第十一章　湖北利川黄泥塘二叠系岩石特征及沉积环境分析

彭德堂　金迪威　高振中

（江汉石油学院地质系）

黄泥塘二叠系剖面出露良好，虽为多条剖面连接而成，但各组、段间界线清楚，接层可靠。直到1977年，才对该地区的地质工作进行了较为深入的研究。江汉石油地质学校101队，对该地区二叠系储集性能，进行过较为细致的室内外工作。本文是在其原始资料的基础上，采用冯增昭教授倡导的“单因素分析综合作图法”[1]，对该剖面重新分析研究编写而成的。此项研究曾得到郭成贤和刘怀波老师的支持，在此一并致谢。

第一节　地层概况

黄泥塘地区二叠系发育齐全，下统分为栖霞组、茅口组；上统分为吴家坪组、长兴组（表11-1）。底与上泥盆统黄家蹬组呈假整合接触，顶与下三叠统飞仙关组渐变过渡，上下统之间为假整合接触。根据古生物、岩性及接触关系，黄泥塘二叠系剖面均可与邻区进行对比。

第二节　主要岩石特征及其成因分析

黄泥塘二叠系以碳酸盐岩为主，另有少量硅岩和碎屑岩；根据岩石的成分、结构和构造[2]，可进一步划分为84种岩石。现就其主要岩石特征加以叙述，并对其成因进行扼要的分析。

1．障积石灰岩

障积石灰岩（图版XXVII-1，6）均为浅灰色块状、无层理，单层厚2m以上，最大厚度达17m。普遍含原地生长的造礁生物，以海绵为主，其次为蓝绿藻（图版XXVII-1，2）和管壳石（Tubiphytes），少量水螅❶（图版XXVII-1，4，6）、苔藓虫和珊瑚，总含量占岩石的13—40%，最多处达65%。海绵为纤维海绵（图版XXVII-1，4）和串管海绵（图11-1，图版XXVII-1，3，5）两类，前者为块状、弯管状，大小多在2cm左右，最大可达6cm，内部具脑纹状构造，后者为串珠状、棒状、直径1—2cm，长5cm以上，最长达17cm，有的呈分枝状生长；蓝绿藻、管壳石多粘附在其它生物上生长[3]。造礁生物之间的充填物以泥晶居多，次为附礁生物，在少数礁石灰岩中还有亮晶栉壳结构，并见示底构造。岩石质纯，

---

❶ 刘怀波等，1983年，鄂西晚二叠世生物礁研究报告，第四、第五章。

表 11-1　黄泥塘地区二叠系划分简表

地层			厚度 (m)	主要岩性	化石
上二叠统	长兴组	三　段	100.9	泥晶质绿藻屑石灰岩，部分具滑塌构造。与下三叠统飞仙关组呈渐变过渡	*Palaeofusulina nana*, *Palaeofusulina bella*
		二　段	155.7	中下部为浅灰色块状海绵障积石灰岩夹泥晶质生屑石灰岩、生屑石灰岩；上部为泥晶质绿藻屑石灰岩，生屑石灰岩夹砾屑石灰岩	*Palaeofusulina sinensis*, *Reichelina simplex*
		一　段	105.4	含骨针泥晶含泥石灰岩，泥晶藻屑石灰岩与泥质硅岩互层夹灰质页岩等	*Reichelina changhsingensis*, *Palaeofusulina* sp.
	吴家坪组		41.4	下部为暗色页岩（含硅或炭质）含黄铁矿泥岩，与下二叠统茅口组呈假整合接触；中部为泥晶质棘屑石灰岩及生屑质粉晶石灰岩；上部为硅岩夹硅质页岩	*Dictyoclostus gratiosus*, *Dictyoclostus margaritatus*, *Paracalamites*
下二叠统	茅口组	四　段	71.4	深灰至黑灰色中层泥晶（含泥）石灰岩夹页岩和薄层硅岩	*Dictyoclostus* sp.
		三　段	50.0	深灰色块状泥晶质绿藻屑石灰岩夹绿藻屑质粉晶石灰岩	*Chusenella douvillei*, *Michelinia* cf. *indica*
		二　段	105.9	下部以泥晶绿藻屑石灰岩、眼球状石灰岩为主，中上部以泥晶质绿藻屑石灰岩为主，夹燧石条带含生屑泥晶石灰岩、粉晶质球粒石灰岩	*Neoschwagerina* sp., *Chusenella conicocy-lindvica*
		一　段	82.5	以眼球状石灰岩为主，夹泥晶质生屑石灰岩灰质页岩及粉晶含泥质白云岩	*Neoschwagerina naydeni*, *Verbeekina* sp., *Chusenella* sp.
	栖霞组	灰岩段	84.4	泥晶质红藻屑石灰岩、泥晶石灰岩为主，夹暗色页岩，顶部为红藻屑石灰岩	*Nankinella* sp., *Polythecalis* sp.
		马鞍段	24.4	泥晶石灰岩和含泥白云岩与黑色页岩互层，与下伏上泥盆统黄家蹬组呈假整合接触	*Haydenella* sp.

贫陆源物质。溶孔、溶洞发育，面孔率一般在0.1—1%，最高5%。礁体厚度远大于礁翼同期沉积厚度，显示出清晰的古地貌隆起。礁核与礁翼岩石呈指状穿插接触。显然这种礁石灰岩应形成于碳酸盐台地边缘地带。



图 11-1　串管海绵野外素描图

2．生屑石灰岩

岩石主要特征是以生屑和亮晶胶结物组分占绝对优势，仅少数含5—9%的泥晶。生屑占55—65%，为腕足类、软体类、海百合、有孔虫、绿藻、红藻等海洋浅水生物，具有一定的磨圆。岩石均为浅灰或浅紫灰色，厚层状，贫陆源物质。见图版XXVⅢ-1。生屑石灰岩形成于水动力作用较强的台地边缘浅滩。

3．泥晶质藻屑石灰岩

这类岩石包括泥晶质绿藻屑石灰岩（图版XVⅡ-2）、泥晶质红藻屑石灰岩等。岩石颜色深，为灰至黑灰色；中层至块状；含泥质1—9%；含藻屑43—65%；其它生屑占2—12%，为正常浅海生物。藻屑和其它生屑均不太完整，无明显磨圆特征，泥晶含量在30—45%，在部分层中，可含1—5%的粪球粒。上述岩石形成于开阔海台地，台地前缘斜坡至广海陆棚等水动力作用较弱的环境。

4．具滑塌构造的泥晶质藻屑石灰岩

该类岩石为浅灰—黑灰色中层至块状，结构特征与泥晶藻屑石灰岩的类似。滑塌构造发育是其突出特征。滑塌多发生在一个单层内部，在风化面上可见岩石的蠕动痕迹。此滑塌构造，弱固结的沉积物是由于受地质营力的作用顺坡滑动而成。据上述特征分析，该岩石应属台地前缘斜坡至盆地边缘沉积。

5．眼球状石灰岩

这类岩石主要为生屑质泥晶石灰岩和泥晶质生屑石灰岩（图版XXVⅢ-2）。岩石为灰—黑灰色厚层至块状。眼球状构造由“眼球”和“眼皮”（眼球体的围岩）组成。眼球体大小10×35—15×40cm，占岩石的35—70%。有的眼球体中见有生物钻孔构造。“眼皮”与“眼球”在成分和结构上有一定区别，表现在前者泥质含量较高，一般在10—55%，后者含泥质则多在20%以下；“眼球”中所含的生物以藻类居多，而“眼皮”中则以壳状海洋底栖生物为主，且多保存较差，壳状生屑常沿眼球体长轴分布。该岩石多与泥晶质藻屑石灰岩、灰黑色钙质页岩共生。据岩石颜色、结构、构造分析，这类岩石应属陆棚环境沉积。

从组成眼球构造的成分、结构分析推测，眼球构造的形成，可能与二者固结速度有关。有人认为，“眼球”是由早期海底胶结的碳酸盐体，其固结速度比“眼皮”要快得多，在成岩过程中，二者产生差异压实，形成眼球构造。

6．泥晶石灰岩

本类岩石为深灰至灰黑色，厚至薄层状，部分岩石中含少量生屑（图版 XXVⅢ-3）或硅质，且多不同程度地含泥质，岩石多与黑色页岩共生，有的还与硅岩互层。多数发育水平层理（图版 XXVⅢ-4）。综合上述特征分析，泥晶石灰岩多属盆地沉积，其水深有的可达碳酸盐补偿界面附近。但不排除部分沉积于某些近岸宁静水体中的可能性。

7．页岩

页岩一般为黑灰至黑色，页理较发育。绝大部份页岩成分不纯，视层位不同而分别不同程度地含有灰质(硅质或炭质)，从而分出多种页岩。灰质页岩中含少量完整的腕足类，有孔虫化石，且多与泥晶石灰岩共生；硅质页岩多与硅岩共生；炭质页岩横向追踪可见其夹煤层。

页岩为弱水动力条件下的产物。本剖面中页岩的沉积范围分布较广，从近岸至深水盆地均可沉积。以炭质（或灰质）页岩最近岸，而硅质页岩最远离岸且水体最深。

8．原生硅岩

岩石颜色暗，为黑灰至黑色，单层在 15cm 以下，致密坚硬，断面棱角似斧刃、硅质成分为玉髓或微晶石英，部分层中含炭或泥质。除个别层含放射虫外（图版XXVⅢ-5），一般不含生物。在本剖面中，硅岩一般与硅质页岩、中至薄层泥晶石灰岩共生。从硅岩的结构和具有极好的成层性分析，显然应是原生沉积的，含有放射虫的硅岩为深水海洋沉积。上述诸特征说明，硅岩应属深水盆地沉积。

第三节　沉积环境分析

由于受晚泥盆世晚期的加里东运动和石炭纪末期云南运动的影响，黄泥塘地区上升，遭受较长时期的剥蚀，直至进入二叠纪初才下降，接受以海相碳酸盐岩为主的沉积。根据各单因素资料（参看图11-2），对各组段的沉积环境进行如下的分析。

1．栖霞组的沉积环境

1）马鞍段

底为不整合面。近底部为含泥细粒石英砂岩（图版 XXVⅢ-6）；下部为灰黑色灰质页岩与薄至中层粉晶含泥白云岩互层；上部为含泥白云岩与泥晶石灰岩互层。石英砂岩分选中等至差，碎屑次棱角状、泥质和黄铁矿胶结。页岩中含海相化石。应属局限海台地沉积。

值得讨论的是，石英砂岩成分成熟度高，而其结构成熟度低，究其原因，可能与母岩性质有关。在本段下伏厚29.5m泥盆纪地层中，就有近20m的纯石英砂岩，显然应是组成本段近底部石英砂岩的重要物源。

2）灰岩段

下部为灰褐、深灰、黑灰色厚层藻屑质泥晶石灰岩，泥晶质藻屑含泥石灰岩，灰质页岩及页岩。

石灰岩共厚22m，平均含泥质13%，含生屑44.3%，以裸松藻、介形虫为主，次为有孔虫、鲢、棘皮类、腕足类、苔藓虫、翁格达藻和珊瑚等，保存不太完整。本部分岩石与下伏马鞍段为连续沉积。考虑到以上特征，结合沃尔特相律分析，本部分岩石应属开阔海台地—斜坡沉积。

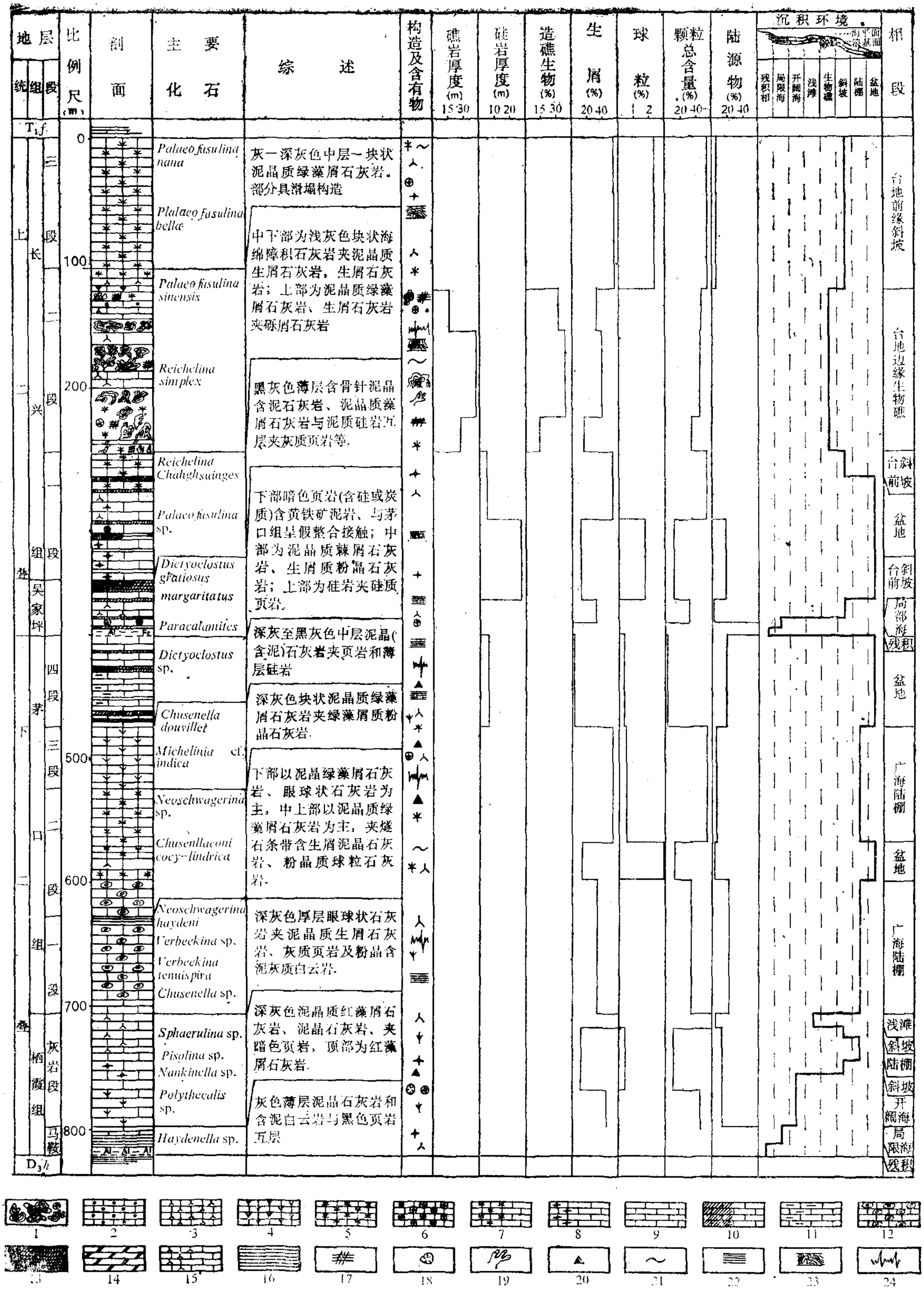


图 11-2　湖北利川黄泥塘二叠系岩石特征及沉积环境分析柱状图

1—海绵障积石灰岩；2—砾屑石灰岩；3—生物屑石灰岩；4—红藻屑石灰岩；5—绿藻屑石灰岩；6—棘屑石灰岩；7—绿藻屑质石灰岩；8—含骨针石灰岩；9—石灰岩；10—硅质石灰岩；11—泥质石灰岩；12—眼球状石灰岩；13—含炭硅岩；14—准同生后白云岩；15—生物屑质石灰岩；16—页岩；17—苔藓虫；18—珊瑚；19—管壳石；20—沥青；21—云斑；22—水平层理；23—滑塌层；24—缝合线

中部以灰至黑灰色厚至中层泥晶石灰岩为主，黑色灰质页岩和含骨针泥晶石灰岩次之。平均含生物屑10.9%，泥质12.7%，粪球粒0.4%。根据以上特征分析，本相段可能属广海陆棚沉积。

上部为浅灰色厚层生屑（红藻屑）石灰岩。本相段平均含生屑60.8%，其种类以红藻为主，次为其它浅水海洋生物，保存较差，具有一定的磨蚀，应属台地边缘浅滩沉积[4]。另外，考虑到相序的连续性，推测本相段底部的泥晶质红藻屑石灰岩应属台地前缘斜坡沉积。

2．茅口组的沉积环境

第一段与第二段下部以黑灰至深灰色块状至厚层眼球状石灰岩为主、夹黑灰色灰质页岩、泥晶石灰岩、厚层泥晶质绿藻屑石灰岩等。本段平均含生屑32.3%，泥质21.4%。生物为浅水海洋生物，保存一般。石灰岩富含泥晶基质。

第二段中部为深灰色中至厚层含生屑泥晶石灰岩夹粉晶质球粒石灰岩（局部燧石条带极发育）。平均含生屑12.1%，其种类主要为骨针和介形虫；含粪球粒3.4%，最多处43%；含泥2.1%。

第二段上部至第三段以深灰色厚层至块状泥晶质绿藻屑石灰岩为主，夹绿藻屑质粉晶石灰岩，生屑质泥晶石灰岩等。平均含生屑52%，最高达65%，以绿藻占绝大部分，其次为其它浅水海洋生物，保存中等，含泥5.2%，粪球粒0.5%。

根据以上岩性及生物种分析，茅口组第一至第三段多属水动力作用不强的广海陆棚沉积，但不排除局部为水体稍深的盆地沉积的可能性，如第二段中部可能为这种沉积类型。

第四段以深灰至黑灰色厚至中层泥晶含泥石灰岩和泥晶石灰岩为主，夹薄层硅岩和硅质页岩。石灰岩发育水平层理。本段平均含生屑0.5%，粪球粒0.3%，泥质17.4%。生物种类为介形虫、骨针、有孔虫、腕足类和双壳类，保存较差。本段属深水盆地沉积。

3．吴家坪组与长兴组一段沉积环境分析

吴家坪组底为一风化壳。近底部为灰白色厚层含黄铁矿泥岩、黑色炭质页岩及黑色灰质页岩（含腕足类化石）。平均含泥质 70.9%，炭质 11.3%，黄铁矿 5%。在黄泥塘地区 12km² 的范围内，相当于本段炭质页岩的层位均夹煤线或煤层。本段应属局限海台地沉积。

吴家坪组下部由下往上为深灰色中至厚层泥晶质棘屑石灰岩、残余生屑质含灰硅岩、生屑质泥晶石灰岩、含生屑泥晶含硅石灰岩。岩石平均含生屑31.7%，泥2.3%。生物种类多为海洋底栖生物，保存较差，含量由下往上逐渐变少。根据上述特点，结合上下相邻层的沉积特征分析，该段可能属斜坡至陆棚沉积，水体是逐渐加深的。

吴家坪组上部至长兴组一段中部，厚 98.2m。吴家坪组上部以硅岩为主，长兴组一段则为深灰至黑灰色薄至中层石灰岩与硅岩互层，夹页岩等。石灰岩共厚 61.9m，占本段的 63%，主要为含骨针泥晶石灰岩、含生屑泥晶石灰岩、球粒质泥晶含泥石灰岩；硅岩共厚 26.9m，占本段的 27.4%；页岩共厚 7.8m。本段平均含泥 17.3%，粪球粒 1.7%，生屑 11.6%，其种类以骨针占绝大部分。在吴家坪组顶部共 5m 厚的泥质硅岩中，含放射虫 27%。岩石水平层理（页理）发育。上述特征均表明，本段应属深水盆地沉积[5]。

长兴组第一段上部为黑灰色中至薄层泥晶质裸松藻屑石灰岩与黑色薄层泥质硅岩略等厚互层。本段平均含生屑52%，在石灰岩中平均占66.4%。生物种类以裸松藻占绝对优势，

次为海绵骨针等。根据岩石特征，结合上下相邻层考虑，本段主要属台地前缘斜坡沉积。

4．长兴组第二段中下部沉积环境分析

长兴组第二段中下部厚126.1m。主要为浅灰色块状礁石灰岩（共厚86.7m），其中包括海绵障积石灰岩（81.1m），海绵、藻粘结-骨架石灰岩（5.6m）。上部夹生屑石灰岩及砾屑石灰岩；下部夹泥晶质生屑石灰岩及晶间孔细晶白云岩。本段属台地边缘生物礁相。

本文所述的礁岩是黄泥塘生物礁体的一部分。

已见礁体长15km，宽约4.5km，最大厚度不小于134.3m。该礁体从生物组合和成礁方式上可分出两种主要类型：一种以半槽剖面为代表，造礁生物主要为海绵与水螅，次为管壳石，泥晶基质含量高，以障积方式成礁，这是黄泥塘生物礁的主要成礁方式；另一种以陈家湾剖面为代表，造礁生物多为蓝绿藻，次为海绵，亮晶栉壳发育，成礁方式以粘结为主。黄泥塘生物礁自下而上可分为三个微相段（生长期）。

第一微相段（成熟初期），造礁生物平均占13.5，附礁生物占19%，其它为泥晶基质。造礁生物为纤维海绵、管壳石及苔藓虫。造礁生物和附礁生物含量不高，是成礁初期的特点。在长兴组一段沉积末期，黄泥塘地区为一向北西倾斜的斜坡。进入长兴组二段沉积期，海水清澈温暖，造礁生物开始在其上生长发育，捕集大量泥晶基质，并在海底固结（成礁），但由于造礁生物含量低，这一时期只形成了礁的雏形。

第二微相段（主要成礁期），平均含造礁生物38.3%，附礁生物15.3%。由于海水流通性增强，深度适宜，有利于造礁生物大量生长繁殖，除成礁初期的造礁生物外，还有大量的串管海绵、较多的蓝绿藻、水螅和少量的珊瑚。串管海绵、水螅及块状纤维海绵和珊瑚起障积作用，蓝绿藻、管壳石及苔藓虫起粘结作用，捕集大量泥晶基质和生物。附礁生物有的死亡后，以完好的个体埋藏在泥晶基质中；许多生物生长繁殖过程中分泌和排出碳酸盐物质。所有上述生物的、物理的和化学的作用，使礁体得以迅速增长。本期为礁体发育的全盛时期。

根据野外观察，在主要成礁期，礁体有不断向海迁移的趋势，这点可以从礁体的西北侧发育迅速，而礁体东南则不发育，并被礁后沉积物覆盖得到解释。

第三微相段（断续成礁期），其特点是礁核和礁翼沉积物间互出现。由于海水的深度和作用强度不适应礁体的生长，使其不能持续发育。在本微相段的中下部见有两层生屑石灰岩，该岩石中除含大量非造礁生物外，还有保存不太完整的纤维海绵和管壳石。这可能是由于间歇性的海水动力作用加强，抗浪性不太强的海绵不能原地生长，故礁体暂时停止了发育，而沉积了部分生屑石灰岩。在该断续成礁的后期，还沉积了2.8m砾屑石灰岩，其砾屑成分为礁岩碎块，应属礁前沉积的产物。之后，由于水体加深，海绵等造礁生物不再生长，继而沉积的是具滑塌构造的泥晶质裸松藻屑石灰岩。这样，生物礁就逐渐“淹死”了。从野外观察知道，在此时期，随着水体的加深，礁体是逐渐向斜坡上部移动的。

5．长兴组第二段上部至长兴组第三段沉积环境分析

长兴组第二段上部至长兴组第三段厚130.5m；主要由浅灰至深灰色中层至块状泥晶质绿藻屑石灰岩（65.2m）、具滑塌构造的泥晶质绿屑石灰岩（45.5m）与泥晶质生屑石灰岩（14.9m）组成。

本段平均含生屑52.8%，粪球粒23%，泥质4.8%。生屑中绿藻占绝对优势，平均在

40%以上；次为其它海洋生物。具滑塌构造的石灰岩与泥晶质绿藻屑石灰岩间互出现。本段应属台地前缘斜坡沉积。从具滑塌构造的石灰岩中不含或很少含斜坡上部的垮塌岩块分析，该斜坡可能较缓。自生物礁被“淹死”以后，本地区海底逐渐下沉，至早三叠世早期，该地区已成为深水盆地，沉积了一套纹层状的泥质石灰岩，并有少量重力流沉积。

6．小结

纵观黄泥塘二叠系剖面，其上、下二叠统各自代表了一次大的海进沉积，海侵早期，海底下沉速度较快，并有次一级的升降运动。就其沉积相类型而言，二者具有明显的区别。下统以广海陆棚沉积最为发育，而台地沉积不多见。上统则很少广海陆棚沉积，而台地边缘及斜坡沉积甚是发育，生物礁的存在，更是上统的一大特征。根据许植南等1982年研究，该地区早、晚二叠世的海侵均来自西北方向，这点与本文认为生物礁礁前在西北方向的观点是一致的。

参 考 文 献

〔1〕 冯增昭等，1988：下扬子地区中下三叠统青龙群岩相古地理研究，云南科技出版社。

〔2〕 华东石油学院岩矿教研室主编，1982：沉积岩石学，第十二、十六、二十二章，石油工业出版社。

〔3〕 范嘉松等，1982：鄂西二叠系生物礁的基本特征及其发育规律，地质科学，第3期。

〔4〕 J. L. 威尔逊著，冯增昭等译，1975：地质历史中的碳酸盐相，地质出版社。

〔5〕 吴崇筠编，1980：判断沉积相的古生物标志，石油工业出版社。