

# 湛江第四纪沉积型高岭土矿床特征及找矿前景

孙小宏

(广东省地质勘查局七〇四地质大队, 广东 湛江 524018)

**摘 要:** 主要叙述湛江第四纪沉积型高岭土矿床的成矿地质背景, 赋矿层位, 矿床特征。对成矿环境条件、矿床成因进行了初步分析探讨, 预测找矿前景。

**关键词:** 沉积型高岭土; 矿床特征; 找矿前景

**中图分类号:** P61 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004—5716(2007) 06—0078—04

第四纪沉积型高岭土矿床, 是湛江地区主要的高岭土矿床类型, 矿床的矿体埋藏浅、矿石质量好, 易采、易选为其主要特点, 并成为当前湛江地区寻找高岭土资源的主要对象。20 世纪 90 年代, 本队就在湛江地区开展普查找矿工作, 沿雷琼断陷北部边缘开展工作, 并发现多个矿床(点)。目前已探明大型矿床 1 处, 已由地方企业办证开采, 将为地方矿业经济产生收益。

## 1 区域地质背景

区域上大致以遂溪断裂为界, 北部为云开隆起区, 南部为雷琼断陷区, 沉积型高岭土成矿区带位于雷琼断陷的北部边缘。

北部云开隆起区出露的地层有元古代云开群、志留纪连滩群和泥盆纪、石炭纪以及白垩纪地层。在靠近雷琼断陷的北缘大面积出露的为元古代云开群, 是一套类复理石沉积变质的岩石组合, 岩性有云母石英片岩、石英云母片岩、变粒岩等, 受加里东期岩浆作用的影响, 多已发生混合岩化而成为混合岩、混合花岗岩。

雷琼断陷区地层主要由第四纪湛江组与北海组地层组成。并夹有石卯岭组、湖光组火山碎屑岩及玄武岩。

湛江组: 为一套河控三角洲相砂泥质沉积, 在区内大部伏于北海组地层之下, 仅沿溪沟两侧或陡坎有出露, 据钻孔所揭露, 仅属湛江组的中上部地层, 厚度 > 60m。岩性特征: 中部为灰色粘土、粘土质粉砂及中细砂组合, 上部为灰白色、浅黄色—黄色含粘土砾质粗中砂、粘土质粉砂及粘土组合, 是区内高岭土的赋矿层位; 北海组: 为一套洪冲积相沉积, 在区内大面积出露, 是黄—褐黄色含砾砂质粉土和黄色砂质粉土组合, 与下伏湛江组呈平行不整合接触, 组成高岭土矿层的上覆盖层。

石卯岭组、湖光岩组: 为火山喷发碎屑沉积, 主要有火山角砾岩、凝灰岩、玄武岩。

沿雷琼断陷北部边缘, 湛江组、北海组地层呈近水平层状产出, 构造形迹简单。

岩浆岩在北部云开隆起区分布较广泛, 主要有加里东期二长花岗岩、花岗岩、燕山期花岗岩、二长花岗岩; 雷琼断陷区主要表现为喜山期火山喷发的玄武岩。

云开群混合花岗岩, 以及加里东期、燕山期花岗岩、二长花岗岩是区内残积型高岭土的成矿母岩, 亦是区内沉积型高岭土矿的矿源层。

## 2 矿床地质特征

### 2.1 赋矿层位特征

高岭土矿体赋存于湛江组上部的含粘土砾质中粗砂、含粘土砾质粗中砂层中, 高岭土矿体的空间分布与湛江组的岩性、岩相变化关系十分密切。湛江组上部, 按颜色及沉积物特征可分为三个岩性段:

(1) 灰白色、浅黄色—黄色含粘土砾质中粗砂, 厚 4 ~ 17m, 呈近水平层状产出, 主要组份: 中、粗砂占 50% ~ 70%, 高岭土 10% ~ 25%, 砾石 10% ~ 15%, 粉细砂 10% ~ 15%, 分选性差, 砾径一般 2 ~ 5mm, 局部可达 10mm, 呈次棱角状。局部夹黄色粘土、粘土质粉砂, 常相变成砾质中细砂。与下伏湛江组中部灰色粘土呈整合接触。

本层为高岭土矿的含矿层之一, 浅色层常为高岭土矿层。

(2) 浅灰—灰白色夹紫红色、黄色粘土或粘土粉砂, 厚 4 ~ 17m, 局部可达 27m, 呈近水平层状产出, 微层理发育, 微层理面常为粉砂, 易剥成 1 ~ 2mm 的薄片, 该层分布不稳定, 厚度变化较大, 常形成高岭土矿的隔层或夹石层。

(3) 灰白、浅黄—黄色含粘土砾质粗中砂, 厚 10 ~ 40m 不等, 呈近水平层状产出, 由砾石 15% ~ 25%, 粗、中砂 50% ~ 60%, 粘土 10% ~ 25% 组成, 砾径大小悬殊, 大者可达 30mm, 一般在 25mm, 呈次棱角状, 砂粒

以中粗粒级居多,并含较多的粘土(高岭土)分选性差,底部砾石及砂粒较粗,向上粒度常变细,至层顶常变为含砾中细砂。沿水平方向亦常相变成含砾中细砂,常夹黄色粘土质粉砂。与上覆北海组砂土层呈平行不整合接触。

该层为区内的主要含高岭土层位,白色的含粘土砾质中粗砂与粗中砂即为较好的高岭土矿层。

2.2 矿体特征

高岭土矿体呈层状,近水平层产出于湛江组上部的含粘土砾质粗中砂或含粘土砾质中粗砂中,大部分浅埋于上部的北海组覆盖层之下。分布形态受湛江组上部地层的控制,形态多随层位岩性的变化而变大变小。并由于岩性的相变或成分的变化,矿体内部常含夹石层,矿体与围岩或夹石常呈渐变过渡,界线不十分明显。据初步普查资料,矿体厚 2~30m 不等,呈面型分布,并可从矿石的主要化学指标  $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $TiO_2$  含量的变化,划分出 I、II 级两个矿石品级。

2.3 矿石结构构造

2.3.1 矿石结构

区内高岭土矿石以砂泥质结构为主,少数泥质结构。

砂泥质结构:高岭土充填于砾石、砂粒之间,以颗粒支撑为主,局部为杂基支撑,砾石、砂粒主要是石英砂,分选差。

泥质结构:是以泥质为主和少量粉砂组成的结构。

2.3.2 矿石构造

矿石构造以砂土状构造为主,少量呈层状构造。

砂土状构造:高岭土杂乱充填于砾石、砂粒中,形成松散的土状构造。

层状构造:不同粒级碎屑相对集中,与粘土(高岭土)呈相间出现,形成层状构造。

2.3.3 矿石类型

矿石自然类型:含粘土砾质粗中砂高岭土;含粘土砾质中砂高岭土;粘土质粉细砂高岭土。

矿石工业类型:砂质高岭土。

3 矿石的矿物组成与化学组份特征

3.1 矿石的矿物组成及主要矿物特征

原矿石的矿物组份主要由石英(75%~80%),高岭土(15%~18%),水云母(5%)以及微量的伊利石、滑石、埃洛石等组成。

高岭石:扫描电镜下高岭石呈厚度较薄的假六方单片晶体,晶体大小大 0.2~1 $\mu$ m 间,最大 30 $\mu$ m。X 衍射科中  $d(001)=7.17$ 、 $d(002)=3.57A$ ,两个衍射峰呈尖锐而对称的形状, $d(003)=2.33A$  呈低矮的衍射峰。

石英:呈白色,呈棱角一次棱角状,粒径多属砂砾级砾径最大达 7cm,小部分呈微细粒;在-325 目的表面矿中含有百分之几至 20% 的石英,反映在 X 光衍射图中以  $d=3.34A$  的衍射峰为特征。

3.2 矿石化学组份特征

3.2.1 原矿化学成分

据工作区 2 个小选矿试验样品的测试结果,原矿石的化学成分特征见表 1。

3.2.2 -325 目精矿化学成分

-325 目精矿化学成分见表 2。

表 1 原矿化学成分含量表

矿石种类	矿石品级	成分含量(%)												
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TSO <sub>3</sub>	LOZ	Ree(10 <sup>-6</sup> )
原矿	I	92.48	4.33	0.18	0.025	0.16	0.56	0.017	0.12	0.026	0.022	0.035	1.76	250
	II	91.00	6.03	0.24	0.026	0.23	0.42	0.055	0.12	0.012	0.027	0.021	1.03	318
-325 目精矿	I	47.65	37.81	0.61	0.051	0.54	0.11	0.18	0.51	0.041	0.011	0.043	10.30	529
	II	45.41	36.70	1.01	0.063	0.75	0.12	0.19	0.64	0.045	0.020	0.043	12.30	564

表 2 -325 目精矿基本分析项目含量统计表

矿石品级	样品数(个)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)			TiO <sub>2</sub> (%)		
		区间值	平均值	变化系数	区间值	平均值	变化系数	区间值	平均值	变化系数
I	247	28.06~35.07	30.52	0.051	0.31~0.90	0.69	0.167	0.23~0.79	0.42	0.203
II	303	24.12~35.21	29.48	0.093	0.37~1.50	1.11	0.172	0.25~1.00	0.64	0.264

矿石经初选至-325 目精矿,化学成分含量明显的改变,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>大幅度提高, SiO<sub>2</sub>明显的下降 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>的含量亦有所变化,这与矿石的矿物组合与矿物的粒度

等有关,反映了高岭石主要以细粒度出现。

3.3 矿石矿物的粒度分布

矿石矿物粒度含量分布见表 3。

原矿石的粒度含量,主要集中在  $\geq 0.043\text{mm}$  及  $< 0.002\text{mm}$  的粒度级,粗粒级主要表现为石英砂粒;细粒部分为粘土矿物。在  $-325$  目精矿中  $\leq 0.002\text{mm}$  粒级占  $58\% \sim 68.9\%$ ,  $< 0.005\text{mm}$  粒级占了  $81\% \sim 86.9\%$ ,高岭石的粒度多集中在  $-0.005\text{mm}$  粒级以下。

3.4 淘洗率与白度

3.4.1 矿石-325 目淘洗率

矿石-325 目精矿淘洗率 I 级品矿石  $10.12\% \sim 27.34\%$ , II 级品矿石  $10.10\% \sim 38.41\%$ ,矿石的淘洗率与矿石矿物粒度有关,含粗颗粒多(含砾粗砂多的矿石)淘洗率低,含粗颗粒少的淘洗率相对较高。各品级矿石淘洗率及变化特征见表 4。

3.4.2 -325 目精矿白度

-325 目精矿的自然白度见表 4, -325 目精矿自然白度与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的含量呈较明显的负相关关系,与

$\text{TiO}_2$  的含量关系不明显(图 1、图 2)。根据区内已知矿床的初步选矿试验及现有采选的结果,在选矿过程中进行漂白,可提高精矿的白度。

表 3 原矿、-325 目精矿矿物粒度分布表

粒级( mm)	原矿粒级含量		- 325 目精矿粒度含量	
	I 级品	II 级品	I 级品	II 级品
- 0.002	19.51	13.08	68.9	58.0
- 0.005~ + 0.002	1.05	1.00	17.8	23.0
- 0.010~ + 0.005	1.67	1.54	3.3	15.2
- 0.020~ + 0.010	1.56	1.25	8.0	2.9
- 0.043~ + 0.020	2.23	3.22	2.0	0.9
- 0.10~ + 0.43	10.44	13.16		
- 0.75~ + 0.10	51.62	53.81		
+ 0.75	11.92	12.94		

表 4 矿石-325 目淘洗率、自然白度及变化特征

矿石品级	样品数(个)	淘洗率(%)			自然白度(%)		
		区间值	平均值	变化系数	区间值	平均值	变化系数
I	247	10.12~ 27.34	15.67	0.345	65.4~ 85.6	81.2	0.032
II	303	10.10~ 38.46	19.26	0.334	55.3~ 85.3	70.2	0.087

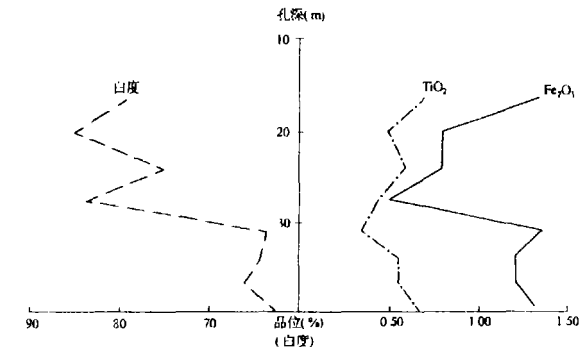


图 1 白度与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  含量变化关系图

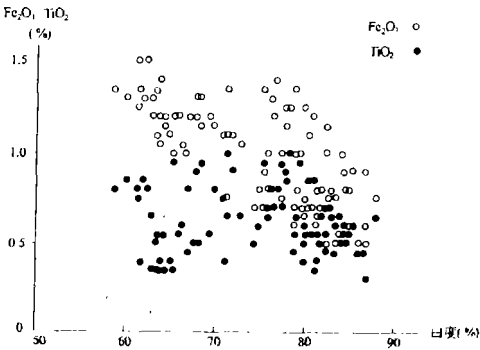


图 2  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  与白度相关图

4 矿床成矿特征分析

(1) 高岭土矿体赋存于第四纪湛江组上部地层中,呈层状、似层状,矿体形态产状与地层一致,并受地层的产出与岩相所控制。

(2) 高岭土矿石矿物组成由砾石、砂和粘土混合堆(沉)积,有用组份高岭土含量  $15\% \sim 18\%$ ,反映了物质来源于含长石类矿物较高的花岗质母岩。

(3) 矿石矿物的粒度含量主要集中在  $\geq 0.043\text{mm}$  及  $< 0.002\text{mm}$  的粒级,分选性差,  $> 2\text{mm}$  的砾石呈棱角状、次棱角状,说明矿层物质经搬运,但搬运的距离不远。

(4) 矿层及粘土夹层具交错层理,有明显的三角洲相沉积特征。

5 矿床成因初步探讨

矿带位于雷琼断陷的北缘。根据第四纪湛江组的沉积环境推测,区内属亚热带海洋性气候,温暖潮湿,地表裸露的岩石易于风化水解。断陷北边的云开隆起区,大面积出露的元古代云开群的混合花岗岩以及燕山期的二长花岗岩,花岗岩体,在风化作用下,形成风化残积土,受大气降雨的冲刷,在陆缘也即断陷的边缘地带堆(沉)积,沉积物中的长石类矿物碎屑并进一步风化成高

# 山东鲁西南大都市区环境地质问题及防治对策

王义生, 贾德旺, 陈洪年, 肖 华

(山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

**摘 要:** 鲁西南大都市建设是山东省“十五”发展计划的一部分, 都市区位于汶泗河冲洪扇前缘地带, 地下水富水性好, 煤炭、石灰岩等矿产资源丰富, 区内经济发展迅速, 矿产资源开发利用程度较高, 由此伴生了采空塌陷、地面沉降、崩塌、渣石流、矿坑突水及矿区水环境污染等环境地质问题, 成因主要与人类大量或过量开采矿产资源有关, 对区内人民生产、生活造成不同程度的破坏和影响。在分析探讨环境地质问题成因的基础上提出了调整采煤方法、土地整平、挖深垫浅、回灌地下水、开辟新水源地、改变矿山开采方式、控制矸石山高度、建立分区隔离防水系统及混合软化法处理矿坑硬水等防治措施。

**关键词:** 地质环境条件; 环境地质问题现状及成因; 防治对策; 鲁西南大都市区

**中图分类号:** P66 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004—5716(2007) 06—0081—03

## 1 鲁西南大都市规划概况

为推进济宁—曲阜一带城市建设与经济发展、加快城市化进程, 山东省“十五”计划确定建设鲁西南大都市, 鲁西南大都市总体规划目标是: 以济(宁)兖(州)曲(阜)邹(城)四城市为主体, 加快组群结构大城市建设步伐, 建立中心突破、轴线辐射、城乡一体、联动发展的城市新格局, 使现有济宁市域形成不同等级、不同职能、联系密切、分布有序的城镇体系。预计到“十五”末, 全市城镇总人口达到 400 万人, 城市化水平达到 45%。到 2010 年, 组群结构大城市复合中心总人口达到 150 万人, 其中济宁市区人口达到 60 万人, 兖州、曲阜、邹城城区人口均达到 30 万人, 建成区面积达到 150 km<sup>2</sup>, 全市城镇总人口达到 500 万人。都市区形成的城镇群包括: 4 个综合性中心城市、6 个能源型小城镇、8 个工业型小城镇、1 个商贸型小城镇、15 个一般型乡镇。到 2005 年和 2010 年城镇化水平将分别达到 46% 和 56%。

## 2 区域地质环境背景条件

鲁西南大都市区位于山东省济宁市中部, 属温带半湿润气候, 多年平均降水量 677.5 mm, 多年水面蒸发量为 1786.3 mm, 年平均气温一般在 13.2℃~14.1℃, 多年平均气温 13.6℃。比较大的地表水体主要有南阳湖、京杭运河、洸府河、泗河、白马河及尼山水库和西苇水库等, 起着防洪排涝、灌溉和补给地下水的作用。都市区地处鲁中南山区与鲁西南平原的交接地带, 地势东高西低, 地面标高由东部低山丘陵区 480 m 向西至山前冲洪积平原逐渐降至 35 m。东部地区地貌为剥蚀堆积地貌, 西部地区地貌属堆积平原地貌。

济宁市地层属华北地层区的鲁西地层分区, 地层发育较为齐全, 由老到新主要有: 泰山群、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、侏罗系及第四系, 其中第四系大面积分布于山间沟谷、冲洪积平原地带, 沉积厚度由东向西逐

岭土, 形成第四纪上部的含高岭土砾质砂土层等含矿层位和高岭土矿层。矿床属陆源河控三角洲相沉积型矿床。

## 6 找矿前景预测

雷琼断陷北缘从南东到北西, 长约 80 km, 宽约 18 km 的范围为第四纪湛江组的分布区, 区内已知的矿床, 均分布于湛江组上部的含粘土砾质粗中砂或含粘土砾质中砂层位中, 该层位厚度从边缘向南有逐渐变厚的趋势, 高岭土矿物的含量亦有所增高。其上部均有第四纪北海组砂土层薄薄的覆盖, 使之未造成剥蚀, 因此, 预

测沿雷琼断陷北部边缘成矿带, 寻找本类型高岭土矿床, 具有较好的找矿前景。

## 参考文献:

- [1] 广东省地质矿产局水文一大队、七〇四地质大队, 1: 5 万湛江市幅综合地质调查报告[R]. 1989.
- [2] 广东省地质矿产勘查开发局七〇四地质大队. 广东省湛江市遂溪燕子窝高岭土矿床普查地质报告[R]. 1999.
- [3] 陈宇. 粤西沉积型优质高岭土矿石质量特征[J]. 西部探矿工程, 2005(9).