

小江断裂带及周边地区强震危险性分析^{*}

钱晓东, 秦嘉政

(云南省地震局, 昆明 650224)

摘要: 根据历史地震资料及现今区域台网中小地震观测资料, 对小江断裂带及周边地区的历史地震活动特征, 特别是小江断裂带不同段落的现今断层活动习性进行了研究, 依据 b 值, 结合其它地震活动性参数, 勾画出了该区未来强震的潜在危险区: ① 石屏—建水断裂段 6.8 级地震重现期为 88~193 年, 目前已平静 121 年; 小江断裂带的宜良—嵩明段 6.8 级地震重现期是 108~225 年, 目前已平静 175 年。② 小江断裂东川段具有中等偏大应力水平, 属于中小地震活动频繁的地段; 小江断裂华宁段具有较低应力水平, 属于以小震活动为主的地段; 通海—峨山断裂具有中等应力水平, 属于中小地震活动频繁地段。③ 石屏—建水断裂和小江断裂宜良—嵩明段存在较低的 b 值和较小强震复发周期, 具有较高应力水平, 属于潜在地震震级偏大的区域, 是未来发生 7 级以上大震的潜在危险区。

关键词: 小江断裂带; b 值; 地震活动性参数; 强震危险区; 云南

中图分类号: P315.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0666(2008)04-0354-08

0 前言

云南地区 6 级以上强震常常密集发生在活动断裂附近, 地震与活动断裂带有密切的成因关系(秦嘉政等, 2005)。小江断裂带是云南地区较为重要的活动断裂带, 位于康滇菱形地块南半部的东边界, 呈 SN 走向, 现代活动方式主要以左旋走滑为主。断裂带全长约 450 km, 在东川以南分成东、西两支, 相距约 20 km, 东支和西支左旋平均位移速率为 6 mm/a。断裂带北部与四川则木河断裂相连, 南部被红河断裂所截, 同时在距离红河断裂约 50 km 的区域, 与近 NW 向的石屏—建水断裂和通海—峨山断裂相交, 使得小江断裂带成为一个地震构造较为复杂的区域。小江断裂带上的地震以频度低、强度高著称, 如云南省最强烈的地震——1833 年嵩明 8.0 级大地震就发生在其上; 但发生在与其相交的断裂带上的地震有些却表现出频度高、强度也高的特点, 如石屏—建水断裂和通海—峨山断裂上的地震。小江断裂带属现今仍在活动的断裂, 是一条强烈破坏性地震频发的地震带, 因此, 研究该地震带及其邻近地震带潜

在强震发生的危险性, 就成为一个十分重要的课题。

本文中, 笔者分析了小江断裂带及周边地区的历史强震活动, 并利用云南省有地震监测台网以来(1965~2007 年)的地震观测资料, 详细讨论了该区不同部位的断层习性, 依据地震活动性参数, 判定了该区的强震潜在危险地点。此外, 笔者还利用 2000~2007 年沿小江断裂带 30 km 范围内的所有 2 级以上地震, 讨论了其震源深度的分布情况。

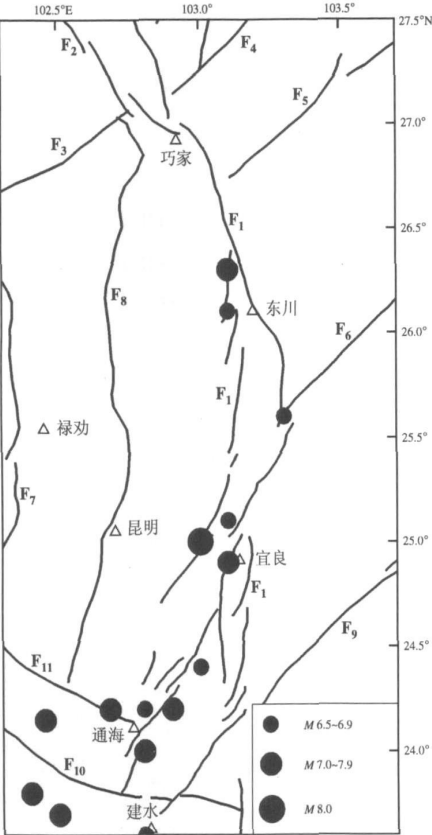
1 小江断裂带及周边地区的历史强震活动

本文中的研究区——小江断裂带及周边地区(23.6°~27.5°N, 102.3°~103.7°E)是一块长约 450 km, 宽约 150 km 的矩形区域。如前文所述, 该区域历史强震频繁, 曾发生过 1833 年嵩明 8.0 级大地震, 地震断裂长约 80 km, 最大水平左旋错距达 5.8 m(张四昌, 1978)。

图 1 给出了研究区 1500~2007 年 $M \geq 6.5$ 强震的空间分布。可以看到, 该区 500 年来共发生 $M \geq 6.5$ 强震 15 次, 其中大部分强震发生在 25.2°N

* 收稿日期: 2008-06-12.

基金项目: 中国地震局“小江断裂带的中长期地震潜势定量研究”项目(200708035)和云南省重点项目“云南强震活动与动力学研究”联合资助。



F₁: 小江断裂; F₂: 则木河断裂; F₃: 会宁断裂;
F₄: 峰莲断裂; F₅: 西渔河—昭通断裂; F₆: 寻甸断裂;
F₇: 安宁河断裂; F₈: 普渡河断裂; F₉: 弥勒断裂;
F₁₀: 石屏—建水断裂; F₁₁: 通海—峨山断裂

图 1 1500~2007 年小江断裂带及周边地区
M≥6.5 强震的空间分布

以南地区, 以北地区仅发生过 3 次, 其中东川 7.8、6.5 级 2 次地震发生在小江断裂东支和西支交叉附近, 寻甸 6.8 级地震发生在小江断裂东支与寻甸断裂交汇处。嵩明以南的大部分地震主要发生在石屏—建水断裂和通海—峨山断裂及小江断裂带的嵩明与宜良附近。与小江断裂近似平行的普渡河断裂未发生过强震。

表 1 给出了研究区强震活动的主要地段, 除了寻甸附近为单一强震发生地段外, 其余地段均有强震重复发生现象。其中值得注意的是石屏—建水断裂段和宜良—嵩明段, 前者的 6.8 级强震重现期为 88~193 年, 目前已平静了 121 年, 平静时间较长, 并且 1887 年石屏 7.0 级地震后未发生过 6.5 级以上地震; 后者的 6.8 级地震重现期是 108~225 年, 目前已平静 175 年, 自从 1833 年嵩明 8.0 级地震后也未发生过 6.5 级以上地震。其它地段如通海—峨山段, 7 级地震重现期为 56 年, 目前才平静了 38 年; 华宁—建水段虽然 7 级地震已平静 219 年, 但该区在 1909 年发生过 6.5 级地震, 能量已得到释放。

图 2 给出了小江断裂带及周边地区 6.8 级以上强震的时间分布。可以看到, 该区从 1500 年宜良 7.0 级地震至今共出现了 6 个地震活跃期, 1713~1733 年地震活动期之前, 各个平静期的持续时间较长, 为 88~106 年; 1733 年以后, 各平静期持续时间相对缩短, 在 34~56 年之间。目前该区已平静 38 年, 具备发生 6.8 级以上强震的条件。

表 1 小江断裂带及附近各地段强震活动情况

地段	地震	活动情况
石屏—建水断裂	1606—11—30 M _{6.8} 建水	6.8 级地震重现期为 88~193 年, 已平静 121 年
	1799—08—27 M _{7.0} 石屏宝秀	
	1887—12—16 M _{7.0} 石屏	
通海—峨山断裂	1913—12—21 M _{7.0} 峨山	7 级地震重现期为 56 年, 已平静 38 年
	1970—01—05 M _{7.8} , 通海	
小江断裂带 华宁—建水段	1588—08—09 M _{7.0} 建水曲溪	7 级地震重现期为 201 年, 已平静 219 年
	1763—12—30 M _{6.5} 江川、通海间	
	1789—06—07 M _{7.0} 华宁路居	
	1909—05—11 M _{6.5} 华宁、弥勒间	
小江断裂带 宜良—嵩明段	1500—01—13 M _{7.0} 宜良	6.8 级地震重现期为 108~225 年, 已平静 175 年
	1725—01—08 M _{6.8} 宜良、嵩明间	
	1833—09—06 M _{8.0} 嵩明杨林一带	
小江断裂带寻甸段	1713—02—26 M _{6.8} 寻甸	已平静 295 年
小江断裂带东川段	1733—08—02 M _{7.8} 东川紫牛坡	7 级地震已平静 275 年
	1966—02—05 M _{6.5} 东川	

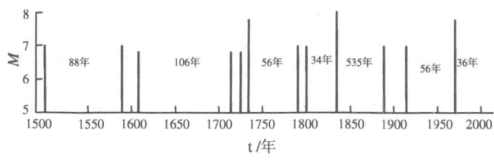


图 2 1500~2007年小江断裂带及周边地区 $M \geq 6.8$ 强震的时间分布

2 小江断裂带及周边地区的强震危险性

2.1 b值

Mogi (1962) 认为, b 值主要决定于材料的不均匀性; Scholz (1968) 认为, b 值与岩石所处的应力水平有关; 许昭永 (1990) 在材料压缩机上进行实验, 在不同压力及加压方式下, 对许多岩石破裂过程的声发射值 m (相当于 b 值) 作了观察分析, 发现 m 值在加载初期较低, 在破裂应力为 35% ~ 75% 时较平稳, 在岩石破裂前, m 值明显下降; 耿乃光 (1986) 认为, b 值既取决于材料的性质又与介质所处的应力状态有关, 它是岩石破裂过程在多项因素作用下的一种反映。因此, 无论理论、模拟实验和实际观测资料都没能论证 b 值取决于单一因素。Gutenberg 等 (1942 1954) 在研究世界地震活动时, 对全球各大地震区 6 级以上地震的数目进行了统计, 发现地震的震级与频度有以下关系:

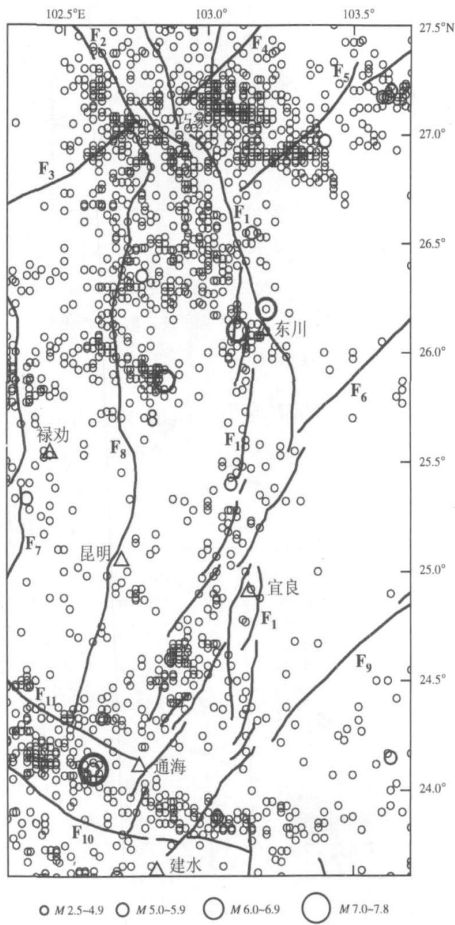
$$\lg N = a - bM \quad (1)$$

该式亦称 G-R 关系式, 式中 a 和 b 两个参数可根据一定地区、一定时间的地震目录统计估算得到。参数 a 与一定区域的地震频度有关, 而参数 b 则不但反映了大、小地震的比例, 而且与介质的力学不均匀性、裂纹密度以及应力状态有关, 某地区的应力高低与 b 值成反比 (Scholz 1968), 较低的 b 值对应较高的应力积累。目前, 对 b 值已有较广泛和深入的研究, 如李全林等 (1979) 讨论了唐山地震前震中附近 b 值的变化, 指出震前 b 值时、空变化均出现显著低值异常; 黄德瑜等 (1981) 则采用 b 值空间扫描方法在大范围内搜索、识别孕育强震的危险区, 认为 b 值空间扫描应用于强震的中期预报是有意义的。

笔者使用 1965 ~ 2007 年云南省正式地震目录作为分析资料, 对小江断裂带及周边地区进行了 b

值空间扫描计算, 并将低 b 值作为判定为未来强震潜在危险区的主要依据。

有研究 (刘祖荫等, 2002) 表明, 有近 50% 的地震都是余震, 而主事件的 b 值比地震序列的平均 b 值要高, 所以如果不对余震进行删除, 则估算的 b 值结果就会参有中强地震后震源区应力调整的较高应力状态的信息。因此, 我们首先采用常规的主震震级法对 4 级以上地震的余震都进行删除。如果 2 次主要地震的震级差小于 0.5 则认为是双震型; 如果最大地震与其它地震的震级差小于 0.5、地震次数在 3 次以上, 则认为是震群 (中国地震局, 1998)。根据不同主震震级对应的不同余震持续时间和余震分布范围, 即可对余震进行删除。图 3 给出了 1965 ~ 2007 年本文使用的主震事件。



F_1 : 小江断裂; F_2 : 则木河断裂; F_3 : 会宁断裂; F_4 : 峰莲断裂; F_5 : 西渔河—昭通断裂; F_6 : 寻甸断裂; F_7 : 安宁河断裂; F_8 : 普渡河断裂; F_9 : 弥勒断裂; F_{10} : 石屏—建水断裂; F_{11} : 通海—峨山断裂

图 3 1965~2007 年研究区 $M \geq 2.5$ 地震的空间分布

利用 (1) 式对 a 、 b 值进行估算, 估算时我们按照以下 3 个条件对使用的样本进行挑选: ① 区域内的地震数必须大于等于 15; ② 作震级—频度关系式最小二乘拟合的数据点数必须大于等于 5; ③ 区域内用到的最大震级与最小震级之差必须大于等于 1.5.

根据上述限制条件, 再考虑到震级控制下限, 我们取震级 2.5~5.0、窗长 0.5、步长 0.2 进行区域滑动扫描, 对每一个窗长方框内的地震作 $\lg N$ —

M 图, 取线性较好的震级段来确定控制震级的上、下限。图 4 给出了 1965~2007 年每个小网格的地震频度和 a 值的等值线分布。可以看到, 小江断裂带及周边地区的中小地震活动是极不均匀的, 大致以小江断裂为界, 表现出东部频度低、西部频度高的现象, 中小地震活动主要集中在断裂带的两端; 另外, a 值与地震频度具有较好的一致性, 频度较高的区域 a 值也高, 在宜良—昆明—禄劝一带 a 值较低, 反映出这一区域小震不活跃。

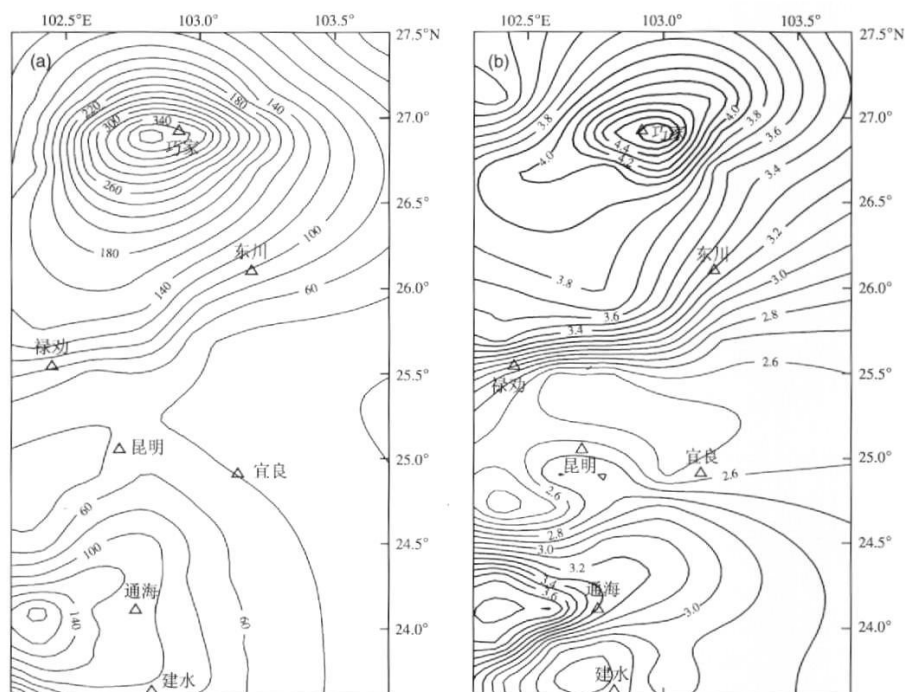


图 4 每个小网格的地震频度等值线 (a) 和 a 值等值线 (b) 的空间分布

图 5 给出了研究区 b 值的空间分布。可以看到, 低 b 值主要分布在 2 块区域, 一是建水西北部一带, 二是宜良—禄劝一带。在普渡河断裂昆明以南出现一小片低 b 值区域, 考虑到普渡河断裂 500 年来未发生过一次 7 级以上地震, 我们认为宜良以北至禄劝以南一带可能有发生 7 级地震的危险; 禄劝一带 1982 年发生过一次 6.2 级地震, 距今已 26 年, 据此考虑, 该区可能存在发生 6.0~6.5 级左右地震的危险。

2.2 复发周期 T_M

刘正荣 (1990) 根据古登堡震级—频度关系, 给出地震的复发周期

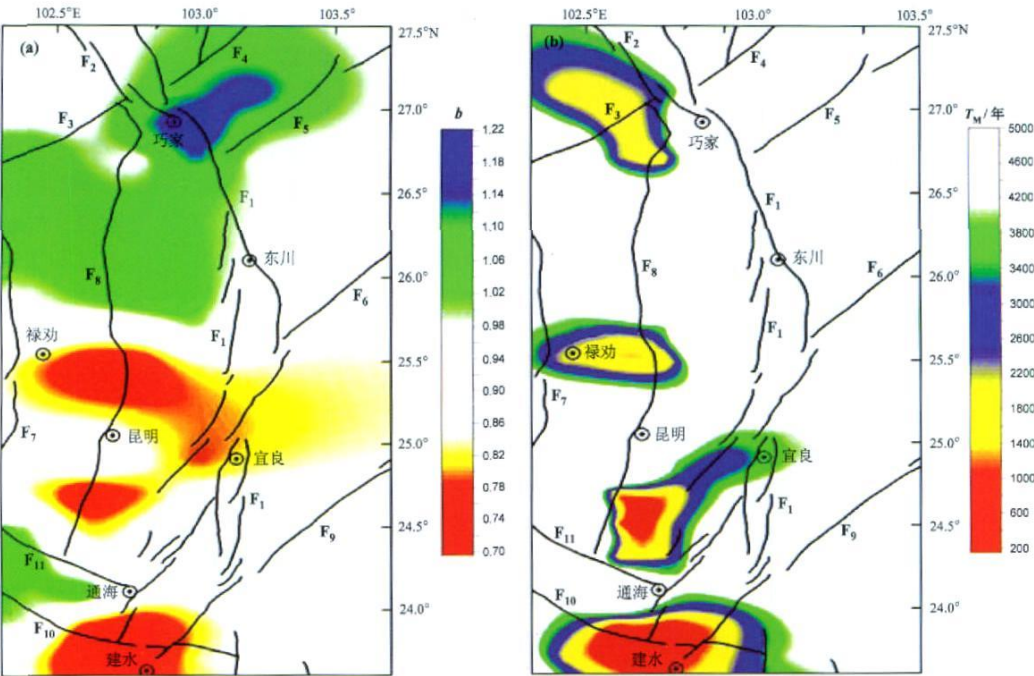
$$T_M = m \cdot 10^{bM-a} \quad (2)$$

式中 a 、 b 是古登堡震级—频度关系式中的系数, m 为资料使用时间, M 为预测震级。

利用上式, 我们得到了小江断裂带及周边地区 7 级强震的 T_M 值。图 5 b 给出了 T_M 值的空间分布。可以看到, T_M 值与 b 值具有较好的一致性, 与 b 值相似, 较低的 T_M 值同样分布在石屏—建水断裂一带。

3 小江断裂带震源深度分布

研究震源深度的分布特征, 有助于了解断裂的运动机制。自 1999 年云南建立数字化观测台网以来, 地震定位精度有了大幅提高, 特别是深度



F_1 : 小江断裂; F_2 : 则木河断裂; F_3 : 会宁断裂; F_4 : 峰莲断裂; F_5 : 西渔河—昭通断裂; F_6 : 寻甸断裂; F_7 : 安宁河断裂;
 F_8 : 普渡河断裂; F_9 : 弥勒断裂; F_{10} : 石屏—建水断裂; F_{11} : 通海—峨山断裂

图 5 研究区 b 值 (a) 和 7 级地震复发周期 T_M (b) 的空间分布

误差大大减小。在此之前，震源深度大部分是 5 的倍数，误差达 5 km 以上；2000 年以后，小江断裂带上的控制震级有了较大下降，甚至对一些较小地震（小于 2.0 级）都能测定出深度。因此，我们收集了 2000 ~ 2007 年沿小江断裂带 30 km 范围内的所有 2 级以上地震的震源深度（图 6）。从震源深度沿纬度分布的情况（图 6a）来看，这一时期小江断裂带的地震在 26.5°N 以下（会泽以南）没有较深的地震，震源深度均在 25

km 以内，大部分地震小于 20 km，约占总数的 85%；有 73% 的地震震源深度在 15 km 以下。在 24.5°N 和 25.6°N 一带存在有 2 个震源深度在 15 ~ 25 km 的空段。在 26.5°N（会泽一带）以北，震源深度陡然增大，最深达 35 km。从震源深度沿经度的分布情况（图 6b）来看，图中显示存在一个向东倾、倾角约 45° 的分界面，小江断裂带的所有地震均发生在这一分界面的东侧，其机理还有待进一步研究。

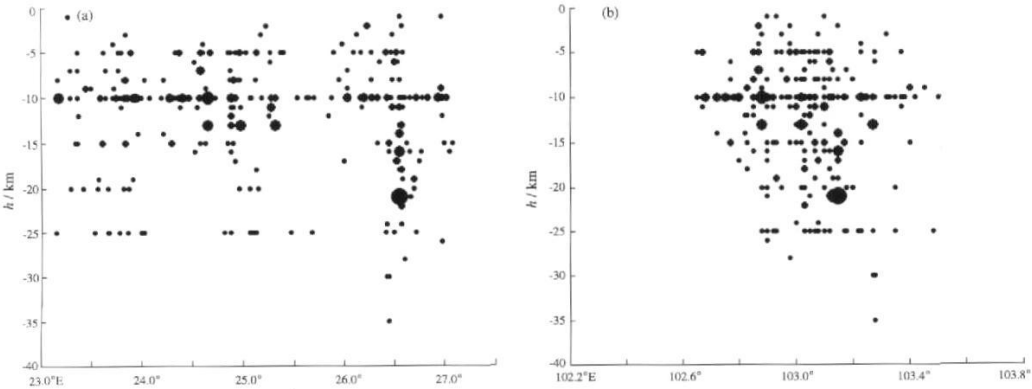


图 6 小江断裂带周边 30 km 范围内震源深度分布 ($M \geq 2.0$ 2000 ~ 2007)
(a) 沿纬度投影; (b) 沿经度投影

4 小江断裂带及周边地区分段地震活动性参数

利用地震活动性参数可以对一定区域断层活动的习性进行研究，如易桂喜等（2004^a，2004^b，2006）就曾利用地震活动性参数（ b 值、能量、复发周期等）对四川安宁河—则木河断裂带、鲜水河断裂带、龙门山—岷山断裂带和山西断陷太原—临汾部分进行了深入研究，从而为区域地震危险性判定提供了依据。笔者以相同的思路，对云

南地区小江断裂带的断层习性进行了分析。

为了能更精细地描述小江断裂带及周边地区断层的活动特征，我们根据该区中小地震活动性将这些区域划分为东川段、嵩明—宜良段、华宁段、石屏—建水段和通海—峨山段 5 个区段（图 7），并利用地震活动性参数 b 值、 a 值、频度 N 和应变 \sqrt{E} 来描述各区段的地震活动性特征。图 7^{a~e} 给出了 1965~2007 年不同区段 $M \geq 2.5$ 地震（去除余震）的震级—频度关系拟合图；表 2 给出了各区段地震活动性参数的计算结果和断裂活动的特征。

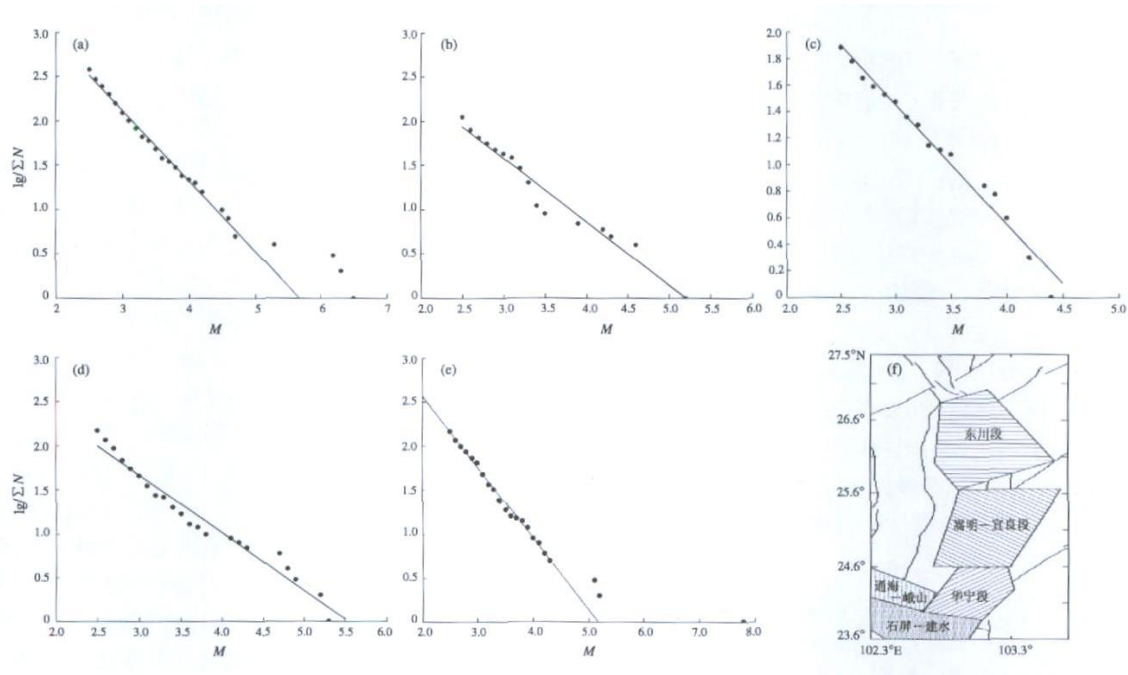


图 7 各区段震级—频度关系

(a) 东川段；(b) 嵩明—宜良段；(c) 华宁段；(d) 石屏—建水段；(e) 通海—峨山段；(f) 断裂分区

表 2 1965~2007 年小江断裂带及附近各区段地震活动性参数及断裂活动特征

参数	区 段				
	东川段	嵩明—宜良段	华宁段	石屏—建水段	通海—峨山段
区段长度 / km	120	120	80	78	52
全部地震数 / 次	381	112	76	148	147
参加拟合地震数 / 次	377	112	76	148	144
总应变 $\sqrt{E} / J^{1/2}$	6.86×10^7	9.05×10^6	4.61×10^6	1.46×10^7	1.90×10^8
参加拟合地震应变 $\sqrt{E} / J^{1/2}$	2.28×10^7	9.05×10^6	4.61×10^6	1.46×10^7	8.35×10^6
a	4.50	3.72	4.14	3.64	4.18
b	0.79	0.72	0.90	0.66	0.81
应力水平	中等偏上	较高	较低	较高	中等
断裂活动特点	中、小地震活动频繁	地震的震级大	小震活动	地震的震级大	中、小地震活动频繁

东川段:地震总数为 381 次, a 值为 4.5 表现为中小地震数量多。在 b 值计算中,从图 7^a可以明显看到,在震级小于 5 时,拟合直线的线性关系较好,有 4 次大于 5 级的地震偏离线性关系较远(即野值),因此用最小二乘法拟合时未考虑这 4 个点,得到 b 值为 0.79。 b 值中等偏小,表明该区段应力水平中等偏大。参与拟合的地震应变 \sqrt{E} 为 $2.28 \times 10^7 \text{ J}^2$,表明该区段应变释放水平中等偏上。综合来看,该区属于中小地震活动频繁的区域。

嵩明—宜良段:地震频度(112 次)和 a 值(3.72)均中等偏小,但 b 值为 0.72 且全部地震都参与了直线拟合,说明发生于该段的地震能较好地符合 $G-R$ 关系。 b 值偏小,表明发生的地震震级偏大,说明该区应力水平较高,今后存在发生较大地震的危险。

华宁段:地震频度(76 次)较低, a 值(4.14)较高,应变释放($4.61 \times 10^6 \text{ J}^2$)偏低, b 值(0.9)较高,说明该区应力水平较低,主要以小震活动为主。

石屏—建水段:地震总数为 148, a 值为 3.64 该段的区域较小,区段长度仅为 78 km,所以尽管 a 值偏小,但地震频度还是相对较高的。同时,由于全部地震都参加了拟合,甚至大于 5 级的地震也没有偏离直线,说明该区的地震以较大地震为主。较高的应变释放($1.46 \times 10^7 \text{ J}^2$)和较低的 b 值(0.66)说明该区处于较高的应力状态,未来发生强震的危险性较大。

通海—峨山段:地震总数为 147 与石屏—建水段相当; a 值较大,为 4.18 且区域较小,说明较小地震发生的次数较多。尽管总应变释放较大(受 1970 年通海 7.8 级地震的影响),但参加拟合的应变释放($8.35 \times 10^6 \text{ J}^2$)较小,同时考虑到中等偏大的 b 值(0.81),说明该区应力水平中等,属于中小地震活动频繁的区域。

5 讨论和结论

通过对小江断裂带及周边地区未来强震潜在危险区的分析,我们得到以下初步结果:

(1) 石屏—建水断裂段 6.8 级强震的重现期为 88~193 年,该段在 1887 年石屏 7.0 级地震后未发生过 6.5 级以上地震,目前已平静了 121 年;

宜良—嵩明段 6.8 级地震的重现期为 108~225 年,该段自 1833 年嵩明 8.0 级地震后也未发生过 6.5 级以上地震,目前已平静 175 年。因此,这两个地段已具备发生 6.8 级以上强震的条件。

(2) 小江断裂东川段具有中等偏大应力水平,属于中小地震活动频繁地段;小江断裂华宁段具有较低应力水平,属于以小震活动为主的地段;通海—峨山断裂具有中等应力水平,属于中小地震活动频繁的地段。小江断裂带震源深度沿经度方向的分布显示,震源深度存在一个向东倾、倾角约 45° 的分界面。

(3) 石屏—建水断裂和小江断裂宜良—嵩明段存在较低的 b 值和较短的强震复发周期,应力水平较高,属于潜在地震震级偏大的区域,是未来发生 7 级以上大震的潜在危险区。

虽然 b 值的机理仍然是有待进一步探讨的问题,但 b 值的下降意味着地震活动从无序向有序发展的现象却是明显的,所以,用 b 值来监测断层带的应力状态是一种有效的手段。但是,在 b 值的使用中应该注意以下几点:对 b 值的估计应选取更加重视较大地震信息的最小二乘法;为避免地震个数对 b 值的影响,应限定取样个数;为保证拟合点有足够多的数据点,应限定震级差;为减少高震级的敏感,应限定震级上限;为能客观反映研究区地震活动的特点,应去除余震;应确定控制震级。另外,在 b 值的估算中还有其它需要进一步考虑的问题,如区域窗口范围如何选择,是选择时间长些、区域小些还是相反,这些问题只有通过大量实验才能找到适合于研究区域的方案。

参考文献:

- 耿乃光. 1986. b 值模拟实验的进展和我国 b 值模拟实验的开端 [J]. 地震学报, 8 (3): 1—15.
- 黄德瑜, 冯浩. 1981. 强震前大范围地震活动性参数的时空扫描 [J]. 地震学报, 3 (3): 21—32.
- 李全林, 于禄, 郝柏林, 等. 1979. 地震频度—震级关系的时空扫描 [M]. 北京: 地震出版社.
- 刘正荣. 1990. 地震的复发周期 [J]. 地震研究, 13 (2): 1—6.
- 刘祖荫, 苏有锦, 秦嘉政, 等. 2002. 20 世纪云南地震活动 [M]. 北京: 地震出版社.
- 秦嘉政, 皇甫岗, 钱晓东. 2005. 云南强震活动与预测方法研究 [M]. 昆明: 云南科技出版社.
- 许昭永. 1990. 岩石破裂声发射 m 值和岩石力学性质 [J]. 地震研究, 19 (3): 291—297.
- 易桂喜, 闻学泽, 范军, 等. 2004. ^a 由地震活动性参数分析安宁河—则木河断裂带的现今活动习性 & 地震危险性 [J]. 地震学

报, 26 (3): 294—303.

易桂喜, 闻学泽, 王思维, 等. 2006. 由地震活动性参数分析龙门山—岷山断裂带的现今活动习性 & 强震危险性 [J]. 地震学报, 22 (2): 117—125.

易桂喜, 闻学泽, 徐锡伟, 等. 2004b. 山西断陷太原—临汾部分的强地震平均复发间隔与未来危险段落研究 [J]. 地震学报, 26 (4): 387—395.

张四昌. 1978. 1970年通海地震的地震地质特征 [J]. 地震科学, (4): 11—19.

中国地震局. 1998. 地震现场工作大纲和技术指南 [M]. 北京: 地震出版社.

Gutenberg B, Richter C F. 1942. Earthquake magnitude, intensity, energy, and acceleration [J]. BSSA, 32: 163—191.

Gutenberg B, Richter C F. 1954. Seismicity of the earth and associated phenomena [M]. Princeton: Princeton University Press.

Mogi K. 1962. Study of elastic shocks caused by the fracture of heterogeneous materials and its relations to earthquake phenomena [J]. Bull Earthq Res Inst, 40: 320—341.

Scholz C H. 1968. The frequency-magnitude relation to microfracturing in rock and its relation to earthquake [J]. BSSA, 58: 399—415.

Strong Earthquake Risk Analysis of Xiaojiang Fault Zone and Surrounding Areas

QIAN Xiao-dong, QIN Jia-zheng

(Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract

According to historical earthquake data and the moderate small earthquake records from the regional seismic network in Yunnan, we analyze the characteristics of historical earthquakes on Xiaojiang Fault Zone and surrounding areas, especially the current faulting behaviors in the studied area by segment. Based on b-value and other seismicity parameters, we outline the future potential risk zones of strong earthquake. (1) On the Shiping-Jianshui segment, the recurrent period of $M_{6.8}$ earthquakes is 88—193 years, it has been quiet for 121 years; on the Yiliang-Songming segment, the recurrent period of $M_{6.8}$ earthquakes is 108—225 years, it has been quiet for 175 years. (2) The Dongchuan segment of the Xiaojiang fault zone has stress level on the high side and frequent moderate small earthquakes; the Huaning segment has stress level on the low side and low seismicity; the Tonghai-Eshan segment has medium stress level and frequent moderate small earthquakes. (3) The Shiping-Jianshui segment and the Yiliang-Songming segment have small b-value, short recurrent period of strong earthquakes, high stress level and large magnitude, so it should be the potential risk zone of M_7 earthquakes.

Key words: Xiaojiang fault zone; b-value; seismicity parameter; strong risk zone of earthquake; Yunnan