ICS 13.340.01

GB ××××—××××

中华人民共和国国家标准

CCSC 73

××××-××-××实施

××××-××-××发布

自然灾害综合风险评估技术规范

第1部分：房屋建筑

Specification for comprehensive disaster risk assessment-part 1: buildings

（征求意见稿）

GB ××××—××××

中华人民共和国国家标准

目 次

[前 言 III](#_Toc28795)

[引 言 IV](#_Toc21611)

[1 范围 1](#_Toc20179)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc23714)

[3 术语和定义 1](#_Toc11535)

[4 评估基本内容 3](#_Toc27761)

[4.1 评估对象 3](#_Toc12360)

[4.2 评估内容 3](#_Toc7420)

[4.3 评估基本单元 3](#_Toc23018)

[5 总体原则 3](#_Toc22255)

[5.1 科学性 3](#_Toc19872)

[5.2 客观性 3](#_Toc17601)

[5.3 可行性 3](#_Toc8305)

[5.4 动态性 3](#_Toc4636)

[6 评估流程与方法 3](#_Toc5911)

[6.1 数据准备 4](#_Toc420)

[6.2 数据质量控制 4](#_Toc32560)

[6.3 评估方法 4](#_Toc4577)

[6.4 自然灾害房屋建筑综合风险评估与制图 6](#_Toc12035)

[7 成果管理 7](#_Toc12913)

[7.1 文本 7](#_Toc18520)

[7.2 图件 7](#_Toc21499)

[7.3 数据 8](#_Toc32571)

[附　录　A （资料性） 自然灾害房屋建筑综合风险评估技术报告格式 9](#_Toc12401)

[A.1 封面 9](#_Toc27549)

[A.2 封二 9](#_Toc22178)

[A.3 目录 9](#_Toc25900)

[A.4 前言 9](#_Toc6961)

[A.5 正文 9](#_Toc8935)

[A.6 封底 9](#_Toc25192)

[A.7 附件 9](#_Toc25641)

[A.8 报告格式 10](#_Toc4484)

[附　录　B （资料性） 数据准备清单 13](#_Toc22346)

[附　录　C （资料性） 单灾种危险性等级分级依据 14](#_Toc11109)

[C.1 考虑场地效应的地震危险性评估 14](#_Toc20995)

[C.2 洪水危险性评估等级 14](#_Toc31691)

[C.3 地质灾害危险性评估等级 14](#_Toc21048)

[C.4 台风危险性评估等级 15](#_Toc3473)

[C.5 风雹灾害危险性评估等级 15](#_Toc12762)

[C.6 雪灾危险性评估等级 16](#_Toc19316)

[附　录　D （资料性） 房屋建筑自然灾害脆弱性分级 17](#_Toc3829)

[附　录　E （资料性） 自然灾害综合危险性房屋建筑暴露量统计表 18](#_Toc26737)

[参 考 文 献 19](#_Toc12594)

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。

本文件由全国应急管理与减灾救灾标准化技术委员会(SAC/TC 307)提出并归口。

本文件起草单位：北京师范大学、中国建筑科学研究院、清华大学、北京科技大学。

本文件起草人：

本文件为首次发布。

引 言

房屋建筑的安全关系到人民生命财产安全，科学评估房屋建筑面临地自然灾害综合风险，对于从源头上防范化解房屋建筑安全风险具有重要意义。

为规范我国房屋建筑综合灾害风险评估工作，制定“自然灾害房屋建筑综合风险评估技术标准”，提出多种自然灾害作用下房屋建筑综合风险评估全过程的规范性要求和技术方法，为提高我国房屋建筑综合风险评估的规范性、系统性和科学性，提升风险评估对房屋建筑安全的支撑作用。

本规范首次规定了适用于我国自然灾害房屋建筑综合风险评估的术语、评估指标体系、技术方法和结果表达等内容，有助于我国房屋建筑综合风险评估工作更加科学化与规范化，识别自然灾害房屋建筑高风险区。

自然灾害房屋建筑综合风险评估技术标准

1. 范围

本文件规定了自然灾害房屋建筑综合风险评估的基本要求和评估方法，提出了基本流程，以及数据准备及质量控制、风险评估、风险评估报告编制等主要阶段的方法和要求。

本文件适用于我国县级行政单元及以上区域自然灾害房屋建筑综合风险评估。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 12343.1-2008 国家基本比例尺地图编绘规范

GB/T 18317-2009 专题地图信息分类与代码

GB/T 20257.3-2017 国家基本比例尺地图图式

GB/T 23694 风险管理术语

GB/T 24354-2009 公共地理信息通用地图符号

GB/T 24438.1-2009 自然灾害灾情统计 第1部分：基本指标

GB/T 26376-2010 自然灾害管理基本术语

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* 1.

自然灾害 natural disaster

由自然因素造成人类生命、财产、社会功能和生态环境等损害的事件或现象，包括地震灾害、地质灾害、气象灾害、洪水灾害、海洋灾害、森林或草原火灾等。

[GB/T 26376-2010，定义2.1]

* 1.

 孕灾环境 disaster-formative environment

由自然与人文环境所组成的综合地球表层环境以及在此环境中的一系列物质循环、能量流动以及信息与价值流动的过程—响应关系。

[MZ/T 027-2011，定义3.4]

* 1.

致灾因子 hazard

可能造成人员伤亡、财产损失、资源与环境破坏、社会系统混乱等孕灾环境中的异变因子。

[MZ/T 027-2011，定义3.5]

* 1.

承灾体 exposure

承受灾害的对象。

[MZ/T 027-2011，定义3.6]

* 1.

房屋建筑 building

房屋建筑是指有基础、墙、顶、门、窗，能够遮风避雨，供人在内居住、工作、学习、娱乐、储藏物品或进行其他活动的空间场所。包括所有城镇房屋建筑（分为住宅和非住宅）和所有农村房屋建筑（分为住宅和非住宅）。

* 1.

自然灾害风险 natural disaster risk

以自然变异为主因导致的未来不利事件发生的可能性及其损失。

[MZ/T 031-2012，定义2.2]

* 1.

综合自然灾害风险 comprehensive disaster risk

由地震、洪水、台风、干旱等多种自然致灾因子造成的自然灾害风险总和。

[MZ/T 051-2014，定义3.2]

* 1.

自然灾害房屋建筑综合风险 comprehensive disaster risk of buldings

由多种自然致灾因子造成的房屋建筑的自然灾害风险总和。

* 1.

自然灾害综合风险图 comprehensive disaster risk map

表征某一地区综合自然灾害风险程度高低分级的专题地图。

[MZ/T 051-2014，定义3.3]

* 1.

灾害风险评估 disaster risk assessment

对可能发生的灾害及其造成的后果进行评定和估计。

[GB/T 26376-2010，定义4.8]

* 1.

灾害暴露 disaster exposure

暴露于自然灾害的承灾体数量或价值。

1. 评估基本内容
	1. 评估对象

自然灾害房屋建筑综合风险评估对象为评估区域内调查的房屋建筑。

* 1. 评估内容

自然灾害房屋建筑综合风险评估内容包括地震、洪水、地质灾害、台风、风雹、雪灾六个灾种导致的房屋建筑综合风险等级及综合灾害暴露。

* 1. 评估基本单元

全国自然灾害房屋建筑综合风险评估的基本单元建议宜为县级，省、市、县的评估基本单元建议为乡镇。

1. 总体原则
	1. 科学性

应充分考虑我国不同地区房屋建筑的特点和设防情况，制定科学合理的评估方法，完成自然灾害房屋建筑综合风险评估。

* 1. 客观性

对数据来源、数据精度及数据质量进行明确表述，保证评估所用数据真实可信，自然灾害房屋建筑综合风险评估结果客观反映实际情况。

* 1. 可行性

在满足科学性和客观性基础上，评估方法的确定应充分考虑评估所需数据的可获取性，保证开展自然灾害房屋建筑综合风险评估的顺利开展。

* 1. 动态性

根据本区域房屋建筑的变化、灾害等级的变化及和风险评估技术、方法的不断发展，动态更新风险评估结果；根据法律法规要求及房屋建筑风险评估结果，及时落实风险管控责任，开展风险减缓、监测、预警、分担等处置措施；根据风险处置情况和本区域风险的新情况。

1. 评估流程与方法

自然灾害房屋建筑综合风险评估基本流程一般包括数据准备、数据质量控制、房屋建筑综合风险评估、自然灾害房屋建筑综合风险制图与报告编制阶段。基本流程见图1。



1. 自然灾害房屋建筑综合风险评估基本流程
	1. 数据准备

自然灾害房屋建筑综合风险的评估所需数据应包括基础地理信息数据、单灾种房屋建筑灾害损失数据、单灾种危险性评估数据、房屋建筑数据，详见附录B。基础地理信息数据应包括国界、省界、地市界、县界、乡界等政区界线。单灾种历史灾害损失数据应包含各灾种造成的严重损坏房屋间数和倒塌房屋间数。单灾种危险性评估数据应为划分为四级的危险性等级数据，划分方法建议依据附录C。房屋建筑数据应包括用以评估房屋建筑自然灾害脆弱性的属性数据及位置轮廓。

* 1. 数据质量控制

针对获取的房屋建筑调查基础数据，开展评估所需数据的完备性检验。

综合性审核内容包括可读性审核、完整性审核、规范性审核、合理性审核、一致性审核 5 大方面，分别从数据清单、空间特征、属性指标三个审核类目角度进行综合性审核。具体审核规则编码及审核内容要求如下：

（1）可读性审核 对汇交数据是否能够正常打开、浏览等进行审核。

（2）完整性审核 对数据清单中的汇交范围、数据级别、文件组成等进行审核，对属性指标的属性值是否 完整进行审核。

（3）规范性审核 对数据清单的数据格式规范性进行审核，对空间特征的空间坐标系、矢量数据类型、空 间分辨率等进行审核，对属性指标的名称、数据类型等进行审核。

（4）合理性审核 对数据清单的要素重复性进行审核，对空间特征的数据位置合理性、拓扑关系合理性等 进行审核，对属性指标的值域范围、枚举值、经纬度值等合理性进行审核。

（5）一致性审核 对空间特征的点面位置关系一致性进行审核，对属性指标内、属性指标间的逻辑关系一致性等内容进行审核。

* 1. 评估方法

房屋建筑自然灾害综合风险评估方法包括风险等级评价法和暴露分析评价法。

* + 1. 风险等级评价法
			1. 房屋建筑单体自然灾害综合风险等级

应根据暴露度（*E*）、脆弱性（*V*）和致灾因子（*H*）按照式（1）计算单栋房屋自然灾害综合风险值*R*，并按照四舍五入取整后按表1确定房屋建筑单体自然灾害综合风险等级。

 $R=\sum\_{i=1}^{n}(R\_{i}×W\_{i})=\sum\_{i=1}^{n}\left\{\left(H\_{i}×V\_{i}\right)×E\_{i}×W\_{i}\right\}$ （1）

式中，

*R*为单栋房屋自然灾害综合风险值。

*Ri*为单栋房屋在第*i*个单灾种下的风险值。

*n*为考虑的单灾种数量，本文件考虑地震、洪水、台风、地质灾害、风雹、雪灾六个灾种。各地区开展评估工作时可依据当地实际情况进行调整。

*Hi*为单栋房屋对应的第*i*个单灾种的危险性等级值，分别由负责地震、洪水、台风、地质灾害、风雹和雪灾等各灾种危险性评估的行业部门提供相关数据结果，并按要求分为“高、中高、中低、低”四个等级，取值分别为1、2、3、4。

*Vi*为第*i*个单灾种下的房屋建筑脆弱性。依照脆弱性分为“高、中高、中低、低”四个等级，取值分别为1、2、3、4。脆弱性分级建议依据房屋建筑调查信息根据附录D表D.1确定。

*E*i为第*i*个单灾种下房屋建筑暴露度，评估对象为单栋房屋，取值为1。

*Wi*为第*i*个单灾种的权重，可依据公式（2）计算并结合专家打分法进行修正：

$W\_{i}$*=*$L\_{i}$*/*$\sum\_{i=1}^{n}L\_{i}$（2）

式中，$L\_{i}$为1978年至今全国（或省、市、县）历史灾情数据中第*i*个单灾种造成的倒塌及严重损坏房屋间数。若评估区域的房屋建筑历史灾情数据不足，可采用上一级行政单元房屋建筑历史灾情数据。

$H\_{i}×V\_{i}$应依据表1所示风险矩阵进行计算。

表1 灾害风险分级矩阵

|  |  |
| --- | --- |
| **自然灾害房屋建筑风险等级*R*** | **脆弱性等级*V*** |
| 高 | 中高 | 中低 | 低 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **自然灾害危险性等级*H*** | 高 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 中高 | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 中低 | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 低 | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 注1：自然灾害房屋建筑单灾种风险等级分值*R*为致灾因子危险性*H*和脆弱性*V*相乘的结果。注2：风险等级分值*R*划分为五个等级并赋予五种颜色，表示自然灾害房屋建筑单灾种风险的五个等级：棕红色（R：192，G：0，B：0）代表高风险，表示为I级；红色（R：255，G：0，B：0）代表中高风险，表示为II级；橙色（R：255，G：192，B：0）代表中风险，表示为III级；黄色（R：255，G：255，B：0）代表中低风险，表示为IV级；绿色（R：0，G：176，B：80）代表低风险，表示为V级。 |

* + - 1. 行政单元房屋建筑自然灾害综合风险等级

在得到单栋房屋综合风险等级评估结果后，县级/乡镇单元自然灾害房屋建筑综合风险等级可按照公式（3）确定。

$R$*=*$\sum\_{i=1}^{n}(A\_{i}×R\_{i}）$*/*$\sum\_{i=1}^{n}A\_{i}$（3）

式中$R$为县级/乡镇单元的房屋建筑综合风险等级，四舍五入取整，取值范围为1-16。建议采用分位数分级方法进一步将风险等级划分为五级，本规范中设定分级标准如表2所示，共划分为5级。各地区开展评估工作时可依据当地实际情况进行调整。

*n*为乡镇房屋数量；

$A\_{i}$为第*i*个房屋建筑的建筑面积；

$R\_{i}$为第*i*个房屋建筑的综合风险等级。

表2 分位数分级法

|  |  |
| --- | --- |
| 指标数值区间 | 风险等级 |
| (0, 5%] | 低 |
| (5，25%] | 中低 |
| (25, 75%] | 中 |
| (75, 95%] | 中高 |
| (95, 100%] | 高 |

* + 1. 暴露分析法

依据各致灾因子分级结果*Hi*，结合各灾害房屋建筑历史损失权重值*Wi*，可计算评估对象单元内的综合致灾强度：

$IH= \sum\_{i=1}^{n}(W\_{i}×H\_{i})$ （4）

式中，*IH*为多致灾因子综合危险性；

*n*为考虑的单灾种数量，在本文件中考虑地震、洪水、台风、地质灾害、风雹、雪灾六个灾种；各地区开展评估工作时可依据当地实际情况进行调整。

*Wi*为第*i*个单灾种的权重；

*Hi* 为第*i*个单灾种危险性等级（单灾种危险性空值区域的危险性等级设为最低）。计算结果*IH*为1~4之间的数，经四舍五入后，即获得综合致灾危险性等级，依据综合致灾危险性等级，分别统计暴露在不同危险性等级下的房屋建筑暴露量。其中，*IH*按如下规则分级：*IH*值为1代表高综合危险性（Ⅰ级）；IH值为2代表中高综合危险性（Ⅱ级）；*IH*值为3代表中低综合危险性（Ⅲ级）；*IH*值为4代表低综合危险性（Ⅳ级）。

暴露量指标建议采用房屋建筑栋数、房屋建筑套数、房屋建筑建筑面积、房屋建筑重置成本等，如附录E表E.1所示。

* 1. 自然灾害房屋建筑综合风险评估与制图
		1. 自然灾害房屋建筑综合风险评估

基于确定的指标体系和单灾种行业部门提供的自然灾害危险性等级，采用风险等级评价法和暴露分析评价法，开展自然灾害房屋建筑综合风险评估，全国评估建议宜以县级为评估单元，省、市、县级评估宜以乡镇为评估单元，得到房屋建筑单体和给定评估单元的自然灾害房屋建筑综合风险等级及综合灾害暴露量。

* + 1. 自然灾害房屋建筑综合风险制图

根据自然灾害房屋建筑综合风险评估结果进行分级，并编制自然灾害房屋建筑综合风险等级图。制图单元宜为行政单元。

1. 成果管理
	1. 文本

宜以文字报告形式反映的自然灾害房屋建筑综合风险评估结果，评估报告格式可参考附录A。

* 1. 图件

房屋建筑单体自然灾害综合风险等级图、行政单元自然灾害房屋建筑综合风险等级图应在特定比例尺和特定行政范围的地图中，直观、清晰、便于理解地突出自然灾害危险性、房屋建筑的自然灾害风险核心内容。

* + 1. 数学基础

地理底图的定位参考系统为：

（1）平面坐标系统采用CGS 2000国家大地坐标系。

（2）高程基准采用 1985 国家高程基准，高程计量单位为米。

（3）1:100万比例尺地图采用等角割圆锥双标准纬线投影。1:25万及更大比例尺地图宜采用高斯克吕格投影。

* + 1. 底图要素

底图要素包括应各级政府所在地地名和点位、境界线、地形、水系、交通等。地图要素的详细程度（如所包括的行政级别及河流级别等）可根据特定行政范围和特定比例尺进行调整，对应符号尺寸也可根据实际需要进行微调。参照GB/T 20257.3-2017和 GB/T 12343.1-2008 的规定。

* + 1. 专题要素制图
			1. 制图单元

根据各个自然灾害专题内容的特点，制图最小单元可以是地貌单元、网格等；也可以是行政单元，例如省、县、乡等行政单元。

* + - 1. 制图表达方法

通过点、线、面、体等地图符号对风险评估特征要素的空间分布进行制图表达。符号样式宜参照各单灾种行业部门的相关规范。符号的颜色可根据底图要素的颜色进行配置，应与底图要素为互补色，以突出专题符号的明辨性和警示性。承灾体符号样式宜参照住房与城乡建设等部门相关规范。

不同要素类型符号出现重叠时，重要数据的符号可以压盖次要数据的符号；点状符号压盖线状和面状符号，线状符号压盖面状符号等。符号尺寸可根据实际需要进行细微调整。

* 1. 数据

数据成果应包含自然灾害房屋建筑综合风险等级评估结果、自然灾害房屋建筑综合灾害暴露量统计表。

1. （资料性）
自然灾害房屋建筑综合风险评估技术报告格式

A.1 封面

封面书写内容包括：

——自然灾害房屋建筑综合风险评估技术报告

——委托单位名称

——报告编制日期

A.2 封二

封二书写内容包括：

——承担单位负责人

——任务负责人

——技术负责人

——报告编写人员

——主要参与人员

——审核人员

A.3 目录

报告应有目录页，置于前言之前。

A.4 前言

前言包括任务来源、任务工作背景、任务目的意义、任务工作内容和主要成果简介等。

A.5 正文

技术报告正文编写内容大纲如下：

——第1章“区域概况”：内容包括政区、自然环境状况、经济社会概况、历史灾害概况等；

——第2章“房屋建筑基础数据分析”：内容包括对房屋建筑调查数据的基础性分析，如房屋建筑数量，不同房屋结构类型占比，不同年代修建房屋建筑占比等；

——第3章“房屋建筑风险等级评估”：内容包括评估指标体系、评估方法、评估结果及其图件；

——第4章“房屋建筑暴露分析评估”：内容包括评估指标体系、评估方法、评估结果及其暴露量；

——第5章“总结”：内容包括房屋建筑综合风险评估结果、特征。

A.6 封底

印刷版报告宜有封底。封底可放置任务承担单位的名称和地址或其他相关信息，也可以为空白页。

A.7 附件

包括与自然灾害房屋建筑综合风险评估相关的技术资料等。

A.8 报告格式

自然灾害房屋建筑综合风险评估技术报告文本外形尺寸为A4（210mm\*297mm）。

自然灾害房屋建筑综合风险评估技术报告格式见图A.1、图A.2。

|  |
| --- |
| XX自然灾害房屋建筑综合风险评估技术报告（一号黑体加粗）**委托单位**（二号黑体加粗）**报告编制日期**（三号黑体加粗） |

图A.1 封面格式

自然灾害房屋建筑综合风险评估技术报告正文格式见图A.2。

|  |
| --- |
| 一、区域概况（三号黑体）政区、自然环境状况、经济社会概况、历史灾害概况等。（宋体小四）二、房屋建筑基础数据分析对房屋建筑调查数据的基础性分析，如房屋建筑数量，不同房屋结构类型占比，不同年代修建房屋建筑占比等。三、房屋建筑风险等级评估评估指标体系、评估方法、评估结果及其图件。四、房屋建筑暴露分析评估评估指标体系、评估方法、评估结果及其暴露量。五、总结房屋建筑综合风险评估结果、特征，房屋建筑综合风险防范建议。 |

图A.2 自然灾害房屋建筑综合风险评估技术报告正文格式

1. （资料性）
数据准备清单

表B.1规定了房屋建筑自然灾害综合风险评估数据准备清单，使用者可依据当地特色进行适应性调整。

表B.1 房屋建筑自然灾害综合风险评估数据准备清单

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 数据格式 | 建议数据精度 | 建议数据来源 |
| 基础地理信息 | 各级行政区划界限 | 矢量或栅格 | -- | 自然资源部门 |
| 历史灾损调查数据 | 地震灾害房屋建筑历史灾情 | 矢量或栅格 | 事件、年度 | 应急管理部门 |
| 洪水灾害房屋建筑历史灾情 | 矢量或栅格 | 事件、年度 | 应急管理部门 |
| 台风灾害房屋建筑历史灾情 | 矢量或栅格 | 事件、年度 | 应急管理部门 |
| 地质灾害房屋建筑历史灾情 | 矢量或栅格 | 事件、年度 | 应急管理部门 |
| 风雹灾害房屋建筑历史灾情 | 矢量或栅格 | 事件、年度 | 应急管理部门 |
| 雪灾房屋建筑历史灾情 | 矢量或栅格 | 事件、年度 | 应急管理部门 |
| 单灾种危险性评估数据 | 考虑场地效应的地震危险性评估结果（4个等级） | 矢量或栅格 | 30弧秒网格 | 地震部门 |
| 洪水危险性评估结果（4个等级） | 矢量或栅格 | 30弧秒网格 | 水利部门 |
| 地质灾害危险性评估结果（4个等级） | 矢量或栅格 | 30弧秒网格 | 地质部门 |
| 台风危险性评估结果（4个等级） | 矢量或栅格 | 30弧秒网格 | 气象部门 |
| 风雹灾害危险性评估结果（4个等级） | 矢量或栅格 | 30弧秒网格 | 气象部门 |
| 雪灾危险性评估结果（4个等级） | 矢量或栅格 | 30弧秒网格 | 气象部门 |
| 房屋建筑数据 | 房屋建筑属性及位置轮廓 | 矢量及矢量属性 | 单栋 | 住建部门 |

注：房屋建筑数据建议包含字段：建造年代、是否经过专业设计、是否经过抗震加固、有无裂缝变形倾斜、安全鉴定等级（农村房屋）。

1. （资料性）
单灾种危险性等级分级依据

C.1 考虑场地效应的地震危险性评估

根据年超越概率10-4的地震动峰值加速度（$a\_{x}$），将场地地震危险性分为四级。

1级（$a\_{x}\geq 760$gal）；

2级（$380\leq a\_{x}＜760$gal）；

3级（$190\leq a\_{x}＜380$gal）；

4级（$a\_{x}＜190$gal）。

C.2 洪水危险性评估等级

风险等级用于表征区划分析模型中各计算单元以及洪水风险区划图中不同区域（块）的洪水风险程度。风险等级共分为低风险、中风险、高风险、极高风险4个级别。计算单元的风险等级以“综合风险度（R）”为指标，按以下规则进行确定：

R< 0.15为“低风险（4级）”，0.15 ≤R< 0.5 为“中风险（3级）”，0.5 ≤R<1为“高风险（2级）”，R≥1为“极高风险（1级）”。基本风险度矩阵见表C.1：

表C.1 基本风险度矩阵表

|  |  |
| --- | --- |
| 洪水频率（重现期，年） | 当量水深（m） |
| 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 |
| 5 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 |
| 10 | 0.25 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2.0 | 2.25 | 2.5 |
| 20 | 0.125 | 0.25 | 0.375 | 0.5 | 0.625 | 0.75 | 0.875 | 1.0 | 1.125 | 1.25 |
| 50 | 0.075 | 0.15 | 0.225 | 0.3 | 0.375 | 0.45 | 0.525 | 0.6 | 0.675 | 0.75 |
| 100 | 0.025 | 0.05 | 0.075 | 0.1 | 0.125 | 0.15 | 0.175 | 0.2 | 0.225 | 0.25 |
| 200 | 0.0125 | 0.025 | 0.0375 | 0.05 | 0.0625 | 0.075 | 0.0875 | 0.1 | 0.1125 | 0.125 |

注：基本风险度是指在只考虑单一洪源和单个洪水频率下计算得到的综合风险度（R）值及其对应的风险等级。

综合风险度R值及洪水风险等级划分成果应覆盖全部洪水风险区划对象范围及制图区域。经各频率洪水（或暴雨）的洪水风险分析计算均不形成淹没或有效积水（即最大淹没水深大于0.05m）的区域，其洪水风险等级可直接确定为低风险。

C.3 地质灾害危险性评估等级

在地质灾害易发性评价基础上，结合10年一遇、20年一遇、50年一遇、100年一遇降雨工况或基本地震、多遇地震、罕遇地震工况，及地质灾害发育特征，通过定性或定量方法分别进行地质灾害危险性评价。地震动峰值加速度取值按照GB18306执行。地质灾害危险性划分为极高（1级）、高（2级）、中（3级）、低（4级）四个等级。

C.4 台风危险性评估等级

根据台风危险性指标值分布特征，将危险性分为四个等级（表C.2），其中等级1和4的阈值可根据实际数据分布特征进行适当调整。

表C.2 台风风雨因子致灾危险性等级划分标准\*

| 危险性等级值 | 标准 |
| --- | --- |
| 1级 | $$Hazard\geq \left(ave+s\right)$$ |
| 2级 | $$\left(ave+0.5\*s\right)\leq Hazard<\left(ave+s\right)$$ |
| 3级 | $$\left(ave-0.5\*s\right)\leq Hazard<\left(ave+0.5\*s\right)$$ |
| 4级 | $$Hazard<\left(ave-0.5\*s\right)$$ |

\*$ave、s$为所有统计单元内危险性为非0值集合的平均值和标准差。

C.5 风雹灾害危险性评估等级

基于大风危险性指数，对致灾因子危险性进行四等级空间单元的划分。可根据评估区域平均危险性水平值$ave$倍数法划分等级（表C.3），也可使用其他百分位法、自然断点法等方法划分等级。

表C.3 大风灾害危险性评估等级划分标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 危险性等级值 | 级别含义 | 划分原则 |
| 1级 | 高危险性 | $$\left[ave,\left.+\infty \right)\right.$$ |
| 2级 | 较高危险性 | $$\left[2\*ave,\left.5\*ave\right)\right.$$ |
| 3级 | 中等危险性 | $$\left[ave,\left.2\*ave\right)\right.$$ |
| 4级 | 低危险性 | $$\left[0,\left.ave\right)\right.$$ |

计算评估区域内冰雹危险性指数的平均值$ave$,依据表C.4的划分原则将危险性划分为4级，绘制评估区域的冰雹灾害危险性指数和等级分区图。各地可根据实际对划分标准进行调整，也可利用自然断点法、百分位法进行等级划分。

表C.4 冰雹灾害危险性评估等级划分标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 危险性级别 | 级别含义 | 划分原则 |
| 1级 | 高危险性 | $$\left[2\*ave,\left.+\infty \right)\right.$$ |
| 2级 | 较高危险性 | $$\left[1.5\*ave,\left.2.5\*ave\right)\right.$$ |
| 3级 | 中等危险性 | $$\left[ave,\left.1.5\*ave\right)\right.$$ |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 4级 | 低危险性 | $$\left[0,\left.ave\right)\right.$$ |

C.6 雪灾危险性评估等级

应依据表C.5划分原则和危险性指标值分布特征，综合考虑地形地貌、区域气候特征、流域等，将危险性分为四个等级。

表C.5 雪灾致灾危险性等级划分标准

| 危险性等级值 | 标准 |
| --- | --- |
| 1级 | $$Hazard\geq \left(ave+s\right)$$ |
| 2级 | $$\left(ave+0.5\*s\right)\leq Hazard<\left(ave+s\right)$$ |
| 3级 | $$\left(ave-0.5\*s\right)\leq Hazard<\left(ave+0.5\*s\right)$$ |
| 4级 | $$Hazard<\left(ave-0.5\*s\right)$$ |

\*$Hazard$为危险性指数，$ave$ 和$s$为所有统计单元内危险性为非0值集合的平均值和标准差。

1. （资料性）
房屋建筑自然灾害脆弱性分级

表D.1规定了房屋建筑自然灾害脆弱性的建议分级方法，使用者可依据实际情况进行调整。

表D.1 房屋建筑自然灾害脆弱性的分级方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 脆弱性等级 | 脆弱性等级赋值 | 城市 | 农村 |
| 高 | 1 | 非专业设计且未抗震加固过的房屋 | 经过安全鉴定评为C或D级的结构；有裂缝变形倾斜的结构；2000年以前建造、非专业设计且未抗震加固过的结构 |
| 中高 | 2 | 有裂缝变形倾斜的结构；1980年前专业设计或抗震加固过的结构 | 2001-2010年建造、非专业设计且未抗震加固过的结构 |
| 中低 | 3 | 1981-1990年专业设计的或经过抗震加固过的结构 | 经过安全鉴定评为A或B级的结构；2011年以后建造、非专业设计且未抗震加固过的结构 |
| 低 | 4 | 1991年以后专业设计或抗震加固过的结构 | 专业设计或抗震加固过的结构 |

1. （资料性）
自然灾害综合危险性房屋建筑暴露量统计表

表E.1规定了建议采用的自然灾害综合危险性房屋建筑暴露量统计表，使用者可依据当地特色进行适应性调整。

表E.1 自然灾害综合危险性房屋建筑暴露量统计表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | I（高） | II（中高） | III（中低） | IV（低） |
| 房屋建筑栋数（栋） |  |  |  |  |
| 房屋建筑套数（套） |  |  |  |  |
| 房屋建筑面积（平方米） |  |  |  |  |
| 房屋建筑重置成本（万元） |  |  |  |  |

参 考 文 献

1. 史培军. 灾害风险科[M]. 北京师范大学出版社，2016.
2. GB 50011 建筑抗震设计规范[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2016.
3. GB 18306 中国地震动参数区划图[S]. 北京：中国标准出版社，2015.
4. GB 50223 建筑工程抗震设防分类标准[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2008.
5. MZ/T 027-2011 自然灾害风险管理基本术语
6. MZ/T 031-2012 自然灾害风险分级方法
7. MZ/T 051-2014 综合自然灾害风险图（1:100000）制图规范
8. Jing Zhao, Kai Liu & Ming Wang (2020) Exposure analysis of Chinese railways to multihazards based on datasets from 2000 to 2016[J], Geomatics, Natural Hazards and Risk, 11:1, 272-287, DOI: 10.1080/19475705.2020.1714753