

莱州湾沿岸地下浓缩海水铀浓度异常*

周仲怀 徐丽君 刘兴俊

(中国科学院海洋研究所)

在渤海南畔的莱州湾沿岸平原第四系扩散沉积物中,广泛分布着丰富的地下浓缩海水。其特点是埋藏浅,一般均在60m以上,储量大,矿化度高(一般为120—170g/L,最高可达218g/L);是渤海沿岸地下浓缩海水浓度最高的地区,也是我国目前具有工业开采价值的最大的液体盐矿。在地下浓缩海水中,除高氯化钠浓度外,还富含镁、钾、碘、锶、锂及铀等化学元素,其浓度一般均比海水高2—5倍。一些作者从所测定的地下浓缩海水中的化学元素种类和浓度出发,分析了地下浓缩海水的来源,认为与近岸海水中的化学元素相同,其物化性质也相似,两者有“亲缘”关系,其浓度与近岸海水中的化学元素浓度成比例地增加,故认为是在地质年代里由海水逐渐蒸发而形成的^[1]。

我们在1986年2月—1987年4月对莱州湾地下浓缩海水中的某些微量元素进行调查时,发现了铀、钍等元素的浓度在地下浓缩海水中特高,最高的铀浓度比海水高30余倍,达到约100 μ gU/L;钍浓度也比海水高17倍,达到7 μ g/L。象这种类型的地下浓缩海水中的异常现象在国内外也是不多见的。本文主要报道调查研究结果,并对这一地下浓缩海水中铀浓度的异常现象进行初步分析。

一、地下浓缩海水的基本特征¹⁾

莱州湾沿岸地下浓缩海水的分布范围很广,其分布区域大致位于北纬36°57′—37°27′,东经118°37′—119°46′的范围内;东起掖县虎头崖,绕弧形海岸经昌邑、潍县、寿光三县北部

和广饶县东北部,止于垦利县境内。全长约120km区域的内陆边界,确定为相当于地下浓缩海水浓度为5Be'的等值线。该线离现海岸约10—20km,地下浓缩海水面积约为1500km²。地下浓缩海水的储量据初查约为74亿m³[2],关于储量的估算目前尚不统一,有待于进一步调查确定。

根据地下浓缩海水的埋藏条件、水动力性质,可将其分为潜水层及承压浓缩海水层。潜水浓缩海水层分布在近代潮间浅滩地区,一般层厚约10m左右,岩性均为粉砂、含贝壳碎屑。其富水性、透水性皆差。浓缩海水受季节、潮汐影响较大,为5—17.9°Be' [波美度——浓缩海水(含卤水)浓度的表示单位]。

承压浓缩海水层可分为两层,东部含浓缩海水埋藏深度约为15—48m,主要是由山前冲洪积成因的粗砂、砾石及局部夹卵石组成,富水性及透水性均较强。西部含浓缩海水层埋藏深度约为15—26m和35—54m,主要是由黄河冲积成因的粉细砂组成,富水性和透水性较弱。富水性东强西弱,但浓缩海水浓度平均在12Be'以上,矿化度在120g/L以上。地下浓缩海水温度稳定,均约为15°C。

地下浓缩海水浓度就整个莱州湾来说,东部较西部高,并有近岸低浓度带、中间高浓度带和远岸低浓度带三个带,在局部地区还出现高浓度区。

* 地下浓缩海水按水文地质学定义为地下卤水,但从化学角度考虑,通常人们把制盐后的母液称为卤水。为避免混淆起见,作者考虑该区地下咸水来源于海水,故本文称为地下浓缩海水。

1) 姚涛荣, 1985。山东莱州湾沿岸地下卤水特征及成因探讨, 盐源科技资料 2: 1—14。

二、实验方法

(一) 采样点

1. 羊口盐场的二工区、五工区、四工区等若干井。
2. 岔河盐场的 15 号、28 号、32 号、37 号、48 号、59 号等处。
3. 昌邑县的廐里、利渔和灶户等盐场的若干井。
4. 莱州盐场的二工区、三工区、四工区等若干井。

(二) 方法

水样盛于小塑料瓶中, 不经酸化, 用激光铀分析仪直接测定铀浓度。

三、结果与讨论

(一) 地下浓缩海水中高铀浓度和分布不均匀性

我们从 1986 年 2 月—1987 年 9 月分别对莱州湾主要几个利用地下浓缩海水制盐的盐场进行了调查, 发现莱州湾沿岸地下浓缩海水含有高浓度铀, 一般为 $20-80 \mu\text{g U/L}$, 最高可达 $100 \mu\text{g U/L}$, 为天然海水的 5—30 余倍。在初步的调查中发现, 以岔河盐场的铀浓度最高; 总的趋势是, 由西向东铀浓度增加, 在岔河盐场出现高峰, 而莱央子和莱州盐场平均铀浓度低于 $50 \mu\text{g U/L}$, 岔河盐场出现铀浓度的最高值, 对此有待于进一步调查。总的调查结果说明了: 1. 莱州湾沿岸地下浓缩海水具有高铀浓度; 2. 各盐场铀浓度分布具有不均匀性。

(二) 地下浓缩海水中的高铀浓度与海水中铀浓度的关系

其关系不像其它化学元素 (主要指常量元素) 与地下浓缩海水的波美度 (Be') 近似成正比, 一般为 5 倍左右, 但微量元素由于被沉积物吸附等原因大多低于此倍数, 而异常的是铀的浓度却大大高于此倍数, 看来其浓缩机理与一般元素的浓缩机理是不完全一样。铀的浓缩机理不仅仅是通过海水在沉积物中的不断浓缩,

而且很可能莱州湾地下沉积物中含有铀矿点, 铀矿点中的铀与浓缩海水中的 CO_3^{2-} 作用生成一部分可溶性的络合阴离子 $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}$, 并通过迁移和扩散, 而使地下浓缩海水中铀浓度不断增加, 经过了漫长的地质年代, 才形成了现在的地下浓缩海水高铀浓度。

(三) 地下浓缩海水中铀浓度与地下浓缩海水浓度(波美度 Be') 的关系

根据调查, 地下浓缩海水中铀浓度的高低不完全与浓缩海水的浓度成正比关系, 即随着浓缩海水浓度的增加, 铀浓度都增加, 而且不成倍数, 各盐场随浓缩海水浓度增加, 铀浓度增加的情况并不完全相同。上述情况也有例外, 如岔河盐场地下浓度浓缩海水是反比关系。即: 1. 有的地下浓缩海水浓度较低的铀浓度高于浓缩海水浓度高的铀浓度。2. 随地下浓缩海水浓度的增加, 铀浓度与天然海水的 (波美度 Be') 相比时并不都是成倍数增加。如, 我们在昌邑县各盐场采样时, 正值雨天, 大量淡水进入潜水层, 这就稀释了浓缩海水的浓度, 铀浓度相应受到稀释而降低。

(四) 地下浓缩海水中铀浓度与浓缩海水层的关系

调查结果表明, 静止时 (即井水停止抽水) 和连续抽水时浓缩海水中铀浓度有明显的不同。在羊口盐场五工区采样时就可看出明显的变化。在不抽水采样时只取到潜水层的水样, 浓缩海水浓度较低为 $12.9\text{Be}'$, 铀浓度只有 $50 \mu\text{g U/L}$ 左右, 而在连续抽水时采样, 则所取水样的波美度为 $15.8\text{Be}'$, 铀浓度可达 $80 \mu\text{g U/L}$ 。铀浓度高的原因是由于在连续抽水时, 把承压层的水抽上来了, 承压层的浓缩海水浓度和铀浓度均高。由上述试验可以初步说明, 不同浓缩海水层的铀浓度是不同的。

(五) 气候对地下浓缩海水中铀浓度的影响

莱州湾盐场与我国南方地区温湿气候带不同, 一般蒸发量大于降雨量, 当然也有阴雨季, 盐场晒盐一般都集中在干旱季节。在此季

节所采的水样,一般铀浓度较稳定。如在雨季时,由于地下浓缩海水受到地表雨水的渗入,浓缩海水浓度和铀浓度均受到稀释而降低。在昌邑各盐场采样时,正值雨天,浓缩海水浓度有一部分在 $10\text{Be}'$ 以下,铀浓度也大都在 $50\mu\text{g}$ 铀/L 以下。由此可以说明,气候对地下浓缩海水的

浓度和铀浓度都是有影响的。

参 考 文 献

- [1] 傅美兰, 1985。水文地球化学理论与方法的研究。地质出版社,第126—130页。
- [2] 丁东, 1985。海洋地质动态。莱州湾沿岸的地下卤水 11: 4。

THE ANOMALY OF THE URANIUM CONCENTRATION OF THE CONCENTRATED GROUND SEAWATER IN THE LAIZHOU BAY OFFSHORE

Zhou Zhonghuai, Xu Lijun and Liu Xingjun
(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Abstract

The uranium concentrate is very high, averaging 20—100 $\mu\text{gU/L}$, a rare phenomena anywhere. The increase is westeastward in the Laizhou Bay Offshore area. The uranium content differs in different under ground seawater layer, lower in the surface layer. The increasing or decreasing of the uranium concentration is in direct proportion to the concentration of the under ground seawater. The increase or decrease of the uranium concentration bears a relationship to the climate.