

# 日本碘素产业现状

雷学联<sup>1\*</sup>, 宋锡高<sup>2</sup>

(1. 瓮福(集团)有限责任公司, 贵州 福泉 550501;  
2. 贵州省黔南州化工协会, 贵州 都匀 558000)

**摘要:**全球碘产量的90%左右集中在智利和日本。目前日本碘产能约为9 400 t/a,在碘化工行业占有重要地位,其生产技术、经营策略对全球碘化工的发展颇具影响。本文介绍了日本碘资源、生产方法、经营销售、回收碘等方面的产业现状。

**关键词:**日本碘;资源;生产经营

中图分类号:TQ124.6+1

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)05-0009-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2016.05.003

## Current development situation of Japan's iodine industry

LEI Xue-lian<sup>1\*</sup>, SONG Xi-gao<sup>2</sup>

(1. Guizhou Wengfu Co., Ltd., Fuquan 550501, China;

2. Guizhou Qiannan Chemical Industry Association, Duyun 558000, China)

**Abstract:** The global production of iodine (about 90%) is mainly from Chile and Japan. The present iodine production capacity of Japan is around 9 400 t/a, holding an important position in the global iodine industry. The iodine production technology and operation strategies of Japan play a significant role in the development of global iodine industry. In this paper, the current development situations of iodine resources, production technology, sales and operation, and recycling of iodine are introduced.

**Key words:** iodine of Japan; resources; production and operation

## 1 全球碘生产现状

全球每年碘产量约为35 000~40 000 t,主要产区有智利、日本、土库曼斯坦、阿塞拜疆、中东地区等。现在90%左右的产量集中在智利和日本地区。

其中,智利碘产能为22 400 t/a,碘生产企业主要有:SQM公司产能为11 000 t/a;Cosayach公司产能为5 000 t/a;ACF公司产能为2 400 t/a;Atacama Minera公司产能为1 500 t/a。2012年后新建的Bullmine公司产能为1 000 t/a、ACF与Toyota合资公司1 500 t/a<sup>[1]</sup>。智利碘的生产主要从硝石矿中提取,在生产硝酸盐的过程中,把碘从硝酸盐矿中分离出来。

而土库曼斯坦、阿塞拜疆及中东地区主要以卤水生产碘为主,生产点比较分散,产量不大,质量也不稳定,每年碘生产量达3 000~5 000 t。

碘资源另一个新的来源就是磷矿伴生碘,磷矿中虽然碘含量不高,但总体量比较大,随着磷矿开采和加工技术的不断发展,每年全球开采加工的磷矿伴生的碘达千吨以上。

## 2 日本碘生产情况

### 2.1 碘资源

日本碘主要产自日本的关东地区,原料为地下卤水,在开采水溶性天然气的同时提取卤水中的碘。日本从1965年开始从地下卤水中回收碘,日本现在在地下卤水碘含量为0.090~0.120 g/L<sup>[2]</sup>。地下卤水深度为500~2 400 m,因为地表下沉,开采量不可能再扩大<sup>[3]</sup>,以现在的开采速度,大约还能开采200年。

回收碘是日本另一大碘资源。每年从用碘企业的含碘废水、废渣、废气中回收3 000 t左右的碘。

日本虽然是碘资源大国,但受到地表下沉等地理环境的限制,日本政府对碘生产企业在水溶性天然气矿床的取水和排水方面做出了严格的限制,基本上无法再扩大产量。随着碘需求量的不断扩大,日本碘生产企业正在寻求新的碘原料来源。

### 2.2 碘产量

至2014年底,日本每年碘产量为9 400 t左右。主要生产碘的企业有8家:依势化学公司,每年

收稿日期:2015-12-16

作者简介:雷学联(1973-),男,工程师,长期从事磷矿选矿、磷酸、磷肥生产、磷矿伴生氟碘资源综合利用研究及开发工作,通讯联系人,13765790688,13765790688@163.com;宋锡高(1959-),男,工程技术应用研究员,长期从事磷化工、碘化工研发及企业管理工作。

3 000 t 左右;合同资源公司,每年 2 200 t 左右;其他的有关东天然瓦斯开发公司、日本天然气公司、日宝化学公司、INPEX(原帝国石油)公司、东邦地球公司和日本能源石油开发公司。

### 2.3 碘标准

日本碘目前是世界上最好的工业化碘,其产品质量稳定,杂质含量(质量分数,下同)低,能满足多行业对高品质碘的需求。日本碘标准及分析方法见表 1。

表 1 日本碘标准及分析方法

序号	分析项目	标准规格/%	分析方法
1	碘含量	≥99.700	硫代硫酸钠法
2	不挥发物	≤0.020	质量分析法
3	氯、溴	0.003	离子分析法
4	硫酸盐	0.005	离子分析法
5	水分	0	红外线分析法

### 2.4 碘生产方法

日本碘的生产方法主要有活性炭吸附法、离子交换法和空气吹出法。

#### 2.4.1 活性炭吸附法

日本早期碘的生产主要从海藻浸泡液中提取。用氧化剂把海藻浸泡液的碘氧化成分子碘,然后用活性炭吸附。吸附饱和后的活性炭用碱液洗涤,把碘洗涤到碱液中,洗涤到碱液中的碘用氧化剂氧化,即可得到粗碘,粗碘精制后得到精碘。

被活性炭吸附后的废水返回到海藻浸泡工段,用于浸泡海藻。用碱洗涤后的活性炭可重复吸附使用。工艺流程见图 1。

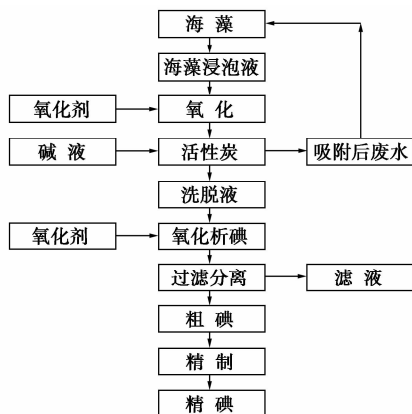


图 1 活性炭吸附法生产工艺流程图

#### 2.4.2 离子交换树脂法

离子交换树脂法是利用强碱型阴离子交换树脂吸附溶液中的碘,在树脂上形成多碘离子,从而使碘与其他成分分离。离子交换树脂法制碘的流程如图 2 所示。

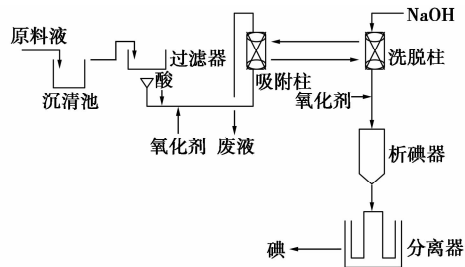


图 2 离子交换树脂法生产工艺流程图

首先使原料液进入澄清池并经过滤除掉机械杂质,以免造成离子交换柱堵塞。经酸化、氧化后的原料液进入吸附柱,已吸附碘的饱和树脂在洗脱柱中用 NaOH 溶液  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液作为洗脱液。洗脱液把

工项目可行性研究报告编制规定,2005:1.

- [2] 张玉卓. 煤洁净转化工程[M]. 北京:煤炭工业出版社,2011:77.
- [3] 化学工业部. 化工新技术开发管理条例. 1986.
- [4] 中国石油化工股份有限公司科技开发部. 最新石化工程创新设计与技术改造实施手册(第一卷)[M]. 北京:中国石化出版社,2006:7-9.
- [5] 倪进方. 化工过程设计[M]. 北京:化学工业出版社,1999:5-8.
- [6] W. R. GRACE & CO. Synthesis Gas Demonstration Plant Program, Phase I. Commercial Plant Conceptual Design and Evaluation[R]. 1979. DOE/ET-77-C-01-2577.
- [7] 张维忠. 21 世纪千万吨/年级炼厂概念设计(研究)通过技术鉴定[J]. 石油化工设备技术,2003,(3):11.
- [8] 李安学. 现代煤制天然气工厂概念设计研究[M]. 北京:化学工业出版社,2015: I-V.
- [9] 孙丹. 设计过程. 中广核工程技术及管理系列培训教材. <http://www.docin.com/p-62349934.html>, 2015-11-22. ■

(上接第 8 页)

阶段,但设计是“制造”的基础,因而对于大型化工厂这样复杂的工程项目,在项目早期开展概念设计,以新的视角、科学定义项目内容、研究和制定建设策略、明确项目目标并对其给出初步评价,是十分必要的。通过概念设计可以寻找最佳工艺流程(即选择过程单元以及这些单元之间的相互连接)和估算最佳设计条件,使全厂辅助工程、公用工程配置最优化、全厂布置最佳化。成功的概念设计不但可以节省大量的人力和物力,还可以加快新技术的开发和推广速度,提高开发的技术水平和工厂的运营价值。

### 参考文献

- [1] 中国石化咨询公司. 中国石油化工集团公司暨股份公司石油化

碘洗脱下来后进入析碘器,再在析碘器中加入氧化剂从而使碘析出。分离出的粗碘经过进一步精制,得到精碘<sup>[4]</sup>。

但是,用此种方法制碘的离子交换树脂使用一段时间后,需要用酸或碱进行再生,再生过程中会产生废水,会增加处理成本。

### 2.4.3 空气吹出法

空气吹出法是日本伊势化学公司于1961年首先采用的方法,该方法利用碘易升华进入空气中,使碘与水相分离。该方法不产生新的废水,用空气做萃取剂,大大降低生产成本,更适合大型装置工业化生产。此方法是日本目前卤水生产碘普遍采用的方法。其工艺流程见图3。

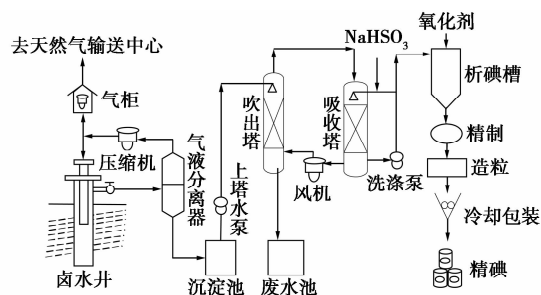


图3 空气吹出法生产碘工艺流程图

从地下抽出来的卤水经过天然气分离,把泥沙沉淀,然后加入氧化剂,把卤水中的碘离子氧化成碘分子,从塔顶进入到空气吹出塔,空气从塔底进入。在塔内填料中,气体把卤水中的碘吹出来,使碘进入到气相中,分离碘后的废水从塔底排出。含碘空气进入到吸收塔,在吸收塔中用还原剂( $\text{NaHSO}_3$ 溶液)把气相中的碘分子还原成碘离子,使碘和空气分离进入到吸收液中。被脱碘后的空气用风机再抽回到前边的吹出塔,继续吹出卤水中的碘。吸收液中的碘浓度达到一定浓度后,在吸收液中再加入氧化剂,进入到析碘槽,使碘从溶液中析出,经过滤分离,熔融精制造粒,得到精碘产品。空气吹出法生产碘工艺流程见图3。

### 2.5 生产成本

2011年3月份福岛核电站受地震影响后,日本电价有所上升,对日本碘的生产成本造成一定影响,目前电价大约为20日元/kWh。卤水中碘的回收率在95%以上,则每生产1t碘需要卤水约8700~12000 $\text{m}^3$ 。水溶性天然气的溶气量与压力和温度有关,日本的水溶性天然气田多属于埋深较浅的正常压力和正常温度,汽水比一般为0.5~3 $\text{m}^3/\text{m}^3$ <sup>[5]</sup>。则每生产1t碘,能产4350~36000 $\text{m}^3$ 天然气,所以日本碘生产成本有非常大的优势。

### 2.6 销售

日本碘的销售主要在欧美市场,其次为韩国、中国台湾地区,主要客户有美国GE、西门子等造影剂厂家,同时在LCD和催化剂、制药、农药、饲料行业里有广泛的应用。日本是碘生产大国,也是碘消费大国,每年生产的碘大约有一半出口,其他都供日本国内消耗,主要在造影剂、LCD偏光片行业应用较多。

日本碘在中国的销量比较小,每年总量不到1000t。

### 2.7 回收碘

日本每年有3000t左右的回收碘,主要是用碘企业产生的含碘废水、废渣、废气中回收的碘。在这方面做得好的主要有合同资源公司,其在回收技术、回收碘的质量都处于同行的前列。因为回收碘需要运输大量的含碘废水,合同资源公司根据不同废水来源,开发出多种回收工艺和设备,把碘回收设备放置在长期合作的下游用户工厂内,把回收的粗碘再运回厂里精加工,精制得到的碘和卤水生产的碘没有差别。此举使回收碘的生产成本大幅度降低,也减轻了用碘企业污水处理的成本,这一点很值得国内同行借鉴。

### 3 结语

降低生产成本、提高产品品质,推动日本碘化工生产技术一直领先在世界前列。在经营上,日本碘化工企业非常注重每个地区碘生产量和消费量等方面的数据统计,根据市场变化调整自己的碘产量,以保证碘的市场价格,使自己有最大收益。同时非常关注新技术新资源的开发和利用,尤其在废水、废渣、废气中碘的回收上,把技术、经营很好地结合起来,实现环保、效益最大化,值得国内同行借鉴。

### 参考文献

- [1] 宋锡高. 中国碘素产业发展现状[J]. 无机盐工业, 2014, 46(3): 9-12.
- [2] 张恺, 白雪吾. 水溶性天然气资源的勘探与开发. 第二次全国石油地质情报调研会议论文集[C]. 北京: 中国石化石油勘探开发研究院, 1986.
- [3] 沈水龙, 许焯霜, 陶野郁雄. 海洋沉积环境中深层地下水溶性天然气开采引起的地面沉降[J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 6: 1095-1096.
- [4] 陈冠荣. 化工百科全书: 第三卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 1993: 113-118.
- [5] 张恺, 白雪吾. 水溶性天然气资源的勘探与开发. 石油地质科技情报资料汇编2 第二次全国石油地质情报调研会议论文集[C]. 92. ■