

中国东秦岭变质地质

长春地质学院教授张秋生 主编



中国东秦岭变质地质

长春地质学院教授 张秋生 主编

吉 林 人 民 出 版 社

中国东秦岭变质地质

长春地质学院教授 张秋生 主编

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行
长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本 14 $\frac{1}{2}$ 印张 8插页 297,000字

1980年6月第1版 1980年6月第1次印刷

印数: 1—2,010册

书号: 13091·56 定价: 5.20元

内 容 简 介

本书汇集了长春地质学院东秦岭地质科研队的科学研究论文共十二篇，对我国东秦岭地区的变质地质进行了深入的探讨。这些论文运用岩石学、地层学、构造地质学、同位素地球化学、矿床学及数学地质等学科的理论 and 实验方法，在对实际地质资料进行分析研究的基础上，建立了一个非稳定型前寒武纪变质杂岩区东秦岭多期变质和形变的演化模型，着重介绍了多期变质作用、秦岭地轴及其组成、同位素地质及地质年代、古岩相古构造和区域成矿等地质界共同关心的问题。本书可供有关研究人员、地质院校师生及在变质岩地区工作的工程技术人员参考。

前 言

位于秦巴地区的东秦岭地质构造为国内外地质学者所重视，也是我国重点科研项目之一。本书在讨论的范围内，系统地反映了1973年以来在东秦岭地区工作中所取得的大量资料及研究成果。在研究过程中，采用了现代地质科学的某些新理论和新方法，尽可能反映出当代地质科学的认识水平。书中在对东秦岭地区变质地质的论述和探讨中，提出了一些具有重要意义的基础地质理论问题，其中某些认识和观点的提出尚属首次。因此，本书对于我国前寒武纪变质杂岩的研究，对于区域地质构造的分析，将富于启发性，并在地质科学研究中具有普遍参考意义。

在与撰写本书有关的工作中，曾得到陕西省地质局（其中包括区测队、地质八队、地质三队）、陕西省冶金局七一三队、河南省地质三队及甘肃省二〇七工程指挥部等单位的合作与大力支持，并得到程裕琪教授、董申保教授及林尔为、陈曼云、杨连生等同志的指导与协助，在此一并致谢。

绪 论

地处中国心腹的东秦岭山脉,远在前古生代以前,就已经成为南北两大地质构造单元的分界带。带的两侧各自具有截然不同的古地理、古气候、古生物群、岩石组合和特定的矿产。因此,这一地区的研究工作在中国地质学上具有极其重要的意义。

对有活动带特征的东秦岭变质地质的研究,不仅是解决中国东部地质演化历史的关键,而且为查清本区地层划分、岩石成因、构造格架和演化以及成矿规律提供最基础的资料。同时,系统了解活动带变质地质的规律,也为国内外同类地区的基础地质研究提供了新的方向和参考模式。

近几年来,国际前寒武纪地质学界已经越来越重视所谓非稳定型变质杂岩区的研究,开始提出了古岩相的再造及某些构造演化模式。据迄今为止的地质工作证明,中国北方前寒武纪杂岩皆属非稳定型、南方也尚未发现稳定型杂岩。因而这一问题的研究和解决,无疑将直接影响我国前寒武纪地质研究的进展和作为其他地区工作的借鉴。

本书着重解决和报导了如下重要地质课题。

关于本区活动带地质性质的讨论是一个带有普遍意义的理论问题。本区自进入显生宙以来,一直处于近东西向的强应变状态之中。它一方面表现为对基底杂岩的强烈改造(区域热动力变质作用及塑性形变),另一方面则表现为在基底杂岩区的断陷中形成沉积物和火山物质堆积。这种作用的高潮当属加里东期,因为中国两大地质构造单元的产生,北部上升成华北陆台,南部下降为秦岭地槽就在这一时期更加成熟。

秦岭型强期变质作用是本书提出的一个新问题。区域热动力变质作用是加里东期在本区一次最强的改造作用,它一方面表现为迭加变质带的形成、它的矿物相具有独特的曲线;另一方面也反映在以其特有的扇形褶皱形式对原有的构造甚至结晶片理进行强烈改造上。这种改造的结果,在大的方面迭加褶皱(包括早期褶皱尚可见有残留及完全按晚期格式重新造型)的形成是不容忽视的重要特征,而在另一方面则表现为叶理的转换与岩性层理、破片理的形成。由于上述及其后一系列作用的改造,致使东秦岭地区出现了这样的情况:区内几乎所有前加里东期地层的产状都是平行接触的,而且与其产状平行的各种断裂极其发育,岩浆岩与火山岩的分布亦平行于变质杂岩的产状(破片理),甚至几乎所有地质体的分布和片理产状都是相互平行,呈近东西向的。这些表面现象都反映了它系加里东期强行改造的结果,因此绝不能认为它们都可代表各自的原始产状。令人遗憾的是,这一点没有引起人们的足够注意,所以长期以来本区的一些基础地质理论问题不得解决,甚至造成了某些混乱现象。

关于具有纬向构造格架的东秦岭深断裂带的组成和演化问题:本区几条东西向大型

断裂是控制本区构造的主要构造线，由于其中多伴有超基性——基性杂岩的分布，故多被认为是超壳型的深断裂。它们的存在不仅表现为两侧地质环境的截然不同，而且还表现为其中经常堆积一些晚期沉积物和火山岩。自13亿年左右以来，几条大型东西向断裂的位置依次在5亿年、4亿年、3亿年左右向南移动，迁移距离都接近20公里。虽然这些巨型断裂长度一般皆已超过600公里，中生代以来又普遍继续活动，倾角几近直立并多有近代盆地形成，但它们活动最强烈的阶段却是分属不同时期的，而且在一定时期一般只以一条为主。

在我们工作中首先发现的东秦岭古生代蛇绿岩，主要分布在南北两大地质构造单元交界地带，它是由一套基性——超基性岩、泥盆纪火山岩、前震旦秦岭群（构造断片）和大量贯入式花岗岩脉体群所组成。由于加里东期以来的强烈构造运动，使它们表现出受后期强力改造的各种特征，这说明本区的强应变状态曾延续了一个较长阶段。而晚期，这些特征则在断裂带上表现得更为明显。

东秦岭地区前寒武纪变质杂岩的地层划分和时代的归属问题，长期以来在我国地质界一直争论不休、众说纷纭。秦岭地轴是否存在？它的界限和范围怎样？地轴中是否有太古代及元古代地层的存在？……等等，这些基本问题长期未获解决。其根本原因，主要是由于对后期构造运动的改造程度估计不足。而正是因为考虑到了后期（尤其是加里东期）改造的强烈，加之原岩岩相的恢复及对一些关键地区的考察，我们才较为满意地提出了这一地区的地层层序，从而改变了那种每隔一条断裂就划出一个地层分区，每个分区间又无可靠层序或岩相对比依据的现象，建立了较完整的东秦岭前寒武纪地层剖面。

旧称秦岭地轴是由秦岭杂岩组成的，后者是一套遭受强烈变质的岩石。目前已查明，所谓秦岭杂岩包括三部分地层，即前震旦秦岭群变质岩系；震旦亚界下部宽坪群、陶湾群绿片岩、石英片岩和大理岩系和下部古生代钠质火山岩系。

东秦岭地区震旦亚界出露较为完整，下部宽坪群与前震旦秦岭群之间存在一个大的间断，表现为变质作用、混合岩化作用及岩浆作用的明显间断。下、中震旦亚界之间于14亿年左右发生了一次区域变质作用，之后在北区有大规模火山喷发（水下）形成的所谓熊耳群，并产生了一个大型盆地（洛南北部），沉积了巨厚的碎屑岩、碳酸盐岩石，这样就开始了中震旦亚界的形成。上震旦之始，沉降中心转移到东部豫西栾川地区，范围较窄地沉积了近4000米的陆源物质和少量火山物质。震旦纪罗圈组和北方寒武纪地层经常伴生在一起，罗圈组分别不整合于下震旦陶湾群、中震旦杜关组、冯家湾组及上震旦栾川群（陕西大庄组）之上。这样一来，不仅为我国震旦亚界的研究提供了另一地区的柱状剖面，而且提醒人们对中、下震旦之间存在着一个强烈大规模运动的事实引起足够的重视。

通过对本区基底构造历史的了解，分析了古岩相和古构造的基本规律。应用数学地质方法处理了大量分析数据，并在恢复原岩的基础上，确定了前寒武纪海相沉积、浅海

——火山沉积、拉斑玄武岩、钙碱性火山岩系列。初步恢复了古沉积环境、岩浆和火山作用环境、变质和形变等早期地壳运动的活动模式，得出了加里东早期，东西向强应变带开始形成，至海西早期逐渐减弱，蛇绿岩带的分布与华北地台和秦岭地槽的接触边界相吻合的结论。

还讨论了泥盆纪时期的秦岭海槽。通过岩比图、等厚线图发现，在旬阳——山阳一带为一向南突出的弧形带，推测它是在东西向构造带的古构造背景上，由于受南北向挤压力的影响，在汉南、武当两个砥柱间形成了一个弧形古构造。在这一浅海静水、弱还原环境及动水砂洲外缘前弧凹部构造地区，可能控制了菱铁多金属矿带中菱铁矿床的分布。

东秦岭地区的前震旦成矿作用多属同生矿床，可分为与岩浆——火山岩有关的同生矿床（铜及其硫化物矿床、铜镍矿床、金(?)、铬(?)等矿床，最有远景者看来与环形地质体有密切成因关系)，以及与沉积岩有关的同生矿床（对于分属中震旦和上震旦的洛北、栾川盆地应引起足够重视）。

加里东期本区也伴有一期重要的成矿作用，其特点与前述恰恰相反。这些矿床无论其成因类型如何不同，均呈东西向带状分布。矿化类型有与钠质火山岩有关的同生矿床（铜硫化物矿床）、与裂隙带有关的后生矿床（含金多金属硫化物矿床）、与超基性、基性岩有关的同生矿床（铬矿床、铜镍硫化物矿床）、与沉积岩有关的同生矿床（菱铁多金属硫化物矿床）。看来线性构造控制了加里东期成矿作用，但它是以不同的地质作用形式使成矿物质发生聚集的。此期之后，在燕山期伴随小侵入体还有铁矿、钼矿的形成。

通过系统地研究和反复比较，查明了钾氩法地质年龄纪录受多期变质、多期构造、后期岩浆侵入和风化作用引起的扰动情况及规律，总结了一套使用同位素年龄记录（尤其钾氩法）标定构造活动带地区地质时代的方法，从而查明了六大构造运动期的时限。

对东秦岭地区变质地质的研究表明，该地区是一个典型的非稳定型前寒武纪变质杂岩区。进入前古生代以来，该区一直处于时强时弱的高应变活动状态，其波及范围、表现形式则有不同程度的变化。较为重要的是以钙碱性火山喷发为先导，相继发生区域热动力变质作用，强烈改造原岩岩貌和构造形迹，继而产生贯入式岩浆——混合岩化作用，其后以断陷盆地的形成、沉积物的堆积和大幅度升降为标志的巨型断裂活动（第三纪以来）为特点延续迄今。

非稳定型变质杂岩分布区多期变质作用的判别和区分，是一个带有普遍意义的地质问题。正确而全面地解决这一问题，就能对区域构造活动、原岩沉积、岩浆——火山活动和区域成矿作用建立起统一的符合客观实际的模式。

对于象东秦岭这样复杂的地区，本书的探讨尚有局限之处，此外，诸如多期变质杂岩原岩年龄的标定，多期变质杂岩区矿物相、形变演化及其实验证明，岩浆作用在高应变带中的形成和演化以及引起秦岭类型的一系列地质作用的动力和演化模型的研究等，还有待今后进一步研究和解决。

目 录

绪论·····	张秋生
---------	-----

多期变质作用

非稳定型前寒武纪变质杂岩区的多期构造作用·····	张秋生 (3)
多期变质和形变·····	张秋生 朱国林 朱永正 鄢永良 (23)

秦岭地轴及其组成

东秦岭地区前寒武系·····	张秋生 (65)
秦岭群·····	朱永正 (77)
宽坪群及陶湾群·····	朱国林 鄢永良 (91)
栾川群·····	张秋生 朱国林 (116)

同位素地质及地质年代

同位素地质年龄的讨论·····	张秋生 邹祖荣 朱国林 (125)
成岩、成矿作用的硫、铅同位素研究·····	张秋生 邹祖荣 朱国林 (149)

古岩相、古构造和区域成矿

前寒武纪古岩相的恢复·····	朱永正 (167)
数学地质在变质原岩恢复工作中的应用·····	张秋生 范继章 (179)
泥盆纪的古岩相与古构造·····	杨振升 卢静文 潘云泽 (203)
栾川地区成矿条件分析·····	张秋生 (215)

结 语

多 期 变 质 作 用

非稳定型前寒武纪变质杂岩区的多期构造作用

前寒武纪杂岩在地球上的出露面积很大，但很零星。从它在后期遭受构造——变质——岩浆作用改造的强弱来看，通常分为稳定型与非稳定型两类。前者是指那些几乎没有受到后期作用改造的古老杂岩（如南非、北美、澳洲等地的杂岩），它们易于保有古老年龄，由一些未变质或轻微变质的火山岩、火山——沉积岩建造及花岗岩、基性岩侵入体组成，这种类型目前在我国尚未被发现。后者是指那些在形成之后又遭受多期的热事件和构造作用改造，岩貌、构造形迹均发生了很大变化的古老杂岩，它们已经毫无例外地被改造成变质杂岩了。本文以东秦岭北坡为例，试图对非稳定型前寒武纪变质杂岩区的多期构造作用特点进行研究和探讨，希望这样做的结果能有助于其他类似地区前寒武纪变质地质工作的开展。

前寒武纪变质杂岩是地壳演化早期的产物。一般来讲，往往是通过变质学的研究再造古岩相，从而探讨当时的地质环境及其相应地质体的形成和分布规律。但是由于它的历史古老，又处于后期地质运动频繁地段，所以对多期构造、岩浆、变质作用迭加的研究，就成为识别早期构造轮廓的前提条件，否则就无法建立岩层的空间概念，更不可能进行古岩相分析。因此，对秦岭地区多期构造作用迭加的研究，就必然成为前寒武纪变质学的一个基本内容。

本区位于北纬34°一线中国南北两大地质构造单元交界处，西接祁连、东延桐柏，是一个东西长达600公里以上，宽度在30~50公里左右，居于重要地质位置的多期构造活动带。区内古老沉积岩相的强烈变质、火山的多期喷发、大型断裂带及基底褶皱的多期迭加改造、岩浆岩体的复杂分布等，均集中反映了构造的多期活动性特点（图1—1）。地层的划分比较混乱，迄今为止尚没有一个可资区域对比的标准地层柱。产生这种情况的根本原因是基底构造轮廓不清。由于现存构造与前期构造形迹极不相同，因此必须将二者加以区别，而那种原封不动地利用后期构造形迹去代替早期构造形迹的做法，则必然造成无法搞清基底构造轮廓的后果。

从现存的很多构造标志来看，区域构造的纬向性还是很明显的，但它并不从来都是如此，这些构造形迹是进入古生代以后，直到加里东期才进一步明朗。前加里东，尤其前寒武纪的基底构造，虽然在局部地区被改造成东西向，但不能简单地就得出全区从来都是纬向的结论。

本区地质构造的关键问题是什么？哪些问题解决了，可以有助于解决一系列其它问题呢？

1. 东秦岭北坡纬向复杂构造带是什么时期开始的？从来就是纬向吗？这个问题不解决，就无法了解基底构造特点，也就无法解决一系列基础地质问题。

2. 构造作用表现在多种地质作用上，它又具有多期迭加性质，所以要解决早期的构造特点，就必须象滤波器一样，相继把后期作用干扰去掉才有可能。

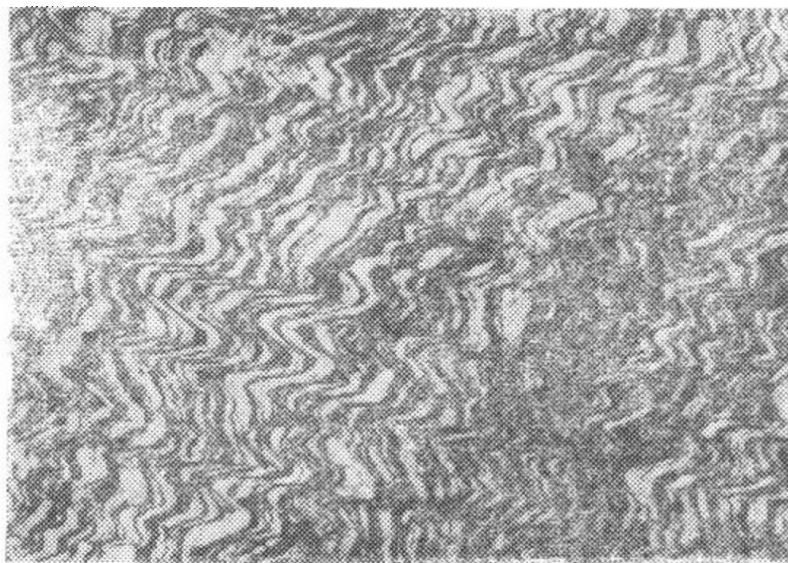
3. 由于后期作用并不都是简单的迭加，有的已将早期构造按后期格架进行了再造，所以，在去掉干扰时，要特别考虑到这种再造作用的趋势和规律。

4. 无论哪期构造作用都有它自己的特点，这就要求查明这些地质作用本身的发展规律，这些问题就构成了本文的主要论证内容。

片理——破片理与层理

任何变质岩都或多或少具有变质构造岩的性质，因此，它的组构要素是可以反映它的变形历史的。前14亿年，区域变质作用的结果，除产生具有变质特征的一系列矿物组合外，还使其矿物沿优选方位重新进行定向排列，从而形成早期结晶片理(S_1)。假定由它所形成的片理与层理平行($S_0 \parallel S_1$)^{*}，只是在岩层褶皱弯曲的某些部位出现一些斜交现象，则小褶皱形态及其产状，具有对称式和复杂化了的褶皱特点，这是因为应力分布不均及组成岩层的不同成分对形变反应不同所造成的。 S_1 及其小褶皱的残留并不是在所有地方都可以找到，这主要是由于具破片理特点的晚期构造的迭加和强烈改造的结果。

加里东期破片理几乎在全区都占有统治地位，而且具有明显的变质构造岩特征。据目前尚可查到的残留构造影子，说明它不仅是一种简单的迭加，尚有明显的转化再造过程。在挤压作用强烈的破片理面上，变形同期结晶钠长石斑晶中，发现排列成带的金红石和绿帘石细小颗粒呈S型旋转构造⁽¹⁾。在一些露头上，在破片理间往往可以看到有三种残留形式。当变质原岩的



照片1—1 石英片岩中的片理被破片理(S_2)改造发生形变形成小褶皱。
(陕西，标本，原大)

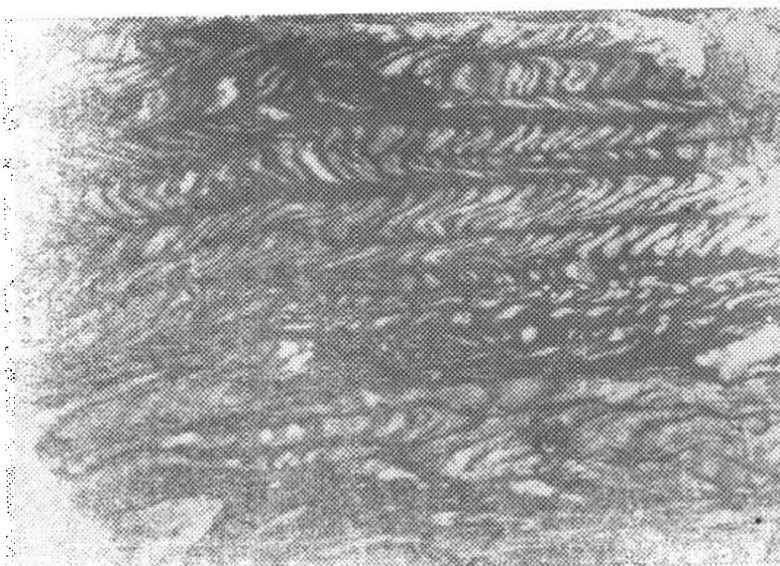
片理(S_1)被破片理(S_2)改造的初级阶段时、片理(S_1)发生强烈的小褶皱，但它的轴面是

^{*} 由于目前尚无法再向前追索此期变质作用以前的构造，假定它们是平行的。

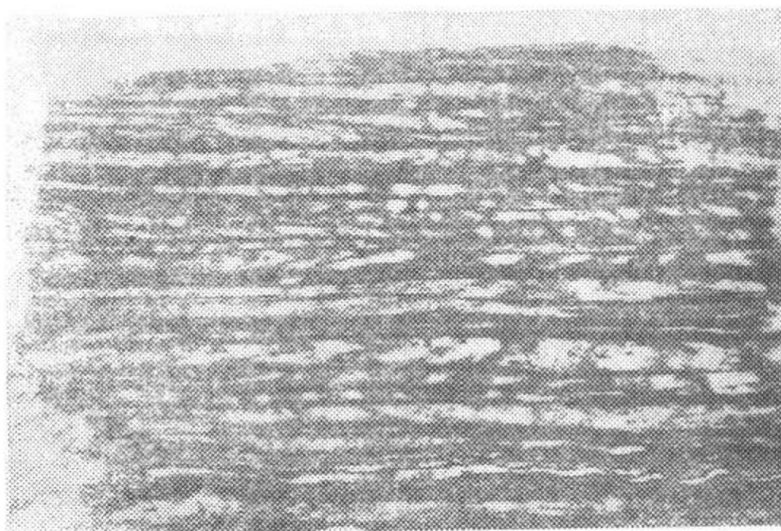
平行 S_2 的,进一步发展沿一定间距的轴面开始形成破片理(大部分相当于次板理),在每二个破片理面之间,出现了“S”型原片理的残留(照片1—1)。

破片理面的进一步发展, S_2 逐渐明朗,则在二个破片理面之间呈现“新月型”原岩片理的残留(照片1—2),这往往发生在次板理至次千枚理之间。再进一步发展, S_2 的片状形态占了主导地位,已达到次千枚理至次片理强度,在这种情况下则以“斜列型”残留为主(照片1—3、图1—2)。

由此可见,不同形态的残留构造、除了和破片岩系形成时的强度有关外,还与夹层状原岩的塑性程度有关。具塑性程度差异较大的绿泥石石英大理岩,在次片岩带(Me_2 I带)中(见图1—3),其片理的原始产状(包括薄的夹层)、发生转换,最终以平行 S_2 而结束。典型例子是东秦岭商洛地区陶湾群片状大理岩的形成和演化(1),当原变质岩石遭受强



照片1—2 石英片岩中的片理受改造,在两个破片理面之间呈现“新月型”残留(陕西,标本,原大)



照片1—3 石英片岩中的片理被改造转化为破片理、原片理呈“斜列型”残留(陕西,标本,原大)

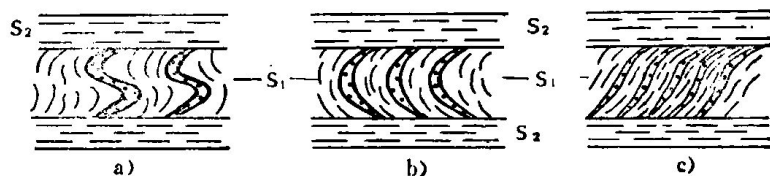


图1—2 S_1 被 S_2 改造的几种残留形式

a) S型残留(S_1); b) 新月型残留(S_1); c) 斜列式残留(S_1)。

应力作用下,塑性程度较大的富含绿泥石或白云母的大理岩夹层,沿破片理面(S_2 面)“流动”,并被挤入其中,从而形成凸凹不平的岩性层理(14)。

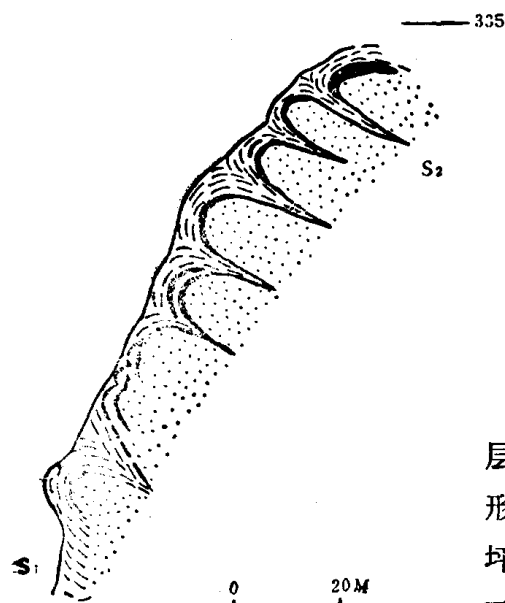


图1-4 宽坪群中的弧面构造
(点示钙硅质岩, 断线示绿片岩)

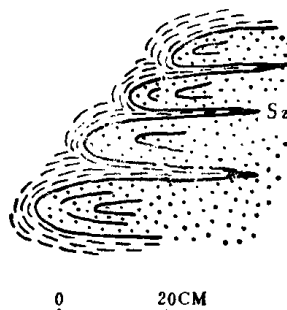


图1-5 宽坪群中的卷筒状构造 (点示钙硅质岩, 断线示绿片岩)

值得指出的是, 当这种改造位于两种不同成分岩层的界面处时, 这种差异性形变还表现在弧面构造的形成上。从陕西商县五峰山顶陡崖可见, 北侧是宽坪群的长英质片岩, 南侧是塑性程度较强的绿片岩, 二者界面(原始层面)产状南倾近 70° , 但向北倾 30° 的破片理 S_2 对其进行了强烈改造, 绿片岩沿破片理面发生压入, 造成平行 S_2 的岩性层理, 而较坚硬的硅质大理岩则造成具半浑圆轮廓的弧面构造(图1-4)。如果进一步发展, 这些坚硬的硅质大理岩则展现卷筒状构造(图1-5)。这种构造在变质分异型混合岩带(Me_2^V)及次片岩带(Me_2^IV)中进一步发展, 则形成压离式圆筒状构造地质体, 但它的轴是 S_2 (图1-6)的。上述构造在很多地方都可见到其残留痕迹, 所以在推断基底构造时, 它们的重要线索。

在较大范围内, 强塑性片麻岩中的纯大理岩层已被改造成为紧贴褶皱。户县涝峪宽坪群、秦岭群片岩、片麻岩中的大理岩层, 可以在南北向剖面上重复出现四至五次, 沿两侧追索则发生转弯, 造成急剧闭合式的紧贴褶皱, 但轴平行 S_2 (图1-7、图1-8), 说明它的原始产状并不是东西向。

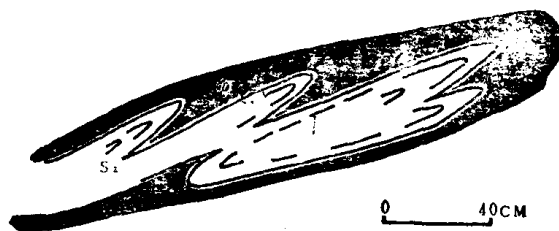


图1-8 秦岭群黑云斜长片麻岩与黑云斜长片岩(黑色)的卷筒状构造
——陕西户县涝峪

从上述可知, 加里东期形成的破片理, 基本上有两种情况, 即其一是在较弱的破片状岩带(Me_2^I)及破片岩带(Me_2^II)中, 于商洛地区北宽坪一带可见一组迭加在早期结晶片理之上的破片理。这种破片理沿破片理面生成一些新生矿物与糜棱物质, 只在岩层界面处有流动表现。但更为常见的是另一些破片理, 它们几乎总是与变质沉积岩夹层的细微层理平行, 与成份显著不同的厚夹层的界面平行。虽然这种破片理面在相当大的距离内呈东西向直线延伸, 但仔细观察就会发现, 这种破片理发育着较为明显的尖棱状不对

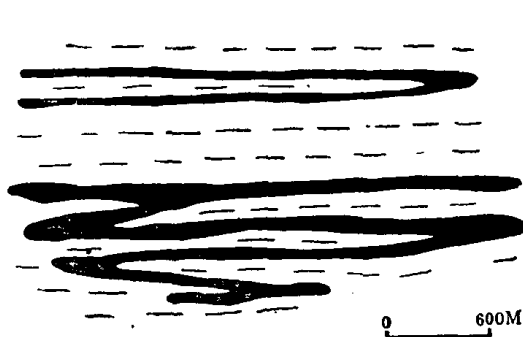


图1—7 秦岭群中大理岩层的紧贴褶皱 陕西户
县高官峪 (黑色示大理岩, 白色示片
麻岩)

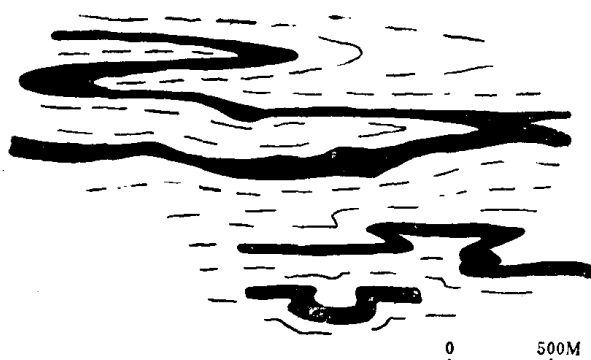


图1—8 宽坪群中大理岩层的紧贴褶皱 (黑色示大理
岩, 白色示绿片岩、石英片岩)
——陕西户县涝峪

称式或对称式单斜褶皱, 但小褶皱的轴却总是平行 S_2 的。在具塑性的岩层中, 形成较大型的紧贴式褶皱, 而在较坚硬的薄岩层中, 却出现了脊线游离不定的无根褶皱 (图1—9)。这种岩性层理(Lithologic layering)并非真正的层理, 也不是早期结晶片理, 实质上是已经沿着 S_2 转化的换位叶理(um-fat-tung sclivage)。如果把这种岩性层理简单地完全判定为原始层理, 并由它来确定基底构造格架, 则是有可能出现错误的。由于这个问题长期以来没有受到重视并得到解决, 因此在层状岩石空间排列顺序这一问题上导致了一些错误结论。

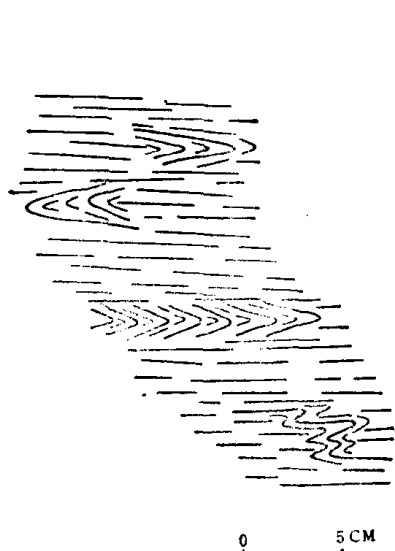


图1—9 秦岭群黑云斜长片麻岩中无
根褶皱 ——陕西户县涝峪

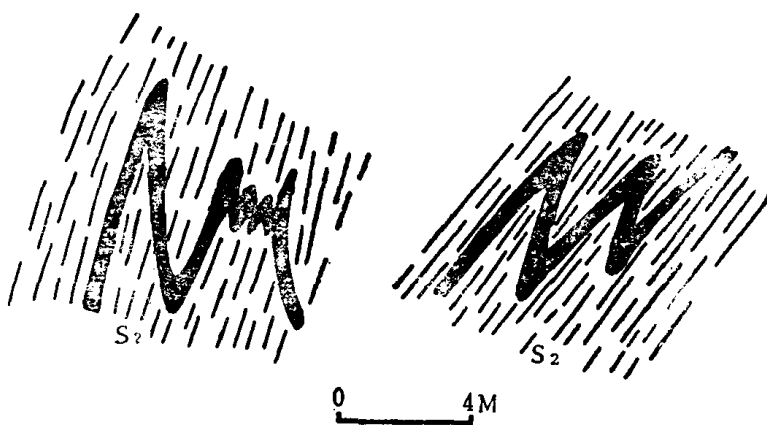


图1—10 秦岭群混合岩中浅色岩脉的复杂褶皱轴平行 S_2
——陕西户县涝峪

破片理形成的同期稍晚阶段, 还有一些具流动性的长英质岩脉产生, 虽然形态复杂, 但它们的褶皱轴却大多平行于 S_2 。尽管局部与破片理面 S_2 斜交并形成尖棱状紧闭式褶皱 (图1—10), 但有的却发生转动或造成与片麻理局部协调的岩块。通过这些现象的观察, 可归纳出以下几点结论:

1. 全区目前所见东西向分布的破片理, 虽然有时表现为岩性层理, 但它不能代表原始层理, 而只是遭到了一系列改造的转换叶理, 因而不能简单地用岩性变化来判别其

是否层理。即使规模较大的岩性界面，也往往都是遭受 S_2 改造的过渡产状 S_1 ，有人称之为中性(neutrale)⁽⁸⁾，实质上它并不代表任何产状，而只能表明改造程度。

2. 通过岩性层理、残留褶皱的分析表明，完全可以根据这些组构要素去了解区域性岩层的形变历史，而且只有通过它，才能更加清楚地查明加里东期褶皱构造的基本特点和基底褶皱的原始构造轮廓。

3. 既然现存的产状并不总能代表原始岩层产状，它在第二代褶皱的不同强度部位，具有不同程度改造（图1—11）。在改造强烈的直立带很少有 S_1 的残留，几乎大部已形成了平行于 S_2 的岩性层理了。在其它部位则可见到互成夹角的 S_1 及 S_2 ，偶而见有 S_1 的残留。但在一种例外情况下，虽然改造强度不算太大，但也出现 $S_1 \parallel S_2$ 的现象，那是由于该处 S_1 与 S_2 偶然平行所致（图1—11上部中间图）。

可见在大多数部位 S_2 并不能代表早期结晶片理 S_1 ，那么由它所确定的纬向构造带涵义就应该给予明确的时代概念，它是加里东期运动后才明朗的。

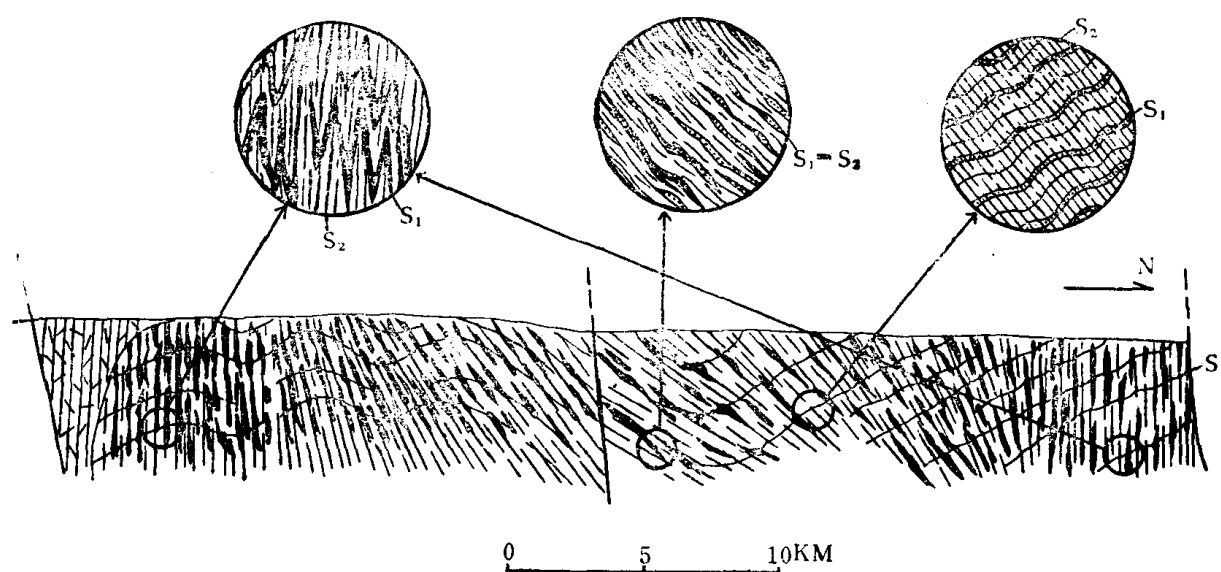


图1—11 东秦岭北坡地区加里东期扇形构造迭加在基底褶皱（大于13亿年）之上的示意剖面图

基底褶皱与扇形褶皱（第一代褶皱与第二代褶皱）*

东秦岭北坡的秦岭地轴是由多期构造作用改造——再改造的前寒武纪变质杂岩所组成的。由于迭加褶皱形式复杂，因此经常给基底构造的研究带来极大困难。由破片理与层理的讨论中可见，现有的东西向构造线并不是基底的原始构造线。

* 第一代褶皱及第二代褶皱是相对顺序的概念，这里所指第一代系13亿年前形成的，可包括13亿及18亿年两期褶皱，第二代系指4.2亿年左右形成的。