

yankuang
kaicai

盐矿开采
基本知识

轻工业出版社

盐矿开采基本知识

《盐矿开采基本知识》编写组 编著

轻工业出版社

内 容 提 要

本书较系统地介绍了岩盐、天然卤水、湖盐的开采方法和工艺流程。其中钻井水溶开矿是我国新兴的采矿方法，应用范围广，本书对此作了重点的阐述。对于盐类矿床的开发历史、地质、勘探及地面下沉等问题也作了一般的介绍。

本书可供从事盐类矿床开采、地质的工人、技术人员参考，也可作盐矿生产工人的培训教材或业余技术教育教材。

盐矿开采基本知识

《盐矿开采基本知识》编写组 编著

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

上海市印刷三厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米1/32 印张：8 字数：180千字

1978年10月 第一版第一次印刷

印数：1—3,500 定价：0.57元

统一书号：15042·1455

前 言

我国盐矿开采具有悠久的历史，公元前 250 年第一口由人工穿凿的盐井，开始了地下天然卤水的开采。到公元 1835 年，在四川省自贡市开凿盐井深达 1001.4 米，创造了世界盐矿开发史上的新记录。但在半封建、半殖民地的社会里，特别是在国民党反动统治时期，我国盐矿的开发得不到应有的发展。解放后，在党和毛主席的英明领导下，盐类矿床不断发现，给制盐工业提供了丰富的原料。随着社会主义建设和对盐需求量的增多，盐矿开采得到了广泛的发展，新的采矿方法和采矿工艺不断涌现。为了适应盐矿开采日益发展的需要和满足广大盐业战线的职工为革命学习技术的迫切需要，井矿盐科学技术情报站和武汉军区 711 工厂组织有关单位，深入生产实践，进行调查研究，收集、整理了我国盐矿开采的新成果和丰富经验，并根据“洋为中用”的方针，参考了有关的国外资料，编写成《盐矿开采基本知识》这本书。

本书在编写过程中，承蒙不少单位给予热情支持和帮助，谨此表示感谢！

由于我们水平所限，可能存在许多错误和不当之处，请读者批评指正。

《盐矿开采基本知识》编写组

1977年12月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 盐矿在国民经济中的地位和我国的盐 矿资源.....	(1)
第二节 我国古代劳动人民开发盐矿的巨大成 就.....	(3)
第三节 社会主义革命促进了我国盐矿的开发.....	(7)
第二章 盐矿地质	(10)
第一节 岩盐矿石及伴生矿物.....	(10)
第二节 盐矿床形成及分类.....	(13)
第三节 岩盐矿层与岩层的地质变动.....	(16)
第四节 我国盐矿资源分布与盐矿地质特征.....	(19)
第三章 岩盐的地下开采	(36)
第一节 岩盐地下开采的一般概念.....	(36)
第二节 岩盐矿井开拓方式.....	(40)
第三节 采矿工艺.....	(44)
第四章 岩盐的硐室水溶法开采	(63)
第一节 概述.....	(63)
第二节 硐室内的溶解情况.....	(63)
第三节 采准工作.....	(66)
第四节 工艺流程和作业方式.....	(68)
第五章 岩盐钻井水溶法开采	(70)

第一节	溶解原理	(71)
第二节	盐井钻井工艺简述	(78)
第三节	单井对流法	(100)
第四节	油(气)垫单井对流法	(124)
第五节	水力压裂法	(138)
第六节	盐井事故的判断及处理	(160)
第六章	天然卤水的开采	(166)
第一节	自喷井采卤	(167)
第二节	气举采卤法	(172)
第三节	抽油机-深井泵采卤法	(178)
第四节	电动潜卤泵采卤法	(186)
第五节	提捞采卤法	(187)
第六节	卤层的酸处理与爆炸	(191)
第七章	湖盐开采	(196)
第一节	概述	(196)
第二节	湖盐开采工艺	(197)
第三节	采掘工艺及设备	(204)
第四节	运送工艺及设备	(215)
第五节	脱水工艺及设备	(218)
第六节	盐的加工工艺及设备	(221)
第七节	盐的堆坨及放销	(225)
第八章	盐矿开采地面下沉及其观测	(230)
第一节	岩石位移引起地面下沉和变形的基本 概念	(230)
第二节	地面下沉和变形对建筑物的影响及其 防止措施	(235)
第三节	盐矿开采区地面移动观测	(244)

第一章 绪 论

制盐工业是最古老的工业部门之一，随着社会主义建设事业的飞跃前进，我国的制盐工业也得到了空前未有的发展。盐矿开发在制盐工业中占有极重要的地位，就世界范围而言，海盐占盐的总产量的三分之一，而矿盐约占三分之二。由于盐矿大都分布在内地，并且其开发利用不受地理位置、季节、气候变化等影响，可以常年均衡地按计划进行生产，因此合理开发和利用我国丰富的盐矿资源，对贯彻执行毛主席“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针，对促使工业合理布局，进一步发展制盐工业、化学工业具有十分重大的意义。

第一节 盐矿在国民经济中的地位 和我国的盐矿资源

盐矿是一种重要的矿产资源。盐矿开采的主要产品——盐，是日常生活中不可缺少的生活必需品。它对于人类的生存来说，几乎与粮食同等重要。在古代，盐曾作为珍贵的礼物和奖品，在一些交通不便的山区还被用来支付工资，充作流通货币。由于盐具有巨大的使用价值，各国历代的反动统治阶级都把它作为残酷压迫和剥削劳动人民的工具。在他们“担谷斤盐”的盘剥下，广大劳动人民经常处于无盐淡食的惨境。但是，哪里有压迫，哪里就有反抗。历史上，许多国家的人民举行武装起义的直接导火线就是为了获得食盐，如沙

皇俄国就曾多次发生过这样的“盐变”。在漫长的奴隶社会、封建社会和资本主义社会中，盐这个词既凝结着劳动人民的智慧和欢乐，也凝结着血泪和仇恨。从古至今，盐的供应不仅对人民的生活至关重要，而且对政治和经济都有着极大的影响。

盐除供食用外，更重要的是大量地用于工业及其他方面，特别是广泛地用在化学工业上。制造盐酸、烧碱、农药、化肥和化学试剂，以及塑料、橡胶、合成纤维都要用盐作基本原料。随着现代有机合成工业的飞速发展，氯的需要量也越来越大，而氯的来源就取之于盐。盐在染料、冶金、皮革、医药等工业和农、牧、渔业上也有极广泛的用途。此外，盐还被直接用来防冻、防腐、溶化道路冰雪。采空的岩盐溶洞可用来作地下仓库，储存天然气、石油等。

盐矿资源，特别是天然卤水和盐湖卤水中，含有许多极其重要的化学元素，如硼、钾、溴、碘、铯、锂、铷、铯、铀、镁、铀、重水等。这些元素及其盐类是冶金、农肥、农药、染料、玻璃、照相和食品等工业必需的原料。更为重要的是，有的在国防工业上具有重大的用途，如硼氢化物可作为高能燃料，用于火箭、导弹、原子能工业；镁、锂、铷、铯、铀、重水等被广泛用于军事工业、宇宙航空工业和原子能工业上。因此，充分利用盐矿资源，大搞综合利用，对于发展国民经济，加强国防建设具有重大的意义。

我国的盐矿资源极为丰富。岩盐分布在四川、湖北、湖南、江西、云南、甘肃、青海、新疆等省和自治区，近年来，安徽、江苏、山东、宁夏等省、自治区也发现了大量的岩盐矿床。天然卤水主要产在四川、云南、贵州、湖北等省。我国湖盐的蕴藏量极大，青海、内蒙、新疆、西藏、甘肃、宁

夏、陕西、吉林等省、自治区大小盐湖星罗棋布，其数目之多，储藏量之丰富为世界上所罕见。这些盐湖在类型上不仅有氯化物型，而且有硫酸、硼酸盐型。目前我国以产海盐为主，但丰富的盐矿资源为我国内地制盐工业、化学工业和国民经济的发展奠定了可靠的物质基础。

第二节 我国古代劳动人民开发盐矿的巨大成就

我国的盐矿开发具有悠久的历史，在世界采矿史上占有重要地位。“**人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。**”我国盐矿开发史，以无可辩驳的事实证明了这一颠扑不破的真理。

相传早在虞舜时期，今山西解池的盐湖即被开发进行日晒制盐了。随后，人们逐步认识和利用岩穴深处流泻出来的“盐泉”和偶然出露在地表的“咸石”之类，煎熬成盐，以供食用。到了战国末年，随着巴蜀地区封建制生产关系的确立和发展，铁的工具的大量使用和中原地区打井术的传入，我国的第一口由人工穿凿的盐井在广都（今四川成都、双流一带）创建成功*，从而揭开了开采地下天然卤水的新篇章，我国井盐业得到了初步的发展，产地从秦代的三个县发展到汉代的十多个州县。与此同时，盐湖的开采也达到相当规模。从《汉书·地理志》等书的记载可以看出，今四川、云南、陕西、河南、湖北、内蒙、宁夏、青海等地区在汉代已广泛开采井盐

* 常璩《华阳国志·蜀志》中记载“秦孝文王（公元前250年）以李冰为蜀守，冰能知天文、地理……又识其水脉，穿广都（今四川成都华阳、双流一带）盐井诸陂池……”。

和池盐了。公元八世纪初的唐代，我国云南在盛行凿井采卤的同时，已有了采掘地下岩盐的矿井。

我国战国末年至北宋初期（公元前三世纪到公元十一世纪）的盐井，是一种大口型浅井，井深和结构各不相同，深度一般从数丈至数十丈，井口竖辘轳式井架，用人力以吊桶或皮囊提捞取卤。四川成都附近羊子山出土的汉代井盐生产画像砖生动地描绘了当时凿井制盐的设施和工艺流程。

西汉中期，天然气和卤水分采技术的发明和竹筒输卤管线的应用，在开采工艺的发展史上具有重要意义。东汉以后，我国大口型盐井逐渐向深度发展。据唐《元和郡县志》记载，当时的陵井（在今四川仁寿县）已深达八十丈。大约在南北朝时期，我国劳动人民创造了木制井筒。五代时修复的陵井，使用了二十余丈的硬木构成的井壁。这些都为向小口型深井过渡准备了条件。

北宋庆历皇佑年间（公元1041~1053年），我国盐矿开采中出现了一项具有划时代意义的技术革新，发明了闻名的小孔深井——卓筒井。卓筒井的主要工艺特点是：

（1）井口很小，“仅容一竹筒”，估计井径约六、七寸，但深度却达到数十丈。

（2）使用了冲击式顿钻法，即用一种新发明的冲击钻头“圆刃锉”，不断顿击井底而将岩石捣碎。

（3）将大楠竹中间打空，“牝牡相连”，下至井内以作固井套筒并“横隔淡水”。

（4）发明掘泥和吸卤容器，这种容器由小于作套筒的大楠竹口径的竹筒作成，筒底悬熟牛皮为活塞，利用水的压力将碎岩和卤水吸入筒内并提出井口。卓筒井初步地、但又是全面地包含了现代深井钻凿工艺的基本要素，充分显示出我国

古代劳动人民的聪明才智和伟大的创造力。这是继指南针、火药等四大发明之后,我国劳动人民又一项伟大的发明创造,极大地促进了我国古代深井钻凿技术的发展,为世界近代石油、采矿工业开辟了道路。据英国著名科学家李约瑟所著的《中国科学技术史》证实,我国的卓筒井技术工艺在公元十一世纪传入西方,直到公元1900年以前,世界上所有的油、气、盐井都是采用我国卓筒井开凿的技术打成的。

明中叶以后,我国的盐矿开采事业已相当发达。星罗棋布的盐池继续得到开发。云南岩盐矿床的掘井开采已具相当规模。四川井盐业取得了很大的进展。明清时期我国盐井的

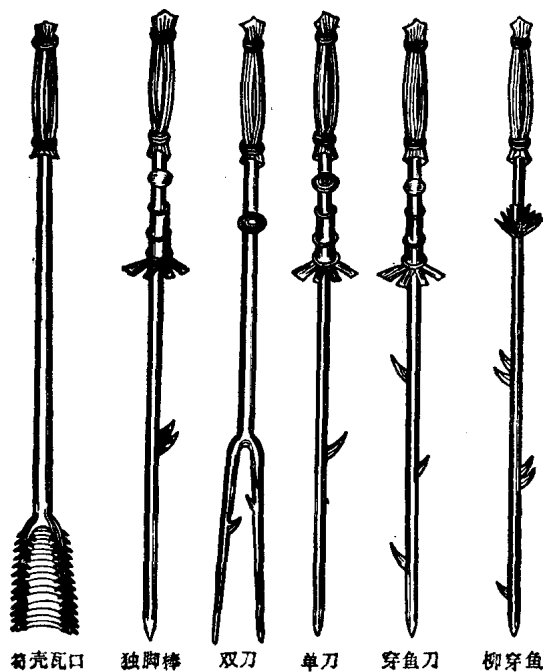


图1-1 治井工具

钻凿过程已逐步形成了分工细致的六道工序,出现了以钻井、打捞、治井为系统的工具群。如用途不同的钻头就有十几种,精巧的打捞工具竟达几十种之多(见图1-1、1-2、1-3)。同时,还出现了大量总结盐矿开采技术的科学著作,如《盐井图说》、《天工开物》、《自流井记》等,这些都表明我国盐矿开采技术和实用地质学已发展到相当水平。

公元1840年鸦片战争前后,举世闻名的自流井气水田开始得到大规模的开发,生产技术和规模发展到了手工业生产所能达到高度的水平。我国劳动人民于公元1835年在四川自贡市开凿的盐井,深度达1001.4米,创造了当时世界钻井

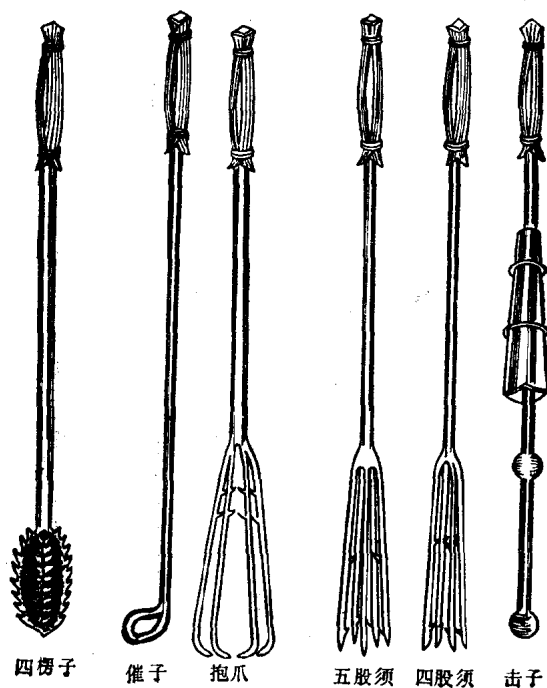


图1-2 打捞工具

史上的纪录。

我国盐矿开发的历史也雄辩地证明，中国是世界最早发达的文明国家之一，勤劳、智慧和富于创造的中国人民，为人类的进步和繁荣，为世界科学技术的发展作出了卓越的贡献。

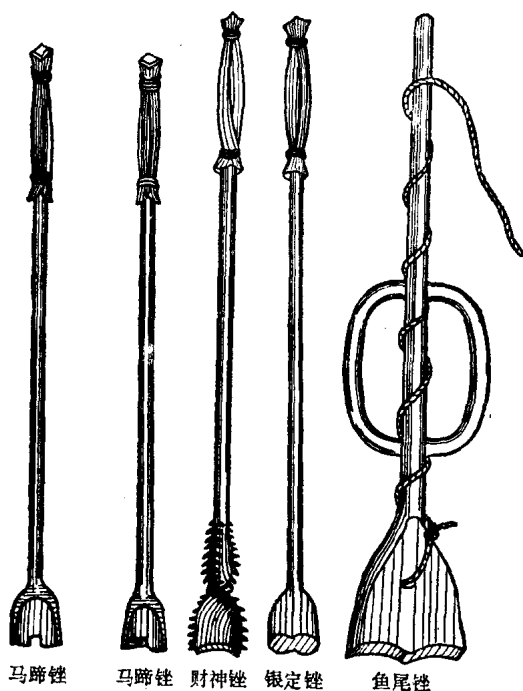


图1-3 钻凿工具

第三节 社会主义革命促进了 我国盐矿的开发

我国的盐矿开发虽然具有悠久的历史，但是在封建社会

和半封建、半殖民地的社会里，特别是在国民党反动统治时期，由于地主、资产阶级的深重压迫和剥削，由于帝国主义的残酷掠夺，我国盐矿的开发得不到发展。解放前，全国仅有四川、云南、青海等地区少数几个厂矿进行生产，而且设备陈旧，技术落后，生产萎靡。解放前夕，全国的盐矿开采几乎全部处于瘫痪状态。

解放后，在党和毛主席的英明领导下，我国的盐矿开发得到了迅速的恢复和发展，并逐步改变了古老落后的生产方式，使老矿山焕发了青春，生产量不断提高。特别是无产阶级文化大革命以来，由于广泛进行各种盐矿普查与勘探工作，发现了许多储量十分巨大、品位很高的盐矿资源，并且迅速地进行了有计划、有重点的开发，因而不仅为老产盐区提供了丰富的制盐原料，更重要的是，在我国历史上从来不产盐或产盐极少的地区，如湖南、江西、贵州及湖北的大部分地区也都建立了盐矿，改变了这些地区长期依赖外地供应盐的局面。

随着技术革命和技术革新群众运动的蓬勃开展，我国盐矿开发的工艺和科学技术水平也大大提高。在天然卤水的开采中，由于采用了自喷、气举、抽油机、潜卤泵等新工艺和新设备，生产率大大提高。古老的提携法也有很大的改进，普遍使用了动力提升。岩盐矿床的开采工艺更是突飞猛进地向前发展，各盐矿根据不同的地质资源条件，分别采用了钻井水溶、硐室水溶、旱采和露天开采等各种不同的开采方法。根据我国盐矿地质条件，岩盐的钻井水溶法，在开采中占有重要的地位。它具有成本低、生产率高、劳动条件好等优点，因此使用较普遍，发展也较快。解放前，我国钻井水溶法只有提携法这样一种简单的工艺，目前我国各盐矿使用的钻井

水溶法不仅有单井对流、多井通腔对流生产，而且还成功地采用了油、气垫法和较先进的水力压裂法。岩盐的早采工艺也有很大的发展，已从古老落后的人工采掘方法，改进为机械化的水平分层房柱法，采矿率、回采率都有很大的提高。湖盐的开采现在正向着机械化和自动化的方向发展，目前已广泛使用了采盐机、皮带运输机等各种机械设备。

为了促进盐矿开采工业的发展，我国还成立了盐湖及井矿盐科研、设计、情报机构。有些地区和盐矿还分别建立了盐矿地质、钻井专业队伍。

在毛主席“开发矿业”指示的光辉照耀下，在社会主义革命的推动下，我国的盐矿开发取得了巨大的成就。喜看今日产盐地区，到处是一派繁荣兴旺的革命景象。四处烟囱林立，马达轰鸣，沉睡多年的纯净岩盐被开发出来，高浓度的天然卤水从地壳深处向外喷射，广大的盐业职工正向着生产的深度和广度进军。

“现在的社会主义确实是前无古人的”，在毛主席革命路线指引下，在以华主席为首的党中央领导下，我国的盐矿开发正以过去任何时代都不可比拟的速度飞跃向前发展，在制盐工业、化学工业中发挥愈来愈大的作用。

第二章 盐矿地质

岩盐矿床开采是建立在盐矿地质工作基础之上的。根据盐矿地质特征不同，选择的开采方法也不同。从事盐矿开采的工作者，必须掌握一定的盐矿地质基础知识，才能合理地开发地下资源。

第一节 岩盐矿石及伴生矿物

一、岩盐矿石

岩盐矿石是指在目前技术经济条件下，质和量方面能满足国民经济要求的石盐矿物集合体(如图 2-1)。岩盐矿石质纯的由单一石盐矿物组成，质不纯的含有其它盐类矿物及粘土矿物等。

岩盐矿石品位：指矿石中氯化钠含量与矿石重量之比，常用重量百分比表示。如品位百分之八十，即指一百克矿石中，氯化钠占有八十克。

岩盐矿石类型：矿石按其品位高低分富矿石、中等矿石、贫矿石。

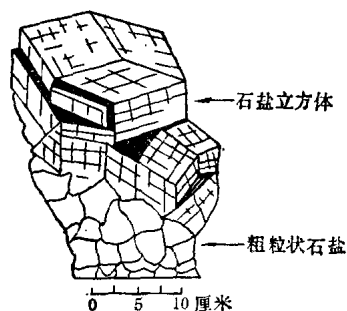


图 2-1 我国某矿岩盐矿石素描图

富矿石——氯化钠含量大于85%。

中等矿石——氯化钠含量为50~85%。

贫矿石——氯化钠含量为20~50%。

矿石类型的划分，可根据矿石的结构、构造及伴生矿物等划分出各种类型。如含粘土岩盐矿石、含钙芒硝岩盐矿石等，这里就不再详述。

二、石盐及伴生盐类矿物的主要特征

石盐及伴生盐类矿物均为化学沉积生成，种类很多，最常见的有十余种，其物理特征概述如下：

1. 可溶性

石盐及伴生盐类矿物能溶于水的性质，称为可溶性，但其溶解数量均有一定的限度，如石盐，在18℃时，一升水中溶解358.60克NaCl，就达到饱和，再不能溶解了。

2. 吸水性

石盐及伴生盐类矿物，遇到空气中水蒸汽会发生水解，这种特性称为吸水性。如光卤石、石盐都有这个特征，光卤石矿物吸水性最大，将天然光卤石矿物放在空气中，会全部被水解掉。

3. 颜色

石盐及伴生盐类矿物多为无色或白色。见到矿物呈现的颜色实为杂质的染色。如有三价铁离子呈红色，有两价铁离子呈棕色或蓝色，有粘土矿物呈黑色，有硫磺呈浅黄色等。

4. 味感

石盐及伴生盐类有味感，如含钠离子有咸味，含钾离子常具辣味，含镁离子具有苦味等。

现将十种常见盐类矿物的特征，列表2-1。