第十七章　安徽贵池牛角岭二叠系岩石特征及沉积环境分析

黄明康　邢乐澄　庆承松

（合肥工业大学资源与环境科学系）

贵池二叠系剖面位于安徽省贵池县殷汇镇东南9km处的牛角岭区。区内所发育的一套以碳酸盐岩为主的二叠系海相沉积，出露良好、层段齐全、界线清楚、构造简单，前人曾作过工作，且有简易公路直达剖面工作区，交通方便，是一较理想的基干剖面。

本二叠系剖面总厚372.23m。此次工作，共采集岩石样品120块，磨制薄片115片，并采集古生物化石54件。对剖面中有代表性的21个层位的样品做了酸不溶残余分析，剖面中其它每一层碳酸盐岩类亦相应做了简易含泥量测定。

在剖面的研究过程中，始终得到课题负责人冯增昭教授的指导，在此表示致谢。

第一节　地　　层

贵池牛角岭二叠系包括下统的栖霞组和孤峰组，上统的龙潭组和大隆组。

1．栖霞组

栖霞组厚214.80m。与下伏石炭系上统船山组呈假整合接触，化石丰富，鏟和珊瑚最多。依据岩性及生物特征，可分三段。

下段　厚2.4m，相当于“梁山组”或“梁山段”的含煤层段，主要由灰黑色炭质页岩夹灰白色薄层泥岩以及劣质煤层组成。页岩中产植物 *Stigmaria ficoides* (Sternb)；腕足类*Linoproductus* sp. 及苔藓虫*Fenestella* sp. 等。

中段　厚27.9m，相当于俗称的臭灰岩段。由灰—灰黑色厚层状具沥青气味的生粒石灰岩及灰泥石灰岩组成。化石以鏟类、珊瑚及腕足类居多，其中以鏟类*Misellina claudiae* Depart为代表。

上段：厚184.50m，包括习惯称之的上下硅岩层及“*Hayasakaia*”层。主要为深灰、灰黑色中厚—厚层石灰岩及含燧石结核或燧石条带石灰岩组成，近顶部偶见白云岩。本段化石丰富，以鏟类及珊瑚类为最多。鏟类有 *Schwagerina chishiaenisis* Lee, *Nankinella orbicularia* Lee, *Parafusulina multiseplata* Schellwien等；珊瑚有*Hayasakaia elegantula* Yabe et Hayasakaia, *Polythecalis yangtzeensis* Huang, *Allotropiophyllum sinense* Grabau等。

2．孤峰组

孤峰组与栖霞组相随出露且整合于栖霞组之上。根据岩性、生物及含锰等特征，可分二段，厚40.73m。

下段　厚23.93m，主要为一套黄褐、紫红、灰黑色薄—中层含硅、含锰、含炭的泥岩及泥灰岩。富含腕足类及菊石类化石。腕足类有*Neoplicatifera huangi* Chao, *Urushtenia crenulata* Ting, *Chonetes* sp. 等；菊石类有*Paragastrioceras* sp.，*Altudoceras* sp. 等。

上段　厚16.80m，由灰黑—灰色薄层硅岩及硅质泥岩所组成。硅质泥岩中微细层理发育，硅岩中产放射虫*Radiolarinen*。

3．龙潭组

与孤峰组相随出露，厚91.50m，假整合于孤峰组之上。主要为一套碎屑岩沉积。据其岩性和含煤分布，可分三个岩性段。

下段　厚38.80m，为灰、灰黑及黄绿色含砂泥岩、页岩，向上间夹薄层铁质泥岩。产植物*Pecopteris* sp. 及小型双壳类化石。

中段　厚41.10m，以灰黄—灰白色中层状长石石英砂岩为主，时夹网格状铁质结核及粉砂岩，岩层中楔状或板状交错层理发育，并屡见泥质同生包体。产植物*Taeniopteris* sp. 等。

上段　厚11.60m，底部主要为炭质页岩夹煤层，产植物*Sphenophyllum* sp. 等；顶部为透镜状灰黑色含燧石结核生粒质灰泥石灰岩，产腕足类*Martinia* sp. 及有孔虫类、藻类等。

龙潭组顶部石灰岩，作为煤系的良好封闭顶板，使其下的植物残体得以保存和炭化，是找煤的有效标志，俗称“压煤灰岩”。

4．大隆组

与龙潭组相随出露，厚25.20m，整合覆盖于龙潭组之上。其岩性主要为一套灰黑色、棕黑色薄层硅岩、硅质页岩、泥页岩以及炭质页岩沉积，局部夹薄层石灰岩或石灰岩透镜体。产菊石*Pseudotirolites* sp. 及腕足类*Cathaysia chonetiodes* Chao等。本组与上覆三叠系下统殷坑组为整合接触。

本区二叠系与相近邻区二叠系的划分及对比，见表17-1。

表 17-1　下扬子区二叠系划分对比简表

地区 / 层位	贵　池	沿江苏皖	赣西北	苏南、皖南、浙北	浙　西
上覆层	殷坑组T_1y	下青龙组T_1^1	大冶群T_1	下青龙组T_1^1	下青龙组T_1^1
上二叠统	大隆组	大隆组	大隆组 / 长兴组	大隆组 / 长兴组	大隆组 / 长兴组
	龙潭组	龙潭组	吴家坪组	龙潭组	龙潭组 / 礼贤群
下二叠统	孤峰组	茅口组 / 孤峰组	茅口组	堰桥组 / 孤峰组	丁家山组 / 礼贤群
	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组
下伏层	船山组C_3c	船山组C_3c	船山组C_3c	船山组C_3c	船山组C_3c

第二节　主要岩石类型及其特征

根据课题组所拟定的有关技术规范和沉积岩石学的分类命名方案[1]，并结合贵池二叠系剖面中的具体岩石特征，将区内岩石划分为如下主要类型（见表17-2）。

表 17-2　安徽贵池二叠系主要岩石类型

类别			颗粒量%	岩石类型	层位
碳酸盐岩	石灰岩	无颗粒石灰岩	<10%	灰泥石灰岩	P_1q
		有颗粒石灰岩	>50%	生粒石灰岩	P_1q
				有孔虫石灰岩	P_1q^1
				藻粒石灰岩	P_1q^{1+2}
		晶粒石灰岩		粉晶石灰岩	P_1q^{1+2}
		其它类型石灰岩		巨球状石灰岩	P_1q^1
	白云岩	准同生后白云岩			P_1q^3
碎屑岩	长石石英砂岩				P_2l
	粉砂岩				P_2l
	泥岩、页岩				P_1g、P_2l
硅岩	燧石				P_1q
	放射虫硅岩				P_1g、P_2d

1．灰泥石灰岩

主要见于区内下二叠统栖霞组，岩石多呈深灰—灰黑的还原色，水平层理发育，薄—中厚层状不等，单层厚以10—50cm者多见，并夹有燧石结核或条带且皆平行层面分布。岩石中富含有机质。主要矿物成分为方解石，占85—95%，其余为泥质及有机质等，一般均低于10%，个别可达14%以上。泥晶结构，局部地段灰泥因重结晶作用而成粉晶或细晶。灰泥中偶含少量生物碎屑，含量不足5%，以有孔虫多见。

不含或基本不含颗粒的灰泥石灰岩多是水动力条件很弱的环境中的产物。加之底栖生物贫乏，陆源物质稀少　普含有机质。故属潮下甚至浪基面以下，水体较深且闭塞的远陆台盆沉积。

2．生粒石灰岩（图版XXXII-1）

多为灰黑色，薄—中层状。方解石含量>90%，泥质等一般均低于5%。生粒含量一般为50—70%，个别可达80%以上。生粒由多种门类的生物组成，如营底栖生态的珊瑚、有孔虫、海绵、腹足类、蓝绿藻及少量腕足类、介形类等，并见有粪球粒(图版XXXII-2)。上述生粒常为砂砾级、大小不一，堆积杂乱、无分选性，未见远距离搬运和强烈冲刷之痕迹。综合岩石和生物的组构特征，显示了潮下低能的由共栖生物堆积而成的早期发育的碳酸盐生物丘环境。

3．有孔虫石灰岩（图版XXXII-3）

岩石呈灰黑色，块状层，位于栖霞组下部。方解石95%，泥质等5%。生粒含量65%，在生粒总含量中，以有孔虫占优势（占85%）为特征。所见有孔虫个体大、旋壁厚、隔壁褶皱强且具粗蜂巢层，如*Schwagerina* sp. 等。与其相伴生的其它门类生粒不足15%，分布零乱，常被磨蚀，主要有藻类（多破碎成藻屑）、介壳及腕足类碎片等。另据宏观相标志，有孔虫石灰岩层内还产出丰富的珊瑚化石，以块状复体的*Polythecallis* sp. 和*Hayasakaia* sp. 居多，三带型，个体紧密相连。较少的单体型珊瑚 *Allotropiophyllum* sp. 其外壁多发育有营平衡支撑的根状刺。这些生长特征反映出生物的一种生态适应，籍以增强抗浪能力。同时，本层灰岩中亦不乏见有20×12cm不等的团块状复体珊瑚*Polythecallis*，其生长方向反向倒置且具被冲刷之痕迹的现象。由此断论，该有孔虫石灰岩的沉积环境的水动力条件是比较强的。

4．藻粒石灰岩（图版XXXII-4）

以栖霞组中下部多见，薄—中层状，夹泥质条带。方解石95%，泥质等5%。生粒含量60—70%，占结构组分85%以上的生粒皆为裸松藻类及粗枝藻类等，尚还有介形虫、有孔虫、腕足类、海百合茎及粪球粒等，含量不足15%，生粒间灰泥填隙。藻粒石灰岩多形成于潮下局部隆起的水动力较弱、光照良好、有利于低等藻类光合作用的浅水藻滩地带。

5．粉晶石灰岩（图版XXXII-5）

灰黑色，薄—中层，质纯，多以夹层状分布于栖霞组中下部。方解石95%，泥质及有机质等5%。晶粒结构，100%的结构组分系由粉晶状重结晶而成的方解石组成。并含少量介壳、有孔虫、苔藓虫等海生动物化石碎片。形成该类岩石的条件属潮下低能或静水环境。

6．巨球状石灰岩

本巨球状石灰岩的拟名，系据其野外产状的特殊结构构造而形象命名，亦有称其为眼球状石灰岩者。所见该灰岩广泛发育于栖霞组中下部的层段中。它们由彼此呈波形层状接触的“球”（实则为结核状灰泥石灰岩）和“包壳”（实则为具页理的生粒质灰泥石灰岩）组成。球体大小一般5—35cm不等，个别大者可达60cm。包壳厚一般不大于2—15cm，常包绕石灰岩球体，并与石灰岩球体成相互消长关系，即球体大时，包壳变薄；球体小时，包壳加厚。纵向上两者表现为“上绕下压”的塑性流动现象，其组合无固定形态，或象枕、或如瘤、或似透镜、或宛如条带。一般认为该岩石形成于水体稍深的环境或斜坡，同时又伴有后期差异压实作用的影响。但新近的研究结果表明，在下扬子地区的贵池、安庆及上高一带，巨球状石灰岩的下伏石灰岩中，“偶尔可见呈自形的双锥状”或“自形短柱状”及“良好的六方双锥状”石英星散状分布；且于贵池剖面中所见，营群体生活而呈较大团块状（30×15cm）的*Polythecalis*多发生生长方向反向倒置及强烈冲刷之痕迹。因此，该巨球状石灰岩的成因环境是否有可能存在突发的海底热事件，诱引海啸而发生强动荡冲刷的灾害地质环境的叠加，尚值得进一步探讨。

7．准同生后白云岩（图版XXXI-6）

岩石为灰黑色，致密块状，以薄—中厚层产出于栖霞组上部，并夹燧石结核或条带。局部含鲢类、珊瑚及腕足类等化石。该白云岩晶粒较粗，多为细晶或粗粉晶。其中白云石85%，泥质（或硅质）和有机质等15%。所见白云石为半自形—自形菱形晶粒状，晶面污浊，常具环带和雾心。

8．长石石英砂岩

见于龙潭组中，浅灰—灰黄色，薄—中层状，具楔形或板状交错层理并夹粉砂岩，亦常见泥质同生包体，产大量植物化石碎片。中—细粒结构，矿物成分较为单纯，以石英为主(85%)；长石次之（15%），且多已高岭石化；并见及少量白云母等。该长石 石 英砂岩应形成于三角洲湖泊沼泽环境。

9．粉砂岩

以龙潭组多见，在栖霞组底部、孤峰组及大隆组部分层段亦有所见。灰黄—黄褐色，薄—中层，普遍夹页岩并局部夹含铁质结核或铁质透镜体及条带等。岩性单一，以石英为主（>90%），亦见少量长石等。岩层中水平层理及递变层理发育，并常与泥岩或页岩等构成自下而上由粗变细的沉积序列。粉砂岩分选中等，多见植物化石碎片。偶产小型海相双壳类动物化石，具滨岸三角洲环境特点。

10．泥岩及页岩（图版XXXⅢ-1）

于孤峰组、龙潭组、大隆组等地层中多见。主要由粘土矿物组成，并普含有机质。亦尚见有硅质、铁质、砂质、炭质、钙质及锰质等类型的泥岩、页岩。在孤峰组的泥岩中产多种底栖型生物并仍旧保持其生活状态原貌的尸群埋藏化石(图版XXXIII-3)。而在 孤峰组和大隆组其它层段的泥岩、页岩中，亦不乏见有游泳型的菊石化石及食泥 蠕 虫 的 觅食遗迹。此泥岩、页岩可形成于各种静水环境，既可形成于海相的开放静水环境，又可形成于海湾较闭塞的静水环境。因此，判断此类岩石的形成环境，还须综合其它各种环境指相标志，不能一概而论。

11．燧石

这是成岩作用形成的硅岩，以结核状、不规则团块状、透镜状及条带状产于碳酸盐岩中。其围岩多为含生粒灰泥石灰岩或灰泥石灰岩，界线分明。在成岩过程 中，与$CaCO_3$质点同时沉积的SiO_2，受压且向抵抗压力最弱的层面方向运移，在水体介质发生物理及化学变化的条件下，乃形成平行层面断续分布的结核状、条带状燧石。

12．放射虫硅岩（图版XXXⅢ-2）

主要见于孤峰组和大隆组，黑色或灰黑色，薄层状，微细水平层理发育。隐晶结构，玉髓为主（可达85%以上），富含有机质（可达15%）。岩石中生粒含量高（可达50%），其生粒皆为放射虫及其棘刺，堆积无序，不见分选，局部可见较多的硅质海绵骨针。其特征表现为原生沉积成因，且形成于水动力较弱的静水还原环境。

第三节　沉积环境分析

贵池二叠系的岩石以碳酸盐岩为主，占剖面岩类总量的61%（其中石灰岩58%，白云岩3%），其次为碎屑岩（25%）、硅岩（8%）和泥岩、页岩（6%）等。总体反映了沉积稳定、海域广阔的碳酸盐台地环境。

1．以古生物为因素的环境分析[2]

贵池二叠系的碳酸盐岩中，生物类群众多，以鲢、珊瑚、腕足类为代表，均与现代南北纬28° 间的海生生物群生境面貌相似，反映出热带—亚热带温暖气候的特点。在其碎屑岩中，所产节蕨纲、真蕨纲、种子蕨纲等植物，亦均表现出叶薄、脉稀、片大、柄细等温

暖潮湿气候下的生长特征。因此，在二叠纪时，本地区应属热带温暖气候条件。

另外，根据生物对不同盐度的水体所表现出的适应能力是有差别的这一特性，从贵池二叠系碳酸盐岩所含海生生物优势种群出现的频度及该优势种群的耐盐性与水体的含盐度关系来看，贵池地区二叠纪时，海的含盐度属正常，其水深不大于200m。

2．以微量元素为因素的环境分析

增田（1977）曾利用生物碳酸盐岩中的锶含量（Sr）和温度间的消长关系，计算古温度。其计算公式为：$t(℃)=(2578-Sr)/80.8$

现以贵池二叠系中的锶含量，计算出本地区二叠纪各期的古水温（见表17-3）。

表 17-3　根据锶含量计算出的贵池地区二叠纪各期的古水温

（据刘贻灿*，有改正）

地　点	时　代	Sr (ppm)	t℃	平　均
贵池	栖霞期	366	27.4	18.4℃
		1880	8.6	
		1062	18.8	
		965	20.0	
		891	20.9	
	孤峰期	1692	11.0	11.0℃
	龙潭期	1166	17.5	17.5℃

* 合肥工业大学资源与环境科学系硕士生论文，1988。

3．各期沉积环境

根据各种宏观和微观的指相标志，通过综合分析判断，贵池二叠纪各期的沉积环境如下。

1）栖霞期

栖霞期沉积的地层厚度较大。主要岩石类型有灰泥石灰岩、生粒石灰岩（包括含生粒及生粒质石灰岩）、有孔虫石灰岩、藻粒石灰岩（包括含藻粒及藻粒质石灰岩）、粉晶石灰岩、巨球状石灰岩等，其早期阶段见有含煤碎屑岩，晚期阶段见有白云岩。岩石颜色普遍以灰—深灰色为主，呈弱还原—还原色。所含化石极为丰富，门类多，以底栖的珊瑚、腕足类、有孔虫、藻类等为代表，总体表现为一浅水碳酸盐半开阔台地海环境。

在半开阔海形成伊始，区内为滨岸碎屑环境，沉积有梁山含煤碎屑岩段（贵池称牌楼煤系），因古地理格架起伏多变，本含煤碎屑岩段于长江中下游地区分布虽广，但厚薄不一。直至栖霞期碳酸盐岩沉积，才因海水侵漫而变滨岸为半开阔的碳酸盐台地环境。碳酸盐台地海分异不明显，沉积环境稳定。栖霞晚期，因东吴运动的频繁振荡，使海水或进或退导致栖霞期半开阔海局部萎缩，超盐度卤水渗入并交代先期沉积的碳酸钙，从而，形成栖霞晚期的白云岩。

另外，贵池栖霞期有一独特现象令人关注，即在早二叠世早期的碳酸盐岩沉积层中，有几处（贵池、安庆、上高等地）发现有良好的六方双锥石英星散状分布。六方双锥石英

系高温矿物，为速冷火山岩和浅成岩的特征矿物[3]。这就无疑证实了早二叠世阶段包括贵池在内的中下扬子地区，曾有海底火山活动，并造成过海啸灾害。此灾害地质环境的发生，破坏了栖霞期生物丘的生长发育，进而为栖霞碳酸盐台地提供了重要的硅质来源。再结合到西部扬子区早二叠世末期的岩浆喷溢（峨眉山玄武岩）及东部扬子区晚二叠世火山碎屑岩（巢县、铜陵）与玻屑凝灰岩（长兴）的存在，反映了区内的火山活动虽然微弱，但比较普遍，并在时间上存在着继承性和连续性。

2）孤峰期

所见孤峰期岩石以泥岩、页岩类和硅岩类为主。岩石颜色自下而上由黄褐、紫红的氧化色向浅灰、黑灰的还原色过渡。薄—中层状，微细层理发育。早期的泥岩、页岩中富含底栖型的腕足动物和双壳动物（图版XXXIII-3），说明此时仍承袭了栖霞期的正常水体环境，致使二者间表现为连续沉积关系。但由于沉积物颗粒细小，孤峰期海水可能稍深，亦可能为正常浪基面以下的开放静水环境。至晚期硅岩沉积阶段，底栖型生物绝灭，仅见游泳型的菊石和漂游型的放射虫，并于晚期的硅质泥岩夹层中，频频见有少量黄铁矿，这说明在孤峰期晚期，出现了局限的闭塞静水还原环境。

3）龙潭期

龙潭期沉积主要为一套含煤碎屑岩。以长石石英砂岩为主，含砂泥岩（及炭质页岩含煤）次之。岩石颜色以灰黄的氧化色为主，楔状交错层理发育，时夹网格状铁质结核和薄层铁质泥岩，产大量植物化石及其碎片，并偶含小型海相双壳类化石。根据对龙潭期碎屑

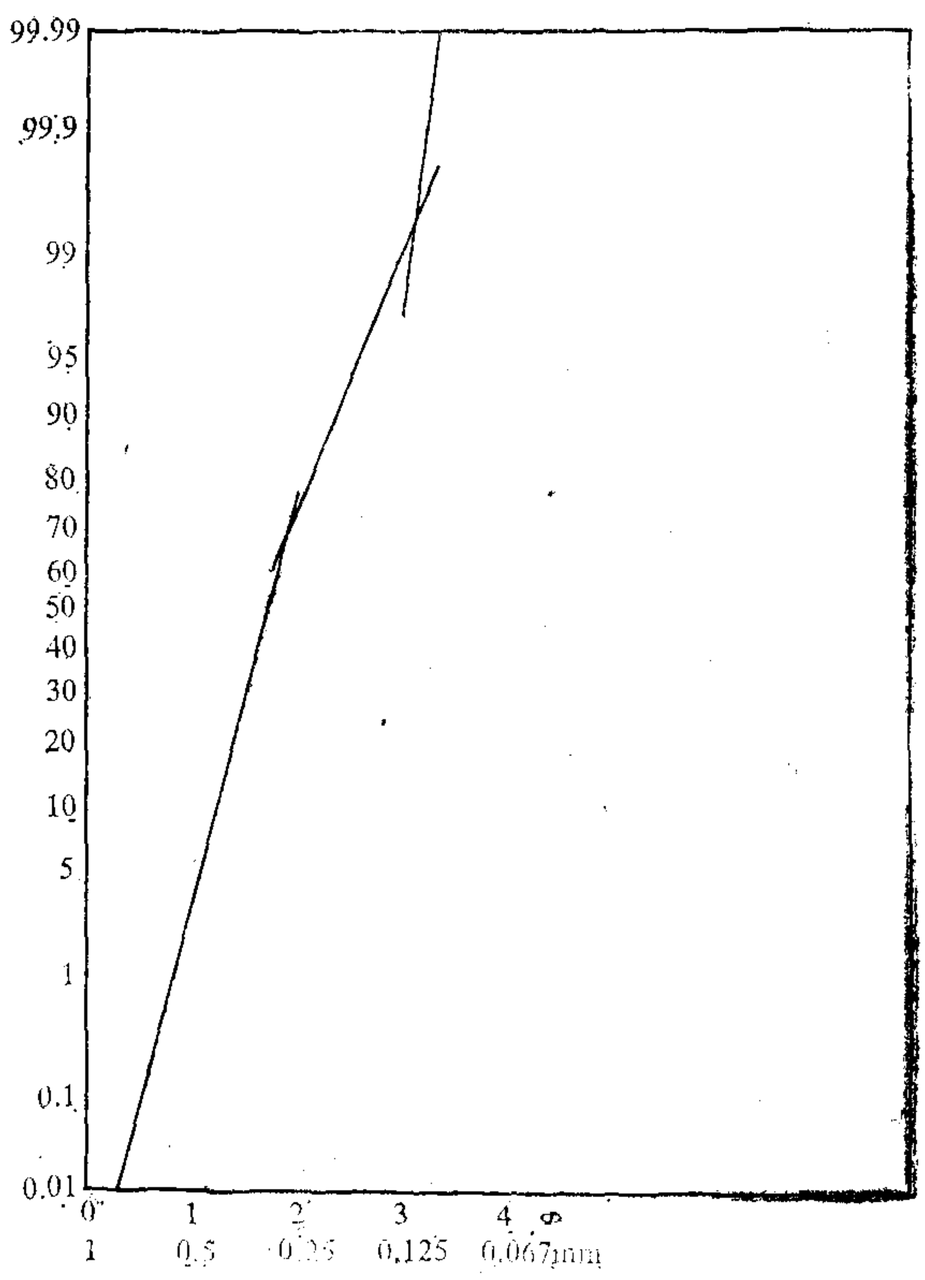
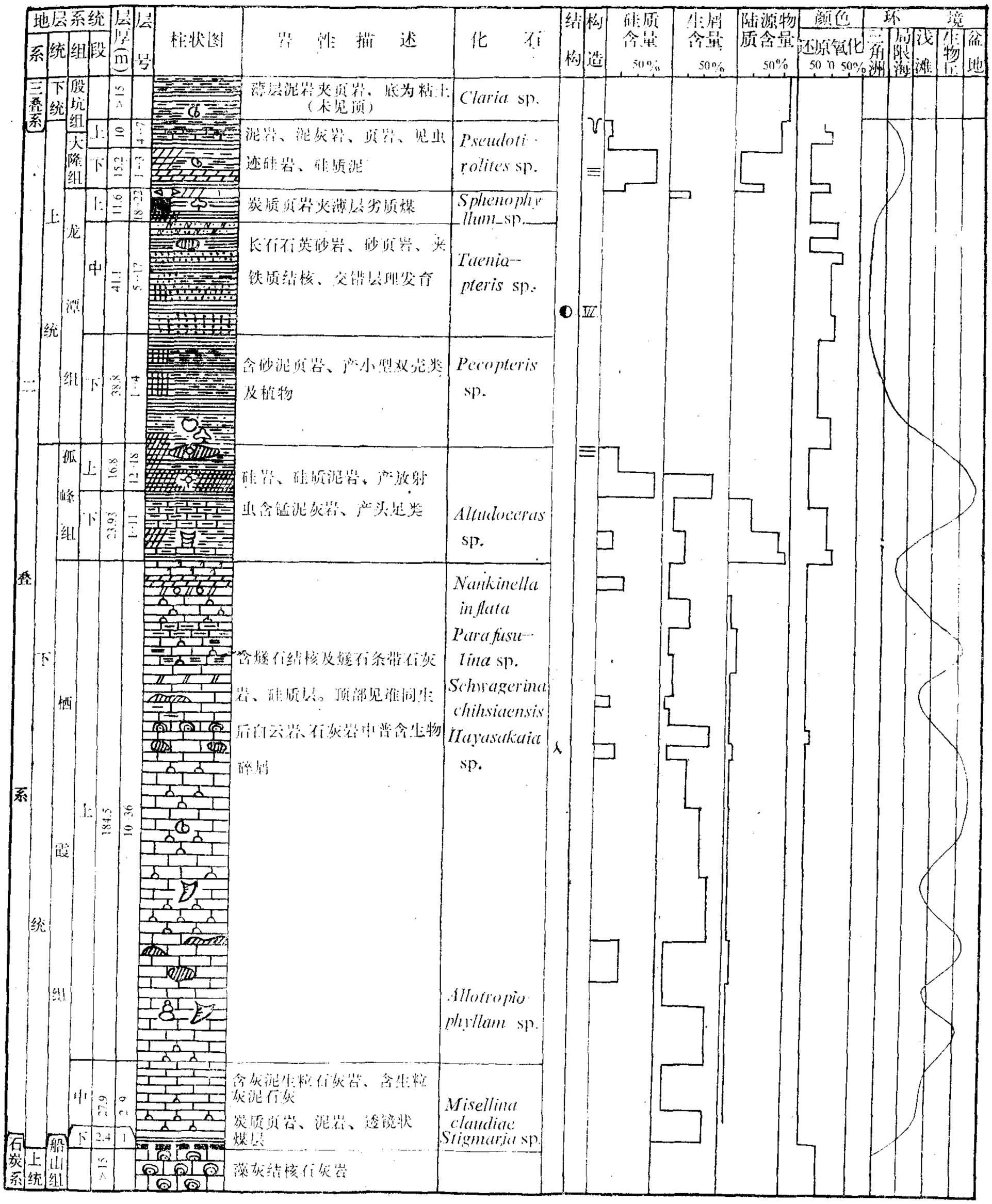


图 17-1　龙潭期长石石英砂岩粒度概率分布曲线图



1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 11 12 13 14 15 16

图 17-2　安徽贵池二叠系岩石学特征及沉积环境分析柱状图

1—生粒石灰岩；2—泥质石灰岩；3—泥质条带/泥岩；4—硅岩/硅质结核；5—长石石英砂岩/粉砂 岩；6—煤层/透镜状煤；7—有孔虫/珊瑚；8—动物/植物；9—白云质石灰岩；10—准同生后白云岩；11—微 细层理/交错层理；12—页岩/碎屑；13—炭质/铁质；14—藻灰结核/虫迹；15—腕足类/头足类；16—生屑/放射虫

岩粒度数据的测定及计算，其碎屑岩概率粒度累积曲线显上三段型曲线特征（见图17-1），因此龙潭期具三角洲沼泽平原的环境特点[4]。

龙潭早期的泥岩、页岩富有机质，含黄铁矿，并产少量体小壳薄的海相带壳生物，表明龙潭早期曾一度承袭了孤峰晚期的局限海的还原环境。龙潭晚期有透镜状（局部为中层状）生粒质灰泥石灰岩，石灰岩中产腕足类、有孔虫、藻类等正常浅海生物，说明龙潭三角洲平原沼泽聚煤环境发展后期，出现过正常碳酸盐台地的超覆。

4）大隆期

大隆期沉积主要由硅岩及泥岩、页岩组成。岩石颜色为深灰一灰黑的还原色。硅岩薄—中层状，多具水平微细层理，泥岩、页岩含炭极富。所见生物以游泳型的菊石类为主，亦见有漫游爬行状的食泥蠕虫觅食遗迹。根据上述特征，推测大隆期的沉积环境为浪基面以下相对较深且闭塞的台盆或局限海。

综合贵池二叠纪各期沉积环境的演化及各种单因素定量分析[5]，可以看出（图17-2），贵池二叠纪从栖霞期到大隆期经历了由盆地→生物丘→浅滩→局限海→三角洲沼泽平原→台盆或局限海的演变过程，表现出二次比较明显的海侵过程。即：早二叠世，栖霞期为最大海侵期，至孤峰期开始退缩；晚二叠世以龙潭后期压煤灰岩起又一次开始广泛海侵，至大隆期略有收缩。

另外，由于东吴运动的频繁振荡，海水有深浅进退之变化。因此，多有短暂的异期同型的沉积环境叠加，并形成区域上的水下隆起，影响了岩相分布，致使相变复杂化。同时，广泛的火山活动，给整个二叠系的硅岩提供了丰富的物质来源。

参 考 文 献

〔1〕 冯增昭，1982：石灰岩。见：华东石油学院岩矿教研室主编，沉积岩石学，上册，第十二章，石油工业出版社。

〔2〕 杨式溥，1980：生物与环境。见：武汉地质学院古生物教研室编著，古生物学，第五章，地质出版社。

〔3〕 殷鸿福等，1989：华南二叠纪一三叠纪之交的火山活动及其对生物绝灭的影响，地质学报，第63卷，第2期，第169—179页，科学出版社。

〔4〕 成都地质学院陕北队，1978：沉积岩（物）粒度分析及其应用，第三章，地质出版社。

〔5〕 冯增昭，1979：华北早奥陶世岩相古地理新探，地质科学，第4期。