

苏北盆地上白垩统一第三系 层序地层与沉积演化

邱旭明 刘玉瑞 傅强 著

地质出版社

· 北京 ·

内 容 提 要

本书以层序地层学为理论指导,以盆地构造演化、沉积旋回发育决定沉积体系与层序格架特征为主线,对苏北盆地自晚白垩世以来特别是下第三系的沉积体系演化特征进行了全面系统研究,提出了研究与描述断陷型湖盆沉积的理论思路与技术方法。详细阐述了苏北断陷湖盆层序地层格架的建立、苏北断陷盆地层序地层模式、高邮凹陷高分辨率层序地层分析以及苏北断陷湖盆的沉积体系演化特征等内容。

本书可供石油地质与海洋地质专业的研究生以及从事油气勘探与开发工作的科研人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

苏北盆地上白垩统一第三系层序地层与沉积演化 / 邱旭明, 刘玉瑞, 傅强著. —北京: 地质出版社, 2006. 5
ISBN 7-116-04844-8

. 苏... . 邱... 刘... 傅... . 上白
垩统一第三系-地层层序-沉积-研究-苏北地区 . P535.253

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 045483 号

SUBEI PENDI SHANGBAIETONG ZHI DISANXI CENGXU DICENG YU CHENJI YANHUA

责任编辑: 刘亚军 祁向雷 杨永强

责任校对: 李 玫

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324578 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京印刷学院实习工厂

开 本: 787 mm×1092 mm¹/₁₆

印 张: 10.5

字 数: 256 千字

印 数: 1—800 册

版 次: 2006 年 5 月北京第一版·第一次印刷

定 价: 30.00 元

ISBN 7-116-04844-8/P·2685

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社出版处负责调换)

前 言

苏北盆地是扬子准地台东部一个白垩纪—第三纪的大型断陷盆地，它发育于下扬子地区的一整套古生代—早中生代褶皱基础之上，面积 3.5 万 km²，可分为 3 个次级构造单元，自北向南为盐阜拗陷、建湖隆起和东台拗陷。其中东台拗陷由金湖、高邮、溱潼、海安四个断陷组成，构成油气勘探的主体区域。

苏北盆地内中、新生界沉积厚度大、分布广。主要生储岩系为下第三系阜宁组 and 上白垩统泰州组，其中泰二段、阜二、阜四段发育大套暗色泥质岩，属较稳定的较深湖沉积，而泰一、阜一、阜三段发育砂岩为主的储层。

随着苏北盆地数十年的勘探与开发，已经发现并开发的油田均已进入中高含水阶段，构造圈闭大多已经发现并实施钻探，寻找地层和岩性圈闭，特别是在凹陷区寻找岩性油藏尚具有较大的潜力。随着层序地层学特别是高分辨率层序地层学的发展，隐蔽油气藏的勘探进入了一个崭新的阶段，以寻找有利储集体为目标的高精度层序地层学与传统的沉积相及沉积体系研究相结合，成为苏北盆地预测隐蔽油气藏、发现新的油气储量的重要途径。

从层序地层学的观点出发，层序格架中，可以根据最佳的生、储、盖组合来预测有利相带，并在层序界面附近寻找地层油气藏，在最大洪泛面附近则容易形成岩性上倾尖灭油气藏和岩性透镜体油气藏，低位体系域期间形成的各类扇体是形成地层岩性圈闭的有利目标。

在不同的沉积体系、相带的物性特征、侧向变化情况中，发育在湖盆中的三角洲沉积体系最有利于岩性地层油气藏的发育，其中三角洲前缘的水下分流河道、河口坝等又是其中的“甜点”。陆相沉积多水系与频繁的湖盆振荡，导致湖水大面积收缩与扩张，使砂体与泥岩间互并与地层产状、断裂相匹配。从而形成不同类型的隐蔽圈闭。

苏北盆地的构造发展史研究表明：晚白垩世以来苏北盆地的形成与演化与当时所处的板块位移以及郯庐大断裂活动密切相关。盆地形成可划分 3 个阶段：第一阶段为断-拗期（K₂t - E₁f），构造活动以张性剪切和拉张交替为特点，期间 3 次张剪-拉张交替，导致湖盆扩张、海水入侵，形成全盆地最重要的 3 套烃源岩；第二阶段为断陷期（E₂d - E₂s），该阶段以张剪性断裂活动为特点，产生构造负反转，形成一系列 NE 向张剪性断裂带，将前期统一拗陷盆地分割成若干孤立性断陷；第三阶段为拗陷期（N_y），该阶段以前期断陷盆地转化为平底锅式拗陷盆地为特点，形成以 N_{y2} 期为代表的大型拗陷盆地。

在构造发展史研究的基础上，将上白垩统—第三系划分为 2 个一级层序、3 个

二级层序和 14 个三级层序；苏北盆地层序主要受构造与气候因素控制，3 次最大湖泛面与湖侵伴生，为盆地造就了 3 个生烃潜力巨大的烃源岩；提出盆地内存在的 3 种（断-拗型、断陷型和闭流湖盆型）层序地层模式。

沉积相研究表明：始新统戴南组以湖相—浅湖相沉积为主，局部为河流相沉积。其中尤以高邮凹陷和金湖凹陷储层沉积类型最为丰富。上述两凹陷的勘探实践证明，在凹陷的两侧形成断陷背景控制下的沉积体系及有关成因类型砂体，油气的富集受这些砂体控制。其中陆相层序各体系域中沉积体系与相组合规律在湖侵或高位期由于湖域广、水体深，则有利于浊积体系发育，并构成主要储集类型；湖相层序低位期在碎屑物供应充分时，与高位体系域一样，均是河流—三角洲发育最重要的时期，并构成良好的油气聚集空间。随着苏北盆地勘探工作的进展，隐蔽圈闭成为勘探的主要目标。因此，利用钻井岩心、测井、地震资料，更新对苏北盆地泰州组—下第三系沉积体系的认识；开展以高精度层序地层学为主要技术方法的沉积体系及岩相演化特征研究，确定其沉积体系，找寻有利油气储集的岩相带发育部位及其空间展布，进而总结该凹陷的岩相与构造、有利储集砂体与烃源岩、油气的富集与成藏规律，指出隐蔽圈闭形成与发育分布的有利地区，为下一步的勘探与开发目标提供重要的科学根据和可靠的基础地质成果。

沉积体系及其演化方面：苏北盆地不同时期的沉积体系与演化直接受制于盆地的构造演化。断-拗时期，层序 1 、 2 和 3 中的 3 个湖侵体系域，除 K_2t_2 时期湖盆分布在金湖—洪泽凹陷以东外，随着后期（ E_1f_2 、 E_1f_4 ）湖侵规模愈来愈大，湖盆广覆现今全部残留盆地，且向东部水体加深，主要为深—半深湖相沉积；断陷期，原湖侵形成的统一湖盆被分割成以凹陷为单元多个沉积中心。苏北盆地下第三系阜一段从西向东水体逐渐变深，到海安凹陷已经转变为暗色泥岩沉积，成为深湖沉积环境；而阜二段水体向东水体更深；三垛组在海安凹陷出现绿色泥岩或灰色泥岩，预示出水体已经开始变深，向黄海海域有可能成为烃源岩的可能。预示出由海安凹陷向东油气勘探前景更好。

本书就是在沉积与构造控制岩性地层油气藏形成与分布的指导思想上，以苏北复杂的小型断陷为目标，分析其沉积体系与沉积相的演化发育特征，为我国其他类似的断陷沉积体系与沉积演化研究提供研究范例，“抛砖引玉”，期待国内有识之士共同推动沉积相与沉积体系演化研究在油气勘探中的应用。

本书也是苏北盆地沉积体系与沉积相研究的一次总结与提高，体现着许多人的智慧。他们是张国栋教授、章志英教授、刘成杰高工，游瑜春、武晓光、陆梅娟、陆音、刘喜欢等同志也参加岩心观察与描述工作，陈宪和同志绘制了部分图件。在此向他们表示衷心感谢。

作者
2006 年 4 月

Preface

Subei Basin is a large fault-depressed basin, which belongs to Cretaceous to Tertiary in east of Yangzi Paraplatform. It developed on a whole fold belt, which belongs to Paleozoic to Early Mesozoic. Its area is $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$. From north to south there are three secondary structural units: Yanfu Depression; Jianhu uplift and Dongtai depression. The Dongtai depression is composed of Jinhu Fault-depressed; Gaoyou Fault-depressed; Qintong Fault-depressed and Hai'an Fault-depressed. They are the main part areas for oil and gas exploration in Subei basin. The Mesozoic and Cenozoic sedimentary rocks in Subei Basin are greatly thickness and Widely distribution. The main source rock-reservoir is developed in Palaeogene Funing Group. The dark claystone developed in No. 2 segment and No. 4 segment of Funing Group, which belong to sustained deep-lake deposition. The No. 1 segment and No. 3 segment of Funing Group developed lots of sandstone reservoirs. The Palaeogene Dainan Group and Early Cretaceous Taizhou Group had also developed source rocks in parts areas.

With exploration and development of Subei basin for many years, the oil fields, which had been discovered, and explored, has achieved high containing water stage. Most structural traps have been discovered and bring into drilling. It shows that there are great potentials in searching stratum and lithologic trap, especially lithologic oil pool in sag areas. With development of sequence stratigraphy, especially high-resolution sequence stratigraphy, the exploration of subtle pool has gone into a new period. It is an important way to predict subtle pool and find new oil reserves using high-resolution sequence stratigraphy which search good reservoirs in purpose, integrate with the traditional sedimentary facies and sedimentary system in Subei Basin. The lithostratigraphic oil pools, which are controlled by lithofacies and stratum, have become the most realistic, most potential and most universal new territory.

From the concept of sequence stratigraphy, in the frames of sequences, it can predict favorable facies belts and find stratum oil pool near the sequence boundary by optimal combination of source rock, reservoir and cap rock. Near the maximum-flooding surface, it can easily develop lithologic up-dip pinchout oil pool and lithologic lenticular body pool. All kinds of fanbodies, which developed in the time of low order system tract, are the lucrative target of developing stratum lithologic trap.

Based on the different facies belts in deferent sedimentary systems; physical property characteristics and the condition of lateral variation, the delta sedimentary system which developed in lake basin are favor of developing lithostratigraphy oil pools. In the delta sedimentary system, the underwater distributary channels and mouth bars of delta front are the "sweet point". There are lots of water systems and the shaking of lake basin are frequently in continental deposite, which

lead to great shrinking and expanding of lake water. The sandbodies and source rocks are widespread contacted, which make all kinds of reservoirs have more chances to become oil pools.

Based on the tectonic development history of Subei Basin: the development and evolution of Subei Basin are closely relationship with Yangzi plate disposition and Tanlu rupture activity. The basin formation can be divided into three periods: The first stage is fault sag ($K_2t - E_1f$) periods, the tectonic activity feature was open-shearing and draw-opening alternation three times, which leading to lake basin expanding and seawater intruding and three most important source rock were developed in the basin. The second stage is fault depression ($E_2d - E_2s$). The second stage is fault depression ($E_2d - E_2s$) periods, the tectonic activity feature was open-shearing activity, which caused a series of NE direction open-shearing fracture belts and the structure carrying on the back reversion, the earlier days united depression basin was divided into several isolated fault sag. The third stage is depression (Ny) periods; the feature was the flat bed pot type depression basin was transformed from pre-downfaulted basin. The large depression basin was formed in Ny_2 periods.

Based on the tectonic development history, the stratum of Early Cretaceous to Tertiary can be divided into two first order sequence, three seconds order sequence and fourteen third order sequence. The sequences are controlled by structure and climate in Subei Basin, the three maximum-flooding surfaces and lake invasion happened in the same time, which make the basin developed three great source rock groups. Three kinds of stratigraphic models of sequence in the basin are proposed, they are fault-disobey type, fault depression type and closed lake basin type. The research of sedimentary facies shows: the deposit of the Eocene Dainan Group is mainly in lacustrine facies and sublacustrine facies, in some areas it deposits with fluvial facies. There are great deal of reservoir sedimentary types in Gaoyou Sag and Jinhu Sag. The exploration of the two sags approved: the sedimentary system and sandbody types were controlled by depression background, which developed in both sides of the sags; the oil accumulation was controlled by the sandbodies. The turbidite deposit system, which can compose main reservoir, was developed in lake invasion or high order periods with large lake areas and deep water in continental sequences system. The lacustrine facies sequence of low order periods with abundant clastic fragments just like high order periods is the most important periods for the development of river and delta sedimentary system, the sand rock has favorable space for oil and gas accumulation. The subtle trap become the mainly goal for exploration with the improvement of the exploration for Subei Basin. Therefore, the sedimentary system of Late Crataceous Taizhou Group to Paleogene should be recognizanced by using drilling core; logging; seismic datum. High-resolution sequence stratigraphy was taking as the mainly technical method to develop the knowledge of sedimentary system and lithofacies evolution feature. The position and distribution of beneficial lithofacies belt for oil accumulation should be finding. The rules of lithofacies and structure; reservoir sandbodies and source rocks; oil enrichment and accumulation in the sag are summarized. The formation and distribution favorable area of subtle traps are indicated, which provide the important scientific foundations and credible geological outcome.

The different periods of sedimentary systems and evolution are controlled by the tectonic evolution of basin in Subei Basin. There are three times lake invasion system between sequence s_1 , sequence s_2 and sequence s_3 in the fault sag period. The lake invasion scales from Cretaceous Taizhou group (K_2t_2) to Tertiary Funing2 and 4 group (E_1f_2 , E_1f_4) was more and more large in the whole basin, the sedimentary facies is deep lake to semilake and the depth of the basin in the east was more than in the west. At the fault depression period, the unite lake basin formed by lake invasion was break up some sag with independent depocenter. The lake depth at Tertiary Funing group was became more deeper from west to east, Dark clay deposited in Haian sag which was deep lake facies at the same time. The lake depth was more deep at the east of the basin from Funing 1 group to Funing 2 group. The dark and green clay of Sanduo group appeared in the Haian sag that indicated the source rock could be find in the Yellow sea basin. the exploration foreground from Haian sag to east is much more better.

The book base on the development and distribution of stratum lithologic oil pool, which controlled by sedimentary and structure. The small fault depression in Subei basin is the example that the characteristics of the evolution and development for the sedimentary system and sedimentary facies is analysed, which setting an example to research other same depression sedimentary system and sedimentary evolution in China. We expect other scholars to promote the application of sedimentary facies and sedimentary system in oil exploration.

The book is a summarization and advancement of research for sedimentary system and sedimentary facies in Subei Basin. It shows many people s harvest. They are Professor Zhang Guodong; Professor Zhang Zhiying; Engineer Liu Chengjie. You Yuchun; Wu Xiaoguang; Lu Meijuan; Lu Yin and Liu Xihuan do some observation and dicription work for the cores, Chen Xianhe do some drawing. We thank them sincerely .

目 录

前 言

1 区域地质背景	(1)
1.1 白垩系—第三系地层与旋回特征	(1)
1.1.1 泰州组 (K ₂ t)	(1)
1.1.2 阜宁组 (E ₁ f)	(3)
1.1.3 戴南组 (E ₂ d)	(4)
1.1.4 三垛组 (E ₂ s)	(5)
1.1.5 盐城组 (Ny)	(6)
1.1.6 白垩系—第三系火山岩夹层地质特征	(7)
1.2 盆内构造单元划分与盆地构造演化	(7)
1.2.1 盆内构造单元的划分	(7)
1.2.2 盆地构造演化	(8)
1.3 苏北盆地泰州组—三垛组地层划分与对比	(12)
1.3.1 层序划分与组段、砂层组界线划分对比	(12)
1.3.2 沉积特征	(20)
2 区域层序地层学研究	(22)
2.1 陆相层序地层学应用与研究	(22)
2.1.1 当前层序地层学理论与学派	(22)
2.1.2 陆相层序地层发育的主要特点	(23)
2.1.3 层序地层学在陆相沉积中的应用	(23)
2.2 苏北盆地层序划分标志与层序地层框架	(24)
2.2.1 层序级别的划分	(24)
2.2.2 层序边界的识别	(25)
2.2.3 层序地层框架建立	(36)
2.3 苏北盆地层序的基本特征	(37)
2.3.1 层序类型与特征	(37)
2.3.2 湖平面升降和体系域类型	(44)
2.3.3 层序与准层序组	(46)
2.4 苏北盆地层序地层模式	(50)

2.4.1	断-坳型盆地层序模式	(51)
2.4.2	断陷型盆地层序地层模式	(52)
2.4.3	闭流湖盆层序地层模式	(54)
3	高邮凹陷高分辨率层序地层学研究	(56)
3.1	高分辨率层序地层学原理与特点	(56)
3.1.1	高分辨率旋回层序地层原理	(56)
3.1.2	基准面旋回层序划分	(56)
3.1.3	沉积基准面旋回	(57)
3.1.4	可容纳空间与沉积物的体积分配	(59)
3.1.5	相分异作用	(60)
3.2	泰州组基准面旋回分析	(61)
3.2.1	泰州组基准面旋回划分	(61)
3.2.2	泰州组基准面旋回的特点	(61)
3.3	阜宁组基准面旋回分析	(63)
3.3.1	阜一段基准面旋回分析	(64)
3.3.2	阜二段基准面旋回分析	(64)
3.3.3	阜三段基准面旋回分析	(66)
3.3.4	阜四段基准面旋回分析	(66)
3.4	戴南组基准面旋回分析	(68)
3.4.1	戴一段基准面旋回分析	(68)
3.4.2	戴二段基准面旋回分析	(69)
3.5	三垛组基准面旋回分析	(71)
3.5.1	垛一段基准面旋回分析	(71)
3.5.2	垛二段基准面旋回分析	(74)
4	沉积体系及其成因相类型	(75)
4.1	盆地古环境特征	(75)
4.1.1	有关遭受海侵的证据	(75)
4.1.2	海侵发生时的古构造背景与海侵方向推断	(77)
4.1.3	海侵影响下形成的环境	(78)
4.2	沉积体系及其成因相类型	(79)
4.2.1	冲积扇沉积体系及其成因类型	(79)
4.2.2	河流沉积体系及其成因相类型	(83)
4.2.3	扇三角洲沉积体系及其成因相类型	(87)

4.2.4	三角洲沉积体系及其成因类型	(90)
4.2.5	近岸水下冲积扇沉积体系及其成因相类型	(96)
4.2.6	湖泊沉积体系及其成因相类型	(100)
4.2.7	盐湖沉积体系及其成因相类型	(109)
4.2.8	浊积沉积体系及其成因相类型	(110)
5	不同成因储层砂体鉴别标志与内部构成	(116)
5.1	不同成因类型储层砂体鉴别标志	(116)
5.1.1	突出生成与发育模式的研究	(116)
5.1.2	重视垂向序列的研究	(120)
5.1.3	引用不同砂体粒度参数的研究	(125)
5.1.4	加强测井相的分析	(125)
5.2	储层砂体内部构成单元分析	(126)
5.2.1	储层岩石相划分依据与原则	(127)
5.2.2	具体储层岩石相划分及意义	(127)
6	苏北盆地 K_2t-E_2 沉积体系发育特征及演化	(133)
6.1	泰州组沉积体系发育特征及演化	(133)
6.1.1	泰州期古地理特征	(133)
6.1.2	泰州期的古气候	(134)
6.1.3	泰州组沉积体系发育与展布	(134)
6.2	阜宁组沉积体系发育特征及演化	(137)
6.2.1	阜宁期古地理特征	(137)
6.2.2	阜宁期的古气候	(139)
6.2.3	阜宁组沉积体系发育与展布	(140)
6.3	戴南组沉积体系发育特征及演化	(145)
6.3.1	戴南期古地理特征	(145)
6.3.2	戴南期的古气候	(146)
6.3.3	戴南组沉积体系发育与展布	(146)
6.4	三垛组沉积体系发育特征及演化	(150)
6.4.1	三垛期古地理特征	(150)
6.4.2	三垛期的古气候	(153)
6.4.3	三垛组沉积体系发育与展布	(153)
	参考文献	(154)

Catalog

Preface

1	Regional geology background	(1)
1.1	The characteristics of stratum and its cycles in Late Cretaceous to Tertiary	(1)
1.2	The classification for basin structural units and evolution of basin structure	(7)
1.3	The stratigraphic division and comparison of Taizhou Group to Sanduo Group of Subei Basin	(12)
2	The research of regional sequence stratigraphy	(22)
2.1	The application and research of continental facies sequence stratigraphy	(22)
2.2	The division signs of sequences and the stratigraphic frames of sequences in Subei Basin	(24)
2.2.1	The division of sequence level	(24)
2.2.2	The identification of sequence boundary	(25)
2.2.3	The foundation for the stratigraphic frames of sequences	(36)
2.3	The basic characteristics of sequences in Subei Basin	(37)
2.3.1	The types and characteristics of sequences	(37)
2.3.2	The lake surface fluctuation and system tract types	(44)
2.3.3	Parasequence and Parasequence group	(46)
2.4	The stratigraphic model of sequence in Subei Basin	(50)
2.4.1	The stratigraphic model of sequence in fault sag basin	(51)
2.4.2	The stratigraphic model of sequence in fault-depressed basin	(52)
2.4.3	The stratigraphic model of sequence in stagnant lacustrine basin	(54)
3	The research for high resolution sequence stratigraphy in Gaoyou Sag	(56)
3.1	The principles and characteristics of high resolution sequence stratigraphy	(56)
3.2	The analysis for cycles of datum plane in Taizhou Group	(61)
3.3	The analysis for cycles of datum plane in Funing Group	(63)
3.4	The analysis for cycles of datum plane in Dainan Group	(68)
3.5	The analysis for cycles of datum plane in Sanduo Group	(71)
4	The sedimentary system and genetic type	(75)
4.1	The characteristics of Palaeoenvironment of the basin	(75)
4.2	The sedimentary system and genetic type	(79)
4.2.1	The alluvial fan sedimentary system and its genetic type	(79)

4.2.2	The fluvial sedimentary system and its genetic type	(83)
4.2.3	The fan delta sedimentary system and its genetic type	(87)
4.2.4	The delta sedimentary system and its genetic type	(90)
4.2.5	The nearshore subaqueous alluvial fan sedimentary system and its genetic type	(96)
4.2.6	The lake sedimentary system and its genetic type	(100)
4.2.7	The salt lake sedimentary system and its genetic type	(109)
4.2.8	The turbidite deposit sedimentary system and its genetic type	(110)
5	The identified signs and inner structure of the different genetic types reservoirs	(116)
5.1	The identified signs of the different genetic types reservoir sandbodies	(116)
5.2	The analysis for the inner structure units of reservoir sandbodies	(126)
6	The characteristics and evolution of the sedimentary systems of Upper Cretaceous Taizhou Group to Paleogene in Subei Basin	(133)
6.1	The characteristics and evolution of the sedimentary systems of Taizhou Group	(133)
6.2	The characteristics and evolution of the sedimentary systems of Funing Group	(137)
6.3	The characteristics and evolution of the sedimentary systems of Dainan Group	(145)
6.4	The characteristics and evolution of the sedimentary systems of Sanduo Group	(150)
Reference	(154)

1 区域地质背景

苏北盆地位于苏北—南黄海盆地的陆上部分，其南北以苏南隆起鲁苏古陆为界，西至郟庐断裂，东与南黄海盆地相接，它包括盐阜涟坳陷、建湖隆起和东台坳陷，面积约 $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图 1.1)。该区油气勘探程度较高，经 30 多年的勘探，业已发现一批中、小型油气田，成为我国南方地区一个最有远景的含油气盆地。

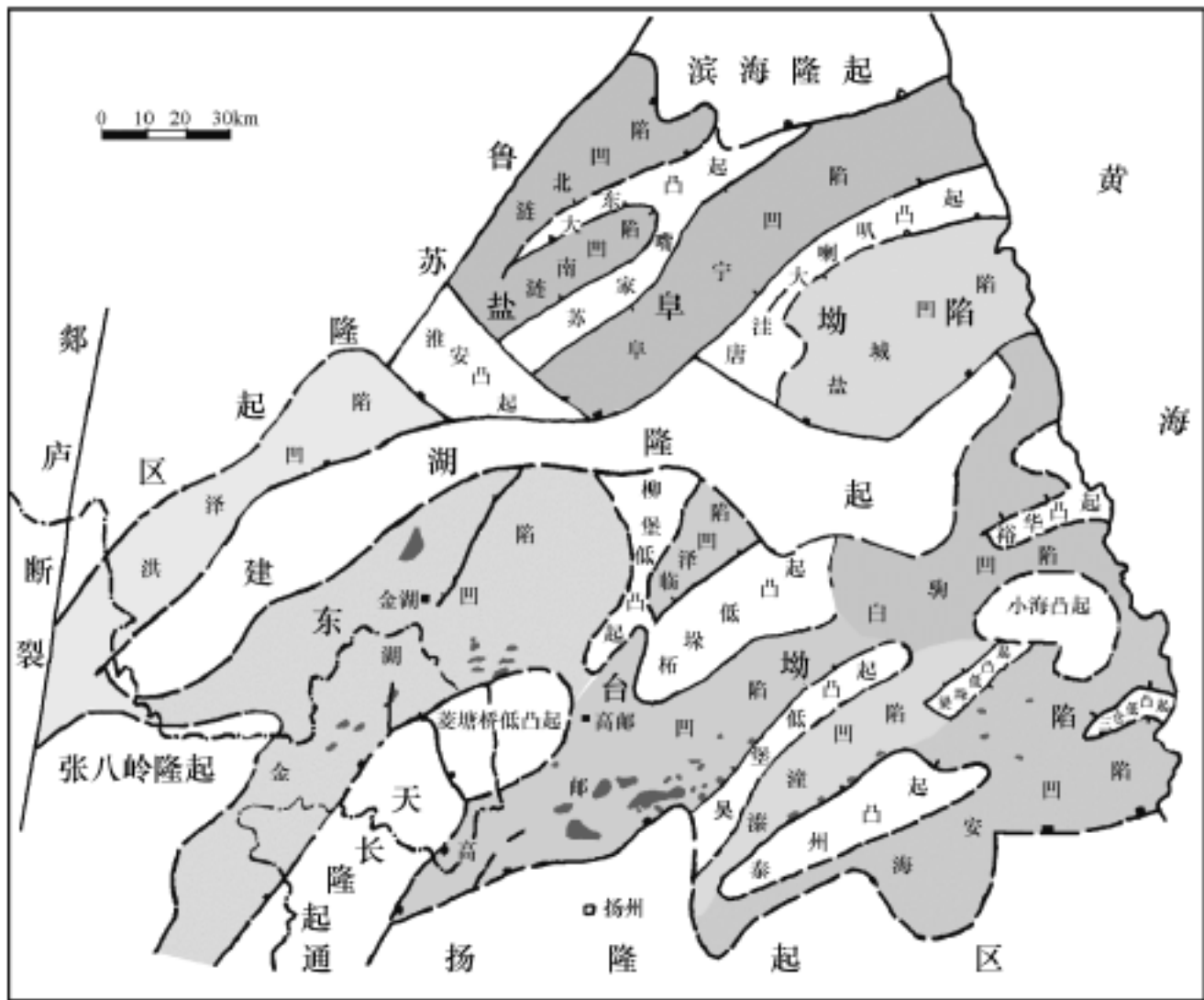


图 1.1 苏北盆地构造区划图

1.1 白垩系—第三系地层与旋回特征

盆地内覆盖在第四系之下的上白垩统泰州组—第三系地层广泛发育，也零星出露于盆地西缘丘陵一带，厚逾 6000 m。它们自下而上为泰州组、阜宁组、戴南组、三垛组和盐城组，其地层发育与旋回特征如下 (表 1.1)。

1.1.1 泰州组 (K_2t)

泰州组沉积，纵向上可分上 (K_2t_2)、下 (K_2t_1) 两段，总厚 150 ~ 520 m。下段，主

表 1.1 苏北盆地白垩系—第三系地层简表

地 层					地层厚度 m	相带	岩性特征	标志层	
系	统	组	段	代号					
第 三 系	上 中 新 统	盐 城 组	二段	Ny ₂	100 ~900	河 流 冲 积 平 原 亚 相	棕灰、灰白色中粗砂层、砂砾层与灰绿色、土黄色粘土呈不等厚互层，底为黑白砾石层	底部黑白砾层与其特有曲线组合	
			一段	Ny ₁	100 ~700		由三个不等厚沉积旋回组成，每旋回自下而上均由棕灰、灰白色中粗砂岩、砂砾岩，棕红、灰绿泥岩组成		
	始 新 统	三 垛 组	二段	E ₂ s ₂	400 ~600 (残留)	河 流	下部浅棕-灰白色砂岩夹棕色泥岩；上部棕红色泥岩与粉砂岩互层	E ₂ s ₁ 中下部受短期湖侵的暗色泥岩及其电性区域标志层	
			一段	E ₂ s ₁	200 ~400	河 流 夹 湖 沼	上部浅灰-棕色砂岩夹棕红色泥岩；中部棕红色泥岩夹砂岩；下部灰白色细-中粗砂岩夹泥岩		
		戴 南 组	二段	E ₂ d ₂	150 ~400	河 流 三 角 洲	浅灰色砂岩、粉砂岩与棕色夹浅-灰黑色泥岩，呈不等厚互层	E ₂ d ₁ 上部黑色泥岩及其电性“五高导”为区域标志层	
			一段	E ₂ d ₁	0 ~300	三 角 洲 与 水 下 冲 积 扇	上部为黑色泥岩夹浅灰色砂岩，下部浅灰色砂岩与浅灰-灰黑色泥岩呈不等厚互层		
	古 新 统	阜 宁 组	四段	E ₁ f ₄	0 ~500 (残留)	浅-深湖	深灰-灰黑色泥岩为主夹薄层泥灰岩、油页岩局部夹薄层灰岩或粉砂岩条带	最大湖侵泥页岩及其电性特征为区域标志层	
			三段	E ₁ f ₃	200 ~300	三 角 洲	浅灰色砂岩与浅灰色-灰黑色泥岩、粉砂质泥岩呈不等厚互层		
			二段	E ₁ f ₂	150 ~300	浅-半深湖	灰黑色泥岩为主，夹薄层泥灰岩、鲕状灰岩、生物灰岩、凝灰岩及粉砂岩	湖侵泥页岩及其电性“七尖峰”为区域标志层	
			一段	E ₁ f ₁	350 ~800	河 流、 三 角 洲	浅灰-棕红色砂岩与泥岩、粉砂质泥岩互层上部与下部砂岩较厚，中部泥岩较多		
	白 垩 系	上 统	泰 州 组	二段	K ₂ t ₂	100 ~240	三 角 洲、 浅-半深湖	顶部棕红色泥岩夹暗色泥岩、粉砂岩，中下部灰黑色泥岩为主，间夹薄层泥灰岩或鲕状灰岩、生物灰岩	中下部湖侵黑色泥岩，女星介丰富，其电性特征为区域标志层
				一段	K ₂ t ₁	100 ~200	河 流 三 角 洲	棕灰-灰白色砂砾岩、块状砂岩夹棕红-灰黑色泥岩。一般东部岩性色暗粒细层薄，西部色红粒粗厚度较大	

要是砂砾岩、块状砂岩夹泥岩的粗碎屑沉积，地层厚度一般为 100 ~200 m，其底部是一个不整合面与下伏不同的地层（K₂c、K₂p、MZ 或 PZ）接触，代表以明显的沉积间断；上段，顶部为一棕红色泥岩夹灰黑色泥岩和薄层粉砂岩，中、下部以灰黑色泥岩为主，间夹薄层泥灰岩或鲕粒灰岩、生屑灰岩，地层厚一般 100 ~240 m，与上覆层假整合接触。

该组古生物组合，介形类以西氏枣星介 (*Ziziphocypris simakovi*) -卵形达蒙介 (*Damonella ovata*) -球形柔星介 (*Cypris sphaeroidalis*) 组合，代表泰州组下段底部最早介形类面貌；以女星介种群 (*Cypridea*) -方星介 (*Quadracypris*) -泰州似土星介 (*Parailocypris taizhouensis*) 组合，代表泰二段黑色泥岩及其上下地层中女星介个体数量多、新种发育，并为时代划分提供重要意义；轮藻类以小河口颈轮藻 (*Colluchara xiaohkouensis*) -柱状宽轮藻 (*Latochara cylindrica*) 组合，为该组主要代表；孢粉组合反映了以典型的古老植物 (如隐孔粉、克拉梭粉、皱体双囊粉等) 的衰亡以及与现代植物有亲缘关系的被子植物 (如桃金娘粉、藜粉等) 的普遍出现为本组主要景观。

泰州组，除仪征小河口有零星露头外，其他均由井下资料揭示。一般盆地西部颜色红 (上部夹少量暗色泥岩)，粒级粗、视厚度小、韵律性较差，生物不丰富；盆地中东部颜色暗、粒级细、视厚度大，并在垂向剖面中呈现粗-细-较粗的旋回特征，电性明显，生物化石丰富，特别是泰二段中下部富含女星介的古生物组合，构成了苏北盆地一个重要的地层区域划分对比标志层。

1.1.2 阜宁组 (E_1f)

该组位于泰州组之上，戴南组之下，并进一步划分为4个岩性段，自下而上分别称为阜宁组一段 (E_1f_1)、二段 (E_1f_2)、三段 (E_1f_3) 和四段 (E_1f_4)，各岩性段之间大都为整合接触。

1.1.2.1 阜宁组一段

该段地层厚度一般为350~800 m，最大厚度可达1000 m。主要岩性为棕红、棕褐和暗色泥岩、粉砂质泥岩与棕褐、灰白色细砂岩、粉细砂岩呈不等厚互层。一般讲该段上部和下部砂岩较发育，中部相对泥岩较多；全段普遍含星散状石膏或含膏泥岩薄层，近盆地边缘其下部或底部常发育含砾砂岩，甚至砂砾岩层 (如许庄、共和集地区)。该段下伏与泰州组呈假整合接触。有关古生物组合，介形类仅见该段上部地层，以海安中华金星介 (*Sinocypris haianensis*) -北陵直星介 (*Eucypris beilingensis*) 组合为代表，且化石种属单调，丰度低；轮藻类，以吴堡扁球轮藻 (*Gyrogona wubaoensis*) -变异培克轮藻 (*Peckichara varians*) -黄尖冠轮藻 (*Stephanochara huangjiaensis*) 组合为典型代表；孢粉则为小榆粉-漆树孢粉组合，指示属半干旱的中-南亚热带气候，较前一时期气温明显上升。

阜一段地层，由于区域上环境不同和纵向上随环境的演变，其岩性差别较大。一般在盆地西部颜色红、粒级粗和沉积厚度大，而至盆地中部东部，则泥岩颜色变暗，砂岩粒级变细，厚度也变薄；在纵向上，由早期沉积红色砂泥岩为主，至中晚期暗色砂泥岩逐渐增大，并在中东部形成的湖盆范围也明显扩大。但尽管如此，在局部地区 (如高邮凹陷) 垂向剖面中仍有粗-细-粗旋回性。

1.1.2.2 阜宁组二段

阜二段地层厚度一般为200~300 m，最大厚度370 m (高邮凹陷)。该段是一套灰黑色泥岩为主的地层，与下伏阜一段整合接触。纵向上一般可分为：下部为灰黑色泥岩夹粉细砂岩、生物灰岩、鲕粒灰岩层段；中部为灰黑色泥岩与泥灰岩、白云质灰岩、油页岩以及方沸石化凝灰岩 (如海安) 等薄互层段，俗称“七尖峰”段；上部为较纯的灰黑色泥岩层段，俗称“泥岩脖子段”。有关古生物组合，介形类以角状纯真星介 (*Homoeocypris*

buceresa) -常州似土星介 (*Parailocypris chngzhouensis*) -斜线星玻璃介 [*Candona* (*Lineocypris*) *acclina*] 组合, 代表该段化石分异度高, 除组合分子外, 还有网格中华金星介 (*Sinocypris reticulata*)、悦卫星介 (*Moenocypris lepida*) 等; 另外还有多毛纲栖管、有孔虫、鱼和钙质超微化石等多门类化石。

该段属半咸化开阔湖相沉积, 除洪泽凹陷为石膏-盐岩层沉积外, 全区岩性稳定, 电性对比标志明显, 中部“七尖峰”层段构成全盆地第二个重要的地层划分对比标志层, 并在全盆地范围分布, 阜一段-阜二段, 构成一明显的由粗-细的沉积旋回。

1. 1. 2. 3 阜宁组三段

该段地层为一套灰黑色泥岩与浅灰、灰白色粉砂岩、细砂岩互层或不等厚互层。纵向剖面图上, 一般下部为深灰色泥岩夹薄层粉砂岩, 中部与上部各为一套灰白、浅灰色粉砂岩夹深灰色泥岩组成。地层厚度一般为 200 ~300 m, 与下伏阜二段为整合接触。该段古生物组合, 介形类以沼真星介 (*Eucypris stagnalis*) -平静里海玻璃介 [*Candona* (*Caspicypris*) *modesta*] -驼盲星玻璃介 [*Candona* (*Typhlocypris*) *gibbosa*] 组合为代表, 表明以土星介、纯真星介属的消失, 中华金星介属种分异度下降, 以及里海玻璃介的出现为特征; 轮藻类以荒漠戈壁轮藻-长形培克轮藻-江苏冠轮藻组合为代表, 该组合从阜二段一直延伸到阜四段, 表明这一组合的分子达到极盛、繁衍时间较长。

阜三段地层沉积, 既受该阶段构造制约下总的盆地升降背景控制, 又受盆内二级构造带所形成的凹陷影响。前者造成该段的岩性特征, 由盆地西部、西北部至东部海安-盐城一带地层厚度变薄, 粒级变细, 泥岩颜色变暗; 后者由于各凹陷深浅不一, 封隔程度各异, 注入水系强度与方向不同, 则造成该段地层厚度、岩性特征差异悬殊 (如洪泽凹陷为盐湖沉积)。

1. 1. 2. 4 阜宁组四段

该段地层主要为灰黑色泥岩夹薄层泥灰岩组成。总厚一般为 300 ~400 m, 最厚达 500 m, 但常因受后期吴堡事件剥蚀保存不全, 甚至剥蚀殆尽。纵向上可大致分上、下两部: 下部主要是灰黑色泥岩、灰质泥岩夹薄层粉砂岩; 上部则以灰黑色泥岩为主夹少量或条带状泥灰岩、油页岩和泥质白云岩。底部与下伏阜三段呈整合接触。有关古生物组合, 介形类以膨胀新单角介 (*Neomonoceratina bullala*) -近愉伴玻璃介 [*Candona* (*Candona*) *subcombibo*] -双瘤小爬星介 (*Herpetocyprilla binoda*) 组合为代表, 表示该段以新单角介的快速演化和多种玻璃介伴生为特征; 此外该段还有多毛纲栖管化石、有孔虫、鱼类和钙质超微化石等多门类生物繁殖与共生。

阜四段地层除盆地边缘 (如金湖凹陷、涟阜凹陷西或西北部边缘) 夹有较多的粉砂岩类、洪泽凹陷因闭塞为盐类沉积外, 全盆地岩性均一, 基本稳定, 并以该段顶底部所组成的特有视电阻率形态, 构成全盆地第三个重要的区域划分标志层。并在全盆地分布, 阜三-阜四段, 构成又一明显的粗-细沉积旋回。

1. 1. 3 戴南组 (E_2d)

戴南组位于阜宁组之上, 三垛组之下, 并细分为上、下两段, 分别称为戴南组二段、一段。

1.1.3.1 戴南组一段 (E_2d_1)

该段以高邮和金湖两凹陷的深凹部位最发育，总厚一般为0~300 m，最厚可达900多m。纵向上，可分上、下两部分，上部为1~5层黑色泥岩夹浅灰色砂岩，即戴一段上部“五高导”标志层；下部为浅灰色砂岩与浅、灰黑色泥岩呈不等厚互层，并在陡坡带代之为含砾砂岩与泥岩互层。该段与下伏阜宁组四段不整合-假整合接触。该段古生物组合，介形类以德卡里金星介 (*Cypris decaryi*) -后双脊湖花介 (*Limnocythere posterobicosta*) -网纹中华金星介 (*Sinocypris reticulata*) 组合为代表，该组合繁衍于整个戴南组，以中华金星介的灭绝，金星介的兴起为特征；轮藻类以华南新轮藻 (*Neochara huananensis*) -常州横棒轮藻 (*Rhabdochara changzhouensis*) -潜江扁球轮藻 (*Gyrogona qianjiangica*) 组合为代表，该组合繁衍于整个戴南组，表明阜四段中的特征属在本段组合中大为减少，代之为新轮藻、横棒轮藻和扁球轮藻的兴起；另外戴南组孢粉以榆-杉-松组合为特征，显示该时期湿热程度较前一时期呈上长趋势，为湿润的中-南亚热带气候。

戴南组一段地层，是在吴堡事件后地势相差悬殊的背景下接受充填沉积的，主要在各凹陷的陡坡深凹（如金湖、高邮和盐城凹陷）发育较好，地层厚度也大，因而它的分布范围局限性很大，在全盆地内并不均衡。尽管如此，在该段层位上部一套黑色泥岩层，岩性、电性突出（即“五高导”层）且比较稳定，构成盆地内第四个重要区域地层划分标志层，在纵向剖面上由下至上形成粗-细沉积旋回。

1.1.3.2 戴南组二段 (E_2d_2)

该段地层主要为浅灰色砂岩、粉砂岩与棕色夹浅灰-灰黑色泥岩呈不等厚互层，地层厚一般为150~400 m，最厚达900 m（高邮凹陷），与下伏层整合-假整合接触。纵向上岩性具有三分性，下部为浅灰色粉砂岩、砂岩夹深灰-浅灰色泥岩，中部为深灰色泥岩夹浅灰色粉砂岩薄层；上部较厚，为棕色泥岩与浅灰色砂岩、粉砂岩组成不等厚互层。该段古生物组合，包括介形类、轮藻和孢粉与下伏戴一段地层一样，分属同一个组合。

戴二段地层沉积范围略大于戴一段，岩性变化较稳定，仅在真武、秦栏、陈堡和三河等地粒级较细，真武常见黑色泥岩夹层，盐城、海安、邵伯等地有砂砾岩层发育。在纵向上形成粗-细-粗的旋回沉积。

1.1.4 三垛组 (E_2s)

三垛组位于戴南组之上、盐城组之下，是一套棕红、咖啡色为主的碎屑岩地层，并进一步分为上、下两段，即三垛组二段、一段。

1.1.4.1 三垛组一段 (E_2s_1)

该段地层纵向上可三分：上部为浅灰-棕红色砂岩夹棕红色泥岩；中部为棕红色泥岩夹砂岩；下部为灰白色粉细砂岩、粗砂岩、砾状砂岩夹棕红色或黑色泥岩。一般厚度200~400 m，最厚可达800 m（凡川深凹），与下伏戴南组为假整合-不整合接触。该段古生物组合，介形类以近湖北湖花介 (*Limnocythere subhubeiebsis*) -美丽土星介 (*Ilyocypris pulchra*) -正式异星美星介 [*Cyprinotus (Heterocypris) formalis*] 组合为代表，该组合化石虽丰富，但属种分异度均较低；轮藻类以江陵钝头轮藻 (*Obtusochara jianglingensis*) -潜江扁球轮藻 (*Gyrogona qianjiangica*) -沙德勒似轮藻 (*Charites sadleri*) 组合为代表，本组合主要见于该段，至垛二段轮藻稀少，在组合内除上述组合分子外，另有中华梅球轮藻、苏