

地震灾害遥感评估
第3部分：建筑物震害

Post-earthquake damage and loss assessment based on Remote Sensing—
Part 3: seismic damage assessment of building

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2014-10-08)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国地震局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 建筑物结构类型遥感解译	3
6 建筑物破坏等级遥感解译	4
7 建筑物震害遥感评估	6
8 建筑物震害遥感评估产品	7
附录 A（规范性附录） 建筑物震害程度遥感解译表	8
附录 B（规范性附录） 建筑物震害程度遥感解译表	9
附录 C（资料性附录） 建筑物震害遥感评估报告内容	10
参考文献	11

前 言

《地震灾害遥感评估》分为8个部分：

- 第1部分：基本规定；
- 第2部分：地震极灾区；
- 第3部分：建筑物震害；
- 第4部分：地震地质灾害；
- 第5部分：道路交通震害；
- 第6部分：地震烈度；
- 第7部分：地震直接经济损失；
- 第8部分：服务产品。

本部分是《地震灾害遥感评估》的第3部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由中国地震局提出。

本部分由全国地震标准化技术委员会（SAC/TC 225）归口。

本部分起草单位：中国地震局地震预测研究所、中国地震局地壳应力研究所、中国地震局地质研究所。

本部分主要起草人：

地震灾害遥感评估 第3部分：建筑物震害

1 范围

本部分规定了基于遥感的建筑物震害评估的基本规定、结构类型及其震害等级划分、震害提取方法与工作程序和成果制作与报告要求。

本部分适用于破坏性地震灾区依据震后高分辨率（优于2 m）遥感数据进行建筑物震害评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过在本部分中引用而成为本部分的条文。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均适用本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 18208.3-2011 地震现场工作 第三部分：调查规范

GB/T 24335-2009 建（构）筑物地震破坏等级划分

DB/T XXXXX.1-XXXX 地震灾害遥感评估 第1部分：基本规定

DB/T XXXXX.8-XXXX 地震灾害遥感评估 第8部分：服务产品

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

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]

3.2

建筑物单体震害 seismic damage of single building

地震造成的单栋房屋的破坏。

3.3

建筑物群体震害 seismic damage of group buildings

建筑物造成的某个区域内所有房屋的总体破坏。

3.4

建（构）筑物震害程度 damage degree of buildings (special structures)

地震时房屋遭受破坏的轻重程度。

[GB/T 24335-2009，定义2.3]

3.5

目视判读 visual interpretation

判读者通过直接观察或借助判读仪以研究地物在遥感图像上或其他像片上反映的各种影像特征,并通过地物间的相互关系来推理分析,识别所需地物信息的过程。

[GB/T 14950-94, 定义4.132]

3.6

影像预处理 image preprocessing

对主要运算前的原始数据所进行的某些加工。

[GB/T 14950-94, 定义5.165]

4 基本规定

4.1 遥感数据覆盖要求

震后获取的遥感影像应覆盖可能存在建筑物损毁的地震灾区范围。当灾区范围较大时,可按照GB/T 18208.3-2011地震烈度抽样点空间分布和数量要求,选择地震灾区若干居民点,获取高分遥感影像。

4.2 遥感数据源类型要求

震后应在地震灾区采用机载(含无人机)、卫星手段获取高空间分辨率遥感影像。

4.3 遥感数据图像处理要求

获取的遥感影像应视情进行辐射校正、几何校正、图像镶嵌等图像预处理;必要时可进一步进行震害遥感图像增强处理、震前震后高分遥感影像变化检测等,以提高遥感图像识别震害的能力。

4.4 遥感解译建筑物结构类型划分

4.4.1 综合考虑结构抗震能力和遥感可判读性,建筑物单体结构可划分为下列类型:

- 高层建筑物: 7层或7层以上钢筋混凝土框架、框架-剪力墙和剪力墙结构房屋;
- 多层建筑物: 3层或3层以上,7层以下房屋,包括多层砌体结构、框架结构、底框架和内框架结构;
- 一般民房: 主要为1-2层砖混结构房屋、砖木、土木、木结构房屋、土坯房等;
- 工业厂房: 包括单层钢筋混凝土柱厂房和单层砖柱厂房等工业厂房;
- 大型空旷房屋: 大型体育场馆、剧院、俱乐部、礼堂、食堂、仓库等;
- 其他房屋: 简易房屋,含土窑洞、石墙承重房等。

4.4.2 建筑物群体主要结构类型确定依据为:

- 建筑物群体震害提取单元一般选取街区、自然村等自然状态分布的区域。
- 建筑物群体的主要结构类型以震害提取单元内数量(面积或栋数)最多的结构类型表示。

4.5 遥感解译建筑物破坏等级划分

4.5.1 按照建筑物受损程度及其遥感特征表现,建筑物单体震害程度可划分为下列级别:

- I级: 倒塌;

- II级：局部倒塌；
- III级，未倒塌（有明显破坏）；
- IV级，未倒塌（无明显破坏）。

4.5.2 遥感影像分辨率无法识别未倒塌房屋的破坏情况时，4.5.1的III级和IV级可合并为“未倒塌”一个级别。

4.5.3 根据建筑物群体受损程度及其遥感特征表现，建筑物群体破坏程度可划分为下列级别：

- I级：绝大多数倒塌；
- II级：大多数倒塌；
- III级：多数倒塌；
- IV级：少数倒塌；
- V级：个别倒塌；
- VI级：无倒塌。

4.5.4 建筑物群体破坏相对数量范围界定如下：

- “个别”为10%以下；
- “少数”为10%~45%；
- “多数”为40%~70%；
- “大多数”为60%~90%；
- “绝大多数”为80%以上。

4.6 建筑物震害解译遥感影像分辨率要求

获取或选择用于建筑物震害解译的遥感影像时，其最低空间分辨率应综合考虑地震强度、灾区建筑物结构类型、单体或群体震害解译对象和解译方式、可用遥感影像等因素，遥感影像的空间分辨率应满足区分灾区建筑物单体的震害程度、大致结构类型和楼层高度的要求。条件不具备，或者灾区范围较大的情况下，获取的遥感影像应能区分建筑物群体的震害程度，建筑物震害遥感影像最低分辨率要求参照表1确定。

表1 建筑物震害遥感影像最低分辨率要求

地震震级 <i>M_s</i>	震害自动识别 <i>m</i>	震害目视解译 <i>m</i>	
		建筑物单体	建筑物群体
≥8.0	1.0	0.5	1.0
7.0~7.9	0.5	0.3	0.6
6.0~6.9	0.2	0.2	0.4

5 建筑物结构类型遥感解译

建筑物结构类型可根据遥感影像空间分辨率及其显示的建筑物尺度规模、阴影长度、几何形状、屋顶表现和颜色等影像特征，参照表2进行解译判定。

表2 建筑物结构类型遥感解译标志

序号	结构类型	解译标志
1	高层建筑物	建筑物空间尺度较大，几何形态多规整，结构单元多对称而连续；阴影较长；屋顶一般表现为平面，屋面纹理均匀，四周有低矮女儿墙，边缘清晰。
2	多层建筑物	建筑物空间尺度适中，几何形态多表现为矩形、“L”形等，边缘规则；阴影清晰，较高层建筑阴影小；屋顶以平顶居多，以水泥的青灰色色调为主，整体纹理较为一致。
3	一般民房	较低矮，空间尺度较小，多表现为矩形、“T”形、“U”形等，边缘平滑；沿建筑物边缘分布较小阴影，面积较小；屋顶以平顶、人字型屋顶为主，色调以青灰色为主，也有褐色或砖红色，纹理均匀。
4	厂房	一般空间尺度较大，具备一定高度，几何形态规则，基本都是狭长的矩形，屋面为平面或拱形；阴影较长；屋顶主要以水泥，或彩钢瓦等覆盖为主，色调为青灰色或者蓝、白等，纹理均匀。
5	大型空旷房屋	一般空间尺度较大，多为圆形、拱形或其他不规则形状，高度较高；屋顶多以灰白色为主。
6	其他房屋	一般空间尺度很小，宽度较一般房屋窄，形状多样；屋面多为平面、斜面，以石棉瓦或其它材质覆盖为主，色调多为亮灰色。

6 建筑物破坏等级遥感解译

6.1 建筑物单体破坏等级遥感解译

建筑物单体地震破坏等级可根据遥感影像上，建筑物单体轮廓模糊、或消失、或残缺、或变形、或变位等几何异常形态特征，建筑物规则空间布局消失或紊乱、或局部变位等空间布局异常特征；影像出现块状、线状或零星不协调图斑等色调异常特征，建筑物阴影消失，或缩短，或残缺，或呈现不规则状态等阴影异常特征，建筑物周围地面上出现大量的倒塌堆积物，或部分堆积物，或零散瓦砾展布等影像特征，参照表3进行解译判定。

表3 建筑物单体破坏等级遥感解译标志

破坏等级	震害特征	解译标志
I级：倒塌	整栋完全倒塌，或屋盖完全垮塌，或主体结构大部分垮塌、整体扭曲、变形或倾斜。	<p>完全倒塌房屋影像上呈现出无明显的房物轮廓和阴影，呈不规则废墟分布，纹理杂乱无章，呈斑点或颗粒状；一般情况下，倒塌后的建筑物整体反射率高，表现为比周围其他建筑物、树木、道路的亮度高。</p> <p>屋盖完全垮塌房屋影像上呈现出房屋轮廓完整，房屋内部纹理粗糙，灰度不均匀；房屋未倒塌墙周围分布有高度不规则的阴影等影像特征。</p> <p>多数垮塌房屋影像上呈现出小部分保持有清晰轮廓和规则几何形状；而垮塌部分轮廓边缘多数消失，阴影部分消失或高度不一；房屋垮塌处边缘不规则，并有斑点状废墟分布于周围。</p> <p>整体扭曲、变形或倾斜房屋，呈现轮廓不规则，几何形态不对称，边缘变形，阴影高度变化不规则等影像特征。</p>

表 3 (续)

破坏等级	震害特征	解译标志
II级：局部倒塌	房屋结构少数垮塌，或屋盖局部破坏，或围护墙破坏、部分变形。	局部倒塌房屋影像上呈现出建筑物几何形态不完整，局部轮廓边缘缺失，一般缺失边缘附近有相对房屋亮度较高的废墟。 屋盖局部破坏房屋影像上局部纹理不均匀，有明显的块状斑点。 房屋局部围墙倒塌一般导致其上的屋顶下塌，屋顶边缘线直线状态发生变化，几何形状不规则、灰度有局部不均匀变化，倒塌处下方地面有高亮废墟堆积。
III级：未倒塌（有明显破坏）	房屋结构完整，主体结构未见倒塌，屋顶有落瓦、塌陷，屋脊局部损坏，女儿墙倒塌等现象。	影像上建筑物轮廓完整，边缘清晰，几何形状规则，阴影高度无明显变化或中断，建筑物四周无高亮废墟堆积。但屋盖有明显局部损坏、陷落现象，表现为纹理不均匀，有明显的色调异常斑块，或屋脊线扭曲变形等影像特征。
IV级：未倒塌（无明显破坏）	房屋建筑未倒塌，未呈现出明显的局部破坏	影像上建筑物轮廓完整，边缘清晰，几何形状规则，阴影高度无明显变化或中断，建筑物四周无高亮废墟堆积。屋盖无明显损坏、陷落现象，纹理、色调均匀，过渡自然。

6.2 建筑物群体破坏等级遥感解译标志

建筑物群体地震破坏等级可根据遥感影像上，震害提取单元内反映建筑物倒塌区域占震害提取单元空间相对比例的影像特征，参照表4进行解译判定。

表4 群体建筑物破坏等级遥感解译标志

破坏等级	震害特征	解译标志
I级：绝大多数倒塌	震害提取单元内建筑物绝大多数倒塌或局部倒塌，个别未倒塌。	影像上表现为倒塌房屋连接成片，偶尔可见直立的几栋房屋，无法计算房屋栋数，呈现一片瓦砾堆积，布局完全破坏，已完全不能分辨原有建筑物的形态和位置。成片分布的瓦砾形成影像区域浅色调，纹理模糊粗糙，表现出完全倒塌后房屋影像特征。个别未倒塌建筑物被瓦砾包围，能够较好分辨出建筑物轮廓和颜色信息。
II级：大多数倒塌	震害提取单元内建筑物大多数倒塌或局部倒塌，少数未倒塌。	影像上表现为大量房屋倒塌，局部可计算房屋栋数，只能对比推算总栋数，影像呈现出众多瓦砾，区域内房屋总体布局被破坏。大量瓦砾分布形成影像色调较浅，纹理粗糙，颗粒感明显，有很多不规则的图斑分布。可以看到少数轮廓完整的直立建筑物分布在不同地点，形成小范围连续、集中的区域。
III级：多数倒塌	震害提取单元内建筑物多数倒塌或局部倒塌，未倒塌的房屋绝大多数有明显破坏，少数未见明显破坏。	影像上能显示出房屋总体布局，局部格局紊乱，尚能计算房屋栋数，倒塌瓦砾堆积较多，能见到部分直立的房屋。倒塌房屋的瓦砾分布在未倒塌房屋之间，或者连接成较小的一片，使连续的未倒塌房屋影像形成间断；瓦砾形状不规则，色调较浅，纹理不均匀，与未倒塌房屋形成对比。
IV级：少数倒塌	震害提取单元内建筑物少数倒塌或局部倒塌，多数有明显破坏，大多数未见明显破坏。	影像上能显示出总体布局，少量倒塌堆积展布，能较准确计算房屋栋数，能见到大多数直立房屋。表现为建筑物轮廓信息表现突出，建筑物之间的纹理变化分明。个别区域，或建筑物之间有废墟影像特征，形成排列规则建筑物之间的浅色斑点状废墟。

表 4（续）

破坏等级	震害特征	解译标志
V级：个别倒塌	震害提取单元内建筑物个别倒塌，少数局部倒塌，未倒塌的建筑物少数有明显破坏，多数未见明显破坏。	影像上表现为总体布局完整，仅见到零星瓦砾堆积物，能准确计算出房屋栋数，绝大多数房屋呈现直立景观，几何形状规则，排列整齐，轮廓清晰。
VI级：无倒塌	震害提取单元内无倒塌建筑物，未倒塌的建筑物个别有明显破坏，绝大多数建筑未见明显破坏。	影像上表现为建筑物几何形状规则、排列整齐，轮廓清晰，纹理规则，灰度均匀，未发现显著变化的斑点。

7 建筑物震害遥感评估

7.1 评估步骤

- 地震灾区遥感数据获取与遥感图像处理；
- 建筑物空间分布确定；
- 建筑物结构类型或主要结构类型确定；
- 建筑物地震破坏等级评估；
- 建筑物楼层数估计；
- 建筑物占地面积估计；
- 地震现场建筑物破坏调查与遥感评估结果修正；
- 灾区建筑物震害提取信息汇总；
- 建筑物震害提取结果制图与报告编写。

地震应急期间可先进行群体建筑物震害评估；再进行建筑物单体震害遥感详细评估，逐步提高评估结果精度。

7.2 评估方法

7.2.1 计算机辅助解译

在专业遥感、地理信息系统软件或专用建筑物震害提取软件环境下，采用人机交互方式，依据上述建筑物结构类型，建筑物单体/群体破坏程度遥感解译标志，判定建筑物的空间分布、结构类型、楼层数及其震害程度。

建筑物单体震害遥感评估时，应按栋进行解译，震害提取结果按照附录A中表A.1填写。

建筑物群体震害遥感评估时，应以震害提取单元给出主要建筑结构类型和破坏等级，震害提取结果按照附录A中表A.2填写。

7.2.2 经验模型自动/半自动提取

应用相似传感器类型和分辨率的历史地震遥感影像建立的建筑物震害识别经验模型，采用震前震后变化检测、监督/非监督分类、面向对象分类、基于多增强特征的模式识别等方法，进行建筑物震害程度的自动/半自动识别。

建筑物震害自动/半自动提取结果，应结合地震现场抽样调查，或详细的目视解译成果进行精度统计分析，评估自动/半自动识别结果的可信度。

7.3 评估结果

7.3.1 建筑物单体

基于高分辨率遥感建筑物单体震害评估结果可用点状、面状空间矢量图层表达，其空间属性信息视影像分辨率不同，可包含结构类型、破坏等级、楼层数、占地面积、震害描述等。通过遥感影像估计的建筑物占地面积和楼层数，可进一步估计每栋建筑物的建筑面积。

7.3.2 建筑物群体

建筑物群体震害评估结果以震害提取单元的面状空间矢量图层表达，空间属性信息包括主要结构类型、地震破坏等级、平均楼层数、建筑物占地面积等。通过遥感估计的平均楼层数和占地面积，可进一步估计该震害提取单元的建筑面积。

7.4 建筑物震害遥感评估结果的评价与修正

7.4.1 建筑物震害快速评估结果与遥感详细评估结果的评价与修正

以建筑物震害快速评估结果包括地震应急期间采用自动识别方法解译的建筑物震害结果和建筑物群体震害评估结果，应急期或震后现场建筑物震害科考资料，应采用高分遥感影像局部或全部的目视解译结果，对建筑物震害快速评估结果进行精度评价与修正。

7.4.2 建筑物震害现场调查及其对遥感评估结果的评价与修正

- 破坏性地震发生后可开展地震现场建筑物震害遥感比对科学考察，按照建筑物类别及其震害程度遥感解译结果，选取灾区部分对应地区进行建筑物震害实地调查。
- 现场对比调查内容包括建筑物结构、建筑面积、层数、建成年代、房屋用途、震害级别等，按照附录 B.1 表格填写，并拍摄典型震害照片。
- 现场对比调查的房屋建筑结构类型应按照 GB/T 18208.3—2011 进行分类。现场调查的房屋建筑震害程度可按照 GB/T 18208.3—2011 分为毁坏、严重破坏、中等破坏、轻微破坏和基本完好 5 类。
- 根据实地调查结果，对遥感解译的建筑物类型和破坏等级进行精度评价与修正。

8 建筑物震害遥感评估产品

8.1 建筑物震害遥感评估专题产品

8.1.1 专题图产品

- 建筑物单体震害程度分布图；
- 建筑物群体震害程度分布图；
- 建筑物结构类型分布图；
- 建筑物楼层高度分布图；
- 建筑物震害统计分布图；
- 建筑物结构类型统计分布图；
- 建筑物楼层高度统计分布图。

8.1.2 专题制图

应选择A0、A3或A4等幅面大小与合适比例尺，按照DB/T XXXXX.8-XXXX中建筑物震害评估结果制图要求，制作专题图。

8.2 评估报告

建筑物震害遥感评估报告应按附录C所规定的内容编写。

附 录 A
(规范性附录)
建筑物震害程度遥感解译表

表A.1 建筑物单体及其震害程度遥感解译表

地点名称							
编号	建筑物名称	结构类型 ¹	楼层数	震害级别 ²	占地面积 (/平方米)	震害特征 描 述	解译时间 (hh:mm:ss)
备注	1. 结构类型代码: 1-高层建筑物, 2-多层建筑物, 3-一般民房, 4-厂房, 5-大型空旷房屋, 6-其他房屋; 2. 震害级别: 1-倒塌, 2-局部倒塌, 3-未倒塌 (有明显破坏), 4-未倒塌 (无明显破坏)。						
解译人姓名				解译日期		年 月 日	

表A.2 建筑物群体及其震害程度遥感解译表

编号	地点名称	主 要 结构类型 ¹	平均楼层数	震害级别 ²	占地面积 (/平方米)	震害特征 描 述	解译时间 (hh:mm:ss)
备注	1. 主要结构类型代码: 1-高层建筑物, 2-多层建筑物, 3-一般民房, 4-厂房, 5-大型空旷房屋, 6-其他房屋; 2. 震害级别: 1-绝大多数倒塌, 2-大多数倒塌, 3-多数倒塌, 4-少数倒塌, 5-个别倒塌, 6-无倒塌。						
解译人姓名				解译日期		年 月 日	

附 录 B
(规范性附录)
建筑物震害程度遥感解译表

表B.1 地震现场建筑物单体震害遥感比对调查表

编 号	结构类型 ^{*1}	层 数	建筑面积 (/平方米)	建筑年代	破坏等级 ^{*2}		地 震 烈度 ^{*3}	场 地 类型 ^{*4}	房 屋 用途 ^{*5}
					遥感判读	地面调查			
备注	<p>1. 结构类型代码: 1-土木结构, 2-砖木结构, 3-砖混结构, 4-钢筋混凝土结构, 5-钢筋混凝土厂房, 6-砖柱厂房, 7-老旧房屋, 8-其它;</p> <p>2. 遥感破坏等级代码: 1-倒塌, 2-局部倒塌, 3-未倒塌(有明显破坏), 4-未倒塌(无明显破坏); 地面调查破坏等级代码: 1-毁坏 2-严重破坏, 3-中等破坏, 4-轻微破坏, 5-基本完好;</p> <p>3. 地震烈度: VI~XII (阿拉伯数字);</p> <p>4. 场地类型代码: 1-基岩, 2-土层;</p> <p>5. 房屋用途代码: 1-农村住宅, 2-城市住宅, 3-教育系统用房, 4-卫生系统用房, 5-交通系统用房, 6-商业用房, 7-商住用房, 8-政府机关用房, 9-其它公用房。</p>								
图幅号			调查人			调查日期		年 月 日	

附 录 C
(资料性附录)
建筑物震害遥感评估报告内容

C.1 地震基本信息，内容包括：

- a) 地震发生时间、震中位置（经、纬度）、震级及震源深度；
- b) 受本次地震影响的省、市、县及人口、社会经济概况；
- c) 震区地震构造环境与自然地理情况。

C.2 遥感影像获取情况，内容包括：

- a) 震前背景影像、重要居民点高分影像收集情况
- b) 震后卫星影像覆盖情况
- c) 震后航空影像获取情况
- d) 震后无人机影像获取情况

C.3 数据预处理情况。

C.4 灾区建筑物分布特征，内容包括：

- a) 城市建筑物主要结构类型、分布特点
- b) 乡镇建筑物主要结构类型、分布特点
- c) 农村建筑物主要结构类型、分布特点

C.5 建筑物典型震害影像，内容包括：

- a) 主要结构类型建筑物典型震害影像
 - 1) 高层建筑物典型震害影像
 - 2) 多层建筑物典型震害影像
 - 3) 一般民房典型震害影像
 - 4) 厂房典型震害影像
 - 5) 大型空旷房屋典型震害影像
 - 6) 其他房屋典型震害影像
- b) 重要居民点建筑物典型震害影像
- c) 重点目标建筑物典型震害影像

C.6 建筑物震害提取方法及结果，内容包括：

- a) 建筑物单体震害提取方法及结果
- b) 建筑物群体震害提取方法及结果

C.7 结论

参 考 文 献

GB/T 18207.1-2008 防震减灾术语 第1部分：基本术语.
