

区域性地震安全性评价技术规范

Technical specification for regional seismic safety evaluation

2023 - 10 - 19 发布

2023 - 11 - 01 实施

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

 4.1 评价范围 2

 4.2 评价内容 2

 4.3 实施方案 2

 4.4 数据库及技术服务系统 2

 4.5 主要成果 2

5 区域地震活动性分析和地震构造评价 3

 5.1 区域图件编制 3

 5.2 区域地震活动性分析 3

 5.3 区域地震构造评价 4

6 近场区地震活动性分析和地震构造评价 4

 6.1 近场区图件及其比例尺 4

 6.2 近场区地震活动性分析 4

 6.3 近场区地震构造评价 5

7 目标区断层勘查和活动性鉴定 5

 7.1 目标区图件比例尺 5

 7.2 目标区断层勘查 5

 7.3 目标区断层活动性鉴定 5

8 目标区地震工程地质条件勘测 6

 8.1 目标区工程地质资料调查 6

 8.2 目标区工程地质条件钻孔勘查 6

 8.3 目标区岩土动力性质测试 6

9 目标区土层结构三维模型建立 6

 9.1 土层结构探测 6

 9.2 土层结构三维模型建立 6

10 地震动预测方程确定 7

 10.1 地震动预测方程表达 7

 10.2 地震动预测方程要求 7

11 概率地震危险性分析 7

 11.1 地震区带与潜在震源区划分 7

 11.2 地震活动性参数确定 7

11.3 地震危险性分析	8
12 场地地震反应分析与场地地震动参数确定	8
12.1 场地地震反应分析模型建立	8
12.2 输入地震动时程的确定	8
12.3 场地地震动参数确定	8
12.4 场地地震动参数表述	9
12.5 场点工程场地地震动参数确定	9
13 地震地质灾害评价	9
13.1 断层断错	9
13.2 砂土液化	10
13.3 软土震陷	10
14 技术服务系统建设	10
附录 A（资料性） 东部强震活跃区基岩水平向加速度反应谱预测方程模型系数	12
参考文献	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市地震局提出并组织实施。

本文件由上海市震灾风险防治中心归口。

本文件起草单位：上海市震灾风险防治中心、浙江省震灾风险防治中心。

本文件主要起草人：周伯昌、刘峥、李俊、胡涛、教聪聪、谢冰滢、齐亚坤、周介元、胡峻、周华根、李红玉、吉寅、余刚群、石树中、杨福平。

区域性地震安全性评价技术规范

1 范围

本文件规定了区域性地震安全性评价的基本要求、区域及近场区地震活动性和地震构造评价、目标区断层勘查和活动性鉴定、地震工程地质条件勘测、土层结构三维模型建立、地震动预测方程确定、概率地震危险性分析、场地地震反应分析与地震动参数确定、地震地质灾害评价、技术服务系统等技术内容及要求。

本文件适用于上海市区域性地震安全性评价工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 36072 活动断层探测
- JGJ 83 软土地区岩土工程勘察规程(附条文说明)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

活动断层 active fault
距今12万年以来有过活动的断层，包含晚更新世断层和全新世断层。
[来源：GB/T 36072—2018, 3.1]

3.2

地震构造 seismic structure
与地震孕育和发生有关的地质构造。
[来源：GB 17741—2005, 3.1]

3.3

目标区 target area
需要采用区域性地震安全性评价结果进行抗震设防的范围。

3.4

设定场点 planning building site
目标区内拟建设的工程场地位置。

3.5

近场区 near field region
地震活动构造、地震活动对目标区地震动特征与地震地质灾害有重要影响的区域。

3.6

覆盖层 overburden
覆盖在基岩上的土层。

[来源: GB/T 18207.2—2005, 6.2.2.4]

3.7

多概率水准 multiple probability levels
建设工程抗震设防所需求的多个超越概率值。

3.8

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。

[来源: GB 17741—2005, 3.23]

4 基本要求

4.1 评价范围

目标区可根据城市规划、片区建设等实际需要, 由当地人民政府或者其管理部门(机构)确定, 区域范围应不小于目标区外延150 km, 近场区范围应不小于目标区外延25 km。

4.2 评价内容

区域性地震安全性评价应包括下列内容:

- a) 区域地震活动性和地震构造评价;
- b) 近场区地震活动性和地震构造评价;
- c) 目标区断层勘查和活动性鉴定;
- d) 目标区地震工程地质条件勘测;
- e) 目标区土层结构三维模型建立;
- f) 地震动预测方程确定;
- g) 概率地震危险性分析;
- h) 场地地震反应分析与场地地震动参数确定;
- i) 地震地质灾害评价;
- j) 技术服务系统建设。

4.3 实施方案

4.3.1 在已有资料收集和现场踏勘的基础上, 根据目标区功能定位、规划建设项目类型与特点以及建设工程重要程度等, 编制实施方案。

4.3.2 在收集、整理和分析地震、地矿、水利、核电、测绘和建设等部门资料和成果基础上, 初步编制区域地震构造图、近场区地震构造图和目标区断层分布图。

4.3.3 根据规划建设的工程类型和地震构造、地震活动背景, 确定工作目标、工作内容、技术途径和技术手段, 提出合理的工作量、经费预算和工期。

4.4 数据库及技术服务系统

4.4.1 应建立基于 GIS 或者开源软件的数据库及技术服务系统。

4.4.2 评价工作全过程涉及的数据均应入库, 并应对数据进行质量检测。

4.4.3 入库数据应包括各阶段的原始数据、重要的阶段性成果和最终成果。

4.5 主要成果

4.5.1 区域图件

编制完成区域图件，应包括：

- a) 区域地震构造图；
- b) 近场区地震构造图；
- c) 目标区地震动参数区划图；
- d) 地震地质灾害评价图；
- e) 实际材料图；
- f) 当目标区有断层通过时，应编制断层分布图；当有活动断层通过时，应编制活动断层条带状分布图。

4.5.2 评价报告

编制完成评价报告，报告的大纲应包括：

- a) 前言；
- b) 区域地震活动性和地震构造评价；
- c) 近场区地震活动性和地震构造评价；
- d) 目标区断层勘查和活动性鉴定；
- e) 目标区地震工程地质条件勘测与土层结构三维模型建立；
- f) 地震动预测方程确定与概率地震危险性分析；
- g) 场地地震反应分析与场地地震动参数确定；
- h) 地震地质灾害评价；
- i) 技术服务系统建设与系统使用说明；
- j) 主要结论；
- k) 参考文献。

4.5.3 数据库及技术服务系统

建设完成基于GIS或者开源软件的数据库及技术服务系统。

5 区域地震活动性分析和地震构造评价

5.1 区域图件编制

编制区域地震构造图、区域新构造图、区域地震震中分布图，应符合下列要求：

- a) 区域地震构造图比例尺不小于 1 : 1 000 000；
- b) 区域新构造图、区域地震震中分布图比例尺不小于 1 : 1 000 000；
- c) 所有区域图件标明目标区位置。

5.2 区域地震活动性分析

5.2.1 收集地震资料收集和编制区域破坏性地震目录，应符合下列要求：

- a) 根据正式公布的地震目录和地震报告，搜集相关地震资料；
- b) 历史地震资料包括区域内有地震记载的全部破坏性地震事件；
- c) 仪器记录地震资料包括区域内有仪器记录的可定地震参数的 M 1.0 级及以上地震事件；
- d) 编制区域破坏性地震目录，包括发震时间、震中位置地理坐标（经度、纬度）与参考地名、震级、震中烈度、震源深度及震中定位精度信息。

5.2.2 编制区域破坏性地震和地震震中分布图，应符合下列要求：

- a) 分别编制区域破坏性地震震中分布图 ($M \geq 4.7$ 级) 和 1970 年以来中小地震震中分布图 (4.7 级 $> M \geq 1.0$ 级)；
- b) 注明资料起止时间；
- c) 标注重要地震事件的震级和发震日期；
- d) 区分出浅源、中源和深源地震。

5.2.3 地震活动时空特征分析，应包括下列内容：

- a) 区域地震资料完整性；
- b) 区域地震活动成带、丛集、弥散、重复等空间分布；
- c) 区域地震震源平均深度以及震源深度分布特征；
- d) 区域地震活动强度与频度特征，以及区域范围涉及的主要地震统计区地震活动随时间变化特征与未来地震活动趋势。

5.2.4 区域现代构造应力场特征分析，应包括下列内容：

- a) 搜集震源机制解资料，编制震源机制解分布图；
- b) 分析区域现代构造应力场方向、性质及分区特征等。

5.2.5 目标区地震烈度影响评价，应包括下列内容：

- a) 搜集分析对目标区有影响的地震烈度资料；
- b) 建立地震影响烈度目录；
- c) 选用本地区适宜的地震烈度衰减关系，计算目标区地震影响烈度，确定最大影响烈度和 V 度以上各烈度影响频次；
- d) 编制区域地震综合等震线图。

5.3 区域地震构造评价

区域地震构造评价，应包括下列内容：

- a) 编制区域大地构造分区图、新构造分区图、地震构造图；
- b) 分析区域地质构造背景、地球物理场及深部构造特征；
- c) 评价区域主要断层性质、展布特征、最新活动时代、运动学参数以及断层活动性分段、重点地段古地震强度及活动期次等，编制区域主要断层特征一览表；
- d) 分析区域 $M 6.0$ 级及以上地震活动与地质构造背景、新构造特征、地球物理场特征、断层活动特征等的关系，并综合评价不同震级档区域地震构造条件。

6 近场区地震活动性分析和地震构造评价

6.1 近场区图件及其比例尺

应编制近场区地质构造图、地震构造图、地震震中分布图，符合下列要求：

- a) 近场区地质构造图、地震构造图、地震震中分布图比例尺不小于 1 : 250 000；
- b) 所有近场区图件标明目标区位置。

6.2 近场区地震活动性分析

近场区地震活动性分析，应包括下列内容：

- a) 应对可能影响目标区地震危险性评价结果的重要地震事件进行核查；

- b) 应编制近场区地震目录、地震震中分布图, 包括 $M \geq 4.7$ 级的破坏性地震和 1970 年以来 4.7 级 $> M \geq 1.0$ 级的中小地震;
- c) 应分析地震活动性, 包括地震活动强度、频度水平, 地震活动密集等空间分布特征, 以及震源深度分布特征。

6.3 近场区地震构造评价

6.3.1 应搜集近场区地质构造资料, 编制近场区地质构造图、地质剖面图, 分析近场区地质构造展布与发育特征。

6.3.2 应开展近场区断层的综合评价。对断层位置、性质和活动时代有疑义的, 应开展现场补充调查, 查明断层的位置、规模、产状以及最新活动时代。

6.3.3 编制近场区断层基本特征一览表和近场区地震构造图, 应包括下列数据或参数:

- a) 第四纪以来有活动的断层、褶皱及其活动时代;
- b) 断层活动性质和倾向;
- c) 第四系分布及其厚度;
- d) 破坏性地震震中位置。

6.3.4 应开展近场区地震构造评价, 符合下列要求:

- a) 分析近场区地震活动与断层之间的关系;
- b) 分析近场区地震构造特征, 评估主要发震构造的最大潜在地震震级。

7 目标区断层勘查和活动性鉴定

7.1 目标区图件比例尺

在清晰显示断层要素的前提下, 目标区图件的比例尺可在下列范围内选择:

- a) 断层分布图比例尺为 1 : 25 000~1 : 10 000;
- b) 活动断层条带状分布图比例尺为 1 : 10 000~1 : 5 000;
- c) 跨断层钻孔联合剖面图比例尺为 1 : 10 000~1 : 100。

7.2 目标区断层勘查

目标区断层勘察, 应包括下列内容:

- a) 对目标区内的断层应进行现场勘查, 断层勘查范围应包括目标区范围且外延不小于 500 m;
- b) 对隐伏断层应采用浅层地震勘探方法进行探测, 确定断层位置、规模、产状, 必要时可采用多种方法联合探测;
- c) 应分析研究断层的平面展布特征, 以及与其他断层之间的相关关系。

7.3 目标区断层活动性鉴定

目标区断层活动性鉴定, 应包括下列内容:

- a) 对目标区内第四纪以来活动的断层, 应开展活动性鉴定, 对隐伏断层可采用跨断层钻孔联合地质剖面探测法;
- b) 目标区存在活动断层时, 应按照 GB/T 36072 对活动断层的位置、构造特征、最新活动时代及其可能产生的地震地表破裂带做出评价;
- c) 每条断层上应至少有 2 个可靠的地质证据证明断层的最新活动时代和活动特征;
- d) 应编制目标区断层特征一览表、目标区断层分布图和实际工作材料图。

8 目标区地震工程地质条件勘测

8.1 目标区工程地质资料调查

8.1.1 地震工程地质条件调查、钻探和动力性质测试工作应满足综合评价目标区工程场地特性、建立地层结构数据库和初步评价地震地质灾害的需要。

8.1.2 应收集目标区地貌、地层、岩性、地质构造、水文地质、场地土类型、场地类别等资料。

8.1.3 应调查地震造成的砂土液化、软土震陷等地震地质灾害现象。

8.2 目标区工程地质条件钻孔勘查

8.2.1 应根据目标区基础资料和建设工程的功能布局规划，合理布置钻孔。

8.2.2 钻孔空间间隔不应大于 700 m、与目标区边界的距离不应大于 200 m，已规划的重要功能工程场地至少应当布置 1 个钻孔，土层结构复杂地段钻孔间隔不应大于 500 m。

8.2.3 钻孔深度应符合下列要求：

- a) 达到基岩；
- b) 剪切波速不小于 500 m/s 处，且其下不存在更低波速岩土层；
- c) 若控制孔深度超过 100 m，剪切波速仍小于 500 m/s，且 100 m 以下的波速值可依据相关资料类比或通过经验模型确定时，可终孔。

8.2.4 应编制钻孔分布图、柱状图，实际工作材料图，根据钻孔资料编制目标区不同方向的控制性综合工程地质剖面图，并按第 9 章要求建立目标区土层结构三维模型。

8.3 目标区岩土动力性质测试

8.3.1 原状土样采集符合下列要求：

- a) 取样钻孔数量不少于总钻孔数量的二分之一，对特殊地层具有控制作用，同时兼顾空间均衡分布；
- b) 对场地自然分层有代表性岩土层取样，间隔分布的同类岩土层厚度超过 5 m 时，应分别取样；
- c) 进行动三轴或共振柱试验的测试土样最低数量，每百米钻孔深度不少于 3 个或每平方千米不少于 6 个，且每层土样均不可缺少，均匀分布于目标区内；
- d) 每个取样孔对难于取得原状土样的粗颗粒土层，取扰动样在实验室配比进行土样重塑。

8.3.2 应提供钻孔岩土层物理性能指标测试结果，包括天然含水量、天然密度、干密度、粘粒含量等土层物理性质指标，以及标准贯入锤击数、地下水位等现场测试成果。

8.3.3 应进行岩土动力特性试验，测定剪切模量比与剪应变关系、阻尼比与剪应变关系。

8.3.4 应开展钻孔岩土层波速测试，测量不同深度岩土层剪切波速，测量深度间距不大于 1 m。

8.3.5 应判别每一个钻孔位置的场地类别，并给出目标区场地类别分区图。

9 目标区土层结构三维模型建立

9.1 土层结构探测

在收集目标区内浅层地震勘探、钻孔等资料的基础上，宜适当补充浅层地震勘探线，进行三维土层结构的控制探测。

9.2 土层结构三维模型建立

9.2.1 土层结构三维模型宜以图件形式表示，图件比例尺不宜小于 1 : 5 000。在土层力学性质变化显

著的区段，图件比例尺宜取 1 : 15 000~1 : 1 000。

9.2.2 土层结构三维模型宜包括下列内容：

- a) 不同地质时代土层底界以及下伏基岩顶面空间分布特征，若下伏基岩顶面埋深大于 100 m，其空间分布特征用文字进行概略描述；
- b) 划分工程地质单元，对目标区场地地震工程地质条件勘测提出钻孔布置合理建议。

10 地震动预测方程确定

10.1 地震动预测方程表达

10.1.1 地震动预测方程应反映高频地震动的地震震级和距离饱和特性。

10.1.2 地震动时程的强度包络函数应表现上升，平稳和下降三个阶段的特征。

10.2 地震动预测方程要求

10.2.1 地震动预测方程采用统计方法或类比性方法确定。

10.2.2 宜采用东部强震活跃区基岩水平向加速度反应谱预测方程：

a) 当 $M < 6.5$ 时，使用公式（1）进行计算；

b) 当 $M \geq 6.5$ 时，使用公式（2）进行计算。

$$\lg Y(M, R) = A_1 + B_1 M - c \lg(R + D \exp(E * M)) \dots\dots\dots (1)$$

$$\lg Y(M, R) = A_2 + B_2 M - c \lg(R + D \exp(E * M)) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Y —— 峰值加速度或反应谱值；

M —— 面波震级；

R —— 震中距。

注： A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 、 C 、 D 、 E 均为模型系数，取值参考附录A。

10.2.3 水平向基岩地震动加速度反应谱预测方程（如周期）应满足目标区内结构抗震设计的要求。

11 概率地震危险性分析

11.1 地震区带与潜在震源区划分

11.1.1 应依据地震活动空间和地质构造特征划分地震区和地震带，并在此基础上综合考虑地震活动的统计特征，确定地震统计区。

11.1.2 应在地震统计区内划分背景地震活动潜在震源区，并在背景地震活动潜在震源区内划分构造潜在震源区。

11.1.3 潜在震源区边界划分时应综合考虑地震构造展布认识的不确定性，以及未来地震活动空间分布的不确定性。

11.2 地震活动性参数确定

11.2.1 地震统计区活动性参数应包括地震统计区的地震震级上限、地震震级下限、地震震级—频度关系系数、地震年平均发生率。

11.2.2 潜在震源区地震活动性参数应包括潜在震源区地震震级上限、各地震震级档空间分布函数。

11.2.3 确定地震统计区地震活动性参数时，应分析地震资料完整性、可靠性，分析现代地震活动，评估未来百年地震活动趋势。

11.2.4 确定潜在震源区的地震活动性参数时，应综合分析潜在震源区内构造规模、活动性、大震复发特征等地震构造条件和各地震震级地震活动特征。

11.3 地震危险性分析

11.3.1 应以目标区内钻孔位置为控制点，计算各控制点处多概率水准基岩地震动参数。若不同控制点计算结果最大相对误差小于 5%，可以用目标区中心的地震危险性分析结果作为区域内各控制点的地震危险性分析结果。

11.3.2 应分析基岩地震动参数的空间分布特征，建立目标区多概率水准基岩地震动数据库。

12 场地地震反应分析与场地地震动参数确定

12.1 场地地震反应分析模型建立

12.1.1 应根据场地地震工程地质条件勘查结果，确定场地分层土厚度、密度、波速及土动力学参数等场地土层模型参数。

12.1.2 地表、土层界面及基岩面均较平坦时，宜采用一维土层反应分析模型；地表、土层界面或基岩面起伏较大时，宜采用二维或三维土层反应分析模型。

12.1.3 地震输入界面确定，包括但不限于下列方法：

- a) 以钻探确定的基岩面；
- b) 剪切波速不小于 500 m/s 的土层顶面；
- c) 钻孔深度超过 100 m，且剪切波速有明显跃升的土层分界面。

12.1.4 应建立各计算控制点场地土层反应分析模型，并形成地震反应分析模型数据库。

12.2 输入地震动时程的确定

12.2.1 应以各控制点地震危险性分析得到的不同概率水准基岩地震动反应谱为目标谱，采用人工合成方法确定自由基岩场地地震动时程，每条目标谱合成不少于 6 组地震动时程样本，且样本之间的相关系数不大于 0.16。

12.2.2 合成自由基岩场地地震动时程时，应采用考虑目标反应谱控制地震特征的人工合成方法或强震观测记录作为初始地震动时程，且满足下列要求：

- a) 合成地震动时程反应谱与目标反应谱相对误差的绝对值不应超过 5%；
- b) 合成地震动的加速度时程所对应的速度和位移时程应无基线漂移；
- c) 目标谱周期点数不少于 60 个，且总体均匀分布在对数坐标上；
- d) 地震动预测方程的确定同时满足 10.2 相关技术要求。

12.2.3 应建立目标区自由基岩场地地震动时程数据库。

12.2.4 按自由基岩面地震动时程幅值的 50%确定场地土层地震反应分析的计算基底输入。

12.3 场地地震动参数确定

12.3.1 可采用等效线性法或时域非线性法，对目标区各控制点进行土层地震反应计算，综合确定土层场地多概率水准的场地地表地震动参数。

12.3.2 自由基岩场地地震动参数应根据概率地震危险性分析结果确定。

12.3.3 场地地震动参数应包括峰值加速度和以规准化形式表示的场地地震动反应谱，并形成目标区地表地震动参数数据库。

12.3.4 场地地震动参数数据库应包括每个控制点的 50 年超越概率 63%、10%、2%和 100 年超越概率

63%、10%、2%、1%水平地震动峰值加速度、反应谱。如目标区内规划有特殊工程，应根据需要确定其他概率水平或长周期地震动参数，以满足工程结构抗震设计要求。

12.3.5 应以场地地震动反应谱作为拟合目标反应谱（阻尼比 0.05）人工合成地震动时程，并建立目标区各控制点多概率水准的地震动时程数据库。

12.3.6 合成目标区地震动时程，应符合下列规定：

- a) 采用多组时程法合成目标区地震动时程；
- b) 以目标区地震动规范反应谱作为拟合目标反应谱（阻尼比 0.05）人工合成地震动时程，每个目标反应谱宜合成不少于 6 条地震动时程；
- c) 合成目标区地震动时程同时满足 12.2.2 相关技术要求。

12.4 场地地震动参数表述

12.4.1 应编制目标区多概率水准的地震动参数区划图，包括峰值加速度区划图和反应谱特征周期区划图，图件比例尺 1:25 000~1:10 000。

12.4.2 应给出目标区各控制点地震动参数数据表格，并以等值线形式给出目标区地震动参数分区结果，等值线差异应满足下列要求：

- a) 地震动峰值加速度相邻等值线差异为 5%，且为 5 gal 的整数倍；
- b) 反应谱特征周期相邻等值线差异为 0.05 s。

12.5 场点工程场地地震动参数确定

12.5.1 应根据设定场点工程地质勘察报告的场地类别，确定的 50 年超越概率 63%、10%、2%和 100 年超越概率 63%、10%、2%、1%水平地震动参数值，作为区划标准地震动参数。

12.5.2 应依据工程结构类型及工程重要程度确定抗震设防所需的概率水准。

12.5.3 选择距离设定场点 700m 范围内的控制点地震动参数计算结果综合确定设定场点工程的地震动参数，按照下列要求确定：

- a) 设定场点距离控制点小于 200m 时，取该控制点地震动参数和区划标准地震动参数二者的外包络值作为该设定场点工程的地震动参数；
- b) 设定场点距离控制点大于 200m 时，选择该场点周围 700 m 范围内的多个控制点，取地震动参数大的控制点参数和区划标准地震动参数二者的外包络值作为该设定场点工程的地震动参数；
- c) 选择与设定场点反应谱特征周期相同的最近的控制点的时程或同一个加速度分区内与场点特征周期相同的控制点的时程，按比值法对选定的控制点地震动时程进行调整，作为该场点的地震动时程；
- d) 对需要竖向地震动的建设工程，采用竖向与水平向地震动比值确定场地竖向地震动，可取水平向地震动峰值加速度值的三分之二；设定场点附近地震活动对场地地震危险性起主要贡献情况时，宜取为 1。

13 地震地质灾害评价

13.1 断层断错

13.1.1 目标区存在活动断层时，应依据断层性质及产状、最大潜在地震和覆盖层厚度等因素评估潜在地表破裂影响带宽度，并满足下列要求：

- a) 地表破裂影响带宽度应包含地震断层造成的地表直接断错、破裂在内的断层带宽度以及断层两侧以外、具有较强变形程度的范围；

- b) 给出断层面上走滑和倾滑位移分量，并根据断错事件实测位移数据或依据统计关系估算等方法，评价最大潜在位移；
- c) 应绘制活动断层地震地表破裂影响带分布图，图件比例尺为 1 : 25 000~1 : 10 000。

13.1.2 目标区内存在活动断层时，宜根据活动断层断错灾害评价结果，给出活动断层避让范围和避让建议。

13.2 砂土液化

13.2.1 应针对多概率水准地震动作用，初步评价目标区场地地基土液化，并确定目标区可液化地层厚度。

13.2.2 应依据地形、地貌、地层、地下水等与液化有关的场地条件和目标区及其附近历史地震液化遗迹资料，分析目标区内场地地震液化的地质地貌条件。

13.2.3 目标区场地存在可液化土层且具液化可能性时，地面以下 20 m 深度范围内，可依照 GB 50011 进行地震液化判别，地面以下 20 m~30 m 深度范围，可采用标准贯入试验判别法进行地震液化判别。

13.2.4 必要时，可编制不同概率水准下目标区砂土液化判别图，图件比例尺为 1 : 25 000~1 : 10 000。

13.3 软土震陷

13.3.1 应针对多概率水准地震动作用，初步判断目标区场地软土震陷。

13.3.2 应依据目标区历史地震软土震陷资料，分析软土震陷分布与特征。

13.3.3 对于含有较厚淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其他高压缩性软土覆盖层的钻孔，宜基于勘察得到的软土层等效剪切波速等资料，按照 JGJ 83 进行软土震陷判别与软土震陷等级评价。

13.3.4 必要时，可编制不同概率水准下目标区软土震陷判别图，图件比例尺为 1 : 25 000~1 : 10 000。

14 技术服务系统建设

14.1 技术服务系统应包括成果数据库和地理底图图库。

14.2 技术服务系统应基于 GIS 或者开源软件开发。

14.3 技术服务系统应提供平台，展示成果数据库和区域性地震安全性评价工作得到的各项结果参数等。

14.4 成果数据库应包括：

- a) 场地类别数据；
- b) 区域地震活动性和地震构造数据；
- c) 近场区地震活动性和地震构造数据；
- d) 目标区土层结构三维模型；
- e) 目标区各控制点钻孔土层计算模型；
- f) 目标区各控制点多概率水准基岩地震动数据；
- g) 目标区各控制点多概率水准地表地震动参数数据；
- h) 目标区各控制点多概率水准地表地震动时程数据；
- i) 目标区多概率水准地震动参数区划数据；
- j) 目标区地震地质灾害数据。

14.5 技术服务系统功能应包括：

- a) 场地类别图件；
- b) 查询和输出目标区断层分布图及相关浅层地震勘探剖面；
- c) 查询和输出目标区或控制点的土层结构不同参数的数据表 and 图件；

- d) 查询和输出目标区或控制点不同概率水准基岩地震动参数结果表和图件；
- e) 查询和输出目标区不同概率水准地表地震动参数区划结果表和等值线形式的区划图；
- f) 查询和输出目标区不同概率水准地震地质灾害评价结果数据表和图件；
- g) 查询和输出设定场点工程结构抗震设计所需要将率水准的地震动参数，包括峰值加速度、反应谱和地震动时程；
- h) 查询和输出设定场点地震安全性评价简要报告。

附录 A
(资料性)

东部强震活跃区基岩水平向加速度反应谱预测方程模型系数

表A. 1给出了东部强震活跃区基岩水平向加速度反应谱预测方程模型系数(长轴)的内容。

表A. 1 东部强震活跃区基岩水平向加速度反应谱预测方程模型系数(长轴)

T(s)	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂	C	D	E	σ
0.00	2.024	0.673	3.565	0.435	2.329	2.088	0.399	0.245
0.04	2.048	0.674	3.617	0.432	2.322	2.088	0.399	0.261
0.05	2.205	0.654	3.706	0.423	2.319	2.088	0.399	0.266
0.07	2.315	0.650	3.774	0.425	2.307	2.088	0.399	0.265
0.10	2.456	0.640	3.903	0.417	2.297	2.088	0.399	0.261
0.12	2.493	0.637	3.855	0.427	2.294	2.088	0.399	0.261
0.16	2.617	0.632	3.798	0.449	2.306	2.088	0.399	0.261
0.20	2.558	0.643	3.680	0.470	2.309	2.088	0.399	0.261
0.24	2.320	0.675	3.632	0.472	2.290	2.088	0.399	0.264
0.26	2.094	0.696	3.541	0.472	2.249	2.088	0.399	0.270
0.30	1.878	0.715	3.426	0.477	2.211	2.088	0.399	0.274
0.34	1.852	0.715	3.304	0.491	2.212	2.088	0.399	0.273
0.40	1.501	0.765	3.262	0.494	2.214	2.088	0.399	0.274
0.50	1.358	0.776	3.026	0.519	2.214	2.088	0.399	0.276
0.60	1.004	0.814	2.885	0.524	2.187	2.088	0.399	0.283
0.80	0.650	0.847	2.608	0.545	2.174	2.088	0.399	0.291
1.00	0.226	0.895	2.409	0.559	2.157	2.088	0.399	0.300
1.20	0.006	0.917	2.227	0.574	2.159	2.088	0.399	0.315
1.50	-0.095	0.909	1.843	0.610	2.154	2.088	0.399	0.330
1.70	-0.196	0.909	1.621	0.629	2.143	2.088	0.399	0.338
2.00	-0.666	0.936	1.247	0.641	2.047	2.088	0.399	0.342
2.40	-0.781	0.917	0.709	0.687	2.011	2.088	0.399	0.343
3.00	-1.014	0.920	0.279	0.720	1.972	2.088	0.399	0.340
4.00	-1.244	0.909	-0.368	0.773	1.937	2.088	0.399	0.336
5.00	-1.417	0.900	-0.880	0.817	1.906	2.088	0.399	0.333
6.00	-1.432	0.859	-1.432	0.859	1.857	2.088	0.399	0.333
注：T为周期；σ为标准差；适用范围为M 5.0级~M 8.5级、R：0 km~200 km。								

表A. 2给出了东部强震活跃区基岩水平向加速度反应谱预测方程模型系数(短轴)的内容。

表A. 2 东部强震活跃区基岩水平向加速度反应谱预测方程模型系数(短轴)

T(s)	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂	C	D	E	σ
0.00	1.204	0.664	2.789	0.420	2.016	0.944	0.447	0.245
0.04	1.241	0.663	2.837	0.418	2.010	0.944	0.447	0.261
0.05	1.393	0.645	2.933	0.408	2.007	0.944	0.447	0.266
0.07	1.517	0.639	3.005	0.411	1.997	0.944	0.447	0.265
0.10	1.665	0.629	3.140	0.402	1.988	0.944	0.447	0.261
0.12	1.707	0.625	3.091	0.412	1.985	0.944	0.447	0.261
0.16	1.814	0.622	3.053	0.431	1.997	0.944	0.447	0.261
0.20	1.779	0.628	2.918	0.454	1.999	0.944	0.447	0.261
0.24	1.533	0.662	2.868	0.457	1.983	0.944	0.447	0.264
0.26	1.309	0.685	2.786	0.458	1.948	0.944	0.447	0.270
0.30	1.095	0.707	2.677	0.464	1.915	0.944	0.447	0.274
0.34	1.068	0.706	2.558	0.477	1.916	0.944	0.447	0.273
0.40	0.698	0.759	2.501	0.482	1.919	0.944	0.447	0.274
0.50	0.557	0.769	2.265	0.507	1.919	0.944	0.447	0.276
0.60	0.196	0.810	2.122	0.514	1.897	0.944	0.447	0.283
0.80	-0.162	0.844	1.851	0.535	1.887	0.944	0.447	0.291
1.00	-0.599	0.895	1.644	0.550	1.873	0.944	0.447	0.300
1.20	-0.815	0.915	1.455	0.567	1.875	0.944	0.447	0.315
1.50	-0.910	0.907	1.087	0.600	1.871	0.944	0.447	0.330
1.70	-1.000	0.906	0.869	0.619	1.861	0.944	0.447	0.338
2.00	-1.449	0.934	0.516	0.632	1.779	0.944	0.447	0.342
2.40	-1.524	0.911	0.002	0.677	1.748	0.944	0.447	0.343
3.00	-1.733	0.912	-0.414	0.710	1.716	0.944	0.447	0.340
4.00	-1.932	0.898	-1.038	0.761	1.686	0.944	0.447	0.336
5.00	-2.075	0.887	-1.532	0.804	1.659	0.944	0.447	0.333
6.00	-2.041	0.841	-2.041	0.841	1.617	0.944	0.447	0.333
注：T为周期；σ为标准差；适用范围为M 5.0级~M 8.5级、R：0 km~200 km。								

参 考 文 献

- [1] GB 17741—2005 工程场地地震安全性评价
- [2] GB/T 18207.1—2008 防震减灾术语 第1部分：基本术语
- [3] GB/T 18207.2—2005 防震减灾术语 第2部分：专业术语
- [4] GB 18306—2015 中国地震动参数区划图
- [5] GB 50011—2010 建筑抗震设计规范(附条文说明)
- [6] GB 50021—2001 岩土工程勘察规范(附条文说明)
- [7] GB/T 50269—2015 地基动力特性测试规范(附条文说明)
- [8] GB 55002—2021 建筑与市政工程抗震通用规范(附条文说明)
- [9] GB 55017—2021 工程勘察通用规范(附条文说明)