第一章　中国地史上聚煤模式的演变与煤岩形成的历史背景

煤的形成是自然界生物成矿作用的重要地质事件，其赋存和分布不仅受古植物、古气候和古地理环境的制约，也受一定构造格局的控制。在不同的构造背景和沉积环境下，形成了

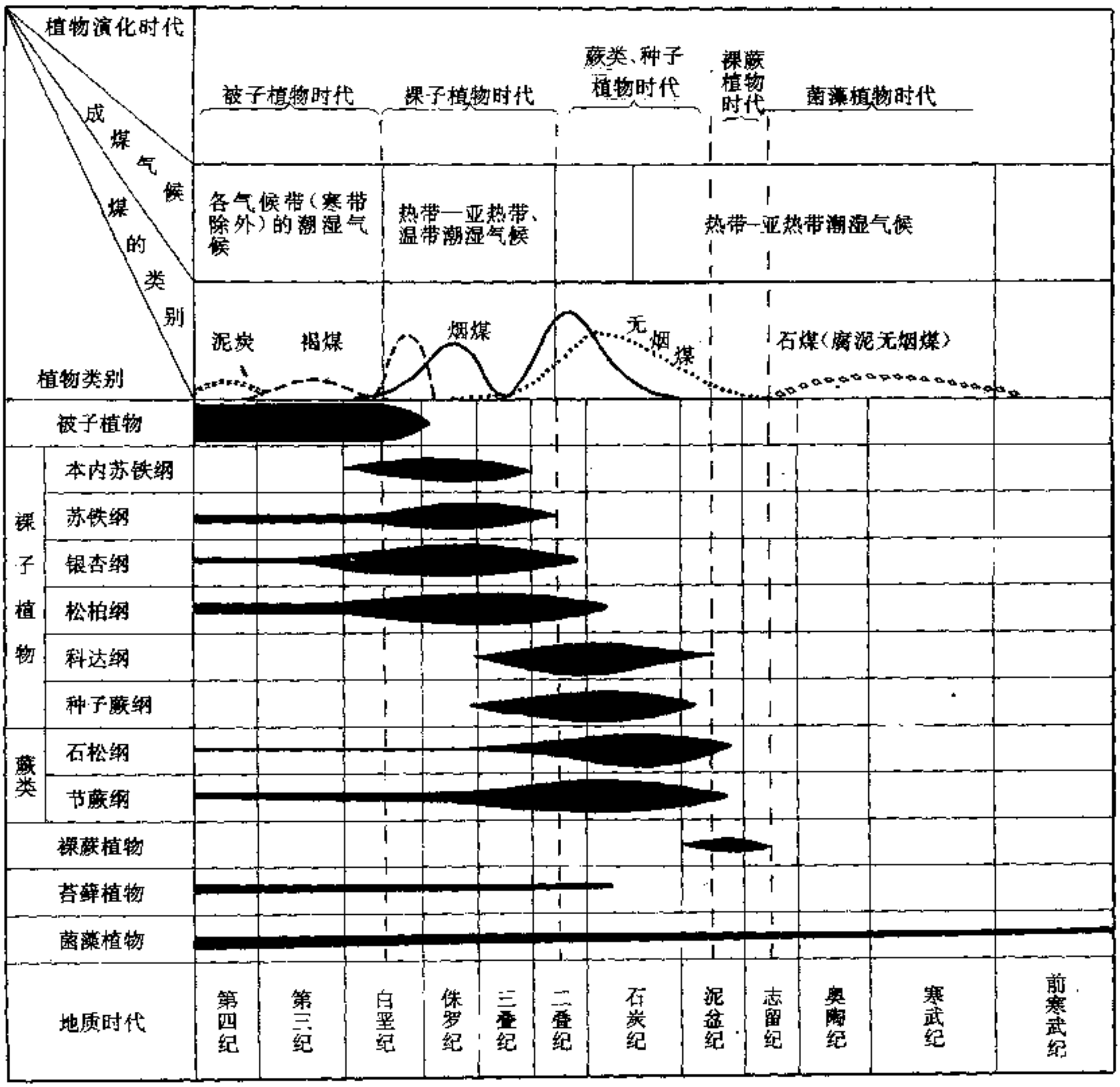

图 1-1　中国地史时期聚煤作用与植物、气候演变的关系

不同的含煤建造。所以，含煤建造是地壳构造演化特定阶段的产物。

不同地史时期的构造运动具有自身的运动特点，它对聚煤作用具有直接的影响，不仅影响聚煤盆地形态、聚煤中心和富煤带的展布和迁移，而且奠定了大型聚煤区的分布，控制海水进退及生物群的迁移。中国东部和西部古生代海西运动表现出的强度差异性、运动阶段性、旋回性及定向迁移性，对晚古生代植物种群和聚煤作用的规律性变化起到了直接控制作用。进入中、新生代，中国东部及亚洲东部滨太平洋域的广大地区，地壳构造格局发生深刻变化，导致北北东—北东向的隆起和坳陷以及强烈的褶皱和断裂发育。地壳的裂解致使古陆解体并漂移，从而形成一系列大型构造盆地，为聚煤作用提供了良好的场所。

地史上植物的发生和繁殖同样受构造格局和沉积环境的影响。自然景观变化，深刻地影响生物有机体，植物由于遗传和变异、适应和选择而出现相应阶段性的变化。从低等到高等植物，从水生植物、半水生植物到陆生植物，从简单到复杂，形成种类繁多的植物世界，为煤的聚集提供了物质基础。正由于植物群落的演变呈现出继承性、阶段性发展，使中国地史上聚煤模式经过了四个阶段(图 1-1)，而且每个阶段具有一定的特点，并在煤岩性质方面留下不同的标志。

第一节　早古生代以菌藻类为主的浅海相聚煤模式

地史上最初的生命孕育于原始的海洋。震旦纪地层中保留有原始生命的遗迹，是生命演化历史中的重要阶段。这一时期褐藻和红藻等一些藻类有了进一步的发展。单细胞藻类(微古植物)出现一些新的类型，且有些新的类型延续到寒武纪，显示出从晚元古代到古生代的过渡性质。震旦纪地层中常有海藻礁叠层石的出现，以及少许透镜状的腐泥煤。至早古生代，构造运动趋于缓和，海洋面积逐渐扩大，在海洋边缘斜坡地区或边缘海盆地，营养丰富，环境优越，有利于生物的生存和繁殖，不仅大量发育低等的菌藻类，也有海绵、腕足类等动物，生物死亡以后，生物遗体大量堆积，以藻类为主的浮游和底栖微植物群作为成煤物质形成了腐泥煤，如在湘、鄂、粤、桂、赣、川、陕等地早古生代地层中常发现透镜状高变质的腐泥煤(图 1-2、图 1-3)，因其坚硬似岩石，性质如煤能燃烧，故通称“石煤”(stone-like coal)。石煤储量以早寒武世最多，其次为早志留世。由此可知，聚煤作用开始于震旦纪，到早古生代聚煤作用逐渐活跃，达到两个高潮，形成中国地史上第一个聚煤期。

石煤是高变质的腐泥煤，它具有高灰、高硫、低热值的特点。但在湘西、皖南和陕南等地有优质的石煤，其灰分一般 20 %～40 %，发热量 16.74～25.12 MJ/kg，少数可达 29.30 MJ/kg 以上。石煤呈深灰或黑灰—灰黑色，光泽暗淡，结构均一，具贝壳状断口，密度一般为 2.2～2.3 g/cm^3；显微镜下观察，有机显微组分中以隐结构藻类体、结构藻类体和沥青质体为主，其中以沥青质体最常见，未见任何木质结构的组分；在电子显微镜下，清晰可见多种超微体和菌藻植物化石。石煤中的有机质主要来源于菌藻类等低等生物，因而富含氢和类脂物质。依据演化程度，石煤类似于已达干气阶段的烃源岩。

石煤在成岩－变质作用过程中，由于海底火山喷发和热水作用影响，有利于细菌繁殖，导致金属元素的迁移和富集，往往含有多种微量元素，如钒、钼、镍、银、铀等，有时可达工业品位，具有开采价值，受到工业界重视和利用。

由此看出，在中国早古生代(包括部分震旦纪)边缘浅海斜坡静水的还原环境下，有利于

菌藻的大量繁殖，形成海相的含石煤建造，这是中国地史上最早出现的海相聚煤模式，也是首次出现的聚煤期。

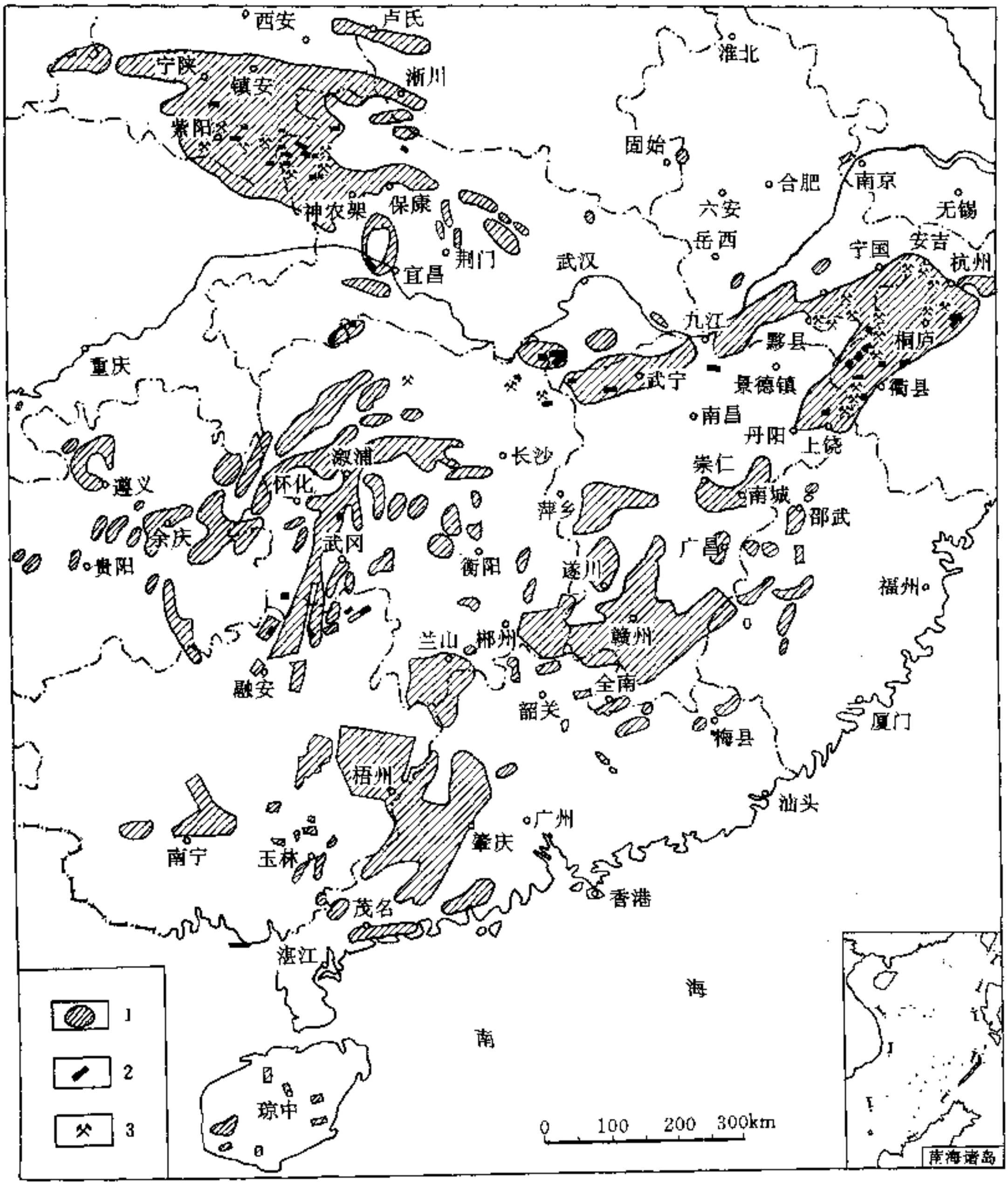

图 1-2 中国华南地区石煤分布示意图

1——石煤综考区；2——石煤普查勘探区；3——石煤矿

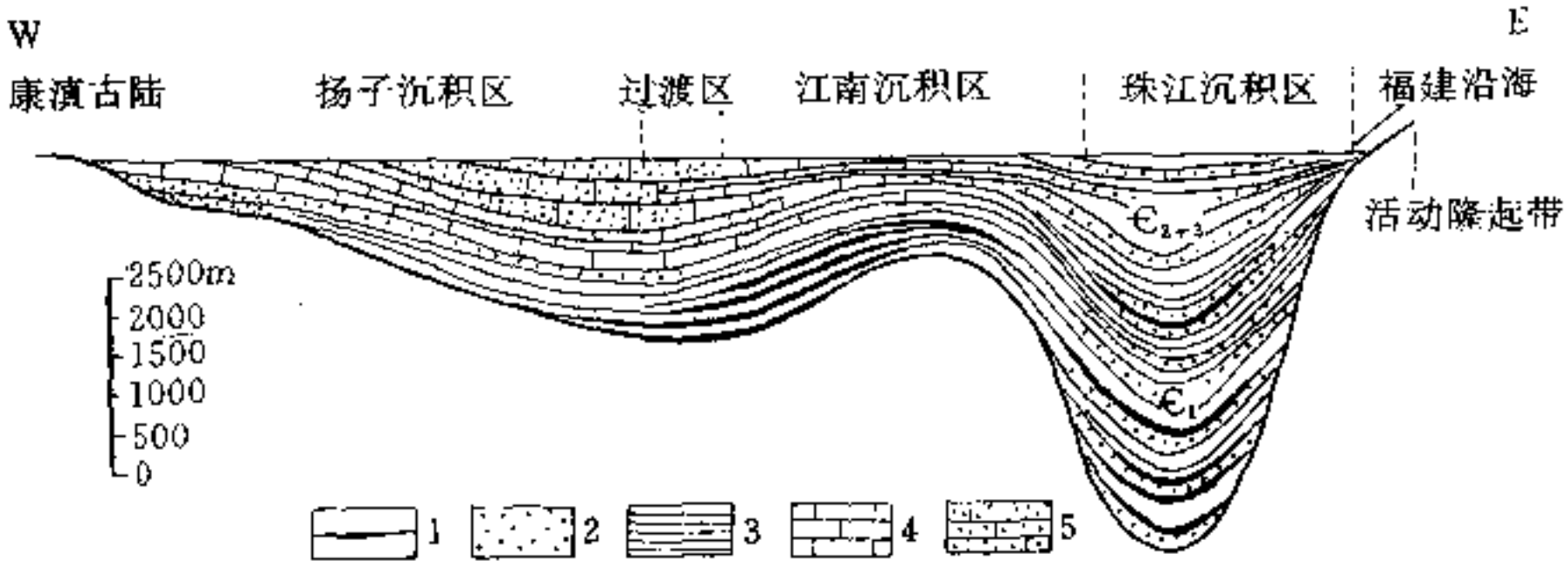

图 1-3　中国南部寒武系岩相变化剖面图

1——石煤、黑色页岩、硅质层；2——砂岩；3——页岩；4——石灰岩；5——白云岩、白云质灰岩

（据卢衍豪，南京地质古生物研究所季刊，1974；略修改）

第二节　晚古生代以蕨类植物为主的滨海过渡相聚煤模式

在中国东部，由于受加里东运动强烈影响，导致陆地面积扩大，气候温暖湿润，大气中含氧量增大，臭氧层的形成有利于陆生植物的繁殖生长；海洋中藻类向两个方向发展，即一支继续延续藻类繁殖，另一支则进化为陆生植物（如生活在海洋岸边的绿藻，逐渐适应陆地，进化为陆生植物），这是植物从水生到陆生发生的一次飞跃。绿藻是陆生植物的祖先。

一　泥盆纪

裸蕨植物是由绿藻类进化而来的，是最原始的维管植物。中国早泥盆世出现的植物种群有：云南工蕨（*Zosterophyllum yunnanicum*）、工蕨（*Zosterophyllum* sp.），以及石松纲的刺镰蕨（*Drepanophycus spinaeformis*）、原始鳞木（*Protolepidodendron* sp.）等，都是较原始的高等植物。由于植物体矮小，茎细长、形态简单、分布比较稀疏，仅形成炭质泥岩及厚度不大的薄层煤。为泥盆纪聚煤作用的开端。

中泥盆世，裸蕨的三支后代，原始的石松类、楔叶类和真蕨类相继出现，更能适应陆地生活，刺镰蕨、原始鳞木类植物等获得更广泛的发展。滨海相及海湾、泻湖相含煤沉积中出现煤层及煤线，以云南康滇古陆两侧发育完整。云南禄劝的海口组中赋存角质残植煤（图 1-4）；云南华坪、四川攀枝花大麦地一带亦有中泥盆世角质残植煤层出现，成煤环境以滨海、海湾为代表；广西大明山东侧的东岗岭组有透镜状煤层，广东封开东岗岭组亦有劣质煤四层，其中上层煤厚达 4～7 m。由上述可知，中泥盆世聚煤作用活跃，且又有一定的规模。

晚泥盆世，随着海水向东北方向浸漫，古地理景观有新的变化。晚泥盆世含煤沉积分布较广泛，长江中下游地区（如下扬子坳陷盆地和江南古陆东侧）有煤层出现，沉积环境以滨海三角洲为主，如湖北的宜都、松滋、巴东一带，滨海碎屑岩中有薄煤层及煤线分布（图 1-5）；湖南涟源一带，晚泥盆世晚期，聚煤作用有所显示；湖南邵东沾化冲一带，有薄煤层，厚 40 cm；安徽含山、巢县及江苏南京附近，晚泥盆世晚期聚煤作用趋于活跃，常见"五通组"的上部出现煤层，煤厚一般 20～30 cm，局部可达 1 m 左右，其中安徽巢县五通组的煤层最厚可达 1.3 m；江苏宜兴地区五通组出现薄煤层和煤透镜体。

泥盆纪时，华南地区海侵从西南向东北方向超覆，由此造成煤层出现规律性的由西南向

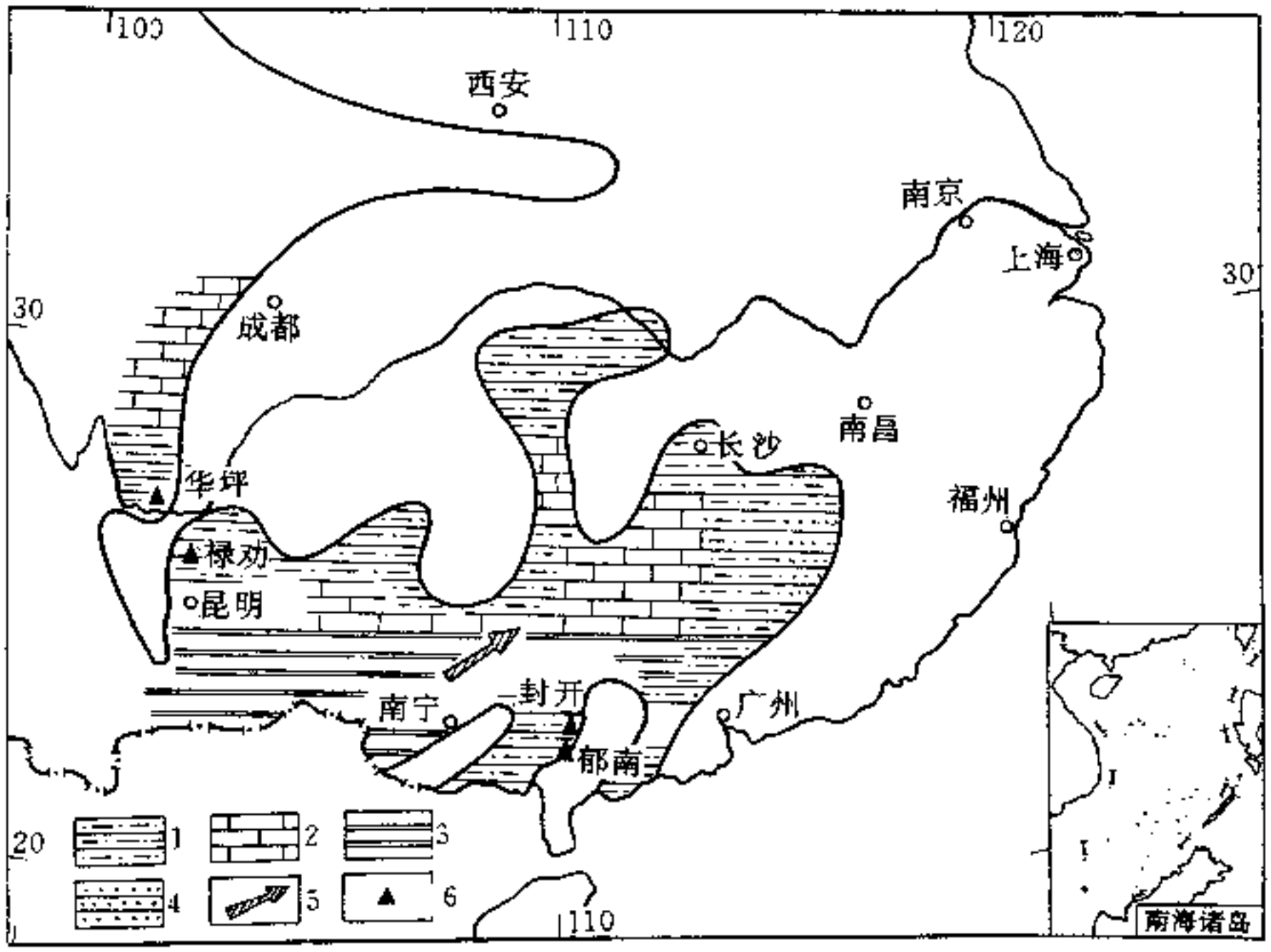

图 1-4 华南地区中泥盆世古地理及聚煤作用

1——过渡相；2——碳酸盐相；3——硅质岩相；4——陆相；5——海进方向；6——聚煤点

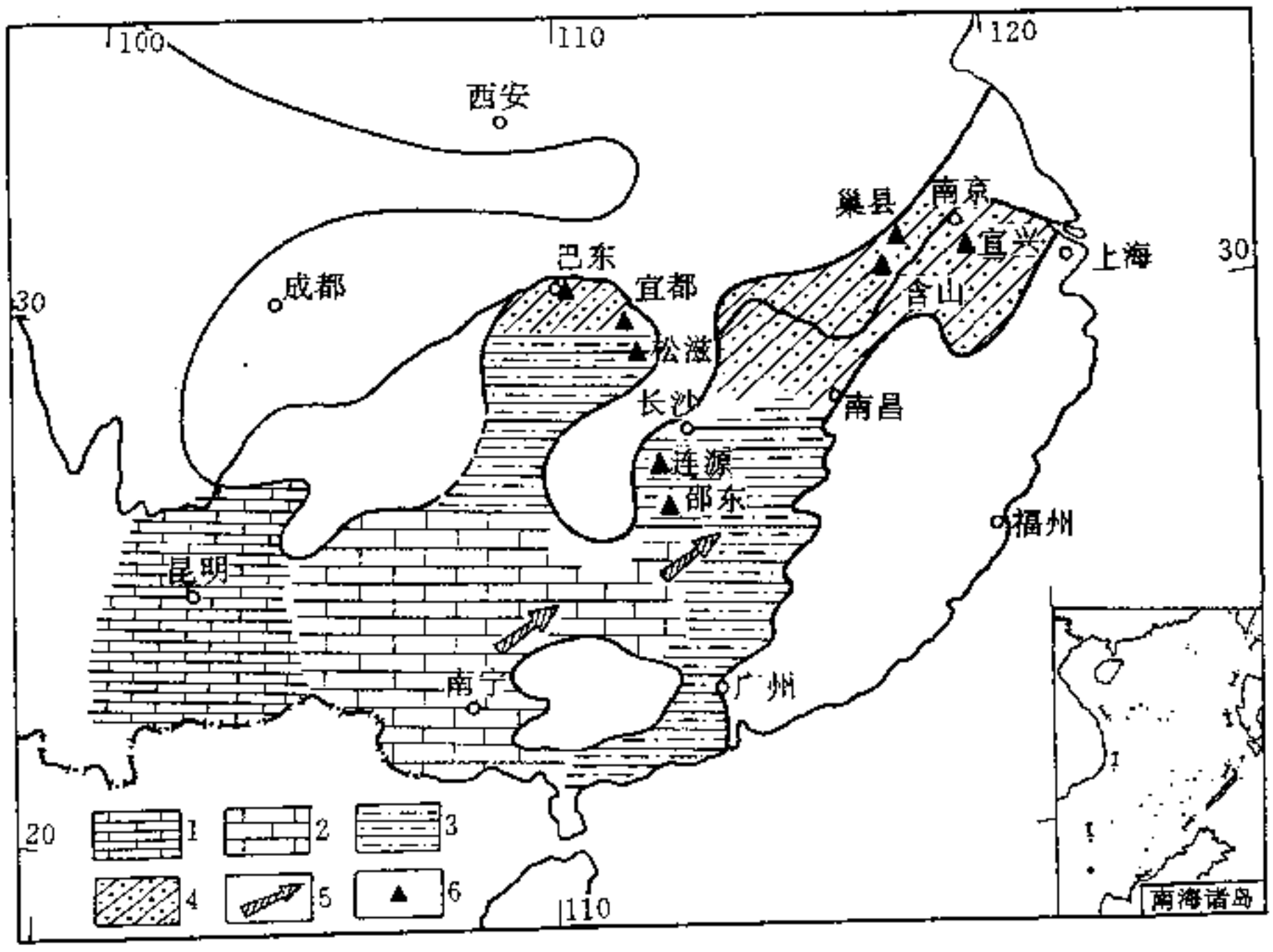

图 1-5 华南地区晚泥盆世古地理及聚煤作用图

1——碳酸盐相和硅质岩相；2——碳酸盐相；3——滨海碎屑岩相；4——过渡相；5——海进方向；6——聚煤点

东北方向演变，聚煤作用具有一定的方向性(图 1-6)。

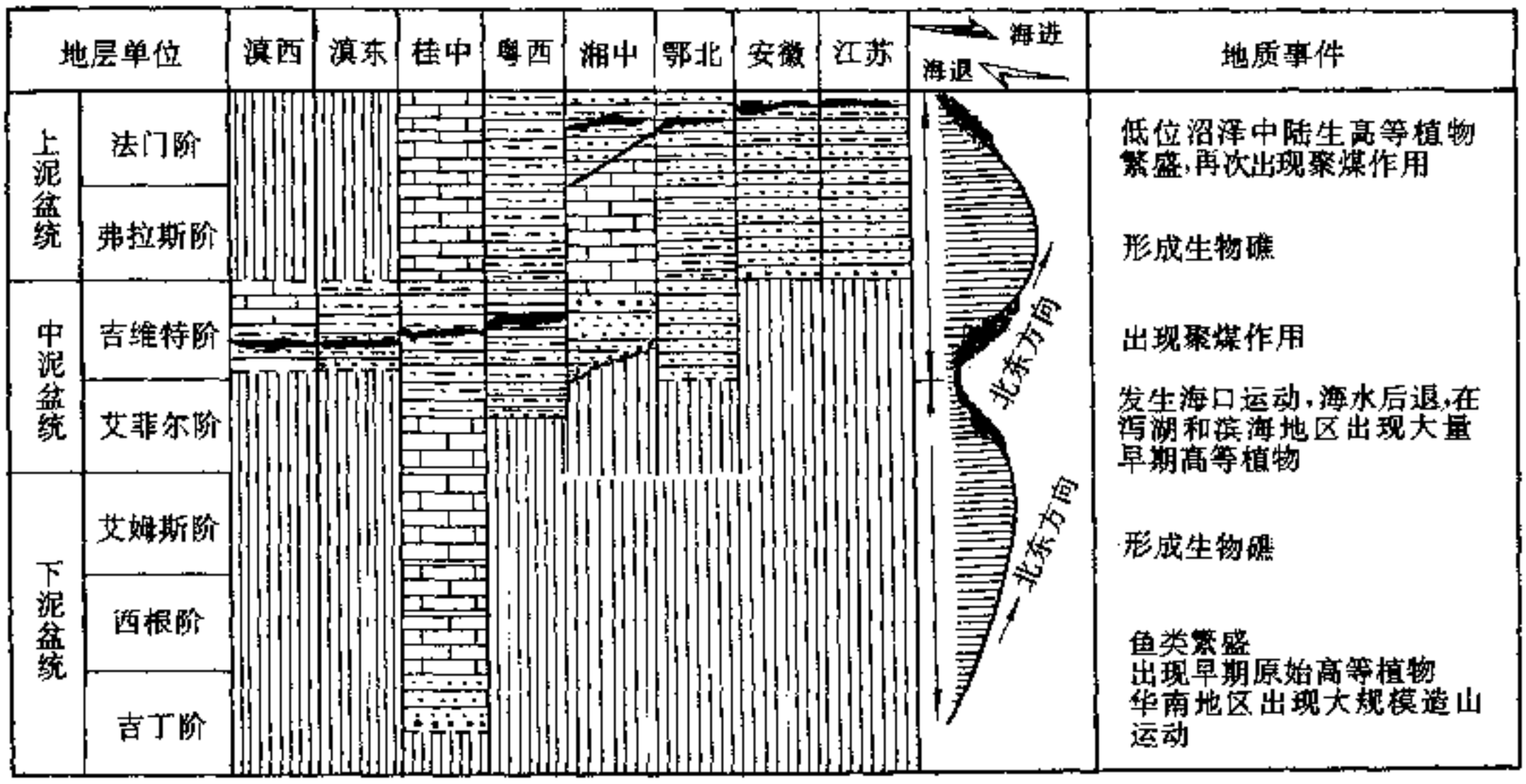

图 1-6　华南地区泥盆纪聚煤作用迁移示意图

二　石炭、二叠纪

进入石炭纪，植物的演化与繁殖，出现巨大的石松类和楔叶类(前者如鳞木及封印木，后者如芦木)，真蕨类中也有高大的树蕨，从而使聚煤作用活跃。

华南早石炭世仍承袭泥盆纪地理景观，海水向东北方向浸漫，含煤层位也随之由西南向东北逐渐升高，且含煤沉积显示富煤层段的穿时现象。早石炭世经历了海侵--海退--海侵的过程，到晚石炭世海侵达到了高潮，聚煤作用暂告结束。

早石炭世维宪期的测水组，含煤沉积形成于障壁岛--泻湖--潮坪沉积体系，以湘中地区为代表，含煤性较好；其次为桂北、黔南一带，也具类似的沉积特征，聚煤作用较活跃。

早石炭世比泥盆纪聚煤作用又增强了一步，是具有自身特色的聚煤期。早石炭世煤主要分布于华南地区，以无烟煤为主，少数为贫煤和瘦煤。

在中国北方，石炭--二叠纪聚煤作用以持续时间长，分布范围广阔，聚煤程度强著称于世。

在华北广阔稳定的大型陆表海盆地内，太原组和山西组连续沉积，气候潮湿温暖，再加多次火山事件，均有利于聚煤作用发展。

本溪组代表华北地区晚古生代聚煤作用的序幕。由于阴山古陆不断隆起，邻近古陆北带属滨海平原及三角洲沉积的太原组形成厚煤层；在华北中带，太原组以三角洲、泻湖和障壁岛，潮坪等沉积环境为主，形成中厚煤层；在南带，太原组以陆表海沉积为主，障壁沙坝发育，因此煤层发育一般。山西组含煤沉积随古陆抬升，海域逐步南移，聚煤作用也随之向南扩展。从华北北部到华北中部、南部，山西组聚煤作用增强，煤层增厚。上、下石盒子组的聚煤作用，主要分布于华北南部地区。

由于古陆的抬升，海水逐步南移，沉积环境发生相应的变化，并影响着煤岩、煤质。华北石炭—二叠纪煤主要为腐植煤，也有少许腐泥煤和角质煤，煤的组分及含量随着沉积环境自

北而南的变化而变化，规律性明显。太原组和山西组则由于聚煤环境的不同而导致二组煤在许多方面都存在明显差异：海陆交替相的太原组煤含硫高，为强还原型煤，煤中镜质组含量较高，煤的工艺化学性质比山西组煤好；由滨海相转为陆相环境形成的山西组煤，含硫较低，为弱还原型煤。

华南早二叠世，古陆边缘是在海进序列中形成栖霞组底部含煤岩系，并以滨海相沉积为主，代表滨海过渡环境，其聚煤古地理类型为滨海平原型、泻湖海湾型及浅海型。其中，以滨海平原型聚煤作用好，煤层多形成在陆源碎屑供应较充分的古陆边缘，厚度稳定，并往往沿滨海形成富煤地带。如湖北的浦圻、崇阳；云南宣威；贵州水城、威宁等。

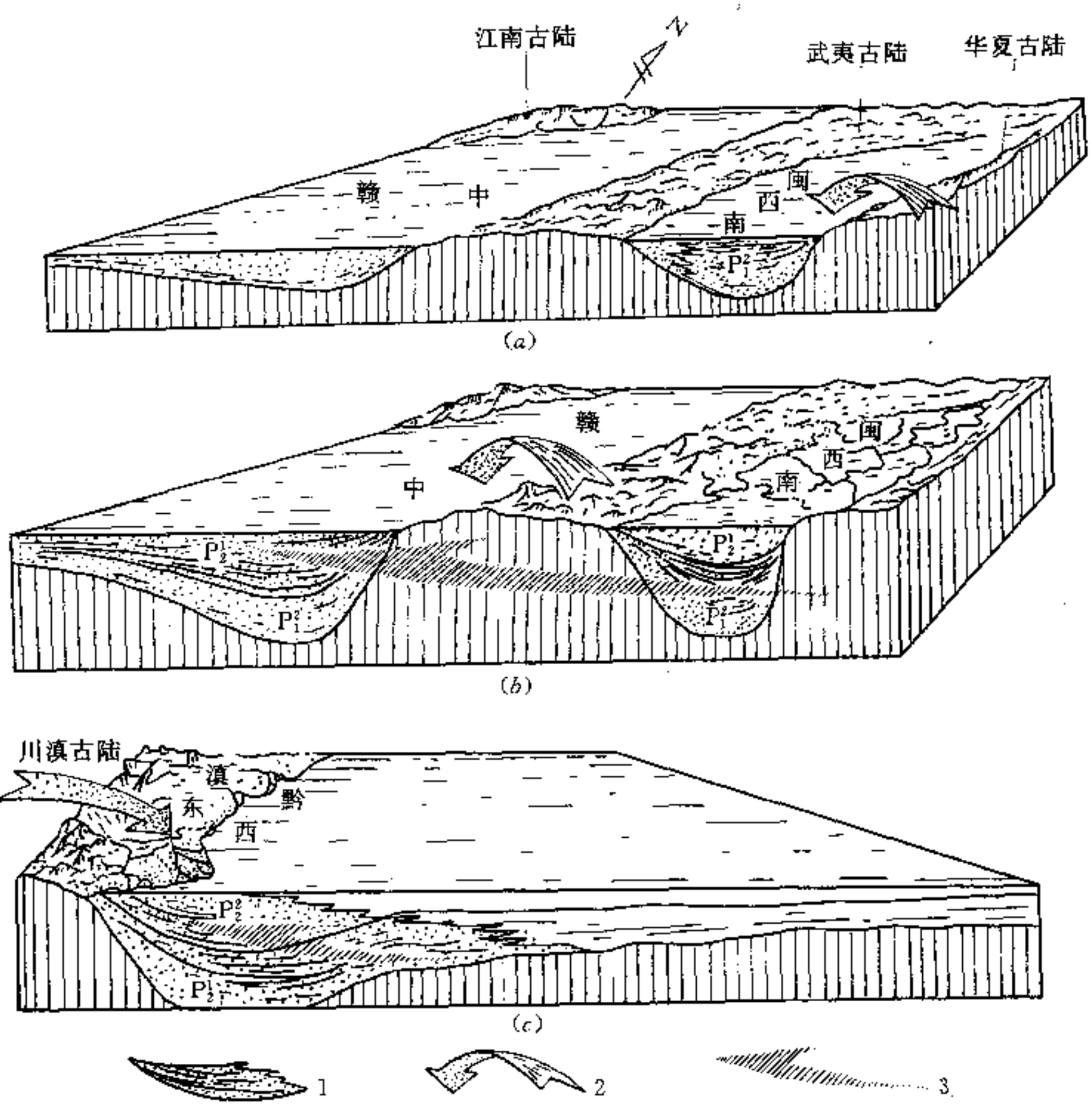

图 1-7 华南地区早、晚二叠世聚煤作用迁移图

1——陆源碎屑含煤沉积；2 ——主要陆源碎屑供应方向；3——聚煤作用迁移方向

早二叠世早期(梁山组)的煤层，形态复杂，常呈藕节状、透镜状等煤包，煤质以高硫煤和强粘结性煤为代表。煤的宏观煤岩类型以半亮煤和半暗煤为主。

早二叠世晚期(茅口组)，聚煤作用从东南向西北扩展，聚煤作用起于东南部。至晚二叠

世，聚煤作用又趋于活跃，龙潭组含煤岩系广泛分布于华南各省。总体来看，龙潭组煤的宏观煤岩类型以半亮煤及半暗煤为主，光亮煤和暗淡煤变化较大；煤中显微组分种类繁多，其中以富含树皮体而具特色，并沿浙江、江西、湘中至黔西、滇东呈北东向条带分布；龙潭组含煤岩系属海陆交互相沉积，沉积环境多样，煤中含硫较高，全硫含量达 1.5 %～6.0 %，有时高达 10 %，且有机硫含量之高也居各聚煤时代之首，西南地区（如贵州贵定）局部有机硫含量达 7 %～9 %；煤的粘结性一般比同煤化程度的煤偏高。至晚二叠世长兴期，聚煤作用逐渐衰退，仅部分地区有薄煤层。

从上述可知，自早二叠世到晚二叠世，华南聚煤古地理环境、沉积类型，以及聚煤带和聚煤中心等，均随构造的演化发展和时间的变化显示自东南向西北呈阶段性迁移（图 1-7）；此外，含煤层位、煤岩组分、煤岩类型等也发生相应变化。

由此得出结论：晚古生代聚煤作用有南北迁移的变化特点；聚煤环境多位于滨海附近（图 1-8）；高硫煤较多，属强还原型煤；成因类型以腐杭煤为主，有藻煤、烛煤等腐泥煤，先后出现角质残植煤、树皮残植煤、孢子残植煤和角质暗煤等；煤化程度以高、中煤级为主，有煤成烃显示（如鄂尔多斯盆地），许多地区有煤与瓦斯突出现象。

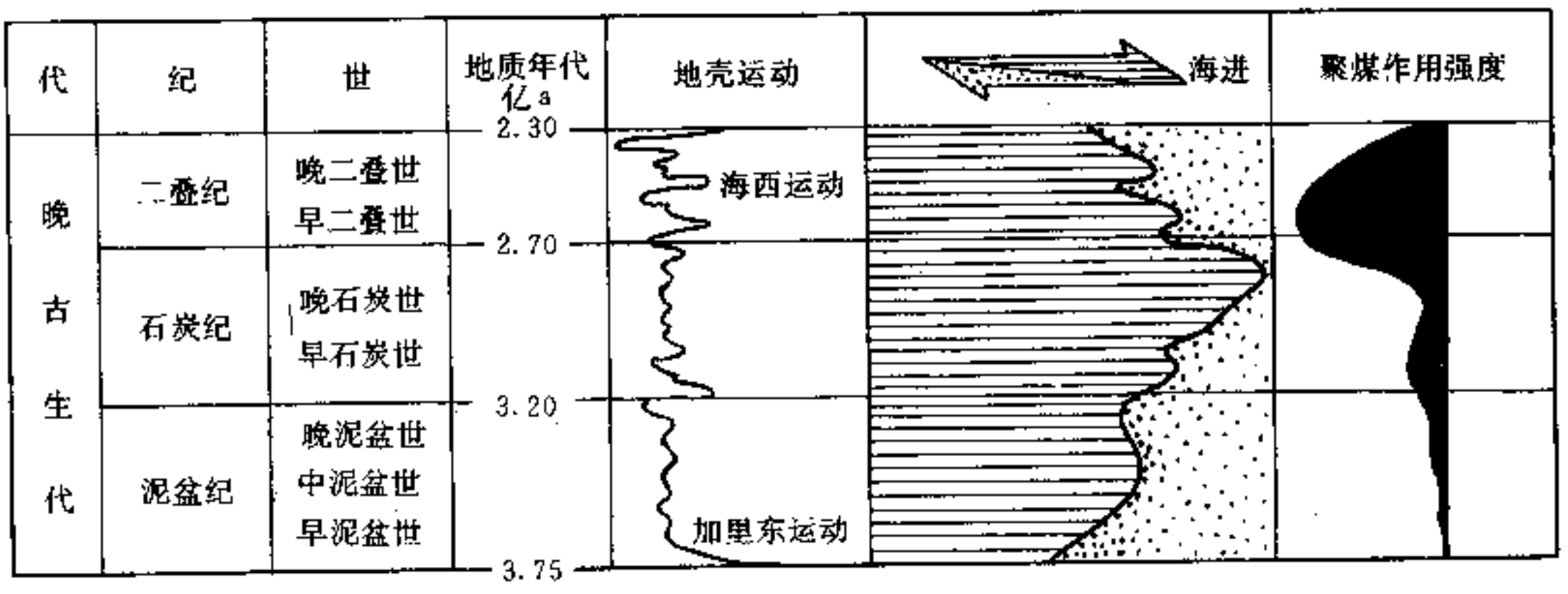

图 1-8　中国晚古生代聚煤作用与地壳运动、海陆变迁关系示意图

第三节　中生代以裸子植物为主的大、中型内陆湖泊、河流相聚煤模式

中生代中国大陆的沉积类型发生了较大的变化（图 1-9）。由于印支运动的影响，中三叠世末华南大面积海退，广阔的浅海环境大部分转化为聚煤盆地。在湿热的气候下，植物繁茂，从而开始了晚三叠世的聚煤作用。在川西、滇东、赣中、湘、粤等地形成以狭长海湾和淡化泻湖为代表的聚煤古地理环境，聚煤作用渐趋活跃。

中生代的植物是以适应环境较强的裸子植物占绝对优势，随着植物的演化，由浅水环境逐步转为内陆，聚煤作用亦同步变化。早—中侏罗世，成煤植物以苏铁和银杏为主；晚侏罗世－早白垩世，则以银杏和松柏植物占优势。由于植物繁茂和气候温暖潮湿，导致侏罗纪聚煤作用活跃，且持续时间长，分布范围广。因此在各聚煤时代中，中生代侏罗纪煤的储量占全国首位，具有重要经济价值。

由于构造运动和气候带的迁移，中生代聚煤作用有自西南向东北迁移的趋势，形成聚煤

的分带性——晚三叠世聚煤作用主要分布于秦岭以南，早—中侏罗世聚煤作用主要活跃于秦岭以北、天山、阴山以南地区，晚侏罗世—早白垩世聚煤作用则活跃于阴山以北地区。中生代各聚煤期的煤岩组成均各具特征：晚三叠世成煤植物以苏铁、松柏、银杏等植物为主，显微煤岩类型以亮煤为主，早、中侏罗世煤以惰质组和过渡组分含量高而区别于其它聚煤时代的煤，煤中常见透镜状丝炭，丝炭中有时可见清晰的年轮结构；晚侏罗世—早白垩世的煤，显微煤岩类型以亮煤为主，角质亮煤及混合亮煤亚型次之，树脂体增多，矿物质含量一般不高。中生代某些聚煤盆地中赋存厚层油页岩，西北某些盆地侏罗纪煤具较强的生烃潜力，值得注意。

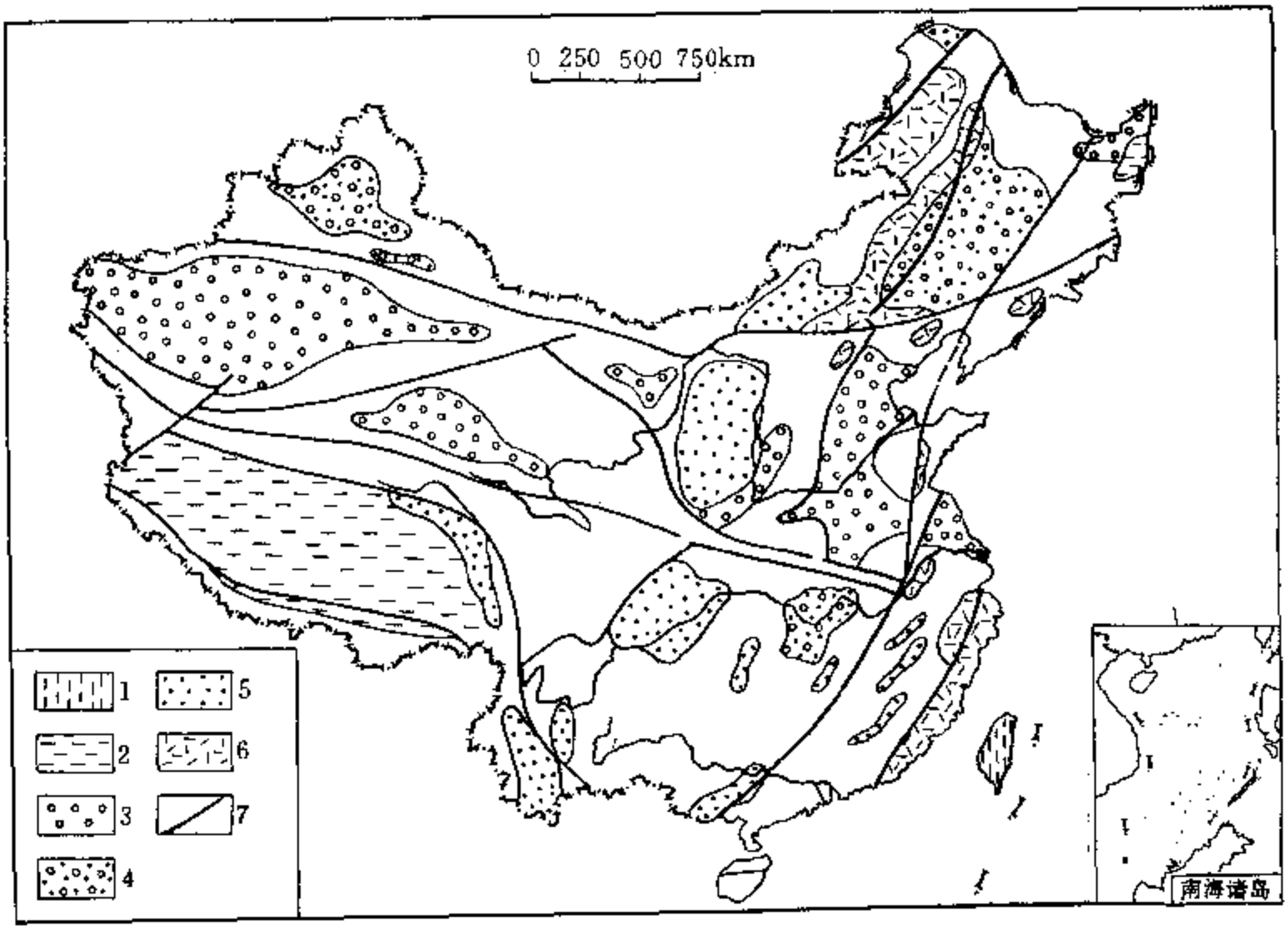

图 1-9 中生代、新生代时期中国大陆沉积类型

1——第三纪海相沉积；2——白垩纪、侏罗纪海相沉积；3——新生代盆地沉积；4——中新生代盆地沉积；5——中生代盆地沉积；6——含火山岩盆地；7——深断裂

中生代含煤岩系沉积环境多式多样。除少数在古陆边缘滨海地带形成滨海过渡相含煤岩系外(如黔西南的滨海平原型、黑龙江东北部一带的滨海山前盆地型)，其它聚煤盆地具有不同的古地理景观，常见有：内陆湖滨平原、内陆山前平原、内陆山间盆地等类型(表 1-1)。此外，中生代盆地的形成、构造活动性强弱和分异性大小，以及控制含煤岩系的性质和聚煤作用的盛衰等都决定于大地构造格局。中生代岩浆活动的南强北弱和阶段性，对煤化作用的叠加、变质带的展布产生了直接影响，使煤质分布具有一定方向性，并且直接影响煤中瓦斯的赋存和分布。

表 1-1　西北地区早中侏罗世聚煤盆地古地理类型特征

类型		主要特征				盆地实例
		古地貌	含煤建造厚度	岩相古地理	含煤性	
大型内陆盆地型		规模巨大，四周被山系环绕，盆地内部已准平原化	厚度变化较大，一般盆地外缘较厚，盆地内部较薄且较稳定	岩性、岩相呈环带状分布，边缘山麓、河流相为主，内部湖泊相发育	含煤性较好，富煤带主要分布于盆缘河流相发育地段，向内部逐渐变薄，至盆地中部含煤性差	鄂尔多斯、准噶尔
内陆山间盆地型	山间谷地亚型	四周被山系环绕，或两侧山势较高	厚度变化大，一般中部较厚，向边部渐变薄	岩性普遍较粗，边缘有时有山麓相存在，河流相中部最为发育，湖泊相少见	含煤性变化大，富煤带集中分布于盆地中部，向边部渐变薄，煤层不稳定	汝箕沟、木里、大通、靖远、吐哈、伊犁
	山间湖盆亚型	四周被群山环绕	厚度变化较大，一般中部较厚，向边部渐变薄	岩性变化较大，盆地中部有较稳定的湖泊相发育	含煤性变化较大，富煤带主要分布于盆地外缘或盆地中部含煤岩系下段	民和等
山前盆地型		一侧山势较高，另一侧低缓开阔	厚度变化较大，一般靠山一侧较厚，另一侧渐变薄	依山一侧向远山一侧岩性渐变细，山麓、河流及湖泊相呈带状展布	含煤情况不一，有时有富煤带分布	库车、罗布泊、塔里木南缘及柴达木北缘

第四节　新生代以被子植物为主的中、小型内陆湖泊沼泽相聚煤模式

新生代是地史发展的晚期阶段，生物演化是以被子植物和哺乳动物大发展为显著特点。中国东部受中生代燕山运动影响，形成了一系列北东向和北北东向的褶皱和断层；新生代的喜马拉雅运动又在中生代构造的基础上进一步发展，导致新生代一系列中、小型聚煤盆地的形成和规律性分布。

一　第三纪

中国第三纪存在一条纵贯中部，呈西北—东南向分布的干旱气候带，聚煤盆地主要分布于该气候带南北两侧潮湿气候带（图 1-10、图 1-11），因此第三纪出现晚第三纪和早第三纪两个聚煤时间不同的聚煤区。早第三纪聚煤盆地主要分布在东北及华北东部地区，晚第三纪则主要分布在云南、广西、广东、海南、西藏及台湾等地区。第三纪曾有海侵发生，江汉盆地、江苏北部及华北部分地区第三纪盆地中发现了咸水动物化石，但第三纪含煤岩系仍以陆相沉积为代表，含煤沉积的古地理环境以内陆山间盆地和内陆盆地为主，少数属内陆山间谷地。

第三纪煤的煤化程度普遍较低，一般为褐煤，部分地区受岩浆活动的影响，出现低、中变质烟煤。

东北及华北东部早第三纪聚煤盆地呈北东—北北东方向分布，与断裂构造带的分布具有密切关系。聚煤盆地中常常形成厚煤层甚至巨厚煤层。煤的成因类型主要为腐植煤，在个

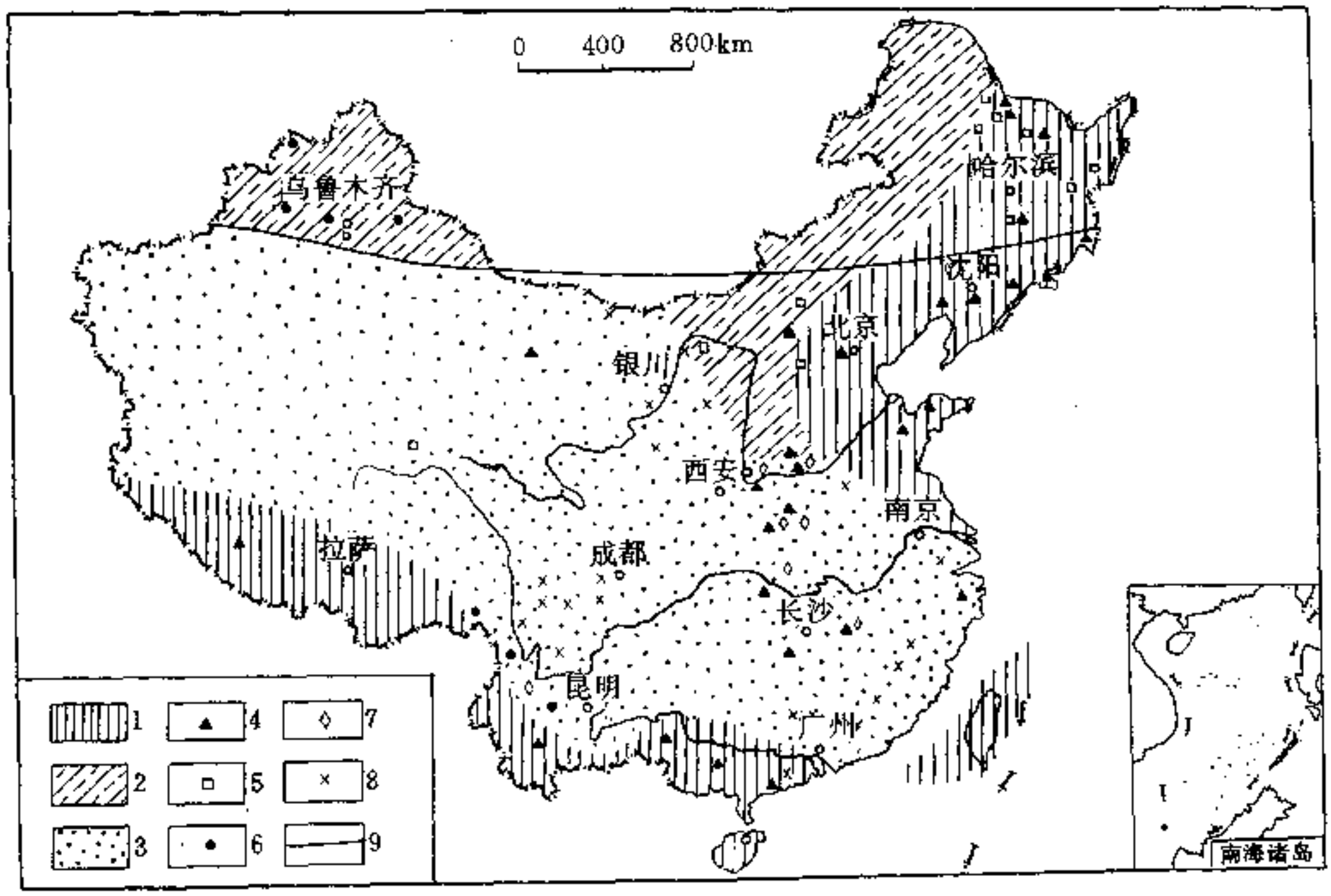

图 1-10 中国早第三纪古气候略图

1——潮湿气候区；2——半潮湿气候区；3——干燥气候区；4——常绿-落叶混交林化石点；5——落叶林化石点；6——黑色页岩点；7——蒸发岩点；8——红层点；9——植物地理区界线

别盆地中，形成腐泥煤、腐植腐泥煤、油页岩的连续沉积，煤的物质组成中以树脂体较多为特征，辽宁抚顺煤田形成“琥珀煤”。

南岭构造带是第三纪气候带划分的界线。南岭以南为热带、亚热带潮湿气候，植物主要为棕榈科、樟科、番荔枝科、梧桐科等阔叶长绿植物，植物的繁茂为西南及沿海地区晚第三纪聚煤作用提供了丰富的物质基础。

晚第三纪煤多分布在小型内陆山间盆地中，常形成巨厚煤层；在滨海地区沉积有近海型含煤岩系，属前缘盆地，以煤层层数多、厚度薄为特征。煤的成因类型主要是腐植煤，在云南一些盆地的煤层中，夹有“泥炭藓煤”。由于煤化程度低，煤中常见细胞结构保存较好的植物残体甚至炭化的植物茎干。在广西及南海地区，煤及含煤岩系则成为良好的油气源岩。

晚第三纪小型聚煤盆地分布有一定规律性，如西南地区聚煤盆地除少数侵蚀盆地外，主要以构造盆地为主，且聚煤盆地往往呈南北向和北西向展布。由于新构造运动的影响，断陷类型的聚煤盆地继承性显著，聚煤作用从第三纪一直延续到第四纪，剖面上表现为从第三纪软褐煤过渡到第四纪泥炭。

二 第四纪

中国泥炭主要赋存在第四系上更新统和全新统，次为中更新统，个别形成于第三纪上新世。中国幅员辽阔，适于泥炭聚集的地理环境较多，因此各地沉积有不同类型的泥炭。近年经过调查后认为，中国泥炭以中、小型矿床为主，泥炭分布不平衡，一般表现为西部多东部

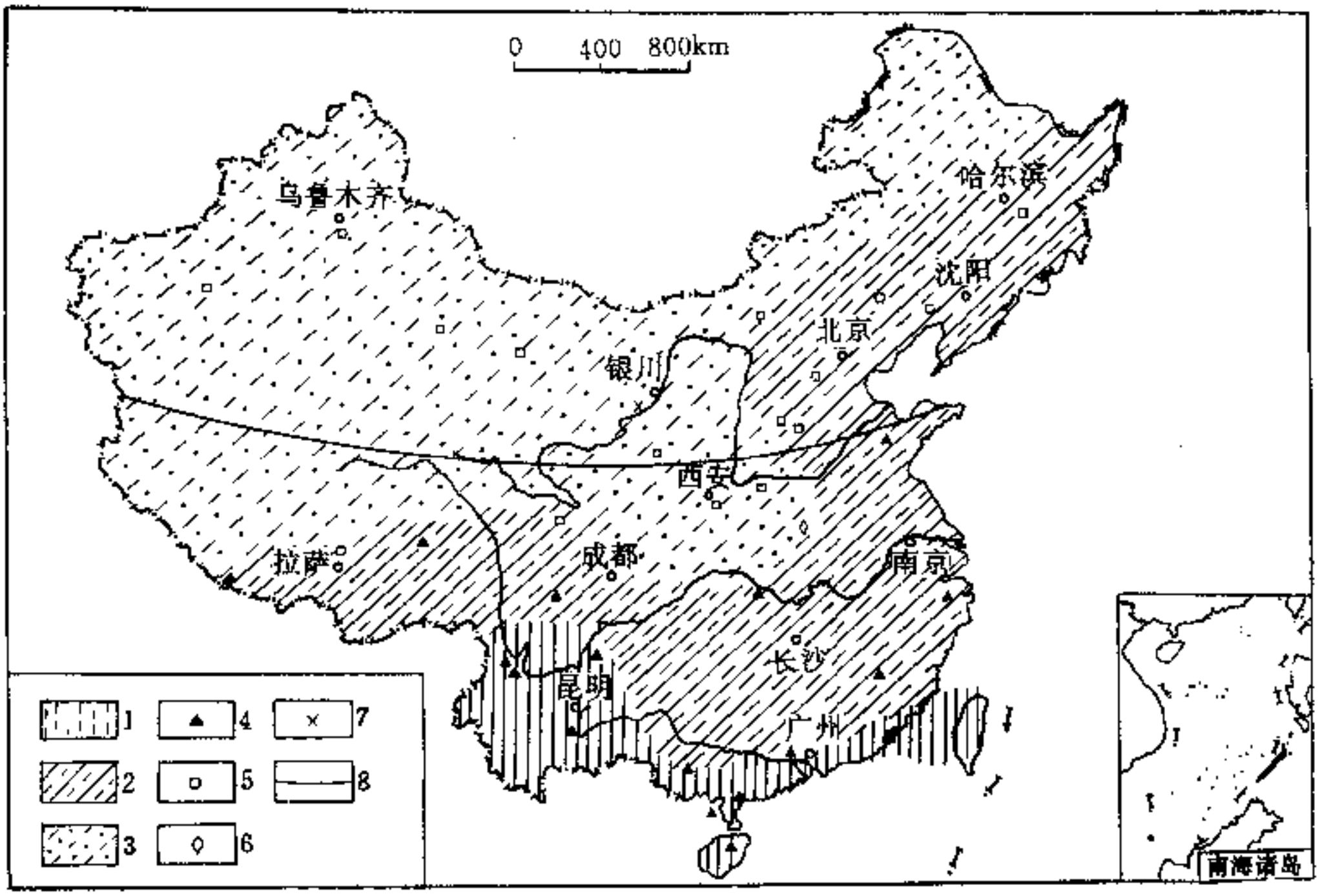

图 1-11　中国晚第三纪古气候略图

1——潮湿气候区；2——半潮湿气候区；3——干燥或半干燥气候区；4——常绿—落叶混交林化石点；5——落叶林化石点；6——蒸发岩点；7——红层点；8——植物地理区界线

少，北部多南部少。受海平面升降和周期性泛滥及强烈的新构造运动的影响，泥炭一般以 1～2 层为主，部分地区有 2 层以上。如贵州草海、云南的昆明盆地和宝秀盆地达 3～7 层，云南腾冲盆地 1～7 层，广东遂溪、湛江达 1～3 层，东部沿海平原地区（如浙东、冀东等地）有 2～3 层泥炭分布，长江下游（安徽沿江一带）有 1～4 层泥炭。第四纪泥炭成因类型主要有三大类：湖泊类、河谷类和沟谷类。其中，以湖泊类型泥炭占多数，约占全国泥炭资源总量的 65 %。泥炭的形成和分布还与植物的种类及分布有关。例如，长江流域以南，主要以木本泥炭和草本、草木混合泥炭为主；长江流域以北，主要以草本泥炭和苔草泥炭为主（如东北吉林、黑龙江等地）；有些地方出现极少的混合泥炭和藓类泥炭。由上述可知，从南向北显示有从木本→草本→草木混合→苔草泥炭的变化趋势。

第四纪全球性气候波动，气候带沿经向或纬向的迁移，促使成炭期的迁移。晚更新世期间出现的冰期和间冰期的气候波动，气候带的自南而北，自东而西的移动，引起泥炭沼泽发育时间也相应地发生变化。在冰后期，气候转暖，这种自南而北、自东而西逐渐的发展过程，同样引起全新世泥炭沼泽在空间上依次推迟现象，并造成中国泥炭的聚积作用具有东西展布、南北迁移的规律性。

全新世泥炭量占全国泥炭总量的 97 %，这表明冰后期形成的泥炭占重要的位置。

泥炭层厚度各地变化悬殊。例如，广西宾阳泥炭最厚可达 70.86 m，是全国最厚的泥炭层；广东遂溪泥炭厚达 27 m；云南宝秀、腾冲泥炭厚达 15.5～16.8 m；若尔盖高原泥炭最大厚达8.42 m，且厚度稳定。海南岛文昌泥炭透镜体厚 1 m 左右；至东北地区，泥炭厚度变薄，

如下辽河泥炭平均厚度一般 0.50～1.87 m，黑龙江北部泥炭层厚度不到 1 m。由此可知，中国南部和西南部泥炭层较厚，东部和北部泥炭层较薄。

泥炭中常保存有许多木本残体，有时甚至形成“腐木层”。这些植物残体保存着完好的植物细胞结构，通过研究可以了解形成泥炭的植物生态及其种类。

第四纪泥炭的聚积是地史上聚煤作用的缩影。新构造运动和气候的变化，对不同地区发育的泥炭有直接影响，而不同地区的泥炭，其堆积环境、成因类型、泥炭的性质、地球化学特点等都具有一定的差异，所以加强对泥炭的形成、组分及物理化学性质的研究，对认识地质历史中成煤作用、建立聚煤模式具有重要意义。

第五节 聚煤模式的演化

自然界事物的发生、发展是在不断向前演变的。从早古生代到新生代，聚煤作用持续发展，但各地质时期的聚煤作用及聚煤模式既存在延续性，又具有差异性，并随着时间的演化而发展。中国各地质时期的聚煤模式演化具有以下特点：

一 聚煤作用与古地理及古气候的关系

中国地史时期，随着构造运动阶段性发展、海陆变迁和植物演化，聚煤作用逐步由浅海、滨海向内陆迁移，因此聚煤古地理景观也发生相应的变化，即：早古生代为浅海环境，晚古生代以滨海环境为主，中生代从近海环境逐步过渡到内陆环境为主，新生代第三纪主要为内陆盆地沉积环境，部分为滨海环境。由此说明聚煤模式的演化可以分为四个阶段，随地质时代变新，聚煤作用逐渐复杂，古地理类型逐渐多样化(表 1-2)。

二 聚煤模式演化与古植物演化的关系

聚煤作用从浅海逐渐扩展到陆地，与植物从海生→半水生→陆生不断演化有密切的关系。因此，海相成煤、过渡相成煤、陆相成煤是煤形成过程中不同阶段的标志。由于地质学者通常是从陆生植物形成的腐植煤来理解成煤作用，所以一般易将煤作为陆相的标志。但从煤的演变历史来看，煤可能是海相的或过渡相的，也可能是陆相的。依据它形成的时代、环境及植物演化特征等，可确定出煤的成因。由此可知，煤并不是一成不变的陆相沉积的标志。植物从水生、半水生到陆生的演化过程中，在浅海、海湾、泻湖、潮间带、潮上或潮下等某些地带(主要有利于植物繁殖)形成煤层，经历的环境比较多样，因此有必要加强成煤植物、煤层聚积环境、地球化学、煤岩学等方面的综合研究，了解植物群生态环境、煤层本身的特点、地球化学特征，从而对不同煤层进行系统的煤相分析，这不仅有利于深入了解整个聚煤作用过程，也丰富了煤田地质学的内容。

三 聚煤区的分布与构造运动的关系

地质历史表明，聚煤作用是各种因素综合作用的产物。地壳运动随时间的推移而发生变化，构造活动在时间上的阶段性、空间上的迁移性和成带性，导致中国聚煤作用在时空上规律性的变化，形成六大聚煤区(图 1-12)，且每个聚煤区有不同的煤类和煤岩特征。

表 1-2　中国地史上聚煤模式的演变与特征

演变动态	早古生代	晚古生代	中生代	新生代
沉积环境	浅海、海湾	滨海、泻湖、三角洲平原等	大、中、小型内陆盆地，沉积条件较复杂	中、小型内陆盆地
聚煤类型	浅海斜坡地带	海、陆过渡地带，滨海盆地及平原	陆相沉积为主，河、湖类型众多，聚煤古地理类型多样化	陆相沉积，聚煤古地理类型增多
植物群落的演化	菌藻类繁盛	裸蕨类、蕨类、种子蕨时代	裸子植物时代	被子植物时代
气候条件	热带潮湿气候	热带亚热带潮湿气候	潮湿带迁移变化，有部分干旱出现	干旱带分隔南、北两潮湿气候带
聚煤期的出现	震旦纪有石煤出现，早寒武世、早志留世赋存较多石煤	中、晚泥盆世，早石炭世、晚石炭世—早二叠世、晚二叠世	晚三叠世、早中侏罗世，晚侏罗世—早白垩世	早第三纪、晚第三纪、第四纪(泥炭)
煤种的演变	腐泥煤(石煤)	腐植煤开始出现，角质残植煤、树皮残植煤、孢子残植煤	腐植煤多样化，腐植-腐泥煤、树脂残植煤	煤精、琥珀煤、泥炭藓煤等
煤化程度的演化	高变质的腐泥无烟煤	高煤级煤、中煤级煤为主	低煤级煤、中煤级煤为主，有部分褐煤	主要为褐煤，少数低煤级煤，第四纪为泥炭，个别盆地有软褐煤
含煤建造及煤质变化	海相含石煤建造、高硫、高灰、低热值腐泥无烟煤	海陆交替相含煤建造，强还原型、高硫煤；过渡型含煤建造，弱还原型低硫煤	过渡相或陆相含煤建造，弱还原型低硫、弱粘结性煤	小型内陆盆地煤含硫较低，滨海盆地煤含硫较高
煤成烃及阶段性变化	海相烃源岩成熟度高，有机质含量较低	煤化作用阶段均有烃类产出，进入中等热演化阶段以后，烃类气体产率迅速增长，煤岩组分的烃类产率是壳质组>镜质组>惰质组 存在众多的煤、油气共生盆地，如鄂尔多斯盆地、准噶尔盆地、吐鲁番盆地、东海及南海大陆架盆地等		
煤中的瓦斯及阶段性变化	未发现	高瓦斯区最多，受构造条件控制	高瓦斯区减少，东北及华北部分地区瓦斯较高	以低瓦斯为主，偶有部分高瓦斯地区
聚煤中心的迁移	主要分布于华南	D_2-C_1 华南地区 $C_1-P_2-T_3$ 西藏地区 C_2-P_1 华北地区 P_2 华南地区	J_{1-2}西北及东北地区 J_3-K_1 东北地区	早第三纪在东北地区，晚第三纪在西南及华南沿海地区

四　中国主要聚煤期

在地质历史时期中，地壳运动引起海陆变迁、气候更替，推动了植物界演化迁移，使聚煤作用呈波浪式向前发展。中国地史上显著聚煤期有以下几个：

早古生代　始于震旦纪，以早寒武世、早志留世聚煤作用最活跃，是最早出现的聚煤期。

晚古生代　包括中、晚泥盆世聚煤期(聚煤作用活跃于华南聚煤区)、早石炭世聚煤期(活跃于华南聚煤区及西藏地区)、晚石炭世—早二叠世聚煤期(聚煤作用强烈活跃于华北聚煤区)、早二叠世聚煤期(聚煤作用活跃于华南聚煤区东部)、晚二叠世聚煤期(强烈活跃于华

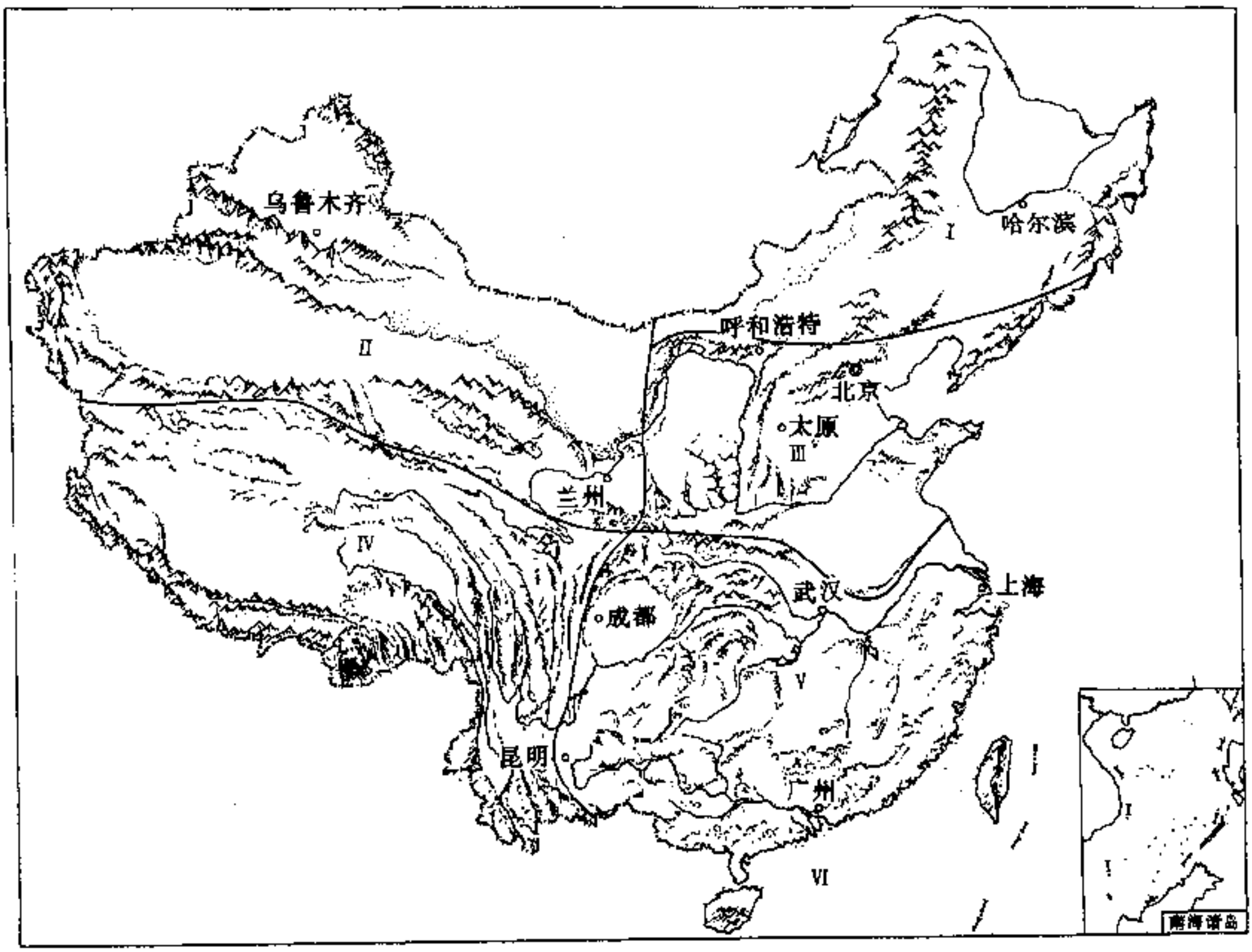

图 1-12 中国聚煤区划分示意图

I ——东北内蒙晚侏罗世--早白垩世聚煤区；II ——西北早、中侏罗世聚煤区；
III ——华北石炭—二叠纪聚煤区；IV ——西藏滇西石炭纪、二叠纪、三叠纪及第三纪聚煤区；
V ——华南晚二叠世聚煤区；VI ——台湾、海南及沿海第三纪聚煤区

南聚煤区及西藏地区)。

中生代 包括晚三叠世聚煤期(活跃于华南聚煤区及西藏地区)、早中侏罗世聚煤期(聚煤作用强烈活跃于西北聚煤区)、晚侏罗世—早白垩世聚煤期(聚煤作用强烈活跃于东北聚煤区)。

新生代 包括早第三纪聚煤期(活跃于东北聚煤区)、晚第三纪聚煤期(活跃于华南聚煤区、南方沿海及附近大陆架盆地。)

以上 11 个聚煤期的聚煤作用盛衰起伏不平衡，演变交替十分显著。早古生代的煤形成于菌藻类植物时代，在浅海地区形成腐泥无烟煤。进入晚古生代，聚煤作用从浅海海湾、泻湖逐步向滨海、沿海地区及陆地迁移；晚古生代陆生植物大量出现，腐植煤占重要位置，角质残植煤、树皮残植煤、孢子残植煤及腐植腐泥煤等相继出现。中生代腐植煤类型日渐多样化，有腐植腐泥煤、树脂残植煤，出现厚层油页岩。新生代第三纪主要为褐煤，有煤精、琥珀煤及含蜡量很高的泥炭藓煤等。

第四纪有泥炭堆积，遍布全国。上述说明，地史上各种煤类型的出现与成煤植物的演替

具有密切关系。

五　腐植煤的成因类型

自晚古生代以来，各聚煤时代形成的煤尽管都以腐植煤为主，但由于聚煤环境、成煤植物、沼泽的积水及介质条件等因素因地而异，从而造成腐植煤的组成、成分、性质及成因上多种变化。根据腐植煤的成因及控制因素，可把腐植煤划分成若干成因类型(表 1-3)。随着对煤的研究日益深入，对腐植煤的类型划分和认识会从浅到深、由现象到本质而趋于完善。

六　煤化作用与煤成烃

煤进入中等热演化阶段以后，烃类气体产率迅速增长。煤岩组分的烃气产率有一定的差异，即：壳质组>镜质组>惰质组。烃气产率受演化程度和煤岩组分的影响而有变化。成煤作用的热演化具有一定的规律性，演化过程中有渐变，也有突变，煤成烃同样显示阶段性变化。

七　煤层甲烷

华北石炭—二叠纪聚煤区，煤变质程度较高，高瓦斯矿井多；华南二叠纪聚煤区，煤质以中、高煤级煤为主，煤层甲烷含量高，高瓦斯矿井多。西北早、中侏罗世聚煤区，煤变质程度不高，高瓦斯矿井减少。东北晚侏罗世—早白垩世聚煤区，煤变质较低的地区煤层甲烷含量少，部分地区煤变质程度较高，高瓦斯矿井显著增加。中国煤矿瓦斯分布特征，表现为东高西低、西南高东北低的基本趋势，煤层瓦斯赋存情况与煤变质程度及地质构造背景有密切关系。

综上所述，煤的聚煤模式和聚煤作用的演变表明，它们既与各地质阶段出现的事物相联系，但与事物间的联系紧密程度又存在一定差异：不同时代、不同阶段、不同聚煤期聚煤作用的盛衰存在不均衡性；煤质与煤岩变化存在显著的规律性，包括变化性、继承性、阶段性和方向性。煤的物质组成反映了原始泥炭沼泽的环境及泥炭的特点和它的成岩演变史，而原始成煤植物与煤的显微组分存在密切的联系，因此有必要从煤岩学基础出发，分别探讨分析各时代煤岩性质，以及煤化过程中泥炭、褐煤、烟煤、无烟煤的规律性变化和煤的地球化学特点。现代测试手段和科学研究方法有利于揭示事物变化的实质，从而有助于更深入了解我国煤岩的性质及存在的规律性。

表 1-3 腐植煤的

据煤显微组分物质类型划分的煤类别	过程的特点	煤的显微组分>50 %	沼泽介质化学性质	沼泽的积水性	水介质的活动性	据木质			纤维组织		
						第一成因类别			第二成因类别		
						木质-纤维组织弱分解的煤、结构煤			木质-纤维组织较弱分解的煤、亚结构煤		
						煤的成因亚类	相	大相	煤的成因亚类	相	大相
凝胶煤	凝胶化作用	凝胶质物	嫌气	富含水	滞水	凝胶结构煤	活动的富含水、滞水泥炭沼泽	活动的泥炭沼泽沉积	凝胶亚结构煤	较活动的、富含水、滞水泥炭沼泽	较活动的泥炭沼泽沉积
半凝胶煤		半凝胶质	需氧—嫌气	含水		半凝胶结构煤	活动的含水、滞水泥炭沼泽		半凝胶亚结构煤	较活动的、含水、滞水泥炭沼泽	
半丝质凝胶煤	凝胶丝炭化作用	半炭化凝胶物丝质	嫌气—需氧	含水		半凝胶丝质结构煤	活动的周期性短期干涸、滞水森林泥炭沼泽		半凝胶丝质亚结构煤	较活动的周期性短期干涸含水、滞水森林泥炭沼泽	
凝胶丝质煤		凝化胶物丝质炭				凝胶结构丝质煤	活动的周期性长期干涸、滞水森林泥炭沼泽		凝胶丝质亚结构煤	较活动的周期性长期干涸含水、滞水森林泥炭沼泽	
类丝质凝胶煤		半炭化凝胶物丝质		含水	活水	类凝胶丝质结构煤	活动的含水、活水森林泥炭沼泽		类凝胶丝质亚结构煤	较活动的含水、活水森林泥炭沼泽	
丝质煤	丝炭化作用	丝物炭质化	需氧	干涸	非活水	丝质结构煤	活动的“干涸”、滞水森林泥炭沼泽		丝质亚结构煤	较活动的“干涸”、滞水森林泥炭沼泽	
泥炭聚积区活动程度						活动的泥炭聚积区			较活动的泥炭聚积区		
沉积环境						冲积-湖沼、滨岸冲积盆地、冲积-陆缘海盆地					
泥炭聚积前、后沉积条件的交替						明显					
泥炭聚积区的沉降速度						快			较快		
植物质生物化学分解程度						弱分解			较弱分解		

注： 据原苏联地质科学院地质研究所，1973；略修改。

成因类型

分　解　程　度　的　煤　成　因　类　型

第三成因类别			第四成因类别			第五成因类别		
木质-纤维组织较强烈分解的煤、亚无结构煤			木质-纤维组织强烈分解的煤、无结构煤			木质-纤维组织几乎完全分解的煤、残植煤		
煤的成因亚类	相	大相	煤的成因亚类	相	大相	煤的成因亚类	相	大相
凝胶亚无结构煤	较稳定的富含水、滞水泥炭沼泽	较稳定的泥炭沼泽沉积	凝胶无结构煤	稳定的富含水、滞水泥炭沼泽	稳定的泥炭沼泽沉积	凝胶无结构残植煤	极稳定的富含水、滞水泥炭沼泽	极稳定的泥炭沼泽沉积
半凝胶亚无结构煤	较稳定的含水、滞水泥炭沼泽		半凝胶无结构煤	稳定的含水、滞水泥炭沼泽		半凝胶无结构残植煤	极稳定的含水、滞水泥炭沼泽	
半凝胶丝质亚无结构煤	较稳定的周期性短期干涸含水、滞水泥炭沼泽		半凝胶丝质无结构煤	稳定的周期性短期干涸含水、滞水泥炭沼泽		半凝胶丝质无结构残植煤	极稳定的周期性短期干涸含水、滞水泥炭沼泽	
凝胶丝质亚无结构煤	较稳定的周期性长期干涸含水、滞水泥炭沼泽		凝胶丝质无结构煤	稳定的周期性长期干涸含水、滞水泥炭沼泽		凝胶丝质无结构残植煤	极稳定的周期性长期干涸含水、滞水泥炭沼泽	
类凝胶丝质亚无结构煤	较稳定的含水、活水泥炭类沼泽		类凝胶丝质无结构煤	稳定的含水、活水泥炭沼泽		类凝胶丝质无结构残植煤	极稳定的含水、活水泥炭沼泽	
较稳定的泥炭聚积区			稳定的泥炭聚积区			极稳定的泥炭聚积区		
潮沼、　滨岸盆地、　陆缘海								
不明显(有相对固定的沉积条件)								
较　慢			慢			极　慢		
较强烈分解			强烈分解			极强烈分解		