

化工乾燥

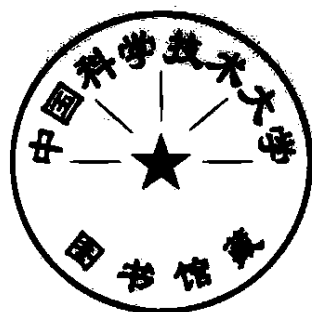
И. И. 伏隆佐夫 著
殷宗泰 彭成中 合譯

化学工業出版社

化 工 乾 燥

И. И. 伏隆佐夫 著

殷宗泰 彭成中 合譯



化学工业出版社

И. И. Воронцов.
СУШКА В ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ
Госхимиздат (Москва 1951 Ленинград)

* * *

化工乾燥

殷宗秦 彭成中 合譯

化学工業出版社 (北京安定門外卸路16号) 出版
北京市書刊出版業營業許可證出字第〇九二號

* * *

重工業出版社印刷廠印

七 一九五五年八月第一版

一九五六年十二月北京第三次印刷 (4591—3606)

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{25}$ · 190,000字 · 8 $\frac{18}{25}$ 印張 · 定價 (10) 1.40元

書號 0011

* * *

發行者 新華書店

本書係根據蘇聯國立化學科技出版社 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ХИМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ) 出版的伏隆佐夫 (И.И.ВОРОНЦОВ) 所著「化工生產中的乾燥 (СУШКА В ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ) 1951 年版譯出，並將書名簡譯為「化工乾燥」。

書中敘述了有機物料的乾燥過程，各種型式的工業用乾燥器和實驗用乾燥器的構造，乾燥器的輔助裝置和計器，詳盡地闡述了乾燥設備的操作規程，維護和經濟指標。引證了計算乾燥器的重要公式。

本書供設備操作工、工長、化工技術員和其他有關工業的從業人員用。

本書是殷宗秦、彭成中兩同志合譯的，並承沈世傳、王志鏗兩同志給予協助。

原 序

近年來，化學工業中的乾燥技術已有了長足的進展。構造益臻完善的乾燥設備被利用到工業中來了；在物料乾燥方面，煙道氣的應用範圍已大為擴展；具有原則上的新式乾燥設備已經設計出來。在乾燥過程方面，已用各種型式的實驗乾燥設備進行了一系列的試驗工作，也在工業設備中作了仔細的研究。結果使我們有可能把多數物料的乾燥條件作更合理的規定。

與化學工業生產設備改進的同時，操作人員的技術水平也顯著地提高了，而應用具有各種輔助裝置及大量控制計器的現代複雜的乾燥設備時，則又對操作人員提出了更高的要求。

所有這些情況，都要求我們對 1936 年出版，經重工業人民委員會教育總局批准為初級技術教學參考書的集體著作（本書作者校訂）的“有機化學工業中的乾燥過程”一書中的材料，有必要重新加以修訂。

編寫本書時，作者認為主要的任務應該是：

1. 對化學工業中已在使用或行將採用的現代乾燥設備的構造，操作條件及使用規則作可能詳盡的說明。
2. 闡述乾燥的基本理論，並列舉乾燥過程的重要計算方程式，把它們寫成最簡單明瞭，易於掌握的形式。因為受到分析計算法的限制，作者有意避免敘述 $I - d$ 圖的圖算法。
3. 簡要地記述在實驗的及工業的乾燥設備中所進行的有價值的物料過程的研究工作。

書中引用的具體材料大半取自苯胺染料工業的實際工作，部分取自偶氮染料的生產中。乾燥和工廠乾燥設備試驗的研究工作在化學工業的這個部門中進行得最多。無疑的，所得到的資料也可以應用到化學工業的其他部門中去。

本書供學過初級技術課程的熟練操作工及乾燥車間的中級工作人員——工長，實驗員，熟工人員等參考之用。

作 者

緒 論

在工廠的實踐中，乾燥和蒸發，同樣是指用氣化的方法以排除物料中液體的操作過程。蒸發過程和乾燥過程是難以區分的。但通常是把乾燥理解為從物料中完全除去液體；而蒸發只從物料中排除其所含液體的一部分。

在有機化學工業中，乾燥是用於處理若干半成品和大多數的染料，化學藥物等固體產品。在大多數的情況下適合乾燥膏狀物料，即含有微細固體質點的半流體，黏稠的物質。

近 15—20 年來，化學工業中的乾燥技術已經提高到相當高的技術水平。間歇式操作的乾燥設備——用手工裝卸物料的真空櫥，廂式乾燥器——現在已為部分機械化的或完全機械化的裝卸物料的連續式乾燥設備所代替。並進一步研究出更臻完善的乾燥設備：滾筒帶式乾燥器，迴旋轉筒式乾燥器和噴霧乾燥器。

不久以前，水蒸汽幾乎是有機物料乾燥時唯一的載熱體。水蒸汽被用於通過加熱壁直接加熱，或在空氣加熱器中用來預熱空氣。最近幾年來，對有機物料的乾燥，特別是染料，應用了煙道氣，使可能顯著提高了乾燥溫度；從而提高乾燥設備的生產能力，同時使經濟指標也有所改善。

從此得出結論，各種型式的乾燥器，按其加熱方法可分為下列兩類：接觸乾燥設備——被乾燥物料用蒸汽（很少用熱水）通過加熱壁被加熱；與氣體乾燥設備——被乾燥物料直接與熱空氣或煙道氣相接觸。

近代乾燥設備是由下列幾個主要部分構成的：

1. 乾燥器，即在其中進行物料乾燥的設備；
2. 製備或預熱載熱體的裝置：空氣加熱器，爐灶；
3. 排除水汽的裝置：冷凝器，真空泵和送風機；
4. 回收從乾燥器中排出的被乾燥物料微塵的裝置：旋風除塵器，過濾器
和洗滌器；
5. 裝卸被乾燥物料的裝置：加料器，輸料器，螺旋輸料器等；
6. 載熱體，水汽和廢氣的管道：蒸汽管，真空管，氣道；
7. 控制量度儀器：壓力計，溫度計，濕度計等。

為了調整好乾燥設備的正規操作，也即是在最大生產能力和最經濟的條件下操作，必須預先在合宜的條件下研究物料的乾燥過程。為此，在實驗的乾燥設備中進行乾燥作業試驗和在工業的乾燥設備中進行考察乾燥過程。

目 錄

原序	(6)
緒論	(7)
第一章 被乾燥物料的性質	(8)
物料質點的大小和形狀	(8)
物料的濕度	(9)
物料對加熱的穩定性	(13)
物料的化學腐蝕性	(14)
物料的着火危險性和爆炸危險性	(14)
被乾燥物料對人體的影響	(17)
第二章 應用在乾燥中的載熱體	(19)
水蒸汽	(19)
空氣	(21)
煙道氣	(26)
第三章 乾燥設備的輔助裝置	(29)
預熱空氣的裝置 (空氣加熱器)	(29)
製備煙道氣的裝置 (爐灶)	(32)
真空乾燥裝置	(38)
加料裝置 (加料器)	(45)
乾燥盤	(49)
除塵裝置	(51)
第四章 控制量度儀器	(67)
空氣濕度的量度儀器	(67)
物料濕度的量度儀器	(69)
第五章 物料乾燥過程的研究	(76)
物料乾燥的過程	(76)
乾燥的溫度狀況	(82)
載熱體的單位消耗量和效率	(85)
乾燥的物料平衡	(90)
乾燥設備的生產能力	(91)
乾燥的熱量平衡	(93)

第六章 接觸乾燥器	(102)
真空乾燥器.....	(102)
帶氣壓冷凝器的乾燥設備.....	(103)
帶表面冷凝器的乾燥設備.....	(109)
帶濕空氣真空泵的乾燥設備.....	(112)
物料固定層在真空下的乾燥試驗.....	(114)
耙式真空乾燥器	(118)
耙式真空乾燥器和氣壓冷凝器的設備流程.....	(120)
乾燥設備的維護.....	(125)
耙式真空乾燥器的操作制度.....	(130)
耙式真空乾燥器的乾燥過程.....	(132)
耙式真空乾燥器乾燥的物料平衡.....	(133)
耙式真空乾燥器乾燥的熱量平衡.....	(134)
常壓式雙滾筒乾燥器	(134)
帶有常壓式雙滾筒乾燥器的過濾—乾燥設備的流程.....	(135)
雙滾筒乾燥器的構造.....	(136)
設備的操作和維護.....	(139)
雙滾筒真空乾燥器	(143)
雙滾筒真空乾燥器的操作.....	(145)
設備的維護.....	(146)
設備操作的主要指標.....	(148)
雙滾筒高真空乾燥器	(149)
設備的流程.....	(149)
乾燥器的維護.....	(153)
單滾筒常壓塑型乾燥器	(155)
操作原理.....	(155)
單滾筒塑型乾燥器的構造.....	(156)
單滾筒塑型乾燥器物料乾燥過程的研究.....	(158)
第七章 氣體乾燥器	(160)
廂式循環乾燥器	(160)
乾燥器的構造.....	(160)
乾燥器的操作和維護.....	(164)
乾燥器的操作制度.....	(164)

耙式間歇操作乾燥器	(168)
用煙道氣加熱的耙式間歇操作的乾燥器設備圖	(169)
設備的操作和維護	(171)
設備的操作制度	(171)
耙式連續操作乾燥器	(173)
用煙道氣加熱的耙式連續操作的乾燥器設備圖	(173)
乾燥設備的操作和維護	(177)
設備的操作制度	(177)
旋轉攪板乾燥器 (渦輪式乾燥器)	(180)
乾燥器的構造及操作	(180)
膏狀偶氮染料在具有旋轉攪板的乾燥器中的乾燥	(181)
帶式及滾筒帶式乾燥器	(183)
帶式乾燥器的構造	(184)
帶式乾燥器與單滾筒塑型乾燥器的聯合使用	(187)
套網乾燥器	(189)
乾燥器的構造和操作	(189)
乾燥器的維護	(192)
設備的操作制度	(192)
套網式乾燥器條件下偶氮染料的乾燥	(194)
轉筒乾燥器	(196)
轉筒乾燥器的實驗乾燥設備	(197)
迴轉筒式乾燥設備	(200)
氣流式乾燥器	(200)
噴霧乾燥器	(201)
噴霧乾燥器的作用原理	(201)
噴霧乾燥器設備的主要部件	(202)
噴霧乾燥器的操作	(206)
工業用噴霧乾燥器的操作制度	(208)
試驗乾燥器中噴霧乾燥過程的研究	(209)
中俄名詞對照表	(213)

84.176

5

化 工 乾 燥

И. И. 伏隆佐夫 著

殷宗泰 彭成中 合譯

化学工業出版社

本書係根據蘇聯國立化學科技出版社 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ХИМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ) 出版的伏隆佐夫 (И.И.ВОРОНЦОВ) 所著「化工生產中的乾燥 (СУШКА В ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ) 1951 年版譯出，並將書名簡譯為「化工乾燥」。

書中敘述了有機物料的乾燥過程，各種型式的工業用乾燥器和實驗用乾燥器的構造，乾燥器的輔助裝置和計器，詳盡地闡述了乾燥設備的操作規程，維護和經濟指標。引證了計算乾燥器的重要公式。

本書供設備操作工、工長、化工技術員和其他有關工業的從業人員用。

本書是殷宗秦，彭成中兩同志合譯的，並承沈世傳、王志鏗兩同志給予協助。

目 錄

原序	(6)
緒論	(7)
第一章 被乾燥物料的性質	(8)
物料質點的大小和形狀	(8)
物料的濕度	(9)
物料對加熱的穩定性	(13)
物料的化學腐蝕性	(14)
物料的着火危險性和爆炸危險性	(14)
被乾燥物料對人體的影響	(17)
第二章 應用在乾燥中的載熱體	(19)
水蒸汽	(19)
空氣	(21)
煙道氣	(26)
第三章 乾燥設備的輔助裝置	(29)
預熱空氣的裝置 (空氣加熱器)	(29)
製備煙道氣的裝置 (爐灶)	(32)
真空乾燥裝置	(38)
加料裝置 (加料器)	(45)
乾燥盤	(49)
除塵裝置	(51)
第四章 控制量度儀器	(67)
空氣濕度的量度儀器	(67)
物料濕度的量度儀器	(69)
第五章 物料乾燥過程的研究	(76)
物料乾燥的過程	(76)
乾燥的溫度狀況	(82)
載熱體的單位消耗量和效率	(85)
乾燥的物料平衡	(90)
乾燥設備的生產能力	(91)
乾燥的熱量平衡	(93)

第六章 接觸乾燥器	(102)
真空乾燥器.....	(102)
帶氣壓冷凝器的乾燥設備.....	(103)
帶表面冷凝器的乾燥設備.....	(109)
帶濕空氣真空泵的乾燥設備.....	(112)
物料固定層在真空下的乾燥試驗.....	(114)
耙式真空乾燥器	(118)
耙式真空乾燥器和氣壓冷凝器的設備流程.....	(120)
乾燥設備的維護.....	(125)
耙式真空乾燥器的操作制度.....	(130)
耙式真空乾燥器的乾燥過程.....	(132)
耙式真空乾燥器乾燥的物料平衡.....	(133)
耙式真空乾燥器乾燥的熱量平衡.....	(134)
常壓式雙滾筒乾燥器	(134)
帶有常壓式雙滾筒乾燥器的過濾—乾燥設備的流程.....	(135)
雙滾筒乾燥器的構造.....	(136)
設備的操作和維護.....	(139)
雙滾筒真空乾燥器	(143)
雙滾筒真空乾燥器的操作.....	(145)
設備的維護.....	(146)
設備操作的主要指標.....	(148)
雙滾筒高真空乾燥器	(149)
設備的流程.....	(149)
乾燥器的維護.....	(153)
單滾筒常壓塑型乾燥器	(155)
操作原理.....	(155)
單滾筒塑型乾燥器的構造.....	(156)
單滾筒塑型乾燥器物料乾燥過程的研究.....	(158)
第七章 氣體乾燥器	(160)
廂式循環乾燥器	(160)
乾燥器的構造.....	(160)
乾燥器的操作和維護.....	(164)
乾燥器的操作制度.....	(164)

耙式間歇操作乾燥器	(168)
用煙道氣加熱的耙式間歇操作的乾燥器設備圖	(169)
設備的操作和維護	(171)
設備的操作制度	(171)
耙式連續操作乾燥器	(173)
用煙道氣加熱的耙式連續操作的乾燥器設備圖	(173)
乾燥設備的操作和維護	(177)
設備的操作制度	(177)
旋轉攔板乾燥器 (渦輪式乾燥器)	(180)
乾燥器的構造及操作	(180)
膏狀偶氮染料在具有旋轉攔板的乾燥器中的乾燥	(181)
帶式及滾筒帶式乾燥器	(183)
帶式乾燥器的構造	(184)
帶式乾燥器與單滾筒塑型乾燥器的聯合使用	(187)
套網乾燥器	(189)
乾燥器的構造和操作	(189)
乾燥器的維護	(192)
設備的操作制度	(192)
套網式乾燥器條件下偶氮染料的乾燥	(194)
轉筒乾燥器	(196)
轉筒乾燥器的實驗乾燥設備	(197)
迴轉筒式乾燥設備	(200)
氣流式乾燥器	(200)
噴霧乾燥器	(201)
噴霧乾燥器的作用原理	(201)
噴霧乾燥器設備的主要部件	(202)
噴霧乾燥器的操作	(206)
工業用噴霧乾燥器的操作制度	(208)
試驗乾燥器中噴霧乾燥過程的研究	(209)
中俄名詞對照表	(213)

原 序

近年來，化學工業中的乾燥技術已有了長足的進展。構造益臻完善的乾燥設備被利用到工業中來了；在物料乾燥方面，煙道氣的應用範圍已大為擴展；具有原則上的新式乾燥設備已經設計出來。在乾燥過程方面，已用各種型式的實驗乾燥設備進行了一系列的試驗工作，也在工業設備中作了仔細的研究。結果使我們有可能把多數物料的乾燥條件作更合理的規定。

與化學工業生產設備改進的同時，操作人員的技術水平也顯著地提高了，而應用具有各種輔助裝置及大量控制計器的現代複雜的乾燥設備時，則又對操作人員提出了更高的要求。

所有這些情況，都要求我們對 1936 年出版，經重工業人民委員會教育總局批准為初級技術教學參考書的集體著作（本書作者校訂）的“有機化學工業中的乾燥過程”一書中的材料，有必要重新加以修訂。

編寫本書時，作者認為主要的任務應該是：

1. 對化學工業中已在使用或行將採用的現代乾燥設備的構造，操作條件及使用規則作可能詳盡的說明。
2. 闡述乾燥的基本理論，並列舉乾燥過程的重要計算方程式，把它們寫成最簡單明瞭，易於掌握的形式。因為受到分析計算法的限制，作者有意避免敘述 $I - d$ 圖的圖算法。
3. 簡要地記述在實驗的及工業的乾燥設備中所進行的有價值的物料過程的研究工作。

書中引用的具體材料大半取自苯胺染料工業的實際工作，部分取自偶氮染料的生產中。乾燥和工廠乾燥設備試驗的研究工作在化學工業的這個部門中進行得最多。無疑的，所得到的資料也可以應用到化學工業的其他部門中去。

本書供學過初級技術課程的熟練操作工及乾燥車間的中級工作人員——工長，實驗員，熟工人員等參考之用。

作 者

緒 論

在工廠的實踐中，乾燥和蒸發，同樣是指用氣化的方法以排除物料中液體的操作過程。蒸發過程和乾燥過程是難以區分的。但通常是把乾燥理解為從物料中完全除去液體；而蒸發只從物料中排除其所含液體的一部分。

在有機化學工業中，乾燥是用於處理若干半成品和大多數的染料，化學藥物等固體產品。在大多數的情況下適合乾燥膏狀物料，即含有微細固體質點的半流體，黏稠的物質。

近 15—20 年來，化學工業中的乾燥技術已經提高到相當高的技術水平。間歇式操作的乾燥設備——用手工裝卸物料的真空櫥，廂式乾燥器——現在已為部分機械化的或完全機械化的裝卸物料的連續式乾燥設備所代替。並進一步研究出更臻完善的乾燥設備：滾筒帶式乾燥器，迴旋轉筒式乾燥器和噴霧乾燥器。

不久以前，水蒸汽幾乎是有機物料乾燥時唯一的載熱體。水蒸汽被用於通過加熱壁直接加熱，或在空氣加熱器中用來預熱空氣。最近幾年來，對有機物料的乾燥，特別是染料，應用了煙道氣，使可能顯著提高了乾燥溫度；從而提高乾燥設備的生產能力，同時使經濟指標也有所改善。

從此得出結論，各種型式的乾燥器，按其加熱方法可分為下列兩類：接觸乾燥設備——被乾燥物料用蒸汽（很少用熱水）通過加熱壁被加熱；與氣體乾燥設備——被乾燥物料直接與熱空氣或煙道氣相接觸。

近代乾燥設備是由下列幾個主要部分構成的：

1. 乾燥器，即在其中進行物料乾燥的設備；
2. 製備或預熱載熱體的裝置：空氣加熱器，爐灶；
3. 排除水汽的裝置：冷凝器，真空泵和送風機；
4. 回收從乾燥器中排出的被乾燥物料微塵的裝置：旋風除塵器，過濾器
和洗滌器；
5. 裝卸被乾燥物料的裝置：加料器，輸料器，螺旋輸料器等；
6. 載熱體，水汽和廢氣的管道：蒸汽管，真空管，氣道；
7. 控制量度儀器：壓力計，溫度計，濕度計等。

為了調整好乾燥設備的正規操作，也即是在最大生產能力和最經濟的條件下操作，必須預先在合宜的條件下研究物料的乾燥過程。為此，在實驗的乾燥設備中進行乾燥作業試驗和在工業的乾燥設備中進行考察乾燥過程。

第一章 被乾燥物料的性質

在乾燥過程中，被乾燥物料的下列性質具有重大的意義：1. 質點的大小和形狀；2. 濕度；3. 熱穩定性；4. 化學腐蝕性；5. 着火危險性和爆炸危險性；6. 對人體的影響。

茲分別討論上列各個性質：

物料質點的大小和形狀

濕物料按其質點的大小和形狀可分為如下數類：

1. 塊狀物料。
2. 纖維狀物料。
3. 膏狀物料。

塊狀物料 這類物料係由長 $\frac{1}{10}$ 公厘至數公厘不等的質點所構成。在化學工業中多半是與乾燥的結晶的塊狀物料有關，例如各種無機鹽——食鹽，硫酸鈉等。

纖維狀物料 它是由各種纖維質所構成的，例如石棉，紙漿，毛絨等。

膏狀物料 在化學工業中，膏狀物料是最常遇到的。膏體的固體物質係由細小的質點所組成，質點大小變動的限度很廣；從 $\frac{1}{1000}$ 公厘（微米）到 $\frac{1}{10}$ 公厘。

膏狀物料的性質是和它的濕度密切相關的。當含有大量水分時，膏體物料的流動度幾乎和通常的液體相同。在這種情況，膏體物料通常被稱為懸浮體。當濕度減低時，膏體的流動度迅速降低，它們變濃起來並具備保持其所得外形的特性。然而在較大的壓力作用下，膏體仍變為流動的了。黏土塊在製磚機中壓型可作為通常稱為塑型過程的膏體過程的典型實例。

從易於流動的懸浮體轉變到不流動的膏體過程十分顯著。例如有機染料在濕度75~78%（總重量）時，易於流動；當濕度為63~70%時，即不流動。而在濕度為30~35%時，染料膏體變濃到這樣的程