

国家核事故应急委员会办公室
中国人民解放军总参谋部防化部

核事故应急响应教程



核事故应急响应教程

国家核事故应急委员会办公室
中国人民解放军总参谋部防化部

京新登字 077 号

核事故应急响应教程

国家核事故应急委员会办公室
中国人民解放军总参谋部防化部

© 原子能出版社, 1993 年

(北京 2108 信箱)

北京地质印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行·新华书店经售

☆

开本 850×1168 1/32·印张 15.25·字数 410 千字

1993 年 2 月北京第一版·1993 年 2 月北京第一次印刷

印数 1—3900

ISBN 7 - 5022 - 0772 - 4

TL·495 定价:12.00 元

内 容 提 要

本教程在简要介绍核电厂和辐射防护基本知识之后,全面阐明了核设施(主要是核电厂)应急计划和应急响应的技术基础,系统地论述了核事故应急准备和响应中的组织与指挥、监测与评价、通知和通信、公众教育与公众信息、气象、交通、工程抢险、医疗、恢复活动、放射性去污、培训与演习等方面的一般原则和方法。

本书主要用于核事故应急人员培训,同时可供核反应堆工程和安全、辐射防护、环境保护的专业人员,非核领域(如化学工业)的应急响应人员以及大专院校有关专业的师生参考。

本书编审领导小组

负责人	王 法	肖开仕		
组 员	陈金章	施仲齐	姜 樾	耿秀生
	纪道庄	沙寿臣	常宝忠	崔 勇

本书编写小组

主 编	施仲齐	纪道庄		
编 者	(按姓氏笔划排列)			
	马金福	纪道庄	吴京荣	张圣岩
	张贵德	张雪鹤	陈竹舟	施仲齐
	姜 樾	耿秀生	夏益华	郭力生
	崔 勇	葛忠良		

前 言

核能在世界经济和能源生产中已经占据比较重要的地位。1991年核电占全世界总发电量的大约六分之一，而法国的核电已占其总发电量的72.7%——法国已经完成以核能代替燃油和燃煤发电的目标。我国秦山核电厂一期工程30万千瓦机组已于1991年12月并网发电成功，大亚湾核电站两台90万千瓦机组分别计划于1993年、1994年投入运行，这标志着我国已进入核能利用的新时期。

我国核电厂的建设，贯彻了“安全第一、质量第一”的方针，核电厂的选址、设计、建造、调试、运行和退役都需要按照严格的核安全法规进行。在采取了种种预防措施以后，核电厂因设备故障或人为差错等造成事故导致应急状态的可能性尽管已经极小，但是还不能完全排除。为了保护环境、保护公众，作为核电厂纵深防御措施的一部分，制订应急计划、作好应急准备，仍然是十分必要的。

为了适应我国核设施开展应急准备的需要，加强应急人员的培训工作，由国家核事故应急委员会办公室和中国人民解放军总参谋部防化部共同组织编写了这本教程，供各有关单位（主要是有应急响应任务的核设施营运单位、地方政府、部队以及其它有关部门）培训应急人员使用。在使用过程中，要注意结合本部门、本专业的实际，灵活运用。

本教程同时可供核反应堆工程和安全、辐射防护、环境保护的专业人员，非核领域（如化学工业）应急响应和救灾工作人员以及大专院校有关专业的师生参考。

本书力图以我国有关核事故应急管理工作的条例、法规、导则和标准为依据,特别重视运用国际上有关核设施应急响应的一般原则和方法,充分反映多年来我国在核事故应急计划和准备及其组织管理方面的实践与成果,并注意我国的实际情况和应急人员的实际水平。

本教程介绍了核电厂和辐射防护的基本知识,历史上发生的核事故,核应急的基本概念,国际核事件分级及我国核应急管理的方针政策;着重描述了核设施应急响应的一般原则和方法,其中包括干预和应急防护措施,应急组织与指挥,应急计划和应急准备,应急辐射监测和事故后果评价,通知和通信,公众教育和公共信息,应急状态下的气象观测、医疗服务、交通运输、消防、工程抢险和生活保障,事故后期的恢复活动和放射性去污,培训和演习等内容。这些内容虽然主要是针对核电厂潜在事故的,但应急响应的基本原则和方法也适用于其他核设施。

本教程由施仲齐、纪道庄主编,各章节的编写者是:第1章1.1和1.2节姜樾,1.3节施仲齐,1.4节纪道庄,第2章耿秀生,第3章陈竹舟,第4章纪道庄,第5章施仲齐,第6章夏益华,第7章施仲齐,第8章马金福,第9章张贵德,第10章郭力生、葛忠良,第11章11.1、11.4节张圣岩,11.2、11.3节纪道庄,第12章崔勇,第13章张雪鹤、吴京荣。

董滨江、王伯荣、张贵文、郭人和、杜春香、程伯轩、沈树章、王天运等,参加了本教程的部分编写工作。

由于核事故应急响应是新课题,经验不足,书中难免有不妥之处,望使用单位和读者提出宝贵意见,以便再版时修正。

本书编审领导小组

1992年7月25日

目 录

前 言

第 1 章 绪 论

- 1.1 核能的利用 (1)
 - 1.1.1 原子核和原子核能 (1)
 - 1.1.2 原子核裂变和链式裂变反应 (4)
 - 1.1.3 核能生产的特殊问题 (7)
 - 1.1.4 核能在能源工业中的地位 (9)
- 1.2 核电厂 (11)
 - 1.2.1 压水反应堆核电厂原理和系统 (11)
 - 1.2.2 压水反应堆的构造 (15)
 - 1.2.3 秦山核电厂简介 (19)
 - 1.2.4 大亚湾核电站简介 (20)
 - 1.2.5 核动力厂的安全 (24)
- 1.3 核事故和核应急 (27)
 - 1.3.1 历史上的核事故 (28)
 - 1.3.2 国际核事件分级表 (43)
 - 1.3.3 核应急和应急状态的分级 (47)
- 1.4 核事故应急管理工作的方针政策 (52)
 - 1.4.1 应急管理工作的方针 (52)
 - 1.4.2 应急管理工作的政策 (53)

第 2 章 辐射防护基本知识

- 2.1 放射性和电离辐射 (58)
 - 2.1.1 放射性和放射性核素 (58)

2.1.2	放射性衰变的种类	(58)
2.1.3	放射性衰变规律	(62)
2.1.4	放射性活度和单位	(63)
2.1.5	电离辐射及其与物质的相互作用	(64)
2.1.6	电离辐射剂量和单位	(67)
2.2	电离辐射来源	(72)
2.2.1	天然辐射源	(72)
2.2.2	人工辐射源	(74)
2.2.3	各种辐射源所致剂量比较	(76)
2.3	辐射生物效应	(76)
2.3.1	辐射生物效应的基本原理	(76)
2.3.2	影响生物效应的因素	(78)
2.3.3	辐射生物效应的分类	(80)
2.4	辐射防护	(85)
2.4.1	辐射防护措施	(85)
2.4.2	辐射防护标准	(87)
第3章 干预原则与防护措施		
3.1	干预和干预原则	(93)
3.1.1	干预	(93)
3.1.2	事故分期	(96)
3.1.3	照射途径	(97)
3.1.4	干预原则	(100)
3.2	应急防护措施	(104)
3.2.1	防护措施的类型	(104)
3.2.2	主要防护措施及其困难、代价和风险	(106)
3.2.3	防护措施的选择	(118)
3.2.4	对超越边界影响的事故的防护措施	(119)
3.3	干预水平	(119)
3.3.1	干预水平及建立干预水平的目的	(119)

3.3.2	干预水平的建立	(120)
3.3.3	干预水平的应用	(125)
3.4	导出干预水平	(128)
3.4.1	导出干预水平及建立导出干预水平的目的	(128)
3.4.2	导出干预水平的表示	(128)
3.4.3	估算导出干预水平的方法	(129)
3.4.4	导出干预水平的实际应用	(133)
3.4.5	用于国际食物流通领域中的导出干预水平	(135)
3.5	应急照射控制	(139)
3.5.1	应急工作人员与应急照射	(139)
3.5.2	应急照射控制的一般原则	(139)
3.5.3	应急照射的剂量控制水平	(140)
3.5.4	控制应急照射的方法和措施	(141)
3.5.5	应急照射的批准和照射记录保持	(142)

第 4 章 应急组织与指挥

4.1	核事故应急组织体系	(143)
4.1.1	三级应急体系	(143)
4.1.2	国家核事故应急委员会	(143)
4.1.3	地方核事故应急委员会	(146)
4.1.4	核电厂营运单位应急指挥部	(147)
4.1.5	应急组织体系	(152)
4.2	应急响应的组织指挥	(152)
4.2.1	概述	(152)
✓4.2.2	应急待命、厂房应急、场区应急的组织指挥	(157)
4.2.3	场外应急的组织指挥	(162)
4.3	军队的应急响应	(169)
4.3.1	重要意义	(169)
4.3.2	可能担负的任务	(170)
4.3.3	基本原则	(171)

4.3.4 应急响应行动	(172)
4.3.5 组织指挥	(176)

第5章 应急计划和应急准备

5.1 应急计划	(180)
5.1.1 应急计划的构成	(180)
5.1.2 应急计划的内容	(181)
5.1.3 应急计划执行程序	(183)
5.1.4 研究反应堆和核燃料循环设施的应急计划	(184)
5.1.5 国家、军队和其它有关部门的应急计划	(187)
5.1.6 应急计划的审批	(188)
5.2 应急计划区	(188)
5.2.1 应急计划区的概念	(188)
5.2.2 核电厂的状态和事故源项	(191)
5.2.3 应急计划要考虑的事故范围	(196)
5.2.4 确定应急计划区大小的原则	(197)
5.2.5 我国核电厂应急计划区大小	(198)
5.2.6 研究堆的应急计划区	(199)
5.3 应急准备	(200)
5.3.1 应急准备所涉及的范围	(200)
5.3.2 应急计划区内的准备	(201)
5.3.3 应急响应能力的维持	(203)

第6章 应急辐射监测

6.1 应急辐射监测的目的	(205)
6.1.1 应急辐射监测的一般目的	(205)
6.1.2 早期应急辐射监测的目的	(205)
6.1.3 中后期应急辐射监测的目的	(206)
6.2 早期应急辐射监测的任务与内容	(206)
6.2.1 早期应急辐射监测的任务	(206)

6.2.2	早期应急监测的内容	(206)
6.2.3	早期监测结果的初步分析及其在防护决策中的应用	(208)
6.3	中后期应急监测的任务与内容	(209)
6.3.1	中后期应急监测的任务	(209)
6.3.2	事故中期应急监测的内容	(209)
6.3.3	事故后期应急监测的内容	(214)
6.3.4	中后期监测结果的分析及其在中后期防护决策中的应用	(216)
6.4	应急辐射监测的主要方法及对资源的要求	(217)
6.4.1	固定监测站网	(217)
6.4.2	空中监测	(218)
6.4.3	车载监测	(221)
6.4.4	船载监测	(221)
6.4.5	实验室分析测定	(222)
6.4.6	对应急监测工作的资源要求	(223)
6.5	应急监测的数据传送、保存以及与后果评价工作的配合	(228)
6.5.1	数据的接收和分析	(228)
6.5.2	数据的储存及样品的保存	(228)
6.6	应急环境监测的质量保证	(230)
6.7	环境应急监测响应程序及场内外任务的分工	(231)
6.7.1	环境应急监测响应程序	(231)
6.7.2	环境应急监测的场内外分工	(233)
6.8	对人员的应急监测及对监测人员的照射控制	(233)
6.8.1	人员外照射监测	(233)
6.8.2	人员的体表及体内污染监测	(234)

第7章 事故后果预测和评价

7.1	后果预测和评价的目的和要求	(242)
-----	---------------------	-------

7.1.1	用于不同目的的事故后果评价	(242)
7.1.2	后果评价的目的	(243)
7.1.3	最初评价的问题	(243)
7.1.4	要预测和评价的基本参数	(243)
7.1.5	有效事故评价需要的基本条件	(244)
7.2	影响事故后果的基本因素	(245)
7.2.1	事故释放源	(245)
7.2.2	释放的时间和释放持续时间	(245)
7.2.3	放射性物质在环境介质中的弥散	(246)
7.2.4	核设施的位置及其周围环境特征	(246)
7.2.5	应急响应	(247)
7.3	后果评价所需要的数据	(247)
7.3.1	我国对数据获取和后果评价的要求	(247)
7.3.2	数据的获取	(248)
7.4	事故剂量预测	(250)
7.4.1	实时剂量评价的特点、步骤和基本模式	(250)
7.4.2	直线高斯模式	(254)
7.4.3	拉格朗日烟团模式	(258)
7.4.4	三维数值模式	(260)
7.4.5	风场计算模式	(261)
7.4.6	模式的选择	(262)
7.4.7	预期剂量的计算	(266)
7.4.8	模式的可靠性和不确定性的说明	(268)
7.4.9	后果预测的计算机设备	(273)
7.4.10	事故后期的后果预测和评价	(276)
7.5	后果预测与决策的关系	(277)
7.5.1	对决策过程的几点说明	(277)
7.5.2	事故早期的决策和三里岛事故决策的教训	(279)
7.5.3	干预水平和剂量预测的使用	(284)

7.5.4 用于决策的技术清单	(285)
7.5.5 事故中后期的剂量预测与决策的关系	(286)

第 8 章 应急气象保障

8.1 气象保障的目的	(288)
8.2 气象条件对放射性烟羽弥散的影响	(289)
8.2.1 风对放射性烟羽弥散的影响	(289)
8.2.2 大气湍流、温度层结对放射性烟羽弥散的影响	(294)
8.2.3 降水对放射性烟羽弥散的影响	(298)
8.3 气象条件对应急响应的影响	(300)
8.3.1 气象条件对应急防护措施实施的影响	(300)
8.3.2 气象条件对应急辐射监测的影响	(303)
8.3.3 气象条件对应急通信指挥的影响	(303)
8.4 应急气象保障的计划与准备	(305)
8.4.1 编制气象保障应急计划和实施程序	(305)
8.4.2 组织和建立与应急指挥相适应的气象保障中心 (专业组)	(305)
8.4.3 建立、健全气象观(探)测网	(306)
8.4.4 建立、健全气象信息通信网	(308)
8.4.5 收集和整编气候资料、编写气候分析报告	(309)
8.4.6 认真做好各项技术准备	(310)
8.5 应急响应的气象保障	(311)
8.5.1 早期、中期的气象保障	(311)
8.5.2 后期的气象保障	(313)

第 9 章 应急通信、通知和公众信息

9.1 应急通信、通知和公众信息的目的和作用	(315)
9.2 应急通信的任务和要求	(316)
9.2.1 应急通信的基本任务	(316)
9.2.2 应急通信的特点和要求	(318)

9.3	应急通信系统	(319)
9.3.1	核电厂应急通信系统	(319)
9.3.2	地方应急指挥通信系统	(325)
9.3.3	军队应急响应通信系统	(336)
9.3.4	可能使用的其他通信系统	(337)
9.4	应急通知的方法和程序	(340)
9.4.1	应急通知的传递程序和要求	(341)
9.4.2	通知上级有关部门和地方当局	(340)
9.4.3	通知外部有关应急支援组织	(345)
9.4.4	通知核电厂工作人员和应急组织主要成员	(345)
9.4.5	通知场区其他人员	(346)
9.4.6	应急状态终止后的报告	(346)
9.5	公众信息	(347)
9.5.1	向公众传达信息的渠道	(347)
9.5.2	公众信息中心的组成和功能	(348)
9.5.3	向核事故可能影响区域公众传达信息的方法和要求	(348)
9.5.4	公众信息的协调	(351)
9.5.5	新闻发布	(351)

第 10 章 医学应急救援

10.1	辐射对人体的影响和损伤作用	(353)
10.1.1	辐射的确定性效应	(353)
10.1.2	辐射的随机性效应	(359)
10.1.3	宫内照射的效应及其危险估计	(362)
10.2	核事故医学应急救援的基本任务	(363)
10.3	核事故医学应急救援组织和分级救治	(365)
10.3.1	医学应急救援组织与职责	(366)
10.3.2	核事故的分级医疗救治	(368)
10.4	核事故医学应急救援的准备与实施	(370)

10.4.1	核事故医学应急救援的准备	(370)
10.4.2	核事故医学应急救援的实施	(373)
10.5	医学处理的原则与方法	(376)
10.5.1	急性放射病的处理	(376)
10.5.2	放射皮肤损伤的处理	(377)
10.5.3	皮肤、伤口及体内放射性污染的处理	(379)
10.5.4	辐射防护剂的应用	(381)

第 11 章 应急交通运输、消防、工程抢险和生活保障

11.1	交通运输	(383)
11.1.1	基本任务、特点与要求	(383)
11.1.2	交通运输组织	(384)
11.1.3	交通运输应急准备	(385)
11.1.4	交通运输应急响应	(387)
11.1.5	交通运输保障	(388)
11.2	消防	(390)
11.3	工程抢险	(391)
11.4	生活保障	(393)
11.4.1	基本任务与特点	(393)
11.4.2	生活保障组织	(393)
11.4.3	生活保障的应急准备	(394)
11.4.4	生活保障的应急响应	(395)

第 12 章 事故后期恢复活动和去污

12.1	应急状态的终止	(397)
12.1.1	终止应急状态的条件	(398)
12.1.2	应急状态终止的程序	(399)
12.2	恢复活动	(400)
12.2.1	恢复活动的主要工作	(400)
12.2.2	恢复活动的代价利益分析	(402)

12.2.3	恢复活动的时间划分	(404)
12.2.4	国外核电厂事故恢复活动概况	(405)
12.3	去污	(408)
12.3.1	去污效果	(409)
12.3.2	去污效率的确定	(411)
12.3.3	去污过程	(413)
12.3.4	地区去污	(413)
12.3.5	地区去污的技术与方法	(420)
12.3.6	人员去污	(434)
12.4	放射性废物的处置	(435)
12.4.1	放射性废物的运输	(436)
12.4.2	放射性废物的处置	(437)

第 13 章 公众教育、培训和演习

13.1	公众教育	(442)
13.1.1	目的、责任单位与基本要求	(442)
13.1.2	教育内容与方法	(443)
13.2	培训	(445)
13.2.1	目的与对象	(445)
13.2.2	内容与方法	(445)
13.2.3	组织与频度	(446)
13.3	演习	(448)
13.3.1	目的与要求	(448)
13.3.2	类型与规模	(449)
13.3.3	情景设计	(452)
13.3.4	日程、通知与风险	(457)
13.3.5	演习准备	(459)
13.3.6	演习实施	(464)
13.3.7	演习的评价	(466)
	主要参考文献	(468)