

# 某超基性岩体岩石化学与矿化的关系

林海山执笔

本文就所积累的岩石及矿石全分析及岩矿鉴定资料,对某地超基性岩体中铬铁矿矿化问题作进一步探讨。

## 一、岩体地质情况简介

某超基性岩体位于黄陵台凸基底之西南部,受前震旦纪黄陵褶皱区的北西西—南东东向断裂构造控制,走向北 $67^{\circ}$ 西,呈条带状分布,面积约14平方公里。岩体出露的相对高差一般为500—800米,岩体在高低不同部位出露情况而言,在900米的垂高范围内,厚度变化仅在100米左右。岩体形状系由超基性岩及贯入其中的基性岩所组成的一个复合岩墙状岩体。其倾角为 $70^{\circ}$ — $80^{\circ}$ 。倾向时南时北总的为向北倾。岩体围岩为崆岭结晶片岩,沿走向与不同岩相的崆岭结晶片岩相接触,说明了岩体是沿崆岭结晶片岩在褶皱过程中所形成的断裂构造侵入,而非沿片理整合侵入。在岩体北侧,尚见有分枝的小卫星岩体穿插围岩,形状不规则,规模不大,推测在深部可能与主岩体相连。岩体与围岩界线十分清楚,仅局部地区,岩体边部具强烈蛇纹石化、透闪石化、阳起石化、滑石绿泥石化、绿帘石化及片理化现象。岩体东端,为晚期的闪长岩及黄陵花岗岩所扰乱,呈侵入接触。岩体两端,倾没于震旦系南沱冰积层之下,呈沉积接触。

超基性岩体中的铬铁矿,存在于岩体北部上盘的蛇纹石化纯橄岩中,在东西水平方向及不同高度均有出现。一般规模较小,形状以脉状小扁豆体为主,尚有部份呈团块状,小条状及不规则状。

## 二、岩石的矿物和化学成分特征

某超基性岩体,按岩石成份可划分为两个系列,即镁铁系列的超基性岩和钙镁铁系列的基性岩。基性岩贯入超基性岩中构成一复合岩墙。超基性岩又可分为纯橄岩、辉石橄岩、橄岩、橄辉石岩和辉石岩等岩相,各岩相间均无明显界线,空间分布也无一定规律。

根据所收集的2000块薄片鉴定成果及部份鉴定资料,将各类岩石矿物成分含量及组织结构特征列入表1。

超基性岩矿物成分含量及组织结构表 表1

岩石名称	纯橄岩	辉石橄岩	橄岩
岩石结构	网环状结构为主,网环状纤维状混合结构次之	网环状纤维状混合结构为主,个别为片状及变斑晶结构	网环状纤维状混合结构,变斑晶结构及嵌晶结构
矿物成分	含量(平均)	含量(平均)	含量(平均)
橄岩	27.40	9.40	1.22
辉石	—	6.60	11.75
纤维蛇纹石	31.70	32.50	26.00
叶蛇纹石	2.20	2.40	0.83
片蛇纹石	23.40	23.40	9.40
透闪石	2.57	6.20	45.60
绿泥石	0.80	1.70	0.55
滑石	7.20	7.20	1.70
碳酸盐	2.00	1.70	0.55
磁铁矿	2.63	3.10	2.40

不同岩石中矿物特征,分述如下:

1. 橄岩:无色,自形半自形等粒结构,粒径0.1—0.3厘米,颗粒表面时有铁质尘点,在岩石中多已蛇纹石化,原矿物晶体及残晶保留不多。光学特点为二轴晶,正负光性均有,  $2V=65^{\circ}$ — $80^{\circ}$ 。属贵橄岩。

2. 辉石:以斜方辉石为主,单斜辉石少见,蛇纹石化均甚强烈。斜方辉石,无色,半自形粒状结构,二轴晶,正光性,  $2V=45^{\circ}$ — $75^{\circ}$ ;单斜辉石,无色,半自形粒状结构,解理发育,最大消光角在 $40^{\circ}$ 以上。

3. 纤维蛇纹石:无色,纤维状,纤维长0.2厘米左右,平行消光,为二轴晶正光性,  $2V$ 变化很大。常呈交叉网纹状或混杂集合体分布于片蛇纹石的周围。

4. 片蛇纹石:无色,不规则片状,片径0.04—0.1厘米。低突起,无双折射率,似均质性。多构成网环结构的核,有时其颗粒中间尚有橄岩残体。

5. 叶蛇纹石:叶片状,常包围片蛇纹石,但其突起略高于片蛇纹石。二轴晶,负光性,  $2V$ 变化大。

6. 透闪石:针状及柱状,有时板状。半自形至自形晶,呈板状者常具辉石假象。

7. 滑石:鳞片状及板状。二轴晶,负光性,

2V 很小。分布不均匀。

8. 綠泥石：  
叶片状及纖維状集合体，多分布于不透明矿物的周围。

9. 硫酸盐矿物：他形晶，粒状，干涉色珍珠灰色。一軸晶，負光性。常呈細脉貫穿蛇紋石中。

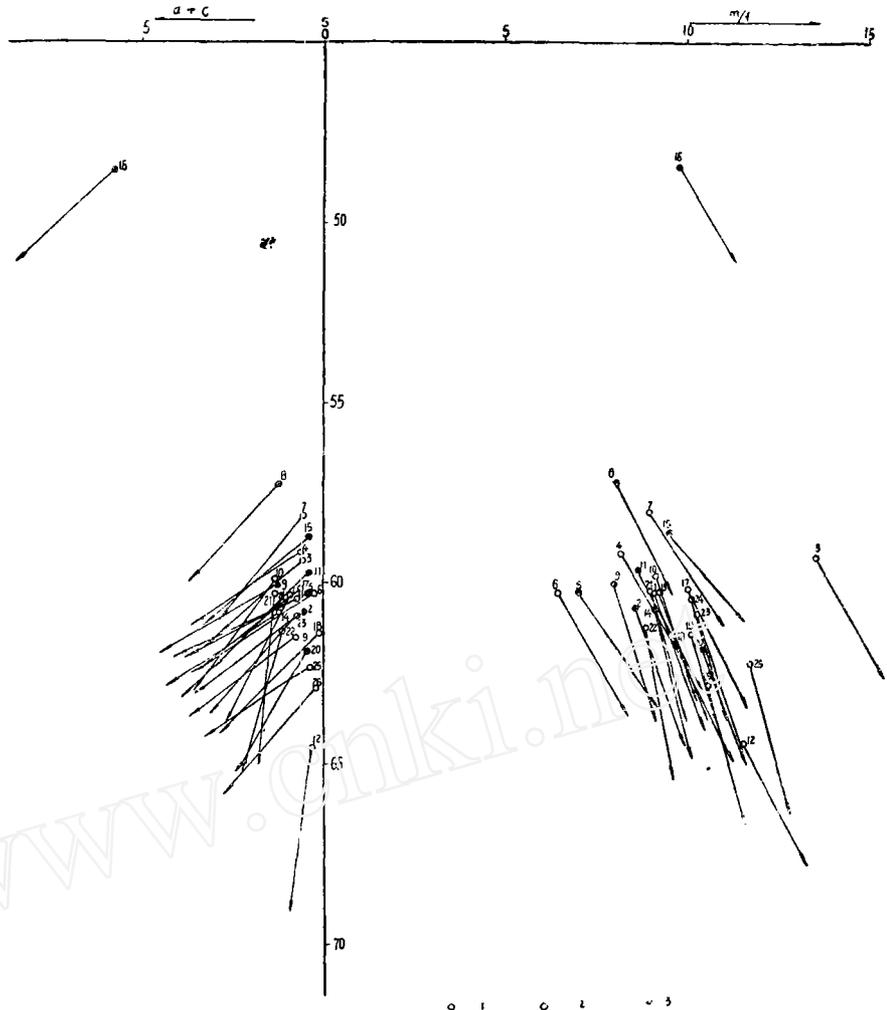
10. 磁铁矿：  
黑色，不透明，粒状或尘点状。分布于蛇紋石边缘构成网环结构的网紋，或在輝石假象的解理縫中。

根据对某超基性岩 200 个岩石全分析的资料，选择其中地表的东、中、西部三个剖面及部分钻孔的 26 个分析成果，按吳利仁同志提出的方法算出数字特征（表 2），并将它們表示在图 1 內。

根据上述大量实际资料，結合岩体所处的地质环境，我們对某超基性岩石特征的認識是：

1. 岩体蚀变极为强烈和复杂

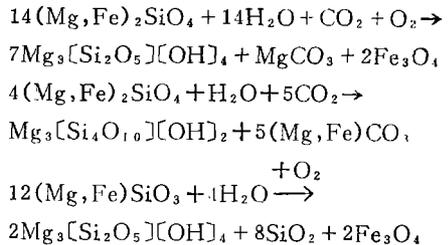
根据表 1 統計，各种类型岩石中所保留下来的原生矿物残晶平均只有 13—28%，又根据图 1 图解左侧向量很緩，都可以說明岩体蚀变极为强烈。蚀变的类型主要是蛇紋石化，其次是透閃石化、滑石化、碳酸盐化等。蚀变程度在空間分布上极为均匀，深部与地表相差不大，但总的趋势是东强西弱，透閃石化則在超基性岩与基性岩接触处局部加强。蚀变作用可大致划分为两个主要阶段：第一阶段是橄欖岩漿結晶的后期，残余挥发分对已固化的岩石产生自变质作用。这时挥发分主要是水蒸气、碳酸气等，它們与橄欖石及輝石相作用使其分解为蛇紋石、滑石、菱鎂矿和磁鉄



1. 蛇紋石化純橄欖岩；2. 蛇紋石化橄欖岩；3. 蛇紋石化輝石橄欖岩。

图 1 某超基性岩的化学成分图解

矿等：

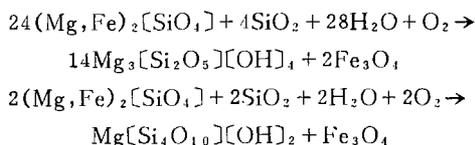


由于岩漿中残余挥发组分供应不够充分，本阶段的蚀变現象不甚强烈。

第二阶段是当晚期閃长岩及花崗岩侵入后，其残余气水热液对超基性岩所迭加的他变质作用。这时气水热液主要是含硅酸成份，除使橄欖石分解为蛇紋石外，并由于大量硅酸的加入，致使岩体中純橄欖岩与

顺序号	采样地点及剖面号	原来的 岩石名称	岩石化学成分(重量百分数)										
			SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
1	赵L—137—3	蛇纹石化 纯橄岩	39.70	0.07	0.95	2.70	4.82	37.20	0.55	0	0.25	0.35	18.07
2	赵L—137—12	蛇纹石化 纯橄岩	40.60	0.035	0.95	3.93	2.93	36.80	0.41	0.04	0.06	0.30	10.94
3	赵L—137—25	蛇纹石化 辉橄岩	39.86	0.035	1.30	6.17	2.86	35.72	0.41	0	0.01	0.40	10.60
4	赵L—137—45	蛇纹石化 纯橄岩	40.40	0.043	1.45	6.57	3.72	35.13	0.13	0.06	0	0.37	7.90
5	天L—201—C11	蛇纹石化 纯橄岩	40.66	0.087	1.30	3.42	4.05	36.17	0.55	0.04	0.10	0.38	12.82
6	天L—201—C25	蛇纹石化 纯橄岩	40.16	0.06	1.70	3.35	4.11	36.76	1.64	0.04	0.16	0.27	11.27
7	天L—201—C35	蛇纹石化 辉橄岩	41.48	0.04	0.60	3.90	3.45	37.35	0.82	0.04	0.08	0.22	11.66
8	天L—201—C38	蛇纹石化 纯橄岩	41.30	0.04	1.20	0.84	6.06	38.34	0.14	0.04	0.06	0.24	12.42
9	古L—17—9	蛇纹石化 纯橄岩	41.85	0.28	5.72	3.86	2.69	33.46	0.08	0.06	0.14	0.26	7.87
10	古L—17—103	蛇纹石化 纯橄岩	40.49	0.07	2.70	3.90	2.92	36.71	0.55	0.028	0.04	0.20	11.76
11	赵 5—8 孔	蛇纹石化 纯橄岩	38.34	0.035	1.20	4.19	2.85	37.75	1.37	0	0	0.26	12.86
12	古 4—5 孔	蛇纹石化 纯橄岩	38.06	0.07	2.00	0.53	6.72	36.17	1.91	0.08	0.04	0.20	13.58
13	古 5—11孔	蛇纹石化 纯橄岩	39.70	0.025	1.50	3.03	3.74	38.14	0.41	0.04	0.15	0.27	12.62
14	古 7—5 孔	蛇纹石化 纯橄岩	38.48	0.025	0.60	3.30	3.67	40.01	0.13	0	0.02	0.23	12.58

辉石橄辉岩的化学成分相近, 可见上表 2。其反应式可表示如下:



他变质作用因系晚期闪长岩及花岗岩侵入而引起的, 所以变质作用强烈, 且表现为岩体东段较强, 西段较弱。由上述事实, 可知自变质作用与超基性岩中所赋存的铬铁矿应有一定成因关系, 但由于后期强烈的他变质作用迭加的结果, 使两者在实际工作中很难区分, 因此, 利用围岩蚀变作为找寻铬铁矿床的标志, 已经失去意义。

2. 岩石中没有发现锐尖晶石付矿物。

3. 各种类型的超基性岩无论其赋存位置如何, 其化学成分均相近似, 它们表现在上图 1 中各投影点位置变化范围较小, Sb 轴右侧向量长度相近, 倾向斜基本一致。

4. 镁铁比值高, 各种类型岩石无论其形成部位如何, m/f 值均变化在 6.5—13.57 之间, 平均为 9.7。表现在图 1 右侧投影点距 Sb 轴较远。通过地表及地下 27 个岩石样品统计, 均属于镁质超基性岩。

5. 岩石中矿物成份以橄辉石及斜方辉石占优势, 表现在图解中 Sb 轴右侧向量较长, 与镜下鉴定结果完全一致。

6. 岩石中碱性及钙碱性成分很低, 图解中左侧投影点均靠近 Sb 轴。

7. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 绝对含量虽低 (平均只有 1.46%), 但 K、Na、Ca 成分更低, 因此铝在造成 K、Na、Ca 的铝硅酸盐后仍有残余, 而形成铝过饱和的岩石类型。

### 三、原始岩浆类型及其分异作用

据前人许多资料证明, 超基性岩建造是侵入在前震旦纪褶皱带地槽拗陷的边缘, 并与深大断裂密切共生。本建造的岩石化学成分特点, 从上述讨论中不难看出: 首先表现在侵入建造岩石化学成分较玄武岩浆更为基性。为了说明这一特点, 我们进行了两个系列

化学成分及其数字特征表

表 2

数 字 特 征										按化学成分计算后 的岩石名称	岩 石 类 型
a	c	b	S	Q	m/f	h	x	y	z		
0.50	0.40	60.40	38.70	-24	9.20	33.60	0.70	26.00	73.30	蛇纹石化 辉 橄 岩	正常系列
0.20	0.40	59.42	39.98	-20.84	13.57	54.55	0	36.58	63.42	蛇纹石化 橄 榄 岩	铝过饱和
0	0.41	60.30	39.30	-21.82	7.50	66.10	0	39.50	60.50	蛇纹石化 橄 榄 岩	铝过饱和
0.10	0.20	60.30	39.40	-21.60	6.50	61.60	0	37.00	63.00	蛇纹石化 橄 榄 岩	铝过饱和
0.30	0.30	59.10	40.30	-20.30	9.00	42.40	0	39.10	60.90	蛇纹石化 橄 榄 岩	铝过饱和
0.30	0.80	59.90	39.00	-23.40	9.21	42.42	7.06	20.24	72.70	蛇纹石化 辉 橄 岩	正常系列
0.11	0.30	59.70	39.89	-20.74	9.65	50.00	3.29	34.25	62.46	蛇纹石化 橄 榄 岩	正常系列
0.10	0.20	64.50	35.20	-30.00	10.10	11.60	0	34.60	65.40	蛇纹石化 橄 榄 岩	铝过饱和
0.29	0.12	58.73	40.86	-18.98	9.60	55.80	0	43.50	56.50	蛇纹石化 橄 榄 岩	铝过饱和
0	0.58	60.27	39.20	-22.23	10.10	55.60	0	34.50	65.50	蛇纹石化 橄 榄 岩	铝过饱和
0	0.80	61.50	37.70	-25.40	10.20	56.50	1.99	22.30	75.80	蛇纹石化 辉 橄 岩	正常系列
0.20	1.20	60.30	38.30	-25.00	9.10	6.60	4.79	13.30	77.00	蛇纹石化 辉 橄 岩	正常系列
0.30	0.40	60.90	38.40	-24.20	10.40	46.10	0	26.50	73.50	蛇纹石化 辉 橄 岩	铝过饱和
0	0.20	62.90	36.90	-26.40	10.60	45.30	0	21.50	78.50	蛇纹石化 辉 橄 岩	铝过饱和

— 镁铁系列和钙镁铁系列的岩石化学成份混合计算 (以出露面积加权平均), 其混合平均成分与超基性

岩浆相近似, 如下表 3。

根据混合平均成分按吴利仁方法所计算的数值特

两系列岩石混合成分表

表 3

化 学 成 分	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	备 注
钙镁铁系列	43.99	0.70	13.01	2.99	4.98	16.75	7.85	0.16	0.21	0.90	18个样品平均
镁铁系列	40.15	0.07	2.02	3.77	3.79	34.86	1.81	0.29	0.04	0.11	120个样品平均
混合加权平均	40.60	0.09	3.31	3.68	3.93	32.73	2.40	0.28	0.07	0.20	

征如下表 4。故应属于“橄欖岩漿类型”。

混合成份所计算出的数值特征 表 4

a	c	b	S	Q	h	m/f	x	y	z
0.4	1.8	56.6	41.2	-20.20	45.50	8.00	3.70	31.70	64.60

其次表现在超基性岩本身的岩石化学特征上, 从

图 1 中可看出图左投影点密集, 向量长短及倾斜角度十分接近, 这明显地说明原始岩浆分异十分微弱, 岩石的蛇纹石化程度均匀。另外, 岩石中 TiO<sub>2</sub> 的含量过低, 铁族元素含量较高, K、Na 和 Ca 含量甚微, Mg 的含量普遍较高, m/f 值均在 6.5 以上(见表 2)。所有这些特征均与苏联阿尔泰—萨彦超基性岩特征相似, 因此该超基性岩体的原始岩浆成份, 应属于前震旦纪褶皱带的深部橄欖岩漿类型的侵入体, 当无庸置疑。

众所周知,超基性岩浆分异良好与否对铬铁矿能否集中有极大影响,从上述许多实际材料都说明,超基性岩体的分异作用是十分微弱的。从垂直方向上看,在相对高差700—800米的范围内,上下岩相非常近似,地表与钻探所获得的岩石成分全分析结果相差不大(表2),岩体东西两端岩性也无多大差别,图2中各种岩石的投影点十分集中,这些都可作为岩体分异不好的证明。

岩浆分异强弱是受其所处地质环境和物理化学条件的制约的。岩体产状近于直立,岩浆凝固的部位即位于岩浆贯入通道内,由于岩浆渊上压力很强,流动性大,加上岩浆粘度的影响,使岩石在凝固过程中重力分异作用大为减弱。另外岩浆形成时期恰处在地槽褶皱的初期,自始至终均在振荡不安的地质构造环境下,也是分异不良的客观因素之一。

虽然岩浆分异能力很低,但由于原始岩浆各部位程度不同,侵入时两侧与围岩接触面大,散热速度快,按鲍文反应原理,侧向结晶分异作用仍然可以发生,

这应该是纯橄岩分布于岩体南北两侧的主要原因。

#### 四、铬铁矿化规律及成因类型

岩体内铬铁矿化现象分布零星,尚未发现较大规模地集中成为富矿。野外及室内鉴定资料,在围岩内均未发现有铬尖晶石类矿物的存在。但根据200个岩石化学全分析成果,又知其中 $Cr_2O_3$ 含量平均达到0.25%,此种明显的分散现象,当与铬元素的地球化学性质有密切关系。

在岩浆较早期处于高温和深成环境的缺氧条件下,铬元素以 $Cr^{++}$ 形式出现,其离子半径(0.83 Å)与 $Mg^{++}$ 的离子半径(0.784 Å)相似,两者配位数又均为6,因而铬在早期结晶的富镁橄岩中可代替镁以类质同象物混入于结晶格架中,不能形成铬尖晶石类矿物,另一部分则形成铬阴离子( $CrO_4$ )<sup>-</sup>或 $Cr^{3+}$ 存留于残浆中,在量为不多的矿化剂影响下,降低了结晶温度,逐渐浓集迁移,而后在条件适宜的环境下沉淀成为小矿体。通过化学分析,又可知矿体附近围岩中的Cr含量与一般围岩的Cr含量相比,无任何增减

某超基性岩体铬铁矿化学成分表

表 5

顺序号	矿点号	样品名称	分析结果(重量百分数)								每一金属元素在基础晶胞中的原子数					矿石类型
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	H <sub>2</sub> O	合计	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	
1	赵1	中等浸染状	32.40	1.63	16.89	5.67	6.70	33.61	8.58	114.48						
2	赵1	中等浸染状	27.94	3.70	11.89	5.10	11.64	29.56	7.03	96.86						
3	赵3	稠密浸染状	18.26	9.17	21.69	3.89	13.32	25.42	5.90	97.65						
4	天1	稠密浸染状	9.40	10.38	36.82	3.79	4.16	37.88	7.12	109.55						
5	古4	致密块状	7.68	15.16	31.16	3.17	15.59	16.44			6.1	8.5	1.4	4.0	4.0	富铁铝铬铁矿
6	古5	中等浸染状	12.08	18.79	29.83	4.63	13.31	19.72			7.4	7.9	0.7	4.3	3.7	含铁铝铬铁矿
7	古6	中等浸染状	17.66	11.82	22.55	5.00	11.12	23.68			6.2	7.9	1.9	4.0	4.0	富铁铝铬铁矿
8	古7	中等浸染状	15.08	9.54	24.51	9.81	13.40	19.91			4.9	8.3	2.8	4.8	3.2	含铁富铁铝铬铁矿
9	古8	稠密浸染状	10.23	15.89	31.22	2.31	15.68	18.01			6.5	8.4	1.1	4.0	4.0	富铁铝铬铁矿
10	古8	稠密浸染状	7.74	15.16	34.60	0.70	20.02	16.53			5.7	8.7	1.6	3.9	4.1	富铁铝铬铁矿
11	古9	中等浸染状	14.29	10.89	28.31	3.51	14.04	20.68			5.2	9.0	1.8	4.0	4.0	富铁铝铬铁矿
12	古9	中等浸染状	16.32	8.40	27.06	6.41	13.40	20.76			4.4	9.6	2.0	5.1	2.9	含铁富铁铝铬铁矿
13	古10	中等浸染状	17.39	10.46	23.75	4.97	11.73	22.85			5.6	8.6	1.8	4.4	3.6	含铁富铁铝铬铁矿
14	古12	稀疏浸染状	20.32	10.59	16.28	7.77	11.07	25.78			6.2	6.4	3.4	4.1	3.9	含铁富铁铝铬铁矿
15	古15	中等浸染状	15.48	11.83	25.60	6.85	12.13	21.73			5.7	8.3	2.0	4.3	3.7	含铁富铁铝铬铁矿
16	古15	稀疏浸染状	19.50	6.53	17.39	?	15.15	20.71								
17	古16	中等浸染状	19.86	11.44	17.46	8.21	12.30	27.92			5.7	5.9	4.4	2.9	5.1	富铁铝铬铁矿

的現象，这一事实也說明了早期参加富鎂橄欖石晶格的  $Cr^{++}$  仍保持其分散状态，并未受后期残浆中矿化剂的影响或氧化条件的增加变成  $Cr^{3+}$  析出再行富集。

从岩石成分及矿石成分間的依附关系来看，本岩体铬鉄矿化情况，与国内其他矿区相較，亦无例外，所有已知矿点，均賦存于北部純橄欖岩中，而中部輝橄岩內則迄未发现。但本岩体亦有其特殊性，如前所述，岩体的岩石化学成分，为鋁过饱和的类型。鋁的地球化学性质，又属一种惰性組分。成岩过程中，在貧鈣的情况下， $Al^{3+}$  不能形成大量的鋁硅酸盐，多余的部分即进入残浆內，当残浆冷凝成矿时势必参与鉻尖晶石的晶格中，并与  $Cr^{3+}$  互为消长。有关矿石化学性质的研究，經采用史蒂文斯方法（表 5）計算，并将它投影于巴甫洛夫的三角图表后（图 2），也明显地看出应属于鋁鉻鉄矿或富鉄鋁鉻鉄矿的类型。由此可知岩石化学成分与矿石化学成分之間存在着密切的依附关系，前者对后者的质量上，起着控制性的作用。

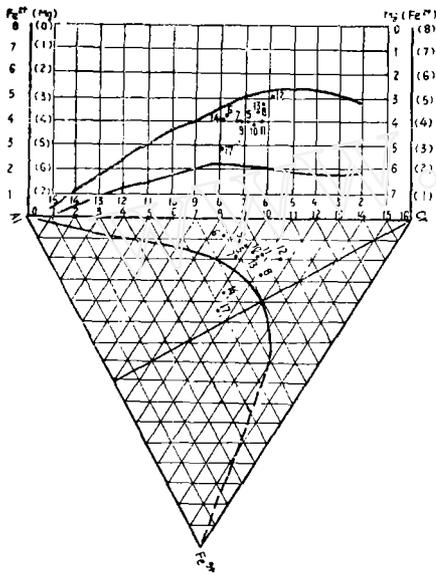


图 2 某超基性岩的鉻尖晶石类矿物成分的图解

岩体的矿化富集規律，也受着构造的制約。本岩体因系沿北西西—南东东的深断裂侵入，在南北向的压应力影响下，所产生的原生流状构造与区域性的构造方向基本符合，除在岩体的膨縮部分或东部轉弯部分受形状的影响而在边缘局部变更外，一般走向均呈北 75° 西，倾角亦陡，时南时北，晚期結晶分异式矿体，呈小条状的排列，显然是受此种构造控制。此外岩体在冷凝过程中，因体积收縮和外力作用的影响，产生了三組节組：北西西与南东东向的纵节理組 (S)；北北东、南西西向的横节理組 (Q)；北东向的斜节理組

(D)，系分別由压力、张力、及剪切力所形成，其中剪切节理組則为晚期的压滤式和个别地区出現的熔离式小矿体的貯矿构造。

岩体中矿体富集的空间位置，既在北部純橄欖岩的南緣，又在高低不同部位出現，其原因当与岩体总产状北傾有关，說明矿液仍受一定重力作用沉积于上盘的底部，但在围岩冷凝較快的过程中，含矿残浆仅能作短距离的迁移或就地冷凝成为分散而不集中的小矿体。

关于岩体中矿床成因类型的研究，首先仍从岩石化学成分着手。根据岩石全分析資料，将其中的  $MgO$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $SiO_2$  三者成分含量作为 100%，投影在开斯  $MgO-Cr_2O_3-SiO_2$  系統的相态图解上，結果所有点均落在鎂橄欖石結晶区（图 3）。可見岩浆中矿物晶出順序是：开始时鎂橄欖石大量晶出，其后鉻尖晶石在残浆中逐漸富集，直至与鎂橄欖石达到近似共結比时两者同时晶出。按此图解可以大体上說明残浆形成及鉻尖晶石富集过程。当然由于岩浆岩中其它組分，特别是揮发組分的影响，可以降低共結溫度，延长了岩体的固結時間，从而使鉻尖晶石在残浆中的含量远远超过图解中的共結比，这一共結成分大体介于  $(Fe^{2+}, Mg)(Fe^{3+}, Al, Cr)O_4 : (Mg, Fe)_2SiO_4 = 3 : 2$ 。

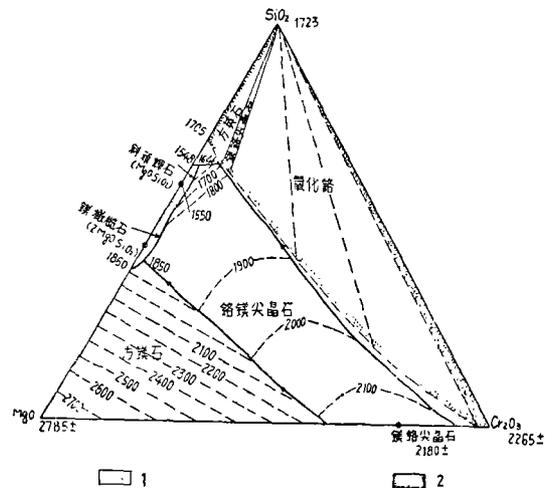


图 3 开斯  $MgO-Cr_2O_3-SiO_2$  系相的图解  
1. 按某超基性岩成分的投影点；2. 液相区。

岩体中鉻鉄矿为条带状，似脉状扁豆状矿体和囊状矿体，属晚期岩浆矿床。当残浆附近无裂隙构造存在，只能沿流动界面的虛弱地带集中形成条带状矿体，如母岩已固結，发生裂隙，則残浆势必經压滤作用压入

(下轉25頁)

定距横尺定距角两测回限差表

顺序号	角 度	距 离	秒 差	允 许 之 差
1	0° 20'	171.855	0.143	1.1
2	0° 30'	114.589	0.064	1.6
3	0° 40'	85.940	0.036	2.0
4	0° 50'	68.750	0.023	2.5
5	1° 00'	57.290	0.016	3.0
6	1° 10'	49.104	0.012	3.3
7	1° 20'	42.964	0.009	3.6
8	1° 30'	38.188	0.007	3.9
9	1° 40'	34.868	0.006	4.0
10	1° 50'	31.242	0.005	4.4
11	2° 00'	28.636	0.004	4.4
12	2° 10'	26.432	0.004	4.4

注：两次测量之差小于上述规定时其相对误差可达  
 $\frac{1}{1000} - \frac{1}{1500}$ 以上

$$S = \frac{L}{\lg \alpha_1 - \lg \alpha_2}$$

定距尺利用废旧水准尺按上两个脚架，配上圆水准汽泡改制而成。测  $\alpha_1, \alpha_2$  时照准尺上 0.7 米及 2.7 米处（当然也可根据需要临时变动观测位置）。

垂直角用盘左盘右两位置测定三个测回，其限差不得超过 3"。

经过 30 多条导线分析，我们认为：

(1) 定距竖尺比横尺有实用价值。因它制做简单，易于推广。测线道比横尺法窄，选点速度快，观测方法也较横尺法简单。高程计算因为垂直角的正切函数值已在边长计算时查出来了，故较简单。大量的竖尺导线证明，它的精度完全可达到规范要求。

(2) 利用竖尺测定导线距离时，最好读一下视距，以供计算发现错误时参考。室内计算在边长计算完毕后先算高程，后算座标，高程是否闭合可决定边

(上接 13 页)

于半封闭或封闭型的剪切裂隙中，形成似脉状或扁豆状矿体，当残浆中挥发分局部集中，降低了它的固结程度，使矿液局部富集而发生熔离现象形成瘤状矿石。

### 五、结 语

本文主要是从岩石化学成分的特点来分析成岩过程及矿化的关系。认为原始岩浆应属于橄榄岩浆类型，按照吴利仁同志的镁铁比值分类，因  $m/f$  值均大于

长计算是否正确。否则易走弯路。

(3) 利用铁筋做成带有三角架的活动小测钎（一米高）作为水平角观测照准目标，一个人立钎快，精确。

(4) 从 23 条单视导线精度分析，可以将变视导线改为单视导线，既能达到精度要求，又可提高效率。

这种导线的缺点，就是要用精密仪器测定，因此进一步研究精密视距尺，将用精密仪器测定视距改为用普通仪器测视距导线，将有其更大的意义。

### (三) 林区 1:2000 地形测图方法

为适应林区作业特点，我们使用了经纬仪测图方法。

经纬仪在已知点摆站，以一个已知点为零方向，照准标尺后读取水平角、视距，用刻度到 15' 半径为 15 厘米的半圆分度器按平距展绘地形点位。由于在大树林内钻树空，所以跑尺方法都是由测站出发，成放射状，每 20° 放出一条射线，这样点位均匀，不致漏点。一般最远视距可达 100 米。

通过测定的三平方公里地形图，我们认为在林区用这种方法比大平板仪测图优越。

(1) 因钻树空测图，所以摆站多，每天 6—7 站。以摆站速度比大平板仪每站快 10 分钟计，一天能节省一个小时，增加了纯测图时间。

(2) 由于对点精确，照准误差小，标定方向准，避免了因导线边短，平板仪标定测板误差较大的缺点。

(3) 仪器、工具较少，携带轻便。

(4) 补点、支站较快。

(5) 图面比较清洁。

上面就是我们在林区测量中的一部份做法，有很多地方很不成熟，希望各兄弟单位提出批评指正。

6.5，故应为镁质超基性岩，对形成铬铁矿的岩性专属性来看是有利的因素，但因研究地区受构造控制和侵入时动盪不安的环境所影响，以致尚未能找到富集的大矿床。此外，岩石化学成分及矿石化学成分间存在着密切依附关系，前者控制着后者的质量，因而在岩石中铝过饱和的情况下，就必然产生铝铬铁矿和富铁铝铬铁矿的矿石类型。矿床成因以压滤式为主，个别地区为分异式和熔离式，均属晚期岩浆矿床。