

342779

北京轻工业学院图书馆

基本馆藏

高等学校试用教材

盐业化学工艺学

北京轻工业学院 主编



中国财政经济出版社

北京市书刊出版业营业许可证出字第111号
中国财政经济出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

850×1168毫米1/32·18¹⁰/₃₂印张·3插页·458千字

1962年11月第1版

1962年11月北京第1次印刷

印数：1~1,600 定价：(10)2.60元

统一书号：K15166·103

盐业化学工艺学

北京轻工业学院 主编

中国财政经济出版社

1962年·北京

前 言

本書是根据1961年3月輕工业部召开的高等专业学校专业教材會議的决定，由北京輕工业学院負責主編，由輕工业部制盐工业局、輕工业部制盐工业科学研究所、輕工业部設計院盐室、辽宁省輕工业厅、四川自貢市化工局等单位协助，共同編写的。

盐业資源綜合利用是解放后才新兴的工业，高等学校的盐化专业尚无适当的教材。本書是在北京輕工业学院原編盐业化学工艺学講义的基础上进行修改补充的。全書共分三篇：第一篇为制盐，主要对海盐生产、湖盐岩盐的开采、天然卤水制盐及原盐加工进行了論述；第二篇为盐业資源綜合利用，本篇在盐水体相图的理論基础上，对由制盐苦卤中分离鉀盐、鎂盐的原理作了分析，并对提制溴、碘、硼盐、鋰盐及銣盐的生产工艺进行了叙述；第三篇为电化生产工艺，簡要地介紹了食盐水溶液及熔融电解質的电解。

本書編就后經輕工业部教材編审委员会組織有关人員作了校閱，可以作为輕工业高等学校試用教材，并可供制盐工业技术人員参考。

由于時間仓促，本書編写未尽完善，敬希采用本書的院校及讀者提出意見。

目 录

緒 論	(7)
-----	-------

第一篇 制 盐

第一章 海盐	(12)
--------	--------

第一节 海水	(15)
--------	--------

第二节 土壤的基本概念	(32)
-------------	--------

第三节 生产設備与維修	(42)
-------------	--------

第四节 制卤工艺	(63)
----------	--------

第五节 海盐的結晶	(95)
-----------	--------

第六节 灾害性天气对于海盐生产的影响及其 防治措施	(123)
------------------------------	-------

第二章 湖盐及岩盐	(134)
-----------	-------

第一节 现代盐湖及古盐矿床成矿概論	(134)
-------------------	-------

第二节 天然盐湖的开采	(161)
-------------	-------

第三节 岩盐开采	(180)
----------	-------

第三章 天然卤水制盐	(200)
------------	-------

第一节 天然卤水的种类及成分	(201)
----------------	-------

第二节 卤井的开凿与維修	(205)
--------------	-------

第三节 天然卤水的汲取、輸送、儲存	(209)
-------------------	-------

第四节 井盐的生产	(214)
-----------	-------

第四章 原盐加工	(228)
----------	-------

第一节 洗滌盐的生产	(228)
------------	-------

第二节 再制盐	(235)
---------	-------

第三节 其他盐加工	(242)
-----------	-------

第二篇 資源綜合利用

第一章 原料苦鹵·····	(247)
第一节 苦鹵的意義及產量·····	(247)
第二节 苦鹵的成分·····	(247)
第三节 苦鹵的物理性質·····	(248)
第四节 苦鹵的貯存·····	(250)
第五节 由苦鹵中提制的主要產品·····	(251)
第二章 苦鹵中主要鹽類分離的理論·····	(252)
第三章 從海鹽苦鹵中提制氯化鉀·····	(263)
第一节 性質和用途·····	(263)
第二节 兌鹵法制取氯化鉀·····	(263)
第三节 冷凍法制取氯化鉀·····	(299)
第四节 氯化鈣處理法·····	(305)
第四章 從海鹽苦鹵中提制溴·····	(308)
第一节 溴的性質、用途和原料·····	(308)
第二节 制溴工藝·····	(313)
第五章 從海鹽苦鹵中提制氯化鎂·····	(356)
第一节 氯化鎂的性質、用途和原料·····	(356)
第二节 氯化鎂的製造工藝·····	(357)
第三节 優質結晶氯化鎂的生產·····	(358)
第四节 主要生產設備·····	(358)
第六章 從海鹽苦鹵中提制芒硝·····	(361)
第一节 芒硝的性質、用途和原料·····	(361)
第二节 利用混合鹽制取芒硝·····	(363)
第三节 苦鹵制芒硝·····	(375)
第七章 從海鹽苦鹵中提制硫酸鎂·····	(379)
第一节 硫酸鎂的性質、用途和原料·····	(379)
第二节 自然冷凍制硫酸鎂·····	(380)

第三节	利用混合盐溶液制造硫酸镁	(380)
第八章	天然卤水制盐苦卤的综合利用流程	(393)
第九章	从天然卤水中提制硼砂与氯化钾	(395)
第一节	硼砂及氯化钾的性质、用途和原料	(395)
第二节	硼砂与氯化钾联合生产的基本原理	(399)
第三节	硼砂与氯化钾联合生产的工艺过程	(401)
第十章	从天然卤水中提制硼酸	(406)
第一节	硼酸的性质、用途和原料	(406)
第二节	工艺过程	(407)
第十一章	从天然卤水中提制碘	(411)
第一节	碘的性质、用途和原料	(411)
第二节	生产碘的基本原理	(412)
第三节	生产碘的工艺流程	(418)
第十二章	从天然卤水中提制氯化钡	(423)
第一节	氯化钡的性质、用途和原料	(423)
第二节	生产原理与工艺过程	(423)
第十三章	从天然卤水中提制锶盐	(431)
第一节	锶盐的性质、用途和原料	(431)
第二节	工艺过程	(432)
第十四章	从天然卤水中提制锂盐	(435)
第一节	锂盐的性质、用途和原料	(435)
第二节	工艺过程	(438)
第十五章	从天然卤水中提制铷盐与铯盐	(442)
第一节	铷盐与铯盐的性质、用途和原料	(442)
第二节	工艺流程	(446)
第十六章	制盐工业主要产品再加工——钠盐	(449)
第一节	纯碱	(449)
第二节	无水芒硝	(468)
第三节	硫化钠	(474)

第四节	硫代硫酸鈉.....	(483)
第十七章	制盐工业主要产品再加工——溴盐.....	(489)
第一节	溴化鉍.....	(489)
第二节	溴化鉀与溴化鈉.....	(490)
第三节	乙基溴.....	(493)
第四节	二溴乙烷.....	(495)
第十八章	制盐工业主要产品再加工——鉀盐.....	(498)
第一节	軟鉀鎂矾.....	(498)
第二节	硫酸鉀.....	(504)
第三节	氯酸鉀.....	(509)
第十九章	制盐工业主要产品再加工——鎂盐.....	(513)
第一节	碳酸鎂.....	(513)
第二节	鎂水泥.....	(515)
第三节	氢氧化鎂.....	(516)
第四节	氧化鎂.....	(518)
第五节	盐酸.....	(518)

第三篇 电化生产工艺

第一章	电解食盐水溶液制造氯气及烧碱.....	(521)
第一节	概述.....	(521)
第二节	固体阴极法电解.....	(526)
第三节	汞阴极法电解.....	(542)
第二章	熔融电解质的电解.....	(551)
第一节	碱金属的电解生产.....	(551)
第二节	碱土金属的生产.....	(559)

緒 論

盐是化学工业的基本原料之一，又是人类生活中必不可缺的营养素。因此，制盐工业在国民經济中具有重要的地位。

食盐是制盐工业的主要产品，是生活必需品，消費量很大。原盐广泛地用于各种工业及农、牧、漁业。工业方面用量最大的是制碱与合成盐酸。近年来有机合成工业迅速发展，氯的需要量随之增加。而氯的来源即取之于盐，因此沒有发达的制盐工业，就直接影响到其他有关的化学工业的发展。

盐业資源綜合利用的化工产品，如鎂、鉀、硼、溴、碘、鋰、鋇、銣、銨等盐类或其单独元素，也都是冶金、农肥、农葯、医葯、染料、玻璃、照相和食品加工等工业必需的原料，大量发展这些产品，对发展国民經济也有重要的意义。

上古原始人类在茹毛飲血时期，以含有一定盐量的鳥兽魚类为食。草食动物以草为生，草中虽含鉀盐但氯化鈉不足，故有到处寻找含盐物質的現象。

人类由简单的肉食生活发展到以谷物为主食，从生食到熟食，是有一个漫长的发展过程的。随着食品的变化发展，人們逐漸对食盐的需要增长起来。于是由家畜行动的启发注意到沿海与一些湖沼附近含盐土壤的析出物有咸味，終于形成舐盐习惯，这可以从希腊与羅馬古籍中曾有“舐盐”这一語汇加以証明。可見当时人們还不懂得制盐。由一些穴居人遺物中，可以推定人类用盐佐食是在旧石器时代（距今約五千年前），而用做防腐似乎更早。

我国的制盐术起源很早，相传在神农时代，劳动人民就揭开了制盐的秘密，学会了制盐。到了周朝，有的部落制成食盐后，除本身作为食用外，还作为朝拜公侯的貢品。周礼、詩經等書上

都記載着鹽的種類和簡單的產制方法。此外見于典籍的，有“夙沙氏煮海為鹽”等語，證明在夏禹時代，山東膠州灣一帶已利用海水煎鹽。從書經的南風歌中，得悉最遲在虞舜時，山西解池就開始利用風日晒鹽。秦孝公時，益州太守李冰穿廣都鹽井，這說明在戰國時代就已經有井鹽生產。

我國勞動人民根據各地具體情況，在實踐中創造了各種制鹽方法。一千六百年前，四川人民就能鑿三百多米深的鹽井，並利用竹管做管道，長途輸送鹵水和天然氣。山西解池湖水中含有大量硫酸根，當地勞動人民創造了一套特殊的晒鹽工藝流程。沿海各省自然條件不同，各自創造性地找出了適應當地客觀氣候的不同晒鹽設備和工藝。

我國制鹽技術雖然發展很早，但在解放前由於長期受封建勢力的統治和帝國主義的掠奪，鹽工、鹽民處於民不聊生境地，以致灘地荒蕪，堤壩倒塌，設備陳舊，生產萎靡，長期停留在落後的手工操作狀態，大大地阻礙了生產力的發展。

解放後，我們沒收了帝國主義和官僚資本經營的鹽場，把它們變為社會主義全民所有制的國營企業；對個體鹽業和私人資本主義經營的鹽業進行了社會主義改造。在生產上經過了一系列的技術改革和基本建設，在經營管理上也採取很多改進措施，使鹽業生產的面貌煥然一新。職工群眾的生活福利和勞動條件，也有了顯著的改善，大大提高了勞動生產率。因此，鹽業生產獲得了迅速的發展。1960年全國產鹽量達1,300萬噸，為解放前最高的年份（1943年）產量的3.3倍。同時為了綜合利用資源，還興建了化工厂，從制鹽母液中提制了有用的化工產品。在生產發展的同時，制鹽技術也有了提高，大型海鹽場在某些重要環節上，已實現了機械化；自貢鹽區，已實現了天然氣化、採用氣壓和水壓法采鹵的新技术；新建的鹽礦採用了機械設備開采等。同時還設立了專業試驗研究機構和專業學校，培養了大批技術人材。

我國可供制鹽的資源很為豐富。沿海各省盛產海鹽，歷來是

盐产的主要来源，海盐区有大量的苦卤，为海水化学工业提供了丰盛的原料。岩盐分布在湖南、湖北、云南、四川、青海等省和新疆维吾尔自治区。有的盐矿附近还蕴藏着光卤石或芒硝矿层。天然卤水主要在四川，其次是云南和贵州。天然卤水中除含氯化钠外，还含有多种极有经济价值的成分。湖盐蕴藏量极大，青海、内蒙、新疆、西藏、甘肃、宁夏、陕西、山西及吉林等省（区）都有大量的盐湖。这些盐湖在类型上不仅有硫酸盐湖，还有碱湖以及钾、硼酸盐湖。

目前我国的盐业生产仍以海盐为主，今后海盐工业必将有进一步的发展；随着机械制造业、交通运输以及地质勘探能力的发展，岩盐和湖盐的生产也有了很大的发展前途。因此，研究制盐工业和有关的盐化工业的工艺技术，不断提高这一工业的科学技术水平，将为我国国民经济建设和人民生活水平的提高，贡献日益增大的作用。

第一篇 制 盐

制盐方法常因资源情况、地理环境及经济条件而不同。按原料分类可略举以下数种：

1. 开采岩盐，加工或精制为商品的方法。
2. 开采地表天然沉积盐，经加工成为商品的方法。
3. 借天然或人工蒸发海水或咸水而得盐的方法。
4. 用化学方法由海水或咸水分离盐的方法。
5. 浸出含盐土壤中的盐分，再经天然或人工蒸发成盐的方法。
6. 一些工业生产过程中副生盐的方法。

我国日常消费的盐，大部分是由第三种方法制成，即浓缩海水或咸水的制盐法。

综合世界各地普通所行的制盐法，大体可分为以下四种：日晒制盐法（滩晒法）、岩盐精制法、煎制法、折衷煎熬法。兹将各法归纳如图1。

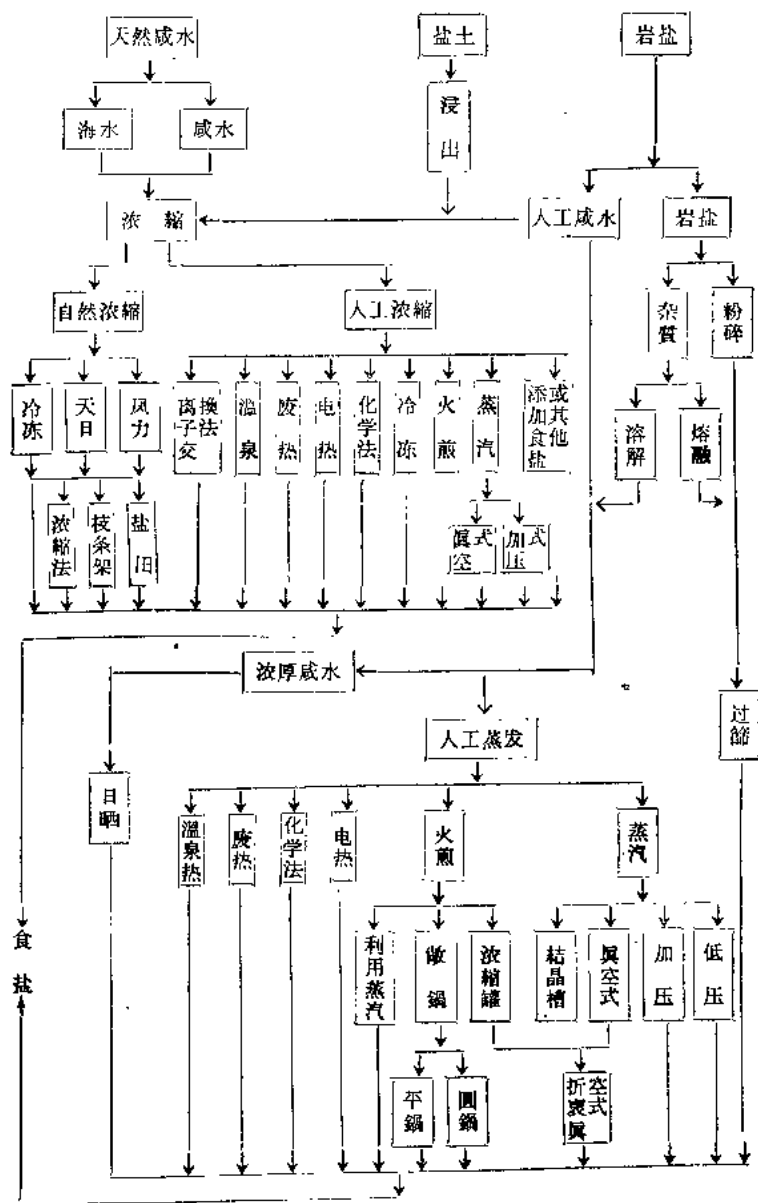


图1 制盐法

第一章 海 盐

以海水为原料生产的盐称为海盐。我国有良好的生产海盐的自然条件，成本低廉，沿海水陆运输亦较方便。因此目前我国仍以生产海盐为主，它占全国总产盐量的80%以上。

我国的海盐生产普通采取日晒法。日晒法的特点是利用自然热能，因此必须具备一定的自然条件，如气候适宜、海水浓度较高及需有广阔平坦的土地可供建设盐田等。

海盐生产和气象关系最为密切，要求蒸发量大、降水量小，有显著而较长的干旱季。我国各产盐区气象情况，一般以高纬度区较好，但气温不及南方，故北方产盐的季节性较强，南方除雨季外，全年皆可产盐。

海水浓度高低对单位面积产量关系极大。我国各盐区除附近有大量倾泻于海的江河及海岸解冰期的影响外，一般盐度皆在30‰左右。

我国盐场在海岸线一万余公里的海滨上星罗棋布，其中以辽宁、河北、山东、江苏、广东等五省为主，浙江、福建、台湾等次之。其生产方法稍有差异，但大致有以下几种。

1. 煎熬法 目前用海水煎盐的地方不多，主要是淮南与广东地区。因为用煎熬法盐的产量小成本高，故逐渐为日晒法所代替。

2. 日晒法 取海水利用日晒蒸发，使之饱和结晶的产盐法称为日晒法。因结晶设备不同，可分为下列五种。

(1) 泥土池板：于海滨平地开筑沟池，汲取海水或地下咸水，借风吹日晒成盐。辽宁、河北、山东各盐场皆用此种设备。

(2) 苔皮池板：在原有泥土池板上繁殖一种藻类，经压实后紧贴池面，即形成苔皮池板。淮北及福建部分盐田利用这种设备晒盐。

(3) 鋪石池板：在原有泥土池板上，鋪壓石板或石砾。广东与福建东山盐場多属此类設備。

(4) 破片池板：用特制陶片或缸瓦碎片鋪壓池面。福建蓮河、山腰，浙江温州及广东部分盐場用此設備晒盐。

以上四种基本是筑滩晒盐，故亦称海水滩晒制盐法。

(5) 木板：将制得之卤水注于特制之方木盘內晒制成盐，俗称板晒。浙江部分盐場利用这种設備制盐。

海盐生产虽有煎晒之分，但因煎盐法所占比重极小，故本章所述海盐均指晒制而言。

海盐生产一般分为以下几个过程。

1. 納潮 海水为晒盐的原料，根据海水运动規律，在涨潮时将海水引入盐田，积存于儲水池以备制盐之用。原料海水須按潮期儲备一定数量，且須尽量納入高浓度者。

2. 維修盐田 盐田在生产过程中，不断經海水及卤水浸潤、冲击和风吹雨淋，常会发生堤堰頽塌、沟道淤塞和池面淤积、陷軟現象，每使用一定阶段即須妥加补修。蒸发池、結晶池的修整，主要安排在非产盐季节。北方盐場在春初、雨季过后，或在秋晒結束后进行。南方盐場因終年产盐，則在雨季过后集中进行。

3. 制卤 海水汲入盐田后，广布于蒸发池中，利用阳光使水蒸发。为防止遇雨稀释或咸淡混合，将蒸发池划成若干段，分別容納不同浓度的卤水。每段浓度之差一般平均在波美3度以上。海水經日晒后随浓度上升逐段下放。由儲水池到蒸发池各段，即由海水浓缩至饱和卤水的天然蒸发过程。

4. 結晶 結晶工序包括灌池、加卤、泄卤三种操作。結晶池修整后即灌入饱和卤水，謂之灌池。随結晶不断析出，池內卤水逐漸减少。为保持一定池水深度而繼續晒制，須按时补充卤水，补充饱和卤水即謂之加卤。制盐卤水在池中不断析出結晶后，浓度漸高，含盐量减少而杂质相对增多，故控制到一定浓度时将原卤全部泄出，重新換入新卤繼續晒制。泄出旧卤即謂之泄卤。

5. 采盐 池内盐层达到一定数量，或雨前为防止已有盐层被雨冲化，从池内将盐结晶刮捞出来，称为采盐。有加卤、破碯、扒盐、积堆、调盐等几个操作。采盐后池水混浊，须将浮泥排出池外，补充或重换新卤。这种排淤去浊操作谓之除混。

6. 貯运保管 采自结晶池的盐，初步堆在淋坨或盐道上淋卤后，再转到滩内坨台暂存。最后经舟车运至集中周转地点保管，随时外运销售。

海盐生产时间因地而有长短。一年之间气候变化很大，气温有高低、湿度有大小、风速有快慢，蒸发量也随之而异，尤以雨季与旱季的长短为海盐生产能力的关键，海盐生产也随季节的转移而有旺淡季之分。

我国南部沿海各省，可终年进行生产，广东东部及中部由九月至次年一月为旺季，西部由十月至十二月为旺季。海南岛由三月至七月为旺季。福建旺季与广东东部相同。浙江六至九月为旺季，尤以八月最佳。北方沿海各省，以夏季雨期为界，分为春晒及秋晒，冬季低温期停止晒制。过去春晒由三月到七月，秋晒由九月到十一月上半月，而以春晒为主。近年来由于国家气象网加强，生产设备日趋合理，以及技术水平的提高，对自然的认识有了进一步的了解，因而对气象规律的掌握和利用也有了提高；如

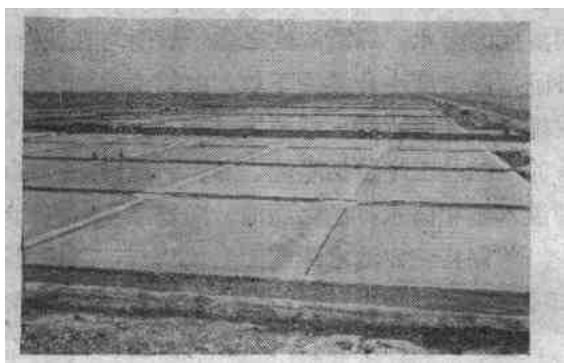


图2 我国海盐盐田的一角

提前或延長晒期、雨間短晴天的搶晒等，都巧妙地利用了天時取得了很大成績。

第一节 海 水

一、海水的盐分及其組成

海水味咸，并帶有苦味，這說明其中溶有各種物質，其所溶之無機鹽統稱之為鹽分。

海水濃度普通以海水的重量千分比（‰）來表示，即以1000克海水中所含總鹽分的克數稱為鹽度。鹽度因地而有不同，世界三大洋海水經調查平均鹽度為35‰，為極稀薄溶液；各鹽分大抵解離為離子狀態。

海水中鹽分除大部分為氯化鈉外，尚有氯化鎂、硫酸鎂、硫酸鈣、硫酸鉀、碳酸鈣以及溴化鎂等。綜合世界各海洋鹽分分析結果如表1。

表1 甲 世界各海洋鹽分分析結果

成 分	(I) 三大洋平均 (%)	(I) 紅 海 (%)	(II) 波 羅 的 海 (%)
Cl	55.29	55.6	55.0
Na	30.59	30.8	30.5
SO ₄	7.69	7.6	8.0
Mg	3.72	3.9	3.5
Ca	1.20	0.9	1.7
K	1.11	1.0	1.0
CO ₃	0.21	0.1	0.2
Br	0.19	0.1	0.1

如將其組成為鹽類則如表1乙。

表1 甲 (I) 的數值為恰連吉爾號調查船搜集了的三大洋77