

新全球动力学理论与壳幔的形成

杨志华, 李 勇, 苏生瑞, 周 义

(长安大学 地球科学学院, 陕西 西安 710054)

摘 要:地壳从地幔中熔融出来是地质学立论的基础,也是板块构造运动的基本原因。上述理论阐明不了大陆岩石圈、大陆造山带的组成、结构与演化,也与当代的基础理论不尽吻合。为此特提出在地球自转速度变化制约下的多层扭动涡旋甩出说——核幔壳“风暴”所引发的热核反应是地球发展与演化的唯一的、统一的“动力”来源,也是壳幔形成的根本原因。

关 键 词:地幔;地壳;多层扭动涡旋甩出说;核幔壳“风暴”;热核反应

中图分类号: P611 文献标识码: A 文章编号: 1007-2802(2001)04-0238-05

普遍认为地球内部圈层的形成是由于地球内部加热、原始物质分异和分层作用共同产生的结果。在最初地球上的原始物质熔离出重金属铁和镍,后者下沉形成地核。当它们熔离出去以后,残留的物质形成地幔岩组成地幔。地幔软流圈中分熔出来的玄武岩,呈巨大的熔融状岩流上升到地壳中成为地壳的重要组成部分;当它接近地壳底部发生的底侵作用,使地壳下部物质加热和熔化,形成地壳中主要的长英质岩浆源^[1]。这种按温度差、密度差形成地球三个圈层的观点,不仅是地质学立论的基石,也是板块构造理论赖以存在的地幔对流及拆沉作用、地幔柱(羽)理论的基础,更是某些学科如岩浆岩石学、地球化学、矿床学等的主要依据。它实际上也涉及中国乃至全球大地构造发展与演化的动力学理论。

现在流行的按密度差、温度差的选择熔融和重力分异不是地球各圈层形成的主要原因,这种分散无序的热能与势能形成不了地幔对流、拆沉作用,地幔柱(羽)和板块构造的运动,阐明不了中国大陆岩石圈、大陆造山带的组成、结构与演化。我们的研究成果表明,任何一个自然形成的系统与演化的能源(或力源下略)都来源它的自身,秦岭造山带的形成与演化不是华北与扬子板块相互俯冲、挤压、碰撞、

对接的结果。根据我们对秦岭造山带及西部盆地转换研究所提出的在地球自转速度变化控制下的多层扭动涡旋甩出说——核幔壳“台风”(或“风暴”)的新全球动力学理论,来重新认识壳幔的形成^[2-6]。

地球自转引发地核、地幔、地壳及其内部各圈层的转速不同,当每个圈层下部的“硬层”旋转时,就必然引起或带动它上面的“软层”发生规模不等的旋转运动而形成软层“台风”,也会在垂向上由下而上产生流入层、中间层和流出层;平面上出现外圈、内圈和风眼三个区域,以及规模更大的甩出臂似的线性构造带的结构样式。软层“台风”(或壳幔核风暴)高速旋转的形成过程使原先无序的分散的能量不断积累,以致产出像“高能离子加速器”那样“水岩”或“热核”爆炸的巨大能量(同时合成或裂解出新元素、新粒子),推动岩石圈运动,产生新的组成和变形。新元素的合成与裂解是核、幔、壳物质形成的根本原因,也是成矿物质的基本来源,长期按熔点差别提出的局部熔融和重力分异而出现的壳幔核分异可能不占主要地位,这将改变岩石圈形成与演化的传统看法以及某些基础理论的认识。

(1) 传统观点认为,地球内部层圈物质成分不同

收稿日期: 2001-06-26

基金项目: 地质矿产部秦巴(85-01-018)、国家自然科学基金(49272136)、国家计委(96-30-43)和国家科委(96-914-01-04)等项目资助

第一作者简介: 杨志华(1934—),男,教授,从事区域大地构造、区域成矿规律研究。

和壳幔的分异,是通过熔点的差异以局部熔融的方式形成的,这是地质学和某些学科的立论基础,也是大地构造发动的原因。此外我们还可从化学元素的起源和丰度是以星体内部通过热核反应而合成化学元素的理论来探讨这一问题^[7,8],地球内部各层圈物质成分的差异和壳幔核的形成是通过地球内部核、幔、壳“风暴”产生的热核反应形成的。地球经过主星序阶段,即从氢燃烧、氦燃烧、碳燃烧、氧燃烧、硅燃烧直至合成铁族元素的平衡燃烧,形成了除重元素以外的,包括铁族元素及其比它原子序数低的元素均予以合成,再经过 s-、r-、p- 过程产生重元素。在这个过程中, H 燃烧合成 He; He 燃烧合成 C、O、Ne、Na、N; C、O 燃烧合成 Ne、Na、Mg、Al、S、P、Si; Si 燃烧合成 Fe、Ni 等^[8]。施林道等^[9]也从核元素的合成与裂解,划分出地球各种元素的形成过程与发展阶段:即氢形成阶段:气态元素形成高丰度的 C、N、O 和 Ne; 造岩元素形成阶段:形成原子序数 $z = 11 \sim 20$ 的元素; 铁族元素形成阶段:形成 $z = 21 \sim 30$ 的元素。

我们认为地球发展过程中核元素的合成与裂解,不仅发生在它的天文时期,也会在它的地质时期中长期存在,并成为地球发展和壳幔核演变的根本原因。但地质发时期的热核反应及元素的合成不会像天文时期那样广泛、持续的进行,而是局部的、阶段性发展。地球地质发展的初期如太古宙,内部继续保存有原子序数低的易于发生热核反应的元素,如 H、He、C、O 等。它们在多层扭动过程中必然形成类似离子加速度器似的涡旋构造——“核幔壳风暴”中发生类似 H、He、C、O 等核元素的燃烧或造岩元素合成的形成阶段,这时地球的主体形成了以 Na、Si 为代表的“长英质”岩石为主的造岩阶段,以 Fe 或 Fe、Mg 为代表的“岩石体”在地球的太古宙时期不占重要的地位,但在少数地区也会出现 Si 燃烧而形成绿岩系。因此,太古宙时期地球岩层的主体是以 Na、Si 为主的长英质岩石,而以 Fe 或 Fe、Mg 为主的所谓铁镁质或超镁铁质岩只占很次要的地位,大量的“铁镁质”岩石是在它的基础上再次经过热核反应的产物。那种认为按熔点局部熔融生成的看法,极有可能是不成立的或者不占主导地位的,这样用某些元素或它们的比值如 Si、Na、Mg、Fe、Ca、K,某些微

量元素 Ni、V、Co、Sr、Cr、Ti, 稀土元素特别是 Eu、Nd 等来判别生成环境、相互对比的理论就值得重新研究。

因能量逐渐耗散而终止的热核反应是地球作为一个行星不同于恒星长期进行核聚变的重要标志,也是地球相对平稳的发展阶段,同时也是为下一次核幔“风暴”或热核反应再发生的积累阶段。

中生代以来,地球经历了一次重要的核幔壳“风暴”与热核反应的发展阶段。这个阶段的重要标志是以 Na、Si 为代表的长英质花岗质岩为主的基础上再次发生 Si 燃烧,形成以 Fe 或 Fe、Mg 质为主体的基性玄武岩或超基性岩为代表的岩石,如太平洋、大西洋、印度洋就是典型代表。但有的地区还继续进行 H、He、C、O 燃烧出现以 Na、K、Si 为主体的酸性花岗质岩石,如中国南岭地区和绝大多数造山带。过去常把 K 作为地壳成熟度或板块俯冲极性的指数来描述。事实上, K 核元素的增长受控于 Na 核元素的丰度,也与原子序数比它小的核元素的合成有关,因此 K 的丰度作为地壳成熟度或板块运动的标志就值得重新考虑。中国中生代成矿作用的大爆发是中国核幔壳“风暴”作用以及由它所产生的热核反应的结果。

(2) 在核幔壳“风暴”过程中不仅发生热核反应形成新的元素和产生巨大的能量,同时还改变物质的形态。在这个旋扭涡旋甩出体系之中的物质形态,绝大部分不是固态、液态或气态,而是等离子体态;即使存在固、液、气三态,也是以气态或气液态为主。以等离子体为主的高速旋转的核幔壳“风暴”体系中物质运动方式就不能用目前地壳表面的运动方式去思考它可能出现的情况。极高温、能量状态下的等离子体就有可能出现类似高温超导现象以及快速旋转上升的涡旋体就会出现失重现象,因此从地球深部向上、向外运移就是轻而易举的事情;在这种状态下根本就不可能出现类似深大断裂形成和产生的条件。

地外事件,特别是陨石、流星体对地球的撞击是不可忽视的重要因素,但这种作用肯定以不会消亡地球作为整体原则,否则就不可能成为地球。我们曾经指出,“地外撞击肯定会对地球发展演化起重要作用,当地球进入行星地质阶段,它必将卷入或淹埋

在壳、幔、核‘台风-风暴’的汪洋中,并受到深刻的改造’^[2]。因此当地外撞击的物体进入地球内部时,不仅受到大气圈的改造,更会受到核幔壳“风暴”热核反应的改造,成为其中的组成部分,参与其发展和演化。因此,现在许多星球表面出现的所谓撞击坑,实际上都是壳幔核“风暴”、热核爆炸作用于星体表面的结果,如金星和月球^[10,11]。

核幔壳“风暴”所引发的热核反应是合成不同核元素的根本原因,在这个过程中还可以裂变或合成H、C、O、N以及其它某些气体元素,并逸出地表成为大气圈与水圈中的新成员。以往认为地球中的水和气体主要是地球内部的脱水、脱气作用所造成,我们认为这种作用可能不占主导地位。如果地质历史时期中,壳幔核“风暴”所引发的热核反应不断进行,以这种作用为契机生成的水、气以及地球表层的水圈、气圈就会不断受到地球内部的补充,其中O、N、H₂O的增加和臭氧层的形成有重要意义。

(3) 中国及邻区大地构造的发展可能经历了三次巨大的核幔壳“风暴”——热核反应发展阶段:第一是太古代,第二是元古代—古生代,第三是中生代以来。太古代发展阶段所产生的核幔壳“风暴”所引发的是H、He、C、O等燃烧阶段,是低原子序数参与的热核反应,形成以Na、Si为代表的长英质酸性岩石为主体的岩石圈壳体,以Fe或Fe、Mg为主体的玄武质基性岩只占很少的数量。这种岩石的绝大多数不是沉积作用、岩浆作用以及它们的变质岩,而是热核作用条件下等离子体的产物,是地球内部一种新的岩石类型——核变岩。如榴辉岩、麻粒岩、超基性—基性侵入岩、碱性岩、碳酸岩、绝大多数花岗岩等,火山喷出岩是核变岩的地表相。因热核反应的逐渐消失和扭动涡旋的聚合作用而使大量岩石体发生类似陆核的增长或陆块的拼合,形成太古代时期的巨大陆块,它很可能包括了亚洲、欧洲、大洋洲在内的大部分古陆核、古陆块,成为以后历史时期发展与演化的物质基础。它可以解决早期地壳不可能全部由地幔分熔形成的困难^[12],太古代板块的形成是热核爆炸涡旋聚合的产物。

巨大陆块的裂解是核幔壳“风暴”热核爆炸高速旋转涡旋等离子体上升撞击的结果。当这个快速旋转的高能等离子体克服地球“引力”的约束时,地球

就会自己发射一个类似月球的卫星;如果这个高能等离子体不能克服地球的“引力”而只能撞击先形成的壳块时就会发生破裂,加之因核反应所产生的热膨胀,而使块体发生类似板块漂移的侧向运动,这就是太古代末期以来元古代发展阶段的开始特征。

元古代时期所产生的核幔壳“风暴”所引发的是H、He、C、O和Si燃烧阶段都占重要的地位。因此不仅形成了以Na、Si为标志的长英质酸性岩石,同时也形成了以Fe或Fe、Mg为标志的基性玄武质岩石。加之太古代以来因冷却而形成的水圈和巨大陆块的出现,在地表沉积岩中具有相当重要的地位。随着元古代末期热核反应以及旋扭涡旋的聚合作用所形成的“罗的尼亚”泛大陆是这个发展阶段最重要的标志,它的形成不是格林威尔造山作用的产物,包括华夏、扬子、塔里木、华北(中朝)、西伯利亚、澳大利亚、印度在内组成了一个古亚洲大陆块,并一直稳定发展到二叠纪或三叠纪末期。这个大陆块经过长时期的积累,在东亚及太平洋地区,可能在统一条件下产生三个既有区别又有联系的核幔壳“风暴”及热核反应区。以西伯利亚、青藏高原为旋扭中心的热核反应区;以西南太平洋为涡旋中心的热核反应区。前两者是以H、He、C、O为主,并有Si燃烧阶段的核元素合成与裂解阶段,形成以Na、Si、K为主的长英质酸性岩石,但部位地段也会形成基性玄武质或超镁铁质岩石。太平洋地区则以Si燃烧阶段为主,把原先以H、He、C、O等燃烧阶段所形成的以Na、Si为标志的长英质酸性岩石,经热核聚变形成以Fe或Fe、Mg为标志的基性玄武质和超镁铁质岩石,在未经热核反应或这种作用不彻底的地区,继续保留长英质酸性岩为主的岩石分布区。中国大陆上的南岭地区是在地球深部,以燃烧H、He、C、O形成Na、Si、K为标志的长英质酸性岩,它的形成深度显然要比形成基性铁镁质岩石的深度要深。鉴于基性铁镁质岩石是以Si燃烧阶段对原有长英质酸性岩石热核反应的产物,是中国东部玄武岩主要发生在新生代时期的直接原因。

根据上述,地球各圈层的形成是涡旋作用-热核反应的结果,与地球内部物质的熔融作用似无多大关系。太古宙时期的热核反应所引起的热核反应是H、He、C、O燃烧形成以长英质岩石为主的核变岩,

在地球中占绝对统治地位,而以Si燃烧所形成以Fe或Fe、Mg为主的绿岩只占很少的比重。元古代时期,由于H、He、C、O燃烧与Si燃烧均占重要的地位,因而在地球的物质组成中以长英质岩石为主的核变岩与玄武质核变岩均占重要的地位。在地球的内部极有可能表现深部为长英质+玄武质的核变岩;上部以长英质核变岩为主的两层结构,中生代以来的热核反应中以Si燃烧和平衡燃烧为主,在地心则形成以Fe、Ni为主的核变岩;地核部分则变成以Fe、Mg为主的地幔核变岩;在这个阶段的地壳表层如太平洋、大西洋、印度洋等则在原以Na、Si为主体的长英质核变岩的基础上再次发生Si燃烧,形成以Fe或Fe、Mg为主体的基性玄武岩或超基性岩石。而大陆部分Si燃烧未彻底作用到地表部分,故仍保留了以Na、K、Si为主体的长英质岩石。这时地球的三层结构才得以完成。

现对壳-幔形成的可能途径及相关问题讨论如下

(1) 根据上述论述,地球各圈层的形成是涡旋作用-热核反应的结果,与地球内部的局部熔融从总体上似无多大关系。太古宙时期的热核反应形成了以长英质的花岗质核变岩为主体,玄武质绿岩只占很少比重的单层结构。元古代时期的热核反应表现为花岗质与玄武质均占重要比例,其结果是地球内部造就了以安山质核变岩为主,外部仍为花岗质核变岩地球的双层结构。中生代以来地球整体是在双层结构的基础上发生Si燃烧,但在地球的中心部分还同时存在平衡燃烧,于是就形成了以Fe-Ni组成为核心的地核。它的外圈就是以超Fe、Mg质为主的地幔岩,形成地幔。地球表层则以长英质为主的花岗质核变岩和以铁镁质为主的玄武质核变岩组成地壳。总之,地球的地核、地幔和地壳的三层结构是在地质历史的三个发展阶段中逐步实现的。

地球的圈层结构不仅受控于涡旋体系的热核反应,还与能量的耗散而使地球处于稳态发展的相对平静期有关。因能量耗散使地球收缩是地球各圈层形成的时期;因热核爆炸使地球膨胀是核幔壳“风暴”涡旋甩出体系的剧烈活动期,它可刺穿破坏层圈结构,形成所谓的蘑菇云或羽状构造,甚至可以撞击地表先期存在的陆块,使其裂解发生类似板块的漂

移。因此地球内部这两种情况的交替出现,可能是全球大地构造发展的重要因素。

(2) 爱因斯坦的相对论摆脱了绝对时间的概念,建立在地(球)-日(太阳)时空结构范畴内的时间域,经历了从太古代至现代的漫长发展,逐步形成了地核、地幔和地壳。但在地球内部因热核爆炸所形成的接近或等于光速的涡旋等离子体系的时间域,地球的三个圈层是在很短的时间内完成的。因此从地球内部高速旋转的涡旋体系到地球的表层需要有一个速度变化的时空转换域,这个转换域可能对地球表层的所有组成,如气圈、水圈、生物圈、岩石圈的结构与演化起着至关重要的作用。极有可能高速旋转的涡旋系是构件、基本组成的“生产车间”;转换域是构件的“组装车间”,地球的表层是总装“成型车间”。

(3) 地球磁场是地球重要的物理现象,它不仅是阻止宇宙射线进入地球表面,成为高级动物生存与发展的重要因素,而且还是板块构造的兴起与确立起十分关键作用的古地磁学赖以成立的基础^[1]。不论哪种关于地球磁场成因的看法,都认为与地核是Fe-Ni核心有关。根据我们的看法,地核的Fe-Ni组成是中生代以来,在核幔“风暴”作用下热核反应中形成的,因此中生代以前地球并不具现代地球磁场的特征,它不可能在地球的表层产生出可使磁性物质磁化的能力,不存在所谓的热剩磁;中生代以来由于圈层、岩片之间的相对运动,现在测出的剩磁强度和方向并不代表它最初的位置,因此古地磁学的理论以及作为板块构造的重要支柱就受到质疑。由于中生代以前未出现类似现代地磁场以阻止宇宙射线对动物的伤害,故这时的动物主要是水生的低级动物,而中生代以来的地磁场把大部分宇宙射线排斥阻挡在地球之外,这就是高等陆生动物得以发展的重要原因。

参考文献:

- [1] 刘本培,蔡运龙.地球科学导论[M].北京:高等教育出版社,2000.67-78,83-108.
- [2] 杨志华,李勇,苏春乾.关于大陆动力学几个问题的思考[J].西安地质学院学报,1997,19(Sup.):1-14.
- [3] 杨志华,李勇,邓亚婷.秦岭造山带结构与演化若干问题的再认识[J].高校地质学报,1999,5(2):121-136.

- [4] 杨志华, 李勇, 苏春乾, 孙延贵. 关于大陆动力学几个问题的讨论[A]. 马宗晋, 杨主思, 吴正文, 主编. 构造地质学-岩石圈动力学研究进展[M]. 北京: 地震出版社, 1999. 304-321.
- [5] 杨志华, 苏生瑞, 李勇, 等. 从抽拉构造-陆内造山带-大陆动力学新理论[J]. 西安工程学院学报, 2000, 22(Sup): 6-11.
- [6] 杨志华, 苏生瑞, 李勇. 中国大地构造几个重大问题的探讨[J]. 地学前缘, 2001, 8(1): 1-12.
- [7] Burbidge E M, Burbidge G R, Foler W A, *et al.* Synthesis of the elements in stars[J]. Rev. Mod. Phys., 1957, 29: 547-650.
- [8] 於崇文. 固体地球系统的复杂性与自组织临界性[J]. 地学前缘, 1998, 5(3): 159-182.
- [9] 施林道, 姜福芝. 元素的生生灭灭——地球演化与成岩成矿[J]. 矿床地质, 1998, 17(Sup): 167-174.
- [10] 牛树银, 孙爱群, 杨学祥. 伸展体制下造山带的形成及其动力学特征[A]. 马宗晋, 杨主思, 吴正文, 主编. 构造地质学-岩石圈动力学研究进展[M]. 北京: 地震出版社, 1999. 378-380.
- [11] Manyama S. Plume tectonics[J]. J Geol. Soc. Japan, 1994, 100(1): 24-49.
- [12] 张永鸿. 地星演化(球面构造地质学立论基础)[M]. 南京: 南京大学出版社, 1996.

The New Global Dynamics Theory and the Formation of the Earth's Crust and Mantle

YANG Zhi-hua, LI Yong, SU Sheng-ru, ZHOU Yi
(Chang'an University, Shaanxi, Xi'an 710054, China)

Abstract: The Earth's crust being molten and differentiated from the mantle has long been the foundation of geology and also has been taken as the fundamental cause of plate movement. This theory could not explain the composition, structure and evolution of continental lithosphere and continental orogenic belt, and also is not in line with modern scientific theory. As a result, the authors put forward the theory of multiple-layer twisting vortex and throw-out, or "typhoon" (or storm) of crust and mantle (or core) controlled by changes in the velocity of the Earth. The hot nuclear reaction resulted from this mechanism is the only and universal dynamics of the evolution and development of the Earth, and also the fundamental cause for the formation of the earth's crust and mantle.

Key words: mantle; crust; the theory of multiple-layer twisting vortex and throw-out; typhoon (or storm) of crust and mantle; hot nuclear reaction