



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 44011—XXXX

## 自然灾害综合风险评估技术规范 第2部分：公路

Technical specification for comprehensive risk assessment of natural disasters —  
Part 2: Highways

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2026年2月)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

# 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 评估要求 .....	2
5 评估内容 .....	2
6 评估流程 .....	2
7 评估方法 .....	5
8 评估成果形式 .....	9
附录 A（资料性） 单灾种权重建议计算方法 .....	12
附录 B（资料性） 公路自然灾害综合风险评估技术报告内容 .....	13
参考文献 .....	14

## 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。

本文件是GB/T 44011《自然灾害综合风险评估技术规范》的第2部分。GB/T 44011 已经发布了以下部分：

——第1部分：房屋建筑

——第2部分：公路

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出。

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）归口。

本文件起草单位：北京师范大学、交通运输部路网监测与应急处置中心、应急管理部国家减灾中心、北京交通大学、东南大学、西南交通大学、交通运输部公路科学研究院、交通运输部规划研究院。

本文件主要起草人：杨赛霓、汪明、杨峰、虞丽云、赵飞、张正涛、董春娇、陆建、闫学东、方靖、熊志华、黄全胜、刘凯、赵越超、李明君、史莹莹、王智昊、姚可桢、张子扬、马继辉。

## 引 言

我国灾害种类多、分布地域广、发生频率高，对公路基础设施的安全性构成了严峻挑战。近年来，广东梅大高速塌方、陕西丹宁高速水毁以及贵州厦蓉高速猴子河特大桥垮塌等重特大灾害事件，凸显了公路面临的多灾种复合性综合风险挑战。公路作为现代综合交通运输体系的中枢，其受损不仅直接导致财产损失，更会引发社会经济功能的连锁反应。传统的风险评估多侧重于单一灾种，缺乏从多灾种复合作用角度对公路设施进行综合性评估的技术方法体系。

2020—2023年开展的第一次全国自然灾害综合风险普查，完成了全国公路设施单体的调查、单灾种风险评估与区划、综合风险评估与区划，相关成果在服务公路行业发展方面发挥了较好作用。本标准以普查建立的技术标准体系为基础，结合交通行业防灾减灾的实际需求与实践经验，确立了公路自然灾害综合风险的规范性评估准则。GB/T 44011拟由以下部分构成：

- 第1部分：房屋建筑（已发布）。
- 第2部分：公路。

本标准以公路设施单灾种风险评估结果为基础，重点提出了公路设施单体多灾种、区域综合风险评估流程与技术方法，规范公路自然灾害综合风险评估，为实施公路设施单体精细化防治，开展区域路网自然灾害综合风险区划和管理提供支撑。

# 自然灾害综合风险评估技术规范

## 第 2 部分：公路

### 1 范围

本文件规定了公路自然灾害综合风险评估的要求与内容、评估流程、评估方法和评估成果形式等内容。

本文件适用于公路设施单体、以及区域的公路自然灾害综合风险评估。

注：本文件中公路设施包括路基、桥梁、隧道等。

### 2 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 26376 自然灾害管理基本术语

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB 50201 防洪标准

JTG/T 2231-01 公路桥梁抗震设计规范

JTG/T 2232 公路隧道抗震设计规范

JTJ 002 公路工程名词术语

YJ/T 15 自然灾害风险分级方法

YJ/T 22 综合自然灾害风险图（1:100000）制图规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**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。

[来源：GB/T 26376-2010, 2.1]

#### 3.2

**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。

[来源：YJ/T 15-2012, 2.2]

#### 3.3

**自然灾害综合风险** comprehensive natural disaster risk

由地震、地质、台风、洪水等多种自然致灾因子造成的自然灾害风险总和。

[来源：YJ/T 22-2014, 3.2, 有修改]

#### 3.4

**公路** highway

主要供汽车行驶、具备一定技术条件的基础设施。

注：本文件中公路包括高速公路、普通国道、普通省道及农村公路。

[来源：JTJ 002-87，有修改]

### 3.5

**公路自然灾害综合风险等级 comprehensive natural disaster risk level for roads**

由多种自然致灾因子为主因导致的路基、桥梁、隧道等公路设施未来受到不利事件的可能性及其损失程度的度量分级。

### 3.6

**公路设施暴露量 highway facility exposure**

暴露于致灾因子的公路设施单体数量或价值量。

### 3.7

**公路设施单体 single highway facility**

具有独立空间位置和属性特征的公路路基、桥梁或隧道。

## 4 评估要求

4.1 客观性。对数据来源、数据精度及数据质量进行明确表述，确保评估所用数据真实可信，评估结果客观反映实际情况。

4.2 可操作性。充分考虑评估所需数据的可获取性，在保证评估涵盖主要必选灾种的前提下，依据评估区域的自然地理特征与数据实际情况，合理确定纳入评估的可选灾种类型及具体指标，以及对多灾种复合作用的评估方法。

4.3 动态性。依据评估区域内公路路网变化、设施属性变更、致灾因子变化，适时更新风险评估结果。

## 5 评估内容

5.1 公路自然灾害综合风险评估内容包含公路设施单体多灾种暴露评估、综合风险等级评估，以及区域公路综合风险等级评估。

5.2 评估灾害类型主要包括地震、地质（包括崩塌、滑坡、泥石流）、洪水、风暴潮、台风、森林火灾等6类自然灾害。实际工作中可依据评估区域内可获取的单灾种危险性确定具体评估灾害类型。

## 6 评估流程

### 6.1 总体流程

公路自然灾害综合风险评估流程包括：数据准备、公路设施暴露评估、公路设施综合风险等级评估、区域公路综合风险等级评估、评估成果编制。评估流程见图1。

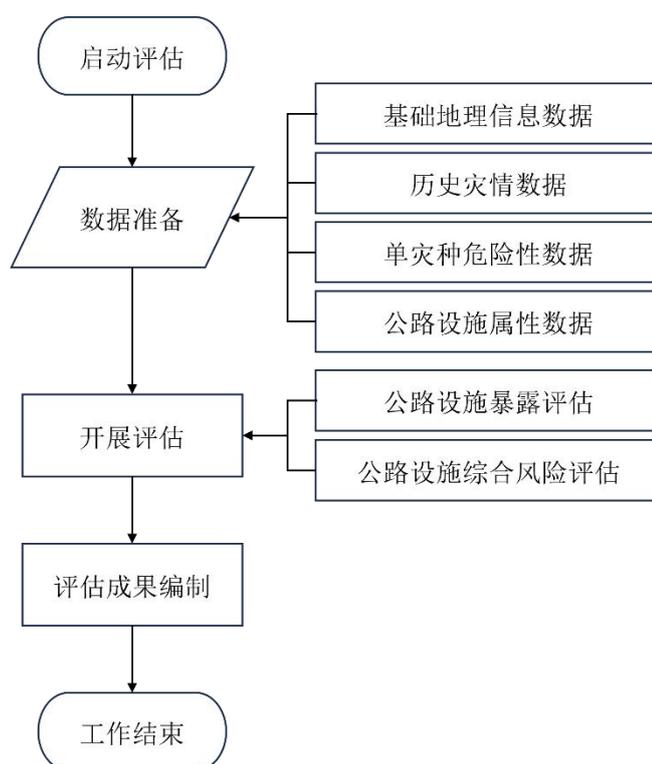


图1 公路自然灾害综合风险评估实施流程

## 6.2 数据准备

公路自然灾害综合风险评估所需数据包括基础地理信息数据、公路设施历史灾情数据、单灾种危险性数据、公路设施属性数据。数据详见表1。

表1 公路自然灾害综合风险评估数据

数据类别	数据名称	数据格式
基础地理信息	行政区划界限	矢量或栅格
公路设施历史灾情数据	地震历史灾害频次数据	表格或矢量或栅格
	地质历史灾害频次数据	
	洪水历史灾害频次数据	
	*风暴潮历史灾害频次数据	
	*台风历史灾害频次数据	
单灾种危险性评估数据	地震危险性评估数据（4个等级）	矢量或栅格
	地质危险性评估数据（4个等级）	
	洪水综合危险性评估数据（4个等级）	
	*风暴潮危险性评估数据（4个等级）	
	*台风危险性评估数据（4个等级）	
公路路基基础属性及空间位置信息	路线名称	矢量或栅格或表格
	路线编号	

数据类别	数据名称	数据格式
	路段起点桩号	
	路段止点桩号	
	路段起点经纬度	
	路段止点经纬度	
	里程	
	技术等级	
	*车道数量	
	*路面宽度	
	抗震设防等级	
	防洪标准	
	*其他需要说明的信息	
公路桥梁基础属性及空间位置信息	路线名称	矢量或栅格或表格
	路线编号	
	桥梁名称	
	桥梁代码	
	桥梁经纬度	
	桥梁中心桩号	
	桥梁全长	
	桥梁类型（按跨径分类）	
	单跨最大跨径	
	*通航等级	
	抗震等级	
	防洪标准	
	*其他需要说明的信息	
公路隧道基础属性及空间位置信息	路线名称	矢量或栅格或表格
	路线编号	
	隧道名称	
	隧道代码	
	隧道经纬度	
	隧道中心桩号	
	隧道长度	
	*隧道净宽	
	是否水下隧道	
	隧道长度类型（隧道按长度分类）	
	抗震设防等级	
	防洪标准	
	*其他需要说明的信息	
<p>注1：空间分辨率要求：矢量数据应精确至公路设施单体。基础数据比例尺依据评估范围确定，局部或详细评估宜不小于1:50000，大范围或宏观评估不应小于1:400000。栅格数据空间分辨率不低于30弧秒。</p>		

数据类别	数据名称	数据格式
注2：历史灾害数据应包含至少5年的数据。		
注3：指标名称左上角标有“*”符号的指标代表可选性指标，无“*”符号的指标代表必选性指标。		

### 6.3 评估成果编制

整理风险评估数据集和图件，编制公路自然灾害综合风险评估技术报告，形成包含数据集、风险图件及文字报告在内的最终成果。

## 7 评估方法

### 7.1 公路设施暴露评估

公路设施暴露评估基于公路设施自然灾害综合危险性等级，统计评估不同等级危险性下的公路设施量，即：多灾种暴露评估。需先依据单灾种危险性等级评估结果及权重划分公路设施自然灾害综合危险性等级，再统计不同综合危险性等级下的暴露量及其占比。

#### 7.1.1 公路设施单体多灾种危险性等级划定

依据公路设施单体各单灾种危险性等级评估结果  $H^j$ ，结合各灾害历史损失权重  $W^j$ ，依据公式（1）计算公路设施单体的多灾种综合危险性：

$$IH_i = \sum_{j=1}^n (H_i^j \times W^j) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$n$  ——考虑的单灾种数量；

$H_i^j$  ——第  $i$  个公路设施单体的第  $j$  个单灾种危险性等级值（空值区取最低危险性等级），单灾种危险性划分为“高、中高、中低、低”四个等级，分别赋值为4、3、2、1；

$W^j$  ——第  $j$  个单灾种的权重，依据附录A计算；

$IH_i$  ——第  $i$  个公路设施单体的多灾种综合危险性等级值，经四舍五入取整后获得具体等级分值（即“高、中高、中低、低”，取值分别为4、3、2、1）。

#### 7.1.2 暴露评估

依据表2，统计评估区域内暴露在不同危险性等级下的公路设施量。暴露量指标建议使用实物量进行表示。

表2 公路自然灾害危险性暴露量统计表

	I(低)	II(中低)	III(中高)	IV(高)	总计
里程数(公里) /					

	I(低)	II(中低)	III(中高)	IV(高)	总计
占比 (%)					
桥梁 (座) / 占比 (%)					
隧道 (个) / 占比 (%)					

## 7.2 公路设施综合风险评估

### 7.2.1 公路设施单体单灾种风险评估

公路设施单体单灾种风险等级评估指基于自然灾害危险性评估数据和公路设施类型,计算公路设施单体单灾种风险。单灾种公路设施风险评估依据公式(2):

$$R_i^j = H_i^j \times V_i \times E_i \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$R_i^j$ ——第  $i$  个公路设施单体在第  $j$  个单灾种下的风险等级分值。若公路设施单体位于致灾因子空值区域,该单体的单灾种风险等级分值设为最小值;

$H_i^j$ ——第  $i$  个公路设施单体的第  $j$  个单灾种危险性等级,  $H_i^j = \{4, 3, 2, 1\}$ ;

$V_i$ ——第  $i$  个公路设施单体的脆弱性等级值。公路设施脆弱性划分为“高、中高、中低、低”四个等级,分别赋值为4、3、2、1。具体分级依据参考表3;

$E_i$ ——第  $i$  个公路设施单体的暴露量,基于单体评估时,均取值为1。

若同一公路路基、桥梁或隧道跨越不同的致灾因子危险性等级网格,应将其分割为若干个具有单一危险性等级的评价段,作为独立的公路设施单体进行评估。

表3 公路设施脆弱性等级划分

公路设施	V等级 分值	脆弱性 等级	地质灾害、森林火灾	地震	洪水、风暴潮、台风
路基	4	高	技术等级为四级和等外公路及其连接道路(公路/坡道)	抗震设防差值 $\leq -3$ 或无抗震设防措施; 或技术等级为四级和等外公路及其连接道路(公路/坡道)	防洪标准十年或十五年一遇或技术等级为等外公路及其连接道路(公路/坡道)
	3	中高	技术等级为三级公路及其连接道路(公路/坡道)	抗震设防差值 $= -2$ ; 或技术等级为三级公路及其连接道路(公路/坡道)	防洪标准二十年或二十五年或三十年一遇或技术等级为三级、四级公路及其连接道路(公路/坡道)

公路设施	V等级 分值	脆弱性 等级	地质灾害、森林火灾	地震	洪水、风暴潮、台风
					道)
	2	中低	技术等级为二级公路及其连接道路(公路/坡道)	抗震设防差值=-1; 或技术等级为二级公路及其连接道路(公路/坡道)	防洪标准五十年一遇或技术等级为二级公路及其连接道路(公路/坡道)
	1	低	技术等级为高速公路、一级公路及其连接道路(公路/坡道)	抗震设防差值 $\geq 0$ ; 或技术等级为高速公路、一级公路及其连接道路(公路/坡道)	防洪标准一百年或三百年一遇或技术等级为高速或一级公路及其连接道路(公路/坡道)
桥梁	4	高	对应JTG/T 2231-01抗震设防类别D(适用于三、四级公路上的中桥、小桥)	抗震设防差值 $\leq -3$ 或无抗震设防措施; 或对应JTG/T 2231-01类别D(适用于三、四级公路上的中桥、小桥)	防洪标准十年或十五年一遇或涵洞
	3	中高	对应JTG/T 2231-01抗震设防类别C(适用于二级公路上的中桥、小桥;三、四级公路上的特大桥、大桥,最大单跨跨径不超过150米)	抗震设防差值=-2; 或对应JTG/T 2231-01类别C(适用于二级公路上的中桥、小桥;三、四级公路上的特大桥、大桥,最大单跨跨径不超过150米)	防洪标准二十年或二十五年或三十年一遇或小桥
	2	中低	对应JTG/T 2231-01抗震设防类别B(适用于最大单跨跨径不超过150米的高速公路、一级公路上的桥梁;最大单跨跨径不超过150米的二级公路上的特大桥、大桥)	抗震设防差值=-1; 或对应JTG/T 2231-01类别B(适用于最大单跨跨径不超过150米的高速公路、一级公路上的桥梁;最大单跨跨径不超过150米的二级公路上的特大桥、大桥)	防洪标准五十年一遇或大桥、中桥
	1	低	对应JTG/T 2231-01抗震设防类别A(适用于最大单跨跨径超过150米的特大桥)	抗震设防差值 $\geq 0$ ; 或对应JTG/T 2231-01类别A(适用于最大单跨跨径超过150米的特大桥)	防洪标准一百年或三百年一遇或特大桥梁
隧道	4	高	对应JTG / T 2232-01抗震设防类别D(四级公路隧道)	抗震设防差值 $\leq -3$ 或无抗震设防措施; 或对应JTG/T 2232-01抗震设防类别D(四级公路隧道)	防洪标准十年或十五年一遇或等外公路的隧道,四级公路的中、短隧道
	3	中高	对应JTG / T 2232-01抗震设防类别C(适用于二级、三级公路隧道)	抗震设防差值=-2; 或对应JTG/T 2232-01抗震设防类别C(适用于二级、三级公路隧道)	防洪标准二十年或二十五年或三十年一遇或三级公路的中、短隧道,四级公路的长隧道
	2	中低	对应JTG / T 2232-01抗震设防类别B(适用于高速公路、	抗震设防差值=-1; 或对应JTG/T 2232-01抗震设	防洪标准五十年一遇或二级公路的长、中、短隧

公路设施	V等级 分值	脆弱性 等级	地质灾害、森林火灾	地震	洪水、风暴潮、台风
			一级公路隧道)	防类别B (适用于高速公路、一级公路隧道)	道, 三级公路的特长、长隧道, 四级公路的特长隧道
	1	低	对应JTG / T 2232-01抗震设防类别A以及特殊类型 (适用于穿越江、河、湖、海等水域, 技术复杂、修复困难的水下隧道)	抗震设防差值 $\geq 0$ ; 或对应JTG/T 2232-01抗震设防类别A(适用于穿越江、河、湖、海等水域, 技术复杂、修复困难的水下隧道)	防洪标准一百年或三百年一遇或高速、一级公路隧道和二级公路的特长隧道
<p>注1: 地震脆弱性判定采用抗震设防差值法。差值=公路设施抗震设防烈度-所在地区抗震设防烈度。所在地区抗震设防烈度依据GB 18306确定。</p> <p>注2: 若无法获取具体的抗震设防烈度信息, 可参考表中使用“或”连接的公路技术等级或抗震设防类别进行判定。</p> <p>注3: 多个“或”选项情况下, 优先使用调查获得的设防等级计算差值确定脆弱性等级。</p> <p>注4: 一个公路路段若跨两个及以上灾害危险性等级, 则依据灾害危险性等级依次分割该路段为若干分段。</p> <p>注5: 桥梁所在公路的技术等级依据桥梁中心桩号所属的公路路段起点、终点桩号范围确定。</p> <p>注6: 隧道所在公路的技术等级依据隧道中心桩号所属的公路路段起点、终点桩号范围确定。</p>					

公路设施单体自然灾害风险采用风险等级分值进行量化表征。依据表4确定公路设施单体单灾种风险等级分值。

表4 灾害风险分级矩阵

公路设施单体单灾种风险等级分值 $R$			不同灾种对应的公路设施单体脆弱性等级 $V$			
			低	中低	中高	高
			1	2	3	4
单灾种危险性 等级 $H$	低	1	1	2	3	4
	中低	2	2	4	6	8
	中高	3	3	6	9	12
	高	4	4	8	12	16
<p>注: 公路设施单灾种风险等级分值 <math>R</math> 为单灾种危险性等级 <math>H</math> 和不同灾种对应的公路设施脆弱性等级 <math>V</math> 相乘的结果。</p>						

### 7.2.2 公路设施单体多灾种综合风险评估

依据公式(3)计算公路设施单体多灾种综合风险等级分值, 并采用分位数法划分风险等级: 将评估区域内所有公路设施单体的综合风险分值按升序排列, 按照 0%~5% (含)、5%~25% (含)、25%~75% (含)、75%~95% (含)、95%~100% (含) 的分位数区间, 依次划分为低风险 (I级)、中低风险 (II级)、中风险 (III级)、中高风险 (IV级) 和高风险 (V级)。

$$R_i = \sum_{j=1}^n (R_i^j \times W^j) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$R_i$ ——第  $i$  个公路设施单体的多灾种综合风险等级分值，  $R_i \in [1, 16]$ ；

$n$ ——考虑的单灾种数量；

$R_i^j$ ——第  $i$  个公路设施单体在第  $j$  个单灾种下的风险等级分值；

$W^j$ ——第  $j$  个单灾种的权重。具体方法可依据附录A确定。

### 7.2.3 区域公路综合风险评估

基于公路设施单体多灾种综合风险等级评估结果，计算评估区域公路自然灾害综合风险等级。评估方法为：

(1) 基于公路设施单体中心点经纬度（若无中心点经纬度，可通过起点、终点经纬度直接计算）统计各评估区域内所有的公路设施单体；

(2) 将评估区域内公路设施单体的里程与其对应的多灾种综合风险等级分值相乘后求和；

(3) 除以该评估区域内公路设施总里程，得到平均综合风险等级分值。采用分位数法划分风险等级：将评估区域内所有评估单元的风险分值按升序排列，按照 0%~5%（含）、5%~25%（含）、25%~75%（含）、75%~95%（含）、95%~100%（含）的分位数区间，依次划分为低风险（I级）、中低风险（II级）、中风险（III级）、中高风险（IV级）和高风险（V级）。

该评估方法的计算规程如公式（4）：

$$R_d = \frac{\sum_{i=1}^m (l_i R_i)}{\sum_{i=1}^m l_i} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$R_d$ ——评估区域的公路自然灾害风险等级分值，  $R_d \in [1, 16]$ ；

$l_i$ ——第  $i$  个公路设施单体的里程，单位为公里；

$R_i$ ——第  $i$  个公路设施单体的多灾种综合风险等级分值，  $R_i \in [1, 16]$ ；

$m$ ——该评估区域内公路设施单体的总数量。

## 8 评估成果形式

### 8.1 数据集

数据集需包含规范的元数据、过程数据和评估结果数据。

- a) 元数据：记录公路自然灾害综合风险评估任务属性及数据特征的数据。内容应包含评估任务名称、评估完成时间、评估区域范围、源数据说明（含数据的来源、精度与时效性等）以及评估单位联系信息等；
- b) 过程数据：评估过程中生成的中间成果数据。应包含经处理后的单灾种危险性分级图层、公路设施脆弱性分级图层、公路设施单体单灾种风险分值图层等矢量数据；
- c) 评估结果数据：评估最终形成的成果数据。应包含公路设施单体多灾种综合风险分级图层、评估区域综合风险分级图层以及风险等级里程统计表。其中，风险等级里程统计表格式参考表 5。

表 5 评估区域公路自然灾害综合风险等级对应国省干线公路里程及其占比

	高风险		中高风险		中风险		中低风险		低风险	
	里程 (km)	里程占比 (%)								
子区域1										
子区域2										
子区域3										
.....										
子区域n										

## 8.2 图件

以地图形式反映单体、不同行政区域公路自然灾害综合风险。图件采用分级设色法直观展示风险等级的空间分布差异。可在此基础上制作如高风险路段分布等专题图，通过叠加历史灾情、路网等信息，辅助风险分析与规划决策。示例如图2。

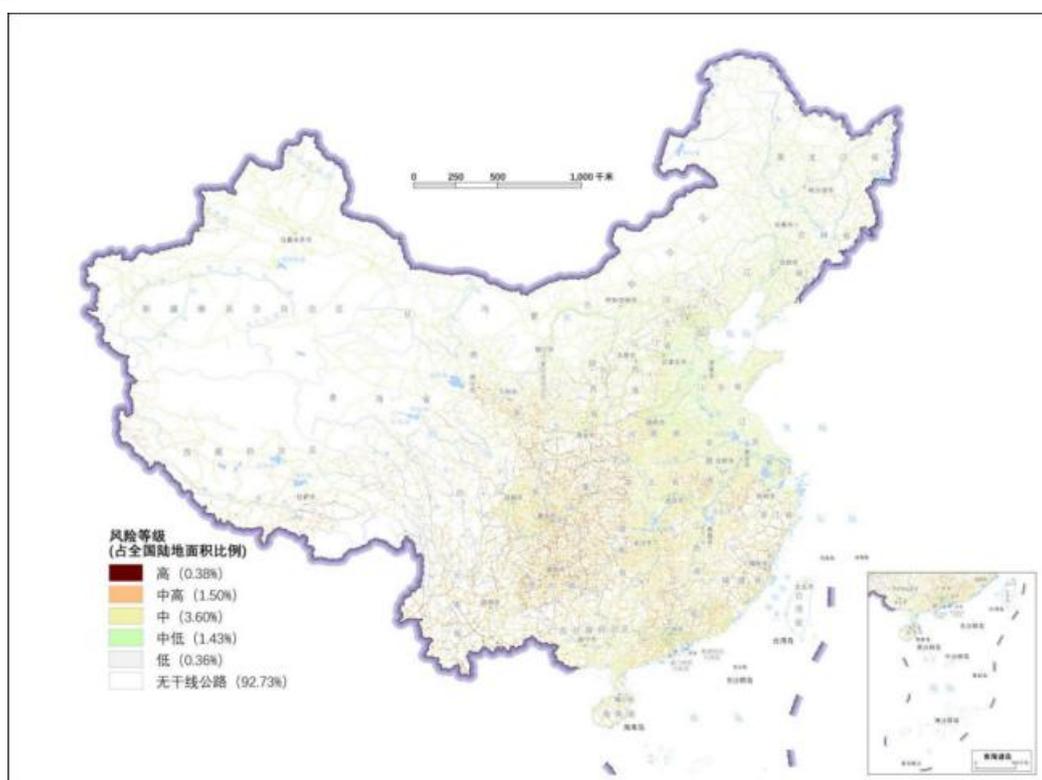


图2 全国自然灾害公路综合风险图(示例)

### 8.3 报告

以文字报告形式对评估过程与结果进行综合阐述，报告内容应完整涵盖评估区域概况、评估方法、结果分析及结论建议等。报告示例见附录B。

**附录 A**  
(资料性)  
**单灾种权重建议计算方法**

### A.1 历史灾害频次法

基于单灾种的公路设施历史灾害频次，计算评估区域内单灾种的权重值 ( $W^j$ )，公式如A.1所示。若评估区域的公路历史灾害频次数据不足，可采用上一级行政单元历史灾害频次数据。

$$W^j = \frac{L^j}{\sum_{k=1}^n L^k} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$L^j$ ——评估区域内第  $j$  个单灾种的公路设施历史灾害频次；

$L^k$ ——第  $k$  个单灾种的公路设施历史灾害频次；

$n$ ——考虑的单灾种数量。若评估区域的公路历史灾害频次数据不足，可采用上一级行政单元历史灾害频次数据。

### A.2 专家打分法

- 1) 组建专家组。根据评估需求，组建由技术专家与管理专家构成的专家组。
- 2) 指标打分。专家依据指标重要性分组及取值区间（见表 A.1），对各指标进行打分，打分值区间为[0, 100]（精度为个位）。
- 3) 打分结果归一化。计算单项指标打分值占该组内所有指标打分值之和的百分比，作为该指标的初始权重。
- 4) 确定最终权重。汇总所有专家打分结果，辨识并剔除与群体打分偏差较大的异常值后，计算各指标权重的平均值，作为该指标的最终权重。

表 A.1 不同重要性分组取值区间

重要性分组	打分取值区间段	指标1	指标2	.....	指标n
极高	81-100				
高	61-80				
中	41-60				
中低	21-40				
低	0-20				

## 附录 B

(资料性)

### 公路自然灾害综合风险评估技术报告内容

#### B.1 前言

前言包括工作背景、目的意义、工作内容等。

#### B.2 正文

- 第1章区域概况，内容包括行政区、自然环境状况、经济社会概况、历史灾害概况等；
- 第2章公路设施基础数据分析，内容包括基础地理数据、公路设施调查数据情况描述；
- 第3章公路设施暴露分析评估，内容包括评估方法、评估结果及其暴露量、占比；
- 第4章公路设施风险等级评估，内容包括评估方法、评估结果及其图件；
- 第5章结论，内容包括公路综合风险评估核心结果。
- 第6章对策与建议，内容包括风险防范对策与建议。

#### B.3 附件

包括与公路自然灾害综合风险评估相关的技术资料等。

## 参 考 文 献

- [1] 宗亮, 王元清, 杨赛霓, 等. 基于HAZUS平台的中国公路桥梁震害评估模型研究[J]. 土木工程学报, 2014, 47. 263-268.
- [2] 国务院第一次全国自然灾害综合风险普查领导小组办公室. 普查地图编制与制图[M]. 北京: 应急管理出版社, 2023.
- [3] 国务院第一次全国自然灾害综合风险普查领导小组办公室. 公路调查[M]. 北京: 应急管理出版社, 2021.
- [4] 国务院第一次全国自然灾害综合风险普查领导小组办公室. 森林和草原火灾风险调查与评估[M]. 北京: 应急管理出版社, 2021.
- [5] 国务院第一次全国自然灾害综合风险普查领导小组办公室. 海洋灾害风险调查与评估[M]. 北京: 应急管理出版社, 2021.
- [6] 国务院第一次全国自然灾害综合风险普查领导小组办公室. 水旱灾害风险调查与评估[M]. 北京: 应急管理出版社, 2021.
- [7] 国务院第一次全国自然灾害综合风险普查领导小组办公室. 气象灾害风险调查与评估[M]. 北京: 应急管理出版社, 2021.
- [8] 国务院第一次全国自然灾害综合风险普查领导小组办公室. 地质灾害风险普查与评估[M]. 北京: 应急管理出版社, 2021.
-

# 《自然灾害综合风险评估技术规范

## 第2部分：公路》

(征求意见稿 送审稿 报批稿)

### 编制说明

标准编制组

2026年2月

# 说明

## 1. 标准编制说明的封面

(1) 标准名称。应在封面靠上居中位置，与标准稿名称保持一致。字体字号为方正小标宋二号。

(2) 标准文稿版次。在标准名称下方“征求意见稿、送审稿、报批稿”前的方框涂选其一，例如“■征求意见稿”。字体字号为仿宋三号。

(3) 标准编制组。在封面靠下居中位置。字体字号为仿宋三号。

(4) 编制日期。编制日期为本阶段完成的日期，以数字格式书写，字体为宋体，字号为三号。如：“2020年3月30日”。

## 2. 标准编制说明的正文

(1) 正文页边距为上3cm、下2.6cm、左2.8cm、右2.6cm。

(2) 正文标题，一级标题用黑体三号字，二级标题用楷体三号字不加粗。三级、四级标题用仿宋 GB-2312 三号字不加粗。文中结构层次序数为“一”“(一)”“1.”“(1)”标注。

(3) 正文中文字体字号为仿宋 GB-2312 三号字，数字、字母等西文字体为宋体三号字，段落行距为28磅，首行缩进2字符。

## 3. 编制说明的内容

(1) 应按照格式要求逐条说明，不涉及的填“无”。

(2) 应根据工作进度不断补充完善，工作过程有连续性。

(3) 编制说明不是对标准内容的复制。

(4) 应关注强制性标准的依据、修订标准的主要技术内容比对、标准实施过渡期、强制性标准实施政策等重要内容的编写，详见下文模板。

## 4. 其他

(1) 编制说明内容模板中的斜体文字内容为参考，正式提交后应删除。

(2) 编制说明应正反面打印。本说明保留，打印首页反面。

(3) 页码从第三页开始编，起始页码为“1”，页码为五号宋体。

## 一、工作简况

### （一）任务来源

根据国家标准化管理委员会《国家标准化管理委员会关于下达 2025 年第五批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发〔2025〕28 号）的要求，国家标准《自然灾害综合风险评估技术规范第 2 部分：公路》的计划编号为 20251738-T-450，项目周期 12 个月，由 SAC/TC307 全国应急管理与减灾救灾标准化技术委员会组织起草和审查。

### （二）制定背景

我国是世界上自然灾害最严重的国家之一，公路系统作为国家基础设施的重要组成部分，频繁受到洪水、地震和滑坡等多种自然灾害的威胁。近年来公路因自然灾害频损，梅大高速塌方、柞水大桥垮塌、G76 桥墩断裂等多起严重事故，导致重大伤亡与交通中断，损失影响巨大。公路系统安全性对国家经济和人民生活的稳定性具有直接且显著的影响，科学评估公路面临的自然灾害综合风险显得尤为重要。

2020—2023 年，国务院组织开展第一次全国自然灾害综合风险普查工作，公路自然灾害综合风险评估是其中的重要任务。北京师范大学牵头《自然灾害公路综合风险评估技术规范》的研究和编制工作。2021 年 4 月，经过多方研讨、地方和行业部门征求意见，国务院普查办技术组审议通过，形成《自然灾害公路综合风险评估技术规范》（试点版），用于第一次全国自然灾害综合风险普查试点评估与区划工作。

2022年3月，经过第一次全国自然灾害综合风险普查“11个重点县”“一省一县”等试点评估与区划工作，组织修改形成《自然灾害公路综合风险评估技术规范》，并报国务院普查办技术组审议，应用于第一次全国自然灾害综合风险普查工作。经过实践工作并结合专家建议，完善上述技术规范形成本标准。

### （三）起草小组人员组成及所在单位

根据立项计划，北京师范大学牵头负责本文件的制定工作，交通运输部路网监测与应急处置中心、应急管理部国家减灾中心、北京交通大学、东南大学、西南交通大学、交通运输部公路科学研究院、交通运输部规划研究院参加标准的制定工作。本文件制定主要起草人员及分工见表1。

表1 主要起草人员及分工表

序号	起草人姓名	所在单位	工作分工
1	杨赛霓	北京师范大学	第一起草人，负责标准的总体设计和技术思路，执笔标准文本及编制说明等
2	汪明	北京师范大学	参与总体设计和技术思路，参与研讨，文本修订与文件审核
3	杨峰	交通运输部路网监测与应急处置中心	参与总体设计和技术思路，参与研讨，负责公路设施单体风险等级评估
4	虞丽云	交通运输部路网监测与应急处置中心	参与总体设计和技术思路，参与研讨，负责背景意义调研、标准规范性修改
5	赵飞	应急管理部国家减灾中心	参与标准研讨，负责数据汇集和审核，参与文件审核
6	张正涛	北京师范大学	参与研讨，负责权重的计算方法及文本撰写

序号	起草人姓名	所在单位	工作分工
7	董春娇	北京交通大学	负责工作报告撰写, 执笔评估流程章节编写
8	陆建	东南大学	参与研讨, 负责修订编制说明
9	闫学东	西南交通大学	负责公路设施单体暴露分析评估
10	方靖	交通运输部公路科学研究院	负责标准各环节相关意见汇总整理和审核及文字规范性修改
11	熊志华	北京交通大学	参与执笔评估流程章节及工作报告等编写
12	黄全胜	交通运输部规划研究院	参与标准章节框架设计, 参与行业应用及文件审核
13	刘凯	北京师范大学	参与总体设计和技术思路研讨, 标准规范性审查
14	赵越超	交通运输部路网监测与应急处置中心	负责公路设施单体数据收集、风险等级评估
15	李明君	交通运输部规划研究院	指标计算及意见收集、整理等
16	史莹莹	北京师范大学	参与数据收集、标准的验证、文本编写与修订
17	王智昊	北京师范大学	参与数据收集、标准的验证、文本编写与修订
18	姚可桢	北京师范大学	参与数据收集、标准的验证、文本编写与修订
19	张子扬	北京师范大学	参与数据收集、标准的验证、文本编写与修订
20	马继辉	北京交通大学	参与研讨, 负责评估流程图的制定

#### (四) 主要起草过程

2025年6月—8月, 完成《自然灾害综合风险评估技术规范第2部分: 公路》初稿编写。

2025年10月—11月, 向编制成员单位和地方专家征求

意见，对收集到的所有意见进行逐条梳理与修改。

2025年12月，形成标准草稿，并进行内部审查。

2026年1月—2月，召开专家会议，进一步修改形成征求意见稿。

## 二、标准编制原则、主要技术内容及其确定依据

### （一）标准编制原则

客观性。对数据来源、数据精度及数据质量进行明确表述，确保评估所用数据真实可信，评估结果客观反映实际情况。

可操作性。充分考虑评估所需数据的可获取性，在保证评估涵盖主要必选灾种的前提下，依据评估区域的自然地理特征与数据实际情况，合理确定纳入评估的可选灾种类型及具体指标，以及对多灾种复合作用的评估方法。

动态性。依据评估区域内公路路网变化、设施属性变更、致灾因子变化，适时更新风险评估结果。

### （二）标准主要技术内容及确定依据

本文件的主要内容包括：

（1）文件名称：自然灾害综合风险评估技术规范 第2部分：公路

（2）评估范围：本文件适用于公路设施单体以及区域的公路自然灾害综合风险评估。

（3）规范性引用文件：

GB/T 26376 自然灾害管理基本术语

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB 50201 防洪标准

JTG/T 2231-01 公路桥梁抗震设计规范

JTG/T 2232 公路隧道抗震设计规范

JTJ 002 公路工程名词术语

YJ/T 15 自然灾害风险分级方法

YJ/T 22 综合自然灾害风险图（1:100000）制图规范

（4）术语和定义：该部分统一给出了本文件中主要的专业术语和定义。

（5）评估要求：该部分规定了公路自然灾害综合风险评估的具体要求。

（6）评估内容：该部分规定了公路自然灾害综合风险评估的灾害类型和评估具体内容。

（7）评估流程：该部分明确了公路自然灾害综合风险评估的流程。

（8）评估方法：该部分提供了自然灾害公路设施暴露分析评估和风险评估的具体方法和步骤。

（9）评估成果：该部分规定了公路自然灾害综合风险评估的成果及形式。

（10）附录：该部分提供了单灾种权重建议计算方法及公路自然灾害综合风险评估报告编写内容。

（11）参考文献：该部分列举了本文参考和引用的法律法规、国家标准和制度文件。

### （三）标准制定内容及依据

本标准主要对评估内容、评估方法做了规定具体制定内

容和依据如下：

### （1）评估内容的确定。

公路自然灾害综合风险评估内容应包含公路设施单体多灾种综合暴露评估、综合风险等级评估，以及区域公路风险等级评估。

评估灾害类型主要包括地震、地质（包括崩塌、滑坡、泥石流）、洪水、风暴潮、台风、森林火灾等 6 类自然灾害。实际工作中可依据评估区域内可获取的单灾种危险性确定具体评估灾害类型。

公路设施暴露评估基于公路设施自然灾害综合危险性等级，统计评估不同等级危险性下的公路设施量，即：多灾种暴露评估。需先依据单灾种危险性等级评估结果及权重划分公路设施自然灾害综合危险性等级，再统计不同综合危险性等级下的暴露量及其占比。

公路设施单体单灾种风险等级评估指基于自然灾害危险性评估数据和公路设施类型，计算公路设施单体单灾种风险。区域内公路风险等级评估指基于公路设施单体多灾种综合风险等级评估结果，计算评估区域内公路自然灾害综合风险等级。

### （2）评估方法的确定

#### 1) 公路设施暴露评估。

公路设施暴露评估基于公路设施自然灾害综合危险性等级，统计评估不同等级危险性下的公路设施量，即：多灾种暴露评估。需先依据单灾种危险性等级评估结果及权重划

分公路设施自然灾害综合危险性等级，再统计不同综合危险性等级下的暴露量及其占比。

## 2) 公路设施单体综合风险评估。

包括公路设施单体单灾种风险评估和公路设施单体多灾种综合风险评估。基于地震、地质灾害、台风灾害、洪水、风暴潮、森林火灾危险性等级评估数据，以及按照本标准评估出的公路设施单体脆弱性等级数据，依据本标准的公路设施单体单灾种风险评估公式和公路设施单体多灾种综合风险评估公式，完成路基、桥梁、隧道的单灾种风险评估和多灾种风险评估。其中，公路脆弱性等级评估方法如表 2 所示。

表 2 公路设施脆弱性等级划分

公路设施	V等级 分值	脆弱性 等级	地质灾害、森林火灾	地震	洪水、风暴潮、台风
路基	4	高	技术等级为四级和等外公路及其连接道路（公路/坡道）	抗震设防差值 $\leq -3$ 或无抗震设防措施； 或技术等级为四级和等外公路及其连接道路（公路/坡道）	防洪标准十年或十五年一遇或技术等级为等外公路及其连接道路（公路/坡道）
	3	中高	技术等级为三级公路及其连接道路（公路/坡道）	抗震设防差值 $= -2$ ； 或技术等级为三级公路及其连接道路（公路/坡道）	防洪标准二十年或二十五年或三十年一遇或技术等级为三级、四级公路及其连接道路（公路/坡道）
	2	中低	技术等级为二级公路及其连接道路（公路/坡道）	抗震设防差值 $= -1$ ； 或技术等级为二级公路及其连接道路（公路/坡道）	防洪标准五十年一遇或技术等级为二级公路及其连接道路（公路/坡道）
	1	低	技术等级为高速公路、一级公路及其连接道路（公路/坡道）	抗震设防差值 $\geq 0$ ； 或技术等级为高速公路、一级公路及其连接道路（公路/坡道）	防洪标准一百年或三百年一遇或技术等级为高速或一级公路及其连接道路（公路/坡道）
桥梁	4	高	对应JTG/T 2231-01抗震设防类别 D（适用于三、四级公路上的中桥、小桥）	抗震设防差值 $\leq -3$ 或无抗震设防措施； 或对应JTG/T 2231-01类别 D（适用于三、四级公路上的中桥、小桥）	防洪标准十年或十五年一遇或涵洞

公路设施	V等级 分值	脆弱性 等级	地质灾害、森林火灾	地震	洪水、风暴潮、台风
	3	中高	对应JTG/T 2231-01抗震设防类别 C (适用于二级公路上的中桥、小桥;三、四级公路上的特大桥、大桥,最大单跨跨径不超过150米)	抗震设防差值= -2; 或对应JTG/T 2231-01类别 C (适用于二级公路上的中桥、小桥;三、四级公路上的特大桥、大桥,最大单跨跨径不超过150米)	防洪标准二十年或二十五年或三十年一遇或小桥
	2	中低	对应JTG/T 2231-01抗震设防类别 B (适用于最大单跨跨径不超过150米的高速公路、一级公路上的桥梁;最大单跨跨径不超过150米的二级公路上的特大桥、大桥)	抗震设防差值= -1; 或对应JTG/T 2231-01类别 B (适用于最大单跨跨径不超过150米的高速公路、一级公路上的桥梁;最大单跨跨径不超过150米的二级公路上的特大桥、大桥)	防洪标准五十年一遇或大桥、中桥
	1	低	对应JTG/T 2231-01抗震设防类别 A (适用于最大单跨跨径超过150米的特大桥)	抗震设防差值 $\geq 0$ ; 或对应JTG/T 2231-01类别 A (适用于最大单跨跨径超过150米的特大桥)	防洪标准一百年或三百年一遇或特大桥梁
隧道	4	高	对应JTG / T 2232-01抗震设防类别D (四级公路隧道)	抗震设防差值 $\leq -3$ 或无抗震设防措施; 或对应JTG/T 2232-01抗震设防类别D (四级公路隧道)	防洪标准十年或十五年一遇或等外公路的隧道,四级公路的中、短隧道
	3	中高	对应JTG / T 2232-01抗震设防类别C (适用于二级、三级公路隧道)	抗震设防差值= -2; 或对应JTG/T 2232-01抗震设防类别C (适用于二级、三级公路隧道)	防洪标准二十年或二十五年或三十年一遇或三级公路的中、短隧道,四级公路的长隧道
	2	中低	对应JTG / T 2232-01抗震设防类别B (适用于高速公路、一级公路隧道)	抗震设防差值= -1; 或对应JTG/T 2232-01抗震设防类别B (适用于高速公路、一级公路隧道)	防洪标准五十年一遇或二级公路的长、中、短隧道,三级公路的特长、长隧道,四级公路的特长隧道
	1	低	对应JTG / T 2232-01抗震设防类别A以及特殊类型(适用于穿越江、河、湖、海等水域,技术复杂、修复困难的水下隧道)	抗震设防差值 $\geq 0$ ; 或对应JTG/T 2232-01抗震设防类别A(适用于穿越江、河、湖、海等水域,技术复杂、修复困难的水下隧道)	防洪标准一百年或三百年一遇或高速、一级公路隧道和二级公路的特长隧道
<p><b>注1:</b> 地震脆弱性判定采用抗震设防差值法。差值=公路设施抗震设防烈度-所在地区抗震设防烈度。所在地区抗震设防烈度依据GB 18306确定。</p> <p><b>注2:</b> 若无法获取具体的抗震设防烈度信息,可参考表中使用“或”连接的公路技术等级或抗震设防类别进行判定。</p> <p><b>注3:</b> 多个“或”选项情况下,优先使用调查获得的设防等级计算差值确定脆弱性等级。</p> <p><b>注4:</b> 一个公路路段若跨两个及以上灾害危险性等级,则依据灾害危险性等级依次分割该路段为若干分段。</p> <p><b>注5:</b> 桥梁所在公路的技术等级依据桥梁中心桩号所属的公路路段起点、终点桩号范围确定。</p>					

公路设施	V等级 分值	脆弱性 等级	地质灾害、森林火灾	地震	洪水、风暴潮、台风
注6：隧道所在公路的技术等级依据隧道中心桩号所属的公路路段起点、终点桩号范围确定。					

### 3) 区域公路设施综合风险评估。

基于公路设施单体多灾种综合风险等级评估结果，计算评估区域内公路自然灾害综合风险等级。按照本标准的评估区域内公路风险等级评估方法和步骤，进行评估区域内的公路设施综合风险评估，得到评估区域内的公路设施综合风险等级结果。

## 三、试验验证的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益。

### (1) 国家级和区域评估成果的验证

第一次全国自然灾害公路综合风险评估成果中，评估灾害类型包括地震、地质灾害、台风灾害、洪水灾害、风暴潮、森林火灾，评估对象为国省干线的路基、桥梁和隧道，主要采用本标准的公路设施风险评估法。该标准也在省级、市级和县级的公路自然灾害综合风险评估中应用，评估成果均已获得本级相关行业和政府的认可。

### (2) 重大公路灾害事件验证

为进一步验证本标准提出的评估流程与方法的准确性与可靠性，对近期社会影响重大的梅大高速、丹宁高速以及夏蓉高速猴子河特大桥三处公路自然灾害事件进行回顾性验证。采用空间叠加分析法，将灾害发生点的地理坐标与依据本标准计算生成的“全国自然灾害公路综合风险图”进行比对。验证结果显示，三次灾害发生点均位于评估结果的“高

风险”和“中高风险”等级区域内，评估结果与实际灾害发生情况高度吻合，表明本标准的评估结果具有较好的风险识别能力与区分度。

综上所述，本标准所确定的评估指标体系、技术流程及参数设置，能够客观、准确地反映公路面临的自然灾害综合风险水平，具备较强的科学性与工程适用性，能够为公路交通防灾减灾提供有力的技术支撑。

#### 四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

国内相关标准包括《公路项目安全性评价规范》（JTG B05-2015）、《公路水运工程施工安全风险评估指南》（JT/T 1375.1-2022）以及《高速公路交通安全风险评估指南》（DB14/T 2468-2022）；国际上通常参考 ISO 31000:2018《风险管理指南》和美国联邦公路管理局的《道路安全审计指南》。

从数据来源看，本标准针对自然灾害下的公路系统风险，数据覆盖致灾因子、公路设施及历史灾害，更具综合性。JTG B05-2015 主要依据工程设计与交通参数，JT/T 1375.1 侧重于施工阶段，DB14/T 2468 依托事故与运营数据。ISO 31000 不预设数据类型，FHWA 指南侧重现场与专家经验。

评价方法上，本标准采用危险性、暴露度与脆弱性的综合风险框架；JTG B05-2015 以安全检查与工程分析为主；JT/T 1375.1 基于危险源进行分级管控；DB14/T 2468 常用风险矩阵；ISO 31000 提供通用框架；FHWA 注重多学科现场判断。

指标体系方面，本标准构建灾害强度、暴露度与脆弱性

等空间化指标；JTG B05-2015 聚焦工程设计指标；JT/T 1375.1 针对施工安全；DB14/T 2468 关注运行与事故；ISO 31000 无统一指标；FHWA 侧重设计特征与交通行为。

评价内容上，本标准关注公路系统在灾害下的物理损失，尺度宏观；JTG B05-2015 针对设计安全；JT/T 1375.1 侧重施工安全；DB14/T 2468 面向运营风险；ISO 31000 和 FHWA 则分别涵盖广泛风险与道路安全问题。

总体而言，本标准定位风险治理层，与工程安全、施工风险评估互补；ISO 31000 和 FHWA 体现通用风险管理思路。未来需关注相关标准之间的衔接与协调。

#### **五、以国际标准为基础的起草情况、是否合规引用或采用国际国外标准以及未采用国际标准的原因**

无。

#### **六、与有关法律、行政法规及相关标准水平的关系**

本标准推荐性标准，与有关法律、行政法规和标准协调。

#### **七、重大分歧意见的处理过程及依据**

无。

#### **八、作为强制性标准或推荐性标准的建议及理由**

本文件建议作为推荐性标准。本标准可以为公路自然灾害综合风险评估以及防灾减灾救灾建设提供参考和借鉴。

#### **九、标准自发布日期至实施日期的过渡期建议及理由**

本标准规定了公路自然灾害综合风险评估的基本要求 and 评估方法，提出了基本流程，以及数据准备、评估方法、

评估成果等主要阶段的方法和要求，适用于我国开展公路自然灾害综合风险评估。

标准自发布日期至实施日期的过渡期为6个月，建议标准实施主体参照已发布相关行业标准执行。

#### **十、与实施标准有关的政策措施**

本标准公开发布后，由全国应急管理标准化技术委员会（SAC/TC 307）开展发布后的宣贯工作，介绍标准出台的的目的和宗旨，培育建设标准化意识，引导相关行业按照标准的要求开展工作。

#### **十一、是否需要对外通报的建议及理由。**

无。

#### **十二、废止现行有关标准的建议**

无。

#### **十三、涉及专利的有关说明**

无。

#### **十四、标准所涉及的产品、过程或者服务目录**

无。

#### **十五、其他应予以说明的事项**

无。