

辽河群的变质阶段与 P-T-t 轨迹问题

梁有为 郭洪方

辽宁省地质勘查院 辽宁 大连 116100

摘 要 :有些文献将辽河群中不同变质级别的矿物组合看成不同阶段的矿物组合 ,实际上它们是异地异时异相 ,是空间上的并列关系 ,不是时间上的更迭关系 ,更不应该将空间上并列的不同变质级别的矿物组合温压条件的连线当成 P-T-t 轨迹.这种连线是野外变质梯度 ,它与 P-T-t 轨迹大角度相交.把野外变质梯度当成变质作用 P-T-t 轨迹来讨论辽河群变质作用演化是不合适的.

关键词 辽河群 ;矿物组合 ;变质阶段 ;P-T-t 轨迹 ;野外变质梯度

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2016.03.018

DISCUSSION ON THE METAMORPHIC STAGE AND P-T-t PATH OF LIAOHE GROUP

LIANG You-wei ,GUO Hong-fang

Liaoning Institute of Geological Exploration ,Dalian 116100 ,Liaoning Province ,China

Abstract :In some literatures ,the mineral assemblages of different metamorphic grades of Liaohe Group are regarded as the mineral assemblages of different stages. Actually ,they are the results of different sites ,times and phases. They just coexist spatially ,but not temporally. The pressure-temperature condition curves of mineral associations of different metamorphic grades should not be served as the P-T-t paths. In fact ,this kind of curves is field metamorphic gradient ,which intersects the P-T-t path with large angle. Therefore it is inappropriate to discuss the metamorphism evolution of Liaohe Group with field metamorphic gradient instead of P-T-t path.

Key words :Liaohe Group ;mineral assemblage ;metamorphic stage ;P-T-t path ;field metamorphic gradient

因工作需要 ,笔者翻阅了有关辽河群的一些重要文献 ,其中有一些文献涉及到变质阶段和 P-T-t 轨迹等概念与理论.但是 ,对这些概念与理论的内涵以及它们的内在联系上 ,笔者的理解与相关文献差别较大.而这些问题必将大大影响对辽河群的进一步研究.在此 ,笔者对 3 个有代表性的文献谈谈个人的粗浅认识 ,希有关专家不吝指教.

1 这样做出来的是否是 P-T-t 轨迹

现在将文献[1]主要内容介绍如下.

北辽河群(该文献将辽河群分为北辽河群和南辽

河群)的矿物组合 :

第一阶段(M_1)矿物组合 Bi+Ms+Pl+Oz ,Bi+Ms+Alm+Pl+Oz ,Ms(Ser)+Chl+Oz ;

第二阶段(M_2)矿物组合 St+Alm+Bi+Ms+Pl+Oz ,Alm+Bi+Ms+Pl+Oz ;

第三阶段(M_3)矿物组合 St+Alm+Bi+Ms+Pl+Oz ,Ky+Alm+Bi+Ms+Pl+Oz ;

第四阶段(M_4)是退变质作用 ,石榴石、黑云母转变为绿泥石 ,十字石、蓝晶石转变为绢云母.

尔后 ,根据电子探针分析数据 ,用地质温度计和地质压力计计算出每个阶段的温度压力 ,进一步做出变

质作用 P-T-t 轨迹, P-T-t 轨迹为顺时针类型 (图 1). 用同样的方法, 做出了南辽河群的 P-T-t 轨迹. 不同的是, P-T-t 轨迹为逆时针类型 (图 2). 文献 [1] 结论是: 北辽河群和南辽河群属于两个性质不同的变质地体, 在早元古代晚期经构造作用拼贴在一起.

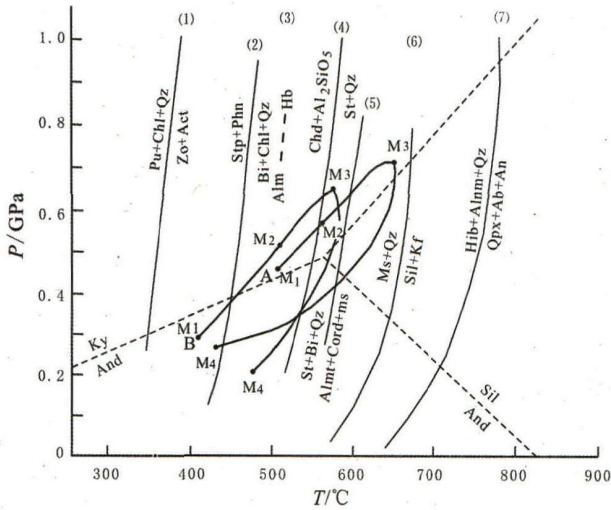


图 1 北辽河群 P-T-t 轨迹(A)和老岭群 P-T-t 轨迹(B)
(引自文献[1])

Fig. 1 The P-T-t paths of Beiliaohe Group (A) and Laoling Group (B)
(From Reference [1])

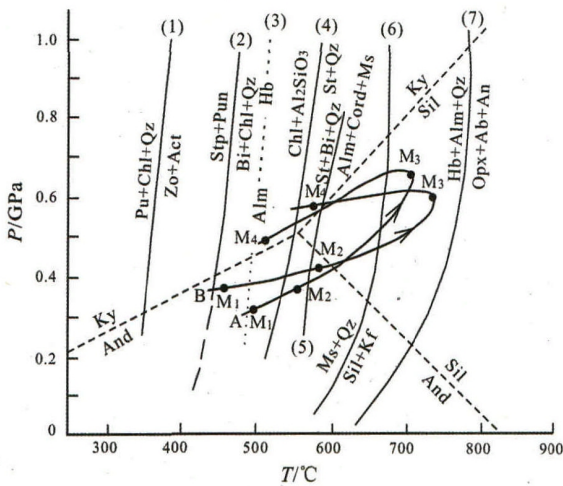


图 2 南辽河群(A)和集安群(B)变质作用的 P-T-t 轨迹
(引自文献[1])

Fig. 2 The P-T-t paths of metamorphism of Nanliaohe Group (A) and Jian Group (B)
(From Reference [1])

看完文献 [1], 至少有 2 个问题需要斟酌或讨论: 第一, 在辽河群中, 不同级别的变质矿物组合就是不同

阶段的矿物组合吗? 第二, 这种不同级别的矿物组合所代表的温压条件的连线就是 P-T-t 轨迹吗?

现在, 先来讨论第一个问题. 文献 [1] 认为, 较低级的矿物组合就是较早阶段生成的, 较高级的矿物组合便是在空间上与其并列的较低级的矿物组合演变来的, 依此将不同级别的矿物组合变成不同阶段的矿物组合. 这种做法值得商榷.

第一, P·C·英格兰和 A·B·汤普森 [2] 曾明确指出, 在进变质过程中温压条件的变化率是很低的, 在变质作用顶峰附近变化率更低, 足以使所有的变质反应基本达到平衡, 所以我们所见到的不同级别的矿物组合均为变质作用顶峰的产物, 在空间上它们都是独立的客观实体.

第二, 矿物组合级别不同可能与原来的埋藏深度 (或距热源远近) 有关. 图 3 中, 假设 A—D—O、B—E—O、C—F—O 分别为以蓝晶石、十字石和石榴石为代表的不同级别的矿物组合的 P-T-t 轨迹 (不同级别的矿物组合变质作用起点不同, 变质作用顶峰温压条件不同, 这样, 不同级别的矿物组合便有不同的 P-T-t 轨迹), D、E、F 便代表它们的顶峰矿物组合 [3]. 不难看出, 矿物组合 D 不是矿物组合 E 演变来的, 而是沿 A—D 这条路径演变来的. 至于矿物组合 D 具体是由什么矿物组合变来的, 现在还无法知道. 同样, 矿物组合 E 也不是由矿物组合 F 演变来的, 它是沿 B—E 这条路径演变来的. 因此不同级别的矿物组合是空间上的并列关系, 属异地异时异相, 绝非时间上的先后 (或更迭) 关系.

再看, 文献 [1] 所绘制出的 P-T-t 轨迹的真正含义

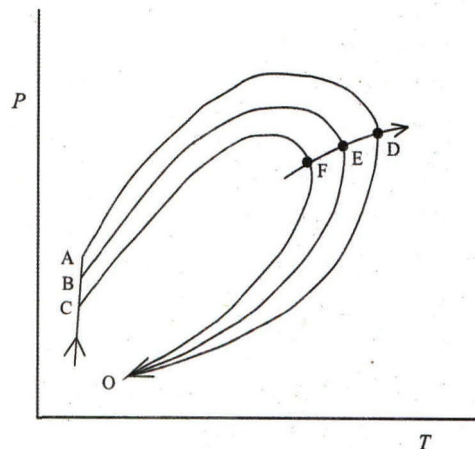


图 3 三个不同级别矿物组合 P-T-t 轨迹示意图
(引自文献[2])

Fig. 3 The P-T-t paths of three levels of mineral assemblages
(From Reference [2])

是什么. F·S·斯皮尔^[4]提出:“所谓的变质作用 P-T-t 轨迹,是指岩石从变质作用的起点到被剥露于地表所经历的温压条件连续变化过程”.可是,文献[1]所绘制出的 P-T-t 轨迹相当于图 3 中 D、E、F 的连线,就是 F·S·斯皮尔所谓的“野外变质梯度”.它是空间上并列的不同级别矿物组合温压条件的连线,即顶峰变质温度的连线,与变质相系大致平行,而与 P-T-t 轨迹大角度相交. P·C·英格兰和 A·B·汤普森指出^[2]野外变质梯度在空间上指示热补给增大的方向或意味着埋藏较深的方向.但是,无论如何也不能指示变质作用的时间演进趋势.

文献[1]中,在野外变质梯度的基础上,找出一个退变质矿物所代表的温压条件点,让野外变质梯度(线)从右上方再弯回来,使之终点又回到左下方,便成了文献[1]的 P-T-t 轨迹(图 1).这不能叫 P-T-t 轨迹,只是让野外变质梯度折个弯而已.严格来说,退变质矿物不是辽河群主变质期形成的.辽河群在地下深处发生了变质作用,在重力均衡效应作用下,使之抬升到地表.于地表条件下,辽河群中的变质矿物是呈非稳态存在的.有后期构造作用叠加的部位有时会出现退变质作用,后期叠加的构造变形作用为退变质反应提供了活化能、催化剂(水、二氧化碳等),以及帮助破坏原有矿物晶格的应力.也就是说,退变质作用与后期叠加的构造有关.既然退变质矿物不是辽河群变质作用期的产物,就不应该用它来构筑辽河群变质作用 P-T-t 轨迹.

显然,文献[1]所绘制出的不是 P-T-t 轨迹,而是稍微变样的野外变质梯度.那么依此所推断出来的南、北辽河群是 2 个变质地体于古元古代晚期拼贴起来的结论也就不存在了,况且至今无人能找到这一拼贴界线.需进一步说明的是,别说文献[1]所做出来的根本不是 P-T-t 轨迹,即使做出来的真正是 P-T-t 轨迹,仅仅依据 P-T-t 轨迹做出这样的结论也是危险的,这是因为 P-T-t 轨迹本身具有多解性^[5].

2 是否可以根据变斑晶旋转角度的大小判断其生成的早晚

文献[6]与文献[1]存在类似问题,即时空混淆问题.文献[6]认为较低级的矿物组合就是较早阶段生成的,较高级的矿物组合便是由其空间上并列的较低级矿物组合演变来的,依此将不同级别的矿物组合变成不同阶段的矿物组合,而将辽河群划分为 4 个变质

阶段.文献[6]还把变斑晶长轴与片理是否平行、变斑晶是否旋转等现象作为判断矿物生长时序的依据.实际上,这些现象主要与矿物生长时所在的构造位置及矿物本身的形态有关,而与其生长早晚无必然联系.诚然,较高级的矿物组合是由较低级的矿物组合演变来的,但绝不是由其空间上并列的较低级矿物组合变来的.

3 夕线石不会是辽河群主期变质作用生成的

文献[7]是讨论中朝克拉通北部早前寒武纪变质作用演化的,其中第三部分是讨论辽东-吉南早元古代变质地带的变质作用演化的,辽东-吉南早元古代变质地带就是指辽河群(或包括吉林的老岭群与集安群).

文献[7]的问题与文献[1]和[6]有些相似,最大的问题就是,把不同变质级别矿物组合的这种空间上的并列的关系,看成了时间上的先后(或更迭)关系,并在这种错误的基础上做出了 P-T-t 轨迹(图 4),这种 P-T-t 轨迹当然是稍微变样的野外变质梯度,绝不是真正的 P-T-t 轨迹.

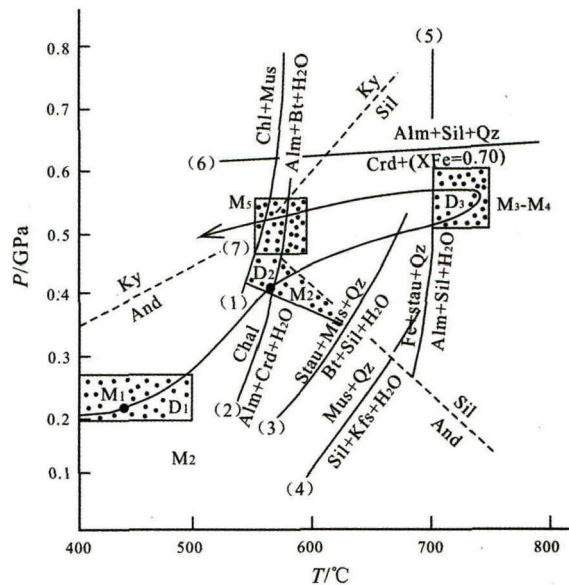


图 4 辽吉古元古代变质作用的 P-T-t-D 轨迹 (引自文献[7])

Fig. 4 The P-T-t-D paths of the Paleoproterozoic metamorphism in Liaoning and Jilin (From Reference [7])

文献[7]把纤状夕线石交代黑云母作为温度升高的标志也是不合适的.因为在辽河群中,纤状夕线石是交代已经发生静态(构造后)重结晶的黑云母、白云

母和石英而生成的,并且它在黑云母带、石榴石带、十字石带和蓝晶石带中都有分布,可见,夕线石不是辽河群主期变质作用生成的^[8],它可能是辽河群变质之后,局部受到岩浆作用或热液作用生成的。

4 结语

一个变质岩系中,空间上并列的不同变质级别的矿物组合不能看成时间的先后(更迭)关系,它们是异地异时异相,即:不应将空间上并列的不同变质级别的矿物组合视为不同变质阶段的矿物组合,更不应该将空间上并列的不同变质级别的矿物组合温压条件的连线当成 P-T-t 轨迹。这种连线是野外变质梯度,它与 P-T-t 轨迹大角度相交。把野外变质梯度当成变质作用 P-T-t 轨迹来讨论辽河群变质作用演化是不合适的。

参考文献:

- [1]贺高品,叶慧文.辽东-吉南地区早元古代两种不同类型变质作用及其构造意义[J].岩石学报,1998,14(2):152-161.
- [2]英格兰 P C,汤普森 A B.区域变质作用的压力-时间轨迹:地壳增厚区演化过程的热传递[J].国外地质科技,1987,3(8):20-30.
- [3]汤普森 A B,英格兰 P C.区域变质作用的压力-温度-时间轨迹[J].国外地质科技,1987,3(8):10-20.
- [4]石宏仁.变质作用的压力-温度-时间(P-T-t)轨迹及其在造山带研究中的应用[J].国外地质科技,1987,3(8):12-20.
- [5]韩玉菁.变质作用 P-T-t 轨迹[M].武汉:中国地质大学出版社,1993:56-65.
- [6]李三忠,刘永江,杨振升.辽河群变质泥质岩中变质重结晶作用和变形作用之间的关系[J].岩石学报,1998,14(3):351-365.
- [7]卢良兆,徐学纯,董永胜.中朝克拉通北部早前寒武纪变质作用演化的三种主要样式及地质动力[J].高校地质学报,1998,4(1):1-10.
- [8]白瑾.华北陆台北缘前寒武纪地质及铅锌成矿作用[M].北京:地质出版社,1993:81-87.