



中华人民共和国国家标准

GB/T 17680.11—2025

代替 GB/T 17680.11—2008

核电厂应急准备与响应准则 第 11 部分：应急响应时的场外放射评价

Criteria for emergency preparedness and response for nuclear power plants—
Part 11: Off-site radiological assessment for emergency response

2025-10-05 发布

2025-10-05 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 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 释放特征 3

6 剂量计算模式 3

7 剂量评价在防护行动决策中的应用 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。

本文件是 GB/T 17680 的第11部分。GB/T 17680 已经发布了以下部分：

- 核电厂应急计划与准备准则 第1部分：应急计划区的划分；
- 核电厂应急准备与响应准则 第2部分：场外应急组织与职能；
- 核电厂应急准备与响应准则 第3部分：场外应急设施功能与特性；
- 核电厂应急准备与响应准则 第4部分：场外核应急预案与执行程序；
- 核电厂应急计划与准备准则 第5部分：场外应急响应能力的保持；
- 核电厂应急准备与响应准则 第6部分：场内应急组织与职能；
- 核电厂应急准备与响应准则 第7部分：场内应急设施功能与特性；
- 核电厂应急准备与响应准则 第8部分：场内核应急预案与执行程序；
- 核电厂应急准备与响应准则 第9部分：场内应急响应能力的保持；
- 核电厂应急计划与准备准则 第10部分：核电厂营运单位应急野外辐射监测、取样与分析准则；
- 核电厂应急准备与响应准则 第11部分：应急响应时的场外放射评价；
- 核电厂应急准备与响应准则 第12部分：核应急演练的策划、准备、实施与评估。

本文件代替 GB/T 17680.11—2008《核电厂应急计划与准备准则 第11部分：应急响应时的场外放射评价准则》。与 GB/T 17680.11—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 修改了适用范围(见第1章,2008年版的第1章)；
- b) 删除了术语“应急”“食入应急计划区”“烟羽应急计划区”“应急行动水平”(见2008年版的3.1、3.3、3.5、3.6)，增加了术语“操作干预水平”(见3.11)；
- c) 增加了液态放射性物质向地表水和地下水释放的评价要求(见4.4、6.2、6.4)；
- d) 增加了采用的预测模型需要有效性验证，不同组织采用的预测模型需要提前进行比对(见4.5、6.2.2、6.3.2)；
- e) 增加了根据是否有监测数据对释放特征和源项进行规定(见第5章)；
- f) 增加了实地调查作为评价模式的考虑因素(见第6章)；
- g) 增加了急性照射引起的剂量作为计算剂量(见6.2.5)。

本文件由全国核能标准化技术委员会(SAC/TC 58)提出并归口。

本文件起草单位：国家核应急响应技术支持中心、中国辐射防护研究院、上海核工程研究设计院股份有限公司、中国原子能科学研究院、江苏核电有限公司、西安交通大学、核工业标准化研究所、中广核研究院有限公司。

本文件主要起草人：黄牛、刘新建、吕明华、张艾明、栾雪菲、邓安嫦、姚仁太、赵伟伟、邱志欣、浦祥、朱君、孙大威、董芳芳、徐建华、刘团团、陈超、裴娟、王炫、田芷洁、姜丁宝、宋卫杰、刘书焕、罗勇。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2008年首次发布为 GB/T 17680.11—2008；
- 本次为第一次修订。

引 言

GB/T 17680《核电厂应急准备与响应准则》拟由十二个部分构成。

- 第1部分：应急计划区的划分。目的在于给出核电厂应急计划区的划分原则和推荐的应急计划区大小。
- 第2部分：场外应急组织与职能。目的在于给出核电厂所在省（自治区、直辖市）为应对核事故的场外应急响应与准备职能、应急组织和职责。
- 第3部分：场外应急设施功能与特性。目的在于给出核电厂场外应急设施的总体要求、功能定位、特性要求、系统和设备配置。
- 第4部分：场外核应急预案与执行程序。目的在于给出核电厂所在省（自治区、直辖市）场外核应急预案及其执行程序的编制格式与内容。
- 第5部分：场外应急响应能力的保持。目的在于规范核电厂场外应急响应能力保持工作，提出应急响应能力保持的要求，提升核电厂所在省（自治区、直辖市）在核事故中的应急处置能力，保障核安全。
- 第6部分：场内应急组织与职能。目的在于给出核电厂营运单位的应急响应职能、应急组织和职责。
- 第7部分：场内应急设施功能与特性。目的在于给出核电厂场内应急设施的功能与特性要求。
- 第8部分：场内核应急预案与执行程序。目的在于给出核电厂场内核应急预案和执行程序的编制格式与内容。
- 第9部分：场内应急响应能力的保持。目的在于规范核电厂场内应急响应能力保持工作，提出应急响应能力保持的要求，提升核电厂在核事故中的应急处置能力，保障核安全。
- 第10部分：核电厂营运单位应急野外辐射监测、取样与分析。目的在于给出核电厂应急监测的相关要求。
- 第11部分：应急响应时的场外放射评价。目的在于规范核电厂发生或可能发生的放射性物质向环境释放的事故时所采用的辐射剂量评价准则。
- 第12部分：核应急演习的策划、准备、实施与评估。目的在于规范核电厂核应急演习的策划、准备、实施与评估流程，确保演习科学有序开展，从而提升核电厂在核事故中的应急处置能力，保障核安全。

核电厂应急准备与响应准则

第 11 部分：应急响应时的场外放射评价

1 范围

本文件规定了核电厂发生或可能发生的放射性物质向环境释放的事故时所采用的辐射剂量评价（简称“剂量评价”）准则。

本文件适用于陆地固定式核电厂核事故所致的场外辐射剂量的评价，其他核设施参照执行。

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 4960.5 核科学技术术语 辐射防护与辐射源安全

GB/T 17680.9 核电厂应急准备与响应准则 第 9 部分：场内应急响应能力的保持

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

3 术语和定义

GB/T 4960.5 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

应急准备 emergency preparedness

为应对核事故而进行的包括制订应急预案，建立应急组织，准备必要的应急设施、设备与物资，以及进行人员培训、演习等准备工作。

3.2

应急响应 emergency response

为控制或缓解导致应急状态的事故后果而紧急采取的行动及措施。

3.3

应急计划区 emergency planning zone; EPZ

为在核电厂发生事故时能及时有效地采取保护公众的防护行动，事先在核电厂周围建立的、制订了核应急预案并做好应急准备的区域。

注：我国目前将应急计划区分为两类，针对烟羽照射途径的烟羽应急计划区和针对食入照射途径的食入应急计划区。

3.4

源项 source term

从一给定的源中放射性物质实际的或潜在的释放情况。

注：包括释放物的核素成分、数量、释放率和释放方式等。

3.5

扩散 diffusion

弥散的分量,该分量表征在传输过程中因湍流作用和浓度差引起的分子运动而使物质浓度在介质中沿传输路径的变化。

3.6

弥散 dispersion

气态或液态流出物在大气或水体中的输送、扩散和混合的过程。

3.7

场内 on-site

场区以内的所有区域。

3.8

场外 off-site

场区之外的所有区域。

3.9

防护行动 protective action

在应急响应期间和过后,为避免或减少对核电厂工作人员和公众引起的预期剂量而采取的保护措施。

3.10

干预水平 intervention level

针对应急照射情况或持续照射情况,预先制定的可防止的剂量水平,当达到或超过这一水平时则需对公众采取相应的防护行动或补救行动。

3.11

操作干预水平 operational intervention level;OIL

以核应急情况下容易获得的监测结果为基础,迅速实施响应行动(防护行动和其他响应行动)的一种操作准则,通常以剂量率、计数率或放射性核素的活性浓度来表示,根据环境测量结果能立即和直接使用(无需进一步评估)以确定适当的响应行动。

4 基本要求

4.1 应迅速地对事故放射性释放情况作出场外辐射剂量评价,以便估计出公众可能受到的剂量。根据厂址区域气象、水文条件和放射性释放源项,采用反映环境特征的迁移扩散模式,评价公众可能受到的辐射剂量,给出防护行动建议。对于进展较快的事故,可以验证基于事故时核电厂堆芯损伤状态和工况参数而提出的防护行动建议的适宜性,确定可能受影响区域的各种环境辐射监测项目的优先次序,为事故早期防护行动决策和后果评价提供依据。

4.2 随着事故的进展,应根据放射性释放源项监测和环境辐射监测的结果修正源项和剂量评价结果,优化早期防护行动建议,确定受影响区域的各种环境辐射监测项目的优先次序。

4.3 剂量评价应考虑核电厂状态及相应的征兆、事故类型、事故放射性释放源项(气载释放源项和液态释放源项)、实时和预报的气象条件和接纳水体的水文资料、环境监测数据、厂址及周边环境条件。

4.4 剂量评价考虑的辐射照射途径包括放射性烟羽、地面沉积物和地表水体放射性引起的直接外照射和摄入放射性物质引起的内照射(包含食物链途径引起的辐射剂量),必要时也可考虑地下水污染途径。

4.5 核电厂营运单位与场外应急响应组织应使用相同或具有可比性的预测模型,并进行比对。

4.6 核电厂营运单位应按照 GB/T 17680.9 的要求对辐射剂量评价人员进行培训,以便使他们有能力完成核事故应急的剂量评价工作,能够正确熟练地使用评价模式,以及对模式的计算结果作出合理的解

释。对辐射剂量评价人员最低要求的培训的内容有：计算模式的数学物理概念，数据库的使用，模式使用的限制条件以及计算结果的不确定性等。

5 释放特征

5.1 概述

5.1.1 事故放射性释放可分为气载放射性释放和液态放射性释放。

5.1.2 释放源项特征参数包括：释放点位、释放形式、放射性核素组成、化学形态和释放量、释放速率、释放的起始时间和持续时间、释放高度和热量等。

5.2 有监测数据

5.2.1 应提供放射性流出物排放浓度的在线监测结果。对于气载释放源项，应测量流出物中惰性气体，并根据安全分析报告给出的放射性核素比例推导出碘和粒子的排放活度。有关气载放射性核素混合物的成分，应在专门的文件中给出对碘和惰性气体所做的各种假设、对混合物的核素成分等进行的校正，以及停堆后的时间修正方法。

5.2.2 对于液态释放源项，应测量流出物中主要核素，并根据相关技术报告给出的放射性核素比例推导出其他核素的排放活度。有关液态放射性核素混合物的成分，应在专门的文件中给出各种假设、对混合物的核素成分进行校正，以及停堆后的时间修正方法。

5.3 无监测数据

5.3.1 当缺乏释放源项监测数据时，可把最终安全分析报告中基于保守假设得出的源项数值作为释放量的上限估计。

5.3.2 根据核电厂事故状态借助其他技术手段得出事故释放源项数据，如基于工况诊断和堆芯损伤评价给出源项。

5.3.3 如果不能利用核电厂事故状态的参数资料来估计事故释放源项，可利用环境辐射监测的测量数据并结合气象和水文资料来估计事故释放源项。

5.4 预期释放

根据假想事故源项进行估计。

6 剂量计算模式

6.1 通则

6.1.1 应具备多种剂量评价手段，例如用计算机进行模式计算或采用预先编制好的剂量图表或其组合的方式进行估算。

6.1.2 除了气载放射性释放的剂量评价之外，当核电厂液态放射性释放或气载放射性沉降可能影响受纳水体或公众饮用水源时，还应具备液态放射性释放的剂量评价能力。

6.2 模式的要求

6.2.1 应根据需要选择合适的模式和评价手段，以便能满足应急评价及时、有效的要求。

6.2.2 剂量评价模式和它所需要的数据库应结合厂址和核电厂的情况，以体现出该电厂厂址周围的主要气象水文和地形的特征，社会特征（例人口分布、土地和水资源的利用等）以及该电厂的事故放射性释

放特征。为了体现当地的特征或影响,应对计算中用到的与环境有关的某些参数(即模式参数中的缺省值)进行调查。

6.2.3 模式采用的气象或水文数据应满足应急时剂量评价的及时性和可获取性要求。气象和水文数据应能反映当地的弥散特性。

6.2.4 剂量模式应能计算核事故中释放的主要放射性核素引起的剂量。

- a) 对于气载放射性释放,一般应具有对下列照射途径进行计算的能力:
 - 1) 放射性烟羽引起的外照射;
 - 2) 吸入烟羽中的放射性核素引起的内照射;
 - 3) 地面放射性沉积物引起的外照射;
 - 4) 吸入地面放射性沉积物再悬浮引起的内照射;
 - 5) 食入污染的食品和饮用水引起的内照射。
- b) 对于液态放射性释放,必要时具有对下列照射途径进行计算的能力:
 - 1) 受纳水体引起的外照射;
 - 2) 岸边沉积物吸附放射性核素引起的外照射;
 - 3) 食入污染的食物和饮水引起的内照射。

6.2.5 计算的剂量应包括预期剂量、可防止剂量,具体应包括有效剂量、器官剂量和急性照射引起的剂量。

6.2.6 模式输入的基本要求如下。

- a) 模式的数据输入应尽可能自动化,并应留有简化的用户输入接口。模式应设计为可直接接收用测量单位表示的输入数据。
- b) 模式的用户界面应友好、简洁,界面具有数据可视化能力,核查数据的正确性和合理性,能自动判断无效的或遗漏的数据并给出提示,对某些数据预先设置缺省值。
- c) 应提供用户开始计算之前可检查和编辑输入数据的手段。

6.2.7 模式输出的基本要求如下。

- a) 输出文件应标准化,给出评价的日期、时间、评价人员以及必要的特征标志,并给出计算的输入参数、控制变量、限定条件,便于支持及时确定应急状态等级、作出防护行动决策以及实施其他的应急响应行动。
- b) 应以文件的形式给出气象水文资料、浓度场和剂量结果,以及剂量评价模式在使用中的限制条件。

6.2.8 应提供在应急响应期间使用的模式的使用指南。

6.3 大气传输和扩散评价模式

6.3.1 大气传输与扩散模式应能够根据当前和预报的气象数据计算出气载放射性物质的弥散情况。具备考虑核电厂事故源项的释放高度(例如地面释放、高架释放或混合释放)和释放特征(例如气态、粒子、化学形态和反应、释放热量、气流出口速度等)的能力。

6.3.2 模式的基本要求是,它所得到的结果应能合理地代表预测区域的真实情况。选择的模式应开展有效性验证,方法包括历史数据验证、大气扩散试验验证和同类模式比对等。

6.3.3 应说明模式对厂址的气象特征、地形特征和电站建(构)筑物的适用范围,以及这些特征可能对烟羽传输带来的影响,并针对这些影响作出必要修正。

6.3.4 模式应可以提供放射性烟羽影响范围和影响程度、轨迹到达时间。模式应有能力在开始分析的10 min内对烟羽应急计划区内的传输和扩散作出评价。

6.3.5 模式可使用的输入气象数据应包含数值气象产品、气象观测数据,模式能直接读取核电厂流出物监测数据。

6.3.6 剂量评价中的大气传输和扩散模式可分为两类：简单模式和精细化模式。

- a) 典型的简单模式有直线高斯烟羽模式和分段高斯烟羽模式。
- b) 精细化模式应能够预测核电厂周围烟羽弥散的实际空间和时间的变化，估算和预测烟羽在事故期间的传输和扩散，这些估算结果可用于确定环境辐射监测行动的优先次序，验证早期的估计值，也可用于制定食入应急计划区防护行动的决策提供支持。典型的精细化模式有拉格朗日烟团模式、拉格朗日粒子模式、三维欧拉大气输运模式、计算流体力学模式等。
- c) 简单模式一般只适用于地形较简单且气象条件单一厂址的大气弥散计算，而对于复杂地形厂址或滨海厂址，应尽量采用精细化模式。

6.4 水体传输与扩散评价模式

6.4.1 应根据核电厂周边受纳水体、公众饮用水源的具体情况，采用地表水评价模式预测代表性的放射性核素在水环境中的传输与扩散。

6.4.2 模式应能代表放射性核素从排放点到受影响的集中式取水口等环境敏感区之间的真实传输和扩散，给出取水口等环境敏感区的放射性核素浓度时空分布。

6.4.3 应根据受纳水体的水动力特征和水文数据获取情况选用不同类型的评价模式。

6.4.4 必要时开展地下水传输与扩散评价，模式充分考虑地质模型、水文地质模型的合理性和岩土介质对放射性核素的阻滞。

6.4.5 评价模式预测结果可用于确定水环境辐射监测行动的优先次序。

7 剂量评价在防护行动决策中的应用

7.1 在应急响应期间，应对事故及释放的可能发展趋势做出评估，特别是事故早期阶段，这对于预防性防护行动的决策具有重要意义。

7.2 核电厂营运单位的应急组织应开展剂量评价，对剂量水平可能超过 GB 18871 中规定的干预水平的事件给出说明，并提出公众防护行动建议。

7.3 在事故应急期间，场外应急组织应对核电厂营运单位应急组织根据剂量评价结果提出的防护行动建议进行评估，并结合环境辐射监测数据和当时当地的具体情况决定采取适宜的防护行动。

7.4 防护行动建议最初应基于电厂工况，可采用堆芯损伤程度来估计可能的放射性释放源项。对电厂拟采取的应急响应措施，应评估其对放射性释放的影响。

7.5 随着事故的进展应利用实际的放射性释放量以及环境监测结果来修正剂量评价结果，并为应急响应行动提供支持：

- a) 操作干预水平的修正；
- b) 防护行动建议及其范围的调整；
- c) 实施适宜的食入应急计划区防护行动。