中国地质科学院 天津地质矿产研究所所刊
1988年 BULLETIN TIANJIN INSTITUTE Geol. Min. Res. No. 19 第19号

论太古代混合变质杂岩中条纹长石和反条纹长石的成因

ON ORIGIN OF PERTHITE AND ANTIPERTHITE FROM MIGMATITES AND METAMORPHIC ROCKS OF THE ARCHEAN COMPLEX

金 文 山

内容提要 本文论述华北陆台阴山—燕山地区太古代混合变质杂岩中条纹长石和反条纹长石的成因，认为是属于斜长石遭受后期富钾碱性流体交代作用的产物。这主要是与混合岩化作用有关，有的可能与高级变质作用有关。

阴山—燕山地区太古代混合变质杂岩带属于高级变质地体，与世界各地高级变质地体一样，广泛发育着成因有争议的花岗质岩体。由花岗质脉体与变质岩残余体混合构成的各种各样的混合岩及规模不等的基本未受混合岩化作用影响的各种变质岩。在花岗质岩、混合岩及混合较弱的含长石变质岩中均普遍见到反条纹长石和条纹长石。这些条纹长石和反条纹长石是岩石中的共生矿物，还是富钾碱性流体对斜长石叠加作用形成的交代矿物？如果是交代成因矿物，那么，富钾碱性流体是岩石本身固有成分派生的，还是外来加入的？它的成因问题是与太古代各种岩石的原始组份、岩石成因及同位素地质年代测定数据的解释等重要地质问题的研究密切相关的。

条纹长石（perthite）是汤姆森(Thomson，1843)描述正长石和钠长石呈相间分布构成的钾长石样品时，以其产地——加拿大渥太华 Perth县而得名的。现在，条纹长石系指主晶是钾长石，客晶是斜长石嵌晶的一种碱性长石。其中钾长石是正长石者称为正长条纹长石，是微斜长石者称为微斜条纹长石。反条纹长石（antiperthite）则相反，主晶是斜长石，客晶是钾长石嵌晶。米佐特（Michot，1961）将主晶与客晶基本等量的条纹长石称为中条纹长石（mesoperthite）。安得森（Andersen, 1966）指出：中条纹长石中，两种组份含量不但要相等，而且须有紧密相间排列的特征。达勒培尔格（Dahlberg, 1969）对上述钾长石和斜长石交生的长石提出详细的含量分类：斜长石含量为 0—15% 者称为弱条纹长石（weakperthite），15—30% 者为条纹长石，30—50% 者为强条纹长石（strong perthite），50—67%者为中条纹长石，90—99%者为反条纹长石。前人还根据条纹长石的化学成分、光学性质和结构等方面特征进行分类，如拉费（Lave，1952，1960)据晶体构造和成分特点划分为两类：透长石-钠长石-条纹长石和钠长石-微斜长石-条纹长石。图特莱（Tuttlee，1952）据其光学性质划分为四类：①微斜长石-隐晶条纹长石；②正长石-隐晶条纹长石；③透长石-斜长石隐晶条纹长石；④透长石-高钠长石条纹长石。

笔者根据多年来的野外研究工作，及数以千计的混合变质杂岩样品薄片观察，对条纹长石和反条纹长石的结构特征进行描述，并探讨其成因。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一、条纹长石和反条纹长石结构和成分

阿林（Alling，1938）将深成侵入岩钾长石中的钠长石嵌晶分为八类：①索状（stringlets），两端呈锥形，具有圆形至八边形横断面；②绳状（strings）；③棒状（rods）；④珠状、滴状（beads、drops）；⑤薄片状、薄膜状（films）；⑥条带状（bands）；⑦补片状、斑点状（patch）；⑧羽毛状（plume）。鲁坚科（C. A.，Руденко，1954）据嵌晶的空间形态分为三大类：①单向条纹长石，嵌晶呈针状、柱状、带状、串珠状等；②二维条纹长石，嵌晶呈板状、盘状、凸镜状等。此外，他还描述了嵌晶方位、空间分布和完整性等。上述作者对嵌晶的详细描述，无疑有助于对其成因的探讨。

本区太古代混合变质杂岩中条纹长石和反条纹长石的嵌晶特点如下：

1. 嵌晶形状

（1）条带状、线状

其特点是长与宽比大于20，通常平行排列，彼此间距不等，有时呈分枝现象（图版Ⅰ-1）。如出现二个方位排列的嵌晶，彼此交错可形成网状（图版Ⅰ-2）、交织状（图版Ⅲ-2）。相邻不同颗粒的条纹长石或反条纹长石中的嵌晶排列方位彼此无一定的规律性，每一颗粒中的嵌晶伸长方向大多受交代作用之前斜长石解理方位的制约。

（2）针状（图版Ⅱ-5中部分斜长石残晶），棒状、长柱状和条板状（图版Ⅰ-3）等。

嵌晶的长宽比属中等（5-20），可成行、成串或交错排列。嵌晶一般呈一组或两组方位排列，后者以沿原斜长石001解理方向排列为主，次为010解理方向。

（3）凸镜状、扁豆状等

嵌晶长宽比为2—5，常与其它形状嵌晶伴生，常成行、成串排列。

（4）乳滴状（图版Ⅰ-4，6和Ⅱ-2，5）、珠状和尘埃状（图版Ⅱ-1）等。

常沿解理成行、成串排列。

（5）补片状（图版Ⅲ-3，4）、斑点状（图版Ⅰ-5，Ⅱ-3）等

嵌晶规则程度不等，其排列及每一颗粒的伸长方向也常受原斜长石某一方位解理的制约。

（6）蠕虫状（图版Ⅱ-4）

形状如同蠕英石中的石英嵌晶。

（7）反Z字状（图版Ⅱ-6）

仅见于条纹长石中，系受原斜长石二组解理制约的斜长石交代残晶。

（8）不规则形

2. 嵌晶大小

拉费和索达托斯（F.Lave，and K.Soldatos，1963）根据条纹长石中嵌晶大小划分为三类：①粗晶条纹长石（macroperthite），嵌晶断面直径大于0.05mm，通常在放大镜下可见；②显微条纹长石（microperthite），直径小于0.05mm，大于几分之几μm，在偏光显微镜下可见；③隐晶条纹长石（cryptoperthite），嵌晶在偏光显微镜下无法分辨，需要借助电子显微镜和电子探针等方法研究。乌先科等（И. С. Усенко，и др1980）[5]将乌

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

克兰地盾花岗岩中的条纹长石嵌晶大小分为四类：①超显微晶质（<0.001mm），偏光显微镜下无法分辨；②隐微晶质（0.001—0.005mm）；③微晶质（0.005—0.05mm）；④粗晶质（>0.05mm）。本区混合变质杂岩的条纹长石和反条纹长石中，在镜下也可见到上述后三种嵌晶类型，并且每一颗粒条纹长石或反条纹长石中常有几种嵌晶粒度类型，如在一些微晶质嵌晶条带之间或其延展方向有在偏光显微镜下只能勉强分辨的隐微嵌晶。

3．嵌晶密度

本区反条纹长石和条纹长石中的钾长石与斜长石含量比例不等，钾长石含量与钾交代作用程度有关。交代作用弱者出现反条纹长石，强者出现条纹长石，正如海爱尔（Heier，1955）指出的，中条纹长石是斜长石被钾长石完全交代过程的中间产物。

4.嵌晶分布

除密条纹状或密斑点状条纹长石之外，条纹长石和反条纹长石中的嵌晶分布常是不均匀的，不均匀性既表现在同一颗粒中，也表现在同一样品的不同颗粒中。这是交代型条纹长石和反条纹长石的重要特征之一。

5．嵌晶边界形状和清晰度

明显受原斜长石解理制约的伸长形嵌晶，通常两侧边界较平直而清晰（图版Ⅱ-6），但其端头形状和清晰度不一致，主要有如下情况：①两头呈尖灭形；②一头或两头呈锯齿形，锯齿指向为原斜长石的某一解理方向；③一端呈平头，系与该嵌晶延伸方向相交的一组解理限制的结果，另一端呈尖灭形或界限模糊。除上述情况外，嵌晶边界有时呈港弯状等溶蚀交代结构。

6．嵌晶成分

反条纹长石和条纹长石中的斜长石成分与受富钾碱性流体作用之前岩石中的斜长石成分有关。例如，本区受混合岩化作用影响的基性变质岩类（辉石麻粒岩和斜长角闪岩类）的反条纹长石和条纹长石，其中斜长石的钙长石组份较高，常为中长石，折射率高于石英。受混合岩化作用影响的相当中性、中酸性成分的变质岩（黑云斜长变粒岩、紫苏斜长片麻岩和紫苏斜长变粒岩等）及花岗质岩石中，反条纹长石和条纹长石中的斜长石为酸性斜长石。

二、条纹长石和反条纹长石的成因及其意义

条纹长石的成因早在19世纪晚期就有人进行研究：①莱赫曼（Lehman，1885）首先提出条纹长石成因理论，认为它是外来钠长石充填钾长石收缩裂隙所造成的。后来有人主张不但有充填作用还有交代作用；②福格托（Vogt，1905，1906，1908）首先提出固态出溶理论（The solid-state exsolution），认为由正长石成分和斜长石成分混合的高温长石在温度降低时，由于可混性减弱分解成为条纹长石；③安德森（Andersen，1928）的同时生长理论，提出条纹长石是钾长石和斜长石的交替韵律性饱和溶液中同时结晶的结果；④万汉钟(1983)[1]的构造变质分异理论，认为河北平泉“长英麻粒岩”❶中的条纹长石是由于

❶ 笔者认为平泉的所谓长英麻粒岩是一种花岗质混合岩。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

定向压力和高温影响下，钾长石中的K，Na组份沿数组破裂面发生变质分异，钠质组份向破裂面迁移形成钠长石嵌晶；⑤方文晶（1979）[2]指出，花岗岩中的条纹长石除在正岩浆作用阶段由共结作用形成之外，在富碱残浆作用阶段和岩浆期后碱性热液作用阶段均可形成交代成因的条纹长石和反条纹长石。被交代的斜长石边缘或残晶有净化现象，有时还伴随蠕英石的出现，而正常岩浆作用阶段不可能出现上述现象。俞传平（1981）认为冀西崇礼群麻粒岩中的条纹长石多属于交代成因，少数为固溶体分解成因。并且二种成因的嵌晶居于同一条纹长石颗粒中。其形成机制：在麻粒岩相区域变质作用阶段，变质岩发生深熔分异作用，其中固相残体形成麻粒岩，液相的铝硅酸盐熔融体在降温（700—600℃）过程中，与麻粒岩中的斜长石发生反应形成交代型条纹长石，温度继续降到600℃以下时，交代条纹长石的主晶碱性长石出溶钠长石分子，生成固溶体分解型条纹长石。

目前人们对于混合变质杂岩中的条纹长石和反条纹长石，普遍用固溶体分解和交代作用两种理论来解释。笔者研究其产状、嵌晶形状和分布特点后，赞同交代作用理论，即它们属于富钾碱性流体交代原岩斜长石的结果。富钾碱性流体的产生主要与混合岩化作用有关，有的可能与高级变质作用（高角闪岩相—麻粒岩相）有关。富钾碱性流体首先沿着斜长石晶缘、解理、裂理和双晶结合面发生交代作用，起初形成交代型反条纹长石（图版Ⅰ-3，5；Ⅱ-2，3；Ⅲ-3，4，6，7），随着交代作用增强，出现主晶与客晶数量接近的中条纹长石（图版Ⅰ-1；Ⅱ-4；Ⅲ-2），交代作用继续增强，斜长石被交代成残晶状嵌晶，形成交代型条纹长石（图版Ⅰ-2，4，6；Ⅱ-1，5，6；Ⅲ-5）。交代成因的证据如下：

1. 本区含长石变质岩及花岗质岩石主要有以下几类：①变基性岩（辉石麻粒岩类、斜长角闪岩类）；②变中性、中酸性岩（紫苏斜长片麻岩或变粒岩类）；③变凝灰质（或硬砂质）半粘土岩类（黑云斜长变粒岩、黑云斜长石英变粒岩）；④含夕线石榴长石片麻岩、石榴长石石英岩等；⑤花岗质岩（花岗质岩体或混合岩中的花岗质脉体）。前三类变质岩在未受混合岩化波及之处不出现条纹长石和反条纹长石。毫无疑问，斜长石为这些岩类共生矿物中的唯一长石。这类钾长石发育程度和种类通常与混合岩化作用有关的富钾碱性流体交代作用强度有紧密联系，随着交代作用增强，出现斜长石—反条纹长石—中条纹长石—条纹长石—钾长石的发育趋势。后二类岩石也普遍见到交代成因的条纹长石和反条纹长石。

2. 通常在岩浆岩中所见的固熔体分解成因的条纹长石和反条纹长石的主要特点是，同一岩样中其种类较单一，嵌晶形态及其排列与斜长石的解理、裂开及双晶结合面无关。交代成因者的嵌晶形态和排列方位常受到原斜长石的解理、裂开和双晶接合面的制约（图版Ⅰ，1-4；Ⅱ-2，3，6；Ⅲ-2，3，6）。由于交代作用往往是不均匀的，在同一岩样中常出现多种类型的条纹长石或反条纹长石。本区混合变质杂岩的条纹长石和反条纹长石常显示了上述交代成因的特点。

3. 混合岩中的蠕英石，一般认为是钾长石交代斜长石所伴随的一种现象，主要见于斜长石与钾长石相接触的斜长石一侧，也见于钾长石包裹的斜长石包体中（图版Ⅰ-4）。陈跃志（1980）[3]指出，皖西霍丘混合岩中的蠕英石大量出现于混合岩化的主期钾交代阶段，SiO_2主要来源与碱质溶液交代有关，特别是由于钾质溶液带入硅质溶液参加交代作用有关。笔者认为蠕英石形成的可能机制是斜长石为富钾碱性流体交代形成钾长石时，流体

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中不仅需要足够的钾，而且需要有一定量的SiO_2参加交代反应，反应作用彻底时，斜长石为钾长石所取代，如不彻底时，已渗入斜长石的SiO_2呈石英析出与斜长石构成蠕英石。

4. 本区混合岩中的斜长石常有净化现象。该现象系指原受蚀变或风化作用充满绢云母和泥质矿物在切面上混浊不清的斜长石，由于受到富钾碱性流体的交代作用使其中次生矿物分解而变得"洁净"起来。净化现象既出现于钾长石与斜长石的接触带，在斜长石一侧形成净边结构（图版Ⅲ-8），也见于条纹长石中的斜长石残晶（图版Ⅲ-5）。

5. 在钾长石与斜长石接触处常有港湾状、锯齿状溶蚀交代结构，有时见到钾长石呈斜长石晶体的局部假象。俞传平（1981）指出，条纹长石中的石英嵌晶有的也被溶蚀交代呈锯齿状边缘。此现象在本区也有发现。

关于富钾碱性流体的成因，前人也有所讨论。如俞传平（1981）认为在麻粒岩相条件下，岩石要发生重熔作用，其中易熔组份Na，K，Si被选择性地熔离出来，残余固相形成麻粒岩。这些熔离的碱性组份在新的条件下可与残余固相发生交代反应而达到新的平衡。笔者根据野外观察、室内研究及前人关于岩石重熔实验的成果，认为富钾碱性流体可能有多种成因：①地壳深部岩石，尤其酸性岩石在比本区高级变质作用更高温的环境下（约>900℃）发生了重熔作用，产生碱性流体，早期可能发育富钠的碱性流体或稀薄熔体，晚期发育富钾的碱性流体。前者上升与变质岩发生交代作用形成各类混合岩，其中脉体成分相当奥长花岗质岩，即发生所谓早期钠质混合岩化作用；后者上升对变质岩及早期混合岩中的斜长石发生钾质交代作用形成各类条纹长石和反条纹长石，即发生所谓晚期钾质混合岩化作用；②地壳的深熔作用还可产生一些花岗岩质岩浆，在岩浆演化的晚期所产生的富钾碱性流体或稀薄残浆对已侵位并固结的奥长花岗岩及伟晶岩中的斜长石进行钾交代作用，这种交代作用还可波及这些侵入体的周围变质岩。如滦县所见侵入到黑云斜长变粒岩中的伟晶岩的围岩也受到钾长石化作用；③变质岩受混合岩化过程中，从黑云母等含钾矿物中分解出钾，进入溶液；④某些富钾的粘土-半粘土岩类在高级变质作用下产生的副变质岩类（如夕线长石片麻岩、石榴长石石英岩等）。正如俞传平（1981）的推论有可能发生碱性元素的亏损，由此派生的富钾流体对变质岩的斜长石进行钾交代作用。至于贫碱质的基性岩和中性岩类在高级变质作用下有无发生过碱质的亏损，尚待进一步研究。

本区太古代混合变质杂岩中条纹长石和反条纹长石交代成因的确定，意义在于：变质岩中所见的条纹长石和反条纹长石不能作为该岩石的变质共生矿物，应是交代矿物。同时表明此类岩石经历过另一次地质热事件的叠加作用（主要为混合岩化作用），其中K，Na，Si等元素有带入带出现象。对这类岩石样品的同位素地质年龄测定结果的解释，必须考虑上述因素，以及其中的碱性元素（K，Na）含量不能作为恢复原岩性质的可靠依据。

文内提到阴山地区的样品系笔者与孙大中、吴昌华、韩　光、李宝诒等共同采集，唐　敏协助摄制显微照片，在此说明并致谢意。

（1986年6月23日收到）

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

〔1〕 万汉钟，1983，河北平泉地区长英麻粒岩中出溶条纹钠长石之特征及其成因探讨，地质论评，第29卷 第6期，520—526页。

〔2〕 方文晶，1979，某花岗岩中碱性长石不同成因阶段的判别及其意义，吉林区域地质，第2期，24—32页。

〔3〕 陈跃志，1980，皖西霍丘地区混合岩中蠕状石特征，地质论评，第26卷，第6期，499—504页。

〔4〕 Joseph, V. Smith, 1974, Feldspar minerals, 2: Chemical and textural properties. Berlin, Springer.

〔5〕 Усенко, И. С., и др, 1980, Щелочные полевые шпаты Гранитидов украинского шита. Киев, "Науково Думка"

ON ORIGIN OF PERTHITE AND ANTIPERTHITE FROM MIGMATITES AND METAMORPHIC ROCKS OF THE ARCHEAN COMPLEX

Jin Wenshan

Abstract

Perthite and antiperthite are widespread in migmatites and metamorphic rocks of the Archean complex, Yinshan-Yanshan regions, North China Platform. Their origin is attributed to replacement of solid plagioclase by K-rich alkaline fluid principally related to migmatization, in addition, probably to highgrade metamorphism in some cases.

There are prncipal evidences as follows:

1. Feldspar variety in mineral associations of various metamorphic rocks is plagioclase rather than K-feldspar. Occurrence of perthite and antiperthite in feldspar-bearing metamorphic rocks are merely that influenced by K-rich alkaline fluid related to migmatization or derived from high-grade metamorphism.

2. It is obvious that shape and arrangement of poikilitic crystal in perthite or antiperthite are mostly under restraint of cleavages, partings and composition faces of plagioclase multiple twin.

On the basis of diagnosis of their origin, it is considered that perthite and antiperthite from meta-complex rocks is not attributed to mineral association of metamorphic rocks, moreover, their occurrence shows perthite-or/and antiperthite-bearing metamorphic rocks have been affected by late geological thermal events which generated K-rich alkaline fluid.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图 版 说 明

图版 I

1．混合质石榴夕线长石片麻岩中的中条纹长石（密条纹长石），其主晶为钾长石，嵌晶为条带状斜长石交代残晶，正交偏光，×133，山西阳高县大营一于家营之间，84148

2．混合花岗岩中的交代型条纹长石，主晶为钾长石，其中有斜长石交代残晶。其形状和分布受原斜长石两组解理的制约并相互交叉构成网状结构，正交偏光，×107，河北省迁安铁矿区，C38—1

3．含角闪石次透辉石混合岩中的交代型反条纹长石，主晶是斜长石，嵌晶为交代成因的条板状钾长石，正交偏光，×44，河北省迁西县郭家沟，郭8016

4．含次透辉石紫苏辉石混合岩中的交代型条纹长石和蠕英石。条纹长石的主晶为钾长石，嵌晶为乳滴状和针状斜长石残晶。蠕英石具有港弯状边缘的溶蚀交代结构，正交偏光，×50，河北省怀安县李家沟，84063

5．含紫苏均质混合岩中的交代型反条纹长石，主晶为斜长石，嵌晶为交代成因的斑点状钾长石，正交偏光，×34，迁西县擦岭，8543

6 黑云均质混合岩中的交代型条纹长石，主晶为钾长石，嵌晶为乳滴状斜长石交代残晶，正交偏光，×78，迁安铁矿区C—C′地质剖面，C28L—4

图版 II

1．混合花岗岩中的交代型微斜条纹长石，主晶是微斜长石，嵌晶为尘埃状斜长石交代残晶，正交偏光，×107，迁安铁矿区，C7L—2

2．含紫苏混合花岗岩中的交代型反条纹长石，主晶为斜长石，嵌晶为斑点状钾长石并沿斜长石的一组解理分布，正交偏光，×30，内蒙古集宁市三叉口附近，1318

3．混合质斜长二辉麻粒岩中的交代型反条纹长石，主晶为斜长石，嵌晶为斑点状钾长石，其排列方位受斜长石聚片双晶结合面所制约，正交偏光，×108，怀安县头台子附近，84097

4．混合花岗岩中的交代型条纹长石，主晶为钾长石，嵌晶为蠕虫状斜长石交代残晶，正交偏光，×30，内蒙古卓资县李家庄，668

5．混合质紫苏斜长片麻岩中的交代型条纹长石，主晶为钾长石，嵌晶为乳滴状和针状斜长石的交代残晶，正交偏光，×30，怀安县摩天岭附近，84574

6．含紫苏混合岩中的交代型条纹长石，主晶为钾长石，其中斜长石交代残晶呈反Z字形，它是受斜长石二组解理制约的结果，正交偏光，×107，迁西县郭家沟，8009

图版 III

1．含次透辉石紫苏辉石混合岩中的不均匀条纹长石，主晶为钾长石，嵌晶为斜长石交代残晶，残晶分布不均是由富钾碱性流体不均匀交代斜长石的结果，正交偏光，×63，内蒙古兴和县东马道沟北1000m，84061

2．含次透辉石紫苏辉石混合岩中的交代型条纹长石，主晶为钾长石，嵌晶主要为呈条带状斜长石交代残晶，其次呈似凸镜状。残晶排列受斜长石两组解理制约形成交织结构，正交偏光，×63，兴和县东马道沟北1000m，84061

3．混合质斜长二辉麻粒岩中的反条纹长石，主晶为斜长石，嵌晶为补片状钾长石，其形状受斜长石解理制约，正交偏光，×63，怀安县头台子附近，84097

4．混合岩中的交代型反条纹长石，主晶为斜长石，嵌晶为补片状微斜长石，正交偏光，×63，内蒙古察右中旗羊房子，647

5．混合花岗岩中的交代型反条纹长石，主晶为钾长石，嵌晶为似凸镜状斜长石交代残晶，部分遭受净化作用，正交偏光，×63，怀安县白舍科北东约3000m，84033

6．含紫苏混合岩中的交代型反条纹长石，斜长石中有少许补片状钾长石嵌晶，钾长石（Or）沿斜长石（Pl）的解理及斜长石与石英（Q）包体的接触处交代发育的结果，正交偏光×63，怀安县黄家庄附近，84036

7．混合花岗岩中斜长石为微斜长石所交代，正交偏光，×63，河北张家口上四杆旗南东约1000m，1321

8．微斜长石（Mic）交代斜长石，在斜长石（Pl）的边缘出现净边结构，正交偏光，×33，卓资县东河小坝子附近，83031

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Explanation of plates

Plate Ⅰ

1. The replacement-type of mesoperthite from garnet sillimanite feldspar gneiss affected weakly by migmatization, the host is K-feldspar and the poikilitic crystals are banded replacement remnants.

Crossed polars ×133, locality between Daiying and Yujiaying, Yanggao County. Shanxi Province, 84148

2. The replacement-type of perthite from migmatitc granite, the host is K-feldspar in which there exist the replacement remnants of plagioclase. Their shape and distribution are under restraint of two group of cleavages of original plagioclase. These remnants constituted net-like texture.

Crossed polars ×107, Mine field of iron ore, Qianan County, Hebei Province, C38—1

3. The replacement-type of antiperthie from amphibole-and salite-bearing migmatite. The host is plagioclase and the poikilitic crystals are replacement origion of elongated plate K-feldspar.

Crossed polars ×44, Guojiagou, Qianxi County, Hebei Province, 8016

4. Myrmekite and replacement-type of perthite from salite-and hypersthene-bearing migmatite. The host of perthite is K-feldspar and the poikilitic remnants of plagioclase show shape of drops and needltes. Myrmekite shows metasomatic texture of harbour-like boundary.

Crossed polars ×50, Lijiagou, Huaian County, Hebei Province, 84063

5. The replacement-type of antiperthite from hypersthene-bearing homogeneous migmatite. The host is plagioclase and the poikilitic crystals are replacement origion of patch-like K-feldspar.

Crossed polars ×34, Caling, Qianxi County, 8543

6. The replacement-type of perthite from biotite-bearing homogeneous migmatite. The host is K-feldspar and the poikiltic crystals are drops-like replacement remannts of plagioclase.

Crossed polars ×78, C-C′ geological section, Mine field of iron ore, Qianan County, C28L-4

Plate Ⅱ

1. the replacement-type of microcline perthite from migmatitic granite. The host is microcline and the poikilitic crystals are dust-like replacement remnants of plagioclase.

Crossed polars ×107, Mine field of iron ore, Qianan County, C7L-2,

2. The replacement-type of antiperthite from hypersthene-bearing migmatitic granite. The host is plagioclase and the poikilitic crystals are spotted K-feldspar distributed along one-group of plagioclase cleavages.

Crossed polars ×30, Near Sanchakou, the city of Jining, Nei Monggol, 1318

3. The replacement-type of antiperthite from plagioclase two-pyroxene granulite affected weakly by migmatization. The host is plagioclase and the poikilitic crystals are patch-like K-feldspar, and their arragement is related to composition faces of plagioclase multiple twin.

Crossed polars ×108, Near Toutaizi, Huaian County, 84097

4. The replacement-type of perthite from migmatitic granite. The host is K-feldspar and the poikilitic crystals are worm-like replacement remnants of plagioclase.

Crossed polars ×30, Lijiazhuang, Zhuozi County, Nei Monggol, 668

5. The replacement-type of perihite from hypersthene plagioclase gneiss. The host is K-feldspar and the poikilitic crystals are drops and needles-like replacement remnants of plagioclase.

Crossed polars ×30, Near Motianling, Huaian County, 84574

6. The replacement-type of perthite from hypersthene-bearing migmatite. The host is K-feldspar and the replacement remnants of plagioclase in it show shape of counter-Z, that is under the restraint of two-groups of plagioclase cleavages.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Crossed polars ×107, Guojiagou, Qianxi County, 8009

Plate Ⅲ

1. The replacement-type of inhomogeneous perthite from salite-and hypersthene-bearing migmatite. The host is K-feldspar and the poikilitic crystals are the replacement remnants of plagioclase, uneven distribution of these remnants are resulted from unequal replacement of plagioclase by K-rich alkaline fluid.

Crossed polars ×63, one kilometer north of the Eastern Madaogou, Xinghe County, Nei Monggol, 8406

2. The replacement-type of perthite from salite-and hypersthene-bearing migmatite. The host is K-feldspar and the poikilitic crystals are mostly banded replacement remnants of plagioclase, secondly lensoid remnants, they are constituted interlocking texture owning to arragement of remnants are under restraint of two groups of plagioclase cleavages.

Crossed polars ×63, one kilometer north of the Eastern Madaogou, Xinghe County, 84061

3. The replacement-type of antiperthite from plagioclase two-pyroxenes granulite affected weakly by migmatization. The host is plagioclase and the poikilitic crystals are patch-like K-feldspar. Its shape is nuder the restraint of plagioclase cleavages.

Crossed polars ×63, Near Toutaizi, Huaian County, 84097

4. The relacement-type of antiperthite from migmatite, The host is plagioclase and the poikilitic crystals are patch-like microclines.

Crossed polars ×63, Yangfangzi, Qahar Youyi Zhonqi, Nei Monggol, 647

5. The replacement-type of antiperthite from migmatitic granie. The host is K-feldspar and the poikilitic crystals are lensoid replacement remnants of plagioclase that have been cleanned partly.

Crossed polars ×63, About three kilometers north-eastern of Baisheke, Huaian County, 84033

6. The replcement-type of antiperthite from hypersthene-bearing migmatite. There are a few of patch-like poikilitic crystals of K-feldspar derived from replacement along plagioclase cleavages and boundaries of that with quartz enclosure by K-rich fluid.

Crossed polars ×63, Near Huangjiazhuang, Huaian County, 84063

7. Plagioclase was replaced by microcline in the migmatitic granite.

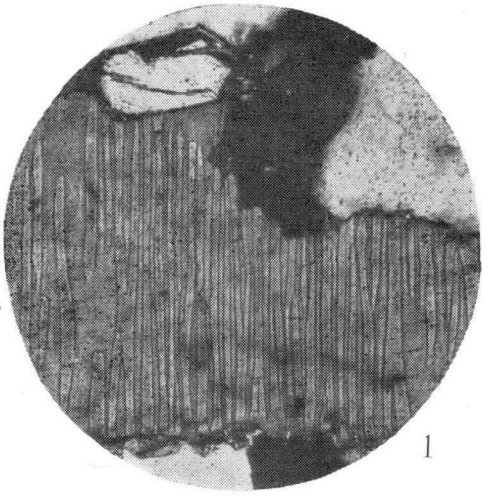
Crossed polars ×63, About one kilometer south-eastean of Shangsiganqi, Zhangjiakou, Hebei Provence, 1321

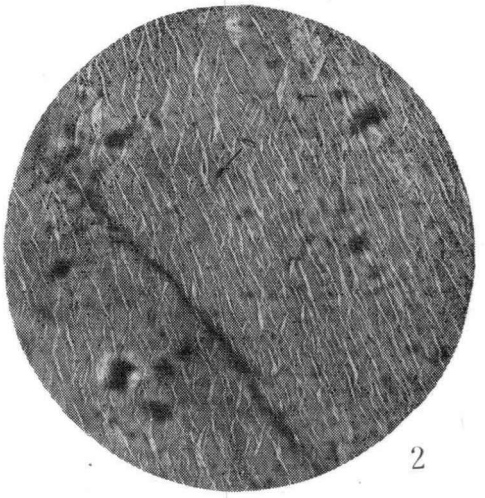
8. Clean border of plagioclase results from that it was replaced by K-rich fluid,

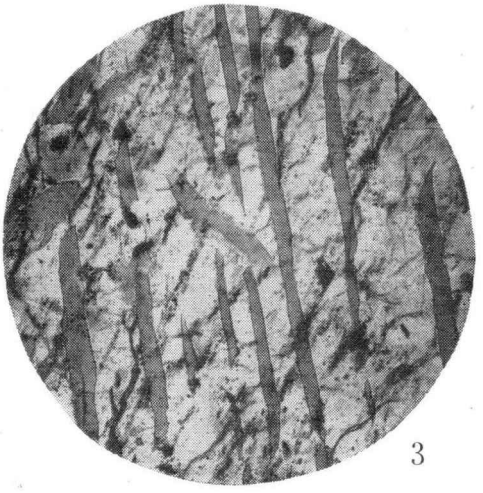
Crossed polars ×33, Near Xiaobazi, Donghe, Zhuozi County 83031

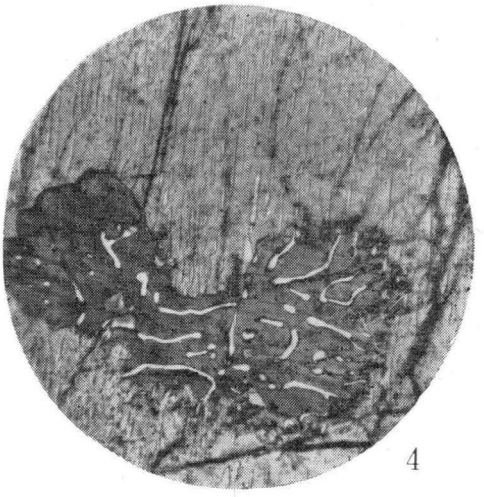
© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

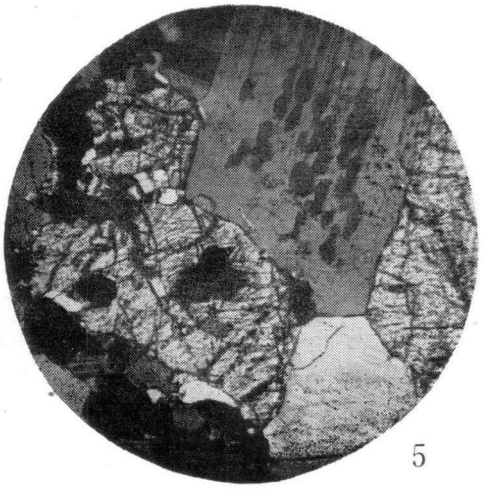
图 版 I

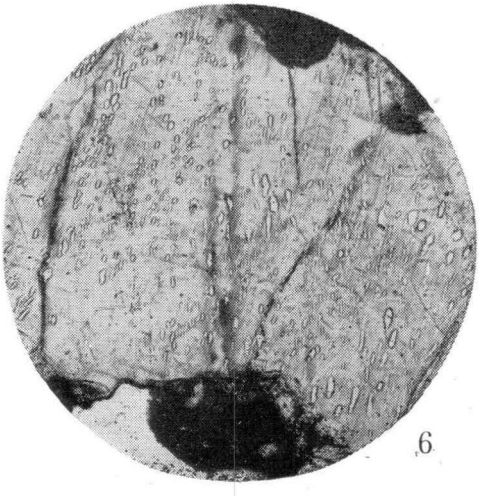

1


2


3

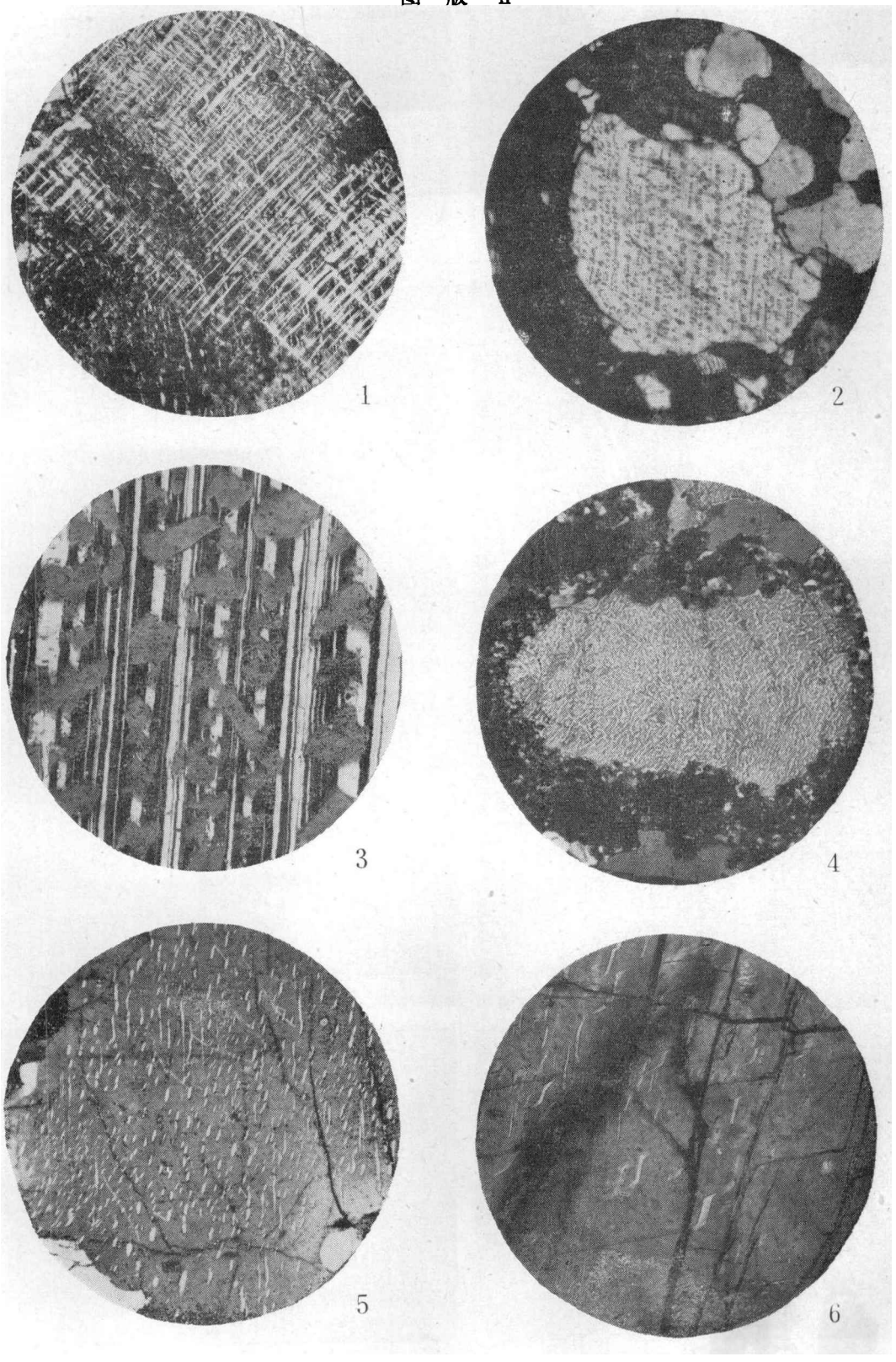

4


5


6

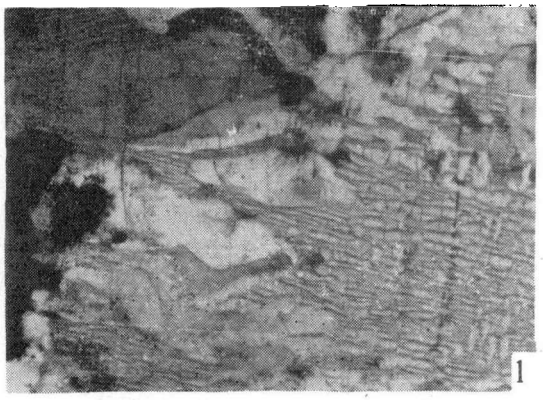
© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

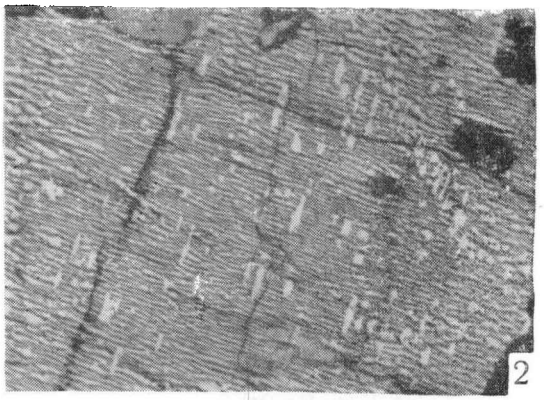
图　版　Ⅱ

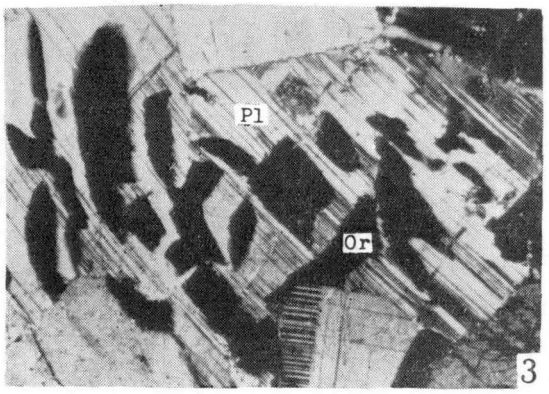


© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

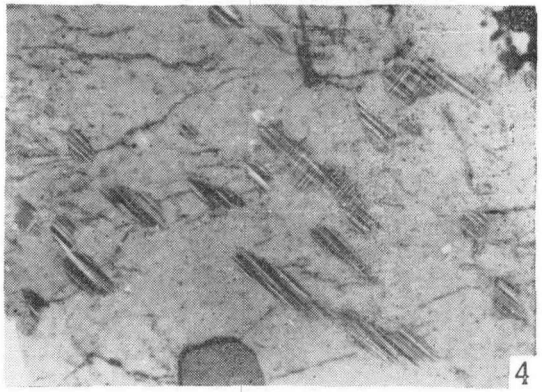
图 版 Ⅲ

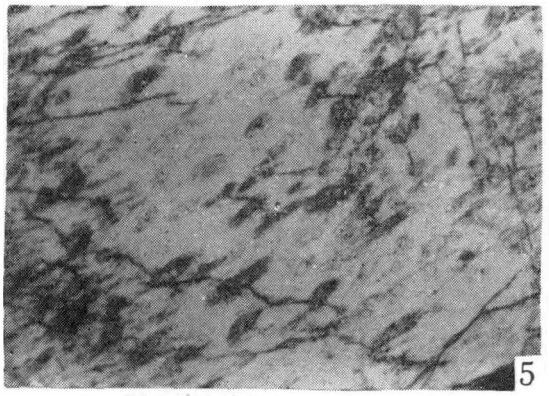

1

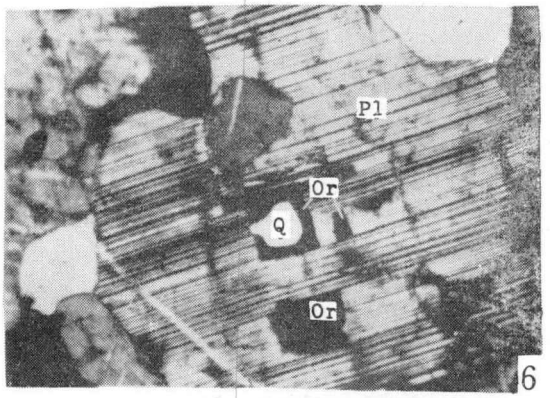

2



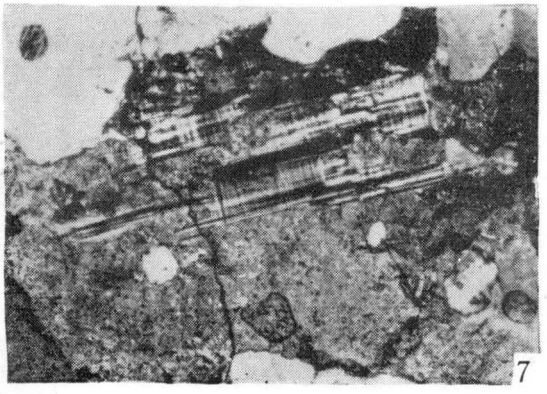
3

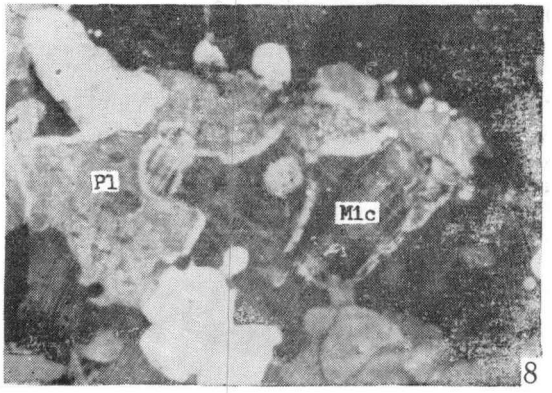

4


5



6


7



8

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net