

王健,和泰名,周贝贝,等. 2024. 1875年广西与贵州之间强震与地震密集关系分析[J]. 地震研究, 47(4): 588–595, doi:10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2024.0058.

Wang J, He T N, Zhou B B, et al. 2024. Analysis on the relationship between the earthquake concentration and the historical earthquake in 1875 located in Guangxi or Guizhou[J]. *Journal of Seismological Research*, 47(4): 588–595, doi:10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2024.0058.

# 1875年广西与贵州之间强震与地震密集关系分析\*

王健<sup>1</sup>, 和泰名<sup>1</sup>, 周贝贝<sup>1</sup>, 林国良<sup>2\*</sup>

(1. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081; 2. 云南省地震局, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 1875年在广西与贵州之间发生了一次强烈地震,《中国历史强震目录(公元前23世纪—公元1911年)》和《中国历史地震图集》所给出的震中位置差异较大。针对相关史料进行梳理,通过计算研究区的中小地震密集区之后发现,广西乐业和贵州望谟分别存在地震密集区与上述两个震中对应。依据地震密集与历史强震的关系,分析了上述两种震中位置的合理性和可能结果,认为广西乐业和贵州望谟存在着两次6级左右的强震的可能性。

**关键词:** 历史地震; 地震烈度; 地震活动性; 地震危险性; 广西; 贵州

**中图分类号:** P316.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0666(2024)04-0588-08

doi:10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2024.0058

## 0 引言

历史地震目录是地球科学研究极其重要的基础资料。由于利用现代地震仪器记录地震事件的时间只有大约100年,用较为短暂的数据来研究地震活动规律,进而判定一个地区未来一段时间的地震危险程度是远远不够的。我国有着悠久的历史,也是地震多发的国家,古代先贤为我们留下了大量宝贵的历史地震文献。从20世纪50年代开始,以李善邦先生为代表的学者系统地收集整理了历史地震文献,进而评定地震烈度并确定历史地震参数。从1960年开始,先后有4个版本的中国历史地震目录(李善邦等,1960;中央地震工作小组办公室,1971;顾功叙等,1983)编辑出版。现在我国普遍使用的

地震目录(下文简称“目录”)分为历史地震和近代地震两部分,即《中国历史强震目录(公元前23世纪—公元1911年)》(闵子群等,1995)以及《中国近代地震目录(公元1912—1990年)》(汪素云等,1999)。历史地震目录中共列出了1034次历史地震的参数,包括地震烈度、震级和震中位置及误差。这些历史地震参数的误差普遍较大,例如1875年发生在广西与贵州之间的地震误差定为四类,即震中位置的误差可能达到100 km。

历史地震参数的较大误差,大多是历史文献和记载的缺失所致。历史地震研究是依据历史文献记载的震害描述来确定地震震中、震级等参数的。历史文献记载的地震破坏现象越详细,越有利于正确确定地震参数。但是历史文献的多寡和详细程度与多种因素有关:首先是年代,年代越

\* 收稿日期: 2023-07-21.

基金项目: 中国地震局地球物理研究所项目“历史地震考察与资料收集整理(0222011)”。

第一作者简介: 王健(1963-), 研究员, 主要从事地震活动性分析、历史地震研究工作。

E-mail: wangjian@cea-igp.ac.cn.

✉ 通信作者简介: 林国良(1986-), 高级工程师, 博士, 主要从事历史地震、强地震动特性、场地效应、结构健康监测等研究工作。E-mail: linguliang1986@126.com.

久远的地震记载越是简略，但具体到每个历史地震，差异巨大。例如 1679 年发生的三河平谷地震，就有许多翔实可靠的记载，可以画出完整准确的等震线，其震级和震中位置误差都较小，可信度较高。而 1067 年发生的一次强烈地震，由于特定的历史文化等原因，史料记载就很少而且很模糊，虽然地震震中位置被定在北京南，震级为 6¼ 级，但给出较大的误差，为四类，即其震中误差为 50 ~ 100 km（闵子群等，1995）。现在普遍使用的历史地震目录中，震中定位精度分为五类。其中 1 类，即误差小于 10 km 的只占 2% 左右；2 类误差小于 25 km 也只有 40%（闵子群等，1995；王健，2011）。除此之外，历史文献的详细程度还与区域的历史文化背景有关。一般来讲，我国东部地区比西部地区记载的年代久远、记载详细程度要好；而广西、贵州等西部省份，一般最早记载时间比较晚，且记载的空间分布很不均衡。由于这些地区山多地少，适宜人类居住的居民点有限且分布不均匀，地震灾害的记载也很不均匀，这都直接影响对烈度点以及地震参数的评估，因而地震参数误差普遍较大。

1875 年发生于广西与贵州之间的强震，争议多、误差大。目录给出的结论是此次地震位于广西凌云北；而另外一部重要的历史地震著作《中国历史地震图集（清时期）》（以下简称“图集”）（国家地震局地球物理研究所，复旦大学中国历史地理研究所，1990），所确定的震中位置为贵州贞丰东南。本文针对目录和图集所提供的该地震的史料和等震线进行分析和讨论。

1 史料和等震线的对比与分析

目录将此次地震震级定为 6½，震中位置定在广西凌云北（表 1）。而图集确定的震级和震中位

置与目录都有所不同，将此次地震称为贵州贞丰东南地震（表 1）。本文首先将目录与图集的史料内容摘要如下。

目录资料 1：泗城府（今凌云）：五指山上巨石崩裂滚落，砸毁部分城墙。贞丰：陈旧房屋、墙壁破折。武鸣：屋瓦摇落。南宁：许多住房被毁，很多人丧生。巴马：许多镇碗摇响，缸水晃动，山石滚落（据广西地震办公室调查资料）。宜山、来宾（今县东南城厢）、马山、上林、德保、贵州清平、桐梓、黎平（老棚侧，刘姓园地陷数丈，广丈余，记五月）、永宁（记五月）、织金、贵阳、独山（以上二地记初四）、荔波、镇宁、湖南会同、靖县及云南富源（记初四）均震。震后，地震三次。织金次日潭水浊。

图集资料 2：光绪元年五月初五卯时贵州贞丰州东南地震。贞丰民房折陈岁朽屋、远年败壁颠覆。据近年访问调查，罗斛厅栗木乡山崩，覆压罗木林。清镇羊昌石坝寨旋裂二十余丈，深不可测，黎平府城考棚侧，刘姓园地陷数丈，广丈余。广西凌云五指山上众多巨石崩坠，砸毁部分城墙。波及永宁州、镇宁州、水城厅、平远州、贵阳府、怀仁、桐梓、绥阳、瓮安、清平、独山州、荔波；广西宜山、罗城、来宾、上林、宾州、武缘、整个镇安府、泗城府，湖南会同、靖州及云南平彝等。震中情况不明，震级 M6。

据 1875 年 8 月 3 日《申报》报导：“传得广西南宁府几多房屋尽为倾塌，压毙者亦不乏其人”。但查阅志书及访问调查，均未得证实。

通过对比目录和图集的史料，可以发现两者记录虽有不同，但差别并不是特别巨大。例如目录中首先提到：“泗城府（今凌云）：五指山上巨石崩裂滚落，砸毁部分城墙。贞丰：陈旧房屋、墙壁破折”，图集中也有类似的表述。关于史料的异同之处，在此不一一列举。再来对比分析两者

表 1 1875 年广西与贵州之间地震参数览表

Tab. 1 Parameters of the 1875 earthquake located in Guangxi or Guizhou

序号	年 - 月 - 日	$\varphi_N/(^{\circ})$	$\lambda_E/(^{\circ})$	震级	烈度	震中误差	来源	史料内容	地名
1	1875 - 06 - 08	25. 0	106. 4	6½	Ⅶ	≤100 km	目录	资料 1	广西凌云北
2	1875 - 06 - 08	25. 2	106. 3	6	Ⅵ	—	图集	资料 2	贵州贞丰东南

等震线的异同之处。目录没能给出极震区的烈度，所给的Ⅵ度等震线呈 NW—SE 走向，大致为椭圆形形状。西北端包括贵州的贞丰，向东南包括广西的凌云，最近接近广西的巴马。而图集也未给出极震区烈度，仅给出了Ⅵ度等震线，也是 NW—SE 走向，西北端也包括了贞丰，东南端则包括了广西的凌云。

为了更加直观地反映两者的异同，本文将目录和图集的Ⅵ度等震线数字化（图 1）。根据目录和图集给出的 1875 年震中和Ⅵ度等震线分布情况，本文选取的研究区范围为：24.0° ~ 26.0° N，105.0° ~ 107.5° E。图 1 绘出了目录和图集的震中位置和Ⅵ度等震线，同时绘出了 1970 年之前的破坏性地震（ $M_s \geq 4\frac{3}{4}$ ）震中分布。

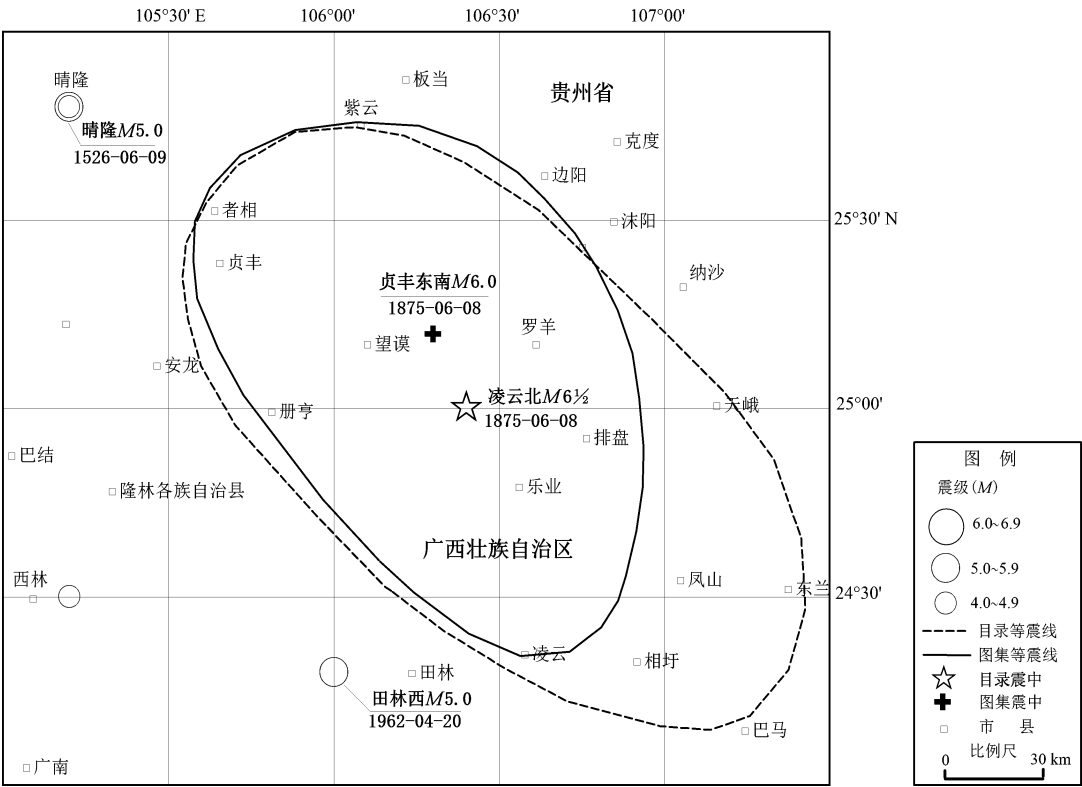


图 1 1875 年地震震中和等震线分布图

Fig. 1 Distribution of the two possible epicenters and the isoseism of the 1875 earthquake

图 1 显示目录所给的震中位为广西凌云北 (25.0°N, 106.4°E)，但是在凌云北面，还有个县城乐业县，其经纬度是：24.78°N, 106.55°E，该县城更为接近目录所给的震中位置，至于为什么不称为“广西乐业地震”，编辑目录的专家们没有给出明确的说明。通过比较可以发现，图集的Ⅵ等震线与目录等震线相比在长轴方向要略微短一点，但在短轴方向显得“宽”一点，即向北东方向延伸到了罗甸县边阳镇。两个震中位置虽然差距不算太远，但目录的结论是在广西；而图集的结论是在贵州，这一争论持续了多年，根据现有的史料，难以判断哪个结论更合理。有学者通过

历史地震资料记载认为此次地震震中位置位于贵州罗甸（陈仁法，杨廉法，1987；罗远模等，2009），与目录和图集的震中位置又有所不同。既然用传统的方法，即根据史料和烈度分布不能解决问题，下文尝试用中小地震密集的方法来进行判别。

2 中小地震密集与历史强震

由于历史、文化等多种因素，本文研究区历史地震记载时段并不长。最早记载到的地震是 1526 年 5 月 31 日发生在贵州晴隆的 5 级地震。在

同一位置,后来又分别发生了1526年6月9日5级地震、1602年5月5级地震和1631年9月4 $\frac{3}{4}$ 级地震(闵子群等,1995)。1912—1970年的58年间,只有1962年4月20日在广西与云南边界附近发生了一次5级地震(汪素云等,1999)。从1526—1970年,包括1875年的强震在内,只有7次破坏性地震,总体上说地震活动性水平不高。

自1966年邢台地震之后,我国逐步建立了现代化的区域地震观测台网,最早从1970年开始有中小地震目录。其后经过不断扩建和优化,积累了大量的中小地震资料。如何处理分析这些中小地震活动特征及其物理本质,就成了一个重要研究方向。通过对比可以发现,一些几百年前发生的历史强震震中区,至今仍有大量中小地震发生,例如1303年山西洪洞8级大地震、1679年三河平谷8级大地震等(王泽皋,1985;王健等,2004;王健,2011);国外也有类似现象。例如美国东部1811—1812年新马德里7.0~7.4级地震(Ebel *et al*, 2000; Mueller *et al*, 2004; Castro *et al*, 2010; Page, Hough, 2014)。

岩石实验也证实了类似的现象,大量的实验结果证实岩石破裂的声发射定位也表现出很强的时空密集现象。循环加压实验结果表明一旦一个弱化区形成,在下一轮的加载过程中必然产生更多的事件(Sondergeld, Estey, 1981)。断裂力学的研究结果也表明:破裂面一旦形成,还会在区域应力的作用下,不断发生许许多多的中小地震(Aviles *et al*, 1987; Baiesi, Paczuski, 2004)。

历史强震震中与现代仪器记录中小地震的密集区相对应,有着必然的物理本质。不管是现代强震还是历史强震,其发生都是复杂的破裂过程,会在地壳中留存断裂。只要断裂还存在,在区域应力场的作用下,就会有大量中小地震持续在断裂及其附近发生。基于这个物理本质,利用地震台网记录到的大量中小地震,采用适用的定量方法,分析中小地震密集区时空特征及其与历史强震的内在联系,就可以根据地震密集分布的区域,来辅助评判历史强震震中的正确性,为校订历史强震参数或者寻找遗漏的历史强震提供依据。由于大量中小地震分布的图像往往较复杂,因此首

先要对中小地震的时空分布作定量处理。

## 2.1 中小地震密集值计算方法

大量中小地震震中分布是随时空变化且和震级相关的复杂图像。如何寻找一个定量方法来反映地震震中分布的稀密程度,既要体现地震个数和震级的影响,又要显示震中位置的集中程度,为此笔者曾提出了如下方法(王健,1999,2001)。

对给定的震级档和时间段,地震震中分布特征是震中的相对密集与稀疏。将研究区划分为若干网格,以各个网格节点作为计算点,对节点附近一段时间段内发生的地震事件计算密集值,最后对所有的节点计算出的密集值绘制等震线,来表示研究区域的地震数量的多少以及震中位置的空间分布情况(图2)。每个节点的密集值为:

$$V_j = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\Delta M \ln(r_{ij})}, \quad R_{\min} \leq r_{ij} \leq R_{\max} \quad (1)$$

式中:  $V_j$  是  $j$  个节点的密集值;  $m_i$  是表示第  $i$  次地震的震级;  $r_{ij}$  为第  $i$  次地震震中与第  $j$  个节点的距离。对该距离取对数,主要考虑到我国目前地震震中定位精度的实际情况,降低距离因子的影响,使计算结果更加稳定。 $\Delta M$  是归一化因子,主要是考虑到研究区仪器记录地震的能力不均衡而带来震级对结果的影响,其值等于最大的震级减去起算震级。如果参与计算的最大震级为5,而起算震级为1,则  $\Delta M$  为4;如起算震级为2,则  $\Delta M$  为3,以此类推,目的是令研究区域内的计算具有可比性。

对所有网格点的密集值  $V_j$  做等值线,得到研究区域密集值的等值线图,即为某一给定时段内给定震级的定量地震活动性图像。从图3可以看出,最终得到的地震密集值,与地震次数和震级大小成正比,但与地震震中到节点距离的对数成反比。所以地震密集值综合地反映了地震大小、地震次数和震中分布的疏密程度。

## 2.2 计算研究区地震密集值

研究区1970年以来的  $M_L 2$  地震完整性相较于  $M_L 1$  要好,因此选取  $M_L \geq 2$  地震来计算密集值。1970—2022年共有  $M_L \geq 2$  地震1320次,最大震级为  $M_L 5.3$ ,发生于1971年6月27日。

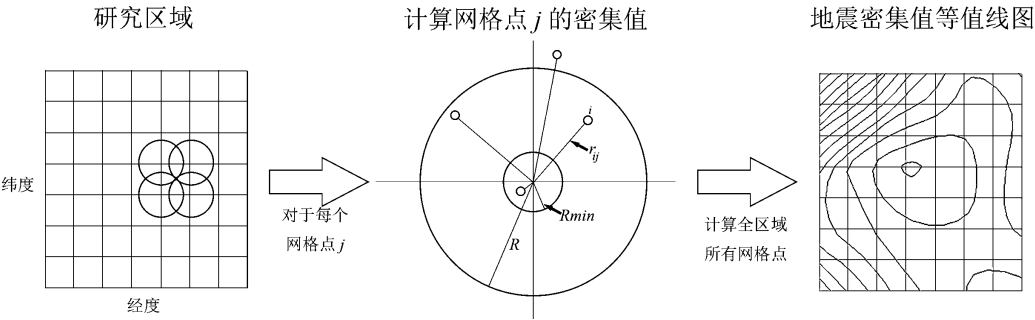


图2 网格点密集值算法步骤框图

Fig. 2 Procedure of the seismic density index calculation

首先对研究区进行网格划分, 网格间距  $\Delta$  的选取至关重要, 取值过大, 可能会导致地震活动图像失真; 取值过小会增加计算量。一般应取网格间隔  $\Delta$  略小于地震震中平均定位精度或最好的定位精度。目前我国现有地震观测台网 1 类精度为小于或等于 5 km, 因此本研究选取网格间距为  $\Delta = 0.05^\circ$ , 约等于 5 km。

参数  $R_{\min}$  和  $R_{\max}$  的选取: 考虑到我国目前地震定位最好精度为 2 ~ 3 km, 取值更小已无实际意义, 因此取  $R_{\min} = e$ , 将距离网格点距离小于自然数  $e$  的所有地震事件的网格点距离修正为自然数  $e$ 。最大搜索半径  $R_{\max}$  越大, 选取的地震数量

越多, 所计算的密集值越高。所有的网格点都按照同一搜索半径计算, 密集值都有不同程度的增加, 对图像整体特征影响不大, 同一地震被重复计算的次数会较多。另外搜索半径增加后所包含的地震距网格点距离较远, 对密集值的贡献较小, 同样不会对密集值图像整体特征造成较为显著的影响。参考以往的研究工作 (王健等, 2004, 2010, 2011; Wang *et al*, 2017, 2023), 本文选取为 10 km。因为所选取的是  $M_L \geq 2$  地震, 所以起算震级就是 2; 而研究区最大震级是  $M_L 5.3$ , 所以式 (1) 中归一化因子为  $(5.3 - 2.0) = 3.3$ 。

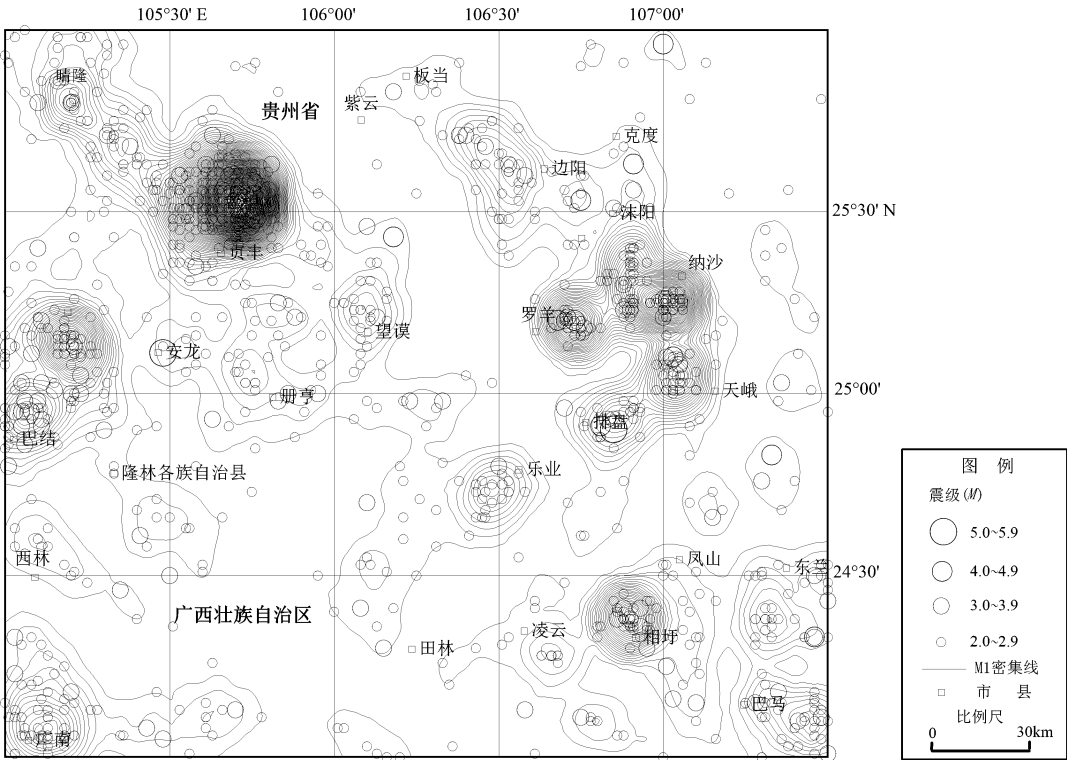


图3 研究区中小地震震中及密集区分布

Fig. 3 Distribution of the epicenters of medium- and small-earthquakes and their concentration area

图3绘出了研究区  $M_L \geq 2$  地震的震中分布以及计算得到了密集值等值线。从图3中可以看到,研究区域内有多个密集区。密集值最高的密集区位于贵州贞丰北面,密集值到达了105。对比中小地震震中与密集区,不难发现凡是出现密集区的地方,都有不少中小地震,换言之密集区与中小地震震中分布特征有着很好的对应关系。

以密集值 2 为最小值绘制密集分布图 (图 4), 同时将目录的震中和图集的震中位置都显示在图上。从图 4 可以直观比较目录的等震线与图集的等震线的异同。正如前面分析的, 这个等震线大部分相差不大, 区别主要在南东方向, 目录的等震线要长一些。

由图4可见,目录的震中位置,恰好位于两省交界线上,但其所在地并无密集区。在目录震中位置的南面,广西乐业有一个密集区,其密集值为8。图集的震中位置也没有密集区,而其西面不远、在贵州贞丰东南的望谟县有一个密集区,其

密集值为7。根据密集区与强震的关系,乐业和望漠这两个密集区都有对应6½级地震的可能。也就是有可能1875年6月8日,在广西乐业和贵州望漠均发生了地震。这种情况虽不多见,但也不能排除这种可能性。

根据中国大陆包含多次历史强震资料在内的数据统计结果, 6.0 ~ 6.4 震级档的地震, 其Ⅵ度等震线的面积平均是 5 083 km<sup>2</sup>。我们计算了目录所给出的Ⅵ度等震线面积达到了 20 880 km<sup>2</sup>; 图集的Ⅵ度等震线面积也达到了 15 060 km<sup>2</sup>, 都远远大于 6.0 ~ 6.4 震级档的Ⅵ度等震线的平均面积。这从另外一个侧面, 提供了可能发生两次地震的证据。至此, 我们仍然无法断定 1875 年 6 月 8 日的这些震害是怎样造成的, 是广西乐业的一次强震, 还是贵州望谟的一次强震, 抑或是同一天发生了两次强震? 但中小地震密集把我们关注的范围进一步缩小到了广西乐业和贵州望谟, 为下一步更加准确、精细的工作提供了目标和依据。

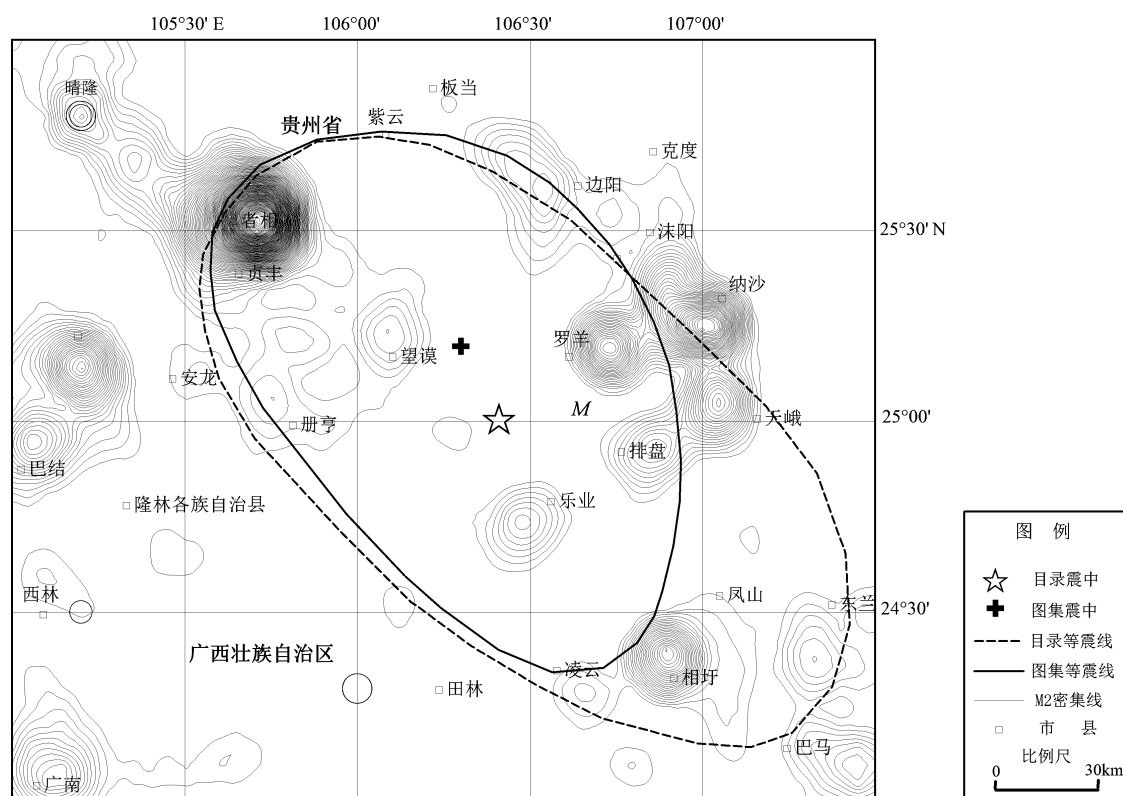


图4 密集区与强震震中和等震线分布

Fig. 4 Concentration area of medium- and small-earthquakes, the epicenters of strong earthquakes and the isoseism

### 3 结论与讨论

本文复核了 1875 年广西与贵州之间历史地震史料,系统分析对比了目录与图集所给出的烈度分布和地震参数,但仍然无法判断谁的结论更为合理。收集整理了研究区 1970 年以来的仪器记录中小地震目录,计算了  $M_L \geq 2$  地震的密集值,分析密集区与历史地震的关系。结果显示:

(1) 目录和图集所给出的震中位置,都没有对应密集区,但各自距离密集区都不远。在目录震中的南面,有广西乐业密集区;而图集震中的西面有贵州望谟密集区。这两个密集区的密集值分别为 8 和 7,存在着各自对应 6 级历史地震的可能性。

(2) 从烈度分布特征分析,目录和图集的 VI 度等震线的面积,都远远大于全国的同一震级档的平均值,这也从另外一个侧面说明存在两次地震的可能性。1875 年 6 月 8 日有可能分别在广西乐业和贵州望谟发生了 6 级左右的强震,虽然这种情况并不多见,但也不能排除这种可能性。

乐业和望谟这两个密集区,如果对应 6 级强震,其发震构造特征有待进一步深入研究。因为这两个密集区的方向性都不明显,无法从密集区的特征判断地震破裂的方向。如果能对这些构成地震密集区的中小地震进行精确定位,或者进行浅层物探等工作,有可能揭示与此次地震相关断裂的更多细节。

虽然仍有许多问题没有得到最终答案,但本文明确了在广西乐业和贵州望谟,有两个地震密集区分别与目录和图集震中对应,存在着两次 6 级左右强震的可能性。同时也指出在研究区内,还存在多处疑似历史上发生强震的具体场点,例如在广西的天峨、排盘以及巴马等诸多密集区;在贵州晴隆等多地也存在多处可能与历史强震对应的密集区。这些都为今后更加详细深入地开展工作,提供了具体的目标和依据。

中国地震局地球物理研究所的高级工程师吴宣为本文绘制了相关图件。感谢审稿者的中肯意见和有益建议。

### 参考文献:

- 陈仁法,杨廉法. 1987. 1875 年桂西黔南地震考[J]. 华南地震, 7(1): 39-47.
- Chen R F, Yang L F. 1987. Textual research of the earthquake occurred in the area of the west Guangxi and the south Guizhou in 1875[J]. South China Seismological Journal, 7(1): 39-47. (in Chinese)
- 顾功叙,林挺煌,时振梁,等. 1983. 中国地震目录(公元前 1831 年—公元 1969 年)[M]. 北京:科学出版社.
- Gu G X, Lin T H, Shi Z L, et al. 1983. The catalogue of Chinese earthquakes(1831 B. C. - 1969 A. D.) [M]. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- 国家地震局地球物理研究所,复旦大学中国历史地理研究所. 1990. 中国历史地震图集(清时期)[M]. 北京:中国地图出版社.
- Institute of Geophysics, CEA, Institute of Chinese Historical Geography, Fudan University. 1990. Atlas of the historical earthquakes in China (the Qing Dynasty period) [M]. Beijing: China Cartographic Publishing House. (in Chinese)
- 李善邦,武宜英,郭增建,等. 1960. 中国地震目录[M]. 北京:科学出版社.
- Li S B, Wu H Y, Guo Z J, et al. 1960. The catalogue of Chinese earthquakes[M]. Beijing: Science Press (in Chinese)
- 罗远模,张晓东,徐祥,等. 2009. 1875 年 6 月 8 日贵州罗甸地震再考证[J]. 贵州地质, 6(4): 299-305.
- Luo Y M, Zhang X D, Xu X, et al. 2009. Reinterpretation of Luodian Earthquake, Guizhou on June 8th 1875[J]. Guizhou Geology, 6(4): 299-305. (in Chinese)
- 闵子群,吴戈,江在雄,等. 1995. 中国历史强震目录(公元前 23 世纪—公元 1911 年)[M]. 北京:地震出版社.
- Min Z Q, Wu G, Jiang Z X, et al. 1995. The catalogue of Chinese historical strong earthquakes(B. C. 2300 - A. D. 1911) [M]. Beijing: Seismological Press. (in Chinese)
- 汪素云,吴戈,时振梁,等. 1999. 中国近代地震目录(公元 1912 年—1990 年)[M]. 北京:中国科学技术出版社.
- Wang S Y, Wu G, Shi Z L, et al. 1999. The catalogue of recent earthquakes in China (A. D. 1912 - A. D. 1990) [M]. Beijing: Science and Technology of China Press. (in Chinese)
- 王健,吴宣,高阿甲,等. 2010. 历史地震参数校订方法探讨——以北京延庆公元 294 年地震为例[J]. 地震学报, 32(1): 108-117.
- Wang J, Wu X, Gao A J, et al. 2010. Probing an approach to amend the parameters of historical earthquakes: An example of the A. D. 294 Yangqing earthquake in Beijing[J]. Acta Seismologica Sinica, 32(1): 108-117. (in Chinese)
- 王健,吴宣,张晓东,等. 2004. 1303 年山西洪洞 8 级地震高烈度区内地震活动特征及其物理意义[J]. 地震学报, 26(4): 347-354.
- Wang J, Wu X, Zhang X D, et al. 2004. Seismic characteristics near the epicenter of the 1303 Hongtong M8 earthquake, Shanxi Province and its implication[J]. Acta Seismologica Sinica, 26(4): 347-354. (in Chinese)
- 王健. 1999. 地震活动性震级结构特征及其应用研究[D]. 北京:国家地震局地球物理研究所.

- Wang J. 1999. Research on characteristics and application of seismic magnitude – number constitution [D]. Beijing: Institute of Geophysics, CEA. (in Chinese)
- 王健. 2001. 地震活动性图像处理的网格点密集值计算方法[J]. 地震学报, 23(3): 262 – 267.
- Wang J. 2001. Seismic pattern treatment method through calculation of seismic density at grid nodes[J]. Acta Seismologica Sinica, 23(3): 262 – 267. (in Chinese)
- 王健. 2011. 京津唐地区地震密集与历史强震[M]. 北京: 地震出版社.
- Wang J. 2011. Seismic density and strong historical earthquakes in the region including Beijing, Tianjin and Tangshan [M]. Beijing: Seismological Press. (in Chinese)
- 王泽泉. 1985. 大震区的“长期活动”[J]. 地震学报, 7(3): 254 – 266.
- Wang Z G. 1985. The “long-term activity” of large earthquake areas [J]. Acta Seismologica Sinica, 7(3): 254 – 266. (in Chinese)
- 中央地震工作领导小组办公室. 1971. 中国地震目录[M]. 北京: 科学出版社.
- Seismic Working Group of Central Government. 1971. The catalogue of Chinese earthquakes [M]. Beijing: Science Press (in Chinese)
- Aviles C A, Sholz C H, Boatwright J. 1987. Fractal analysis applied to characteristic segments of the San Andreas fault [J]. Journal of Geophysical Research, 92: 331 – 344.
- Baiesi M, Paczuski M. 2004. Scale – free networks of earthquakes and aftershocks [J]. Physical Review E, 69(6): 066106.
- Castro R, Shearer P, Astiz L, et al. 2010. The long – lasting aftershock series of the 3 May 1887  $M_w$  7.5 Sonora earthquake in the Mexican Basin and Range Province [J]. Bulletin of The Seismological Society of America, 100(3): 1153 – 1164. doi:10.1785/0120090180.
- Ebel J E, Bonjer K P, Oncessu M C. 2000. Paleo – seismicity: seismicity evidence for past large earthquakes [J]. Seismological Research Letters, 71: 283 – 294.
- Mueller K, Hough S E, Bilham R. 2004. Analyzing the 1811—1812 New Madrid earthquakes with recent instrumentally recorded aftershocks [J]. Nature, 429: 284 – 288.
- Page M T, Hough S E. 2014. The new Madrid seismic zone: not dead yet [J]. Science, 343(6172): 762 – 764.
- Sondergeld C H, Estey L H. 1981. Acoustic emission study of microfracturing during the cyclic loading of westerly granite [J]. Journal of Geophysical Research, 86(B4): 2915 – 2924.
- Wang J, Main I G, Musson R M W. 2017. Earthquake clustering in modern seismicity and its relationship with strong historical earthquakes around Beijing, China [J]. Geophysical Journal International, 211(2): 1005 – 1018.
- Wang J, Main I G. 2023. Strong historical earthquakes and their relationships with the Tan – Lu fault system and modern seismicity in eastern China [J]. Natural Hazards, 115: 539 – 564.

## Analysis on the Relationship between the Earthquake Concentration and the Historical Earthquake in 1875 Located in Guangxi or Guizhou

WANG Jian<sup>1</sup>, HE Taiming<sup>1</sup>, ZHOU Beibei<sup>1</sup>, LIN Guoliang<sup>2</sup>

(1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China)

(2. Yunnan Earthquake Agency, Kunming 650224, Yunnan, China)

### Abstract

There was a strong earthquake occurring in 1875 and located in Guangxi Zhuang Autonomous Region or Guizhou Province, but the *Chinese Strong Historical Earthquake Catalogue* (2300 B. C. – 1911 A. D.) and the *Atlas of the Historical Earthquakes in China* provided very different parameters about this earthquake. The disputations about the epicenter location of this earthquake have been continuing for many years. In this paper, we firstly examined the primary historical archives, and then calculated the seismic density in our research region, we found that there was an earthquake concentration zone in Leye County, Guangxi and another one in Wangmo County, Guizhou, which corresponded to the two epicenters. We analyzed the reasonability of the two epicenter locations and inferred the most likely scenario, according to the relationship between the strong earthquakes and the earthquake concentration zone.

**Keywords:** historical earthquakes; intensity; seismicity; seismic hazard; Guangxi; Guizhou