

ICS 27.140
P 59

NB

中华人民共和国能源行业标准

P

NB/T 11188—2023

水电工程泄洪雾化防护技术导则

Technical Guide for Flood Discharge Atomization Protection
of Hydropower Projects

2023-05-26 发布

2023-11-26 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

水电工程泄洪雾化防护技术导则

Technical Guide for Flood Discharge Atomization Protection

of Hydropower Projects

NB/T 11188-2023

主编部门：水电水利规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2023年11月26日

行业标准信息服务平台

中国水利水电出版社

2023 北京

国家能源局 公告

2023年 第4号

根据《中华人民共和国标准化法》《能源标准化管理办法》，国家能源局批准《新能源基地送电配置新型储能规划技术导则》等310项能源行业标准（附件1）、《Code for Seismic Design of Hydropower Projects》等19项能源行业标准外文版（附件2），现予以发布。

- 附件：1. 能源行业标准目录
2. 能源行业标准外文版目录

国家能源局
2023年5月26日

行业标准信息服务平台

附件 1:

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
...						
23	NB/T 11188-2023	水电工程 泄洪雾化防护技术导则			2023-05-26	2023-11-26
...						

行业标准信息服务平台

前 言

根据《国家能源局关于下达 2015 年能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2015〕283 号）的要求，导则编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本导则。

本导则的主要技术内容是：总则、术语、基本规定、雾化雨强分级与防护分区、泄洪雾化防护、雾化防护安全监测、雾化防护设施运行维护。

本导则由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理，由能源行业水电勘测设计标准化技术委员会（NEA/TC15）负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送水电水利规划设计总院（地址：北京市西城区六铺炕北小街 2 号，邮编：100120）。

本导则主编单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

本导则参编单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

本导则主要起草人员：吴时强 吴修锋 王芳芳 杨家修 周 恒 丁新潮

徐建荣 杨怀德 戴晓兵 冯业林 邓毅国 高 昂

王康柱 周 辉 王 威 薛万云 贾本有 杨倩倩

戴江玉 张陆陈 张 宇 查 伟 崔皓博 王小东

邵军荣 杨 敬 黄 庆 杜震宇

本导则主要审查人员：杨泽艳 李仕胜 吴一红 黄国兵 刘善均 吴建华

尹进步 魏永新 湛正刚 赵 轶 姜忠见 叶 茂

张绍春 苗宝广 孙旭曙 刘荣丽 曹园园

目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	3
4	雾化雨强分级与防护分区.....	5
4.1	雾化雨强和雾化雨区.....	5
4.2	雾化防护分区.....	5
5	泄洪雾化防护.....	7
5.1	防雾化影响的工程布置.....	7
5.2	枢纽建筑物防护技术.....	7
5.3	电气设施防护要求.....	8
5.4	边坡防护技术.....	8
5.5	公共交通设施防护技术.....	9
5.6	生产生活区防护技术.....	10
6	雾化防护安全监测.....	11
7	雾化防护设施运行维护.....	12
	本导则用词说明.....	13
	引用标准名录.....	14
	附：条文说明.....	15

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic Requirements.....	3
4	Atomization Rainfall Intensity Classification and Protection Zoning.....	5
4.1	Atomization Rainfall Intensity and Atomization Rainfall Zone	5
4.2	Atomization Protection Zoning	5
5	Flood Discharge Atomization Protection.....	7
5.1	Project Layout for Atomization Protection	7
5.2	Atomization Protection Technology for Main Structures.....	7
5.3	Atomization Protection Requirements for Electrical Facilities.....	8
5.4	Atomization Protection Technology for Slopes.....	8
5.5	Atomization Protection Technology for Public Transport Facilities.....	9
5.6	Atomization Protection Technology for Production and Living Areas.....	10
6	Safety Monitoring of Atomization Protection.....	11
7	Operation and Maintenance of Atomization Protection Facilities.....	12
	Explanation of Wording in This Guide.....	13
	List of Quoted Standards.....	14
	Addition: Explanation of Provisions.....	15

行业标准信息平台

1 总 则

1.0.1 为规范水电工程泄洪雾化防护技术，满足环境友好、安全可靠、经济合理的要求，指导水电工程泄洪雾化防护设计、建设、监测和运行管理，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于水电工程泄洪雾化防护技术。

1.0.3 水电工程泄洪雾化防护，除应符合本导则外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

行业标准信息服务平台

2 术 语

2.0.1 泄洪雾化 flood discharge atomization

水电工程泄洪时，泄洪水流散裂、水面溅水、空中碰撞等形成雨雾的物理现象。

2.0.2 泄洪风场 flood discharge wind field

水电工程泄洪时，泄洪水流引起的水舌风场与自然风场叠加形成的局地风场。

2.0.3 雾化雨强 atomization rainfall intensity

泄洪雾化引起的单位时间降雨深度。

2.0.4 雾化雨区 atomization rainfall zone

泄洪雾化引起降雨的区域。

2.0.5 雾化雨强等级 atomization rainfall intensity grade

按泄洪雾化雨强大小和雾化影响特征所划分的雨强等级。

2.0.6 雾化防护分区 atomization protection zoning

根据泄洪雾化雨强分布特征，划定不同雾化雨强等级的防护区域。

2.0.7 雾化防护设计 atomization protection design

按泄洪雾化雨强等级和防护分区，针对防护对象选择的防护措施设计。

行业标准信息平台

3 基本规定

3.0.1 水电工程泄水建筑物设计应开展泄洪雾化影响分析，结合枢纽工程特点和地形地质条件等，协调泄洪、消能、雾化三者的关系，降低雾化对枢纽建筑物、电气设施等防护对象的不利影响。对雾化影响敏感的工程，宜优先选用低雾化影响的消能方式、消能工体型和运行方式。

3.0.2 当存在下列条件之一时，应对泄水建筑物泄洪雾化影响进行分析，必要时还应开展专门论证：

- 1 工程枢纽区为峡谷地形，或下游存在不良地质体，或干旱少雨地区。
- 2 选用易诱发泄洪雾化的消能方式或消能工。
- 3 采用挑流消能方式的高坝工程。
- 4 雾化雨区有重要的防护对象。

3.0.3 雾化防护设计应收集水文、气象、地形地质和工程设计等基本资料。

3.0.4 雾化防护对象宜按枢纽建筑物、电气设施、边坡、公共交通设施和生产生活区等进行分类。

3.0.5 雾化防护设计的洪水标准宜与该工程消能防冲建筑物设计洪水标准一致，泄洪雾化防护对象破坏可能危及挡水建筑物安全时，应采用大坝设计洪水或校核洪水进行校核，并应符合现行行业标准《水电工程等级划分及洪水标准》NB/T 11012 的有关规定。

3.0.6 雾化防护设计结构安全级别应与防护对象的安全级别一致，并应符合现行行业标准《水工混凝土结构设计规范》NB/T 11011 的有关规定。

3.0.7 雾化防护设计应考虑泄洪雾化时雨、雾、风、温度和湿度等因素对工程和环境的影响，并应兼顾工程安全和功能、地质灾害防治、景观与生态保护等要求。

3.0.8 雾化防护措施应根据雾化雨强等级、雾化雨区地形地质条件、雾化防护分区，结合枢纽布置综合比较确定，并应满足结构稳定、材料强度和耐久性要求，有利于排水和环境保护。

3.0.9 厂房建筑物、地面开关站、出线站及机电设备等雾化防护应符合现行行业标准《水电站厂房设计规范》NB 35011、《水电站地下厂房设计规范》NB/T 35090 和《水力发电厂机电设计规范》NB/T 10878 的有关规定。

3.0.10 雾化雨区边坡防护应符合现行行业标准《水电工程边坡设计规范》NB/T 10512 的有关规定。

行业标准信息服务平台

4 雾化雨强分级与防护分区

4.1 雾化雨强和雾化雨区

4.1.1 雾化雨强等级及雾化雨区应根据雾化雨强和雾化影响特征确定，雾化雨强等级及雾化雨区宜按表 4.1.1 划分。

表 4.1.1 雾化雨强等级及雾化雨区

雾化雨强等级	雾化雨强 S (mm/h)	雾化影响特征	雾化雨区
I	$S \geq 600$	降雨强度极大，可见度极低，破坏力极强；雨滴飞溅、风场极紊乱、空气稀薄；人畜无法生存	A
II	$600 > S \geq 200$	降雨强度很大，可见度很低，破坏力很强；雨滴密集、风场紊乱；人畜生存困难	
III	$200 > S \geq 50$	降雨强度大，可见度低，破坏力强；雨滴紧促、风速大、风向变化；人畜呼吸困难	
IV	$50 > S \geq 10$	降雨强度超过自然暴雨，可见度较低，破坏力较强；风速较大、风向变化；人畜呼吸有影响	B
V	$10 > S \geq 2$	降雨强度同自然暴雨，可见度尚可，破坏力较弱；地面积水形成较快，风速较大、风向基本稳定；人畜呼吸稍有影响	C
VI	$2 > S > 0$	降雨强度同自然小雨，可见度基本无影响，无破坏力；地面无积水，风速小、风向稳定；人畜呼吸无影响	D

4.1.2 雾化雨强分布和雾化雨区范围可采用经验公式估算、数值模拟、水工模型试验等方法预测，并应符合下列规定：

- 1 在设计初期宜采用工程类比或经验公式估算雾化雨强和雾化雨区范围。
- 2 对于大型、重要工程，宜在实施前开展雾化数值模拟，数值模拟应采用成熟、可靠的软件。
- 3 对于特别重要工程，还宜开展雾化水工模型试验，水工模型试验应符合现行行业标准《水电工程泄洪雾化水工模型试验规程》NB/T 10868 的有关规定。

4.2 雾化防护分区

4.2.1 雾化防护分区应根据雾化雨区等级和诱发灾害风险程度划分，雾化防护分区划分应

符合按表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 雾化防护分区

雾化防护分区	雾化雨区等级	分区描述	诱发灾害风险程度
1	A	水舌裂散和激溅区	很高
2	B	浓雾暴雨区	高
3	C	薄雾降雨区	中
4	D	淡雾水汽飘散区	低

4.2.2 雾化防护区域设计应遵守下列基本原则：

1 雾化防护 1 区，不应设置公共交通设施、生产生活区和除泄洪消能设施以外的枢纽建筑物。坝后厂房、机电设备等经分析论证可设置于雾化雨强等级为 III 级的雾化雨区。地基或边坡应采取防护措施，不良地质体应采取处理措施。泄洪期间应禁止人员和车辆进入。

2 雾化防护 2 区，不宜设置受雾化影响敏感的机电设备、公共交通设施、生产生活区和除泄洪消能设施以外的枢纽建筑物，不能避开时应设置雾化防护措施。地基或边坡应采取防护措施，不良地质体应采取必要的处理措施。泄洪期间应限制人员和车辆进入。

3 雾化防护 3 区，不宜设置公共交通设施、生产生活区和除泄洪消能设施以外的重要建筑物，不能避开时宜根据防护对象特点进行防护。泄洪期间应设置防雾化影响的警示标牌。

4 雾化降雨 4 区，可不专门防护，泄洪期间宜设置防雾化影响的警示标牌。

5 泄洪雾化防护

5.1 防雾化影响的工程布置

5.1.1 工程设计应结合工程特点及泄水建筑物布置方案，对可能的泄洪雾化影响区进行勘察，明确雾化影响敏感对象。

5.1.2 枢纽布置应结合自然气象条件、防护对象和地形地质条件开展泄洪雾化影响分析研究。

5.1.3 工程主要建筑物布置方案确定后，地面开关站、出线场等建筑物及其辅助设施布置宜避开雾化影响区，不能避开的应进行泄洪雾化影响分析和防护设计。

5.1.4 当防护对象无法避开泄洪雾化影响区时，经论证影响较大时应采取减免泄洪雾化影响的措施，并应满足下列要求：

1 在满足消能效果、工程优化布置和安全运行的前提下，宜采用低泄洪雾化影响的消能方式和消能工体型，下泄水流与下游河道水体宜平顺衔接。

2 当采用挑流消能方式或泄水建筑物为异型消能工时，应避免泄流水舌空中碰撞，水流入水点宜位于河道开阔区域，或远离防护对象。

3 宜采用地下建筑物或交通廊道方式。

4 应制定降低雾化影响的泄洪运行方式。

5.2 枢纽建筑物防护技术

5.2.1 受泄洪雾化影响的地面枢纽建筑物，包括厂房、尾水建筑物、变电站、开关站、出线场、控制室、配电室、排架及启闭设施、进厂（坝）交通、永久洞室进出口和挡墙等，其防护设计应满足下列要求：

1 厂房、尾水建筑物、变电站、开关站、出线场、控制室、配电室、排架及启闭设施、进厂（坝）交通和永久洞室进出口不应设置于雾化防护1区。当坝后厂房局部区域不能避开时，经论证并采取措施后可设置于雾化雨强等级为III级的雾化雨区。

2 厂房、尾水建筑物、变电站、开关站、出线场、控制室、配电室、排架及启闭设施、进厂（坝）交通和永久洞室进出口不宜布置于雾化防护2区，当不能避开设置于防护2区时应进行防护和排水设计。

3 设置于雾化防护 3 区、4 区的建筑物,可根据建筑物自身特点进行防护和排水设计。

4 经论证后可设置于雾化防护 1 区、2 区的挡墙,应满足排水和抗冲刷要求。

5.2.2 位于泄洪雾化影响区域范围内的地面厂房及尾水等建筑物防护应满足下列要求:

1 厂区内应设置截、排水设施,排水能力应满足该区内泄洪雾化降雨量和设计标准自然降雨量的排水要求。

2 对可能导致水淹厂房的孔洞、管沟、通道和预留缺口等应采取相应的防护措施。

3 门窗宜选取抗风振动材料,必要时应设置防风措施。

4 多泥沙河流宜考虑含沙水雾对防护对象的影响,必要时应采取预防或处理措施。

5 严寒及寒冷地区应考虑泄洪雨雾引起的降温、冰凌等影响。

5.2.3 排架、启闭控制室不能避开雾化防护 2 区、3 区时,宜采取防雨、防雾、防风措施,对启闭控制室进行封闭及防潮保温处理,降低内部金属结构及电气设备锈蚀程度。

5.2.4 进厂交通、交通洞口或公路路面在泄洪雾化防护区时,应做好截水和排水设计。

5.2.5 出线洞、通风洞等进出口位置在泄洪雾化防护区时,应做好截水和排水设计。

5.2.6 枢纽建筑物防泄洪雾化措施宜根据防护对象特点,在泄洪设施运行前建成。

5.2.7 施工期存在泄洪雾化影响时,应对施工道路、混凝土系统、脚手架等临时设施采取相应的防护措施。

5.3 电气设施防护要求

5.3.1 布置于雾化防护 2 区~4 区的电气设施应根据设备特性、河流泥沙情况和泄洪雾化影响程度采取选用封闭设备、加大设备外绝缘爬电比距、增大架空线路电气距离和提高防污秽等级等防护措施。

5.3.2 确需布置于雾化雨强等级为Ⅲ级的雾化雨区的电气设施,应开展专门论证,采取有针对性的防护措施。

5.4 边坡防护技术

5.4.1 边坡防护应包括泄洪雾化防护区内的建筑物边坡、河道边坡、公路边坡等人工边坡和自然边坡。防护设计应考虑下列因素:

1 工程地形地质条件、雾化雨强和泄洪风场、当地自然降雨等。

2 枢纽泄水建筑物泄洪区及下游附近保护对象和可能产生的灾害后果。

3 防护分区、结构稳定、排水和环境保护的要求。

4 保护措施与生态和景观措施相协调的要求。

5.4.2 边坡防护设计应遵循“分区防护、以排为主、适当加固”的原则。实施中可根据工程需要，采取开挖、锚固、护面、封闭、排水或其组合的处理措施。

5.4.3 边坡应按雾化防护区采取不同的防护，边坡防护措施中截排水系统应满足不同工况下各区泄洪雾化降雨量的最大排水要求，各防护分区的防护措施应满足下列要求：

1 雾化防护 1 区，防护措施应采用钢筋混凝土护坡，应设马道、排水沟（孔）。

2 雾化防护 2 区，防护措施宜采用混凝土、喷混凝土，宜设马道、排水沟（孔）。

3 雾化防护 3 区，宜设排水沟（孔）。

4 雾化防护 4 区，可不采取专门的防护措施。

5.4.4 受泄洪雾化影响的边坡，在泄洪前应进行巡视检查，并对浮土、危石等进行清理。

5.4.5 对于泄洪雾化防护范围较大的自然边坡区域，雾化影响具有不确定性时，防护措施可考虑分区或分期实施，并留出必要的检修通道和施工通道。

5.4.6 严寒及寒冷地区边坡防护应考虑泄洪雾化造成冰凌的影响。

5.4.7 泄洪雾化诱发灾害风险程度较高的滑坡体、变形体、崩塌体、堆积体、泥石流沟等不良地质体，应结合泄洪雾化影响进行稳定分析，并选择合适的防护措施；不良地质体失稳引发灾害严重时应进行专门论证。

5.5 公共交通设施防护技术

5.5.1 受泄洪雾化影响的公共交通设施应主要包括公路、桥梁、交通洞口、铁路、车站、码头和检查站。

5.5.2 公共交通设施的防护措施选择应满足下列要求：

1 设置于泄洪雾化防护 2 区的交通隧洞、廊道等洞口，应采取防冲刷、防雨、防雾、防泥和防风的措施。

2 设置于泄洪雾化防护 3 区、4 区的交通设施，应设置路面排水系统，并满足所在区域内泄洪雾化降雨量的排水要求。

3 泄洪雾化雨区的公路、桥梁出入段，应设置必要的防雨、防雾和防风警示。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/266043031035010041>