四川盆地卤水钾硼碘溴资源开发利用可持续发展的对策思考

林耀庭

(西南石油局第二地质大队,四川自贡 643013)

摘要: 四川盆地卤水分布广泛,资源丰富。卤水普遍富含 K、B、I、Br等有用组分,皆为国家短缺矿产。为促进国家经济可持续发展,就我国 K、B、I、Br矿产资源的严峻形势,针对四川盆地卤水可贵资源及开发利用中存在的若干问题,提出一些对策思考。

关键词: 四川盆地; 钾硼碘溴; 资源形势

中图分类号: P641.55 文献标识码: A 文章编号: 1008-858X(2001)02-0056-05

四川盆地地下卤水分布广泛,资源丰富,开发历史悠久,是四川独具优势的液态矿产资源[1]。卤水除 NaCl浓度较高外,富含 K、B、I、Br等有用组分,其含量通常均能达到或超过工业利用品位,是轻工、化工、军工、核工及宇航等高科技领域不可缺少的重要物料。我国 K、B、I、Br固体矿资源极其短缺,形势严峻。随着 21世纪可持续发展新时代的到来,K、B、I、Br资源必将进一步出现严重短缺,极大地制约国家的经济发展。为此,对四川盆地卤水开发利用中,必须努力提高其综合开发利用水平,符合可持续发展新时代的需要,使资源开发在持续发展的基础上,既可满足当代人类的需要,又不对未来人类需要构成危害。针对当前四川盆地 K、B、I、Br资源开发利用中存在的资源意识、资源保护、综合利用、环境污染等系列问题,提出一些对策思考,以利提高其开发利用水平,实现可持续发展,供有关部门和同志参考。

1 K、B、I、Br矿产资源形势严峻

K、B、I、Br属不可再生的化学矿产,其资源形势与我国铜、铬、铂、金刚石等矿产一样,资源严重短缺,形势不容乐观。

1.1 钾(K)矿资源

我国固态可溶性钾矿资源奇缺,找钾 40年,至今并未取得实质性的突破。我国人口众多,人均耕地少,要用仅有 7%的世界耕地,养活占有世界 22%的人口,必须依靠科学种田,调整 N-P_2O_5-K_2O施肥比例,增加钾肥施用量,努力提高单位面积作物产量,乃是一项重要举措。

目前我国 N-P_2O_5-K_2O的比例是 1∶0.38∶0.20,而发达国家是 1∶0.7∶0.5左右[2],世界平均比例为 1∶0.47∶0.34,可见我国钾肥施用比例明显偏低。从提高钾肥比例来看,钾肥的需求增长将高于农肥整体需求的增长速度。

我国自产钾肥供应严重不足,产需矛盾突出。1997年我国钾肥(K_2O,以下同)产量达历史最高水平,仅 286000t,而消费量为 4970000t,国家每年尚需依赖进口解决(表 1),如 1997年钾肥进口量即达 4190000t,耗外汇 6.6亿美元[3]。钾肥已成为我国对外进口依赖性最大,自给率最低的矿产。据农业专家

收稿日期: 2000-07-03

作者简介: 林耀庭(1933-),男,教授级高级工程师,长期从事盐卤钾资源勘查开发和科研。现退休。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

予测,我国未来 10~ 15年钾肥需求量将与日俱增。而我国钾矿资源奇缺,严重制约我国钾肥工业发展,直接影响农业现代化进程。我国可溶性钾矿资源成矿条件并不理想,找钾难度大[4],要设想在短期内找到大型固态工业性钾矿床,前景尚不容乐观。

表 1　我国钾肥产消平衡及进口依赖性表[3]

Table 1　Balance of potash production and consumption of China and dependency on import

年分	产量 $\times 10^4$ t, K_2O	消费量 $\times 10^4$ t, K_2O	产消平衡 $\times 10^4$ t, K_2O	自给率 %	进口量 $\times 10^4$ t, K_2O	进口依赖性 %
1990年	4.6	148	- 143.4	3.1	193.6	96.9
1991年	9.8	174	- 164.2	5.6	228.8	94.4
1992年	15.3	196	- 180.7	7.8	237.6	92.2
1993年	11.7	212	- 200.3	5.5	183.2	94.5
1994年	20.9	235	- 214.1	8.9	280.0	91.1
1995年	22.3	258	- 335.1	6.2	348.8	93.8
1996年	20.0	443	- 423.0	4.5	321.6	95.5
1997年	28.6	497	- 468.4	5.8	419.0	94.2

1.2　硼(B)矿资源

硼广泛应用于玻璃、陶瓷、电讯、化工、冶金、医药、食品、制革等企业,特别是在高科技领域中有重要用途。如含硼的钢可防止中子弹攻击,含硼金刚石可大大提高金刚石的物理性能,硼烷可作为新的高级能源。我国西藏盐湖硼矿资源丰富,B_2O_3储量为 46000000t,但由于地处边缘、交通极不方便,地勘工作程度尚低,近期尚难投入开发利用。目前我国年耗硼砂 250000t,硼酸 35000t,而从我国固硼矿(硼镁石)资源看,消耗快,储备不足,仅能满足到 2000年,从 2005年开始便将出现大量缺口[5]。

1.3　碘(I)矿资源

碘及碘的化合物广泛应用于国民经济的各个领域,在医药上制造各种碘制剂、消毒剂等;在农业上是制造农药的原料;在近代军事工业上,碘可作为火箭燃料添加剂,以及用于化学、食品、冶金等方面,此外还是发展高科技和精细化工不可缺少的物料。

我国碘的年耗量为 500t,仅食盐加碘一项,年耗碘量 130t。但目前我国碘的年产量仅为 200t。世界上只有智利产碘硝石,我国则主要是从海带中提取碘素,不但工艺落后,而且成本很高,难以作进一步的发展,缺口很大,每年尚需大量依赖进口解决。

1.4　溴(Br)矿资源

溴是重要化工原料,其化合物的 50%以上用于石油抗震添加剂,其它用于阻燃、灭火、医药、印染、农药、感光等多种领域。我国年耗溴素 20000t以上。溴矿资源只产于液态矿之中,是溴的唯一矿源,靠海水制盐后的苦卤和气田地下卤水中提取。我国近年溴素生产集中在山东莱州湾浅层卤水的溴,其含量仅 150~ 350mg/L(远不及四川盆地地下卤水 Br含量高),年产量可望达到 10000t,但仍有缺口。

2　四川卤水及 K、B、I、Br的分布

四川盆地卤水及 K、B、I、Br矿产资源常以气藏的边水和底水形式出现,往往发现于天然气勘探开发之中,与天然气伴生,具气水同产特点[1]。盆地卤水分布广泛,品质优异,资源丰富,为四川具优势的矿产资源,所富含的 K、B、I、Br资源,其分布富集有一定规律。

2.1　盆地卤水分布

四川盆地为面积超过 20× $10^4 km^2$的大型叠层式自流水盆地,沉积盖层发育齐全,厚逾万米。地下卤水自震旦系至白垩系各层系均有分布,形成 9大

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

含卤岩系及 21个区域卤水层[1]。在空间上,从川东—川中—川西—川东北—川西北—川西南均有分布。据资料全盆地已有 270个构造(或地区)见有卤水显示,足见卤水分布之广泛。

2.2 卤水 K、B、I、Br品质及分布富集规律

盆地卤水除 NaCl浓度很高外,普遍富含 K、B、I、Br等有用组分,其含量通常均可达到工业品位,适合综合利用和单独开采。如川东北 T_2L^1段卤水 K、B、I、Br含量分别为单独开采品位的 8.37、5.65、1.27和 5.58倍[1]。再如川西北 T_2L^4卤水 K、B含量分别高达 53.3g/L和 4994mg/L,出现异常高值,成为当今世界上罕见的富钾富硼液矿资源,I、Br含量也高,分别为 38.38mg/L和 1675mg/L[6]。而盆地卤水 K、B、I、Br的分布富集具有一定规律。

K在剖面上主要富集在高咸化层位,如下、中三叠系 T_1j^4-T_2L^1段及 T_2L^4段,K含量为 7.50~53.27g/L,T_2L^3段为 6.4g/L,寒武系已知天星桥构造 K含量最高,近 5g/L。

B的富集规律与 K相似,主要富集在高咸化地层中,已知下、中三叠系含盐系层段 B含量最高达 4994mg/L,T_1j^4-T_2L^1段为 1400~1700mg/L,其它地层都在 1400mg/L以下,尤其侏罗系地层 B含量最低,多小于 500mg/L。

I的富集规律与 K、B相反,主要富集在海相低咸化地层中,其含量一般小于 50mg/L,唯二叠系、石炭系、奥陶系 I含量高,一般为 50~100mg/L,高者可达 235~290mg/L,如已知最高的邓 1井 P1m层卤水 I含量高达 290mg/L,卧 69井 C2h卤层 I含量为 110mg/L。

Br的分布富集层段主要集中在上三叠系以上地层,Br含量一般为 1000mg/L~2000mg/L,侏罗系稍低,为 1000~1500mg/L,其它地层 Br含量较低,多小于 500mg/L。盆地内已知双 5井 T_1j^3段卤水 Br含量最高,达 3470mg/L,为全川之冠,T_1j^4-T_2L^4段卤 Br含量也高,可达 1675~2533mg/L。

2.3 卤水资源丰富

盆地卤水分布层系多,资源丰富。据"七五"中国地质大学(北京)对盆地卤水研究评价资料,其中远景较好的三叠系、二叠系卤水资源总量为 20617×10^8m^3,为全国之冠,其中三叠系为 18685×10^8m^3,是毗邻江汉盆地卤水资源总量的 144倍,中、下三叠系为 2200×10^8m^3[7]。自贡地区卤水开发逾千年历史,但仅采出 1.95×10^8m^3,足见四川卤水资源优势也极其明显。

3 四川卤水 K、B、I、Br资源开发利用存在的若干问题

3.1 对卤水 K、B、I、Br资源的资产认识意识差

目前四川卤水 K、B、I、Br资源的开发利用很少,除自贡老区和川中蓬莱镇构造少数进行开发利用外,而极大部分的构造如川西平落坝、川中龙女寺、老关庙以及川东北黄金口等卤水富集构造的 K、B、I、Br资源均未开发利用。究其原因,主要是人们对卤水资源同样是国家矿产资产的意识,在人们头脑里尚未树立起来,而受传统影响根深蒂固。

3.2 卤水综合开发利用差、浪费大

盆地卤水是一种综合性的液矿资源,K、B、I、Br等组分必须综合开发利用,可大大提高其资源利用率和经济效益。如川中磨溪气田卤水据测算,若综合开发提取氯化钾、硼酸、碘素和溴素等产品,其产值分别占总产值的 8.4%、21.9%、9.19%、25.4%,加上碳酸锂 11.5%和胆巴 19.5%,共计为 95.5%,而食盐产值仅占总产值的 4.2%,其化工产品是制盐产值的 23倍[7],综合利用的经济意义是极其明显的。然而目前卤水综合开发利用很差,多数开发利用单一,仍以制盐为主,未能充分发挥卤水最大的经济效能,造成资源的严重浪费。

3.3 卤水开发引发环境污染

由于人们对卤水资源资产认识的意识差,开发利用单一,忽视综合开发利用,特别是近年来发展起来的一些中小盐厂和乡镇企业,其化工设备简单,工艺落后,便将制盐后浓缩 K、B、I、Br组分及经济价值极高的母卤倾倒排放到附近的江河、山沟里,这不但造成 K、B、I、Br资源的严重浪费,而且引发环境污染及对农作物的危害,影响生态环境。

3.4 卤水 K、B、I、Br组分综合利用回收率偏低

目前四川卤水 K、B、I、Br有用组分综合利用的工业回收率很低,从现有生产厂家的生产工艺水平调研资料看,其工业回收率普偏低于 50%,其中硼酸为 40.18%,碘素 28.39%,溴素 34.38%,氯化钾

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

销高,为 52.04%,均有待研究提高。

3.5 卤水资源地勘研究程度低

四川卤水资源多为油气探井发现,并未专门进行过卤水地质勘查工作,研究程度低,对卤水的储集、运移、富集条件等方面尚缺乏深入研究,对卤水储量计算尚属地质储量或为予测资源量,为非工业性储量,尚不能作为矿山规划设计、综合开发和吸引外资的可靠依据。为此对卤水资源尚需补充进行勘查评价工作,特别是对卤水 K、B、I、Br的储量要作出可靠的计算和评价。

3.6 卤水资源开发利用缺乏统一规划和部署

卤水 K、B、I、Br是四川潜在的优势矿产资源,具有广阔的综合开发前景。但目前其产品从属于各不同部门主管,如盐和溴属于盐业部门,碘属医药卫生部门,硼和钾又属化工部门主管。这样势必对卤水 K、B、I、Br的开发利用缺乏统一的规划和部署,直接影响它们的综合开发利用。

4 四川卤水 K、B、I、Br资源开发利用可持续发展的对策和思考

提高四川卤水 K、B、I、Br资源开发利用水平,实现可持续发展战略,必须首先要树立卤水资源的资产意识,辩证的处理好固、液矿资源的两者关系;要提高全民素质,树立加强对矿产资源及环境的保护意识;要依靠科技进步,提高卤水综合开发利用水平,最大限度地节约矿产资源;要提高卤水资源的地勘研究程度,进一步对卤水资源作出可靠评价;要加强卤水资源矿山建设,打破部门界线,相互配合,建立统一的开发实体和市场。总之要提高全民素质,用新的思维方式,新的生产方式和新的生活方式,以适应新时代的要求,实现卤水 K、B、I、Br资源的可持续发展。为此提出以下对策和思考。

4.1 理顺思路,转变观念,树立卤水 K、B、I、Br资源的资产意识,扩大资源领域

要理顺思路,转变观念,在全社会树立卤水资源同样是国家资产的意识,资源有价意识和忧患意识,扩大资源领域,合理利用和有效保护。

我国 K、B固矿资源成矿条件并不理想,找矿难度大。以我国固态钾矿为例,其成钾和保存条件与国外相比差异很大,表现在:

(1) 含(钾)盐盆地规模小;

(2) 岩盐分布面积小,侧向延伸不稳定;

(3) 成(钾)盐持续性差,盐层薄,韵律发育,淡化层频繁出现;

(4) 盐类埋深大,受地热能影响大,易产生盐类脱水反应,脱出大量结晶水,可将易溶含钾盐类溶滤破坏,致使固态钾矿找矿难度大。

而四川卤水资源极其丰富、品质优异,具备富集条件,往往形成富钾、富硼及富碘、富溴卤水资源,并有较好的开发条件。据资料,国外利用气田卤水提取 I、Br组分已日益广泛的被引起重视,生产不断扩大,产量逐年递增。如日本、美国从气田卤水中提取 I、Br组分,仅 1975年的产量即比 1960年翻了 5~6倍,分别达 6500t/a和 189000t/a,日本也因此一跃成为世界产碘大国。原苏联 60~70%的溴是从油气田卤水中提取,并取得明显的经济效益,乃值得我国借鉴。

四川盆地卤水分布广、品质优、资源富,为四川潜在的优势矿产资源。因此理顺思路,转变观念,树立卤水 K、B、I、Br资源的资产意识,扩大资源领域,综合开发利用是完全必要的。

4.2 加强卤水地勘工作,促进矿业持续发展

四川盆地是一个巨大的卤水资源宝库,但地勘研究程度低,探明储量少。建议对四川盆地卤水择优选点,安排一定的地勘科研工作,积极试点摸索,研究总结卤水的聚集和富集规律,及储量计算方法,并推广应用,进而提高四川卤水资源的地勘研究程度,促进矿业持续发展。

4.3 提高卤水资源开发利用水平

目前卤水中的 K、B、I、Br组分的工业回收率偏低,要依靠科技进步,加强卤水综合利用研究,提出先进合理的工艺流程,提高工业回收率,提高开发利用水平,最大限度地节约卤水资源,防止和减少其浪费。

4.4 严格执行矿产资源管理和保护的法律法规,管好用好卤水资源

要充分发挥地矿和环保部门的职能作用,严格执行矿产资源管理和环境保护的法律法规,坚持卤水资源有序开发,依法开发,防止盲目乱采,做好矿山的合理开发和保护,不使资源随意破坏和浪费,不

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

使环境造成污染。对那些不具综合开发利用条件的中、小型和乡镇盐厂,要进行设备和工艺技术的改造和完善,否则造成的资源浪费和环境污染,应予处罚和取缔。要提高全民素质,其生产方式必须是:资源—环境—社会—经济协调发展。对生活方式来说,处处都要节约资源。

4.5 打破部门界线,加强卤水资源开发利用的统一规划和部署

地矿、石油、化工、轻化盐业等有关部门要打破部门界线,相互协作,积极配合,联合组织一个跨部门、跨行业的卤水资源综合开发实体,统一规划和部署工作,为充分发挥四川盆地卤水的资源优势,合理开发利用卤水中 K、B、I、Br这一宝贵资源,促进国家经济可持续发展及为西部大开发作出贡献。

盆地卤水多在油气钻井中发现,随着油气勘查工作的深入发展,重视加强"油气盐卤兼探"工作,必将推动和促进卤水 K、B、I、Br的找矿工作的发展。上述意见仅供有关部门参考。

参考文献:

〔1〕 林耀庭,等.四川盆地气田水及开发利用展望〔J〕.盐湖研究,1999,7(4): 31-36.
〔2〕 林耀庭,等.解决我国钾矿资源对策的新思路〔J〕.地质地球化学,1998,(1): 81.
〔3〕 吴智慧,等.我国短缺矿产的问题和对策——钾盐〔J〕.中国地质,1996,(6): 46-47.
〔4〕 林耀庭.论四川盆地海相三叠系含钾性及找钾方向〔J〕.四川地质学报,1994,14(2): 117-119.
〔5〕 魏东岩.论化学矿产资源开发中存在的矛盾与待解决的问题〔J〕.化工矿产地质,1998,24(3): 243.
〔6〕 林耀庭,等.四川盆地西部富钾富硼卤水开发利用前景〔J〕.矿产保护与利用,1998,(1): 41-42.
〔7〕 杨立中.论四川盆地地下卤水资源开发利用现状及对策〔J〕.四川地质学报,1992,12(3): 227.

Study on Sustainable Development of Potassium Boron Iodine and Bromine in Brine of Sichuan Basin

LIN Yao-ting

(*No. 2 Geological Team of Southwest Petroleum Bureau, Zigong, Sichuan* 643013, *China*)

Abstract Sichuan Basin is rich with brine, Which contens K, B, I, Br and other useful elements. This paper gives a review on current situations relating to K, B, I, Br in China, and put forth some advice on development and use of them.

Key words Sichuan basin; Potassium; Boron; Iodine; Bromine; Resource situation

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net