

石油资源经营管理的实践与思考

查全衡 著

(北京)

22

石油工业出版社

序 言

《石油资源经营管理的实践与思考》一书是前能源部石油天然气资源管理办公室主任查全衡教授的力作。他从事石油地质事业 40 余年,曾在国内主要油气田——胜利、江汉、华北等地区参加过石油会战,又在原石油工业部勘探司工作,参与了全国石油地质勘探、策划、指挥等工作。后来,又主管全国的油气储量,积累了丰富的实践经验,并具备较高的理论修养,具体地掌握了中国石油地质特点。他不仅是一位有经验的石油地质学家,而且是一位地质—技术—管理相结合的企业管理学家。他在石油战线努力工作,锲而不舍,勤于思考,善于总结,著作颇丰。这本书选录了代表性论文 42 篇,其中地质勘探 17 篇,技术管理 25 篇。这些论文集中反映了作者对我国油气赋存规律的认识和评价,以及技术管理的思考和见解。总之,这本著作是查全衡教授长期工作实践和勤于思考的结晶,同时也反映了开发油气资源所必须面对的、需要思考和处理的诸多问题,对于后来人无疑具有重要的参考价值。我认为它的出版对中国石油地质学的发展是一大贡献,同时对我国油气资源经营管理也将起到一定的指导作用,在此我谨表示衷心的祝贺。

在实践中,作者曾对石油地质与勘探中遇到的若干带普遍性的问题进行过较深入的研讨,并形成了自己的见解,特别是下列五个方面的认识给人印象尤为深刻:

(1) 将断层封闭性的研究,由空间域扩展至时间—空间域。揭示了断层的发生、发展、消亡的历史和油气成藏过程的内在联系。

(2) 认为中国东部中、新生界含油气盆地是区域性张应力和扭应力场共同作用的产物。前第三系倾斜块体的解体与拼合明显地控制着上覆地层建造与构造形迹,决定了油气分布规律。

(3) 归纳总结了碳酸盐岩潜山油气藏岩溶发育的分期性,以及“新”和“老”岩溶各自的特征及形成机理。

(4) 从我国独特而又复杂的石油地质条件出发,推断盆地油气储量增长曲线呈“多峰型”是普遍规律。通过具体分析,进而认为下个世纪上半叶,中国的油气储量和产量还能够继续增长。

(5) 阐述了油气勘探的本质是资源量转化为储量,低级别储量转化为高级别储量的过程,是一个庞大的系统工程。探讨了合理勘探程序、勘探工作质量和效益的鉴别标准,以及提高质量和效益的可能途径等。

这部著作立足于我国油气勘探和资源管理实际,基础扎实,内容广泛,资料翔实,对地质理论研究有创新和发展,对当前的油气勘探和资源经营管理工作具有现实意义。我相信,出版这部著作对石油工业的二次创业是有益的。

田在艺

1999 年 10 月 2 日

前 言

这是一部自选文集，记载了从事石油资源经营管理的工作人员，从初级到高级，面对的、需要思考和处理的若干问题。

笔者在石油战线工作了40多年，有幸参加了我国石油工业从年产原油 $116 \times 10^4 \text{t}$ 增长到年产 $1.58 \times 10^8 \text{t}$ 的伟大实践。先后参加过胜利、江汉和冀中等油田的石油会战；从事过地质研究、勘探、生产管理和资源管理工作。作为百万石油大军的普通一员，和绝大多数同时代人一样，在兢兢业业完成所担负的每一项任务的同时，也积极地进行思考，将从实践中得来的丰富感性认识，努力地上升到理性高度，以获得认识世界和改造世界的更大自由。

文集记述的若干认识，有的已经经过实践检验；有的尚待未来的实践去检验。文中关于我国的石油地质特点及其成因、油气分布规律、储量增长的趋势和石油工业前景的认识，对油气勘探、资源与储量经营管理和矿权管理的看法等等，就目前看来，对今后工作尚有一定的参考价值。

为了尊重历史，同时也为了节省篇幅，文集收录的论文，只作删节，不做增补；原文中的术语、计量单位均予以保留。为了方便读者使用和进一步检索，每篇论文均注明出处；文后附有参考文献；将原用的计量单位与我国法定计量单位的换算关系以附录形式列于全书最后。

今年是新中国建国50周年大庆。希望这本文集能够部分地表达五六十年代开始献身石油事业的一代人，对祖国石油工业的信念、眷恋和期望。

承蒙田在艺院士于百忙中为本书撰写序言。在收集、整理文稿过程中得到了蔡新纪、杜公仪、袁自学、杨申镛、王宝林、高桂华、陈小秋、张绍礼和荆辉等同志的大力支持和帮助，特致以深切的谢意。

笔 者

1999年6月10日于北京

目 录

地质与勘探

阜宁组、赤山组、浦口组是上下关系·····	(3)
对苏北、皖南地区沉积盖层发育史的几点认识·····	(6)
影响断层封闭性的空间域和时间域因素·····	(14)
冀中坳陷石油地质条件及勘探样板仗怎样打?·····	(23)
关于楚雄盆地油气勘探工作的几点意见·····	(26)
华北盆地的潜山油(气)藏·····	(28)
冀中坳陷的地质结构、演化历史和油气分布·····	(41)
对克一乌等六条逆掩断层带勘探工作的建议·····	(51)
对我国陆上油气勘探工作的几点意见·····	(53)
准噶尔盆地东部油气勘探工作应该加强·····	(58)
关于加快玉门油田勘探步伐,提高勘探效益的几点建议·····	(61)
关于中国南方碳酸盐岩区域油气勘探的几个问题·····	(65)
我国陆上石油勘探的“七五”成果和“八五”前景·····	(69)
安徽省有良好的油气勘探前景·····	(71)
第四系浅层天然气是浙江省现实的能源资源·····	(74)
以成藏组合(Play)、区块(Block)评价为基础深化吐哈盆地油气勘探·····	(76)
中国石油地质和储量增长的若干特点·····	(79)

技术与管理

石油、天然气资源评价与储量计算·····	(89)
石油、天然气勘探程序·····	(129)
油气勘探中的单井评价·····	(153)
依靠科学技术,依靠科学管理,加强勘探,提高勘探效益·····	(157)
石油、天然气勘探工作的质量和效益·····	(164)
努力推广地层测试技术·····	(167)
测井当前要抓好五方面的工作·····	(168)
勘探基层队伍实行专业化管理的尝试——石油地球物理勘探局四处推行“五项派出制”的情况·····	(171)
加强录井工作,“打一口,清楚一口”·····	(173)
能源地质组小结——全国“六五”地质科技重要成果学术交流会上的发言·····	(175)
参加中国地质学会两个会议后的几点想法·····	(178)
参加美国石油地质家协会(AAPG)第七十三届年会的简报·····	(180)
华北油田如何进一步提高勘探效益·····	(183)

认真做好吐鲁番—哈密勘探项目管理工作·····	(186)
千方百计,克服困难,化希望为现实,开创油气勘探新局面·····	(188)
中国石油天然气勘查、开采登记管理的若干法律和实践问题·····	(190)
在全国人民代表大会财经委听取各部、委、局、总公司关于处理“热点”矿区意见会 上的发言·····	(200)
珍惜每一滴油,珍惜每一丝气——大庆油田“依法探矿、依法采矿”侧记·····	(203)
我国油气资源状况与矿权管理·····	(205)
学法用法,促进石油业发展——关于“二次创业”的思考·····	(210)
转观念,抓机遇,促进勘探·····	(213)
九十年贡献卓著,新时期再创辉煌·····	(217)
统一认识,依法治矿,共同发展·····	(218)
我国的石油资源经营管理·····	(224)
边实践、边总结、努力提高油气储量工作水平·····	(229)
附 录·····	(232)

地 质 与 勘 探

阜宁组、赤山组、浦口组是上下关系*

长期以来有不少人和单位,直接、间接地对苏北地层进行了研究,这些工作大体分为三个阶段:

(1) 1868年—1957年。工作主要集中在苏北的边缘,特别是宁镇山区等露头区。

(2) 1958年—1959年。随着石油勘探工作在盆地内部的开展,初步建立了盆地内的地层层序,掌握了第四系、上第三系的变化规律及特征。

(3) 目前。随着地层工作的深入,在地层对比上提出很多新的看法。其中比较重要的是对下第三系阜宁组和赤山、浦口组是相变的说法提出了异议。

目前钻遇阜宁组的井有10口,大多数集中于阜宁—涟水坳陷东部、高邮—东台坳陷西部及盆地外围的常州坳陷中。

(1) 盆地北部,以阜基井为代表,其剖面为:

中新统 (N_1) 棕红色泥岩与灰绿色砂岩,底夹玄武岩

~~~~~不整合~~~~~

阜宁组 ( $Ea$ )

① 黄绿色、蓝灰色、灰黑色、少量红色泥岩与砂质泥岩为主夹少量砂岩。含孢粉化石。

厚 40m

② 灰色、深灰色、灰白色、少量黑色泥岩、页岩、砂质泥岩与砂岩、泥质粉砂岩为 1:1~2:1 互层,夹薄层泥质灰岩。含孢粉、介形虫和轮藻。

厚 125m

③ 灰色、灰绿色泥页岩与砂岩为 3:1~1:1 互层,夹多层赭色、红色泥岩、砂质泥岩,偶有红色泥质砂岩。未发现化石。

厚 178m

④ 黑色泥页岩为主,夹薄层砂岩。发现介形虫 *Cypridea* 碎片。

厚 92m

⑤ 棕红色泥质砂岩与砂质泥岩等厚互层,顶底各具 5m 灰色砾岩,上部以石英砾为主,下部以灰岩砾和石英砾为主。砾石磨圆程度良好。

厚 55m

~~~~~不整合~~~~~

浦口组 (Ka) 棕红色泥质砂岩与砂质泥岩互层

(2) 盆地南部,以邗 1 井和邗 5 井为代表,其剖面为:

上新统 (N_2) 棕红色泥岩,底部具砾岩

~~~~~不整合~~~~~

阜宁组 ( $Ea$ )

① 砂质泥岩夹薄层较坚硬粉砂岩,上部以灰白色为主,下部以灰、深灰色为主。含介形虫。

厚 38m

② 灰色、灰白色粉砂岩,泥质粉砂岩、砂岩和灰色砂质泥岩等厚互层,夹数层薄层泥灰岩。化石丰富,以介形虫为主。

厚 65m

\* 本文摘自“苏北盆地中生代地层对比及岩相古地理研究报告”。石油科学研究院、华东石油局联队。1960年9月。

- ③灰红色砂质泥岩为主，夹薄层灰色、灰白色泥质粉砂岩和砂岩。厚 119m
- ④灰黑、灰绿色砂质泥岩、页岩为主夹薄层砂岩，底部夹棕红色泥岩 2 层，各厚 4m 和 1m。化石丰富，介形虫为主，另有腹足类。厚 121m
- ⑤灰黑色粉砂岩、泥质砂岩、页岩夹薄层粉砂岩。化石较多。厚 83m
- ⑥上部，灰色泥质粉砂岩为主。

中部，灰白色角砾状砂岩为主。富含介形虫和轮藻。

下部，灰、灰黑、棕红粉砂质泥岩为主，与灰绿、灰白色砂岩呈互层。含介形虫 *Cypridea*。厚 115m

- ⑦砖红色细砂岩，下部含砾石，砾石次圆—圆状。厚 66m

-----假整合或不整合-----

#### 赤山组 (Kb) 砖红色砂岩

(3) 常州凹陷，以常 1 井为代表，其剖面为：

#### 上新统 (N<sub>2</sub>) 杂色泥岩

-----不整合-----

#### 阜宁组 (Ea)

- ①白灰色少量灰色泥岩。含介形虫。厚 37m

- ②深灰、浅灰粉砂岩，夹薄层深灰色泥岩。含介形虫。厚 35m

- ③深灰、灰色夹绿灰色砂质泥岩与泥岩互层，底夹 3m 棕红色泥岩。含介形虫。厚 57m

- ④灰黑色、黑灰色夹浅灰色砂质泥岩、页岩为主。含介形虫、轮藻和腹足类化石。

厚 101m

- ⑤浅灰色、绿灰色、深灰色粉砂岩。含介形虫。

厚 51m

-----不整合-----

#### 浦口组 (Ka) 紫红色泥质粉砂岩

通过上述井的剖面，以及有关井剖面的比较，可以看出：阜宁组横向上比较稳定，无论是在盆地内或者外围，还是在常州凹陷中，都有明显的、可资对比的特征。阜宁组向目前的盆地边缘延展，岩性变化不明显。例如邗 1 井紧靠盆地西南缘，但是该井的阜宁组是目前各井钻出来的阜宁组中厚度最大的、红色层最少的、泥质岩最多的。可是，再向西南至仪征一带就突然没有了，这种厚度减少和岩相变化不吻合的情况，一般说明这套地层遭受了侵蚀。

赤山组、浦口组原来就有属于白垩纪或下第三系的争论，加上泰 1 井赤山组上覆页岩中有丰富的白垩纪化石，因此，赤山组、浦口组成为下第三系阜宁组的下伏层就有了可能。

另外，扬州西北邗 1、邗 5、邗 4 和邗 3 等浅井揭示的地层，岩性差异大，各套地层厚度都比较大，在 400~500m 之间，地层一般具有数度至 20 多度的倾角，各井间相距又近，从根据这些资料恢复成的横剖面看，它们是“同时异相”沉积物的可能性很小，似乎应构成下第三系—白垩系—侏罗系的上下层序（图 1）。

经过讨论，确定的苏北盆地第四系至侏罗系地层层序见表 1。

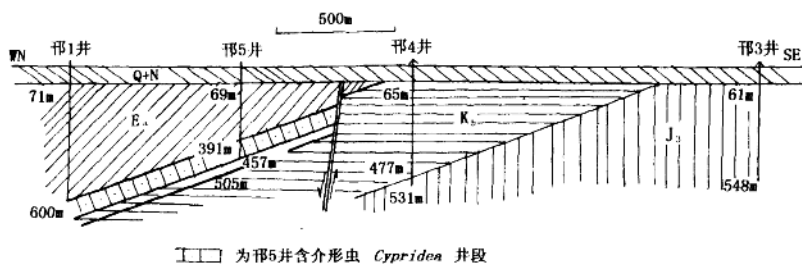


图1 邳1井至邳3井推测横剖面

表1 苏北盆地第四系至侏罗系地层简表

| 地层划分                      | 厚度, m      | 接触关系    |
|---------------------------|------------|---------|
| 第四系更、全新统 (Q)              | 50 ~ 200   |         |
| 上第三系上新统 (N <sub>2</sub> ) | 200 ~ 600  | 假整合     |
| 上第三系中新统 (N <sub>1</sub> ) | 0 ~ 500    | 假整合     |
| 下第三系始-渐新统三垛组 (Eb)         | 0 ~ 400 以上 | 不整合     |
| 下第三系始-渐新统阜宁组 (Ea)         | 0 ~ 580 以上 | 整合?     |
| 白垩系赤山组 (Kb)               | 0 ~ 425    | 不整合?    |
| 白垩系浦口组 (Ka)               | 0 ~ 235    | 整合      |
| 侏罗系 (J)                   |            | 假整合或不整合 |

## 对苏北、皖南地区沉积盖层发育史的几点认识\*

本文涉及的地区,大体上北面以淮阴、滁县、桐城、黄梅为界;南至九江、太平、宜兴一线。包括了安徽南部,江苏西南部和北部,西窄东宽,犹如一个东北—西南向延伸的“喇叭”。以京杭大运河为界,西部是绵延起伏的低山、丘陵和盆地;东部是沃野千里的平原区。无论从大地构造位置还是国民经济角度来看,本区都很重要。因此,前人在这里进行过不少工作,但是这些工作绝大部分属于地面地质调查,范围限于露头区。新中国成立后,随着大规模勘探工作的开展,积累了丰富的物探和钻探资料,为全面系统的研究本区提供了可能。

笔者曾在该区工作了好几年,前不久又有机会在室内进行了较长时间的整理和总结,头脑中一些印象渐渐深化、系统,初步理出了几点认识。

### 一、区域构造图景

本区西北面和中朝准地台的淮阳地盾、鲁东隆起相连,前者呈北西走向,后者作北北东方向延伸。在那里广泛分布着太古代的变质岩系(大别山杂岩、桐山系、云台山系等),除近海部分覆有数十米至二三百米(最多不超过500m)上第三系和第四系外,其它地方只有零星的中、新生界,盖层很不发育,是两个长期稳定隆起的地区。隆起西侧和地盾北边分别是郯城庐江深断裂带(北北东向)和合肥盆地(近东西向)。后者是一个中、新生代的盆地,以肥中深断裂为界,北部(肥北拗陷)基底为前震旦纪变质岩系;南部(肥南拗陷)基底为石炭—二叠纪变质岩系(佛子岭片岩)。航磁资料认为肥南拗陷和淮阳地盾之间存在着深断裂—淮北深断裂。

本区东南面紧靠着南华准地台的江南地轴的东段,分布在那里的是变质不深的元古界(上溪系、演吉岭系、板溪系等)。黄汲清先生认为,这个地轴是一个线状延伸的大型古生代隆起,吕梁、加里东、印支和燕山运动在那里都表现的很明显。

区内的构造单元可以分为两类:前侏罗纪褶皱带(简称褶皱带)和中、新生代断陷盆地(简称盆地)。

褶皱带分布于西部丘陵—低山区,由一系列出露地表的箱状、梳状褶皱组成,局部如宁镇山区还可以看到一些倒转褶皱。南京—洪泽以西走向北东;以东转为近东西向;镇江以东呈北西向。以巢县—滁县—盱眙和太平—宜兴连线为界,可以粗略的分出北、中、南三个带。

其中,北带和南带没有或者很少有上古生界和三叠系。南带的位置恰处于江南地轴的北东延伸线上。

断陷盆地里,中、新生界(不包括三叠系,下同)的厚度至少为500m,最厚达4000m。盆地内部又被进一步划分成若干隆起和拗陷。在隆起部位,中、新生界总厚度减薄,并缺失白垩系和下第三系。在拗陷部位,还可以分出一系列的凸起和洼陷。应当指出,无论是盆地边界还是其内部次级构造单元的边界,通常都是和断裂紧密联系的。盆地可以归纳成两大类型:

\* 本文完成于1963年。此次作了删节。

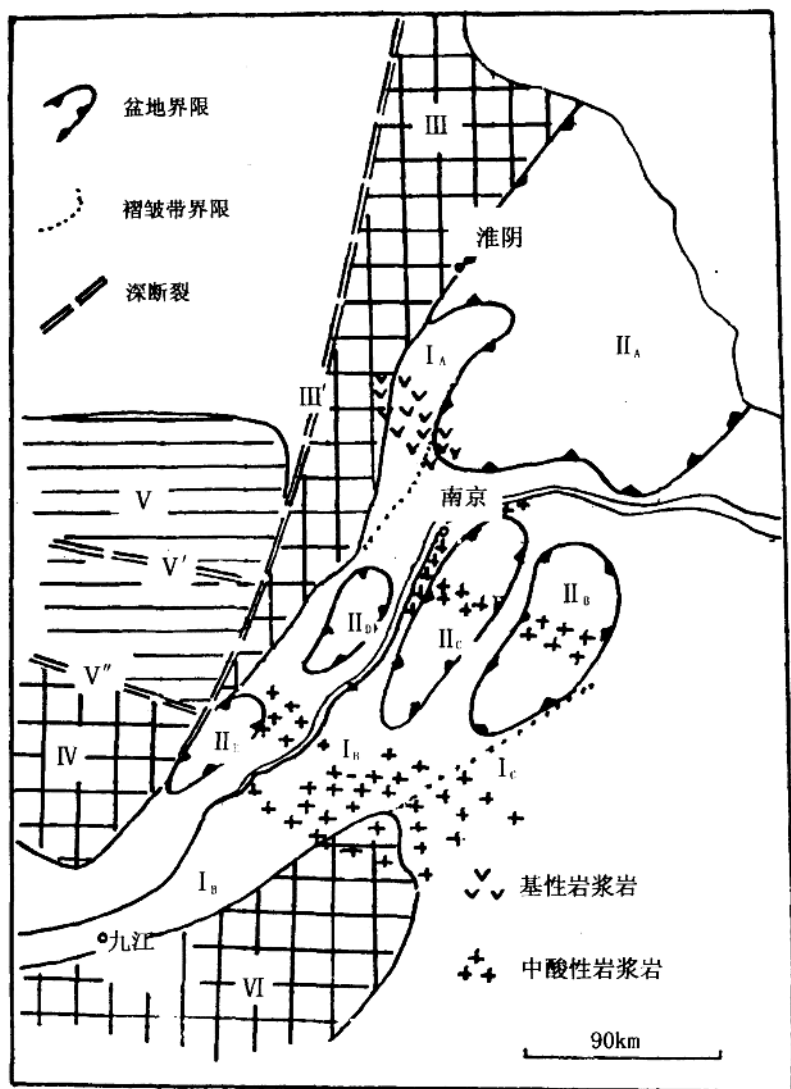


图1 苏皖地区构造分区略图

I. 前侏罗纪褶皱带：北带 (I<sub>A</sub>)；中带 (I<sub>B</sub>)；南带 (I<sub>C</sub>)。II. 中、新生代断陷盆地：苏北盆地 (II<sub>A</sub>)；常州—郎溪盆地 (II<sub>B</sub>)；句容—南陵盆地 (II<sub>C</sub>)；无为盆地 (II<sub>D</sub>)；桐城盆地 (II<sub>E</sub>)。III. 鲁东隆起；III' 郑城—庐江深断裂。IV. 淮阳地盾。V. 合肥盆地；V' 肥中深断裂；V'' 淮北深断裂。VI. 江南地轴

(1) 苏北型。以苏北盆地为代表，面积巨大（单陆上部分就达 30000km<sup>2</sup> 左右），形状不甚规则，走向接近南北方向。盆地内部坳陷走向东西或北东东向，南陡北缓，坳陷中心偏南。中、新生界最大厚度达 3000~4000m。

(2) 皖南型。盆地面积较小，往往只有数千平方公里，北宽南窄长条状，明显的北北东走向。中、新生界最大厚度为 2000~2500m。而且主要分布在东西两侧，平行盆地边界延展的洼陷里。大部分重力、电法局部异常的轴向，常和盆地外围褶皱带的构造的轴向一致，实

际上是后者的延续。苏南、皖南的盆地均隶属本类。

根据物探和钻探资料,两种盆地内部的中、新生界,倾角都很小(最大不超过 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ )没有显著的褶皱,只是在断裂附近形成了挠曲和鼻状构造。

本区的岩浆岩也较多,集中的地带有4个:

(1)盱眙—仪征带(近南北向),以新生代的玄武岩类为主。

(2)马鞍山带(北东向),以侏罗—白垩纪中、酸性火山岩系为主。

(3)溧阳—溧水带(近东西向),岩性同(2)。

(4)安庆—贵溪—昌化带(近东西向),以花岗岩类为主,时代上以侏罗纪一下第三系居多。

耐人寻味的是,安庆—贵溪—昌化带、溧阳—溧水带及镇江附近的褶皱带的走向,它们分别是淮北深断裂、肥中深断裂、合肥盆地北缘的走向,差不多是位于同一直线上,不过彼此间尚隔有北北东向的郯城—庐江深断裂及鲁东隆起。在这里,我们看到了一组构造线“穿透”另一组方向、性质截然不同的构造线的现象。

本区及邻区的构造单元名称见图1。

## 二、盖层发育概况

### 1. 震旦系—三叠系

地层多属于海相沉积,除了三叠系上统(黄马青组)中上部、志留系、泥盆系外,地层剖面中碳酸盐类岩石占了很大的比重。

在中带,震旦系—三叠系构成了两个旋回。

下旋回包括:

震旦系、寒武系下统一寒武系中上统、奥陶系—志留系

下部碎屑建造 石灰岩建造 上部碎屑建造

上旋回包括:

泥盆系—石炭系、二叠系、三叠系中下统一三叠系上统

下部碎屑建造 石灰岩建造 上部碎屑建造

(红色的砂、泥岩为主)

经过比较可以看出,下旋回的岩性、厚度在南、中、北三个带是不很相同的(表1),这种差别表明了震旦纪—三叠纪时期,南带具有最大的活动性。

上旋回集中分布于中带,岩性变化不大,各层系的最大厚度带常常偏向本区的南侧。泥盆系是一套碎屑岩,宁镇山区、和县、宿松一带厚120~250m,往南增厚,宣城、泾县、宜兴、长兴地区达到600~1000m;石炭系一般厚200~260m,中上部为石灰岩(船山灰岩、黄龙灰岩),下部为碎屑岩(高骊山组),在北部巢县、和县地区缺失了下部碎屑岩层,总厚度仅为30~120m。

按照B.B. 别洛乌索夫的意见,一个完全的旋回,应当包含上升为主—沉降为主,沉降为主—上升为主二个阶段,即海侵和海退二个阶段(陆相沉积区中,称为水进和水退阶段似更恰当——笔者)。通常它们在地层剖面上的反映就是沉积物的粗—细—较粗。

文内提到的旋回,和B.B. 别洛乌索夫所称的“大旋回”或“第一级的”旋回大体相当。

表1 北、中、南带沉积盖层特征表

| 地层  | 北带                  | 中带                                         | 南带                                                 |
|-----|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 志留系 | 无                   | 碎屑岩 1000~1700m                             | 碎屑岩 1000~4000m                                     |
| 奥陶系 | 石灰岩为主, 厚达 1800m 以上  | 石灰岩为主, 上部夹硅质层和龟裂灰岩, 约 1100m                | 碎屑岩为主, 上部具复理石建造, 厚 1700~1800m, 最厚达 2400m           |
| 寒武系 | 石灰岩夹页岩, 厚达 1800m 以上 | 中上部: 石灰岩为主, 400m;<br>下部: 千纹岩夹砂岩, 厚 900m 以上 | 上部: 石灰岩 800~1000m;<br>下部: 碎屑岩, 100~500m            |
| 震旦系 | ? <sup>①</sup>      | 硅质灰岩, 出露少量                                 | 碎屑岩为主, 时夹 5~20m 冰碛层, 上部有 0~120m 石灰岩, 共厚 2000~3000m |

①可能包括部分震旦系。

二叠系上部以煤系(龙潭煤系)为主, 下部以石灰岩(茅口灰岩、栖霞灰岩)为主。南部长兴、宜兴、宣城、泾县一带厚 600~800m, 北部巢县、和县及宁镇山区厚 230~350m。三叠系中下统以石灰岩为主(青龙灰岩), 宣城、泾县、宜兴沿线厚 1200~1300m, 巢县、和县及宁镇山区厚约 550m。三叠系上统(黄马青组)仅见于宁镇山区和安徽繁昌一带, 岩性比较特殊, 以红色的砂岩、泥岩为主(宁镇山区下部还夹有少量的石灰岩和煤层), 厚 1200m 左右。

不仅如此, 各层系的等厚图还显示它们厚度梯度大的带, 往往也居于南侧。

根据航磁、重力、电法资料对比分析结果, 苏北盆地南部在结晶基底和中、新生界之间藏有厚约 5000m 的地层, 推测其时代属于震旦纪—三叠纪, 构成了中带的潜伏延伸部分。盆地北部震旦系—三叠系、总厚度锐减, 然而钻井揭示的石炭系、二叠系、三叠系都与中带极近似, 因此有理由认为这里的震旦系、下古生界(特别是志留系和泥盆系)是不发育的。

震旦纪—三叠纪期间, 岩浆活动比较微弱, 目前只见到一些关于中小型酸性侵入岩的报道。

## 2. 侏罗系一下第三系

是一套陆相碎屑岩系。除了下第三系下统(阜宁组)顶部夹有一些泥灰岩外, 几乎没有碳酸盐类岩石, 它们的形成并赋存在一系列的自成沉积系统, 颇为独立发展的断陷盆地里。

苏北盆地南部拗陷, 侏罗系一下第三系最大厚度带偏向南翼, 其西段厚约 2000m, 东西走向, 居于高邮和扬州之间; 其东段厚 2000~2500m, 呈北西走向, 处于海安、泰县沿线。由这个带往北、往南地层厚度变薄, 厚度梯度以后者为大, 这种趋势在各个层系的横相变化上也都有所反映: 侏罗系中下统为煤系(象山组), 偏居扬州一带, 西北走向, 厚 800m 左右, 往拗陷内变薄。扬州西北甘泉山一带, 根据钻孔资料, 侏罗—白垩系(建德亚群)为暗紫红色夹薄层灰色的泥质岩系。白垩系(赤山组、浦口组)为棕红色疏松的砂岩和砂砾岩。下第三系下统(阜宁组)为深灰色富含化石的泥质岩系, 顶部夹泥灰岩, 厚度均在 400~500m。由那里往北 50~60km 至三垛—东台, 三者的厚度减薄有限; 可是往南则不足 10km 即已缺失殆尽。下第三系上统(三垛组)为棕红色夹少量灰棕色泥岩和砂岩的互层, 下部有少量灰色泥岩及砂砾岩, 偶具辉绿岩脉和薄层玄武岩, 三垛—海安厚 600m 以上, 向南北减薄, 其中往南的厚度梯度比往北部的大 2~3 倍。如果比较一下上述地层各自的最大厚度带

平面位置,可以发现时代越老的越偏向南面。

苏北盆地北部拗陷也有类似的情况,侏罗系一下第三系最大厚度达 3000m 左右。这个带偏居拗陷的东南部,紧靠着中部隆起,南边的厚度梯度比北边的约大 2 倍。苏南句容、常州拗陷里,侏罗系一下第三系主要分布于东西两侧,平行盆地边界延伸的凹陷里,厚 2000~2500m。侏罗系中下统揭示不多,岩性和宁镇山区所见者相似,为砂岩、页岩和煤层,下部有很厚的砾岩、砂砾岩。侏罗—白垩系上、下部为火山岩系,前者由火山角砾岩及安山玄武玢岩组成;后者由安山岩和凝灰岩组成。中部为紫红色砂质泥岩、泥质粉砂岩夹同色及灰白色砂岩,往下渐成互层。拗陷外围的侏罗—白垩系面貌大异,几乎全是中酸性的火山岩系。白垩系在拗陷边缘多为棕红色砂岩(如句容拗陷的赤山和方山剖面),有的更夹有砂砾岩(如常州拗陷的西夏墅);拗陷内部则以棕红色砂质泥岩及泥质粉砂岩为主。下第三系下统以深灰色泥质岩为主,顶部夹泥灰岩,富含生物化石,在拗陷边缘(如常州拗陷的西夏墅)显著变粗,夹有多层砂岩。下第三系上统是棕红色夹灰绿色的砂质泥岩和泥质砂岩互层,下部有含砾砂岩和砾岩,或玄武岩与泥岩,如常州拗陷北缘新闻、奔牛一带所见。

无为盆地和南陵拗陷缺失下第三系上统;下第三系下统厚 120m 左右,仍为一套泥质岩系,可是红色层与灰色层各占半数。白垩系仅钻遇 200 余米。再老的地层目前还不了解。

侏罗系一下第三系时期岩浆活动比较剧烈,在盆地外围及皖南型盆地内部的隆起区,侏罗—白垩纪的火山岩系尤为发育。在宁镇山区东段其厚度竟可达 1700m 以上,下部以安山岩类为主,上部以流纹岩、粗面岩为主并有多量的火山碎屑岩。根据赵玉深的资料,安徽马鞍山地区也存在类似情况,它们在喷发类型上,上部以中心式喷发为主,下部以裂隙式喷发为主。王德滋将镇江附近的侏罗—白垩纪火山岩系确定为中心式喷发产物,这正是因为他所研究的火山岩系是侏罗—白垩系上部的粗面岩和流纹岩系。侏罗—白垩纪以后的岩浆岩渐渐趋向基性,下第三系上统下部见有玄武岩和辉绿岩。镇江地区在侏罗—白垩纪粗面岩期和花岗闪长岩期之后,是一系列北西向基性岩墙(辉绿岩等)的形成时期。另外,分布于安庆、繁昌等地的花岗岩中,也可能有部分属于侏罗纪一下第三纪。

总起来看,上述各盆地的侏罗系一下第三系都可构成一个完整的旋回:

侏罗系中下统一侏罗白垩系—白垩系一下第三系下统一第三系上统

|        |          |          |
|--------|----------|----------|
| 下部碎屑建造 | 泥岩夹泥灰岩建造 | 上部碎屑建造   |
| 含煤,有   | 红色层,盆    | 深灰色,富含化石 |
| 厚层砾岩   | 地外围为     | 红色的砂泥岩   |
|        |          | 互层       |
|        | 火山岩系     |          |

因此,这些盆地的发育史是既具有特殊性,又具有一定的共同性。

### 3. 上第三系—第四系

陆相碎屑沉积为主,顶部夹少量海相薄层。和侏罗系一下第三系相比,它们的分布范围更广泛,逐层超覆在许多凸起、隆起以及其它古老的构造单元之上。以苏北盆地为例,中新统多分布在盆地的拗陷部分;上新统不仅覆盖了全盆地而且日益扩展至北部的滨海,西部宝应,南部如皋,南通等地的古老褶皱带上;第四系则掩盖了全区。晚第三纪—第四纪的沉降和沉积中心都在盆地东部,彼此重合呈南北走向,第四系所夹的海相层也限于东部。

上第三系下部砂砾岩甚多,往上泥质岩增加,并出现海相夹层,因此上第三系—第四系是一个旋回,不过旋回上部不完整。

这套地层里夹有玄武岩。根据笔者研究,它们在盆地边缘比盆地内部发育:自东往西,

埋藏深度越来越浅,层位越来越新,盱眙、女山一带更有近代玄武岩的报道。玄武岩通常只有一层,中央夹一层火山碎屑岩,表明有过一次喷发间歇时期,唯有西部来安、嘉山一带玄武岩层夹4~5层黏土。

### 三、盖层发育史中的地壳运动

震旦系在皖南休宁地区不整合覆盖于元古代变质岩系之上。最近,李应运等在二者间发现有“休宁花岗岩”存在,他们认为:“该区在元古代末和震旦纪初曾经历过一次普遍的造山运动,即皖南运动”。

震旦纪—三叠纪时期,地壳运动具有明显的波状震荡运动性质,这不仅表现在前面已经提到的沉降中心有规律的迁移上,而且也表现在各层系间往往以平行不整合接触。志留纪末期的运动(加里东运动)影响较为明显,它终结了震旦系—志留系旋回,使全区在早泥盆世普遍升起,主要沉降中心的位置由偏居南、北二带转为占据中带,很可能这次运动还带有部分的褶皱作用。

侏罗系中下统与下伏岩层呈不整合的事实,说明本区有过印支运动(从旋回上看,它是海西运动的一部分),它是形成前侏罗纪褶皱带的主要动力。从此后,在年轻的地层里没有见到强烈的褶皱,而且,建造类型也和震旦纪—三叠纪有了重大的改变——缺乏海相及碳酸盐类沉积,有较多的红层等等。前面业已指出,侏罗系一下第三系倾角平缓,彼此间没有很大的角度差异,只在断层附近才能见到微弱的挠曲和褶皱,负向构造单元——盆地、坳陷、洼陷等四周有强烈的岩浆活动。相邻构造单元的发育史有着明显的差别……种种迹象证实了这个阶段地壳运动的特点是:被断裂分割的一系列块体沿着断裂运动,这些块体无论在运动的方向或是幅度上,彼此存在着重大的差异,断裂附近有强烈的岩浆活动。有人把这一类型的地壳运动称为“块断运动”。它们造成了侏罗系中下统、侏罗—白垩系、白垩系、下第三系下统、上统之间的不整合。侏罗—白垩纪时期及其与侏罗纪之间的地壳运动,对形成中新生代断陷盆地及盆地内部的块状分割起了巨大的作用,许多由前白垩纪地层组成的凸起(小海、建湖、蛤蜊港等)就是在这个时期形成的。第三纪末期的地壳运动,为上第三系—第四系的广泛分布、层层超覆奠定了基础。

晚第三纪—第四纪时期的地壳运动主要是振荡运动。通常上第三系、第四系都是水平层,相互间为平行不整合—超覆不整合关系,沉降区边缘也可见到断裂,并伴有玄武岩活动。

上面我们只是强调了每个阶段主要的地壳运动性质,但是这决不意味着否认其它类型运动的存在。

### 四、几点认识

通过前面的叙述,不难得出下列的认识:

- (1) 本区的沉积盖层发育史可以粗略的分为三大阶段,各个阶段的特点列于表2。
- (2) 本区的地质构造分布和发展,明显的受到南北二侧古老的构造单元影响。该区南部在漫长的盖层发育时期内,具有较大活动性的原因,在于它邻近稳定性较差的江南地轴。从平面上看,古老的构造单元和区内构造单元的关系,至少有三种形式:

①延伸的。二者走向一致,后者常是前者的直接延续部分。例如前侏罗纪褶皱带的南带

就可以视作江南地轴往北东方向的延伸带。

表 2 沉积盖层发育史三大阶段的特征

| 分期<br>特征               | 震旦纪—三叠纪阶段             | 侏罗纪—早第三纪阶段                | 晚第三纪—第四纪阶段  |
|------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 地层                     | 海相为主，碳酸盐岩占很大比重，上部有红色层 | 陆相、碎屑岩为主中上部红色层很发育         | 陆相夹海相，碎屑岩为主 |
| 延续时间 <sup>①</sup> , Ma | >845                  | 125                       | 30          |
| 地层厚度, m                | 5000~6000             | 3000~4000                 | 1200~1600   |
| 沉降速度近似值 $m/10^4a$      | 0.059~0.071           | 0.24~0.32                 | 0.4~0.53    |
| 旋回数                    | 2个                    | 1个                        | 1个(不完全)     |
| 沉积区                    | 大而统一                  | 小而分散                      | 较大、较统一      |
| 构造形态                   | 梳状、箱状褶皱为主，局部有倒转褶皱     | 一系列断块，地层产状平缓，断裂附近有轻微褶皱、挠曲 | 水平层         |
| 主要构造线方向                | 北东                    | 北北东                       | 近南北         |
| 地壳运动性质                 | 振荡(波状的)运动，晚期可能有褶皱作用   | 块断运动                      | 震荡运动        |
| 岩浆活动                   | 不发育，小型侵入为主            | 大规模的中酸性岩浆岩侵入和喷发，晚期有玄武岩喷发  | 玄武岩喷发为主     |

注：以《地质学教程》(煤炭工业出版社，1960)，《大地构造学基本问题》(地质出版社，1956)所附地质年代表为基础。

②穿透的。古老构造线沿自己的走向，垂直或斜交地穿过另一组构造线，又在区内重新呈现出来。如淮阳地盾、肥中深断裂等北西向或近东西向的构造线，穿过了郯城—庐江深断裂和鲁东隆起，然后在溧阳、溧水一带又构成北西或东西向的构造带。

③夹持的。二者走向大体平行，后者的发展和构造线的分布受制于前者。例如，鲁东隆起和江南地轴之间的地区，走向北东，为一西窄东宽的喇叭形，于是震旦系—三叠系的分布状态也就大体如此。由它们组成的褶皱带延伸情况也就象个帚把向西的扫帚。甚至皖南型的新生代断陷盆地外形也是西南窄东北宽，在平面上也是由西往东呈辐射状分布。

随着地质时代的推移，上述影响越来越小，上第三系—第四系广泛地超覆在古老的构造单元之上，并逐步和华北地区相应时代的沉积连成一体。盆地走向近于南北是这个时期的特点。十分可能，从那时起太平洋方面的大地构造单元对本区施加了越来越大的影响。

事实证明，本区的盖层发育史是一部充满了新和旧，新生作用和继承作用斗争的历史。事物一刻不停地朝前发展，因此每个阶段、每个时期都有各自的特点；同时这种发展又不能凭空产生，而是以原有的基础做出发点，所以必然会带有一些旧的烙印，时间长了，它也就渐渐地被越来越多的新的特征所掩盖。

(3) 中生代断陷盆地主要发育时期是侏罗纪—早第三纪。

(4) 苏北盆地不仅北部下古生界不够发育，而且侏罗系—早第三系也自成一格，推测其基底性质和江南地轴的区别较大，与鲁东隆起相近。在古生代前期，这里是一个稳定的隆起区，只有在石炭纪、二叠纪和三叠纪广泛的海侵期间，才和区内其它地区一起构成统一的沉