

核与辐射科普知识系列丛书.....

工业用核辐射技术

GONG YE YONG HE FU SHE JI SHU

王秉杰 主编



辽宁大学出版社

核与辐射科普知识系列丛书.....

工业用核辐射技术

GONG YE YONG HE FU SHE JI SHU

王秉杰 主编

辽宁大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工业用核辐射技术/王秉杰主编. —沈阳: 辽宁大学出版社, 2010. 3

(核与辐射科普知识系列丛书)

ISBN 978-7-5610-5997-5

I. ①工… II. ①王… III. ①核技术应用—工业技术
IV. ①TB1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 030668 号

出 版 者: 辽宁大学出版社

(地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036)

印 刷 者: 沈阳航空发动机研究所印刷厂

发 行 者: 辽宁大学出版社

幅面尺寸: 138mm × 200mm

印 张: 5.75

字 数: 120 千字

印 数: 1 ~ 5000 册

出版时间: 2010 年 3 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 贾海英

封面设计: 王奕文 徐澄玥

责任校对: 李 健

书 号: ISBN 978-7-5610-5997-5

(套)定价: 28.00 元

联系电话: 024-86864613

邮购热线: 024-86830665

网 址: <http://www.lnupshop.com>

电子邮件: lnupress@vip.163.com

核与辐射科普知识系列丛书

编 委 会

主 编 王秉杰

副主编 朱京海 赵长富 李世俊

成 员 (按姓氏笔画排列)

王海鹰	付 卓	许 静	孙大鹏
刘长宏	任长顺	刘岚昕	孙彬彬
张 宁	张 宇	杜月华	李永安
李树宣	范晓锋	林殿科	姜 涛
赵 强	赵英姿	姚临江	高 魁
崔志仁	梁宏军	常艳峰	

前 言

辽宁是核技术和电磁辐射应用大省,随着经济的快速发展,核技术在工业、农业、科研、医疗等领域广泛应用,电力、广播、电视、微波站、移动通信基站建设迅速增长,放射性和电磁辐射污染呈加剧趋势,核与辐射设施已成为影响我省核与辐射环境质量的重要因素。2007年8月18日,辽宁红沿河核电站正式开工建设,核电站的开工建设为我省的核安全监管工作提出了新的更高的要求。

为了让社会各界和公众了解核与辐射方面的常识,增加相关的法律法规知识,消除不必要的疑虑和恐惧,共同参与电磁辐射安全监督管理,我们组织编写了《核与辐射科普知识系列丛书》,以飨读者。该系列丛书共四分册,一是科学认识电磁辐射;二是核事故应急科普手册;三是工业用核辐射技术;四是医用核辐射技术。

此系列丛书的出版,凝聚了众多编写人员和专家的智慧与辛劳,在此表示衷心的感谢。

编 者

2010年3月

目 录

1. 什么是核辐射技术应用?	1
2. 核辐射技术应用有哪些?	2
3. 什么是同位素、稳定同位素和放射性同位素?	3
4. 现在有多少种放射性同位素?	4
5. 什么是放射源?	6
6. 什么是非密封放射性物质?	6
7. 什么是射线装置?	7
8. 什么是放射性?	7
9. 在生活中有哪些部分存在放射性?	8
10. 环境中的天然放射性物质的来源有哪些?	9
11. 什么是辐射?	10
12. 什么是电离辐射?	11
13. 什么是核衰变?	11
14. 核衰变有哪几种类型?	12
15. 什么是半衰期?	13
16. 核衰变受哪些因素影响?	13
17. 什么是放射性强度?	14

18. 放射性强度用什么表示?	14
19. 放射性强度是如何计算的?	15
20. 放射源是如何分类的?	15
21. 射线装置是如何分类的?	17
22. 射线与其他物质是怎样作用的?	18
23. 放射线对人体造成哪些伤害?	19
24. 是不是所有的放射源都是危险的, 谈“辐”色变有必要吗?	19
25. 放射源用什么进行防护包装?	20
26. 如何识别放射源?	20
27. 什么是电离辐射警告标志?	20
28. 什么是辐射防护?	21
29. 辐射防护的基本要求有哪些?	21
30. 什么是实践的正当性?	22
31. 什么是剂量限制和潜在照射危险限制?	22
32. 什么是防护与安全最优化?	22
33. 什么是剂量约束和潜在照射危险约束?	23
34. 辐射防护的基本方法有哪些?	23
35. 什么是时间防护?	24
36. 什么是距离防护?	24
37. 什么是屏蔽防护?	24
38. 在实际当中, 如何进行辐射防护?	25
39. 发现放射源或疑似放射源物体时, 应如何处理?	25

40. 什么是辐射事故?	26
41. 辐射事故是如何分类的?	27
42. 发生辐射事故时应如何处理?	27
43. 关于辐射监管的法律法规有哪些?	28
44. 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置需要办理 哪些环保手续?	29
45. 办理《辐射安全许可证》需要提交哪些材料?	29

1. 什么是核辐射技术应用?

核辐射技术应用是指除核武器与核电站之外,原子核科学技术与信息、材料、医学、生物、环境等学科交叉融合而应用于工业、农业、医疗卫生、环境保护、资源勘探和公众安全等领域的高新技术。核应用技术是对放射性同位素的电离辐射与物质相互作用所产生的物理、化学和生物效应进行应用研究与开发。



2. 核辐射技术的应用有哪些?

核辐射技术的应用领域十分广泛。工业领域的核应用技术主要有工业生产过程中的检测与分析 and 辐射加工两部分。核技术工业检测与分析包括工业同位素仪表、核微探针、大型集装箱检测系统等,它们都属于无损检测与分析。以密封的放射源为基础的工业同位素仪表有测厚仪、密度计、料位计、核子秤、中子水分仪、X 荧光分析仪、 γ 探伤机等,它们是工业过程控制和自动化监测的重要组成部分。镅-241 火灾报警器是近期迅速实现产业化的一种核仪器仪表。近年来,一些国家研制开发的集装箱检测系统,是核应用技术的最新成果。1996 年,我国继英、法、德之后成功研制了加速器源大型集装箱检测系统,并已实现产业化和出口。其后,在成功研制国际创新的集装箱检测系统系列产品的的基础上,又于 2002 年成功研制了集装箱 CT 检测系统,为打私、反恐斗争提供了有力的手段。

辐射加工是重要的核应用技术,主要包括辐射加工、医疗用品辐射消毒灭菌、食品辐射保藏和“三废”辐射治理等。我国的辐射化工产品有 20 多类 300 多种,形成了热收缩材料、辐射交联电线电缆和辐射乳液聚合三大支柱产业。医疗用品辐射消毒灭菌具有节约能源、可常温灭菌、消毒灭菌彻底、操作简便快捷、无化学残留和污染、不会感生放射性等优点。食品辐照保藏是用电离辐射处理食品,以延缓其呼吸、抑制发芽、延长货架期、杀虫灭菌、进行检疫处理等。截至 1995 年,全世界已有 38 个国家批准了 224 种辐照食品,我国批准了 18 种辐照食品。

核应用技术在农业方面的应用主要包括辐射育种、辐射不育防治虫害和同位素示踪等,其中前两个方面已经实现产业化。利用辐射技术诱变培育性能优良的农作物新品种,是核技术农业应用的主要领域。目前,我国辐射育成的新品种已有625个,约占全世界的25%。

此外,核应用技术还作为强有力的工具广泛用于科学研究中,包括在基础科学、生命科学以及其他学科,用同位素和电离辐射提供多种分析和实验研究手段,使人们的视野从宏观推向微观,从而有可能从分子、原子、原子核水平动态地观察自然现象。

3. 什么是同位素、稳定同位素和放射性同位素?

同位素是具有相同原子序数的同一化学元素的两种或多种原子之一,在元素周期表上占有同一位置,化学行为几乎相同,但原子质量或质量数不同。有放射性的同位素称为“放射性同位素”,没有放射性的则称为“稳定性同位素”,并不是所有同位素都具有放射性。如,碳是我们常见的元素,一般稳定的成分是碳-12,它还有一种放射性同位素碳-14。

放射性同位素是不稳定的,它会“变”。放射性同位素的原子核很不稳定,会不间断地、自发地放射出射线,直至变成另一种稳定同位素,这就是所谓“核衰变”。放射性同位素在进行核衰变的时候,可放射出 α 射线、 β 射线、 γ 射线和电子俘获等,但是放射性同位素在进行核衰变的时候并不一定能同时

放射出这几种射线。



4. 现在有多少种放射性同位素?

迄今已发现的元素周期表中的 109 种元素, 共有约 2800 种同位素, 其中稳定同位素只有 271 种, 其他都是放射性同位素。自然界存在的放射性同位素只有 60 多种, 其余都是通过反应堆或加速器生产出来的人工放射性同位素。

元素	周期	表
----	----	---

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
原子序数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
元素符号	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
元素名称	氢	氦	锂	铍	硼	碳	氮	氧	氟	氖	钠	镁	铝	硅	磷	硫	氯	氩
元素性质	非金属	稀有气体	碱金属	碱土金属	类金属	非金属	非金属	非金属	非金属	稀有气体	碱金属	碱土金属	金属	类金属	非金属	非金属	卤素	稀有气体
原子质量	1.008	4.003	6.941	9.012	10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18	22.99	24.31	26.98	28.09	30.97	32.06	35.45	39.95
电负性	2.20	0.00	0.98	1.57	2.04	2.55	3.04	3.44	3.98	4.79	0.93	1.31	1.61	1.90	2.19	2.58	3.16	4.84
电离能	1312	2372	520	900	801	1086	1402	1314	1681	2081	496	738	578	419	336	298	248	1981
电子层数	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4
电子排布	1s ¹	1s ²	1s ² 2s ¹	1s ² 2s ²	1s ² 2s ² 2p ¹	1s ² 2s ² 2p ²	1s ² 2s ² 2p ³	1s ² 2s ² 2p ⁴	1s ² 2s ² 2p ⁵	1s ² 2s ² 2p ⁶	1s ² 2s ² 3s ¹	1s ² 2s ² 3s ²	1s ² 2s ² 3s ² 3p ¹	1s ² 2s ² 3s ² 3p ²	1s ² 2s ² 3s ² 3p ³	1s ² 2s ² 3s ² 3p ⁴	1s ² 2s ² 3s ² 3p ⁵	1s ² 2s ² 3s ² 3p ⁶

元素周期表

元素符号，红色指放射性元素

元素名称，红色指放射性元素

元素性质，红色指放射性元素

原子质量，红色指放射性元素

电负性，红色指放射性元素

电离能，红色指放射性元素

电子层数，红色指放射性元素

电子排布，红色指放射性元素

元素周期表

10

1. 相对原子质量
录自1995年国际原子
量表, 并全部取4位
有效数字。
2. 相对原子质量
加括号的为放射性元
素的半衰期最长的同
位素的质量数。

1. 相对原子质量
录自1995年国际原子
量表, 并全部取4位
有效数字。
2. 相对原子质量
加括号的为放射性元
素的半衰期最长的同
位素的质量数。

5. 什么是放射源?

放射源是指除研究堆和动力堆核燃料循环范畴的材料外,永久密封在容器中或者有密封薄层并呈固态的放射性物质。实际上,通常所说的放射源主要是指密封型放射源(密封源)。《密封放射源一般要求和分级》(GB4075-2003)对密封源的定义为:密封在包壳里的或紧密地固结在覆盖层里并呈固态的放射性物质。由此可见,放射源就是指密封型放射源。



γ 探伤机

6. 什么是非密封放射性物质?

非密封放射性物质是指非永久密封在包壳里或者紧密地固结在覆盖层里的放射性物质。



开放性同位素的包装

7. 什么是射线装置?

射线装置是指 X 线机、加速器、中子发生器以及含放射源的装置。



X 射线探伤机

8. 什么是放射性?

放射性是自然界存在的一种自然现象。世界上一切物质都是由一种叫做“原子”的微小粒子构成的,每个原子的中心有一个“原子核”。大多数物质的原子核是稳定不变的,但有些物质的原子核不稳定,会自发地发生某些变化,这些不稳定原子核在发生变化的同时会发射各种各样的射线,这种现象就是人们常说的“放射性”。

有的放射性物质在地球诞生时就存在,如铀、钍、镭等,它们叫做天然放射性物质。此外,人类出于不同的目的制造了一些具有放射性的物质,这种物质叫人工放射性物质。



钍



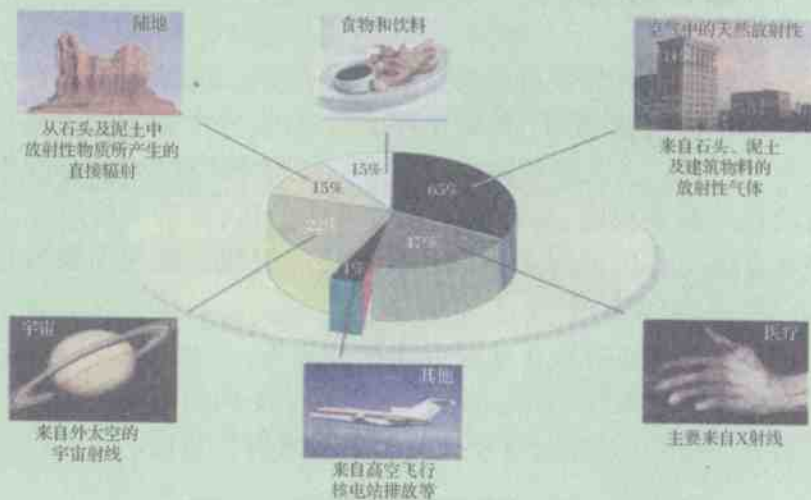
铀



镭

9. 在生活中有哪些部分存在放射性?

尽管 100 多年前人们才发现放射性,但放射性从来就存在于我们的生活中。放射性可以说无时不有,无处不在,我们吃的食物、喝的水、住的房屋、用的物品、周围的天空大地、山川草木乃至人体本身都具有一定的放射性。人们受到的放射性照射大约有 82% 来自天然环境,大约 17% 来自医疗诊断,而来自其他活动的大约仅有 1%。



10. 环境中的天然放射性物质的来源有哪些?

一是宇宙射线。宇宙射线是一种从宇宙空间射到地球上的高能粒子流,包括初级宇宙射线和次级宇宙射线,其中初级宇宙射线由质子(83%~89%)、 α 粒子(10%~15%)、轻核(原子序数 >3 ,4%~26%)、高能电子等组成;次级宇宙射线是初级宇宙射线进入大气层与空气中原子核发生碰撞,引起核反应并产生一系列其他粒子,通过这些粒子自身转变或与周围物质反应而形成的。宇宙射线不是一成不变的,它随着太阳的活动周期而不断地变化。



二是天然放射性核素。天然放射性核素品种很多,性质与状态也各不相同,它们在环境中的分布十分广泛。在岩石、土壤、空气、水、动植物、建筑材料、食品甚至人体内都有天然放射性核素的踪迹。地壳是天然放射性核素的重要贮存库,尤其是原生放射性核素。地壳中的放射性物质主要为铀系、钍系和锕

