

# 山东省天然苏打水的首次发现及其地质特征

胡玉禄<sup>1</sup>, 杨培杰<sup>1</sup>, 白兴港<sup>2</sup>

(1. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 2. 临朐县国土资源局, 山东 临朐 262600)

**摘要:** 临朐山旺泉天然苏打水产地位于临朐县营子镇牛山一方山一带, 地下水中酸碱度和小苏打含量达到了国际苏打水定名标准, 在山东省境内尚属首次发现。该苏打水赋存于临朐群气孔状牛山组玄武岩岩石中, 水文地质条件清楚, 水位、水质、水量动态稳定, 无污染, 感观无色无味、清澈透明, 甘冽爽口。

**关键词:** 天然苏打水; 发现; 气孔状玄武岩; 临朐山旺; 山东省

**中图分类号:** P641.4      **文献标识码:** A

天然苏打水是一种稀缺的珍贵自然资源, 有人称为碳酸氢钠矿泉水。在欧美已有 140 余年的历史, 国内天然苏打水的研究和开发利用起步较晚, 以黑龙江克东县五大连池天然苏打水研究程度最高。临朐县苏打水发现于 2007 年, 2012 年 1 月 10 日通过国内有关权威专家定为天然苏打水的论证, 经省国土资源厅定名为山旺泉苏打水实施开发, 山东省地质环境监测总站组织开展了苏打水产地水文地质调查工作。

## 1 自然条件

苏打水产地位于临朐东城开发区南部 3 km, 交通便利, 北距胶济铁路和济青高速 25 km, 靠近省道 227, 223, 县级公路四通八达。该区属暖温带大陆性季风气候, 四季分明。多年平均气温 12.8℃, 年温差平均 30℃左右。多年平均降水量 700.1 mm (1959—2009), 最大 1215.5 mm (1964 年), 最小 306.4 mm (1981 年), 年内降雨量多集中在 6—9 月份, 占全年降水量的 75% 左右。大气降水是苏打水的补给来源, 从多年气候特点分析补给来源较稳定。

该区地貌类型属丘陵区, 地形起伏较缓, 水源地范围内主要为林区, 牛山、青山、方山等均被原生柏树林覆盖, 少有农田, 亦无工业污染源, 基本处于自然状态, 原始自然的生态环境保证了水源地苏打水的优良水质。

## 2 地质背景

### 2.1 火山活动

苏打水产地为沂沭断裂带西侧沂山凸起内的营子断裂和七贤断裂两平行断层相夹的地堑构造内。在新生代时期, 受中国东部拉伸构造环境影响, 沂沭断裂带再次活动, 活动深度达到上地幔, 玄武岩岩浆顺断裂上升, 喷出地表形成新生代玄武岩。在断裂活动派生的 NW 向与 NE 向断裂交汇处, 火山活动尤为强烈<sup>[1]</sup>。

### 2.2 地层条件

苏打水产地周边沉积地层是古生代、中生代至新生代地层, 出露的地层包括寒武纪长清群、九龙群, 中生代青山群八亩地组, 新生代古近纪五图群朱壁店组、李家崖组、小楼组, 新近纪临朐群, 第四纪山前组、沂河组<sup>[2]</sup>。产地范围内新近纪临朐群覆盖在古近纪五图群之上, 东部以断层与泰山群太平顶组、寒武纪长清群、九龙群接触, 上部覆盖第四纪山前组<sup>[3]</sup>(图 1)。临朐群出露面积约为 24 km<sup>2</sup>, 也是此次圈定苏打水水源地分布面积。

### 2.3 储层岩性

沂沭断裂带西侧的临朐—昌乐一带临朐群分布广泛, 由中新世牛山组、山旺组和上新世的尧山组构成。岩性主要以碱性玄武岩、橄榄玄武岩、碧玄岩和

\* 收稿日期: 2013-01-10; 修订日期: 2013-01-15; 编辑: 程光锁

作者简介: 胡玉禄(1963—), 男, 山东寿光人, 研究员, 主要从事水文地质、环境地质、工程地质工作; E-mail: ypj051061@sina.com。

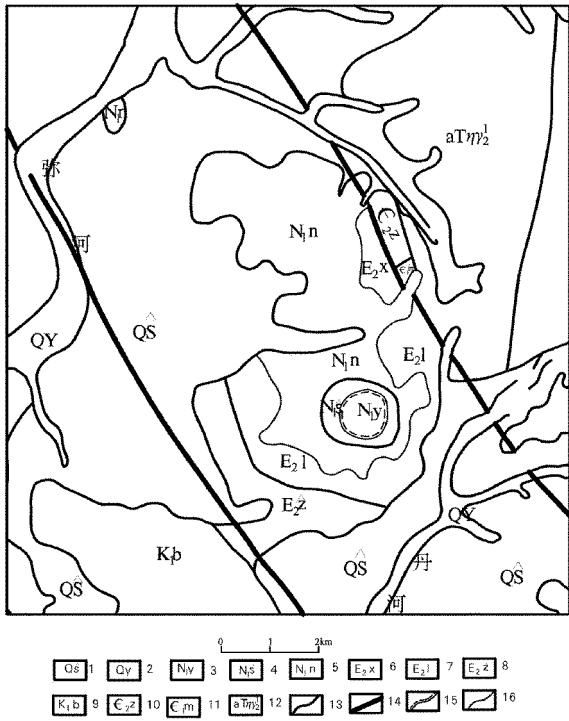
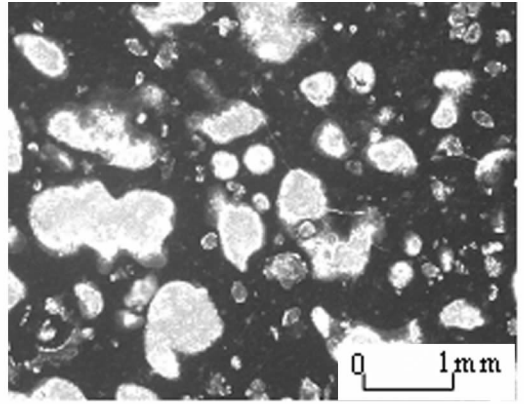


图 1 山旺泉苏打水源地地质简图

1—山前组;2—沂河组;3—尧山组;4—山旺组;5—牛山组;6—小楼组;7—李家崖组;8—朱壁店组;9—八亩地组;10—张夏组;11—馒头组;12—中粗粒黑云二长花岗岩;13—地质界线;14—断层;15—实测平行不整合线;16—实测角度不整合线



照片 1 气孔玄武岩样微观孔隙特征

山旺组和尧山组地层,牛山组地层结构致密,裂隙为粘土充填,也有微量降水深入地下。牛山为本区最高峰,顶部平坦开阔,并且上覆第四系厚度小,基岩风化破碎严重,有利于降水汇集并沿裂隙渗入<sup>[4]</sup>。降雨入渗后,顺地势在含水层内向苏打水井方向运动,受新近纪五图群隔水地层阻隔,在苏打水井地段富集。苏打水含水层与上覆第四纪地层存在一定水力联系。自然条件下,苏打水赋存层位地下水水位高于山前第四系孔隙水,苏打水补给第四系孔隙水。苏打水含水层埋藏深度大,基本无蒸发排泄,人工开采为地下水主要排泄途径。

橄榄斑纹玄武岩为主,常夹有薄层状玄武质火山角砾岩和正常沉积的砂砾岩和粘土岩,形成年龄 13.28~14.09 Ma<sup>[3]</sup>。

根据水源地 3707020001 号自动化监测井钻孔资料揭露,牛山组上部为灰黑色致密玄武岩,夹两段薄层状风化结构面,厚度 140~160 m;中部为气孔状玄武岩(照片 1),厚度 20~30 m,孔隙裂隙发育,是主要储水层位;底部为灰黑色块状构造玄武岩,下伏地层为五图群小楼组泥灰岩。

通过对储层岩石进行矿物 X 射线衍射分析发现,岩石矿物成分以方解石、沸石类和蒙脱石为主,相对含量分别为 38%,24%和 23.5%。主要成分为 SiO<sub>2</sub>,含量在 46.42%左右,化学成分总体上为高钙、钠,低镁、钾。经溶滤实验初步分析,苏打水是地下水和岩石化学成分反应交换作用产物。

### 2.4 水文地质条件

苏打水产地范围内无地表水体分布,地下水主要补给来源为大气降水,补给地层为环牛山分布的

## 3 苏打水特征

### 3.1 苏打水水质特征

自 2007 年发现该苏打水资源后开始水质动态监测工作,水源地苏打水主要成分为 Na<sup>+</sup>,Ca<sup>2+</sup>,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>,按舒卡列夫分类属 HCO<sub>3</sub>-Na 型水。水中 NaHCO<sub>3</sub> 含量在 424.13~459.04 mg/L 之间,pH 在 8.4~8.7 之间,达到国际苏打水界限指标,多年监测水质动态稳定,变化幅度仅为 3.14%,并且各项国家规定限量指标、微生物指标和农药残留指标均未超出。

同时,苏打水中偏硅酸含量一直维持在 25.00 mg/L 以上,基本达到国家偏硅酸型矿泉水界限指标,锶含量也接近国家矿泉水标准,兼具偏硅酸型矿泉水品质,使该苏打水更为珍贵。

### 3.2 苏打水水位水温特征

根据多年水位、水温实时自动化监测资料,苏打水储水层位水温保持在 15.67~15.73℃ 之间,年最

大变幅仅 0.06℃,基本不受气温变化影响。地下水位标高在 103.23~134.81 m 之间变化(图 2),年水位变幅为 31.58m,动态变化较稳定。受人工开采及降雨补给影响,年内水位总体表现为“上升—下降—上升”变化规律,水位及动态条件适宜于开采。

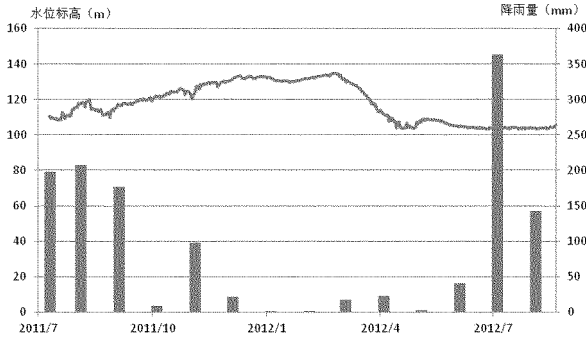


图 2 苏打水水源地地下水位动态与降雨量关系图

### 3.3 苏打水资源初算

苏打水产地为独立的水文地质单元,采用资源均衡法苏打水资源量计算,年地下苏打水可采资源量 27.6 万 m<sup>3</sup>/a,日地下苏打水可采资源量 605.48 m<sup>3</sup>/d。经估算基本满足规模开发的需求。

## 4 水文地质概念模型

苏打水产地孤立分布的临胸群牛山组、尧山组 and 山旺组火山岩,周围和底部下伏五图群小楼组隔水层,东部以断层阻断了与泰山群太平顶组、寒武纪长清群、九龙群的水力联系,补给、径流、排泄地下水运动规律较清楚。因此,苏打水产地火山岩构成了一个独立的水文地质单元,水文地质概念模型独特(图 3)。

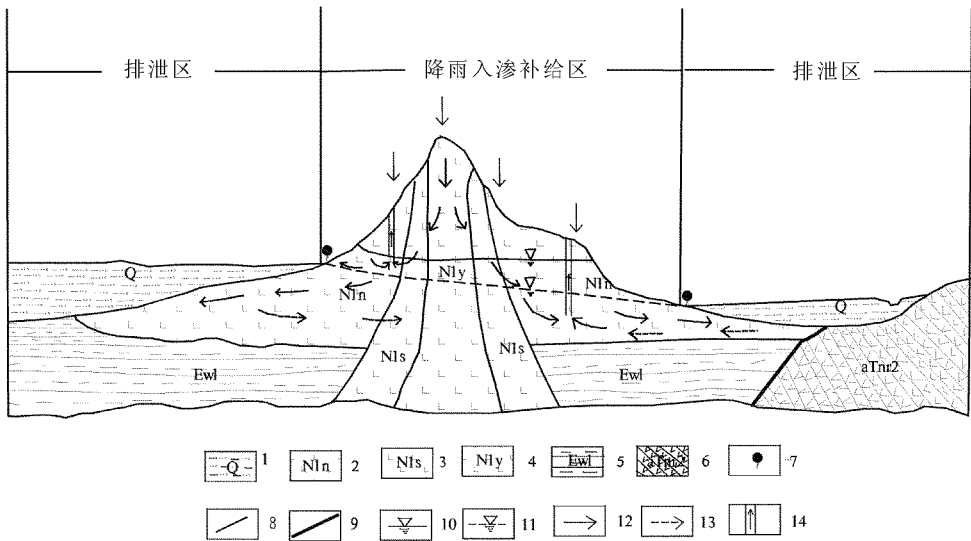


图 3 牛山地区火山岩独立水文地质概念模型

1—第四系;2—牛山组玄武岩;3—山旺组玄武岩;4—尧山组玄武岩;5—小楼组泥页岩;6—黑云二长花岗岩;7—下降泉;8—地质界线;9—正常水位;10—袭夺水位;11—地下水径流;12—返径流;13—抽水井

根据调查资料,第四系覆盖之下还隐伏较大面积的临胸群地层,在开采条件下,地下苏打水水位低于上覆第四系潜水水位之后,第四系潜水补给地下苏打水,可增加苏打水可采资源量。

## 5 结论

经过水文地质勘查和多年动态监测工作,证实临胸县牛山地区地下赋存有开发价值的天然苏打水资源,储水层位是临胸群牛山组内的气孔状玄武岩。

地下苏打水补给、径流、排泄条件清楚,为一独立的水文地质单元。水质监测达到国际苏打水界限指标,水质水量动态稳定,变化幅度小,无污染物检出,兼具偏硅酸型矿泉水品质。是一种稀缺的天然饮品,批量饮用供不应求,极具开发利用价值。这一发现对研究玄武岩地区天然苏打水的形成和赋存具有启发的意义。

## 参考文献:

- [1] 张春池. 山东临朐-昌乐地区临朐群玄武岩基本特征及成因[J]. 西部探矿工程, 2007, (12): 101 - 104.
- [2] 张增奇, 刘明渭. 山东岩石地层[M]. 中国地质大学出版社, 1996.
- [3] 赵睿璿. 山旺盆地新生带火山岩年代学研究[D]. 北京. 北京大学, 2002.
- [4] 李春山. 山东临朐新生代玄武岩盆地地质-水文地质条件的初步分析及资源开发建议[J]. 山东国土资源, 1988, 4(2): 24 - 26.
- [5] 贾福海. 我国玄武岩地下水的基本特征[J]. 水文地质工程地质, 1993, (4): 30 - 32.

## First Found and Geological Characteristics of Natural Soda Aquatic in Shandong Province

HU Yulu<sup>1</sup>, YANG Peijie<sup>1</sup>, BAI Xinggang<sup>2</sup>

(1. Shandong Geological Environment Center, Shandong Jinan 250014, China; 2. Linqu Bureau of Land and Resources, Shandong Linqu 262600, China)

**Abstract:** Shanwang Spring natural soda aquatic products is located in Niushan - Fangshan in Yingzi town of Linqu county. pH and bicarbonate content in groundwater has reached international standard for named soda. It was first discovered in Shandong province. It occurred in Niushan vesicular basalt rock of Linqu group. Its Hydro - geological condition is clear, water level, water quality and temperature are stable, dynamic water quality is stable, no pollution, suitable for plant development.

**Key words:** Natural soda water; discover; vesicular basalt; Shanwang in Linqu county; Shandong province