

文章编号: 1009-3850(2000)03-0092-05

天文事件与一种超高压变质杂岩成因 的地球动力学模式

傅 恒¹, 宋杉林², 秦天西², 郝继鹏², 虎北辰²

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 2. 中国新星石油公司西北石油局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 超高压变质杂岩成因模式的关键是折返机制的解释, 笔者将天文事件作为一种地球动力学模式来解释超高压变质杂岩的成因, 较好地阐明了这个关键问题。该“天文模式”认为超高压变质杂岩分形成、折返和剥露三个阶段形成。天体撞击陆壳所产生的高温高压形成超高压变质杂岩; 撞击后新的动力平衡使陆壳重熔的片麻岩里携超高压变质杂岩沿撞击形成的压力薄弱部位向地表折返运移; 后期表层的剥蚀使超高压变质杂岩剥露。

关键词: 天文事件; 超高压变质杂岩

中图分类号: P152

文献标识码: A

Astronomical events and geodynamic model for the generation mechanisms of ultrahigh-pressure metamorphic rocks

FU Heng¹, SONG Shan-lin², QIN Tian-xi², HAO Ji-peng², HU Bei-chen²

1. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*; 2. *Northwest China Bureau of Petroleum, Urumqi 830011, Xinjiang, China*

Abstract: The key problem for the geodynamic model for the generation mechanisms of the ultrahigh-pressure metamorphic rocks is the explanation of the exhumation mechanism. In this paper the astronomical events are presented as a kind of geodynamic model to interpret the genesis of the ultrahigh-pressure metamorphic rocks. Ac-

cording to this“astronomical model”, the ultrahigh-pressure metamorphic rocks record three phases of formation, return and exhumation. These rocks tend to be generated under the high-temperature and high-pressure crustal conditions created by the impact of celestial bodies. The resultant new dynamic equilibrium allows for the return and migration of the remelted gneiss within the crust together with the ultrahigh-pressure metamorphic rocks upwards to the surface along the low-pressure fractured channels caused by the impact of celestial bodies. The ensuing subaerial erosion in the late stages is believed to be the main cause for the exhumation of the ultrahigh-pressure metamorphic rocks.

Key words: astronomical event; ultrahigh-pressure metamorphic rock

现有的构造模式普遍认为,超高压变质杂岩的形成与被俯冲到 100km 甚至更深的陆壳有关,但将这些杂岩抬升到地壳表面的折返机制却没有一种被普遍接受的解释,这也是超高压变质杂岩成因模式多种多样的主要原因之一。笔者试图以天文事件作为一种地球动力学模式来解释超高压变质杂岩的成因。

1 超高压变质杂岩的基本地质、构造特征

据胡克等(1994)的研究^[1],超高压变质杂岩出露于陆-陆碰撞带;以含柯石英或微粒金刚石的榴辉岩、镁铝榴石石英岩和含榴辉岩组合的碳酸盐岩为特征(图 1)。超高压变质杂岩多呈被断裂所围限的构造块体夹持在两个或多个刚性大陆地块之间,其内部常发育有不同构

造层次且规模较大的韧性变形带。世界范围内的许多超高压变质杂岩与大面积的中酸性片麻岩共存,其原岩为陆壳物质重熔的花岗岩。

组成超高压变质杂岩的榴辉岩的形成压力多在 $(1.0 \sim 1.6) \times 10^9 \text{ Pa}$, 柯石英稳定需要的最小压力为 $2.8 \times 10^9 \text{ Pa}$, 金刚石的稳定压力高达 $3.6 \times 10^9 \text{ Pa}$ (图 1)。这样,由压力换算的超高压变质杂岩的形成深度(即陆壳俯冲深度)可在 100~150km 甚至更深的上地幔。

此外,超高压变质杂岩常包含年代相差很大的地质体,存在“既老又新”的年龄矛盾。

2 超高压变质杂岩的成因模式

由于对折返机制的解释五花八门,所以超高压变质杂岩的成因模式多种多样。据胡克等(1994)的统计^[1],其主要模式有:①连续的推覆-逆冲断裂使深部岩石运移至地表的模式(Seely, 1974; Karig, 1983)。但由于单纯的推覆作用不能缩短高压岩石与地表的距离,除非在推覆-逆冲断裂组合中发育有大规模的拉伸和滑脱,而逆冲断裂向地壳深部趋向收敛,产状平直,因此,这一模式很难解释超高压变质杂岩的折返和剥露。②俯冲带回流模式(Cloos, 1982)。该模式主要用于解释环太平洋俯冲带高压变质杂岩的折返,但这一模式不能很好地解释夹持于陆块之间的体积较大的超高压变质块体的折返,因为该模式要求回流物质的粘度极低,而这对(环)带状分布的混杂岩来说很难达到。③浮力-底辟模式(England 和 Hol-

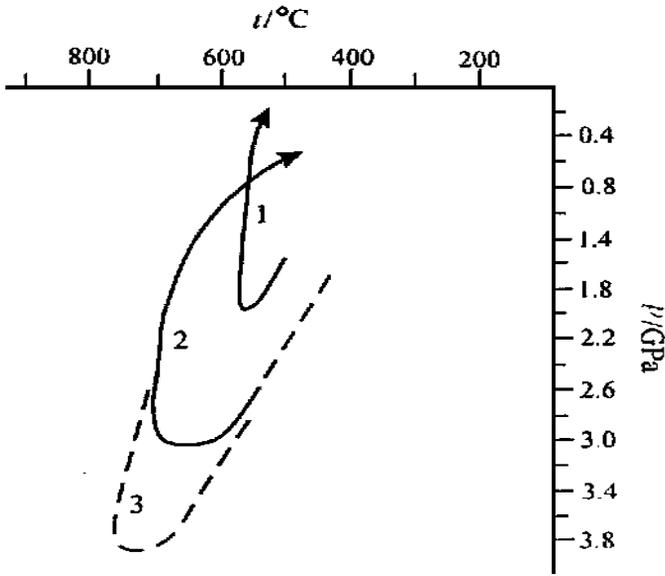


图1 超高压变质岩石 $p-t-t$ 轨迹示意图

(据胡克等, 1994 修编)

1. 中温榴辉岩; 2. 含柯石英榴辉岩; 3. 含微粒金刚石榴辉岩

Fig. 1 $p-t-t$ diagram for the ultrahigh-pressure metamorphic rocks (modified from Hu Ke et al., 1994)

1= mesothermal eclogite; 2= coesite-bearing eclogite; 3= microgranular diamond-bearing eclogite

land, 1979)。④伸展构造模式(Dewey, 1988)。后两种强调重力均衡作用机制的模式, 该模式虽可以较好地解释超高压变质杂岩的折返, 但这种折返需要伴随强烈的剥蚀作用才能使这些杂岩最终剥露。

显然, 超高压变质杂岩成因模式的关键是折返机制的解释, 而一个成熟模式必须(几乎是完全)满足现有模式无法满足的三个条件^[2, 3]: 第一, 围绕这些杂岩缺少侵蚀模式中出现的大量沉积物; 第二, 这些杂岩的温-压环境显示在减压阶段温度最大值的重要性, 即这些杂岩在折返阶段基本上是一个等温减压过程; 第三, 在某些地区超高压变质杂岩与大规律岩浆深成岩体密切相关, 如我国大别山的含柯石英榴辉岩被大量二长岩/正长岩深成岩体镶边(Okoy, 1991)。

用下面提出的“天文模式”来解释超高压变质杂岩的成因似乎可以满足上述三个(苛刻)条件。

3 天文事件-超高压变质杂岩成因的地球动力学模式

笔者相信^[4], 地球象太阳系其它行星及其卫星一样, 在地史上曾经遭遇过无数次的天体撞击。天体撞击的规模、方式各有不同, 这些撞击对地球的影响可以是局部的、区域的, 乃至全球的。作为典型“灾变”的天文事件对地表构造的影响将引起地质工作者越来越广泛的关注, 而目前一些令人困惑的地质难题也将由于天文事件这种全新的地球动力学模式的引入而得到圆满的解释。

超高压变质杂岩的成因可以天文事件这种地球动力学模式来解释;在该模式中,超高压变质杂岩的形成由形成、折返和剥露三个阶段完成(图2)

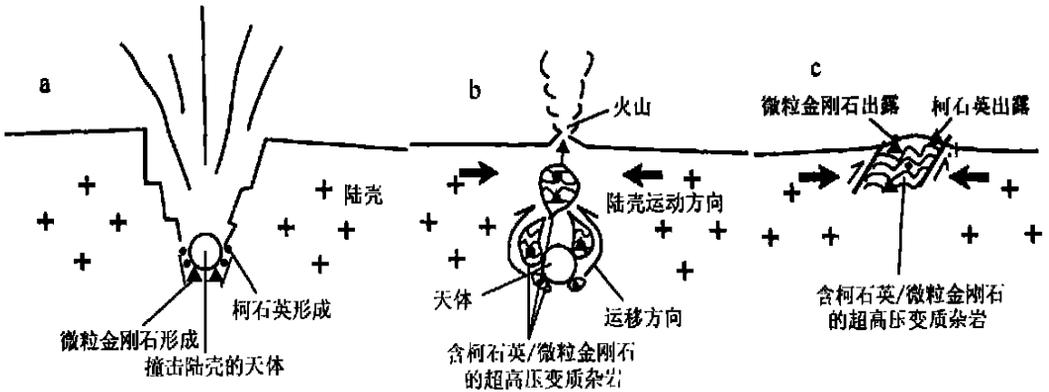


图2 超高压变质杂岩形成(天文模式)示意图

a 形成阶段; b 折返阶段; c 剥露阶段

Fig. 2 Astronomical model illustrating the formation of the ultrahigh-pressure metamorphic rocks

a=initial formation stage; b=return stage; c=exhumation stage

形成阶段(图2a) 天体撞击陆壳所产生的高温高压形成了超高压变质杂岩, 撞击压力较大的部位(p 约为 3.6×10^9 Pa) 形成微粒金刚石, 在撞击压力较小的部位(p 约为 2.8×10^9 Pa) 形成柯石英。由于该模式强调撞击本身的巨大冲击力所形成的高温高压环境为形成超高压变质杂岩的主要原因, 因此, 与其它模式(陆壳俯冲)相比, 这些杂岩的形成深度可以大大减小。这一阶段在撞击的瞬间开始并随撞击事件趋于稳定结束, 时间不长。

折返阶段(图2b) 为达到新的动力平衡, 因撞击而产生的陆壳重熔片麻岩裹挟含微粒金刚石或柯石英的超高压变质杂岩条带或团块形成的热流体呈高温熔融状, 沿撞击形成的压力薄弱部位(多为通向地表的近柱状的撞击碎裂管道)向地表运移。运移的过程为等温减压过程, 常有地表的火山作用伴随, 这一阶段所需的时间因(超)高压热流体的粘度, 流体运移距离及流体运移始点与终点的压差等函数而定。推测所需的时间并不太长。

剥露阶段(图2c) 表层(如火山岩)剥蚀(剥蚀量并不需太大)加上重力回返等动力平衡因素, 最终使超高压变质杂岩剥露地表。这一阶段(或其之前)超高压变质杂岩内部开始产生不同的构造层次且规模较大的韧性变形带。这一阶段所需的时间最长。

显然, 上述“天文模式”基本满足了超高压变质杂岩折返机制前两个苛刻的限制因素。至于第三个限制因素可这样解释, 足够强烈的天体撞击可深达地幔, 这样超高压变质杂岩就不难与大规模的岩浆深成岩体发生密切的关系。此外, 当撞击发生在原地质体年代复杂的区域时就可解释超高压变质杂岩常包含年代相差很大的地质体这一“既老又新”的年龄矛盾。不难推测最新的年龄值最接近撞击发生的时间。“天文模式”与传统的“点式碰撞模式”相比, 似乎对超高压变质杂岩的产状(多呈被断裂围限的构造块体)有个更为合理的解释。

同理, 该“天文模式”也可以用来解释高压变质杂岩的形成。与超高压变质杂岩的折返

有所不同, 高压变质杂岩的折返为降温减压过程, 联想到高压变质杂岩多与洋壳有关, 其折返阶段的降温似乎可以用海水的冷却作用来解释。

参考文献:

- [1] 胡克等. 高压—超高压变质岩石的折返机制与模式[J]. 世界地质, 1994, 13(4): 1—7.
- [2] Leonid, L. Perchuk 著, 梁万通译. 高压/超高压变质杂岩成因的地球动力学模式的一种观点[J]. 世界地质, 1993, 12(1): 66—67.
- [3] A. I. Okay 等著, 纪壮义译. 中国的超高压岩石剥露与陆内逆冲作用有关的证据[J]. 世界地质, 1993, 12(4): 23—26.
- [4] 傅恒等. 试谈天体撞击对地球的影响[A]. 特提斯地质[C]. 北京: 地质出版社, 1999, (23): 138—142.

《盐湖研究》2001 年征订启事

《盐湖研究》是国家科委批准的学术类自然科学期刊, 由中国科学院青海盐湖研究所主办, 科学出版社出版, 1972 年创刊(原名《盐湖科技资料》, 1986 年更名为《盐湖研究》), 1993 年起公开发行人。面向国内外报导交流盐湖、地下卤水、油田水、海水等基础、应用、开发和生产技术及管理的研究报告、论文和成果, 探讨其资源的分离提取技术与综合利用途径。

《盐湖研究》可供有关从事地学、无机化学、化工、盐化工、分析化学、采选矿技术等学科的科研、设计、生产人员和管理人员及相关专业的大中专院校师生阅读。也可供轻化工、冶金、建材系统的有关人员参阅。

本刊为季刊, 单价 8.00 元/本。刊号 CN63-1026/P, ISSN1008-858X, 由《盐湖研究》编辑部发行。可通过邮局汇款或银行信汇。

汇款地址: 青海省西宁市新宁路 8 号 中科院青海盐湖研究所

邮政编码: 810008

电 话: 0971-6301683

通过银行信汇

收款单位: 中国科学院青海盐湖研究所

开户银行: 中国工商银行西宁市虎台支行

银行帐号: 15326404313

《盐湖研究》编辑部