

变质岩系分布地区进行区测和普查的一些工作方法

程裕洪 沈其韩

几年来由于区域地质测量和普查工作的大量开展,已有不少变质岩系分布地区进行了不同程度的地质研究,对变质地层的划分,时代对比,变质作用的特点以及变质矿产的分布、生成规律等都获得了很多新的有意义的资料,在制图方法方面也积累了不少经验,成绩是很大的。但是总的来说,发展还不平衡,比较突出的问题是地质图的质量尚待提高,在地层划分、时代对比等方面仍存在不少问题,对含矿层位和矿化现象注意也不够,对变质岩地区的制图,不少同志仍感到不易着手。为了切实保证区测和普查质量,拟就变质岩系分布地区野外工作的若干方法问题,提出一些初步意见,供从事区测和普查工作同志们参考,因限于篇幅,实例和附图从略。其中有些意见还不是成熟的,需要在工作中验证和修正。

一、在变质岩系分布地区进行区测和普查的基本任务

在1:20万—1:10万和1:5万—1:2.5万的区测暂行规范中对测图的所有任务,一般已有明确规定,为了使今后区测和普查工作进

行得更好,这里着重对变质岩专业的一些基本任务提出一些意见:

(一)对变质岩层(岩体)进行详细划分。应尽可能恢复原岩的地层层序和岩相分带,以建立地质测量工作中的地层层序和填图单位,同时推定或确定其时代。这包括了不同杂岩、群、组、段或系、统、阶及不同岩体的区分,其划分的详细程度,必须符合区测和普查工作有关规范所规定的要求。

(二)研究岩系(岩体)内部构造。应该特别注意从现在观察到的不同时期的复合构造现象中,去探索恢复早期的和原始的构造,在此基础上再研究不同岩系(岩体)的构造关系并进行分析对比。

(三)推求并确定变质岩原岩、原始建造的特点及其生成条件。这一点很重要,如果不这样做,填出的图,将是岩石分布图,而不是地质图。

(四)研究和查明变质作用所造成的变质岩相变化,划分变质带(包括混合岩化带),并探求变质作用的过程及其特征。为此必须研究和阐明变质带、变质相和岩浆活动(包括某些花岗岩质流体的活动)、构造运动以及区域大地构造的关系,并在这个基础

上推求全区的地质发展史。

(五) 了解或搞清变质岩地区的含矿层位, 含矿建造, 指出找矿前提或标志, 查明矿产分布规律, 为进行矿产预测指出方向并提出理论根据; 这就需要研究成矿作用和不同岩石类型(建造)、变质作用、变质前的沉积作用以及不同时代岩浆作用(包括混合岩化作用)和构造活动的关系等等。对已发现的矿点或矿床要进行相应的工作。

在进行工作时, 对以上五点研究的深度和广度, 以及应该侧重哪些方面, 将随测图比例尺的不同和普查工作的具体任务的差别而有所不同。

二、布置工作的基本原则

(一) 野外工作与室内研究必须密切配合, 并进行反复验证。野外工作是地质工作的首要环节, 因此在野外工作时, 必须进行十分细致的观察, 记录, 分析和研究, 见有特殊的和有意义的地质现象要做素描、照象并作全面详细而忠实的文字描述; 要系统采集各种标本样品。回到室内必须对岩石、矿物、化石等标本进行一系列的分析鉴定工作。变质岩石磨制薄片时, 一定要划定位置先切后磨, 不应由工人随意磨制; 作岩石全分析的样品要进行镜下的矿物定量和化学分析的计算。镜下观察不仅要精确的鉴定矿物成分, 并且要注意矿物之间的相互关系并推定其生成发育过程。室内所得数据要和野外观察和推论进行比较研究, 甚至反复验证。野外图件要根据室内研究结果加以修正。遇有关键问题, 如室内数据与野外现象发生矛盾时, 除检查室内成果的正确性外, 还应到野

外作补充观察。这里特别强调一点: 即野外工作和室内工作是统一的不可分割的整体, 因此要求野外地质人员必须掌握一般的岩矿鉴定及其他室内工作方法, 纠正有些野外队同志只管采集标本, 鉴定人员只管鉴定的野外和室内工作的脱节现象。总之, 工作过程应遵循野外—室内、再野外—再室内的密切结合和反复验证的原则, 工作水平才能不断提高。

(二) 采用全面了解、由浅而深、重点深入以及点、线、面相结合, 宏观与微观相结合的方法或原则。所谓由浅而深、重点深入, 就是在进行路线观察或测制剖面时, 先挑选一些有代表性的或是有重要意义的地段, 深入进行研究。这样的地段一般应当是变质较浅、构造简单、露头较好, 因为这些地段的地层层序未受破坏, 原岩的残留构造保存较多, 比较容易恢复原岩层序和建造, 并掌握变质作用的发展过程。在这些地段取得经验后, 再推广到深变质及构造复杂的地区。另一方面, 在全面了解的基础上, 也应选择构造复杂和岩石类型复杂的地区或具有某项特殊意义的地段, 进行重点的面的工作, 借以全面了解区域地质构造特征和地质发展历史。在一般情况下以采用由浅而深、重点深入的方法为宜。采用后一方法时, 工作人员需具有较高的水平。

(三) 必须采用综合性方法并加强全面的分析研究。变质岩是由不同类型的沉积岩和火成岩(侵入岩和火山岩)经历了一次或多次的不同变质作用而形成的, 因此在变质岩系分布地区工作就较在沉积岩和火成岩区工作复杂得多, 在工作方法上, 除应用沉积岩和火成岩区所通用的方法外, 还必须应用

变质岩石学的研究方法，特别是变质矿物共生组合、变质带、变质相、变质岩的地球化学和岩石化学的研究等。此外，在变质岩地区已行之有效的绝对年龄测定等方法亦应广泛应用。在制图时，如有物探、化探工作相配合，应用这些成果也是十分必要的。但必须强调一点，各种方法必须综合应用，所得结果要全面加以分析。孤立地或片面地采用一种方法，往往容易导致不正确的结论。

三、具体工作方法

(一) 测制剖面，布置观察路线和观察点

1、测制剖面是地质工作的基本方法之一，其目的是了解变质岩系的岩石类型、层序、厚度、含矿层位、变质程度及其分带现象以及不同岩群间或某些岩体间的接触关系。在划分地层时要考虑原岩建造，如在原岩为沉积成因的变质岩区进行工作时，要从变质矿物组合和原岩的残留构造和结构，沉积接触关系等推测原岩的沉积韵律和建造，在变质火山岩分布地区进行工作时，要善于区分原岩为岩流或火山碎屑岩，推测是否属于海底喷发，并应仔细研究各层厚度和岩石在结构构造上的变化等。

剖面线除垂直于岩层走向布置外，沿着某些关键性岩层的走向也应做若干岩性剖面，才能了解岩层的纵向和横向变化，为详细划分和对比岩系打下基础。在变质深和构造复杂的地段，可以采用大小比例尺及长短剖面相结合的方式，总之应以能充分掌握可靠的实际资料和满足图的精度要求为原则。

2、观察路线的布置，在1:20万的图中

一般须垂直走向布置，但在变质岩地区应当增加一些顺岩层走向的观察路线和观察点，以便更多的了解变质岩相的变化，易于划分变质带。在1:5万—1:2.5万的图中，观察路线和观察点的布置和密度，在规范中已有规定，但在变质岩分布地区应较一般沉积岩地区为密。每个观察点应详细记录变质岩的有关特性。

(二) 标本样品的采取

在变质岩地区工作，需要在剖面上或一定的观察点系统采取足够的各种样品，以供室内进一步研究。

1、岩石薄片标本。采取这种样品的目的是为了研究岩石的物质成分、结构和构造、变质程度，以便给变质岩以正确的命名，推断原岩成分。因此所采样品必须新鲜而有代表性。如为进行岩组学研究的标本，采取时必须定向。如遇有特殊意义的岩石或矿物标本，可采取较大型的，以供博物馆陈列。某些特殊现象的不透明矿物标本也可磨制一些光片进行研究。在工作过程中，必须对所采取的标本反复比较研究，以便对最初的分类和命名进行必要的修正。

2、不同类型的典型变质岩石和不同种类的变质矿物，应选择一部分具有代表性的样品，进行岩石或矿物的全分析和岩石和矿物的微迹元素全分析(光谱半定量或定量)，有时还应辅以一定数量的部分化学分析，以便了解它们的化学成分及其变化。岩石全分析的样品，应事先经过薄片鉴定，并应测出矿物百分比。矿物应鉴定出各种光学常数及其他物理或化学特征。

3、动植物化石的寻找和采取。由寒武纪以后地层变质而成的变质岩，常保留有残

存的各种动植物化石遗迹，一般在浅变质地区，保存更较完好，在进行路线观察和测制剖面时，应特别注意化石的搜寻。即使遇有不能鉴定种属的化石，也应立即采集，因它们对确定岩系的时代有极重要的意义。有时虽未发现肉眼察见的化石，亦应采取一些标本，作微体古生物的研究。在前寒武纪的碳酸盐岩石中，应注意采取古藻类化石。

4、孢子花粉样品。在轻微变质的炭质、泥质岩石中，或暗色、暗绿色粉砂质岩石中，硅质层中以及碳酸盐岩石中，均可采取孢粉样品，采取的样品应十分新鲜，不能受其他地层特别是第四纪沉积物的污染，要求样品的重量一般为50—200克。在同一岩层中，根据岩层的大小，沿走向一定距离和岩层的上下不同部位采取的样品，它的孢粉组合才有代表性，具有地层划分和对比的意义。

5、绝对年龄样品。国内测定绝对年龄的方法目前主要用的是铷氩法和铀铅法。前者应用的样品主要为黑云母、白云母、金（铈）云母、絹云母及海绿石等。在变质岩中采取这些样品后应进行矿物分离，选出纯净的单矿物，粒度要求在1.5—0.25毫米，必须绝对新鲜，岩脉穿插很厉害，地层关系不易弄清，或曾受热液影响的样品，都不要采取（蚀变矿物所测的结果不正确）；时代为前寒武纪的矿物重量为10—15克，寒武纪及以后的为25—30克，必须注意时代愈新送样愈多。侵入于变质岩中伟晶岩的铀钍矿物，采取后可用铀铅法测定绝对年龄，其重量要求，时代为前寒武纪者，沥青铀矿0.2克，独居石0.7克，锆英石5克，古生代的沥青铀矿0.4克，独居石1.4克，锆英石10克。

绝对年龄测定数据，对地层时代的确定

有重大作用。但必须指出，只有在地质关系搞清楚的基础上所得的测定数据才是可靠的。因此，在采样时必须重视野外地质现象的观察，并详作记录。样品选好后装入特别的小纸袋（如重砂样品袋）写明详细采样地点、编号、矿物名称、岩石名称及暂定的地质时代通过规定的手续连同附图（平面图及剖面图）寄送测定单位。由于实验室正式工作不久，测定能力有限，同时测定每个样品所需费用比较昂贵，故所送样品必须严格审核。

6、人工重砂和矿石样品，采取方法同一般规定。需要指出的是除岩浆岩外，变质岩亦应系统采一些人工重砂样品进行研究。

7、物性标本。进行物探工作时，应采取各种物性标本。有代表性的物性标本要进行薄片鉴定。

岩石薄片样品、全分析样品、人工重砂样品及物性样品，有时可利用在同一地点采取的样品甚至同一样品，以便于数据的互相验证。

（三）变质岩层序的确定

原岩为沉积岩的变质岩，往往仍保存有沉积岩的某些特征，可借以确定地层层序。最常用的特征有层理、沉积旋迴（粒级层）、交错层、波痕、泥裂等。小构造如劈理、拖褶皺也常用以确定岩层层序。这些方法在浅变质地区应用较广，在深变质地区应用时就要特别仔细和小心。如粒级层在复理石建造或次复理石建造中发育最好，在未变质前，岩石碎屑的颗粒应是由下而上，粒度由粗逐渐变细，但当受到变质作用后，新的变质矿物出现，可能产生由细的变粗，粗的相对“变”细的情况；如粗粒的石英粒经接触变质或区域变质后，粒度增大不多，而原来的泥质物质往往分别变

成粒度較粗的堇青石、紅柱石、黑云母矿物組合的角閃岩和黑云母、鉄鋁柘榴石、长石、石英組合的片岩或片麻岩，似乎产生了粒級倒置的現象，經具体分析后，証明正是正常层序的反映。交錯层，如保存較好，用以确定地层层序最为可靠，但变质后有时也变形。在深变质地区，有时也会出现一些交代而成的似交错层，与变形的真交错层十分相似，在野外必須仔細加以区别。利用小构造与地层层理的关系确定地层层序时，必須注意大构造与小构造的关系，而且要在一定范围内获得的較多数据，都不矛盾时，才較可靠。如只凭少数現象，很可能得出相反的結果。以上沉积岩的各种残留构造应統一考虑，綜合应用。

藻类化石的生长情况，亦可用来确定地层层序，其中以长藻化石的基本层的凸起面集合体的分叉現象和大群体外貌来确定岩层的正倒較可靠。

不整合面亦能用来确定地层层位的上下，不整合面以下的岩层中有古风化壳存在，且上下两套地层中的节理也往往不相同。

当变质岩系由中基性火山岩流变来，在变质尚不太深，原来气孔和杏仁状构造仍保存較好时，根据它們的分布和排列情况，亦能确定地层的正倒。枕状构造上下的不同特征，在有些国家也曾用以确定岩流的正倒。

(四) 沉积間断的观察和确定

沉积間断的观察和确定是划分地层单元的重要环节。較大的沉积間断往往有区域性不整合面存在，上下两套地层可能产状不一致。上复岩层的底部有底砾岩或砾状石英岩，下伏岩层有古风化面。两者的岩石的变质程度和构造形态往往也有所不同。小的沉积間断一般就不那末明显，有时只有不連續

或局部的不整合存在。上复岩层底部可能有碎屑岩或含砾的碎屑岩，它們与下伏的岩层的产状可能一致，或近似一致，或者两套岩层的原岩性质有巨大差别，或有化石群的突然变化等。在变质岩分布区，由于变质作用的影响，上述各种現象远比未变质地区为复杂，后期构造变动亦較頻繁，所以在野外进行观察时，必須十分仔細和認真，多找証据，观察的地点和收集的証据愈多愈好。下面几点在观察时必須加以注意：

1、后期的热液常沿不整合面活动，可能模糊了古风化面。有时因地下水的作用沿着一定的构造面可以造成假风化壳。不整合面是个脆弱面，断裂易沿之发生，因此它也易与断层相混淆。

2、岩脉貫穿下伏地层但未穿入上复地层而显示的被上复地层截断的現象，可作为划分上下两套地层的标志。但此种岩脉如未侵入到頂，即不足为凭。

3、砾岩和底砾岩在野外应明确加以区别。一般底砾岩的砾石成分比較复杂，除了来自下伏地层外，尚有来源不明的砾石，砾石大小不一，渾圓度也不一样，胶結物在相当程度上反映了下伏岩层的成分。但也要注意，有时砾石成分虽然比較单一，但从各种地质現象观察，它仍具有底砾岩的意义。

4、研究砾岩要很好区别：（1）构造“假砾岩”，（2）由高度变质而产生的变质分异作用所形成的“假砾岩”，（3）特殊环境下沉积生成的透鏡状砂岩經变质和动力作用后所形成的砾状石英岩（或透鏡状石英岩），（4）层間砾岩（同生砾岩），（5）冰川砾岩，（6）断层角砾岩。

5、区域性的地层超复如不是断裂所形

成的，可以視為地层間断的重要証据。

6、有时在花崗质片麻岩上見有长石砂岩，这种現象有三种可能：第一种可能是花崗质岩石长期风化的产物，具有划分侵蝕間断的意义；第二种可能是长石砂岩花崗岩化的結果；第三种可能原是风化产物，又受后期花崗岩化作用的影响，也具有划分时代的意义，但其性质更为复杂。

(五) 标志层的确定

为了进行区域地层对比和在填图时划分岩层单位方便起見，应在研究区内选择一些岩性比較特殊、成分比較单一、层位稳定、厚度不大的、在野外容易認識的地层作为标志层：如片岩或片麻岩中的大理岩、石英岩、含化石层、含沉积变质矿产的岩层、特殊的片岩（如石墨片岩）、层状的角閃岩砾岩、冰磧层、变质火山岩等等。总之，凡使人容易認識而层位稳定的岩层都可作为标志层。为了决定相邻地区岩性相同的标志层是否属同一层位，还应結合构造分析和标志层与上下岩层間的組合关系来判断，也就是必須同时考虑其頂底板岩层的特征及其在整个岩系中的层位等情况，这也就是用特定的岩层組合作为标志层的一种方法。选定标志层后，在填图过程中，要經常注意岩相和变质程度的变化。如有的大理岩沿走向漸变为鈣质云母片岩，方柱石片岩；石英岩漸变为石英片岩；貧鉄矿层漸变为角閃岩。如不考虑这些可能出现的情况而机械的認定大理岩或石英岩等为标志层，往往会影响到岩层的正确划分和对地质构造的合理分析。

(六) 原岩性质的观察和恢复

原岩性质的观察和恢复是在变质岩区工作的重要任务之一。主要依据是：1、产状

特征和接触关系；2、残留結構和构造；3、矿物成分和組合；4、沉积变质岩夹层；5、岩石化学和地球化学特征。辨别原岩特征最可靠的野外标志是变质岩中的残留結構和构造甚至残留矿物。在沉积岩方面如层理、交错层、波痕、泥裂、粒級层、砾状或其他碎屑构造、化石残迹和有时沿层面所見到的白云母小片等等。侵入岩中有变余残斑結構或斑状結構和輝綠岩結構等。火山岩中有残留气孔、流紋、杏仁状、火山角砾、块集以及枕状等构造都是常見的現象。無論岩瘤或大小侵入体都因比較坚硬致密，有边缘顆粒較細、中部較粗的原始結構差別，其围岩的接触变质現象，也往往不同程度地保留着，或有所反映；又因其組織致密，边部受变质的程度較中部为深，并有与围岩方向一致的片理或片麻理。早期变质作用所残留的典型变质矿物，如蓝晶石、紅柱石等假象和早期内外接触变质带的残留构造和矿物，不但說明了最后一次变质以前的原岩是变质岩，并且指示了原来变质岩的变质性质。

結晶片岩和片麻岩中的沉积岩夹层或透鏡体也是推断变质岩原来岩系的性质和成因的重要依据。如大理岩夹层的出現，說明是由沉积岩系变质而来，而石英岩夹层則可能原岩是砂岩或次生石英岩。还可再結合其他地质特征，推測原岩特性和生成条件。

岩层产状和其他岩石的接触关系，对推断原岩性质也有一定的意义。如由侵入岩变质而来的露头多呈块状，一般很少見到象沉积变质岩的迭层状和顏色不同粒度变换的明显条带，且和相邻层状岩层呈斜交或不規則接触，在接触带有明显或不明显的内外接触变质带的产生等。

此外，一定的原岩性质常产生一定的变质矿物，因此可以根据现在所见到的区域性变质的变质矿物组合来推断原岩的性质。如一般的泥质岩石，当浅变质时有较多的絹云母产生，另有少量石英；当变质稍深时渐出现綠泥石黑云母等矿物，其后又有蓝晶石、矽綫石等出现。鋁土頁岩变质达一定深度后，含蓝晶石数量较多，且常有鋼玉。泥质砂岩、硅質頁岩等变质較浅时可生成石英和长石（較酸性的斜长石及鉀长石）并有一定数量的白云母和黑云母，中級以上变质时常出现少量中长石和鉄鋁柘榴石等。基性火成岩（包括凝灰质砂岩）及富鉄的白云质泥灰岩在浅变质时以綠帘石类矿物及酸性斜长石为主，中深变质时以中性至基性斜长石及普通角閃石为主，也有輝石及柘榴石，偶有少量石英。

从岩石化学的特征来看，由沉积岩或火成岩变成的变质岩，它们的化学成分在一般情况下都接近于原来岩石。如由粘土质岩石变来的岩石，化学成分中三氧化二鋁的含量一般都比較高，氧化鉀的含量大于氧化鈉，中基性火山岩变质的岩石二氧化硅含量較低，而氧化鈣、氧化鎂和氧化鉄及三氧化二鉄的含量較高等。进行詳細研究时，必須将化学分析結果換算成尼格里值，再用四面图投影，观察其所在位置，一般即能确定其为火成岩或沉积岩。如变质特深或經多次变质，化学成分的迁移和交换十分复杂，对比时就要从变质矿物組合的变化中研究清楚元素运移的規律，才能进行对比。

利用变质岩石的微迹元素的分析对比和某些元素的同位素分析，亦可了解其变质前的原岩性质。

有时人工重砂中副矿物的形状(外形)，

也能作为判別原岩性质的参考。如变质較浅，岩石中的副矿物晶体有較完整的晶形者，常代表原为火成岩，而碎屑状的副矿物可能代表沉积岩。

（七）混合岩化和花崗岩化岩石的观察

1、混合岩化和花崗岩化作用的一般概念

混合岩这一名詞的含义，目前还没有統一的認識。大致可以解释为原岩：(1)受岩浆或再生（即再造）岩浆或与之有关的流体的“注入”或渗透，(2)或受再生岩浆形成过程的影响并經交代作用而成的粒度較粗的特殊变质岩，形成这种岩石的过程叫作混合岩化作用。大多数混合岩化程度很高的混合岩，其岩石性质接近于花崗岩或花崗质岩石；但在特殊情况下，也有基性或較为基性的混合岩。

花崗岩化作用是指一种交代性质的变换或变质作用，使原岩經過化学和矿物成分的逐漸交代变换，最后变成花崗岩或花崗质岩石；混合岩化作用不一定都能生成花崗岩或花崗质岩石，但这两个概念的内容基本上是一致的。狭义的解释，只有混合岩化作用达到极点造成花崗质岩石时才能叫做花崗岩化作用；广义的理解，花崗岩化作用代表全部交代作用的过程，而且在很多場合下，它和混合岩化作用的实际意义及其所包含的具体发育过程是相同的，但不能完全代替混合岩化这一概念。

2、混合岩化作用的証据

从宏观方面看，有些大的花崗质岩体与围岩界綫不清，它的出现并没有使围岩的空间位置发生变化或产生明显冲碎或排挤現象，且在其中保持着原来岩石的残留构造；矿物排列有方向性，和围岩的关系是漸变过渡

的,岩体中沒有流綫流层构造;围岩中也有脉岩类出現,脉的方向极大多数与围岩走向平行;在岩体中有时还能見到在变质岩中所常見的矿物,如藍晶石、鉄鋁柘榴石、矽綫石、紅柱石、堇青石等,如含有斑狀的鉀长石,其分布的疏密程度有很大差別,其他矿物的分布也很不均匀。化学成分方面亦往往有系統变化。如有些地区的混合岩,显示了随着混合岩化程度的加深而有鉀、鈉增多和鈣、鎂略減的現象等。以上特点即能說明混合岩化作用的存在。从微觀方面看,在薄片混合岩常具有特殊的結構和构造,如长石和石英的縫合綫結構,蠕英石的蠕虫狀結構,长石的棋盘狀結構,特殊环帶結構和“淨边”現象,以及由交代作用生成的条紋和反条紋长石結構等等。

3、野外工作中应观察的项目

(1) 产状与构造的关系,如混合岩的产状与原始层理、褶皺和断裂的关系等。

(2) 混合岩的矿物成分及其組合的变化。要注意哪些矿物是原来的,哪些是在混合作用中生成的,泛泛的划分“基质”和“脉质”是不够的。发现条带状构造时,要研究是原有的还是由混合岩化作用所形成的。从长石的种类和成分研究入手,結合其他地质現象,有可能分出混合岩化作用的期数和推測其地球化学性质。根据目前所知,同一期混合岩其长石种类相同。但从未經混合岩化作用地段到混合岩区系統采样(最好沿走向采),可发现斜长石系列有鈉长石組份逐漸增加的系統变化。混合岩化程度不同地段的岩石的矿物組合和数量亦有所不同。

(3) 特殊的构造和結構,尤应注意新生矿物的形状和大小、分散以及結集的情况,如这些矿物构成細脉或条帶时,还須观

察它們和相邻矿物之間的界綫是否清楚;有无交代穿插現象。

(4) 不同类型混合岩之間,混合岩与花崗质岩石之間,以及不同脉体之間的接触关系及其在空間(垂直和平行于片麻理的方向)的分布情况有无一定的規律性。不同类型的混合岩往往既反映了原岩类型的差別,又指示了混合岩化程度的不同。

(八) 花崗岩或花崗质岩石和相邻变质岩的接触关系

在混合岩及变质岩地区的花崗岩或花崗质岩石与邻岩的接触关系,在野外要分清。第一种是标准的侵入接触,其接触界綫一般是不規則的,但是相当清楚的,围岩呈明显的接触变质現象,而岩体的内部一般可見到岩漿分异或分帶現象,至少具有边缘相;有时其边部可見到流层构造和分布較为零乱的围岩捕虏体。第二种暫称为“交代侵入接触”,一般是基本沒有受到混合岩化作用而呈现过渡类型变质作用*的变质岩和較晚侵入体(有时为特殊的混合杂岩体)間的接触帶,分界綫一般也比較明确,岩体(或混合杂岩体)属花崗岩质,往往沿着围岩的层理平行侵入。接近岩体的围岩;出現寬度不等而不大,一般为几米至几十米的交代地段,因而往往有規模不大的混合岩帶的出現,离接触帶稍远或較远,常出現过渡型变质作用的围岩,岩体本身往往具有混合质花崗岩或混合岩的特性,一般沒有明显的边缘相,其中部分尚保留有平行排列的残留围岩,也往往受到了不同程度的交代作用,其排列方向和岩体以外的围岩走向近乎一致,

* 指其矿物組合和分布面积及其他特征介乎典型的接触变质和典型的区域变质之間的变质作用。

有时还遙相連接。第三种是混合交代接触，是花崗质的混合杂岩和其相邻的变质岩系的接触关系，这种关系是渐变的，沒有明显界綫，变质岩系经过部分混合岩化的岩石过渡到混合岩带，甚至高度花崗岩化的中心，具有不同規模的寬度，一般自几百米至几千米以上（“混合岩化作用証据”一节所指的接触关系即指第三种情况）。这三种接触关系形成的地质环境不同，具有不同的時間和空間分布的特征。至于花崗岩与花崗质岩石同較新地层的侵蝕接触在上面已有叙述。

（九）变质带和混合岩化带的划分

在野外划分变质带时，应根据下列三方面的因素加以綜合考虑：

1、某些岩石类型中典型变质矿物的初次出現；

2、不同岩石类型中主要矿物或典型变质矿物的共生組合；

3、岩石的結構和构造。

在許多地区，常以由“粘土质岩石”变成的岩石类型作为标志，取其在渐进区域变质中所依次生成的綠泥石、黑云母、鉄鋁柘榴石、十字石、藍晶石、矽綫石的初次出現的边界綫为分带的界綫，进而划分变质带，如綠泥石初次出現与黑云母初次出現綫之間称为綠泥石带，余类推。由于分带現象的完備程度随地区的不同而有差別，一般須結合矿物組合加以考虑，这就必須有一定程度的野外工作阶段的室內岩石鑑定工作的配合。在变质作用变化較大的地区，采用矿物組合来分带（也就是变质相的划分）更为恰当。矿物粒度的漸次增大，和片状构造的漸变为片麻状构造，也标志着变质程度的加深，因而也可作为划分变质带时的参考。

上述变质带的划分一般适用于1:20万地质图。分带应在已划分地层层序的基础上进行，并用不同的花紋符号或加特殊的分带綫条表示。

各种类型的混合岩虽然实际上多是重迭出現和过渡的，但往往由于混合岩化作用程度的差別和原岩岩石类型組合的不同而呈现分带的現象，在地质图上应根据比例尺的要求，对混合岩的分带用不同的紅色花紋相应的表达。但分带必須复合在原岩所划分的地层单位之上。在1:20万地质图上，一般大致可分为下列三个带：

1、部分混合岩化带：在这一带中，岩石只受到局部的混合岩化作用，区域变质的岩石中含有不同数量、不同种类和不同厚度的岩脉，岩脉和围岩之間一般沒有显著的交代作用，与片理平行甚至斜交。

2、混合岩带：这一带可能包括了上面所講的各种混合岩类型，局部混合的片麻岩和片岩仅占少数。

3、混合质花崗岩带：通常是混合岩化的中心，混合岩的成分变质过深时，有时不易恢复原岩，可不表示原来层序。岩性比較均一，与花崗岩相似，但仍具有不同程度的片麻理，有时也包含了星云状混合岩（阴影混合岩）和均质混合岩等。

上述三带在不同地区的发育程度不同，有时亦不全部出現，或呈重迭交互露出的情况。

关于混合岩的命名和分带，目前國內各家意見还有不一致的地方，长春地质学院将其分为四带，文中的混合质花崗岩带可能包括了长春地质学院所分的花崗质混合片麻岩带。

在1:5万或更为详细的地质图中,混合岩的分带更为细致,在上述的“混合岩带”中一般可考虑采用以“主要的矿物成分和形态相结合的命名类型”作为带的名称;在局部混合岩化地段,也可采用原岩和岩脉形态相结合的命名。如在辽宁鞍山樱桃园南东小寺附近的混合岩曾分以下四个带:

(1) 黑云母长英质条带状混合岩(宽50米);

(2) 石英脉和微斜长石伟晶岩脉带,脉的围岩主要为黑云母长英质混合岩和部分混合岩化的黑云母长石石英片岩(宽50米);

(3) 微斜长石伟晶岩化的混合质花岗岩带(宽140米);

(4) 混合质花岗岩带。

不同的混合岩化带应用不同的花纹符号表示。

混合岩带的划分,可以指示混合岩化作用的性质及其变化情况,也可作为寻找可能与混合岩化作用有关的成矿作用的线索,因此在区测和普查工作中,必须十分注意。

四、地层大单元的划分及其依据

(一) 大单元划分的依据

变质岩系地层大单元的划分,除基本上采用沉积岩的一般方法外,对变质岩所特有的变质作用和混合岩化作用也要适当加以考虑,划分的依据主要有以下几方面:

1、区域性的地层不整合和沉积不连续。区域性的地层不整合,往往用于大的地层单元的划分,但在前寒武系分布区,由于岩系受历次的构造变动和各种变质和混合岩化等

作用的影响,一般不易看清楚,需要在野外仔细观察。区域性的沉积不连续也是重要的划分大单元的标志,但应用时应恢复变质岩的原岩性质;从它们的沉积建造特征上综合加以考虑也能确定沉积间断的规模。

2、岩浆活动。与构造旋回相伴随的岩浆活动是划分大单元的重要依据,为此就要识别不同时期的岩浆岩与地层的关系,如侵入岩与不整合面的关系,底砾岩中是否有岩浆岩砾石等。

3、构造特征。不同大单元的地层,一般具有不同的褶皱和断裂类型,以及各自的构造线方向(有时几个时代仍具有同一构造线方向)。

4、化石的标志,是划分寒武纪及以后地层单元的重要依据。前寒武纪地层中的元古代地层有时具有古孢子和古藻类化石,亦可考虑作为划分大单元的依据。

5、变质作用和混合岩化作用的特征。应用时应特别慎重,只能在对区域变质作用及混合岩化作用进行详细研究的基础上,才是正确的。

6、绝对年龄。应用时应与正确的地层划分结合起来,不然也易导致不正确的结论。

7、地球化学标志,在对比前寒武纪变质岩系时是重要的标志。目前由于这方面资料不多,应用尚不广。

以上七个方面是互相联系密切结合的,因此必须加以综合分析,统一考虑。

(二) 杂岩、群(亚群)、组、段的应用及其涵义*

* 本节内容系根据全国第一次地层会议所通过的地层规范中有关条款的解释,结合变质岩系具体情况所作的修正而成。

变质岩系的地层单位的划分,仍采用一般沉积地层划分的办法。根据地层會議的規定,凡是具有全国代表性的地层,研究比較清楚,已成为全国各地对比的标准的,可采用正规的“系”、“統”、“阶”等地层命名;而絕大部分前寒武紀地层和缺乏化石証据的較新深变质地层,由于研究不够,一般暫可采用地方性的杂岩、群(亚群)、組、段的命名。这些地层单位的涵义如下:

杂岩:杂岩代表一大套巨厚的而組份复杂的变质岩层。按其研究程度不能划分为确定的地层单位,包括范围一般大于群或相当于群,可能包括了不同成因及时代的地层或一个以上的沉积旋迴或构造岩浆旋迴,由于受到一次以上的相同变质作用的影响,使其很难进行划分,如黃陵杂岩,桑干杂岩等。根据这个涵义現在通用的群,有的可能相当于杂岩。

群:群是最大的地方性地层单位,代表同一一大区域构造单元(一級或二級)甚至地理单元內很厚的复杂岩层,可由几个組构成,一般代表一个大的地质年代,相当于一个系或相当于一个統。不同群之間常为区域性不整合或較大的区域性沉积不連續所分开,而这些不整合面或不連續又往往与一定的构造活动与岩浆活动(甚至混合岩化作用)有关。一个群內的地层及岩石組合,常是一个大的沉积旋迴(包括火山岩),且具有相同或相似的地球物理、地球化学特性;变质作用和混合岩化方面也有它的一致性,例如溥沱群,五台群,嵩山群等。

亚群:亚群为小群而大于組的地层派生单位。在一般的群內不进行亚群的划分,但

有时在一个群中往往有一个以上的完整的沉积旋迴,且和上下地层有明显的沉积間断。从沉积型相及岩石类型来看,这套地层又受同一构造单元的控制。在这种情况下,群又可划分为亚群,借以反映它們之間的共性和差异性。

組:組是群或亚群以下的次一級地层組合,为地方性的基本地层单位,代表一定构造岩相帶內相同或相似环境中生成的岩层,一般具有岩性岩相和变质作用种类的同一的特性。組內可由一种岩石所組成,或包括一种主要的岩石而兼有重复的夹层。有时,組內岩石可組成一个完整的沉积韵律。組与組之間有时有沉积間断作为分界;有时則仅有岩相的不同,而无明显的沉积間断存在。如河南嵩山地区,五佛山群中的五佛山組和駱駝畔組之間有一微不整合存在;而嵩山群中的嵩山石英岩組与五指岭片岩組之間就沒有見到間断現象。1:20万区測中的地层单位,一般要求划分到組。

段:段是組的再分,为地方性的最小地层单位。有些組的厚度太大,可利用某一标志层并結合岩性,把它再分为几个单位,这便是段,一般作为1:5万或更大比例尺的填图单位。

五、与变质岩和变质作用

有关的一些其它問題

(一)变质程度的深浅和地层层序与深度控制关系問題

由于在实际观察中,出現了不少时代較老或层位在下的地层往往变质較深的实例,使得不少人产生了“变质較深的地层层位一

定在下”或区域变质的程度必然受到深度控制的概念。因此在野外观察中，往往见到变质深的地层就认定是老的，或见到变质程度较深的地层在变质较浅的地层之上时，就认为地层发生了倒转，这种判断如没有充分证据，有时会得出错误的结论。实践证明区域变质的加深，有时并不是由于受深度加大的明显控制。现在已有不少实例，说明变质深的地层，其层位可较变质浅的地层为高。而在那些地区，地层次序肯定是正常的。本实例如四川甘孜藏族自治州丹巴附近中下古生代(?)变质岩系所呈现的区域变质分带现象，其中变质程度深的变质带即位于变质浅的地层之上。

另外，有些野外地质工作者，遇到变质深的地层，找不到化石时，往往即认为是前寒武纪的。实际上，前寒武系虽然一般变质较深，但也有变质较浅的；而寒武纪及较新地层虽然一般变质较浅，但也有很多是变质极深的，因此必须根据具体情况，作具体分析。

(二) 各种具有片麻状构造的花岗质岩石的成因问题

具有花岗岩或与花岗岩相近的矿物成分而呈片麻状乃至类似片麻状构造的岩石，常被野外地质工作者笼统的定名为片麻状花岗岩或花岗片麻岩。其实这些岩石是在不同的地质情况下生成的，必须根据它们的产状以及其它野外特征，并结合必要的室内研究，给予正确的命名。一般可能分属于下列四种不同的岩石：

1、压扁花岗岩：这是由花岗岩受了强烈的挤压和应力作用而发生动力变质的结果。因而产生了很多大致平行并紧密排列的

豆状状应切面或挤压面，沿着这些面，产生了一些变质矿物（如绢云母、绿泥石、滑石等等）或造成岩石的破碎现象。

2、流纹状（流状）花岗岩：与围岩成正常侵入接触的花岗岩，在岩体的边部，常有由所含主要或部分矿物与其围岩接触面呈大致平行排列的层。这种流纹状（流纹）构造的产生使花岗岩也具有类似片麻岩的构造。这些岩石一般不显压碎构造。

3、花岗岩化岩石具有原岩所遗留的构造者：混合岩化较深的混合岩及上述的一部分混合花岗岩，其矿物成分接近正常的花岗岩，一般都具有片麻状构造：这种矿物平行排列现象，是经过交代作用所承袭原岩的片麻状构造或片理的残迹。因此它们的方向也必然与受花岗岩化较浅部分或很浅部分的矿物排列方向相同。

4、在强大应力下凝固的花岗岩（即同构造侵入岩）：与造山运动同时侵入的花岗岩，一般是在强烈的应力影响下凝结而成的，因而产生了矿物成分的一定特殊性，矿物的平行排列现象和片麻状构造等，它们在大多数的情况下是明显的，而且带有一定的区域性，有时并伴有部分的原生压碎现象，这是由所谓压结晶作用所造成的片麻状花岗岩。

一般来讲，上述四种岩石的产状和其他野外特征，都有一定的甚至明显的差别，生成的地质条件和它们所具有的地质意义更不相同，因此必须在野外妥善加以区分，以免由于错误的命名而带来了不正确的地质变迁历史的推断。但上述第2、3、4三类岩石，有时可能受到较晚的强烈应力作用而产生的形变现象，因而增加了它们发育史的复杂性，

这些情况在野外工作时也是应该注意的。

(三) 多次变质問題

同一区域内的岩石有时可经历两次以上的不同变质作用。这些岩石的矿物成分(甚至化学成分),结构和构造,虽然变换了不止一次,但只要在野外仔细观察,并配合一定的室内工作,每次变质的痕迹,一般还能找到。多次变质的岩石,可能分别属于下列几种不同的情况,并举例加以说明:

1. 热力变质(接触变质)后又經区域变质的。在地槽发展的早期,往往有规模較小的不同性质的侵入体的侵入使围岩受到接触变质作用;在地槽迴返后,又发生了大面积的区域变质,使其再受一次变质作用。如新疆阿尔泰山中下古生代变质岩系中間,在云母片麻岩中看到紅柱石被藍晶石交代的現象,这就說明了是先受了接触变质性质的变质作用,后来又經受了区域变质作用。

2. 区域变质后又經热力变质的。凡是区域变质岩石又为晚期侵入体侵入的,往往又受到热力变质作用的影响。如在四川甘孜藏族自治州的甘孜絨坝谷南打苦龙巴(藏語:“龙巴”是山沟的意思)受到輕微变质的板岩和板状頁岩,又受花崗岩的侵入影响而变为黑云母角頁岩。在內蒙古自治区某地曾受低級变质的砂质板岩被超基性岩侵入影响,部分变为含角閃石和黑云母鑲晶的角頁岩,都是经历了每次变质的实例。

3. 区域变质或热力变质后又經动力变质的。由粘土质岩石受热力变质生成的紅柱石角頁岩,或受区域变质生成的云母片岩(或鉄鋁石榴石云母片岩或藍晶石片岩),在接近逆断层或挤压带的地方,往往变为含有不定量的石英和长石的綠泥岩。这些动力变质

片岩带的宽度一般决定于逆断层的大小。在大逆断层的附近往往較寬,片理大致与断层面或挤压带平行,有时片岩又具有褶皺状或波紋状构造。这些小的类似褶皺构造的軸面与断层面近于直交。这些都是受了較高級变质后又经历了退向变质作用的变质岩。

4. 区域变质或混合岩化以后,又经历了动力变质的,如在鞍山櫻桃园东北混合质花崗岩和均质混合岩中見到的扁桃状结构的石英絹云母岩石。

5. 在有些深、大断裂活动的地方,常有岩浆岩的活动。这些地方常常不止一次地发生了动力变质作用和混合岩化作用,我国南方哀牢山变质杂岩即位于带状分布的深大断裂附近岩石曾受到强烈的变质和混合岩化作用是否属这一性质值得注意。

6. 经历三次变质作用的:在上述1、2、两种情况下,经历了两次变质作用的岩石,如再受到大逆断层或强烈挤压的影响,则在断层附近及挤压带中又往往变为动力变质的片岩,因此表现了三次变质的象征。它們的矿物成分决定于它們的化学成分(如粘土质岩变为含有石英和长石的綠泥片岩)这类实例在國內还不多見。

(四) 区域变质岩石野外命名和分类問題和变质岩区找矿問題,都是区測及普查工作中涉及的重要問題。前者已另有专文,提出初步意見分送各省地质局参考討論。关于变质岩区找矿問題,在一九六二年第一期“中国地质”中,程裕淇已有专文討論,这里都不再复述了。

(本文系由地质部南方普查区測會議报告稿整理而成。参考文献从略。)