

河北省地震局

冀震函〔2021〕15号

河北省地震局关于印发 《河北省区域性地震安全性评价技术细则 (试行)》的通知

各市(含定州市、辛集市)地震局(防震减灾局)、雄安新区应急管理局,各有关单位:

为保障全省区域性地震安全性评价工作标准统一、流程规范、质量可靠、成果科学,更好地服务经济社会发展,依据《河北省区域性地震安全性评价管理办法》(冀震发〔2020〕1号)《区域性地震安全性评价工作大纲(试行)》(中震防函〔2019〕21号)及国家相关标准和规范,我局组织编制了《河北省区域性地震安全性评价技术细则(试行)》。现印发给你们,请认真贯彻执行。



2021年2月4日

抄送:中国地震局震害防御司。

河北省区域性地震安全性评价技术细则

（试行）

河北省地震局

2021年2月

目 录

1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 实施方案制定.....	2
5 区域地震活动性和地震构造评价.....	4
6 近场区地震活动性和地震构造评价.....	6
7 目标区断层勘查和活动性鉴定.....	8
8 地震工程地质条件勘测.....	10
9 地震动预测方程确定.....	13
10 概率地震危险性评价.....	13
11 场地地震动参数确定.....	15
12 地震地质灾害评价.....	19
13 技术成果数据库与技术服务系统建设.....	21
14 附则	23

河北省区域性地震安全性评价技术细则

(试行)

1 范围

本细则规定了区域性地震安全性评价的工作内容、技术要求和方法。

本细则适用于在河北省境内的各类开发区、工业园区、新区和其他有条件区域开展的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，凡是注明日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本细则。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本细则。

GB 17740 地震震级的规定

GB 17741-2005 工程场地地震安全性评价

GB 18306-2015 中国地震动参数区划图

GB/T 36072-2018 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

DZ/T 0286—2015 地质灾害危险性评估规范

JGJ 83—2011 软土地区岩土工程勘察规程

CH/T9009.1-2013 基础地理信息数字成果

区域性地震安全性评价工作大纲（试行）（中震防函〔2019〕21号）

3 术语和定义

《工程场地地震安全性评价》（GB 17741—2005）界定的以及下列术语和定义适用于本细则。

3.1 地震构造环境 seismotectonic environment

与区域地震活动及其空间分布关系密切的地壳动力学与地质构造背景的总称。

3.2 活动断层 active fault

距今12万年以来有过活动的断层，包括晚更新世断层和全新世断层。

3.3 潜在震源区 potential source area

未来可能发生破坏性地震的地区。

3.4 地震动参数 earthquake motion parameters

表征地震引起的地面运动的物理参数，包含峰值、反应谱和持续时间等。

3.5 场地地震动 site ground motion

地震引起的考虑场地条件影响的地面运动，包括地震动参数、时程等。

3.6 区域 region

地震活动构造、地震活动对区域地震安全性评价有影响的范围。

3.7 近场区 near field region

为查清目标区及其邻近地区地震构造和地震活动特征所需调查研究的范围。

3.8 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。

3.9 设定场点 given site

目标区内具体建设工程空间分布范围。

3.10 区域主要断层 main fault region

构造单元的分界断层或者断层长度大于30km第四纪以来有过活动的断层。

4 实施方案制定

4.1 基础资料准备

4.1.1 基础资料收集，包括但不限于以下内容：

a) 与区域、近场区相关的地震活动、地质构造、地球物理场、大地测量等方面的资料；

b) 与近场区、目标区相关的活动断层探测、地震安全性评价、地球物理勘探、工程地质勘察、水文地质调查等方面的资料。

4.1.2 分析已有基础资料形成前期图件，应包括以下图件：

a) 区域大地构造图、区域新构造图、区域地震构造图和区域破坏性地震和现代中小地震分布图；

b) 近场区地质构造图、近场区地震构造图和近场区地震分布图；

c) 目标区工程地质资料图，叠加钻孔勘探、地球物理勘探、断层分布及调查点等；

d) 其他有支撑作用的基础性图件。

4.2 实施方案的编写要求

4.2.1 实施方案应符合相关技术要求，并具有可操作性，确定后不得随意变更；确需变更的，应进行必要的论证。

4.2.2 对目标区断层勘查和活动性鉴定、地震工程地质条件勘测，应编制专题实施方案。

4.3 实施方案的主要内容

4.3.1 项目概述。包括工作任务来源、总体要求、工作目标、合同金额等。

4.3.2 项目范围。包括区域、近场区、目标区的范围。

4.3.3 工作基础。基础资料收集情况及分析结果。

4.3.4 工作方法。针对需要解决的地震地质、工程地质、地震动参数确定、地震地质灾害评价等方面关键问题，明确工作深度、专题设置、技术方法、技术指标、工作依据等；方案中应明确现场考察路线、地球物理勘探剖面、钻孔勘探及其它现场工作位置，以及预估的现场工作量，钻孔位置需标出经纬度。

4.3.5 工作内容。主要工作内容应包括以下内容：

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) 目标区断层勘查与活动性鉴定；

d) 地震工程地质条件勘测；

e) 地震动预测方程的确定；

f) 概率地震危险性分析；

g) 场地地震动参数确定；

h) 地震地质灾害评价；

i) 技术成果数据库和技术服务系统建设。

4.3.6 预期成果。包括上述主要工作内容产出的数据成果，以及数据库、技术服务系统等建设内容。

4.3.7 投入情况。拟投入人员及软件、仪器、设备等情况，其中人员情况应包括

姓名、性别、年龄、单位、专业、技术职称、任务分工等信息。

4.3.8 施工进度。项目工期及进度安排。

4.3.9 质量保证。质量控制、安全生产等措施及服务承诺。

5 区域地震活动性和地震构造评价

5.1 区域范围和图件

5.1.1 根据目标区所处的地震构造、地震活动、历史地震影响等地震环境，以及目标区内建设工程对地震动参数的需求，确定区域范围。区域范围应不小于目标区外延 150km，并对区域范围选取的合理性进行论述。

5.1.2 编制区域大地构造分区图、区域新构造图、区域地震构造图、区域破坏性地震震中分布图、区域中小地震震中分布图等图件，且比例尺应不小于 1:1 000 000。

5.1.3 所有区域图件应标明目标区位置。

5.2 地震活动性

5.2.1 地震资料搜集和地震目录编制，应符合以下规定：

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（震级大于等于 M4.7）；

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，应包括发震时间、震中位置地理坐标（经度、纬度）、参考地名、震级、震中烈度、震源深度及震中定位精度等信息。地震震级采用 M 震级，其中仪器测定地震震级依据《地震震级的规定》（GB 17740）确定，历史地震震级依据 Ms 震级确定；破坏性地震同时存在宏观震中与微观震中时，采用宏观震中位置。

5.2.2 区域地震震中分布图的编制，应符合以下规定：

a) 分别编制区域破坏性地震（震级大于等于 M4.7）震中分布图和区域中小地震震中分布图，区域中小地震震中分布图包括震级大于等于最小完整震级且小于 M4.7 的地震事件；

b) 注明资料起止时间；

c) 注明主要地震的震级和发震日期。

5.2.3 地震活动时空特征分析，应包含以下内容：

a) 区域地震资料可靠性、完整性；

b) 区域地震活动成带、丛集、弥散、重复等空间分布特征；

c) 区域震源深度分布特征；

d) 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时间分布特征。

5.2.4 现代构造应力场特征分析，应包含以下内容：

a) 搜集、增补本区域至今的震源机制解资料，编制震源机制解分布图；

b) 区域现代构造应力场方向、性质及分区等特征；

c) 区域现代构造应力场与区域构造活动的关系。

5.2.5 目标区地震影响评价，应包含以下内容：

a) 搜集分析对目标区大于等于Ⅵ度影响的地震烈度资料；

b) 无地震烈度资料时，选用适宜本地区的地震烈度衰减关系，计算目标区地震影响烈度；

c) 建立地震影响烈度目录；

d) 编制影响目标区的综合等震线图，评价目标区最大地震影响烈度。

5.3 地震构造

5.3.1 区域地质构造背景分析，应符合以下规定：

a) 搜集区域地层、地质构造、地质演化等方面的资料；

b) 编制区域大地构造分区图；

c) 分析区域地质构造背景。

5.3.2 区域新构造背景分析，应符合以下规定：

a) 搜集区域地貌、区域新构造时期地层与地质构造等资料；

b) 编制区域新构造图，分析地震发生的新构造背景；

c) 分析新构造运动特征，重点分析新构造运动与地震活动的关系。

5.3.3 地球物理场及深部构造特征分析，应符合以下规定：

a) 收集重力、航磁和其它地球物理场资料；

b) 编制区域重力异常图、航磁异常图和地壳结构图；

c) 结合地壳结构及其他深部构造资料，综合分析区域范围内地震分布与地球物理场的关系。

5.3.4 区域主要断层活动性评价，应符合以下规定：

a) 搜集区域断层活动性资料；

b) 编制主要断层活动特征一览表，包括断层长度、走向、产状、最新活动时代及活动性质、断层附近破坏性地震等内容；

c) 对可能产生较大影响，且展布和活动性依据不充分的断层，需补充相应调查工作；

d) 对控制区域地震活动和作为确定潜在震源区依据的主要断层、活动断层，需进行详细论述；

e) 分析区域主要断层性质、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。

5.3.5 区域地震构造图编制，区域地震构造图应包括以下内容：

a) 区域主要断层及其分段，并区分活动时代、活动性质与产状；

b) 第四纪以来活动盆地及其性质；

c) 新近纪以来的地层；

d) 新近纪或第四纪以来的地层等厚线；

e) 现代构造应力场方向；

f) 破坏性地震震中位置，并标注重要地震的震级和发震时间。

5.3.6 区域地震构造环境评价，应包括以下内容：

a) 目标区所在大地构造单元的属性；

b) 区域新构造运动特征，目标区所在新构造分区单元的活动特征及其与地震活动的关系；

c) 区域地震构造特征，目标区所在地质构造单元的地震构造环境特点；

d) 评价地震构造条件，给出区域范围内不同震级档的地震构造标志，判别区域发震构造，分析发震构造特征，确定发震构造最大潜在地震。

6 近场区地震活动性和地震构造评价

6.1 近场区范围和图件

6.1.1 根据目标区及邻近区域的地震活动构造、地震活动的分布和延续性，考虑

历史地震对目标区的地震动特征以及地震地质灾害的影响程度,确定近场区范围。近场区范围应不小于目标区外延 25km,并对近场区范围选取的合理性进行论述。

6.1.2 近场区地震构造图、近场区地震震中分布图和近场区主要断层活动性鉴定材料图的比例尺应不小于 1:250 000。

6.1.3 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为 1:100~1:1 000。

6.1.4 所有近场区图件应标明目标区位置。

6.2 地震活动性

6.2.1 应对参数有疑问且可能影响目标区的地震安全性评价的地震事件进行核查。

6.2.2 应编制近场区地震目录(震级大于等于 M3.0)和地震震中分布图(震级大于等于 M2.0)。

6.2.3 地震活动性分析,应包括以下内容:

- a) 近场区地震活动强度、频度水平;
- b) 近场区地震活动密集、弥散等空间分布特征,以及震源深度分布特征。

6.3 地震构造

6.3.1 近场地质构造分析,应符合以下规定:

- a) 搜集近场区地质构造、地貌、第四系等资料,分析地貌和第四系特征,划分地质地貌单元;
- b) 分析近场区地质构造背景;
- c) 编制近场区地质构造图、近场区地质剖面图和近场区地震构造图。

6.3.2 近场区主要断层活动性鉴定,应符合以下规定:

- a) 每条断层应有不少于2个反映该断层活动性的可靠证据,证明断层的最新活动时代、活动特征和分段等;
- b) 基岩或浅覆盖区断层,采用遥感解译、露头追索、微地貌测绘、钻探或槽探、测年等地质地貌手段进行调查;
- c) 覆盖区隐伏断层,已有资料不能确定已知主要断层的活动时代时,选用地球物理勘探、钻孔地质联合剖面探测和测年等手段进行勘察;
- d) 查明活动断层的位置、规模、产状及其活动特征;

e) 编制近场区主要断层活动性鉴定材料图, 包括观测路线、观测点、测线等实际材料位置和编号;

f) 编制近场区断层活动性特征一览表, 包括断层长度、走向、产状、最新活动时代及活动性质、断层附近破坏性地震等内容。

6.3.3 近场区地震构造图编制, 应包括以下内容:

- a) 第四纪以来有活动的断层及其活动时代;
- b) 断层活动性质和产状;
- c) 第四系分布及其厚度;
- d) 第四纪盆地的范围及其活动性质;
- e) 破坏性地震震中位置;
- f) 地震地表破裂带。

6.3.4 近场区地震构造特征分析, 应符合以下规定:

- a) 分析近场区地震活动与构造活动的关系;
- b) 评价近场区地震构造特征。

7 目标区断层勘查和活动性鉴定

7.1 研究范围和图件

7.1.1 研究范围应包括目标区范围且外延不小于500m。

7.1.2 目标区主要断层分布图比例尺应不小于1:50 000。

7.1.3 目标区存在活动断层时, 需编制活动断层条带状分布图, 图件的比例尺宜为1:5 000~1:10 000。

7.2 断层活动性鉴定

7.2.1 地质构造特征分析, 应符合以下规定:

- a) 搜集地质构造基础资料, 资料满足1:50 000精度;
- b) 应充分收集、分析目标区开展过的活断层探测成果;
- c) 分析目标区地质构造背景、断层发育特征。

7.2.2 对整个目标区研究范围应开展控制性调查与探测, 查明是否有断层通过目标区, 并查明其位置与展布、性质、产状、活动时代、断错位移与速率等。断层调查与探测应符合以下规定:

- a) 在基岩出露区, 应采用高分辨率遥感、地质地貌、槽探等方法进行勘查,

查明出露断层的性质、产状、破碎带等发育情况；

b) 在第四系覆盖区，应开展浅层地震勘探，且勘探剖面必须控制住目标区四周边界，有效探测深度必须大于第四系地层底界，必要时可采用多种方法联合探测；

c) 根据实际需要，采集断层活动年代测试样品，采取释光、¹⁴C、电子自旋共振等有效测年方式，定量鉴定断层最新活动年代；

d) 目标区外延500m范围内存在主要断层，或者目标区外延1km范围内存在指向目标区的主要断层，须查明断层和目标区的位置关系；

e) 浅层地震勘探发现有断层异常的，应加密测线进行异常追踪，根据实际需要开展钻探、探槽、测年等工作，对异常进行验证。

7.2.3 对目标区第四纪以来有活动的主要断层开展断层活动性鉴定，应符合以下规定：

a) 对于隐伏断层宜采用浅层地震探测法；

b) 对近地表断层及裸露断层可采用高分辨率遥感、地表地质调查或探槽，结合地层、地貌年代测定等，进行现场验证；

c) 应确定断层的位置、规模、产状、最新活动时代以及断层活动性特征；

d) 每条断层应有不少于2个反映该断层活动性的可靠证据，证明断层的最新活动时代和活动特征。

7.2.4 目标区活动断层评价，应符合以下规定：

a) 对于隐伏断层应在浅层地震勘探工作的基础上，开展跨断层钻孔联合探测。每条断层的探测测线间距应小于2.5km，在有地球物理勘探剖面或钻孔联合地质剖面控制地段，隐伏活动断层的水平定位误差不应大于15m，每个独立的活动断层段钻孔联合探测剖面应不少于2个；

b) 对出露地表的断层或有地形地貌迹象的隐伏活动断层宜采用地表地质调查或探槽，结合地层、地貌、年代测定，进行现场验证。应以追索法为主，结合穿越法对活动断层分布进行核实与修订，活动断层位置观察点间隔应不超过500m，每个独立的活动断层段开挖的探槽应不少于2个；

c) 应确定断层的位置、规模、产状，活动时代、断错位移与速率。

7.3 断层活动性评价

7.3.1 编制目标区主要断层活动性特征一览表，包括断层长度、走向、产状、最新活动时代及活动性质、断层附近破坏性地震等内容。

7.3.2 编制目标区主要断层分布图，包括断层的展布、性质、产状、活动时代，断层活动性鉴定的有效观测点、地质剖面、测线位置等，并标明目标区。

7.3.3 应评价活动断层的性质、活动时代、断错位移与速率等。

7.3.4 应评价活动断层对目标区的影响。

8 地震工程地质条件勘测

8.1 地震工程地质条件调查

8.1.1 应收集、调查目标区及其近地貌、地层、岩性、地质构造、水文地质条件、场地土类型、场地类别等已有资料，并利用地球物理探测等方法研究目标区及周边第四纪沉积的不均匀性。

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、滑坡崩塌、海啸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钻孔勘察，钻探、取样和试验应按照《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的有关规定进行。

8.2.2 控制钻孔布置，应符合下列规定：

a) 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) 除基岩区外，控制孔的空间间隔应不大于 700m；

c) 控制孔至边界间隔应不大于 350m；

d) 已规划的重要工程场地至少应当布置 1 个控制孔；

e) 目标区为不连续地块时，每个地块至少应布设 2 个控制孔，且满足本条 b) 和 c) 的要求；

f) 不同工程地质单元的分界线附近，控制孔间隔应不大于 350m；

g) 对于浅部土层结构复杂地段应当加密钻孔进行控制。

8.2.3 控制孔深度，应符合下列规定：

a) 应达到基岩；

b) 剪切波速不小于 500m/s 处，且其下不存在更低波速岩土层；

c) 若控制孔深度超过 100m 时, 剪切波速仍小于 500m/s, 且 100m 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 2 个以上钻孔深度超过 100m 且剪切波速不小于 500m/s。

8.2.4 选取一定数量的控制孔作为典型钻孔, 进行原状土样采集, 应符合下列规定:

a) 典型钻孔自然分层中应对每层土层取样, 同类岩土层厚度超过 5m 应分别取样;

b) 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。

8.2.5 控制孔岩土层物理性能指标原位测试, 应符合以下规定:

a) 测试物理性能指标应包括天然含水量、比重、天然密度、干密度等;

b) 应测试地面下 30m 深度内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 岩土力学性能测定

8.3.1 岩土力学性能测定, 应按照《地基动力特性测试规范》(GB/T 50269) 的有关规定进行。

8.3.2 控制孔岩土层波速测量, 应符合以下规定:

a) 测量不同深度岩土层剪切波速, 测量深度间距不大于 1m, 并在地层分界面附近加密测点;

b) 目标区不具备钻孔原位波速测量条件时, 采集分层岩土原状土样, 采用实验室测试方法测定。

8.3.3 岩土动力特性试验, 应符合以下规定:

a) 典型钻孔取得的代表性原状样应开展动力特性试验;

b) 应通过动三轴或共振柱试验, 测定岩土剪变模量比与剪应变关系、阻尼比与剪应变关系。

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 图件编制

8.4.1 应以目标区规划图或最新影像图为底图, 编制目标区钻孔分布图, 包括所

有控制钻孔和搜集钻孔位置，标注钻孔编号、孔口标高、钻孔深度等信息。

8.4.2 编制钻孔柱状图，应包括层序号、层底埋深(m)、层厚(m)、土类名称与土质描述等信息，图件比例尺视土层结构复杂程度而定，宜采用 1:100~1:1000。

8.4.3 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。

8.4.4 应按照《建筑抗震设计规范》(GB 50011)的有关规定，判别每一个钻孔位置的场地类别，给出目标区场地类别分区图。

8.5 目标区地层结构模型建立

8.5.1 地层结构基础资料调查，应符合以下规定：

a) 应收集目标区及其附近地貌、地层、岩性、覆盖层厚度等资料；

b) 应收集目标区及其附近浅层地震勘探等资料；

c) 根据控制孔、原位测试、岩土试验结果，判定目标区下覆土层力学性质在水平方向或垂直于地面方向差异较大时，宜采用地球物理勘探等手段，对目标区地层结构进行现场调查；

d) 地层结构现场调查宜采用浅层地震等地球物理勘探方法或微动台阵监测观测法，进行浅层地震探测时，其测线间距不大于1km；采用地震台阵观测法探查时，拾振器间隔不大于500m；

e) 对第四系覆盖厚度小于3m的，开展现场地质调查，重点记录出露基岩岩性、风化层厚度、上覆第四系厚度及其分布程度。

8.5.2 目标区地层结构模型构建，应符合以下规定：

a) 地层结构模型宜以三维的形式表示，可做切面图，图件比例尺宜不小于 1:10 000，在土层力学性质变化显著的区段，图件比例尺宜为 1:1 000~1:5 000；

b) 地层结构模型的平面控制节点间隔不大于700m，竖向控制节点间隔不大于5m；

c) 地层结构模型应包括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，且资料不足时，可简化其空间分布特征；

d) 地层结构模型宜包括控制孔揭露的所有地层；

e) 等值剪切波速深度分布，应包括剪切波速度达到500 m/s 的土层层位深度分布；

f) 等值剪切波速深度分布，宜包括不同地质时代土层底界的剪切波速度深

度分布。

9 地震动预测方程确定

9.1 地震动预测方程表达

9.1.1 地震动预测方程应包括加速度峰值、反应谱，宜采用数学函数式或表格形式。

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征。

9.1.3 地震动预测方程宜考虑震源错动性质影响。

9.2 基岩地震动预测方程确定

9.2.1 应根据工程结构特征，合理确定基岩地震动预测方程及周期，预测方程周期至少到 6s。

9.2.2 具有足够强震动观测数据的地区，应采用统计方法建立地震动预测方程。

9.2.3 缺乏足够强震动观测数据的地区，应采用类比性方法结合最新区划图相关资料确定地震动预测方程，需论证地震动预测方程的适用性。

9.2.4 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。

10 概率地震危险性评价

10.1 地震统计区划分

10.1.1 应划分地震区、地震带和地震统计区，可采用《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）中地震区、地震带的划分方案。

10.1.2 应基于地震区、地震带划分，并依地震活动性参数统计的需要，确定地震统计区。

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 确定潜在震源区边界，应考虑地震构造展布认识不确定性，以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。

10.2.6 应给出该目标区所在背景源及其震级上限。

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下列规定：

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。控制点间隔宜不大于 700m，且各控制性钻孔所在位置应作为计算控制点。

10.4.2 应计算给出地震动参数超越概率曲线。

10.4.3 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 15 个。

10.4.4 应考虑对地震动预测方程的统计不确定性进行校正。

10.4.5 宜分析潜在震源区及地震活动参数不确定性对地震危险性分析结果的影响。

10.4.6 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%、周期至 6s），概率水准宜不少于 50 年超越概率 63%、10%、2%，且应包含与目标区规划工程需求相适应的概率水准。

10.4.7 分析基岩地震动参数的空间分布特征。

10.4.8 建立目标区多概率水准的基岩地震动参数数据库并给出地震基岩峰值加速度分布图。

10.4.9 地震危险性分析结果表述应符合以下规定：

a) 以图和表格的形式给出不同超越概率的地震动参数；

b) 以表格形式给出对计算控制点地震危险性起主要作用的各潜在震源区的贡献，并分析地震环境对地震危险性分析结果的影响特征；

c) 总体性评价地震危险性分析结果的合理性。

11 场地地震动参数确定

11.1 地震反应分析模型的建立

11.1.1 根据地震工程地质条件勘查结果,建立地震反应分析模型。目标区地表、土层界面及基岩面均较平坦时,可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。

11.1.2 应采用下列三者之一作为地震输入界面:

a) 钻探确定的基岩面;

b) 剪切波速不小于500m/s的岩土层顶面;

c) 钻孔深度超过100m,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。

11.1.3 选用二维或三维分析模型时,应考虑边界效应,多方案设定边界。

11.2 土层模型参数的确定

11.2.1 根据地震工程地质条件勘查结果,结合目标区地层结构模型综合确定场地分层土厚度、密度、剪切波速及土动力学参数等场地土层模型参数。

11.2.2 根据目标区地层结构模型及相关资料,采用合理的估计方法确定缺少实测资料的部分土层模型参数,并进行波速值和地震输入界面位置的不确定性对场地地震反应的影响分析。

11.2.3 确定各控制点场地土层地震反应分析模型,建立地震反应分析模型数据库。

11.3 输入地震动时程的确定

11.3.1 自由基岩场地地震动时程的目标反应谱应选择以地震危险性分析得到的指定超越概率水平的基岩地震动反应谱。

11.3.2 自由基岩场地地震动时程确定时,可采用人工合成的地震动时程或强震动观测记录作为初始地震动时程。

11.3.3 合成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) 应确定强度包络函数特征参数与震级、距离的关系,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;

b) 每个目标谱合成地震动时程样本不少于5条,不同地震动时程样本之间的相关系数不大于0.16;

c) 在任一控制点频率处,合成地震动时程反应谱与目标地震反应谱之间的相对误差的绝对值不应超过5%;

- d) 合成地震动加速度时程对应的速度和位移时程应无基线漂移;
- e) 建立目标区自由基岩场地地震动时程数据库。

11.3.4 各计算控制点应按自由基岩场地地震动时程幅值的50%确定场地土层地震反应分析的计算基底输入。

11.4 地震反应分析计算

11.4.1 一维土层模型的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,可采用等效线性化波动法进行计算。计算时控制在所考虑的有效地震波最短波长的1/5~1/20范围内取值。

11.4.2 二维及三维分析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。

11.4.3 应根据场地反应分析得到的地震动时程,计算场地相关反应谱,包括场地地表及工程建设所要求深度处的地震动峰值加速度、加速度反应谱和时程强度包络函数等。

11.4.4 应根据计算所得到的场地相关反应谱,应分析不同地震动输入情况下的场地地震反应分析计算结果,综合确定各控制点地震动参数。

11.5 场地地震动参数的确定

11.5.1 场地地震动参数应包括场地地表及工程建设所要求深度处的地震动参数,即场地地震动峰值加速度和加速度反应谱特征周期,其中,加速度反应谱应与《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)中规准化反应谱的形式相同;

11.5.2 场地地震动参数确定应符合以下规定:

a) 工程场地类别为 I 类场地,可根据概率法地震危险性分析获得的基岩场地地震动反应谱确定;

b) 工程场地类别为非 I 类场地的地震动参数应根据基于概率法基岩地震动输入的地表场地相关反应谱确定。

11.5.3 应编制场地地表和要求深度处的地震动参数分区图,且符合以下规定:

a) 应编制目标区多概率水准的地震动峰值加速度、反应谱区划图;

b) 应采用等值线形式表示目标区地震动参数分区结果,地震动峰值加速度相邻等值线差异宜为5%且为5gal的整数倍,反应谱特征周期相邻等值线差异宜为0.05s;

c) 图件比例尺应不小于1:50 000。

11.5.4 对需要竖向地震动的建设工程，依据水平向地震动参数结果，采用竖向与水平向地震动比值确定场地竖向地震动，比值宜取2/3。在场地附近地震活动对地震危险性起主要贡献情况下，比值可取为1。

11.5.5 应给出规准化的场地地震动反应谱形状及有关参数（阻尼比5%，最小周期值应不大于0.04s，最大周期值应不小于6s）。

11.5.6 建立目标区地表地震动参数数据库。数据库一般应包括各控制点多概率水准水平向地震动峰值加速度和加速度反应谱特征周期。

11.6 目标区场地地震动时程的确定

11.6.1 宜采用人工合成地震动时程或选择实际记录地震动时程确定。

11.6.2 选择实际记录地震动时程确定目标区场地地震动时程，应符合以下规定：

a) 选择以目标区场地地震动反应谱为实际记录地震动时程的目标反应谱；

b) 依据目标区场地地震危险性主要控制地震震级、距离，以及场地条件等因素，挑选对目标反应谱匹配误差较小的实际地震动记录；

c) 选择同一次地震同一台站记录到的三分量强震动记录作为三维目标区场地地震动时程。

11.6.3 合成目标区场地地震动时程时，应符合以下规定：

a) 采用多组时程法合成目标区场地地震动时程；同一超越概率水平下，每个控制点合成至少5条场地地震动时程；

b) 以阻尼比为5%的目标区场地地震动反应谱作为拟合目标反应谱，并基于目标反应谱主要控制地震、重点关注的工程结构自振特性，确定其强度包络函数参数；

c) 确定初始地震动时程符合11.3.2条的规定；

d) 合成地震动时程拟合目标反应谱时，反应谱控制频率点、误差要求符合11.3.3条的规定。

11.6.4 建立目标区各控制点多概率水准的地震动时程数据库。

11.7 设定场点工程场地地震动参数确定

11.7.1 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设定场点的工程场地地震动参数。

11.7.2 应提供设定场点的工程地质勘察报告，并依据其结果给出场地类别。

11.7.3 应根据场地类别，按照《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）双参数调整要求，以50年超越概率63%、10%、2%的地震动参数值，作为相应超越概率水准的区划标准地震动参数。

11.7.4 依据工程结构所需的概率水准，选择距离场点700m范围内的相同场地类别控制点结果综合确定场地地震动参数，且符合以下规定：

a) 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200m时，选择该场点周围700m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。

11.7.5 设定场点竖向地震动参数可依据水平向地震动参数确定，其幅值应符合11.5.4条的规定。

11.7.6 设定场点场地地震动时程确定，应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。

12 地震地质灾害评价

12.1 活动断层断错

12.1.1 目标区及其外延500m范围内存在活动断层时，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、最大潜在地震和覆盖层厚度等因素评估潜在地震地表破裂影响，活动断层断错灾害评价，应包含以下内容：

a) 活动断层地表破裂影响带宽度应当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) 通过跨断层地质剖面或跨断层探槽地质剖面，确定活动断层变形带宽度，利用浅层地震勘探、钻探或槽探等结果确定隐伏活动断层变形带宽度；

c) 根据活动断层几何结构、性质与产状、最大潜在地震、覆盖层厚度等因素评估潜在地震地表破裂影响带宽度；

d) 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。

12.1.2 编制活动断层地震地表破裂影响带分布图及其说明书，并满足以下要求：

- a) 明确目标区与潜在地震地表破裂影响带的空间关系；
- b) 阐述潜在地震地表破裂影响带的确定方法、资料依据、认识与结论等；
- c) 图件比例尺宜为 1:5 000~1:10 000。

12.1.3 对设定场点工程，应分析场地与活动断层地表破裂影响带的空间关系。

12.1.4 宜依据断层错动评价结果，提出避让措施建议。

12.2 地基土液化

12.2.1 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，应符合以下规定：

a) 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可能性；

b) 场地存在可液化土层且具液化可能性时，对地面以下 10m 深度内和 10m-30m 深度范围的可液化土层进行地震液化判别，其中，地面以下 10m 深度范围内，可依照有关行业标准进行地震液化判别，地面以下 10m-30m 深度范围，可采用标准贯入试验判别法进行地震液化判别，实测标贯击数 N 不大于液化标准贯入击数临界值 N_{cr} 时，判为液化。液化判别标准贯入击数临界值 N_{cr} 按下式计算：

$$N_{cr} = \gamma\beta_0 \frac{58\alpha_{max}}{\alpha_{max} + 0.4} \times (1 - 0.02d_w) \times \left(0.27 + \frac{d_s}{d_s + 6.2} \right) \times \sqrt{\frac{3}{\rho_c}}$$

式中：

N_{cr} ——液化判别标准贯入击数临界值；

γ ——工作等级系数，取 1.0；

β_0 ——调整系数，位于 GB 18306-2015 中基本地震动加速度反应谱特征周期 0.35s、0.40s 和 0.45s 分区内场地，分别取 0.85、1.00 和 1.10；

α_{max} ——场地地震动峰值加速度（gn）；

d_w ——地下水位深度，单位为米（m）；

d_s ——可液化土层标准贯入点深度，单位为米（m）；

ρ_c ——黏粒含量百分率，小于 3 或为砂土时取 3。

c) 根据钻孔液化判别结果以及地震砂土液化记载资料，评价场地地基土液化特征。

12.2.2 编制不同概率水准下目标区场地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 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，宜符合以下规定：

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，基于勘察得到的软土层等效剪切波速等资料，按照《软土地区岩土工程勘察规程》（JGJ 83—2011）中 6.3.4 的规定进行软土震陷判别与软土震陷等级评价；

c) 根据钻孔软土震陷判别结果以及地震软土震陷记载资料，评价场地软土震陷特征。

12.3.2 应编制不同概率水准下目标区场地软土震陷初步判别结果图，图件比例尺宜不小于 1:50 000。

12.4 其它地震地质灾害

12.4.1 针对多概率水准地震动作用，初步评价目标区及周边坡体地震崩塌滑坡危险性。

12.4.2 根据目标区实际情况，可增加其他地震地质灾害评价内容，并参照《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）或有关技术要求进行。

13 技术成果数据库与技术服务系统建设

13.1 成果文档

13.1.1 应将区域性地震安全性评价形成的全部原始资料、成果报告、图件等进行分类集成、归档。

13.1.2 应编制区域性地震安全性评价成果报告；有专题研究的应编制专题报告。

13.2 成果数据库

13.2.1 基础资料数据库应包括以下内容：

a) 基础地理数据库用于存储基础地理空间信息，应按照《基础地理信息数字成果》（CH/T9009.1-2013）的要求构建，目标区比例尺不小于1:10 000, 近场区比例尺不小于1: 250 000，区域比例尺不小于1: 1 000 000；

b) 区域范围内地震构造与地震活动性资料；

- c) 近场区范围内地震构造与地震活动性资料；
- d) 目标区断层勘查与活动性鉴定资料；
- e) 地震工程地质条件勘测资料；
- f) 概率地震危险性评价资料。

13.2.2 地震动参数与地震地质灾害评价成果数据库应包括以下内容：

- a) 目标区各控制点多概率水准基岩地震动参数；
- b) 目标区各控制点多概率水准场地地表和要求深度处地震动参数及分区图、土层反应分析模型所代表场地的地震动参数计算值、规准的场地地震动反应谱；
- c) 目标区各控制点多概率水准基岩和地表地震动时程；有实际记录地震动时程的应予以收录；
- d) 目标区活动断层地表破裂影响带评价，以及针对目标区多概率水准地震动作用下的地基土液化评价、软土震陷评价以及工程场地及周边坡体地震崩塌滑坡危险性成果等。

13.2.3 区域性地震安全性评价成果数据库管理系统应具有以下功能：

- a) 导入目标区基础资料，如工程地质勘察资料等；
- b) 导入目标区评价成果，如针对特殊工程制作的地震动时程等；
- c) 更新数据。

13.3 技术服务应用系统建设

13.3.1 技术服务应用系统应具有以下基本功能：

- a) 浏览、查询目标区基础资料，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，制作相应文档；
- c) 具备扩展模块，方便扩展服务内容。

13.3.2 通过人机交互平台，技术服务应用系统应实现以下服务功能：

- a) 提供目标区内设定场地在给定超越概率水准下的地震动参数；
- b) 提供与设定场地的地震动参数、建设工程结构自振特征相匹配的地震动时程；当数据库中没有可选用的地震动时程时，提出相关建议；
- c) 提供设定场地的地震地质灾害初步评价结果。断层影响评价结果的范围为设定场地及其外延500m；
- d) 提供设定场地的地震安全性评价成果简要报告。

14 附 则

14.1 本细则仅适用于河北省内的区域性地震安全性评价，不包括单体工程地震安全性评价。

14.2 本细则由河北省地震局负责解释，并根据试行情况及时修订。

14.3 本细则自2021年4月1日起施行。