

Part 1 核事故与核应急

1.1 核事故

尽管核动力厂采取了纵深防御的措施，在选址、设计、建造、调试、运行和退役等各阶段均严格按照我国的核安全法规进行，以保证核动力厂运行状态下的辐射照射控制合理可行且尽量低，并将能导致辐射来源失控事故的可能性减至最小，但仍然存在发生事故的可能性。

核事故是指核设施或核活动中极少出现的对正常状况的严重偏离，若有关的专设安全设施不能按设计要求发挥作用，则放射性物质的释放可能会达到不可接受的水平。

核动力厂按其运行时所处的状态并考虑其发生的概率分成几类，这些类别通常包括正常运行、预计运行事件、设计基准事故和严重事故。本部分重点描述与核事故和核应急相关的设计基准事故和严重事故。

1.设计基准事故

设计基准事故的定义是：核动力厂按确定的设计准则在设计中采取了针对性措施的那些事故工况，并且该事故中燃料的损坏和放射性物质的释放保持在管理限值以内。

针对设计基准事故，必须根据假设始发事件清单得出一套设计基准事故，以便设定设计安全重要构筑物、系统和部件的边界条件。

在为响应某一假设始发事件而需要立即采取可靠行动时，必须采取措施自动启动所需的安全系统，以防止发展成可能威胁下一道屏障的更严重工况。

2.严重事故

严重事故的定义是：严重性超过设计基准事故并造成堆芯明显恶化的事故工

况。

严重事故可能由安全系统多重故障引起，并导致堆芯明显恶化，它们可能危及多层或所有用于防止放射性物质释放的屏障的完整性。采用工程判断和概率论相结合的方法来考虑这些严重事故序列，针对这些序列确定合理可行的预防或缓解措施。根据运行经验、有关的安全分析和安全研究的结果，针对严重事故，我国的核安全法规 HAF102 明确了相关设计要求：

采用概率论、确定论和正确的工程判断相结合的方法，确定可能导致严重事故的重要事件序列。

1) 对照有关准则审查这些事件序列，以确定必须在设计中考虑哪些严重事故；

2) 对于能降低这些选定事件发生的概率或者当这些选定事件发生时能减轻其后果的可能的的设计修改或规程修改，必须加以评价，如属合理可行则必须实施这种修改；

3) 必须考虑核动力厂的整个设计能力，包括超过其原来预定功能和预计运行状态下可能使用某些系统(即安全系统和非安全系统)和使用附加的临时系统，使核动力厂回到受控状态和/或减轻严重事故的后果，条件是可以表明这些系统能够在预计的环境条件下起作用；

4) 对于多机组核动力厂，必须考虑使用其他机组可利用的手段和/或支持，条件是其他机组的安全运行不会受到损害；

5) 必须在涉及有代表性和起主导作用的严重事故情况下制定事故管理规程。

核反应堆严重事故可以分为两大类：

堆芯熔化事故 (CMAs):由于堆芯冷却不充分，引起堆芯裸露、升温和熔化

的过程，其发展较为缓慢，时间尺寸为小时量级。

堆芯解体事故 (CDAs)：由于快速引入巨大的反应性，引起功率陡增和燃料碎裂的过程，其发展非常迅速，时间尺寸为秒量级。

3. 历史上出现的严重的核事故

历史上曾发生多起较为严重的核事故，如南乌拉尔事故、温茨凯尔事故、三哩岛事故、切尔诺贝利事故和日本福岛核事故，在这五个事故中，其中一起为化学工厂爆炸事故，三起为人为因素造成的核事故，一起为严重的自然灾害引发的核事故。

1.2 核事故应急

1. 核事故应急的基本概念

1) 核应急。指核紧急状态，是由于核设施发生事故或事件，使核设施场内、场外的某些区域处于紧急状态。需要立即采取某些超出正常工作程序的行动，以避免核电厂核事故发生或减轻事故后生的状态。

2) 应急响应。为控制或减轻导致应急状态的事故的后果而紧急采取的行动及措施。

3) 应急状态分级。我国将核电厂核事故应急状态分为下列四级：应急特命、厂房应急、场区应急和场外应急。

4) 应急防护措施。应急状态下为避免或减少工作人员和公众可能接受的剂量而采取的保护措施。

5) 稳定性碘。含有非放射性碘的化合物，当事故已经导致或可能导致释放碘的放射性同位素的情况下，将其作为一种防护药物分发给居民服用，以降低甲状腺的受照剂量。

6) 隐蔽。应急防护措施之一，指人员停留于（或进入）室内，关闭门窗及通风系统，其目的是减少飘过的烟羽中的放射性物质的吸入和外照射剂量，也减少来自放射性沉积物的外照射剂量。

7) 撤离。应急防护措施之一，指将人们从受影响区域紧急转移，以避免或减少来自烟羽或高水平放射性沉积物质产生的高照射剂量，该措施为短期措施，预期人们在预计的某一有限时间内可返回原地区。

8) 避迁。应急防护措施之一，指人们从污染地区迁出，以避免或减少地面沉积外照射的长期累积剂量。其返回原地区的时间或为几个月到 1~2 年，或难以预计而不予考虑。

2. 核事故应急计划与准备

由于采取了纵深防御原则和不断强化核电厂的安全文化，核电的安全性是有保证的，但仍然不能完全排除发生严重事故的可能性(尽管发生这种事故的概率是极低的)。为了保护环境、保护公众与工作人员的健康与安全，制订应急计划，做好应急准备成为确保核安全的最后一道屏障。编制好应急计划，并按应急计划的要求和安排进行应急准备和事故发生时的应急响应，将可以最大限度地减轻事故对环境和公众健康、安全的影响。

根据我国核电厂核事故应急管理条例的要求，每个核电厂都要有周密的总体应急计划，包括：核电厂营运单位的场内应急计划，即在核电厂事故时场区范围内应采取的应急措施；核电厂所在地地方政府的场外应急计划，即在核电厂事故时为了保护公众与环境面采取的应急措施；核电厂主管部门、国家核安全监管机构及其他有关部门（包括军队）的应急方案，并要保证所有参与组织在行动上的协调一致。

为保证核事故时各项应急行动的迅速和正确, 还需制订针对各种应急状态所需采取的核事故应急措施的具体执行程序。

3. 核应急国际公约

前苏联发生的切尔诺贝利核电厂事故, 使人们意识到在严重核事故情况下相互提供援助的必要性。于是, 在国际原子能机构的主持下, 制订《及早通报核事故公约》, 同时制订了《核事故或辐射紧急情况援助公约》(以下简称《公约》)。其目的在于建立一种发生核事故或辐射紧急情况时能迅速提供援助的国际机制, 以尽量减轻事故的后果, 并保护生命、财产和环境免受放射性释放的影响。1986年9月26日在维也纳国际原子能机构大会特别会议上通过了该《公约》。我国是该《公约》的缔约国。

《公约》的主要规定是: 在发生核事故或辐射紧急情况时, 若一缔约国需要援助, 不论此事故是否发生于其领土上, 均可直接向其他缔约国、国际原子能机构或酌情向其他政府间国际组织请求援助。请求国应详细说明所需援助的范围、种类和必需的有关情况。收到此请求的缔约国应立即决定并通知请求方其能否提供以及可能提供的援助范围和条件。任何缔约国均可请求对受事故影响的人员进行医疗或要求在另一缔约国领土内暂时安置。国际原子能机构接到这种援助请求时, 应迅速了解有此资源的国家或国际组织, 并向其传递此请求。各缔约国均应建立提出和接受此援助请求的应急联络点并通知原子能机构, 此类联络点和原子能机构的联络中心应随时处于工作状态。《公约》还对援助的指导和管理、费用的偿还、豁免和便利以及国际原子能机构的职责等做了规定。

4. 核事故应急管理

核事故应急管理是指在事故应急时采取的核事故对策、应急准备、应急措施

及事故后恢复行动的管理活动。

各国在大规模应用核能，特别是发展核电的同时，对核事故的可能性及其后果、应采取的应急措施等做了大量研究工作。美国从 20 世纪 50 年代起即着手研究核电厂假想事故及其可能对环境的影响。到 60 年代逐渐形成了核事故应急计划及应急管理的完整概念。在美国核管理委员会管理导则中就有对核电厂应急计划的明确要求。

国际原子能机构在总结和推广核事故应急管理经验方面也做了大量工作。1969 年国际原子能机构在其 32 号出版物中就比较全面地论述了核事故应急计划的基本要求，以后又陆续发布了一系列有关法规和导则。

核事故应急管理主要包括建立应急管理体制、制定相应法规、审批应急计划、做好应急准备、组织和指挥应急行动等。

5.核事故应急措施

为控制核事故的发展、减轻和缓解事故后果、保护工作人员和公众的健康与安全、保护环境，在核事故应急中需要采取各种应急处理措施。核事故情况千差万别，且往往具有突发性，因此所需采取的应急措施的类型、实施方式和规模也不相同。必须根据事故分析、应急监测与评价结果，按应急计划程序，在统一指挥下有组织、有计划地实施这些措施。应急措施主要包括应急监测、应急评价、应急通信与报警、工程补救措施、隐蔽、服药、撤离、食物与水源控制、交通管制、医学救护等。

虽然核电厂严重事故极少发生，但由于其后果严重，影响巨大，因此，各国对核电厂事故应急措施的研究都十分重视。研究的重点是：①核电厂严重事故机制及源项研究，以便为更有效地防止发生事故和控制事故发展提供技术依据；②

建立和完善事故监测及应急评价系统,采用更先进的设备和计算模式,提高应急评价及预测的准确性,为决策应急行动提供科学依据;③对各种应急行动进一步进行代价-利益分析;④研究核电厂事故工程补救措施及工程抢险技术,例如研制适用于核事故工程抢险用的机器人等;⑤辐照损伤的快速鉴别和诊断技术;⑥严重放射性损伤病人的抢救和治疗。

6.核事故后恢复措施

核事故终止后,为消除事故后果、恢复正常生产和生活秩序而采取的各种恢复措施。核电厂发生事故后,通过各种应急操作或工程补救措施,已确保反应堆处于安全状态,放射性物质的事故排放已经终止或得到有效控制,核电厂周围环境大气中的放射性水平已降低到允许水平以下,事故的危急期已经过去,即可根据全面监测结果,按规定程序宣布应急状态终止,并随即进入事故后的恢复期。恢复期中采取的各种恢复措施主要包括环境监测与去污、核设施的安全核查和检修、正常生活秩序的恢复、受照人员的医学治疗与跟踪等。

预习测试

一、选择题

1、(C) 被称为核安全的最后一道屏障。

A 安全壳 B 一回路边界 C 核应急 D 包壳管

2、历史上曾发生多起较为严重的核事故，如南乌拉尔事故、温茨凯尔事故、三哩岛事故、切尔诺贝利事故和日本福岛核事故，在这五个事故中，有(C)个是人为因素造成的。

A 1 B 2 C 3 D 4

3、为了防止来自烟羽和地面沉积的外照射，可以采用下列哪种方式(B)。

A 服用稳定碘 B 隐蔽 C 饮食控制 D 撤离

4、对于核事故，有应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急。根据事故后果或者潜在的后果的影响范围，核设施的应急状态最高的是(C)。

A 场区应急 B 厂区应急 C 场外应急 D 应急待命

5、我国核事故应急体系分为三个管理体系，以下哪项不属于该体系(A)。

A 国际 B 国家 C 地方 D 核电厂

二、判断题

1、在实施交通管制时，允许无关人员及车辆进入严重污染区。(×)

2、避迁指人们从污染地区迁出，以避免或减少地面沉积外照射的长期累积剂量。

其返回原地区的时间或为几个月到 1~2 年，或难以预计而不予考虑。(√)

3、核事故应急管理是指在事故应急时采取的核事故对策、应急准备、应急措施及事故后恢复行动的管理活动。(√)

4、早期应急防护措施主要为避迁、撤离和服用稳定碘。(×)