

扬子板块中部南山坪背斜的形成与演化

戴俊生¹ 马占荣¹ 冀国盛¹ 田海芹²

(1.石油大学地球资源与信息学院,山东 东营 257061;
2.中国石油化工集团公司石油勘探开发研究院,北京 100083)

摘要:南山坪背斜位于扬子板块中部,核部上震旦统含有大量沥青,是一个被破坏的古油藏。笔者通过建造分析认为震旦纪至中三叠世属于古隆起发育阶段,进一步划分出震旦纪古隆起雏形期、早古生代古隆起保持期和晚古生代—中三叠世古隆起发展期。晚三叠世至新生代属于断裂褶皱发育阶段,进一步划分出晚三叠世—中侏罗世宽缓背斜发育期、燕山运动 II 幕断展背斜发育期、燕山晚期和喜玛拉雅期背斜改造期。南山坪古油藏以上震旦统灯影组白云岩为储层,以上覆下寒武统牛蹄塘组黑色碳质泥岩和石煤为烃源岩,志留纪至中三叠世古隆起聚集油气,晚三叠世至中侏罗世是油气再分配和南山坪古油藏形成时期,之后是古油藏被破坏时期。

关键词:灯影组;古油藏;构造演化;南山坪

中文分类号:P542.74 **文献标识码:**A **文章编号:**100-3657(2003)-04-0367-05

南山坪背斜位于湖南省慈利县境内,其构造位置属扬子板块、江南隆起带西部雪峰山—武陵山隆起的北部边缘,以慈利—保靖断裂为界与八面山褶皱带的桑植—石门复向斜相邻(图 1),由震旦系和寒武系组成。在上震旦统灯影组白云岩中发现大量沥青,是一个被破坏的古油藏。研究南山坪背斜的形成和演化对揭示该古油藏的形成改造历史,进而指导中国南方碳酸盐岩的油气勘探具有重要意义。笔者在野外

地质填图和基本构造特征分析的基础上,通过编制构造演化剖面 and 区域背景分析,采用了建造分析与改造分析相结合的方法,揭示了该背斜的形成演化过程,分析了古油藏的形成与改造历史。

1 基本构造形态

南山坪背斜整体构造形态为被断层切割的复式背斜,核部出露震旦系,翼部出露震旦系和寒武系,轴向东北,向北东倾伏,倾伏端被断层复杂化,东南翼较完整,北西翼被断层切割(图 2)。复背斜核部下震旦统陡山沱组褶皱变形构成一个背斜和一个向斜,即五保溪背斜和廖家院向斜。复背斜南东翼由北西向南东依次出露上震旦统灯影组,下寒武统牛蹄塘组、杷榔组和清虚洞组,中寒武统高台组和中上寒武统娄山关群。复背斜南东翼地层南东倾,产状陡,倾角 80°左右,干溪峪断层切割牛蹄塘组,表现为正断层。长潭—车家峪断层切割复背斜北西翼,南东盘出露上震旦统,北西盘出露娄山关群,地表观察断层面北西倾,为压性正断层,邻区地震资料解释该断层深部南东倾为逆断层^①,是一条浅层和深部断面倾向相反的枢纽断层。

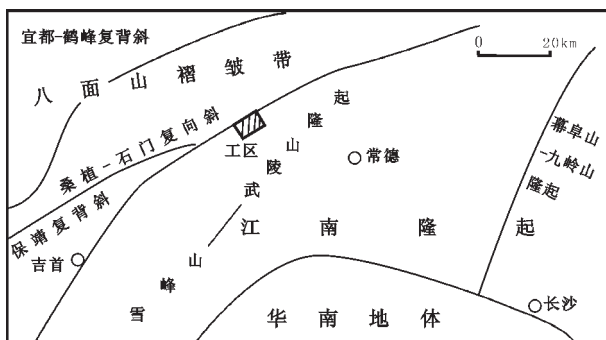


图 1 南山坪背斜构造位置图

Fig. 1 Tectonic location of the Nanshanping anticline

收稿日期:2002-06-30;改回日期:2003-05-25

基金项目:国家重点基础研究发展规划(973)项目(G1999075507)资助。

作者简介:戴俊生,男,1958年生,博士,教授,主要从事构造地质学和石油地质学领域的教学和科研工作;E-mail:daijian@hdpu.edu.cn。

① 中石化南方海相油气勘探项目经理部,湖南保靖—慈利逆冲断裂带地质调查报告,1998。

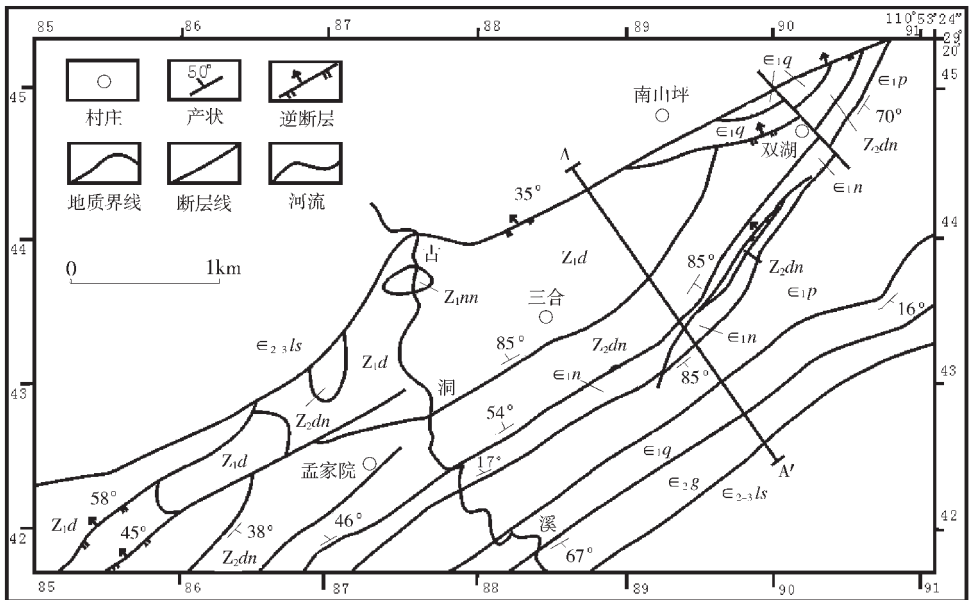


图2 南山坪地区地质图

Z_{1nm}—南沱组; Z_{1d}—陡山沱组; Z_{2dn}—灯影组;
 E_{1n}—牛蹄塘组;
 E_{1q}—清虚洞组; E_{1p}—杷榔组; E_{2g}—高台组; E_{2-3ls}—娄山关群; A—A'—剖面

Fig. 2 Geological map of the Nanshanping region

Z_{1nm}—Nantuo Formation; Z_{1d}—Doushantuo Formation; Z_{2dn}—Dengying Formation; E_{1n}—Niutitang Formation; E_{1q}—Qingxudong Formation; E_{1p}—Palang Formation; E_{2g}—Gaotai Formation; E_{2-3ls}—Loushanguan Group; A—A'—Section

2 震旦纪—中三叠纪古隆起发育阶段

南山坪地区大面积出露震旦系和古生界,前人成果证明震旦纪至中三叠世是地壳相对稳定时期^[1]。对震旦纪至中三叠世的构造演化史研究采用了建造分析法,主要考虑了地层厚度、岩相和沉积环境,编制了构造发育剖面,将该时期确定为古隆起发育阶段,并进一步划分出震旦纪古隆起雏形期、早古生代古隆起保持期和晚古生代—中三叠世古隆起发展期。

2.1 震旦纪古隆起雏形期

震旦系是扬子板块上的第一个沉积盖层。南华纪南山坪地区被海水漫漫,出现边缘海过渡类型沉积。在早南华世莲沱组沉积后期发生的澄江运动使地壳抬升,在寒冷的气候条件下,扬子板块西部出现大陆冰盖,东部出现山岳冰川,堆积了冰碛砾岩。早震旦世地壳运动的差异性变小,地势低平,海侵广泛,形成广布的陆表浅海^[2]。震旦纪南山坪位于隆起与拗陷的过渡地带,出现古隆起雏形。南侧的江南隆起沉积厚度较小,北侧的八面山地区相对拗陷,沉积厚度较大。

2.2 早古生代古隆起保持期

早古生代扬子板块总体表现为更稳定的发展阶段,南山坪处在台地、陆棚和斜坡的过渡地带,接受了比较稳定的沉积,以浅海碳酸盐岩和碎屑岩为主,生物大量出现。地壳运动主要表现为升降性质,发生在中奥陶世晚期与晚奥陶世之

间的早加里东运动及志留纪末与早泥盆世之间的晚加里东运动是两次重要的构造运动,后者导致扬子板块整体抬升^[3]。早古生代期间,南山坪及周围地区差异沉积作用明显,寒武系北厚南薄,奥陶系和志留系南厚北薄(图3)。由于地壳的跷跷板式差异沉降,南山坪南侧震旦纪发育的古隆起被保持并有所发展,震旦系的中、下部表现为大型背斜形态,南山坪地区位于该背斜的北翼。

2.3 晚古生代—中三叠世古隆起发展期

晚古生代和早、中三叠世地壳升降较频繁,南山坪地区缺失泥盆系和石炭系,二叠纪和早、中三叠世为陆棚浅海环境。南山坪周围地区泥盆系、石炭系和二叠系均为南厚北薄,下、中三叠统则北厚南薄,加之江南隆起长期抬升,震旦系和下古生界表现为大型背斜形态,而且幅度逐渐增大,南山坪仍位于该大型同沉积背斜的北翼(图4)。

3 晚三叠纪—新生代断裂褶皱发育阶段

上三叠统至新近系在南山坪地区无分布,前人工作证实该套地层在该区没有沉积,晚三叠世以来形成了现今的断裂和褶皱构造^[4]。对晚三叠世至新生代的构造演化历史研究主要采用了改造分析法。现今南山坪地区以翻卷断层和褶皱为最明显的构造变形。从变形过程上看,长潭—车家峪断层的逆冲活动和翻卷变形是两期构造活动的结果,都是强烈挤

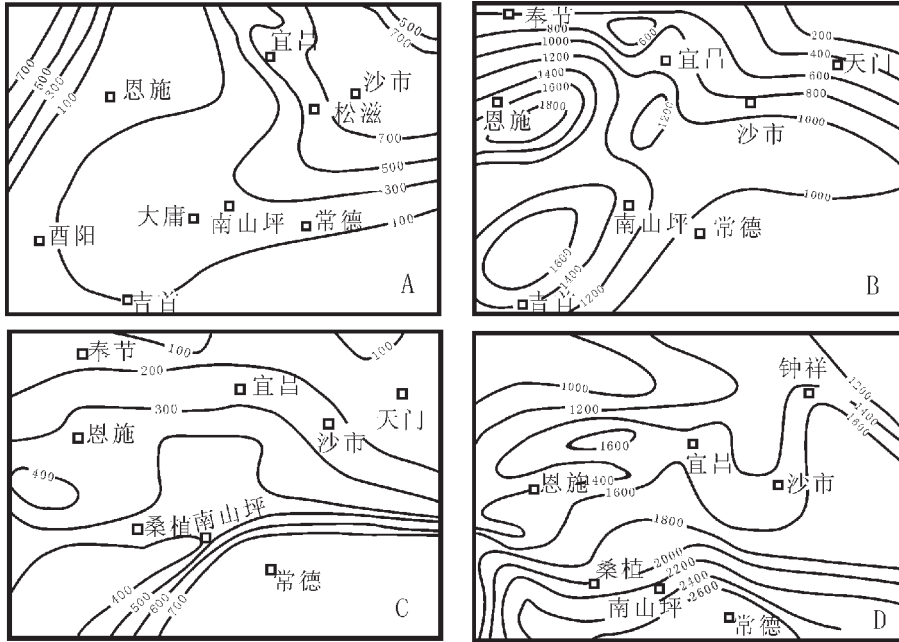


图 3 南山坪地区上震旦统灯影组—古生代地层等厚图(单位:m)

A—灯影组;B—中—上寒武统;C—下奥陶统;D—志留系

Fig. 3 Isopach map of the upper Sinian to lower Paleozoic Dengying Formation in the Nanshanping region (in meter)

A—Dengying Formation; B—Middle–Upper Cambrian; C—Lower Ordovician; D—Silurian

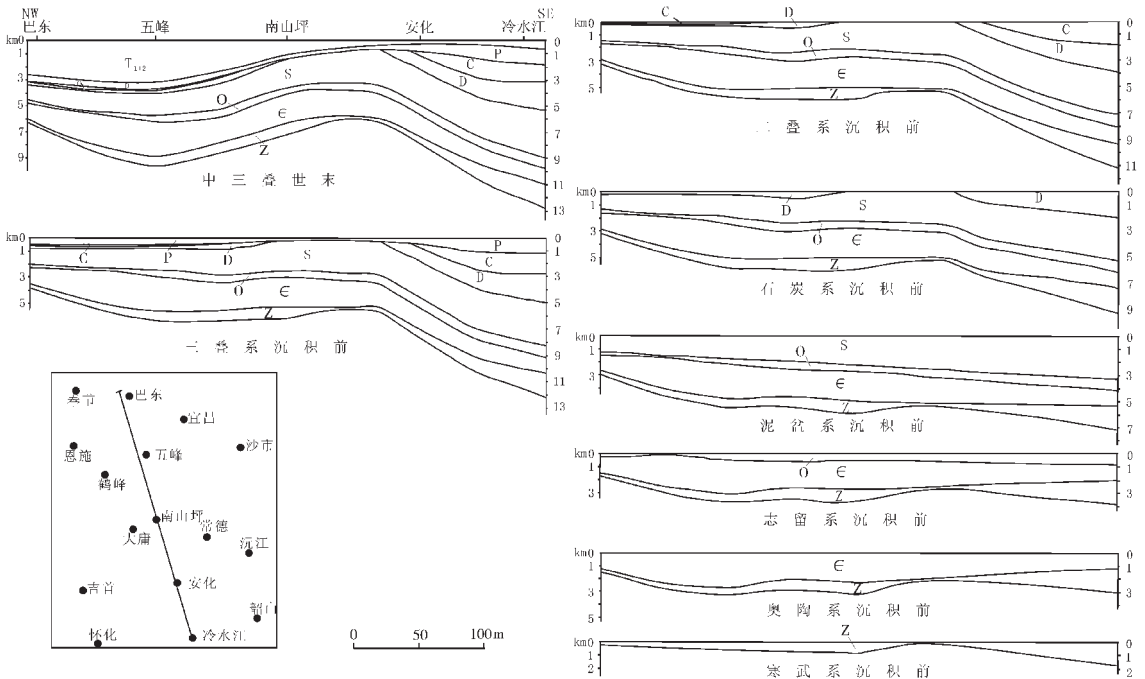


图 4 巴东—南山坪—冷水江震旦纪—中三叠世构造演化剖面

C—石炭纪;P—二叠纪;D—泥盆系;S—志留系;T₁₋₂—下—中三叠系;O—奥陶系;Є—寒武系;Z—震旦系

Fig. 4 Section showing the Sinian to Middle Triassic structural evolution of Badong — Nanshanping — Lengshuijiang
C—Carboniferous; P—Permian; D—Devonian; S—Silurian; T₁₋₂—Lower–Middle Triassic; O—Ordovician; Є—Cambrian; Z—Sinian

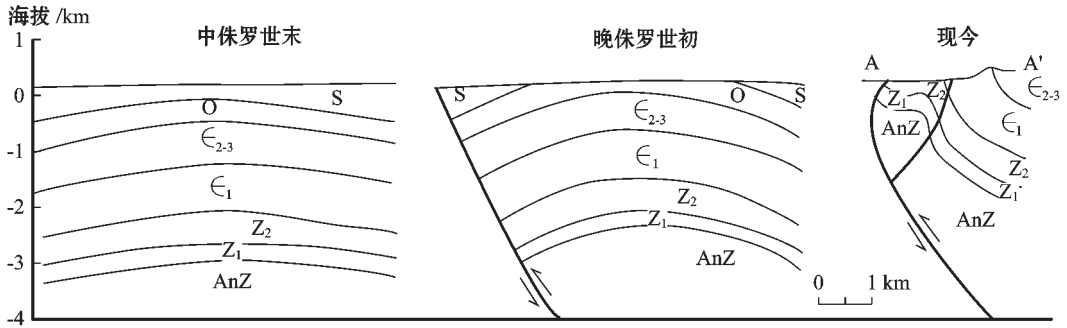


图5 南山坪中、新生代构造演化剖面(剖面位置见图2)

AnZ—前震旦系; Z₁—下震旦统; Z₂—上震旦统; ε₁—下寒武统; ε₂₋₃—中—上寒武统; O—奥陶系; S—志留系;

Fig. 5 Meso-Cenozoic structural evolution of Nanshanping (for the section location see Fig. 2)

AnZ—Precambrian; Z₁—Lower Sinian; Z₂—Upper Sinian; ε₁—Lower Cambrian;

ε₂₋₃—Mid-Late Cambrian; O—Ordovician; S—Silurian

压作用下的产物。南山坪地区最强烈的挤压褶皱作用发生在中侏罗世末,正是该构造幕导致了长潭—车家峪断层的强烈逆冲活动,并发育断层相关褶皱^①。该断层的翻卷变形发生在燕山晚期和喜马拉雅期,很可能发生在白垩纪末,伴随断层的翻卷变形,背斜构造被改造。在逆冲断层强烈活动之前,还应该存在岩层的褶皱变形阶段,该阶段形成的褶皱构造比较宽缓,晚三叠世和早、中侏罗世可能属于该阶段。

3.1 晚三叠世至中侏罗世宽缓背斜发育期

中三叠世末期的印支运动主幕使地壳大范围抬升成陆,进入晚三叠世和早侏罗世发育了一系列的山间盆地^②,南山坪北侧的桑植—荆门地区就是其中一个盆地。由于上、中三叠统之间是微角度不整合,因此震旦系至中三叠统在上三叠统和下侏罗统分布区为向斜形态,在上三叠统和下侏罗统缺失地区表现为背斜形态。南山坪地区发育一个规模较大两翼产状较缓的背斜,该背斜的平面范围大于现今的南山坪复背斜(图5)。

中侏罗世经过长期的剥蚀夷平,准平原化环境出现,湖泊星罗棋布。

3.2 燕山运动Ⅱ幕断展背斜发育期

中侏罗世末期的燕山运动主幕(Ⅱ幕)在强烈的挤压作用下,造成逆冲断层的强烈活动和断层相关褶皱的发育。南山坪背斜北翼的长潭—车家峪断层此时由南向北强烈逆冲活动,其上升盘发育断层相关褶皱。该时期的南山坪地区发育断展背斜^③,形态完整,其平面规模与现今的南山坪复背斜相当。晚侏罗世地形高差大剥蚀作用强。

3.3 燕山晚期和喜马拉雅期背斜改造期

晚侏罗世末、早白垩世末和晚白垩世末等均有较强的构造活动。在挤压作用下,地壳抬升,褶皱紧闭,部分地层倒

转,长潭—车家峪断层面发生翻卷。南山坪背斜被改造,主要表现在原来规模较大较完整的一个背斜变成一个受断层切割的复背斜,该复背斜在工区北部主要由廖家院向斜和五保溪背斜组成,两翼产状变陡,局部发生倒转,断层切割严重,剥蚀作用强烈。

4 油藏演化分析

南山坪古油藏以上震旦统灯影组白云岩为储层,以上覆下寒武统牛蹄塘组黑色碳质泥岩及石煤为烃源岩,以下寒武统牛蹄塘组、筲竹寺组和沧浪铺组泥质页岩为盖层。但其中的油气现已散失,仅残留部分沥青。

牛蹄塘组中的石煤和碳质页岩有机质丰富、生烃潜力大,它们在志留纪初期进入生油门限,开始大量生成石油,到中泥盆世至早二叠世陆续达到油窗下限并开始生成大量湿气。到了中三叠世它们的成熟度很高,已经处于湿气生成末期^④。由于上覆有400多米厚的泥页岩,牛蹄塘组生成的油气主要向下运移,输送给具有储集性能的灯影组白云岩。

志留纪初牛蹄塘组开始大量生油时,灯影组白云岩已具备宽缓背斜的形态,并开始聚集牛蹄塘组提供的油气,南山坪地区位于该背斜的北翼。中泥盆世至中三叠世该宽缓背斜被进一步增强,牛蹄塘组生成的天然气大量进入该宽缓背斜。晚三叠世至中侏罗世受挤压作用的影响,早期的宽缓背斜被复杂化,南山坪地区形成一个规模较大的背斜构造,与此同时原宽缓背斜中的油气被重新分配。燕山运动Ⅱ幕由于长潭—车家峪断层的逆冲活动,南山坪断展背斜发育,其具有聚集油气的有利条件,南山坪古油藏形成。晚侏罗世及以后,在强烈的挤压作用下,南山坪背斜被褶皱和断层复杂化,地壳抬升遭受剥蚀,古油藏被破坏,长期的生物降解和氧化

①田海芹,戴俊生,金强,等.湘鄂西地区南山坪古油藏特征及其形成与破坏因素研究.2000.

作用,残存在灯影组白云岩缝洞、孔隙中的原油变成了不可溶的固体沥青。

参考文献 (References):

- [1] 马文璞.区域构造解析[M].北京:地质出版社,1992.201~208.
Ma Wenpu. Tectonic Analysis [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992. 201~208 (in Chinese with English abstract).
- [2] 周国庆,赵建新.华南扬子克拉通东南缘赣东北蛇绿岩的 Sm-Nd 同位素研究[J].科学通报,1991,35(2):129~132.
Zhou Guoqing, Zhao Jianxin. Sm-Nd isotope research of ophiolite in northeastern Jiangxi southeastern Yangtze craton [J]. Chinese Science Bulletin, 1991, 35 (2): 129~132 (in Chinese).
- [3] 刘特民,陈国栋,吴正永.滇黔桂上扬子地区构造、沉积演化特征 [A]. 见: 扬子海相地质与油气 [C]. 北京: 石油工业出版社, 1993.13~29.
Liu Temin, Chen Guodong, Wu Zhengyong. Characteristics of tectonic and sedimentary evolution of the Yunnan-Guizhou-Guangxi Upper Yangtze Region [A]. In: Marine Geology and Petroleum [C]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1993.13~29 (in Chinese with English abstract).
- [4] 江汉油田石油地质志编写组.中国石油地质志,江汉油田[A].北京:石油工业出版社,1991.75~93.
Editorial Group of Petroleum Geology of Jiangnan Oilfield. Petroleum Geology of China, Jiangnan Oilfield [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1991.75~93 (in Chinese with English abstract).
- [5] Wilkerson M S, Medwedeff D A, Marshak S. Geometrical modeling of fault-related folds: a pseudo-three-dimensional approach [J]. Struct. Geol. 1991, 13 (7): 801~812.
- [6] 王鸿祯.中国东部及邻区中、新生代盆地发育及大陆边缘区构造发展[J].地质学报,1983,57(3):214~223.
Wang Hongzhen. Growth of Meso-Cenozoic basins and tectonic evolution of continental margins in eastern China and neighboring areas [J]. Acta Geologica Sinica, 1983, 57 (3): 214~223 (in Chinese with English abstract).
- [7] McClay K R. Glossary of Thrust Tectonics Terms. Thrust Tectonics [J]. London: Chapman & Hall, 1992, 419~433.

Formation and evolution of the Nanshanping anticline in the central Yangtze plate

DAI Jun-sheng¹, MA Zhan-rong¹, JI Guo-sheng¹, TIAN Hai-qin²

(1. Department of Resources, University of Petroleum, Dongying 257061, Shandong, China;

2. Exploration and Development Research Institute, China Petrochemistry Limited Company, Beijing 100083, China)

Abstract: The Nanshanping anticline, located in the center of the Yangtze plate, is a destroyed ancient oil accumulation. The upper Sinian in the core of the anticline contains large amount of bitumen. Based on an analysis of the sequence of strata, the authors propose that the Sinian to Middle Triassic was a period of paleo-uplift development, which may be further divided into the Sinian embryonic paleo-uplift stage, Early Paleozoic paleo-uplift conservation stage and Late Paleozoic to Middle Triassic paleo-uplift development stage. Analysis of modification suggests that the period from the Late Triassic to Cenezoic was a period of the development of faults and folds, which may be subdivided into the stage of Late Triassic-Middle Jurassic broad anticline development, stage of fault propagation and anticline development in the II phase of the Yanshanian movement and stage of late Yanshanian and Himalayan anticline modification. The Nanshanping ancient oil accumulation takes dolomitite of the upper Sinian Dengying Formation as the reservoir and black carbonaceous mudstone and stone coals of the overlying Lower Cambrian Niutitang Formation as source rocks. Oil and gas were accumulated in the paleo-uplift from Silurian to Middle Triassic. The Late Triassic and Middle Jurassic witnessed the redistribution and formation of the Nanshanping ancient oil accumulation. Later the ancient oil accumulation was destroyed.

Key words: Dengying Formation; ancient oil accumulation; tectonic evolution; Nanshanping