

放射防护知识及 基础结构



成都市疾病预防控制中心 潘兴平

2019年9月

主要内容

一、放射防护基础知识概述

二、放射防护相关法律法规

三、放射防护常用标准简介

一、电离辐射与非电离辐射

电离辐射- 可引起物质电离的辐射： α 、 β 、 γ 、X 射线，宇宙线，中子、质子、正负电子、重粒子、裂变碎片等。

天然电离辐射：

初级宇宙线，次级宇宙线

宇生核素： ^3H ， ^7Be ， ^{14}C ， ^{22}Na

地壳中的放射性核素：

铀系(44.7亿年)；钍系(141亿年)；
锕系(7.04亿年)；镎系(2.2百万年)

^{40}K (128亿年)， ^{87}Rb (475亿年)

人工电离辐射：

2000多种人工放射性核素：

如 ^{60}Co ， ^{137}Cs ， ^{90}Sr ， ^{131}I ， ^{140}Ba
等；

半衰期10年以上100种。

二、涉及放射性对健康影响的主要因素

- **辐射源：** 可以通过发射电离辐射或释放放射性物质而引起辐射照射的一切物质或实体。如X射线机-放射诊疗实践中的源；核电厂-核动力发电实践中的源。

健康效应

确定性效应与随机性效应

从辐射防护的需要考虑，根据国际放射防护委员会（**International Commission of Radiation Protection, ICRP**）26号出版物按剂量-效应关系将电离辐射生物效应分为**确定性效应**（**deterministic effect**）和**随机性效应**（**stochastic effect**）。

在辐射防护的研究和实践中，尽可能降低随机性效应的频度和防止确定性效应的发生，以达到减少机体损伤的目的。

1. 确定性效应：如果机体组织或器官受到照射，有足够多的细胞被杀死或不能繁殖和发挥正常功能（细胞的丢失率 $>$ 补偿率），将会丧失器官的功能。

由于组织或器官丢失了大量的细胞，临床上可查出该组织或器官的严重功能性损伤。这种效应的严重程度与剂量有关，且有一定阈剂量，一般为**0.5 Gy/a**，持续照射为**0.4 Gy/a**。当低于阈剂量时，由于细胞丢失较少，不会出现组织或器官的功能损伤，即损伤的概率为零；当高于阈剂量时，照射剂量越大损伤越严重，发生此种效应的概率也越高，很快达到**1**，即**100%**。

由于不同组织的辐射敏感性不同，辐照后发生确定性效应的阈值也有明显的差异。一般地讲，超过阈剂量越大，确定性效应的发生率越高，且严重程度越重。

因此，全身或任何组织和器官受到电离辐射，均可发生不同类型不同程度的确定性效应。但以往实践证明，确定性效应包括全身小剂量照射的生物效应、大剂量照射所致不同类型不同程度的放射病及局部组织器官受照所致的损伤，如骨髓、甲状腺、肺脏、眼晶体、皮肤及性腺损伤。

2. 随机性效应：当机体受到电离辐射作用后，一些体细胞受损而死亡；另一些体细胞发生了变异而未死亡，有可能形成变异的子细胞克隆。当机体的防御机制不健全时，这种变异的子细胞克隆可能导致恶性病变，即发生癌症。其发生癌症的概率（不是严重程度）随照射剂量的增加而加大，而严重程度与照射剂量无关，不存在阈剂量，产生这种辐射效应称为随机性效应。

随机性效应是一种“全”或“无”的效应。辐射致癌就是典型的一种随机性效应。

如果这种变异发生在生殖细胞（精子或卵子），基因突变的信息会传递给后代，产生的这种随机性效应成为遗传效应。因此，**随机性效应**可以是躯体效应（辐射诱发癌症），也可以是遗传效应（损伤发生在后代）；而**确定性效应**都是躯体效应，只造成个体本身组织或器官的损伤。

确定性效应和随机性效应的发生频率或严重程度，与照射剂量的关系如图1所示。

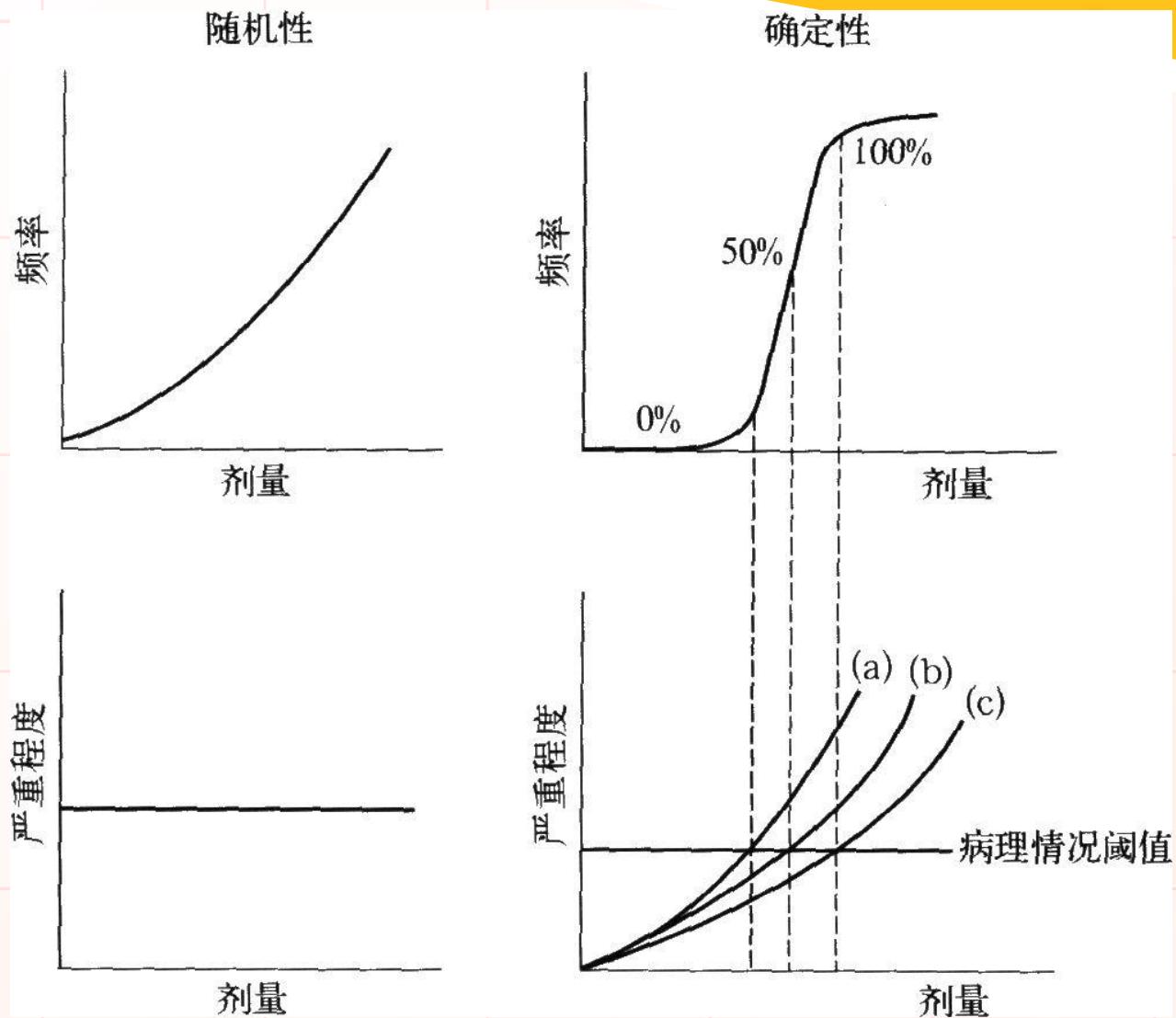


图1 确定性效应与随机性效应剂量-效应曲线的特征

右下图的(a)、(b)和(c)表示受照射个体中不同敏感性的变动情况。

三、辐射防护的基本原则

任何辐射都会带来一定程度的危害，但鉴于从辐射中所得到的利益，有时不得不接受一定剂量辐照的危险。为了达到完全防止确定性效应的发生，并将随机性效应限制到可以接受水平的目的，**ICRP**提出了“**辐射实践的正当性、辐射防护的最优化和个人剂量限值**”**3项辐射防护的基本原则**。

这**3项基本原则**是相互关联的，**辐射实践的正当性**是其防护最优化过程的前提，**个人剂量限值**是其最优化的约束条件，因而构成了一套完整的**辐射防护体系**，并为各国际组织和多数国家所采纳。

四、我国现行辐射防护的基本剂量限值

我国现行辐射防护的基本剂量限值，也就是辐射防护标准，是开发和应用电离辐射单位、职业性工作人员及辐射防护工作者必须遵从的技术和行为法规。其内容包括剂量限值（数据标准）和行为准则（行为标准）。

五、外照射和内照射防护措施

（一）外照射防护措施

外照射（**external exposure**）保护的目的在于控制辐射对人体的照射，使之保持合理达到的最低水平，保障个人所受的剂量不超过规定的标准。

一般来说，涉及外照射防护的辐射主要包括X、 γ 和 β 射线及中子照射等，其防护包括**时间防护**、**距离防护**和**屏蔽防护**3种措施。

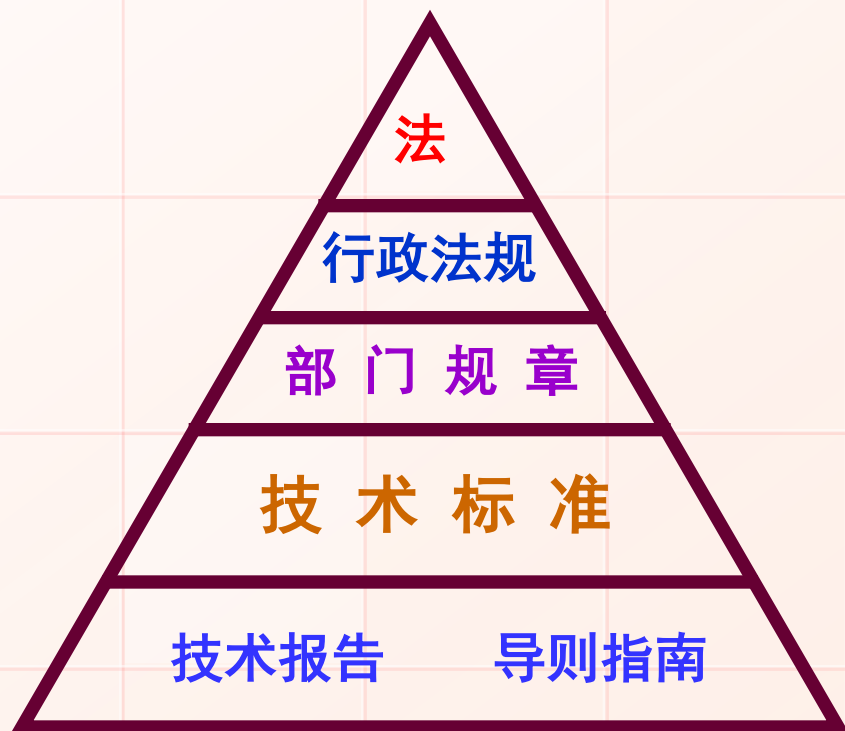
（二）内照射防护措施

内照射（**internal exposure**）防护的原则是尽一切可能防止放射性核素通过口、呼吸道和皮肤进入人体内。并且，尽量减少污染，定期进行污染检查和监测，将放射性核素的年摄入量控制在国家规定的限值以内。其防护措施包括以下5个方面。

1. 围封隔离；
2. 保洁去污；
3. 个人防护；
4. 建立内照射监测系统
5. 放射性废物处理

- 放射防护基础结构（**Infrastructure**）

- 放射防护法规标准
- 审管部门（**Regulatory authority**）
- 足够的资源
- 足够数量受过培训的人员



《中华人民共和国职业病防治法》

- 经**2001年10月27日**九届全国人大常委会第**24**次会议通过，**2002年5月1日**起施行；
- 根据**2011年12月31日**十一届全国人大常委会第**24**次会议《关于修改〈中华人民共和国职业病防治法〉的决定》修正；
- 根据**2016年7月2日**第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议通过关于修改《中华人民共和国职业病防治法》等六部法律的决定修正；
- 根据**2018年12月29日**第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第四次修正）。

《中华人民共和国职业病防治法》

- 第二条：职业病，是指企业、事业单位和个体经济组织等用人单位的劳动者在职业活动中，因接触粉尘、放射性物质和其他有毒、有害因素而引起的疾病。

《中华人民共和国职业病防治法》

- 第十九条：“国家对从事放射性、高毒、高危粉尘等作业实行特殊管理。具体管理办法由国务院制定。”

放射性同位素与射线装置安全和防护条例（国务院第449号令）

- 第三条 国务院环境保护主管部门对全国放射性同位素、射线装置的安全和防护工作实施统一监督管理。

国务院公安、卫生等部门按照职责分工和本条例的规定，对有关放射性同位素、射线装置的安全和防护工作实施监督管理。

放射性同位素与射线装置安全和防护条例（国务院第449号令）

- 第七条 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：
 - （一）有与所从事的生产、销售、使用活动规模相适应的，具备相应专业知识和防护知识及健康条件的专业技术人员；
 - （二）有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；
 - （三）有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全和防护管理人员，并配备必要的防护用品和监测仪器；
 - （四）有健全的安全和防护管理规章制度、辐射事故应急措施；
 - （五）产生放射性废气、废液、固体废物的，具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。

放射性同位素与射线装置安全和防护条例（国务院第449号令）

- 第八条 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当事先向有审批权的环境保护主管部门提出许可申请，并提交符合本条例第七条规定条件的证明材料。——《辐射安全许可证》

使用放射性同位素和射线装置进行放射诊疗的医疗卫生机构，还应当获得放射源诊疗技术和医用辐射机构许可。——《放射诊疗许可证》

放射性同位素与射线装置安全和防护条例（国务院第449号令）

- 第四条 国家对放射源和射线装置实行分类管理。根据放射源、射线装置对人体健康和环境的潜在危害程度，从高到低将放射源分为 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类。

《射线装置分类办法》

- 根据射线装置对人体健康和环境可能造成危害的程度，从高到低将射线装置分为 I 类、II 类、III 类。按照使用用途分医用射线装置和非医用射线装置。

射线装置分类

装置类别	医用射线装置	非医用射线装置
I 类射线装置	质子治疗装置	生产放射性同位素用加速器 (不含制备正电子发射计算机断层显像装置(PET)用放射性药物的加速器)
	重离子治疗装置	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器
	其他粒子能量大于等于 100 兆电子伏的医用加速器	/

射线装置分类

装置类别	医用射线装置	非医用射线装置
II类射线装置	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	粒子能量小于 100 兆电子伏的非医用加速器
	制备正电子发射计算机断层显像装置（ PET ）放射性药物的加速器	工业辐照用加速器
	X 射线治疗机（深部、浅部）	工业探伤用加速器
	术中放射治疗装置	安全检查用加速器
	血管造影用 X 射线装置 ¹	车辆检查用 X 射线装置
	/	工业用 X 射线计算机断层扫描（ CT ）装置
	/	工业用 X 射线探伤装置 ^{5, 6}
	/	中子发生器

射线装置分类

装置类别	医用射线装置	非医用射线装置
Ⅲ类射线装置	医用X 射线计算机断层扫描（CT）装置 ²	人体安全检查用X 射线装置
	医用诊断X 射线装置 ³	X 射线行李包检查装置 ⁷
	口腔（牙科）X 射线装置 ⁴	X 射线衍射仪
	放射治疗模拟定位装置	X 射线荧光仪
	X 射线血液辐照仪	其他各类X 射线检测装置（测厚、称重、测孔径、测密度等）
	/	离子注（植）入装置
	/	兽用X 射线装置
	/	电子束焊机 ⁸
	其他不能被豁免的X 射线装置	

标注说明：

- **1.血管造影用X 射线装置**

包括用于心血管介入术、外周血管介入术、神经介入术等的X 射线装置，以及含具备数字减影（**DSA**）血管造影功能的设备。

- **2.医用X 射线计算机断层扫描（CT）装置**

包括医学影像用**CT** 机、放疗**CT** 模拟定位机、核医学**SPECT/CT** 和**PET/CT** 等。

标注说明:

- **3.医用诊断X 射线装置**

包括X 射线摄影装置、床旁X 射线摄影装置、X 射线透视装置、移动X 射线C 臂机、移动X 射线G 臂机、手术用X 射线机、X 射线碎石机、乳腺X 射线装置、胃肠X 射线机、X 射线骨密度仪等常见X 射线诊断设备和开展非血管造影用X 射线装置。

- **4.口腔（牙科）X 射线装置**

包括口腔内X 射线装置（牙片机）、口腔外X 射线装置（含全景机和口腔CT 机）。

标注说明:

- **5.工业用X 射线探伤装置**

分为自屏蔽式X 射线探伤装置和其他工业用X 射线探伤装置，后者包括固定式X 射线探伤系统、便携式X 射线探伤机、移动式X 射线探伤装置和X 射线照相仪等利用X射线进行无损探伤检测的装置。

- **6.对自屏蔽式X 射线探伤装置的生产、销售活动按 II 类射线装置管理；使用活动按III类射线装置管理。**

标注说明:

- 7.对公共场所柜式X 射线行李包检查装置的生产、销售活动按Ⅲ类射线装置管理；对其设备的用户单位实行豁免管理。
- 8.对电子束焊机的生产、销售活动按Ⅲ类射线装置管理；对其设备使用用户单位实行豁免管理。

X射线影像诊断



介入放射学设备



核医学设备

PET-CT



放射治疗设备



电子直线加速器



后装治疗机

放射性同位素与射线装置安全许可管理办法

- **2006年1月18日国家环境保护总局令第31号公布；**
- **根据2008年11月21日环境保护部2008年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》修正；**
- **根据2017年12月12日环境保护部第五次部务会议通过的《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正。**

放射性同位素与射线装置安全许可管理办法

- 第二条 在中华人民共和国境内生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位（以下简称“辐射工作单位”），应当依照本办法的规定，取得辐射安全许可证（以下简称“许可证”）。

进口、转让放射性同位素，进行放射性同位素野外示踪试验，应当依照本办法的规定报批。

出口放射性同位素，应当依照本办法的规定办理有关手续。

使用放射性同位素的单位将放射性同位素转移到外省、自治区、直辖市使用的，应当依照本办法的规定备案。

本办法所称放射性同位素包括放射源和非密封放射性物质。

《放射诊疗管理规定》（卫生部第46号令）

- 第二条 本规定适用于开展放射诊疗工作的医疗机构。

本规定所称放射诊疗工作，是指使用放射性同位素、射线装置进行临床医学诊断、治疗和健康检查的活动。

- 第三条 卫生部负责全国放射诊疗工作的监督管理。

县级以上地方人民政府卫生行政部门负责本行政区域内放射诊疗工作的监督管理。

《放射诊疗管理规定》（卫生部第46号令）

第三章 放射诊疗的设置与批准

第十一条 医疗机构设置放射诊疗项目，应当按照其开展的放射诊疗工作的类别，分别向相应的卫生行政部门提出建设项目卫生审查、竣工验收和设置放射诊疗项目申请：

- （一）开展放射治疗、核医学工作的，向省级卫生行政部门申请办理；
- （二）开展介入放射学工作的，向设区的市级卫生行政部门申请办理；
- （三）开展X射线影像诊断工作的，向县级卫生行政部门申请办理。

同时开展不同类别放射诊疗工作的，向具有高类别审批权的卫生行政部门申请办理。

《放射诊疗管理规定》（卫生部第46号令）

- 第十二条 新建、扩建、改建放射诊疗建设项目，医疗机构**应当在建设项目施工前**向相应的卫生行政部门**提交**职业病危害放射防护**预评价报告**，申请进行建设项目卫生审查。
- 立体定向放射治疗、质子治疗、重离子治疗、带回旋加速器的正电子发射断层扫描诊断等放射诊疗建设项目，还应当提交卫生部指定的放射卫生技术机构出具的预评价报告技术审查意见。

《放射诊疗管理规定》（卫生部第46号令）

- 第十三条 医疗机构在放射诊疗建设项目**竣工验收前**，应当进行**职业病危害控制效果评价（不等同于环评！！！）**。
- 立体定向放射治疗、质子治疗、重离子治疗、带回旋加速器的正电子发射断层扫描诊断等放射诊疗建设项目，应当提交卫生部指定的放射卫生技术机构出具的职业病危害控制效果评价报告技术审查意见和设备性能检测报告。

放射诊疗建设项目卫生审查管理规定

卫监发[2012]25号文

第一条 为进一步规范放射诊疗建设项目卫生审查管理工作，根据《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射诊疗管理规定》等法律、法规和规章，制定本规定。

第二条 本规定适用于放射诊疗建设项目的职业病危害放射防护评价审核、放射防护设施竣工验收等卫生审查活动。

放射诊疗建设项目卫生审查管理规定

卫监发[2012]25号文

第三条:

- 县级以上地方卫生行政部门负责本辖区放射诊疗建设项目的卫生审查。
- 省级卫生行政部门负责放射治疗、核医学建设项目的卫生审查。
- 地市级卫生行政部门负责介入放射学建设项目的卫生审查。
- 县区级卫生行政部门负责X射线影像诊断建设项目的卫生审查。
- 同一医疗机构有不同类别放射诊疗建设项目的卫生审查由具有高类别审批权限的卫生行政部门负责。
- 省级卫生行政部门可以根据本地区实际情况，调整审批权限。

放射诊疗建设项目卫生审查管理规定

卫监发[2012]25号文

- 第四条:

放射诊疗建设项目按照可能产生的放射性危害程度与诊疗风险分为**危害严重**和**危害一般**两类。

危害严重类的放射诊疗建设项目包括立体定向放射治疗装置（**γ**刀、**X**刀等）、医用加速器、质子治疗装置、重离子治疗装置、钴-**60**治疗机、中子治疗装置与后装治疗机等放射治疗设施，正电子发射计算机断层显像装置（**PET**）与单光子发射计算机断层显像装置（**SPECT**）及使用放射性药物进行治疗的核医学设施。其他放射诊疗建设项目为危害一般类。

放射诊疗建设项目卫生审查管理规定

卫监发[2012]25号文

- 第五条 建设单位应当在**可行性论证阶段**和**竣工验收前**分别委托具备相应资质的放射卫生技术服务机构编制放射诊疗建设项目职业病危害放射防护预评价报告和职业病危害控制效果放射防护评价报告。

四川省卫生厅文件 川卫办发〔2012〕748号

- 按照《管理规定》的要求，结合四川实际，对放射诊疗建设项目的卫生审查实行分级分类管理。
 - 1.省卫生厅负责放射治疗、核医学建设项目的卫生审查。
 - 2.市（州）卫生局负责介入放射学、X射线影像诊断建设项目的卫生审查。
 - 3.县（区）级卫生行政部门不承担项目审查任务。
- 同一医疗机构有不同类别放射诊疗建设项目的卫生审查由具有高类别审批权限的卫生行政部门负责。

审核和验收

- （一）预评价审核。

参与放射诊疗建设项目职业病危害放射防护预评价审核的专家须从四川省放射卫生技术评审专家库中抽取，并且应当是与审核项目相一致的专业类别的专家。

危害一般类的放射诊疗建设项目（包括X射线CT机和500mA以上的X射线机）由承担评价的放射卫生技术服务机构从四川省放射诊疗建设项目审查专家库中抽选的3名专家，以会审的形式组织进行技术评审，提出评审意见。

审核和验收

- 危害严重类的放射诊疗建设项目由承担评价的放射卫生技术服务机构从四川省放射诊疗建设项目审查专家库抽选**5**名专家，以会审的形式组织进行技术评审，提出评审意见。立体定向放射治疗装置、质子治疗装置、重离子治疗装置、中子治疗装置和正电子发射计算机断层显像装置（**PET**）等项目预评价报告的评审，从国家级放射卫生技术评审专家库抽取的专家应不少于专家总数的**2/5**。

审核和验收

- （二）竣工验收。

危害一般类的放射诊疗建设项目（包括X射线CT机和500mA以上的X射线机）由卫生行政部门组织从四川省放射诊疗建设项目审查专家库抽选3名专家对放射诊疗建设项目职业病危害控制效果评价报告进行审查，并进行职业病放射防护设施竣工验收。

《关于进一步规范放射诊疗建设项目卫生审查管理的通知》

- **2017年9月18日** 四川省卫生和计划生育委员会
- 简政放权、放管结合、优化服务改革；
- 按照《四川省卫生和计划生育委员会关于开展医疗机构许可“综合审批、多证合一”制度改革的意见》（川卫发[2017]132号）文件要求。

《关于进一步规范放射诊疗建设项目卫生审查管理的通知》

一、调整放射诊疗建设项目卫生审查管理权限

结合我省实际，自本通知下发之日起，医疗机构申请放射诊疗建设项目的卫生审查，由分级分类管理调整为分级管理，实现放射诊疗建设项目卫生审查和发放《医疗机构执业许可证》同步。

医疗机构在申请X射线影像、介入放射学、放射治疗、核医学建设项目的卫生审查时，向为其发放《医疗机构执业许可证》的卫生计生行政部门申请办理。

《关于进一步规范放射诊疗建设项目卫生审查管理的通知》

二、提高审查能力，规范审查程序

对危害**严重类**的放射诊疗建设项目（见附件），各级卫生计生行政部门对放射性职业病危害预评价报告进行审核、**对控制效果评价报告进行评审**、组织进行职业病放射防护设施竣工验收时，要从四川省放射卫生技术评审专家库中抽取不少于**3名**专家进行审查，严把审查关。

放射诊疗建设项目职业病放射防护设施竣工验收与放射诊疗许可实行综合审批，申请单位向有许可权限的卫生计生行政部门同时提交两项申请，各级卫生计生行政部门应在放射诊疗许可承诺时限内办结。

《关于进一步规范放射诊疗建设项目卫生审查管理的通知》

三、加大检查力度，强化事中事后监管

各地要加大“综合审批，多证合一”制度实施后对医疗机构放射诊疗行为的监督检查力度，**将日常监督检查与“双随机”监督抽检有机结合**，扎实开展专项监督检查，确保履职到位，严厉查处违法违规行为，切实维护人民群众和医务人员健康权益。

危害严重类的放射诊疗建设项目

- 立体定向放射治疗装置（ γ 刀、X刀等）
- 医用加速器
- 质子治疗装置
- 重离子治疗装置
- 钴-60治疗机
- 中子治疗装置
- 后装治疗机
- 正电子发射计算机断层显像装置（PET）
- 单光子发射计算机断层显像装置（SPECT）
- 使用放射性药物进行治疗的核医学设施

- 《放射工作人员职业健康管理办法》
(卫生部令第55号)
- 《职业卫生技术服务机构管理办法》
- 《建设项目职业病危害评价规范》

放射卫生标准的分类

- 放射卫生标准有多种分类方式：
 - **按作用范围**：国家标准、专业标准、地方标准、企业标准
 - **按约束性**：强制性标准、推荐性标准
- 放射卫生标准多为涉及人体健康、安全并在全国强制执行的国家强制性技术标准。我国已发布涉及放射卫生防护的标准（含放射病诊断标准）近80项。这些标准按其性质和使用范围可以分为以下6类：

- ①放射卫生防护**基础标准**：《**电离辐射防护与辐射源安全基本标准**》（**GB18871-2002**）是最重要的基础标准，是制定其他相关标准的重要依据；
- ②**职业照射**的防护标准：职业照射的防护标准是放射卫生标准中**数量最多**的一类。如核电站、工业X射线探伤等应用场所均制定了相应的卫生防护标准；
- ③**公众照射**的防护标准：包括**食品中放射性浓度限制标准、建筑材料中放射性限量标准以及室内氡浓度**等有关标准；

- ④**医疗照射**防护标准：比较最重的是《医用X射线诊断放射防护要求》（**GBZ130-2013**）代替**GBZ130-2002,GBZ138-2002**；《医用常规X射线诊断设备质量控制检测规范》（**WS76—2017**）代替**WS76—2011**；
- ⑤**放射病诊断**标准及处理原则：包括**内、外照射急、慢性放射病诊断标准、放射工作人员的健康标准**等有关标准和处理原则；
- ⑥**监测规范和方法**标准：对**γ能谱测量、氡的测量**均制定了相应的方法标准。一般来说，限量标准和监测规范中所附的测量方法是强制性的，而独立的测量方法多为推荐性的。

常用标准

- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
(**GB18871-2002**)
- 《医用X射线诊断放射防护要求》
(**GBZ130-2013**)
- 《医用常规X射线诊断设备质量控制检测
规范》 (**WS76—2017**)

常用标准

- 《X射线计算机断层摄影装置质量保证检测规范》（**GB 17589-2011**）
- 《X射线计算机断层摄影放射卫生防护标准》（**GBZ165-2012**）
- 《医用X射线CT机房的辐射屏蔽规范》（**GBZT180-2006**）

- 《职业性外照射个人监测规范》
(**GBZ 128—2016**)
- 《放射工作人员健康要求》
(**GBZ98-2017**)
- 《放射工作人员职业健康监护技术规范》
(**GBZ235-2011**)

GB18871-2002

个人剂量限值的变化

- 低于16岁不得接受职业照射
- 小于18岁，除非为培训，并接受监督，否则不得在控制区工作
- 16~18岁的职业照射剂量限值
- 普通放射工作人员剂量限值
- 妇女职业照射的规定

GB18871-2002

剂量约束（1）

约束：对源的相关限值

约束是对新源的最优化过程预定的上界。

调查水平和医学照射指导水平与约束概念近似

调查水平是针对回顾性评价，在超过这一水平时，应进一步检查与分析，以确定照射是否达到最优化。

医学照射指导水平是针对病人，如果某类检查的剂量多次超过参考水平而无医学方面的理由，则应进行调查。

GB18871-2002

剂量约束（2）

- 潜在照射时的——剂量约束、剂量限制
- 职业照射时的——个人剂量水平（最优化与个人剂量限值）
- 医疗照射时的——指导水平
- 其他运用中的—— ^{131}I 治疗

GB18871-2002

- 正常照射和潜在照射
危险
概率
剂量响应等

GB18871-2002

□重视医疗照射

施行各种医疗照射

涉及放射防护领域中
职业照射、医疗照射、
公众照射、潜在照射
等多种照射的防护

GB18871-2002

□重视医疗照射

医疗照射影响面广

—— 遍及城乡各地，
涉及人数众多

GB18871-2002

- 尤其：利弊权衡特别，
 - 剂量相差悬殊
 - 易偏向医疗目的
 - 而忽视防护最优化
- 公众照射防护中要考虑某些医疗照射患者可能给亲属造成的影响等

GB18871-2002

- 医疗照射的控制
- 明确保证患者防护与安全的责任
- 医疗照射的正当性判断
- 医疗照射的防护最优化
- 医疗照射的指导水平与剂量约束
- 重视防范事故性医疗照射

GB18871-2002

□ 典型成年受检者 X 射线透视 的剂量率指导水平

X 射 线 机 类 型	入射体表剂量率 (mGy / min)
普通医用诊断 X 射线机	50
有影像增强器的 X 射线机	25
有影像增强器并有自动亮度控制系统的 X 射线机	100

表列值为空气中的吸收剂量（包括反散射）

GB18871-2002

- 医疗照射的指导水平
- 推动医疗照射防护最优化的新举措
- 只针对诊断性医疗照射
- 相当于调查水平，不是限值
- 典型值应用中注意灵活性
- 适时修订以不断提高优化水平

GB18871-2002

纵深防御

- 纵深防御指对给定的安全目标运用多种防护措施，使得即使其中一种防护措施失效，可以由其他防御措施予以弥补或修正，从而仍能达到安全目标。
- 纵深防御是主要的防护安全技术要求。
- 纵深防御的运用可有效防止可能引起的事故照射。
- 纵深防御的运用可能减轻发生事故的后果。
- 一旦发生事故，纵深防御的运用可有效使源恢复安全状态。

GB18871-2002

- 实践：拟议中的、继续进行中的活动所产生的，可控制的照射情况。
- 干预：既成事实的，不可控制的照射情况
（历史遗留放射性残留物，事故照射，天然照射）

GB18871-2002

豁免

- 豁免是管理要求的特殊形式。
- 区分管与不管的豁免准则是明确的，可以由准则导出的豁免水平对应于一定的情景和假设条件的。
- 符合豁免准则，经审管部门同意的才可以豁免——没有自动豁免。
- 对于尚未被证明的实践不应豁免。

GB18871-2002

- 运营要求（1）

主要责任方：许可证持有者（法人）

有关责任方：有关执业医师、有关医技人员、辐射防护负责人、合格专家、医用辐射设备供方

GB18871-2002

- 运营要求（2）
 - A、制定把防护与安全视为高于一切的方针和程序
 - B、及时查清和纠正影响防护与安全的问题，采用的解决方法要与问题的重要性相适应。

GB18871-2002

- 运营要求（3）
- C、明确规定每个有关人员对防护与安全的责任，每个人员都应接受适当培训并具有相应的资格。
- D、明确规定进行防护与安全决策的权责关系
- E、作出组织安排并建立有效的通信渠道，保持防护与安全信息在注册者（或许可证持有者）各级部门内和部门间的畅通。

《医用X射线诊断放射防护要求》 GBZ130-2013

- 总则
- X射线设备**防护**性能的技术要求
- X射线设备**机房**防护设施的技术要求
- 医用X射线诊断防护**安全操作**要求
- X射线设备及场所的防护检测要求

1 标准的适用范围

- 本标准规定了医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、X 射线诊断操作的通用防护安全要求及其相关检测要求。
- 本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学实践。
- 模拟定位设备参照本标准执行。

4、X射线设备防护性能的技术要求

4.1 X射线设备防护性能的通用要求:

4.1.1 各种 X 射线设备 X 射线束的第一半值层应符合附录 A 的规定

4.1.2 除乳腺摄影用 X 射线设备外, X 射线源组件中遮挡 X 射线束部件的等效滤过应符合如下规定:

- a) 在正常使用中不可拆卸的滤过部件, 应不小于**0.5mmAl**。
- b) 应用工具才能拆卸的滤片和固有滤过(不可拆卸的)的总滤过, 应不小于**1.5mmAl**。

4.1.3 除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外, 投向患者 X 射线束中的物质所形成的等效总滤过, 应不小于**2.5mmAl**。标称 X 射线管电压不超过**70kV** 的牙科 X 射线设备, 其总滤过应不小于**1.5mmAl**。标称 X 射线管电压不超过**50kV** 的乳腺摄影专用 X 射线设备, 其总滤过应不小于**0.03mmMo**。

4、X射线设备防护性能的技术要求

4.4牙科摄影用X射线设备防护性能的专用要求：

4.4.3牙科全景体层摄影的X射线设备，应有限束装置，防止X射线束超出X射线影像接收器平面或胶片的宽度。

4.4.4口内片牙科摄影的X射线源组件应配备集光筒，并使X射线束限制在集光筒出口平面的最大几何尺寸（直径 / 对角线）不超过60 mm 范围内。

4.4.5 连接曝光开关的电缆长度应不小于2 m，或配置遥控曝光开关。

5、X射线设备机房防护设施的技术要求

- **5.1** X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

5、X射线设备机房防护设施的技术要求

- **5.2** 每台 X 射线机（不含移动式和携带式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有**单独的机房**，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2 要求。

5、X射线设备机房防护设施的技术要求

表 2 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
CT 机	30	4.5
双管头或多管头 X 射线机 ^a	30	4.5
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5
透视专用机 ^c 、碎石定位机、 口腔 CT 卧位扫描	15	3
乳腺机、全身骨密度仪	10	2.5
牙科全景机、局部骨密度仪、 口腔 CT 坐位扫描/站位扫描	5	2
口内牙片机	3	1.5

^a 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。

^b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

^c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5 mA 的 X 射线机。|

5、X射线设备机房防护设施的技术要求

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125 kV 以上的摄影机房	3	2
标称 125 kV 及以下的摄影机房、口腔 CT、 牙科全景机房(有头颅摄影)	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、 牙科全景机房(无头颅摄影)、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2(一般工作量)* 2.5(较大工作量)*	
* 按 GBZ/T 180 的要求。		

5、X射线设备机房防护设施的技术要求

- 5.5 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。
- 5.6 机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。
- 5.7 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

5、X射线设备机房防护设施的技术要求

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影	—	—	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏；固定特殊受检者体位的各种设备
口内牙片摄影	—	—	大领铅橡胶颈套	—
牙科全景体层摄影 口腔 CT	—	—	铅橡胶帽子、大领铅橡胶颈套	—
放射诊断学用 X 射线设备同室透视、摄影	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜	或铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏；固定特殊受检者体位的各种设备
CT 体层扫描(隔室)	—	—	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—
床旁摄影	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套	或铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—
骨科复位等设备旁操作	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套	移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	—
注：“—”表示不要求。				

6 医用X射线诊断防护安全操作要求

6.5 乳腺摄影X射线设备防护安全操作要求

6.5.1 应做好患者和受检者**甲状腺部位**的防护。

6.5.2 根据乳房类型和压迫厚度选择合适靶 / 滤过材料组合，宜使用摄影机的自动曝光控制功能，获得稳定采集效果，达到防护最优化要求。

6 医用X射线诊断防护安全操作要求

6.6 移动式和携带式X射线设备防护安全操作要求

6.6.1 在无法使用固定设备且确需进行X射线检查时才允许使用移动设备。

6.6.2 使用移动式设备在病房内作X射线检查时，应对毗邻床位（2 m 范围内）患者采取防护措施，不应将有用线束朝向其他患者。

6.6.3 曝光时，工作人员应做好自身防护，合理选择站立位置，并保证曝光时能观察到患者和受检者的姿态。

6.6.4 移动式和携带式X射线设备不应作为常规检查用设备。

7 X射线设备及场所的防护检测要求

7.1 X射线设备防护性能检测要求

X 射线设备防护性能应按卫生计生行政部门规定进行**验收检测**和**定期状态检测**。X 射线设备防护性能检测要求应符合表 5 的规定。

7 X射线设备及场所的防护检测要求

表 5 X射线设备防护性能检测要求

检测项目			标准中 条号	验收检测	状态检测	检查方法
				要求	要求	
焦皮距			4.2.1 4.4.5 4.5.2 4.6.1 4.7.1	≥ 30 cm(透视) 见表 1(牙科) ≥ 20 cm(乳腺) ≥ 20 cm(移动式 and 便携式 X 射线设备) ≥ 20 cm(介入放射学、 近台同室操作)	—	附录 B.2
立位防护区 空气比释动能率			4.2.3	$\leq 50 \mu\text{Gy/h}$	$\leq 50 \mu\text{Gy/h}$	附录 B.1
卧位防护区 空气比释动能率			4.2.3	$\leq 150 \mu\text{Gy/h}$	$\leq 150 \mu\text{Gy/h}$	附录 B.1
透视防护区(介入)工作人员 位置空气比释动能率			4.7.5	$\leq 400 \mu\text{Gy/h}$	$\leq 400 \mu\text{Gy/h}$	附录 B.1
牙科 X 射线 机	管电压	全景机	4.4.1	≥ 60 kV	≥ 60 kV	WS 76
		牙片机		≥ 60 kV(管电压固定) ≥ 50 kV(管电压可调)	≥ 60 kV(管电压固定) ≥ 50 kV(管电压可调)	
	管电压指示的偏离		4.4.1	$\pm \leq 10\%$	$\pm \leq 10\%$	WS 76
	半值层		4.1.1	见附录 A	见附录 A	WS 76
	曝光时间指示的偏离		4.4.2	$\pm(10\% \text{ 读数} + 1 \text{ ms})$	$\pm(10\% \text{ 读数} + 1 \text{ ms})$	WS 76
	集光筒出口平面的 最大几何尺寸(直径/对角线)		4.4.5	≤ 60 mm	—	附录 B.5

职业性外照射个人监测规范 (GBZ128-2016)

- 职业性外照射个人监测原则
 - 1、任何放射工作单位都应根据其从事的实践和源的具体情况，负责安排职业照射监测和评价，职业照射的评价主要应以外照射个人监测为基础。
 - 2、所有从事或涉及放射工作的个人，都应接受职业外照射个人监测。

个人剂量监测

- 定义：利用个人佩带的个人剂量计进行测量，或对人员体内或排泄物中的放射性核素进行测量。 在此主要介绍外照射个人剂量的监测。

监测的量

○职业外照射个人监测所要测量的量是个人剂量当量 $H_p(d)$ ， d 指人体表面指定点下面的深度。

根据 d 取值的不同， $H_p(d)$ 可分成：

- 1、 $H_p(0.07)$ ，适用于体表下0.07mm深处的器官或组织，多用于皮肤。
- 2、 $H_p(3)$ ，适用于体表下3mm深处的器官或组织，多用于眼晶体。
- 3、 $H_p(10)$ ，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。

个人剂量计佩戴的主要方法

- 外照射个人剂量计能指示出被照者所受到的累积剂量，常佩戴在有代表性的体表部位。在辐射防护所关心的剂量范围内，其测量结果可近似地反映全身所受到的照射。
- 对于比较均匀的辐射场：当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位位置，一般在胸部（左胸前），当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间；

- 对于工作中穿戴铅围裙的场合（如医院放射科），通常应藉佩带在围裙里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量。
- 当受照剂量可能相当大时（如介入放射学操作），则还需在围裙外面衣领上另外佩带一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。
- 只有当受照剂量很小且个人监测仅是为了获得剂量上限估计值时，剂量计才可佩带在围裙外面胸前位置。

进行个人剂量监测的主要目的

- I. 执行辐射防护标准，依据辐射防护的原则，控制工作人员的受照剂量，使之达到可合理做到的最低水平；
- II. 并通过个人剂量监测，查明防护工作的薄弱环节，以利于采取有效的改善措施，提供事故照射受照剂量的有关资料。
- III. 此外累积的个人剂量数据是研究辐射对人体危害的重要参考资料，也是制订和修改防护规定的重要依据，是职业病诊断的重要依据。

监测类型

- 1、常规监测
- 2、任务相关监测
- 3、特殊监测

常规监测

是为确定工作条件是否适合继续进行操作、在预定场所按预定监测周期所进行的一类监测。常规监测与连续操作有关，是要指明包括个人剂量水平和场所逗留满意度在内的工作条件，同时也是为了满足审管要求。周期一般为1个月，可视具体情况延长或缩短，但最长不得超过3个月。

内、外照射并存条件下的剂量评价原则 (GB18871-2002)

- A、连续5年内年均有效剂量，20mSv
- B、任何一年中的有效剂量，50 mSv
- C、眼晶体的年当量剂量，150 mSv
- D、四肢（手和脚）或皮肤的年当量剂量，500 mSv
- E、孕妇，一年内下腹部表面当量剂量为2 mSv，其放射性核素的摄入量为正常限值的1/20。

剂量评价一般原则

当放射工作人员的年受照剂量：

$0 \leq 5 \text{ mSv}$ ，只需**记录**个人监测的剂量结果

$0 > 5 \text{ mSv}$ ，除应记录个人监测的剂量结果外，还应**进一步进行调查**。

$0 \geq 20 \text{ mSv}$ ，除应记录个人监测的剂量结果外，还应**估算**人员的有效剂量；当人员的晶状体、皮肤和四肢的剂量有可能超过相应的年当量剂量限值时，不仅应给出年有效剂量，还应估算其年当量剂量。

个人剂量控制体系

- 个人剂量限值——不是“安全”和“危险”的分界线，而是“不可接受”和“可接受”的剂量区域之间的选定界限。
- 个人剂量限值——旨在确保个人不会受到认为不可接受的辐射危害。

- 职业照射：包括实践中的正常照射和潜在照射，考虑最优化原则——源相关约束值之内
- 医疗照射实践：主要考虑防护最优化和实践正当化，不考虑个人剂量限值。
- 公众照射实践：考虑最优化（源控制）和个人剂量限值（**1mSv/a**）。

职业照射个人监测档案管理

- 职业照射个人监测档案：包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录和在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。

所有从事或涉及职业外照射工作的单位职责

- A、为本单位工作人员建立职业照射个人监测档案，该档案是职业卫生档案的重要组成部分，是职业病诊断的重要依据。
- B、指定专人负责管理本单位放射工作人员的职业照射个人监测档案。
- C、在工作人员调换工作单位时向新用人单位提供工作人员职业外照射个人监测档案的复制件。
- D、在工作人员停止放射工作时与放射卫生防护主管部门或他们指定的部门协商，为保存工作人员的职业照射个人监测档案作出安排。

在工作人员年满75岁之前，放射工作人员的职业照射个人监测档案应妥善保存；在工作人员停止放射工作后，其职业照射个人监测档案至少也应保存30年。

主管个人监测的上级部门有权检查和调阅基层放射工作单位的职业照射个人监测档案。

谢谢！

