

核电厂



异常重要性判定方法和应用

陶书生 孙树海 杨海峰 周 红 郑丽馨 著

中国原子能出版社

核电厂异常重要性判定方法和应用

陶书生 孙树海 杨海峰 著
周 红 郑丽馨

中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

核电厂异常重要性判定方法和应用 / 陶书生等著. —北京:中国原子能出版社,
2016.11
ISBN 978-7-5022-7609-6

I. ①核… II. ①陶… III. ①核电厂—安全管理—研究 IV. ①TM623.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 259812 号

核电厂异常重要性判定方法和应用

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)
责任编辑 付 凯
装帧设计 马世玉
责任校对 冯莲凤
责任印制 潘玉玲
印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司
经 销 全国新华书店
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 13
字 数 325 千字
版 次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5022-7609-6 定 价 68.00 元

网址:<http://www.aep.com.cn> E-mail:atomep123@126.com
发行电话:010-68452845 版权所有 侵权必究

前 言

目前国内的核安全监管方式类似于美国早期的监管方式,基本上基于确定论的相关规定,如技术规范、监督大纲等,这样分散了有限的资源,影响核安全监管的有效性和及时性。而随着国内核电的发展,运行核电机组越来越多,监管单位面临着较大的压力,原有的监管模式正受到越来越多的挑战。

异常重要性判定方法(Significance Determination Process, SDP)是美国核管会(NRC)最先开发使用的一套基于风险指引技术的核电厂安全事项重要性判定方法,能够帮助监管人员有效地做出风险评估,合理配置资源,使其清楚地知道影响机组安全的重大问题,将有限的监管资源集中在真正影响机组安全的事项上面。而且对于核电厂营运单位也可依据风险指引方法,提高核电厂管理效率,增加其机组的运转弹性,进而降低其营运成本。目前该方法已在国内外得到了比较广泛的应用,正逐步改变着核安全监管的模式。

本书共 11 章,着重讲述了核电厂异常重要性判定方法的理论基础、判定流程、具体评估程序,以及国家核安全局核电厂异常重要性判定系统的开发和使用经验。在具体评估程序中,根据监管工作和国内核电厂的实际需要,本书详细地介绍了功率工况、停堆工况和火灾工况的 SDP 评估过程。同时,本书特别关注了 SDP 方法的应用情况,并选取了国家核安全局和国内核电厂开发的异常重要性判定系统,对其开发和使用进行了介绍,使读者了解目前国内对 SDP 方法的使用情况。为了有利于读者进一步理解 SDP 方法的分析理念,本书选取了两起国内某核电厂的执照运行事件作为案例,利用异常重要性判定方法对其进行了分析。

本书由陶书生、孙树海、杨海峰、周红、郑丽馨等人主持编著,各章具体编著人员分别是:第一章由王娅琦、陶书生、孙树海编写;第二章由张浩、杨海峰编写;第三章由李华升、陶书生编写;第四章由陶书生、邹象编写;第五章由郑丽馨、杨海峰编写;第六章由周红、杨海峰编写;第七章由孙树海、张增庆编写;第八章由侯秦脉、孙树海编写;第九章由吴彦农、邹象编写;第十章由李娟、郑丽馨编写;第十一章由杨海峰、张加军编写。整书由孙树海、郑丽馨和周红进行统稿,陶书生和杨海峰进行了校核。同时本书的编著和出版得到苏州热工研究院圣国龙、钟山和李洋等几位同志的帮助,在此表示由衷的感谢。

囿于我们的学识水平,恳请从事核安全监管和运行管理的广大读者、专家学者和工程技术人员批评指正。

著者

2016 年 11 月

目 录

第 1 章 核电厂异常重要性判定方法的背景和概述	1
1.1 SDP 在美国核管会反应堆监管体系中使用情况	1
1.1.1 反应堆监管体系	1
1.1.2 美国核管会的核电厂安全状态评估流程	3
1.1.3 SDP 在核电厂安全状态评估中的使用	5
1.1.4 美国核管会 SDP 判定的良好实践	7
1.1.5 美国核电厂典型的 SDP 分析案例	12
1.2 SDP 判定方法在国内核安全管理中的应用	14
1.2.1 国内核电厂的使用情况	14
1.2.2 国家核安全局	15
1.3 小结	15
第 2 章 核电厂概率安全分析方法简介	16
2.1 概述	16
2.2 PSA 的实施程序	17
2.2.1 始发事件分析	17
2.2.2 事故序列分析	22
2.2.3 故障树分析	24
2.2.4 人员可靠性分析	26
2.2.5 数据分析	27
2.2.6 事故序列定量化分析	29
2.2.7 敏感性分析、不确定性分析和重要度分析	30
第 3 章 核电厂异常重要性判定方法的总体流程	33
3.1 SDP 引导程序	34
3.2 SDP 评估程序	36
3.2.1 功率工况 SDP 评估程序	36
3.2.2 停堆工况 SDP 评估程序	37
3.2.3 火灾 SDP 评估程序	37
3.2.4 安全壳完整性 SDP 评估程序	38
3.2.5 蒸汽发生器完整性 SDP 评估程序	38
3.2.6 其他 SDP 评估程序	39

3.3 SDP 的结果评价 40

第 4 章 核电厂异常重要性判定模型的建立 41

4.1 PSA 与 SDP 的关系 41

4.2 SDP 定量判定模型的建立 43

4.2.1 功能题头的简化 43

4.2.2 失效概率的统一 44

4.2.3 始发事件的简化 46

4.2.4 始发频率量级化 46

4.2.5 事件序列列表化——事件树的离散 46

4.2.6 暴露时间的确定 47

4.2.7 Δ CDF 计算的简化 49

4.2.8 寻找过程的简化 50

4.2.9 保守性说明 50

4.3 具体的事件树简化 51

第 5 章 功率工况异常重要性评估程序 54

5.1 功率工况 SDP 第 1 阶段 54

5.1.1 始发事件筛选表 56

5.1.2 缓解系统筛选表 57

5.1.3 屏障完整性筛选表 58

5.2 功率工况 SDP 判定第 2 阶段 59

5.2.1 始发事件分类表 59

5.2.2 系统和设备与始发事件相关性表 63

5.2.3 功能系统剩余缓解能力准则表 64

5.2.4 事故序列分析表 65

5.2.5 风险重要度计算规则表 67

5.3 功率工况 SDP 判定第 3 阶段 68

第 6 章 停堆工况下异常重要性(SDP)评估程序 70

6.1 停堆工况 SDP 第 1 阶段 70

6.1.1 始发事件筛选表 71

6.1.2 缓解系统筛选表 71

6.1.3 屏障完整性筛选表 73

6.2 停堆工况 SDP 第 2 阶段评估方法 74

6.2.1 始发事件分类表 75

6.2.2 系统和设备与始发事件相关性表 76

6.2.3 剩余缓解能力准则表 76

6.2.4 事件序列分析表 76

6.2.5 风险重要度计算规则表 79

6.3 停堆工况 SDP 第 3 阶段评估方法	80
第 7 章 火灾工况异常重要性评估程序	81
7.1 概述	81
7.2 火灾 SDP 第 1 阶段评估方法	82
7.2.1 火灾安全事项特征的描述	83
7.2.2 火灾实际或潜在影响	83
7.2.3 对安全停堆能力的影响	84
7.2.4 定性筛选	85
7.2.5 初始定量筛选	88
7.2.6 风险度初步评估	92
7.3 火灾 SDP 第 2 阶段评估方法	92
7.3.1 独立的安全停堆路径首次筛选评估	93
7.3.2 火灾损坏状态确定	95
7.3.3 火灾情景确定及点火源筛选	97
7.3.4 未筛除点火源的火灾发生频率	101
7.3.5 火灾情景和独立安全停堆路径的第二次筛选评估	101
7.3.6 火势发展和损害情景时间分析	103
7.3.7 未扑灭概率分析	104
7.3.8 电厂安全停堆响应分析	107
7.3.9 定量化和初始重要性的判定	108
7.4 火灾 SDP 第 3 阶段	109
7.5 小结	110
第 8 章 国家核安全局核电厂异常重要性判定系统的设计与开发	111
8.1 功能设计方案	111
8.1.1 SDP 系统总体框架	111
8.1.2 非功能性指标	112
8.1.3 功能性指标	113
8.2 SDP 判定系统参数设置	115
8.2.1 电厂机组	115
8.2.2 厂房地地点	115
8.2.3 机组状态	116
8.2.4 事项来源号	116
8.2.5 模型信息	116
8.2.6 事件树	116
8.2.7 评定数据导入	116
8.3 系统设置	117
8.3.1 用户管理	117

8.3.2	角色管理	117
8.3.3	运行环境	117
8.4	开发技术方案	118
8.4.1	设计约束	118
8.4.2	编码实现策略	120
8.5	数据库设计	122
8.6	小结	126
第 9 章	国家核安全局核电厂异常重要性判定系统的使用	127
9.1	软件功能简介	127
9.1.1	用户登录	127
9.1.2	系统主界面介绍	127
9.2	安全事项评定	129
9.2.1	安全事项评定	130
9.2.2	引导评定	131
9.2.3	功率工况 SDP 评估过程	135
9.2.4	评定索引以及复评	142
9.2.5	搜索和删除	143
9.2.6	生成报告	143
9.3	风险预测	147
9.4	系统参数设置	148
9.4.1	电厂机组	148
9.4.2	模型信息	149
9.4.3	事件树	149
9.4.4	评定数据导入	150
第 10 章	异常重要性判定方法在国内核电厂的应用	152
10.1	田湾核电厂	152
10.1.1	SDP 事件清单	153
10.1.2	SDP 事件分析	154
10.1.3	SDP 事件分析校对与审核	157
10.2	秦山第二核电厂	157
第 11 章	典型案例分析	159
11.1	某核电厂 RCV002PO 泵轴平衡推力卡环缩颈处断裂	159
11.1.1	事件描述	159
11.1.2	事件后果	160
11.1.3	筛选阶段	160
11.1.4	评估阶段	160
11.2	LHP002MO 的 A 侧 6 号凸轮轴瓦烧黑	191

11.2.1 事件描述 191

11.2.2 事件后果 191

11.2.3 筛选阶段 191

11.2.4 评估阶段 191

缩略语 196

参考文献 197

第 1 章

核电厂异常重要性判定方法的背景和概述

在核电厂日常安全管理过程中,核安全管理人员会遇到大量的事件和异常,而如何能够正确、快速和有效地处理这些事件和异常是维护核电厂安全运行的关键。目前核电厂大量应用分级分类管理的方式来处理这些核安全相关事项,这样可以减轻核电厂和核安全监管部门的负担,避免分散有限宝贵的核安全管理和监管资源,使得安全重要度高的事项能够得到足够的关注,而不在安全重要度低的事项做过多的关注,最终保证核电厂的总体安全水平。这种分级分类管理方式的重要的一环是如何能够正确地判定安全事项的安全重要程度,而随着以概率安全分析(PSA)为代表的风险指引型的安全管理方法的广泛应用,人们可以利用风险重要程度来确定安全相关事项的重要程度。

核电厂异常重要性判定方法(Significance Determination Process,SDP)是由美国核管会(NRC)首先开发使用的一种风险指引型的安全事项重要度判定工具,目前已在国内外广泛使用。运用此判定方法,核安全管理和监管人员对核安全相关事项进行筛选和评估,进而给出其风险重要程度(绿白黄红)。根据这些风险重要程度制订相应的纠正行动和工作计划,这样不仅解决了目前核安全监管和核电厂营运者所面临的安全事项筛选的难题,进一步优化核安全的监管方式和提高监管效率,加强安全决策的有效性;而且也能够更有效地利用监管资源和减轻核电厂不必要的负担,提高核电厂运行、维修的灵活性,及其安全水平。

1.1 SDP 在美国核管会反应堆监管体系中使用情况

1.1.1 反应堆监管体系

核电厂异常重要性判定方法(SDP)最早来自美国核管会(NRC),其最先在美国反应堆监管体系(ROP)中采用。任何的工具和方法都是服务于一个体系或系统的,脱离了体系和系统而单纯地讲述工具和方法是没有意义的,所以为了更加深刻地理解此方法的作用和意义,首先对美国核管会的 ROP 体系进行介绍。

美国核管会采用的是从上而下、分层管理的监管理念。这种方法从期望的结果出发,制定和计算需要能够反映这种结果的性能指标,然后监测这些性能指标是否与所需要的目

标相一致。NRC 的监管框架开始于最顶层,所需满足的目标是:确保核电厂在充分保证公众健康和安全的条件下运行。然后,对目标进行识别,找出所需要进行监管的事项,这些事项需要满足以下要求:

- 后果严重事故的发生频率保持在一个较低的水平;
- 民用核反应堆发生重大放射性泄漏事故的概率为零;
- 不超过美国联邦法规 10 CFR PART 20 规定的民用核反应堆放射性材料厂外释放次数限值;
- 实体保卫没有实质性的破坏,减少核电厂被破坏、放射性材料被盗窃等事件发生的概率。

这些性能指标反映了电厂的性能,在风险指引型反应堆监管框架中被描述为关键领域。他们分别为:反应堆安全、辐射安全和电厂保卫,形成了监管框架的第二等级。

从风险指引型角度,工作人员识别出每个关键领域内最重要的元素,并将这些元素称为安全基石,将其置于监管框架中的第三等级。这些基石是 ROP 程序的基本组成部分,如果它们性能指标(Performance Indicators,PIs)可以接受,就可以充分确保公众健康和安全的,如图 1-1 所示。

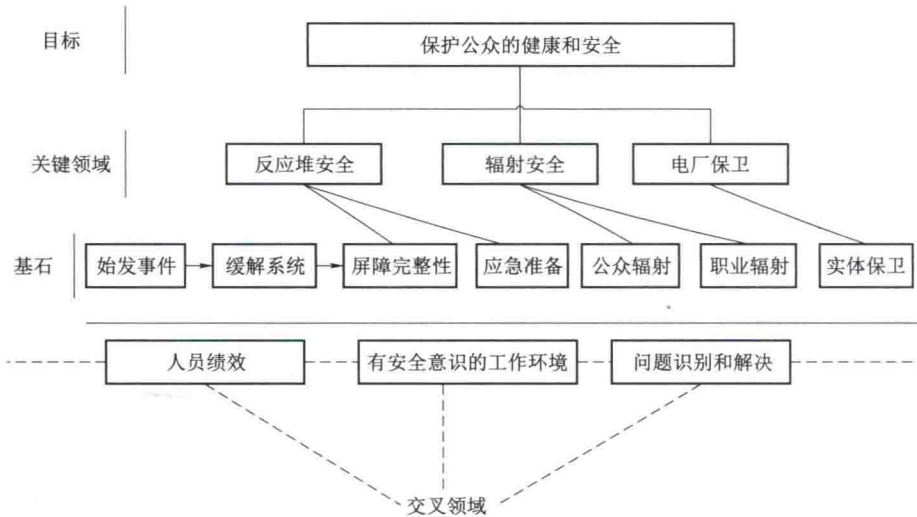


图 1-1 风险指引型反应堆监管框架

保证了这些安全基石,则可以确保以下安全目标的实现:

- 限制始发事件发生的频率;
- 确保缓解系统的可用性和可靠性;
- 确保燃料包壳、反应堆冷却系统压力边界和安全壳的完整性;
- 确保充分的应急准备功能;
- 保护公众不受放射性危害;
- 确保核电厂工作人员不受放射性危害;
- 确保实体保卫系统的有效性。

针对每一个基石,工作人员采用一个自上而下、分层次和基于风险指引型的方法来分析,基本步骤如下:

- 识别基石包含的目标和范围;
- 识别基石的期望结果和重要属性;
- 识别为达到基石目标而需要考虑的事件;
- 确定可以通过哪些指标来评估监测的区域;
- 确定是否需要检查或信息源来补充指标体系;
- 确定各个安全基石的性能阈值,超过该阈值时,将采取哪些额外的行动等。

在可能的情况下,一般希望采用性能指标体系来评估安全基石性能,但如果无法确定性能指标,或指标的体系不够全面,无法全面覆盖核电厂所有安全要素。NRC 采用了一种标准的或必要的检查活动来验证所上报的指标数据的准确性和完整性。这种自上而下、分层次的方法来确定指标体系和检查程序,共同保证每个安全基石目标完整性和必要性。

反应堆监管程序(ROP)紧系着 NRC 的监管目标,要确保公众的健康和安全,需要在以下三个关键领域监测核电厂的性能:

- 核反应堆安全:避免发生事故和减少事故发生,并减轻其引起的后果;
- 辐射安全:保护核电厂工作人员和公众的安全,减少不必要的放射性释放;
- 电厂防卫:保护核电厂不受破坏或其他的安全威胁。

监管框架建立起来后,NRC 确定了安全监管的策略和程序,以进一步指导监管工作的执行。这些准则确立了监管程序的要素之间的联系,例如强制措施和检查程序,同时还

包括:

- 基于风险指引型的标准检查程序,为所有的核电厂确立最小监管行动。
- 设置核电厂安全性能的阈值,超过该阈值时,将增加监管行动。
- 要想充分地在基石的层面评估核电厂的性能,就需要对安全指标和检查发现的安全事项都进行评估。

- 用于评估基石的安全指标(PIs)和安全事项都有一个基于风险指引的阈值。
- 确定事项的安全重要性和 NRC 行动的等级。
- 标准检查程序将涵盖指标体系没有涵盖的核电厂性能区域。
- 标准检查程序也将验证指标体系的正确性和提供对事件的响应。
- 强制措施的实施不再输入到评估程序。但是,导致要实施强制性措施的事件将在评估程序中继续考虑。

- 评估程序的结果可能用来调整拟实施的强制性措施。
- 识别不可接受的核电厂性能指标,并确立响应行动。

值得注意的是,这些准则在评估核电厂性能的过程中给出了足够的安全裕量,以便在出现不可接受的性能问题前,核电厂和 NRC 能有时间采取适当的纠正行动。

1.1.2 美国核管会的核电厂安全状态评估流程

核电厂的安全状态评估是利用核电厂上报的性能指标和检查发现的安全事项来进

行综合评估的。这两种方法都集中对整体安全和风险有较大影响事项的评估。当性能指标能够全面地表征电厂的性能时，则检查程序只是验证性能指标 (PIs) 的有效性；当某些区域性能指标不能覆盖时，则根据安全事项来评估电厂的性能水平，基本流程如图 1-2 所示。

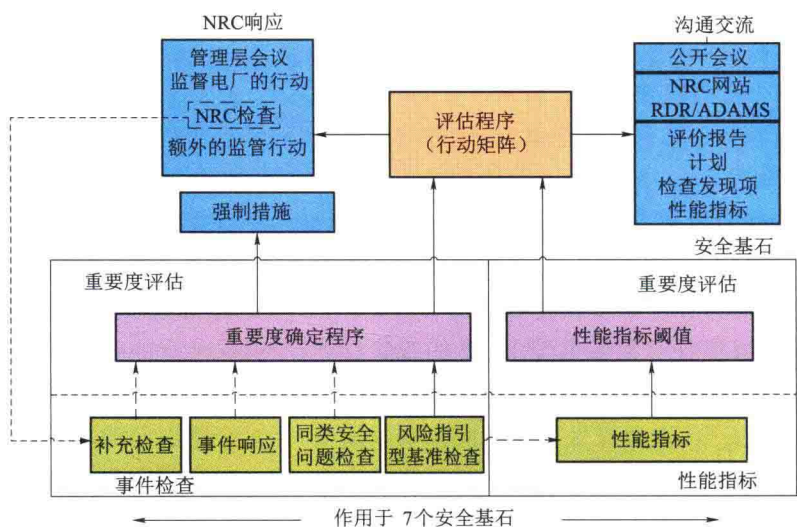


图 1-2 美国核管会核电厂安全评估流程

反应堆监管程序(ROP)核电厂性能评估的两大技术支柱为性能指标体系(PIs)和安全事项的异常重要性判定方法(SDP)：

- 性能指标体系(Performance Indicators,PIs)。从 7 个安全基石来评估核电厂安全管理的有效性，该指标体系中最为重要的是风险指引型缓解系统性能指标 (Mitigating System Performance Index,MSPI)，其主要利用 PSA 的计算结果给出重要缓解系统在确定时间范围内的性能和状态。
- 安全事项的异常重要度判定方法 (Significance Determination Process,SDP)。SDP 是核安全监管部门用以评估安全事项风险重要度的技术工具。其目的是帮助检查人员来确定发现问题的安全重要度，进而根据其安全重要度给予适当的关注。

针对每一个安全基石，NRC 会将安全事项和性能指标数据中的检查结果与重要度阈值进行对比，然后制定相应的监管响应行动，参见图 1-3。为每个基石制定性能指标以给出核电厂性能的目标限值，同时制定风险指引型标准检查大纲来独立评估性能指标，并检查未能充分由性能指标覆盖的电厂性能区域。通过异常重要度判定方法评估安全事项的安全重要性，将性能指标数据与性能指标阈值比较。这两项评估结果通过评估程序进行分析，依据行动矩阵做出相应的响应行动，并要求核电厂对降级的性能进行适当的跟踪，一般情况下还需要对该事项进行补充检查。性能指标和检查安全事项的阈值建立，可以确保在核电厂有性能降级而其影响又有限时，NRC 可及时地实施适当的监管行动。当发现重要的安全事项时，则执行相应的强制措施。

针对 7 个安全基石，NRC 会以两种方式进行监督和控制。一种是针对各个安全基石

制定相应的指标进行控制；例如，针对始发事件安全基石，相应的指标为非计划停堆、非计划功率变化以及复杂工况下的非计划停堆。由核电厂收集这些指标，并每季度向 NRC 进行上报。随后，NRC 的工作人员将编辑和审查这些指标，每季度在网站上进行公布。另一种方式是事件检查程序，对发现的问题采用 SDP 来进行风险评估，根据他们的风险增量(Δ CDF 和 Δ LERF)来确定严重等级。一般情况下，核电厂的性能评估都是以性能指标为主，事件检查为辅。事件检查作为性能指标的补充和验证，当性能指标能够全面地表征电厂的性能时，则事件检查程序只验证性能指标的准确性和完整性；当某些区域性能指标不能覆盖时，则根据检查安全事项来评估电厂的性能水平。

性能指标和事件检查的结果输入到行动矩阵中，依据结果与行动矩阵的对应关系，给出相应的响应行动；同时，NRC 也会根据行动矩阵的输出结果，按季度更新电厂性能的信息。需要强调的是，若事件检查的过程中出现违反安全法规的安全事项，将直接进入强制措施程序，而不是进入到行动矩阵。

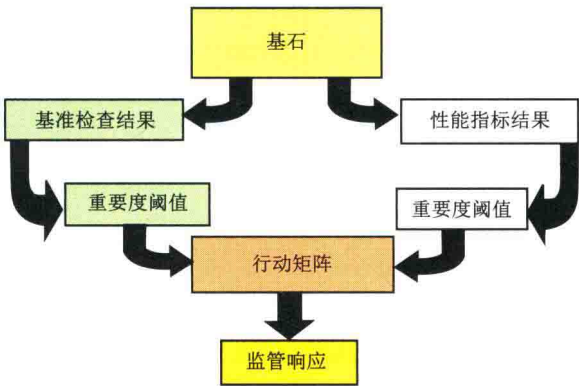


图 1-3 安全基石评估流程

1.1.3 SDP 在核电厂安全状态评估中的使用

安全事项是由监管机构识别出的，或是由核电厂自己发现的关于核电厂安全性能方面存在的缺陷，其可能与监管要求有关或者是无关，不一定会导致违反核电厂安全的情况发生，其中安全重要度较低的安全事项，可以由核电厂营运单位自行处理。

1.1.3.1 NRC 的检查程序

在美国核管会的监管框架中，运行核电厂的检查程序由四部分组成，分别是标准检查程序、同类安全问题检查程序、事件响应检查程序和补充检查程序。其中 NRC 日常的主要工作是标准检查，而补充检查、事件响应检查和同类安全问题检查都有一定的针对性，根据特定问题有不同的检查程序作为指导。

对于进行的所有检查活动，都需要编写和发布检查报告。标准检查的报告由驻核电厂的监督员进行编写，然后由 NRC 专人在每个季度的末期进行发布。特定检查和补充检查的报告在完成检查后的几个星期内进行发布。这些检查报告可以在 NRC 网站的链接中找到。

NRC 采用了国际上通用的驻厂监督员的方式，这样可以随时对核电厂的系统、部件、试验和其他作业的现场进行检查，这样可以提高监管机构发现和响应问题的能力。由于有了驻厂监督员，在有限的人力资源之下，监查的频率和强度更容易优化。此外，监管机构也可以实地了解营运单位的工作计划，以便有效协调监管资源。

2012 年美国有 104 个反应堆在运行，分布在 65 个厂区，NRC 在每个厂区平均设置有两个驻厂监督员；每个厂区平均的监督检查时间是 6 820 小时/年，检查内容已涵盖 ROP 中

要求的所有内容,即标准检查、补充检查、事件响应检查、同类问题检查等;全年共对约 3 000 个事件进行检查,并形成相应的报告。

1.1.3.2 使用 SDP 进行风险重要度判定

检查人员使用异常重要度判定方法(SDP)来确定检查发现的安全事项的风险重要程度,对安全事项进行初步的筛选,以确定其是否会导致电厂风险的显著增加,是否需要对其进行进一步分析。

使用 SDP 的目的有四个方面:

- 使用适当的风险阈值确定安全事项的安全重要程度;
- 提供客观、公用的平台,以便核安全管理者与业主、营运单位对检查安全事项的潜在安全重要程度进行沟通,以便达成共识;
- 为安全事项的及时评估或强制措施的制定提供合理的依据;
- 提供核电厂特定风险信息,并用于风险指引型检查程序的执行。

实践经验证明 SDP 的实施确实达到其预期目的,这是因为 SDP 综合了电站专用 PSA、电站系统手册和其他相关文档中可以获得的信息,为监管人员制定出一套可帮助他们对某监管事项的风险重要性进行快速分级的评估工具,同时帮助他们从工程上理解该安全事项的重要性。

SDP 判定流程包括两个阶段的工作:第一阶段,SDP 引导程序;第二阶段,安全事项的 SDP 评估程序。SDP 评估程序共有 13 个,通过 SDP 评估程序,评估安全事项导致的性能和功能降级事件对核安全的影响,并根据影响的大小进行分级。部分 SDP 评估程序需要使用概率安全分析(PSA)模型精确评估事件对核安全的影响。

如图 1-4 所示,绿灯表示无安全影响;白灯表示低微安全影响;黄灯表示中度安全影响;红灯表示显著安全影响。

对于可能会影响电厂安全的事项,需要进入到 SDP 的下一个阶段,以获取更加全面风险评估。这项详细的评估需要风险评估专家参与,同时也需要对事项进行进一步的审查。这项审查的最终输出是评估该安全事项是绿色、白色、黄色、还是红色,进而确定 NRC 需要采取的进一步行动。

$\Delta CDF \leq 1 \times 10^{-6}$
$1 \times 10^{-6} < \Delta CDF \leq 1 \times 10^{-5}$
$1 \times 10^{-5} < \Delta CDF \leq 1 \times 10^{-4}$
$\Delta CDF > 1 \times 10^{-4}$

图 1-4 重要度确定程序
判断结果指标值

1.1.3.3 NRC 的 SDP 运作流程

NRC 的 SDP 运作流程主要包含以下几个步骤:

1) 对安全事项的初始描述和判定

所有运行核电厂的安全事项都需要在检查的过程中与核电厂的代表进行讨论,且在检查阶段结束时与核电厂的管理方进行一次正式的关闭会议。安全事项的初始重要度的判定由检查员执行 SDP 第 1 阶段完成。

- 如果判定结果是绿色,则这将代表最终的判定结果,在正式的关闭会议上将进行确定并记录在检查报告中。
- 如果检查员判定结果为大于“绿色”,即“白”“黄”“红”等,则需要反应堆安全分析人员(SRA)提供技术支持,通过检查员提供更详细的信息,SRA 进行初始重要度判定。

2) 初始重要度复审

安全重要度大于“绿色”的安全事项,需要由安全重要度判定和强制措施审查小组 (SERP)进行复审。SERP 由相关专业的技术专家,反应堆安全分析人员和高级反应堆安全分析人员等组成,当安全事项的安全重要度判定为高于“绿色”时,由 SERP 进行审核并听取各方的意见,最终对风险重要度的判定结果做出审查和批准。由 SERP 复审的结果代表其初始重要度的评估结果。如果安全重要度为“白”“黄”“红”色的安全事项被最终由 SERP 决定为绿色,则这将作为最终的判定结果并记录入检查报告中。

3) 安全事项初始重要度判定过程中核电厂方面的意见

如果初始重要度评估结果是“白”“黄”或“红”色,核电厂将需要在公开的管理会议上或审理期间以书信回复方式或正式陈述来补充信息和观点。检查报告或初始安全重要度判定信件的附函要求核电厂召开公开管理会议或提供书面回复。在书面回复或公开会议上,核电厂需要提供充分的、清晰的信息证明,以帮助 SERP 合理运用信息进行最终重要度的确定。核电厂也可以提供不同于初步安全重要度判定结果的观点,其自身对安全重要度结果的评估可用于审核,但核电厂实体保卫相关的事项将不会公开。

4) 安全事项安全重要度的最终确定

如果核电厂在书面回复中接受初步安全重要度判定结果,不准备提供补充信息,则 NRC 将通过信函的方式通知评估的最终重要度。

如果核电厂通过召开公开的管理会议或审理期间书信回复,提供补充信息和不同的观点,NRC 将参考该信息,确定其对最终安全重要度的影响。如 NRC 认为安全重要度判定结果不需要更改,NRC 将通过信函的方式通知事件评估的最终安全重要度。如果 NRC 认为安全重要度判定结果可能需要更改,则需要由 SERP 进行审核,NRC 将通过信函通知事件评估最终安全重要度。核电厂将根据安全事项的最终安全重要度确定后续的一系列行动。具体 SDP 评估过程将在后面的章节进行介绍。

1.1.4 美国核管会 SDP 判定的良好实践

对美国 104 个在运核电厂在 2012 年 2 季度至 2013 年 1 季度期间,SDP 的使用情况进行介绍和汇总,如表 1-1 所示,美国 104 个在运核电厂 SDP 对应七个安全基石的评估结果亮灯情况。

表 1-1 美国在运核电厂 SDP 评估结果汇总(2012 年 2 季度到 2013 年 1 季度)

电厂	始发事件	缓解系统	屏障完整性	应急准备	职业辐射	公众辐射	实体保卫	
Arkansas Nuclear 1	0	4	1	0	0	0	0	
Arkansas Nuclear 2	3	4	1	0	1	0	0	
Beaver Valley 1	1	2	0	0	0	0		
Beaver Valley 2	2	1	0	0	0	0		

续表

电厂	始发事件	缓解系统	屏障完整性	应急准备	职业辐射	公众辐射	实体保卫	
Braidwood 1	3	8	1	0	0	0	1	
Braidwood 2	1	10	1	0	0	0	1	
Browns Ferry 1	0	1 R 1 W 5	0	1	0	2	0	
Browns Ferry 2	1	1 W 5	0	1	0	2	0	
Browns Ferry 3	3	1 W 5	0	1	0	2	0	
Brunswick 1	2	2	1	1	0	0	0	
Brunswick 2	5	2	0	1	0	0	0	
Byron 1	2	8	2	0	0	0	0	
Byron 2	0	5	2	0	0	0	0	
Callaway	0	8	1	0	1	0	1	
Calvert Cliffs 1	2	2	0	0	0	0	1	
Calvert Cliffs 2	0	5	0	0	0	0	1	
Catawba 1	0	1 W 4	0	0	0	0	0	
Catawba 2	1	6	0	0	0	0	0	
Clinton	1	7	1	0	1	0	0	
Columbia Generating Station	1	11	4	2 W 1	4	0	0	
Comanche Peak 1	0	5	1	0	0	0	1	
Comanche Peak 2	0	7	1	0	0	0	1	
Cooper	1	30	0	1	6	0	1	
Crystal River 3	0	0	0	0	0	0	0	
D. C. Cook 1	1	12	0	0	0	0	0	
D. C. Cook 2	2	11	0	0	0	0	0	
Davis-Besse	2	1	3	0	0	0		
Diablo Canyon 1	0	5	4	0	1	0	1	
Diablo Canyon 2	3	5	3	0	0	0	1	
Dresden 2	1	3	0	0	0	0	0	
Dresden 3	1	4	0	0	0	0	0	