维普资讯 http://www.cqvip.com

东秦岭的地球物理、构造分带特征及演化

李文勇[1]，夏 斌[1]，路文芬[2]
（1. 中国科学院广州地球化学研究所，广州 510640；2. 广州海洋地质调查局，广州 510760）

[摘 要]东秦岭构造演化及地质成矿比较复杂，在认识上还存在分歧。笔者从板块构造学、地球物理学、事件地层学等多学科观点出发，提出了一些新的看法。东秦岭发育的区域性深大断裂主要有9条，它们均具有多期次、长期性活动的特征；垂直板缘构造带走向，从北向南可划分出低变质变形带、强变质变形混杂带、刘岭复理石推褶构造带、大别地块、断褶推滑构造带等五个地质构造带；东秦岭的地质构造发展演化经历了7个阶段，即华北、杨子板块形成、漂移阶段；华南板块形成阶段；板缘增生带形成阶段；板块对接阶段；剪切走滑阶段；板块挤压推覆阶段以及断块掀斜阶段。

[关键词]构造演化 构造分带 区域性深大断裂 地球物理 东秦岭
[中图分类号]P631.56 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2004)01-0036-05

东秦岭位于华北板块与华南板块的碰撞交接地带，是我国华北、华南地层分区的界线。由于所处构造位置的重要性、地质发展历史上的长期性和多旋回性、地质构造的复杂性、空间上的变异性以及构造岩浆热事件的多期多样性等，造成了该区良好的成矿条件，形成了丰富多彩、别具特色的矿产资源，因而曾吸引众多勘探部门及大批地质学者在此进行地质工作。然而，在东秦岭构造演化及地质成矿方面还存在分歧意见。本文是笔者近年来通过深入细致的调查研究，并综合分析以往资料编写的。

1 地球物理特征

综合分析各种地球物理勘测资料，同时结合板块理论，东秦岭具有如下的地球物理特征：

1）地壳厚度自西向东逐渐变薄，约从45 km（柞水附近）逐渐变为35 km（方城附近），莫霍面呈带状凹陷，即从南、北两侧向中线，地壳厚度逐渐变大[1]。

2）与华北、华南板块具有显著的地壳物性差异。东秦岭表现为磁力正、重力低、地磁指向差异小、大地电磁简单、遥感线性构造带等特征（表1）。

3）地壳结构、地震纵波速度与华北、华南板块具有差异（图1）。地震纵波速度不同可能反映了东秦岭与华北、华南板块的地壳岩石类型、岩石结构以及成因等方面的差异。依据地震纵波速度分层，东秦岭造山带总体显示为上、中、下3层结构，但上部地壳又可划分为3个亚层，界面深度在11 km、18 km、20 km、25 km处；华北板块（栾川以北）的地壳可明显划分为3层，界面深度在17 km、24 km处；华南板块（淅川以南）的地壳可划分为4层结构，界面深度在15 km、20 km、27 km处。

表1 东秦岭与华北、华南板块地壳物性特征对比表

构造区	航磁	重力	电磁差分	大地电磁	卫星遥感[2]
华北板块	负	高	地磁指向差异大	复杂	非线性、线性混杂
东秦岭	正	低	地磁指向差异小	简单	线性构造带
华南板块	负	高	地磁指向差异中	高阻	非线性、线性混杂

注：本表根据张天义（1997）和李万程（1991）的资料编制而成。

4）上地幔性质与华北、华南板块表现不同。华北、华南板块的上地幔地震纵波速度为8.2～9.0km/s，表现为刚性；东秦岭造山带的上地幔地震纵波速度为7.1～7.6 km/s，表现为低阻柔性异常地幔。

5）东秦岭造山带地壳缩短达500～1000 km，上升达10 km以上[1]。

6）东秦岭造山带的速度界面有4处断开，推测应是商丹—信阳断裂、朱夏断裂、瓦穴子断裂以及栾川—固始断裂作用所致，可能反映了地壳块体拼接的界线[2]（图2）。

[收稿日期]2003-03-19；[修订日期]2003-05-07；[责任编辑]余大良。
[第一作者简介]李文勇（1966年-），男，1991年毕业于焦作矿业学院，获硕士学位，在读博士生，高级工程师，主要从事构造地质与地球物理研究工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

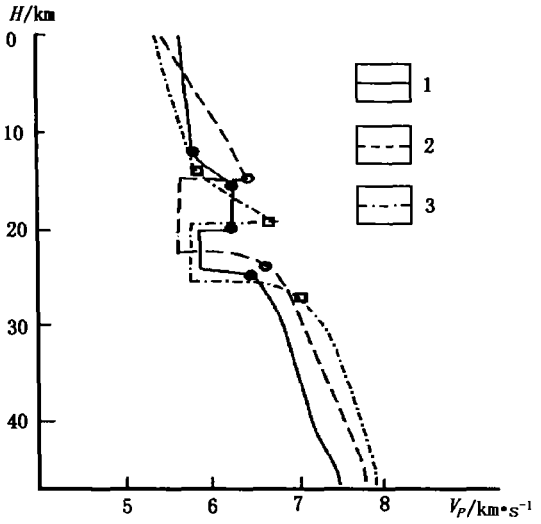

图1　东秦岭与华北、华南板块的波速(Vp)—深度(H)关系对比图

1—东秦岭;2—华北板块;3—华南板块

(据地矿部第二综合物探大队资料编制)

2　区域性深大断裂

东秦岭地区存在着一系列不同时代、不同性质的近EW-NWW向的地缝合线和区域性深大断裂系统。这些断裂在地史演化过程中长期作用、不断发展,即使在秦岭古海洋消失后至中生代,由于强大的板块运动影响,在地壳进一步强烈缩短过程中,成为不同深度层次的犁式断裂系(断面上陡下缓)以及冲断层、低角度的逆掩断层、推覆体和大型滑脱发生的基础;这些深大断裂具有多期次、长期性活动的特征,是由继承性活动的陡倾断裂带和下部地壳缓倾断裂面或局部熔融带组成,控制着东秦岭地区的沉积、岩浆、变质和成矿作用以及地质构造的发展变化[3~7]。综合各种地球物理勘测资料,东秦岭发育的区域性深大断裂主要有9条(图3),即①固市—阳平断裂:小秦岭"地垒"与渭河"地堑"东延部分的分界线;②三门峡—汝阳—舞阳断裂:两个早前寒武纪结晶基底太华群与登封群的分界线,简称三门峡

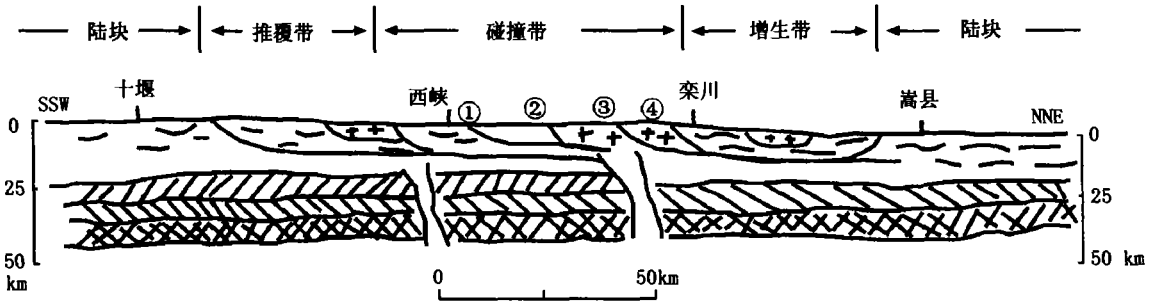

图2　洛阳—十堰地壳断面图

1—商丹—信阳断裂;2—朱夏断裂;3—瓦穴子断裂;4—栾川—固始断裂(据地矿部第二综合物探大队)

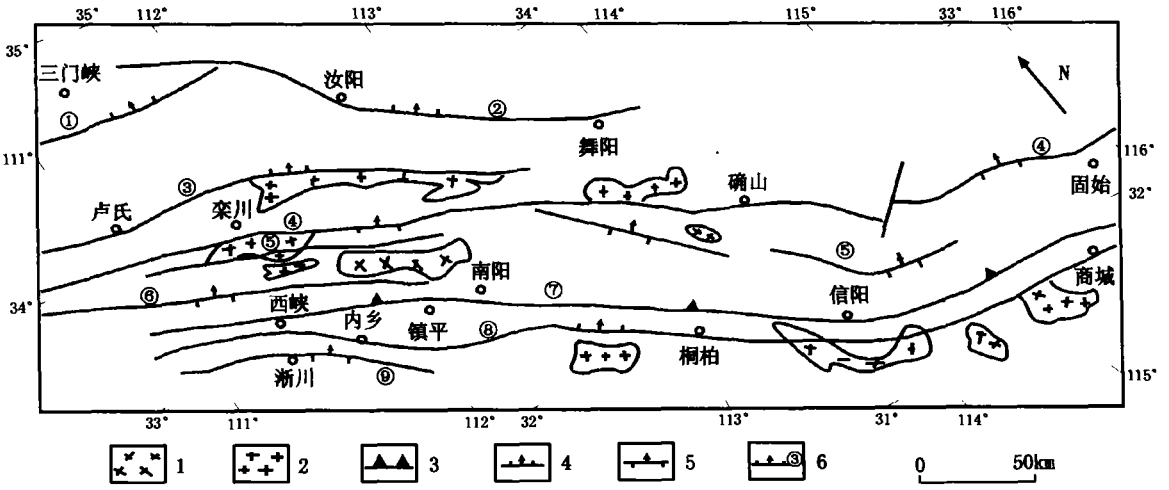

图3　东秦岭—大别造山带构造纲要图

1—晚古生代岩体;2—中生代岩体;3—板块缝合线;4—正断层;5—逆断层;6—与文字对应的断层及编号

维普资讯 http://www.cqvip.com

—汝阳断裂;③潘河—卢氏—马超营断裂:中、晚元古代活动大陆边缘的弧前盆地北部边界,简称马超营断裂;④黑沟—栾川—确山—固始断裂:华北古板块与北秦岭褶皱带的分界,简称栾川—固始断裂;⑤瓦穴子—桥端—明港断裂:北秦岭中元古褶皱造山带与加里东褶皱造山带的分界,简称瓦穴子断裂;⑥朱阳关—夏馆断裂:位于加里东造山带中,控制加里东早、晚期褶皱带的发育,简称朱夏断裂;⑦商州—丹凤—镇平—信阳断裂:华北古板快与华南古板块的对接带,是加里东造山带与海西造山带的分界,简称商丹—信阳断裂;⑧西峡—内乡—桐柏—商城断裂:南秦岭加里东造山带与海西造山带的分界,简称西峡—内乡断裂;⑨淅川—大桥断裂:中元古陡岭地块与加里东造山带的分界。

3 地质构造分带

东秦岭造山带总体走向 N70°W 或 S70°E,垂直板缘构造带走向,自北而南可划分 5 个构造带(图4)。

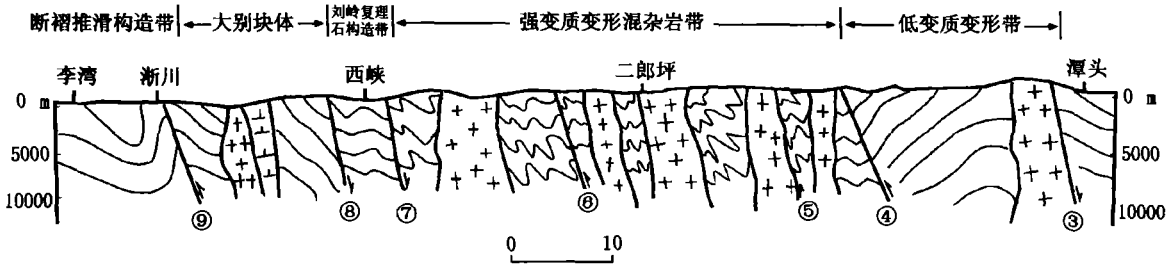

图4 东秦岭地质构造分带剖面 ③~⑨—与文字对应的断层及编号

3.1 低变质变形带

位于华北板块南缘,其南、北界分别为栾川—固始断裂、马超营断裂。构造变形可分两期[4-5]:早期属韧性变形,包括揉皱构造、窗棂构造、布丁构造、剪切片理;晚期属脆性变形,包括共轭剪节理、张裂隙等。

马超营断裂是熊耳群(Pt_{2-1})火山岩系分布的南界,断层以北熊耳群未遭变质,而断层附近熊耳群千枚岩化,往南变质加深。角度不整合覆于变质基底太华群之上的盖层,是由熊耳群(Pt_{2-1})火山岩系及栾川群(Pt_{3-1})、震旦系(Pt_{3-2})浅海相碎屑岩系组成,相当于古特提斯分支秦岭洋北部边缘海沉积[5-6]。

3.2 强变质变形混杂岩带

其南、北界分别为商丹—信阳断裂、栾川—固始断裂,为东秦岭造山带的主体,是一套经过强烈变形变质作用改造的构造混杂岩带,可分为 3 种类型。

3.2.1 蛇绿岩套

其分布广泛,形成时代多,特征典型。自北而南可见六条蛇绿岩带,即①碾道沟——马市坪蛇绿岩带:介于栾川—固始断裂与瓦穴子断裂之间,主要由绿片岩和与之共生的硅质岩组成,属于被肢解的中元古代的洋壳残体;②二郎坪—马畈蛇绿岩带:出露于瓦穴子断裂与朱夏断裂之间,是东秦岭地区发育最完整的蛇绿岩带。由变质橄榄岩、堆积杂岩、辉绿岩墙、火山熔岩(细碧角斑岩建造)、深海硅质岩以及复理石建造等组成,属于活动大陆边缘优地槽中的阿尔卑斯型蛇绿岩套;③洋淇沟—陈阳坪蛇绿岩带:沿商丹—信阳断裂北侧附近分布,是东秦岭地区发育典型、规模最大的蛇绿岩带,主要由浅橄榄岩、斜辉辉橄岩、透辉岩等组成,几乎不出现二辉橄榄岩,说明分熔程度与分异程度十分高,推断可能属于陆缘弧间盆地蛇绿岩[7];④双山—大河蛇绿岩带:分布于商丹—信阳断裂以南,西官庄—镇平—龟山—梅山断裂以北,岩性以纯橄岩、斜方辉橄岩为主,其附近见有高压低温变质带或"超磨棱化"岩带与信阳群(D)伴生,推断应为印支期华北板块与华南板块碰撞缝合线附近的蛇绿岩带[8];⑤淇河庄—梁营蛇绿岩带:分布于西峡淇河庄至内乡梁营一带的陡岭群(Pt_2)中,由超基性岩、英云闪长岩及基性火山岩和复理石沉积组成,属于中元古代洋壳的蛇绿岩套;⑥内乡—淅川蛇绿岩带:分布于内乡、淅川一带的毛堂群(Pt_3)中,由细碧角斑岩系组成,出现高压低温变质带的矿物组成,代表扬子板块北缘的加里东优地槽蛇绿岩套。

3.2.2 多成因系列花岗岩类

东秦岭重要构造特征之一是广泛发育着不同时代、不同成因系列的花岗岩类,主要有:①改造型花岗岩类:分布最广泛,与强烈的构造—热事件有成因联系[9],是陆壳基底经交代、重熔、改造形成的,代表洋盆中的岛弧或微板块,其中规模最大的是加里东和燕山两期改造型花岗岩体,如加里东期的五朵

维普资讯 http://www.cqvip.com

山、灰池子岩体、燕山期的伏牛山花岗岩体;②同熔型花岗岩类:与板块俯冲密切相关,是板块俯冲深达上地幔时岩浆上侵与地壳物质混合、同熔、上升定位而成,如加里东期的秋树湾斑岩体、燕山期的南泥湖斑岩体分别指示了当时的板块俯冲带;③幔源型花岗岩类:与幔源岩浆的分异作用密切相关,其形成早于同时代其它成因系列的花岗岩;其分布与不同时代的幔源超基性—基性岩套相联系,如石牌河岩体与太古宙—古元古代科马提岩有关,西庄河—白虎岭岩体与加里东期的蛇绿岩套相联系;④碱性花岗岩类:主要形成于造山期后的非造山期拉张构造环境中,一般晚于同时代其它成因系列的花岗岩,如雪峰期—加里东期的龙王幢岩体。

3.2.3　变质的沉积岩系和火山岩系

属于秦岭洋北侧边缘海的沉积物,古生物证据表明属于古生代沉积[10]。东秦岭造山带核部为秦岭群燕岭沟组大理岩,层面比较清晰(图5)。西峡岭根复背斜和蛇尾复向斜构成造山带核部基本构造格局。

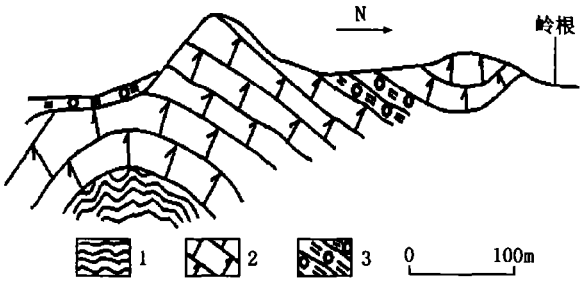

图5　西峡蛇尾地质剖面

1—秦岭群燕岭沟组;2—大理岩;3—石榴云母片岩

3.3　刘岭复理石推褶构造带

位于商丹—信阳断裂与西峡—内乡断裂之间,是扬子板块北缘被动大陆边缘前陆盆地背景,经造山运动、推覆褶皱隆起而成。古生物化石证据表明,属晚古生代深水相火山—碎屑—复理石建造——刘岭群或信阳群(D)。

3.4　大别地块

位于西峡—内乡断裂与淅川—大桥断裂之间,由中元古代优地槽型变质火山沉积岩系陡岭群(Pt_2)和新元古代浅海—陆棚相变质火山喷发沉积岩系毛堂群(Pt_{3-1})组成,并有加里东—海西期花岗(闪长)岩侵入,是扬子板块北缘的一个陆块。

3.5　断褶推滑构造带

位于淅川—大桥断裂以南,是在海西期海盆的基础之上,印支造山期经历了褶皱隆升、同沉积断裂、逆掩推覆、走向滑脱等变形变质作用形成的。其主期构造可分为两期,第一期是以大规模向南低角度逆掩推覆构造为主体,第二期以普遍发育的轴向近东西、轴面北倾的同心开阔褶皱、箱状褶皱为特征。

4　构造发展演化

上述分析研究表明,东秦岭的地质发展史主要经历了石牌河运动、嵩阳运动、中岳运动、加里东运动、海西运动、印支运动、燕山运动和喜山运动,其构造演化过程可以概括为以下几个阶段:

4.1　华北、杨子陆块形成、漂移阶段(崤熊期—少林期)

前寒武纪早期,华熊地块与嵩箕地块实行拼贴,组成整个华北陆块的南缘。前寒武纪晚期,超级古大陆裂解,华北、扬子陆块分别从劳拉、岗瓦纳大陆分离二者之间存在着广阔的古大洋;两陆块相向漂移,并在其边缘形成与大洋的过渡带,具有典型的活动大陆边缘特征。

4.2　华南板块(南中国联合大陆)形成阶段(少林期—加里东早期)

前寒武纪晚期至加里东早期,在扬子陆块向北漂移过程中,先后与西移东进的外来地块相遇,大别地体西移受阻与扬子陆块拼合,松潘—甘孜地块东进受阻亦与扬子陆块实现对接[11],从而共同组成南中国联合大陆——华南板块。

4.3　板缘增生带形成阶段(加里东期)

早古生代,随着南中国联合大陆的形成,华北、华南两大板块之间的古大洋(秦岭洋)逐渐缩小。秦岭洋北部是活动性大陆边缘,南部属被动性大陆边缘。南秦岭广泛出现的盆隆构造景观代表了华南板块北缘被动大陆边缘沉积体系,形成了一套震旦纪—早古生代的远硅质建造[12~13]。同时,华北板块在拉张转换机制作用下,栾川—铁炉子一线演绎出早古生代裂陷海槽,形成了一套从海底火山岩到深水碳酸盐岩、浅海碎屑建造等沉积建造。

4.4　板块对接阶段(海西期—印支期)

加里东晚期,秦岭洋由伸张转向消减,洋壳向华北板块不断俯冲,经历海西期并持续到印支期[14],秦岭洋最终关闭,华北、华南两大板块对接完成,对接缝合线为商丹—信阳断裂。演化时限的确定主要依据地层时代。秦岭洋中的沉积物属古生代,商城发育的中石炭统道人冲组及上石炭统下部庙冲组,是秦岭中时代最晚的海相地层,而最早的陆相盆地

维普资讯 http://www.cqvip.com

是南召煤田,时代为晚三叠世,因此,将秦岭洋最终关闭时间定在印支期是合适的。

4.5 剪切走滑阶段(燕山早期)

大量宏观观测及微观构造研究表明,本文中提及的区域性深大断裂均为具有大规模累积断距的左型走滑断裂。例如:在西峡—内乡断裂北侧刘岭群地层中发现一个指向 NW 的推覆构造,是该断裂左型走滑的佐证;另外,从板内变形分析中也发现燕山早期豫西存在一期走滑构造事件,这是板缘走滑在板内的表现。

4.6 板块挤压推覆阶段(燕山晚期或四川期)

陆壳碰撞,华南板块向北俯冲,华北板块向南仰冲(A 型俯冲),秦岭—大别褶皱成山,大规模花岗岩侵位,其时间为四川期,主要依据有:①东秦岭地区的燕山期花岗岩体年龄值为 89 Ma ~ 144.95 Ma,时代为白垩纪;②西峡—内乡盆地内的磨拉石建造时代为上白垩世,代表造山后的快速堆积;③南召煤田上三叠统含煤建造受向南逆冲的断层切割,分析逆冲作用与秦岭造山同期,在晚三叠世之后。

4.7 断块掀斜阶段(喜马拉雅期)

太平洋板块向西对欧亚板块俯冲,深部地幔上隆,表层地壳拉张,产生 EW 向挤压、南北向拉张的应力场,因此,沿主干走向断裂发生伸展掀斜运动而形成现今的构造格局和地貌景观。

[参考文献]

[1] 何建坤,刘福田,刘建华,等. 秦岭造山带莫霍面展布与碰撞造山带深部过程的关系[J]. 地球物理学报, 1998,41(S1):79 ~ 85.

[2] 徐明才,高景华,刘建勋. 东秦岭深地震剖面上莫霍基本特征的研究[J]. 地质与勘探,2000,36(1):40 ~ 43.

[3] 陈衍景. 影响碰撞造山成岩成矿模式的因素及其机制[J]. 地学前缘,1998, 5(增刊):109 ~ 118.

[4] 河南省地质矿产局. 河南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989,627 ~ 660.

[5] 胡受奚,林潜龙. 华北与华南古板块拼合带地质和找矿[M]. 南京:南京大学出版社,1988,139 ~ 188.

[6] 刘国平. 秦岭造山带沉积岩容矿金矿床地质特征和矿床成因[J]. 地质与勘探, 1998,34(3):5 ~ 9.

[7] 张传林,董永观,杨志华. 秦岭晋宁期的两条蛇绿岩带及其对秦岭—大别构造演化的制约[J]. 地质学报, 2000,74(4):313 ~ 324.

[8] Bradley R, Hacker C, Ratschbacher L, et al. What brought them up? Exhumation of the Dabie shan ultrahigh - pressure rocks[J]. Geology, 1995, 23(8):743 ~ 746.

[9] 卢欣祥. 秦岭造山带花岗岩与构造演化[M]. 北京:中国环境科学出版社,1996,86 ~ 142.

[10] 刘国惠. 秦岭造山带主要变质岩群及变质演化[M]. 北京:地质出版社,1992.

[11] 杨逢清,殷鸿福,杨恒书. 松潘甘孜地块与秦岭褶皱带、扬子地台的关系及其发展史[J]. 地质学报,1994,68(3):208 ~ 218.

[12] 方维萱,胡瑞忠,张国伟,等. 秦岭造山带泥盆系热水沉积岩相的亚相和微相划分及特征[J]. 地质与勘探, 2001,37(2):50 ~ 53.

[13] 殷鸿福,黄定华. 早古生代镇淅地块与秦岭多岛小洋盆的演化[J]. 地质学报,1995,69(1):193 ~ 204.

[14] Ames L, Tilton G R, Zhou G. Timing of collision of Sino - korean and Yangtse Cratons: U - Pb Zircon dating of coesitebearing eclogites[J]. Geology, 1993, 21(3):339 ~ 342.

GEOPHYSICAL, TECTONIC ZONING CHARACTER AND EVOLUTION IN EASTERN QINLING

LI Wen - yong[1], XIA Bin[1], LU Wen - fen[2]

(1. *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou* 510640;

2. *Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou* 510760)

Abstract: The structural evolution and geological mineralization in the eastern Qinling area are very complicated on which many geologists have cognitive divergence. This paper puts forward some new opinions from a multidisciplinary point of view such as plate tectonics, geophysics and event stratigraphy, et al. It is recognized that there are mainly 9 regional abyssal faults in east Qinling with the features of poly - phase and long - term activity. The east Qinling orogen can be divided into 5 geological structural belts vertical to the strike of plate - boundary tectonic zone from north to south like low metamorphic - deformational belt, strong metamorphic - deformational belt, Liuling flysch overriding - fold belt, Dabie massif and fracture - fold overriding - slip belt. The area has undergone 7 evolution stages: forming and drift of north China plate and Yangtze plate, forming of south China plate, forming of plate - boundary accreting zone, plate collision and link, shear strike slip, compressive nappe and block tilted.

Key words: tectonic evolution, tectonic zoning, regional abyssal fault, geophysical character, eastern Qinling