

工業化學實驗法
LABORATORY MANUAL OF
INDUSTRIAL CHEMISTRY

羅普斯著 ROGERS-HAN 韓組康譯

工業化學實驗法

LABORATORY MANUAL OF INDUSTRIAL CHEMISTRY

美國紐約布魯克林城普奈特工業專門學校工業化學科兼製革科主任

羅哲斯博士原著

上海卜內門洋碱有限公司化學技師前北京清華學校化學教授

美國化學學會及美國電化學會會員

韓組康譯

LARGELY BASED ON DR. ALLEN ROGERS' "LABORATORY GUIDE
OF INDUSTRIAL CHEMISTRY," BUT WITH THE ADDITION OF
NUMEROUS DISCUSSIONS AND FOOT-NOTES AND A SPECIAL
CHAPTER ON ORIENTAL VEGETABLE OILS

BY

JOHN E. S. HAN

CONSULTING CHEMIST, BRUNNER, MOND & CO., (CHINA) LTD., SHANGHAI;
FORMERLY INSTRUCTOR IN CHEMISTRY, TSING HUA COLLEGE, PEKING;
MEMBER AMERICAN CHEMICAL SOCIETY AND AMERICAN
ELECTROCHEMICAL SOCIETY.

改正第二版

SECOND CHINESE EDITION

商務印書館印行
THE COMMERCIAL PRESS, LTD.
SHANGHAI

1927



工業化學實驗法

十三年十月初版

十六年九月再版

每册定價大洋叁元

編譯者 韓 組 康

發行兼
印刷者 商務印書館

發行所 商務印書館

⊗ 此書有著作權 ⊗

LABORATORY MANUAL OF INDUSTRIAL CHEMISTRY

First Published, October, 1924

Second Edition, September, 1927

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.
SHANGHAI, CHINA

ALL RIGHTS RESERVED

序

物質之學，重在實用。學者研求原理，探蹟索隱，不厭精奧，固為藝術進化之本；然按諸普通需求，或不必遽臻此境，而實驗應用則為當務之急。吾國講求實業，對於專門人才，培養增進，自不容緩。惟目前治標之法，尤在使工藝常識，普及於人人。庶工校講師，無教材缺乏之虞；場廠經理，無面牆自失之憾。則實地改良，自易為力。吾湘韓君組康，績學士也。專精理化，獨有心得。鑒於今日社會之所渴望，乃本其所學，發為切實之徵驗。就美國羅哲斯博士原著，譯成工業化學實驗法一書，更附以淺近之說明。凡讀是書者，均可由現象而得其原理。即非專門學子，亦不難用以自修，而進窺堂奧。洵吾國工界空前之作也。喜鄉邦後進，得此英才，乃濡筆而為之序。

熊希齡

譯者初版序

我國物產之富，人工之廉，在製造上，極占優勝。是以有識之青年，皆認工業爲救國之要素；或肄業學校，潛心研究，以期深造，或於公餘之暇，研究簡易之製造，以期切於實用。一旦供獻於社會，要皆於人民生計，國家富強，有莫大裨益。本書編譯之目的，在備作學校之實驗課本外，亦可作爲無師自習者之導引。故行文務求淺顯，說明務求詳盡。

美國普奈特工業專門學校工業化學部兼製革部主任羅哲斯博士，曾著有工業化學實驗指南一書，素爲教育界所歡迎。近年再版，復詳加校訂。組康得羅氏之准許及協助，轉譯華文，而成是書。惟以彼邦注重參攷，故原本對於淺顯學理，及名詞說明，多付缺如。組康因鑒於華文參攷書籍之缺乏，及無師自習者之困難，特斟酌加入，務使適應於國人之需要。譯本對於國內原料之產地，及製作品出進口之數量，亦多列入，以增加學者對於研究該項工業上之興趣。

組康復鑒於國內各種植物油產量之巨，及海外銷場之廣，特加編中國土產植物油一章；詳述取油，精製，漂白，分析，各種方法，及海外油業之貿易狀況。俾有志斯業者，可藉爲研究之資料。天津華北製革廠主任王健君，亦著有中國製革事業之附篇，列於第八章中。大英顏料公司駐華總經理韓立超君，曾著有關於中國通行各染料之說明，及其製備沉澱色質法附於第四章及第五章中。

本書脫稿後，曾蒙國內專門人才之盛意，詳加校閱。茲特誌之於次，以示感謝：第三章，北京國立農業大學農業化學科主任芝加哥理科碩士吳沆君，及北京協和醫學專門學校化學科教授芝加哥理科碩士唐甯康君。第四章，上海大英顏料公司駐華總經理韓立超君。第八章，天津華北製革廠主任哥倫比亞理科碩士王健君。全稿於付印之前，復經商務印書館編譯所鄭貞文，高銑，孫豫壽三君重加校閱，於專門名詞及術語，尤多訂正。

學者對於機械上之構造，因國內實習機會甚少，僅特說明，不易明瞭。譯文特增入插圖多幅，以資參考。美國各化學工廠，對於此舉，極表同情，並慨然以銅版藍圖照片等物相借。組康特將各廠名目，列於插圖之下，以爲紀念。組康所授清華化學科諸同學，對於此書之成，亦多與有助力。如書中所用各實驗室中之照片，多係賴彥儒與胡竟銘二君所攝。第十一章各比重表，皆賀闔君所校對。

組康擬於四年後，將此書修訂一次，並擬增入重要工業若干種，以擴充其範圍。此期間內，擬向海內外諸同志，在學校及工廠研究有素者，徵求資料，以便從事編纂。閱者諸君，遇有書中錯謬遺漏之處，或對於修訂上有何高見，統望不吝璣珠，隨時賜教幸甚！

韓組康

北京清華學校，一二，四

PREFACE TO THE FIRST EDITION

THE abundance of natural resources and low productive cost in China have induced many promising young men to devote their life-work for the industrial development of the country. Besides those who receive a systematic professional training in educational institutions, there are also a large number of people, engaged in various lines of work, utilizing their spare time for the study of the particular chemical industries in which they are interested. The Manual is prepared for the use of educational institutions as well as such individuals who attempt to experiment without the help of an instructor.

This Manual is largely based on Dr. Allen Rogers' "Laboratory Guide of Industrial Chemistry", but numerous additions have been made to enable the users to perform the experiments independently. Brief discussions concerning the chemical principles underlying the experiments as well as foot-notes containing explanations for the technical terms used have been inserted wherever needed. Some commercial data both regarding raw materials and finished products have been included with the hope of promoting the interest of the experimenters. Although it is the practice in modern education to leave such information for the students to find out for themselves, yet the author found that, owing to the lack of sufficient reference books on the subject in Chinese at the present time, such additions are necessary.

To meet the needs of those who are interested in the vegetable oil industry, a special chapter on the subject has been prepared by the author himself. A supplement dealing with the leather industry in China has been prepared at the request of the author by Mr. John C. Wong, superintendent of the Hua Pei Leather Works. A brief account on popular dyestuffs in China has been prepared by Mr. G. A. Haley, representative of the British Dyestuffs Corporation, Ltd., in China.

The author is indebted to Dr. Allen Rogers of Pratt Institute for his permission to use the original text and his coöperation in the preparation of the translation. He also wishes to acknowledge the good work done by a number of friends who have thoroughly reviewed some of the manuscripts and made numerous suggestions and changes. Among them may be mentioned Mr. Ning K. Tang, Instructor in Chemistry to the Peking Union Medical College and Mr. Hang Wu, Professor of Agricultural Chemistry to the National College of Agriculture, who have read the chapter on organic syntheses; Mr. G. A. Haley, who has read the chapter on the application of dyestuffs; and Mr. John C. Wong, who has read the chapter on leather manufacture.

Much credit is also due to Messrs. Chêng-wen Chêng, Diang Gao, and Yu-shou Sung on the editorial staff of the Commercial Press, who have carefully reviewed the entire manuscripts and standardized all the technical terms used.

A number of manufacturers of chemical machinery in the United States have generously furnished materials for illustrations, and their names are mentioned in the Manual wherever such materials are used. The author is also indebted to a number of his students who have rendered valuable assistance in the preparation of the manuscripts, especially to Messrs. Yen-yu Lei and Ching-ming Hu, who have taken a number of photographs for the illustrations, and to Mr. Kai Ho, who has helped him in reading the proof of the eleventh chapter.

It is hoped that this Manual may be revised with the addition of a few chapters in the course of three or four years. A careful collection of representative methods that have been successfully used in technical institutes as well as industrial laboratories will be made for this purpose. In the meantime, he invites friendly criticism from those who are interested in the work concerning the present edition and constructive suggestions for the future edition.

JOHN E. S. HAN.

TSING HUA COLLEGE, PEKING,

April, 1923.

譯者再版序

本書以民國十三年倉卒出版，紕繆之處，不一而足。承各好友不我遐棄，寓書指導，百朋之錫，敢不拜嘉？惟學術公器，影響無窮。此次訂正以後，仍望海內明達，評隲而督責之，幸甚幸甚！

韓組康

上海，一六，七

PREFACE TO THE SECOND EDITION

THE first edition of this book appeared in 1924. Through the absence of sufficient time in preparing the manuscript, a number of errors and shortcomings escaped the notice of the author and lessened to some extent the utility of the text as a manual. Thanks to the suggestions received from friends many improvement in the way of additions and alterations have been made in the present edition. It is sincerely hoped that the public will continue to criticise the book so as to give it a chance for further improvement in the time to come.

JOHN E. S. HAN.

SHANGHAI. July, 1927

目 錄

	頁數
第一章 普通方法	1
第二章 無機物之製造	43
第三章 有機物之製造	108
第四章 紡織品染色法	181
第五章 顏料及沉澱色質	263
第六章 假漆之製造	293
第七章 肥皂之製造	322
第八章 製革	344
第九章 製紙	419
第十章 中國土產之植物油	430
第十一章 附錄	483

工業化學實驗法

第一章 普通方法

原本以彼邦注重參考，凡書中簡略之處，皆其所望生徒加覽他籍者。今華文皆乏詳盡之本，譯文即不能不將此種未盡之意，搜集而加入之。本章原共二十二條，加入分凝、攪拌、提精、過篩四條，合成二十六條。蒸溜昇華二條，亦略有更改。原共十二圖，茲益為三十八圖，並刊入附註多條（彼邦凡有化學工業科之學校，關於機械上之設備，無不應有盡有，學者身歷其間，固無須如許之圖樣及說明，始可明悉其大旨也），俾生徒不得機械上之訓練者，亦可明悉大製造之原理。一旦入工廠，或不致遇事皆茫然莫辨其所以也。

原文對於方法之說明，多限於使用機械者。茲於附註中，增入用尋常器械之簡單方法甚多。其理由有六：（一）歐美學校，生徒學習此項課程時，多已經過淺近之化學訓練，故於尋常小件儀器之使用，無須另有說明。今譯文之目的，既不僅在供給學校之教本，亦為個人研究工業者之一種指導，並不限於已習化學者，則此項方法不能不詳細說明之。（二）原本所列之物料數量，恆以供小機械之工作為標準，倘欲依比例減少之，以節費用，則非用小件儀器不可。（三）機械價值昂貴，且各有專用，不能互相變通。至於尋常器械，則可改變其裝置之法，以供各項用途；即遇有損壞，亦易添配。（四）偶欲增多成品之數量，亦可用此等簡單器械數組，同時合作。（五）尋常個人之研究工業者，及學校之經費有限者，對於採購全副機械，每多困難，不能不另求簡易之替代品。（六）貴重純粹之品，即在工廠，亦多有用玻璃器械製造者。如依士門柯達公司所製造及精製之有機物，多至一千一百餘種，銷售各處。所用器械，仍多屬此類。

機械優劣不等，價值高低懸殊。倘向尋常商家訂購，而不指定何廠所造，則或誤以劣品相授，亦未可知。即貨品優美，而索價又不知其是否相當。故譯本特將各機大概價值，及著名原廠列入附註中，以資參考。

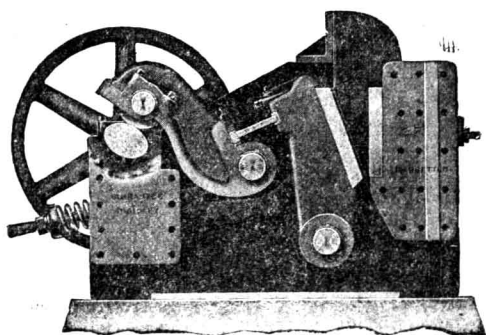
§1 壓碎 Crushing 製造化學品時，原料之壓碎，亦係重要工程之一種。壓碎之方法甚多，須擇其適於原料之性質者用之。

尋常之堅硬物質，多可用實驗室壓碎機 Laboratory crusher。第一圖即其最簡單者之形式。有一鋼製之鉗，裝於鋼板之上，由歪心輪之旋轉開合之。價值尚廉，不難採購。凡設備齊全之實驗室，無不有之。製造硫酸鎂及氯化鋇等化學品時，用為原料之礦石，均須用此機壓碎之。

附註 (1) 最簡單之手搖壓碎機，每分鐘能磨物料 50 磅者，價約美金七十四元。又每分鐘 100 磅用手搖或用半馬力之機械力者，價約美金七十八元。

(2) 壓碎之簡單方法及替代品：物料不多，專供試驗之用者，不妨

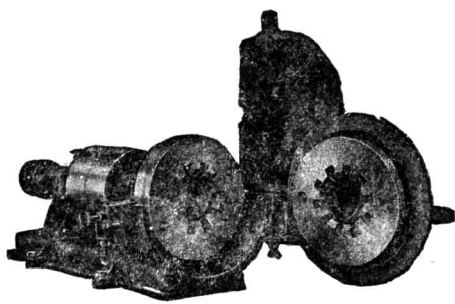
於鋼砧之上，用鋼錘擊碎，再於鋼製或鐵製之乳鉢中，壓成粗粒。含硅之石質，堅牢不易壓者，可先於坩堝中加以高熱，猝然投入冷水中，使裂為小塊。金屬體之物質，如鉛錫之類，可先熔融之，自高處注入冷水中，使分



第一圖 挾式壓碎機
(Sturtevant Mill Co., Harrison Square, Boston,
Mass., U. S. A.)

爲粒形。

§2 研磨 Grinding 礦石及他種原料,每每有須研成較壓碎機之出品更細之粉末者。遇此種物料,則非應用研磨機 Grinding machine 重研不可。其構造簡單而最通行者,均有二塊堅硬之鋼製磨盤,彼此緊接,其一旋轉甚速。物料從其間經過,立被研細。其磨研之情形,與乳鉢中磨研相類似。商場中此項機械之種類雖多,然其工作之原理,則盡相同;故本書無指定何種適用之必要。第二圖係實驗室常用者之形式。關於研磨所應注意者,即原料之研磨愈細,在用化學方法處理時,所須時間亦愈少,而反應亦較之粗糙者易於完全。



第二圖 轉盤式之研磨機
(Sturtevant Mill Co., Harrison Square,
Boston, Mass., U. S. A.)

附註 (1) 手搖最小之研磨機,磨盤直徑六英寸,能研極細之粉末者,美金八十七元五角。加購磨盤,每組美金八元五角。

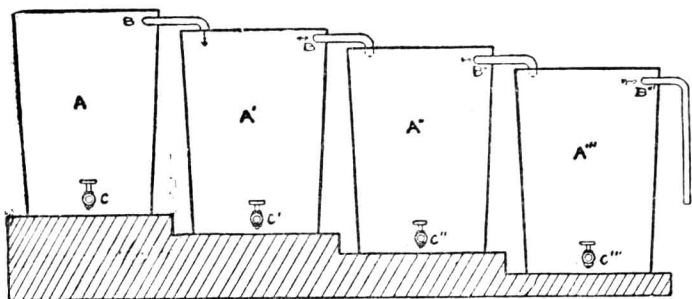
(2) 固體在用化學方法處理時,其反應恆因其面積過小而遲緩,不及溶解性之物質遠甚。然倘首先壓碎之,繼又研磨之,使成細粉,則其面積增大,反應亦因而增速。

(3) 物料購得時,每每有已係粉末者,然必須重加研磨,使之更細。俟用乳鉢或手指試壓之,毫無顆粒而止。研磨已碎之物,爲量不多者,可用八英寸徑之瓷乳鉢及大乳棒爲之。並須用篩,將粗細顆粒分開,另用乳鉢

重研粗者，迄無顆粒而止。

(4) 我國藥肆所用之鐵碾，以足推轉鐵輪者，亦佳。欲物料中不雜入絲毫鐵質，則必用瓷乳鉢及乳棒，然不及鐵器之迅速遠甚。在純粹化學試藥之製造，即在工廠亦用瓷器。其法將物料與瓷球相混，裝入旋轉之瓷製圓筒中，由球與藥物之碰擊而研細之。

§3 浸溶 Lixiviation ⁽¹⁾ 此係使溶解性之物質與不溶解性之物質，或難溶解性之物質，相分離之法。被浸溶之物質，須貯於有假底之無蓋桶中 ⁽²⁾（其假底有多數孔眼），加以適量之水，以溶解其中可溶性之部分。有時桶中亦備有無孔之蒸氣螺旋管 ⁽³⁾，以供加熱之用。尋常大都以數桶相連，而成一組。如第三圖之式。水在第一桶中溶解可溶性物質之一部分後，即由



第三圖 浸溶裝置

假底之下端被抽出，而導入次桶假底之上端，使與新鮮之物料相接，以繼續浸溶，而增高其濃度。當第一桶中之水抽出後，即加以清水，以使物料中餘存之可溶性部分，再被溶解。第一桶之濃度，恆較低於第二桶。第二桶又較低於第三桶。漸進而漸次增加，迄液體從最後之一桶流出時，即已達一組中最高

之濃度。

附註 (1) 固體消溶於液體中，謂之爲溶解。溶解之後，其液體爲溶液。可溶性 Soluble 係能溶解於水中(或他種液體中)之意。不溶性 Insoluble 係不能溶解於水中(或他種液體中)之意。難溶性 Difficultly soluble 卽在水中(或他種液體中)溶解度甚小之意。溶解固體之液體曰溶劑 Solvent。如有砂糖及銅屑之混合物，欲分離之，則可投入水中，使砂糖溶解。過濾時，砂糖溶液透過濾紙，而銅屑則存留於漏斗中。如將已過濾之砂糖溶液，蒸發乾涸，即得淨糖。液體亦能彼此溶解，如油脂之溶解於揮發油，及酒精之溶解於水，皆屬此類。氣體與氣體，氣體與液體，固體與氣體，固體與固體，均有可溶解者。溶解與熔融 Fusion，中文字面彷彿，頗易混亂。熔融係固體過高溫度而化液體之意。如鉛錫之類，熱則化液體，冷則復凝爲固體者皆是。

(2) 假底 False bottom 係活動可取下之底板。

(3) 無孔之蒸氣螺旋管 Closed steam coil 係金屬所製螺旋形之管。導蒸氣入其中，以供加熱之用。無孔之意，卽謂管體在液體中之部分無孔眼，其中之蒸氣，不能逸入液體之中。

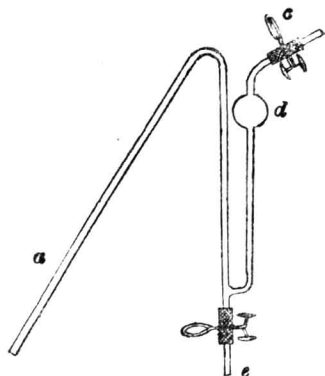
(4) 第三圖之器械，可用木製之，內面襯以鉛皮。然實驗之用物料不多者，決無需此。少量之物料欲溶解其中可溶性之部分，可研成細粉，放入瓷製之蒸發皿或燒鍋中，加以溶劑而攪和之。如不易溶解，則尙須加熱，並不絕攪拌之。惟不可令固體沉集於器底，因有受熱過高而破裂其器具之危險也。如此法不適用，或所用溶劑價值甚昂，蒸散可惜者，則可用第十七條之方法處理之。

§4 傾瀉 Decantation 製造化學品時，如有固體析出，常用此法使與液體相分離。沉澱完畢後，即應靜置之，以待其集⁽¹⁾

合於容器之底部。然後用虹吸管導出其上部之澄清溶液。如不用虹吸管，則傾斜其器，使液體緩緩流出亦可。

附註 (1) 沉澱：凡二種或數種液體相和，而有固體析出者，其固體即沉澱 Precipitate。

(2) 將液體從甲器傾入乙器時，常有沿甲器之外面而流至其底部者。欲防免之，則可玻棒觸於液體被傾處之外面，以爲引導。或於其處塗以脂油少許，亦可得相同之結果。



第四圖 虹吸管

(3) 傾瀉液體以用虹吸管爲便，其形如第四圖。將 *a* 管插入液體中，啓開 *c* 夾，以口吸出其中之空氣，液體即進入管中。迨達 *d* 處之球時，即閉 *c* 夾，而啓 *b* 夾，液體即從 *e* 管流出。此器可用玻璃管自製之。如係用於高錳酸鉀，或其他種強烈之氧化劑，則不可用橡皮管，而須改用有玻璃活栓者。

§5 洗滌 Washing 製造之成品⁽¹⁾常有含不純物者。倘成品之本體不溶解於水，而不純物能溶解於水，則可用水洗滌以除去之。惟洗滌必淨，不可使有存留者。洗滌多量之物質，最簡單之法，即將該物質與多量之水，同置一器中，而攪拌之，以使不純物被溶解。然後澄清，使殘渣⁽²⁾下沉，用傾瀉法，使與上部之水相分離。再加水一次，或數次，依前法繼續洗滌之，直至不純物除盡爲止。

附註 (1) 成品 Product 即工廠製成之物品；又化學反應所生之物