

工藝材料



李鈞械 著

美術——
滄海叢刊



東大圖書公司印行



滄海叢刊

工 藝 材 料

李 鈞 棧 著

1 9 8 3

東 大 圖 書 公 司 印 行

中華民國七十年十二月初版
中華民國七十二年八月再版

工藝材料

基本定價叁元伍角陸分

版權所有
翻印必究

著者 李 鈞 棟
發行人 莊 剛 彰
出版者 東大圖書有限公司
總經理 三民書局股份有限公司
印刷所 東大圖書有限公司

臺北市重慶南路一段六十一號二樓
郵政劃撥一〇七一七五號

行政院新聞局登記證 版業字第一〇九七號

序

自從學生時代，就覺得需要一本討論工藝材料的書。畢業後，從事工藝教學和實際參與生產工作時，這種需要更為迫切。可是，迄今二十餘年，始終沒等到這本書的露面。因而興起一個念頭：何不自己動手一試，以饗同好。

這本書為甚麼沒人去動筆？猜測原因，大約有二：其一、工藝一詞涵蓋很廣泛，牽涉到的材料太多，要樣樣都通，不太可能。其二、工藝界人士對其製造技巧，每多諱莫如深，包括對材料的知識，也同樣保密。事實上，後者倒不成其為理由，因為材料的知識並非什麼秘密，只要肯繼續發掘，終究會被找到，只不過「聞道」有先後而已。倒是有了資料之後，面對多年繁雜的累積如何取捨，頗感困惑。倘若每種材料都深入去討論，篇幅必不允許，若僅泛泛提過，又嫌膚淺不切實用。故本書在動筆時，曾希望能符合幾個原則：

1. 所提供的資料，要能切合工藝科系同學及一般工藝界人士的需要。
2. 對於材料的性狀、功能等儘可能作較科學的陳述，對於材料的產地、生態、處理、加工、銷售等也得提供必要的知識。
3. 對本地的材料資源，多作詳盡的介紹，鼓勵就地取材，發展特產，以符合當前的輸出經濟政策。

但是，動筆之後，發現要達成這些原則也頗不易。諺云：「盡力之謂誠」，但願這一份愚誠，能博得方家的不吝賜教。

李鈞棧 謹識

民國七十年八月於省立臺北師專

工藝材料 目次

序

第一章 緒 論..... 1

1-1 工藝與工藝材料..... 1

1-2 材料的範圍..... 2

1-3 材料的基本質點..... 2

1-4 材料的四種結合..... 3

1-5 材料的結構型態..... 4

1-6 材料的通性..... 7

第二章 木 材.....11

第一節 概 述.....11

2-1 木材與工藝.....11

第二節 木材的外觀.....12

2-2 木材的三斷面.....12

2-3 年輪.....13

2-4 心材與邊材.....14

2-5 髓心與髓線.....15

2-6 木肌與木理.....15

2-7 木材的顏色.....18

— 2 — 工 藝 材 料

2-8	木材的氣味.....	19
第三節	木材的植物學特徵.....	19
2-9	樹木的各部分.....	19
2-10	木材的解剖特徵.....	21
2-11	樹木在植物學上的分類.....	23
第四節	本省重要的商用木材.....	26
2-12	闊葉樹種.....	27
2-13	針葉樹種.....	35
第五節	木材的性質.....	41
2-14	木材的理學性質.....	41
2-15	木材的力學性質.....	43
2-16	木材的化學性質.....	47
第六節	木材的採伐與割製.....	47
2-17	伐木.....	47
2-18	造材.....	49
2-19	集材.....	49
2-20	運材.....	50
2-21	貯材.....	50
2-22	製材.....	53
2-23	製品的檢量.....	56
第七節	木材的乾燥.....	57
2-24	木材中的水分.....	58
2-25	木材的收縮與膨脹.....	59
2-26	木材的天然乾燥.....	60
2-27	木材的人工乾燥.....	63
2-28	木材的最終含水率.....	67

第八節 木料之加工與處理	69
2-29 合板	69
2-30 木心板	70
2-31 纖維板與粒片板	71
2-32 木塑材	72
2-33 防腐木材	73
第九節 南洋材	75
2-34 南洋材的重要	75
2-35 南洋材的種類和性質	75

第三章 竹 材 85

第一節 概述	85
2-1 竹材與工藝	85
第二節 省產主要竹材	86
3-2 桂竹	87
3-3 薊竹	88
3-4 蘼竹	90
3-5 長枝竹	91
3-6 孟宗竹	92
3-7 本省主要竹材產量及產地	94
第三節 竹材的栽培、採伐及貯藏	97
3-8 竹材的栽培	97
3-9 竹材的採伐	98
3-10 竹材的貯藏	99
第四節 竹材之物理及化學性質	100
3-11 竹材的物理性質	100

— 4 — 工 藝 材 料

3-12	竹材的化學性質	103
第五節	竹材的處理	104
3-13	竹材處理的重要性	104
3-14	竹材的防蟲防霉處理	105
第六節	竹材的售賣與應用	107
3-15	竹材的售賣	107
3-16	竹材的應用	110

第四章 石 材 113

第一節	概述	113
4-1	岩石的構成元素	113
4-2	矽酸鹽類造岩礦物	114
4-3	氧化物類造岩礦物	117
4-4	碳酸鹽類造岩礦物	117
4-5	其他造岩礦物	118
第二節	岩石的分類	118
4-6	岩石的三大類	118
4-7	火成岩	119
4-8	沈積岩	124
4-9	變質岩	126
第三節	工藝石材的重要產地	128
4-10	花崗岩產地	128
4-11	砂岩產地	129
4-12	石灰岩產地	129
4-13	大理石產地	130
第四節	臺灣省特產的工藝石材	131

4-14	臺灣大理石	131
4-15	臺灣蛇紋石	136
4-16	藍玉髓	136
4-17	臺灣玉	137
4-18	澎湖文石	139
第五節	寶石	141
4-19	金剛鑽石	141
4-20	紅寶石	142
4-21	藍寶石	142
4-22	金綠玉	143
4-23	黃玉	144
4-24	尖晶石	144
4-25	綠柱石	144
4-26	風信子石	145
4-27	石榴石	145
4-28	電石	146
4-29	水晶	147
4-30	瑪瑙	147
4-31	橄欖石	148
4-32	硬玉與軟玉	148
4-33	土耳其石	149
4-34	蛋白石	149
4-35	孔雀石	150

第五章 金屬材料..... 152

第一節 概述..... 152

二 6 — 工 藝 材 料

5-1	金屬材料的構成	152
5-2	金屬材料的通性	154
5-3	合金	154
5-4	金屬的加工硬化現象	156
5-5	金屬再結晶現象	157
5-6	金屬材料的規格	157
第二節	黃金及其合金	160
5-7	黃金的來源	160
5-8	金的性質	162
5-9	金的用途	164
5-10	金的銷售	164
5-11	金的合金	166
第三節	銀及其合金	170
5-12	銀的來源	170
5-13	銀的性質	171
5-14	銀的用途與銷售	172
5-15	銀的合金	174
第四節	鉑族金屬及其合金	177
5-16	鉑	177
5-17	鈳、銻及其他鉑族金屬	181
5-18	貴金屬的檢驗	182
第五節	銅及其合金	184
5-19	銅的來源	184
5-20	銅的性質	185
5-21	銅材的規格	187
5-22	銅合金	191

第六節 其他金屬·····	194
5-23 錫及其合金·····	194
5-24 鉛·····	196
5-25 鋁及其合金·····	197
5-26 鎳及其合金·····	199
5-27 鐵·····	200
5-28 銅·····	201
5-29 焊接用合金·····	204
 第六章 土屬材料 ·····	207
第一節 概述·····	207
6-1 黏土如何製成器物·····	207
6-2 黏土的性質·····	209
第二節 黏土的種類·····	211
6-3 高嶺土·····	212
6-4 球狀黏土·····	213
6-5 耐火黏土·····	214
6-6 炻器黏土·····	215
6-7 土器黏土·····	216
6-8 臺灣黏土資源·····	216
第三節 黏土的開採與處理·····	222
6-9 黏土的開採·····	222
6-10 黏土的處理·····	223
6-11 坯土的調配·····	224
6-12 坯土的製備·····	226
第四節 釉料·····	227

— 8 — 工 藝 材 料

6-13	釉的功能與組成	227
6-14	釉料中的氧化物	229
6-15	釉中呈色的材料	233
6-16	釉方的配製	238
第五節	石膏	241
6-17	石膏的用途	241
6-18	石膏的性質	242
6-19	熟石膏的硬化現象	244

第七章 色料與塗料 247

第一節	色料	247
7-1	色料的分類	247
7-2	常用的顏料	248
7-3	常用的染料	251
第二節	塗料	257
7-4	塗料的成分	257
7-5	溶劑	257
7-6	油類	260
7-7	樹脂	261
7-8	纖維素	263
7-9	塗膜的次要原料	264
7-10	稀釋劑	264
7-11	塗料的種類	265
7-12	常用的塗料	266
第三節	金屬的染色材料	271
7-13	銅的染色	271

7-14	黃銅（銅鋅合金）染色	272
7-15	青銅（銅錫合金）染色	274
7-16	銀的染色	275
7-17	銅及鐵染色	276

第八章 其他材料 279

第一節	纖維材料	279
8-1	植物纖維	279
8-2	動物纖維	284
8-3	礦物纖維	285
8-4	人造纖維	285
第二節	臺灣的植物纖維資源	286
8-5	本省的植物纖維	286
第三節	藤料	286
8-6	省產黃藤	286
8-7	進口藤料	297
第四節	塑膠材料	299
8-8	塑膠與合成樹脂	299
8-9	原料和聚合	300
8-10	主要塑膠的種類和性能	300
8-11	工藝方面常用的塑膠	306
第五節	接着劑	309
8-12	接着劑的分類	309
8-13	接着劑的選擇	312
8-14	使用接着劑應注意的事項	317

第一章 緒 論

1-1 工藝與工藝材料

大凡藝術，都必須具備二個基本條件，一是「構想」，二是「表現」，構想是作品的主題，表現是將自我的構想傳達給他人以引起共鳴。構想因人而異，表現卻離不開材料、工具和技巧三大要素。沒有材料，作品無從表現；而人類的雙手，乃是最原始也最有用的工具，雙手有所不逮，才發明機具來延伸它的功能；至於技巧，則是運用工具來處理材料以達到爐火純青的地步。

工藝一科，應屬於視覺藝術的範疇，除藉材料以表現造型 (Form) 之外，也藉材料來表現功能 (Function)。因此，我們可以很清楚地看出來，如果沒有材料，也就沒有工藝，恐怕連所有的藝術也都難以存在吧！

我國傳統的所謂「工藝」，含有以「工」示「藝」的意味，大多借助雙手或簡單的機具來處理材料以表現某些造型或功能，例如以手編籃、以刀刻木、以針繡線、以機織毯、以轆轤製陶之類。新近則引進「Industrial Arts」一詞，亦被譯為工藝，其內涵係屬陶冶教的一環，以傳授工業的觀念、知識、產品、技能等的「工業文化」為主。工藝一詞的新舊涵義雖有差異，不過兩者之間，並無衝突，因為其基本要件並無改變。所不同者，由於科技進步，機具更為精密，技巧更為複雜，產品複製的速度更快，至於材料本身，往昔所應用者，目前則對之更為珍惜，使用更知節省，物性更能發揮，近年並開發出不少新材料如塑膠等以資應用。時至今日，材料

— 2 — 工 藝 材 料

的種類繁多，材料的知識不斷累積，工藝雖云小技，吾人如能對有關的材料作比較深入的了解，其在創作上的表現必能愈為優越。

1-2 材料的範圍

材料的範圍，牽涉甚廣，地球表裏所含的物質，可用者均可稱之為材料，其用之於工藝方面者，則稱為工藝材料。材料通常分為金屬和非金屬兩大類，工藝上又將金屬分為貴金屬與卑金屬，卑金屬中則包括鐵與非鐵金屬。至於非金屬材料，則分為有機物和無機物兩大類。本書討論材料，以下列各點為重：

(一)材料構成的要素。

(二)材料的基本性質，包括物理、化學及力學三方面。

(三)材料的分佈、開採、培育、製造與加工。

(四)材料的類別及主要用途。

(五)材料的規格與銷售情形。

1-3 材料的基本質點

各種物質，均由原子構成，要了解材料，先從原子開始。

原子本身係由更基本的粒子構成，重要者有質子(Proton)、中子(Neutron)、和電子(Electron)。質子帶有陽電荷，電子帶有陰電荷，中子不帶電。質子和中子合成原子核，位於原子的中心，電子則以極高速循一定軌道繞着原子核運行。由於構成原子的各種粒子數量的不同，而有不同的原子。原子的特性可由質子的數量而定，若某一原子的原子核中有一個質子時，該原子的原子序數為1，例如氫。

不同的原子，其電子軌道的數目也不同，電子由最靠近原子核的軌道依次分組排列運行於各軌道中。各軌道中運行的電子數是一定的，多出的電子則另成外層軌道。最外層的電子決定了原子價，稱為價電子。圍繞原

子核的電子數常和原子序數相同，正負電荷相互抵消，所以原子呈中性。

原子的化學性質是由原子的價電子所支配，蓋因接近原子核的內層電子與原子核的結合力甚強，並受到外層電子的保護，所以呈安定狀態。而外層的價電子較易受到外部的影響，而使能量狀態發生變化。有時電子會離開原屬的原子，而某些原子會自其他原子獲得電子。原子之間能否發生化學反應，全視價電子的性質而定。價電子也決定原子間的結合特性和原子的大小，因此對材料的力學性質、機械性質、導電度、光學性質等都發生影響。

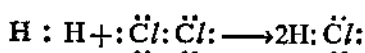
1-4 材料的四種結合

材料可以說是由於原子的聚集，原子的聚集是由於原子間的結合力，其結合的型態有下列數種：

(一)離子結合：中性原子（自由原子）的外層電子失去或獲得，使原子帶正或負電荷，稱為陽或陰離子，相鄰接的離子因庫倫引力定律所得的互吸力而結合，且在各方向上皆相等，例如鈉的自由原子易放出其最外層的一個價電子而成陽離子，氯原子最外層電子未滿位，可接受一個外來電子而成陰離子，兩離子間吸力相等，因而結合；又如鎂原子之最外層可授出二個價電子，故一個鎂離子可與二個氯離子相結合。

離子結合型的物質，因電子已受束縛而不再流動，所以成不導電物質。由離子結合之結晶體，當受力時，常沿某種原子面而裂開，這也就是某些材料沒有延性和不能變形的主因。

(二)共價結合：原子最外層的電子若為八個時，則電子的構造較為安定。例如氯原子的外層有七個電子，若二個氯原子相結合而共有二個價電子時，則該二個原子都有安定的電子構造，所以氯的分子式為 Cl_2 。共價結合也可以由不同原子構成，例如氫和氯可結合成 HCl 的分子。



共價結合的原子間結合有力極強者，像金剛石則是由碳的共價結合，成為極硬的物質。這一類結合所得的物質，性多硬脆，為電的絕緣體或半導體，有機化合物和金屬間化合物多屬於此型。

（三）金屬結合：原子外層電子逸出，若不為其他原子所吸收而呈自由狀態，稱為自由電子，許多自由電子可以形成電子雲，與失去電子的陽離子之間互有引力而結合。自由電子不屬於任何一種原子，而為全部原子所共有，所以原子間起滑動時仍不變其結合，因而產生了延性；又自由電子在電場內可以自由流動，因而有導電性；由於價電子可以移流，因而可自高溫處傳熱至低溫處。金屬材料多屬這一型的結合。

（四）雙極結合：此型結合係肇因於原子核在任何時刻中，其一邊的電子數多於另一邊，正電荷之中心與負荷之中心不相一致，而產生電雙極。凡不對稱分子內均存在此種現象，此現象所生的弱極，其引力雖不強，但也足以影響固體物質原子羣的最後排列型態，決定了許多聚合材料的特性。

1-5 材料的結構型態

前節所述是原子結合的基本形式，但當多量原子聚集時，其排列必出現某種型態，通常可分為兩大類，一類是有規則的，一類是無規則的。所有固態材料的原子結構，不外上述二類，再加上一類有規則和無規則的混合體。例如金屬材料，其原子結構在三次元空間內均呈有規則的排列，這也稱為晶體結構；而纖維材料，如木材、皮革等則由基本的鍵相連接，少有三次元規則結構。這些都與材料的性質關係密切，必須作初步的了解。本節無法贅述無規則的結構，僅能對有規則的結構略作介紹。

材料中的原子，在空間作有規則堆積而成的體積，稱為晶體，即原子沿空間各結晶軸上的間隔為定值。圖 1-5.1 設三結晶軸間的夾角各為 α 、