

鲜水河断裂带的晚第四纪构造运动与地震的关系初探

张新俊

(四川省地震局)

晚第四纪构造运动与现代地壳形变及地震活动具有最密切的关系。本文试图通过直观的地貌特征来探讨鲜水河断裂带晚第四纪构造运动类型及其与地震的一些关系,为判定该区(段)的地震危险性提供新的参考依据。

一、晚第四纪构造类型及其地貌特征

鲜水河断裂带位于青藏高原东南缘。其主要活动段起于甘孜东谷附近,向西北与甘孜—玉树断裂斜列。向东南经炉霍、道孚、乾宁、康定、泸定磨西止于石棉田湾附近。全长约360公里。断裂带东南段在康定地区由折多山块体的两条边界断裂(康定断裂与折多塘断裂)构成而呈弧形,其西北部分走向 $N50^{\circ}W$ 左右,东南部分走向为 $N25^{\circ}W$ 左右(图1)。再向东南与南北走向的安宁河断裂带交汇。

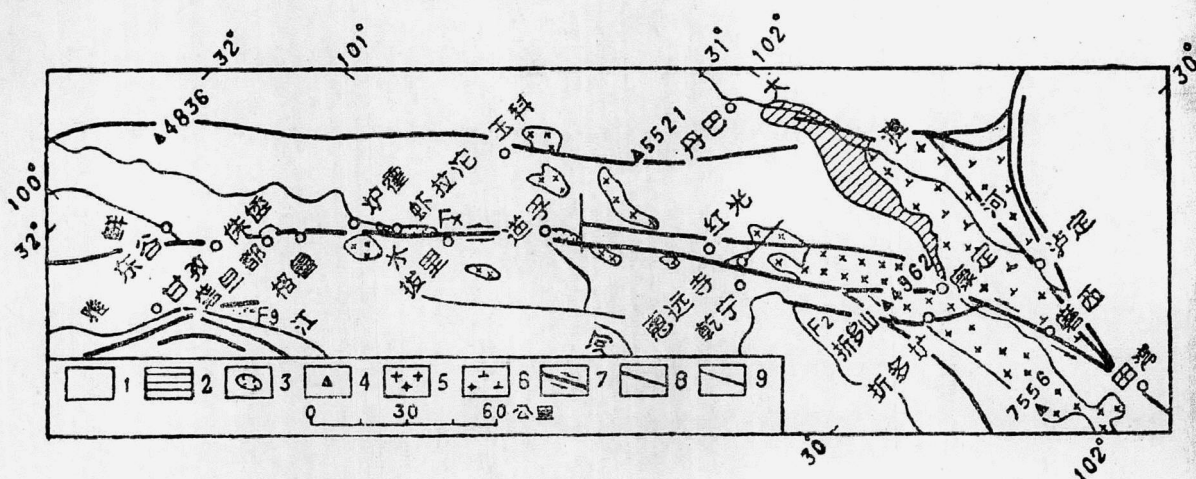


图1 鲜水河断裂带地质构造略图(据文献[3]略改)

Fg. 甘孜—玉树断裂 Fx. 鲜水河断裂 Fk. 康定断裂 Fz. 折多塘断裂 1. 中生界
2. 古生界及震旦系 3. 盆地 4. 山峰及海拔 5. 燕山期火成岩 6. 晋宁期火成岩
7. 主要断裂及活动方式 8. 其它活动断裂 9. 一般断裂

1. 水平剪切运动

该带的水平剪切运动主要表现为一系列断错—扭曲地貌(简称错—扭地貌,下同)极为丰富,被断裂切过的地貌单元均一致被左旋错扭,以康定断裂最为明显(图2)。

沿该带水平断错标志点甚多,其中一些错距(u)在介质强度基本一致的情况下,随断错水系的长度(l)和下切深度(d)呈正相关变化,据此,对沿带被错地貌单元(以冲

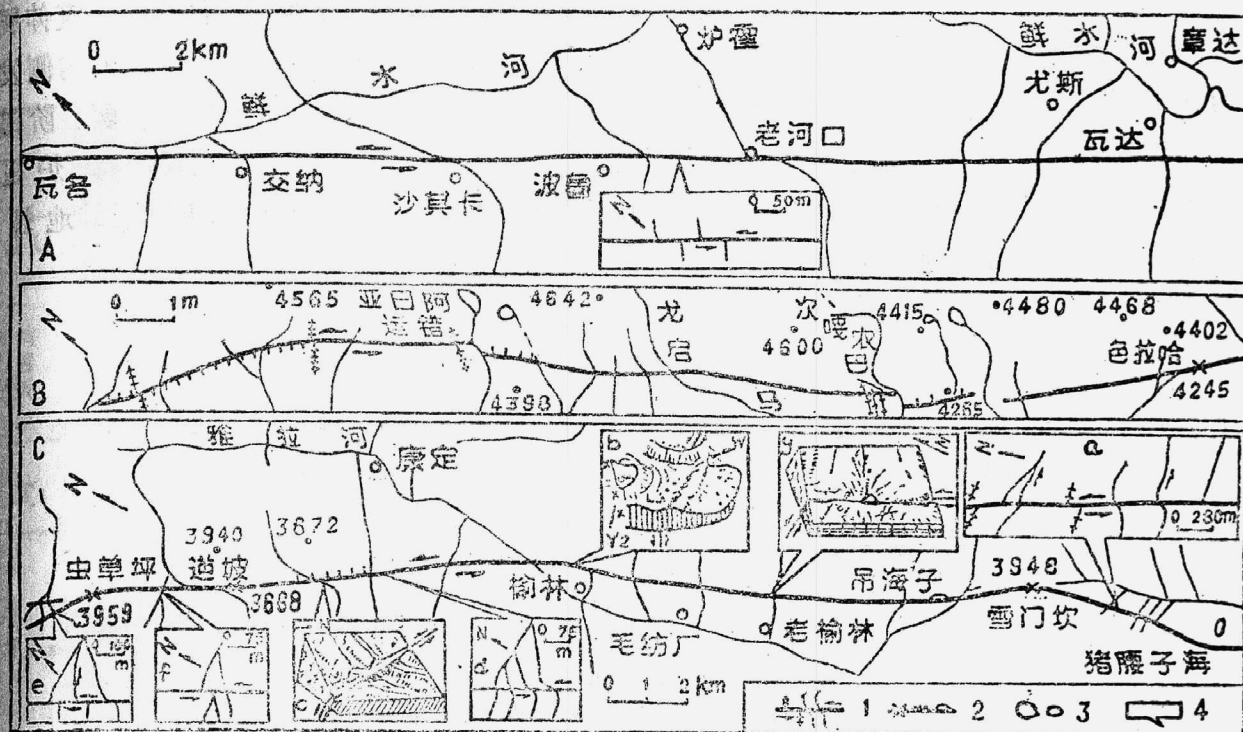


图2 鲜水河断裂带部分水平断错地貌

1. 断错山脊及水系 2. 断层堙口、断崖和断层池塘 3. 冰破(蚀)湖 4. 局部放大或块体素描

沟为主)作如下分级:

- I级: $l \geq 8 \text{ km}$, $d \geq 100 \text{ m}$, $u \geq 500 \text{ m}$;
II级: $8 > l \geq 3 \text{ km}$, $100 > d \geq 50 \text{ m}$, $500 > u \geq 70 \text{ m}$;
III级: $l < 3 \text{ km}$, $d < 50 \text{ m}$, $u < 70 \text{ m}$;

根据对上述资料和 C^{14} 年龄资料^[1]、各地貌单元相对新老关系以及第四纪岩相特征的对比分析,用相关沉积法确定冲沟的年龄,再取同期地貌年龄的平均值,得出与各级冲沟分别对应的四个大致错动期。各期年龄和错动速率由表1给出。

表1

鲜水河断裂带各期错动参数

资料类别 断层分段 错动参数	冲沟 I		冲沟 II		冲沟 III		历史地震 (1725—1983)
	NW段	康定断裂	NW段	康定断裂	NW段	康定断裂	全带
错距(m)	3000	2100	430	250	47	44	3.839
平均年龄	1250000		23300		7000	2400	2.58
速率(cm/年)	0.24	0.168	1.849	1.073	1.958	0.629	1.488
全带平均速率	0.204		1.461		1.294		

表1的数据表明自两万多年至今的水平错动速率是较稳定的。但该速率出现过一次跃变,表现为速率明显增大。

2. 垂直差异运动

该带的垂直差异运动表现为沿断裂呈线状分布的一系列断层槽谷-断崖地貌以及相伴生

的狭长状盆地、断塞塘等。在炉霍一带以交纳至虾拉沱段最为明显,总体呈北西向笔直伸展,局部地段规模较大,形成V型谷。槽内发育有被断层扭曲、袭夺的水系,在主断槽内侧发育局与之平行的次级断槽。经开挖后发现,其附近有反映多次错动事件的迭置充填楔、阶梯状断层和相应的水平擦痕(图3)。沿断槽尚保存有1973年炉霍7.9级地震地裂缝。在炉霍且都附近,断槽发育在古地震崩积物中,局部被后期堆积物覆盖,1973年7.9级地震的地裂缝再次将其错开,至今清楚可见。

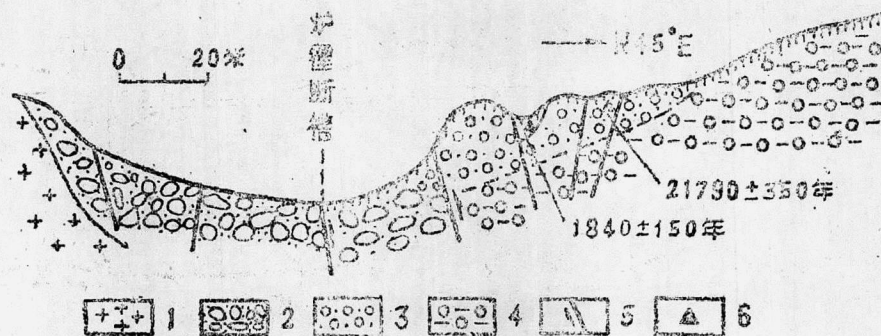


图3 炉霍波鲁处鲜水河断裂剖面图

1. 花岗岩 2、3. 晚更新世冰碛物及冰水堆积物 4. 早—中更新世冲洪积物
5. 断裂及错动方式 6. C¹⁴年龄采样位置

上述槽谷、断崖地貌反映了断层一侧的盆地所在段下降,隆起段上升。

沿康定断裂从猪腰子海到红海子60公里内连续展布一系列的断槽,沿断槽呈串珠状分布有30多个大小不等的水塘。按几何形态可分为近半园形和长条形。该带的断崖特征明显反映出康定断裂的南西盘相对北东盘上升(图2C b、c、g)。

沿折多塘断裂从海子沟到折多山垭口18公里内,断裂在地貌上表现为由多条断槽羽列组成。其宽度与深度之比约为2.5:1。其北东盘明显相对南西盘上升。折多山块体呈现出整体性隆升运动。

将该带西北段鲜水河地区和东南段贡嘎山地区各期的河流阶地平均河拔高度作对比(表2)表明,沿断裂带在南东至北西方向上有一强烈的掀升背景。

3. 拱曲—拗陷运动与隆起—盆地地貌

沿该带西北段,第四纪隆起与盆地相间分布,由西向东依次为侏倭盆地、且都隆起;格鲁盆地、炉霍隆起;虾拉沱盆地、拔里—崩龙隆起;道孚盆地、葛卡—红光隆起;惠远寺盆地。再往东南与橡皮山—折多山—贡嘎山断隆相连(图4C)。图4C表明,隆起高度以炉霍为中心向两端变低,并呈现阶地越老,其隆起高度越大、与相邻阶地的隆起高差也越大的特征。它说明了拱曲运动的长期持续性。在炉霍隆起靠近主断裂东北侧有一由早、中更新统组成的背斜,其轴向近南北,向主断层倾伏,这与由地震形成的轴向近南北的鼓包^{1)、2)}相近。可把它们视为同一应力场条件下形成的褶皱构造。图4b是几次强震后的垂直形变测量结果,其特征与图4c吻合。上述所有资料都一致说明鲜水河带上的隆起与盆地的长期上隆与拗陷,在很大程度上反应了多次地震垂直形变的积累。

1) 成都地震大队, 炉霍7.9级地震考察报告, 1973.
2) 四川地震局, 道孚6.9级地震考察报告, 1973.

第 2 章

鲜水河带NW段地区与SE段地区同期河流阶地高度对比

NW 段 鲜 水 河 地 区			地质 时代	SE 段 贡 嘎 山 地 区*								
G·U	年 龄 及 化 石	H		西 坡			北 坡			东 坡		
				G·U	年 龄	H	G·U	年 龄	H	G·U	年 龄	H
河漫滩	370 ± 90	2	Q ² ₄	T ₁₋₃	—	46	T ₁	—	8	T ₁₋₃	732 ± 30	58
	3235 ± 140										1790 ± 70	
T ₁	7520 ± 200 8800 ± 250	6	Q ¹ ₄	T ₄	—	97	T ₂₋₃	9767 ± 380 8990 ± 300	57	T ₄	7420 ± 90	104
T ₂₋₃	11550 ± 200 18795 ± 360 Myospalax SP. Cathaia SP. Sus SP.	23	Q ₃	T ₅	—	115	T ₄	—	119	T ₅	24390 ± 750	196
T ₄₋₅	125万 Sinomegaceros Pachyosteus	78	Q ₁₋₂	高 阶 地	—	—	高 阶 地	—	—	高 阶 地	—	—
古冰斗湖	—	—		古冰斗湖	—	—	古冰斗湖	—	—	残古冰斗	—	—

注: G、U表示地貌单元 $\bar{H}$ (米)为同期阶地中最高一级阶地的河拔高度平均值 * 由文献[1]资料改编

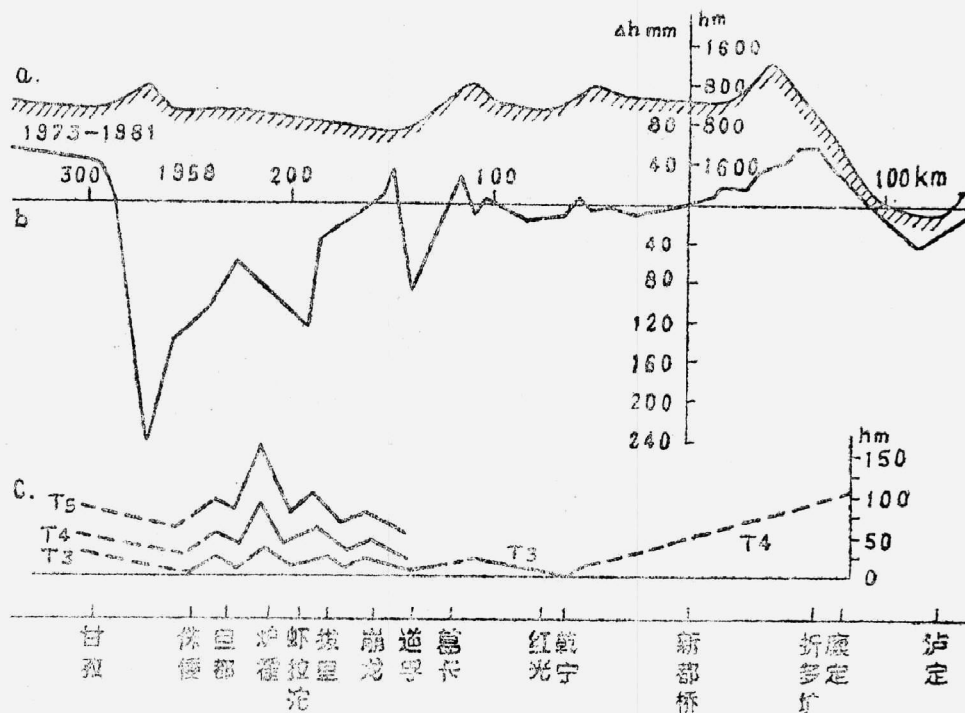


图 4 沿鲜水河带的晚第四纪垂向活动特征简图

a. 地形剖面

b. 地形变测量结果(据文献[8]图8略改)

c. 阶地位相图

在断裂带东南段, 强烈的块体隆升很可能掩盖或减弱了拱曲—拗陷运动的特点。色拉哈“隆起”和与惠远寺盆地轮廓相类似的康定木格错, 可能也是一对隆起—盆地地貌。

综上所述, 鲜水河带除强烈的水平剪切运动外, 以乾宁为界, 其西北段断裂同一盘具有强烈的拱曲—拗陷运动; 东南段在由东南向西北的掀升背景上具强烈的断块隆升运动。

二、讨论

前述资料表明, 从早、中更新世以来到现代, 鲜水河断裂带全带的水平错动速率有加速之势。康定断裂的滑动速率一直低于西北段。这可能与上述两段不同的垂向活动及边界条件有关。从鲜水河带所处构造部位的几何特点看, 它所受水平力的来源一部分可用印度、欧亚两板块相对碰撞的侧向调整^[6]来解释。另一部分则很可能是第四纪期间青藏高原地壳增厚到一定程度后, 在“超荷”重力作用下岩石形成的塑性物质流, 在近南北向挤压作用下作近东西向扩展的结果^[5、7、8](图5)。这两部分水平作用力在不同时期的迭加, 势必造成该带的错动速率加大。

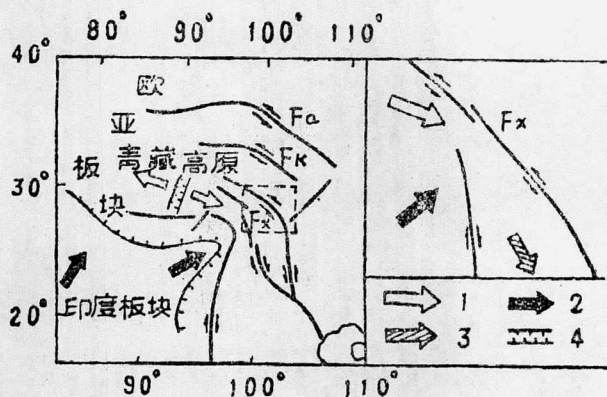


图5 鲜水河带可能的力学模型(据文献[5、7、8]资料改编)

F_a. 阿尔金山断裂带 F_k. 库—玛断裂带 F_x. 鲜水河断裂带
1. 青藏高原扩张作用力及方向 2. 印度板块推挤力及方向 3. 形变块运动方向
4. 第四纪扩张槽

水平应力亦可转化为垂向应力。在水平应力作用下沿走滑断层出现的隆起—盆地, 反映了在晚第四纪期间应变的转化和积累^[9], 也可把由水平应力诱导出的平行于主断层的拱—拗运动看作是对水平应力的转化和积累。由水平应力诱导出的断块沿其边界断裂的隆升, 可以看作是对水平应力的转化和释放(或吸收)。

鲜水河带东南段贡嘎山地区从两万多年至一千多年的各阶段断块隆升速率递增, 与其西北段水平错动速率的增大相对应, 并且存在由南向北的差异性抬升。但在贡嘎山北坡的折多塘断裂却出现了相反运动状态。说明若将贡嘎山的隆升视为对地块水平应变的转化, 则靠近活断层的次级断块(如折多山断块)的应变将大于远离活断层的断块, 这样可转化大量水平应变能。这可能是鲜水河带东南段和西北段在水平运动速率及强震频度方面出现差异的原因。

综上所述, 鲜水河断裂带上各种新构造地貌的成因, 可用统一的构造运动作用过程来解释。

三、结论

1. 鲜水河断裂带上的槽—崖、错—扭及隆—盆等新构造地貌的成因, 基本上都是重复发生的地震的形变积累所致, 并可用统一的晚第四纪构造运动作用过程来解释。

2. 其现今各段的运动和现今断层活动方式及断层水平错动速率, 都基本上继承了晚第四

纪以

东南
四纪当水
动转
四纪[1]
[2]
[3]
[4]
[5]
[6]
[7]
[8]
[9]

纪以来的特征，并将持续下去控制全带的强震活动。

3.以乾宁为界，自晚第四纪以来，其西北段主要为水平差异运动和拱曲—拗陷运动，其东南段呈现较弱的水平差异运动和明显的断块隆起运动以及由东向西的掀升运动。这些晚第四纪构造运动类型及断裂构造上的差异，可能就是两段地震活动性明显不同的主要原因。

4.该带现代水平剪切运动的力源可能主要来自青藏高原“超荷”重力作用。另一方面，当水平应力转化为垂直力以拱—拗运动形式表现时，有利于积累应力而孕震；以断块隆升运动转化时有利于减震。因此，在作地震危险性判定和工程稳定性评价时，局部地段的晚第四纪构造运动类型应是一个值得考虑的重要因素。

本文得到了陆联康、邹定元、邓天冈、蒋远明同志的支持和帮助，特此致谢。

参 考 文 献

- [1]中国科学院成都地理研究所，贡嘎山地理考察，科学技术文献出版社重庆分社，1983.
- [2]笠原庆一，地震力学，赵仲和等译，地震出版社，1984.
- [3]唐荣昌等，鲜水河断裂带构造活动与地震，大陆地震活动和地震预报国际学术讨论会论文集，地震出版社，1984.
- [4]M.B.Komapba等，地壳现代构造应力状态分带的地貌表现，地震地质译丛，Vol. 4, No.1, 1977.
- [5]周玖等，在重力作用下的我国西南地区地壳物质流，地震地质，Vol. 2, No. 4, 1980.
- [6]Molnar, P. et al., Cenozoic tectonics of Asia: Effects of a continental collision, Science, Vol.189, No.4201, 1975.
- [7]中国地质科学院，法国科学研究中心，中法喜马拉雅考察成果，地质出版社，1980.
- [8]Chen and Molnar, Seismic moments of major earthquakes and the average rate of slip in central Asia, J.G.R., Vol.82, No.20, 1977.
- [9]松田时彦，活断层研究，地震出版社，1983.