

西秦岭晚中生代—新生代构造层划分 及其构造演化过程

郭进京, 韩文峰

(天津城市建设学院, 天津 300384)

摘 要: 从西秦岭晚中生代—新生代红层沉积的岩石组合、空间分布和构造变形特征分析, 西秦岭晚中生代—新生代红层沉积可以分为三个构造层, 分别对应于三个构造演化阶段。1) 晚侏罗世—早白垩世构造层: 该构造层以深紫红色、灰色砾岩、砂岩为主, 并含有特征性的黑色页岩和煤层为特征; 构造变形以北东东向褶皱和断裂构造变形为特征, 反映了早白垩世末期(燕山运动)的构造变形动力学为北西—南东向地壳挤压收缩, 可能与扬子板块与华北板块陆内斜向汇聚有关。2) 晚白垩世—古近纪构造层: 该构造层以砖红色、紫红色砾岩、砂岩、页岩为主, 间夹有灰色、灰黄色、灰绿色泥岩和页岩层, 具有不连续面状分布的特征, 指示了其沉积时地壳的广泛拉伸的构造背景; 古近纪末期的构造变形以与现今北西向构造线一致的宽缓褶皱和断裂构造变形为特征, 可能指示了新生代初印度板块和亚洲板块碰撞的构造动力作用第一次远程构造响应。3) 新近纪构造层: 该构造层以近水平的产状、典型的细碎屑沉积为主要特征, 特别是红粘层、淡水碳酸盐层的存在以及含有的三趾马化石特征, 空间上与主夷平面的密切联系指示了新近纪早期经历一个夷平剥蚀期, 这一阶段地壳构造稳定, 变形以块断作用为主。西秦岭在经历了上述三个阶段构造演化过程后, 开始进入了第四纪以来以块体变形和快速隆升的构造阶段, 这与印度板块与亚洲板块的持续汇聚导致的周缘山系的崛起和变形相一致。

关键词: 西秦岭; 晚中生代—新生代; 红层沉积; 构造变形; 构造演化

中图分类号: P542

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)04-0285-06

西秦岭既是青藏高原东北缘的一部分, 也是我国中央造山系和贺兰—川滇南北构造带交汇、东西构造地貌转换过渡和岩石圈尺度的“立交桥”结点区域^[1-2]。对西秦岭新生代以来沉积记录、构造变形记录和地貌过程等深入研究, 对于科学认识印度板块与亚洲板块碰撞汇聚在青藏高原东北缘构造响应、构造转换、地貌响应和地壳物质向东扩展逃逸等问题具有重要的科学意义。笔者以西秦岭内部晚中生代—新生代沉积盆地的分布、岩石组合、构造变形及其与断裂构造和地貌的关系分析入手, 探讨了西秦岭晚中生代—新生代构造演化过程以及印度与亚洲板块碰撞和高原崛起在西秦岭的构造响应问题。

1 西秦岭中生代—新生代红层沉积的分布与构造层划分

西秦岭地区中—新生代红层沉积包括侏罗系、白垩系、古近系、新近系等不同时代的地层, 除侏罗系为特征性含煤系地层, 时代争议较少外, 其它红层地层, 由于其岩石组合的某些相似性、空间分布的不连续性和化石资料以及准确测年数据缺乏等原因导致对其时代问题认识上的分歧, 如徽成盆地以西的车拉盆地、哈达铺盆地、南阳盆地、牛顶山盆地、西和—礼县盆地、滩歌盆地、临潭盆地以及北部的陇西盆地等红层沉积地层, 都被反复不定地确定为早白垩世、晚白垩世、古近纪、新近纪^[3-7]。

收稿日期: 2008-08-13

责任编辑: 刘新秒

基金项目: 国家自然科学基金资助(40642011)

作者简介: 郭进京(1962-), 男, 博士, 教授, 主要从事构造地质、工程地质教学与研究工作, Email: gjj@tjuci.edu.cn。

^① 陕西地质局区测队. 1/20 万岷县(I-48-XV)、陇西(I-48-IX)、武都(I-48-XXI)、文县(I-48-XV)幅地质图及说明书(1: 20 万), 1970; 甘肃地质局第一区域地质测量大队. 9-48-(8)(临潭)幅地质图及说明书, 1971。

^② 甘肃省地质矿产局第一地质大队. 1/5 万宕昌幅(I-48-65-D)、兴化幅(I-48-66-C)、大河坝幅(I-48-77-B)、良恭镇幅(I-48-78-A)地质图及区域地质调查报告, 1988; 甘肃省地质调查院. 1/5 万岷县幅(I48 E 010009)地质图及说明书, 2001。

在对这些研究成果分析的基础上,结合笔者对西秦岭典型红层盆地的岩石组合和构造变形特征以及空间分布的研究,将西秦岭地区晚中生代-新生代红层地层自下而上分为三个构造层,即晚侏罗世-早白垩世构造层、晚白垩世-古近纪构造层、新近纪构造层(图1)。上述三个构造层不仅岩石组合特征有一定差别,而且构造变形特征各异,同时空间分布也有一定规律,它们客观反映了西秦岭晚中生代以来的地质演化过程的特点。

2 晚侏罗世-早白垩世构造层

该构造层以西秦岭东部边缘微成盆地内成县-

武都一线以东的东河群为代表,主要由各种砾岩、砂岩、泥岩、页岩等组成,自下而上可分为田家坝组、周家湾组和化垭组,其中东部田家坝组为厚度近千米的山麓相巨厚砾岩层,向西变为紫色粉砂岩和砾岩互层,西部的周家湾组为杂色砂质泥岩、泥岩、泥质粉砂岩夹砂砾岩^[9],反映了东河群沉积的物源区主要是来自东部构造隆升的地质体。该构造层岩石组合以深紫色、灰色、灰白色(图2)和含煤层(化垭组)而区别于其他红层。构造形态以向北西倾斜的单斜或向斜为特征,构造线为北东东,内部还发育向东南中等倾斜的正断层。之上为产状近水平,沉积特征、古生物化石特征等可以与陇西盆地

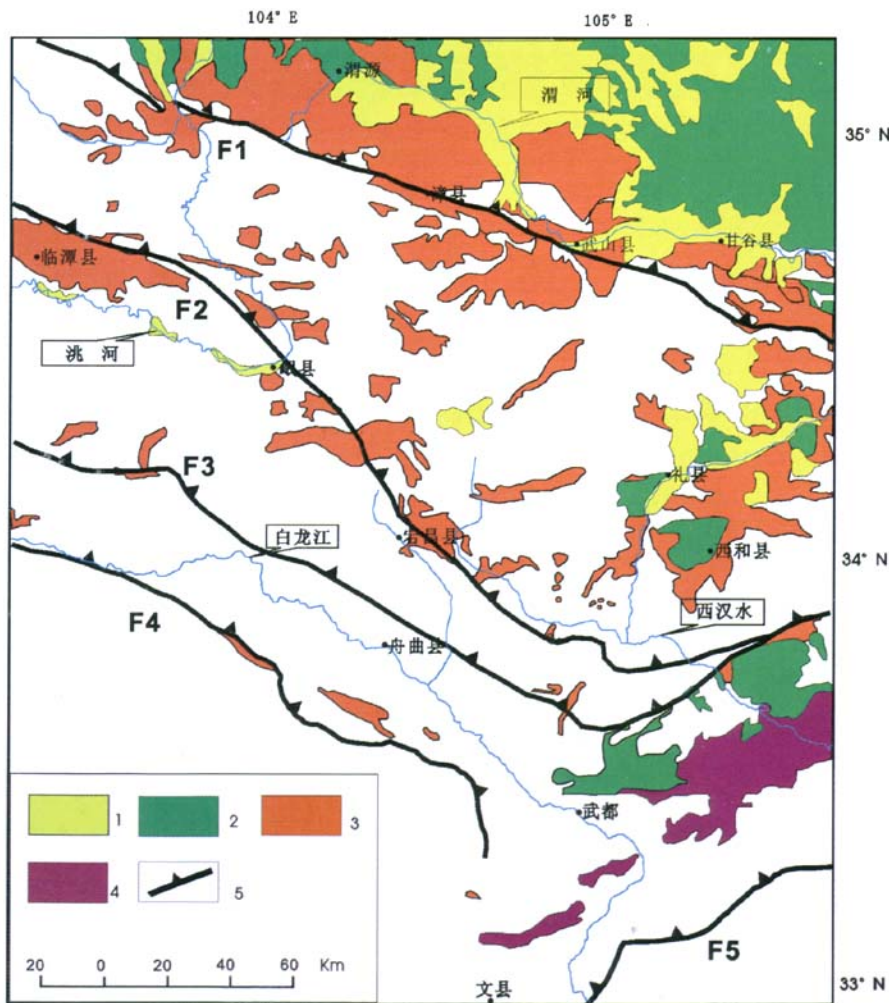


图1. 西秦岭中-新生代红层分布图

Fig. 1 Distribution map of Mesozoic-Cenozoic red bed in Western Qinling

1.第四系;2.新近系;3. 古近系-上白垩统;4. 上侏罗统-下白垩统;5. 边界断层;F1. 西秦岭北缘边界断层;F2. 临潭-岷县-宕昌边界断层;F3. 秦岭边界断层;F4. 白龙江边界断层;F5. 文县边界断层

新近系^[9]大致对比的红层沉积地层(甘肃群)角度不整合覆盖^[9]。

武都-文县之间分布的北东向磨坝盆地和桥头盆地与上述东河群具有相同的岩石组合和构造线方向及构造型式,如磨坝盆地的下部主要为紫色巨厚层砾岩、砂砾岩、含砾砂岩,夹紫红色钙质粉砂岩组成;上部为中厚层-薄层砾岩、含砾砂岩、砖红色钙质粉砂岩夹浅黄色、灰绿色砂质页岩、灰白色钙质粉砂岩组成,含黑色炭质页岩和煤层,构造形态为北东向的背斜构造。

徽成盆地以西局部残留有侏罗纪煤系地层,如武都的龙沟、礼县的阳坡、岷县的茶铺乡耳阳沟、舟曲的武坪等。底部为灰色、灰紫色砾岩、砂砾岩、含砾砂岩组成,砾石由各种灰岩、砂岩、燧石、石英等组成,由圆到次圆或尖棱状,分选不好,直径5~50 mm,胶结紧密,厚度约20~50 m;顶部主要为灰-深灰-灰黑色长石砂岩、石英细砂岩、粉砂岩、钙质砂岩,夹炭质板岩、炭质页岩、灰色灰岩、灰紫色泥灰岩、浅黄色-灰绿色页岩和暗灰色页岩及砾岩,炭质板岩和炭质粉砂岩中夹层2~3层煤层。

根据东河群含有大量的早白垩统古生物化石分子和在凤县地区角度不整合在中侏罗统煤系地层之上^[9],并且与西秦岭内部的晚白垩统-古近系地层岩石组合和构造特征的差异,在其底界还没有准确测年资料的情况下,结合其构造线和构造变形一致性,把该构造层时代定为晚侏罗世-早白垩世。

3 晚白垩世-古近纪构造层

该构造层在西秦岭分布尽管不连续,但较广泛,主要包括西和-礼县盆地、车拉盆地、南阳盆地、牛顶山盆地、哈达铺盆地、滩歌盆地、临潭盆地等。这套红层岩石组合相似,以紫红色-砖红色砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩为特征(图3),角度不整合在下伏前白垩纪地层之上,构造变形以北西向宽缓褶皱和脆性破裂为特征,总体产状平缓,一般倾角不大于30°。从地形地貌特征看,顶面为相对平缓的山顶面,并且往往构成区域不同水系的分水岭,这一山顶面与前白垩纪地层的山顶面高差在300~500 m。该构造层以特征性的紫红色-砖红色砾岩、砂岩、泥岩的岩石特征和北西向宽缓褶皱以及脆性破

裂构造发育为构造特征,特别是不含灰色、灰黑色的泥岩、页岩及煤层等,与晚侏罗世-早白垩世构造层相区分。这套红层的时代争议最大,1/20万区调时,大部分被定为古近纪;1/5万区调根据发现的新的古生物化石更改为早白垩世;甘肃省区域地质志(1989)^[10]和1/100万秦岭-大巴山编图将其时代厘定为晚白垩世^[9];1/50万甘肃省数字地质图曾把上部定为古近纪,下部定为晚白垩世。在依据现有资料还难于确定其准确时代的情况下,根据其岩石组合和构造变形的统一性和与徽成盆地东河群以及新近系甘肃群的不同,按照构造阶段划分的原则把它作为一个独立构造层来讨论,其时代定为晚白垩世-古近纪。

从该构造层的地层分布看,虽然与区域性断裂带有一定关系,但并非严格沿区域断裂带分布,相反却显示出不连续的面状分布的特征(图1),该构造层的岩石构成的山顶面平缓,从西到东逐渐降低,形成西秦岭的主夷平面。如果考虑到该构造层之上局部残留有水平产状的新近纪红色砾岩、粘土层和碳酸岩沉积不整合盖层,可以肯定在该构造层地层沉积形成之后,经历了一次较强烈的地壳缩短,导致该构造层形成北西向的褶皱和逆冲推覆作用,之后经历了一个相当长时间的稳定侵蚀夷平时期,不仅形成了广泛的红层夷平面,还接受了新近纪的沉积。这种构造过程如果具有区域性,那么西秦岭北缘断裂带在晚白垩世以来是否是西秦岭和其北面的陇西、陇东白垩纪沉积盆地之间的控制性边界断层^[7]值得进一步研究和推敲。

4 西秦岭新近纪盆地分布及其沉积环境

西秦岭新近系地层大片出露于东部的徽成盆地中部和西和-礼县盆地,以西则是零星残留,如岷县马家沟、临潭盆地内部的局部地方和合作盆地,典型的新近系应该以西秦岭北缘的临夏盆地为代表^[8]。

徽成盆地新近系总体为陆相红色碎屑岩沉积,下部以红色砾岩为主夹砂岩、粉砂岩及砂质粘土岩;中部为火山溢岩,包括玻基橄辉岩的凝灰砾岩、泥灰质砂砾岩,块状白榴橄辉岩、橄辉玢岩,为偏碱性的基性-超基性岩,和白榴橄辉岩及玻基橄辉岩比较接近,并伴生火山角砾岩脉、橄辉岩脉、云

斜煌斑岩脉;上部为红色-浅棕色泥质岩、砂质粘土岩夹粉沙岩及少量砾岩。岩层产状平缓,厚度约100~410 m。

徽成盆地以西新近系地层分布零星,如武都北部马云-曹营-池坝岩溶夷平面上的岩溶洼地中新近系沉积(不整合面海拔2 400 m)(图4),礼县盆地的新近系沉积(不整合面海拔2 000 m),岷县茶埠乡新近系沉积(不整合面海拔高度2 600 m),临潭盆地、合作盆地新近系沉积(不整合面海拔高度3 200 m)(图5)等。尽管它们出露的高度、范围不同,但岩石组合和构造特征相同,都以砖红色疏松状含砾粘土岩、沙质粘土岩夹少量砾岩及青灰色条带状泥岩为特征,特别是其上部出现灰白色淡水灰岩,地层中粘土岩中钙质结核普遍,固结成岩程度低,产状近水平。

根据其近水平的产状、典型的细碎屑沉积特征,特别是红色粘土层、淡水碳酸盐层的存在以及含有的三趾马化石特征、空间上与主夷平面的密切联系,其时代无疑是新近纪,但其底界和顶界的确切年代目前还不能给出明确答案,尚需对不整合面的年代和沉积顶界作进一步研究。但作为构造层,它可以给出西秦岭新近纪地质过程的重要信息:(1)新近纪早期经历一个夷平剥蚀期,这一阶段构造稳定,气候温暖湿润,碳酸盐岩的广泛存在,为岩溶的发育提供了条件,形成岩溶地形和夷平面,并在新近纪晚期形成了红粘土等的堆积。(2)西秦岭的隆升成为高原的一部分应起始于新近纪末期,并且隆升速度和隆升高度自西向东逐渐减小。

5 西秦岭晚中生代-新生代构造演化过程

从西秦岭晚中生代-新生代红层沉积的岩石组合特征、空间分布和构造变形分析,西秦岭在经历了印支期碰撞主造山后,进入陆内构造演化阶段,陆内构造过程可以分为三个阶段中侏罗世-早白垩世阶段,晚白垩世-古近纪阶段和新近纪阶段,三个构造阶段分别对应于上述三个构造层。

(1)中侏罗世-早白垩世构造阶段:晚侏罗统-早白垩统岩石组合以深紫红色、灰色砾岩、砂岩为主,并含有特征性的黑色页岩和煤层为特征;构造变形以北东东向褶皱和断裂构造变形为特征,反映了早白垩世末期(燕山运动)的构造变形的动力学

为北西-南东向的地壳收缩挤压,可能与扬子板块与华北板块斜向汇聚有关^[9]。

(2)晚白垩世-古近纪阶段:晚白垩统-古近系以砖红色、紫红色砾岩、砂岩、页岩为主,间夹有灰色、灰黄色、灰绿色泥岩和页岩层,具有不连续面状分布的特征,指示了其沉积时地壳的广泛拉伸的构造背景^[9];古近纪末期的构造变形以与现今北西向构造线一致的宽缓褶皱和断裂构造变形为特征,可能指示了新生代以来印度板块和亚洲板块碰撞汇聚导致南北向挤压应力作用在西秦岭的远程构造响应。根据青藏高原腹地冲断-褶皱带变形时限为30 Ma^[10]和存在23 Ma的褶皱幕^[11,12]及南缘喜马拉雅地区的MCT、MBT、MNT形成于20 Ma^[13],认为西秦岭晚白垩世-古近纪的褶皱-断裂构造变形事件是渐新世末-中新世初发生在青藏高原南部的地壳缩短-逆冲推覆-构造热事件在西秦岭的体现。

(3)新近纪阶段:新近系近水平的产状、典型的细碎屑沉积特征,特别是红粘土层、淡水碳酸盐层的存在,含有的三趾马化石,空间上与主夷平面的密切联系^[14],都指示了新近纪早期经历一个夷平剥蚀期^[15-17],这一阶段地壳构造稳定和新近纪以来的变形以块断作用为主。

西秦岭在经历了上述三个阶段构造演化过程后,开始进入了第四纪以来以块体变形和快速隆升^[9]的构造阶段,这和印度板块与亚洲板块的持续汇聚导致的周缘山系的崛起和变形^[10,18]相一致。

6 结论

从西秦岭晚中-新生代红层沉积的岩石组合特征、空间分布和构造变形分析,可以把西秦岭晚中生代-新生代构造演化分为三个阶段:1)晚侏罗世-早白垩世构造阶段:该阶段岩石组合以深紫红色-灰色砾岩、砂岩为主,并含有特征性的黑色页岩和煤层为特征;构造变形以北东东向褶皱和断裂构造变形为特征,反映了早白垩世末期(燕山运动)的构造变形动力学为北西-南东向的地壳挤压收缩,可能与扬子板块与华北板块陆内斜向汇聚有关。2)晚白垩世-古近纪阶段:该阶段岩石组合以砖红色-紫红色砾岩、砂岩、页岩为主,间夹有灰色、灰黄色、灰绿色泥岩和页岩层,具有不连续面状分布的特征,指示了其沉积时地壳的广泛拉伸的构



图 2 西秦岭徽成盆地典型的上侏罗统 - 下白垩统灰色砂岩和泥岩地层

Fig.2 Typical J₃ - K₁ grey sandstone and shale strata in Lintan Basin, Western Qinling

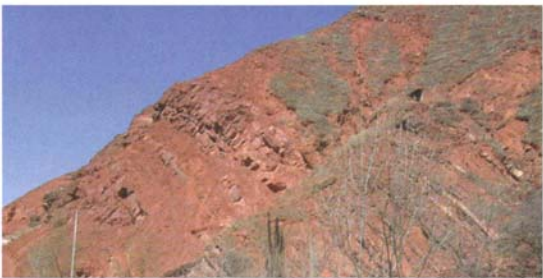


图 3 西秦岭临潭盆地上白垩统典型红色砂岩、页岩地层

Fig.3 K₂ Typical red sandstone and shale strata in Lintan Basin, Western Qinling



图 4 徽成盆地以西(武都马云乡东坪)岩溶夷平面及其新近系(N)红色粘土岩

Fig.4 Karst planation surface and related Neogene deposit



图 5 西秦岭临潭盆地夷平面及其新近系(N)沉积

Fig. 5 Planation surface and related Neogene deposit in Lintan Basin, western Qinling

造背景;古近纪末期的构造变形以与现今北西向构造线一致的宽缓褶皱和断裂构造变形为特征,可能指示了新生代初印度板块和亚洲板块碰撞的构造动力作用第一次的远程构造响应。3)新近纪阶段:新近系近水平的产状,典型的细碎屑沉积特征,特别是红粘层、淡水碳酸盐层的存在以及含有的三趾马化石,空间上与主夷平面的密切联系,都指示了新近纪早期经历一个夷平剥蚀期,这一阶段地壳构造稳定,变形以块断作用为主。

西秦岭在经历了上述三个阶段构造演化过程后,开始进入了第四纪以来以块体变形和快速隆升的构造阶段,这与印度板块与亚洲板块的持续汇聚导致的周缘山系的崛起和变形相一致。

参考文献:

[1] 张国伟,郭安林,姚安平. 中国大陆构造中西秦岭 - 松潘大陆构造结[J]. 地学前缘, 2004, 11(3): 23-32.

[2] 张国伟,张本仁,袁学诚,等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京:科学出版社, 2001, 855.

[3] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1989, 244-320.

[4] 张二朋. 秦岭 - 大巴山及临区地质图(1/1 000 000)[M]. 北京:地质出版社, 1992.

[5] 中国地质图集编委会. 中国地质图集. 北京:地质出版社, 2002.

[6] 姜晓玮,王江海,张会华. 西秦岭断裂走滑与盆地的耦合 - 西秦岭 - 松甘块体新生代向东走滑挤出的证据[J]. 地学前缘, 2003, 10(2): 201 - 207.

[7] 王志才,张培震,张广良,等. 西秦岭北缘构造带的新生代构造活动 - 兼论青藏高原东北缘形成过程的指示意义

- [J]. 地学前缘, 2006, 13(4): 119-135.
- [8] 李吉均, 方晓敏, 马海洲, 等. 晚新生代黄河上游地貌演化与青藏高原隆起[J]. 中国科学(D 辑), 1996, 26(4): 316-322.
- [9] 葛肖虹, 任麦收, 马立祥, 等. 青藏高原多期次隆升的环境效应[J]. 地学前缘, 2006, 13(6): 118-130.
- [10] 郑度, 姚檀栋. 青藏高原隆升与环境效应[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [11] 吴珍汉, 吴中海, 江万, 等. 中国大陆及邻区新生代构造-地貌演化过程与机理 [M]. 北京: 地质出版社, 2001, 1-274.
- [12] 吴珍汉, 叶培盛, 胡道功, 等. 拉萨地块北部逆冲推覆构造系统[J]. 地质论评, 2003, 49(1): 74-80.
- [13] 施雅凤, 李吉均, 李炳元, 等. 青藏高原晚新生代隆升与环境变化[M]. 广州科技出版社, 1998, 1-463.
- [14] 潘宝田, 高红山, 李炳元, 等. 青藏高原原状地貌与高原隆升[J]. 第四纪研究, 2004, 24(1): 50-58.
- [15] 崔之久, 高全洲, 刘耕年, 等. 夷平面、古岩溶与青藏高原隆升[J]. 中国科学(D 辑), 1996, 26(4): 378-386.
- [16] 崔之久, 高全洲, 刘耕年, 等. 青藏高原夷平面与岩溶年代及其起始高度与[J]. 科学通报, 1996, 41(15): 1402-1405.
- [17] 李吉均, 方小敏, 潘保田, 等. 新生代晚期青藏高原强烈隆升及其对周边环境的影响 [J]. 第四纪研究, 2001, 21(5): 381-391.
- [18] 许志琴, 杨经绥, 姜牧, 等. 大陆附冲作用及青藏高原边缘造山带的崛起[J]. 地学前缘, 1999, 6(3): 139-151.

Division of the Tectonic Sequences and Tectonic Evolution of Late Mesozoic-Cenozoic in Western Qinling

GUO Jin-jing, HAN Wen-feng

(Tianjin Institute of Urban Construction, Tianjin 300384, China)

Abstract: Late Mesozoic-Cenozoic red bed deposit strata in the western Qinling, based upon their rock association, spatial distribution and tectonic deformation characteristics, can be divided into three tectonic sequences. They are J_3 - K_1 , K_2 -E and N tectonic sequence, which are corresponded to three tectonic evolution stages. J_3 - K_1 tectonic sequence is composed of deep pink-gray conglomerates sandstones and shales with the black shale and coal bed. It is characterized structurally by NEE trend folding and faulting, which could be related to NW-SE direction compression and crustal shortening lead by the oblique convergence between North China Block and Yangtze Block in Yanshan Movement. K_2 -E tectonic sequence is mainly composed of brick-red, pink conglomerate, sandstone and shale with grey or yellow-green shale or mud rocks. Its spatially extensive distribution indicated that at that time when it was formed, regional crustal extension existed. At the end of Eogene, NE-SW direction tectonic compression lead to form the NW trend fold and fault, which could be the results of the tectonic response to the India-Euasia plate collision. Neogene tectonic sequence is characterized by horizontal occurrence, fined sedimentary rocks, in which the existence of red soil, fresh water carbonate and Haparrion fossil and mainly distribution on the Planation surface shows that at the beginning of Neogene Period western Qinling had ever underwent long time planation, finally formed an extensive plantation surface. As the part of Tibet Plateau, rapid uplift of western Qinling could begin at the end of Neogene Period

Key words: western Qinling ; Late Mesozoic-Cenozoic; tectonic sequences; red bed deposit strata; tectonic evolution