

中国南方石炭纪海域沉积相 及含油气有利相带的探讨

余锦寿

(地质部石油地质综合大队)

我国南方石炭纪地层发育完好,分布范围广,沉积类型齐全,以海相沉积为主,海陆交互相及陆相沉积次之。其中海相地层具有一定的油气远景,是寻找油气有利聚集的重要层系之一。

对南方石炭纪地层、地质及古生物学界许多学者及广大地质科技人员,都先后做过大量深入的研究工作。第二届全国地层会议对我国石炭系进行了新的划分和总结。本文是在前人工作的基础上,在近几年参加湘中石油地质攻关会战及参加编制全国性岩相古地理图的基础上,试图从南方石炭纪海域沉积相与油气有利相带方面谈一点个人看法。由于笔者水平有限,经验不多,故谬误之处一定不少。文内石炭纪地层的划分基本采用地层会议文件,为节省篇幅,区内地层不再叙述,可参见地层划分与对比简表(表₁)。文中所指南方范围,大致北以秦岭为界,西至龙门山及横断山脉,东部至东南沿海一带(包括台湾省在内)的广大地区。

一、沉积相古地理

综合华南海域石炭纪的沉积特征、生物组合和地层在纵向、横向的变化,华南地区在石炭纪时应属陆表海,其海底坡度不大,但不平坦;海水不深,但范围广阔。海底地形总的趋势是呈北高南低的平缓单向斜坡。因而西南方向海水较深,向北东方向渐变浅。由于海底地形凹凸不平,各地海水深浅不一,因此海底不同部位水动力条件有差异,水体能量有高低,以至沉积作用及沉积物具不均匀性。

根据本区岩石类型、颜色、结构构造、陆源混入物及生物组合特征,结合水动力条件、水体深度、能量强度、海底古地貌及地理位置等因素,将我国南方华南海域按早、晚石炭世分别进行了相区、相带划分,并建立了中国南方石炭纪沉积环境综合模式图(图₁)。

1. 早石炭纪海域沉积相

早石炭世,华南海划分为四个沉积相区,九个相带。

表1

中国南方石炭纪地层划分与对比简表

地层系统			贵州	滇东	川北	湘中	桂北
石炭系	壶天统	马平阶	栖霞组 马平组 0—837米	栖霞组 马平组 0—900米	栖霞组 马平组 17—40米	壶天群 200—400米	马平组 170—700米
		达拉阶	达拉组 0—383米	威宁组	黄龙组		黄龙组
		滑石板阶	滑石板组 0—545米	24—665米	17—130米		400—550米
	丰宁统	德坞阶	摆佐组 4—582米	岩石岭组 100—400米	大塘组 11—70米	梓门桥组 80—110米	罗城组 25—290米
		大塘阶	上司组 0—456米	灰岩组		测水组 70—100米	寺门组 40—200米
			旧司组 111—456米	万寿山组	石磴子组 50—380米	黄金组 70—350米	
			祥摆组 83—396米	炎方组	刘家塘组 57—393米	岩关组 200—600米	
		岩关阶	汤耙沟组 0—381米	岩关组	孟公坳组 65—167米		
	革老河组 0—150米		邵东组 24—80米				
	待建阶	者王组 0—120米					
	D ₃		尧梭组	宰格组	茅坝组	锡矿山组	融县组

粤北	赣中	浙西	闽南	皖南	苏南
栖霞组	栖霞组	梁山组	栖霞组	栖霞组	栖霞组
船山组 58—325米	船山组 30—100米	船山组 115—244米	船山组 50—202米	船山组 7—52米	船山组 10—49米
黄龙组 115—500米	黄龙组 11—60米	黄龙组 150—280米	黄龙组 25—174米	黄龙组 20—130米	黄龙组 100米
大塘阶 315—1560米	梓山组 100—140米	叶家塘组 50—105米	林地组 181—480米	和州组 5—16米	和州组 10—20米
				高骊山组 5—136米	高骊山组 10—50米
岩关阶 123—660米				金陵组 3—30米	金陵组 9米
D ₃ 帽儿峰组	D ₃ 锡矿山组	D ₃ 西湖组	D ₃ 南靖群	D ₃ 五通组	D ₃ 五通组

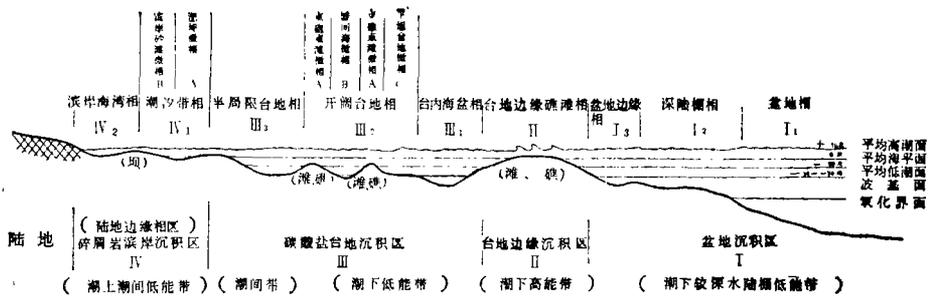


图1 中国南方石炭纪沉积模式图

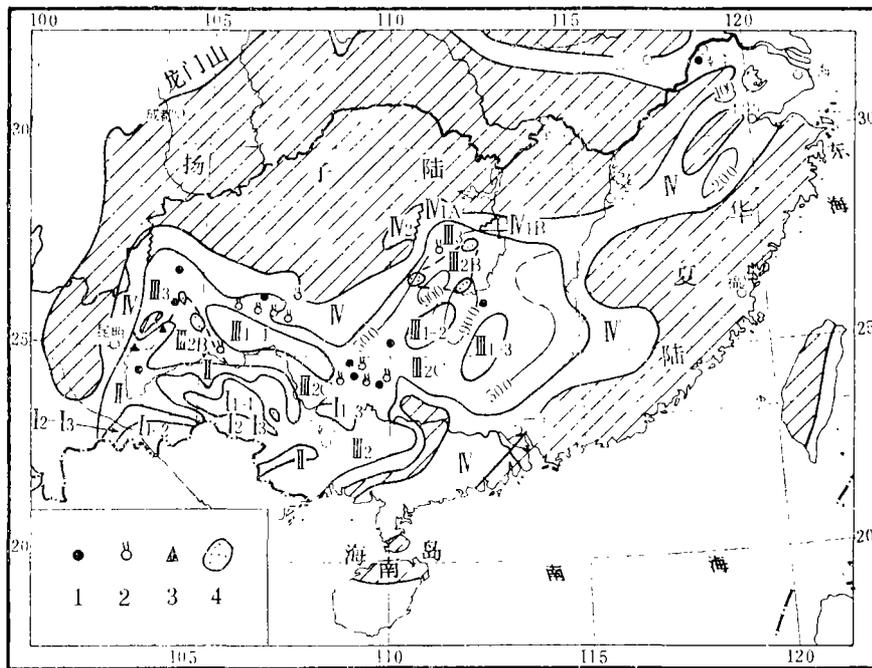


图2 中国南方早石炭世岩相古地理图

I 盆地沉积区 I₁₋₁富宁—百色盆地相 I₁₋₂马关、上林盆地相 I₂₋₃深海陆棚相
 一盆地边缘相 II 台地边缘沉积区 (弥勒—西林—凤山台地边缘礁滩相) III 碳酸盐
 台地沉积区 III₁台地盆相 III₂开阔台地相 III_{2A}点礁滩微相 III_{2B}滩间海微相 III_{2C}
 平坦台地微相 III₃半局限台地相 IV 碎屑岩滨岸沉积区 IV_{1A}泥坪微相
 IV_{1B}滨岸沙滩微相 IV₂淤浦滨岸海湾相 1, 油苗 2, 气苗 3, 沥青 4,
 点滩

I 盆地沉积区：该区沉积界面位于浪底之下，水体运动很弱，为低能带。它包括三个相带：I₁盆地相带、I₂深陆棚相带和I₃盆地边缘相带。

I₁盆地相带：沉积界面在氧化界面之下，深度几十米至百余米。水体能量弱，属静海条件，为潮下低能区。相带宽阔，宽度可达数百公里。华南海域早石炭世盆地相带分布于三个

地区：I₁₋₁富宁—百色盆地相分布在滇东、桂西的富宁、德保、田东、百色及田林一带。岩性主要为硅质岩、硅质页岩、页岩、砂泥岩夹微晶灰岩及粉砂岩。生物稀少，偶见珊瑚、腕足类；I₁₋₂马关盆地相在马关分布、屏边一带。岩性为页岩、硅质岩夹灰岩，见少量珊瑚。I₁₋₃上林盆地相位于上林、马山及宾阳一带。岩性主要为硅质岩、硅质泥岩夹灰岩，生物少见。

I₂₋₁—I₃深海陆棚相及盆地边缘相带：其沉积界面在平均浪基面之下，氧化界面之上或附近，深几十米至近百米。岩性以灰岩、生物碎屑灰岩、白云岩为主，夹沙页岩及硅质岩。生物有珊瑚、腕足、海百合茎、有孔虫、腹足、层孔虫、苔藓及瓣鳃类。该相带分布于盆地相与台地边缘相之间的丘北、巴马、武鸣等广大地区。相带较开阔，宽数十至数百公里。

Ⅱ、台地边缘沉积区：该沉积区包括弥勒、西林至凤山的大致呈东西向延伸的礁相及滩相带状分布区。其沉积界面位于浪底之上，平均海平面与平均浪基面之间，深度为0—70米左右。波浪作用强烈，为高能带。相带窄陡，在西林—凤山至平果一带，宽度仅十几公里至二十多公里。但在滇东地区滩相分布范围可达近百公里。岩性：在西林—广南一带为生物灰岩、生物碎屑灰岩、灰岩夹藻礁灰岩、鲕状豆状灰岩。含丰富的生物，以藻类、海百合茎为主，其次为珊瑚、腕足、瓣鳃、苔藓虫及腹足类。在路南、弥勒、砚山及桂西凌云、凤山及南宁西部地区，为生物滩相。岩性主要为灰岩夹鲕状及豆状灰岩、生物碎屑灰岩及白云岩、砂页岩。生物有珊瑚、腕足、海百合茎、有孔虫、层孔虫及藻类。

Ⅲ、碳酸盐台地沉积区：该沉积区位于台地边缘沉积区礁滩相带之后。包括Ⅲ₁台内海盆相、Ⅲ₂开阔台地相、Ⅲ₃半局限台地相三个相带。水体运动微弱，为低能区。

Ⅲ₁台内海盆相：该相带是在广阔的碳酸盐台地沉积区，海底地形相对凹下的地区，这些地区沉积界面位于浪基面之下，或氧化界面附近，为潮下低能带，水体能量弱，相带较窄，宽度仅十几公里至几十公里。如黔南、桂北地区的望谟—罗甸台内海盆相（Ⅲ₁₋₁相）、湖南至广西边界的零陵—全州台内海盆相（Ⅲ₁₋₂）及湘南郴州—临武台内海盆相（Ⅲ₁₋₃相）。其岩性可因各台内海盆所处古地理位置不同而异。在望谟、罗甸地区，主要为硅质泥页岩夹砂岩、泥岩、生物灰岩、硅质岩并夹多层碳质页岩。生物有介形虫、腕足类及有孔虫。在零陵—全州地区为暗色灰岩、燧石灰岩及白云质岩夹硅质岩。生物有珊瑚、腕足及海百合茎。郴州—临武地区，以泥质岩为主夹灰岩。生物组合为腕足、棘屑、珊瑚及少量介形虫。

Ⅲ₂开阔台地相：分布于滇、黔、桂及湘、粤的广大地区。沉积界面在平均低潮以下，波基面以上，为潮下低能带。水深几米至几十米，与外海畅通，水体能量中等，沉积物类型多，但主要为灰岩、粒屑灰岩、含粒屑灰岩、泥页岩。具薄—中层状水平及波状层理，偶见斜交层理，水平虫孔发育。生物丰富，以介形虫、有孔虫、珊瑚、腕足、棘屑为主。在台地开阔浅海相带中，局部地区发育有能量相对较高的滩、礁微相（Ⅲ_{2A}滩礁微相），如湘中地区的武岗、祁东、湘乡三个粒屑点滩，广西田阳点滩，滇东宣威东部的点滩及贵州盘县生物点滩。其岩性主要为含粒屑灰岩、粒屑灰岩、鲕状灰岩、生物灰岩及次生白云岩。生物丰富，以珊瑚、腕足类为主，次为海百合茎、有孔虫、层孔虫及介形虫。点礁、点滩的沉积环境为潮下带的水下凸起，呈星点状分布于开阔台地相中，规模较小，它不同于台地边缘的高能礁滩，但也具有一定的油气储集空间。

处于点礁、点滩之间的海域，称为滩间海（Ⅲ_{2B}滩间海微相）。如湘中邵东—邵阳滩间海，属于海底地形相对低洼的地带，水流不大畅通，局部为弱还原环境。岩性为微晶灰岩及含生物碎屑微晶灰岩、砂页岩夹硅质岩。偶见黄铁矿。生物有：珊瑚、腕足、棘屑、腹足及介形虫。滇东罗平—兴义一带亦属滩间海。在开阔台地相带中分布范围最广的是平坦台地微相，即海底相对平坦的地区，其沉积物主要以灰岩为主，夹泥质灰岩及泥页岩，生物有珊瑚、腕足及腹足、介形虫。

Ⅲ。半局限台地相：该相带位于堤礁、沙坝、点滩、近岸沙咀之后近陆的一侧。如湖南连源—新邵，滇东宣威—水城两个地区皆属此相带，沉积环境变化较大，沉积界面大部分在平均海平面与平均低潮面之间，海水与外海不甚畅通，循环受一定限制，水体能量较弱。岩性为：泥晶灰岩、泥页岩及白云岩。鸟眼及迭层石构造较发育。生物有腹足、藻类、有孔虫及介形虫。

Ⅳ 碎屑岩滨岸沉积区：（又称陆地边缘相区）。位于古陆与碳酸盐台地相区之间，在地理位置上沿北部扬子陆及东部华夏陆边缘蜿蜒呈带状分布于昆明、会泽、昭通至黔南赫章、纳雍、贵阳、都匀、荔波，越广西边境入湖南，经溆浦、安化、长沙到江西宜春、清江至长江下游，由杭州沿华夏陆西部边缘一带，经赣州、龙南至广州、佛山。该相区沉积界面在平均海平面上下，深度零至十几米左右。水体能量变化较大。扬子陆边缘相区仅宽十几至几十公里，而在东部沿华夏陆相区则宽达几十至几百公里，为氧化环境。岩性主要为一套砂岩、泥岩夹灰岩、白云岩、炭质页岩夹煤层及铁矿层的海陆交互相沉积。在滇东昆明、寻甸会泽一带，此相区岩性以砾岩、砂页岩夹灰岩、生物灰岩及煤线为主；在昭通、奕良一带，为灰岩、白云岩夹砂页岩及煤层，生物有珊瑚、腕足。在贵阳、融安一带，主要为砂页岩、砾岩及煤层，并夹灰岩、生物灰岩和白云岩，见黄铁矿及鲕状赤铁矿。生物为珊瑚、腕足、海百合茎及植物化石。在株州地区，上部夹较多的硅质条带。厚度变化大，0—250多米。在工作程度较高的湘中地区，此相区可细划分为滨岸海湾相（Ⅳ₂相带）及潮汐带相（Ⅳ₁）。前者分布于湘中溆浦、安化一带。其沉积环境属潮间带，为半封闭的氧化—弱还原环境。含盐度偏高，为海水灌入的地区，水流不畅通。主要岩性为灰岩、泥岩及页岩；后者分布于湘中安化以东至长沙地区，其沉积环境为潮间带，属氧化环境，海底地形较平坦。根据其沉积物的不同，又可细分为：Ⅳ_{1-A}泥坪微相：以泥质岩类为主的沉积，生物含量少，偶见植物碎片及瓣鳃、腕足类；Ⅳ_{1-B}滨岸沙滩微相：以细砂岩为主，砂岩分选磨圆较好，具波状层理，含植物化石碎片及介形虫。

沿陆地边缘沉积一套砂页岩夹煤层，夹灰岩的海陆交互相沉积物，形成陆地边缘沉积区，是早石炭世沉积相的一个特征。

2. 晚石炭世海域沉积相

晚石炭世，华南海域海侵范围进一步扩大，海水深度增加，陆地面积进一步缩小（图3）。因此，海域沉积相与早石炭世有所区别。主要分三个沉积相区。

I 盆地沉积区：沉积环境与早石炭世盆地沉积区相同，包括三个相带，I₁₋₁富宁—百色盆地相。I₁₋₂天等—大新盆地相。I₂₋₃丘北—巴马—上林深陆棚相及盆地边缘相带。在富宁—百色盆地相中，沉积了一套暗色灰岩、泥质灰岩、白云质灰岩夹硅质岩及碳质页岩。生

物较少，含蜓及珊瑚。在天等一大新盆地相中，沉积物为灰色灰岩、燧石灰岩夹硅质岩。含蜓、珊瑚及腕足类。在深陆棚相及盆地边缘相中，岩性为灰岩、泥质灰岩夹生物灰岩、生物碎屑灰岩、白云质灰岩、白云岩、粉砂岩及泥页岩。含生物蜓、珊瑚、腕足、有孔虫及海百合茎。

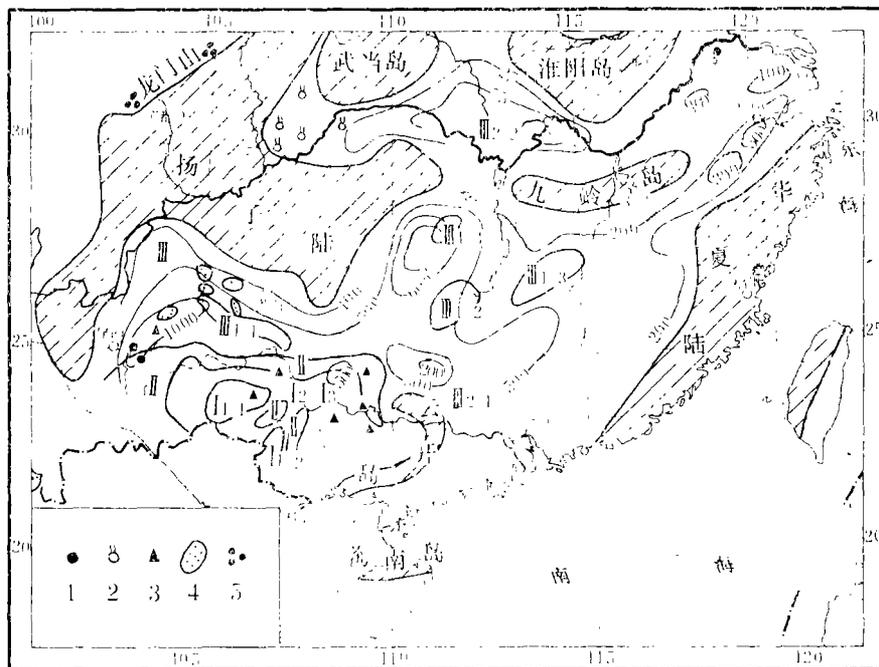


图3 中国南方晚石炭世岩相古地理图

I 盆地沉积区 I₁₋₁富宁—百色盆地相 I₁₋₂天等一大新盆地相 I₂₋₃深陆棚相
 盆地边缘相 II 台地边缘沉积区 (弥勒—象州台地边缘浅滩相, 德保、平果台地边缘浅滩相) III 台积区 III₁₋₁晴隆—罗甸台内海盆相 III₁₋₂零陵台内海盆相 III₁₋₃吉安—宁冈台内海盆相 III₁₋₄冷水江台内海盆相 III₂₋₁华南开阔台地相 III₂₋₂川鄂苏开阔台地相 1. 油苗 2. 气田 3. 沥青 4. 点滩 5. 鲕粒滩

台地沉积区也属浅滩相

II 台地边缘沉积区：该沉积区主要发育台地边缘浅滩相。生物滩分布于弥勒—罗平—象州一带。另外，田阳—德保及平果等地有小型生物滩分布。弥勒—罗平—象州生物滩似与早石炭世弥勒—西林—凤山台地边缘礁滩相有继承性，但稍往北推进了一些，看来是海侵范围扩大的结果。该相带主要岩性为：灰岩、鲕状灰岩夹生物碎屑灰岩、白云质灰岩。生物丰富，有蜓、珊瑚、腕足、有孔虫及海百合茎。在田阳—德保浅滩相带，其岩性为浅灰色厚层块状微—细晶灰岩、中晶白云岩夹白云质灰岩及生物碎屑灰岩，具鲕状结构。生物以蜓、珊瑚为主，次为海百合茎。平果浅滩相带：岩性为灰色厚层块状微—细晶灰岩、生物碎屑灰岩夹鲕状灰岩、白云岩。生物有蜓、珊瑚、有孔虫及海百合茎。

III 台地沉积区：该沉积区是晚石炭世华南海域分布最广的相区。它包括四个台内海盆相带（III₁₋₁晴隆—罗甸台内海盆相带、III₁₋₂零陵台内海盆相带、III₁₋₃吉安—宁冈台内海盆

相带、Ⅲ₁₋₄冷水江台内海盆相带（及二个开阔台地相带）Ⅲ₂₋₁华南开阔台地相带、Ⅲ₂₋₂川、鄂、苏开阔台地相带）。

台内海盆相带是台地沉积区中海底相对低洼的地区，分布于贵州晴隆—罗甸及湖南冷水江、零陵及江西宁岗—吉安等地。岩性主要为灰岩、泥质灰岩、含燧石结核灰岩、夹薄层硅质岩及白云岩。生物较少，以蜓类为主，次为腕足、海百合茎，偶见菊石。沉积厚度160—1000米左右。

开阔台地相（Ⅲ₂相带）：位于陆地与台地边缘相区之间。沉积界面除部分位于平均低潮面之上外，大部分在平均低潮面之下。为潮下低能区，相区宽广，包括华南海域大部分地区及川、鄂、苏的广大地区。沉积物为浅灰色至肉红色纯灰岩、块状灰岩、夹泥灰岩及白云质灰岩。生物以珊瑚、腕足、蜓、有孔虫、苔藓、海百合茎为主。厚70—700米。

在开阔的台地相带中，局部地区发育有能量相对较高的潮间礁滩相体，如分布于黔南咸宁东部的纳雍、水城、宣威南部及安顺西南部等地的粒屑滩（点滩）。岩性为灰岩、鲕状灰岩夹豆状灰岩、生物碎屑灰岩及白云岩。生物有蜓、珊瑚、腕足及海百合茎。

3. 沉积相特征：

综上所述，我国南方石炭纪海域沉积相表现有以下四个特点：

（1）石炭纪华南海域为一陆表海，沉积相区主要受三大古陆（扬子陆、华夏陆、越北古陆）的控制。相带及微相主要受断裂及海底地形的控制。

（2）石炭纪广泛发育台地相，在台地相区内有海底地形相对低洼的、拗陷较深的对生油有利的台内海盆相，以及能量相对较高的点礁滩微相分布。

（3）以云开岛为界，分华南海为东西两部分，西部由于海水较深，发育有盆地相区—台地相区，东部主要为台地相区。

（4）与威尔逊碳酸盐模式相比较，我国石炭纪华南海沿古陆边缘发育有宽广的碎屑岩滨岸沉积区，其沉积物主要为一套海陆交互夹薄煤层的沉积，以早石炭世为典型。相反，在威尔逊相模式的第九相带，即台地蒸发相不发育。

二、石炭纪海陆分布与变迁

早石炭世，我国南方总的古地理面貌是：北部扬子陆与东南部华夏陆及西南越北古陆之间挟持一个大致沿东西向及北东方向延伸的华南海。早石炭世早期（如关期）由于海侵范围有限，分割性强，古海域中的生物多属地区性的生物，如Cystophrentis, Eochoristites等珊瑚、腕足类。海中小岛较多，如滇东牛首山岛，沿北北东方向分布于沾益、曲靖及马龙等地；在南宁东北方则有大明山小岛；沿粤桂边境有大致呈北东向延伸的云开岛；下扬子地区则有屯溪—吉安岛及铜陵—高淳半岛；云开岛之南则是海南古岛。早石炭世晚期（大塘期）是我国南方石炭纪沉积史中海侵范围大扩展的一个时期，海侵不仅使小岛面积更趋缩小或为海水所淹没，而且使陆地面积也大为缩小，如岩关期，华南海西部及北部海岸线在昆明、赫章、紫云、惠水、独山一带；到了大塘期末，由于海侵范围扩大的结果，海岸线向北推进到毕节、纳雍、修文、福泉、丹寨、三都一带；向西则推进到昆明、寻甸以西。

同时，由于海侵的结果，使华南海与华北海、华西海及喜马拉雅海沟通起来了。Yuanophyllum带的标准化石Yuanophyllum、Kueichouphyllum、Arachnolasma等生物除分布于滇、黔、桂、粤、湘、鄂、皖及江苏等地区外，并在龙门山、秦岭、祁连、昆仑及拉萨等地见到。

在长江中下游，夹于扬子陆与华夏陆之间的是长达一千二百多公里的古海道，但在岩关初期，此海道并不存在，只是到了大塘期，由于海侵扩大，才形成了海道。在海道中沉积了一套灰岩、泥质灰岩、砂页岩夹煤层的海陆交互相沉积。生物有珊瑚、腕足及植物化石碎片。早石炭世晚期的淮南运动，使晚石炭世的地层在桂北、粤北及赣中的部分地区与早石炭世地层形成假整合接触。

早石炭世晚期掀起的海侵，到了晚石炭世得到了进一步的加强。由于这次海侵的结果，使曾经面积很大的扬子古陆被海水分隔成四大块。西部为面积大大缩小了的“小扬子陆”，分布范围仅限于滇中、川中、川东、黔北及湘西北的部分地区。北部为武当岛、淮阳岛，东部为沿修水、南昌、景德镇一带呈东西向延伸的九岭岛。华夏陆此时仅分布于闽、浙东部及台湾西部地区。云开岛、大明山岛及海南岛虽然仍屹立于宽广的华南海之中，但位于长江中下游的屯溪—吉安岛及铜陵—高淳半岛皆被海水淹没了。

晚石炭世由于海侵的结果，不仅使早石炭世没有接受沉积的川东、鄂西北地区成为浅海台地沉积区，接受为浅海碳酸盐的沉积，而且使华南海与北边的华北海及华西海、喜马拉雅海皆连成一片，形成了一片汪洋大海。此时，华南海主要沉积一套灰岩、白云岩夹硅质条带的浅海碳酸盐岩沉积。底栖生物大量繁殖，除珊瑚、腕足类外，蜓科也大量涌现。位于华南海中部的云开岛及大明山小岛，将华南海海域分成东西两部分，西部海水较深的地区是富宁—百色及晴隆—罗甸地区，东部是零陵—全州及湘中新化地区。这些地区以夹硅质岩的碳酸盐岩沉积为特征，底栖生物较少，生物单调。早石炭世以腕足类、菊石为主，晚石炭世以有孔虫、蜓科较常见。晚石炭世末期由于云南运动的影响，使华南地区逐渐隆起，海水由北向南退出，因而造成石炭系在一些地区的沉积遭受剥蚀，使该区二迭系栖霞组直接盖在石炭系不同层位之上，形成假整合接触。但在海水未完全退出的地区，如贵州的水城、盘县、郎岱、紫云及罗甸等地，二迭系与石炭系仍属整合过渡关系。

根据石炭纪生物（主要是蜓科及珊瑚）的地理分区，可知华南海的海水来自南太平洋。海侵方向自南而北。海退方向自北而南。

三、与油气有关的有利沉积相区与相带

1. 油气显示简述

我国南方石炭系油气显示很普遍，且分布范围广，显示类型多，有些地区^如川东已经在石炭系中钻探出工业油气流。目前已知川东鄂西地区于石炭系壶天统钻探出工业油气流的有相国寺、雷音铺、卧龙河、福成寨及建南等五个构造。湘中地区祁阳文家冲于丰宁统孟公坳组灰岩裂隙中涌出原油，在三天内曾捞出原油二百公斤。另外，常宁到湖油苗、新田小步岭沥青，其油源被认为来自石炭系。湘中新化凹陷锡矿山锑矿钻井时，于大塘阶石磴子段发生气喷。邵1井、邵10井于丰宁统发生气喷，日产气几千方。滇东地区弥勒龙多及宣威歌乐于丰

宁统粗晶灰岩的晶洞裂隙中见黄色油迹及沥青。在路南豆黑村、戈衣及曲靖石头寨地区于灰岩、白云岩晶洞裂隙中见褐色原油及沥青。在宜良石林构造CK₄井中于石炭系地层的岩心层面上见到黑色干枯沥青。贵州地区油气显示更普遍，但其层位多属丰宁统。如威宁凉水沟、龙里、长顺外坝、惠水王佑、四棵树、磨怀、都匀农中、独山凤汝乡、罗甸床井等地，均在丰宁统灰岩、白云岩或石英砂岩中见到晶洞原油或气苗。贵州惠水雅水构造CK₁₀、安顺扬家关CK₆井、安龙兴仁构造兴参井等均于丰宁统灰岩、生物碎屑灰岩中有油气随泥浆返出，气体能燃烧，发出兰色火焰。广西地区分别在天峨六排镇、平果太平公社、柳城大埔、鹿寨城西及洛埠等地于丰宁统灰岩中见到油气苗及沥青。在凤山城厢、百色大楞乡、上林朝阳乡、柳江小山乡、来宾河里圩、韦里圩、贵县樟木塘等地于壶天统灰岩、生物灰岩的晶洞裂隙或生物体腔中见到沥青。并在柳城洛崖背斜洛1井、洛2井、大埔背斜大2井、大5井、宜山北山背斜北1井、柳州杨柳向斜0700井于丰宁统大塘阶石灰岩、泥灰岩、白云质灰岩、生物碎屑灰岩中，气体随泥浆涌出。长江下游南京幕府山三元庵，于丰宁统金陵组黑色灰岩中见到晶洞裂隙含油，并于壶天统黄龙组块状灰岩中见到晶洞裂隙含油，并于壶天统黄龙组块状灰岩中见到晶洞原油。

湘中地区石炭系地表油苗经取样分析，原油比重 0.8748，含饱和烃 53.85%，芳香烃 12.75%、非烃 32%、沥青质 1.9%，多属演化程度较高的轻质原油，结合前面所述油气苗产状多属晶洞裂隙型油气苗分析，推测油气可能来自石炭系。大量的油气显示均可说明我国南方石炭系有过油气生成、运移、聚集的过程，其油气远景不可忽视。

2、有利生油相区与相带

根据本区生油岩特征，早石炭世生油有利相区与相带有：I盆地沉积相区，包括 I₁₋₁富宁—百色盆地相带、I₁₋₂马关盆地相带、I₁₋₃上林盆地相带。其次为碳酸盐台地沉积区台内海盆相带，包括 III₁₋₁望漠—罗甸台内海盆相带，III₁₋₂零陵—全州台内海盆相带，III₁₋₃柳州—临武台内海盆相带。晚石炭世生油有利相区与相带为：I盆地沉积相区，包括 I₁₋₁富宁—百色盆地相带；I₁₋₂天等—大新盆地相带。其次为晴隆—罗甸、零陵、吉安—宁冈及冷水江四个台内海盆相带。

早石炭世盆地相区沉积了一套暗色硅质岩、页岩、硅质页岩、砂泥炭夹灰岩。晚石炭世盆地相区沉积了一套深灰—暗灰色灰岩、泥灰岩、白云质灰岩夹硅质岩及碳质页岩。盆地相区属于氧化界面之下的沉积区，水体能量弱，为静海还原环境，具备良好的生油条件。

台内海盆相带是在台地沉积区中海底地形相对低下的地区，其沉积界面位于浪基面之下，水体能量微弱，为弱还原环境。岩性为暗色泥质灰岩或为泥页岩夹薄层硅质条带。其岩性、生物组合及沉积环境与盆地沉积相区极为相似，为广泛的台地相区中水体能量相对较弱的地带，因而也具有一定的生油条件。

湘中、桂中地区，石炭系下统灰岩的生油地化指标与我国南方奥陶系下统及三迭系嘉陵江灰岩生油层相比，均达到了可供生油的标准。见表 2

3、有利储相油区与相带

国内外先进理论与实践告诉我们，碳酸盐岩沉积区的油气主要储集于台地边缘相区。台

地边缘相区为潮下高能带，生物礁、鲕粒滩、生物滩较发育。这些礁滩的颗粒较粗，或由丰富的生物组成，所以粒间原生孔隙和粒内孔隙极为发育。同时，礁滩若露出水面，在大气水的溶解作用下，粒内次生溶孔也十分发育，这样，就为油气的储集提供了良好的储集空间。

表2 生油地化指标对比表

地区或井号	层位	剩余有机碳%	还原硫%	氯仿沥青“A”%
胜 13 井	Tc	0.18	0.32	4.7×10^{-2}
凯 11 井	O1	0.11	0.34	1.89×10^{-2}
湘中地区	C1	0.10~0.30	0.11—0.50	$0.5 \times 10^{-2} - 2.07 \times 10^{-2}$
桂中地区	C1	0.29	0.101	

我国南方早石炭世台地边缘礁滩相分布于弥勒—西林—凤山至平果一带。晚石炭世台地边缘浅滩相分布于弥勒—罗平—象州及田阳—德保及平果一带。礁滩相带宽度仅十几公里至二十多公里，但在滇东地区，其滩相分布范围可达近百公里。该带岩性为生物灰岩、生物碎屑灰岩、藻礁灰岩、鲕状或豆状灰岩及白云质灰岩。生物含量丰富。礁灰岩的单层厚度为0.3—1.5米，共十多层。

除了台地边缘礁滩相外，在广阔的华南开阔台地相带中早石炭世还有呈星点状分布的粒屑点滩，如滇东的宣威东粒屑滩、黔西盘县粒屑滩及湘中武冈、祁东、涟源—湘乡粒屑滩。晚石炭世有黔南威宁东部的纳雍、水城、宣威南及安顺西南部的粒屑点滩。在龙门山前有鲕粒滩，这些粒屑滩规模较小，属于碳酸盐台地潮下低能带上能量相对较高的地区，不同于大规模的台地边缘高能带。但是，就其储集性能来讲，还是相对比较好的。如湘中地区早石炭世三个粒屑滩，其粒屑的储集性能比其它各种岩石的储集性都要好得多，其孔隙度一般均大于百分之一，个别样品如武岗89号样，孔隙度达6.48%，涟源82号样，孔隙度为5.23%。但是在粒屑滩微相中，由于沉积时泥质的混入，或由于成岩后生作用，如泥晶化、硅化、重结晶方解石再充填等，都在不同程度上影响着岩石的储集性能。

4、南方石炭系找油气前景

我国南方石炭纪地层分布广泛，油气显示较多，具备生油、储油有利相带，特别是川东、鄂西五个构造于石炭系中喷出高产（油）气流，说明了我国南方石炭系地层找油气前景是很乐观的。

前面相分析中已指出：有利生油相区为盆地沉积相区中的盆地相带及台地沉积相区中的台内海盆相带，储油有利相区为台地边缘相区中的台地边缘礁滩相带以及台地沉积相区中的粒屑滩、鲕粒滩微相。但是更为重要的是要具备良好的盖层条件方能形成大型油气田。川东、鄂西六个储气构造，是在井下二至三千多米的深处钻探出气的，它不仅具备了储气条件，而且具备盖层条件。再例如湘中地区早石炭世岩相古地理图上圈出三个粒屑滩，比较起来，以西部武岗粒屑滩对储油气更为有利，其理由为：（1）该粒屑滩处于邵阳凹陷西南部。（2）是岩关、大塘两期的继承性粒屑滩。（3）东部有壶天统地层复盖，可作盖层。

