

DB 3302

浙江省宁波市地方标准

DB3302/T 1180—2025

高速公路建设韧性指标体系

Statistical indicators system of highway construction resilience

2025 - 06 - 25 发布

2025 - 07 - 25 实施

宁波市市场监督管理局 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 基本原则 1

5 体系框架 1

6 指标构成 3

7 指标体系应用 4

附录 A（资料性） 评价程序与评分方法..... 5

参考文献 10

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。

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。

本文件由宁波市交通运输局提出和组织实施。

本文件由宁波市交通和物流标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：宁波交通工程建设集团有限公司、宁波市高等级公路建设管理中心、宁波市标准化研究院、宁波市交通工程管理中心、东南大学、中交路桥华东工程有限公司。

本文件主要起草人：周继彪、王新联、郭志奇、张希、岳峰、施展、罗鸣、郭延永、朱一湘、郭杰鑫、吴建港、许司琪、董胜男、叶云斌、金国波、杨海挺、王杰、林杨、陈柯立、丁炜楠、张祖勤、王增录、袁翔、潘科科、毛立人、姚洪宇。

高速公路建设韧性指标体系

1 范围

本文件规定了高速公路新（改）扩建期间主要综合设计施工场景建设韧性的基本原则、体系框架、指标构成、指标计算与应用等内容。

本文件适用于高速公路建设韧性活动的统计分析和管理工作。

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 33680—2017 暴雨灾害等级

JTG/T 2231-01—2020 公路桥梁抗震设计规范

JTG 2232—2019 公路隧道抗震设计规范

DB33/T 1325—2023 台风灾害影响分级规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高速公路建设韧性 highway construction resilience

高速公路安全状态在受到外界冲击、干扰等情况时抵抗、恢复、提升的能力。

[来源：GB/T 40947—2021，3.1，有修改]

4 基本原则

4.1 科学客观性

科学合理，全面准确，客观体现高速公路实际的建设韧性情况。

4.2 可操作性

韧性指标的设定和选取应具有可操作性，能结合实际进行信息与数据采集，能开展定性定量分析。

4.3 典型性

能覆盖高速公路建设韧性的核心要素，确保数据能够体现实质内容。

5 体系框架

5.1 应根据高速公路自身抵抗、恢复、提升的韧性能力，结合施工质量、组织管理、风险监控、资源优化、应急响应等重点方面进行指标体系构建。

5.2 韧性指标体系分为三层结构，其中一级指标 3 项，二级指标 8 项和三级指标 32 项，如图 1 所示。

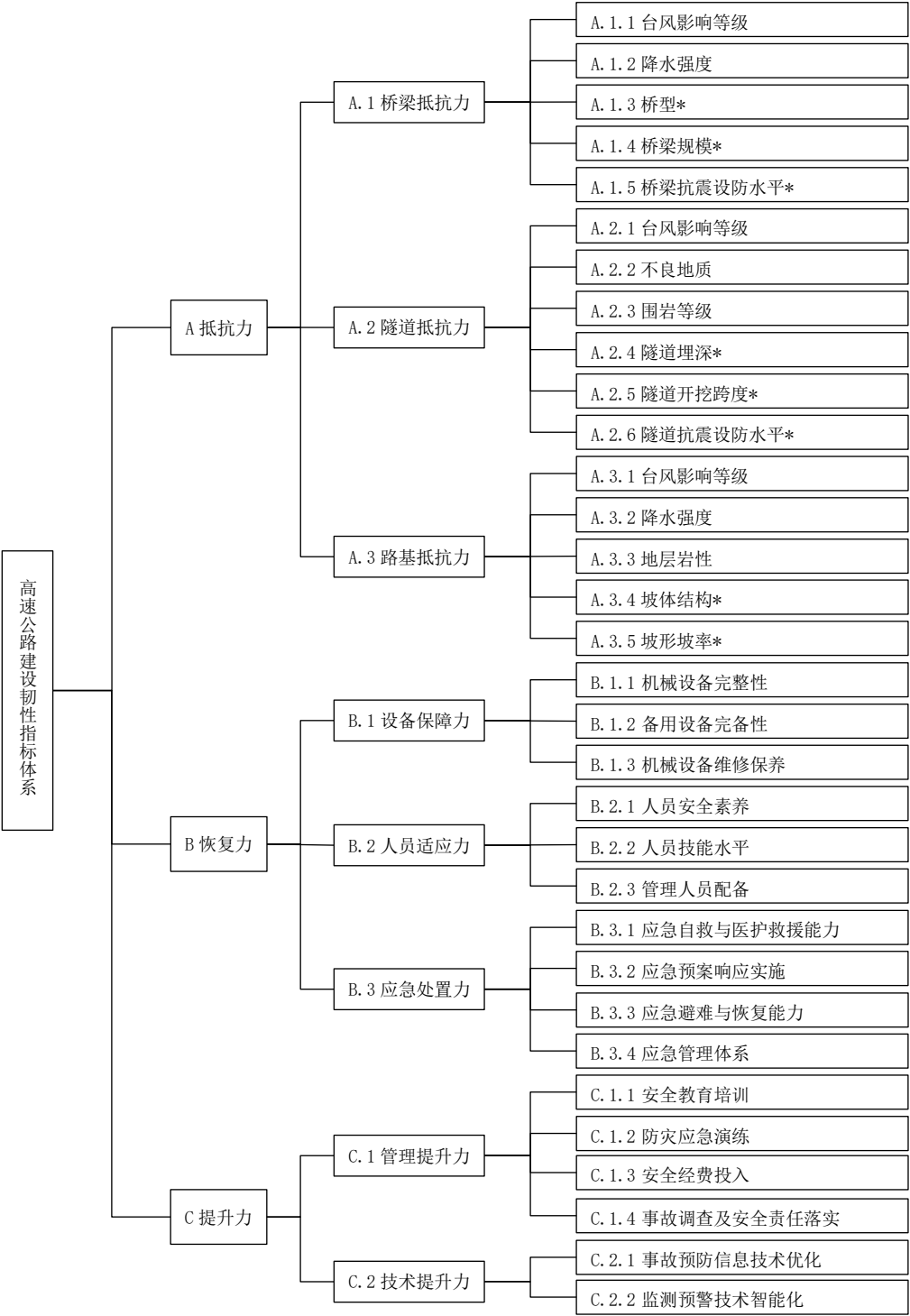


图1 高速公路建设韧性指标体系

6 指标构成

6.1 抵抗力

6.1.1 概述

当高速公路受到外界风险的冲击或扰动时，能够不断调整吸收冲击或干扰带来的负面影响，维持自身结构安全稳定，维持安全状态的能力。

6.1.2 桥梁抵抗力

衡量桥梁在建设阶段面对自然灾害的抵御能力，分析设计决策的桥型、规模对建设难度的影响，以及建设阶段采取的防灾、抗震措施的效果。

6.1.3 隧道抵抗力

衡量隧道在建设过程中对自然灾害的抵御能力，分析设计决策的隧道埋深、开挖跨度对建设难度的影响，以及建设阶段采取的防灾、抗震措施的效果。

6.1.4 路基抵抗力

衡量路基在建设阶段对自然灾害的抵御能力，分析设计决策的坡体结构对建设难度的影响，以及建设阶段采取的防灾、抗震措施的效果。

6.2 恢复力

6.2.1 概述

出于安全考虑而设置的备用资源及应急救援措施，当高速公路安全状态发生波动时，能够采取措施使高速公路恢复新的安全状态的能力。

6.2.2 设备保障力

衡量设备在运行中保持安全状态的能力，包括机械设备的合理配置情况、维修保养工作的有效执行情况以及设备安全性能的保障水平。

6.2.3 人员适应力

衡量人员对施工现场变化的适应能力，包括人员的安全素养达标程度、施工经验丰富程度以及专业技能应用水平。

6.2.4 应急处理力

衡量项目在面对突发事件时的应急响应能力，包括应急预案的实施效果、应急资源的调配效率以及应急演练的执行水平。

6.3 提升力

6.3.1 概述

总结汲取经验教训，弥补调整应急预案、引入创新技术等措施，提升调配资源、优化决策的能力，进一步提升高速公路安全状态的能力。

6.3.2 管理提升力

衡量通过管理手段提高建设项目整体性能的能力，包括安全教育培训、防灾应急演练、恢复安全施工及善后处理能力等。

6.3.3 应急处置力

衡量通过技术手段提升建设项目效率和安全性的能力，包括事故预防信息技术优化和监测预警技术智能化的实施能力等。

7 指标体系应用

高速公路建设韧性指标体系应在设计阶段为项目方案提供韧性评估依据，指导韧性能力优化与设计决策，验证结构可靠性和环境适应性。在施工阶段应对关键工序、主要结构及施工环境变化实施动态韧性评价，提出韧性提升建议措施。评价程序及评分方式见附录A。

附录 A (资料性) 评价程序与评分方法

A.1 评价程序

评价程序分为评价启动、评价准备、评价实施、评价结果和评价报告编制五个阶段。每个阶段所开展工作应包含但不限于：

- a) 评价启动：明确评价需求、目的、范围与时效要求；
- b) 评价准备：成立评价专家组，召开评价前准备会议，设计评价方案和计划；
- c) 评价实施：收集项目状况、参建单位人员、设备等反映建设能力的信息数据，开展定性定量分析；
- d) 评价结果：确定评价结果、进行等级划分；
- e) 评价报告编制：编写评价报告、进行纸质与电子档案管理。

A.2 评分方法

A.2.1 评分公式

A.2.1.1 高速公路建设韧性指标得分为下属所有一级指标得分乘以其权重再求和，一级指标得分为下属所有二级指标得分乘以其权重再求和，二级指标得分为下属所有三级指标得分乘以其权重再求和，三级指标打分细则见附录 B，满分为 100 分。

A.2.1.2 一级指标内抵抗力下属的二级指标权重通过产值比法进行确定，一级指标内恢复力和提升力下属的二级指标权重采用排序法确定。

A.2.1.3 高速公路建设韧性评估按照公式 (A.1)、公式 (A.2)、公式 (A.3) 下式进行计算：

$$R = \sum_{i=1}^I \omega_i \sum_{j=1}^J \omega_{ij} \sum_{k=1}^K \omega_{ijk} r_{ijk} \quad \text{..... (A.1)}$$

$$r_i = \sum_{j=1}^J \omega_{ij} \sum_{k=1}^K \omega_{ijk} r_{ijk} \quad \text{..... (A.2)}$$

$$r_{ij} = \sum_{k=1}^K \omega_{ijk} r_{ijk} \quad \text{..... (A.3)}$$

式中：

- R ——高速公路建设韧性得分；
 I ——一级指标数量；
 ω_i ——第*i*项一级指标权重；
 J ——第*i*项一级指标内二级指标数量；
 ω_{ij} ——第*i*项一级指标中第*j*项二级指标权重；
 K ——第*i*项一级指标中第*j*项二级指标内三级指标数量；
 ω_{ijk} ——第*i*项一级指标中第*j*项二级指标内第*k*项三级指标权重；
 r_{ijk} ——第*i*项一级指标中第*j*项二级指标内第*k*项三级指标的韧性得分；
 r_i ——第*i*项一级指标的韧性得分；
 r_{ij} ——第*i*项一级指标中第*j*项二级指标的韧性得分。

A.2.2 一级指标权重计算

一级指标权重计算见表A. 1。

表A. 1 一级指标权重计算表

指标编号	一级指标	权重
A	抵抗力	$[r_1 - \sigma_1, r_1 + \sigma_1]$
B	恢复力	$[r_2 - \sigma_2, r_2 + \sigma_2]$
C	提升力	$[r_3 - \sigma_3, r_3 + \sigma_3]$
式中： r_1 ——抵抗力初始权重； r_2 ——恢复力初始权重； r_3 ——提升力初始权重； σ_1 ——抵抗力标准差； σ_2 ——恢复力标准差； σ_3 ——提升力标准差。		

A. 2.3 产值比法计算

产值比法计算步骤如公式（A. 4）所示：

$$w_i = \frac{c_i}{c_B + c_T + c_S}, \quad i = B, T, S \dots\dots\dots (A. 4)$$

式中：

w_i ——i类场景的权重；
 c_B ——桥梁产值；
 c_T ——隧道产值；
 c_S ——路基产值。

A. 2.4 排序法计算

排序法计算步骤如公式（A. 5）所示：

$$w = \frac{2n-2m+1}{n^2} \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中：

w ——权重；
 n ——二级指标下属三级指标数；
 m ——三级指标重要性排序号， $m < n$ 。

A. 2.5 三级指标评分细则

三级指标评价细则见表A. 2。

表A.2 三级指标评分细则

指标 编号	指标名称	打分细则			
		$0 \leq X < 50$	$50 \leq X < 75$	$75 \leq X < 90$	$90 \leq X \leq 100$
A.1.1	台风影响等级	台风灾害影响为：Ⅰ级（特重）。	台风灾害影响为：Ⅱ级（严重）。	台风灾害影响为：Ⅲ级（较重）。	台风灾害影响为：Ⅳ级（中度）与Ⅴ级（轻度）。
A.1.2	降水强度	暴雨灾害等级为：特大。	暴雨灾害等级为：严重。	暴雨灾害等级为：中度。	暴雨灾害等级为：轻度。
A.1.3	桥型*	桥型为悬索桥。	桥型为斜拉桥和连续刚构。	桥型为拱式桥、钢架桥和连续刚构。	桥型为梁式桥和简支梁桥等。
A.1.4	桥梁规模*	特大桥梁：总长 $L > 1000\text{m}$ ，或单孔跨径 $L_k > 150\text{m}$ 。	大型桥梁：总长 $(100, 1000]\text{m}$ ，或单孔跨径 $(40, 150]\text{m}$ 。	中型桥梁：总长 $(30, 100]\text{m}$ ，或单孔跨径 $(20, 40]\text{m}$ 。	小型桥梁：总长 $(8, 30]\text{m}$ ，或单孔跨径 $(5, 20]\text{m}$ 。
A.1.5	桥梁抗震设防水平*	桥梁抗震设防目标D类。	桥梁抗震设防目标C类。	桥梁抗震设防目标B类。	桥梁抗震设防目标A类。
A.2.1	台风影响等级	台风灾害影响为：Ⅰ级（特重）。	台风灾害影响为：Ⅱ级（严重）。	台风灾害影响为：Ⅲ级（较重）。	台风灾害影响为：Ⅳ级（中度）与Ⅴ级（轻度）。
A.2.2	不良地质	存在严重的不良地质现象，对工程建设影响严重。	存在不良地质，对工程建设有一定影响。	存在少量轻微的不良地质现象，对工程建设影响较小。	无不良地质，对工程建设无不利影响。
A.2.3	围岩等级	V、VI围岩长度占全隧长度 $\geq 70\%$ 。	V、VI围岩长度占全隧长度 $[40\%, 70\%)$ 。	V、VI围岩长度占全隧长度 $[20\%, 40\%)$ 。	V、VI围岩长度占全隧长度 $< 20\%$ 。
A.2.4	隧道埋深*	超浅埋隧道：覆跨比 < 0.6 。	浅埋隧道：覆跨比 $[0.6, 1.0)$ 。	深埋隧道：覆跨比 $[1.0, 1.5)$ 。	超深隧道：覆跨比 ≥ 1.5 。
A.2.5	隧道开挖跨度*	大跨度隧道： $\geq 18\text{m}$ 。	中等跨度隧道： $[14, 18)\text{m}$ 。	一般跨度隧道： $[9, 14)\text{m}$ 。	小跨度隧道： $< 9\text{m}$ 。
A.2.6	隧道抗震设防水平*	隧道抗震设防目标D类。	隧道抗震设防目标C类。	隧道抗震设防目标B类。	隧道抗震设防目标A类。
A.3.1	台风影响等级	台风灾害影响为：Ⅰ级（特重）。	台风灾害影响为：Ⅱ级（严重）。	台风灾害影响为：Ⅲ级（较重）。	台风灾害影响为：Ⅳ级（一般）。
A.3.2	降水强度	暴雨灾害等级为：特大。	暴雨灾害等级为：严重。	暴雨灾害等级为：中度。	暴雨灾害等级为：轻度。
A.3.3	地层岩性	岩石破碎，节理裂隙发育，岩体完整性极差，风化严重，强度低。	岩石较破碎，节理裂隙较发育，岩体完整性较差，强度较低。	岩石较完整，节理裂隙有一定发育，但岩体整体性尚可，强度中等。	岩石完整，节理裂隙不发育，岩体整体性强，强度高，抗风化能力强。
A.3.4	坡体结构*	坡体极为松散，存在大量不连续面，结构面倾向与坡面倾向一致且倾角小，地下水发育丰富。	坡体较松散，存在较多不连续面，结构面倾向与坡面倾向夹角小，地下水有一定发育。	坡体结构相对完整，不连续面发育程度中等，结构面倾向与坡面倾向夹角较大，地下水发育程度一般。	坡体结构完整，不连续面发育程度低，结构面倾向与坡面倾向夹角大，地下水发育程度低。
A.3.5	坡形坡度*	土质边坡坡度 ≥ 1.5 ，岩质边坡为破碎严重的岩石时坡度 ≥ 1 。	土质边坡坡度 $[1.25, 1.5)$ ，岩质边坡为较破碎硬质岩石或较破碎软质岩石时坡度 $[0.5, 1)$ 。	土质边坡坡度 $[1, 1.25)$ ，岩质边坡为较完整硬质岩石或较完整软质岩石时坡度 $[0.1, 0.5)$ 。	土质边坡坡度 < 1 ，岩质边坡为完整硬质岩石时坡度 < 0.1 。

表A.3 三级指标评分细则（续）

指标 编号	指标名称	打分细则			
		$0 \leq X < 50$	$50 \leq X < 75$	$75 \leq X < 90$	$90 \leq X \leq 100$
B.1.1	机械设备完整性	设备处于较差安全状态，故障风险较高，年故障率 $\geq 5\%$ 。	设备处于中等安全状态，存在一定故障风险，年故障率 $[1\%, 5\%)$ 。	设备处于良好安全状态，故障风险较低，年故障率 $[0.1\%, 1\%)$ 。	设备处于最佳安全状态，几乎无故障风险，年故障率 $< 0.1\%$ 。
B.1.2	备用设备完备性	备用设备数量严重不足，状态较差，难以迅速投入使用。	备用设备数量不足，部分设备状态一般，需要一定时间准备。	备用设备基本齐全，状态良好，但存在少量设备需要维护。	备用设备齐全，状态良好，随时可用。
B.1.3	机械设备维修保养	设备维修保养处于较差状态，故障风险较高，保养达标率 $< 60\%$ 。	设备维修保养处于中等状态，存在一定故障风险，保养达标率 $[60\%, 80\%)$ 。	设备维修保养处于中等状态，存在一定故障风险，保养达标率 $[80\%, 95\%)$ 。	设备维修保养处于最佳状态，几乎无故障风险，保养达标率 $\geq 95\%$ 。
B.2.1	人员安全素养	对安全风险识别和控制能力较弱，具备全面的安全知识和技能的人员比例 $< 60\%$ 。	能够识别部分安全风险，具备全面的安全知识和技能的人员比例 $[60\%, 80\%)$ 。	能够较好地识别和控制安全风险，具备全面的安全知识和技能的人员比例 $[80\%, 95\%)$ 。	能够主动识别和预防安全风险，具备全面的安全知识和技能的人员比例 $\geq 95\%$ 。
B.2.2	人员技能水平	工作经验超过3年的人员比例 $< 60\%$ 。	工作经验超过3年的人员比例 $[60\%, 80\%)$ 。	工作经验超过3年的人员比例 $[80\%, 95\%)$ 。	工作经验超过3年的人员比例 $\geq 95\%$ 。
B.2.3	管理人员配备	管理人员占总人数比例 $< 3\%$ 。	管理人员占总人数比例 $[3\%, 4\%)$ 。	管理人员占总人数比例 $[4\%, 5\%)$ 。	管理人员占总人数比例 $\geq 5\%$ 。
B.3.1	应急自救与医疗救援能力	应急自救技能掌握较差，应急自救培训覆盖率 $< 60\%$ 。	应急自救技能掌握一般，应急自救培训覆盖率 $[60\%, 80\%)$ 。	应急自救技能掌握良好，应急自救培训覆盖率 $[80\%, 95\%)$ 。	应急自救技能掌握熟练，应急自救培训覆盖率 $\geq 95\%$ 。
B.3.2	应急预案响应实施	专项应急预案覆盖率 $< 60\%$ ，响应时间大于60min。	专项应急预案覆盖率 $[60\%, 80\%)$ ，响应时间小于60min。	专项应急预案覆盖率达到 $[80\%, 95\%)$ ，响应时间小于30min。	专项应急预案覆盖率 $\geq 95\%$ ，响应时间小于10min。
B.3.3	应急避难与恢复能力	人均有效避难面积达到 $1.0\text{m}^2/\text{人}$ ，恢复至安全作业状态的平均时间小于96h。	人均有效避难面积达到 $2.0\text{m}^2/\text{人}$ ，恢复至安全作业状态的平均时间小于72h。	人均有效避难面积达到 $3.0\text{m}^2/\text{人}$ ，恢复至安全作业状态的平均时间小于48h。	人均有效避难面积达到 $4.5\text{m}^2/\text{人}$ ，恢复至安全作业状态的平均时间小于24h。
B.3.4	应急管理体系	管理体系不完善、职责不清，应急演练效果评分 < 60 。	管理体系基本完善、职责基本清晰，应急演练效果评分 $[60, 80)$ 。	管理体系较完善、职责较清晰，应急演练效果评分 $[80, 95)$ 。	管理体系完善、职责清晰，应急演练效果评分 ≥ 95 。
C.1.1	安全教育培训	安全教育未全覆盖。	安全教育未满足学时，未含实操演练。	安全教育满足学时，未含实操演练。	安全教育满足学时，含实操演练。
C.1.2	防灾应急演练	演练频率不满足，演练场景未全覆盖，演练预案未修订。	演练频率满足，演练场景未全覆盖，演练预案未修订。	演练频率满足，演练场景全覆盖，演练预案未及时修订。	演练频率满足，演练场景全覆盖，演练预案有针对性。

表A.2 三级指标评分细则（续）

指标 编号	指标名称	打分细则			
		$0 \leq X < 50$	$50 \leq X < 75$	$75 \leq X < 90$	$90 \leq X \leq 100$
C.1.3	安全经费投入	安全经费投入不满足规定。	安全经费投入满足规定，安全生产费用管理、计取和使用程序基本到位，投入基本有效。	安全经费投入满足规定，安全生产费用、计取和使用程序到位，投入基本有效。	安全经费投入满足规定，安全生产费用、计取和使用程序到位，投入有效。
C.1.4	事故调查及安全 全责任落实	调查不全面，原因、责任不清晰。	调查较全面，原因、责任较清晰。	调查全面，原因、责任较清晰。	调查全面，原因、责任清晰。
C.2.1	事故预防信息 技术优化	事故预防信息技术使用率 $<60\%$ 。	事故预防信息技术使用率 $[60\%, 80\%)$ 。	事故预防信息技术使用率 $[80\%, 95\%)$ 。	事故预防信息技术使用率 $\geq 95\%$ 。
C.2.2	监测预警技术 智能化	预警系统覆盖率 $<60\%$ 。	预警系统覆盖率 $[60\%, 80\%)$ 。	预警系统覆盖率 $[80\%, 95\%)$ 。	预警系统覆盖率 $\geq 95\%$ 。
注1：“*”表示为可调整的指标，依据项目特点和实际需求调整。 注2：“台风影响等级”符合 DB33/T 1325-2023 的要求，根据影响范围及程度予以赋分。 注3：“降水强度”符合 GB/T 33680-2017 的要求，根据影响范围及程度予以赋分。 注4：“桥梁抗震设防水平”符合 JTG/T 2231-01—2020 的要求，根据影响范围及程度予以赋分。 注5：“隧道抗震设防水平”符合 JTG/T 2232-01—2019 的要求，根据影响范围及程度予以赋分。 注6：“应急管理体系”包括但不限于急指挥中心、应急救援队伍、医疗救护设施、物资储备等完整的应急资源。 注7：“安全教育培训”的学时要求应符合《生产经营单位安全培训规定》。 注8：“安全经费投入”符合《企业安全生产费用提取和使用管理办法》。 注9：含2个及以上打分要求的三级指标，至少满足 2 个打分要求区间。					

参 考 文 献

- [1] GB/T 40947—2021 安全韧性城市评价指南
- [2] GB/T 40958—2021 企业生产力评价规范
- [3] GB/T 42768—2023 公共安全 城市安全风险评估
- [4] GB/T 44695—2024 电子商务发展指数指标体系
- [5] JT/T 1375.1-2022 公路水运工程施工安全风险评估指南 第1部分：总体要求
- [6] 《中华人民共和国安全生产法》
- [7] 《公路水运工程安全生产监督管理办法》（交通运输部令2017年第25号）
- [8] 《生产经营单位安全培训规定》（安全监管总局令第3号）
- [9] 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》财资(2022)136号
- [10] 《关于进一步加强全省交通建设工程安全生产管理工作的若干规定》（浙交[2020]104号）
- [11] 《浙江省交通建设工程风险分级管控和事故隐患排查治理管理办法（试行）》浙交〔2024〕127

号