

中国天然碱工业

李武 主编 叶铁林 潘洁 副主编

化学工业出版社

中国天然碱工业

李 武 主编

叶铁林 潘 洁 副主编

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

中国天然碱工业/李武主编. —北京: 化学工业出版社,
1994

ISBN 7-5025-1368-X

I. 中… II. 李… III. 天然碱-生产-概况-中国
IV. F4

26.7 TQ114.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 01568 号

封面设计: 季玉芳

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号)
化学工业出版社印刷厂印刷
三河前程装订厂装订
新华书店北京发行所经销

开本 850×1168 1/32 印张 18½ 插页 2 字数 52.2 千字

1994 年 8 月第 1 版 1994 年 8 月北京第 1 次印刷

印 数 1—1 730

定 价 20.00 元

《中国天然碱工业》编委会

主 编 李 武

副主编 叶铁林 潘 洁

委 员 傅孟嘉 李 武 叶铁林 潘 洁

张晨鼎 门 闯 金铁山 吕秉玲

张占彪 华克刚 田志国 戴连荣

撰稿人 李 武 叶铁林 门 闯 金铁山

王红旺 潘 洁 张大钧 阎秉忠等

选编论文作者 侯德榜 李 武 门 闯 张晨鼎

叶铁林 华克刚 吕秉玲 戎寿昌

张占彪 张幼勋 赵天源 王红旺

张 通 杨清堂 马秀莲 王吉平

武朝军 阎秉忠 宣叔衡 刘响林

江振西 张大钧 包卫军 刘文飞

曾之平 张兴元 刘进荣 钟 志

戴连荣 张存梅 丁喜梅 贺占海等

全书统编、审定 叶铁林

GA E 90/12

序 言

世界天然碱资源丰富，开采和利用的历史源远流长。由于天然碱加工简单，品质优良，因此，随着大规模的天然碱矿床的不断发现，天然碱的开发和利用得到世界各国广泛的注意，尤其是近二十年来，得到很大发展。美国的碳酸钠及其关联产品的生产，已全部为天然碱加工所代替。我国天然碱资源也十分丰富，而且种类齐全，开采和使用有悠久的历史，近些年也有长足发展。我国著名科学家侯德榜早在 50 年代，详细考察了内蒙等地的天然碱矿产地之后，就预言“中国天然碱大有前途”。如今，内蒙古天然碱得到全面开发。为此作出突出贡献的伊盟化工研究所，经过十几年的艰苦奋斗，在天然碱的开采和加工技术上得到累累硕果，经济上取得了巨大的效益，而且培养了大批技术人才，也为科研机构的改革走出了一条新路。对我国天然碱工业的发展起了积极的促进作用。除此之外，河南等地的天然碱开发也初具规模。全国各地有一大批科技人员，在天然碱开发技术方面取得了令人瞩目的成果。

这部由几位天然碱专家主编、众多专家通力合作编纂的《中国天然碱工业》，是对我国天然碱工业几十年发展的概括和总结。全面、系统地讲述了中国天然碱资源、地质、矿物，开采和加工技术。汇集了 30 年的论文并进行了选编。这部书的出版，对我国天然碱工业的发展必将起到积极推动作用。

化学工业部 李子彬（副部长）

1994. 1. 25 于北京

前 言

中国天然碱资源丰富、种类多,开采加工和利用的历史源远流长。进入 70 年代以后,随着大规模天然碱矿床的不断发现,中国天然碱工业得到长足发展。形成了从勘探开采到加工的科研、设计、生产、教学的完整天然碱工业体系。

在中国天然碱工业不断发展和完善过程中,广大科技人员发表了大量具有一定学术价值和实际意义的论文,取得了一批科研成果,推动了天然碱工业的科技进步。同时也出现了一大批艰苦创业、奋勇拼搏的模范人物,内蒙古自治区伊盟化工研究所就是突出的代表,他们是近些年天然碱工业得到迅速发展的带头人。

为了使天然碱工业得到稳定的发展,对过去的工作进行全面总结,具有重要意义。为此,从事天然碱工业的有关专家通力合作,编写了《中国天然碱工业》一书。此书共分三篇,第一篇概论,概述了我国天然碱工业的发展,矿物资源、矿床地质、开采和加工技术;第二篇专论,汇集了 1951 年以来,中国天然工业方面的专题论文(文章)110 余篇,并选编了 30 余篇有代表性的论文;第三篇介绍了中国天然碱工业机构及大事记等。

本书承内蒙古自治区科委调研室列为自治区软科学项目,并从各方面给予关怀和支持。伊克昭盟化工研究所及有关单位,在编写和出版中给予了大力支持,在此一并致谢。国家化学工业部李子彬副部长为此书作序,全体编写人员很受鼓舞,并深表谢意。

本书的编纂出版旨在繁荣天然碱工业,但限于水平,能否达到此目的,以及书中不妥之处还望读者指正。

编者 1994 年元月

目 录

第一篇 概 论

第一章 中国天然碱工业发展简史	1
一、新中国成立前的漫长岁月	1
二、新中国天然碱工业发展的几个历史时期	3
三、中国天然碱工业的新技术、新工艺进展	5
第二章 中国天然碱矿物	8
第一节 天然碱的基本概念	8
第二节 天然碱矿物及矿石	9
一、天然碱矿物特征	9
二、天然碱矿物及其经济价值	10
三、中国常见的几种天然碱矿石及其产品俗称	14
第三节 天然碱矿物性质及其鉴定	16
一、天然碱矿物的鉴定	16
二、天然碱矿物性质	16
三、天然碱矿物显微照片和标本照片	30
四、天然碱矿物结晶结构图	34
参考文献	39
第三章 中国天然碱资源与矿床地质	40
第一节 天然碱矿床类型	40
一、按天然碱矿物的赋存状态分类	40
二、按天然碱矿的埋藏深度分类	40
三、按天然碱矿床成矿地质年代分类	41
四、按天然碱矿物的化学成分分类	41
五、按天然碱矿床沉积形式分类	42
六、按天然碱矿成矿物质来源分类	42
七、按天然碱矿床成因分类	42

第二节 中国天然碱矿产资源	43
一、中国天然碱矿产资源分布	43
二、中国天然碱矿产资源特点	45
三、中国天然碱矿石品位及工业要求	91
四、中国两大盐湖区	92
第三节 天然碱矿床地质	96
一、天然碱矿床形成的地质时代	96
二、天然碱矿床与构造的关系	98
三、天然碱矿床的沉积特征	99
四、天然碱矿床的水文地质及水化学特征	109
五、中国天然碱矿床实例	113
第四节 天然碱矿床成因	128
一、天然碱矿床形成条件	128
二、天然碱矿床成矿机理	132
主要参考文献	139
第四章 中国天然碱矿床的开采技术	142
第一节 概述	142
第二节 旱采	143
一、规模露天开采	143
二、人工露天开采	150
第三节 溶解开采法原理	150
一、溶解开采法简介	150
二、天然碱溶解开采法的原理	152
第四节 地下深层天然碱溶解开采工艺	164
一、建井	165
二、建槽	170
三、采卤	171
第五节 浅层天然碱矿的溶采工艺	181
一、围堰	182
二、剥离排土	183
三、溶采生产	183
第六节 碱田日晒工艺	184
一、“碱田日晒工艺”主要特点	184

二、“碱田日晒”生产的基本条件	184
三、碱田建造	185
四、碱田生产工艺	187
五、碱湖卤水自然蒸发析盐规律	190
主要参考文献	196
第五章 中国天然碱加工技术	197
第一节 概述	197
第二节 天然碱液制备技术	198
一、旱采天然碱矿的溶解净化技术	198
二、液体天然碱矿蒸发浓缩技术	200
三、溶采制备碱液技术	200
四、碱液澄清技术	201
第三节 天然碱加工制纯碱技术	205
一、一水碱流程	205
二、稀烧碱液溶采碱液的一水碱流程	207
三、湖水氨法流程	208
第四节 天然碱加工制烧碱技术	212
一、工艺原理	212
二、工艺流程及主要控制指标	213
三、产品质量	215
四、主要设备	215
第五节 天然碱加工制小苏打技术	217
一、工艺原理	217
二、工艺流程及主要控制指标	218
三、产品质量	221
四、主要设备	221
五、滤碱母液的利用	223
第六节 其它产品加工技术简介	223
一、天然碱加工制芒硝碱技术	223
二、天然碱加工制泡花碱技术	223
第七节 天然碱加工技术评价	224
主要参考文献	225

第二篇 专 论

第六章 中国天然碱文集总目	227
第七章 综述论文选编	235
一、中国天然碱工业的前途	235
二、伊盟天然碱开采史拾零	242
第八章 矿床地质论文选编	246
一、关于天然碱成因的研究	246
二、河南吴城天然碱矿床地质特征及成因探讨	257
三、河南安棚碱矿地质特征、成矿条件及勘探方向	273
第九章 开采技术论文选编	283
一、烧碱溶液溶采天然碱矿过程的相图计算法	283
二、吴城天然碱溶采原理及最适宜烧碱浓度	293
三、从相图分析吴城天然碱矿的开发	297
四、吴城天然碱矿钻井压裂连通试验报告	304
五、吴城天然碱烧碱溶采浓度的选择	315
六、内蒙古锡盟查干诺尔碱矿晶间卤水综合利用的探讨	322
七、安棚天然碱矿石溶解速度的研究	326
八、伊盟合同查汉淖碱湖“碱田日晒工艺研究”	332
九、“碱田日晒工艺”科研成果技术推广工作总结	356
十、合同查汉淖碳酸盐类型卤水天然蒸发过程中析盐规律的研究	380
十一、伊金霍洛旗台格苏木敦肯淖碱厂应用“碱田日晒工艺”技术工作 总结	417
十二、伊克昭盟天然碱开采技术进展	424
第十章 天然碱加工技术论文选编	429
一、查干诺尔碱矿半碳酸化法加工室内试验技术总结	429
二、天然碱絮凝澄清	442
三、吉林省大布苏湖水氨法制碱工艺研究试验报告	452
四、普通重质纯碱液相水合法制优质粒状纯碱试验研究报告	465
五、内蒙古天然碱加工利用技术及存在问题	477
六、天然碱蒸发法加工纯碱技术经济简介	483
七、多温分离法从内蒙古查干诺尔碱矿次矿层制取纯碱	492
八、氨化—碳酸化法开发天然盐碱湖的相图研究	496

九、吴城天然碱生产低盐重质纯碱的条件探讨	508
十、五元体系 $\text{NaOH}-\text{Na}_2\text{CO}_3-\text{Na}_2\text{SO}_4-\text{NaCl}-\text{H}_2\text{O}$ 150℃下的相平衡 研究	516
十一、吴城盐碱矿的盐碱分离实验研究	525
十二、天然碱(日晒碱)制纯碱工业性试验总结	531
十三、悬浮全混型 W. D. T 蒸发结晶器的设计与应用	549
十四、低品位(高泥砂含量)天然碱为原料时加工液的制备	554
十五、浅谈碱液脱色—活性炭吸附有机质的实验	559

第三篇 中国天然碱工业机构简介及大事记

第十一章 中国天然碱工业机构简介	563
一、综述	563
二、化工部大连制碱工业研究所	563
三、内蒙古工学院天然碱与无机盐研究室	564
四、吴城盐碱矿	565
五、查干诺尔碱矿	566
六、郑州工学院天然碱研究室	567
七、内蒙古伊克昭盟化工研究所	568
八、内蒙古伊克昭盟化学工业总公司	569
第十二章 中国天然碱工业大事记	571
后 记	577

第一篇 概 论

第一章 中国天然碱工业发展简史

我国是世界上使用天然碱最早的国家之一,但加工工业起步较晚,现按时间顺序简述我国天然碱工业发展的情况。

一、新中国成立前的漫长岁月

“碱”早已进入人们的日常生活之中,但产于何地、哪家工厂生产、始于何年,见诸于文献太少太少。目前仅能见到的是日本现代化学的鼻祖铃木达治于 1915 年徒步考察我国吉林省大布苏湖所写的纪实和他编著的《满洲天然曹达》一书及我国制碱专家刘嘉树总工程师 1958 年深入内蒙古伊盟碱湖调查,根据发掘的资料整理《我国天然碱概况》一书。现根据上述两位学者所记录的和其它零星资料,简述我国最早开发和加工天然碱的内蒙古伊克昭盟和吉林省大布苏湖的演变过程。

1. 内蒙古伊克昭盟

内蒙古伊克昭盟的碱湖主要集中在鄂托克旗的白彦淖和察汗淖湖群,那时白彦淖和察汗淖的周围几十里是一片郁郁葱葱、水草丰美的“风吹草低见牛羊”的良好牧场;冬天湖面覆盖着厚厚的冰碱(十水碳酸钠结晶,内含一定量的硫酸钠);由于鄂托克旗王爷的封锁,禁止一切外旗人入内,使得许多知道碱能发财的人,无机可乘。

清光绪 29 年时,鄂托克旗王爷下令放垦土地,允许汉人去垦荒,从而揭开了白彦淖和察汗淖开发的序幕。首先由山西人李京客在白彦淖设立“大兴号”作坊,生产锭子碱出卖,获取暴利。后由山东人郭永熙挤走李京客,与鄂旗王爷订立 30 年开采白彦淖的合同,设立“天聚泉”(碱厂),有工人 30 多名,设有十多堂锅,每堂有 8 口锅,其中

6口熬碱，两口化碱，碱液经澄清，除去泥砂杂草，清碱液倒入熬碱锅熬浓。每口锅出一个碱锭子，重为50公斤，售价4至5块银元。天聚泉每年可产10万公斤左右碱锭。

山西人郑氏（名字不详）在郭永熙之后，包租了察汗淖，也生产锭子碱，采用的生产工艺同白彦淖的天聚泉。

上述两厂的技术工人都来自陕西省神木县瑶镇的番碱厂（后改名为马樱花碱厂，始建于何年不详），番碱厂的原料碱来自乌审旗的查汗淖。

天聚泉延续到1946年歇业，次年由张心斋、杭寿春共组建“陶源碱厂”，继续生产，其规模、人员基本同天聚泉。直到1949年，白彦淖和察汗淖收归国有。

碱湖熬碱需用大量的燃料，当时没有煤，就以碱湖周围的草为燃料，几十年间，丰美的草场被全部烧光，现在留下的仅是稀疏的沙蒿和大片大片的沙漠！

张家口市本身不产碱，内蒙古各地加工的锭子碱在此地集散，在相当长的时间内，由内蒙古伊盟生产的锭子碱，被误认为是由张家口生产的“口碱”。

2. 吉林省大布苏湖

大布苏湖的开发利用始于本世纪初，1910年北京人董立衡买下了大布苏湖的开采权，成立了天惠公司，采用的生产工艺与内蒙古伊盟白彦淖基本相同，每年生产面碱700~800吨，产品畅销东北三省，由于天惠公司面碱质量好，每年还有相当数量的面碱出口到日本。

与天惠公司创办同时，有人在吉林省双辽县创办郑家屯鱼碱公司，在玻璃山设有7家作坊生产面碱（900t/a）和砖碱（210t/a）。从业人员达105人。

在本世纪初至大连碱厂投产前的30余年间，大布苏的天惠公司和郑家屯的鱼碱公司生产的面碱（和砖碱），控制了我国东北市场，并影响到日本。天惠公司的生产规模之大（年产800吨面碱）为当时的天然碱工业之最。大连碱厂投产后，其出厂的纯碱质量高、产量大、成本低，而使天然碱加工的面碱相形见绌，大布苏湖的天惠公司才逐渐

衰落。

大布苏湖在本世纪初的 20 余年间的规模开发,对其生态破坏也很严重。铃木先生 1915 年 11 月考察大布苏时,还见到湖中长满芦苇,至今芦苇已荡然无存,湖区也已严重沙化。

二、新中国天然碱工业发展的几个历史时期

1. 1959 年以前

新中国的建立,全国人民欢欣鼓舞,在第一个五年计划的指引下,各行各业都很快恢复了元气,有秩序、有领导的向新的领域进军。

根据统一规划,内蒙古自治区在乌海市拉僧庙建立了乌海市化工厂(当时名称为海渤湾化工厂),拉僧庙地区有大量的优质泉水(这股泉水直到 70 年代中期才断流),有丰富的优质石灰石、煤炭,与宁夏的第二大城市——石嘴山市仅一河(黄河)之隔,包(头)兰(州)铁路即将通过此地(建厂之初,还没兴建包兰铁路),依托鄂托克旗的各个碱湖。因此海渤湾拉僧庙的地理、资源和交通条件十分优越。1952 年建厂,有工人 42 名,年产 70% 的固体烧碱 300 吨,结束了过去天然碱只能生产锭子碱的历史。

1958 年,在化工厂的基础上组成海渤湾化工公司,鄂托克旗的碱湖是公司的原料基地,拉僧庙是加工和集散的中心。当时,出现纯碱严重短缺,广东、辽宁、上海等地的车队去伊盟碱湖长距离的运原碱,形成了轰轰烈烈的群众性开采天然碱的高潮。

在刘嘉树总工程师的指导和帮助下,乌海化工厂的产品质量和技术管理得到很大提高。

2. 1961 年到 1976 年的萧条时期

1961 年后乌海化工厂的烧碱质量提高到 95%,产量也提高到 5kt/a,并且开发了以天然碱为原料制取小苏打工艺,获得成功。国家投入了大量资金,修建了拉僧庙至察汗淖的 148km 柏油路。因当时的纯碱价格才 200 元/t,加之过度采碱,碱湖产碱量和质量都在下降,使得乌海化工厂经济效益下降,天然碱工业步入萧条时期,内蒙古天然碱加工厂只此一家,别无分号。

3. 天然碱工业恢复和发展时期

1979年之后,我国的经济建设步入正常发展轨道,对纯碱、烧碱的需求量增大,国家决定要大力发展天然碱工业,着手开发利用内蒙古锡盟的查干诺尔碱矿。

内蒙古伊克昭盟公署根据盟内的自然资源条件,加大力度发展经济、提出“伊盟经济要发展,碱、硝(硫酸钠)要先行”的战略口号,决定由李武同志组建盟化工研究所,他们以顽强拼搏的精神大搞科学试验,在短短的十几年间,做出了天然碱行业具有开创性的成绩。

在这期间内先后发现河南省桐柏县吴城碱矿和安棚碱矿,相继都建设了万吨纯碱试验厂。

这期间,乌海市划为自治区直辖市,海渤湾化工公司解体,白彦淖、察汗淖两碱湖相继独立,都建设了加工厂。天然碱工业出现了蓬蓬勃勃发展的形势。

目前以天然碱为原料已可生产出优质纯碱,普通重质纯碱、烧碱、小苏打,并副产硫酸钠、泡花碱、粗纯碱,基本实现了天然碱的综合利用。

目前天然碱行业已拥有万余名职工,年产值在5亿元以上,已经形成天然碱工业的体系,涌现出许多专家和企业,其中杰出代表是内蒙古伊盟化工总公司总经理兼伊盟化工研究所所长、全国五一劳动奖章和乌兰夫金奖获得者李武高级工程师。

目前已有天然碱厂矿几十家,其中主要厂矿如下表:

国内主要天然碱加工厂、产品及产量表

厂名	地址	烧碱 t/a	小苏打 t/a	纯碱 t/a	泡花碱 t/a
内蒙查干诺尔天然碱综合化工厂	锡盟苏尼特右旗	50000	60000	—	—
内蒙古乌海市化工厂	乌海市拉僧庙	10000	25000	氨碱 40000	10000

续表

厂 名	地 址	烧 碱 t/a	小苏打 t/a	纯 碱 t/a	泡花碱 t/a
内蒙伊盟化工研究所	东胜市	10000	30000 在建	40000	
内蒙伊盟白彦淖化工厂	鄂托克旗白彦淖	5000	15000	—	5000
内蒙伊盟察汗淖化工厂	鄂托克旗察汗淖	5000	15000	—	—
内蒙古鄂托克旗第一化工厂	鄂托克旗乌兰镇	—	10000	—	—
内蒙古鄂旗哈马尔台化工厂	鄂托克旗哈马尔台	5000	10000	—	—
内蒙乌审旗第一化工厂	乌审旗合同查汗淖	2000	—	20000	—
内蒙古乌审旗第二化工厂	乌审旗合同查汗淖	5000	—	5000	—
吉林省乾安县大布苏化工厂	吉林乾安县大布苏镇	—	—	6000	—
河南省桐柏县吴城碱矿	桐柏县吴城	—	—	10000	—
河南省南阳油田安棚碱矿	桐柏县安棚	—	—	10000	—
合 计		92000	165000	91000	15000

注：1. 小苏打产量中包括在建厂 30000t/a

2. 纯碱产量中未包括氨碱法 40000t/a。

4. 1986 至 1988 年

1986 年始在全国兴起了一股小烧碱热，尤以天然碱为原料制烧碱，内蒙古的乌海市与鄂托克旗接壤的棋盘井到了五步一厂的局面；呼和浩特市、集宁市等地也都上了很多家小烧碱厂，据不完全统计，仅内蒙古境内就上了 200 余家小烧碱厂，有单位集资办的，也有私人办的。这些小厂设备简陋、无三废处理措施，无化验检测人员，无安全措施。能耗高、质量差，人身事故时有发生。都以低度碱（含 NaOH 小于 90% 的固体烧碱）销售。

三、中国天然碱工业的新技术、新工艺进展

天然碱工业的全面发展，新工艺、新技术、新设备的开发、应用，又促进了行业的发展，提高了工效、降低能耗，提高了企业的经济效益，增强了活力。主要技术成果如下。

1. 日晒碱田工艺的推广应用

日晒碱田工艺是由内蒙古伊克昭盟化工研究所开始研究的。利用

湖边的滩地先修整成碱田，用输卤管把湖水（或晶间卤水）送到各碱田中进行蒸发浓缩，浓卤水再引至结晶池，蒸发析出倍半碱（ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 夏季采收）或十水碱（ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 秋季采收），用机械化收碱。这一成果已在伊盟的碱湖推广应用，改变了过去一年只能采收一次碱的传统习惯。大大提高了采碱的效率，使伊盟各碱湖取得了较好的经济效益。

2. 一水碱法制重质纯碱工艺的研究开发应用

在 80 年代以前，天然碱加工通常是用苛化法制烧碱或用碳酸化法制小苏打，或用平锅生产粗纯碱。1986 年以后，伊盟化工研究所建设了利用日晒碱（天然碱）制重质纯碱的 10kt/a 的试验装置，列入了国家科委的“星火”计划。通过试验，生产取得了完整的试验数据，生产的重质纯碱除粒度外，其它各项指标都达到了国家优质纯碱的标准，其能耗较之合成碱低，生产的重质纯碱成本是目前国内最低的。

伊盟化工研究所的装置能力已达到 40kt/a，另外河南吴城碱矿和内蒙乌审旗第一化工厂也采用此法生产重质纯碱。

3. 优质粒状重质纯碱工艺研究开发应用

伊盟化工研究所为使产品全面符合国家优质粒状纯碱的标准，1991 年又进行研制优质粒状重质纯碱生产工艺，他们采用蒸发结晶器获得成功，使产品质量全面达到和超过国家标准，受到显像管和浮法玻璃行业的欢迎，使天然碱加工工艺达到一个新水平。

4. 应用挖掘船，实现采碱工艺的机械化

伊盟化工研究所学习盐业运用的采掘船，在湖中边采碱、边洗泥的启示，自己设计制造了挖掘船用于碱湖采碱，简化了采碱工序，提高了劳动效率，实现了采碱、运输一条龙作业。这对现代碱湖在夏季采碱具有重要意义。

5. 高效设备的成功应用

(1) 浅槽化碱

内蒙各碱湖所出的天然碱含泥砂很多，化碱设备经过几代变化，仍存在不少缺陷，内蒙伊盟化工研究所开发的浅槽化碱，实现了连续化碱、洗涤、除砂，并实现了除砂管道化，降低了碱耗、提高了生产能