

地震行业标准《地震灾害遥感评估 第7部分： 地震直接经济损失》编制说明

一、标准编制背景和依据

地震是严重威胁人民生命财产安全的自然灾害，1949年以来我国地震造成的人员死亡数占自然灾害造成人员死亡数的比例超过二分之一。根据十年尺度地震预测研究结果，2020年前，我国大陆地区可能发生多次7级以上地震，甚至有发生8级左右巨大地震的可能。努力提高应对突发地震灾害，特别是地震巨灾的能力，保护国家和人民生命财产安全，一直是我国政府部门开展防震减灾工作的重要方面。

严重破坏性地震发生后，地震灾情信息的快速、全面的获取，一直是影响地震应急指挥、抢险救援、灾害损失评估实效性的重要瓶颈。震后快速确定地震灾害程度与受灾范围是地震应急救援的实际需求；震后大量人员赶赴地震现场开展灾情调查，夜以继日地工作，目的就是为了尽快掌握地震受灾程度的分布，确定地震烈度，估计地震损失等。然而受地震灾区道路交通破坏、通信系统暂时瘫痪、特大地震灾区范围过大、以及灾后往往伴随恶劣天气等因素的影响，常常无法实现快速、全面、准确地获取地震灾情。遥感手段具有全天时、全天候、不受灾区地震破坏的影响，能够全面宏观地获取灾区灾情信息，因此，作为震后地震灾情信息获取的主要辅助渠道，近几年得到迅速发展和应用，并在2003年伽师地震、2008年汶川地震、2010年玉树地震和2010年芦山等震后应急中发挥了重要作用。

由于震后获取高分辨率遥感影像数据量大、常规处理时间长、图像分辨率有限等，遥感反映地震灾区震害具有间接性、不完整性、不同灾情信息识别能力差异性，在地震应急中的紧迫程度不同。如何快速准确地将基于遥感提取的震害信息尽可能还原为与实际震害可比的震害程度或地震烈度等，需要进行内容、方法和流程上的规范，为震后基于遥感数据快速提取震害、专题图制作提供处理技术支撑和工作标准，满足后方抗震救灾指挥机构、受灾省抗震救灾指挥机构和地震现场应急指挥部等快速提供各种震害遥感专题图和灾情定量评估结果的需求。

因此，规范遥感震害评估技术十分必要。本标准通过规定遥感在地震应急中的工作程序、内容、数据管理、分析处理方法和震害评估等，促进遥感在地震震害评估中的规范化应用，指导地震应急遥感工作，提高遥感应对地震灾害的能力，使地震应急遥感工作能够协调、有序和高效进行。

二、国内外概况

1、国内现状

传统的地震直接经济损失评估是由地震现场工作队在地震灾区，经过现场调查核实获得的。遥感获取技术的快速发展，促进了遥感在地震应急中灾情识别的应用，实现了震害遥感定量提取和地震损失的初步评估。

新中国于1950年组建了专门的航空摄影队伍。从震后应用角度，我国大陆采用遥感手段提取地震灾情信息的历史可分为2个阶段：

(1) 模拟遥感影像获取与震害分析阶段（1966-2002）

本阶段主要采用震后模拟照片航空摄影和基于光学模拟分析处理、震害目视解译。1966年3月8日和22日河北邢台地震(Ms6.8和Ms7.2)后，在地震灾区首次开展了全色（即黑白）航空摄影，快速完成了震后建（构）筑物和生命线工程破坏、各种地震地质灾害（地表破裂、喷砂冒水）等的解译，并完成了唐山地震震害分布图的编制（地质研究所，1985）。此后1975年辽宁海成地震(Ms7.3)、1976年龙陵-潞西地震(Ms7.3)、1976年河北唐山地震(Ms7.8)、1976年四川松潘-平武地震(Ms7.2)和1989年山西大同地震(Ms6.9)等均进行了震后模拟航空摄影和震害解译；1976年河北唐山地震首次采用了彩红外摄影。

(2) 数字遥感获取与灾情提取阶段（2003-今）

本阶段采用航空遥感（早期仍然采用模拟航空摄影，但具备了影像数字化采集能力）和卫星遥感手段获取灾区影像，并采用数字图像处理技术进行应急处理和灾情信息提取。此阶段逐步实现了遥感在地震应急灾情信息提取和灾情评估中的应用。在本阶段，2003年新疆巴楚-伽师地震震后采用了模拟航空照片摄影。采用数字化航片方式得到灾区数字图像，并通过图像处理方式进行了灾区图像增强与镶嵌处理，采用目视判读方式对地震造成的房屋建筑物、生命线工程、地震地质灾害进行了判读，并格局震害类型及其程度的组合特征得到了灾区地震烈度的评估结果（王晓青等，2003），在我国首次在地震应急阶段提供了可靠的震害

遥感评估结果。此后，王晓青等对依据遥感影像进行震害程度和地震烈度的定量评估方法及其指标进行了探索，开发完成了“地震应急震害遥感评估系统”（2003）、“地震遥感信息分析与处理系统”（2007）等地震应急遥感灾情信息提取专用软件系统。2008年汶川地震发生后，大量机载和星载数字遥感图像的获取，为地震应急遥感图像分析处理和灾情信息提取通过了重要保障，在实际地震应急救援中发挥了重要作用。此后，通过汶川地震建筑物震害遥感比对科学考察与研究，建立了汶川地震灾区不同区域类型（城市、乡镇、农村）遥感震害指数与现场震害调查确定的震害指数之间的经验转换关系，建立了震害遥感定量评估方法与初步的经验评估模型，并得到了汶川地震灾区震害指数与地震烈度遥感定量评估结果（王晓青等，2008，2009，2010），为地震应急灾情获取与震害（地震烈度等）与损失评估提供了新的重要途径。这些成果2010年玉树地震、海地地震、2013年庐山地震等一系列国内外地震震后震害应急遥感定量评估奠定了重要基础，同时，随后开展的玉树地震、庐山地震、岷县漳县地震等震后震害遥感比对科学考察与研究成果，又进一步完善了震害遥感定量评估的方法，提供了更多的多源、多分辨率遥感影像震害定量评估经验模型，为此间发生的十多次破坏性地震震后应急遥感工作的开展和成果的应急应用奠定了重要的方法、模型和工作程序基础。相关研究得到广泛认同，其应急应用成果在玉树、芦山、盈江、岷县漳县等地震中发挥了重要作用。

我国于2008年汶川地震后普遍重视地震应急中遥感应用。中国地震局于2009年底成立了地震应急遥感技术协调组，极大推动了震后也地震应急遥感工作，为我国相关部门迅速掌握灾区灾情信息，开展国内应急救援行动提供了及时有效的灾情信息保障，或者为及时开展国际应急救援行动提供了重要参考依据。

2、国外现状

遥感摄影技术的发展可以追溯到十九世纪中期，最初采用热气球实现空中拍摄。1906年采用风筝作为载荷平台拍摄的美国旧金山大地震震害空中照片(G.R. Lawrence)，是首次采用遥感手段获取地震灾情信息。20世纪中期开始，采用机载遥感手段在一些大的破坏性地震震后获取了灾区遥感影像，国外如1999年土耳其7.6级地震、2011年海地地震等。星载遥感技术应用于严重破坏性地震震后灾区遥感影像获取，较早的震例包括1999年土耳其地震Ms7.6级（Spot4）、2001

年印度古吉拉特邦发生Ms7.9级地震、2003年伊朗巴姆Ms6.3地震和阿尔及利亚Ms6.7级地震、2004年印尼苏门答腊岛附近海域Ms9.0地震、2005年巴基斯坦克什米尔Ms7.6地震。2010年海地Ms7.3地震、2010年智利Ms8.8地震、2011年日本Ms9.0地震等。这些地震均在不同程度上采用了卫星遥感获取地震灾情信息。其中，尤其以2004年印尼地震、2010年海地地震、2011年日本地震。因灾区严重，灾害范围大，遥感技术得到广泛应用，并在灾情判断与应急救援中发挥积极作用。

国外开展地震应急遥感应用研究主要提取地震灾情信息，如建筑物破坏程度等，虽然也和地震现场调查的建筑物震害程度相比较，但主要是为了检验遥感识别的效果，没有建立两者之间的定量关系，也未见到利用遥感提取的结果用于评估地震烈度的研究。

3、发展趋势

上述震例中，大规模采用卫星遥感手段获取地震灾情信息的早期例子为2004年印尼地震海啸。而同时大量采用星载和机载遥感手段获取灾区灾情信息的例子包括2008年汶川地震、2010年玉树地震和海地地震、2011年日本宫城以东海域地震等。2013年四川芦山地震（Ms7.0）是我国无人机作为主要获取手段首次较为成功地应用于应急的地震事件。实践表明，随着遥感获取手段越来越成熟，交通、通信、计算机处理技术以及信息识别技术等飞速发展，为遥感应用于地震应急提供了有力保障；震害遥感定量提取与评估方法、模型的建立，遥感与地震学的有机结合，为遥感应用于地震灾害快速评估、灾害遥感监测、地震烈度遥感评估等工作提供了重要的科学技术支撑，在很大程度上提高了遥感在地震应急中的应用能力、时效性和实际应用效果。

可以预期，遥感全面应用于地震应急工作的时代已经到来，建立遥感应用于地震应急工作的技术标准，是时代的迫切需求，也是科学技术发展的必然结果。本标准既是在这一现状与发展趋势下提出的。

三、主要工作过程

1、任务来源

《地震灾害遥感评估 第7部分：地震直接经济损失》标准（以下简称“本部分”）是《地震灾害遥感评估》系列标准之一。《地震灾害遥感评估》标准（以下简称“本标准”）原标题是《遥感震害评估技术规范》，是由中国地震局政策法

规司和震灾应急救援司于2011年联合批准的地震行业标准研制项目。本部分是依据《地震现场工作 第4部分：灾害直接损失评估》（2011）等，综合遥感震害评估的相关研究与实际应用经验，为了适应地震应急遥感工作的标准化与信息化建设需要而制定的地震行业标准。

2、协作单位

本标准由中国地震局地震预测研究所负责组织编制，地壳应力研究所、地质研究所、天津市地震局、江苏省地震局、新疆地震局等单位参加。其中，本部分由江苏省地震局和中国地震局地震预测研究所共同起草。

3、制定工作组的组成和分工

该标准的编制由中国地震局政策法规司和震灾应急救援司统一领导，中国地震局地震预测研究所组织协调。标准编制工作组由王晓青、侯建盛、张景发、单新建、窦爱霞、邱虎、章熙海、温和平、丁香、王龙、袁晓祥、张桂芳、毕雪梅、安立强、蒋洪波等人组成。其中，王晓青、侯建盛、张景发、单新建、窦爱霞负责标准构思和总体框架；王晓青和窦爱霞负责“基本规定”的编写；邱虎负责“地震极灾区遥感评估”的编写；窦爱霞负责“建筑物震害遥感评估”的编写；张桂芳和单新建负责“次生地震地质灾害遥感评估”的编写；蒋洪波和张景发负责“道路交通震害遥感评估”的编写；王晓青负责“地震烈度遥感评估”的编写；章熙海负责“地震直接经济损失遥感评估”的编写；温和平负责“震害遥感评估服务产品”的编写。

其中，本部分主要由章熙海、王晓青、窦爱霞、王龙、毕雪梅、张伟、刘博雅等人负责编制完成。

4、编制原则

本标准编制遵循下列原则：

（1）实用性原则

与地震应急相关的标准编制的重要原则，也是长期应急工作所积累的主要经验之一，就是注重可操作性、实用性。在本标准的编制中继承了这一原则。

（2）先进性原则

本标准作为地震应急遥感工作的技术规范，考虑了未来全国应急工作的发展需要和遥感及其相关分析处理技术的发展，具有先进性。

（3）统一性原则

本标准所规范的地震应急遥感工作内容、方法和工作程序等，以及相关术语，与《中华人民共和国减灾法》、《破坏性地震应急条例》、《国家地震应急预案》、《中国地震局地震应急预案》、地震现场相关的技术标准具有严格的统一性。

（4）规范性原则

本标准严格按GB/T1.1的最新要求进行编写。

5、调研情况

根据本标准所涉及的内容范围，主要进行了震害、地震烈度、遥感和灾害识别与灾害损失评估等方面的研究资料调研，并总结了自2003年以来历次地震应急遥感工作的情况。

6、征求意见稿形成过程

2012年7月16-18日在北京召开了“遥感震害评估技术规范编制（编号：2004DEA70940）项目”启动会，会议介绍了标准编制的背景和初步设想，讨论了标准的定位、内容框架和编制分工。

2013年3月28日，召开了“遥感震害评估技术规范”标准编制第一次讨论会，正式启动标准的编制工作。在本次会议上，编制组成员认真学习了标准编制的程序、技术要求，依据立项评审专家的意见，对标准的内容和形式进行了深入的研讨，就系列标准组合的形式达成共识。在这一基本思路基础上，形成了该标准的框架、结构与层次，确定了系列标准的名称为“震害遥感评估工作”。该标准是由8个部分组成的系列标准：

第1部分：基本规定；

第2部分：地震极灾区遥感评估；

第3部分：建筑物震害遥感评估；

第4部分：次生地震地质灾害遥感评估；

第5部分：道路交通震害遥感评估；

第6部分：地震烈度遥感评估；

第7部分：地震直接经济损失遥感评估；

第8部分：震害评估服务产品。

本部分为标准的第七部分，主要规定了地震直接经济损失评估工作的内容、程序、方法和评估报告的内容、规格与编制要求等。

在编制任务确定后，工作组成员广泛开展调研工作。通过查阅相关文献、结合地震应急遥感损失评估工作的实际经验，在研究讨论的基础上，进一步明确了本标准的目的、意义，适用范围和基本内容，制定了规范编写的基本思路与编制方案。

2013年7月3-4日在北京召开了“遥感震害评估技术规范”标准编制第二次工作会，编制组主要成员对该系列标准各部分的大纲及内容进行了交流、汇报与讨论。会上大家一致认为，遥感震害评估技术主要应用于震后应急阶段，每个系列标准应突出本规范的适用条件（有效期、数据准备、启动时间等）、使用程序和计算方法，评估结果的产出形式等。本部分在遥感震害调查的基础上，应增加对次生地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流）和交通线路及其附属设施的经济损失评估的考虑，删除生命线工程的经济损失评估部分，利用历史震例，建立震害指数与经济损失的评估模型。最后，对标准编写要求进行了进一步的讨论与确定。

2013年7月22-27日，编制组成员在哈尔滨举行的“地震灾害评估与烈度评定关键技术”高级研修班上，与来自国内外的地震工程结构、路桥、水库坝体等领域的专家共同讨论了地面震害评估与遥感震害评估过程中，地震及其次生灾害导致的建/构筑物的震害分类、经济损失评估方法和关键技术问题，二者之间的区别与对应关系等。

2013年11月16-30日，编制组成员赴北京和成都等地的中科院对地观测中心、测绘局和ESRI等多家公司，开展震后遥感调查评估工作等的调研。在地震应急青年重点任务研讨会上，与来自中国地震局应急司、地质所、工力所、台网中心、各省局的领导和专家们共同讨论了建筑物震害分类的问题，进而评估建筑物的直接经济损失。

2013年12月14-16日 编制组在北京召开了“遥感震害评估技术规范”标准编制第三次工作会，各承担单位汇报了标准初稿及主要内容，与会专家对初稿进行

了详细讨论，对内容提出了进一步修改完善的建议。本标准，增加对生命线工程和室内装修等方面的经济损失评估，建议采用经验系数评估法。

2014年1月14-16日编制组在南京召开了“地震应急遥感直接经济损失评估”标准编制第四次工作会，与会专家对修改稿进行了详细讨论，对内容提出了进一步修改完善的建议。本次会议确定了房屋震害遥感评估的破坏比和损失比的确定方法，将建筑物震害评估按照结构的分类方法改为按照建筑物破坏情况进行分类。最终形成征求意见稿。

从标准编制项目启动到现在共召开了多次工作会议，各次会议的时间、主要议题及成果见下表。

表 1 工作会议情况表

序号	时间	主题	参加人员	成果（解决关键问题）
1	2012.7.16-18	遥感震害评估技术规范编制启动会	地震局相关专家和编制组主要成员	1. 标准的背景和初步设想； 2. 标准的定位； 3. 标准编制分工； 4. 标准内容大纲讨论；
2	2013.03.28	“遥感震害评估技术规范编写”启动会（第一次会议）	地震局有关司领导、编制组主要成员及有关专家	1. 标准的背景和初步设想； 2. 讨论了标准的定位； 3. 明确了编制任务； 4. 标准编制所包括内容； 5. 标准编写人员和分工。
3	2013.07.02-05	讨论“遥感震害评估技术规范编写大纲”（第二次会议）	编制组所有成员及有关专家	1. 各承担单位汇报标准大纲及主要内容； 2. 讨论和完善各标准大纲及主要内容； 3. 标准编写要求讨论； 4. 各标准大纲内容修改完善。
4	2013.12.14-16	讨论“遥感震害评估技术规范初稿”（第三次会议）	地震局有关司领导、编制组所有成员及有关专家	1. 各承担单位汇报标准初稿及主要内容； 2. 讨论和完善各标准初稿及主要内容； 3. 各标准初稿内容修改完善。
5	2014.01.08-10	讨论“遥感震害评估技术规范（第7部分：地震直接经济损失遥感评估）征求意见稿”（第四次会议）	编制组部分成员及有关专家	1. 承担单位汇报标准征求意见稿及主要内容； 2. 讨论和完善标准征求意见稿及主要内容； 3. 形成最终征求意见稿。

7、专家咨询

为完善“震害遥感评估工作”系列标准中的“地震应急遥感直接经济损失评估”部分，课题多次广泛征求了专家意见，多次召开专家咨询会。包括2013年3月28日中国地震局地震应急遥感技术协调组内部专家征求意见会、2013年10月28-29日中国地震局有关司领导和有关专家征求意见会（哈尔滨）、2013年11月28-29日中国地震局有关司领导和有关应急专家征求意见会（北京）等，并向云南、甘肃、四川、新疆等多地震省级地震局、各有关研究所（中心）的部分从事应急、遥感和管理的专家进行了咨询。

咨询专家与领导们对“地震应急遥感直接经济损失评估”部分总体上进行了肯定，同时也提出了具体的修改建议，归纳起来主要包括如下几点：

（1） 遥感震害评估技术主要应用于震后应急阶段，标准应突出本规范的有效期和使用条件；

（2） 标准对遥感影像识别震害情况下的建筑物结构类型的划分，应当考虑遥感的识别能力；

（3） 地震直接经济损失遥感评估，应适当综合考虑交通、生命线工程、地震次生灾害等导致的经济损失和室内装修等损失，进行综合评定；

（4） 对于交通等构筑物的震害损失评估没有标准规范供参考的，可参考当地和前一年度的国民经济发展水平，以恢复至灾前水平的重建和维修费用作为经济损失评估结果；

（5） 本部分中建筑物震害等级划分与现行标准划分方法不一致，建议采用按照房屋结构分类、高度分类、或倒塌情况分类；

（6） 利用历史震例，建立震害指数与经济损失的评估模型。

根据咨询反馈的意见，编制组及时组织进行了本标准的进一步修改、格式标准化。相关修改如下：

（1） 标准中遥感评估的建筑物类型，按照房屋倒塌情况分为 3~4 级，根据遥感影像的分辨率不同，采用不同的分级方法和计算方法。

（2） 利用历史震例，给出灾区总损失与灾区建筑物结构破坏损失的参考比值和转换关系式；

（3） 标准中综合考虑了生命线工程、交通、次生地质灾害等的震害评估结果，进行综合评定；灾区地震的各类经济损失总和与房屋建筑因地震破坏造成

的直接经济损失的比值，通过历史震例资料，综合考虑地震震级大小、灾区社会经济结构类型与经济发展水平等统计确定，在附录 E 中给出参考比值。

(4) 室内装修费用计入重置单价计算中；

同时，对标准进行了多次反复的修改完善。在此基础上进行了标准编制说明的编写。

8、特别说明

本标准起草人多次参加了国内外大地震遥感震害评估实践，先后经历巴楚-伽师地震、汶川地震、玉树地震、芦山地震、岷县漳县地震，以及海地地震等事件。在处理国内几次大地震遥感震害评估时，都是先通过对灾区高分辨率影像进行室内灾情判读，再亲赴地震现场开展有针对性的灾情核查和比对，从而积累了相对丰富的灾情影像处理经验。经过多年实践，由本标准起草人为主要成员的遥感震害评估团队已经形成了从地震灾区遥感数据获取与图像处理、建筑物震害遥感解译、地震震害指数与地震烈度遥感评估，到地震直接损失评估单元划分与评估参数确定、地震直接经济损失遥感评估，乃至评估结果制图与评估报告的编写一整套熟练的遥感震害评估技术流程，并将之应用于最近几次地震实践中。

本标准的编写工作虽然只经历了1年多的时间，但却是多年来工作积累的成果。在标准的最终形成过程中，得到了中国地震局震灾应急救援司、政策法规司等领导的大力指导和帮助，也得到中国地震应急遥感技术协调组多名专家审阅和指点，经过全体标准编写成员共同讨论补充形成的。

四、重点问题分析及处理

利用遥感影像获取灾情信息具有快速、简洁和宏观等特点，能够在较短时间内确定大面积范围内受灾的大致规模和等级。但是，该手段也有其局限性。首先是遥感影像获取具有一定的前提条件，即天气的好坏会直接影响遥感数据的能否取得；其次，因为仅从一个视角（自上向下）观察判断建筑物受损情况，许多从地面和内部观察才能采集的信息无法获得，所以遥感震害评估结果具有较大的不确定性和离散性。总体而言，遥感震害评估方法比较适宜于震害等级较高的地区，一般对于地震烈度达到或超过VIII的地区灾情评估结果相对准确，对于低烈度地区灾情离散性较大。

因此，遥感震害评估建筑物地震损失率时，建筑物损失比破坏等级不再考虑房屋类型，而且，一般统一采用3级标准，即倒塌、局部倒塌和未倒塌。当遥感影像分辨率较高时，可以采用4级标准，即倒塌、局部倒塌、未倒塌（有破坏）和未倒塌（无破坏）。在分配建筑物破坏损失比时，遥感震害评估的全倒塌和部分倒塌的损失比范围较地面调查相应范围窄且值偏大，而未倒塌损失比范围则相对变大。

鉴于遥感技术手段的局限性，本部分在确定整个灾区地震造成的各类经济损失总和（地震直接经济损失）时，无法通过对房屋、装修、室内外财产、所有工程结构破坏直接经济损失求和得到，而是根据灾区建筑物破坏造成的经济损失值推算。两种损失值之间的比例关系，根据历史震例统计，综合考虑地震震级大小、灾区社会经济机构类型与经济发展水平等确定。此种处理方法，可能导致地震直接经济损失的误差，但可以提高评估的效率。

五、与现行法律法规以及相关标准的一致性

本标准是以我国十多年来遥感应用于地震应急工作的经验积累和相关研究成果所提出的震害评估方法为基础，充分考虑遥感及相关技术发展、我国地震灾害评估技术特点和现状，以及地震应急需求，在广泛调研分析和归纳、整理、规范、完善等工作基础上制定的。与现行的法律法规相一致，与已经颁布实施的地震现场工作相关标准和文件协调配套，各有侧重，主要的区别与联系为：

国家标准GB/T 18208.4-2011《地震现场工作 第4部分：灾害直接损失评估》是本部分工作的基础。本部分地震直接经济损失计算根据建筑物经济损失推算灾区整体经济损失，且遥感建筑物破坏等级按3级或4级划分。

标准编制工作组

2014年01月12日