



# 中华人民共和国地震行业标准

DB/T 77—2018

---

## 地震灾害遥感评估 地震烈度

Earthquake disaster assessment based on remote sensing—Seismic intensity

2018-12-26 发布

2019-03-01 实施

---

中 国 地 震 局 发 布



## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 评估内容与基本要求 .....	2
5 基于遥感的建筑物破坏解译与震害指数评估 .....	2
6 地震现场建筑物破坏抽样调查与震害指数评估 .....	4
7 震害指数转换模型建立 .....	5
8 结果计算及其表述 .....	6
附录 A（规范性附录） 地震烈度遥感评估结果 .....	7
参考文献 .....	8



## 前 言

本标准是《地震灾害遥感评估》系列标准中的一项。该系列标准结构及名称预计如下：

- 地震灾害遥感评估 地震地质灾害；
- 地震灾害遥感评估 建筑物破坏；
- 地震灾害遥感评估 公路震害；
- 地震灾害遥感评估 铁路系统震害；
- 地震灾害遥感评估 重点目标破坏；
- 地震灾害遥感评估 地震极灾区范围；
- 地震灾害遥感评估 地震烈度；
- 地震灾害遥感评估 地震直接经济损失；
- 地震灾害遥感评估 产品产出技术要求；

.....

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国地震局提出。

本标准由全国地震标准化技术委员会(SAC/TC 225)归口。

本标准起草单位：中国地震局地震预测研究所、天津市地震局、江苏省地震局。

本标准主要起草人：王晓青、窦爱霞、邱虎、章熙海、丁香、袁小祥。

**重要提示：**本标准在实施过程中如有意见或建议，请将意见建议发送至 [dibiaowei@126.com](mailto:dibiaowei@126.com) 并抄送 [biaozhun@cea.gov.cn](mailto:biaozhun@cea.gov.cn)，或寄送至全国地震标准化技术委员会秘书处（地址：北京海淀区民族大学南路 5 号，中国地震局地球物理研究所；邮政编码：100081），并注明联系方式。

## 引 言

严重破坏性地震发生后,快速准确地判定地震灾害类型、受灾程度和范围是地震应急救援指挥与行动的重要基础。遥感技术具有全天时、全天候、不受地震灾区地震破坏影响的特点,因此,在震后地震应急救援中能够全面宏观地快速获取地震灾区灾情信息。地震灾害种类多、分布广,不同类型灾害信息提取、评估的对象、方法有明显差别,难以采用单一标准进行规范。为协调、有序、高效和准确地提取与评估主要类型的地震灾害,需要对遥感评估的方法、指标、步骤与成果形式等进行统一规范,特制定《地震灾害遥感评估》系列标准。

本标准是依据近二十年来大量基于遥感的地震灾害信息提取与评估研究成果,并总结 2008 年汶川 8.0 级地震、2010 年玉树 7.1 级地震、2010 年海地 7.0 级地震、2013 年芦山 7.0 级地震和 2014 年鲁甸 6.5 级地震等国内外多次地震发生后基于遥感的地震灾害程度和地震烈度实际评估经验,参考 GB/T 17742—2008《中国地震烈度表》和 GB/T 18208.3—2011《地震现场工作 第 3 部分:调查规范》的地震灾害调查和地震烈度评估的方法与技术要求制定的。其中,本标准地震烈度评定的主要依据是利用地震发生后获取的地震灾区遥感影像解译得到的建筑物类型与破坏类别,其相关方法和指标已经在 DB/T 75—2018《地震灾害遥感评估 建筑物破坏》中做了详细规定。因此,本标准是对建筑物破坏评估结果的进一步应用。

# 地震灾害遥感评估 地震烈度

## 1 范围

本标准规定了基于遥感的地震烈度评估内容、方法及其成果表述。  
本标准适用于利用遥感开展地震烈度评估。

## 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 17740 地震震级的规定

GB/T 17742—2008 中国地震烈度表

GB/T 18208.3—2011 地震现场工作 第3部分:调查规范

GB/T 24335—2009 建(构)筑物地震破坏等级划分

DB/T 75—2018 地震灾害遥感评估 建筑物破坏

DB/T 80—2018 地震灾害遥感评估 产品产出技术要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**破坏性地震 destructive earthquake**

造成人员伤亡或经济损失的地震。

[GB/T 18207.1—2008,定义 3.21]

### 3.2

**地震烈度 seismic intensity**

地震引起的地面震动及其影响的强弱程度。

[GB/T 17742—2008,定义 2.1]

### 3.3

**地震灾区 earthquake stricken area**

地震发生后,遭受人员伤亡、经济损失的地区。

[GB/T 18207.1—2008,定义 7.2]

### 3.4

**震害指数 damage index**

房屋震害程度的定量指标,以 0.00 到 1.00 之间的数字表示由轻到重的震害程度。

[GB/T 17742—2008,定义 2.2]

### 3.5

**平均震害指数 mean damage index**

同类房屋震害指数的加权平均值,即各级震害的房屋所占比率与其相应的震害指数的乘积之和。

[GB/T 17742—2008,定义 2.3]

## 4 评估内容与基本要求

4.1 利用遥感评估地震烈度应使用 GB 17740 规定的地震震级  $M$ 。

4.2 利用遥感评估地震烈度应按照 GB/T 17742—2008 的规定使用地震烈度。

4.3 基于遥感的地震烈度评估应按照下列步骤进行：

- a) 进行遥感影像收集与数据处理；
- b) 基于遥感解译建筑物类型与破坏类别，进行基于遥感的震害指数评估；
- c) 开展地震现场建筑物破坏抽样调查，进行基于地震现场调查的震害指数评估；
- d) 建立震害指数转换模型；
- e) 评估地震烈度。

4.4 应根据地震震级大小确定基于遥感的地震烈度评估区域数量，评估区域应均匀分布，具体要求如下：

- a)  $M \geq 8.0$  级地震，评估区域数量不少于 60 个；
- b)  $7.0 \leq M < 8.0$  级地震，评估区域数量不少于 48 个；
- c)  $6.0 \leq M < 7.0$  级地震，评估区域数量不少于 36 个。

4.5 农村和城市应分别进行评估，农村宜以自然村为评估区域进行评估；城市宜以居民小区或若干街区围成的区域进行评估，评估面积宜为  $1 \text{ km}^2$  左右。评估区域内的所有建筑物均应参与震害指数评估。

4.6 对城市进行地震烈度评估时，城市内所有评估区域建筑物的建筑面积应不小于城市建筑物总建筑面积的 10%。

## 5 基于遥感的建筑物破坏解译与震害指数评估

### 5.1 遥感影像收集与处理

应按 DB/T 75—2018 第 5 章的规定收集和处理用于建筑物类型和破坏类别提取的遥感影像。

### 5.2 建筑物类型和破坏类别解译

5.2.1 基于遥感解译的建筑物类型和破坏类别应按 DB/T 75—2018 第 4 章的规定进行划分。

5.2.2 评估区域内的建筑物类型和破坏类别，应按 DB/T 75—2018 第 6 章的规定通过遥感解译确定。

### 5.3 震害指数评估方法

在评估区域内基于遥感的建筑物类型和破坏类别解译基础上，宜根据建筑物破坏类别按照 GB/T 17742—2008 中 4.5 的方法计算该评估区域不同类型建筑物的震害指数，并按照 GB/T 18208.3—2011 中 6.7.2 的方法，计算该评估区域的综合平均震害指数。

### 5.4 建筑物平均震害指数计算

5.4.1 按照表 1 确定遥感解译的单体建筑物各破坏类别的震害指数取值。



表 1 基于遥感解译的单体建筑物震害指数

单体建筑物破坏类别			震害指数
倒塌			1.0
局部倒塌			0.5
未倒塌	未细分		0.0
	细分	未倒塌(有明显破坏标志)	0.2
		未倒塌(无明显破坏标志)	0.0

5.4.2 按照表 2 确定遥感解译的群体建筑物各破坏类别的震害指数取值。

表 2 基于遥感解译的群体建筑物震害指数

群体建筑物破坏类别			震害指数
密集倒塌	未细分		0.70
	细分	绝大多数倒塌	0.95
		大多数倒塌	0.70
		多数倒塌	0.50
稀疏倒塌	未细分		0.20
	细分	少数倒塌	0.30
		个别倒塌	0.05
无倒塌			0.00

5.4.3 基于评估区域遥感解译的某类建筑物的平均震害指数应按照该评估区域内该类建筑物各破坏类别的震害指数按栋数(或建筑面积)加权平均获得,按式(1)计算。

$$\overline{d_{R,i}} = \frac{\sum_{j=1}^{N_d} d_{R,ij} \times n_{R,ij}}{\sum_{j=1}^{N_d} n_{R,ij}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\overline{d_{R,i}}$  ——第  $i$  类建筑物的平均震害指数;

$d_{R,ij}$  ——遥感解译的第  $i$  类建筑物破坏类别为  $j$  的震害指数,应按照 5.4.1(对单体建筑物)或 5.4.2(对群体建筑物)的规定取值;

$n_{R,ij}$  ——基于遥感解译的第  $i$  类建筑物破坏类别为  $j$  的栋数(或建筑面积);

$N_d$  ——建筑物破坏类别数。其中,单体建筑物破坏类别未细分时取值为 3,细分时取值为 4;群体建筑物破坏类别未细分时取值为 3,细分时取值为 6。

## 5.5 评估区域综合平均震害指数计算

一个评估区域内的综合平均震害指数  $D_R$  应以基于遥感解译的多层建筑物为准,按照 GB/T 18208.3—2011 的规定,把其他类型建筑物的震害指数折算为多层建筑物的震害指数,按式(2)计算。

$$D_R = \frac{\sum_{i=1}^{N_R} \overline{d_{R,im}} \times N_{R,i}}{\sum_{i=1}^{N_R} N_{R,i}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$N_{R,i}$  ——第  $i$  类建筑物的栋数(或建筑面积)；

$\overline{d_{R,im}}$  ——第  $i$  类建筑物平均震害指数( $\overline{d_{R,i}}$ )折算为多层建筑物的震害指数值,下标  $m$  指多层建筑物；

$N_R$  ——建筑物类型总数。

基于遥感的综合平均震害指数计算结果填入表 A.1。

## 6 地震现场建筑物破坏抽样调查与震害指数评估

### 6.1 地震现场建筑物破坏抽样调查

6.1.1 选择不少于 15 个具有地震灾区建筑物结构类型和破坏等级代表性的遥感震害指数评估区域,按照 GB/T 18208.3—2011 第 9 章的要求开展地震现场建筑物破坏调查。

6.1.2 地震现场调查的建筑物结构类型应按 GB/T 18208.3—2011 附录 G 的规定进行分类。

6.1.3 地震现场调查的建筑物破坏等级应按 GB/T 24335—2009 的规定划分为 5 级。

### 6.2 震害指数评估方法

在评估区域内建筑物结构类型及其破坏等级地震现场抽样调查基础上,应根据建筑物破坏等级按照 GB/T 17742—2008 中 4.5 规定的方法计算该评估区域不同结构类型建筑物的震害指数,并按照 GB/T 18208.3—2011 中 6.7.2 规定的方法计算该评估区域的综合平均震害指数。

### 6.3 建筑物平均震害指数计算

评估区域内地震现场抽样调查的建筑物的平均震害指数 $\overline{d_{G,i}}$ 应按式(3)计算。

$$\overline{d_{G,i}} = \frac{\sum_{j=1}^5 d_{G,ij} \times n_{G,ij}}{\sum_{j=1}^5 n_{G,ij}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$d_{G,ij}$  ——第  $i$  类结构建筑物破坏等级为  $j$  ( $j=1,2,3,4,5$ )的震害指数,其取值分别为:1.0、0.7、0.4、0.2、0.0；

$n_{G,ij}$  ——第  $i$  类结构建筑物破坏等级为  $j$  的栋数(或建筑面积)。

### 6.4 评估区域综合平均震害指数计算

一个评估区域内的综合平均震害指数  $D_G$  应以基于地震现场抽样调查的砖砌体结构建筑物为准,把其他结构类型建筑物的震害指数折算为砖砌体结构的震害指数,按式(4)计算。

$$D_G = \frac{\sum_{i=1}^{N_S} \overline{d_{G,ib}} \times N_{G,i}}{\sum_{i=1}^{N_S} N_{G,i}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$N_{G,i}$ ——第  $i$  类结构建筑物的栋数(或建筑面积)；

$\overline{d_{G,ib}}$ ——第  $i$  类结构建筑物的平均震害指数 $\overline{d_{G,i}}$ 折算为砖砌体结构建筑物的平均震害指数；

$N_S$ ——建筑物结构类型总数。

## 7 震害指数转换模型建立

### 7.1 震害指数转换方法

7.1.1 通过实际地震灾害资料,建立按式(2)计算的基于遥感解译评估的综合平均震害指数  $D_R$  与按式(4)计算的地震现场调查评估的综合平均震害指数  $D_G$  之间的定量转换模型。通过该转换模型,地震灾区任一评估区域基于遥感直接评估的震害指数,可转换为与实际可比的震害指数,实现震害指数的遥感评估。

7.1.2 转换模型的数学表达形式可依据不同震害程度的一系列评估区域所展示的  $D_R$  和  $D_G$  之间的数据分布情况进行选择,可以是但不限于下列数学函数形式之一：

a) 线性函数： $D_G = a_1 \times D_R + a_2$ ；

b) 指数函数： $D_G = a_3 \times \exp(a_4 \times D_R)$ ；

c) 幂函数： $D_G = a_5 \times (D_R)^{a_6}$ ；

d) 三次多项式函数： $D_G = a_7 \times (D_R)^3 + a_8 \times (D_R)^2 + a_9 \times (D_R) + a_{10}$ ；

e) 上述 2 个或多个函数关系的组合。

其中, $a_1, a_2, \dots, a_{10}$ 为待定系数,可通过上述一系列评估区域的  $D_R$  和  $D_G$  数据,采用最小二乘拟合法等方法确定。

### 7.2 震害指数转换模型拟合

7.2.1 选择地震灾区同时开展了建筑物破坏遥感解译和地震现场抽样调查的评估区域作为建立基于遥感评估的震害指数与实际震害指数之间的定量转换模型的区域。

7.2.2 选取的评估区域数量应符合 6.1.1 的要求,其震害指数的分布区间应具有代表性。

7.2.3 在建筑物破坏遥感解译的基础上,按照第 5 章的规定计算各评估区域的综合震害指数  $D_R$ 。

7.2.4 在建筑物破坏地震现场调查基础上,按照第 6 章的规定计算各评估区域的综合震害指数  $D_G$ 。

7.2.5 根据 7.1.2 给出的一个或多个函数形式,采用最小二乘拟合法等方法对各评估区域遥感评估的震害指数和地震现场评估的震害指数组成的一组数据对进行拟合,选取最小化误差平方和的拟合函数,作为地震灾区震害指数转换模型。

7.2.6 根据地震灾区建筑物类型及其分布特点,可建立一个或一组震害指数转换函数。示例给出了一组汶川地震灾区的震害指数转换模型。

示例：汶川地震震害指数转换模型：

a) 城市街区： $D_G = 1.146 \times D_R^{0.457} + 0.18$ ；

b) 乡镇街区： $D_G = 1.146 \times D_R^{0.457} + 0.12$ ；

c) 农村地区： $D_G = 0.851 \times D_R^{0.307} + 0.05$ 。

7.2.7 在缺少地震现场调查资料时,可不进行基于遥感评估的震害指数与实际调查的震害指数之间转换模型的建立,而采用已建立的以往震例中与本地震震级相近、地震灾区建筑物类型相似的震害指数转换模型。

## 8 结果计算及其表述

### 8.1 结果计算

8.1.1 根据 5.5 基于遥感评估的综合平均震害指数和 7.2 拟合或选定的转换模型,将各评估区域的遥感综合平均震害指数  $D_R$  转换为与实际震害程度等效的震害指数  $D_G$ 。

8.1.2 依据 8.1.1 转换得到的震害指数和表 3 的对应关系,综合考虑基础设施损坏、地震地表破裂、地震滑坡等震害情况,评估得到各评估区域的地震烈度值,并将评估的震害指数和地震烈度结果填入表 A.1。

表 3 震害指数与地震烈度的对应关系

震害指数 $D_G$	地震烈度
小于或等于 0.10	小于或等于 VI (6 度)
0.11~0.30	VII (7 度)
0.31~0.50	VIII (8 度)
0.51~0.70	IX (9 度)
0.71~0.90	X (10 度)
0.91~1.00	大于或等于 XI (11 度)
震害指数评估结果保留 2 位小数。	

### 8.2 结果表述

8.2.1 评估结果应包括下列内容:

- a) 评估区域的名称、序号、中心位置经度和纬度;
- b) 基于遥感解译评估的综合平均震害指数、震害指数、地震烈度。

评估结果宜包含基于地面调查评估的综合平均震害指数。

8.2.2 评估结果应采用点状和面状矢量地理空间数据表示。

8.2.3 评估结果的数据格式应满足 DB/T 80—2018 图件制作和报告编写要求。

**附 录 A**  
(规范性附录)  
**地震烈度遥感评估结果**

表 A.1 给出了基于遥感的地震烈度评估结果的内容及填写的要求。

**表 A.1 地震烈度遥感评估结果表**

序号	评估 区域 名称	所属 行政区 <sup>a</sup>	中心位置 <sup>b</sup>		建筑物栋 数(或建 筑面积 <sup>c</sup> )	地面调查 震害指数 (可选)	遥感评估 综合平均 震害指数	震害 指数	地震 烈度
			经度 (°)	纬度 (°)					
评估人					评估时间		年 月 日 时 分		
<sup>a</sup> 评估区域所属行政区填写到县级行政区。 <sup>b</sup> 经度和纬度精确到小数点后 5 位。 <sup>c</sup> 当采用建筑面积时,单位为平方米(m <sup>2</sup> )。									

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/T 18207.2—2005 防震减灾术语 第2部分:专业术语
  - [3] 王晓青,等. 汶川地震建筑物震害遥感解译图集. 北京:地震出版社. 2010
  - [4] 王晓青,窦爱霞,王龙,等.2013年四川芦山7.0级地震烈度遥感评估. 地球物理学报. 2015,58(1):163-171
  - [5] 王晓青,窦爱霞,孙国清,等. 基于综合震害指数的玉树地震烈度遥感评估研究. 地震. 2013, 33(2): 1-10
-

