

文章编号: 1006-6616 (2005) 04-0357-04

巴颜喀拉山三叠系复理石盆地中 发现深水风暴岩

杨欣德¹, 王宗秀¹, 郭通珍²

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2. 青海省地质调查研究院, 西宁 810012)

摘要: 深水风暴沉积研究一直是沉积学界研究中的空白。本次发现的风暴岩构造特征明显, 沉积序列清晰, 为国内外罕见。对复理石盆地地层研究和古地理分析具有重要的价值。

关键词: 发现; 巴颜喀拉; 三叠系; 深水风暴岩

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

风暴沉积研究始于 Gilbert (1899) 对古代风暴沉积中的丘状层理的研究, 更深入的研究是从上个世纪由 G. Kelling (1973) 正式提出风暴岩 (Tempestite) 开始的^[1]。由于风暴岩特殊的沉积动力学特点和在古地理研究中的重要地位, 近 30 年来一直是国内外沉积学研究的一个热点。但是, 长期以来这方面的研究多集中在对浅海或者潮坪地区风暴沉积的研究上, 深水风暴岩的文献很少见及^[2]。作者最近在青海巴颜喀拉山达日地区进行 1:25 万区域地质调查过程中, 于三叠系的上巴颜喀拉山群深水复理石沉积中发现一套碎屑岩风暴沉积。

达日地区的上巴颜喀拉山群为一套灰绿、灰黄、黄褐色岩屑长石砂岩、长石岩屑砂岩、长石石英砂岩、含钙质长石砂岩, 夹深灰色、灰黑色粉砂质板岩、钙质板岩, 总体上显示砂岩与板岩互层的地层特点。水平层理发育, 砂岩中见波痕、交错层理及平行层理。产植物化石 (碎片): *Neocalamites carrerei* (Zeiller) Halle、*Neocalamites cf. carcinoides* Harris, 和遗迹化石: *Helminthopsis yushuensis* Yang, *Helminthoida maqinensis* Yang 等, 厚 2312m。主体为深水陆棚海底扇沉积, 发育典型的浊流沉积构造和鲍马序列。后期盆地水体变浅, 在巨厚的浊流沉积序列中夹有深水陆棚风暴沉积。

这套风暴沉积由中—细粒陆源碎屑岩构成。总体厚度达 30 余米, 由 5~8 次风暴作用集合而成。除发育有典型的风暴沉积构造和沉积序列外, 还见有深水条件下形成的大型振荡波痕。风暴岩层的覆伏沉积层均为深水陆棚浊积岩, 与典型的浅水风暴岩模式比较, 底部缺少风暴滞留沉积和丘状交错层理砂岩层^[3]。

本次调查在风暴岩中主要见有如下沉积标志: (1) 粗粒滞留层: 由板岩砾石组成, 泥砂质含量较高, 分选较差。由于所处水体深度较大, 该层不甚发育, 在所观察的达日风暴岩剖面上只发现一层。厚约为 5cm, 内部砾石成分主要为板岩, 个体大 0.3~0.6cm, 扁平状, 磨

收稿日期: 2005-10-08

基金项目: 国土资源大调查“1:25 万达日、久治幅区域地质调查”(20031300009) 项目成果。

作者简介: 杨欣德 (1961-), 男, 研究员, 从事沉积学与地层学研究。通讯地址: 100081, 北京市海淀区民族大学南路 11 号, 中国地质科学院地质力学研究所; 电话: 010-68486765; E-mail: yangxdcags@126.com

圆较好, 含量约为 40%, 略显顺层排列, 与下部的具波痕的砂岩层呈突变接触。(2) 块状层理砂岩层: 为中粗粒长石石英杂砂岩, 有时含有少量的板岩细粒屑。单层厚 1~5m, 层厚较稳定。底层面上发育沟痕构造 (图 1), 相邻层面 (不同期风暴) 沟痕走向不同, 顶层面较为平整。沟痕直线状, 延伸较长, 呈 0.2~0.3cm 高的突起。有时, 在块状层理的底部发育不太清晰的正粒序层理。(3) 振荡波痕砂岩层 (图 2): 该层是深水风暴岩沉积的主要组成部分, 每次风暴沉积中都有出现。砂岩由中细粒长石石英砂岩组成, 单层厚 0.3~2.2m, 一般 1m 左右。由于分选相对较差及后期浅变质作用的影响, 砂岩层层理不甚清晰, 呈似块状。层面上波痕极为发育, 并且类型单调、形态特殊, 是其他水动力环境下很少出现的。波痕形态特征是: 平面上呈纺锤形, 长轴长 60~100cm, 短轴长 30~50cm, 波高 10~30cm, 同

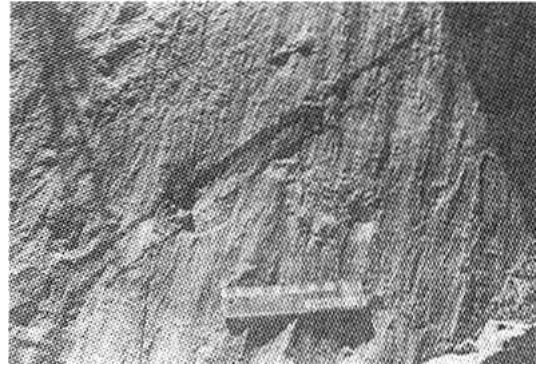


图 1 砂岩底面上的沟痕构造

Fig.1 The channel mark on the underside of the bed

由于分选相对较差及后期浅变质作用的影响, 砂岩层层理不甚清晰, 呈似块状。层面上波痕极为发育, 并且类型单调、形态特殊, 是其他水动力环境下很少出现的。波痕形态特征是: 平面上呈纺锤形, 长轴长 60~100cm, 短轴长 30~50cm, 波高 10~30cm, 同

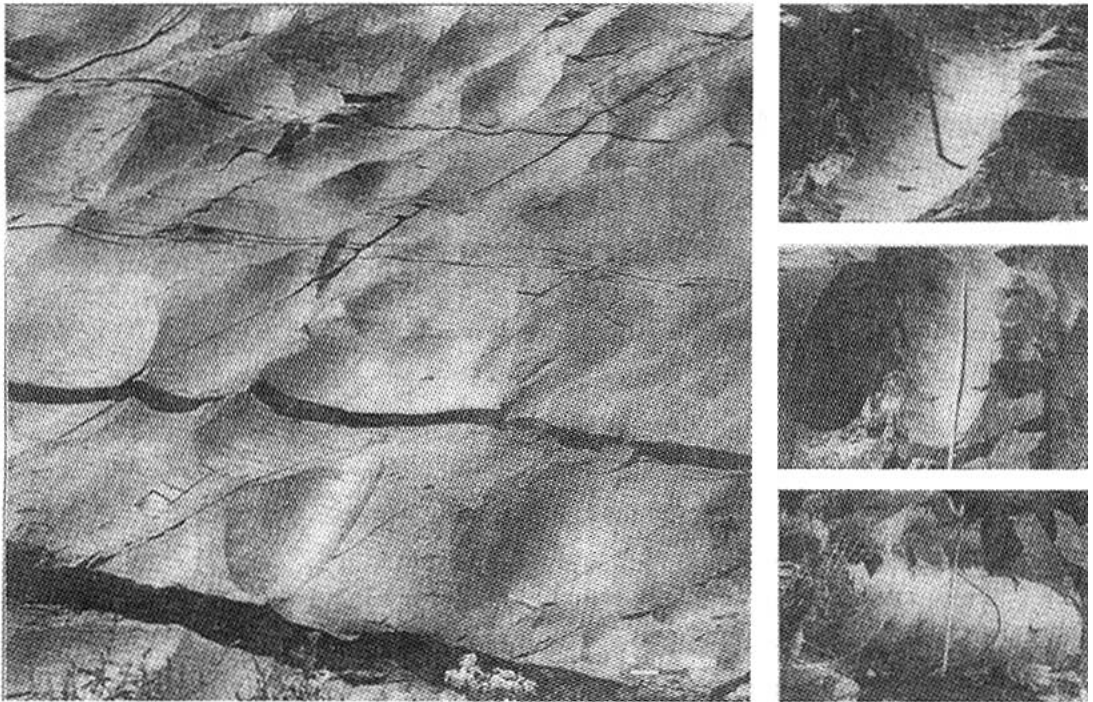


图 2 厚层砂岩层面上的振荡波痕

Fig.2 The surge ripple on the bedding surface

一次风暴长轴排列方向一致, 有相互交切的现象; 顺长轴断面, 波谷平缓, 波脊通常较尖 (系波痕叠加/交切的缘故), 而沿短轴方向断面上, 波痕多为独立出现, 很少有叠加现象, 所以波谷相对较陡, 但较平滑, 波峰则圆滑平缓。这种波痕, 无论断面上还是平面上都看不到流水沉积标志, 也不见浅水波浪改造迹象, 因此这种波痕无疑形成于深水的振荡水体环境, 机制可能与风暴期海域的增水现象有关。(4) 风暴丘 (图 3): 深水风暴岩的另一特点是风暴丘较发育。风暴丘由中—细砂岩组成, 断面上成两端收缩的丘状突起, 平面呈近圆

形,丘高0.3m~2.2m,直径5m~15m。内部可以见到较为清晰的纹层,同一纹层的厚度由中心向两边变薄,总体上呈收敛状。风暴丘的上部中细粒砂岩中见有板岩细粒屑,粒屑片状—饼状,直径0.5~1.0cm,多数与层面有一交角,少部分与层面垂直,越靠近丘的顶部直立的粒屑也愈多,证明这种丘状体的形成与低气压情况下风暴旋涡流的活动有关。上述这套典型的沉积标志集中出现,形成风暴韵律,正常天气下的薄层砂板岩韵律层仅在最后一次风暴之后出现,其他风暴事件之间很少保留下正常天气下沉积产物,多被后期风暴作用改造和破坏殆尽。



图3 风暴丘状体

Fig.3 The storm hillock

而如此巨大规模风暴的集中出现可能暗示某种天文事件的出现而促使地球沉积场响应的改变。

上述典型的风暴沉积特征出现于有序的风暴沉积序列中。一个完整的深水风暴沉积序列构成为:A.滞留砂砾石层;B.具沟痕的块状粗砾砂岩层;C.具振荡波痕的中细粒砂岩层;D.风暴丘状体(层);E.具水平层理的薄层粉砂岩—板岩韵律层。地层中常见的组合是B—C—D。滞留砂砾石层代表风暴初期对海底沉积物的改造,具沟痕的块状粗砾砂岩层与风暴期形成的密度流有关,具振荡波痕的中细粒砂岩层是风暴期海面增水情况下形成的振荡水体对海底底型的改造,风暴丘状体则是风暴经过沉积区海域时由于低气旋作用形成的旋涡流作用的产物,具水平层理的薄层粉砂岩—板岩韵律层为背景沉积,他们组合在一起代表一次风暴由形成—消亡的全过程。

本次深水风暴沉积的发现无论是理论还是生产上都具有重要意义。(1)以往的风暴沉积研究多限于浅水区,风暴模式也是建立在浅水背景下,今后更多的深水风暴沉积资料的取得有助于完整风暴沉积模式。(2)深水风暴沉积往往与浊流沉积共生,风暴也是浊流形成的动力机制,但是二者的沉积产物的区分又是目前尚未很好得到解决的难题,深水风暴沉积的保存优于浅水风暴沉积,深水区也是浊流沉积的主要场所,为二者关系的研究提供了不可多得的条件。(3)深水波痕出现也为风暴作用深度提出了新的问题,长期以来这个问题一直未得到很好解决,现代沉积中由于技术条件的限制难以观察,有限的资料证明风暴作用的深度可以影响到200余米水深的海底^[4],经资料查询未见与本次发现相同的深水波痕。因此这些波痕所代表的水动力学意义有待于进一步研究。(4)风暴岩形成于固定的地球纬度带内,它在地层中的出现对古纬度分析意义重大,配合古地磁资料的分析可以恢复沉积盆地当时的古地理环境^[5],进一步分析可以为特提斯的演化提供更有价值的资料。(5)本次所发现的风暴岩在短时间内出现多次(5~8次),其单次规模和多次叠加的强度的罕见性证明它与常见的风暴沉积有很大的差别。它的形成机制,与地球大气循环和天体作用这两个地内地外的作用关系,与全球海平面变化乃至生物界的兴起和消亡存在怎样的耦合关系等,更深层的理论意义还有待于深入的研究。(6)众所周知,巴颜喀三叠系盆地中的复理石沉积几乎全为单调的砂板岩韵律层,内部缺少标志层和生物化石,长期以来对这套地层的划分和对比一直存在不同意见,这也是至今尚未建立层型剖面的主要原因之一。区调工作中如何野外将甲乙两地的砂板岩韵律层进行区分一直是个棘手的问题,不同的工作者存在不同意见,即使是同一个人

不同的研究时期也存在不同的划分,人为随机性很大。而风暴岩层的出现为单调的复理石家族增加了标志性成员,因为风暴沉积是一个事件沉积,符合地层对比中作为标志层的条件,它可以为地层的正确划分和对比作出贡献。

参 考 文 献

- [1] 许世远. 长江三角洲现代沉积研究 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1987. 1~120.
- [2] Aigner. T. Storm depositional system. [M]. Springer-Verlag, 1985. 25~89.
- [3] 严钦尚. 论滨岸和浅海的风暴沉积 [J]. 海洋与湖沼, 1984, 15 (1): 14~22.
- [4] Cross. T. F., et al. A deep-sea sediment transport storm [J]. Nature, 1988. 331 (6156): 518~521.
- [5] Einsele G, Seilacher A. Distinction of tempestites and turbidites [A]. In: Einsele G, Ricken W, Seilacher A, eds. Cycles and events in stratigraphy [C]. Springer-Verlag, Berlin. 1991. 377~382.

陈庆宣院士逝世



中国共产党优秀党员,我国著名地质学家,中国科学院资深院士,中国地质科学院地质力学研究所研究员、博士生导师陈庆宣同志,因病医治无效,于2005年10月2日22:30分在北京逝世,享年90岁。

陈庆宣院士在长达60多年的学术生涯中,在矿产地质、区域地质、地球物理,尤其在地质力学等诸多领域取得了丰硕的成果,为我国地学基础理论,特别是地质力学的发展,做出了开拓性的贡献,不愧为地质力学一代宗师。陈庆宣院士是我国地震地质、区域地壳稳定性及地质灾害研究的开拓者之一,先后多次亲赴抗震救灾第一线调查,为中央掌握未来地震发展动向提供了大量的科学依据。他的业绩将永载中国地质事业的史册。

陈庆宣院士对党和人民无限忠诚,他热爱祖国,把毕生精力无私地献给了他所热爱的地质事业。他一生追求真理,光明磊落,严于律己,宽以待人。他治学严谨,勇于创新,淡薄名利,清廉朴素,是我们学习的楷模。

我们要化悲痛为力量,以陈庆宣院士为榜样,为发展我国地质科学事业、创新发展地质力学理论做出新的贡献。

中国地质科学院地质力学研究所

2005年10月12日