

中等專業學校教學用書

炼焦化学产品的 回收与加工

Л.Я. 柯梁德尔 著

冶金工業出版社

中等專業學校教學用書

煉焦化學產品的回收與加工

Л. Я. 柯梁德爾 著

冶金工業部黑色冶金設計院北京總院

專家工作辦公室 譯

冶金工業出版社

目 录

緒 言	6
第 一 章 煉焦化学产品	10
第 一 节 煉焦揮發产品的組成及其产率	10
第 二 节 各种因素对化学产品产率的影响	14
第 二 章 煤气冷却及氨水和焦油的冷凝	21
第 一 节 集气管, 集气管的功用、配置及操作	21
第 二 节 煤气的冷却对化学工厂 各車間操作的重要性。焦油和氨水的冷凝系統	30
第 三 节 冷凝工段的主要設備	41
第 四 节 煤气管道及其操作	64
第 五 节 冷凝工段概述	68
第 三 章 煤气的輸送	72
第 一 节 鼓風机及其操作性能	72
第 二 节 吸出煤气的調节	79
第 三 节 煉焦化学工厂鼓風机室的管理	83
第 四 章 焦爐煤气中焦油的分离	87
第 一 节 焦油和焦油霧的分离方法	87
第 二 节 在电气捕焦油器中焦油霧的分离	88
第 五 章 濃氨水的生产与氨水的加工	94
第 一 节 煤气与氨水之間含氮量的分配及氨水的組成	94
第 二 节 煤气中氨的回收及濃氨水的生产	95
第 三 节 氨水的加工	100
第 六 章 硫酸銨的生产	109
第 一 节 总 論	109
第 二 节 硫酸銨的生产方法	110
第 三 节 飽和器操作过程的热平衡与物理-化学原理	114
第 四 节 硫銨車間的主要設備	128
第 五 节 硫酸及其在硫酸銨生产过程中的功用	140
第 六 节 操作制度、技术操作規程和生产檢查	142

第七章 輕吡啶鹼类的回收及其从飽和器母液中的分离	147
第一节 輕吡啶鹼类的組成及其回收的物理—化学原理	147
第二节 技术操作系統和操作过程的設備構造形式	151
第八章 粗苯的回收	157
第一节 粗苯的組成、性質及其产率。粗苯的回收方法	157
第二节 用洗油回收苯	160
第三节 煤气的最終冷却	170
第四节 回收苯族烴的技术操作系統	175
第五节 回收苯之洗滌塔的構造	176
第六节 洗滌塔內所需噴洒表面积的計算 在实际中洗滌設備所采用的定額	182
第七节 洗油中苯族烴的分离	187
第八节 洗油的再生	192
第九节 从洗油中分离苯的技术操作系統	197
第十节 粗苯工段的主要設備	204
第十一节 技术操作的主要規程与生产檢查	217
第九章 焦爐煤气中萘、氰化氢和硫化氢的清除	223
第一节 焦爐煤气中萘的清除	223
第二节 焦爐煤气中氰化氢的清除	226
第三节 焦爐煤气中硫化氢的清除	231
第十章 煉焦化学工厂的污水处理	247
第一节 污水的性質	247
第二节 污水脫酚的方法	248
第十一章 粗苯的加工	253
第一节 粗苯的組成及其各主要成份的物理—化学性質和应用	253
第二节 苯族烴精餾的物理—化学原理	259
第三节 粗苯的初步精餾	288
第四节 餾份的化学淨化	295
第五节 最后精餾	304
第六节 苯的兩種餾份在加工时的半連續式精餾	313
第七节 庫瑪隆-蒽树脂的生产	321
第八节 工業用二硫化碳的生产	324
第九节 精餾車間的主要技术操作規則	326

第十二章 煤焦油的加工	332
第一节 焦油的組成及其各种成份的用途	332
第二节 焦油的各种馏份的規格	335
第三节 焦油的运输及保管	338
第四节 焦油的脫水	339
第五节 焦油蒸餾系統	347
第六节 瀝青的放出，冷却及运输	364
第七节 馏份的加工	367
第八节 焦油中酚类及吡啶碱类的提取	383
第九节 純萘的生产	386
第十节 酚的生产	392
参考文献	399

中等專業學校教學用書

煉焦化學產品的回收與加工

Л. Я. 柯梁德爾 著

冶金工業部黑色冶金設計院北京總院

專家工作辦公室 譯

冶金工業出版社

本書敘述了生产的技術操作过程、最重要和典型的設備構造。闡明了生产过程的物理—化学原理、說明了各生产过程和設備構造形式之間的关系。

闡明了強化生产、改善产品質量、生产檢查及安全技術等問題。

原書經苏联冶金工業部教育司审定为中等專業学校的教科書。

本書第一章至第八章由孙曉蘭、高秀芬、賈学光三同志翻譯，高彬昇同志校訂。第九章至第十二章由高秀芬、孙曉蘭二同志翻譯，孙曉蘭同志校訂。最后又由康鳳俊同志負責校訂。

Л. Я. КОЛЯНДР

УЛАВЛИВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ
КОКСОВАНИЯ

Металлургиздат (Харьков—1953—Москва)

煉焦化学产品的回收与加工

冶金工業部黑色冶金設計院北京总院專家工作办公室 譯

1958年4月第一版 1958年4月北京第一次印刷 精裝 650册
平裝 700册

850 × 1168 · 1/32 · 238,500字 · 印張12 $\frac{16}{32}$ · 定价(10) 精裝 2.60元
平裝 2.10元

冶金工業出版社印刷厂印 新华書店發行 書号 0740

冶金工業出版社出版(地址:北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

目 录

緒 言	6
第 一 章 煉焦化学产品	10
第 一 节 煉焦揮發产品的組成及其产率	10
第 二 节 各种因素对化学产品产率的影响	14
第 二 章 煤气冷却及氨水和焦油的冷凝	21
第 一 节 集气管, 集气管的功用、配置及操作	21
第 二 节 煤气的冷却对化学工厂 各車間操作的重要性。焦油和氨水的冷凝系統	30
第 三 节 冷凝工段的主要設備	41
第 四 节 煤气管道及其操作	64
第 五 节 冷凝工段概述	68
第 三 章 煤气的輸送	72
第 一 节 鼓風机及其操作性能	72
第 二 节 吸出煤气的調节	79
第 三 节 煉焦化学工厂鼓風机室的管理	83
第 四 章 焦爐煤气中焦油的分离	87
第 一 节 焦油和焦油霧的分离方法	87
第 二 节 在电气捕焦油器中焦油霧的分离	88
第 五 章 濃氨水的生产与氨水的加工	94
第 一 节 煤气与氨水之間含氨量的分配及氨水的組成	94
第 二 节 煤气中氨的回收及濃氨水的生产	95
第 三 节 氨水的加工	100
第 六 章 硫酸銨的生产	109
第 一 节 总 論	109
第 二 节 硫酸銨的生产方法	110
第 三 节 飽和器操作过程的热平衡与物理-化学原理	114
第 四 节 硫銨車間的主要設備	128
第 五 节 硫酸及其在硫酸銨生产过程中的功用	140
第 六 节 操作制度、技术操作規程和生产檢查	142

第七章 輕吡啶鹼类的回收及其从飽和器母液中的分离	147
第一节 輕吡啶鹼类的組成及其回收的物理—化学原理	147
第二节 技术操作系統和操作过程的設備構造形式	151
第八章 粗苯的回收	157
第一节 粗苯的組成、性質及其产率。粗苯的回收方法	157
第二节 用洗油回收苯	160
第三节 煤气的最終冷却	170
第四节 回收苯族烴的技术操作系統	175
第五节 回收苯之洗滌塔的構造	176
第六节 洗滌塔內所需噴洒表面积的計算 在实际中洗滌設備所采用的定額	182
第七节 洗油中苯族烴的分离	187
第八节 洗油的再生	192
第九节 从洗油中分离苯的技术操作系統	197
第十节 粗苯工段的主要設備	204
第十一节 技术操作的主要規程与生产檢查	217
第九章 焦爐煤气中萘、氰化氫和硫化氫的清除	223
第一节 焦爐煤气中萘的清除	223
第二节 焦爐煤气中氰化氫的清除	226
第三节 焦爐煤气中硫化氫的清除	231
第十章 煉焦化学工厂的污水处理	247
第一节 污水的性質	247
第二节 污水脫酚的方法	248
第十一章 粗苯的加工	253
第一节 粗苯的組成及其各主要成份的物理—化学性質和应用	253
第二节 苯族烴精餾的物理—化学原理	259
第三节 粗苯的初步精餾	288
第四节 餾份的化学淨化	295
第五节 最后精餾	304
第六节 苯的兩種餾份在加工时的半連續式精餾	313
第七节 庫瑪隆-蒽树脂的生产	321
第八节 工業用二硫化碳的生产	324
第九节 精餾車間的主要技术操作規則	326

第十二章 煤焦油的加工	332
第一节 焦油的組成及其各种成份的用途	332
第二节 焦油的各种馏份的規格	335
第三节 焦油的运输及保管	338
第四节 焦油的脱水	339
第五节 焦油蒸馏系統	347
第六节 瀝青的放出，冷却及运输	364
第七节 馏份的加工	367
第八节 焦油中酚类及吡啶碱类的提取	383
第九节 純萘的生产	386
第十节 酚的生产	392
参考文献	399

緒 言

煉焦化學工業是國民經濟中的一個重要部門。

在煉焦化學工廠內生產高爐所需要的焦炭和供平爐及加熱爐做燃料用的焦爐煤氣。焦爐煤氣除上述功用外，還可做許多化學產品的原料，特別是生產合成氨的原料。焦爐煤氣也廣泛地用於滿足工人村及城市居民生活上的需要。

從粗苯及焦油中提取的許多煉焦化學產品都有廣泛的和各種不同的用途。硫酸銨是一種很有價值的肥料。

焦爐煤氣內所含的硫化氫是生產單體硫及硫酸的原料。加工粗苯時能得到許多很有價值的產品。例如苯、甲苯及二甲苯，除可做生產苯胺染料及炸藥的原料外，並可用做航空燃料。溶劑油可做製造清漆的溶劑，二硫化碳可做製造黃原酸鹽（精選銅礦用的浮選劑）的溶劑，苯並呋喃—萘樹脂可做製造清漆、絕緣材料及塑料用的溶劑。

由煤焦油中能分離出酚、甲酚、萘、蒽及吡啶。酚及甲酚可用做生產塑料的原料；萘可制鄰苯二甲酸酐，鄰苯二甲酸酐又是許多主要染料的原料；蒽及吡啶可做合成原料。

瀝青大量地用於修築道路。煉焦時，由瀝青中所得到的瀝青焦或電極焦可做煉鋁工業及基本化學工業所用的電極。由粗焦油中分離出的油類可用於回收焦爐煤氣中的苯，也可用以浸透木材以防腐爛和製造各種消毒劑。

煉焦化學工業的個別產品可做醫藥制劑〔糖精、剎非丁（磺胺吡啶）、消發天定、阿斯匹靈、薩羅爾及各種維他命等〕的原料。

回收和加工的煉焦化學產品的種類正在不斷的増加。

從前，僅局限於從煤氣中回收氨和清除煤氣中的焦油和硫，以便能夠把煤氣做為燃料。在很長的時間內，焦油未能加工並認為是生產的廢物。煤氣中的苯也沒有加以分離，因為認為它是加強火焰光亮度的照明煤氣的重要成份。

我們的煉焦化學工業的發展，是和俄國科學家們在研究化學

工艺过程和發展化学設備制造方面的工作有密切联系的。

H. H. 齐宁於 1842 年在喀山大学首次研究成功用还原硝基苯的方法合成苯胺^①。这就給發展苯胺染料工業、炸藥工業及化学制藥工業創建立了基础。这些工業部門的發展引起对苯的大量需要，同时並引起对由煤气中分离粗苯，並將其加工为許多純淨的單独产品为目的的技术工艺的研究。为了提取酚、萘、油类及其他产品，焦油也同样开始加工了。

彼得堡工艺学院教授 A. K. 克魯普斯基是「化学工艺設計学說的首創者」，他在 1909 年發表了關於化学工艺設計的專門論文^②。

俄国第一座回收煉焦化学产品的煉焦化学工厂於 1889 年在頓巴斯舍尔宾諾夫斯克矿山建成，同时，該厂並建立了粗苯及焦油加工車間。

由於不願使俄国工業發展的外国資本壟斷的結果，阻碍了俄国的煉焦化学产品回收与加工工業的进一步發展。例如，外国租借企業公司於 1912 年在卡吉也夫卡建立的当时巨大的煉焦化学工厂，只从煤气中回收焦油和制造硫酸銨，而苯沒有回收。

在第一次世界大战中，俄国的專家將此厂改建成为当时俄国所有煉焦化学工厂中最大的一个工厂，建立了粗苯工段、焦油蒸馏工段、粗苯精馏車間、結晶萘和昇华萘車間及炭黑生产工段，並投入了生产。

1912 年，有不到 30% 的焦炭是在回收煉焦化学产品的工厂里生产的。

在頓巴斯的許多工厂內，如馬克耶夫卡工厂（1912）、戈尔洛夫卡工厂（1913 年）、得盧日柯夫工厂（1913）、耶納基耶沃工厂（1912 年）都建立了化学車間^③。

1916 年，在煉焦化学工厂加工的 450 万吨煤中約有 250 万

① 苏联科学院通訊院士 A. Ф. 卡布斯琴斯基，苏联科学院 1946 年第四号通报。

② B. B. 达尼列夫斯基，苏联科学院 1948 年出版的「俄国技术」。

③ K. H. 科罗坡托夫，「焦炭与化学」，1932 年第 11 号。

吨（或 55%）煤是在回收化学产品的焦爐內煉焦的。

在我們几个五年计划的年代中，煉焦化学工業达到了高度的發展，因此，在 1941 年苏联的焦炭生产佔居了世界的第三位。

苏联的科学家們在吸收、精餾、過濾、攪拌及离心分离等过程和傳热过程的研究方面都完成了巨大的工作。这些理論的研究在煉焦化学工業中給發展新的先进的操作程序和生产过程及創造完善的設備打下了可靠的基础。

当时研究出的新的生产过程中首先应举出的是粗苯工段中生产两种苯餾份的生产系統及与其有关的粗苯半連續精餾方法，以及清除煤气中硫化氫（用於制造硫酸或單体硫）的方法等。

此外，研究並在生产中采取了从焦油和粗苯中分离各种單独成份；提取煤气中的輕吡啶鹼类；提取氰化氫制硫代氰酸銨和氰化泥；采用了洗滌油連續再生法，瀝青机械化的澆注法等操作。研究並安裝了裝有控制測量仪表及自动机械的合理的标准設備，以保證产品回收的完全及其有效地加工。

在最近几年內，掌握了設有管式爐的連續作業的焦油蒸餾車間，掌握了从污水中脫酚的水蒸气法、淨化含酚水的生物化学方法及制电極焦炭用的高熔点瀝青的生产。

在衛国战争前的年代里，为了發展煉焦化学工業，不断的減少了做为焦爐燃料和煉焦化学工厂其他用途的煤气消耗量，这样就增加了对外供应的煤气量，下面的資料可以說明这种情况：

用 戶	逐年按用戶分配的煤气量，百分率						
	1928	1933	1936	1937	1938	1939	1940
用於加热焦爐.....	60.0	61.2	59.4	46.1	41.5	42.0	40.2
用於蒸汽餾爐、煤气發动机及其他	23.0	10.9	4.0	4.7	4.2	4.0	2.6
自需总量.....	83.0	72.1	63.4	50.8	45.7	46.0	42.8
外部供应.....	6.3	21.0	33.2	45.9	52.9	52.5	54.9
損失及未加利用的煤气.....	10.7	6.9	3.4	3.3	1.4	1.5	2.8

在衛国战争期間，南部的煉焦化学工厂遭到了严重的破坏。由於工人和技术人員奋不顧身的劳动，党和政府一貫的关怀，恢

复煉焦工業的計劃順利地完成了。現在苏联的煉焦化学工業已成為黑色冶金工業可靠的后方，能够保證黑色冶金工業对焦炭和高發热量煤气的需要。

煉焦化学工業是發展着的有机合成工業、塑料工業、人造絲工業、橡膠制品工業、医藥工業、汽車運輸業和航空業的原料供应者。

現代的煉焦化学工厂是一个集中了各种不同的工艺过程的企業。

特別是在各化学产品車間要处理大量的煤气，因此就需要有完善的热交换、煤气洗滌和煤气輸送設備。为了加工苯和焦油，必需安裝精餾、過濾、攪拌、加热、冷却和其他設備。

苏联共产党第十九次代表大会对煉焦化学工業提出了任务：「在第五个五年計劃期間，使焦炭生产能力比第四个五年計劃期間，大約增加80%」^①。

在建筑根据先进的技术工艺所設計的新型煉焦化学工厂的同时，应当按技术操作过程現代化、操作自动化和繁重的劳动机械化等前題来改建現有的工厂。

这些任务的完成，首先取決於研究者、設計者、建筑者和生产者們。工厂的生产技术水平愈高，对工作人員的要求愈高。

讀者应从本書中获得生产过程的理論基础，熟習煉焦化学产品回收和加工的主要过程的現有的技术工艺和应用的設備。

① 苏联共产党第十九次代表大会關於1951—1955年苏联發展第五个五年計劃的指示。国立政治書籍出版社，1952。

第一章 煉焦化学产品

第一节 煉焦揮發产品的組成及其产率

配煤在煉焦爐內的干餾过程中，由於高溫的作用，煤質發生了一系列的物理及化学的变化。

配煤水份首先蒸發，然后煤开始軟化和熔融，当溫度更高时，重新硬化；此时煤質分解，从其中析出蒸气和煤气，这些蒸气和煤气就是最初分解产物。在此炭化阶段所析出来的最初产物受到了高溫作用，产生一系列变化，因而生成新的物質，即生成二次分解产物。二次分解产物是煉焦过程的标准产品，而最初分解产物則是半焦化过程的产品。

焦炭留在炭化室里，化学产品則以極复杂的各种气体和各种蒸气的混合气体形式由炭化室逸出，这种極复杂的混合气体叫做焦爐煤气。

在化学产品回收車間內，焦爐煤气經過冷却和用各种吸收剂处理，可提取出焦油、氨、氰化氢、硫化氢、萘、粗苯和其他产品。

除上述产品外，尚产生大量水份，其来源有二：大部份是裝爐配煤水份蒸發的結果，較少的一部份是由於煤中的有机物分解而生成的。於后一过程分解出的水份叫做化合水份，也是煉焦的揮發产品之一。

在煉焦产品中，按重量焦爐煤气佔全部产品的第二位，仅次於焦炭，而在煉焦揮發产品中，則佔第一位。在高溫煉焦的生产条件下，各种产品的平均产率通常如下（以重量百分数計）：

焦炭.....	73—78
焦爐煤气（提出氨、焦油、苯和其他产品后的淨煤气）.....	15—18
焦油.....	2.5—4.5
化合水份.....	2—4

粗苯.....	0.8—1.1
硫化物.....	0.2—1.5
氨.....	0.25—0.4

焦爐煤氣中所含的大量焦油蒸氣，使煤氣呈深褐色，有時甚至為棕色。

從炭化室中逸出的焦爐煤氣叫做出爐煤氣，含有下列成份（克/米³）：

水蒸汽.....	250—450
焦油蒸氣.....	80—120
苯族烴.....	30—40
氨.....	8—13
硫化氫.....	6—30
氰化物.....	0.5—1.5

此外，煤氣中尚含較少量的輕吡啶鹼類（0.4—0.6克/米³），萘（到10克/米³），各種含硫的有機化合物（二硫化碳CS₂，硫化羰COS，噻吩C₄H₄S和其他化合物，其數量達2—2.5克/米³）和其他化合物。

焦爐煤氣經過化學產品工廠的淨化和回收設備提出化學產品之後稱為回爐煤氣^①，其組成（容積百分比）大致如下：

氫H ₂	54—59%
甲烷CH ₄	23—28%
重烴C _n H _m ^②	2—3%
一氧化碳CO.....	5.5—7%
二氧化碳CO ₂	1.5—2.5%
氮N ₂	3—5%
氧O ₂	0.3—0.7%

① [回爐煤氣] 這一名詞是在用焦爐煤氣加熱焦爐期間起的，用焦爐煤氣加熱焦爐時，煤氣經回收車間後重新送回焦爐做燃料。

② 重烴一般指烯烴，乙烯是其中的主要成份，其含量佔重烴的80%。[重]這一詞的來源是由於乙烯及其同系物的密度很大（乙烯的γ₀=1.290克/米³）。