

## GB18306-2015 《中国地震动参数区划图》 结构设计应用

徐珂/学习的有点晚

20160511

---

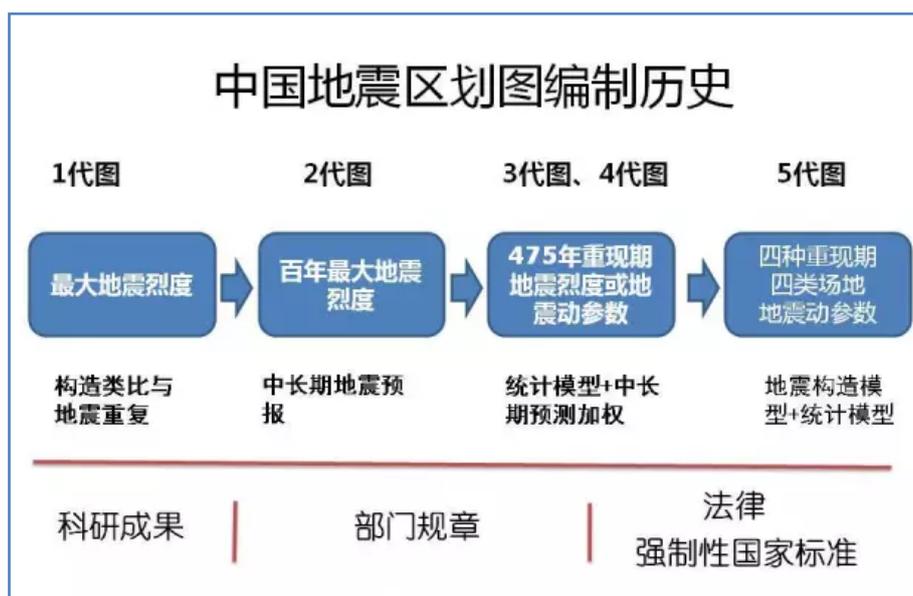
中国地震区划图的编制修订经历了五代，第五代国家标准 GB18306-2015《中国地震动参数区划图》将于 2016 年 6 月 1 日起正式实施。地震动参数区划图（以下简称“区划图”），是以地震烈度和地震动参数为指标，将国土范围划分为不同地震危险程度或抗震设防等级的地图。区划图是国家地震安全的重要基础性和强制性国家标准，与各行业（房屋、水利、交通、能源、化工等）抗震设计标准共同构成了建设工程抗震设防标准体系。GB18306-2015《中国地震动参数区划图》对结构设计有较大影响，应用时需注意变化。

1957 年李善邦先生编制第一代中国地震区划图，该区划图给出全国最大地震影响烈度的分布。

1977 年第二代中国地震区划图出版，该区划图是用中长期地震预测的方法编制的，给出未来一百年内场地可能遭遇的最大地震烈度。

1990 年第三代中国地震区划图出版，该区划图采用地震危险性分析概率方法，以 50 年超越概率 10%（475 年一遇）在一般场地条件下的烈度值进行区域划分，被建筑抗震设计规范和其他抗震设计规范所采用。

2001年第四代中国地震区划图出版，前3次区划图编制均采用地震烈度作为编图参数，第四代地震动参数区划图，采用地震动参数作为编图参数，包括峰值加速度区划图和反应谱特征周期区划图，以50年超越概率10%（475年一遇）在一般场地条件下的地震动峰值加速度和特征周期进行区域划分。从第四代中国地震动参数区划图起，地震区划图作为国家强制标准正式批准，汶川、玉树地震后分别做过局部修改。



根据《中华人民共和国防震减灾法》规定，“新建、扩建、改建建设工程，应当达到抗震设防要求。重大建设工程和可能发生严重次生灾害的建设工程，应当按照国务院有关规定进行地震安全性评价，并按照经审定的地震安全性评价报告所确定的抗震设防要求进行抗震设防。建设工程的地震安全性评价单位应当按照国家有关标准进行地震安全性评价，并对地震安全性评价报告的质量负责。前款规定以外的建设工程，应当按照地震烈度区划图或者地震动参数区划图所确定的抗震设防要求进行抗震设防；对学校、医院等人员密集场所的建设工程，应

当按照高于当地房屋建筑的抗震设防要求进行设计和施工,采取有效措施,增强抗震设防能力。”在建筑设计领域中应用时,可以依据《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50233 相关条文确定建筑物的抗震设防标准。

GB18306-2015《中国地震动参数区划图》包括中国地震动峰值加速度区划图和中国地震动加速度反应谱特征周期区划图,地震动峰值加速度调整系数表和基本地震动反应谱特征周期调整表、场地地震动峰值加速度与地震烈度对照表、全国城镇Ⅱ类场地基本地震动峰值加速度和基本地震动加速度反应谱特征周期表、地震动参数确定方法等。其中,中国地震动峰值加速度区划图和中国地震动加速度反应谱特征周期区划图对应地震概率水准为 50 年超越概率 10%(475 年一遇),对应场地类型为Ⅱ类场地。本次发布的《中国地震动参数区划图》相较于第四代区划图有两大重要变化:一是取消了不设防地区;二是在附录中将地震动参数明确到乡镇。

GB18306-2015《中国地震动参数区划图》采用地震动峰值加速度、特征周期双参数调整,并提出了四级(多遇、基本、罕遇、极罕遇)地震作用取值。顺应国家防震减灾体系建设的各种需求,新区划图用四个超越概率水平对四级地震的作用做出明确规定,“多遇地震动”相应于 50 年超越概率 63%(约 50 年一遇)的地震动,“基本地震动”相应于 50 年超越概率 10%(475 年一遇)的地震动,“罕遇地震动”相应于 50 年超越概率 2%(2475 年一遇)的地震动,“极罕遇地震动”相应于年超越概率 0.01%(1 万年一遇)的地震动。与前版相比,增加“极罕遇地震动”标准。

$K_1, K_2, K_3$  定义

$$K_1 = a_{\max II}^{VR} / a_{\max II}^B \quad a_{\max II}^{VR} \text{ 极罕遇地震动}$$

$$K_2 = a_{\max II}^R / a_{\max II}^B \quad a_{\max II}^R \text{ 罕遇地震动}$$

$$K_3 = a_{\max II}^F / a_{\max II}^B \quad a_{\max II}^F \text{ 多遇地震动}$$

$$a_{\max II}^B \text{ 基本地震动}$$

表 9.2-1 不同加速度分区  $K_1$  统计

加速度分区	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.30g 及以上
样本数量	39791	20685	18207	14453	3072
平均值	2.80	2.86	2.92	2.85	2.70
标准差	0.35	0.39	0.37	0.36	0.43

表 9.2-2 不同加速度分区  $K_2$  统计

加速度分区	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.30g 和 0.40g
样本数量	39791	20685	18207	14453	3072
平均值	1.85	1.87	1.91	1.89	1.84
标准差	0.14	0.16	0.16	0.16	0.21

对于结构设计而言，需要清楚各级地震作用的关系与区别。在 GB50011-2010《建筑抗震设计规范》中提到的多遇地震、设防地震和罕遇地震，指按地震基本烈度区划或地震动参数区划对当地的规定采用，分别为 50 年超越概率 63%、10% 和 2%~3% 的地震，或重现期分别为 50 年、475 年和 1600 年~2400 年的地震。根据当时中国建筑科学院抗震研究所对全国 60 多个城市地震危险性分析结果的统计，大、中震烈度之间的差值平均为 1 度（峰值加速度之比为 4:3~2:1），中、小震烈度之间的差值大体为 1.55 度（峰值加速度之比为 3:1）。一般工业与民用建筑抗震验算使用的小震并不是 50 年超越概率 63% 的多遇小震，而是中震（50 年超越概率 10% 的基本烈度或设计基本地震加速度）按 0.35 倍折算得到的折算小震，统计结果针对的是多遇小震，实际设计使用的是

折算小震。在 1964、1974、1978 版中国抗震规范中都引入了“结构影响系数” C 值的概念,采用对基本烈度按弹性反应谱计算的地震作用进行折减来确定设计地震作用的设计方法。结构影响系数 C 值因结构不同而异,延性较大、抗倒塌能力较强的结构,“结构影响系数”取小值,反之“结构影响系数”取大值。这些规范中的 C 值在 0.25~0.50 之间。在 1989、2001 版中国抗震规范中,用折算小震取代中震作截面验算,与采用“结构影响系数” C 值效果相当,相当于对不同抗震能力的结构统一取结构影响系数 0.35。

对于具体结构计算参数需要结构工程师改变习惯性选取计算参数的习惯,记住以下一些规定,特别是反应谱特征周期采用地震动双参数调整。

表 G.1 II 类场地地震动峰值加速度与地震烈度对照表

II 类场地 地震动峰值 加速度	$0.04g \leq a_{\max II} < 0.09g$	$0.09g \leq a_{\max II} < 0.19g$	$0.19g \leq a_{\max II} < 0.38g$	$0.38g \leq a_{\max II} < 0.75g$	$a_{\max II} \geq 0.75g$
地震烈度	VI	VII	VIII	IX	$\geq X$

#### 6.2 多遇地震动、罕遇地震动、极罕遇地震动峰值加速度

- 6.2.1 多遇地震动峰值加速度宜按不低于基本地震动峰值加速度 1/3 倍确定。
- 6.2.2 罕遇地震动峰值加速度宜按基本地震动峰值加速度 1.6~2.3 倍确定。
- 6.2.3 极罕遇地震动峰值加速度宜按基本地震动峰值加速度 2.7~3.2 倍确定。

#### 7.2 多遇地震动、罕遇地震动加速度反应谱特征周期

- 7.2.1 多遇地震动加速度反应谱特征周期可按基本地震动加速度反应谱特征周期取值。
- 7.2.2 罕遇地震动加速度反应谱特征周期应大于基本地震动加速度反应谱特征周期,增加值宜不低于 0.05 s。

8.1 I<sub>0</sub>、I<sub>1</sub>、III、IV 类场地地震动峰值加速度应根据 II 类场地地震动峰值加速度进行调整,调整系数可参见附录 E 确定。

8.2 I<sub>0</sub>、I<sub>1</sub>、III、IV 类场地基本地震动加速度反应谱特征周期应根据 II 类场地基本地震动加速度反应谱特征周期,按表 1 确定。

场地基本地震动加速度反应谱特征周期调整表						设计习惯
Ⅱ类场地基本地震动加速度反应谱特征周期分区值	场地类别					
	I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	
0.35	0.20	0.25	0.35	0.45	0.65	第一组
0.40	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75	第二组
0.45	0.30	0.35	0.45	0.65	0.90	第三组

场地地震动峰值加速度调整系数 F <sub>a</sub>					
Ⅱ类场地地震动峰值加速度值	场地类别				
	I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
≤0.05g	0.72	0.80	1.00	1.30	1.25
0.10g	0.74	0.82	1.00	1.25	1.20
0.15g	0.75	0.83	1.00	1.15	1.10
0.20g	0.76	0.85	1.00	1.00	1.00
0.30g	0.85	0.95	1.00	1.00	0.95
≥0.40g	0.90	1.00	1.00	1.00	0.90

所谓反应谱特征周期采用地震动双参数调整就是指上述两个表,第一个表是原来有的,第二个表是原来没有的,这个以后的软件会调整的,但是对于抗震有积极的意义。

F.1 图 A.1 中地震动峰值加速度按阻尼比 5% 的规范化地震动加速度反应谱最大值的 1/2.5 倍确定,并按 0.05g、0.10g、0.15g、0.20g、0.30g 和 0.40g 分区,各分区地震动峰值加速度范围如表 F.1。

F.1 条是指反应谱动力放大系数  $\beta$ , 由原来 2.25 调整为 2.50, 表示单质点弹性结构在地震作用下的最大水平加速度值与地面最大水平加速度值的比值,把上述规定综合一下,比如设防烈度为 8 度区,地震加速度为 0.20g,则水平地震影响系数最大值

$$\text{按照老规范要求 } \alpha_{\max} = 0.20 \times 0.35 \times 2.25 = 0.160$$

$$\text{按照新规范要求 } \alpha_{\max} = 0.20 \times 0.35 \times 2.50 = 0.175$$

地震动双参数调整是指计算水平地震影响系数

按照老规范要求 $\alpha = (T_g/T)^\gamma \eta \alpha_{\max}$

按照新规范要求 $\alpha = (T_g * F_a / T)^\gamma \eta \alpha_{\max}$

20160516 PS (第一次我理解错误)

我后来又仔细看了看宣贯教材,重新写一下采用地震动双参数调整的计算公式:

按照新规范要求 $\alpha = (T_g/T)^\gamma \eta (\alpha_{\max} * F_a)$

按照宣贯教材的介绍,场地地震动峰值加速度调整系数  $F_a$  是按照计算时所用加速度峰值选取系数,比如八度设防 0.20g 小震计算时,结构影响系数  $C=0.35$  计算所用加速度峰值是 0.07g。

场地地震动峰值加速度调整系数 $F_a$					
II类场地地震动峰值加速度值	场地类别				
	I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>	II	III	IV
≤0.05g	0.72	0.80	1.00	1.30	1.25
0.10g	0.74	0.82	1.00	1.25	1.20
0.15g	0.75	0.83	1.00	1.15	1.10
0.20g	0.76	0.85	1.00	1.00	1.00
0.30g	0.85	0.95	1.00	1.00	0.95
≥0.40g	0.90	1.00	1.00	1.00	0.90

I<sub>0</sub>类场地的调整系数就要按照 0.05g~0.10g 对应数值 0.72~0.74 的差值计算,大约为 0.728,这样 $\alpha_{\max} * F_a = 0.175 * 0.728 = 0.127$ 。

I<sub>1</sub>类场地的调整系数就要按照 0.05g~0.10g 对应数值 0.80~0.82 的差值计算,大约为 0.808,这样 $\alpha_{\max} * F_a = 0.175 * 0.808 = 0.141$ 。

III 类场地的调整系数就要按照 0.05g~0.10g 对应数值 1.30~1.25 的差值计算，大约为 1.28，这样 $\alpha_{\max} * F_a = 0.175 * 1.28 = 0.224$ 。

IV 类场地的调整系数就要按照 0.05g~0.10g 对应数值 1.25~1.20 的差值计算，大约为 1.23，这样 $\alpha_{\max} * F_a = 0.175 * 1.23 = 0.215$ 。

按照这个计算原则，相同的结构与原规范要求相比，地震作用系数大约是原规范的 80%~140%，鉴于 I 类场地很少，可以认为八度设防 0.20g 小震计算时按照这版区划图计算地震作用大约是原规范的 110%~140%，八度区还是少数，全国大部分地区是 0.15g 以下，小震计算调整系数基本就是按照 0.05g 的标准调整，八度就差一点点，就冒出不同的系数，显得没必要，都按 0.05g 标准调整不是很好？哦，按照新版区划图，每个乡镇都给出峰值加速度，可能前面的习惯说法都会发生大的变化。

抗震规范后续会进行调整，不知我的理解是否接近，总的感觉是新抗规在这部分会有更多数据和选择，鉴于结构工程师习惯用软件，软件公司修改程序就解决大问题。GB18306-2015《中国地震动参数区划图》参数调整，地震作用数值在结构设计应用中也会变化。

好好学习 天天琢磨

徐珂博客 <http://www.jiegoublog.cn/>

---

---

欢迎分享：本文源自“[徐珂 建筑结构设计](#)”网站。

(联系、发文：[arch100@126.com](mailto:arch100@126.com))

keyword：结构抗震 设计参数 地震动双参数调整 反应谱动力放大系数