

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

李春山

(山东省地质矿产局)

提要 本文对临朐新生代玄武岩盆地的地层、构造、玄武岩的基本特征进行了论述。把玄武岩的产状划分为层状和火山岩颈两类。火山岩颈的柱状节理具有向下撒开的特点,因耐剥蚀抗风化而形成了“孤岛状山”的地貌外形。还详细介绍了玄武岩的构造、化学成分、矿物成分、微量元素和测年资料。

在水文地质方面介绍了孔洞裂隙含水层新的地下水类型,对水质、水量及地下水的运动规律进行了初步探讨,同时建议对玄武岩盆地中的建材、硅藻土、蓝宝石、矿泉水、旅游地质等资源进行勘察和开发利用。

一、盆地概况

临朐新生代玄武岩盆地,位于昌潍地区临朐、昌乐两县管辖的山区。地形中部高,四周低,一般标高100~450米,面积约400平方公里。区内以大纪山为最高点(标高409.5米),其次为小纪山、马山、尧山、桃花山、荆山、卧虎山、二姑山、团山子等。耸立20余座圆锥形山(大部分为玄武岩火山岩栓),分布在上第三系熔岩台地上。水系以大、小纪山为中心呈典型的放射状水系(图1),向四周分流,属弥河、潍河水系的上游。

二、区域地层、地质构造(图2)

(一)地层

本区出露地层,从老到新分述于下:

1. 太古界泰山群(Art): 岩性有黑云母角闪斜长片麻岩、黑云母片岩、黑云母斜长片岩,属万山庄组。分布于郯郯以南的师家沟、高崖村、柳山寨附近。片理走向为北北西,倾角 $58^{\circ}\sim 82^{\circ}$ 。

2. 下古生界寒武及奥陶系(ϵ 、O): 岩性主要是厚层状及薄层状的石灰岩、呈碎裂状分布于郯郯村西沂沭断裂带内,呈北东向条带状。

3. 中生界白垩系(K): 分布于临朐盆地的南缘及郯郯—葛沟、沂水—汤头断裂之

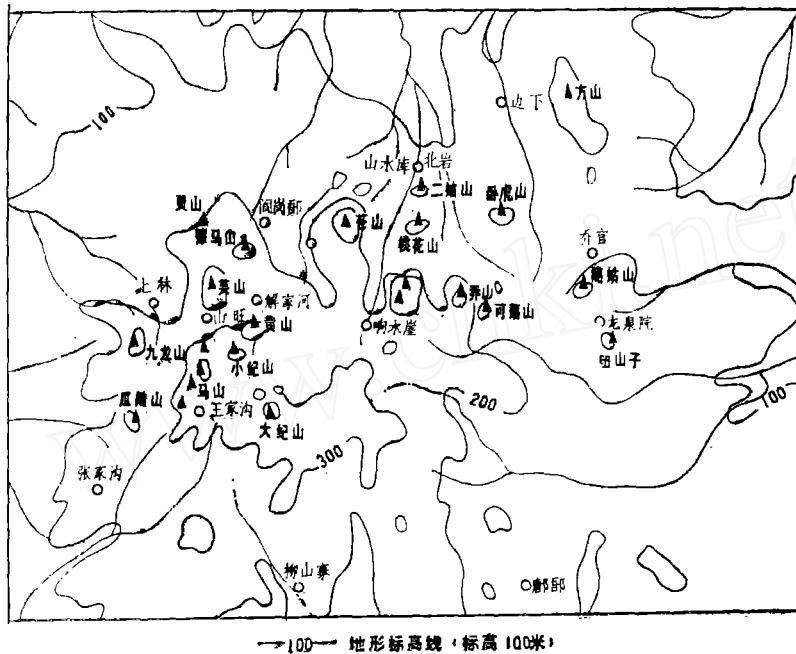


图1 临朐新生代玄武岩盆地地势水系图(1:30万)

间。

(1)青山组(K_1q):下部岩性为紫色、黄褐色的粗面岩、安山岩夹凝灰岩、安山角砾岩;中部为厚层安山角砾岩夹红色粉砂质页岩、泥质粉砂岩;上部为紫色粉砂岩与凝灰岩互层夹安山岩。

(2)王氏组(K_2W):下段为黄绿色砂岩夹砾岩、砖红色粘土岩夹暗紫色砂岩,上部暗紫色细~粗砂岩夹薄层~中厚层状细砂岩和砂页岩。上段为黄绿色薄层~中厚层状细~中粒粉砂岩、长石砂岩、砂砾岩、泥质灰岩与页岩互层,东部相变为砂砾岩。

4. 新生界

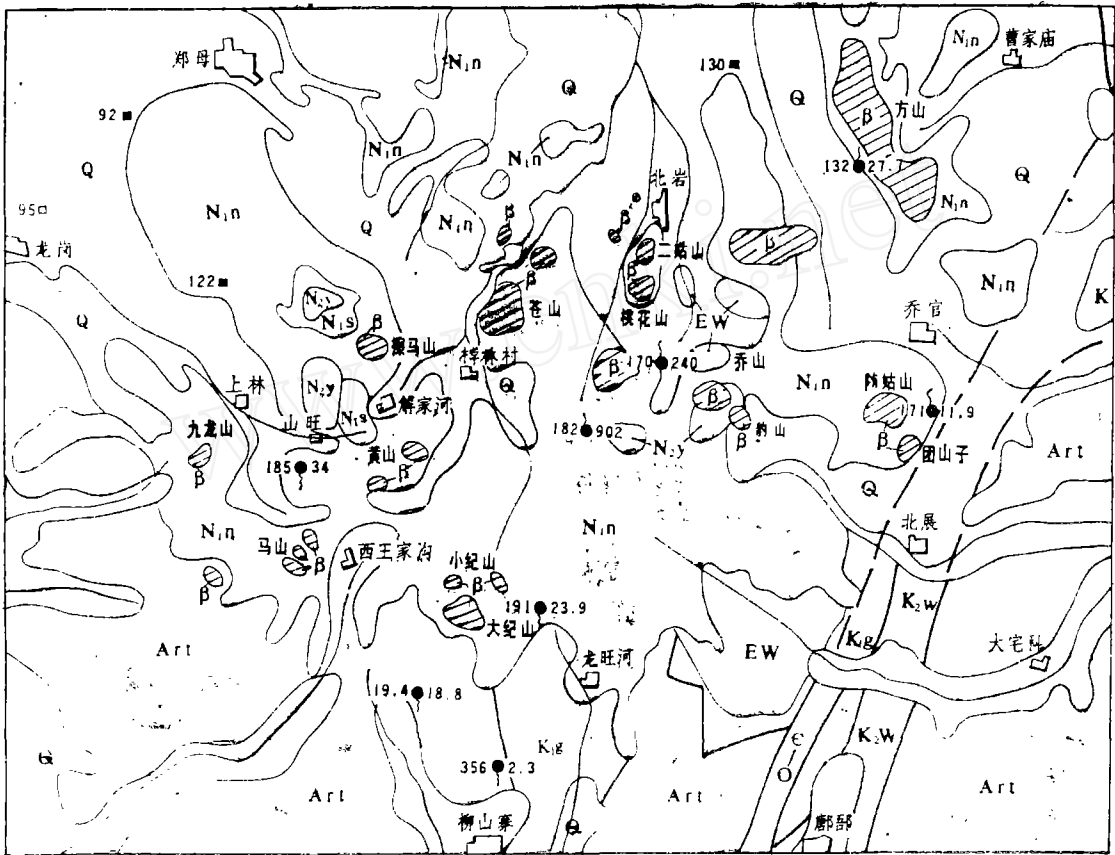
(1)下第三系五图组(E_w):分布于北岩和北展南部地区,岩性为紫色砾岩、底部角砾岩;中部灰绿色页岩、黑色油页岩夹薄层砂岩、泥灰岩和数层煤层;上部为紫色砂岩、页岩互层夹石膏。与上第三系呈不整合接触。

(2)上第三系(N):分布在牛山、尧山、擦马山等地。下部为牛山组(N_{1n})紫红色气孔状橄榄玄武岩夹黄绿色粉砂质粘土及松散砂砾岩;中部为山旺组(N_{1s})黄绿色松散砂、砾岩,底部相变为硅藻土、凝灰质砂岩、页岩、粘土岩;上部为尧山组(N_{2y})碱性玄武岩和橄榄玄武岩。

(3)第四系(Q):有冲积、坡积层,主要分布在沟谷及山脚下。岩性有亚砂土和粘土夹砾石互层,厚度不大,一般3~5米,沿河谷分布,亚粘土很薄中间夹砂砾层。

(二)地质构造

盆地在大地构造上属鲁西中台隆的鲁西拱断束和沂沭深断裂带的部分地区,可再作



项目	第四系	尧山组	山旺组	牛山组	火山组	五图组	白垩系	寒武奥陶系	太山群	断层	升降升降	民井
	Q	N ₂ y	N ₃ s	N _n	B	EW	K ₁	E.O	Art		356, 23	92
地下水类型	孔隙水	孔隙裂隙水				裂隙水	裂隙水	岩层裂隙水	裂隙水	裂隙与推冲	编号、水量	编号
单井涌水量	500米 ³ /日	100~500米 ³ /日				~100米 ³ /日	100米 ³ /日	500米 ³ /日	~100米 ³ /日			

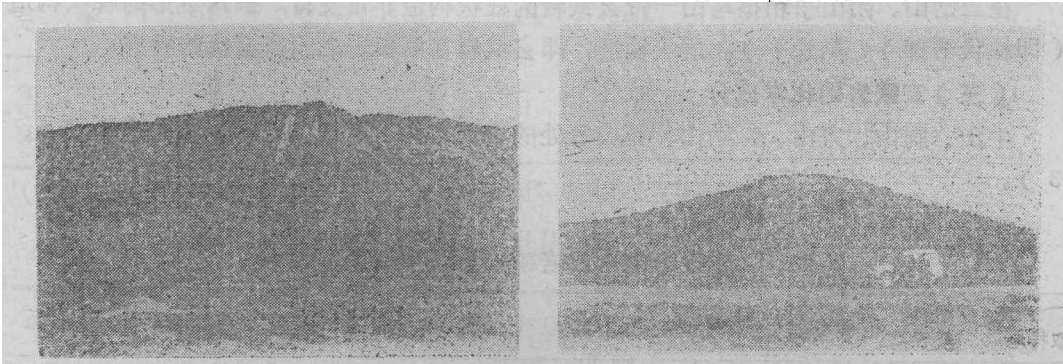
图2 临朐新生代盆地综合水文地质略图(1:20万)

次一级构造划分,前者分为昌乐凹陷和沂山断块凸起,后者为马站—苏村凹陷。主要分布在上五井断裂与沂水—汤头断裂之间,这些次一级构造受到前者断裂带的控制(图3)。郎部—葛沟断裂与沂水—汤头断裂皆属沂沭深大断裂带的最西部的两条主干断裂。郎部—葛沟断裂延伸160公里,宽度十几米至几十米。呈北北东向展布,倾向南东,倾角70°~90°,属新华夏系构造带;在高崖、马站一带破碎带较宽,西侧大部分为片麻岩,东侧由青山组构成,宽度40~50米。在太平顶和龙山地区可见上第三系玄武岩复盖在断裂之上,马站西四官旺村北断裂切割玄武岩,垂直断距达12米。上五井断裂走向北东45°~50°,倾向东南,倾角60°~80°,长165公里,在西部区外通过,但对区内有一定影响。昌乐凹陷,在沂沭断裂带的西部,上第三系广泛分布,属山间盆地堆积,同时发育有多次强烈的玄武岩喷发,新生代断裂继续活动,控制着新生代的沉积和火山活动,

(2) 火山岩栓(或火山岩颈)

从临朐县到昌乐县乔官乡的团山子采石坑内可以看到一个人工开挖剖面(照片2)。

照片上的剖面是典型向下撒开的柱状节理和它所形成的突起的山峰外貌,与昌乐县二姑山相似,只有高低之差而已(照片3)。



照片2 团山子玄武岩火山岩栓柱状节理剖面

照片3 二姑山火山岩栓外貌

以H·威廉斯研究霍皮型火山岩栓(或火山颈)(图4)的推测横剖面图与团山子、

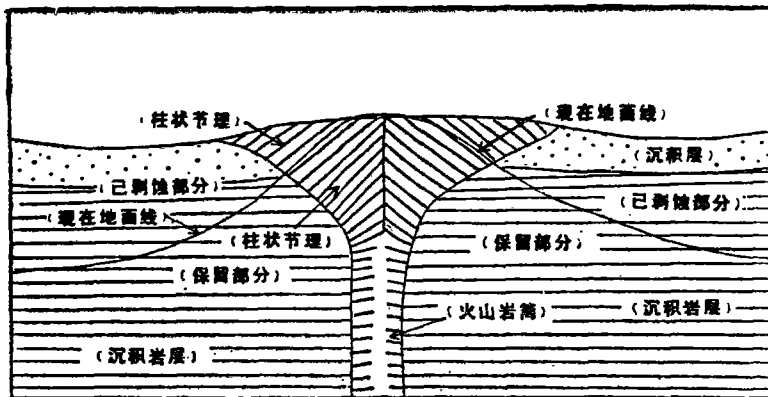


图4 霍皮型推测火山岩栓垂直剖面图

二姑山玄武岩的结构和外貌进行分析对比,我们认为团山子与二姑山是比较典型的火山岩栓,它们都具有向下撒开的柱状节理和风化剥蚀残留的圆锥形的外貌。二姑山的采石场还可以观察到火山岩呈东西向裂隙喷发的佐证,所以这类火山岩栓是层状玄武岩的喷发部位,因为这类喷口和岩筒内充填的玄武岩,通常比围岩更耐剥蚀和抗风化,所以形成了目前这些孤岛状的玄武岩栓的残山。

(二) 玄武岩的构造

玄武岩的构造,有气孔构造、杏仁构造、斑杂构造、块状构造、柱状构造、层状构造等。

在方山的气孔状橄榄玄武岩中,气孔相互串连在一起,呈串珠状。在层状玄武岩中,通常见到杏仁状构造与气孔状构造共生,野外经常见到杏仁构造的杏仁残留在玄武岩上。而斑杂构造是属不均一构造,主要由岩石不同组成部分和结构上或成分上的差异造成的,在粒度或颜色上表现出不均一性,如尧山、牛山的橄榄粗玄武岩中含有尖晶石、二辉橄榄岩等深源捕虏体,显示差别的斑杂构造。

在二姑山、团山子和擦马山一带玄武岩的柱状构造非常发育,呈六边形的柱状构造(即柱状节理)(照片1)。层状构造,即玄武岩在沉积岩之间呈层状的特点。

(三)玄武岩的化学成分

牛山、胸山、方山、二姑山、尧山等处的玄武岩化学分析列表如下(表1、2、3)。

表1 碱性橄榄玄武岩矿物含量平均值(%)

取样地点	矿物	橄榄石	钛辉石	斜长石	磁铁矿	沸石	磷灰石	碳酸盐
牛山		18.61	32.27	34.45	5.12	5.89		2.43
尧山		16.03	26.76	51.72	4.35	0.97	0.16	
二姑山		16.78	43.88	28.70	6.14	4.50		
方山		15.91	35.67	35.59	6.31	6.29	0.11	0.08

(据山东省地矿局实验室、地质综合研究队,1981,山东新生代、中生代火山岩某些特征)

表2 玄武岩平均化学成分(%)

取样地点	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂
牛山	47.04	2.31	14.58	8.24	4.27	0.14	7.22	9.11	2.56	1.36	0.43	2.58	0.61
胸山	43.87	2.77	12.86	3.17	9.10	0.16	12.29	9.43	2.20	1.65	0.48	2.05	0.59
尧山	45.46	2.52	13.24	2.57	9.29	0.15	11.32	8.85	3.30	1.41	0.49	1.81	0.10
二姑山	45.57	2.31	13.37	4.20	7.16	0.15	10.10	9.05	2.75	1.51	0.50	2.82	0.24
方山	45.25	2.76	13.90	5.91	6.87	0.15	8.83	9.44	3.03	1.30	0.56	2.09	0.18

(据山东省地矿局实验室、地质综合研究队,山东新生代、中生代火山岩某些特征)

表3 临朐——昌乐碱性橄榄玄武岩中的微量元素(%)

元 素	Cr	Co	Mn	Zr	Pb	Sr	Ba	La
含 量	0.006	<0.001	<0.01	0.005	0	0.01	0.01	0
变 化	?	?	?	?	?	?	?	?
范 围	0.04	0.006	0.15	0.025	0.002	0.1	0.08	<0.01
元 素	Ni	V	Mo	Cu	Ga	Zn	Sc	Y
含 量	0.003	0.007	0	0.001	0.001	0	<0.001	0
变 化	?	?	?	?	?	?	?	?
范 围	0.035	0.08	0.0008	0.008	0.003	0.02	0.004	0.002

(据山东省地矿局实验室、地质综合研究队, 山东新生代、中生代火山岩某些特征)

由分析测定结果可看出, 碱性橄榄玄武岩从喷发到结束整个过程中, 发生分异作用, 橄榄石与斜长石的含量互有变化。

从化学成分的演化规律中认识到, 玄武岩从发生积聚开始到喷发结束, 经历了漫长的地质时期, 岩浆本身发生了广泛的分异作用。化学成分的演化随着 SiO_2 的增加, TiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 则逐渐减少。从矿物含量(表1)中看到, 斜长石、钛辉石含量较高。在化学成分中(表2) SiO_2 含量最高, 其次为 Al_2O_3 。微量元素(表3) Cr、Co、Sr 三者的含量都高于其他地区。

四、玄武岩的测年资料

据地震研究所和中科院地质所等测年结果列表如下(表4、5、6)。

表4 临朐山旺一带玄武岩的K—Ar年龄

编 号	产 地	岩样名称	表面年龄(百万年)	平均年龄(百万年)
S—3	临朐小山旺中层	碱性橄榄玄武岩	14.16	14.04±0.18
S—3	"	"	13.91	
S—4	临朐小山旺上层	"	12.64	13.09±0.64
S—4	"	"	13.54	
S—5	临朐角岩山	"	14.56	14.11±0.66
S—5	"	"	13.64	

(据地震地质研究所陈文霄, 1982)

表5 山东新生代玄武岩钾—氩年龄测定数据

编号	产地	样品名称	年龄值(百万年)	标准差
LJ—42	临朐牛山脚	碱性橄辉玄武岩	16.03	0.42
LJ—48	临朐牛山顶	"	18.19	0.42
LJ—65	临朐尧山	"	10.84	0.28
LJ—68	"	"	11.40	0.31
LJ—74	临朐二姑山	"	12.03	0.33
LJ—77	昌乐方山	"	10.27	0.44

(测定单位是美国地质调查所西部地区总部同位素地质实验室, 测定人陈道公)

表6 临朐山旺地区玄武岩K—Ar等时线年龄值

样品号	样品名称	表面年龄(百万年)		等时线年龄(百万年)
		常数 I	常数 II	
SS001	碱性橄辉玄武岩	0.55	0.56	18.18±0.79
SS002	"	11.77	12.08	
SS003	"	12.02	12.34	
SS004	"	14.37	14.75	
SS008a	"	9.92	10.19	9.97±0.91
SS008b	"	9.83	10.09	
SS008c	"	9.65	9.00	
SS009	"	11.50	11.80	
SS011	"	9.18		尧山组 4.34±0.19
SS012	粗粒碱性橄辉玄武岩	10.25	10.52	
SS013	"	17.91	18.39	
SS014	"	11.47	11.77	

(据中科院地质所, 宋铭、古华光等, 1982)

从各单位测定资料可以看出, 临朐、昌乐之间的玄武岩年龄值的变化范围在10.64~18.19百万年之间, 属晚第三纪中新世的年龄范围(5~22.5百万年), 并与山旺地层中化石时代相一致。根据测年资料和化石可将该段地质时期划分为三个活动期:

牛山组玄武岩活动期 N_1^1 (新第三纪中新世) 18.18 ± 0.79 (百万年);

山旺组玄武岩活动期 N_1^2 (新第三纪中新世) 9.97 ± 0.91 (百万年);

尧山组玄武岩活动期 N_2 (新第三纪上新世) 4.34 ± 0.19 (百万年)。

五、水文地质

临朐新生代玄武岩盆地以层状橄榄玄武岩及碧玄武岩分布面积最广, 局部有火山岩栓, 柱状节理发育。层状玄武岩中有串连较好的气孔构造, 与地质构造裂隙相结合, 是地下水储存和运移的良好条件。

该区的气候属暖温带季风区, 具明显的大陆性气候特点。1964~1979年, 多年平均降水量712.03毫米(临朐站), 降水多集中在六、七、八三个月内, 占全年降水量的60~70%, 地下水位也随降水量而变化, 一般地下水位丰水期出现在八、九月份, 枯水期出现在次年五、六月份。

(一) 地下水类型

盆地内的玄武岩地下水皆属孔洞裂隙水类型。分布面积广泛, 在浅部岩石风化带接受降水的补给与下部裂隙和孔洞相连通, 给深部地下水的补给创造了良好的条件。在火山岩栓中柱状节理非常发育, 又给地下水向深部循环提供了通道, 所以在火山岩栓附近有较稳定流量的泉水出露。根据132号、191号、185号泉水点的测量(图2), 流量在18.84~51.93米³/日之间, 但均小于100米³/日, 流量动态季节变化不大, 比较稳定。182号泉水为昌乐北岩乡响水崖村东南黑山西北面层状玄武岩的上升泉, 涌水量902米³/日, 取水样分析, 水质良好, 属HCO₃[']~Mg^{''}~Ca^{''}型淡水。171号昌乐乔官乡龙泉院(村西头)玄武岩上升泉中流出的水量为11.9米³/日, 水质好, 为HCO₃[']~Ca^{''}型水, 水质较稳定, 矿化度为0.36克/升, 位置距团山子很近, 与火山岩栓有密切关系。

层状玄武岩多分布于地形较低处, 有的被残坡积物所复盖, 地下水补给条件更充沛, 除深部孔洞裂隙水外, 尚有浅层风化带中孔洞裂隙水和沟谷中残坡积层中孔隙水混合一起, 使富水性有所增强。如龙岗乡十字路民井, 井深8米, 井径5米, 水位埋深1.54米, 降深1.56米时, 涌水量为866.8米³/日。上第三系玄武岩盆地, 现处于隆起的低山丘陵区, 地下水化学条件比较简单, 因地下水径流条件好, 矿化度低, 在地面上分布的水点镁离子含量较高, 水化学类型以HCO₃[']~Mg^{''}~Ca^{''}型为主。

(二) 地下水运动规律及同位素测定

玄武岩地下水的补迳排条件, 主要取决于地形、岩性和地质构造等因素, 该盆地正处于弥河、潍河的上游, 水系呈放射状分布, 地形处于隆起的沟谷发育的低山丘陵区, 玄武岩地下水的补给来源有二, 其一是玄武岩中的原生水, 由深部通过火山岩栓补给玄武岩中的孔洞裂隙水, 据目前已有资料, 玄武岩中的原生水作为泉水的来源可能性不

大；其二是降水的渗入，通过构造裂隙与玄武岩形成深循环的孔洞裂隙水上升成泉更有其特殊的意义，是值得深入研究的课题。目前水质没有污染，是非常良好并适于饮用的淡水泉。

为了研究玄武岩中泉水的成因和起源。在泉中选择水量稳定的两处进行了同位素D和O¹⁸的测定(表7)。

表7 玄武岩泉水同位素测定结果

样号	时间	地点	水温 ℃	库尔洛夫式	δ(‰)值		氚 (Tu)	可溶SiO ₂ (毫克/升)	矿化度 (毫克/升)
					δD (SMOW)	δO ¹⁸ (SMOW)			
171	85年 12月 5日	龙泉院 (昌乐)	10.5	HCO ³ 74.97	-57.2	-7.87	56+5	41.60	368.6
				Mg ⁺⁺ 75.91Ca ⁺⁺ 58.47					
182	85年 12月 5日	响水崖 (昌乐)	11	HCO ³ 77.36	-55.3	-7.79	52+4	36.40	302.49
				Ca ⁺⁺ 61.22Mg ⁺⁺ 23.27					

样号	时间	地点	水温 ℃	pH	游离CO ₂ (毫克/升)	德国(度)		
						全硬度	永久硬度	暂时硬度
171	85年12月5日	龙泉院(昌乐)	10.5	7.23	12.57	10.49	0.35	9.14
182	85年12月5日	响水崖(昌乐)	11	8.20	5.03	8.55	0.98	7.57

(同位素测定, 桂林岩溶所; 水质部分测定山东省地质局第四地质队)

从同位素的测定结果D(即2H同位素氘)、O¹⁸(即氧-18)均为负值(采用SMOW标准δD值为-55.3~-57.2‰, δ¹⁸O值为-7.79~-7.87‰)可以判定泉水起源为大气降水或地表水渗入补给的水源。

六、新生代玄武岩盆地的资源开发建议

玄武岩盆地内可以成资源者有建筑材料、化工原料的硅藻土, 贵重的蓝宝石、矿泉水及地质旅游资源等。

(一) 建筑材料

在方山、二姑山、团山子等地已直接开采玄武岩作建筑石料。还可以加工成保温材料的岩棉和防腐耐磨的工业建材的铸石。目前当地还没有专门加工岩棉和铸石的工业, 但玄武岩储藏量是相当的丰富。

(二) 硅藻土(表8)

玄武岩盆地中山旺组中夹有很好的硅藻土矿层, 也属于玄武岩有关的矿产资源。分布在解家河、青山等地。这种矿床沉积环境属深水湖盆沉积, 矿体呈薄层状或书页状,

其中夹有动植物化石, 从地质上分析硅藻土矿床的形成可能与玄武岩的喷发活动而促使大量的水生和陆生植物迅速死亡堆积和掩盖有关。并可看出在盆地中由于玄武岩喷发和堆积作用在地形上又形成了几个小型的盆地, 为硅藻土矿的沉积提供了条件。

表8 硅藻土矿的化学成分

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	烧失量(有机质)
74.5%	9.04%	3.94%	1.37%	0.83%	5.65%

(据山东省地矿局第四地质队, 1983, 山东临朐硅藻土矿)

矿床的底部有玄武岩分布, 说明成矿前玄武岩给硅藻的繁殖提供了条件, 成矿后玄武岩的复盖又保护了硅藻土矿床, 总之硅藻土矿是与玄武岩密切相关的矿产资源。

(三) 蓝宝石矿

在上第三系的碱性橄榄玄武岩、二辉玄武岩、气孔玄武岩分布广泛, 在玄武岩内含有大量的长石、橄榄石、辉石深源包体。这些来自深层的玄武质熔岩, 以中心喷发为主, 至今还保留喷发时的火山岩颈或火山岩栓, 约20余处, 分布在玄武岩层中。在火山岩颈中的矿产是当前寻找贵重矿物的主要对象。最近在临朐梓林乡钟家山村的冲沟中已发现了蓝宝石(大众日报已有报导)。在砂矿中还有刚玉、锆英石、橄榄石、辉石、石榴石等。可以预测, 在这样深源包体发育的玄武岩分布区, 具备火山岩栓(颈)密集的条件, 是寻找宝石级矿物最有前景的地区。

(四) 矿泉水

玄武岩的地下水就其流量而言, 一般比较小, 但据目前水质资料来看都是适宜饮用的淡水泉, 因为玄武岩的化学成分中有锶、硅、钡、锰、钼、锌等对人体有益的微量元素, 可预测玄武岩中的泉水, 应是寻找矿泉水的较有希望的地区。

(五) 地质旅游资源

在旅游事业发展的现阶段中, 地质旅游应是一个潜力很大的资源。在盆地内有两处已被人们重视的旅游点: 山旺化石、团山子火山岩栓。

(1) 山旺化石位于临朐城东10公里的一个山村, 盛产精美的上第三系动物和植物化石。山旺化石种类繁多, 现已发现的有十多个门类近200种。

植物中有苔藓、蕨、裸子植物、被子植物等, 被子植物的叶子特多, 花的种子、果实也有发现, 还有亚热带植物榕、樟等树。动物中昆虫、鱼、两栖爬行、鸟、哺乳等各纲都有。昆虫有蜂、蛾、蜘蛛等, 亚热带的狼蛛, 鱼化石很多, 还有蛙、蝶蛹以及鱼鳖等, 稀有的鸟化石也有发现, 较大动物有鹿、獾、猪等。这些化石说明新第三纪中新世时期山旺一带是一片湖泊, 气候温湿, 水里生长了大量的硅藻, 陆地上是一个亚热带的落叶和常绿阔叶混生林。许多动物栖息其间, 随着硅藻的沉积, 动植物遗体埋在硅藻土矿层中形成了化石。这里真是一个化石的宝库, 给人们展出了地质发展历史中的古地理、古气候的生动而现实的画面。同时这里又是一个地学教育的自然课堂, 它能引起游客们探索地质科学的情趣, 是个实在难得的好地方。

(2) 团山子火山岩栓, 是火山喷发留下来的一个非常理想的自然剖面(照片2)。这是一个1800万年前(新第三纪)的火山喷发口, 是经过了200多万年的风化剥蚀残留下来的火山岩颈部的真实记录, 及其地质景观都是地质教学、科研和旅游的好地方。

www.cnki.net

PRELIMINARY STUDY AND ANALYSIS OF THE GEOLOGIC-HYDROGEOLOGIC CONDITIONS OF THE CENOZOIC BASALT BASIN IN LINJU, SHANDONG

Li Chunshan

(*Shandong Bureau of Geology and Mineral Resources*)

Abstract

This paper discusses the basic characteristics of the stratigraphy, geologic structures and basalts occurring in Linju County, Shandong. The basalts there can be classified into volcanic plug facies and layered facies according to their occurrence. The columnar joints of the volcanic plugs commonly are characterised by downward scattering, while the vents have the geomorphologic form of "isolated hills" because they are more resistant to denudation and weathering than the country rocks. In the paper, the author presents the structures, the chemical compositions, the mineralogy, the trace elements and age determination of the basalts in detail.

In terms of hydrogeology, the author discusses the new type of ground water in the cave-fissure aquifer, its quality, quantity and the features of movement. Furthermore, the author suggests investigation and exploitation of the resources, such as building materials, diatom earth, sapphire, mineral water and tourism resources in the basalt basin.