

制 盐

工业手册



● 中国轻工业出版社

制盐工业手册

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本手册共分八篇。第一篇为概况，阐述盐和主要盐化工产品的性质、用途和标准，以及国内外的制盐工业；第二篇为海盐，包括海水与卤水、盐田土壤、气象、蒸发、结晶、生产工艺、盐田水工、机械设备与盐田生物管理；第三篇为井矿盐，包括盐矿地质、钻井、采矿、制盐、常用设备、防腐蚀与环境保护；第四篇为湖盐，包括湖盐资源、资源保护、生产工艺、专用设备；第五篇为加工盐，包括粉碎洗涤盐、再制盐、餐桌盐、日晒精盐、加碘盐、低钠盐、调味盐、畜牧盐的生产工艺与设备等；第六篇为盐化工，包括从盐田苦卤和地下天然卤水中提制主要盐化工产品的机理、工艺和设备；第七篇为理化分析，包括主要分析方法、常量和微量组分的测定，金属组分的测定等；第八篇为盐场(厂)建设与设计，包括盐业基本建设与经济评估和海、湖、井矿盐的建场(厂)设计。

本书主要供盐业科技人员和技术工人参考，也可供有关行业和院校的科技人员和专业师生参考。

制盐工业手册

责任编辑 唐是雯

*

中国轻工业出版社出版
(北京市东长安街6号)
三河市宏达印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

*

787×1092毫米1/16印张：123.5 插页：1 字数：2964千字

1994年2月 第1版第1次印刷

印数：1—2,500 定价：145.00元

ISBN7-5016-1439-7 /TS·0957

《制盐工业手册》编辑委员会

主任
副主任
委员

张圻之	谭 洽	唐仁粤	
宋述之			
(按姓氏笔划排列)			
马忠英	王 忠	王乃星	王学立
王成福	史保林	刘 楷	任利戈
任德能	李 源	张士宾	张根祥
毕光宏	牧 人	沈玉根	何金垣
应重庆	林家骅	周名泉	饶家和
钟德进	俞性佑	曾日淑	曾成璧
董志林	童兴华	蔡民生	薛自义
唐仁粤	王乃星	董志林	马忠英
葛文明	罗 方	高纪隆	周伯琦

编辑部

编著者 (按篇章次序排列)

第一篇	薛自义	严亦彬	
第二篇	薛自义	关岳	王中秋
	左秉坚	王乃星	张永光
	宋万昭		
第三篇	王清明	李源	袁哲民
	朱荣绥	方鸿祉	马宗瑶
	聂成勋	毕光宏	苏家庆
	俞性佑	刘昌信	刘向
	毛仲高	郭明	周伯琦
第四篇	郑喜玉	温树荣	白福易
	张怀民		
第五篇	郭德恩	李淑芹	
第六篇	吕怀鉴	黄康吉	
第七篇	曾诚璧	刘志达	闵素华
第八篇	刘楷	王乃星	关岳
	王仲玉	梁胜予	李迅传
	夏高福	温树荣	

前 言

编撰《制盐工业手册》，是1985年5月中国轻工协会盐学会在湖北1114厂召开的第二届第一次理事会(扩大)提出来的。当时大家都认为，我国制盐工业经过建国以来三十多年的发展，无论在生产建设、科学研究、资源勘探、专业教育等方面都取得了重大的成就，并积累了许多成功的经验；但与发达国家的制盐工业相比，又有较大的差距。因此很需要以总结和介绍国内外的经验为主，结合有关的基础理论，编写一本较大型的有实用价值的工具书，供全行业 and 有关部门的科技和管理人员查阅参考。这对于普及盐业科技知识，提高全行业科技队伍的素质，促进制盐工业的发展，都将具有重要的现实意义。

这个建议得到了盐学会、盐务总局、中国盐业总公司领导同志的赞许。经过一段酝酿，即着手组织写作队伍。为了便于联系，我们主要从海、湖、井矿盐技术力量比较集中的天津市、四川省和内蒙古自治区等地的盐业部门，约请了四、五十位专家学者，参与编撰工作。天津市长芦盐务局、长芦塘沽盐场、轻工业部制盐工业科学研究所、天津轻工学院盐业工程系、全国海湖盐科技情报站、四川省盐业公司、自贡市盐务局、自贡市轻工业设计研究院、全国井矿盐科技情报站、内蒙古自治区盐业公司、吉兰太盐场以及中国科学院青海盐湖研究所、轻工业部盐业勘探队、云南省盐业公司等对编撰工作给予了大力支持；特别是四川省有关单位因涉及的人员较多，为便于推动工作，还组成了以饶家和、沈玉根同志为正副组长的领导小组，具体抓落实。还有许多省、自治区的盐业部门，在讨论提纲、提供资料、审定书稿等方面，都做了大量工作。应当说，如果没有全行业的支持，这本书是编不出来的。

本书共分八篇，依次为概况、海盐、井矿盐、湖盐、加工盐、盐化工、理化分析和盐场(厂)建设与设计。各篇内容主要包括资源条件、生产技术、工艺操作、专用设备、产品性质、用途和标准、分析化验方法、工厂设计等方面的情况、经验、基本数据和计算公式，并简要阐述有关的基础理论。内容力求准确和比较完整，便于读者了解制盐工业的全貌和查阅、参考所需的资料。有些内容，如设备和管道的腐蚀及防护、盐厂环境保护等，与海盐、井矿盐、湖盐、盐化工都有关系，但不能在这些篇中都讲到，只好列在关系较密切的井矿盐篇中，请读者注意。还有一些章节，如管道与保温、常用仪表及设计安装等，原拟收入，且已成稿，但在最后审定时，考虑到篇幅太大，仪表更新换代又较快，所以决定割爱，请编写这些章节的同志谅解。

在本书的编撰过程中，海盐篇的一些章节，由薛自义同志审阅；井矿盐篇各章由钟仁、李源、毕世楷、俞性佑同志分别审阅；湖盐篇由史保林同志审阅；盐化工篇由刘中暹、陈敬山同志审阅；理化分析篇由曾诚壁同志审阅并统稿；谨向他们致以诚挚的谢意。

在参加本书编撰工作的同志中，天津长芦盐务局高级工程师王乃星同志于1991年2月因病去世，云南轻工业科学研究所高级工程师李源同志于1992年2月因病去世，自贡盐业地质钻井大队高级工程师毕世楷同志于1992年4月因病去世，自贡轻工设研院高级工程师黄康吉同志于1993年5月因病去世。他们都为本书付出了大量劳动，而未能见到本书出版，实为憾事，谨于此致以深切的怀念和哀悼。

《制盐工业手册》经过许多同志的辛勤努力，终于正式出版了。在我国加快建设、加快改革开放的形势下，特别是在强调科技兴盐的今天，我们希望这本书对广大读者，特别是盐业上的读者，能有所帮助，有所裨益。但是，由于我们的水平有限，书中缺点与错误在所难免，殷切期望读者批评指正；同时，随着时间的推移和技术的进步；本书中所介绍的内容，有的会不断有新的变化；这些，我们准备再版时进一步补充修正。

编 者

目 录

第一篇 概 况

第一章 盐和主要盐化工产品的性质、用途和质量标准	3
第一节 盐.....	3
第二节 氯化钾.....	10
第三节 溴.....	14
第四节 氯化镁.....	19
第五节 硫酸镁.....	25
第六节 碳酸镁.....	30
第七节 氢氧化镁.....	33
第八节 氧化镁.....	34
第九节 硫酸钠.....	38
第十节 硫酸钙.....	44
第十一节 氯化钙.....	51
第十二节 碘.....	58
第十三节 10水四硼酸钠(硼砂).....	64
第十四节 硼酸.....	69
第十五节 碳酸锂.....	77
第十六节 氯化钡.....	78
第十七节 硫酸钡.....	83
第十八节 碳酸锶.....	86
主要参考文献	88
第二章 中国和世界的制盐工业	90
第一节 中国制盐工业.....	90
第二节 世界制盐工业.....	94

第二篇 海 盐

第一章 海水与卤水	99
第一节 海水.....	99
一、海水组成.....	99
二、我国近海海水盐度分布规律.....	103
第二节 卤水.....	104

一、卤水的理论组成	104
二、盐场卤水的实际组成	107
三、山东莱州湾的地下卤水	108
第三节 海水、卤水的通性	109
一、盐度、氯度与总盐量	109
二、海水、卤水浓度的计量	110
三、海水、卤水浓缩率	117
第四节 海水、卤水的物理性质	121
一、pH值	121
二、密度	122
三、粘度	123
四、表面张力	126
五、渗透压	127
六、蒸汽压	128
七、冰点与沸点	129
八、沸点上升	130
九、比热	131
十、热传导	132
十一、海水的汽化热和热膨胀	133
十二、电传导	133
十三、折射率	136
主要参考文献	137
第二章 盐田土壤	138
第一节 盐田土壤分类及分布	138
第二节 盐田土壤的组成	140
一、基本组成	140
二、机械组成	140
三、化学组成	146
四、矿物组成	146
第三节 盐田土壤的基本性质	147
一、物理性质	147
二、水理性质	152
三、力学性质	164
四、热学性质	180
第四节 土壤胶体及吸附性	181
一、土壤胶体	181
二、土壤的吸附性	181
第五节 土壤的水分	184

一、土壤水的类型	184
二、束缚水	184
三、自由水	185
第六节 盐田维修方法	186
一、蒸发池和结晶池的修建和维修	186
二、贮卤、保卤设备的维修	187
三、土壤的防渗和加固措施	188
主要参考文献	190
第三章 气 象	191
第一节 气象条件与生产季节性	191
第二节 气象条件与生产工艺	193
第三节 各种气象因子对生产作业的影响	195
一、蒸发	195
二、降雨	196
三、气温	198
四、湿度	198
五、风速、风向	200
第四节 我国海盐区气象记录统计	202
第五节 各盐场主要气象因素的比较	239
第四章 蒸 发	243
第一节 水体蒸发的内部因素	243
一、水的汽化性质	243
二、水分子的极性与液态	244
三、水分子的缔合与蒸发	244
四、与蒸发有关的热学力学基本数据	245
五、含盐水体的内在变化	248
第二节 蒸发过程的外在影响	249
一、自然蒸发的过程——分子扩散	249
二、自然蒸发的主要能源——太阳辐射	249
三、自然蒸发与气温	252
四、自然蒸发与湿度	253
五、自然蒸发与风向、风速	256
第三节 蒸发实验	257
一、大小面积蒸发与折算系数	257
二、不同深度蒸发	263
三、不同浓度卤水与淡水的比蒸发	267
四、着色水体的蒸发	270
五、立体蒸发	274

第四节	计算水面蒸发的经验公式	274
一	以道尔顿定律为基础的经验式	275
二	纯气象因子经验式	276
三	纯气象单因素经验式	277
四	多因素计算式	277
五	盐田卤水蒸发测定计算	278
	主要参考文献	279
第五章	结 晶	281
第一节	结晶基础知识	281
一	晶体的定义和晶体的构造	281
二	晶体分类和晶面、晶向标志	283
三	晶体的基本性质	285
四	结晶现象	286
五	晶体习性	286
六	晶体连生	286
七	制盐及盐化工业上一些盐类的性质、晶体结构和鉴定特点	287
第二节	晶核形成	287
一	卤水的状态与图示	287
二	溶液的过饱和度、过冷度及获得方法	300
三	初级均相成核(自发晶核)	302
四	初级非均相成核	305
五	二次成核	306
第三节	晶体生长	308
一	晶体生长基本条件	308
二	晶体生长阶段	308
三	晶体生长速度	309
四	晶体生长理论——二维成核学说	312
五	晶体生长的几何淘汰规律	313
六	结晶动力学法	313
第四节	晶体缺陷与杂质的影响	314
一	晶体缺陷	314
二	影响氯化钠结晶的外部因素(除 Δc 、 Δt 外)	315
三	海盐中的杂质	319
第五节	卤水中盐类结晶析出规律及计算	320
一	卤水中几种盐类的相互溶解度	320
二	常温下卤水浓缩过程中盐类析出规律及计算	322
三	利用相图计算不同温度下氯化钠的析出率	330
四	卤水成分与析盐量的关系	331

第六章 生产工艺	332
第一节 纳潮	332
一、潮汐的一般规律.....	332
二、海水浓度的变化.....	333
三、海水浓度与生产的关系.....	335
四、纳潮扬水的方式与设备.....	335
第二节 制卤	337
一、生产 1m^3 饱和卤需要各种不同浓度的海水(卤水)量和需要消耗的大面积淡水蒸发量.....	337
二、渗透对制卤的影响.....	337
三、降水与制卤的关系.....	359
四、制卤工艺.....	361
第三节 结晶	364
一、不同生产条件下饱和卤水的变化规律.....	364
二、结晶方式.....	368
三、新卤、适当深卤、适当长期结晶(新、深、长).....	370
四、串联加卤、流动结晶.....	375
五、滩晒精盐.....	376
六、北方海盐区正常生产中技术操作上的几个问题.....	378
七、平晒池降水化盐和雨前、雨中、雨后措施.....	379
八、盐田冬季冻硝.....	381
第四节 原盐储存与保管	384
一、原盐集运、保管.....	384
二、原盐堆存过程中降水对盐质的影响.....	385
三、堆存码形与测码计量.....	386
主要参考文献	387
第七章 盐田水工构筑物	388
第一节 渠道	388
一、渠道横断面.....	388
二、渠道纵向底坡的选择.....	397
三、渠道流速.....	397
第二节 渡槽	399
一、渡槽槽身的形式.....	399
二、渡槽的支承结构.....	401
三、渡槽的基础.....	403
四、渡槽的细部结构.....	403
五、渡槽的水力计算.....	405
六、渡槽的结构计算.....	407

第三节	倒虹吸管	413
一、	倒虹吸管的布置形式	413
二、	倒虹吸管的构造	414
三、	倒虹吸管的水力计算	418
第四节	涵洞	421
一、	涵洞的型式	421
二、	涵洞的构造	423
三、	涵洞水力计算	425
四、	涵洞结构计算提示	428
第五节	水闸	430
一、	水闸的作用和类型	430
二、	水闸的一般布置形式	430
三、	水闸的水力计算	435
四、	水闸的渗透计算与止水设备	437
五、	结构设计	439
第六节	海堤	448
一、	海堤的横断面	448
二、	堤顶宽度	450
三、	堤顶高程	450
	主要参考文献	451
第八章	机械设备	452
第一节	扬水设备	452
一、	水泵主要参数	453
二、	轴流泵	454
三、	潜水泵	458
四、	风车	461
第二节	结晶池塑苫设备	461
一、	概述	461
二、	浮卷轴	463
三、	轨道和入轨器	463
第三节	活碴机	463
第四节	水力管道输盐设备	465
一、	水力输送计算	465
二、	盐浆泵	468
三、	卤水泵	469
四、	射流器	471
五、	管道	472
六、	脱卤设备	474

第五节 收盐机	476
一、死碴盐收盐机	476
二、活碴盐收盐机	479
三、绳索牵引式扒盐机	482
四、自行扒盐机	483
五、收盐机功率和混合生产能力计算	484
(一) 收盐机功率计算	484
(二) 混合生产能力计算	486
第六节 运盐车	486
一、国内运盐车	486
二、国外运盐车	486
第七节 滩坨堆坨机	489
一、自行式铲斗堆坨机	489
二、推移式料槽堆坨机	490
第八节 连续运输机械	490
一、带式输送机	490
二、斗式提升机	497
三、板式输送机	500
四、螺旋输送机	504
第九节 储运设备	508
一、堆坨机	508
二、拆坨机	514
三、堆、拆坨机	514
四、出舱机	514
五、场内驳运设备	516
六、计量和包装设备	519
七、装船机	519
八、装载机	521
第十节 盐田施工维修设备	522
一、压实机械	522
二、挖掘机和平地机	522
三、牵引扒泥机	527
四、推土机	527
五、挖泥船	529
六、两栖式清淤机	529
主要参考文献	532
第九章 盐田生物技术与管理	534
第一节 生物技术在海盐生产中的应用	534

一、防止土壤渗透, 提高制卤能力.....	534
二、促进卤水着色, 增加对太阳辐射能的吸收.....	534
三、提高盐的质量.....	535
四、从卤水中培养微藻、提取有机物质.....	536
第二节 盐田生物群落和生态系统.....	537
一、盐田生物群落.....	537
二、盐田生物的分布.....	537
三、盐田生态系统的组成.....	538
四、盐田生态系统的类型.....	538
五、盐田生物群落的相关性.....	540
第三节 盐田主要生物的形态及习性.....	540
一、藻类.....	540
二、嗜盐杆菌.....	542
三、卤虫.....	542
四、对虾.....	545
第四节 盐田生物管理.....	547
一、从盐田设计着手.....	547
二、全面掌握盐田生态系统中非生物的诸因子.....	547
三、重点了解盐田主要生物群落的发生及分布概况.....	548
四、调整不平衡生态系统的措施.....	548
五、盐田有害动物的防治.....	548
六、加强预测预报工作.....	549
主要参考文献	549

第三篇 井 矿 盐

第一章 盐矿地质	553
第一节 基本概念.....	553
一、地质作用.....	553
二、矿物、岩石、矿石及矿床.....	553
三、矿床地质构造.....	560
四、地质年代.....	561
五、矿床水文地质与工程地质条件.....	561
第二节 盐矿成因及成盐条件.....	565
一、石盐矿床成因及成盐条件.....	565
二、地下卤水矿床成因.....	568
第三节 盐矿类型及矿床基本特征.....	569
一、石盐矿床类型.....	569
二、地下卤水矿床类型.....	585

三、石盐矿床基本特征·····	586
第四节 石盐矿床的时空分布·····	587
一、石盐矿床在时间上的分布·····	588
二、石盐矿床在空间上的分布·····	590
第五节 盐矿普查勘探·····	594
一、盐矿普查勘探方法·····	594
二、矿床勘探类型·····	596
三、勘探手段和勘探工程密度·····	597
四、勘探深度·····	598
五、取样与化验·····	598
六、储量计算·····	598
第六节 井矿盐地球物理测井·····	600
一、概述·····	600
二、常用的地球物理测井方法·····	600
三、井矿盐地球物理测井资料综合解释·····	618
四、测井原始资料的质量检查指标·····	628
五、井中爆破与射孔·····	630
六、测井地面设备及电缆·····	634
主要参考文献·····	636
第二章 井矿盐钻井工程 ·····	637
第一节 钻前准备——井场布置·····	637
一、井场布置原则·····	637
二、常用钻机井场面积·····	637
第二节 钻井设备·····	638
一、常用钻机主要技术规范及传动装置图·····	638
二、各型绞车技术规范·····	647
三、转盘技术规范·····	649
四、游动滑车和大钩技术规范·····	649
五、水龙头技术规范·····	649
六、井架技术规范·····	649
七、泥浆泵技术规范·····	649
八、动力机技术规范·····	649
九、天车技术规范·····	653
十、空气压缩机技术规范·····	653
十一、泥浆筛和搅拌器技术规范·····	653
十二、涡轮变距器技术规范·····	653
十三、指重表·····	656
第三节 钻井工具·····	659

一、钻头	660
二、取心工具	664
三、吊环、吊卡、卡瓦及吊钳	667
第四节 钻井常用管材	674
一、钻井管材的物理和机械性能	674
二、钻具	675
三、套管	693
四、油管	726
第五节 钻井工艺	731
一、常用钻井方法	731
二、防斜与纠斜	733
三、斜向井和双筒井	738
第六节 钻井洗井液	742
一、洗井液的作用和种类	742
二、泥浆性能及测定方法	743
三、粘土及泥浆处理剂	745
四、泥浆处理方法	746
第七节 固井	753
一、固井器材与设备	753
二、固井工具及附件	756
三、固井计算	761
四、固井主要措施	776
第八节 井下事故处理及打捞工具	777
一、常用打捞工具	777
二、井下事故及复杂情况的处理	785
第九节 钻井工程质量指标	790
主要参考文献	791
第三章 岩盐矿床与地下卤水的开采	792
第一节 盐矿开采的基本知识	792
一、岩盐溶解机理	792
二、岩盐的溶解速度	794
三、岩盐围岩的力学性质	797
四、石盐的力学性质	801
五、岩盐卤水的物理性质及测定	806
六、开采工艺分类	808
七、盐矿开采技术条件	809
八、完井方式	809
第二节 单井对流法开采	811