

晋北抢风岭膨润土矿床地质特征

张永涛 唐桂琴

(山西省地矿局二一一地质队)

目前已开采的山西北部抢风岭膨润土矿床, 为我队一九八一年首次发现的大型膨润土矿床, 属火山-沉积型。经地表和深部工作证实, 膨润土储量大, 性能好, 远景可观。这一矿床的发现, 填补了山西省紧缺矿产——膨润土的空白。现根据我们三年来野外工作所获得的资料, 对其矿床地质特征作一简单介绍。

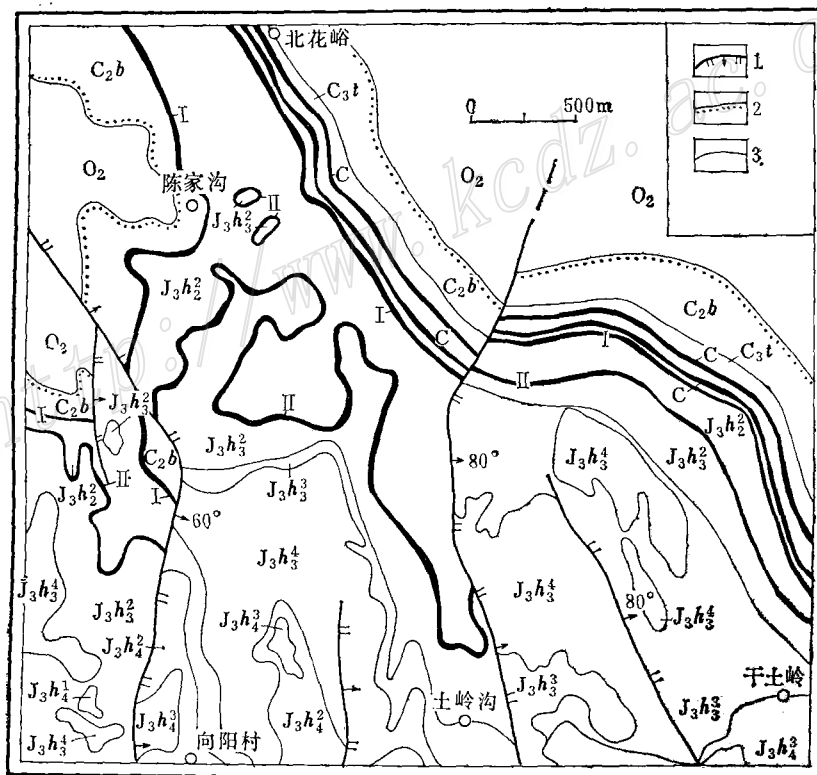


图1 抢风岭膨润土矿区地质图

1—正断层, 2—地质不整合界线, 3—地质界线, I、II—膨润土矿体编号, C—煤层; 地层及岩性见图2

Fig. 1. Geological map of the Qiangfengling bentonite ore district.

1. Normal fault; 2. Unconformity; 3. Geological boundary; I, II—Serial number of bentonite orebody.

一、矿区地质简介

抢风岭膨润土矿床，位于山西省北部恒山腹地抢风岭一带，行政区划属浑源县管辖。

(一) 矿区地层

区内出露地层由老至新有奥陶系、石炭系、侏罗系、白垩系及第四系(图1、图2)。石

界	系	统	地方性地层名称			代号	柱状图 1:5000	厚度 (m)	岩性描述			
			群	组	段							
新生界	第四系					Q ₄	0-100	冲洪积物、残坡积物				
						Q ₃	0-30.0	黄土				
		白垩系				KI	80.0	砂砾岩、亚砂土				
中生界	侏罗系	上统	洋	向	阳	村	组	三段	J ₃ h ₄ ³	77-180.0	球粒熔岩、球粒流纹岩、流纹岩，赋存有珍珠岩	
								二段	J ₃ h ₄ ²	42-190.0	角砾凝灰岩、流纹质集块岩夹膨润土	
								一段	J ₃ h ₄ ¹	35-48.0	沉火山角砾岩	
								抢风岭组	四段	J ₃ h ₃ ⁴	>186	辉石安山岩
									三段	J ₃ h ₃ ³	0.07-23.0	安山质集块岩，夹膨润土
									二段	J ₃ h ₃ ²	13-123	气孔安山岩、玄武-安山岩
								一段	J ₃ h ₃ ¹	1.5-7.0	砂质粘土，夹有膨润土	
								朋头沟组	二段	J ₃ h ₂ ²	110-131.0	角砾凝灰岩，顶部和底部有膨润土矿层，中夹沸石
									一段	J ₃ h ₂ ¹	0.8-3.0	砾石
								古生界	石炭系	上统	太原组	C ₃ t
中统	本溪组	C ₂ b	50-93.0	砂岩、页岩、碳质页岩、铝土页岩，夹煤、耐火粘土、铁铝岩								
奥陶系	中统	马家沟组	O ₂	>31.0	灰岩							

图2 矿区综合地层柱状图

Fig. 2. Integrated stratigraphic column of the ore district.

炭系中赋存有煤及高岭石粘土岩，侏罗系中赋存有膨润土和沸石。

(二) 火山活动

上侏罗统浑源群由一套火山岩系组成，包括有火山岩、火山碎屑岩、沉积火山碎屑岩和正常沉积碎屑岩。按其岩石组合和产出特点，可划分为两个大的火山喷发旋回：第一喷发旋回始于官王铺组，终于朋头沟组；第二喷发旋回始于抢风岭组，终于向阳村组。矿区内官王铺组缺失。每个喷发旋回的岩石组合均具明显的规律性变化，即由中性火山岩到酸性火山岩。每个大的火山喷发旋回之间又出现多个喷发间断，形成了既有联系，又有差别的岩石系列，比较明显地反映了火山喷发的多期次、多韵律性。膨润土即产于不同喷发间断面的上部 and 下部。膨润土的形成与火山活动关系十分密切，火山活动为膨润土的形成提供了充足的物质来源。

二、矿床地质特征

(一) 矿层分布及规模

膨润土主要分布于干土岭至南梁20km²广大区域里，在康子峪沟和土岭沟一带，亦有膨润土分布（图1）。

膨润土矿层层位稳定，厚度变化不大。据其产出层位的不同，由下而上可分为四个矿层（图3）。

I 矿层：产于朋头沟组底部，是区内主要膨润土矿层，其规模最大，呈层状产出，倾向200°，倾角16°。矿层顶板为角砾凝灰岩，底部为砾岩或石炭系砂岩。矿层出露长度4500—5000m，地表厚度为1.02—9.92m，平均厚度为3.24m，深部厚度为1.41—17.40m，平均为6.23m。无论是地表，还是深部，矿层沿走向厚度虽有变化，但层位稳定、连续（图4）。矿层沿倾向厚度有逐渐加大的趋势（图5）。

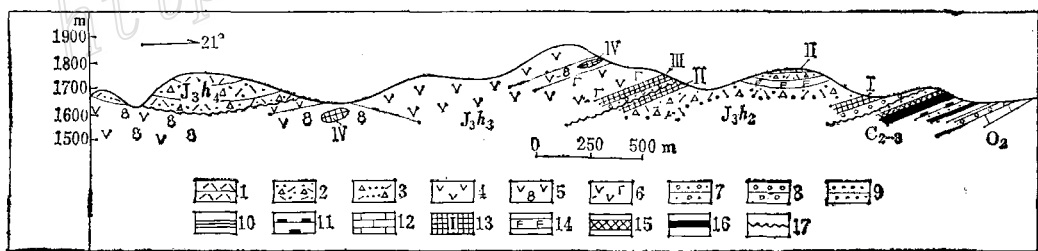


图 3 抢风岭膨润土矿区地质剖面图

1—流纹岩、球粒熔岩；2—角砾凝灰岩；3—沉火山角砾岩；4—辉石安山岩；5—安山质集块岩；6—玄武安山岩；7—砂砾岩；8—砾岩；9—砂岩；10—页岩；11—碳质页岩；12—灰岩；13—膨润土矿层及编号；14—沸石矿层；15—高岭石粘土矿层；16—煤层；17—地层不整合界线

Fig. 3. Geological section of the Qiangfengling bentonite ore district.

1. Rhyolite, spherulitic lava; 2. Brecciated tuff; 3. Sedimentary volcanic breccia; 4. Augite andesite; 5. Andesitic agglomerate; 6. Basaltic andesite; 7. Arenaceous conglomerate; 8. Conglomerate; 9. Sandstone; 10. Shale; 11. Carbonaceous shale; 12. Limestone; 13. Bentonite ore bed and its serial number; 14. Zeolite ore bed; 15. Ore bed of kaolin and clay rocks; 16. Coal seam; 17. Unconformity.

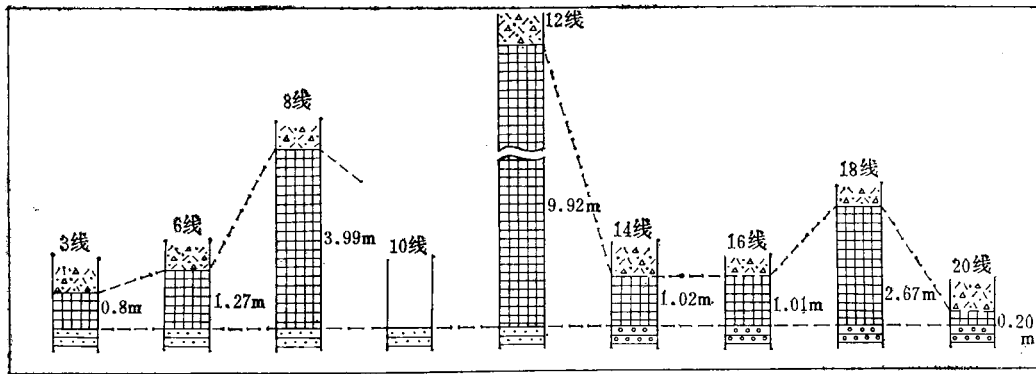


图4 I矿层沿走向厚度变化图

(图例同图3)

Fig. 4. Variation in thickness of I ore bed along the strike (legend as for Fig. 3).

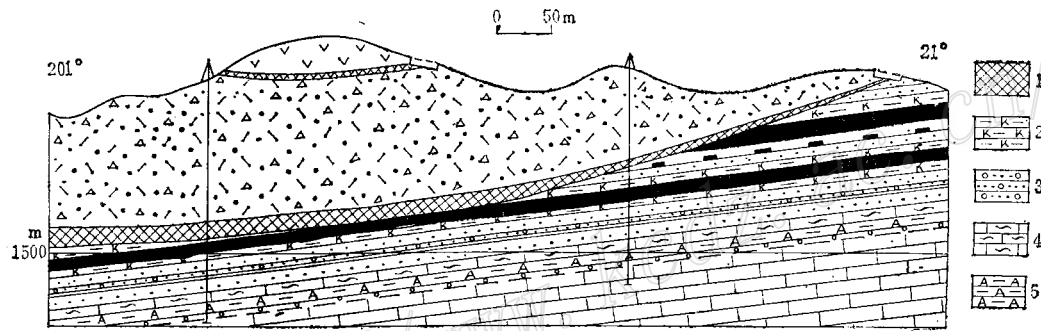


图5 抢风岭膨润土矿床横剖面图

1—膨润土矿层；2—高岭石粘土岩；3—含砾砂岩；4—含生物碎屑灰岩；5—铝土页岩。其它图例同图3

Fig. 5. Latitudinal geological section of the Qiangfengling bentonite deposit.

1. bentonite ore bed; 2. kaolin clay rocks; 3. conglomeratic sandstone; 4. bioclastic limestone; 5. bauxitic shale. Other symbols as for Fig. 3.

II矿层：产于朋头沟组顶部，底板为角砾凝灰岩，顶板为紫红色砂质粘土。矿层倾向 206° — 215° ，倾角 15° — 20° 。矿层出露长度4000—5000m，厚度为0.5—7.39m，平均厚度为3.32m。

III矿层：产于抢风岭组底部，顶板为安山岩或玄武-安山岩，底板为凝灰质砂砾岩、沉火山角砾岩或直接与II矿层接触。矿层呈似层状，倾向 220° ，倾角 20° — 22° 。出露长度为2000—3000m，厚度为1.60—5.84m，平均为3.44m。

IV矿层：产于抢风岭组安山质集块岩中，顶底板皆为安山质集块岩。矿层呈透镜体产出，地表出露零星，主要产于深部。矿层长1000m，厚度为3.94—21.41m，平均为7.92m。

(二) 矿石矿物特征

据X衍射分析(图6、表1)、差热分析(图7a)和红外吸收光谱分析(图7b、表2),抢风岭膨润土属钙蒙脱石。化学分析结果亦说明层间交换的阳离子主要为 Ca^{+2} ,有时也有一定数

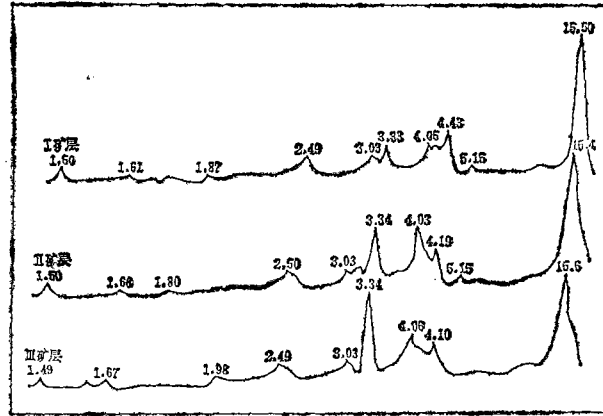


图6 抢风岭膨润土X衍射曲线

Fig. 6. X-ray diffraction curve of Qiangfengling bentonite.

表1 抢风岭膨润土X射线衍射数据

Table 3. X-ray diffraction data of bentonite from Qiangfengling

I 矿层			II 矿层			III 矿层		
d	I	hkl	d	I	hkl	d	I	hkl
15.50	60	钙蒙脱石	15.4	56	钙蒙脱石	15.6	49	钙蒙脱石
5.10	5	钙蒙脱石	5.10	3	钙蒙脱石	5.15	2	钙蒙脱石
4.47	20	钙蒙脱石	4.44	10	钙蒙脱石	4.49	9	钙蒙脱石
4.25	3.5	石英	4.04	10	方英石	4.06	10	方英石
4.05	1.2	方英石	3.77	4	钙蒙脱石	3.35	1	石英
3.77	4	钙蒙脱石	3.46	3	钙蒙脱石	3.10	4	钙蒙脱石
3.48	3	钙蒙脱石	3.35	40	石英	2.56	3	钙蒙脱石
3.343	12	石英	3.21	12	正长石	2.50	3	钙蒙脱石、方英石
3.24	4	方英石	3.09	2	钙蒙脱石			
3.19	5	钠长石	2.98	2	钙蒙脱石			
3.03	3	钙蒙脱石	2.85	1	钙蒙脱石			
2.565	9	钙蒙脱石	2.76	1	方英石			
2.52	8	钙蒙脱石、方英石	2.56	4	方英石			
1.98	2	石英	2.52	4	钙蒙脱石、方英石			
1.82	2	石英	2.49	4	石英			
1.682	2	钙蒙脱石	2.46	4	石英			
1.675	2	石英	2.43	1	方英石			
1.499	7	钙蒙脱石	2.28	2	石英			

量的Mg²⁺，个别样品MgO的含量可达3—5%，推测可能有镁蒙脱石存在。除钙蒙脱石外，膨润土中还有少量长石、石英、蛋白石、沸石、方英石、方解石等（表1）。

抢风岭膨润土经中国科学院南京土壤研究所、中国地质科学院矿床地质研究所电子显微镜观察，蒙脱石呈云雾状、叶片状和不规则状，蒙脱石轮廓清楚，明显地表现为钙蒙脱石特征（照片1）。

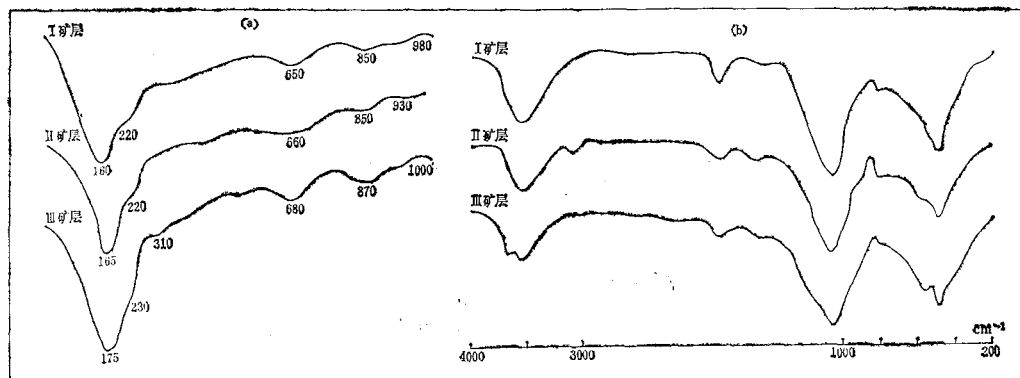


图 7 抢风岭膨润土差热曲线 (a) 和红外吸收光谱图 (b)

Fig. 7. Differential thermal curve (a) and infrared absorption spectrum (b) of Qiangfengling bentonite.

表 2 抢风岭膨润土红外吸收光谱特征谱带

Table 2. Characteristic infrared absorption bands of bentonite from Qiangfengling

矿层	特征谱带 (cm ⁻¹)								
I	3610	3420	1030	930	840	620	515	470	300
II	3600	3400	1030	910	860	630	510	460	330
III	3610	3420	1030	910	840	620	515	465	340

(三) 矿石类型及其特征

1. 矿石类型

各矿层的膨润土矿石, 由于组成成分、形成时代、生成环境的差异, 呈现不同的结构、构造, 形成不同的矿石类型。按矿石的自然形态可分为三种自然类型: 块状膨润土、砾状膨润土、砂状膨润土。各类矿石特征如下:

(1) 块状膨润土: 呈粉红色、白色、翠绿色; 粉状、块状; 具蜡状或油脂光泽, 手触滑感明显, 遇水膨胀。块状膨润土分布在 I 矿层内, 矿层内见大小不等(几毫米到十几毫米)的成分复杂的滚圆状砾石, 砾石成分有流纹岩、球粒熔岩、石英斑岩、灰岩、片麻岩和斜长角闪岩等。

块状膨润土, 在偏光显微镜下观察, 蒙脱石呈显微鳞片状结构, 具假流纹构造, 可见玻屑残晶, 残晶的形状为熔蚀状、残核状, 见照片 2。块状膨润土中主要矿物蒙脱石占 70—80% (质地纯净的膨润土, 蒙脱石含量可达 90—100%), 方英石、蛋白石占 1—5%, 石英、长石晶屑占 5—7%, 陆源碎屑占 5—10%, 微量矿物有水云母、锆石等。

(2) 砾状膨润土: 呈粉红色、白色, 矿石为角砾凝灰结构。角砾主要由滚圆状岩屑和撕裂状玻屑组成。角砾成分为酸性熔岩、片麻岩等岩屑和酸性玻屑, 角砾之间由细小的凝灰物质、石英、长石晶屑及粉砂泥质物胶结。玻屑具蒙脱石化, 蒙脱石呈鳞片状集合体存在。玻屑蒙脱石化是先形成沸石, 后被蒙脱石交代, 因此, 蒙脱石多与沸石共生。砾状膨润土主要



照片1 钙蒙脱石 电子显微镜 ×20万



照片2 块状膨润土：由蒙脱石，方石英、蛋白石组成 (+) ×100

照片3 砾状膨润土：角砾为岩屑，胶结物为蒙脱石、长石和石英 (-) ×30

表3 各矿层矿石化学成分表

Table 3. Chemical composition of ores from various ore beds

矿层号	化 学 成 分 (%)											SiO ₂	Na ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	烧失量	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃ + FeO
I	56.27	0.05	15.83	3.80	0.06	0.30	2.19	5.07	0.60	0.90	12.92	3.55	0.41	1.50	0.98
III	66.36	0.20	15.68	1.69	0.13	0.10	2.12	2.11	0.70	1.10	9.61	4.23	0.52	1.57	0.93
II	62.49	0.20	15.48	1.44	0.08	0.13	2.85	1.59	1.26	0.93	9.68	4.04	0.33	0.74	0.95

分布在II矿层和IV矿层中。见照片3。

砾状膨润土的矿物成分：蒙脱石占60—70%，晶屑（长石、石英）占5—10%，陆源碎屑占5—10%。

(3)砂状膨润土：呈粉色、紫红色。矿石呈砂状、碎屑状和凝灰质结构，条带状和薄层

状构造。砂状膨润土分布在Ⅲ矿层中。砂状膨润土有时与砾状膨润土互层产出。

砂状膨润土的矿物组成：蒙脱石占50—70%，玻屑10—20%，晶屑（长石、石英）占5%，陆源碎屑占20%，微量矿物有锆石、楣石等。

2. 膨润土的化学成分及有益有害组分（表3、表4）

从表3中可以看出，抢风岭膨润土之 K_2O 和 Na_2O 的含量较低，而 CaO 和 MgO 的含量相对较高。 $(Na_2O + K_2O)/(CaO + MgO)$ 的比值Ⅰ矿层为0.2，Ⅱ矿层为0.4，Ⅲ矿层为0.5。

表4 矿石光谱分析结果统计表

Table 4. Spectrum analyses of ores

Cu	V	Zr	Co	Sr	Cr	Ni	Mn	Ga	Ti
0.0027	0.0066	0.0211	0.0025	0.0315	0.0064	0.008	0.0073	0.0027	0.24
B	Be	Ba	Y	Yb	Pb	La	Sc	Nb	Zn
0.0011	0.0003	0.027	0.0019	0.0004	0.0023	0.01	0.001	0.002	0.03

三、理化特征及工艺性能

（一）抢风岭膨润土理化特征（表5）

吸蓝量最高为47.6g/100g，最低为16.65g/100g，平均为29.5g/100g。脱色力最大为344.3，最小为89.0，平均为170.0。

膨润土的碱性系数变化具有一定的规律性，地表为0.01—0.11，深部为0.02—0.9，深

表5 各矿层矿石理化性能表

Table 5. Physical and chemical properties of ores from various ore beds

矿层编号	矿层厚度 (m)		物理性能				化学性能						
			吸蓝量 (g/100g)	脱色力	胶质价 (ml/g)	膨胀倍	ΣEc (me/ 100g)	ENa^+ (me/ 100g)	EK^+ (me/ 100g)	ECa^{+2} (me/ 100g)	EMg^{+2} (me/ 100g)	碱性 系数	pH值
Ⅰ	最大	17.40	47.80	344.3	100.0	20.5	111.4	29.0	9.0	95.0	20.0	1.4	10.0
	最小	1.00	17.30	89.0	20.0	4.0	40.0	0.2	0.4	20.0	1.5	0.01	7.6
	平均	4.50	30.66	180.0	57.0	7.0	65.0	1.5	2.0	55.0	8.5	0.6	8.5
Ⅱ	最大	7.39	40.0	275.0	65.0	11.0	90.0	36.5	9.0	60.0	8.0	0.84	9.9
	最小	0.50	19.0	90.0	20.0	4.0	45.0	0.7	1.0	25.0	1.0	0.04	9.0
	平均	3.32	25.0	160.0	51.0	6.0	60.0	8.0	2.0	40.0	5.0	0.45	9.4
Ⅲ	最大	5.84	27.10	190.5	45.0	9.0	55.0	17.0	3.0	61.0	3.0	0.56	
	最小	1.60	17.00	109.4	20.0	4.0	50.0	11.0	1.5	30.0	1.0	0.42	
	平均	3.44	21.06	144.3	35.0	6.0	53.0	13.0	2.1	50.0	2.0	0.45	
Ⅳ	最大	21.41	38.45	288.3	70.0	10.0	85.0	15.0	1.3	60.0	14.0	0.32	
	最小	3.94	16.65	95.8	25.0	4.0	55.0	2.0	1.0	45.0	5.5	0.05	
	平均	7.92	28.69	158.66	50.0	6.0	70.0	4.0	1.2	55.0	11.5	0.25	

部膨润土的碱性系数明显的大于地表,深度越大,碱性系数亦越大,个别样品的碱性系数大于1.0。根据这一规律,推测抢风岭地区深部有钠基膨润土存在的可能。pH值的变化亦具有一定的规律性,即地表膨润土的pH值(7.6—9.0)小于深部膨润土的pH值(8.6—10.0)。

抢风岭膨润土吸蓝量与脱色力、膨胀倍、胶质价、阳离子交换量之间存在着一定的线性关系,即随着吸蓝量的增加,脱色力、胶质价、膨胀倍、阳离子交换量亦随着增加。

(二)工艺性能

1. 铸造工艺试验

抢风岭膨润土经山西省经纬纺织机械厂及太原工学院等单位进行了铸造工艺试验和研究,测定了膨润土的粒度、湿压强度、干压强度,热湿拉强度、透气性、紧实率及水分,同时作了耐用性试验、浇铸复用性试验及抗夹砂试验,结果表明,各项技术指标均能满足铸造工艺质量要求^①。

2. 吸附性和脱色性试验

选用北京东炼30号机械油作为被精制的原料,分别用直接(原土)吸附法和酸洗(活性土)吸附法试验,试验结果表明:抢风岭膨润土完全可以用于润滑油的精炼和提纯,也可以用于其它油脂类产品的吸附和脱色,而且效果明显,性能良好,特别是经酸洗后使用,效果更佳^②。

四、膨润土矿床成因探讨

根据地层、古生物、成矿特征和区域地层对比,该区膨润土属侏罗系上统。

侏罗纪时,抢风岭地区为一沉积盆地,火山活动异常剧烈。在朋头沟组初期,北花峪、刁窝一带,局部发育有陆源碎屑沉积,形成了厚度不等的紫色泥砂质胶结的砂砾岩。由于火山多期次的喷发,形成了朋头沟组酸性凝灰岩,抢风岭组安山岩、安山质集块岩,向阳村组酸性熔岩及凝灰岩。这些火山岩为膨润土的原岩。抢风岭这一火山盆地中,一方面由于火山喷发初物直接落入湖盆地形成一套火山沉积岩系;另一方面是盆地周围的火山岩被地表水搬运带入湖盆地形成正常沉积碎屑岩。随着火山玻璃的水解,带出碱和碱土金属,使介质逐渐变为碱性环境,火山玻璃就在这样的合适的环境下进一步向蒙脱石转化。

膨润土矿石中蒙脱石含量的多寡,决定于沉积物火山玻璃物质的数量。沉积物中火山玻璃物质越多,蒙脱石含量就越高,若沉积物中非玻璃质混入物多,就会影响膨润土矿石的质量。

综合观察分析表明:抢风岭膨润土矿床为陆相-火山沉积型,以湖相沉积为主。其典型特征如下:

1. 矿体具有层理构造和韵律构造,与下伏岩层呈渐变或冲刷接触。显微镜下见有“假流纹”构造,蒙脱石呈鳞片集合体定向分布,沉积的玻璃屑也有定向性,薄片内可见微层理。

2. 矿体中含有正常沉积的粉砂岩夹层。

① 山西省浑源膨润土铸造工业应用技术鉴定书。

② 山西省浑源抢风岭膨润土吸附和脱色性试验由太原油脂化工厂完成。

3. 蒙脱石化玻屑、岩屑呈浑圆状, 是经过搬运再沉积的特征。

4. 原始玻屑的残余呈核状、熔蚀状、束状。

从上述可以看出, 抢风岭膨润土的形成, 火山物质来源是前提, 而水及碱性介质环境是重要条件, 有了前提和条件, 蒙脱石结晶才能进行, 成土作用才会发生。

主要参考文献

[1] 须藤俊男著(严筹鹤、刘万、贾克实译) 1981 粘土矿物学 地质出版社

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE QIANGFENGLING BENTONITE DEPOSITS IN NORTHERN SHANXI PROVINCE

Zhang Yongtao and Tang Guiqin

(211 Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Shanxi Province)

Abstract

Discovered in 1981, the Qiangfengling bentonite (amargosite) deposit is of volcanic-sedimentary type characterized by considerable reserves, good qualities and encouraging prospective reserves. It is also accompanied by large-sized zeolite deposit, medium-sized refractory clay and ceramic clay as well as coal.

Bentonite beds remain stable with negligible variation in thickness. Four ore beds can be distinguished occurring respectively in Upper Jurassic Qiangfengling Formation and Pengtougou Formation of Hunyuan Group. Of them, I ore bed is the major ore bed with a length 4500—5000 m, the greatest thickness at surface 1.02—9.92 m, (averagely 3.24m), and thickness at depth 1.41—17.4 m, averaging 6.23 m.

X-ray diffraction, differential thermal analysis, infrared spectroscopy and electron microscopy all indicate that the bentonite is a typical calcareous one and can be divided into three types according to natural form: massive, conglomeratic and sandlike. Mineral constituents are mainly montmorillonite, whose content reaches 41—100% with an average of 67%, and, to a less amount, zeolite, opal, hydromica and remnant glass clastics.

Technologically, we performed such tests as cast technology, adsorption and decolorization on bentonite, the results show that this bentonite is an excellent cast material and can be used to make plastic filler and hard plastic tube. Bentonite has a decolorization ratio of 89.0—344.3 (averaging 180.0), and can therefore be used for adsorption and decolorization of oil products with satisfactory result.