

团 体 标 准

T/CERS 0009-2020

核电厂冷源安全分级预警规范 水母灾害

Specification for classified early warning of cold source safety in nuclear power plants—Jellyfish disasters

2020 - 12 - 31 发布

2020 - 12 - 31 实施

中 国 能 源 研 究 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 水母灾害的预警等级	2
4.1 水母灾害预警等级划分原则	2
4.2 水母灾害预警等级划分	2
4.3 预警等级增加	2
A.1 蓝色预警等级	3
A.2 黄色预警等级	3
A.3 橙色预警等级	3
A.4 红色预警等级	4
参考文献	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。

本文件由中国能源研究会提出并归口。

本文件起草单位：自然资源部海洋减灾中心、苏州热工研究院有限公司、辽宁红沿河核电有限公司。

本文件起草人：王国善、孟威、林雨霏、李建文、刘笑麟、田新华、武江越、张锦飞、康君峰、孟亚辉、周存露、陆海荣、霍伟奇、杨阳、郑洋、付建明、成志娟。

本文件为首次发布。

引 言

为保障沿海核电站在水母暴发期间的冷源安全，提高水母灾害的应急响应和管理能力，确定水母灾害预警等级阈值，特制定本标准。

本文件是指导和规范沿海核电企业科学应对水母灾害的规范性文件。

1 范围

本文件规定了针对沿海核电企业冷源安全的水母灾害预警等级和阈值。

本文件适用于我国沿海核电企业水母灾害应急管理工作中水母灾害预警等级划分。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水母灾害 jellyfish blooms

水母在一定时间和区域内数量急剧增加并导致电站取水口网具阻塞、近海渔获量减少和海滨浴场伤人等生态、经济及社会问题的事件。

注：本文件中特指沿海核电站取水口网具阻塞事件。

3.2

水母生物量 jellyfish biomass

通过监测、换算获得的每立方米水体中灾害水母的湿重。

注：水母生物量的单位为克每立方米（g/m³）。

3.3

水母拖网监测 jellyfish trawl monitoring

采用浮游动物浅水I型网或大型浮游生物网获取一定体积海水中水母种类、大小和数量的调查监测技术。

3.4

水母声呐监测 jellyfish acoustic monitoring

采用一定频率的水下超声波进行环境探测，通过获取回波反射强度实现对海水中水母丰度进行实时监测的技术。

3.5

水母生物分子定量监测 molecular quantitative monitoring of jellyfish

利用实时荧光定量PCR方法监测样品中水母16 s rDNA拷贝数从而实现对水体中水母早期幼体丰度定量的技术。

3.6

实时荧光定量PCR real time fluorescent quantitative; PCR

在DNA扩增反应中，以荧光化学物质测每次聚合酶链式反应（PCR）循环后产物总量的方法。

注：用于待测样品中的特定DNA序列进行定量分析。

3.7

水母应急打捞极限值 emergency fishing limit for jellyfish; EFL

沿海核电厂处于应急状态下每天动用船只打捞水母的最大量与核电纳水量的比值。

注：水母应急打捞极限值的单位为克每立方米（g/m³）。

4 水母灾害的预警等级

4.1 水母灾害预警等级划分原则

依据现有水母监测技术获取的水母生物量大小划分，计算依据见附录 A。

4.2 水母灾害预警等级划分

水母灾害分四个预警等级：蓝色预警、黄色预警、橙色预警和红色预警，详见表1。

表 1 水母灾害预警等级划分表

预警等级	水母生物量 g/m ³	监测位点	监测方法
蓝色预警	0.0003~0.00077	外海监测点、取水口或进水前池、鼓网取样	水母生物分子定量监测
黄色预警	0.00077~0.1	外海监测点或取水口	水母生物分子定量监测、水母拖网监测或水母声呐监测
橙色预警	0.1~EFL	外海监测点或取水口	水母拖网监测或水母声呐监测
红色预警	≥EFL	外海监测点或取水口	水母拖网监测或水母声呐监测

4.3 预警等级增加

当出现以下两种情况之一时，预警等级为黄色的上升为橙色，预警等级为橙色的上升为红色。

a) 24h内可能或者已经受热带气旋影响，沿海或者陆地平均风力达8级以上，或者阵风10级以上并可能持续；

b) 受热带气旋或温带天气系统影响，预计未来24h受影响近岸海域将出现3.5m~4.5（不含）m有效波高，或者近海预报海域出现6.0m~9.0（不含）m有效波高。

附录 A

(资料性)

水母灾害预警等级确定计算依据

A.1 蓝色预警等级

A.1.1 蓝色预警等级阈值下限

蓝色预警等级阈值下限确定为发现核电厂附近海域出现水母风险的极限监测值。

a) 依据水母微小个体的分子定量监测极限,当采用实时荧光定量 PCR 方法监测 Ct 为 34 时,检测出的拷贝数为 6.64 个基因拷贝,约为 0.03 个碟状幼体。

b) 采用浅水 I 型浮游动物网 (500 μ m) 进行垂直拖网,垂直拖网深度约为 15 m,取样水体体积约为 1.2 m³。也就是:实时荧光定量 PCR 测定 Ct \geq 34 时;计数为 120 m³ 水体中有 3 个伞径 5 mm 大小碟状幼体时。

c) 以 5 mm 大小碟状幼体的湿重计算,水母分子定量监测极限约为 0.0003 g/m³。

推荐监测方法:水母生物分子定量监测。

A.1.2 蓝色预警等级阈值上限

蓝色预警等级阈值上限确定为达到核电厂鼓网处反冲洗报警值 12h 前的水母生物量。

针对 3mm~30 mm 的小水母、碟状幼体、水母碎片(以 5 mm 直径计算),在鼓网进水处进行监测,根据鼓网反冲洗报警数值 10 kg/5 min,核电纳水量为 300 m³/s,按 1kg 水母分布在 9000 m³ 水体中,若提前 12h 预警,则按 10kg 水母分布在 12960000 m³ 水体中,也就是水母监测量为 0.00077 g/m³。

推荐监测方法:水母生物分子定量监测。

A.2 黄色预警等级

A.2.1 黄色预警等级阈值下限

黄色预警等级阈值下限同蓝色预警等级阈值上限。

A.2.2 黄色预警等级阈值上限

黄色预警等级阈值上限确定为达到核电厂取水口外围拦网承受极限前 12h 的水母生物量。

a) 固定拦网强度为 39 cN/dtex,乙纶单丝承受的压强为 3700 Mpa (3707.34),取水口进水流速为 0.5 m/s,根据水流冲击力公式 $F=1/2(Cd \times \rho \times A \times v^2)$,计算得到障碍物截面积为 30 m² (29.659),以水深 20 m 且障碍物为半圆柱形态计算得到体积为 17 m³ (17.6625),则同样体积水母的重量约为 17 t (17662.5 kg),得出 17 t 水母可能导致固定拦网破裂。

b) 提前预警时间为 12h,每小时汇聚的水母是 1.4 t,大约分布在 14400 000 m³,每立方水体大约含有 0.0001 kg (0.0000972)。

推荐监测方法:水母拖网监测或水母声呐监测。

A.3 橙色预警等级

A.3.1 橙色预警等级阈值下限

橙色预警等级阈值下限同黄色预警等级阈值上限。

A.3.2 橙色预警等级阈值上限

橙色预警等级阈值上限确定为核电厂应急响应过程中水母打捞能力的极限值，详见表 A.1。

表 A.1 EFL 数值列表

可动用船只数	每小时处理量	EFL g/m ³	水母丰度值	
			海月水母 (伞径 10cm)	沙海蜇 (伞径 1m)
2	1 ton	0.925	1 个/50.4 m ³	1 个/30000 m ³
4	2 ton	1.85	1 个/25.2m ³	1 个/15000 m ³
8	4 ton	3.7	1 个/12.6 m ³	1 个/7500 m ³
12	6 ton	5.55	1 个/8.4 m ³	1 个/5000 m ³

a) 核电纳水量参考值计300 m³/s，每小时的用水体积为1080000 m³。参考红沿河在水母暴发高峰期能调动8只打捞船只，每只打捞的工作量为500 kg/h，每小时能处理4 t水母，也就是每立方水体中0.0037 kg。

b) 50m×10m的网具，水流流速为0.4 m/s，取样时间为45 min，过水体积为540000 m³，乘以0.0037 kg/m³，约为 1998 kg水母。

A.4 红色预警等级

红色预警等级阈值下限同橙色预警等级阈值上限。

即，当实际监测获得的水母生物量大于核电厂应急响应过程中水母打捞能力的极限值时，将可能引发拦网断裂、粗格栅或细格栅堵塞，导致冷源用水水位下降的情况，预警等级升为红色。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20484-2017 冷空气等级
 - [2] GB/T 27957-2011 冰雹等级
 - [3] GB/T 28591-2012 风力等级
 - [4] GB/T 28593-2012 沙尘暴天气预警
 - [5] 《赤潮灾害应急预案》（国家海洋局，2009年）
 - [6] 《国家气象灾害应急预案》（中国气象局，2010年）
 - [7] 《国家突发环境事件应急预案》（国务院办公厅，2014年）
 - [8] 《青岛市大型藻类灾害应急预案》（青岛市，2016年）
 - [9] 张芳. 黄东海胶质浮游动物水母类研究[J]. 2008.
 - [10] 王彦涛. 海月水母(*Aurelia* sp.1)生活史关键过程研究[D]. 中国科学院研究生院(海洋研究所), 2013.
 - [12] 《海洋灾害应急预案》（自然资源部，2019年）
 - [13] 《突发气象灾害预警信号发布试行办法》（中国气象局，2004）
-