

# 广西特殊地震研究

龙 安 明

(广西壮族自治区地震办公室, 南宁 530000)

**提 要** 本文把发生在广西岩溶区的小震级 ( $M_s \leq 3.0$ ) 高烈度 ( $I \geq IV$ ) 的地震称之为特殊地震。列举了大量特殊地震的震害。根据岩溶区介质的特性, 对地震波的传播作了分析, 对岩溶区和非岩溶区台站记录到同等震级的地方震的波形做了最大熵谱分析, 结果认为, 广西岩溶区之所以产生特殊地震, 其一、岩溶区富含水的介质层对地震波具有放大作用。其二、岩溶区的地震波的卓越周期大于外岩溶区的卓越周期, 这一卓越周期更接近地面 3 层以下的楼房的固有周期。由于这些原因, 造成烈度偏高。

**关键词** 特殊地震 岩溶 地震波放大 岩溶软介质

## 1 前 言

广西属于石灰岩广泛分布区, 其出露面积占全区总面积的 60 %。又地处亚热带, 高温多雨, 地下水丰富, 岩溶作用 (前称 Karst 作用) 非常强烈, 岩溶现象很普遍 (图 1)。在岩溶区发生的一些小地震能造成相当严重的破坏。如: 1980 年 8 月 25 日宜在祥贝 2.0 级地震, 震中烈度达 VI 度, 使高 3 m、长 50 m 的水坝遭受严重破坏, 使其不能营运。有的小震还出现宏观前兆。作者将这种小震级高烈度地震 (即  $M_s \leq 3.0$ ,  $I \geq IV$ ) 称之为“特殊地震”。随着经济建设的发展, 这种特殊地震给生产建设及在人类生存安全带来的威胁和影响, 日益引起人们的关注。一些地震工作者对此亦引起了极大兴趣。梁鸿光 (1983) 认为, 南方岩溶区高烈度地震的发生可能与南方岩溶区地下水丰富和多有被沙土所充填的溶洞有关。<sup>①</sup> 钟新基 (1985) 指出、岩溶区高烈度地震的成因与岩溶介质有关<sup>[1]</sup>。廖建裕 (1987) 列举并分析了广西河池地区罕见的小震级高烈度地震<sup>[2]</sup>。作者在他们研究的基础上, 对发生在广西岩溶区的特殊地震进行了初步研究。

## 2 特殊地震的震害效应

广西的特殊地震以河池地区的最为典型。现根据文献 [2], [3] 和有关调查报告<sup>②</sup> 选录如下:

① 梁鸿光. 中国南方岩溶区高烈度的小震初探. 打印稿, 1983.

② 2) 调查报告较多, 不一一列出。

### a. 都安县拉仁乡九经村地震

地震发生于1980年7月13日18时36分,  $M_s=1.9$ ,  $I=V^-$ , 震中: 都安县拉仁乡九经村 ( $108.3^\circ E$ ,  $24.3^\circ N$ )。震害: 极震区24个自然屯均感到振动强烈, 地声轰鸣, 鸡飞羊跳, 房屋摇动, 屋顶掉瓦。有5户农家的土墙和室内地面裂开, 一间粪房倒塌、韦开元的一间土房被震倒一角。九经村附近的加福山顶崩塌一角, 滚下约  $20 m^3$  的石块、其中最大者约  $4.5 m^3$ 。宏观前兆: 震前几小时, 震中弄沙村上空出现过多色的彩虹、全村老少都感惊奇; 韦海清养的一头母牛在震前4天不吃草、不喝水、不睡觉, 在栏里又跳又叫, 震后恢复正常。

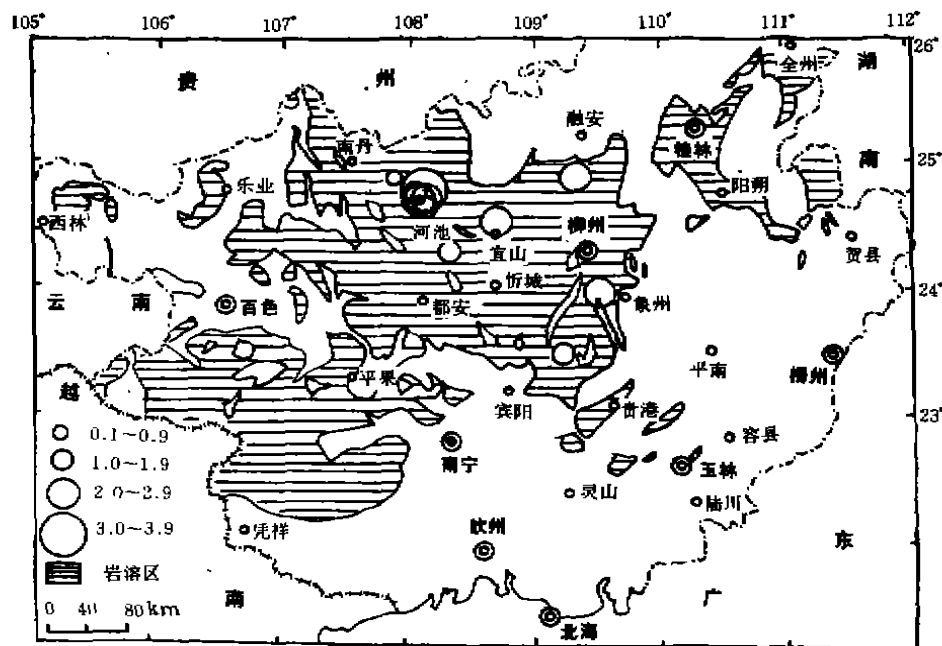


图1 广西岩溶区与特殊地震分布图

Fig. 1 Distribution of karst region and special earthquakes in Guangxi

### b. 宜山县祥贝乡地震

地震发生在1980年8月25日05时39分,  $M_s=2.0$ ,  $I=VI$ , 震中: 宜山县祥贝乡 ( $108.7^\circ E$ ,  $24.5^\circ N$ )。震害: 祥贝乡水泵站(兼发电)水坝(该坝建于1964年, 全长50 m, 高3 m, 坝内全部用卵石垒起, 外表用500号水泥掺沙浆砌石加封, 坝顶卧一根横截面为  $46 \times 60 cm^2$  的水泥柱条)遭受严重破坏, 被迫停止抽水、发电。震后, 水坝破裂长27.5 m, 裂缝宽0.27~0.5 m, 呈锯齿状。坝顶水泥柱条裂隙宽0.1~0.13 m, 水平错动0.15 m, 垂直错动0.03~0.11 m。高3 m的水坝已开裂至坝的基底, 少许卵石被切断。靠近排洪道内侧高约2 m, 宽6 m的坝面破裂后, 形成许多裂隙和碎块, 因激流不断冲击, 塌陷成一个宽4 m的大坑。震时, 极震区的人感觉强烈, 有的从梦中震醒。一老妇人端着一锅水站立不稳, 锅内水溅出。普遍听到沉闷响声, 屋内老鼠乱窜, 犬惊恐狂吠, 房屋、门窗、床振动作响。河内水起波纹, 木船摇晃。(图2, 照片1)。



泥, 桌子摇动, 少数地方有塌陷。据河池地震台记录, 这次地震是一起小震群的最大地震。该震群自 1983 年 6 月 22 日 02 时至 6 月 23 日 16 时, 共记录到地震 27 次。其中 1.0 级以上地震 4 次, 2 级以上地震仅 1 次。

#### g. 河池市金城江镇东郊

地震发生在 1984 年 1 月 11 日 00 时 57 分,  $M_s=3.0$ ,  $I=VI$ , 震中: 河池市金城江镇东郊 ( $108.1^\circ E$ ,  $24.7^\circ N$ )。震害: 在 VI 度区, 先听到似放石炮或打雷一般的沉闷响声, 紧接着便感到剧烈的水平振动, 站者立不稳, 睡着有欲翻跌下床感。市糖厂几个躺在长凳上睡觉的工人翻跌下地。人们纷纷逃出户外。室内器皿晃动碰撞作响, 位移甚至翻倒。糖厂一工人家的衣柜轻微位移。翻胎厂宿舍西面一高 20 余米的小石峰滚下一体积约  $1.7 m^3$  的石头。三类房屋 (钢筋混凝土和砖木结构) 的损坏率为 5%, 墙体开裂, 抹灰层脱落, 灰皮剥落, 檐口掉瓦, 屋面滑瓦“开天窗”。在 V 度区, 约 2% 的二类房屋 (夯土, 土坯建筑) 和几幢三类房屋出现不同程度的损坏 (图 4)。宏观前兆: 金城江镇几户笼养画眉震前一天或震前数小时惊叫撞笼, 至撞伤鼻部, 震后才安静下来。市食品公司一职工养的狗震前 3 小时烦躁不安并狂吠, 不进食, 咬住主人裤脚向屋外拖。

#### h. 河池市大东湾水库区地震

地震发生于在 1984 年 9 月 13 日 19 时 59 分,  $M_s=0.9$ , 震中: 河池市拔贡乡大东湾水库 ( $107.8^\circ$ ,  $24.8^\circ N$ )。震害: 震时大东湾库区震动很大, 伴随着沉闷有地声, 门窗作响, 人感地动从东往西推进, 震后大东湾水库原盛有 30 万立方米的水漏干见底。次年 9 月 13 日 19 时 30 分又在同一地点发生  $M_s=0.8$  级地震, 又使该水库原盛有 70 万立方米的水漏干见底。(大东湾水库建于 1980 年并同年蓄水, 库容量 114 万立方米)

#### i. 河池市金城江镇地震

该震发生在 1986 年 5 月 10 日 21 时 04 分,  $M_s=1.9$ ,  $I=IV$ , 震中: 河池市金城江镇 ( $108.1^\circ E$ ,  $24.7^\circ N$ )。震害: 地震时有沉闷的地声, IV 度区 90% 的人感到上下振动, 坐立不稳, 有的从床上抛起。住宅区居民、看电影和录像的人惊慌逃出室外。门窗作响, 有的桌上、书架上物品震动或掉下。市档案馆 II 处原有裂隙有所增大并掉灰。

#### j. 象州县马平乡地震

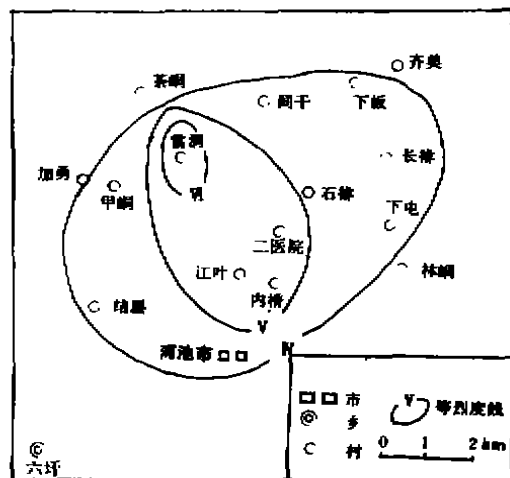


图 3 1982 年 8 月 17 日河池 2.0 级地震等烈度线图<sup>[4]</sup>

Fig. 3 Curve of equal intensity of Yishan earthquake at Aug. 17, 1982

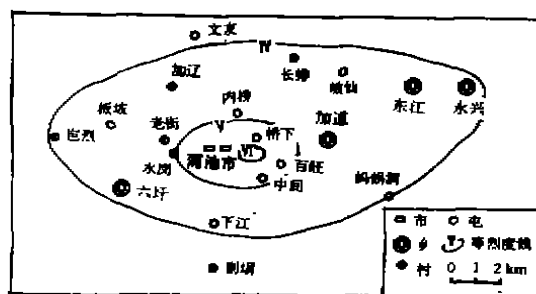


图 4 1984 年 1 月 11 日河池 3.0 级地震等烈度线图<sup>[5]</sup>

Fig. 4 Curve of equal intensity of Hechi earthquake ( $M=3.0$ ) at Jan, 1984

地震发生于1987年7月16日09时26分,  $M_s=2.2$ ,  $I=V$ , 震中: 象州县马平乡 ( $109.5^\circ E$ ,  $24.0^\circ N$ )。震害: 地震时, 马平乡龙岩、回龙等村一带, 不管在家还是在田野作业的人, 普遍感到地面震动。正在吃粥或喝水的村民, 碗中的粥或水有泼出的现象, 站着的有倾倒感。有轰隆隆的地声, 屋瓦沙沙作响, 群众纷纷逃出房屋。回龙村一村民的围墙震倒。

#### k. 融安县大良乡地震

地震发生于1989年7月8日04分40分,  $M_s=2.9$ ,  $I=V^+$ , 震中: 融安县大良乡 ( $109.3^\circ E$ ,  $24.9^\circ N$ )。震害: 地震时, 极震区的人感到上下抛动, 有人从梦中震醒, 从床上跳起, 多数人惊慌逃出室外。鸡、狗、牲畜受震后乱叫。房屋掉檐瓦, 滑瓦较普遍, 个别结构不牢的房屋被损坏。一些器皿碰撞有声, 震倒掉下。震中的京都山有几处山石滚落, 最大一处滚石约  $100 m^3$ 。

上述事件还能例举一些, 限于篇幅, 不作赘述。

### 3 特殊地震烈度偏高原因的初步分析

#### 3.1 岩溶区富含水的介质对地震波具有放大作用

梁鸿光在他的《中国南方岩溶区高烈度的小震初探》<sup>[1]</sup>中指出: 我国南方岩溶区既有丰富的地下水, 又有很多溶洞, 甚至在地壳深处仍有溶洞存在。岩深发育可追溯到地下数千米。我国古潜山油藏的发现与勘探, 证实裂隙溶洞已埋藏到2000—3000 m 以下的地壳中。这些溶洞有的是中空的, 它不利于地震的传播。有的则是被富含水的沙土等软介质 (相对于坚硬的岩石而言) 所充填。如果地震发生这些溶洞下面, 地震波垂直入射到这些富含水的软介质中, 就被放大。下面给予讨论。

##### 3.1.1 地震波在介质分界面上的透射和反射

我们仅考虑一种简单的情况, 假设地震区中, 只有一层溶洞, 溶洞完全被富含水的软介质所充填, 而且溶洞上、下是光滑、平整的。地震发生在溶洞正下方的坚硬的岩层中, 地震波垂直向上传播 (见图5)

因此有波动方程:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - V^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \quad (1)$$

当地震波从Ⅰ层垂直入射到Ⅰ和Ⅱ层的界面时, 其中一部分透射过去成为上行波  $U$ ; 而另外一部分从界面反射回来成为下行波  $D$ 。

由于造成破坏的主要是  $S$  波, 所以下面只讨论  $S$  波。对于  $S$  波来说, (1) 式的通解可表示为:

$$u = U \left( t + \frac{x}{V_s} \right) + D \left( t - \frac{x}{V_s} \right) \quad (2)$$

在Ⅰ层中由上行波和下行波组成的运动为:

$$u_1(t, x) = U_1 \left( t + \frac{x}{V_{s1}} \right) + D_1 \left( t - \frac{x}{V_{s1}} \right) \quad (3)$$

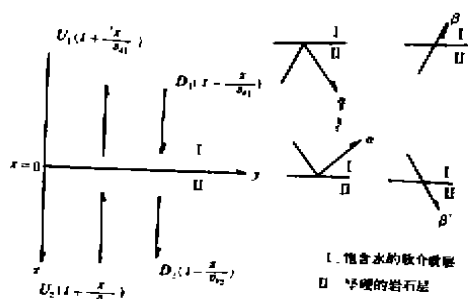


图5 地震波在介质分界面上的透射和反射

Fig. 5 Transmission and reflection of seismic waves at medium interphase

同理 I 层内的运动为:

$$u_2(t, x) = U_2(t + \frac{x}{V_{a2}}) + D_2(t - \frac{x}{V_{a2}}) \quad (4)$$

当波经过 I 和 II 层介质的界面时, 必须满足位移相等和应力连续的边界条件, 即

$$\begin{aligned} u_1(t, 0) &= u_2(t, 0) \\ \left[ G_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} \right]_{x=0} &= \left[ G_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} \right]_{x=0} \end{aligned} \quad (5)$$

(5) 式中  $G$  为剪切模量。

将 (3)、(4) 式代入 (5) 式并整理运算可得到透射上行波和反射下行波的表达式为

$$U_1(t + \frac{x}{V_{a1}}) = \beta U_2(t + \frac{x}{V_{a1}}) + \alpha' D_1(t + \frac{x}{V_{a1}}) \quad (6)$$

$$D_2(t - \frac{x}{V_{a2}}) = \alpha U_2(t - \frac{x}{V_{a2}}) + \beta' D_1(t - \frac{x}{V_{a2}})$$

(6) 式中  $\alpha = \frac{1-K}{1+K}$ ,  $\alpha' = -\alpha$ ,  $\beta = 1+\alpha$ ,  $\beta' = 1-\alpha$ ,  $\alpha$ 、 $\alpha'$  分别为界面下侧和界面上侧的反射系数;  $\beta$ 、 $\beta'$  分别为下层透射到上层和上层透射到下层时的透射系数,  $K = \frac{\rho_1 V_{a1}}{\rho_2 V_{a2}}$  为波阻抗比,  $\rho_1$ 、 $\rho_2$  和  $V_{a1}$ 、 $V_{a2}$  分别为 I、II 层的密度和 S 波波速,  $K$  的物理意义为:

a. 当  $K < 1$  时, 表示波从硬介质向软介质传播。这时有: 透射的上行波振幅始终大于入射波振幅, 最大可达二倍。反射的下行波与入射波是同相位的, 其振幅始终小于入射波振幅。

b. 当  $K > 1$  时, 表示波从软介质向硬介质传播。这时有: 透射的上行波振幅始终小于入射波振幅, 反射下行波与入射波的相位相差  $180^\circ$ , 而且反射波的振幅也始终小于入射波振幅。

也就是说, 波由硬介质层向软介质层透射时, 有放大作用; 反之, 有衰减作用。在我们上面讨论的问题中, 由于溶洞充填的介质是软介质,  $\rho_2 > \rho_1$ ,  $V_2 > V_1$ , 所以  $K$  恒小于 1, 从坚硬的岩体发射的地震波透射到溶洞中饱含水软介质时, 透射的上行波被放大了。

### 3.1.2 地震波在软介质层内传播

为简便起见, 我们仅研究一表层厚为  $H$ , 受从下垂直向上入射 S 波而引引起强迫振动的情况 (图 6)。设入射波的形式为

$$U_0 = A_0 e^{i(\omega(t-z/V_{a1}))} = A_0 e^{i(\omega t - f_2 z)} \quad (7)$$

对于 II 层和 I 层介质, 其相应的位移 (振幅) 可表示为

$$\begin{aligned} U_2 &= A_0 e^{i(\omega t - f_2 z)} + A_0^1 e^{i(\omega t + f_2 z)} \\ U_1 &= A_1 e^{i(\omega t - f_1 z)} + A_1^1 e^{i(\omega t + f_1 z)} \end{aligned} \quad (8)$$

式中, 圆频率  $\omega = 2\pi/T$ ,  $T$  为周期;  $f_2 = 2\pi/(V_{a2}T)$ ,  $f_1 = 2\pi/(V_{a1}T)$ ;  $A_0$ ,  $A_0^1$ ,  $A_1$  和  $A_1^1$  为由边界条件确定的常数。

在 I、II 层界面上, 位移相等, 应力连续; 即  $z=0$  时, 有

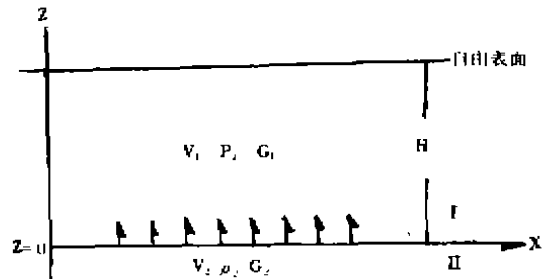


图 6 地震波在软介质层传播

Fig. 6 The transmission of seismic waves at soft medium

$$U_2(t, 0) = U_1(t, 0)$$

$$\left[ G_2 \frac{\partial U_2}{\partial z} \right]_{z=0} = \left[ G_1 \frac{\partial U_1}{\partial z} \right]_{z=0} \quad (9)$$

在 I 层的自由表面上, 剪应力为零, 即当  $z=H$  时, 有

$$G_1 \frac{\partial u_1}{\partial z} \Big|_{z=H} = 0 \quad (10)$$

把 (8) 式代入 (9) 和 (10) 式中, 并经简化得

$$A_1 = \frac{2}{(1+k) + (1-k)e^{-2kf_1H}} A_0$$

$$A_0 = \frac{2e^{-2kf_1H}}{(1+k) + (1-k)e^{-2kf_1H}} A_1$$

$$A_1 = \frac{(1-k) + (1+k)e^{-2kf_1H}}{(1+k) + (1-k)e^{-2kf_1H}} A_0 \quad (11)$$

假设入射波是无限序列的谐波

$$U_0 = A_0 \cos(\omega t - f_1 z) \quad (12)$$

则它在地表层 (I 层) 波动的表达式是:

$$U_1(t, z) = \frac{2A_0 \cos f_1(H-z)}{\sqrt{\cos^2 f_1 H + k^2 \sin^2 f_1 H}} \cos[\omega t - \text{tg}^{-1}(k \text{tg}(f_1 H))] \quad (13)$$

在 I 层的自由表面上 ( $z=H$ ) 和其底面上 ( $z=0$ ) 任一时刻波动表示是

$$U_1(t, H) = \frac{2A_0}{\sqrt{\cos^2 f_1 H + k^2 \sin^2 f_1 H}} \cos[\omega t - \text{tg}^{-1}(k \text{tg}(f_1 H))] \quad (14)$$

$$U_2(t, 0) = \frac{2A_0 \cos f_1 H}{\sqrt{\cos^2 f_1 H + k^2 \sin^2 f_1 H}} \cos[\omega t - \text{tg}^{-1}(k \text{tg}(f_1 H))] \quad (15)$$

则地表和地底层 ( $z=0$ ) 波的振动位移分别为

$$U_{z=H} = \frac{2A_0}{\sqrt{\cos^2 f_1 H + k^2 \sin^2 f_1 H}} \quad (16)$$

$$U_{z=0} = \frac{2A_0 \cos f_1 H}{\sqrt{\cos^2 f_1 H + k^2 \sin^2 f_1 H}} \quad (17)$$

因为  $f_1 = 2\pi / (V_1 T)$ , 而周期是有限的, 显见

$$U_{z=H} > U_{z=0}$$

即地表的振动位移大于地底的振动位移。

对不同的  $K$  值, 软介质自由表面的波振幅与入射波振幅之比对  $f_1 H$  的关系曲线见图 7

由极值理论, 求得地表振幅最大值发生在  $f_1 H = \frac{\pi}{2}$  处, 这时有

$$U_{\max}(z=H) = \frac{2A_0}{K} \quad (18)$$

由图 7 振幅比曲线清楚表明, 当地表层介质愈松软, 即  $K$  值愈小时, 在地层自由表面上振幅放大作用就愈强烈, 最大可达 10 多倍。杨承先 (1986) 指出, 地震波从基岩或坚硬的地基进入软地基时, 地震动的加速度和振幅增大<sup>[4]</sup>。

上面讨论的是两种分层介质情况,而在岩溶区可能同时存在多层溶洞分布,在它们中,既有被沙土所充填的溶洞,也有含有空气薄层的溶洞。当地震波垂直入射到这些溶洞中时地震波就被逐级放大。可是另一方面,上面已经讲到当波从软介质层进入硬介质层时,其振幅会衰减。因此,地震波穿过这些介质层时,其振幅就被放大衰减,又放大,又衰减。但由于软介质层的放大效应强于硬介质层的吸收效应,因此,从总效应看,地震波还是被放大了。岩溶区多层充填饱和水的介质的溶洞,就相当于多级地震波振幅放大器,被放大的地震波传到地面,于是造成上述列举的特殊地震。

还有一种介质分层情况,就是垂向分布的多层溶洞中,其中某一层或某几层溶洞是中空的,地震波遇到这些中空溶洞是,就会发绕射和折射,这样,就对地震波起分波作用。因而对地震波放大的总效应起削弱的作用。因此,在有中空溶洞存在的多层溶洞介质,对地震波的放大作用就不明显,这可以解释为什么在岩溶区中发生的地震,有的并不是特殊地震。

### 3.2 特殊地震的极大熵谱分析

按照文献<sup>[5]</sup>的方法,对广西岩溶区的特殊地震和外岩溶区的地震进行极大熵谱分析。便于对比,选用岩溶区的河池地震台和非岩溶区的梧州、灵山地震台记录列震级基本相等的地方震的  $S$  波作极大熵谱分析。所用地震参数和计算结果见表 1,谱形见图 8。

表 1 地震极大熵谱分析表

Tab. 1 Analysis of maximum entropy spectrum on earthquakes

台站	时间 (年 月 日)	地点	$M_s$	$T_1$	$s_1$	$T_2$	$s_2$	$T_3$	$s_3$
河池	1980-07-13	都安拉仁	1.9	0.18	2.9	0.26	1.8	0.43	0.9
	1980-08-25	宜山祥贝	2.0	0.18	0.9	0.23	1.0	0.33	0.75
	1984-09-12	河池大东湾	0.9	0.13	0.6	0.21	1.7	0.28	1.0
灵山	1985-06-28	灵山官洞	1.6	0.11	0.65	0.16	1.0	0.21	0.5
	1984-05-22	博白雅山	1.6	0.08	0.75	0.13	2.1	0.21	1.7
	1985-12-11	钦州那丽	1.6	0.08	1.4	0.13	1.5		
梧州	1985-05-04	苍梧广平	2.00	0.11	3.0	0.24	1.0		

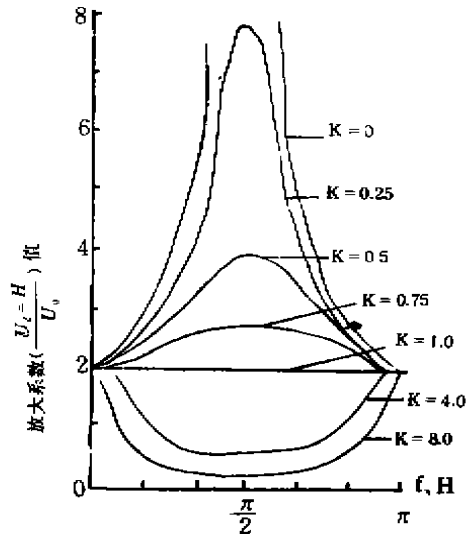


图 7 上软下硬地基软介质层自由表面上波振幅放大倍数

Fig. 7 Amplitude magnification of free surface wave at the soft medium bed



从极大熵谱分析结果可以看出,岩溶区地震波的卓越周期(0.18~0.23)大于非岩溶区(0.13~0.16);而非岩溶区S波的第一谱峰周期(0.08~0.11)超前岩溶区(0.13~0.18)。

两者之差异是地震波在不同介质中传播的一种表现。岩溶区小地震这一卓越周期更接近地面3层楼房以下的固有周期(0.1~0.3秒),在地震波的作用下容易产生共振,故小地震对建筑物及其物品能造成较大的破坏。廖建裕也指出:河池地震台长期地震观测资料表明,该地区发生的小地震,其卓越周期都在0.2秒左右正与地面3层楼房以下的建筑物所固有周期(0.1~0.3秒)相接近。建筑物在地震波的作用下可以发生共振,使振幅大大增加,从而使地面较低矮的建筑物遭受破坏。<sup>[2]</sup>

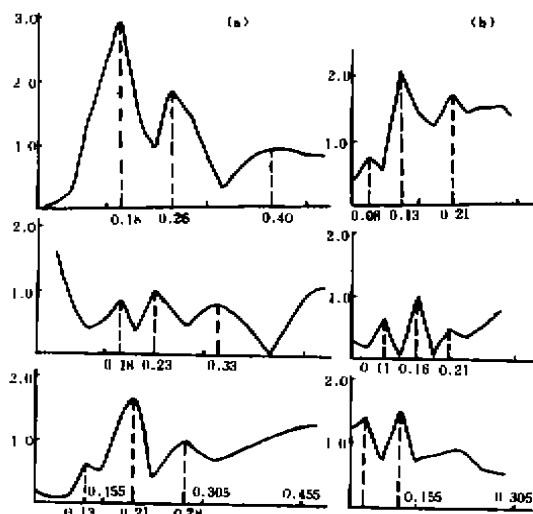


图8 广西特殊地震极大熵谱

Fig. 8 Maximum entropy spectrum of special earthquakes in Guangxi

(a) 特殊地震; (b) 普通地震

#### 4 结束语

上述初步分析研究结果表明,广西岩溶区饱和水的软介质层、其波阻抗比 $K$ 小于1,这一介质层对地震波具有放大作用,使地表的振动位移大大大于入射波的位移;岩溶区地震波的卓越周期大于非岩溶区,这一周期较接近地面3层楼房以下的建筑物,从而容易产生共振。正是由于这些原因,导致小震级高烈度,即所谓特殊地震,造成难以想象的破坏,以及震中区强烈有感。

#### 参 考 文 献

- 1 钟新基. 广西岩溶区烈度异常地震. 西北地震学报, 1985, 增刊.
- 2 廖建裕. 罕见的小震级高烈度地震. 华南地震, 1987, 7 (3).
- 3 广西区地方志编纂委员会. 《广西通志·地震志》. 广西人民出版社, 1990.
- 4 杨承先. 城市工程地震的几个灾害问题. 灾害学, 1988, (3).
- 5 龙安明. 广西历史地震序列的极大熵谱分析. 华南地震, 1986, 6 (4).

## ON THE SPECIAL EARTHQUAKES IN GUANGXI

Long Anming

(Seismological office of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530000)

## Abstract

Geologically Guangxi is a karstic region, where small earthquakes with magnitude  $M_s \leq 3.0$  but high intensity ( $N-VI$ ) occurred and caused seismic hazards. These earthquakes are called special earthquakes in this paper. For example, the Yishan earthquake of  $M_s=2$  and  $I=VI$  occurred on 25 Aug. 1980 and caused damage of a dam in the epicentral area, resulting in formation of a crack 27.5 m in length and 5—7 cm in width on the dam and a fracture 10—13 cm in width with horizontal dislocation of 15 cm and vertical dislocation of 2—11 cm on the crest of the dam.

The special earthquakes are listed in the paper. The propagation velocity of seismic waves was analyzed in accordance with the properties of the karstic area. A maximum entropy spectral analysis of waveforms from the local earthquakes of same magnitude recorded in karstic and non-karstic areas indicates that: 1) The water-saturated karstic medium can amplify seismic waves; 2) The predominant period of seismic waves in karstic area is larger than that in non-karstic area. This predominant period reaches an intrinsic period of the buildings lower than three-storey ones. For this reason the seismic intensity tends to increase.

Key words: Special earthquakes, Guangxi, seismic wave amplification, karstic soft medium.

## 征 稿 启 示

1. 本刊为地震学及相关科学的科技期刊。主要发表大华南地区及邻域(含南周缘及东南亚地区)的地震学、地震地质、地震前兆、地震观测技术、地震工程、工程抗震、诱发地震、地震科技管理与决策类文章。欢迎投稿, 欢迎订阅。

2. 学术论文稿以 6000 字为标准篇幅, 插图不超过 6 幅, 短文以不超过 3000 字为宜, 报导性简讯限于 1300 字以内。每篇最大篇幅(文字加插图)限在本刊 6 个单页以内, 超限定篇幅部分的费用由作者负责。论文稿要求有 200 字内的中、英文提要(报导性的)并给出若干组关键词, 文题、单位、图表名称需中、英文对照, 作者姓名需写出汉语拼音。

3. 来稿自编辑部收稿之日起 3 个月内答复是否选用。经选稿件另行约定, 未被录用稿件妥善退还给作者。

4. 凡属职务作品的来稿, 请投稿人在投稿时申明, 并请先将文稿送拥有该作品版权的法人或非法人单位审查, 加盖公章。凡未特别申明的来稿均视为个人作品, 并按个人作品处理。来稿请先送作者所在单位进行保密审查。

5. 文稿中涉及引用他人作品的版权问题, 由作者自行处理, 本刊不对此承担责任。

6. 来稿的其他要求请参阅本刊发的征稿简则。

《华南地震》编辑部

1992 年 12 月 30 日