

中国环境百科全书

—— 选编本 ——

核与辐射安全

中国环境出版社

中国环境百科全书

—— 选编本 ——

核与辐射安全

《核与辐射安全》编写委员会 编著

主 编 潘自强

副主编 刘 华

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

核与辐射安全/《核与辐射安全》编写委员会编著. —北京:
中国环境出版社, 2013.12

(《中国环境百科全书》选编本)

ISBN 978-7-5111-1587-4

I. ①核… II. ①核… III. ①辐射防护—基本知识
IV. ①TL7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 237806 号

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2015 年 3 月第 1 版
印 次 2015 年 3 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 30.5
字 数 781 千字
定 价 165.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

编写委员会



主 编 潘自强

副主编 刘 华

编 委 (按姓氏笔画降序排列)

潘自强 骆志平 罗上庚 杨华庭 陈晓秋

陈 凌 冷瑞平 刘森林 刘 华 白 光

编委会办公室

殷德健 汪传高 陈法国

编写人员



白 光 白延强 柴国早 常向东 陈炳德 陈 凌 陈叔平 陈晓秋 陈 英 陈竹舟
程和平 程建平 程 理 崔凤梅 邓 戈 董柏年 杜圣华 范显华 付秉一 傅济熙
谷存礼 顾志杰 管宗州 郭文俊 郭择德 韩洪银 韩新生 胡红波 胡思得 华 旦
黄雅文 季松涛 贾向红 康玉峰 柯国土 冷瑞平 李 春 李国强 李建国 李君利
李晓青 李幼忱 李 泽 林诚格 刘春立 刘春秀 刘大鸣 刘福东 刘汉刚 刘 华
刘开武 刘立业 刘 群 刘森林 刘天舒 刘卫东 刘新华 刘怡刚 刘永德 栾 弘
罗上庚 罗志福 骆志平 马成辉 马如维 马宇蓓 毛亚虹 倪卫冲 潘传红 潘 蓉
潘 苏 潘英杰 潘自强 秦国安 曲静原 任晓娜 阮可强 商照荣 上官志洪 沈雷生
施仲齐 史英霞 宋琛修 宋福祥 苏 旭 苏学斌 孙东辉 孙明生 孙庆红 孙全富
孙造占 汤 搏 陶书生 童 建 万元熙 王传英 王 法 王继先 王炯德 王 驹
王 拓 王显德 王秀琴 王志东 王中堂 王忠秋 魏 康 吴德强 吴 浩 吴 企
吴文广 吴秀花 奚树人 夏益华 肖德涛 肖雪夫 谢满廷 徐国庆 徐 辉 徐文兵
许谨诚 许玉杰 严天文 杨 堤 杨华庭 杨怀元 姚仁太 叶常青 依 岩 殷德健
于俊崇 于忠良 俞 军 袁之伦 苑国琪 岳保荣 岳会国 张海霞 张建岗 张 健
张竞上 张庆利 张天祥 张延生 张 跃 张振涛 张志银 张志忠 张忠岳 赵成昆
赵顺平 赵亚民 赵志祥 郑钧正 钟俊晴 周培德 周平坤 周启甫 周永茂 朱永贻

出版说明



《中国环境百科全书》(以下简称《全书》)是一部大型的专业百科全书,选收条目 8 000 余条,总字数达 1 000 多万字,对环境保护的理论知识及相关技术进行了全面、系统的介绍和阐述,可供环境科学研究、教育、管理人员参考和使用,也可供具有高中以上文化程度的广大读者查阅和学习。

《全书》是在环境保护部的领导下,组织近 1 000 名环境科学、环境工程及相关领域的专家学者共同编写的。在《全书》按条目的汉语拼音字母顺序混编分卷出版以前,我们先按分支和知识门类整理成选编本,不分顺序,先编完的先出,以求早日提供广大读者使用。

《全书》是一项重大环境文化和科学技术基础平台建设工程。其内容横跨自然科学、技术与工程科学、社会科学等众多领域,编纂工作难度是可想而知的,加上我们编辑水平有限,一定会有许多不足之处。此外,各选编本是陆续编辑出版的,有关条目的调整、内容和体例的统一、参见和检索系统的建立,以及《全书》的编写组织和审校等,还有大量工作须在混编成卷时进行,我们诚恳地期望广大读者提出批评和改进意见。

中国环境出版社

2015 年 1 月



前 言

五十多年来，我国核能与核技术利用事业稳步发展，并形成较为完整的核工业体系，核能与核技术在工业、农业、国防、医疗和科研等领域得到广泛应用，有力地推动了经济社会发展。核与辐射安全是核能与核技术利用事业发展的生命线。2011年3月日本福岛核电厂事故后，核与辐射安全及相关环境问题进一步受到了决策人员、专业人员、普通公众的关注，并受到国际社会的广泛重视。由于核与辐射安全知识的专业性强、涉及面广、差异性大，公众对其了解较为有限，或缺乏有效途径系统，公众很难准确地理解具体概念，有时甚至受到了一些不当传言的误导。本书从环境保护的角度出发，以条目的形式对核与辐射安全知识进行了较为系统的介绍，可为相关专业人员和公众了解核与辐射安全知识提供参考。

“核与辐射安全”在本书中包括核安全、辐射安全和核安保，但不包括核安保中涉及案件侦破的有关内容。广义地说，核与辐射安全包括核安全、辐射安全、放射性废物安全、运输安全和核安保。从管理的角度，核与辐射安全常常简称为核安全，在国际原子能机构的文件中通常简称为安全。严格地说，安全和防护是有差异的，防护是指控制辐射照射以防止电离辐射对人和生物产生有害效应；安全是指防止产生事故和事件以及一旦发生如何减轻其后果，主要是对有关源的控制。在本书中不考虑这两者的区分。

本书条目分类索引中所列内容的负责人分别是：总论（潘自强、冷瑞平）；基础知识（刘森林）；辐射生物效应（白光）；辐射量与单位（冷瑞平）；核安全（刘华）；辐射安全（杨华庭）；辐射环境保护（刘森林、陈晓秋）；核与辐射应急（陈凌）；放射性废物安全及

核与辐射设施退役（罗上庚）；核安保（刘森林）。在本书编写过程中，骆志平、殷德健、汪传高、陈法国做了大量工作。

本书作为《中国环境百科全书》的选编本独立成册在国内还是第一次，从条目的选择、分类和内容上看，都可能存在不少问题，敬望读者指正。

潘自强 刘华

凡 例



1. 本选编本共收条目 308 条。

2. 本选编本条目按条目标题的汉语拼音字母顺序排列。首字同音时，按阴平、阳平、上声、去声的声调顺序排列；同音同调字按笔画由少到多排列。笔画数相同时，按首字的起笔笔形一（横）、丨（竖）、丿（撇）、丶（点）、フ（折，包括丿、乚、冫、く等）的顺序排列。首字相同时，按第二字的音、调、笔画、起笔笔形的顺序排列，余类推。条目标题以希腊字母开头的，例如“ α 射线”、“ β 射线”、“ γ 射线”，按其发音，分别排在拼音字母 A、B、G 部。

3. 本选编本附有条目分类索引，以便读者了解本学科的全貌和按知识结构查阅有关条目。

4. 条目标题上方加注汉语拼音，所有条目标题均附有外文名。

5. 条目释文开始一般不重复条目标题，释文力求规范、简明。

6. 较长条目的释文，设置层次标题，并用不同的字体表示不同的层次标题。

7. 一个条目的内容涉及其他条目并需由其他条目的释文补充的，采用“参见”的方式。所参见的条目标题用楷体字排印。一个条目（层次标题）的内容在其他条目中已进行详细阐述，本条（层次标题）不必重述的，采用“见”的方式，例如：“钷-239”条中，在叙述其测量方法时，表示为“测量方法 见钷-238。”

8. 在重要的条目释文后附有推荐书目，供读者选读。

9. 本选编本附有全部条目的汉字笔画索引、外文索引。

10. 本选编本中的科学技术名词，以全国科学技术名词审定委员会公布的为准，未经审定和尚未统一的，从习惯。

本书主要编辑、出版人员

社 长：王新程

首席编审：刘志荣

总 编 辑：罗永席

副总编辑：朱丹琪 沈 建

主任编辑：刘 杨 任海燕

责任编辑：曹靖凯 赵亚娟

编 辑：张 娣 安子莹 谷妍妍 何若蓓

装帧设计：彭 杉 宋 瑞

责任校对：尹 芳

责任印制：郝 明 王 焱



目 录

出版说明	i
前言	iii
凡例	v
条目音序目录	viii
正文	1
条目分类索引	455
条目汉字笔画索引	460
条目外文索引	465

条目音序目录

A		《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》	31
α 测量	1	氡测量	31
α 射线	3	氡防护	33
安徽三里庵辐射事故	3	氡工作水平	35
		氡致肺癌	35
B		E	
巴西戈亚尼亚放射性污染事故	5	儿童辐射生物效应	38
β 测量	7	F	
β 射线	8	乏燃料	39
贝可勒尔	8	《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全 联合公约》	41
比释动能	9	乏燃料后处理	42
补救行动	10	反应堆	44
《不扩散核武器条约》	12	放射毒理学	46
钚-238	14	放射性	47
钚-239	15	放射工作人员健康管理	48
C		放射性白内障	49
参考水平	17	放射性半衰期	50
拆卸捣毁	18	放射性废气处理技术	50
氙	19	放射性废物处理	52
传能线密度	20	放射性废物处置	54
D		放射性废物分类	56
代表人	21	放射性废物管理	59
带电粒子加速器	22	放射性废物管理设施	61
待积剂量	23	放射性废物管理原则	62
单一故障准则	24	放射性废物再循环和再利用	64
当量剂量	25	放射性废物整备	65
等离子体	27	放射性废物贮存	66
低剂量照射	27	放射性废物最小化	68
碘-131	29	放射性废液处理	70
电离辐射	30	放射性固体废物减容处理技术	72

放射性核素	72	辐射监测仪表.....	133
放射性活度.....	73	辐射监测质量保证.....	135
放射性货包.....	74	辐射警告标志.....	137
放射性内容物	76	辐射屏蔽	138
放射性皮肤损伤.....	77	辐射设施.....	141
放射性去污.....	79	辐射生物效应.....	142
放射性散布装置.....	81	辐射适应性反应.....	143
放射性同位素.....	81	辐射危害的终身危险估计	144
放射性同位素实验室.....	82	辐射心理效应.....	146
放射性污染环境整治	83	辐射遗传效应.....	147
放射性物品包装.....	84	辐射致癌.....	149
放射性物品运输.....	86	福岛核电厂事故.....	150
放射性物品运输安保.....	87		
放射性物品运输安全评价	90	G	
放射性物品运输事故应急	92	γ 测量.....	154
放射性肿瘤.....	92	γ 射线.....	155
放射源.....	94	干预水平	156
放射源安保.....	95	高放废物处置.....	158
《放射源安全和保安行为准则》	97	高放废物处置地下实验室.....	159
放射诊断.....	98	戈瑞	160
放射治疗.....	99	个人监测.....	160
非能动安全.....	100	工作场所辐射监测.....	162
非人类物种辐射效应	103	公众照射.....	164
分离嬗变.....	106	钴-60	165
风险指引	108	《关于核能领域第三方责任的巴黎公约》	166
辐射安全管理	109	国际放射防护委员会	168
辐射安全许可证.....	110	国际辐射单位与测量委员会	170
辐射防护.....	111	国际辐射防护协会.....	171
辐射防护标准.....	113	国际核与辐射事件分级	172
辐射防护大纲.....	115	国际原子能机构	174
辐射防护目标.....	116		
辐射防护评价	117	H	
辐射防护与辐射源安全原则.....	119	航空辐射测量.....	177
辐射防护最优化.....	120	核安保	179
辐射工作场所分区.....	122	核安保措施.....	180
辐射环境管理.....	123	核安保计划.....	182
辐射环境监测.....	125	核安全法规体系.....	183
辐射环境影响评价	128	核安全分析.....	186
辐射环境整治与恢复	130	《核安全公约》	188
辐射监测.....	132	核安全功能与分级.....	191

核安全管理.....	192	核设施定期安全审查.....	261
核安全技术.....	194	核设施定期试验.....	262
核安全技术原则.....	195	核设施防火安全.....	263
核安全监督.....	197	核设施经验反馈.....	264
核安全监管机构.....	198	核设施老化管理.....	266
核安全设备.....	202	核设施实物保护.....	267
核安全审评.....	206	核设施在役检查.....	270
核安全文化.....	207	核设施质量保证.....	271
核安全许可证制度.....	212	《核事故或辐射紧急情况援助公约》.....	273
核安全责任.....	214	核衰变.....	274
核保障.....	215	核素迁移.....	274
核材料.....	217	《核损害补充赔偿公约》.....	277
核材料实物保护.....	218	核武器.....	278
《核材料实物保护公约》.....	220	核医学.....	281
核电厂.....	222	核与辐射安全.....	282
核电厂安全.....	224	核与辐射安全目标.....	283
核电厂热排放.....	225	核与辐射安全执法.....	285
核电厂设计基准.....	227	核与辐射设计基准威胁.....	286
核电厂事故管理.....	230	核与辐射设施退役.....	287
核电厂事故始发事件.....	232	核与辐射事故.....	290
核电厂事故应急.....	233	核与辐射事故应急指挥中心.....	292
核电厂严重事故.....	234	核与辐射事故源项.....	293
核电厂运行限值和条件.....	236	核与辐射应急.....	295
核电厂状态.....	238	核与辐射应急计划.....	296
核电厂纵深防御.....	239	核与辐射应急监测.....	298
核动力舰船.....	241	核与辐射应急响应.....	300
核反应.....	242	核与辐射应急准备.....	302
核技术.....	243	环境本底调查.....	304
核技术利用废物.....	244	环境氡浓度测量.....	307
核技术应用.....	245	环境辐射测量数据处理.....	309
核聚变.....	247	环境辐射调查.....	311
核裂变.....	248	环境辐射调查大纲.....	312
核临界安全.....	249	环境辐射监测方法.....	314
核农学.....	251	环境辐射监测评价.....	317
核燃料.....	252	环境辐射监测仪表.....	319
核设施.....	253	环境辐射监测质量保证.....	321
核设施安全.....	254	活化产物.....	323
核设施安全评价.....	255	豁免.....	323
核设施安全原则.....	256		
核设施厂址选择.....	258		

J		贫铀弹.....	360
《基本安全原则》.....	326	钋-210.....	361
《及早通报核事故公约》.....	328	Q	
极低放废物处置.....	328	气载流出物排放.....	363
集体剂量.....	330	铅-210.....	364
计划照射.....	331	潜在照射.....	365
剂量当量.....	331	切尔诺贝利核电厂事故.....	366
剂量负担.....	332	切割解体.....	368
剂量限值.....	333	清洁解控.....	369
剂量约束.....	334	R	
加速器驱动次临界系统.....	335	燃料元件.....	371
近地表处置.....	336	染色体畸变.....	371
经合组织核能署.....	337	人工放射性核素.....	372
经验证技术.....	338	人工辐射照射水平.....	373
K		人为活动产生的天然放射性废物.....	375
可裂变核素（材料）.....	341	人为活动引起的天然辐射水平升高.....	376
克什特姆事故.....	342	人因工程.....	378
空间辐射.....	343	S	
L		三哩岛核电厂事故.....	381
镭-226.....	345	铯-137.....	382
粒子[数]密度.....	346	生产堆.....	383
联合国原子辐射影响科学委员会.....	346	失控放射源.....	384
裂变产物.....	348	实践与干预.....	385
临界装置.....	349	世界核电运营者协会.....	386
流出物监测.....	350	受控核聚变.....	387
流出物排放.....	352	授予能.....	391
M		锶-90.....	391
免管废物.....	355	T	
N		碳-14.....	393
内照射.....	356	天然放射性核素.....	394
内照射防护.....	356	天然辐射水平.....	395
镍-63.....	357	钷.....	396
P		退役策略.....	397
胚胎/胎儿辐射效应.....	359	退役计划.....	399
		退役技术.....	401
		退役器具.....	402

退役源项调查	403	易裂变核素（材料）	427
退役终态目标	404	应急计划区	428
W			
外照射	406	应急行动水平	429
外照射防护	406	应急照射	430
卫星重返事故	408	铀	431
温斯凯尔事故	409	铀纯化	432
X			
吸收剂量	412	铀矿开采与冶炼	433
希沃特	412	铀矿冶废物	435
现存照射	413	铀矿冶废物处置	436
线性无阈模型	413	铀同位素分离	439
相对生物效能	414	铀转化	440
忻州辐射事故	415	有效剂量	440
Y			
《研究堆安全行为准则》	417	宇宙射线	441
研究堆事故应急	418	源	442
研究型反应堆	420	Z	
液态流出物排放	421	照射量	445
《1997 年修正〈1963 年关于核损害民事 责任的维也纳公约〉议定书》	422	照射途径	445
《1963 年关于核损害民事责任的维也纳 公约》	423	职业照射	446
医疗照射	424	职业照射最优化相关监测	449
		质量减弱系数	450
		质量阻止本领	450
		中等深度处置	451
		中子射线	452
		注量	453
		组织/器官剂量	454

A

**α celiang**

α 测量 (α-ray measurement) 测量放射性核素发射的α粒子, 确定某介质中放射性核素含量的方法。通常在环境介质中除天然放射性核素以外, 人工放射性核素的含量均比较低。

α 测量的目的就是通过对α粒子的能量和数量的探测, 根据α粒子与发射该粒子的核素的特定关系而取得被测介质中的核素的种类和含量。根据不同的测量目的, 可分为总α放射性测量和α谱测量。

总α放射性测量是分析某种介质所有α核素发射的α粒子数, 包括人工和天然放射性核素; α谱测量是通过测量选定的α能量道域上的α射线的能谱分布给出介质中某种核素的含量(活度浓度), 通常人工放射性核素的活度浓度在环境中比较低, 所以需要考虑低本底测量。由于α粒子的射程比较短, 环境中α放射性对测量的干扰较小, 所以对α测量而言不一定要求低本底环境, 但探测器本身需要低本底材料, 绝对避免探头的污染。一般情况下α谱仪的本底小于0.016 cpm(计数/min), α计数器的本底小于0.05 cpm。

总α放射性测量 主要探测某介质中含有的放射性核素发射的α粒子数推算被测介质中总α放射性。分为表面污染测量及总α测量。

表面污染测量 由于α粒子射程短, 所以在表面污染测量时要求测量仪器与被测物体之间

距离要近, 通常利用测量仪器在距离被测物体表面1 cm范围内测量α粒子数, 通过仪器刻度系数计算出被测物体表面单位面积内的α放射性的活度, 确定其污染程度。表面污染测量一般用来测量放射性工作场所及从事放射性工作人员人体的α污染。

总α测量 分为绝对测量法和相对测量法。

绝对测量法 不依赖于其他样品或标准仪器的比较而直接得到测量结果。α粒子在物质中射程很短, 在固体或液体中, 一般只有几微米到100 μm, 质量厚度相当于10 mg/cm²以下。根据待测样品的厚度不同, 样品的总α放射性测量可分为薄样法、中间层样法和厚层样法(又称饱和层法、厚源法)三种。由于绝对测量法无须与标准样品和标准仪器作比较, 所以需要影响测量结果的许多因素进行修正。

相对测量法 采用与样品源中放射性核素的有效能量相当或相接近的标准源, 在同样几何大小的样品盘内做成一系列厚度不等的源, 在相同的测量仪器和测量条件下测出每个标准样品源相应的α计数率, 然后以α计数率为纵坐标, 标准样品源厚度为横坐标作图, 得出标准样品源厚度与计数率的关系曲线作为刻度曲线, 将待测样品在相同条件下进行测量, 根据待测样品的厚度, 利用刻度曲线查出刻度系数, 将待测样品测得的计数率经过刻度系数修正后与标准样品的活度值比较即可算出待测样品的活度。相对测量法简单方便, 适宜于大量重复