

震后农居处理技术指南

—— 排查 加固 新建

■ 住房和城乡建设部科技发展促进中心 编著
■ 北京筑福国际工程技术有限公司



中国建筑工业出版社

震后农居处理技术指南

——排查 加固 新建

住房和城乡建设部科技发展促进中心
北京筑福国际工程技术有限责任公司 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

震后农居处理技术指南——排查 加固 新建/住房和城乡建设部科技发展促进中心,北京筑福国际工程技术有限责任公司编著. —北京:中国建筑工业出版社,2014.7
ISBN 978-7-112-16925-2

I. ①震… II. ①住… ②北… III. ①农村住宅-防震设计-指南 IV. ①TU241.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 111913 号

责任编辑:郑淮兵 马 彦

责任设计:董建平

责任校对:陈晶晶 张 颖

震后农居处理技术指南

——排查 加固 新建

住房和城乡建设部科技发展促进中心
北京筑福国际工程技术有限责任公司 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本:787×960毫米 1/16 印张:6 字数:200千字

2014年9月第一版 2014年9月第一次印刷

定价:20.00元

ISBN 978-7-112-16925-2

(25544)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编 委 会

顾 问：董 有 许利峰

主 任 委 员：温 斌

副 主 任 委 员：鞠树森 程子韬

编 委 会 委 员：杨黎明 佟喜宇 韩 兮 万 兆 甄进平

吴科尖 杨娜茵 孙春燕 王建红 朱世明

谢建明 潘沂华 马 凯 王东伟 梁淮南

吴 西

编委会顾问专家：

张天申 清华大学土木工程系

程绍革 中国建筑科学研究院结构所

尹保江 中国建筑科学研究院结构所

张吉柱 中国建筑科学研究院结构所

纪金豹 北京工业大学建筑工程学院

伍国春 中国地震局地球物理研究所

柴 杰 北京方晟房地产开发有限公司

龙高荣 北京建筑大学建筑设计研究院

主 编 单 位：住房和城乡建设部科技发展促进中心

北京筑福国际工程技术有限公司

参 与 单 位：北京筑福建筑事务有限责任公司

中震（北京）工程检测有限公司

序

近年来，我国地震频发，给灾区房屋造成了严重的破坏，为了快速、妥善安置受灾地区的人群，及时做好灾后重建工作，地震灾后排查、鉴定、加固和重建是我国地震灾区工作的重中之重。

目前，农居建筑结构基本不设防，抗震性能相对较弱，在地震作用后，抗震能力较差的房屋基本都倒塌了。而更多的房屋，虽然没有倒塌，但遭受到了不同程度的损坏。对于震后受到破坏的房屋能否继续使用，需要有一个明确的判断，以便做出合理的决策，这就需要对其安全情况进行全面排查，排查主要包括两种情况：一是要对农居正常使用的房屋进行安全隐患的排查，帮助农民自查房屋，对可能存在的危险有所预警，避免地震来临时的伤亡。二是针对地震后，要及时进行房屋的安全排查，保障人员的安全，及时撤离危险房屋，避免余震或房屋构件突然坍塌带来的二次伤害。对于震后可以继续使用的房屋，应及时做出判断，避免过多的人露宿街头。

由于农村大量房屋在地震中存在不同程度的损坏，灾后重建主要以房屋加固为主、重建为辅的方式进行。汶川灾后重建的经验提醒我们：灾区重建要真正安全可靠才是先行的依据，必须从实际出发，研究“灾后重建学”，尤其要强化“综合减灾学”的指导。同时通过灾后重建，使一批建筑师和规划师深刻理解生命安全设计的本质。面对新型城镇化的蓝图，还必须从西南山地城镇的地质灾情评估与预评估入手，按自然规律办事，尤其要把握住山地城镇灾后重建的安全“底线”。具体而言，就是不能忽视山地人居环境的地域特征，必须落实建设工程的安全设计准则。对于新建的农居，各地应先做好地震灾区建筑工匠的建筑抗震和农居建造知识的培训，防止恢复重建的农居重蹈覆辙。对于有修复、加固价值的农居，应考虑就地取材、造价低廉等特点及时进行修复加固。因此，修复加固成为抗震排查、鉴定之后的工作之重，对于农居的新建及抗震加固技术，应遵循安全、实用、经济三大原则。

国家一再强调灾后重建要千方百计提升民居安全度，尤其是农民要提高防灾避险的能力，现阶段，提高建筑本身的抗震性能十分迫切，必须让乡镇、村庄那一片片灾后重建的“新家”不再不堪一击，必须在整体设计中设置必要的救灾减灾场所，可以在重建公园中升级公园为地震中的安全岛，学校也可以升级为救灾减灾中心。必须保障生命线系统“万无一失”。要做到真正的本质安全，就应该

在总结汶川、玉树、雅安巨灾教训的基础上，制定非形式化的应急预案，着手真正的救灾物资配置，避免出现缺电、缺水、缺食物、缺药品和缺帐篷的情况。

本书具有重要的现实意义，针对农村住宅房屋抗震排查，加固及新建提供了切实可行的实施方案。这些措施简单易行、安全可靠，且经济性好，对于提高农村建筑的抗震能力、改善农民的居住条件和安全程度、规范农村建筑的抗震排查、震后修复和重建工作具有非常重要的现实价值。希望有关部门将此书广泛宣传，以提高全民的抗震防灾意识。

北京筑福国际工程技术有限责任公司总裁 董有

前 言

我国幅员辽阔，地势地形复杂，农村占地和农村人口比例都较大，农村在国民经济中的地位非常重要。我国又是一个地震大国，我国大陆地震约占世界大陆地震的 1/3。从 2008 年汶川 8.0 级特大地震至今，我国又连续发生了多次大地震（如青海玉树 7.1 级地震、雅安芦山 7.0 级地震），5 级以上的地震及余震就出现了百余次，地震多发生在青海、西藏、四川、云南、新疆等地，而这些地方往往又是农村人口比例比较大的地方。地震对建筑物的破坏是非常普遍和严重的，建筑物的破坏会造成大量的人员伤亡和财产损失。据统计，地震中 95% 的人员伤亡是因建筑物破坏所致。地震造成的经济损失和人员伤亡极其严重。

根据历次地震调研结果显示：地震造成灾害最严重的房屋是农居，其主要原因是广大农民对房屋建造知识匮乏，抗震设防意识薄弱、防震减灾意识淡薄、施工质量难以保证、房屋年久失修等。近年来，我国面临着多次地震的考验，地震造成农村人口伤亡惨重，地震对农村经济和农业发展都有着重大的影响。因此，保证农村居民的生命、财产安全，保障农村农业的稳定发展，首先考虑的应是建造安全的农居。

本书主要从农居震害排查、加固和新建三部分内容进行论述。本书介绍了地震的基本常识、抗震设防的意义以及目前农居抗震工作的现状。分析了现有农居的特点和震害现象，根据不同的破坏程度对农居进行破坏等级划分，并给出了震前房屋的自检和震后房屋排查安全情况的判定。并针对不同结构形式的房屋，给出了具体的加固方法和一些新建农居的抗震技术方案。本书有以下几个特点：

1. 内容丰富。本书包含面广，知识点比较丰富，涉及了地震的基本知识、农居的分类、农居震害的特点、农居破坏程度划分、农居震害排查与加固以及新建农居的抗震技术等多个方面。

2. 简单易懂。本书适用目标读者群更多是农村建设部门或乡村施工人员。本书语言比较简单，通俗易懂，又不失一定的专业技术性。书中附有大量的图片以解释文字部分，清楚了。

3. 创新性。以往的书籍很难看到关于农居震害排查的内容，本书结合作者的排查经验总结了关于农居震害排查的方法和标准，旨在帮助农民朋友能够快速进行震后排查，了解房屋的安全状况，避免二次危险。

通过本书的编著，一方面能培训农民的抗震意识，另一方面希望施工人员、

农民以及其他对农居感兴趣的人们，在建造农居时，应当严格遵守抗震设防要求。在农居使用过程中，要能把握房屋的安全状况，对自家的房屋要经常进行自检，发现问题要及时地进行修补或给予合理加固措施，营造一个安全可靠的住所。

本书的编制得到了中国地震局地球物理研究所高孟潭副所长、中国地震局地壳应力研究所陆鸣副所长、中国地震灾害防御中心王东明博士、中国建筑标准研究院王寒冰博士的大力支持，他们为本书的编撰提供了很多有价值的意见和建议，在此我们表示衷心的感谢。由于编写时间仓促，作者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者给予批评指正。

北京筑福国际工程技术有限责任公司技术总裁 温斌

目 录

序

前言

第1章 概述	1
1.1 地震成因	1
1.2 地震分布	2
1.3 地震烈度和震级	2
1.4 抗震设防水准	4
1.5 抗震设防的意义	5
1.6 我国农居设计相关规范	5
第2章 农居的震害调研与分类	7
2.1 农居的震害调研情况	7
2.2 农居抗震能力的现状	11
2.3 农居的分类	12
第3章 农居的结构特点及其震害	14
3.1 生土结构	14
3.1.1 生土结构房屋的特点	14
3.1.2 使用阶段缺陷	14
3.1.3 常见的震害现象	16
3.2 木结构	17
3.2.1 木结构房屋的特点	17
3.2.2 使用阶段缺陷	19
3.2.3 常见的震害现象	19
3.3 砌体结构	21
3.3.1 砌体结构房屋的特点	21
3.3.2 使用阶段缺陷	23
3.3.3 常见的震害现象	23
3.4 石结构	25
3.4.1 石结构房屋的特点	25
3.4.2 使用阶段缺陷	26
3.4.3 常见的震害现象	26

第4章 农居地震破坏等级划分标准	28
4.1 农居地震破坏等级划分	28
4.2 农居地震破坏实例分析	29
4.2.1 生土结构	30
4.2.2 木结构	31
4.2.3 砌体结构	31
4.2.4 石结构	33
4.3 影响农居地震破坏程度的因素	34
4.3.1 地震情况	34
4.3.2 场地条件	34
4.3.3 房屋本身特性	36
4.3.4 抗震设防条件	37
第5章 农居抗震排查分析	38
5.1 农居抗震排查的原因与目的	38
5.2 农居抗震排查的基本要求	39
5.3 农居抗震排查的基本流程	39
5.4 农居排查受损情况评级	40
5.5 农居抗震排查结果的基本判定	42
5.6 农居震前使用阶段的排查	43
5.7 农居震后排查	44
5.8 农居排查实例与方法	47
5.8.1 生土结构	49
5.8.2 木结构	49
5.8.3 砌体结构	50
5.8.4 石结构	52
第6章 既有农居修复与加固技术	54
6.1 概述	54
6.2 农居修复与加固标准	54
6.3 农居修复与加固方法	55
6.3.1 生土结构	55
6.3.2 木结构	56
6.3.3 砌体结构和石结构	62
第7章 新建农居抗震技术	71
7.1 常见的农居抗震技术	71
7.1.1 圈梁、构造柱	71
7.1.2 钢筋砖过梁	72

7.1.3 砖墙体转角处、交接处施工方法	72
7.1.4 墙体拉结	73
7.1.5 混凝土小型空心砌块插筋芯柱砌体	74
7.2 隐形构造柱和捆绑法	75
7.2.1 隐形构造柱	75
7.2.2 捆绑法	75
7.3 建筑隔震—基础隔震技术	76
7.3.1 新型改性沥青隔震垫(BS隔震垫)	76
7.3.2 钢筋—沥青复合隔震层	77
7.4 复合砂浆钢筋网薄层窄条带技术	79
7.5 轻钢屋盖	80
7.6 新型结构形式	81
7.6.1 钢筋混凝土结构	81
7.6.2 轻钢内骨架结构	81
参考文献	83
北京筑福国际工程技术有限责任公司简介	84

第 1 章 概 述

1.1 地震成因

地震是地壳的一种运动形式。地壳运动是自地壳形成以来地壳物质所受到的地球重心的持续作用，地壳升降方向的运动是频繁发生高级别地震的一个原因。地震根据形成因素分为构造地震、火山地震、陷落地震、诱发地震和爆破地震五类。其中，构造地震占地震总数的 90% 以上，它是由于地下深处岩石破裂、错动，把长期积累起来的能量急剧释放出来，以地震波的形式向四面八方传播出去，传到地面就会引起房摇地动，如图 1-1 所示。

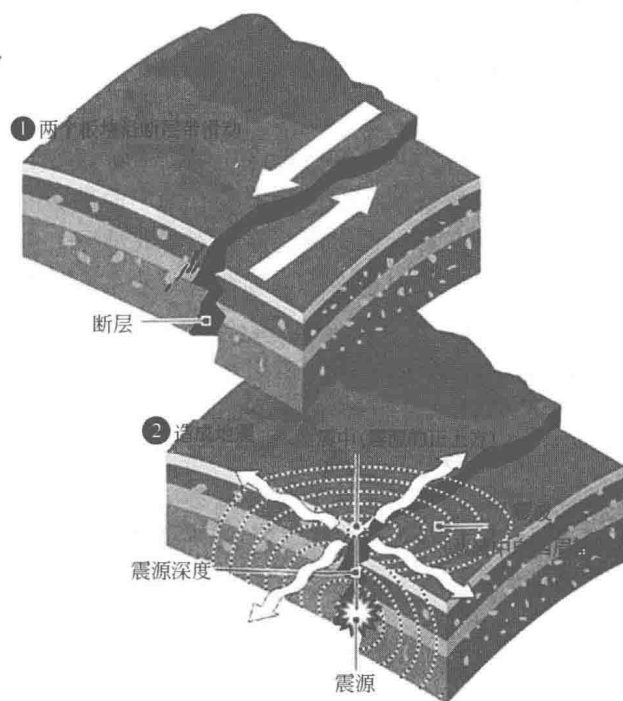


图 1-1 构造地震图

地震波发源的地方,叫作震源。震源在地面上的垂直投影,叫作震中。震中到震源的深度叫作震源深度。通常将震源深度小于70公里的叫浅源地震,深度在70~300公里的叫中源地震,深度大于300公里的叫深源地震。浅源地震大多分布于岛弧外缘、深海沟内侧和大陆弧状山脉的沿海部分。浅源地震的发震频率高,占地震总数的70%以上,所释放的地震能量占总释放能量的85%,是地震灾害的主要制造者,破坏性也最大。如1976年的唐山地震,震源深度为12公里;2008年的汶川大地震,震源深度为33公里;2010年的青海玉树地震,震源深度是14公里,它们都是浅源地震,破坏性都特别大。

1.2 地震分布

我国幅员辽阔,地势地形复杂,农村占地和人口比例都较大。同时,我国又是一个地震大国,中国大陆地震约占世界大陆地震的1/3。自2008年汶川大地震以来,5级以上的地震及余震就出现了近百次,地震灾害严重。而在这些地震灾害中,地震破坏最多的是那些抗震能力较弱的村镇建筑。地震是不可避免的,我们无能为力,但我们可以通过加强农居的抗震能力建设来抵御因地震造成的人员伤亡和经济损失,做好地震预警和抗震设防意义重大。

我国的地震活动主要分布在5个地区的23条地震带上:①台湾省及其附近海域;②西南地区,主要包括西藏、四川西部和云南中西部;③西北地区,主要包括甘肃河西走廊、青海、宁夏、天山南北麓;④华北地区,主要包括太行山两侧、汾渭河谷、阴山燕山一带、山东中部和渤海湾;⑤东南沿海主要是广东、福建等地。

我国大陆地震带多数属于板内地震,难以预测。近年来,我国破坏性的大地震有1976年的唐山大地震(M7.8)、2008年的汶川大地震(M8.0)、2010年的玉树大地震(M7.1)和2013年的芦山大地震(M7.0),青海、西藏、四川、云南等地也均有较多5级以上地震。

1.3 地震烈度和震级

地震烈度是指地震对地表及工程建筑物影响的强弱程度。在没有仪器记录的情况下,凭地震时人们的感受、地震发生后器物的反应程度、工程建筑物的破坏程度、地表的变化状况划定的一种宏观尺度。我国地震烈度如表1-1所示。

我国地震烈度表

表 1-1

烈度	在地面上人的感觉	房屋震害程度		其他震害现象
		震害现象	平均震害指数	
I	无感			
II	室内个别静止中人有感觉			
III	室内少数静止中人有感觉			悬挂物微动
IV	室内多数人、室外少数人有感觉，少数人梦中惊醒	门、窗轻微作响		悬挂物明显摆动，器皿作响
V	室内普遍、室外多数人有感觉，多数人梦中惊醒	门窗、屋顶、屋架颤动作响，灰土掉落，抹灰出现细微裂缝，有檐瓦掉落，个别屋顶烟囱掉砖		不稳定器物摇动或翻倒
VI	多数人站立不稳，少数人惊逃户外	损坏——墙体出现裂缝，檐瓦掉落，少数屋顶烟囱裂缝、掉落	0~0.10	河岸和松软土出现裂缝，饱和砂层出现喷砂冒水；有的独立砖烟囱轻度裂缝
VII	大多数人惊逃户外，骑自行车的人有感觉，行驶中的汽车驾驶员有感觉	轻度破坏——局部破坏、开裂、小修或者不需要修理可继续使用	0.11~0.30	河岸出现塌方；饱和砂层常见喷砂冒水，松软土地上地裂缝较多；大多数独立砖烟囱中等破坏
VIII	多数人摇晃颠簸，行走困难	中等破坏——结构破坏，需要修复才能使用	0.31~0.50	干硬土上易出现裂缝；大多数独立砖烟囱严重破坏；树梢折断；房屋破坏导致人畜伤亡
IX	行动的人摔倒	严重破坏——结构严重破坏，局部倒塌，修复困难	0.51~0.70	干硬土上出现许多地方有裂缝；基岩可能出现裂缝、错动；滑坡塌方常见；独立砖烟囱倒塌
X	骑自行车的人会摔倒，处不稳状态的人会摔离原地，有抛起感	大多数倒塌	0.71~0.90	山崩和地震断裂出现；基岩上拱桥破坏；大多数独立砖烟囱从根部破坏或倒毁
XI		普遍倒塌	0.91~1.00	地震断裂延续很长；大量山崩滑坡
XII				地面剧烈变化，山河改观

注：1. 表中的数量词，“个别”表示10%以下，“少数”表示10%~50%，“多数”表示50%~70%，“大多数”表示70%~90%，“普遍”表示90%以上。

2. 震害指数，将房屋震害程度用数字进行表示，通常以“1.00”表示全部倒塌，以“0”表示完好无损，中间按需要划分若干震害等级，用0~1.00之间的适当的数字来表示。

3. 平均震害指数，一个建筑物群或一定地区范围内所有建筑的震害指数的平均值，即受各级震害的建筑物所占的比率与其相应的震害指数的乘积之和。

地震震级是指地震时释放能量的多少。地震震级是根据地震仪记录的地震波的振幅进行测定的。震级等级的划分如表 1-2 所示。

震级等级划分

表 1-2

地震等级	影响程度	里氏震级	地震影响	发生频率(约)
微震	极微	<2.0	很小, 人们感觉不到, 只有仪器才能记录下来	每天 8000 次
有感地震	甚微	$2.0 \sim 2.9$	人一般没感觉, 仪器可以记录	每天 1000 次
	微小	$3.0 \sim 3.9$	常常有感觉, 但是很少会造成损失	每年 49000 次
	弱	$4.0 \sim 4.9$	室内东西摇晃出声, 不太可能造成严重损失。当地震强度超过 4.5 级时, 已足够让全球的地震仪监测得到	每年 6200 次
破坏性地震	中	$5.0 \sim 5.9$	可在小区域内对设计(建造)不佳的建筑物造成严重破坏, 但对设计(建造)优良的建筑物则只有轻度损害	每年 800 次
	强	$6.0 \sim 6.9$	可破坏方圆 160 千米以内的居住区	每年 120 次
强烈地震(大震)	甚强	$7.0 \sim 7.9$	可对更大的区域造成严重破坏	每年 18 次
特大地震	极强	$8.0 \sim 8.9$	可摧毁方圆数百千米区域内的建(构)筑物	每年 1 次
	超强	≥ 9.0		每 20 年 1 次

地震烈度是指地震在地面造成的实际影响程度, 也就是破坏程度。影响烈度的因素有震级、距震源的远近、地面状况和地层构造等, 它是根据人们的感受和地震时地表产生的变动, 还有对建筑物的影响来确定的。震级是指地震的大小, 是以地震仪测定的每次地震活动释放的能量多少来确定的。地震烈度和震级是衡量地震的两把“尺子”。一次地震只有一个震级, 而在不同的地方会表现出不同的强度, 也就是破坏程度。比如 2008 年的汶川大地震, 震级只有一个, 就是 8.0 级, 但烈度就因地而异了。像北川县县城和汶川映秀镇是 11 度, 青川县和汶川县部分地区是 10 度, 甘肃省陇南市武都区和陕西省宁强县的交界地带以及汶川部分地区是 9 度, 四川宝兴县与芦山县、陕西省略阳县与宁强县是 8 度, 雅安雨城区等是 7 度, 雷波县等是 6 度, 太原是 5 度, 北京是 2 度。一般情况下, 仅就烈度、震源和震级间的关系来说, 震级越大震源越浅, 烈度也越大。

1.4 抗震设防水准

为了节约建造资金, 避免不必要的浪费, 同时又能满足抗震的基本要求, 我国规定了抗震设防的三水准原则, 即“小震不坏、中震可修、大震不倒”。具体理解如下。

第一水准：当建筑遭受低于本地抗震设防烈度的多遇地震影响时，一般不受损坏或不需要修理即可继续使用。

第二水准：当建筑遭受相当于本地抗震设防烈度的地震影响时，可能损坏，但经一般修理或不需要修理仍可继续使用。

第三水准：当建筑遭受高于本地抗震设防烈度的罕遇地震影响时，不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。

1.5 抗震设防的意义

近年来，地震对建筑物破坏的后果仍历历在目，建筑物所遭受的破坏造成了大量的人员伤亡和财产损失。据统计，地震中95%的人员伤亡均因建筑物破坏所导致。特别是近年来，我国多发地震，农村人口伤亡惨重。地震对农村经济和农业发展都有着重大的影响。因此，保证农村居民的生命、财产安全，保障农村农业稳定的发展生产，更重要的是建造安全的农居。在建筑设计中，必须使建筑物符合一定的抗震等级要求，才能保证地震时人员的安全，减少地震造成的危害。因此，在设计、施工中按抗震设防要求和抗震设计规范进行抗震设防，提高抗震能力，营建安居工程，保证工程安全，是发展的长远之本。

由于农民抗震意识薄弱、技术条件有限，农居一般都是根据自家房屋的使用情况 and 经济条件自行建设。所以在农居建设时可能会出现一系列问题，如未经正规设计、材料强度较低、结构整体性差、各部分之间连接薄弱、基础与地基之间处理不当、施工质量没保障等问题。因此，针对农居建筑使用阶段的安全隐患排查、震后排查、农居存在的安全问题、采用什么样的加固措施或采用什么样的新建结构将成为农居抗震排查与加固的一项重要和艰巨的任务，本书将针对这些问题进行一一阐述。

1.6 我国农居设计相关规范

从2008年的汶川大地震到2010年的青海玉树大地震，这两次灾难性的地震发生以后，我国逐步开始关注村镇居民建筑的抗震情况，对农居加固和新建技术开始重视，对现有的抗震规范也做了相应修改。目前，针对农村地区房屋建设和安全性检查，我国现有可参考的相关标准主要有：

《镇(乡)村建筑抗震技术规程》(JGJ161:2008)；

《既有村镇住宅建筑抗震鉴定和加固技术规程》(CECS325:2012)；

《建筑抗震设计规范(附条文说明)》(GB 50011:2010)；

《砌体结构设计规范》(GB50003:2011)；

《混凝土结构设计规范》(GB50010: 2010);
《建筑结构荷载规范》(GB50009: 2012);
《建筑抗震鉴定标准》(GB50023: 2009);
《地震现场工作 第3部分 调查规范》(GB/T 18208.3: 2011);
《房屋危险鉴定标准》(JGJ125: 2004)。

以上这些标准规定了农居建造的荷载取值、建造原则、建造方法、施工建议、抗震评估、鉴定内容、鉴定方法等相关方面,使农居房屋在抗震排查加固及建造时做到有章可循。

另外,我国还制定了震后评估的划分标准。如《建(构)筑物地震破坏等级划分》(GB/T24335: 2009),该标准规定了建(构)筑物地震破坏等级划分的原则和方法。适用于地震现场震害调查、灾害损失评估、烈度评定、建(构)筑物安全鉴定,以及震害预测和工程修复等工作。《生命线工程地震破坏等级划分》(GB/T 24336: 2009),规定了生命线工程地震破坏等级划分的规定,适用于地震现场震害调查、灾害损失评估、烈度评定,以及震害预测和工程修复等工作。