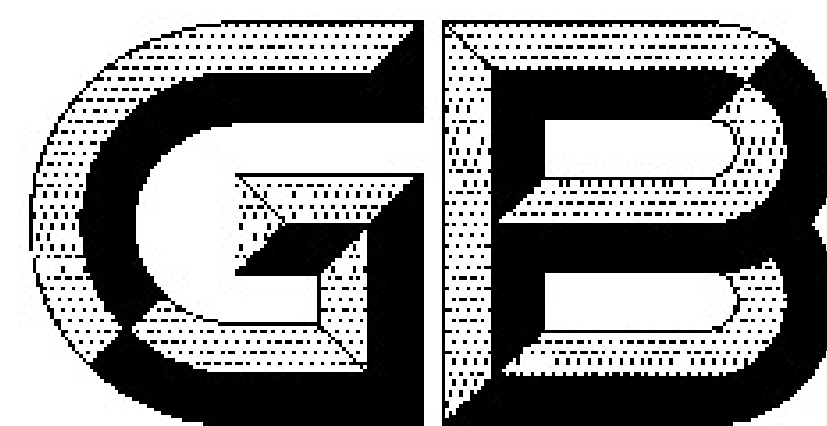




中华人民共和国国家标准

GB/T 41586—2022

核电厂应急评价基础输入参数和输出结果

Basic input parameters and output results for emergency assessment of nuclear
power plant

2022-07-11 发布

2023-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 概述 2

5 应急评价基础输入参数 2

 5.1 静态参数 2

 5.2 动态参数 2

6 应急评价输出结果 3

 6.1 堆芯损伤评价结果 3

 6.2 气载释放源项估算结果 3

 6.3 环境后果评价结果 3

 6.4 防护行动分析结果 4

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：中国辐射防护研究院、上海核工程研究设计院有限公司、国家核应急响应技术支持中心、福建福清核电有限公司、苏州热工研究院有限公司、核工业标准化研究所。

本文件主要起草人：杨亚鹏、张建岗、冯宗洋、贾林胜、王炫、金莉、赵锋、郭里、梁博宁、王宁、杜风雷、浦祥、高圣钦、翟良、程有莹、刘立坡、董芳芳、于浩洋。

核电厂应急评价基础输入参数和输出结果

1 范围

本文件规定了压水堆核电厂应急评价所需基础输入参数和输出结果的内容要求。

本文件适用于压水堆核电厂应急情况下的堆芯损伤评价、气载释放源项估算、环境后果评价(只考虑气载释放途径)以及应急防护行动分析。

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 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 41582 核电厂事故源项快速估算方法

GB/T 41583 核电厂堆芯损伤评价方法

3 术语和定义

GB 18871—2002 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防护行动 protective action

为避免或减少公众成员在持续照射或应急照射情况下的受照剂量而进行的一种干预。

[来源:GB 18871—2002,J6.6]

3.2

预期剂量 projected dose

若不采取防护行动或补救行动,预期会受到的剂量。

[来源:GB 18871—2002,J6.8]

3.3

可防止的剂量 avertable dose

采取防护行动所减小的剂量,即在采取防护行动的情况下预期会受到的剂量与不采取防护行动的情况下预期会受到的剂量之差。

[来源:GB 18871—2002,J6.9]

3.4

剩余剂量 residual dose

预计在防护措施已全部完成后(或决定不再采取任何防护措施时)存在的剂量。

3.5

环境后果评价 environmental consequence assessment

评估核电厂事故条件下放射性物质向环境释放的潜在环境辐射后果。

4 概述

4.1 本文件所给出的压水堆核电厂应急评价主要包括堆芯损伤评价、气载释放源项估算、环境后果评价(只考虑气载释放途径)以及应急防护行动分析。

4.2 核电厂应急评价所需的基础输入参数主要包括静态参数、动态参数等。静态参数的准备是在应急准备期间完成,并存入应急评价相关软件系统数据库中,应急响应时可以直接调用。动态参数中可实时监测数据直接存入核应急评价相关软件系统,其他的采用人工输入的方式完成。

4.3 堆芯损伤评价主要基于核电厂运行数据评价反应堆的堆芯损伤状态和程度,给出定性和定量的评价结果。

4.4 气载释放源项估算主要在对设施运行数据和堆芯损伤状态分析评估的基础上,给出堆芯向安全壳和外环境的气载释放的核素组成、放射性活度量,及其随时间的释放量变化情况。

4.5 环境后果评价主要基于释放源项和气象数据,评价公众可能遭受的预期剂量,及采取相应防护行动后的可防止的剂量和剩余剂量。

4.6 应急防护行动分析是在核电厂应急不同阶段分别基于事故工况、环境后果评价和环境辐射监测数据等分析防护行动建议。

5 应急评价基础输入参数

5.1 静态参数

5.1.1 静态参数宜包括机组参数、堆芯参数、一回路冷却剂系统参数、二回路系统参数、安全壳参数、安注系统参数、气载流出物监测参数和周围环境特征参数等。

5.1.2 机组参数宜包括额定热功率和额定输出电功率。

5.1.3 堆芯参数宜包括堆芯放射性核素积存量、燃料组件数、堆芯热功率、单个燃料组件中燃料棒个数、燃料组件排列、铀装载总量、堆芯活性区高度和换料周期等。

5.1.4 一回路冷却剂系统参数宜包括额定冷却剂流量、压力和总量等。

5.1.5 二回路系统参数宜包括二回路蒸汽流量、蒸汽发生器水装量、蒸汽发生器出口蒸汽压力、蒸汽最大湿度、蒸汽温度、给水温度、蒸汽发生器壳侧设计压力、蒸发器安全阀开启压力、辅助给水箱容积和辅助给水泵数量等。

5.1.6 安全壳参数宜包括安全壳内径、安全壳壁厚、安全壳内总容积、安全壳内自由空间容积、安全壳设计压力(绝对压力)、安全壳设计温度和安全壳设计泄漏率等。

5.1.7 安注系统参数宜包括高压安注泵数、高压安注时最大入口压力、高压安注时最大入口温度、高压安注泵作上充泵时额定流量、高压安注时的最大流量、低压安注泵数、低压安注时最大入口压力、低压安注时最大入口温度、低压安注额定流量、安注箱个数、安注箱容量、安注箱压力、安注箱正常硼浓度、硼酸注入罐个数、硼酸注入罐容量、硼酸注入罐压力、硼酸注入罐正常硼浓度、换料水箱个数、换料水箱容量和换料水箱正常硼浓度等。

5.1.8 气载流出物监测参数宜包括释放位置、释放高度和烟囱流出物监测报警阈值(气溶胶、碘和惰性气体)。

5.1.9 周围环境特征参数宜包括厂址周围的人口分布、土地利用类型、道路交通、环境敏感点分布、陆域地形、农作物产量和饮用水源分布等。

5.2 动态参数

5.2.1 核应急评价所需动态参数宜包括堆芯参数、一回路冷却剂系统参数、安全壳参数、安注系统参

数、气载流出物监测参数、乏燃料水池参数、场区辐射监测参数、气象监测参数和水文参数等。

5.2.2 堆芯参数宜包括堆芯出口热电偶读数、反应堆压力容器水位、源量程监测仪监测值和压力容器注水量等。

5.2.3 一回路冷却剂系统参数宜包括一回路压力、一回路热端温度和一回路冷却剂核素活度浓度取样结果等。

5.2.4 安全壳参数宜包括安全壳内压力(宽量程、窄量程)、安全壳内温度、安全壳空气 γ 辐射水平、安全壳空气中氢浓度、安全壳内空气放射性水平(气溶胶、碘和惰性气体)、安全壳核素活度浓度(气溶胶、碘和惰性气体)空气取样结果、安全壳隔离状态、安全壳地坑水位、安全壳地坑水温度、安全壳喷淋状态和安全壳喷淋流量。

5.2.5 安注系统参数宜包括换料水池 γ 辐射水平、换料水箱水位、低压安注水流量、高压安注水流量(直接注入)、高压安注水流量(经硼注入箱)、硼注入箱水位(硼化用)、安注热段流量、安注冷段流量、安注箱水位和安注箱压力。

5.2.6 气载流出物监测参数宜包括烟囱流出物放射性水平(气溶胶、碘和惰性气体)和烟囱流出物流速等。

5.2.7 乏燃料水池参数宜包括乏燃料厂房辐射水平、乏燃料水池水位和乏燃料水池温度等。

5.2.8 场区辐射监测参数宜包括 γ 剂量率、放射性核素的空气浓度,以及采样分析结果等。

5.2.9 气象监测参数宜包括风向、风速、温度、相对湿度、大气压力、降水量、大气稳定度、太阳总辐射和太阳净辐射。

5.2.10 水文参数宜包括径流量、水位、流速、流向等。

6 应急评价输出结果

6.1 堆芯损伤评价结果

6.1.1 针对压水堆核电厂,堆芯损伤评价的主要输出结果应包括损伤状态、损伤份额及状态判据等。

6.1.2 损伤状态一般包括无损伤、包壳破损和堆芯熔化三种类型。

6.1.3 损伤份额为无量纲,用百分比表示。

6.1.4 状态判据主要基于堆芯出口热电偶温度、安全壳辐射监测水平、堆芯裸露时长和核素取样结果等。

6.1.5 评价输出结果还应包括评价时间、评价人员、机组编号、反应堆功率和停堆时间等。

6.1.6 详细评价方法按照 GB/T 41583 执行。

6.2 气载释放源项估算结果

6.2.1 气载释放源项估算的输出结果应给出释放核素总量以及分时间步长(时间段)的每个核素释放量,释放量单位一般用 Bq 表示。

6.2.2 输出结果还应包括各个烟羽段的释放高度、释放开始时间、释放持续时间等。

6.2.3 释放源项的类别一般包括一回路向安全壳释放、安全壳向环境释放等类型。

6.2.4 气载释放源项详细估算方法按照 GB/T 41582 执行。

6.3 环境后果评价结果

6.3.1 环境后果评价的输出结果主要包括放射性核素的空气浓度、地面沉积浓度(干沉积浓度、湿沉积浓度和总沉积浓度)、烟羽到达时间、地表剂量率、预期剂量、甲状腺剂量、食品和饮用水中核素浓度等,以及采取隐蔽、撤离和碘防护等典型防护行动的剩余剂量和可防止的剂量等剂量评价结果。

6.3.2 核素的空气浓度应按照不同高度给出评价范围内各个核素在计算时刻的网格浓度分布图、等值

线分布图、任意网格点的空气浓度随时间的变化曲线,如采用三维计算模型,还应给出任意网格点的垂向空气浓度分布曲线。

6.3.3 地面沉积浓度应给出评价范围内各个核素在计算时刻的网格地面沉积浓度分布图、等值线分布图、任意网格点的地面沉积浓度随时间的变化曲线。

6.3.4 烟羽到达时间应给出评价范围内烟羽到达各个网格处的时间分布图。

6.3.5 地表剂量率应给出评价范围内各计算时刻的网格地表剂量率分布图、等值线分布图、任意网格点的地表剂量率随时间的变化曲线。

6.3.6 预期剂量、剩余剂量和可防止的剂量应给出评价范围内各计算时刻的网格有效剂量和累积有效剂量分布图、等值线分布图、任意网格点的有效剂量和累积有效剂量随时间的变化曲线。

6.3.7 甲状腺剂量的输出参数同预期有效剂量。

6.3.8 食品和饮用水中核素浓度应给出评价范围内各个核素在计算时刻的网格食品或饮用水浓度分布图、等值线分布图、任意网格点的浓度随时间的变化曲线。

6.4 防护行动分析结果

6.4.1 防护行动分析类型应涵盖隐蔽、撤离、服碘等紧急防护行动,临时避迁和永久再定居,以及针对食品和饮用水的控制策略。

6.4.2 防护行动分析可基于事故工况、环境后果评价结果、环境辐射监测数据等。

6.4.3 防护行动分析结果应给出所采取的具体防护行动建议及其范围,以及涉及的村庄和人口数量等。