

文章编号: 1009-6248 (2002) 02-0001-08

秦岭造山带佛坪基底杂岩的地质特征

王居里

(西北大学地质学系, 陕西西安 710069)

摘要: 综合研究表明, 佛坪基底杂岩是由普遍遭受多期强烈变形变质作用和混合岩化作用的变质火山-沉积岩系和中酸性侵入岩构成的结晶杂岩系; 结晶杂岩的形成年龄为 22~18 亿年, 受强烈构造热事件改造的年龄为 2 亿年左右; 佛坪基底杂岩经历了基底杂岩形成时期、主造山期和主造山期后 3 个不同演化时期的构造变形的叠加、改造, 主造山期最主要的变形是在早期盖层沿其与基底的界面发生逆冲推覆构造的基础上发生热穹隆叠加变形。

关键词: 变形变质作用; 基底杂岩; 佛坪穹隆; 秦岭造山带

中图分类号: P54 **文献标识码:** A

秦岭造山带中部最窄部位发育的佛坪穹隆, 是一个具有穹隆式构造、发育中心式递增变质带和大规模花岗岩岩浆活动的三位一体的复合型热构造穹隆。在穹隆的中心部位出露由含麻粒岩的片麻岩类和斜长角闪岩组成的深变质杂岩, 呈大小不等的构造岩块不连续出露, 尤以穹隆中心的佛坪县城附近及北侧的龙草坪附近出露面积相对较大, 通称佛坪杂岩。由于屡经构造变动、改造变质, 它们已非原地原貌, 其形成时代为古元古代^[1]; 其组成和变质、变形特征与盖层岩系^[2]截然不同。本文主要论述佛坪基底杂岩的基本组成和变形、变质作用特征, 探讨其在佛坪穹隆的形成和演化中的意义。

1 佛坪基底杂岩的基本组成

野外和室内研究表明, 佛坪穹隆核部出露的基底结晶杂岩主要由①石榴黑云斜长 (二长) 片麻岩、刚玉黑云钾长片麻岩组合及②角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩组合构成。组合①主要出露于佛坪县城附近, 在宁陕县鱼洞子、四亩地也有出露; 地质、地球化学和岩石学研究表明, 石榴黑云斜长 (二长) 片麻岩的原岩为杂砂岩, 刚玉黑云钾长片麻岩的原岩为富铝贫硅富钾的泥质岩石。组合②则主要出露于龙草坪附近。它们均以韧性剪切带与盖层岩系接触, 在龙草坪以北与印支期花岗岩呈侵入接触 (图 1); 地质和地球化学特征表明它们是一套英云闪长质-奥长花岗质-花岗闪长质片麻岩。在两个组合中都含有斜长角闪岩类, 多呈条

收稿日期: 2001-11-07; 修回日期: 2001-12-14

基金项目: 国家自然科学基金 (49290100) 和陕西省教委专项科研基金 (97JK068) 资助

作者简介: 王居里 (1958-), 男, 理学博士, 副教授, 构造地质学、矿物学、岩石学、矿床学专业。

带状、透镜状分布于石榴黑云斜长(二长)片麻岩中,或呈不规则块状被包于角闪斜长片麻岩和黑云斜长片麻岩中。稀土和微量元素地球化学特征表明,其原岩为来源于“富集型”母源的大陆拉斑玄武岩^①。在佛坪县城附近的基底杂岩中含有麻粒岩块体^[3]。

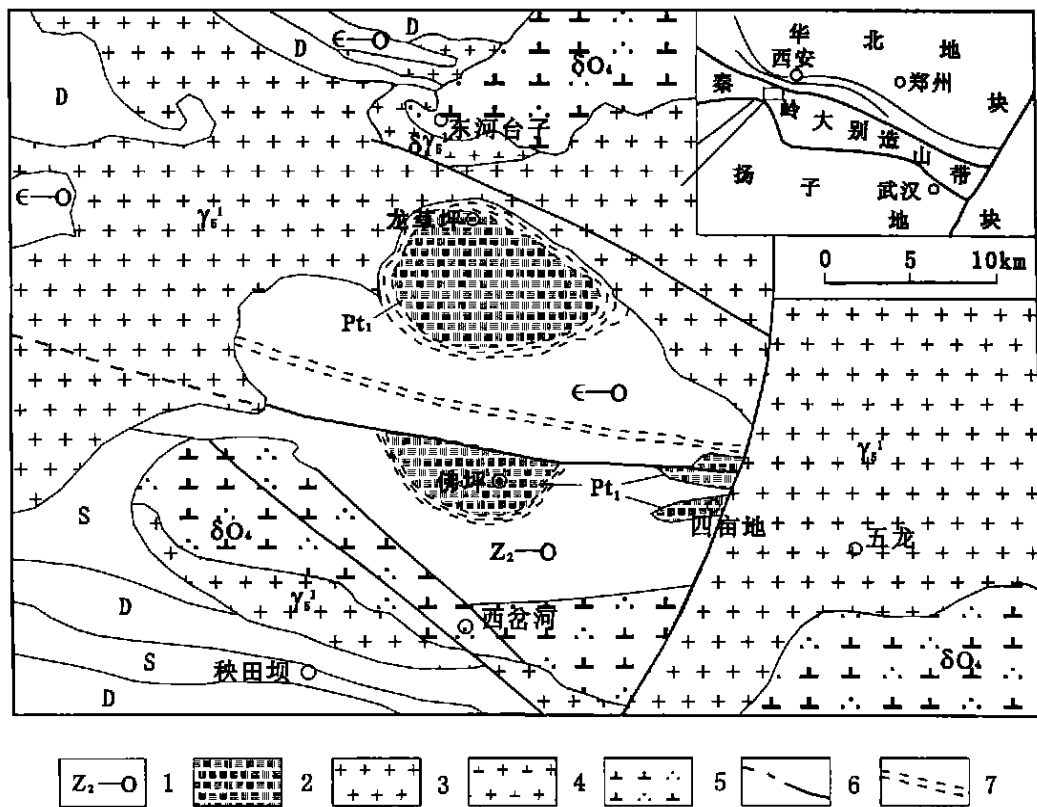


图1 佛坪地区地质略图

(据文献[4]修改)

Fig.1 Geological sketch map of Foping area

1. 盖层岩系及其时代; 2. 古元古代基底结晶杂岩; 3. 印支期花岗岩; 4. 印支期花岗闪长岩;
5. 华力西期石英闪长岩; 6. 断层、推测断层; 7. 韧性剪切带

1.1 石榴黑云斜长(二长)片麻岩、刚玉黑云钾长片麻岩组合

石榴黑云斜长(二长)片麻岩主要由石榴子石(3%~7%)、黑云母(15%~20%)、长石(45%~65%)、石英(10%~25%)等组成。长石包括斜长石和钾长石,二者相对含量变化较大,故此可分出石榴黑云斜长片麻岩和石榴黑云二长片麻岩等。副矿物常见榍石、磷灰石及锆石。岩石为斑状变晶结构,变斑晶为石榴子石,其中有大量石英、黑云母和斜长石矿物包裹体,基质为细—中粒鳞片粒状变晶结构,片麻状—条带状构造。

① 王居里. 秦岭造山带佛坪穹隆的变质作用、岩浆活动及构造演化. 博士学位论文, 西北大学地质学系, 1997.

刚玉黑云钾长片麻岩主要由刚玉 (3%~10%)、黑云母 (15%~20%)、钾长石 (65%~75%) 组成; 副矿物为锆石。岩石为斑状变晶结构, 变斑晶为刚玉, 基质为细—中粒鳞片粒状变晶结构; 片麻状构造。主要出露于佛坪县城以南的东岳殿一带。

1.2 角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩组合

角闪斜长片麻岩类暗色矿物含量较高, 约 20%~30%, 以角闪石为主, 可含少量黑云母, 局部出现透辉石; 浅色矿物以斜长石为主 (40%~65%), 石英较少 (10%~20%); 斜长石为 A_{n27-33} 的更长石—中长石; 副矿物常见榍石、磷灰石、褐帘石、锆石等; 岩石具片麻状—条带状构造, 中粒柱粒状变晶结构。黑云斜长片麻岩类暗色矿物含量相对较少, 约 15%~25%, 以黑云母为主, 可含少量角闪石; 浅色矿物主要是斜长石 (40%~55%)、石英 (15%~30%), 钾长石较少 (0~15%), 斜长石为 A_{n23-28} 的更长石。其结构构造、副矿物特征同上述角闪斜长片麻岩类。

两类岩石之间由于矿物相对含量的变化常出现过渡类型, 可细分出黑云角闪斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩等。

角闪斜长、黑云斜长片麻岩中含有石榴黑云斜长片麻岩捕虏体, 其岩相学特征与前述基底中的石榴黑云斜长片麻岩类似, 推测它们的原岩是同期相同或相近沉积建造产物。

在角闪斜长、黑云斜长片麻岩中有大量暗色包体, 主要由暗色矿物角闪石、黑云母组成, 按照其相对含量可分为两种类型, 一种主要由角闪石组成 (角闪石含量 > 80%), 少量黑云母 (0~15%) 和斜长石 (< 5%); 另一种主要由黑云母组成 (含量 70%~95%), 角闪石含量 0~20%, 斜长石 < 5%。这些暗色包体大小悬殊 (从几厘米—几米), 形状各异, 有蝌蚪状、条带状、不规则团块状等。大多数包体与寄主片麻岩之间界线清楚, 有些则呈过渡接触, 接触部位斜长石含量明显增高。岩石地球化学研究表明, 这些暗色包体的原始物质可能是中酸性岩浆侵位时捕虏的成分偏基性的古老泥质沉积物团块或条带^①。它们共同经历了强烈变形变质作用和混合岩化作用的改造。

斜长角闪岩主要由角闪石和斜长石组成, 可含少量黑云母、石英, 副矿物为磁铁矿、钛铁矿。岩石为细粒变晶结构。块状—弱片状构造。局部为含石榴子石变斑晶的石榴斜长角闪岩。斜长角闪岩类和寄主片麻岩一样遭受了多期强烈变形变质及混合岩化作用。

2 构造变形特征

野外和室内综合研究表明, 佛坪基底结晶杂岩经历了 3 个不同演化时期的构造变形的叠加、改造, 不同时期的变形各有其特征。

2.1 基底结晶杂岩形成时期的构造变形

以深层次高温条件下的塑性流变和多期叠加变形为显著特点, 奠定了基底结晶杂岩的主体构造面貌。由于受后期构造的强烈改造、变位, 根据现存构造很难恢复其古构造应力场和运动学特征, 但根据变形特征差异可划分出构造变形的相对序次。

① 王居里. 秦岭造山带佛坪穹隆的变质作用、岩浆活动及构造演化. 博士学位论文, 西北大学地质系, 1997.

佛坪基底杂岩中可识别出 3 期构造变形, 第一期变形有两种情况, 一种是强烈塑性状态下形成的小型平卧褶皱和等斜褶皱, 并形成区域透入性轴面面理 S_1 ; 另一种情况是在固态流变条件下发育的非常复杂的流褶皱, 发育于混合岩化强烈部位, 主要是由于岩石塑性增强而粘度降低, 物质的持续粘性流动是在紊流条件下进行的。这种情况下不能用简单的几何学原理去分析其形态和叠加关系^[5]。这种复杂的流褶皱在变质中酸性侵入岩和变质沉积岩中均可见到。第二期变形以近共轴叠加褶皱变形为特征, 使早期褶皱的轴面面理及片麻理一起发生再褶皱, 褶皱形态为紧闭褶皱, 褶皱强烈部位发生构造置换, 形成片内无根褶皱及 S_2 面理。第三期变形形成开阔背形、向形, 使早期 S_1 、 S_2 面理再发生变形变位。如在龙草坪南的干板坡一带开阔背形的北翼平缓出露, 产状为 $342^\circ \angle 16^\circ$ 。

2.2 主造山期基底杂岩的构造变形

秦岭主造山过程中, 早期区内首先发生盖层岩系由南向北的逆冲推覆构造, 沿基底杂岩顶部形成韧性剪切滑脱面, 以简单剪切作用为主。晚期在早期逆冲推覆构造基础上发生热穹隆叠加变形, 使基底杂岩顶部形成的剪切面 (由糜棱岩带构成) 发生穹隆状构造变形, 出现新的剥离构造糜棱岩面理, 并强烈置换了早期逆冲推覆糜棱岩面理及基底杂岩的 S_1 、 S_2 面理, 野外填图证明新的糜棱面理平面上呈向外倾斜的封闭环形展布 (图 1)。剖面上剥离构造糜棱岩带宽几百米到千米, 向基底杂岩内部糜棱岩化减弱, 表现为从杂岩顶部的透入性剪切面理经间隔性剪切面理逐渐过渡为原片麻状岩。宏观和显微构造特征均显示基底杂岩上隆、环绕其分布的盖层变质岩系相对下滑剥离的剪切运动指向, 其机制以简单剪切为主, 是佛坪穹隆核部杂岩隆升剥露过程的真实记录。剥离剪切带内岩石的矿物组合基本不变, 但矿物普遍发生强烈的塑性变形, 形成超糜棱岩—糜棱岩, 发育拉伸线理, 带内不发育同剪切期低温退变质矿物。这些特征说明, 基底杂岩的隆升和盖层岩系的隆升、剥离发生于高温塑性环境下, 剥离剪切变形与高热变质同时进行, 即热隆同时, 同期伴随深层岩浆活动和角闪岩相—麻粒岩相变质作用。是在深部构造热上涌背景下, 基底变质杂岩不均一隆升, 导致盖层围绕杂岩核心发生剥离和递进变质作用, 从而形成热构造穹隆。

2.3 主造山期后的变形叠加

佛坪穹隆形成之后又遭受中生代构造的叠加改造。中生代陆内造山时期的构造变形表现为: ①总体形成轴面近东西向宽缓褶皱。②局部发生由南向北的逆冲断裂作用, 使局部基底杂岩与盖层岩系又以新的断层相接触, 复杂化穹隆构造。③杂岩顶部叠加新生的近南北向的张性中小型断层。反映由中生代陆内造山过程中持续的南北向挤压所致。

3 变质作用特征

3.1 多期变质作用

根据不同岩石类型矿物发育特征及变质变形关系, 佛坪基底杂岩中可划分出三期变质作用。

3.1.1 基底杂岩形成时期的变质作用

变质杂砂岩中形成 $Gt_{(1)} + Bi_{(1)} + Pl_{(1)} \pm Kf + Q + Zr$ 矿物组合。其中 $Gt_{(1)}$ 为变斑晶, 晶体多不完整, 含大量石英、黑云母、斜长石及钛铁矿等矿物包体, 包体矿物形状不规则, 排列

无定向; 由矿物化学成分电子探针分析结果计算出其矿物化学组成特征为: 铁铝榴石 (Alm) 含量为 0.66~0.68, 平均 0.674, 镁铝榴石 (Py_r) 含量为 0.09~0.18, 平均 0.134, 钙铝榴石 (Grs) 含量为 0.12~0.17, 平均 0.140, 锰铝榴石 (Sps) 含量为 0.03~0.07, 平均 0.052; Bi₍₁₎ 比较富钛, TiO₂ 含量为 1.44%~3.51%, 镜下呈褐棕色—红棕色; Pl₍₁₎ 强烈蚀变呈浑浊状。

变质中酸性侵入岩中形成 Hb (绿) + Bi (褐) + Pl₍₁₎ ± Kf + Q + Zr 矿物组合。

该期变质作用形成的矿物组合多呈残留状存在于基底杂岩内部, 该期变质与基底杂岩形成时期的第二期构造变形 (S₂ 面理的形成) 基本同时。基底杂岩的形成年龄为 $1\,853 \pm 114\text{ Ma}$ ~ $2\,284 \pm 36\text{ Ma}$ ^[6]

3.1.2 主造山作用时期的变质作用

变质杂砂岩中形成 Gt₍₂₎ + Bi₍₂₎ + Pl₍₂₎ + Kf + Q + Zr + All 矿物组合。新生 Gt₍₂₎ 为细粒 (粒径 0.5 mm ±) 近等粒状, 晶体较完整, 基本不含矿物包体, 仅少数颗粒中见有个别锆石和黑云母包体; 矿物化学组成特征明显不同于 Gt₍₁₎: Alm 含量为 0.77~0.78, Py_r 含量为 0.15~0.16, Grs 含量为 0.02, Sps 含量为 0.05, 铁铝榴石和镁铝榴石分子含量增高, 钙铝榴石分子含量明显降低; Bi₍₂₎ 比 Bi₍₁₎ 更富钛, TiO₂ 含量为 4.33%~4.35%, 镜下呈棕红色鳞片状, 粒度多大于 Gt₍₂₎; Pl₍₂₎ 比较新鲜, 叠生于 Pl₍₁₎ 上或交代 Kf, 在接触处形成新鲜的蠕虫状石英。

变质中酸性侵入岩中形成 Hb (暗绿、褐绿) + Bi (暗褐) + Pl₍₂₎ ± Kf + Q + Zr + All 矿物组合, 该期锆石中有先期角闪石、黑云母和锆石包裹体, 反映多期叠加变质作用。

尤为突出的是, 在佛坪县城南基底杂岩中发现秦岭主造山期形成的麻粒岩^[3], 说明佛坪基底杂岩在秦岭主造山时期遭受角闪岩相—麻粒岩相变质作用的叠加改造。该期变质作用的峰期与秦岭主造山期佛坪地区的强烈隆升基本同时。变质中酸性侵入岩和中酸性麻粒岩中锆石的年龄分别为 $212.8 \pm 9.4\text{ Ma}$ ^[6] 和 $221.4 \pm 3.6\text{ Ma}$ ^[7], 与佛坪县城南盖层岩系中夕线石榴黑云石英片岩 200 Ma ± 的锆石 U-Pb 年龄^① 及区内大面积花岗岩的形成年龄 ($223.1 \pm 3.1\text{ Ma}$, 锆石 U-Pb)^[6] 基本一致。此外, 在基底杂岩中还获得了 $424 \pm 5\text{ Ma}$ 的改造年龄信息^[6], 说明基底杂岩在早古生代晚期曾遭受构造热事件的叠加改造, 其地质意义尚需进一步研究。然而, 强烈构造热事件的叠加改造无疑发生于秦岭主造山期。

3.1.3 中新生代陆内造山作用时期的变质作用

变泥砂质岩石中形成 Bi (绿褐) + Chl + Ms + Ep 组合; 变质中酸性侵入岩中形成 Act + Ep + Q 矿物组合。这期矿物组合可能代表佛坪穹隆形成后进一步隆升降温过程的退变质作用。

3.2 变质温压条件

选择佛坪基底杂岩中石榴黑云斜长 (二长) 片麻岩中代表性石榴子石、黑云母进行了电子探针分析, 并据此进行了温压估算, 估算结果见表 1。样品 F-215 为第二期变质作用形成的细粒、晶体较好的石榴子石和共生黑云母。石榴子石边缘温度为 619℃, 接近于石榴子石—黑云母矿物对的封闭度^[8] 上限, 核部与边缘之间温度为 661℃, 该温度高于封闭温度, 但不代表峰期温度 (可能高于此温度)。F-250 和 F-398 为第一期形成的变斑晶石榴子石和共生黑云母。

① 张宗清: 秦岭重大项目学术年会资料, 1995.

表中样品 F-398 的数据表明, 石榴子石从核部向边缘主要记录的是一个先升温再降温的过程。其含义可分析如下: 地质、矿物组合、矿物成分特征及同位素年龄表明, 基底杂岩遭受主造山期构造热事件的强烈改造, 所求得温度应代表早期石榴子石和黑云母在晚期构造热事件中发生离子交换达到再平衡的温度, 741~829℃可能代表主造山过程变质作用的峰期温度。这一点也可从锆石 U-Pb 同位素的封闭温度得到佐证。具 $212.8 \pm 9.4\text{Ma}$ 年龄的锆石具有非常一致的表面年龄, 反映基底杂岩遭印支期强烈变质作用的改造。锆石的 U-Pb 同位素封闭温度为 $700 \pm 50^\circ\text{C}$ ^[8], 说明变质峰期温度应大于 700°C 。表中所列压力值系根据别尔丘克 (1981) 图解法^[9]所求, 仅作参考, 但结合矿物组合特征, 主造山期变质作用应属中压型。

表 1 基底杂岩变质温度 (°C)、压力 (GPa) 估算结果

Tab. 1 The temperatures (°C) and pressures (GPa) of the basal metamorphic complex

样号	T ₁	T ₂	T ₃	T	P	样号	T ₁	T ₂	T ₃	T	P
F-215(i)	671	659	655	661	0.60	F-398(c)	766	741	717	741	0.66
F-215(r)	620	615	623	619	0.62	F-398(i)	873	830	784	829	0.75
F-250(c)	799	769	738	768	0.59	F-398(r)	591	590	601	594	0.54
F-250(r)	685	671	665	673	0.48						

注: T₁ 据 Thompsona (1976) 公式; T₂ 据 Holdaway (1977) 公式; T₃ 据别尔丘克 (1983) 修正公式。均引自文献 [10]。T 为采用值; P 据别尔丘克 (1981) 图解。(c)、(i)、(r) 分别代表石榴子石变斑晶的核部、核部与边缘之间和边缘, 表上半部样品采自佛坪, 下半部样品采自四亩地。

石榴子石单矿物化学成分在 $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe} + \text{Mn})$ -Ca 图解^[10] (图 2) 上投点全部落入角闪岩相区; 黑云母在 $\text{TiO}_2\text{-FeO}/(\text{MgO} + \text{FeO})$ 图解^[10] (图 3) 上, 大多数投入角闪岩相区,

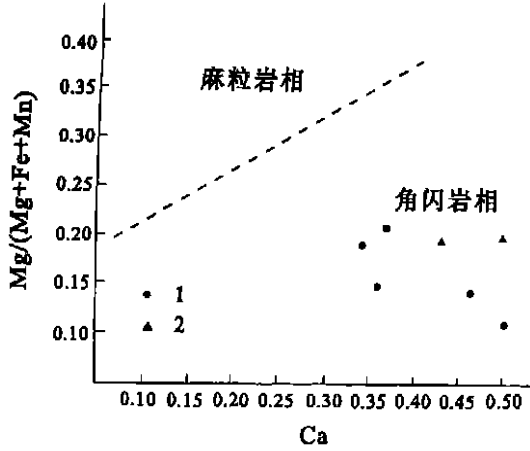


图 2 石榴子石的 $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe} + \text{Mn})$ -Ca 图解

Fig. 2 $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe} + \text{Mn})$ -Ca diagram of the garnets

- 1. 石榴黑云斜长 (二长) 片麻岩中的石榴子石;
- 2. 石榴斜长角闪岩中的石榴子石

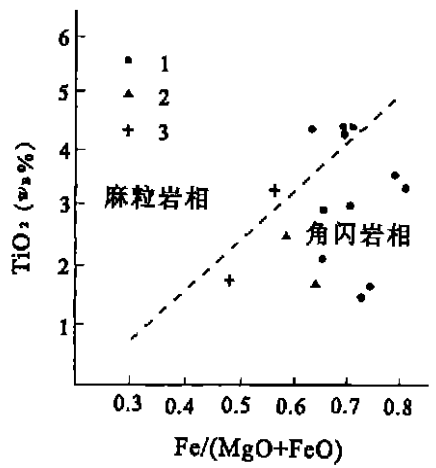


图 3 黑云母的 $\text{TiO}_2\text{-FeO}/(\text{MgO} + \text{FeO})$ 图解

Fig. 3 $\text{TiO}_2\text{-FeO}/(\text{MgO} + \text{FeO})$ diagram of the biotites

- 1. 石榴黑云斜长 (二长) 片麻岩中的黑云母;
- 2. 石榴斜长角闪岩中的黑云母; 3. 角闪斜长、黑云斜长片麻岩中的黑云母

少数落入麻粒岩相区靠近与角闪岩相的分界处, 图解结果与温度估算结果吻合。表明基底杂岩峰期变质程度已达麻粒岩相。

3.3 混合岩化特征

研究表明, 佛坪穹隆基底结晶杂岩至少经历过两期混合岩化, 早期混合岩化与基底杂岩的主期变质作用密切相关; 晚期混合岩化则与穹隆内部印支期大量花岗岩类的侵入以及主造山期变质作用有关。在第一期变质作用过程中发生强烈混合岩化, 形成不同的混合岩化岩石, 它们在平面上大致呈环带状分布, 从外向里可分为混合岩化岩石、条带状混合岩、混合片麻岩类和混合花岗岩类。各混合岩化岩类之间及其与原变质岩间皆为渐变过渡关系。

佛坪基底杂岩遭受第一期变质作用、混合岩化之后, 在秦岭主造山期经历了第二次混合岩化, 与第一期混合岩化脉体相比, 第二期脉体的特征是: ① 矿物组成不同, 第二期脉体的组成主要是钾长石 (60%±)、石英 (20%~25%)、斜长石 (15%±) 及少量黑云母。钾长石为微斜长石和条纹长石, 斜长石 $An=22\sim28$ 。② 脉体形状不规则, 宽度变化大, 为 1~15 cm, 沿早期混合岩的片麻理或穿过早期片麻理分布, 且以后者为主。③ 变形不明显, 多表现为沿脆弱地带充填的特征。④ 分布比较局限, 在基底杂岩的边部及内部与印支期花岗岩体、岩枝、岩脉接触处附近比较常见。

4 结论

(1) 秦岭造山带佛坪穹隆中心部位出露的基底岩系是由变质火山-沉积岩和变质中酸性侵入岩构成的结晶杂岩系, 形成于古元古代。

(2) 佛坪基底杂岩经历了 3 个不同演化时期的变形变质作用及其叠加改造。① 基底结晶杂岩形成时期构造变形总体上以深层次高温条件下塑性流变和多期变形叠加为显著特点; 变质作用达高角闪岩相, 伴随强烈混合岩化, 同位素年龄为 22~18 亿年。② 主造山期构造变形表现为在深部构造热上涌背景下、在早期逆冲推覆构造基础上发生热穹隆叠加变形; 变质作用达高角闪岩相, 峰期变质程度达麻粒岩相 (温度 741~829℃), 同位素年龄为 2.2~2 亿年。③ 主造山期后陆内造山时期, 构造变形主要表现为在持续南北向挤压作用下叠加的宽缓褶皱变形和逆冲断裂作用以及更晚阶段的张性断层活动; 变质作用则表现为穹隆形成后进一步升降降温过程的退变质作用。

(3) 秦岭主造山期佛坪基底杂岩遭受高角闪岩相-麻粒岩相的变质改造以及盖层岩系中围绕佛坪基底杂岩发育的中心式递增变质带的重要事实表明, 秦岭主造山过程中佛坪地区受深部背景影响形成区域热动力异常中心, 导致佛坪复合型热构造穹隆的形成。

研究工作得到张国伟院士的指导, 谨表谢忱。

参考文献:

- [1] 张国伟, 张宗清, 董云鹏. 秦岭造山带主要构造岩石地层单元的构造性质及其大地构造意义 [J]. 岩石学报, 1995, 11 (2): 101-114.
- [2] 王居里, 张国伟. 秦岭佛坪穹隆盖层岩系的地质和地球化学特征 [J]. 西北大学学报 (自然科学

- 版), 1999, 29 (5): 417-421.
- [3] 魏春景, 杨崇辉, 张寿广, 等. 南秦岭佛坪地区麻粒岩的发现及其地质意义 [J]. 科学通报, 1998, 43 (9): 982-985.
- [4] 陕西省地质矿产局. 陕西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1989. 1-698.
- [5] 索书田, 游振东, 钟增球, 等. 秦岭造山带根部地壳结构及流变学演化 [J]. 地球科学, 1994, 19 (5): 633-646.
- [6] 王根宝, 李三忠. 论秦岭佛坪地区隆—滑构造 [J]. 长春科技大学学报, 1998, 28 (1): 23-29.
- [7] 杨崇辉, 魏春景, 张寿广, 等. 南秦岭佛坪地区麻粒岩相岩石锆石年龄 [J]. 地质论评, 1999, 45 (2): 173-179.
- [8] 韩郁菁. 变质作用 P-T-t 轨迹 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993. 1-136.
- [9] 张儒瑗, 从柏林编著. 矿物温度计和矿物压力计 [J]. 北京: 地质出版社, 1983. 1-280.
- [10] 翟淳, 王奖臻. 桐柏高级变质块体形成的温压条件 [A]. 见: 刘国惠, 张寿广主编. 秦岭—大巴山地质论文集 (一): 变质地质 [C]. 北京: 北京科学技术出版社, 1990. 111-122.

Geological features of the Foping basal complex, Qinling orogenic belt

WANG Ju-li

(*Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China*)

Abstract: Systematic research shows that the primitive rock of the Foping basal complex consisted of volcanic-sedimentary rocks and mid-acid intrusive rocks, which suffered widespreadly multiple phase of intense deformation, metamorphism and migmatization. The forming age of the complex is 2.2~1.8Ga, and the reforming age is about 200Ma. The complex was subjected to three different evolution periods of tectonic deformation, that is, the period of complex formation, principal orogenesis and post orogenesis. During the period of principal orogenesis, the main deformation of the complex characterized by the superimposed deformation of the thermal doming on the basis of the thrusting-nappe structure.

Key words: deformation and metamorphism; basal complex; Foping dome; Qinling orogenic belt