

关于超基性岩蛇紋石化的几个問題

白 文 吉

超基性岩中产有重要的金属矿床及非金属矿床，它又普遍存在蛇紋石化現象。要辨認蛇紋石化超基性岩的原岩，并寻找与其有关的矿产，常常会遇到蛇紋石化的問題。因此，对蛇紋石化的研究具有实际意义。

对蛇紋石化研究的历史已經很久了，然而現在仍有許多爭論。尤其是对蛇紋石化的热液成分和性质、蛇紋岩的原岩的辨認方法等方面还存在不少問題。

本文只就有关的几个蛇紋石化問題进行討論，供从事超基性岩工作的同志参考。在此文撰写中受到了王恒升、陈正、李璞先生的具体帮助，特表感謝。

一、蛇紋石化和蛇紋岩化二名詞的应用

蛇紋石化一詞应用广泛，“苏联地质詞典”（1955）解释为超基性岩中的橄欖石、斜方輝石或单斜輝石等矿物变成蛇紋石的作

用。这种解释較为明确。

此，在配合其他地质方法的同时，利用显微构造分析有着重要作用。它能够为闡明脉状矿床形成条件提供准确的材料。

正确認識成矿裂隙的成因，对矿床评价及探索矿脉富集地段等方面有重要的实际意义；而对成矿后錯动的准确研究，可以帮助

用。这种解释較为明确。

另一名詞为蛇紋岩化，在中外文獻中不甚常見。但偶有俄文文獻曾有“Озмеевиквание”一詞，但未加注解。“Озмеевиквание”和“Серпентинизация”应有不同，后者为“蛇紋石化”无疑，而前者应視为“蛇紋岩化”。

我們認為两者的区别应在于，蛇紋石化是单纯強調橄欖石等矿物蝕变成蛇紋石的变化，而蛇紋岩化則泛指由超基性岩变成蛇紋岩的变化。

当超基性岩遭受部分蛇紋石化，而保留較多的殘晶时，最好不用“蛇紋岩化”这一名詞。

二、蛇紋石化的成因类型

許多学者就水的三种不同来源的假說，将蛇紋石化分成不同的相——成因类型。

1. 自变质蛇紋石化类型(Автостамор-

找寻矿体的錯落部分，这給勘探及开采工作提供有益的材料。由此可見，在研究脉状矿床时，利用显微构造分析是十分必要的。

本文承蒙涂光熾教授审閱并指正，特此致謝。

Фическая серпентинизация)

自变质蛇紋石化作用所需要的水(揮发組分)是超基性岩岩浆中所固有的。它在岩浆結晶晚期与超基性岩发生作用,而使超基性岩变成蛇紋岩——这就是自变质蛇紋石化的原始概念。

自变质蛇紋石化作用的存在是不可否認的,但它对超基性岩蚀变規模和程度的影响,尙有不同的看法。

В.Н. 洛得奇尼柯夫等人認为超基性岩岩浆中所含的水和揮发組份,足以使岩体蛇紋岩化。揮发組份和水集中在岩体上部,蛇紋岩在超基性岩体中呈帽状形态分布。在岩体深部則不存在蛇紋岩。

許多人指出,只強調原生岩浆水的成因是不全面的,不能过份夸大自变质蛇紋石化作用。Н.Д. 索博列夫指出,在地壳深部重力分异必然发生,因此氢的数量在地壳深部应当是很少的,或竟不存在。因此自变质蛇紋石化不可能大規模地进行。

2. 它变质蛇紋石化作用 (Алюметам-орфическая серпентинизация)

我們讚同Н.Д. 索博列夫(1962)意見,将此成因类型又分成两亚类:

(1) 蛇紋石化所需要的水来自地槽海盆地或沉积围岩;

(2) 蛇紋石化所需要的水来自与超基性岩邻近的晚于超基性岩侵入的酸性侵入体或岩脉(一般与花崗岩密切相关);

三、不同成因类型蛇紋石化的特征

1. 自变质蛇紋石化作用的特征

自变质蛇紋石化作用是超基性岩,尤其是鎂质超基性岩($MgO/FeO > 8$)普遍存在

的成因类型。

鎂质超基性岩岩体虽然所处的大地构造单元不同,侵入时代不同,围岩性质有所差别,但是它們均遭受較强的蛇紋石化作用。在地台区結晶片岩中的鎂质超基性岩,它既不受沉积围岩含水的影响,其附近又无酸性侵入体的活动,它們也发生不同程度的蛇紋石化作用。这显然与自变质蛇紋石化有关。

別捷赫琴認为出现在鉻鉄矿体周围的綠泥石-蛇紋石“外衣”(Рубашка)是自变质蛇紋石化的产物。它在鏡下呈现显微网状构造(Петельчатая микротекстура),沒有原生矿物的残晶。查瓦里茨基所描述的是具有显微乱麻状构造(Спутанноволокнистая микротекстура)。这是形成時間最早的自变质蛇紋石化作用。

稍晚于前者的自变质蛇紋石化作用,在岩体中的发育較广泛。許多研究者認为在大多数情况下几乎全部生成具有典型网格构造的纖維蛇紋石岩。纖維蛇紋石呈淡黄色調(单偏光下)。这种纖維蛇紋石岩往往組成巨大的蛇紋岩体。对于这种成因假說亦有人表示怀疑。

一部分纖維蛇紋石岩体中,也常含有叶蛇紋石—纖維蛇紋石岩。这种叶蛇紋石的成因尙不清楚。

2. 它变质蛇紋石化作用的特征

(1) 超基性岩岩浆在侵入过程中吸收围岩或地槽海盆地的水而发生的蛇紋石化作用。

这一蛇紋石化的成因是埃斯首先提出的。目前許多人讚成这种假說。

在地槽中鎂质超基性岩普遍存在强烈蛇

紋石化作用，尤其靠近围岩（沉积岩）部位蛇紋石化格外强烈。在巨大岩体的边缘地带多蛇紋石化，而内部或不蚀变或蛇紋石化轻微。地槽中較小的鎂质超基性岩体多变成蛇紋岩体。这些现象都可能与此类型蛇紋石化有关。

据统计，同一类型超基性岩，蛇紋石化的程度是随 $MgO/(FeO)$ 增加而增加的。诚然，地槽中的超基性岩多为鎂质的，因此就更容易蛇紋石化。

由超基性岩浆吸收沉积围岩或地槽海盆地中的水，而地槽蛇紋石化所形成的岩石特点，目前尚无定论。可能与自变质蛇紋石化的相同。岩石主要是纖維蛇紋石岩，蛇紋石呈淡黄色调。岩石具有显微网格构造。

目前阐明该成因类型蛇紋岩的岩石和矿物特征的文章很少，实例更罕见。

(2) 与花岗岩侵入有关而造成的蛇紋石化作用。

这种类型蛇紋石化与酸性侵入体的热液作用有关。在超基性岩体中或其周围如有較晚的酸性侵入体，很容易发现花岗岩蛇紋石化作用。

在个别情况下，如地表蛇紋石化不如地下强烈，有可能系酸性侵入体侵入超基性岩的底部。这种实例亦是有所存在的。

侵入超基性岩体中的酸性岩体与超基性岩接触地带，往往不仅发生蛇紋石化，并且在外接触带形成一系列的变质相。变质相的数目、种类不一，这取决于酸性侵入体的性质。例如花岗岩侵入，由花岗岩向超基性岩依次为黑云母角闪石岩、綠泥石黑云母岩、石英綠泥石岩、石英碳酸盐岩、滑石碳酸盐岩、滑石碳酸盐化蛇紋岩、滑石化蛇紋

岩、叶蛇紋石岩、纖維蛇紋石岩和超基性岩。但不是所有酸性侵入体的外接触带都发育这些岩相，亦可能出现更为特有的岩石类型。

综合上述，不难看出，各种成因类型的蛇紋岩虽各具自己的地质和岩石矿物特征。但往往在一个超基性岩体中常有几种成因类型的蛇紋岩存在，并且重迭。这样更造成蛇紋石化研究的复杂性。

四、蛇紋石化强度与超基性岩类型和化学成分之间的关系

1. 蛇紋石化强度与超基性岩的岩石类型有关。超基性岩主要包括純橄欖岩、斜輝橄欖岩、橄欖岩和輝石岩。图1表明，純橄欖岩、斜輝橄欖岩及橄欖岩含 H_2O^+ 的最高峰在8—16%（重量）之間，极少数的在8%以下。因为 H_2O^+ 含量越多，反映蛇紋石化

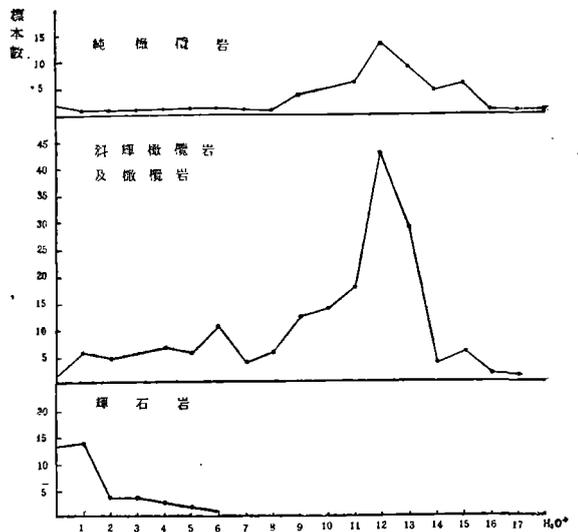


图1 主要类型超基性岩蛇紋石化强度曲线
(根据我国300个化学分析资料)

程度越强，所以純橄欖岩、斜輝橄欖岩及橄欖岩最易蛇紋石化。輝石岩含 H_2O^+ 最多达 6%，絕大多數样品含水 0—2%。說明輝石岩是不易发生蛇紋石化的。

据薄片观察，也反映出这一现象。即在同一岩体中，如有残晶保留，則残晶的数量在純橄欖岩中的最少，橄欖岩往往有所增加。斜方輝石保留残晶的机会比橄欖石为多。在南非大岩墙、布什維尔德等岩体中，輝石岩几乎不发生蛇紋石化，而与其成因相同，并且与其互层的橄欖岩乃至純橄欖岩，則蝕变成蛇紋岩。这样的例証，在我国亦不少有。

2. 蛇紋石化的强度和岩石鎂鉄比值有关，即鎂鉄比值越高的超基性岩越易蛇紋石化。当岩石的酸度相同(即同是純橄欖岩)，蛇紋石化强度随岩石鎂鉄比值的增高而增强(图 2)。

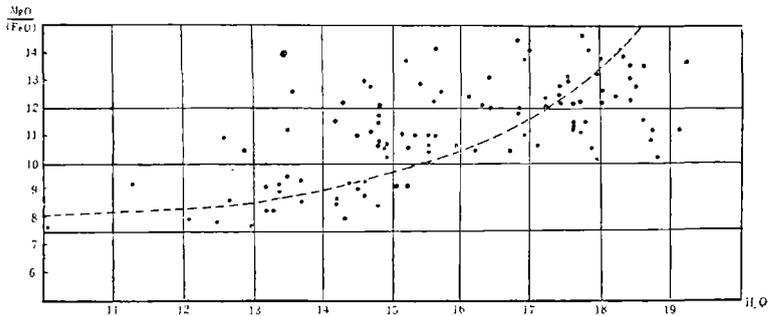


图 2 内蒙某地純橄欖岩蛇紋石化强度与 $MgO/(FeO)$ 关系

索博列夫也曾有相同的論述，即沒有发现由鉄质($MgO/(FeO) < 8$)超基性岩体变成的蛇紋岩体。全蛇紋岩化的岩体大多数是鎂质超基性岩的产物。

但应指出，沒有发生蛇紋石化或蛇紋石化輕微的超基性岩体，不一定是鉄质超基性岩体，因为岩体遭受强烈剝蝕，出露部分很

可能是蛇紋石化微弱的深部岩石。

由于鎂质超基性岩易于变成蛇紋岩，鎂质超基性岩又与鉻鉄矿有較密切的成因关系，因而从前有人錯誤地主张在蛇紋岩体中找鉻鉄矿，甚或竟認為鉻鉄矿是由热液形成的。

鉄质超基性岩蛇紋石化輕微的实例很多，如烏拉尔、南非等地产鉑的超基性岩。

五、蛇紋石化作用过程中岩石化学成分的变化

从一般概念出发，总認為橄欖石变成蛇紋石，必須加入一部分 SiO_2 。这部分 SiO_2 可能来自蛇紋石化的热水溶液中，或由橄欖石中鉄橄欖石組分(Fa)分解成磁鉄矿后析出，或由橄欖石中鎂橄欖石組分(Fo)分解形成水鎂石而析出。

可以利用硅、鎂、鉄直角三角图解來說明各类型超基性岩蛇紋石化时，这三种主要組分的变化(图 3)。

当然，蛇紋石化的热水溶液只含有少許 CO_2 ，如果含大量 CO_2 时則发生滑石碳酸盐化，这在后面的叙述中附以說明。

1. 由鎂橄欖石(岩)变为鎂蛇紋石(岩)时假定在蛇紋石化时沒有析出鎂鉄成分，也就是所形成的蛇紋石(岩)的鎂鉄比值与橄欖石(岩)相同，則需要加入 6.6% 的硅*，若热水溶液中不含硅，則需析出 13.2% 鉄和鎂。

* 系指分子百分数，以下同。

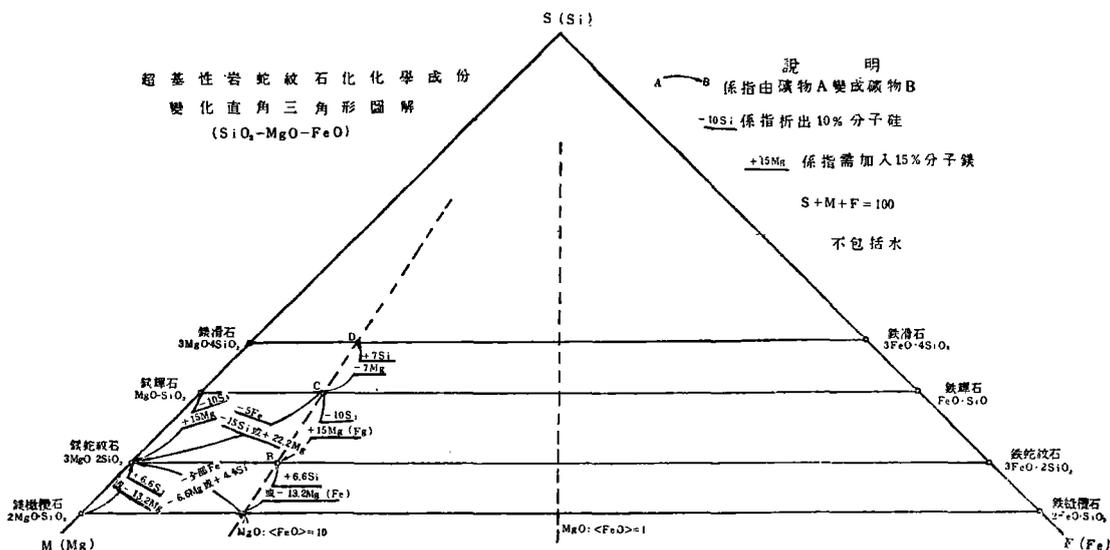


图 3

如果鎂鐵比值为10的橄欖石(岩)A 变成鎂蛇紋石(岩)时, 需要析出全部鉄之外, 尚需析出6.6%的鎂或不析出鎂而加入4.4%的硅。

如果蛇紋石化热液中不含有硅組分。則鎂质橄欖石(岩)在蛇紋石化过程中, 必分解出大量磁鉄矿和水鎂石。鎂鉄比值越高的岩石, 形成的水鎂石矿物應該越多。在鏡下观察, 蛇紋岩中确实存在大量磁鉄矿和水鎂石, 这种蛇紋石化是不需要加入硅的。

2. 由鎂斜方輝石(岩)E_n 蚀变成鎂蛇紋石(岩), 假定鎂和鉄不析出, 即鎂鉄比值保持不变, 則应析出10%的硅, 或者加入15%的鎂。如果由鎂鉄比值为10的斜方輝石(岩) C 点, 变成鎂蛇紋石(岩), 則应析出5%的鉄, 15%的硅, 或者不析出硅而加入22.2%的鎂。

斜方輝石(岩)变成蛇紋石(岩), 如果热水溶液中不含鎂, 則析出多量硅可組成滑石或形成石英。因此在絹石外緣往往形成滑石边。

綜上述, 可知, 蛇紋石化的热水溶液如果不含大量鎂, 斜方輝石岩应变成含大量滑石、磁鉄矿的蛇紋岩。滑石的生成和純橄欖岩遭受蛇紋岩化生成大量水鎂石的作用等同。也可以想象, 橄欖岩在蛇紋石化过程中橄欖石和斜方輝石的硅、鎂可以彼此交换, 絹石就可不具滑石边, 也无与其共生的石英。这些問題是在一定的物理化学环境下受相律所控制的、超基性岩中物质迁移和矿物共生組合的关系。

蛇紋石化热水溶液含有大量的鎂, 促使斜方輝石岩变成蛇紋岩的假定, 是无充分根据的。因此在貧鎂的热水溶液作用下, 斜方輝石岩远不如其它种类超基性岩易于发生蛇紋石化。

总之, 我們在討論任何一种原岩发生蛇紋石化时, 必須考虑蛇紋岩的矿物組合, 也必須考虑导致蛇紋石化的热水溶液的組成。如果已由野外地質观察和显微鏡观察恢复原岩, 則由蛇紋岩矿物組合可以推断热水溶液

的性质。

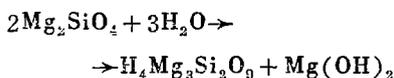
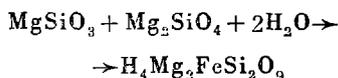
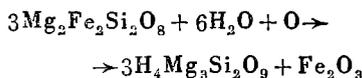
六、蛇紋石(岩)化的反应方程式

首先必須明确，蛇紋石(岩)化反应方程式只能是概括地用方程式形式表示化学組分的变化。它比化学反应式更具有概括性，因为反应方程式两端各以复杂的矿物組合所組成。

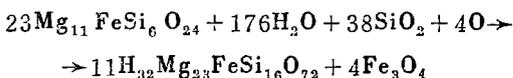
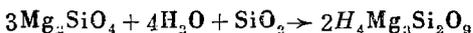
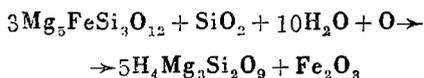
蛇紋石(岩)化反应方程式的写成，涉及到蛇紋石化热水溶液的成分問題。对于热水溶液的成分曾有下列假說：純水的；含碳酸的；含硅酸的；含碳酸和硅酸的；含鎂的等等。

各家所提出的反应方程式有下列主要几种：

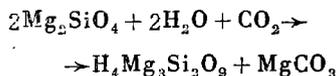
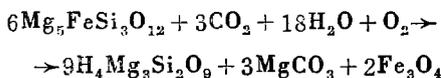
(1) 因加入水分而起的：



(2) 因加入 H_2O 和 SiO_2 而引起的：



(3) 因加入 CO_2 和 H_2O 而引起的：

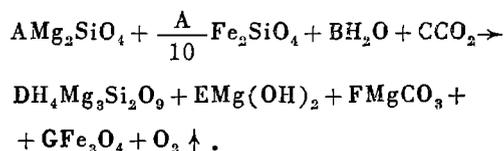


上述各种反应方程式多是比较繁杂的。但每个反应方程式又以实际地质资料为依

据。比如列文生-列辛格主张： $\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + \text{MgSiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$ ，而不写： $2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9 + \text{MgCO}_3$ 形式，是因为当时他研究的蛇紋岩沒有碳酸盐出現，而原岩又为橄欖岩。格拉赫姆考虑了橄欖石中的鎂鉄比值，以及所生成的蛇紋石含有鉄，因此把反应方程式写成： $3\text{Mg}_2\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{O} \rightarrow 3\text{H}_4\text{Mg}_2\text{FeSi}_2\text{O}_9 + \text{Fe}_3\text{O}_4$ 。

当拟定以方程式形式說明蛇紋石化的化学变化时，必須从具体情况（共生矿物和矿物的化学成分）出发，不能随意列出任何一种方程式。

根据内蒙某地资料，蛇紋石化的热水溶液为含少許磷酸的水。在蛇紋石化过程中主要組分 SiO_2 、 MgO 、 FeO 沒有加入亦沒有帶出。由純橄欖岩变成由蛇紋石、水鎂石、磁鉄矿和菱鎂矿等組成的蛇紋岩。反应方程式为：



其中 $\frac{\text{A}}{10}$ 是考虑了橄欖石的鎂鉄比值为 10。上边所以用 A、B、C……代替具体数字系数，是因为反应式中生成的矿物和参加反应矿物之間可以是任何比例都能使方程式得到平衡。若用数字系数平衡方程式，可以写出一系列型式，但无法判定哪一种更接近实际情况。而且反应式只表示矿物分子关系，但我們实际观察的是体积关系，分子和体积并不一致。故反应方程式是概括和示意的一定性的。过分追求定量数字也未必合适，反而可能增加不应有的麻煩与誤会。

七、蛇紋岩原始岩石的恢复

蛇紋岩的原始矿物成分的推定，即恢复蛇紋石化超基性岩的原岩，是一极重要工作。恢复蛇紋岩原岩应该是综合地质现象、岩石镜下观察和化学分析等工作全面结合。

借助蛇紋岩的化学分析进行原岩的恢复工作，直接涉及到蛇紋石化是否造成原岩化学成分变化的问题。许多学者指出，超基性岩在蛇紋石化过程中其主要组分 MgO 、 $\langle FeO \rangle^*$ 、 CaO 、 SiO_2 之间的比例没有发生变化**。

在其它文献中，许多作者虽没有阐明蛇紋石化是否造成原岩组分的变化，但是均以蛇紋岩化学分析资料代替超基性岩的原始成分，这就默认了上述作者的观点。

虽说是蛇紋石化没有使原岩成分变化，但必须具体说明下列几种情况。

1. 组成铬铁矿的外壳（别捷赫琴称之为“рубашка”；陈正等称之为“鸡蛋壳”）的绿泥石蛇紋石岩。它属自变质成因类型。具有显微网格构造、鳞片状构造和乱麻构造。一般呈鲜绿色，不具原生矿物的残晶。厚度由不足1公分到1公尺余。往往从矿体向外，有绿泥石-蛭石-蛇紋石矿物分带性。

对这种绿泥石-蛇紋石岩无论是用显微镜方法还是用化学分析恢复其原岩都有困难。

陈正等人研究我国某地资料证实，铬铁矿和“鸡蛋壳”在蛇紋石化过程中某些元素有明显的迁移(表1、2)***。

从上述分析资料对比中说明铬尖晶石中淋失的铝为“鸡蛋壳”所吸收，两者在成因上密切联系。

表1 我国某地“鸡蛋壳”和近矿围岩化学成分对比

岩石 氧化物	靠近矿体的 “鸡蛋壳”	距矿体较远的 “鸡蛋壳”	“鸡蛋壳” 外部近矿围岩
SiO_2	22.48—32.68	30.68—35.73	33.76—38.36
FeO	0.2—1.94	0.45—2.95	0.94—1.02
Fe_2O_3	1.36—2.81	1.10—3.49	2.44—8.04
Al_2O_3	8.42—21.45	7.57—19.46	0.78—5.52
MgO	23.27—36.71	34.4—37.66	38.27—40.98
Cr_2O_3	0.07—0.79	0.08—0.56	0.15—0.33
NiO	0.29—0.41	0.11—0.28	0.26—0.32
H_2O^+	11.4—13.35	11.28—12.72	11.94—13.90
CaO	0—2.85	0—0.7	0—0.45

表2 我国某地蚀变铬尖晶石与原生铬尖晶石成分对比

化学成分	原生铬尖晶石 (平均)	蚀变铬尖晶石 (平均)
Cr_2O_3	41.24	37.45
Fe_2O_3	5.40	18.33
MgO	16.61	16.23
FeO	11.18	12.63
Al_2O_3	25.28	15.30

因此在确定“鸡蛋壳”的原岩成分时，一定要考虑铬铁矿是否蚀变。铬铁矿遭受蚀变的“鸡蛋壳”的原岩恢复，不宜通过化学分析来进行；即便进行也必须对原生和蚀变铬尖晶石进行分析和对比。而从地质观察可以试加推断，比如“鸡蛋壳”较薄，它的围岩是橄欖岩，“鸡蛋壳”可能是由橄欖岩蚀变而来的，但不能做为定论。

2. 纤维蛇紋石岩、基本由纤维蛇紋石

* 包括 Fe_2O_3 在内。

** В. П. 罗吉诺夫 (Логинов), Н. В. 巴甫洛夫 (Павлов) 和 Г. А. 索科洛夫 (Соколов 1940), С. А. 卡申 (Кашин) 和 В. Л. 费得洛夫 (Федоров 1940), Д. С. 史琴别尔格 (Штеявберг 1960) 的资料。

*** 表1、2材料由陈正先生提供。

組成，它是分布最廣、出現最多的一種蛇紋岩，多在超基性岩體中呈大片出現。如果蛇紋岩體未受較晚的酸性侵入體影響，又無巨大的擠壓破碎帶出現時，則幾乎只有這一類型蛇紋岩。鏡下觀察主要由淡黃色纖維蛇紋石、均質蛇紋石組成，偶而有些葉蛇紋石。具有典型的網格構造。網格由纖維蛇紋石組成，網格中心多由均質蛇紋石，部分由葉蛇紋石組成。塵點狀磁鐵礦有時呈網狀，但大多數呈星散狀分布。亦有更晚形成的纖維蛇紋石（溫石棉）和水鎂石細脈穿切上述蛇紋石。如無絹石出現，這類蛇紋石岩基本可肯定由純橄欖岩蝕變而成。倘有絹石，則據絹石含量確定其由斜輝橄欖岩或由橄欖岩蝕變的。

就烏拉爾和我國資料，按岩石的特殊構造和絹石的數量，基本可以借助鏡下觀察恢復其原岩。倘無充分把握，可選少量有代表性的進行化學分析恢復原岩。

史琴別爾格的資料證明，蛇紋石化純橄欖岩之 RO^*/SiO_2 值在 1.9—2.1 之間，斜輝橄欖岩該值在 1.4—1.8 之間，而該值在 1.8—1.9 之間的為兩種岩石過渡類型。據筆者資料認為蛇紋石化純橄欖岩（含斜方輝石或絹石在 5% 以下）該值在 1.9—2.2 之間，而蛇紋石化斜輝橄欖岩該值在 1.6—1.9 之間。

此外可以利用王恒升等人的方法進行換算後定出原岩名稱。

3. 葉蛇紋石-纖維蛇紋石岩，是由一部份葉蛇紋石和大部份纖維蛇紋石組成。它往往發育在較晚的酸性侵入體附近，是纖維蛇紋石岩或超基性岩受熱力和熱液作用而形成的。一部份可能生在構造破碎地帶，因受擠壓和熱力作用由纖維蛇紋石變成。它屬纖維蛇紋石和葉蛇紋石的過渡類型。由纖維蛇紋

石重結晶而成的葉蛇紋石黃色變淡，以至變成無色的。至於葉蛇紋石究竟是由何種礦物變來的，說法不一，各地不一。李璞教授在研究內蒙朝根山純橄欖岩時認為葉蛇紋石的生成有三種情況；由纖維蛇紋石重結晶的，由均質蛇紋石（均質蛇紋石）重結晶的，由單斜輝石變成的。總之，由橄欖石和輝石均能變成葉蛇紋石。

在鏡下可根據保存的構造，礦物形態特徵和絹石之有無來推測其原岩，但有時難以肯定。

到目前為止，利用化學分析來恢復其原岩的資料不多，更不系統。工作中應多注意地質條件，比如葉蛇紋石是否大量出現，是受構造擠壓影響、還是花崗岩侵入體及其它岩脈的影響？等等。如果不是受花崗岩類而是受構造的影響，或者在薄片中出现葉蛇紋石不多，則可以借助化學分析來恢復其原岩。

4. 葉蛇紋石岩，多是由纖維蛇紋石岩重結晶而形成。它多發育在較晚的酸性侵入體和岩脈附近，或發育在構造破碎帶。為無色的片狀葉蛇紋石組成，葉蛇紋石的大小不一，往往有明顯的變晶結構。葉蛇紋石往往有方向性排列。葉蛇紋石的結晶程度與熱力和熱液作用強度有關。

使用顯微鏡難辨認其原岩的面貌。是否能用化學分析恢復其原岩，尚必須進一步工作。它的成因也還存在問題。

解決葉蛇紋石岩的成因及原岩問題，特別應該在野外進行，單靠鏡下觀察是無濟於事的。野外觀察內容包括：產狀（分布面積、形狀）和其它岩石的關係（附近有無酸

* RO^* 為二價金屬分子數。計算方法參看後附文獻。

性侵入体活动和其它蛇紋岩的接触关系)，它周围岩石的种类（是由何种超基性岩蚀变而成的蛇紋岩）等。如果它在岩体中大面积分布或者整个岩体均由叶蛇紋石岩所构成，可試作化学分析。

5. 呈細脉状产在超基性岩或蛇紋岩节理、裂隙中的蛇紋岩脉。在鏡下多呈隐晶状态。它的分布和成因往往与纖維蛇紋石-石棉矿床有关。化学分析指明，它的成分和其围岩成分相差甚大。这种蛇紋石細脉多是由于热水溶液沿蛇紋岩体或超基性岩体裂隙循环，使原来岩石化学成分发生变化所造成的。显然亦可能是蛇紋岩岩浆沿裂隙貫入所形成。它的化学成份一般与蛇紋石相似，不能用其恢复原岩。为恢复其原岩，只有通过周围的岩石来推定。这有如不能用纖維蛇紋石-石棉矿物化学分析来代替它的母岩一样。

产在烏拉尔夜鶯山的蛇紋石化純橄欖岩中的呈脉状的黑色蛇紋石和純橄欖岩的成分不同。 RO/SiO_2 比值为1.58， MgO/SiO_2 比值为1.44。我国某些岩体中亦有类似的资料。主要是鎂大量析出，致使原岩成分发生很大变化。

6. 发育在較晚期的花崗岩或其它侵入体近旁的纖維蛇紋石岩、叶蛇紋石岩，可以根据离花崗岩侵入体远的超基性岩进行推断。靠近花崗岩侵入体的其它岩石，比如：滑石-碳酸盐类岩石、石英-綠泥石类岩石等，不可用化学分析了解其原岩的成分的。

7. 在无花崗岩侵入体的侵入影响的情况下，超基性岩体中往往也出現大片的带状的滑石-碳酸盐岩。它的形成按別捷赫琴的解釋略加說明。

結合图4，可見热水溶液中不含 CO_2 时，

由橄欖石（純橄欖岩）变成蛇紋石、水鎂石、磁鉄矿矿物組合。随 CO_2 的增加（沿a

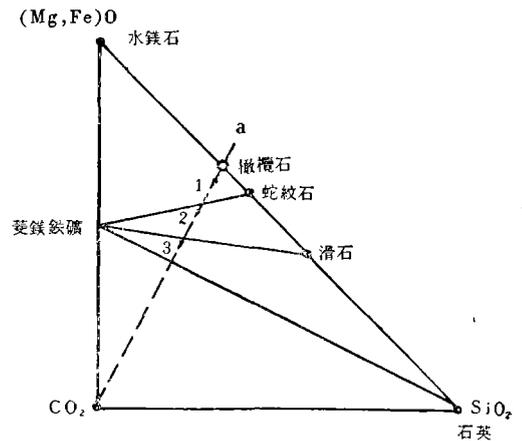


图4 (Mg, Fe)O—SiO₂—CO₂ 系統矿物共生三角表(別捷赫琴)

虛綫向下至1点)形成水鎂石、磁鉄矿、菱鎂鉄矿、蛇紋石矿物組合； CO_2 再增加（至2点）造成蛇紋石、菱鎂鉄矿、滑石矿物組合； CO_2 又增加（至3点）出現了滑石、菱鎂鉄矿、石英矿物組合，即形成了典型的滑石-碳酸盐岩。可知，滑石-碳酸盐岩的形成与 CO_2 和 H_2O 的作用有关。热液中不一定要有 SiO_2 等成分。

然而在該类岩石中滑石和碳酸盐类矿物分布不是均匀的。偶而所采标本几乎全由碳酸盐組成，有的标本滑石居多。化学成分极不稳定。在鏡下观察亦是如此。因此不能借助化学分析来恢复其原岩。即便进行分析，結果也不十分可靠。这种岩石必須結合野外的产状，尽可能在野外和显微鏡下寻找未蚀变的原岩残余。

8. 超基性岩的风化壳，是由于地表水及碳酸作用的結果。风化壳的成分比較复杂。

(下轉第3頁)

察研究所必須做的基本的顯微鏡下的鑑定，屬於地質人員的基本功，必須親自動手。實驗專業人員只是擔負那些需要進行深入系統研究的鑑定任務。一切依賴實驗人員，所有岩礦鑑定研究都依靠實驗人員提供數據，是不可能在地質勘探工作和地質研究工作中真正做出成績的。

4. 加強協作。這是解決現代科學技術問題必須要走的一條路。加強協作的問題，是各級地質科學技術部門進行政治思想工作必須經常注意的問題，並且應該把它列為“五好”單位或個人的評比條件。協作絕不僅僅是一個組織工作問題，必須認識，加強協作的過程，是一個進行共產主義教育，實現政治思想革命化的過程。要發揚共產主義風格，反對本位主義，反對互相封鎖和閉關自守，反對“單干”思想。在實驗工作中要主動協作，主動承擔責任；在協作中互相學習，互相尊重，正確地處理科學技術上有爭論的問題。

5. 各級負責同志加強對實驗室工作的領導。局（隊）要有一個局（隊）長或總工程師，分工直接管理實驗室工作。省級實驗室同隊，對隊級實驗室實行雙重領導。必須改進領導方法和領導作風，按照實驗工作的固有性質進行管理。不要以一般行政管理的辦法來領導實驗室工作。要保證實驗室技術幹部的工作時間。要深入到實驗工作過程中去發現問題，解決問題。

加強實驗工作，除了國家給予必要的條件以外，主要依靠改進工作，加強管理，充分挖掘內部潛力。為此，必須大力加強思想工作，實現革命化。積極培養、提高幹部，大抓毛主席著作學習，對他們嚴格要求，熱情幫助，大膽使用。逐步建立起一支又紅又專的實驗技術隊伍，建立起一支用毛澤東思想武裝起來的能夠打硬仗的實驗技術大軍，以勝利地完成擺在我們面前的艱巨而光榮的任務，並攀登世界高峰，推動我國地質事業的迅速發展。

（上接第16頁）

往往隨着鎂的淋濾（形成 $MgCO_3$ ）而有硅的富集，形成了岩石的硅化和碳酸鹽化。用於恢復原岩目的，決不可採用風化的蛇紋岩。

最後，特別應該提出，無論什麼目的作化學分析都必須是慎重的。而且在選擇分析樣品之先必須有鏡下鑑定材料。

重要參考文獻

1. 李瑛：中國已知幾個超基性岩體的觀察。地質集刊第1號，1956。
2. 陳正、王若華、辛玉美、崔一萬、楊風英：新疆某地鉛尖晶石在蛇紋石化作用中的蝕變及其影響。

同上。

3. 白文吉：蛇紋岩化純橄欖岩、斜輝橄欖岩化學成分特征及其原岩成分的恢復。中國地質學會全國礦物、岩石、地球化學專業學術會議論文摘要匯編（岩石），1963。
4. 別捷赫琴 А. Г. 等：岩漿金屬礦床基本問題。上冊，1957。
5. Соболев Н. Д. Ультрабазиты большого Кавказа. 1952.
6. Соболев Н. Д. Генетические типы ультраосновных интрузии и закономерности размещения на территории СССР связанных с ними полезных ископаемых. 《Закономерности размещения полезных ископаемых VI》 АН СССР. 1962.