

太古宙地层研究中应注意的几个问题

沈其韩

(中国地质科学院地质研究所,北京 100037)

提要:太古宙地层与显生宙地层相比,具有很大的复杂性,研究难度大。研究太古宙地层,在学术思路应以岩石、地层、构造和地质事件综合研究为基础,配合多种新技术新方法特别是同位素年代学定年为依托。另外,要注意解决好如下6方面的问题:(1)在“单斜”地层中注意研究有无复杂同斜褶皱;(2)正确判定岩石类型及其属性;(3)多次变形叠加如何与区域变质作用相联系的问题;(4)地层定年中应该注意的问题;(5)特殊岩石单位的定名问题;(6)正确区分变质火山-沉积地层层序和构造接触问题。

关键词:岩石—地层—构造和地质事件;单斜地层;同位素定年;变形叠加;岩石类型

中图分类号:P588.34 文献标识码:A 文章编号:1000-3657(2002)02-0113-04

在早前寒武纪地层分布区进行各种中、小比例尺地质填图,如何进行太古宙地层的划分和对比,是一项十分关键的基础性工作,它直接影响到区域地质调查的质量和区域地质背景的正确认识。因此,对此进行深入研究十分重要。

太古宙地层的层序、岩性组合和变质作用等特征及产出状态与显生宙各纪地层有很大的不同,因而研究思路和方法也有较大的差别。太古宙地层(表壳岩)除少数单独分布外,大多数与大量的TTG岩系和各种变质的花岗质岩石相伴生,经常叠加有不同类型的混合岩化作用,有的还伴有不同程度的深熔作用。原岩已普遍遭受区域变质作用,变质程度大都高达角闪岩相至麻粒岩相,有的还遭受退变质作用,岩性变化大。由于各种褶皱构造、多期变形和各种韧性剪切作用的叠加,地层中构造也十分复杂。地层本身大多数显示成层无序、透镜状、条带状残体,顶、底界线和层与层之间的关系往往不很清楚。有的地层虽然成层有序,层与层之间往往显示构造接触。此外,岩石中完全缺乏化石证据,地层时代只能依靠同位素定年加以判定。凡此种种,都说明太古宙地层研究的复杂性,具有很大的难度。

太古宙地层划分,难以采用地层叠置律来进行,

在学术上必须采用岩石—地层—构造三位一体和多种地质事件互相制约的新思路,辅以多种新技术新方法特别是同位素定年作为依托,才能取得较好的结果。在太古宙地层研究中,注意判别以下6个问题,是取得较好结果的关键。

1 力争弄清“单斜”地层中是否存在复杂的同斜褶皱

太古宙地层除少数特例外,大都经受过强烈褶皱。由于经受长期的抬升和近地表的剥蚀,褶皱转折端常被剥蚀殆尽,所以野外所见的垂直地层剖面中,往往呈现地层产状单一、倾斜较陡的单斜地层假象。20世纪50年代至70年代初,许多地质工作者大都将区域片麻理作为单斜地层的层理处理,因此出现太古宙一个地层单元往往厚达7 000~8 000 m甚至几万米。这样就歪曲了实际的构造轮廓,大大夸大了地层厚度。近年来经过新一轮1:5万区域地质调查,弄清了区域片麻理在有的地层中并不代表地层产状,而是对原始地层构造置换的结果。上述现象在不少地区得到了纠正,有些“单斜”地层实际上是同斜紧密褶皱两翼造成的错觉,这在认识上和实际工作上都是很大的进步。

这种产状错判问题的正确解决,在学术思路要求有岩石—地层—构造一体的新概念。在实际地层剖面研究中,当出现巨厚的“单斜”地层时,不能被表面现象所迷惑,首先要以构造的眼光来判别这些“单斜”地层中的片麻理是否代表了层理?层理和片麻理是否有一定交角?代表地层的产状是否存在规律的还是无序的变化?岩层或岩层组合是否有重复现象?在垂直剖面上地层产状似为等斜、但是在平面上是否有收敛的迹象?有否可作为标志层的特定层位?等等。观察地层一定要从三维方向全面考虑,有条件时最好测制小范围的大比例尺地质图。这样,褶皱形态就会被较好地勾画出来。近年来在区调工作中,已有不少地质工作者总结出许多经验可以参考^[1-7,11]。

2 正确判定某些岩石类型及其属性

在不少条带状地体中,常常见到呈区域性分布的片麻岩,其片麻理在较大范围内基本一致,产状变化不大。岩性基本上以长英质为主,其中常有些由铁镁质矿物(或组合)组成的暗色条带,断续分布。在这种地区如何正确区分变质表壳岩(包括变质火山岩)各种混合岩和变质深成岩体(包括TTG)是一个十分艰巨的问题。此外,在深变质岩区,有些基性脉岩受到构造平行化后,也很难与基性火山岩相区别。

正确掌握和合理应用这些岩类的基本特征^[8-10]和野外、室内区分标志是解决问题的关键。在实际操作中,有时仍有一定的难度,需要不断积累经验。

在20世纪60~70年代,不少中、深变质岩区的1:5万和1:20万区调工作,将变质花岗质岩划归混合岩与混合花岗岩,大大地扩大了混合岩的范围,并且将它们作为地层处理。近年来由于TTG岩系的识别方法的引进^[8-9],对变质花岗岩的认识有了提高,把应属变质花岗岩的岩石从地层中划分了出来;但是有的又矫枉过正,又把TTG和其他变质花岗岩的范围扩大化,基本上否认了混合岩的存在,从一个极端走向了另一个极端。事实上,确实还存在一些混合岩,需要认真加以鉴别。

混合岩与变质深成岩的区别,一般有以下几点:

(1)宏观上,变质表壳岩经混合岩化后,表壳岩、混合岩、混合花岗岩有较清楚的渐变过渡关系,如在混合岩化表壳岩中最初显示与变质表壳岩片理平行或斜切的脉体(花岗质或长英质),逐步过渡到条带状、渗透状、雾迷状等各种形态的混合岩,最后达到

较均匀的混合花岗岩(2)在混合岩中必须有与之相关的变质表壳岩的残留体存在,它们之间应显示渐变过渡的痕迹(3)在岩石化学和地球化学成分上,钾、钠、硅有逐渐增加的趋势,其他元素组合特征更加接近变质表壳岩(4)在显微镜下,可以见到原变质表壳岩的部分组成矿物有被交代或重组的迹象;(5)副矿物锆石如果具有碎屑锆石的晶形特征,也有助于确定混合岩来自变质表壳岩。

变质深成岩体往往具有区域性片麻理,产状与变质表壳岩基本上一致,组成一个巨大的层状体,与变质表壳岩之间一般不具有接触变质带,但偶尔也出现很窄的边缘混合岩带。只要仔细观察,有时也隐约见到不协调的隐蔽侵入接触;岩石的结构构造特征有一定的差距,岩体中可见有多种变质表壳岩俘虏体,它不具残留体特征,其片理方向往往与片麻理不一致;有的俘虏体边部有受岩体影响而产生的退变质反应;岩石化学和地球化学特点往往具有一般岩体的特征^[10],有些岩体的 I_{Sr} 和 ϵ_{Nd} 值均能显示幔源或幔源与地壳混染的特征,在显微镜下保留有半自形的花岗结构等等。

有的学者把变质深成岩统统称为TTG或灰色片麻岩,这是不严谨的。的确有一些变质深成岩中出现TTG岩系,也有不少并不属于TTG岩系。所以应该按照火成岩国际命名方案命名^[9]。灰色片麻岩没有确切含义,建议在正式文章中避免使用。

有些细粒长英质片麻岩,原岩是酸性火山岩还是深成酸性岩体,具体划分有较大难度。在实际工作中,应该多注意这些岩系的区域分布、整体岩系的组合类型、岩石化学、地球化学特征、显微镜下结构构造特征,对这些特征进行综合对比研究,才能得出较正确的结论。

3 多期变形叠加以及与变质作用相联系的问题

深变质岩区构造十分复杂。除大的区域性褶皱外,岩石还可能遭受过多期变形。多期变形叠加是一个比较复杂的问题。现有变质岩区已经开展了较多的研究并取得了较好的效果^[1-7]。问题在于,究竟该怎样将每一期变形与变质联系起来,两者是否都能联系?有人将每一次变质作用都与一次变形作用对应起来,即有几次变质就有几次变形,这是理想化的处理,在概念上比较混乱,很容易将研究引入误区。

一般所指的变质,应该是区域变质作用。一次区域变质作用,代表一个大的期次,由初始变质至终期变质可能经过很漫长的时间,其间可以分出不同的变质阶段。例如初始变质阶段、峰期变质阶段、终期变质阶段等。在区域变质作用期间,可能曾发生多次变形,早期变形可能与初始或主期变质作用同步或配套,有的则与峰期变质相配套。但是这些变形可能都发生在一次大的区域变质作用范围内,谈不上多期变形产生多期变质的问题。特别需要指出的是,有些局部性的变形并未产生区域变质或产生局部的退化变质,与区域变质作用可能无成因上的联系。因此,在具体研究中,要力争弄清楚变形与变质之间的关系,分清主次,合理配套,不能想当然地搭配。

4 地层定年中应该注意的问题

由于太古宙地层普遍已遭受中、深程度的变质和复杂的构造变形,不具备完整的地层层序,有的呈岩片分布,又缺乏化石依据,因此应用同位素方法定年是确定其时代的重要手段。现有不少同位素定年手段,各有其特定的优点和缺点。合理选择测年方法和精确测定,是正确确定地层时代的关键。

20世纪60~70年代,比较多地采用K-Ar法。由于地层岩石变质较深,效果一般不好。后来多用全岩Rb-Sr法,测得的大都是变质年龄。以后较多地采用全岩Sm-Nd等时线法测年,这是测定古老变质岩石时代的一种较好的方法。但是,深度变质岩石中的稀土元素有时也有迁移、活动,岩石中的矿物组分往往也有多期次的改造和转变,因此测定的年龄也会有年轻化的现象。目前应用单颗粒锆石定年比较普遍,并具有不可替代的重要性,而且方法多样,例如锆石U-Pb等时线法、化学法、蒸发法、离子探针法(SHRIMP)等等。锆石蒸发法方法简单,费用便宜,但数据有时不一定可靠,需与其他测定方法进行比较,国外有人认为不宜使用。根据本人的实践,作为普查性的测定,仍然有其可取之处。锆石U-Pb等时线法,是以往应用最广的一种方法。上述两种方法适用于成分单一的不具有环带的锆石的定年,效果较好。离子探针法可用于锆石微区定年,更适合于具有环带和复杂结构构造锆石的精细定年,精度和准确性最高,其应用愈来愈广。最近的研究,认识到变质岩中锆石有可能经历了铅的扩散丢失作用,晶格损伤导致的退晶化作用,深熔和混合岩化作用以及重

结晶作用。这些作用,对锆石计时的正确性和有效性会带来不同程度的影响^[12]。因此应用锆石定年之前,一定要先对锆石采用阴极发光仪和/或电子探针背反射图象等测定,弄清其内部结构特征。有的锆石具有岩浆成因的生长环带,有的环带是经历了复杂的生长历史造成,可能形成于不同阶段或时代。有的锆石核心呈碎屑状,代表早期的继承性锆石,中间环带和外部环带可能形成于不同的变质时期。有的锆石的不同环带中赋存有不同的变质矿物组合,一般要进行激光拉曼光谱研究。例如苏鲁一大别地区与榴辉岩伴生的片麻状花岗岩的部分锆石环带中出现高压超高压矿物组合,对判别片麻状花岗岩曾经历过高压超高压变质作用有特殊的意义,对高压超高压变质作用的形成时代,也有重要价值。总之,对锆石进行详细的成因矿物学和内部结构特征的研究之后,再做定年是个重要的步骤,不能忽视。

太古宙地层和古元古代地层中还有一些规模较大的碳酸盐岩地层,用上述方法测年一般难以奏效。有的地质学家曾尝试用Rb-Sr法和Pb-Pb法测定其年龄。采用Pb-Pb法要求碳酸盐岩不能太纯,不纯碳酸盐岩样品效果较好。目前应用此法成功率较低。其原因在于既有碳酸盐岩样品均一化程度的问题,也有方法上的问题,尚有待于改进。

在定年样品的采取方面,不能仅仅限于地层岩石本身,还要注意同时采取侵入地层中的不同期次的各种基性至酸性侵入岩体或岩脉,以及与深变质作用有关的深熔花岗质及/或长英质脉体,或者被变质地层所不整合覆盖的花岗质脉体。这样获取的不同地质体年龄数据,可以用来制约地层的上、下限。

大量的同位素年代数据取得后,还有一个合理应用的问题(1)要弄清楚每种年龄数据的含义及其精确度,注意多种方法所得数据的相互比较,其中精确可信的年龄数据是第一位的(2)要剖析地层的赋存地质背景(3)同位素年龄数据和地质背景密切结合,综合研究,这样才能得出合理的地层年龄数据或者其上、下限范围。

此外,也有人采用Ar-Ar方法用于地层岩石定年研究,不过往往难以成功。Ar-Ar方法目前较多地应用于冷却速率和抬升速率的研究,效果较好。利用Rb-Sr法作为变质地层岩石的变质作用时限的研究,只要岩层未经历过多次变质变形,也未蚀变,岩石新鲜,有时仍有一定的效果。

5 特殊岩石单位的定名问题

在有的深变质岩分布区,有时可见到一种大面积分布的片麻状岩石,由薄层的变质表壳岩(亦具片麻状)和花岗质片麻岩组成层状的岩石体,延长可达数千米至十余千米甚至更长,也有一定厚度,可在1:5万地质图上画出。但单层厚度往往很小,不足以在地质图上画出。

两种岩石之间未见有混合交代现象,而更像是花岗质脉岩的侵入岩带,笼统地称为混合岩,依据又不足,作为一个地层的岩石单位,最好称之为XX杂岩,作为一个独立的地层单元处理,比较合理。

6 正确区分变质火山-沉积地层层序和构造接触问题

如前所述,条带状地层部分显示层状有序,大部分则呈层状无序。在层状有序的地层中,要特别注意其层状序列。太古宙地层大部分由火山-沉积地层经变质而成,也有部分属于完全的沉积地层。它们虽然已经经受不同程度的变质,岩石名称和岩石的矿物组合已有很大改变,不过只要仔细观察其面貌,仍能恢复其火山-沉积时的基本特征,进而研究其火山-沉积环境,推断其形成时的大地构造环境。关于原岩恢复的标志方法问题,已有不少专著进行了论述,可以参考,这里不再赘述。至于层状无序的岩石地层,要恢复原来地层层序,有许多实际困难,只能尽力而为。

关于变质地层中的构造接触问题,以往被忽视,实际上在变质地层的层间以及上下顶底之间,十分

发育。只要仔细判别,会有发现。特定的层与层之间或每一个单元之间常见有逆冲断层,或平移断层,或者出现宽度不一的糜棱岩化带。这些情况的出现对该岩层是否属于正常层序,都会有助于给予合理的解释和判断。因此对变质地层中出现的构造问题一定要十分重视并研究解决,这对地层层序的正确建立具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 李勤,杨振声(主编).高级变质岩区填图方法——冀东地区构造岩法填图研究[M].北京:地质出版社,1992.1~131.
- [2] 索书田,游振东,韩郁菁,等.我国前寒武纪变质岩的构造特征[J].地球科学,1987,12(5):451~452.
- [3] 房立民,杨振声,李勤,等.变质岩区1:5万区域地质填图方法指南[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [4] 福建省闽北地质大队五分队.变质岩区1:5万区调填图的一些作法与体会[J].中国区域地质,1985,(11):71~78.
- [5] 王启超.在变质岩区开展1:5万区调的体会[J].中国区域地质,1985,(11):79~90.
- [6] J.C.兰姆赛(中译本).岩石的褶皱作用和断裂作用[M].北京:地质出版社,1985.
- [7] 汤加富.褶皱包络面的研究与应用[J].中国区域地质,1984(7):97~104.
- [8] 肖庆辉.当前国外太古宙高级变质岩区研究的几个问题[J].中国区域地质,1983(4):137~153.
- [9] Baker, F. (ed.). Trondhjemitic, dacites and related rocks[M]. Elsevier, Amsterdam. 1979.
- [10] Le Mailre, R.W.(ed.), (王碧香译).火成岩分类及术语辞典[M].北京:地质出版社,1991.
- [11] 徐朝雷(主编).中浅变质岩区填图方法——五台山区构造—地层法填图研究[M].太原:山西科学技术出版社,1990.
- [12] 陈道公,李彬贤,夏群科,等.变质岩中锆石U-Pb计时问题评述——兼论大别造山带锆石定年[J].岩石学报,2001,17(1):129~138.

Some important aspects in the study of Archean stratigraphy

SHEN Qi-han

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: It is much more complex and difficult to study Archean stratigraphy than Phanerozoic stratigraphy. In studying Archean stratigraphy, we should make an integrated study of petrology, stratigraphy, structural geology and geological events, and, on that basis, use new techniques, especially those of geochronology. Furthermore, the following aspects should be emphasized: 1. make clear whether there are any complex isoclinal folds in nominal "monoclinic strata"; 2. determine correctly the types of rock and their attributes; 3. identify polyphase deformational overprints and how to correlate them with regional metamorphism; 4. understand the problems and pitfalls in geochronologic study; 5. clarify the nomenclature of the special units of rocks; 6. distinguish correctly the metavolcanic or sedimentary sequence and the possible structural contacts between the different units.

Key words: rock-strata-structure; geological event; geochronology; deformational overprint; rock type