



中华人民共和国国家标准

GB 17741—1999

工程场地地震安全性评价技术规范

Code for seismic safety evaluation
of engineering sites

1999-04-26 发布

1999-11-01 实施

国家质量技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
工程场地地震安全性评价技术规范

GB 17741—1999

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 23 千字

1999 年 7 月第一版 2000 年 1 月第四次印刷

印数 3 001—4 200

*

书号:155066·1-16018 定价 10.00 元

前 言

本标准是根据中国地震局现行《工程场地地震安全性评价工作规范》和该规范 1994 年实施以来所积累的经验制定的。

制定本标准的主要目的是为了贯彻《中华人民共和国防震减灾法》，切实做好建设工程场地及区域地震安全性评价工作。

制定本标准时，广泛听取了我国工程界、地震界技术专家和管理专家，以及国家地震烈度评定委员会委员的意见。

本标准由中国地震局提出并归口。

本标准起草单位：中国地震局地球物理研究所、地质研究所、工程力学研究所。

本标准主要起草人：胡聿贤、时振梁、冯启民、张裕明、金严、杜玮、吴为民。

150-8/55

目 次

前言	Ⅱ
1 范围	1
2 引用标准	1
3 定义	1
4 符号	2
5 地震安全性评价工作分级	3
6 区域地震活动性和地震构造	3
7 近场及场区地震活动性和地震构造	4
8 场地工程地震条件	5
9 地震烈度与地震动衰减关系	6
10 地震危险性的确定性分析	7
11 地震危险性的概率分析	7
12 区域性地震区划	9
13 场地地震动参数确定和地震地质灾害评价	9
14 地震动小区划	11

中华人民共和国国家标准

GB 17741—1999

工程场地地震安全性评价技术规范

Code for seismic safety evaluation
of engineering sites

1 范围

本标准规定了工程场地地震安全性评价的技术要求和技术方法,适用于新建、扩建、改建建设工程、大型厂矿企业、大城市和经济建设开发区的选址、确定抗震设防要求、制定发展规划和防震减灾对策。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 50267—1997 核电厂抗震设计规范

GBJ 7—1989 建筑地基基础设计规范

JGJ 83—1991 软土地区工程地质勘察规范

3 定义

本标准采用下列定义。

- 3.1 本底地震 background earthquake
一定地区内没有明显构造标志的最大地震。
- 3.2 场地相关反应谱 site-specific response spectrum
考虑地震环境及场地条件影响得到的地震反应谱。
- 3.3 地震带 seismic belt
地震活动性与地震构造条件密切相关的地带。
- 3.4 地震地质灾害 earthquake induced geological disaster
在地震作用下,地质体变形或破坏所引起的灾害。
- 3.5 地震动参数 ground motion parameter
地震引起地面运动的物理参数,包括加速度、反应谱等。
- 3.6 地震构造 seismic structure
与地震孕育和发生有关的地质构造。
- 3.7 地震构造区 seismic structure zone
具有同样地质构造和地震活动性的地理区域。
- 3.8 地震活动断层 seismo-active fault
曾发生和可能再发生地震的断层。
- 3.9 地震区 seismic region
地震活动性和地震构造环境均相类似的地区。
- 3.10 断层活动段 active fault segment

国家质量技术监督局 1999-04-26 批准

1999-11-01 实施

在一活动断层上,活动历史、几何形态、性质、地震活动和运动特性等具有一致性的地段。

3.11 构造类比 structure analog

一种地震活动性分析方法,该方法认为具有同样构造标志的地区,有发生同样强度地震的可能。

3.12 古地震 paleo-earthquake

没有文字记载、采用地质学方法发现的地震。

3.13 活动断层 active fault

晚第四纪以来有活动的断层。

3.14 活动构造 active structure

晚第四纪以来有活动的构造,包括活动断层、活动褶皱、活动盆地、活动隆起等。

3.15 能动断层 capable fault

地表或近地表处有可能引起明显错动的活动断层。

3.16 起算震级 lower limit earthquake

地震危险性概率分析中参与计算的最低震级。

3.17 潜在震源区 potential seismic source zone

未来可能发生破坏性地震的震源所在地区。

3.18 一致概率反应谱 probability-consistent response spectrum

在相同超越概率水平下,不同周期点的反应谱值所组成的谱。

3.19 震级档 magnitude interval

地震危险性概率分析中,所能分辨的震级间隔。一般为 0.5 级。

3.20 震级上限 upper limit earthquake magnitude

在地震带或潜在震源区内可能发生的最大地震震级。

4 符号

本标准采用下列符号:

A_i ——第 i 个潜在震源区面积;

b ——震级-频度关系斜率;

dA_i ——第 i 个潜在震源区面积微元;

$f(\epsilon)$ ——衰减关系中不确定性随机变量的概率密度函数;

$f_i(\theta)$ ——第 i 个潜在震源区的方向性函数;

f_{i,M_j} ——第 i 个潜在震源区、第 j 个震级档地震年平均发生率的权系数;

$f(t)$ ——强度包络函数;

I ——地震烈度;

M ——地震震级;

N_M ——震级分档档数;

N_S ——潜在震源区总数;

$P(Z \geq z)$ ——地震烈度或地震动参数值大于等于某一给定值概率;

R ——震中距;

$R_0, R_0(M)$ ——近场距离饱和因子;

S ——场地类别参数;

t_1 ——强度包络函数上升段截止时间;

t_2 ——强度包络函数平稳段截止时间;

c ——强度包络函数下降段系数;

- y ——给定的地震动参数；
 Y ——地震动参数；
 Y_c ——表征强度包络函数特性参数，可以是 t_1 、 t_2 和 c ；
 Z ——地震烈度或地震动参数；
 z ——给定的地震烈度或地震动参数；
 θ ——可能的主破裂方向；
 ϵ ——回归分析中不确定性随机变量；
 σ ——衰减关系的标准差；
 v_{i,M_j} ——第 i 个潜在震源区、第 j 个震级档的地震年平均发生率；
 v_{M_j} ——地震带内第 j 个震级档的地震年平均发生率。

5 地震安全性评价工作分级

工程场地地震安全性评价工作共分四级，各级工作必须符合下列要求。

- 5.1 I 级工作包括地震危险性的概率分析和确定性分析、能动断层鉴定、场地地震动参数确定和地震地质灾害评价。适用于地震安全性要求高的重大建设工程项目中的主要工程。
 5.2 II 级工作包括地震危险性概率分析及地震小区划。适用于《中国地震烈度区划图(1990)》烈度值 VI 度及 VI 度以上地区的大城市、重要经济开发区以及覆盖区域较大的重要生命线工程中的主要工程。
 5.3 III 级工作包括地震危险性概率分析、场地地震动参数确定和地震地质灾害评价。适用于《中国地震烈度区划图(1990)》烈度值 VI 度及 VI 度以上地区除 I 级、II 级以外的重大建设工程项目中的主要工程。
 5.4 IV 级工作依据现行《中国地震烈度区划图(1990)使用规定》。对需要进行地震烈度复核者进行地震危险性概率分析。适用于 I 级、II 级、III 级以外的工程。

6 区域地震活动性和地震构造

6.1 研究范围和图件比例尺

- 6.1.1 区域取对工程场地地震安全性评价有影响的范围，不应小于工程场地外围 150 km。
 6.1.2 区域图件比例尺宜采用 1:100 万。对精度要求稍低的图件，可采用较小比例尺。所有图件都应标明场点位置。

6.2 区域地震活动性

6.2.1 地震目录的编制，应遵照以下原则：

- 收集正式出版的地震目录和地震部门公布的地震报告，编制区域地震目录；
- 历史地震目录包括本区域自有地震记载以来的全部破坏性地震事件；
- 区域性地震台网地震目录给出自有区域性台网观测以来全部可定震中参数的地震事件，其震级下限可视地区和工作级别而定。

6.2.2 地震震中分布图的编制，应遵照下列规定：

- 编制历史地震震中分布图，注明资料起止年代；
- 编制区域性台网记录的地震震中分布图，图中标明台站位置并注明资料起止年代。

6.2.3 地震活动时空特征分析，应包括下列内容：

- 分析不同时段各级地震的可靠性与相对完整性；
- 分析地震的空间分布图像；
- 分析地震活动强弱随时间的起伏特点，评价未来地震活动水平。

6.2.4 应收集、补充本区域震源机制解资料，编制震源机制分布图。

6.2.5 应收集并分析历史地震的场地烈度资料。

6.3 区域地震构造

6.3.1 根据实地调查和已有资料编制地震构造图,图中应包括下列内容:

- 第四纪以来活动的断层及其性质和运动特性;
- 第四纪以来活动的盆地及其性质;
- 现代构造应力场方向;
- 破坏性地震的震中。

6.3.2 对地震危险性概率分析和确定性分析结果有较大影响的断层,在资料不充分时,应重点补充下列内容:

- 查明断层最新活动时代、性质和运动特性;
- 进行断层活动性分段;
- 分析重点地段的古地震强度和活动期次。

6.3.3 I级工作,应建立区域地球动力学模型。

6.3.4 宜收集已有资料,编制下列基础图件:

- 区域大地构造单元划分图,必要时编制新构造图;
- 布格重力异常图,必要时进行延拓或均衡重力异常计算,编制相应图件;
- 航磁异常图,必要时进行延拓和居里面计算,编制相应图件;
- 地壳结构图。

6.4 地震区和地震带划分

6.4.1 应依据下列因素划分地震区:

- 地球物理场和地壳结构的区域性差异;
- 大地构造和构造发展史的差异;
- 地震活动的区域性差异。

6.4.2 应依据下列因素划分地震带:

- 地震活动空间分布的成带性;
- 地震与活动构造带的一致性。

6.5 区域地震构造综合分析

6.5.1 应根据本章 6.1~6.4 各节规定工作的结果,对区域不同震级的地震构造进行综合分析,其震级可取为 6 级、7 级、8 级。

7 近场及场区地震活动性和地震构造

7.1 研究范围和图件比例尺

7.1.1 近场可取为工程场地及其外延 25 km 的地区, I 级、II 级和 III 级工作必须在此范围内进行实地调查。

7.1.2 场区可取为工程场地及其外延 5 km 的地区, I 级工作必须在此范围内进行能动断层调查和鉴定。

7.1.3 近场地震构造图和震中分布图比例尺宜采用 1:20 万, I 级工作必须采用 1:10 万。

7.1.4 说明活动构造细节的图件,可根据研究对象选定比例尺,探槽剖面图宜采用 1:10 至 1:50;地质和地貌平面图和剖面图宜采用 1:100 至 1:1 000。

7.2 近场地震活动性

7.2.1 破坏性地震分析,应包括下列内容:

- 对近场所有已知破坏性地震,重新确认其震中位置和强度;
- 凡证据不充分或有怀疑的破坏性地震,在进行资料核查和现场调查后,确认震中位置和强度。

7.2.2 震级小于 $4\frac{3}{4}$ 地震活动与活动构造关系的分析,应符合下列规定:

- 编制震中分布图,分析其与活动构造的关系;
- Ⅰ级工作,对地震事件重新定位。

7.2.3 应利用近场震源机制资料,包括小地震综合断层面解资料,进行局部构造应力场分析和分区。

7.3 近场和场区的活动构造

7.3.1 应对主要断层进行详细的断层活动性鉴定,包括活动时代、性质、运动特性、分段等。

7.3.2 应采集测年样品,进行断层活动时代判定,在覆盖区应配合相应的地球物理和地球化学勘探方法,探明断层位置。

7.3.3 宜收集地壳形变和考古资料,分析现代构造活动特点。

7.3.4 Ⅰ级工作应进行第四纪地质和地貌调查,并应提出第四纪地质构造的剖面图和平面图,说明第四纪构造活动特点。

7.3.5 Ⅰ级工作必须在场区 1:2.5 万地质图的基础上进行能动断层鉴定。

7.4 近场及场区地震构造综合评价

7.4.1 应编制近场地震构造图。

7.4.2 应对近场及场区地震构造作出综合评价。

8 场地工程地震条件

8.1 场地勘察

8.1.1 场地范围可取工程建设规划的范围。

8.1.2 勘察内容应包括现场调查,收集、整理和分析工程地质、水文地质、地形地貌和地质构造资料。

8.1.3 应编制钻孔分布图、钻孔柱状图、工程地质分区图。

8.1.4 钻探符合下列规定:

- Ⅰ级工作钻探深度必须达到基岩或剪切波速大于等于 700 m/s 处;
- Ⅰ级、Ⅱ级工作宜有不少于两个钻孔达到基岩或剪切波速大于等于 500 m/s 处。若土层厚度超过 100 m,可终孔于满足场地地震反应分析所需要的深度处;
- Ⅰ级工作场地钻孔布置应能控制土层结构和场地内不同工程地质单元。

8.1.5 对可能产生地震地质灾害场地的勘察,应符合下列规定:

——在可能发生饱和土液化的场地,调查地下水位、标准贯入锤击数、粘粒含量。Ⅰ级工作要符合 GB 50267 规定;

——在可能产生软土震陷的场地,调查软土层厚度分布及历史地震造成的软土层变形特点,并进行分析;

——在可能产生崩塌、滑坡与地裂缝的场地,调查和收集地形坡度、岩石风化程度、古崩塌、古滑坡、古河道等资料;

——对可能遭受海啸与湖涌影响的场地,搜集历史海啸与湖涌对场地及附近地区的影响资料;

——对地震作用下可能产生断层活动的场地,搜集断层分布、产状、断层带宽、位错量及覆盖层厚度等影响资料。

8.2 场地土动力性能测定

8.2.1 测定土动力性能,应包括下列内容:剪切波速、初始剪切模量、剪切模量比与剪应变关系曲线、阻尼比与剪应变关系曲线。具体要求如下:

- 应进行分层剪切波速测量,在土层岩性变化处,加密控制点;
- Ⅰ级工作必须对不同土层进行动三轴试验;
- Ⅰ级、Ⅱ级工作应对有代表性的土层进行动三轴试验。

8.2.2 如需考虑竖向地震反应,应取得纵波速度、初始压缩模量比与轴应变关系曲线、阻尼比与轴应变关系曲线。

9 地震烈度与地震动衰减关系

9.1 基础资料

9.1.1 应搜集区域及邻区的等震线图或地震烈度资料。

9.1.2 应搜集区域及邻区的强震观测资料。

9.2 地震烈度衰减关系

9.2.1 地震烈度衰减关系,可采用椭圆或圆模型,其形式为:

$$I = C_1 + C_2 M + C_3 \lg(R + R_0) + C_4 R + \varepsilon \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: I ——地震烈度;

C_i ——回归常数,其中 $i=1,2,\dots$;

M ——震级,级;

R ——震中距,km;

R_0 ——近场距离饱和因子,km;

ε ——随机变量。

9.2.2 确定模型参数时,宜采用有仪器记录的地震烈度资料。

9.2.3 地震烈度衰减模型应体现近场烈度饱和并与远场有感范围相协调。

9.2.4 若采用椭圆模型,长、短轴衰减关系的烈度差别在近震中处应小于半度,在远场应趋近于零度。

9.2.5 选定的地震烈度衰减关系应和实际地震烈度资料进行对比。

9.3 基岩地震动衰减关系

9.3.1 在基岩地震动衰减模型中,应考虑加速度峰值和反应谱的高频分量在大震级和近距离的饱和特性,其关系式可为:

$$\lg Y = C_1 + C_2 M + C_3 M^2 + C_4 \lg(R + R_0(M)) + C_7 R + \varepsilon \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$R_0(M) = C_5 \exp(C_6 M) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: $R_0(M)$ ——近场距离饱和因子,km。

9.4 强度包络函数

9.4.1 强度包络函数应由上升、平稳和下降三个阶段构成,其形式可为:

$$f(t) = \begin{cases} (t/t_1)^2 & (t/t_1) \\ 1 & (t_1 \leq t \leq t_2) \\ \exp[-c(t-t_2)] & (t > t_2) \end{cases} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: $f(t)$ ——强度包络函数;

t ——时间,s;

t_1 ——强度包络函数上升段截止时间,s;

t_2 ——强度包络函数平稳段截止时间,s;

c ——强度包络函数下降段系数。

9.4.2 强度包络函数的特征参数与震级、距离和场地条件的关系可采用下列模型:

$$\lg Y_e = C_1 + C_2 M + C_3 \lg(R + C_4) + C_5 S \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: Y_e ——表征强度包络函数特性的参数,可以是 t_1, t_2 或 c ;

S ——场地类别参数,基岩场地 $S=0$ 。

9.5 缺乏强震观测资料地区的地震动衰减关系

9.5.1 可根据研究区地震烈度衰减关系以及参考区的地震烈度和地震动衰减关系,确定研究区地震动

衰减关系。

9.5.2 若采用地震烈度椭圆衰减模型,可按长、短轴分别换算的方法,得到研究区地震动衰减关系。

9.5.3 换算结果的标准差不应小于参考区地震动衰减关系的标准差。

9.5.4 确定研究区地震动衰减关系时,应论证其合理性;若研究区有少量强震观测资料,应与换算所得的衰减关系进行对比。

10 地震危险性的确定性分析

10.1 地震构造法

10.1.1 应依据地震活动性和地质构造划分地震构造区。

10.1.2 应依据下列因素,对地震活动断层进行分段:

- 几何形态和结构的差别;
- 力学性质(正断层、逆断层、走滑断层及组合断层)的差别;
- 地震活动性的差别;
- 发育历史的差别;
- 运动特性(蠕滑或粘滑)的差别;
- 地球物理场和地壳结构的差异。

10.1.3 应根据断层活动段的尺度、活动特点、活动规模,以及断层活动段上最大历史地震,判定各断层活动段的最大潜在地震。

10.1.4 应确定地震构造区内与已确认的地震活动断层无关的最大潜在地震。

10.1.5 确定场地地震动参数,应遵照下列规定:

- 将各最大潜在地震置于其可能发生范围内距场地最近处,计算场地的地震动参数值,并考虑衰减关系的不确定性;
- 考虑衰减关系的现场适用性;
- 取计算结果的最大值,作为地震构造法所确定的地震动参数。

10.2 历史地震法

10.2.1 应按适合于本地区的衰减关系,对各次历史地震计算场地的地震动参数值。

10.2.2 应根据各次历史地震破坏情况的记载与调查资料,确定场地的烈度值,按本标准 8.5 的规定,转换得到地震动参数值。

10.2.3 应取 10.2.1 和 10.2.2 两条中计算结果的最大值,作为历史地震法所确定的地震动参数。

10.3 结果的确定

10.3.1 应取地震构造法和历史地震法结果中之大者作为地震危险性确定性分析的结果。

11 地震危险性的概率分析

11.1 潜在震源区划分

11.1.1 应在地震带或地震区的基础上划分潜在震源区。

11.1.2 宜考虑下列标志,结合本标准 6.5 规定所得的区域地震构造综合分析结果,划分潜在震源区:

- 破坏性地震震中;
- 微震和小震密集带;
- 古地震遗迹地段;
- 地震空间分布图像的特征地段;
- 断层活动段;
- 晚第四纪断陷盆地;
- 活动断层的端部、转折处或交汇处等特殊部位;

——与地震有关的深部构造和地球物理场特征部位。

11.1.3 应根据地震活动空间分布图像和地震构造几何特征确定潜在震源区边界。

11.1.4 若地震动衰减关系采用椭圆模型,应考虑各个潜在震源区地震烈度或地震动衰减长轴多种取向的可能性,确定其方向性函数。

11.2 地震活动性参数的确定

11.2.1 地震活动性参数应包括:

- 地震带的震级上限;
- 地震带的 b 值;
- 地震带的地震年平均发生率;
- 潜在震源区的震级上限;
- 潜在震源区各震级档地震年平均发生率的权系数;
- 起算震级;
- 本底地震震级和年平均发生率。

11.2.2 按照下列各款规定,确定地震带的地震活动性参数:

- 应按地震带内历史地震的最大震级和地震构造特征,综合确定地震带的震级上限;
- 确定 b 值时,应考虑地震资料的完整性、可靠性、代表性以及必要的样本量;
- 应根据地震活动趋势确定地震带的地震年平均发生率;
- 起算震级宜取为 4 级。

11.2.3 应按下列规定,确定潜在震源区的地震活动性参数:

11.2.3.1 考虑下列因素确定潜在震源区震级上限:

- 潜在震源区内最大历史地震震级;
- 构造类比结果;
- 古地震强度;
- 地震活动图像判定的结果。

11.2.3.2 潜在震源区震级上限按 0.5 级分档。

11.2.3.3 按下式确定潜在震源区内各震级档的地震年平均发生率:

$$v_{i,M_j} = v_{M_j} \cdot f_{i,M_j} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: v_{i,M_j} ——第 i 个潜在震源区、第 j 个震级档的地震年平均发生率;

v_{M_j} ——地震带内第 j 个震级档的地震年平均发生率;

f_{i,M_j} ——第 i 个潜在震源区、第 j 个震级档的地震年平均发生率的权系数,宜按各潜在震源区资料依据的充分程度和相应各震级档地震发生的可能性大小确定。

11.2.4 本底地震震级,可取潜在震源区震级上限的最低值减 0.5 级,其年平均发生率,可根据实际资料统计得出。

11.3 地震危险性的概率计算

11.3.1 场地地震烈度和地震动参数年超越概率,应按下式计算:

$$P(Z \geq z) = 1 - \exp \left\{ - \sum_{i=1}^{N_S} \iint_{A_i, \theta} \frac{1}{A_i} \sum_{j=1}^{N_M} v_{i,M_j} P(Z \geq z | E) f_i(\theta) d\theta dA_i \right\} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: Z ——地震动参数或地震烈度;

z ——给定的地震动参数值或地震烈度值;

$P(Z \geq z)$ ——地震烈度或地震动参数值大于等于某一给定值的概率;

$f_i(\theta)$ ——第 i 个潜在震源区的方向性函数;

θ ——可能的主破裂方向;

A_i ——第 i 个潜在震源区的面积, km^2 ;

$P(Z \geq z | E)$ ——第 i 个潜在震源区内发生所考虑的地震时, 场地地震烈度或地震动参数值超过某一给定值的概率;

N_M ——震级分档档数;

N_S ——潜在震源区总数。

11.3.2 计算一致概率反应谱时, 周期点数不得少于 15 个。

11.4 不确定性校正

11.4.1 在地震危险性的概率计算中, 衰减关系不确定性校正可按下式进行:

$$P(Z \geq z) = \int_{-k\sigma}^{+k\sigma} P(Z \geq z | \epsilon f(\epsilon)) d\epsilon \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: k ——常数, 可取 3;

σ ——衰减关系的标准差;

ϵ ——回归分析中不确定性的随机变量;

$f(\epsilon)$ —— ϵ 的概率密度函数。

11.4.2 I 级工作, 还应考虑其他不确定性因素的影响。

11.5 结果表述

11.5.1 应以表格形式说明对场地地震危险性起主要作用各潜在震源区的贡献。

11.5.2 应根据工程需要, 以图、表形式给出不同年限、不同超越概率的地震动参数或地震烈度值。

12 区域性地震区划

12.1 基本规定

12.1.1 应根据地震危险性概率分析结果, 编制地震区划图。

12.1.2 地震区划图应以地震烈度或地震动参数表示。

12.1.3 地震区划图比例尺宜采用 1:50 万。

12.1.4 区域地震活动性和地震构造工作, 应符合本标准第 6 章的规定。

12.1.5 近场地震活动性和地震构造工作, 应符合本标准第 7 章的规定。

12.1.6 应遵照本标准第 9 章的规定, 建立适合于区划范围的地震烈度及地震动衰减关系。

12.1.7 计算控制点的间距, 应不大于地理经纬度 0.1° 。在结果变化较大的地段, 宜适当加密控制点。

12.2 结果表述

12.2.1 地震区划图的概率水平应根据工程规划与抗震设防的要求决定。

12.2.2 地震烈度区划图, 应以整数度分区。

12.2.3 地震动参数区划图的等值线间距, 宜以不大于 50% 的速率递增, 并应在图内标明最低值和最高值。

12.2.4 根据计算结果确定分区界线时, 应考虑下列因素:

- 潜在震源区和地震活动性参数的可变动范围, 及其对结果的影响;
- 地形、地貌的差异;
- 地震动参数的精度。

12.2.5 应编写相应的使用说明。

13 场地地震动参数确定和地震地质灾害评价

13.1 场地地震反应分析模型

13.1.1 I 级、II 级和 III 级工作, 若地面、土层界面及基岩面较平坦, 可用一维分析模型; 若土层界面、基岩面或地表起伏较大, 用二维或三维分析模型。

13.1.2 输入界面的确定遵照下列规定：

- Ⅰ级工作必须采用钻探确定的基岩面或剪切波速不小于 700 m/s 的层顶面作为输入界面；
- Ⅱ级、Ⅲ级工作宜采用下列三者之一作为输入界面：
 - a) 钻探确定的基岩面；
 - b) 剪切波速不小于 500 m/s 的界面；
 - c) 深度超过 100 m, 剪切波速有明显跃升的分界面或由其他方法确定的基岩面。

13.1.3 若选用二维或三维分析模型, 宜设置人工边界。

13.2 模型参数的确定

13.2.1 Ⅰ级工作应根据土动力性能测定结果确定模型参数。

13.2.2 Ⅱ级、Ⅲ级工作宜由土动力性能测定的资料确定模型参数；若资料不足, 可根据土的常规物理学性能或岩性类比等指标, 用经验关系确定模型参数。

13.3 输入地震动参数的确定

13.3.1 Ⅰ级工作应采用 GB 50267 中规定的基岩反应谱作为输入反应谱。

13.3.2 Ⅱ级、Ⅲ级工作应选取给定概率水平的具体场地基岩反应谱作为输入反应谱。

13.3.3 若本地有强震记录, 应充分利用其构成适合场地的基岩地震动时程。

13.3.4 若本地无强震记录, 应采用以下适当方法合成适合场地的基岩地震动时程：

13.3.4.1 Ⅰ级工作, 反应谱的拟合应符合 GB 50267 的规定；

13.3.4.2 Ⅱ级、Ⅲ级工作, 反应谱的周期控制点数不得少于 50 个, 控制点谱的相对误差应小于 5%；

13.3.4.3 应给出三个以上相互独立的基岩地震动时程。

13.3.5 可由基岩地震动时程, 将幅值的 50% 作为输入地震波。

13.4 场地地震反应与场地地震相关反应谱的计算

13.4.1 一维模型可用等效线性化波动法迭代求解。土层厚度应划分得足够小, 使层内各点剪应变幅值大体相等。

13.4.2 二维及三维模型可用有限元法求解。有限元网格在波传播方向的尺寸不应大于所考虑最短波长的 1/8 或 1/4。

13.4.3 坚硬土层, 可不考虑土的非线性。

13.4.4 应根据 13.4.1 或 13.4.2 中规定工作得到的场地地震动时程, 计算场地地震相关反应谱。

13.5 场地地震动参数的确定

13.5.1 场地地震动参数, 应包括场地地表与工程建设所要求深度的地震动峰值和场地地震相关反应谱。

13.5.2 Ⅰ级工作必须取各个时程得到的地震动参数最大值作为场地地震动参数；Ⅱ级、Ⅲ级工作应对一组(至少三个)输入时程分析结果予以综合评定。

13.6 地震地质灾害评价

13.6.1 饱和土液化的评价应遵守下列规定：

——Ⅰ级工作符合 GB 50267 的规定；

——Ⅱ级、Ⅲ级工作可按国家现行有关标准判别；若有液化层, 则应进一步判定液化等级和液化深度。

13.6.2 软土震陷判别应符合 JGJ 83 的规定。

13.6.3 对地震烈度大于等于Ⅶ度的岩石场地, 应评定地震作用下, 岩体崩塌、开裂、滑坡、塌陷的可能性。

13.6.4 地震作用下土体边坡稳定性评价, 应符合 GBJ 7 的规定。

13.6.5 应根据断层活动性调查结果, 结合断层的位置、规模、错动性质、覆盖层厚度评价地面变形。

13.6.6 应结合场地特点作出其他地震地质灾害评价。

14 地震动小区划

14.1 地震动小区划

14.1.1 地震动小区划应包括加速度峰值与反应谱小区划。

14.1.2 地震动小区划应符合下列规定：

- 根据场地工程地质分区图,选择有代表性的控制点或工程地质剖面;
- 按本标准第13章的规定,计算控制点或工程地质剖面的地震反应。

14.1.3 应由14.1.2中规定工作得到的计算结果,编绘场地给定概率水平的加速度峰值和反应谱分区图或等值线图。相邻两区或两等值线,加速度峰值的差别宜在20%~30%;反应谱特征周期的差别宜在0.05 s~0.1 s。

14.2 地震地质灾害小区划

14.2.1 应按本标准13.6的规定,评价场地地震地质灾害的类型、程度及其分布。

14.2.2 应编制给定概率水平地震作用下的地震地质灾害小区划图及说明。
