

# 江西省广丰县李家膨润土矿床成因 及找矿标志\*

刘友华<sup>1</sup>, 李康东<sup>1</sup>, 毛林兴<sup>2</sup>

(1 江西省地质矿产勘查开发局赣东北大队, 江西上饶 334000)

(2 江西应用技术职业学院, 江西赣州 341000)

**摘要:**广丰县李家膨润土矿床赋存于白垩系上统南雄组第二岩性段酸性火山岩的顶底部。膨润土的主要矿物成分为蒙脱石, 矿石结构构造与成矿原岩有关。矿石化学成分与酸性熔岩相近, 矿体形态及空间分布受酸性熔岩流相带的控制。因此认为, 膨润土矿床成矿原岩为酸性玻质熔岩, 矿床是由酸性玻璃质熔岩经水解脱玻化而形成, 其成因类型为风化淋滤蚀变岩型矿床。膨润土可自然改型, 由原来的钠基膨润土改型成钙基膨润土和偏镁的钙基膨润土。对时代较新的酸性火山岩, 在玻质熔岩发育处都有可能找到有利用价值的膨润土矿。由于膨润土常由珍珠岩、沸石脱玻化形成, 三者常共生出现, 是很好的找矿标志。

**关键词:**膨润土; 酸性熔岩; 蒙脱石; 成因; 找矿标志; 广丰

**中图分类号:**P619.25

**文献标识码:**A

广丰县李家膨润土矿床位于广丰县城东北 5 km 的排山镇, 面积 6.24 km<sup>2</sup>。矿区至浙赣铁路湖丰站约 20 km, 至上饶市和玉山县各 35 km。1980 年由江西省地矿局赣东北大队发现并进行了详细勘探工作, 探明膨润土资源量达 2 816.29 万吨, 为中型矿床, 是目前江西境内最大的膨润土矿床<sup>[1]</sup>。本文通过对膨润土矿床地质特征分析、成矿原岩的恢复、蒙脱石的形成过程及膨润土类型变化, 探讨其矿床成因及成因类型, 这对在类似地区寻找同类型膨润土矿床具有积极意义。

## 1 矿床地质特征

### 1.1 矿床地质特征

该矿床为风化淋滤蚀变岩型矿床, 矿体呈似层状赋存于白垩系上统南雄组第二岩性段酸性火山熔岩顶底部, 其产状、形态和空间分布, 受熔岩层的控制。矿体分上下两个矿层, 分别为 M<sub>1-2</sub>、M<sub>1-1</sub>, 并以 F<sub>4</sub> 断层为界, 分为南、北两个自然矿段(图 1)。南北矿段的矿体规模见表 1。熔岩流向北西增厚, 向南东变薄, 矿体则随之向北西分开, 向南东收敛合二为一, 矿体形态

\* 收稿日期: 2010-08-16

第一作者简介: 刘友华(1964~)男, 工程师, 主要从事地质矿产勘查、矿山地质、地质灾害调查研究等地质工作。

较规则，连续性较好，但有分枝复合现象(图 2)。

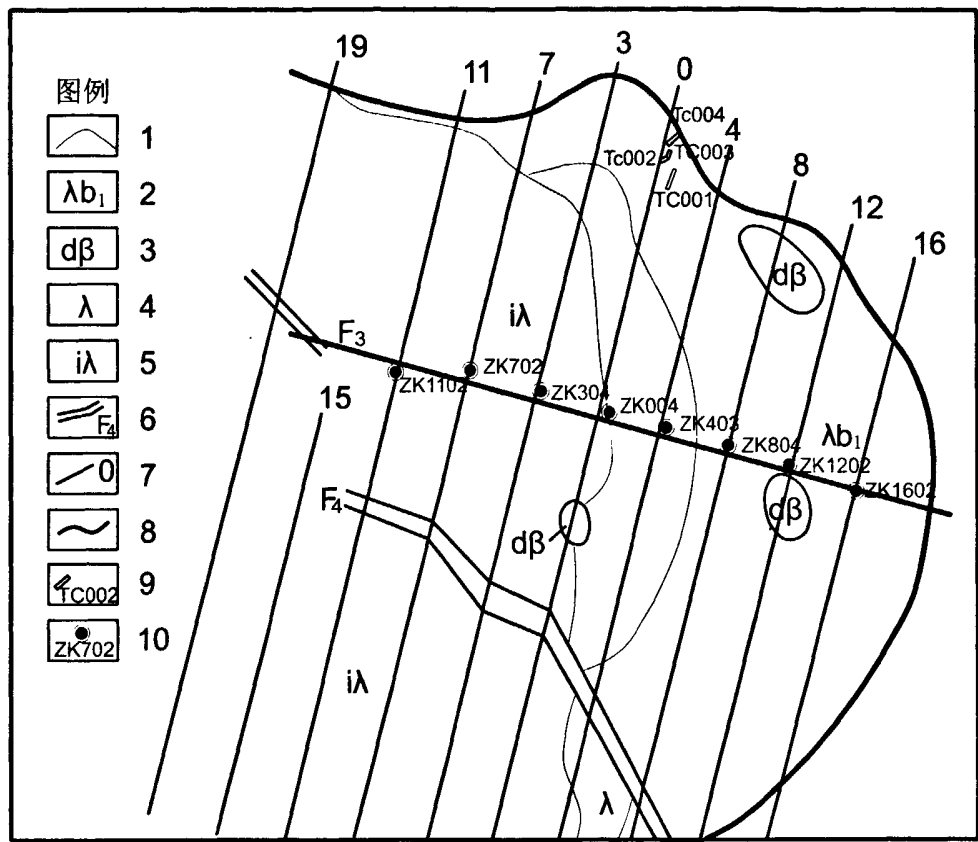


图 1 李家膨润土矿床酸性熔岩流相带分布平面示意图

Fig. 1 Distribution plane of acid lava flow facies belt of Lijia bentonite deposit

1-相带界线;2-流纹质角砾熔岩;3-安山玄武岩;4-流纹岩;5-球泡流纹岩;6-断层;7-勘探线;8-酸性熔岩体边界;9-槽探及编号;10-钻孔及编号

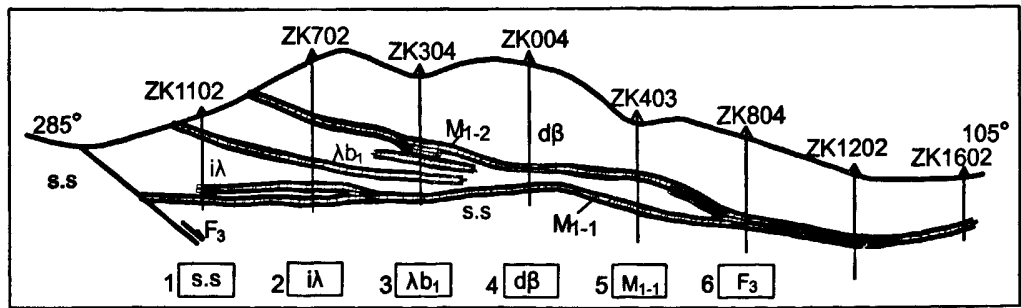


图 2 李家膨润土矿床纵剖面示意图

Fig. 2 Longitudinal profile of Lijia bentonite deposit

1-砂岩;2-球泡流纹岩;3-流纹质角砾熔岩;4-安山玄武岩;5-矿体编号;6-断层

矿体因受 $F_1$ 断层和下部地层构造的影响,南北矿段的产状形态略有差异。南矿段为一稍陡的单斜构造,倾向南西,倾角 $10\sim 25^\circ$ ;北矿段总体为一向南西倾斜的较平缓单斜,局部有挠曲,倾角 $10\sim 20^\circ$ 。矿体厚度随成矿原岩厚薄及脱玻化程度强弱而有较大变化,由地表向深部,由矿区中部向东、西部逐渐变薄。

表1 膨润土矿体规模一览表

Table 1 Scales of ore bodies in Lijia bentonite deposit

矿层号	北矿段						南矿段			
	长度 (m)	宽度 (m)	厚度(m)			长度 (m)	宽度 (m)	厚度(m)		
			最大	最小	平均			最大	最小	平均
$M_{1-2}$	800	1 100	20.98	0.7~1.00	3.81	400	100~200	12.72	1.20	3.00
$M_{1-1}$	2 200	1 200	7.67	1.79	3.97	1 200	800	8.04	1.00	3.70

矿石的主要矿物成分为蒙脱石及少量高岭土、伊利石等粘土矿物,约占 $90\%\sim 95\%$ ,次为石英、长石,约占 $5\%$ 左右,少量云母。矿石结构有变余少斑结构、显微鳞片变晶结构,矿石构造为流纹(条带)状构造、角砾状构造、珍珠裂纹构造等。根据其不同的生成部位,蒙脱石有多种属型,地表多为钙基蒙脱石、较深部为钠基蒙脱石或钙钠基混合蒙脱石。

## 1.2 矿床蒙脱石特征

蒙脱石是含有少量碱和碱土金属的含水层状铝硅酸盐矿物,属单斜晶系,其化学式为 $Al_4Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot nH_2O$ ,分子式为 $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O \cdot nH_2O$ ,由于类质同象置换,常使其化学式复杂化: $(Na \cdot Ca)_{1-33}(Al \cdot Mg)_2(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O$ 。

蒙脱石因其矿物颗粒细微( $1\sim 2\mu$ ),肉眼和显微镜下难以鉴别。根据浙江地质研究所、原地质矿产部石油地质中心实验室扫描电镜鉴定结果,该膨润土矿床地表矿石中的蒙脱石,晶体层间距较大,图象轮廓清晰,呈花瓣状、絮状、迭片状等,系钙基蒙脱石。较深部矿石中的蒙脱石,晶体层间距较小,轮廓不够清晰,多呈云雾状、缟状、刺状突起等,系钠基蒙脱石或钙钠基混合蒙脱石。

据江西地质矿产局测试中心X衍射分析结果,矿区地表的蒙脱石层间距 $d_{001}$ 为 $15.05\sim 15.16\text{ \AA}$ ,平均 $15.11\text{ \AA}$ ,接近钙蒙脱石标准层间距 $15.5\text{ \AA}$ ;较深部的蒙脱石层间距 $d_{001}$ 为 $12.14\sim 15.17$ 之间,有的为钠基蒙脱石标准层间距 $12.5\text{ \AA}$ ,也的为钙基蒙脱石标准间距的 $15.5\text{ \AA}$ ,由此可知,矿区地表膨润土矿蒙脱石属钙蒙脱石,较深部的蒙脱石属钠蒙脱石和钙钠混合蒙脱石。

蒙脱石的晶体结构单元层是由二个硅氧四面体片夹一个铝氧(OH)八面体片组成的 $2:1$ 型层状硅酸盐矿物,晶片沿 $a$ 、 $b$ 轴方向延伸,沿 $C$ 轴方向层层叠置。当八面体中以低价阳离子类质同象置换高价阳离子时,使结构单元层呈等量的负电荷,由层间吸附的阳离子加以补偿,所以蒙脱石具有阳离子交换性能。一般情况下,蒙脱石层间可交换阳离子为 $Ca^{2+}$ 和 $Na^+$ ,并称为钙基蒙脱石和钠基蒙脱石。钙基蒙脱石层间吸附二层水分子,故晶层间距较大, $d_{001}$ 约为 $15.5\text{ \AA}$ ;钠基蒙脱石层间吸附一层水分子,层间距较薄, $d_{001}$ 为 $12.5\text{ \AA}$ 。

## 2 矿床成因初探

### 2.1 矿床原岩恢复

该膨润土矿赋存于酸性熔岩的顶底部,酸性火山熔岩的喷发溢流提供了成矿原岩的物

质来源和成岩基础。膨润土矿体中常见有残留的各种酸性熔岩及其衍生岩石,如:沸石、珍珠岩和流纹岩等,矿石中没有陆源碎屑物掺杂。当酸性熔岩在喷溢过程中,由于自身的粘稠性引起岩流流速缓慢,凝固加快,加之岩流表面和内部的温度、组分有一定差异,使熔岩冷凝后形成各种相带。其核心部位温度较高、挥发组分较多,冷凝速度相对缓慢,一般形成矿物颗粒较粗的球泡(粒)流纹岩,向外缘温度逐渐降低,矿物未及结晶或结晶程度较低就凝固,从而形成流纹岩、霏细流纹岩等相带。在熔岩流上下部的最外侧,由于熔岩流分别与大气层和底板围岩接触,温度骤降,流动的熔浆组分来不及结晶便迅速冷却凝固,在熔岩流顶底及最外侧形成了玻璃质岩相带(图1),也就是膨润土重要的成矿原岩相带。在该相带中,当熔岩流顶部遇大气降水和底部有湖水时,可形成珍珠岩类岩石。由于湖水较大气降水稳定,岩流底部的珍珠岩较岩流顶部的珍珠岩好。而酸性熔岩底部的角砾熔岩相带,是在熔岩流动过程中,由于前缘凝固的玻璃质岩石受到后来岩流的冲挤、崩解而破碎,又被携带搬运再度固结成岩所致,如该相带中常见的珍珠岩角砾。而珍珠岩经脱玻后重结晶便形成沸石。

这些流纹岩、霏细流纹岩和流纹质角砾熔岩等都是膨润土的成矿原岩。而珍珠岩、沸石则是其风化蚀变产物。

## 2.2 矿床成矿地质环境分析

据同位素年龄测试表明,矿区流纹岩、安山玄武岩的形成时期约为82.3~98.4 Ma,为晚白垩世。它是在晚侏罗世火山活动的基础上发生的。该火山活动以中心裂隙式喷发溢流为特征,酸性熔岩多为规模不大、零星分布的熔岩流。熔岩层产状缓倾,其上为安山玄武岩提供有利的介质条件。矿区位于扬子准地台与华南褶皱系接壤处,萍乡-广丰深断裂东端南侧,处于赣中南褶皱(二级)、饶南拗陷(三级)、永平-广丰断束(四级)中,信江断陷盆地南侧,为河湖相与火山喷发溢流沉积环境。气候湿热,地表水体发育,具有较好的风化淋滤水解条件。

## 2.3 蒙脱石的形成

矿床矿体的产状、形态均受酸性熔岩流的顶底部玻璃质熔岩的控制,其玻璃质岩石的自由能较大,在 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 的作用下,在适当的温度压力条件下,常沿玻质边缘、裂隙面、气孔等处发生水化、水解和重结晶面化成沸石。而沸石又是一种不稳定的架状硅酸盐矿物,其在碱性条件下结晶格架中负电荷极易被水介质中的阳离子 $\text{Mg}^{2+}$ 所置换,便发生蒙脱石化。

矿区地下水属重碳酸盐型,pH值均大于9,为碱性介质。当碳酸盐部分分解时,介质中的 $\text{H}^+$ 和 $\text{HCO}_3^-$ 的浓度增加。在介质pH值 $>7$ 时, $\text{HCO}_3^-$ 不稳定,一部分分解成 $\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CO}_2$ ,一部分则与铝硅酸盐中的碱、碱土金属离子结合,形成各种性质的重碳酸盐而淋滤沉淀,使成矿原岩中的硅、铝相对增高,加之来自上部安山玄武岩中的 $\text{Mg}^{2+}$ 不断增加,提供蒙脱石形成必备的Si、Al、Mg物质条件。由人工合成蒙脱石的资料可知,蒙脱石形成的温度小于350℃,压力低-中等。在酸性熔岩成岩后的中-基性熔岩喷溢为其形成提供了成矿条件。由此可见,矿区酸性玻质熔岩,在具备上述条件下,便开始发生蒙脱石化,而形成膨润土矿,其成因类型为风化淋滤蚀变岩型。

在成矿过程中,由于 $\text{Ca}^{2+}$ 不断与 $\text{HCO}_3^-$ 结合形成碳酸盐和钙基膨润土,而同时介质中的 $\text{Na}^+$ 浓度相对增高,蒙脱石层间可交换的阳离子以半径小浓度大的 $\text{Na}^+$ 为主,所以形成钠基膨润土和钙基膨润土。

表 2 膨润土与及相关熔岩化学成分

Table 2 Chemical compositions of bentonite and some related lavas

岩矿石类别		分析结果(%)												样数
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	烧失量	
膨润土	安山玄武岩	55.79	15.71	6.77	2.31	4.34	2.52	4.46	2.52	1.30	0.16	0.56	3.65	7
	流纹岩	76.33	11.60	0.70	0.48	0.53	0.40	1.25	6.55	0.08	0.04	0.05	1.87	15
	珍珠岩	76.16	13.48	0.64	0.29	1.17	0.27	5.18	1.77	0.08	0.03	0.04	7.63	3
	沸石	76.98	16.54	1.64		1.36		12.03	3.48					2
	钙土	71.23	16.40	2.10	0.22	1.88	3.37	0.87	1.72	0.14	0.07	0.04	13.63	12
	钠土	74.70	15.10	2.00	0.22	1.20	3.02	1.80	1.83	0.09	0.03	0.03	10.18	10

2.4 膨润土自然改型

膨润土有钠基土和钙基土之分,是膨润土自然改型的结果。蒙脱石由于同晶转换产生晶胞负电荷,使其具有较强的阳离子交换的能力。一般认为,蒙脱石硅氧四面体和铝氧八面体中的硅、铝离子,被低价阳离子如Mg<sup>2+</sup>置换时,可使单元层产生约0.66的永久性负电荷,造成吸附碱、碱土金属离子和极性分子的能力。但介质条件和阳离子浓度的改变可使离子交换的性质发生很大变化,如介质中浓度高的阳离子,可交换晶层中浓度低的阳离子,等浓度的阳离子,则高价离子交换低价离子,因为高价离子的电荷多,造成的静电力和电场强度大。等价离子中,水化离子半径小的交换水化离子半径大的。

由于矿区气候湿润、雨量充沛,地表风化淋滤作用较强烈。矿层顶部的安山玄武岩中,碳酸盐和钙镁盐类含量较高(表2),在CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O的作用下,钙镁离子不断析出,并随地表水体向矿层淋滤迁移,使矿层介质中的Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>浓度增加,反应式:CaCO<sub>3</sub>+CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O $\longleftrightarrow$ Ca<sup>++</sup>+2[HCO<sub>3</sub>]<sup>-</sup>。矿区镁离子变化趋势见图3。

但是,由于风化作用,包括地表的渗滤作用,由地表向深部是逐渐减弱的,并且介质的pH值和交换性阳离子的浓度也是渐变的,这些复杂的因素,使膨润土的改型不会有绝然的界线,往往在属型之间出现过渡类型的矿石,如钙钠、钠钙、钙镁等混合型土。

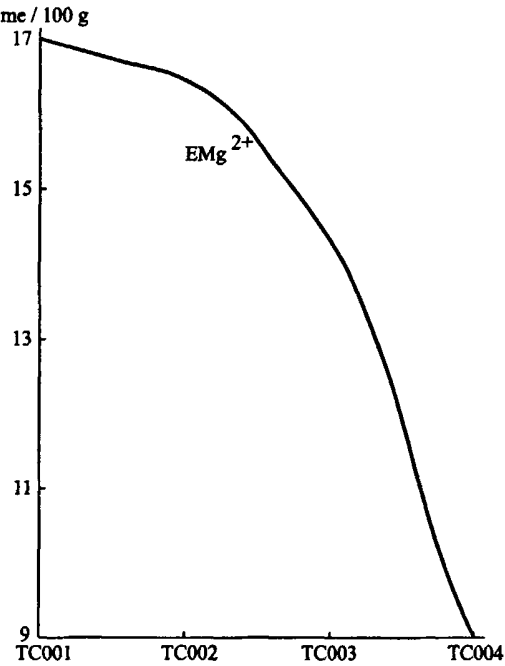


图 3 0 线地表矿 EMg<sup>2+</sup> 交换量平面变化图

Fig. 3 Diagram showing EMg<sup>2+</sup> exchange capacity of ores near the surface in Line 0

### 3 膨润土矿找矿标志

#### 3.1 岩性标志

矿区膨润土常与珍珠岩、沸石密切共生,相间产出,均赋存于酸性火山熔岩中。珍珠岩系含水的玻质熔岩,其物质组份基本与酸性熔岩相同,呈灰黑、墨绿色,玻璃-松脂光泽,珍珠裂纹及角砾结构,块状构造。沸石是一种含水的碱和碱土金属离子的架状硅酸盐,系珍珠岩脱玻后重结晶而成,呈砖红色、紫色等,玻璃-珍珠光泽,常呈似层状、团块状、脉状与珍珠岩共生。且沸石与膨润土呈过渡关系。经实地观察,有珍珠岩和沸石出现的地方就有膨润土矿出露。故珍珠岩和沸石的出现是膨润土最直接的找矿标志。而酸性火山熔岩的喷发溢流是其成矿的物质来源和原岩基础,酸性火山熔岩则是寻找膨润土的岩性标志。

#### 3.2 层位标志

由于该矿床产于白垩系上统南雄组第二岩性段酸性火山熔岩体的顶底部,且安山玄武岩为其盖层,为成矿提供了有利的介质条件。所以,白垩系上统南雄组酸性火山熔岩体的顶底部和盖层安山玄武岩出露的地方,是寻找膨润土矿的重要层位标志。

#### 3.3 构造和环境标志

该矿位于永平-广丰断束中,信江断陷盆地南侧,为河湖相沉积与火山喷发溢流沉积环境。受区域断裂构造控制,酸性熔岩沿裂隙呈中心式喷发,在时代较新的断陷盆地中沉积。故区域性断裂和时代较新的断陷盆地以及湿热的河湖沉积环境,是成矿原岩形成的关键所在,也是寻找该矿的很好的构造和环境标志。

### 4 结语

(1)该区成矿原岩是白垩系南雄组第二岩性段中的酸性火山熔岩,主要岩性为流纹岩、霏细流纹岩和流纹质角砾熔岩。其风化蚀变产物就是珍珠岩、沸石和膨润土。

(2)该矿是酸性玻质熔岩经蚀变水解脱玻化后先向架状硅酸盐沸石结晶演化,然后在碱性介质条件下,向层状硅酸盐的蒙脱石结晶演化,形成膨润土矿。其成因类型为风化淋滤蚀变岩型。

(3)中生代白垩纪的酸性火山熔岩及其北东向裂陷盆地边缘环境,是寻找风化淋滤蚀变岩型膨润土矿床的岩性、层位和构造标志。由于李家膨润土矿常与珍珠岩、沸石共生,所以珍珠岩、沸石的出现是最直接的找矿标志。

### 参考文献

- [1] 江西省地质矿产局. 江西省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1984.

## Genesis and prospecting indicator of bentonite deposit in Lijia area, Guangfeng County, Jiangxi Province

LIU You-hua<sup>1</sup>, LI Kang-dong<sup>1</sup>, MAO Lin-xing<sup>2</sup>

(1. *Jiangxi Province, Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of  
Northeast Brigade Jiangxi Province Shangrao, 334000, China;*

2. *Jiangxi Vocational College of Applied Technology, Jiangxi Province Ganzhou, 341000, China*)

### Abstract

The bentonite deposit in Lijia area, Guangfeng county, Jiangxi province, is mainly occurred at the top and bottom of the second lithological layer of acid volcanic rocks which used to be defined as Nanxiong group, upper-Cretaceous. The main mineral composition of bentonite is montmorillonite, the texture and structure of ores are related with primary rocks. The chemical composition of ores is similar to that of acid lava, the shape and space distribution of the orebodies are controlled by acid lava flow facies belt. It is believed that the mineralized primary rocks are acid glassy lavas experienced hydrolyze devitrification to cause the formation of the bentonite deposit, thus, the genetic type of the deposit should be regarded as the weathering and leaching altered rock type. Bentonite can be naturally modified from original Na-bentonite to Ca-bentonite and Mg-Ca bentonite. It is possible to find useful bentonite in glassy lavas for some acid volcanic rocks with young age. As the diversification of perlite and zeolite usually leads to the formation of bentonite, so the assemblage of bentonite-perlite-zeolite is a good ore-prospecting indicator.

**Key words:** bentonite; acid lava; montmorillonite; genesis; ore-prospecting indicator; Guangfeng