長期暴露於 500 至到 1000° F 的溫度下，仍可保持原有強度與電氣特性。適用於熱空氣管、電氣絕緣；與石棉及高矽玻璃夾層，具有極高的耐溫及隔熱性，可用以製作火箭噴嘴和飛彈推進器殼。

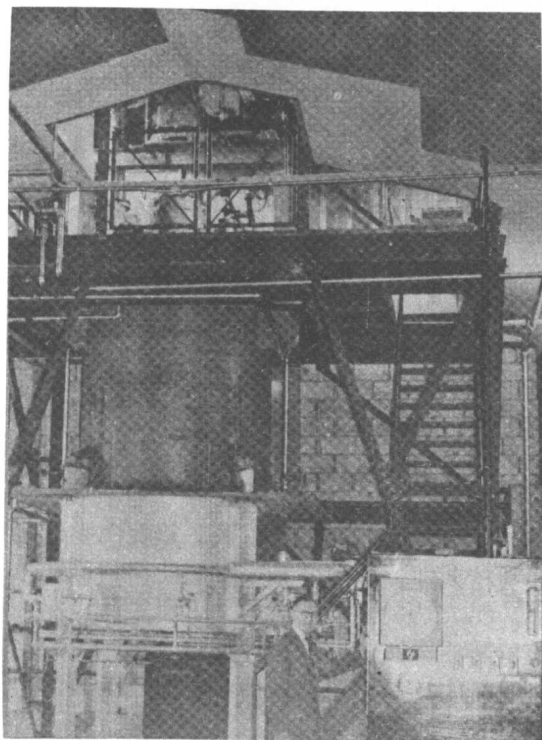


圖1-8

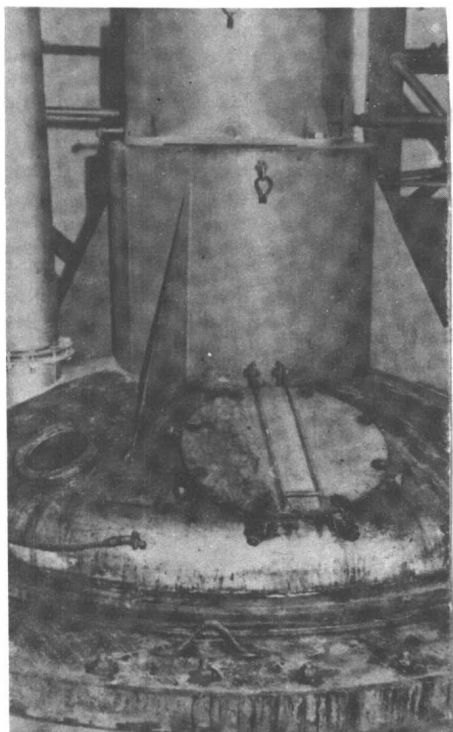


圖1-9

酚類樹脂 (Phenolic resins) 有良好的機械強度、熱絕緣性、電氣性、耐高溫性及耐化學侵蝕性。與棉質及紙合用，可製頭盔和電氣夾層；與高矽玻璃或尼龍合用，可製耐高溫產品。

聚三氰胺 (Melamine resins) 聚三氰胺樹脂有很好的着色性及持久性，極耐磨刮，電氣性、耐碱性及防火性亦佳。與人造絲及紙的夾層，可製餐具、封蓋及壁片的模置裝飾；與玻璃纖維作夾層，可作工業用疊層塑料；與紙的夾層，可製櫃檯、傢俬及牆板的藝術面。

雖然多種樹脂可與玻璃纖維合用而成疊層塑料，但在手工塗佈技術和澆鑄製作上，一般多選用聚酯樹脂；用以製造普通成品的其他模造法，以聚脂與玻璃纖維混合，亦很方便。

聚酯樹脂

所用的聚酯樹脂材料呈液體狀態。這樹脂當加入苯乙烯後就可加速硬化；亦即將聚酯樹脂無數的分子鏈予以交聯，而不致生成氣體副產物。所以不用施壓即可進行模造，所以稱為低壓樹脂，是最好的接觸樹脂。

在促進劑(Accelerator)和觸媒(Catalyst)的存在下，加入苯乙烯而使單構物的分子交聯，形成一極複雜的立體網狀結構。這作用稱為硬化作用，硬化作用亦即聚合作用，是一種不可逆化學反應。因此樹脂硬化後，就成為能耐化學侵蝕的堅實固體。

樹脂與觸媒的貯存

液體聚酯樹脂在貯存數月或數年後，即使在室溫之下，亦會凝結而成固體。這一期間稱為樹脂的「貯存年限」(Pot life)。貯存年限的長短視品種而異。溫度與光綫亦能影響樹脂的貯存；當超過25°C時，貯存年限就大為縮短；如用玻璃容器貯存並暴露於光亮中，亦可縮短其貯存壽命。

觸媒劑的存放亦很重要，在較高的溫度下亦會削弱它的效能。要使樹脂與觸媒的貯存年限延長，需放

在20°C的黑暗地方。

促進劑和硬化劑

使用樹脂時須將樹脂硬化。在室溫下澆鑄或作疊層塗佈，需藉觸媒和促進劑的幫助，使生硬化作用。樹脂亦可用加熱方法以促進它的硬化，這時只需在樹脂中混入觸媒便可。

有些樹脂，在購入時已預含促進劑，以使用者獲得最好的膠化及硬結特性；這些樹脂稱為「預加促進劑樹脂」(Pre-accelerated resins)。使用時只需加入觸媒，就可在室溫下起硬化作用。未混促進劑的樹脂而只用觸媒，如不用加熱幫助，或沒有紫外綫的照射，樹脂的硬化速率就極低，往往可達若干小時或多日。

促進劑 (Accelerator) 能促進化學反應，可使含觸媒的樹脂不用加熱亦能硬化。促進劑有多種，均有其限定或使用性：包括金屬皂、通常為鈷皂 (Cobalt soap)，與及三元胺基化合物；還有四鉍化合物、釩鹽、鋁鹽、鉛鹽等。每種樹脂，通常都有其特用的促進劑。

觸媒 (Catalysts) 又稱硬化劑 (Hardeners)。聚酯樹脂所用觸媒，通常為丁酮過氧化物 (Methylethylketone-peroxide)，多為液體狀；環己酮過氧化物 (Cyclohexanone-peroxide)，多為糊狀；另一種為過氧化苯醌 (Benzoyl-peroxide)，可成糊狀或粉狀。液體與膏狀觸媒使用較為方便；粉狀觸媒多用於混入其他填料中。

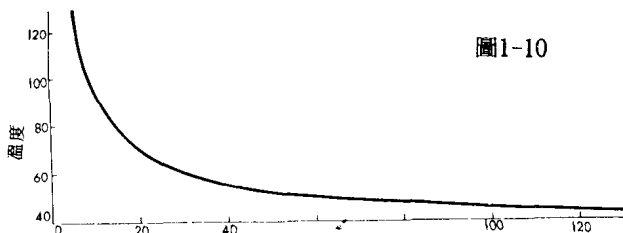
常溫硬化與加熱硬化

促進劑在樹脂硬化反應過程中可代替熱的作用。在常溫（正常室溫）硬化時，觸媒及促進劑都需使用（不可兩者相混，免生危險）。硬化作用反應時，即產熱量，溫度可升至 15°C 以上。經過一段時間後逐漸冷凝而成固體。硬化反應分為三個顯著階段：

- （1）膠化期 由混入促進劑起至樹脂凝結為軟膠狀的一段時間。
- （2）硬結期 由樹脂凝結起，變硬至能脫模的一段時間。
- （3）成熟期 由硬結至完全硬實，化學性及安定成完全良好的一段時間。這一時間可從數小時至數十日，視樹脂類型與硬化方法而定。

圖1—10表示膠化時間與溫度的關係。

圖1—11表示硬化反應的三個主要階段與硬度的關係。貯存年限和膠化期與觸媒有關，亦可由溫度決



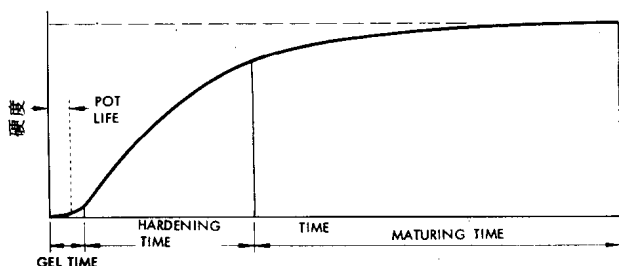


圖1-11

定。在一定份量的觸媒下，提高溫度，樹脂的膠化時間就可縮短。

在常溫下，促進劑和觸媒的份量可影響膠化時間。通常用量為1至4%之間（兩者可相同）。觸媒與促進劑用量愈少，膠化時間愈長；份量不足，可使樹脂變成低度硬化，硬結期延長。

採用加熱方法促進樹脂模造物的硬化，以減少反應時間，常用於大批生產方面。圖1-12表示樹脂「後硬化時間」(Post-curing times) 與溫度的關係。當模造物硬結後出模，應先將它在室溫下或經過約24小時成熟期，然後進行後硬化。

樹脂的成熟時間對樹脂疊層的吸水性和硬度都有

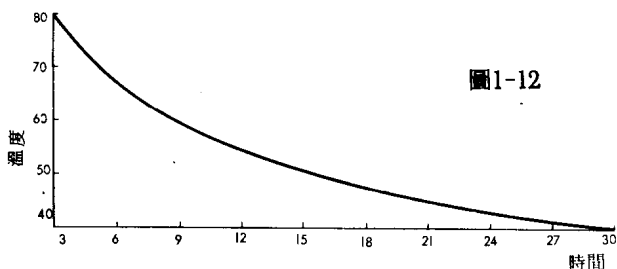


圖1-12