

高等学校试用教材

辐射防护基础

李星洪 等编

原子能出版社

内 容 简 介

本书较全面、系统地阐述了辐射防护的基本内容。全书共分十三章，内容包括电离辐射与物质的相互作用；辐射量和单位；防护标准；剂量计算；射线防护；剂量测量原理和方法；环境辐射监测与评价；放射性工作中的安全问题及放射性三废的处理等。书后附有一些较新的数据和图表。

本书可作为高等院校原子核物理、放射化学专业辐射防护课的试用教材，也可供其他有关专业的师生和从事辐射防护、放射性同位素应用等方面的科技工作者和医务工作者参考。

高等学校试用教材

辐 射 防 护 基 础

李星洪 等编

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

北京印刷一厂印刷

(北京西便门)

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 787×1092 1/16 · 印张 26½ · 字数 633 千字

1982 年 7 月第一版 · 1982 年 7 月第一次印刷

印数 001—4100 · 统一书号：15175·413

定价：2.70元

前 言

本书是高等院校原子核物理及放射化学专业辐射防护课的试用教材，是根据1978年教材编审规划会确定的《辐射防护基础》大纲编写的。

辐射防护是一门综合性的边缘学科，它不但涉及的内容广泛，而且发展较快。在本书的编写过程中，注意了理论联系实际，并吸收了近几年来学科本身发展的一些新成果。在选材上以基础知识为主，并侧重于基本概念的阐述。为便于教学和自学，各主要章节都有例题和习题，并附有一些较新的数据和图表。本书涉及的范围较广，内容较多，教学时，可根据教学大纲的要求选取有关章节。

全书共分十三章。第一章介绍了电离辐射与物质的相互作用，这是研究辐射剂量学及辐射屏蔽的理论基础。第二章介绍了辐射防护中常用的辐射量和单位；辐射量的单位以国际单位制（简称SI）的单位为主，并附有暂时与国际单位制单位并用的专用单位。第三章介绍了辐射对人体的危害与防护标准，其中主要介绍了我国现行的辐射防护标准，也用一定篇幅介绍了国际放射防护委员会（简称ICRP）近年来有关辐射防护标准的新建议和新概念。第四章、第八章至第十一章，介绍了辐射剂量学以及与辐射监测有关的基础知识，如带电粒子、X、 γ 射线及中子的剂量计算、辐射剂量测量原理、环境辐射监测及其评价等。第五章至第七章，分别介绍了X、 γ 射线、带电粒子及中子的防护。同时介绍了X射线机及中子发生器的防护，重点叙述了它们的屏蔽计算。第十二章介绍了放射性工作中的安全问题，这是初次从事放射性工作的人员所必须了解的。第十三章扼要介绍了放射性表面去污及放射性三废处理，主要供放射化学专业的学生参考。

本书的第九、十章是邀请清华大学吴学超同志编写的。

在编写过程中，李树德同志对书的编写提出了许多宝贵意见并给予了热情指导。史元明、刘元方等同志对有关章节提出了宝贵意见。

陈常茂同志审校了除第九、十章以外的全部初稿。华明川、华旦同志协助审校了第一章、第四章至第七章。施学勤、陈如松、周永增同志分别协助审校了第二章、第三章和第八章。

1980年1月在北京召开了本书的审稿会。参加审稿会的有北京大学、清华大学、四川大学、南京大学、上海交通大学、兰州大学、吉林大学、天津大学、苏州医学院、海军工程学院、华北辐射防护研究所、第二设计院、中国科学院原子能研究所、中国计量科学院、北京59172部队及202厂、262厂等单位的代表，他们对本书提出了许多宝贵的意见，其中张延生和方杰等同志在审稿过程中给予了大力帮助。编者在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，错误与不妥之处在所难免，恳切希望读者给予指正。

编者

1981年11月于北京大学

目 录

前 言	
绪 论	1
一、辐射防护的目的和任务	1
二、辐射防护的主要内容	2
第一章 电离辐射与物质的相互作用	4
第一节 带电粒子与物质的相互作用	4
一、带电粒子的种类和一般物理性质	4
二、带电粒子与物质相互作用的主要过程	5
(一) 电离、激发与碰撞阻止本领	6
(二) 韧致辐射和辐射阻止本领	7
(三) 总质量阻止本领	9
(四) 弹性散射	10
(五) 湮没辐射和契伦科夫辐射	11
三、带电粒子在物质中的射程	12
(一) 重带电粒子	12
(二) 电子和 β 射线	13
四、比电离	14
五、阻止本领及射程的比例定律	15
(一) 碰撞阻止本领的比例定律	15
(二) 射程的比例定律	16
第二节 X、 γ 射线与物质的相互作用	17
一、概述	17
二、X、 γ 射线与物质相互作用的主要过程	18
(一) 光电效应	18
(二) 康普顿效应	19
(三) 电子对效应	22
三、X、 γ 射线与物质相互作用的其他过程	23
(一) 相干散射	24
(二) 光核反应	24
四、质量衰减系数、质能转移系数及质能吸收系数	25
(一) 质量衰减系数 μ/ρ	25
(二) 质能转移系数 μ_{tr}/ρ	27
(三) 质能吸收系数 μ_{en}/ρ	27
(四) 混合物和化合物中的质量衰减系数和质能吸收系数	27
第三节 中子与物质的相互作用	28
一、弹性散射	28
二、非弹性散射	30

三、辐射俘获	30
四、其他核反应	30
(一) 发射带电粒子的核反应	31
(二) 裂变反应	31
(三) 多粒子发射	31
参考文献	31
第二章 辐射防护中常用的辐射量和单位	32
第一节 描述辐射场的物理量和单位	32
一、核素、同位素及放射性活度	32
(一) 核素与同位素	32
(二) 放射性活度 A	33
二、粒子注量 Φ	33
三、粒子注量率 ϕ	34
四、能注量 Ψ	35
(一) 定义	35
(二) 能注量与注量 Φ 的关系	35
五、能注量率 ψ	35
(一) 定义	35
(二) 能注量与注量率 ϕ 的关系	36
第二节 吸收剂量及其单位	36
一、随机量和非随机量	36
二、吸收剂量和吸收剂量率	37
(一) 吸收剂量 D	37
(二) 随机量授与能 ϵ 和平均授与能 $\bar{\epsilon}$	37
(三) 吸收剂量率 \dot{D}	38
第三节 比释动能及其应用	38
一、比释动能	38
二、比释动能率	39
三、比释动能与注量的关系	39
四、比释动能与吸收剂量的关系	40
(一) 带电粒子平衡	40
(二) 比释动能与吸收剂量的关系	41
(三) 比释动能和吸收剂量随物质深度的变化	42
五、比释动能概念的应用	43
(一) γ 射线的吸收剂量	43
(二) 中子的吸收剂量	46
第四节 照射量 X	47
一、照射量及其单位	47
(一) 照射量的定义	47
(二) 照射量的单位	48
二、照射率 \dot{X}	49
三、关于“伦琴”概念的说明	49

(一) 定义中所指的“伦琴”概念	49
(二) 在辐射剂量概念中不再包含照射量	50
四、照射量与吸收剂量的关系	50
第五节 辐射防护中专用的量和单位	52
一、剂量当量和剂量当量率	52
(一) 剂量当量 H	52
(二) 剂量当量率 \dot{H}	54
二、集体剂量当量	54
三、吸收剂量指数和剂量当量指数	55
(一) 吸收剂量指数 D_I	55
(二) 剂量当量指数 H_I	55
习 题	56
参考文献	56
第三章 电离辐射对人体的危害及辐射防护标准	57
第一节 电离辐射对人体的损伤作用	57
一、躯体效应	58
(一) 辐射的急性效应	58
(二) 辐射的晚期效应	58
二、遗传效应	59
三、慢性小剂量照射的特点	60
四、影响辐射损伤的因素	61
(一) 辐射敏感性	61
(二) 剂量	61
(三) 剂量率	62
(四) 传能线密度 (LET)	63
(五) 受照条件	63
第二节 受照器官或组织的危险度	64
一、性腺	64
二、红骨髓	64
三、骨	65
四、肺	65
五、肺淋巴组织	65
六、甲状腺	65
七、乳腺	65
八、所有其他组织	66
九、全身均匀照射时随机性效应的总危险度	66
第三节 辐射防护标准	66
一、概述	66
(一) 辐射防护标准的历史简介	66
(二) 最大容许剂量 (剂量当量限值)	67
二、我国现行辐射防护标准	68
(一) 我国电离辐射的最大容许剂量当量标准	68

(二) 放射性物质的最大容许浓度和限制浓度	73
第四节 ICRP 关于辐射防护标准的新建议	76
一、基本限值	76
(一) 剂量当量限值	76
(二) 次级限值	77
(三) 适用于其他人员的剂量限制	78
二、推定限值	79
三、管理限值	79
四、参考水平	80
(一) 调查水平与导出调查水平	80
(二) 记录水平	80
(三) 干预水平	80
五、控制内照射剂量的次级限值和推定限值	81
(一) 约定剂量当量 H_{50}	81
(二) 年摄入量限值 (ALI)	82
(三) 推定空气浓度 (DAC)	82
习 题	83
参考文献	83
第四章 外照射剂量的计算	84
第一节 γ 射线剂量的计算	84
一、点源的剂量计算	84
(一) 点源	84
(二) γ 光子注量率与吸收剂量率的关系	84
(三) 源的活度与照射率的关系	85
二、非点源照射率的计算	87
(一) 线状源	89
(二) 圆盘源(碟源)	90
(三) 圆柱状面源	91
(四) 体源	92
第二节 X 射线剂量的计算	95
一、X射线的产生及X射线机的基本原理	95
二、X射线剂量的计算	96
第三节 带电粒子的剂量计算	98
一、单能电子及 β 射线的注量率与吸收剂量的关系	98
二、计算 β 剂量的经验公式	100
(一) 点源的剂量计算	101
(二) 面源的剂量计算	102
三、辐射平衡与剂量互易原理	104
(一) 辐射平衡	104
(二) 剂量互易原理	105
四、重带电粒子剂量的计算	106
(一) 质量阻止本领法	106

(二) 剂量换算因子法	112
第四节 中子剂量的计算	113
一、用比释动能计算	113
二、用剂量换算因子计算	114
习题	115
参考文献	116
第五章 γ 射线和 X 射线的防护	117
第一节 外照射防护的一般方法	117
一、控制受照射时间	117
二、增大与辐射源间的距离	117
三、屏蔽	117
(一) 屏蔽方式	118
(二) 屏蔽材料	118
(三) 屏蔽设计的内容	118
第二节 γ 射线在物质中的减弱规律	118
一、窄束 γ 射线在物质中的减弱规律	118
(一) 窄束的概念及其减弱规律	118
(二) 能谱的硬化及平均自由程	119
二、宽束 γ 射线在物质中的减弱规律	121
三、累积因子	121
(一) 概述	121
(二) 累积因子的计算	123
(三) 介质分布对累积因子的影响	124
第三节 γ 点源的屏蔽计算	129
一、直接用公式 $N = N_0 B e^{-\mu R}$ 计算	129
二、利用减弱倍数法计算	131
三、利用曲线图计算	132
四、利用半减弱厚度计算	133
第四节 非点源的屏蔽计算	134
一、概述	134
二、线状源	135
三、盘状源	136
四、截头圆锥体源	137
五、多层屏蔽	138
第五节 X 射线的防护	139
一、概述	139
二、X 射线的屏蔽计算	140
(一) 基本概念	140
(二) 对初级 X 射线的屏蔽	140
(三) 对漏出射线的屏蔽	144
(四) 对散射辐射的屏蔽	145
(五) 散射和泄漏辐射的混合屏蔽	147

(六) 对门窗、天花板屏蔽的计算	148
三、医疗照射过程对病人的防护	148
(一) 社会成员受照剂量的主要来源	148
(二) 对患者的防护措施	149
第六节 X、 γ 射线防护中的特殊问题	150
一、阴影屏蔽	150
二、屋顶厚度	150
三、门窗	152
四、缝隙泄漏问题	152
习题	153
参考文献	154
第六章 带电粒子的防护	155
第一节 β 射线的屏蔽防护	155
一、 β 射线防护的特点	155
二、 β 射线的屏蔽计算	155
(一) 经验公式法	155
(二) 查图法	156
三、韧致辐射的屏蔽计算	159
第二节 重带电粒子的防护	160
一、重带电粒子的防护特点	161
(一) 天然重带电粒子	161
(二) 人工重带电粒子	161
二、屏蔽防护计算	162
(一) 用阻止本领计算	162
(二) 用质子连续慢化近似射程计算	162
习题	165
参考文献	166
第七章 中子的防护	167
第一节 快中子屏蔽的分出截面法和张弛长度法	167
一、分出截面的概念	167
(一) 实验测量的分出截面	167
(二) 理论计算的分出截面	169
(三) 化合物、混合物中的宏观分出截面	169
二、计算快中子屏蔽的分出截面法	170
(一) 快中子在含氢介质中的减弱	170
(二) 快中子在非含氢介质中的减弱	171
三、张弛长度法	173
第二节 同位素中子源的屏蔽	176
一、常用同位素中子源的种类和特性	176
二、同位素中子源的屏蔽计算	177
(一) 分出截面法	177
(二) 查图法	179

三、裂变谱中子源 ²⁵² Cf 的屏蔽计算	180
(一) 概述	180
(二) 屏蔽估算	180
第三节 中子发生器的防护	183
一、概述	183
二、中子发生器的种类及特性	185
(一) 密封管型中子发生器	185
(二) 考克饶夫特-瓦尔顿型中子发生器	185
三、中子发生器的辐射危害	186
四、中子发生器的屏蔽计算	187
(一) 1/10 减弱厚度法	187
(二) 查图法	188
五、屋顶厚度的计算	189
六、安全屏蔽中的注意事项	190
习题	191
参考文献	192
第八章 内照射剂量的估算及防护	193
第一节 估算内照射剂量所需要的基本参数及基本概念	193
一、有效半衰期 T	193
二、有效能量 ϵ 及比有效能量 $SEE(T \leftarrow S)$	194
(一) 有效能量 ϵ	194
(二) 比有效能量 $SEE(T \leftarrow S)$	194
三、参考人	195
四、关键器官	196
五、其他常用术语	196
(一) 体内污染途径	196
(二) 摄入量	196
(三) 吸收量	196
(四) 沉积量	196
(五) 最大容许积存量	196
(六) 约定剂量当量	197
六、肺模型	197
(一) 气溶胶的粒度	197
(二) 旧肺模型	198
(三) 新肺模型	198
第二节 估算内照射剂量的基本公式	200
一、两种不同的摄入模式	200
(一) 连续摄入	200
(二) 单次摄入	201
(三) 短期内多次反复摄入	202
二、基本公式	202
(一) 剂量当量 H 的计算	202

(二) 辐照量 Q	203
(三) 约定剂量当量的估算	203
第三节 根据环境放射性核素推算体内剂量	204
一、持续摄入放射性核素所致的器官剂量	204
(一) 从水中摄入	205
(二) 从空气中摄入	206
二、单次摄入放射性核素所致内照射剂量的估算	210
(一) 滞留分数方程与排泄分数方程	210
(二) 剂量估算	212
三、吸入放射性核素对胃肠道产生的剂量	213
(一) 胃中剂量的估算	213
(二) 肠中剂量的估算	214
第四节 放射性核素在水和空气中的最大容许浓度的计算	215
一、空气中最大容许浓度的计算	215
二、水中最大容许浓度的计算	216
三、适合于各类人员的最大容许浓度值或限制浓度值的换算	216
第五节 内照射防护的一般原则和基本措施	217
一、防止放射性物质经呼吸道进入体内	218
二、防止放射性物质经口进入体内	218
三、建立内照射监测系统	219
习 题	219
参考文献	220
第九章 辐射剂量测量的原理和方法	221
第一节 用电离室测量照射量和 γ 吸收剂量	221
一、布拉格-格雷空腔电离理论	221
二、照射量的测量	223
三、 γ 吸收剂量的测量	227
四、几种仪器举例	228
第二节 计数管、闪烁体等探测器件在 γ 剂量测量中的应用	230
一、气体正比计数管	230
二、G-M 计数管	231
三、闪烁计数器	232
四、半导体探测器件	234
第三节 γ 剂量仪器的刻度	236
一、刻度方法和常用的辐射源	236
二、标准自由空气电离室	239
第四节 中子剂量的测量	240
一、中子吸收剂量的测量	241
二、中子剂量当量仪	243
三、中子剂量仪器的刻度	245
第五节 β 射线和电子束的剂量测量	246
一、 β 射线吸收剂量的测量 外推电离室	247

二、现场用的 β 射线监测仪器	248
三、电子束吸收剂量的测量	249
第六节 个人剂量计	250
一、概述	250
二、热释光剂量计	251
三、荧光玻璃剂量计	254
四、一些测量方法	255
第七节 剂量测量的化学方法和热方法	257
一、化学剂量计	257
二、量热法	259
习 题	260
参考文献	261
第十章 环境辐射的监测方法	262
第一节 放射性气溶胶浓度的测量	262
一、衰变法	263
二、假符合法	266
三、 α 能量鉴别法	268
四、 α/β 比值法	269
第二节 放射性气体浓度的测量	270
一、空气中 ^3H 的测量	270
二、空气中 ^{131}I 的测量	272
三、空气中 ^{41}Ar 、 ^{86}Kr 的测量	273
第三节 空气中氡及其子体的测量	274
一、氡气浓度的测量	274
二、氡子体潜能的测量	277
第四节 水中放射性物质浓度的监测	279
一、水中 α 放射性的测量	280
二、水中 β 放射性的测量	281
三、厚层放射性样品的测量	283
第五节 物质表面放射性污染的监测	287
一、表面污染的直接测量法	287
二、表面污染的间接测量法	289
第六节 土壤和生物样品中放射性活度的测量	290
一、物理方法测量	290
二、放射化学方法预处理样品	291
习 题	292
参考文献	293
第十一章 辐射防护监测的目的、方法及结果评价	294
第一节 个人剂量监测	294
一、外照射个人剂量监测	294
(一) 施行个人剂量监测的工作条件	294

(二) 监测的目的和方法	295
(三) 监测结果的评价	295
二、体内污染的个人监测	297
(一) 监测计划和方法	297
(二) 测量结果的评价	297
第二节 工作场所监测	299
一、工作场所的外照射监测	299
(一) 监测的目的和任务	299
(二) 监测方法及对监测结果的评价	299
二、工作场所表面污染的监测	300
(一) 监测的目的和任务	300
(二) 监测方法及对测量结果的评价	300
三、空气污染的监测	301
(一) 监测的目的和任务	301
(二) 监测方法及对结果的评价	301
第三节 核企业周围环境的监测	302
一、概述	302
(一) 放射性核素在环境介质中的转移	302
(二) 关键途径、关键物质、关键核素及关键居民组	302
二、辐射本底调查	303
三、常规监测	303
(一) 常规监测的目的和内容	303
(二) 常规监测的方法	304
(三) 对常规监测结果的评价	307
第四节 辐射监测中的几个统计学问题	309
一、概述	309
(一) 总体、样本及样本容量	309
(二) 误差定义及误差的分类	310
二、随机误差的正态分布与标准差	311
(一) 正态分布	311
(二) 标准差的估算及测量结果的表示	313
三、误差传递	315
四、放射性核转变的统计规律与统计误差	316
(一) 放射性核转变的统计规律	316
(二) 放射性测量的标准差及结果表示	317
五、判断限、探测限及测定限	322
(一) 统计假设的两类错误	322
(二) 判断限 L_C	322
(三) 探测限 L_D	323
(四) 测定限 L_o	325
六、放射性测量装置可靠性的统计学检验	327
七、异常样品的确定方法	328

八、t-检验法在结果评价中的应用	329
习 题	330
参考文献	330
第十二章 开放型放射性工作中的安全问题	331
第一节 放射性企业和单位的地址选择、布局 and 分类	331
一、放射性企业或单位的地址选择和布局	331
(一) 必备的资料	331
(二) 自然条件的选择	331
(三) 环境状况的选择	332
(四) 总体布局的原则	332
二、防护监测区	333
(一) 防护监测区的概述	333
(二) 开放型放射性工作单位的分类与防护监测区的划分	333
(三) 防护监测区的划分	334
第二节 开放型放射性工作场所的设施和装备	335
一、设置的级别	335
二、对建筑物的主要防护要求	336
三、对放射性实验室内设备的要求	337
(一) 地板	337
(二) 墙面	337
(三) 工作台面	337
(四) 门窗、家具	338
(五) 供水与排水	338
(六) 污物桶	338
(七) 照明	338
(八) 通风与通风橱	338
(九) 手套箱与操作器具	339
(十) 放射性核素的临时贮存及简单屏蔽	339
第三节 个人安全操作及事故处理	339
一、个人安全操作的卫生要求	339
二、安全操作的基本内容	340
三、放射性物质的保管	340
四、事故的防止和处理	341
参考文献	341
第十三章 放射性表面污染的去除与放射性三废的处理	343
第一节 放射性表面污染的去除	343
一、概述	343
二、去污剂的种类	344
(一) 表面活性剂	344
(二) 络合剂	344
(三) 酸、碱溶液	345
(四) 有机溶剂	345

(五) 氧化剂	345
(六) 同型稳定化合物	345
三、各种表面的去污	345
(一) 皮肤的去污	345
(二) 个人防护用品的去污	346
(三) 工作场所、仪器设备表面的去污	347
四、放射性物质污染表面的控制水平	347
第二节 放射性废水的处理	348
一、概述	348
二、低放废水的处理	349
(一) 静置法	349
(二) 稀释法	349
(三) 混凝沉淀法	350
(四) 蒸发浓缩法	351
(五) 离子交换法	351
(六) 其他方法	352
三、中放、高放废水的处理	354
(一) 中放废水	354
(二) 高放废水	355
第三节 放射性气体废物的处理	356
一、概述	356
二、放射性气体废物的处理方法	356
(一) 放射性粉尘的处理	356
(二) 放射性气溶胶的处理	356
(三) 放射性气体的处理	356
(四) 烟囱排放	357
三、大气扩散与烟囱高度	357
(一) 坐标系	358
(二) 扩散方程	358
(三) 大气稳定度	359
(四) 烟囱高度 h 的计算	359
第四节 放射性固体废物的处理	362
一、概述	362
二、固体废物的处理方法	362
(一) 水泥固化	363
(二) 沥青固化	363
三、固体废物的贮存和最终处置	364
参考文献	364
附表及附图	365
附表 1 基本的辐射量和单位	366
附表 2 国际制词头	367

附表 3	不同能量的中子在各种材料中的比释动能因子 $K_r = E \left(\frac{\mu_{tr}}{\rho} \right)$	368
附表 4	各种材料的成分(重量百分比).....	380
附表 5	各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的水厚度(厘米).....	381
附表 6	各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的混凝土厚度(厘米).....	382
附表 7	各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的铁厚度(厘米).....	383
附表 8	各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的铅厚度(厘米).....	384
附表 9	各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的铅玻璃 NZF_1 厚度(厘米).....	385
附表 10	各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的铅玻璃 FZ_6 厚度(厘米).....	386
附表 11	生物常数和有关的物理常数.....	387
附表 12	有效能量 ϵ 及职业性照射全身最大容许积存量 q_m	389
附表 13	e^{-x} 函数表.....	392
附图 1	剂量减弱系数 f_D 与铅屏蔽层厚度的关系(γ 点源, $\rho=11.34$ 克/厘米 ³).....	398
附图 2	剂量减弱系数 f_D 与铁屏蔽层厚度的关系(γ 点源, $\rho=7.89$ 克/厘米 ³).....	398
附图 3	剂量减弱系数 f_D 与混凝土屏蔽层厚度的关系(γ 点源, $\rho=2.35$ 克/厘米 ³).....	399
附图 4	剂量减弱系数 f_D 与水屏蔽层厚度的关系(γ 点源, $\rho=1.00$ 克/厘米 ³).....	399
附图 5	X 射线穿过密度为 2.35 克/厘米 ³ 的混凝土时, 透射比 B_x 与屏蔽厚度的关系.....	400
附图 6	X 射线穿过密度为 11.3 克/厘米 ³ 的铅时, 透射比 B_x 与屏蔽厚度的关系.....	400
附图 7a	X 射线穿过密度为 7.8 克/厘米 ³ 的软钢时, 透射量 B_{xt} 与屏蔽厚度的关系.....	401
附图 7b	各种管电压下, 透射量与软钢厚度的关系.....	401
附图 8	X 射线穿过密度为 1.2 克/厘米 ³ 的有机玻璃时, 透射量 B_{xt} 与屏蔽厚度的关系.....	402
附图 9	X 射线穿过密度为 2.35 克/厘米 ³ 的混凝土时, 透射量 B_{xt} 与屏蔽厚度的关系.....	402
附图 10	X 射线穿过密度为 11.35 克/厘米 ³ 的铅时, 透射量 B_{xt} 与屏蔽厚度的关系.....	403
附图 11	X 射线穿过密度为 11.35 克/厘米 ³ 的铅时, 透射量 B_{xt} 与屏蔽厚度的关系.....	403
附图 12	X 射线穿过密度为 2.35 克/厘米 ³ 的混凝土时, 透射量 B_{xt} 与屏蔽厚度的关系.....	404
附图 13	X 射线穿过密度为 11.35 克/厘米 ³ 的铅时, 透射量 B_{xt} 与屏蔽厚度的关系.....	404
附图 14	1 微克 ²⁵² Cf 位于聚乙烯($\rho=0.96$ 克/厘米 ³)、石蜡($\rho=0.92$ 克/厘米 ³)、水及混凝土球中心时, 其表面处的中子剂量当量率.....	404
附图 15	1 微克 ²⁵² Cf 位于不同屏蔽材料球中心时, 其球表面的 γ 总剂量率.....	405
附图 16	²⁵² Cf γ 射线穿过铅($\rho=11.35$ 克/厘米 ³)、钢($\rho=7.8$ 克/厘米 ³)及混凝土($\rho=2.35$ 克/厘米 ³)板时, 剂量减弱系数 f_D 与屏蔽厚度的关系.....	405
附图 17	1 微克 ²⁵² Cf 位于不同屏蔽材料球中心时, 其球表面的初级 γ 剂量率.....	406
附图 18	²⁵² Cf 中子穿过铅($\rho=11.35$ 克/厘米 ³)及聚乙烯($\rho=0.96$ 克/厘米 ³)板时, 剂量减弱系数 f_D 与屏蔽层厚度的关系.....	406

绪 论

一、辐射防护的目的和任务

原子能的开发利用，在科学技术的发展上具有划时代的意义。原子能科学技术在工业、农业、国防等各个领域中有广泛的应用，并展示出广阔的前景。

任何新技术的发展，在给人类带来利益的同时，也可能带来某些危害。例如电的利用带来了触电的危险，汽车的利用也带来了车祸等。原子能科学技术的发展与应用，无疑地给人类带来了巨大的利益。但由于电离辐射对人体有损伤作用，它也给人类带来了某些直接的或潜在的危害。人们总是发展和利用新的科学技术为人类造福，并尽力避免和减少它们的有害方面。

辐射防护是人们在发展和利用电离辐射、放射性物质、及核能的过程中产生和发展起来的。1895年伦琴发现X射线后不久就发现了X射线对人体的损伤作用，如长期接受过X射线照射过的人，发生了皮肤烧伤、毛发脱落、眼痛、白血球减少等症。1898年居里发现镭以后，发现 γ 射线对人体也有类似的损伤作用，这就引起了人们对辐射危害的重视。之后有些国家的伦琴射线学会提出了对X射线的各种防护措施，例如，把X射线管装在衬铅的盒内对X射线进行屏蔽、接触X射线的人员穿含铅的橡皮围裙、戴铅玻璃眼罩等。这就是早期的辐射防护。后来随着反应堆和核武器的发展，产生了大量的放射性核素，核能及放射性核素的应用日趋广泛，这就给辐射防护带来了一系列急待解决的问题，如辐射防护的标准、各种放射性核素的最大容许浓度或摄入量限值、辐射屏蔽、反应堆安全、环境污染、辐射的生物效应等等。这些问题的提出与逐步解决，不仅促进了辐射防护的向前发展，而且促进了其他边缘学科，如放射生物学、放射医学、放射生态学等的发展。

辐射防护现已成为原子能科学技术中的一个重要分支，它是研究人类免受或少受电离辐射危害的一门综合性的边缘学科。它涉及到原子核物理、放射化学、辐射剂量学、核电子学、放射医学、放射生物学及放射生态学等学科。其基本任务是保护环境、保障从事放射性工作的人员和一般居民的健康与安全、保护他们的后代、促进原子能事业的发展。

二十世纪六十年代，核工业迅速发展。当时，对于辐射诱发某种类型恶性病是否存在阈剂量，以及辐射在人身上引起恶性病的剂量与效应关系的本质还缺乏了解。ICRP为了适应核工业和核技术迅速发展的需要，于1965年发表了第9号报告。他们出于安全的考虑，假定在剂量与效应之间存在着线性关系，而且剂量的作用是积累的。在这个基础上提出辐射防护的目的是防止急性辐射效应，并将晚期效应的危险限制到一个可以接受的水平。随着对辐射效应的了解的深入，ICRP于1977年发表了第26号出版物，指出辐射的生物效应可分为随机性效应和非随机性效应，辐射防护的目的在于防止有害的非随机性效应，并限制随机性效应的发生率，使之达到被认为可以接受的水平。