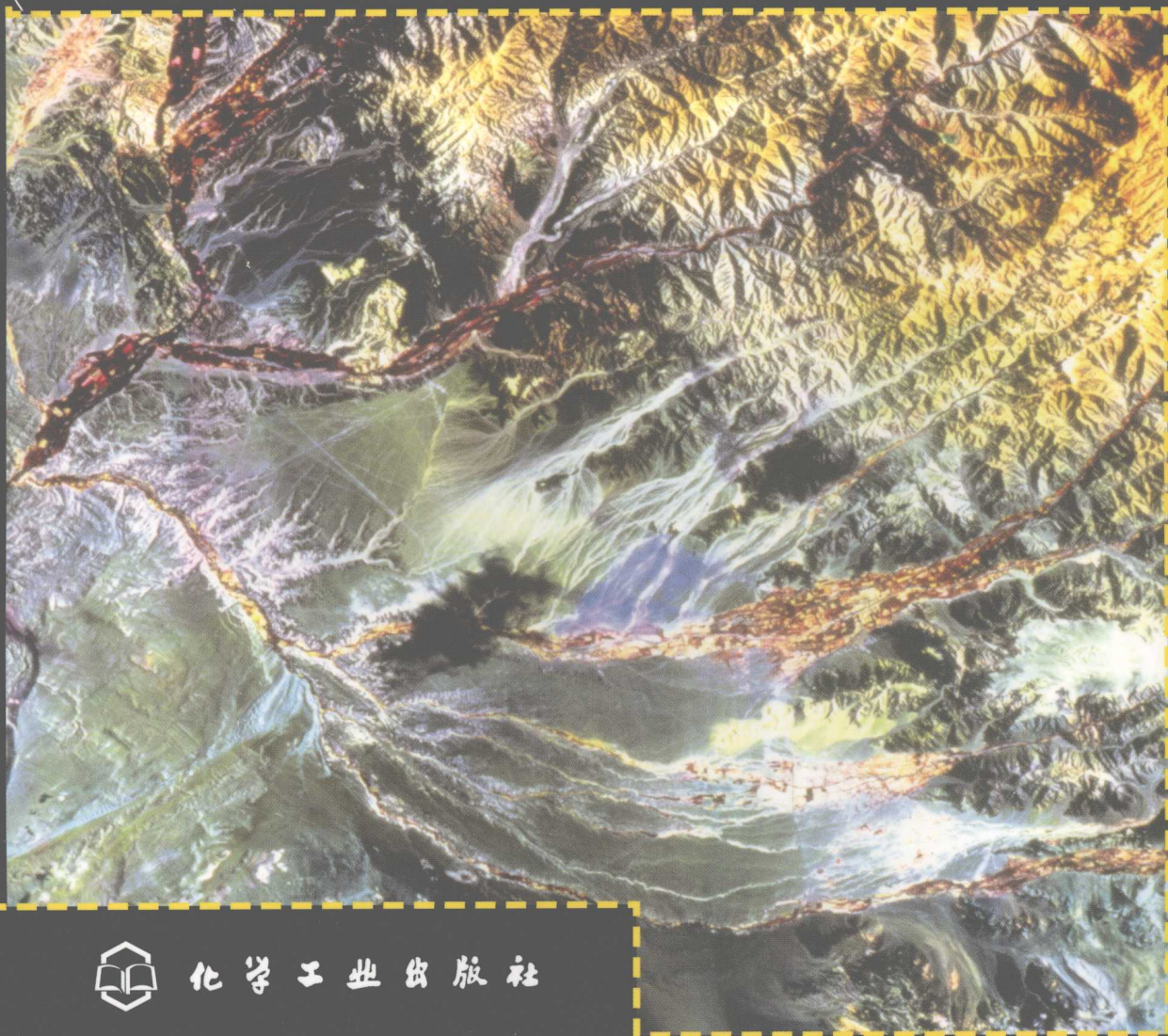


SHIYAN KUANGCHUANG
YU KANCHU

王清明 编著

石盐矿床与勘查



化学工业出版社

SHIYAN KUANGCHUANG

YU KANGCHA

王清明 编著

石盐矿床与勘查

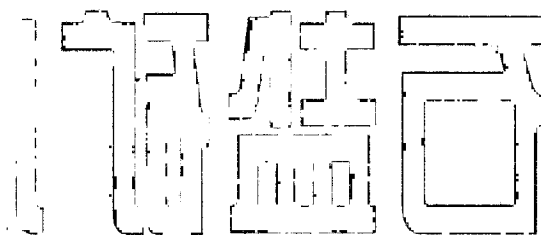


化学工业出版社

·北京·

本书简要阐述了盐矿资源概况、盐的用途、中国和世界盐产量、盐矿勘查研究和开发利用简史,常见盐类矿物与石盐矿石类型、结构构造;较系统地阐述了成盐理论、石盐矿床的时空分布、矿床类型及主要地质特征、石盐矿床基本特征与工业性质,以及石盐矿床与其它盐类矿床、石油、自然硫的关系。根据新的《固体矿产资源/储量分类》与《盐湖与盐类矿产地质勘查规范》等,较全面地阐述了盐矿勘查各阶段的目的任务、工作原则、靶区筛选、工作程序、研究内容与研究程度。盐矿常用的勘查方法、矿床勘查类型、勘查工程间距、勘查工程总体布置、矿产取样、盐矿资源/储量计算,以及盐矿技术经济评价等。卤水矿床亦适当阐述。

该书可供从事盐类矿床地质勘查、开采、设计、科研人员及有关院校师生参考。



图书在版编目(CIP)数据

石盐矿床与勘查/王清明编著. —北京:化学工业出版社, 2007.7

ISBN 978-7-122-00467-3

I. 石… II. 王… III. ①石盐-矿床②石盐-勘探
IV. P578.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第075166号

责任编辑:叶铁林
责任校对:洪雅姝

装帧设计:潘峰

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装订:三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20¼ 字数512千字 2007年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00元

版权所有 违者必究

中国矿业协会原常务理事、中国盐业协会原常务副理事长、教授级高级工程师谭洽题词

探明盐矿资源
保障盐业发展

谭洽

二〇〇七年一月

中盐勘查设计院院长、中国盐业总公司盐业地质勘查大队队长杜穗光题词

加强盐矿地质勘查
和研究工作，为我国盐业
和盐化工业发展提供资源
保障。

杜穗光

2007.1.28

序

基于人类自身对盐的需要,使盐矿成为人们认识最早,勘查和开发利用最早的矿产。我国是勘查和开发利用盐矿最早的国家之一。由于长期封建制度的桎梏,致使盐矿地质勘查工作落后,盐矿资源状况不清。

中华人民共和国成立以来,随着国民经济的飞跃发展,对盐的需求量日益增多,促使盐矿地质勘查、研究工作全面展开。1955年食品工业部(后并入轻工业部)成立了盐源勘察队(现中国盐业总公司盐业地质勘查大队),专门从事盐矿地质勘查。特别是地质部于20世纪60年代开始在全国范围内开展了以钾盐普查为重点的盐矿地质勘查工作,以及石油工业部在陆相地层中找油取得突破性进展,并在全中国范围内开展石油普查工作以后,在找油、找钾的过程中发现了大量的石盐矿床。我国的盐矿资源(不含海水)遍布全国23个省、市、自治区,初步查明的盐矿资源/储量位居世界前列。我国已成为世界上拥有极为丰富的盐矿资源的少数国家之一。

编写《石盐矿床与勘查》一书,意在将我国广大盐矿地质工作者所积累的丰富的盐矿地质资料、研究成果和勘查经验,进行全面系统的总结。这在我国尚属首次。该书注重理论与实践相结合,注重盐矿地质勘查与开发利用相结合,应用国内外盐矿地质资料互为补充。阐述了盐矿资源概况、石盐矿床的时空分布、矿床类型及主要地质特征等;根据新的《固体矿产资源/储量分类》、《盐湖与盐类矿产地质勘查规范》等,较全面地阐述了石盐矿床勘查各阶段的目的任务、工作原则、靶区筛选、勘查工作程序、勘查研究内容与研究程度,盐矿常用的勘查方法、勘查工程总体布置、矿产取样、盐矿资源/储量计算,以及盐矿技术经济评价等。

该书的出版,对推动我国盐矿地质勘查研究和开发工作,促进盐业和盐化工业发展具有积极作用。

茆庆国

2007年2月8日

(茆庆国:中国轻工业联合会副会长、中盐集团董事长、中国盐业总公司总经理)

前 言

我国是世界上拥有极为丰富的盐矿资源的少数国家之一，其勘查研究和开发利用历史悠久。中华人民共和国成立以来，特别是 20 世纪 60 年代开始在全国范围内开展找油、找钾以来，发现了大量石盐矿床和共、伴生盐类矿产。广大盐矿地质工作者积累了丰富的盐矿地质资料、研究成果和勘查实践经验，并发表了大量论文和专著，其中涉及石盐矿床的资料最多。基于此，笔者根据从事盐矿地质勘查和盐矿开采设计的体会，努力将理论与实践相结合，将盐矿地质勘查与开发利用相结合，吸收国外一些盐矿地质资料和研究成果，根据新的《固体矿产资源/储量分类》、《盐湖与盐类矿产地质勘查规范》等，将我国的盐矿地质资料与勘查实践经验进行全面系统的总结，遂撰写《石盐矿床与勘查》一书。

该书从编写提纲，到完成书稿，得到了中国盐业总公司、中国盐业协会和中盐勘察设计院领导的亲切关怀和大力支持，得到了全国井矿盐信息中心和同行们的热情帮助。值得特别提出的是，中国矿业协会原常务理事、中国盐业协会原常务副理事长、教授级高级工程师谭洽同志对该书编写提纲提出了宝贵意见；中国地质科学院矿床研究所刘群研究员、中国科学院盐湖研究所郑喜玉研究员赠送了自己的有关专著；中国盐业总公司高级工程师张建国、范志同志提供了近几年的盐业信息；全国井矿盐信息中心曾提供国外的盐矿地质资料和盐业信息；中国蓝星长沙设计研究院总工程师王有才、国家电力顾问集团中南勘测设计研究院物探公司副总工程师张国军、中盐勘察设计院副院长陈贵庭、总工程师续培信、副总工程师葛信达等同志和院资料室提供了许多重要参考资料，使该书内容更加丰富。在书稿撰写过程中，中盐勘察设计院陈贵庭、续培信、葛信达、肖文科、张升学、徐小松同志和湖南省轻工纺织设计院马新力同志参加了部分工作；范晓霞、田力同志给予了很大帮助。完稿后，承蒙中南大学地学与环境工程学院院长、博士生导师戴塔根教授，原化工部地质研究院总工程师钱自强研究员，中国科学院盐湖研究所郑喜玉研究员，湖南省地质矿产勘查开发局局长、教授级高级工程师李金冬博士，湖南省地质调查院总工程师、教授级高级工程师曾钦旺同志，中国矿业协会原常务理事、中国盐业协会原常务副理事长、教授级高级工程师谭洽同志和湖北省盐矿《地质勘查》、《水溶开采设计》、《生产技术管理》规程编辑部执行总编、湖北省盐务管理局原资源处处长、高级工程师余勇进同志对书稿进行了全面审阅，大家提出了许多宝贵意见和建议，使该书内容得以充实、提高。化学工业出版社认真审定该书的编写提纲，认真审核、改稿，使本书增色不少。在此一并致以衷心的感谢。

笔者希望该书的出版对我国盐矿地质勘查、研究和开发利用，促进我国盐业和盐化工业发展有所裨益。因国内外盐矿地质资料浩瀚，而笔者限于水平和撰写能力，难免取舍不当，存在挂一漏万和谬误之处，敬请读者斧正。

王清明

2007 年 4 月 7 日

目 录

1 绪论	1
1.1 盐在国民经济中的地位	1
1.2 中国盐矿资源概况	3
1.3 中国原盐产量与世界原盐产量	4
1.3.1 中国原盐产量	4
1.3.2 世界原盐产量	5
1.4 中国盐矿勘查研究和开发利用简史	6
1.4.1 中国盐矿勘查研究简史	6
1.4.2 中国盐矿开发利用简史	10
2 石盐矿物与矿石	17
2.1 石盐与常见盐类矿物	17
2.2 石盐矿石	17
2.2.1 共生盐类矿物	17
2.2.2 石盐矿石品位	29
2.2.3 石盐矿石类型	32
2.2.4 石盐矿石结构	33
2.2.5 石盐矿石构造	35
3 石盐矿床和地下卤水矿床成因	38
3.1 石盐矿床成因	38
3.1.1 成盐理论	38
3.1.2 成盐的基本条件	45
3.2 地下卤水矿床成因	49
4 石盐矿床的时空分布	52
4.1 成盐时代	52
4.1.1 世界主要成盐时代	52
4.1.2 中国主要成盐时代	53
4.2 世界主要盐矿的分布	56
4.2.1 世界盐湖的分布	56
4.2.2 世界石盐矿床的分布	57
4.2.3 世界地下卤水石盐矿床的分布	59
5 中国盐矿的分布	61
5.1 中国盐湖的分布	61
5.2 中国石盐矿床的分布	70
5.3 中国地下卤水矿床的分布	77
6 石盐矿床类型及主要地质特征	80
6.1 石盐矿床成因类型	80

6.2 石盐矿床工业类型及主要地质特征	80
6.2.1 碳酸盐岩系型石盐矿床	81
6.2.2 碎屑岩系型石盐矿床	86
6.2.3 次生与变形石盐矿床工业类型及主要地质特征	102
6.3 古代石盐矿床基本特征	106
6.4 盐湖石盐矿床类型及主要地质特征	118
6.4.1 盐湖成因类型	118
6.4.2 盐湖石盐矿床工业类型及主要地质特征	118
6.4.3 盐湖石盐矿床基本特征	135
7 地下卤水矿床类型及主要地质特征	144
7.1 地下卤水矿床成因类型	144
7.2 地下卤水矿床工业类型	144
8 石盐矿床及矿石、围岩的工业性质	152
8.1 石盐矿石与围岩的工业性质	152
8.2 石盐矿床的工业特性	165
8.3 矿床经济地理条件和开采技术条件	167
8.3.1 矿床经济地理条件	167
8.3.2 矿床开采技术条件	168
9 石盐矿床与其它矿床的关系	169
9.1 石盐矿床与其它盐类矿床的关系	169
9.2 石盐矿床与石油的关系	172
9.3 石盐矿床与自然硫的关系	174
9.4 含盐建造与其它金属、非金属矿床的关系	175
10 盐矿资源勘查	177
10.1 矿产勘查阶段划分及各阶段勘查的目的、任务	177
10.1.1 矿产勘查阶段划分	177
10.1.2 各阶段盐矿勘查的目的任务	178
10.2 勘查工作原则	178
10.3 成盐预测与勘查靶区筛选	180
10.3.1 成盐预测	180
10.3.1.1 找盐标志和成盐信息	181
10.3.1.2 矿产预测的基本理论、基本原则和预测方法	183
10.3.2 勘查靶区筛选	185
10.4 勘查工作程序	186
10.4.1 勘查设计的编制	186
10.4.2 勘查项目的组织实施	187
10.4.3 盐矿地质报告编写	189
10.4.4 地质勘查报告的评审认定与提交	191
10.5 勘查研究内容与研究程度	191
10.5.1 盐矿矿山建设设计及其需要解决的基本问题	192
10.5.2 勘查研究内容	194
10.5.3 矿床勘查研究程度	195

10.5.3.1	古代石盐矿床各个勘查阶段的勘查研究程度	195
10.5.3.2	盐湖石盐矿床各个勘查阶段的勘查研究程度	199
10.5.3.3	地下卤水矿床各个勘查阶段的勘查研究程度	204
10.6	矿床勘查类型、勘查工程间距、矿床勘查深度及勘查工程总体布置	208
10.6.1	矿床勘查类型	208
10.6.1.1	盐矿勘查类型划分依据	209
10.6.1.2	盐矿勘查类型划分	211
10.6.2	勘查工程间距与矿床勘查深度	213
10.6.2.1	勘查工程间距	213
10.6.2.2	矿床勘查深度	213
10.6.3	勘查工程总体布置	214
10.7	盐矿勘查方法	215
10.7.1	一般地质方法	215
10.7.2	地球化学探矿方法	219
10.7.3	地球物理探矿方法	223
10.7.3.1	地面地球物理探矿方法	223
10.7.3.2	地球物理测井方法	227
10.7.4	遥感技术在盐矿资源勘查中的应用	233
10.7.5	探矿工程在盐矿资源勘查中的应用	235
10.7.6	勘查方法选择	242
10.8	矿产取样	242
10.8.1	化学分析取样	243
10.8.2	岩矿鉴定取样	250
10.8.3	加工技术取样	251
10.8.4	岩矿物理机械性能取样	255
10.9	卤水抽水试验	257
11	盐矿资源/储量计算	275
11.1	《固体矿产资源/储量分类》	275
11.2	盐矿工业指标	277
11.2.1	盐矿工业指标的内容	277
11.2.2	制定盐矿工业指标应注意的问题	278
11.2.3	盐矿工业指标的制订方法	278
11.2.4	盐矿参考工业指标	279
11.3	盐矿资源/储量计算的一般问题	280
11.4	矿体的圈定与储量计算块段划分	282
11.4.1	矿体的圈定	282
11.4.2	储量计算的块段划分	285
11.5	储量计算参数的确定	285
11.6	储量计算方法	286
12	盐矿技术经济评价	289
12.1	矿床技术经济评价的原则和意义	290
12.2	盐矿技术经济可行性评价阶段	290

12.2.1 概略研究	291
12.2.2 预可行性研究	291
12.2.3 可行性研究	293
12.3 矿床经济评价方法	296
12.4 风险及不确定情况下的经济分析	299
12.4.1 盈亏平衡分析	299
12.4.2 敏感性分析	303
12.4.3 风险分析	305
参考文献	310

1 绪论

盐类矿床是金属阳离子 (K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等) 与酸根阴离子 [$(CO_3)^{2-}$ 、 $(HCO_3)^-$ 、 $(SO_4)^{2-}$ 、 Cl^- 、 $(NO_3)^-$ 、 $(BO_3)^{3-}$ 、或 $(BO_4)^{5-}$ 等] 在地质作用过程中, 在适宜的地质条件和干旱的气象条件下, 成盐盆地中水盐体系天然蒸发浓缩, 金属阳离子与酸根阴离子结合成盐类矿物析出而形成的化学沉积矿床。由于各成盐盆地水盐体系中所含盐类物质成分的差异, 物理化学条件的不同, 所处蒸发结晶析出阶段的不同, 其形成的盐类矿床亦不相同。其中石盐矿床是盐类矿床中分布最广、蕴藏资源量巨大的矿床, 人们称之为“盐矿”。根据盐矿产出时代的不同, 通常划分为古代盐矿和现代盐矿两大类。古代盐矿是指第四纪以前形成的石盐矿床; 现代盐矿是指第四纪形成的盐湖石盐矿床^①。古代石盐矿床与盐湖石盐矿床成因类似, 在同一章阐述; 但其成盐区域、矿床地质特征和勘查研究方法又有较大差异, 故在不同章节分别阐述。石盐矿床是本书阐述的主要对象。

地表水体和地下水体所含盐类组分具有工业开采价值者, 称为卤水矿床 (含盐湖卤水矿床)。因盐湖矿床常常是固、液相并存, 故盐湖卤水矿床在盐湖石盐矿床有关章节中阐述。地下卤水矿床与石盐矿床关系密切, 而其矿床成因、矿床地质特征、勘查研究方法又有别于石盐矿床。因此, 地下卤水作为生产 $NaCl$ 产品的重要盐矿资源, 本书用一定篇幅适当予以阐述。

海水亦是生产 $NaCl$ 产品的重要资源, 但海水并非矿床, 本书仅略加阐述。这里所指的石盐 (Halite) 即为 $NaCl$ 。

由盐矿资源开发、生产的 $NaCl$ 产品, 人们习惯地称为盐^②。以海水 (含滨海地下卤水) 为原料晒制的盐, 谓之“海盐”。从盐湖石盐矿床中直接采出的盐, 或以盐湖石盐、卤水为原料加工制成的盐, 俗称“湖盐”。凿井 (钻井) 抽取地下卤水为原料加工制得的盐, 称为“井盐”; 开采古代石盐矿床加工制得的盐, 叫作“矿盐”, 由于石盐矿床开采已普遍采用钻井水溶法, 故常将“井盐”与“矿盐”合称为“井矿盐”。国家统计局的统计年表中以“原盐”为总称。其中符合国家食用盐卫生标准的 $NaCl$ 产品叫食盐; 用作工业原料的 $NaCl$ 产品称为工业盐。

1.1 盐在国民经济中的地位

自古以来, 盐对于国计民生, 对于政治、经济, 都有着重大影响。古代, 盐被作为礼品和奖品, 甚至作为向皇帝进贡的贡物。中国周朝, 就有“戎盐进贡”之说。罗马尼亚等国至今还

① 盐湖矿床包括盐湖固相矿床和液相矿床, 而且常常是固、液相并存。盐湖液相矿床即盐湖卤水矿床。盐湖固相矿床是盐湖沉积的碳酸盐、硫酸盐、氯化物、硝酸盐和硼酸盐矿床的总称。盐湖石盐矿床只是盐湖固相矿床中资源量最大、分布最广泛的一种。

② “盐”就广义而言, 是指由金属阳离子与酸根阴离子组成的化合物。由于 $NaCl$ 是盐类中最重要的一种, 既是人们生活的必需品, 又是化学工业的基本原料, 用途广泛, 对国民经济意义重大, 与人们生活息息相关, 故人们习惯地把 $NaCl$ 产品叫“盐”。本书就是讲述有关它的内容。

保留着“献盐”的民族传统习惯，以表示对客人的最崇高礼遇。在一些交通不便的地区，盐还被用来作为物资交换的媒介。中国西藏和内蒙古就曾用盐来支付工资，充作流通货币。在历史上，两个民族或两国之间的战争，有些就是为抢夺盐资源而引起。《史记》载，黄帝战炎帝于阪泉，败蚩尤于涿鹿^①。张其昀认为：“炎、黄血战，实为食盐而起。”各国统治者都把食盐作为对劳动人民盘剥的工具，而出现“担谷斤盐”！广大劳动人民为获得盐这个生活必需品，被迫起来进行斗争。沙皇俄国就多次发生过“盐变”。在中国革命战争、抗日战争和解放战争时期，盐被作为重要的战略物资，而与日伪军队、国民党军队经常发生封锁与反封锁的斗争。

解放 58 年来的实践也证明，随着国民经济的飞跃发展和科学技术的不断进步，盐在国民经济中的地位日益突显，其作用不断延伸。具体地讲，盐的作用主要体现在以下三个方面。

(1) 人类生活用盐

人们吃盐，不仅是盐可以作为调味之用，更重要的是盐作为人体组织中不可缺少的矿物质。一般成年人体内含钠量为 90g，含氯量约为 85g。钠离子大部分存在于体液和软组织中，对肌肉的收缩、心脏的搏动、血液的流动、神经信息的传递、碳水化合物和蛋白质的新陈代谢、维持体液酸碱平衡和渗透压等都有重要作用。氯离子大部分存在于细胞外液中，具有维持体内酸碱平衡和渗透压平衡的作用。氯离子又是胃液中的主要阴离子，与氢离子结合后形成浓度很低的盐酸，促进消化液的分泌，帮助消化。

由于新陈代谢，人体每天从大小便和汗液中排泄一定的盐分，所以人们天天要吃盐，以补充体内所需盐分。当人体缺乏钠离子和氯离子时，会发生不同程度的血液循环障碍，轻则乏力、晕眩；重则恶心呕吐，肌肉疼痛、痉挛，出现水肿，血压下降，甚至昏迷、致死。反之，食盐过量时，对人体亦有害处，易患高血压等病症。根据中国居民的饮食结构和饮食习惯，有关专家建议，成人每天吃盐不超过 12g 为宜，即每人每年吃盐量约为 4.4kg。

随着科学技术的发展，人们逐渐发现并认识到，“碘缺乏危害”（IDD）可造成儿童智力伤害、智力残疾，影响人口质量。有关资料表明，我国存在 IDD 的人口约 4.25 亿，全球存在 IDD 的人口达 10 亿之多！因此，消除 IDD，已成为世界各国关注的重大课题。我国根据人们天天要吃盐的生活习惯，把盐作为载体，将碘酸钾、碘化钾、碘化钠等含碘药物加入食盐中，制成加碘盐，供人们食用。实践证明，人们食用加碘盐，是消除 IDD，提高人口素质的一项易于操作而又行之有效的重要措施。

(2) 盐在工业上的用途

盐是化学工业的基本原料，故被人们誉为“化学工业之母”。基本化学工业主要原料中的纯碱、烧碱、盐酸等，大多是以盐为原料生产出来的。制 1t 纯碱约需 1.6t 盐；制 1t 烧碱约需 1.8t 盐；制 1t 盐酸约需 1.5t 盐。

纯碱、烧碱和盐酸广泛用于化工、纺织、染料、造纸、肥皂、石油、冶金、陶瓷、玻璃、医药等部门。

电解盐所得氯气，可直接用于漂白、消毒，也可用于制造漂白粉（次氯酸钙）、氯化银等无机化合物，还可用于制造有机氯化物及有机化合物中间体，如合成树脂、香料、除草剂、防腐剂、灭火剂等。

电解盐所得金属钠，可用作制取复杂有机化合物的催化剂，提取稀有元素的还原剂和制造抗磨合金等，在喷气式飞机和舰艇材料的制造上用到它。大量的金属钠还被用于合成橡胶工业（如

① 据钱穆《国史大纲》（商务印书馆，1948）：“阪泉在山西解县盐池上源，相近有蚩尤城、蚩尤村及浊泽，一名涿泽，则即涿鹿”。

合成丁钠橡胶)。金属钠的过氧化物对解决高山和 underwater (特别是深水) 缺氧问题有独特作用。

在钢铁工业中用熔融盐和盐水进行回火和淬火, 用作铸造的型砂黏接剂。在有色冶金工业中用于炼铜 (氯化焙烧法)、电解金属镁等。

在食品工业中用于食品的加工与贮藏。

盐还是合成革、人造纤维、塑料和农药生产的基本原料。

(3) 盐在农牧渔业及其他方面的用途

盐在农业上用于选种、施肥等, 增加作物产量。在畜牧业上, 盐是牲畜生长和防治病所必需的。在渔业上, 盐用于鱼的加工和贮藏。

盐在医疗上的用途也很多。含 NaCl 0.9% 的溶液可作生理盐水, 用于注射、输液、灌肠等。含 NaCl 2%~10% 的高渗溶液, 可用于洗涤伤口, 治疗化脓性创伤, 促进肌肉生长。洗盐水浴可治疗皮疹、风湿和慢性贫血。

盐还可用于水处理和溶化道路冰雪。

盐是国防和国家储备必不可少的战略物资, 又是换取外汇的重要出口产品。

以盐做催化剂的新用途是盐和开发新能源相结合。据《世界经济导报》报道, 科学家们充满信心地预言, 在不久的将来, 以盐作为新能源的“盐坡太阳池”将会遍地开花。随着科学技术的飞速发展, 盐的应用范围愈来愈广, 新的用途将不断出现。

1.2 中国盐矿资源概况

有关资料表明, 世界盐矿资源总蕴藏量约为 6.4×10^8 亿吨, 其中全球海洋 (含海底沉积物) 蕴藏的 NaCl 资源量约为 4.3×10^8 亿吨。中国是全世界盐矿资源极为丰富的少数国家之一。

(1) 中国的海洋盐资源

中国大陆海岸线漫长, 北起辽宁省鸭绿江口, 南至广西的北仑河口, 途径 11 个省 (区、市), 全长 18000km; 若将沿海岛屿岸线计算在内, 总长达 21000km; 盐滩滩涂占地面积 2900km², 具备汲取原料海水晒制海盐的优越条件。海洋水盐度一般为 30‰~35‰。中国近海表层海水盐度分布规律是: 近岸低, 外海高, 黑潮区更高。大陆沿岸海水盐度总的情况: 渤海和黄海海水盐度为 26.0‰~31.0‰, 东海为 24.0‰~32.0‰, 南海在 27.5‰~34.0‰ 之间; 各河口区域的海水盐度都很低。海水的主要成分为 NaCl , 约占 78%, 其它如 MgCl_2 、 MgSO_4 、 KCl 等, 共占 22% 左右。海水是取之不尽的盐资源。

根据海岸线类型和气象条件, 可大致分为北方海盐区和南方海盐区。杭州湾以北大陆海岸基本上属“基泥质海岸”, 为平原海岸, 北方海盐区辽宁、天津、河北、山东、江苏五大盐区的大、中型盐场均分布在那里。区内气候较干燥, 年蒸发量 (约 1500~1800mm) 大于降水量 (约 500~900mm), 利于晒盐, 是中国海盐的主要产区。杭州湾以南的南方海盐区包括浙江、福建、广东、广西、海南和台湾等省、区, 其海岸类型有“基岩海岸”和“生物海岸”。“基岩海岸”以闽浙两省最多, 海岸陡峭, 其间的河口平原兴建有中、小型盐场。生物海岸 (包括珊瑚礁海岸和红树林海岸) 多分布于闽南、粤、桂、琼、台和南海诸岛沿岸, 其间的平原兴建有小型盐场。南方的平均气温比北方海盐区高, 年蒸发量较大, 降水量也大, 一般利用连晴日产盐。

(2) 中国井矿盐区和湖盐区的古代石盐矿床、地下卤水矿床和现代盐湖矿床的盐资源

根据调查资料, 全国约有 20 个省 (区、市) 发现古代石盐矿床 (矿点) 105 个, 估算的 NaCl 资源量达 146480 亿吨, 初步探明的 NaCl 基础储量 570 亿吨。其中震旦纪、奥陶纪

石炭纪和三迭纪的海相盐矿多为大型、特大型盐矿；侏罗纪、白垩纪和第三纪的陆相盐矿只有少数大型、特大型盐矿，大多为中、小型盐矿。古代盐矿自 20 世纪 70 年代以来基本上实现了水溶开采，且已大规模开发利用，生产矿盐和液体盐（原料卤水）。

地下卤水矿床分布于川、滇、藏、青、新、鄂、赣、鲁等省、区。其中四川省自贡、五通桥地区开发地下卤水最早，迄今已有 2200 多年历史，且至今尚在开采，生产井盐。由于地下卤水储量和分布未完全查清，其开采规模一般很小，随着古代固体盐矿的不断发现和大规模开发利用，地下卤水矿床大都停止开采。值得提出的是，渤海沿岸蕴藏着丰富的第四纪地下卤水资源，其中以莱洲湾滨海地下卤水最为著名。该处地下卤水已大规模开采，汲卤晒盐。

盐湖矿床主要分布于青海、新疆、西藏和内蒙古，上千个大小盐湖，星罗棋布。陕、甘、宁、晋、吉等省、自治区亦有少量盐湖分布。中国盐湖地处边远地区，大多数盐湖交通不便，盐湖勘查程度普遍很低。据面积在 1km^2 以上的 91 个盐湖调查资料，估算的 NaCl 资源量约 515 亿吨，初步探明的 NaCl 基础储量约 4939 亿吨。大型、特大型盐湖石盐矿床集中分布于青海柴达木盆地。新疆仅有少数大型、特大型盐湖石盐矿床，大多为中、小型盐湖石盐矿床。西藏、内蒙古和其它省、自治区均为中、小型盐湖石盐矿床。盐湖石盐矿床开发利用以山西运城盐湖最早，迄今已有五、六千年历史。目前已有部分盐湖石盐矿床开发、生产湖盐。其共生的盐类矿产（钾盐、芒硝、天然碱、硼酸盐、硝酸盐、碳酸锂等）也已开发利用或正在筹备开发。

1.3 中国原盐产量与世界原盐产量

1.3.1 中国原盐产量

中国的原盐产量在 1949 年仅为 $146 \times 10^4 \text{t}$ ，基本上为食用盐。建国后，尽管工业用盐（主要为纯碱和烧碱用盐，简称“两碱”用盐）逐年增加，但在较长时间内仍以食用盐为主，且把盐作为一种“特殊商品”，实行专卖制度，以确保人民生活需要。

实际上，盐业生产随人口自然增长需要而发展的速度是有限的。目前食用盐需求量稳定在 $(700 \sim 800) \times 10^4 \text{t/a}$ ，随着人民生活水平的提高，人们的吃盐量还有所减少；农牧渔业用盐和道路化雪用盐所占比例很小。盐业生产的发展主要仰仗于工业用盐，其中主要是化工用盐（其中又以“两碱”用盐为主）的发展。

随着国民经济的发展，“两碱”工业生产发展迅猛，盐的用量增加。1987 年中国工业用盐（主要为“两碱”用盐）首次超过食用盐。1993 年盐产量为 $2933 \times 10^4 \text{t}$ ，“两碱”用盐约为食用盐的两倍。2002 年盐产量达 $3958.6 \times 10^4 \text{t}$ ，“两碱”用盐量约占总产盐量的 78.6%。中国制盐工业已经由食品工业型转化为基本原料工业型（表 1-1、表 1-2）。2005 年，中国原盐产量已开始超过美国，跃居世界第一位。

从原盐产品结构来讲，中国以海盐生产为主。以 2005 年为例，海盐产量占全国原盐产量的 64%，井矿盐占 26%，湖盐占 9%（表 1-3）。

表 1-1 中国原盐产量及两碱用盐量

单位：万吨

年份	纯碱产量及用盐量		烧碱产量及用盐量		两碱用盐量	原盐产量	两碱用盐量 占原盐产量/%
	纯碱产量	用盐量	烧碱产量	用盐量			
1952	19.2	30.7	7.9	14.2	44.9	495	9.07
1957	50.6	81.0	19.8	35.6	116.6	828	14.08
1965	88.0	140.8	55.6	100.1	240.9	1147	21.00

续表

年份	纯碱产量及用盐量		烧碱产量及用盐量		两碱用盐量	原盐产量	两碱用盐量 占原盐产量/%
	纯碱产量	用盐量	烧碱产量	用盐量			
1975	124.0	198.4	128.9	232.0	430.4	1481	29.06
1985	201.0	321.6	235.3	423.5	745.1	1642	45.38
1990	379.0	606.4	335.4	603.7	1210.1	2047	59.12
1993	535.0	856.0	395.4	711.7	1567.7	2993	52.38
2002	1018.9	1630.2	822.7	1480.9	3111.1	3958.6	78.59
2005	1410	2115	1200	1800	3915	5186	75.49

注：1. 20 世纪 90 年代以来，食用盐量稳定在 $700 \times 10^4 \text{t/a}$ 左右。
2. 未包括台湾省原盐产量。

表 1-2 中国原盐消费结构 单位：万吨

品名	1980 年		1985 年		1990 年		1995 年		1999 年		2002 年		2005 年	
	销量	%	销量	%	销量	%	销量	%	销量	%	销量	%	销量	%
工业盐	645.11	42.59	788.06	45.83	1294.27	63.45	1494.89	68.08	1883.24	73.00	3501.21	81.22	4047	82.59
食用盐	692.05	45.06	788.50	45.86	685.02	33.58	665.16	30.29	662.65	25.69	708.19	16.43	789	16.10
农牧盐	42.08	2.74	8.63	0.50	1.29	0.06	0.65	0.03	0.93	0.03	1.10	0.03	7	0.14
渔业盐	40.12	2.61	25.68	1.49	8.20	0.40	4.44	0.20	4.60	0.18	20.63	0.48	11	0.22
出口盐	107.35	6.99	108.66	6.32	51.18	2.51	30.79	1.40	28.48	1.10	79.40	1.84	46	0.93
合计	1535.71	99.99	1719.53	100	2039.96	100	2195.93	100	2579.90	100	4310.53	100	4900	99.98

注：表中数字未包括台湾省原盐消耗。

表 1-3 中国原盐产品结构

品名 \ 年份	1990	1993	1996	1999	2002	2005
海盐($\times 10^4 \text{t}$)	1148.6	2143	2080.5	2151.3	2612.7	3355
井矿盐($\times 10^4 \text{t}$)	470.6	554.9	621.8	711.2	1068.8	1361
湖盐($\times 10^4 \text{t}$)	427.7	295.3	230.1	254.1	277.1	475
原盐总产量($\times 10^4 \text{t}$)	2046.9	2993.2	2932.4	3116.6	3958.6	5186

注：中国台湾省原盐产量：1995 年为 $42.8 \times 10^4 \text{t}$ ，1996 年为 $46.3 \times 10^4 \text{t}$ ，均为海盐，未列表中。

1.3.2 世界原盐产量

目前世界上有 100 多个国家和地区产盐。其中位居世界前 5 名的原盐生产国依次为：美国、中国、德国、加拿大和印度。其原盐产量之和约占世界原盐总产量的 57%。世界主要产盐国的原盐产量见表 1-4。

表 1-4 世界主要产盐国的原盐产量^③

国家名称	原盐年产量/万吨 ^①						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005
美国	4130	4500	4560	4480	4390	4370	4590
中国	2240	2810	3130	3100	3500	3240	5186
德国	1570	1570	1570	1570	1570	1570	1870
印度	1200	1450	1450	1450	1480	1500	1550

续表

国家名称	原盐年产量/万吨 ^①						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005
加拿大	1330	1270	1190	1250	1300	1330	1330
澳大利亚	890	1000	880	950	1000	980	1000
墨西哥	840	820	890	890	870	800	820
法国	700	700	700	700	710	700	700
巴西	650	690	600	600	700	610	610
英国	660	580	580	580	580	580	580
意大利 ^②						360	360
西班牙						320	350
俄罗斯						280	280
乌克兰						230	250
波兰						150	
其他国家	5910	5800	5850	6930	6450	4100	1524
合计	20000	21100	21400	22500	22500	21000	21000

① 1998~2002 年盐产量含液体盐；2003、2005 年盐产量不含液体盐。

② 年度未计盐产量的国家，其盐产量已计入其他国家中。

③ 资料来源：据美国地质矿产局、美国盐业协会网站资料（全国井矿盐信息中心提供）。

目前世界原盐总产量约为 $(2.1 \sim 2.2) \times 10^8 \text{ t/a}$ 左右，其中井矿盐约占 2/3，海湖盐（日晒盐）约占 1/3。以 1995 年为例，海湖盐产量约为 $7000 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，矿盐（粉碎盐）约为 $6000 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，井矿盐（真空蒸发盐和液体盐）约为 $7000 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。各国原盐产品结构不尽相同。例如，美国主要是矿盐（包括粉碎盐、真空蒸发盐和液体盐），其次是湖盐（日晒盐）。德国主要是矿盐，有部分海盐。加拿大基本上是矿盐。印度、澳大利亚和墨西哥是世界上主要海盐生产国；印度还有部分矿盐，墨西哥有部分湖盐。英国主要是矿盐。法国主要是矿盐和湖盐。俄罗斯主要是湖盐和矿盐。

全世界盐的消费：主要为工业用盐（其中主要用于化学工业）约占 60%；其次是食用，约占 30%；其余用于道路化冰雪、水处理和农牧渔业用盐等。因国家和地区的不同，盐的消费比例有很大差异。在北美和欧洲，道路化冰雪用盐是矿盐（粉碎盐）的最大消费市场。美国的化冰雪用盐因气候变化而有所变化，年消耗量在 $800 \times 10^4 \sim 2000 \times 10^4 \text{ t}$ 之间，平均约为 $1000 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。

1.4 中国盐矿勘查研究和开发利用简史

1.4.1 中国盐矿勘查研究简史

基于人类自身对盐的需要，使盐矿成为人们认识最早，勘查和开发利用最早的矿产，历史悠久。对盐矿的认识，经历了由简单到复杂，由低级到高级的过程；其勘查和开发利用，完全遵循由表及里，由浅入深的循序渐进规律。因盐史资料浩瀚，本节仅扼要阐述。

（1）人类最早发现和开发利用出露地表的卤水、海水和石盐

“中国最早发现和开发利用的自然盐之一是池盐（即湖盐）。其产地在晋、陕、甘等广大