

中等專業學校教學用書

無機物工藝學教程

上 冊

A. И. 耶果洛夫 A. И. 謝列謝夫斯基

И. В. 什瑪寧柯夫 著

重工業部工業教育司 譯

重工業出版社

81.11

380

1-1

中等專業學校教學用書

無機物工藝學教程

上 冊

А.П. 耶果洛夫 А.И. 謝列謝夫斯基

И.В. 什瑪寧柯夫 著

重工業部工業教育司 譯

3/517 01

重工業出版社

本書係根據蘇聯國立化學科技書籍出版社（Государственное научно-техническое издательство химической литературы）出版的耶果洛夫（А. П. Егоров），謝列謝夫斯基（А. И. Шерешевский）及什瑪寧柯夫（И. В. Шманенков）合著的“無機物工藝學教程”（Курс технологии минеральных веществ）1950年版譯出。原書經蘇聯化學工業部教育司審定為化學工業中等專業學校的教學參考書。它對廣大的欲獲得有關最重要的無機物工藝方面的簡略知識的化學家也很有用。

本書敘述無機酸、鹼、固定氮、無機肥料及無機鹽的製造工藝。此外，還包括黑色及有色金屬、鹼金屬及鹼土金屬、陶瓷、玻璃、建築材料及膠凝物質的製造工藝。

本書分上下冊出版。上冊包括前五章。由重工業部工業教育司陳樹昌、石增榮、徐秀芳三同志負責譯校。

А. П. Егоров, А. И. Шерешевский,
И. В. Шманенков
КУРС ТЕХНОЛОГИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
Гостехиздат (Москва 1950 Ленинград)

* * *
無機物工藝學教程（上冊）

重工業部工業教育司 譯校
重工業出版社（北京西直門內大街三官廟 11 號） 出版
北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *
重工業出版社印刷廠印
一九五五年九月第一版
一九五五年九月北京第一次印刷（1—1,668）

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{25} \cdot 220,000$ 字 $\cdot 10 \cdot \frac{4}{25}$ 印張 $\cdot$ 定價（8）1.42 元

書號 0336

* * *
發行者 新華書店

第二版序言

在蘇聯，化學工業已經成長為一個極重要的國民經濟部門。建立了許多新型的生產，例如：合成氨的生產，合成橡膠的生產等。農業得到數以百萬噸計的化學肥料。在硫酸的生產上，蘇聯佔據着世界上的頭等地位（沙皇時代的俄國直至 1913 年時佔據第十一位）。

黨和政府都非常注意化學工業的發展。1946—1950 年蘇聯恢復及發展國民經濟五年計劃中規定：要建立起以處理石油加工副產品及煤炭為基礎的新型的有機合成部門；廣泛出品各種化學半成品以供應塑料、苯胺染料、油漆顏料、製藥工業及其他國民經濟部門；組織新品種的塑料及合成樹脂的生產；擴大合成染料的生產使之超過戰前水平，並提高質量最好的經久不褪色的染料的產量。

運用新技術，改用連續生產法，生產控制的自動化，強化生產過程都需要化學工業上的工程技術人員具有高度的知識水平和廣闊的技術眼界。因此，出版一本普通化學工藝方面的書，反映出一些最重要的無機物製造工藝的現在情況，對我們是很適時的而且也是很有益的。

本書是 1944 年出版的中等專業學校用教科書經過大量修改而改編成的第二版。書的內容編排也有很大變動。

例如，關於各種無機原料方面的知識已由“無機原料”一章中抽出來，分別安插到討論它們的加工方法的相應的章節中。“電熱生產”一章分寫成兩章：“磷和磷酸”及“碳化鈣和氰化鈣”。“無機鹽”一章中補充進去一小節溴化物和碘化物。在“金屬”一章中加入了“鹼金屬和鹼土金屬的製造”一節。在“矽酸鹽”一章中加入了“可溶性玻璃”和“矽膠”兩節。

由於關於生產過程和設備以及物理化學方面的中等專業學校專用教科書已經出版了，在本版中對於某些設備（主要是標準型的設備）以及工藝過程的物理化學原理的講述都加以縮減。

第三、四、五、六、十一（第三節）章由 А.П. 耶果洛夫編寫；第五章中的燃料一節由 И.В. 什瑪寧柯夫編寫；第一、七、八、九、十、十二（第二、三、四、五節）章由 А.И. 謝列謝夫斯基編寫；緒論及第二、十一（第一、二節）、十二（第一節）章由 И.В. 什瑪寧柯夫編寫。

緒 論

化學工藝中研究將天然物料加工製成工業半成品及消費品的過程。化學工藝與**機械工藝**不同，化學工藝中討論的過程是改變被處理物料的化學組成的過程，而機械工藝所研究的過程中僅有被處理的物料的外表或形狀的變化。屬於化學工藝的例子有：由氮和氫製合成氨，用礦石煉鐵等。屬於機械工藝的例子有：紡棉，軋製金屬等。

無機物化學工藝與有機物化學工藝不同，**無機物化學工藝**是處理由礦物變成的物料（用硫鐵礦及天然硫製硫酸，用礦石熔煉金屬，製陶瓷等），**有機物化學工藝**是處理由動物或植物變成的物料（石油加工，製糖、造紙、鞣革等）。

現在我們闡明一下在敘述各種工藝過程時要遇到的幾個概念。

原料應理解為製造某種成品所用的原始物料。在工藝過程中常常要用幾種原料按一定的比例混合在一起。如果這樣的混合物是由固體物料組成的，則稱其為**配合料**。

為了製出所需的產品，原料常常要經過幾步的處理。在一定的生產過程循環中，最後一步所得到的產品稱為**成品**，而在任意一個中間步驟中得到的產品則叫做**半成品**。

在生產某種產品時，常常要得到各種不同的**廢料**。如果這種廢料還能利用，則稱其為**副產品**，如果不能利用，則稱其為**廢物**。近代的技術力圖使工業上沒有廢物。例如，在用硫鐵礦製硫酸時，爐渣、灰塵及酸泥等都是廢料。現在可以由這些廢料中製出有價值的副產品，因為由爐渣中可以分離出鐵來，由灰塵中可以分離出元素鎘、鉍、鎢等，由酸泥中可以分離出硒。

在化學工業的發展史中有這樣的事實，當初的廢物已經成為主要產品，而當初的主要產品却成了副產品。例如，在用路布蘭法製蘇打時用硫酸鈉作原料，它是用硫酸來分解氯化鈉製得的，而放出來的氯化氫在相當長的一段時期內都當作廢物，並且造成很大的困難。在發現氯化氫的水溶液——鹽酸的用途之後，它便成了主要的產品，而硫

酸鈉却成了副產品。

如果廢料再經過進一步的處理由其中提取出原始物料，並將其送回工藝過程，該操作過程稱為**再生**。

工藝過程的**物料平衡**反映出參與工藝過程的物料的消耗量及收入量。一般物料平衡是按照單位成品或原料（1 仟克或 1 噸）來計算的。

根據物料平衡可以計算出**原料利用率**來，該利用率是指成品中的有用物質的數量與消耗掉的原料中的有用物質的數量的之比。例如，如果在由 100 仟克含 40% S 的礦石中熔煉硫時，可以得到 38 仟克含 90% S 的粗硫，則原料利用率為：

$$\frac{38.90}{40} = 85.5\%$$

能量利用率是生產單位重量產品理論上所需消耗的能量與實際上消耗的能量之比。

設備的**生產能力**是指在一定的單位時間內（例如每晝夜）從設備的單位容積或單位表面，或者是從單位底面積上得到的成品的數量。

設備的**實際生產能力**與設計時規定的該設備的標準生產能力之比稱為它的**效率**。

工藝過程分為間歇的、連續的、半連續的以及循環的。

在**間歇**的過程中，操作的進行方式如下：往設備中裝入一定量的原料，在操作過程完結之後卸出來；此後再裝入一批新的原料又重複原來的過程。製造過磷酸鈣，煉焦，煅燒陶瓷製品等都可以作為間歇過程的例子。

在**連續**過程中，除掉停車修理之外設備的操作是不中止的，而原料則是連續地裝入，或者是在設備中空出某一容積時一批一批地間歇裝入。因此，在連續過程中除掉新加入的原料之外有一部分原料是處於加工的步驟中的，而另一部分原料却已經反應完了。製造發生爐煤氣，在多層機械爐中焙燒硫鐵礦，高爐煉鐵過程等都可以作為連續過程的例子。

半連續過程是在幾個設備中進行的，其中的一些設備間歇地操

作，而另一些則連續操作。煉焦化學產品的生產就可以作為一個例子，其中的煉焦是間歇過程，而苯，氨以及其它產品的回收則連續地進行，是由幾個爐子一起進行的。

實用上是力圖實現連續過程的，因為它們非常經濟。

在循環過程中，沒有反應完的原料與新加入的一批原料一起回到過程的第一步。因此，在這裡進行的是一部分原料在閉口的循環中不斷循環的過程。用氫和氮合成氨就可以做為這樣過程的一個例子。

採用所謂的**向流原則**在化學工藝上是有很大的意義的。例如，在由焦爐煤氣中收回氨時，用四個洗滌器（塔），在這些塔內吸收氨的水迎着焦爐煤氣流動。新來的焦爐煤氣進入第一個洗滌器內，而清潔的水則進入第四個洗滌器內，在這裡由煤氣中吸收在以前各洗滌器中提剩的小量的氨。在第一個洗滌器內，送入的水已經含有大量氨，與含有大量氨的煤氣相遇，它還要再吸收一定數量的氨。因此可以達到完全收回氨和得到較濃的溶液的目的。向流原則也廣泛地應用於熱交換設備上（冷卻器，預熱器，冷凝器，蓄熱器等）。

目 錄

第二版序言	5
緒論	6
第一章 無機原料	9
無機原料的埋藏量	9
選礦	10
無機原料的試驗	14
參考書	15
第二章 水	16
1 技術用水	18
2 污水	24
3 飲用水	26
參考書	26
第三章 硫酸及硫	27
1 硫酸	27
製硫酸的原料	31
二氧化硫的製取	35
亞硝基法製硫酸	57
鉛室法	58
塔式法	62
硫酸的濃縮	78
接觸法製硫酸	85
濕接觸法製硫酸	102
硫酸的貯藏及運輸	103
2 硫	103
從天然硫礦中提取硫	104
用硫化礦製硫	106
用還原二氧化硫的方法製硫	107
由含硫化氫的氣體中製取硫	109
硫的淨化	112

參考書	113
第四章 氯，鹽酸及氯的氧化物	114
1 氯	114
原料的來源	115
製氯氣的化學方法	116
製取氯與碱的電化學方法	117
液體氯	137
2 鹽酸	141
氯化氫的製取	141
氯化氫的吸收	145
鹽酸的貯藏和運輸	148
液體氯化氫	148
3 氯的氧化物	148
漂白粉	148
漂白液	153
次氯酸鈣	155
氯酸鹽	157
高氯酸鹽	159
參考書	159
第五章 氮與硝酸	160
1 合成氮	161
氮的製取	161
氫的製取	172
氮-氫混合物的製取	180
氮的合成	210
2 硝酸	224
用氮氧化的方法製造硝酸	226
同時製取硫酸和硝酸	248
硝酸的貯藏及運輸	249
參考書	249

81.11

380

1-1

中等專業學校教學用書

無機物工藝學教程

上 冊

А.П. 耶果洛夫 А.И. 謝列謝夫斯基

И.В. 什瑪寧柯夫 著

重工業部工業教育司 譯

3/5 17 07

重工業出版社

本書係根據蘇聯國立化學科技書籍出版社（Государственное научно-техническое издательство химической литературы）出版的耶果洛夫（А. П. Егоров），謝列謝夫斯基（А. И. Шерешевский）及什瑪寧柯夫（И. В. Шманенков）合著的“無機物工藝學教程”（Курс технологии минеральных веществ）1950年版譯出。原書經蘇聯化學工業部教育司審定為化學工業中等專業學校的教學參考書。它對廣大的欲獲得有關最重要的無機物工藝方面的簡略知識的化學家也很有用。

本書敘述無機酸、鹼、固定氮、無機肥料及無機鹽的製造工藝。此外，還包括黑色及有色金屬、鹼金屬及鹼土金屬、陶瓷、玻璃、建築材料及膠凝物質的製造工藝。

本書分上下冊出版。上冊包括前五章。由重工業部工業教育司陳樹昌、石增榮、徐秀芳三同志負責譯校。

А. П. Егоров, А. И. Шерешевский,
И. В. Шманенков
КУРС ТЕХНОЛОГИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
Гостехиздат (Москва 1950 Ленинград)

* * *
無機物工藝學教程（上冊）

重工業部工業教育司 譯校
重工業出版社（北京西直門內大街三官廟 11 號）出版
北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *
重工業出版社印刷廠印
一九五五年九月第一版
一九五五年九月北京第一次印刷（1—1,668）

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{25} \cdot 220,000$ 字 $\cdot 10 \cdot \frac{4}{25}$ 印張 $\cdot$ 定價（8）1.42 元

書號 0336

* * *
發行者 新華書店

目 錄

第二版序言	5
緒論	6
第一章 無機原料	9
無機原料的埋藏量	9
選礦	10
無機原料的試驗	14
參考書	15
第二章 水	16
1 技術用水	18
2 污水	24
3 飲用水	26
參考書	26
第三章 硫酸及硫	27
1 硫酸	27
製硫酸的原料	31
二氧化硫的製取	35
亞硝基法製硫酸	57
鉛室法	58
塔式法	62
硫酸的濃縮	78
接觸法製硫酸	85
濕接觸法製硫酸	102
硫酸的貯藏及運輸	103
2 硫	103
從天然硫礦中提取硫	104
用硫化礦製硫	106
用還原二氧化硫的方法製硫	107
由含硫化氫的氣體中製取硫	109
硫的淨化	112

參考書	113
第四章 氯，鹽酸及氯的氧化物	114
1 氯	114
原料的來源	115
製氯氣的化學方法	116
製取氯與碱的電化學方法	117
液體氯	137
2 鹽酸	141
氯化氫的製取	141
氯化氫的吸收	145
鹽酸的貯藏和運輸	148
液體氯化氫	148
3 氯的氧化物	148
漂白粉	148
漂白液	153
次氯酸鈣	155
氯酸鹽	157
高氯酸鹽	159
參考書	159
第五章 氮與硝酸	160
1 合成氮	161
氮的製取	161
氫的製取	172
氮-氫混合物的製取	180
氮的合成	210
2 硝酸	224
用氮氧化的方法製造硝酸	226
同時製取硫酸和硝酸	248
硝酸的貯藏及運輸	249
參考書	249

第二版序言

在蘇聯，化學工業已經成長為一個極重要的國民經濟部門。建立了許多新型的生產，例如：合成氨的生產，合成橡膠的生產等。農業得到數以百萬噸計的化學肥料。在硫酸的生產上，蘇聯佔據着世界上的頭等地位（沙皇時代的俄國直至 1913 年時佔據第十一位）。

黨和政府都非常注意化學工業的發展。1946—1950 年蘇聯恢復及發展國民經濟五年計劃中規定：要建立起以處理石油加工副產品及煤炭為基礎的新型的有機合成部門；廣泛出品各種化學半成品以供應塑料、苯胺染料、油漆顏料、製藥工業及其他國民經濟部門；組織新品種的塑料及合成樹脂的生產；擴大合成染料的生產使之超過戰前水平，並提高質量最好的經久不褪色的染料的產量。

運用新技術，改用連續生產法，生產控制的自動化，強化生產過程都需要化學工業上的工程技術人員具有高度的知識水平和廣闊的技術眼界。因此，出版一本普通化學工藝方面的書，反映出一些最重要的無機物製造工藝的現在情況，對我們是很適時的而且也是很有益的。

本書是 1944 年出版的中等專業學校用教科書經過大量修改而改編成的第二版。書的內容編排也有很大變動。

例如，關於各種無機原料方面的知識已由“無機原料”一章中抽出來，分別安插到討論它們的加工方法的相應的章節中。“電熱生產”一章分寫成兩章：“磷和磷酸”及“碳化鈣和氰化鈣”。“無機鹽”一章中補充進去一小節溴化物和碘化物。在“金屬”一章中加入了“鹼金屬和鹼土金屬的製造”一節。在“矽酸鹽”一章中加入了“可溶性玻璃”和“矽膠”兩節。

由於關於生產過程和設備以及物理化學方面的中等專業學校專用教科書已經出版了，在本版中對於某些設備（主要是標準型的設備）以及工藝過程的物理化學原理的講述都加以縮減。

第三、四、五、六、十一（第三節）章由 А.П. 耶果洛夫編寫；第五章中的燃料一節由 И.В. 什瑪寧柯夫編寫；第一、七、八、九、十、十二（第二、三、四、五節）章由 А.И. 謝列謝夫斯基編寫；緒論及第二、十一（第一、二節）、十二（第一節）章由 И.В. 什瑪寧柯夫編寫。

緒 論

化學工藝中研究將天然物料加工製成工業半成品及消費品的過程。化學工藝與**機械工藝**不同，化學工藝中討論的過程是改變被處理物料的化學組成的過程，而機械工藝所研究的過程中僅有被處理的物料的外表或形狀的變化。屬於化學工藝的例子有：由氮和氫製合成氨，用礦石煉鐵等。屬於機械工藝的例子有：紡棉，軋製金屬等。

無機物化學工藝與有機物化學工藝不同，**無機物化學工藝**是處理由礦物變成的物料（用硫鐵礦及天然硫製硫酸，用礦石熔煉金屬，製陶瓷等），**有機物化學工藝**是處理由動物或植物變成的物料（石油加工，製糖、造紙、鞣革等）。

現在我們闡明一下在敘述各種工藝過程時要遇到的幾個概念。

原料應理解為製造某種成品所用的原始物料。在工藝過程中常常要用幾種原料按一定的比例混合在一起。如果這樣的混合物是由固體物料組成的，則稱其為**配合料**。

為了製出所需的產品，原料常常要經過幾步的處理。在一定的生產過程循環中，最後一步所得到的產品稱為**成品**，而在任意一個中間步驟中得到的產品則叫做**半成品**。

在生產某種產品時，常常要得到各種不同的**廢料**。如果這種廢料還能利用，則稱其為**副產品**，如果不能利用，則稱其為**廢物**。近代的技術力圖使工業上沒有廢物。例如，在用硫鐵礦製硫酸時，爐渣、灰塵及酸泥等都是廢料。現在可以由這些廢料中製出有價值的副產品，因為由爐渣中可以分離出鐵來，由灰塵中可以分離出元素鎘、鉍、鎢等，由酸泥中可以分離出硒。

在化學工業的發展史中有這樣的事實，當初的廢物已經成為主要產品，而當初的主要產品却成了副產品。例如，在用路布蘭法製蘇打時用硫酸鈉作原料，它是用硫酸來分解氯化鈉製得的，而放出來的氯化氫在相當長的一段時期內都當作廢物，並且造成很大的困難。在發現氯化氫的水溶液——鹽酸的用途之後，它便成了主要的產品，而硫

酸鈉却成了副產品。

如果廢料再經過進一步的處理由其中提取出原始物料，並將其送回工藝過程，該操作過程稱為**再生**。

工藝過程的**物料平衡**反映出參與工藝過程的物料的消耗量及收入量。一般物料平衡是按照單位成品或原料（1 仟克或 1 噸）來計算的。

根據物料平衡可以計算出**原料利用率**來，該利用率是指成品中的有用物質的數量與消耗掉的原料中的有用物質的數量的之比。例如，如果在由 100 仟克含 40% S 的礦石中熔煉硫時，可以得到 38 仟克含 90% S 的粗硫，則原料利用率為：

$$\frac{38.90}{40} = 85.5\%$$

能量利用率是生產單位重量產品理論上所需消耗的能量與實際上消耗的能量之比。

設備的**生產能力**是指在一定的單位時間內（例如每晝夜）從設備的單位容積或單位表面，或者是從單位底面積上得到的成品的數量。

設備的**實際生產能力**與設計時規定的該設備的標準生產能力之比稱為它的**效率**。

工藝過程分為間歇的、連續的、半連續的以及循環的。

在**間歇**的過程中，操作的進行方式如下：往設備中裝入一定量的原料，在操作過程完結之後卸出來；此後再裝入一批新的原料又重複原來的過程。製造過磷酸鈣，煉焦，煅燒陶瓷製品等都可以作為間歇過程的例子。

在**連續**過程中，除掉停車修理之外設備的操作是不中止的，而原料則是連續地裝入，或者是在設備中空出某一容積時一批一批地間歇裝入。因此，在連續過程中除掉新加入的原料之外有一部分原料是處於加工的步驟中的，而另一部分原料却已經反應完了。製造發生爐煤氣，在多層機械爐中焙燒硫鐵礦，高爐煉鐵過程等都可以作為連續過程的例子。

半連續過程是在幾個設備中進行的，其中的一些設備間歇地操

作，而另一些則連續操作。煉焦化學產品的生產就可以作為一個例子，其中的煉焦是間歇過程，而苯，氨以及其它產品的回收則連續地進行，是由幾個爐子一起進行的。

實用上是力圖實現連續過程的，因為它們非常經濟。

在循環過程中，沒有反應完的原料與新加入的一批原料一起回到過程的第一步。因此，在這裡進行的是一部分原料在閉口的循環中不斷循環的過程。用氫和氮合成氨就可以做為這樣過程的一個例子。

採用所謂的**向流原則**在化學工藝上是有很大的意義的。例如，在由焦爐煤氣中收回氨時，用四個洗滌器（塔），在這些塔內吸收氨的水迎着焦爐煤氣流動。新來的焦爐煤氣進入第一個洗滌器內，而清潔的水則進入第四個洗滌器內，在這裡由煤氣中吸收在以前各洗滌器中提剩的小量的氨。在第一個洗滌器內，送入的水已經含有大量氨，與含有大量氨的煤氣相遇，它還要再吸收一定數量的氨。因此可以達到完全收回氨和得到較濃的溶液的目的。向流原則也廣泛地應用於熱交換設備上（冷卻器，預熱器，冷凝器，蓄熱器等）。