# 鄂尔多斯盆地东北部延安组叠锥 沉积特征与古环境意义

宋 霁a,焦养泉b,吴立群b,荣 辉a,王 瑞a

(中国地质大学 a. 研究生院; b. 资源学院,武汉 430074)

**摘 要**:通过野外露头实测、手标本观察、光薄片观察、X 光衍射分析、电子扫描等方法,对鄂尔多斯盆地东北部延安组第Ⅱ成因 地层单元中的叠锥各方面的特征进行了系统研究。结果表明,叠锥整体呈结核状产出于暗色泥质岩中,泥质岩中发现丰富的 20 μm 左右的炭化微生物化石,反映相对还原的沉积成岩环境。叠锥内部常可分为3层,中层为块状灰岩,上、下层由大小不等的、同 轴或错落叠置的直圆锥组成。叠锥内部主要为纤维状方解石呈锥形套叠,纵切面上可见明显的"V"字型或"W"字型纹层,横切面 上可见大小不等的同心圆状构造。上、下层位叠锥的锥顶均朝上,反映出类似叠层石的生长特征。综合分析认为,叠锥可能是由 微生物和沉积作用联合作用形成的一种特殊的生物沉积构造;并推断出鄂尔多斯盆地东北部延安组第Ⅱ成因地层单元中的叠锥 发育于由河流向湖泊过渡的浅水、沉积速率较低的环境中。

**关键词**:叠锥;延安组;鄂尔多斯盆地东北部 中图分类号:TE122.3 文献标志码:A

# 1 叠锥概况

叠锥外观为球状一椭球状的钙质结核,主要成 分为碳酸盐岩,因其内部由大小不等的、同轴或错落 叠置的直圆锥组成而得名。它通常产出于分流间 湾、废弃分流河道、三角洲前缘、湖泊滨岸带的泥质 沉积物中,表面有横向的棱及凹槽(图1),内部主要 为纤维状方解石呈锥形套叠<sup>[1-9]</sup>。自被发现至今,其 成因及形成机制经过了一个多世纪的讨论依然悬而 未决<sup>[25]</sup>。国内与其相关的文献极少,国外虽然其在 **文章编号:**1000-7849(2010)02-0031-07

很多地方都被描述过<sup>[2-3,6-9]</sup>,如在英格兰西南岸沿海 悬崖上发现的产于侏罗纪地层中的叠锥。但对它的 研究主要集中在形态描述和成因讨论上,对其环境 意义的研究较少,Paul<sup>[6]</sup>从水体盐度的角度进行过 研究,但也仅为推测。叠锥在鄂尔多斯盆地东北部 直罗组和延安组的分流间湾和三角洲前缘中常有发 育<sup>[7]</sup>,笔者通过对位于鄂尔多斯东北部神木地区考 考乌素沟野外露头的实地观察与描述,发现叠锥通 常在某一稳定层位中呈不连续的群体产出,此现象 表明其极有可能是某一种特殊沉积环境的产物 (图 2)。



图 1 发育于吐哈盆地南缘侏罗系水西沟群滨岸带泥岩中的叠锥[1]

Fig. 1 Cone-in-cones developed in coastal mudstone, Shuixigou Group of Jurassic in southwest margin of Turpan-Hami Basin A. 叠锥椭圆状具有裂纹的外部形态; B. 叠锥内部直圆锥同轴叠置或错落叠置垂向剖面。

**收稿日期**: 2009-09-15 编辑:杨 勇 **基金项目**:国家自然科学基金项目(40772072;40802023);国家重点基础研究发展计划"973"项目(2003CB214603) 作者简介:宋 霁(1987—),女,现正攻读矿产普查与勘探专业硕士学位,主要从事盆地分析研究。 在野外,针对出露较好、结构特征明显的叠锥进 行了系统采样,通过叠锥薄片鉴定和扫描电镜测试 来研究叠锥的微观形态特征,通过 X 光衍射分析来 了解叠锥的矿物成分。在野外,对延安组中的叠锥 及其周围沉积物也进行了详细研究,结合叠锥本身 特征和前人研究成果,拟对叠锥的成因模式及环境 意义作出推断。

鄂尔多斯盆地侏罗系延安组属于盆地稳定坳陷 阶段的产物。由于区域构造稳定及下伏地层充填使 古地貌趋于平坦,所以延安组第Ⅱ成因地层单元的 水进、体系演化及聚煤作用规律性明显。在现今盆地的大面积范围内,延安组第Ⅱ成因地层单元包含了3个煤层组,与之相对应有3次程度不等的水进事件和三角洲进积事件<sup>[11]</sup>(图 2-b)。

考考乌素沟位于鄂尔多斯盆地东北部神木地 区,典型叠锥及采样点则位于考考乌素沟内马盖沟 附近的 241 号点,产出层位为侏罗系延安组第Ⅱ成 因地层单元的第 2 个小层序。大小不一的叠锥结核 在一段 1 m 多厚的暗色泥岩中呈不连续的群体产 出(图 2-c)。





Fig. 2 Location of output of typical cone-in-cones

a. 考考乌素沟延安组第 II 成因地层单元区域沉积剖面图<sup>[10]</sup>;b. 神木地区延安组第 II 成因地层单元第 2 小层序骨架砂体分 布图<sup>[11]</sup>;c. 241 号点的叠锥及其产出背景<sup>[10]</sup>。DC. 分流河道;CCH. 决口河道;CVS. 决口扇;CVD. 决口三角洲;OB. 越岸 沉积;BA. 分流间湾;SP. 沼泽;PL. 三角洲平原小型湖;SCH. 水下分流河道;MB. 河口坝;OL. 开阔湖;ADC. 废弃分流河道。

2 叠锥的沉积特征

## 2.1 叠锥结核整体形态特征

采样点处的叠锥结核整体呈透镜状产出,风化 后呈蜂巢状,与周围的泥岩界线清晰(图 3)。叠锥 结核的规模大小不一,最大的长达 3 m,最厚处约 90 cm(图 2-c);最小的长约 40 cm,最厚处约 25 cm。

叠锥 A 出露规模最大,叠锥体表面为深灰色或

土黄色,在横截面上观察其内部结构,可将其划分为 3层,下层厚约 30 cm,中层厚约 20 cm,上层厚约 40 cm(图 3-a)。其中中层为土黄色块状灰岩,新鲜面 为灰色,岩性均一,结构致密(图 4-c)。上层和下层 则是由大小不等的、同轴或错落叠置的直圆锥组成, 锥顶均朝上,呈斜列的层,边缘部位暴露的复锥锥顶 高低错落,宛如层峦叠嶂的山峰(图 4-a,e)。

#### 2.2 叠锥内部成分分析

为了能够定量把握叠锥的矿物组成及其与围岩



图 3 叠锥 A 和叠锥 C 的宏观形态与结构以及采样点位置图 Fig. 3 Macromorphology of cone-in-cones A and C, the location of sampling points a. 叠锥 A 结核,内部可划分为 3 层,中层为块状灰岩,上、下层则是由大小不等的、同轴或错落叠置的直圆锥组成,锥顶均朝上;b. 右边虚线所圈的为叠锥 C 结核,断面风化较严重。



图 4 考考乌素沟延安组叠锥 A 内部上、中、下各层形态对比

Fig. 4 Comparative morphology of every part of cone-in-cone A of Yan'an Formation in Kaokaowusu a,b. 叠锥 A 上层,锥顶朝上;c,d. 叠锥 A 中层块状的叠锥灰岩,镜下见纹层明显受到扰乱;e,f. 纵切面上,叠锥 A 中层与下层的 交界处,下层的叠锥锥顶朝上。

的差别,笔者选取了分层明显的叠锥 A 的上、中、下 各层样品与叠锥同层产出的成层性很好的泥岩进行 了 X 光衍射分析,结果见表 1。

表 1 叠锥内部各层及同层泥岩矿物体积分数

Table 1 Characteristic of every part of cone-in-cone and mudstone in the same zone  $w_{-}/\%$ 

	industone in the same zone			w <sub>B</sub> / /	
矿物	A-1	A-2	A-6	C-3	
	(叠锥下层)	(叠锥中层)	(叠锥上层)	(同层泥岩)	
方解石	83	83	82	8	
伊利石	5	5	5	20	
石 英	5	5	5	15	
绿泥石	5	5	5	55	
长 石	5	2	3	2	

通过对比发现,虽然叠锥内部各层的致密度、构 造等形态特征相差很大,但在矿物成分及各成分体 积分数上几乎没有变化,叠锥内部大部分由方解石 组成;泥质充填物主要为绿泥石和伊利石,其中混杂 有石英、长石等矿物颗粒。

### 2.3 叠锥内部形态特征

直圆锥的锥轴垂直于叠锥层。圆锥顶角变化较大,通常在 30~60°之间,但同轴套叠的圆锥顶角基本一致,继承性好,在锥面之间常有黏土膜(图 4-a)。 有的锥底部为向内凹的喇叭形,而另外一些锥底则 外凸呈浑圆状(图 5-a),锥的侧面有肋骨形的棱和沟 槽,且在较完整的锥体上这些棱和凹槽横向上为环 状,纵向上呈一级级的阶梯状(图 5-c),扫描电镜下 可看到凹槽底部有细微的缝隙(图 5-d),代表了叠 锥形成过程中存在的间断,说明叠锥的生长具有某 种周期性。棱和凹槽在锥底附近最显著,间隔较大, 越靠近顶部越细,到顶部附近时就变得很细而不清 楚了。这些棱和凹槽也是叠锥与震裂锥在宏观形态 上最大的区别。此外,锥面上还有纵向的、相互平行 的细纹,均平行于锥轴。

将叠锥薄片置于偏光镜下观察,发现叠锥的内 部主要为纤维状方解石,而在扫描电镜下观察叠锥 结核上、下层的样品,可看到纤维状方解石的形态, 其直径通常在 3~5 μm 之间(图 5-f)。叠锥结核中 层块状的叠锥灰岩在镜下的形态显得极不规则,浅 灰色的纤维状方解石与黑色的黏土质充填物分布杂 乱,但依然可辨认出其原本所具有的纹层的迹象,局 部还可分辨出方解石的"V"字型纹层(图 4-d)。相

比之下,叠锥结核上、下层的镜下形态则十分规则, 在锥体纵切面上可见明显的"V"字型或"W"字型纹 层,纹层厚度约 50 µm,由灰白色的亮层和黑色的暗 层组成,亮层较厚,呈条带状,暗层较薄,呈规则线状 (图 4-b,f)。亮层中纤维状方解石呈锥形套叠,具波 状消光。暗层为黏土质充填物,含量较少,主要为绿 泥石和伊利石,在扫描电镜下可观察到暗层中的绿 泥石呈片状团簇在一起(图 5-h)。在锥体侧部边缘 处,纹层呈纤维状相互平行且整体平行于锥体侧壁 (图 5-e)。在横切面上,可见大小不等的同心圆状构 造(图 5-b)。叠锥内部泥质充填物除了组成叠锥内 部纹层中的暗层外,有的还形成较为粗大、肉眼可见 的泥质充填,边缘呈十分规则的锯齿状。泥质充填 物大小差别很大,且其中常会有破裂的痕迹,还包含 有石英、长石等矿物颗粒(图 5-g)。扫描电镜下可 观察到亮层与暗层之间有清晰的界线。



# 图 5 考考乌素沟延安组叠锥形态特征

Fig. 5 Shape of cone-in-cones of Yan'an Formation in Kaokaowusu

a. 锥体底部,有的为向内凹的喇叭形,另一些则外凸呈浑圆状;b. 横切面上的同心圆状构造,单偏光;c. 锥体侧面肋骨形的棱和沟槽; d. 扫描电镜下,锥的侧面肋骨形的棱之间的沟槽底部见细微缝隙;e. 锥体侧壁边缘处纹层呈纤维状相互平行,锥体内部则呈倒"V" 字型纹层(单偏光);f. 扫描电镜下所见叠锥内部的纤维状方解石,直径  $3 \sim 5 \mu m$ ;g. 泥质充填物的锯齿状边缘(箭头 m 处),泥质充填 物中的石英、长石等矿物颗粒(箭头 n 处),以及泥质充填物中的破裂痕迹(箭头 1 处)(单偏光);h. 泥质充填物主要为绿泥石,在扫描 电镜下可见其片状形态。

# 3 叠锥成因与产出环境

### 3.1 叠锥成因

叠锥构造的成因曾引起广泛的讨论,所提出过 的观点有七八种之多。在这些观点中,有一些已经 逐渐被否决,目前依然比较倾向的观点大致可分为 以下几类:①是由于组成叠锥的矿物结晶体自身生 长形成的<sup>[34,79,13]</sup>;②是某种构造应力作用的结果, 但力源不明;③是与成岩一后生阶段压溶作用有关 的构造<sup>[3,79,13]</sup>;④是藻类生物长期沉积作用形成的 特殊构造体,为叠层石之一<sup>[6]</sup>。

第一种观点可简称为"结晶说",这种观点认为 叠锥是由于方解石结晶成纤维状时所产生的内部应 力造成的。当方解石结晶时,上部岩层的重载产生 一个垂直应力,在水平面上,对于纤维横生的阻力又 发生一种横的应力。这两种应力作用就产生最大扭 动的锥形面,锥的顶角由这些应力的相对大小而决 定。但如果叠锥是由于结晶作用形成的话,应该是 均匀的,而事实上许多叠锥锥体是错落叠置的,同一 层里结构并不规则<sup>[13]</sup>。

第二种观点的提出主要是由于叠锥与震裂锥在 外形上十分相似,甚至经常有地质工作者将两者相 混淆,近几年有学者就两者的异同进行了细致的区 分和描述<sup>[2]</sup>。此次野外工作发现与叠锥同层共生的 泥岩成层性很好且产状十分平缓,泥岩中所含的植 物叶片也十分完整(图 6),指示了一种十分稳定的 环境,此处没有任何曾受到过构造应力改造的迹象; 因此,这种观点存在着力源不明的致命缺陷。



图 6 与叠锥同层共生的泥岩及其中完整的植物叶片 Fig. 6 Mudstone symbiosed with cone-in-cones and their lamina

第三种观点的提出则主要是因为叠锥锥体之间 的黏土膜在剖面中呈锯齿状的特点与缝合线相似, 但经过仔细观察也很容易发现两者存在着较大的差 异。第四种观点目前仅为一种设想,目前尚未找到 叠锥为藻类生物形成的证据,因此,现阶段尚不能将 其归入叠层石。 笔者认为,叠锥是由微生物和沉积作用联合形成的一种特殊的生物沉积构造,推测其与光能微生物、异养细菌类等微生物的生物化学作用有关。

近年来对生物作用的不断认知,已证实微生物 的光合作用能够促使 CaCO<sub>3</sub> 沉淀<sup>[14-19]</sup>。透光度和 光谱的组成决定了光能性微生物可殖生的水深范 围,而异养细菌和真菌类则基本不受透光度的影响。 采样点处的叠锥产出于分流间湾泥质沉积物中,是 水较浅的环境,且叠锥锥顶向上的形态特征也与叠 层石类似,控制叠层石形成的蓝细菌即是为了在生 长过程中争取阳光而形成顶朝上的形态<sup>[20]</sup>。叠锥 的结构反映出类似叠层石的生长特征,所以推测叠 锥的生长应主要受光能性微生物的影响,此外也不 排除物理化学作用和异养细菌在 CaCO<sub>3</sub> 沉淀时在 成核方面所起的重要作用。

微生物碳酸盐岩的形状和宏观结构受沉积环境 变化强烈的影响。外界环境的变化应该是叠锥结构 变化的主要控制因素,包括光照、沉积速率、水体物 理化学条件等微环境的变化。由于微生物碳酸盐岩 沉积的形成一般需要一种较洁净且沉积速率较低的 环境,沉积速率缓慢易于发育纹层清晰的微生物碳 酸盐岩沉积。生长在较开放的环境中的微生物受到 外界的干扰较大,不易形成纹层清晰的微生物碳酸 盐岩沉积<sup>[22]</sup>。叠锥 A 上、下层的纹层十分清晰,应 是在十分平静、沉积速率较低的环境中形成的,这种 纹层应该是生长纹,反映出微生物生长的某种周期 性;而中层块状构造的叠锥灰岩在镜下可看到明显 的生长纹被扰乱的迹象,推测其在这一阶段遭受到 外界某种因素的干扰。这也表明微生物碳酸盐岩沉 积对发育环境的要求极为苛刻[21],只有发育在各 方面都符合其要求的环境中的微生物碳酸盐岩才较 完整。而具体有哪些主要的控制因素目前还不清 楚,因此,对于控制微生物碳酸盐岩特有的结构成 因因素方面的研究尚有待加强。

#### 3.2 叠锥的产出环境

图 2-b 为神木地区延安组第 II 成因地层单元第 2 小层序骨架砂体图,砂体向西南方向指状交叉,从 图中可辨认出 3 个三角洲垛体,编号为 d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>、d<sub>3</sub>。 此次研究的采样点 GPS241 恰好位于三角洲垛体 d<sub>1</sub> 的分流间湾内<sup>[11]</sup>。从图 2-a 也可分辨出其位于分流 间湾中。在其附近,同样是分湾间湾中,且几乎是在 同一高度发育双壳类 Margariti fera 组合和 Unio 组合,属大型双壳类,一般发育在浅水环境中<sup>[12]</sup>。图 2-c 显示叠锥产出在分流间湾泥质沉积物中。

除了采样的 GPS241 点之外,在马盖沟 (GPS240点)处的大型露头上也出露有叠锥构造, 其发育在开阔湖的黑色泥岩之上的分流间湾中。此 外,据资料记载<sup>[1]</sup>,叠锥在分流间湾泥质沉积物中十 分常见,在三角洲前缘、废弃分流河道、湖泊滨岸带 泥质沉积物中也常出现,一般出现在从河流到湖泊 的过渡环境中水较浅的部位。这与上文对叠锥成因 进行推测时分析的环境也吻合,由此可见,鄂尔多斯 盆地东北部延安组第Ⅱ成因地层单元中的叠锥发育 于由河流向湖泊过渡的浅水、沉积速率较低的环境 中。

此外,在扫描电镜下可观察到叠锥中泥质充填

物里大量的碳化微体生物化石,其形态与红细胞相 似,呈球状或椭球状,形如圆盘,中间下凹,边缘较 厚。单体体积很小,直径 10~30 µm,绝大多数为 20 µm 左右,在微生物单体之间有褶皱状的物质分 布(图7)。由此说明叠锥形成过程中周围的生物活 动十分频繁。需要特别注意的是,叠锥产出的这样 一套黑色岩系应当是反映了一种相对还原的沉积成 岩环境,产出结构构造如此特殊的钙质叠锥体,是一 个十分值得思考和进一步研究的问题。



图 7 叠锥中泥质沉积物里的生物结构 Fig. 7 Biologic structure in the muddy sediments in cone-in-cones a. 已炭化的微生物形态,红细胞状的单体堆积在一起,单个直径 10~30 μm,绝大多数为 20 μm 左右;b. 单体之 间可见褶皱状物质(箭头n处)。

# 4 结 论

(1)叠锥外观为球状一椭球状的钙质结核,主要 成分为碳酸盐,由大小不等的、同轴或错落叠置的直 圆锥组成,表面有横向的棱、凹槽及纵向的细纹,内 部主要为纤维状方解石呈锥形套叠,还含有相当多 的泥质充填物。纵切面上可见明显的"V"字型或 "W"字型纹层;横切面上可见大小不等的同心圆状 构造。在扫描电镜下,可观察到叠锥中泥质充填物 里大量的炭化微生物化石,其形态与红细胞相似,单 体体积很小,直径 10~30 μm,绝大多数为 20 μm 左 右。

(2)部分叠锥内部结构清晰,以叠锥 A 为例,其 内部可划分为 3 层,中层为块状灰岩;上层和下层则 是由大小不等的、同轴或错落叠置的直圆锥组成。

(3) 推测叠锥是由微生物和沉积作用联合作用 形成的一种特殊的生物沉积构造。

(4)鄂尔多斯盆地东北部延安组第Ⅱ成因地层 单元中的叠锥应发育于由河流向湖泊过渡的浅水、 沉积速率较低的环境中。

### 参考文献:

[1] 焦养泉,吴立群,杨生科,等. 铀储层沉积学——砂岩型铀矿

勘查与开发的基础[M].北京:地质出版社,2006:248-265.

- [2] Christian K, Herbert H. Impact tectonics [M]. [S. l.]: Springer, 2005:81-86.
- [3] Cobbold P R, Rodrigues N. Seepage forces, important factors in the formation of horizontal hydraulic fractures and beddingparallel fibrous veins('beef' and 'cone-in-cone')[J]. Geofluids, 2007,(7):313-322.
- [4] Wiltschko D V, Morse H W. Crystallization pressure versus "crack seal" as the mechanism for banded veins[J]. Geology, 2001,29(1):79-82.
- [5] Hilgers C, Urai J L. On the arrangement of solid inclusions in fibrous veins and the role of the crack-seal mechanism [J]. Journal of Structural Geology, 2005, 27(3):481-494.
- [6] Paul C. Nature, origin, and significance of cone-in-cone structures in the Kiowa formation(early Cretaceous), North-central Kansas[J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1969, 39(4): 1 438-1 454.
- [7] 佩蒂庄 F J. 沉积岩[M]. 李汉瑜,译.北京:石油工业出版社, 1981:505-506.
- [8] 《沉积构造与环境解释》编著组. 沉积构造与环境解释[M]. 北 京:科学出版社,1984:42.
- [9] 黄立华,于水勤. 陕北神府地区延安组煤系中的叠锥构造[J]. 煤田地质与勘探,1989(4):19-22.
- [10] 李思田,程守田. 鄂尔多斯盆地东北部层序地层及沉积体系分 析[M].北京:地质出版社,1992:1-12,102-131.
- [11] 焦养泉,李思田,杨士恭. 三角洲一湖泊沉积体系及聚煤研究 [J]. 地球科学:中国地质大学学报,1992,17(2):113-121.

- [12] 卢宗盛,黄其胜,焦养泉.鄂尔多斯盆地东北部中侏罗世延安 组双壳类生态组合[J].地球科学:中国地质大学学报,1992, 17(3):353-363.
- [13] 马杏垣,王嘉阴.察南下花园下侏罗纪煤系中的叠锥[J].地质 论评,1951(01):13-28.
- [14] Laval B. Cady S L. Pollack J C. et al. Modern freshwatermicrobialite analogues for ancient dendritic reef structures[J]. *Nature*, 2000,407:626-629.
- [15] Reid R P, Visscher P T, Decho A W, et al. The role of crobes in accretion, lamination and early lithification of modern marine[J]. Nature, 2000, 406; 989-992.
- [16] Visscher P T, Reid R P, Bebout B M. Microscale observation of sulfate reduction: Correlation of microbial activity with lithified micritic laminae in modern marine stromatolites[J]. Geol-

ogy, 2000,28:919-922.

- [17] Arp G, Reimer A, Reitner J. Photosynthesis-induced biofilm calcification and calcium concentrations in phanerozoic oceans
  [J]. Science, 2001,292:1 701-1 704.
- [18] Arp G, Reimer A, Reitner J. Microbialite formation in seawater of increased alkality, Satonda CraterLake, Indonesia[J]. Sedimentary Research, 2003,73(1):105-127.
- [19] 温志峰,钟建华,李勇,等. 叠层石成因和形成条件的研究综述 [J]. 高校地质学报,2004,10(3):418-428.
- [20] 朱士兴. 中国叠层石[M]. 天津:天津大学出版社,1993.
- [21] 滕建彬,沈建伟.海南岛鹿回头水尾岭海滩岩中的微生物碳酸 盐沉积研究[J].中国科学:D辑,2007,37(10):1 338-1 348.
- [22] 福果格,碳酸盐岩微相:分析、解释及应用[M].马永生,译.北 京:地质出版社,2006:350-359.

# Sedimentary Feature and Paleoenvironmental Significance of Cone-in-cones of Yan'an Formation in the Northeast of Ordos Basin

SONG Ji<sup>a</sup>, JIAO Yang-quan<sup>b</sup>, WU Li-qun<sup>b</sup>, RONG Hui<sup>a</sup>, WANG Rui<sup>a</sup>

(a. Graduate School; b. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Cone-in-cones are among the most spectacular and enigmatic geological features. They are shaped like caliche nodule, globular-ellipsoidal, and mainly composed of carbonate. They are so termed as they are formed by six of straight cones which are coaxial or scattered overlay. To fully understand the depositional feature of cone-in-cones and dicuss the problems of genetic model and situational meaning of cone-in-cones, a systematic research is made on the cone-in-cones developed in the second genetic stratigraphic unit of Yan'an Formation in the northeast of Ordos Basin by means of outcrop observation, hand specimen observation, polished thin section observation, X ray diffraction analysis, electronic scanning etc. The results show that cone-in-cones develop in mudstone with tuberculosis-like output, where there are plenty of planktonic microfossils with a diameter more or less than 20  $\mu$ m. This illustrated a comparatively reductive depositional and diagenetic environment. The internal nodules always can be divided into three tiers. The upper and the lower are formed by sixes of straight cones which are coaxial or scattered overlay. The internal cones are mainly fibrous calcite and cone-shaped nest, but also contain a considerable number of clay filling. On the longitudinal section of the upper and lower cone surface "V" shaped or "W"-shaped laminaecan be clearly seen, showing the concentric circles of varying sizes structure in cross section. Both the cone top of the upper and the lower block is upward, reflecting their growth characteristics similar to those of the stromatolite. A synthessized analysis of the information on alls asepects suggests that the cone-incones structure should be a special kind of biostructure formed by the microbial action joined with sedimentation. It is thus inferred that cone-in-cones of the second genetic stratigraphic unit of Yan'an Formation in the northeast of Ordos Basin should develop in the transitional environment from the river to the lake, where the water was shallow and the sedimentation was slow.

Key words: cone-in-cone; Yan'an Formation; northeast of Ordos Basin