

辽西义县组中淬碎熔岩的发现及其意义

杨芳林, 王五力, 张 宏, 李之彤, 张立君, 郑少林, 郑月娟

(沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110033)

摘 要:通过近年在辽西北票-义县地区的研究,在该区首次发现了多处湖盆环境水下急速冷却机制形成的淬碎熔岩(不同于一般的枕状熔岩),这些淬碎熔岩分别与义县组中不同层位的沉积夹层伴生,其就位年龄应分别代表着相应沉积夹层的年龄。淬碎熔岩分布的主要层位是在北票义县组四合屯(尖山沟)沉积层的上部,义县地区义县组砖城子沉积层的中部、大康堡沉积层上部。即出露于北票四合屯观察哨南侧,义县金家沟、腰马山沟、二道河子、上下崔家沟、陶西沟北部、大康堡地区。本淬碎熔岩的发现及其进一步深入研究,将为解决一直争论中的北票地区义县组和义县地区义县组的对比问题提供依据,还将为进一步正确厘定义县组的范畴、火山活动规模和火山岩层的厚度,探讨义县地区义县火山旋回主喷发期跨越的时限,进而为探讨辽西地区主体引张作用的时限提供重要证据。

关键词:淬碎熔岩 义县组 北票-义县地区 地层对比

1 淬碎熔岩的特征及分布

淬碎熔岩是火山熔岩喷溢过程中,由于遇到冷的水体发生淬碎(quench fragment),形成淬碎熔岩(quench fragment lava or hyaloclastites),使得岩石冷凝后在岩石中形成了许多不规则的断口而碎裂。李兆冀等^[1]称该淬碎作用为熔岩水下环境形成的一种“自碎作用”。虽然该岩石为水下环境形成,并且有枕状、球状的形体,甚至部分淬碎熔岩有明显的类似枕状熔岩的壳-核构造,但是该种岩石特有的淬碎构造明显区别于一般的枕状熔岩。该类岩石在国外早有报道(国家地质总局情报研究所,1979),James E. Gardner 等^[2]、Richard E. Hanson 等^[3]、Martin Wilding 等^[4]近年做了淬碎成因及淬碎与冷却速度、压力(水深度)的关系等方面研究。近年来,我国也有相关的报道:在苏北闵桥第三系玄武岩中有淬碎熔岩^[5];在冀北丰宁的大北沟组玄武岩中、丰宁北梁张家口组的流纹质岩石中均有淬碎熔岩^[6,7]。

在本研究区该类岩石主要分布在北票四合屯地区的四合屯层和义县地区义县组的砖城子层以及大康堡层(图1)。在北票的四合屯层出露在四合屯化石采场观察哨以南珍稀化石沉积层(四合屯层)上部(不同于张立东等在观察哨东侧发现的枕状熔岩^[8]),呈一宽约30 m、长约100 m的近南北向带状分布,出露厚度约40

m。在义县的砖城子层主要出露在金家沟-腰马山沟-二道河子-大康堡西南-上、下崔家沟一带,大致呈一宽1.5~2 km、长约7 km沿北北西向断续分布的带状产于砖城子沉积层之中、上部,厚度5~40 m为主,并与其密切伴生;在大康堡层主要出露在陶西沟北部和大康堡东侧,呈不规则的椭圆状,出露范围东西长2.5~3 km,南北宽2~2.5 km,出露厚度10~30 m为主,野外显示淬碎熔岩位于大康堡沉积层上部。

淬碎熔岩宏观特征极为相似(图2、3、4、5):岩石呈灰黑色、黑色,性脆,致密块状构造,多为球状、椭球状、枕状、沙丘状、不规则状、孤岛状,个体大小多在0.5~3 m,多呈群、带状产出。球体、枕体具有许多龟裂状(弧状)断口,而形成许多集块状、角砾状“自碎块”(一般2~20 cm),岩石易于沿断口击碎。球体、枕体间除同质淬碎熔岩碎屑充填外,部分由凝灰质沉积岩充填。部分球体、枕体有明显的壳-核构造,壳多为一层厚达4~20 cm(部分达30~40 cm)的灰绿色致密状淬火冷凝边(部分为玻璃质),壳体同样具有淬碎构造。

在微观特征上,主要由橄榄石、单斜辉石、斜长石(中-拉长石)组成,其中橄榄石已完全蚀变,为蛇纹石、云母、滑石、次纤闪石、微粒状石英所交代,并以完好的具双锥的自形、半自形粒状橄榄石假像形式出现。基质呈交织、玻晶交织结构。

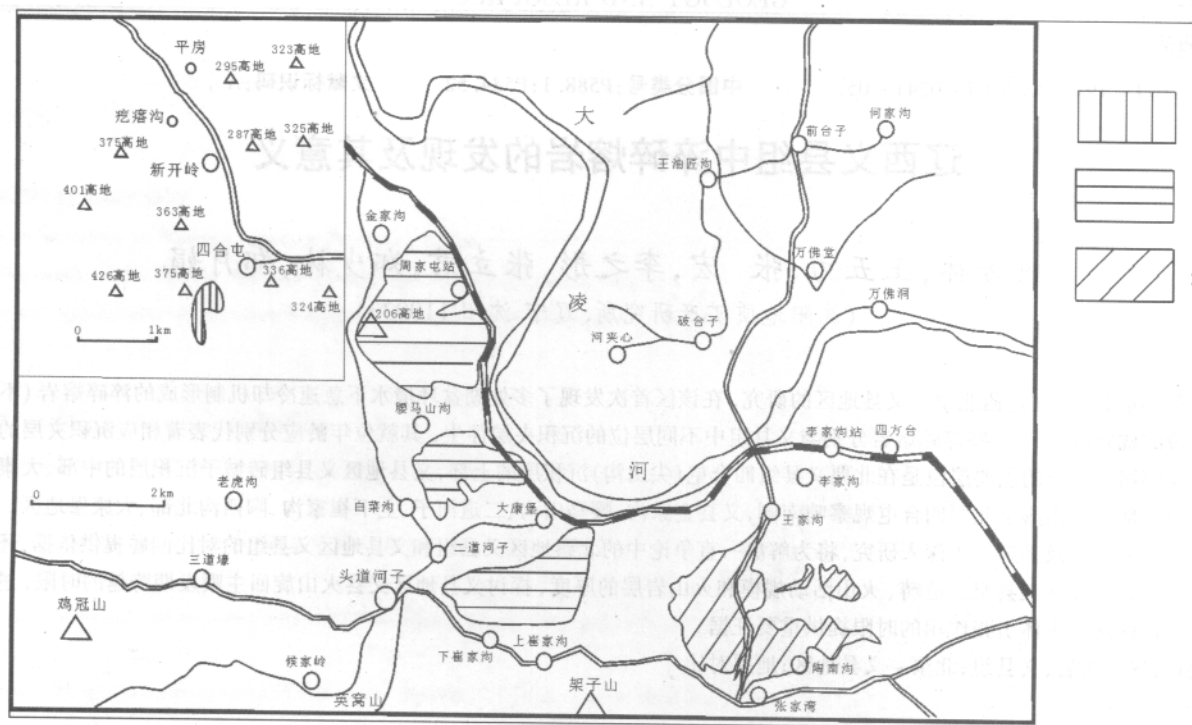


图 1 北票 - 义县地区义县组淬碎熔岩分布情况简图

Fig. 1 Distribution of quench fragment lava in Yixian formation in Yixian-Beipiao area

- 1—尖山沟层中的淬碎熔岩 (quench fragment lava in Jianshangou layer); 2—砖城子层中的淬碎熔岩 (quench fragment lava in Zhuanchengzi layer); 3—大康堡层中的淬碎熔岩 (quench fragment lava in Dakangpu layer)



图 2 义县金家沟东南沟淬碎玄武岩

Fig. 2 Quench fragments of basalt at Jinjiagou, Yixian County

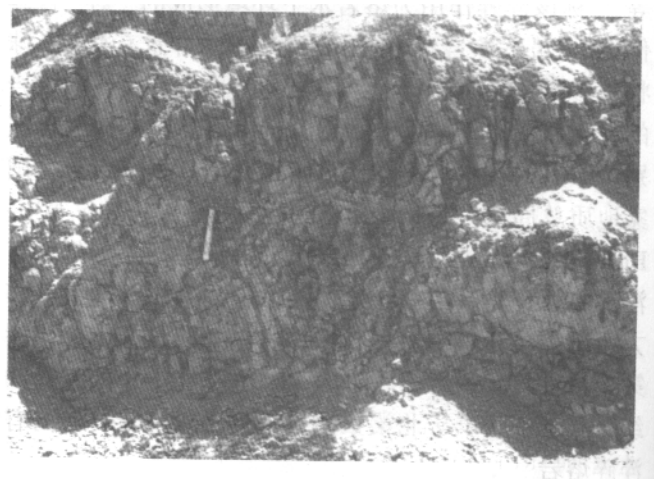


图 3 义县邹家屯西沟淬碎熔岩枕体群

Fig. 3 Quench fragment lava pillows at Zoujiatun, Yixian County

按矿物组成及含量可将该地区的淬碎熔岩分为淬碎玄武质熔岩 (淬碎玄武岩)、淬碎玄武安山质熔岩 (淬碎玄武安山岩)。

2 淬碎熔岩与沉积层的关系

淬碎熔岩与义县组中的沉积夹层共生 (同生)。不论是在北票四合屯地区, 还是在义县地区, 义县组中的淬碎熔岩均与义县组中的沉积夹层共生: 凡是淬碎熔岩附近都有沉积夹层的存在。在野外工作中, 在大康堡南丙沟 (GPS 坐标为 E: 121 05 394, N: 41 31 941,

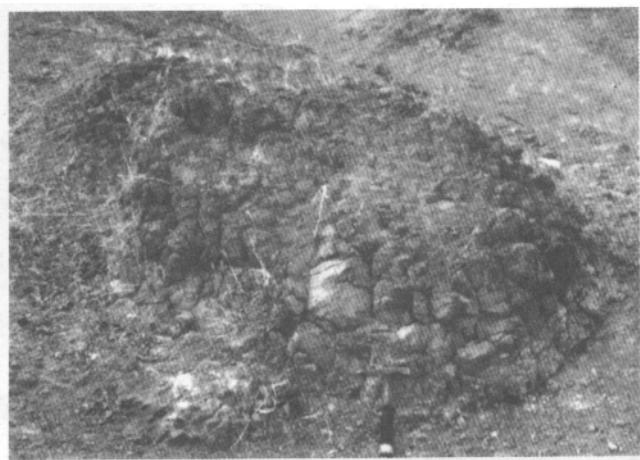


图4 北票四合屯观察哨南侧淬碎枕状玄武岩枕体

Fig. 4 Quench fragment lava pillows of basalt at Sihetun, Beipiao City

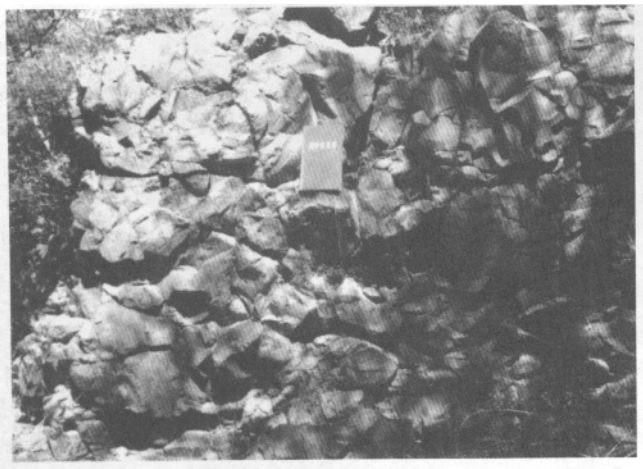


图5 义县腰马山沟淬碎玄武安山岩

Fig. 5 Quench fragments of basaltic andesite at Yaomashangou, Yixian County

H:121) 发现了淬碎熔岩与沉积夹层同生的重要证据 (图6): 玄武质熔岩切穿钙质粉砂岩沉积层并发生淬碎, 沉积岩发生塑性流动, 在靠近熔岩的方向变薄, 而在远离熔岩的方向堆积加厚, 之后淬碎熔岩被凝灰质砂岩沉积覆盖, 并明显受当时地形的影响而发生不等厚沉积, 并再次为淬碎熔岩覆盖. 该露头说明熔岩在切穿钙质砂页岩沉积层时, 该沉积层不仅没有成岩, 而且富含水分而易于流动, 而后期的凝灰质砂岩的沉积特征也说明该沉积层和淬碎熔岩是基本同时形成的. 该证据说明了淬碎熔岩均与义县组中的沉积夹层伴生的真正原因.

3 淬碎枕状熔岩成因分析

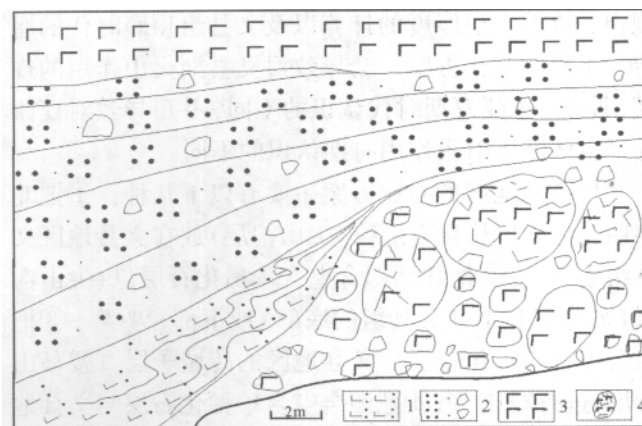


图6 淬碎熔岩与沉积层野外关系图

Fig. 6 Relation between quench fragment lava and sedimental layer

1—钙质凝灰岩 (calcareous tuff); 2—含凝灰质球体的玻屑凝灰岩 (tuffaceous ball-bearing tuff); 3—玄武岩 (basalt); 4—淬碎熔岩的枕体 (quench fragment lava pillow)

关于淬碎熔岩的形成机制问题, 早在 1930 年代国外已有报道, 普遍认为淬碎熔岩是在熔岩流动过程中遇到冷的水体发生淬火 (quench) 而形成的 (国家地质总局情报研究所, 1979). 这一点已形成共识, 并正在研究淬碎作用与冷却速度、压力 (水深度) 的关系等方面问题^[2~4]. 国内也有有关淬碎碎屑熔岩 (即淬碎碎屑岩) 成因机制的论述^[1, 6, 7].

在北票义县地区的淬碎熔岩与义县组中的沉积夹层密切伴生, 说明它的形成与沉积层当时水体成因联系的可能性. 野外工作中已经发现淬碎熔岩的形成与沉积夹层水体有直接的联系, 确认了这种关系的可靠性, 同时也说明淬碎熔岩的形成时间分别与各自沉积夹层的沉积年代基本相同.

4 淬碎熔岩的发现及其意义

(1) 对淬碎熔岩的进一步研究, 将可能解决北票地区义县组与义县地区义县组的对比问题. 辽西中生代火山岩地层的研究已经有 80 多年的历史, 近年来随着北票—义县地区义县组中珍稀动、植物化石的不断发现, 该地区已经成为国内外地学界越来越瞩目的热点, 对义县—北票地区义县组地层层序、古生物、火山岩地球化学、同位素年龄等方面的研究进入了新的高潮. 但是, 有些关键的地质问题仍然没有解决, 其中北票地区义县组四合屯含珍稀化石层位 (尖山沟层) 与义县地区义县组层位的对比问题是地质学者一直探讨和争论的焦点问题. 因为这关系到义县组的范畴、火山活动

规模、火山岩层厚度的计算以及义县组顶底时代的厘定。不同的对比方案,会导致对义县组火山作用的规模、厚度、主喷发期时代认识的不同,并可导致对辽西地区主体区域引张作用时期认识的不同。

目前两地区的对比方案主要有以下几种:①把北票四合屯含珍稀化石层位(尖山沟层)放在义县地区义县组之下^[9];②把北票四合屯含珍稀化石层位(尖山沟层)放在义县地区义县组的底部(或下部)^[10-12];③把四合屯含珍稀化石层与义县地区的砖城子层(腰马山沟层)进行对比^[13];④把四合屯含珍稀化石层与义县地区砖城子层(腰马山沟层)-大康堡层(静家屯)层对比^[14];⑤把四合屯含珍稀化石层与义县地区义县组金剛山层对比^[15]。

造成上述不同对比方案的原因是:①义县地区义县组的上述各沉积层所含的化石组合,在北票地区义县组四合屯层(尖山沟层)中都是部分化石组合可以对比,因此两地区沉积层的确切对比尚无法定论。②20多年的同位素年代学研究结果也未能对此做出最后定论。前人的同位素年代学研究成果为我们确定义县组的时代提供了重要的证据,但是涉及有关北票-义县地区义县组火山岩的层位对比问题却不能提供更精确的定年数据,因为同位素年龄数据即使在同一层位变化亦较大。其原因在于一些同位素年龄的可靠性,而同位素年龄的可靠性很大程度取决于采样。众所周知,辽西地区义县组火山岩的火山喷发作用有明显的多期性:在北票的四合屯地区,含珍稀化石沉积层(四合屯层)及其下的火山岩明显受多期岩墙(群)、岩筒的穿切、改造而使得很多观察点的岩石早、晚交切关系难以分辨,这给同位素的采样工作带来了极大的困难,从而造成有些同位素的年龄失真,甚至反映的是含珍稀化石层(四合屯层)形成之后的火山作用的年龄,该问题已引起有关学者的注意。该现象在义县地区义县组的下、中部火山岩中有同样的反映。

同时,我们已有的研究表明,北票-义县地区的义县组火山岩为同源岩浆,有明显的可比性;并且义县地区的义县组火山岩地球化学特征有明显的规律性,不同阶段的火山岩地球化学特征存在明显差异,并可进行量化分析(但是两地区义县组重要沉积夹层中的同期火山岩缺少系统研究)。

若对上述两个地区的3个层位中淬碎熔岩进行系

统的微量元素地球化学、同位素地球化学的测试分析,并配合适当的同位素年代学工作,再结合近年来对义县地区义县组进行的系统的地球化学研究成果,将为北票地区和义县地区义县组的层位对比提供可靠证据,并将提供相应的年代学数据,同时将为进一步正确厘定义县组的范畴、火山活动规模和火山岩层的厚度,探讨义县地区义县火山旋回主喷发期跨越的时限,进而为探讨辽西地区主体引张作用的时限提供重要证据。

(2)对辽西热河生物群的生存、演化,尤以珍稀生物的灭绝和埋藏环境的探讨具重要意义。

参考文献:

- [1]李兆群,王碧香,王松产,等.火山碎屑岩及其鉴别专辑[J].中国地质科学院地质研究所刊,1984,(7): 68—73.
- [2]Gardner J E, Thomas R M E, Jaupart C, et al. Fragmentation of magma during Plinian volcanic eruptions[J]. Bulletin of Volcanology, 1996, 58 (2/3): 144—162.
- [3]Hanson R E, Hargrove U S. Processes of magma/wet sediment interaction in a large-scale Jurassic andesitic peperite complex, Northern Sierra Nevada, California[J]. Bulletin of Volcanology, 1999, 60(8): 610—626.
- [4]Wilding M, Dingwell D, Batiza R, et al. Cooling rates of hyaloclastites: applications of relaxation geospeedometry to undersea volcanic deposits [J]. Bulletin of Volcanology, 2000, 61(8): 527—536.
- [5]陶奎元,杨祝良,王力波,等.苏北闵桥玄武岩储油的地质模型[J].地球科学——中国地质大学学报,1998, 23(3): 272—276.
- [6]夏国礼.冀北地区陆相玄武质淬碎屑岩的特征及成因[J].中国区域地质,1993, (3): 223—228.
- [7]夏国礼.冀北流纹质淬碎屑岩的特征及成因[J].中国区域地质,1999, 18(2): 127—131.
- [8]张立东,郭胜哲,张长捷,等.辽宁西部义县组湖相枕状熔岩的发现及其意义[J].地球学报,2002, 23(6): 493—494.
- [9]任东,郭子光,卢立伍,等.辽宁西部上侏罗统义县组研究新认识[J].地质论评,1997, 43(5): 449—459.
- [10]汪筱林,王元青,王原,等.辽西四合屯及周边地区义县组下部地层层序与脊椎动物化石层位[J].古脊椎动物学报,1998, 36(2): 81—101.
- [11]孙革,郑少林.中国东北中生代地层划分对比之新见[J].地层学杂志,2000, 24(1): 60—64.
- [12]陈丕基.中国陆相侏罗、白垩系划分对比述评[J].地层学杂志, 2002, 24(2): 114—119.
- [13]王五力,张宏,郑少林,等.义县-北票地区广义义县组地层层序[J].地层学杂志,2002, 26(增刊).
- [14]张立东,郭胜哲,张长捷,等.辽宁省四合屯-上园地区珍稀化石沉积层的产出特征及其形成环境[J].中国地质,2001, (6): 18—19.
- [15]李佩贤,程政武,庞其清.辽西北票孔子鸟的层位及年代[J].地质学报,2001, 75(1): 1—13.

(下转第 255 页)

- [6]曾允孚,夏文杰. 沉积岩石学[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [7]王英华,张秀莲,迟元苓. 化石岩石学[M]. 北京:中国矿业大学出版社,1990.
- [8]陈子料,俞剑华,金善火,等. 浙江常见辉埠上奥陶统三衢山组钙藻化石——新种[J]. 微体古生物学报,1995,12(2): 211—214.
- [9]威尔逊 J L. 地质历史中的碳酸盐相[M]. 冯增昭,等译. 北京:地质出版社,1981.
- [10]陈建强,周洪瑞,王训练. 沉积学及古地理学教程[M]. 北京:中国地质大学(北京),1998.
- [11]王尧. 上扬子地台中奥陶统“龟裂纹”灰岩成因的新解释[J]. 地质科学,1995,30(3): 268—272.
- [12]周传明,薛耀松. 湘鄂西奥陶纪宝塔组灰岩网纹构造成因及沉积环境探讨[J]. 地层学杂志,2000,24(4): 307—309.
- [13]周志毅,周志强,袁文伟,等. 湘鄂西部地区晚奥陶世三叶虫相和古地理演化[J]. 地层学杂志,2000,24(4): 250—263.

SEDIMENTARY STUDY OF THE MIDDLE AND LATE ORDOVICIAN IN WUDANG, GUIYANG

ZHANG Zhi-bin¹, LIU Jian-bo²

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China;

2. School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: The Late Ordovician carbonates in Wudang, Guiyang differ from the coeval sediments at other sections in Yangtze area. Based on the study of the Middle and Late Ordovician in Wudang, in combination with analysis on sedimentary facies, it is deduced that the Huanghuachong formation was formed in restricted subtidal environments. Five sedimentary facies have been distinguished, i. e. skeletal grainstone, skeletal packstone, skeletal wackestone, lime mudstone and shale-siltstone facies.

Key words: Middle and Upper Ordovician; lithofacies; sedimentary environment; Wudang of Guiyang

作者简介: 张志斌(1997—),男,2003年毕业于中国地质大学(北京)地质学专业,现主要从事区域地质研究工作,通讯地址 沈阳市北陵大街25号 沈阳地质矿产研究所,邮政编码 110033, E-mail//52472201@163.com

(上接第244页)

DISCOVERY AND SIGNIFICANCE OF THE QUENCH FRAGMENT LAVA IN YIXIAN FORMATION IN WESTERN LIAONING PROVINCE

YANG Fang-lin, WANG Wu-li, ZHANG Hong, LI Zhi-tong, ZHANG Li-jun, ZHENG Shao-lin, ZHENG Yue-juan

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China)

Abstract: During recent years' geologic study in Western Liaoning, the authors found broadly outcropping quenching pillow lavas formed in lake basin environment for the first time. The quenching fragment lavas are distributed in the upper part of Sihetun layer, the middle of Zhuanchengzi layer and the upper of Dakangpu layer of Yixian formation. They commonly occur associating with the sediment interbeds of different levels in the Yixian formation, thus their emplacing ages would represent those of the corresponding sediment interbeds. The discovery of the quenching pillow lava is significant in the study of evolution and volcanic-sedimentary activities of Yixian-Fuxin basin and Jinyang basin.

Key words: quenching fragment lava; Yixian formation; Western Liaoning; stratigraphic correlation

作者简介: 杨芳林(1934—),男,1956年毕业于南京地质学校,长期从事岩石学及有关矿产研究,通讯地址 沈阳市北陵大街25号,邮政编码 110033.