

文章编号: 1006-6616 (2004) 02-0097-16

鄂西黄陵背斜地区前南华纪古构造格架 及主要地质事件

熊成云¹, 韦昌山², 金光富¹, 谭文清³, 李文羨³(1. 宜昌地质矿产研究所, 湖北 宜昌 443003; 2. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;
3. 宜昌地质勘探大队, 湖北 宜昌 443100)

摘 要: 主要运用构造筛分与成生联系解析的综合研究方法, 在鄂西黄陵背斜地区, 进一步厘定了阜平、吕梁(兴山)、四堡(神农)、晋宁(花山)等构造运动及相关的岩浆、变质事件。建立了黄陵(崆岭)杂岩时序以及由近东西向、北东向、北西向三类古构造带复合的前南华纪古构造格架, 提出了定型于四堡期的圈椅淌滑脱构造系。

关键词: 古构造格架; 地质事件; 圈椅淌滑脱构造系; 黄陵(崆岭)杂岩; 鄂西黄陵背斜

中图分类号: P548

文献标识码: A

鄂西黄陵背斜是研究扬子准地台地史演化的“一只眼睛”和重要窗口, 因其核部出露最老的基底变质岩系(3290Ma^[1]), 又是重要的磷、金成矿区, 并拥有长江三峡水利枢纽工程而为世界所瞩目。黄陵背斜地区主要通过鄂西地质大队和宜昌地质矿产研究所等单位在上世纪80~90年代的区调和专题研究, 在基础地质和矿产地质等方面, 都取得了长足进展和丰硕成果。本文是上述成果的一部分, 着重论述黄陵背斜地区前南华纪古构造格架特征及主要地质事件。

1 区域地质概况

1.1 区域变质地层

黄陵背斜的前南华纪变质岩系集中出露于核部, 并被黄陵花岗岩基侵入而分成南、北两区。主要为一套中深变质杂岩系, 习称黄陵杂岩、崆岭杂岩^[1]或崆岭群^[2], 组成黄陵背斜地区的变质基底岩系。另外, 北缘还出露出一套浅变质的陆缘碎屑岩—孔子河组 and 磨拉石建造—马槽园群^[3], 它们均被南华系不整合覆盖(图1)。南区前南华纪的黄陵杂岩曾被李四光称

收稿日期: 2003-12-15

基金项目: 原地矿部定向基金项目“鄂西黄陵背斜核部中段金矿的成矿预测及靶区优选”(直科定 93-25) 和原湖北省地矿局局控项目“黄陵断穹前寒武纪变质杂岩的时序、演化及含金性研究”(95-0239-16010062) 的部分成果。

作者简介: 熊成云(1937-), 男, 研究员, 硕士生导师, 享受政府特殊津贴, 长期从事地质力学、构造地质学及区域成矿预测研究。

之为的“崆岭片岩”和“美人坨片麻岩”，北京地质学院（1960）将其改称为崆岭群，从下至上划分为古村坪组、小渔村组和庙湾组，时代仍定为前南华纪（当时称为“前震旦纪”）^[2]。鄂西地质大队将北区黄陵杂岩改称为水月寺群，从下至上划分为野马洞组、黄凉河组和周家河组，时代定为新太古代—古元古代^{①②}；并将南区崆岭群（含以上3个组）的时代定为中元古代。湖北省地质矿产局（1986）将南、北区的黄陵杂岩统称为崆岭群，并分出下、中、上3个岩组^[2]，时代定为古元古代。经过1:5万区调的构造—地（岩）层方法填图^[4]及专题研究，北区黄陵杂岩（原水月寺群）已解体出变质表壳岩和变质深成岩（花岗质片麻岩）两大部分^{③④}，前者包括太古宙野马洞岩组（群）和古元古代水月寺岩群（含黄凉河岩组和力耳坪岩组）；后者包括太古宙东冲河片麻杂岩（TTG岩套）和古元古代巴山寺片麻杂岩，二者共同组成黄陵背斜地区的结晶基底。

野马洞岩组（ArY）分布于圈椅淌穹隆核部，主要为一套混合岩化的斜长角闪岩与黑云斜长变粒岩、片麻岩互层，多呈大小不等的包体赋存于东冲河片麻杂岩中；原岩为一套拉斑玄武岩—英安岩的双峰式火山岩建造，主要遭受角闪岩相区域变质作用，同位素年龄值3290~2913Ma，形成时代为古、中太古代。水月寺岩群分布于圈椅淌穹隆周缘及巴山寺复向形核部，黄凉河岩组（Pt₁H）主要为一套石英岩、黑云变粒岩、含石墨富铝矿物片（麻）岩、云母片岩、大理岩组合，原岩为一套陆源碎屑岩、含炭富铝泥质岩及碳酸盐岩和铁硅质岩，属较典型孔兹岩系，遭受高角闪岩相区域变质作用；力耳坪岩组（Pt₁L）为一套斜长角闪岩、基性麻粒岩、黑云变粒岩、浅粒岩夹含石墨富铝矿物片（麻）岩及磁铁角闪石英岩，原岩为一套裂隙槽型基性—中酸性火山碎屑岩、陆源碎屑岩来磁铁岩系韵律组合，遭受高角闪岩相—麻粒岩相区域变质作用；水月寺岩群同位素年龄值为2493~2172Ma，形成时代为古元古代。南区黄陵杂岩（原崆岭群）与北区黄陵杂岩（原水月寺群）未见直接接触，至今仍有划为中元古代、古元古代—太古宙^[1]的不同认识，我们认为南、北区的黄陵杂岩大体可相对比，即古村坪组主体与东冲河片麻杂岩层位相当，小渔村组可与黄凉河岩组和力耳坪岩组对比；而“庙湾组”为巨厚层—块状细粒角闪片岩与变质辉长岩互层，胡正祥依据二者间岩石结构的过渡关系以及斜长角闪片岩的穿插接触，认为前者是后者的强变形产物，“庙湾组”是变基性侵入体^⑤，同位素年龄为1606±81Ma。另外，胡正祥在北区周家河获得五组含石榴紫苏斜长角闪岩和斜长角闪岩（原属力耳坪岩组）的全岩Sm-Nd等时线2940±99Ma年龄值，代表基性岩的喷出年龄^⑥，表明周家河附近应有相当于野马洞岩组的地层存在。

黄陵背斜核部北缘孔子河及西汉河等河谷区，还出露一套绿片岩相浅变质岩系，并被马槽园群角度不整合。李福喜等曾划分出下部的西汉河组和上部的孔子河组^[3]，谭文清等（1996）将其合称为孔子河组（Pt₂K）^④。下部为砂砾岩、含砾砂岩和石英砂岩，上部为（含炭）绢云千枚岩、绢云石英片岩、绢云石英岩，沉积韵律较发育，为滨浅海类复理石建造，含较丰富的微古植物化石，变质锆石U-Pb同位素年龄为1683Ma，其形成年龄为1900~1700Ma，角度不整合在北部黄陵杂岩（原水月寺群周家河组）或古元古代桃园岩体（片麻状

① 鄂西地质大队. 1987, 1:5万兴山东半幅、水月寺幅区域地质调查报告。

② 鄂西地质大队. 1991, 1:5万新滩东半幅、莲沱西半幅、过河口东半幅、三斗坪西半幅区域地质调查报告。

③ 鄂西地质大队. 1994, 1:5万茅坪河幅、荷花店（西）幅区域地质调查报告。

④ 宜昌地质勘探大队, 宜昌地质矿产研究所. 1996, 黄陵断穹前寒武纪变质杂岩的时序、演化及含金性研究。

⑤ 胡正祥. 1997, 鄂西黄陵杂岩地质建造特征、时代及地质演化（摘要）。

⑥ 李福喜, 马大铨等. 1992, “黄陵花岗岩基侵入期次、时代及成因研究”项目报告。

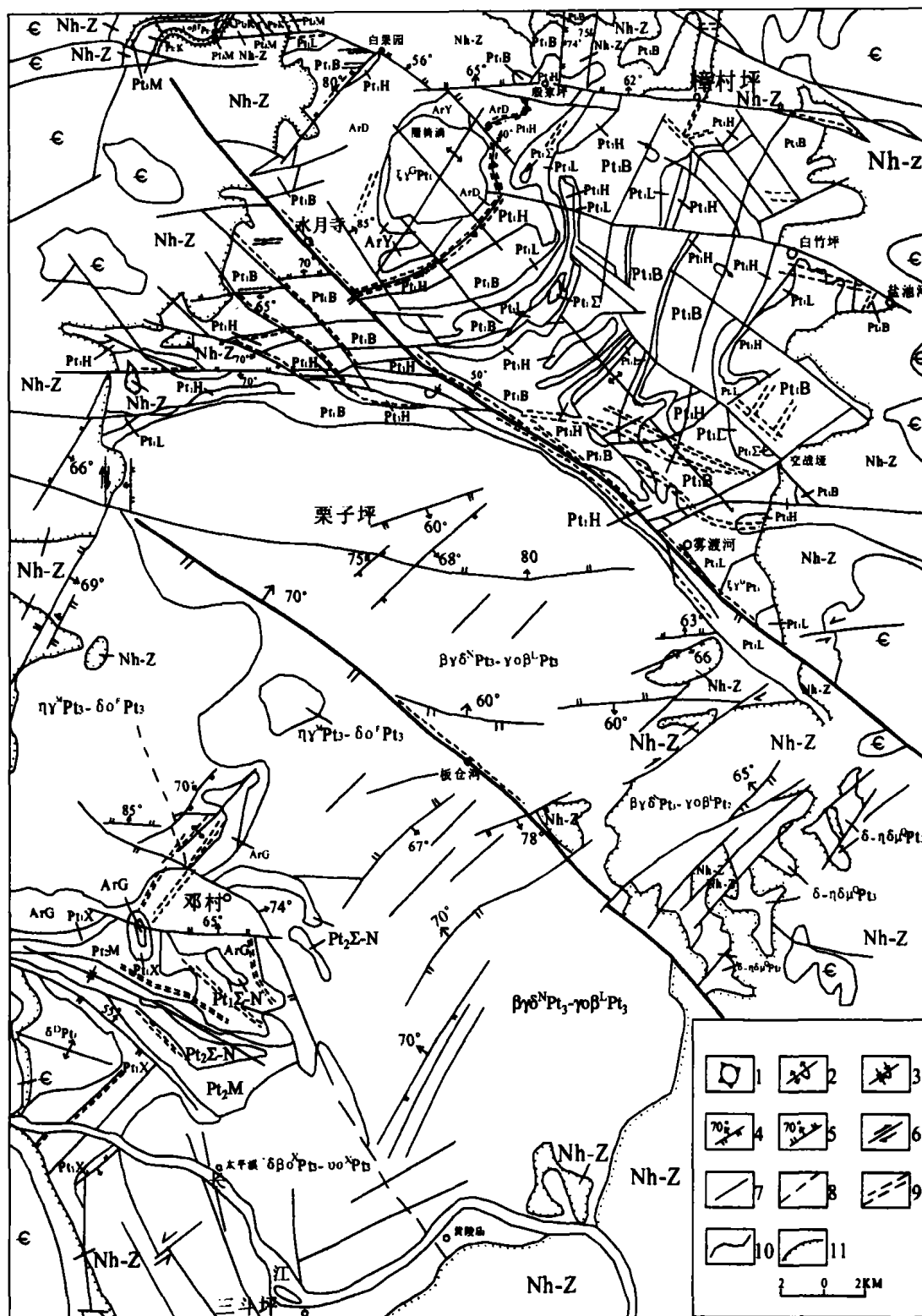


图1 黄陵背斜核部构造纲要图

Fig.1 Structural sketch of the core of the Huangling anticline

1. 花岗岩麻岩-花岗岩复合穹窿; 2. 背形和倒转背形; 3. 向形和倒转向形; 4. 逆断层; 5. 正断层; 6. 平移断层; 7. 性质不明断层; 8. 推测断层; 9. 韧性、韧脆性剪切带; 10. 地质体界线; 11. 地层不整合界线 地层(岩石): ϵ : 寒武系; Nh-Z: 南华系+震旦系; Pt_3M 、 Pt_2K 马槽园群、孔子河组; Pt_2M 、 Pt_1X 、Ar.G: 原崆岭群庙湾组、小渔村组、古村坪组; Pt_1L 、 Pt_1H : 水月寺岩群耳坪岩组、黄凉河岩组; Ar.Y: 野马洞组 岩类: $\delta-\eta\delta\mu^0Pt_3$: 七里峡复式岩体; $\eta\gamma^M Pt_3-\delta\sigma^F Pt_3$: 大老岭超单元; $\beta\gamma\delta^N Pt_3-\gamma\sigma\beta^L Pt_3$: 黄陵庙超单元; $\delta\beta\sigma^X Pt_3-\omega^X Pt_3$: 三斗坪超单元; $\delta^D Pt_3$: 端坊溪超单元; $\epsilon\gamma^C Pt_1$: 圈椅湾超单元; $\gamma\sigma\beta^T Pt_1$: 桃园单元; $Pt_2\Sigma-N$: 中元古代超基性岩-基性岩; $Pt_1\Sigma$: 古元古代变质超基性岩; 正变质岩; Pt_1B : 巴山寺片麻岩; Ar.D: 东冲河片麻岩

奥长花岗岩)之上,时代为中元古代早期,李福喜等将其划属神农架群下亚群下部^[3]。马槽园群(P_3M)超覆不整合在孔子河组之上,并与上覆南华系呈平行不整合接触,为一套轻微变质的杂砂岩、泥砂质角砾岩的磨拉石建造^[3]。另外,在黄陵背斜西北的神农架穹隆核部广泛分布神农架群^[2],并有马槽园群角度不整合其上,主要为一套巨厚的次稳定型滨海台地相以碳酸盐沉积为主的(火山)沉积建造,包括下亚群和上亚群(共11个组),其时代分别为中元古代的长城纪和蓟县纪。

1.2 区域岩浆岩

黄陵背斜地区显生宙岩浆活动微弱,但背斜核部前南华纪岩浆岩十分发育,从基性岩—超基性岩至中酸性岩类均有分布,尤以花岗岩类最为发育,除东冲河、巴山寺片麻杂岩的变质深成岩外,还有桃园、圈椅淌花岗岩以及端坊溪、竹林闪长岩和黄陵黄岗岩基(图1)。东冲河片麻杂岩(ArD)分布于圈椅淌穹隆近核部,主要由黑云奥长质片麻岩和英云闪长质片麻岩组成,其主体是侵入起源的TTG片麻岩或灰色片麻岩^[1],同位素年龄值为2700~2600Ma,侵入时代为新太古代。巴山寺片麻杂岩分布于圈椅淌穹隆周缘及白竹坪复背形核部,由英云闪长质片麻岩—奥长花岗质片麻岩和二长花岗质片麻岩—斜长花岗质片麻岩组成,与水月寺岩群呈明显的侵入或包裹关系,同位素年龄值为2332~2172Ma^[5,6],侵入时代为古元古代中期。桃园单元主要分布于西汉河及孔子河—两河口一带,以桃园片麻状奥长花岗岩体为代表,同位素年龄值为 $1749 \pm 339\text{Ma}$,侵入时代为古元古代晚期。圈椅淌超单元以圈椅淌黑云二长(钾长)花岗岩体规模较大,分布于圈椅淌穹隆核部,同位素年龄值为 $1840 \pm 4\text{Ma}$ ^[7],侵入时代亦为古元古代晚期。

通过单元—超单元填图和专题研究,鄂西地质大队和宜昌地质矿产研究所将黄陵背斜核部的黄陵花岗岩基划分为三斗坪、黄陵庙、大老岭、晓峰等4个岩套14个单元^①,尔后鄂西地质大队等(1996)又将核部中酸性岩类划分为端坊溪、三斗坪、黄陵庙、大老岭4个超单元及晓峰复式岩体^②。端坊溪超单元为角闪闪长岩,含2个单元,主要有端坊溪岩体和竹林岩体;三斗坪超单元主要为石英闪长岩—英云闪长岩类,含6个单元,定位年龄 $832 \pm 13\text{Ma}$,定位深度约16.5km;黄陵庙超单元为斜长花岗岩—花岗闪长岩类,含3个单元,定位年龄 $819 \pm 35\text{Ma}$,定位深度约15.6km;大老岭超单元为角闪黑云石英(二长)闪长岩—黑云二长花岗岩类,含4个单元,定位年龄 $786 \pm 17\text{Ma}$,定位深度约5km;晓峰复式岩体由闪长岩、闪长玢岩、石英闪长(玢)岩、辉绿(玢)岩、花岗斑岩组成的岩墙群,总体为北东向,定位年龄为 $750 \pm 57\text{Ma}$,定位深度约1.5km。

黄陵背斜核部的基性—超基性岩多成群成带分布,而具明显的方向性特点(图1)。北部岩体规模小,超基性岩主要为纯橄岩、辉橄岩,次为橄榄岩、橄辉岩、辉石岩,多变质成蛇纹岩、透闪石岩、滑石片岩等变超基性岩,组成后山寺—核桃园、余家河—坦荡河、白竹坪—交战垭3个北东向岩带;另外,还有斜长角闪岩、角闪岩等变基性岩及辉长辉绿岩、辉长岩等基性岩墙产出。南部岩体规模较大,超基性岩由纯橄岩、辉橄岩、橄榄岩、辉石岩等组成,基性岩以角闪辉长岩为主,组成野猪坪—板仓河、太阳溪—袁家坪、马滑沟—茅垭和梅纸厂—新田湾等4个北西向岩带;以梅纸厂(太平溪)岩体规模最大,并有铬铁矿产出,该岩体为超镁铁岩,具阿尔卑斯型残留地幔岩属性^[8],同位素年龄值为 $1282 \pm 86\text{Ma}$,侵入

① 李福喜,马大铨等.1992,“黄陵花岗岩基侵入期次、时代及成因研究”项目报告。

② 宜昌地质勘探大队,宜昌地质矿产研究所.1996,黄陵断穹前寒武纪变质杂岩的时序、演化及含金性研究。

时代为中元古代。

1.3 区域构造

黄陵背斜为近南北向穹状短轴背斜,南北长 73km,东西宽 36km,核部主要出露黄陵(崆岭)杂岩和黄陵花岗岩基(图 1)。翼部主要由南华系—三叠系海相碳酸盐岩和碎屑岩组成,并围绕核部向四周倾斜,东翼平缓,地层倾角小于 15° ,西翼较陡,地层倾角一般为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$,南、北两端更为平缓,地层倾角小于 12° 。黄陵背斜地区位于扬子准台北缘中段,是淮阳山字型西翼反射弧砥柱与新华夏系第三隆起带(鄂西隆起带)的复合部位,新生代以来又有黄陵旋卷构造活动构造体系叠加其上。本区又位处太行—武陵北北东向深层构造变异带(在本区为近南北向幔坡带)之上,地壳厚度 34~42km;地壳具三层结构^[9],上地壳(结晶基底和上覆沉积盖层)底界面埋深 6~13km,中地壳(闪长—辉长质岩层,花岗质硅铝层)底界面埋深 20~25km,下地壳(玄武质硅镁层)底界面埋深 33.8~42km,莫霍面向西陡倾。黄陵背斜及其邻区经历地槽(前南华纪)、准地台(Nh- T_2)、陆缘活化(T_3 -Q)三大构造演化阶段,可以划分出前吕梁(Ar)、吕梁(Pt_1)、扬子(Pt_{2-3})、澄江—印支(Nh-T)、燕山—喜马拉雅(J-Q)等构造旋回和四堡(神农, Pt_2)、晋宁(花山, Pt_3)、澄江—加里东(Nh-S)、海西—印支(D-T)、燕山(J-K)、喜马拉雅(R-Q)等亚旋回,以及相应的构造层和亚构造层。

2 古构造格架

本文所指的前南华纪古构造,系泛指在古老的前南华纪阶段(800Ma±前的元古宙和太古宙)所形成的构造,在黄陵背斜地区是指最后经晋宁(花山)运动(800Ma±)所形成的总体构造图案。由于前南华纪阶段历经多次复杂的构造变动以及多期次岩浆活动和变质作用的叠加改造,查明前南华纪古构造有很大难度。以地质力学观点研究前南华纪古构造主要采用以形变为主结合建造的综合研究方法^[10,11],通过构造筛分与成生联系解析^[12,13],在查明较新构造体系基础上,先从现位出发,筛分出前南华纪古构造形迹,划分古构造带,查明复合联合关系,建立古构造格架;再进行古构造复位和古应力场分析,厘定古构造型式,研讨地壳运动程式和区域矿产分布规律。在黄陵背斜地区主要是以晋宁(花山)运动形成的不整合面为分划面,伏于南华系之下的变质基底岩系和岩浆杂岩的现位构造,与上覆沉积盖层的构造特征迥然不同,无疑主要是前南华纪阶段形成的古构造。

2.1 古构造形迹^[10,13]

2.1.1 褶皱构造

黄陵背斜核部变质岩系的褶皱构造十分发育,规模类型各异,叠加褶皱普遍,北区有近东西向、北东向和北西向三组褶皱,穹卵(环)形褶皱十分醒目,南区以北西向褶皱为主(图 1)。近东西褶皱主要分布于北部,有圈椅淌穹隆^①和马粮坪复向形。圈椅淌穹隆长 12km,宽 10km,核部为野马洞岩组、东冲河片麻杂岩和圈椅淌花岗岩,周缘为黄凉河岩组、力耳坪岩组和巴山寺片麻杂岩,区域片麻理向周缘外倾;东南翼保存较好,西北翼被断裂切错而不完整。马粮坪复向形主要由雁落坪、羊家坪背形和王家台、南渡河向形组成,核部为黄凉河岩组,两翼被巴山寺片麻杂岩广泛穿插,以紧闭型歪斜褶皱为主,因受黄陵花岗岩基

① 鄂西地质大队,1987,1:5万兴山北幅、水月寺幅区域地质调查报告。

列。北部发育近东西向、北东向、北西向三组韧性剪切系统,南部以后二组为主(图1,表1)。近东西向韧性剪切带主要有白果园—栗林河、黄凉河—马槽驿、水月寺—白竹坪、黄家祠—马粮坪等4条,以第3条规模较大,主要为推(滑)覆型。北东向韧性剪切带规模小,连续性差,主要为走滑型,北部主要有大垭、野马洞—三道洪子、西坑—周家河和盐池河—交战垭等4条,南部主要有白灵寺—红桂香、端坊溪—纪家咀等2条。野马洞—三道洪子韧性剪切带在野马洞小河发育于东冲河片麻杂岩中,宽35m,产状为 $N40^{\circ}\sim 50^{\circ}E/NW45^{\circ}\sim 50^{\circ}$,塑流褶皱千姿百态,混合花岗质岩脉强烈拉伸成透镜状和豆荚状,剪切褶皱和 δ 旋转碎斑显示左行走滑特点。北西向韧性剪切带比较发育,规模也较大,以走滑型为主,北部主要有雾渡河、白竹坪—盐池河等2条,南部有马滑沟、茅垭、梅纸厂、杜家院子等4条,中部花岗岩区发育板仓河韧性剪切带,以雾渡河韧性剪切带规模最大。

除上述三组韧性剪切带外,沿黄凉河岩组与东冲河片麻杂岩之间及孔子河组与桃园岩体不整合面,均有顺层韧性剪切带发育。在庙湾—西坪—黄凉河林场一带,黄凉河岩组与东冲河片麻杂岩的接触面呈半环状,片麻理向南东(外)倾斜。在庙湾小沟中二者接触面呈弯曲状,片麻理产状分别为 $175^{\circ}\sim 185^{\circ}/84^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 和 $175^{\circ}\sim 200^{\circ}/63^{\circ}\sim 85^{\circ}$,沿接触面还发育宽约7m的近东西向($N80^{\circ}\sim 85^{\circ}W/SW80^{\circ}\sim 85^{\circ}$)韧性剪切带,由宽约3m的初糜岩带和宽约4m的剪切褶皱(条带)带组成(图4),发育花岗质、黑云斜长质糜棱岩及竹节(豆荚)状、条带(纹)状构造和核幔构造,拉伸线理($L: 80^{\circ}\sim 110^{\circ}/45^{\circ}\sim 58^{\circ}, 32^{\circ}\sim 55^{\circ}/64^{\circ}\sim 65^{\circ}$)和旋转碎斑显示早期右行顺层推覆和晚期右行顺层滑覆。另外,在北缘两河口西,沿孔子河组与桃园岩体的不整合面也发育 $N40^{\circ}E/SE55^{\circ}$ 的顺层韧性剪切带(图5),形成宽6~7m的糜棱岩化斜长花岗岩或花岗质初糜岩,剪切条带(透镜体)发育,拉伸线理($L: 75^{\circ}\sim 80^{\circ}/35^{\circ}\sim 40^{\circ}$)等运动学标志总体显示顺层滑覆特征。

黄陵背斜核部的韧性剪切系统具有较明显的层次性和分区性特点,北部太古宇野马洞岩组和东冲河片麻杂岩中的韧性剪切带,以深层次高温塑流变形为特点;北部古元古界水月寺岩群、巴山寺片麻杂岩及南部原崆岭群中的韧性剪切带,以中深层次韧性、脆韧性变形为主,以糜棱岩系、剪切褶皱和退化变质带为特点;北缘孔子河组中的韧性剪切带,则以中浅层次变形为主;而中部花岗岩区则以脆性变形为主。上述各组韧性剪切系统近东西向组以推(滑)覆型为主,北东向、北西向组以走滑型为主,规模一般不大,构造岩以糜棱岩化岩石和初糜岩为主,剪切变形温度为 $300^{\circ}C\sim 400^{\circ}C$,变质压力为 $200\sim 300MPa$,差异压力为 $30\sim 90MPa$,剪切位移量小,这与其主要属壳内克拉通型,又缺乏古中生代韧性变形叠加改造有关。根据各组韧性剪切带的相互切割关系,以及梅纸厂超基性岩已韧性变形,而黄陵花岗岩基(主体)及马槽园群、南华系未发生韧性变形,本区韧性剪切带的成生顺序大体是:近东西向组—北东向组—北西向组,其形成时代主要为四堡(神农)期,它们是黄陵背斜及其邻区古微地块经四堡(神农)造山运动拼接的产物。而沿黄凉河岩组与东冲河片麻杂岩接触面发育的顺层韧性剪切带成型于吕梁期,可能为近水平滑脱型,后受圈椅淌花岗岩浆底辟上侵改造而产状陡立;四堡(神农)期强化和定型,板仓河韧性剪切带最后定型于新元古代早期,可能是中元古代先成韧性剪切带被黄陵庙超单元侵位后,在岩体冷凝期局部准塑性变形的产物。

表1 黄陵背斜核部主要韧性剪切带特征表

Table 1 The characteristics of the major ductile shear zones in the core of the Huangling anticline

名称	类型	产状	规模	主要特征	形成时代
水月寺 白竹坪	早期右行推覆, 晚期右行滑覆	近东西向 (NW75 ~ NE85°), 倾角 70 ~ 80°, 倾向南; L: 32 ~ 55° / 54 ~ 65°, 80 ~ 110° / 45 ~ 58°	断续长 15km, 最宽 1 ~ 1.5km	西段明显, 由一系列塑流褶皱和初糜岩带组成; 庙湾—西坪一带叠加在 Pt_1H/ArD 顺层韧性剪切带之上; 发育剪切褶皱 (条带)、初糜岩带, 旋转碎斑多具拖尾和压力影构造。东段有白竹坪断层叠加, 在 Pt_1B 中也发育一些小型韧性剪切带。	中元古代晚期
白灵寺 红桂香	左行走滑兼推覆	北东向 (NE35° ~ 60°) 倾向北西; 倾角 50 ~ 70°; L: 273 ~ 295° / 48 ~ 80°	长约 4.2km, 宽约 50 ~ 100m	由 2 ~ 3 条次级韧性剪切带组成, 发育糜棱岩化岩石和初糜岩, 并具分带性, 发育 S-C 组构、旋转碎斑和剪切褶皱; 红桂香一带见鞘状褶皱。	同上
雾渡河	早期左行推覆为主, 晚期右行滑覆为主	北西向 (NW40 ~ 60°), 倾向北东, 倾角 50 ~ 80°; L: 160 ~ 175° / 23 ~ 32°, 72° / 72°	长约 30km, 宽 > 500m	由多条韧性剪切带组成, 并有雾渡河断裂叠加; 发育石香肠、剪切褶皱 (透镜体、条带) 及初糜岩带, 剖面分带明显, 可见旋转碎斑及牵引褶皱; 北西段南侧次级韧性剪切带发育。均一温度: 320 ~ 243℃, 形成压力: $1400 \times 10^5 \text{ Pa}$, 差异压力: $830 \times 10^5 \text{ Pa}$	同上
板仓河	右行走滑兼推覆	北西向 (NW50 ~ 70°), 倾向北东, 倾角 70°; L: 0° / 30°	长约 7km, 宽约 100m	产布于黄陵庙超单元中, 并有板仓河断裂叠加; 发育花岗质初糜岩和糜棱岩化花岗岩; 镜下可见石英呈拔丝状, 具波状、条带状消光, 云母形成剪切褶皱及“云母鱼”状, 斜长石双晶纹发生弯曲, 并出现右行旋转碎斑。差异压力: $602.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。	新元古代早期
马滑沟	早期右行推覆为主, 晚期左行滑覆为主	北西向 (NW20 ~ 50°), 倾向南西, 倾角 30°; L: 260° / 60° 280° / 40 ~ 50°	长 2 ~ 3km, 宽约 500m	以初糜岩为主, 分带性明显, S-C 组构、旋转碎斑及片内钩状和肠状褶皱发育。均一温度: 275 ~ 295℃, 形成压力: $1450 \sim 1800 \times 10^5 \text{ Pa}$, 差异压力: $729.4 \times 10^5 \text{ Pa}$, 总位移量 284.4m。	中元古代晚期
茅 堰	早期左行推覆为主, 晚期右行滑覆为主	北西向 (NW40 ~ 50°), 倾向南西, 倾角 70 ~ 80°; L: 310° / 60°, 280° / 40°, 272° / 53°	长约 5km 宽 200 ~ 500m	构造岩分带明显, 以初糜岩为主, 中心部位有糜棱岩, 斜长角闪岩多被改造成斜长角闪质初糜岩: 石英拉长成竹节状, 黑云母呈“云母鱼”状, 多见残斑和片内钩状褶皱; 剪切褶皱 (条带、透镜体) 和石香肠十分发育, 由边缘至中心由剪切褶皱过渡为塑流褶皱, 晚期石英脉形成肠状褶皱; 总位移量 124.4m。	同上
梅纸厂	早期右行推覆, 晚期左行滑覆	北西向 (NW45°), 倾向南西, 倾角 75°; L: 30° / 55°	断续长约 4km, 宽约 30m	斜长角闪岩和超基性岩强烈片理化和退化变质, 部分斜长角闪岩和纯橄橄岩强烈定向, 形成角闪质或橄橄石—蛇纹石初糜岩, 见铬铁矿压力影。	同上

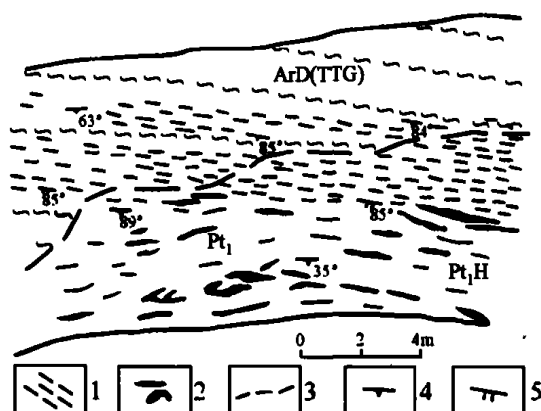


图4 庙湾黄凉河岩组 (Pt₁H) 与东冲河片麻杂岩 (ArD) 接触关系图

Fig.4 The contact relationship between the Huanglianghe Formation-complex and Dongchonghe gneiss complex in Miaowan

1. 糜棱岩带; 2. 长英质条带; 3. 黄凉河岩组与东冲河片麻岩分界线; 4. 片麻理产状; 5. 糜棱面理产状

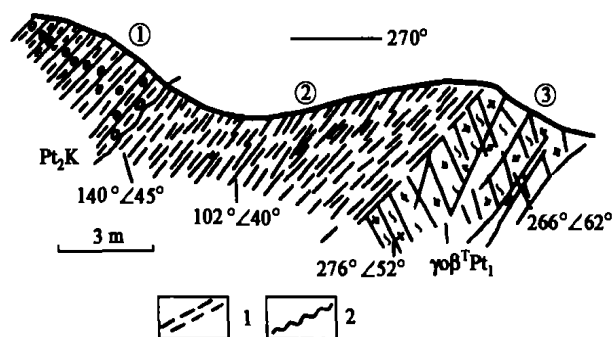


图5 两河口孔子河岩组与桃园花岗岩接触关系图

Fig.5 The contact relationship between the Kongzihe Formation-complex and Taoyuan granite in the western part of the Lianghekou area

1. 韧性剪切带; 2. 角度不整合; Pt₂K 中元古界孔子河组; γ₀β^TPt₁: 古元古界桃园花岗岩体; ①含砾绢云绿泥片岩; ②糜棱岩化奥长花岗岩 (花岗质初糜岩); ③片麻状奥长花岗岩

2.1.3 脆性断裂

本区脆性断裂广泛发育, 主要有近东西向、北西向、北东向和近南北向等四组 (图1), 以北西向组规模较大, 连续性好, 前三组主干断裂多经历前南华纪和显生宙两大活动阶段, 早期还有韧性剪切带发育, 它们纵横交错, 组成复杂的断裂网络图案。近东西向断裂组多分布于北部和中部, 以压性为主, 主要有樟村坪、学堂坪、川洞、毛湖、鹞子河、刘家湾、青树沟等断裂。以樟村坪断裂规模较大, 长约35km, 向北倾斜, 倾角62°, 发育宽300~500m, 由片理化带和构造透镜体组成的挤压破碎带, 多期活动明显, 东西两端延入盖层中。

北西向断裂规模大, 并具等距分布特点, 主要有树崮坪—白竹坪、白果园—交战垭、雾渡河、板仓河、朝阳观—花力垭、小溪口—芋儿垭等断裂, 雾渡河、板仓河、朝阳观—花力垭为3条主干断裂, 前两条断裂早期还有韧性剪切带发育。雾渡河断裂规模最大, 长80km (背斜核部出露长约30km), 大体为北部变质岩区与中部花岗岩区的分界线, 向东穿切盖层后延入远安白垩系盆地中; 走向N40°~60°W, 以北东倾为主, 倾角45°~80°, 挤压破碎带宽大于50m, 由一系列次级断层组成, 并叠加在雾渡河韧性剪切带之上, 航 (卫) 片线性影象十分清晰, 多期活动明显, 以右行逆冲为主, 常见辉绿 (玢) 岩脉、闪长玢岩脉、花岗岩脉充填; 北西段的南西侧发育呈帚状的北西向次级断层, 有金矿点和硫铁矿点分布。板仓河断裂发育于中部花岗岩区, 长约40km, 破碎带宽30~50m, 主体走向N50°W, 倾向北东, 倾角70°, 以左行逆冲为主, 两端均穿入南华系盖层中, 旁侧入字型断层发育, 并有金矿床 (点) 产出。

北东向断裂以压扭性为主, 分布零散, 规模较小, 主要有大垭、界岭、交战垭等断层, 走向N30°~45°E, 倾角57°~80°, 挤压破碎带宽5~20m。在本区东南部还分布三观庙—孙家河、花岩—杨家屋场、蛟龙寺—石板滩、栗子坪—竹林等4条断层集中带, 主要由密集挤压

破碎带组成,有的穿切南华系,并有金矿(化)点产出。另外,本区还存在一些近南北向小断层,多以张扭性横张断层为主。

2.2 古构造带

黄陵背斜核部由前述不同方向、类型、级序的前南华纪古构造形迹互相交织,形成在排列组合上具有一定的规律性、符合一定的应力作用方式的应变图像,可以划分出近东西向、北东向和北西向三类古构造带(图1)。

2.2.1 古近东西向构造带

也可称原始东西向构造带^[13],主要由近东西向的圈椅淌花岗岩复合穹隆、复式向形和韧性、脆性剪切带组成,包括圈椅淌—白竹坪、黄家祠—马粮坪、栗子坪—蛟龙寺、天宝山—马滑沟等4带。第1、2带和第4带分别分布于北部和南部变质岩区,主要由复式褶皱和剪切带组成;而第3带分布于中部花岗岩区,以断层为主。

2.2.2 古北东向构造带

也可称原始北东向构造带^[13],主要由北东向复式褶皱、鼻状褶皱群和韧性、脆性剪切带组成,北部有以复式褶皱为主的圈椅淌—大垭、樟村坪—巴山寺、石板垭—彭家河等3带,中南部则有以断裂为主的三观庙—唐家坝、花岩—马滑沟、栗子坪—红桂香等3带,它们可能是华南地区古北东向构造带的组成部分^[11]。

2.2.3 古北西向构造带

也可称原始北西向构造带^[13],主要由北西向复式褶皱、韧性剪切带和压扭性断裂组成,它是鄂西北古北西向隆起带的组成部分。可以划分出圈椅淌—交战垭、水月寺—雾渡河、东河—板仓河、田家坪—梅纸厂等4带。第3带以断裂为主,后3带间距10~13km。

2.3 古构造格架特征

2.3.1 圈椅淌花岗岩复合穹隆构造

穹卵(环)形构造是北部变质岩区变形图像的突出景观,前人曾称为“圈椅淌穹隆”。该穹卵(环)形构造实际上是太古宙—古元古代野马洞花岗片麻岩穹隆、圈椅淌叠加褶皱隆起、圈椅淌花岗岩穹隆三者叠加的综合产物,于吕梁期末基本形成圈椅淌花岗岩复合穹隆构造(图1),四堡(神农)期继续强化和定型,并奠定本区北部变质岩区前南华纪古构造的基本样式。

值得提出的是,“圈椅淌穹隆”是花岗片麻岩—花岗岩复合穹隆,以其核部为核部,周缘又上覆黄凉河岩组变质表壳岩,沿 Pt_1H/ArD 接触面又发育环形顺层韧性剪切带,它很可能是具双层结构(变质核和“盖层”及其间的滑脱拆离带)的圈椅淌古变质核杂岩构造,并与大别地区的罗田古变质核杂岩构造^[14]有许多相似之处,可能是吕梁期末本区地壳隆升伸展的产物。

2.3.2 圈椅淌韧性—脆韧性滑脱构造系

展布于黄陵背斜核部,以圈椅淌花岗岩复合穹隆核部为中轴,主体近东西向,构造成分主要为近东西向和北西/北东向韧性、脆韧性剪切带,并表现出早期的对冲式推覆和晚期的背滑式滑覆特征,因后期脆性断裂改造以及隆升剥蚀和南华系覆盖,北翼残缺不全,但南翼出露较宽,并被黄陵花岗岩基分割成南、北两部分。大体可划分核部、内带和外带3个结构单元(图6)。

(1)核部(I):位于圈椅淌复合穹隆的核部,由野马洞岩组、东冲河片麻杂岩和圈椅淌花岗岩组成,宽7~8km,也是晚期背滑式滑覆构造系的根带。糜棱岩少见,塑流褶皱十分

发育,主要显示深层次变形特点。

(2) 内带(Ⅱ):位于圈椅淌花岗岩复合穹隆的南、北翼。北翼内带宽4~5km,黄凉河—马槽驿(樟村坪林场)、白果园—栗林河(茅草坪)韧性剪切带是其主要成分;南翼内带宽6~7km,主要由水月寺—白竹坪(庙湾)、雾渡河、道路坪—马粮坪北、黄家祠—马粮坪等韧性剪切带组成。它们早期分别向南和向北韧性推覆,晚期分别向北和向南韧性滑覆,变形较强,糜岩及斜歪、倒卧线型褶皱较发育,主要显示中深层次变形特点。

(3) 外带(Ⅲ):南翼外带展布于西南部原崆岭群分布区,宽约6~8km,主要由马滑沟、茅垭、梅纸厂等韧性剪切带组成;它们早期向北韧性推覆,晚期向南韧性滑覆,糜岩及较宽缓—斜歪褶皱发育,主要体现中深—中浅过渡层次特点。北翼外带仅出露于北缘孔子河—西沅河河谷区,出露宽约1~2km,沿孔子河组与桃园岩体不整合面发育的两河口西顺层脆韧性剪切带是其主要成分,发育糜岩化岩石及较宽缓型褶皱,主要体现中浅层次变形特点。

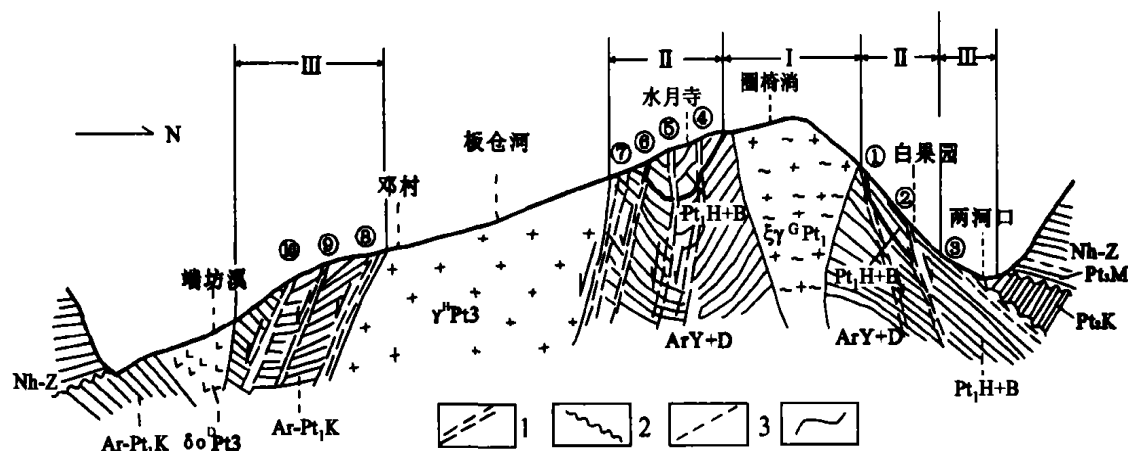


图6 黄陵背斜核部圈椅淌滑脱构造示意图

Fig.6 Sketch showing the Quanyitang detachment structural system in the core of the Huangling anticline

1. 韧性、脆韧性剪切带; 2. 角度不整合; 3. 平行不整合; 4. 地质体界线; I、Ⅱ、Ⅲ. 分别为核部、内带、外带;
- ①~③. 分别为黄凉河—马槽驿(樟村坪林场)、白果园—栗林河(茅草坪)、两河口西韧性、脆韧性剪切带; ④~⑩. 分别为水月寺—白竹坪(庙湾)、雾渡河、道路坪、黄家祠、马滑沟、茅垭、梅纸厂韧性剪切带; Nh-Z-南华系+震旦系; Pt-M-马槽园群; Pt-K-孔子河组; Ar-Pt-K-原崆岭群; Pt-H+B-黄凉河组和巴山寺片麻岩; ArY+D-野马洞岩组和东冲河片麻岩; $\gamma^H Pt_3$ -黄陵花岗岩基; $\delta^D Pt_3$ -端坊溪闪长岩; $\xi^G Pt_1$ -圈椅淌钾长花岗岩

圈椅淌韧性-脆韧性滑脱构造系可能是在圈椅淌古变质核杂岩的基础上进一步发展而成,主要定型于四堡(神农)期,晋宁(花山)期有所加强,是黄陵背斜及其邻区古微地块经四堡(神农)造山运动拼接隆升—伸展滑脱的产物。

2.3.3 三类古构造带的复合格架

黄陵背斜核部的近东西向、北东向、北西向三类古构造带,在前南华纪时期经历了漫长的发展历程,有的吕梁期已具雏形,但均定型于四堡(神农)期,晋宁(花山)期继续强化。就成生顺序而言,古近东西向构造带较早,古北东向构造带次之,古北西向构造带最晚。它们在扬子期^[2](含四堡期和晋宁期)的形成演化过程中发生了广泛的复合,形成三类古构造带的复合格架,复合形式以交接为主。如北区的北西向复式褶皱横跨在北东向复式褶皱之上,南区的北东向鼻褶群又横跨在北西向复式褶皱之上,是褶皱反接复合的表现。北西

向主干断层穿切近东西向断层, 北东向断层又穿切北西向断层, 是断裂反接复合的表现; 三组断层互相穿切, 又表现出断裂的截接复合关系。而圈椅淌韧性—脆韧性滑脱构造系也是上述三类古构造带的复合产物。

3 主要地质事件

3.1 构造事件

3.1.1 阜平运动

黄陵(崆岭)杂岩上部具孔兹岩系特征的变质表壳岩与下部具“TTG 岩套”特征的基底片麻岩, 二者在原岩建造、变质变形特征和同位素年龄值等方面均有明显不同, 但黄凉河岩组与东冲河片麻杂岩之间现为韧性剪切带构造接触关系(图4), 这很可能是古元古代与太古代之间的原始古不整合面经强烈韧性再造和取代, 而呈现出“平行化不整合”接触关系。基底片麻岩和黄凉河岩组同位素年龄值(前者为 $2700 \sim 2600\text{Ma}$, 后者为 $2427 \pm 42\text{Ma}$) 的差异, 以及东冲河片麻杂岩与野马洞岩组 ($3290 \pm 170\text{Ma}^{[1]}$) 呈侵入接触, 不但表明本区有五台、阜平旋回(期)的地质事件存在, 还可能发生有迁西旋回(期)的地质事件发生。表征上述原始古不整合面的构造运动, 我们建议称为“水月寺运动”, 同位素年龄值 $2600 \sim 2500\text{Ma}$, 它可能是阜平运动^[13]和五台运动^[13]的叠加产物。由于研究程度所限, 本区现仅划分出包括阜平、五台等旋回(期)的前吕梁旋回(期)(表2), 它主要是黄陵—川中古陆块(或扬子陆块)的陆核形成阶段^[13]。

3.1.2 吕梁(兴山)运动

黄陵背斜核部北缘可见孔子河组(含原西汉河组)浅变质地层, 明显角度不整合在黄陵(崆岭)杂岩(原水月寺群周家河组)或桃园岩体之上, 两者大角度相交, 原岩建造、变质变形特征和同位素年龄值也明显不同。如在兴山县肖家湾, 孔子河组底部为压扁拉长的变质砾岩, 角度不整合在原周家河组均质混合岩夹斜长角闪岩之上(图7)。在两河口西孔子河拐弯处南岸, 见孔子河组底部含砾绢云绿泥片岩及变质砾岩, 角度不整合在桃园岩体片麻状斜长花岗岩之上, 并沿不整合面发育顺层滑覆型韧性剪切带(图5)。在杉树垭—西汉河一带, 见孔子河组(原西汉河组)底部由石英质砾岩经重结晶形成的黄铁矿化砾状石英岩(片麻理产状: $40^\circ \angle 47^\circ$), 角度不整合在原周家河组斜长(二长)均质混合岩夹斜长角闪岩(片麻理产状: $140^\circ \angle 77^\circ$)之上, 后者顶部出现古风化带和退化变质带^[3]。形成上述角度不整合面的构造运动, 李福喜等曾称为兴山运动^[3], 认为大致相当于华北地台的五台运动, 其时限为 $2000\text{Ma} \pm$ 。我们认为上述代表古、中元古界之间的角度不整合面的兴山运动, 应与吕梁运动对比^[13], 其时限为 $1900 \sim 1800\text{Ma}$ 。经吕梁(兴山)运动奠定黄陵—川中古陆块的结晶基底(表2), 并成为扬子古陆块的组成部分, 吕梁旋回主要是黄陵—川中古陆块(或扬子古陆块)的原陆块形成阶段^[13]。

3.1.3 四堡(神农)运动

神农运动为新元古代青白口纪马槽园群与中元古界神农架群之间的明显角度不整合所代表的构造运动^[2], 标准地点在湖北省兴山县苦竹园。在神农架地区表现为马槽园群角度不整合在神农架群乱石沟组之上; 在黄陵背斜核部北缘则表现为马槽园群超覆不整合在孔子河组(含原西汉河组)之上^[3]。神农运动为褶皱造山运动, 约发生在 1000Ma 左右, 相当于南方的四堡(武陵、梵净山)运动^[2], 也可与北方的燕辽运动^[13]对比。另外, 神农架群上亚群

(台子组)与下亚群(矿石山组)之间的平行不整合所代表的酒壶运动^[2],约发生在1400Ma左右的蓟县系与长城系之间,可与北方的渣尔泰运动^[13]对比。经四堡(神农)运动基本造就黄陵—川中古陆块(或扬子古陆块)的褶皱基底(表2),扬子古陆块(准地台)经四堡(神农)旋回基本固结。

表2 黄陵背斜地区黄陵(崆岭)杂岩时序及主要地质事件表

Table 2 The pre-Sinian time sequence of Huangling (Huangling) complex in the core of the Huangling anticline and major geological events

地质时代	地层(岩石)单位	代号	同位素年龄(Ma)	主要构造事件				主要岩浆事件	主要变质事件
				构造运动	构造旋回	构造阶段	构造变形		
新元古代	南华系	Nh							
	七里峡复式岩体	$\delta\text{-}\eta\text{-}\delta\text{Pt}_3$	750 ± 57	800~1000 晋宁(花山)运动	扬子古陆块褶皱基底形成	晋宁运动	克拉化晚期地壳完全固化;近东西向、北西向、北东向三组断裂网络及三类古构造带复合格架	七里峡中酸性岩浆断裂侵位;黄陵叠加复式岩体中酸性岩浆底辟侵位;	孔子河组和马槽园群遭受区域动力变质作用;前者为绿片岩相,后者轻微变质
	黄陵大老岭超单元	$\eta\text{Y}\text{-}\text{Pt}_3\text{-}\delta\text{o}\text{-}\text{Pt}_3$	786 ± 17						
	黄陵庙超单元	$\beta\text{Y}\text{-}\text{Pt}_3\text{-}\gamma\text{o}\text{-}\text{Pt}_3$	819 ± 35						
	三斗坪超单元	$\delta\delta\text{o}\text{-}\text{Pt}_3\text{-}\text{o}\text{o}\text{-}\text{Pt}_3$	832 ± 13						
	端坊溪超单元	$\delta\text{o}\text{-}\text{Pt}_3$	$900(?)$						
	马槽园群	Pt_3M							
中元古代	超基性—基性侵入岩	上亚群	$\text{Pt}_2\Sigma\text{-N}$	1000~1800 四堡(神农)运动	四堡运动	子堡	圈椅消滑脱构造系定型;北东向和北西向叠加褶皱;近东西向、北东向和北西向三组韧性—脆韧性剪切带阵列。	梅纸厂等超基性—基性岩浆断裂侵位 “庙湾组”基性岩浆侵位	
	“庙湾组”变基性侵入岩	神农架群	$\text{Pt}_2\text{N}(\text{“Pt}_2\text{M”})$						
	孔子河组	下亚群	Pt_2K						
古元古代	基性岩墙	Pt_1N		1800~2500 吕梁(崆岭)运动	吕梁运动	吕梁	克拉通化 圈椅消滑脱岩复合穹隆及北东向和近东西向叠加褶皱;近东西向、北东向和顺层韧性剪切带	基性岩墙形成 桃园、圈椅消滑脱花岗岩(底辟)侵位 巴山寺片麻岩岩浆席状侵位 核桃园等超基性岩浆断裂侵位	黄陵(崆岭)杂岩遭受区域动力热流变质作用;变质相为低角闪岩相—高角闪岩相—麻粒岩相;区域混合岩化及退化变质作用
	圈椅消超单元	$\xi\text{Y}\text{-}\text{Pt}_1$	1839 ± 4						
	桃园单元	$\gamma\text{o}\text{-}\text{Pt}_2$	1749 ± 39						
	巴山寺片麻岩	Pt_1B	2172^{+77}_{-55}						
	变超基性—变基性侵入岩	$\text{Pt}_1\Sigma\text{-N}$							
	力耳坪岩组	Pt_1L							
太古代	黄凉河岩组	Pt_1H	2427 ± 42	2500~2600 阜平运动	阜平运动	前吕梁	克拉通化 野马洞花岗岩片麻岩穹隆及型流剪切褶皱	基性岩墙形成 东冲河片麻岩(TTG岩套)深成岩浆侵位	
	变基性岩墙	ArN							
	东冲河片麻岩	ArD	2617 ± 17						
	野马洞岩组	ArY	3290 ± 170						

3.1.4 晋宁(花山)运动

花山运动发生在新元古代南华系与青白口系之间,一般与晋宁运动对比^[13]。在湖北省京山县厂河鹰窝沟南华系莲沱组与花山群(与马槽园群相当)呈平行不整合接触,在兴山县咸水马槽园莲沱组与马槽园群呈角度不整合接触。在无青白口系沉积的峡东地区,表现为南华系莲沱组(或南沱组,或陡山沱组)与黄陵(崆岭)杂岩(原崆岭群)或黄陵花岗岩基的超覆不整合接触;在黄陵背斜核部北缘则表现为南华系陡山沱组与马槽园群的平行不整合接触。华南的晋宁运动一般发生在 $850\pm 50\text{Ma}$ ^[13],一般视为四堡运动的后续运动。经晋宁(花山)运动和晋宁旋回(表2),黄陵及邻区的扬子古陆块(准地台)最后固结。扬子旋回^[2](含神农、花山旋回)是古中国陆块的形成阶段^[13]。四堡、晋宁运动的起始时期与格林威尔

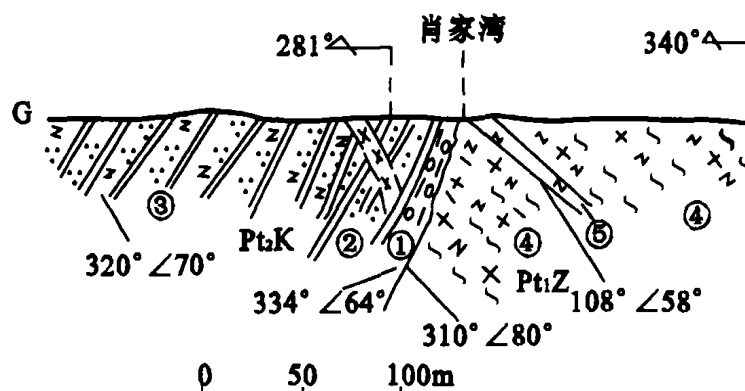


图7 孔子河组 (Pt_2K) 与原水月寺群周家河组 (Pt_1Z) 角度不整合接触图
(肖家湾 G-G 剖面, 李福喜等, 1989)

Fig.7 The angular unconformity between the Kongzihe Formation and former
“Shuiyuesi Group” (in the Xiaojiawan G-G section, after Li Fuxi et al., 1989)

运动相近^[13], 经扬子旋回形成的古中国大陆可能是全球罗迪尼亚 (Rodinia) 超大陆的重要成员。

3.2 岩浆事件

3.2.1 中、新太古代

早期为一套拉斑玄武质—英安质、流纹质火山岩组合 (野马洞岩组), 火山活动发生在 2900Ma 之前。晚期由于地壳强烈下陷深部热流质增高发生部分熔融, 造成东冲河片麻杂岩 (TTG 岩套) 的深成岩浆穹状侵位, 同位素年龄值 $2600\text{Ma} \pm$ 。末期地壳抬升固化, 发生拉张, 形成大量变基性岩墙, 标志着黄陵太古宙古陆块的陆核形成 (表 2)。

3.2.2 古元古代

早期为裂陷槽盆地内的一套拉斑玄武质—英安质火山岩组合 (力耳坪岩组), 发生时间为 $2300\text{Ma} \pm$, 并与陆源碎屑岩 (黄凉河岩组) 组成火山—沉积岩系。中期裂陷槽强烈剪切拉张, 引发核桃园等镁—铁质超基性岩浆沿北东向断裂侵位; 随后下地壳重熔或部分熔融, 发生巴山寺片麻杂岩的席状侵位, 同位素年龄值为 $2200 \sim 2100\text{Ma}$ 。晚期地壳抬升有桃园单元 (片麻状奥长花岗岩)、圈椅淌超单元 (二长花岗岩—钾长花岗岩) 岩浆侵入, 后者沿野马洞花岗片麻岩穹隆中心底辟侵位, 形成圈椅淌花岗岩复合穹隆。末期克拉通化有辉长辉绿岩和花岗斑岩岩墙产出 (表 2)。

3.2.3 中、新元古代

中元代早期有“庙湾组”基性岩形成, 定位年龄为 $1605.5\text{Ma} \pm$ 。中元代晚期地壳剪切拉张, 引发梅纸厂等超基性—基性岩浆沿北西向断裂侵位, 定位年龄为 $1282\text{Ma} \pm$ 。新元古代时期有黄陵叠加复式岩体的端坊溪、三斗坪、黄陵庙、大老岭等超单元环状套叠式底辟侵位, 以及七里峡复式岩体 (岩墙) 产出, 定位年龄主要为 $900 \sim 750\text{Ma}$ (表 2), 并表现出块体碰撞前—同碰撞—碰撞后隆起的岩浆活动规律。

3.3 变质事件

3.3.1 古、中太古代—古元古代

主要为黄陵 (崆岭) 杂岩遭受区域动力热流变质作用, 变质相为低角闪岩相—高角闪岩相—麻粒岩相, 并发生区域 (边缘) 混合岩化及退化变质作用 (表 2)。

3.3.2 中、新元古代

主要为黄陵背斜核部北缘的孔子河组(含原西汉河组)和马槽园群遭受区域动力变质作用,前者为绿片岩相,后者轻微变质(表2)。另外,黄陵花岗岩基还发生边缘混合岩化。

4 结语

(1) 基本查明了黄陵背斜地区前南华纪的主要地质事件,进一步厘定了阜平、吕梁(兴山)、四堡(神农)、晋宁(花山)等构造运动和相应的前吕梁、吕梁、扬子(四堡和晋宁)等构造旋回(期),揭示出黄陵背斜及其邻区的黄陵—川中古陆块(或杨子古陆块)可能与华北古陆块一样,都存在太古宙—古元古代大体类似的结晶基底,可能是统一的岩石圈板块^[15]。至少中、新元古代时期,黄陵背斜及其邻区发生过微地块拼接事件,经扬子旋回(含四堡和晋宁旋回)形成的古中国大陆,可能是全球罗迪尼亚(Rodinia)超大陆的重要成员。

(2) 主要运用构造筛分及成生联系解析的综合研究方法,从现位出发在黄陵背斜地区,建立了由近东西向、北东向、北西向三类古构造带复合的前南华纪古构造格架,它们可能主要是近南北向挤压地应力和对扭地应力作用的产物。厘定了定型于四堡期的圈椅淌滑脱构造系,它可能是黄陵(崆岭)杂岩的“川中式基底”与南部冷家溪群的“江南式基底”和北部神农架群的“昆阳式基底”的分界,并对黄陵背斜核部金、铜等矿产的分布富集有重要控制作用。

(3) 在综合前人研究成果基础上,采用新理论、新方法对黄陵(崆岭)杂岩进行了解析研究,基本查明其时序,建立了黄陵背斜地区前南华纪的构造—地层柱,这对阐明扬子准地台前南华纪变质地层时序、构造演化及与华北(中朝)准地台对比研究,具有重要的理论与现实意义。

在工作中得到了宜昌地质矿产研究所和宜昌地质勘探大队的领导和有关部门的大力支持帮助,参加工作的还有孟祥金、何龙清、张业明和向文金、姚渝、邹先武等同志,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 马大铨,等.鄂西崆岭杂岩的组成、时代及地质演化[J].地球学报,1999,(3):232~241.
- [2] 湖北省地质矿产局.湖北省区域地质志[M].北京:地质出版社,1990,550~558.
- [3] 李福喜,聂学武,胡正祥,等.试论黄陵断穹北缘中、下元古界的不整合关系[J].湖北地质,1989,(1):43~56.
- [4] 房立民,杨振升,李勤,等.变质岩区1:5万区域地质填图方法指南[M].武汉:中国地质大学出版社,1991,95~175,184~195.
- [5] 李福喜,聂学武.黄陵断穹北部崆岭群地质时代及地层划分[J].湖北地质,1987,(1):28~41.
- [6] 姜继圣.黄陵变质地区的同位素地质年代及地壳演化[J].长春地质学院学报,1986,(3):1~11.
- [7] 富公勤等.黄陵断隆北部太古界花岗岩—绿岩地体的发现[J].岩石矿物,1993,(1):5~13.
- [8] 王岳军,张琴华,李志安,等.湖北太平溪超镁铁质岩的地球化学初步研究[J].湖北地质,9(2):90~97.
- [9] 袁登维,梅应堂,秦兴黎,等.长江三峡工程坝区及外围地壳稳定性研究[M].武汉:中国地质大学出版社,1996,17~41.
- [10] 熊成云,等.有关前震旦古构造研究的几个问题[J].构造地质论丛,1982,(2):20~33.

- [11] 王治顺, 等. 构造体系各论 [M]. 北京: 地质出版社, 1999, 8~10, 38~44, 228~233.
- [12] 丘元禧. 论构造筛分 [J]. 地质力学学报, 2000, 6 (1): 33~43.
- [13] 中国地质学扩编委员会. 中国地质学扩编版 [M]. 北京: 地质出版社, 1999, 238~267, 423~432.
- [14] 索书田, 桑隆康, 韩郁菁, 等. 大别山前寒武变质地体岩石学与构造学 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 43~74.
- [15] 耿树方. 中国大陆区域地质和区域成矿规律的若干基本特征 (纲要) [J]. 中国区域地质, 1995, (3): 206~211.

PRE-SINIAN PALEOSTRUCTURAL FRAMEWORK AND MAJOR GEOLOGICAL EVENTS IN THE HUANGLING ANTICLINE, WESTERN HUBEI

XIONG Cheng-yun¹, WEI Chang-shan², JIN Guang-fu¹, TAN Wei-qing³, LI Wen-xiang³

(1. *Yichang Institute of Geological and Mineral Resources, Yichang, Hubei 443003, China;*

2. Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China;

*3. Western Hubei Geological and Investigation Party of the Bureau of Geology and
Mineral Resources of Hubei Province, Yichang, Hubei 443100, China)*

Abstract: By using such integrated research methods as the tectonic sieving and genetic relation analysis, this paper further defines the Fuping (Wutai) movement, Lüliang (Xingshan) movement, Sibao (Shennong) movement and Jinning (Huashan) movement and their related magmatic and metamorphic events in the Huangling anticline, western Hubei. The authors have established the pre-Sinian time sequence of the Huangling (Kongling) complex and paleostructural spatial framework formed by compounding of nearly E-W-, NE- and NW- trending palaeostructural belt. This paper also firstly proposes the Quanyitang detachment structural system formed in the Mesoproterozoic (Sibaoan).

Key words: palaeostructural framework; geological events; Quanyitang detachment structural system; Huangling (Kongling) complex; Huangling anticline western Hubei province