

文章编号: 1009-3850(2006)01-0055-05

论龙门山飞来峰群

韩建辉

(成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

摘要: 龙门山飞来峰群带状分布在映秀-北川断裂以东的狭长区域, 在分布、构造线方向、内部变形以及组成等方面具有清晰规律性。在研究了飞来峰群的特征, 并在实地调查和地震解释基础上, 提出一种新的演化模式, 认为飞来峰群主要是推覆作用的产物, 并辅以滑覆作用; 映秀-北川断裂在飞来峰的形成过程中发挥了重要作用。

关键词: 龙门山; 飞来峰; 四川

中图分类号: P542

文献标识码: A

关于龙门山飞来峰, 前人已经做了大量工作, 潘桂棠、许志琴等认为是大型推覆构造作用形成的^[1,2]; 石绍清认为彭县的飞来峰既有推覆体也有滑覆体^[3]; 韩同林、周自隆认为彭县葛仙山飞来峰等为巨型冰川漂砾^[4,5]。近年来地质工作者广泛接受了滑覆成因的观点^[6~8], 但仍有一些现象没有得到很好的解释, 比如为什么龙门山的飞来峰绝大多数分布在映秀-北川断裂和彭灌断裂之间的狭长区域? 为什么许多飞来峰之间, 甚至飞来峰与相邻的推覆体之间具有很好的构造一致性? 笔者针对这些问题进行了研究, 在野外地质调查和地震解释基础上提出一种新的演化模式, 认为龙门山飞来峰的形成和演化比较复杂, 不是单纯的推覆, 也不是完全由滑覆作用形成, 而是先推覆, 后“又推又滑”, 最后又辅以滑覆。

1 区域地质背景

龙门山构造带位于四川盆地与松潘-甘孜褶皱带之间, 北起广元, 南达天全, 呈北东向延伸, 长500余千米, 宽30多千米(图1); 北东与秦岭褶皱系相连, 南西与康滇构造带相接; 由一系列逆冲断层及其间所夹巨大推覆体组成^[9]。

在映秀-北川断裂和彭灌断裂之间的狭长区域分布了大大小小数十个飞来峰(图1), 构造变形样式及构造线展布方向与整个推覆构造带基本一致, 呈北东方向, 内部构造以向斜为主。由泥盆系、石炭系、二叠系及少量下三叠统组成。下伏主要为三叠系, 也有部分侏罗系等地层。

2 飞来峰群的特征

龙门山飞来峰群包括了数十个飞来峰, 许多大、中型飞来峰, 尤其是金台山、尖峰顶、白石-苟家-大鱼洞-龙溪、清平和唐王寨等, 在空间展布、构造、组成等方面都有明显的规律性。

2.1 飞来峰形状及分布

单个飞来峰多呈长条形, 长轴呈北东定向。例如金台山飞来峰长约13km, 宽约4~6km, 呈不规则长条形北东40°展布^[5]; 大鱼洞-龙溪飞来峰仅在映秀-灌县一带就约35km长, 宽约2~5km。这些长条形的飞来峰首尾相望, 呈北东-南西方向的串珠状展布于龙门山前山的狭长地带, 几乎可以连成一条直线, 而且其展布方向与龙门山推覆构造带平行。

2.2 构造上的一致性

尽管各个飞来峰彼此相互分离, 但其内部的构

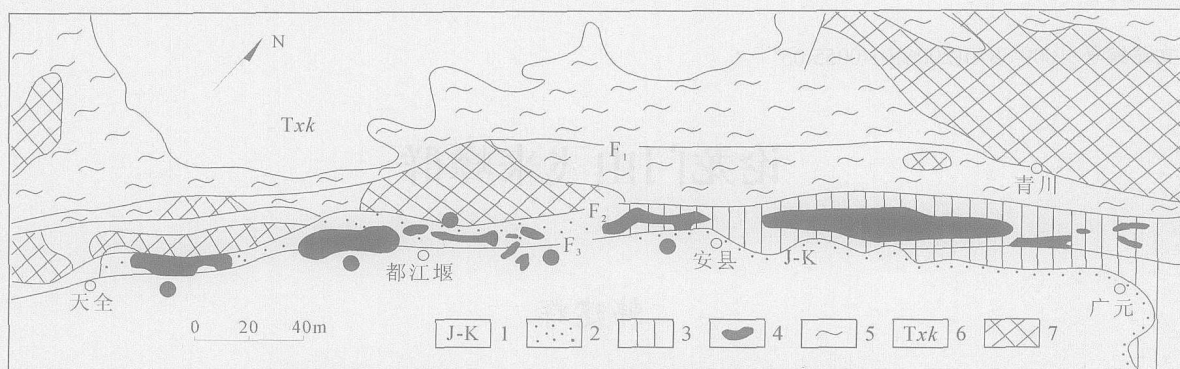


图1 龙门山飞来峰分布略图^[8]

1. 侏罗系—白垩系陆相地层; 2. 上三叠统须家河组; 3. 前山古生界—三叠系海相地层; 4. 飞来峰: ①唐王寨, ②清平, ③尖峰顶-天台山-白鹿场-糖坝子, ④大鱼洞-龙溪, ⑤白石, ⑥金台山; 5. 后山古生界变质地层; 6. 松潘-甘孜造山带三叠系复理石建造; 7. 元古宇基底杂岩。F₁, 茂汶断裂; F₂, 映秀断裂; F₃, 彭灌断裂

Fig. 1 Sketch to show the distribution of the klippe in the Longmen Mountains (Wu Shan, 1999)

1= Jurassic-Cretaceous continental strata; 2= Upper Triassic Xujiahe Formation; 3= Palaeozoic-Triassic marine strata in the frontal area; 4= klippe; ①= Tangwangzhai; ②= Qingping; ③= Jianfengding-Tiantaishan-Bailuchang-Tangbazi; ④= Dayudong-Longxi; ⑤= Baishi; ⑥= Jintashan; 5= Palaeozoic metamorphosed strata in the back area; 6= Triassic flysch formation in the Songpan-Garze orogenic zone; 7= Proterozoic basement complex. F₁= Maoxian-Wenchuan fault; F₂= Yingxiu fault; F₃= Pengxian-Guanxian fault

造线方向、构造样式、构造性质等方面却具有高度一致性。

龙门山部分飞来峰, 尤其是大型飞来峰内部构造以发育向斜为主, 向斜基本都是北西翼倾向南东, 南东翼倾向北西, 轴迹走向为北东-南西, 其构造线方向与整体外形的延伸十分协调, 而且与龙门山推覆构造带走向一致。

飞来峰内部构造大多为挤压应力下的逆冲推覆构造, 呈北东-南西走向。如尖峰顶飞来峰, 其内部褶皱和断层发育。在飞来峰前缘和中部还发育有次级倒转褶皱和斜歪褶皱。无论是主要褶皱或次级褶皱, 其褶皱轴面均向北西倾斜。断裂主要发育在推覆体前部和中部。这些逆断层构成倾向北西的叠瓦状构造(图2)^[3, 6]。

2.3 断片地层关系

飞来峰中各断片具有地层前缘新, 后缘老, 以地层重复和地层柱增厚为主的规律。以大鱼洞-七间房-深溪沟飞来峰为例, 主要由下泥盆统甘溪组(D_{1g})-中三叠统嘉陵江组(T_{2j})组成。从七间房-石瓮子剖面看, 峰体发育一系列逆冲断层, 产状以倾向300°~340°为主, 组成叠瓦式逆冲断裂带, 被断层分隔5个断片, 最前缘断片为嘉陵江组(T_{2j}), 第二、三断片主要为飞仙关组(T_{1f}), 第四个片为吴家坪组(P_{3w})、龙潭组(P_{3l})及养马坝组(D_{1y}), 后缘

的断片为甘溪组(D_{1g})、养马坝组(D_{1y})、中-上泥盆统观雾山组(D_{2-3gw})以及上泥盆统沙窝子组(D_{3s})。

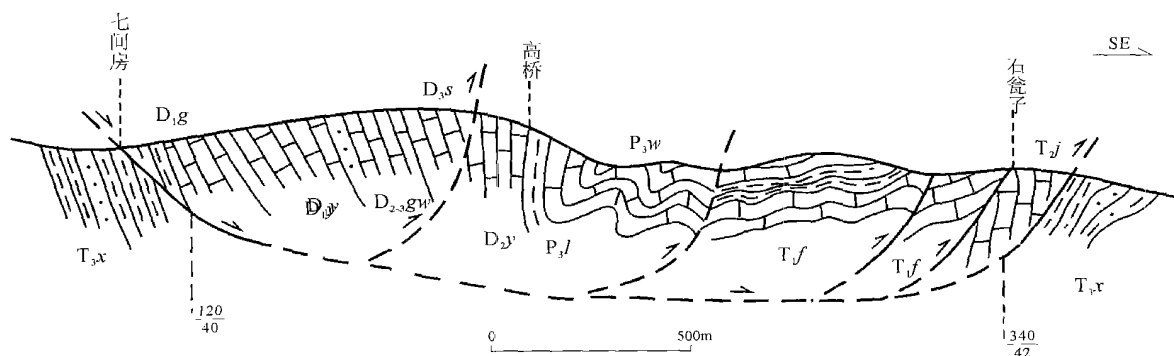
3 飞来峰的成因机制

3.1 对飞来峰成因的讨论

笔者对滑覆成因的观点有不同想法。滑覆作用为自由滑落, 与各自滑动块重力、滑动面以及阻挡岩体有关。各滑覆体之间彼此受力各异, 其变形性质和构造线方向应彼此无关, 不应具有统一的规律。因此滑覆体之间很难保持统一的构造走向, 尤其对于龙门山飞来峰多呈长条形, 滑移方向与飞来峰长轴方向垂直, 要保持统一的构造走向更为困难。相反, 在推覆体当中, 由于推覆过程中所受的构造应力一致, 空间展布必然具有一定规律性。由此笔者认为这些飞来峰应为推覆成因。

例如图3所示, 金台山飞来峰与映秀-北川断裂地表露头基本持平, 而在老场北由峨眉山玄武岩组成的飞来峰比金台山飞来峰高300多米, 不似滑覆的结果, 应该是远距离推覆形成的。唐王寨飞来峰后缘主滑动面在志留系中顺层的千枚岩当中, 显示该主滑动面形成于地下一定深度, 并非是地表滑覆成因, 而是强力推覆的结果。

从白水河以及绵竹-汉旺剖面野外调查发现, 映

图2 都江堰七间房-石瓮子构造剖面(据文献^[6])

D_{2g}. 甘溪组; D_{2y}. 养马坝组; D_{2-3gw}. 观雾山组; D_{3s}. 沙窝子组; P_{3w}. 吴家坪组; P_{3l}. 龙潭组; T_{1f}. 飞仙关组; T_{2j}. 嘉陵江组; T_{3x}. 须家河组

Fig. 2 Qijianfang-Shiwengzi structural section in Dujiangyan (after Wu Shan et al., 1991)

D_{2g}=Ganxi Formation; D_{2y}=Yangmaba Formation; D_{2-3gw}=Guanwushan Formation; D_{3s}=Shawozi Formation; P_{3w}=Wujiaping Formation; P_{3l}=Longtan Formation; T_{1f}=Feixianguan Formation; T_{2j}=Jialingjiang Formation; T_{3x}=Xujiahe Formation

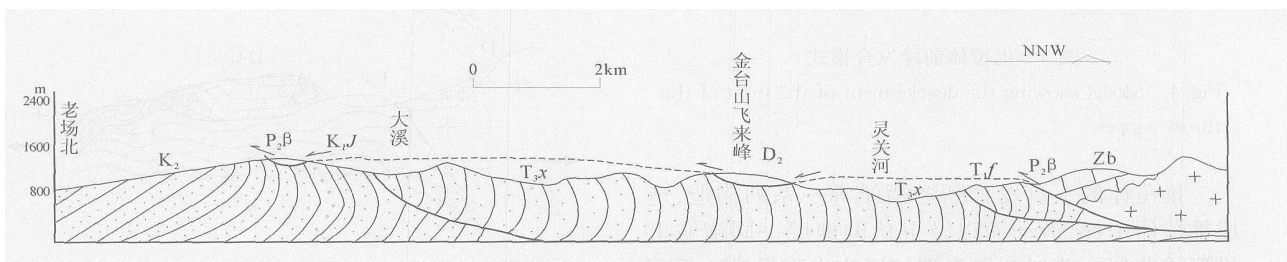


图3 老场北—灵关河构造剖面

Fig. 3 Laochangbei-Lingguanhe structural section

秀-北川推覆体变质程度从北西向南东变浅,断层附近出现的茂县群与后山的截然不同,变质程度很浅,多为板状。由此,结合前述的飞来峰与映秀-北川推覆体的统一性,笔者推测映秀-北川断裂东侧未变质的飞来峰地层与断裂西侧推覆体具有内在联系,现今的飞来峰原为映秀-北川推覆体的前缘部分。如此,该推覆体由西北至东南构成了变质程度逐渐变浅直到未变质的分带。

由于飞来峰原为映秀-北川推覆体的前缘部分,构造上具有叠瓦状断裂带的特征,因此造成前缘断片的地层新、后缘老的规律组合(图4)。飞来峰总体以地层重复和地层柱增厚为主,内部构造大多整体为挤压应力下的逆冲推覆构造,以挤压变形为主,整体缩短。这些都是典型的推覆特征^[10]。

分布于上述大型线状飞来峰以东的白鹿顶、卧牛坪以及塘坝子等一系列小型飞来峰,其形状多为浑圆状或者不规则形状,分布相对散乱,不似前述的飞来峰有明显的线性分布特征;内部构造简单,多为

倾向北西的单斜构造;在各飞来峰底部,具有由滑动作用产生的滑裂岩,由大小不等的灰岩角砾组成,多数未胶结,少数为钙质弱胶结^[3]。表现为整体拉张变形,笔者分析它们为滑覆成因。在龙门山飞来峰群的形成中只占次要地位。

3.2 飞来峰成因机制

笔者在实地调查和地震解释基础上,提出龙门山飞来峰的另一种成因模式(图5)。即先推覆,后“又推又滑”,最后又辅以后滑覆。

1. 早期推覆

晚三叠世末的印支运动造成映秀-北川断裂由北西向南东推覆,造成以泥盆系一下三叠统为主的推覆体覆于上三叠统须家河组之上。推覆体前缘发育叠瓦状构造,构成前缘新、后缘老的地层组合(图5A)。

2. “又推又滑”阶段

后期推覆作用进一步加强,导致推覆变形产生了一系列变化(图5B, C)。

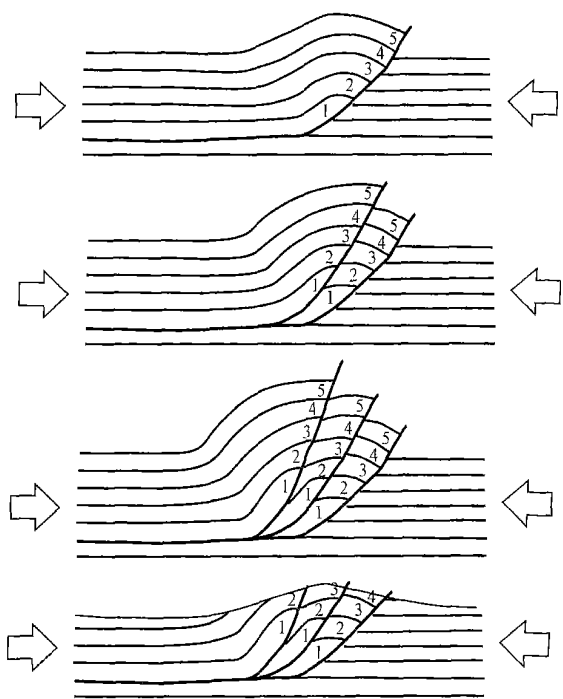


图4 推覆体前缘发育模式

Fig. 4 Model showing the development of the front of the thrust nappes

推覆体的下盘发育断弯褶皱等一系列构造,造成推覆体中部、滑动面以及下伏的地层一同褶皱上拱形成背斜。背斜两翼强烈挤压应力下发育一系列逆冲断层。其中背斜北西翼发育的断层与原映秀-北川断裂的断坡一起构成新的主滑动面。断层北西侧的地层继续逆冲推覆,使得飞来峰下部较老地层继续抬升。

由于上述后期改造作用,使得推覆体前缘形成向斜,这就是龙门山飞来峰内部构造以向斜为主的原因。这种改造也使得原来平弧形的主滑动面变形呈现出凹面朝上的勺形。这种勺形滑动面与滑覆成因的滑动面有本质不同:这里是挤压应力下形成的推覆滑动面受到后期改造而形成的弯曲滑动面;滑覆成因的勺状滑动面则代表了张性应力下张性断裂。

上述褶皱上拱形成的背斜两翼发育的一系列逆冲断层,因而破坏严重,易受剥蚀,逐渐发展为负地形;而推覆体前缘剥蚀相对较弱,逐渐演化为飞来峰(图5C)。

3. 蠕散滑覆阶段

在新近纪以来的龙门山隆升过程中,北川-映秀-小关子断裂西侧隆升速率是东侧隆升速率的40倍,

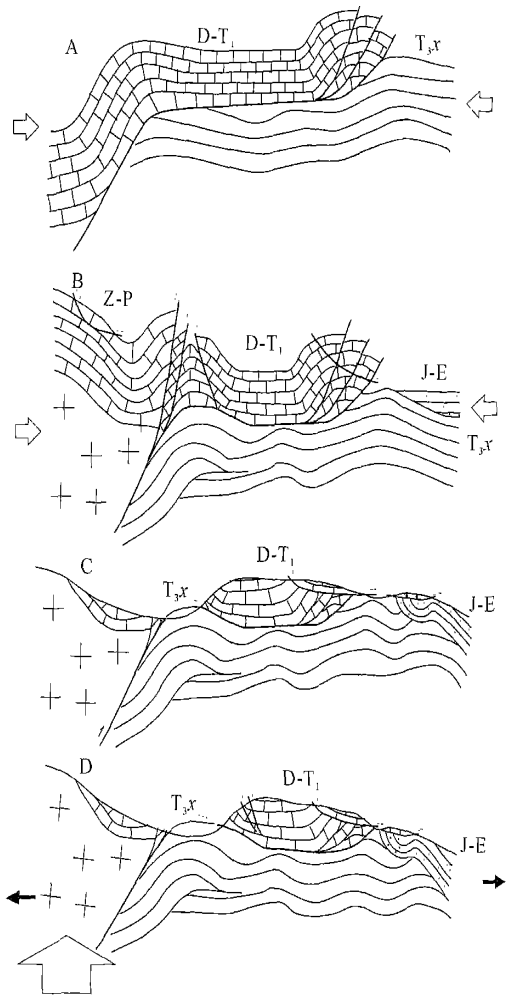


图5 龙门山飞来峰演化模式

Fig. 5 Model showing the evolution of the klippe in the Longmen Mountains

西侧比东侧多隆升约3~5km^[11]。由此产生的坡度加大很可能使得早先的飞来峰重新活动,向南东继续滑动(图5D),因此在飞来峰也可发现了不少拉张的现象^[7,8],但总体并不十分普遍。这些滑覆作用对整个龙门山飞来峰形成并不占主导地位。

4 结 论

(1)龙门山飞来峰群主要是推覆作用的产物,后期辅以滑覆作用。映秀-北川断裂在飞来峰的形成过程中发挥了重要作用。

(2)推覆体下伏地层中后期发育的构造对早期滑动面及其上下地层的改造、地面差异剥蚀是造成龙门山飞来峰群与根带分离,孤立成块的主要原因。

致谢:本文承李忠权、王道永、曾庆等提出修改意见或提供有关资料,谨致谢忱。

参考文献:

[1] 潘桂棠, 王培生, 徐耀荣, 等. 青藏高原新生代构造演化[M]. 北京: 地质出版社, 1990.

[2] 许志琴, 侯立玮, 王宗秀. 中国松潘甘孜造山带的造山过程[M]. 北京: 地质出版社, 1992.

[3] 石绍清. 彭县地区飞来峰的特征及形成演化[J]. 成都理工学院学报, 1994, 21(3): 8—13.

[4] 韩同林, 等. 四川彭州葛仙山巨型冰川漂砾的发现及意义[J]. 中国区域地质, 1999, 18 (1): 59—68.

[5] 周自隆. 龙门山彭州—什邡地区的巨型冰川漂砾[J]. 四川地质学报, 2001, 21(2): 122—126.

[6] 吴山, 林茂柄. 龙门山唐王寨滑覆构造分析[J]. 成都地质学院学报, 1991, 18(1): 56—64.

[7] 吴山. 龙门山南段大型飞来峰[J]. 矿物岩石, 1998, 18(增刊): 61—66.

[8] 吴山. 再论龙门山飞来峰[J]. 矿物岩石, 1999, 26(3): 222—224.

[9] 刘树根. 龙门山冲断带与川西前陆盆地的形成演化[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1993.

[10] 朱志澄. 逆冲推覆构造[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989.

[11] 刘树根, 等. 中国西部盆山系统的耦合关系及其动力学模式——以龙门山造山带—川西前陆盆地系统为例[J]. 地质学报, 2003, 77(2): 177—186.

Discussions on the klippe in the Longmen Mountains

HAN Jian-hui
(Faculty of Geological Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: The klippe in the Longmen Mountains are arranged in a narrow zone east of the Yingxiu-Beichuan fault. A new model for the formation and evolution of the klippe is proposed on the basis of field investigation and seismic interpretation. The author contends that the klippe resulted from the thrusting, followed by the gliding-thrusting. The Yingxiu-Beichuan fault has played an important part in the formation of the klippe in the Longmen Mountains.

Key words: Longmen Mountains; klippe; Sichuan