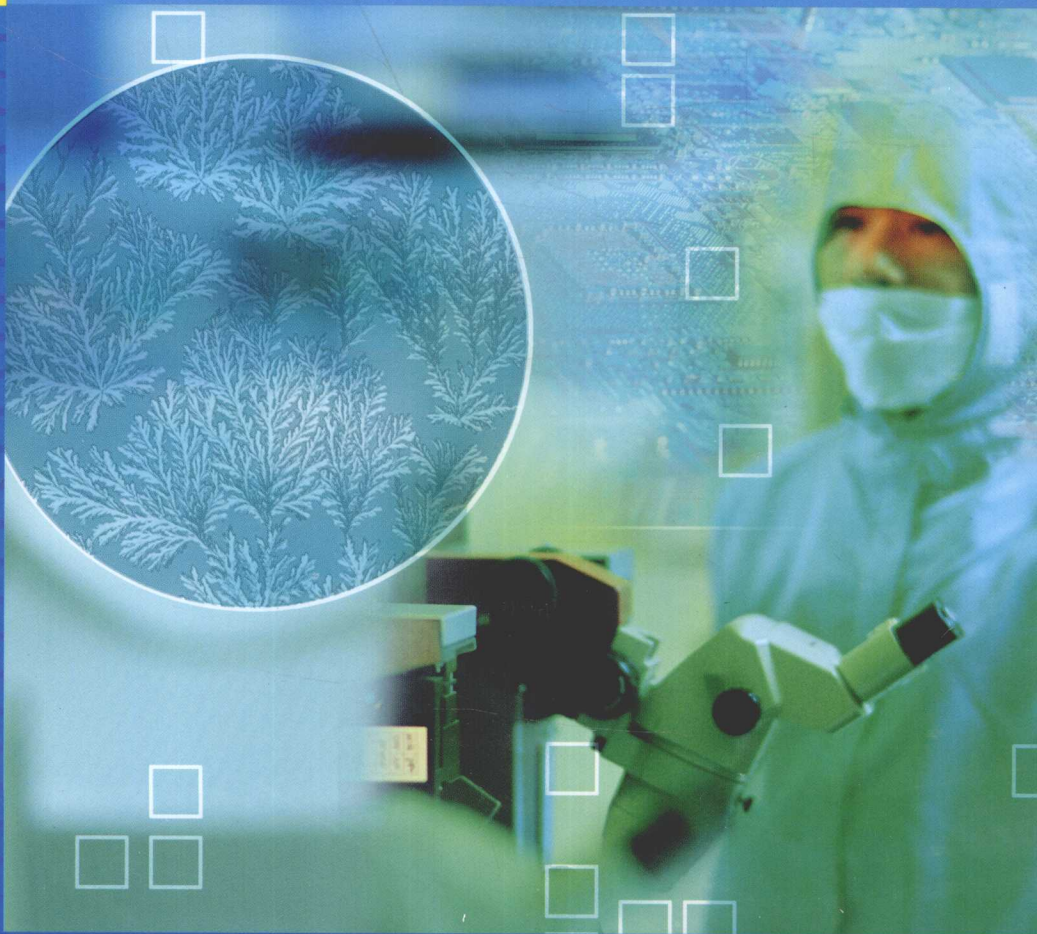




盐化工 生产技术

◎ 许晓慧 主编



中央广播电视大学出版社

盐化工生产技术

许晓慧 主编

中央广播电视大学出版社 · 北京

图书在版编目 (CIP) 数据

盐化工生产技术/许晓慧主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2014. 1

ISBN 978 - 7 - 304 - 06061 - 9

I. ①盐… II. ①许… III. ①盐化工—生产工艺
IV. ①TS38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 012345 号

版权所有, 翻印必究。

盐化工生产技术

YANHUAGONG SHENGCHAN JISHU

许晓慧 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010 - 58840200

总编室 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 李永强

责任校对: 黄秀明

责任编辑: 石明贵

责任印制: 赵联生

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

印数: 0001 ~ 2000

版本: 2014 年 1 月第 1 版

2014 年 1 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 16.75 字数: 371 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 06061 - 9

定价: 29.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

Preface

前言

盐化工在国民经济中占有重要的地位。目前国内系统、全面介绍盐化工的教材较少。“盐化工生产技术”是应用化工技术专业的一门实践性较强的专业课程,本书较系统、全面地论述了盐化工的历史、现状及发展,以及盐化工主要产品的基本生产过程,包括盐化工产品的原料来源、盐化工产品生产的基础流程及主要过程。全书围绕着以各种天然含盐水(海水、盐湖水、地下卤水等)和各种矿物为原料,生产钠盐、钾盐、镁盐、硼酸与硼砂、钡盐、铬盐、锰盐、碳酸钙、二氧化钛、磷酸盐等典型无机盐产品的工艺过程为线索展开论述。但因受调查和收集资料的限制,难以在本书中介绍所有的盐化工生产方法。

本书由天津渤海职业技术学院许晓慧博士、闫会征副教授、伍丽娜副教授、高红副教授合作编写。全书共分13章,许晓慧编写了第1章、第2章、第3章、第4章,闫会征编写了第5章、第6章、第11章、第12章,伍丽娜编写了第8章、第9章、第10章,高红编写了第7章、第13章。全书由许晓慧策划与统稿汇总。在此特别感谢该学院李文彬主任及学院各级领导的大力支持与指导。

由于水平和时间局限,教材中难免存在不妥甚至错误,恳请专家、读者批评指正,以利本教材的进一步修改和完善。

编者
2013年12月

1 盐化工概述	1
1.1 盐化工的概念及资源概述	1
1.2 盐化工的发展现状及趋势	7
1.3 盐化工在国民经济中的重要作用	9
1.4 盐化工生产中的有毒废物	11
2 天然矿石盐类的初步加工	13
2.1 盐层的形成	13
2.2 矿石盐的加工及其输送设备	15
2.3 开发功能化无机盐产品的必要性	20
3 盐溶液的主要加工单元过程	26
3.1 从盐溶液中制取盐产品的常用方法	26
3.2 蒸发单元与设备	32
3.3 结晶单元与设备	41
3.4 干燥单元与干燥设备	52
3.5 表面处理	56
4 钠盐	60
4.1 卤水的分类与净化	60
4.2 原盐的精制与生产方法	67
4.3 无水硫酸钠的生产	72
4.4 盐硝联产	74
4.5 制盐的主要材料与防腐	79



5 钾盐	85
5.1 钾盐的性质与用途	85
5.2 钾盐的生产	86
6 镁盐及其化合物	107
6.1 镁自然资源简介	107
6.2 氯化镁	108
6.3 硫酸镁	116
6.4 碳酸镁	120
7 钡盐	130
7.1 钡盐的性质、用途与钡资源	130
7.2 重晶石的还原	132
7.3 沉淀硫酸钡	136
7.4 氯化钡	138
7.5 沉淀碳酸钡	143
7.6 锌钡白	145
8 铬盐	148
8.1 铬盐的性质和用途	148
8.2 铬资源及铬铁矿	150
8.3 铬盐的生产	154
8.4 铬盐工业的发展	160
8.5 铬盐生产中的“三废”污染及对策	162
9 锰的化合物	168
9.1 锰与锰化合物	168
9.2 锰矿	170
9.3 二氧化锰	172
9.4 高锰酸钾	173
10 硼的化合物	176
10.1 硼与硼化合物	176
10.2 硼资源	178
10.3 硼酸	181



10.4 硼砂	183
11 碳酸钙	186
11.1 碳酸钙的性质、分类及用途	186
11.2 轻质碳酸钙	188
11.3 重质碳酸钙	195
11.4 活性碳酸钙	201
11.5 微细碳酸钙	204
11.6 超微细碳酸钙	206
12 二氧化钛	207
12.1 二氧化钛的性质及应用	207
12.2 二氧化钛的生产	213
12.3 二氧化钛生产中的“三废”处理	225
13 磷酸盐	229
13.1 磷矿	230
13.2 磷酸盐原料	233
13.3 磷块岩粉的生产流程	234
13.4 普通过磷酸钙	235
13.5 重过磷酸钙	241
13.6 复合肥料	242
附录	248
实训项目 1 四苯硼酸钠季铵盐容量法测定钾 (4 学时)	248
实训项目 2 沉淀重量法测定钡的含量 (4 学时)	251
实训项目 3 实验室制备高锰酸钾 (4 学时)	253
实训项目 4 石灰石中碳酸钙含量的测定 (配位滴定法) (4 学时)	254
实训项目 5 海水中可溶性磷酸盐的测定 (4 学时)	256
参考文献	258

1 盐化工概述

盐化工是无机盐工业的一部分，盐化工的生产涉及多种无机盐产品。所谓盐化工，就是以盐（包括海盐、湖盐、井盐和矿盐等）为原料，经化学，或者物理，或者化学与物理兼而有之的加工过程而获得化工产品的工业。盐和盐化工的一系列产品，不仅是生产盐酸、纯碱和烧碱的基本原料，而且在冶金、染料、油漆、玻璃、造纸、化肥、照相、军工等行业中都有着极其重要的作用。没有发达的制盐工业，就不可能有发达的化学工业，也就不可能有国民经济的全面发展。本章给出了盐化工的基本概念与范畴，并系统地介绍制盐工业在国民经济中的重要地位和它的发展状况。通过本章学习，要求学生实现以下知识目标、技能目标。

知识目标

1. 掌握盐化工的基本概念与范畴；
2. 熟悉盐化工在国民经济中的作用；
3. 了解盐化工的现状与发展趋势。

技能目标

1. 对盐化工的范畴及作用有一个清晰的概念；
2. 掌握盐化工主要天然资源的利用和加工过程。

1.1 盐化工的概念及资源概述

1.1.1 盐化工的含义与范畴

世界上的化学物质可分为两大类——无机物和有机物。无机物包括无机酸、无机碱、无机盐、单质及元素化合物等几大类。我们比较熟悉的硫酸、盐酸、硝酸（三酸）即是无机酸，烧碱、熟石灰都是无机碱。无机盐就是无机酸与无机碱发生中和反应生成的产物，也可认为是由无机酸根与金属离子组成的化合物。无机盐在生产与生活中的应用十分广泛，如食盐（ NaCl ）、食用碱（ Na_2CO_3 ）、中药芒硝（ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）、火药火硝（ KNO_3 ），还有用于皮肤消毒的碘酒（碘和碘化钾的稀酒精溶液），用于公共场所消毒的高锰酸钾水溶液，

等等。

盐化工的确切定义应该是，以含盐物质（包括矿石盐、海水、盐湖水、地下卤水、石油井水和天然气井水）为原料，经化学过程，或者物理过程，也可以是化学过程和物理过程兼而有之的加工，获得化工产品的工业。还有人认为，以卤水为原料的化学工业就是盐化工。这里所说的卤水，包括天然卤水和人工卤水两大类。与无机盐工业相比，盐化工所指的范围要狭窄些，盐化工是无机盐工业的一个重要分支。盐化工的范畴应包括盐矿资源的开采、卤水净化、盐及含有其他化学元素的化工产品的制取。

卤水一般是指由咸水（海水、盐湖水等）制盐时所残留的母液，人们习惯上将所有含盐水（包括海水、盐湖水、地下卤水、油井和气井盐水等）统称为卤水，并特将制盐后的母液称为苦卤。由于通常是将矿盐溶解为人工卤水后作为生产原料用，所以把矿盐算作地下卤水这一类。海盐区，利用海水制盐后的母液（苦卤），制取氯化钾、溴素、氯化镁等化合物，以及制盐前的中度卤水提取十水硫酸钠、溴素等化工产品；井矿盐区，从地下卤水中提取氯化钠、硫酸钠、碘、溴、铯、钡、硼、钾等；湖盐区，则从盐湖卤水或干盐湖晶间卤水中提取钾、钠、镁、硼、锂等五大元素产品；等等。以上这些加工过程均属于盐化工范畴。食盐和盐化工的一系列产品，不仅是生产盐酸、纯碱和烧碱的基本原料，而且在冶金、染料、油漆、化肥、照相、军工等行业中都有着极其重要的作用。

食盐（NaCl）是盐化工最早提取，也是产量最大的一种产品。食盐既是人类生存必不可少的营养素，又是重要的工业生产原料。食盐的制取工业是盐化工中起步最早、发展最快、技术最完善的一部分，这一化工生产体系被命名为制盐工业，该工业是历史最悠久的化学工业部门之一，在整个国民经济中占有重要地位。

现代化工工业具有高速发展、高度集中的特点。我们很难划分一个化工企业的工业属性，例如，一个化工厂，将当地的矿石盐制成卤水，又将卤水净化制成盐、氯化镁、碱等化工产品，这个过程包含了盐化工、纯碱工业、化肥工业3个领域。只有发达的制盐工业，才可能有发达的化学工业，国民经济才可以全面发展。国外生产盐的公司一般都是在生产盐的同时，利用盐和卤水为原料经营化学工业。例如，美国道化学公司生产的产品有1100多种，约80%的产品以氯和烧碱做原料。还如，比利时索尔维公司是欧洲最大的盐业生产公司，该公司的主要产品是以盐为基础的化学品，如纯碱、烧碱、塑料和过氧化钙等。又如，荷兰阿克苏盐业化学公司是该国唯一的盐业公司，该公司的真空盐产品绝大部分应用于化学工业。

1.1.2 盐业主要天然资源及其利用方法概述

无机盐的原料来源有许多，概括起来大致可分为五大类：

（1）各种天然含盐水，如海水、盐湖水、地下卤水和石油气井水等。

（2）化学矿物。自然界中可供工业利用的固体矿物约为200种，无机盐生产的原料90%以上来自天然矿物，主要的化学矿物有石灰岩矿、磷矿、铝矿、镁矿、钡矿、锰矿、硼



矿、钛矿等。

(3) 工业废料。工业生产过程中产生的废渣、废水与废气经过综合治理,可作为生产无机盐的原料,既保护了环境又变废为宝。

(4) 化工原料。酸、碱、盐或单质元素是生产许多无机盐的原料。例如,黄磷是制造磷酸盐的原料,硼砂、硼酸是制造硼化物的原料,等等。

(5) 农副产品及其他。如海带经加工处理可提取碘,兽骨制磷酸氢钙,向日葵秆灰、棉籽壳、甜菜等可作为生产钾盐的原料,等等。农副产品作为生产无机盐的原料,所占比例较小,但加工方法简单。

下面是天然矿盐、海水、井矿盐、盐湖等主要天然资源的利用情况及简单加工过程。

1. 天然矿盐

天然矿盐的组分是相当复杂的,有的矿要和别的矿相互共生,有的矿则杂有很多不必要的脉石,甚至还夹杂数量相当大的黏土、石膏和碳酸镁等。在矿物加工过程中,我们不仅要有一种矿物中把所需要的无机盐产品提取出来,同时还要考虑综合利用。例如,钾矿,有的是硅酸盐类型的钾长石,有的则是钾石盐和光卤石共生的矿石盐。一般磷矿中含有稀土元素(如镧、铈、铕等),而闪锌矿中往往含有镉、铜、锗、镓等金属。因地区的地质成因不同,即使是同一种矿,它的矿物组成和化学成分也会有相当大的差异。这就导致了矿石盐的生产加工路线的多样性和技术上的复杂性。一般从矿山开采出来的矿石盐多是低品位的,这就需要进行选矿。选矿的方法大致有手选、重力选矿(如风选、水选、重液选等)、磁力选矿3种方法。采用哪种方法选矿,主要根据各种矿石的组分以及物理性质决定。

由矿物生产无机盐,通常先要将矿石进行煅烧,然后将其粉碎,再通过化学加工而得产品,或者将矿石先粉碎,再经过焙烧,而后通过化学加工得到产品。传统的化学加工方法包括7个主要工序,即浸取、过滤、化学转化、蒸发、结晶、分离和干燥。矿石生产无机盐的一般工艺流程如图1-1所示。

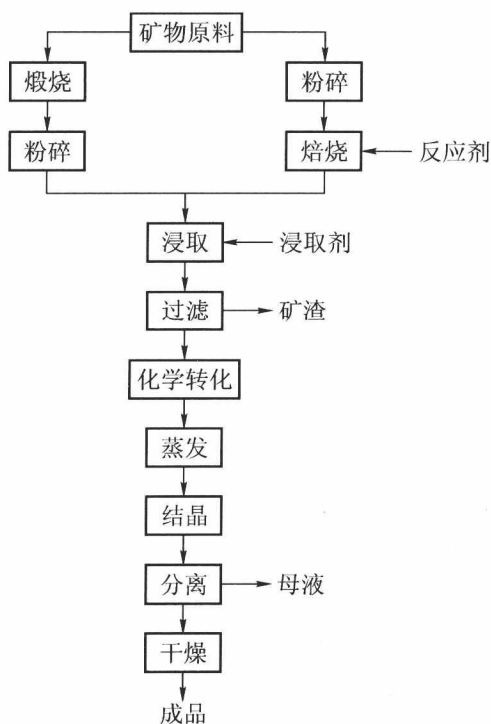


图1-1 矿石盐的加工过程

2. 海洋

海洋的面积占地球表面积的70%以上,海水的总体积达 $1.37 \times 10^9 \text{ km}^3$,海水中含有的化学元素达80种之多,储藏着丰富的化工资源。海水中主要化学元素的含量见表1-1。海

水中的化学元素大体分为3类：①常量元素，即每升海水中含量在100 mg以上；②微量元素，即每升海水中含量在1~100 mg；③痕量元素，即每升海水中含量在1.0 mg以下。海水综合利用的方法很多，从海水中提取几种主要产品的生产过程如图1-2所示。

表1-1 海水中主要化学元素的含量

元 素	符 号	浓度/(mg/L)	海水中总量/($\times 10^{12}$ t)
氯	Cl	18 980	29 300
钠	Na	10 561	16 300
镁	Mg	1 272	
硫	S	884	
钙	Ca	400	600
钾	K	380	600
溴	Br	65	100
碳	C	28	40
锶	Sr	8	12
硼	B	4.6	7.1
硅	Si	3	4.7
锂	Li	0.17	0.26
碘	I	0.06	0.093
钼	Mo	0.01	0.016
铀	U	0.003	0.004
银	Ag	0.000 04	0.000 5
金	Au	0.000 004	0.000 006

将海水引入盐场，利用日晒使池水蒸发，海水的浓度在不断变化，当其密度达到16°Bé（波美度）时即有石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）析出。将石膏取出后继续日晒，食盐开始达到过饱和状态，于是有固态食盐析出。随着海水不断蒸发达到30.2°Bé时，海水中的食盐已析出了79%，此时晒盐便告一段落。晒盐时，温度始终不变，这种蒸发过程称为等温蒸发。食盐结晶析出后剩下的溶液，称为母液，也叫盐卤或苦卤。每生产1 t食盐，要副产0.5~1 t苦卤。

将苦卤冷却，可析出芒硝（ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）。还可以用硫酸使苦卤酸化再通氮气提取其中的溴。然后用纯碱中和其游离酸，用加热或日晒的方法再析出一些食盐，将其母液冷却至10℃以下，即可得七水硫酸镁（ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）。将除去硫酸镁的母液真空蒸发，即有粗盐与一水硫酸镁（ $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）的混合物析出，将它们除去后使溶液冷却，可得到光卤石（ $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）与粗盐的混合物，其母液用平锅熬煮，可制得四水氯化镁（ $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）。用热水使光卤石及粗盐的混合物部分溶解，使其中的氯化镁大部溶去，所

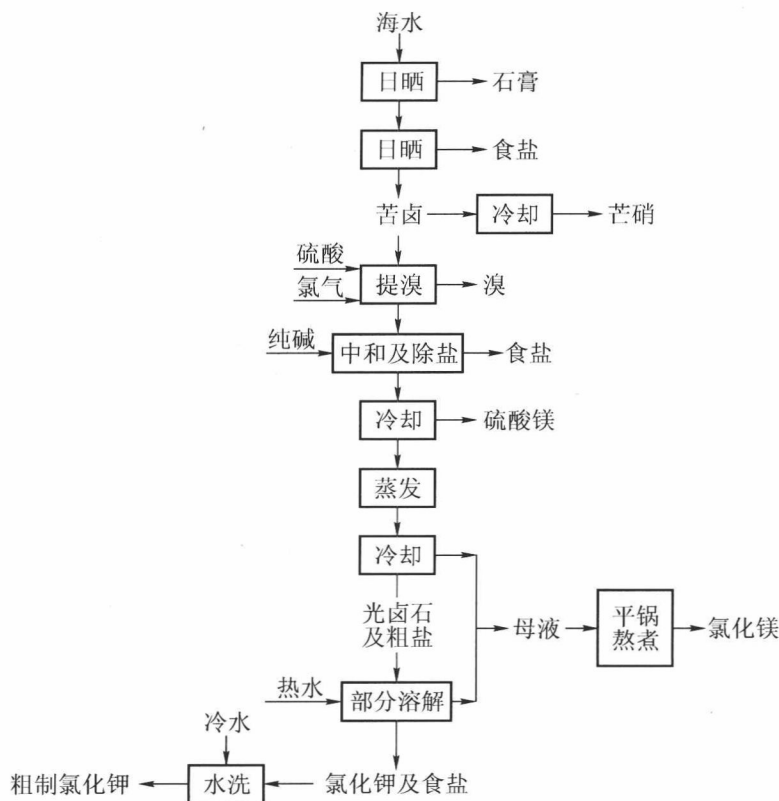


图 1-2 海水综合利用的生产过程简图

余的固体就是氯化钾和食盐的混合物，用冷水洗去食盐，即得纯度为 80% 的粗制氯化钾。

3. 井矿盐

近年来，井矿盐的平均年产量达 390 余万吨，占全国总产盐量的 20%，主要产于中南、西南地区。井卤资源有 3 种类型：黄卤、黑卤、岩盐卤。井卤中除了有大量的氯化钠之外，还有碘、硼、钡、锶、锂、铷、铯等元素。黄卤是我国最早开采的一种，含盐分在 13% 左右，其中含有少量的氧化铁，故盐卤呈黄色，其密度为 $8 \sim 12^{\circ}\text{Bé}$ 。黑卤中含有少量的硫化铁，故盐水呈黑色或灰色，其密度为 $12 \sim 17^{\circ}\text{Bé}$ 。我国井盐生产始于四川，四川井盐工业随凿井技术出现就开始发展，至今已有 2 000 多年的历史。我国井盐生产区除四川外，在山东莱州、河北沧县、陕西陇县、甘肃秦安和陇西、宁夏隆德以及云南等地均有分布。

4. 盐湖

中国是多盐湖的国家，约有 1 000 多个盐湖。盐湖的形成大致有两种原因：一种是海水因地壳的变迁，被陆地所分隔，逐渐蒸发浓缩而形成的。另一种是流动的河水冲刷了两岸的可溶盐，聚集在低处，或因地下水溶解了地下盐层后升至地面因干旱不断蒸发浓缩而形成的。盐湖卤水是指含盐类物质、呈液态存在的资源。湖水的盐分在 3.5% 以上，就称为盐湖。氯化钾含量大于 1% 的称为含钾盐湖卤水，分为氯化物型、硫酸盐型、碳酸镁型 3 种。

卤水中主要含锂、钠、钾和镁的氯化物，硫酸盐和硼酸盐。我国盐湖大多属于氯化物、硫酸盐型盐湖，也有部分是碳酸盐型盐湖。

大柴旦盐湖位于青海省柴达木盆地北缘祁连山南的一个盆地。湖区盐沉积总厚度达 20 余米，已发现的盐类矿物有 25 种，其中硼酸盐 9 种，硫酸盐 10 种，氯化物 3 种。湖区有常年性地表卤水，面积为 25 ~ 42 km²，平均深度不及 1 m。大柴旦盐湖卤水的综合利用流程如图 1-3 所示。夏季，从湖表卤水区将湖水注入晒池。在具备 3 个不同阶段蒸发区间的日晒池系中进行蒸发浓缩：第一个阶段，卤水经日晒蒸发析出氯化钠；第二个阶段，卤水浓缩到硫酸镁饱和后被送到晒池中去，蒸发结晶析出泻利盐和石盐；第三个阶段，卤水在日晒池中进一步蒸发浓缩析出钾盐（钾石盐、光卤石、少量钾盐镁矾及石盐等）。

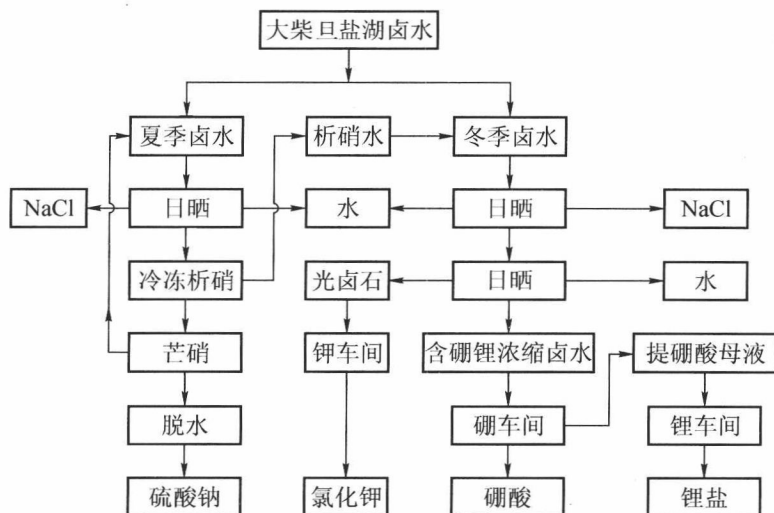


图 1-3 大柴旦盐湖卤水的综合利用流程简图

1.1.3 我国盐湖资源情况

我国的盐湖资源在世界上来说是非常雄厚而富有的，比美、俄等大国都有优势。一是数量多、规模大，二是埋藏比较浅。我国西北地区就有 1 000 多个盐湖，具体点说，我国的盐湖资源从大兴安岭到阴山、贺兰山、冈底斯山以北、以西，占了绝大部分。按省区分，主要集中在新疆、内蒙古、青海和西藏。

从资源成分看，新疆的盐湖主要是硫酸盐型的，也有一部分是硝酸盐型的，如做炸药的硝石。硫酸钾主要分布在罗布泊，是 20 世纪 70 年代发现的，特点是分布集中、储量大，有 2 亿多吨，品位也比较高。青海的盐湖主要是盐酸型的，氯化钾的地质储量为 5 亿多吨，可采储量为 2 亿多吨。除钠、钾、镁等主要成分外，青海的盐湖还有硼、锂等重要矿物，也相当丰富。硼主要在大柴旦、小柴旦，锂主要分布在东台吉乃尔盐湖和西台吉乃尔盐湖，品位高，可直接提取。我国的盐湖资源，锂、钾、硼、镁是特色，比国外储量大，品位高。我国



盐湖资源的开发,主要劣势是加工技术不如西方国家先进,综合利用程度低。例如,钾的生产,我国和美国相比在规模和质量等方面都有差距。锂的开发与美国在智利阿塔卡玛盐湖的开发相比,起步较晚。硼的开发,早期主要在苏联,我国是初步开发。我国盐湖资源的实际开发,首先是盐巴,即氯化钠。例如,内蒙古的吉兰台,年产100多万吨。吉兰台还由氯化钠生产金属钠,产能从1万t达到2万t;同时生产氯气和高氯酸。内蒙古的开发主要还是以天然碱的开发为龙头,比较成功。青海以察尔汗盐湖开发带动了盐化工工业,目前主要开发的是钾盐。根据最新的调查研究,新疆的盐湖资源总量有可能超过青海,或至少跟青海差不多。其中罗布泊可望超过察尔汗成为全国第一大盐湖,但其资源特点不一样,是以硫酸盐型为主的钾盐。我国盐湖资源的另一个宝库是西藏,但那里情况比较特殊,地理等因素造成的开发难度大,绝大多数盐湖没有被开发。

青海盐湖开发程度最高的主要是察尔汗。察尔汗盐湖开发是从20世纪60年代开始的,初期主要产品是钾肥。一期项目设计产能20万t,经不断的技术改造产能发展到58万t。二期计划100万t,加上地方小厂,共形成产能200万t。钾肥开发,在国际上技术最好的是以色列,国内则首推察尔汗。钾肥主要用于农业,以前主要靠进口,察尔汗盐湖的开发对缓解我国钾肥供给紧张的局面起到了决定性的作用。目前我国钾肥的来源基本是“三三制”,即1/3进口,1/3国内自产,1/3以技术输出等方式在国外开矿生产。国内自制的重点在察尔汗,其作用举足轻重。

青海省柴达木盆地可谓“盐的世界”,柴达木盆地盐湖的分布具有明显的规律:中南部富有钾、镁、锂、硼;北部富有硼、锂;东部富有石盐;西部富有钾、镁。柴达木盆地境内共有湖泊35个:淡水湖1个,半咸水湖7个,盐湖27个。而位于柴达木盆地的察尔汗盐湖则有“盐湖之王”的美称,是我国首屈一指的现代钾、镁盐矿床。

青海省盐湖资源有三大特点:①储量大。居全国第一位的有钾、钠、镁、锂、锶、芒硝等;居全国第二位的有溴、硼等。②品位高。卤水中锂含量高达2.2~3.12 g/L,其中东西台吉乃尔湖和一里坪盐湖卤水锂含量均比美国大盐湖的锂含量高10倍,察尔汗盐湖和马海盐湖的晶间卤水经日晒可以析出高纯度的光卤石和钾石盐。③类型全。资源分布相对集中、组合好,多种有用组分共生,有氯化物型盐湖、硫酸盐型盐湖和碳酸盐型盐湖。

1.2 盐化工的发展现状及趋势

1.2.1 国内外盐化工的生产技术状况

在我国,制盐工业是最古老的工业生产之一,相传公元前4000年炎帝时即已开始。在封建社会,食盐、铁和农业成为国民经济的三大支柱。海盐生产的初期是以火煎盐,明末清初才开始从火煎盐向滩晒盐过渡。经过较长时期的发展,我国已形成四大海盐产区,即:渤海产盐区,包括长芦和山东渤海区;黄海产盐区,包括江苏淮北和山东黄海盐区;南方产盐区,包括广东、广西、浙江、福建;辽宁产盐区。矿盐生产时间不长,仅有数百年历史,这

是因为石盐矿床多深埋于地下,就古代的技术条件而言,难以发现和开采利用。

新中国成立前,我国的盐化工十分落后,绝大多数盐化工产品都要依靠进口。新中国成立后,我国的盐化工工业有了很大的发展,1958年,第一套真空制盐装置在青岛市建成投产,年产制盐3万t;到20世纪50年代末,先后有多家真空制盐装置投入运行,那时的真空制盐技术还处在起步探索阶段,设备简陋,工艺落后,盐质差,能耗高;至70年代末,我国的真空制盐已粗具规模,与以前相比,这些真空制盐装置不但生产规模扩大了,而且蒸发器的形式也由标准型改为外热式强制循环型,分离设备为仿苏往复推料离心机,干燥设备由转筒改为流化床干燥器。但也暴露出不少问题,如原料卤水对设备的腐蚀、有害杂质的净化处理、硫酸钠型盐矿的提硝、蒸发设备和工艺的合理化等;80年代中期,四川省大多数以硫酸钙型卤水为原料的真空制盐厂采用丁石膏晶种防垢的科研成果,较好地解决了石膏锅垢导致制盐设备传热恶化的问题,大大促进了我国真空制盐的发展。早期,我国真空制盐的设备材质多用低碳钢,70年代后期改为紫铜管、铜镍合金管和钛管,同时有些厂家采用了耐腐金属衬里等技术,还针对加热室管子积垢和堵管等问题,进行了罐体结构合理化的探索和研究。在那一时期,我国真空制盐在产量、技术和管理等方面全面提高。

美国一直是世界上最大的产盐国,其盐产量约占世界总产量的25%。美国有50个制盐公司,经营90个制盐厂。美国以卤水形式生产的盐最多,占总产量的50%。其次为岩盐,占32%,蒸发盐占14%。美国利用大盐湖加工硫酸钾和硫酸钠的能力分别为25万吨/年和15万吨/年。不过由于盐湖卤水浓度低且蒸发能力不够,这些生产能力,一直没有达到。

盐湖在原苏联境内分布比较广泛,西起黑海沿岸,东至西伯利亚东部,北起西伯利亚北部,南至中国、蒙古、伊朗和土耳其的边界。尽管原苏联盐湖分布如此广泛,但均为普通盐类,无重要经济价值。德国不仅拥有丰富的钾盐资源,而且还拥有丰富的优质岩盐资源。德国是欧洲最大的产盐国,其中55%为岩盐,29%为卤水析盐,其余的为以卤水为原料的真空蒸发盐。所产的盐大部分用于化学工业。德国拥有15个制盐公司,其中较大的公司有德意志苏尔维工厂有限公司、下萨克森州钾与岩盐公司、道化学公司、北德意志制盐有限公司以及西南德意志盐厂有限公司。

1.2.2 我国盐化工生产技术的发展趋势

我国具有丰富的盐资源,可以满足制盐工业及盐化工快速发展的需求,但与国外的盐化工技术比较,还应从以下几方面改进我国盐化工生产状况:

1. 研究适合我国情况的卤水净化方法

石膏型卤水在制盐过程中结垢严重。西欧倾向于卤水净化,日本倾向于石膏晶种防垢。结合我国情况,以采用石膏晶种法为宜。对于芒硝型卤水,因芒硝影响盐质,而我国无水硝供不应求,所以必须研究出简便可行的盐硝分离方法。冷法提硝因流程繁、能耗高而不可取,热法提硝是今后的发展方向。



2. 制盐设备向单系列大型化方向发展

国外大型真空制盐设备单效加热面积在 $600 \sim 1\,400\text{ m}^2$ ，单系列生产能力在 30 万 ~ 60 万吨/年，少数达到了 100 万吨/年。我国大型真空制盐设备单效加热面积在 $400 \sim 800\text{ m}^2$ ，与国外差距不大，但单系列生产能力却只有 10 万 ~ 20 万吨/年，差距较大。这种状况改变了才能大大提高劳动生产率。

3. 合理用能，降低消耗

国外的真空制盐正朝着多效、热电联产和加压蒸发的方向发展。国外的真空罐效数多为五效，我国多为四效；国外锅炉蒸汽压力为 $3.2 \sim 7.6\text{ MPa}$ ，比较高，国内只有 $2.3 \sim 3.9\text{ MPa}$ ；国外已广泛采用热泵加压蒸发制盐，国内却不多见。因此，必须采取措施，合理用能，降低消耗。

4. 提高设备材质，加强防腐研究

国外加热室列管普遍采用含 30% 镍的铜镍合金，蒸发室内壁衬蒙乃尔合金，日本倾向于不锈钢。钛材防腐性能较好，但价格昂贵，不便推广使用。结合我国情况，以发展低合金钢为宜，故应加强低合金钢防腐性能的研究，同时应解决材料加工技术、设备定型配套等问题。

5. 利用盐卤资源，发展化工生产

我国盐湖和海水资源虽早有开发利用，但范围有限，深度不够。我们不仅要有利用盐卤资源提取的第一代产品，而且还必须利用第一代产品去开发第二代和第三代产品，我们应像国外那样，一个产盐基地同时也是一个盐化工生产联合企业。

1.3 盐化工在国民经济中的重要作用

从全世界的化学工业来看，大量的盐消耗在化学工业上，基本化工产品所用的盐占总盐量的 60% 以上。食用盐的比例正不断减少，发达国家不到 10%，我国在 40% 左右。盐化工是国民经济的一个重要组成部分，盐及盐化厂的一系列产品在工农业生产的许多部门，如食品、农业、化学工业、石油工业、电子工业及国防科技等，都发挥着重要的作用。

1. 在医药、农业与食品工业中的应用

盐化工产品医药中的应用是相当广泛的，如大家熟知的碘酒、灰锰氧（高锰酸钾）、洗眼用的硼酸水就是如此。硼砂在医疗上用作防腐剂，中医上用作清热解毒药，其性凉味甘微咸，外治咽喉肿痛、牙疳、口疮、目生翳障，内服治噎膈积块等症。碘仿（三碘甲烷）用作消毒剂和防腐剂。碘化钾用以防治甲状腺肿（大脖子病）和甲状腺功能亢进的手术前准备，也可用作祛痰药，等等，这里就不一一列举了。

以磷矿石和食盐为原料制成的氟硅酸钠可作农药使用，用以防治各种农作物害虫。另外，盐化工产品还可提供农作物所需要的钾肥、钙、镁、硼、钼等微量元素肥料。

盐是食品加工必不可少的调味剂。在食品工业中,盐具有调味、防腐、调节发酵等作用。目前食用盐有 20 余个品种,食品盐的应用范围包括:精制盐(含 NaCl 大于 99.50%,含有 0.15% 的碱式碳酸镁)、粉碎洗涤盐、加碘盐、肠衣盐、食品烘焙盐、腌制盐、罐头盐、香味盐、保健盐、幼儿盐、低钠盐等。

2. 在化学工业与石油工业中的应用

盐化工在化学工业中的应用主要体现在以下两方面:第一是利用盐矿和天然卤水中的化学元素生产化工产品;第二是利用所产的盐和化工产品生产第二代和第三代产品。以盐为原料可以生产盐酸、纯碱和烧碱,而三酸(硫酸、盐酸、硝酸)、两碱(纯碱、烧碱)是基本化学工业,因此食盐又被称为基本化学工业之母。世界盐(固体盐和卤水)产量的 65% 用来制纯碱、烧碱、氯和硫酸钠。

石油精制时,用盐作脱水剂,除去汽油中的水雾。溴乙烷作为汽油的添加剂,以提高汽油的抗爆性;钻探油井时,为保护岩盐层岩心的完整性,需添加硫酸钡盐于泥浆中做稳定剂和调节剂,并使钻井泥浆增重。以硼为原料制得的氮化硼,在 1 500 ℃ 以上的高温中稳定性优于金刚石,并且其硬度与金刚石相当,可做超硬材料用于石油钻探的钻头。

3. 在建材工业与机械工业中的应用

纯碱、碳酸钡、硝酸钡、芒硝、碳酸钾等盐化工产品都是玻璃工业的主要原料。另外在玻璃中加入硼酸或硼砂,可以提高玻璃的化学稳定性及耐热性,增加光泽及透明度。生产搪瓷的一种主要原料是硼酸和硼砂,它可以增加瓷釉的光泽,提高耐热性能,并可使瓷釉的膨胀系数与铁皮相近,因而在遇热时不易掉瓷。制盐废渣(盐石膏)可以联产水泥。

在机械加工行业,在电抛光所用的电解液中就要用到氟硼酸、磷酸钠等盐化工产品。在金属表面处理及金属焊接时,要用到硼砂和硼酸。钠、钾、钡的氯化物在机件高温热处理时可做加热介质。碳酸钾用于生产电焊条,可防止焊接时的断弧现象。过氧化钡和镁粉混合,可做铝焊引火剂。氮化硼用作高温润滑剂,可做高速切削工具,还可做金属加工研磨材料。碳化硼用于硬质合金的磨削、研磨、钻孔及抛光。

4. 在轻工业中的应用

在造纸行业,次氯酸钠和亚氯酸钠用于漂白纸浆。在肥皂及合成洗涤剂行业,硅酸钠本身除了是一种高效洗涤剂外,还用作肥皂的填料,以提高肥皂的碱度、硬度和强度,并可防止游离脂肪酸的析出。在制革行业,硫化钠用作生皮的脱毛剂,硫氢化钠用作生皮的除毛及聚革,硫代硫酸钠亦用于鞣制皮革。在火柴、火药及焰火行业中,广泛地用到重铬酸钾、硝酸钾及氯酸钾一类的盐化工产品。溴化物和碘化物则广泛应用于电影与照相行业。在纺织行业,硫氢化钠在人造纤维生产中用于亚硫酸染色等。保险粉(连二亚硫酸钠)广泛用作棉织品助染剂,印花布拔染剂,丝、毛织品的漂白剂等。

5. 在电子工业与国防科技中的应用

用碳酸铯制取的玻璃,吸收 X 射线能力较强,因而多用于彩色电视阴极射线管的生产。