

姜慧, 黄剑涛, 卢帮华, 王立新, 李小华, 2010. 基于地震作用和场地影响确定广东省设计地震动参数. 震灾防御技术, 5(4): 398—408.

# 基于地震作用和场地影响确定广东省 设计地震动参数<sup>1</sup>

姜 慧 黄剑涛 卢帮华 王立新 李小华

(广东省地震局, 广州 510070)

**摘要** 在对《建筑抗震设计规范(GB50011-2001)》和《建筑工程抗震性态设计通则(试用, CECS 160: 2004)》研究的基础上, 根据广东地区的场地和地震作用特点, 确定出了广东省甲、乙、丙类建筑不同设防水准的地震动峰值加速度, 以及广东省 91 个城镇的特征周期分区值, 为广东省建筑物抗震设计提供了更加可靠的地震动参数。

**关键词:** 广东省 抗震设计规范 场地 地震作用

## 引言

广东沿海地区的场地和地震作用特点, 与全国《建筑抗震设计规范(GB 50011-2001)》(中华人民共和国国家标准, 2001)中场地和地震作用规定不相符合, 已对广东省这一地区的建筑物抗震设计造成了潜在隐患。如规范中规定的广东省这一地区的场地设计反应谱的特征周期值偏低, 特别是对沿海地区的软土地场, 甚至相差一半。《建筑工程抗震性态设计通则(试用, CECS 160: 2004)》(中国工程建设标准化协会标准, 2004), 在考虑场地和地震作用方面有了一定的改进, 但由于通则是基于全国各地的平均情况, 也不能客观反映广东省的场地和地震作用特点。为了解决以上规范和通则的不适用问题, 本研究计算了 91 个城镇 3 个概率水平的基岩峰值加速度, 分析了大震(罕遇地震)和小震(常遇地震)峰值加速度的比例关系, 在此基础上较为客观地确定出广东省甲、乙、丙类建筑不同设防水准的地震动峰值加速度。同时, 还编制了广东省工程地质分区图; 用地形资料估计了全省 91 个城镇地表 30m 地层的平均剪切波速; 利用数百个地震钻孔波速资料, 统计了场地覆盖层厚度、平均剪切波速和场地特征周期的关系。在此基础上, 确定了广东省 91 个城镇的特征周期分区值。本文研究确定的地震动峰值加速度和地震动反应谱特征周期, 能较为客观地反应广东地区的场地和地震动特点, 为广东省建筑物抗震设计提供了更加可靠的依据。

## 1 广东地区地震动峰值加速度的确定

规范采用的地震动峰值加速度, 通常依据最新版的全国地震区划图结果确定, 当前正

<sup>1</sup> 基金项目 广东省教育部产学研结合项目(项目编号 2008B090500245)

[收稿日期] 2010-05-13

[作者简介] 姜慧, 男, 生于 1964 年。博士, 研究员, 主要从事地震工程、结构抗震研究工作。E-mail: jianghui@cea-igp.ac.cn

在使用的地震区划图为《中国地震动参数区划图 (GB 18306-2001)》(中华人民共和国国家标准, 2001), 该区划图只提供了 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度 ( $a_{10}$ ) 结果, 供一般民用建筑物抗震设防使用, 小震 (常遇地震) 对应的峰值加速度常取  $a_{10}$  的 1/3, 大震 (罕遇地震) 对应的峰值加速度常取  $a_{10}$  的 2 倍, 大震峰值加速度为小震峰值加速度的 6 倍。该比例关系为全国的平均值, 与广东地区的实际情况有一定偏差。通过对广东省 91 个城镇 50 年对应的大震和小震地震动峰值加速度比值研究, 广东地区大致可以分出 3 个地震危险性特征分区。另外, 广东地区的经济发展水平高于全国的平均水平, 对建筑物的抗震设防水平要求应适当高于全国的平均水平。为此, 本文根据《建筑抗震设防分类标准 (GB 50223-2008)》(中华人民共和国国家标准, 2008), 同时考虑到甲、乙、丙三类建筑物对设防要求的等级不同, 分别按 100 年、70 年、50 年使用期, 确定本地区甲、乙、丙三类建筑小震、中震和大震对应的地震动峰值加速度参数。

### 1.1 广东地区地震危险性特征分区

由于广东地区大震和小震峰值加速度之比差异较大, 故本文采用第四代地震区划图潜在震源区划分更新方案 (内部资料) 和华南地区的地震动衰减关系<sup>1</sup>, 对广东省 91 个城镇进行地震危险性分析计算, 并对罕遇地震峰值加速度 ( $a_{02}$ ) 和多遇地震峰值加速度 ( $a_{63}$ ) 的比值  $K_{LS}$  进行了分析研究, 在广东地区大致划分出 3 个地震危险性特征分区 (图 1)。

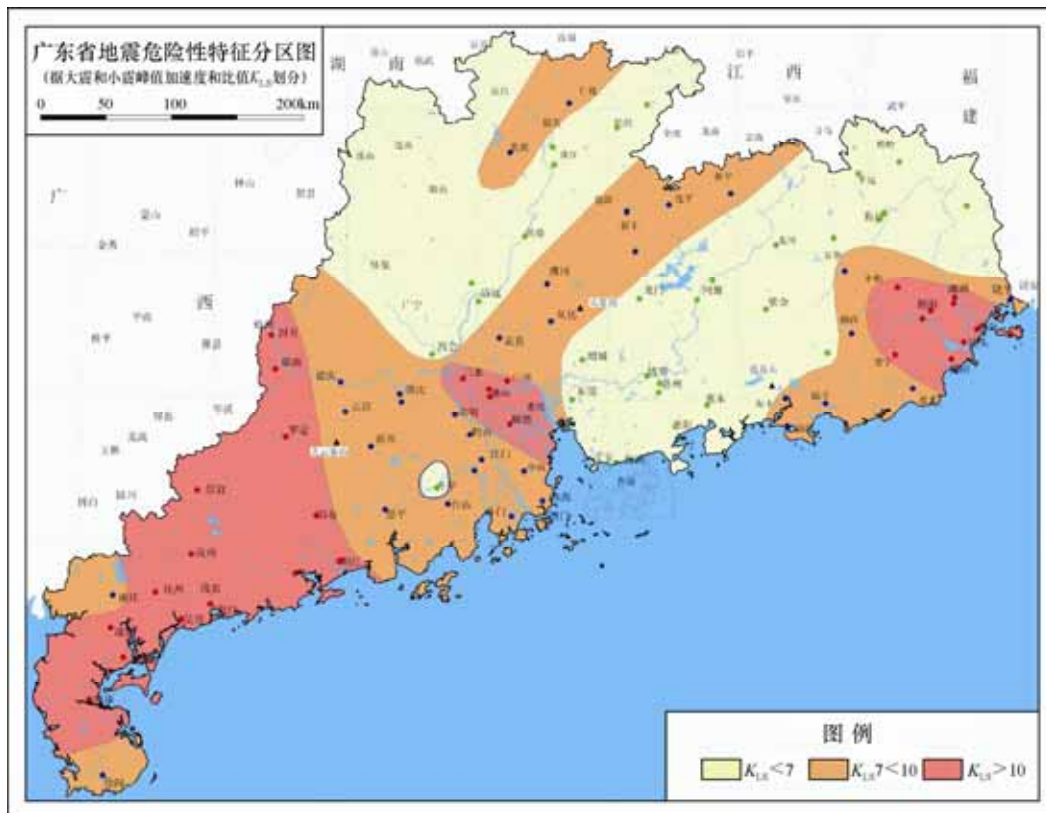


图 1 广东省地震危险性特征分区图

Fig. 1 Zoning map of seismic risk characteristics of Guangdong Province

1 俞言祥, 2005. 地震动参数衰减关系研究. 地震安全性评价研究与结构抗震研究. 中国地震局“十五”重点科研课题研究报告.

I 区为罕遇地震和多遇地震的地震动峰值加速度比值  $K_{LS} < 7$  的地区, 该区域有 28 个城镇, 多遇地震和抗震设防地震峰值加速度的比值  $K_{SD} (a_{63}/a_{10}) = 0.32$ , 罕遇地震和抗震设防地震的地震动峰值加速度的比值  $K_{LD} (a_{02}/a_{10}) = 1.81$ ;

II 区为  $7 < K_{LS} < 10$  的地区, 该区域有 32 个城镇, 多遇地震和抗震设防地震的地震动峰值加速度的比值  $K_{SD} (a_{63}/a_{10}) = 0.24$ , 罕遇地震和抗震设防地震的地震动峰值加速度的比值  $K_{LD} (a_{02}/a_{10}) = 2.06$ ;

III 区为  $K_{LS} > 10$  的地区, 该区域有 31 个城镇, 多遇地震和抗震设防地震的地震动峰值加速度的比值  $K_{SD} (a_{63}/a_{10}) = 0.19$ , 罕遇地震和抗震设防地震的地震动峰值加速度的比值  $K_{LD} (a_{02}/a_{10}) = 2.22$ 。

## 1.2 地震动峰值加速度参数的确定

考虑到广东省的经济承受能力高于全国的平均水平, 甲、乙、丙三类建筑物分别可按 100 年、70 年、50 年使用期设防。丁类建筑参照丙类建筑物的地震动峰值加速度, 抗震措施可适当降低要求, 但设防峰值加速度为  $0.05g$  时不应再降低。

### 1.2.1 广东地区丙类建筑地震动峰值加速度参数的确定

(1) 设防地震 (50 年超越概率为 10%) 的  $a$  值, 应按地震动参数区划图对建筑所在地点给出的地震动峰值加速度值  $a_{10}$  (50 年超越概率为 10% 的地震动峰值加速度) 取值。

(2) 多遇地震 (50 年超越概率为 63%) 和罕遇地震 (50 年超越概率为 2%) 的  $a$  值可根据建筑场地所在地点地震动参数区划图的  $a_{10}$  值及地震危险性特征分区由表 1 取值。

表 1 丙类建筑不同设防水准的地震动峰值加速度

Table 1 Peak ground accelerations corresponding to different seismic fortification levels of the 3rd-class building

地震危险性特征分区	地震动参数分区	$a_{10}$ (g)	50 年设计地震加速度 $a$ (g)		
			多遇地震	设防地震	罕遇地震
I 区	1	0.05	0.016	0.05	0.0905
	2	0.10	0.032	0.10	0.181
	3	0.15	0.048	0.15	0.2715
	4	0.20	0.064	0.20	0.362
II 区	1	0.05	0.012	0.05	0.103
	2	0.10	0.024	0.10	0.206
	3	0.15	0.036	0.15	0.309
	4	0.20	0.048	0.20	0.412
III 区	1	0.05	0.0095	0.05	0.111
	2	0.10	0.019	0.10	0.222
	3	0.15	0.0285	0.15	0.333
	4	0.20	0.038	0.20	0.444

注: 多遇或罕遇地震的  $a$  值, 分别由设防地震的  $a$  值乘以所在地震危险性特征分区的  $K_{SD}$  或  $K_{LD}$  值得到。

### 1.2.2 广东地区乙类建筑地震动峰值加速度参数的确定

(1) 对于乙类建筑，其 70 年设防地震设计加速度，由 50 年设防地震设计加速度乘以对应的修正系数 ( $K_{70}$ ) 得到， $K_{70}$  为 70 年设防地震地震动峰值加速度  $a_{70}$  和 50 年设防地震峰值加速度值  $a_{50}$  的比值，即  $K_{70}=a_{70}/a_{50}$ 。在本文的研究中， $a_{70}$ 、 $a_{50}$  分别为广东省 91 个城镇 70 年超越概率 10% 和 50 年超越概率 10% 的平均峰值加速度，由此得到对应的修正系数 ( $K_{70}$ ) 为 1.18。

(2) 乙类建筑其建筑场地的多遇地震 (70 年超越概率为 63%)、抗震设防地震 (70 年超越概率为 10%) 和罕遇地震 (70 年超越概率为 2%) 的  $a$  值，可根据建筑所在地点地震动参数区划图的  $a_{10}$  值及地震危险性特征分区由表 2 取值。

表 2 乙类建筑不同设防水准的地震动峰值加速度

Table 2 Peak ground accelerations corresponding to different seismic fortification levels of the 2nd-class building

地震危险性特征分区	地震动参数分区	$a_{10}$ (g)	70 年设计地震加速度 $a$ (g)		
			多遇地震	设防地震	罕遇地震
I 区	1	0.05	0.019	0.059	0.107
	2	0.10	0.038	0.118	0.214
	3	0.15	0.057	0.177	0.32
	4	0.20	0.076	0.236	0.427
II 区	1	0.05	0.014	0.059	0.122
	2	0.10	0.028	0.118	0.243
	3	0.15	0.042	0.177	0.365
	4	0.20	0.057	0.236	0.486
III 区	1	0.05	0.011	0.059	0.131
	2	0.10	0.022	0.118	0.262
	3	0.15	0.034	0.177	0.393
	4	0.20	0.045	0.236	0.524

### 1.2.3 广东地区甲类建筑地震动峰值加速度参数的确定

(1) 对于甲类建筑，其 100 年设防地震设计加速度，由 50 年设防地震设计加速度乘以对应的修正系数 ( $K_{100}$ ) 得到， $K_{100}$  为 100 年设防地震地震动峰值加速度  $a_{100}$  和 50 年设防地震峰值加速度值  $a_{50}$  的比值，即  $K_{70} = a_{70}/a_{50}$ 。在本文的研究中， $a_{100}$  为广东省 91 个城镇 100 年超越概率 10% 的平均峰值加速度，由此得到对应的修正系数 ( $K_{100}$ ) 为 1.37。

(2) 甲类建筑其建筑场地的多遇地震 (100 年超越概率为 63%)、抗震设防地震 (100 年超越概率为 10%) 和罕遇地震 (100 年超越概率为 2%) 的  $a$  值，可根据建筑所在地点地震动参数区划图的  $a_{10}$  值及地震危险性特征分区由表 3 取值。

表 3 甲类建筑不同设防水准的地震动峰值加速度

Table 3 Peak ground accelerations corresponding to different seismic fortification levels of the 1st-class building

地震危险性特征分区	地震动参数分区	$a_{10}$ (g)	100 年设计地震加速度 $a$ (g)		
			多遇地震	设防地震	罕遇地震
I 区	1	0.05	0.022	0.069	0.124
	2	0.10	0.044	0.137	0.248
	3	0.15	0.066	0.206	0.372
	4	0.20	0.088	0.274	0.496
II 区	1	0.05	0.016	0.069	0.141
	2	0.10	0.033	0.137	0.282
	3	0.15	0.049	0.206	0.423
	4	0.20	0.066	0.274	0.564
III 区	1	0.05	0.013	0.069	0.152
	2	0.10	0.026	0.137	0.304
	3	0.15	0.039	0.206	0.456
	4	0.20	0.052	0.274	0.608

## 2 广东地区的场地特点和地震动反应谱特征周期的确定

地处东南沿海的广东省，北面 and 东面环山，地势北高南低，江河发育，软土场地分布广泛，特别是在沿海经济发达地区，大部分新建工程处于江河流域软土场地或沿海填土场地。而规范规定的设计地震动参数，偏离本地区实际的场地和地震作用特点。由于对本地区特征周期的相关研究较少，在《建筑抗震设计规范（GB 51100-2001）》（中华人民共和国国家标准，2001）中，广东省城镇的特征周期全都被列入设计地震分组的第一组，即 II 类建筑场地的加速度反应谱特征周期值为 0.35；III 类建筑场地的加速度反应谱特征周期值为 0.45。而根据广东省的实际情况，大部分 II、III 类建筑场地的地震动反应谱特征周期都会超过第一组的规范值，沿海地区部分软土场地甚至相差一倍。因此，确定出适合本地区特点的地震动反应谱特征周期很有必要。

### 2.1 广东部分沿海地区场地加速度反应谱特征周期分析

通过对广东部分沿海地区 1200 多个剪切波速钻孔剖面的土层反应统计分析，可得到  $T_g$  值与覆盖层厚度  $D_{ov}$ 、等效剪切波速  $V_{se}$  的关系（图 2）（姜慧等，2008）。图 2 直观地反映了  $T_g$  值与覆盖层厚度  $D_{ov}$ 、等效剪切波速  $V_{se}$  的关系，从图中可以看出：①无论是 II 场地还是 III 场地，地震动反应谱特征周期都远远超过规范第一组的取值；②无论场地是否有淤泥层，场地覆盖层厚度越厚，剪切波速越大， $T_g$  值就越大；③有淤泥层的场地，与同类型的无淤泥层场地相比，其特征周期  $T_g$  值又大得多，平均相差 0.2s 左右。

广东部分沿海地区场地加速度反应谱特征周期的这一特点具有一定的代表性，但主要集

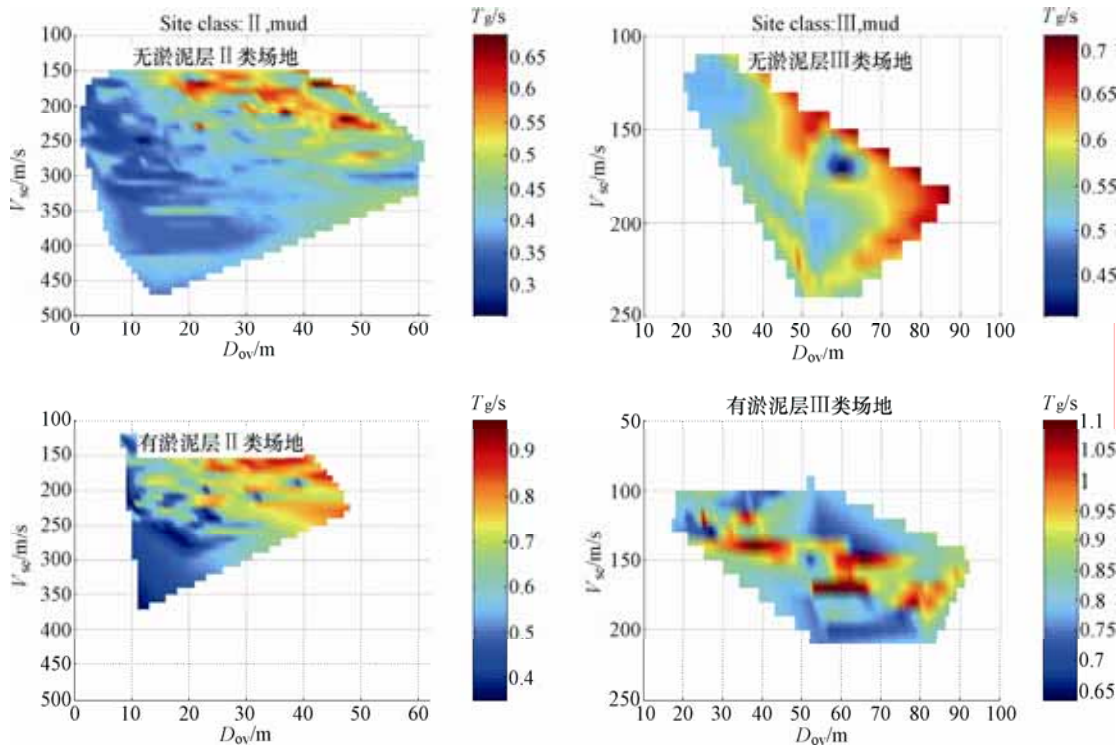


图 2 广东地区 II、III 类场地特征周期与覆盖层厚度及等效剪切波速的关系

Fig. 2 Relation between site characteristic periods, cover layer thicknesses and equivalent shear wave speeds of sites II and III of Guangdong region

中在珠三角地区，不能反映整个广东省覆盖层厚度  $D_{ov}$ 、等效剪切波速  $V_{se}$  和特征周期之间的关系。本文在广东省工程场地分区和 30m 地层的平均剪切波速 ( $V_S^{30}$ ) 估计的基础上，确定出了适合广东地区的地震动反应谱特征周期分区方案。

## 2.2 广东省的工程场地分区

在中国东南沿海地区百万分之一工程地质图及说明书、广东省 1:50 万数字地质图和广东省 1:25 万地形图和大量钻孔资料的基础上，依据地形地貌、岩土特性、场地土成因和覆盖土层厚度等因素，本文对广东地区的工程场地，按 I 类、II 类、III 类、IV 类建筑类别进行了粗略分区 (图 3)，以作为估计场地特征周期的一个依据。

## 2.3 广东地区地表 30m 地层的平均剪切波速 ( $V_S^{30}$ ) 估计

根据 David 等 (2007) 提出的方法以及地形坡角可以粗略估计地表 30m 地层的平均剪切波速 ( $V_S^{30}$ )，同时依据广东地区地形数据，本文获得了广东省各城镇所在地地表 30m 地层的平均剪切波速 ( $V_S^{30}$ ) 估计结果，图 4 给出了示意图，其中 B、C、D、E 为美国场地条件分类符号，分别对应不同的剪切波速值。从图 4 可以查出丰顺、潮州、揭阳、普宁、惠来、潮阳、汕头、澄海、饶平和南澳等城镇的地表 30m 地层的平均剪切波速 ( $V_S^{30}$ ) 估计值。同理，可得到其他城镇  $V_S^{30}$  估计值。表 4 列出了广东省 91 个城镇的地表 30m 地层的平均剪切波速 ( $V_S^{30}$ ) 值。

## 2.4 广东地区场地设计加速度反应谱特征周期的估计

在完成上述的研究后，综合考虑工程场地类别、是否存在淤泥质软土底层和 30m 地层的平均剪切波速 ( $V_S^{30}$ ) 估计 (表 4)，可得到广东地区 91 个城镇的地震动反应谱特征周期分区



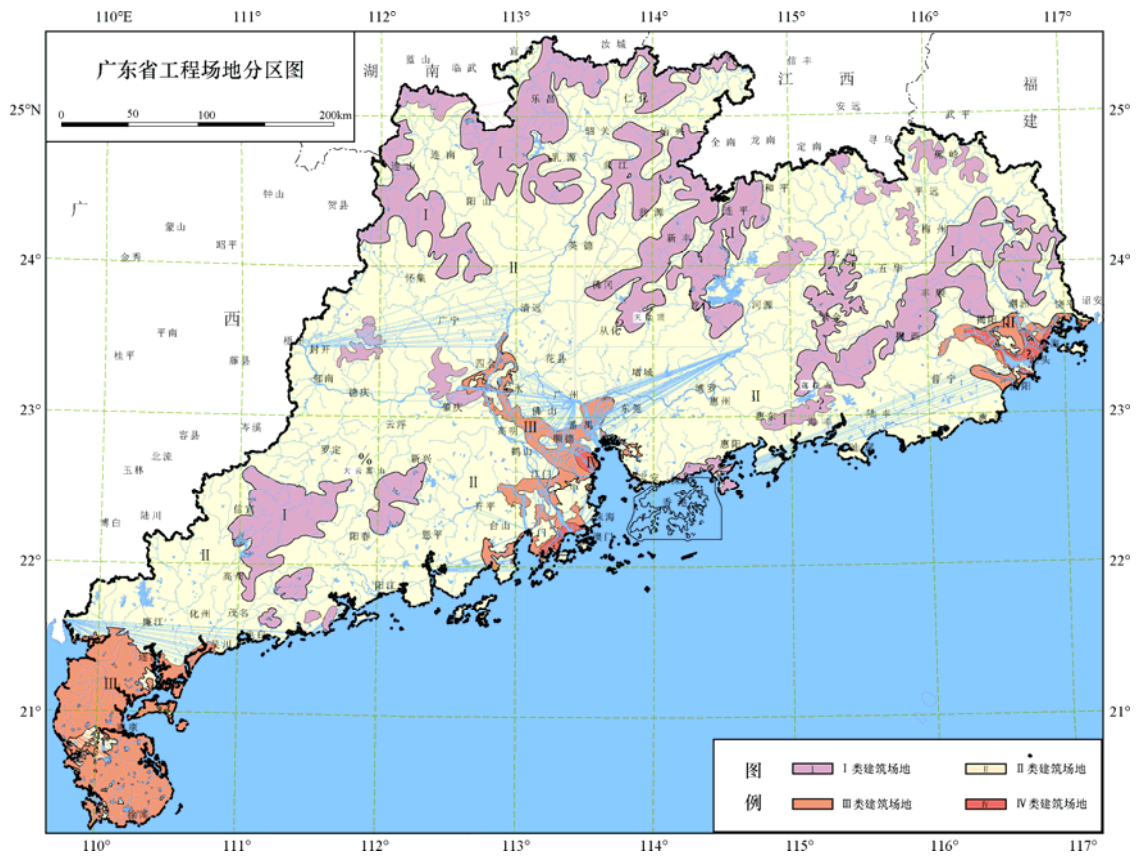
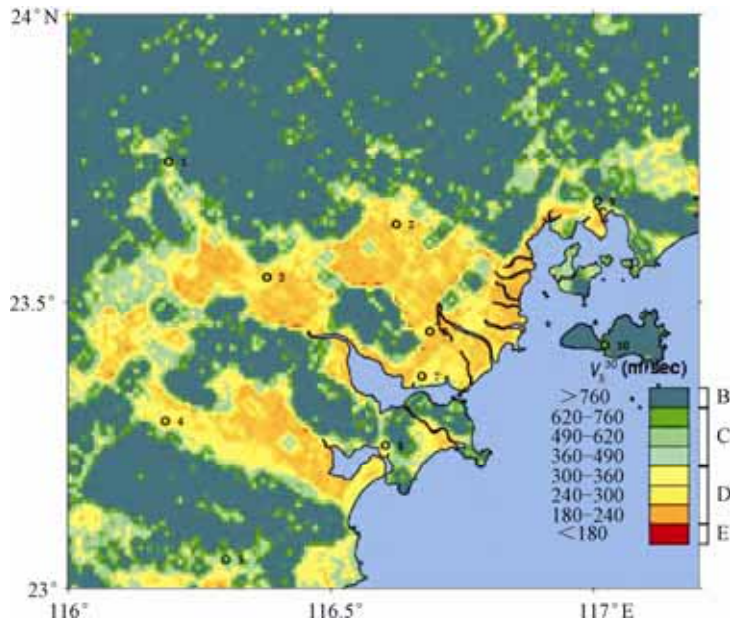


图 3 广东省工程场地分区图

Fig. 3 Engineering sites zoning map of Guangdong Province



1 丰顺; 2 潮州; 3 揭阳; 4 普宁; 5 惠来; 6 潮阳; 7 汕头; 8 澄海; 9 饶平; 10 南澳

图 4 用地形数据估计地表 30m 地层的平均剪切波速 ( $V_S^{30}$ ) 示意图

Fig. 4 Sketch of mean shear wave speeds ( $V_S^{30}$ ) of surface 30m layer estimated using topographic data

表 4 广东省主要城镇的特征周期分区表

Table 4 Characteristic periods of major towns of Guangdong Province

编号	地名	$V_s^{30}(\overline{V_s^{30}})$ (m/s)	场地类别	分区	编号	地名	$V_s^{30}(\overline{V_s^{30}})$ (m/s)	场地类别	分区
1	澳门	270-330 (300)	II	二	35	揭西	270-330 (300)	II	二
2	宝安	210-270 (240)	III	三	36	揭阳	180-240 (210)	IV	三
3	博罗	240-300 (270)	II	二	37	开平	180-240 (210)	II	三
4	潮阳	180-240 (210)	III	三	38	乐昌	330-390 (360)	II	一
5	潮州	180-240 (210)	III	三	39	连南	330-390 (360)	II	一
6	从化	240-300 (270)	II	二	40	连平	360-480 (420)	I	一
7	大埔	330-390 (360)	II	一	41	连山	360-480 (420)	I	一
8	德庆	330-390 (360)	II	一	42	连县	300-360 (300)	II	二
9	电白	330-390 (360)	II	一	43	廉江	180-240 (210)	II	三
10	东莞	180-240 (210)	II	三	44	龙川	330-390 (360)	II	一
11	斗门	270-330 (300)	III	三	45	龙门	270-330 (300)	II	二
12	恩平	240-300 (270)	II	二	46	陆丰	180-240 (210)	II	三
13	番禺	210-270 (240)	II	二	47	陆河	360-480 (420)	II	一
14	丰顺	330-390 (360)	II	一	48	罗定	180-240 (210)	II	三
15	封开	360-480 (420)	II	一	49	茂名	180-240 (210)	II	三
16	佛冈	330-390 (360)	II	一	50	梅州	210-270 (240)	II	二
17	佛山	180-240 (210)	II	三	51	南澳	360-480 (420)	II	一
18	高明	180-240 (210)	II	三	52	南雄	240-300 (270)	II	二
19	广宁	360-480 (420)	II	一	53	平远	330-390 (360)	II	一
20	广州	180-240 (210)	II	三	54	普宁	180-240 (210)	II	三
21	海丰	210-270 (240)	II	二	55	曲江	330-360 (360)	II	一
22	海康	180-240 (210)	III	三	56	饶平	330-390 (360)	II	一
23	和平	360-480 (420)	II	一	57	仁化	330-390 (360)	II	一
24	河源	270-330 (300)	II	二	58	乳源	330-390 (360)	II	一
25	鹤山	300-360 (330)	II	二	59	三水	240-300 (270)	III	三
26	花县	240-300 (270)	II	二	60	汕头	180-240 (210)	IV	三
27	化州	210-270 (240)	II	二	61	汕尾	300-360 (330)	II	二
28	怀集	300-360 (330)	II	二	62	韶关	240-300 (270)	II	二
29	惠东	210-270 (240)	II	二	63	深圳	210-270 (240)	II	二
30	惠来	330-380 (360)	II	一	64	始兴	240-300 (270)	II	二
31	惠阳	210-270 (240)	II	二	65	顺德	270-330 (300)	III	三
32	惠州	210-270 (240)	II	二	66	四会	210-270 (240)	II	二
33	江门	270-330 (300)	II	二	67	遂溪	180-240 (210)	III	三
34	蕉岭	300-360 (330)	II	二	68	台山	240-300 (270)	II	二



续表

编号	地名	$V_s^{30}(\overline{V_s^{30}})$ (m/s)	场地类别	分区	编号	地名	$V_s^{30}(\overline{V_s^{30}})$ (m/s)	场地类别	分区
69	翁源	300-360 (330)	II	一	81	阳山	360-480 (420)	II	一
70	吴川	180-240 (210)	III	三	82	阳西	330-380 (360)	II	一
71	五华	210-270 (240)	II	二	83	英德	240-300 (270)	II	二
72	香港	210-270 (240)	II	二	84	郁南	300-360 (330)	II	二
73	新丰	300-360 (330)	I	一	85	云浮	360-480 (420)	II	一
74	新会	270-330 (300)	III	三	86	增城	300-360 (330)	II	二
75	新兴	240-300 (270)	II	二	87	湛江	300-360 (330)	II	二
76	信宜	300-360 (330)	II	二	88	肇庆	210-270 (240)	II	二
77	兴宁	180-240 (210)	II	三	89	中山	210-270 (240)	II	二
78	徐闻	330-390 (360)	III	二	90	珠海	270-330 (300)	III	三
79	阳春	180-240 (210)	II	三	91	紫金	330-390 (360)	II	一
80	阳江	330-380 (360)	II	一					

注：地表 30m 地层剪切波速 ( $V_s^{30}$ ) 的中值取表中对应的  $V_s^{30}$  上、下限值的平均数。

结果 (表 4)。其分区原则为：①场地类别为 I 类的城镇，全部划为特征周期 1 分区；②场地类别为 III、IV 类的城镇，全部划为特征周期 3 分区；③场地类别为 II 类的城镇，参考平均剪切波速 ( $V_s^{30}$ ) 中值 ( $\overline{V_s^{30}}$ ) 进行分区， $\overline{V_s^{30}} \geq 360\text{m/s}$  划为特征周期 1 分区， $360\text{m/s} > \overline{V_s^{30}} < 210\text{m/s}$  划为特征周期 2 分区， $\overline{V_s^{30}} \leq 210\text{m/s}$  划为特征周期 3 分区。然后，参照《建筑抗震设计规范 (GB 50011-2001)》(中华人民共和国国家标准，2001) 给出的设计反应谱形式，根据建筑所在场地的工程地质勘察结果，依据《建筑工程抗震性态设计通则 (试用，CECS 160:2004)》(中国工程建设标准化协会标准，2004) 附录 B (图 5) 的一区特征周期值，以及表 4 给出的广东省主要城镇的特征周期分区值，按通则条文 4.2.4 可估计出场地设计反应谱的特征周期  $T_g$ 。具体步骤如下：

(1) 对于处在特征周期一区的建筑场地，其特征周期直接根据工程场地勘察获得的等效剪切波速度或地表 30m 地层剪切波速 ( $V_s^{30}$ ) 的中值 (表 4 中  $\overline{V_s^{30}}$ ) 和覆盖层厚度，直接由图 5 取值，图 5 未列数值取相近数值间的插值。

(2) 对于处在特征周期二区的建筑场地，特征周期应取一区相同场地的 7/6 倍。

(3) 对于处在特征周期三区的建筑场地，特征周期应取一区相同场地的 4/3 倍。

(4) 当设计地震加速度  $a \geq 0.2g$ ，计算相应的罕遇地震作用时，特征周期增加 0.05s。

### 3 结语和讨论

在对广东地区地震危险性特征和场地土特点研究的基础上，本文确定出了适合广东地区甲、乙、丙类及丁类建筑的常遇、设防和罕遇地震对应的峰值加速度，及设计反应谱特征周期分区方案和取值方法，修正了现行规范和试用通则与本地区场地和地震作用的某些不适应之处，在一定程度上改进了本地区的设计地震动参数。但对各城镇场地条件的判定仍然是一个区域性的平均估计，不能很好地反映具体建筑场地与局部场地条件的差异。有现场勘测资

料(如覆盖层厚度和剪切波速资料)的场地,应采用实测资料,重大工程的场地设计地震动参数确定,应在工程场地详勘的基础上做专门研究。

$d_{ov}$ (m)	<2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	15.0	20.0	30.0	35.0	40.0	45.0	48.0	50.0	65.0	80.0	90.0	
$v_{se}$ (m/s)																					
$\geq 510$	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
500	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
450	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.31	0.32	0.33	0.33
400	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.27	0.28	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.35	0.37	0.38	0.39	0.39
350	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.27	0.28	0.30	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.36	0.38	0.39	0.40	0.40
300	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.31	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.37	0.39	0.40	0.41	0.41
275	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.30	0.32	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.40	0.41	0.42	0.42
250	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.31	0.33	0.35	0.36	0.37	0.37	0.38	0.39	0.40	0.42	0.43	0.43
225	0.25	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.32	0.34	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.41	0.43	0.44	0.44
200	0.25	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.32	0.34	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.40	0.42	0.44	0.45	0.45
180	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.28	0.29	0.32	0.35	0.37	0.38	0.39	0.40	0.40	0.41	0.43	0.46	0.48	0.48
160	0.25	0.25	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.33	0.36	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.42	0.46	0.49	0.51	0.51
150	0.25	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.34	0.36	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.43	0.47	0.51	0.53	0.53
140	0.25	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.34	0.36	0.39	0.40	0.42	0.43	0.44	0.44	0.48	0.52	0.54	0.54
120	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.30	0.32	0.32	0.33	0.35	0.37	0.40	0.41	0.43	0.44	0.45	0.46	0.50	0.54	0.57	0.57
100	0.25	0.25	0.26	0.28	0.29	0.31	0.33	0.33	0.34	0.36	0.38	0.41	0.43	0.44	0.46	0.47	0.48	0.52	0.57	0.60	0.60
90	0.25	0.25	0.26	0.28	0.29	0.31	0.33	0.33	0.34	0.36	0.38	0.41	0.43	0.45	0.47	0.48	0.48	0.53	0.58	0.62	0.62
85	0.25	0.25	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.34	0.35	0.36	0.38	0.42	0.43	0.45	0.48	0.49	0.49	0.54	0.60	0.64	0.64
80	0.25	0.25	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.34	0.35	0.36	0.38	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.50	0.56	0.62	0.66	0.66
70	0.25	0.25	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.34	0.35	0.37	0.39	0.43	0.44	0.46	0.50	0.51	0.51	0.58	0.65	0.70	0.70
60	0.25	0.25	0.26	0.28	0.31	0.33	0.35	0.35	0.36	0.37	0.39	0.43	0.45	0.47	0.51	0.53	0.53	0.61	0.69	0.74	0.74
50	0.25	0.25	0.26	0.28	0.31	0.33	0.35	0.35	0.36	0.38	0.40	0.44	0.45	0.47	0.52	0.54	0.55	0.64	0.72	0.78	0.78
45	0.25	0.25	0.26	0.28	0.31	0.33	0.35	0.35	0.36	0.38	0.40	0.44	0.46	0.48	0.53	0.55	0.56	0.65	0.74	0.80	0.80
40	0.25	0.25	0.26	0.28	0.31	0.33	0.35	0.35	0.36	0.38	0.40	0.44	0.46	0.48	0.54	0.56	0.56	0.66	0.76	0.82	0.82
30	0.25	0.25	0.26	0.29	0.31	0.34	0.36	0.36	0.37	0.39	0.41	0.46	0.48	0.50	0.55	0.57	0.58	0.69	0.79	0.86	0.86
场地类别	I			II							III										

图5 场地设计反应谱特征周期值和覆盖土层厚度、等效剪切波速的关系图

Fig. 5 Relation between characteristic periods of site design response spectrum and cover layer thicknesses, equivalent shear wave speeds

## 参考文献

- 姜慧, 余演波, 王立新, 2008. 澳门地区建筑物设计地震动参数研究. 华南地震, **28** (2): 27—35.
- 中华人民共和国国家标准, 2001. 建筑抗震设计规范 (GB 50011-2001). 北京: 中国建筑工业出版社.
- 中国工程建设标准化协会标准, 2004. 建筑工程抗震形态设计通则 (试用, CECS 160: 2004). 北京: 中国计划出版社.
- 中华人民共和国国家标准, 2008. 建筑抗震设防分类标准 (GB 50223-2008). 北京: 中国建筑工业出版社.
- 中华人民共和国国家标准, 2001. 中国地震动参数区划图 (GB 18306-2001). 北京: 地震出版社.
- David J.W. and Trevor I.A., 2007. Review article: topographic slope as a proxy for seismic site conditions and amplification. BSSA, **97** (5): 1379—1395.

## **Determination of Seismic Design Parameters Based on Site and Earthquake Action in Code of Guangdong Province**

Jiang Hui, Huang Jiantao, Lu Banghua, Wang Lixin and Li Xiaohua

(Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China)

**Abstract** Through analyses on Code for Seismic Design of Buildings (GB50011-2001) and General Rules for Performance Based Seismic Design of Buildings (Tentative standard, CECS 160:2004), peak ground accelerations corresponding to different seismic fortification levels of the three classes of building and zoning values of characteristic periods of 91 major towns of Guangdong Province are determined according to characteristics of sites and earthquake actions of Guangdong region. Our results provide more reliable ground motion parameters for seismic design of buildings of Guangdong Province.

**Key words:** Guangdong Province; Code for seismic design; Site; Earthquake action