

国家核安全局

国核安函〔2005〕58 号

关于征求对《现有运行核动力厂 严重事故管理要求》意见的函

国防科工委、中国核工业集团公司、中国广东核电集团公司、中国电力投资集团公司、江苏核电有限公司、秦山核电公司、核电秦山联营有限公司、秦山第三核电有限公司、大亚湾核电运营管理有限责任公司、中广核工程有限公司、阳江核电有限公司、三门核电有限公司、辽宁核电有限公司、山东核电有限公司、核工业第二研究设计院、上海核工程研究设计院、中国核动力研究设计院、清华大学核能技术设计研究院、中国原子能科学研究院、苏州热工研究院、中国核动力运行研究所、上海交通大学、国家环保总局核安全中心：

为更好地执行国家核安全局 2004 年 4 月 18 日颁布的《核动力厂设计安全规定》和《核动力厂运行安全规定》，我局组织编制了《现有运行核动力厂严重事故管理要求》(征求意见稿)。现印发你单位征求意见，请于 2005 年 8 月 30 日前将书面意见反馈我局和

上海交通大学各一份。

联系人:1、国家环境保护总局核安全司 韦力

(010)66556360

2、上海交通大学 曹学武

(021)62933916

传 真:(021)54387006

手 机:13816537416

通讯地址:上海市华山路 1954 号上海交通大学核科学与系统

工程系

邮 编:200030

附件: 现有运行核动力厂严重事故管理要求(征求意见稿)



主题词:核动力厂 严重事故 意见 函

国家环境保护总局办公厅

2005 年 7 月 19 日印发

附件：

**现有运行核动力厂严重事故管理要求
(征求意见稿)**

国家核安全局

2005 年 5 月

现有运行核动力厂严重事故管理要求

1. 引言

世界核电数十年的发展历史及中国核电近 20 年的开发经验表明，核电是一种安全、清洁的能源，迄今为止核电厂运行安全记录是良好的。国际研究表明，核安全的纵深防御策略和针对设计基准事故的安全裕度可以有效地降低可能导致堆芯严重损伤的极低频度事件的风险，从而使现有运行核电厂总体上没有对公众健康和造成不恰当的风险。但是美国三哩岛和前苏联切尔诺贝利核电厂事故也表明，尽管核电厂发生严重事故的频率极低，由于其后果相当严重，仍需关注其风险。

在该两事故发生后的 1983 年，我国正式开工建设核电厂，同时也密切关注国际核电界的严重事故研究和管理的进展，于 1991 年修订颁布了核电厂厂址选择安全规定（HAF0100 (91)）、核电厂设计安全规定（HAF0200 (91)）和核电厂运行安全规定（HAF0300 (91)），分别对严重事故有所涉及。

遵循新世纪我国核电发展战略和跟踪国际核电技术、核安全发展趋势，2002 年 8 月国家核安全局颁布《新建核电厂设计中几个重要安全问题的技术政策》文件，2004 年 4 月颁布重新修订的

核动力厂设计安全规定（HAF102）和核动力厂运行安全规定（HAF103），对严重事故有明确要求。

经过近 20 年的发展，我国已经形成了初具规模的核电产业，目前现役和在建核电机组总装机容量为近九百万千瓦电功率。现有运行机组 9 台，在建机组 2 台。其中压水堆型机组 9 台（包括 VVER 型压水堆机组 2 台）和 CANDU 型重水堆机组 2 台，共 11 台。

虽然实践表明我国现有核电厂近 10 多年的运行记录安全状态是良好的。然而，国际核动力厂的运行管理经验与研究表明，仍有必要对现有运行核动力厂进行系统化的严重事故薄弱环节的评估，并依据评估结果寻求合理可行的改进措施，以增强严重事故管理，进一步提高现有运行核动力厂的总体安全水平。国家核安全局对现有运行核动力厂的严重事故问题，发布原则性管理要求。

1.1 目的

本要求提出了针对现有运行核动力厂的严重事故问题的基本声明与原则性的管理要求，指导现有运行核动力厂进行系统化的严重事故薄弱环节评估，寻求合理可行的改进措施，增强严重事故管理，进一步提高现有运行核动力厂的总体安全水平。

1.2 范围

1.2.1 本要求阐述了现有运行核动力厂进行严重事故管理的要求，以及明确的实施目标，即实施核电厂薄弱环节评估与实施严

重事故管理大纲，并考虑我国现有核动力厂的复杂性，未给予核动力厂实施严重事故管理的统一的方法与途径。本要求涵盖的严重事故管理两个方面为：

(1) 使用系统性方法评估核动力厂严重事故薄弱环节，并提出改进措施；

(2) 制订与实施核动力厂严重事故管理计划。

1.2.2 本要求适用于现有运行核动力厂。

2. 现有运行核动力厂管理要求

2.1 安全目标

2.1.1 总的核安全目标：在核动力厂中建立并保持对放射性危害的有效防御，以保护人员、社会和环境免受危害。

2.1.2 总的核安全目标由辐射防护目标和技术安全目标所支持，这两个目标互相补充、相辅相成，技术措施与管理性和程序性措施一起保证对电离辐射危害的防御。

(1) 辐射防护目标：保证在所有运行状态下核动力厂内的辐射照射或由于该核动力厂任何计划排放放射性物质引起的辐射照射保持低于规定限值并且合理可行尽量低，保证减轻任何事故的放射性后果。

(2) 技术安全目标：采取一切合理可行的措施防止核动力厂事

故，并在一旦发生事故时减轻其后果；对于在设计核动力厂时考虑过的所有可能事故，包括概率很低事故，要以高可信度保证任何放射性后果尽可能小且低于规定限值；并保证有严重放射性后果的事故发生的概率极低。

2.1.3 安全目标要求核动力厂的设计和运行使得所有辐射照射的来源都处在严格的技术和管理措施控制之下。辐射防护目标不排除人员受到有限的照射，也不排除法规许可数量的放射性物质从处于运行状态的核动力厂向环境的排放。此种照射和排放必须受到严格控制，并且必须符合运行限值和辐射防护标准。

2.1.4 为了实现上述安全目标，运行核动力厂，要在最终安全分析报告的基础上，结合运行反馈，确定所有照射的来源，并评估核动力厂工作人员和公众可能受到的辐射剂量，以及对环境的可能影响，此种分析必须要考察以下内容：(1)核动力厂所有计划的正常运行模式；(2)发生预计运行事件时核动力厂的性能；(3)设计基准事故；(4)可能导致严重事故的事件序列。在分析的基础上，确认工程设计抵御假设始发事件和事故的能力，验证安全系统和安全相关物项或系统的有效性，以及确定应急响应要求，保证这些辐射来源保持在严格的技术和管理控制之下。

2.1.5 尽管采取措施将所有运行状态下的辐射照射控制在合理可行尽量低，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。这就需要采取措施以保证减轻放射性后果。这些措施包括：专设安全设施、营运单位制定的厂内事故处理规程以及国家和地方有关部门制定的厂外干预措施。核动力厂的安全设计适用以下原则：能导致高辐射剂量或大量放射性释放的核动力厂状态的发生概率极低；具有大的发生概率的核动力厂状态只有较小或者没有潜在的放射性后果。

2.2 纵深防御概念

2.2.1 纵深防御概念贯彻于安全有关的全部活动，包括与组织、人员行为或设计有关的方面，以保证这些活动均置于重叠措施的防御之下，即使有一种故障发生，它将由适当的措施探测、补偿或纠正。在整个设计和运行中贯彻纵深防御，以便对由厂内设备故障或人员活动及厂外事件等引起的各种瞬变、预计运行事件及事故提供多层次的保护。

2.2.2 纵深防御概念应用于核动力厂的设计，提供一系列多层次的防御（固有特性、设备及规程），用以防止事故并在未能防止事故时保证提供适当的保护。

(1) 第一层次防御的目的是防止偏离正常运行及防止系统失效。这一层次要求：按照恰当的质量水平和工程实践，例如多重性、独立性及多样性的应用，正确并保守地设计、建造、维修和运行核动力厂。为此，应十分注意选择恰当的设计规范和材料，并控制部

件的制造和核动力厂的施工。能有利于减少内部灾害的可能、减轻特定假设始发事件的后果或减少事故序列之后可能的释放源项的设计措施均在这一层次的防御中起作用。还应重视涉及设计、制造、建造、在役检查、维修和试验的过程，以及进行这些活动时良好的可达性、核动力厂的运行方式和运行经验的利用等方面。整个过程是以确定核动力厂运行和维修要求的详细分析为基础。

(2) 第二层次防御的目的是检测和纠正偏离正常运行状态，以防止预计运行事件升级为事故工况。尽管注意预防，核动力厂在其寿期内仍然可能发生某些假设始发事件。这一层次要求设置在安全分析中确定的专用系统，并制定运行规程以防止或尽量减小这些假设始发事件所造成的损害。

(3) 设置第三层次防御是基于以下假定：尽管极少可能，某些预计运行事件或假设始发事件的升级仍有可能未被前一层防御所制止，而演变成一种较严重的事件。这些不大可能的事件在核动力厂设计基准中是可预计的，并且必须通过固有安全特性、故障安全设计、附加的设备和规程来控制这些事件的后果，使核动力厂在这些事件后达到稳定的、可接受的状态。这就要求设置的专设安全设施能够将核动力厂首先引导到可控制状态，然后引导到安全停堆状态，并且至少维持一道包容放射性物质的屏障。

(4) 第四层次防御的目的是针对设计基准可能已被超过的严

重事故的，并保证放射性释放保持在尽实际可能的低。这一层次最重要的目的是保护包容功能。除了事故管理规程之外，这可以由防止事故进展的补充措施与规程，以及减轻选定的严重事故后果的措施来达到。由包容提供的保护可用最佳估算方法来验证。

(5) 第五层次，即最后层次防御的目的是减轻可能由事故工况引起潜在的放射性物质释放造成的放射性后果。这方面要求有适当装备的应急控制中心及厂内、厂外应急响应计划。

2.2.3 纵深防御概念应用的另一方面是在设计中设置一系列的实体屏障，以包容规定区域的放射性物质。所必需的实体屏障的数目取决于可能的内部及外部灾害和故障的可能后果。就典型的水冷反应堆而言，这些屏障可能是燃料基体、燃料包壳、反应堆冷却剂系统压力边界和安全壳。

3. 严重事故

超设计基准事故中的某些概率很低的核动力厂状态，可能由安全系统多重故障而引起，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。这些事件序列被称之为严重事故。必须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。可接受的方法应该基于现实的或最佳估算的假设、

方法和分析准则，而不必运用确定和评价设计基准事故时所采用的保守的工程方法。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，严重事故管理是现有运行核动力厂纵深防御策略的重要组成部分，必须考虑的事项有：

(1) 必须采用概率论、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。

(2) 必须对照有关准则审查这些事件序列，以确定必须考虑哪些严重事故。

(3) 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。

(4) 必须考虑核动力厂整个设计能力，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。

(5) 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。

(6) 必须在计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。

4. 现有运行核动力厂严重事故管理要求

4.1 运营单位对运行核动力厂使用系统性的方法进行严重事故薄弱环节的自我评估，并提出合理可行的改进措施。

现有运行核动力厂的纵深防御策略包含五个层次，运行核动力厂严重事故管理主要关注第四层次的纵深防御，同时也应兼顾其它层次，综合地加以改进和完善。

4.1.1 严重事故薄弱环节评估的方法应该是概率论方法、确定论方法和合理的工程判断相结合的系统化方法；

(1) 系统研究核动力厂的设计、运行、应急运行规程、维护与检查等方面；

(2) 对现有运行核动力厂进行概率安全分析；

(3) 用确定论方法对假想事故进程进行分析；

(4) 综合利用上述分析结果加工程判断方法找出核动力厂严重事故薄弱环节。

4.1.2 对核电厂进行一级、二级概率安全评价，对有条件的核动力厂可进行三级概率安全评价；

(1) 概率安全评价的目标、范围、内容、文档要求等请参见相关的法规、章程；

(2) 针对严重事故管理，鉴别出核动力厂可能的严重事故序

列，并量化预期的事故的频率；

(3) 确定导致堆芯损坏和不良的安全壳性能的主要贡献因素；

(4) 研究这些因素的潜在原因。

4.1.3 依据自我评价结果，提出改进措施并证明其合理性和有效性。

(1) 依据概率安全评价、确定论分析以及工程判断相结合的方法给出严重事故薄弱环节评估结果；

(2) 依据评估结果鉴别与提议预防与缓解严重事故的核动力厂改进措施；

(3) 对每种提议的核动力厂改进措施进行检查，评估其适用性，包括：备选方案是否适用于本堆型和/或本核动力厂的设计，是否针对本核动力厂特定的严重事故薄弱环节，是否已经实施过类似的方案等；

(4) 对每种提议的核动力厂改进措施进行检查，评估其必要性，包括：备选方案是否针对风险贡献较大的事故序列，风险重要的设备和系统等，是否可带来较大的风险减少的收益；

(5) 对每种提议的核动力厂改进措施进行检查，评估其经济性，包括：评估实施备选方案的成本是否低于实施后可获得的收益；

(6) 评估实施改进措施可能导致的现有核动力厂的设计、运行、应急运行规程、维护、检查、人员和培训计划等各方面的变化；

(7) 鉴别出将被实施的改进措施，制订实施计划；

(8) 对实施改进措施方案进行说明，包括：实施方案的目标；方案实施的核电厂的具体行动计划；实施方案可能引起的核动力厂事故造成的放射性材料厂外释放对公众的风险的变化；实施方案可能引起的对厂内人员的辐射照射的影响；实施方案的费用以及后续的相关费用，包括核电厂停产和建造延期的经济损失；实施方案对核动力厂的现在的安全运行和运行复杂性的影响；实施方案所需的核安全局的监管活动及相关资源。

4.2 现有核动力厂制订严重事故管理计划

4.2.1 对有代表性和主导性的严重事故序列，制订相应的事故管理策略、规程和导则；

(1) 选择代表性和主导性的严重事故序列，包括：依据系统性方法评估结果，定义代表性和主导性的严重事故序列谱；对各代表性和主导性的严重事故序列进行分析；寻找对裂变产物包容屏障的威胁因素及其时间序列；确定主要的威胁因素；

(2) 分析代表性和主导性的严重事故序列进程；

(3) 针对代表性和主导性的严重事故序列，选择合适的严重

事故管理策略，包括：总结回顾核动力厂关于严重事故的全部信息；将严重事故现象、序列与可能的对策的后果进行组合；确定针对特定核电厂损坏状态的干预行动；确定启动每项干预行动的初始条件（核动力厂损坏状态或特定的核动力厂参数）；确定这些干预行动的可能的后果。

（4）发展和扩展合适的应急运行规程：包括：定义合适的入口条件；设计基准以内和设计基准以外的事故预防措施；定义合适的出口条件；

（5）发展严重事故管理策略对应的严重事故管理导则（指南、规程），包括：主控制室人员和支持人员的导则；严重事故诊断流程图及处理导则；安全屏障受严重威胁状态诊断及处理导则；严重事故出口导则；选择和实施干预行动的辅助计算；实施合适的质量保证计划，并对严重事故管理导则进行内部审核；

（6）核对与验证应急运行规程；

（7）核对与验证严重事故管理导则。

4.2.2 建立严重事故管理的组织体系和接口管理；

（1）建立核动力厂内包括操纵员、安全工程师、技术支持中心在内的严重事故管理的分层次的责任机构，并配备相应的软硬件条件；

（2）建立与应急响应责任的接口；

(3) 建立明确的责任分工体系,定义机构各成员的基本职务和责任,将实施责任分配到控制室、评估和决策责任分配到技术支持中心;

(4) 建立采取行动所使用的标准和规程。

4.2.3 制订严重事故管理的教育、培训和演习计划。

核电厂人员必须接受处理超设计基准事故的教育,对运行人员的培训必须保证他们能熟悉超设计基准事故的征兆和事故管理规定。

(1) 通过核动力厂安全文化建设,制定严重事故管理的教育计划;

(2) 制定严重事故管理的培训计划,包括:建立培训的组织与管理职责,确定培训人员范围,培训程度,制定培训大纲,对严重事故管理机构及相应岗位上的人员进行培训。针对不同任务的人员进行不同主题的培训。定期审查培训大纲,以核实其有效性。对相关人员进行定期考核及定期再培训;

(3) 制定严重事故管理的演习计划,包括:演习的目的、分类和频度;演习的组织;演习计划的编制、审评与审批;演习的准备;演习的实施;演习的评估与总结。

5. 现有运行核动力厂实施严重事故管理计划

5.1 评估与改进实施严重事故管理所需的条件；

5.1.1 评估预防与缓解严重事故所需的系统、设备及仪表在严重事故下的可用性及能力；

- (1) 定义需求的信息；
- (2) 信息/仪器仪表的可用性；
- (3) 确定现有仪器仪表的能力；
- (4) 确定可能威胁现有仪器仪表的电厂参数和环境条件；
- (5) 最大限度地利用仪器仪表的能力:包括扩展现有仪器仪表的量程范围,对仪器仪表实施保护,研发辅助计算以替代缺失的信息,以及添加附加的仪器仪表；
- (6) 严重事故条件下的设备的运行性能；
- (7) 设备是否可接近。

5.1.2 依据评估结果,对不满足严重事故环境要求的关键系统、设备、仪器仪表,提出合理可行的改进措施；

5.2 实施严重事故管理规程和导则；

- (1) 实施的核动力厂的严重事故管理计划；
- (2) 实施制定的相关严重事故管理规程和导则；
- (3) 评估导则与应急规程的冲突影响；
- (4) 评估实施严重事故管理规程和导则的总体效果。

5.3 实施严重事故管理的教育、培训和演习计划。

- (1) 实施严重事故管理教育、培训计划；
- (2) 建立培训的考核、评估机制，建立培训记录及保存文档体系；
- (3) 实施严重事故管理演习计划；
- (4) 建立监控与评估体系，进行演习的评估与总结，建立演习记录及保存文档体系。