

关于放射职业危害 及工作人员职业健 康管理

一、电离辐射与职业照射

1. 电离辐射的概念与种类

- **电离辐射**：指由直接或间接电离粒子或由两者混合组成的任何辐射。电离辐射一般可分为直接电离辐射和间接电离辐射。
 - **直接电离辐射**：具有足够动能、碰撞时能引起电离的带电粒子，如正电子、负电子、质子、 α 粒子、重离子等，称为直接电离粒子。由直接电离粒子组成的辐射称为直接电离辐射。
 - **间接电离辐射**：与物质相互作用，能产生直接电离粒子的中性粒子，如中子、光子（ γ 射线和X射线）等，称为间接电离粒子。由间接电离粒子组成的辐射称为间接电离辐射。

2. 辐射作用于人体的方式

- 根据辐射源与人体的相对位置，可将辐射作用于人体的方式分为外照射、内照射、放射性核素体表污染及复合照射等。

3. 职业照射

- **职业照射（occupational exposure）**：是指除了国家有关法规和标准所排除的照射以及根据国家有关法规和标准予以豁免的实践或源所产生的照射以外，工作人员在其工作过程中所受的所有照射。
- **放射工作人员**：是指在放射工作单位职业活动中受到电离辐射照射的人员。

- **放射工作单位：**是指开展下列工作的企业、事业单位和个体经济组织：
- 放射性同位素（非密封放射性物质和放射源）的生产、使用、运输、贮存和废弃处理；
- 射线装置的生产、使用和维修；核燃料循环中的铀矿开采、铀矿水冶、铀的浓缩和转化、燃料制造、反应堆运行、燃料后处理和核燃料循环中的研究活动；
- 放射性同位素、射线装置和放射工作场所的辐射监测；
- 卫生部规定的与电离辐射有关的其他工作。

表1 职业照射的分类及其代号

照射源	职业分类及其代号
1 核燃料循环	铀矿开采1A 铀矿水冶1B 铀的浓缩和转化1C 燃料制造1D 反应堆运行1E 燃料后处理1F 核燃料循环研究1G
2 医学应用	诊断放射学2A 牙科放射学2B 核医学2C 放射治疗2D 介入放射学2E 其它2F
3 工业应用	工业辐照3A 工业探伤3B 发光涂料工业3C 放射性同位素生产3D 测井3E 加速器运行3F 其它3G
4 天然源	民用航空4A 煤矿开采4B 其它矿藏开采4C 石油和天然气工业4D 矿物和矿石处理4E 其它4F
6 其它	教育5A 兽医学5B 科学研究5C 其它5D

4. 电离辐射的健康效应

电离辐射作用于人体后，其能量传递给机体的分子、细胞、组织和器官所造成的形态和功能改变的后果，称为**辐射生物效应**。

- **随机性效应**：是指发生几率与剂量成正比而严重程度与剂量无关的辐射效应。一般认为，在辐射防护感兴趣的低剂量范围内，这种效应的发生不存在剂量阈值。主要的随机性效应是遗传效应和致癌效应。
- **确定性效应**：是指通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应（如眼晶体的白内障，皮肤的放射损伤等），超过阈值时，剂量愈高则效应的严重程度越大。

- **宫内照射效应：**发育中的胚胎或胎儿对电离辐射高度敏感。辐射照射对胚胎或胎儿的效应，取决于照射发生相对于受精的时间以及总的吸收剂量。宫内照射效应，需要考虑两种效应，这就是发育异常（确定性效应）和在儿童期或成年期发生癌症（随机性效应）。

- 月经来潮后的头10天，射线对宫内照射没有危害，因为在这段时间内不会受孕。
- 受精卵植入前期（受精后0~10d）和植入期（受精后10~14d），通常认为此阶段的细胞损伤更可能的是引起胚胎死亡而不是对活产儿产生随机性效应。
- 受精后第3~8周（主要器官形成期）受照可导致畸形、白内障和生长缓慢。

- 妊娠第8~25周中枢神经系统对辐射特别敏感，可能引起严重的智力迟缓。
- 第8~15周的危险大于第16~25周，但没有证据证明妊娠8~15周内，在短期内受到小于0.1Gy的照射，能产生致畸效应。

二. 职业照射的防护

1. 放射防护的概念体系

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）将照射类型分为三类：职业照射、医疗照射和公众照射。

- **职业照射 (occupational exposure)**：是指除了国家有关法规和标准所排除的照射以及根据国家有关法规和标准予以豁免的实践或源所产生的照射以外，工作人员在其工作过程中所受的所有照射。

- **医疗照射 (medical exposure)**：包括患者（或不一定患病的受检者）因自身医学诊断或治疗所受的照射、知情但自愿帮助和安慰患者的人员（不包括施行诊断的执业医师和医技人员）所受的照射，以及生物医学研究计划中的志愿者所受的照射。

- **公众照射 (public exposure)**：是指公众成员所受的辐射源的照射，包括获准的源和实践所产生的照射和在干预情况下受到的照射，但不包括职业照射、医疗照射和当地正常天然本底辐射的照射。

放射防护通用原则

- **实践的正当性：**对于一项涉及照射的实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。对于不具有正当的实践及该实践中的源，就不得采用。
- **防护的最优化：**对一项实践中的任一特定源，个人剂量的大小，受照的人数，以及在不是肯定受到照射的情形下其发生的可能程度，在考虑了经济和社会因素后，应当全部保持在可以合理做到的尽量低的程度。
- **个人剂量限值：**个人受到所有有关实践合并产生的照射，应当遵守剂量限值，或者在潜在照射的情形下遵守对危险的某些控制。其目的是为了保证个人不会受到从这些实践来的正常情况下被断定为不可接受的辐射危险。

2. 职业照射的个人剂量限值

剂量限值 (dose limit)：是指受控实践使个人所受到的有效剂量或剂量当量不得超过的值。剂量限值对个人剂量提供了一个明确的界限，其目的是防止受到来自所有实践的照射产生过分的个人危害。

任何工作人员的职业照射水平不应超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续5年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

3. 公众照射的个人剂量限值

公众关键人群组成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某单一年份的有效剂量可提高到5mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；
- d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

4. 应急照射中从事干预工作人员的防护

- 在事故情况下也可发生职业照射，特别是参与应急的工作人员。应该尽一切可能，使进行干预活动的工作人员的剂量保持低于职业照射的最大单一年份剂量限值，即为50mSv。

- 除下列情况而采取行动外，从事干预的工作人员所受到的照射不应超过职业照射的最大单一年剂量限值：
 - 为抢救生命或避免严重损伤；
 - 为避免大的集体剂量；
 - 为防止演变成灾难性情况。

- 对于这些情况而言，通常防护目标应是使剂量保持在最大单一年份剂量限值的两倍以下（即有效剂量低于**100mSv**，皮肤的当量剂量低于**1Sv**，和对眼晶体的当量剂量低于**300mSv**）。
- 如果工作人员要从事的行动会使他们受到的剂量可能接近或超过最大单一年份剂量限值的**10**倍，只有在行动给他人带来的利益明显大于工作人员本人所承受的危险时，才应该采取该行动。

三. 个人剂量监测和评价

- **个人剂量监测**：是指利用工作人员个人佩戴的剂量计所进行的测量，或是测量在他们体表、体内或排泄物中放射性核素的种类和活度以及对这些测量结果的解释。
- 个人剂量监测包括外照射个人剂量监测、内照射个人剂量监测和皮肤污染的个人剂量监测。

1. 外照射个人剂量监测

■ 监测目的

- ①得到有效剂量的评价，获得受到有意义照射的组织中当量剂量的评价，以说明符合管理要求和法规的要求；
- ②为控制操作和设施的设计提供信息；
- ③在事故过量照射的情况下，为启动和支持适当的健康监护和治疗提供有价值的信息。

■ 监测原则

对于任何在控制区工作或有时进入控制区工作且可能受到显著职业外照射的工作人员，或其职业外照射年有效剂量可能超过**5mSv/a**的工作人员，均应进行外照射个人剂量监测。

对于在监督区工作或偶尔进入控制区工作、预计其职业外照射年有效剂量在**1mSv/a~5mSv/a**范围内的工作人员，应尽可能进行外照射个人剂量监测。

■ 监测的量

- 职业外照射个人剂量监测所要测量的量是个人剂量当量 $HP(d)$ ， d 指人体表面指定点下面的深度。根据 d 取值的不同，可分成：

- (a) $HP(0.07)$ ，适用于体表下0.07mm深处的器官或组织，多用于皮肤。
- (b) $HP(3)$ ，适用于体表下3mm深处的器官或组织，多用于眼晶体。
- (c) $HP(10)$ ，适用于体表下10mm深处的器官或组织，在特定条件下也适用于有效剂量评价。

■ 监测周期

常规监测周期一般为1个月，也可视具体情况延长或缩短，但最长不得超过3个月。

2. 内照射个人剂量监测

■ 监测目的

- ①估算待积有效剂量，需要时估算严重受照组织的待积当量剂量，以验证是否符合审管要求；
- ②有助于设施的设计和运行控制；
- ③在事故照射情况下，为启动和支持任何适宜的健康监护和治疗提供有价值的资料。

■ 监测原则

对于在控制区内工作并可能有放射性核素显著摄入的工作人员（包括使用呼吸防护用具的人员），应进行常规个人剂量监测；

如有可能，对所有受到职业照射的人员均应进行个人剂量监测，但如果经验证明，放射性核素年摄入量产生的待积有效剂量不可能超过1mSv时，一般可不进行个人剂量监测，但要进行工作场所监测。

■ 监测方法

- ①全身或器官中放射性核素的直接测量；
- ②排泄物或其他生物样品分析；
- ③空气采样分析。

3. 皮肤放射性污染监测

■ 监测目的

①测量皮肤放射性污染程度，判断其与表面污染控制水平或剂量限值的符合情况；

② 探测可能扩散到控制区外的污染，以便及时决定是否采取去污或其它合适的防护措施，防止污染继续扩散，控制和减少人体对放射性物质的吸收；

③在工作人员万一受到过量照射时，为启动和支持适当的健康监护及医学治疗提供信息；

④为制定内照射个人评价计划和修订操作规程提供资料。

■ 监测项目

皮肤污染监测的主要项目包括：人体暴露部位（如手、足及头发等）的放射性表面污染监测；工作人员穿戴的防护用品及内衣等的放射性表面污染监测。

4. 个人剂量评价

一般原则：

① 当放射工作人员的年受照剂量小于**5mSv**时，只需记录个人剂量监测的剂量结果。

② 当放射工作人员的年受照剂量达到或超过**5mSv**时，除应记录个人剂量监测结果外，还应进一步进行调查。

- ③ 当放射工作人员的年受照剂量大于年限值**20 mSv**时，除应记录个人剂量监测结果外，还应估算人员主要受照器官或组织的当量剂量；必要时，尚需估算人员的有效剂量，以进行安全评价，并查明原因，改进防护措施。

四. 放射工作人员职业健康检查

1. 职业健康检查机构应具备的条件

- 根据《中华人民共和国职业病防治法》第三十二条和《职业健康监护管理办法》（卫生部令第23号）第五条的规定，从事职业健康检查的机构需具备的条件是：

①应是医疗机构，具有法人资格，持有《医疗机构执业许可证》；

②应由省级人民政府卫生行政部门批准，并在《医疗机构执业许可证》上注明获准开展的医疗性职业卫生服务项目（职业健康检查）；

- ③具有与开展的职业健康检查项目相适应的主检医师及其他医疗卫生技术人员；
- ④具有与开展的职业健康检查项目相适应的仪器、设备；
- ⑤具有健全的职业健康检查质量管理制度；
- ⑥有规定数量的具有执业医师资格的职业卫生医师。

2. 对从事职业健康检查医生的要求

- 负责放射工作人员职业健康检查的医师必须是具有执业医师资格的合格医生。医师应熟悉放射卫生防护与放射性疾病诊断标准以及相关法规。主检医师应取得**职业性放射性疾病诊断医师**资格。

3. 检查内容和检查周期

- 根据《中华人民共和国职业病防治法》、《放射工作人员职业健康管理暂行办法》和《职业健康监护管理办法》，放射工作人员的职业健康检查包括上岗前、在岗期间、离岗时和应急（或事故）照射的健康检查。
- 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》第四十五条规定，放射工作人员职业健康检查项目及职业健康检查表由卫生部制定。放射工作人员职业健康检查项目见《放射工作人员职业健康管理暂行办法》的附件2。放射工作人员职业健康检查表应当按照《放射工作人员职业健康管理暂行办法》附件3执行。

放射工作人员职业健康检查项目

上岗前检查项目	在岗期间检查项目	离岗前检查项目	应急/事故照射检查项目
<p>1、必检项目 医学史、职业史调查；内科、皮肤科常规检查；眼科检查（色觉、视力、晶体裂隙灯检查、玻璃体、眼底）；血常规和白细胞分类；尿常规；肝功能；肾功能检查；外周血淋巴细胞染色体畸变分析；胸部 X 线检查；心电图；腹部 B 超。</p> <p>2、选检项目^{a)} 耳鼻喉科、视野（核电厂放射工作人员）；心理测试（核电厂操纵员和高级操纵员）；甲状腺功能；肺功能（放射性矿山工作人员，接受内照射、需要穿戴呼吸防护装置的人员）；</p>	<p>1、必检项目 医学史、职业史调查；内科、皮肤科常规检查；眼科检查（色觉、视力、晶体裂隙灯检查、玻璃体、眼底）；血常规和白细胞分类；尿常规；肝功能；肾功能检查；外周血淋巴细胞微核试验；胸部 X 线检查</p> <p>2、选检项目^{a)} 心电图；腹部 B 超；甲状腺功能；血清睾丸酮；外周血淋巴细胞染色体畸变分析；痰细胞学检查和/或肺功能检查（放射性矿山工作人员，接受内照射、需要穿戴呼吸防护装置的人员）；使用全身计数器进行体内放射性核素滞留量的检测（从事非密封源操作的人员）</p>	<p>1、必检项目 医学史、职业史调查；内科、皮肤科常规检查；眼科检查（色觉、视力、晶体裂隙灯检查、玻璃体、眼底）；血常规和白细胞分类；尿常规；肝功能；肾功能检查；外周血淋巴细胞染色体畸变分析；胸部 X 线检查；心电图；腹部 B 超。</p> <p>2、选检项目^{a)} 耳鼻喉科、视野（核电厂放射工作人员）；心理测试（核电厂操纵员和高级操纵员）；甲状腺功能；肺功能（放射性矿山工作人员，接受内照射、需要穿戴呼吸防护装置的人员）；使用全身计数器进行体内放射性核素滞留量的检测（从事非密封源操作的人员）</p>	<p>1、必检项目 应急/事故照射史、医学史、职业史调查；详细的内科、外科、眼科、皮肤科、神经科检查；血常规和白细胞分类（连续取样）；尿常规；外周血淋巴细胞染色体畸变分析；外周血淋巴细胞微核试验；胸部 X 线摄影（在留取细胞遗传学检查所需血样后）；心电图。</p> <p>2、选检项目^{a)} 根据受照和损伤的具体情况，参照 GB 18196—2000、GB/T 18199—2000、GBZ112—2002、GBZ104—2002、GBZ96—2002、GBZ/T 151—2002、GBZ113—2002、GBZ106—2002 等有关标准进行必要的检查和医学处理。</p>
<p>注： a) 根据职业受照的性质、类型和工作人员健康损害状况选检。</p>			

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/478142104065006061>