

ICS 91.120.25

CCS A 90

DB51

四川省地方标准

DB51/T 3223—2024

地震灾害风险评估与区划技术规范

2024 - 12 - 18 发布

2025 - 1 - 18 实施

四川省市场监督管理局 发布

地震灾害风险评估与区划技术规范

1 范围

本文件规定了地震灾害风险评估与区划的术语和定义、总则、资料收集与处理、灾害风险评估、应急备震能力评估、风险等级划分、风险防治区划方法和成果表达。

本文件适用于市（州）、县（市、区）开展地震灾害风险评估与区划工作。

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 12343.1 国家基本比例尺地图编绘规范 第1部分：1:25 000 1:50 000 1:100 000地形图编绘规范

GB 17741 工程场地地震安全性评价

GB/T 17742 中国地震烈度表

GB/T 18208.1 地震现场工作第1部分：基本规定

GB 18306-2015 中国地震动参数区划图

GB/T 20257.3 国家基本比例尺地图图式 第3部分：1:25 000 1:50 000 1:100 000地形图图式

GB/T 23694 风险管理 术语

GB/T 24335 建（构）筑物地震破坏等级划分

GB/T 36072 活动断层探测

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地震灾害 seismic disaster

地震造成的人员伤亡、财产损失、环境和社会功能的破坏。

[来源：GB/T 18207.1—2008，5.1]

3.2

地震灾害风险 seismic disaster risk

未来一段时间内，评估区发生地震的可能性及可能造成的灾害损失风险。

3.3

评估区 assessment area

进行地震灾害风险评估的目标区域范围，本文件中一般指省、市（州）、县（市、区）等行政区划。

3.4

地震危险性 seismic risk

评估区在未来一段时间内可能发生破坏性地震的危险程度。

3.5

超越概率 probability of exceedance

评估区遭遇大于或等于给定的地震动参数值的概率。

[来源：GB 18306-2015，3.6]

3.6

地震动参数 ground motion parameter

表征地震引起的地面运动的物理参数，包括峰值加速度、反应谱和持续时间，本文件中主要指地震动峰值加速度。

[来源：GB 18207.2-2005，6.1.1.1]

3.7

风险防治区划 risk prevention and control zonation

以地震灾害风险防治为目的，对评估区域进行等级划分，本文件主要从房屋设施防治区划和交通系统防治区划两个方面进行划分，以提示各分区是否需要房屋设施和交通系统治理，及其优先程度。

4 总则

4.1 一般规定

4.1.1 地震灾害风险评估应以市（州）、县（市、区）或乡镇（街道）等行政区划为单位，给出地震灾害人员伤亡风险和直接经济损失风险评估结果。

4.1.2 应急备震能力评估应以市（州）、县（市、区）或乡镇（街道）等行政区划为单位，给出应急备震能力评估结果。

4.1.3 风险等级划分应以市（州）、县（市、区）或乡镇（街道）等行政区划为单位，给出地震灾害人员死亡风险等级、直接经济损失风险等级和综合风险等级。

4.1.4 地震灾害风险防治区划以房屋设施和道路交通作为主要承灾体，对于供水系统、排水系统、通讯系统等基础设施，可根据要求开展专项防治区划工作。

4.1.5 房屋设施防治区划应以单体或群体房屋为单位，交通系统防治区划宜以路段为单位，给出防治优先级。

4.2 基本流程

地震灾害风险评估与区划包括资料收集与处理、灾害风险评估、应急备震能力评估、风险等级划分、风险防治区划以及专题图件和报告产出等主要步骤，基本流程见图1。

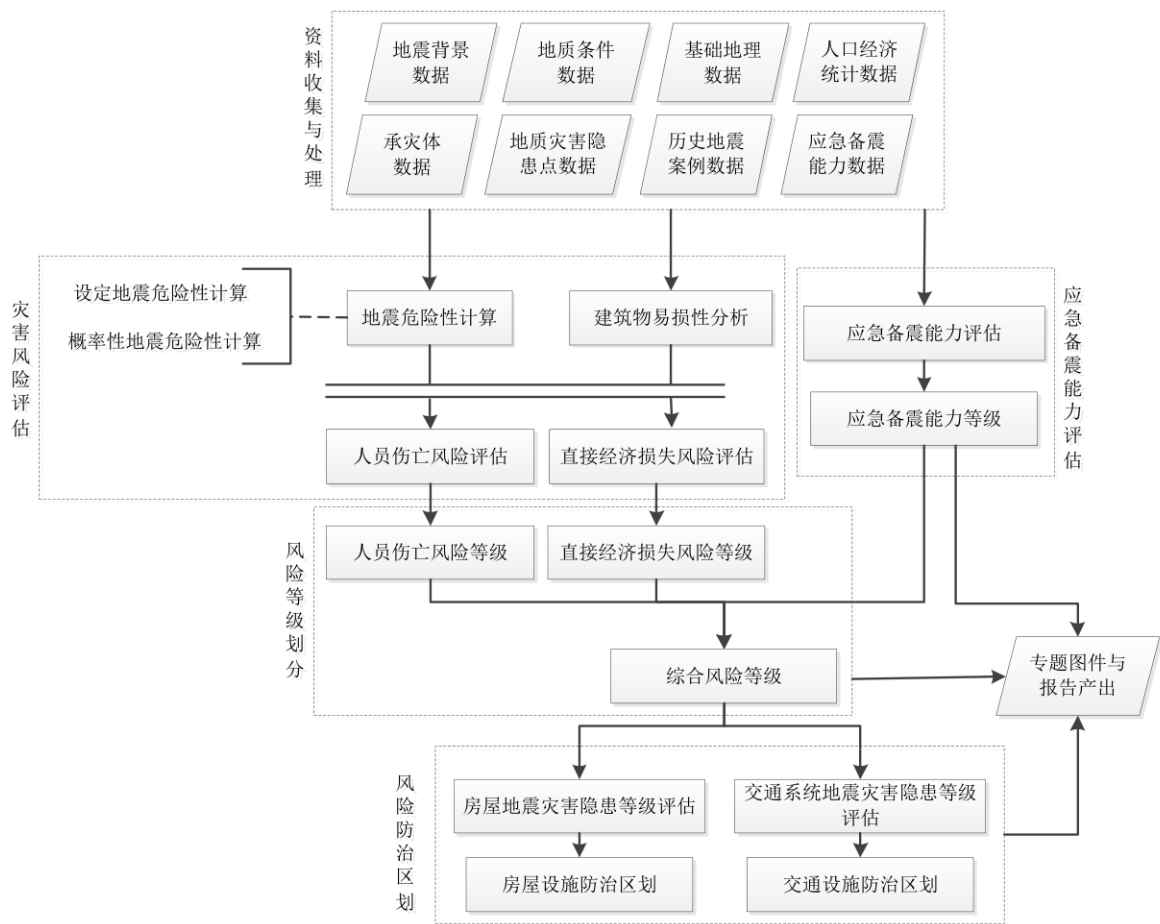


图1 地震灾害风险评估与区划基本流程图

5 资料收集与处理

5.1 地震背景数据

5.1.1 活动断层

应收集评估区所涉及的活动断层矢量数据以及断层名称、断层展布、断层活动时代、断层产状等属性数据，比例尺不小于1:25万。

5.1.2 地震构造区

应收集评估区所涉及的地震构造区矢量数据以及地震构造区名称、地震构造区编号、地震构造区背景潜源上限、所属地震带等属性数据。

5.1.3 潜在震源区

应收集评估区所涉及的潜在震源区分区矢量数据以及潜在震源区名称、潜在震源区编号、潜在震源区震级上限、潜在震源区描述等属性数据。

5.1.4 地震活动性参数

应收集评估区所涉及地震统计区、地震潜在震源区的地震活动性参数。地震统计区的地震活动性参数包括震级上限、起算震级、震级-频度关系、地震年平均发生率；地震潜在震源区的地震活动性参数包括震级上限、各震级档空间分布函数。

5.2 地质条件数据

5.2.1 地层岩性数据

应收集评估区地层岩性数据以及地层时代、岩组代号、岩性描述等属性，参考岩体分级标准及规范，将地层岩性分为坚硬岩组、较硬岩组、较软岩组和软弱岩组四类。

5.2.2 场地类型数据

宜收集或获取评估区内地震工程地质条件钻孔数据，并采用空间插值或统计回归方法确定网格点场地类别；也可收集比例尺不小于1:100万的宏观场地类别数据。

5.3 基础地理数据

应收集评估区内比例尺不小于1:25万的基础地理数据，包括省、市（州）、县（市、区）、乡镇（街道）边界和驻地，地形地貌，土地利用分布，水系分布等数据，收集分辨率不低于30m的数字高程模型（DEM）数据。

5.4 人口经济统计数据

5.4.1 人口统计数据

应收集评估区内以乡镇为单元的人口总数、常住人口和流动人口数，应将人口统计数据处理为格网数据，格网尺寸应不大于1公里。

5.4.2 经济统计数据

应收集评估区内的以乡镇（街道）或县（市、区）为单元的经济统计数据，应将经济统计数据处理为格网数据，格网尺寸应不大于1公里。

5.5 承灾体数据

5.5.1 房屋数据

应收集评估区内单体房屋分布、结构类型、建筑年代等属性数据，并按照结构类型制作成格网数据，格网尺寸应不大于1公里。

5.5.2 道路交通数据

宜收集评估区内道路交通基础数据，包括矢量数据和路线名称、修（改）建年度、技术等级、抗震设防等级等属性数据。

5.5.3 其他数据

可根据专项评估需求收集评估区内供水管网、通信基站、供电系统、水利工程等其他基础设施数据。

5.6 地质灾害隐患点数据

应收集评估区内地质灾害隐患点所在位置、名称、隐患类型、隐患等级、威胁人数等数据。

5.7 历史地震案例数据

应收集评估区及周边历史地震案例数据，包括历史地震基本参数、烈度分布、建筑物破坏、地震滑坡灾害、人员伤亡等数据。

5.8 应急备震能力数据

应收集评估区内地震应急管理能力、地震应急资源基础保障能力、地震灾害获取与评估能力、地震紧急救援能力、公众自救互救能力等数据，具体内容见附录A。

6 灾害风险评估

6.1 地震危险性计算

6.1.1 概率性地震危险性计算

6.1.1.1 概率水平

应包含 50 年超越概率 63 %、50 年超越概率 10 %、50 年超越概率 2 % 和100 年超越概率 1 % 四个概率水平。

6.1.1.2 确定计算参数

应收集5.1.4节中的地震活动性参数。

6.1.1.3 选取地震动预测方程

6.1.1.3.1 应根据评估区域位置采用青藏区或中强区基岩水平向峰值加速度预测方程。

6.1.1.3.2 基岩水平向峰值加速度预测方程适用区域如下。

- a) 青藏区为涉及龙门山地震带、巴彦喀拉地震带、鲜水河-滇东地震带等地震带的地区；
- b) 中强区为涉及长江中游地震带、右江地震带等地震带的地区。

6.1.1.3.3 基岩水平向峰值加速度预测方程表达式如下：

当 $M < 6.5$ 时，

$$lgY(M,R) = A_1 + B_1M - Clg(R + Dexp(E \times M)) \dots\dots\dots (1)$$

当 $M \geq 6.5$ 时，

$$lgY(M,R) = A_2 + B_2M - Clg(R + Dexp(E \times M)) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Y ——峰值加速度，单位为gal；

M ——面波震级；

R ——震中距，单位为km；

A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 、 C 、 D 、 E ——模型系数（表1给出了青藏区和中强区模型系数取值）。

表1 青藏区和中强区基岩地震动衰减关系模型系数

T(s)	方向	A1	B1	A2	B2	C	D	E	σ
青藏区									
PGA	长轴	2.331	0.646	3.846	0.413	2.431	2.647	0.366	0.245
	短轴	1.017	0.614	2.499	0.388	1.866	0.612	0.457	0.245
0.20	长轴	2.876	0.615	3.97	0.446	2.41	2.647	0.366	0.261
	短轴	1.609	0.578	2.655	0.418	1.85	0.612	0.457	0.261
1.00	长轴	0.541	0.868	2.691	0.537	2.265	2.647	0.366	0.300
	短轴	-0.748	0.844	1.351	0.524	1.744	0.612	0.457	0.300
2.00	长轴	-0.342	0.907	1.539	0.618	2.156	2.647	0.366	0.342
	短轴	-1.573	0.884	0.263	0.603	1.663	0.612	0.457	0.342
6.00	长轴	-1.065	0.824	-1.065	0.824	1.964	2.647	0.366	0.333
	短轴	-2.111	0.791	-2.111	0.791	1.518	0.612	0.457	0.333
中强区									
PGA	长轴	2.452	0.499	3.808	0.290	2.092	2.802	0.295	0.245
	短轴	1.738	0.475	2.807	0.310	1.734	1.295	0.331	0.245
0.20	长轴	2.992	0.468	3.969	0.318	2.072	2.802	0.295	0.261
	短轴	2.303	0.442	3.027	0.330	1.718	1.295	0.331	0.261
1.00	长轴	0.720	0.716	2.525	0.438	1.938	2.802	0.295	0.300
	短轴	0.016	0.695	1.465	0.471	1.596	1.295	0.331	0.300
2.00	长轴	-0.147	0.756	1.434	0.512	1.838	2.802	0.295	0.342
	短轴	-0.826	0.736	0.445	0.540	1.510	1.295	0.331	0.342
6.00	长轴	-0.836	0.673	-0.836	0.673	1.660	2.802	0.295	0.333
	短轴	-1.422	0.649	-1.422	0.649	1.361	1.295	0.331	0.333

6.1.1.4 选取控制点

控制点间隔不应大于250m。

6.1.1.5 场地调整

根据基岩（I1类场地）地震动峰值加速度值，按式（3）确定场地峰值加速度值：

$$a_x = a_1 F_a \dots\dots\dots (3)$$

式中：

a_x ——计算控制点场地的地震动峰值加速度，单位为gal；

a_l ——计算控制点基岩的地震动峰值加速度，单位为gal；
 F_a ——场地地震动峰值加速度调整系数（具体取值见表2）。

表2 场地地震动峰值加速度调整系数

基岩地震动峰值加速度 (gal)	场地类别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
<40	0.90	1.00	1.25	1.63	1.56
80	0.90	1.00	1.22	1.52	1.46
125	0.90	1.00	1.20	1.39	1.33
170	0.89	1.00	1.18	1.18	1.18
285	0.89	1.00	1.05	1.05	1.00
>400	0.90	1.00	1.00	1.00	0.90

6.1.2 设定地震危险性计算

6.1.2.1 设定地震原则

设定地震应符合下列原则：

- a) 在评估区内，沿活动断裂按照 10~50 公里的间隔，同时考虑周边的潜在震源区、居民点分布设定地震震中；
- b) 以 6.0 级为设定地震震级下限，以区域所在的潜源震级为设定地震上限，以 0.5 级为步长，作为一系列设定地震震级；
- c) 以市（州）为单元的评估区，按每个县（市、区）至少有一个设定地震；
- d) 以县（市、区）为单元的评估区，每个乡镇（街道）至少有一个设定地震。

6.1.2.2 危险性计算

设定地震的危险性计算要求与本文件6.1.1.2~6.1.1.5节相同。

6.2 建筑物易损性分析

应按照下列要求进行建筑物易损性分析。

- a) 收集整理历史地震建筑物破坏调查资料；
- b) 统计基本完好、轻微破坏、中等破坏、严重破坏和毁坏五种破坏等级下不同结构建筑物破坏面积与调查总面积之比，即破坏比；
- c) 按式（4）计算不同结构建筑物在不同破坏等级下的权重：

$$\omega_{sj} = \frac{s_{sj}}{\sum_{j=1}^5 s_{sj}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- j ——建筑物破坏等级；
- s_{sj} ——历次地震现场调查的s类建筑物不同破坏等级的面积；
- ω_{sj} ——s类建筑物在j破坏等级下的权重。

- d) 按式（5）对统计的建筑破坏比进行加权计算，得到建筑物易损性矩阵：

$$P_s[D_j|I] = \sum_{j=1}^5 \omega_{sj} P_{sj}[D_j|I] \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$P_{sj}[D_j|I]$ ——s类建筑物在烈度为I的条件下,破坏等级为 D_j 的概率;

$P_s[D_j|I]$ ——s类建筑物易损性矩阵,表示烈度为I时,s类建筑物破坏等级为 D_j 的概率。

6.3 人员伤亡风险评估

6.3.1 包括因建筑物破坏、地震滑坡灾害及堰塞湖、生命线工程破坏等其他因素造成的死亡和受伤人数,按式(6)和式(7)计算:

$$D = (B_d + L_d) \times \delta_d \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$H = (B_h + L_h) \times \delta_h \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

D ——死亡人数;

H ——受伤人数;

B_d ——建筑物破坏造成的死亡人数;

B_h ——建筑物破坏造成的受伤人数;

L_d ——滑坡造成的死亡人数;

L_h ——滑坡造成的受伤人数;

δ_d ——死亡人数修正系数,缺省值为1,当存在堰塞湖、生命线工程破坏等其他导致人员死亡的因素时,根据实际调整系数取值;

δ_h ——受伤人数修正系数,缺省值为1,当存在堰塞湖、生命线工程破坏等其他导致人员受伤的因素时,根据实际调整系数取值。

6.3.2 因建筑物破坏造成的死亡人数 B_d 和受伤人数 B_h 按式(8)和式(9)计算:

$$B_d = \sum_I \sum_s \sum_j P_s[D_j|I] A_{Is} \times r_{sjd} \times d_s \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$B_h = \sum_I \sum_s \sum_j P_s[D_j|I] A_{Is} \times r_{sjh} \times d_s \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

I ——地震烈度;

$P_s[D_j|I]$ ——s类建筑物易损性矩阵,表示烈度为I时,s类建筑物破坏等级为 D_j 的概率;

A_{Is} ——地震烈度为I时,s类建筑物的总面积;

r_{sjd} ——S类建筑物在不同破坏等级下的致死率;

r_{sjh} ——建筑物在不同破坏等级下的致伤率;

d_s ——s类建筑物室内人员密度。

6.3.3 因地震滑坡灾害造成的死亡人数 L_d 和受伤人数 L_h 按式(10)和式(11)计算:

$$L_d = \sum_{i=1}^5 P_i \times r_{id} \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$L_h = \sum_{i=1}^5 P_i \times r_{ih} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

P_i ——不同滑坡危险性等级下影响的人口总数；

r_{id} ——不同滑坡危险性等级的致死率，滑坡危险性评估参照附录B；

r_{ih} ——不同滑坡危险性等级的致伤率；

i ——滑坡危险性等级，根据累积位移分为5（几无）、4（轻微）、3（中等）、2（严重）、1（特严重）五个等级。

6.4 直接经济损失风险评估

6.4.1 包括房屋设施经济损失、生命线经济损失和其它经济损失，按式（12）计算：

$$E = E_b + L_s + O_s \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

E ——直接经济损失；

E_b ——房屋设施经济损失；

L_s ——生命线经济损失；

O_s ——其它经济损失。

6.4.2 房屋设施经济损失

房屋设施经济损失 E_b 按式（13）计算：

$$E_b = E_f + E_e \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

E_f ——房屋设施结构经济损失，参照附录B；

E_e ——房屋设施室内财产经济损失，参照附录B。

6.4.3 生命线经济损失

生命线经济损失 L_s 包括道路交通、供排水管网、通讯系统破坏造成的损失，按式（14）计算：

$$L_s = \frac{E_b}{B_m} \times L_m \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中：

B_m ——房屋设施经济损失在总经济损失中所占百分比，通过历史地震案例统计得到；

L_m ——生命线经济损失在总经济损失中所占百分比，通过历史地震案例统计得到。

6.4.4 其它经济损失

其它经济损失 O_s 按式（15）计算：

$$O_s = \frac{E_b}{B_m} \times O_m \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中：

O_m ——其它经济损失在总经济损失中所占百分比，通过历史地震案例统计得到。

7 应急备震能力评估

7.1 应急备震能力指数计算

7.1.1 计算单元

应急备震能力指数计算一般以乡镇（街道）或县（市、区）为计算单元。

7.1.2 指标及权重

7.1.2.1 应急备震能力指数计算采用两级指标法，一级指标包括地震应急管理能力、地震应急资源基础保障能力、地震灾害获取与评估能力、地震紧急救援能力、公众自救互救能力，各部分对应的二级指标见附录 A。

7.1.2.2 宜根据评估区实际情况，采用专家咨询的方式确定各级指标权重。也可参考附录 A 的权重赋值。

7.1.3 计算方法

应急备震能力指数按式（16）计算：

$$D_c = c_1 \cdot S_e + c_2 \cdot S_b + c_3 \cdot S_x + c_4 \cdot S_t + c_5 \cdot S_d \dots\dots\dots (16)$$

式中：

- D_c ——地震应急备震能力指数；
- S_e ——归一化处理后的地震应急管理能力指标；
- S_b ——归一化处理后的地震应急资源基础保障能力指标；
- S_x ——归一化处理后的地震灾害获取与评估能力指标；
- S_t ——归一化处理后的地震紧急救援能力指标；
- S_d ——归一化处理后的公众自救互救能力指标；
- c_1 ——地震应急管理能力指标对应的权重系数；
- c_2 ——地震应急资源基础保障能力指标对应的权重系数；
- c_3 ——地震灾害获取与评估能力指标对应的权重系数；
- c_4 ——地震紧急救援能力指标对应的权重系数；
- c_5 ——公众自救互救能力指标对应的权重系数。

7.2 应急备震能力等级划分

根据应急备震能力指数，采用百分位数法，按表3将应急备震能力划分成强、较强、中等、较弱和弱五个等级。

表3 应急备震能力等级划分标准

应急备震能力等级	百分位范围
强	$D_c > 90\%$
较强	$70\% < D_c \leq 90\%$
中等	$30\% < D_c \leq 70\%$
较弱	$10\% < D_c \leq 30\%$
弱	$D_c \leq 10\%$

8 风险等级划分

8.1 风险评估结果确定

8.1.1 采用概率性地震危险性计算的情况下，应给出评估区域在 50 年超越概率 63 %、50 年超越概率 10 %、50 年超越概率 2 % 和 100 年超越概率 1%四种概率水平的地震灾害人员伤亡和直接经济损失风险评估结果。

8.1.2 采用设定地震进行地震危险性计算的情况下，应按照震级给出评估区域的地震灾害人员死亡和直接经济损失风险评估结果。

8.2 人员死亡风险等级

根据人员死亡风险评估结果，按表4将人员死亡风险划分成5个等级。

表4 人员死亡风险等级划分标准

风险等级	分级指标 (以区/县行政区为估算单元)	分级指标 (以乡镇/街道行政区为估算单元)
I 级（高风险）	死亡人数 ≥ 300	死亡人数 $\geq 300/n$
II 级（较高风险）	$300 > \text{死亡人数} \geq 150$	$300/n > \text{死亡人数} \geq 150/n$
III级（中等风险）	$150 > \text{死亡人数} \geq 50$	$150/n > \text{死亡人数} \geq 50/n$
IV级（较低风险）	$50 > \text{死亡人数} \geq 10$	$50/n > \text{死亡人数} \geq 10/n$
V 级（低风险）	死亡人数 < 10	死亡人数 $< 10/n$
注：n 为县域内乡镇/街道数量		

8.3 直接经济损失风险等级

根据直接经济损失风险评估结果，按表5将直接经济损失风险划分成5个等级。

表5 直接经济损失风险等级划分标准

风险等级	分级指标
I 级（高风险）	（直接经济损失/区域内上年度 GDP）≥75%
II 级（较高风险）	75%>（直接经济损失/区域内上年度 GDP）≥45%
III 级（中等风险）	45%>（直接经济损失/区域内上年度 GDP）≥25%
IV 级（较低风险）	25%>（直接经济损失/区域内上年度 GDP）≥15%
V 级（低风险）	（直接经济损失/区域内上年度 GDP）<15%

8.4 综合风险等级

综合人员死亡风险等级和应急备震能力等级，按表6将综合风险划分为红、橙、黄、蓝、绿五个等级。

表6 地震灾害综合风险等级划分标准

应急备震能力等级	地震灾害人员死亡风险等级				
	I 级（高风险）	II 级（较高风险）	III 级（中等风险）	IV 级（较低风险）	V 级（低风险）
强	黄	蓝	蓝	蓝	绿
较强	橙	黄	蓝	蓝	蓝
中等	红	橙	黄	黄	蓝
较弱	红	红	橙	黄	黄
弱	红	红	红	橙	橙

9 风险防治区划

9.1 房屋设施防治区划

9.1.1 房屋设施地震灾害隐患指数

房屋设施单体地震灾害隐患指数确定应综合考虑房屋的地震易损性、所处场址的地震危险性及其在遭受地震破坏时所产生后果的严重程度和地震地质灾害影响四方面，按式（17）进行计算：

$$PH_{EQ} = C \cdot R \cdot V \cdot D \dots\dots\dots (17)$$

式中：

PH_{EQ} ——地震灾害隐患指数；

C ——房屋破坏后果影响系数，按本文件第9.1.2条确定；

R ——综合考虑房屋所在地区地震危险性及其所在场地类别影响的房屋场址影响系数，按本文件第9.1.3条确定；

V ——综合考虑房屋实际抗震设防烈度、建造年代及其病害程度影响的房屋地震易损性系数，按本文件第9.1.4条确定；

D ——地震地质灾害影响系数，按本文件第9.1.5条确定。

9.1.2 房屋设施破坏后果影响系数

按房屋破坏后果的影响程度，参考 GB 50223-2008 等规范，将承灾体分为 I、II、III、IV 四类，按表7确定其破坏后果影响系数。

表7 房屋破坏后果影响系数

类别	承灾体属性描述		破坏后果影响系数 C
I 类	地震时或地震后使用功能不能中断、或存放大量爆炸、放射性危险物品或有毒、有害物品的建筑工程，涉及国家公共安全的重大建筑工程，地震时可能发生严重次生灾害等特别重大灾害后果的建筑工程		0.30
II 类	地震时使用功能不能中断或使用功能必须在短期内恢复、或对震后社会运行起关键作用、或地震时可导致大量人员伤亡等重大灾害后果的建筑工程。存放危险物品但其外释范围可控且对公众危害不大的工程结构		0.35
III 类	除 IV 类、II 类和 I 类以外的工程结构均属此类	构筑物或建筑面积大于 500 平方米的房屋建筑	0.40
		建筑面积小于等于 500 平方米的房屋建筑	0.50
IV 类	地震时不危及人的生命、震损不致产生次生灾害和不会造成严重经济损失的建筑工程		1.00

9.1.3 房屋设施场址影响系数

9.1.3.1 房屋设施场址影响系数计算

房屋设施场址影响系数包括房屋场址的地震危险性和场地类别的影响。按式（18）进行计算：

$$R = a_R \cdot R_1 + b_R \cdot R_2 \dots\dots\dots (18)$$

式中：
 R_1 ——考虑地震危险性的场址影响系数；
 R_2 ——考虑场地类别的场址影响系数；
 a_R 、 b_R ——权重系数，本文件中 $a_R=0.5$ ， $b_R=0.5$ 。

9.1.3.2 地震危险性影响

房屋所处地点的地震危险性参考 50 年超越概率 10 % 地震作用下或设定地震作用下水平地震动峰值加速度确定，相应的场址影响系数宜按表8确定。

表8 考虑地震危险性的房屋设施场址影响系数

地震动峰值加速度 (50 年超越概率 10%)	地震动峰值加速度 (设定地震)	场址影响系数 R_i
0.05g	0.045g ~ 0.091g	1.00
0.10g	0.092g ~ 0.18g	0.95
0.15g		0.95
0.20g	0.19g ~ 0.36g	0.90
0.30g		0.90
0.40g	> 0.37g	0.85

注：若有地震小区划结果时，宜根据小区划结果取值。若小区划结果小于 0.05g 时，按照 0.05g 取值；若小区划结果大于 0.40g 时，按照 0.40g 取值。

9.1.3.3 场地类别影响

综合考虑断层、软土等地震地质破坏不利因素，将工程场地划分为 I、II、III、IV、V 五类，其中 I、II、III、IV 分别对应 GB 50011-2010（2016 版）中 4.1.6 条中根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度确定的 I、II、III、IV 类场地，与已探明的活动断层或发震断层距离小于等于 10 公里的场地定义为第 V 类，场地类别影响系数按表 9 确定。

表9 不同场地的承灾体场址影响系数

场地类别	场址影响系数 R_z
I 类场地	1.00
II 类场地	0.95
III 类场地	0.85
IV 类场地	0.80
V 类场地	0.75

9.1.4 房屋设施易损性影响系数

9.1.4.1 房屋设施易损性影响系数计算

房屋设施易损性影响系数包含房屋设防标准、建造年代和房屋病害三部分，按式（19）计算：

$$V = a_v \cdot V_1 + b_v \cdot V_2 + c_v \cdot V_3 \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：

- V_1 ——考虑房屋设防标准的易损性影响系数；
- V_2 ——考虑房屋建造年代的易损性影响系数；
- V_3 ——考虑房屋病害的易损性影响系数；

a_v 、 b_v 、 c_v ——权重系数，本文件中 $a_v = \frac{0.2 \cdot V_1 + 0.8 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$ ， $b_v = 0.1$ ， $c_v = 0.9$ 。

9.1.4.2 房屋设施设防标准影响

将房屋实际抗震设防烈度与GB 18306-2015规定的抗震设防要求进行对比，按表10确定房屋设施设防标准影响系数。

表10 房屋设施设防标准影响系数

房屋实际抗震设防水平与现行规定相比	易损性影响系数 V_1
高于区划图规定时	1.0
与区划图规定相同时	0.8
房屋实际抗震设防烈度为7度(0.1g)，区划图规定为7度(0.15g)时；或房屋实际设防烈度为8度(0.2g)，区划图规定为8度(0.3g)时	0.4
房屋实际抗震设防烈度比区划图规定低1度时	0.2
除1~4条中规定的情况	0.05

9.1.4.3 房屋设施建造年代影响

依据我国抗震设计规范的颁布实施年代，将既有房屋建筑宜分为四类，其对易损性的影响系数 V_2 宜按表11确定。

表11 考虑房屋建筑建造年代的地震易损性影响系数

建造年代	房屋建筑抗震设计依据规范	易损性影响系数 V_2
不清楚	——	0.70
1989年之前	根据1989版之前版本抗震规范设计	0.70
1900年~2000年	根据1989版抗震规范设计	0.85
2001年~2010年	根据2001版抗震规范设计	0.95
2011年之后	根据2010版抗震规范设计	1.00

9.1.4.4 房屋设施病害程度影响

房屋现存病害程度宜按五个等级进行确定：无病害、轻微病害、一般病害、较大病害、严重病害。现存病害对房屋地震易损性的影响系数 V_3 按表12确定。

表12 考虑房屋病害程度的地震易损性影响系数

病害程度	房屋病害程度描述	易损性影响系数 V_3
无病害	无病害或个别*非承重部件有病害	1.00
轻微病害	部分*非承重部件有病害	0.95
一般病害	多数*非承重部件有病害或个别*承重部件有病害	0.60

表 12 考虑房屋病害程度的地震易损性影响系数（续）

病害程度	房屋病害程度描述	易损性影响系数 V_d
较大病害	部分*承重部件有病害	0.30
严重病害	多数*承重部件有病害	0.05
注：个别10%以内；部分10%至50%；多数50%以上。		

9.1.5 地震地质灾害影响系数

根据房屋设施所处位置的地震地质灾害危险性等级，按表13确定地震地质灾害影响系数。

表13 地震地质灾害影响系数

地震地质灾害危险性等级	地震地质灾害系数 D
几无	1.0
轻微	0.95
中等	0.9
严重	0.5
特重	0.2

9.1.6 房屋设施单体地震灾害隐患等级

房屋设施单体的地震灾害隐患等级应按表14确定。

表14 房屋单体的地震灾害隐患等级

房屋地震灾害隐患指数 PH_{eq}	隐患等级
(0.225, 1.0]	轻微
(0.075, 0.225]	一般
(0, 0.075]	重点

9.1.7 房屋设施防治区划划分

房屋设施防治区划以单体房屋为单元，划分方法应按表15确定。

表15 房屋设施防治区划

房屋单体隐患等级	防治区划等级
轻微	无需治理
一般	待治理
重点	优先治理

9.2 道路交通防治区划

9.2.1 道路交通地震灾害隐患指数

道路交通地震灾害隐患指数以路段作为计算单元，应综合考虑路段抗震能力、所处场址的地震危险性及地震地质灾害影响三方面，按式（20）进行计算：

$$TS_{EQ} = R_t \cdot V_t \cdot D_t \dots\dots\dots (20)$$

式中：
 TS_{EQ} ——道路交通地震灾害隐患指数；
 R_t ——考虑地震危险性的路段场址影响系数，按本文件第9.2.2条确定；
 V_t ——考虑路段抗震能力影响系数，按本文件第9.2.3条确定；
 D_t ——地震地质灾害对路段的影响系数，按本文件第9.2.4条确定。

9.2.2 路段场址影响系数

路段场址影响系数计算参考9.1.3，其中地震危险性取路段范围涉及的50年超越概率10%地震作用下或设定地震作用下水平地震动峰值加速度最大值，路段场地类别取路段范围内涉及的最不利场地类别。

9.2.3 路段抗震能力影响系数

将路段内桥梁、隧道等关键节点实际抗震设防等级与GB 18306-2015规定的抗震设防要求进行对比，按表16确定路段的实际抗震设防等级对其抗震能力的影响系数，若路段内无桥梁隧道，该项值取1。

表16 考虑路段实际抗震设防等级的抗震能力影响系数

路段实际抗震设防等级与现行规定相比	抗震能力影响系数 V_{ti}
高于区划图规定时	1.0
与区划图规定相同时	0.7
路段实际抗震设防烈度为7度(0.1g)，区划图规定为7度(0.15g)时；或路段实际设防烈度为8度(0.2g)，区划图规定为8度(0.3g)时	0.4
路段实际抗震设防烈度比区划图规定低1度时	0.2
除1-4条中规定的情况	0.01

9.2.4 路段地震地质灾害影响系数

路段地震地质灾害影响系数计算参考9.1.5，地震地质灾害危险性等级取路段范围涉及的地震地质灾害危险性等级的最高值。

9.2.5 路段地震灾害隐患等级

路段地震灾害隐患等级应按表17确定。

表17 路段地震灾害隐患等级

路段地震灾害隐患指数 TS_{eq}	隐患等级
(0.5, 1.0]	轻微
(0.2, 0.5]	一般
(0, 0.2]	重点

9.2.6 道路交通防治区划划分

道路交通防治区划应按表18进行划分。

表18 道路交通防治区划

路段隐患等级	防治区划等级
轻微	无需治理
一般	需排查治理
重点	优先排查治理

10 成果表达

10.1 专题图

10.1.1 坐标系

专题图宜采用2000国家大地坐标系。

10.1.2 显示单元

评估区为省级或市（州）级，显示单元以县（市、区）为单位；评估区为县（市、区）级时，显示单元以乡镇（街道）为单位。

10.1.3 底图要素

底图要素应符合下列要求。

- a) 包括各级政府所在地地名和点位、境界线、地形、水系、交通等；
- b) 底图要素的详细程度（如所包括的行政级别及河流级别等）可根据特定行政范围和特定比例尺进行调整，对应符号尺寸也可根据实际需要进行微调；
- c) 参照 GB/T 20257.3、GB/T 12343.1 的规定，编制底图要素。

10.1.4 图面配置

10.1.4.1 图幅

图幅设置应符合下列要求：

- a) 成图的图幅尺寸宜为幅长 1600 mm，幅宽 1100 mm；
- b) 若标准图幅确实不能满足实际需求时，图幅大小选择可根据制图区域范围确定，在标准图幅基础上加长、加宽或缩小幅面的非标准图幅，以内容完整表达为准。

10.1.4.2 图名

图名应符合下列要求：

- a) 书写应规范简练；
- b) 应置于外图廓上方，距内图廓上边界 2 cm 位置，可根据实际需要调整；
- c) 宜为方正粗黑体，字体高度 1 cm，可根据实际需要调整。

10.1.4.3 图例

图例应符合下列要求：

- a) 图例由图形（线条、色块或符号）与文字组成，绘制在图幅底部，可根据实际需要调整；
- b) 背景色为白色，外加黑色图框；
- c) 图例包括专题要素下的基础地理数据、专题数据及符号系统说明，可根据地图的图层信息量和地图阅读需求选择重要项进行展示，图面布局从高到低、从大到小排序。

10.1.4.4 比例尺

比例尺应符合下列要求：

- a) 比例尺应位于图名右侧；
- b) 采用直线比例尺和文字比例尺两种方式；
- c) 在铅垂和水平方向比例不同时，同一视图中标注不同的比例；
- d) 线段比例尺标注位于比例尺上方，字体为宋体；
- e) 比例尺应按照 GB/T 12343.1 的规定执行。

10.1.4.5 指北针

指北针应位于比例尺右侧，图面配置样式见附录C。

10.1.4.6 成果图件

地震灾害风险评估与区划成果图件应包括：地震动参数分布图、地震地质灾害危险性分布图、地震灾害人员伤亡风险分布图、地震灾害人员伤亡等级分布图、地震灾害直接经济损失分布图、地震灾害直接经济损失等级分布图、应急备震等级分布图、地震灾害综合风险等级分布图、房屋设施地震灾害风险防治区划图、交通系统地震灾害风险防治区划图。

10.2 报告

成果报告应符合下列要求：

- a) 应阐述评估区地震灾害致灾因子和致灾环境；
- b) 应阐述评估区承灾体分布及其特征；
- c) 应阐述评估区承灾体易损性分析结果；
- d) 应阐述地震灾害风险与区划评估过程及结果，并对结果进行分析，提炼评估区地震灾害风险特征；
- e) 应给出评估区地震灾害风险防治对策建议；
- f) 目录提纲见附录D。

附 录 A
(资料性)
应急备震能力评估指标与权重

表A. 1给出了应急备震能力一级、二级指标以及对应的权重，表A. 2给出了二级指标的解释和计算方法。

表A. 1 应急备震能力评估指标与权重

一级指标	权重	二级指标	权重
地震应急管理能力	0.3	地震应急组织机构健全度	0.1
		队伍管理能力	0.3
		应急预案完备性	0.2
		经费投入能力	0.2
		风险评估能力	0.2
地震应急资源基础保障能力	0.2	转移安置能力	0.2
		医疗保障能力	0.3
		物资储备能力	0.3
		应急运输保障能力	0.2
地震灾情获取与评估能力	0.1	灾情获取能力	0.5
		灾情评估能力	0.5
地震紧急救援能力	0.2	专业救援能力	0.4
		行业救援能力	0.3
		社会救援能力	0.3
自救互救能力	0.2	居民参与演练培训比率	0.4
		老幼人口比率	0.3
		科普宣传情况	0.3

表A. 2 应急备震能力评估指标解释与计算

一级指标	二级指标	二级指标解释	二级指标计算
地震应急管理 能力	地震应急组织机构健全度	各级地震应急组织机构是否健全	健全取 1，不健全取 0
	队伍管理能力	由万人管理人员比例、有无应急指挥技术系统、有无应急指挥场所、应急演练频次等权相加	管理人员/总人口 *10000；应急演练频次，每年一次取 0.3， 每年两次取 0.6，每年 三次及以上取 1
地震应急管理 能力	应急预案完备性	应急预案是否纵向到底，横向到边，且定期修订	两个条件都达到为 1， 达到其中 1 个为 0.5， 两个都打不到为 0
	经费投入能力	万人经费投入率	投入资金（元）/总人口*10000
	风险评估能力	是否开展了风险评估	有为 1，无为 0
地震应急资源 基础保障能力	转移安置能力	应急避难场所容纳率	避难所总容量（人）/ 总人口或避难所总容量（人）/评估的无家 可归人数
	医疗保障能力	万人拥有床位数和医生数等权 相加	医院床位数/总人口 *10000；医院医护人员总数/总人口 *10000，然后归一化
	物资储备能力	万人物资储备率	储备物资装备总金额 （元）/乡镇（街道） 总人口*10000
	应急运输保障能力	交通是否便利	交通便利，为 1，较便利为 0.5，不便利为 0.

表A.2 应急备震能力评估指标解释与计算（续）

一级指标	二级指标	二级指标解释	二级指标计算
地震灾情获取与评估能力	灾情获取能力	是否有灾情获取设备和技术以及灾情上报队伍	二者都有为 1，缺一项为 0.5，都没有为 0。
	灾情评估能力	是否有灾情评估技术系统和技术人员	二者都有为 1，缺一项为 0.5，都没有为 0。
地震紧急救援能力	专业救援能力	万人专业救援人员比率	综合救援队和消防员人数/总人口*10000
	行业救援能力	万人行业救援人员比率	行业救援人数/总人口*10000
	社会救援能力	万人志愿者人员比率	志愿者人数/总人口*10000
自救互救能力	居民参与演练培训比率	居民参与演练培训百分率	演练培训参与人次/总人口*100
	老幼人口比率	大于 60 岁和小于 14 岁人口与总人数之比	大于 60 岁和小于 14 岁人数/总人数
	科普宣传情况	面向社会公众的科普宣传覆盖率	科普宣传覆盖人次/总人口*100

附录 B
(资料性)
地震灾害风险评估系列模型

B.1 地震滑坡危险性评估模型

利用研究区地震地质资料，对评估区开展工程地质岩组分级，分级主要参考岩体分级标准及规范。基于岩体分组结果，参照规范及前任研究对各类别岩组主要的物理参数C、φ和γ进行赋值。在此基础上，按公式计算静力安全系数：

$$F_s = \frac{c}{\gamma t \sin \theta} + \frac{\tan \phi}{\tan \theta} - \frac{m \gamma_w \tan \phi}{\gamma \tan \theta}$$

式中：

- F_s ——静力安全系数；
- θ ——边坡的坡角(°)；
- γ ——滑坡体的重度(kN/m³)；
- γ_w ——水的重度(kN/m³)；
- t ——滑坡体的厚度(m)；
- m ——潜在滑坡体的含水饱和度。

在计算得到静态安全系数 F_s 后，按公式计算研究区的临界加速度 a_c ：

$$a_c = (F_s - 1)g \sin \theta$$

选取Jibson拟合得到的以临界加速度与峰值加速度为参数的累积位移 D_n 经验拟合公式，具体计算如式：

$$\log D_n = 0.215 + \log \left[\left(1 - \frac{a_c}{a_{\max}} \right)^{2.341} \left(\frac{a_c}{a_{\max}} \right)^{-1.438} \right] \pm 0.510$$

式中：

- D_n ——累积位移（cm）；
- 临近加速度；
- a_c ——峰值加速度。

根据累积位移结果，参考《Digital Mapping Techniques'10—USGS》的划分标准和国内相关研究成果，按表A. 1将地震滑坡危险等级划分成5个等级。

表B. 1 地震滑坡危险性等级划分标准

地震滑坡危险性等级	累积位移 D_n
几无	<5cm
轻微	[5cm, 15cm)
中等	[15cm, 30cm)
严重	[30cm, 100cm)
特重	>100cm

利用公式计算滑坡发生的概率：

$$P(f) = 0.335 \left[1 - \exp(-0.48 D_n^{1.565}) \right]$$

式中：

$P(f)$ ——滑坡发生的概率；

D_n ——累积位移（cm）。

B.2 建筑物结构经济损失模型

建筑物结构经济损失按公式计算：

$$E_f = \sum_s \sum_j (S_{sj} \times L_s \times P_{sj}) \times \delta I / 10000$$

式中：

E_f ——建筑物结构经济损失；

S_{sj} ——s类建筑物破坏等级为j的面积；

L_s ——s类建筑物每平方米的造价；

P_{sj} ——s类建筑物破坏等级为j的损失比；

δI ——评估调整参数。

B.3 建筑物室内财产经济损失模型

建筑物室内财产经济损失按公式计算：

$$E_e = \sum_s \sum_j (S_{sj} \times L_e \times P_{sj}) \times \delta I / 10000$$

式中：

E_e ——建筑物室内财产经济损失；

S_{sj} ——s类建筑物破坏等级为j的面积；

L_e ——s类建筑物室内财产；

P_{sj} ——s类建筑物破坏等级为j的损失比；

δI ——评估调整参数。

附录 C
(资料性)
图面配置样例

地震灾害风险评估与区划成果图件图面配置样例见图C. 1。



图 C. 1 图面配置样例

附录 D
(资料性)

地震灾害风险评估与区划技术报告提纲

地震灾害风险评估与区划技术报告提纲示例如图D. 1所示。

前 言
第一章 评估区基本概况
第一节 地理位置与行政区划
第二节 地形地貌特征
第三节 河流水系
第四节 气候特征
第五节 人口和经济特征
第六节 建筑物特征
第七节 历史地震情况
第八节 应急备震能力
第九节 历代地震动参数区划演变
第二章 评估区地震构造背景分析
第一节 区域地质构造背景
第二节 区域主要地层特征
第三节 区域主要断裂及活动性
第三章 基础数据收集与整理
第一节 建筑物数据
第二节 人口数据
第三节 经济数据
第四节 行政区划数据
第五节 场地条件钻孔数据
第六节 地震背景数据
第七节 历史案例数据
第八节 应急备震能力数据
第四章 地震危险性评估(采用概率性方法)
第一节 地震危险性概率分析方法概述
第二节 地震构造区和潜在震源区的划分
第三节 地震活动性参数确定
第四节 地震动预测方程确定
第五节 概率地震危险性计算
第六节 地震动参数场地调整
第七节 本章小结

图D. 1地震灾害风险评估与区划技术报告提纲示例

第五章 地震危险性评估（采用设定地震方法）
第一节 地震动预测方程确定
第二节 设定地震地震动影响场计算
第三节 设定地震地震动参数场地调整
第四节 本章小结
第六章 建筑物构造特征及震害分析
第一节 建筑物构造特征抽样详查概述
第二节 砌体建筑特征及震害分析
第三节 多层钢筋混凝土建筑特征及震害分析
第四节 高层建筑特征及震害分析
第五节 工业厂房特征及震害分析
第六节 木结构建筑特征及震害分析
第七节 生土石建筑特征及震害分析
第八节 本章小结
第七章 地震灾害风险评估与区划
第一节 地震人员死亡风险评估
第二节 地震直接经济损失风险评估
第三节 地震灾害风险等级
第四节 地震灾害隐患等级评估
第五节 地震灾害风险防治区划
第六节 应急备震能力评估
第七节 应急备震能力区划
第八节 本章小结
第八章 地震灾害风险特征分析与防治建议
第一节 地震灾害风险特征分析
第二节 地震灾害风险防治对策建议

图 D.1 地震灾害风险评估与区划技术报告提纲示例（续）