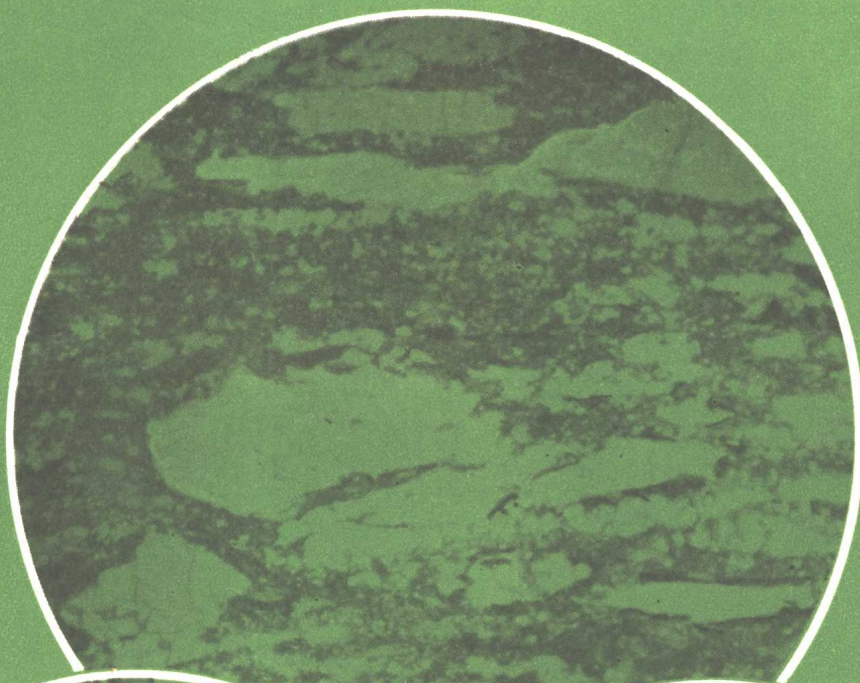


山东太古代 雁翎关变质火山 — 沉积岩



程裕淇 沈其韩 王泽九 著

地质出版社

山东太古代雁翎关变质 火山-沉积岩

程 裕 淇
沈 其 韩 著
王 泽 九

地 质 出 版 社

山东太古代雁翎关变质火山-沉积岩

程 裕 洪

沈 其 韩 著

王 泽 九

•

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑 马志先

地 质 学 报 出 版

(北京西四)

地 质 学 报 社 印 刷 厂 印 刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

•

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $5^{7/8}$ 插页: 1个 字数: 134,000

1982年12月北京第一版·1982年12月北京第一次印刷

印数1—2,700册·定价1.00元

统一书号: 15038·新805

前 言

泰山群原称泰山杂岩，时代属太古代、主要发育于山东中、西部。地质概况以往已有不少文献发表过（山东地质厅、北京地质学院区测一队1961，济南泰安等六幅区域地质报告）^{〔1〕}。它的地层层序、岩石类型、变质作用和混合岩化作用，在我国北方古老岩系中，均具有代表性。前人根据两个地区的标准地层剖面和有关资料，将泰山群自上而下分为（一）万山庄组；（二）太平顶组；（三）雁翎关组；（四）山草峪组等四个组。

雁翎关地区的泰山群，山东省原 805 队和我们曾进行过较详细的工作，并写有专门报导。（地质科学院程裕淇、沈其韩、王泽九、原山东地质局 805 队郑良峙等 6 人，1963，山东新泰一带泰山群地质观察野外初步简报，打印本；山东地质厅 805 队张成基等，1963，新泰县银洞山地区泰山群雁翎关组五千分之一填图说明书，手抄本；山东地质局 805 队郑良峙等，1964，山东新泰雁翎关地区泰山群地层剖面研究报告，打印本；程裕淇、沈其韩、王泽九，1971，山东新泰雁翎关一带泰山群变质岩系的初步研究、地质矿产研究，1977 年第三期）^{〔3〕}。本文着重讨论雁翎关组变质基性火山-沉积岩组（以角闪质岩石为主）的地质位置、地层层序、沉积喷发旋迴和岩石学特征以及形成环境等方面问题。原拟题名为“山东新泰泰山群雁翎关变质基性火山-沉积岩组的研究”。主要资料引自著者等所写的“山东新泰雁翎关一带泰山群变质岩系的初步研究”一文，并作了较多的补充和修订。由于本区角闪质岩石与上下岩层的接触关系比较清楚，无论从宏观或微观都具有比较明显的火山喷发沉积特征，一般在古老角闪岩相变质岩中较少见到，而这是一个很好的实例，所以重新整理发表，以供参考。但限于以往的工作程度和条件，加之水平所限，肯定存在不少缺点甚至错误，希望读者给予批评指正。

山东新泰雁翎关地区的研究工作，当初能够开展和顺利进行，与山东省地质局曹国权同志的推动和协助，以及原山东省 805 队有关同志的合作是分不开的，在此特表示衷心的感谢。本文极大部分图件由地质部地质研究所绘图组有关同志清绘、化学分析由原地矿所八室有关同志完成；王光天同志参与大部分岩石矿物的化学计算，伊燕荣同志担任了部分单矿物的分选工作，冯宁生同志测定了部分角闪岩的体积百分含量和少量角闪石的折光率，特此致谢。

目 录

一、区域地质概况	1
二、雁翎关地区雁翎关组的地质特征	4
(一) 雁翎关组与上下岩组的关系	4
1. 与任家庄组的关系	4
2. 与山草峪组的关系	5
(二) 雁翎关组剖面叙述	7
1. 填图区西北部雁翎关剖面(图 4)	7
2. 填图区东南部主剖面(剖面方向西南 243° , 图5c—c'剖面)	12
3. 填图区东南的天井峪剖面(图 6)	15
4. 雁翎关村西北小沟中, 雁翎关组上亚组第六层剖面(图 9)	18
5. 主剖面三号石桩附近雁翎关组上亚组第九层剖面(图10)	20
(三) 雁翎关组主要岩石类型及其原岩特征	21
(四) 雁翎关组地层层序和喷发-沉积特征	24
(五) 构造特征	28
(六) 侵入岩和蚀变岩石	28
三、岩石学和岩石化学的研究	31
(一) 不同岩石类型及其镜下特征	31
1. 角闪质岩石类	32
2. 含云母变粒岩及云英片岩类	43
3. 钙硅酸盐岩石(包括含钙的变粒岩类)	45
4. 浅粒岩和石英岩类	47
5. 变质砾状碎屑岩类	49
6. 变超基性岩类	52
7. 变闪长岩类	54
8. 蚀变岩和脉岩类	54
(二) 主要岩石的岩石化学和部分矿物的化学特征	55
1. 岩石化学和原岩恢复	55
2. 部分矿物的化学特征	62
四、变质相、相系和变质作用类型	65
(一) 变质矿物共生组合和变质相	65
(二) 角闪质岩石和角闪石的ACF图	65
(三) 决定变质相的某些矿物学和地球化学标志	67
1. 斜长角闪岩中角闪石的 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 与 TiO_2 含量的关系	67
2. 斜长角闪岩中斜长石和角闪石的某些光性特征	67
3. 石榴石部分化学组分与变质程度的关系	67

4. 石榴石成分数理统计判别标志	68
(四) 变质作用类型	68
五、雁翎关组斜长角闪岩和有关岩石的形成环境及其地质意义	70
(一) 雁翎关变质基性火山-沉积岩——斜长角闪岩及有关岩石的喷发— 沉积演化特点	70
(二) 形成环境和问题	71
1. 变质基性火山岩的形成环境	71
2. 由雁翎关组上亚组至山草峪组的形成环境	71
3. 科马提岩问题	71
4. 本区岩石是否属绿岩带的问题	72
六、小结	73
参考文献	74
外文摘要	75
图版说明	80
后记	

一、区域地质概况

雁翎关位于山东泰安县东南四十余公里,新泰县城西北约三十余公里(图1)。其西南离徂徕山不远,其东北即为新甫山。这是原北京地质学院区测队建立山草峪组和雁翎关组的地区。作者等通过较详细的工作,肯定了他们所提出的层位关系,即前者层位在上。在本区雁翎关组之下的所谓“太平顶组”,经过这次研究,发现它的岩性同标准产地太平顶组差别相当大,层序上亦有问题,不能对比,因此暂时命名为任家庄组。

本区岩层走向和其他构造线的方向为西北—东南,层理同叶理大致平行。从东北而西南,上述三个岩组自老而新依次出露。任家庄组岩层均向西南倾斜,倾角大部分在 60° 以上。雁翎关组主要亦向西南倾斜,倾角一般在 $75-80^{\circ}$ 之间,部分近于直立,在其上亚组上部 and 山草峪组下部,局部地区因受断层影响,使岩层向西南倒转,反向东北倾斜。山草峪组在贾庄以西仍向西南倾斜,贾庄和单家峪(在贾庄之西)间则向东北倾斜,倾角约在 80° 以上。

任家庄组在新甫山(莲花山)一带,分布广泛,组成新甫山复背斜的轴部。本组极大部分岩石已受到以钠质交代为主的混合岩化作用,其中多已变为中、粗粒微具条痕状的黑云奥长均质混合岩,构成一个岩带(图1)。主要原岩大致相当于黑云变粒岩—黑云斜长片麻岩类。这个岩带的西南侧见有很多含铁铝榴石、电气石和白云母的微斜长石伟晶岩,黑云母花岗岩脉,东北侧直至新甫山则渐次过渡到仅有线形构造的中、粗粒黑云奥长混合花岗岩(图1)。均质混合岩和混合花岗岩全岩铷锶等时年龄为25.86亿年^①。

雁翎关组分布于任家庄组的西南,两者呈大致平行的选择性混合岩化接触,有多种证据说明,未受混合岩化以前,原属沉积整合接触(详见后)。本组岩石主要以角闪质岩石类为主,并夹有黑云变粒岩、黑云角闪变粒岩以及含砾的角闪(黑云)变粒岩等等,原是一套以基性火山—沉积岩为主(包括少部分基性侵入体)的岩系,根据其喷发沉积特征,可划分为下、上两个亚组,各代表一个一定规模的基性喷发沉积旋回。总厚度在1200米左右。上下两部份都含有超基性岩变成的层状或豆荚状阳起透闪岩(片岩)、滑石透闪岩及蛇纹岩,部分地区(特别是下部)有含电气石和白云母的微斜长石伟晶岩脉,往往密集成带分布。个别地点还见有较晚期斜长角闪岩(变辉绿岩)和闪长岩脉。

本组为新甫山复背斜西南翼任家庄组之上的第一套地层,尽管存在较多的同斜(不同斜)小褶皱甚至层间小褶曲,仍不影响单斜的基本性质。雁翎关组的黑云变粒岩中黑云母和角闪岩中角闪石,曾进行钾氩法同位素年龄测定,数据为24.5—25亿年^[3]。

山草峪组位于雁翎关组之上,为新甫山复背斜西南翼任家庄组之上的第二套地层。底部和雁翎关组呈渐变过渡关系(详见后述)。但岩性有明显的差别,主要由黑云变粒岩和含黑云母变粒岩组成,其次也见有二云变粒岩、黑云石英片岩、角闪变粒岩等夹层,具有较多的沉积特征。原岩以具有一定硬砂岩性质的粉砂质沉积岩为主,局部含泥质或砂质稍

① 1977年地质矿产研究第三期132页表33。

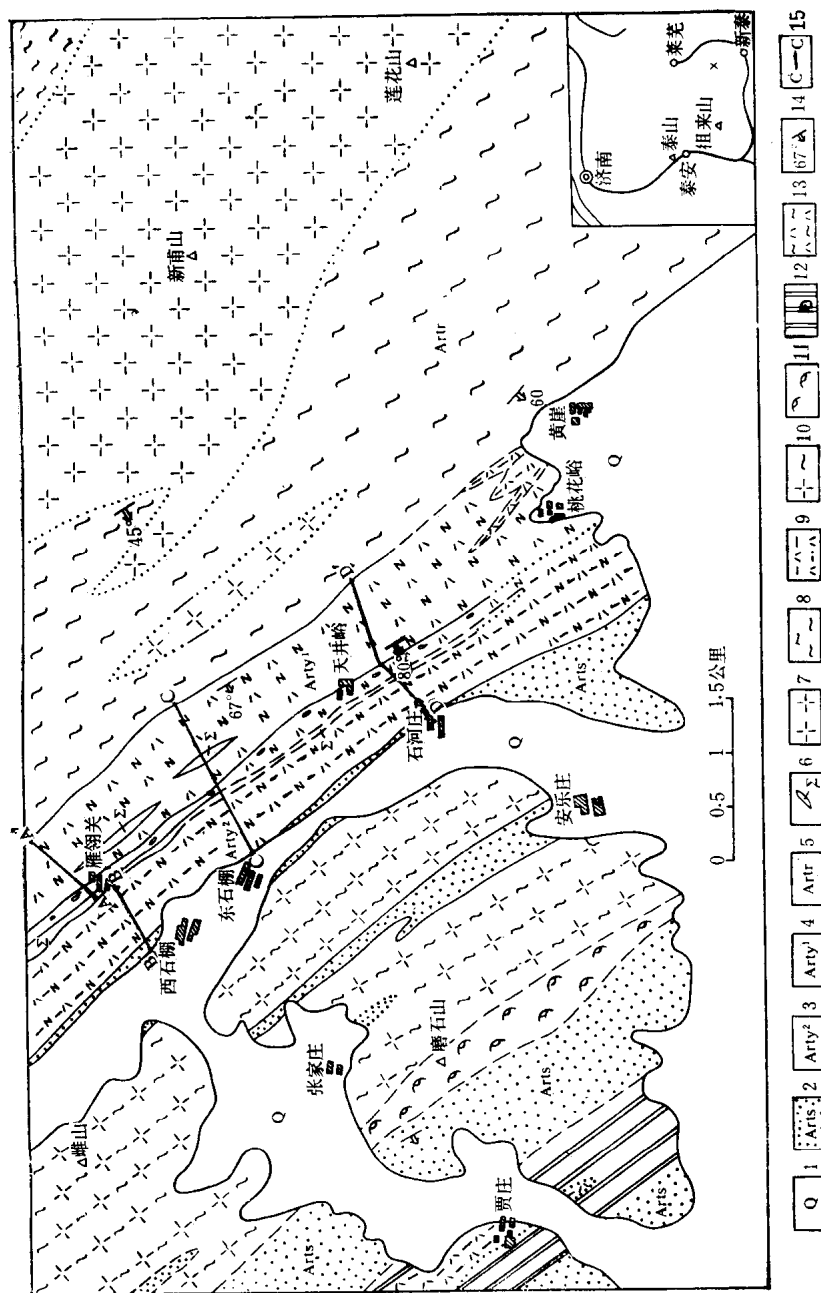


图 1 雁翎关地区泰山群地质略图

1—第四系；2—山草峪组黑云变粒岩及含黑云母变粒岩为主的岩层；3—雁翎关第二（上）亚组：斜长角闪岩夹角闪变粒岩，底部有含砾的角闪变粒岩；4—雁翎关组第一（下）亚组：斜长角闪岩及角闪变粒岩，在天井峪以南变为绿泥阳起片岩；5—任家庄组：黑云奥长均质混合岩夹有云母片岩、云母变粒岩和少量角闪岩（混合岩的原岩主要是黑云变粒岩和黑云斜长片麻岩）；6—蛇纹岩、阳起透闪（片）岩、滑石透闪片岩等（变质超基性岩）；7—新甫山黑云奥长混合花岗岩带；8—黑云奥长均质混合岩；9—桃花峪黑云微条纹状混合岩、角闪奥长混合岩及部分混合岩化的黑云变粒岩和斜长角闪岩等；10—雌山（似斑状）黑云微斜混合岩化带；11—磨石山（枣核状）细粒黑云二长均质混合岩；12—贾庄黑云斜长混合岩和黑云角闪斜长混合岩带；13—贾庄黑云斜长混合岩的部分混合岩化带；14—叶理的走向和倾斜；15—实测剖面示意位置，A—A' B—B'代表起点和终点

多，甚至杂有基性火山碎屑，此外也有少量原为基性侵入岩脉的斜长角闪岩和变辉绿岩。推测原有总厚度在4000—5000米。在有些地区，这些岩石又受到不同程度的混合岩化、花岗岩化作用，因此由东北而西南出现了五个岩性不同的岩带，部分地区含有电气石和白云母的微斜长石伟晶岩脉和其他岩脉。黑云变粒岩中黑云母的钾氩法同位素年龄为24.6亿年^[3]。

区内区域性的断裂以走向冲断层为主，正断层较少。在雁翎关组 and 山草峪组中均有发育，生成时期较早。其次为剪切断层和平移断层，生成较晚。

上述三个岩组的极大部份岩石所受的区域变质作用基本上属中压相系的角闪岩相。

二、雁翎关地区雁翎关组的地质特征

(一) 雁翎关组与上下岩组的关系

1 与任家庄组的关系

任家庄组与上覆的雁翎关组呈平行接触，两者的倾向、倾角相同，局部为沿层面稍有错动的断层接触。由于任家庄组所受的混合岩化作用到达的层位在不同地点有所不同，各处所见的具体接触情况也不尽相同。

在图幅内（图3）及其附近有些地方，在顶部粒度较细的黑云奥长均质混合岩和轻微混合岩化的黑云奥长片麻岩之上，还有黑云变粒岩类岩石的夹层，再上才是雁翎关组的含角闪石黑云变粒岩和角闪变粒岩等岩石（图2b）可以清楚地看到两组变质岩石的过渡整合关系。在有些地区（图2a、图4、图5）则粒度较细的黑云奥长均质混合岩直接和雁翎关组的角闪黑云变粒岩或斜长角闪岩相接。雁翎关组底部距接触面5—6米至20—30米内，往往有上述黑云奥长均质混合岩更细、含云母稍少而其他岩石特征大致相同的似层状体2—3条，和两旁斜长角闪岩的叶理基本平行，一般中部稍粗，有的在薄片显示了轻微混合岩化含黑云母变粒岩的特征，因此具有混合质变粒岩的性质。在C—C'剖面（图5）东北端的东南，有一条似层状体（图2C之2）宽达9米以上，和任家庄组均质混合岩相连，岩性也基本相同，呈楔形分枝，大致顺雁翎关组第一层底部的斜长角闪岩叶理面向东南延展，并渐次尖灭。角闪岩（图2C之1）则沿相反方向（西北）逐渐尖灭于均质混合岩中，附近斜长角闪岩中平行于叶理的长英质细脉（<1厘米）也往往较多；由此向西南倾斜方向）细脉逐渐减少。紧接均质混合岩的斜长角闪岩或含角闪石黑云变粒岩分界一般很清楚，岩性上没有明显的变化，但有时也呈轻微的绿泥石化甚至黑云母化，或者出现白云母聚集体的小斑点，宽度很小，往往不超过几厘米，似属流体交代蚀变现

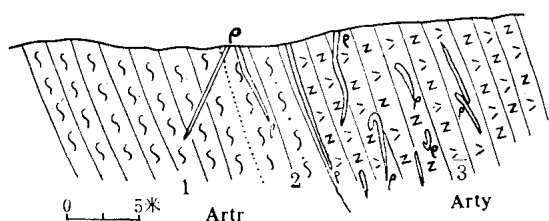


图 2a 任家庄西南任家庄组与雁翎关组的接触关系

1—灰黑色黑云均质混合岩；2—肉红色黑云均质混合岩；3—雁翎关组斜长角闪岩。ρ—伟晶岩

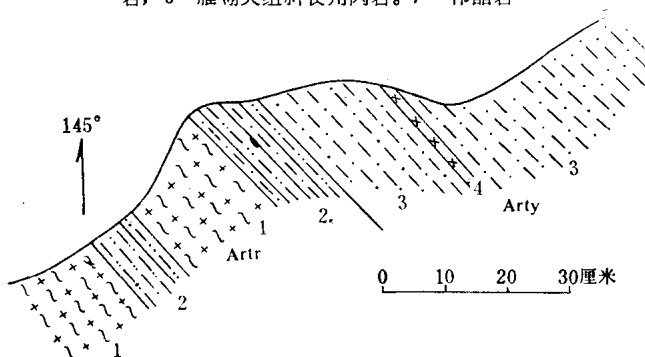


图 2b 雁翎关东北任家庄组的接触关系

1—细粒黑云奥长片麻岩；2—含黑云轻微混合岩化变粒岩；3—黑云变粒岩（上部含角闪岩）；4—长英岩脉；Artr—任家庄组；Arty—雁翎关组

象(见后)。

从本区(图2)所见的雁翎关组与任家庄组不同接触情况可说明:(1)未受明显混合岩化作用影响的任家庄组顶部黑云母变粒岩和雁翎关组底部含角闪石的岩石呈整合关系。(2)任家庄组均质混合岩与邻岩(上覆岩石)的接触界线虽较清楚,似具有一定的岩体边部性质,但邻岩没有任何接触变质现象或区域变质作用复合于接触变质作用的情况。相反,有时却呈现含钾质等流体的交代蚀变现象(图2c)。而距接触面不远的雁翎关组岩石中又常出现少数交代岩脉乃至混合质变粒岩夹层,因此,在实质上还是一种选择性的交代接触,而不是区域变质之前,或大致同时,或以后的花岗质侵入体的侵入接触。(3)在一定的地貌条件下,接触面以上的细粒黑云变粒岩风化作用显得比较强烈,但没有见到任何类似由长石砂岩或其它砾状碎屑岩石的变质产物。而下伏的片麻岩(即均质混合岩)也未显示曾有变质的古风化壳存在的迹象。因此,两者之间不存在不整合的可能性。

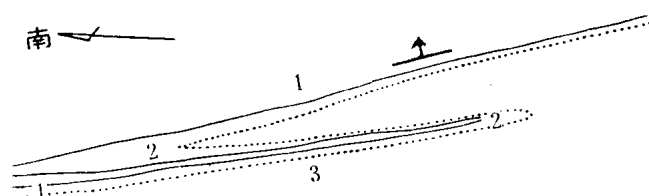


图2c 主剖面东北端东南任家庄组黑云母长均质混合岩(2,3)与雁翎关组斜长角闪岩(1)的产出关系

(据山东805队郑良峙等)

1—斜长角闪岩; 2—混合岩化程度较浅的均质混合岩; 3—任家庄组黑云母长均质混合岩

述奥长均质混合岩的混合岩化作用的扩大影响部分。稍外更有和混合岩化作用可能有关的闪长质岩体和岩脉的分布^①。可见桃花峪附近由于和混合岩化作用大致同时的剧烈褶皱运动,不同性质中、深成流体的活跃,已出现了宽度不大的间层状混合交代的现象,与邻岩具有一定的渐变过程性质。而在填图(图3)地区,由于具体地质条件的不同(如并未出现剧烈的等倾同斜小褶皱和有关的错动),造成了混合岩化作用影响而为“貌似”突然终止于较低层位的现象。

正是由于上述混合岩化作用的交代接触的复合影响,致使在不少地区的任家庄组和雁翎关组的接触关系显示得比较复杂。

2 与山草峪组的关系

总的来讲,雁翎关组与其上的山草峪组,在岩性上有较大的差别,但二者的接触关系为平行整合接触。在接触线上下,岩石上有明显的渐变过渡现象。在雁翎关组顶部,一般角闪质岩石逐渐减少,黑云变粒岩增多,其中并出现较多的铁铝榴石。在山草峪组底部,虽然岩石也是含铁铝榴石的黑云变粒岩,但与雁翎关组分界的底部几米范围内,往往见有石英质小豆荚状脉体和豆状(或小疙瘩状)绢云母石英集合体,部分状如小砾。而此种绢云母石英小粒的出现,即是山草峪组的开始。因此在山草峪组和雁翎关组之间,可能存在一次小的间断。

^① 关于桃花峪附近地质情况,参阅1977年“地质矿产研究”6—7页及图3。



Arts	1	10	2	9	3	8	4	7	5	6	6	5	7	4	8	3	9	2	10	1	11	Artr	12
u MB	13	Nb	14	Σb	15	Σa	16	Qu	17	ρ	18	γ ₂	19	Φ Φ	20	✱	21	▲ ▲	22	~	23		24
	25		26		27	Δ Δ	28	55	29	75	30	C-C	31	1-2	32	• • •	33	• • •	34	~ ~ ~	35	~	36

图 3 山东新泰雁翎关地区雁翎关组地质图

1—山草峪组(Arts): 黑云 (和含黑云母) 变粒岩为主的岩层; 2—雁翎关组第10层 (以下均略去雁翎关组字样), 下部黑云变粒岩夹石英角闪岩, 中部为斜长角闪岩, 上部为含石榴石角闪变粒岩和黑云变粒岩互层; 3—第9层: 下部为黑云变粒岩夹含砾角闪变粒岩, 中部为斜长角闪岩, 上部为含铁铝榴石的黑云变粒岩、石英角闪岩和角闪石英岩; 4—第8层: 下部和中部以斜长角闪岩为主, 上部以黑云变粒岩和斜长角闪岩为主; 5—第7层: 下部角闪变粒岩为主, 上部斜长角闪岩为主夹铁铝榴石角闪岩; 6—第6层: 含砾角闪变粒岩或含黑云母角闪变粒岩的砾状岩石; 7—第5层: 下部以含角闪石变粒岩或含透闪石变粒岩为主, 上部为具杏仁状和瘤状结合体的铁铝榴石、云母片岩和云母变粒岩; 8—第4层: 含角闪石的变粒岩为主的岩石夹石英斜长角闪岩和铁铝榴石石英角闪岩; 9—第3层: 斜长角闪岩; 10—第2层: 下部和中部为斜长角闪岩夹含石英斜长角闪岩, 上部为含透闪石变粒岩 (含) 角闪石变粒岩互层, 有时有黑云变粒岩; 11—第1层: 以斜长角闪岩和石英斜长角闪岩为主, 底部夹有很薄的含角闪石黑云变粒岩, 上部夹有角闪变粒岩和含角闪石变粒岩, 顶部有薄层的浅粒岩; 12—Artr 任家庄组, 原岩相当于黑云变粒岩-黑云斜长片麻岩类, 现大部已变为黑云奥长均质混合岩; 13—较晚期的具球形风化及变余辉绿结构的斜长角闪岩 (变基性侵入岩); 14—较早期的块状或芝麻点状 (及斑块状) 斜长角闪岩 (变基性侵入体); 15—较晚期的蛇纹岩; 16—较早期的蛇纹岩; 17—石英脉; 18—铁电气石白云母微斜长石伟晶岩脉; 19—片麻状花岗岩质岩脉; 20—绿帘石化; 21—透闪-阳起石化; 22—电气石化; 23—绿泥石化; 24—实测地质界线; 25—选择性混合岩化接触界线; 26—实测及推断的逆断层; 27—实测及推断的平行移断层; 28—构造破碎带; 29—地层产状; 30—叶理产状; 31—剖面线位置及其编号; 32—符山石和含铬次透辉石产出位置 (左代表符山石、右代表含铬次透辉石); 33—斜长角闪岩具显著管虫状和纺锤虫状构造; 34—变粒岩符号; 35—条痕状均质混合符号; 36—滑石化

(二) 雁翎关组剖面叙述

雁翎关组分上下两个亚组，在填图地区（图3），两亚组各分为五层，其中一部分又作了进一步的划分。本组的地层层序和地层划分主要以三条实测地质剖面和部分辅助剖面为基础。

1 填图区西北部雁翎关剖面（图4）

剖面分两段：A—A'段在东，由雁翎关村中心310°方向300米为A起点，村中心30°方向800米为A'终点（均已出图外），B—B'段在西，B'起点为雁翎关村西南大柳树，在村中心170°方向180米，B终点在雁翎关村中心225°方向840米，沿雁翎关小河测制。剖面上地质构造比较简单，岩层除局部倒转外，全部向西南倾斜，倾角大部分为70—90°；所见断层的断距很小。两段所见岩层自下而上为：

任家庄组 (Artr)

- (1) ① 灰白色中粒黑云奥长均质混合岩。接近雁翎关组的部位混合岩化程度减弱，为黑云二长混合岩和轻微混合岩化的黑云变粒岩②，并有伟晶岩脉和石英岩脉的穿入。

雁翎关组 (Arty)

甲、下亚组 (Arty¹)

第一层(1)③

- (2) 暗绿色薄层细粒具层纹理的芝麻点状含石英斜长角闪岩。最底部有10厘米的黄褐色（风化后）角闪黑云变粒岩，与任家庄组接触处稍有滑动。
- (3) 灰绿色薄层、中厚层角闪变粒岩，夹黑云母阳起透闪变粒岩。4.5米
- (4) 薄层、中厚层细粒芝麻点状含石英斜长角闪岩。底部和顶部均有角闪变粒岩与上下层位呈过渡关系。中部并有一层具不连续白色条带的斜长角闪岩。有灰白色石英长石细脉穿入。9米
- (5) 下部3米为浅灰绿色薄层条带状角闪变粒岩，含角闪石变粒岩。向上角闪石含量逐渐减少，过渡为浅灰黄色具层纹理的厚层浅粒岩。9米

第二层(2)

- (6) 黑绿色薄层、中厚层细粒芝麻点状斜长角闪岩。与下伏浅粒岩呈断层接触，稍上有另一正断层，两断层之间的岩石具引掣褶皱。并有绿泥阳起透闪石化现象。上部有6—7米不显芝麻点状的细粒斜长角闪岩。与上覆地层呈断层接触，断距不大。>70米
- (7) 薄层细粒不规则条带状斜长角闪岩。条带一般宽2—5厘米，其组成岩石有：暗绿色、黑绿色细粒斜长角闪岩和黄绿色不规则条带状帘石脉。另有顺层侵入的香肠状黑色角闪岩小球体（<2×5.5厘米）等。15米
- (8) 下部为黑绿色具小褶皱的厚层细（微）粒斜长角闪岩局部具有不规则的柳

① 系剖面图上实测小层编号，图上用小号阿拉伯数字表示，其它实测剖面图同。

② 各种变粒岩一般具有细粒结构。在以后的岩性叙述中，不再具体说明。

③ 在（图4、5、10）等剖面上，雁翎关的分层在实测小层编号下方用较大阿拉伯数字表示，省去Arty¹⁻²等代号。

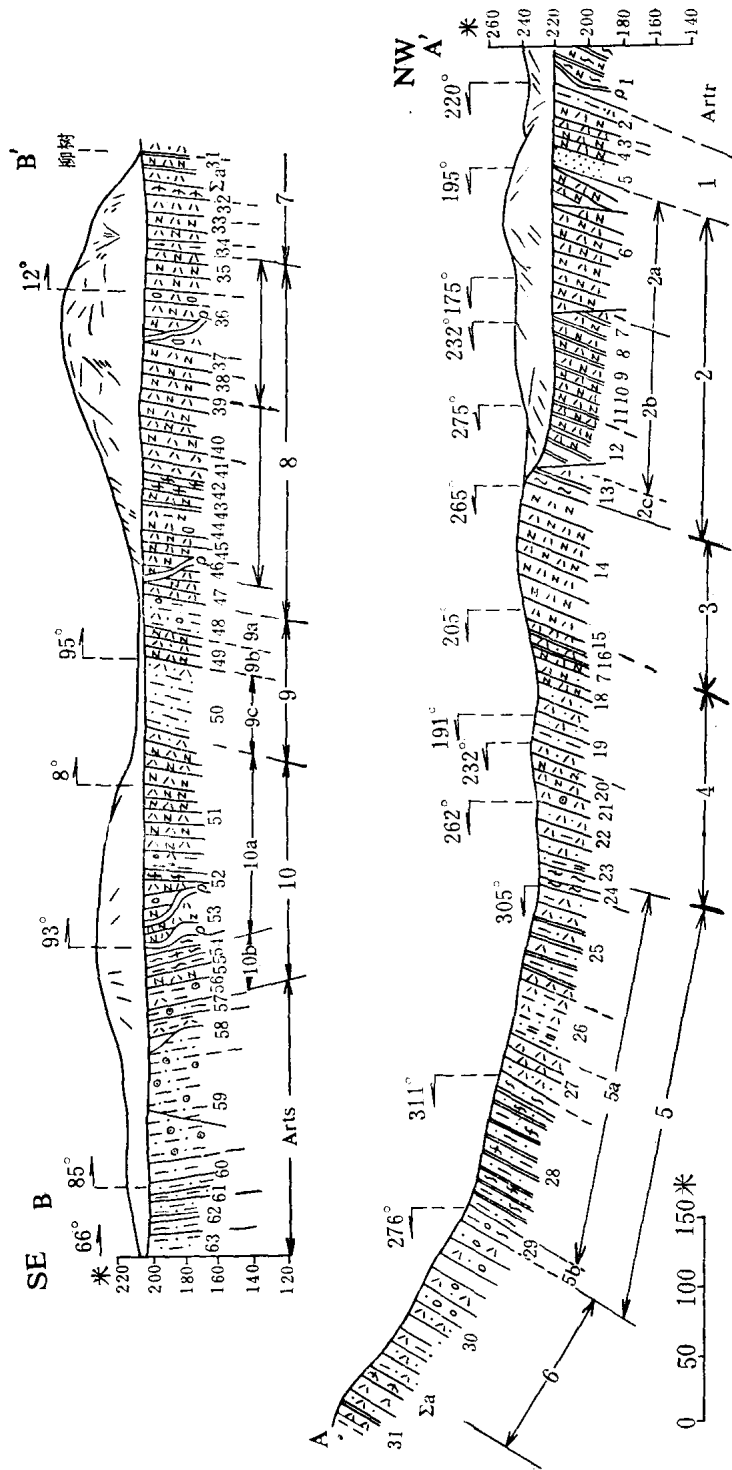


图 4 雁翎关剖面 (A—A' 和 B—B' 剖面)

叶状构造，上部为暗绿色厚层细粒芝麻点状含石英斜长角闪岩。	11米
(9) 下部为厚层或巨厚层的细粒斜长角闪岩，上部为黑绿色厚层微粒斜长角闪岩。	25米
(10) 暗绿色巨厚层微粒斜长角闪岩。层内有小褶皱构造。	8米
(11) 暗绿色薄层为主的细粒斜长角闪岩。夹芝麻点状细粒斜长角闪岩。	17米
(12) 黑绿色薄层细粒不规则条带状斜长角闪岩及斜长角闪岩。有较多的顺层侵入的香肠状黑色辉石岩小球体，也有不规则的帘石条带。	19米
(13) 浅灰黄—浅灰绿色薄层至中厚层细粒含镁铁闪石（透闪石）变粒岩、含角闪石变粒岩与灰绿色角闪变粒岩，黑云角闪变粒岩及灰黄色黑云变粒岩互层。	12米
以上(6)层属第二层下部(2a)，(7)—(12)属中部2b)，(13)属顶部(2c)。	
第三层(3)	
(14) 灰绿色薄层细粒至微粒透闪、阳起石化斜长角闪岩、阳起片岩，局部有滑石化，夹薄层角闪变粒岩及细粒斜长角闪岩，并含有大量不规则的次生绿帘石条带。	68米
(15) 黑绿色薄层、中层微粒至细粒细纹状含石英斜长角闪岩。	13米
第四层(4)	
(16) 深色、浅色条带互层的灰绿色薄层条带状角闪变粒岩。条带宽0.5—3厘米。由下列岩类组成：角闪变粒岩；含角闪石变粒岩；角闪岩和斜长角闪岩。黝帘石岩；黝帘角闪变粒岩；黝帘斜长角闪岩；浅粒岩；偶夹黑云变粒岩；条带之间界线清楚。（图版I—6）。	11米
(17) 暗绿色、黑绿色细粒压扁芝麻点状含石英斜长角闪石。	18米
(18) 灰绿色薄层微（细）粒细纹状含石英斜长角闪岩，底部有60厘米的灰黄色透闪变粒岩。	6米
(19) 薄层及中层（局部厚层）条带状角闪变粒岩、含角闪石变粒岩，夹黑云变粒岩，还夹有少量薄层中细粒长石石英岩，局部有交错层。	50米
(20) 下部为暗灰绿色成层性很好的细粒芝麻点状含石英斜长角闪岩，上部为薄层、中层粗条带状角闪变粒岩和含角闪石变粒岩互层，夹黑云变粒岩。	18米
(21) 黑绿色不规则条带状铁铝榴石石英角闪岩。	12米
(22) 暗绿、灰绿色薄层、中层角闪变粒岩，夹少量黑云变粒岩。	26米
(23) 下部为厚层黑云变粒岩与条带状角闪变粒岩互层；向上角闪变粒岩逐渐减少，出现了白云母化黑云变粒岩；上部是白云母黑云变粒岩、二云变粒岩。夹薄层的黑云变粒岩及角闪变粒岩。顶部呈透闪阳起石化。	21米
以上(16)属于第四层底部(4a)；(17)属于第四层下部(4b)；(18—23)为第四层上部(4c)。	
第五层(5)	
(24) 中间为挤压带，其两侧为暗绿色至灰绿色绿泥阳起石化片岩。底部有残留的斜长角闪岩。	11米
(25) 薄层、中层粗条带状的变粒岩，由灰绿色角闪变粒岩、含角闪石变粒岩与灰黄色透闪变粒岩、含透闪石变粒岩、黑云变粒岩等组成（图版II—3）。	35米
(26) 豆荚状、薄层状角闪变粒岩、帘石角闪变粒岩和含角闪石变粒岩互层（图版II—2），夹薄层黑云母镁铁闪石变粒岩及豆荚状斜长角闪岩。	18米

- (27) 薄层至中层条带状角闪变粒岩；顶部有 0.3 米的薄层条带状含石英斜长角闪岩。 10 米
- (28) 灰黄（风化后）至灰绿色薄层条带含镁铁闪石变粒岩、镁铁闪石变粒岩，夹少量角闪变粒岩；中上部有透闪片岩；顶部有 3 米的黑云变粒岩。 25 米
- (29) 灰黄色（风化后）“瘤状”含十字石铁铝榴石黑云变粒岩、十字石（红柱石）白云母片岩、绿泥石化绢云母化的红柱石变粒岩等。 10—12 米
- 以上(24)—(28)属第五层中部、下部(Arty¹5a)，(29)为第五层顶部(Arty¹5b)。
- 上亚组 (Arty²)
- 第六层(6)
- (30) 变质砾状岩石层（详见图9）。 100米±
- 第七层(7)
- (31) 灰绿色薄层条带状角闪变粒岩。条带的组成为：角闪变粒岩、阳起石化角闪变粒岩、含角闪石变粒岩、浅粒岩，夹有黑云变粒岩，局部还有压扁芝麻点状含石英斜长角闪岩。同时有数层顺层侵入的蛇纹岩体（原岩可能为辉石橄榄岩）。 18 米
- (32) 薄层—中层条带状角闪变粒岩，与薄层条带状细粒斜长角闪岩互层。 9 米
- (33) 暗绿色薄层—中层细粒不规则条带状斜长角闪岩夹极薄层含铁铝榴石黑云变粒岩。偶见纺锤虫状变余气孔充填构造及透闪石化的香肠状角闪岩小侵入体。夹极薄层含铁铝榴石黑云变粒岩。 16 米
- (34) 斜长角闪岩夹角闪变粒岩及黑云变粒岩。 5 米
- 第八层(8)
- (35) 底部为黑绿色薄层细粒斜长角闪岩；中部深绿色巨层中粒偶有斑点的斜长角闪岩；上部为黑绿色薄层细粒具管虫状变余气孔充填构造的斜长角闪岩。可能相当一层岩流。 23 米
- (36) 岩性及其变化与(35)层相似，顶部4—5米薄层细粒斜长角闪岩，有管虫状变余气孔充填构造，底部较少。可能相当一层岩流，有白色伟晶岩脉侵入。 36 米
- (37) 与(35)层相似，但变余气孔充填构造不发育。可能相当一层岩流。 13 米
- (38) 底部1—2米细粒斜长角闪岩；厚层斑点状斜长角闪岩和条带状角闪变粒岩（有时夹极薄层黑云变粒岩）互层，可能原主要为八层基性熔岩及侵入岩层，并夹有凝灰质岩石。 21 米
- (39) 下部为细粒斜长角闪岩；中部深绿色巨厚层斑点状斜长角闪岩；顶部黑绿色薄层细粒斜长角闪岩，向下变为细到中粒的芝麻点状斜长角闪岩。可能为一岩流，但中部有侵入体。 9 米
- (40) 与(35)相似，但管虫状气孔充填构造仅见于底部（厚度<20厘米）细粒斜长角闪岩中。可能主要为岩流。 33 米
- (41) 暗绿色厚层至薄层细粒斜长角闪岩相间出现，局部有管虫状变余气孔充填构造。可能包括四层岩流。 20 米
- (42) 下部绿泥石化透闪片岩，中部为挤压带，上部暗绿色薄层变斑状阳起石岩。 12 米
- (43) 薄层细粒斜长角闪岩。底部的岩层中有发育不好的管虫状构造，上部有 0.2 米宽的挤压带，具有明显的电气石透闪阳起石化。 12 米
- (44) 厚层细粒斜长角闪岩，局部为薄层细粒角闪岩。具管虫状变余气孔充填构造（图版 I—5）。自下而上可能由 2 层（14 米及 3.2 米）岩流组成。顶部另有

- 0.9米褐灰色含角闪石黑云变粒岩。18米
- (45) 厚层至巨层细粒斜长角闪岩。下部的岩层中有纺锤虫状变余气孔充填构造和类似竹叶状构造, 上部夹有1.7米电气石化的绿泥阳起片岩, 可能组成一层岩流。顶部有1.3米的褐灰色厚层角闪黑云变粒岩。15米
- (46) 暗绿色厚层细粒斜长角闪岩与黑绿色中层及薄层细粒斜长角闪岩互层。后者呈管虫状变余气孔充填构造。在含管虫状“层”与厚层斜长角闪岩之间有时有竹叶状或柳叶状斜长角闪岩(图版I—1、3、4、7)。野外可认出六层岩流。岩流之间有时有很薄的角闪变粒岩。13米
- (47) 薄层条带状细粒斜长角闪岩, 上部夹有角闪变粒岩, 并有伟晶岩脉穿入。18米
- 以上(35)一(38)属第八层下部(8a), (39—46)属上部(8b), (47)属顶部(8c)。
- 第九层(9)**
- (48) 厚层黑云变粒岩, 风化后呈灰黄色, 中下部夹角闪变粒岩或黑云角闪变粒岩, 含少量砾石(9a)。24米
- (49) 灰绿色至暗绿色薄层条带状细粒斜长角闪岩, 夹角闪变粒岩(9c)。20米
- (50) 黄绿色①厚层含铁铝榴石黑云变粒岩, 底部有3米的黑云变粒岩与薄层条带状角闪变粒岩互层(9c)。30米
- 第十层(10)**
- (51) 黑绿至暗绿色厚层细粒斜长角闪岩与薄层细粒条带状斜长角闪岩互层。顶部有纺锤虫状变余气孔充填构造(图版I—2), 底部局部也有发现。下部有斜长角闪岩的侵入体。层中小断层附近有挤压褶皱现象(图15)。73米
- (52) 暗绿色、灰绿色薄层条带状细粒斜长角闪岩, 局部有纺锤状变余气孔充填构造, 中部为挤压带, 已受电气石绿泥阳起石化。6—9米
- (53) 下部黑绿至暗绿色中层及薄层为主的具纺锤虫状变余气孔充填构造的细粒斜长角闪岩; 中部暗绿色中层及薄层阳起石化的细粒绿帘斜长角闪岩, 局部有纺锤虫状变余气孔充填构造(图13); 上部灰绿色阳起石化的细粒斜长角闪岩。中、下部斜长角闪岩大多厚20厘米左右, 原为薄层熔岩, 但已受到紧密小褶皱影响, 使其压扁或柔皱。该段由于伟晶岩脉的不规则穿入, 在脉的两侧蚀变强烈, 局部有电气石岩。26米
- (54) 暗绿色薄层夹中层条带状电气石化绿泥透闪阳起片岩。19米
- (55) 黑绿至黑色薄层条带状细粒含石英斜长角闪岩。5米
- (56) 底部为三米厚的黑云变粒岩。其余为含铁铝榴石黑云变粒岩, 灰黑色含铁铝榴石角闪变粒岩及黑绿色薄层含石英斜长角闪岩互层组成的薄层条带状岩石; 其下部角闪变粒岩较多, 呈薄层状或豆荚状, 向上逐渐变为黑云变粒岩, 并有细小不规则状的石英脉穿入。14米
- 以上(51)一(53)属第十层下部(10a), (54)一(56)划归上部(10b)。
- 山草峪组 (Arts)**
- (57) 厚层具长石石英质小豆荚状脉体和含小疙瘩状绢云母集合体的含铁铝榴石变粒岩。5米
- (58) 厚、中层黑云变粒岩, 上部夹少量角闪变粒岩。约18米
- (59) 厚层黑云变粒岩, 中间有几层含铁铝榴石, 中部有碎裂化现象。约65米

① 本区黑云变粒岩多不甚新鲜, 风化后呈黄褐色、灰黄色至土黄色, 并显示不同程度的片状构造, 以后在各剖面的岩性叙述中即从略, 凡未注明颜色的, 都已受到不同程度的风化。