

辐射防护基础

国家环保总局核与辐射安全中心

袁之伦

介绍

- 第一章 放射性的基础知识
- 第二章 电离辐射与物质的相互作用
- 第三章 电离辐射相关的量与单位
- 第四章 电离辐射的生物效应
- 第五章 辐射防护
- 第六章 辐射监测
- 第七章 相关技术标准

第一章 放射性的基础知识

- 一、简述辐射
- 二、简述放射性
- 三、什么是放射系

一、简述辐射

- 人们对辐射的概念并不陌生。一般来说，辐射是指从某种物质中发射出来的波或粒子，有时也说是射线。例如，物体受热向周围介质发射热量叫做热辐射；受激原子退激时发射的紫外线或X射线叫做原子辐射；不稳定的原子核发生衰变时发射的微观粒子叫做原子核辐射，简称核辐射。核辐射粒子有的带电，有的不带电；有的重，有的轻。人们关心的主要有 α 辐射、 β 辐射、 γ 辐射和中子辐射等。

一、简述辐射

- 辐射，像光一样，具有能量，它通过物质时会进行能量传递和交换，与物质发生相互作用。其中一种主要作用方式就是使物质中的原子电离，称为电离。通常我们依它的能量的高低或电离物质的能力，将辐射分成电离辐射和非电离辐射两大类：
- 非电离辐射：指能量低无法电离物质的辐射，例如太阳光、灯光、红外线、微波、无线电波、雷达波等。
- 电离辐射：指能量高能使物质发生电离作用的辐射。电离辐射又区分为：
 - (1) 粒子辐射，如 α 、 β 、中子辐射等，
 - (2) 波的辐射，如 γ 辐射和X射线等。

二、简述放射性

- 1、什么是放射性
- 原子核自发地放射出 α 、 β 、 γ 等各种射线的现象，称为放射性。
- 放射性是1896年法国物理学家贝壳勒尔（H.Becquerel）发现的。他发现铀盐能放射出穿透力很强的，并能使照相底片感光的一种不可见的射线。经过研究表明，它是由三种成份组成的。

二、简述放射性

- 一种是高速运动的氦原子核的粒子束，称为 α 射线，它的电离作用大，贯穿本领小。
- 另一种是高速运动的粒子束，称为 β 射线，它的电离作用较小，贯穿本领大。
- 第三种是波长很短的电磁波，称为 γ 射线。它的电离作用小，贯穿本领大。
- 以上三种射线，由于它们的电离作用贯穿本领，在工业、农业、医学和科学研究重要的应用。

二、简述放射性

- 现在知道，许多天然和人工制造的核素都能自发地放射出射线。除了上述3种射线外，还有正电子、质子、中子和中微子等其它粒子。能放射各种射线的核素，称为放射性核素。发射放射线是核素一种固有的特性，不受加温、加压或加磁场的影响，是由原子核内部的变化引起的，与核外电子状态的改变关系很小。对放射性的研究可以深入了解原子核内部的结构。

二、简述放射性

- 2、什么是半衰期
- 放射性核素的衰变率（或辐射强度）会随着时间的增加而递减。辐射强度每减少一半所需要的时间称为半衰期。各放射性核素的半衰期都是固定不变的，而且各不相同，有如人的指纹一般。例如钴60的半衰期是5.26年，空气中的氡222的半衰期是3.82天。

三、什么是放射系

- 重放射性核素的递次衰变系列称为放射系。它包括了天然放射系和一个人工放射系。
- 自然界存在3个天然放射系，其母体半衰期都很长，与地球的年龄（~10⁹）相近或大于地球年龄，因而经过漫长的地质年代后还能保存下来。它们大多具有 α 放射性，少数具有 β 放射形，一般都伴随有 γ 辐射，但没有一个具有 β^+ 放射性或轨道电子俘获的。每个放射性从母体开始，经过至少是10次连续衰变，最后达到稳定的铅同位素。

三、什么是放射系

- 钍系从Th-232开始，经过连续10次衰变，最后到稳定核素Pb铅-208。该系核素的质量数A都是4的整倍数， $A=4n$ ，所以钍系也叫4n系。母体Th-232的半衰期为 1.4×10^{10} 年。
- 铀系从U-238开始，经过14次连续衰变，最后到稳定核素Pb-206。该系核素的质量数A都是4的整倍数加2， $A=4n+2$ ，所以铀系也叫4n+2系。母体U-238的半衰期为 4.468×10^9 年。
- 锕系从U-235开始，经过11次连续衰变，最后到稳定核素Pb-207。由于U-235俗称锕铀，故该系称为锕系。该系核素的质量数A都是4的整倍数加3， $A=4n+3$ ，所以锕系也叫4n+3系。母体U-235的半衰期为 7.038×10^8 年。
- 除了上述3个天然放射系外，还有一个用人工方法获得的人工放射系。系中Np-237的半衰期最长，为 2.14×10^6 年。所以这个人工放射系叫镎系。该系核素的质量数A都是4的整倍数加1， $A=4n+1$ ，因此也称 $A=4n+1$ 系。

第二章 电离辐射与物质的相互作用

- 在搞清楚电离辐射对人体的危害之前，首先需要了解电离辐射和物质是如何相互作用的。现在叙述4种主要的电离辐射和物质相互作用的情况，即 α 粒子， β 粒子， γ 射线(包括X射线)和中子与物质的相互作用。

一、 α 粒子与物质的相互作用

- α 粒子是带2个单位正电荷,质量数为4的氦原子核,是个带电的粒子,一般由质量较重的放射性原子核发射,能量为不连续的,能量通常为4—9 Mev。 α 粒子通过物质时,能量转移(损失)的主要方式是电离和激发。在射线和物质相互作用时,电离也是其他各种射线损失能量的主要方式。
- α 粒子的射程非常短,1个5Mev的 α 粒子在空气中的射程大约是3.5cm,在铝金属中只有23 μm ,因此,一般认为 α 粒子不会对人体造成外照射的损害.但当其进入人体的组织或器官时,其能量会全部被组织和器管所吸收,所以内照射的危害是必须考虑的。

二、 β 粒子与物质的相互作用

- β 射线是高速运动的电子,带有1个负电荷,质量为氢原子质量的 $1/1840$,当其与物质相互作用时,也会引起物质原子的电离和激发, β 粒子的质量比 α 粒子的质量要小得多,所以1个与 α 粒子的能量相同的 β 粒子,在同一种物质中的射程要比 α 粒子长得多.例如,1个能量为5 Mev的 α 粒子,在空气中的射程只有3.5cm,而1个能量为5 Mev的 β 粒子,在空气中的最大射程可达20m。
- 与 α 粒子不同, β 粒子穿过物质时,有明显的散射现象,其特点是 β 粒子的运动方向发生了改变。当运动方向发生大的改变(例如偏折)时, β 粒子的一部分动能会以X射线的形式辐射出来,这种辐射叫韧致辐射。韧致辐射的强度既与阻止物质的原子序数 Z 的平方成正比,还与 β 射线的能量成正比。
- 由于对X射线的屏蔽要比对 β 射线本身的屏蔽困难得多,所以对 β 射线的屏蔽,通常要选用原子序数比较低的物质,诸如像有机玻璃和铝这样的材料,作为 β 射线的屏蔽物质,从而使得 β 射线在屏蔽材料中转变为韧致辐射的份额较少。但对于放射性活度及 β 粒子的能量均较高的 β 辐射源,最好在轻材料屏蔽的后面,再添加一定厚度的重物质屏蔽材料,以屏蔽掉韧致辐射。

三、 γ 射线与物质的相互作用

- γ 射线是不带电的中性粒子(也即是电磁波), 其静止质量等于零, 也称为光子。当 γ 射线和物质相互作用时, 同带电粒子与物质的相互作用情况大不相同, γ 射线不能使物质直接电离和激发, 也没有射程的概念。
- γ 射线与物质相互作用有3种主要形式, 即光电效应, 康普敦效应和电子对效应。
- 能量较低的 γ 射线, 在物质中主要产生光电效应; 中等能量时, 主要产生康普敦效应; 而能量较高时, 主要是电子对效应。3种效应都会产生能使物质的原子电离或激发的次级电子, 而次级电子在物质中的射程不长, 所以在考虑对 γ 射线的屏蔽时, 不需要另外采取防护措施。这就是说, 3种效应产生次数的多少, 即是物质吸收 γ 辐射多少的标志。
- 理论和实践都证明, 光电效应正比于吸收物质的原子序数 Z 的4次方, 康普顿效应正比于 Z/A , 而电子对效应正比于 Z 平方. 因此屏蔽 γ 射线时, 以采用原子序数高的重物质为最好, 例如铅。

四、中子与物质的相互作用

- 中子的质量与质子的质量大约相等,并且中子与 γ 射线一样也不带电。因此,中子与原子核或电子之间没有静电作用。当中子与物质相互作用时,主要是和原子核内的核力相互作用,与外壳层的电子不会发生作用。
- 中子与物质相互作用的类型主要取决于中子的能量。在辐射防护中,根据中子能量的高低,可以把中子分为慢中子(能量小于5 keV,其中能量为0.025eV 的称为热中子),中能中子(其能量范围为5-100 keV),和快中子(0.1-500MeV)3种。
- 中子与物质的原子核相互作用过程基本上可以分为两类:散射和吸收。散射又可以分为弹性散射和非弹性散射。慢中子与原子核作用的主要形式是吸收。中能中子和快中子与物质作用的主要形式是弹性散射。对于能量大于10MeV的快中子,以非弹性散射为主。
- 在上述的中子和物质的相互作用过程中,除了弹性散射之外,其余各种现象均会产生次级辐射。从辐射防护的观点来看,是相当重要的。在实际工作中,大多数情况遇到的是快中子,快中子与轻物质发生弹性散射时,损失的能量要比与重物质作用时多得多,例如,当快中子与氢核碰撞时,交给反冲质子的能量可以达到中子能量的一半.因此含氢多的物质,像水和石蜡等均是屏蔽中子的最好材料,同时水和石蜡,由于价格低廉,容易获得,效果又好,是最常用的中子屏蔽材料。

第三章 电离辐射相关的量与单位

- 辐射的单位分为放射性活度单位和辐射剂量单位两大类，均由国际辐射单位及度量委员会（ICRU）所公布，称作国际制单位（SI单位）。以下简述几个重要的辐射量和单位。

一、活度 (activity), A

- 放射性核素在单位时间内产生自发性衰变的次数, 即衰变率, 称为放射性活度。活度的单位是「贝可」, 简写成Bq, 它定义为
- 1贝可 (Bq) = 1衰变/秒
- 贝可是用来表示一个辐射源 (如钴60) 的强度 (衰变率)。
- 另一个常用的旧的单位是「居里」:
- 1居里 (Ci) = 3.7×10^{10} 贝可 (Bq)

二、照射量 (Exposure), X

- 照射量表示X或 γ 射线在单位质量小体积元空气中, 释放出来的全部电子(负电子和正电子)被完全阻止于空气中时, 空气中形成的一种符号的离子总电荷的绝对值, 其单位是「库仑/千克」, 简写成C/kg。曾经以伦琴为单位, 简写为R:
- 1伦琴 (R) = 2.58×10^{-4} 库仑/千克 (C/kg)
- 照射量率就是单位时间内的照射量。照射量较小时, 常用毫伦或微伦表示, 因此照射量率也类似地应用毫伦/小时或微伦/秒表示

三、吸收剂量（absorbed dose）,D

- 单位质量的物质（千克）吸收的辐射能量（焦耳），称为吸收剂量。吸收剂量的单位是「戈瑞」，简写为Gy,它定义为
- 1戈瑞（Gy）=1焦耳/千克
- 每小时平均接受的吸收剂量称为吸收剂量率，单位戈瑞/小时（Gy/h），也有毫戈瑞/小时（mGy/h），微戈瑞/小时（ μ Gy/h）。

四、当量剂量（equivalent dose）,HT

- 不同种类的辐射（ α 、 β 、 γ 、中子）照射人体，虽使人体有相同的吸收剂量，但却会造成不同的伤害现象。为此，针对不同种类的辐射定出辐射权重因数（WR），代表不同辐射对人体组织造成不同程度的生物伤害，它们的值列于下表：

辐射种类	辐射权重因数
光子，电子及介子，所有能量	1
质子（不包括反冲质子），能量大于2MeV	5
中子	5 ~ 20
α 粒子、裂变碎片、重核	20

四、当量剂量（equivalent dose）,HT

- 当量剂量即为人体的吸收剂量和辐射权重因数的乘积，它已经含有辐射对人体伤害的意义的了。它的单位是「希沃特」，简称「希」，简写成Sv，定义为：
- HT （希沃特）= D （戈瑞） \times W
- 也有毫希沃特（mSv），微希沃特（ μ Sv）。我们拍一张胸部X光片，胸部组织大约接受0.1毫希沃特剂量。
- 从辐射权重因数 W 值可知， α 粒子虽然穿透力很弱但健康危害却很大，如把铀235等放射 α 粒子的同位素吃进体内，则会对体内组织造成较大的伤害。

五、有效剂量（effective dose），E

- 由于人体各种组织器官对辐射的敏感度不同，所以虽接受相同的当量剂量，但造成的健康损失（患癌症或不良遗传）的风险（概率）却不同，也就是说**不同的组织器官，照射相同的辐射所造成的伤害不同**。因此又定出「组织权重因数」（WT）来代表各组织器官接受辐射对健康损失的概率。
- 若把各组织器官的当量剂量（HT），与其权重因数的乘积再累加起来，即成为有效剂量（E）。E代表全身的辐射剂量，用来评估辐射可能造成我们健康效应的风险，单位也是希沃特（Sv）。

组织器官的组织权重因数(WT)

器官或组织	W_T
性腺	0.20
(红)骨髓	0.12
结肠	0.12
肺	0.12
胃	0.12
膀胱	0.05
乳腺	0.05
肝脏	0.05
食道	0.05
甲状腺	0.05
皮肤	0.01
骨表面	0.01
其余组织和器官	0.05

第四章 电离辐射的生物效应

- 一、辐射损伤的机理
- 二、电离辐射对人体的作用
- 三、效应的类型

一、辐射损伤的机理

- 辐射对人体的作用是一个极其复杂的过程。人体从吸收辐射能量开始，到生成生物效应，乃至机体的损伤和死亡为止，涉及许多不同性质的变化。
- 在辐射的作用下，人体内的生物大分子，如核酸、蛋白质等会被电离或激发。这些生物大分子的性质会因此而改变，细胞的功能及代谢亦遭到破坏。实验证明辐射可令DNA断裂或阻碍分子复制。此外，人体内的生物大分子存在于大量水分子中，当辐射作用于水分子时，水分子亦会被电离或激发，生成有害的自由基(如 $\text{OH}\cdot$ 、 H^+ 自由基等)，继而使在水分子环境中的生物大分子受到损伤。
- 虽然辐射可能对人体造成损伤，但如剂量不高，机体可以通过自身的代谢过程对受损伤的细胞或局部组织进行修复，这种修复作用程度的大小，既与原初损伤的程度有关，又可能因个体间的差异而有所不同。

二、电离辐射对人体的作用

- 电离辐射对人体的作用可以概括为两种作用：
 - （一）是对细胞的杀伤作用。辐射使受照射细胞死亡或受伤，细胞数目减少或功能降低，结果影响了受照射组织或器官的功能，表现为非随机性效应，如急性放射病、造血功能障碍。轻者表现为致伤、致病效应，如可产生恶心、疲劳、呕吐、血相有变化。重者表现为毛发脱落、厌食、全身虚弱、体温增高、出现紫斑、苍白、鼻血、迅速消瘦，甚至出现死亡。受照剂量超过4戈瑞时，50%的受照者可能死亡，超过6戈瑞时，死亡可能达100%。在正常情况下一般不发生这种事故。但违反操作规程、核爆、无屏蔽的照射可能产生严重后果。
 - （二）是对细胞的诱变作用
主要表现为诱发细胞发生癌变（致癌）、还有诱发基因突变（致突）、先天性畸形（致畸），即“三致”作用。
电离辐射是非常特异的致癌因子。也是人类首先证实的致突剂。突变可分为基因突变，也可谓染色体损伤而导致的突变。在人体的突变后果中多数是有害的。体细胞突变可能诱发癌症，性细胞突变导致遗传损伤，辐射对胚胎的作用，而导致的先天性畸形。

三、效应的类型

- 辐射影响人体的第一个特点是所吸收的能量不大，但生物效应严重。例如，接受了达10戈的致死剂量后，人体温度只因所吸收的能量而升高 0.02°C ，而这个剂量却可使全部受照者死亡。
- 第二个特点是生物损伤有潜伏期。急性效应可以在几小时到几天内出现，而远期效应一般都在几年以后出现。
- 射线对机体的影响，由于受多种因素的影响所引起的临床反应亦多种多样。射线对人体的损伤显现在受照者本身时称躯体(本体)效应。如影响到受照者后代则称遗传效应。按对受照者损伤的范围不同又可分全身效应(如急、慢性放射病)。单一组织的效应(如皮肤损伤、眼晶体损伤等)和胎内照射的效应(如胎儿畸型等)。若从射线作用于机体后产生效应的时间考虑，尚可分近期和远期效应。

三、效应的类型

- 根据国际放射防护委员会的新建议，将辐射、生物效应分为随机效应和非随机效应。随机效应是指发生的几率(而非严重程度)与剂量的大小有关的效应。对于这种效应不存在剂量的阈值，任何微小的剂量也可引起效应，只是发生的几率极其微小而已。在辐射防护所涉及的剂量范围内，遗传效应和致癌效应为随机效应。非随机效应的严重程度则随着剂量的变化而改变，对于这种效应可能存在着剂量的阈值。它是某些特殊组织所独有的躯体性效应。例如眼晶体的白内障，皮肤的良性损伤，骨髓内细胞的减少，从而引起造血障碍，性细胞的损伤引起生育能力的损害等。
- (一) 随机效应：其发生的几率与剂量大小有关的效应；无剂量阈值；
 1. 癌症
 2. 白血病
 3. 遗传效应
 4. 受照组织或器官的危险度。
- (二) 确定性效应（非随机效应）：其严重程度与剂量大小有关的效应；有剂量阈值；
 1. 诱发白内障
 2. 皮肤的良性损伤
 3. 造血功能障碍
 4. 生育能力的损害。

第五章 辐射防护

- 一、辐射防护的目的
- 二、辐射防护的原则
- 三、辐射防护的方法
- 四、个人剂量限值

一、辐射防护的目的

- 防止有害的确定性效应，并限制随机效应的发生率，使之达到被认为可以接受的水平。
- 为了防止确定性效应的产生，制定了足够低的剂量限值，保证即使在终身或全部工龄期间受到照射也不会产生有害的确定性效应。限制随机性效应的发生率的办法是使一切具有正当理由的照射，保持在合理做到得最低水平。

二、辐射防护的原则

国家辐射防护规定中指出：一切带有辐射的实践和设施的选址、设计、运行和退役，必须遵守辐射防护三原则。

辐射防护三原则：

- (1) 实践的正当性:在施行伴有辐射照射的任何实践之前,都必须经过正当性判断,确认这种实践具有正当的理由,是获得利益大于代价（包括健康损害和非健康损害的代价）。
- (2) 辐射防护的最优化: 应避免一切不必要的照射,在考虑到经济和社会因素的条件下,所有辐射照射都保持在合理达到的尽量低的水平。
- (3) 对个人剂量的限制: 用剂量限值对个人所受到的照射加以限制。

三、辐射防护的方法

(一) 体外照射的防护

- 时间、距离、屏蔽三方法。
- 时间防护—缩短受照时间:缩短受照时间是简易而有效的防护措施,为此,应避免一切不必要的在辐射场逗留,即使工作需要,也尽量缩短在辐射场逗留时间。
- 距离防护—增大与辐射源的距离:人体受到照射的剂量率接近与距离的平方成反比。就是说,距离增加1倍,剂量率则减少到原来的1/4,操作者与辐射源之间有足够的距离是十分必要的。
- 屏蔽防护—人与源之间设置防护屏障:在放射防护不可能无限制地缩短受照时间和增大与源的距离。那么采用屏障防护是实用而有效的防护措施。利用铅板,钢板或水泥墙屏蔽,保障安全。

(二) 体内照射的防护

- 放射性物质进入体内的途径有:饮食、呼吸、皮肤吸收、伤口侵入。因此,体内照射的防护方法就是避免食入、减少吸入、增加排泄、避免在污染区逗留。此外还要加强场所除污工作,以减少人员的体内污染的机会。用剂量限值对个人所受到的照射加以限制。

四、个人剂量限值

剂量限值分两类：一类适用于辐射工作人员，另一类适用于公众成员，具体规定见下表：

剂量限值	5年平均(毫希/年)	任一年值(毫希/年)
职业照射	20	50
公众照射	1	5

第六章 辐射监测

- 一、辐射监测原理概述
- 二、辐射探测器的种类
- 三、辐射监测仪的选择
- 四、常用辐射监测仪

一、辐射监测原理概述

- 辐射是不能够感知的，就是说不能凭借人的感觉器官（视觉、嗅觉和触觉等）察觉它而采取自卫和防预。也许这正是人们对它感到忧虑不安得一个原因。因此，对装有放射性物质的容器或辐射危险区，应贴电离辐射警示标识。对电离辐射的“感知”必须依靠专门的探测仪器。
- 探测原理：辐射与物质相互作用后，会是物质发生变化，这包括物理变化和化学变化，这就是辐射的物理效应和化学效应，这些效应包括：（1）气体的电离；（2）固体中的电离；（3）固体中的激发；（4）化学系统的改变等。通过监测受照物质发生的这些变化，来“感知”辐射的存在和水平。

二、辐射探测器的种类

- (一) 气体探测器

入射带电粒子通过气体时，由于与气体分子的电离碰撞而逐次损失能量，最后被阻止下来。碰撞的结果使气体分子电离或激发，并在粒子通过的径迹上生成大量的离子对。通过电子器件收集并测量这些离子对以监测相作用的辐射。通常有：电离室探测器、正比计数器（管）和盖革-弥勒（G-M）计数器（管）等。

- (二) 闪烁探测器

辐射与某些透明物质发生相互作用，会使其电离、激发并发射荧光，通过光电倍增管将发射的光转换成电信号并加以记录以监测相作用的辐射。测量 γ 射线最常用的闪烁体是碘化钠（NaI）晶体。

- (三) 半导体探测器

用半导体代替气体探测器中的气体，这样就形成半导体探测器。常用的半导体有硅和锗。例如：金硅面垒探测器、高纯锗探测器。

- (四) 其他探测器

化学法：硫酸亚铁剂量计、核乳胶等；

固体发光法：荧光玻璃剂量计；

热致发光法：热释光剂量计（TLD）。

三、辐射监测仪的选择

选择和使用辐射监测仪器，主要应考虑以下四个方面：

- （一）监测射线的类型：是什么类型射线，是只有一种射线，还是同时有几种射线的混合场；
- （二）仪器的能量响应和可测的能量范围；
- （三）仪器的量程；
- （四）仪器使用条件和现场测量要求。

四、常用辐射监测仪

- (一) 个人剂量仪
剂量笔、胶片胸章剂量计、热释光剂量计、荧光玻璃剂量计、个人剂量报警仪(电子式)。
- (二) 巡测仪
这主要用于工作场所和环境的辐射监测。常用的有 γ 剂量率监测仪、 α 和 β 表面污染监测仪等。
- (三) 固定监测仪
这种监测仪器多用于大型辐射场所进行定点剂量监测，使用相应的探测器和各种记录显示装置以及备有报警装置。

第七章 相关技术标准

- 一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
GB18871-2002
- 二、《 γ 射线探伤机》 GB/T 14058-1993
- 三、《工业 γ 射线探伤防护标准》 GBZ 132-2002

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002

(一) 《基本标准》产生背景

我国于1995年由当时的卫生部、国家核安全局、国家环保总局和中国核工业总公司四部委组建了新的国家辐射防护基本标准的研制班子，着手研制我国新的辐射防护基本标准，这一新国标从根本上结束我国当时同时存在由不同部门制定的两个放射防护基本标准的不正常状况（《放射卫生防护基本标准》GB4792-1984和《辐射防护规定》GB8703-1988），也必然等效采用ICRP60号出版物的有关内容。《电离辐射防护和辐射源安全的基本标准》于2002年10月8日发布，于2003年4月1日正式实施。

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 GB18871-2002

(二) 《基本标准》适用范围

- 标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求。
- 标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。
- 标准不适用于非电离辐射（如微波、紫外线、可见光及红外辐射等）对人员可能造成的危害的防护。

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 GB18871-2002

● (三) 《基本标准》结构框架

- 1、范围
- 2、定义
- 3、一般要求
- 4、对实践的主要要求
- 5、对干预的主要要求
- 6、职业照射的控制
- 7、医疗照射的控制
- 8、公众照射的控制
- 9、潜在照射的控制——源的安全
- 10、应急照射情况的干预
- 11、持续照射情况的干预
- 附录A (标准的附录) 豁免
- 附录B (标准的附录) 剂量限值与表面污染控制水平
- 附录C (标准的附录) 非密封源工作场所的分级
- 附录D (标准的附录) 放射性核素的毒性分组
- 附录E (标准的附录) 任何情况下预期应进行干预的剂量水平和应急照射情况的干预水平与行动水平
- 附录F (标准的附录) 电离辐射的标志和警告标志
- 附录G (提示的附录) 放射诊断和核医学诊断的医疗照射指导水平
- 附录H (提示的附录) 持续照射情况的行动水平
- 附录J (标准的附录) 术语和定义

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 GB18871-2002

（四）辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

● 1、控制区

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

● 2、监督区

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

● 3、非密封源工作场所的分级：非密封源工作场所的分级应按附录C（标准的附录）的规定进行。

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 GB18871-2002

（五）剂量限值与表面污染控制水平

- 见附录B（标准的附录） 剂量限值与表面污染控制水平。

二、《 γ 射线探伤机》 GB/T 14058-1993

（一）《 γ 射线探伤机》的主题内容与适用范围

- 本标准规定了 γ 射线探伤机的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存等内容。
- 本标准适用于采用密封放射源发射的 γ 射线作工业用射线照相的探伤机产品。

二、《 γ 射线探伤机》 GB/T 14058-1993

(二) 《 γ 射线探伤机》的产品分类

γ 射线探伤机按源容器的可移动性分为三类：

- P类：手提式。一个人能手提的，可携带式源容器。
- M类：移动式。源容器可移动但不是手提式的，设计成能以适当的专用设备较容易移动。
- F类：固定式。固定安装的源容器，或只能在某一特定工作区域内作有限移动的源容器。

二、《γ射线探伤机》 GB/T 14058-1993

(三) 源容器附近的辐射水平

- 制造的源容器，应使其在装有最大活度值的密封源并锁闭在安全位置时下表中第4栏的极限值及第2栏和第3栏所列极限值中的一个。

1	照射量率极限值		
	2	3	4
类别	容器外表面	离容器外表面 50 mm 处	离容器外表面 1 m 处
P	14.3(200)	3.6(50)	0.1(2)
M		7.2(100)	0.4(5)
F			0.7(10)

二、《γ射线探伤机》 GB/T 14058-1993

源容器周围空气比释动能率控制值 ($\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$)

探伤机类别	容器外表面	距容器外表面	
		50mm	1m
手提式	2	0.5	0.02
移动式	2	1	0.05
固定式	2	1	0.10

三、《工业 γ 射线探伤防护标准》 GBZ 132-2002

(一) 固定式探伤的放射防护要求

- 辐射防护墙外5cm处剂量率应小于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。
- 辐射防护门的防护性能应与同侧墙相同，其外5cm处的剂量率应小于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

(二) 移动式探伤的放射防护要求

- 进行探伤作业前，必须先将工作场所划分为控制区和监督区。
- 控制区边界外空气比释动能率应低于 $40\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。
- 监督区位于控制区外，允许有关人员在此区活动，培训人员或探访者也可进入该区域。其边界剂量应不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

三、《工业 γ 射线探伤防护标准》 GBZ 132-2002

(三) 放射源的更换

- 操作人员在一次更换过程中所接受的当量剂量不应超过0.5mSv。

(四) 放射防护监测

- 1、作业人员的个人剂量监测；
- 2、 γ 射线探伤机防护性能监测；
- 3、作业场所的防护监测。

感谢

