

前寒武纪地质学论丛

古岩求索录

王仁民 等著



地震出版社

前寒武纪地质学论丛

古岩求索录

王仁民 等著

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

古岩求索录/王仁民等著. —北京:地震出版社, 2009. 3
(前寒武纪地质学论丛)

ISBN 978 - 7 - 5028 - 3486 - 9

I. 古… II. 王… III. ①前寒武纪—地质学—文集 ②前寒武纪—岩石学—文集 IV. P534. 41 - 53 P58 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 181285 号

地震版 XT200400050

内 容 提 要

本书精选了北京大学地质学系王仁民教授 1956 ~ 2007 年 50 余年来在早前寒武纪地质学和岩石学领域的 23 篇研究成果。除个别论文为首次与读者见面之外, 其余都是已经发表过的, 这里基本上保持原貌。但每篇文章之后, 加写了一个短的跋文和一首小诗, 以增加文章的趣味性。作者希望以本书作为人梯, 使我国相对薄弱的早前寒武纪研究迈上一个新的台阶。

古岩求索录

王仁民 等著

责任编辑: 李 玲

特约编辑: 王笑媛

责任校对: 宋 玉

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 88421706

门市部: 68467991

传真: 68467991

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大彩印厂

版 (印) 次: 2009 年 2 月第一版 2009 年 3 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

字数: 371 千字

印张: 14.25

印数: 0001 ~ 1000

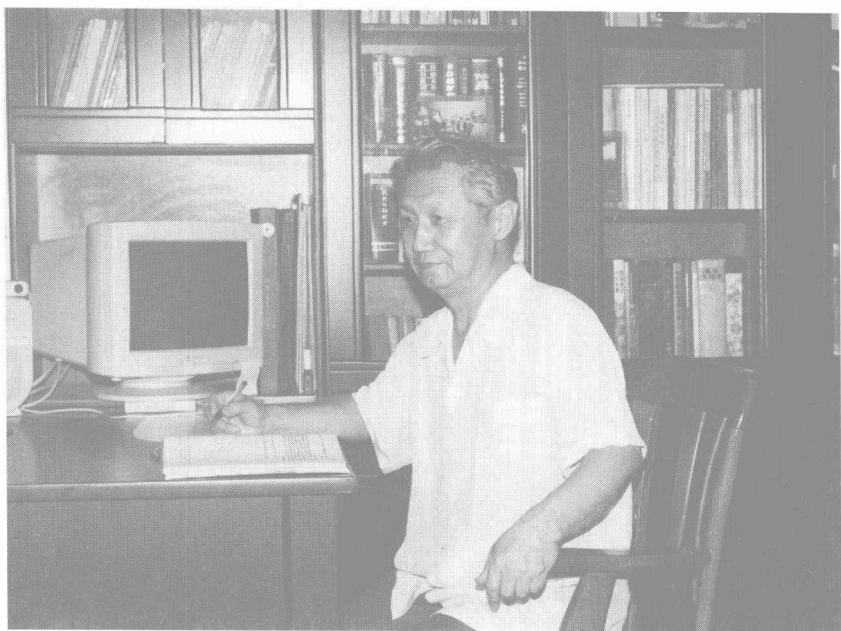
书号: ISBN 978 - 7 - 5028 - 3486 - 9/P (4099)

定价: 40.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

修行太古庙
问道亿年遥
登山缺羊径
取果竞天高
求索攀无尽
抗命力不挠
谁解隆冬水
冰下亦滔滔



北京大学岩石学教授王仁民^①

王仁民,男,1934年11月出生于山西太原,1952年从北京师大附中高中毕业时,意气风发,踌躇满志,响应祖国召唤,虽体弱多病,毅然投身地质事业。1958年北京地质学院岩石学研究生毕业后留校继续任教,1985年调入北京大学,仍在岩石教研室。先后在两校任助教、讲师、副教授、教授和博士生导师,兼任中国地质学会前寒武纪地质学专业委员会委员。

王仁民长期从事变质岩石学和前寒武纪地质学领域的教学和研究工作,沉迷于古老岩石之中,对地球早期历史与演化曾提出过大量新发现和新观点,主要有:

①最早发现华北大量麻粒岩相岩石的存在,并提出普遍经受强烈的二次叠加角闪岩相退变质作用改造的观点,现已得到公认。②首次提出深变质绿岩带新概念及其在高级区内部与相对稳定的紫苏花岗岩地体并列的构造格局。③比外国人更早提出麻粒岩中近水平的等压降温型 PTt 轨迹以及退变质过程中滑动与非滑动反应交替运行的规律。④国内最先开展对太古代灰色片麻岩的研究,总结出两种成因类型的灰色片麻岩体,获中国地质学会优秀论文奖。⑤在华北高温低压麻粒岩为主体的论证之后,首次发现有高压麻粒岩带的存在,结合其他资料,为地球早期占板块缝合带提供了重要线索。从而获得国家教委科技进步三等奖。⑥合著《变质岩原岩图解判别法》,将我国变质岩原岩工作提高到判别古构造环境的新水平。⑦对秦岭造山带提出了拉张变质作用的新概念,并厘定了罕见的逆时针 PTt 轨迹。⑧在海相火山岩中发现了钠化与钙化互为因果的规律,从而对百年不解的细碧岩成因提出了同生成岩水双交代改造的新观点。

^①本文原载于《瞭望》海外专刊《世纪名人》特辑,90~91页.北京大学《燕园师林》第3集,1998:558~561.

⑨总结了我国麻粒岩的五种 PTt 轨迹,并提出了地球早期从地幔柱体制向板块构造体制转化的大地构造新模式。⑩近年来首次在我国东部的胶东、河南和河北等地新发现了一批前寒武纪的古洋壳残片,为古板块和早期演化提供了更有力的直接证据。20 世纪末获得英国剑桥国际传记中心的“20 世纪成就奖”。同时在 50 年的教学生涯中,他潜心于教学改革,摸索出一套以变质相为主线贯穿于各类变质岩教学的新体系。联合其他院校教授按新体系写成的《变质岩石学》,1992 年获地质矿产部高校优秀教材一等奖。

王仁民和其他人合作,出版著作 4 部,《变质岩原岩图解判别法》地质出版社,1987;《变质岩石学》地质出版社,1989;《北秦岭裂陷的形成与变质作用》西北大学出版社,1992;《华北北部麻粒岩带地质演化》地震出版社,1994;《变质反应与显微构造》地质出版社,1983。发表论文 40 余篇,主要论文有:

(1)北京密云沙厂地区前密云群的多相变质作用,1964 年,《中国地质学会第一届矿物岩石地球化学专业学术会议论文集》,370~388。

(2)河南桐柏变质海相火山岩系的钠化和钙化及其在解决细碧岩与有关矿产成因上的意义,矿物学岩石学论丛,1980,Vol.1:90~166。

(3)Archaean Komatiite with meta-spinifex texture in China, KEXUE TONGBAO,1984,Vol.29(9):1236~1239。

(4)Geochemical Evolution and Metamorphic Development of the early Precambrian in Eastern Hebei, China. Precambrian Research, 1985, Vol.27:111~129。

(5)冀东迁安南区迁西群的地质特征与退变质反应,岩石学报,1986,Vol.2:1~12。

(6)The amphibole composition and PTt paths of metamorphism in the Eastern part of North Qin-Ling, China. Abstracts of the 15th General Meeting of the IMA, 1990:899~900。

(7)恒山灰色片麻岩与高压麻粒岩包体及其地质意义,岩石学报,1991,Vol.7:36~46。

(8)北秦岭东端的地壳演化与拉张变质作用,1991,叶连俊主编《秦岭造山带学术讨论会论文选集》(西北大学出版社),38~47。

(9)Two Types of Archaean Grey Gneiss in North China and Their Geological Significance. Acta Geological Sinica. 1994, Vol.1:90~166。

(10)略论我国麻粒岩的压力类型、变质式态和 PTt 轨迹类型,岩石圈地质科学,1994,3:87~93。

(11)High-pressure Granulite: Evidence of the late Archaean Collision in Northwest Hebei Province China. General Proceedings of 30th IGC, 1996:94~95。

(12)华北太古宙从地幔柱体制向板块构造体制的转化,地球科学,1997,Vol.22:317~321。

(13)The reaction space and different $P-T$ evolution of Xuanhua and Miyun basic granulites in North China Craton. Science in China (Series D), 1997, Vol.40:166~172。

(14)是地层单元还是构造单元? 中国地质,2002,Vol.29:281~285。

(15)再论冀北古缝合带的证据,岩石矿物学杂志,2002,Vol.21:327~335。

(16)太古宙陆壳增生的断陷构造盆地模式,现代地质,2007,Vol.21:415~420。

求索攀无尽,抗命力不挠(自序)

冥古摸象五十年 钟情地质尝苦甜
变质岩中析原迹 古陆深处觅海渊
寻芳不吝铁鞋破 求知抢占巨人肩
自喜沾沾五发现 原来全象窥一斑

本书所述主要是太古代和早元古代变质岩。地球的早前寒武纪确是神秘莫测、扑朔迷离,笔者致力于其间已 50 余年。人生苦短,又浪费了不少时间,回首往事感慨万千,真如同“盲人摸象”一般,有成功、有失误、有弯路、有停滞。谨将自己执笔的拙作精选 20 余篇,编印成《古岩求索录》一册,以发表时间为序适当考虑主题,归纳为五章。在各文之后均附诗一首,并赘以相关的说明,自跋文后。一则抒发当时当地的一些思绪和感悟,以沟通体会并提高趣味性;二则交待出处和经验教训,以期后来者便于查找和少走弯路。

所选论文基本保持原貌,明显错误之处略有订正。人的认识总带有时间和地域的局限性,对自然的判读是否正确,需要较长的时间经受检验。前寒武纪地质学难度较大,正确的思维方法、不断的推理思索和丰富的想象力都是绝对不可欠缺的。科学工作者的一生应当时刻处于思考之中,或可领悟自然规律之一二。故通过论文和跋文重点在于交流思路,在某种意义上科研思路比结论更为重要。

科学是集体的事业,地质考察工作尤其如此。本书所收虽属本人执笔,仍然不敢独占其功。所有参与者、协力者和支持者在各跋文中均有说明和感谢。在此还要特别感谢我历年来的学生和研究生们,和他们的接触中我得到了大量的启示,教学相长,诚非虚言。

本书侧重于对前寒武纪地质的研讨,其他文章、会议摘要和区测及其他内部报告等难以尽纳。笔者作为第二、第三作者的论文也不乏佳作,均未收入也只有遗憾了。图版再翻拍,质量欠佳,诸多缺憾,望读者见谅。

在本书付梓之际,笔者首先要感谢国家自然科学基金会和首钢地质公司,长期以来多次得到其资助。同时要深深地感谢一路同行的夫人陈珍珍女士、热心相助的老同学王笑媛女士和地震出版社的责任编辑蒋乃芳、李玲女士,她们的心血使本书增色不少。

时逢笔者古稀之年,清理旧篇颇有自撰墓志铭之感。总觉得工作没有做完,幸贱体尚健,还希望能再有机会把冀北未了之事告一段落才好。

崎岖生路七十冬 埋首向学海山魂
收拾豪情觅诗草 挥洒热血荐昆仑
山富宝藏惟奉献 海纳百川自宽容
不图虚名更厌利 唯求科海添一盅

开元纪铭(代前言)

遥望三十亿年前
十万悬疑淤胸间
破损天书盲摸象
满目翻腾是古岩

人类在科学研究方面已经进入了太空时代,然而对于人类赖以生存的地球,特别是对地球的早期状况却是知之甚少。原因之一是地球的早期失去了历史的记录。据说地球至少有约 46 亿年的历史,而迄今为止所找到的地球上最古老的地质体只有约 38 亿年的同位素实测年龄。最初的岩石地壳哪里去了?有人说是被密集的陨石所消灭了,是否如此也不得而知。对已发现的最古老的岩石也研究不够,以致对地球的早期地壳演化问题至今尚存在大量的未解之谜。为了使读者对地球的早期状况有一个大致的了解,笔者仿造我国无一字重复的“千字文”的写法,草拟一篇“百字文”,名为“开元纪铭”,其词曰:

天地玄黄,宇宙洪荒;浓云低垂,蔽日无光;
热雨不停,黑海苍茫;火山遍野,沸水翻浆;
大气缺氧,充斥氨磺;混沌世界,闷若蒸汤;
陨石频仍,古壳消亡;初始原迹,痛惜夭殇;
幅射对流,引发洋张;早期裂谷,绿岩满膛;
板块慢羽,众说纷扬,兆年之谜,何得其详?
令吾牵肠。

目 录

- III 北京大学岩石学教授王仁民
- VII 求索攀无尽,抗命力不挠(自序)
- VIII 开元纪铭(代前言)

第一章(1956~1980)

立复变质论,释麻粒岩核;
倡双交代说,解细碧岩谜。

- 2 北京密云沙厂地区密云群的多相变质作用
- 17 常见的区域变质岩按定量矿物分类命名的建议
- 25 河南桐柏变质海相火山岩系的钠化和钙化及其在解决细碧岩与有关矿产成因问题上的意义

第二章(1980~1985)

分地体,慎言板块;
识轨迹,捷足先登。

- 43 迁西群的二次变质、地热演化趋势与水厂式铁矿
- 63 迁安地区中太古代早期变质温压条件探讨
- 69 具变质鬣刺结构的太古代科马提岩在我国的首次发现
- 73 冀东早前寒武纪的地球化学演化与变质发展

第三章(1986~1994)

析 PTt ,破档案密码;
访 TTG,获板块信息。

- 88 冀东迁安南区迁西群的地质特征与退变质反应
- 101 略论我国麻粒岩的压力类型、变质式态和 PTt 轨迹类型

- 107 华北太古宙两类灰色片麻岩及其地质意义
120 变质岩石学的若干进展和发展趋势

第四章 (1991 ~ 1999)

觅高压石,可理论预测;
否下地壳,以全局为准。

- 125 恒山灰色片麻岩和高压麻粒岩包体及其地质意义
137 恒山东沙沟不整合及五台超群的构造环境问题
142 华北古陆块南缘高压麻粒岩的发现
147 冀西北晚太古宙古缝合带的一些证据
161 冀西北高压麻粒岩带构造环境的再思考

第五章 (1990 ~ 2007)

宏观微观,鉴别洋壳;
积极慎重,对待板块。

- 168 河南桐柏地区宽坪群与二郎坪群的构造环境与地壳演化
178 胶东蛇绿岩套的发现及其地质意义
185 华北太古宙从地幔柱体制向板块构造体制的转化
192 是地层单元还是构造单元?
198 再论冀北古缝合带的证据
207 太古宙陆壳增生的断陷构造盆地模式
215 变质富 Nb 玄武岩在冀北前寒武纪地区的发现

爱我中华

江山美如画	岩陆古无涯
文化厚底蕴	仁德行天下
百姓多聪慧	淳朴不浮华
汉字耐品味	愈品愈伟大

第一章

(1956 ~ 1980)

立复变质论，释麻粒岩核；
倡双交代说，解细碧岩谜。

-
- 北京密云沙厂地区密云群的多相变质作用/2
 - 常见的区域变质岩按定量矿物分类命名的建议/17
 - 河南桐柏变质海相火山岩系的钠化和钙化及其在解决细碧岩与有关矿产成因问题上的意义/25

北京密云沙厂地区密云群的多相变质作用

摘 要: 本文将密云群划分为4个等化学系列,并详细描述了各岩系在退变质过程中的反应结构和矿物共生组合的变化,编制了退变质角闪麻粒岩亚相和退变质角闪岩相共生图解,结合二次片理等宏观特征,提出了多相变质(即二次叠加变质)的观点

关键词: 多相变质(二次叠加变质);退变质结构;退变质相;二次片理;太古代密云群

1 地质概要

北京密云沙厂地区位于燕山台褶带西段密云宣化隆起的东南隅。区内古老岩系据前人工作划为太古代界密云群沙厂组,是一单斜构造。据初步了解,本区在地质构造、岩石类型、特别是变质相变上都相当复杂。而且一系列特点显示本区前震旦系经历了具有退变质性质的多相变质作用。因室内工作尚在进行,这里提出的是一个中间报告。

工作区内较大的构造是一个向南倾伏的郝家庄同斜背斜,核部由下段地层组成,以富钙片麻岩类为主,厚969m;两翼的上段地层主要是贫钙片麻岩类夹磁铁石英岩,厚199~207m。这个含矿岩系又为次级褶皱和断裂所复杂化。

和层理一致的条带或片理构成了一系列类线形褶皱,枢纽线近南北向。线理及其与片理的关系,可以明确地指示出褶皱轴的具体位置和向南的倾伏。这些褶皱一般比较紧闭,但背斜较为开阔,向斜较为紧闭。轴面的倾向不完全一致。特别值得注意的是这些褶皱轴面的走向一律呈现为向西突出的弧形弯曲,而这种弯曲和后面将谈到的本区区域性分布的第二次片理的产状相一致。

2 岩石学特征

本区变质岩化学类型比较集中,都接近于中性紫苏花岗岩系(charnockite series)的成分,但变质相犬牙交错,矿物组合的类型繁多,查明岩石之间的成因联系比较困难。为此,有必要首先进行较详细的化学—矿物学分类。

按我们收集到的在工作区内的岩石化学全分析资料,我们计算了尼格里数值,并编制了Si、 c' 、 al' 图解(图1)。其中,Si是尼格里系数中原有的; c' 是补充的, $c' = (c + alk) - al$,称为钙过剩系数(对于变质岩来说,碱过剩是极其少见的); al' (即尼格里系数中的 t) $= al - (c + alk)$,称为铝过剩系数。区分开钙过剩或铝过剩,对本区变质岩的分层、分类并在此基础上的分相都有很重要的意义。根据岩石在此图解上的位置,结合矿物组合特征,我们将本区变质岩石分为四种化学类型:

(1)次富铝岩系 $Si > 250$, $al' > 3$, 无 c' , 位于图解右下方。矿物特征是:暗色矿物中无单斜辉石和单斜角闪石,主要是紫苏辉石、铁铝镁铝榴石和黑云母。本区未发现夕线石、堇青石等,表明富铝程度还不足。

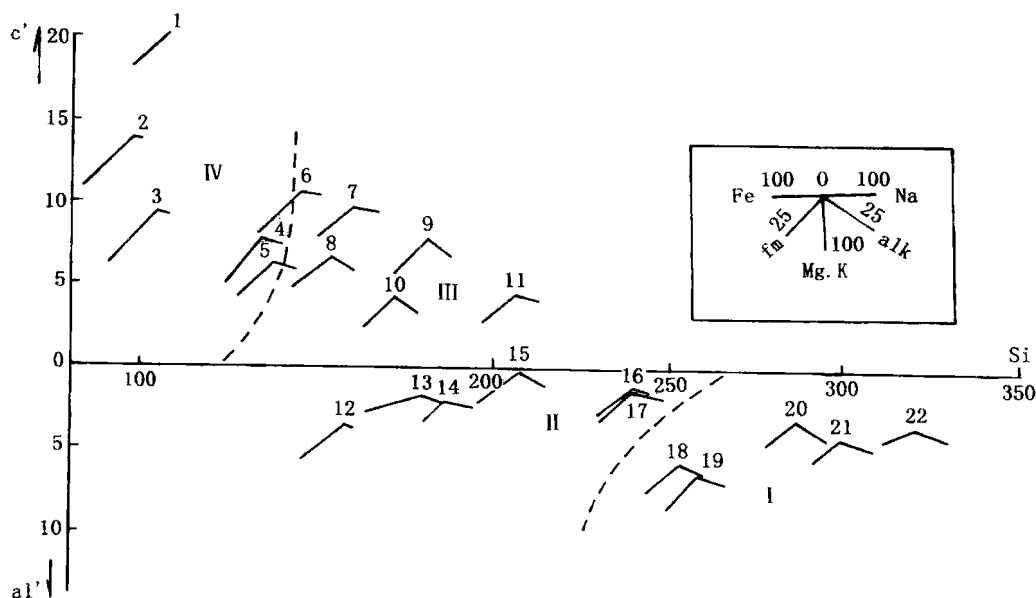


图1 岩石化学换算的尼氏 Si、c'、al'图解(样品化学分析结果见表1)

(2)中性贫钙岩系 Si 150 ~ 250, al' 0.2 ~ 3.5, 无 c', 位于图解中部偏右, 水平线之下。矿物特征是出现了少量单斜辉石或单斜角闪石, 但紫苏辉石、石榴石仍是主要矿物。

(3)中性富钙岩系 Si 140 ~ 210, 无 al', c' 4.3 ~ 10.7, 位于图解中部偏左, 水平线之上。矿物成分以单斜辉石, 单斜角闪石为主, 各级变质岩中均不出现石榴石(或者极少); 但有紫苏辉石, 表示钙还不完全过饱和。

(4)基性岩系 Si < 140, 无 al', c' 6.3 ~ 20.1; 位于图解左上方。矿物成分特征是不含石英或者极少。

各类的岩石学特征分述如下:

次富铝岩系 本类中最常见的是紫榴黑二长片麻岩。片麻构造清楚。紫苏辉石, 多色性鲜明, Np 浅玫瑰色, Ng 浅绿色。呈残余状, 边缘多变为黑云母或纤闪石, 或者被石榴石或黑云母穿插一替代。石榴石, 粉红色, $n \approx 1.778$, 含镁铝榴石约 41%。有的颗粒交代紫苏辉石, 被穿插和包裹的紫苏辉石同时消光。黑云母, 红棕—黄褐色多色性。薄片可见明显的两个方向的排列。常见替代紫苏辉石或石榴石, 显然是后成者(图2)。斜长石为中长石(No:31), 有反条纹构造。还含有钾长石和石英。

在野外, 紫榴黑二长片麻岩中常见保留有紫榴麻粒岩的残余体, 有的原来可能是紫苏麻粒岩。标本上即可见部分紫苏辉石已变为石榴石、黑云母和斜长石的集合体, 德鲁哥娃称之为带聚晶假象的变花崗变晶结构(apo-granoblastic texture)^[2](图3)。这种聚晶假象, 在镜下即表现为紫苏辉石、石榴石、黑云母和斜长石的复杂的后成合晶(symplektite)。此外, 也常见保留有典型的石榴麻粒岩(白粒岩), 特殊的拉长的板状石英表现了典型的麻粒岩结构(图4)。斜长石为中长石(No:33), 已强烈绢云母化和钙柱石化。石榴石, $n = 1.766 \pm 0.001$, 含镁铝榴石约 55%, 表明这是辉石麻粒岩相的典型岩石。这种石榴石常有发育整齐的和石英拉长方向一致的裂纹, 沿裂纹已绿泥石化。

表1 岩石化学分析结果

编号	标本号	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1	S ₂₀₋₂	榴辉斜长角闪岩	49.22	2.05	15.29	5.14	8.66	0.30	4.88	10.87	1.80	0.50
2	SA ₃₉	榴辉斜长角闪岩	46.28	1.22	14.34	3.76	10.79	0.26	8.24	11.79	2.25	0.25
3	W ₄	榴辉斜长角闪岩	47.46	1.10	14.93	6.29	8.08	0.17	8.10	8.05	2.86	1.57
4	M ₁₈	斜长角闪岩	50.39	0.80	16.32	4.70	5.76	0.16	5.77	6.50	4.24	2.44
5	SA ₂₆₂	石榴石斜长辉石岩	52.56	0.88	18.25	4.35	6.01	0.15	3.87	6.83	4.36	2.52
6	SA ₅₅	二辉斜长片麻岩	54.72	0.92	14.76	3.20	6.60	0.14	5.45	6.51	4.25	2.45
7	M ₂₉	辉闪斜长片麻岩	55.58	0.70	17.04	3.61	3.88	0.10	3.66	6.32	5.80	1.66
8	SA ₁₄	闪二辉斜长片麻岩	54.70	0.85	17.09	4.15	4.80	0.11	3.92	5.57	4.62	2.86
9	SA ₂₄	闪二辉斜长片麻岩	59.31	0.80	15.70	2.57	4.08	0.08	3.95	5.32	3.76	3.82
10	SA ₃₃₉	闪二辉斜长片麻岩	57.18	0.75	17.43	2.71	4.04	0.08	3.77	4.52	4.10	4.60
11	M ₂₀	二辉斜长片麻岩	61.12	0.60	15.79	2.29	4.75	0.07	3.21	5.16	4.20	1.52
12	W ₃₋₂	榴辉闪斜长片麻岩	59.00	0.80	16.06	2.43	6.04	0.09	4.14	5.99	1.29	1.07
13	W ₆	黑紫斜长片麻岩	59.02	0.76	16.62	2.43	6.31	0.09	4.40	3.87	4.00	1.86
14	M ₂₇	角闪斜长质混合片麻岩	57.28	0.36	21.14	2.12	2.27	0.05	2.44	5.15	5.55	1.82
15	SA ₆₂	黑紫斜长片麻岩	61.42	0.95	15.42	3.05	4.17	0.05	3.87	3.18	3.64	3.30
16	SA ₃₆	榴二辉斜长片麻岩	64.13	0.75	15.70	2.49	3.41	0.05	2.48	3.25	4.16	2.32
17	S ₅₄₋₁	紫苏斜长片麻岩	65.30	0.60	15.47	2.30	3.85	0.05	2.89	3.48	4.04	1.66
18	M ₂₅	紫榴黑斜长片麻岩	64.71	0.49	15.73	1.11	4.62	0.06	2.74	2.69	3.31	2.71
19	SA ₆₁	紫榴黑斜长片麻岩	66.64	0.55	15.95	0.84	3.84	0.05	3.14	2.29	3.96	2.30
20	M ₂₃	紫榴黑斜长片麻岩	66.94	0.48	14.78	1.82	3.41	0.03	2.13	1.81	3.77	3.82
21	M ₂₄	紫榴黑斜长片麻岩	68.73	0.36	15.03	0.91	3.53	0.08	1.75	2.50	4.10	2.01
22	M ₃₀	紫榴黑斜长片麻岩	69.60	0.45	14.40	1.08	3.47	0.05	1.16	2.78	3.78	1.80

注:带 M 字头者为薛君治同志提供,带 W 字头者为王顺金同志提供,分析者均为北京地质学院化学分析室

及 换 算 的 数 值 表

P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	总和	A	C	F	尼格里值								
							al	alk	c	fm	c'	al'	Si	mg	K
0.20	1.05	0.28	100.24	22.3	40.6	37.1	33.1	3.4	29.7	33.8	20.1		107.3	0.45	0.25
0.13	0.66	0.06	100.30	18.0	30.0	52.0	17.6	4.9	26.5	51.0	13.8		97.1	0.51	0.08
0.15	1.21	0.04	100.01	20.7	25.4	53.9	19.2	8.4	20.2	52.2	9.4		104.6	0.51	0.27
0.37	1.70	0.16	99.31	22.3	25.0	52.7	25.7	14.9	18.6	40.8	7.8		134.5	0.56	0.27
0.35	0.50	0.20	100.83	27.3	27.9	44.8	28.1	15.2	19.2	37.5	6.3		137.9	0.40	0.28
0.35	0.58	0.16	100.09	17.2	26.4	56.4	23.2	15.2	18.6	43.0	10.6		145.8	0.50	0.27
0.05	1.10	0.08	99.58	23.4	32.8	43.8	28.7	19.1	19.3	32.8	9.7		161.1	0.48	0.15
0.45	0.71	0.23	100.06	26.1	25.5	48.4	28.2	17.9	17.0	36.9	6.7		154.6	0.45	0.29
0.32	0.67	0.25	100.63	22.0	28.3	49.7	28.6	18.8	17.6	35.0	7.8		183.4	0.52	0.39
0.30	0.85	0.26	100.59	24.5	25.2	50.3	31.3	20.9	14.7	33.1	4.3		172.9	0.51	0.43
0.23	0.96	0.20	100.10	26.4	27.9	45.7	31.5	17.1	18.7	32.5	4.4		207.0	0.49	0.19
0.06	0.53	0.04	97.54	32.4	34.1	43.5	30.5	6.2	20.8	42.5		3.5	158.6	0.47	0.34
0.09	0.98	0.04	100.47	26.3	18.4	55.3	29.5	15.4	12.7	42.0		1.8	180.3	0.24	0.23
0.29	1.28	0.22	99.97	38.9	29.7	31.4	41.0	21.1	17.9	20.4		2.0	186.3	0.56	0.17
0.35	0.60	0.34	100.34	27.5	17.1	55.4	30.6	18.9	11.5	39.0		0.2	208.1	0.50	0.37
0.25	0.69	0.25	99.93	32.8	21.7	45.5	34.7	13.1	20.4	31.8		1.2	240.5	0.43	0.26
0.15	0.43	0.24	100.25	30.9	21.9	47.2	33.6	18.5	13.7	34.2		1.4	240.5	0.47	0.22
0.07	1.13	0.13	99.50	30.7	15.5	51.8	36.3	19.3	11.3	33.0		5.7	254	0.48	0.35
0.15	0.26	0.26	100.28	30.3	15.7	54.0	36.7	20.7	9.6	33.0		6.4	359.1	0.55	0.27
0.13	0.98	0.17	100.27	30.0	15.9	54.1	37.4	26.1	8.2	28.3		3.1	287.5	0.47	0.39
0.14	0.80	0.11	100.01	46.5	20.8	32.7	28.8	22.9	11.8	26.4		4.1	301	0.44	0.24
0.00	1.02	0.20	99.79	41.1	22.9	36.0	39.1	22.2	13.5	25.2		3.4	321.2	0.31	0.24

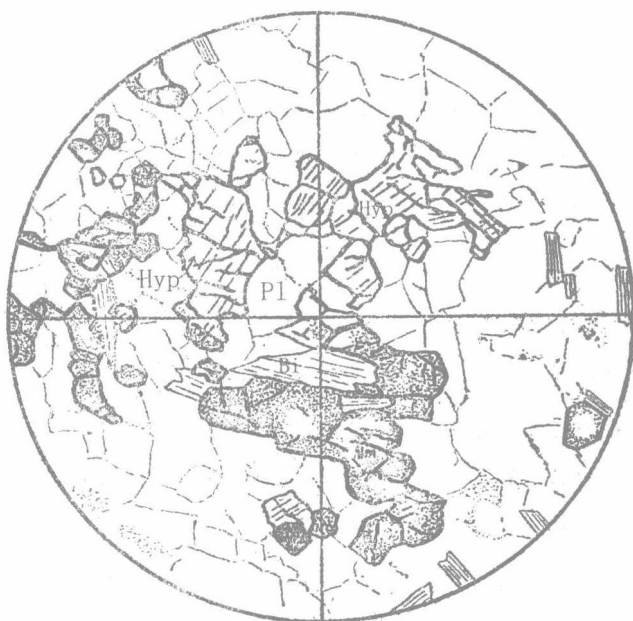


图2 紫榴黑二长片麻岩(S12a)

黑云母(Bi)穿插一替代石榴石(Alm); Hyp为紫苏辉石; Pl为斜长石; 单偏光 $d=1.9\text{mm}$

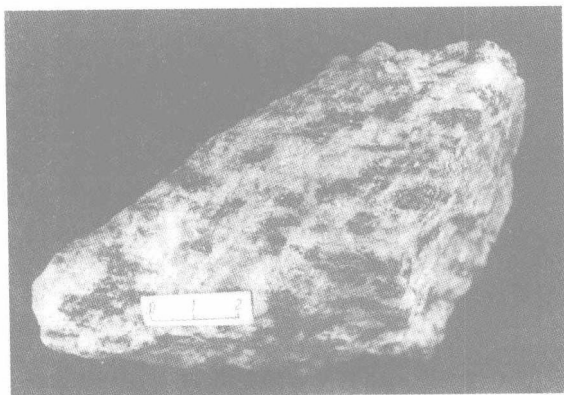


图3 浅色紫苏麻粒岩(S17a)

变花岗岩变晶结构,暗色斑点为石榴石、黑云母,
斜长石集合体、具紫苏辉石假象

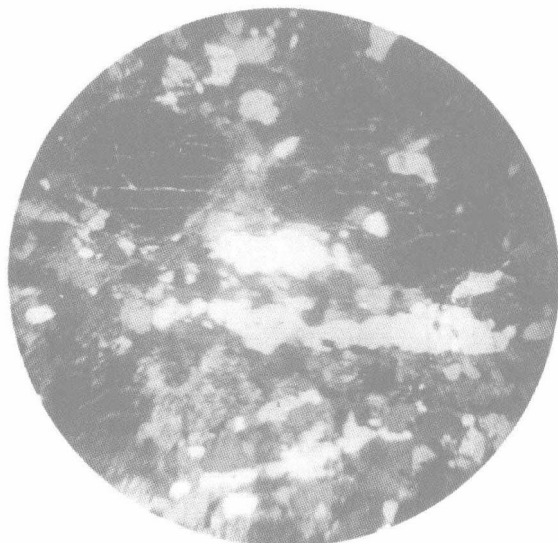
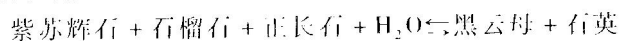


图4 白粒岩(S2)

麻粒岩结构,黑色者为石榴石,平行石英拉长方向
发育规则的裂开; 正交偏光 $d=5.4\text{mm}$

辉石麻粒岩相岩石的边缘通过黑云母的增加,逐渐过渡为紫榴黑二长片麻岩。后成黑云母出现的可能反应式是:



紫苏辉石消失了的榴黑斜片麻岩有局部出露。其中有石榴石含铁量显著增加, $n > 1.78$, 斜长

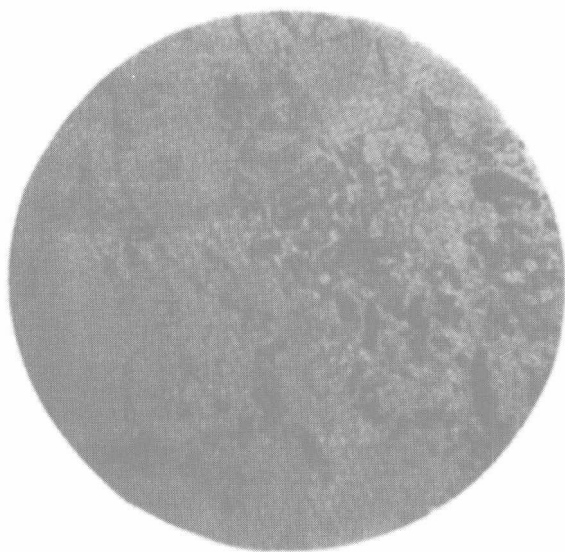


图5 紫苏斜长片麻岩(S54—1)
紫苏辉石(Hyp)、斜长石(pl)和石英(Q)所组成,
具变碎裂结构;单偏光 $d = 5.4\text{mm}$

的石榴石,普通辉石和石英在分布上包围着残存的较大的紫苏辉石和斜长石,残存的几个紫苏辉石可以同时消光。这些矿物集合体构成后成合晶结构,并约略地具有紫苏辉石的假象(图6)。还有的是榴、辉、英的后成合晶在紫苏辉石外围,形成类似次变边的结构。在较贫钙的变种中,紫苏辉石外围被许多小颗粒的石榴石和石英环绕(图7)。

这里,没有混合岩化和含水矿物的生成,然而具体体现了紫苏斜长片麻岩可能通过碎裂、反应、转化和重结晶,而形成石榴石—单斜辉石—石英的共生。可能的反应式是:

紫苏辉石 + 斜长石 $\rightleftharpoons$ 石榴石 + 单斜辉石 + 石英。

这种榴—辉—英的共生对典型的辉石麻粒岩相和角闪岩相都不稳定,在世界上比较罕见,然而在本区却有广泛的分布。

退变质不强时,还保留紫苏辉石,即形成榴二辉斜长片麻岩。其中,斜长石为更长石(NO:28),也发育反条纹构造,双晶有弯曲现象。单斜辉石为普通辉石,

石号码显著减小(NO:23)。

中性贫钙岩系 其辉石麻粒岩相的代表是紫苏斜长片麻岩,暗色矿物全部是紫苏辉石。也发育麻粒岩结构。有的有较多钾长石,一般都是以斜长石为主,为中长石(NO:32)。紫苏辉石也有鲜明的多色性,特征是紫苏辉石粒度悬殊,大颗粒被许多小颗粒环绕,表现为重结晶了的变碎裂结构的痕迹(图5)。看来,这种机械粒化作用大大促进了紫苏辉石和斜长石的反应和转化。在岩石的细粒部分已经出现了个别的单斜辉石和石榴石的小颗粒。有的紫苏斜长片麻岩发育后成的黑云母。

本类中最有意义的是紫苏辉石和斜长石反应,并被石榴石、单斜辉石和石英的共生所代替。较大的石榴石可以单独地具有紫苏辉石的外形和解理。更常见的是较小

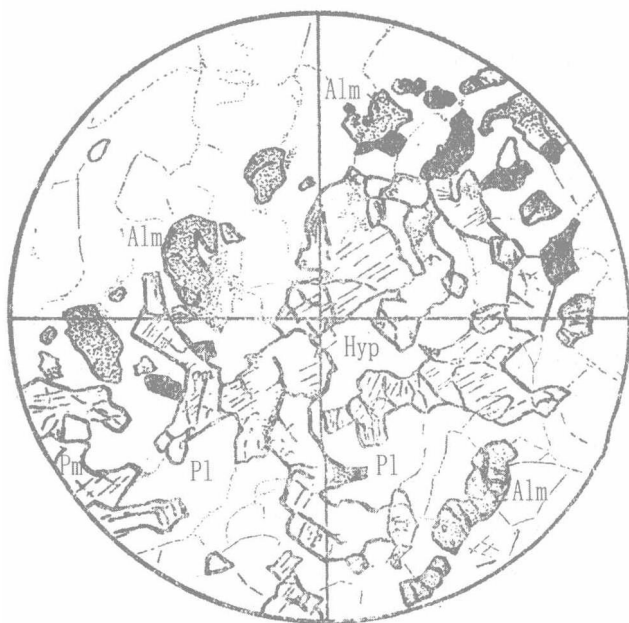


图6 后成合晶结构(SA40—1)
石榴石(Alm)、普通辉石(Pm)和石英(Q)环绕残存的斜长石(pl)
和紫苏辉石(Hyp);单偏光 $d = 1.9\text{mm}$



图7 后成合晶环(SA43--2)紫苏辉石(Hyp)被许多石榴石(Alm)和石英(Q)的小颗粒所环绕;单偏光 $d=6\text{mm}$

$C_A Ng = 54^\circ$ 。石榴石为铁铝榴石, $n > 1.78$, 常具奇特的外形, 含石英、普通辉石等包裹体。石英常为极不规则的析出物。紫苏辉石有时还可以见到有纤闪石的次变边。

紫苏斜长片麻岩沿走向常相变为榴二辉斜长片麻岩。在图1上可见二者(点16, 17)的化学成分也极类似, 这表明榴二辉斜长片麻岩是紫斜片麻岩退变质的产物, 而且有同化学退变质的性质。

退变质更强时, 紫苏辉石完全消失了, 即变为榴辉闪斜片麻岩。进一步还可以变为榴闪斜片麻岩或者闪斜片麻岩。榴辉闪斜片麻岩中角闪石开始出现时主要是纤闪石, 以后在榴闪斜以至闪斜片麻岩中, 才过渡为绿色普通角闪石。纤闪石的集合体往往保留紫苏辉石假象, 有时甚至保留紫苏辉石的多色性。退变质较强者,

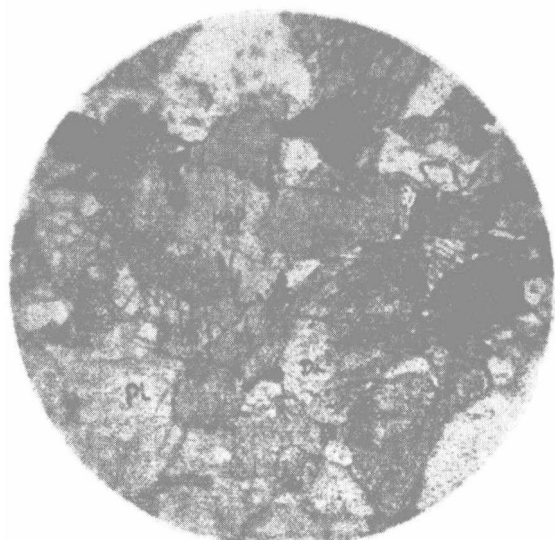


图8 二辉斜长片麻岩(SB17-3)纤闪石化了的紫苏辉石(Hyp)逐渐被普通角闪石(Hr)所替代;单偏光 $d=1.9\text{mm}$