

变质岩原岩建造的研究

杨 敏 之

(冶金部天津地质调查所):

冶金部地质技术干部进修学校

一九八〇年十一月

变质岩原岩建造的研究

冶金工业部天津地质调查所

杨敏之

江苏工业学院图书馆
藏书章

冶金部地质技术干部进修学校印

一九八〇年十月

变质岩原岩建造的研究

目 录

前 言	1
第一章 变质岩原岩建造及其恢复方法	4
一、变质岩原岩类型的恢复方法	4
(一) 地质方法	4
(二) 程序	8
(三) 造岩矿物	8
(四) 岩石化学方法	17
(五) 微量元素方法	37
二、变质岩原岩自然共生组合、岩套演化的恢复	43
(一) 旋迴同生	43
(二) 演化的标志	46
(三) 演化序列	50
三、变质岩进行原岩建造古环境的恢复	54
第二章 变质岩原岩建造发育特征及其形成模式	60
(一) 绿岩建造	60
(二) 碳酸盐建造	63
(三) 炭质—页岩建造	65
(四) 碎屑岩建造	67

(五) 花岗岩建造	67
第三章 变质岩建造形成与地球物质演化	69
(一) 空间分带、分层	69
(二) 旋迴同生和演化方向	70
(三) 形成模式	72
第四章 原岩建造岩石区、成矿区、成矿预测区	80

附表: 23 张

附图: 142 张

《变质岩原岩建造的研究》讲义图、表部分勘误

页次	行数	误	正	图册
15	9		图19	无(后补)
19	9		加: 付角闪石化学成分见表7	
19	下4	图42—1	图24—1	
25	下4		图29	无
25	下9		表8后加, 表9、表10	
30	1	表10	表11	
32	9后		加: 图62	
33	10后		加: 表12	
34	10后		加: 表13	
40	21(最下行)		加: 表15	
44	下4后		加: 表16、表17	
50	12		详见图111—1	
51	10后		加: 表18	
69	11	图1	图130	
69	下2	图2	图131	
70	6	图3	图132	
70	下1	图4	图133	
71	2	图5	图134	

页次	行数	误	正	图册
72	下4后		加: 图135	
74	3	表1	表20	图113(1)、(2)应 为A·B
74	3	表2	表21	
74	3	表3	表22	
74	下6	表3	表22	
79	1	表4	表23	
79	1	图11、12	图140、141	
79	下5	图13	图142	
73	13后		加图136	

变质岩原岩建造的研究

变质岩原岩建造的研究是将变质岩及变质岩石组合恢复到变质前的岩石类型，岩石自然共生组合；研究变质前原岩建造形成时的火山作用，岩浆作用，沉积作用，生物作用，宇宙物质作用的性质，特征，形成环境（与地理，与气候，古构造格式）及其发展历史，可为区域地质调查，普查找矿，地质填图，地层对比，区域成矿可能性等方面提供原岩建造方面的基础地质资料。

原岩建造是指岩石自然共生组合在(1) 有着共同的物质来源；(2) 相似的火山作用、岩浆作用、沉积作用环境；(3) 产出在特定的地质构造位置，古地理位置；(4) 相同的地壳运动及时代；(5) 特有的矿物，地球化学标志；(6) 地壳物质演化发展阶段等方面有着成因联系的一套岩石自然共生组合。

变质岩原岩建造研究的任务是：(1) 恢复确定变质岩原岩类型，进行原来岩石的恢复和定名；(2) 确定变质岩原岩建造的岩套类型及其演化；(3) 确定原岩建造形成的古环境（古陆核，海盆范围的确定），形成机理，形成模式；(4) 研究原岩建造的含矿性，确定建造有关的矿床类型；(5) 研究原岩建造分布区，确定成矿区，成矿预测区。

变质岩原岩建造的恢复方法及原岩建造的研究，必须利用综合方法，首先在1:5万，1:10万，1:20万地质填图，地质调查，地质剖面实测，区域地质构造，区域地层，区域矿产研究基础上，利用岩石学，岩石化学，造岩矿物，付矿物，微量元素地球化学，同位

素地球化学，稀土配分模式，构造地质学，地球物理等研究方法和研究成果，并结合现代沉积，现代海洋沉积，现代火山作用和成岩成矿实验研究结果，研究变质前岩石自然共生组合的发生，形成发展和演化，全面认识变质前原岩建造所处地质，地球化学，地球物理场特征，确定其含矿性，进一步进行成矿预测区的研究。

国外对前寒武纪变质岩原岩建造的研究进展较快，从深度到广度上都有所发展，在对阿尔丹、科拉半岛、非洲地盾、北美地盾、印度地盾前寒武纪高变质带、绿岩带、碳酸盐带研究基础上，已开拓了(1) 原岩建造与古陆核，地壳演化；(2) 原岩建造与前寒武纪沉积地质学，沉积岩石学；(3) 原岩建造与火山带；(4) 原岩建造与古构造格式；(5) 原岩建造的含矿性，金属矿床成因及成矿预测等领域，建立了前寒武纪原岩变质学，前寒武纪原岩沉积岩石学，前寒武纪原岩火山岩石学，前寒武纪原岩建造与地壳演化，前寒武纪原岩建造与矿床成因学等分支学科和领域。

我国近几年来对鞍山、冀东、鲁、皖、豫等地区变质岩原岩建造进行了研究，着重于岩石化学方法，对变质前原岩建造的演化、含矿性和形成古环境，形成机理，形成模式的研究尚很薄弱。程裕琪先生等著“变质岩工作方法”一书对变质岩定名，变质岩的地质岩石学方面作了系统论述，地科院情报所(1975年8月)编译的“变质岩原岩识别及其恢复方法”及河北省地质局区测队译的“岩相学实验方法手册”虽均有变质岩原岩建造恢复方法的论述，但都缺少对原岩

建造的演化，原岩建造岩套及其形成古环境，原岩建造的含矿性和金属矿床类型，成矿区等方面的研究。本课程“变质岩原岩建造的研究”除对原岩建造恢复进行介绍外，着重于变质岩原岩建造的含矿性，原岩建造的演化和原岩建造形成的古环境等方面的论述。

共 分 四 章

第一章 原岩建造的恢复方法

第二章 变质原岩建造发育特征及形成模式

第三章 变质岩原岩建造形成及地壳物质演化

第四章 原岩建造区、成矿区及成矿预测

第一章 变质岩原岩建造及其恢复方法

变质原岩建造的恢复是在地质产状、地质剖面、地层柱状图、变质岩变余结构、构造基础上，利用综合方法进行变质前原岩类型的恢复。当前着重于(1) 造岩矿物、付矿物；(2) 岩石化学；(3) 微量元素及稀土配分；(4) 岩石类型指标图解；(5) 电算判别分析、点群分析等方法相结合的综合对比方法，确定原岩类型和原岩岩石的定名。

原岩类型确定后，需对地质剖面、地层层位、柱状图上诸岩石的自然共生组合的相互关系，从火山喷发旋迴，岩浆分异作用，沉积韵律，沉积旋迴，层序岩相上研究岩石化学指数，造岩矿物组合，岩石组合的演化的方向性，顺序性，旋迴性，区域性。

岩石类型，岩套类型，岩石共生组合及其演化研究基础上，进一步从地质、地层、岩石矿物—地球化学，地球物理场上恢复原岩建造，产出的古构造环境，古地理位置及其形成机理，形成模式。

一、变质岩原岩类型的恢复方法：

(一)、变质前原岩类型的恢复必须基于野外地质产状，原岩共生组合及其接触关系，变质残留的原岩结构、构造的观察和素描，地质剖面实测和标本采集等工作基础上。

1、在1:20万区测地质图，地层柱状图，区域矿产地质调查，金属矿产地质资料基础上，选择有代表性的含矿建造，变质岩原岩建造进行剖面实测(1:2000, 1:5000)，系统地地进行地质点观察、编录、素描，采集标本。

2、详细观察、追索变质岩的地质产状变化和诸变质岩石组合的接触关系。变质矿物结构、构造、变质岩形态，含矿性在走向上和上下的变化，建立各剖面、变质岩层序、岩相柱状图及区域变质相层序岩相对比图。

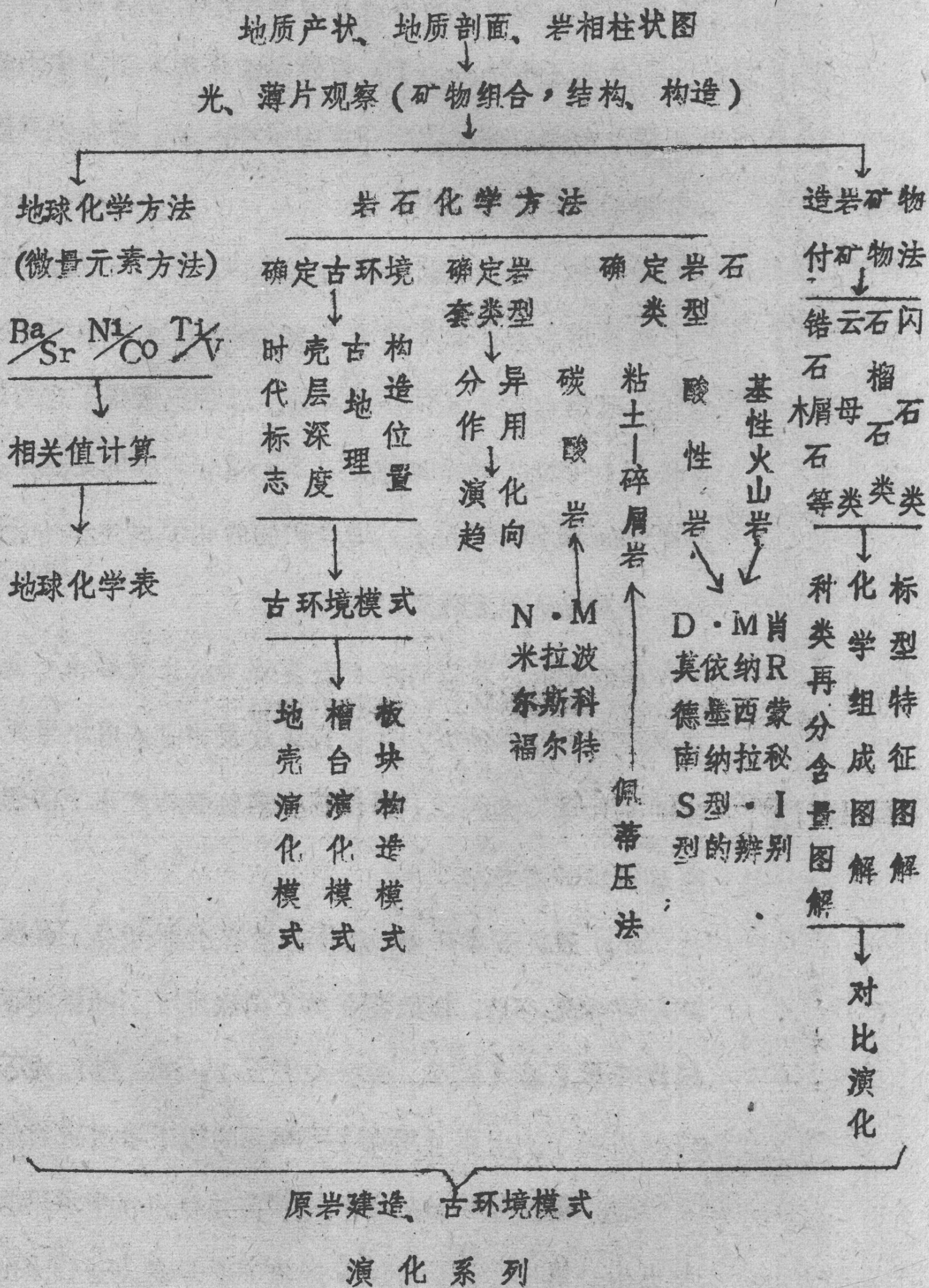
3、变质岩特征矿物组合在地层柱状图，各地层层序和同一层位不同区段等特征矿物组合的变化及其对比图（高铝质矿物：红柱石、硅线石、兰晶石、硅质矿物、粘土质矿物、基性岩矿物组合，酸性岩矿物组合）。

4、变余残留结构、构造的观察和素描（野外地质观察和室内光薄片研究相结合），（见附表1），沉积岩原岩需要注意：（1）残留的原生沉积层理；（2）交错层；（3）粒级层；（4）碎屑粒的圆度、粒度、分选程度；（5）沉积韵律、旋迴；（6）沉积间断面；（7）残留缝合线；（8）砾石分布方向性；（9）砾石、砂粒的矿物组成，胶结物及其结构；（10）炭质物、生物的分布。对火山岩原岩观察：（1）接触界面岩石结构、构造，矿物组成特征及其演化；（2）熔岩枕状构造、绳状构造、球状构造；（3）杏仁状构造，杏仁充填物，杏仁排列方向；（4）流纹流层构造；（5）捕获体，异离体的矿物组成及蚀变相带；（6）火山—碎屑岩的碎屑组成，碎屑的分布等进行素描、编录。

5、样品采集的代表性，系统性，目的性和化学分析结果的准确性，手标本，岩石分析，光谱分析，原子吸收光谱样，光、薄片标本，人工重砂样的编录和登记，化学分析结果的误差范围和检查等工作为

表 1 变 质 相 结 构 造 原 岩 类 型	绿片岩相	角闪岩相	麻粒岩相
基性火山岩 基性侵入岩 超基性岩	显微辉绿结构, 变余胶织结构, 球颗结构, 脱玻间晚结构, 格子结构。 (蛇纹岩)	聚斑状结构, 他形粒状结构, 网环结构, 细粒花岗变晶结构。	花岗斑晶结构, 片麻状构造, 眼球状构造。
碎屑岩	变余砂粒结构, 豆状、鲕状结构, 变余粉砂粒结构。	显微花岗斑晶结构, 球状构造, 镶嵌结构。	花岗变晶结构, 不等粒变晶结构, 花岗变晶镶嵌结构。
粘土岩	斑点、眼球构造, 细鳞片状构造, 微层理构造, 变晶泥质构造, 细晶片状结构。	不等粒鳞片变晶结构, 斑状变晶结构, 斑点鳞片状构造。	肠状构造, 棉絮状结构, 显微花岗斑晶结构
碳酸盐岩	栉壳结构, 显微层状构造, 带状结构, 微粒镶嵌结构, 隐晶质、细用质粒状结构, 薄层状构造	粗晶质中粒结构, 齿状构造, 中粒花岗变晶大理岩状结构。	花岗变晶结构, 伟晶结构。
硅铁建造 铁矿石	皱纹状构造, 揉皱结构, 他形晶粒结构, 海绵陨铁结构, 显微层状结构。	自形、半自形晶粒结构, 斑杂状构造, 嵌晶结构	斑状结构, 片麻状结构, 花岗变晶结构, 再结晶结构。

变质岩原岩恢复方法的程序表 (表2)



原岩恢复前的基础准备工作。

(二)、变质前原岩恢复的程序：(附表2)

可分为三个阶段：1 野外地质调查，剖面实测和样品采集；2 室内岩相、物相化学组成的研究；3 研究结果图表的制作，综合分析和总结。

(三)、利用造岩矿物，付矿物方法进行原岩类型的恢复：

在变质岩岩石薄片观察，岩石结构、构造研究基础上，利用有指示性的硅酸盐矿物进行原岩恢复。近年已取得了较好的结果。这主要是依据1 造岩矿物的种类；2 造岩矿物的共生矿物组合；3 造岩矿物的标型特征；4 造岩矿物的化学成分和微量元素等四个方面的综合对比研究进行原岩恢复。

造岩矿物方法进行原岩恢复必须结合变质相，变质矿物组合和地层层序，岩相的研究。现选择绿片岩相中产出的绿泥石；角闪石相产出的黑云母、角闪石、石榴石；麻粒岩相产出的镁铝榴石为例，进行原岩建造的恢复。

1、绿泥石类矿物：从物理性质、化学成分、晶体结构上绿泥石类矿物可分为：(1) 镁绿泥石类（斜绿泥石、叶绿泥石）；(2) 镁—铁绿泥石类（蠕绿泥石、铁叶绿泥石）；(3) 铁绿泥石类（鳞绿泥石、鲕绿泥石）。主要利用绿泥石矿物的以下参数进行原岩恢复：

(1)、镁绿泥石类矿物及其有关共生组合指示原岩为超基性岩、基性火山岩岩石；镁铁绿泥石产出的原岩多为基性火山岩或粘土岩；铁

绿泥石原岩多为粘土岩和硅铁岩。在含铁建造地层层序上，由于原岩岩石类型的不同可出现，从下到上的绿泥石分带：正叶绿泥石（原岩细碧岩）→斜绿泥石（细碧质凝灰岩）→负叶绿泥石（含赤铁矿角斑岩）（山西五台史家岗）。付变质岩内多出现铁绿泥石（鳞绿泥石、鲕泥石等）类矿物组合（原岩为铁质泥质岩石，如吕梁袁家村矿床）。

(2) 绿泥石类矿物的化学组成和氧化系数 $f = \frac{Fe^{+3}}{Fe^{+3} + Fe^{+2}}$

指示了原岩岩石类型的差异。绿泥石矿物 $Al_2O_3 - MgO - Fe_2O_3 + FeO$ 三角图解，区分出沉积岩区，基性—超基性岩区绿泥石类矿物成分的差异（图1），氧化系数较高标志原岩类型多为沉积岩。

(3) 绿泥石类矿物的物理性质（光性、延性符号、折光率等），晶格常数，x光衍射谱线特征与原岩类型有着依存关系。基性—超基性岩原岩经变质形成的绿泥石，折光率较低（ $N_m = 1.570 - 1.590$ ），色为淡黄绿色， $b_0 = 9.21 \text{ \AA}$ ，硅铁岩（沉积岩）内的绿泥石颜色深，折光率较高（ $N_m = 1.670$ ）， $b_0 = 9.28 \text{ \AA}$ ，多为铁绿泥石。

(4) 原岩岩石和绿泥石矿物的化学成分间有着正相关的直线函数关系，原岩为泥质岩，绿泥石类 $\frac{Fe^{2+}}{Fe^{2+} + Mg} = 0.2 - 0.8$ ，基性岩内产

出的绿泥石，其内 $\frac{Fe^{2+}}{Fe^{2+} + Mg} = 0.1 - 0.5$ 。原岩内 $<FeO>$

MgO的含量与绿泥石内 $\langle Fe \rangle$ ，MgO的含量表现出明显的相关关系。

2、黑云母类矿物：利用黑云母内 $FeO + MnO$ ， $Fe_2O_3 + TiO_2 + MgO$ 三角形图解（图2）（E·W·Heinrich），可以恢复黑云母产出原岩是花岗岩、闪长岩、辉长岩等岩石类型。基性岩、碱基性岩中的黑云母含Ti较高，花岗岩中黑云母含Sr较高。

黑云母化学组成内f值（ $f = \frac{FeO + Fe_2O_3}{FeO + Fe_2O_3 + MgO} \times 100\%$ ），

a1（ $a1 = \frac{Fe_2O_3 + Al_2O_3}{FeO + MgO + MnO} \times 100\%$ ）对原岩恢复也是重

要的数值。a1值增高，多为付变质岩（泥质岩），高f值为基性岩。

云母类矿物晶格构造的同质多形 $1M_d$ 、 $1M$ 、 $2M_1$ 型的变化，指示了变质作用的程度、温度和原岩类型（图3）。

原岩类型	变质作用 增高变质程度——→	交代作用 降低温度——→
泥质	→ $1M_d$ → $1M$ → $2M_1$	$1M_d$ → $1M$
铝质	绢云母	四面铁
岩石	白云母	黑云母
	→ $1M_d$ → $1M$ → $1M(3T)$ → $2M_1$	镁云母
	黑云母	

图3 变质作用中云母类矿物种类结构类型变化图解

3 T型白云母（为高压、低温条件下形成，3 T型白云母与2 M₂型白云母的区别是没有4.30，3.97，3.50，3.21，3.00的衍射线），多硅白云母指示了原岩为付变质岩，为碎屑—粘土岩、粘土岩。富镁黑云母和金云母标志了原岩为超基性岩（图4）。

3、角闪石类矿物：角闪石的类别及其矿物共生组合指示了原岩类型。含钛普通闪石为辉长岩，基性火山岩；透闪石为钙镁碳酸盐质岩石；镁铁闪石，铁闪石为硅铁岩；钠闪石，钠铁闪石为钙碱系列火山岩变质与产出的共生矿物组合。以钙角闪石类三角图解，可用钙角闪石的主要组成成分的比例恢复原岩类型（图5）。利于角闪石内 $Mg^{2+} + Fe^{2+}$ 、 Fe^{3+} 、 Al^{III} 三角形图解（图6）可以恢复基性、

超基性原岩类型及其演化特征。角闪石内 $\frac{FeO}{FeO + MgO} \cdot \frac{Fe_2O_3}{Fe_2O_3 + FeO}$

与原岩内相应的组分有明显的关系，角闪石内的MgO，岩石内的MgO，角闪石内的MgO与原岩的分异指数有明显的正相关关系（图7、8、9），依此可恢复原岩类型及其分异作用趋向。

4、石榴石类矿物：由铁铝榴石、镁铝榴石、锰铝榴石、钙铁榴石和钙铝榴石分子组成。产出原岩类型有1 超基性岩。镁铝榴石+铁铝榴石；2 基性岩。铁铝榴石+镁铝榴石；3 酸性岩。锰铝榴石+钙铝榴石+钙铁榴石；4 粘土岩及碳酸盐粘岩。钙铁榴石+锰铝榴石+钙铝榴石；变质作用增强 Ca^{+2} ， Mn^{+2} 等较大的阳离子自石榴石类矿物晶格内排出，形成铁铝榴石，镁铝榴石，据此泥质