

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 - 01 - 18 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 资料收集与处理	3
6 灾害风险评估	5
7 应急备震能力评估	10
8 风险等级划分	11
9 风险防治区划	12
10 成果表达	18
附录 A（资料性） 应急备震能力评估指标与权重	20
附录 B（资料性） 地震灾害风险评估系列模型	23
附录 C（资料性） 图面配置样例	25
附录 D（资料性） 地震灾害风险评估与区划技术报告提纲	26
参考文献	28

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。

本文件由四川省地震局提出、解释、归口并组织实施。

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

本文件主要起草人：郭红梅、赵真、张莹、张灿、杨玉萍、亢川川、史丙新、乔凯、郑昭、何宗杭、刘韶、鲁长江、周亚东、潘勇杰、刘祥、王秋韵、欧洋言、王竞、王玉冰、郭佳、刘羽姿、韩娟。

引 言

我省位于南北断裂带中部，境内活动断裂纵横交错，是中国大陆地壳活动最剧烈、地震最活跃的地区之一，加上孕灾环境复杂多样，地震灾害风险源繁多，地震灾害风险高。为了贯彻习近平总书记提出的防灾减灾救灾“两个坚持、三个转变”重要论述，努力实现从注重灾后救助向注重灾前预防转变，需要开展地震灾害风险评估与区划工作，客观认识地震灾害综合风险水平，形成地震灾害风险防治区划和建议，有效支撑地震灾害风险防治各项工作，以降低地震灾害风险。

自2015年开始，以服务于地震应急准备和应急响应为目标，中国地震局在年度地震重点危险区内采用设定地震的方式，进行地震灾害损失预评估。到2018年，地震灾害损失预评估工作逐步向地震灾害风险评估转变。2019年-2022年，我国启动了全国第一次自然灾害综合风险普查工程，地震灾害风险普查是其中一项重要组成部分。在地震灾害风险普查工作实施中，四川省地震局根据中国地震局制定的全国层面的地震灾害风险评估与区划相关技术规范完成了四川省省级层面的地震灾害风险评估工作。本文件编制人员2015-2019年技术负责我省年度地震重点危险区地震灾害损失预评估工作，2019-2022年技术负责我省地震灾害风险普查工作。基于这些工作的实践经验和深入思考，结合四川省致灾环境特征，摸索总结出了一套适合四川省市（州）级和县（市、区）级开展地震灾害风险评估与区划工作的技术流程与方法，在此基础上凝练出本文件。

地震灾害是一种综合灾害，包括房屋破坏、崩塌滑坡、道路交通破坏、通讯系统破坏等等，往往造成惨重的人员伤亡和经济损失。本着“人民至上，生命至上”的原则，本文件主要以降低地震灾害人员伤亡风险为目标，在评估地震灾害人员伤亡和经济损失风险的基础上，对目标区域的应急备震能力进行评估，综合地震灾害人员死亡风险和应急备震能力评估结果，进行风险等级划分。在风险等级划分的基础上，以降低人员伤亡风险为目标进行地震灾害风险防治区划划分，包括房屋设施风险防治区划、道路交通防治区划，其他基础设施系统，如供水系统、排水系统、燃气系统、供电系统、通讯系统、水利工程

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进行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。

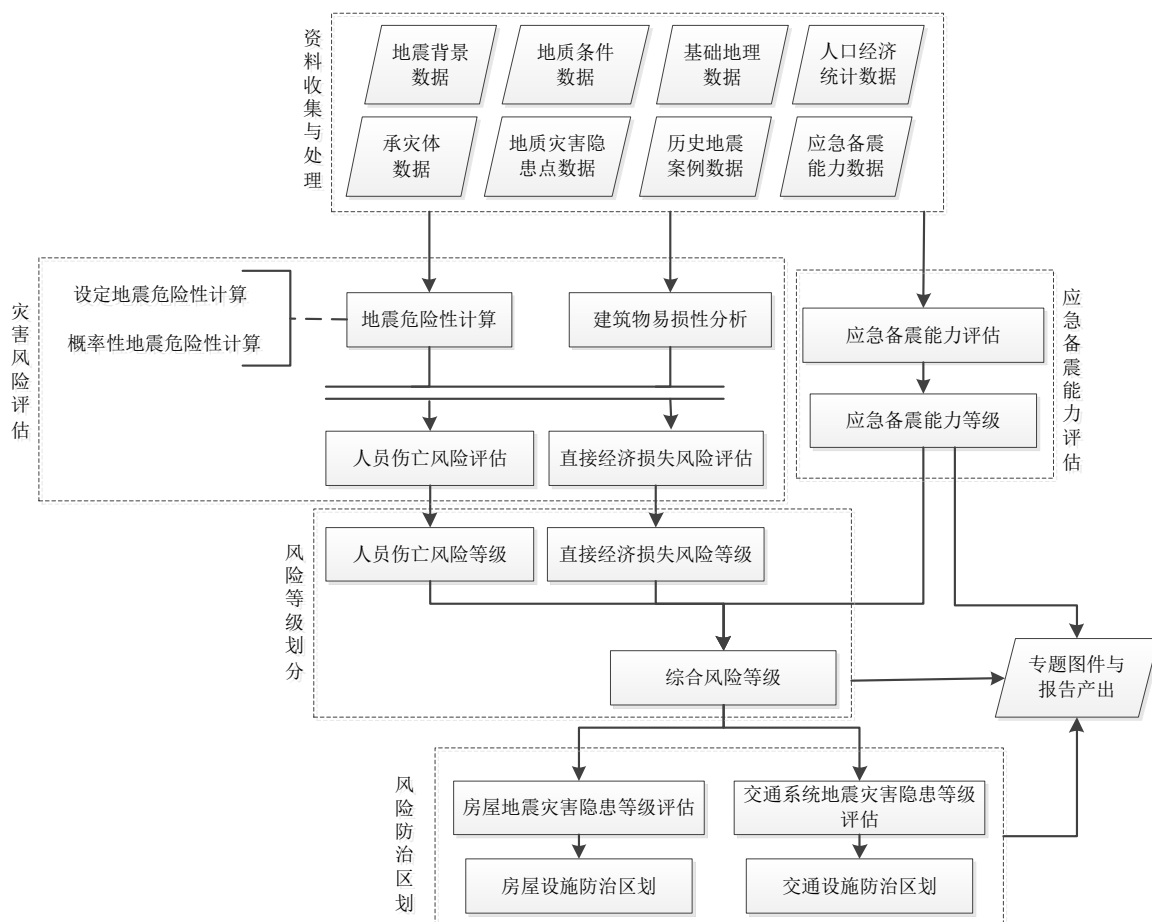


图1 地震灾害风险评估与区划基本流程图

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，

$$\lg Y(M, R) = A_1 + B_1 M - C \lg(R + D \exp(E \times M)) \dots\dots\dots (1)$$

当 $M \geq 6.5$ 时，

$$\lg Y(M, R) = A_2 + B_2 M - C \lg(R + D \exp(E \times M)) \dots\dots\dots (2)$$

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：

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

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_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：

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

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

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：

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

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：

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

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：

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

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：

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

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。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/797032114135010024>