ICS 91.120.25
CCS P 15

中华人民共和国国家标准

GB 17741—2025
代替 GB 17741—2005

工程场地地震安全性评价

Evaluation of seismic safety for engineering sites

2025-02-28 发布　　2025-09-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅴ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　工作等级与工作内容 …… 3
4.1　工作等级确定 …… 3
4.2　工作内容确定 …… 3
4.3　评价工作的其他要求 …… 4
5　区域地震活动性和地震构造评价 …… 4
5.1　区域范围和图件比例尺 …… 4
5.2　区域地震活动性 …… 4
5.3　区域地震构造 …… 5
6　近场区地震活动性和地震构造评价 …… 7
6.1　近场区范围和图件比例尺 …… 7
6.2　近场区地震活动性 …… 7
6.3　近场区地震构造 …… 7
7　场址附近范围断层活动性评价 …… 8
7.1　场址附近范围和图件比例尺 …… 8
7.2　场址附近范围断层活动性鉴定 …… 8
7.3　场址附近范围能动断层鉴定 …… 9
8　工程场地地震工程地质条件勘测 …… 9
8.1　场地工程地质条件调查与范围 …… 9
8.2　场地地震工程地质条件钻孔勘测 …… 9
8.3　场地岩土动力性质试验 …… 10
8.4　场地活动断层勘查 …… 11
9　地震动预测方程确定 …… 11
9.1　地震动预测方程表达 …… 11
9.2　基岩地震动预测方程确定 …… 12
10　地震危险性确定性分析 …… 12
10.1　确定性地震危险性分析震源模型建立 …… 12
10.2　确定性地震危险性计算要求 …… 12
10.3　确定性地震危险性分析结果 …… 12
11　地震危险性概率分析 …… 13

11.1 概率地震危险性分析潜在震源区模型 …… 13
11.2 地震统计区划分 …… 13
11.3 潜在震源区划分 …… 13
11.4 地震活动性参数确定 …… 13
11.5 概率地震危险性分析计算要求 …… 14
11.6 概率地震危险性分析结果 …… 15
12 场地地震动参数确定 …… 16
12.1 场地地震反应分析模型的建立 …… 16
12.2 输入地震动时程的确定 …… 16
12.3 场地地震反应分析 …… 17
12.4 场地地震动参数确定 …… 17
12.5 场地地震动时程的确定 …… 18
13 场地地震地质灾害评价 …… 18
13.1 断层错动评价 …… 18
13.2 地震液化初步评价 …… 19
13.3 软土震陷初步评价 …… 20
13.4 地震崩塌与滑坡初步评价 …… 20
14 工程场地地震安全性评价报告 …… 21
14.1 报告编写 …… 21
14.2 报告内容 …… 21
附录 A（规范性） 与目标地震动反应谱匹配的目标功率谱的确定方法 …… 22
A.1 基本步骤 …… 22
A.2 标准功率谱计算 …… 22
A.3 目标功率谱计算 …… 22
附录 B（规范性） 工程场地地震安全性评价报告内容 …… 24
B.1 前言 …… 24
B.2 区域与近场区地震活动性评价 …… 24
B.3 区域地震构造评价 …… 25
B.4 近场区地震构造评价 …… 25
B.5 场址附近范围断层活动性评价 …… 26
B.6 场地活动断层勘查 …… 26
B.7 场址附近范围能动断层鉴定 …… 26
B.8 地震动预测方程确定 …… 26
B.9 地震危险性确定性分析 …… 27
B.10 地震危险性概率分析 …… 27
B.11 工程场地地震工程地质条件勘测 …… 27
B.12 场地土层反应分析 …… 28

B.13　场地地震动参数确定 …… 28
B.14　场地地震地质灾害评价 …… 29
B.15　结论 …… 29
参考文献 …… 30

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。

本文件代替GB 17741—2005《工程场地地震安全性评价》，与GB 17741—2005相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——更改了工程场地地震安全性评价工作分级，描述了工作等级与工作内容确定（见4.1、4.2，2005年版的第4章）；

——更改了区域地震构造调查与评价内容要求（见5.3，2005年版的5.3）；

——更改了近场区断层活动性鉴定要求（见6.3，2005年版的6.3）；

——增加了场址附近范围断层活动性评价（见第7章）；

——更改了工程场地地震工程地质条件勘测要求（见8.1、8.2、8.3、8.4，2005年版的7.1、7.3、12.6.2）；

——更改了地震危险性确定性分析内容与计算要求（见10.1、10.2、10.3，2005年版的9.1、9.2、9.3）；

——更改了地震危险性概率分析内容与计算要求（见11.1、11.2、11.3、11.4、11.5、11.6，2005年版的10.1、10.2、10.3、10.4、10.5、10.6）；

——删除了“区域性地震区划”“地震小区划”“地震动峰值加速度复核”（见2005年版的第11章、第13章、第14章）；

——更改了场地地震动参数确定内容与要求（见12.1、12.2、12.3、12.4、12.5，2005年版的12.1、12.2、12.3、12.4、12.5）；

——增加了场地地震地质灾害评价（见第13章）；

——增加了工程场地地震安全性评价报告（见第14章）；

——增加了附录A与目标地震动反应谱匹配的目标功率谱的确定方法（见附录A）；

——增加了附录B工程场地地震安全性评价报告内容（见附录B）。

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。

本文件由中国地震局提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1999年首次发布为GB 17741—1999《工程场地地震安全性评价技术规范》；

——2005年第一次修订为GB 17741—2005《工程场地地震安全性评价》；

——本次为第二次修订。

工程场地地震安全性评价

1 范围

本文件规定了工程场地地震安全性评价的工作分级和工作内容、区域与近场区地震活动性与地震构造评价、场址附近范围断层活动性评价、工程场地地震工程地质条件勘测、地震动预测方程确定、确定性与概率地震危险性分析、场地地震动参数确定、场地地震地质灾害评价等工作规则与技术指标，以及地震安全性评价报告编写要求。

本文件适用于工程的选址论证、抗震设防要求确定、地震灾害风险评价等工作中涉及的工程场地地震安全性评价。

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 17740 地震震级的规定

GB/T 18207(所有部分) 防震减灾术语

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB/T 36072 活动断层探测

GB/T 50011 建筑抗震设计标准

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

GB 17740、GB/T 18207(所有部分)、GB 18306、GB/T 36072 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超越概率 exceedance probability

工程场地遭遇大于或等于给定阈值的地震烈度值或地震动参数值的可能性大小。

3.2

断层源 fault source

地震危险性分析中，断层面上表征断层未来发生地震的震源及其破裂面可能分布的区域。

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

地震动参数 ground motion parameter

表征地震引起的地面运动的物理参数。

注：物理参数包括加速度、速度、位移峰值与反应谱，以及持续时间等。

3.5

地震动预测方程　ground motion prediction equation

地震动参数与表征地震震源、地震波传播路径、场地条件等因素的物理量之间的函数关系。

3.6

地震构造　seismotectonics

与地震孕育和发生有关的地质构造。

[来源：GB/T 18207.1—2008，3.4，有修改]

3.7

地震构造区　seismotectonic province

具有同样地质构造和地震活动性的区域。

[来源：GB/T 18207.2—2005，3.3.4，有修改]

3.8

地震区　seismic region

地震活动性和地震构造环境均相类似的区域。

3.9

地震统计区　seismicity statistical zone

概率地震危险性分析中，用于建立地震活动性统计模型并确定模型参数的区域。

注：地震活动性统计模型指概率地震危险性分析中的震级概率分布、复发时间间隔概率分布、地震空间发生概率分布等模型。

3.10

地震危险性分析 seismic hazard analysis

用确定性或概率分析计算方法，给出某一场地未来不同风险情况的地震动参数或地震烈度值。

注：不同风险，在概率方法中指不同超越概率水平，在确定性方法中指不同预测震源分别在场地产生的最大影响。

[来源：GB/T 18207.1—2008，5.17，有修改]

3.11

发震构造　seismogenic structure

曾发生或可能发生破坏性地震的地质构造。

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事件。

3.13

活动构造　active structure

晚更新世(或距今 120 000 a)以来有过活动的地质构造。

注：包括活动断层、活动褶皱、活动盆地、活动隆起等。

[来源：GB/T 18207.2—2005，3.3.1，有修改]

3.14

弥散地震　diffuse earthquake

与已确认的发震构造无关的地震活动。

3.15

能动断层　capable fault

可能引起地表或近地表明显错动的断层。

3.16

潜在震源区　potential seismic source zone

概率地震危险性分析中，表征未来发生地震的震源可能分布的地区。

3.17

最大潜在地震　maximum potential earthquake

预测的未来可能发生的最大地震。

3.18

震级空间分布函数　spatial distribution function of magnitude

概率地震危险性分析中，表征地震统计区内特定震级档地震发生可能性随潜在震源区变化的函数。

3.19

震级上限　upper limit magnitude

概率地震危险性分析中，表征潜在震源地震发生能力极限的震级值。

4　工作等级与工作内容

4.1　工作等级确定

4.1.1　工程场地地震安全性评价工作等级，应根据工程中各类重要结构的抗震设防目标、工程活动断层防御目标确定。

4.1.2　以场地极罕遇地震动参数（重现期 10 000 a 或年超越概率 1×10^{-4}）确定、能动断层鉴定为主要工作目标的工程场地地震安全性评价，应确定为Ⅰ级工作。

4.1.3　以场地多概率水准地震动参数确定、断层活动性相关场址条件评价为主要工作目标的工程场地地震安全性评价，应确定为Ⅱ级工作。

依据断层活动性相关的场址条件评价目标差异，Ⅱ级工作划分为$Ⅱ_1$类工作和$Ⅱ_2$类工作：

——$Ⅱ_1$类工作，需在场址附近范围内开展满足不小于 1∶50 000 调查精度要求的断层活动性评价工作；

——$Ⅱ_2$类工作，其他Ⅱ级工作。

4.1.4　以线状工程沿线场地地震动参数区划、活动断层断错影响评价为工作目标的工程场地地震安全性评价，应确定为Ⅲ级工作。

注：线状工程是指公路工程、铁路工程、油气输送管道线路工程、特高压输电线路工程、大型输水工程等大尺度长线展布的重大工程，不包含工程中的桥梁、跨越结构、关键设施等符合开展Ⅱ级地震安全性评价工作的单项工程。

4.2　工作内容确定

4.2.1　工程场地地震安全性评价包含场址地震危险性评价、场地地震动参数确定和地震地质灾害评价，应根据工作等级确定工作内容。

4.2.2　Ⅰ级工作应包含下列工作内容：

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）　场址附近范围能动断层鉴定；

d）　场地地震工程地质条件勘测；

e）　地震动预测方程确定；

f）　地震危险性确定性分析；

g）　地震危险性概率分析；

h）　场地地震动参数确定；

i）　场地地震地质灾害评价。

4.2.3　Ⅱ级$Ⅱ_1$类工作应包含下列工作内容：

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） 场址附近范围断层活动性鉴定；
d） 场地地震工程地质条件勘测；
e） 地震动预测方程确定；
f） 地震危险性概率分析；
g） 场地地震动参数确定；
h） 场地地震地质灾害评价。

4.2.4 Ⅱ级$Ⅱ_2$类工作应包含以下工作内容：
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） 场地地震工程地质条件勘测；
d） 地震动预测方程确定；
e） 地震危险性概率分析；
f） 场地地震动参数确定；
g） 场地地震地质灾害评价。

4.2.5 Ⅲ级工作应包含以下工作内容：
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） 地震动预测方程确定；
d） 地震危险性概率分析；
e） Ⅱ类场地地震动参数确定；
f） 场地断层错动评价。

4.3 评价工作的其他要求

工程场地地震安全性评价的主体、程序、组织实施评价的方式等按有关规定。

注：有关规定指《地震安全性评价管理条例》。

5 区域地震活动性和地震构造评价

5.1 区域范围和图件比例尺

5.1.1 区域范围取对工程场地地震安全性评价有影响的范围，应不小于工程场地外延150 km。

5.1.2 区域图件比例尺确定应符合以下要求：
a） Ⅰ级工作，区域地质构造图、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、区域地震构造图比例尺不小于1∶1 000 000；
b） $Ⅱ_1$类工作，区域地质构造图、区域新构造图、区域地震构造图比例尺不小于1∶1 000 000；
c） $Ⅱ_2$类工作，区域地震构造图比例尺不小于1∶1 000 000；
d） Ⅲ级工作，区域地震构造图比例尺不小于1∶2 500 000。

5.1.3 所有区域性图件应标明场址位置。

5.2 区域地震活动性

5.2.1 搜集地震资料和编制地震目录应满足下列要求：
a） 根据正式公布的地震目录和地震报告搜集地震信息；
b） 编录区域内包括历史记载地震在内的震级大于或等于4.7(或$4\frac{3}{4}$)级破坏性地震事件；

c) 编录区域内仪器记录的震级小于4.7级的中小地震事件；

d) 区域破坏性地震事件条目包含发震时间、震中位置、参考地名、震级、震中烈度、震源深度、震中定位精度等基本参数和信息；

e) 区域中小地震事件条目包含发震时间、震中位置、震级、震源深度等基本参数；

f) 地震震级以M表示，仪器测定地震的震级值按照GB 17740的要求确定，历史文献记载地震的震级值依据历史地震目录中核定的面波震级(M_S)确定；

g) 仪器测定的破坏性地震同时给出宏观震中参数时，通过综合分析宏观调查情况、台网监测能力、地震构造背景、余震分布等信息进行判断选择。

5.2.2 编制区域地震震中分布图应满足下列要求：

a) 编制区域破坏性地震震中分布图，反映区域全部破坏性地震事件；

b) 编制区域中小地震震中分布图，反映全部符合区域地震台网监测能力的中小地震事件；

c) 图中注明地震资料起止时间；

d) 图中标注重要地震事件的震级和发震日期；

注：重要地震事件，指区域内最高震级档地震、近期(迄今半年内)发生的破坏性地震等需要重点关注的地震事件。

e) 图中区分出浅源、中源和深源地震。

5.2.3 应分析区域地震活动时空特征，包括以下内容：

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，以及地震密集带震源深度分布；

d) 区域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；

e) 区域地震活动强度与频度特征。

5.2.4 应分析区域现代构造应力场特征，包括以下内容：

a) 区域震源机制解特征及震源机制解分布；

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；

d) 编制区域震源机制解分布图与区域现代构造应力场图。

5.2.5 应按照以下要求评价工程场地地震影响。

a) 搜集分析对工程场地有影响的地震烈度资料，编制区域综合等震线图。

b) 选用本地区适用的地震烈度衰减关系，计算工程场地地震影响烈度。

c) Ⅰ级、Ⅱ级工作，评价工程场地最大地震影响烈度，分析地震影响烈度频度分布及地震影响来源；Ⅲ级工作，分析工程沿线场地分区段最大地震影响烈度。

5.3 区域地震构造

5.3.1 应按照以下要求开展区域地质构造分析。

a) 搜集区域地层、岩浆岩、地质构造等资料，分析资料的完整性和可靠性。

b) Ⅰ级和$Ⅱ_1$类工作编制区域地质构造图；$Ⅱ_2$类和Ⅲ级工作编制区域大地构造分区图。区域地质构造图，包括主要构造层、岩浆岩、新生代盆地、褶皱、断层、大地构造分区、通过场址或附近处的地质构造剖面等内容。区域大地构造分区图，包括大地构造分区、构造层、主要断层等内容。

c) Ⅰ级和$Ⅱ_1$类工作，分析大地构造环境、区域地层、区域岩浆活动与主要岩浆岩、区域变质作用与主要变质岩、区域构造旋回与构造层、区域主要断层带、大地构造分区、区域地质构造演化等方面的特征；$Ⅱ_2$类和Ⅲ级工作，分析区域地质构造背景。

5.3.2 应按照以下要求开展区域新构造分析。

a) 搜集区域新构造时期地层、岩浆岩、地质构造资料，分析资料的完整性和可靠性。

b) Ⅰ级和Ⅱ$_1$类工作，编制区域新构造图，包括新生代地层及新近纪以来地层等厚线，新近纪以来的火山及岩浆岩、褶皱和断层、盆地和隆起、夷平面，新构造分区与地震等。

c) Ⅰ级和Ⅱ$_1$类工作，分析新生代地层与地貌发育特征、新构造运动的主要表现形式和特征、新构造运动发展过程、新构造分区及其特点、区域地壳形变特征、新构造运动与地震活动的关系；Ⅱ$_2$类和Ⅲ级工作，分析地震发生的新构造背景。

5.3.3 Ⅰ级和Ⅱ$_1$类工作，区域地球物理场及深部构造特征分析应满足以下要求：

a) 搜集重力、航磁和地壳结构等地球物理场资料与深部探测资料；

b) 编制区域重力异常分布图、区域航磁异常分布图，以及区域地壳厚度分布图；

c) 分析区域地球物理场特征及其与地震活动的关系；

d) 分析地震活动的深部构造背景。

5.3.4 区域断层活动性评价应符合以下要求：

a) 搜集区域断层活动性资料，分析资料的可靠性；

b) 编制主要断层活动特征一览表，包括断层走向、断层带长度及其区内长度、断层活动性分段、最新活动的性质与产状、最新活动时代及其依据、断层及其附近破坏性地震、断层到场址的距离等内容；

c) Ⅰ级和Ⅱ$_1$类工作，对工程场地地震安全性评价结果可能产生较大影响且资料不充分的区域性断层，按6.3.3c)、d)的规定，对其展布和活动性开展补充调查；

d) 分析区域主要断层展布、最新活动时代、断层性质、运动学参数、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 应编制区域地震构造图，图中包括下列内容：

a) 第四纪主要断层、褶皱及其活动时代；

b) 断层性质与产状；

c) 断层活动性分段；

d) 地震地表破裂带；

e) 新近纪以来的地层；

f) 新近纪或第四纪以来的地层等厚线；

g) 第四纪盆地及其性质；

h) 第四纪岩浆岩、火山及其时代；

i) 破坏性地震震中，并标注重要地震的震级与发震时间；

j) 当新近纪以来的地层分布难以反映构造信息时，增加中生代以来的地层，以确保区域地震构造图能够更完整反映褶皱等构造信息；

k) 区域主压应力场方向。

5.3.6 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、地球物理场特征、断层活动特征等与区域强震活动的关系，评价区域地震构造背景；

b) 分析区域内典型地震的构造特征，评价不同震级档地震的构造条件；

c) 评估给出区域主要发震构造、分段、最大潜在地震震级；

d) Ⅰ级工作，分析区域地震活动相关的地球动力学背景，包括板块构造运动、活动块体运动、现今地壳形变、现代构造应力场等；

e) Ⅰ级和Ⅱ$_1$类工作，评估发震构造最大潜在地震与发震构造的空间关系、地震构造分区及其地震活动特征。

6 近场区地震活动性和地震构造评价

6.1 近场区范围和图件比例尺

6.1.1 近场区范围应不小于工程场地外延 25 km。

6.1.2 近场区地震构造图、地震震中分布图和主要断层活动性鉴定实际材料图的比例尺应不小于 1∶250 000，Ⅰ级工作应不小于 1∶100 000。

6.1.3 所有近场区范围图件应标明场址位置。

6.1.4 探槽剖面图比例尺应不小于 1∶50，调查点的地质、地貌剖面图比例尺应不小于 1∶200。

6.2 近场区地震活动性

6.2.1 Ⅰ级和$Ⅱ_1$类工作，应对参数有疑问且可能影响重大工程场地地震安全性评价的地震事件进行核查。

6.2.2 Ⅰ级工作，应对震级小于 4.7 级的仪器记录地震按照下列要求开展重新定位：

a) 筛选有 3 个以上台站记录的地震参与定位；

b) 校核地震事件震相、到时等判读数据；

c) 选用分辨率更高的速度模型。

6.2.3 应编制近场区地震目录和近场区地震震中分布图。Ⅰ级工作近场区地震目录应依据地震重新定位结果进行更新，并反映在近场区地震震中分布图中。

6.2.4 Ⅰ级工作，应分析特殊构造部位应力场特征。

6.2.5 应分析近场区地震活动性特征，包括以下内容：

a) 地震活动强度、频度水平；

b) 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 近场区地震构造

6.3.1 近场区地质构造特征分析应满足以下要求。

a) 近场区地质构造资料，Ⅰ级工作的基础地质资料满足 1∶100 000 调查精度。

b) 编制近场区地质构造图，并在图中标示地层与岩浆岩、断层与褶皱。Ⅰ级与Ⅱ级工作还需编制近场区地质剖面图。

c) 评价近场区地质构造展布与发育特征。

6.3.2 Ⅰ级工作应搜集第四纪地质和地貌资料，并进行现场调查，编制第四纪地质构造剖面图和平面图，分析第四纪构造活动特点。

6.3.3 近场区主要断层活动性鉴定应符合以下要求。

a) 搜集近场区空间分辨率优于 5 m 的遥感影像，解译第四纪断层，并进行现场验证。编制近场区第四纪断层解译图。

b) 对近场区地质构造图中长度 10 km 以上断层、遥感影像解译获得的第四纪断层进行活动性鉴定，鉴定内容包括活动时代、性质和位移、分段等断层活动性特征。

c) 对基岩或浅覆盖区断层，采用露头追索、微地貌测绘、槽探、年代测定等方法进行调查，每条断层(或断层段)有不少于 2 个能够确定其活动性的地质观测点。

d) 对覆盖区隐伏断层，已有资料不能确定已知主要断层的活动时代时，采用地球物理勘探、钻孔联合地质剖面探测和年代测定等方法进行勘查，每条断层(或断层段)有不少于 2 条能够确定其活动性的地球物理探测剖面或钻孔联合地质剖面。

e) 调查活动褶皱的最新变形时代与特征。
f) 搜集地壳形变等资料，分析断层现今活动特征。
g) 对于引用的断层活动性与褶皱活动性鉴定资料，分析论证其可靠性，对影响鉴定结果的不可靠资料开展现场工作核实。
h) 编制近场区主要断层活动性鉴定实际材料图，并在图中标示观测点、地质剖面、探槽、地球物理勘探测线、钻孔联合地质剖面、年代测定样品等实际材料的平面位置。标示的实际材料包括开展的调查材料和收集的可靠材料。
i) 按 5.3.4b)的规定编制近场区断层活动性特征一览表。

6.3.4 应编制近场区地震构造图，图中包括下列内容：
a) 第四纪主要断层、褶皱及其活动时代；
b) 断层性质与产状；
c) 地震地表破裂带；
d) 第四系各统的分布；
e) 第四系厚度；
f) 第四纪盆地及其性质；
g) 第四纪岩浆岩、火山及其时代；
h) 破坏性地震震中(标注主要地震的震级与发震时间)。

6.3.5 应分析近场区地震构造特征，包括以下内容：
a) 新构造活动背景与第四纪构造活动特征；
b) 地震活动与构造活动的关系；
c) 发震构造最大潜在地震、地震复发间隔等特征。

7 场址附近范围断层活动性评价

7.1 场址附近范围和图件比例尺

7.1.1 场址附近范围应不小于工程场地外延 5 km。

7.1.2 Ⅰ级工作，场址附近范围地质构造图、断层活动性鉴定实际材料图、能动断层鉴定结果图的比例尺应不小于 1∶25 000。

7.1.3 $Ⅱ_1$ 类工作，场址附近范围地质构造图、断层活动性鉴定实际材料图、断层活动性分布图比例尺应不小于 1∶50 000。

7.2 场址附近范围断层活动性鉴定

7.2.1 场址附近范围地质构造特征分析应满足以下要求：
a) 搜集地质构造资料，Ⅰ级工作的基础地质资料满足 1∶25 000 调查精度，$Ⅱ_1$ 类工作的基础地质资料满足 1∶50 000 调查精度；
b) 编制场址附近范围地质构造图；
c) 评价场址附近范围地质构造背景、断层发育特征。

7.2.2 场址附近范围遥感影像断层解译应满足以下要求：
a) 搜集空间分辨率优于 2 m 的遥感影像，进行第四纪断层解译；
b) 对解译出的第四纪断层进行现场调查验证，每条断层验证的观测点不少于 2 个；
c) 编制场址附近范围第四纪断层解译图。

7.2.3 场址附近范围断层活动性鉴定对象确定应符合以下原则：

a) 场址附近范围地质构造图中具有一定规模的断层，Ⅰ级工作为长度不小于 1 km 的断层，$Ⅱ_1$ 类工作为长度不小于 5 km 的断层；
b) 与活动断层带有构造联系的断层；
c) 遥感影像解译验证给出的第四纪断层。

7.2.4 场址附近范围断层活动性鉴定应符合以下要求：
a) 按 6.3.3c)、d)、e)、f)规定鉴定场址附近范围断层活动性，鉴定内容包括断层的活动时代、活动性质与断错位移；
b) 编制场址附近范围断层活动性鉴定实际材料图，图中标示观测点、地质剖面、探槽、地球物理勘探测线、钻孔联合地质剖面、年代测定样品等实际材料的平面位置，并明确区分调查的实际材料与收集的可靠材料；
c) 编制场址附近范围断层活动性分布图；
d) 编制场址附近范围断层活动性特征一览表，表中注明断层距场址的最近距离。

7.3 场址附近范围能动断层鉴定

7.3.1 应按照 7.2.2、7.2.3 和 7.2.4 开展场址附近范围断层活动性鉴定。
7.3.2 应分析场址附近范围断层与近场区活动断层的构造联系。
7.3.3 应评价场址附近范围发震构造潜在地震活动产生地表断错的可能性。
7.3.4 断层符合下列条件之一时，应鉴定为能动断层：
a) 晚更新世(或距今 120 000 a)以来在地表或接近地表处存在明显的形变、位移等活动证据；
b) 采用现有方法不能获得可靠年代测定数据的情况下，如果断层与一条已知能动断层存在明确的构造联系，并且能动断层的活动将可能导致该断层在地表或近地表的活动；
c) 依据发震构造相关的最大潜在地震震级和其可能的震源深度，能够合理地推断在地表或近地表处可产生断错活动。
7.3.5 应编制场址附近范围能动断层鉴定结果一览表，表中应包括断层规模、性质、最新活动时代、地震活动、距场址最近距离等信息。
7.3.6 应编制场址附近范围能动断层鉴定结果图。

8 工程场地地震工程地质条件勘测

8.1 场地工程地质条件调查与范围

8.1.1 场地范围应为工程建设规划的范围。
8.1.2 应搜集工程场地及其附近已有工程地质资料，调查地貌、地层、岩性、地质构造、水文地质条件、场地土类型、场地类别等工程地质条件，分析场地岩土层空间变化特征。
8.1.3 应调查地震造成的工程场地及其附近断层错动、地震液化、软土震陷、滑坡与崩塌等地震地质灾害现象。

8.2 场地地震工程地质条件钻孔勘测

8.2.1 当需要开展工程场地地震效应评价时，应开展场地地震工程钻孔勘测。
8.2.2 应按照下列规定实施场地地震工程钻孔。
a) 钻孔布设能够控制场地岩土层空间变化和拟建工程结构分布，钻孔间距不大于 500 m。
b) 钻孔数量确定如下：
1) Ⅰ级工作不少于 5 个钻孔，Ⅱ级工作不少于 3 个钻孔，主体结构下方不少于 1 个钻孔；
2) 海域场地不少于 1 个钻孔。

c) 按 GB 50021 描述的回转、冲击等钻探方法进行钻探。

d) 钻孔终孔深度确定如下：

1) Ⅰ级工作，钻孔达到基岩，或剪切波速度不小于 800 m/s 处，且其下方不存在更低剪切波速度值岩土层；

2) Ⅱ级工作，钻孔达到基岩，或剪切波速度不小于 500 m/s 处，且其下方不存在更低剪切波速度值岩土层；若钻孔深度超过 100 m，剪切波速度仍小于 500 m/s 时，可终孔于此深度。

8.2.3 应采集岩土层分层岩土试样，并按照下列规定执行。

a) 按 GB 50021 给出的岩土试样采取规定，采集满足试验要求的岩土试样；对难以获取原状土样的土类取扰动土样。

b) Ⅰ级工作取样钻孔数量不少于钻孔总数的 1/2，且不少于 3 个，并包含工程主体结构下方的钻孔；Ⅱ级工作取样钻孔数量不少于钻孔总数的 1/3。

c) Ⅰ级工作对场地每一自然分层岩土层取样，同一岩土层厚度若大于 10 m，该岩土层取样间隔不大于 5 m；Ⅱ级工作对场地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 钻孔岩土层物理性质指标测试应满足下列要求：

a) 按 GB 50021 给出的土的物理性质试验规定，测试天然含水量、比重、天然密度、干密度等物理性质指标；

b) 存在可液化土层时，按 GB 50021 相关测试要求，测试标准贯入锤击数、黏粒含量等指标，并测试地下水位、可液化土层厚度等；

c) 海域工程场地不具备标准贯入锤击数测试条件时，进行室内液化试验。

8.2.5 钻孔岩土层波速测试应满足下列要求：

a) 按 GB 50021 给出的波速测试规定，选用单孔法或跨孔法，测定钻孔岩土体波速；

b) 测试不同深度岩土剪切波的波速，沿深度间距不大于 2 m，在地层分层界面附近测试深度间距不大于 1 m，需进行竖向地震反应分析时，同时测试压缩波的波速；

c) 海域工程场地不具备钻孔原位波速测试条件时，按照 GB/T 50269 中弯曲元法的规定，进行室内测试。

8.2.6 场地钻孔分布图及柱状图编制应满足下列要求：

a) 钻孔分布图包括所有地震工程钻孔和搜集钻孔，标注钻孔编号、孔口标高、钻孔深度、场地工程结构布置等信息；

b) 钻孔柱状图包括层序号、层底埋深、层厚、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，范围 1∶200 至 1∶100。

8.2.7 应根据工程场地钻孔资料，编制场地综合工程地质剖面图，图中标注层序号、层底埋深、层厚、土类名称与土质描述等信息，比例尺 1∶10 000～1∶1 000。

8.2.8 应按照 GB 18306 中场地类别划分规定，确定钻孔土层等效剪切波速和覆盖层厚度值，并判定钻孔场地类别。

8.3 场地岩土动力性质试验

8.3.1 当需要评价场地地震动效应时，应开展场地岩土动力性质试验。

8.3.2 应按照 GB/T 50269 岩土动力性质试验规定，测试剪切模量比与剪应变关系、阻尼比与剪应变关系；需进行竖向地震反应分析时，应同时测试压缩模量比与轴应变关系、阻尼比与轴应变关系。

8.3.3 Ⅰ级工作应测试 10^{-6}～10^{-2}量级应变范围的土动力参数，测试点数量应不小于 12 个，且测试点沿应变轴合理分布；Ⅱ级工作的测试点数量应不小于 8 个。

8.3.4 对扰动土样进行测试时，应根据取样深度，采用重塑土样进行测试。

8.3.5 应论证土样测试结果的合理性。

8.4 场地活动断层勘查

8.4.1 场地活动断层勘查范围确定应符合以下要求。

a) Ⅰ级和Ⅱ级工作勘查范围不小于场地及其外延 500 m。当场地外延 500 m 至 1 000 m 范围内存在活动断层时，发育活动断层一侧的勘查范围应扩大至不小于 1 000 m。当场地位于活动断层阶区、活动褶皱变形相关构造分布区等复杂构造部位时，勘查范围应根据活动构造分布特征适当扩大。

b) Ⅲ级工作，对于第四纪断层与线状工程场地轴线相交的情况，勘查范围应不小于交汇部位外延 500 m；对于第四纪断层与线路不相交但距离不大于 500 m 的地段，勘查范围应包括线状工程场地及该断层距离场地 500 m 范围内的段落。

8.4.2 在勘查范围内断层控制性勘查应满足以下要求。

a) 根据场地地质地貌特征确定勘查方法，基岩区或浅覆盖区采用路线地质地貌调查方法，覆盖区采用浅层地震勘探方法。

b) Ⅰ级和Ⅱ级工作，控制性地质地貌调查线或浅层地震勘探测线不少于 3 条，其中 2 条呈“十”字形布设，并且有两条垂直构造走向。Ⅲ级工作，控制性勘查线不少于 2 条，并且垂直于构造走向。

8.4.3 勘查范围内活动断层勘查应采用下列方法：

a) 覆盖区采用浅层地震勘探进行探测，可能存在第四纪断层时，结合钻孔联合地质剖面等方法进行探测；

b) 基岩区或浅覆盖区采用高分辨率遥感、地质地貌、槽探及年代测定等方法进行勘查。

8.4.4 应查明活动断层（包括主断层与次级断层）的位置与展布、活动时代、性质、产状、位移与速率，以及隐伏断层的上断点深度和覆盖层厚度。

8.4.5 应查明活动褶皱的位置与展布、类型、活动时代。

8.4.6 应编制勘查范围活动构造分布图，比例尺不小于 1∶10 000，标示以下内容：

a) 全新世断层、晚更新世断层、早中更新世断层和前第四纪断层位置；

注：表示为断层地表迹线或隐伏断层上断点地表垂直投影线。

b) 断层性质、断层产状；

c) 全新世褶皱、晚更新世褶皱，以及褶皱地层产状；

d) 全新世地层、晚更新世地层、早中更新世地层、第四纪岩浆岩、归并表示的前第四纪地层和岩浆岩；

e) 相关地理要素；

f) 场地范围。

9 地震动预测方程确定

9.1 地震动预测方程表达

9.1.1 应采用数学函数式或表格形式表达地震动预测方程。

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 地震危险性分析需要考虑震源错动性质影响时，地震动预测方程应包含表征震源错动性质的项。

9.1.4 地震动反应谱预测方程的周期应满足工程需求且不小于 6 s；周期点在对数坐标下应近似均匀分布且数量不少于 20 个。

9.2 基岩地震动预测方程确定

9.2.1 强震动观测数据数量能够满足统计分析建立地震动预测方程的地区，应采用由统计方法建立的地震动预测方程。

9.2.2 强震动观测数据数量不满足统计分析建立地震动预测方程的地区，应采用类比性方法确定地震动预测方程。

9.2.3 地震危险性分析采用断层源时，应确定采用断层距参数的地震动预测方程。

9.2.4 应论证地震动预测方程的适用性。

10 地震危险性确定性分析

10.1 确定性地震危险性分析震源模型建立

10.1.1 确定性地震危险性分析包括下列两种震源类型：

——地震构造区，及其最大潜在地震；

——发震构造，及其最大潜在地震。

10.1.2 地震构造区划分及其最大潜在地震确定，应遵循下列原则：

a) 依据地质构造、地震活动性、深部构造背景，划分地震构造区几何边界；

b) 依据地震构造区内弥散地震活动特征、最大弥散地震震级、构造活动背景，判定地震构造区最大潜在地震；

c) 地震构造区最大潜在地震震级不应小于 5.0 级。

10.1.3 发震构造鉴定及其最大潜在地震确定，应遵循下列原则：

a) 依据发震构造的性质、产状、地震活动等，并考虑发震构造相关地震活动空间分布的不确定性，划分发震构造源几何边界；

b) 依据构造规模、活动性、古地震及历史地震等资料，判定发震构造的最大潜在地震；

c) 发震构造最大潜在地震震级不应小于 5.5 级。

10.1.4 近场区内大于或等于 7.0 级发震构造，应确定其断层长度、倾向、倾角等断层面几何参数。

10.2 确定性地震危险性计算要求

震源的场址地震动参数的计算模型应符合下列要求：

a) 将最大潜在地震置于其可能发生范围内距场址最近处，确定最近距离；

b) 考虑地震动预测方程的不确定性，以震源的最大潜在地震和最近距离计算场址地震动参数；

c) 最近距离小于或等于 10 km 时，基于对近场强震动数据的统计，评定场址地震动参数。

10.3 确定性地震危险性分析结果

10.3.1 应列表给出全部确定的震源的场址地震动峰值加速度计算结果，表中包括以下信息：

a) 震源序号和名称；

b) 最大潜在地震震级；

c) 距离场址最近距离；

d) 地震动参数计算方式；

e) 地震动峰值加速度值。

10.3.2 应列表给出在地震动加速度反应谱控制点处能产生最大值的震源的场址地震动加速度反应谱计算结果，表中包括以下信息：

——所选震源的最大潜在地震震级与最近距离组合；

——所选震源的最大潜在地震震级与最近距离组合的地震动加速度反应谱每个周期点计算值。

注：地震动加速度反应谱控制点通常取 0.0 s、0.2 s、2.0 s、4.0 s 周期点。

10.3.3 应编绘所选震源的地震动加速度反应谱曲线图。

11 地震危险性概率分析

11.1 概率地震危险性分析潜在震源区模型

概率地震危险性分析潜在震源区模型由下列三层级源区构成：

——地震统计区，及其地震活动模型；

——背景地震潜在震源区，及其震级上限；

——构造潜在震源区，及其震级上限。

注：地震统计区地震活动性模型包括地震发生频度模型、震级-频度关系（G-R 关系）与地震空间分布函数。

11.2 地震统计区划分

11.2.1 应依据地震活动空间分布的分区性、地震与活动构造区的相似性划分地震区。

11.2.2 应在地震区内依据地震活动空间分布的成带性、地震与活动构造带的一致性划分地震带。

11.2.3 应基于地震区、地震带划分，并考虑地震活动性参数统计的需要，划分地震统计区。

11.3 潜在震源区划分

11.3.1 应在地震统计区内划分背景地震潜在震源区，并在背景地震潜在震源区内划分构造潜在震源区。

11.3.2 划分背景地震潜在震源区，应综合考虑下列构造条件或地震活动特征，以及边界位置不确定性：

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；

d） 地震构造分区及其地震活动特征。

11.3.3 划分构造潜在震源区，应综合考虑下列构造条件或地震活动特征，以及边界位置不确定性：

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） 断层活动性分段与级联；

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。

11.3.4 划分断层源，应依据活动断层的地表或近地表迹线、倾向及剖面几何特征。

11.3.5 板块边界带潜在震源区或断层源划分，应考虑板块边界地震构造特征，以及地壳深部地震活动影响。

注：板块边界带，我国涉及太平洋板块与欧亚板块汇聚俯冲带、印度板块与欧亚板块汇聚碰撞带等。

11.4 地震活动性参数确定

11.4.1 表征概率地震危险性分析潜在震源区模型的地震活动性参数包括：

a） 地震统计区震级上限；
b） 地震统计区震级下限；
c） 地震统计区震级-频度关系系数；
d） 地震统计区地震年平均发生率；
e） 地震统计区震级空间分布函数；
f） 背景地震潜在震源区震级上限；
g） 构造潜在震源区震级上限。

11.4.2 地震统计区地震活动性参数确定，应遵循下列原则：
a） 按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，不低于区内潜在震源区震级上限；
b） 根据地震危险性分析关注的对工程能够产生影响的最小地震确定震级下限；
c） 分析地震统计区地震资料的完整性、可靠性、代表性，以及统计结果的不确定性，综合确定地震统计区震级-频度关系；
d） 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，以及统计结果的不确定性，综合确定地震统计区的地震年平均发生率；
e） 依据地震统计区内各潜在震源区地震构造条件、现代地壳形变特征与地震活动水平等方面的差异，综合评定地震统计区震级空间分布函数。

11.4.3 确定潜在震源区地震活动性参数确定，应遵循下列原则。
a） 综合考虑下列因素评定背景地震潜在震源区震级上限：
1） 区内弥散地震活动水平和已发生的最高弥散地震震级；
2） 所属地震构造区地震构造条件类比；
3） 不高于区内最小构造潜在震源区震级上限减去 0.5 级。
b） 综合考虑下列因素评定构造潜在震源区震级上限：
1） 区内强震活动水平和已发生的中强地震震级；
2） 古地震强度；
3） 基于构造规模与震级经验关系评估的震级及其不确定性；
4） 区内地震构造条件类比；
5） 不低于所在背景地震潜在震源区震级上限加 0.5 级；
6） 与区内所包含断层源震级范围下限的衔接。

11.4.4 断层源地震活动性参数确定，应遵循下列原则。
a） 综合考虑下列因素评定断层源最大震级：
1） 断层上强震活动水平和已发生的最高地震震级；
2） 古地震强度；
3） 基于构造规模与震级经验关系评估的震级均值；
4） 区内地震构造条件类比；
5） 与所属潜在震源区震级上限的衔接。
b） 综合考虑下列因素评定断层源地震发生率：
1） 古地震重复间隔；
2） 依据地质测量、形变测量、应力反演等多因素评估的滑动速率；
3） 所属潜在震源区高震级空间分布函数。

11.5 概率地震危险性分析计算要求

11.5.1 应根据工程的抗震设防需要确定概率地震危险性分析的超越概率水平，以及地震动反应谱最

大周期范围。

注：超越概率水平包括工程抗震设计需要的各级地震作用相应的超越概率，以及GB 18306规定的各级地震作用相应的超越概率。

11.5.2 应根据工程需要及工程场地范围内地震动参数可能的分布，确定控制性计算场点。Ⅲ级工作计算场点应覆盖工程沿线及其两侧10 km范围，计算场点的间距应不大于2 km；在结果变化较大的地段（相邻计算场点差异超过5%），应加密计算场点，间距应不大于1 km。

11.5.3 应计算给出地震动参数超越概率曲线。

11.5.4 应计算给出各超越概率水平地震动反应谱曲线，并依据反应谱形状确定反应谱计算控制周期点。

11.5.5 应对地震动预测方程的不确定性进行校正。

11.5.6 Ⅰ级工作和$Ⅱ_1$类工作，在潜在震源区划分、地震动活动性参数确定和地震动预测方程选择等方面认识存在较大变化，且对结果有关键性影响时，应对影响进行分析评价。

11.6 概率地震危险性分析结果

11.6.1 应按照下列要求给出自由基岩场地地震动参数。

a) 编制基岩场地地震动参数表，表中内容包括：
   1) 计算场点名称、位置等信息；
   2) 计算的超越概率水平；
   3) 相应超越概率水平下计算场点基岩地震动参数值。
b) Ⅲ级工作，编制工程沿线计算场点基岩地震动参数值分布图。
c) 编制代表性计算场点1年、50年、100年基岩地震动参数超越概率曲线，曲线延至最低年超越概率1×10^{-5}。

11.6.2 应按照下列要求给出自由基岩场地地震动加速度反应谱。

a) 编制基岩场地地震动加速度反应谱表，表中包括以下内容：
   1) 代表性计算场点名称、位置等信息；
   2) 计算的超越概率水平；
   3) 加速度反应谱阻尼比；
   4) 加速度反应谱计算控制周期点；
   5) 代表性计算场点不同超越概率加速度反应谱每个周期点计算值。
b) 编制不同超越概率的基岩地震动加速度反应谱曲线。

11.6.3 应按照下列要求分析潜在震源区对地震危险性的贡献。

a) 选择代表性计算场点进行分析。
b) 选择地震动加速度反应谱不同频段代表性周期点进行分析。

注1：典型的周期点，如0.0 s、0.2 s、2.0 s、4.0 s。

c) 选择工程设计地震动相应的超越概率进行分析。

注2：工程抗震设计规范采用的设计地震动超越概率水平，如50年10%、100年2%、100年1%。

d) 编制自由基岩场地地震危险性潜在震源区贡献表，表中包含以下内容：
   1) 代表性计算场点名称、位置等信息；
   2) 选择的超越概率水平；
   3) 选择的地震动加速度反应谱代表性周期点；
   4) 累加贡献率超过95%的主要潜在震源区的编号与名称；
   5) 选择的潜在震源区的贡献率。

12 场地地震动参数确定

12.1 场地地震反应分析模型的建立

12.1.1 场地地震反应分析模型应满足下列场地地震工程地质条件：

a) 地表、土层界面及基岩面均较平坦时，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，采用二维或三维土层反应分析模型，并考虑边界效应。

12.1.2 地震输入界面确定应符合下列要求：

a) Ⅰ级工作采用钻探确定的基岩面或剪切波速不小于 800 m/s 的土层顶面；

b) Ⅱ级工作采用钻探确定的基岩面或剪切波速不小于 500 m/s 的土层顶面，钻探深度超过 100 m 且仍未达到剪切波速大于 500 m/s 的土层时，采用由类比或统计回归方法确定的剪切波速不小于 500 m/s 的土层顶面。

12.1.3 应根据 8.2、8.3 场地地震工程地质条件勘测结果，确定场地地震反应分析模型参数，包括土层厚度、波速、密度及土非线性动力参数等。

12.2 输入地震动时程的确定

12.2.1 应以地震危险性分析得到的自由基岩场地地震动反应谱为目标反应谱，合成自由基岩面地震动时程。

12.2.2 应合成多组拟合目标反应谱的自由基岩面地震动时程，Ⅰ级工作不少于 20 组，Ⅱ级工作不少于 10 组，且不同自由基岩面地震动时程样本之间的相关系数不大于 0.16。如果进行二维或三维场地地震反应分析，不同分量自由基岩面地震动时程样本之间的相关系数不大于 0.16。

12.2.3 应按照下列要求合成自由基岩面地震动时程。

a) 考虑目标反应谱控制地震特征，采用人工合成方法或选择强震动观测记录确定初始地震动时程；在采用人工合成方法时，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) 目标反应谱的控制点频率间隔按表 1 确定，在控制点处自由基岩面地震动时程的反应谱与目标反应谱之间的相对误差的绝对值不大于 5%。

c) 合成的自由基岩面地震动的速度和位移时程无基线漂移。

d) 时程的离散时间步长不大于 0.02 s，总持时不低于目标反应谱最长周期的 5 倍。

表 1 目标反应谱控制点频率间隔

单位为赫兹

频率范围	频率间隔
＜ 0.2	0.02
0.2～2.9	0.10
3.0～3.5	0.15
3.6～4.9	0.20
5.0～7.9	0.25
8.0～14.9	0.50
15.0～17.9	1.00
18.0～21.9	2.00
≥22.0	3.00

12.2.4 输入地震动时程应按自由基岩面地震动时程的50%确定。若考虑地震波斜入射工况，应通过弹性半空间波动理论分析并考虑地震动不同分量的相关性，确定输入地震动时程。

12.3 场地地震反应分析

12.3.1 采用等效线性法进行场地地震反应分析时，一维模型土层厚度应在所考虑的地震波最短波长的1/20～1/5范围内取值，且不大于5 m。输入地震动时程的尾部应补充零点，且零点数不低于时程离散点数的1/2。

12.3.2 场地类别符合GB 18306场地分类中规定的Ⅳ类场地，且输入地震动峰值加速度大于$0.1g_n$时，应使用适用于大应变分析的场地地震反应分析方法(例如，时域非线性方法)进行计算，同时，应考虑土性参数与分析结果的不确定性。

注：g_n为标准自由落体加速度，$g_n=9.806\ 65\ m/s^2$(准确值)。

12.3.3 采用有限元法进行二维或三维场地地震反应分析时，有限元网格在波传播方向的尺寸应不大于所考虑地震波最短波长的1/12～1/8。

12.4 场地地震动参数确定

12.4.1 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。

12.4.2 应根据工程需求，确定场地地震动反应谱的最长周期和阻尼比，并以离散光滑谱形或公式(1)的函数形式，表示场地地震动反应谱。

$$S_a(T)=A_{max}\times\begin{cases}1 & ,T\leqslant T_0\\ 1+\dfrac{\beta_{max}-1}{T_1-T_0}(T-T_0) & ,T_0<T\leqslant T_1\\ \beta_{max} & ,T_1<T\leqslant T_g\\ \beta_{max}\left(\dfrac{T_g}{T}\right)^{\gamma} & ,T_g<T\leqslant T_m\end{cases} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

式中：

S_a ——场地地震动反应谱，单位为米每二次方秒(m/s^2)；

T ——周期，单位为秒(s)；

A_{max}——场地地震动峰值加速度，单位为米每二次方秒(m/s^2)；

β_{max}——场地地震动反应谱平台段放大倍数；

T_1 ——场地地震动反应谱平台段起点周期，单位为秒(s)；

T_0 ——场地地震动反应谱起点周期，单位为秒(s)；

T_g ——场地地震动反应谱平台段终点周期或特征周期，单位为秒(s)；

γ ——场地地震动反应谱下降段衰减系数；

T_m ——场地地震动反应谱最长周期，单位为秒(s)。

12.4.3 Ⅰ级工作，基岩场地地震动参数，应基于确定性和概率地震危险性分析结果确定；土层场地地震动参数，应基于以确定性和概率地震危险性分析所得基岩地震动为输入的场地地震反应分析结果确定。应采用下列综合方法确定Ⅰ级工作的场地地震动参数：

——取确定性方法和概率方法的计算结果的包络；

——取确定性方法、概率方法各自的计算结果的包络。

12.4.4 Ⅱ级工作，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；土层场地地震动参数应根据以概率地震危险性分析所得基岩地震动为输入的场地地震反应分析结果确定。

12.4.5 Ⅲ级工作，工程沿线场地地震动参数区划应符合下列规定：

a) 基于概率地震危险性分析得到的基岩地震动参数，按经验关系确定Ⅱ类场地地震动参数；
b) 编制Ⅱ类场地地震动参数区划图，并编写说明书；
c) 若以等值线形式表示场地地震动参数区划图，相邻等值线地震动参数值差异不大于10%。

12.4.6 采用竖向与水平向地震动比值来确定场地竖向地震动参数时，比值应不小于2/3。

12.5 场地地震动时程的确定

12.5.1 应按下列要求确定场地地震动时程合成方法和基本合成参数。
a) 根据工程需要选择单组时程法或多组时程法。
b) 多组时程法采用人工合成方法和选择强震动记录确定多组地震动时程样本，时程的组数以及强震动记录的占比根据工程需要确定。
c) 单组时程法采用人工合成地震动时程。
d) 地震动时程合成时取以下控制参数：
1) 场地地震动时程强震平稳段持续时间大于6.0 s，且时程的有效持时不低于结构基本自振周期的5倍，总持时不低于目标反应谱最长周期的5倍；
2) 场地地震动加速度时程对应的速度和位移时程无基线漂移；
3) 场地地震动时程不同样本之间的相关系数小于0.16。

12.5.2 强震动记录选择应满足下列要求：
a) 综合考虑场址周围地震环境与场地条件等因素，挑选与场地地震动反应谱相匹配的强震动记录；
b) 选择同一台站同次地震的三分量强震动记录。

12.5.3 人工合成地震动时程的初始地震动时程确定应满足以下要求：
a) 采用人工合成方法或选择强震动记录；
b) 基于场地地震危险性特征及场地条件确定强度包络函数；
c) 按12.5.2选择强震动记录。

12.5.4 场地地震动时程确定应符合下列规定：
a) 基于场地地震动反应谱，并结合工程需求，确定工程所需阻尼比的目标地震动反应谱，且目标反应谱的控制点频率按表1确定；
b) 单组时程法确定的场地地震动时程的任一阻尼比反应谱，低于目标地震动反应谱的控制点数不超过5个，且两者的相对误差不超过10%；
c) 单组时程法确定的场地地震动时程在频率0.3 Hz至24 Hz区间的平均功率谱密度，不低于与目标地震动反应谱匹配的功率谱密度的80%，并按照附录A确定目标功率谱；
d) 多组时程法确定的场地地震动时程的反应谱对目标地震动反应谱的匹配需满足工程需求。

13 场地地震地质灾害评价

13.1 断层错动评价

13.1.1 由8.4.1确定的勘查范围内有活动断层通过时，应按照下列要求开展潜在地震地表破裂影响带范围评价：
a) 依据断层剖面特征、平面几何结构、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带范围；
b) 编制断层地震地表破裂影响带分布图，比例尺不小于1∶10 000；

c） 判定场地内主要建构筑物与该影响带位置关系。

13.1.2 场地有全新世活动断层通过或位于地震地表破裂影响带内时，应按照下列要求评估断层潜在位错量：

a） 根据断错事件实测位移数据推定或依据经验统计关系估算等方法，确定最大潜在位移；

b） 给出断层面上走滑位移和倾滑位移分量。

13.1.3 由 8.4.1 确定的勘查范围内发育活动褶皱时，应按下列要求开展调查与评价：

a） 调查褶皱最新变形地层时代和褶皱陡坎变形带范围；

b） 调查褶皱相关的弯矩断层、弯滑断层、横向调节断层、膝折带突破断层等褶皱相关断层分布及位移量；

c） 编制褶皱陡坎变形带及褶皱相关断层分布图，比例尺不小于 1∶10 000，确定场地与褶皱陡坎变形带及褶皱相关断层的空间关系。

13.2 地震液化初步评价

13.2.1 根据 8.1、8.2 勘查确定场地存在可液化土层时，应采用 12.4 确定的场地不同超越概率水平地震动，评价场地产生地震液化的可能性及其程度。

13.2.2 应按照 GB/T 50011 或工程相关的行业标准进行地震液化初步判别。初判认为需要进一步进行液化判别时，应开展地震液化详细判别。

13.2.3 地面以下 20 m 深度范围内可液化土层，应依照 GB/T 50011 或工程涉及相关行业的标准进行地震液化判别。

13.2.4 当需要对地下 20 m 以下（不含 20 m）可液化土层进行液化判别时，应采用标准贯入试验判别法，实测标准贯入击数 N 不大于液化标准贯入击数临界值 N_{cr} 时，判为液化。

应按公式(2)计算液化判别标准贯入击数临界值 N_{cr}。

$$N_{cr}=\beta_0\frac{58A_{max}}{A_{max}+0.4}\cdot(1-0.02d_w)\cdot\left(0.27+\frac{d_s}{d_s+6.2}\right)\cdot\sqrt{\frac{3}{\rho_c}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

式中：

N_{cr} ——液化判别标准贯入击数临界值；

β_0 ——调整系数，依场地地震动反应谱特征周期 T_g，按表 2 确定；

A_{max} ——场地地震动峰值加速度，单位为标准自由落体加速度（g_n）；

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。

表 2 调整系数 β_0 的取值

场地地震动反应谱特征周期 T_g s	调整系数 β_0
＜0.40	0.85
0.40～0.45	1.00
＞0.45	1.10

13.2.5 应根据钻孔液化判别结果以及历史地震砂土液化资料，评价工程场地地基土液化特征。

13.3 软土震陷初步评价

13.3.1 根据 8.1、8.2 勘查确定场地存在较厚淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其他高压缩性软土层时，应采用 12.4 确定的场地不同超越概率水平地震动，评价场地发生软土震陷的可能性及其程度。

13.3.2 应基于勘查得到的软土层等效剪切波速等资料，按照 JGJ 83 中规定的软土震陷判别方法进行工程场地软土震陷判别与分析评价。

13.3.3 应根据钻孔软土震陷判别结果以及历史地震软土震陷资料，评价工程场地软土震陷特征。

13.4 地震崩塌与滑坡初步评价

13.4.1 场地及外围坡体调查应满足下列要求。

a) 调查范围在高、中山地区为场地外延至一级分水岭，在其他地区为场地外延至 500 m。

b) 调查内容包括：

1) 数字地形数据、区域地质图等基础资料；

2) 坡体的坡度、坡高、坡向等地形地貌信息；

3) 岩土体岩性、完整性、风化程度、岩土体内部结构等岩土体基本信息。

13.4.2 应根据 11.6 确定的坡体所在位置自由基岩场地地震动，评价不同超越概率水平地震动作用下坡体发生地震崩塌与滑坡的危险性。

13.4.3 应按公式(3)计算地震崩塌滑坡危险性指数 H。

$$H = S_s \times S_p \times S_r \quad \cdots\cdots(3)$$

式中：

S_s ——坡体坡度危险度因子；

S_p ——地震动危险度因子；

S_r ——坡体性状危险度因子。

13.4.4 应根据坡体斜坡角度大小按表 3 确定坡体坡度危险度因子 S_s。

表 3 坡体坡度危险度因子 S_s 取值

滑坡坡度	崩塌坡度	S_s
＜21°	＜41°	1
21°～40°	41°～60°	2
＞40°	＞60°	3

13.4.5 应根据坡体位置处给定超越概率水平下自由基岩场地地震动峰值加速度大小，按表 4 确定地震动危险度因子 S_p。

表 4 地震动危险度因子 S_p 取值

地震动峰值加速度 g_n	S_p
＜0.04	1
0.04～0.19	2
＞0.19	3

13.4.6 应基于坡体质地、完整性、结构等方面的综合特征，按表 5 评定坡体性状危险度因子 S_r。

表 5 坡体性状危险度因子 S_r 取值

坡体性状	S_r
岩体完整或较完整，结构基本未变，岩石未风化或微风化；或斜坡内主要结构面倾向与坡向相反	1
岩体较破碎，结构部分破坏，岩石中等风化；或斜坡内主要结构面倾向与坡向斜交	2
岩体破碎或极破碎，结构大部分破坏或基本破坏，岩石强风化或全风化；或斜坡内主要结构面倾向与坡向大致相同，并存在软弱地层	3
土质滑坡体；或有崩塌滑坡发育现象	
注 1：坡体质地划分为土质坡体和岩质坡体。 注 2：GB 50021 给出了岩体完整程度和岩石风化程度判定准则。	

13.4.7 应根据计算得到的不同超越概率水平自由基岩场地地震动作用下地震崩塌滑坡危险性指数 H，按表 6 评定坡体发生地震崩塌滑坡危险程度。

表 6 坡体地震崩塌滑坡危险程度

地震崩塌滑坡危险性指数 H	崩塌滑坡危险程度
1～4	低
6～12	中
18～27	高

14 工程场地地震安全性评价报告

14.1 报告编写

完成工程场地地震安全性评价工作后，应编写工程场地地震安全性评价报告，总结地震危险性评价、场地地震动参数确定和地震地质灾害评价等方面的工作、依据与结论。

14.2 报告内容

14.2.1 应根据工程场地地震安全性评价工作等级及其相应的工作内容，编排报告的章节与各章节顺序，并按照附录 B 确定所涉编写内容。

14.2.2 内容编写应总结工作进程，陈述工作中实施的调查与勘查、获取的资料与数据、依据的理论与技术、完成的计算与分析、开展的评价与论证等内容，并给出获得的评价结果与结论。

14.2.3 正文内容应完整纳入由勘测、试验、测量等专业的独立工作专题完成的资料与成果，使其成为报告内容，并以附件的形式提供独立工作专题的报告。

注：独立工作专题指工程场地地震安全性评价工作中涉及的浅层地震勘探、场地钻孔勘查、岩土样动力性质试验等专项技术工作专题。

附 录 A
（规范性）
与目标地震动反应谱匹配的目标功率谱的确定方法

A.1 基本步骤

确定与目标地震动反应谱匹配的目标功率谱应按照下列步骤：

a） 获得5%阻尼比目标地震动反应谱 $S_{a1}(f)$；

b） 按照表A.1给出的标准地震动反应谱控制点谱值，在对数坐标下通过线性插值得到5%阻尼比标准地震动反应谱 $\hat{S}_{a0}(f)$；

c） 按照A.2计算与 $\hat{S}_{a0}(f)$相对应的在0.3 Hz至24 Hz频率区间内的功率谱 $S_0(f)$；

d） 按照A.3计算与 $S_{a1}(f)$匹配的目标功率谱 $S_1(f)$。

表A.1 标准地震动反应谱控制点谱值

频率 Hz	谱值 g_n
33.0	1.0
9.0	2.61
2.5	3.13
0.25	0.472 0

A.2 标准功率谱计算

应按照公式(A.1)计算功率谱 $S_0(f)$。

$$S_0(f)=\begin{cases}4\ 193.54\ (f/2.5)^{0.2}, & 0.3\ \text{Hz}<f\leqslant 2.5\ \text{Hz}\\ 4\ 193.54\ (2.5/f)^{1.8}, & 2.5\ \text{Hz}<f\leqslant 9.0\ \text{Hz}\\ 418.06\ (9.0/f)^{3}, & 9.0\ \text{Hz}<f\leqslant 16.0\ \text{Hz}\\ 74.19\ (16.0/f)^{8}, & 16.0\ \text{Hz}<f\leqslant 24.0\ \text{Hz}\end{cases} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(\text{A.1})$$

式中：

$S_0(f)$ ——标准地震动反应谱对应的功率谱，单位为平方厘米每三次方秒(cm^2/s^3)；

f ——频率，单位为赫兹(Hz)。

A.3 目标功率谱计算

应按照公式(A.2)计算目标功率谱 $S_1(f)$。

$$S_1(f)=[S_{a1}(f)/\hat{S}_{a0}(f)]^2\ S_0(f) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(\text{A.2})$$

式中：

$S_1(f)$ ——目标地震动反应谱对应的功率谱，单位为平方厘米每三次方秒(cm^2/s^3)；

f ——频率，单位为赫兹(Hz)；

$S_{a1}(f)$ ——原始5%阻尼比目标地震动反应谱，单位为厘米每二次方秒(cm/s^2)；

$\hat{S}_{a0}(f)$——对数坐标下对 $S_{a1}(f)$线性插值得到的 5%阻尼比目标地震动反应谱，单位为厘米每二次方秒(cm/s^2)；

$S_0(f)$ ——与 $\hat{S}_{a0}(f)$相对应的在 0.3 Hz 至 24 Hz 频率区间内的功率谱，单位为平方厘米每三次方秒(cm^2/s^3)。

附 录 B
（规范性）
工程场地地震安全性评价报告内容

B.1 前言

应陈述工程基本信息，明确评价目标与任务要求，确定工作等级以及工作技术途径，概括任务完成状况与实际工作量、人员组织与报告编写信息。包括以下基本技术信息：

a） 项目名称；
b） 场址及其经纬度坐标（精确到小数点后 2 位）、地震动参数区划分区；
c） 工程抗震设防需求：工程类型与结构特点、抗震设防分类、抗震设计参数；
d） 工程场地地震安全性评价技术任务要求；
e） 工程场地地震安全性评价工作等级、依据的标准、技术路线、评价成果指标；
f） 项目执行情况：人员组成及签名、报告主要起草人专业能力证明材料、工作进程、实际工作量（含时间、地点和人员现场工作影像记录）；
g） 项目报告编写。

B.2 区域与近场区地震活动性评价

应总结陈述按照 5.2 与 6.2 要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容。

a） 地震资料：
  1） 区域破坏性地震资料和中小地震资料来源及基本状况；
  2） 地震目录编制情况与地震数据统计；
  3） 区域破坏性地震列表；
  4） 区域历史地震资料完整性及地震台网监测能力。
b） 区域地震活动空间分布特征：
  1） 区域地震空间分布特征；
  2） 区域地震深度分布特征；
  3） 区域地震活动空间分布的地质构造背景。
c） 区域地震活动时间分布特征：
  1） 区域地震区带地质条件与地震活动特征；
  2） 区域地震区带地震活动时间分布特征及未来地震活动趋势；
  3） 区域地震活动时间分布特征及其与地震带地震活动关系。
d） 区域现代构造应力场：
  1） 区域地震震源机制解及其分布特征；
  2） 区域小震综合节面解分区特征；
  3） 区域现代构造应力场；
  4） 区域现代构造应力场与构造活动关系。
e） 工程场地历史地震影响：
  1） 重要疑难历史地震复核；
  2） 区域历史地震宏观影响资料；
  3） 工程场地历史地震影响烈度计算；

4） 工程场地历史地震影响评价。

f） 近场区地震活动性：

1） 小震重新定位；

2） 近场区地震活动特征。

g） 地震活动性综合评价：

1） 区域地震活动评价；

2） 近场区地震活动评价。

B.3 区域地震构造评价

应总结陈述按照5.3要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容。

a） 区域地质构造：

1） 区域大地构造背景；

2） 区域地层与岩浆岩；

3） 区域地质构造格架；

4） 区域构造演化。

b） 区域新构造：

1） 区域新生代地层；

2） 区域地貌特征；

3） 区域现代地壳形变特征；

4） 区域新构造运动形式与特征；

5） 区域地震活动的新构造运动背景评价。

c） 区域地球物理场：

1） 区域航磁异常场特征；

2） 区域布格重力异常场特征；

3） 区域地壳厚度特征；

4） 区域地震活动的深部构造背景评价。

d） 区域断层活动性：

1） 区域断层展布与发育特征；

2） 区域性主要断层活动性；

3） 区域断层活动性综合评价。

e） 区域地震构造特征：

1） 区域典型震例地震构造条件；

2） 区域地震构造条件；

3） 区域发震构造。

f） 地震构造综合评价。

B.4 近场区地震构造评价

应总结陈述按照6.3要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容。

a） 近场区地质构造：

1） 近场区地层；

2） 近场区岩浆岩；

3） 近场区地质构造及其演化。

b） 近场区第四纪构造活动：

1） 近场区第四系分布；
2） 近场区第四纪地貌。

c） 近场区主要断层活动性鉴定：
1） 近场区遥感影响解译与验证；
2） 近场区断层活动性调查与鉴定；
3） 近场区隐伏断层地球物理探测；
4） 近场区活动褶皱调查工作；
5） 近场区断层活动性评价。

d） 近场区地震构造特征：
1） 近场区新构造活动背景与第四纪构造活动特征分析；
2） 近场区地震活动与构造活动的关系分析；
3） 近场区发震构造分述；
4） 近场区地震构造评价。

B.5 场址附近范围断层活动性评价

应总结陈述按照 7.2 要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容。

a） 场址附近范围地质构造特征：
1） 场址附近范围地质构造背景；
2） 场址附近范围断层发育状况分析。

b） 场址附近范围断层活动性鉴定：
1） 场址附近范围遥感影像解译与验证；
2） 场址附近范围断层活动性鉴定。

c） 场址附近范围活动断层对工程场地影响评价。

B.6 场地活动断层勘查

应总结陈述按照 8.4 要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容：

a） 场地地质与地貌特征；
b） 场地遥感影像解译与验证；
c） 场地基岩区与浅覆盖区活动断层鉴定；
d） 场地隐伏区活动断层探查；
e） 场地活动褶皱调查；
f） 场地活动构造评价。

B.7 场址附近范围能动断层鉴定

应总结陈述按照 7.2、7.3 要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容：

a） 场址附近范围地震活动性分析；
b） 场址附近范围地质构造背景论述；
c） 场址附近范围断层活动性鉴定分述；
d） 场址附近范围断层与发震构造关系分析；
e） 场址附近范围内能动断层鉴定。

B.8 地震动预测方程确定

应总结陈述按照 9.1、9.2 要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容：

a） 地震动预测方程基本原理论述；

b） 地震动预测方程与参数确定方法与确定结果论述；

c） 地震动预测方程适用性论证。

B.9 地震危险性确定性分析

应总结陈述按照 10.1、10.2、10.3 要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容。

a） 区域地震构造环境：

1） 区域地震活动及其构造背景；

2） 区域地球动力学背景；

3） 区域地震构造特征。

b） 确定性震源模型：

1） 区域发震构造鉴定及其最大潜在地震确定；

2） 区域地震构造区划分及其最大潜在地震确定；

3） 最大潜在地震距场址距离确定；

4） 确定性震源模型参数列表。

c） 确定性地震危险性计算：

1） 地震危险性确定性评价原理论述；

2） 场址地震动参数确定性计算；

3） 地震危险性确定性评价结果与分析。

B.10 地震危险性概率分析

应总结陈述按照 11.1、11.2、11.3、11.4、11.5、11.6 要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容。

a） 概率地震危险性分析方法概述。

b） 潜在震源区划分：

1） 潜在震源划分原则简述；

2） 区域潜在震源区划分方案；

3） 区域重点潜在震源区分述。

c） 地震活动性参数确定：

1） 地震活动性参数确定基本原理简述；

2） 区域地震活动性参数方案；

3） 区域关键地震活动性参数工作论述。

d） 概率地震危险性计算：

1） 地震动峰值计算结果及其超越概率曲线；

2） 地震动反应谱计算结果列表及其反应谱曲线；

3） 潜在震源区贡献分析；

4） 概率地震危险性结果分析。

B.11 工程场地地震工程地质条件勘测

应总结陈述按照 8.1、8.2、8.3 要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容。

a） 场地工程地质条件概述：

1） 工程场地及其附近地貌、岩性、构造、水文等工程地质背景；
2） 工程场地及其附近发生过的地震地质灾害现象。

b） 场地钻孔勘查：
1） 场地地震工程钻孔布设方案及实施概况；
2） 场地钻孔岩土层分布；
3） 场地岩土层分层与岩性，及其空间分布情况。

c） 钻孔波速测试：
1） 波速测试方法及基本原理；
2） 波速测试设备及技术参数；
3） 波速测试数据处理与结果分析。

d） 工程场地类别：
1） 钻孔土层等效剪切波速计算和覆盖层厚度值确定；
2） 钻孔场地类别判定；
3） 工程场地分区。

e） 场地岩土动力性质试验：
1） 岩土试样采集情况；
2） 岩土动力性质试验原理与设备参数；
3） 岩土试样土动力参数试验结果与分析。

B.12 场地土层反应分析

应总结陈述按照12.1、12.2、12.3要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容。

a） 基岩输入地震动时程确定：
1） 合成地震动时程原理与方法；
2） 地震动持时参数确定；
3） 目标谱及地震动时程合成控制参数确定；
4） 基岩输入地震动时程合成结果与分析。

b） 场地土层地震反应分析：
1） 地震反应分析方法原理；
2） 场地土层模型与参数确定；
3） 场地土层钻孔地震反应结果与分析。

B.13 场地地震动参数确定

应总结陈述按照12.4、12.5要求开展的工作、分析获得的结果，包含下列内容。

a） Ⅰ级工作场地地震动参数：
1） 确定性方法结果；
2） 概率方法结果；
3） 场地地震动参数综合。

b） Ⅱ级工作场地地震动参数：
1） 场地计算点地震动反应谱规准化；
2） 场地综合地震动反应谱参数表及地震动反应谱图；
3） 场地地震动参数合理性分析。

c） Ⅲ级工作场地地震动参数区划：

1） 场地地震动参数确定方法与地震动参数区划原则；
2） 计算控制点场地地震动参数确定；
3） 场地地震动参数分区；
4） 地震动参数区划图与说明书。

d） 场地地震动时程确定：
1） 合成场地地震动时程原理与方法；
2） 地震动持时参数确定；
3） 场地目标谱及地震动时程合成控制参数确定；
4） 场地输入地震动时程合成结果与分析。

B.14 场地地震地质灾害评价

应总结陈述按照13.1、13.2、13.3、13.4要求开展的工作、获得的结果、分析的数据及评价的结论，包含下列内容：

a） 断层错动评价论述；
b） 地震液化评价论述；
c） 软土震陷评价论述；
d） 崩塌滑坡评价论述。

B.15 结论

应总结概述各调查范围地震活动性评价与地震构造评价的主要结论，总结给出工程场地地震动参数的评价结果，总结陈述工程场地地震地质灾害评价结论。

参 考 文 献

[1] GB/T 3102.1—1993 空间和时间的量和单位
[2] GB/T 20001.8—2023 标准起草规则 第8部分:评价标准
[3] GB 50111—2006 铁路工程抗震设计规范(2009年版)
[4] GB 50223—2008 建筑工程抗震设防分类标准
[5] GB 50260—2013 电力设施抗震设计规范
[6] GB 50267 核电厂抗震设计标准
[7] GB/T 50470—2017 油气输送管道线路工程抗震技术规范
[8] GB/T 50572 核电厂工程地震调查与评价规范
[9] GB/T 50761—2018 石油化工钢制设备抗震设计标准
[10] GB 50909—2014 城市轨道交通结构抗震设计规范
[11] GB 51247—2018 水工建筑物抗震设计标准
[12] GB 55002—2021 建筑与市政工程抗震通用规范
[13] JTG B02—2013 公路工程抗震规范
[14] JTG/T 2231-01—2020 公路桥梁抗震设计规范
[15] NB/T 35057—2024 水电工程防震抗震设计规范
[16] SL 252—2017 水利水电工程等级划分及洪水标准
[17] 地震安全性评价管理条例