

董申保 沈其韩 主编

中国变质地质图

编制与研究论文集

第1辑

地质出版社

中国变质地质图编制 与研究论文集

第 1 辑

董申保 沈其韩 主编

地质出版社

提 要

本论文集是编制中国变质地质图过程中取得的部分重要研究成果的汇编。论文介绍了我国各地区有关变质作用的丰富资料,讨论了各时期,尤其前寒武纪地壳演化等许多重要地质问题。文中还涉及了编制变质地质图的若干理论和工作方法。

本书可供从事变质地质学科研、教学、生产人员和高年级大学生及研究生参考。

中国变质地质图编制与研究论文集编辑委员会

董申保 (主编)

沈其韩 (主编)

孙大中

卢良兆

阎鸿铨

中国变质地质图编制与研究论文集

第 1 辑

董申保 沈其韩 主编

责任编辑:阎鸿铨

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(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: $10^{1/4}$ 字数: 243,500
1987年4月北京第一版·1987年4月北京第一次印刷

印数: 1—1500册 国内定价: 2.50元

统一书号: 13038·新329

序 言

变质地质图是一种专门性地质图件，它通过变质地区变质作用的变化反映地壳内部热流的演化历史，进而揭示地壳发展过程的规律性。变质地质图作为一种基础地质图件将会对区域地质和矿产调查工作有重要指导意义。

在编制全国及各省（区）变质地质图的过程中，项目参加者在诸多方面取得了不少研究成果，我们从中选取一部分编成本论文集。其中卢良兆执笔的《中国各时代变质岩系及变质巨旋回的特征》一文对中国变质地质图的基本内容和特点做了介绍。沈其韩在《同位素年龄有关问题的讨论》中，介绍了我国各变质地区同位素年龄研究的现状以及编图中确定各变质期的同位素年龄依据。贺同兴在《混合岩化及花岗岩浆作用》一文中讨论了混合岩化在变质事件中的地位及其与花岗岩浆作用的关系，详细介绍了编图过程中提出并使用的花岗质岩石的分类方案。贺高品在《关于变质相和相系划分的若干问题》中进一步讨论了编图过程中在这些方面出现的一些重要问题。孙大中在《对早前寒武高级变质地层划分和绿岩带问题的讨论》中，介绍了国内外目前对古老高级变质岩系地层划分方法上的一些争论和绿岩带研究状况以及作者对这两个问题的基本看法。温德利(Windley B.F.1984)曾对我国早前寒武纪地质研究提出过几点友好建议，涉及早前寒武纪变质岩系和某些花岗质岩石成因及当时地壳演化的模型等问题。针对这些问题，孙大中和翟安民撰写了《古华北陆台早前寒武地壳演化的几个问题的讨论》。其余8篇文章分别讨论了若干局部地区有关变质作用的一些较为重要的问题。总之，本论文集所包括的内容是全国变质地质图编制与研究成果的一部分，但是，并非论文中的全部观点均与最终总结完全一致。我们认为，在本论文集中保留这些认识上的差异对活跃学术讨论气氛是大有好处的。我们将在论文集第2辑内汇编主要省（区）编图更为系统的资料和研究成果，而最终总结将集中在中国变质地质图(1:400万)及说明书和《中国变质作用及其与地壳演化的关系》一书中。

在编辑本论文集过程中，范国宾翻译和审阅了大部分英文摘要，华存祥领导的绘图小组清绘了全部插图，在此谨表深切的谢意。

董申保 沈其韩

1986年3月

目 录

序言

中国各时代变质岩系及变质巨旋回的特征

.....1:400万中国变质地质图编图组 卢良兆执笔 (1)

同位素年龄有关问题的讨论.....沈其韩 (11)

混合岩化及花岗岩浆作用.....贺同兴 (23)

关于变质相和相系划分的若干问题.....贺高品 (41)

对早前寒武高级变质地层划分和绿岩带问题的讨论.....孙大中 (52)

古华北陆台 早前寒武地壳演化的几个问题的讨论.....孙大中 翟安民 (61)

辽西地区太古代变质岩系的变质相划分及其温压条件的探讨

.....王汉震 李世涛 (79)

苏北连云港地区前寒武纪变质岩系变质作用期次划分的讨论

.....孙竞雄 林水龙 韦国钧 (86)

河南省早元古代秦岭群变质岩石及变质作用特征

.....余良济 彭应达 李采一 (91)

鄂北蓝片岩带特征及其地质意义.....周高志 黄恩宇 王义明 王长金 (106)

陕西变质单元划分及其主要特征.....高洪学 谢茂祥 李维军 孙民生 (119)

龙门山变质带中压相系型区域变质作用.....胡金城 (126)

云南变质作用期次的划分.....云南省变质图编图组 熊家镛执笔 (138)

福建加里东变质地带的原岩建造及其形成环境.....福建省区测队变质岩组 (145)

附录 矿物代号..... (159)

中国各时代变质岩系及变质 巨旋回的特征

卢良兆执笔

(1:400万中国变质地质图编图组)

中国境内变质岩系分布较广,自太古代到新生代均有变质作用出现。它们的变质相、相系和变质作用类型复杂多样。这些问题前人已有一定研究^[1, 2]。本文根据1:400万全国变质地质图编制及研究过程中所获得的资料及初步分析结果,对我国各时代主要变质岩系的特点及其所反映的变质旋回和地壳演化特征做简要讨论。

一、各时代主要变质岩系的特点

1. 太古代变质岩系

我国目前已有确切年龄数据的太古界只见于中朝准地台区。其北带自内蒙南部和晋北到辽西一带为麻粒岩地区。东段的迁西群和密云群等由黑云角闪辉石质变质岩及混合片麻岩等组成。原岩为基性到中酸性火山岩及火山-沉积岩系;西段内蒙南部的集宁群上部还有矽线石榴片麻岩夹大理岩和石英岩等组成的孔兹岩系,其原岩主要为富铝的陆源碎屑沉积岩系。这些岩系的变质作用主要属于麻粒岩相,部分为高角闪岩相,但两者不构成有规律的递增变质带,总体属于单相的区域中高温变质作用。冀东到密云地区属于中压类型,内蒙的孔兹岩系则为低压变质。

近来研究表明,中朝准地台其它广大地区的大部分变质岩系也均属太古界,其中包括鞍山群、建平群、单塔子群、泰山群、阜平群和原五台群的大部分以及豫皖境内的太华群、登封群、霍邱群、五河群及大别群等。它们主要由互层状黑云角闪质斜长片麻岩、变粒岩及斜长角闪岩等组成,其中也包括相当数量的混合岩和花岗岩质岩石。其原岩为中、基性火山岩及大量中、酸性火山质硬砂岩。有些群中有大理岩、石英岩及富铝片麻岩夹层,如阜平群、太华群和五河群等。这些特征反映有些地区已有向硅铝环境过渡的特点。上述变质岩系的变质作用一般属于角闪岩相。多数为中压相系,蓝晶石较常见,部分为中低压(如泰山群和太华群等)。有些地区局部也出现麻粒岩相组合,但一般范围不大(如吉林桦甸和辽北清源地区,阜平和吕梁地区及豫西太华群)。绿片岩相仅局部出现,如鞍山一本溪地区,河南登封群顶部等。

近来大量同位素年龄资料表明,华北太古界的主要变质期是在太古代末(2500—2600 Ma)。但冀东地区近来测得一批大于3000 Ma的数据,引起许多争论。最近江博明^①和王

^① 江博明、张宗清(1983),中国冀东太古代麻粒岩—片麻岩放射年龄、稀土元素地球化学与岩石成因,见《北京国际前寒武纪地壳演化讨论会论文摘要汇编》。

营分别在曹庄附近以Sm-Nd法获得3500Ma左右的年龄,说明这个地区可能存在早太变质期。此外,辽宁鞍山和清源地区近来也取得一批2800—3000Ma的年龄数据,阜平群中也有2800—2900Ma的年龄数据。对这些年龄数据的可信度及究竟代表原岩形成年龄还是变质年龄有各种不同看法。所以中朝准地台北带早中太古变质期的规模和范围还值得进一步研究。

此外,西北塔里木北缘的库鲁克塔格等地,根据邻区苏联帕米尔及天山的年龄资料和岩石组合特征来看,很可能存在晚太古界;川西的康定群中也有存在这一期变质作用的可能性,特别最近在云南元谋地区获得2500Ma的年龄数据。总之,广大西北和扬子地台区存在零星的太古界是十分可能的。

2. 早元古期变质岩系

华北地区下元古界的分布面积有限,一般为小规模盆地或拗拉槽中的陆屑及碳酸盐岩沉积建造,有时也夹一些火山岩,主要以溇沱群为代表,变质年龄在1800—1900Ma之间。一般为经受区域低温动力变质的千枚岩,但也有少数地区具有以绿片岩相为主的中压递增变质带,如中条群、张家坟群和朱杖子群等。它们不占重要地位。但在中朝准地台的边部和四周,如郯庐断裂以东的胶辽地区,内蒙阴山以北的东五分子—隆化地区,西部的阿拉善地区以及北秦岭到桐柏地区都为典型的早元古代活动带。其中广泛发育下元古界,下部原岩一般以火山质硬砂岩夹基性火山岩为主,上部逐渐转变为陆屑-碳酸盐岩复理石沉积建造。它们都经受了区域动力热流变质,一般具有绿片岩相到角闪岩相的递增变质带,局部也可出现麻粒岩相,以中压相系为主,局部为中低压。

西北广大地区,如阿拉善、塔里木和柴达木地块主要由下元古界组成。祁连和中南天山也存在下元古界基底残块,其变质岩系特征与上述类似。在我国南方,近来工作已证实,在川西和滇中直到哀牢山地区的最老结晶基底也是下元古界;川中盆地的基底有一部分也可能是由它们组成[3];鄂西宜昌地区的崆岭群已证实其变质年龄为2312Ma(锆石U-Pb等时线●),显然属于早元古。它们总体都是一套复理石火山-沉积建造。经受绿片岩相到角闪岩相的递增变质作用,局部出现麻粒岩相,属于低压或中压相系。

此外,扬子地台东南缘,在浙江的江绍断裂以东零星出露的陈蔡群,主要由黑云斜长片麻岩、变粒岩、石榴砂线黑云斜长片麻岩,含石墨黑云片岩,斜长角闪岩及镁橄榄石金云母大理岩等组成,属于中压相系的绿片岩相到角闪岩相,其变质岩石组合及变质作用特征与崆岭群及滇中的下元古界相似,而完全不同于附近的中晚元古界,并且在其中曾获得1695Ma(白云母K-Ar法)和1568Ma(Rb-Sr全岩等时线)年龄数据●,推测大部分属于下元古界。所以从全国范围来看,早元古期变质作用分布很广,性质相似,可能代表结束我国早前寒武纪历史的一次重要克拉通化作用,形成了整个古中国地台的结晶基底。此外,属于早元古变质期的还有佳木斯隆起的麻山群和嫩江上游的兴华渡口群等,它们属于古生代活动带中的基底残块。

3. 中元古期和晚元古期变质岩系

中元古期和晚元古期变质岩系主要分布于扬子地台区。湘、黔、桂到赣北、皖南及浙西一带的中上元古界主要由千枚岩、板岩、变质砂岩、粉砂岩、凝灰质砂岩及变基性火山

● 姜继圣,黄陵变质地区北部崆岭群孔兹岩系的变质作用及原岩建造特征,长春地质学院研究生论文,1985。

● 浙江省地质科学研究所矿床室报道,《中国地质报》,1985年5月13日第4版。

岩等组成。原岩主要为复理石碎屑岩，但各区都数量不等地夹若干细碧岩和钙碱性火山岩。它们只经受低绿片岩相型区域低温动力变质作用，一般相当于绢云母-绿泥石带，黑云母仅局部出现。这套岩系的下部层位为四堡群、梵净山群、冷家溪群、双桥山群及双溪坞群等。因侵入四堡群又被丹洲群不整合覆盖的本洞岩体年龄为1063Ma，双桥山群上部获得1401Ma的Rb-Sr等时年龄，所以其变质作用应发生在1100—1400Ma之间，属中元古期。其上部层位晚元古代丹洲群和板溪群等，为磨拉石建造，经受晚元古期变质作用，其变质特征往往大体相似。这套岩系被震旦系不整合覆盖。上扬子的川西和滇中地区为另一近南北向的中晚元古代裂陷带，其中沉积厚达万余米的昆阳群和会理群。它们由板岩、千枚岩、白云岩及少量砂岩等组成，有些地方夹火山岩，为低绿片岩相区域低温动力变质作用产物。变质年龄850—900Ma，属晚元古代。地台型震旦系不整合覆盖于这套变质岩系之上。

扬子地台北缘西起陕南，经湖北北部到皖中是一另具特征的晚元古期变质地带，其中包括碧口群、两郧群、耀岭河群、随县群、红安群及张八岭群等，其原岩为中、晚元古代的基性—中酸性钠质火山岩系及泥砂质沉积建造。变质岩石以白云母或二云母石英片岩、千枚岩及绿片岩为主，还有黑云、二云或白云母变粒岩、浅粒岩及片麻岩。变质作用属绿片岩相型，并有断续延伸的蓝闪绿片岩带出现，变质基性岩也较多。其主变质期为晚元古代（晋宁期）。

西北地区的中晚元古界只局限在一些拗陷带中。北部见于甘肃北山的马鬃山，中天山西段的赛里木湖及特克斯等地，后者与苏联境内天山地区的里菲期变质地层相当。塔里木盆地北缘的库鲁克塔格和阿克苏等地以及南缘的西昆仑北部都有一定规模的中上元古界，由云母片岩、绿片岩、千枚岩、砂板岩和石英岩等组成。但估计塔里木地块本身可能主要由下元古界的深变质岩系组成。

其次，甘肃和青海境内的中祁连是一条北西延伸规模较大的中晚元古代拗陷带。沉积一套浅海—滨海相半稳定型陆屑-白云质碳酸盐岩建造。它们经受了晋宁期区域低温动力变质作用，形成一套低级的绿片岩相的岩石，一般为板岩、千枚岩、变质砂砾岩和白云岩等，其次在龙首山地区和柴达木盆地北缘也有一系列规模较小的中晚元古代拗陷带，岩性基本相似。

总体看来，中上元古界在西北地区的分布只限于一些规模不大的拗陷带中，其原岩以浅海—滨海沉积为主，从某些特征看，接近于地台型沉积，其岩性与华北地区的中上元古界有相当大的共性，而与扬子地台区则有很大差别。

北秦岭到桐柏和大别山北麓的中上元古界具有与前述各地区不同的特点。这里指的是宽坪群、陶湾群、苏家河群、信阳群及佛子岭群等，由各种云母片岩、云母斜长片麻岩、变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩、大理岩及千枚岩和绿片岩等组成。原岩主要为复理石陆屑及碳酸盐岩建造，但夹有钠质火山岩系。变质作用属于区域动力热流变质，以绿片岩相为主，部分达低角闪岩相，具递变变质带，总体为中压相系，局部也见低压的红柱石—十字石组合。由于宽坪群中获得1307—1504Ma的变质年龄数据，所以变质主期应属中元古期，但佛子岭群等则属于晚元古期。

滇西的澜沧群和高黎贡山群据目前资料也属晚元古变质期产物，属区域动力热流变质的低压相系型。

西藏高喜马拉雅结晶片岩带的原岩为中、晚元古的冒地槽沉积,已获得1400Ma的原岩形成年龄数据。它们具有中压相系的逆向递增变质带,属区域动力热流变质作用类型。变质期为晚元古末。

4. 加里东期变质岩系

主要分布于我国以下地区:

1) 祁连山地区:受变质地层为中寒武世到志留纪的火山-沉积建造。北祁连含有较多的中基性火山岩系,属于较为典型的裂陷地槽;而南祁连则以复理石沉积建造占优势。主变质期在志留纪和泥盆纪之间(410Ma左右)。属于区域低温动力变质的绿片岩相型,由大面积较均匀的绿片岩和千枚岩等组成。在北祁连局部出现蓝闪绿片岩相变质地带。

2) 内蒙及东北北部地区:本区为天山—兴安古生代活动带的东段。加里东期变质岩系主要分布于两个地带:南带的西段,内蒙温都尔庙地区的温都尔庙群属于寒武纪,为深海钠质中基性火山岩及复理石建造,大致相当于非层序性蛇绿岩;白乃庙群等则属奥陶—志留纪,总体为含中酸性火山岩的泥砂质复理石建造。它们一般属于低绿片岩相,但具有几条较典型的蓝闪片岩相带,岩石中除蓝闪石外,还含硬柱石。南带的东段由四平直到延边一带,包括下二台子群、呼兰群和青龙村群等,其原岩主要为泥砂质复理石沉积,夹一定量的中酸性火山岩及若干碳酸盐岩石,有些地区有基性火山岩。属于区域动力热流变质作用类型,为中压相系,具有递增变质带,以绿片岩相为主,角闪岩相只占较小面积,或限于底部层位。整个南带的变质作用主要发生在早古生代末期,属于晚加里东期。北带分布于大兴安岭西坡及额尔古纳河一带,包括晚元古—早寒武世的佳疙瘩群、寒武纪的额尔古纳组和安娘娘桥组等,原岩以泥砂质碎屑岩及碳酸盐岩石为主,夹少量酸性火山岩。变质作用一般也属于绿片岩相,局部还曾见蓝闪片岩。其主变质期在寒武纪和奥陶纪之间,属加里东早期。

3) 华南地区:本区相当于华南古生代活动带。受变质地层为上元古界到下古生界。按其原岩建造和变质作用类型可划分两个变质地带:①武夷—云开加里东变质地带。此带位于东部,包括福建的建瓯群、楼子坝群及广东的云开群等。原岩属于复理石火山质硬砂岩型,其中有部分中酸性火山岩及火山碎屑岩,武夷地区局部也有基性火山岩,属于区域动力热流变质,为低压相系型。但全区以低绿片岩相为主,只围绕某些热构造才出现典型的递增变质带,中心部位可达低或高角闪岩相。②华南加里东变质地带:位于西部(赣南及湘桂粤等省)。受变质地层为震旦系及下古生界,被泥盆系不整合覆盖。其原岩为浅海相泥砂质类复理石建造,仅局部夹基性火山岩。经轻微变质成为砂板岩和千枚岩等,属于区域低温动力变质的低绿片岩相(千枚岩)型。

除上述地区之外,加里东期变质岩系还分布于扬子北缘亚区,其中大巴山地区的下古生界为区域低温动力变质的绿片岩型;鄂豫边境淅川地区及湖北随县以南零星出露的下古生界则为极低级变质的砂板岩。滇西的潞西变质地带也形成于加里东期,卷入的地层为晚元古到早寒武世的公养河群及中寒武到志留的全部下古生界,变质作用也属于低绿片岩相(千枚岩型)。

5. 华力西期变质岩系

我国这一期形成的变质岩系分布较广,见于以下地区。

1) 新疆北部及甘肃北山地区:本区为天山—兴安古生变质地区的西部亚区。卷入变

质作用的为奥陶系到石炭系，变质作用发生于泥盆纪末到二叠纪之间，各处早晚稍有不同。新疆境内由北向南可分四个变质地带：①阿尔泰变质地带：受变质原岩为奥陶到石炭系的复理石建造夹中酸性火山岩和钠质火山岩，属区域动力热流变质的低压相系或中压相系型，具有低绿片岩相到角闪岩相的典型递增变质带。②准噶尔—北天山变质地带，其原岩为奥陶到石炭系的中酸性和基性火山沉积岩及复理石型火山质硬砂岩等，属于埋深变质，以葡萄石-绿纤石相为主，局部为浊沸石相、低绿片岩相或蓝闪绿片岩相。中天山变质地带原岩为奥陶纪到泥盆纪的复理石建造，属于区域动力热流变质的中压相系型，具有低绿片岩相到低角闪岩相的递增变质带。南天山变质地带原岩为奥陶到泥盆纪的复理石建造及复理石型火山质硬砂岩等，上部有碳酸盐岩建造。属于区域低温动力变质的绿片岩相型。西天山科克斯一带还局部见有蓝闪绿片岩相组合。此外，北山变质地带卷入的地层为震旦系到泥盆系的复理石及中基性—酸性火山岩系，属于区域动力热流变质的低压相系型，可自低绿片岩相到低角闪岩相，但递增变质带不明显。上部的石炭和二叠系为华力西晚期形成的葡萄石-绿纤石相变质岩，属于埋深变质作用类型。

2) 内蒙及东北北部地区：本区为天山—兴安古生变质地区的东部亚区，主要变质地层为石炭系和二叠系。但部分地区还包括泥盆系，甚至志留和奥陶系。原岩为复理石建造夹中酸性火山岩，属于区域低温动力变质作用的千枚岩型，一般变质极轻微，为砂板岩。其主要变质期为二叠纪末，变质年龄为190—230Ma左右。

3) 昆仑—阿尼玛卿地区：西昆仑华力西期变质岩系包括从奥陶系到二叠系的各时代地层，原岩为复理石夹中基性火山岩，东昆仑为志留到二叠系，原岩亦为复理石建造，其中夹中基性—酸性火山岩系，该带东端积石山一带卷入变质作用的仅有上石炭统和二叠系，原岩为浅海复理石建造。这些地层的变质作用都属于低温的单相绿片岩相，主要为绿片岩、千枚岩、砂板岩、结晶灰岩和大理岩等。

4) 南秦岭和川西地区：南秦岭卷入本期变质作用的主要是上古生界，原岩为浅海相沉积复理石建造，属于区域动力热流变质类型，但大部分地区以低绿片岩相为主，形成砂板岩和千枚岩，只在留坝—佛坪—石泉等局部地区形成包括角闪岩相岩石的递增变质，以中压相系为主，部分为低压。

龙门山地区卷入这一期变质作用的主要为志留、泥盆和二叠系。原岩为一套泥砂质夹碳酸盐岩的复理石沉积建造。变质作用类型与南秦岭基本相同，也是大面积出现低绿片岩相的千枚岩类，在某些热中心（如汶川、理县和丹巴地区等）才出现由黑云母带到十字石-蓝晶石带，有时还出现矽线石带，构成典型巴罗式递增变质带。这种穹窿状热构造在川西木里地区也很典型，其核心部分为低或高角闪岩相，还常发育花岗岩岩体。

金沙江地区的华力西期变质岩系，由寒武系到下二叠统组成，还包括部分震旦系。原岩为含较多基性火山岩的复理石建造，也是大面积出现低绿片岩相岩石，其中分布着若干热构造，形成递增变质带，为红柱石-堇青石型的低压相系。该带向南延伸为石鼓变质带，又成为含蓝晶石-十字石组合的典型中压相系。

5) 藏北地区：在西藏北部班公湖—丁青断裂以北的羌塘地区，古生界是浅海复理石及近似地台型的碎屑岩和碳酸盐建造，大面积为极低级变质的砂板岩和千枚岩，属于区域低温动力变质作用类型。局部地段出现含石榴石的云母石英片岩等，可达高绿片岩相。有人认为后者可能属于加里东期甚至是元古代的变质岩系，由于资料不足，尚难定论。

6) 滇西地区: ①澜沧江以东和哀牢山断裂以西为古生代的思茅拗陷。其中大面积的古生界并无变质现象。但东西两侧边缘地带却各出现一条狭长的华力西期变质地带。这些带内的岩层也是复理石建造, 但含火山岩系较多, 厚度也较大。变质作用为区域低温动力变质的低绿片岩相型, 主要由板岩和千枚岩等组成。②在澜沧江以西和柯街断裂以东的地区, 上古生界为一套巨厚的碎屑岩-火山岩-碳酸盐岩建造。其变质作用也属于华力西期, 为大面积单相的低绿片岩相, 由变质砂岩、千枚岩、石英云母片岩及绿片岩等组成。

7) 东南沿海地区: 闽、浙、粤东部地区是否存在华力西活动带是长期争论的问题。目前在闽浙两省有可靠化石依据的上古生界分布极其零星, 只见于福建福鼎、南溪, 浙江云和、青田附近, 为极轻微变质的中下石炭统泥砂质岩石。其次在广西的钦州地槽和海南岛中部琼中一带也存在华力西期形成的砂板岩、千枚岩和石英片岩等浅变质岩层。钦州地区时代属于泥盆纪到二叠纪, 且与下古生界连续; 在海南岛者可能属于石炭系, 为原来的石碌群的一部分。其原岩均为浅海泥砂质复理石及石英岩-碳酸盐岩建造。总的来看, 东南沿海地区受变质的上古生界分布零星, 似不存在完整广泛的上古生代活动(下沉)带。

6. 印支期变质岩系

主要分布于我国西南巴颜喀拉山及甘孜-松潘地区, 由三叠系组成, 包括巴颜喀拉群、西康群和义敦群等。原岩为一套巨厚的浅海复理石建造, 有些地区含碳酸盐岩或基性-中酸性火山岩系。其变质作用为大面积单相的低绿片岩相, 一般相当于绢云母-绿泥石带, 常含雏晶黑云母。但火山岩夹层常具有典型的绿片岩相矿物组合。岩石变形十分强烈, 总的来说是一套典型的区域低温动力变质作用形成的岩系。沿甘孜-理塘断裂带局部出现含放射虫硅质岩的深海相沉积, 并伴有蓝闪片岩和较多的基性-超基性岩, 显示当时为一较深的裂陷海槽。这一地区三叠系的变质作用发生在侏罗纪之前, 变质年龄为190—210 Ma左右, 属印支晚期。

此外, 印支期的变质作用还见于南秦岭、云南东南部的开远、文山和富宁地区以及福建三明、永安到广东梅县的永梅拗陷区, 其变质作用特征与前述西康群等基本相同, 都是由大面积的砂板岩、千枚岩等组成, 属于区域低温动力变质作用。

7. 燕山期和喜马拉雅期变质岩系

这两个时期形成的变质岩系只分布于以下两个地区, 并经常紧密相伴出现:

1) 西藏地区: 班公湖-丁青断裂以南的西藏中部地区为燕山期变质地带, 主要变质地层为三叠和侏罗系, 局部还包括下伏的古生界。中生界的原岩为深海复理石及火山岩。有些地区出现蛇绿岩套。变质作用为葡萄石-绿帘石相到低绿片岩相, 附近也见有蓝闪石。岩石中多硅白云母的 $b_0 = 9.032 \cdot 10^{-10} \text{m}$ 属于中高压相系。南侧为较宽的班戈-洛隆低压变质地带。受变质地层为中生界的地槽碎屑岩建造。变质作用以低绿片岩相为主, 局部地区出现含红柱石、堇青石和矽线石等的角闪岩相岩石, 属于低压相系, 区内还有较多的花岗闪长岩、黑云花岗岩和二长花岗岩岩体。上述两个变质地带组成燕山期的变质双带。

革吉-措勤-嘉黎一线以南为喜马拉雅期变质地区, 由北向南可分为三个变质地带: ①冈底斯变质地带, 主要地层为晚古生代浅海相泥砂质地台型沉积和中生代地槽型复理石及火山岩组成。属于区域动力热流变质作用, 为具红柱石-十字石组合的低压相系, 可自绿片岩相到角闪岩相。变质年龄为41—44 Ma, 属燕山晚期到喜马拉雅期。区内还广泛分布许多巨大的花岗岩岩基。②雅鲁藏布江变质地带, 主要由中生界组成, 局部有第三纪地

层。原岩为较典型的深海沟沉积及蛇绿岩套。经受蓝闪石-硬柱石片岩相到低绿片岩相变质作用，属于典型的高压带。它与冈底斯变质地带组成双变质地带。③拉轨岗日变质地带，基本由低绿片岩相的硬绿泥石千枚岩和板岩等组成。其特征和雅鲁藏布江带基本相同，但有不少第三纪花岗岩岩体在本带分布。

2) 闽粤沿海及台湾地区：①长乐—南澳变质地带，位于福建沿海长乐—南澳断裂带两侧。变质地层为上三叠统到侏罗系，变质作用为燕山期。断裂西侧主要为片理化的火山岩系及泥砂质岩；东侧的原岩为复理石型中酸性火山质硬砂岩，属于区域动力热流变质作用，为低压相系。除大量花岗质岩石外，残存的变质岩系由各种黑云角闪变粒岩、斜长角闪岩及红柱石黑云母片岩等组成。②台湾地区：台湾中部的大南澳变质地带由石炭纪一早二叠世的大南澳群及晚二叠到三叠纪的玉里组组成，原岩为复理石型中基性硬砂岩建造，并夹有较多的基性—超基性火山岩。变质作用基本属于低绿片岩相的偏高温等级，黑云母和阳起石较普遍出现，瑞穗一带的玉里组内还有蓝闪片岩出现，所以具有埋深变质和区域低温动力变质之间过渡型的特点，应归于蓝闪绿片岩相。变质期为燕山期。台东裂谷以东地区则由中新世的火山—沉积岩组成，具有某些层序性蛇绿岩套的特征。属于埋深变质作用类型，为浊沸石—葡萄石—绿纤石相。

构成台湾山脉主体及其西侧山地的变质岩系属于第三系，为泥砂质复理石建造。变质作用也属于喜马拉雅期，但为低绿片岩相（千枚岩）型，反映它们与台东地区属于不同的大地构造环境。

二、中国的变质旋回及其特点

根据变质相、相系和变质作用类型在时间上的变化特点，可将我国前述十个变质期归纳为三个变质巨旋回：

1. 太古巨旋回 (>2500Ma)

这一巨旋回的变质作用，目前已证实的只限于中朝准地台区。其所形成的变质岩系呈面型分布。变质作用强度在空间上较均匀，岩性简单，一般不存在如同显生宙那样的递进变质带。多数属于区域中高温变质的角闪岩相或麻粒岩相型。绿片岩相型的典型绿岩带似分布有限。太古界的原岩建造常以中基性火山岩系和火山质硬砂岩为主，属于硅镁环境的原生地壳，与后期有明显不同，但也有一部分以富铝的碎屑沉积为主夹碳酸盐岩，相当于孔兹岩系，属于硅铝环境的原生地壳。混合岩及原地一半原地混合花岗岩普遍发育，也有一部分岩浆花岗岩（包括英云闪长岩）。总之，这一旋回变质岩系的形成环境相当于活动性较大的早期地壳，当时具有来自地幔的高热流，呈面型，较均匀分布，引起普遍性的变质作用。这些特点与以后各期变质作用迥然不同。

2. 元古旋回 (2500—700Ma)

除华北地台区之外，我国许多其它陆台及各时代活动带的结晶基底都由元古旋回的变质岩系组成。由于大地构造环境的变化，元古代早期开始出现线性活动（下沉）带，它们围绕太古代克拉通或在其内部出现，原岩建造主要为复理石。火山质硬砂岩建造往往向顶部转变为由碎屑岩和碳酸盐岩组成的复理石沉积建造。元古代中晚期的原岩建造则主要由后者组成。有些地带往往有钠质火山岩系出现。元古旋回变质作用的主要特征是低绿片岩相

(千枚岩)型或绿片岩相型区域低温动力变质,华北地区早元古期即已出现,至中、晚元古期则在华南、西南和西北等地更广泛地出现,分布面积很广。元古旋回的热流变化明显分为两个阶段,表现为变质作用类型的二元性旋回。前期(早元古代)除华北部分地区外,均为区域动力热流变质,以中压相系为主,部分为中低压或低压,常形成以角闪岩相为主的递增变质带;后期(中、晚元古代)则绝大部分地区为区域低温动力变质作用,以大面积或条带状分布的单相低绿片岩相(千枚岩)型为主,但也有一部分为绿片岩相。另一重要特征是从中晚元古代开始,在后一类变质地带出现较高压的蓝闪绿片岩相岩石,如在扬子地台北缘晚元古期变质亚区这类岩石断续延伸达千余公里。它们反映大陆解体后深海槽的出现及作为板块运动的前驱的陆壳闭合作用。此外,中晚元古开始出现变质作用类型在空间上的多样性,不同变质地区出现不同的变质作用类型,如北秦岭—淮阳变质亚区的中、晚元古界为区域动力热流变质类型,具有递增变质带,完全不同于其南侧扬子北缘亚区同一时期形成的变质岩系。这些特征表明当时陆壳已经加厚,并已初步稳定,在其再一次分化过程中出现了性质不同的活动下沉带。不同的大地构造背景导致出现不同的变质作用类型。

3. 显生宙巨旋回 (600—10Ma)

这一巨旋回显示出变质作用类型的进一步多样化。区域动力热流变质和区域低温动力变质构成的二元性旋回仍很明显,如华南武夷—云开变质地区,加里东期为区域动力热流变质的低压相系型,到华力西—印支期则为区域低温动力变质的千枚岩型;南秦岭和川西地区由华力西变质期到印支变质期的变质作用类型也明显地反映了上述的二元性变化,这种变化表明一个地区地壳由活动到稳定的一般规律。

这一时期区域动力热流变质的分布面积有所减少,而且在所形成的递增变质带中,角闪岩相面积缩小,它们只在大面积低绿片岩相地区内构成小范围的热轴或热穹窿,并与花岗岩岩石紧密伴生。这种现象反映地壳中热流的减弱及高热流值分布区的缩小。如南秦岭和川西的华力西变质地带和武夷—云开加里东变质地带均是如此。另一方面,我国的资料表明低压相系的地位随地质时代的变新而逐渐加强。太古和元古巨旋回的变质作用以中压相系为主,低压相系较次要,在这方面不同于都城秋穗等人的总结,它可能反映当时地壳并不很薄,或者说明热流值稍低于世界其它前寒武变质地区;古生代亚旋回的中压和低压变质作用经常在一个地区同时出现,在成因上有许多共同性的两套变质岩系相邻产出;中新生代亚旋回的区域动力热流变质作用见于西藏南部及福建的长乐—南澳变质地带者均为低压相系。

区域低温动力变质作用的分布面积自显生宙开始大大增加,实际上我国这一时期的活动带绝大部分属于这种变质作用类型,一般出现在一个变质旋回或亚旋回的结束阶段。

古生代亚旋回开始出现埋深变质作用,以准噶尔地区的华力西期葡萄石—绿帘石相变质为代表。蓝闪片岩的地位进一步加强,但仍以蓝闪绿片岩为主,一般只含蓝闪石类,不见其它典型高压矿物。它们相当于低绿片岩相的中高压型,但个别地区(如内蒙温都尔庙)也开始出现硬柱石等,说明向更低温和较高压的方向过渡。这反映大陆分解规模的增大和局部洋槽的出现,其封闭过程可视为俯冲作用的前驱。当进入中新生代亚旋回(包括燕山变质期和喜马拉雅变质期)才出现更为典型的蓝闪石—硬柱石片岩相变质带,如西藏南部的雅鲁藏布江带即为一例。它们代表亚绿片岩相的高压类型,说明现代形式的板块俯冲

作用对这一时期变质作用的成因具有重要意义^[3,4]。

从显生宙开始,在同一变质期常见两种或多种变质作用类型相邻分布的现象,如华南加里东变质地区,东部武夷—云开变质带为低压区域动力热流变质作用,而西部湘、粤、桂广大地区为区域低温动力变质作用的千枚岩型;再如新疆北部华力西期变质作用也有类似情况,阿尔泰地区为低压或中压的区域动力热流变质,而准噶尔和北天山则为埋深变质作用,中天山为中压区域动力热流变质,南天山为绿片岩相型的区域低温动力变质作用。从广义上说,这些特征均属于双变质带范畴,它们反映当时各处大地构造环境及热量来源的不同,也可能是软流圈顶面高低突然变化的反映。都城秋穗^[4]所描述的那种由低压和高压相系组成的双变质带只是其中的一种类型,但不是唯一的类型。在我国这种类型的双变质带只见于中生代亚旋回,如西藏南部的喜马拉雅期变质带。

以上讨论表明,在地壳生成和演化的总进程中,变质作用类型在时间上的变化特点是,①由反映热流较均匀的单一类型到逐渐出现多样性;②由中高温变质为主逐渐变成以低温的单相变质为主,反映地壳内热流不可逆地减弱;③各个时代的变质地区又常存在热流变化由高到低的二元性旋回,反映一个地区由活动到逐渐稳定的过程。

主要参考文献

- [1] 程裕洪, 中国华北及东北地区的前震旦系——《地质学报》, 第一期, 1973。
- [2] 程裕洪、张寿广, 略论我国不同时期的变质岩系、变质带和若干有关问题——《中国区域地质》, 第2期, 1982。
- [3] 黄鼎等, 西藏中部构造特征及印度板块俯冲问题——《地球物理学报》, 24卷, 2期, 1981。
- [4] Miyashiro, A. Paired and unpaired metamorphic belts—Tectonophysics, 17, 1973.

The feature of metamorphic rock series of various age and metamorphic megacycles in China

Lu Liangzhao

(Changchun College of Geology)

Abstract

The lithology, protolith and metamorphic feature of metamorphic rock series formed in ten main metamorphic events of China are outlined in this paper. On the evolution of metamorphic facies, facies series and metamorphic type in geological age, three metamorphic megacycles may be distinguished by using above data: 1. The Archaean megacycle ($>2500\text{Ma}$) of the North China is characterized by extensive and more uniform regional medium to high-temperature metamorphism of high amphibolite facies and granulite facies. They reflect the common high value of heat flow in earth crust in its early st-

age. 2. Proterozoic megacycle (2500—700Ma). The regional dynamo-heat flow metamorphism took important place in its early stage. But many extensive monofacial terrains of low greenschist facies (phyllite type) began to appear since middle Proterozoic, and show a dualistic cycle with the former. The glaucophane greenschist facies also began to develop in this stage. 3. The Phanerozoic cycle (700—10Ma) is characterized by diversity of metamorphic type. As a whole, the distribution of regional dynamo-heat flow metamorphism decreased apparently, most of its place was taken by extensive regional low temperature metamorphism. But the dualistic cycle is still common in many metamorphic belts of various age. The burial metamorphism began to appear since late Palaeozoic. And the high pressure metamorphism played a more important role in this cycle than the before. The glaucophane greenschist facies was available in Palaeozoic, but the typical glaucophane-lawsonite schist facies was only met in Mesozoic, which was related to the subduction of plate. The parallel distribution of metamorphic belts of same age but with different metamorphic type is rather common in this cycle, they may also be called as "paired metamorphic belts" in extensive sense, and the paired belts of Ryoke and Sambagawa type advanced by A. Miyashiro (1961) is only a famous type among them.

In a word, the evolution of metamorphic type and its characteristics in geological age indicates that the heat flow of earth crust changes unreversibly from high to low in time,

同位素年龄有关问题的讨论

沈 其 韩

(中国地质科学院地质研究所)

一、编图中同位素年龄资料的应用情况

在全国变质地质图编制与研究过程中,在确定变质地层的时代、划分变质期次、研究花岗质岩石的分期以及岩浆作用和变质作用的关系时,除充分考虑地质证据外,同位素年龄数据的应用与分析,也是一个十分重要的方面。我国自1958年开展同位素年代学研究以来,至今已积累了各种年龄数据一万余个,其中以K-Ar法年龄数据最多。近年来,Rb-Sr法(包括单样及等时线)、U-Th-Pb法(单样)、U-Pb法(等时线)、Pb-Pb法等数据逐渐增多,并且已有了少量 ^{39}Ar - ^{40}Ar 和Sm-Nd法测定结果。这些数据中除一部分与花岗岩的形成时期有关外,大部分直接或间接地与变质地层的时代和变质期次的划分有关,编图中除充分地应用了原有数据外,不少省区编图组还专门补测了若干关键地区的年龄样品,使编图质量在同位素年龄应用方面有所提高。

全国各地现有年龄样品的分布情况很不平衡,有的地区还有空白。一般地说,东部多于西部,其中以华北陆台前寒武变质岩系中为最多,特别是冀东、太行一五台、鞍山、登封、鲁西、霍邱等重点研究区,一般使用了二种以上的测定方法,数据比较系统,研究比较深入。东部地区的北部,测定数据相对较少。西部地区除西藏中生代变质地区近年研究较多,积累了相当多资料以及云南昆阳群也做了较多工作外,大部地区数据很少,分布零星,而且大都是K-Ar年龄,用以判断变质期次,受到一定局限。因此,在这些地区确定变质地层时代和进行变质期次等划分时,主要以地质关系作为依据,并用现有的少量年龄数据作为辅助。

各变质地区中各有关变质地带的同位素年代数据的应用和讨论,已在全国变质地质图说明书的有关章节中做了较系统的介绍,这里不再赘述。本文仅就同位素年代学方面所能联系的某些地质问题,做一简要讨论。

二、我国太古代地层的分布问题

根据目前所掌握的年龄资料,我国太古代地层仍限于华北陆台。过去根据地质资料认为华北陆台之外的某些地区,也可能存在太古代地层,根据现有同位素年龄数据,大都做了否定;个别地区,由于资料不全,还不能肯定,有待进一步研究确定。

在华北陆台内部宁夏银川东北的老儿套一带和迭布斯克一带分布的片麻岩和麻粒岩统称为下阿拉善群迭布斯克组,已测有年龄数据,虽不够准确,但结合岩性特点看,可以肯

定存在晚太古代地层。

在天山—兴安变质地区的内蒙—兴安亚区,分布在黑龙江的麻山群及其相当地层,以往根据其变质程度已达麻粒岩相,曾认为相当太古界,近年来经过锆石U-Pb等时年龄的测定,获得2250Ma的结果,应归入下元古界。

分布于塔里木—阿拉善元古变质地区的敦煌群以往也归入太古界,但截止目前敦煌群变质岩系本身一直未测得较大年龄值,而侵入其中的花岗岩中锆石U-Pb年龄为790Ma年。岩性特征和变质作用特点与太古代地层相比,差别较大。相反,倒是可以和龙首山群、上阿拉善群和北大河群相对比。最近核工业部北京铀矿地质研究所用龙首山群的角闪斜长片麻岩进行Rb-Sr全岩测定,获得等时年龄为1927Ma。而侵入片麻岩的石英闪长岩和斜长花岗岩的年龄为2147Ma。这二个年龄数值有一定矛盾。如果以后者为准,则该群的变质年龄应大于2150Ma,可将这些岩群均归入下元古界。它们组成了塔里木—阿拉善变质地区的下元古结晶基底。

塔里木变质亚区阿尔金山北部的达格拉格布拉克群由麻粒岩、(辉石)黑云角闪变粒岩、黑云斜长片麻岩及斜长角闪岩等组成。选自变质岩中的锆石用U-Pb法测得年龄为2463Ma。由于测定前未对锆石的成因类型做详细研究,这一年龄的意义还不清楚,苏联境内天山和帕米尔地区已有2400—2900Ma的同位素年龄的太古代地层的报道,这些地层的岩性与达格拉格布拉克群岩性相似。推断塔里木变质亚区可能存在太古界,今后需注意研究。

三、华北陆台最老岩石问题

1. 冀东地区

1974年前后,首先曾有3106Ma的K-Ar年龄值的报道^①。1975年地质部地质研究所和地质力学研究所采集了迁西群的上川组、三屯营组和马兰峪组的五个黑云角闪片麻岩样品,进行了全岩Rb-Sr法测定,获得等时年龄为 3479 ± 242 Ma的结果^[1]。1978年中国科学院地质研究所铷-锶组^[2]对迁西太平寨地区的上川组紫苏斜长麻粒岩进行了全岩Rb-Sr法测定,获得了 3670 ± 230 Ma的等时年龄(共计算七个点),从而引起了国内外同行的重视。1979年康普斯顿(W. Compston)、皮金(R.T. Pidgeon)^[10]在迁西县的太平寨和郭家沟等地迁西群中采取了同类麻粒岩样品,测得的全岩Rb-Sr等时年龄为2560Ma,锆石的U-Pb年龄为 2480 ± 20 Ma,与以往测得结果很不一致,从而引起了本区有否最老岩石的争论。随后,有不少人进一步在本区进行了研究。钟富道等^[29]综合了本区各家所测的27个全岩样品分析结果,求得了迁西群的Rb-Sr等时年龄为 2517 ± 94 Ma,并认为麻粒岩相变质时间大约在2500Ma,而迁西群的原岩年龄为2700Ma。1980年刘敦一^②利用自己所采太平寨地区的紫苏斜长麻粒岩的锆石,在澳大利亚同位素实验室测得U-Pb一致曲线年龄为 2502 ± 14 Ma。同年,阿莱格和奥脱曼(J. Allegri and D. B. Othman)发表了迁西太平寨和郭家沟的变质花岗岩中长石的Sr和Nd模式年龄结果均为 2340 ± 150 Ma^[28]。

①地质部地质力学所首先报道。

②刘敦一未发表资料