

江苏镇江沸石矿石特征研究

蔡玉曼, 夏明飞, 曹磊, 张梅, 侯鹏飞

(江苏省地质调查研究院, 江苏 南京 210018)

摘要:通过对江苏镇江沸石矿石某钻孔样品和开采露头捡块样进行 X 衍射分析、化学成分分析、吸铵量分析、吸蓝量分析、阳离子交换容量、酸碱度分析等, 与样品的颜色相结合分析沸石特征, 该钻孔沸石岩矿石的矿物组成主要为斜发沸石、蒙脱石等。

关键词: X 衍射; 化学成分; 吸铵量; 吸蓝量; 离子交换容量; 酸碱度; 沸石特征; 江苏镇江

中图分类号: P578.974

文献标识码: A

文章编号: 1003-6474(2008)01-0012-04

0 引言

沸石矿物是一种富含水的钾、钠、钙、钡的铝硅酸盐, 具有独特的晶体结构和物理化学性能, 被广泛应用于农业、石油化工、环境保护、海水提钾、水处理、高分子化工、水泥、食品、造纸、电子以及建材工业等方面。我国天然沸石资源相当丰富, 自 1972 年浙江省缙云县首次发现具有工业价值的沸石矿床以来, 又相继在山东、河北、吉林、内蒙、辽宁、甘肃等地发现沸石矿。在江苏省的镇江也发现沸石矿, 目前仅作为矿物饲料和水泥配料开采利用。2000 年 9 月以后, 江苏省地质调查研究院开展新一轮矿产资源调查, 对镇江沸石矿进行勘查, 镇江沸石矿的资源储量达大型规模。

1 地质背景

江苏镇江沸石矿位于扬子准地台下扬子台拗盐城—南京台拱褶带镇江—溧水断隆宁镇断凸的东南缘。地层位于下扬子地台长江中下游中生代火山岩带北东段上党火山岩盆地中。盆地周边地层分布有古生界志留系至中生界白垩系及第四系。

2 沸石矿物组成

镇江沸石矿为富含火山玻璃的英安流纹岩、英安流纹质角砾凝灰岩、英安流纹质角砾熔岩等水解

所形成。矿石自然类型可分为英安流纹岩型、角砾熔岩型、角砾凝灰岩型三大类, 比类分别为 42.8%、29.6% 和 27.6%。

英安流纹岩型沸石矿石: 以灰绿、灰白色为主, 次为浅黄绿色、白色、浅紫红色等, 蜡状光泽, 具滑感, 松软, 硬度小, 吸水膨胀并迅速崩解, 粘结性较强, 矿石原岩为英安流纹岩。

角砾熔岩型沸石矿石: 以紫红色为主, 次为灰白、灰绿、浅紫红色, 少量粉红、棕灰色等, 蜡状光泽, 具滑感, 硬度较小, 吸水膨胀并容易崩解, 粘结性较强, 角砾和熔岩成分基本一致, 均为英安流纹岩。

角砾凝灰岩型沸石矿石(包括少部分凝灰角砾岩型和凝灰岩型沸石矿石): 以灰绿、灰紫色为主, 次为灰白、浅紫红色, 少量黄绿、紫红色等, 蜡状光泽, 略有滑感, 吸水膨胀并容易崩解, 少具粘结性, 角砾成分复杂, 主要为英安质角砾, 一般英安流纹岩角砾易蚀变成沸石矿石, 流纹英安岩角砾坚硬无蚀变, 矿石原岩主要为角砾凝灰岩, 少量凝灰角砾岩型和凝灰岩。

对某一个钻孔沸石矿石 4 件和开采露头捡块沸石矿石 2 件为例, 用 X 射线衍射分析进行研究, 分析结果列于表 1 和图 1。

收稿日期: 2007-03-06; 编辑: 齐运铎

基金项目: 江苏省国土资源厅资助项目(DK06001)

作者简介: 蔡玉曼(1964—), 女, 江苏无锡人, 高级工程师, 化学分析专业。

表 1 江苏镇江沸石矿石 X 射线衍射分析结果

样品编号	钻孔深度/m	颜色特征	矿物成分
ZK0304FX1	45.03 ~ 51.75	肉红色	斜发沸石、石英、方英石、方解石、钙长石、膨润土、黑云母
ZK0304FX2	53.58 ~ 64.00	灰白色带浅绿色	斜发沸石、方英石、方解石、皂石、地开石、钠闪石
ZK0304FX3	64.00 ~ 68.21	灰白色	斜发沸石、方英石、方解石、膨润土、歪长石、白云母
ZK0304FX4	77.21 ~ 88.85	肉红色	钠斜发沸石、方英石、钠长石、白云母、膨润土
捡块 FX5	开采露头捡块	灰绿色	斜发沸石、方英石、钙长石、刃沸石、地开石
捡块 FX6	开采露头捡块	灰绿色	斜发沸石、蛋白石、白云母、低锰闪石

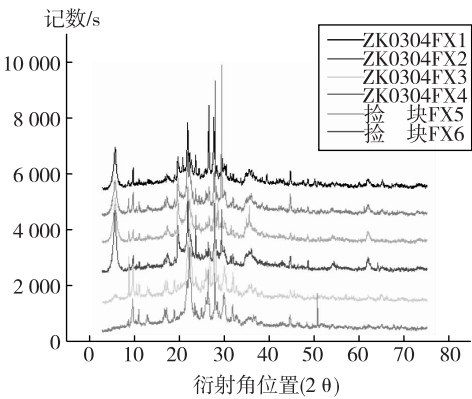


图 1 镇江沸石矿石 X 射线衍射分析强度分布图

3 沸石化学成分

表 2、表 3 列出镇江沸石矿石钻孔和露头捡块沸石样品的化学分析结果和微量元素分析结果,表明镇江沸石具有下列成分特征。

- ① SiO₂质量分数有一定变化,低至 65%,高至近 69%,平均为 67.88%,绿色捡块样比灰白色肉红色钻孔样略高。
- ② Al₂O₃质量分数绿色样基本稳定在 14% 左右;灰白色肉红色样较低,在 11% 左右。Fe₂O₃质量

表 2 镇江沸石矿石化学成分分析结果

样品 编号	化学成分/%											
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	LOI	总计
ZK0304FX1	65.60	3.27	13.90	0.43	5.23	2.09	1.59	1.07	0.073	0.057	6.46	99.77
ZK0304FX2	66.30	3.27	13.50	0.43	4.59	2.10	0.62	0.79	0.058	0.045	7.81	99.51
ZK0304FX3	66.80	3.30	13.50	0.40	4.29	2.56	0.50	0.79	0.054	0.027	7.10	99.32
ZK0304FX4	66.30	3.40	14.00	0.44	4.05	2.63	0.36	0.65	0.055	0.037	7.68	99.60
捡块 FX5	67.60	2.30	11.80	0.36	3.39	1.43	2.18	0.99	0.075	0.034	9.55	99.71
捡块 FX6	68.65	2.22	10.60	0.35	3.65	1.31	1.59	0.81	0.066	0.025	10.28	99.55
平均	66.88	2.96	12.88	0.40	4.20	2.02	1.14	0.85	0.064	0.038	8.15	99.58

表 3 江苏镇江沸石矿石微量元素分析结果

样品编号	Ba	Br	Cl	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Co	Ge	Rb	Sr	V	Y	Zn	Zr	Pb	F	As	Hg	Cd
ZK0304FX1	1 602	1.55	27.9	30.7	25.7	18.2	9.58	12.5	8.52	1.13	50.5	838	36.7	12.6	64.4	173	15.7	394	1.04	0.019	0.064
ZK0304FX2	2 043	1.27	39.0	27.8	24.0	17.0	8.62	9.6	8.98	1.07	35.2	1 128	31.7	11.4	50.3	165	13.4	409	1.19	0.015	0.097
ZK0304FX3	1 483	1.18	37.9	27.4	21.1	17.3	9.24	13.6	10.9	1.74	38.3	851	32.3	11.5	55.3	171	13.7	569	0.79	0.033	0.060
ZK0304FX4	2 195	1.33	35.7	27.3	21.8	17.4	8.90	15.7	10.4	1.42	23.4	945	37.7	11.0	61.2	177	14.3	602	1.19	0.020	0.051
捡块 FX5	1 721	1.32	53.3	20.6	15.2	15.4	7.24	7.3	6.46	1.10	93.4	1 371	27.1	10.2	28.9	159	14.0	282	0.78	0.095	0.055
捡块 FX6	2 127	0.96	52.3	19.4	11.0	14.0	5.24	6.0	24.2	0.87	80.0	1 775	20.8	9.7	23.7	138	9.8	234	0.91	0.015	0.041

注:单位 μg/g

分数绿色样基本稳定在 3.3%,灰白色肉红色样则低于钻孔样近 1%。

③ $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值是研究沸石化学性质的重要数据,其比值大小直接影响沸石的离子交换性和耐酸性等。镇江沸石矿石灰白色肉红色样的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值在 8.04 ~ 8.40 之间,平均为 8.21;绿色样 FX5 在 9.72, FX6 在 11.49,属高硅沸石型矿石。

④ 碱金属与碱土金属种类主要为 K、Na、Ca、Mg。灰白色肉红色样氧化物质量分数总值平均为 8.33%,绿色样平均为 7.68%。 $\omega(\text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ 均高于 $\omega(\text{Na}_2\text{O} + \text{MgO})$,属于富钾钙沸石岩。灰白色肉红色钻孔样在纵向上,碱金属与碱土金属含量变化还表现在: K_2O 、 Na_2O 含量随深度逐渐变少,且 K_2O 降低率为 29.3%, $\omega(\text{CaO}) > \omega(\text{MgO}) > \omega(\text{K}_2\text{O})$ 。绿色样 $\omega(\text{CaO}) > \omega(\text{K}_2\text{O}) > \omega(\text{MgO}) > \omega(\text{Na}_2\text{O})$ 。

⑤ 镇江沸石矿石所含的某些微量元素含量与文献[9]比较相近。如作为饲料利用,有益元素 Ba、Mn、Ga、Ni、Co、Ge、V、Y、Cu、Sr、Zr、Ti 等对禽畜机体有良好的作用,有害元素 Pb、F、As、Hg、Cd 等都低于《饲料用沸石通用要求》,是一种较好的饲料用沸石。

4 沸石物理化学性能

4.1 吸铵量

分析结果表明,镇江沸石矿吸铵量在 67.9mmol/100g ~ 137mmol/100g 之间,绿色样品吸铵量较灰白色、肉红色样品高。根据沸石吸铵量以纯斜发沸石理论吸铵量(218mmol/100g 或 219mmol/L)计算,镇江沸石含量在 31.0% ~ 62.8% 之间。

4.2 吸蓝量

镇江沸石矿伴生有蒙脱石。钻孔 ZK0304 沸石岩的吸蓝量随深度略有增加,根据资料计算蒙脱石的含量在 40% ~ 54.7% 之间;露头捡块沸石中吸蓝量较低,蒙脱石的含量在 0.67% ~ 1.5%。

4.3 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 交换量

表 5 列出了镇江沸石矿石阳离子交换量分析值。可见 Ca^{2+} 的交换量皆大于其他阳离子交换量,钻孔样的 $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ 、 Mg^{2+} , K^+ 与 Mg^{2+} 的交换量基本接近,捡块样的 Na^+ 与 K^+ 交换量基本接近,但均大于 Mg^{2+} 交换量。

表 4 江苏镇江沸石矿石阳离子交换容量

样品 编号	阳离子				总阳离子 交换量
	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
ZK0304FX1	5.78	1.54	39.2	2.76	85.7
ZK0304FX2	10.7	3.32	48.8	3.20	66.0
ZK0304FX3	8.82	2.56	80.8	1.72	93.9
ZK0304FX4	10.4	1.94	62.2	2.40	76.9
捡块 FX5	8.82	6.08	53.0	1.24	69.1
捡块 FX6	4.80	8.88	26.8	0.40	40.9

4.4 酸碱度(pH 值)

分析结果表明,钻孔沸石岩的 pH 值平均为 8.72(8.60 ~ 8.81),露头捡块沸石岩的 pH 值为 7.80(7.80 ~ 7.81),属偏碱性类型。

5 讨论与结论

① 根据 X 射线衍射分析,可以确定镇江沸石是以斜发沸石为主。 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值在 8.04 ~ 10.99,平均在 8.93,属高硅型沸石岩; $\omega(\text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ 均高于 $\omega(\text{Na}_2\text{O} + \text{MgO})$,属于富钾钙沸石岩。

② 根据沸石吸铵量计算镇江沸石含量在 31% ~ 63%。

③ 英安流纹岩、角砾凝灰岩、角砾熔岩是镇江沸石、珍珠岩、膨润土矿的赋矿层位。沸石矿为富含火山玻璃的英安流纹岩、英安流纹质角砾凝灰岩、英安流纹质角砾熔岩等在碱性水介质作用下,经过水化、水解反应和结晶成岩过程形成。由于酸性火山岩中 SiO_2 含量较高,分解速度缓慢,为形成本地区的高硅型沸石——斜发沸石提供物质条件。斜发沸石的形成也说明了当时成矿水介质成矿溶液具有较高的 pH 值。蒙脱石形成的机理与沸石相同,都是火山玻璃在碱性水介质作用下的产物。

④ 对镇江沸石矿的应用,1992 年 ~ 2006 年地方企业在土山进行小规模露采沸石矿,主要用于矿物饲料添加剂。矿石生产工艺简单,原矿运至厂区经晒干—碾磨(粗碎)—细磨至 80 目 ~ 200 目即为成品(沸石矿粉),销往饲料加工企业。测试结果表明,对颜色发绿、沸石含量高的矿石在其他方面的应用还有待于实验研究。

参考文献:

[1] 邓士安. 沸石的特点与用途[J]. 环境污染与防治, 1991,13(4):40.

[2] 谢英惠,袁俊生,纪志永. 钙型斜发沸石铵离子交换平衡的研究[J]. 城市环境与城市生态,2003,16(5):62-64.

[3] 郭文珪,梁娟,赵素琴,等. 我国一些天然沸石矿样的物化性能[J]. 应用化学,1991,8(2):7-10.

[4] 尤文涟,王世成,林英美,等. 莱阳沸石作肉鸡饲料添加剂的初步研究[J]. 莱阳农学院学报,1990,7(1):67-69.

[5] 李嘉,陈代璋,周张健. 内蒙古多伦县沸石岩特征研究[J]. 矿物岩石,1998,18(1):17-22.

[6] 杨贯羽,朱路,李延虎,等. 天然沸石红外光谱 X 粉末衍射及扫描电镜分析[J]. 安阳师范学院学报,2006:77-78.

[7] 许敬龙,郭原生,孙柏年. 甘肃省白银市平川区发现沸石矿[J]. 兰州大学学报:自然科学版,1990,26(8):140-144.

[8] 蔺雨时,吴长友. 江苏沸石矿的农业利用[J]. 江苏地质科技情报,1996,(3):24-25.

[9] 李自新. 天然沸石作饲料添加剂的研究概况[J]. 青海畜牧兽医兽医学院学报,1995,12(2):60-65.

[10] 孙淑荣,李汉业,许敬龙. 甘肃某地蚀变火山岩中的斜发沸石[J]. 兰州大学学报:自然科学版,1994,30(4):111-115.

[11] DZG 93-06,岩石和矿石分析规程[S].

Study on characteristics of zeolite ore in Zhenjiang, Jiangsu

CAI Yu-man, XIA Min-fei, CAO Lei, ZHANG Mei, HOU Peng-fei

(Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing 210018, China)

Abstract: The characteristics of natural zeolite ore occurred in Zhenjiang were studied by XRD, chemical component analysis, ammonium absorption value, methylene blue absorption value, cation exchange capacity, pH and color. The composition of the zeolite ore are mainly clinoptilolite and montmorillonite.

Keywords: XRD; Chemical component; Methylene blue absorption value; Ammonium absorption value; Cation exchange capacity; pH; Characteristics of zeolite; Zhenjiang, Jiangsu

江苏 1:5 万昆山县幅等区调项目设计通过评审

由江苏地调院承担的《江苏 1:5 万昆山县幅、太仓县幅、安亭镇幅、吴江县幅、芦墟镇幅区调项目》设计书通过评审。据了解,该项目系华东地区基础地质调查及数据更新项目,工作起止年限为 2007 年~2009 年。

该项目拟通过开展 1:5 万区域综合地质调查,查明苏州城市及周边地区主要基础地质特征,为测区内国土资源规划、生态环境保护提供科学决策依据,为水文、工程、环境地质勘查、地质资源开发、地质灾害防治、地质科研等提供基础地质资料,为社会公众提供基础地质信息。

(苏 研)