

第十三章 中生代的古生物、古地理和古构造

中生代经历 250~65 Ma, 延续约 185 Ma, 分为三个纪, 由老至新分别为三叠纪 (250~205 Ma)、侏罗纪 (205~135 Ma) 和白垩纪 (135~65 Ma)。

中生代生物界以陆生裸子植物、爬行动物 (尤其是恐龙类) 和海生无脊椎动物菊石类的繁荣为特征, 所以中生代也称为裸子植物时代、恐龙时代或菊石时代。白垩纪末出现地史中著名的生物集群绝灭事件, 在陆地恐龙类和海洋菊石、微体化石等门类中都有明确记录。中生代的古地理、古气候有了新的演变, 三叠纪陆地面积继续扩大, 海区缩小, 陆相地层广泛发育; 侏罗纪、白垩纪是中生代海侵较大的时期, 但是亚洲中、东部海侵未曾到达, 以大陆环境为主; 大陆上湖盆发育, 气候温暖潮湿, 植物茂盛, 成为地史上又一个重要成煤期。中生代也是全球构造活动性增强的时代, 三叠纪中期联合古陆达到了鼎盛时期, 晚期进入分裂解体阶段; 侏罗纪、白垩纪分裂解体愈渐加剧, 大西洋和印度洋加速开裂, 不断扩张, 而特提斯洋渐趋消减萎缩; 环太平洋地壳运动和岩浆活动强烈, 形成了著名的环太平洋火山喷发带和内生金属成矿带。

第一节 中生代的生物界

古生代末期的全球性生物绝灭事件导致生物界面貌的重大变革。中生代开始, 海生无脊椎动物呈现崭新的面貌, 陆生动植物也进入一个新的发展阶段。在生态特征方面, 脊椎动物首次占领了陆、海、空全方位领域, 显示了生物适应环境能力的巨大进步。

一、陆生植物的发展及地理分布

中生代裸子植物苏铁、松柏、银杏的繁盛代表了植物界的发展进入更高级阶段, 而在晚三叠世和侏罗纪、白垩纪真蕨类的繁盛则具有非常重要的地层和古气候意义。在中国境内晚三叠世以古天山 (或古昆仑) —古秦岭—古大别山一线为界, 南方以 *Dictyophyllum* (网脉蕨) —*Clathropteris* (格脉蕨) 植物群为特征, 代表热带、亚热带近海环境。北方以莲座蕨科的 *Danaeopsis* (拟丹尼蕨) —*Bernoullia* (贝尔瑙蕨) 植物群为特征, 代表温带潮湿内陆环境。至晚侏罗世、早白垩世植物分界界线明显北移, 大致以阴山为界, 北方银杏类很多, 蕨类则以 *Acanthopteris* (刺蕨) 和 *Ruffordia* (鲁福德蕨) 植物群繁盛为特征, 松柏类具展开状的披针形叶片, 如 *Cephalotaxopsis* (拟粗榧), 反映了温带潮湿气候特征。南方以银杏类极少, 小叶型真蕨类为特征, 松柏类为鳞片状小叶紧贴在枝上, 角质层也增厚, 如 *Brachyphyllum* (短叶杉) 等 (图13-1), 反映为干旱的热带—亚热带气候。白垩纪晚期被子植物繁盛并占据了统治地位, 具有新生代植物面貌, 从此高等植物又进入新的发展阶段。

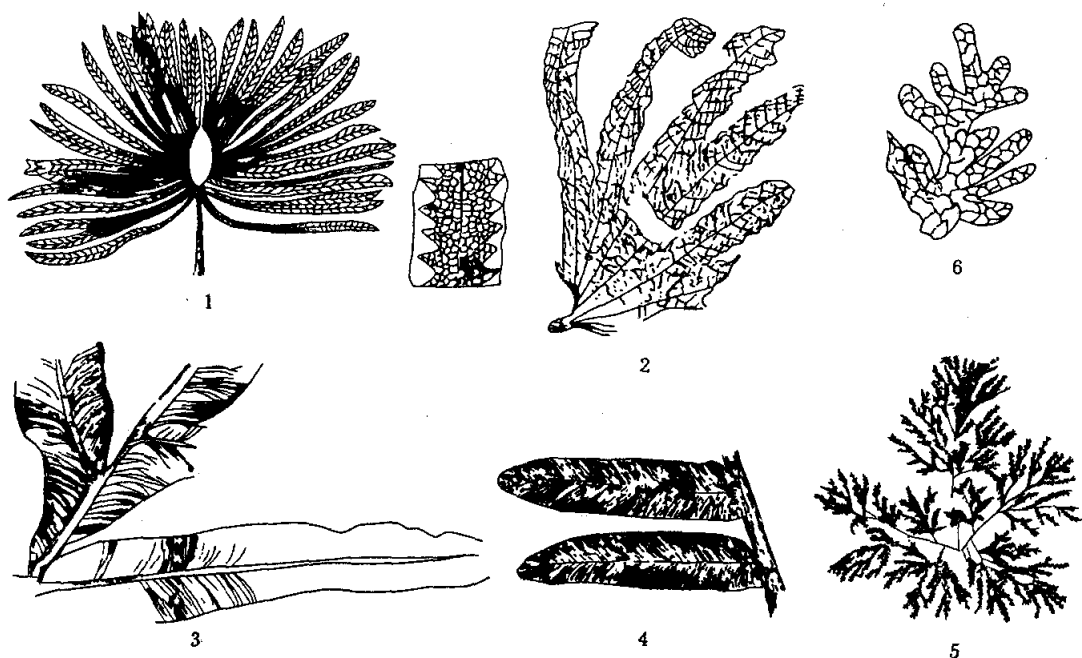


图 13-1 中生代植物化石

1. *Dictyophyllum* (网脉蕨, T₃); 2. *Clathropteris* (格脉蕨, T₃); 3. *Danaeopsis* (拟丹尼蕨, T₃);
4. *Bernoullia* (贝尔瑞蕨, T₃); 5. *Ruffordia* (鲁福德蕨, K); 6. *Brachyphyllum* (短叶杉, K₁)

二、陆生脊椎动物的发展演化

早、中三叠世脊椎动物是晚二叠世类型的延续与发展，迷齿两栖类和爬行类中的二齿兽类十分繁盛，尤其是二齿兽类中的 *Lystrosaurus* (水龙兽) 和 *Cynognathus* (犬颌兽) 动物群更引人注目，它们分布于非洲、欧洲、亚洲、南美洲和北美洲，已成为举世瞩目的、重建联合大陆的重要证据之一。三叠纪晚期起，恐龙类的大发展和爬行动物返回海洋生活，标志着爬行动物进入一个新的演化阶段 (图 13-2)。

侏罗纪陆生恐龙类中的蜥臀类和鸟臀类极度繁盛，蜥臀类中又分为素食蜥脚类和食肉兽脚类。蜥脚类身体笨重，头小尾长，四足行走，在湖沼地区营“两栖”生活，四川盆地中发现的 *Mamenchisaurus* (马门溪龙) 为其代表。兽脚类则前肢特化，以便于捕捉猎物，后肢坚强，牙齿锋利以利于撕咬，如 *Szechuanosaurus* (四川龙)。侏罗纪后期出现的 *Stegosaurus* (剑龙) 是鸟臀类的代表。

爬行类中的一部分自三叠纪后期返回海洋生活的鱼龙类，在侏罗纪已成功地占据了海洋领域，它们具有鱼形身体，善于水中游泳但又用肺呼吸，可以 *Ichthyosaurus* (鱼龙) 为代表。我国希夏邦马峰三叠系中所发现的 *Himalayasaurus* (喜马拉雅鱼龙) 即是原始鱼龙类的代表。适于空中生活的飞龙类，有适于飞行的不大的形体、加长的前肢及发育的后脑和眼，牙齿也逐渐变得纤细或消失。值得注意的是，在早侏罗世，中国云南发现的类似哺乳类的爬行动物 *Bienotherium* (卞氏兽)，以及发现于德国侏罗纪晚期地层的 *Archaeopteryx* (始祖鸟) 和我国晚侏罗世的孔子鸟 (*Confuciusornis*) 等化石都说明侏罗纪是生物演化史上的重要过渡时期。

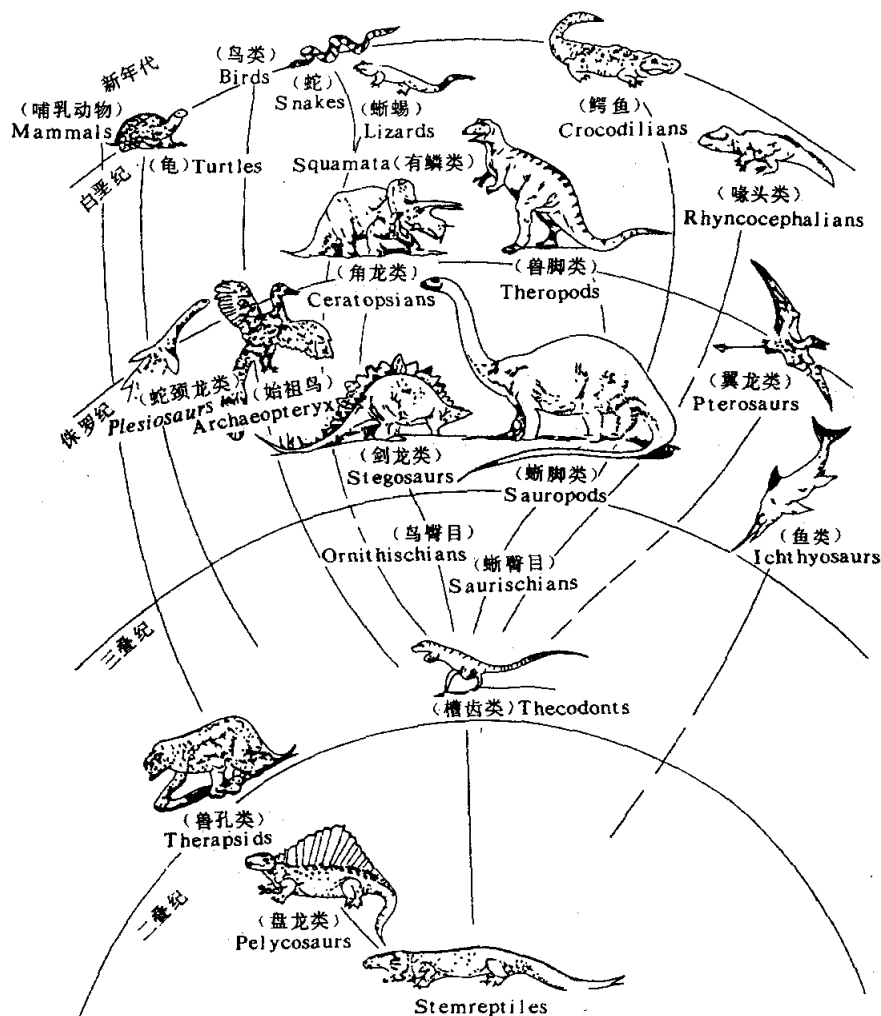


图 13-2 中生代爬行动物概貌

(据傅英祺等, 1987)

白垩纪爬行动物中的恐龙类突发演变。食肉的兽脚类具有巨大的形体，凶猛异常，如长达 17.5 m 的 *Tyrannosaurus* (霸王龙)，牙齿锋利如刀，前脚高度弱化以利捕杀其他动物。鸟臀类出现于三叠纪，侏罗纪、白垩纪繁盛，两足行走，脚的三趾构造与现代鸟类相像，形成地层层面上的遗迹化石，*Psittacosaurus* (鹦鹉嘴龙)、*Anatosaurus* (鸭嘴龙)，还有甲龙以及白垩纪后期才开始发展的角龙，都是鸟臀类的代表，它们以食植物为主，其中形体小者常成为霸王龙的捕捉对象。白垩纪晚期的海生爬行类 *Mosasaurus* (沧龙) 代替了早白垩世已灭绝的鱼龙类的位置，飞龙类进一步发展更适合于飞行，如我国新疆发现的 *Dsungaripterus* (准噶尔翼龙)，两翼伸开长达 2 m，牙也减少，滑翔能力更强。白垩纪末期无论是陆上的恐龙类、空中的飞龙类或海中的沧龙类均全部灭绝。近年来，在我国辽西、蒙古、俄罗斯和朝鲜等地早白垩世地层中发现大量鸟类化石，包括中国鸟 (*Sinornis*)、华夏鸟 (*Cathayornis*)、波罗赤鸟 (*Boluochia*) 及朝阳鸟 (*Chaoyangia*)，其中朝阳鸟可作为现代鸟的直接祖先代表。

值得提出的是侏罗纪、白垩纪亦是真骨鱼和全骨鱼类繁盛的时期，前者如 *Lycoptera* (狼鳍鱼)，后者如 *Sinamia* (中华弓鳍鱼)。继晚侏罗世始祖鸟的出现，白垩纪已出现了真正的鸟类，晚白垩世还出现了哺乳动物中的有胎盘类。

三、无脊椎动物的发展

1. 海生无脊椎动物

前已述及由于晚古生代末期的生物变革，中生代以菊石类和双壳类的繁盛为特征，其他还有六射珊瑚、箭石、有孔虫、牙形石、腹足类等 (图 13-3)。

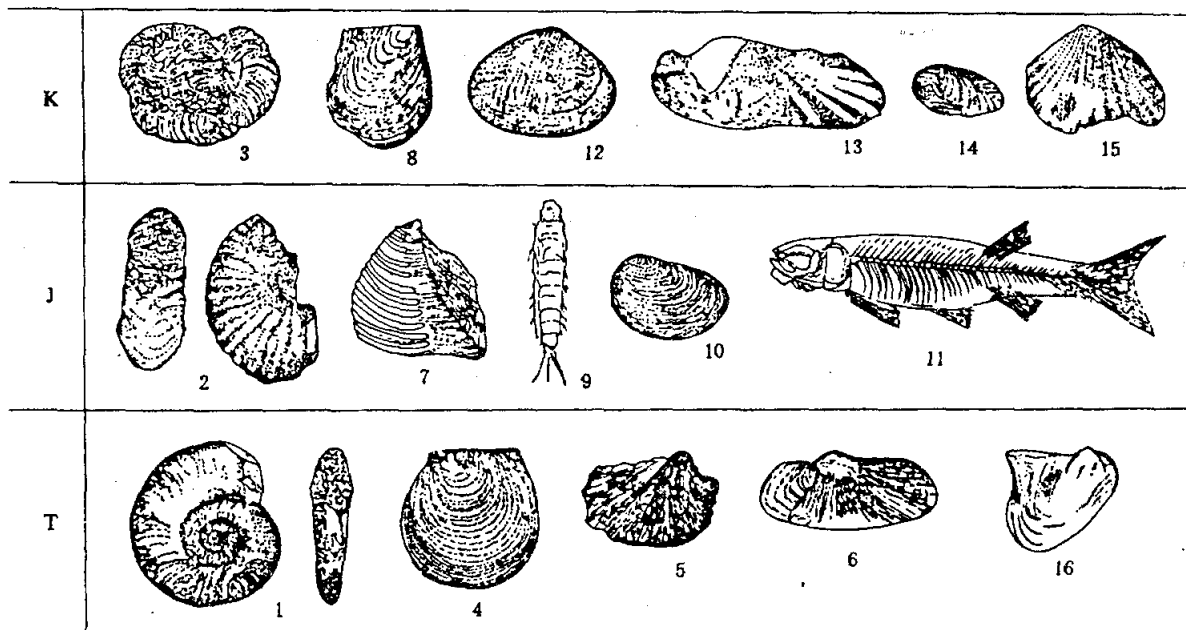


图 13-3 中生代无脊椎动物化石

1. *Ophiceras* (蛇菊石, T₁); 2. *Hongkongites* (香港菊石, J₁); 3. *Nipponites* (日本菊石, K₂); 4. *Pseudoclararia* (假克氏蛤, T₁); 5. *Myophoria* (褶脊蛤, T₃); 6. *Burmesia* (缅甸蛤, T₃); 7. *Trigonia* (三角蛤, J); 8. *Inoceramus* (叠瓦蛤, K₂); 9. *Ephemeroopsis* (类蜉蝣, J₃); 10. *Eosestheria* (东方叶肢介, J₃); 11. *Lycoptera* (狼鳍鱼, J₃); 12. *Trigonioides* (类三角蚌, K₁); 13. *Plicatounio* (褶珠蚌, K₁); 14. *Nippononaiua* (富饰蚌, K₂); 15. *Pseudohyria* (假蟾蚌, K₂); 16. *Hakeicellia* (贝英蛤, P-K)

菊石类曾在晚古生代末期受到巨大的冲击，几乎绝灭，但在三叠纪又迅速发展，成为中生代海相地层中的重要标准化石，尤其是欧洲海相地层分阶和国际地层对比的标准。三叠纪早期的菊石类具简单齿菊石式缝合线，壳面纹饰也简单，如 *Ophiceras* (蛇菊石)，三叠纪后期为齿菊石式或菊石式缝合线，壳面具瘤、肋，如 *Paraceratites* (副齿菊石)。侏罗纪菊石具有了复杂的菊石式缝合线。如 *Arietites* (白羊石)，*Hongkongites* (香港菊石) 等。至白垩纪菊石类缝合线又趋简单，形状奇特，成不规则形状，直或螺旋状或旋绕状，如 *Baculites* (杆菊石)，*Nipponites* (日本菊石) 等。

海相双壳类在中生代亦十分重要，特别是在三叠纪更显繁盛，往往与菊石一起组成重要分阶组合，早、中三叠世有 *Pseudoclararia* (假克氏蛤)，*Myophoria* (*Costatoria*) (褶脊蛤) 等。

晚三叠世以壳饰特殊的 *Burmesia* (缅甸蛤) 为代表, 侏罗纪三角蛤科、牡蛎科繁盛, 白垩纪则以厚壳类型为特征。

2. 淡水湖生生物组合

随着陆地的扩大中生代陆相沉积增加, 尤其是亚洲, 特别是中国侏罗纪、白垩纪以陆相沉积为主, 淡水生物在地层划分对比中的重要性十分突出, 主要为淡水双壳类、腹足类、鱼类、叶肢介、介形虫及昆虫类。晚三叠世常见的有 *Shanxiconcha* (陕西蚌) 和 *Unio* (珠蚌) 等, 早侏罗世有 *Cuneopsis* (楔蚌) 等, 中侏罗世中国华南、青海、甘肃、新疆等地以 *Lamprotula* (始丽蚌)、*Psilunio* (裸珠蚌) 等厚壳、大个体淡水双壳类为代表, 同时期在华北、东北地区则为薄壳 *Ferganoconcha* (费尔干蚌) 为代表, 晚侏罗纪以 *Ephemeropsis* (类蜉蝣)-*Eosestheria* (东方叶肢介)-*Lycoptera* (狼鳍鱼) 为代表的生物组合代表了典型的湖泊相, 称为热河动物群, 或称为 *E. - E. - L.* 动物群。早白垩世 *Trigonioides* (类三角蚌)-*Plicatounio* (褶珠蚌)-*Nippononaia* (日本蚌或富饰蚌) 为代表的生物组合称为 *T. - P. - N.* 动物群。晚白垩世则以 *Pseudohyria* (假孺蚌) 等为代表。它们在陆相地层划分对比中起着极其重要的作用。

第二节 中生代的古地理

中国中生代古地理发展可明显地划分为两个阶段: 三叠纪, 特别是早、中三叠世仍继承了古生代以来的以秦岭海槽为界所显示的“南海北陆”特征, 受中、晚三叠世期间印支运动的影响, 华南地区明显海退; 侏罗纪、白垩纪则以大兴安岭—太行山—武陵山一线为界, 东西两侧古地理特征明显不同。因此, 以下按三叠纪和侏罗纪、白垩纪两个阶段来叙述中国中生代古地理特征。

一、三叠纪的古地理特征

中国三叠纪的古地理具有鲜明特点。第一是空间上的三分性: 以秦岭—昆仑山为界, “南海北陆”的古地理格局十分注目; 南部的海区, 以龙门山—康滇古陆为界, 东侧为华南稳定浅海, 西侧为活动的多岛洋盆地。第二是发展历史上有明显的二分性, 尤其在华南地区, 以印支运动为转折, 早、中三叠世以浅海碳酸盐岩为主, 晚三叠世以海陆交互相碎屑岩沉积占优势。

(一) 华南浅海区古地理特征及演变

华南浅海区三叠系以西部地区发育较全, 其中以黔南贞丰剖面发育最好。该剖面下三叠统包括飞仙关组、永宁镇组, 中三叠统包括关岭组和法郎组, 上三叠统包括把南组、火把冲组和二桥组 (图 13-4)。

贵州贞丰剖面三叠系下统飞仙关组以紫红色砂泥岩为主, 包括含铜砂岩等, 含丰富的底栖双壳类, 为滨浅海环境, 代表海侵初期的沉积。永宁镇组下部为紫色页岩, 上部为泥灰质和白云质碳酸盐。永宁镇组顶部及中统下部关岭组角砾状白云岩发育, 为膏盐层溶解后的崩塌产物, 膏盐沉积说明当时为潮上蒸发环境。中三叠统上部法郎组为正常浅海碳酸盐岩逐渐变为滨浅海碎屑、泥质岩沉积, 说明在中三叠世后期海水变浅, 海退明显。上统把南组及火把冲组均为海陆交互相砂页岩夹煤层, 顶部的二桥组已全部为陆相砂、页岩含煤层, 代表了湖沼环境。整个三叠系构成一个完整的沉积旋回。

通过大量的剖面的分析, 可以得出该区三叠纪的古地理特征 (图 13-5)。早三叠世时江南古陆以西的海相沉积区明显受西侧康滇古陆的影响, 自西向东可分为三个沉积相带: ①大致

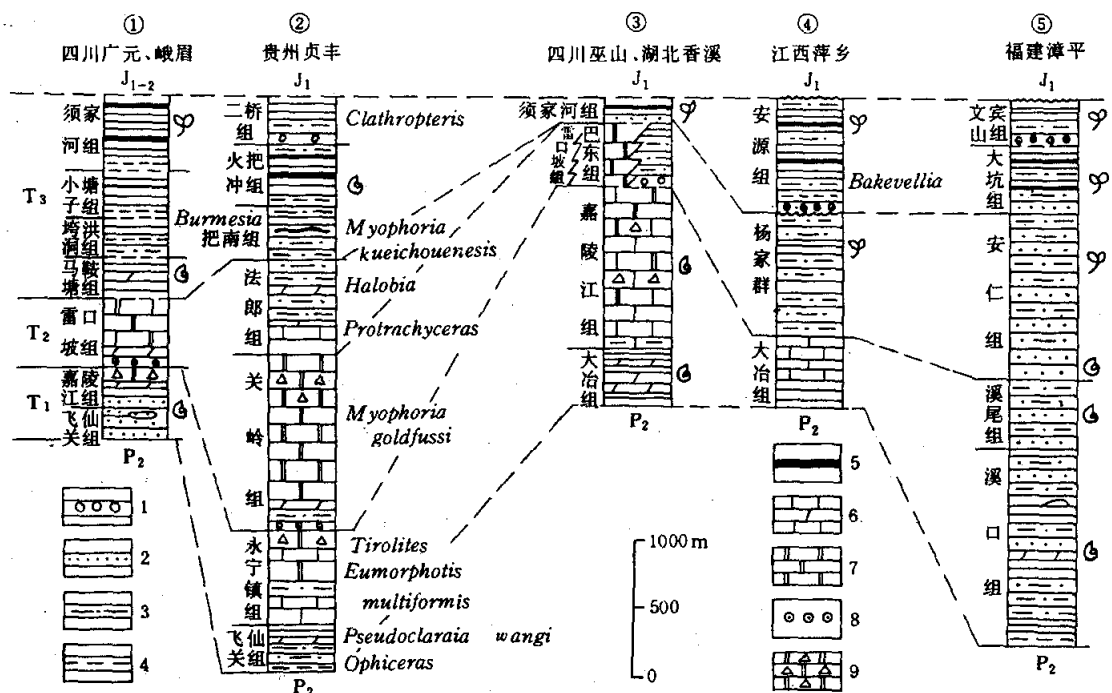


图 13-4 中国东部三叠系柱状剖面对比图

(据刘本培等, 1986)

1. 砾岩; 2. 砂岩; 3. 粉砂岩; 4. 泥质岩; 5. 煤层; 6. 泥灰岩、灰岩; 7. 白云岩; 8. 绿豆岩; 9. 角砾状白云岩

以四川旺苍、威远、宜宾经贵州普安—云南泸西一线以西，至康滇古陆东缘，以飞仙关组为代表，为滨浅海碎屑岩相带，且近康滇古陆边缘砂岩增多。②向东至通江经南川—贵州黔西一线为泥质岩、碳酸盐岩交互组成的含底栖双壳类及菊石的浅海相带，③更东的川东地区以及整个中、下扬子地区为浅海—深浅海碳酸盐及钙泥质沉积相带。由此可见早三叠世时康滇古陆为华南海盆主要沉积区的碎屑供给区，明显地控制了沉积相带的分布，自西而东海水逐渐加深。江南古陆以东，赣、粤、闽地区靠近华夏古陆，碎屑物质较多为滨海砂泥质沉积。值得注意的是黔南、桂西的右江地区在早三叠世时是碳酸盐台地中一个裂陷槽，为深水相火山碎屑浊积岩和放射虫硅质岩沉积，裂陷中心部位有火山喷发形成了厚达1500m的细碧岩。

早三叠世后期及中三叠世早期，整个华南地区仍为统一海盆，但由于西部龙门山—康滇古陆上升，北缘大巴山古陆的出现，以及南部黔南地区青岩生物礁带的阻隔，使扬子海盆成为半封闭状态经常出现潮上蒸发环境，白云岩广布，还有盐类沉积。东部古地理特征出现了与早三叠世时相反的情况，由于江南古陆等剥蚀区的上升，为东部沉积区提供了大量岩屑，在中、下扬子地区形成了巴东组紫红色含铜砂岩，赣北、闽中等地亦有滨浅海碎屑沉积（图13-4）。

中三叠世晚期华南地区发生大规模海退，即地史上著名的拉丁期大海退，沉积区显著缩小，浅海区仅存于黔桂地区及龙门山前，可以法郎组和雷口坡组为代表，中、下扬子、闽中地区为海陆交互相碎屑沉积，其余均成为剥蚀区。中三叠世末发生了具有划时代意义的早期印支运动。它不仅使江南古陆以东地区及右江裂陷槽褶皱上升，且深刻地改造了华南地区的构造格局。

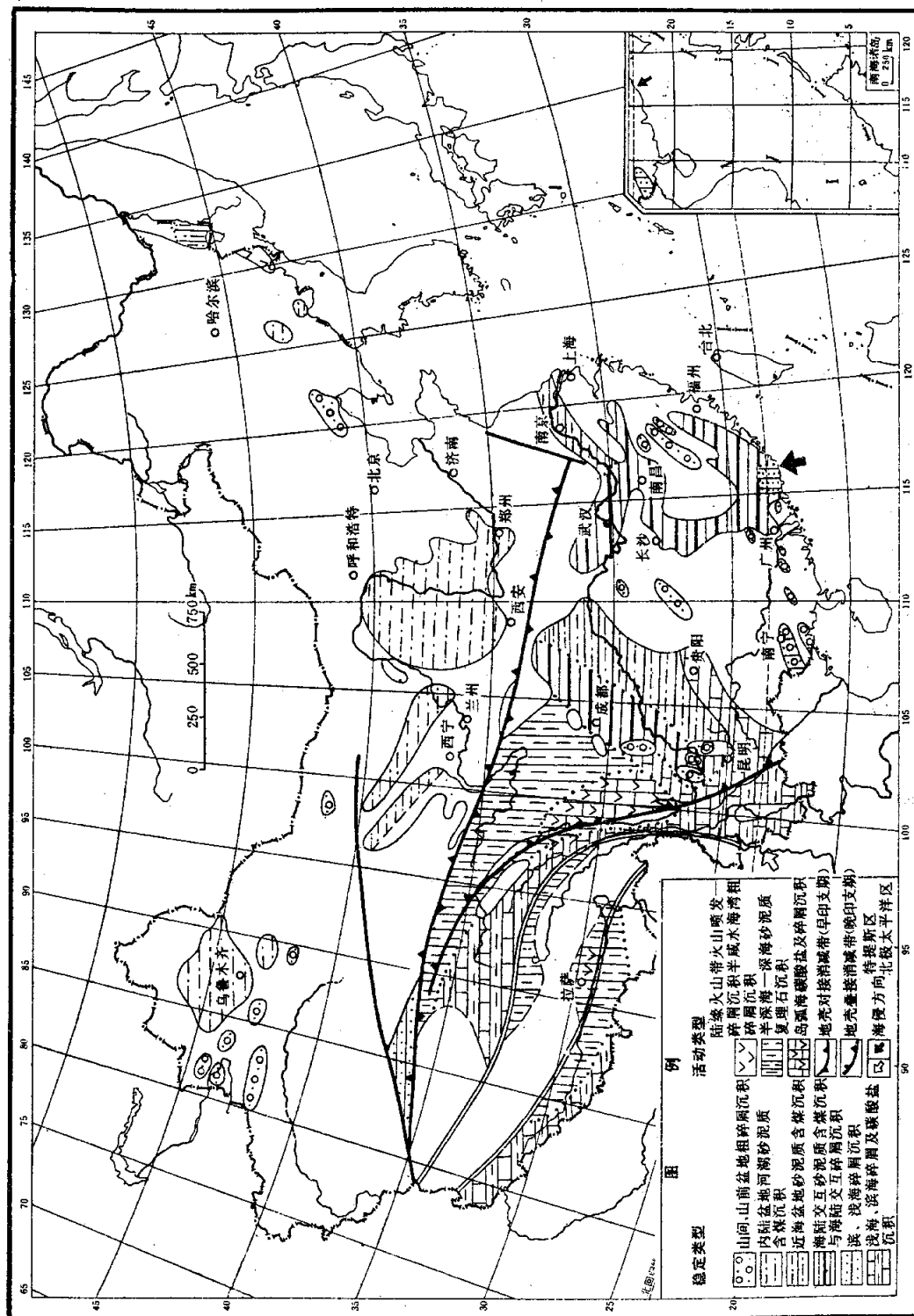


图 13-5 中国晚三叠世古地理图 (据刘本培等, 1986)

晚三叠世华南地区以江南古陆为主体的湘黔桂高地形成,并以此将华南分隔为东西两个滨海沉积区(图 13-5)。西部的海湾在龙门山前及滇黔桂一带,早期的浅海碳酸盐及碎屑沉积中含双壳类 *Burmesia* (缅甸蛤) 动物群,说明其海侵来自西边的特提斯洋,晚期则成为沉积范围较大的川滇近海盆地,形成了闻名的含 *D.*—*C.* 植物群的须家河组(含煤)。湘黔桂高地以东的海湾为以安源组为代表的海陆交互相含煤沉积,其中含有 *Bakevellidoes* (类贝英蛤) 为代表的动物群,说明该海槽的海侵来自东部的环太平洋海槽。值得注意的是此时闽西北地区出现一系列北北东向小型内陆新断陷盆地,其中的陆相酸性火山凝灰岩代表了中生代环太平洋火山带最早的记录。

(二) 北方古陆的古地理特征

二叠纪晚期华北板块、塔里木板块与西伯利亚-蒙古板块已连接形成巨大的劳亚大陆的一部分——中国北方古陆,包括西北、华北和东北广大地域,三叠纪仅在一系列大小不等的内陆河湖盆地中保存沉积记录。其中大型河湖盆地有华北西部的陕甘宁(鄂尔多斯)盆地和宁武-沁水盆地,西北地区的准噶尔盆地和塔里木盆地等;华北东部、东北地区以及西北的祁连山、天山等地,则零星分布小型山间盆地(图 13-5)。鄂尔多斯盆地三叠系发育良好,生物化石十分丰富,是中国北部陆相三叠系的标准剖面。下统刘家沟组、和尚沟组为紫红色砂泥质岩,砂岩中多具有交错层理,中统下部二马营组亦为紫红色河湖碎屑岩,含肯氏兽动物群,为干旱气候下的河湖碎屑沉积。中统上部铜川组及上统延长组统称延长群,富含 *Daeniopsis-Bernoullia* 植物群,以灰绿、黄绿色砂岩、页岩为主,下部夹黑色油页岩,顶部含煤层,总厚度达 2 000 m,为温带半潮湿气候环境的大型坳陷盆地。

(三) 西南多岛洋的古地理格局

在我国西南地区,晚古生代形成的古特提斯多岛洋于中生代发生明显变化。早、中三叠世特提斯多岛洋的主支——澜沧江、昌宁-孟连洋已消减为残余洋盆,近年来在滇西南耿马、澜沧地区及藏东左贡地区发现残余洋盆型硅质岩、细粒碎屑岩沉积,其中的放射虫动物群具有较浓的地方性色彩;金沙江-哀牢山洋继续俯冲消减,并最终闭合;相反,甘孜-理塘洋、怒江洋和雅鲁藏布江洋迅速扩张,放射虫硅质岩和枕状玄武岩发育。这些洋盆之间的微板块古地理特征差别较大,中咱、羌塘、昌都微板块以浅海盆地为主,沉积了灰岩和碎屑岩;怒江洋、雅鲁藏布江洋以北的冈底斯地区、腾冲-波密区为古陆;雅鲁藏布江洋以南的珠峰地区以灰岩沉积为主,代表了冈瓦纳古陆北缘的浅海区,位于南半球(古纬度为 $29^{\circ}\text{S}\pm$)。

晚三叠世。澜沧江、昌宁-孟连洋和金沙江-哀牢山洋完全封闭;甘孜-理塘洋由扩张转为俯冲消减,并最终闭合;中咱、羌塘、昌都、思茅地区连成一片,早期发育紫红色磨拉石沉积,晚期普遍为滨、浅海环境。冈底斯地区和腾冲-波密地区仍为古陆;雅鲁藏布江洋不断扩大,并造成生物区系的隔离,该洋南北地区生物群明显不同。

二、侏罗纪、白垩纪的古地理

受太平洋和特提斯洋板块俯冲的影响,中国侏罗纪、白垩纪古地理特征也具有明显的三分性,但与三叠纪的三分性完全不同。东部濒太平洋地区,以小型断陷盆地为特征,并发育火山岩沉积;川、滇及西北地区,以大型盆地和山脉间列为特征;青藏地区仍为海洋环境(图 13-6, 13-7)。

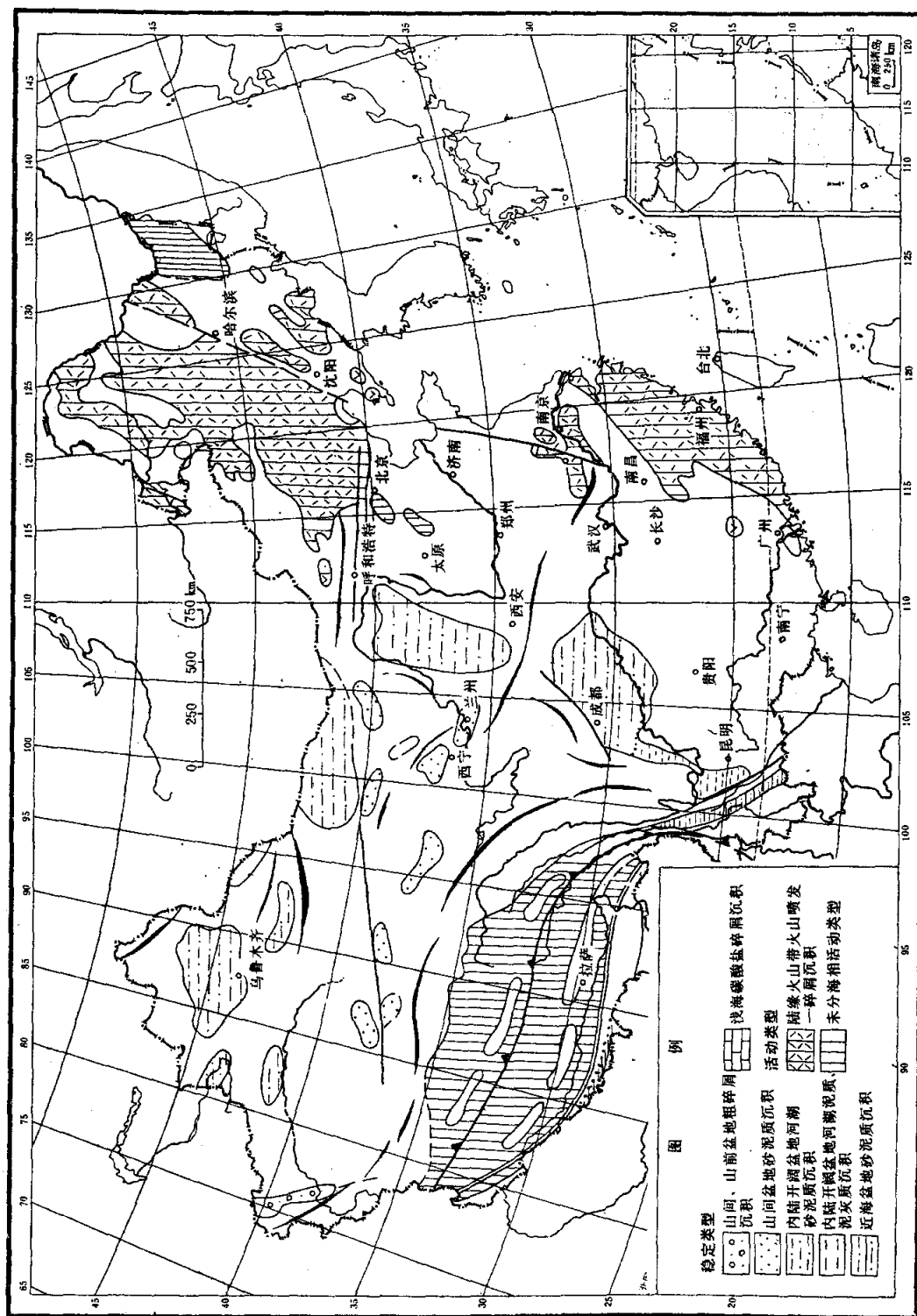


图 13-6 中国晚侏罗世古地理图 (据刘本培等, 1986)

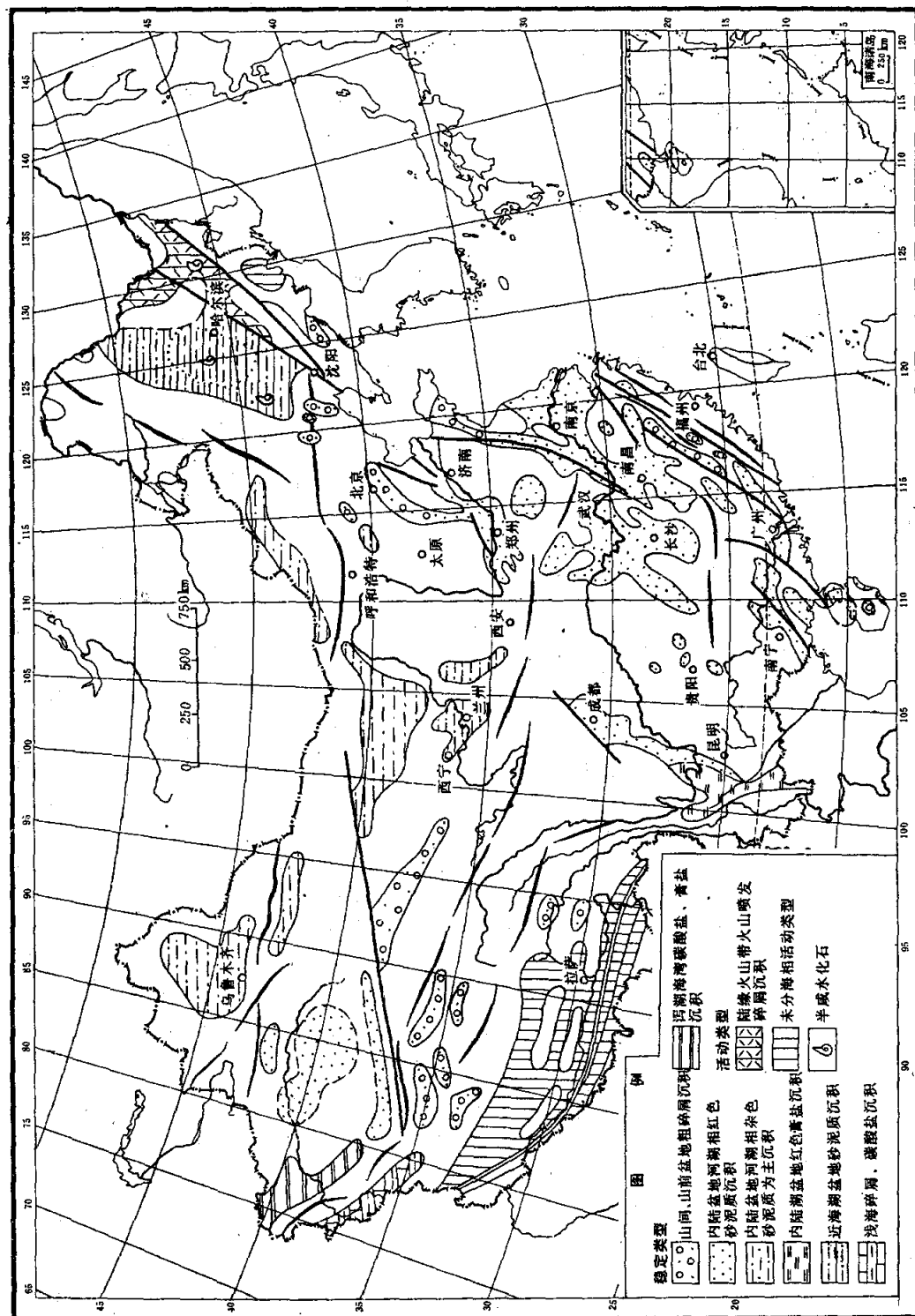


图 13-7 中国早白垩世晚期—晚白垩世古地理图·(据刘本培等, 1986)

(一) 中国东部的古地理特征

大兴安岭—太行山—武陵山以东的沿海地区，地壳构造变动和岩浆活动强烈，发育许多以火山岩沉积为主的小型断陷盆地；形成北起黑龙江畔，南抵东南沿海的火山活动带，中生代环太平洋火山活动带的一部分。冀北辽西侏罗系一下白垩统综合剖面是该区地层的典型代表(图 13-8)。该剖面下侏罗统北票群包括兴隆沟组和北票组，中侏罗统南岭群包括蓝旗组和土城子组，上侏罗统为热河群下部，包括义县组和九佛堂组。白垩系仅见下白垩统，包括热河群上部(沙海组和阜新组)和孙家湾组。

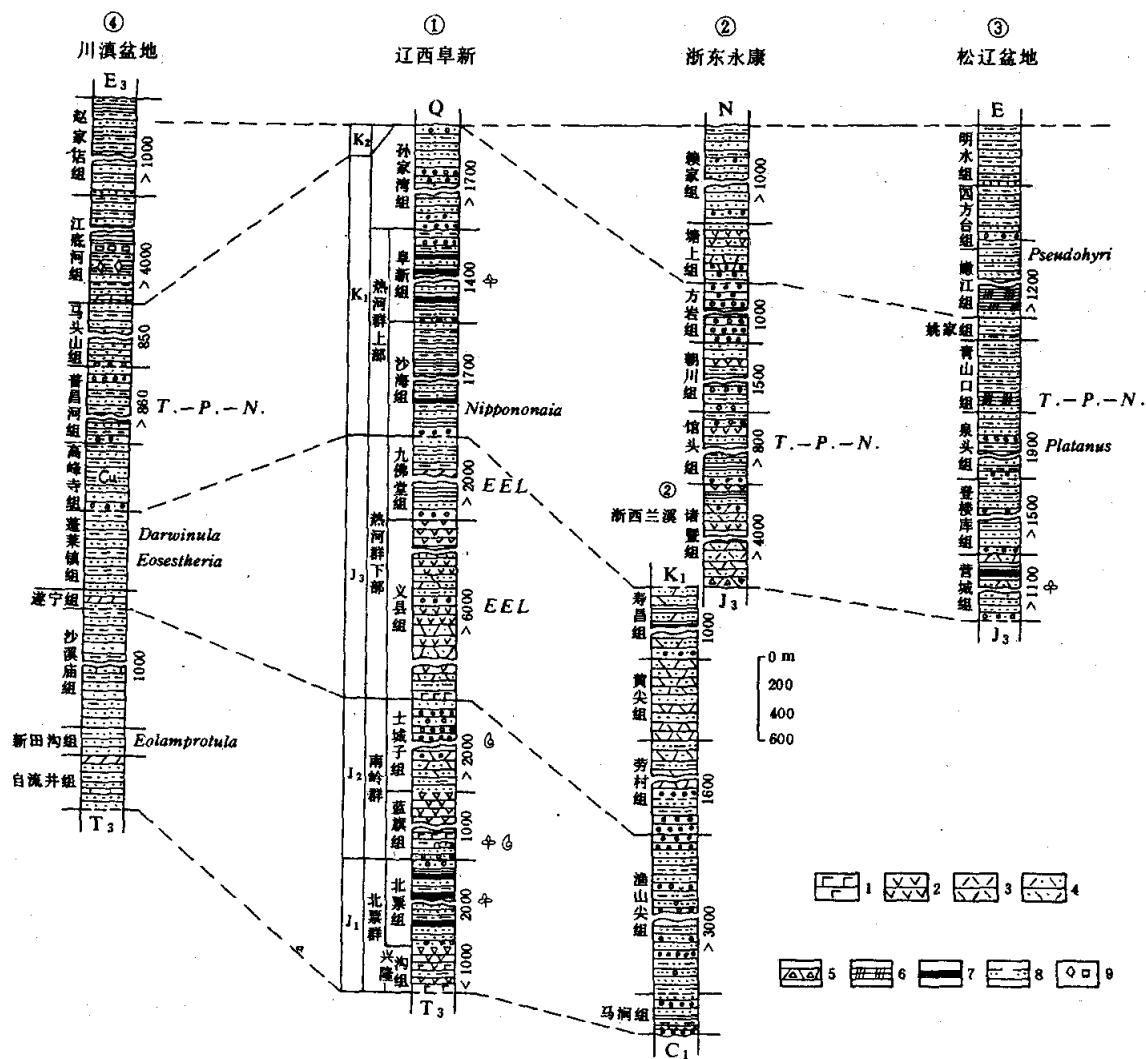


图 13-8 中国东部侏罗系—白垩系柱状剖面对比图

(转引自全秋琦等, 1989)

1. 基性火山岩; 2. 中性火山岩; 3. 酸性火山岩; 4. 酸性凝灰岩; 5. 火山角砾岩; 6. 油页岩;
7. 煤层; 8. 含铜砂岩; 9. 膏盐

冀北辽西地区侏罗系—白垩系剖面，是对若干小型断陷盆地综合研究结果。其岩性十分复杂，厚度巨大。自下而上可以重要的不整合面将其归纳为三个火山喷发-沉积的岩性组合，分别称为北票群、南岭群和热河群。

下侏罗统北票群分布范围零星,其下部的火山岩代表了这一地区中生代最早的一次规模不大的基性、中基性火山喷发,反映断裂活动可深达上地幔,上部的含煤地层为湖沼环境下的产物,代表喷发期后的相对宁静阶段,地形高差不大,气候温暖潮湿。中侏罗统南岭群分布范围扩大,其下部的火山岩代表规模更大的火山喷发期,其成分以中性为主,亦有少量玄武岩、流纹岩,说明岩浆分异复杂,构造活动增强;上部的沉积地层是又一次宁静期的产物,为山间河流及风成沙漠沉积,说明地形高差较大,地势也较高,气候炎热。中侏罗世末期构造活动加剧(燕山运动 I),火山喷发活动规模更大,造成上侏罗统一白垩统热河群分布范围更广,以明显的区域性角度不整合覆盖于南岭群之上,同时大面积超覆到长期隆起的前古生代变质岩之上。热河群下部大规模分布的火山岩标志着地壳活动的高潮,在喷发的间隙及喷发期后以含煤及油页岩沉积的静水湖泊环境为主,局部为河流沉积,说明当时冀北辽西地区地形平坦,气候潮湿。热河群沉积以后本区普遍上升,断裂活动十分显著,明显的差异升降导致断陷盆地周围强烈上升,粗大的岩块、碎屑快速堆积于盆地边缘的坳陷区内,致使断陷盆地最终填满消失。该地区火山活动带内侏罗系—白垩系基本上可与上述冀北辽西及松辽地区的侏罗系—白垩系对比。该带内早、中侏罗世火山喷发规模小,华北、华东在喷发间歇期和喷发期后均发育含煤沉积,而东南地区早侏罗世普遍含煤,仅在香港、广东、湘南一带存在海相沉积,但从侏罗世起普遍为红色沉积。晚侏罗世发生强烈火山喷发,广泛分布于大兴安岭、松辽、阴山及东南沿海一带,形成了规模巨大的兴安、东南沿海火山盆地区(图 13-6, 13-7)。北部的兴安火山盆地区内,北纬 43°以北,火山岩系中往往夹有可采煤层,而东部的完达山虎林龙爪沟地区,中、晚侏罗世发育海陆交互相含煤沉积,含 *Arctoccephalites* (北极头菊石)。东南沿海火山盆地区,晚侏罗世的强烈火山活动及地壳活动,一直延续到早白垩世,浙西地区的建德群以酸性火山岩、凝灰岩、凝灰质砂岩、页岩为主,含东方叶肢介、类蜉蝣、中脐鱼 (*Mesoclupea*) 等。

早白垩世后期所发生的中期燕山运动(即燕山运动 II)在东北、华北及华南地区均有极其重要的影响。自此以后,在早白垩世后期及晚白垩世期间形成了松辽、华北—苏北、江汉大型沉陷盆地,中南地区则为一系列中、小型山间盆地红色河湖碎屑沉积;岩浆活动范围向迁移局限于长白山以东地区(图 13-7);在黑龙江鸡西地区、浙东和闽东地区,早白垩世晚期地层不整合覆盖于下伏地层之上。这次构造运动形成的东部大型沉陷盆地,是我国中生代重要的含油气盆地。

(二) 西部地区古地理特征

我国西部地区的古地理以大型稳定盆地与山脉间列为特征,主要盆地包括川滇盆地、准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地、河西走廊盆地等(图 13-6, 13-7)。受气候带的影响,这些盆地的沉积特征不尽相同:古秦岭—古昆仑以北的盆地,下侏罗统和中侏罗统下部为深色碎屑岩沉积,普遍含有重要的煤层;中侏罗统上部至上白垩统地层,普遍为杂色、紫红色碎屑岩沉积,常含有盐类沉积。以南的川滇盆地侏罗系、白垩系普遍为紫红色、杂色碎屑岩沉积,其地层和沉积特征如下(图 13-8):下侏罗统自流井组以紫红色砂岩、泥岩为主,夹杂色层及多层介壳泥灰岩、薄煤层、赤铁矿层和菱铁矿。中侏罗统下部新田沟组为紫红色粉砂岩,含厚壳始丽蚌动物群,上部沙溪庙组为含叶肢介紫红色泥岩夹灰色砂岩,上部产 *Mamenchisaurus* (马门溪龙) 动物群。上侏罗统下部遂宁组以棕红色泥岩为主,含石膏层,上部蓬莱镇组以棕红色、棕紫色泥岩、砂岩为主,含叶肢介、介形虫等。下白垩统下部高峰寺组为浅灰色、灰黄色、灰绿色厚层石英砂岩、含铜砂岩,化石稀少。上部普昌河组以紫红色—杂色

泥岩为主,夹泥灰岩和泥质砂岩及含铜砂岩,富含 *T. - P. - N.* 动物群。上白垩统下部马头山组以紫红色、暗紫色厚层砂岩为主,夹砂砾岩、泥岩。泥岩中富含双壳类化石,上部江底河组以红色泥岩为主,夹杂色泥灰岩条带层,上部含膏盐层。杂色层中含叶肢介、介形虫、孢粉和鱼类。

川滇盆地自晚三叠世形成雏形,侏罗纪为盆地发育最盛时期,白垩纪时盆地逐渐缩小,以致最后消失。该盆地的发展历史明显地受着当时所处气候条件及盆地周围地形的控制。早侏罗世时,大部分地区可以自流井组为代表,为紫红色及杂色沉积,但在盆地的东北部鄂西及川北广元一带为含煤沉积。盆地西北部边缘带则由于邻近古大巴山和古秦岭,碎屑物质较多,以滨湖砂砾沉积为特征,在川中及滇中地区则为泥灰岩相分布区,说明盆地存在两个湖相沉积区。中侏罗世起川滇盆地逐渐受干燥气候的控制,至晚侏罗世普遍为红色泥岩及砂岩夹石膏沉积,显示了燥热气候特征。

白垩纪时由于北部大巴山和南部哀牢山的明显隆起,盆地沉积范围显著缩小(图 13-7),仍处于干燥气候条件下,沉积区内为红色砂、泥河湖相沉积。早白垩世川北广元一带为红色含砾粗碎屑沉积(城墙崖群),显示古龙门山上升并遭受剥蚀,晚白垩世的红色河湖沉积(江底河组)中常夹泥灰岩及膏盐层,为咸化湖泊的沉积,南部滇西思茅地区,白垩纪时以陆相沉积为主,但夹多层海泛层,含有咸水双壳类,说明当时特提斯海水可通过中南半岛地区涉及到此。白垩纪后期盆地显著萎缩。

(三) 青藏特提斯洋古地理格局

青藏地区侏罗纪、白垩纪古地理的演化,以班公湖-怒江洋逐步闭合和雅鲁藏布江洋的进一步扩张为特征。

班公湖-怒江带北侧的羌塘-唐古拉地区,印支运动后已经成为古亚洲大陆的一部分,中侏罗世发育巨厚海相至海陆交互相沉积(雁石坪群),陆相夹层所产始丽蚌淡水双壳动物群已与华南、西北地区一致。

班公湖-怒江带的东巧地区,已发现侏罗纪蛇绿岩套(包括席状岩墙、枕状玄武岩和放射虫硅质岩),其上被晚侏罗世拉贡塘组的底砾岩不整合覆盖。证明由于冈底斯地块向北拼合增生于古亚洲大陆南侧,班公错-怒江小洋盆晚侏罗世起已经转化为地壳叠接缝合带。早白垩世在冈底斯微板块发现亚洲特有的淡水蚌类 *T. - P. - N.* 动物群,证明已属北方大陆范畴,古亚洲大陆南缘以达以雅鲁藏布江带为代表的新特提斯洋北岸(图 13-7)。

近年在雅鲁藏布江沿线已发现含白垩纪放射虫硅质岩的蛇绿岩套和混杂堆积,代表当时特提斯洋壳俯冲消减的海沟部位。北侧的冈底斯带晚白垩世至第三纪出现火山弧型安山岩、流纹岩喷发和岩浆侵入,代表火山岩浆弧部位;更北的藏北陆棚海域可代表陆壳基底上的弧背盆地(retroarc basin)(余光明等,1990)。上述构造古地理格局证明,特提斯洋壳自白垩纪中期开始向北俯冲、消减,转化为太平洋型(安第斯式)主动大陆边缘(图 13-9)。

雅鲁藏布江南岸的江孜、拉孜一带,侏罗系、白垩系以杂砂岩、黑色页岩、放射虫硅质、基性火山岩为主,常见复理石韵律或滑塌岩块,代表印度板块北缘被动大陆边缘自陆棚下部至陆坡、深海洋盆的沉积记录。

在珠峰北坡的聂拉木、岗巴、定日地区,发育良好的侏罗系、白垩系,以灰岩、生物碎屑灰岩和砂页岩为主,含有丰富的菊石、有孔虫、双壳类、海胆等化石,代表了印度北部边缘地区滨浅海至大陆坡环境的沉积。

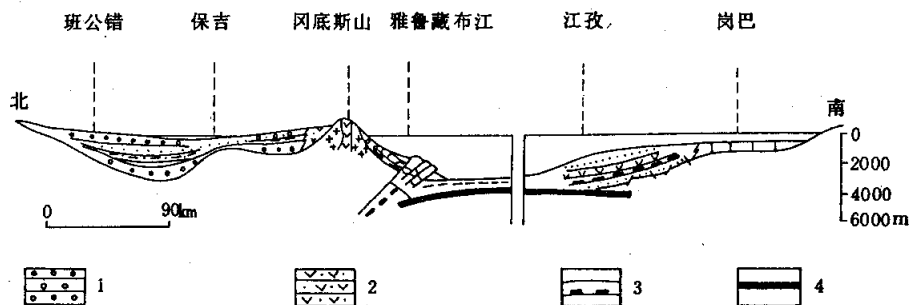


图 13-9 晚白垩世西藏地区沉积示意剖面图

(据刘训, 1984)

1. 陆相安山质火山碎屑岩; 2. 陆相砾岩及砂砾岩; 3. 硅质岩; 4. 洋壳

第三节 中生代的古构造与古气候

一、印支运动及板块拼合作用

法国地质学者 Fromaget (1934) 把印支半岛晚三叠世的两个造山幕命名为印支褶皱。黄汲清 (1945) 采纳此名, 把中国境内三叠纪发生的地壳运动命名为印支运动, 得到我国地质工作者的承认和广泛应用。

在我国印支运动在扬子板块西缘、西北缘的三江、巴颜喀拉—松潘、秦岭地区表现最为强烈, 形成规模宏大的印支褶皱带, 使华南板块、羌塘微板块及三江地区的一些微板块与劳亚大陆拼合, 并导致古亚洲大陆向南扩张。近年来的研究还表明, 在扬子北缘的西秦岭和南缘的南盘江、右江地区, 早、中三叠世还存在规模不等的深水盆地, 直至印支运动才使得扬子板块与华北板块、越北古陆真正拼合。

另外, 在环太平洋地区的俄罗斯远东地区、日本列岛、印尼诸岛和北美科迪勒拉山脉及我国的那丹哈达地区, 也受到印支运动的重要影响。联合古陆也正是从三叠纪晚期以来逐步分裂的。如果我们把三叠纪以前的地壳构造发展史看作是联合古陆逐渐增生、扩大和形成的阶段, 那么三叠纪以后则进入联合古陆逐渐分裂、漂移的新阶段。由此可见, 印支运动正处于全球地壳演化的重大转折期, 具有划时代的重大意义。

印支期岩浆侵入亦有相当的规模, 其同位素年龄为 190~230 Ma。中国印支期花岗岩主要分布在秦岭、三江、华南和长江下游地区, 与钨、锡以及其他多金属矿产有关。三江及藏北地区有印支期基性、超基性岩体, 与铜、镍及石棉等矿产有关。

二、燕山运动及板块的变形、拼合作用

燕山运动由翁文灏于 1927 年以燕山为标准地区而创名。目前一般认为, 燕山运动为整个侏罗纪、白垩纪期间广泛发育于我国全境的重要构造运动, 主要表现为褶皱断裂变动、岩浆喷发和侵入活动及部分地带的变质作用。燕山运动由三个主要构造幕组成 (表 13-1), 其中以第二期运动最为强烈, 影响也最广。

表 13-1 中生代的地壳运动及构造阶段划分

(据《中国地理图集》，1985)

构造阶段		地质时代	构造运动
喜马拉雅阶段		晚白垩世晚期 (K_2^3)	燕山Ⅲ期运动 燕山Ⅱ期运动 燕山Ⅰ期运动 印支运动
燕山阶段	晚期	早白垩世中期—晚白垩世中期 ($K_1^2-K_2^3$)	
	中期	晚侏罗世—早白垩世早期 ($J_3-K_1^1$)	
	早期	早侏罗世—中侏罗世 (J_1-J_2)	
印支阶段		晚三叠世 (T_3)	

在不同的构造部位，燕山运动的强度和形式有着明显的差别。在大兴安岭—太行山以西地区，构造活动较弱，缺乏岩浆活动和地层褶皱。以东地区，构造活动较强，具体表现为地壳破裂，形成许多断陷盆地，盆地内广泛发育火山岩沉积；地层强烈变形褶皱，形成分布广泛的不整合接触关系，并且地层已发生不同程度地变质；那丹哈达和台湾地区形成非常发育的构造混杂岩。这些变化是太平洋板块与亚洲板块之间作用的结果。

强烈的岩浆活动形成了举世闻名的环太平洋金属成矿带，中国东部岩浆活动的高峰期为 170~140 Ma 和 130~90 Ma 两期，与此相关形成的铅、锌、钼、锡矿及长江中下游的铜铁矿床都是该成矿带的组成部分。

三、青藏地区的板块拼合过程

三叠纪晚期，羌塘微板块已经拼贴到亚洲板块上，冈底斯微板块仍位于南半球，班公湖—怒江洋位于赤道附近，珠峰地区（印度板块的北缘）位于南纬 30°。侏罗纪，冈底斯微板块迅速向北漂移，于侏罗纪末期与羌塘微板块拼合，班公湖—怒江洋消失，而珠峰地区仍位于南半球，雅鲁藏布江洋成为特提斯洋的唯一通道。白垩纪，雅鲁藏布江洋板块向北俯冲于冈底斯微板块下部，形成混杂堆积，但在白垩纪该洋盆一直没有闭合。

四、中生代的古气候

从全球来看，中生代古气候明显地分为三大阶段，早、中三叠世是地史上著名的干旱广布时期；晚三叠世—中侏罗世则以潮湿气候为特征，欧亚大陆上成煤环境广布，以膏盐沉积和风成砂岩为代表的干燥气候仅见于冈瓦纳大陆内部和北美西部；晚侏罗世—白垩纪气候又转为干燥，并由老到新，干燥气候带不断扩张。中生代气候另一特征则是全球温暖，两极未见冰川沉积，珊瑚礁已延伸到北纬 70°。

中国中生代气候变化与全球气候变化规律一致。早、中三叠世为干燥气候时期，在南方出现飞仙关组杂色沉积和后期的含石膏沉积，在北方出现紫红色、杂色碎屑—泥质沉积。晚三叠世—中侏罗世早期，南、北方普遍发育含煤沉积，为潮湿气候期，其中北方植物群以真蕨类和银杏类为主，松柏类次之，苏铁类比较贫乏，为温暖潮湿气候区；而南方植物群以苏铁类最为发育，真蕨类、银杏类和松柏类均次之，说明当时气候为湿润的热带、亚热带特征。中侏罗世晚期—晚白垩世，干湿气候带分界线逐渐北移。中侏罗世晚期，以阴山为界，以北的华北北部及东北地区发育以银杏类为主的植物群和煤层，显示了温湿气候特征，阴山以南的华北大部及西北地区为杂色沉积，植物群以松柏类最为发育，为温带半潮湿气候。晚侏罗世—早白垩世，分界线向北移至东北南部，东北北部为温带成煤气候区，东北南部、华北、西

北地区为温带半干旱、半潮湿气候。晚白垩世，潮湿气候区进一步向北退缩。华南、西南地区一直为热带、亚热带干旱气候，是盐矿重要的成矿期。

第四节 中生代的沉积矿产

中国中生代的沉积-层控矿产较为丰富，已知有煤、油页岩、石油、天然气、岩盐、卤水、石膏、铁、锰、铝土矿和含铜砂岩等十余种，以煤、石油、天然气、盐类、铁最为重要。

煤：晚三叠世中国南、北方均为聚煤期。华南为海陆交替或近海环境，含煤丰富，煤质较好（如湘中、赣北地区安源群下部煤层）。华北、西北和东北地区晚三叠世广泛分布陆相含煤盆地，但含煤性较差。早、中侏罗世是我国重要成煤期之一，聚煤区主要分布在北方，可以辽西北票组、北京门头沟组、晋北大同组、陕北延安组以及新疆八道湾组和西山窑组为代表，都形成大型煤田。华南地区早侏罗世仍有含煤沉积，但规模及质量均不及晚三叠世。早白垩世早期，东北及华北北部广泛分布重要的含煤沉积，可以沙海组、阜新组、城子河组为代表。

石油、天然气：扬子浅海的川中地区，早三叠世晚期嘉陵江组是有名的天然气储集层。松辽盆地的松花江群是著名大庆油田的生油层和储油层，也是世界上有代表性的陆相夹过渡相大型油田。塔里木西南缘的英吉莎群代表浅海及滨海（泻湖）型重要油田。

膏盐：扬子浅海在早三叠世晚期至中三叠世初期普遍出现咸化泻湖环境，并有石膏矿产形成。在上扬子海盆的川中地区，还共生有盐岩和卤水，是寻找钾盐的远景区。华南晚白垩世红层中常有重要的岩盐矿产，如滇中的江底河组、湖南的衡阳群就是其中的代表。