文章编号:1005—6157(2011)01—014—5

湖北秭归兴滩二叠系沉积及演化特征

万　秋[1],李双应[1],丁　宁[2],孔为伦[1]

（1 合肥工业大学资源与环境工程学院，安徽 合肥 230009;2 安徽省地质调查院，安徽 合肥 230001）

摘　要：湖北省秭归兴滩地区，地层出露良好，特征明显，在前人研究的基础上，通过野外剖面实测，运用沉积相分析，结合微相及古生物学研究，对湖北秭归兴滩地区的二叠系进行了岩相及沉积划分，对沉积演化做了初步研究。岩相分析表明，研究区中—上二叠统主要由生物碎屑颗粒灰岩、泥晶灰岩、砂屑灰岩、砾屑灰岩、硅质岩等组成。沉积相分析表明，中—上二叠统主要为碳酸盐斜坡、台地沉积，其次为滨岸和盆地沉积。中二叠世发育两个海进—海退旋回，分别为栖霞期和茅口期，晚二叠世吴家坪期主要为开阔台地沉积，总体为2个半旋回。

关键词：岩相分析;沉积相分析;沉积演化;碳酸盐岩;湖北秭归

中图分类号：P531　　**文献标志码**：A

0 引言

湖北秭归兴滩二叠系剖面位于中扬子地块中部黄陵背斜西翼，地层出露良好，沉积特征明显，生物化石丰富，岩相以碳酸盐岩为主，其次为硅质岩和碎屑岩。前人的研究表明研究

区主要发育碳酸盐台地相沉积[1~4]，层序地层学研究将本区划分为1个半Ⅱ级层序[2~5]。王小娟等[6]、王立亭等[7]认为研究区构造发展和沉积体系的形成，受控于扬子地台的大地构造演化，二叠纪为稳定广泛的持续沉降阶段，沉积了大套碳酸盐岩，并持续至晚二叠世。本文根据野外资料、岩相及沉积相的研究认为研究区主要发育碳酸盐岩台地相及斜坡相沉积，其次为盆地相及滨岸相沉积，中二叠世发育两个海进—海退旋回，分别为栖霞期和茅口期，晚二叠世吴家坪期主要为开阔台地沉积，总体为2个半旋回。

1 地层

研究区中—晚泥盆世接受滨岸碎屑相沉积，早二叠世末的云南运动使得本区下二叠统缺失，栖霞组马鞍段不整合于石炭系黄龙组之上，自下而上可以分为栖霞组、茅口组、吴家坪组，长兴组缺失，



图1 中上扬子及邻区二叠系盆地划分及剖面位置

Fig.1 Division of the mid-upper Yangtze River reaches and the neighboring Permian basin, and the profile location

吴家坪组与下三叠统大冶组为假整合接触（图1）。

栖霞组厚156.8m，主要由生物碎屑灰岩、砾屑灰岩、含燧石结核及条带的灰岩及砂屑灰岩组成，底部发育一套砾屑灰岩，向上渐变为中层状灰岩及生物碎屑灰岩，夹砂屑灰岩，上部为砾屑灰岩与燧石条带灰岩的互层，含沥青质。生物化石主要有：

簇类：*Nankinella* sp.，*N. discoides*，*P. subspherica*，腕足类：*Schuchertella* sp.，珊瑚：*Yatsengia asiatica*，*C. regularis*，介形虫：*Shleesha houae*，*Ensis polygonalis*，*B. subsymmetrica*。

茅口组厚317.5m，可以分为三段。下部为灰黑色厚层状砾屑灰岩，有沥青气味，夹少量硅质岩，含腕足类：*Neoplicatifera huangi*，*Tyoplecta nankingensisi*，*Spirigerella*，簇类：

收稿日期:2010-05-27

基金项目:国家自然科学基金(40572076);安徽省自然科学基金资助项目(9075507)和中国石油化学工业总公司海相前瞻性课题《古特提斯构造演化与中上扬子油气中组合研究》

作者简介:万秋(1983-),男,安徽宿州人,在读博士,沉积地质学专业.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Verbeekina grabaui，*Schwagerina henbesti*，珊瑚：*P. microstoma*，*Paracaninia minor*等。中部由生物碎屑灰岩及含燧石条带灰岩组成，上部由硅质岩、含燧石条带灰岩及团块状灰岩组成，生物化石包括腕足类：*Spirigerella*，籤类：*Schwagerina henbesti*。

吴家坪组由深灰色厚层状到块状含燧石结核条带状生物碎屑灰岩（图2E）、生物碎屑灰岩，层厚75~95cm，层面起伏不平，燧石呈不规则的条带、薄层以及团块。生物化石由腕足类有孔虫组成，含籤类 *Gallowiinella* sp.，*Waagenophyllum*，*Spinomarginifera*，腕足类：*Hemiptychina* sp.，*D. sinoindicus*，*Leptodus* sp.。

2 岩相特征

2.1 生物碎屑颗粒灰岩

生物碎屑颗粒灰岩是分布最广，也是最多的岩相，颜色呈灰色、灰黑色，生物碎屑含量变化于40%～90%，种类繁多，主要有腕足类、珊瑚类、藻类、腹足类、介形虫等，见完整形体或碎片，基质多为泥晶或亮晶方解石，除生物化石外，岩石中还可见少量球粒，颗粒之间主要由灰泥充填，含有泥质成分（图2A）。本剖面的生物碎屑灰岩主要形成于两种环境，一种生物碎屑破碎强烈，碎片无定向性，生物碎屑含量小于60%，基质为泥晶，生物碎屑多为亮晶充填，有泥晶化作用，孔隙不发育，形成于开阔台地环境；另一种生物碎屑含量较多，含量约为80%，破碎发育，裂隙发育，裂隙为有机质和泥质充填，生物碎片呈定向排列，胶结物为泥晶及有机质（图2H），形成于碳酸盐岩斜坡环境。

2.2 砂屑灰岩

灰色，深灰色，成分以粉晶方解石和亮晶方解石为主，粒度约为0.05～0.1mm，有微亮晶化作用，在栖霞和茅口组中广泛分布（图2G）。在镜下多为灰黑色，似流动状，方解石定向排列，含有少量泥质成分，生物碎屑含量20%～40%，化石碎片主要有腕足类、有孔虫、珊瑚、腹足类、介形虫、深水有孔虫等，粒径0.2～0.4mm，颗粒分选中等，破碎强烈（图2F）。砂屑灰岩分为两类：一类为成层的砂屑灰岩，生物碎屑中以浅水藻类、腕足类、菊石为主，主要呈中厚层状，层面较水平，另外一类发育于砾屑灰岩中，为灰岩砾石的胶结物，呈流动状分布于灰岩砾石周围，主要为泥晶粉屑灰岩，广泛发育于栖霞组中，沉积环境为缓坡相。

2.3 泥晶灰岩

由0.001～0.005mm的灰泥组成，仅含少量异化粒，小于10%，它在结构上相当于陆源粘土岩，重结晶作用发育，常重结晶为微晶—微亮晶灰岩，形成于低能环境（图2F），常见于两种环境中，浅水区的泻湖、潮上带及浪基面以下的深水区。浅水区的泥晶灰岩常呈中—厚层状，含较多的有机质而呈深灰色，无层理构造，含少量生物碎屑，主要为腕足类和藻类；深水区的泥晶灰岩因为含较多泥质呈浅黄色、浅棕色，薄层状，含少量钙质海绵及浮游类

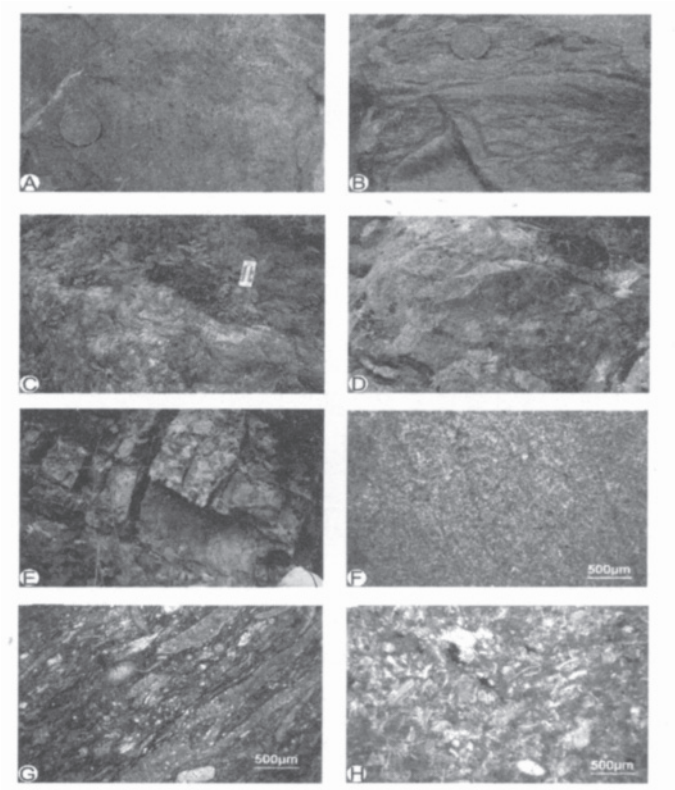


图2 沉积岩野外和镜下照片

Fig.2 Photos of sedimentary rocks taken in the field and micro lens

A生物碎屑颗粒灰岩，栖霞组中部；B砂屑灰岩，栖霞组中部；C碎块状灰岩，栖霞组上部；D砾屑灰岩，茅口组下部；E吴家坪组厚层状灰岩；F泥晶灰岩，栖霞组中部；G砂屑灰岩，B的微相照片；H 生物碎屑颗粒灰岩；E的微相照片

生物碎屑。本剖面发育的泥晶灰岩重要分布于栖霞组和茅口组中，深灰色，薄—中层状，为碳酸盐岩缓坡相沉积。

2.4 砾屑灰岩

研究区发育的砾屑灰岩有两种，一类砾屑灰岩由乱的浅灰色砾石灰岩和黑灰色的基质组成，基质＜5%，偶夹燧石结核，化石多且分布广泛，生物化石主要有藻类、棘皮类，单层厚50、109cm，砾石大小8～30cm，砾石分选不好，磨圆不好，大多成半

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

棱角状，胶结物为灰泥和砂屑灰岩，充填于颗粒之间，以灰岩砾石的杂乱堆积和充填于其中的灰色砂屑灰岩为特征，称为碎块状灰岩（图2C），广泛分布在栖霞组和茅口组中，台地边缘沉积。

第二类砾屑灰岩呈浅灰色透镜状，偶夹燧石结核，大多顺层排列，单层厚35～79cm，砾石分选中等，磨圆不好到中等，形状为次圆状至次棱角状，大小不一，粒径10~32cm，胶结物为灰泥和砂屑灰岩，含有较多的暗色胶结物，主要为钙质砂屑灰岩或灰泥灰岩，层面

起伏不平，砾石主要是灰色生物碎屑灰岩，含钙藻类、腹足类、棘皮类等生物化石（图2D）。关于砾屑灰岩的成因，争论颇多，主要有两种观点，一种认为是先期的沉积差异，后期差异压实形成的[1]，主要形成于浅海台地，另外一种观点认为等深流沉积作用在碳酸盐缓坡下部形成，为深水相沉积[8-9]。本文认为砾屑灰岩为外缓坡相沉积，首先从形态上看，灰岩砾石具有一定磨圆，而成岩压实作用往往没有磨圆，其次，灰岩砾石中的生物碎屑化石往往较完整且颗粒较大，而胶结物中生物化石破碎较强烈且化石个体较小，形成于较深水环境。

2.5 硅质岩

黑色或灰黑色，呈层状分布，或者为条带和结核状，单层厚度一般小于10cm，少数可达15cm，可以分为两类。一类为条带状和结核状，燧石结核形态不规则，一般小于10cm，燧石团块较大，可达20cm，交代作用明显，产藻类、腕足类等化石，是大规模海进和上升流形成的浅海缺氧环境的产物[10]，在剖面中分布广泛（图2D），与灰岩形成互层或夹于灰岩之中，形成于开阔台地和斜坡环境；另一类为薄层状硅质岩，层厚5～10cm，硅质岩的层面平整，水平层理和水平纹层发育，主要发育在茅口组中部，为盆地相沉积。

2.6 海相陆源碎屑岩

本区的碎屑岩发育较少，主要为泥质粉砂岩和炭质页岩夹煤层、钙质页岩，分布在栖霞组马鞍段中。泥质粉砂岩呈深灰色，表面有砂质感，层面连续，厚度为薄—中层状，未见生物化石碎屑，薄片下为深褐色、黑褐色，含有大量的泥质和铁质成分，风化较强烈，产高岭石，碎屑物质主要为硅质。碳质页岩呈灰黑色或黑色，薄层状，夹有煤层，生物化石以菊石类为主。梁山组上与栖霞组灰岩段呈整合接触，为滨浅海低能环境沉积。

3 沉积相特征

本文在前人研究的基础上，根据野外测量、岩相及沉积微相标志的综合分析，认为二叠纪中期发育碳酸盐岩缓坡沉积，晚期主要发育碳酸盐岩开阔台地沉积（图3）。

3.1 碳酸盐岩台地沉积

本剖面的台地沉积相可进一步分为开阔台地、台地边缘相2种类型，开阔台地相主要发育在茅口组中、上部及吴家坪组，台地边缘相主要发育在茅口组中部及栖霞组上部。

开阔台地相水深从几米到几十米，宽度较大，岩性主要由浅灰色、灰色中—厚层状泥晶灰岩、生物碎屑颗粒灰岩组成，生物碎屑以有孔虫、双壳类和藻类为主，发育在茅口组中、上部及吴家坪组中。茅口组中、上部主要为灰色厚层含燧石结核灰岩、生物碎屑灰岩组成，岩性和厚度均较稳定，岩层较水平。吴家坪组为中—厚层状生物碎屑颗粒灰岩，含燧石结核及条带，化石分选不好，颗粒大小不一，大的约有1mm，泥晶含量较多，生物碎屑以藻类、双壳类、䗴为主，少见苔藓虫。

台地边缘相在正常浪基面以上并且在透光层之内，能量较高，颗粒分选较好，研究区主要发育台地边缘滩，主要分布在栖霞组上部及茅口组中部，由生物碎屑灰岩、碎块状灰岩组成。

3.2 碳酸盐岩缓坡沉积

缓坡最初由Ahr提出，其原定义为“浅水的、平缓的坡地（通常<1°）上缺乏显著的缓坡坡折，颗粒岩常分布于沿倾缓向上的部位，沿倾缓向下的部分可局部建隆，缺乏生物礁，建隆也常常是断续的；下缓坡缺乏包含有浅水台地碎屑的重力流沉积”。与缓坡相反，“陆架的外部边缘带具有一个坡度显著增加的缓坡，进入深水区，陆架边缘上以砂屑灰岩、或连续分布的礁为主，缓坡带有丰富的重力流沉积”[11]。

碳酸盐岩缓坡是一个发育在小角度倾缓海底上的沉积作用面。这些相带主要由水动力条件（晴天浪基面和风暴浪基面）、缓坡地形的变化类型以及由风暴、波浪、潮水所搬运的沉积物所决定。从浅水滨岸或泻湖到盆地底部的沉积缓坡具有没公里仅几米的梯度，坡度通常小于1°。近滨、激浪浅水区的碳酸盐岩逐渐从滨外逐渐变化到深水区的低能量沉积，然后再过渡到盆地沉积。

研究区缓坡相主要由砾屑灰岩、砂屑灰岩、薄

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

层硅质岩，其次是泥晶生物碎屑灰岩、泥晶灰岩组成，主要分布在栖霞组及茅口组下、中部中，可以分为中缓坡相即外缓坡相。中缓坡相主要由砾屑灰岩、砂屑和粉屑灰岩组成，砾石大小不一，杂基含量少，主要为颗粒支撑，层间夹砂屑灰岩，层面起伏不平，夹硅质结核、团块和条带。砾屑灰岩杂基中以及砂屑灰岩中的碎屑破碎强烈，长条状颗粒排列具有明显的优选方位，反映了平行于缓坡牵引流的特征。外缓坡碳酸盐岩相也被称为深水缓坡，主要由含泥晶粉屑灰岩、薄层硅质岩及碳质页岩等组成。泥晶粉屑灰岩中常常见到散布的灰岩团块和硅质岩团块，与泥晶粉屑灰岩的接触界线清晰。

3.3 海相陆源碎屑岩沉积

陆源碎屑滨岸相处于海洋与陆地交汇处的海岸地带，位于正常浪基面以上至最高涨潮线之间的滨海区，主要由海陆交互相的碳质页岩、砂岩及灰岩透镜体组成。本剖面的栖霞组马鞍段由灰色粘土岩夹炭质页岩和劣质煤、深灰色页岩夹灰岩透镜体组成，为前滨沉积。

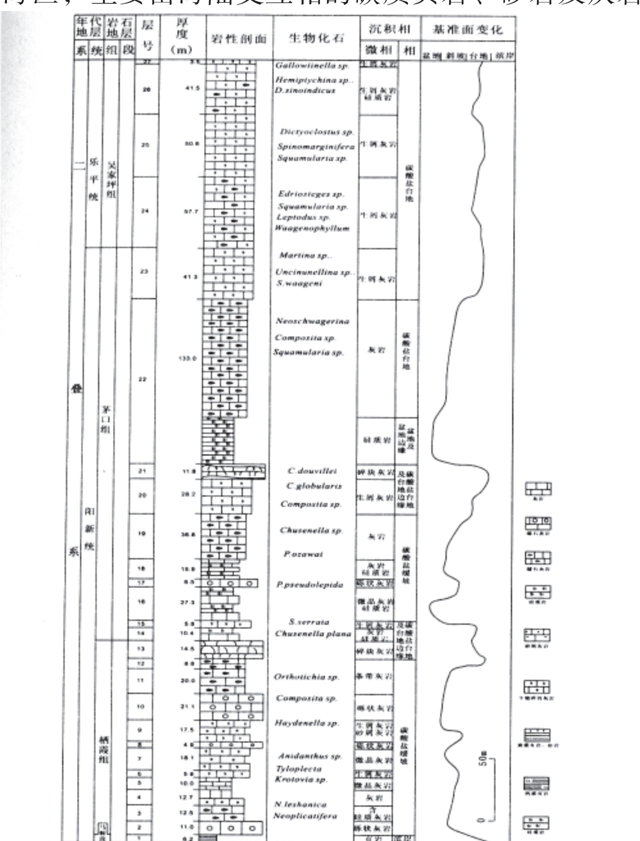


图3 湖北秭归兴滩二叠系地层及沉积综合柱状图

Fig.3 Permian strata and composite column of deposit in Xingtan, Zigui, Hubei

4 沉积演化

研究区在经过广西运动后抬升为陆，直到晚泥盆世才接受五通组砂岩沉积，早石炭世抬升为陆，早石炭世晚期接受泻湖—潮坪沉积[12]，晚石炭世—早二叠世，受拉张作用影响，中国南方地区整体沉降，广泛发生海侵，沉积了台地相的碳酸盐岩。石炭纪末—二叠纪初，受云南运动影响，沉积大被剥蚀，使得梁山组假整合与石炭系黄龙组之上。

在经历了云南运动的抬升之后，海水从东南、东北方向侵入，研究区东侧的黄陵古陆尚未完全夷平，沿古陆沉积了一套滨岸沼泽相的含煤碎屑岩，风化较强烈，而在鄂东地区发育较薄。

栖霞期开始后，海侵加剧，陆地全部消失，形成碳酸盐岩沉积环境，研究区为台地坳陷，受区域拉张和海侵的影响，台内坳陷加宽、加深，栖霞期的沉积序列为较深水的碳酸盐岩缓坡—台地边缘沉积。栖霞组下部灰岩呈深灰色，富含有机质和燧石结核，U/Th>1.29，V/V+Ni为0.52～0.9，为缺氧沉积环境[13]，反映了海平面的变化和区域上的坳陷—裂谷作用，未发生明显的沉积分异，同时厌氧的沉积环境与较高的生物生产速率有关[14]。

茅口期开始后，海平面上升，茅口早期为以生物碎屑灰岩和碎块状灰岩为特征的台地边缘沉积，中期发育砾屑灰岩、少量硅质岩、微晶灰岩为特征的中缓坡沉积，总体为碳酸盐岩缓坡沉积，晚期发育盆地及盆地边缘沉积沉积，岩相主要为硅质岩和钙质页岩。茅口期中国南方进入强烈拉张期，基底活化，同沉积断层发育，出现台—盆格局分异，研究区以新华断裂为界，在断裂以西的建始地区发育孤峰组硅质岩的盆地沉积，研究区渐变为硅质、泥质碎屑岩—碳酸盐岩沉积较深水斜坡沉积，自西向东灰岩分布增多，硅质岩分布较少。茅口晚期发生了东吴运动，研究区大范围抬升，进入海退阶段，茅口组顶部沉积被剥蚀，茅口组和吴家坪组呈假整合接触。

吴家坪早期由于受东吴运动影响，普遍抬升为陆，在经历了短暂的抬升后，扬子区沉积了滨岸沼泽相的陆源碎屑，研究区碎屑岩段缺失，吴家坪组含燧石结核灰岩假整合于茅口组上部生物碎屑灰岩之上。吴家坪中期为燧石结核灰岩—厚层砾屑灰岩—灰色中厚层状灰岩沉积，沉积序列为开阔台地—台地边缘斜坡—开阔台地，总体为开阔台地沉积，富含有孔虫生物碎屑化石，从研究区向西的建始—恩施地区，发育硅质岩—泥灰岩为特征的台盆沉积，富含腕足类、菊石类化石。研究区长兴组缺失，吴家坪组与下三叠统大冶组呈假整合接触。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　　http://www.cnki.net

5 结论

（1）通过野外剖面测量和室内微相分析，二叠系主要由生物碎屑颗粒灰岩、泥晶灰岩、砂屑灰岩、砾屑灰岩、硅质岩等组成，主要发育开阔台地相和碳酸盐岩缓坡相沉积，其中，中二叠世主要发育碳酸盐岩缓坡相沉积，晚二叠世发育开阔台地相沉积。

（2）碳酸盐岩缓坡沉积是二叠系重要的沉积，具体可分为中缓坡和外缓坡，主要发育在栖霞组和茅口组，由砾屑灰岩、砂屑灰岩、硅质岩和深灰色泥、粉晶灰岩组成，发育受盆地演化控制。

（3）从沉积演化上看，中二叠世发育两个海进—海退旋回，分别为栖霞期和茅口期，晚二叠世吴家坪期主要为开阔台地沉积，总体为2个半旋回。在经历了云南运动的抬升后沉积了栖霞组马鞍段的含煤碎屑岩，栖霞期主要为碳酸盐岩缓坡沉积，栖霞晚期为台地边缘相沉积，茅口期发育与栖霞期同样的旋回，茅口中期，海侵达到最大，为盆地及盆地边缘沉积，晚期发育开阔台地沉积，茅口末期的东吴运动使得茅口组与吴家坪组呈假整合接触，吴家坪期为开阔台地沉积，一直持续到三叠纪。

参考文献：

[1] 冯增昭,何幼斌,吴胜和.中下扬子地区二叠纪岩相古地理研究[M].北京,地质出版社1991.

[2] 张克信,刘金华,何卫红,等.中下扬子区二叠系露头层序地层研究[J].地球科学—中国地质大学学报,2000, 27(4):357-365.

[3] 周雁, 陈洪德, 王成善,等.中扬子区中二叠统层序地层研究[J].地层学杂志,2005, 29(3): 270~274.

[4] 陈洪德,王成善,刘文均.华南二叠纪层序地层与盆地演化.沉积学报[J],1999,17(4):529~5357.

[5] 田望学,张汉金,李雄伟,龚志愚,李正华.鄂西南二叠系层序地层与盆地演化[J]. 资源环境与工程,2007, 21(2): 95~100.

[6] 王小娟,廖卓庭, 严惠君.鄂西香溪地区中二叠世地层新观察.地层学杂志,2003,27(4):352~357.

[7] 王立亭,陆彦邦,赵时九,等.中国南方二叠纪岩相古地理与成矿作用[M].北京:地质出版社,1994.

[8] 李双应,岳书仓.安徽巢湖二叠系栖霞组碳酸盐岩斜坡沉积.地层学杂志[J],2002,20(1):7~12.

[9] 李双应,孟庆任,万秋,等. 长江中下游地区二叠纪碳酸盐斜坡沉积及其成矿意义[J]. 岩石学报,2008, 24(08):1733~1744.

[10] 雷卞军,阙洪培,胡宁,等.鄂西古生代硅质岩的地球化学特征及沉积环境[J].沉积与特提斯地质.2002,22(2):70~79.

[11] Erik Flugel.碳酸盐岩微相-分析、解释与应用[M]马永生译.北京:地质出版社,2006.

[12] 牟传龙,丘东洲.湘鄂赣二叠系层序岩相古地理与油气生储盖空间配置[J].海相油气地质,1999,4(3):13~19.

[13] 颜佳新, 徐四平, 李方林,湖北巴东栖霞组缺氧沉积环境的地球化学特征[J].岩相古地理,1998,18(6):27~32

[14] 颜佳新. 华南地区二叠纪栖霞组碳酸盐岩成因研究及其地质意义[J].沉积学报,2004,22(4):571~586.

PERMIAN DEPOSITS AND THEIR EVOLUTIONAL FEATURES IN XINGTAN, ZIGUI, HUBEI

WAN Qiu[1], LI Shuang-ying[1], DING Ning[2], KONG Wei-lun[1]

(1 *School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui* 230009*, China;* 2 *Geological Survey of Anhui Province, Hefei, Anhui* 230001*, China*)

Abstract: The stratigraphy is well outcropped with distinctive features in the Xingtan area, Zigui, Hubei province. On the basis of previous work made in the area, this paper divided Permian lithofacies and deposit and preliminarily studied the sedimentary evolution by using measured cross-sections, sedimentary facies analysis combined with microfacies and paleotology. Lithofacies analysis indicates that mid-upper Permian series in the study area comprises mainly bioclast limestone, micrite, calcrenite, calcirudite, silicolite, etc. Sedimentary facies analysis suggests that the mid-upper Permian consists primarily of carbonate slope and platform deposit, secondarily of shoreland and basinal deposit. The mid-Permian consists of two developed transgression-regression cycles respectively of the Qixia and Maokou times, and the late Permian is characterized by open platform deposit of the Wujiaping time, with 2 and a half cycles as a whole.

Keywords: lithofacies analysis; sedimentary facies analysis; sedimentary evolution; carbonatite; Zigui of Hubei

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net