

华北盆地南部三叠系分布探讨

周兴熙 袁容

(石油工业部石油物探局研究院)

华北地台东部，燕山期、喜山期构造变动强烈。三叠系遭受了严重的剥蚀，残留面积狭小而零星，尤其在太行山北段、燕山、辽、鲁等地所存无几。因而造成了一种错觉，以为地台东部是印支期古隆起。三叠系很不发育，只是在个别地点散布着一些局限性的沉积。然而这个问题事关华北地台地质历史之真貌，且与油、气资源评价、煤种预测密切相关。因此，有研究之必要。

(一)

华北南部三叠系在河北省邯郸、峰峰，河南省滏池、济源、宜阳、登封等地有所出露，多残留中、下统。唯在济源西承留、滏池董沟出露完整。各地出露简况示于表1。在表1所列地点的三叠系岩性、岩相特征、化石种属及其与上、下地层的关系，均与晋、陕两省标准剖面一致，具明显的三分性。下统由紫红色、紫色砂岩、含砾砂岩及泥岩组成，厚度为300—700米，属干燥氧化河流相为主的沉积；中统是黄绿、灰黄、紫红等杂色砂岩和泥岩互层，厚度为300—600米，是由于干燥向温湿气候过渡的河、湖环境下的产

华北南部三叠系出露厚度简表

表 1

地点 层位 (米)	长治小区	平顺—峰峰 小区	王屋山—滏池 小区	滏池	济 源 西承留一带	宜 阳	登 封
上覆地层	上新统	上侏罗统	白垩系	下侏罗统	下侏罗统	下侏罗统	下第三系
上三叠统				1300— 2400	2592	475— 690	>480
中三叠统	>536	>150		530— 610	530.5	600	320
下三叠统	700	712	>417	445— 660	690	300	360— 550
三叠系出露 总厚	>1236	>862	>417	2275— 3670	3812.5	1375— 1590	1160— 1350
资料来源	华北区域地层表山西分册及河北分册			中南区域 地层表	华北石油 普查大队	中南区域地层表	

物；上统为较厚的黄绿、灰黄色长石砂岩与黄绿、灰黄色页岩，上部夹少量灰岩、油页岩及煤线，厚度为1300—2500米，属以温湿湖泊为主的沉积。

据不完全统计，本区产出的植物化石有：新芦木，枝脉蕨，贝尔璠蕨，苏铁杉等13个属31个种。瓣鳃类化石有西伯利亚蚌，图土蚬、鸟恰姆蚌等3个属9个种，都是我国北方三叠系中常见的分子。

三叠系与下伏二叠系为整合过渡关系。两者构造关系协调一致，属于同一构造层，与上覆侏罗系为整合或假整合关系。但当其上为更新的地层所覆盖时，则表现为不整合关系。平原掩盖区内三叠系揭露得很少，相当一段时间内未获公认。

1978年，赵志清等在临清拗陷馆古2、堂古2等钻井中，于原划为石盒子组上部的井段内发现了星孔轮藻化石带。经与陕西铜川瓦窑堡组、湖北南漳巴东组，以及苏联、瑞典、东德的中三叠轮藻化石带对比后，认为这些井段地层时代应属中三叠世（井深见表2）。1980年，王从凤研究了东濮拗陷西南部豫深1井5375—5418米井段发现的孢粉化石，认为与陕甘地区的延长组、河南滎池的潭庄组可比。应属上三叠统。由此肯定了三叠系在华北平原南部存在。同时也证实了近年来地震资料所作出的“三叠系在平原中有比较广泛的分布”的结论。

(二)

根据上述岩性、岩相特征，上下地层层序和接触关系以及地震反射特点，笔者研究对比了华北平原南部的钻井。对东濮拗陷的范古1井、开1井，开封拗陷的开18井、开23井，周口拗陷的周参1井，洛阳拗陷的洛1井的三叠系作了初步划分（表2）。通过对岩性、岩相的研究，发现不论在平原内部，还是周边露头区，其特征基本一致，大区域内均可对比。三叠系沉积环境应是一广阔的湖盆。

华北平原南部钻遇的三叠系分层深度表

表 2

井号 层位 (米)	洛 1	开18	开23	豫 1 深	开 1	范古 1	馆古 2	堂古 2
上覆地层	第三系	上第三系 馆陶组	侏罗系 ?	下第三系 沙河街组	下第三系 沙河街组	下第三系 沙河街组		
上三叠统		2165—	2769.5—					
中三叠统	2165—	2165— -3353.35	-3158.5	5198.5—			1610—	1241—
下三叠统	-2854		3158.5— -3450	-5737	2837— -2925	1912.5— -2073.5	-2521	-2374.5
下伏地层					上二叠统 石千峰组	上二叠统 石千峰组	上二叠统 石千峰组	上二叠统 石千峰组

对三叠系岩样作了岩比分析。其结果印证了上述看法。岩比分析是分统进行的。为了说明问题,统计的范围扩大到了稍远的邻区。统计结果见图1。岩比特征清楚地表明,

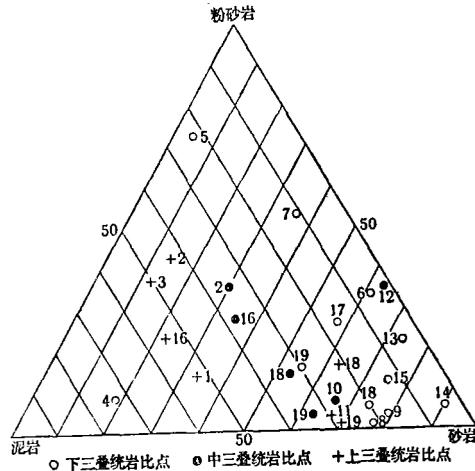


图 1 华北南部及邻区三叠系岩比图

图中各点的地点: 1.洛1井 2.开23井 3.豫深1井 4.开1井 5.范古1井 6.馆古2井 7.堂古2井 8.邯5井 9.山西高平李家沟 10.山西屯留黑家口 11.山西屯留土地庙 12.山西屯留北张店——泌源马家峪 13.山西榆社红崖头——襄垣龙王堂 14.河北蜂峰土淑村 15.河北承德平泉 16.陕西铜川漆水河 17.陕西耀县石川河 18.山西永和坡头石楼 19.河南济源桃庄西承留

研究区内所有剖面中特粗岩石很少,没有边缘相存在的迹象。平原内诸井(均在东部)各组岩性的中、细粒岩石比例大多高于周缘露头区(主要是西缘)的比例。例如:平原内钻遇下三叠统的开1、范古1、堂古1、馆古2四口井内,该统泥岩加粉砂岩的比例,前三者都在70—80%之间。馆古2井较粗,其比例也达40%。而在周缘剖面中,这段地层的泥岩加粉砂岩比多在20—30%,个别达40%。又如洛1井、开23井、豫深1井,上三叠统泥岩加粉砂岩占70—80%。而周缘露头区,多数只占30—40%。这种情况还通过各点在三角图中的分布特性明显地反映出来:平原内的点(即1至7号)在图中大多数落在左侧泥岩加粉砂岩大于40%的岩比区。而周缘露头区的点多数落在右侧泥岩加粉砂岩小于40%的岩比区。这些现象就更确切地证明了平原南部非但不是三叠系的沉积边缘,而且是更为靠近沉积中心的部位;三叠系原始沉积要远远超出目前华北南部揭露到该系的范围,甚至还会向北、向东延展。

(三)

本区丰富的地震勘探成果,也充分地证实了三叠系原始沉积的广泛性和稳定性,而今日所见其分布之局限性,乃是其后期剥蚀的结果。

在地震剖面上正确识别三叠系是讨论问题的基础。由于三叠系本身的反射特点不很突出,所以识别它主要是靠其下两个地震标准层:一个是 $T_g(O)$,它是下古生界顶部假整合面的反射。以其能量强,连续性好,可在大区域内追踪,易于识别;另一个是 $T_g(C+P)$,这是在 $T_g(O)$ 之上300—400毫秒出现的一个中—强变振幅、连续性中等的

反射。 $T_g(C+P)$ 相当于平顶山砂岩(P_2^2)或刘家沟组(T_1^1)底部厚层砂岩的反射。因此可近似地把 $T_g(C+P)$ 看成三叠系的底界,当其上出现了与它平行的反射时,这就是三叠系的波阻(见图版I)。根据图版的四张地震剖面分析,可清晰见到:三叠系的反射表现为弱振幅、不连续地震相和弱振幅、较连续地震相。其特征很稳定。相体呈平行的板状,与 $T_g(O)$, $T_g(C-P)$ 呈平行关系,即与 $T_g(O)$ 、 $T_g(C+P)$ 间的石炭二叠系属同一反射序列,密不可分,明显地属同一构造层,同属于地台盖层的范畴。

三叠系顶部在大多数地区是为T7反射波所切削(剥蚀)见图版中东濮、民权、鹿邑剖面。切削深度不一,三叠系残留厚度就不同。在 $T_g(C+P)$ 被切削掉的地段,三叠系缺失。如图版I中东濮、鹿邑剖面左侧所示。这个切削面反映了第三系与三叠系不整合关系。在济源拗陷中,三叠系保存完好,顶部为 T_g 反射层轻微切削,两者角度很小,(见济源剖面),反映了侏罗系与三叠系之间假整合或微弱不整合关系。由此可见,今日三叠系残存状况是后期破坏的结果,主要是受控于燕山期和喜山期的构造运动和剥蚀作用。拗陷内的向斜中,剥蚀作用较弱,三叠系残厚可达1000—3000米,靠近隆起部位变薄,在隆起上已侵蚀殆尽。今日三叠系之分布图(图2)主要是燕山期、喜山期剥蚀强度的“印膜”,并非原始沉积之格局。

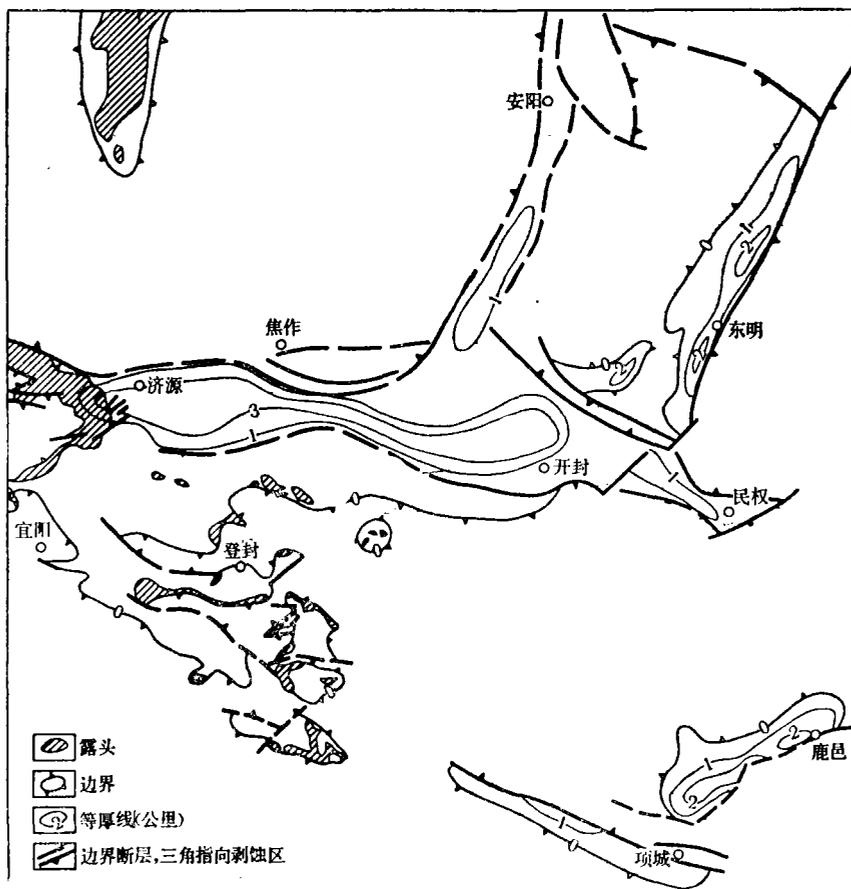


图2 华北南部三叠系分布略图

(四)

恢复三叠系原始沉积厚度和分布格局，需要采用某种特殊的手段。本文用山西组底部煤层热演化史的分析来解决这个问题。热演化史分析选用洛帕京-韦甫斯 (Lopatin-Waples) 法进行。洛-韦法认为：煤层的变质程度是它在埋藏史中热演化效应的累积。这种累积效应可用时间-温度指数，即TTI表示。并提出下列公式：

$$TTI = \sum_{i=\min}^{i=\max} 2^{n_i} \Delta t_i$$

公式中 2^{n_i} 为某一温度区间 i 的温度效应因子。规定各温度区间以 10°C 为一间隔。该因子底数取2，意味着温度每升高 10°C ，煤的热演化速率将提高一倍。指数 n_i 取值范围为：当区间温度为 $100-110^{\circ}\text{C}$ 时， $n_i=0$ ；温度每升高 10°C ， n_i 递加1，降低 10°C ，递减1。如 $170-180^{\circ}\text{C}$ 温度区间 $n_i=7$ ， $60-70^{\circ}\text{C}$ 区间， $n_i=-4$ 。公式中 Δt_i 为煤层在温度区间 i 中的停留时间，以 10^6 年为单位。此公式既可以求出有机物自古至今的热演化效应，又可以计算出在任何一段地史时期中获得的TTI值。

韦甫斯还提供了TTI值与镜煤反射率 (R_o) 换算表 (表3)。根据上述方法的原理和数学运算的可逆性，在掌握了某点 R_o 值和埋藏特点的情况下，就可以反演出某一层系的厚度。笔者反演三叠系厚度的步骤如下：

TTI— R_o 相关数据表

表 3

项 目	相 关 数 据										
R_o	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.70	0.77	0.85	0.93	1.0 ⁰
TTI	<1	<1	3	7	10	15	20	30	40	56	75
R_o	1.07	1.15	1.19	1.22	1.26	1.30	1.36	1.39	1.46		
TTI	92	110	120	130	140	160	180	200	260		
R_o	1.46	1.50	1.62	1.75	1.87	2.00	2.25	2.50	2.75		
TTI	260	300	370	500	650	900	1600	2700	4000		
R_o	2.75	3.00	3.25	3.50	4.00	4.50	5.00				
TTI	4000	6000	9000	12000	23000	42000	85000				

1. 从二叠系等厚图上读出计算点的厚度。该厚度接近二叠世末山西组底部煤层的埋深。在已知古地温梯度和地表温度的情况下，便可求得煤层在二叠世埋藏过程中所经历各区间温度和时间。然后利用前述公式计算出煤层在二叠世的TTI值，以 TTI_P 代表；

2. 用类似的方法可计算出煤层在新生代所获得之TTI值，用 TTI_R 代表；

3. 以实测镜煤反射率数据对照表3，查出煤层从二叠纪至今的总TTI值；

4. 煤层在中生代应获得的 TTI_M 值，可用下式求出：

$$TTI_M = TTI - (TTI_P + TTI_R);$$

5. 用 TTI_M 反演三叠系原始厚度。有两种情况:

1) 在缺失侏罗系、白垩系沉积的地带, 可以用不同的三叠系厚度导出一组三叠系末煤层埋藏的数据。用这些数据反复进行 TTI_M 值的拟合运算, 一直达到满意的接近值, 从而筛出最理想的三叠系厚度值。

2) 在济源—开封一带, 存在着2500米的侏罗系和白垩系; 在鲁西、淮北、苏北一带, 也有1100米的沉积。在这些地区, 必须把它们加入计算模型, 如1)所述的方法。也可求得三叠系厚度。

用上述反演出的原始厚度点编出厚度图。三叠系原始沉积厚度及格局, 在图上清楚地反映出来。

需要指出的是, 洛-韦法把温度因子底数值取为2是一种近似值。因而以此计算出的结果也必然是近似的。另外本区煤层在印支期以后, 发生了时间长短不一、幅度大小不等的抬升。在抬升过程中, 煤层温度要降低。在降温过程中, 煤获得的热演化效应一定会低于升温过程的效应。这种效应降低的情况, 在计算中未予校正。因而夸大了这种过程的效应, 使计算出的 TTI_M 值偏高, 导致了推算出的三叠系厚度偏薄。抬升的时间越长, 抬升的幅度越高, 三叠系厚度就更薄。因此, 应该把推算出的厚度值视为原始厚度的下限, 即本文求得的三叠系恢复厚度偏薄。

(五)

运用上述方法, 根据区内14个煤田、九口钻井的近60个镜煤反射率实测数据反演出23个三叠系厚度值, 列于表4-1-2。

三 叠 系 推 算 厚 度 表

表 4—1

项 目 \ 地 点	河 北		河 南						山 东		苏 江	
	竹 壁	葛 泉	鹤 壁	安 阳	焦 作	陕 湍	登 封	新 密	平 顶 山	济 宁	滕 北	马 坡
实测镜煤反射率 (R _o)		0.86 -3.95	1.8— -2.0	2.2— -3.0	2.4— -6.0	1.0— -1.8	1.21— -1.38	1.8— -2.2	0.8— -1.2	0.6— -0.7	0.6— -0.8	-0.8 -1.0
由 TTI 值换算出的镜煤反射率 (R _o)	0.955	0.895	1.93	2.41— -3.04	2.363— -6.432	1.0— -1.785	1.2— -1.4	2.075— -2.18	1.0— -1.12	0.755	0.725— -0.797	1.035
三叠系推测厚度 (米)	1700	1700	2800	2800	2800	1900	2000	3000	1900	1500	1500	2250
备 注	1. 镜煤反射大多数是山西组底部煤层数值。济宁、滕北为太原组顶部煤层的数值, 单位为%; TTI值系数用洛帕京-韦甫赖斯法算的。											

三 叠 系 推 测 厚 度 表

表 4—2

项 目	地 点	皖 肖 县	皖 潘 集	龙 古 1 井	范 古 1 井	范 古 2 井	范 古 3 井	卫 古 1 井	濮 深 1 井	马 古 11 井	东 1 井	长 1 井
实测镜煤反 射率(R_o)		0.6— —0.9	0.8— —1.0	0.85	0.811— —0.829	0.813— —0.83	0.800	0.8— —1.0	1.5	1.84	1.16— —1.17	3.44— —3.88
由TTI换 算出的镜煤 反射率 (R_o)		0.85— 0.98	1.0	0.875	0.95	0.768	0.765	0.995	1.46	1.835	1.37	3.835
三叠系推测 厚度(米)		1500	1300	1500	1300	1300	1300	1500	1500	2800	2100	2800
备 注	2. 由于各地点埋藏史有差别所以某些点虽镜煤反射率相近但三叠系厚度不同, 有些则反之、请读者注意											

利用表4中23个数据, 参考露头区7个实测剖面以及平原区8口钻井获得的厚度资料, 编制了本区三叠系厚度推测图(图3)。图中反映出的三叠纪沉积格局是: 济源—开封一

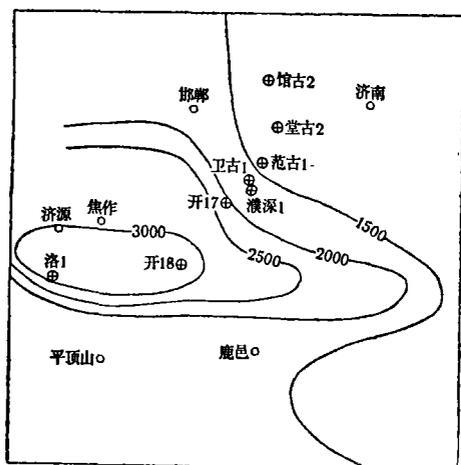


图 3 华北南部三叠系厚度推测图

带存在着一个厚度大于3000公尺的沉降带, 呈东西向, 向东、南、北三个方面逐渐减薄, 至临清、枣庄、淮南、项城等地只有1500米厚。各厚度带的展布仍以东西向为主导。这种沉积格局与前人发表的多幅上古生界各层系等厚图对比, 均很相似。说明了三叠纪构造运动是华力西晚期运动的继续。

另外, 从其厚度分布比较稳定, 变化梯度小, 平均每公里只变化10米看, 与本区燕山期、喜山期的构造变动迥然不同。燕山期、喜山期形成的拗陷多数范围狭窄, 沉积速度很大, 厚度变化梯度值在每公里100米以上, 有的甚至可达1000—1500米/公里。两者相差数十乃至数百倍。充分反映了两者的构造运动体制有着本质的差别。

由此笔者认为本区华力西末期的运动并非地台解体之构造幕。晚二叠世也绝非地台之末日。地台体制至少要延续到三叠纪。

当然事物的另一方面是, 三叠系沉积厚, 分布范围广, 沉积速度也较快, 可达40—100米/百万年。这又是地台发展末期活动化的表现。事实上, 自晚二叠世起, 各世的沉积厚度逐渐加大, 至晚三叠世, 沉积厚度竟达1500—3500米, 说明沉积速率是逐步加快的。这就预示了地台活动化, 是以量的积累迎接着新的构造体制的到来。

基于三叠纪是一个快速的沉降期，致使它成为古生界有机物的一个重要成熟期。在评价本区油气资源时，必须考虑这一点。根据笔者对本区山西组底部煤层热演化史的研究，认为三叠纪末期，埋藏深度可达2500—4500米，其变质程度达到中变质阶段：本区大部分地方，山西组底部煤层已以肥、焦、瘦煤为主；在三叠系最厚的澠池、焦作、济源—开封坳陷，深部还可能达到了贫煤阶段；相应的在三叠系厚度小于2000米的两淮、周口坳陷一带，煤的变质程度只以气煤为主。

上述煤的变质程度，促使煤系在三叠纪以前就经历了生成天然气作用的高潮。据笔者测算，此期生气量，可能要占全部历程生气量的65—70%。这一点就指明了勘探本区的这类天然气，寻找早期圈闭是非常重要的。此外，必须考虑到在这次生气高潮之后，发生了燕山期、喜山期构造运动。因此，由晚期形成的圈闭形成油气藏的可能性降低了。在评价本区天然气远景时不可忽视此点。

综上所述：本区三叠系是一个分布广泛，厚度稳定，沉积速率较高的一套陆相碎屑岩建造。

（收稿日期：1983年4月10日）

DISCUSSION ON THE DISTRIBUTION OF THE TRIASSIC SYSTEM IN SOUTHERN NORTH-CHINA

Zhou Xingxi Yuan Rong

(Institute of Petroleum Geophysical Survey,
Ministry of Petroleum Industry)

Abstract

This article presents the distribution pattern of the Triassic System in Southern North-China. It is stated that the Triassic System in the area studied is an extensive and stable clastic formation of continental facies. The original depositional thickness and settings have been reconstructed through analyzing the burial-thermal evolutionary history.

图版 I 周兴熙等：华北盆地南部三叠系分布探讨

