

ICS 91.120.25

P 15

团体标准

T/SSC 1—2021

基于强震动记录的地震破坏力评估

Seismic destructive power evaluation based on strong motion records

2021-07-30 发布

2021-12-01 实施

中国地震学会发布

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 地震破坏力评估程序	2
5 强震动记录数据收集	2
6 区域建筑属性数据准备	3
7 区域建筑抗震弹塑性时程分析	4
8 地震破坏力和影响综合评估	9
9 评估报告编写	10
附录 A (资料性) 推荐的区域建筑属性参数	12
附录 B (资料性) 推荐的区域建筑抗震弹塑性时程分析参数	31
附录 C (规范性) 建筑地震破坏状态损伤限值	35
附录 D (资料性) 评估报告模板示例	37
参考文献	40

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。

本文件由清华大学提出。

本文件由中国地震学会归口。

本文件起草单位：清华大学、中国地震局地球物理研究所、中国地震局工程力学研究所、中国地震台网中心、中国地震灾害防御中心、北京市地震局、四川省地震局、北京师范大学、深圳防灾减灾技术研究院、福建省地震局、北京科技大学、深圳大学、北京建筑大学。

本文件主要起草人：陆新征、杨建思、邢成起、许镇、林旭川、熊琛、刘艳琼、王立新、郝明辉、江鹏、汪明、蔡辉腾、王亚安、解琳琳、田源、程庆乐。

中国地震学会团体标准

引 言

地震对区域建筑的破坏力是震后应急决策的重要依据，影响应急资源的调度和应急力量的部署。随着我国地震台网建设的稳步推进，当前密集做强震动台站为基于强震动记录的地震破坏力评估提供了实施基础。为满足地震应急管理部门及时了解地震破坏力的迫切需求，并充分利用现有强震动记录数据，故制定此标准。

本文件是在国内外100余次基于强震动记录的地震破坏力评估的成功经验上制定的，特别是我国2017年8月8日九寨沟7.0级地震、2019年6月17日长宁6.0级地震和2018年12月1日美国阿拉斯加7.2级地震。

本文件与GB/T 30352《地震灾情应急评估》在内容上有相互配合之处，但时限要求和评估对象不同。本文件侧重于在更短时间内评估地震对于区域建筑的破坏能力。

中国地震学会团体标准

基于强震动记录的地震破坏力评估

1 范围

本文件给出了基于强震动记录的地震破坏力评估的方法、程序与技术要求，规定了评估报告编写的内容。

本文件适用于破坏性地震发生后基于强震动记录评估地震的破坏力，并建议了平立面布置规则的高层钢筋混凝土框架剪力墙或钢筋混凝土剪力墙结构、多层钢筋混凝土框架或钢框架结构、砌体结构与土木结构的计算模型和参数。对于其他结构类型，应进行专门研究。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 24335—2009 建（构）筑物地震破坏等级划分
GB/T 30352—2013 地震灾情应急评估
GB 50009—2012 建筑结构荷载规范
GB 50011—2010 建筑抗震设计规范
DB/T 10 数字强震动加速度仪
DB/T 17 地震台站建设规范 强震动台站
DB/T 60 地震台站建设规范 地震烈度速报与预警台站
DB/T 64 强震动观测技术规程
JGJ 3—2010 高层建筑混凝土结构技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

强震动记录 strong motion record

由强震动仪器测得的地震引起地表附近土层（地面）振动的记录。

[改自DB/T 10-2016，定义3.1]

3.2

台站关联区域 area related to strong motion stations

受强震动台站强震动记录影响的评估区域。

3.3

地震破坏力 seismic destructive power

地震对建筑的破坏能力及对建筑内人员引起的不适反应。

3.4

弹塑性时程分析 elasto-plastic time-history analysis

考虑结构弹塑性的动力时程分析。

[改自GB 50011-2010, 定义5.5]

3.5

建筑地震破坏状态 seismic damage state of buildings

建筑由地震作用引起破坏的轻重程度。

[改自GB/T 24335-2009, 定义2.3]

3.6

人员加速度感受 human feeling for accelerations

地震引起的加速度响应对人员造成的不适感受。

4 地震破坏力评估程序

4.1 基于强震动记录的地震破坏力评估应按下列步骤执行：

- a) 强震动记录数据收集。收集符合本文件要求的强震动台站强震动记录数据，应符合第5章的相关要求；
- b) 区域建筑属性数据准备。确定台站关联区域的建筑属性数据，应符合第6章的相关要求；
- c) 区域建筑抗震弹塑性时程分析。建立建筑计算模型，并开展区域建筑抗震弹塑性时程分析，应符合第7章的相关要求；
- d) 地震破坏力和影响综合评估。确定建筑破坏状态和人员加速度感受，并开展地震破坏力和影响综合评估，应符合第8章的相关要求；
- e) 评估报告编写。编写地震破坏力评估报告，应符合第9章的相关要求。

4.2 基于强震动记录的地震破坏力评估报告宜分为第一批次和第二批次报告（简称一报和二报），满足以下任意一条规则的台站应用于一报：

- a) 单条地震动记录峰值加速度大于全部台站记录中最大峰值加速度的50%的强震动台站；获取观测记录的强震仪器应符合DB/T 10的相关规定。
- b) 单条地震动记录峰值加速度大于 1 m/s^2 的强震动台站；
- c) 位于人口聚集区域、建筑密集区域，或建筑破坏风险较高区域等其他必要的强震动台站。

5 强震动记录数据收集

5.1 一般规定

5.1.1 台站关联区域边界与强震动台站的距离不宜超过待分析区域内的平均台站间距和10 km二者的较小值。当存在下述情况时，应开展专门研究：

- a) 台站关联区域存在抗震不利场地及其他不利效应；
- b) 台站关联区域存在明显地形变化；
- c) 台站记录存在显著异常。

5.1.2 拟提供强震动记录数据的台站应满足：

- a) 根据台站的具体类型，应符合 DB/T 17 或 DB/T 60 的相关规定；
- b) 获取观测记录的强震仪器应符合 DB/T 10 的相关规定。

5.2 数据要求

5.2.1 台站原始数据应包含元数据和事件波形数据。

5.2.2 元数据应包含地震、台站、记录和强震仪器的元数据，具体应包括：

- a) 地震元数据：地震名称、发生时间、经纬度、震级、震源深度。
- b) 台站元数据：台站名称、代码、震中经纬度，台址的场地资料。
- c) 记录元数据：加速度、速度和位移记录的峰值，记录时长、采样率，记录文件编号和相应的存储光盘编号。
- d) 强震仪器元数据：仪器型号、序列号、主要性能指标和参数值等。

5.2.3 事件波形数据应满足下列要求：

- a) 事件波形数据应进行数据处理，包括：
 - 1) 应对未校正加速度记录波形数据进行零基线和仪器频率响应校正，生成校正加速度记录；地震破坏力评估应采用校正加速度记录，以下条文中如无特殊说明，加速度记录均指校正加速度记录；
 - 2) 应对校正加速度记录计算阻尼比为 0.05 的绝对加速度反应谱。
- b) 加速度记录应包含至少两个水平正交方向和一个竖直方向的数据。宜采用南北（NS）方向和东西（EW）方向作为两个水平正交方向。
- c) 加速度记录应采用国际单位制。
- d) 加速度记录的采样率不应小于 50 Hz。
- e) 地震动有效持时部分应采用首末两次达到 0.1 倍加速度峰值的区间。加速度记录宜采用地震动有效持时部分加有效持时部分前后各 20 s 的区间。

5.2.4 当加速度记录的峰值小于 0.3 m/s^2 时，可不开展该条加速度记录的区域建筑抗震弹塑性时程分析。

6 区域建筑属性数据准备

6.1 一般规定

6.1.1 建筑属性数据包括：结构类型、建筑高度、建造年代、楼层数、楼层面积、位置信息及其他信息。其中，结构类型宜分为：框架结构、框架剪力墙结构、设防砌体结构、未设防砌体结构、土木结构。

6.1.2 区域建筑属性数据宜按照表 A.1.1 开展统计调查获取。台站关联区域已经有每栋建筑的属性数据，应直接采用。

6.1.3 缺乏建筑属性数据的区域，可根据 6.2 条规定匹配典型建筑属性数据集。

6.1.4 在确定台站关联区域建筑属性数据后，可按第 7 章建立建筑计算模型。

6.2 匹配典型建筑属性数据集

6.2.1 应对台站关联区域的抗震设防水平进行分级编码，规则如下：

- a) 第一分类层级表示城乡级别：C 代表城市，T 代表镇，R 代表村，S 代表城郊或城中村；
- b) 第二分类层级应根据抗震性能较好的建筑比例（按建筑面积统计）将区域分为四个等级：I（ $\geq 50\%$ ），II（35%~50%），III（20%~35%），IV（ $\leq 20\%$ ）；
- c) 第三分类层级应根据抗震性能较差的建筑比例（按建筑面积统计）分为三个等级：1（ $\leq 20\%$ ），2（20%~40%），3（ $\geq 40\%$ ）。

其中，典型的抗震性能好的建筑为有抗震设防的钢筋混凝土结构，典型的抗震性能较差的建筑为未按抗震设防设计且未加固的建筑。

6.2.2 根据台站关联区域的分级编码，可按附录 A.2 匹配典型建筑属性数据集，并可根据当地实际情况调整。

7 区域建筑抗震弹塑性时程分析

7.1 一般规定

7.1.1 平立面布置规则的高层钢筋混凝土框架剪力墙或钢筋混凝土剪力墙结构、多层钢筋混凝土框架或钢框架结构、砌体结构与土木结构，计算模型可按照 7.2 条确定。对于具有不利条件的建筑，计算模型应单独研究。

7.1.2 本文件考虑水平地震动对建筑的作用，对于受竖向地震动控制以及场地具有其他不利影响的情况应单独研究。

7.2 建筑计算模型

对于 7.1.1 条中所述的多层结构，宜采用多自由度集中质量剪切层模型；对于 7.1.1 条中所述的高层建筑，宜采用多自由度集中质量弯剪耦合模型，如图 7.2.1 所示。



图 7.2.1 建筑计算模型

7.2.1 楼层质量参数 m 可按照公式 (7.2.1) 计算。

$$m = m_1 A \dots\dots\dots (7.2.1)$$

式中：

m ——楼层质量参数；

m_1 ——单位建筑面积质量，可根据实际情况确定，也可参考附录 B.1 确定；

A ——建筑单层面积，可根据实际情况确定，也可参考附录B.1确定。

7.2.2 对于各层面积相近且布置规则的多层建筑，可假设多自由度集中质量剪切层模型各层楼层刚度参数 k_0 相同，并按照公式(7.2.2)确定。当建筑布置不规则时，楼层刚度参数 k_0 可根据实际情况确定。

$$k_0 = \frac{4\pi^2 m}{T_1^2} \theta \dots\dots\dots (7.2.2)$$

式中：

k_0 ——楼层刚度参数；

m ——楼层质量参数；

T_1 ——建筑一阶周期，可参照附录B.2确定；

θ ——振型参数，可根据模态分析计算，也可参照附录B.3确定。

7.2.3 对于竖向与平面布置规则的高层建筑，多自由度集中质量弯剪耦合模型的弯曲刚度参数 Π 与楼层剪切刚度参数 ψ 可按照公式(7.2.3)和(7.2.4)确定。当建筑存在 GB 50011—2010 中 3.4.3 条所述的竖向或平面不规则时，相关参数取值宜根据实际情况确定。

$$\Pi = \frac{4\pi^2 mnH^3}{T_1^2 \gamma_1^2 (\gamma_1^2 + \alpha_0^2)} \dots\dots\dots (7.2.3)$$

$$\psi = \frac{\alpha_0^2 \Pi}{H^2} \dots\dots\dots (7.2.4)$$

式中：

Π ——弯曲刚度参数；

ψ ——剪切刚度参数；

m ——楼层质量参数；

n ——建筑层数；

H ——结构总高；

T_1 ——建筑一阶周期，可参照附录 B.2 确定；

γ_1 ——结构一阶特征值参数，可参照附录 B.4 确定；

α_0 ——结构弯剪刚度比，可参照附录B.4确定。

7.2.4 多自由度集中质量剪切层模型与弯剪耦合模型的楼层骨架线宜采用图 7.2.2 所示的三线性模型。

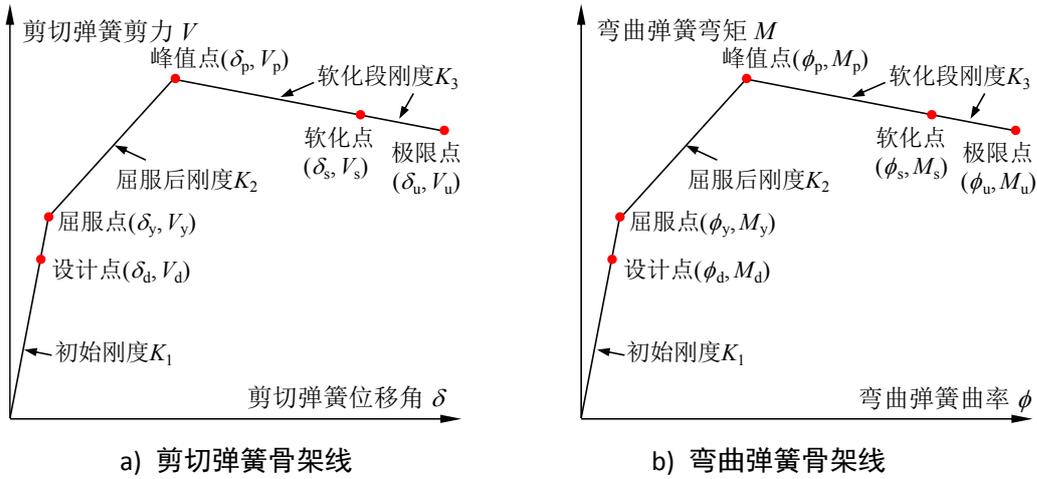


图 7.2.2 三线性骨架线

7.2.5 对于多层设防结构，多自由度集中质量剪切层模型的各层设计剪力 $V_{d,i}$ 可根据 GB 50011—2010 中 5.2.1 条采用底部剪力法确定。对于多层未设防结构，多自由度集中质量剪切层模型的各层峰值承载力可按附录 B.5 确定。

7.2.6 对于高层设防建筑，多自由度集中质量弯剪耦合模型的层间承载力参数可根据 GB 50011—2010 中 5.2.2 条采用振型分解反应谱法确定。建筑各层对应的剪切弹簧计算剪力 $V_{a,i}$ 与弯曲弹簧计算弯矩 $M_{a,i}$ 可根据公式(7.2.5)至公式(7.2.9)计算。剪切弹簧计算剪力 $V_{a,i}$ 可按照公式(7.2.10)进行调整得到剪切弹簧设计剪力 $V_{d,i}$ ；弯曲弹簧计算弯矩 $M_{d,i}$ 可按照 1.2 倍进行放大得到弯曲弹簧设计弯矩 $M_{d,i}$ ，对于剪力墙底部加强部位对应的楼层，弯曲弹簧设计弯矩 $M_{d,i}$ 可按底层弯曲弹簧计算弯矩 $M_{a,i}$ 采用。

$$\begin{bmatrix} u_{k,i} \\ \theta_{k,i} \end{bmatrix} = \Gamma_k D_k \Phi_{k,i} \dots\dots\dots (7.2.5)$$

$$V_{k,i} = \Delta u_{k,i} \Psi / h_i \dots\dots\dots (7.2.6)$$

$$M_{k,i} = \Delta \theta_{k,i} \Pi / h_i \dots\dots\dots (7.2.7)$$

$$V_{a,i} = \sqrt{\sum_k V_{k,i}^2} \dots\dots\dots (7.2.8)$$

$$M_{a,i} = \sqrt{\sum_k M_{k,i}^2} \dots\dots\dots (7.2.9)$$

$$V_{d,i} = \max[V_{a,i}, 0.2V_{base}] \dots\dots\dots (7.2.10)$$

式中:

$u_{k,i}$ ——第 i 层剪切弹簧的第 k 阶振型位移;

$\theta_{k,i}$ ——第 i 层弯曲弹簧的第 k 阶振型转角;

$\Delta u_{k,i}$ ——第 i 层剪切弹簧的第 k 阶振型层间位移;

$\Delta \theta_{k,i}$ ——第 i 层弯曲弹簧的第 k 阶振型层间转角;

$V_{k,i}$ ——第 i 层剪切弹簧的第 k 阶振型剪力;

$M_{k,i}$ ——第 i 层弯曲弹簧的第 k 阶振型弯矩;

Γ_k ——第 k 阶振型参与系数;

D_k ——第 k 阶振型位移;

$\Phi_{k,i}$ ——第 i 层的第 k 阶振型系数;

h_i ——第 i 层的楼层高度;

$V_{d,i}$ ——第 i 层剪切弹簧的设计剪力;

V_{base} ——地震作用标准值的结构底层总剪力。

7.2.7 剪切弹簧与弯曲弹簧的屈服承载力和峰值承载力可按照公式(7.2.11)至公式(7.2.14)确定。

$$V_{y,i} = \Omega_y \cdot V_{d,i} \dots\dots\dots (7.2.11)$$

$$M_{y,i} = \Omega_y \cdot M_{d,i} \dots\dots\dots (7.2.12)$$

$$V_{p,i} = \Omega_p \cdot V_{y,i} \dots\dots\dots (7.2.13)$$

$$M_{p,i} = \Omega_p \cdot M_{y,i} \dots\dots\dots (7.2.14)$$

式中:

$V_{d,i}$ ——第 i 层剪切弹簧的设计剪力;

$M_{d,i}$ ——第 i 层弯曲弹簧的设计弯矩;

$V_{y,i}$ ——第 i 层剪切弹簧的屈服剪力;

$M_{y,i}$ ——第 i 层弯曲弹簧的屈服弯矩;

$V_{p,i}$ ——第 i 层剪切弹簧的峰值剪力;

$M_{p,i}$ ——第 i 层弯曲弹簧的峰值弯矩;

Ω_y ——承载力的屈服超强系数,可参照附录 B.5 确定;

Ω_p ——承载力的峰值超强系数,可参照附录 B.5 确定。

7.2.8 楼层骨架线的屈服后刚度 K_2 可按照公式(7.2.15)或公式(7.2.16)确定。

$$K_{2,i} = \eta K_{1,i} \dots\dots\dots (7.2.15)$$

$$K_{2,i} = \frac{F_{p,i} - F_{y,i}}{\Delta_{p,i} - \Delta_{y,i}} \dots\dots\dots (7.2.16)$$

式中：

- η ——屈服后刚度系数，可参照附录 B.6 确定；
- $K_{1,i}$ ——第 i 层的初始刚度，为弯曲刚度 II 或剪切刚度 Ψ ；
- $K_{2,i}$ ——第 i 层的屈服后刚度；
- $F_{p,i}$ ——第 i 层的峰值承载力，为峰值弯矩 $M_{p,i}$ 或峰值剪力 $V_{p,i}$ ；
- $F_{y,i}$ ——第 i 层的屈服承载力，为屈服弯矩 $M_{y,i}$ 或屈服剪力 $V_{y,i}$ ；
- $\Delta_{p,i}$ ——峰值承载力对应的位移角 $\delta_{p,i}$ 或楼层曲率 $\phi_{p,i}$ ，可参照附录 B.6 确定；
- $\Delta_{y,i}$ ——屈服承载力对应的位移角 $\delta_{y,i}$ 或楼层曲率 $\phi_{y,i}$ ，可根据屈服承载力 $F_{y,i}$ 与初始刚度 $K_{1,i}$ 确定。

7.2.9 层间骨架线的软化段刚度 $K_{3,i}$ 可按照公式 (7.2.17) 或公式 (7.2.18) 确定。

$$K_{3,i} = \eta_s K_{1,i} \dots\dots\dots (7.2.17)$$

$$K_{3,i} = \frac{F_{s,i} - F_{p,i}}{\Delta_{s,i} - \Delta_{p,i}} \dots\dots\dots (7.2.18)$$

式中：

- η_s ——软化段刚度系数，可参照附录 B.6 确定；
- $K_{3,i}$ ——第 i 层的软化刚度；
- $F_{s,i}$ ——第 i 层的软化点承载力，为 0.85 倍峰值承载力；
- $\Delta_{s,i}$ ——第 i 层的软化点位移角 $\delta_{s,i}$ 或楼层曲率 $\phi_{s,i}$ ，可参照附录 B.6 确定。

7.2.10 层间骨架线的承载力参数与位移参数应根据建筑建造年代，按照公式 (7.2.19) 和公式 (7.2.20) 进行折减。

$$F_{r,i} = \eta_F F_i \dots\dots\dots (7.2.19)$$

$$\Delta_{r,i} = \eta_d \Delta_i \dots\dots\dots (7.2.20)$$

式中：

- F_i ——第 i 层的未进行年代折减的骨架线承载力，包含屈服点承载力 $F_{y,i}$ ，峰值点承载力 $F_{p,i}$ 和软化点承载力 $F_{s,i}$ ；
- $F_{r,i}$ ——第 i 层的年代折减后的骨架线承载力；
- η_F ——承载力年代折减系数，可参照附录 B.7 确定；
- Δ_i ——第 i 层的未进行年代折减的骨架线位移角或楼层曲率，包含屈服点位移角 $\delta_{y,i}$ 或楼层曲率 $\phi_{y,i}$ ，峰值点位移角 $\delta_{p,i}$ 或楼层曲率 $\phi_{p,i}$ 和软化点位移角 $\delta_{s,i}$ 或楼层曲率 $\phi_{s,i}$ ；
- $\Delta_{r,i}$ ——第 i 层的年代折减后的骨架线位移角或楼层曲率；

η_d ——位移角或楼层曲率年代折减系数，可参照附录B.7确定。

7.2.11 多自由度集中质量模型宜采用图 7.2.3 所示的单参数滞回捏拢模型。滞回捏拢参数可按照公式 (7.2.21) 确定，也可参照附录 B.6 确定。

$$\tau = \frac{A_p}{A_b} \dots\dots\dots (7.2.21)$$

式中：

A_p ——滞回捏拢面积；

A_b ——理想弹塑性滞回面积。

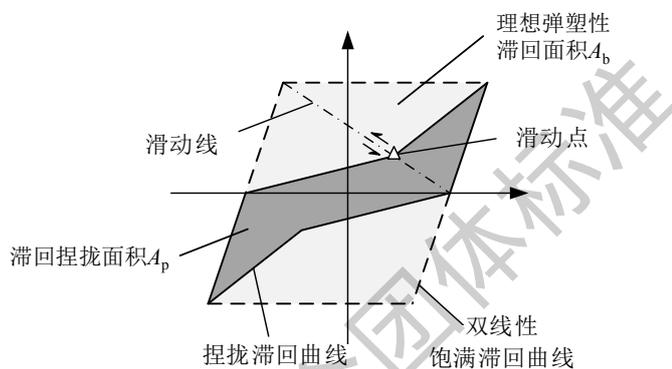


图 7.2.3 单参数滞回捏拢模型

7.3 区域建筑抗震弹塑性时程分析

7.3.1 区域建筑抗震弹塑性时程分析宜采用中心差分法，计算步长宜小于 0.8 倍的稳定步长。建筑的弹性阻尼比可根据结构类型取值，参照附录 B.6 确定。

7.3.2 区域建筑抗震弹塑性时程分析应输出建筑各层工程需求参数，宜包括：楼层位移、楼层绝对加速度、层间位移角、楼层曲率等数据。

8 地震破坏力和影响综合评估

8.1 地震破坏力和影响综合评估的内容

地震破坏力和影响综合评估的内容包括：

- a) 建筑地震破坏状态确定和建筑地震破坏状态比例确定；
- b) 人员加速度感受等级确定和人员加速度感受比例确定。

8.2 建筑地震破坏状态确定和建筑破坏比例确定

8.2.1 建筑地震破坏状态分为五个等级：基本完好、轻微破坏、中等破坏、严重破坏、毁坏。

8.2.2 建筑地震破坏状态取其各层中最严重的破坏状态，每层的破坏状态可由区域建筑弹塑性时程分析得到层间位移角或者楼层曲率判断，各破坏状态对应的限值具体见附录 C。

8.2.3 台站关联区域的建筑不同破坏状态等级的比例宜按附录 D 表 D.3.1 统计。

8.3 人员加速度感受等级确定和人员加速度感受比例确定

8.3.1 建筑内人员加速度感受分为五个等级：不易感觉、可感觉、不适、非常不适、难以忍受。

8.3.2 每层的人员加速度感受等级应根据该楼层最大合成加速度确定，依据如表 8.3.1。

8.3.3 台站关联区域的不同人员加速度感受等级的比例宜按附录 D 表 D.3.1 统计。

表 8.3.1 楼层最大合成加速度与人员加速度感受对应关系

人员加速度感受	加速度 (m/s^2)
不易感觉	<0.05
可感觉	0.05~0.15
不适	0.15~0.5
非常不适	0.5~1.5
难以忍受	>1.5

9 评估报告编写

9.1.1 评估报告包含地震基本参数、地震动记录信息、台站关联区域评估结果、结论四部分，如附录 D 所示。

9.1.2 地震基本参数如附录 D.1 所示，应包括：地震发生时间、震中位置、震级、震源深度等。

9.1.3 地震动记录信息如附录 D.2 所示，应包括：

- a) 地震动记录的数量、相应台站的经纬度、震中距和峰值加速度；
- b) 代表性地震动记录的加速度时程和加速度反应谱。

9.1.4 台站关联区域评估结果应包括建筑破坏比例分布图、人员加速度感受比例分布图和具体比例的表格。

9.1.5 不同台站关联区域的建筑破坏比例分布图，如附录图 D.3.1 所示。其中，图中应包括：

- a) 地震的基本信息；
- b) 区域底图；
- c) 各台站地理位置分布；
- d) 各台站记录评估得到的建筑损伤程度占比；
- e) 宜包含地震震中附近人口密度分布。

9.1.6 不同台站关联区域的人员加速度感受比例分布图，如附录图 D.3.2 所示。图中应包括：

- a) 地震的基本信息；
- b) 区域底图；
- c) 各台站地理位置分布；
- d) 各台站记录评估得到的人员加速度感受程度占比；
- e) 宜包含地震震中附近人口密度分布。

9.1.7 评估报告结论可包括：

- a) 地震破坏力评估整体结果；
- b) 地震应急避险与抗震救灾建议。

中国地震学会团体标准

附 录 A
(资料性)
推荐的区域建筑属性参数

A.1 区域建筑属性数据统计表

表 A.1.1 区域建筑属性数据统计表

建筑编号	建筑名称	楼层数	建筑高度(m)	结构类型	建筑年代	楼层面积(m ²)	使用功能	经度	纬度	所在地	其他信息
1											
2											

A.2 典型分级区域统计信息

不同分级区域对应的统计数据，如表 A.2.1 至 A.2.36 所示。

表 A.2.1 C-1-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	0	3	9	3	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	2	4
	未设防砌体结构	9	19	43	11	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	7	3	0	0	0
1990-1999年	框架结构	0	14	38	6	0
	框架剪力墙结构	0	0	5	18	21
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	8	51	59	50	0
	土木结构	8	4	0	0	0
2000年及以后	框架结构	1	56	166	25	0
	框架剪力墙结构	0	0	6	71	84
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	28	127	28	0
	土木结构	8	4	0	0	0

表 A.2.2 C-1-2 分级区域各结构比例 (栋/‰)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	3	1	70	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	2	4
	未设防砌体结构	25	3	132	14	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	60	25	0	0	0
1990-1999年	框架结构	7	2	142	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	8	7	8
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	25	6	81	20	0
	土木结构	31	13	0	0	0
2000年及以后	框架结构	11	3	227	6	0
	框架剪力墙结构	0	0	14	8	13
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	1	1	1	0
	土木结构	12	5	0	0	0

表 A.2.3 C-1-3 分级区域各结构比例 (栋/‰)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	21	52	123	8	0
	框架剪力墙结构	0	0	8	17	3
	未设防砌体结构	39	47	49	46	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	27	18	0	0	0
1990-1999年	框架结构	14	35	81	4	0
	框架剪力墙结构	0	0	7	13	2
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	1	1	1	0
	土木结构	5	3	0	0	0
2000年及以后	框架结构	33	82	189	16	0
	框架剪力墙结构	0	0	16	24	5
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	1	1	1	0
	土木结构	3	2	0	0	0

表 A.2.4 C-II-1 分级区域各结构比例 (栋/‰)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	1	2	11	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	1	10
	未设防砌体结构	15	29	65	16	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	7	7	0	0	0
1990-1999年	框架结构	3	6	40	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	3	31
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	4	108	44	21	0
	土木结构	6	6	0	0	0
2000年及以后	框架结构	11	23	148	3	0
	框架剪力墙结构	0	0	13	8	120
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	18	202	1	0
	土木结构	6	6	0	0	0

表 A.2.5 C-II-2 分级区域各结构比例 (栋/‰)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	5	7	26	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	4	3
	未设防砌体结构	38	13	106	22	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	47	39	0	0	0
1990-1999年	框架结构	11	16	57	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	8	9	7
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	37	19	108	22	0
	土木结构	26	21	0	0	0
2000年及以后	框架结构	22	31	121	6	0
	框架剪力墙结构	0	0	9	16	14
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	10	5	68	17	0
	土木结构	13	10	0	0	0

表 A.2.6 C-II-3 分级区域各结构比例 (栋/‰)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	3	0	6	12	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	29	30
	未设防砌体结构	16	1	133	139	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	31	21	0	0	0
1990-1999年	框架结构	4	0	9	12	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	42	39
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	18	2	91	40	0
	土木结构	10	7	0	0	0
2000年及以后	框架结构	8	1	18	27	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	92	86
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	7	1	26	27	0
	土木结构	6	4	0	0	0

表 A.2.7 C-III-1 分级区域各结构比例 (栋/‰)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	1	1	2	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	2	3
	未设防砌体结构	34	23	17	20	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	6	8	0	0	0
1990-1999年	框架结构	3	7	12	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	11	18
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	21	169	65	22	0
	土木结构	9	12	0	0	0
2000年及以后	框架结构	9	21	35	8	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	28	54
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	6	3	349	3	0
	土木结构	7	9	0	0	0

表 A.2.8 C-III-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	4	3	7	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	9	13
	未设防砌体结构	16	58	121	27	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	29	33	0	0	0
1990-1999年	框架结构	8	6	12	6	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	12	25
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	12	43	62	92	0
	土木结构	14	16	0	0	0
2000年及以后	框架结构	19	14	27	12	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	31	60
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	3	110	62	11	0
	土木结构	8	10	0	0	0

表 A.2.9 C-III-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	11	2	2	25	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	53	1
	未设防砌体结构	5	1	57	14	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	346	16	0	0	0
1990-1999年	框架结构	11	2	2	21	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	56	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	2	70	5	0
	土木结构	85	4	0	0	0
2000年及以后	框架结构	17	3	3	27	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	96	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	2	2	19	1	0
	土木结构	34	2	0	0	0

表 A.2.10 C-IV-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	1	0	7	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	0	1
	未设防砌体结构	88	6	39	3	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	4	7	0	0	0
1990-1999年	框架结构	5	1	32	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	0	6
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	56	6	238	4	0
	土木结构	5	8	0	0	0
2000年及以后	框架结构	13	3	82	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	5	1	16
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	9	1	343	1	0
	土木结构	3	5	0	0	0

表 A.2.11 C-IV-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	2	2	6	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	3	6
	未设防砌体结构	32	34	32	124	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	39	39	0	0	0
1990-1999年	框架结构	7	5	17	6	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	9	18
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	75	32	27	221	0
	土木结构	29	29	0	0	0
2000年及以后	框架结构	6	4	14	3	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	10	16
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	23	24	45	46	0
	土木结构	6	6	0	0	0

表 A.2.12 C-IV-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	9	4	13	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	6	5
	未设防砌体结构	75	62	13	7	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	59	182	0	0	0
1990-1999年	框架结构	14	6	19	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	10	7
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	102	9	35	24	0
	土木结构	22	68	0	0	0
2000年及以后	框架结构	21	9	28	3	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	16	11
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	45	12	37	28	0
	土木结构	8	26	0	0	0

表 A.2.13 T-1-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	0	3	9	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	4	4
	未设防砌体结构	9	19	43	11	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	7	3	0	0	0
1990-1999年	框架结构	0	14	42	9	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	15	21
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	8	51	59	50	0
	土木结构	8	4	0	0	0
2000年及以后	框架结构	1	56	162	33	0
	框架剪力墙结构	0	0	10	63	84
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	28	127	28	0
	土木结构	8	4	0	0	0

表 A.2.14 T-1-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	3	1	72	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	3	4
	未设防砌体结构	25	3	132	14	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	60	25	0	0	0
1990-1999年	框架结构	7	2	142	3	0
	框架剪力墙结构	0	0	8	6	8
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	25	6	81	20	0
	土木结构	31	13	0	0	0
2000年及以后	框架结构	11	3	231	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	10	12	13
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	1	1	1	0
	土木结构	12	5	0	0	0

表 A.2.15 T-1-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	21	52	122	8	0
	框架剪力墙结构	0	0	9	17	3
	未设防砌体结构	39	47	49	46	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	27	18	0	0	0
1990-1999年	框架结构	14	35	79	4	0
	框架剪力墙结构	0	0	9	13	2
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	1	1	1	0
	土木结构	5	3	0	0	0
2000年及以后	框架结构	33	82	192	11	0
	框架剪力墙结构	0	0	13	29	5
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	1	1	1	0
	土木结构	3	2	0	0	0

表 A.2.16 T-II-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	1	2	12	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	0	10
	未设防砌体结构	15	29	64	16	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	7	7	0	0	0
1990-1999年	框架结构	3	6	42	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	2	31
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	4	110	44	21	0
	土木结构	6	6	0	0	0
2000年及以后	框架结构	11	23	149	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	12	9	119
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	18	201	1	0
	土木结构	6	6	0	0	0

表 A.2.17 T-II-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	5	7	28	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	3	3
	未设防砌体结构	38	13	106	22	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	47	39	0	0	0
1990-1999年	框架结构	11	16	61	6	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	5	7
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	37	19	108	22	0
	土木结构	26	21	0	0	0
2000年及以后	框架结构	22	31	125	7	0
	框架剪力墙结构	0	0	5	15	14
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	10	5	68	17	0
	土木结构	13	10	0	0	0

表 A.2.18 T-II-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	3	0	7	18	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	23	30
	未设防砌体结构	16	1	133	139	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	31	21	0	0	0
1990-1999年	框架结构	4	0	8	17	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	37	39
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	18	2	91	40	0
	土木结构	10	7	0	0	0
2000年及以后	框架结构	8	1	16	32	0
	框架剪力墙结构	0	0	3	87	86
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	7	1	26	27	0
	土木结构	6	4	0	0	0

表 A.2.19 T-III-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	1	1	2	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	2	3
	未设防砌体结构	34	23	17	20	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	6	8	0	0	0
1990-1999年	框架结构	3	7	11	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	11	18
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	21	169	65	22	0
	土木结构	9	12	0	0	0
2000年及以后	框架结构	9	21	34	12	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	24	54
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	6	3	349	3	0
	土木结构	7	9	0	0	0

表 A.2.20 T-III-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	4	3	7	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	8	13
	未设防砌体结构	16	58	122	27	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	29	33	0	0	0
1990-1999年	框架结构	8	6	11	6	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	12	25
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	12	43	62	92	0
	土木结构	14	16	0	0	0
2000年及以后	框架结构	19	14	29	14	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	29	60
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	3	110	61	11	0
	土木结构	8	10	0	0	0

表 A.2.21 T-III-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	11	2	1	17	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	61	1
	未设防砌体结构	5	1	57	14	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	346	16	0	0	0
1990-1999年	框架结构	11	2	2	18	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	59	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	2	70	5	0
	土木结构	85	4	0	0	0
2000年及以后	框架结构	17	3	3	26	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	97	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	2	2	19	1	0
	土木结构	34	2	0	0	0

表 A.2.22 T-IV-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	1	0	5	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	0	1
	未设防砌体结构	88	6	39	3	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	4	7	0	0	0
1990-1999年	框架结构	5	1	31	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	0	6
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	56	6	238	4	0
	土木结构	5	8	0	0	0
2000年及以后	框架结构	13	3	85	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	0	16
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	9	1	343	1	0
	土木结构	3	5	0	0	0

表 A.2.23 T-IV-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	2	2	6	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	4	6
	未设防砌体结构	32	34	32	124	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	39	39	0	0	0
1990-1999年	框架结构	7	5	16	3	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	12	18
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	75	32	27	221	0
	土木结构	29	29	0	0	0
2000年及以后	框架结构	6	4	14	7	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	6	16
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	23	24	45	46	0
	土木结构	6	6	0	0	0

表 A.2.24 T-IV-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	9	4	12	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	8	5
	未设防砌体结构	75	62	13	7	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	58	182	0	0	0
1990-1999年	框架结构	14	6	18	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	10	7
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	103	9	35	24	0
	土木结构	22	68	0	0	0
2000年及以后	框架结构	21	9	25	7	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	12	11
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	45	12	37	28	0
	土木结构	8	26	0	0	0

表 A.2.25 R-1-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	11	1	99	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	5	6	6
	未设防砌体结构	11	3	190	13	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	71	30	0	0	0
1990-1999年	框架结构	15	1	131	5	0
	框架剪力墙结构	0	0	9	3	8
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	12	6	46	23	0
	土木结构	24	10	0	0	0
2000年及以后	框架结构	22	1	184	4	0
	框架剪力墙结构	0	0	15	7	11
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	1	1	1	0
	土木结构	9	4	0	0	0

表 A.2.26 R-1-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	7	36	14	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	2	2
	未设防砌体结构	8	9	20	39	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	34	18	0	0	0
1990-1999年	框架结构	24	128	56	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	6	7
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	25	16	32	22	0
	土木结构	30	16	0	0	0
2000年及以后	框架结构	45	241	95	4	0
	框架剪力墙结构	0	0	12	9	13
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	1	1	1	0
	土木结构	14	8	0	0	0

表 A.2.27 R-1-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	2	31	27	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	6	2
	未设防砌体结构	7	21	95	34	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	47	40	0	0	0
1990-1999年	框架结构	4	67	63	7	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	10	4
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	7	14	85	36	0
	土木结构	26	22	0	0	0
2000年及以后	框架结构	8	132	120	10	0
	框架剪力墙结构	0	0	7	23	7
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	1	2	1	2	0
	土木结构	13	11	0	0	0

表 A.2.28 R-II-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	9	5	5	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	0	0
	未设防砌体结构	1	1	12	1	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	111	1	0	0	0
1990-1999年	框架结构	38	20	18	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	0	0
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	20	1	92	1	0
	土木结构	113	1	0	0	0
2000年及以后	框架结构	133	70	61	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	5	1	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	109	1	67	1	0
	土木结构	99	1	0	0	0

表 A.2.29 R-II-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	1	7	37	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	2	0
	未设防砌体结构	4	100	24	4	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	63	47	0	0	0
1990-1999年	框架结构	3	15	86	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	7	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	2	119	28	5	0
	土木结构	36	27	0	0	0
2000年及以后	框架结构	7	34	193	7	0
	框架剪力墙结构	0	0	9	9	2
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	3	55	19	2	0
	土木结构	20	15	0	0	0

表 A.2.30 R-II-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	5	21	46	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	4	1
	未设防砌体结构	2	145	29	7	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	110	77	0	0	0
1990-1999年	框架结构	7	30	64	4	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	5	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	7	92	37	8	0
	土木结构	40	28	0	0	0
2000年及以后	框架结构	9	41	89	3	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	10	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	5	7	12	18	0
	土木结构	14	10	0	0	0

表 A.2.31 R-III-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	2	2	7	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	0	2
	未设防砌体结构	3	69	7	1	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	39	3	0	0	0
1990-1999年	框架结构	9	8	43	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	0	9
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	24	149	31	1	0
	土木结构	43	3	0	0	0
2000年及以后	框架结构	29	27	143	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	9	1	29
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	6	132	125	1	0
	土木结构	34	3	0	0	0

表 A.2.32 R-III-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1 层	2-3 层	4-6 层	7-9 层	≥10 层
1989 年以前	框架结构	9	1	30	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	3	0	0
	未设防砌体结构	26	24	44	1	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	176	7	0	0	0
1990-1999 年	框架结构	25	4	87	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	0	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	43	16	131	1	0
	土木结构	121	5	0	0	0
2000 年及以后	框架结构	27	4	92	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	8	1	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	4	32	36	1	0
	土木结构	33	1	0	0	0

表 A.2.33 R-III-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1 层	2-3 层	4-6 层	7-9 层	≥10 层
1989 年以前	框架结构	27	12	24	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	6	1
	未设防砌体结构	25	202	26	4	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	70	28	0	0	0
1990-1999 年	框架结构	51	22	41	2	0
	框架剪力墙结构	0	0	4	9	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	53	135	25	6	0
	土木结构	33	13	0	0	0
2000 年及以后	框架结构	46	20	39	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	2	9	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	3	25	15	8	0
	土木结构	8	3	0	0	0

表 A.2.34 R-IV-1 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	0	0	1	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	2	1
	未设防砌体结构	22	21	37	30	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	25	24	0	0	0
1990-1999年	框架结构	0	1	4	3	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	3	2
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	27	63	43	68	0
	土木结构	19	18	0	0	0
2000年及以后	框架结构	1	5	17	6	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	21	9
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	109	156	196	23	0
	土木结构	22	20	0	0	0

表 A.2.35 R-IV-2 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1层	2-3层	4-6层	7-9层	≥10层
1989年以前	框架结构	20	1	2	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	0	0
	未设防砌体结构	29	27	66	1	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	41	111	0	0	0
1990-1999年	框架结构	51	2	5	1	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	0	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	110	31	80	1	0
	土木结构	26	71	0	0	0
2000年及以后	框架结构	86	4	7	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	1	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	51	33	95	3	0
	土木结构	11	30	0	0	0

表 A.2.36 R-IV-3 分级区域各结构比例 (栋/%)

建筑年代	结构类型	1 层	2-3 层	4-6 层	7-9 层	≥10 层
1989 年以前	框架结构	6	7	7	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	1	1
	未设防砌体结构	151	4	3	4	0
	设防砌体结构	0	0	0	0	0
	土木结构	74	216	0	0	0
1990-1999 年	框架结构	9	11	13	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	0	1	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	187	18	3	5	0
	土木结构	29	80	0	0	0
2000 年及以后	框架结构	9	11	12	0	0
	框架剪力墙结构	0	0	1	1	1
	未设防砌体结构	0	0	0	0	0
	设防砌体结构	74	24	4	5	0
	土木结构	7	19	0	0	0

附录 B

(资料性)

推荐的区域建筑抗震弹塑性时程分析参数

B.1 单位建筑面积质量 m_1 和结构单层面积 A

单位建筑面积质量 m_1 和结构单层面积 A 取值见表 B.1.1。

表 B.1.1 单位建筑面积质量 m_1 和结构单层面积 A 取值

	框架结构	框剪结构	砌体结构	土木结构
单位面积质量 m_1 (kg/m ²)	1100~1300	1300~1600	1200	1000
结构单层面积 A (m ²)	800	1000	500	300

B.2 常见结构类型周期计算经验公式

B.2.1 钢筋混凝土框架结构

结构的一阶周期可按照公式 (B.1) 确定。对于平面长短轴方向尺寸相差较大的结构，可按照公式 (B.2) 计算结构的一阶周期。

$$T_1 = (0.05 \sim 0.1)n \quad (\text{B.1})$$

$$T_1 = 0.25 + 0.00053H^2 / \sqrt[3]{B} \quad (\text{B.2})$$

式中：

T_1 ——结构的一阶周期(s)；

n ——结构层数；

H ——房屋总高度(m)；

B ——房屋平面宽度(m)。

B.2.2 砌体结构

未设防砌体和设防砌体的一阶周期可分别按照公式 (B.3) 和公式 (B.4) 确定。对于平面长短轴方向尺寸相差较大的未设防砌体结构和设防砌体结构，可分别按照式 (B.5) 和式 (B.6) 计算结构的一阶周期。

$$T_1 = 0.064 + 0.053n \quad (\text{B.3})$$

$$T_1 = 0.221 + 0.025n \quad (\text{B.4})$$

$$T_1 = 0.16441 + 0.00182H^2 / \sqrt{B} \quad (\text{B.5})$$

$$T_1 = 0.19486 + 0.00175H^2 / \sqrt{B} \quad (\text{B. 6})$$

B. 2.3 钢筋混凝土高层结构

钢筋混凝土框架剪力墙结构和钢筋混凝土剪力墙结构的一阶周期可分别按照公式 (B. 7) 和公式 (B. 8) 确定。结构二阶周期可按照公式 (B. 9) 确定。

$$T_1 = 0.25 + 0.53 \times 10^{-3} H^2 / \sqrt[3]{B} \quad (\text{B. 7})$$

$$T_1 = 0.03 + 0.03H / \sqrt[3]{B} \quad (\text{B. 8})$$

$$T_2 = 0.27T_1 \quad (\text{B. 9})$$

式中：

T_2 ——结构的二阶周期(s)。

B. 2.4 钢框架结构

结构的一阶周期可按照式 (B. 10) 确定。

$$T_1 = (0.10 \sim 0.15)n \quad (\text{B. 10})$$

B. 3 多自由度集中质量剪切层模型振型参数 θ

多自由度集中质量剪切层模型振型参数取值见表 B. 3. 1。

表 B.3.1 多自由度集中质量剪切层模型振型参数

层数	1	2	3	4	5	6	7	8
θ	1.00	2.62	5.05	8.29	12.34	17.21	22.88	29.37

B. 4 $T_1/T_2, \gamma_1$ 和 α_0 的关系

$T_1/T_2, \gamma_1$ 和 α_0 的关系见图 B. 4. 1。

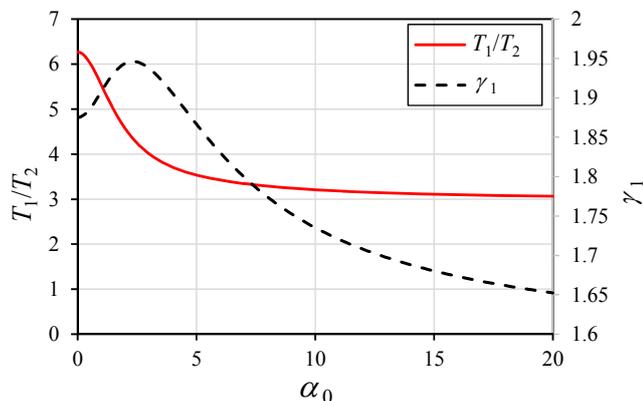


图 B.4.1 $T_1/T_2, \gamma_1$ 和 α_0 的关系

T_1 ——建筑一阶周期，可参照附录 B. 2 确定。

T_2 ——建筑二阶周期，可参照附录 B. 2 确定。

B. 5 常见结构类型的承载力参数取值表

常见结构类型的承载力参数取值见表 B. 5. 1。

B.5.1 常见结构类型的承载力参数取值表

结构类型	屈服超强系数	峰值超强系数	峰值承载力 (kN/m ²)
钢筋混凝土框架结构	1. 10	2. 50	--
钢筋混凝土框架剪力墙结构	1. 57	2. 23	--
设防砌体结构	2. 33	1. 41	--
钢框架结构	3. 22	1. 24	--
未设防砌体结构	--	1. 40	3. 50
土木结构	--	1. 40	0. 90

注：未设防砌体结构的峰值承载力参照尹之潜和杨淑文收集的中国 1000 多个未设防砌体结构的统计数据。对于抗震性能特殊的未设防砌体结构，应根据实际情况调整。

B. 6 常见结构类型的刚度、位移角、滞回耗能与阻尼比参数取值表

常见结构类型的刚度、位移角、滞回耗能与阻尼比参数取值见表 B. 6. 1。

B.6.1 常见结构类型的刚度、位移角、滞回耗能与阻尼比参数取值表

结构类型	屈服后刚度 系数	软化段刚度 系数	剪切弹簧峰值 点位移角	剪切弹簧软 化点位移角	滞回捏拢参 数	阻尼比
钢筋混凝土框架结构	0. 25	0. 00	--	--	0. 4	0. 05
钢筋混凝土框架剪力 墙结构	0. 25	0. 00	--	--	0. 4	0. 05
钢框架结构	0. 13	0. 00	--	--	0. 4	0. 04
设防砌体结构	--	--	0. 0032	0. 0096	0. 4	0. 04
未设防砌体结构	--	--	0. 0027	0. 0051	0. 3	0. 04
土木结构	--	--	0. 0027	0. 0051	0. 3	0. 04

B.7 骨架线关键点年代折减系数

骨架线关键点年代折减系数见表 B.7.1。

B.7.1 骨架线关键点年代折减系数

年代	< 1978		1978 ~ 1989		> 1989	
	η_F	η_d	η_F	η_d	η_F	η_d
$IM = 9$	0.25	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00
$IM = 8$	0.50	0.67	0.50	0.83	1.00	1.00
$IM \leq 7$	0.50	0.80	0.50	0.83	1.00	1.00

注： IM 为抗震设防烈度。

中国地震学会团体标准

附 录 C
(规范性)
建筑地震破坏状态损伤限值

C.1 不同类型建筑损伤限值

不同类型建筑损伤限值取值见表 C.1.1。

表 C.1.1 不同类型建筑损伤限值

结构类型	工程需求参数	轻微破坏限值	中等破坏限值	严重破坏限值	毁坏限值
钢筋混凝土 框架结构	剪切弹簧 层间位移角	$\delta_{y,i}$	$0.5(\delta_{y,i} + \delta_{p,i})$	$IM = 6:0.0160$ $IM = 7:0.0200$ $IM = 8:0.0233$ $IM = 9:0.0300$	$IM = 6:0.0400$ $IM = 7:0.0500$ $IM = 8:0.0600$ $IM = 9:0.0800$
钢筋混凝土 框架剪力墙 结构	剪切弹簧 层间位移角	--	--	--	$n \leq 10:0.0600$
	弯曲弹簧 楼层曲率	$\phi_{y,i}$	$\phi_{p,i}$	$4\phi_{p,i}$	$n > 10:8\phi_{p,i}$
钢框架结构	剪切弹簧 层间位移角	$\delta_{y,i}$	$0.5(\delta_{y,i} + \delta_{p,i})$	$IM = 6:0.0162$ $IM = 7:0.0203$ $IM = 8:0.0235$ $IM = 9:0.0300$	$IM = 6:0.0400$ $IM = 7:0.0500$ $IM = 8:0.0600$ $IM = 9:0.0800$
设防砌体 结构	剪切弹簧 层间位移角	$\delta_{y,i} / 2.455$	$\delta_{y,i}$	$IM = 6:0.0128$ $IM = 7:0.0161$ $IM = 8:0.0187$ $IM = 9:0.0240$	$IM = 6: \min(0.0355, \delta_{x,i})$ $IM = 7: \min(0.0438, \delta_{x,i})$ $IM = 8: \min(0.0525, \delta_{x,i})$ $IM = 9: \min(0.0700, \delta_{x,i})$
未设防砌体 结构	剪切弹簧 层间位移角	$\delta_{y,i}$	$0.5(\delta_{y,i} + \delta_{p,i})$	0.0080	$\min(0.0280, \delta_{x,i})$
土木结构	剪切弹簧 层间位移角	$\delta_{y,i}$	$0.5(\delta_{y,i} + \delta_{p,i})$	0.0080	$\min(0.0280, \delta_{x,i})$
注 1: $\delta_{y,i}$ 为第 i 层剪切弹簧层间骨架线屈服点对应的层间位移角; 注 2: $\delta_{p,i}$ 为第 i 层剪切弹簧层间骨架线峰值点对应的层间位移角; 注 3: $\delta_{x,i}$ 为第 i 层剪切弹簧层间骨架线承载力下降到 0 对应的层间位移角; 注 4: $\phi_{y,i}$ 为第 i 层弯曲弹簧层间骨架线屈服点对应的楼层曲率; 注 5: $\phi_{p,i}$ 为第 i 层弯曲弹簧层间骨架线峰值点对应的楼层曲率;					

注 6: IM 为抗震设防烈度;

注 7: n 为结构层数。

中国地震学会团体标准

附 录 D
(资料性)
评估报告模板示例

D.1 地震基本参数

据中国地震台网正式测定，2020年5月18日21时47分在云南昭通市巧家县发生5.0级地震，震源深度8千米，震中位于北纬27.18度，东经103.16度。

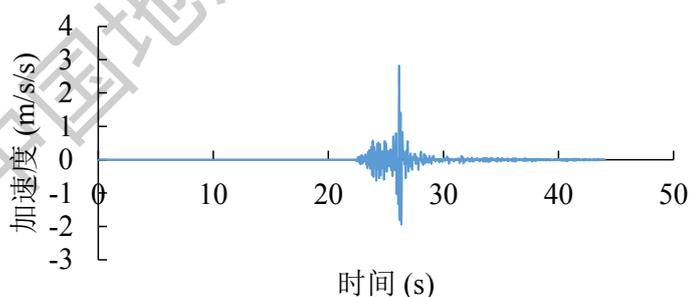
D.2 地震动记录信息

2020年5月18日云南昭通市巧家县5.0级地震获得了X组地震动记录，如表D.2.1所示。

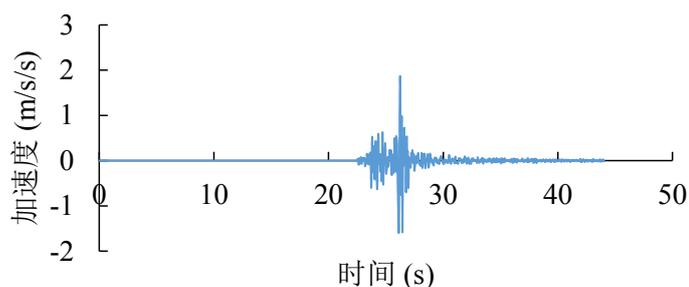
表 D.2.1 地震动记录的基本信息

台站编号	震中距(km)	台站纬度	台站经度	PGA (EW) (m/s ²)	PGA (NS) (m/s ²)	PGA (UD) (m/s ²)
A						
.....						

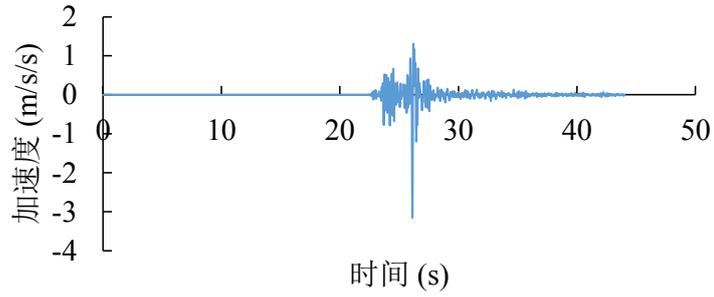
典型地震记录分析如下：编号为A的记录台站位置为北纬27.23度，东经103.20度，记录到水平向地震动峰值加速度为2.82 m/s²，竖直向地震动峰值加速度为3.16 m/s²。该地震动及反应谱如图D.2.1、图D.2.2所示。



(a) EW



(b) NS



(c) UD

图 D.2.1 A 台站地面运动记录

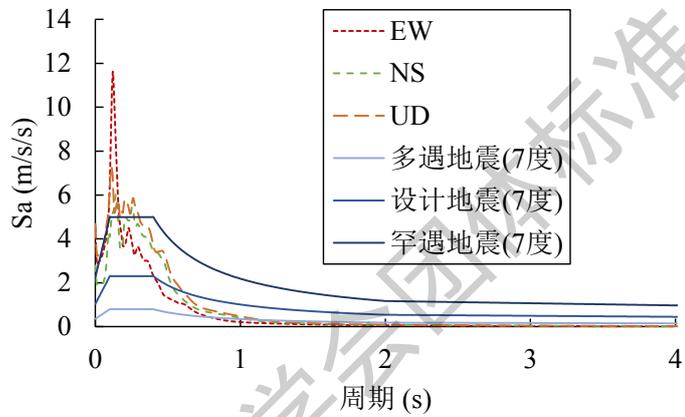


图 D.2.2 A 台站典型记录绝对加速度反应谱及设计反应谱

D.3 台站关联区域地震破坏力评估

图 D.3.1 为根据 2020 年 5 月 18 日云南昭通市巧家县 5.0 级地震震中附近范围内台站记录评估得到的建筑破坏比例分布示意图。

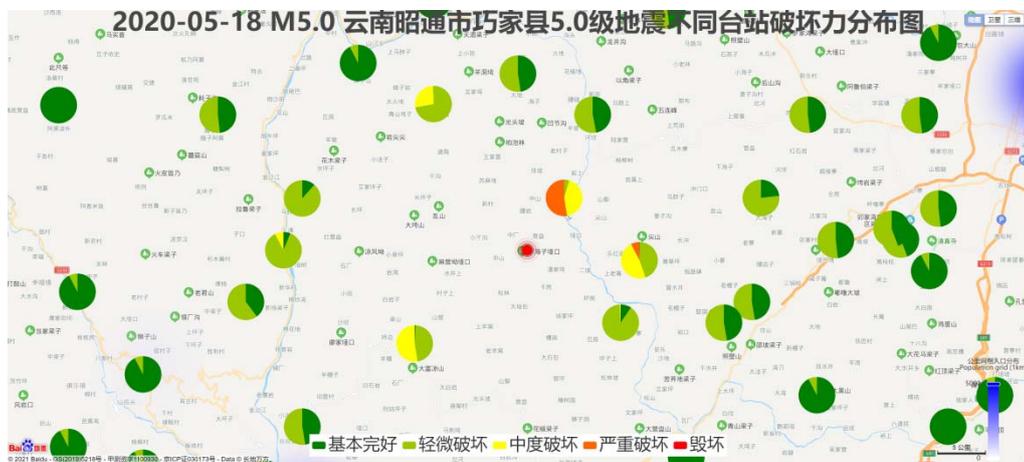


图 D.3.1 不同台站建筑破坏比例分布图

图 D.3.2 为根据 2020 年 5 月 18 日云南昭通市巧家县 5.0 级地震震中附近范围内台站记录评估得到的人员加速度感受分布示意图。

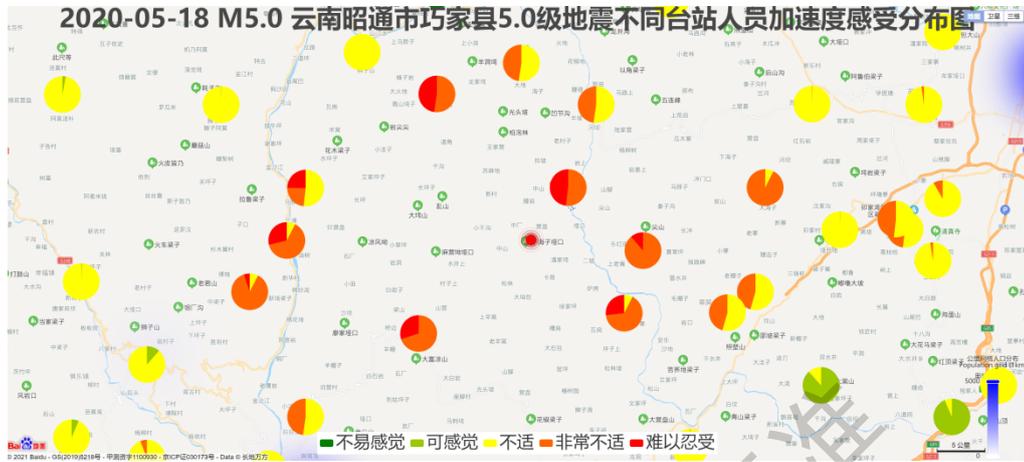


图 D.3.2 不同台站地震记录人员加速度感受分布图

地震对台站关联区域破坏力评估的具体结果可按照表 D.3.1 统计。

表 D.3.1 台站关联区域地震破坏力评估结果统计表

台站关联区域地震破坏力评估							
建筑震害评估	经度	纬度	各损伤程度的结构占比(%)				
台站编号			基本完好	轻微破坏	中等破坏	严重破坏	毁坏
A							
.....							
人员加速度感受评估	经度	纬度	各加速度感受程度的面积占比(%)				
台站编号			不易感觉	可感觉	不适	非常不适	难以忍受
A							
.....							

D. 4 结论

本次评估结果表明大部分台站关联区主要处于 XX 破坏，人员加速度感受主要以 XX 为主，因此，地震破坏力整体 XX。在地震应急避险与抗震救灾方面，可……。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18207.1-2008 防震减灾术语第1部分：基本术语
- [2] GB 50010-2010 混凝土结构设计规范
- [3] 国家统计局，《统计上划分城乡的规定》（国函[2008]60号）
- [4] GB/T 17742-2008 中国地震烈度表
- [5] GB 17740-2017 地震震级的规定

中国地震学会团体标准