

中国中央造山系秦岭造山带伏牛山 构造花岗岩带的地质学与地貌学意义

张天义¹⁾, 赵鸿燕¹⁾, 曹希强¹⁾, 张璋²⁾

1) 河南省国土资源科学研究院, 郑州, 450053;

2) 中国地质大学, 武汉, 430074

内容提要:大陆地壳尤其是造山带的一个重要的标志性特征就是广泛分布有花岗岩类岩石, 花岗岩又被称作地球发展历史中地壳演化的标准建造。位于中国中央造山系秦岭造山带东段的河南伏牛山构造花岗岩带以构造岩浆组合为思路可分解为俯冲型、碰撞型、陆内型和A型; 在时代上可厘定为吕梁、晋宁、加里东、燕山4期。从构造演化历史上可划分出前造山、主造山和后造山3个阶段。伏牛山花岗岩地貌景观表现出与造山运动的亲缘关系和构造发展阶段的专属性, 显示出构造花岗岩带地貌景观的多样性特征。

关键词:构造花岗岩带; 秦岭造山带; 伏牛山

秦岭造山带是中国中央造山系的经典地段, 是一个已有造山带模式不能完全概括、独具特色的复合型大陆造山带(张国伟等, 2001)。伏牛山是华北板块、扬子板块俯冲碰撞、汇聚拼接、隆升造山等地质作用关键部位, 构造变形复杂, 构造热事件频繁。长期以来, 有众多的学者对造山带内的花岗岩进行了相关研究, Pitcher(1983)认为I型花岗岩与板块的俯冲作用有关, S型与碰撞作用有关, M型常常与蛇绿岩伴生, 而A型产于非造山的板内环境。Castro等(1991)指出造山带中常常出现A型花岗岩, 一类是卷入造山带的非造山环境的, 另一类是造山后环境的; 张旗等(张旗, 1999)研究表明造山带各个阶段的火成岩具有不同的特征, 这些研究表明花岗岩相关研究是造山带研究中的关键问题, 花岗岩类型与其构造环境有一定的联系。伏牛山地区花岗岩分布广泛, 地貌景观多样, 在这样一个地质作用强烈、变形复杂、岩浆活动频繁的区域中, 其地貌景观尤其是花岗岩地貌景观的形成与造山带的形成又有怎样的联系? 笔者从花岗岩地貌景观角度, 以罗迪尼亚超大陆构造热事件、板块体制、造山体制等不同构造体制下的地貌景观等为主线, 把花岗岩地貌景观的成因作为切入点, 深入分析了伏牛山构造花岗岩带的地质与地貌意义。论文的研究开辟了构造花岗岩带地质与地貌学研究的新领域, 对于秦岭造山

带的形成演化、地貌景观多样性的深入理解及进一步研究有一定的作用。

1 伏牛山花岗岩带地质背景

中国中央造山系与科迪勒拉造山系、阿巴拉契亚造山带、阿尔卑斯—喜马拉雅造山系相比, 突出的特点是在不同构造演化阶段有不同构造体制的复合演化及同期不同方位造山体系的叠加复合造山。其中, 秦岭造山带的核心部分—北秦岭厚皮叠瓦逆冲推覆构造带和南秦岭逆冲推覆构造系, 既是造山带整体构造核部的主要组成部分, 又是华北板块活动大陆边缘的增生带、扬子板块北缘被动大陆边缘。因此, 是造山带中最强烈最复杂的构造变形带和构造岩浆带, 这就是举世瞩目的“秦巴花岗岩带”。

伏牛山花岗岩作为秦岭造山带的重要组成部分, 先以分解出包括罗迪尼亚超大陆事件、加里东期板块构造体制、印支期陆内造山运动和燕山期山链伸展拉张、喜马拉雅期的推覆构造等构造发展阶段的花岗岩岩浆活动, 并以其特定的岩石类型和具有构造专属性的地貌景观, 表征了构造运动的特定的阶段和形式。以构造岩浆组合为思路, 伏牛山花岗岩分解为: 俯冲型、碰撞型、陆内型和A型; 在时代上可厘定为: 吕梁、晋宁、加里东、燕山等4期; 从构造演化历史上可划分出罗迪尼亚(前造山)、主造山

表 1 伏牛山花岗岩与秦岭造山带构造演化关系对照表

Table 1 Relationship between Funiushan granite and tectonic evolution of Qinling orogen

时代	阶段	过程	典型岩浆岩类	构造形式	侵位机制	造山带构造演化
吕梁期	前造山	被动大陆边缘裂谷	龙王幢 A 型花岗岩; 熊耳群双峰式火山岩	地幔柱, 板底垫托	伸展	华北太古宙克拉通裂解
晋宁期	主造山	板块构造体制	碰撞型花岗岩,德河;岛弧型火山岩,洋淇沟、丹凤群,二郎平群;岛弧型花岗岩,封子山、三坪沟	板块俯冲	挤压走滑	罗迪尼亚超大陆;板块俯冲出现,秦岭主造山运动开始
			方城碱性深成岩;宽坪群双峰式火山岩	板底垫托	裂谷	缝合线两侧构造耦合效应,前沿挤压,后沿开裂
加里东期		碰撞造山	M 型,白虎岭; I 型,灰池子; 碰撞型,五垛山,漂池	重熔拆沉	走滑	前沿沟弧盆体制,后沿拉张体制;地壳垂向加积,壳幔物质转换发育
燕山期	后造山	陆内造山	I 型,南泥湖、秋树弯; S 型,伏牛山; A 型,崤崤山、泰山庙; 碱性火山岩	重熔	伸展拉张 剪切走滑	岩石圈减薄熔融,重力亏空,核杂岩拉出(小秦岭、崤山、熊耳山等)

注:据卢欣祥,2000,修改。

和后造山等三大阶段(卢欣祥,2000;张天义,1992)。

2 罗迪尼亚超大陆与构造热事件

罗迪尼亚超大陆事件是新元古代时期一次具有全球性的超大陆拼合和裂解(陆松年,2003),尤其是超大陆的裂解,构造了华北、扬子、塔里木等架构中国大陆的三大主体板块。以河南南阳伏牛山为例,超大陆的形成与发展及其伴生的构造热事件在秦岭造山带内遗留下了南北两条构造岩浆带:即与超大陆汇聚有关的洋淇沟—德河带和与超大陆裂解有关

的陡岭—耀岭河带(图 1)。

2.1 新元古代早期洋淇沟超基性岩—德河花岗片麻岩带

新元古代早期同造山期花岗岩侵入体,集中分布在秦岭造山带北秦岭构造带古元古界秦岭群(Pt₁qn)变质杂岩中,并以寨根、牛角山、德河、蔡凹花岗岩岩体和洋淇沟(松树沟)纯橄岩、陈阳坪辉长岩等为代表,形成 WNW 走向的片麻状花岗岩带。

花岗质岩石总体地球化学特征参数显示钙碱性、富铝、轻重稀土元素分馏强烈、钨呈现负异常和

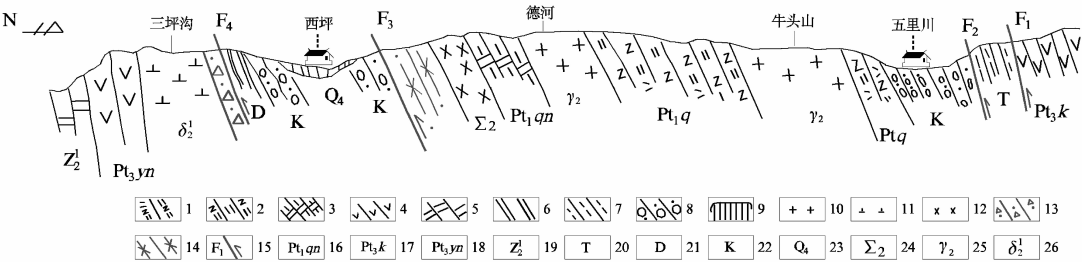


图 1 209 国道西峡段罗迪尼亚超大陆构造热事件地质剖面图

Fig. 1 Geological section of Rodinia supercontinental tectonic—thermal event along Xixia part of 209 National Highway
1—角闪质混合片麻岩;2—长英质混合片麻岩;3—条带状大理岩;4—大陆拉斑玄武岩;5—白云质大理岩;6—泥质板岩;7—碳质页岩;
8—砾岩;9—砂质粘土岩;10—花岗岩;11—闪长岩;12—超铁镁质岩;13—构造角砾岩;14—糜棱岩;15—断裂带;16—古元古界秦岭群;17—新元古界宽坪群;18—新元古界耀岭河群;19—震旦系灯影组;20—三叠系;21—泥盆系;22—白垩系;23—第四系;24—纯橄榄岩(大洋残片);25—碰撞型花岗岩;26—俯冲型闪长岩
1—hornblende migmatitic gneiss; 2—felsic migmatitic gneiss; 3—banded marble; 4—continental tholeiite; 5—dolomitic marble; 6—argillite; 7—carbonaceous shale; 8—conglomerate; 9—sandy clay; 10—granite; 11—diorite; 12—ultramafic rock; 13—tectonic breccia; 14—mylonite; 15—fault zone; 16—Paleoproterozoic Erathem Qinling Group; 17—Neoproterozoic Erathem Kuanping Group; 18—Neoproterozoic Erathem Yaholinghe Group; 19—Sinian Dengying Formation; 20—Trias; 21—Devonian; 22—Cretaceous; 23—Quaternary; 24—dunite (oceanic relic); 25—collision type granite; 26—subduction-type diorite

高场强元素亏损的特点,说明原岩是在同造山构造环境中形成的陆壳重熔型花岗岩。微量元素地球化学特征显示这些花岗岩具有岛弧及同碰撞花岗岩性质,属于俯冲—碰撞造山过程形成的花岗岩侵入体。其侵入时代介于 955~844 Ma 之间,多数集中于 910~955 Ma 年龄段。

橄榄岩等超铁镁质岩石与斜长角闪岩类岩石在空间上密切伴生,二者形成时代相近(Sm-Nd 法年龄 1084 ± 73 Ma, 1030 ± 46 Ma),原岩都来自 t_{DM} 和 ϵ_{Nd} 值亏损的地幔。说明该铁镁质岩带是位移了的古蛇绿岩残留体,指示南北秦岭之间曾存在一个小洋盆,洋盆的闭合不仅造成了超大陆的汇聚与拼合,还形成了新元古代早期俯冲至碰撞型花岗岩。

2.2 新元古代晚期陡岭—耀岭河花岗岩—大陆拉斑玄武岩带

新元古代晚期岩浆活动主要分布在伏牛山脉南部的陡岭地区,由双峰式火山岩、基性和陆内花岗质侵入体等组成。变质变形程度较弱,以弱片麻状至块状构造为主,形成时代介于 810~700 Ma 之间,反映大陆地壳处于减薄的伸展机制,显示秦岭造山带南部曾存在一条南华纪裂谷带,是罗迪尼亚超大陆裂解的产物。

3 板块体制下的花岗岩地质与地貌

3.1 伏牛山俯冲型花岗岩序列地貌表现形式

玉皇山花岗岩(Sm, 522Ma)形成于华北板块与扬子板块俯冲时期,岩浆侵位处于挤压与拉张双重构造机制控制,形成以中基性—中酸性—酸性花岗岩演化序列,岩体、岩株、岩墙、岩枝和次火山等搭建的复杂结构导致地貌景观分异。而所谓“盖造化之根源、人伦之资始、万品禀其交易、百灵因其感通”的“金圆、木直、水曲、火锐、土方”之五行山地貌景象(图版 I-1,2,3,4,5),恰好与俯冲型花岗岩脉动式侵入相匹配。

3.2 伏牛山壳幔混合型花岗岩地貌表现形式

在现代地质学的教科书中,使用频率较高的一个名词术语叫“蛇绿岩”。蛇绿岩是一种深绿色的海相火山岩,形成于诸如大洋岛弧、弧前或弧后盆地、拉张小洋盆或大洋中脊等构造地质环境。在早古生代时期这里曾出现过裂陷洋槽盆,如今广阔的洋面经过造山运动的改造,仅残留一条狭窄的岩带。代表洋底拉张环境的壳幔混合型花岗岩—云英闪长岩是来自地壳下部地幔物质的涌动,岩浆上侵时的流面流线衍生出岩体的垂直节理和后期的棋盘格状破

裂系统,在地表物理风化作用下形成的“阵列式峰丛”地貌景观彰显它与众不同(张天义,2006)(图版 I-6)。

3.3 伏牛山碰撞型花岗岩卸荷裂解与重力侵蚀地貌

因岩体的释重卸荷和裂解作用在地质文献中多有描述,而由卸荷解理风化形成的地貌则鲜为人知,伏牛山“擦擦石”景观可称之为典型代表(图版 I-7,8,9)。擦擦石的造景母体为碰撞型花岗岩,在岩体的外接触带,岩体减荷释压、岩石经均衡调整而膨胀弹性回放,形成近似水平的席状裂解构造。而“擦擦石”正是在花岗岩体的原生冷凝收缩节理系统和席理构造系统的基础上,经风化剥蚀而形成的释重地貌景观。是种地貌似“档案匣柜”叠置、“图腾柱”再现、似“复活节岛”复制(张天义,2006)。在海拔高程 1800 m 以上的伏牛山主峰区,由于地壳强烈抬升,沟谷深切,引发重力侵蚀作用的发生,落差达数十米的薄壁状“峰墙”拔地而起,芦苇荡涤的“堰塞湖”,形成雄奇险峻、刚柔相济的花岗岩景观群。

4 造山体制下的花岗岩地质与地貌

4.1 原地一半原地混染型花岗岩构造侵蚀地貌

伏牛山混合型花岗岩的基底为太古宇“花岗绿岩系”,地貌景观受构造侵蚀与选择性差异风化双重作用控制,形成丰富多彩的景观群。其中,原地一半原地混合花岗岩体的基性交代残余物质容易遭受风化剥蚀成为负地形,以长英质组分构成的混合花岗岩带则异军突起,或形成小型的“桌状山”、沿片麻理倾斜的巨型石柱、峰林、峰丛(图版 I-10,11)。值得一提的是,基性前锋带的席状裂解可形成 $\pm 80^\circ$ 倾角、落差千米的“冰大坂”景观,其之地形险峻、景观奇特,堪称花岗岩地貌之绝笔。

4.2 强力侵位花岗岩构造侵蚀地貌

沿伏牛山脉的山脊走向,有老君山、玉皇顶等线状分布的花岗岩侵入体。因花岗岩岩体形成于主造山期,混染重熔岩浆主动侵位、强力扩充空间,岩体内部结构、冷凝收缩裂隙等没有充分的发展空间,导致岩体冷凝收缩节理与主应面呈锐角斜交的剪切破裂系统。由此环境生成的花岗岩地貌缺少“石蛋地形”的风韵、没有“峰林地貌”的张扬,而表现出伏牛山特有的“锯齿岭”“箭簇峰”地貌景观(图版 II-1,2)。挺拔、刚劲、峥嵘,这是碰撞造山运动的印记(张天义,2006)。

4.3 被动侵位花岗岩侵蚀剥蚀地貌

陆内被动侵位型花岗岩地貌景观的主体,为剥落穹窿或叫穹形山峰。在化山峪、五道幢、刀刃峰等地,岩体的球形风化、席状剥落表现出壳层层状结构。山体由壳层开裂的峰丛簇拥,并围绕主峰而倾斜,形若含苞待放的莲花出水,形成岩盘山地貌景观(图版Ⅱ-3,4)。在断裂形成的嶂谷中,侵蚀裂点控制了瀑布跌水的阶梯状分布,激流形成漩涡,砂石在漩涡中滚动,在瀑布下方生成串珠状的“壶穴”景观。这里河谷急流蜿蜒曲折,飞瀑碧潭珠联璧合,沿山间小溪溯源而上,进入河源湖区,大有豁然开朗、柳暗花明之感。高山白云之下层层梯田绕山而上,流水潺潺穿过竹林果园,水杉绿阴之中马头墙边有石臼、石磨、石碾散落,一幅“世外桃源”之场景跃然而出。

5 新构造运动体制下的花岗岩地质与地貌

在中生代末至新生代新近纪,受印度—青藏、太平洋和西伯利亚三大构造动力学系统影响,造山带内各深大断裂带复活,构造岩块、岩片再次由北向南逆掩推覆和左行走滑。而处于华北古陆块南部的地区则出现由“前断坡”和“反冲断层”构成的“冲起构造”系统,即著名的“伏牛山推覆构造带”。

沿伏牛山脉山脊走向两侧的玉皇顶—老君山地区为一线状分布的花岗岩侵入体(Sm,114 Ma)。因花岗岩岩体构造位置处于推覆构造带的前锋区,构造应力集中,花岗岩体呈“锯片状”自北向南推覆。位于推覆体的前沿形成蠕动状滑脱带,在后期水流的作用下机械破碎物质流失,刚性物质则异峰突起,形成重力滑脱型峰林景观(图版Ⅱ-5)。由此环境生成的花岗岩地貌表现出老君山特有的“异趣、刚劲、峥嵘”而彰显它的与众不同,这是新构造运动的印记。

6 结论

现代花岗岩地质研究表明,复式岩群中许多分带明显的岩体实际上是代表了一个同源岩浆的演化序列,其中的每一种岩石形成则代表了岩浆演化历史中的一次脉动/涌动,花岗岩基的基性—中性—酸性侵入体构成了同源岩浆的演化序列。伏牛山花岗岩带共出现12次较大规模的同源岩浆演化序列和130多次大大小小的脉动侵入活动,先后生成了原

地型混合花岗岩—半原地型角闪二长花岗岩、石英闪长岩—高位侵入型二长花岗岩。在后造山阶段,岩浆活动相对减弱,岩浆侵位由主动转为被动。而这种不同其次、不同构造背景、不同侵位机制的岩浆演化序列,构成了秦岭造山带地质发展历史的标准建造。而伏牛山花岗岩地貌景观的多样性,尤其是所体现的构造专属性特征(地貌景观与大地构造、侵位机制和岩石类型的对应关系),开辟了构造花岗岩带地质与地貌学研究的新领域。

伏牛山推覆构造带的主体分布在伏牛山北麓,北秦岭与华北地块南缘的交界处,最终形成在燕山期末—喜马拉雅期初,是扬子板块向北持续俯冲挤压、华北地块向南作巨型陆内俯冲的产物,同许多著名的推覆构造一样,构造特征明显、分带性清楚,对深入认识秦岭造山带的结构、演化及动力学有重要意义。

参 考 文 献 / References

- 陆松年,李怀坤,陈志宏,等. 2003. 秦岭中—新元古代地质演化及对 RODINIA 超级大陆事件的响应. 北京:地质出版社,1~194.
- 卢欣祥. 2000. 秦岭花岗岩大地构造图及说明书. 西安:西安地图出版社.
- 张国伟,张本仁,袁学城,等. 2001. 秦岭造山带与大陆动力学. 北京:科学出版社,421~581.
- 张旗,钱青,王焰. 1999. 造山带火成岩地球化学研究. 地学前缘,6(3):113~120.
- 张天义,毛俊卿. 1992. 试谈豫西伏牛山花岗岩等级体划分中遥感技术应用问题. 国土资源遥感,(3):14~20.
- 张天义,李江风,冯进城. 2006. 地质公园导游必读. 武汉:中国地质大学出版社,46~48.
- Castro A, Moreno-Ventas I, de al Rosa J D. 1991. H-type (hybrid) granitoids: a proposed revision of the granite-type classification and nomenclature clature. Earth Sci Rev, 31: 237~253
- Pitcher W S. 1983. Granite type and tectonic environment. Mountain Building Processes. London: Academic Press, 19~40

图 版 说 明 / Explanation of Photos

图 版 I / Plate I

- 1,2,3,4,5. 玉皇山花岗岩“五行山”地貌景观。
6. 西庄河壳幔混合型花岗岩地貌景观。
- 7,8,9. 五垛山花岗岩体地貌景观。
- 10,11. 伏牛山混合花岗岩地貌景观。

图 版 II / Plate II

- 1,2. 犄角尖花岗岩体锯齿岭箭簇峰景观。
- 3,4. 黄花曼花岗岩穹状山地貌景观。
5. 老君山花岗岩重力滑动构造地貌景观。

Geological and Geomorphological Significances about Funiushan Tectonic Granite Belt in Qinling Orogenic Belt of China's Central Orogenic System

ZHANG Tianyi¹⁾, ZHAO Hongyan¹⁾, CAO Xiqiang¹⁾, ZHANG Zhang²⁾

1) *Land and Resource Academy of Henan, Zhengzhou, 450053;*

2) *China University of Geosciences, Wuhan, 430074*

Abstract

An important and distinctive feature of Continental crust especially orogenic belt is that there are widely distributed Granitoid rocks which are regarded as the index formation of crustal evolution. Funiushan tectonic granite belt in Henan, located at the east part in Qinling orogenic belt of China Central Orogenic System, can be divided into four types: subduction type, collision type, intracontinental type and A type by its tectono-magmatic assemblages and can be redetermined four periods: L liangian, Jinningian, Caledonian and Yanshanian by its geochron. On the basis of study we can mark out three stages: pre-orogenic, main-orogenic, post-orogenic according to its tectonic evolution. We can conclude that Funiushan granite landscapes show their relationships with orogeny and specificity in tectonic development and the tectonic granite belt landscapes have diversity.

Key words: Tectonic Granite Belt; Qinling Orogenic Belt; Funiushan

