

DB 34

安 徽 省 地 方 标 准

DB34/T 4165—2022

区域性地震安全性评价技术规范

Technical specification for regional seismic safety evaluation

地方标准信息服务平台

2022 - 06 - 29 发布

2022 - 07 - 29 实施

安徽省市场监督管理局 发 布

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 基本规定 2

5 区域地震活动性和地震构造评价 3

 5.1 区域地震活动性评价 3

 5.2 区域地震构造评价 4

 5.3 区域图件及比例尺 4

6 近场区地震活动性和地震构造评价 4

 6.1 近场区地震活动性评价 5

 6.2 近场区地震构造评价 5

 6.3 近场区图件及比例尺 5

7 目标区主要断层勘查和活动性鉴定 5

 7.1 目标区主要断层勘查 5

 7.2 目标区主要断层活动性鉴定 6

 7.3 目标区地震构造分析 6

8 目标区地震工程地质条件勘测 6

 8.1 工程地质条件资料调查 6

 8.2 地震工程地质条件钻孔勘察 6

 8.3 场地岩土动力性质测试 7

 8.4 目标区图件及比例尺 7

9 地震动预测方程表达与确定 7

 9.1 地震动预测方程表达 7

 9.2 地震动预测方程确定 7

10 概率地震危险性分析 7

 10.1 地震统计区划分 8

 10.2 潜在震源区划分 8

 10.3 地震活动性参数确定 8

 10.4 地震危险性分析计算 9

11 目标区地震动参数确定 9

 11.1 目标区地震反应分析模型的建立 9

 11.2 输入地震动时程的确定 9

 11.3 场地土层地震反应分析计算 10

 11.4 目标区场地地震动参数确定 10

11.5 设定场点地震动参数确定..... 10

12 目标区地震地质灾害评价..... 11

12.1 断层错动..... 11

12.2 砂土液化..... 11

12.3 软土震陷..... 11

12.4 地震崩塌滑坡..... 12

13 技术服务系统建设..... 12

附录 A（资料性） 区域性地震安全性评价实施方案编制要求..... 13

参考文献..... 14

地方标准信息服务平台

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。

本文件由安徽省地震局提出并归口。

本文件起草单位：安徽省震灾风险防治中心、安徽省地震局、合肥工业大学。

本文件主要起草人：曹均锋、凌学书、戚浩、查甫生、宋晓燕、缪鹏、王德才、冯伟栋、方良好、赵楠、汪海涛、王扬帆、彭刘亚、王璐、刘爱东、雷家好。

地方标准信息服务平台

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、工作内容和方法、技术服务系统建设。
本文件适用于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 17741-2005 工程场地地震安全性评价
- GB 18306 中国地震动参数区划图
- GB/T 36072 活动断层探测
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB/T 50269 地基动力特性测试规范
- JGJ 83 软土地区岩土工程勘察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

目标区 target area

区域性地震安全性评价工作所指定的场地范围。

3.2

区域 region

地震活动构造、地震活动对目标区地震动特征有影响且不小于目标区边界外延150 km的区域。

[来源：GB 17741-2005，5.1.1，有修改]

3.3

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且不小于目标区边界外延 25 km 的区域。

[来源：GB 17741-2005，6.1.1，有修改]

3.4

设定场点 given site

目标区内具体建设工程场地范围。

3.5

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]

3.6

新构造 neotectonics

新近纪到第四纪初期的地质构造。

3.7

活动断层 active fault

晚第四纪以来有过活动的断层。

[来源: GB 17741-2005, 3.5]

3.8

潜在震源区 potential seismic source zone

未来可能发生破坏性地震的地区。

[来源: GB 17741-2005, 3.14]

3.9

空间分布函数 spatial distribution function

地震危险性概率分析中, 表征地震带内各震级档地震发生在每个潜在震源区可能性的函数。

[来源: GB 17741-2005, 3.15]

3.10

地震动参数 ground motion parameter

表征地震引起的地面运动的物理参数, 包括峰值、反应谱和持续时间等。

[来源: GB 17741-2005, 3.19]

3.11

超越概率 probability of exceedance

在一定时期内, 场地可能遭遇大于或等于给定的地震烈度值或地震动参数值的概率。

[来源: GB 17741-2005, 3.20]

3.12

地震动反应谱特征周期 ground motion characteristic period of response spectrum

规范化的反应谱曲线开始下降点所对应的周期值。

[来源: GB 17741-2005, 3.21]

3.13

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 基本规定

4.1 区域性地震安全性评价包括目标区主要断层活动性鉴定、地震危险性分析、地震动参数评价和地震地质灾害初步评价。其基本工作内容应包括: 区域地震活动性和地震构造评价, 近场区地震活动性和地震构造调查与评价, 目标区主要断层勘查和活动性鉴定, 地震动预测方程确定, 目标区概率地震危险性分析, 目标区场地地震工程地质条件勘查、土层波速与非线性参数测试, 土层模型建立、场地地震反应分析与地震动参数确定, 地震地质灾害评价等。

4.2 应根据近场区、目标区地质、地震、施工条件等实际情况, 以及规划建设的工程类型和地震构造、地震活动背景等, 编制区域性地震安全性评价实施方案并组织实施, 实施方案编制具体要求见附录 A。

4.3 区域性地震安全性评价产出的工作成果应包含工作报告、图件和成果数据库。

4.4 区域性地震安全性评价具体工作流程参见图 1。

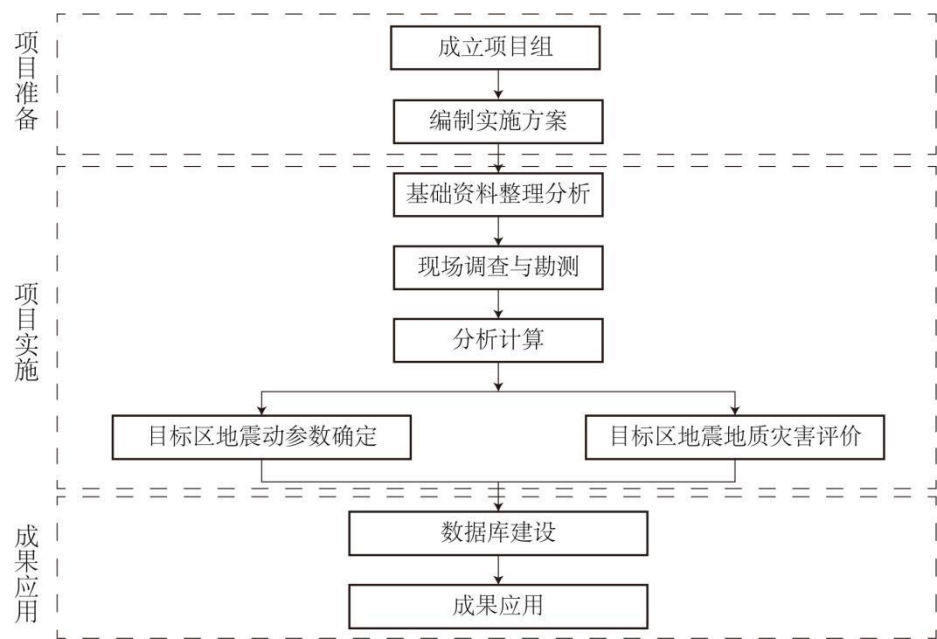


图1 区域性地震安全性评价工作流程

5 区域地震活动性和地震构造评价

5.1 区域地震活动性评价

5.1.1 地震资料搜集和目录编制，应符合以下要求：

- a) 根据正式公布的地震目录和地震报告，搜集整理相关地震资料；
- b) 历史地震资料包括区域内自有地震记载以来的全部破坏性地震事件；
- c) 仪器记录地震资料包括区域内自有仪器记录以来所记录到的可定地震参数的全部地震事件；
- d) 编制区域破坏性地震目录，包括发震时间、地点、震级、震源深度、震中烈度及定位精度等；
- e) 地震目录均需注明资料起止时间。

5.1.2 区域地震震中分布图的编制，应符合以下要求：

- a) 分别编制破坏性地震震中分布图和区域性地震台网记录的中小地震震中分布图；
- b) 注明资料起止时间；
- c) 标注最大地震及大于等于 M6 的地震事件的震级和发震日期。

5.1.3 分析区域地震活动时空特征，应包括以下内容：

- a) 不同时段各级地震资料完整性、可靠性；
- b) 地震的空间分布特征；
- c) 地震震源深度分布特征；
- d) 地震活动时间分布特征和未来地震活动水平。

5.1.4 分析区域现代构造应力场特征，应包括以下内容：

- a) 搜集、补充区域震源机制解资料，编制震源机制解分布图；
- b) 分析区域现代构造应力场的方向、性质及其与区域构造活动的关系。

5.1.5 编制破坏性地震影响烈度图，评价目标区最大地震影响烈度。应包括以下内容：

- a) 搜集对目标区有影响的地震烈度资料;
- b) 评价区域地震影响烈度和频次;
- c) 编制破坏性地震等震线图和综合等震线图。

5.2 区域地震构造评价

5.2.1 分析区域地质构造背景, 应包括以下内容:

- a) 搜集区域地层、地质构造等方面的资料;
- b) 编制区域大地构造分区图, 应反映大地构造分区、构造层等内容;
- c) 分析区域地质构造背景。

5.2.2 分析区域新构造特征, 应包括以下内容:

- a) 搜集区域新构造时期地层与地质构造资料;
- b) 编制区域新构造图;
- c) 分析地震发生的新构造背景。

5.2.3 分析地震发生的地球物理场及深部构造特征, 应包括以下内容:

- a) 搜集地球物理场和深部构造资料;
- b) 编制区域布格重力异常图、航磁异常图、地壳厚度图, 标注大于等于 M 4.7 的地震事件的震中位置;
- c) 分析地震发生的地球物理场与深部构造特征。

5.2.4 搜集区域断裂活动性资料, 评价区域内各主要断层的活动性, 应符合以下要求:

- a) 对目标区可能产生较大影响、且资料不充分的区域性断层应补充现场调查工作, 每条断层应有不少于 1 个反应该断层活动性的可靠地质证据的观测点;
- b) 分析区域主要断裂展布、最新活动时代、断裂性质和运动特征、断裂活动性分段、重点地段古地震的强度及活动期次等特征;
- c) 编制主要断裂活动特征一览表, 宜包括性质、产状、运动特征、活动性分段、最新活动时代及其依据等内容。

5.2.5 根据实地调查和已有资料分析, 编制区域地震构造图, 应包括以下内容:

- a) 第四纪以来活动的主要断层及其活动时代、性质及产状;
- b) 历史地震和现代地震地表破裂带;
- c) 第四纪以来活动盆地及其性质;
- d) 现代构造应力场方向;
- e) 新近纪以来的地层和第四纪岩浆岩;
- f) 新近纪或第四纪以来的地层等厚线。

5.2.6 区域地震构造特征分析, 应符合以下要求:

- a) 分析地质构造背景、新构造特征、断裂活动特征等与区域强震活动的关系, 评价区域地震构造条件;
- b) 评估主要发震构造及其最大潜在地震。

5.3 区域图件及比例尺

5.3.1 区域大地构造分区图、区域新构造图、区域破坏性地震震中分布图、区域中小地震震中分布图、区域地震构造图等图件的比例尺应不小于 1:1 000 000, 应采用线状比例尺。

5.3.2 所有区域图件应标明目标区范围。

6 近场区地震活动性和地震构造评价

6.1 近场区地震活动性评价

6.1.1 对近场区破坏性地震的参数有疑问时, 应进行资料核查和现场调查。

6.1.2 编制近场区地震目录和地震震中分布图, 应包括以下内容:

- a) 大于等于 M 3.5 的历史地震;
- b) 大于等于 M 2.0 以上的仪器记录地震;
- c) 地震目录和震中分布图均需注明资料起止时间。

6.1.3 分析近场区地震活动性, 应包括以下内容:

- a) 地震活动强度、频度水平;
- b) 地震活动密集等空间分布特征, 分析其与活动构造的关系;
- c) 震源深度分布特征。

6.2 近场区地震构造评价

6.2.1 应搜集近场区地质构造、地貌、第四系资料, 应分析近场区地质构造展布与发育特征、地貌和第四系特征。

6.2.2 开展近场区主要断层现场调查, 鉴定主要断层的活动性, 应符合以下要求:

- a) 采用遥感解译、地质地貌调查、浅层地震勘探、钻孔地质联合剖面探测或槽探等方法, 鉴定主要断层的活动性, 查明活动断层的位置、规模、产状及其活动性特征;
- b) 主要断层应有不少于 1 个能够反映其活动性的观测点。

6.2.3 应编制近场区主要断层活动性特征一览表, 应包括展布长度、性质、产状、运动特征、最新活动时代及判定依据等内容。

6.2.4 编制近场区地震构造图, 应包括以下内容:

- a) 主要断层及其活动时代、性质及产状;
- b) 破坏性地震震中和现代地震地表破裂带;
- c) 第四纪主要活动褶皱及其活动时代;
- d) 第四纪以来活动盆地及其性质;
- e) 新近纪以来的地层和第四纪岩浆岩;
- f) 第四系等厚线。

6.2.5 应研究近场区地震活动与断层之间的关系, 综合评价近场区地震构造特征。

6.3 近场区图件及比例尺

6.3.1 近场区地震构造图、近场区地震震中分布图的比例尺应不小于 1:250 000。

6.3.2 活动构造细节图件, 根据需要选定比例尺。探槽剖面图比例尺宜不小于 1:50, 地质和地貌平面图和剖面图比例尺宜取 1:100~1:1 000。

6.3.3 所有近场区图件应标明目标区位置。

7 目标区主要断层勘查和活动性鉴定

7.1 目标区主要断层勘查

7.1.1 应开展断层控制性调查与探测, 查明目标区是否存在断层。存在可能通过目标区的断层时, 应查明断层通过目标区的位置与展布、性质、产状、活动时代、断错位移与速率等。

7.1.2 开展目标区断层调查, 宜符合以下要求:

- a) 对隐伏断层宜采用浅层地震勘探方法进行探测, 必要时可采用多种方法联合探测;

- b) 浅层地震勘探线的布设应能控制目标区内断裂的走向，并至少从两个不同方向布设交叉测线保证有效覆盖目标区范围；
- c) 对裸露区发育的主要断层，应采用遥感解译、地质地貌调查、槽探或剥离剖面等方法进行勘查。

7.2 目标区主要断层活动性鉴定

7.2.1 目标区第四纪以来有活动的主要断层应开展活动性鉴定，应符合以下要求：

- a) 对于隐伏断层可采用跨断层钻孔联合地质剖面探测法；
- b) 对近地表断层及裸露断层可采用地表地质调查或探槽，结合地层、地貌年代测定等，确定断层的位置、规模、产状、最新活动时代以及断层活动性特征；
- c) 每条断层应有不少于 2 个反映该断层活动性的可靠地质证据的观测点。

7.2.2 目标区存在活动断层时，应按照 GB/T 36072 评价其性质、活动时代、断错位移与速率，编制活动断层条带状分布图，比例尺宜为 1:5 000~1:10 000。

7.2.3 编制目标区主要断层活动性特征一览表和目标区主要断层分布图。目标区主要断层分布图包括主要断层的展布、规模、性质、产状、活动时代等，比例尺应不小于 1:50 000。

7.3 目标区地震构造分析

7.3.1 分析目标区地震构造特征，评价目标区主要断层的性质、活动时代、位移和运动特征。

7.3.2 分析目标区主要断层与近场区活动断层的构造联系，评价目标区范围内发震构造潜在地震活动产生地表断错的可能性。

8 目标区地震工程地质条件勘测

8.1 工程地质条件资料调查

8.1.1 应搜集目标区及其附近地形地貌、地层、岩性、地质构造、水文地质条件、场地土类型、场地类别等已有工程地质条件资料。

8.1.2 应调查地震造成的目标区及其附近砂土液化、软土震陷、地表破裂等地震地质灾害现象。

8.2 地震工程地质条件钻孔勘察

8.2.1 开展地震工程地质条件勘察，钻探、取样和试验应按照 GB 50021 的有关规定进行。

8.2.2 目标区控制性地震钻孔，应符合以下要求：

- a) 应根据目标区工程地质条件和目标区建设工程的功能布局规划，合理布置钻孔；
- b) 目标区场地属于 II-IV 类场地时，钻孔空间间隔应不大于 700 m，且钻孔与目标区边界距离应不大于 300 m；
- c) 目标区场地属于 I 类场地时，每个地貌单元应至少布置 1 个钻孔；
- d) 目标区为不连续地块时，每个地块单元应至少布置 2 个钻孔；
- e) 目标区范围内布设不少于 6 个钻孔；
- f) 目标区内已规划的重要工程设定场点应至少布置 1 个钻孔；
- g) 对于浅部土层结构复杂地段应当加密钻孔进行控制；
- h) 地震钻孔勘探深度应达到基岩弱风化层，或见基岩厚度不小于 3 m，且剪切波速不小于 500 m/s 处，其下不存在更低波速岩土层。若控制孔深度超过 100 m 时，剪切波速仍小于 500 m/s，且 100 m 以下的剪切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，但目标区应至少有 1 个钻孔达到剪切波速不小于 500 m/s 的深度。

8.2.3 采集分层岩土的原状土样，应符合以下要求：

- a) 应选取典型钻孔进行土样动力学参数测试，典型钻孔数量应不少于控制孔数量的 1/3，且对特殊地层具有控制作用，同时在空间展布上具有控制性；
- b) 对揭露地层自然分层中有代表性岩土层取样，间隔分布的同类岩土层间距超过 5 m 时，分别取样。

8.2.4 测试钻孔岩土物理性能指标，应符合以下要求：

- a) 测试物理性能指标包括天然含水量、比重、天然密度、干密度等；
- b) 测试可能发生饱和砂土液化土层的标准贯入锤击数、粘粒含量等指标，并测量地下水位、可液化地层厚度等。

8.3 场地岩土动力性质测试

8.3.1 测量场地岩土动力性质，应按照 GB/T 50269 的有关规定进行。

8.3.2 测量不同深度岩土剪切波速，测量深度间距不大于 1 m，并在地层分界面附近加密测点。

8.3.3 应通过动三轴或共振柱试验，测量岩土剪变模量比与剪应变关系、阻尼比与剪应变关系，试验样品数量不少于 15 个。

8.3.4 进行竖向地震反应分析时，应测量纵波速度、压缩模量比与轴应变关系、阻尼比与轴应变关系。

8.4 目标区图件及比例尺

8.4.1 应以目标区建设规划布置图为底图，编制目标区钻孔分布图，标注钻孔位置、钻孔编号、钻孔深度等信息，图件比例尺宜为 1:1 000~1:10 000。

8.4.2 结合目标区浅部土层结构和钻孔勘测、原位测试、岩土样试验结果等，应符合以下要求：

- a) 钻孔柱状图包括层序号、地质年代、层底埋深、层厚、土类名称与土质描述、地下水位埋深、标贯、施工单位等信息，图件比例尺宜采用 1:100~1:1 000；
- b) 编制不同方向的控制性地震钻孔综合工程地质剖面图。

8.4.3 应按照 GB 50011 的有关规定判别场地类别，并进行目标区场地类别分区。

9 地震动预测方程表达与确定

9.1 地震动预测方程表达

9.1.1 地震动预测方程宜采用数学函数式，或以表格形式给出方程各项系数。

9.1.2 地震动预测方程应反映高频地震动的震级和距离饱和特性。

9.1.3 地震动预测方程宜考虑震源错动性质影响。

9.1.4 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。

9.2 地震动预测方程确定

9.2.1 具有足够强震动观测数据的地区，应采用由统计方法建立的地震动预测方程。

9.2.2 缺乏足够强震动观测数据的地区，应采用类比性方法确定地震动预测方程。

9.2.3 需进行竖直向地震反应分析时，宜确定竖直向地震动预测方程。

9.2.4 地震危险性分析采用断层源或断层破裂源时，应确定采用断层距距离参数的地震动预测方程。

9.2.5 应论证地震动预测方程的适用性。

10 概率地震危险性分析

10.1 地震统计区划分

10.1.1 地震统计区划分应采用 GB 18306 中地震区、地震带的划分方案。

10.1.2 应依据地震活动空间分布和地震与活动构造特征划分地震区、地震带和地震统计区。

10.2 潜在震源区划分

10.2.1 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。

10.2.2 划分背景地震活动潜在震源区时，应综合考虑以下构造条件或地震活动特征：

- a) 新构造活动分区；
- b) 第四纪构造活动形式及强度分区；
- c) 中小地震活动强度与频度分区。

10.2.3 划分构造潜在震源区时，应综合考虑以下构造条件或地震活动特征：

- a) 破坏性地震震中；
- b) 微震和小震密集带；
- c) 古地震遗迹地段；
- d) 地震空间分布图像的特征地段；
- e) 断层活动分段与级联；
- f) 第四纪断陷盆地；
- g) 活动断层的端部、转折处或交汇处等特殊部位；
- h) 深部构造。

10.2.4 潜在震源区边界划分应考虑地震构造展布认识及未来地震活动空间分布的不确定性。

10.2.5 应确定潜在震源区主破裂取向及其方向性函数。

10.3 地震活动性参数确定

10.3.1 地震活动性参数应包括：

- a) 地震统计区的震级上限；
- b) 地震统计区的震级下限；
- c) 地震统计区的震级—频度关系系数；
- d) 地震统计区的地震年平均发生率；
- e) 潜在震源区的震级上限；
- f) 潜在震源区各震级档空间分布函数。

10.3.2 确定地震统计区的地震活动性参数应符合下列规定：

- a) 基于地震统计区内已发生的最大地震震级和地震构造特征，确定地震统计区震级上限；
- b) 分析地震统计区地震资料的完整性、可靠性、代表性，以及统计方法等导致的结果不确定性，综合确定地震统计区震级—频度关系；
- c) 分析地震统计区现代地震活动水平以及未来地震活动趋势，确定地震统计区的地震年平均发生率；
- d) 根据区域地震活动水平和震源深度确定震级下限。

10.3.3 确定潜在震源区的地震活动性参数应符合以下要求：

- a) 依据背景地震活动潜在震源区内中小地震活动水平和震级、地震构造背景，确定背景地震活动潜在震源区震级上限；
- b) 依据构造潜在震源区内地质构造条件以及地震活动特征，确定构造潜在震源区震级上限；

- c) 依据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震级地震活动水平，综合评定不同震级档地震在各潜在震源区内发生可能性，确定空间分布函数。

10.4 地震危险性分析计算

10.4.1 应根据目标区范围内地震动参数可能的分布特征，确定计算控制点。计算控制点应包括所有控制性地震钻孔。

10.4.2 计算目标区各控制点多概率水准基岩水平向地震动峰值加速度和加速度反应谱（阻尼比 5%、最大周期应不小于 6s），概率水准应不少于 50 年和 100 年超越概率 63%、10%、2%，且应包括与目标区规划工程需求相适应的概率水准。

10.4.3 地震危险性分析应计算给出地震动参数超越概率曲线。

10.4.4 计算地震动反应谱时，周期点的分布应能控制反应谱形状，数目应不少于 20 个。

10.4.5 不确定性校正应符合以下要求：

- a) 应对地震动预测方程的统计不确定性进行校正；
- b) 宜分析潜在震源区及地震活动参数不确定性对结果的影响。

10.4.6 地震危险性分析结果表述应符合以下要求：

- a) 应以图和表格的形式给出目标区各计算控制点基岩地震动参数；
- b) 应以表格形式给出对目标区地震危险性起主要作用的各潜在震源区的贡献；
- c) 总体性评价地震危险性分析结果的合理性。

10.4.7 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的基岩地震动参数数据库。

11 目标区地震动参数确定

11.1 目标区地震反应分析模型的建立

11.1.1 地震反应分析模型的建立应符合以下要求：

- a) 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；
- b) 地表、土层界面或基岩面起伏较大时，应采用二维或三维土层反应分析模型，并考虑边界效应。

11.1.2 确定场地土层模型参数应符合下列规定：

- a) 根据场地地震工程地质勘察结果，结合浅部土层结构模型综合确定场地分层土厚度、密度值、波速值及土动力参数等场地土层模型参数；
- b) 根据浅部土层结构模型及相关资料，合理推定缺少实测资料的部分土层模型参数。

11.1.3 应采用下列三者之一作为地震反应分析模型输入地震界面：

- a) 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或由其他方法确定的界面。

11.2 输入地震动时程的确定

11.2.1 应按各计算控制点自由基岩表面地震动时程幅值的 1/2 确定目标区土层地震反应分析的各计算点基底输入地震动时程。

11.2.2 计算控制点合成自由基岩表面地震动时程的目标反应谱应选择指定超越概率水平的基岩地震动反应谱。

11.2.3 合成自由基岩表面地震动时程时，宜采用考虑目标反应谱控制地震特征的人工合成方法作为初始地震动时程。

11.2.4 采用人工合成方法确定各计算控制点自由基岩表面地震动时程，应符合下列规定：

- a) 每条目标谱应合成不少于 5 组地震动时程样本，且样本之间的相关系数不大于 0.16；
- b) 合成地震动时程反应谱与目标谱在控制点频率处的相对误差的绝对值不应超过 5%；
- c) 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。

11.3 场地土层地震反应分析计算

11.3.1 对于Ⅳ类场地，输入地震动峰值大于 0.10 g 时，宜使用时域弹塑性方法进行计算。

11.3.2 采用等效线性法进行计算时，一维土层模型的土层厚度应划分得足够小，控制在所考虑的有效地震波最短波长的 1/20~1/5 范围内取值。

11.3.3 二维及三维模型采用有限元法求解时，有限元网格在波传播方向的尺寸应在所考虑最短波长的 1/12~1/8 范围内取值。

11.3.4 应开展控制性钻孔土层模型的地震反应分析计算，并符合以下要求：

- a) 针对每种基岩地震动的所有输入地震动时程样本进行土层地震反应分析；
- b) 计算钻孔土层反应分析模型地表处地震反应的地震动时程，并计算相应的地震动反应谱；
- c) 基于输入地震动时程样本结果，综合给出不同超越概率水准基岩地震动输入下钻孔的地表地震动峰值和反应谱；
- d) 进行二维及三维模型求解时，应给出地面以下不同方向的地层结构横纵剖面图，剖面上应给出地层岩性、地层起伏、土层参数、钻孔及计算点分布情况，并宜对二维及三维模型的峰值加速度和反应谱计算结果与一维模型的峰值加速度与反应谱计算结果进行对比分析。

11.4 目标区场地地震动参数确定

11.4.1 目标区场地地震动参数应包括地震动峰值、加速度反应谱特征周期和与 GB 18306 中规标准化反应谱形式相同的场地地震动反应谱（阻尼比 0.05，最小周期值应不大于 0.04 s，最大周期值应不小于 6 s）。

11.4.2 自由基岩场地的地震动参数可根据概率法地震危险性分析结果确定，土层场地的地震动参数应基于场地地震反应分析结果确定。

11.4.3 应编制目标区地表多概率水准的水平向地震动峰值加速度、加速度反应谱特征周期区划图，并符合以下要求：

- a) 提供的多概率地表地震动参数应不少于 50 年和 100 年超越概率 63%、10%、2% 六个水准；
- b) 应以等值线或分区的形式表示目标区地震动参数分区结果；
- c) 地震动峰值加速度相邻等值线差异宜为 5%~10%；
- d) 反应谱特征周期相邻差异应不大于 0.05 s；
- e) 图件比例尺应不小于 1:50 000。

11.4.4 采用竖向与水平向地震动比值来确定场地竖向地震动时，应分析场地地震危险性控制地震特征，一般可取比值 2/3，在场地及其附近地震活动对场地地震危险性起主要贡献情况下，比值应取为 1。

11.4.5 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，每个目标反应谱宜合成不少于 5 条地震动时程，并建立目标区各控制点多概率水准的地震动时程数据库。

11.5 设定场点地震动参数确定

11.5.1 设定场点工程场地地震动参数，应根据工程结构特征、场地工程地质条件和目标区地表地震动参数数据库、地震动时程数据库综合确定。

11.5.2 应根据工程地质勘察报告所确定的场地类别，依据 GB 18306 双参数调整要求，确定设定场点

的区划标准地震动参数。

11.5.3 设定场点地震动参数的确定应符合以下要求：

- a) 场点距离控制点小于 200 m 时，取该控制点地震动参数和区划标准地震动参数二者的高值作为该场点的场地地震动参数；
- b) 场点距离控制点大于 200 m 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高值作为该场点的场地地震动参数；
- c) 对需要地震动时程的建设工程，依据场点与选定控制点地震动参数结果差异，按比值法对选定的控制点地震动时程进行调整处理，作为该场点的场地地震动时程。

12 目标区地震地质灾害评价

12.1 断层错动

12.1.1 目标区内存在活动断层时，应调查和研究活动断层变形带宽度，并依据断层性质及产状、最大潜在地震和活动断层上断点埋深等因素评估潜在地震地表破裂影响。

12.1.2 活动断层断错灾害评价，应包括以下内容：

- a) 活动断层地表破裂影响带宽度应包括地震断层造成的地表直接断错、破裂在内的断层带宽度与断层两侧以外、具有较强变形程度的范围；
- b) 通过跨断层地质剖面、跨断层探槽地质剖面及其它有效手段确定活动断层变形带宽度；利用浅层地震勘探、钻探、槽探及其它有效手段确定隐伏活动断层变形带宽度；
- c) 根据活动断层性质与产状、几何结构、最大潜在地震、活动断层上断点埋深等因素评估潜在地震地表破裂影响带宽度；
- d) 应分析活动断层性质，宜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；
- e) 应编制活动断层地震地表破裂影响带分布图及其说明书，图件比例尺宜为 1:5 000~1:10 000。

12.1.3 对目标区内任意设定场点工程，应分析设定场点与活动断层地表破裂影响带的空间关系。

12.2 砂土液化

12.2.1 针对 50 年超越概率 10%、2% 等不同概率水准下地震动作用，初步评价目标区地基土液化。

- a) 应依据地形、地貌、地层、地下水等与液化有关的目标区地震地质条件及其附近历史地震液化遗迹资料，分析目标区地震液化的可能性；
- b) 目标区存在可液化土层且具液化可能性时，应按照 GB 50011 的相关规定采用标准贯入试验法进行地基土液化可能性和液化程度判别，判别深度应不小于 20 m；
- c) 当有成熟经验时，可采用其他方法对地面以下一定深度范围内（0~30 m）的土层进行地震液化判定；
- d) 根据钻孔液化判别结果以及地震砂土液化记载资料，评价目标区地基土液化特征。

12.2.2 应编制 50 年超越概率 10%、2% 等不同概率水准下目标区地震液化初步判别结果图，图件比例尺宜不小于 1:50 000。

12.3 软土震陷

12.3.1 按照 50 年超越概率 10%、2% 等不同概率水准下地震动作用，初步判断目标区软土震陷，应符合以下要求：

- a) 根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；

- b) 对于含有较厚淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其它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、GB 50011 中的相关规定进行软土震陷判别与软土震陷等级评价；
- c) 应根据钻孔软土震陷判别结果以及历史地震软土震陷记载资料，综合评价目标区软土震陷特征。

12.3.2 应编制 50 年超越概率 10%、2% 等不同概率水准下目标区软土震陷初步判别结果图，图件比例尺应为 1:10 000~1:50 000。

12.4 地震崩塌滑坡

12.4.1 按照 50 年超越概率 10%、2% 等不同概率水准下地震动作用，初步评价目标区及周边坡体地震崩塌滑坡危险性，应符合以下要求：

- a) 应对目标区及外延一定范围坡体开展调查，一般地区宜外延 500 m，高、中山地区宜外延至 1 级分水岭范围。
- b) 坡体调查应获取调查范围内主要坡体的坡度、坡高、坡向等地形地貌信息，并通过现场岩土体特征调查，结合地质图，获取岩土体岩性、完整性、风化程度、岩土体内部结构等基本特征参数；
- c) 依据坡体位置处给定超越概率水平下地震动峰值加速度值大小，计算地震崩塌滑坡危险性指数，确定坡体地震崩塌滑坡危险程度。

12.4.2 编制 50 年超越概率 10%、2% 等不同概率水准下目标区及周边坡体地震崩塌滑坡危险性初步判别结果图，图件比例尺宜不小于 1:50 000。

13 技术服务系统建设

13.1 区域性地震安全性评价应建设技术服务系统，该系统应具有以下功能（但不限于）：

- a) 浏览、查询目标区基础信息，制作相应文档；
- b) 浏览、查询目标区地震动参数与地震地质灾害评价成果，输出设定场点的简要成果报告；
- c) 具备导入与更新、扩展及帮助等基本功能。

13.2 技术服务系统应基于 GIS 平台的数据库和地理底图库建设，将区域性地震安全性评价相关数据入库，应具有人机交互平台，方便用户使用。

13.3 入库数据应包括工作原始数据和重要成果，应包含以下数据信息（但不限于）：

- a) 地震活动性参数数据信息；
- b) 目标区断层勘察数据信息；
- c) 目标区地层结构模型数据信息；
- d) 目标区各控制点多概率水准基岩地震动数据信息；
- e) 目标区各控制点多概率水准地表地震动参数数据信息；
- f) 目标区各控制点多概率水准地表地震动时程数据信息；
- g) 目标区多概率水准地震动参数区划数据信息；
- h) 目标区地震地质灾害数据信息。

附录 A

(资料性)

区域性地震安全性评价实施方案编制要求

A.1 编制区域性地震安全性评价实施方案以搜集资料为主，辅以必要的现场工作。

A.2 A 在搜集、整理和分析地震、地矿、煤炭、石油天然气、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、目标区地震钻孔分布图、目标区物探测线布置图、目标区断层分布图等基础性图件。

A.3 项目实施方案编制应包括以下内容：

- a) 任务来源、总体要求、工作目标、成果产出；
- b) 区域、近场区、目标区范围和图件；
- c) 技术思路和工作重点；
- d) 专题设置及工作任务情况；
- e) 承担单位人员技术力量及施工队伍情况；
- f) 项目进度计划；
- g) 服务质量保证体系及安全生产的保障措施。

地方标准信息服务平台

参 考 文 献

- [1] GB/T 13923-2006 基础地理信息要素分类与代码
 - [2] GB 17740-2017 地震震级的规定
 - [3] GB/T 18207.1 防震减灾术语 第1部分：基本术语
 - [4] DZ/T 0170-2020 浅层地震勘查技术规范
 - [5] 区域性地震安全性评价工作大纲（试行），中国地震局震害防御司，2019年
-

地方标准信息服务平台