

# 湘东某些矿区上泥盆统锡矿山组 含铁岩系中绿泥石的初步研究

湖南冶金地质研究所矿床室岩矿组

为了配合湘东宁乡式铁矿床的研究和选矿试验,我们对漕泊、天仙岭、清-潞水、排前等矿区含铁岩系中的绿泥石,进行了物理-光学性质、化学分析、X-粉晶分析和差热分析的测定。现将获得的资料和认识总结如下。

## 一、地质概况

绿泥石产于上泥盆统锡矿山组中上段千枚岩、板岩的含铁岩系中,赋存在含绿泥石铁矿石中或组成含铁绿泥岩。在铁矿层顶底板组成绿泥石千枚岩、绿泥石板岩、绿泥石砂质或粉砂质板岩或绢绿板岩,尚有少量呈绿泥石细脉产出。

## 二、矿物特征

本区绿泥石据单矿物化学分析及晶体化学计算结果(表1),均属铁绿泥石型,含铁量较高(TFe 22.83~34.59%),含镁量较低(MgO 2.26~4.10%)。按照陈(光远)氏矿物化学参数计算,确定矿物种有鳞绿泥石和铁绿泥石(表2)。其特征如下:

**1. 鳞绿泥石** 暗绿—绿黑色,呈细鳞片状集合体,有的呈致密的隐晶质鳞片(清水南口—2)。鳞片呈珍珠光泽。条痕灰绿色至带褐的绿色。解理沿(001)完全。具弱磁性(靠近马蹄磁铁可吸引)和强电磁性(Wcf—63型自动磁力分离仪,侧倾角12°,

倾角20°,电流0.2~0.3A,即可选)。比重3.05~3.16。Nm=1.6485~1.6540,正延长,干涉色一级灰至黄色带绿色色调,二轴晶(-),2V小。

差热曲线(图1)于550°C处均有一个明显的吸热谷,是铁绿泥石型的特征。X-粉晶分析主要数据:7.05(10);3.53(9);1.562(7)。

**2. 铁绿泥石** 绿色,细鳞片状集合体。玻璃-珍珠光泽。条痕浅绿色至微带褐的绿色。解理沿(001)完全。具强电磁性(Wcf-63型自动磁力分离仪,侧倾角12°,倾角20°,电流0.5A,即可选)。比重2.89~2.92。Nm=1.641~1.647,正延长,干涉色一级灰带绿色色调,二轴晶(-),2V小。

铁绿泥石差热曲线和鳞绿泥石差热曲线相似,在550°C处也有一明显的吸热谷,显示同属铁绿泥石型。X-粉晶分析主要数据:7.05(10);3.54(9);1.565(5)。

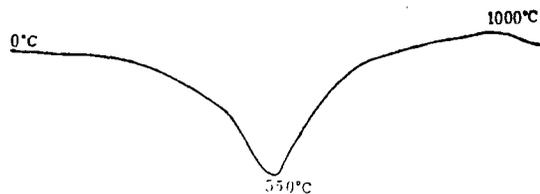


图1 鳞绿泥石差热曲线(以清水南口—2号样品为例)

实验条件:起始电压75V,电流4A,升温速率27°C/分,室温20°C

中性体:煅烧高岭土,最终温度1000°C,样品处理研磨。

湘东某些铁矿区绿泥石全分析及晶体化学结构计算 表1

种属及编号		磷绿泥石 清水南口-2	磷绿泥石 漕泊Ke-11-4	绿磷泥石 漕泊Ke-11-15	磷绿泥石 排前	铁绿泥石 清水南口-1	铁绿泥石 漕泊Ke-11-3
全 分 析	SiO <sub>2</sub> (%)	21.60	26.70	28.70	22.00	38.30	36.83
	TiO <sub>2</sub>	0.70	0.20	0.40	0.25	0.40	0.60
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.31	18.75	19.11	18.40	18.79	15.91
	Fe <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	6.14	13.14	6.87	16.73	2.65	8.69
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.11	—	—	0.08	0.11	—
	FeO	35.64	28.47	33.07	29.33	26.89	26.76
	MnO	0.13	0.26	0.31	痕 迹	0.06	0.19
	NiO	0.02	痕 迹	痕 迹	0.02	0.02	痕 迹
	MgO	2.56	3.45	3.15	2.26	2.46	4.10
	CaO	2.92	0.64	0.27	0.23	1.23	0.27
	Na <sub>2</sub> O	0.01	0.02	0.02	0.00	0.26	0.02
	K <sub>2</sub> O	0.04	0.075	0.04	0.00	1.56	0.05
	H <sub>2</sub> O	10.60	7.90	9.20	11.40	6.90	7.60
	总 计	99.78	99.60	101.14	100.70	99.63	101.02
晶 体 化 学 结 构 计 算	Si	2.48	2.85	3.04	2.49	3.77	3.65
	Al	1.52	1.15	0.96	1.51	0.23	0.35
	Al	1.08	1.20	1.42	0.94	1.95	1.50
	Ti	0.06	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04
	Fe <sup>+++</sup>	0.53	1.05	0.54	1.42	0.20	0.65
	Fe <sup>++</sup>	3.40	2.53	2.92	2.76	2.21	2.21
	Mn	0.01	0.02	0.03	—	0.01	0.02
	Mg	0.44	0.55	0.50	0.38	0.36	0.60
	Ca	0.36	0.07	0.03	0.03	0.13	0.03
	Na	—	—	—	—	0.05	—
	K	0.01	0.01	0.004	—	0.20	0.005
	Y	5.89	5.45	5.47	5.56	5.14	5.06
	(OH)	8.00	5.62	6.49	8.00	4.53	5.02
O	10.00	11.19	10.75	10.00	11.74	11.49	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.05	—	—	0.3	—	—	
其它特征	Nm	1.654	1.650	1.6515	1.6485	1.647	1.641
	2V	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)
	比 重	3.16	3.05	3.06	3.10	2.92	2.89

注：分析数据是湖南冶金地质研究所化学分析室测定的；晶体化学结构按Д·И·谢尔姆琴柯提出的以14个氧原子为基础的方法计算。

矿物名称	资料来源 及 编 号	矿 物 化 学 参 数						
		MgO	FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	[Al]
		FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO + FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
磷绿泥石	陈光远资料	0—0.25	1.49—2.56	0.22—0.54	0.03—0.65	0.04—0.28	2.36—24.17	0.61—1.60
铁绿泥石	陈光远资料	0—0.12	1.33—2.09	0.37—0.75	0.05—0.23	0.13—0.74	1.00—9.88	1.29—1.81
磷绿泥石	排 前	0.04	2.23	0.38	0.36	0.05	16.78	1.51
铁绿泥石	清水南口—1	0.05	1.39	0.58	0.09	0.09(?)*	2.65	0.23(?)*
磷绿泥石	清水南口—2	0.04	1.91	0.44	0.15	0.06	6.14	1.52
铁绿泥石	漕泊K6—11—3	0.08	1.77	0.40	0.24	0.12	8.69	0.35(?)
磷绿泥石	漕泊K6—11—4	0.08	1.87	0.42	0.32	0.08	13.14	1.15
磷绿泥石	漕泊K6—11—15	0.05	1.79	0.44	0.17	0.03	6.87	0.96

\* (?) 数据与陈氏资料不同。

### 三、几点认识

**1. 矿物的颜色、条痕与色素离子 Fe<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>含量的关系** 随着Fe<sup>2+</sup>含量的增加, 矿物颜色由绿色-暗绿-绿黑色, 渐趋变深; 而随着Fe<sup>3+</sup>含量的增高, 反映在矿物的条痕色呈带褐色的绿色。这种变化是由于色素离子Fe<sup>2+</sup>能引起绿色, Fe<sup>3+</sup>则引起褐红色。Fe<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>同时作用时, 染色性更强, 可引起黑色。

**2. 矿物磁性与 Fe<sup>2+</sup> 含量的关系** 随着Fe<sup>2+</sup>含量的增加, 绿泥石矿物磁性渐趋增强。用Wcf-63型自动磁力分离仪选别时, 所需磁场强度值(H)渐趋减小。

**3. 绿泥石中含铁量(TFe)与比重(D)呈一定的正相关关系。**

**4. 折光率与晶体化学结构中 Fe<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>比值的** 折光率(N<sub>m</sub>)与Fe<sup>2+</sup>含量呈正消长关系, 而与Mg<sup>2+</sup>含量似呈反消长关系。折光率(N<sub>m</sub>)与Fe<sup>3+</sup>含量相关关系表现零乱。与统计了Д. П. 谢尔鸠琴柯搜集的132个绿泥石全分析资料中FeO、MgO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量与折光率(N<sub>g</sub>)关系图解表明的

相关关系是吻合的。结合绿泥石晶体结构分析, 说明绿泥石折光率主要与氢氧镁石层中的阳离子的种类和数量有关。总的趋势是随着Fe<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup>比值的增加, 折光率增大。

**5. 绿泥石中变价元素铁的不同电价比值, 是指示矿物形成时氧化还原环境的地球化学标志之一** 经初步研究, 湘东铁矿含铁岩系中的绿泥石, FeO与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量在不同矿区有明显的变化, 而与矿物形成时一定的地球化学环境有关。绿泥石中变价元素铁的不同电价比值, 说明矿物形成时的沉积环境中Fe<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>的离子浓度值不同, 这实质上反映了矿物形成时的氧化-还原环境。因此, 我们提出利用绿泥石中变价元素铁的还原系数( $K = \frac{Fe^{2+}}{Fe^{2+} + Fe^{3+}}$ )作为矿物形成时氧化-还原的地球化学标志之一, 从而推断含铁岩系岩石形成的环境, 为进一步解决矿床成因提供必要的参考资料。

据漕泊、天仙岭、清-潞水、排前等矿区6个绿泥石单矿物全分析、5个纯绿泥石岩全分析和4个绿泥石多项元素(FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO)分析资料, 所获取的K值

表明：不同的矿区有不同的K值，反映了不同的氧化-还原环境，且与一定的矿石类型有关（表3）。

#### 四、成因探讨

为了得到有关绿泥石生成的客观资料，解释矿床成因，必须从一般概念转向研究获取表征成岩-成矿过程中，矿物生成温度区间、压力、介质的酸碱度、氧化-还原电位等和矿物生成方式——自由结晶或重结晶同

义的物理化学参数。然而我们的工作程度是很不够的，尚不能获得这些数据。现仅能依据陈氏绿泥石矿物成因族的矿物化学参数，结合地质资料，铁的还原系数（K值）来分析推断一些问题。

按照陈氏绿泥石矿物成因族矿物化学参数的计算，投影于绿泥石成因矿物族三角图解和含铁量变化图解上，本区漕泊、清水、排前、天仙岭等矿区的绿泥石为鳞绿泥石和铁绿泥石，均位于沉积区，系沉积型绿泥石（图2、3、4）。

湘东铁矿某些矿区地球化学（氧化-还原）相与矿石类型

表3

矿区名称	样品编号及采样位置	绿泥石或纯绿泥石中的含量(%)		铁的还原系数 $K = \frac{Fe^{++}}{Fe^{++} + Fe^{+++}}$	K值划分 (参照苏联哲兹卡兹矿区)	矿物岩 石的形 成环境	矿 石 类 型
		FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
排前	排前含铁岩系绿泥岩	29.33	16.73	0.62	0.4~0.7	氧化-弱还原	赤铁矿
漕泊	K6-11-3 底板绿泥岩	26.76	8.69	0.77	0.7		
	K6-11-4 磁铁矿矿层	28.47	13.14	0.71			
	K6-11-11 磁铁矿矿层 层间绿泥岩	32.48	7.22	0.83			
	K6-11-15 顶板绿泥岩	33.07	6.87	0.84			
天仙岭	天-3 磁铁矿矿层	30.81	10.94	0.76			
	天-2 底板绿泥岩	26.31	9.40	0.76			
	天-4 顶板绢绿岩	22.10	8.26	0.75			
潞水	CK244-15 底板绿泥岩	20.08	4.96	0.82	0.85		
	CK244-13 顶板绿泥岩	27.19	6.24	0.83			
	CK305-1 顶板绿泥岩	30.26	7.26	0.82			
清	清-1 南口含铁岩系 鲕状绿泥岩	26.89	2.65	0.92	0.85		磁铁矿 -菱铁矿
	清-2 " "	35.64	6.14	0.87			
水	1/CK9-2 底板绿泥岩	21.38	2.16	0.92	1.00	还 原	赤铁矿 菱铁矿
	16/CK1-4 磁铁矿矿层 夹绿泥岩	23.86	3.12	0.90			

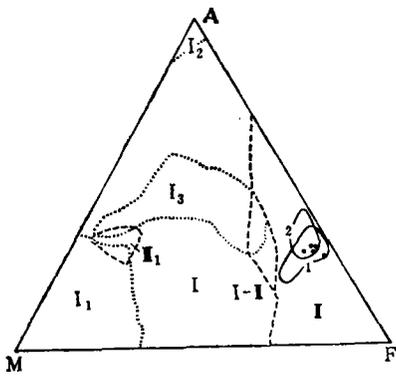


图2 绿泥石成因矿物族三角图解  
I-岩浆 (I<sub>1</sub>-基性超基性岩; I<sub>2</sub>-伟晶岩; I<sub>3</sub>-石英岩); II-沉积; III-变质 (III<sub>1</sub>-接触变质); 1-磷绿泥石; 2-铁绿泥石

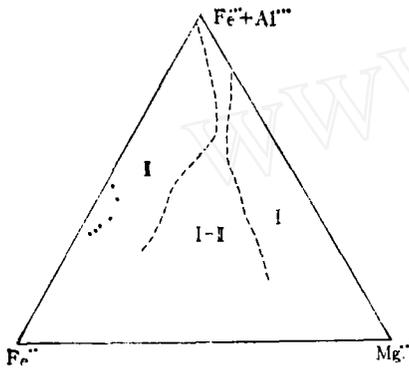


图3 绿泥石成因矿物族三角图解  
I-岩浆; II-沉积

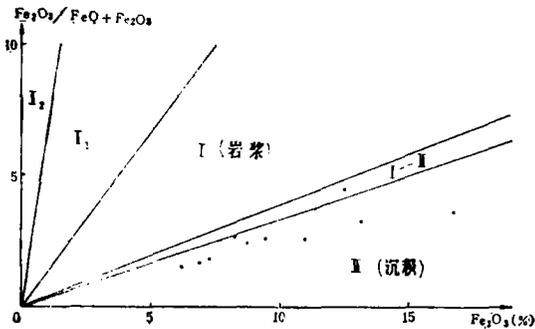


图4 绿泥石成因矿物族含铁量变化图  
I-岩浆 (I<sub>1</sub>-基性超基性岩; I<sub>2</sub>-伟晶岩); II-沉积

根据绿泥石矿物的结晶形态及其在岩石结构中似有定向排列, 结合地质资料分析,

推测其为成岩-后生阶段形成, 而后期受区域浅变质作用一定的影响。考虑区域浅变质作用是固态下转变的, 组分迁移不大, 基本上仍反映沉积原貌。据漕泊含铁岩系绿泥石含铁量变化图解(图5), 天仙岭主矿层剖面(图6), 可见绿泥石中含铁量均甚高, 其中尤以磁铁矿矿层中绿泥石含铁量为最高, 也说明了绿泥石组份迁移不大, 排除了磁铁矿的形成由绿泥石变质生成的可能性。

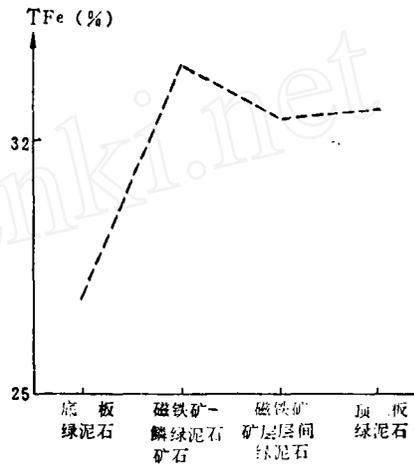


图5 漕泊K6-11含铁岩系中绿泥石含铁量变化图解

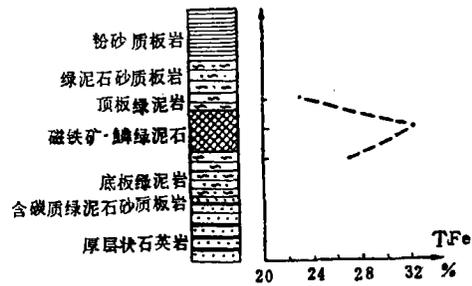


图6 天仙岭含铁岩系主矿层剖面绿泥石含铁量变化图解

本区绿泥石据现有资料分析, 具高铁(Fe<sup>3+</sup>)至低铁(Fe<sup>2+</sup>)磷绿泥石渐变系列, 生成于氧化-弱还原至还原环境。铁绿泥石生成于还原环境。本区磷绿泥石按照Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量, 结合矿物生成的地球化学环境, 我们认为可划分为高铁-磷绿泥石(一

## 通过砂金矿寻找原生金矿的几点经验

黑龙江冶金地质704队 赵春祥

我队1966年在某地发现砂金矿后，第二年又在河谷附近的片岩破碎带中找到了低温热液型原生金矿。经过几年勘探，现已肯定这是一个有相当规模的矿床。在这期间，我们也获得了一些找矿经验。

### 原生金矿是怎样找到的？

我们在该地区发现砂金矿后不久，就在河谷上游的云母长石片岩和云母石英片岩中用槽探揭露出三条石英脉。当时曾把它们作为矿体，加密了勘探工程，也采了样，但分析结果未发现矿化。于是又转向片岩的蚀变带去找矿；在碳酸盐-褐铁矿化带和硅化-褐铁矿化带中分别采了样，化验结果也不理

想。在这种情况下，有少数同志对能否找到原生金矿一度有了怀疑，担心投入更多的勘探工作会得不到预期效果。但是，如果没有原生矿，砂金又从何而来呢？毛主席教导我们说：“调查就象‘十月怀胎’，解决问题就象‘一朝分娩’。调查就是解决问题。”为了弄清砂金的物质来源，我们由山上又回到沟里，重新研究砂金矿。通过反复调查，掌握了它的以下几个特征：

(1) 砂金矿床河谷下游开阔(200至300米)，上游狭窄，两岸东陡西缓，砂金矿靠缓坡富集。

(2) 沟谷长约1500米，冲积层厚3至5米。在中、下游的整个沟谷中曾由冲积层采出多量砂金。

一般 $Fe_2O_3 > 14\%$ ) 和高铁-鳞绿泥石(一般 $Fe_2O_3 < 14\%$ ) 两个亚种。前者生成于氧化-弱还原环境，后者生成于弱还原至还原环境。有的绿泥石具鲕粒结构，鲕石粒度较均匀，说明形成时的环境是相对比较稳定的。

从绿泥石矿物生成的氧化-还原环境，推断含铁岩系岩石或矿石形成的环境，从而进一步解决矿床成因是可能的。据现有资料：不同矿区铁的还原系数(K值)亦不同，且与不同矿石类型有关，这给磁铁矿的成因

提供了必要的参考资料。磁铁矿的成因受沉积-物理化学条件的控制，属沉积成因的观点是不能忽视的。当然，本区受一定的区域浅变质作用的影响也是存在的，加之有火成岩活动，如石道寺矿区附近，也可能有一部分变质成因磁铁矿存在，但就矿床成因而言，本区仍应属沉积为主的铁矿床。

总之，我们认为，通过绿泥石的研究，进一步探索矿床成因，以利于阐明泥盆纪宁乡式铁矿的成因，贯彻“红中找黑、贫中找富”的找矿方向，是具有一定意义的。