目　录

前言

一、概述……（1）

（一）变质地质图的编图原则、内容及图例说明……（1）

1．编图原则……（1）

2．表示的内容……（1）

3．图例说明……（3）

（二）变质作用类型的划分……（5）

1．基本概念和划分依据……（5）

2．主要和基本的变质作用类型……（8）

3．辅助的变质作用类型……（9）

（三）变质作用期次的划分……（9）

（四）变质地质单元的划分……（10）

1．变质地质单元的划分原则……（11）

2．变质地质单元的区划……（11）

二、各变质地区的基本特征……（13）

（一）天山-兴安古生变质地区……（13）

（二）华北太古-早元古变质地区……（14）

（三）塔里木-阿拉善元古变质地区……（14）

（四）柴达木-祁连-北秦岭元古-早古生变质地区……（15）

（五）昆仑-巴颜喀拉-唐古拉晚古生-早中生变质地区……（16）

（六）西藏中-新生变质地区……（16）

（七）高喜马拉雅-滇西元古-古生变质地区……（17）

（八）扬子元古变质地区……（17）

（九）华南元古-古生变质地区……（18）

（十）东南沿海-台湾中-新生变质地区……（19）

三、变质作用与地壳演化的几个问题……（20）

（一）麻粒岩相和麻粒岩相型变质作用……（20）

（二）蓝闪石片岩相变质作用……（21）

（三）变质作用及地壳演化……（23）

1．变质作用与大地构造环境的联系……（23）

2．变质旋回与地壳演化……（24）

3．变质作用所反映的中国大地构造演化……（28）

主要参考文献……（31）

附：项目参加单位及主要编图人员……（36）

一、概　　述

（一）　变质地质图的编图原则、内容及图例说明

1．编图原则

变质地质图是反映地壳变化过程中变质作用特征及其时空演化规律的专门性图件。编制本图的主要目的是研究各变质地区的变质作用特征和发展历史，以及当时地壳中热流值的分布及其变化情况，并进一步从变质作用这一侧面来阐明地壳演化和大地构造发展方面的某些规律，为普查找矿提供一定的区域地质背景。

变质作用是地壳形成及演化过程中一种重要的地质作用。其中变质相和相系特征及其时空分布是一般变质地质图的基础资料，通过它们可反映各时代不同变质地区的热流值及其分布特征和变化规律。区域性混合岩化作用是变质作用的继续，大部分花岗质岩浆作用和区域变质作用有直接成因联系，它们的出现及其特征与变质作用类型及大地构造环境有密切关系，所以在本图中作了反映。原岩建造及其形成时的大地构造环境是研究变质地区地质发展的重要依据之一，编图过程中也尽可能进行了分析研究。

在地壳的不同演化阶段及不同的大地构造环境中，可出现不同的变质作用类型，它们具有不同的变质相或相系，以及与变质作用有关的构造作用和花岗质岩浆作用的组合特征。出现不同变质作用类型的根本原因，可能与地壳下部及上地幔热流的变化有关。

根据不同变质时期和变质作用类型划分不同级别的变质地质单元。通过研究变质作用类型的时空变化规律，区分出各变质地区的变质旋回特征。借助这些特征可以探讨变质作用与地壳演化的联系。

2．表示的内容

根据上述编制变质地质图的基本工作原则，参照世界变质地带编图分会所拟定的《区域变质地带变质相图示方案》和欧洲、亚洲及非洲等地区的变质地质图，中国变质地质图表示以下内容：

变质相和变质相系；

变质岩系的地层时代及经受变质作用的时代和期次；

混合岩及花岗质岩石；

能说明当时地质环境的一些岩石（包括超基性岩体和岩带、基性岩体、基性岩墙群、榴辉岩及金伯利岩等）；

重要断裂和糜棱岩带。

关于变质作用类型的时空分布和变质地质单元的划分在本图左下方附小比例尺专门图件。

（1） 变质相和变质相组

变质相是变质地质图的基本内容。变质相组是指形成于一定温度区间，而压力条件不同的一组变质相。编图过程中，对单相变质岩系或现有矿物组合资料尚不足以确定变质相系的一些变质岩系，只表示变质相组。

本图中变质相及相组的划分，基本上以世界变质地带编图分会所拟定的方案为依据，但根据中国变质作用的特点而有所补充和修改（见表 1）。

表 1 变质相及变质相组的划分和对比

相　　组	中国变质地质图	欧洲变质地质图	亚洲变质地质图
亚绿片岩相组	浊沸石相和葡萄石-绿纤石相	浊沸石相和葡萄石-绿纤石相	浊沸石相和葡萄石-绿纤石相
	蓝闪石-硬柱石片岩相	绿片岩（±蓝闪石）相组	绿片岩（±蓝闪石）相组
绿片岩相组	蓝闪绿片岩相 低绿片岩相 ①绢云母-绿泥石级 ②黑云母级 高绿片岩相	角闪岩相组（包括绿帘角闪岩相）	绿帘角闪岩相组
角闪岩相组	低角闪岩相 高角闪岩相		角闪岩相组
麻粒岩相组	麻粒岩相	二辉石（麻粒岩）相组	二辉石相组

蓝闪石片岩相的划分 一般文献中的蓝闪石片岩相属于低温高压范围。编图中将蓝闪石片岩划分为两个变质相：蓝闪石-硬柱石片岩相，其稳定矿物组合为蓝闪石-硬柱石-钠长石，可含绿泥石和绿纤石，温度范围大致为250—350℃，属于亚绿片岩相组的高压相；蓝闪绿片岩相，其常见的稳定矿物组合为蓝闪石-帘石-绿泥石-白云母或青铝闪石-阳起石，有时可出现石榴石。温度最高可达500℃。它们常与绿片岩相岩石共生，因此应属绿片岩相组的高压相。

另在某些地区，虽出现零星的蓝闪石类矿物，但其岩石特征及矿物组合不清楚或成因仍有较大争议者，只在图面上标注蓝闪石的代号。

绿片岩相的划分 绿片岩相进一步划分为低绿片岩相和高绿片岩相。低绿片岩相又分为绢云母（雏晶黑云母）-绿泥石级和黑云母级。前者在中国的一些变质地带常呈大面积分布，组成一种有一定的地质意义的变质作用类型，所以有必要在图面上单独加以表示；高绿片岩相相当于变质泥质岩石中的铁铝榴石带或有些文献中的绿帘角闪岩相。

角闪岩相的划分 角闪岩相也进一步划分为两部分。低角闪岩相相当于十字石-蓝晶石或红柱石带，高角闪岩相相当于矽线石-钾长石带。

关于麻粒岩相的范围 编图中以出现二辉石或紫苏辉石为标志。内蒙古集宁群中富含

矽线石和石榴石等矿物的片麻岩，因部分含有二辉石组合的夹层，应属于麻粒岩相。此外，华北变质地区常见有单斜辉石-石榴石±斜长石组合，当它们出现于以角闪岩相占优势的地区时，因限于目前无确切资料故暂不当成麻粒岩相处理。关于大面积斜长角闪岩出露地区偶见含紫苏辉石的岩石，又不易确定其为麻粒岩相者，只在图面上标注紫苏辉石代号。

按照一般认识，榴辉岩具有多种成因，本身也不构成独立的变质相，在图面上用榴辉岩图例表示。

（2） 变质相系

划分变质相系是变质地质图的主要内容之一。编图中基本采用都城秋穗的划分方案（Miyashiro，1961，1973），但把中压和低压相系的地热梯度界线定为30℃/km。

低压相系：红柱石-矽线石型，＞30℃/km；

中压相系：蓝晶石-矽线石型，10—30℃/km；

高压相系：硬玉-蓝闪石型，＜10℃/km。

编图中将堇青石-红柱石及十字石-红柱石组合均归为低压相系，只将平衡共生的蓝晶石-红柱石（少见）和蓝晶石-堇青石组合归为中压-低压相系的过渡型。

有些变质地带内，同一变质时期在不同地段可分别出现红柱石及蓝晶石，但二者间又没有明显的界线可予以分别圈定，它们可能因处于不同的构造深度或由于热流梯度随时间的变化所引起。由于目前工作不够，暂也作为过渡相系处理。至于在以某一种相系为主的地区，零星出现另一种相系的特征矿物时，全区仍划为一种主要相系，仅在其出露地点标注该特征矿物代号。

中国不同变质期分别有较大面积的绿片岩相，角闪岩相或麻粒岩相的单相变质地区。由于常无确切的特征矿物来表明其相系类型，因此这些地带不划分相系。

各变质相组和变质相系的重要矿物组合见表2。

3. 图例说明

本图图例基本参照世界变质地带编图分会的方案，但有所修改。

1）变质相和变质相系用不同颜色表示。一般采用欧洲变质地质图中按变质相系划分的图例，对于单相变质岩系和不能确定其相系的多相变质岩系，则采用变质相组的图例。由于比例尺的限制，几个相邻变质相不能单独表示时（或不能确定时），合并为未分变质相处理。某些属于过渡型的相系也采用单独的图例表示。有一定证据能说明经历过两期变质作用的变质地带，则用叠加的颜色条带表示。

对于被未变质岩石覆盖的变质岩系，如据钻探和物探资料能确定其变质相和相系时，可表示其相应的变质相和相系，但采用不同于它们直接出露区的图例，以资区别。当盖层之下变质岩系的时代和性质因资料不足而无法确定时，图面仅表示未变质岩层或第四系松散堆积物。有些地区主要变质期之后形成的盖层岩石也有轻微变质现象，可出现低绿片岩相的绢云母-绿泥石组合，但向上与未变质的岩层渐变过渡；在一些中生代盆地的沉积物中，有时在深部可出现浊沸石相的组合；这些盖层变质现象也以特定的图例加以表示。

表 2　各变质相组及相系的矿物及矿物组合

相组及相系			特征矿物及矿物组合	不出现的矿物及矿物组合	常见的矿物及矿物组合	备注
亚绿片岩相组	浊沸石相和葡萄石-绿纤石相		浊沸石＋石英、葡萄石＋绿纤石	方沸石＋石英、片沸石	绿泥石、白色云母、钠长石、钾长石、高岭石、蒙脱石	葡萄石-绿纤石相中有绿帘石
	蓝闪石-硬柱石片岩相		蓝闪石、青铝闪石、硬柱石、文石、硬玉＋石英		黑硬绿泥石、多硅白云母、绿泥石、绿帘石、钠长石、钾长石	
绿片岩相组	低绿片岩相	低压及中压相系	绢云母、绿泥石、绿帘石、黝帘石、钠长石、锰铝榴石	浊沸石＋石英、绿纤石、葡萄石、蓝闪石、铁铝榴石、普通角闪石	黑云母、白云母、黑硬绿泥石、阳起石、蛇纹石	绢云母-绿泥石带中有雏晶黑云母，无黑云母及锰铝榴石
	高绿片岩相	低压及中压相系	铁铝榴石、普通角闪石＋绿帘石	锰铝榴石、绢云母、黑硬绿泥石、十字石、蓝晶石	白云母、黑云母、绿泥石、钾长石	有时可出现红柱石
	蓝闪绿片岩相	（高压绿片岩相）	青铝闪石（或镁钠闪石、蓝闪石）＋黝帘石＋白云母，青铝闪石＋阳起石		绿泥石、红帘石、黑硬绿泥石、硬玉英辉石、石榴石	蓝闪石可能出现于较高温度，有时有榴辉岩共生，可含有硬柱石
角闪岩相组	低角闪岩相	低压相系	红柱石、白云母、石英、普通角闪石（黄绿色）	蓝晶石、矽线石＋钾长石、硅灰石	黑云母、白云母、堇青石、十字石、透闪石、透辉石	有与云母在一起的矽线石
		中压相系	蓝晶石、十字石、白云母＋石英、普通角闪石（黄绿色）	红柱石、堇青石、矽线石＋钾长石、硅灰石、蓝闪石	黑云母、白云母、铁铝榴石（少）、透闪石、透辉石	有与云母在一起的矽线石
	高角闪岩相	低压相系	矽线石＋钾长石、硅灰石、普通角闪石（棕黄色）	十字石、蓝晶石、白云母	黑云母、堇青石、斜方角闪石、透辉石、橄榄石、铁铝榴石	铁铝榴石出现较少
		中压相系	矽线石＋钾长石＋蓝晶石、普通角闪石（棕黄色）	十字石、红柱石、白云母	黑云母、铁铝榴石透辉石、橄榄石	
麻粒岩相组			斜方辉石＋单斜辉石、矽线石＋钾长石	十字石、白云母	石榴石、黑云母、普通角闪石、蓝晶石、堇青石	

2）变质作用的期次和地质时代在图面上以相应的代号注记表示。每一变质期的地质时代是依据地质和同位素年龄资料综合确定的。为更好地反映变质地区的地质发展历史，图上还括注了原岩的地层时代。

3）对于混合岩化作用，图面用叠加黑色花纹表示。花岗质岩石的岩石类型及形成时代以相应的代号注记表示。其成因类型图面上只划分了混合花岗岩，岩浆混染花岗岩及侵入花岗岩三大类，它们分别以不同花纹表示。混合花岗岩又分两类：一类是与周围岩石的区域变质作用有直接成因联系，它们以周围岩层的变质相和相系颜色为底色，边界用点线

圈定，再叠加黑色混合花岗岩花纹；另一类是与周围岩层的区域变质作用无直接成因联系，图中以实线圈定，并直接用红色混合花岗岩花纹表示而不加底色。其它成因类型的花岗质岩石均不用底色。

4）有些大的区域性断裂，控制了某些地区变质作用的起始环境，另一些断裂虽出现于变质作用之后，但它是划分变质单元的界线，也有重要的地质意义，图上都予以表示。其次，为了保持图面结构的合理性，有些一般性断裂也予以保留。此外对大规模的糜棱岩带，图面也作了表示。

5）参照国际上一些变质地质图的内容，本图上也表示了一些能说明某些地质环境的特征地质体，其内容及表示方法见图例。

（二） 变质作用类型的划分

1．基本概念和划分依据

近年来的研究表明，区域变质作用这一概念过于广泛。不同时期和不同地区的区域变质作用，其特征各不相同。为了更好地研究变质作用的物化条件及其与地质背景的关系，必须进一步划分变质作用类型。其划分依据首先是变质作用本身的特征，即变质相和相系的类型及其在空间的分布状态；其次是与变质作用伴生的构造作用和花岗质岩浆作用的特征；同时还考虑变质作用起始时的大地构造环境及原岩建造特征。

（1） 变质相和相系的特征及其空间分布状态

变质相和相系的特征反映了一个地区变质作用时达到的温压范围，地热增温率及热流上升的速度。而变质相的空间分布特征则能反映当时温度和热流在空间上的分布状态，这对推断热源有重要意义。近年来国内外的研究表明可分为两类不同情况：

单相变质 是指一个变质地带基本由一个变质相组成。虽局部可有少量其它变质相的岩石，或在同一变质相内部各地段的变质程度有所变化，但全区不能划分出递增变质带。这种分布状态常常反映该变质地带当时热流分布比较均匀，其热源可能是地壳加厚时所产生的放射性热能或地幔的重力分异热能。

多相变质 是指一个变质地带由两个或两个以上的主要变质相组成，它们表现为明显的带状或穹窿状递增变质带。这一特征反映当时热流分布是不均匀的，部分热流具有从地幔（重力分异热能）深部上升的特点，形成热轴或热点。

（2） 与变质作用有关的构造作用及花岗质岩浆作用的特征

构造作用 构造变形是地质作用的一个重要方面，不同变质地区变形作用的地位各不相同。有些变质地区的变形作用较弱；有些变质地区的变形作用则为主要的控制因素，还有些变质地区的变形作用与重结晶作用互有先后，它们不同的特点反映了不同的地质环境。

花岗质岩浆作用 区域性混合岩化和地壳深熔花岗岩（包括混合花岗岩和岩浆花岗岩）的出现及其演化，往往是变质作用的继续和发展，在不同的变质作用类型中它们的出现与否，规模大小及成因类型各不相同。

表 3 各种变质作

主要类型	埋深变质作用		区域性高温动力变质	
基本类型	沸石相和葡萄石-绿纤石相型	蓝闪石-硬柱石片岩相型	蓝闪绿片岩相（...级型）	低绿片岩相（千枚岩）型
产状	宽广的平缓状变质（近于单斜）		局部带状分布于绿片岩相中	区域性带状变
温度	极低温		低	
压力	低压-中压	高压	中高压	低压-
应力	弱（可能后期有动力变质）		强（与造山作用有	
花岗质岩浆作用	有同造山花岗岩、无混合岩	无同构造期花岗岩及混合岩	有同构造期者为花岗岩，无混	
大地构造环境 岩浆建造	复理石建造+基性-中酸性火山岩。部分为海沟沉积碎屑岩-浊流岩系组	蛇绿岩型（有层序性）；深海复理石型（少量）	蛇绿岩型（无层序性）；复理石型（浅海-深海）	碳酸盐岩-碎屑岩建造；含煤建造；陆相-海相火山岩建造；复理石型（浅海-深海）
大地构造位置	陆间地槽、陆内和大陆边缘盆地	消减、残留洋壳	洋壳下俯的岛弧-海沟槽	原中元古代地槽（浅海相-类广乱带）局部褶皱槽（多层）
代表性实例	准噶尔华力西期变质岩系；鄂尔多斯边缘中生代含浊积石的盖层变质；台湾东部地深变质带	秦岭褶皱带红石崖马拉雅期蛇绿石片岩带	北祁连加里东期及扬子北缘晚元古代的蓝闪绿片岩带	扬子变质地区的中晚元古代变质岩系

(3) 大地构造环境

变质地区开始时往往是地壳中具活动性的下沉带，这种下沉带由于所处的大地构造位置及当时的地质环境不同，可发育不同类型的沉积岩系或火山岩系，形成不同的原岩建造，同时不同的大地构造位置和地质环境也会直接影响到变质作用的发生和发展。它们代表变质作用的起始状态，并影响着变质作用类型。

大地构造位置 编图中所用大地构造位置的名词一般是泛用的名词，常用的有：

原生地壳：指大面积分布的太古代活动地壳。它们当时尚无明显的陆台和地槽之分，大致代表地壳形成早期特定的大地构造环境。

克拉通：指陆壳中某一变质时期后（一般为前寒武纪）出现的相对稳定的地块，如太古代末期形成的华北克拉通，元古代末期形成的扬子克拉通等。

地槽：指具较长期活动性和具巨厚沉积层的下沉带，它们可能出现在不同的大地构造位置，一般为线型，有时也可呈面型分布。

海槽：指长而窄的下沉带，常与大陆边缘平行，又可分为深海槽（有深海相沉积物，

类型	区域动力热流变质带		区域内的动力变质带	
变质岩系	绿片岩系	低-中级变质岩系	绿片岩系	绿片岩系
应力状态	非静压应力（定向不明）		非静压应力（定向明显）	
温度	低-中温（有时达高温）		中温，有时是低温	中-高温
压力	低压-中高压		中压-中高压	
变质程度	中等级		中等-强	
岩石	变质岩为主，混合花岗岩及同构造花岗岩		混合岩为主，有混合花岗岩及同构造花岗岩	
复理石建造+火山岩建造：富含火山沉积岩系	复理石建造，富含火山碎屑岩；复理石、火成碎屑岩型；中酸性火山岩型（与硅质火山岩系）		中基性火山岩及火山碎屑岩型	中基性火山岩及火山碎屑岩型；石英岩-硅酸盐岩型
陆内或陆缘（沉积槽（沉积型或沉积变质型）或造山带）带状组合	复理石建造的边缘建造（磨拉石建造）		复理石建造（中基性火山碎屑岩为主）	复理石建造和碳酸盐建造
花岗岩-绿岩变质岩系：绿片岩相至中硬玄武岩相变质的岩系	塔里木、扬子及华北地台上元古界及古生界的低-中级变质岩系	武夷-云开变质带的加里东期变质岩系	华北及辽吉地区的太古宙绿岩系	华北变质地区北部的太古代变质岩区

名时有非层序性蛇绿岩。）和洋槽（深度至少为2000m，上部为较薄的沉积层，下部出现显层序性的蛇绿岩）。

盆地：面积较宽广，沉积厚度较大，又可分为陆内盆地和海盆地。

断陷带：大陆内部规模较小的断陷，其宽度一般不超过20km，长度有时可达百余公里，断陷内部的岩层与邻区相比，常为时代较新的沉积物或火山岩系。

原岩建造 不同大地构造环境中形成的原岩建造往往具有不同的特征。目前对它们的原岩建造虽难做出精确的判断，但主要的类型如下：

沉积岩系：以沉积岩为主，有时含少量火山碎屑岩、中基性或中酸性火山岩，主要类型有：碎屑岩型；碎屑岩（石英岩）-碳酸盐岩型；复理石型。

火山岩系和火山沉积岩系：包括以火山作用为主的火山岩系和物质主要来自火山的火山沉积岩系，主要类型有：类复理石火山质硅砂岩❶型；中基性火山岩-硬砂岩型；蛇绿岩型（一种是以基性岩和超基性岩为主具层序性的蛇绿岩；另一种是以沉积岩为主，不具层

❶本文中的硅砂岩相当于英文“graywacke”，也有译为杂砂岩。

序性的蛇绿岩)；中酸性火山岩-硬砂岩型；富钠火山沉积岩及火山岩型。

根据上述情况及编图中所收集的资料，变质作用类型可分为三个级别：主要类型——每一类型属于同一性质热源，地质环境也基本相近；基本类型——主要类型内的变质相或相系具有一定差别的次一级类型；辅助类型——属于次要类型，但有一定的地质意义。主要类型和基本类型的划分和特点参见表3。

2. 主要和基本的变质作用类型

(1) 埋深变质作用

指一套巨厚的岩层随地壳沉降被埋藏到深处所引起的大规模变质重结晶作用。变质作用发生于埋藏速度较快而温度较低的环境中，即在深部其温度也不超过400℃，一般为亚绿片岩相组合。通常不存在变形作用，变质岩缺乏片理，原岩组构保存良好；但有时它们也出现于造山带中，后期可出现片理化。埋深变质可分为两种基本类型：一种是出现于巨厚的陆内盆地的深部，或形成于浅海-深海地槽的下沉时期，一般随深度增加由浊沸石相过渡为葡萄石-绿纤石相，属于浅-中等深度，有时有花岗质岩浆岩。另一种是出现于大洋板块的俯冲带，形成蓝闪石-硬柱石片岩相和其它亚绿片岩相组成的递增变质带，属于高压相系，它们反映快速下沉所引起的高压低温环境，后期往往有较强的变形，一般无花岗质岩石出现。

(2) 区域低温动力变质作用

这一类型相当于大范围面状或狭长带状分布的单相绿片岩相变质地带，是强应力和低温影响下形成的具劈理或片理的低级变质岩系。按矿物组合特征，可分为两个基本类型：

绢云母-绿泥石级的低绿片岩相型或称千枚岩型 它们往往呈大面积分布，有的可达数万平方公里，其内部变质程度可从变质较低(基本保留原岩结构)的砂板岩到稍高的千枚岩或绿片岩。变质作用与变形作用关系密切，千枚岩等常在强构造带内呈带状分布。一般仅有同构造期的岩浆花岗岩，无混合岩化作用。它们往往出现于一个变质旋回的末期，代表该区的地壳已开始向克拉通方向发展。

绿片岩相型 其主要特征和前述基本类型相同，但原岩中火山岩比例有时较高，常有细碧岩-角斑岩类岩石。变质作用以单相的低绿片岩相为主，特征岩石为绿片岩、千枚岩及云母片岩，相当于绢云母-绿泥石级和黑云母级，局部可达高绿片岩相。有些地区还局部出现带状分布的蓝闪绿片岩相岩石，其中有时还伴有超基性、基性岩带、放射虫硅质岩和富钠火山沉积岩，属于非层序性蛇绿岩，它们可能形成于裂陷较深的陆内地槽或深海槽。

(3) 区域动力热流变质作用

这一类型以出现递增变质带为特征。上升的地幔热流在空间上的不均匀分布是引起这类变质作用的最主要因素。应力和变形作用也是重要因素，它们和重结晶作用的发生顺序可先后不同，经常还伴有混合岩化和花岗质岩浆作用。此变质作用类型形成于硅铝壳基底

之上的地槽环境，可以位于克拉通的边缘或内部。这一类型可进一步划分为中压相系（蓝晶石）型和低压相系（红柱石）型。编图过程中经研究认为，这两种类型从热源及地质环境上看，并无明显区别，仅热流上升的速度及由此引起的地热梯度不同，因此划归同一主要类型。

（4） 区域中高温变质作用

这种变质作用类型目前主要出现于太古代（>2500Ma），是地壳演化早期所特有的一类变质作用。它们的特征是以单相变质的角闪岩相或麻粒岩相为主，一般划分不出递增变质带。混合岩化及原地、半原地型花岗质岩浆作用普遍发育。构造上表现为穹窿和短轴背斜以及其它塑变褶皱。在我国，这一变质作用类型仅出现于华北变质地区。按变质作用特征可分为两个基本类型。

角闪岩相型 以角闪岩相为主，有时有少量麻粒岩相或高绿片岩相存在，其中低角闪岩相大面积分布。

麻粒岩相型 主要由麻粒岩相与部分高角闪岩相岩石组成。

区域中高温变质作用的特征，主要反映了太古代地壳较薄，热流值较高且均匀，代表当时某些特定的大地构造环境，大致相当于原生地壳。

3．辅助的变质作用类型

（1） 盖层变质作用

在地台边缘盖层的下部，有时出现千枚状岩石，达绢云母-绿泥石级，向上逐渐过渡为未变质岩层。此种现象表明，在盖层形成之后，这些地区还出现过某些活动的痕迹。

在地台内部较大的盆地中，其底部可出现浊沸石等变质矿物（如陕西鄂尔多斯盆地的三叠系），其形成环境可能介于成岩作用与变质作用最初始状态之间，暂将它们归于盖层变质范畴。

（2） 断陷变质作用

指在已稳定的地台内部出现新的断陷地堑，它们规模不大，宽度在20km以内，被陆相或海相沉积物及火山岩系所充填。以后它们又经受埋深变质作用或低绿片岩相变质作用，形成板岩，千枚岩或绿片岩等。它们代表地台解体形成新活动带的开始阶段，与邻近的裂陷地槽带有成因联系。

（三） 变质作用期次的划分

变质作用时期是指一次变质作用发生及演化的全过程，其中包括与变质作用有关的混合岩化和花岗质岩浆作用。近代研究表明，一个变质期往往延续相当长的时间，可以从数亿年到数千万年不等，其中可包括若干变质事件。

变质作用的时代往往以变质作用结束的时期进行厘定，它们在很多情况下与这一地区的构造运动一致。因此区域性不整合可做为划分变质期次的重要依据之一，但造山带的每

一期或每一幕构造运动不一定都有相应的变质作用，所以又不能简单地根据变质地区存在的一些轻微不整合来划分变质期次。另外如埋深变质和盖层变质作用则和构造运动无关。

编图过程中，确定一个地区存在不同变质期的变质岩系的主要依据为：

1）两套变质岩系之间存在明显的区域性不整合，上覆岩系的陆源岩中有下伏变质岩系的变质碎石；

2）两套相邻变质岩系之间虽未见明显不整合，但变质作用类型（主要类型）截然不同，而且界线又比较清楚；

3）有确切同位素年龄数据能说明两套变质岩系属不同的变质期，并能与地质资料相吻合。

一个变质地区出现有两个不同变质期次和不同变质作用类型的变质岩系时，若前期的变质产物受到后一期的影响，发生了矿物组合和变形构造的改造，则称为多期变质作用或叠加变质作用。这方面的情况较为复杂，必须根据某一变质岩系是否存在不同变质作用类型的矿物组合和变形构造的叠加，以及是否有相应的年龄资料等综合研究加以判断。同期混合岩化作用所引起的退化变质，断裂带和接触带所产生的局部变质不能称为多期变质作用。

我国主要变质期次及变质期年龄范围见表 4 。

表 4　中国主要变质期的年龄值范围

变质期	代号	变质年龄范围(Ma)	变质年龄峰值(Ma)
喜马拉雅期	H	10－80	33
燕山期	Y	80—190	150
印支期	I	190－210	190
华力西期	V	230—370	250—350
加里东期	C	400－550	400—430
晚元古期	$P\in_3$	600－1000	700—900
中元古期	$P\in_2$	1000－1800	1000—1400
早元古期	$P\in_1$	1800—2500	1800－2000
晚太古期	$P\in_B$	2500－2700	2500—2600
早太古期	$P\in_A$	>2500	

由于我国目前已有的同位素年龄值数据分布很不平衡，一般地说，东部多于西部，其中以华北陆台，特别是冀东，太行—五台、鞍山—本溪、鲁西、登封等重点研究地区数据比较系统，测试方法多样。在这些地区变质作用期是以地质资料和同位素资料综合确定的。而我国西部地区除西藏南部和云南部分地区外，年龄数据少而零星，且以K-Ar法为主，其变质期确定以地质证据为主，参考地质年代学资料。表 4 表示全国范围内主要变质期次的划分，个别地区还可进一步划分为早此类地期。

（四）　变质地质单元的划分

根据不同变质作用类型在时间上和空间上的分布，可划分不同级别的变质地质单元。它们反映了一个地区内变质作用的演化。通过对变质地质单元的分析研究，可区分出地壳

演化过程中变质旋回的特点，并可进一步找出地壳演化历史与变质作用的关系。

变质作用类型的时空分布是变质地质单元划分的基础。一般来说，在一个变质地带中，同一变质期往往仅出现一种变质作用类型，因此变质地带可视为变质地质单元的基础单元。有些情况下，同一变质期在相邻部分(它们往往为断层所隔开)也可出现两种不同的变质作用类型(指主要类型)，它们相当于一般所称的双变质地带，如我国东南部的加里东期和新疆的华力西期都有这一现象。

1. 变质地质单元的划分原则

(1) 一级变质地质单元——变质地区

一级变质地质单元是指由不同变质时期和不同变质作用类型的变质岩系按照一定的规律所组成的地区，一般称为变质地区。划分一级变质地质单元的原则是以克拉通的形成及克拉通与地槽的转化为准则。有时在同一变质地区的内部，由于所出现的变质作用类型有较大的差异而可进一步分为亚区。

(2) 二级变质地质单元——变质地带

在一个变质地区内，属同一变质期并由同一变质作用类型的变质岩系组成的地区，属二级变质地质单元，一般称为变质地带。若同一变质期出现两种以上变质作用类型时，应分别划分为不同的变质地带。变质地带中出现的零星结晶基底，一般不再另划变质地带。在一定范围内零星分布的属同一变质期和同一变质作用类型的变质岩系，可划归同一变质地带。较零散的变质地带可视具体情况予以合并。

断陷变质一般不作为变质地质单元处理，仅在图上予以注明，但具重要意义者例外。

(3) 三级变质地质单元——变质岩带

有些变质地带中，由于出现不同的原岩建造类型，可划分为三级变质地质单元——变质岩带。本图上变质岩带未予标绘。

2. 变质地质单元的区划[1]

根据上述原则，全国可划分出十个变质地区，二十一个亚区和七十八个变质地带。变质地区和亚区划分参见本图左下角附图。

Ⅰ 天山-兴安古生变质地区

Ⅰ-1 阿尔泰-天山亚区

Ⅰ-2 内蒙-兴安亚区

Ⅱ 华北太古-早元古变质地区

Ⅱ-1 华北亚区

Ⅱ-2 阴山亚区

[1] 二级单元的划分及名称，请参阅《中国变质作用及其与地壳演化的关系》。

Ⅱ-3 胶辽亚区

Ⅱ-4 淮阳亚区

Ⅲ 塔里木-阿拉善元古变质地区

Ⅲ-1 塔里木亚区

Ⅲ-2 阿拉善亚区

Ⅳ 柴达木-祁连-北秦岭元古-早古生变质地区

Ⅳ-1 柴达木-祁连亚区

Ⅳ-2 北秦岭亚区

Ⅴ 昆仑-巴颜喀拉-唐古拉晚古生-早中生变质地区

Ⅴ-1 昆仑-巴颜喀拉亚区

Ⅴ-2 唐古拉-滇南亚区

Ⅵ 西藏中-新生变质地区

Ⅶ 高喜马拉雅-滇西元古-古生变质地区

Ⅶ-1 高喜马拉雅亚区

Ⅶ-2 滇西亚区

Ⅷ 扬子元古变质地区

Ⅷ-1 扬子亚区

Ⅷ-2 扬子北缘亚区

Ⅸ 华南元古-古生变质地区

Ⅸ-1 华南亚区

Ⅸ-2 闽浙东部亚区

Ⅸ-3 海南亚区

Ⅹ 东南沿海-台湾中-新生变质地区

Ⅹ-1 福建亚区

Ⅹ-2 台湾亚区

二、各变质地区的基本特征

（一） 天山-兴安古生变质地区

本区位于华北变质地区和塔里木-阿拉善变质地区以北，东西北三面延入苏联和蒙古人民共和国境内，为西伯利亚陆台和中国陆台之间的古生代地槽的一部分。区内除出露少部分前寒武纪和加里东期变质岩系外，主要为华力西期的变质岩系。变质地区内以东河-弱水断裂为界，分为阿尔泰-天山亚区和内蒙-兴安亚区。两个亚区的地质演化历史有较大的差异。

早元古变质期表现为区域动力热流变质作用，一般有从低绿片岩相到低角闪岩相的递增变质现象，在阿尔泰-天山亚区为中压相系，内蒙-兴安亚区则以低压相系为主。在黑龙江省的麻山群中有麻粒岩相存在。本区下元古界的原岩通常为中基性火山岩-硬砂岩型建造或复理石型建造。晚元古期变质作用为绿片岩相，在黑龙江省牡丹江、依兰等地有蓝闪绿片岩相出现，它们都属于绿片岩相型的区域低温动力变质作用。

加里东期变质岩系仅出露在新疆阿勒泰以北的乔木变质地带、内蒙古额尔古纳河流域、苏尼特右旗-锡林浩特和吉林省延边-四平等变质地带。一般为区域低温动力变质作用，但在与华北陆台接壤的四平地带有中压相系型的区域动力热流变质作用，向西到温都尔庙地带含有蓝闪绿片岩相的变质岩系。原岩建造以沉积岩系为主、含有中基性火山岩，大致相当于复理石或石英岩-碳酸盐岩建造，当中基性火山岩和超基性岩增多时，可转变为非层序性蛇绿岩。

华力西期变质岩系呈大面积分布。在天山-准噶尔地区，变质作用的终止时期似有从南向北迁移的趋势。该期变质作用在阿尔泰-天山亚区有多种类型，在阿尔泰、北山和中天山表现为低压相系型和中压相系型的区域动力热流变质作用，并伴有大量混合岩；南天山则为绿片岩相型的区域低温动力变质作用，在汗腾格里-库米什断裂以南还出现有蓝闪绿片岩相，而北天山、准噶尔及北山的北部则为埋深变质。此外在中天山伊犁盆地以及北山地区，华力西期回返后期还出现有受断裂控制的小规模的埋深变质。内蒙-兴安亚区的华力西期变质作用较为简单，为大面积分布的低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用，其原岩为碎屑岩-碳酸盐岩型或复理石型。

华力西期花岗质岩浆作用比较发育，内蒙-兴安亚区尤甚，其中有与变质作用关系密切的混合花岗岩，也有关系不甚密切的同构造期花岗岩。

本区蓝闪石片岩零星出露于晚元古期、加里东期和华力西期的区域低温动力变质作用地带中，它们属于绿片岩相的高压组合。温都尔庙的加里东期变质岩系中有硬柱石出现。这些蓝闪石片岩的原岩以沉积岩系为主，部分地区有碳酸盐岩或放射虫硅质岩，其中有基性火山岩和超基性底辟侵入体，可能为非层序性蛇绿岩。这些地带有同构造期花岗岩。

（二） 华北太古-早元古变质地区

包括华北、东北南部及鲁、豫、陕、鄂、皖，苏诸省的部分地区。其主体部分由太古代的变质岩系组成，早元古变质期变质岩系限于太古代克拉通的边缘和克拉通内部的裂陷带中。中元古代长城纪，华北变质地区的大部分已出现未变质的盖层，但克拉通边部的局部地方，仍有中、晚元古期的变质岩系存在。晚元古代以后，仅在中、新生代有局部断陷变质和盖层变质发育。

太古变质期以麻粒岩相型和角闪岩相型的区域中高温变质作用为主。前者分布于内蒙古、冀东、辽西地区，呈东西向带状分布，以麻粒岩相和部分高角闪岩相为特征。已有的温压资料表明，该区麻粒岩相的形成温度大多为750—900℃（局部达1000℃），压力大都大于600MPa，地热梯度大部分为23—28℃/km，属中压相系。角闪岩相型变质作用广泛见于整个华北变质地区的太古代地层中，可见十字石-蓝晶石组合。太古代变质岩系的原岩有两种类型，一类以中基性火山岩和火山质硬砂岩为主，有时可夹有多层碎屑沉积岩，它们可能代表硅镁质的原生地壳；另一类是富铝的碎屑岩-碳酸盐岩，夹有中基性火山岩，大致代表了硅铝质的原生陆台。

华北北部已获得一些大于2800—2900Ma的年龄数据（钟富道，1984；江博明等，1984），说明这一地区应有早太古变质期的存在。但这期变质作用的具体表现及与晚太古变质期的关系等问题尚未搞清。华北广大地区，已获得大量2500Ma左右的变质年龄（宜昌地质矿产研究所，1979；沈其韩等，1981；刘敦一等，1984）表明，太古代末期，华北地区经历了普遍强烈的变质作用，随后奠定了华北克拉通的基础。

早元古代，阴山亚区及胶辽亚区具有克拉通边缘地槽特征，出现区域动力热流变质作用，形成由绿片岩相到角闪岩相的递增变质带；在克拉通内部，常形成规模不大的克拉通内地槽，沉积随地而异，山西五台山地区为类复理石建造，中基性火山岩系，火山质硬砂岩到碎屑岩，镁质碳酸盐岩建造，在太行山中段有中酸性火山岩出现。当原岩中的中基性火山岩增多时，往往形成区域动力热流变质作用，递增变质带中以角闪岩相分布最广；当原岩以正常沉积岩为主时，多形成区域低温动力变质作用。早元古期变质作用类型的多种多样，反映了当时各地热流值变化较大。

中、晚元古期的变质岩系仅发育在克拉通边缘地槽内，如内蒙古的白云鄂博群和渣尔泰群，形成绿片岩相型的区域低温动力变质作用。

华北变质地区从太古变质期到中、晚元古期变质作用的演化，反映了热流值从高到低的不可逆变化。其边缘的阴山和胶辽亚区，由早元古期区域动力热流变质作用到中、晚元古期区域低温动力变质作用构成了一个完整的元古代的变质旋回。

（三） 塔里木-阿拉善元古变质地区

本区以北为天山-兴安变质地区，以南为昆仑-巴颜喀拉-唐古拉变质地区和柴达木-祁连-北秦岭变质地区，其间均以深断裂为界，东部与华北亚区相接。本区为一个由元古代变质岩系组成的克拉通，上部被震旦纪冰碛层所覆盖。塔里木盆地中可能有太古代的变

质岩系存在，但尚待进一步确定。

早元古变质期是本区主要的变质期，以区域动力热流变质作用为特征，大多为中压相系，少部分为低压相系，有从低绿片岩相到高角闪岩相的递增变质带，其中以低角闪岩相分布最广，并常伴有混合岩化作用。

据在软煤群中测定的温压资料，十字石-蓝晶石带的形成温度为580—660℃，压力为500—600MPa（甘肃省地质矿产局区域地质调查队，1984）。在阿尔金山北部的局部地段出现麻粒岩相。各地原岩差异不大，自下往上大致为中基性火山岩-硬砂岩-复理石型沉积岩，早元古代末全区克拉通化。

晚元古期的变质作用分布很局限，以绿片岩相型的区域低温动力变质作用为主，在阿克苏地区有蓝闪绿片岩相出现。原岩为复理石建造，石英岩-碳酸盐岩建造以及类复理石型火山硬砂岩建造。

本区早元古变质期的区域动力热流变质作用和晚元古变质期的区域低温动力变质作用组成一个变质旋回，代表了元古代期间热流变化的某些规律。

震旦纪冰碛层以上为未变质的盖层，但在阿尔金山北部红柳沟一带，裂陷带内的下古生界盖层受极轻微的变质。

（四） 柴达木-祁连-北秦岭元古-早古生变质地区

本区位于甘、青、陕、豫等省。北邻塔里木-阿拉善变质地区，南接昆仑-巴颜喀拉-唐古拉变质地区及扬子变质地区，东界的大部分与华北变质地区相接。本区是一个在元古代结晶基底上发育了一定规模的加里东期变质地带的变质地区。

早元古期的变质岩系广泛出露于柴达木盆地的周边和中祁连地带，表现为区域动力热流变质作用，形成以低角闪岩相为主体、从绿片岩相到角闪岩相（局部有麻粒岩相）的递增变质带，并有混合岩化作用及与之有关的地壳深熔花岗岩。压力类型以中压相系为主，低压相系次之。原岩由下部的中基性火山岩、火山质硬砂岩到上部的复理石建造。体现了由基性火山岩渐变为陆源碎屑的地壳形成和加厚的过程。中、晚元古变质期在柴达木-祁连亚区，表现为沿克拉通内局部地槽形成的低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用，其大部分地区的原岩与华北地区的长城系、蓟县系类似，属于石英岩-碳酸盐岩建造。

北秦岭亚区的情况较为复杂，认识也不一致。据目前了解，早元古变质期以部分秦岭群为代表。中元古变质期（距今1400Ma左右）以宽坪群及其相当地层为代表，二者都是区域动力热流变质作用，但特点不同，前者以角闪岩相为主，后者绿片岩相带较宽。晚元古代期间，北秦岭亚区北缘出现了绿片岩相型变质作用，原岩为厚层镁质碳酸盐岩和碎屑岩组成的类似陆台型的沉积建造。

本区的变质作用从早元古变质期到晚元古变质期构成一个完整的变质旋回。

早古生代，在元古代克拉通的基础上，出现了规模不等的断陷带和裂陷地槽，其中最大的发育在北祁连和南祁连，前者还有以复理石型为主的非层序性蛇绿岩。加里东变质期

在裂陷地槽中形成了绿片岩相型的区域低温动力变质作用，北祁连的部分地段出现蓝闪绿片岩相。在柴达木地块内部，从中奥陶世开始也出现了一些裂陷，到奥陶纪末期即封闭，其规模和深度均小，未能发展成象南、北祁连那样的地槽。北秦岭亚区主要表现为断陷，据陕西省地质矿产局区域地质调查队最近的工作，在原秦岭群的南，北两侧都解体分出早古生代的地层，其加里东期变质作用不仅达到低绿片岩相，有些地段可以达到高绿片岩相，甚至低角闪岩相。整个北秦岭亚区的加里东期花岗岩也较发育。

（五） 昆仑-巴颜喀拉-唐古拉晚古生-早中生变质地区

本区位于龙门山以西的川西高原和青藏高原北部的广大地区。北与塔里木亚区和柴达木-祁连-北秦岭变质地区相接，南与西藏变质地区及滇西亚区为邻，东界为扬子变质地区。区内主要分布了华力西期和印支期的变质岩系，前者主要见于本变质地区北部和东部的边缘地带和部分零星地带，后者则呈面型分布于整个变质地区。

本区的前寒武纪变质岩系仅零星分布于西昆仑公格尔山和以东地带，以及西藏丁青-类乌齐一带。前者可能与塔里木克拉通的基底岩系相当，后者的变质岩系特征尚待进一步确定。

华力西期变质岩系在本区的东部和北部边缘呈镶边状产出，变质地层包括上古生界和下古生界，在南秦岭甚至还包括震旦系。华力西期变质作用在南秦岭和龙门山—金沙江地带属于低压相系型或中压相系型的区域动力热流变质作用，表现为绿片岩相分布很广、而角闪岩相范围很小的递增变质带；在角闪岩相分布范围内常伴有混合花岗岩穹窿，它们在靠近陆台的边缘部分成串珠状出现。在昆仑—阿尼玛卿，羌塘及滇南地带属于区域低温动力变质作用；在前两个地带为绿片岩相型（在阿尼玛卿山脉的曲什安河上游的下大武有蓝闪绿片岩相的报道），滇南地带为低绿片岩相型（千枚岩型）。

印支期变质岩系是在华力西期变质岩系的基础上发展起来的，为一广海型冒地槽环境，原岩以砂泥质复理石建造为主。变质作用属于低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用。在琼塘断裂附近有蓝闪石片岩的报道。

本区从华力西期到印支期在一定程度上显示了从区域动力热流变质作用到区域低温动力变质作用的旋回性。

（六） 西藏中-新生变质地区

本区位于西藏中部，北以班公错-丁青断裂为界，南界为高喜马拉雅北部的边界断裂，向东受三江（怒江、澜沧江和金沙江）弧形断裂带切割而尖灭。区内除有少量元古代结晶基底和零星的华力西期变质岩系外，主要为燕山期（110—145Ma）和喜马拉雅期（13—15Ma）的变质岩系。

西藏中-新生变质地区原属印度板块的一部分，其北部边界大致为印度板块与欧亚板块碰撞的缝合带。元古代的结晶基底，主要出露于念青唐古拉山和南迦巴瓦峰一带。在片

麻岩中获得了1250Ma的锆石U-Pb等时年龄（许荣华，1981），它们的原岩和变质作用特征与南部高喜马拉雅基本相同。华力西期变质作用发育在康马一带，变质地层为上古生界，属于区域动力热流变质作用，但在侵入该地层的岩体中，获得的Rb-Sr等时年龄数据为484Ma，具体情况需进一步厘定。

燕山期和喜马拉雅期的变质作用特点，表现为由低压相系型的区域动力热流变质作用和高压相系型的埋深变质作用组成的双变质带。燕山期形成的双变质带由改则-丁青变质地带和班戈-洛隆变质地带构成。前者尚缺少高压相系的典型矿物组合，主要为葡萄石-绿纤石相，并具有层序性蛇绿岩；后者由广泛分布的低压相系的绿片岩相和狭窄的角闪岩相带组成递增变质带。喜马拉雅期的双变质带由雅鲁藏布江高压变质地带和冈底斯低压变质地带构成。前者为蓝闪石-硬柱石相，具有层序性蛇绿岩；后者为低压相系的低绿片岩相到低角闪岩相，并有大量花岗岩和伴生的钙碱性火山岩系产出。

根据目前在新疆喀喇昆仑和西藏窝尔巴错等地发现冈瓦纳冷水动物群的资料，原冈瓦纳大陆北界的西部界线应向北移，由于还缺乏系统的区域资料，在本图上暂时未表示出新的界线。

（七） 高喜马拉雅-滇西元古-古生变质地区

本区沿西藏南部、云南西部边境展布。北与西藏中-新生变质地区相接，南与印度、尼泊尔、不丹、锡金及缅甸等国接壤，东与唐古拉-滇南亚区为邻。

本区属印度陆台的北缘，其基底与印度、缅甸的前寒武纪变质岩系相连。据已有资料，晚元古代本区普遍经历了一次变质作用，大部属于区域动力热流变质作用。高喜马拉雅区以高绿片岩相和低角闪岩相为主，并有麻粒岩相的报道（Sobolev et al.，1978）属于中压相系，变质程度与地层出露顺序呈逆向关系。在珠穆朗玛峰以东通门--带有1250Ma（锆石U-Pb法，许荣华，1981）的数据，聂拉木地区有640—660Ma数据。原岩为含中基性火山岩的凝灰质硬砂岩-复理石建造。滇西地区除有以低压相系（红柱石-堇青石带）为主的区域动力热流变质作用外，还有绿片岩相型的区域低温动力变质作用（澜沧群），其原岩为泥砂质复理石建造，含有若干钠质基性火山岩层，年龄数据有806Ma（高黎贡山群，Rb-Sr等时线）和715Ma（大勐龙群）。澜沧群含晚元古代的微古植物化石。

古生代以来，本区克拉通开始分解，在高喜马拉雅亚区出现了聂拉木以北的加里东变质地带，在滇西亚区有潞西加里东变质地带和耿马华力西变质地带，均为低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用。

喜马拉雅变质期在高喜马拉雅亚区表现为在前寒武纪变质岩系上广泛叠加了强烈变形的、以低绿片岩相为主，局部有热点型叠加变质带的低压相系型变质作用，在滇西地区主要表现为伴随大断裂带产生的局部动力变质带，糜棱岩的宽度有时可达数公里。

（八） 扬子元古变质地区

本区位于我国西南部及中部，包括川东、滇东、湘、黔、鄂、皖、赣、苏、浙等省的长江流域。西部及西北部与昆仑-巴颜喀拉-唐古拉变质地区相邻，东南部与华南变质地区

接壤，南部为越南的越北地块，东北部邻华北变质地区。

除大巴山、阳平关及鄂北局部地区有因后期秦拉通内地槽形成的加里东变质带外，本区的变质作用有早元古变质期（>1 900Ma），中元古变质期（1 400—1 100Ma）和晚元古变质期（1000—800Ma），其中以早元古变质期和晚元古变质期最为重要。震旦纪开始，本区进入陆台的发展阶段。

早元古期变质岩系主要出露于本区的西及西北边缘，它们经历了低压相系型及中-低压相系型的区域动力热流变质作用，出现了以低角闪岩相为主，包括从高绿片岩相至麻粒岩相的递增变质带，麻粒岩相仅出露在四川渡口附近的康定群和湖北宜昌以西黄陵地区崆岭群的局部地段。对早元古期变质岩系的确切范围，还需进一步研究。目前推测，早元古变质期以后，已初步形成了包括本区和华南变质地区在内的统一的结晶基底。原岩建造由下往上为中基性火山岩-火山质硬砂岩-复理石建造，代表由硅镁向硅铝环境的转变，相当于陆壳的形成。

中元古期变质岩系分布于本区的东南缘，呈带状分布，其范围不广，为低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用。其上常为晚元古期变质岩系不整合覆盖。原岩为泥砂质复理石建造，含有较多的细碧质岩石。

晚元古期变质岩系分布广泛，其形成的构造环境因地而异。川滇地区的原岩为含碳酸盐岩的复理石建造，早期含有一定中基性的，晚期有中酸性的火山岩系，形成环境大致相当于裂谷型地槽。湘、黔、鄂及浙西地区的原岩有的为碎屑岩-碳酸盐岩建造，相当于在中元古代变质岩系基础上发展起来的冒地槽环境。上述两个地区都经历了低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用。

在扬子北缘亚区，发育了一个原岩为钠质基性火山岩、火山硬砂岩和酸性火山岩的变质地带（长达千余公里），其形成环境可能为受深断裂控制的深海相地槽，经历了绿片岩相型的区域低温动力变质作用，常伴有蓝闪绿片岩相。见有蓝闪石、黑硬绿泥石以及红帘石组合，部分地点有硬玉。它们构成了中国大陆上一个重要的高压变质带，可能代表了前寒武纪地壳中一个大陆俯冲带（continental subduction zone）的类型，属硅铝层上的造山带。

本区元古代的变质作用构成了一个完整的变质旋回，即早期为区域动力热流变质作用，晚期为区域低温动力变质作用。

震旦纪开始，本区绝大部分地区已转变为稳定的陆台，仅在大巴山和阳平关等地出现了加里东期的低绿片岩相型（千枚岩型）区域低温动力变质作用。

（九） 华南元古-古生变质地区

本区包括浙、闽、粤、桂、湘、赣的广大地区，它的西部和北部与扬子变质地区为邻，东部与东南沿海-台湾变质地区相接。区内出露的变质岩系以加里东期为主，元古期、华力西期和印支期的变质岩系较次要。

属于元古期的变质岩系有湘、粤、桂交界处的四堡群，浙中的陈蔡群及其相当地层。在海南岛也有该期变质岩系出露。

陈蔡群具有递增变质带，由低绿片岩相到低角闪岩相，以低角闪岩相分布最广，属于

中压相系型的区域动力热流变质作用，混合岩化较普遍。原岩为类复理石的火山质浊砂岩，伴有一定的硅质白云质碳酸盐岩。在陈蔡群中获得锆石U-Pb年龄1438$^{+152}_{-122}$Ma（徐步台、刘敦一等❶,1985），另考虑到它在变质作用类型和原岩建造上与邻近地区的中、晚元古期的变质岩系明显不同，图上暂将其划归早元古变质期。海南岛有晚元古期变质岩系，其原岩相当于泥质复理石，底部有基性火山岩，经历了中压相系型的区域动力热流变质作用，构成低绿片岩相为主，但有高绿片岩相至低角闪岩相的递增变质带；混合岩化较发育。

加里东期是本区主要的变质作用时期，变质地层中可能包括一部分晚元古代地层。在赣南，变质作用仅达到绢云母-绿泥石级，属于低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用，原岩以碎屑沉积岩为主。在武夷-云开加里东变质地带则为以绿片岩相为主的热点型低压相系区域动力热流变质作用，角闪岩相出现在热穹隆中心部位，常伴有混合岩化作用。原岩中火山质硬砂岩和细碧角斑岩较多。

加里东期以后，本区已逐渐稳定，仅在少数裂陷带中继续沉积了巨厚的碎屑岩-碳酸盐岩建造，它们在华力西期或印支期经受了低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用。海南地区代表另一变质亚区，其地位目前仍不够明确。该区以华力西期变质岩为主，相当于绿片岩相型区域低温动力变质作用，原岩为含中酸性火山岩的凝灰质复理石型及碎屑岩-碳酸盐岩型沉积。

（十） 东南沿海-台湾中-新生变质地区

分布于东南沿海长乐-南澳断裂及莲花山断裂东南的沿海地带和台湾省。由中-新生代变质岩系组成。

中生代时，本区处于濒太平洋的活动大陆边缘，由于断裂影响，基底下沉，在福建沿海形成了钙碱性火山岩系和含火山质的类复理石建造，燕山期变质过程中，来自深部地幔的高热流的流体上升，导致了低压相系型的区域动力热流变质作用，且常伴有较强烈的混合岩化作用，混合花岗岩和同构造期的岩浆花岗岩分布广泛。同时在台湾山脉东部太鲁阁带中，印支-燕山期变质作用表现为绿片岩相型的区域低温动力变质作用，东侧的玉里带有蓝闪绿片岩相，它们的温度最高可达300℃左右，压力大致为400—700MPa。玉里组中冻蓝闪石的变质时期为79±7Ma（颜沧波❷，1963，1976）。

喜马拉雅期在台西和台东出现两个变质带，台西变质带由浊沸石相渐变为低绿片岩相（仅达绢云母-绿泥石级），形成温度最高达300±50℃，压力为400MPa左右。基本属于低绿片岩相型（千枚岩型）的区域低温动力变质作用。台东变质带的形成时间较晚，晚于早更新世，变质作用属于埋深变质的浊沸石相和葡萄石-绿纤石相，原岩相当于部分洋槽沉积物。变质作用可能与太平洋板块的下沉俯冲有关。

---

❶徐步台，刘敦一，浙江陈蔡变质岩系U-Pb谐和图解同位素年龄测定一文手稿

❷颜沧波，关于台湾大南澳片岩中之变质带的论文

三、变质作用与地壳演化的几个问题

主要就有关变质作用的一些重要问题做些简要的论述，并对全区的变质作用和地壳演化作一些探讨。

(一) 麻粒岩相和麻粒岩相型变质作用

麻粒岩相属于通常认为的区域变质作用中的高温相，典型矿物组合为紫苏辉石＋单斜辉石，此外，在富铝沉积岩中还出现有矽线石、钾长石、石榴石、堇青石等矿物。紫苏辉石为麻粒岩相的重要标志。我国麻粒岩相分布见表5。

表 5 中国麻粒岩相的分布概况

区域麻粒岩相型	局部热点型 (见于角闪岩相型中)	递增变质带型 (见于区域动力热流变质作用的递增变质带中)	成因不明
内蒙古—冀东—辽西地区	阜平群(河北阜平) 鞍山群(辽宁清源) 霍丘群(安徽霍丘) 五河群(安徽凤阳) 太华群(陕西潼关) 胶东群(山东平度) 大别群(安徽境内)	麻山群(黑龙江牡丹江) 塔吉克群(新疆阿尔金山) 金水口群(青海柴达木) 康定群(四川泸山) 崆岭群(湖北黄陵)	河南汤阴(钻孔资料) 河北邯郸(钻孔资料) 安徽蚌埠(钻孔资料) 大别群(湖北境内) 西藏南喜马拉雅东段(?)

根据编图的资料，麻粒岩相岩石的产状有如下几种：

区域麻粒岩相型 大面积出露构成麻粒岩区，如内蒙古—冀东一带。

局部热点型 在角闪岩相型中呈局部热点产出，并常与高角闪岩相过渡，如河北阜平地区的阜平群。

区域动力热流变质作用的递增变质带型 成为低压或中压相系的递增变质带中一个麻粒岩相变质带，分布较少，常见于早元古期的变质岩系中，如青海柴达木南缘的金水口群。

此外还有成因不明者，其分布较局限，常出现于角闪岩相中；或出露较少，成因待定，如大别山（湖北省境内），河南汤阴等。

麻粒岩相型变质作用（麻粒岩型）以麻粒岩相为主，常伴有高角闪岩相，含有角闪石和（或）黑云母。据目前所知，它们出现于太古期的变质岩系中。

麻粒岩相型的变质建造主要为两种类型：1)基性麻粒岩型：主要是二辉麻粒岩和二辉片麻岩、紫苏辉石斜长角闪岩以及磁铁石英岩等岩石；原岩属于中基性火山岩-硬砂岩型；

2)富铝矽线石榴片麻岩型；主要为矽线石榴钾长片麻岩、堇青石榴黑云母片麻岩夹透辉石墨大理岩以及基性麻粒岩等，原岩大致为富铝的石英岩-碳酸盐岩建造。二者关系目前不能确定。

麻粒岩相型的热流分布较均匀，已有的零星温压资料表明，温度一般大于750℃，压力一般在600MPa以上，少数为400MPa，华北绝大部分麻粒岩区的地热增温率在30℃/km以下。它们与全世界所测得的平均地热增温率54℃/km，和平均压力值410MPa (Grambling, 1981) 不同。

麻粒岩相型地区混合岩化作用比较发育，经常出现不同类型的混合岩和具混合岩特征的紫苏辉石花岗质岩石。它们相当于地壳深熔型花岗岩，其形成与原有上壳岩 (supracrustal rocks) 经变质作用后的部分熔融有关。

综上所述，麻粒岩区代表早期地壳出现的第一个火山-沉积建造，太古变质期遭受了来自地幔的均匀的高温热流的影响，发生了麻粒岩相变质。它们与角闪岩相型变质岩系共同组成了华北克拉通的古老结晶基底。

（二） 蓝闪石片岩相变质作用

蓝闪石片岩一般为低温高压的变质矿物组合，常见矿物有蓝闪石、黑硬绿泥石、绿泥石、钠长石、白云母、红帘石、绿帘石、黝帘石、阳起石、石英以及硬柱石、硬玉、文石等。原岩一般为含火山质的硬砂岩，基性岩等，其中钠质火山沉积岩对蓝闪石类矿物形成有利，有时伴有阿尔卑斯型变质分异细脉。

根据蓝闪石片岩的矿物组合及其变质相的特征，图中划分为：1)蓝闪石-硬柱石相，相当于绿片岩相的高压型；2)蓝闪石绿片岩相，属绿片岩相的高压型。它们二者的地质环境常不相同。此外在编图中尚发现一些蓝闪石片岩的零星露头及可疑的蓝闪石片岩（矿物组合尚不甚清楚），做为成因不明处理。蓝闪石片岩在我国境内有一定分布，其分布见表6。

晚元古变质期的蓝闪石片岩分布较广泛，其中最主要的为扬子北缘的绿片岩相型变质作用中的蓝闪石绿片岩相带，长达千余公里，一般为蓝闪石-白云母-黝帘石组合，常含黑硬绿泥石和红帘石，部分地区（安徽嘉山）有硬玉呈脉状出现。

加里东期和华力西期的蓝闪石片岩主要分布于北祁连及天山-兴安等变质地区。它们大都成条带状产于绿片岩相型的变质岩系中，矿物组合一般为蓝闪石-黝帘石-白云母，在内蒙古温都尔庙见有硬柱石。

燕山期和喜马拉雅期的蓝闪石片岩分布于西藏和台湾等地。它们常与沸石相及葡萄石-绿纤石相共生，部分与绿片岩相过渡，矿物组合一部分相当于蓝闪石-硬柱石相，一部分为蓝闪绿片岩相。

来自全国不同地区的五十八个蓝闪石单矿物化学分析结果表明，中国大多数地区以青铝闪石为主，其次为镁钠闪石，蓝闪石较少。扬子陆台北缘的湖北和陕西地区的晚元古变质地带以镁钠闪石为主；温都尔庙和北祁连的加里东变质地带则以青铝闪石为主。晚元古变质期的蓝闪石形成温度较以后时期的为高。

大部分蓝闪石片岩都含有绿帘石（黝帘石、斜黝帘石），根据绿纤石＋绿泥石→黝帘

表 6　中国蓝闪石片岩相的分布特征

变质期	地层及(或)地点	变质相类型	备注
晚元古期	黑龙江群(牡丹江，依兰)	蓝闪绿片岩相(绿片岩相型)	
	阿克苏群(新疆阿克苏)	蓝闪绿片岩相(绿片岩相型)	
	碧口群至张八岭群(扬子克拉通北缘)	蓝闪绿片岩相(绿片岩相型)	含红帘石和硬玉，岩层中夹有榴辉岩
	藏[illegible]群(云南[illegible])	不明	
加里东期	北祁连地区(青海)	蓝闪绿片岩相(绿片岩相型)	含石榴石，伴有榴辉岩和同期花岗岩
	温都尔庙群(内蒙古朱日和[illegible]道井)	蓝闪石-硬柱石相(绿片岩相型)	有硬[illegible]，伴有同期花岗岩
华力西期	艾比湖(新疆西[illegible]鸣尔)	蓝闪绿片岩相(与葡萄石-绿纤石共生)	黝帘石，阳起石
	特克斯(新疆[illegible]山)	蓝闪绿片岩相(绿片岩相型)	含铁铝石榴石，有同期花岗岩共生
	阿尼玛[illegible]山(青海)	不明(绿片岩相型)	
	墨江群(云南[illegible]山)	不明(绿片岩相型)	仅有蓝闪石报道
印支期	义敦群(四川理塘西)	组合不明	原岩以沉积岩系为主，有极少量基性岩及超基性岩；有同期花岗岩共生
印支 燕山期	大南澳群玉理组(台湾瑞[illegible])	蓝闪绿片岩相(绿片岩相型)	含冻蓝闪石、黝帘石和阳起石；原岩建造以沉积岩系为主。
喜马拉雅期	雅鲁藏布江带(西藏)	蓝闪石-硬柱石相(与葡萄石-绿纤石相共生，渐变为绿片岩相型、(含硬绿泥石)	具层序性蛇绿岩，有低压相系与之共生(双变质带)

石+阳起石的反应，以及黑硬绿泥石的普遍出现，大多数蓝闪石的形成温度介于350—450℃之间，个别地区出现有石榴石、硬绿泥石以及普通角闪石，它们的形成温度可达450℃以上。

大量白云母的测定表明，它们大多数属2M型或3T型多硅白云母，其b_0值一般大于$9.040\times10^{-10}m$，属于高压范畴。

总体看来，我国各时代蓝闪石片岩带的形成温度，大多在350—450℃左右。西藏雅鲁藏布江的温度较低，大致为300℃；北祁连较高可达450℃以上。形成的压力一般在500—800MPa，内蒙古、西藏可能为800—900MPa。大部分蓝闪石片岩的地热梯度为15—20℃/km，属于中-高压相系的过渡型。西藏雅鲁藏布江的蓝闪石片岩带属于高压相系型。

我国蓝闪石片岩的地质环境可分为两种类型：

与深断裂有关的蓝闪石片岩型　包括大部分蓝闪绿片岩相岩石，主要的变质矿物组合为蓝闪石-白云母-阳起石，有时有石榴石，个别地区有硬柱石或硬玉。它们常呈丈层产于绿片岩相型的变质岩系中。地热梯度大部分在15℃/km左右，介于中压—高压相系之间。其地质特点一般是：1)原岩以巨厚的复理石型沉积岩系为主，含少量的基性岩、超基性岩底辟侵入体，有时还有碳酸盐岩共生；2)在相邻地区没有与其伴生的安山岩、英云闪长质岩石及低压相系变质岩；3)有代表结晶基底深熔作用产生的同期花岗岩的侵入，或出现有

零星的结晶基底。这一类蓝闪绿片岩相分布于中国陆台内的晚元古、加里东和华力西等变质期的绿片岩相型变质地带中。它们代表绿片岩相型区域低温动力变质作用中局部高压相系类型。因此，其形成环境可能是在大陆解体后形成的地槽中，部分可能受深部断裂所控制的深海槽，似乎没有大洋盆地。它们可能代表了板块俯冲的早期形式，相当于有些人所称为的大陆俯冲作用。

与海洋地壳的俯冲作用有关的蓝闪石片岩型 包括蓝闪石-硬柱石片岩相和一部分蓝闪绿片岩相。常见有亚绿片岩相的组合，而黝帘石类矿物少见。它们一般属高压相系型，原岩具层序性蛇绿岩的特点，未见花岗岩的侵入。这类蓝闪石片岩带的邻近地区有安山岩、花岗岩及低压相系的岩石出现。西藏喜马拉雅期的雅鲁藏布江变质地带以及台湾山脉东部大南澳群玉里组印支-燕山期蓝闪绿片岩相带属于这一类型。

（三） 变质作用及地壳演化

1. 变质作用与大地构造环境的联系

划分变质作用类型是以反映热流及其变化的变质相与变质相系及其空间分布为基础，结合变质作用发生和发展期间的大地构造环境进行的。因此，变质作用类型在时空上的变化，反映了一定的大地构造环境的变迁，并进一步表明了变质作用与地壳演化的联系。

前面划分的十个变质地区按其大地构造环境，可以划分为三种类型：

（1） 长期稳定克拉通型

这一类型形成于前寒武纪，但各变质地区形成的具体时间不同。华北克拉通基本为太古代的陆核。塔里木-阿拉善克拉通于早元古变质期以后基本形成。扬子克拉通具双层基底，在早元古变质期之后又经历了中、晚元古变质期的大规模区域低温动力变质作用。总体来看，早元古变质期后，上述各地区已基本稳定，并成为一个整体，称之为中国早前寒武纪陆台（以下简称为中国陆台）。在中、晚元古变质期，华北克拉通的大部地区开始出现盖层沉积，成为稳定地台；塔里木-阿拉善-柴达木克拉通内发育了零星地槽，在震旦纪才出现盖层；扬子克拉通经历了较大规模的解体、沉积和变质后，震旦纪出现盖层，成为稳定陆台。

（2） 克拉通解体后的地槽（活动带）型

指同一克拉通内部发生解体，出现新的地槽体系，进而形成新的变质地区，一般属于硅铝层上的造山带，如祁连地槽属于塔里木-阿拉善-柴达木克拉通分解的产物。除克拉通内地槽外，有时还可见与其类似、但规模较小的断陷变质带，出现于大范围的结晶基底内，如柴达木-祁连-北秦岭变质地区内的加里东断陷变质带和滇西变质亚区中的华力西期断陷变质带。

（3）克拉通边缘地槽（活动带）型

指一个克拉通的边缘或不同克拉通之间出现的地槽，进而形成新的变质地区。天山-兴安古生变质地区即位于中国陆台和西伯利亚陆台之间；东南沿海-台湾中-新生代变质地区为中国陆台与太平洋板块之间的边缘活动带。

此外，在华北、扬子和塔里木克拉通内及柴达木地块边缘的部分地区，常出现盖层变质。如华北克拉通内某些陆间盆地的深部，有时可出现浊沸石相变质。部分地区还有少量断陷变质带。这些变质作用的意义虽然比较次要，但对活动带和克拉通的转化往往能提供重要信息。

2. 变质旋回与地壳演化

变质作用类型在时间上显示出旋回性的变化特点，称为变质旋回，它们是地壳演化中地质旋回的一种表现。变质旋回在苏联、欧洲等地都各具一定的特点，本图上也显示出某些规律性的变化。我国各变质地区，根据变质作用类型的时间演化而划分的变质旋回见表7。

从表7可见，几个相邻变质地区变质作用类型的时空分布，可反映出更大范围内变质旋回性的规律，这是地质巨旋回在变质作用上的一种反映，可称之为变质巨旋回（metamorphic megacycle），它们能表明较大范围内变质作用与地壳演化的联系。

变质巨旋回的起始或终了，并非都与一定地质时代的界线吻合。对于不同地区来说，可以是穿时代的。但仍可用地质时代来命名。

（1）太古旋回（3500—2500Ma，地壳演化的早期阶段）

该旋回在华北变质地区，主要表现为角闪岩相型和麻粒岩相型变质作用。其特点是热流大部来自深部，热流值较高而且均匀。至于国外出现的典型绿岩带，虽然在国内有一些报道，但目前对其规模、时代、典型性尚有争论。就目前资料来看，华北变质地区的角闪岩相型变质作用分布较广，麻粒岩相型仅出现于内蒙古—辽吉—冀东一线。同位素年龄值表明，它们大部分属晚太古变质期，少部分可能为早太古变质期；但仍有待进一步确定二者的关系。

麻粒岩相型和角闪岩相型变质地区一般呈面型分布，原岩形成环境可分为：

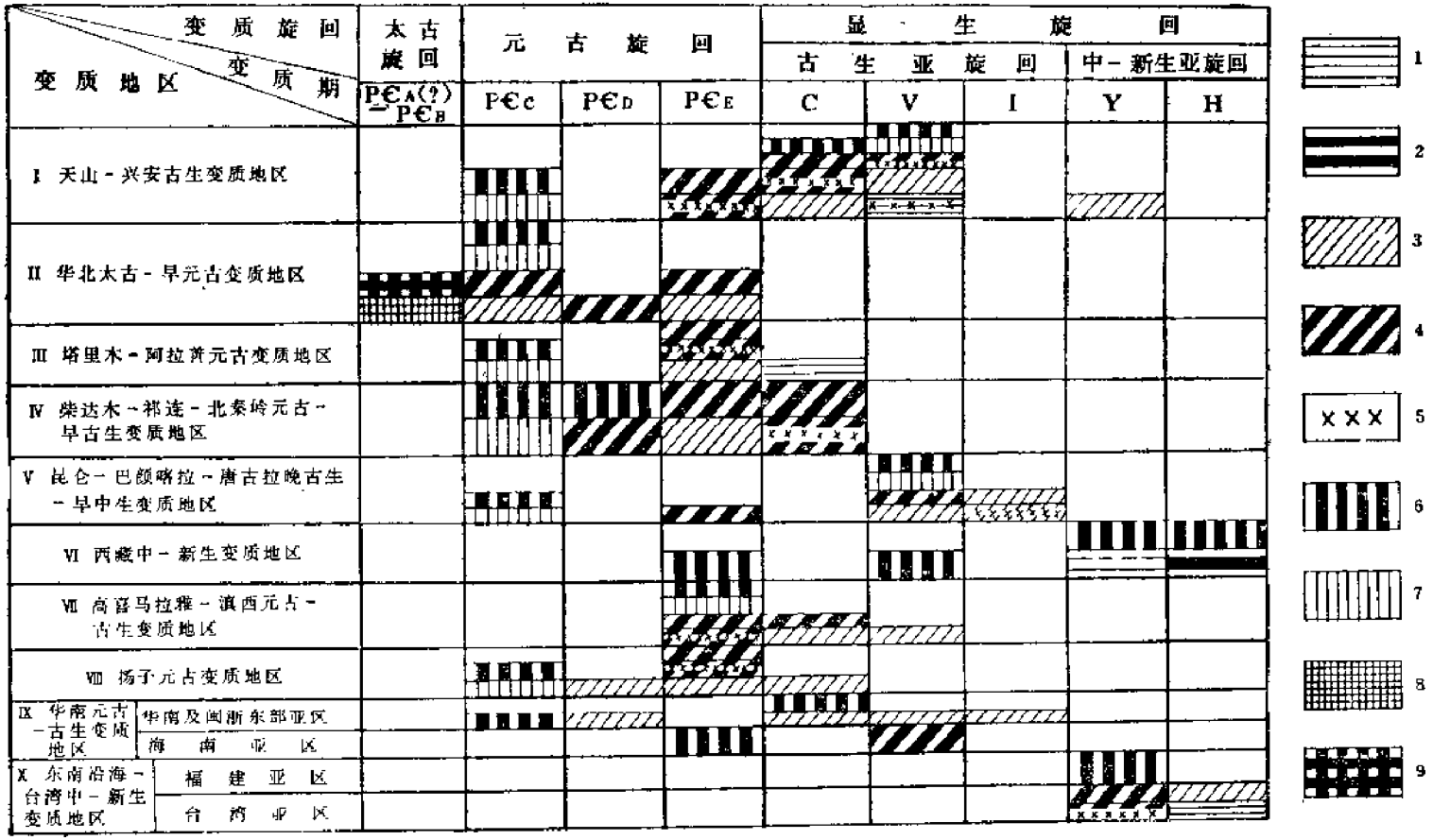
硅铝质原生地壳。以碎屑沉积岩为主，有时有碳酸盐岩或基性火山岩夹层，如内蒙古的矽线石榴片麻岩系，它们与孔兹岩系相近，相当于富铝泥质岩或石英岩-碳酸盐岩型；

硅镁质原生地壳。以基性火山岩和火山质硬砂岩系为主。在麻粒岩相型地区常由二辉石麻粒岩、斜长辉石岩以及由黑云母、角闪石等组成的片麻岩。在角闪岩相型地区主要为斜长角闪岩-黑云变粒岩类岩石，含有浅粒岩和镁质碳酸盐岩夹层。部分有榴辉岩透镜体。

已知的原生地壳以硅镁质岩石为主，此外，有些地区还具有黑云母二辉麻粒岩、浅粒岩、矽线片麻岩和大理岩的互层岩系，是一种硅镁地壳向硅铝地壳过渡的类型。太古代的原岩较为简单，并具一定特点，与以后各变质期的原岩类型有较大差别。

太古旋回中的变形，外貌一般呈穹状和短轴状，而内部为十分复杂的复合褶皱。脆性断裂体系的控制作用不甚明显。

表 7　中国各变质地区的变质旋回特征



1.埋深变质，沸石相和葡萄石-绿纤石相型；2.埋深变质，蓝闪石-硬柱石相型(高压相系)；3.区域低温动力变质，低绿片岩相型(千枚岩型)；4.区域低温动力变质，绿片岩相型；5.蓝闪绿片岩相；6.区域动力热流变质，低压相系型；7.区域动力热流变质，中压相系型；8.区域中高温变质，麻粒岩相型；9.区域中高温变质，角闪岩相型

混合岩呈区域性分布，常具塑性变形特点。花岗质岩石（包括花岗岩、紫苏花岗岩、花岗闪长岩和部分英云闪长岩）的形成与混合岩化作用关系密切，是高温变质条件下部分熔融和流变作用的产物。总之，太古旋回的原岩建造、大地构造环境、变质作用、岩浆作用及当时的热流特点都与以后旋回有明显的差异。

（2）元古旋回（2500—600Ma，地壳演化的中期阶段）

除华北亚区以外，塔里木-阿拉善变质地区，扬子变质地区，华北变质地区的阴山和胶辽亚区以及柴达木-祁连-北秦岭变质地区的古老结晶基底，都由元古旋回的变质岩系组成。元古旋回的热流变化，组成一个有规律的旋回，早期（大致相当于早元古变质期）属区域动力热流变质作用形成的递增变质带，以低角闪岩相带为主，反映当时热流值依然比较高，中压相系和低压相系都可出现，但以中压相系为主；晚期（多数相当于晚元古变质期）属区域低温动力变质作用，呈面状或带状分布，在绿片岩相组的变质带中可出现蓝闪绿片岩相带（如扬子北缘亚区中的蓝闪绿片岩相带，延伸近1000km）。

中元古变质期的变质岩系不甚发育，仅见于北秦岭和滇黔部分地区。变质作用类型或为区域动力热流变质作用（北秦岭亚区），组成递增变质带；或为区域低温动力变质作用（湘黔部分地区）。总体而言，中元古代在中国前寒武纪地壳演化的历史中是一个相对平静的时期。就原岩建造而言，早元古代为夹有中基性火山岩的火山沉积岩系向沉积岩系转变，中晚元古代则为复理石建造或石英岩-碳酸盐岩沉积建造，夹有中基性或中酸性火山岩系，其中细碧-角斑岩系出现较多。

元古旋回变质地区中，线型紧闭和倒转褶皱发育，且多与变质作用同时形成。在区域低温动力变质过程中，变形占有重要的地位。

在经历区域动力热流变质作用的岩系中，可以见到混合岩和混合花岗岩，一般限于角闪岩相范围内，呈片麻岩-花岗岩穹隆产出，有塑变岩浆活动的痕迹，通常属半原地型混合花岗岩。同构造期岩浆花岗岩的数量较太古旋回有所增加。

从太古旋回到元古旋回，大地构造环境有较明显的变化。首先是线型地槽的出现，其中出现较多的火山物质，并从硅镁质转变为硅铝质，标志着陆台硅铝质基底的形成和扩大。中元古代以后，克拉通解体现象比较明显，如在扬子克拉通沉积了受断裂控制的克拉通内广海型的复理石建造，在克拉通边缘地槽中，还可出现受深断裂控制的深海槽，其中可形成含钠火山沉积建造和非层序性蛇绿岩，并第一次出现了蓝闪石绿片岩相变质作用。这种情况在扬子克拉通北缘、塔里木克拉通边缘和老爷岭中间地块都可见到。

早元古代末期，包括华北、塔里木、柴达木和扬子几个克拉通在内的中国陆台的基底已经形成，并且从中元古代开始先后沉积了盖层。

因此，元古旋回可以认为是陆台开始形成和开始分解的阶段。

（3）显生旋回（600—10Ma，地壳演化的后期阶段）

古生亚旋回（600—190Ma） 包括经历了加里东、华力西和印支变质作用的各变质地区。主要为天山-兴安，昆仑-巴颜喀拉-唐古拉，华南等变质地区以及祁连、滇西等地的一些变质地带。

中-新生亚旋回（190—10Ma） 包括西藏及东南沿海-台湾等变质地区。它们分别属

于印度板块北缘和滨太平洋带。

本旋回表现出变质作用类型的多样化。既有区域动力热流变质作用和区域低温动力变质作用构成的变质旋回，又出现了埋深变质作用。

这一旋回中出现的区域动力热流变质作用的特点是：角闪岩相变质带范围缩小，如南秦岭-龙门山-金沙江华力西期变质地带；低压相系所占比重增加；中-新生变质期的区域动力热流变质作用全部属低压相系型，如西藏中-新生变质地区。这些变化表明，随着时间推移，上升的热流逐渐减弱，中高级变质相由面型变为热点型。

区域低温动力变质作用特别是低绿片岩相型(千枚岩型)，所占比重增加较大，它们常代表一个变质旋回结束阶段的产物。

埋深变质作用，可分为浊沸石相和葡萄石-绿纤石相型以及蓝闪石-硬柱石片岩相型两类，其形成的大地构造环境可有以下几种：1)与板块俯冲有关，如台湾的玉里变质带和西藏雅鲁藏布江变质带等；2)与造山带有关，如新疆准噶尔-北天山变质地带；3)与裂陷地槽下沉有关，如甘肃北山华力西晚期的变质作用；4)与陆间盆地下沉有关，如松辽和鄂尔多斯盆地下部出现浊沸石等变质矿物(现暂做为盖层变质处理)。

在有的变质期所形成的绿片岩相型变质作用中，可以出现一些蓝闪绿片岩相岩石，如北祁连的加里东期变质带，它们的形成环境与晚元古变质期蓝闪绿片岩相相似。

在这一旋回中，还出现了双变质地带，它们由同一变质时期两个相邻的不同变质作用类型的变质地带构成。如阿尔泰与准噶尔-北天山等双变质地带，华南武夷-云开和赣南加里东期双变质地带和西藏中-新生双变质地带等。这些双变质地带往往处于地槽中的不同部位，它们的大地构造环境明显不同，导致了不同的热源，因而出现了不同的变质作用类型。都城秋穗提出的高压相系和低压相系组成的双变质带，仅属于前述双变质地带中的一种重要类型，但不是唯一的类型。

显生旋回大地构造环境也有明显的变化，它在元古旋回结晶基底上发育了一系列陆内或陆间地槽，其中包括深海槽、洋槽和大洋盆地，代表当时陆台分解后大地构造环境出现了进一步的分异。原岩建造有两种重要类型：1)沉积建造，包括石英岩-碳酸盐岩型和复理石型。复理石型中有时含火山凝灰岩及中基性、中酸性火山岩夹层，部分属较明显的深海相沉积；2)蛇绿岩型建造，并包括层序性的蛇绿岩和复理石岩层中的非层序性蛇绿岩。此外还有细碧角斑岩和钙碱性火山岩系等。它们与前寒武纪的原岩建造相比，沉积岩系的比重增加，火山岩系有所减少。出现较明显的蛇绿岩系。

构造作用在各种类型变质作用中表现不同。埋深变质作用中，构造变形引起的片理化往往不很发育，但与板块俯冲有关的埋深变质地带，由于后期俯冲，可出现极为复杂的构造变形，如雅鲁藏布江变质带所见。

混合岩和混合花岗岩的数量较前几个旋回减少，仅在角闪岩相带中形成大小不等的穹窿。有些穹窿中混合花岗岩有向岩浆花岗岩过渡的特点。这种现象在西藏南部的中-新生期变质地带，华南加里东期变质地带以及昆仑-巴颜喀拉-唐古拉变质地区中均可见到。

这一旋回可称之为陆台分解和漂移阶段，陆台反复分解和聚合的现象比较清楚，出现的期次比较频繁。中国陆台的内部主要是陆内分解后出现的地槽，它们进一步发展成为硅铝层上的变质地带(ensialic metamorphic belts)。西藏变质地区和东南沿海-台湾变质地区，则属于欧亚和印度板块的碰撞带及太平洋板块的俯冲地区。

变质巨旋回的基本特征如下：

1）从元古旋回开始，出现了早期区域动力热流变质作用和晚期区域低温动力变质作用的旋回性变化。

2）早期变质旋回（太古旋回）主要是单相变质的区域中高温变质作用，晚期变质旋回（显生旋回）则有区域动力热流变质、区域低温动力变质、埋深变质以及盖层变质和断陷变质等存在。

3）导致变质作用的热流，具有不可逆变化的特点。太古旋回热流值高而且均匀，出现大面积的高温或中温变质；元古旋回的早期热流值仍较高，但已不均匀，出现以角闪岩相为主的递增变质带；显生旋回，热流值逐渐降低，中高级变质带更加收敛，出现局部热穹隆（热点）型的递增变质带，以大面积绿片岩相为主，但也有角闪岩相带。

4）晚元古变质期开始出现蓝闪绿片岩相变质作用。其形成环境属于受深断裂控制的深海槽，是古老克拉通分解时的产物，可以认为是一种由于地壳下部的地幔折断、下沉而引起的大陆俯冲作用。

5）显生旋回在部分地区出现了双变质地带。表现为埋深变质作用与区域动力热流变质作用，或区域低温动力变质作用与区域动力热流变质作用形成的变质地带成对相邻出现。

3. 变质作用所反映的中国大地构造演化

根据各变质地区的变质作用演化特征，还可以进一步归纳为四个变质大区：

1）中国早前寒武纪陆台基底变质区，包括华北、塔里木-阿拉善、柴达木及扬子变质地区。

2）中亚古生代变质活动带变质区，介于西伯利亚陆台和中国陆台之间，在我国境内为天山-兴安变质地区。

3）西藏中-新生代变质活动带变质区，包括西藏中-新生变质地区及高喜马拉雅-滇西变质地区，属原冈瓦纳大陆的一部分。

4）滨太平洋中-新生代变质活动带变质区，在我国为东南沿海-台湾变质地区。

中国各变质构造单元的主要演化阶段（参阅表 8）如下：

中国陆台的形成 太古旋回结束时，华北克拉通的基底已基本稳定。元古变质旋回在该区发育不完全。早元古变质期后，塔里木-阿拉善克拉通（包括柴达木地块和后来成为加里东地槽的祁连地区）及扬子克拉通（至少是西部）的基底基本形成，并与华北克拉通一起形成统一的中国陆台。

中国陆台的分解和闭合 中国陆台的第一次分解开始于中元古代，继而发生了区域低温动力变质作用，晚元古代末闭合，形成了扬子克拉通。

中国陆台第二次分解和闭合发生于显生旋回期间。表现为两个变质亚旋回：一是华南和祁连的加里东亚旋回，分别发育了不同类型的区域变质作用，加里东期末，祁连地槽闭合，构成了一个发育不完全的变质旋回。华南地区加里东期的区域动力热流变质作用与华力西和印支期的区域低温动力变质作用构成一个变质旋回。昆仑-巴颜喀拉-唐古拉变质地区在华力西期开始分解，到印支期末闭合，变质作用类型上构成一个完整的变质旋回，这也是中国陆台范围内比较晚的一次分解和闭合。

古欧亚大陆的形成 天山-兴安古生变质地区是中亚古生代变质活动带的一部分。发育

表 8　中国变质构造单元演化简表

旋回	单元名称 / 变质期		中国早前寒武纪陆台基底变质区	中亚古生代变质活动带变质区	西藏中-新生代变质活动带变质区	滨太平洋中-新生代变质活动带变质区
显生旋回	中-新生亚旋回	H			海洋盆地的闭合（藏南冈底斯-雅鲁藏布江变质地带形成）	（台湾理深变质地带形成） 太平洋板块新的俯冲带出现
		Y			印度陆台第二次分解（藏南小海洋盆地形成） （藏北变质地带形成） （喀北海洋盆地形成）	（东南沿海及台湾双变质地带的形成） 太平洋板块俯冲
	古生亚旋回	I	（川、滇、青、藏地区一些变质地带形成）	古欧亚大陆的形成 （陆台边缘地槽的形成） （大山-兴安变质地区形成）	印度陆台与中国陆台碰撞 印度陆台北部边缘第一次分解 （高喜马拉雅-滇西地区一些变质地带形成）	
		V	（川、滇、新、青、甘、陕地区一些变质地带形成）			
		C	（祁连、华南变质地区形成） 中国陆台的第二次分解开始 塔里木、扬子陆台第一次盖层出现			
元古旋回		$P\in_E$	扬子陆台基底进一步形成			
		$P\in_D$	中国陆台的第一次分解； 华北地区第一次出现陆台盖层； 其余地区为不同特点的各种活动带； 局部地区有这一期变质作用。			
		$P\in_C$	中国陆台基底基本形成（华北、塔里木-阿拉善、类达木、扬子等变质地区式变质地带形成）			
太古旋回		$P\in_B$	华北陆台基底基本形成（华北变质地区形成）			

了加里东期（次要）和华力西期（主要）的变质作用。后者有多种变质作用类型，在新疆北部可形成不同类型的双变质地带。从已有的地质资料看，似乎还没有找到曾出现过广泛大

洋盆地的俯冲证据。华力西期之后，中国陆台和西伯利亚陆台开始聚合，形成古欧亚大陆。

印度陆台的碰撞 印度陆台和中国陆台的碰撞可能开始于印支期，其界线大致在丁青—班公错一线附近，其界线待定。侏罗纪后，印度板块的北缘和西藏中北部分解并形成小型海洋盆地，随后印度陆台与中国陆台碰撞先在藏北形成燕山期变质地带；喜马拉雅期，形成以雅鲁藏布江高压变质带为代表的俯冲带。滇西地区红层内的大断裂带，隆板岩带及盖层变形，也都与印度陆台的碰撞有关。

滨太平洋地区的板块活动 印支-燕山期出现的东南沿海的低压相系变质带与台湾山脉东侧的高压相系变质带，可能是大陆边缘的双变质地带，后被裂陷形成的弧后盆地所分开。台湾东部埋深变质作用的沸石相变质地带为古洋壳的一部分，属喜马拉雅变质期，它们有可能是近代形成的俯冲带。

主要参考文献

马杏垣等，1961，中国大地构造的几个基本问题。地质学报，第41卷，第1期。

马杏垣等，1980，中国大陆壳的早期构造演化。国际交流地质学术论文集（一），地质出版社。

王荃、刘雪亚，1976，我国西部祁连山区的古海洋地壳及其大地构造意义，地质科学，第1期。

王鸿祯等，1980，中国中元古代的地壳发展与构造古地理。国际交流地质学术论文集（一），地质出版社。

王鸿祯等，1980，中国晚元古代古构造与古地理。地质科学，第2期。

王嘉荫，1951，北京西山的硬绿泥石带。中国地质学会会志，第31卷。

米士·P，1942，云南中东部震旦纪地层。北京大学地质研究录，第4号。

孙大中等，1984，冀东早前寒武地质。天津科学技术出版社。

皮金·R·T，1980，冀东太古界麻粒岩相岩石中锆石的同位素年龄。地质论评，第26卷，第3期。

卢良兆等，1984，祁连活动带的变质作用类型及地质演化。长春地质学院学报，第2期。

卢良兆等，1984，北京密云群变质作用的温度、压力研究。地球化学，第1期。

刘国惠，1984，略论西藏南部花岗岩带的特征和成因。中法喜马拉雅考察成果(1980)，地质出版社。

刘国惠，1984，西藏高喜马拉雅变质带与高喜马拉雅序起。喜马拉雅地质（II），中法合作喜马拉雅地质考察（1981年成果之一），地质出版社。

刘敦一等，1984，太行山—五台山区前寒武纪变质岩系同位素地质年代学研究。中国地质科学院院报，第8号。

刘增乾等，1980，青藏高原地质基本特征。中国地质科学院院报，第2卷，第1号。

李希勋等，1984，昆阳群的层序及原底问题。地质论评，第30卷，第5期。

李昌泽等，1984，论福建省加里东变质作用特征及类广。福建地质，第3卷，第4期。

李春昱等，1982，亚洲大地构造图（1:5 000 000）。地图出版社。

李春昱，1983，亚洲古板块划分及有关问题。地质学报，第57卷，第1期。

李树勋等，1983，五台山地区变质作用的演化。地质论评，第29卷，第3期。

李根坤等，1983，闽台两省变质带的初步认识。福建地质，第2卷，第1期。

张玉泉，1981，西藏高原南部花岗岩类同位素地质年代学。地球化学，第1期。

张　驰，1981，新疆蛇绿岩某些地质特征。地质论评，第27卷，第4期。

张寿广，1984，对前寒武纪变质杂岩划分对比的几点意见。中国地质，第4期。

张秋生等，1984，中国早前寒武纪地质及成矿作用。吉林人民出版社。

张儒瑗、从柏林，1981，冀东迁西地区早太古代麻粒岩的矿物学和结晶p—t条件。中国科学，第7期。

张儒瑗、从柏林，1982，冀东太平寨地区麻粒岩及有关岩石的变质研究。地质科学，第2期。

吴汉泉，1980，东秦岭和北祁连的蓝闪石片岩。地质学报，第54卷，第3期。

肖序常等，1978，祁连山古蛇绿岩带的地质构造意义。地质学报，第52卷，第4期。

肖序常等，1982，西藏雅鲁藏布江缝合带高压低温绿片岩相的新资料。中国地质科学院地质研究所所刊，第5号。

陈哲夫、梁云海，1981，库鲁克塔格-马聚山地质构造特征及其构造单元归属问题的讨论。地质论评，第27卷第4期。

陈哲夫、梁云海，1983，北山陆内代地槽的建造及构造演化基本特征。中国区域地质，第6辑。

陈祥荪，1979，西藏南部同位素地质年龄的测定与喜马拉雅运动的分期。地质科学，第1期。

陈毓蔚、钟富道等，1981，我国北方前寒武岩石铅同位素年龄测定——兼论中国前寒武地质年表。地球化学，第3期。

沈其韩、刘国惠，1981，关于麻粒岩分类和命名问题的商榷。中国地质科学院地质研究所所刊，第3号。

沈其韩等，1981，河北滦县司家营晚太古代铁硅质岩系的铅-铅同位素年龄测定。地质论评，第27卷，第3期。

贺同兴等，1980，区域地质调查野外工作方法，第二分册。地质出版社。

贺高品，1985，区域变质相的划分及其标志。中国区域地质，第14辑。

胡金城，1983，金沙江变质带变质作用时期的确定。中国区域地质，第6辑。

郭令智、施央申、马瑞士，1983，西太平洋中新生代活动大陆边缘和岛弧构造的形成及演化。地质学报，第57卷，第1期。

郭令智等，1980，华南构造格架和地壳演化。国际交流学术论文集（1）。地质出版社。

姚东生，1983，三江孤形构造的特征及演化历史。青藏高原地质文集（12），地质出版社。

赵宗溥，1984，沸石相质疑。岩石学研究，第四辑，地质出版社。

赵宗溥，1984，成岩作用、埋藏变质作用与近变质作用。地质论评，第30卷，第5期。

施央申等，1980，浙闽沿海中生代火山岩基底构造研究。中国海洋湖沼学会第二届学术年会论文集，科学出版社。

施央申等，1980，福建南溪石炭系复理石建造的发现对认识浙闽沿海中生代火山岩基底大地构造性质的意义。南京大学学报，第4期。

俞鸿年等，1983，福建东南沿海断裂（断块造山）区域变质带岩石学特征及其构造控制。南京大学学报，第2期。

钟富道，1984，鞍山铁甲山地区花岗片麻岩同位素年代学研究。地球化学。第3期。

梁定益等，1983，西藏阿里喀喇昆仑南部的冈瓦纳-特提斯相石炭二叠系。地球科学，第1期。

都城秋穗，1973，变质作用与变质带（周云生译，1979）。地质出版社。

黄汲清等，1977，中国大地构造基本轮廓。地质学报，第51卷，第2期。

黄汲清，1979，试论地槽褶皱带的多旋回发展。中国科学，第4期。

黄汲清等，1979，中国大地构造图（1:4 000 000）。地图出版社。

黄汲清、任纪舜等，1980，中国大地构造及其演化。科学出版社。

黄汲清等，1984，特提斯-喜马拉雅构造域初步分析。地质学报，第58卷，第1期。

阎鸿铨，1985，冀东太古代条带状铁建造。中国区域地质，第12辑。

董申保，1983，变质作用类型划分讨论。中国区域地质，第3辑。

程裕淇、白瑾、孙大中，1982，中国的下、中前寒武系。中国地质概论，地质出版社。

程裕淇、张寿广，1982，略论我国不同变质时期的变质岩系、变质带和若干有关问题。中国区域地质，第2期。

焦淑沛等，1979，青藏高原前寒武系的划分与对比。青藏高原地质文集（2）地质出版社。

温克勒，*H.G.F*，1976，变质岩成因（张旗、周云生译，1980）。科学出版社。

靳是琴，1980，密三高岭地区暗粒岩相变质岩中共生矿物对之间铁镁分配规律研究。长春地质学院院报，第1期。

颜竹筠、唐克东，1982，温都尔庙群中发现硬柱石。沈阳地质矿产研究所所刊，第3号。

中国地质科学院，1975，亚洲地质图（1:5 000 000），地图出版社。

中国地质科学院，1976，中华人民共和国地质图（1:4 000 000）。地图出版社。

中国科学院地质研究所大地构造编图组，1974，中国大地构造基本特征及其发展的初步探讨。地质科学，第1期。

中国科学院青藏考察队，1981，西藏岩浆活动和变质作用。科学出版社。

中国科学院地质研究所同位素钾-氩年龄组，1979，西藏南部同位素地质年龄的测定与喜马拉雅运动的分期。地质科学，第1期。

中国科学院地球化学研究所同位素年龄实验室，1974，珠穆朗玛峰地区变质岩系同位素地质年龄测定。珠穆朗玛峰地区科学考察报告（1966—1968）（地质）。科学出版社。

福建区测队变质岩组，1982，福建沿海中生代变质带的基本特征。福建地质，第2期。

新疆地质局编写组，1978，中国天山地质构造特征。国际交流地质学术论文集(一)，地质出版社。

Anhaeusser, C. R., 1982, Archaean greenstone terranes: Geologic evolution and metallogenesis. Revista Brasileria de Geociencias, Vol. 12, No. 1—2, pp. 1-6.

Barker, F., 1979, Trondhjemites: definition, environment, and hypotheses of origin, In: Trondhjemites, dacites and related rocks, ed. F. Barker, Elsevier Scientific Publishing Com-

pany, pp. 1-11.

Barker, F. et al., 1981, Tonalites in crustal evolution. Phil. Trans. R. Soc. A 301, pp. 298-308.

Barth, T.F.W., Correns, C.W. and Eskola, P., 1939, Die Entstehung der Gesteine. Springer, Berlin.

Bridgwater, D.et al., 1978, The development of the Archaean gneiss complex of North Atlantic region. In: Evolution of the earth's crust, ed. I.D.H. Tarling, Academic Press, pp. 19-69.

Chadwick, B., 1983, International Symposium on precambrian crustal evolution. J. Geol. Soc. of India, Vol. 24, No. 12, pp. 668-670.

Cheng Yuqi, Bai Jin and Sun Dazhong, 1982. The lower precambrian of China. Revista Brasileira de Geociencias. Vol. 12, No. 1-3, pp. 65-73.

Cheng Yuqi, Sun Dazhong and Wu Jiashan, 1984, Evolutionary megacycles of the earlier precambrian proto North China platform. J. Geodynamics, Vol. 1, No. 3-5, pp. 251-177.

Chinner, G.A., 1966, The distribution of pressure and temperature during Dalradian metamorphism. Q.J. Geol. Soc. London, Vol. 122, pp. 159-186.

Chung, F.T., Compston, W., Forster, J., Bai, J., Sun. D.Z., 1979, Age of Qianxi Group, North China. Annual Report, The Australian School of Earth Sciences. pp. 117-151.

Compston, W., Zhong, F.D. et al., 1983, Rubidium-strontium geochchronology of precambrian rocks from the Yenshan region, North China. Precambrian Research, Vol. 22, pp. 175-202.

Coombs, D.S., 1961, Some recent work on the lower grades of metamorphism. Australian J. Sci., Vol. 24, pp. 203-215.

Dobretsov, N.L. et al., 1973, The facies of regional metamorphism of moderate pressure. Australian National University, Canberra. (translated from Russian)

Dong Shenhao. 1982, A discussion on the classification of genetic types of granites. Proceedings of the International Symposium, held at Nanjing University, Nanjing, China, pp. 71-86.

Douglas, R. J.W., 1968, Metamorphic map of Canada (1:5, 000, 000), compiled by the Geological Survey of Canada.

Debon, F., Le Fort, P., Soner, J., Liu Guohue, Jin Chengwei and Xu Ronghua, 1981, About the lower palaeozoic age of the Kangmar granite (Langoi Kangri plutonic belt, South Tibet, China). Terra cognita, special issue, I 14, pp. 67-68.

Emond, W.F. de Roever and Frank, F. Beunk, 1976, Blue amphibole-albite-chlorite assemblanges from Fuscoldo (Italy) and the role of glaucophane in metamorphism. Contri. Miner.and Petrol., Vol. 58, pp. 221-234.

Ernst, W. G., 1983, Mountain building and metamorphism: A case history from Taiwan mountain building. Academic Press, London.

Glikson, A. Y., Lambert, I.B., 1976, Vertical zonation and petrogenesis of the early precambrian crust in west Australia. Tectonophysics. Vol. 30, pp.55-89.

Goodwin, A.M., 1981. Archaean plates and greenstone belts. In: Precambrian plate tectonics, ed. A. Kroner, pp.105-136.

Grambling, J.A., 1981, Pressure and temperature in precambrian metamorphic rocks. Earth Planet Sci. Lett., Vol. 53, pp. 63-68.

Jahn Borming and Zhang Zongqing, 1984, Archaean granulite gneiss from eastern Hebei Province, China: rare earth geochemistry and tectonic implication. Contri. Miner. and Pet-

rol, Vol.85, pp. 224-243.

James, H.L., 1978, Subdivision of precambrian— A brief review and report on recent decision by the Subcommision on precambrian stratigraphy. Precambrian Research, Vol. 7, No. 3, pp. 198-204.

Kroner, A., 1982, Archaean and early proterozoic tectonics and crustal evolution. Revista Brasileria de Geociencias, Vol. 12, No. 1-3, pp. 15-31.

Le Fort, P., 1976, Thermal model of intracontinental subduction, Explanation of the Hymalayan inverted metamorphism. Acad. Nazion. Dei. Lincei, Roma., Vol. 21, pp. 209-213.

Martin, H., 1983, Alternative geodynamic models for the Damara orogeny, a critical discussion. In: Intracontinental fold belts. ed. H. Marth and F.W. Eder, Springer-Verlag, Berlin.

Ma Xingyuan and Wu Zhengwen, 1981, Early tectonic evolution of China. Precambrian Research, Vol. 14, pp. 185-202.

Miyashiro, A., 1961, Evolution of metamorphic belts. J. Petrol., Vol. 2, pp. 277-311.

Miyashiro, A., 1967, Orogeny, regional metamorphism and magmatism in the Japanese island. Medd. Dan. Geol. Foren., Vol. 17, pp. 390-446.

Miyashiro, A., Aki, K. and Celâi Sengor, A.M., 1982, Orogeny. John Wiley and Sons, pp. 1-242.

Mukherjee, A., 1980, Inversion of metamorphic zoning in the Eastern Himalaya. In:Metamorphic rock sequences of the Eastern Hymalaya, ed. R.K. Verma, pp. 125-138.

O'Nions, R.K. and Pankurst, R.J., 1978, Early Archaean rocks and geochemical evolution of the earth's crust. In: Trace elements in igneous petrology, Elsevier Scientific Publishing Company. pp. 211-233.

Picher, W.S., 1983, Granite: typology, geological environment and melting relationship. In: Migmatities, melting and metamorphism, ed. M.F. Atherton and C. D. Gribble. Shiva Publishing Limited, Exeter, pp. 277-285.

Read, H.H., 1956, The granite controversy. Thomas murby and Co. London, pp. 339-373.

Saggerson, E.P. et al., 1978, Metamorphic map of Africa, and explanation text(1:10,000,000). In the Netherlands.

Sobolev, V. S. et al, 1978, Metamorphic map of Asia(1:5,000.000).

Sobolev, V.S., 1979, Metamorphic complex of Asia. Nauka Publishing, Moscow.

Suk, M., 1983, Petrology of metamorphic rocks, Academia/Praha

Sun Dazhong and Wu Changhua, 1981, The principal geological and geochemical characteristics of the Archaean greenstonegneiss sequences in North China. Spec. Publs. Geol. Soci. Aust., Vol. 7, pp. 121-132.

Sun Dazhong and Lu Songnian, 1984, A subdivision of the precambrian of China. Precambrian research, Vol. 23.

Turner, F.J., 1981, Metamorphic petrology. mineralogical, field and tectonic aspects. 2nd ed. Mc Graw-Hill, New York.

White, A.J.R. and Chappell, B.W., 1977, Ultrametamorphism and Granitoid genesis. Tectonophysics, Vol. 43, No. 1—2, pp. 7—22.

Wyllie, P.J., 1983, Experimental studies on biotite and muscovite-granites and some crustal magmatic sources. In: Migmatites, melting and metamorphism, ed. M.F. Atherton and C.D. Gribble, Shiva Publishing Limited, Exeter, pp. 12—26.

Zwart, H.J., 1967, Orogenesis and metamorphic facies series in Europe. Medd. Dan, Geol. Foren. Vol. 17, pp. 504—516.

Zwart, H.J., 1967, The duality of orogenic belts. Geol. Mijnbouw, Vol.46, pp. 384—409.

Zwart, H.J. et al., 1967, A scheme of metamorphic facies for the Cartographic representation of regional metamorphic belts. Int. Union, Geol. Sci. Geol. Newsletter, No. 2, pp. 57—72.

Zwart, H.J., 1969, Metamorphic facies series in the European Orogenic belts and their bearing on the causes of orogeny. Geol. Assoc. Can. Spec. Pap., No. 5, pp.7—16.

Zwart, H.J. et al., 1973, Metamorphic map of Europe (1:2, 500,000) The sub commission for the cartography of the metamorphic belts of the world. Leiden and UNESCO, Paris.

Белевцев, Я.Н., Горшников, Б.И., 1975, Основные положения генетической классификации метаморфогенных месторождений полезных ископаемых.Геол.журн., т.35, вып.2, стр.23-30.

Белевцев, Я.Н.и др., 1975, К Вопросу о причинах образования и закономерного размещения планетарных металлогенических поясов. Геол. журн.т.35, вып.6.

Белевцев, Я.Н., Бурак, В.А., Горшников, Б.И., Домарев.В.С., 1976, Генетическая классификация метаморфогенных месторождений Геология Руды.месторождений, №2 , стр. 3-11.

Белевцев, Я.Н., Коваль, В.Б., Домарев, В.С., Кулиш, Е.А., 1984, Основы теории метаморфогенного рудообразования. Геол. журн.3, т.44, стр.1-80.

Бурак, В.А., 1982, Метаморфизм и рудообразование. М.«Недра», стр.252.

Добрецев, Н.Л.1974, Принципы выделения и классификации метаморфогенных месторождений. Геология и Геофизика, № 8.

Добрецев, Н.Л., 1981, Глобальные петрологические процессы. Изд.«Недро», Москва.

Другова, Г.М.и др., 1972, Гранулитовая фация, вопросы геологии и петрографии. Изд.«Наука», Ленинград.

Крылов, М.Д., 1983, Геолого-геохимическая эволюция Лапландского гранулитого комплекса. Изд.«Наука», Ленинград.

Мишкин, М.А., 1981, Метаморфизм в зоне перехода от Азиатского континента к Тихому океану, Изд.«Наука», Москва.

Смирнов, В.И., 1982, Эндогенное рудообразование в геологической истории. Геология рудн. месторождений, № 4.

Судовиков, Н.Г., 1964, Региональный метаморфизм и гидротермальное рудообразование, в кн.: региональный метаморфизм и некоторые проблемы петрологии. Л., Изд. Ленинградского Ун-та, стр.504-528.

附：项目参加单位及主要编图人员

长春地质学院：

董申保　卢良兆　叶挺松　贺高品　贺同兴　李树勋　冯本智　张树业
阎鸿铨　叶慧文　魏仪芳　郑松彦　迟洪兴　庄育勋　徐学纯　张兴洲
阎凤增　华存祥

中国地质科学院地质研究所：

沈其韩　刘国惠　张寿广　高吉凤　郭沪洪

中国地质科学院天津地质矿产研究所：

孙大中　吴昌华　翟安民

黑龙江地质矿产局（地质研究所和第一区域地质调查大队）：

党增欣　崔　卓　莫雨洵　王德浩

吉林地质矿产局（区域地质调查大队）：

刘国良　张景枝　张亚安　阎德荣　杜春阳

辽宁地质矿产局（地质研究所和区域地质调查队）：

赵光慧　郑泽君　李世涛　王汉霞　郭洪芳

河北地质矿产局（第一区域地质调查队）：

赵雨汶　张春华　李增龙　高明文

内蒙古地质矿产局（第一区域地质调查队、地质研究队和地质实验室）：

吴应瑞　张履桥　宿怀璧　曹生儒　俞　萍

山西地质矿产局（地质研究所）：

齐允荣　杨文魁　梁英芳

山东地质矿产局（综合研究队）：

张成基　王宝善　李祝华

安徽地质矿产局（区域地质调查队）：

荆延仁　刘积春　俞卓琳　周　粟

江苏地质矿产局（区域地质调查大队）：

孙竟雄　曹德民

浙江地质矿产局（区域地质调查大队和温州、金华、丽水地质大队）：

阮祖达　柯邦炀　汪承松　李素芳　徐杭生

福建地质矿产局（区域地质调查队等）：

陈党民　李昌泽　林文生　郑铁藩　章金海　洪清照

河南地质矿产局（区域地质调查大队）：

余良汶　彭应达　李采一　卫成清　曲明绪

湖北地质矿产局（区域地质调查队）：

周高志　黄恩宇　王义明　王长金