

ICS 01.040.27

CCS F 10/19

团 体 标 准

T/CAWS0009-2023

中小型水电站溃坝情景模拟技术规范

Technical specification for dam break scenario simulation of small and medium-sized hydro-power stations

2023-10-19发布

2023-10-19实施

中国安全生产协会 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 情景模拟要求和内容 | 2 |
| 4.1 要求 | 2 |
| 4.2 内容 | 2 |
| 5 情景模拟 | 2 |
| 5.1 情景要素 | 2 |
| 5.2 情景概要 | 2 |
| 5.3 背景信息 | 2 |
| 5.4 演化过程 | 2 |
| 5.5 事故后果 | 3 |
| 5.6 情景展现 | 3 |
| 6 情景应用与管理 | 3 |
| 7 情景评审与改进 | 4 |
| 8 证实方法 | 4 |
| 附录 A（规范性） 情景重现简表 | 5 |
| 附录 B（规范性） 情景重现 | 6 |
| 表 A.1 情景重现简表 | 5 |

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。

本文件由中国安全生产协会提出。

本文件由中国安全生产协会归口。

本文件起草单位：华能四川能源开发有限公司、四川华能宝兴河水电有限责任公司、深圳中质安股份有限公司、北京世标认证中心有限公司、广东省能源集团有限公司水电分公司、国家电投集团广西电力有限公司。

本文件主要起草人：钱辉、刘宏文、梁天杰、左坤、唐振宇、杨胜利、林春树、李阳、李超、廖森、郭实田、李永波、徐涛、丘宇、黎文明、曾胜、杨铁荣、李力、许海泉、王海明、赵明、江少容、黄颖科。

中小型水电站溃坝情景模拟技术规范

1 范围

本文件规定了中小型水电站溃坝情景模拟的情景模拟范围与要求、情景模拟、情景应用与管理和情景评审与改进等。

本文件适用于中小型水电站溃坝情景模拟。

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。

DL/T 5360 水电水利工程溃坝洪水模拟技术规程

SL 164 溃坝洪水模拟技术规程

SL 483 洪水风险图编制导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

洪水风险图 flood risk maps

直观反映洪水可能淹没区域洪水风险要素空间分布特征或洪水风险管理信息的地图。

3.2

基本洪水风险图 basic flood risk maps

反映洪水风险要素信息空间分布的地图。

3.3

情景构建 scenario planning

基于特定方法开展的情景筛选、情景开发、情景应用、情景评审与改进等一系列动作。

3.4

情景开发 scenario development

通过专家研讨、相关方风险沟通、案例分析、模拟仿真等方法，推导在设定环境下突发事件演化和灾害后果的过程。

3.5

情景应用 scenario application

按情景开发目标要求，完善应急预案、开展培训演练、编制应急体系建设规划等，提升应急能力的过程。

4 情景模拟要求和内容

4.1 要求

情景模拟范围可适用于山区河流土石坝、拱坝、闸坝类型的中小型电站，在水库发生溃坝或梯级水库发生连锁情况下情景模拟。

4.2 内容

情景模拟应满足：

- a) 应有代表性和典型性。筛选的情景应代表水电站大坝类型及所在地区的高风险特点；
- b) 应有后果严重性。筛选的中小型水电站大坝溃坝情景应为导致一定规模人员伤亡、财产损失和环境影响，造成公众恐慌或引发不良社会影响的溃坝事件；
- c) 应有影响范围和处置难度。筛选的情景应为超出本企业的处置能力，需要调动外部应急响应资源，组织外部相关方配合或统一协调和处置的溃坝事件；
- d) 应任务覆盖面广。筛选的情景应覆盖溃坝过程中可能涉及更多的应急响应任务；
- e) 应有发生可能性。筛选的情景应有类似典型溃坝事件发生。

5 情景模拟

5.1 情景要素

情景因素应满足：

- a) 筛选并设定可能发生溃坝情景清单后，应模拟情景要素；
- b) 情景要素应包括情景概要、背景信息、演化过程、事故后果等要素。

5.2 情景概要

情景概要应满足：

- a) 应描述水电站溃坝事故类型，结合企业情况分析可能导致的后果及采取的行动等；
- b) 企业可通过历史案例分析、模拟计算等，描述事故可能造成的人员伤亡、基础设施损害、疏散人员数量、环境影响、直接经济损失、同时引发次生灾难事件的可能性、救援复杂程度和恢复重建时间等。

5.3 背景信息

溃坝事故背景信息应包括：

- a) 事故主体。应描述溃坝事故导致受灾的主体，应包括受灾地区、建（构）筑物及受灾人员背景信息；
- b) 地理环境。应描述溃坝发生与演化是否与特定地理空间位置相关，或事故后果与事发地地理环境、气象与气候条件相关，应说明可能导致严重后果或后果扩大的气象与气候及地理条件；
- c) 社会条件。应描述溃坝事故的发生与演化应与当地社会条件相关，包括当地应急管理体制、机制和物资、装备、队伍等救援能力；
- d) 假设条件。应说明情景开发时的假设条件，对事故发生时间、气象条件、社会环境条件等背景条件的假设。

5.4 演化过程

演化过程应描述事故发生发展过程。应符合 DL/T 5360 和 SL 164 的要求，按生命周期对潜伏期、

爆发期、持续期、消退期等事故情景演化过程描述。并应包括：

- a) 设计、施工、运维、自然灾害、外力破坏等事故发生原因；
- b) 指挥不当、信息流不及时、物资流不到位等诱使事故扩大的主要因素；
- c) 事故演化过程中的关键节点，以及各节点灾难场景、标志性事件等；
- d) 事故演化过程中可能具有的洪水流量过程、水位过程、洪峰流量、淹没范围等的规律。
- e) 应符合 SL 483 的要求，绘制洪水风险图。

5.5 事故后果

5.5.1 事故后果应包括溃坝后可能引发的次生衍生灾害、伤亡人数、财产损失、服务中断、社会影响、经济影响、环境和长期健康影响等。

5.5.2 次生衍生灾害可包括建（构）筑物受损、基础设施破坏、引起恐慌性疏散或伤亡等。

5.5.3 伤亡人数应估算事故及其次生衍生灾害可能导致的死亡和受伤人数。估算方法可采用历史案例中真实造成的伤亡规模；可根据灾害破坏力及周边人口分布等数据，选取适宜的模型进行计算机模拟仿真计算。

5.5.4 财产损失估算可参照历史案例中真实造成的损失进行估算，可根据事故破坏力及周边经济规模等数据，选取适宜的模型进行计算机模拟仿真计算。

5.5.5 服务中断应分析并描述事故可能造成的重要基础设施、生命线工程和公共服务中断等情形。

5.5.6 社会影响应分析并描述可能对公众心理、社会舆情和公共秩序产生的社会恐慌等的间接影响。

5.5.7 经济影响应分析并描述事故可能对地方、行业和国家经济造成的生产设施损坏、生态环境破坏、区域生产规模下降等间接影响。

5.5.8 环境和长期健康影响应分析并描述事故对生态环境的污染和破坏，对事发地及周边公众产生的长期生理或心理伤害等。

5.5.9 事故后果情景模拟应符合附录 A 情景重现简表。

5.6 情景展现

5.6.1 情景事件应对任务清单应按水电站大坝溃坝案例规律与事故特点，梳理分析应对情景事件的任务并整合确定。

5.6.2 任务矩阵应按法律法规、规章制度，应急预案等有关文件，对执行主体分析确定。

5.6.3 事故演化过程应按洪水影响、属地应对机制、下辖水电站处置措施等确定，可依次分为准备期、潜伏期、爆发期、应对期和恢复期，应模拟溃坝洪水可能造成的情景后果。应分析应急体系及应急资源，对应急能力评估。

5.6.4 淹没视频应用三维 GIS 数据平台制作。淹没空间模拟分析应按地理信息系统 GIS 原理，以卫星遥感数据、航空摄影正射影像、无人机倾斜摄影三维立体模型、DEM 数字高程模型为基础数据，通过三维空间场景模拟显示地形地貌确定。

5.6.5 事故情景展现应符合附录 B 情景重现。

6 情景应用与管理

水电站溃坝事故情景构建可指导企业开展基于任务分解和资源评估的预案编制，指导相关预案实现有效衔接；为企业开展应急演练规划、实施应急演练提供背景支撑和科目指导，为应急能力建设规划提供技术支撑。

7 情景评审与改进

- 7.1 当外部环境、政策方针或企业应急能力发生重大变化时，应及时对情景管理评审并适时更新。
- 7.2 因河道淤积影响原有航道泄洪能力或河道改道等环境条件变化后，影响溃坝情景演化过程，致使预期后果、严重性扩大时，应对溃坝情景修订。
- 7.3 当库岸大面积滑坡体根治等重大隐患消除或下游受影响区域迁移等环境条件变化后，原有溃坝情景在相当时期内不可能发生，或预期后果减缓，经研究论证可将该情景从清单中删除或优化调整。
- 7.4 当国家或行业政策方针或企业应急能力发生重大变化导致出现新的高风险突发事件，应将该因素列入风险清单，并开展情景开发构建。
- 7.5 情景评审修订后，应根据新的情景开展应急预案体系、应急演练规划与设计和应急能力建设规划等，应急体系应持续改进。

8 证实方法

- 8.1 在中小型水电站溃坝情景模拟的情景模拟、情景应用、情景管理、情景评审与改进等关键环节，应从人、机、环、管等几个方面，进行验证。
- 8.2 应对各阶段生成的制度文件的合规性、记录表单、任务清单的完整性和规范性进行评估，前一关键节点符合要求方可放行转入后一节点。
- 8.3 在中小型水电站溃坝情景模拟全过程，如使用检测、计量仪器仪表或相关软件，在使用前应对其进行校验或校准，保证检验、检测精度。

附录 A
(规范性)
情景重现简表

表 A.1 情景重现简表

| | | | |
|------------|--|-------------|--|
| 情景名称 | | | |
| 情景描述: | | | |
| 预计人员伤亡情况 | | 预计直接经济损失 | |
| 预计设备设施损毁情况 | | | |
| 预计生态环境破坏情况 | | | |
| 疏预计疏散人口数量 | | 可能发生的次生衍生事件 | |
| 参考事件案例 | | | |
| 构建单位 | | | |
| 关联单位 | | | |
| 构建日期 | | | |

附录 B
(规范性)
情景重现

- B.1 情景重现应符合该类事故灾难发生发展的一般规律，情景重现方法可包括历史案例资料分析、计算机模拟仿真结果、情报信息、专家经验与推理等。
- B.2 历史案例资料分析可按相似案例资料，采用下列分析方法：
- a) 使用多次同类案例事件后果的统计数据；
 - b) 使用相似案例的后果数据，并根据环境条件变化修正；
 - c) 使用不同类别的案例后果数据，同时根据事件强度、环境条件变化类推。
- B.3 情景重现宜采用数学建模和计算机模拟技术，对事件演化过程及后果估算。并应符合：
- a) 应合理选择并使用计算机模拟技术工具，对多源信息收集，分析整理模拟计算的数据资料，应用多学科技术模拟计算并对结果分析解读及成果展示等；
 - b) 情景重现可委托专业科研机构开展。
- B.4 对估算结果验证时，可采取现场调查、物理模拟试验等方法，对事件可能产生的负面效果调查和试验。
- B.5 采用专家经验与推理时，可对发生频率低或无统计规律的情景，收集类似典型案例资料，由相关领域专家对事件演化过程和危害后果推理判断确定。
-