

文章编号: 1000-0550(2005) 01-0029-05

# 鲁西地区馒头组下部滑塌堆积的地质特征及其意义

闫 臻 杨长春 李继亮 王真理 肖文交 徐兴旺 段秋梁

(中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029)

**摘 要** 华北地台馒头组以干热气候条件下的陆源细碎屑岩为主夹碳酸盐岩组成,角度不整合于太古宙泰山群之上。济南仲官镇的馒头组底部,为厚度约 4m 的滑塌堆积。岩块由灰岩和细碎屑岩组成,基质为粉砂岩。岩块内部的构造变形样式及基质中的斜层理表明,寒武纪华北地台曾存在古斜坡和构造隆升作用是诱发成岩作用过程中滑塌堆积形成的重要机制。馒头组中滑塌堆积的发现和认识,有利于进一步认识华北地台古生代古地貌、沉积环境以及古潜山的形成和演化,从而为华北地台古生代含油气盆地和古潜山的研究以及油气资源勘探提供借鉴。

**关键词** 馒头组 滑塌堆积 古隆起 古潜山 华北地台

**第一作者简介** 闫 臻 男 1970 年出生 在站博士后 沉积学

中图分类号 P512.2 文献标识码 A

## 1 研究区地质概况

华北地台的基底为早元古代及更老地层,盖层为中、新元古代及古生代地层,二者之间为角度不整合接触。在不同地点出露不同层位的盖层和不同层位的基底。山东省淄博—新泰地区,下寒武统馒头组直接角度不整合超覆于太古宙泰山群之上。这一地质事实表明华北地台基底表面上存在着诸多古隆起。这些古隆起有的出露地表,有的埋藏于地下,前者成为晚期沉积盆地边缘斜坡,后者则为古潜山。这些不同时代的古潜山是华北和渤海湾盆地重要的油气聚集区,如千米桥、孔西和任丘古潜山等。

馒头组建组标准剖面位于长青县张夏馒头山。该套地层由干热气候条件下的陆源细碎屑岩夹碳酸盐岩组成,厚度为 107~219 m。中下部为泥质条带灰岩、泥灰岩夹黄绿色、紫红色砂质页岩,产化石 *Redlichia chinensis*,上部为紫红色含云母页岩夹少量灰岩,灰岩中产 *Shantungaspis* sp。岩石组合和沉积构造研究表明其沉积环境一般为滨海沼泽相、潮坪—泻湖相和沿岸滩坝相组合<sup>[1]</sup>,代表了华北地台寒武纪早期稳定的沉积环境。但是,我们在济南仲官镇(36°30′12″N, 117°09′18″E, H = 243 m)露头发现了厚度约 4m 的滑塌堆积(olistostrome)(图 1, 2a)。该滑塌堆积的发现,为更进一步认识华北地台古生代

地貌、沉积环境及古潜山的形成提供新的证据。

## 2 滑塌堆积组成及其内部接触关系

馒头组整体上是台地边缘相沉积组合。除在仲官镇露头上发现滑塌堆积外,该类现象是否普遍存在还需进一步工作。其中的灰岩、粉砂岩块体(小者 1~2 cm,大者 1 m)大小混杂,发生强烈构造变形(图 2, 3);各岩块之间的胶结物为粉砂。滑塌褶皱主要为横卧(图 2h, 3a)、“无根”褶曲(图 2d, 3b, 3e)及不对称褶曲(图 2c, 3c-f)。此外,部分岩块中保留着原始沉积构造(图 2d, 2e)。经观察,发现灰岩、砂岩之间大致存在以下 3 种接触关系。

(1) 砂岩为砾石存在于砂岩中,褶曲两翼与砂岩平行。主要见于滑塌堆积底部,厚度为 40cm。岩块呈灰色,1~2m,发育不对称褶曲,两翼平行于砂岩(图 2b)。褶曲轴面产状为  $200^{\circ} \sim 205^{\circ} \angle 10^{\circ} \sim 15^{\circ}$  ( $N = 11$ ),指示 SW 方向的古斜坡(图 3b)。滑塌褶曲包裹着滑塌布丁(boudin),二者空间密切伴生暗示着这些“布丁”是滑塌作用的结果(图 3a)。对岩块边界进行圈闭,发现它们均是无根的。这些不对称褶曲底部为约 20~30cm 的紫红色夹灰色泥岩,产状  $335^{\circ} \angle 13^{\circ}$ ,与砂岩块体相协调,与太古代泰山群直接接触。同时,沿着该接触带发育黄褐色灰岩角砾,推测其为古风化壳后期构造运动改造而成。

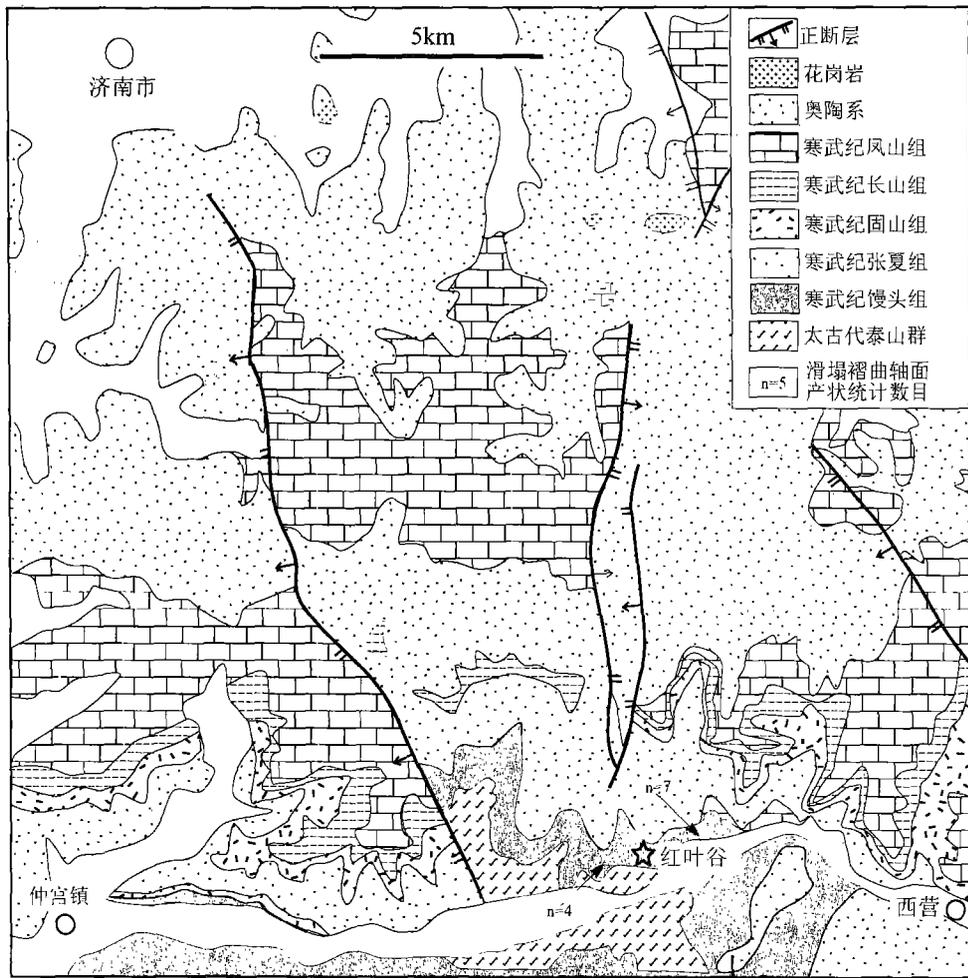


图 1 研究区地质简图及滑塌堆积出露位置

Fig 1 Sketch geological map of the study area and olistostrome outcrop

(2) 砂岩/灰岩为砾石存在于砂岩中。分布于滑塌堆积中部, 厚度 1.4 m, 灰色。砂岩、灰岩块体无分选, 无磨圆, 小者几厘米, 大者 40~50 m (图 3c, d, f)。下部主要为不规则棱角状砂岩、泥灰岩, 2~10 m; 上部为粉砂岩块体, 露头表现为红色, 具有被改造成拖曳状的“无根”褶曲的形态 (图 2d, 3f)。各种岩块与泥质粉砂岩层理斜交, 显示出协调接触特征。灰岩或砂岩布丁嵌入砂岩中致使砂岩变形并脱水从而表现为一系列的同沉积变形 (图 3c, d)。褶皱上翼宽缓, 下翼陡且表现为多个次级褶曲 (图 2c, 3f), 这表明下翼是在上翼重力作用下发生褶曲的。

(3) 灰岩作为砾石存在于砂岩中。见于滑塌堆积上部, 厚度 2.9 m, 总体表现为灰黄色, 裂隙发育。灰岩块体呈现为透镜状、“无根”褶曲、板状等形态, 分散于灰黄色泥质粉砂岩中, 二者产状明显不一致, 不是连续沉积的过渡关系。最大灰岩块体长约 1 m,

高 60 cm, 基本保持原始产状和层理 (图 2e, 图 3e)。灰岩“布丁”嵌入粉砂岩或泥岩中, 导致其随着这些“布丁”发生软构造变形, 从而显示出重力滑塌及脱水变形特征。

显然, 这些不同规模的岩块与基质之间并非连续沉积的过渡关系, 呈现出寒武纪灰岩、砂岩滑塌沉积于其相对滞后的砂岩中。

### 3 基质与岩块

滑塌堆积或滑动聚积物 (slide accumulations) 由 F. bres<sup>[2]</sup> 于 1955 年首次提出, 系指“由滑动作用导致岩性或岩相相同的岩块和泥质基质相混杂且层理不发育的沉积体”。馒头组滑塌堆积内部存在上述 3 种不协调关系, 层理特征难以辨别。通过观察和分析, 滑塌岩块和基质具有相同的岩性组合, 均系浅海相沉积, 其中砂岩和灰岩中均可以观察到原生沉积层

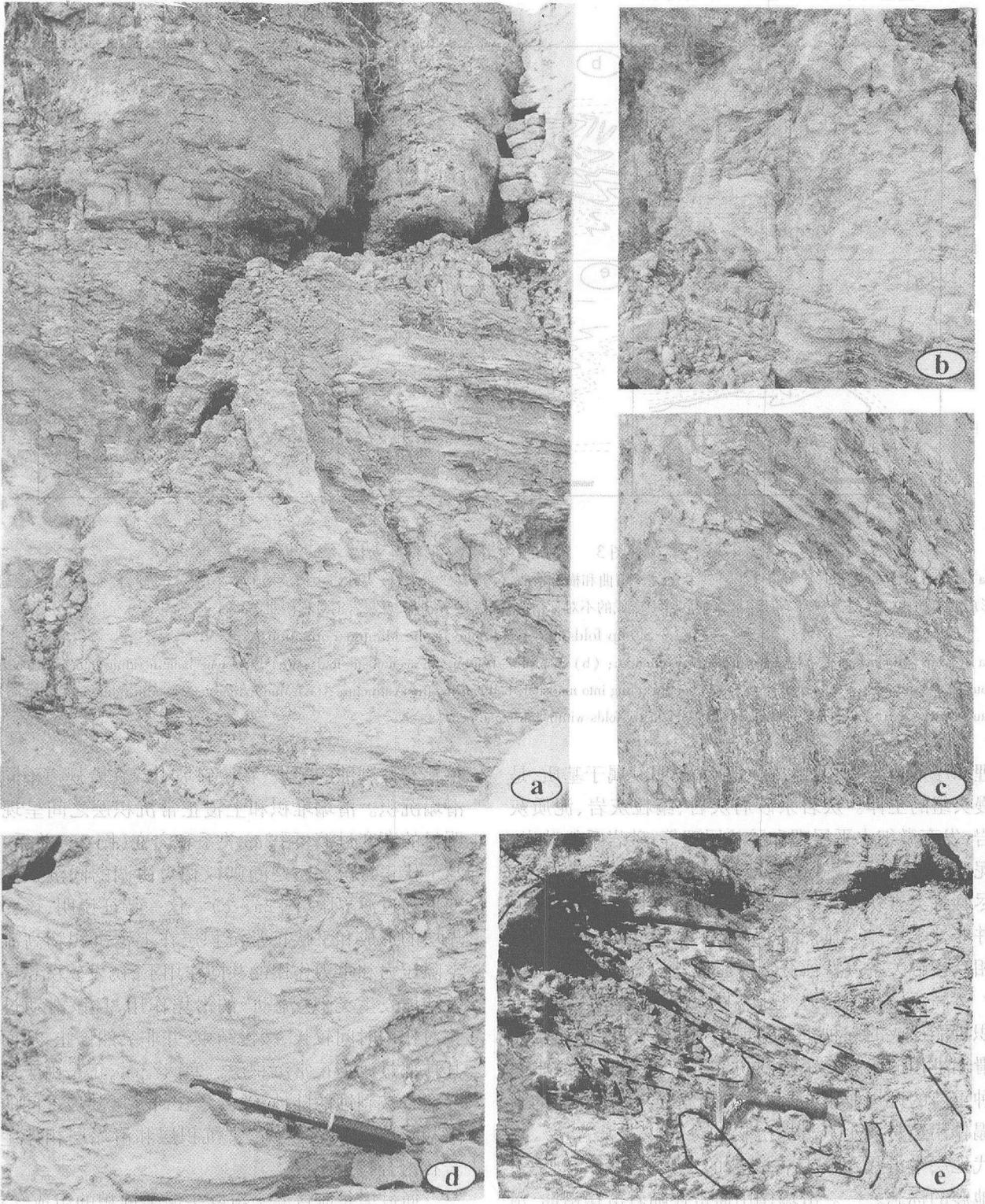


图 2 仲宫镇馒头组滑塌堆积露头照片

(a) 红叶谷滑塌堆积全貌; (b) 滑塌堆积底部不对称褶皱;  
 (c) 灰岩 砂岩“布丁”及不对称褶皱; (d) 不同岩块的“无根”褶曲及基本未被破坏的原始产状; (e) 灰岩块与砂岩斜交

Fig 2 Photos of olistostrome outcrops in the Mantou Formation from Zhonggong village

(a) Olistostrome outcrop in the Hongye valley; (b) Asymmetry slump fold in lower part of the olistostrome (c) Limestone/sandstone 'boudin' and asymmetry slump fold (d) Slump boudinage and undestroyed beddings in different blocks (e) Limestone blocks intersect sandstone blocks

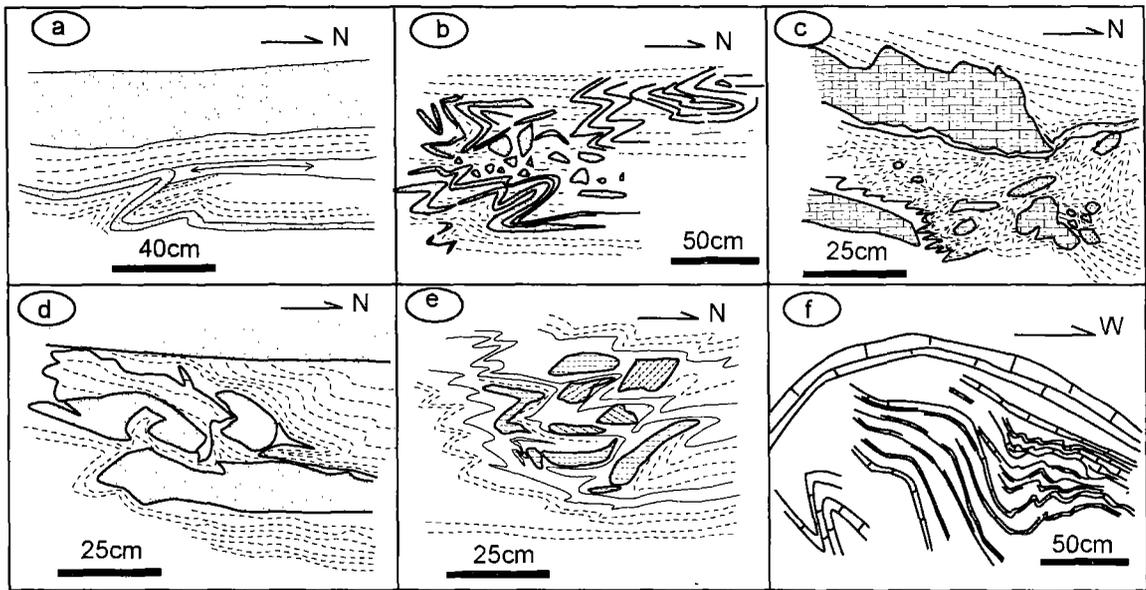


图 3 馒头组中滑塌变形特征素描

(a) 砂岩滑塌褶曲包裹砂岩“布丁”; (b) 砂岩“无根”褶曲和横卧褶曲; (c) 灰岩“布丁”嵌入砂岩中形成“泄水”构造; (d) 砂岩“布丁”嵌入泥岩中形成的火焰构造; (e) 泥灰岩“布丁”嵌入粉砂岩中形成的不对称褶曲及“无根”褶曲; (f) 灰岩不对称褶曲

Fig. 3 Slump folds and boudinage in the Miantou Formation

(a) Slump fold sandstone wrapping over sandstone boudin; (b) Sandstone boudin and accumbent folds; (c) Limestone boudin riding into sandstone bed causing dewatering structure; (d) Sandstone boudin riding into mudstone bed causing flame structure; (e) Muddy limestone boudin riding into siltstone bed causing asymmetry folds and boudinage; (f) Asymmetry folds within limestone bed.

理和序列, 为该组原地沉积地层, 说明其属于基质, 是馒头组的主体。灰岩系砂屑灰岩、鲕粒灰岩、泥质灰岩, 发育微细水平层理和脉状层理等; 砂岩系粉砂岩、泥质砂岩等, 发育砂纹层理, 指示古水流方向为 SW。尽管各类岩块以“无根”的方式分布于粉砂岩中, 但并非外来块体。显然, 该套岩石组合及其构造变形、相互接触关系等特征符合滑塌堆积的特征。

高流体孔隙压力、过陡斜坡或地震是诱发滑塌堆积可能形成的三种重要机制<sup>[3,4]</sup>。此外, 碎屑流也是滑塌堆积形成的一个重要机制<sup>[5]</sup>。滑塌是深海中一种重要的搬运作用, 尤其是大陆斜坡, 各种规模的滑塌作用经常发生。滑塌沉积的分布也非常普遍。古代地层中滑塌沉积是古斜坡的主要佐证<sup>[6]</sup>, 也是古地震的标志之一。滑塌作用通常伴随着滑塌褶曲、滑塌断层、球状构造、钩状构造等变形构造。其中滑塌褶曲可以指示古斜坡倾向, 岩块大小和层厚可以进行古斜坡坡度推断<sup>[5]</sup>。

馒头组滑塌堆积内部构造特征及其与泰山群之间接触带特征共同表明, 寒武纪时曾在区域上或局部存在着被剥蚀的陡坡, 在该斜坡上存在着规模不同的

滑塌沉积。滑塌堆积和上覆正常沉积层之间呈现出明显的渐变过渡(图 2a)关系和突变(图 2e)关系, 而与下伏正常沉积层之间则以相对协调的同沉积构造变形为过渡界限(图 2a-c)。这一特征说明, 该套滑塌层的形成和下伏正常沉积层在上覆沉积物高流体空隙压力和重力作用的共同作用下, 诱发软沉积层沿着陡坡发生类似“流动”的滑塌作用, 且该滑动过程相对作用时间较长, 缓慢结束, 并非突然停止, 从而在其顶部过渡为正常沉积层。寒武纪时, 正是由于局部存在着被剥蚀的陡坡, 才导致在研究区陡坡之间的凹陷和陡坡附近沉积了正常沉积层和滑塌层相伴生的岩石组合特征。

通过华北地台馒头组露头混杂堆积的组成、空间分布、变形特征及其与上下层位的关系, 不仅利于更进一步认识寒武纪时华北地台的古地貌、沉积环境及其沉积作用过程, 也有利于研究古潜山与上覆地层接触带周围的沉积作用以及滑塌堆积与古潜山之间的关系, 从而为潜山油气资源勘探和开发提供新的依据。

## 4 几点认识

(1) 馒头组是华北地台盖层的重要组成部分, 在淄博—新泰地区与基底直接表现为角度不整合接触。与临区相比, 这一地质事实说明该区曾存在古隆起, 从而使得寒武纪之前与太古宙泰山群之后的地层缺失或风化剥蚀掉。在研究该接触关系时, 应该注意滑塌堆积在这一空间位置中存在的意义, 将利于进一步认识华北地台演化历史。

(2) 滑塌堆积具有不同的形成机制, 综合研究不同块体的构造变形特征及其与上、下层位接触关系, 可以揭示其形成时的古地貌特征。

(3) 馒头组滑塌堆积内部变形特征研究表明, 寒武纪曾存在有陡坡地貌。因此, 注意研究滑塌堆积的成因及其与下伏基底之间的关系将利于华北地台古潜山的成因及其含油气分布特征研究, 从而为油气勘探提供依据。

(4) 鲁西寒武纪滑塌堆积区域分布将对进一步研究古隆起斜坡倾向提供依据。

致谢 参加野外工作的还有张延玲硕士和雍拥硕士。在成文过程中, 中国科学院地质与地球物理研

究所李任伟研究员和中国地质科学院地质研究所姜春发研究员提出了建设性的建议, 在此深表谢意。

### 参考文献 (References)

- 1 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1982. 1~594 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Shandong Province. Regional Geology of Shandong Province. Beijing: Geological Publishing House, 1982. 1~594]
- 2 Flores G. Discussion. Proceedings of the 4<sup>th</sup> World Petroleum Conference. 1955. Sec. I/A/2. 121~122
- 3 Morgenstern S N R. Submarine slumping and initiation of turbidity currents. In: Richards A F, ed. Marine Geotechnique. Urbana: University of Illinois Press, 1967. 189~220
- 4 Ryan W B F, and Von Rad U. Passive continental margin (Preliminary Report Leg 47). Geotimes. 1977. 21(10): 21~24
- 5 Naylor M A. Debris flow (olistostromes) and slumping on a distal passive continental margin: the Palmbini limestone/shale sequence of the northern Apennines. Sedimentology, 1981. 28: 837~852
- 6 Cook H E. Ancient continental slope sequences and their value in understanding modern slope development. In: Doyle L J, Pkey O H, eds. Geology of Continental Slope. Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner., 27. 1979

## Geological Features and Significance of Olistostromes from Lower Part of the Mantou Formation in the Luxi Areas, Shandong Province

YAN Zhen YANG Chang-chun LI Ji-liang

WANG Zhen-li XIAO Wen-liao XU Xing-wang DUAN Qi-liang

(Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

**Abstract** The Mantou Formation in the North China platform, which overlain the Archaean Taishan Group, mainly consists of terrigenous clastic rocks and carbonate intercalations. In the Zhonggong village of the Jinan city, olistostrome with thickness of about 4m occurred in the lower part of the Mantou Formation. Carbonate and fine clastic rocks is its block, and siltstone is its matrix. Deformation styles of the blocks and cross bedding within the blocks demonstrate that there should exist an old slope in the North China platform and tectonic uplifting had took place in the Cambrian. They were main factors to induce olistostrome. Identifying and studying the olistostrome with in the Mantou Formation is benefit to study the Paleozoic paleogeography and sedimentary environments of the North China platform and the evolution of the buried hills, which can provide some good evidences for the study on the Paleozoic sedimentary basin contained with abundant oil and gas and buried hills, and for prospecting source of oil and gas.

**Key words** Mantou Formation, olistostrome, old uplift, buried hills, North China platform