

ICS

CCS 点击此处添加中国标准文献分类号

DB51

四川省地方标准

DB 51/ XXXXX—XXXX

地震灾害风险评估与区划技术规范

Technical specification for earthquake hazard risk assessment and zoning

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2024. 4. 2)

- XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

四川省地震局
四川省市场监督管理局

发布

目 次

前 言	III
地震灾害风险评估与区划技术规范	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 地震灾害 earthquake disaster	1
3.2 地震灾害风险 seismic disaster risk	1
3.3 评估区 assessment area	1
3.4 地震危险性 earthquake hazard	1
3.5 超越概率 probability of exceedance	2
3.6 地震动参数 ground motion parameter	2
3.7 风险防治区划 Risk prevention regionalization	2
4 基本流程	2
5 资料收集与处理	3
5.1 地震背景数据	4
5.2 基础地理数据	4
5.3 人口经济统计数据	4
5.4 建筑物数据	4
5.5 应急备震能力数据	5
6 风险评估方法	5
6.1 地震危险性计算	5
6.2 建筑物易损性分析	7
6.3 人员伤亡风险评估	8
6.4 直接经济损失风险评估	9
7 风险等级划分	10
7.1 人员伤亡风险等级	10
7.2 直接经济损失风险等级	10
7.3 综合风险等级	10
8 区划方法	10
8.1 房屋设施防治区划	10
8.2 应急备震能力区划	14
9 成果表达	16
9.1 专题图	16
9.2 报告	16
参考文献	17

附 录 A	(资料性附录)	A.1 滑坡危险性评估模型	18
附 录 B	(资料性附录)	图面配置样例	21
附 录 C	(资料性附录)	地震灾害风险评估与区划技术报告提纲	22

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。

本文件由四川省地震局提出。

本文件由四川省市场监督管理局归口。

本文件起草单位：四川省震灾风险防治中心、四川省地震局震害防御处、四川省地震局公共服务处、四川省地震局成都地震监测中心站

本文件主要起草人：郭红梅 赵 真 张 莹 张 灿 鲁长江 史丙新 乔 凯 杨玉萍 郑 昭 何宗杭 潘勇杰 刘 祥 王秋韵 欧阳言

本文件为首次发布。

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基本流程、资料收集与处理、风险评估方法、风险等级划分、区划方法和成果表达。

本文件适用于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 17741—2005 工程场地地震安全性评价
- GB/T 17742-2020 中国地震烈度表
- GB/T 18207 （所有部分）防震减灾术语
- GB/T 18208.1-2011 地震现场工作 第4部分：灾害直接损失评估
- GB 18306—2015 中国地震动参数区划图
- GB/T 23694-2013 风险管理 术语
- GB/T 24335—2009 建（构）筑物地震破坏等级划分
- GB/T 36072—2018 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 earthquake disaster

地震造成的人员伤亡、财产损失、环境和社会功能的破坏。

[GB/T 18207.1—2008，定义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，本文件中一般指市（州）、县（区）等行政区划。

3.4

地震危险性 earthquake hazard

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。

[GB 18306-2015, 定义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。

[GB 18207.2-2005, 定义6.1.1.1]

3.7

风险防治区划 Risk prevention regionalization

基于地震灾害风险评估结果,以地震灾害风险防治为目的对地震灾害风险程度进行空间区域等级划分。

4 基本流程

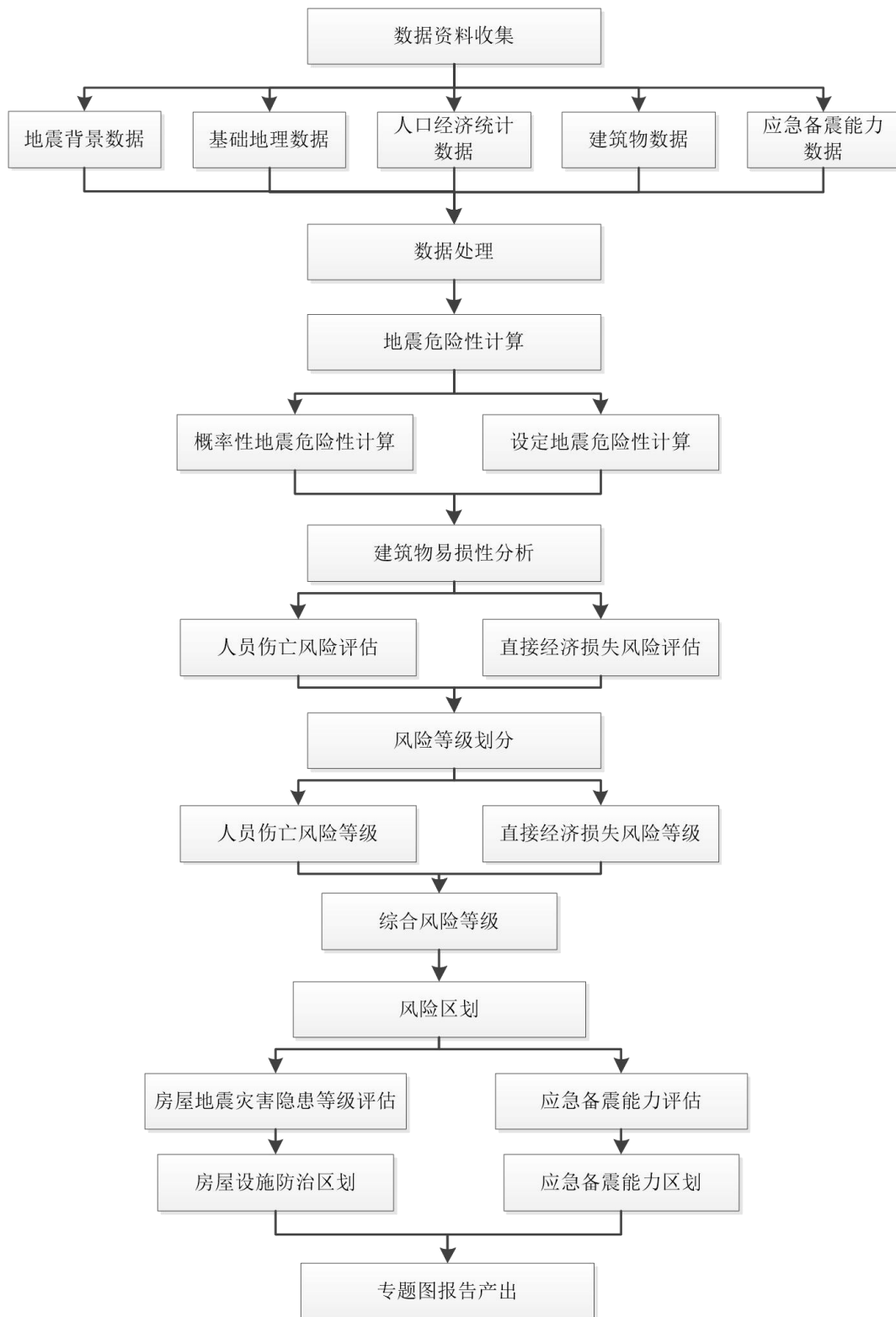


图1 地震灾害风险评估与区划基本流程图

5 资料收集与处理

5.1 地震背景数据

5.1.1 活动断层

应收集评估区内活动断层矢量数据以及断层名称、断层长度、断层活动年代、断层倾角等属性。

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。

5.1.3 地震潜在震源区

应收集评估区所涉及的地震潜在震源区分区矢量数据以及地震潜在震源区名称、地震潜在震源区编号、地震潜在震源区震级上限、地震潜在震源区描述、活动时代、可信度等属性。

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、震级下限、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。

5.1.5 地震动峰值加速度衰减关系

应收集评估区适用的地震动峰值加速度衰减关系，对于强震动观测资料丰富的区域，应采用统计回归方法确定基岩地震动衰减关系。如缺乏足够强震动观测资料，可采用《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)中青藏区或中强区基岩水平向加速度预测方程。

5.2 基础地理数据

应收集评估区内的基础地理数据，包括省、市州、区县、乡镇/街道边界和驻地，数字高程模型(DEM)，地形地貌，土地利用分布，水系分布，道路交通等数据。

5.3 人口经济统计数据

5.3.1 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公里格网数据。

5.3.2 经济统计数据

应收集评估区内的以乡镇或区县为单元的GDP统计数据，应将经济统计数据处理为公里格网数据。

5.4 房屋数据

宜收集评估区内单体房屋分布及结构类型等属性数据，并按照结构类型制作成公里格网数据。

5.5 应急备震能力数据

应收集评估区内应急避难场所数量、应急避难场所容纳人数、拥有的病床数量、医护人员数量、救援队伍人数、应急预案修订情况、应急演练次数、科普宣传频次、是否有应急指挥技术系统、有无直升机停机坪和机场等。

6 风险评估方法

6.1 地震危险性计算

6.1.1 概率性地震危险性计算

按照下列要求进行概率性地震危险性计算。

a) 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。

b) 确定计算参数

收集5.1.4节中的地震活动性参数。

c) 选取地震动衰减关系

对于强震动观测资料丰富的区域，应采用统计回归方法确定基岩地震动衰减关系。如缺乏足够强震动观测资料，可根据评估区域位置采用《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）中青藏区或中强区基岩水平向加速度预测方程。

《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）中的基岩水平向加速度预测方程表达式如下：

当 $M < 6.5$ 时，

$$\lg Y(M,R) = A_1 + B_1 M - C \lg(R + D \exp(E * M)) \quad (6.1-1)$$

当 $M \geq 6.5$ 时，

$$\lg Y(M,R) = A_2 + B_2 M - C \lg(R + D \exp(E * M)) \quad (6.1-2)$$

式中：

Y—峰值加速度或反应谱值，单位为 gal；

M—面波震级；

R—震中距，单位为 km；

A₁、A₂、B₁、B₂、C、D、E—模型系数（青藏区和中强区取值见表 6.1）。

表 6.1 青藏区和中强区基岩基岩地震动衰减关系模型系数

T(s)	方向	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂	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

注：σ 为标准差；适用范围 M= 5.0-7.0、R= 0-200km。

d) 选取控制点

按照 1:25 万的比例尺确定计算控制点，间隔不应大于 250m。

e) 场地调整

对于钻孔资料丰富的区域，应采用空间插值或统计回归方法确定网格点场地类别。如缺乏足够钻孔资料，可进行钻探工作，也可按照全国1：100万宏观场地类别数据确定网格点场地类别。

根据基岩（I1类场地）地震动峰值加速度值，按下式确定场地峰值加速度值：

$$a_x = a_1 F_a \quad (6.1-3)$$

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_1 —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 6.2）。

表 6.2 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

f) 地震危险性分级

根据 100 年超越概率 1% 的地震动峰值加速度 (a_x), 将场地地震危险性分为四级, 分级标准如下:

I 级 ($a_x \geq 760 \text{gal}$);

II 级 ($380 < a_x < 760 \text{gal}$);

III 级 ($190 < a_x < 380 \text{gal}$);

IV 级 ($a_x < 190 \text{gal}$)。

6.1.2 设定地震危险性计算

按照下列要求进行设定地震危险性计算。

a) 设定地震原则

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; 以 5.0 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 0.1-0.5 级为步长, 作为一系列设定地震震级; 以市为单元的工作区, 按每个县至少有 1 个设定地震, 以区县为单元的工作区, 每个乡镇 (街道) 至少有一个设定地震。

b) 后续计算要求与本文件 6.1.1 节 b-e 部分相同。

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 (6.2-1) 计算不同结构建筑物在不同破坏等级下的权重:

$$\omega_{sj} = \frac{s_{sj}}{\sum_{j=1}^5 s_{sj}} \quad (6.2-1)$$

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 类建筑物在不同破坏等级下的权重。

d) 按式 (6.2-2) 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:

$$P_s[D_j|I] = \sum_{j=1}^5 \omega_{sj} P_{sj}[D_j|I] \quad (6.2-2)$$

式中：

$P_{sj}[D_j|I]$ ——s类建筑物在不同破坏等级下的破坏比；

$P_s[D_j|I]$ ——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 人员伤亡风险评估包括因建筑物破坏和次生地质灾害造成的死亡和受伤人数。

6.3.2 因建筑物破坏造成的死亡和受伤人数按式（6.3-1）和式（6.3-2）计算：

$$B_d = \sum_s \sum_j P[D_j|I] A_s * r_d * d_s \quad (6.3-1)$$

$$B_h = \sum_s \sum_j P[D_j|I] A_s * r_h * d_s \quad (6.3-2)$$

式中：

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；

A_s ——s类建筑物总面积；

r_d ——建筑物在不同破坏等级下的致死率；

r_h ——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 因次生地质灾害造成的死亡和受伤人数按式（6.3-3）和式（6.3-4）计算：

$$L_d = \sum_{i=1}^5 P_i * r_{id} \quad (6.3-3)$$

$$L_h = \sum_{i=1}^5 P_i * r_{ih} \quad (6.3-4)$$

式中：

L_d ——滑坡造成的死亡人数；

L_h ——滑坡造成的受伤人数；

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A.1；

r_{ih} ——不同滑坡危险性等级的致伤率；

i ——滑坡危险性等级，根据累积位移分为几无、轻微、中等、严重、特严重五个等级。

6.4 直接经济损失风险评估

6.4.1 直接经济损失风险评估包括建筑物经济损失、生命线经济损失和其他经济损失。

6.4.2 建筑物经济损失

建筑物经济损失按式（6.4-1）计算：

$$E_b = E_f + E_e \quad (6.4-1)$$

式中：

E_b ——建筑物经济损失；

E_f ——建筑物结构经济损失，参照附录A.2；

E_e ——建筑物室内财产经济损失，参照附录A.3。

6.4.3 生命线经济损失

生命线经济损失按式（6.4-2）计算：

$$L_s = \frac{E_b}{B_m} * L_m \quad (6.4-2)$$

式中：

L_s ——生命线经济损失；

B_m ——建筑物经济损失在总经济损失中所占百分比；

L_m ——生命线经济损失在总经济损失中所占百分比。

6.4.4 其他经济损失

其他经济损失按式（6.4-3）计算：

$$O_s = \frac{E_b}{B_m} * O_m \quad (6.4-3)$$

式中：

O_s ——其他经济损失；

O_m ——其他经济损失在总经济损失中所占百分比。

7 风险等级划分

7.1 人员伤亡风险等级

根据人员伤亡风险评估结果，按表7.1将人员伤亡风险划分成5个等级。

表7.1 人员伤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（以乡镇行政区为估算单元）
I级	死亡人数 ≥ 300	死亡人数 $\geq 300/n$
II级	$300 >$ 死亡人数 ≥ 150	$300/n >$ 死亡人数 $\geq 150/n$
III级	$150 >$ 死亡人数 ≥ 50	$150/n >$ 死亡人数 $\geq 50/n$
IV级	$50 >$ 死亡人数 ≥ 10	$50/n >$ 死亡人数 $\geq 10/n$
V级	死亡人数 < 10	死亡人数 $< 10/n$

注：n 为县域内乡镇数量

7.2 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7.2将直接经济损失风险划分成5个等级。

表7.2 直接经济损失风险等级划分标准

风险等级	分级指标
I级	（直接经济损失/区域内上年度 GDP） $\geq 75\%$
II级	$75\% >$ （直接经济损失/区域内上年度 GDP） $\geq 45\%$
III级	$45\% >$ （直接经济损失/区域内上年度 GDP） $\geq 25\%$
IV级	$25\% >$ （直接经济损失/区域内上年度 GDP） $\geq 15\%$
V级	（直接经济损失/区域内上年度 GDP） $< 15\%$

7.3 综合风险等级

以人员伤亡、直接经济损失评估结果中风险等级最高的结果为综合风险等级。

8 区划方法

8.1 房屋设施防治区划

8.1.1 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（8.1-1）进行计算：

$$PH_{EQ} = C \cdot R \cdot V \cdot D \quad (8.1-1)$$

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8.1.2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8.1.3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8.1.4条确定；

D —地震地质灾害影响系数，按本文件第8.1.5条确定。

8.1.2 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《建筑工程抗震设防分类标准》等规范，将承灾体分为 I、II、III、IV 四类，按表 8.1-1 确定其破坏后果影响系数。

表 8.1-1 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、III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财产损失的建筑工程。		1.00

8.1.3 房屋设施场址影响系数

房屋场址影响包含两部分：房屋场址的地震危险性和场地类别的影响。按式（8.1-2）进行计算：

$$R = a_R \cdot R_1 + b_R \cdot R_2 \quad (8.1-2)$$

式中： R_1 —表示考虑地震危险性的场址影响系数；

R_2 —表示考虑场地类别的场址影响系数；

a_R 、 b_R —表示权重系数，本标准中 $a_R=0.5$ ， $b_R=0.5$ 。

8.1.3.1 地震危险性影响

房屋所处的地震危险性参考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8.1-2确定。

表8.1-2 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_1
0.05g	44cm/s ² - 89cm/s ²	1.00
0.10g	90cm/s ² - 177cm/s ²	0.95
0.15g		0.95
0.20g	178cm/s ² - 353cm/s ²	0.90
0.30g		0.90
0.40g	354cm/s ² - 707cm/s ²	0.85

注：1. 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。

2. 若设定地震地震动影响场结果小于44cm/s²，按照44cm/s² - 89cm/s²取值；若结果大于707cm/s²时，按照354cm/s² - 707cm/s²取值。

8.1.3.2 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《建筑抗震设计规范》中4.1.6条中根据土层等效剪切波速场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，考虑场地类型的影响系数按表8.1-3确定。

表8.1-3 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_2
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

8.1.4 房屋设施易损性影响系数

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，由式(8.1-3)计算确定。

$$V = a_V \cdot V_1 + b_V \cdot V_2 + c_V \cdot V_3 \quad (8.1-3)$$

式中： V_1 —表示考虑房屋设防标准的易损性影响系数；

V_2 —表示考虑房屋建造年代的易损性影响系数；

V_3 —表示考虑房屋病害的易损性影响系数；

a_V 、 b_V 、 c_V —表示权重系数，本文件中 $a_V=0.5$ ， $b_V=0.1$ ， $c_V=0.4$ 。

8.1.4.1 房屋设施设防标准影响

房屋实际抗震设防烈度与现行《中国地震动参数区划图》规定的抗震设防要求进行对比，按表8.1-4确定房屋的实际抗震设防烈度对其地震易损性的影响系数。

表8.1-4 考虑房屋实际抗震设防水平的易损性影响系数

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
1.高于区划图规定时	1.0
2.与区划图规定相同时	0.7
3.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
4.房屋实际抗震设防烈度比区划图规定低1度时	0.2
5.除1-4条中规定的情况	0

8.1.4.2 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，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8.1-5确定。

表8.1-4 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

8.1.4.3 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8.1-6确定。

表8.1-5 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	0.70
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

注*：个别：10%以内；部分 10%~50%；多数：50%以上。

8.1.5 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参照附录A.1，按表8.1-6确定地震地质灾害影响系数。

表8.1-6 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	0.7
特重	0.2

8.1.6 房屋设施单体地震灾害隐患等级

房屋单体的地震灾害隐患等级应按表8.1-7确定。

表8.1-7 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

8.2 应急备震能力区划

8.2.1 应急备震能力指标

应急备震能力应综合考虑应急疏散能力、医疗救助能力、自救互救能力和交通通达能力四方面，各部分对应的指标和建议的权重可按表8.2-1确定。可根据评估区实际情况利用层次分析法进行权重值调整。

表8.2-1 应急备震能力两级指标和建议权重值

一级指标	权重	二级指标	权重
疏散能力	0.25	应急避难场所容纳人数	0.5
		应急避难场所数量	0.5
医疗救助能力	0.20	万人拥有床位数	0.5
		万人拥有医生数量	0.5
自救互救能力	0.30	救援队伍数量	0.30
		应急演练频次	0.30
		科普宣传次数	0.30
		地震应急指挥技术系统	0.10
交通通达能力	0.25	道路网密度	0.50
		有无直升机起降停机坪	0.25
		有无机场	0.25

8.2.2 应急备震能力评估

综合考虑应急疏散能力、医疗救助能力、自救互救能力和交通通达能力，应急备震能力指数按式(8.2-1)计算：

$$D_c = c_1 S_e + c_2 S_b + c_3 S_x + c_4 S_t \quad (8.2-1)$$

式中： D_c —地震应急备震能力指数；

S_e 、 S_b 、 S_x 、 S_t —表示归一化处理后的应急备震能力指标；

c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 —表示应急备震能力指标对应的权重系数，

8.2.3 应急备震能力等级

根据应急备震能力指数，按照百分位数法，将应急备震能力划分成强、较强、中等、较弱和弱五个等级，见表8.2-2

表8.2-2 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	$D_c \leq 10\%$

9 成果表达

9.1 专题图

9.1.1 在分析研究已有成果和最新调查资料的基础上编制图件，坐标系采用 2000 国家大地坐标系。

9.1.2 目标区为省或市州级，显示单元以县为单位；目标区为县区时，显示单元以乡镇为单位。

9.1.3 成果图件应要素齐全，包含图名、图例、比例尺、指北针等内容。

9.1.4 成果图件配置样式见附件 B。

9.1.5 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、房屋设施地震灾害风险防治区划图、应急备震能力区划图。

9.2 报告

9.2.1 成果报告应阐述评估区地震灾害致灾因子和致灾环境。

9.2.2 成果报告应阐述评估区承灾体分布及其特征。

9.2.3 成果报告应阐述评估区承灾体易损性分析结果。

9.2.4 成果报告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。

9.2.5 成果报告应给出评估区地震灾害风险防治对策建议。

9.2.6 成果报告目录提纲见附件 C。

参考文献

- [1] FXPC/DZ P-01 《地震危险性图编制技术规范》
 - [2] FXPC/DZ P-02 《地震灾害风险评估技术规范》
 - [3] FXPC/DZ P-03 《建（构）筑物地震灾害隐患等级评定技术规范》
 - [4] JIBSON R W, HARP E L, MICHAEL J A. A method for producing digital probabilistic seismic landslide hazard maps [J]. *Engineering Geology*, 2000, 58(3): 271-89.
 - [5] JIBSON R W. Regression models for estimating coseismic landslide displacement [J]. *Engineering Geology*, 2007, 91(2-4): 209-18.
 - [6] GB 50223—2008 建筑工程抗震设防分类标准
 - [7] GB 50011-2010(2016版) 建筑抗震设计规范
-

附录 A

(资料性附录)

A.1 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，按式(A.1-1)计算静力安全系数：

$$F_s = \frac{c}{\gamma t \sin \theta} + \frac{\tan \phi}{\tan \theta} - \frac{m \gamma_w \tan \phi}{\gamma \tan \theta} \quad (\text{A.1-1})$$

式中：

F_s ——静力安全系数；

θ ——边坡的坡角($^\circ$)；

γ ——滑坡体的重度(kN/m^3)；

γ_w ——水的重度(kN/m^3)；

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，按式(A.1-2)计算研究区的临界加速度 a_c ：

$$a_c = (F_s - 1)g \sin \theta \quad (\text{A.1-2})$$

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(A.1-3)：

$$\log D_n = 0.215 + \log \left[\left(1 - \frac{a_c}{a_{\max}} \right)^{2344} \left(\frac{a_c}{a_{\max}} \right)^{-1438} \right] \pm 0.510 \quad (\text{A.1-3})$$

式中：

D_n ——累积位移 (cm)；

a_c ——临近加速度；

a_{\max} ——峰值加速度；

根据累积位移结果，按表A.1-1将地震滑坡危险等级划分成5个等级。

表A.1-1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,10cm)
中等	[10cm,50cm)
严重	[50cm,200cm)
特重	>200cm

利用 (A.1-4) 计算滑坡发生的概率:

$$P(f) = 0.335 \left[1 - \exp(-0.48D_n^{1.565}) \right] (R = 0.97) \quad (\text{A.1-4})$$

式中:

$P(f)$ ——滑坡发生的概率;

D_n ——累积位移 (cm);

R ——相关系数。

A.2 建筑物结构经济损失评估模型

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

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。

A.3 建筑物室内财产经济损失评估模型

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

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;

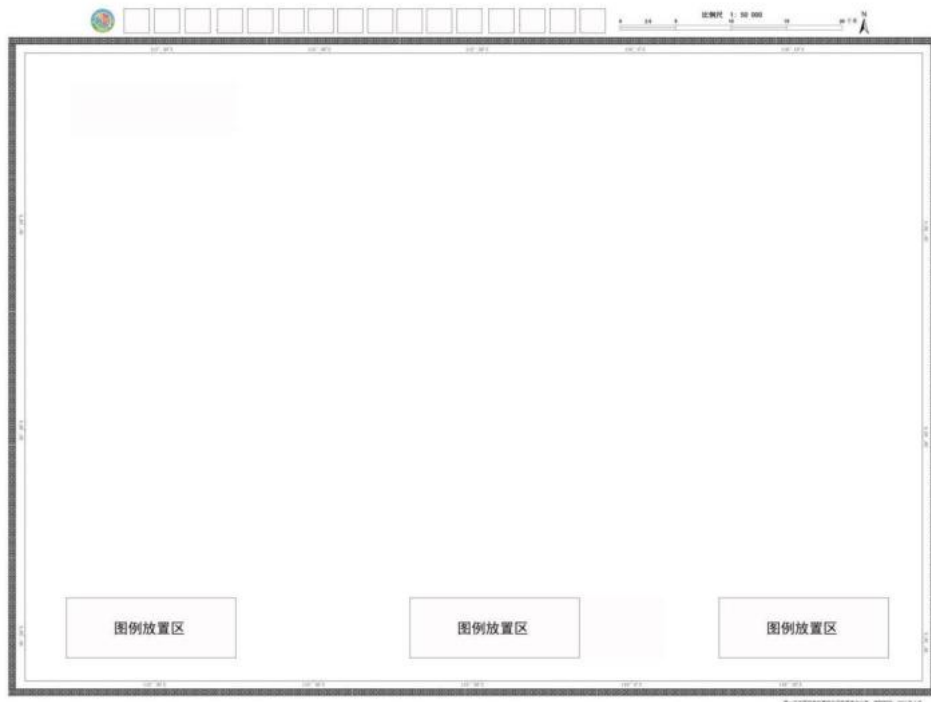
L_e ——s类建筑物室内财产;

DB/ XXXXX—XXXX

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 B
(资料性附录)
图面配置样例



附录 C

(资料性附录)

地震灾害风险评估与区划技术报告提纲

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 应急备震能力数据

第四章 地震危险性评估

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 地震动衰减关系确定

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 地震危险性区划

第八节 地震烈度区划

第九节 本章小结

第五章 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
- 第六章 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 建筑物直接经济损失风险评估
 - 第三节 地震灾害风险等级
 - 第四节 房屋设施地震灾害隐患等级评估
 - 第五节 房屋设施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
- 第七章 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
 - 第三节 本章小结