

长江中下游成矿带区域构造格局及其演化

刘绍濂

(中南冶金地质研究所 宜昌市 443003)

1 区域地质构造发展

长江中下游地区地处扬子地块北缘,经历了漫长而又特殊的地质构造演化过程。根据近年来所取得的地质、地球化学及地球物理的研究成果,本区地壳的演化和岩石圈地块运动具有明显的阶段性,可以得出该区构造演化大致划分为下述三个发展阶段。

1.1 前震旦纪基底形成阶段

扬子地块变质基底,具有双层基底和二元结构特征。其下部为以早元古代大别群为代表的深变质岩系结晶基底,上部以中、晚元古代的宿松群、张八岭群、冷家溪群、双桥山群和上溪群为代表的浅变质岩系褶皱基底组成。

早元古代时,大别山一带为一优地槽,沉积一层巨厚海相火山—沉积建造,经吕梁运动的强烈变质,形成以角闪岩相—麻粒岩相的深变质岩系,其成岩时代为 2028Ma(麻桥组)、被 2010Ma(桥岭组)、1762Ma~1850Ma(红安群)、1850Ma 的大兴组、七角山组绿片岩不整合覆盖,表明存在于 1900Ma 前的大别运动中(吕梁运动)。

中、晚元古代时,大别山一带南麓转为冒地槽型环境,沉积了以宿松群、张八岭群、冷家溪群、双桥山群和上溪群为代表的一套绿片岩相浅变质岩系。晚元古代末期(850Ma)本区经历强烈晋宁造山运动,使已有的地层遭到强烈褶皱,完成了上部的褶皱基底,是古扬子地块与华北南华地块第一次对接时期,其缝合边界应视以桐柏—舒城东西向深断裂为地块的分界。

依据地质航磁资料分析,将本区长江南北不同的浅变质岩系,褶皱基底结构不同划分为以大冶—九江—安庆—铜陵—芜湖—句容一线为界,以北称为“江北式基底”,由张八岭群、红安群及变质的震旦系组成;其南则称之为“江南式基底”,由冷家溪群、双桥山群、上溪群组成,其上部为未变质的震旦系。

1.2 震旦—早三迭世地块运移盖层沉积阶段

晋宁运动后扬子地块基本固结,依据朱鸿、万天丰对古地磁资料的研究,从早震旦世—古生代末,华北、扬子、南华三者是相互分离的三个独立块体。扬子陆块古磁极始终游移在经度 19°~23°间的中—低—中纬度,处于赤道附近。华北陆块古磁极位置及古纬度变化范围较大。南华陆块整个古生代处于赤道北侧低纬度地带。从三迭纪开始,各陆块的古磁极从不同方向向中、高纬度游移,古纬度曲线亦逐渐靠拢,显示走向重并合。

该阶段是盖层发育阶段,扬子陆块表现为多次拉张迁移,使南北二区出现明显的沉积建造差异,震旦纪开始本区结束了地槽发展转入新的相对稳定准地台阶段,整个古生代直至早三迭世没有明显的褶皱运动和岩浆活动,地壳呈现明显的升降振荡活动,出现了拉张裂陷的沉积环境,形成巨厚的海相沉积,构成准地台盖层。

1.2.1 加里东旋回

加里东旋回是本区变质基底形成后的第一主旋回,包括震旦纪、寒武纪、奥陶纪到志留纪期间发生的地质事件。由于受早震旦世区域拉张应力作用,从震旦系下统至志留系中统的沉积建造,反映出一个由海浸—海退完整的沉积旋回,发育一套以海相碳酸盐和碎屑沉积为主,间夹有海陆交互及少量陆相沉积物盖层。加里东期间发生了志留奥陶之间、志留与泥盆之间的三次地壳变动,震旦纪末的早加里东运动使北区(江北式基底)震旦系产生变质变形,晚奥陶世和早志留世间的中加里东运动为垂直升降运动,使高家边组(S_1)与五峰组(O_3)呈假整合接触,两者均缺失笔石带。中志留世末的晚加里东运动(广西),使本区普遍隆起,缺失志留系上统和泥盆系下统、中统地层,出现泥盆系上统和志留系中统平行不整合接触,构成盖层中的第一个亚构造层。

1.2.2 海西旋回

经过早古生代漫长的发展、演化后,下扬子陆缘海盆南、北区差异逐渐消灭,到志留纪末的晚加里东运动隆起成陆。整个海西旋回表现为频繁的振荡,海水进退交替,隆坳变迁不定,并有多次微弱火山活动局面,形成本区第二个构造亚层,包括泥盆系、二迭系及上三迭统地层。

由于志留纪末晚加里东运动影响使南北间隆起成陆,因而缺失早、中泥盆世沉积,到晚泥盆世才下沉接受陆缘—滨海三角州相石英砂砾岩和砂岩建造。

本构造旋回主要有泥盆纪末至早石炭世的柳江运动和石炭纪与二迭纪间的云南运动。

柳江运动后,早石炭世是晚古生代以来第一次大规模海侵期,早石炭世金陵期为滨海至浅海碎屑岩相和碳酸岩相;中石炭世黄龙期海侵范围扩大,全区为开阔台地处于还原至氧化环境,表现为稳定的近岸碳酸岩台地相,并与下石炭统存在一个区域性沉积间断,出现假整合面,显示出淮南运动的存在。另外在下游苏皖地区,石炭系中发现有含火山碎屑岩层,反映这一时期处于张裂构造背景中。

石炭与二迭纪之间的云南运动,导致区内局部(江西、湖北、安徽)缺失上石炭统船山组,使下二迭栖霞组与下伏地层平行不整合接触。二迭纪中期及末期的东吴运动和东南运动继续以垂直升降为主,造成上、下二迭统之间和下三迭统与上二迭统之间的平行不整合。下二迭以滨海—浅海相炭质页岩、燧石结核灰岩、硅质岩和砂页岩组成。上二迭统以海陆交互相含煤碎屑沉积为主,部分地区相变为浅海相灰岩。早三迭世为浅海陆棚相—滨海台地相泥岩—碳酸盐沉积。

1.3 中三迭世至第四纪陆内变形阶段

中三迭世开始下扬子地区由槽台体制转入地块体制,进入陆内变形新大地构造发展阶段,以强烈的构造变形及构造—岩浆活动为特征。其阿尔卑斯旋回分为印支、燕山、喜马拉雅三个亚构造旋回。

1.3.1 印支亚旋回

包括中晚三迭纪时期发生的地质事件。印支运动是本区大地构造发展的一个重要转折点,地壳普遍强烈震荡上升,大面积隆起,海水全部退出,转入陆内剥蚀阶段,构成阿尔卑斯盖层第一个亚构造层。

印支运动包括中三迭末期的金子运动和晚三迭末期的南象运动两个构造运动幕。

1. 金子构造幕:早三迭世海相碳酸盐沉积后地壳抬升,中三迭统下部变成蒸发台地相白云岩之后,海水退槽进入中新生代内陆湖盆相地理环境,标志着印支亚旋回金子幕的存在。

金子运动在本区影响是深远的,它不仅基本结束了以碳酸盐岩为主的海相地层,使区域古地理出现了新的景观,带来沉积类型的改变;而且也改变了晚古生代以来的构造格局,进入了一个新的地质构造发展阶段,例如在大冶地区,早三迭世之前基本是 NWW—SEE 和 EW 向的紧闭褶皱和断裂组成的构造格局,早三迭世末,由于褶皱隆起,中三迭世后沉积明显局限在早三迭后的隆起间的凹陷盆地中,构造线方向与 NWW、EW 向一致;而上侏罗统的小型内陆盆地陆相沼泽含煤建造,就在该基础上发展起来的,故上三迭统与中三迭统地层在分布上疏远而与下侏罗统密切。在褶皱形态上协调于中三迭世之前的紧闭倒转褶皱,而中三迭统以后地层为宽阔褶皱。

2. 南象构造幕:晚三迭世末的南象运动是整个印支亚旋回的主要褶皱幕,形成下、中侏罗系武昌群(象山群)与下伏地层间的角度不整合。南象运动继承了金子运动的近南北挤压构造活动方式,使区内从褶皱隆起作用阶段,进入次断裂活动,重新调整了隆凹构造格局,形成以大冶、怀宁、庐枞、宁芜、扬州、常州等几个分隔的盆地。如大冶盆地向西推移,范围缩小,早侏罗世继承性盆地局限于碧石渡及大冶向斜槽部西段,其他则转化为隆起区。褶皱形态上,由震旦系—三迭系组成的褶皱,多为紧密梳状或线型褶皱,九江以西为 NW—NWW 向;九江以东为 NE 向展布,呈一向南弧形状态,并产生相应的轴向逆冲断层或逆掩断裂,如桐柏—舒城,襄樊—广济,崇阳—通山等断裂。也伴随着花岗岩类侵入活动,如九瑞地区的洋鸡山岩体(204Ma ~ 230Ma)、大湖山岩体、十六公里岩体、青阳九华山岩体、宁镇高资等岩体。

长江中下游印支亚旋回的金子运动和南象运动的形成,主要是南华地块及华北地块与

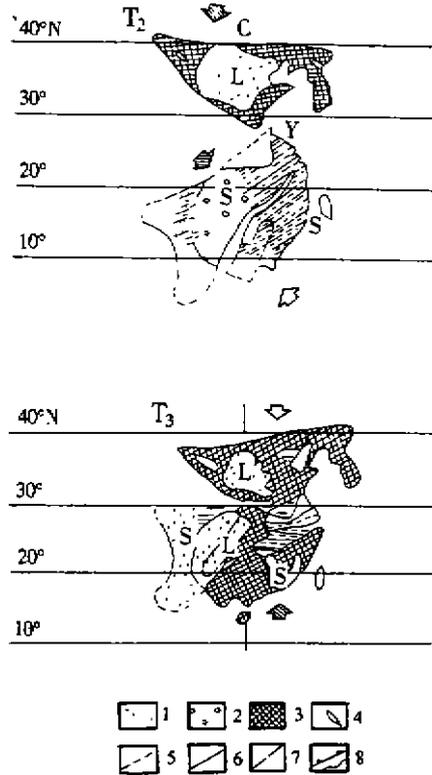


图 1 中三迭世(T₂)及晚三迭世(T₃)古构造图

- C-中朝板块;Y-扬子板块;S-南华板块;L-陆地;S-浅海;
 1-砂、泥质沉积;2-碳酸盐沉积;3-陆地剥蚀区;
 4-水下隆起;5-侵入岩体;6-背斜;7-向斜;
 8-俯冲带、逆掩断层及走滑断层,
 简明头表示该阶段末期的板块运动方向

(据翟裕生等 1991 资料)

扬子地块逐步靠拢和先后碰撞所引起。依据朱鸿等 1995 年古地磁研究资料,中三迭世扬子地块与华北块之间尚有较大距离,而南华地块已与扬子地块靠近(图 1)。在中三迭末,南华地块与扬子地块碰撞,使扬子地块南缘与南华地块普遍发生纵弯褶皱,而处在扬子地块北东缘的本区远离其碰撞带,这时仅发生了区域性缓慢隆起和海退,未出现明显的褶皱变形。此后扬子地块和华北地块继续向北移动,晚三迭世末,扬子地块平均移动速度达 3.68cm/a,华北地块仅为 1.75cm/a,显然扬子地块快于华北地块,因此这两个地块完全可能在晚三迭世发生碰撞。

在南缘运动之后,扬子地块已不再为独立体系,而成为欧亚板块的组成部分。

1.3.2 燕山亚旋回

燕山运动发生在早侏罗世—白垩纪末,对下扬子地区的大地构造发展和矿产形成,有着十分重要的意义。其间构造运动期次较多,可划分二个亚旋回四个重要构造运动幕。

1. 早燕山亚旋回:发生在侏罗纪,构成全区第三构造层的第Ⅱ亚构造层。以陆相含煤碎屑岩建造侵入岩建造为主,伴有内外生矿床形成。依据地层间角度不整合关系划分二个构造燕山运动幕。

燕山运动Ⅰ幕,晚侏罗世地层西横山组及相当层与下伏早—中侏罗世地层间的角度不整合为代表的运动。燕山运动Ⅱ幕,早白垩世马架山组、砖桥组、赤砂组、天马山组及相当层与下伏地层间不整合接触所代表的运动。

构造变动发生使该区普遍形成 NNE 向大中型开阔纵弯褶皱,在前侏罗纪地层分布区则形成为 NNE 向叠加改造褶皱,NNE 向断层为左行剪性逆断层,而 NW—近 EW 向断裂则普遍为张性、张剪性正断层,因此燕山早期区域构造应力场主压应力方向转为 NW—SEE 向,与中国东部该时间应力场特点一致。由于这次古太平洋板块向北俯冲到欧亚大陆东北端之下,导致陆内再次变形,岩浆侵入和喷发,并形成规模宏大的 NE 和 NNE 向断裂和隆凹断块为特点。燕山早期断块呈 NW 与 NEE 向相对运动,造成沉积盆地中心向 NW 和 NNE 向迁移,因而部分地区缺失侏罗世沉积。

伴随燕山期第一和第二幕的构造运动,成矿带发生了大规模岩浆活动和成矿作用。导致了一系列中酸性岩浆侵入活动和成矿作用,形成了燕山早期闪长岩—花岗闪长岩岩浆系列和以铜铁为主多金属矿床。

2. 晚燕山亚旋回:形成于白垩纪的晚燕山亚旋回,在早白垩世时火山喷发和岩浆侵入强烈,形成陆相火山岩建造及其有关的金属、非金属矿床。晚白垩世形成一套陆相红色碎屑岩建造,组成本区第三构造层之第Ⅲ亚构造层。

整个晚燕山亚旋回,发生二次构造运动,①晚白垩世早期七房村组、浦口组、东湖群与下伏地层不整合的燕山Ⅲ幕;②在江西、安徽及江苏局部地区第三系与上白垩统之间的角度不整合的燕山第Ⅳ幕。

白垩纪时期内断裂构造活动强烈,原先形成的 NE 或 NNE 向断层均转为正断层或右行走滑正断层,而原先的 NW—近 EW 向断裂则为逆掩断层,褶皱活动均为宽缓的 NW 向纵褶皱,反映这时区内最大主压应力场为 NNE—SSW 向,与燕山早期显然不同,这与印度—澳大利亚板块向北偏东方向运移的推挤作用有关,形成一系列呈 NNE 向相并排列的断陷盆地和相对隆起等构造形迹。

在晚燕山亚旋回中构造运动导致一套由基性—酸性岩浆侵入和喷发活动及成矿作用,

形成了燕山晚期辉长岩(玄武岩)—闪长岩(安山岩)—花岗岩(流纹岩)岩浆系列和铁矿床。

3. 喜马拉雅旋回:喜马拉雅旋回表现为第三纪至第四纪,该旋回形成陆相含膏盐的红色碎屑岩建造和油气建造,并在第三纪中多次有基性火山岩喷溢。依据地层不整合关系,区内发生了几期构造运动,形成了早晚二个亚旋回。

①早喜马拉雅亚旋回,即为老第三纪,表现有一次构造运动,渐新世与中新世间的洞玄观组与三垛组的角度不整合。这一时期长江中下游主要是太平洋板块向西俯冲影响,使得本区产生近EW向受挤压,而SN向为拉张的应力场,表现出主要褶皱为NNE向的宽缓纵弯形态,EW向断裂为正断层。依据李曙光等1989年资料,大别山地区的镁铁—超镁铁岩最后一次构造事件的Sm/Nb同位素年龄为 $40.62 \pm 17.4\text{Ma}$,与这次构造事件相关。

②晚喜马拉雅亚旋回:时限为晚第三纪—第四纪,主要构造运动发生在上新世与早更新世之间,使下更新统与下伏上新统的东湖组(鄂)、桂五组及安庆组(皖)、雨花台组及方山组(苏)间微角度不整合接触。

此时由于印度—澳大利亚板块西半部迅速推移(15cm/a)和俯冲,使得长江中下游地区,产生近SN向的断裂拉张,并有基性熔岩喷发,出现中新统一早更新统地层近EW向宽缓褶皱。

2 区域构造格局及其演化

长江中下游构造的发展与演化是中国东部构造发展演化的一部分。前震旦纪的构造背景目前还不太清楚,仅归纳为基底形成阶段,总构造格局为由优地槽向冒地槽演化,并在前震旦末和震旦纪先后转为稳定的地块。古生代盖层沉积阶段,主要表现为隆坳的迁移。中生代为陆内变形阶段的构造格局,是以EW、NE—NNE及NW向断裂带为主干的带状网络构造系统为特征。新生代则在中生代格局解体基础上,形成了盆—山相间的新构造格局。

2.1 前中生代构造格局

2.1.1 前震旦纪

前震旦纪在南北两类基底上形成了巨厚的沉积,火山—岩浆地槽建造,经历了多期变质作用,混合岩体和构造变形,因而地表出露局限,但它的构造经历是复杂而漫长的,经研究至少有四期褶皱变形,就中国东部构造总体而言,大别山地区、皖北、苏北地区属于华北地壳原体的外带碎片,除大别岩块保持其局部外形外,其余东部基底均经后期熔化、改造,埋深于地下,南带的江南隆起,九岭—幕府山地是南华地壳原体的北端。在下扬子地区这两个地壳原体发生了混熔,深埋在沉积盖层之下,已难于恢复其具体构造形态。

晋宁运动是古南华地块、华北地块与古扬子地块碰撞所导致的前震旦纪一次重要的构造热事件(图2),使本区的变质基本固结,转化为大陆地块,大别岩块增生到扬子地块边缘,区内构造发展进入一个新的时期,在地幔物质对流作用的驱动下,扬子地块和华北地块、南华地块相分离,各自进入大规模漂移时期,从此长江中下游地区一直位于古扬子地块的边缘地带。

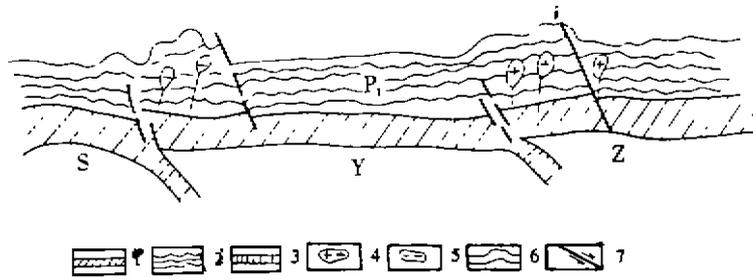


图2 前震旦纪晋宁期构造演化模式图(据翟裕生等 1991 年资料)

1- 地下壳; 2- 前震旦系褶皱变质基底; 3- 古洋壳; 4- 花岗岩;

5- 中酸性岩; 6- 基性、中基性火山岩; 7- 基性、超基性岩;

2.1.2 震旦纪

震旦纪末本区以垂直振荡构造运动为主, 发生过多拉张沉陷和隆拗变迁, 进入以陆壳为基底的海浸环境, 由于大别古岛一侧基底固结较晚, 形成区域中部出现水下隆起, 两侧为深拗陷带的构造格局, 并伴随有细碧石英角斑岩质浆喷溢。晚震旦世受古秦岭洋壳俯冲, 即拓幕运动使整体上升成陆, 出现以武昌—大冶—广济—安庆—芜湖—句容—常州一线以北的震旦系强烈褶皱变形, 形成一个沿大别古陆边缘的浅变质、强变形的构造镶边带; 而武昌—常州以南, 形成以鄂东南、德安、皖南三个震旦纪拗陷中心, 组成一个东西向新生褶皱系(图3)。

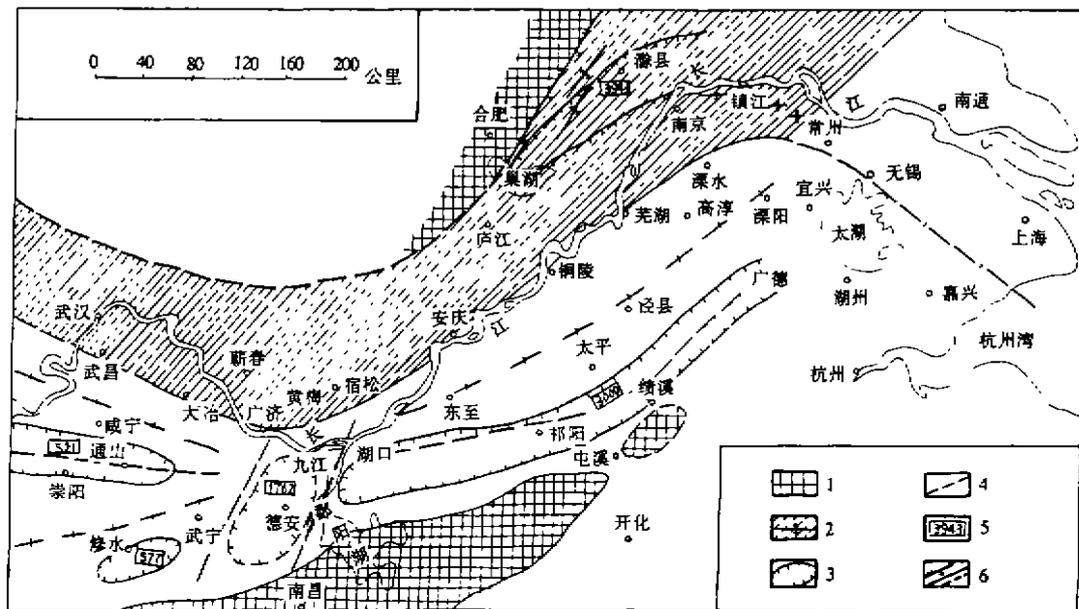


图3 长江中下游震旦纪末隆拗格局示意图

1- 古陆(岛); 2- 震旦纪褶皱带及褶皱轴; 3- 拗陷中心; 4- 水下隆起脊线;

5- 震旦系最大沉积厚度(m); 6- 古断裂、古逆冲断层及推测古断裂

2.1.3 早古生代

寒武纪开始, 由于地壳横向密度不均, 重力不稳, 壳幔物质对流方式不断变化, 因而扬子

地块漂移和旋转速率随之变化,使得长江中下游地区拉张沉陷和上升隆起活动交替进行,早古生代基底拉张,全区处于持续沉降接受了巨厚的海相碳酸盐和碎屑岩沉积物。而古生代南侧拗陷带比北侧要深,形成奥陶系—志留系浊积岩,说明南侧地块的构造力比北侧要强烈得多,沿江地带则形成开阔的水下隆起带(图4)。

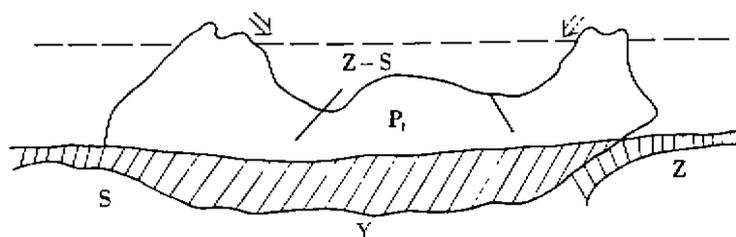


图4 早古生代加里东期构造演化模式图(资料来源同图2)

2.1.4 晚古生代—早三迭世

早、中泥盆世,全区处在整个隆起期,遭受剥蚀形成准平原化状态,命名部分地区缺失志留系上统或泥盆系中统地层。早石炭世开始张裂作用(柳江),开始海侵并出现新的隆坳格局,南北两带回返隆升,沉降中心逐渐向沿江迁移,二迭纪出现东西向水下隆升脊线,早三迭世变为北西向,形成了古老的近东西向、北东向网络的构造格局雏型,在石炭世铜陵古岛附近有微弱的火山活动,表明此时的地热场有变化,对海底下渗水受热循环和含矿热卤水的形成创造条件。形成石炭系和二迭系中层状、块状硫化物、菱铁矿、赤铁矿层。而二迭纪随张裂作用的加剧逐渐由陆表海转化为裂陷槽式深海沉积环境(图5)。

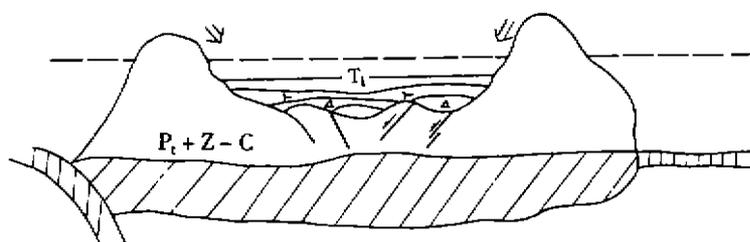


图5 晚古生代海西期构造演化模式图(资料来源同图2)

早三迭世又发生一次海侵作用,西部拗陷中心位于大冶—广济、崇阳—通山;东部拗陷中心位于安庆—贵池—无为,宣城—泾县、宜兴—广德一带。但由于受南华地块逐渐向扬子地块靠拢和古洋壳的俯冲作用影响,区域逐渐隆起。

2.2 中生代构造格局

中三迭世发生的印支运动显然改变了本区格局,使该区进入一个新的构造发展阶段,随着南华地块与扬子地块逐渐靠拢,区域逐渐隆起,早三迭世末—中三迭早期由浅海碳酸盐沉积转向封闭海湾—泻湖相含膏碳酸盐岩沉积,直到中三迭世中期南华地块与扬子地块碰撞,导致地壳上升,结束海侵(图6)。

三迭纪末,在扬子地块与中朝地块的碰撞和扬子板块向下俯冲作用下,大别、张八岭地块向南上斜冲滑移,形成了区内盖层的滑脱构造系,出现滑脱型弧形褶皱及走滑断裂,形成第一期推覆、滑覆构造岩浆侵入和成矿作用,解体了晚古生代以来的隆坳格局(图6),从而进入陆内变形阶段。

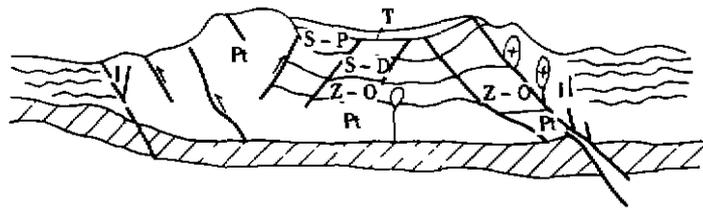


图6 早中生代印支期构造演化模式图(资料来源同图2)

侏罗纪到白垩纪为区内断裂活动岩浆侵入的最盛时期,在太平洋(库拉)板块与欧亚板块左行剪切运动影响下,区内受SE—NW向挤压,形成近NW向、NWW向陆内拉张带和深断裂,造就一对X型基底剪切断裂,如安庆—广德和铜陵—怀宁滑动断层,及早中侏罗形成的陆相断陷火山岩盆地(图7)。

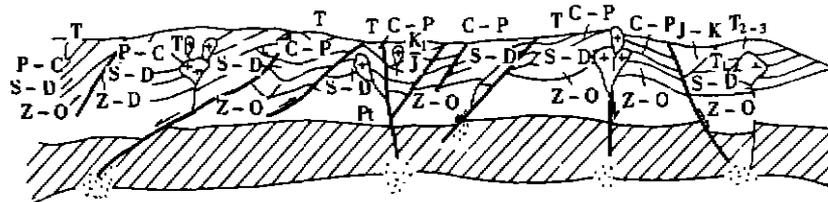


图7 晚中生代燕山期构造演化模式图(资料来源同图2)

晚侏罗世,由东南向西北的运动加剧,成为控制本区构造格局演化的主导因素,它与继续向南推移的大别山突出体对挤下,中段(宿松—南京)发生强烈的左旋剪切,形成NNE向迭加改造褶皱,及第二期推覆构造主要以低角度逆掩断层为主,逆冲作用使得盆地边缘褶皱推掩,发生了大量同熔型岩浆侵入及部分火山喷发作用,对该区的矿产及盆地活动起到控制作用。早白垩世,印度—澳大利亚板块向欧亚板块的俯冲推挤,受到以近SN向应力作用的断裂、断块运动,形成一些沿扩张轴向分布的NNE向断裂型火山盆地,并有大规模的中基性、碱性岩浆喷发和侵入,在外围古生界地层中分布有中酸性岩浆侵入,形成了丰富的内生矿床。

2.3 新生代的构造格局

晚白垩世—早第三纪,本区由南北和北西—南东向主压应力场转化为东西向伸展为主的应力场,这时庐断裂停止了平移,转为裂谷性质为主,在断谷内形成巨厚的白垩纪沉积。断裂活动主要发生在断谷的两侧,区内火山活动已停止,此时大陆壳仍陆续东移扩张,出现以九江为界,地块分别向东西两端蠕散,深断裂、基底断裂活动产生菱形断陷盆地和断块隆起,形成盆、山相间互补的格局,为江汉、洞庭盆地、苏北太湖盆地,并有天长、六合、嘉山一带的大规模玄武岩喷溢及一些膏盐矿床。

此时发育以伸展作用的滑落推覆体、断块隆起,导致边缘向盆地滑动,使褶皱岩层覆盖在上白垩统至第三系之上,如宣城、南陵盆地边缘的岩席均属第三期的滑覆构造。

参考文献

- [1] 翟裕生等,长江中下游地区铁铜(金)成矿规律,地质出版社,1992年
- [2] 常印佛等,长江中下游铁铜成矿带,地质出版社,1991年
- [3] 科研报告,《长江中下游铁铜金银成矿规律及成矿预测》,中南冶金地质研究所,1996