

新疆库鲁克塔格地区寒武系莫合尔山组 风暴岩特征及其对海平面变化的响应

孔庆莹,程日辉,王璞珺,刘万洙

(吉林大学地球科学学院,吉林 长春 130061)

摘要:新疆库鲁克塔格地区寒武系莫合尔山组的风暴沉积可以划分为一、二、三个不同级别的周期。3个一级风暴沉积周期构成一个二级风暴沉积周期,同时每一个一级风暴沉积周期由几个二级风暴沉积周期组成。发育的风暴岩类型有原地型风暴粗颗粒灰岩、异地型风暴粗颗粒灰岩、丘状交错层理灰岩和风暴浊积灰岩。在各个级别沉积周期内风暴沉积特征差异及其类型组合规律的变化,可以反映出沉积环境的变化,进而反映出各个级别风暴沉积周期对应的海平面变化。

关键词:寒武系;莫合尔山组;风暴岩;海平面变化

风暴沉积是一种短时间强烈的事件沉积,主要分布于广阔的浅海环境中^[1]。通过对古代及现代风暴沉积研究,建立了完整的风暴岩沉积模式,并通过研究来确定古沉积环境及风暴发生时所处的古纬度^[2-5]。但通过对风暴岩的研究来反映海平面变化相对少些。

寒武系莫合尔山组风暴岩发育在新疆库鲁克塔格地区莫合尔山北坡剖面(图1)^①。寒武系序列由西布拉克组、西大山组、莫合尔山组和突尔沙克塔格组构成^[6]。莫合尔山组下部为灰色、深灰色中-薄层状

鲕粒灰岩与紫红色水平层理泥质灰岩、灰岩互层;中上部为互层出现的亮晶生物碎屑灰岩和砾屑灰岩及大套的中-薄层状水平层理灰岩、泥质灰岩^[7]。该组的砾屑灰岩是由风暴作用形成的风暴岩。笔者以新疆库鲁克塔格地区寒武系莫合尔山组风暴岩为例,通过对各个级别沉积周期内风暴岩沉积特征及类型组合规律的研究,来分析各个级别沉积周期对应的海平面变化。

1 风暴岩沉积特征

莫合尔山组风暴岩岩石特征是,颜色为浅灰色、灰色和深灰色,一般为中-厚层,砾屑呈“竹叶状”,成分为生物碎屑,填隙物为含泥和少量石英碎屑的粉屑灰岩,结构为砾屑结构和生物碎屑结构。与风暴岩互层或以夹层出现的主要是紫灰色、灰色和深灰色水平层理泥质灰岩和灰岩。风暴沉积作为一种事件沉积,相对集中于某些地层层段中,风暴岩发育具有阶段性或周期性。

1.1 风暴岩的主要发育周期

风暴沉积是发育在正常浅海环境中的短时间内的的事件沉积,其余时间的沉积均为晴好天气下的沉积。风暴沉积和晴好天气下的沉积交替出现形成了风暴沉积的周期性。根据野外露头剖面的研究,莫合尔山组风暴岩分为一、二、三级风暴沉积周期。一级风暴沉积周期是一次风暴事件的沉积过程,风暴层的厚度一般几十厘米到几米,上、下均为晴好天气下的沉

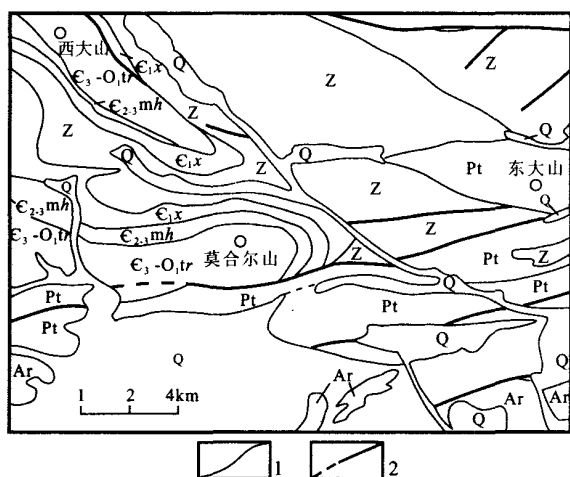


图1 研究区地质简图

Fig.1 Sketch map showing the geology of the study area

1.地质界线;2.断层及推测断层

Q——第四系;E₃-O_{1tr}——突尔沙克塔格群;E_{23mh}——莫合尔山群;E_{1x}——西大山组

收稿日期:2006-07-27;修订日期:2006-10-24;作者 E-mail: kongqingying@126.com

第一作者简介:孔庆莹(1978-),吉林梨树人,2005年硕士毕业于吉林大学海洋地质专业,在读博士研究生,从事于油气成藏机理方面研究

① 地质部新疆维吾尔自治区地质局,中华人民共和国地质图说明书(1:200000)—辛格尔幅,1965

积。级风暴沉积由风暴层和其上的正常沉积构成,厚度可达数米到数十米;级风暴沉积周期是一个较大的风暴沉积过程,是一个风暴发生的集中期,由多个级风暴沉积周期组成;级风暴沉积周期由若干个级风暴沉积周期和之间的晴好时期沉积组成。在级风暴沉积中晴好天气下的沉积厚度大,可以达到几十米。莫合尔山组风暴岩可以划分出3个级风暴沉积周期,构成了一个级风暴沉积周期(图2)。

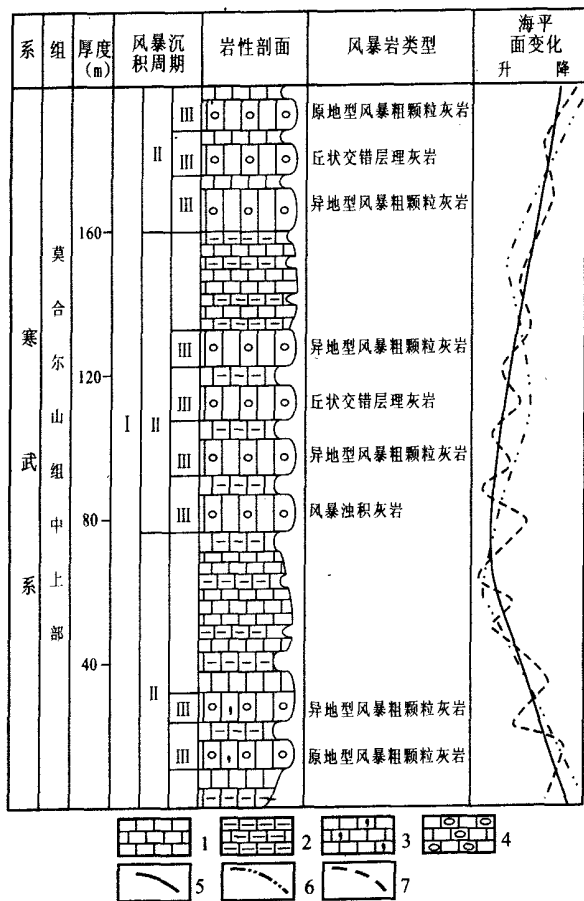


图2 风暴岩类型组合与海平面变化关系图
Fig. 2 The relation between tempestites and sea-level changes

- 1. 灰岩; 2. 泥质灰岩; 3. 生物碎屑岩; 4. 风暴岩; 5. 级风暴沉积周期海平面变化曲线; 6. 级风暴沉积周期海平面变化曲线; 7. 级风暴沉积周期海平面变化曲线

1.2 各周期风暴岩沉积特征及形成环境

在莫合尔山组风暴岩3个级风暴沉积周期中,其沉积特征和类型组合都不相同。

第一个级风暴周期沉积位于该组中部,为中厚层砾屑灰岩夹杂色水平层理泥质灰岩。其上为互层出现的中薄层深灰色灰岩和水平层理含生物碎屑泥质灰岩。在该级周期沉积中,发育2个级风暴周期沉积,为上、下两段。

下段风暴岩为灰色、浅灰色砾屑灰岩(图版-1)。砾屑含量60%~75%,呈“竹叶状”(少数有塑性变形)，“叶片”长约10~20cm,厚约0.5~1.5cm。砾屑颗粒支撑,填隙物成分和颜色与砾屑相一致。砾屑层底部有明显的倒“小”构造。砾屑层上部的砾屑分布杂乱,且接触较为紧密,填隙物也相应减少。砾屑层厚度一般为0.5~1.2m。砾屑层顶面为不规则状,其上常出现波状或水平层理灰岩和泥质灰岩。此种类型属原地型风暴粗颗粒灰岩沉积。一般认为是风暴潮流将沉积物就地冲积、掀起、挤压、破碎,原地堆积的产物^[2],此类型风暴岩发育于正常浪基面和风暴浪基面之间的台地前斜坡带上。

上段风暴岩的底部相对较为平整,与冲刷面共生(图版-2)。砾屑含量70%~75%,成分相对单一,但形态有较大的差别,多数砾屑为“竹叶状”的内碎屑,少数砾屑颗粒为团粒、藻粒。“叶片”长约为5~15cm,厚约为0.5~1.5cm,为次棱角状,有摩擦过的痕迹。团粒和藻粒直径约为2~3cm,次圆状。支撑类型为颗粒支撑,填隙物含量低,为泥质或少量的石英粉砂。砾屑层厚度一般为0.5~1m。砾屑层顶面较为平整,其上一般发育有水平层理灰岩或薄层泥岩。此类型风暴岩属于异地型风暴粗颗粒灰岩。风暴作用引发的重力流即风暴碎屑流将碎屑物质带入有利的堆积位置(特别是浅海深部斜坡带)堆积而成^[2,8],发育于正常浪基面和风暴浪基面之间的台地前斜坡下部。在这个级风暴沉积周期内晴好天气下的沉积为灰色、紫灰色水平层理灰岩、泥质灰岩,反映出安静的沉积环境。

第二个级风暴周期沉积位于莫合尔山组中上部,岩性为灰色、深灰色厚层砾屑灰岩与灰色水平层理泥质灰岩互层。该套沉积由下到上分为4段,每段相当于一个级风暴周期沉积。

第一段为深灰色砾屑灰岩,厚度约为20cm(图版-3)。碎屑由砾屑和砂屑组成,具有正粒序层理。下部由粗砾屑堆积而成,粒径在2~4mm,由下向上过渡为细砾屑和砂屑,粒径小于2mm。砾屑层底部一般与深灰色中薄层灰岩相接触,接触界面清晰,有侵蚀冲刷面。砾屑层顶界面比较平直,上覆岩层为深灰色中薄层水平层理灰岩。此种类型风暴岩属于近源的风暴浊积灰岩沉积。风暴碎屑流停止沉积后,其细组分受海水充分混合形成浊流,向盆地内继续迅速流动,在风暴浪基面以下的静水环境中沉积而成^[4]。

第二段风暴岩主要由灰色砾屑灰岩组成,砾屑含量约80%~85%。颗粒大小相差悬殊,小的长约2~3cm,大的长约15~20cm。砾屑多数为“竹叶状”,少数为片

状(图版 4)。支撑类型为颗粒支撑,填隙物含量约为 15%~20%,其颜色为深灰色到灰黑色,与砾屑的灰色存在差别,而与砾屑层底部的中薄层水平层理灰岩颜色一致。砾屑层底界面有明显的冲刷面,其顶界面较为平缓,上覆岩层为深灰色中到薄层水平层理灰岩。此类型风暴岩属于异地型风暴粗颗粒灰岩。

第三段是发育丘状交错层理的砾屑灰岩段(图版 5)。本段是由多个丘状交错层理叠加而成的,整个层系厚约为 35~40 cm,其顶面较平缓,上覆为灰色、深灰色灰岩。交错层理的单丘长度约 30~35 cm,厚 10~15 cm,厚度由中心向两侧逐渐变薄,两翼呈不对称状。丘状交错层理与底部凹面常为冲刷接触关系。本段丘状交错层灰岩的突出特点是:丘状层是由粗颗粒物组成,碎屑可以达到毫米级。一般认为,丘状交错层理是在风暴浪摆动波和漩涡流控制下,在浅海底形成漩涡波痕和漩涡波痕地形的发育产物^[9],或是由于风暴浪的波动作用将海底物质扬起并堆积在丘洼起伏的风暴冲刷面上形成的^[10]。本段的丘状交错层理形成应属于后者,发育在浅海正常浪基面以下至风暴浪基面之间。

第四段风暴岩同第二段相似,由灰色砾屑灰岩组成,填隙物同样为深灰、灰黑色灰岩。第四段也属于异地型风暴粗颗粒灰岩,并且其发育位置与第二段的一致。

第三个 级风暴周期沉积位于莫合尔山组上部,由灰色、深灰色厚层砾屑灰岩与深灰色薄层水平层理灰岩组成,分为 3 段,每段相当于一个 级风暴周期沉积。

第一段和第三段都是由灰色砾屑灰岩组成,砾屑呈“竹叶状”。第一段“竹叶状”有塑性形变及磨圆特征,而且填隙物的含量相对较少,底部有明显的冲刷面,而第三段“竹叶状”没有塑性变形及磨圆特征,且填隙物也较多,底部砾屑呈放射状排列。第一段和第三段分别为异地型风暴粗颗粒灰岩和原地型风暴粗颗粒灰岩。第二段为深灰色丘状交错层灰岩相,丘高约为 10~15 cm,丘长约为 30~35 cm,底部具有明显的冲刷面,其发育位置是浪基面附近的海底。

1.3 风暴岩垂向上的组合规律

风暴岩垂向分布具有规律性,风暴岩组合类型与海平面变化有直接联系,海进和海退对应着不同的风暴岩组合类型。海进时风暴岩类型由浅水的原地型风暴粗颗粒灰岩和异地型风暴粗颗粒灰岩逐渐发展为较深水的丘状交错层理灰岩和风暴浊积灰岩,而海退时风暴岩类型组合与海进时相反。由于海平面变化幅度和风暴强度大小的差别,使得每个沉积周期内风暴岩发育的类型及其组合都存在差别。莫合尔山组的第

一个 级风暴沉积周期内发育的风暴岩有原地型风暴粗颗粒灰岩和异地型风暴粗颗粒灰岩,组合序列属于海进型。第二个 级风暴沉积周期内风暴岩依次发育有风暴浊积岩、异地型风暴粗颗粒灰岩、丘状交错层理灰岩和异地型风暴粗颗粒灰岩;第三个 级风暴沉积周期内风暴岩依次发育有丘状交错层理灰岩、异地型风暴粗颗粒灰岩和原地型风暴粗颗粒灰岩。这两个 级周期内的风暴岩组合序列属于海退型。

2 风暴岩特征对海平面变化的响应

2.1 海平面变化

风暴岩类型可以确定其形成的环境,垂向上风暴岩类型的组合序列反映出沉积环境的变化,沉积环境的变化是海平面升降引起的。

第一个 级风暴周期沉积,由下到上发育有原地型风暴粗颗粒灰岩和异地型风暴粗颗粒灰岩(图 2)。风暴岩类型组合反映了海水在这个 级周期是一个由浅到深的过程。风暴沉积间为晴好天气下的沉积,其沉积位置位于台前斜坡带上。因此原地型风暴岩也形成在这个位置或稍高的位置,而异地型风暴岩则形成在较深的台前斜坡下部。由原地到异地风暴岩是水加深的过程,与其上的晴好天气的沉积,反映出第一个 级海平面变化周期。本周期内的海平面有小范围的波动,为 级海平面变化。

第二个 级风暴周期沉积由下到上依次发育有近源风暴浊积灰岩、异地型风暴粗颗粒灰岩、丘状交错层理灰岩和异地型风暴粗颗粒灰岩(图 2)。风暴岩组合序列反映水深在本周期内是一个由深→浅→深→浅的变化过程,反映 级海平面变化。但总体上从风暴岩层到其上的晴好天气沉积为水深由浅到深的变化过程,代表 级海平面变化周期。与风暴岩互层出现的晴好天气下的沉积是深灰色的水平层理的泥质灰岩,形成于台前斜坡下部较深水环境。

第三个沉积周期的风暴岩由下到上发育有异地型风暴粗颗粒灰岩、丘状交错层理灰岩和原地型风暴粗颗粒灰岩(图 2)。风暴岩的组合反映水深是一个由浅→深→浅的变化过程,反映 级海平面变化。原地型风暴沉积的水深比异地型风暴沉积要深得多,说明总体向上变浅,是 级海平面变化周期的反映。

三个 级海平面变化周期构成了一个 级海平面变化周期,最大的海侵发生在第二个和第三个 级周期之间,分别形成海进型和海退型风暴岩组合。莫合尔山组的 3 个 级风暴沉积周期的风暴岩类型与组合

反映一个海进→海退的过程.第二个级风暴沉积周期内的风暴岩虽然处于海退期,但总体上水深仍然较深.

2.2 海平面变化背景下风暴发育的模式

莫合尔山组发育的风暴岩类型有原地型风暴粗颗粒灰岩、异地型风暴粗颗粒灰岩、丘状交错层理灰岩和风暴浊积岩.各种类型的风暴岩发育沉积环境依次为台地前斜坡中上部、台地前斜坡下部和深水盆地.依据各种风暴岩垂向上的排列顺序,归纳出莫合尔山组风暴岩的沉积模式(图3).

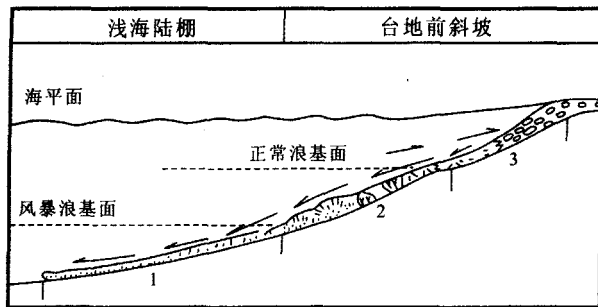


图3 风暴岩沉积模式图

Fig.3 Model of sediment to the tempestites

1——近源风暴浊积灰岩;2——异地型风暴粗颗粒灰岩;
3——原地型风暴粗颗粒灰岩
(在相当1-2之间的位置可以形成丘状交错层理灰岩)

台地前斜坡经常遭受到周期性的风暴作用.风暴水流强烈地侵蚀斜坡的中上部.使尚未完全固结的沉积物被掀起、挤压、破碎.一部分快速下落,在原地堆积形成原地型风暴粗颗粒灰岩;另一部分被强大的水流混合到水体中形成密度较大的流体,在重力和风暴的作用下,沉积物快速的向下运动,并且对海底沉积物形成冲刷-充填.高密度重力流中粒度大的沉积物搬运不远便快速的沉积下来,并且形成具有碎屑流特

征的异地型风暴粗颗粒灰岩,重力流中细粒的组分继续向前运动,在风暴浪基面以下的浅海陆棚中沉积下来,形成风暴浊流灰岩沉积.风暴浪振荡簸选与风暴回流联合作用在风暴浪基面附近形成丘状交错层理灰岩.

3 结论

莫合尔山组可识别出原地型风暴粗颗粒灰岩相、异地型风暴粗颗粒灰岩相、丘状交错层灰岩相和风暴浊积岩相4种风暴岩相.莫合尔山组的风暴沉积可以划分为、三个不同级别的周期.3个风暴沉积周期构成一个级沉积周期,每一个级风暴沉积周期由几个级沉积周期组成.级风暴周期沉积显示出两种海退型和海进型风暴岩类型组合,是海平面的沉积响应.

参 考 文 献

- [1] 刘鹏举,林小谷.河北省平泉奥陶世冶里组碳酸盐风暴沉积[J].吉林大学学报(地球科学版),2004,34(1):1-4.
- [2] 孟祥化,葛铭等.内源盆地沉积研究[M].北京:石油工业出版社,1993.135-150.
- [3] 李壮福,郭英海.徐州地区震旦系贾园组的风暴沉积[J].古地理学报,2000,2(2):19-28.
- [4] 金瞰.徐州大北望寒武系地层中的风暴岩及其特征[J].岩相古地理,1997,17(1):34-38.
- [5] 周进高,赵宗举,邓红婴.淮南地区风暴岩特征及其沉积环境[J].石油勘探与开发,1999,26(5):73-76.
- [6] 马宝林,温常庆.塔里木沉积岩形成演化与油气[M].北京:科学出版社,1991:5-6.
- [7] 顾家裕.沉积相与油气塔里木盆地油气勘探丛书[M].北京:石油工业出版社,1994.
- [8] Aiger T.Calcareous tempestites:stom-dominated stratification in Upper Muschelkalk limestone(Middle Trias,SWGermany)[J].In:Einsle G,Scilacher A,eds.Cyclic and Event Stratification.New York:Springer,1982:180-198.
- [9] 马永生,仲力.风暴岩的研究现状[J].地质科技情报,1990,9(3):9-13.
- [10] 姜在兴,赵征林,刘孟慧.东濮凹陷西部湖相风暴沉积的初步研究[J].沉积学报,1990,8(1):107-112.

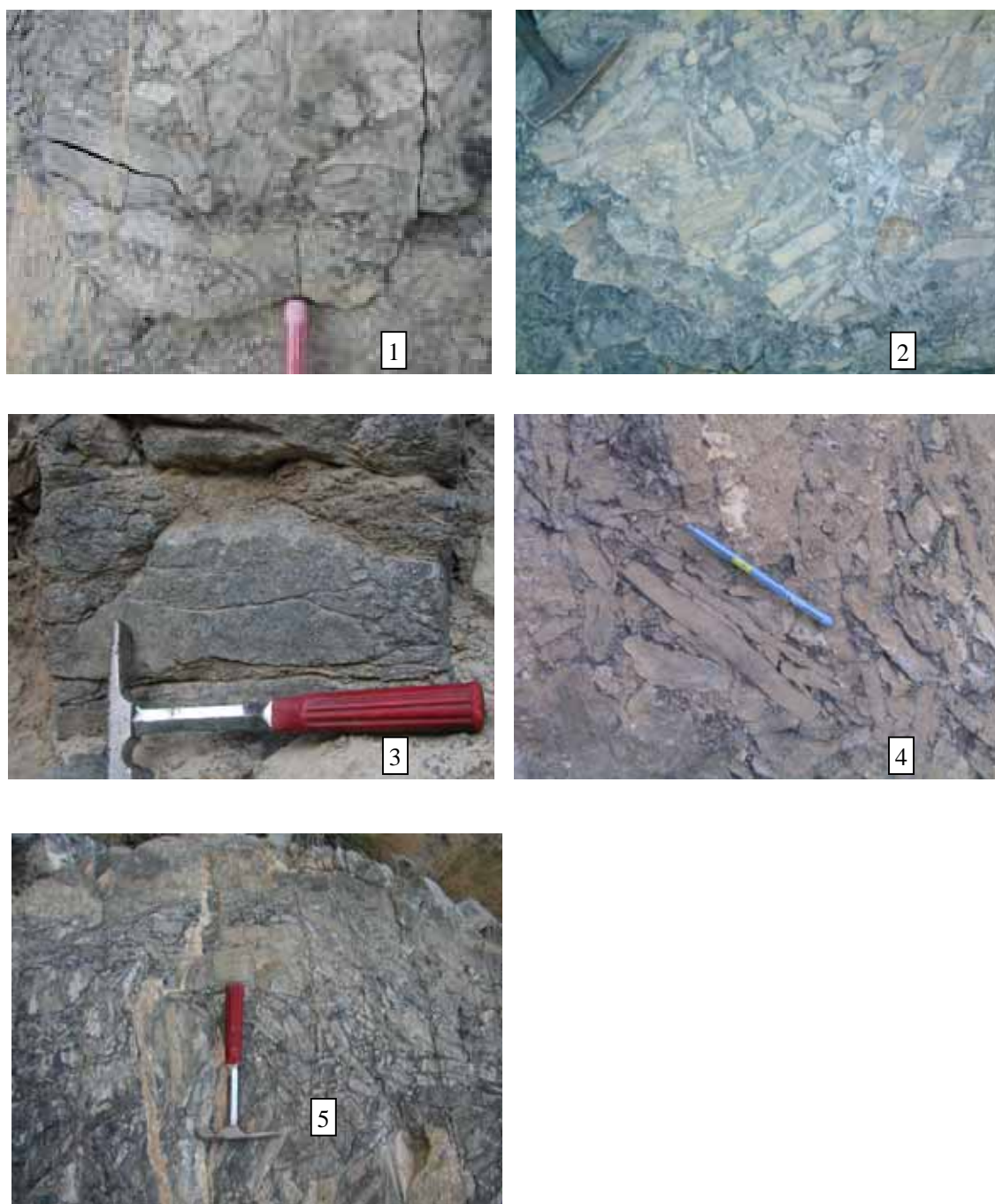
CHARACTERISTICS OF TEMPESTITE IN THE MOHEERSHAN FORMTION AND SEA-LEVEL CHANGES IN KURUKTAG, XINJIANG

KONG Qing-ying, CHENG Ri-hui, WANG Pu-jun, LIU Wan-zhu, BAI Yun-feng, TANG Hua-feng
(1. college of Earth Science, Jilin University, Jilin Changchun 13006; 2. Faculty of natural Resources and Information Technology, China University of Petroleum, Beijing 102249)

Abstract: The tempestite bearing sediments of the Moheershan formation can be divided into three orders of cycles - , and in the Kuruktag, Xinjiang. Three of order cycles are made up of one order cycle and each of order cycle contains several order cycles. There are four types of tempestite which are autochthonous coarse grain limestone, allochthonous coarse grain limestone, turbidite and hummocky cross-stratification limestone. The differences between the tempestites and the associations within each cycle can reflect the changes of environments. The cycles of tempestites of , and orders are corresponded to the sea level changes of the certain orders.

Key words: Cambrian; Moheershan Formation; tempestite; sea-level change

图版



图版说明

1——原地型风暴粗颗粒灰岩,由灰色、浅灰色砾屑灰岩组成,具有明显的倒“小”构造;2——异地型风暴粗颗粒灰岩,由浅灰色、灰色粒屑灰岩组成,填隙物颜色为深灰色-灰黑色;3——近源的风暴浊积灰岩沉积,由砾屑和砂屑组成,具有正粒序层理;4——异地型风暴粗颗粒灰岩,由浅灰色、灰色粒屑灰岩组成,填隙物颜色和粒屑颜色相一致;5——丘状交错层理的砾屑灰岩,由多个丘状交错层理叠加而成的,整个层系厚约为 35~40 cm。