科 学 通 报
第 42 卷 第 3 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 2 月

【研究简报】

吐鲁番-哈密盆地古地温梯度及有机质成熟度的确定

柳益群① 吴 涛② 冯 乔①
(①西北大学地质系，西安 710069；②新疆吐-哈油田石油勘探开发指挥部，哈密 839000)

关键词 镜煤反射率 包体测温 I/S 混层比 古地温梯度 吐-哈盆地

盆地古地温研究是盆地热演化研究的关键. 盆地形成越早，演化史越复杂，则现今地温与古地温相差越大. 沉积盆地的古地温研究是一个复杂的地质问题，必须依据大量实际资料的综合分析和不同方法相互相比、相互验证才能较真实地恢复沉积盆地的古地温场状况及热历史[1~5].

1 盆地构造演化

吐鲁番-哈密盆地(简称吐-哈盆地)经历了 3 个主要构造演化阶段[1)]：石炭纪～早三叠世陆内裂谷作用阶段(早石炭世～晚二叠世早期的裂谷-拗陷-萎缩期、晚二叠世晚期～早三叠世的前陆期)、中晚三叠世～早第三纪广盆形成阶段(中晚三叠世稳定～拗陷期、侏罗纪断陷-拗陷-挤压期、白垩纪萎缩期和早第三纪拗陷期)和晚第三纪～第四纪挤压型山间盆地形成阶段. 三叠纪～早第三纪成为稳定的拗陷型盆地，盆地性质类似于克拉通，以盆地的整体沉降、连续沉积、断裂发育、地层展布复杂、缺乏褶皱和角度不整合为特征.

盆地现今一级构造单元由北向南依次为北部拗陷、艾丁湖斜坡、南湖隆起. 北部拗陷又进一步分为台北凹陷、托克逊凹陷和哈密凹陷.

石中 Cu 等重金属含量实际上偏低，但由于其易于风化，Cu 便在风化产物中相对富集，而沉积物来源于流域内风化产物，具有对风化产物的继承性. 所以，从空间分析角度和地球化学分析角度均可认为，地质岩性对长江水系沉积物中 Cu 元素的含量有明显的影响.

参 考 文 献

1 Clark I. Practical Geostatistics. London: Applied Science Publishers, 1979
2 王仁铎，胡光道编. 线性地质统计学. 北京：地质出版社，1988
3 侯景儒，黄竞先. 地质统计学及其在矿产储量计算中的应用. 北京：地质出版社，1982
4 Tao S. Spatial structures of copper, lead , and mercury contents in surface soil in the Shenzhen area. Water, Air & Soil Poll, 1995, 82:583～591
5 张朝生，章 申，张立成等. 长江水系河流沉积物重金属元素含量的计算方法研究. 环境科学学报，1995, 15(3):257～264
6 Englund E, Sparks A. Geostatistical Environmental Assessment Software User's Guide. USEPA 600/8-91/008, USEPA, 1991

(1996-01-24 收稿，1996-05-07 收修改稿)

1)柳益群. 吐鲁番-哈密盆地储集层评价与预测. 吐-哈油田协作项目子课题报告，1995

2　主要研究方法

2.1　镜煤反射率法

全盆地 100 多个样品多数采自侏罗系，对 46 口井所做的 R_o-深度半对数坐标曲线清楚地反映出吐-哈盆地各地区侏罗纪时期的热演化状况(图 1)．这种状况实际上是侏罗纪末期燕山运动期间地层所经受的最高古地温．有机质演化曲线斜率由台北凹陷西部和托克逊凹陷的 0.027～0.031 $\ln R_o$/100 m．变为台北凹陷中部的 0.030～0.036 $\ln R_o$/100 m．至台北凹陷东部和哈密凹陷变为 0.043～0.049 $\ln R_o$/100 m．盆地北部山前带的曲线斜率多为 0.020～0.025 $\ln R_o$/100 m．这里原为沉积中心，由于燕山运动影响，地层抬升剥蚀强烈，地下 R_o 值较高部分埋藏深度变浅．

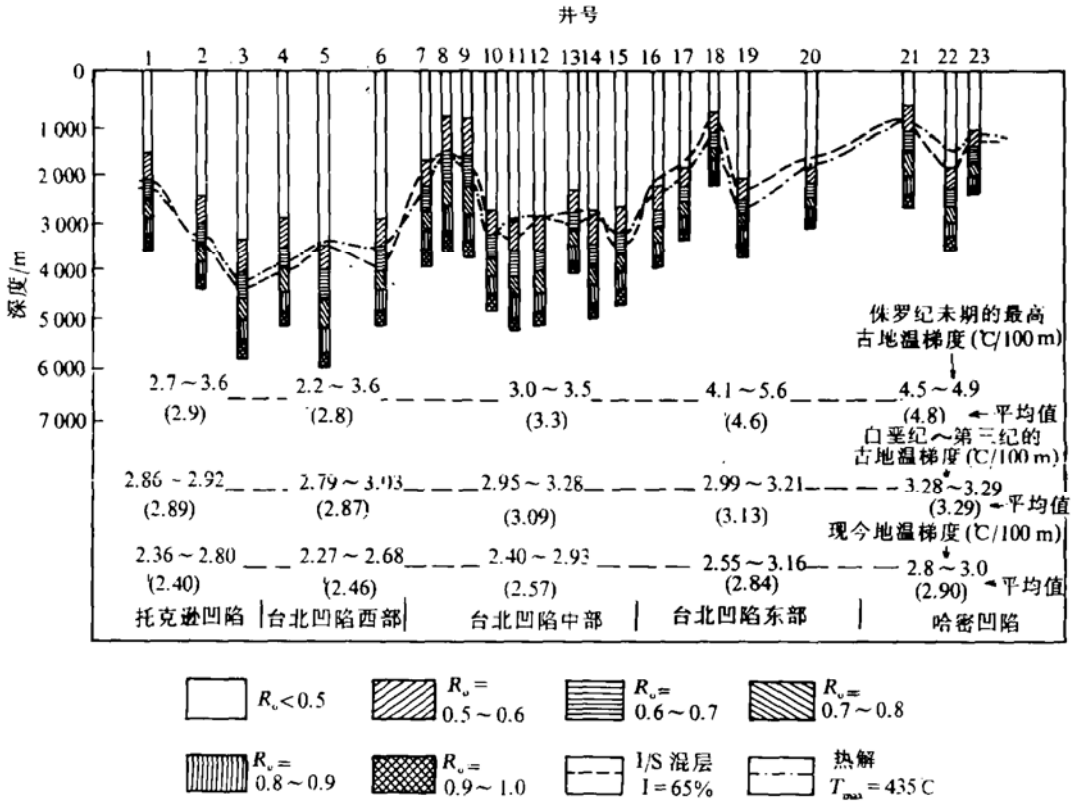

图 1　吐-哈盆地热演化横剖面对比图

1——TOC1, 2——Ya1, 3——Yan3, 4——SHN1, 5——PB1, 6——TC2, 7——He1, 8——K7, 9——K14, 10——LS1, 11——Sh1, 12——TC1, 13——WX2, 14——QD3, 15——S1, 16——J1, 17——XC1, 18——G1, 19——HT4, 20——F1, 21——H2, 22——SP1, 23——HC1

盆地中大部分地区三叠纪与侏罗纪的地温梯度一致，有机质演化曲线上没有位错现象．但在盆地南部一带，二叠纪与三叠纪的曲线斜率为 0.049 $\ln R_o$/100 m(艾丁湖斜坡)至 0.054 $\ln R_o$/100 m(哈密凹陷)，而侏罗纪的斜率前者为 0.032 $\ln R_o$/100 m，后者为 0.049 $\ln R_o$/100 m．

经求证和估算[1)]，并参考包体测温数值的变化，认为吐-哈盆地镜煤反射率曲线斜率即为

1) 见 298 页脚注 1)

古地温梯度，遵循 $G=\Delta R/0.01\ T_{max}$.

2.2 流体包裹体测温法

用均一法测定了吐-哈盆地40口井砂岩中的次生流体包体，样品绝大数采自侏罗系，少部分采自三叠系. 此类包体在石英、长石和微裂缝中成带分布，具多期性. 最后一期次生包体应是在白垩纪～早第三纪油气运移时被捕获的. 本期包体以液态烃为主，气:液比在20:80到10:90之间. Raman探针测得包体成分含量由高到低依次为 CO_2, H_2O, C_3H_6, CH_4, C_3H_8, H_2S, C_4H_6, C_6H_6, C_2H_2, C_2H_4, SO_2 和 C_2H_6.

测温结果显示古地温梯度多在2.95～3.29℃/100 m之间. 由地温梯度推算的各井的古地表温度均在20～21℃，不能恢复剥蚀厚度，因此我们可以把包体测温值看作是中生代末期至第三纪末期盆地所达到的最高古地温(地层已补偿). 用包体温测法所测古地温梯度平均值均低于镜煤反射率法测值. 盆地西部向东部地温梯度呈阶梯状增大趋势(图1).

2.3 有机质最大裂解温度

通常把 $T_{max}=435$～455℃作为有机质成熟阶段的标志. 82口井的有机质热解资料显示以下规律:在盆地西部和中部地段以及托克逊凹陷有机质成熟深度较大，一般在2 800～3 500 m，且自西向东由深变浅；盆地东部地区约在2 100～2 600 m;哈密凹陷和北部山前带一般在1 300～1 900 m之间. 这种变化规律与上述两参数的变化规律相同(图1). 有机质成熟阶段的界线($T_{max}=435$℃)大约与镜煤反射率0.6%相当.

2.4 伊/蒙(I/S)混层矿物的混层比

蒙皂石族矿物随成岩作用强度增大和温度升高，通过I/S混层或I/C混层向伊利石或绿泥石呈现有规律的变化. 通常将I/S混层中I=65%时的界线作为有机质成熟期的开始. 大约相当 $R_o=0.6\%$. 古温度85℃左右.

砂岩中这种混层的变化快于泥岩. 砂岩中I=65%约相当于泥岩中I=40%. 116口井的测定结果同样得出有机质演化强度自盆地西部向东部逐渐增强的结论(图1).

3 结论

(1)有机质的成熟是从哈密凹陷先开始的，向西依次是台北凹陷东部、台北凹陷中部，最后才是台北凹陷西部和托克逊凹陷. 例如，中侏罗统西山窑组烃源岩，在哈密凹陷约于中侏罗世末期成熟，侏罗纪末期温度达115～132℃，已进入高成熟阶段;台北凹陷中部则在侏罗纪末期成熟，温度达87～113℃，而台北凹陷西部和托克逊凹陷侏罗纪末期至早第三纪才进入成熟阶段.

(2)侏罗纪末期的古地温梯度(镜煤反射率值)高于白垩纪～第三纪(包体测温值)，而后者又高于今地温(图1，据94口井的井温测井曲线回归)，推测吐-哈盆地由热盆向冷盆转化.

(3)3组不同时期的古地温梯度均显示由盆地西部向东部逐渐增高的规律，其主要原因是基岩埋深东浅西深，热流值东高西低[1]. 随着时间的演化，这种差异逐渐变小.

(4)盆地南部地区，二叠纪和三叠纪的古地温梯度较高，二叠系的生油岩在三叠纪末期就已成熟并且运移到中生代储层.

致谢 本工作为吐-哈油田石油指挥部协作资助项目.

1)王毓俊. 吐鲁番-哈密盆地盆地分析与油气资源评价. 吐-哈油田协作项目总课题报告，1995

科 学 通 报
第 42 卷 第 3 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 2 月

【研究简报】

塔里木西南早三叠世早期孢粉组合及二叠系/三叠系界线研究

朱怀诚
(中国科学院南京地质古生物研究所，南京 210008)

关键词 孢粉组合 杜瓦组 三叠系/三叠系 皮山杜瓦

塔里木盆地西南皮山、和田一带有一套巨厚的陆相地层，关于这套地层的划分对比和时代确定，长期以来争论很大. 早年被称为叶尔羌系，依据所产植物化石将其划归上二叠统到中、下侏罗统. 1962 年，斯行健等[1]将叶尔羌系易名为叶尔羌群，并将涵义限制于这套地层上部的侏罗纪含煤地层. 其下部原归上三叠统的部分因发现晚二叠世动、植物化石，遂改属上二叠统，后被另名为杜瓦组(新疆石油管理局编表组，1977). 因此，本区在相当长一段时间内被认为缺失三叠系. 1988 年，刘淑文[2,3]研究了李永安等在皮山县杜瓦地区采得的一批叶肢介化石，再次认为三叠系在这一地区存在，侯静鹏[4]研究了该地区的晚二叠世孢粉. 但这一地区二叠系和三叠系的接触关系以及杜瓦组的确切时代一直是悬而未决的难题. 本文依据对皮山杜瓦地区杜瓦组 19 块样品分析出的孢粉所进行的研究，首次发现了该区早三叠世最早期地层的存在，论证了二叠系/三叠系界线在该区为连续过渡.

1 孢粉植物群特征

塔里木盆地皮山县杜瓦 47 团煤矿东支沟剖面杜瓦组发育良好，岩性以褐红色砂砾岩为主，近顶部变为以灰黑色为主的粉砂岩、泥岩夹泥灰岩、砂岩. 化石仅见于最上部，其中介形类动物群可称之为 *Panxiania-Volganella-Darwinuloides* 组合，叶肢介为 *Eolimnadia gennadiyi* (Novojilov)，双壳类为 *Anthraconauta duwaensis* Wei. 孢粉化石相当丰富，可分出两个明显不同的组合. 上部组合产于原杜瓦组最顶部0.5 m厚的灰黑色泥岩及透镜状钙质胶结砂岩(现据当前孢粉研究，将这一层从原杜瓦组分出，划归下三叠统乌尊萨依组)，所产孢子花粉称之为 *Chasmatosporites-Taeniaesporites*(CT)孢粉组合. 下部组合以具肋条花粉占优势为特征，孢子较少，称之为 *Piceaepollenites-Gardenasporites*(PG)孢粉组合.

参 考 文 献

1 周中毅，潘长春. 沉积盆地古地温测定方法及其应用. 广州：广东科技出版社，1992
2 柳益群. 碎屑岩成岩作用研究进展. 见：梅志超等编著，层序地层学. 西安：西北大学出版社，1993. 113～126
3 施继锡. 有机包裹体及其与油气的关系. 中国科学，B 辑，1987，(3)：318～325
4 汪辑安. 油气地热研究. 地球科学进展，1992，7(3)：15～19
5 汪集旸. 地热学向何处去. 地球科学进展，1992，7(3)：1～6

(1996-01-26 收稿，1996-06-12 收修改稿)