

核技术利用电离辐射安全与防护专业实务

一、考核目的

本考核旨在检验辐射专业人员对实际工作中所涉及的专业知识和辐射防护应知应会内容，提高辐射专业人员的辐射防护意识与能力，促进核技术利用行业的健康发展。

二、考核内容及要求

（一）X 射线诊断与介入放射学

1. 医用 X 射线诊断与介入放射学用电离辐射源

了解 X 射线诊断与介入放射学设备原理及各类设备的专用防护要求；工作场所布局、使用面积与屏蔽要求。

熟悉 X 射线诊断与介入放射学辐射源项。

掌握 X 射线诊断与介入放射学辐射危害因素及所用射线装置的分类；X 射线诊断与介入放射学设备通用防护要求；X 射线诊断与介入放射学场所防护措施要求、机房外周围剂量当量率水平要求。

2. 施行 X 射线诊断与介入放射学的放射防护

了解工作场所的辐射监测位置、频度及测量的量；放射学单位法人对公众照射防护的主要责任；候诊人员的防护；医疗照射诊断参考水平（医疗照射的指导水平）。

熟悉工作人员义务和职责、职业照射记录、职业健康监护与个人防护用品；管理制度与操作规程。

掌握 X 射线诊断与介入放射学工作场所分区；医疗照射实践正当性的判断、防护的最优化措施、放射工作人员职业照射剂量限值与公众剂量限值。

3. 质量保证与质量控制

了解质量保证与质量控制的作用。

熟悉稳定性检测的周期与要求。

掌握质量保证及质量保证大纲内容；质量控制、验收检测、状态检测、稳定性检测的涵义；稳定性检测项目。

4. X 射线诊断和介入放射学的放射防护管理

了解放射防护的监督管理。

熟悉放射诊疗许可与辐射安全许可要求。

掌握放射诊疗机构的许可管理；职业病防治管理措施；劳动者的保障措施；日常自主管理；放射防护与安全培训管理。

5. 放射诊断与介入事故防范及案例

了解典型的辐射事故案例。

熟悉意外照射主要原因、可能影响意外照射的频率和严重程度因素及其预防；

掌握事故报告记录内容。

（二）放射治疗

1. 放射治疗防护概述

了解放射治疗设备发展简史，放射治疗事故发生的原因，职业健康监护，放疗工作人员应具备的知识，放射治疗相关的防护标准。

熟悉放射治疗场所的选址、分区要求，放疗事故的分类，个人剂量监测。

掌握放射治疗的防护原则、正当性判断的注意点、处方剂量的实质。

2. 钴-60 治疗机与伽马刀放疗的防护

了解钴-60 的物理性质，钴-60 的临床应用，钴治疗机和伽马刀的基本组成，事故防范。

熟悉钴治疗机和伽马刀的工作原理。

掌握钴治疗机和伽马刀的设备、场所、操作防护要求。

3. 医用电子直线加速器治疗的安全与防护

了解电子直线加速器的分类、结构组成，非电离辐射健康影响因素。

熟悉电子直线加速器的工作原理、辐射组成及来源、结构组成。

掌握防止超剂量照射的要求，多重连锁装置，杂散辐射、泄漏辐射及感生放射性的产生与防护，安全操作要求，工作人员和治疗室的防护要求。

4. 医用质子/重离子加速器的安全与防护

了解 Bragg 峰，质子治疗的优势，质子重离子工艺流程。

熟悉质子和重离子的物理特性和生物特性，质子重离子电离辐射源。

掌握质子、重离子加速器辐射防护与管理。

5. 后装治疗机的安全与防护

了解后装治疗机的应用范围，发展历史，分类。

熟悉后装治疗的优缺点，设备的组成、工作过程与原理，质量控制检测，事故应急管理。

掌握后装机及其场所的防护要求，后装治疗患者的防护要求，操作的防护要求。

6. X 射线治疗的安全与防护

了解 X 射线治疗机的射线能量及其特性。

熟悉 X 射线治疗机的结构组成和工作原理、防护性能的技术要求。

掌握 X 射线治疗机房的防护要求、X 射线治疗的防护要求。

7. 放射治疗模拟定位设备

了解放射治疗模拟定位设备的种类、优缺点，常规 X 射线模拟定位设备的组成、原理及主要参数。

熟悉模拟定位设备的辐射源项和风险，辐射应急。

掌握模拟定位操作的防护与管理要求。

（三）核医学

1. 核医学放射防护概述

了解核医学的分类，核医学实践中常用的放射性核素种类来源和射线性质；诊断与治疗用放射性药物对核素性质的基本要求；核素发生器的结果和特点、防护要点；回旋加速器和核医学成像设备的结构、工作原理和防护特点；工作场所日等效最大操作量计算，开放工作场所分级、核医学工作场所分类。

熟悉核医学工作场所的选址、分区要求；非密封源工作场所分类管理；辐射安全许可证申请要求；核医学工作场所的辐射防护要求。

掌握放射性诊断与治疗药物的要求，核医学实践中放射防护基本原则，内外照射的主要来源、主要防护措施；污染监测与个人剂量。

2. 临床核医学诊断过程中放射防护

了解体内诊断常用的放射性核素的及其药物，剂量（活度）指导水平；体外分析使用的放射性核素，体外分析的防

护特点，豁免管理；辐射事故分级与放射事件；事故案例分析。

熟悉不同性质放射性药物的防护要求与特点，放射性事故发生的主要原因和应对教训。

掌握：不同核素的屏蔽要求；放射性药物制备过程中的辐射防护，分装与给药过程中防护；功能测定和显像过程中的防护（包括职业人员和患者）；污染监测与去污。

3. 核医学内照射治疗中的辐射防护

了解核医学内照射治疗的概念、形式和主要的放射性药物；放射性核素敷贴治疗器；敷贴治疗室防护要求；敷贴器检测方法与评价指标；新型治疗核素药物如 α 射线核素药物的特点和发展趋势。放射性核素治疗的事故案例分析和教训。

熟悉治疗病房的防护要求；贮源箱的卫生防护要求； ^{32}P 敷贴器治疗的特殊防护要求；门诊内照射治疗与敷贴治疗的放射防护问题。内照射治疗公众防护问题。

掌握开展核医学治疗的机构的基本设施要求；门诊与住院放射性核素治疗的适应症、防护要求和基本措施；放射性核素治疗病房的管理；敷贴治疗的防护要求。

4. 粒籽源植入治疗中的防护

了解粒籽源植入治疗定义、特点，粒籽源的组成与结构和防护特点。

熟悉粒籽源植入治疗的基本原理和适应症；粒籽源治疗的各类条件要求；治疗过程中的剂量控制与可能事故。

掌握粒籽源贮存、分装和治疗场所的监督与管理要求；粒籽源植入治疗后患者、场所安全防护与监督。

5. 核医学实践的安全管理与质量控制

了解核医学治疗单位的必备条件，职业人员的条件和职业健康监护；相关法律、法规、国家和部门行业标准；放射安全文化定义；放射性废物管理原则和废物处置和排放要求。

熟悉核医学实践中的质量保证，放射性药物的质量保证；核医学放射安全文化；放射性废物的分类。

掌握放射性废物管理制度，核医学放射防护的组织架构和各类人员的责任。质量保证和质量控制(QA、QC)及其指标。

(四) 医学其他

为专业实务中 X 射线诊断与介入放射学、放射治疗、核医学三部分所需掌握的内容。

(五) 核子仪

1. 概述

了解核子仪的应用领域。

熟悉核子仪的特点。

掌握核子仪的分类。

2. 核子仪的组成及原理

了解核子密度计、核子测厚仪、核子秤、核子料位计、X射线衍射仪及X射线荧光分析仪的功能；核子仪对放射源的要求。

熟悉核子密度计、核子测厚仪、核子秤、核子料位计、X射线衍射仪、X射线荧光分析仪的基本结构；核子仪常用的放射源；核子仪常用的探测器类型；核子秤的优点。

掌握核子密度计、核子测厚仪、核子秤、核子料位计、X射线衍射仪、X射线荧光分析仪的测量原理；核子厚度计的分类；厚度测量时对放射源的选择；X射线荧光分析仪的分类。

3. 核子仪的安全与防护

了解常用放射性同位素在核子仪表中的典型应用；强 α 放射源或含有微量杂质时伴随有其它辐射； β 放射源的韧致辐射及伴有伽马辐射或其他形式的光子辐射。

熟悉 α 放射源、 β 放射源、伽马放射源的特性；中子源的屏蔽原理；屏蔽 β 放射源的常用材料；屏蔽强伽马射线时的注意事项；中子源屏蔽屏蔽方法、材料的选择及注意事项。

掌握源容器的放射防护要求；检测仪表的放射防护与安全要求；核子仪密封源运输过程中的安全与防护要求要求；安装、使用、操作和维护过程中的安全和防护要求；人员管理要求；场所管理要求；设备操作及维护管理要求；剂量监测管理要求。

4. 核子仪案例分析与辐射应急

了解引发核子仪典型事故的主要原因。

熟悉典型核子仪事故的案例分析。

掌握核子仪事故应急措施；事故报告程序；事故应急终止条件。

(六) 放射性测井

1. 概述

了解放射性测井的基本概念。

熟悉放射性测井的基本原理。

掌握放射性测井方法的分类。

2. 放射性测井的组成及原理

了解岩石的天然放射性、沉积岩的放射性变化规律、中子测井的分类。

了解自然伽马曲线特点、自然伽马曲线的主要应用、自然伽玛能谱测井的应用、自然伽马能谱测井的探测器的特点。

掌握自然伽马测井原理、自然伽马能谱测井原理、密度测井原理、中子测井测量原理、放射性示踪测井测量原理。

3. 放射性测井的安全与防护

了解常用放射源在放射性测井中的典型应用。

熟悉屏蔽强伽马射线注意事项，中子源屏蔽特点，放射源的国家相关标准（GB 4075-2009）要求，贮存和载运放射源的容器的要求，放射源贮存库的要求，载运放射源

的车辆要求；放射源及非密封放射性物质的使用管理要求。

掌握操作放射源的防护要求，示踪剂配制与分装的防护要求；放射性同位素示踪现场作业的辐射安全要求；放射性测井的人员管理要求；现场测井作业的辐射防护管理要求；放射性测井的监测管理要求。

4. 放射性测井案例分析与辐射应急

了解引发放射性测井典型事故的主要原因。

熟悉典型放射性测井事故的案例分析；打捞放射源过程中，测井单位的责任。

掌握放射性测井事故应急措施；事故报告程序；事故应急终止条件。

（七）X 射线探伤

1. 结构组成及工作原理

熟悉 X 射线无损探伤机的组成；便携式 X 射线机的重要参数。

掌握 X 射线探伤的工作原理；X 射线探伤机的分类。

2. 安全与防护

了解剂量限值临时变更的管理；辐射监测方案的制订；制定应急计划的基本要素（基本内容）。

熟悉对 X 射线无损探伤单位的要求；对辐射安全与防护负责人的岗位职责要求；便携式辐射剂量（率）测量仪器的性能要求；X 射线管头组装体漏射线参考空气比释动能率要求；X 射线无损探伤室防护门要求；X 射线移动无损探伤作业的特点。

掌握 X 射线无损探伤的源项及风险；X 射线无损探伤安全操作要求；分区法定的划定安全操作要求；X 射线无损探伤各类人员的职责及资质和培训的要求；个人剂量与职业健康管理要求；个人剂量计使用注意事项；职业照射剂量限值；辐射监测仪的要求；作业场所定点检测的布点及检测的周期要求；辐射剂量（率）测量仪器与的检定与使用；个人剂量监测频率要求；移动 X 射线探伤作业场所分区管理要求；探伤作业结束后的监测要求；作业场所控制台安全要求；移动式 X 射线无损探伤装置检查要求；X 射线无损探伤室的通风换气与臭氧排放要求。

3. 案例分析与辐射应急

了解制订应急计划的基本要素。

熟悉工业射线探伤辐射事故的原因；控制、降低应急工作人员所受照射的防护措施。

掌握工业 X 射线无损探伤辐射事故的因素归类；辐射事故分类；事故发生后处理的原则。

（八）伽马射线探伤

1. 概述

了解无损检测（又常俗称为无损探伤）的定义。

熟悉伽马无损探伤装置及用途。

掌握无损检测的特点；伽马射线探伤的定义；伽马射线探伤的工作原理。

2. 结构组成及辐射剂量监测

了解放射源编码卡上记录的信息。

熟悉伽马射线探伤机机体（源容器）的构成；源容器安全锁应符合的要求；常用伽马射线源的类别及其活度范围；辐射剂量（率）监测的仪器性能要求；源容器监测的目的、频率和结果评价；进入探伤室监测的注意事项。

掌握伽马射线探伤装置的结构组成及分类方法；伽马射线探伤装置的特点；伽马射线探伤装置的使用年限；伽

马射线探伤装置的设备和人员数量要求；源辫结构；源容器周围当量剂量率限值要求；伽马射线源的分类；不同类别伽马射线源的名称及危害；常用伽马射线源的特性参数；收源过程中的监测和进入探伤室的监测。

3. 安全与防护

了解伽马射线探伤装置的制造许可和质量要求；放射源的使用要求；放射源的运输要求和放射性物品运输容器的要求；伽马射线探伤装置维护保养与检修要求；伽马射线探伤装置的常见故障及处理方法；伽马射线探伤单位的管理要求；放射源的运输管理要求。

熟悉伽马射线探伤的源项及风险来源；伽马射线探伤装置运输移动过程中的要求；放射源的管理要求；伽马射线探伤作业场所的安全管理要求。

掌握伽马射线探伤装置的安全检查要求；伽马射线探伤的安全操作要求；辐射工作人员的岗位职责的要求；职业健康管理要求。

4. 案例分析与辐射应急

了解辐射事故分类；伽马射线探伤事故案例及经验教训。

熟悉伽马射线探伤违法违规行为及应承担的法律责任；伽马射线探伤辐射事故的原因；伽马射线探伤的应急预案要求；伽马射线探伤应急物资的准备。

掌握伽马射线探伤中常见的辐射应急事件；伽马射线探伤的应急处置措施；伽马射线探伤事件的报告要求。

（九）电子加速器辐照

1. 概述

了解工业辐照电子加速器的定义及各种应用的基础；电子束辐照装置按屏蔽分类。

熟悉电子加速器装置与⁶⁰Co辐射源对比；射线种类；按能量大小分类及代表机型。

掌握电离辐射源概念及其开始被研究的历史事件；电子加速器装置按加速电场的形式主要分类。

2. 电子加速器的结构组成和原理

了解常见的直流高压型、高频谐振型加速器；各型加速器的基本原理及应用领域。

熟悉电子加速器的基本组成；各安全联锁设施要求及信号警示装置设施要求。

掌握高频高压型电子加速器的优点和应用；电子加速器联锁系统应具备的安全设施。

3. 电子加速器的安全与防护

了解外照射危害的主要来源；辐照装置的设计、建造、运行和退役相关法规和技术文件；加速器装置运行和维护人员的基本要求和培训内容。

熟悉辐射安全管理各岗位职责和操作、维护人员要求；电子加速器辐照装置的日常管理和监督要求；电子加速器辐照装置的监督检查大纲；辐射事故应急响应计划和处理流程。

掌握辐射安全原则与防护准则的具体内容；外照射防护的三要素；辐射防护仪器使用和维护；职业照射和公众照射的个人剂量限值；个人剂量监测周期和管理要求；主要安全联锁系统组成及其作用；电子加速器辐照装置工作场所的分区及具体包括区域。

4. 电子加速器辐照装置的事故分析与预防

了解国内外电子加速器辐照装置的事故概况；运营单位职责。

熟悉各事故发生的原因分析；事故后果；辐射安全管理要求。

掌握辐射事故的预防措施；加强运营单位和操作人员辐射安全管理；增强事故应急管理 with 响应能力；加大对公众的辐射安全知识的宣传。

（十）伽马射线辐照

1. 伽马辐照装置的概述

了解辐照装置的组成和分类

熟悉伽马辐照装置的应用领域

掌握伽马辐照装置在辐照灭菌、食品保鲜、材料改性等方面的优点。

2. 辐照装置的组成和原理

了解源架种类及相应应用领域；辐照室屏蔽系统（墙体和水井质量要求）；源升降系统；控制系统；通风系统和产品运输系统。

熟悉放射性及其特点； ^{60}Co 与 ^{137}Cs 各自特点；放射源的危险分类；安全联锁系统运行原理；辐照室屏蔽系统；辐照室内外剂量监测和产品吸收剂量。

掌握辐照装置常用伽马放射源； ^{60}Co 的衰变过程；放射性、半衰期和衰变规律；主要安全联锁系统的运行原理；贮源井水水质要求。

3. 伽马辐照装置的安全与防护

了解外照射危害的主要来源；辐射安全管理各岗位职责和操作人员要求；辐照装置的设计、建造、运行和退役相关法规和技术文件；伽马辐照装置的倒、装源及退役操作。

熟悉辐射安全原则与防护准则的内容；外照射的屏蔽防护；操作人员运行管理要求；运营单位日常监督检查内容与频次；辐射事故处理流程。

掌握外照射防护的三要素；辐射防护最优化；辐射防护仪器使用和维护；职业照射和公众照射的个人剂量限值；个人剂量监测周期和管理要求；伽马射线屏蔽材料的选择；伽马辐射装置工作场所的分区及具体包括区域；事故应急响应计划的工作要求。

4. 伽马辐照装置的事故分析与预防

了解国内外伽马辐照装置的事故概况；运营单位职责。

熟悉各事故发生的原因分析；事故后果；辐射安全管理要求。

掌握加强运营单位和操作人员辐射安全管理；增强事故应急管理响应能力；加大对公众的辐射安全知识的宣传。

（十一）非医学其他

为专业实务中核子仪、放射性测井、X射线探伤、伽马射线探伤、电子加速器辐照、伽马射线辐照六部分所需掌握的内容。