

# Part5 应急状态分级及响应

## 5.1 概述

根据核设施出现紧急情况特征、性质、规模、后果及严重程度，特别是其可能造成放射性后果的严重性及影响范围对核设施的应急级别进行划分，以更好地实施应急响应行动。我国《核电厂核事故应急管理条例》规定核动力厂的应急状态分为：应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急四个等级。在营运单位的应急计划中，必须规定在各类应急状态下向应急人员发出警报或使他们行动起来而采取的步骤。同时必须规定用作通知有关部门的准则，以及专门的应急行动水平（Emergency Action Level, EAL），这些水平必须依据厂区内和厂区外辐射监测资料和指示工厂状况的相当数量的探测器读数来指定。核动力厂营运单位的厂内应急计划应规定每级应急状态时应采取的对策和防护措施以及执行应急行动的程序。应急总指挥应负责将执行的应急决定立即通知有关组织和人员。

## 5.2 应急状态分级

核设施营运单位在制订应急计划和应急响应程序时，必须对每一种应急状态进行评价和分级。应急状态分级的通用方法是依据核电厂特定的应急行动水平来制定。

### 5.2.1 应急等级

核电厂设施的应急状态分为：应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急四个等级。

#### 1. 应急待命

出现可能危及核动力厂安全的某些特定工况或事件，表明核动力厂安全水平不确定或可能有明显降低。由电厂自行宣布应急待命，核动力厂有关工作人员处

于戒备状态，场外某些应急组织可能得到通知。

当发生某些特定工况可能导致紧急状况时，就应发布应急待命的通知。但此时尚有时间采取预防性的和积极的措施来防止紧急状况的发生或减小其后果。

## 2. 厂房应急

核动力厂的安全水平有实际的或潜在的大的降低，但事件的后果仅限于场区的局部区域，不会对场外产生威胁。由电厂自行宣布厂房应急，营运单位按应急计划要求实施应急响应行动，场外应急响应组织得到通知。

当紧急状态的评价表明放射后果可能仅限于场区的局部区域时，应宣布厂房应急，这种紧急状况可能引起安全系统自动动作，也可能要求运行人员采取纠正行动。虽然有时可以断定紧急情况能够由运行人员来纠正和控制，但也要通知在实施应急计划中负责责任的核动力厂营运单位的其他人员，并使他们处于待命状态，营运单位应按照通知程序向主管部门、国家核安全监管部门和地方政府报告事件的性质和程度。

在安全评价时分析过的事故中，预计其辐射后果不会超越厂房或场区的局部区域的那些事故属于这类应急状态。

## 3. 场区应急

核动力厂的工程安全设施可能严重失效，安全水平发生重大降低，事故后果扩大到整个场区，场区边界以外的所有区域，其放射性照射水平不会超过紧急防护行动干预水平。由电厂自行宣布场区应急，营运单位应迅速采取行动缓解事故后果，保护场区人员；场外应急组织可能采取某些应急响应行动（如开展辐射监测），并视情况做好实施防护行动的准备。

场区应急是指放射性物质释放的影响扩大到整个场区，但早期的信息和评价

表明场外尚不必采取防护措施。应通知主管部门、国家核安全监管部门和地方政府，并且为慎重起见，场外的应急组织应处于待命状态。场内非应急人员应从场区撤离。

当场区边界处的剂量率达到规定的水平时，应宣布场区应急，在场区应急计划中应规定达到这些水平时的条件，只要可能的话就要按照已与场区边界处的剂量率相互联系起来的仪表读数和报警装置指示来规定这些条件。为了提供确实的证据，宣布应急状态所依据的资料应尽可能来自不同的渠道。

#### 4. 场外应急

事故后果超越场区边界，场外某个区域的放射性照射水平大于紧急防护行动干预水平。场外应急的进入必须得到场外应急组织的批准，场外应急进入后应立即采取行动缓解事故后果，实施场内、场外应急防护行动，保护工作人员和公众。

场外应急的特征是堆芯已知或即将严重损害或熔化，同时安全壳失效正在发展或已经发生，核电厂的功能已经极大失效，有放射性物质大量释放，以至于有必要采取场外防护措施并通知主管部门、国家核安全监管部门和地方政府。非人员应从场区撤离。

表 5.1 各类应急状态、辐射情况和概率

应急类别	概率	堆芯状态	释放量	厂界
应急待命	1~2 次/堆年	燃料没有损坏	很少	
厂房应急	1 次/10~100 堆年	实际或潜在的安全水平下降	<10Ci <sup>131</sup> I 当量 <10000Ci <sup>133</sup> Xe 当量	干预水平的一小部分
厂区应急	1 次/100 ~5000 堆年	保护公众的设施功效较大破坏	10~1000Ci 当量 >10000Ci <sup>133</sup> Xe 当量	不超过干预水平
场外应急	一次/5000 堆年	堆芯已经发生或即将发生损坏	>1000Ci <sup>131</sup> I 当量 >10 <sup>6</sup> Ci <sup>133</sup> Xe 当量	可能超过干预水平

营运单位的场内应急计划应明确规定宣布场外应急状态的特定条件和判别每个特定条件的准则。宣布场外应急的条件应以公众受照剂量限制和所预测的核动力厂状态为依据，并且应尽可能根据仪表的读数或报警指示来决定。而这类读数和指示应由场外的放射性水平及其与核动力厂特征参数的相互关系导出。为提供确切的证据，宣布这类应急状态所依据的信息应尽可能来自不同的渠道。

其他核设施的应急状态一般分为三级，即应急待命、厂房应急和场区应急。潜在危险较大的核设施可能实施场外应急。

研究堆的应急状态分级按照核安全导则《研究堆应急计划与准备》(HAD 002/06) 中的规定，如表 5.2 所示。

表 5.2 研究堆应急状态分级

应急等级	行动水平
应急待命	厂址边界的放射性流出物 24h 以上水平浓度大于 10 倍导出空气浓度或厂址边界全身 24h 累计剂量已经或预计超过 0.15mSv; 获悉将在设施周围发生严重的自然现象，如台风、地震等
厂房应急	厂址边界的放射性流出 24h 以上平均浓度大于 50 倍导出空气浓度或厂址边界全身 24h 累计剂量已经或预计超过 0.75mSv; 厂址边界处，全身 1h 平均剂量率已经或预计超过 0.2mSv/h 或甲状腺 1h 平均剂量率已经或预计超过 1.0mSv/h
场区应急	厂址边界的放射性流出物 24h 以上平均浓度大于 250 倍导出空气浓度或厂址边界全身 24h 累计剂量已经或预计超过 3.75mSv; 厂址边界处，全身 1h 平均剂量率已经或预计超过 1.0mSv/h 或甲状腺 1h 平均剂量率已经或预计超过 5.0mSv/h
场外应急	厂址边界的全身剂量已经或预计超过 5mSv; 厂址边界处，烟云照射途径的全身累计剂量已经或预计超过 10mSv 或烟云照射途径的甲状腺剂量或预计超过 50mSv

### 5.2.2 应急状态分级的判定

核设施营运单位应根据核动力厂的设计特征和厂址特征,提出确定应急等级的初始条件和应急行动水平。应急行动水平是用来作为应急状态分级基础的参数或判据,是宣布应急状态、启动应急组织防护行动决策的触发水平,这一般是预先确定的、基于特定厂址和可观测的对应某一应急状态的阈值。

应急状态分级和分级判据是制定应急行动水平的基础和依据。应首先根据核设施应急状态分级制定相应的分级判据,根据分级判据确定触发各应急状态的初始条件和应急行动水平。

应急状态分级判据是判断进入应急状态的依据,满足或符合该依据应进入相应的应急状态。分级判据可以是某个特定值,也可以是某个特定程度的事件。一般而言,可以作为应急状态分级判据的信息包括:

1) 核设施在设计基准计算及最终安全分析报告中建立的技术规范、安全限值、整定值或报警值等。

2) 核设施概率安全分析和严重事故评价中得到的相关信息。这些信息既可以来自核设施自身 PSA 和严重事故分析,也可以来自同类核设施 PSA 或其他标准 PSA 分析中可以借鉴的成果。例如,核电厂的 PSA 分析成果表明长时间丧失全部交流电源对压水堆核电厂是极其严重的。根据此信息,确定“核电厂在功率运行状态下发生丧失全部交流电事故,且在 15 min 内不能恢复,则进入场区应急”。

3) 核设施在进入较高应急状态前在当前工况下经历的时间。这一时间将和采取相关应急措施所需的时间进行对比,以确定是逐级升级还是直接进入可能触发的最高应急状态等级,触发的应急状态等级应保证对公众的健康威胁最小。

4) 核设施特定的规程及重要安全功能信息。这些信息包括特定运行规程、应急规程中的可视信号,进入某个规程的指示,或者重要安全功能状态树的指示等。

### 5.3 应急响应能力的保持

主要包括培训、演习和练习、应急计划和执行程序的修订及应急设施、设备及物资的维护和准备。

#### 5.3.1 应急演习

##### 1. 演习的目的

应急演习是应急组织整体响应能力保持的重要手段,是应急准备的重要内容之一,目的是通过模拟应急响应的行动,检验应急计划的有效性、应急准备的完善性、应急响应能力的适用性、应急人员的协同性以及应急设施的有效性。应急演习的具体目的是:

(1)检验应急计划的各有关部分或整个应急计划是否可有效实施,即检验其可操作性及对各种紧急情况适用性;

(2)检验各级应急组织是否健全;检验应急人员对各自职责是否熟悉,在紧急情况下能否正确响应;检验各级应急组织的应急响应行动是否协调,验证应急指挥的有效性,各应急组织间的协调与配合;

(3)验证各应急设施、设备及其他应急器材、物资等的有效性和充分性。

通过演习,找出上述各方面的不足,经分析明确原因加以改进。相应修改应急计划、应急执行程序有关的内容并同时完善应急准备状况。

##### 2. 演习的分类及频度

###### (1) 演习的分类

应急计划中涉及的应急组织包括营运单位、外部协调支援部门、地方政府及国家相关部门，核事故应急响应过程和涉及的范围可能相当复杂，因此应急演习也必然是多种多样的。应急演习通常按演习涉及范围分为单项演习(练习)、综合演习和联合演习三个类型。所有应急演习都应具有检验性。

## (2) 演习的频度

应急演习的作用是使各应急组织中有可能承担关键任务的每个人员都能够获得实际的锻炼。由于无法确保发生应急时，每个岗位上的人员均在现场，因此不能完全依赖某个人完成特定的任务，关键人员的职责应当进行轮换和交替，在应急演习中也要体现职能的变换。营运单位应以适当的频度组织应急演习。营运单位的应急演习频度有如下要求：

(1) 单项演习的频度要求每年至少一次，通信及数据传输系统的练习则要更多些；

(2) 综合演习至少每 2 年举行一次，但对拥有 3 台及 3 台以上机组的营运单位，综合演习频度应适当增加；

(3) 联合演习在运行阶段要每五年应至少一次。

### 5.3.2 演习方式

#### 1. 响应方式

检验性演习采用的是自主响应方式。参演人员事先不应知道演习情景设计，在演习过程中根据他们理解的最适宜解决方法，对所模拟的情景进行自主响应。特殊情况下，也可对演习的具体启动时间不事先通知。

演习过程中，为避免参演人员严重偏离演习情景，监控人员必要时可以纠正参演人员的差错或打断参演人员行动。一般而言，监控人员应当避免在演习进程

中频繁地具体纠正参演人员的差错。

## 2.不预先通知的演习

在不预先通知的演习中,参演人员预先不知道演习的具体启动时间或持续时间。在具备条件情况下,应通过不预先通知的演习来验证应急组织和应急设施的启动效能。

对演习启动时间应做出适当的统筹安排,以检验非工作时间应急组织和应急设施的启动效能。

## 3.演习时间

演习时间一般可分为实时、压缩和扩展三种模式。

在实时模式的演习中,所有的活动都按照与实际应急响应期间相同的时间尺度进行。

在压缩时间模式的演习中,对某些步骤和时间进程可模拟或缩减,涉及重要应急判据及响应行动的关键环节不应过分压缩,以保证较为真实地反映应急响应的有关时间进程特性,达到检验应急响应能力实际水平的目的。

在扩展时间模式的演习中,可以在通常所要求时间之外提供附加的时间,以完成特定的事件,或者在事件序列内提供延长的时间。为了使参演人员有效地利用演习中的时间,对演习情景中的某些序列在时间尺度上进行压缩或扩展可能是有益的。有些情况是不宜进行时间压缩的,如:辐射监测小组用于检查设备、到达监测点、取样、完成测量以及进行记录和报告测量结果所需要的时间。

### 5.3.3 应急演习的组织与实施

#### 1. 演习的组织

在演习前,应指定专人负责演习准备工作的组织与协调、确定演习目标、制

定在演习中与新闻媒体沟通的有关政策。

应成立演习情景设计组。必要时，可邀请相关领域的专家对演习情景和演习数据进行审评。对于综合演习等规模较大的演习，应编制相应的演习方案，并在演习前一个月报国家核安全部门。

## 2. 演习时间的选择

演习所需时间长短取决于演习目标及规模。对于单项练习，通常所需时间不长，涉及面小，启动快。因此，时间安排可较灵活，这时应增加一些对困难条件的考虑，例如，雨、雪、风等恶劣天气、夜间、假日或交通高峰时间等。综合演习及联合演习因涉及组织较多，一般都要较早确定演习时间，很难临时启动。在制定演习方案时很难预计演习时一定遇到什么样的气候条件，但在演习的当日日程安排上还是可以提出一些要求的，例如事故发生在节假日或黎明前(这时往往是值班人员注意力差、召集人员也较困难的时候)。

## 3. 人员安排

无论是单项演习还是综合演习或联合演习，在制定演习方案时都要考虑到参演人员的安排。演习是对应急工作人员非常好的培训和考察机会，因此安排参演人员时应有计划。各应急岗位都事先要有明确的替补名单，特别是应急指挥人员及主控室运行人员，要合理轮流参加演习。不能总是由一批对演习已较熟悉的人员参演，目的只是为了取得当次演习的良好成绩，这是不可取的。

没有发现任何问题、没出现任何“意外情况”的演习，未必是成功的。实际上很可能是事先已“彩排”过，其培训及检验目标反而要大打折扣了。

## 4. 演习的实施

应急演习的实施，是以宣布演习开始为起始点，到宣布演习结束的整个过程。

应急指挥部对全部应急响应行动进行统一指挥和协调,各应急响应组按照各自的职责有序进行响应,执行各种指令,向应急指挥部提供各种信息。

整个演习过程中,应急指挥部的启动和运行要予以特别重视。事故初期,通常都是由当值的运行值长行使应急指挥职责的,当确认进入应急状态后才启动应急指挥部。运行值长在初期代行应急指挥职责时,必须及时组织相应响应行动而不能消极等待,以免延误时机。在应急指挥部启动、应急总指挥(或其替代人)到位后,要顺利实现指挥职能的转移。应急指挥要按相应应急执行程序收集相关信息、统一调动各应急组织。应急期间应急指挥的快速、有效、正确是确保全厂应急响应行动成功的最关键因素。因此应急指挥部成员、特别是应急总指挥必须对各应急组织的职责、事故诊断、应急监测、环境后果评价及各种应急补救行动的可能投入方式有充分的了解。

应急总指挥还要对应急行动水平有深入的了解。在演习过程中,正确应用行动水平判断应进入的应急状态等级;向场外及时、准确地向地方政府报告事故情况,并提出必要的建议;向场外应急组织要求必要的支援;执行向国家核安全监督部门及其地方监督站的报告制度。

## 预习测试

### 一、选择题

- 1、核电厂设施的应急状态分级中不包括 (D)  
A 应急待命 B 厂房应急 C 场区应急 D 应急启动
- 2、想要进行一场综合演习，需要在演习前 (B) 报国家核安全部门。  
A 半个月 B.一个月 C 三个月 D 半年
- 3、以下哪种情况可以终止演习？ (B)  
A 演习时间到达预期时间  
B 演习预期目标全部实现  
C 某演习行动对核动力厂设备的安全造成威胁  
D 某演习行动对参演人员安全造成威胁
- 4、联合演习在运行阶段要每 (C) 年一次  
A 半年 B 两年 C 五年 D 七年
- 5、某目标的评估准则的实质部分没有得到恰当的验证，则该目标应当被确定为 (B)  
A “达到” B “没有达到” C “没有被验证” D “良”

### 二、判断题

- 1、应急状态等级依据应急行动水平所触发的最高应急状态等级确定。(✓)
- 2、宣布场内应急状态所依据的信息都来同一渠道。(×)
- 3、应急状态分级和分级判据是制定应急行动水平的基础和依据。(✓)
- 4、所有应急演习都应具有检验性。(✓)
- 5、单项演习是指为熟练某些基本操作和完成特定任务、执行特定应急执行程序

的技巧而进行的演习。(×)

6、为了使参演人员有效地利用演习中的时间，可以适当压缩辐射监测小组报告测量结果所需要的时间。(×)

7、为了确保安全，演习过程中所有书面传输文件中都要有醒目的“演习”字样，口头通知则不用过于强调。(×)

8、评估时应根据应急组织和参演人员在演习中的表现评估其应急响应能力。(√)