




严重事故管理同行评估

中国核能行业协会

2020年7月7日



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION



目录

1. SAMG同行评估管理办法(2013)

2. SAMG同行评估技术指南(2018)



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION

历史背景

核动力厂严重事故管理 同行评估管理办法 (修订稿)

↵

↵

↵

↵

↵

↵

↵

↵

↵

中国核能行业协会

2013 年 9 月

动力厂严重事故管理 同行评估指南 (修订稿)

中国核能行业协会

2013 年 9 月

中国核能行业协会文件

核协发[2013] 202 号

关于江苏核电有限公司严重事故管理 同行试评估活动的通知

有关单位:

为提高核电厂严重事故管理水平,受国家核安全局的委托,国核能行业协会组织行业专家开展了严重事故管理(SAMG)同行评估课题的研究,基本完成相关评估文件的编制,并将开展同行试评估工作。

应江苏核电有限公司的邀请,中国核能行业协会组织由 12 人员组成的评估队(名单见附件)于 2013 年 11 月 18 日至 11 月 22 日对江苏核电有限公司有限公司严重事故管理工作进行同行试评估活动,并邀请国家核安全局相关领导到场指导。现将试评估活动具体事项通知如下:


一、活动时间及地点

时间: 2013 年 11 月 18-11 月 22 日, 11 月 16 日报到。

地点: 田湾核电厂。

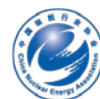


中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION



一、目的

中国核能行业协会受国家核安全局委托，并根据核安全监管部门的相关要求和中国核能行业协会宗旨，为规范开展核电厂严重事故管理同行评估工作、促进严重事故管理导则开发单位的经验交流、提高严重事故管理导则开发及应用水平、提升核电厂应对严重事故的管理能力，特制定本办法。



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION



二、适用范围

本办法适用于我国核电厂严重事故管理同行评估及经验交流活动的协调与管理。评估的具体范围由协会秘书处与受评方协商确定。





三、组织与职责

1. 核能行业协会职责

组建严重事故管理同行评估核电厂现场评估队，负责核电厂严重事故管理同行评估的组织管理和现场评估活动的实施。具体任务如下：

- (1) 组织专家编写、修订SAMG同行评估管理办法和技术指南；
- (2) 与受评单位协商确定评估活动的安排；
- (3) 组建评估队；
- (4) 向受评方提出评估活动所需资料包清单；
- (5) 组织现场评估活动；
- (6) 向受评方提交同行评估报告；
- (7) 组织同行评估经验交流。



三、组织与职责

2. 评估队专家的组织

评估队由来自核能行业协会、核安全监管技术支持单位、核电厂业主运行单位、严重事故管理导则研发单位等的代表组成。评估队在协会组织协调下，对受评方严重事故管理进行专项评估，发现严重事故管理导则开发和实施过程中的强项和弱项，并提出改进建议。选择专家时应考虑：

- 为了避免潜在的利益冲突，不应该选择受评方及其技术支持单位的专家；
- 专家的专业应覆盖严重事故管理导则开发和应用的各个技术要素；
- 尽可能来自不同核电集团、相关单位，具有广泛的代表性，并具有不同的核电厂严重事故管理的经验；
- 具备丰富的严重事故管理导则开发和应用经验，至少参加过一个项目的严重事故管理导则开发、实施或审查工作，并取得副高级以上技术职称；
- 根据协会成员单位的诉求，可另吸收数名专家作为观察员参加活动。



三、组织与职责

3. 受评方职责

- 按照评估技术指南的要求准备并提供所需评估文件和资料；
- 为现场评估提供必要的条件和资源支持；
- 配合评估队开展评估活动并回答专家提出的问题；
- 对评估队提出的建议积极响应并适时落实。



四、评估活动

核电厂严重事故管理同行评估实施过程分为评估的准备、任务分工、现场评估、评估结论、评估工作回访等5部分。

评估
的准
备

任务
分工

评估
活动

评估
结论

评估
回访



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION



四、评估活动

1. 评估的准备

根据受评方提出开展同行评估的申请内容来组织策划评估活动。

(1) 评估队及受评方人员

- 评估队由2名核能行业协会人员和约13位专家组成，由一名协会人员担任领队，并由协会推举2名专家担任评估队正、副队长。一般情况下，评估队分为两组开展工作，由正、副队长兼任两组组长。
- 被评估单位的联络员包括核电厂运营组织的代表，以及运营组织的顾问和参与被评估工作的承包商。
- 评估队和受评方的联络员分别由核能行业协会和受评方代表担任。



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION



四、评估活动

1. 评估的准备

(2) 核能行业协会根据同行评估技术指南及评估范围向受评方提出评估活动所需资料清单，受评方应至少在现场评估活动1个月前提供相关资料；

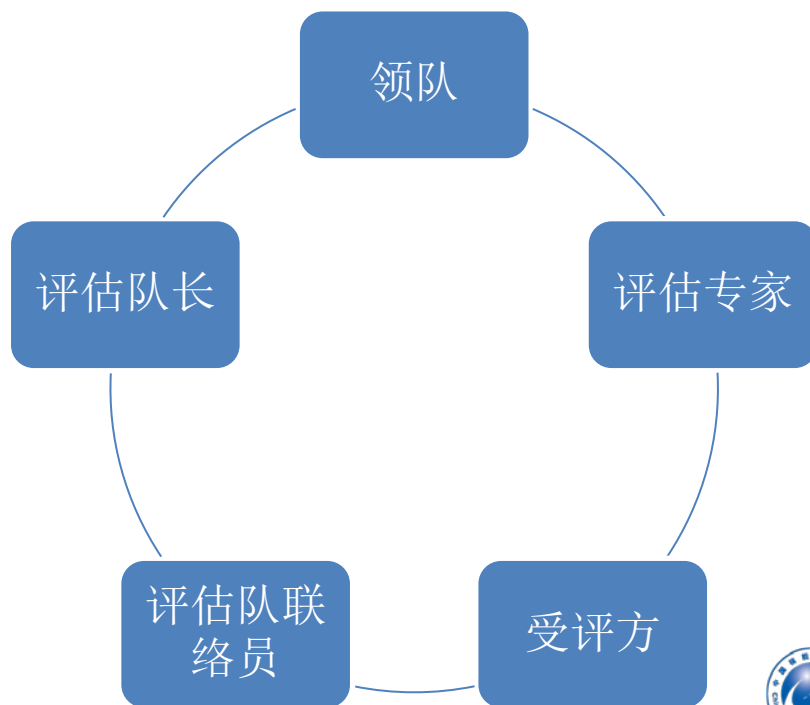
(3) 评估队员现场评估前熟悉评估技术指南和受评方提供的资料；



四、评估活动

2. 任务分工

评估任务参加者是评估队和受评单位的联络员和专业对口人等。



四、评估活动

2. 任务分工

(1) 领队

- □ 组织、指导同行评估所有活动；
- □ 与相关单位协商后确定评估队组成；
- □ 对评估中的重大问题进行决策。

(2) 评估队长

- □ 专家任务的分工和协调；
- □ 组织对评估报告的编制并进行审查，确保整个评估报告一致性和完整性；
- □ 编制评估报告的主要结论；
- □ 对评估队专家提出要求和进行培训。





四、评估活动

2. 任务分工

(3) 评估专家

- 先期熟悉相关资料；
- 执行组长分配的评估任务，提出问题和相应的建议；
- 撰写相应章节的评估报告。

(4) 评估队联络员

- 与被评估单位协调评估范围，评估前、评估期间需要的参考资料以及评估的日程安排等事宜；
- 评估活动特殊问题的协调。



四、评估活动

2. 任务分工

(5) 受评方

- 确定联络员和专业对口人；
- 按要求提供评估资料；
- 为现场评估提供必要的资源支持（食宿、交通、评估专家咨询、工作所需的会议室、实地考察所需的通行许可等）。
- 安排相应的专业对口人解释并回答评估队提出的问题。



四、评估活动

3. 现场评估

评估队依据提供的资料，通过与专业对口人讨论、文件查阅和观察进行评估。

(1) 现场评估时间安排

评估任务持续一周（**注1.评估队在评估开始前一天进行现场培训、熟悉评估指南和基础资料。**）。分为半天的入场会（包括电厂系统的简单描述）及现场观察、三天双方讨论、一天撰写报告（包括半天内部讨论并形成报告初稿）、半天离场会。

时间具体安排列表如下：



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION

四、评估活动

3. 现场评估

时间	上/下午	活 动	备 注
第1天	上午	入场会 受评方陈述 评估队参观	注2
	下午	评估活动	
第2天	全天	评估活动	
第3天	全天	评估活动	
第4天	上午	评估活动	
	下午	评估队员准备评估意见 评估队内部汇总 起草评估报告初稿	
第5天	上午	评估队内部讨论评估报告初稿	
		离场会： 向受评方提交评估报告初稿	

注2:

第1天上午:

受评方陈述应包括电厂系统的简单描述;

评估队参观范围包括:

- 参观整个电厂, 包括事故管理重要设备所处的位置;
- 运行支持中心 (主控室等);
- 技术支持中心 (TSC);
- 应急指挥中心。



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION

四、评估活动

3. 现场评估

(2) 评估队分为两个工作组

- 第一工作组的评估范围：1) 整个SAMG的定义和国家标准要求的一致性；
2) 用于支持SAMG的事故分析的质量和-content；3) 电厂薄弱环节的评定；
4) 严重事故管理策略的开发；5) 电厂设备和仪表的评价。
- 第二工作组的评估范围：6) SAMG的开发；7) SAMG的验证和确认；8)
) SAMG和电厂应急计划的整合；9) 人员和资质；10) 培训需求和培训
绩效；11) SAMG的修订。



四、评估活动

4. 评估结论

现场评估结束时，评估队将召开离场会。评估队队长向受评方口头传达他们的评价、主要建议和意见并提交评估报告初稿。

离场会应该在自由、开放和积极的氛围下进行。

作为评估的正式记录，评估报告包括评估过程、评估发现的问题和评估结论。受评方应在2-3周内对初稿提出反馈意见。协会将在1个月内向受评方提交由领队和评估队长联合签发的正式报告。

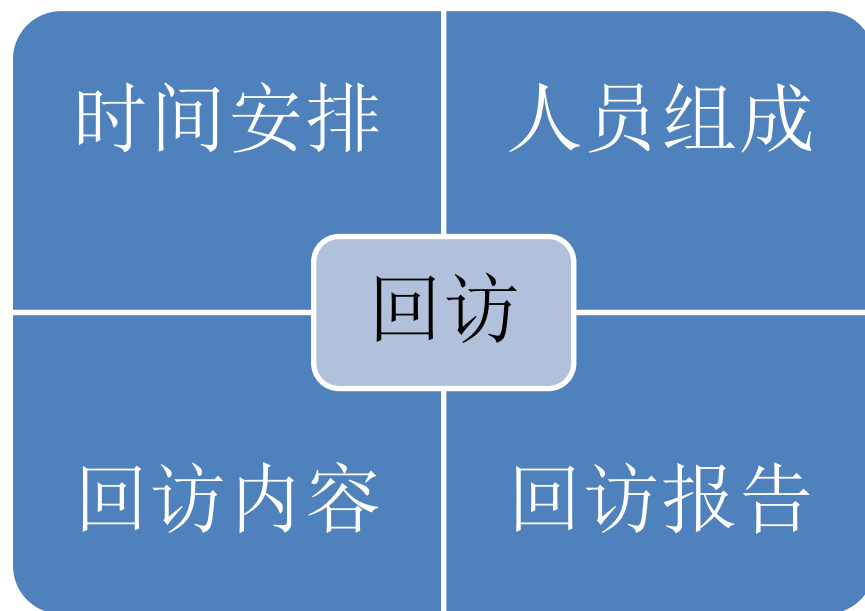
评估报告一式三份，分别提交受评方、国家核安全局和协会秘书处。



四、评估活动

5. 评估工作回访

评估工作回访的主要目的是查看评估过程中专家提出改进建议的落实情况，以及电厂在同行评估后在严重事故管理领域取得的新进展。回访工作涉及到以下内容：



四、评估实施

5. 评估工作回访

(1) 时间安排

一般在现场评估结束1年左右进行回访，根据评估时遗留问题的难易程度，可适当延长或缩短时限。回访活动持续2~3天；

(2) 人员组成

回访人员约3~5人，由曾参与现场评估的核能行业协会人员担任领队，现场评估时的队长以及相关专家参与；



四、评估活动

5. 评估工作回访

(3) 回访内容

查看评估过程中专家提出改进建议的响应和落实情况，以及电厂在同行评估后在严重事故管理领域取得的新进展。对于已经完成的工作内容进行确认，对于尚在进行中的内容进行交流。并向受评方介绍其他受评单位在SAMG开发和应用方面的良好实践；

(4) 回访报告

回访应就相关内容生成《评估活动回访报告》。






五、知识产权保护与保密

1. 在核电厂严重事故管理同行评估过程中，认真贯彻保护知识产权和仅限于行业内的保密政策，切实维护协会各成员单位的合法权益。
2. 同行评估报告归协会、核安全局和受评方共有。评估报告和评估活动过程中涉及的相关专有信息和商业机密，未经受评方和协会的书面同意，不得以任何方式对外扩散。
3. 评估过程中发现的良好实践，在征得受评方同意后，可在全行业共享和推广。
4. 在核电厂严重事故管理同行评估过程中，受评方有责任和义务提供必要的信息，并确保获得信息的真实性。





目录

1. SAMG同行评估管理办法

2. SAMG同行评估技术指南





严重事故管理同行评估技术指南 (2018年修订版)

中国核能行业协会

2020年7月



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION



目录 Contents



引言



事故管理中事故分析的评估



事故管理大纲的评估



评估的准备和执行





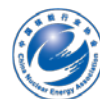
一、引言

1. 制定本文件的目的

制定《核动力厂严重事故管理的同行评估指南》文件，目的主要是为核电行业的同行评估组提供事故管理大纲评估的准备、执行及报告等方面的参考，同时也可为核电厂准备、制定和实施事故管理大纲及内部审查提供参考。

2. 本文件适用范围

本文件主要适用于已有运行核电厂，新建核电厂可参照执行。



一、引言

3. 评估目的

在广泛借鉴国内外经验的基础上为持照核电厂提供有效实施事故管理大纲的指导原则和可能方案



为被评估核电厂专家提供机会增长事故管理的经验和知识



在实施事故管理大纲的不同阶段，对核电厂状态进行客观的评价，并与国际实践和经验进行对比



在实施事故管理大纲的不同阶段，为持照核电厂的改进提供参考和建议。



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION



4. 评估范围

事故管理中所需事故分析的评估

- 这项评估一般在事故管理大纲评估之前进行或与事故管理大纲评估在一次评估活动中进行，是对超设计基准事故和严重事故的事故分析的完整性及分析的质量进行检查。（后续详述）

事故管理大纲的评估

- 这项评估在建立事故管理大纲之后的适当时间内进行，是对事故管理大纲的质量、一致性和完整性进行审核。事故管理中所需事故分析的评估是事故管理大纲评估的一部分。参与评估的人员可以是持照核电厂的人员，也可以是外部评估小组。（后续详述）





5. 参考资料

评估前提供**SAMG**相关严重事故分析总结报告，包括：

- 事故序列选择及分类；
- 使用的计算程序适用性说明；
- 无操纵员干预的事故分析；
- 采取预防和缓解措施所需的事故征兆列表；
- 有操纵员干预的事故分析。





5. 参考资料

评估过程中提供的具体资料内容包括：

提供一级和二级概率安全评价的总结报告，或描述核电厂薄弱环节的其它相关文档；

所选事故序列的分类列表；

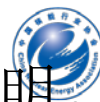
严重事故分析建模报告；

分析中使用的计算机程序适用性说明；

预防和缓解措施的分析报告；

核电厂应急运行规程；

事故分析的质量保证大纲及其适用性证明。





5. 参考资料

预先提交的资料包括：

监管机构的相关要求；

核电厂系统结构的说明；

一级概率安全评价的总结报告、二级概率安全评价的总结报告或其它描述核电厂薄弱环节和抗御严重事故能力分析的文件；

安全壳极限承载能力分析；

采取预防和缓解措施所需的事故征兆列表；

技术支持中心的任务和使用的工具；

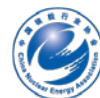
应急运行规程和严重事故管理指南的总结；

辅助计算的总结；

事故管理大纲的总体描述；

严重事故管理指南；

评估前与事故管理相关的其他评估结果；如可能，也应包含一级概率安全评价和二级概率安全评价研究的评估。



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION



5. 参考资料

评估过程中需要的资料包括：

经过确认的事故序列的选择和分类列表；

对事故管理的事故分析进行评估所需的所有文件；

应急运行规程；

事故管理中涉及的系统、设备列表；

事故管理中涉及的系统、设备(包括仪器仪表)鉴定文件、可用性、可达性；

事故管理大纲相关人员的培训计划，包括软件工具的说明；

质量保证大纲；

参数整定值确定；

SAMG与EOP的接口分析和描述；

SAMG与E-PLAN的接口分析和描述；

厂内和厂外的应急计划，包括应急组织(包括状态分级、启动响应组织、厂内评估、缓解措施以及应急防护措施的实施)；

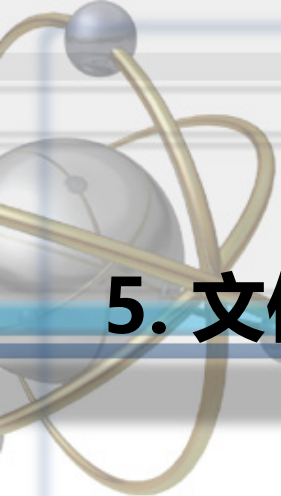
与事故管理有关的核电厂实物保护的文档；

应急演习的计划和结果；

严重事故管理指南的技术说明文件。



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION







5. 文件结构

第1部分为引言和需提供的资料文件；
第2部分为事故管理中所需事故分析的质量和完整性的评估；
第3部分为事故管理大纲的质量、一致性
及完整性的评估；
第4部分是评估的准备和实施。





目录 Contents

-  **一 引言**
-  **二 事故管理中事故分析的评估**
-  **三 事故管理大纲的评估**
-  **四 评估的准备和执行**



(二) 事故管理中事故分析的评估

1. 评估目的

事故分析评估的主要目的是评价超设计基准事故分析和严重事故分析的完整性和质量。

在超设计基准事故分析和严重事故分析中需尽可能考虑严重事故现象，尽管当前对这些现象的理解已经有了长足进步，但不确定性仍然存在。同样，程序模型和经验关系式、核电厂程序建模、核电厂状态测量或监测等方面也存在不确定性，因此，在评估分析结果时必须考虑这些不确定性。

评估过程取决于事故管理的方法，需关注通用的分析、规程和指南是否适用于特定核电厂状态。评估过程主要强调的是受评方需在事故管理大纲制定的早期阶段参与制定工作。



(二) 事故管理中事故分析的评估

2. 评估要素

- (1) 事故序列的选择;
- (2) 事故分析所需的信息;
- (3) 分析工具的选择;
- (4) 无操纵员干预行动的事故分析;
- (5) 已有设备的能力和限制的评估;
- (6) 预防措施确定与分析;
- (7) 缓解措施确定与分析;
- (8) 事故分析的质量保证。



2.2.1 事故序列的选择

分析无操纵员干预下可能导致的堆芯损坏、堆芯熔化、压力容器失效、安全壳失效及裂变产物向环境释放的事故序列。由于最终可能导致裂变产物向环境释放的事故序列数量极多，因此需要对事故序列进行恰当选择或分类。



2.2.1 事故序列的选择

1. 是否充分地利用了一级概率安全评价的结果？
- 2 在事故序列分类过程中是否使用了其它信息？

例如：

设计说明；设备技术规格书；运行经验；事故先兆；针对当前设计的实验结果；严重事故研究成果；同类核电厂的信息？

- 3 在选择过程中是否考虑了核电厂特定的严重事故现象？
- 4 事故序列的分类或选择过程中是否关注了风险重要的事故？



2.2.2 事故分析所需的信息

核电厂已有文档可作为计算程序的输入数据，以提供所有必要的信息，例如结构参数、热工水力参数、控制及安全系统的特性及整定值、图表及其它图文资料。





2.2.2 事故分析所需的信息

- 1.在将核电厂的技术数据写入程序输入卡的过程中，采用了什么方法及经过了怎样的简化和计算？
- 2.是否充分地解释和描述了计算程序的建模假设？
- 3.输入数据是否经过其它不参与输入卡写入的个人、团队的检查？
- 4.是否恰当地记录了检查过程？





2.2.3 分析工具的选择

对超设计基准事故分析和严重事故分析应选择最佳估算程序。应选择那些能够充分描述假定事故阶段物理过程的程序，应理解程序在模拟物理进程和事故现象方面的局限性。





2.2.3 分析工具的选择

1. 程序能否充分模拟待解决的物理现象？
2. 物理模型能否充分描述核电厂特定行为？
3. 是否确定了模型和经验关系式的适用范围？
4. 是否有详细的用户手册，并可实际使用这些手册？
5. 相关人员是否有使用这些程序的资质？
6. 是否进行并记录了程序的认证过程？





2.2.4无操纵员干预的事故分析

在正确选择事故序列的基础上，需对超设计基准事故和严重事故进行分析，以了解哪些事故现象对核电厂是重要的，以及了解对裂变产物屏障的威胁因素，从而为研究预防和缓解措施提供可靠的基础。





2.2.4无操纵员干预的事故分析

1. 是否记录了事故进程中关键事件的时间节点？
2. 是否得到关键参数的趋势图？
3. 分析结果是否合理？
4. 是否鉴别出核电厂设计的薄弱环节，并按其重要度进行排序？
5. 是否确定了对裂变产物屏障的主要威胁因素？
6. 是否确定了对核电厂重要的事故现象？
7. 是否恰当地确定了重要现象之间的相互关系？
8. 分析结果的报告是否完整、简洁？





2.2.5已有设备的能力和限制的评估

事故条件下对已有设备能力进行的评估是策略成功的必要条件。根据事故管理方法，需对已有设备在超过其设计范围和裕量下的可用性进行评估；或在确定已有设备不能有效进行事故管理时，应考虑新设备。

1. 是否评估了已有设备在事故条件下的可用性？
2. 是否分析了已有设备在设计范围以外的可用性？
3. 用于事故管理的附加/新设备是否恰当？



2.2.6 预防措施的分析

在核电厂薄弱环节评估和重要事故现象的基础上，考虑核电厂已有系统和设备的能力及限制，选择事故序列并分析可能的预防措施，以预防或延迟堆芯损坏的起始点。如果已经进行了通用分析并制定了应急运行规程，则可将其应用于特定核电厂。实施预防措施所需的参数可以由已有的、改进的或新安装的仪器仪表进行测量。需分析论证预防措施的有效性，制定并验证应急运行规程。



2.2.6 预防措施的确证与分析

1. 预防措施的研究是否考虑了无操纵员干预下严重事故序列的分析结果？
2. 分析中是否考虑了已经确定必须考虑的重要事故现象？
3. 采用的计算程序版本与输入卡是否与无操纵员干预下事故分析中使用的版本和输入卡保持一致？如果核电厂数据库和使用的程序版本有变化，是否经过确认并进行了记录？
4. 分析结果报告是否完整和简洁？
5. 对于启动预防措施所需的征兆能否应用于选择分析的事故序列的整个范围，是否进行了分析和确定？
6. 是否对超设计基准事故发生的征兆值进行了敏感性分析并加以记录？
7. 是否对启动（和停止）预防措施的时间窗口进行了敏感性分析并加以记录？
8. 是否证明了操纵员的干预不会使状况恶化？
9. 应急运行规程是否反映了预防策略？



2.2.7缓解措施的确定与分析

如果事故管理的预防措施没有成功，需采取缓解措施将裂变产物包容在压力容器和/或安全壳中，以延迟或减小释放。在考虑核电厂已有系统和设备的能力与限制的基础上，选择事故序列并分析可能的措施以缓解堆芯损坏的后果。优先考虑预防压力容器失效、预防安全壳失效及减小裂变产物释放的措施。如果已经进行了通用分析并制定了严重事故管理指南，则将其应用于特定核电厂。实施缓解措施所需的参数可以由已有的、改进的或新安装的仪器仪表进行测量。需论证了缓解措施的有效性，制定并验证严重事故管理指南。





2.2.7 缓解措施的确定与分析

1. 对缓解措施的研究是否反映了在有预防措施和无操纵员干预下严重事故序列的分析结果？
2. 分析是否考虑了已经确定必须考虑的重要事故现象？
3. 采用的计算程序版本与输入卡是否与无操纵员干预下事故分析中使用的版本和输入卡保持一致？如果核电厂数据库和使用的程序版本有变化，是否经过确认并进行了记录？
4. 分析结果报告是否完整和简洁？
5. 对于启动缓解措施所需的征兆能否应用于选择分析的事故序列的整个范围，是否进行了分析和确定？
6. 是否对超设计基准事故发生的征兆值进行了敏感性分析并加以记录？
7. 是否对启动（和停止）缓解措施的时间窗口进行了敏感性分析并加以记录？
8. 严重事故管理指南是否反映了缓解策略？





2.2.8事故分析的质量保证

事故分析需满足质量保证大纲：

1. 质量保证大纲是否与已有的规定一致？
2. 数据库和工程手册是否满足已有的质量保证大纲？
3. 是否很好的解决了所有的不符合项？
4. 输入卡是否经过检查，以及是如何进行确认的？



(二) 事故管理中事故分析的评估

3. 评估结果

评估结果须记录在报告中，须包括上节列出的各项单独评估步骤的主要结果，此外还应包括以下结论和建议：

- 事故序列选择的正确性；
- 分析工具的资格鉴定；
- 输入数据的正确性，包括正确地考虑核电厂设备；
- 确定和分析预防和缓解事故管理措施；
- 事故分析中的质量保证。

如果可行，报告还需要提供关于事故分析的**内容和质量的改进建议**。





目录 Contents

- 一 引言**
- 二 事故管理中事故分析的评估**
- 三 事故管理大纲的评估**
- 四 评估的准备和执行**



(三) 事故管理大纲评估

1. 评估目的

事故管理大纲评估的目的是校核事故管理大纲的**完整性、一致性和质量**。全面的事故管理大纲需考虑人力、物力资源、与核电厂的其它活动的相互关系、与应急组织间的相互关系以及核电厂人员的资质和培训。

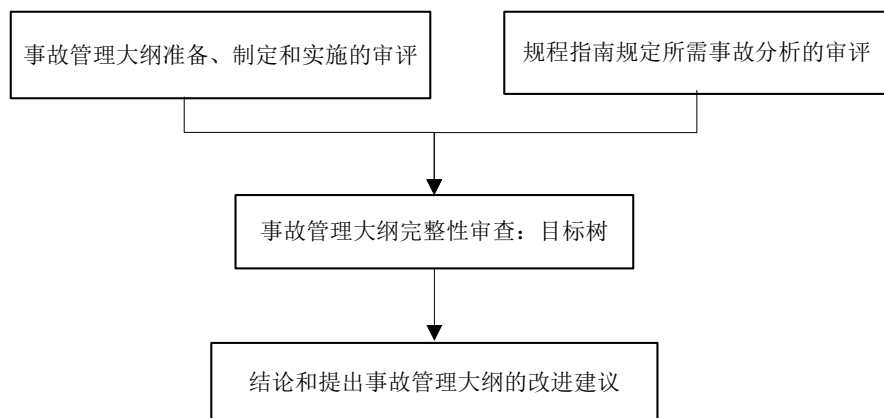
事故管理大纲由计划和行动组成，确保**各负责人员充分采取有效的厂内行动**预防或缓解严重事故后果。通常事故管理大纲不是由单一文件而是由一套文件组成。制定事故管理大纲最重要的成果是一系列事故管理规程，包括应急运行规程、严重事故管理指南等，及配套的支持文件。此外还有其它相关文件，如应急计划、质保计划、核电厂实物保护说明书、概率安全评价研究等。



(三) 事故管理大纲评估

1. 评估目的

首先需检查评估的流程以确保评估的主要步骤是恰当的。
第二阶段是用目标树的方法检查事故管理大纲的完整性。



(三) 事故管理大纲评估

2. 评估要素

- (1) 事故管理大纲的选择和定义;
- (2) 事故管理大纲所需的事故分析;
- (3) 核电厂薄弱环节的评估;
- (4) 严重事故管理策略的制定;
- (5) 核电厂设备、仪器仪表可用性评估;
- (6) 规程指南的制定;
- (7) 规程指南的验证和确认;
- (8) 与核电厂应急计划的协调;
- (9) 人员及资格;
- (10) 培训和演习;
- (11) 事故管理大纲的修订



3.2.1. 事故管理大纲的选择和定义

- 评估前需定义事故管理大纲的基本原则、范围、与其它项目和更新政策的关系，并与监管当局的要求保持一致。相关的重要方面包括：

1. 是否详细说明了事故管理大纲的实施对设备更新的要求？
2. 是否强调了国家核安全局的要求？
3. 是否清楚的区分了预防和缓解措施及其目标？
4. 方法是否是征兆导向？
5. 主要方法是否独立于对事故进程的理解，而不是基于事件的诊断？
6. 是否定义了入口和出口条件以及应急运行规程和严重事故管理指南之间的转换，是否对已有的应急运行规程进行了修改？





3.2.1. 事故管理大纲的选择和定义

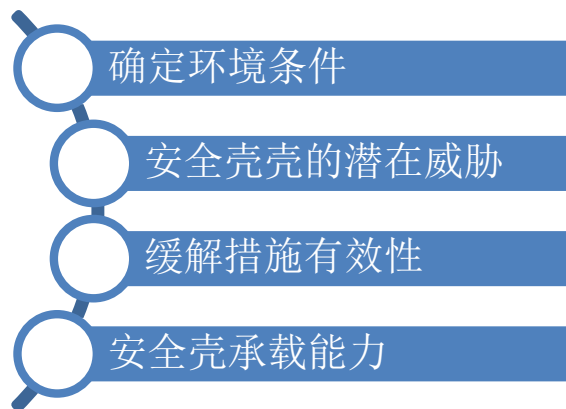
7. 是否明确定义了预防和缓解规程/指南之间的转换，是否有相互重叠或同时使用的情况？
8. 是否定义了可接受的核电厂最终状态(例如“可控的稳定状态”)？
9. 是否恰当地关注了事故管理大纲中的预防和缓解部分的指南与规程之间的选择？
10. 如果使用了通用方法，那么是否对这些方法的适用性进行了恰当的评估？
11. 事故管理大纲是否覆盖了多堆厂址共因失效造成的严重事故工况？
12. 事故管理大纲是否覆盖了反应堆功率运行、低功率和停堆工况，以及乏燃料冷却水池事故工况？
13. 事故管理大纲是否考虑了极端外部事件导致的核电厂大范围损伤的工况？



3.2.2. 事故管理大纲所需的事故分析

事故分析是确保制定的指南适用于核电厂的重要手段，可用于确定潜在威胁、验证策略的适用性以及支持指南确认等事故管理大纲的实施活动。以下列出了评估的关键问题，事故分析的评估可与事故管理大纲评估同步进行。

□ 各核电厂进行事故分析的目的有所不同；



□ 事故序列选择方式也不尽相同。有基于传统经验
也有根据一二级PSA分析结果等；

□ 对建模、计算过程的描述程度也不尽相同。



3.2.2. 事故管理大纲所需的事故分析

总体：

1. 事故分析是否满足制订规程与导则的需求？
2. 在分析中是否采用了恰当的工具和模型（具有充分的适用区间）？
3. 是否适当考虑了分析模型预测的不确定性？这些不确定性对规程指南有何实际影响？
4. 分析是否以‘最佳估算’为基础？
5. 是否针对乏燃料水池进行了分析？



3.2.2. 事故管理大纲所需的事故分析

事故管理大纲准备阶段的分析：

1. 在开始制定事故管理大纲前，是否初步总结了可用的背景分析及其它辅助信息？
2. 能否表明已有充足的基本信息，可用于确定核电厂特定的薄弱环节、确定对裂变产物屏障潜在威胁的特性和重要性、确定威胁发生的时间、确定可用作征兆的参数、确定事故管理的可能策略，及总体上了解事故情况下核电厂特定的响应？若没有充足的基本信息，则是否开展了适当的工作计划以开发上述技术基础？
3. 基本信息能否预测在备选策略下核电厂的响应？



3.2.2. 事故管理大纲所需的事故分析

事故管理大纲**制定**阶段的分析：

1. 事故管理大纲制定中，下列六个方面是否以分析作为支持：策略选择的确定和策略的优化；整定值计算；使用系统完成特定任务；关键征兆的选择；辅助计算的制定；设备及仪器仪表更新的建议？；
2. 是否恰当地定义和完成了用于事故管理大纲确认的分析？



3.2.3. 核电厂薄弱环节评估与能力识别

确定核电厂特定的薄弱环节和识别电厂能力是制定事故管理策略的第一步：

薄弱环节评估总体来讲按严重事故预防和缓解两部分分步开展。分别基于一级PSA结果和二级PSA结果。通过PSA结果中的支配性始发事件、支配性事故序列、支配性最小割集、支配性人因事件、支配性设备失效等。

1. 是否完成了系统性的核电厂特定的薄弱环节评估？
2. 核电厂薄弱环节评估过程中，是否利用了恰当的技术基础(包括基本文档和分析)？
3. 是否完成了电厂特定的一级、二级概率安全评价？
4. 是否针对可能破坏电厂的外部事件进行了评估？
5. 是否针对乏燃料水池进行了评估？
6. 是否针对多机组厂址进行了评估？
7. 是否针对严重事故预防与缓解策略的制定而对电厂能力进行全面的评估与识别？



3.2.4.严重事故管理策略的制定

需发展高等级策略用于应对潜在威胁：

1. 是否对可能的策略进行了确认和评估？
2. 是否恰当地定义了一系列标准或安全目标，以根据情况紧急程度对策略进行分组？
3. 是否对策略进行了系统性地鉴别，对其有效性和潜在的负面影响进行了评估？
4. 如果事故管理大纲采用了通用方法，那么是否对实际核电厂和通用参考核电厂之间的差异进行了评价，并对通用策略的适用性进行了评价？
5. 是否恰当地考虑不同策略之间相互作用的可能性及其效应？
6. 对于如何选择优先策略、策略实施的方法、以及在前一策略完成前是否开始新策略问题，是否制定了相应的规定？
7. 是否针对乏燃料水池建立了针对性的策略？
8. 是否针对多堆厂址共因失效造成的严重事故工况建立了针对性的策略？





3.2.5 核电厂设备和仪器仪表的评估

对于事故期间使用的所有类型设备和仪器仪表的问题，须强调设备和仪器仪表的需求、可用性和限制：

1. 是否针对核电厂特定的系统能力(包括系统在超出原设计范围的使用)进行了系统性的审查，审查结果是否明确反馈到规程/指南当中？
2. 在严重事故环境下（温度、压力、水蒸汽、燃烧、放射性等），设备和仪器仪表的可用性是否得到确认？
3. 是否鉴别并强调了与设备运行相关的限制因素(包括电力供应，设备冷却)？例如，是否可以很方便地解除连锁？
4. 是否鉴别出了其他可用于实施既定策略的备选方法？
5. 是否考虑了临时性措施（如连接，可移动设备）？



3.2.5 核电厂设备和仪器仪表的评估

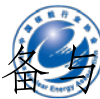
6. 所需仪器仪表是否容易鉴别？列表是否全面（在指南中是否系统地确定了仪器仪表需求）？
7. 是否进行了仪器仪表在严重事故中的可用性评估？众所周知，仪器仪表暴露到恶劣的环境中可能会造成偏差，指南中是否确定了使仪器仪表产生偏差的环境条件？
8. 是否确定了仪器仪表的可能的备选方案，并对方案进行了优先排序？是否在切合实际的基础上确定了仪器仪表具有可替代的方案？
9. 是否进行了必要的安排，以确保仪器仪表读数可被严重事故管理指南使用者读取和利用？
10. 是否验证过仪器仪表有足够的量程？





3.2.5 核电厂设备和仪器仪表的评估

11. 是否在指南或者其它易于获取的文件中清楚地注明了仪器仪表的限制？
12. 是否在特定需求的基础上确定并开发了必要的辅助计算？
13. 如果安装了专门用于严重事故管理的设备，对该设备是否进行过预期事故条件下的设备鉴定？
14. 对于可能需要现场操作的设备，是否对其在严重事故条件下的可达性？
15. 对于多机组核电厂，是否强调了事故机组对其他机组的可能影响？
16. 对于多机组核电厂，是否强调了使用未受影响机组的系统或其它能力？
17. 是否针对严重事故专用设备与仪器仪表进行管理？
18. 是否考虑了针对严重事故预防和缓解的专用设备与仪器仪表的调试、试验和





3.2.6.规程指南的制定

在制定规程和指南的过程中，必须详细说明其基本框架结构和采用的高等级策略：

1. 在规程指南的撰写上是否使用了一致的写法(如语言，特定术语的使用等)？是否参考了“编写指导”来完成？
2. 指南是否是为核电厂所有的相关部门人员准备的(如操纵员，安全工程师，技术支持中心等)？
3. 在规程指南中，特别在实施不同策略所需核电厂系统的可用性和能力评价方面，是否恰当地考虑了用户友好性？
4. 规程指南中的文字和补充图表是否容易阅读？
5. 是否考虑了策略实施的长期影响？





3.2.6.规程指南的制定

6. 是否需从仪器仪表中获取点参数值信息的同时也需获取参数的发展趋势?
7. 在根据指南要求采取行动时, 是否对所需设备的可达性进行过验证?
8. 是否鉴别了覆盖与阻止自动保护系统信号或连锁装置所需的必要条件与手段?
9. 准备的原始信息资料是否针对本核电厂, 以及信息是否全面和清晰?
10. 资料的框架结构是否考虑了对指南和原始信息资料进行修订的需求?
11. 是否针对乏燃料水池建立了针对性的导则?
12. 在导则制订时是否针对多堆厂址共因失效造成的严重事故工况进行了考虑?





3.2.7. 规程指南的验证和确认

须对规程指南进行评估、验证和确认，以确保最终指南的整体质量和可用性。

1. 规程指南的制定过程中，是否依照适用的质量保证大纲对核电厂特定的规程指南进行了全面和独立地审查？
2. 整定值的定义和指南内容是否反映了核电厂的当前状态，并与核电厂的技术临界值保持一致？是否验证了严重事故指南中的整定值？
3. 是否进行了独立的外部审查验证？
4. 是否验证了严重事故指南可以从技术上正确地代表高等级策略，并能达到其目的？
5. 是否验证了严重事故指南中的辅助计算？
6. 是否验证了严重事故指南各分导则逻辑流程？
7. 是否制定和实施了恰当的确认证计划？





3.2.7. 规程指南的验证和确认

8. 规程指南确认过程中选择的事故情况是否能涵盖规程/指南的大部分内容?
9. 确认是否对严重事故管理的组织机构方面进行了测试,特别是对评估者和决策制定者?
10. 确认是否强调了不同工作组之间的相互沟通?
11. 确认是否选择了恰当的模拟方法(如模拟机、计算机模拟、桌面演习等)? 事故管理规程是否在逼真地模拟应急情况下进行过测试,包括:其它响应行动的模拟、危险工作条件、时间限制、紧张程度?
12. 确认是否提供了所需的核电厂特定输入参数(例如:事故情况的预分析)?
13. 是否对确认的结果和结论进行记录?
14. 确认得到的经验是否已反馈到规程指南中?
15. 是否针对乏燃料水池导则进行了验证与确认?
16. 在导则验证与确认时是否针对多堆厂址共因失效造成的严重事故工况进行了考虑



3.2.8.事故管理大纲和核电厂应急计划的协调

需审查事故管理的组织，特别是责任划分，并将审查结论补充到核电厂应急安排中(注：安排是指为提供执行对核或放射紧急情况做出响应时所要求的规定功能或任务的能力所必要的一整套基础结构组成部分。这些组成部分可以包括管理机构和责任、组织、协调、人员、计划、程序、设施、设备或培训)：

1. 是否对厂内的应急响应组织进行了审查，并进行了可能修改以加入新的严重事故管理功能？
2. 是否对事故管理大纲与应急响应安排进行了协调？是否对核电厂应急响应安排进行了审查，并进行了可能的修改以加入新的严重事故管理功能 and 责任？
3. 运行人员在状态分级和启动响应组织(包括事故管理部分)过程中使用的标准和规程，是否能够及时完成事故管理功能？



3.2.8.事故管理大纲和核电厂应急计划的协调

4. 在紧急情况下，包括其他响应行动的模拟行为、危险的工作条件、时间限制和紧张等情况，应急安排能否支持完成事故管理的功能？
5. 因事故管理行动和评价可能影响厂内外防护行动的实施（如安全壳通风），故事故管理行动和评价是否与厂内外负责采取这些行动的响应组织进行过协调？
6. 厂外应急服务是否与应急安排进行了协调？
7. 为完成所有的严重事故管理功能，是否明确规定了评估者、决策者和实施者的责任分工？
8. 电厂的应急计划是否考虑了多机组共因失效的应对能力？



3.2.8.事故管理大纲和核电厂应急计划的协调

9. 是否规定了应急响应组织的各部门之间的沟通方法和责任?
 10. 是否为严重事故管理功能的实施各部门之间建立了通讯手段, 可靠性如何?
 11. 是否明确了外部应急救援与本厂的接口?
 12. 是否合理规定了启动严重事故管理组织的标准、责任和所需响应时间?
- 是否已为严重事故管理组织在合适地点监测核电厂状态提供了所需信息?





3.2.9. 人员和资质

为实现严重事故管理，厂内技术支持人员需要执行新的功能。须确保组建使用严重事故管理指南的组织并使其具备相应的资质。在事故条件下，必须考虑执行事故管理功能的应急工作人员和核电厂能力相关的方面

1. 工作人员在紧急情况下(压力、时间、热、辐射、蒸汽等)的预期环境里是否能够完成所分配的事故管理任务？
2. 在紧急情况下是否有装备充足的工作人员执行事故管理功能？
3. 是否考虑了指南主要实施人员的冗余，以及在长期情况下足够的人员配置？
4. 人员配置是否考虑了多堆厂址共因失效造成的严重事故工况？





3.2.9. 人员和资质

5. 是否考虑了与其它响应功能（如搜救、保安、消防）之间的冲突，并予以解决？
6. 是否进行了准备以有效利用可能的厂外应急服务（例如：消防），包括：使其迅速抵达现场，对其进行合适的培训以及辐射防护？
7. 是否对技术支持中心(或者负责严重事故管理指南的相关组织)的能力进行了审查以确保恰当地配备了工作人员且工作人员具备相应资质？
8. 是否对应急安排组织内部的功能进行了正确的说明？
9. 决策者和其它相关决策人员是否拥有关于严重事故现象和事故管理的足够技术知识？



3.2.10. 培训和演习

对规程和指南的使用人员以及相关接口人员的培训是事故管理大纲实施的关键任务

1. 是否制定了培训计划：指出哪些个人和组织需要接受培训、培训的程度，能否及时修订？应急计划中描述的每项功能是否有对应的培训大纲？
2. 培训是否将重点放在应急计划任务的正确执行上？包括基础知识，基本技能，并重视培训效率？
3. 培训大纲是否合理结合了课堂培训、自学和演习/训练？
4. 培训大纲是否针对不同任务的人员进行不同主题的培训？
5. 培训大纲中，针对规程和导则的主要实施人员，是否制订了足够的培训内容，如事故进程、规程和导则的具体内容、规程和导则的具体实施等？



3.2.10. 培训和演习

6. 训练和演习是否在模拟的紧急情况下进行，包括其他响应行动的模拟、危险的工作条件、时间限制和紧张等情况？
7. 训练和演习中是否存在自我评价机制？
8. 是否存在将演习、训练和培训中获得的经验反馈用于指南或培训资料的补充完善的机制？
9. 培训计划中是否有再培训和进修的要求？培训频率与核电厂员工培训大纲是否一致，并能保证员工及时得到通知？
10. 培训计划中是否包含了恰当使用模拟机？
11. 训练和演习中是否考虑了多堆厂址共因失效造成的严重事故工况？





3.2.11. 事故管理大纲的修订

1. 是否存在更新事故管理大纲的机制以反映新的或修订的信息？
2. 事故管理大纲修订更新的周期是否不超过5年



(三) 事故管理大纲评估

4. 评估结果

评估结果将以评估报告的形式汇总，报告包括核电厂制定和实施事故管理大纲的评估，还包括重要问题的说明和评估小组的建议。问题的确定将遵照相关安全规定，参考安全相关的其它文献，并结合良好的国际实践。

必须对不确定性的管理进行评估，特别是：

- 由于分析工具的缺陷产生的不确定性；
- 由于核电厂行为有随机分叉点产生的不确定性；
- 由于设备能力和可用性产生的不确定性；
- 事故下可利用信息的不确定性；
- 人的行为的不确定性。



(三) 事故管理大纲评估

4. 评估结果

结论和建议应重点关注事故管理大纲的关键部分，至少应强调以下方面：

1. 整个事故管理大纲采用的方法与国家核安全局要求的一致性；
2. 作为事故管理大纲支持的事故分析的质量和深度；
3. 事故管理行动在技术方面的正确性；技术与最新信息及在各个等级上的不确定性管理保持一致；
4. 事故管理规程指南与其它运行规程的一致性；
5. 规程指南的验证和确认的程度；
6. 事故管理人员的职责与核电厂应急安排的一致性；
7. 预防和缓解措施与规程之间接口的一致性，包括入口和出口准则；
8. 严重事故状态下设备和仪器仪表的性能。



(三) 事故管理大纲评估

注：所需资料

评估前提供

- 监管机构的相关要求；
- 核电厂系统结构的说明；
- 一级概率安全评价的总结报告、二级概率安全评价的总结报告或其它描述核电厂薄弱环节和抗御严重事故能力分析的文件；
- 安全壳极限承载能力分析；
- 采取预防和缓解措施所需的事故征兆列表；
- 技术支持中心的任务和使用的工具；
- 应急运行规程和严重事故管理指南的总结；
- 辅助计算的总结；
- 事故管理大纲的总体描述；
- 严重事故管理指南；
- 评估前与事故管理相关的其他评估结果；如可能，也应包含一级概率安全评价和二级概率安全评价研究的评估。

评估过程中提供

- 经过确认的事故序列的选择和分类列表；
- 对事故管理的事故分析进行评估所需的所有文件；
- 应急运行规程；
- 事故管理中涉及的系统、设备列表；
- 事故管理中涉及的系统、设备(包括仪器仪表)鉴定文件、可用性、可达性；
- 事故管理大纲相关人员的培训计划，包括软件工具的说明；
- 质量保证大纲；
- 参数整定值确定；
- SAMG与EOP的接口分析和描述；
- SAMG与E-PLAN的接口分析和描述；
- 厂内和厂外的应急计划；
- 与事故管理有关的核电厂实物保护的文档；
- 应急演习的计划和结果；
- 严重事故管理指南的技术说明文件。





目录 Contents

- 一 引言**.....
- 二 事故管理中事故分析的评估**.....
- 三 事故管理大纲的评估**.....
- 四 评估的准备和执行**.....



(四) 评估的准备和执行

评估
的准备

评估
的执行

评估
报告

评估
工作
回访



(四) 评估的准备和执行

1. 评估的准备

核电厂向协会发出评估邀请



确定评估范围



明确参考资料和评估日程



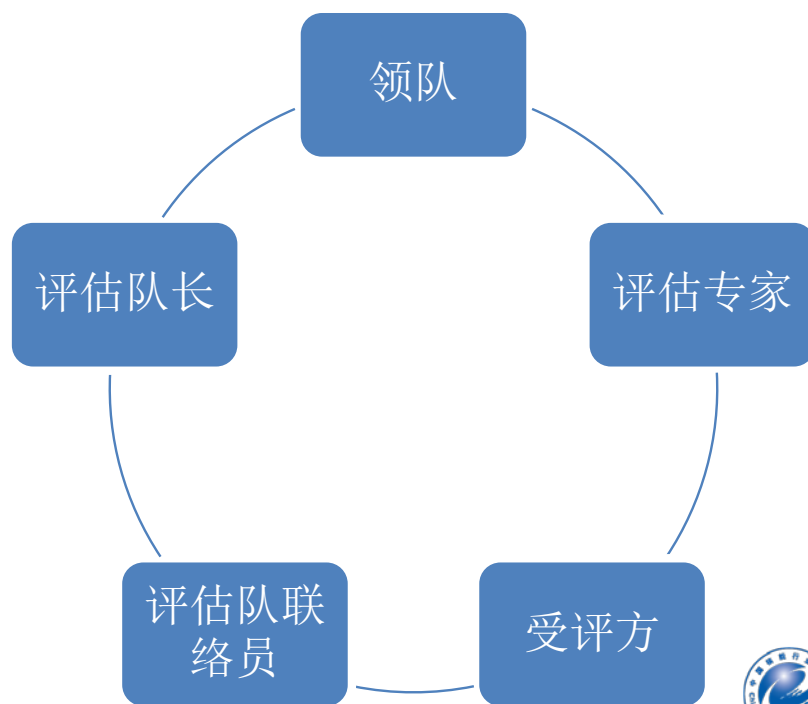
确定人员



(四) 评估的准备和执行

1. 评估的准备

评估任务参加者是评估队和受评单位的联络员和专业对口人等。



(四) 评估的准备和执行

1. 评估的准备

(1) 领队

- □ 组织、指导同行评估所有活动；
- □ 与相关单位协商后确定评估队组成；
- □ 对评估中的重大问题进行决策。

(2) 评估队长

- □ 专家任务的分工和协调；
- □ 组织对评估报告的编制并进行审查，确保整个评估报告一致性和完整性；
- □ 编制评估报告的主要结论；
- □ 对评估队专家提出要求和进行培训。

(3) 评估专家

- 先期熟悉相关资料；
- 执行组长分配的评估任务，提出问题和相应的建议；
- 撰写相应章节的评估报告。



(四) 评估的准备和执行

1. 评估的准备

(4) 评估队联络员

- 与被评估单位协调评估范围，评估前、评估期间需要的参考资料以及评估的日程安排等事宜；
- 评估活动特殊问题的协调。

(5) 受评方

- 确定联络员和专业对口人；
- 按要求提供评估资料；
- 为现场评估提供必要的资源支持（食宿、交通、评估专家咨询、工作所需的会议室、实地考察所需的通行许可等）。
- 安排相应的专业对口人解释并回答评估队提出的问题。



(四) 评估的准备和执行

2. 评估的执行

在评估执行过程中，评估小组将评估核电厂提供的文档，与核电厂相关人员进行讨论，并根据需要进行实地观测和考察。

评估将可能持续一周时间，可能的日程安排包括：用半天听取核电厂总体介绍，用两天半时间进行评估小组和核电厂代表之间的讨论以及核电厂实地考察，用一天起草评估报告草稿，用半天进行“结束会议”。

第一天的总体介绍应包括对核电厂系统配置的简短介绍。



2. 评估的执行

人员分工

第一组

组长:

联络人:

成员:

序号	内容	责任人
1	事故管理大纲的选择和定义	
2	事故管理大纲所需的事故分析	
3	核电厂薄弱环节的评估	
4	严重事故管理策略的制定	
5	核电厂设备、仪器仪表可用性评估	

2. 评估的执行

人员分工

第二组

组长：

联络人：

成员：

序号	内容	责任人
6	规程指南的制定	
7	规程指南的验证和确认	
8	事故管理大纲与核电厂应急计划的协调	
9	人员和资格	
10	培训和演习	
11	事故管理大纲的修订	

(四) 评估的准备和执行

3. 评估报告

最终评估报告

- 作为正式的评估记录，最终评估报告中将记录评估的流程、发现和结论。报告的基本结构可参考附录2，评估报告的草稿在评估现场完成，并将草稿交给被评估核电厂，一个月内反馈意见。
- 最终评估报告由评估组长协调组织人员完成。最终报告由评估组长在汇总草稿反馈意见的基础上组织人员进行修订并最终定稿。

结束会议

- 在离开被评估核电厂之前，评估小组将召开结束会议。评估小组将口头上向核电厂代表传达评估的发现、初步建议和意见，即评估小组各成员简短陈述其负责领域的评估情况。在结束会议之前，评估小组各成员事先进行内部会议准备各自的陈述，并就各自陈述内容达成共识。结束会议中核电厂方面的出席者由被评估核电厂自行决定，会议气氛应该自由、宽松和积极。



(四) 评估的准备和执行

4. 评估工作回访

评估工作回访的主要目的是查看评估过程中专家提出改进建议的落实情况，以及电厂在同行评估后在严重事故管理领域取得的新进展。回访工作涉及到以下内容：



(四) 评估的准备和执行

4. 评估工作回访

(1) 时间安排

一般在现场评估结束1年左右进行回访，根据评估时遗留问题的难易程度，可适当延长或缩短时限。回访活动持续2~3天；

(2) 人员组成

回访人员约3~5人，由曾参与现场评估的核能行业协会人员担任领队，现场评估时的队长以及相关专家参与；



(四) 评估的准备和执行

4. 评估工作回访

(3) 回访内容

查看评估过程中专家提出改进建议的响应和落实情况，以及电厂在同行评估后在严重事故管理领域取得的新进展。对于已经完成的工作内容进行确认，对于尚在进行中的内容进行交流。并向受评方介绍其他受评单位在SAMG开发和应用方面的良好实践；

(4) 回访报告

回访应就相关内容生成《评估活动回访报告》。





谢谢!



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION