

辐射常识

日常辐射防护

戎明海 / 主编

COMMON SENSE AND
DAILY PROTECTION
OF RADIATION

中国环境出版社

辐射常识与 日常辐射防护

COMMON SENSE AND
DAILY PROTECTION
OF RADIATION

戎明海 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (C I P) 数据

辐射常识与日常辐射防护/戎明海主编. —北京: 中国环境出版社,
2015.12

ISBN 978-7-5111-2487-6

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

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第179447号

出版人 王新程
责任编辑 丁枚 邵葵
责任校对 尹芳
插图绘制 杨洪博
设计制作 杨曙荣
封面设计 彭杉

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)

010-67112735 (环评与监察图书分社)

发行热线: 010-67125803 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2015年12月第1版
印 次 2015年12月第1次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 8
字 数 180千字
定 价 38.00元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量, 请寄回本社更换。

《辐射常识与日常辐射防护》编委会

顾 问：潘自强

主 任：戎明海

副主任：谢 起 朱 琨

委 员：（按姓氏笔画排序）

孔令丰 宁 建 陈志东 周新民
周睿东 封章林 黄乃明 蒋宁一

主 编：戎明海

参 编：（按姓氏笔画排序）

刘宝华 张 静 高银银 唐海文
程晓波 鞠 静

审 校：孔令丰 黄乃明 陈志东



序 言

辐射无处不在，广泛存在于宇宙和人类生活环境中。阳光、雷电都会产生电磁辐射。人类无时无刻地接收着来自宇宙的射线、地球天然放射性物质放出的 γ 射线、空气和食物中的各种天然核素的照射。天然辐射是不可改变的，完全是一种自然现象。可以说，从古至今，人类就是在天然辐射环境中繁衍、生息、进化的。

随着科学技术的发展，人工辐射现象越来越广泛，核能的开发、核技术与电磁技术的应用，在造福人类的同时，也会给人类带来现实与潜在的辐射。受到过量的辐射会影响人体健康，因此，公众需要了解和掌握一些必要的辐射防护常识。

广东省辐射防护协会组织编写本书，旨在普及辐射防护常识，为公众在日常生活中预防辐射提供参考。限于编者水平有限，谬误、疏漏在所难免，恳请读者批评指正。

本书出版得到北京森馥科技股份有限公司的大力支持，在此一并表示谢忱。

广东省辐射防护协会会长



2015年12月

目 录

上篇 辐射常识

第1章 辐射概念	3
1.1 电离辐射	4
1.2 电磁辐射	6
1.3 辐射的双重性	7
第2章 辐射来源	9
2.1 天然辐射	10
2.2 人工辐射	12
第3章 辐射的利用	19
3.1 电离辐射	20
3.2 电磁辐射	24
第4章 辐射的危害	25
4.1 电离辐射危害人体的机理	26
4.2 电磁辐射危害人体的机理	29
第5章 辐射度量	33
5.1 电离辐射度量	34
5.2 电磁辐射度量	37
第6章 辐射限值及辐射防护基本要领	39
6.1 电离辐射限值	40

6.2	电磁辐射限值	40
6.3	电离辐射防护	41
6.4	电磁辐射防护	42

下篇 日常辐射防护

第7章	居家防辐射	47
7.1	严防放射性“杀手”——氡气	48
7.2	警惕家电电磁辐射	54
第8章	旅游休闲辐射防护	69
8.1	出行的辐射防护	70
8.2	休闲中的辐射与防护	75
第9章	看病、美容辐射防护	83
9.1	看病时的辐射防护	84
9.2	美容的辐射防护	99
第10章	舌尖上的辐射防护	103
10.1	水	104
10.2	食物	105
10.3	香烟	111
第11章	特殊情况下的辐射防护	113
11.1	核事故时的辐射危害	114
11.2	公众在核事故时的防护措施	115



上 篇
辐 射 常 识

辐射即能量或物质从一点向四周发射的现象。常见的辐射有光辐射、热辐射、电磁辐射、核辐射。在人类的环境生活中，辐射无处不在。

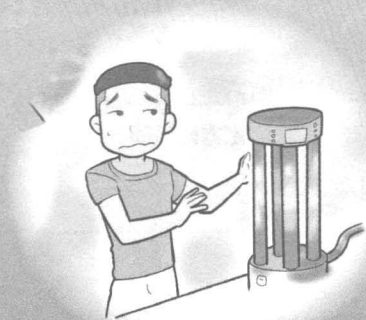
电离辐射来源有宇宙射线、天然放射性核素以及人类利用核反应产生的人工放射性核素、利用射线装置产生的射线。电磁辐射，属于非电离辐射范畴，也可分为天然电磁辐射和人工电磁辐射，其中天然电磁辐射是由某些自然现象引起的，如雷电、火山爆发、地震及太阳黑子引起的磁爆等；人工电磁辐射主要可分为两类即人类利用电磁波作为载体进行信息传输和人类利用电磁波能量进行工业生产、医学诊疗及科学研究等。

电离辐射、电磁辐射等在给人类生活带来巨大便利的同时，若不加以规范管理，则可能给人类健康带来危害。因此，了解电离辐射、电磁辐射等基础知识，掌握基本的防护常识，有利于人类正确利用电离辐射和电磁辐射，达到保护自然、保护公众的目的。

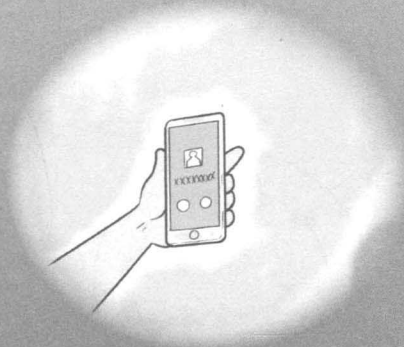
第1章 辐射概念



光辐射



热辐射



电磁辐射

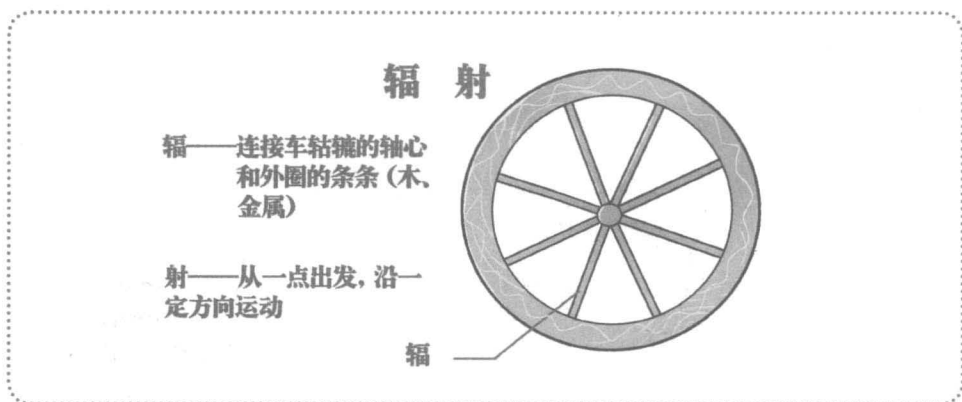


核辐射

1.1 电离辐射

物质电离是指物质从原子、分子或其他束缚态受外界影响释放出一个或多个电子而变为带电离子的过程。

凡具有足够的动能，并能直接或间接引起物质电离的粒子，统称为电离辐射，电离辐射简称辐射或放射。

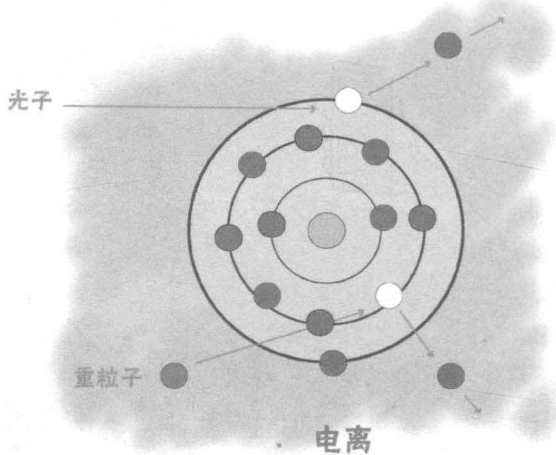


辐射示意图

1.1.1 电离辐射的机理

电离辐射包括带电粒子辐射(如正、负电子,质子和 α 粒子等)和不带电粒子(如X射线、 γ 射线和中子等)辐射。

带电粒子电离过程主要是由具有足够能量的带电粒子与原子核外电子的碰撞引起的,由于带电粒子容易与物质原子的核外



电离辐射示意图

电子发生相互作用，所以带电粒子电离也称直接致电离辐射。

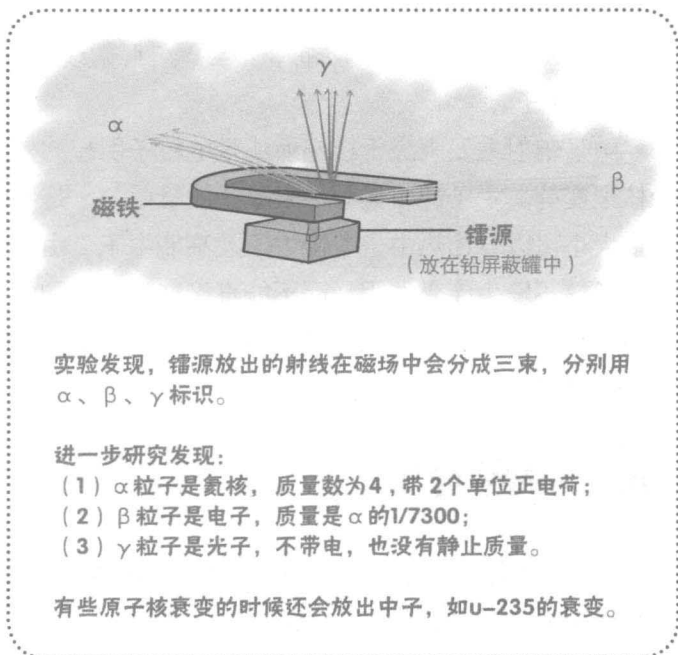
不带电粒子也能使物质电离，但由它们本身造成的电离与由它们所产生的次级带电粒子所引起的电离相比微乎其微，几乎可以忽略。不带电粒子引起的物质电离，主要由其所产生的次级电子所引起的，因此，不带电粒子的电离辐射又称为间接致电离辐射。

1.1.2 射线种类

1.1.2.1 α 射线（或 α 粒子）

α 射线是放射性核素放射出来的高速飞行的氦原子核，带有两个正电荷、质量数接近4、范围在4~10兆电子伏特，它的贯穿能力小，一张薄纸就可以把它挡住，在空气中也只能穿行2~8厘米。但是它电离本领强，属于高LET（线性能量传递）辐射，在通过物质的单位路径上损失的平均能量较大。

可见 α 射线的电离密度是辐射射线中最大，在空气中穿行距离最短，外照射情况下对机体的损伤作用很小；相反，当 α 放射性物质进入人体内后，沉积在人体各组织器官中，不间断放射出射线，构成内照射状态，连续不断地对机体照射，因它的电离密度大，即电离本



射线示意图

领强，对机体造成一定的损伤。对它的重点防护是防止食入、吸收或皮肤浸入途径进入体内。

1.1.2.2 β 射线

β 射线包括正电子和电子（即负电子）以及电子加速器产生的能量接近单一的电子束，其本质都是电子，带有一个单位正电荷或负电荷。 β 射线在空中有较 α 射线大的穿行距离，通常用最大射程来表示。高能电子由于带电，故在通过物质时同样可以引起物质中分子或原子的激发和电离，其电离本领比 α 射线弱，比 X (r) 射线强，LET 处于 α 与 X (r) 射线之间。由于 β 射线带电且在空气中有一定的射程，所以对 β 射线的防护既要注意外照射防护，又要注意内照射防护。

1.1.2.3 X射线和 γ 射线

X射线和 γ 射线本质上都是光子，既不带电又没有静止质量，它们不受原子核及核外电子电场的作用，因而不能直接使原子电离，而是在与物质的相互作用中首先将能量转移给次级带电离子，而间接引起原子电离。所以 X 射线和 γ 射线电离作用小，穿透能力强称为贯穿辐射，但属于低 LET 辐射。

对于 X 射线和 γ 射线的防护，主要是外照射防护。

1.1.2.4 中子

中子辐射主要来源于核辐射或带电粒子引起的核反应，以及重核裂变和轻核聚变等。中子的质量为一个原子质量单位，是不带电粒子。根据中子的能量大小可以分为热中子、慢中子及高能中子。由于中子不带电，它与电子或原子核不发生库仑作用，而不能直接产生激发和电离。但它与物质的相互作用中可以产生多种次级粒子，如质子、 α 粒子、 γ 光子等。这些次级粒子可引起电离和激发，有较强的穿透能力。

1.2 电磁辐射

《电工术语 电磁兼容》(GB/T 4365—2003) 定义：

- ◆ 能量以电磁波的形式由源发射到空间的现象。
- ◆ 能量以电磁波的形式在空间传播。

◆ 有时也引伸包括电磁感应现象。

在环境保护领域，电磁辐射是指能量通过空间传播的所有现象，而不论其是否以电磁波的形式还是以电磁感应或静电感应的形式。即频率可从零赫兹开始，能量以电场、磁场或电磁波的形式传播的所有现象。



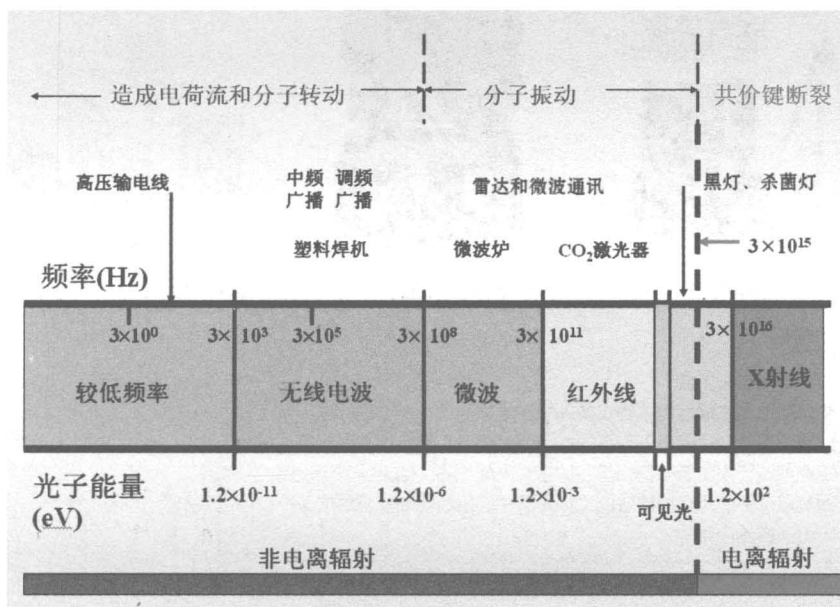
在环境保护领域，表征电磁辐射通常指用电场强度、磁场强度或功率密度。

一般所说的电磁辐射通常限于非电离辐射。

1.3 辐射的双重性

辐射具有双重属性，既是资源，又是污染源。

作为资源，人们可以利用辐射传递信息；可以利用辐射能量进行工业加工和医疗诊疗。



电离辐射与非电离辐射

作为污染源，辐射是一种能量流污染，看不见、摸不着、闻不到，难以感知，只有通过专业的仪器设备才能检测出。

链接

◎ SEM-600 / 电磁辐射分析仪

特点:

- ◆ 从低频到微波 (1Hz - 160GHz) 的超宽频率范围
- ◆ 三维全向探头
- ◆ 显示范围：“全流程设计”人机互动方案
- ◆ 任何环境中均可自动调零的高精确度测量



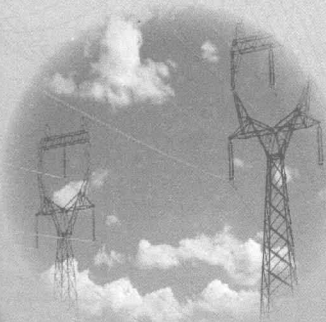
应用:

- ◆ 界定电磁安全区域
- ◆ 测量和监测广播、雷达等设备周边的场强
- ◆ 测量手机基站和卫星通信系统的场强是否符合安全标准限值
- ◆ 工业领域场强测量，例如焊接设备，高频加热、回火、干燥设备
- ◆ 测量以保护使用透热疗法的工作人员和使用其他高频辐射的医疗仪器的人员
- ◆ 电磁兼容的测量

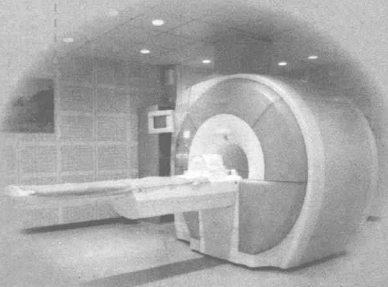
第2章 辐射来源



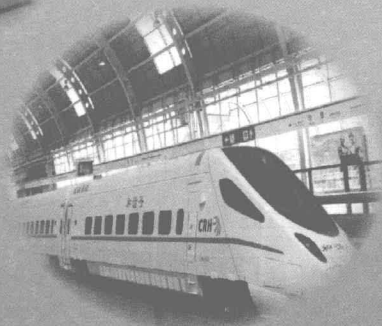
广播电视发射天线



高压输电线路



PET-CT 医用射线装置



城际铁路



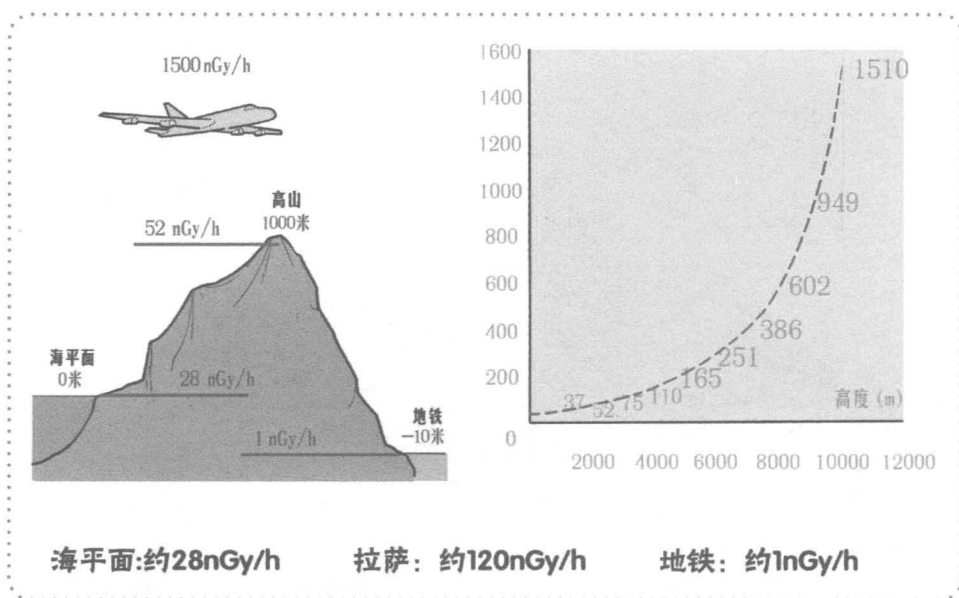
交通干线

2.1 天然辐射

2.1.1 电离辐射

2.1.1.1 宇宙辐射

宇宙辐射又称宇宙射线，是从外部空间到达地球的高能（初级）粒子以及它们在大气层相互作用产生的次级粒子所组成的辐射，在一定范围内，宇宙射线强度随海拔升高而升高。



宇宙射线与海拔示意图

2.1.1.2 自然环境中的放射性核素

在宇宙形成时产生的各种核素，经过几十亿年后，只有半衰期大于 10^8 年的核素尚未衰变尽，这些核素包括钍系、铀系、锕系三个放射性衰变系列及不成系列的长寿命核素，如 ^{40}K 。

各种辐射源占总辐射的比例：