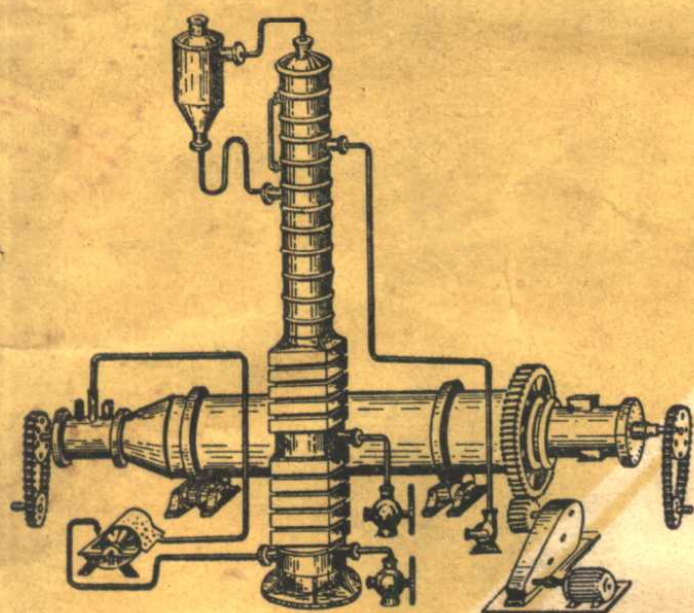


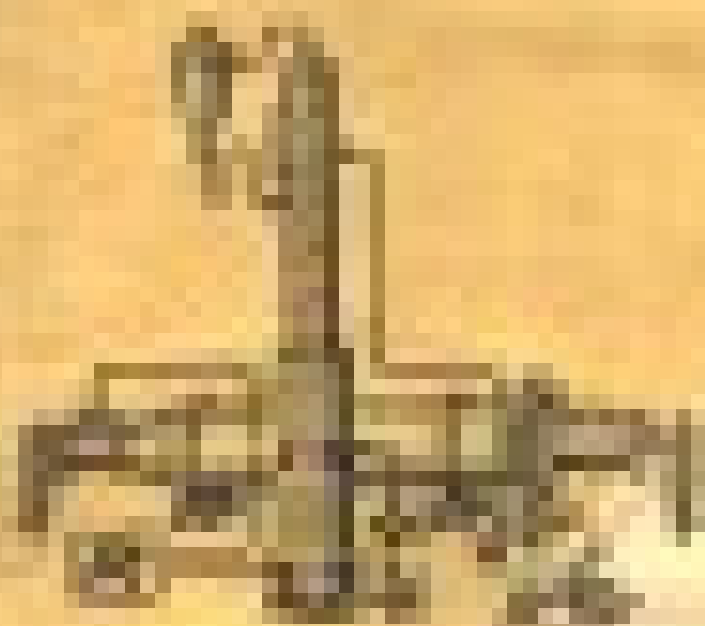


化学工业知识丛书

纯碱及苛化烧碱工业

魏云昌 編著

中国工业出版社



中国工业出版社

中国出版业

——

中国工业出版社

化学工业知识丛书

純碱及苛化烧碱工业

魏云昌 編 著

中国工业出版社

根据化学工业部高揚部长的指示，为适应化学工业的迅速发展，并給从事化学工业的各級领导干部和一般工作人員提供必要的化学工业生产技术知識，特組織有关单位（或个人）編写这套“化学工业知識丛书”。

在这套丛书中，除編写“化学工业概論”作綜合介紹外，还按化学工业各重点行业或某些重要品种組織編写若干专业分册以及化工机械等方面的基本知識书，计划在1964~1965年陸續編輯出版。

本书是这套丛书中的一本。主要内容是介紹氨碱法制純碱和苛化法制烧碱的生产基础知識，包括：产品的性质、品种、規格、貯运、用途以及生产工艺、技术經濟等。另外还介紹了我国制碱工业的簡史和联合制碱法与小苏打的生产工艺。

本书主要供化学工业的各級领导干部閱讀，也可供化工部門的从业人員、化工厂工人和化工专业院校师生的参考。

化学工业知識丛书
純碱及苛化烧碱工业
魏云昌 編著

化学工业部图书編輯室編輯(北京安定門外和平北路四号楼)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $7\frac{1}{2}$ ·插頁7·字数131,000

1964年9月北京第一版·1964年9月北京第一次印刷

印数0001—4900·定价(科四)0.85元

統一书号：15165·3476 (化工-310)

序

目前化学工业部門有些工作人員和领导干部由于缺乏必要的化工生产技术知識，而感到工作困难。“化学工业知識丛书”就是为帮助这些同志取得化工专业基本知識而編写的。

化学工业部图书編輯室着手編輯这部丛书已經有一年多的時間了。編輯室的同志們在拟制編輯方案、邀請专家編写和联系出版方面，做了不少的工作。中国工业出版社在印制出版工作中給了很大的支持。丛书作者在工作余暇，为搜集参考資料和执笔写作，付出了辛勤的劳动。这样，才使丛书有可能按計劃陸續出版。在这里，我謹以編写本丛书的倡議人和本丛书最早讀者的身份向各位作者和参与編輯出版工作的同志們表示热誠的感謝。

我学习化工生产技术常識，“如渴思飲”，但是过去沒有找到适当的書籍，化学工业部門許多同志当与我有同感。本丛书內容的繁簡和深淺对有些同志也許算是适当的；但是有些同志可能还看不懂。我希望目前还看不懂这部丛书的同志，先下功夫，从化学常識学起，并且参加生产实践，爭取短期內在別人的帮助下能看懂其中的两三冊。对参加化工生产較久，又注意学习的同志來說，讀讀

本丛书的“化学工业概論”和与自己业务相近的几个专册，无疑也会增加一些知識。因此，我希望化学工业部門沒有化工技术知識或者知識还不丰富的同志們，把本丛书中的两三册或者三五册当做必讀的书籍。

本丛书編审工作稍嫌仓促，內容不妥之处，在所难免，切望丛书讀者和有机会翻閱本丛书的专家同志們批評、指正。

高 揚 一九六四年二月廿一日

編者的話

純鹼和燒鹼在國民經濟中具有重要而廣泛的用途，它們是屬於基本化學工業的產品。它們的產量和質量以及制鹼成本的高低，往往是衡量一個國家工業化水平的標志之一。所以制鹼工業的發展方向、技術和經濟路線是一個非常重要的課題，要不斷加以研究改進。

純鹼自十九世紀步入人工製造階段以來，迄今已有一百年的歷史了，由於資本主義國家對制鹼技術的保守秘密和壟斷，所以制鹼技術發展緩慢。自從我國建立了自己的制鹼工業以後，制鹼技術首先由我國制鹼專家侯德榜博士以專書公布于世（1932年），嗣後國外始見有制鹼文獻發表。我國在解放以後的十多年里，制鹼技術突飛猛進，制鹼生產獲得了很大的發展。

本書是供化學工業的有些工作人員和各級領導幹部閱讀，並在工作中參考的基本知識讀物。

本書編寫的內容側重於純鹼和苛化法燒鹼生產技術的基礎知識，包括性質、用途、制法以及技術路線和技術經濟等方面的內容；另外也簡要地論述一下我國制鹼工業的歷史發展情況，鹼在國民經濟以及建設社會主義中的重要作用，以了解制鹼工業的概貌。

作者在制鹼技術及經驗方面的學識都很淺薄，因此書中內容定有不恰當甚至錯誤之處，敬希讀者隨時批評指正。

魏 云 昌 1964年1月于塘沽

目 录

序

編者的話

第一章	碱和碱的发展沿革	1
第一节	純碱和烧碱是“碱”嗎?	1
第二节	碱的历史沿革及发展概述	3
第三节	我国制碱历史概述	6
第四节	純碱、烧碱在国民經济中的重大意义	11
第五节	我国丰富的天然碱及制碱資源	14
第二章	純碱的化学和物理性质	18
第一节	純碱的化学性质	18
第二节	純碱的物理性质	21
第三章	氨碱法生产純碱的工艺流程	24
第一节	氨碱法制碱所需主要的原料及燃料	24
第二节	氨碱法制純碱的总工艺流程	34
第三节	原盐的溶化与盐水的精制	37
第四节	氨盐水的制备	49
第五节	氨盐水的碳酸化	54
第六节	重碱的过滤	61
第七节	重碱的煅烧	64
第八节	氨的回收	73
第九节	石灰石的煅烧及石灰乳的制备	76
第四章	联合制碱法及其工艺流程	85
第一节	联合制碱法的工艺流程	86
第二节	联合制碱法是高度利用物資的生产方法	88

第三节	联合制碱工艺中重要問題和关键設備結晶器·····	92
第四节	純碱和氯化銨消費量的平衡与氯化銨的肥效 問題·····	98
第五节	日本联合制碱法发展的概况·····	100
第五章	苛化法烧碱及其生产工艺流程·····	105
第一节	苛化法烧碱的总工艺流程·····	105
第二节	純碱的溶解·····	106
第三节	碱水的苛化·····	109
第四节	苛化液的澄清·····	112
第五节	淡卤的蒸发濃縮·····	113
第六节	固体烧碱的制造·····	115
第七节	苛化泥的洗滌·····	118
第八节	苛化法烧碱的发展前途·····	122
第六章	小苏打及其生产的工艺流程·····	126
第一节	小苏打的干法生产·····	126
第二节	小苏打的湿法生产·····	129
第三节	小苏打的生产方向·····	131
第四节	小苏打的用途·····	132
第七章	制碱工艺中的几項重大技术問題·····	134
第一节	高效設備的采用及制碱設備的改进·····	136
第二节	机械化和自动化·····	139
第三节	制碱物資的綜合利用·····	141
第四节	制碱工业的腐蝕、滴漏与結疤积垢·····	159
第五节	单一純碱厂的建厂規模問題·····	166
第八章	純碱、烧碱的規格品种、性能和技术經濟概貌·····	176
第一节	属于无水碳酸鈉类的純碱品种·····	178
第二节	属于水合碳酸鈉类的品种·····	187

第三节	属于以碳酸钠为主体成分的复盐、混合物及 变性碱.....	191
第四节	属于洁碱类的品种.....	193
第五节	烧碱的规格品种、性能和经济概貌.....	194
第九章	纯碱、烧碱的包装、貯运、装卸和 安全技术.....	204
第一节	纯碱的包装、貯存与保管.....	204
第二节	纯碱的散装运输与装卸.....	210
第三节	纯碱的小搬运工具.....	217
第四节	液体烧碱的散装运输.....	219
第五节	接触碱时的安全技术.....	223
附录	纯碱和烧碱在各个工业生产方面的 消耗定额.....	227
一、	纯碱在各个工业生产方面的单位产品所需消耗定额...	227
二、	烧碱在各个工业生产方面的单位产品所需消耗定额...	230

第一章 碱和碱的发展沿革

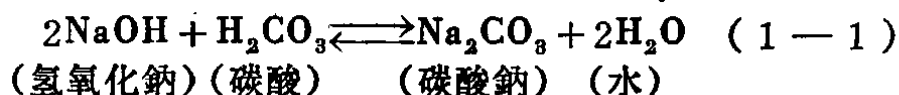
第一节 纯碱和烧碱是“碱”吗？

我们在日常生活中或是在工业生产中，时常遇到“碱”这个字，例如纯碱、泡花碱、硫化碱、洁碱、钾碱、桐碱、口碱、天然碱、土碱等。间或亦听到“碱性太强”，“碱大啦”，“碱性不足”等等。

“碱”从化学观点上来看，分子式的结构上必须具有氢氧根（OH⁻），这氢氧根又称为原子团。

一、纯 碱

纯碱的化学学名叫作碳酸钠，它的化学分子式结构为Na₂CO₃。从分子式的结构可以看出来，它没有氢氧原子团，因此实质上纯碱不是“碱”。纯碱是一种由“强碱”和“弱酸”化合后所生成的“盐^①”类，生成纯碱的典型化学反应如下：



最早（100多年以前）因没有人工制造的碳酸钠，人们所需的碳酸钠都是取自天然碱和草木灰，自然这种物质

① 凡酸类和碱类化合后生成的新物质称为盐（类）。食盐（氯化钠NaCl）是盐类的一种。

含碳酸鈉是不够純的。以后法国人路布兰发明了用食盐、硫酸、煤和石灰石为原料，人工制出了碳酸鈉，但其产品质量最高仍不过在95%左右，虽然质量已提高不少，但还談不到“純”字。自从比利时人索尔維发明了氨碱法制純碱的流程后，用此法制得的产品含碳酸鈉可保持在99%以上，不管其产量多大都能作到，所以就把“純”碱这一名称給予这个品种了。

純碱虽然是一种盐类，但它在某些实用条件下却能表现出“碱”的性质，所以又叫作純“碱”。关于“碱”这个问题将在下章中詳細討論。

此外，純碱的別名还有不少（我們必須知道它，否則会造成誤解），这些別名的来源和出处也很复杂，以下逐項的談一談：

1. **苏打灰** 这一俗名是根据英語Soda Ash音譯而来，Soda（音“苏打”）是“碱”的意思，Ash是“灰”的意思。“灰”这个字眼在化工生产中是意味着产品經過煅烧，完全失去水分而又是粉末状物质。所以純碱又叫作“苏打灰”。

2. **曹达（打）灰** 这一个別名的渊源是出自日文，而日文又系出自英文“Soda Ash”。日文的汉字“曹打”也是从英文的Soda音来的，而“灰”也是譯意。

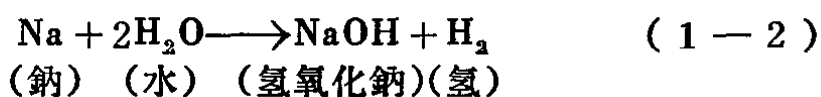
3. **碱面** 过去在沒有以化工法生产純碱之前，人們所用的碳酸鈉大都是其十水水化物（ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ），状如冰糖的大粒結晶（即十水碳酸鈉，又称洗濯碱或晶碱）。后来发明了人造的純碱，这种純碱一生产出来就是白色粉末，所以就被許多人叫作“碱面”了。这样称呼就可以区

分純碱与天然碱或块碱了。

4. **碳氧** 这一名称非常奇特，它在照相行业中十分通行。在照相专业中冲洗相片或底板所用的“显影液”中，采用碳酸鈉来維持一定的氢离子浓度（即pH值）。在显影液的配方中也有用无水碳酸鈉（ Na_2CO_3 ）的，也有用一水碳酸鈉（ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）的。在照相行业中通常均称其为“碳氧”。

二、烧 碱

烧碱的学名为氢氧化鈉（ NaOH ），因为它的分子式結構上有 OH^- 原子团，所以烧碱才是真正的碱。烧碱是碱金属鈉（ Na ）的氢氧化物，其生成的典型反应式为：



烧碱是碱类中用途最大，价格也最为便宜的一种。

烧碱因本身具有强烈的吸潮性能，所以烧碱在空气中会因迅速吸收水分，使表面呈湿润状态，时间稍久就会变为粘稠如甘油状的液体烧碱。这液体烧碱对于人体的毛发、皮肤及其他很多物质具有很大的腐蝕性，因此人們就冠以具有使人警惕的“烧碱”名字了（也有叫“火碱”或“苛性碱”的）。

第二节 碱的历史沿革及发展概述

关于人类接触到碱的时代，有文字記載可考据的，可追溯至一千七、八百年以前，我国研究葯物的古书“本草”初本是汉人所著，在这本书中即已提到了“碱”。嗣

后明朝伟大的葯物学家李时珍，他根据过去各朝代修訂过的“本草”編写的“本草綱目”一书中，对于“碱”就有較为詳細的描述，如写碱的制法：“采蒿蓼之属，晒干、烧灰、以原水淋汁”。

在地理上一些干燥少雨的沙漠地带中的內陆干湖或半干湖，常含有天然碱。这些天然碱的成因至今尚未能完全肯定，但在地理上由于雨水稀少，水分蒸发剧烈，冬季气候又非常寒冷，于是碱就会逐漸的积累下来。例如我国內蒙古自治区就有很多碱湖，在那些地方一年也下不了几次雨，一到秋天或天刮大风，气温很低，湖水就冻出“冰碱”（十水碳酸鈉， $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）来，湖边也有大量的白色土碱（一水碳酸鈉， $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）。这些碱經過加工熬制并鑄造成块碱，然后再用牲口馱运到张家口或古北口集散地，于是就成为著名的“口碱”了。口碱已經有了几百年的历史，就是到現在，天然碱产量仍約占純碱总产量的15~20%左右。

在外国如美国、东非地区、埃及、苏联等亦均有丰富的天然碱資源，并且在大量开采利用。

由草木灰浸取之“碱”其主要成分系“鉀碱”，即碳酸鉀（ K_2CO_3 ）。以草木灰、桐壳灰等淋取制造鉀碱至今仍为其主要制法之一，例如我国南方大量生产的“桐碱”，其中主要成分即为碳酸鉀，其次为碳酸鉀和氯化鉀。由海草烧灰淋取之碱則多含碳酸鈉，含量为15—30%。

一、路布兰法制純碱

十八世紀中叶的法国在文化和工业方面曾很发达。当

时西班牙海岸盛产一种名叫巴瑞拉 (Barilla) 的海草，由此海草灰可制得大量的碱。当时英法各国所需的碱皆来源于西班牙，以供应肥皂、紡織、漂洗等行业的需要。但这种碱远不能满足日益发展的工业需求。后来英国和法国进行“七年战役” (1756~1763) 及拿破崙席卷全欧时代，由于战乱頻繁，交通阻隔，以前法国仰賴于西班牙的碱来源断絕，因而不得不謀求人工制造碱的方法。1775年法国科学院乃悬赏 2,400 利弗 (livre)，征求人工制造碱的方法。当时路布兰氏 (Nicolas Leblanc) 提出了以食盐为主要原料制造碳酸鈉的方法，曾得到法国当局的嘉許。1783年法国科学院决定授予路氏奖金，但始終沒有付諸实现。1791年得到貴族奧利安 (Duke d'Orléan，路布兰即为他的侍医) 之資助，在巴黎近郊圣德尼 (St. Denis) 建立日产 250~300 公斤的碱厂，从事首次人工制碱。1823年英国采取了路布兰法首先在兰开夏 (Lancashire) 建成碱厂，以后逐渐发展了英国的制碱工业。

二、索尔維法制純碱

路布兰制碱法虽然曾盛行一时，但其法有制造过程不能連續、产品成本高、原料昂貴 (因需要硫酸)、产品质量不好、单一工厂不能有較大的产量等缺点。

1861年比利时人索尔維氏 (Ernest Solvay) 将已經出現过的一种制碱方法重新加以探索，是年获得比国政府的专利。1862~1863年索尔維傾其全部家产設一氨碱法制碱的試驗工厂，曾費尽心血，夜以繼日的进行生产試驗。終于在十二小时內制得純碱約 300 公斤，試驗逐漸成功。

1863年索尔維制碱所用的設備又获得专利权，乃又組織合資公司，在古耶（Couillet）設厂进行較大規模的生產。但因遇到設備及技術上的严重困难，使投資耗費殆盡，后又經過努力，終于使日產純碱由300公斤、7吨到12吨。

由于氨碱法的問世，产品质量高超，1867年曾获得巴黎博覽会的奖章，1876年又获維也納博覽会的奖章。由此索尔維法聞名于世。此时純碱的价格已由13英磅/吨（1870～1875）跌到4～5英磅/吨。

第三节 我国制碱历史概述^①

第一次世界大战以前中国完全依賴天然碱及“洋碱”（就是氨碱法生产出的純碱，絕大多数是由英国卜內門公司进口的）供应工业及民生之用。第一次世界大战期間純碱輸入断絕，碱价奇昂，严重的影响了我国以碱为原料的一切工业及民用事业，所以当时中国需要发展制碱工业已成为客觀要求。也正是由于世界大战，帝国主义者无暇顧及他們对殖民地的控制，使我国民族工商业才得以有喘息和发展的机会。

一、我国的索尔維法制碱厂的建立

范旭东先生为久大盐业公司的創辦人，他于1918年11月在天津創辦了我国第一个制碱企业“永利制碱公司”，并决定在塘沽购地建厂。

当时所采取的制碱法是最新的制碱技术，即索尔維制

① 参考永利久大沽厂厂史編写的。

碱法（即氨碱法），对大规模生产技术是无处可学的，国外“专利”也无法弄到。他们仅凭一些理性知识和化学反应原理作为指导，作了制碱的小型探索试验，当时并没有考虑到今后在大规模生产技术上的复杂性和经济合理性，是否能站得住脚独立存在下去等问题。

1919年在塘沽开始动土兴工。最初兴建的主要厂房为十层的钢筋混凝土建筑两座。制碱的机器设备是委托美国一洋行代为设计的，设计图纸共花费了二万美元。

虽有了制碱主要机器和设备，但设计上并未绘出各设备之间管路的连接图，因此管线的连接则无从遵循了。这时不得不又聘请一个外国技术顾问（美国人，G. T. Lee），担任机器设备安装的指导，聘请合同为期一年，年酬一万美元。至1923年大部分安装竣工，只待开工试车。1923年侯德榜博士应聘为总工程师，担任生产技术的指导工作。经过开工准备及试车后直到1924年8月13日终于生产出第一批纯碱。

碱厂自开办到第一次出碱，在历时七年中虽克服了不少困难，可是制出的碱是红色的，卖不出去，此时耗资已超出原资本的五、六倍，招股再无人应募，平日则仰仗久大公司资金及向银行贷款度日。原计划三年建厂，一年出货（每日20~30吨）即可将投资全部收回，不料七年之后仍未成功。

当时产品虽不合规格也必得生产下去，就这样时断时续的生产着。到了1925年3月用于煅烧重碱的提炼式煅烧锅（炉）被烧坏了，于是生产中断。其原因是由美国购进的提炼式煅烧锅（炉）不但质量低劣（如生铁与熟铁合用，