

## 闽北建瓯群绿色片岩 的主要原岩类型及其鉴别

福建省地质矿产局地质三队 宗淳虎

绿色片岩(或称绿片岩)一词沿用已久,特别是在绿片岩系中发现了许多有价值的矿产,加之绿片岩的岩性及形成的地质条件有一定的特殊性,在找矿和地层对比及研究区域大地构造发展规律上日益起着重要的作用,因而引起人们极大的关注与兴趣。目前所用的“绿色片岩”一词泛指一个岩系,其总的概念是:(1)岩石颜色较暗,多呈绿色,岩石结晶颗粒较细,片(纤或柱)状矿物居多,片理(线理)构造发育;(2)岩石主要由阳起石、绿泥石、绿帘石、透闪石、角闪石、次闪石、透辉石及钠长石和其他斜长石组成;(3)岩石受浅至浅中程度的区域变质作用(绿片岩相及角闪岩相中的低级亚相);(4)产于古老的地盾区(克拉通)及各时代的地槽褶皱带中。

然而,随着矿床研究的深入及区域地质调查工作的迅速发展,应进一步探讨绿片岩系的原岩种类。闽北建瓯群变质岩系下部龙北溪组地层中,绿色片岩分布较广,厚几米至

几十米,局部达数百米,岩石类型齐全,为研究原岩提供了充分的资料。本文主要根据该区的岩石薄片鉴定结果,结合野外地质观察及岩石化学分析数据,对绿片岩的几种主要原岩类型的特征及其相互区别作些分析和对比。

### 一、绿片岩的几种主要原岩类型及遭受区域变质作用后相应的产物

绿片岩的原岩种类颇多,归纳起来有五种主要类型,现分述于下。

#### (一)原岩为中—基性火山岩

此类型根据岩浆系列不同,又可分为:

1. 富钠偏碱性系列:细碧岩—细角岩,主要由阳起石、绿帘石、绿泥石、钠长石及部分角闪石组成。区变后主要岩石类型为:钠长阳起片岩、阳起钠长片岩、钠长绿帘片岩、绿帘钠长片岩、钠长绿帘阳起片岩、钠长阳起绿帘片岩及钠长角闪片岩。

2. 钙碱性系列:玄武岩—安山岩,区变后主要由阳起石、绿帘石、角闪石、斜长

石及透辉石组成。岩石类型为：斜长角闪片岩、角闪斜长片岩、斜长阳起片岩、阳起斜长片岩、斜长透辉角闪片岩、斜长绿帘角闪片岩。

#### (二) 原岩为中基性侵入岩

主要为辉长岩、辉绿岩、闪长岩、闪长玢岩类。由角闪石、辉石、阳起石及斜长石组成。区变后变为斜长角闪(片)岩、斜长辉石角闪(片)岩、斜长阳起片岩、阳起斜长片岩。

另有一类为无长石的基性岩——辉石岩、角闪石岩类，主要由角闪石、辉石、次闪石、阳起石组成，偶见少量斜长石。区变后变为角闪片岩、辉石角闪片岩、片状辉石角闪岩、角闪阳起片岩、含长角闪片岩。

#### (三) 原岩为泥质钙镁碳酸盐岩类

根据泥质(其中包括硅质)和碳酸盐矿物的不同,有以下三种组合:(1)泥质钙质碳酸盐岩类(泥灰岩类);(2)泥质钙镁质碳酸盐岩类(泥质白云岩类);(3)钙镁质泥岩类。区变后变为阳起片岩、绿泥片岩、阳起绿泥片岩、绿泥阳起片岩、角闪片砂、阳起角闪片岩、绿帘阳起片岩、阳起绿帘片岩、绿帘角闪片岩及含方解石、白云石和黑云母的阳起、绿泥、绿帘片岩类。

(四) 基性火山岩与泥质钙镁碳酸盐岩类的过渡类型岩石——层凝灰岩及凝灰质化学沉积岩类。

原岩成分复杂,具火山岩和泥质钙镁碳酸盐岩混合特征,由方解石、白云石、微晶石英(硅质)、云母类及基性火山物质如斜长石、钠长石、铁镁暗色矿物及火山灰组成。区变后变为钠长(斜长)阳起片岩、钠长(斜长)阳起绿帘片岩、钠长(斜长)透辉绿帘片岩、钠长(斜长)透闪阳起片岩、钠长(斜长)绿泥片岩及钠长(斜长)黑云阳起片岩。

#### (五) 原岩为类砂卡岩

海底火山物质——熔岩流、凝灰质碎屑物在火山热液的作用下进入海相的碳酸盐(钙质、钙镁质)环境(层位)中,有关的物质成分与碳酸盐成分可能发生接触交代作用,形成以透辉石、绿帘石、石榴石、角闪石及镁橄榄石、粒硅镁石等钙质、镁质类似砂卡岩的矿物组合。区变后变为绿帘透辉片岩、透辉绿帘片岩、石榴透辉片岩、石榴绿帘片岩、石榴绿帘透辉片岩、角闪透辉绿帘片岩和片状镁橄榄石岩、片状粒硅镁石岩、绿泥蛇纹片岩及镁橄榄石透辉片岩、片状粒硅镁石透辉岩。这套岩石往往以柱状矿物及粒状矿物为主,排列虽定向,但片理远不如阳起片岩类明显。

## 二、绿片岩各类原岩特征及相互区别

变质岩是由不同种类的火成岩及沉积岩变来。有些岩石区变后结构发生了改变,但原岩的矿物组合不变,如辉长岩类,区变后辉长结构变成了片状构造,但斜长石和辉石(角闪石)的矿物组合仍在;有的岩石区变后矿物组合变了,但残余结构仍可见,如细碧岩中辉石变成阳起石、绿泥石,但残余间粒结构仍保留;有的岩石区变后出现了新的矿物共生组合,原岩的结构也重新改组,但岩石总的化学成分不变,如泥质碳酸盐岩类岩石区变后变为绿泥、阳起、角闪片岩类,并产生新的岩石组构,但总的岩石化学成分仍与原岩相当。也有的岩石区变后矿物组合变、结构构造变、化学成分也变,但岩石固有的特征性副矿物尚存在,如遭受蚀变的古火山岩。

变质作用程度在长向及横向上往往是不均一的,不平衡的。因此,在变质作用过程中,原岩中一些特征失去了,另一些特征仍保留着。

恢复原岩特征的决定因素很多,但主要有以下几方面:矿物共生组合、岩石结构构造、副矿物、岩石化学及野外产状等,在工

作过程中对这些因素应予综合考虑。现仅就这几种因素,对绿色片岩的原岩特征及其相互区别作些分析、对比

### (一) 矿物共生组合

矿物共生组合是判别绿片岩不同原岩的重要因素之一。矿物共生组合直接反映着原岩的成分。

#### 1. 基性火山岩和泥质碳酸盐岩变成的绿片岩矿物组合的区别

这两类原岩在矿物成分上最大区别是含或不含斜长石。基性火山岩(包括细碧岩和玄武岩)区变后除含阳起石、绿帘石、绿泥石、角闪石及一些辉石外,尚含40—70%的斜长石(包括钠长石),而由泥质碳酸盐岩类变成的绿片岩仅含阳起石、绿泥石、绿帘石、角闪石,而不含斜长石,或较少(砂质泥质钙镁碳酸盐类变成的绿片岩可含一定量的斜长石,但往往又伴有碎屑石英,以此也可和基性火山岩变成的绿片岩相区别)。

#### 2. 细碧岩和玄武岩变成的绿片岩的区别

这两类不同岩浆系列的火山岩变成的绿片岩均含40—60%的斜长石,其区别在于斜长石的种类不同。细碧岩变成的绿片岩含钠长石( $A_n$ 值小于10号,大部分 $A_n=4-8$ 号;而玄武岩变成的绿片岩则含拉长石至中长石,即使由于退变质作用,斜长石也不低于奥长石, $A_n$ 大于17号)。

3. 由基性侵入岩(辉长岩——辉绿岩)变成的绿片岩与泥质碳酸盐岩类变成的绿片岩的区别,在于前者含40%以上的斜长石,而后者不含或含少量斜长石。

4. 由角闪石岩变成的绿片岩几乎全由角闪石、阳起石组成。不含或少含(一般小于10%)斜长石可与含30%以上斜长石的由基性岩浆岩变成的绿片岩相区别。不含绿帘石、透辉石、石榴石的组合可与类砂卡岩变成的绿片岩区别。当泥质碳酸盐岩类变质为

绿片岩时,一般由阳起石、绿泥石、绿帘石组成,可与主要由角闪石组成的基性角闪石岩变成的绿片岩相区别;当泥质碳酸盐岩类经过角闪岩相变质作用而全由角闪石组成时,两者则无法从主要矿物上区别,需借助其他方法。

5. 基性侵入岩(辉长岩——辉绿岩)与细碧岩变成的绿片岩可根据前者的斜长石为拉长石和中长石,后者为钠长石相区别。前者与玄武岩变成的绿片岩无法从矿物上区别。

6. 由层凝灰岩——凝灰质泥灰岩变成的绿片岩,其特点是既含阳起石、绿泥石、绿帘石、角闪石等暗色矿物,又含一定量的斜长石,但含量一般小于30%(通常是10—20%)。以此可以和斜长石含量30%以上的基性火山岩变成多绿片岩相区别,又可以和不含斜长石的泥质碳酸盐岩变成的绿片岩区别。当含奥长石( $A_n$ 大于20号)或中长石时,其火山物质来自钙碱性系列;含钠长石( $A_n$ 小于10号)时,火山物质来自细碧岩系列。

7. 由类砂卡岩变成的绿片岩,矿物成分有其特殊性,由透辉石、绿帘石、石榴石、镁橄榄石、粒硅镁石、蛇纹石组成,这是其他类型绿片岩所不具有的。这类绿片岩中一般不含阳起石、绿泥石、透闪石,可与由泥灰岩类变成的绿片岩相区别;少含斜长石可与基性火山岩(及侵入岩)变成的绿片岩相区别。

### (二) 岩石结构构造

岩石结构构造是判别原岩类型最重要的依据。其可靠程度往往在矿物共生组合之上。因此有些绿片岩只要具有较好的原岩残余结构,就可知其原岩类型。

绿片岩由于变质程度轻,尽管片理构造十分发育,但矿物之间的原始组构仍能得以保留。闽北建瓯群绿片岩系中的原岩残余结构(特别是基性火山岩)还是比较明显的。

1. 原岩为中基性火山熔岩变成的绿片岩一般可见残余辉绿结构、残余间粒结构、残余交织结构及残余斑状构造。凝灰岩类则可见残余晶屑结构(图1)。可与副变质的绿片岩区别。



图1 细碧质凝灰岩的残余晶屑结构素描图  
钠长石(Ab)呈晶屑状,绿帘石、阳起石分布其间。  
正交偏光D=1.6mm(75)0407

细碧岩类和玄武岩类在岩石结构上很相似,不易区分。其熔岩和凝灰岩区变后在手标本上有一定区别。熔岩在构造上相对较均一,片理发育程度(明显性)较凝灰岩为差。有些由熔岩变成的绿片岩具有块状构造的倾向,而由凝灰岩变成的绿片岩则具细而密的片理及条纹构造。这种现象的产生与原岩的组构、物质的均匀性有关。

至于由比较粗粒的火山角砾岩变成的含角砾明显的绿片岩是很易辨认的。其他如基性熔岩中的枕状构造、气孔杏仁构造,也属鉴别古火山岩的确切依据。值得指出的是原岩中的杏仁体(气孔充填物)也和杏仁体外的岩石一同接受区域变质作用(重结晶和定向排列),致使界线变得比较模糊,看不到原先圆滑的边界。但杏仁体中的充填物往往和体外的矿物不一致,而出现不同矿物组合的团块体。这种椭圆或拉长饼状有一定的边界与周围矿物成分不一样的矿物集合体,往往就是变质的杏仁体,常呈串珠状分布。然而,在绿片岩中也见到一些异种矿物的集合

体,周边也圆滑,很似杏仁,但其中矿物排列杂乱,不定向,无片理,也无重结晶现象,说明未受区域变质作用,是区变后的蚀变充填物(有些见交代作用,但低温充填物不一定有交代作用)。

枕状构造须在野外观察,拉长椭圆形的枕状体(或扁球体)为其外貌,但具脆硬的结晶致密的外圈(冷凝边)为其特征。镜下见矿物不同比例和不同粒径的层圈为其重要鉴定标志。

2. 基性侵入体(辉长岩类)变成的绿片岩一般具变余柱粒状和粒柱状结构。最大特点是矿物颗粒较粗大(一般粒径0.5~2毫米),而火山岩类变成的绿片岩粒径一般小于0.5毫米,多为0.2~0.5毫米之间。在构造上,此类岩石虽也具片理,但块状构造比较明显,二者常兼而有之。粗大的辉石、闪石及斜长石在手标本上都清晰可见。由于此类绿片岩原岩粒度较大,区变时抗应能力较强,因此片理往往不平直,暗色矿物和斜长石呈交切状。

3. 由泥质碳酸盐岩变成的绿片岩在结构上也有其特殊性。那就是岩石没有残余结构,只有重结晶的定向片理构造。因为这类绿片岩中的矿物是原岩中没有的,是原岩物质(往往很细微)经过重新组合再结晶而形成,是一套与原岩矿物完全不同的全新的矿物组合。最大特点是片理构造极为发育,细而密。因为无原岩组构的阻力,新矿物的形成完全受应力作用控制,加之不含斜长石等粒状矿物,因此矿物排列的方向性就恢复得明显。手标本上,阳起石、绿泥石等矿物呈纤状、叶片状、书页状紧密相依,层层重叠。

4. 由角闪岩类变成的绿片岩具柱状变晶结构,残余结构为自形至半自形柱状似交织结构,因无斜长石,所以不具火山岩的残余结构。在矿物成分上与泥质碳酸盐岩变成

的绿片岩相似，但在结构上有点差别，首先是矿物颗粒粗大，一般粒径1—3毫米，而泥质碳酸盐岩变成的绿片岩粒径一般0.2—1毫米；其次是由于原岩结构的阻力和干扰，片理往往不平直，矿物斜交现象较明显，具块状构造的倾向。而泥质碳酸盐岩变成的绿片岩片理细密而平直，片状构造极为明显。

5. 由层凝灰岩、凝灰质泥灰岩变成的绿片岩在结构上具双重性。暗色矿物多为新生的，片理发育，排列方向性明显，这点相似于泥灰岩变成的绿片岩；但岩石中有一定量（通常10~25%）的斜长石（或钠长石），而又具残余晶屑（或碎屑）结构，但晶屑和碎屑的棱角不如凝灰岩，加之数量少，两者也可区别。

6. 由类砂卡岩变成的绿片岩，由于组成矿物为透辉石、绿帘石、石榴石，因此岩石具柱（或粒柱）状变晶结构。矿物皆为新生的，无残余结构。排列定向，但片理不发育，层纹构造较差，常具条状及块状构造。矿物粒径粗大，一般0.5~2毫米。部分矿物接触界线平直清楚（图2），显示砂卡岩化时矿物结晶之特征。以上各点可与其他类型绿片岩相区别。



图2 类砂卡岩素描图  
岩石由透辉石、绿帘石组成，矿物颗粒粗大，边界较平直，且定向排列。正交偏光，D=3.8mm  
(75)0759

### （三）副矿物

副矿物在岩石中含量很少，对研究原岩

本身特征往往只起次要作用。但由于副矿物形成具有一定的地球化学背景，加之其稳定性较强（硬度大，耐磨，不易起化学变化），因此在确定原岩的性质时常能起到独特的作用。特别是在绿片岩（其他变质岩也一样）受后期动力或热液蚀变作用叠加时，矿物被压碎或受到交代改造时，原岩中存在的副矿物的种类及形态特征就成了指示原岩性质的重要标志（图3），



图3 蚀变压碎斜长阳起片岩素描图  
片岩中楣石呈断续状分布（黑色），指示原岩（安山岩—玄武岩）性质。单偏光，D=1.6mm，  
(77)0327

绿片岩中的副矿物主要为楣石、磁铁矿及磷灰石（因为和基性岩浆岩有关）。下面就绿片岩中最常见的副矿物特征作些分析、对比，以区别原岩性质之不同。

#### 1. 楣石

（1）基性火山岩（及侵入体）中均含一定量的楣石。区变后这些楣石得以得以保留，这是与泥质碳酸盐岩变成的绿片岩的重要区别。后者的原岩中一般不含楣石，加之岩石是在中—深海相条件下形成，外来的碎屑状楣石混入的可能性很小。闽北建瓯群绿片岩中，凡由基性火山岩变成的绿片岩均含2—3%的楣石（部分达5%），沿片理定向排列。

（2）楣石的颗粒度与原岩主要矿物的颗粒度呈正比关系。建瓯群中，基性侵入岩变

成的绿片岩中的楣石粒径为0.2~0.4毫米,基性火山岩变成的绿片岩中楣石粒径一般小于0.2毫米。泥灰岩变成的绿片岩中偶见楣石,其粒径小于0.1毫米。

(3) 楣石的形态能反映原岩的形成条件,借此也可以区别不同成因的绿片岩。

A、基性熔岩(及侵入岩)变成的绿片岩中,楣石呈自形晶,信封状、菱形或楔形,晶面完好且清楚。

B、由于岩石形成时的喷发和爆裂作用,中基性凝灰岩中的楣石多呈晶屑状,外形残缺或不规整,棱角较明显,有时尚可见到晶体裂纹。偶见较自形的晶体。因此,基性灰岩变成的绿片岩中的楣石形态较复杂,有碎裂棱角状者(主),残缺半自形状者(次)及晶体完好者(少)。

C、由泥质碳酸盐岩类变成的绿片岩中的楣石颗粒细小,多呈半滚圆的碎屑状,棱角较钝,常见凹凸不平的外边。

D、由类砂卡岩变成的绿片岩,系与火山岩发生交代作用的产物,因此也含一些楣石,但颗粒大小不一,形态也较复杂,含量受产生砂卡岩的火山岩含钛量的控制。

## 2. 磁铁矿

(1) 在由基性火山岩(及侵入岩)形成的绿片岩中磁铁矿呈细粒状,自形至半自形晶,部分由原岩中铁质晶出,部分由暗色矿物分解析出。粒径一般为0.05~0.1毫米,沿片理较均匀地呈星散状或断续串珠状分布。含量一般为2~5%。

(2) 泥质碳酸盐岩变成的绿片岩一般不含或少含磁铁矿微粒,只有在原岩含铁量较多时才会晶出。一般呈立方体自形晶,较少呈不规则他形晶。

(3) 由类砂卡岩形成的绿片岩,由于剪岩经过砂卡岩化交代作用,磁铁矿多已聚合成团块状(有些则形成磁铁矿体),很少有单独的、分散的磁铁矿细粒。

## 3. 磷灰石

(1) 原岩为基性侵入岩的绿片岩,由于原岩结晶颗粒粗大,磷灰石的颗粒相对也大,一般粒径为0.2~0.4毫米,且多呈自形柱形体,长宽比约为2:1至3:1。

(2) 基性火山岩变成的绿片岩中的磷灰石颗粒细小,粒径一般为0.05~0.2毫米,呈柱状自形晶或柱状半自形晶,晶体完好程度较(1)中者为差。柱体往往呈棒状,长宽比较大,一般为3:1,部分可达5:1,并常可见到柱面呈熔蚀弯曲状。

(3) 由基性凝灰岩变成的绿片岩,其磷灰石晶体的形态较复杂,以半自形至他形晶为主,普遍具棱角为其特征(火山爆裂作用所致),其他不规则及受熔蚀的形态也常见,自形晶偶见。

(4) 由泥质碳酸盐岩变成的绿片岩一般不含或少含陆源碎屑状磷灰石,偶或有之,颗粒也细小,粒径一般小于0.1毫米,往往呈半滚圆状或不规则的近于等轴状的细粒(图4),很少见到棱角状者。如果原岩中含有一定量的磷质,将会晶出较多的磷灰石,但此磷灰石多为集合体,分布不均匀,呈圆或椭圆形,外形较规整,长宽比约1.5:1或近于1:1,与基性火山岩中的柱状及棱角状(凝灰岩中)磷灰石有较明显的差别。由于



图4 泥灰岩变成的绿帘透辉片岩素描图  
图中近于等轴状的细小颗粒为磷灰石。单偏光。  
D=1.6mm, (77) 0340

这类磷灰石在结晶过程中受应力的控制，因此多呈细条纹、条带，或串珠状分布，与片理方向一致。

(5) 由类砂卡岩变成的绿片岩也含一定量的磷灰石，其形态和大小受火山岩及交代作用过程中重结晶作用的控制。总的说，粒度是偏大的，形态以柱状和粒状为主，一般不见棱角状磷灰石。

(四) 岩石化学特征

岩石化学是岩石成分在元素组合（各种氧化物）上的反映。现将闽北建瓯群中各不同原岩类型的绿片岩的岩石化学分析数据列于表1，，根据绿片岩不同原岩的主要特征数据，用简便的图解来加以判别。

1. 细碧岩和玄武岩的判别

细碧岩和玄武岩在岩石化学特征上最大区别是钠钙比值。细碧岩 $Na_2O/CaO > 0.4$ ，而玄武岩小于0.4。两者在 $Na_2O$ 对 $CaO$ 的比值图上上线明显(图5)。

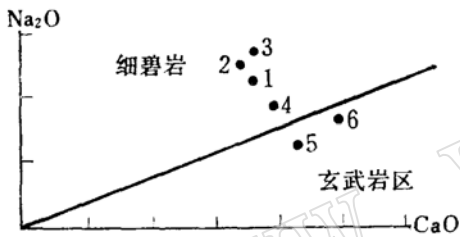


图5 细碧岩与玄武岩钠钙比值图

2. 凝灰质泥灰岩与泥质碳酸盐岩的判别

凝灰质泥灰岩由于含有火山物质，因此 $Na_2O$ 和 $TiO_2$ 的含量比泥质碳酸盐岩高，而 $CaO$ 和 $MgO$ 的总量比泥质碳酸盐岩低，且与 $SiO_2$ 含量无关。可用下列两图解判别。

(1)  $Na_2O + TiO_2$ 对 $SiO_2$  (重量百分比) 图解(图6)。

(2)  $CaO + MgO$ 对 $SiO_2$  (重量百分比) 图解(图7)。

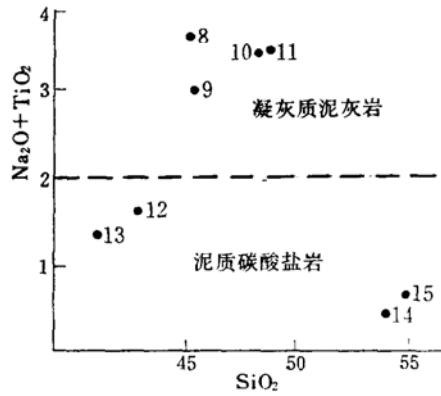


图6 凝灰质泥灰岩与泥质碳酸盐岩的 $Na_2O + TiO_2$ 与 $SiO_2$ 关系图解

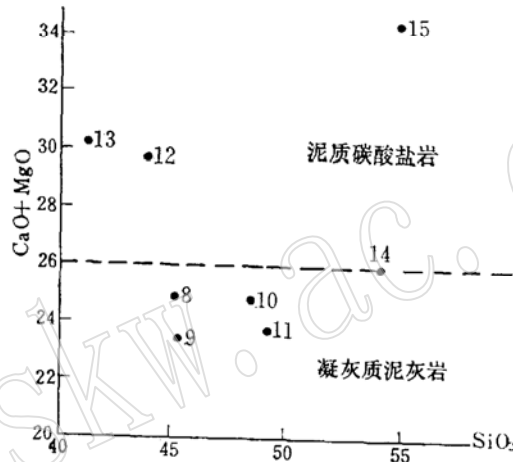


图7 凝灰质泥灰岩与泥质碳酸盐岩的 $CaO + MgO$ 与 $SiO_2$ 关系图解

3. 泥质碳酸盐岩与类砂卡岩的判别

这两类岩石的 $SiO_2$ 含量有一个变动范围，但岩石总的特征不受 $SiO_2$ 含量的控制。由于类砂卡岩受火山物质和碳酸盐岩的双重影响，因此含有较多的 $TiO_2$ 及 $CaO$ ；泥质碳酸盐岩含较多的 $CaO$ 和 $MgO$ ，而 $TiO_2$ 很微量。可用如下两图解判别。

(1)  $TiO_2$ 对 $SiO_2$  (重量百分比) 图解(图8)。

(2)  $MgO$ 对 $SiO_2$  (重量百分比) 图解(图9)。



表1 岩石化学分析成果及尼氏数值表

顺序号	产地	变质岩名称	原岩名称	岩石化学分析成果 (%)										尼氏数值														
				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	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	灼减	总和	al	fm	r	alk	c/fm	Si	t	qz	k	mg	al - alk	(al + fm) - (c + alk)
1	东	钠长阳起片岩	细碧岩	48.62	2.57	12.05	8.97	7.32	0.20	4.80	7.08	0.88	4.18	0.37	1.56	99.50	19.81	49.07	19.56	11.64	0.40	124.61	-11.39	-21.31	0.12	0.38	8.17	37.58
2	下	角闪更长阳起片岩	细碧岩	53.86	2.52	15.17	7.48	4.07	0.26	3.55	6.48	1.62	4.63	0.45	1.92	99.01	24.83	40.50	19.33	15.33	0.47	141.17	-9.83	-20.15	0.18	0.36	9.50	30.67
3	大	钠长斜长角闪片岩	细碧岩	53.17	2.66	12.56	6.75	6.04	0.20	3.98	7.38	0.75	5.12	0.28	0.78	99.67	20.10	43.92	21.39	14.55	0.49	143.14	-15.88	-14.92	0.09	0.37	5.55	28.08
4	上	角闪斜长角闪片岩	钾细碧岩	49.61	1.76	15.84	4.77	6.44	0.10	4.97	7.95	2.33	3.82	0.27	2.12	100.28	19.23	51.56	22.06	7.15	0.43	122.80	-9.98	5.8	0.19	0.45	10.67	30.49
5	张	钠长斜长角闪片岩	玄武岩	49.46	2.38	13.24	5.92	7.62	-	6.71	8.30	0.84	2.39	-	2.69	98.46	20.83	42.86	26.34	9.97	0.61	122.17	-15.48	-17.71	0.16	0.41	10.86	41.58
6	前	角闪斜长角闪片岩	细碧质玄武岩	49.28	2.41	14.32	4.30	8.38	0.28	4.69	8.89	1.02	3.45	0.25	1.45	99.74	19.61	49.22	24.54	6.63	0.50	114.81	-11.56	-11.71	0.30	0.54	12.98	27.38
7	孔	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	48.87	1.31	14.19	2.13	9.28	0.30	7.64	9.74	1.31	2.04	0.10	2.07	99.41	19.61	49.22	24.54	6.63	0.50	114.81	-11.56	-11.71	0.30	0.51	12.98	27.38
8	东	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	45.00	1.99	12.37	6.36	3.20	-	5.23	19.64	0.21	1.64	-	2.96	98.70	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
9	上	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	45.17	1.75	13.84	8.56	2.72	0.64	4.23	19.01	0.24	1.20	0.23	2.39	99.98	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
10	赤	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	48.11	1.93	10.44	5.32	4.61	0.38	5.09	19.60	0.35	1.46	0.20	1.80	99.29	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
11	湖	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	48.79	1.83	12.39	5.02	2.71	0.58	5.65	17.96	1.24	1.57	0.37	1.39	99.50	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
12	黄	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	41.42	0.41	10.06	1.69	5.86	0.38	10.29	19.31	0.59	0.92	0.05	1.47	99.45	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
13	高	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	54.05	0.94	2.73	3.97	7.26	0.15	18.49	11.60	5.26	0.76	0.02	7.92	100.04	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
14	赤	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	54.75	0.10	1.11	1.59	9.69	0.49	14.81	11.28	0.10	0.15	0.05	1.78	99.14	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
15	赤	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	41.15	2.34	33.25	7.84	2.92	0.30	4.21	22.15	0.29	0.47	0.21	4.42	99.85	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
16	赤	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	47.30	1.53	9.16	5.21	5.56	0.54	7.15	21.90	0.16	0.81	0.17	1.11	99.87	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
17	赤	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	46.85	1.63	10.02	4.42	3.70	0.70	7.46	21.90	0.16	0.81	0.17	1.11	99.87	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
18	赤	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	43.82	2.05	11.90	7.48	2.20	0.14	5.42	21.48	1.03	1.99	0.24	1.30	99.05	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61
19	前	钠长斜长角闪片岩	辉长岩	43.82	2.05	11.90	7.48	2.20	0.14	5.42	21.48	1.03	1.99	0.24	1.30	99.05	17.88	34.44	44.90	9.78	1.30	99.60	-29.80	-11.52	0.10	0.40	15.10	4.61



## 闽北建瓯群绿色片岩主

特征		中 基 性 火 山 岩							
		细碧岩类		细角岩类		玄武岩类		安山岩类	
		熔岩	凝灰岩	熔岩	凝灰岩	熔岩	凝灰岩	熔岩	凝灰岩
产状	产出状划	层状,似层状,拉长透镜状。凝灰岩类厚度稳定,延伸较远、熔岩厚度变化大,呈串珠状断续透镜体及扁豆状。							
	赋存位置	形成于地槽早期,深海相产物,或是蛇绿岩套组成部分,或形成独立岩系。多与深海硅质岩、碳酸盐岩共生。				形成于地槽早期稍后,多构成玄武安山岩建造,与海相碳酸盐岩、泥岩及部分碎屑岩共生。			
矿物共生组合		钠长石(或 $An < 17$ 号更长石)、阳起石、绿帘石、角闪石。 暗色指数40—60				阳起石、角闪石、绿帘石、绿泥石,少量辉石及黑云母。 拉长石—中长石 暗色指数40—60		中长石—更长石 暗色指数20—40	
结构	残余结构	辉绿结构 交织结构 斑状结构 杏仁构造 枕状构造	晶屑结构	交织结构 斯状结构 杏仁构造	晶屑结构	间粒结构 辉绿结构 交织结构 斑状结构 杏仁构造	晶屑结构	交织结构 斑状结构 杏仁构造	晶屑结构
	变晶结构	熔岩类多为:纤柱状、柱纤状、柱状、片状等变晶结构 凝灰岩多为:纤柱粒状、纤粒状、粒纤状、柱粒状、片粒状等变晶结构							
造	变质构造	熔岩多为:片状、片块状,部分块状构造 凝灰岩多为:片状、条纹状、条带状,偶见片块状构造							
岩石化学特征		相对富钠贫钙 $Na_2O/CaO > 0.4$ $CaO + MgO < 14$ $TiO_2 1.5 - 2.5$ $SiO_2 48 - 52$	相对富钠贫钙 $Na_2O/CaO > 1$ $CaO + MgO < 8$ $TiO_2 1 - 2$ $SiO_2 55 - 62$	相对富钙 $Na_2O/CaO < 0.4$ $CaO + MgO < 18$ $TiO_2 1 - 2$ $SiO_2 48 - 52$	相对富钙 $Na_2O/CaO < 1$ $CaO + MgO < 10$ $TiO_2 0.6 - 1.5$ $SiO_2 55 - 62$				
副矿物	种类	以磷石、磁铁矿、磷灰石为主,次为锆石。专属性强,不含酸性岩中副矿物。							
	形态特征	熔岩中多呈自形晶,晶面完好,偶见熔蚀。磷灰石长宽比 $> 3:1$ 。 凝灰岩中自形程度差,形态不规整,常见断裂面及棱角,颗粒大小不一。							
区域变质后主要岩石类型		钠长阳起片岩、阳起钠长片岩、钠长绿帘片岩、绿帘钠长片岩、钠长绿帘阳起片岩、钠长阳起绿帘片岩及钠长角闪片岩				斜长角闪片岩、角闪斜长片岩、斜长阳起片岩、阳起斜长片岩、斜长透辉角闪片岩、斜长绿帘角闪片岩			

要原岩类型特征表

表 2

中基性侵入岩类			层凝灰岩类		泥质碳酸盐岩类		类砂卡岩类	
辉长辉绿岩	闪长岩	辉石角闪石岩	火山泥灰岩类	火山钙镁质岩类	钙质	钙镁质	钙质型	镁质型
呈岩瘤、岩床、岩盘及岩脉状,区变后多为透镜状、扁豆状,一般为顺层贯入,斜交者少。			多呈层状,层位稳定,连续性较好,层面清楚,厚度往往较大。		厚层状、薄层状,产状稳定,相变时,可为似层状及透微状。		多呈似层状,透镜状,乃至不规则团块状,界面不平,常呈凹凸状或穿插状。	
多与同源的中基性火山岩伴生,基性者也可能是蛇绿岩套组成部分。部分岩体也可单独贯入沉积岩中。			多位于火山岩层位之上,与火山岩呈过渡关系,横向上与火山岩常有一定的距离。		为海相沉积,多与硅质岩及泥岩共生。		一般产于火山岩和碳酸盐岩的接触部位。	
角闪石、阳起石、辉石、次闪石、绿帘石	辉石、角闪石、次闪石、阳起石	辉石、角闪石、次闪石、阳起石 偶见斜长石	钠长石、斜长石、绿帘石、阳起石、绿泥石、透辉石、方解石。		阳起石、绿帘石、角闪石、绿泥石、透闪石、方解石,偶见透辉石。	绿泥石、阳起石、透闪石、蛇纹石、滑石、白云石、绿帘石。	透辉石、绿帘石、石榴石、方柱石、方解石、少量闪石类。	镁橄榄石、蛇纹石、粒硅镁石、透闪石、绿泥石、白云石。
拉长石— 中长石— 暗色指数 40—60	中长石— 更长石— 暗色指数 20—40							
自形至半自形柱状结构 柱粒状结构 似斑状结构 反应边结构	自形至半自形柱状结构 柱粒状结构 似斑状结构 反应边结构	混合型碎屑结构 局部见残余晶屑结构	无原岩残余结构, 偶见原岩未变质的残余条带及团块。		无		无	
柱状、纤柱状、粒柱状 状变晶结构	柱状、纤柱状、片柱状 状变晶结构	粒纤状、粒柱状、纤柱状 状变晶结构	纤状、片状、纤片状、柱片状 状变晶结构		柱状、柱粒状 状变晶结构	粒状、粒柱状 状变晶结构		
块状、片块状、条带状 构造	片状、片块状、块状 构造	片状及条纹、条带状 构造	片状构造,片理很发育		块状、片块状、条带状 构造			
与玄武岩类同	与安山岩类同	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 一般<10 MgO+CaO>20 全铁一般>14 TiO <sub>2</sub> 0.5—1.5 2>Na <sub>2</sub> O>0.5 SiO <sub>2</sub> <48	MgO一般<7 CaO一般12—20 SiO <sub>2</sub> 42—52 特点是: 既含TiO <sub>2</sub> 1—2 又含Na <sub>2</sub> O1.5—2.5	MgO>7 CaO一般12—20 SiO <sub>2</sub> 42—52 特点是: 既含TiO <sub>2</sub> 1—2 又含Na <sub>2</sub> O1.5—2.5	CaO>18 MgO<12 TiO<0.5 Na <sub>2</sub> O<0.8 SiO <sub>2</sub> <46	CaO<18 MgO>15 TiO<0.5 Na <sub>2</sub> O<0.8 SiO <sub>2</sub> <46	CaO>18 MgO<7 TiO <sub>2</sub> 一般1—2 Na <sub>2</sub> O<1 SiO <sub>2</sub> <46	CaO<18 MgO>10 TiO <sub>2</sub> 一般1—2 Na <sub>2</sub> O<1 SiO <sub>2</sub> <46
种类同相应的火山岩			以楣石、磷灰石为常见,含量<2%		一般无,偶见少量。无专属性,种类较杂。		副矿物有继承性,受火山岩控制。	
自形程度好,晶面完整,特点是颗粒较粗大。			形态较杂,以棱角状为主,也见半滚圆状,分布相对较均匀。		颗粒细小,滚圆度较好。多呈圆粒状,表面粗糙。		形态不规则,大小不一,分布不均匀,颗粒往往受交代作用而偏大。	
斜长角闪(片)岩、斜长透辉角闪(片)岩、斜长阳起片岩、阳起斜长片岩、角闪斜长片岩	角闪片岩、辉石角闪片岩、片状辉石角闪岩、角闪阳起片岩、含长角闪片岩。	斜长(斜长)阳起片岩、斜长(斜长)阳起绿帘片岩、斜长(斜长)透辉绿帘片岩、斜长(斜长)透闪阳起片岩、斜长(斜长)绿帘片岩、斜长(斜长)黑云阳起片岩。	阳起片岩、绿帘片岩、阳起绿帘片岩、角闪片岩、阳起角闪片岩、绿帘阳起片岩、绿帘角闪片岩及含方解石、白云石的阳起绿帘片岩类。		绿帘透辉片岩、透辉绿帘片岩、石榴透辉片岩、石榴绿帘片岩、角闪绿帘透辉片岩、片状透辉镁橄榄石岩、片状粒硅镁石镁橄榄石岩、绿泥蛇纹片岩、滑石蛇纹绿帘片岩。			

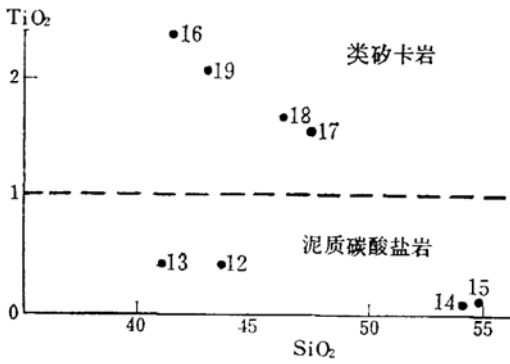


图 8 泥质碳酸盐岩与类砂卡岩的TiO<sub>2</sub>与SiO<sub>2</sub>关系图解

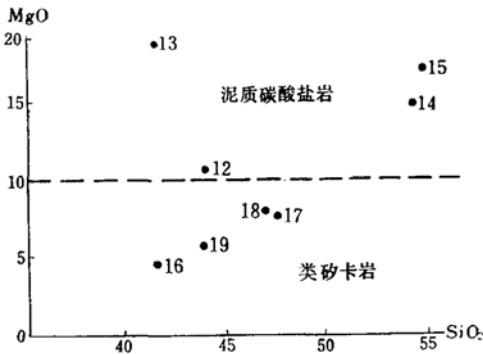


图 9 泥质碳酸盐岩与类砂卡岩的MgO与SiO<sub>2</sub>关系图解

4. 用西蒙南的 (al + fm) - (c + alk) 对 Si (尼格里值) 图解来判别和验证火成岩 (火山岩) 和钙质沉积岩类 (图10)。

根据上述情况, 将闽北建瓯群绿片岩恢复后的各主要原岩类型特征列于表 2。

(五) 岩石野外产状

岩石的空间产出状态是判别侵入岩、火山岩及沉积岩重要标志之一。根据实际工作经验, 副变质绿片岩呈层状, 产状较稳定,

地层延续性较好, 在一定范围内岩石结构、矿物共生组合变化不大, 特别是当副绿片岩系中夹有滑石片岩、云母片岩、石英岩 (或透辉石英岩)、大理岩时, 其层与层的界线十分清楚, 很易判断和测定。火山凝灰岩及层凝灰岩类变成的绿片岩成层性也较好, 产状相对较稳定, 有一定的延伸范围。基性火山熔岩变成的绿片岩多呈似层状、扁豆状, 分布范围有限, 延续性较差, 与副绿片岩的接触面常呈弧形的波浪状, 凹凸不平, 当原岩含有较富的钙镁时, 常形成宽窄不等的类砂卡岩带, 颜色与上下层位分明, 矿物组合特殊。类砂卡岩呈似层状、透镜状, 或不规则的团块, 往往以含铜、铅锌的硫化物 (星点、细脉及团块状集合体, 与片理一致或不一致) 为其重要鉴别标志。在类砂卡岩体中常夹有大理岩的小透镜体及团块。

此外, 还要注意观察岩石的颜色和构造的变化、矿物形态和粒度的变化、矿物共生组合的变化, 以准确地鉴别原岩类型。

本文的写作曾得到福建省地质矿产局边效曾同志指导, 初稿承中国地质科学院沈其韩同志审阅, 并指出修改意见, 在此谨表谢意。

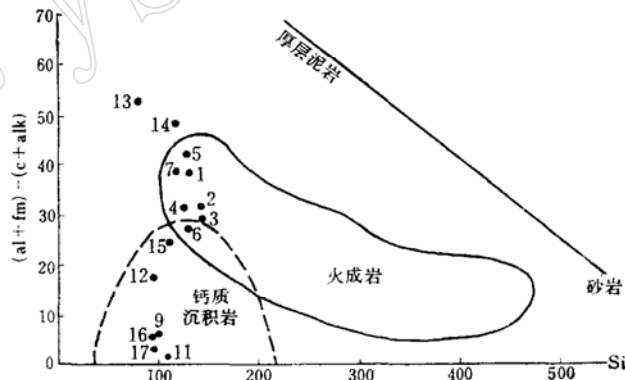


图 10 (al + fm) - (c + alk) 对 Si 图解

## The Original Rocks Types of Greenschists and their Recognition in Jianzhen Group, Northern Fujian

Zong Chunhu

### Abstract

The greenschists are of wide distribution in metamorphic series of Jianzhen Group, Northern Fujian, which range from several to decades of meters thick, partially up to hundreds meters. As a result of regional metamorphism the rocks were metamorphosed to assemblages of greenschists and lower amphibolite facies and appeared usually in massive, banded or schistose structures. These rocks are composed mainly of actinolite, epidote, chlorite, albite (plagioclase), and minor amphibole, diopside, garnet and forsterite. From the characters of mineral association, relict texture and structure, accessory minerals, petrochemistry and their field occurrence the original rocks of these greenschists were defined as med-basic volcanic rocks, med-basic intrusions, layered tuffs, argillaceous carbonatite and "Skarn-Like" rocks.

The med-basic volcanic rocks including spilite ( $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO} > 0.4$ ) and basalt ( $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO} < 0.4$ ) are characterized by relict volcanic texture and contain more than 40% albite (plagioclase). The accessory minerals are presented as euhedral, of those the apatites have length: width ratio of 3:1.

Med-basic intrusions are composed mainly of amphiboles and plagioclases, which characterized by blastopismatic texture with coarse grains.

Layered tuffs appear in a stable occurrence and contain both the volcanic and sedimentary clastic material. The accessory minerals are various in kind and all have an irregular form. From analysis the rocks contain 1.5-2%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 1-2%  $\text{TiO}_2$  and 10-20%  $\text{CaO}$ .

Argillaceous carbonatites, remaining no original texture, are composed mainly of actinolite, epidote and chlorite, and usually lack of plagioclase. The rocks have  $\text{CaO} + \text{MgO}$  content of 25-30%,  $\text{Na}_2\text{O}$  and  $\text{TiO}_2$  less than 1% and 0.5% respectively.

The "skarn-like" rocks remaining no original texture are composed mainly of coarse epidote, diopside and garnet. The rocks have  $\text{MgO} + \text{CaO}$  content more than 25% and 1-2%  $\text{TiO}_2$ .