**四川省国防计量检定人员**

**计量专业知识考试大纲**

09

电离辐射专业

（2020年试行）

四川省国防计量考核委员会

2020年2月

目录

[一、（090101）辐射剂量 1](#_Toc34829653)

[二、（090201）放射性活度 5](#_Toc34829654)

[三、（090301）中子 7](#_Toc34829655)

[四、（090401）χγ射线探伤 8](#_Toc34829656)

### 一、（090101）辐射剂量

**1.概述**

辐射剂量是电离辐射计量专业的基础项目之一，辐射剂量专业研究的重点是电离辐射的效应。辐射剂量专业的目的是保证辐射剂量量值的准确可靠，其主要任务是建立各级剂量标准，保证国防量值的统一。辐射剂量的量值传递是将国家基准所复现的基本量值通过标准器具逐级传递到工作计量器具，以保证国防量值的准确和一致。

辐射剂量计量项目根据剂量或剂量率的不同分为环境水平剂量、防护水平剂量、治疗水平剂量、辐射加工水平剂量四个子项目。环境水平剂量和防护水平剂量复现的基本量为空气比释动能，利用电离室型剂量计溯源到国家标准；治疗水平剂量复现的基本量为空气比释动能或水吸收剂量，利用电离室型剂量计溯源到国家基准；辐射加工水平剂量复现的基本量为水吸收剂量，利用化学剂量计溯源到国家标准。

**2.知识要点**

* **掌握**

1. 环境辐射剂量
2. 环境水平剂量仪的分类
3. 环境水平剂量仪测量的空气比释动能率范围
4. 环境水平剂量仪测量的能量范围
5. 专用名词术语：g的含义；对于不同辐射g的取值；We的含义；W和e分别代表的物理含义；We在干燥空气中的数值。
6. 计量性能要求：相对固有误差；重复性；能量响应；角响应。
7. 检定(校准)条件：参考辐射；环境条件
8. 环境水平剂量的后续检定项目：相对固有误差；重复性。
9. 相对固有误差的检定

相对固有误差检定所使用的参考辐射；相对固有误差检定中首次检定和后续检定检验点的选取；模拟线性刻度仪器和模拟对数刻度或数字显示仪器检验点的选取

1. 重复性的检定：检验点的选取；数据处理。
2. 检定结果的处理和证书、检定周期
3. 防护水平剂量
4. 防护水平剂量仪的分类
5. 专用名词术语

剂量当量；实用量；周围剂量当量；定向剂量当量；个人剂量当量；基本量到实用量的转换系数；扩展场；齐向扩展场；强贯穿辐射；弱贯穿辐射；品质因子；Bragg-Gray公式；限值量；有效剂量；当量剂量。

1. 辐射性能要求：通用技术要求；相对固有误差；重复性；能量响应。
2. 辐射防护仪器后续检定项目：相对固有误差；重复性；能量响应。
3. 辐射防护仪器相对固有误差的检定：相对固有误差的检定方法。
4. 辐射防护仪器重复性的检定：对于辐射防护仪器在不同剂量率水平下重复性的要求；检定方法。
5. 常用检定方法：有辐射输出监视器时的照射方法；同时照射方法。
6. 个人剂量监测仪表参考点的选取：个人剂量监测仪表检定时参考点的选取；参考点所代表的物理含义。
7. 检定结果的处理和证书：辐射防护仪器的检定周期
8. 治疗水平剂量
9. 标准剂量计与工作级剂量计技术要求的差别
10. 检定(校准)条件：辐射质；环境条件
11. 零点漂移和零点位移的检定方法、技术要求
12. 漏电的检定：漏电的类型；技术要求
13. 校准因子的确定方法；温度、气压的修正方法、不确定度的评定和合成
14. 能量响应的检定方法
15. 长期稳定性的确定方法
16. 检定结果的处理和证书：剂量计的定级、剂量计的检定周期
17. 辐射加工水平剂量
18. 化学剂量计的分类：常用液体和固体化学剂量计的种类及其测量范围(硫酸亚铁、重铬酸盐、丙氨酸剂量计)
19. 专用名词术语：化学剂量计；电子射程；辐射化学产额
20. 计量性能要求：剂量计容器；不同种类剂量计的不确定度要求；其他辅助设备的要求(分光光度计、恒温液杯架、标准石英液杯)；化学剂量计的贮存条件
21. 检定条件：水体模；辐照条件
22. 检定项目：源到位重复性；校准点吸收剂量率；标准剂量计的重复性、线性；校准因子；稳定性
23. 化学剂量计的常用测量方法：化学剂量计测量吸收剂量的基本原理；吸收剂量的测定；光子吸收剂量的测定方法；电子束吸收剂量的测定方法
24. 参考点处的吸收剂量率：参考点的选取；参考点处的吸收剂量率的测量方法
25. 检定结果的处理和证书
26. 标准剂量计的检定周期

* **熟悉**

1. 环境辐射剂量
2. 计量标准：计量标准的组成；环境水平参考辐射中过滤X辐射。
3. 对于参考辐射均匀性的要求
4. 对于参考辐射散射辐射的要求
5. 首次检定的特殊项目：能量响应和校准因子；角响应；过载特性。
6. 能量响应和校准因子的检定：参考辐射的选取；相对响应的确定方法；合格判定。
7. 角响应的检定

a类结构和b类结构仪器对于角响应的不同要求；旋转轴的确定；数据处理。

1. 防护水平剂量
2. 荧光参考辐射的产生方法：荧光参考辐射的产生方法；在参考辐射测定中的特殊要求。
3. β参考辐射：常用的β参考辐射。
4. 能量响应的检定：辐射防护仪表能量响应检定中参考辐射的选取；检定方法。
5. 治疗水平剂量
6. 辐射质规范：中低能X射线和60Co辐射质
7. 分辨力、重复性、示值非线性的检定方法
8. 电离室的旋转和倾斜的技术要求、检定方法
9. 辐射加工水平剂量
10. Fricke剂量计的方法原理。
11. 分光光度计的原理；测量波长的选择；线性摩尔吸收系数的测定。
12. Fricke剂量计的制备方法； Fricke剂量计制备过程中的影响因素。
13. 硫酸高铈剂量计的方法和原理；使用方法和影响因素。
14. 重铬酸钾(银)剂量计的方法和原理；使用方法和影响因素。
15. 有关化学剂量计的国家计量技术规范。

* **了解**

1. 环境辐射剂量
2. 过载特性的检定：过载特性的检定方法。
3. 用于高能光子测量的仪器：用于高能光子测量仪器的响应要求；检定所用参考辐射。
4. 低辐射条件下的校准：仪器对于宇宙辐射、环境γ辐射以及仪器内部放射性污染和电噪声的确定方法。
5. 与环境水平剂量相关的国军标、行业标准及国家标准相关标准
6. 环境水平测量仪器的国内外发展趋势
7. 防护水平剂量
8. 高能光子参考辐射：高能光子参考辐射的产生方法。
9. β参考辐射：β参考辐射的测定方法；外推电离室的测量原理。
10. 治疗水平剂量
11. 治疗水平剂量的国家检定体系
12. 检验源装置的使用
13. 数字显示仪器重复性测定中的特殊注意事项
14. 光子和高能电子束吸收剂量测定方法
15. 辐射加工水平剂量
16. 硫酸高铈剂量计的制备方法
17. 重铬酸钾(银)剂量计的制备方法；加入银离子的作用
18. 化学剂量计的其它种类，如变色薄膜剂量计、丙氨酸剂量计等
19. 电子束的辐射特性；电子束能量的测定方法
20. 化学剂量计发展和应用趋势

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材电离辐射计量，原子能出版社，2002
2. JJG 393-2018 便携式X、γ辐射周围剂量当量（率）仪和监视仪检定规程
3. JJG 521-2006 环境监测用X、γ辐射空气比释动能（吸收剂量）率仪检定规程
4. JJG 593-2016 个人和环境监测用X、γ辐射热释光剂量测量系统检定规程
5. JJG 962-2010 X、γ辐射个人剂量当量率报警仪检定规程
6. JJG 1009-2016 X、γ辐射个人剂量当量Hp(10)监测仪检定规程
7. JJG 1059-2010 个人与环境监测用X、γ辐射热释光剂量计检定规程
8. JJG 591-1989 X射线辐射源（辐射加工用）检定规程
9. JJG 735-1991 γ射线水吸收剂量标准剂量计（辐射加工级）检定规程
10. JJG 772-1992 电子束辐射源（辐射加工用）检定规程
11. JJG 775-1992 γ射线辐射加工工作剂量计检定规程
12. JJG 851-1993 电子束辐射加工工作剂量计检定规程
13. JJG 513-1987 直读式验电器型个人剂量计检定规程
14. JJG 852-2006 中子周围剂量当量（率）仪检定规程
15. JJG(军工)25-2012 直读式中子个人剂量当量计和监测仪检定规程

### 二、（090201）放射性活度

**1.概述**

放射性核素在单位时间内发生衰变的数目即衰变率，称为放射性活度。放射性活度计量主要涉及标准物质及放射性测量方法。

**2.知识要点**

* **掌握**
  + - 1. 电离辐射基础知识：原子、原子核和同位素；放射性活度基础知识；放射性衰变的分类及特点；衰变纲图；半衰期；衰变常量的物理意义；带电粒子与物质相互作用；X、γ射线与物质相互作用。
      2. 物理量和计量单位：放射性活度、比活度、表面粒子发射率、表面活度响应、γ射线发射几率、标准物质等名词术语；放射性活度的法定计量单位、比活度的单位、表面粒子发射率的计量单位、活度的法定计量单位与曾用单位之间的换算关系等。
      3. 放射性标准物质：放射性标准溶液、放射性标准源、环境放射性标准物质。
      4. 活度测量基础知识、放射性活度常用测量方法及分类等。
* **熟悉**

1. 常见的活度类测量仪器的测量原理
2. 活度类常见参数测量不确定度的影响因素及判定方法
3. 活度类常见仪器的检定操作程序

* **了解**
  + - 1. 活度类参数检定系统中的量传等级传递的相关内容
      2. 标准物质指定方法
      3. 4πβ−γ符合测量方法

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材电离辐射计量，原子能出版社，2002
2. JJG 377-1998放射性活度计检定规程
3. JJG 417-2006γ谱仪检定规程
4. JJG 478-2016α、β表面污染仪检定规程
5. JJF 1702-2018α平面源、β平面源校准规范
6. JJG（军工）39-2014液体闪烁计数器检定规程
7. JJG（军工）96-2017α、β平面源检定规程。
8. JJG（军工）143-2017放射性气溶胶监测仪检定规程
9. JJG 575-1994锗γ谱仪体源活度测量装置检定规程
10. JJG 853-2013低本底α、β测量仪检定规程
11. JJG 969-2002γ放射免疫计数器检定规程
12. JJG1102-2014固定式α、β个人表面污染监测装置检定规程
13. JJF 1249-2010放射性溶液校准规范
14. JJF 1266-2010行人与行李放射性监测装置校准规范
15. JJF（军工）137-2015放射性气体监测仪校准规范
16. JJF（军工）164-2017双峰法125I放射性溶液活度浓度校准规范

### 三、（090301）中子

**1.概述**

中子计量是电离辐射计量专业的基础项目之一。中子计量的主要任务是建立中子的测量标准，并研究相应的传递方法，以统一测量的量值，保证国防中子计量量值的准确统一。随着科学技术的发展，对中子测量准确度的要求越来越高。

中子计量根据所测量的量和对象不同分为：中子源强、中子注量、中子能谱和中子剂量。其中，中子剂量当量溯源到中子源强度标准装置或中子注量标准装置。

**2.知识要点**

* **掌握**
  + - 1. 中子计量的基础知识
      2. 物理量和计量单位：中子剂量当量单位和专有名称，剂量当量、周围剂量当量、个人剂量当量、中子剂量(率)仪等名词术语
      3. 中子测量基础知识：中子剂量的检定条件、项目、方法等
* **熟悉**

1. 常见的中子类测量仪器的测量原理
2. 中子类常见参数测量不确定度的影响因素及判定方法
3. 中子类常见仪器的检定操作程序

* **了解**

1. 中子类参数检定系统中的量传等级传递的相关内容

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材电离辐射计量，原子能出版社， 2002
2. JJG852-2006中子周围剂量当量仪检定规程
3. JJG（军工）25-2012直读式中子个人剂量当量计和监测仪检定规程
4. JJG（军工）35-2014热释光反照率中子个人剂量监测系统检定规程

### 四、（090401）χγ射线探伤

**1.概述**

X、γ射线探伤也是电离辐射计量专业的基础项目之一，X、γ射线探伤专业研究的主要内容有利用X、γ射线对不同材料对X、γ射线的防护性能开展研究，利用X、γ射线对不同材料的加工缺陷进行检查，以及将X、γ射线作为信号源在工业上的应用等，X、γ射线探伤剂量复现的基本量为空气比释动能，利用电离室型剂量计溯源到国家标准。

**2.知识要点**

* **掌握**

1. X、γ射线探伤机的分类：

X射线探伤机：胶片类连续式X射线探伤机，胶片类脉冲式X射线探伤机，X射线电视系统；

γ射线探伤机：按核素分有60Co、137Cs、192Ir、170Tm射线探伤机，按容器的可移动性分有手提式、移动式和固定式探伤机等

1. 专用名词术语：黑度计，剂量计，线性像质计，标准试块，观片灯，图像分辨力测试卡，X光胶片，增感屏，钢平板试块等
2. 计量性能要求：空气比释动能率，重复性，穿透力，辐射角，计时器误差，透照灵敏度，漏射线空气比释动能率图像分辨力，等效活度，辐射场均匀性等计量性能要求。
3. 检定条件：剂量计，黑度计，线性像质计，标准试块，观片灯，图像分辨力测试卡，X辐光胶片，增感屏，辐射防护用X辐射剂量率仪，钢平板试块，黑相胶片，以及环境条件。
4. 检定项目：空气比释动能率，重复性，穿透力，辐射角，计时器误差，透照灵敏度，漏射线空气比释动能率图像分辨力，等效活度，辐射场均匀性等项目。
5. 检定方法：空气比释动能率，重复性，穿透力，辐射角，计时器误差，透照灵敏度，漏射线空气比释动能率图像分辨力，等效活度，辐射场均匀性等检定方法。
6. 检定结果的处理和证书
7. 检定周期

* **熟悉**

1. X、γ射线探伤机：X、γ射线探伤机工作原理。
2. 检定用设备：剂量计，黑度计，线性像质计，标准试块，观片灯，图像分辨力测试卡，X辐光胶片，增感屏，辐射防护用X辐射剂量率仪，钢平板试块，黑相胶片等计量性能要求，以及环境条件要求。
3. 计量技术规范：有关X、γ射线探伤机的国家计量技术规范。

* **了解**

1. 利用X射线的仪表：X射线荧光光谱法黄金含量分析仪、医用X射线CT模体、X射线安全检查仪、医用X射线CT模体、X射线安全检查仪
2. 利用γ射线的仪表：γ射线料位计、γ射线厚度计、γ射线骨密度仪
3. 名词术语：灰雾度、表面粗糙度、铅当量
4. X、γ射线探伤机防护：固定式和移动式X、γ射线探伤机防护要求，探伤室及探伤机表面剂量控制要求
5. 了解X、γ射线探伤机发展和应用趋势

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材电离辐射计量，原子能出版社， 2002
2. JJG 40-2011 X射线探伤机检定规程
3. JJG 807-1993 利用放射源的测量仪表检定规程
4. JJG 933-1998 γ射线探伤机检定规程
5. JJG 934-1998 γ射线料位计检定规程
6. JJG 935-1998 γ射线厚度计检定规程
7. JJG 1050-2009 X、γ射线骨密度仪检定规程
8. JJF 1133-2005 X射线荧光光谱法黄金含量分析仪校准规范
9. JJF 1268-2010 医用X射线CT模体校准规范
10. JJF 1275-2011 X射线安全检查仪校准规范
11. JJF 1268-2010 医用X射线CT模体校准规范
12. JJF 1275-2011 X射线安全检查仪校准规范