

评论硝板天日晒盐与“原地化学反应池”

宣之强

(化工部化学矿产地质研究院, 河北涿州 072754)

摘 要 开采3000多年历史的世界级著名山西运城盐湖及其遗留下的人造矿层—硝板和硝板天日晒盐的奥秘已被中国著名学者蔡克勤、杨长辛及柴继光等人探明, 瑞士籍卓有成就的国际地质学家许靖华教授提出的“原地化学反应池”专利其原理与硝板天日晒盐有惊人相似之处, 值得人们探求“原地化学反应池”在开发盐湖资源中的应用前途。

关键词 运城盐湖 硝板 天日晒盐 原地化学反应池

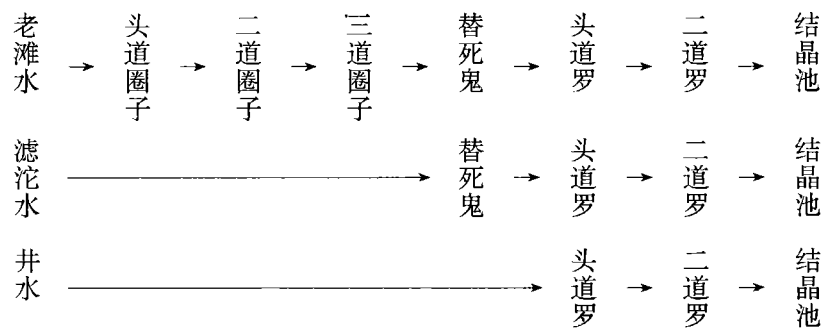
山西运城盐湖, 在古代曾称河东盐池、解池、潞池、盐板(阪)和“盐贩之泽”等, 它位于山西省西南地区, 即山西、河南、陕西三省交界的黄河中游华夏文明发祥地, 传说中的尧都即在现今的临汾市内, 舜都位于永济县境, 岳都在夏县(后为夏朝国都), 均位于运城盐湖附近, 这充分说明盐湖与中华民族早期文明史有着经济、政治与地理方面的重要联系, 今天, 山西运城是我国重要硫酸钠等盐化工基地, 还是众多学者关注的地方。

蔡克勤和杨长辛在1993年第4期化工地质发表的“山西运城盐湖开发史及其古代制盐技术成就”研究论文中指出“……表明盐田日晒始于距今3000多年前的殷商时代是可信的。”作者为了探求人工筑畦、盐田日晒法的起始年代, 把古代废弃于盐田中的“硝板”作为实物, 进行野外地质调查取样, 室内 ^{14}C 年龄测定、盐矿鉴定和化学分析, 经研究其成果有(Ⅰ)硝板的地质剖面由上而下为: ①褐黄色人工扰动的安粘土, 含少量石膏、芒硝晶粒, 厚0.00~0.90m; ②含芒硝的白钠镁矾矿层, 厚0.90~3.00m; ③含少量白钠镁矾的芒硝层, 厚3.00~4.50m; ④深灰色安粘土, 富含有机质, 与硝板层界线清楚(实为湖板层底板), 厚为4.50~4.80m。(Ⅱ)硝板的化学成分分析表明, 硝板下部厚1.5m的芒硝矿层, 仅含少量的白钠镁矾, 反映早期比较原始的制盐工艺未能除去大部分的 MgSO_4 杂质, 食盐味苦咸, 古代人称之“鹽”, 上部厚2.1m的硝板则以白钠镁矾为主, 表明已采用先进的制盐工艺技术, 基本除去 MgSO_4 杂质, 生产出质优味纯的食盐。(Ⅲ)用底板粘土测得 ^{14}C 年龄为: $4653 \pm 87a$, 这个结果只能认定硝板的出现年代不会早于4600a; (Ⅳ)经野外剖面观测, 硝板矿层在3.0m, 3.4m, 3.6m等处见有深色富有机质的淤泥纹层, 以及黄色的芦杆和粘土团块等, 表明硝板确系人工堆积物, 形成过程中还曾多次因湖水泛滥而造成硝板溶解等。

该文章实际回答了另外一位学者几年前提出的两个主要问题, 即问题一, 潞盐从什么时候开始在硝板上晒制? 我们已从蔡、杨二人的文章中得到答案, 问题二, 以硝板为结晶池晒制潞盐, 其作用是什么呢? 这是很值得深入研究的课题, ……这就是柴继光先生在其著作“运城盐池研究”一书中提到的第二个疑问, 因为书独特难觅, 故摘录一节“独特的潞盐生产畦地”示下。

潞盐的晒制原料来源有三, 即: 老滩水、滤沱水、井水, 这三种卤水, 深度不一, 含盐量不等, 而以井水为最高, 一般可达20~30度; 滤沱水次之, 一般为15~20度; 老滩水最差, 一般为5~10

度, 也有2~3度的, 而晒盐的饱和卤水的深度, 一般要求达到28~30度, 因此, 晒盐过程中, 很重要的一环是操练卤水, 即把原始的老滩水、滤沱水、井水, 经过蒸发操练, 使之达到饱和的程度, 操练的过程, 大致如下:



所谓圈子、替死鬼、罗, 用现在话说, 就是名称不一的蒸发蓄水池, 其作用就在于使卤水从上一个池子输送到下一个池子的过程中, 不断去掉杂质, 达到纯净的饱和程度, 当然, 这些名称不一的蓄水池的结构和具体作用也是有差别的。

圈子: 一般都是泥底, 没有硝板, 卤水在这里经过时, 得到蒸发。

替死鬼: 底部有较薄的硝板, 卤水进到这里以后, 会“发酵”成粥糊状, 起化学变化。

罗: 底部的硝板比较厚, 而且有“肚子”(即硝板的蜂窝状空隙), 卤水进入罗以后, 在“肚子”里穿过一下, 清除杂质, 进一步提高质量, 使其达到饱和程度。

解放后, 盐工在生产实践中, 创造了一套科学的操练卤水的工艺流程, 即, 一步一卡(卤水每流动一个池子, 都留存一段时间), 步步留根(上一个池子经下一个池子输水时, 不将卤水放完, 还要留下一部分作“根”, 然后再续进新的卤水), 曲线走水(卤水输送过程走曲线水道, 以便延长蒸发操练时间), 提高浓度。

达到饱和程度的卤水, 便可以灌进结晶池晒盐。

结晶池也叫结晶畦, 天日晒盐, 要在结晶池上进行。

潞盐生产的结晶池, 是修建在硝板上, 这是和其它天日晒盐产区所用不同的, 是潞盐所独有的, 举世无双。

硝板, 是盐工沿用的俗称, 它的学名叫白钠镁矾, 是含有多种化学成分, 而主要的成分是氯化钠、硫酸钠和硫酸镁的复盐, 硝板生结在结晶池内, 从厚数尺到丈余不等, 坚如石块, 结晶池就建立在硝板上面, 硝板下面不是结实成一体, 而是有象蜂窝状的空隙, 可以让水贯穿其间, 俗称肚子, 每年春初修整结晶池, 除了要将结晶池表面夯实, 平整以外, 还要用饱和卤水换洗肚子, 使其通畅, 据盐工介绍的经验: 硝板越厚, 肚子越畅通的结晶池, 晒制的盐既多且好。

潞盐从什么时候开始在硝板上晒制? 无从查考, 但从解放后曾经试验去除硝板, 在泥土建造的池子晒盐失败的情况来看, 可能也是历史悠久的了, 在硝板下晒盐, 是盐工长期生产实践智慧的结晶, 是运城盐池潞盐生产历史长河中的独特产物。

以硝板为结晶池晒制潞盐, 其作用是什么呢? 这是很值得深入研究的课题, 但是, 有两点是特别明显的:

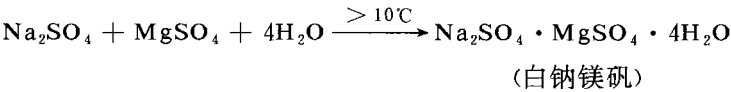
一、潞盐在硝板上结晶, 可以利用硝板表面的光洁平整, 以及与卤水的化学变化, 保证潞盐的质量。

二、硝板下的肚子里在潞盐晒制过程中, 一直有大量的卤水存在, 白天经过日晒, 吸收热

能。晚上气温降低，而肚内卤水仍保持一定的温度，对结晶池上的制盐卤水起到保温作用，不致形成昼夜温差过大，这种状况能促进盐的结晶。

柴继光最后指出，随着科学技术的发展，人类认识能力的提高，经过深入的研究探索，潞盐在硝板上晒制的奥秘，将会完全揭开。

应当指出，蔡克勤和杨长辛在“化工地质”期刊中已回答了柴继光的第二个疑问，他们指出，硝板的化学成分和矿物组成的截然变化，最真实地反映出制盐工艺的巨大革新，所采用的“浇晒法”，利用



的原理，同时排除卤水中的 Na_2SO_4 和 MgSO_4 杂质组分，……这个古老的制盐工艺技术，不仅采用了盐田日晒法，而且利用一年四季的温度变化，以及对芒硝、白钠镁矾、石盐三种矿物的溶解度，结晶温度和深度条件不同的深刻认识，巧妙地在盐田中实现三者的分离，这与近代的 $\text{Na}^+、\text{Mg}^{2+} // \text{Cl}^-、\text{SO}_4^{2-} - \text{H}_2\text{O}$ 四元体系相平衡原理完全吻合，但水—盐相平衡原理的出现仅有百余年的历史，这个古老的制盐工艺中有关的结晶动力学，相平衡原理等知识和技术路线，在科学史上是及为罕见的。

从上述几位学者对硝板天日晒盐论述中，我们得到启发，想到瑞士籍学者许靖华最近获得的发明专利—“原地化学反应池”的理论根据和实践可能性等问题。

许靖华教授会同苏黎世 AG 科学探测联合公司成员，美国蒸发盐专家 David Lock 教授等人于1993年夏用原地化学反应池法在美国得州试验获取钾肥得到小试成功，并于1994年3月获得瑞士国家专利局的专利，我们可称之许氏“原地化学反应池”法，该专利原德文名称是：提取金属与盐的“原地化学反应池”，该专利开头指出，本项发明是从含盐水体和卤水中以及从松散沉积物或岩石中提取不同种类金属的方法，这项发明是按下述方法就地修建一座化学反应池，即“原地反应池”，充分利用原有的或人工创造的流体动压梯度使地下水或注入液体通过反应池，使固体与溶液间产生化学反应，进而提取金属或盐。

本项发明的内容是：建造一特定结构的“原地反应池”，对所需提取的金属就地进行部分或全部分选，……如果所需提取的金属或盐以溶解的离子状态赋存于一种液体的话，那么就可以建造一个“原地反应池”，把为了提取所需金属或盐的必要化学药剂以固体形式放置在现场的一个层位中，然后让上述液体流过，……应当这样选择化学药剂层所需的药剂，即所需提取的金属或盐在反应池的药剂层内化合，或者一种或多种不需要的元素在药剂层内化合，使所需提取的金属或盐存留在由反应池内流过的液体之中，……在许多情况下，“原地反应池”中的化学反应，从经济上说，使得对所需提取的金属或盐的提纯更为合理，……

从上述专利几段原文中可以清楚看出，许氏“原地化学反应池”中谈到的人工放置的固态化学药剂层应当和中国山西运城盐湖中人造的“硝板”性质相似，本质一样，可以认为运城盐湖祖先晒盐后遗留下的废弃的芒硝、白钠镁矾堆积层（俗称硝板），相当于许靖华先生想放置盐湖中的固态化学反应药剂层，当然，针对不同盐湖的化学组成和提取或分离不同的元素所用的固态化学药剂也肯定是不同的。

从柴继光先生精彩的描述中可以看出，解放后运城盐湖曾用泥土建造池子晒盐失败了，而在硝板上晒盐获得成功，其中奥秘在蔡克勤教授和杨长辛高工文章中已得到阐明，是一种“原地”化学反应在起作用，因此，可以认为许靖华教授大胆设想的“原地化学反应池”方法来分离

提取某些盐湖中的元素,如 K、Mg、Li 等,从原理上推断是可行的,正如柴继光先生指出,在硝板上晒盐,是盐工长期生产实践智慧的结晶,所以,可以相信只要掌握了上述原理,并勇于不断改进具体操作方法,许氏“原地化学反应池”专利,在生产应用中是会完善和实现的。

我国柴达木盆地有着丰富的盐化工资源,还有长期开发盐湖的科研、生产经验,最近,青海省领导和盐湖开发者都提出柴达木盐湖资源开发新战略—综合利用和产品高质化,特别提出格尔木和察尔汗地区将建成以钾肥为龙头的钾、硼、锂等系列产品基地。

据悉,许靖华先生的专利不久将在青海柴达木盆地开展扩大实验,我们期待青海省领导、科研单位、生产厂矿大力支持,争取实验成功,为开发大西北盐湖资源作出自己贡献。

致谢 陈延成、王连弟提供专利材料

参 考 文 献

1 蔡克勤, 扬长辛, 化工地质, 1993, 15 (4): 261—267
2 柴继光, 运城盐湖研究, 山西人民出版社, 1990, 27—29
3 许靖华, 用于提取金属和盐的“原地化学反应池”的专利书, 96号 (1993)

**Discussion of solar salts on mirabilite—salts bottom layer
and "in situ chemical reaction pond"**

Xuan Zhiqiang

*(Geological Institute fro Chemical Mineral resources,
Ministry of Chemical Industry, Zhuozhou, 072754)*

ABSTRACT

Exploration of 3000 year's history of men-made mineral beds-mirabilite-salts bottom layer and solar pond salts on mirabilite-salts bottom layer was found in Yuncheng Salt Lake in Shanxi by Chinese famous scholar Cai Keqing, Yang Changxing and Cai Jiguang. The prinsipie of, Swiss Chinese geology scholar Xu Jinghua said:"in situ chemical reaction pond" has the siginiticant similar aspect with mirabilite-salt bottom layer, which is worth investi-gating for utilizing in developing salt lake resources in the future.

Keywords Yuncheng Salt Lake, Mirabilite-salts bottom layer, Solar pond salt, In situ chemical reaction pond