



橡 膠 工 業

商 務 印 書 館

增訂化學工業大全

橡 膠 工 業

君島武雄原著  
阮覺施原譯  
呂克明補譯修訂

商 務 印 書 館

原 主 編  
周 昌 壽  
增 訂 主 編  
鄒 尙 熊

增訂化學工業大全

橡 膠 工 業

阮 覺 施 譯  
呂克明補譯修訂

---

商 務 印 書 館 出 版

北京東總布胡同10號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第107號)

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

統一書號 15017·110

---

1952年3月第1版

1956年2月第4版

1969年5月上海第2次印刷

印張7 11/16

開本850×1168 1/32

字數175,000

印數7,701—10,700

定價(9) 1.00

## 重印說明

“增訂化學工業大全”全書三十四冊，於1951—1952年間，由我館陸續出版，1956年重印一部分，全部存書早已售缺。增訂本的內容和文字都已陳舊，書中所介紹的理論和技術方法多為第二次世界大戰以前美國和德日方面的材料，已不能滿足我國解放以來突飛猛進的化學工業界的參考需要，但對於在總路線指導下新建設的地方性的和小型的化學工業，仍有部分的資料可供參考。為應讀者要求，我館現再提出重印，藉供這一方面的需用。

商務印書館

1958年7月

## 增訂版附言

本書總輯原名“最新化學工業大全”，是我館於1935年冬，根據日本新光社1933年版“最新化學工業大系”全書，約國內專家譯出，在一年半內陸續出版的。全書共十五冊，凡五十八篇，約六百萬字，包括化學工業應有的各部門，材料豐富，論述精審，在當時是一部介紹化工新技術的較大出版物，成爲國內化學工業界的重要參考書。全書出齊以後，初版不久售完，其後曾重印四次，銷行很廣。但本書自從出版迄今，已歷十五六年，這一期間，化工方面不絕有新的發明和進步，所以必須加以增訂。查日文原書曾於1938年改訂一次，復於1943至44年間澈底修訂，加入了不少新材料。全書除第六、第十、第十五三冊，未見修訂外，其餘十二冊，都用“三訂增補版”的名稱發行。這“三訂增補版”自從出書以來，也有了六七年之久，未及將第二次世界大戰期間以及戰後的新材料列入，在今天看來，仍不能稱爲最新，然供作我國工業界及化工技術人員參考，實際上有其相當的價值。茲因我館舊譯本早已全部售缺，國內還有不少讀者需求這書，爲配合國家經濟建設高潮的來到，實有再出增訂版的必要。故自本年初起，即根據日文原書“三訂增補版”各冊及1938年改訂版第六、第十、第十五三冊，重行補譯修訂，稱爲“增訂化學工業大全”；並爲便利讀者購買起見，特將全書所含各篇，按照化學工業一般分類方法，另作適宜的配合，分成三十四冊，各冊均以主要內容的篇名爲書名，陸續出版，以便選購。全書計畫編訂，由鄒尙熊先生主持，補譯校修，由張聲、呂克明兩先生擔任，閱稿整理，由舒重則先生負責。

## 增訂化學工業大全分冊總目

1. 化學工業概論 (附工廠測定及操作自動化)
2. 化學工程學
3. 無機酸工業
4. 食鹽及鹼工業
5. 化學工業藥品
6. 氮固定工業及肥料工業
7. 氣體工業及冷凍冷藏工業
8. 電池及電化學工業
9. 煤及煤氣工業 (附燃料概論、煤之低溫乾餾工業、煤渣工業)
10. 石油及頁岩油工業 (附土瀝青工業)
11. 人造液體燃料工業 (附木材乾餾工業、酸性白土及活性炭)
12. 金屬冶煉及合金工業
13. 陶瓷及耐火物料工業
14. 玻璃及搪瓷工業
15. 水泥工業
16. 炸藥工業
17. 染料及染色工業
18. 油脂工業 (附硬化油工業)
19. 肥皂及甘油工業 (附脂肪酸及蠟燭工業)
20. 顏料及塗料工業 (附樹脂及漆、油氈及油布)
21. 糖及澱粉工業
22. 釀造工業 (附清涼飲料工業)
23. 食物滋養品及調味品
24. 橡膠工業
25. 皮革工業
26. 天然纖維及人造纖維工業
27. 塑料工業 (附照相材料工業)
28. 造紙工業 (附墨水工業)
29. 香料及香粧品工業
30. 藥物工業
31. 化學熱力學
32. 應用膠體化學
33. 分光化學及應用X射線化學
34. 接觸反應



# 目次

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一章 生橡膠          | 2  |
| 第一節 橡膠之發見        | 2  |
| 第二節 天然橡膠         | 3  |
| 第三節 橡膠樹之分類       | 5  |
| 第四節 天然橡膠之製造工程    | 6  |
| 第五節 栽培橡膠         | 7  |
| 第六節 橡膠樹之栽培及橡漿之採集 | 10 |
| 1. 栽培            | 10 |
| 2. 割皮方法及橡漿之採集    | 12 |
| 第七節 橡漿之性狀及凝固法    | 16 |
| 第八節 化學藥品凝固法      | 20 |
| 1. 煙膠片之製造        | 22 |
| 2. 白糊膠之製造        | 25 |
| 3. 棕色糊膠          | 28 |
| 第九節 特殊凝固法        | 30 |
| 第十節 生橡膠中之不純物     | 32 |
| 1. 樹脂            | 32 |
| 2. 橡膠蛋白質         | 34 |
| 3. 黴類            | 36 |
| 4. 礦物質           | 36 |
| 第二章 生橡膠之物理性質     | 38 |
| 第一節 普通物理性質       | 38 |
| 第二節 機械性質         | 39 |

|               |    |
|---------------|----|
| 1. 熱彈性之關係     | 40 |
| 2. 可塑性        | 42 |
| 第三節 光學性質      | 43 |
| 第四節 電的性質      | 44 |
| 第五節 氣體透過性     | 44 |
| 第六節 陳化性       | 45 |
| 第七節 橡膠對於溶劑之性質 | 46 |
| 第三章 生橡膠之化學性質  | 50 |
| 第一節 橡膠之組成與分子量 | 50 |
| 第二節 熱分解生成物    | 51 |
| 第三節 分子結構      | 53 |
| 1. 哈爾氏之研究     | 53 |
| 2. 不飽和環狀體說    | 54 |
| 3. 不飽和鏈狀體說    | 56 |
| 4. 不飽和螺旋型體說   | 56 |
| 5. X射線分析之結構研究 | 57 |
| 6. 飽和環狀體說     | 60 |
| 第四節 合成橡膠      | 61 |
| 1. 異戊二烯之合成    | 62 |
| 2. 異戊二烯之聚合方法  | 64 |
| 3. 合成橡膠之品質    | 67 |
| 4. 氯丁二烯橡膠     | 67 |
| 第五節 橡膠烴之衍生物   | 69 |
| 第四章 橡膠之硫化     | 78 |
| 第一節 硫化之理論     | 78 |
| 1. 總論         | 78 |
| 2. 硫化化學說      | 80 |



|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 3. 硫化物理說(吸附說).....        | 84  |
| 4. 折衷說.....               | 85  |
| 5. 硫分子之形態與硫化之關係.....      | 87  |
| 第二節 硬橡膠之硫化.....           | 89  |
| 第三節 用氯化硫之硫化法.....         | 89  |
| 第四節 不用硫化物之硫化法.....        | 91  |
| 第五章 硫化橡膠之性質.....          | 93  |
| 第一節 硫化橡膠之物理性質.....        | 93  |
| 第二節 硫化橡膠之機械的性質.....       | 96  |
| 第三節 硫化橡膠對於溶劑之性質.....      | 101 |
| 第四節 硫化橡膠對於氣體透過性.....      | 102 |
| 第五節 陳化性.....              | 103 |
| 第六節 硫化係數與抗張強度及陳化性之關係..... | 105 |
| 第七節 橡膠之電性.....            | 106 |
| 第六章 橡膠配合劑.....            | 110 |
| 1. 總說.....                | 110 |
| 2. 硫化劑.....               | 110 |
| 3. 着色劑.....               | 112 |
| 4. 補強劑.....               | 120 |
| 5. 增容劑.....               | 126 |
| 6. 軟化劑.....               | 128 |
| 7. 陳化防止劑.....             | 134 |
| 8. 硫化促進劑.....             | 139 |
| 第七章 橡膠製品之製造(其一)準備工程.....  | 163 |
| 第一節 製造工程序說.....           | 163 |
| 第二節 生橡膠之精製及捏練.....        | 163 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第三節 混和操作            | 167 |
| 第四節 研光操作            | 174 |
| 第五節 切膠片             | 178 |
| 第六節 壓出操作            | 179 |
| 第七節 括膠操作            | 180 |
| 第八章 橡膠製品之製造(其二)成形工程 | 184 |
| 第一節 車胎類             | 184 |
| 1. 空心車胎             | 184 |
| 2. 內胎之成形            | 189 |
| 3. 硬胎               | 190 |
| 第二節 管類及皮帶           | 190 |
| 第三節 橡膠模製品玩具及海綿橡膠    | 192 |
| 1. 橡膠模製品            | 192 |
| 2. 空心橡膠製品           | 193 |
| 3. 海綿狀橡膠            | 194 |
| 第四節 橡膠鞋             | 195 |
| 第五節 橡膠包皮電線          | 196 |
| 第六節 防水布及其他          | 197 |
| 第七節 使用橡漿之橡膠製品       | 198 |
| 1. 硫化乳漿             | 200 |
| 2. 橡漿之保存及濃縮         | 200 |
| 3. 人造橡漿             | 201 |
| 第八節 硬橡膠製品           | 202 |
| 第九章 硫化工程            | 205 |
| 第一節 熱硫化法            | 205 |
| 1. 蒸汽硫化器            | 205 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 2. 平壓硫化機             | 208 |
| 3. 鍊型硫化機             | 209 |
| 4. 熱氣硫化室             | 210 |
| 第二節 冷硫化法             | 211 |
| 第三節 特殊硫化法            | 213 |
| 1. 辟奇氏氣體硫化法          | 213 |
| 2. 熱水硫化法             | 214 |
| 第四節 關於硫化之重要事項        | 215 |
| 1. 低溫硫化及後硫化          | 215 |
| 2. 硫化溫度與橡膠之強度及陳化性之關係 | 216 |
| 3. 促進劑之種類與必要之硫量      | 218 |
| 4. 原料橡膠種類與硫化速度       | 218 |
| 第五節 硫化中之熱變化          | 219 |
| 第六節 橡膠溶液之硫化          | 223 |
| 第七節 橡膠製品之加工整理        | 224 |
| 第十章 製品之性能試驗          | 226 |
| 第一節 抗張強度及伸長率試驗       | 226 |
| 第二節 可塑性              | 227 |
| 第三節 應變               | 228 |
| 第四節 滯後現象試驗           | 228 |
| 第五節 磨損試驗             | 229 |
| 第六節 扯裂試驗             | 231 |
| 第七節 疲乏試驗             | 231 |
| 第八節 剝離試驗             | 231 |
| 第九節 揉曲試驗             | 232 |
| 第十節 硬度及比重            | 233 |
| 第十一節 陳化試驗            | 233 |

# 橡 膠 工 業

橡膠工業雖具有百餘年之歷史，至近年始有突飛猛進之發展，其得成爲世界大工業之一，實有賴於汽車工業之發達者甚多。當十九世紀末葉，全世界一年間之橡膠消費量不過五萬餘噸，而今則每年消費超過八十萬噸，大半爲汽車工業所消費；自此種事實觀之，則謂有汽車工業之處，必有橡膠工業，誰曰不宜。今人常言，橡膠工業爲現代表示一國文化之指針，其說當無不妥之處也。

一八三九年古特伊雅（Goodyear）氏發見橡膠硫化法（vulcanization），始確立橡膠工業之基礎；然其後關於橡膠之化學及橡膠工業技術等之基礎的研究，遲遲不進，如關於橡膠分子之結構，硫化之理論等重要問題，至今仍未獲得確可信據之定說。卽就配合劑言之，烏伊甘多氏（Wiegand）等補強作用之理論，以及現爲多數研究者所檢討之硫化促進劑之反應機構等，逐次闡明以來，橡膠科學固已漸見端倪，然距徹底明瞭之狀態，則尙覺遼遠，殊令人有望洋興嘆之感也。在此狀態之下，而欲講述橡膠之科學，困難實甚。本稿所蒐，亦僅取最近研究中有可以信據之價值者，以與橡膠工業之實際技術相對照；而參以著者意見之處，亦復不少。故因研究之進步，而有待於將來訂正之處，勢所難免。

# 第一章 生橡膠

## 第一節 橡膠之發見

考科學家關於生橡膠最初之報告，爲馬利氏(Charles Marie, 1736)寄與巴黎科學會之報文。據氏之報告，聞南美地方，以一種名 Hévé 之樹之漿液，製成油布狀之雨衣；而在亞馬遜河畔，此樹尤極茂盛，由此樹取出之樹脂，呼曰卡烏秋 (cahutchu)，土人利用其耐水性製爲水之容器，甚者且製爲小舟焉。迨後畿亞那(Guiana)及馬來半島等處，亦有橡膠樹之發見；南美之外，非洲及亞洲之熱帶地方，橡樹亦天然繁殖，其種類之多，業已明瞭。

其在歐洲，在馬利氏後數十年有英國化學家普里斯特列(Priestley, 1770)氏者，以橡膠製成擦落鉛筆字之具，於是橡膠始利用於日常生活中；而英語之 rubber 一語，即係由「擦落」之意義轉化而來者也。是後由防水布、玩具等之製造，以至發達爲今日之橡膠工業，其間之經過，俟述橡膠之硫化時言之。至關於橡膠一語文字上之研究，則附及之如下。

考歐文橡膠一語，其在英文之通常用語爲 gum 或 rubber。rubber 之命意，前已言之，茲不再贅。至 gum 一語，係與由拉丁語 Gummi elasticum 轉化而來之德語 Gummi，法語 Gomme 同義，猶言有黏着性之彈性物質也。然本稿所述之橡膠，與同樣稱爲 gum 者之 Arabic gum (亞拉伯樹膠)，tragacanth gum (托拉甘樹膠)，copal gum (玷玳樹膠)等完全不同。至若橡膠之歐文術語，英語則爲 caoutchouc (生橡膠)，德語則爲 Kautschuk，法語則爲 Le caoutchouc，乃由土語 Cao. ochu (淚之樹)轉化而來者也。



中國對橡膠之呼名，閩廣一帶俗呼樹膠，長江流域呼爲橡皮或橡膠，黃河流域呼爲膠皮，而學術語則以橡膠爲較當。

至生橡膠云者，乃對熟橡膠而言，即已硫化之橡膠曰熟橡膠，而未硫化者曰生橡膠也。

## 第二節 天然橡膠

生橡膠，乃採集野生橡樹之橡漿 (latex) 凝固而成，故名之曰野生橡膠，又曰天然橡膠。天然橡膠之產地，其最著者爲亞馬遜河谷，自古產生良質之生橡膠，因其皆係由亞馬遜河口之白拉港輸出，故有白拉膠 (para rubber) 之稱。可採橡膠之植物，種類極多，喬木、灌木、蔓葛植物及草本等均有之，而以採自大戟科 *Hevea* 屬 *Hevea brasiliensis* 種樹木之白拉膠品質尤爲最佳。然即同一之白拉膠，因其製造工程中燻烟法之不同，而品質亦有差異，計分硬製白拉膠 (hard cure para) 及軟製白拉膠 (soft cure para) 二種；又視其精選之程度，而有上等白拉 (fine para)、中等白拉 (medium fine para) 及粗白拉 (coarse para) 之分。

此外南美產之天然橡膠，其產於亞馬遜州北部及墨西哥地方者，有採自蕁麻科 *Castilloa* 屬之 *Castilloa elastica* 種，稱爲“Centrals”之天然橡膠；其產於巴西及南美東北部西拉 (Ceara) 者，有取自大戟科 *Manhot-glagiovii* 種之 *Ceara* or *Manicaba rubber*；其產於中美之墨西哥及南部特克薩斯地方者，有取自菊科植物 *Parthenium argentatum* 種之 *Guayule rubber*。

非洲一時曾爲僅亞於南美之天然橡膠著名產地，其天然橡膠多爲採自夾竹桃科 *Landolphia oaliensis* 種者，因其爲蔓葛植物，故有蔓莖橡膠 (vine rubber) 之稱；俗又有稱爲剛果橡膠 (*Congo rubber*) 者，因其產地爲剛果 (*Congo*) 故也。其他東非地方尚有取自 *Funtumia*



*elastica* 種植物之天然橡膠。亞洲方面所產之天然橡膠：有採自緬甸、爪哇、印度東北部，亞山姆州及馬來半島等處之蕁麻科 *Ficus elastica* 種植物，俗呼 *Rambong* 之野生橡膠；有採自夾竹桃科 *Dyera costulata* 種植物，俗名 *Jelutong*，而含樹脂極多之天然橡膠；及由夾竹桃科 *Urceola elastica* 種植物所採取俗名 *Dead Borneo* 之劣質橡膠焉。茲將橡膠之商品名與重要性質及產地表示如次：

第 1 表 生橡膠商品名與其植物名表

| 商 品 名                | 比重  | 樹脂分% | 植 物 名  | 主 產 地   |
|----------------------|-----|------|--|---------|
| Smoked sheet         | 093 | 3    | <i>Hevea brasiliensis</i>                        | 東 印 度   |
| First latex          | ,,  | ,,   | ,,   | ,,      |
| Fine para            | 094 | ,,   | ,,   | 巴 西     |
| Coarse para          | 092 | 4    | ,,   | ,,      |
| Guayule              | 092 | 23   | <i>Parthenium argentatum</i>                     | 墨 西 哥   |
| Manicaba (Ceara)     | 093 | 3    | <i>Manihot glagiovii</i>                         | 巴 西     |
| Centrals             | ,,  | 5    | <i>Castilloa elastica</i>                        | 中 部 美 洲 |
| Accra flake          | —   | —    | <i>Hirsutus</i>                                  | 非 洲     |
| Niger flake          | 093 | 28   |  | ,,      |
| Benguella            | ,,  | 6    |  | 西 部 非 洲 |
| Congo (Camerom)      | ,,  | 8    | <i>Funtumia elastica</i> or<br><i>Landolphia</i> | 剛 果     |
| Kassai(Upper Congo)  | —   | —    | <i>Landolphia</i>                                | 中 部 非 洲 |
| Laphon (Lapon)       | —   | —    | ,,   | ,,      |
| Massai               | —   | —    |  | ,,      |
| Assam                | 094 | 6    | <i>Ficus elastica</i>                            | 東 印 度   |
| Panang               | 094 | 8    | <i>Ficus elastica</i>                            | ,,      |
| Pantianac (Jelutong) | 100 | 8    | <i>Dyera costulata</i>                           | 婆 羅 洲   |
| Gutta percha         | —   | —    | <i>Dichopis gutta</i>                            | 爪 哇     |

由上述之天然橡膠生產區域觀之，橡膠之生產地為南北緯 30 度以內之常夏地，尤以 20 度以內之熱帶地方為最宜。其必要之條件，為平均溫度在 27 ~ 30°C. 之間，而一年之雨量在 250 cm. 以上。但其中大戟科之 *Manihot* 屬植物，夾竹桃科之 *Hancornia* 屬植物等，反不需多量之雨水，而適於乾燥之地，乃例外之橡膠樹也。

### 第三節 橡膠樹之分類

能採取天然橡膠之植物，雖如前述有如是之多，然從來所重視者仍有限也。茲將重要橡膠樹之名稱，用植物學上之分類列記於次：

#### (I) 大戟科(*Euphorbiaceae*)

(A) *Hevea* (屬) *Brasiliensis* 種

(B) *Manihot* (屬) *Glagiovii* 種

(C) *Sapium* 屬

(D) *Micrandra* 屬

#### (II) 夾竹桃科(*Apocynaceae*)

(A) *Funtumia* (屬) *elastica* 種

(B) *Landolphia* (屬) *Oaliensis* 種

(C) *Hancornia* 屬

(D) *Dyera* 屬 *Costulata* 種

(E) *Urceola* 屬 *elastica* 種

(F) *Clitandria* 屬

#### (III) 蕁麻科(*Urticaceae*)

(A) *Ficus* 屬 *elastica* 種

(B) *Castilloa* 屬 *elastica* 種

(C) *Artocarpus* 屬 *elastica* 種

## (IV) 菊科(Compositae)

(A) *Parthenium Argentatum*

此等野生橡膠中，其品質產額之最要者，厥唯南美之白拉膠；而非洲及東亞之天然橡膠雖曾有相當之產額，但近來已為栽培橡膠所壓倒，市場已不見其影迹矣。

## 第四節 天然橡膠之製造工程

由野生橡膠樹採集橡漿而凝固之，其方法固因產地之不同，千差萬別，然在今日已無詳述之必要。茲就其代表的白拉膠簡述之。

以特製小刀割破橡樹之皮，則橡漿漸次流出，然後以器盛之，此普通之方法也。其在非洲，亦有將樹完全斬斷，而由樹皮取漿者，然此種限於蔓科植物，或特殊情形時也。關於橡漿之性質，容後另詳。茲僅述其凝固之方法。其法乃取椰子殼入圓錐形之泥管或鐵板製之容器中，行不完全燃燒，使生白烟；另於長棒之一端，捲以生橡膠片，浸入橡漿中，使其上滿敷橡漿之薄層，再取至椰子殼所生之煙上燻之。橡漿因熱而失其水分，同時又因烟之成分而起凝固，便成橡膠之薄膜矣。將此浸漬烟燻反覆行之數十百回，漸次得大塊之橡膠。迨至相當之大，腕力幾不能取入橡漿中浸漬時，則將棒之一端，繫懸於屋樑，執其他端而旋轉之，同時將橡漿傾注其上而繼續烟燻之，可得重約 100~120 磅，直徑約 18 吋，長約 24 吋之卵形橡膠塊。將此塊切破而二分之，取出其棒，即成為所謂 *fine hard para* 之商品矣。此種橡膠，不獨含有橡膠原漿之一切成分，且含有烟中之防腐成分，品質最良，為天然橡膠中之標準商品，在今日之市場仍保持其特有之聲價。惟因水分之蒸發不甚完全，尚含有 16~18% 之水分，為其缺點耳。此種製品產於亞馬遜河上流之 *Manaos* 附近；至亞馬遜河下流所產者，含水分更多，略呈海綿狀，質柔軟，所謂 *soft*