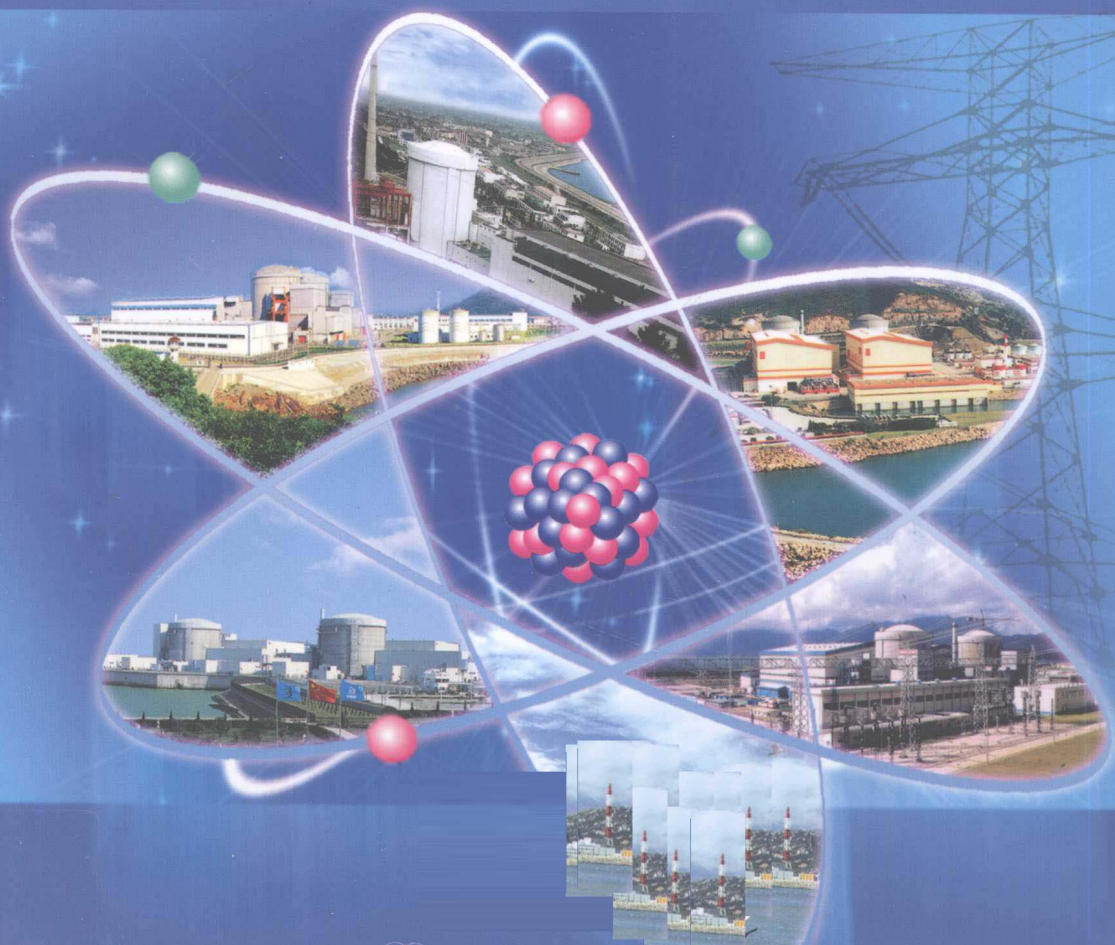


核事故应急响应概论

HESHIGU YINGJIXIANGYING GAILUN

国家能源局 编



 原子能出版社

核事故应急响应概论

国家能源局 编

原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

核事故应急响应概论 / 国家能源局编. —北京:
原子能出版社, 2010. 3
ISBN 978-7-5022-4847-5

I. 核… II. 国… III. 核防护-紧急事件-处理-概论
IV. TL7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 041662 号

内 容 简 介

本书共分 18 章:第一章至第三章介绍核事故应急基础知识、组织与指挥、正常运行和事故期间的组织机构及职责;第四章至第九章介绍应急状态分级与应急行动水平制订、应急响应基本程序、应急计划区、应急干预原则与防护措施、事故后果评价和堆芯损伤评价、核应急设施及设备;第十章至第十三章介绍应急气象保障、通信或通知、医学应急救援,以及工程抢险、交通运输、消防和生活保障等;第十六章至第十八章介绍核事故终止与恢复活动、公众信息及核应急能力的维持等。

在本书的第十四、十五章里,突出介绍了自然灾害与核应急、恐怖事件与核应急以及公共卫生等突发事件与核应急有机结合与统一实施救援的内容。

在本书的附件里,还特别介绍了辐射防护与核安全基础知识、现场医学紧急救护等重要常识。

本书可作为核电厂核事故应急管理者和应急响应人员及相关人员、地方场外应急组织管理者及相关人员、军队核应急管理者和相关人员以及可能承担核应急医疗救护人员的核应急培训教材。

核事故应急响应概论

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 孙凤春

技术编辑 丁怀兰 王亚翠

责任印制 潘玉玲

印 刷 保定市中华美凯印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 25.75 字 数 638 千字

版 次 2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-4847-5 定 价 98.00 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

《核事故应急响应概论》

编 委 会

主 编 李继开

副主编 段光荣 戚屯锋 刘玉山

编 者 李艳蓉 宫育锋 韦卫军

张佶翱 张华权 王凯平

谢仁岩 李 芳 历桂荣

前 言

我国自 20 世纪 80 年代初开始,就逐步启动了民用核设施(主要是核电厂)的建造。

为满足我国核电厂核事故应急培训工作的需要,在国家能源局的领导下,核工业管理干部学院组织我国核应急方面的专家、教授和科技人员,开发了核事故应急培训方案,编写了《核事故应急响应概论》培训教材。

我国核设施(主要是核电厂)的建设,始终贯彻“安全第一、质量第一”的核安全方针。从设计到施工,从设备安装到调试都特别重视它的安全性,可以说核设施(主要是核电厂)的安全性相当好,发生严重事故的概率小于万分之一堆年。尽管如此,核设施(主要是核电厂)的事故仍有极小可能发生的概率。自从前苏联切尔诺贝利核电厂事故和美国三哩岛核电厂事故发生以来,核设施(主要是核电厂)的核事故应急越来越受到各国政府及核设施(主要是核电厂)营运单位的高度重视。我国核安全法规规定,核设施(主要是核电厂)运行前必须制定出详细的、可实施的核应急计划及其相应的执行程序(即技术程序)。

目前,我国核电建设的积极发展,对国民经济的快速腾飞逐渐起到了毋庸置疑的积极作用。但是,核设施(主要是核电厂)运行与建设所面临的安全问题也是应该高度重视或无法回避的。

特别是当前内陆地区建设核设施(主要是核电厂)的步伐已经迈开,这就不可避免地会给核事故应急准备与响应工作带来一些深层次研究和应对的新课题。

几十年来,我国已经或正在形成一套比较完善的核设施(主要是核电厂)安全管理的法律、条例、法规、导则、标准体系。尽管如此,从国内外发展核设施(主要是核电厂)的经验来看,越是在快速发展的时期,就越应该高度重视核设施(主要是核电厂)的安全建设与安全运行管理,也就越应该研究和考虑核设施(主要是核电厂)万一发生

核事故时如何及时而有效地采取应急措施,用以减缓和控制事故状态的进一步发展,防止和最大限度地减轻事故后果和危害,必须遵照我国核事故应急管理方针“常备不懈,积极兼容,统一指挥,大力协同,保护公众,保护环境”,积极做好核设施(主要是核电厂)的纵深防御措施、制定核事故应急计划以及核应急准备工作。

为了使地方各级领导和核设施(主要是核电厂)营运单位的各级领导,人民军队应急管理,核设施(主要是核电厂)的决策层、高层管理者和工作人员以及周围公众,对核事故应急有一定的认识,便于在一旦发生核事故时能及时做出响应,不至于发生忙乱现象,这也正是编写该教材做好应急培训的主要目的。

本书力图以我国现行的有关核事故应急管理工作的法律法规、导则和标准为编写依据,但也特别关注国际上有关核设施(主要是核电厂)应急响应的一般原则和方法,并充分吸取了多年来我国核设施(主要是核电厂)在核应急组织指挥与管理、核应急计划与准备等方面的实践经验与成果。

本书共有18章内容。在编写时着重描述了核设施(主要是核电厂)应急响应的一般原则和方法,例如:核事故应急组织与指挥,正常运行与应急时的组织机构及职责,核应急状态分级与应急行动水平,核事故应急响应基本程序,应急计划区,应急干预原则与应急防护措施,事故后果评价(含堆芯损伤评价)与应急辐射监测,核应急设施与设备,核应急气象保障,应急通讯、通知,医学应急救援,应急工程抢险、交通运输、消防和生活保障,核事故应急终止与恢复活动,培训与演习以及公众信息(沟通)等。尽管以上内容是主要针对核电厂潜在事故的,但是,核应急响应的基本原则和方法也适用于其他一些核设施。

在本书里,特别增写了自然灾害与核应急,恐怖事件与核应急、核设施(主要是核电厂)的防火与消防、医学非核应急救援以及突发事件与核应急等内容,用于丰富其培训教育的目的。

本书适用于我国任何一个核设施(主要是核电厂)在核事故应急准备与响应领域的基础培训;可供承担核应急响应任务的地方政府、人民军队以及其他有关部门培训应急人员使用;可供各有关单位在编写应急预案时参考;也可供核反应堆工程的工业安全、辐射防护、

核安全、环境保护、非核领域(如化工、危险品等)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。

在编写本书过程中,特别参考或引用了由原子能出版社出版的《核事故应急响应教程》一书中的一些图表和内容,在此非常感谢施仲齐、陈竹舟等老师们当年的辛勤劳动!

编写组衷心感谢陈竹舟、施仲齐、张健、陈晓秋等专家们在审评会上给予的肯定意见和较高评价;也感谢潘自强院士和徐玉明教授在百忙之中为本书提出了宝贵的意见;同时非常感谢李永江、俞忠德、张涛等专家和领导的大力帮助。

在此,特别感谢周刘来院长对本书给予的组织、协调和领导!

该书在编写过程中,有力地得到过段续毅、杨洪润、齐红心、韩冰、邹益民、叶丹萌和王志丹等学者的有力相助,在此一并感谢!

由于时间很紧,工作量大,不足之处在所难免。还望读者和同仁们多提宝贵意见!

核工业管理干部学院教材编写组

2010年3月

目 录

第一章 核事故应急基础知识	1
1.1 概 述	1
1.2 核应急的基本概念	8
1.2.1 核电厂(或其他一些核设施)的纵深防御原则	8
1.2.2 纵深防御的实体屏障	9
1.2.3 纵深防御五个层次(五层保护).....	10
1.3 应急计划与准备的必要性.....	11
1.3.1 应急计划与准备的必要性.....	11
1.3.2 核安全法规和国标的要求.....	12
1.4 制定应急计划的目的和要求.....	15
1.5 制定应急计划的依据和基本原则.....	17
1.5.1 制定应急计划的依据.....	17
1.5.2 制定应急计划的基本原则.....	17
1.6 制定应急计划主要考虑的因素.....	17
1.7 制定应急计划的技术路线.....	18
1.8 核应急计划.....	19
1.8.1 应急计划的构成.....	20
1.8.2 应急计划的内容.....	20
1.8.3 应急计划执行程序.....	22
1.8.4 核电厂(或其他一些核设施)营运单位和地方政府的应急计划.....	23
1.8.5 国家、人民军队和其他有关部门的应急计划	24
1.8.6 应急计划的审批.....	26
举例:某核电厂场内应急计划目录.....	27
思考题	29
第二章 核事故应急组织与指挥	30
2.1 核事故应急组织体系.....	30
2.1.1 核事故三级应急体系.....	30
2.1.2 国家核事故应急协调委员会.....	30
2.1.3 地方核事故应急委员会.....	37
2.1.4 核电厂(或其他一些核设施)营运单位应急指挥部.....	39
2.1.5 核应急组织指挥.....	42

2.2 人民军队的应急响应·····	44
2.2.1 重要意义·····	44
2.2.2 应该担负的应急任务·····	45
2.2.3 基本原则·····	45
思考题·····	46
第三章 核电厂(或其他一些核设施)正常运行和应急响应的	
组织机构及职责 ·····	47
3.1 正常运行时的组织机构及其职责·····	47
3.2 应急响应组织的主要职能与基本原则·····	51
3.3 应急响应组织机构及其职责·····	52
3.3.1 核电厂(或其他一些核设施)应急响应组织机构·····	52
3.3.2 应急响应岗位的主要职责·····	52
3.3.3 应急响应专业组及其职责·····	55
3.3.4 场内承包商的职责·····	57
3.3.5 场外承包商的职责·····	57
思考题·····	66
第四章 核应急状态分级与应急行动水平 ·····	67
4.1 应急状态分级·····	67
4.1.1 应急状态的类别·····	67
4.1.2 各类应急状态的主要特征·····	67
4.2 核事件(事故)分级·····	70
4.3 应急状态分级与核事件(事故)分级·····	71
4.3.1 核电厂(或其他一些核设施)各应急等级的放射性释放及可能性估计·····	71
4.3.2 核电厂(或其他一些核设施)应急状态分级·····	71
4.3.3 核事件(事故)分级·····	72
4.3.4 基本区别·····	72
4.4 应急行动水平·····	72
4.4.1 应急行动水平的应用·····	72
4.4.2 确定应急初始条件是制定应急行动水平的基础·····	73
4.4.3 制定应急行动水平的一般方法·····	74
4.4.4 应急行动水平的制定·····	74
思考题·····	78
第五章 核电厂(或其他一些核设施)的核事故应急启动与响应 ·····	79
5.1 确定应急等级·····	79
5.2 发布应急通知和报告·····	79
5.3 应急响应组织的启动·····	81
5.4 报警、通知及其响应行动·····	82
5.5 待召(ON-CALL)人员的响应·····	83

5.6 非应急响应人员的集合、清点与撤离	84
5.7 对应急响应人员的防护措施	84
思考题	85
第六章 应急计划区	86
6.1 烟羽应急计划区	88
6.2 食入应急计划区	88
6.3 建立应急计划区的依据及其原则	88
6.4 应急计划区内的应急准备	89
6.5 应急计划区内发布应急信息命令的方法	89
6.6 研究堆的核应急计划区	90
思考题	90
第七章 应急干预原则与应急防护措施	91
7.1 应急干预原则	91
7.2 应急防护措施	93
7.3 防护措施与核事故阶段和照射途径之间的关系	95
7.4 核应急等级升为场外应急时公众的正确行动	102
7.5 应急工作人员的防护要求	104
思考题	104
第八章 事故后果预测与评价	106
8.1 事故环境后果预测与评价	106
8.1.1 事故后果预测和评价的目的	106
8.1.2 环境后果估算和事故状况评价	106
8.1.3 影响事故后果的基本因素	108
8.1.4 后果评价所需的数据	109
8.2 事故环境后果评价	109
8.3 堆芯损伤评价	112
8.3.1 堆芯损伤评价的目的	112
8.3.2 堆芯损伤评价方法	112
8.4 事故后果评价与堆芯损伤评价的主要用途	118
思考题	119
第九章 核应急设施与设备	120
9.1 必需的应急设施及其启动	120
9.2 主控制室	120
9.3 辅助控制室(原称紧急停堆盘)	125
9.4 应急控制中心	126
9.5 技术支援中心	128
9.6 微机评价系统	129
9.7 应急通讯系统	129

9.8 核应急监测设施和设备	132
9.8.1 固定式监测	132
9.8.2 移动式监测	134
9.9 早期应急辐射监测的目的	134
9.10 事故中后期应急辐射监测的任务	135
9.11 事故后期应急辐射监测的内容	136
9.12 核应急医疗设施及器具	137
9.13 核应急消防设施	138
举例:秦山地区气象观测与管理	149
思考题	141
第十章 核应急气象保障	142
10.1 日益恶化的气候(象)变化	142
10.2 核应急气象保障的重要性	142
10.2.1 提供准确的气象资料的重要性	143
10.2.2 风资料对放射性烟羽弥散的影响	143
10.2.3 温度对放射性扩散的影响	144
10.2.4 降水对放射性烟羽弥散的影响	146
举例:秦山地区气象观测与管理	149
思考题	150
第十一章 应急通信或通知(报告)	151
11.1 应急通信或通知(报告)的目的	152
11.2 应急通信或通知(报告)的功能	152
11.3 应急通信的作用	152
11.3.1 应急通信的基本任务	152
11.3.2 畅通应急通信渠道	155
11.3.3 建立有效的应急通信联络体系	156
11.4 应急通知和报告的方法与程序	160
11.4.1 制定应急报告程序	160
11.4.2 明确可行的应急通知规定	166
11.4.3 建立有效的应急通知(报告)渠道	166
思考题	173
第十二章 医学应急救援	174
12.1 辐射生物效应	174
12.1.1 确定性效应	174
12.1.2 随机性效应	177
12.1.3 器官内照射效应及其危险估计	178
12.2 医学核应急救援的基本任务	179
12.3 医学核应急救援组织和分级救治	180

12.3.1	医学应急救援组织与职责	180
12.3.2	核事故的分级救治	181
12.4	医学核应急救援的准备与实施	183
12.4.1	医学核应急救援的准备	183
12.4.2	医学核应急救援的实施	183
12.5	医学处理的原则与方法	184
12.5.1	急性放射病的处理	184
12.5.2	放射皮肤损伤的处理	185
12.5.3	体表、伤口及体内放射性污染的处理	186
12.5.4	阻吸收剂的应用	187
12.5.5	皮肤放射性物质污染及去污	187
12.6	医学非核应急的现场救护	189
	举例：秦山地区医学应急救护	189
	思考题	191
第十三章	核应急工程抢险及其他	192
13.1	应急工程抢险	192
13.1.1	明确任务、目的及要求	192
13.1.2	应该注意的事项	193
13.2	交通运输	193
13.2.1	明确应急交通运输的重要性	193
13.2.2	交通运输组织	194
13.2.3	交通运输应急准备	194
13.2.4	交通运输应急响应	195
13.2.5	交通运输保障	196
13.3	消防	197
13.3.1	消防应急准备	197
13.3.2	平时消防与应急响应消防的兼容	202
13.3.3	消防应急响应行动	202
13.4	生活保障	205
13.4.1	明确其重要性	205
13.4.2	生活保障组织	205
13.4.3	生活保障的应急准备	205
13.4.4	生活保障的应急响应	206
13.5	控制应急响应人员的辐射照射	207
13.5.1	控制应急响应人员辐射照射的一般概念	207
13.5.2	控制应急响应人员辐射照射的原则	207
13.5.3	应急响应人员允许的照射水平	208
13.5.4	控制应急响应人员受照射的方法	209
13.5.5	应急响应人员接受超剂量照射的批准程序和受照剂量记录	210

思考题·····	212
第十四章 自然灾害与核应急 ·····	213
14.1 畅通自然灾害信息渠道·····	213
14.2 将自然灾害纳入核应急管理体系·····	220
14.3 强化自然灾害与核应急的统一响应·····	224
思考题·····	224
第十五章 恐怖事件与核应急 ·····	225
15.1 畅通恐怖事件与核应急信息渠道·····	225
15.2 将恐怖事件纳入核电厂治安保卫管理体系·····	225
15.3 将治安保卫纳入核应急管理体系·····	227
15.4 强化治安保卫与核应急的统一响应·····	227
举例:某核电厂反恐预案与核应急响应的兼容·····	228
思考题·····	236
第十六章 核事故应急终止与恢复活动 ·····	237
16.1 应急状态终止的条件·····	237
16.2 应急状态终止的批准与发布·····	237
16.3 应急状态终止的主要程序·····	238
16.4 恢复活动的主要工作·····	239
16.5 恢复活动的优化分析·····	239
16.6 去污·····	240
16.6.1 去污效果的要求·····	240
16.6.2 去污方法和去污技术·····	240
16.6.3 去污(手段)过程·····	240
16.6.4 人员去污·····	241
举例:国外核电厂事故恢复活动·····	242
思考题·····	244
第十七章 公众信息(沟通) ·····	245
17.1 公众信息(沟通)·····	245
17.1.1 公众信息(沟通)的意义·····	245
17.1.2 公众信息(沟通)的重要性·····	245
17.1.3 公众信息(沟通)的内容与方法·····	246
17.2 公众信息(沟通)的渠道及任务·····	246
17.2.1 建立公众信息(沟通)渠道·····	247
17.2.2 明确公众信息(沟通)任务·····	247
17.2.3 新闻发布·····	248
思考题·····	250
第十八章 核应急能力的维持 ·····	251
18.1 培训·····	251

18.1.1 培训的必要性	251
18.1.2 培训的对象	251
18.1.3 培训内容与方法	251
18.1.4 培训的组织频度	253
18.2 应急演习	254
18.2.1 演习的重要性	254
18.2.2 演习的规模与范围	255
18.2.3 演习的情景设计	256
18.2.4 演习的频度	257
18.2.5 演习的组织与实施	258
18.2.6 演习安排的注意事项	260
18.2.7 演习的评议及其后续行动	260
18.3 应急设施和设备的维持	262
18.3.1 应急设施和设备、器材、文件的管理	262
18.3.2 应急设施设备、器材、文件的定期检查与试验	262
思考题	263
附件一 人民军队必要的应急响应行动	264
1 必要的应急响应行动	264
2 必需的组织指挥	267
3 与人民军队应急部门的通信系统	269
举例:某军区按照总部指示进行的一次演习	272
附件二 某地方核事故应急计划框架及其主要目录	273
举例:某地方核事故应急计划框架及其主要目录	273
附件三 制定应急行动水平特例	279
1 核电厂制定应急行动水平特例	279
2 某核电厂应急行动水平特例	280
附件四 废物处理(置)	296
1 放射性废物的运输	296
2 介绍几个去污事例	296
3 放射性废物的处理(置)	300
附件五 辐射防护基础知识	302
1 核物理基础	302
1.1 原子	302
1.2 原子核	302
1.3 同位素	302
1.4 放射性衰变	303
1.5 放射性衰变的基本规律	306
1.6 射线与物质的相互作用	307
1.7 带电粒子与物质的相互作用	307

1.8	γ 射线与物质的相互作用	308
1.9	中子与物质的相互作用	310
2	辐射防护中常用的量	311
2.1	基本物理量和相关概念	311
2.2	常用的辐射防护量	312
3	天然放射性	314
4	人工放射性	315
5	辐射防护的目的	316
5.1	辐射防护三原则	316
6	辐射防护标准	317
7	外照射及其防护	320
7.1	概念	320
7.2	防护	320
7.3	监测	323
8	内照射及防护	324
8.1	概念	324
8.2	形成内污染的途径	324
8.3	监测	324
9	防护	324
9.1	表面污染及其防护	325
9.2	空气污染	326
10	辐射工作场所的分区	327
11	控制区通行证	328
12	进出控制区	329
12.1	物品进出管理	330
12.2	控制区内的其他管理规定	331
13	超过剂量的照射管理	332
14	内照射	333
14.1	放射性物质内污染的途径	334
14.2	内照射个人监测的目的	334
14.3	内照射个人监测技术	334
15	表面污染控制限值	335
附件六 核安全基础知识		339
1	核电厂(或放射性或其他因素潜在危险较大的某些核设施)安全	339
2	核安全的定义	340
3	三道屏障	342
4	核安全的三大功能	345
4.1	第一大功能:反应性控制	345
4.2	第二大功能:控制堆芯的冷却	346

4.3 第三大功能:对放射性产物的屏障控制	348
5 核安全思想的发展——经验与教训	349
6 设计期间的核安全考虑	352
6.1 纵深防御设计思想——两种不同但互补的安全分析方法	352
6.2 核安全等级	353
6.3 核安全质量相关设备的定义	354
6.4 核安全等级设备的要求	354
7 运行期间核安全的控制	354
7.1 核安全要求的发展	355
7.2 运行技术规格书的结构	356
7.3 事故工况管理的事件导向法	357
7.4 质量系统是为核安全要求得到满足提供一种信心	359
附件七 核事故应急的一些名词术语	362
附件八 与外部(含所在地)各应急部门的通信联络	366
附件九 现场紧急救护常识	371
1 救护原则	371
2 识别垂危伤病人	371
3 止血	374
4 常用的几种绷带包扎法	376
5 常见四肢骨折的固定方法	377
6 常用的搬运方法	377
7 烧伤的紧急救治原则和措施	380
8 电击人体造成伤害的机理	381
附件十 应急气象保障的具体实施	383
1 建立健全气象观测网	383
2 建立健全气象联络网	385
3 建立健全气象资料处理中心	386
4 确保气象资料的可用性	386
5 应急响应的气象保障	386
5.1 事故早、中期的气象保障	386
5.2 事故晚期的气象保障	387
6 气象条件对应急响应的影响	388
6.1 气象条件对应急防护措施实施的影响	388
6.2 气象条件对应急辐射监测的影响	389
6.3 气象条件对应急指挥通信的影响	389
6.4 一般常见的大气烟羽的扩散形态	389
附件十一 练习(单项演习)的计划要求	391
参考文献	393
参考文件	394

第一章 核事故应急基础知识

1.1 概 述

(1) 核能

众所周知,各种各样的元素构成了丰富的自然界的物质,人们就把具有元素基本性质的最小粒子称作“原子”,而这种原子则是由原子核和电子组成。原子核则又是由质子和中子组成。

科学家们早已经发现,原子核无论是衰变、裂变还是聚变都一定会放出能量来。原子核发生变化时放出的能量叫做核能。核能一般有三种形式:①核衰变能和辐射能;②核裂变能;③核聚变能。而核的裂变和聚变放出的能量是很大的。

(2) 核电厂

利用特定的现代核能技术,将能够裂变的链式反应所产生出来的巨大能量转变为可以掌握和控制的能量源。压水堆核电站便是利用那些活跃的热中子去轰击 ^{235}U 使其产生裂变,从而放出2~3个中子,使这些中子再去轰击别的铀核,因而便产生链式反应,再通过控制棒和慢化剂去控制这种链式反应过程,使中子的增殖系数等于1($K=1$),设法使这种链式反应过程长时间地维持下去,进入自持状态,使得核释放出大量的能量又能控制其释放速度,并人工把热量导出。

核电厂就是这样一种利用核能进行发电的一种新型的、科技含量极高的发电厂。

(3) 压水堆核电厂

目前,核电厂的种类很多,它是根据核反应堆来分类的,一般有:压水堆核电厂、重水堆核电厂、沸水堆核电厂、高温气冷堆核电厂、钠冷却堆核电厂等等。压水堆核电厂是目前世界上用得最为广泛的一种稳定而安全的核电厂。

压水堆核电厂一般工作原理的示意框图如图1.1所示。

为了便于学习和了解核电厂必备的基础知识,本书借此给出了可以参考学习的附件五(辐射防护基础知识)和附件六(核安全基础知识)以及附件七(核事故应急的一些名词术语)。

通常压水堆核电厂的三道安全屏障框图如图1.2所示。

一般情况,在压水型反应堆内部,可能的、各种各样的堆芯损伤水平(程度)、温度上升到足以使其可能挥发的(或其他类型)放射性物质的释放时(率),以及其堆芯裸露后可能达到的温度与时间的关系如图1.3所示。

压水堆核电厂(或放射性或其他因素潜在危险较大的某些核设施)的安全壳失效可能会出现放射性物质从反应堆堆芯释放之前,或者也可能出现在放射性物质从堆芯释放之