

核燃料元件无损检测人员培训要求

1 范围

本标准规定了核燃料元件无损检测人员技术培训的管理要求和教学要求。

本标准适用于核燃料元件无损检测人员的技术培训,也适用于核材料无损检测人员的技术培训。2 引用标准 下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 9445 — 88 无损检测人员技术资格鉴定通则

核总电发〔1998〕6号核工业无损检测人员资格鉴定管理办法

3 定义

本标准采用下列定义。

燃料元件无损检测人员 fuel element NDT personnel

利用无损检测方法对辐照前后的燃料元件、燃料组件、堆芯相关组件、放射性同位素靶件,以及相关材料等进行质量检测的人员。

4 管理要求

4.1 培训机构

4.1.1 燃料元件无损检测人员的培训机构应具备以下的培训条件:

- a) 有足够的负责处理日常事务的工作人员;
- b) 有一套完整的规章制度和相应的管理程序;
- c) 有核燃料元件常规无损检测方法的教学大纲、培训教材和培训考试题库;
- d) 有核燃料元件常规无损检测方法的理论和实践培训教师;
- e) 有理论培训教室及其相应的教室设施和教学器具;
- f) 有实践培训和操作考试场所,以及按培训和考试要求配置的试样、仪器和设备。

4.1.2 燃料元件无损检测人员的专业培训机构必须向核工业无损检测人员资格鉴定委员会(以下简称“鉴委会”)申请,核准后方可从事该专业技术培训。

4.1.3 燃料元件无损检测人员的培训机构应在鉴委会的监督管理下,根据核燃料元件无损检测的特点和需要,有计划地开展专业技术培训。

4.1.4 燃料元件无损检测人员的培训机构在每次培训前必须向鉴委会提出申办报告,获准后,方可开展培训工作。

4.2 培训教师

4.2.1 对 I 级(初级)人员培训,理论培训教师应已获得无损检测技术或相关技术领域的工程师及其以上职称,实践培训教师须同时持有有效的相应检测方法的 I 级以上的无损检测资格证书;而对 I 级(中级)和 II 级(高级)人员培训,理论培训教师则应获得高级工程师及其以上职称,其中 I 级实践培训教师须同时持有有

效的相应检测方法的级无损检测资格证书。

4.2.2 培训教师应正在所培训的技术领域工作且已连续工作五年以上。

4.2.3 培训教师的人员组成应相对稳定。

4.3 培训人员

4.3.1 接受培训的人员应具有一定的学历和实践经验。申请“核工业部门技术资格证书(核材料元件无损检测专业)”取证的各级培训人员的学历和实践经验应符合《核工业无损检测人员资格鉴定管理办法》4.1的规定,其中从事燃料元件无损检测的实践时间,Ⅰ级和Ⅱ级人员应达到规定时间的一半以上,而级人员应在二年以上。

4.3.2 只申请“通用技术资格证书”取证的培训学员,其学历和实践经验可按 GB 9445—885.3 的规定,而不取证的学员则可适当放宽要求。

4.4 培训考试

培训机构应协助鉴委会或其授权组建的考核小组安排培训后的资格鉴定考试。培训考试要求按《核工业无损检测人员资格鉴定管理办法》第5章规定执行。

4.5 培训证书

培训机构应在培训后向学员颁发结业证书,并为考试合格者向鉴委会申请办理“通用技术资格证书”或“核工业部门技术资格证书”。

4.6 培训档案

培训机构应保存历次培训活动的档案资料,主要包括下述原件或复印件:

- a) 培训计划及培训申办报告;
- b) 培训课程表;
- c) 培训学员表;
- d) 培训教师表;
- e) 考核组成员表;
- f) 考题或试卷;
- g) 考核成绩登记总表;
- h) 培训工作总结;
- i) 学员证明材料等其它有必要保存的资料。

5 教学要求

5.1 培训专业

培训专业按核燃料元件无损检测的常规方法分为以下六种:

- a) 超声检测;
- b) 射线检测;
- c) 泄漏检测;
- d) 涡流检测;
- e) 渗透检测;
- f) 目视检测。

5.2 培训等级

培训等级分为Ⅲ级(高级)、Ⅱ级(中级)和Ⅰ级(初级)三个等级。各级人员培训内容,其深度和广度不同。Ⅱ级应偏重实践,Ⅲ级应理论与实践并重,Ⅲ级应偏重理论和管理。培训后各级人员的技术能力应符合《核工业无损检测人员资格鉴定管理办法》3.2相应的技术要求。

5.3 培训学时

Ⅰ级和Ⅱ级人员的培训总学时应符合《核工业无损检测人员资格鉴定管理办法》4.2.1的规定,理论与实践两部分的学时比例,Ⅰ级人员宜1:1(见 GB9445—88的5.2.1),Ⅱ级人员宜2:1(见《核工业无损检测人员资格鉴定管理办法》的4.2.1)。而Ⅲ级人员的培训学时不作专门规定。

5.4 培训软件

5.4.1 教学大纲

教学大纲应包括无损检测基础知识(见5.6)和燃料元件无损检测方法(见5.7)两大部分。教学大纲所规定培训的理论和实践内容除通用检测技术外,在核工业专业检测技术方面应符合5.6.4.3、5.6.6.2、5.6.7.2和5.7的要求。

5.4.2 培训教材

培训教材应根据教学大纲编写。

5.4.3 培训考试题库

培训考试题库应按 5.4.1 的要求和 5.4.2 的内容编写。

5.4.4 培训软件的审定

教学大纲、培训教材、培训考试题库等应经专家评审定稿,其中教学大纲应在正式使用前得到鉴委会的审查批准。

5.5 培训硬件

5.5.1 仪器和设备

培选用的无损检测仪器和设备,应在培训前试验证实其性能和功能满足培训要求,仪器和设备应具有相应的产品合格证书和必要的计量检定证书。

5.5.2 专用试样

培训专用试样应按培训要求专门设计和研制。需要计量的专用试样应有有效的计量检定合格证书。

培训专用试样不得与考试专用试样混用。

5.6 无损检测基础知识

5.6.1 课程要求

应以课堂讲授为主,参观实习为辅,对各种无损检测方法的 I 级和 II 级学员进行基础培训。要求学员初步了解无损检测常规方法,并基本掌握核燃料元件无损检测所必需的相关知识。

5.6.2 课程和课时分配

课程和课时分配见表 1。

表 1 无损检测基础知识课程和课时分配

课程内容	学时	
	I 级	II 级
无损检测概论	3	6
燃料元件工艺	1	2
质量与标准化	1	2
辐射防护	1	2
反应堆	1	12
总计	7	14

5.6.3 无损检测概论

5.6.3.1 课程内容至少应包括普通工业部和核工业燃料元件领域常用的七种无损检测方法:

a) 超声检测; b) 射线检测; c) 泄漏检测; d) 涡流检测; e) 渗透检测; f) 目视检测; g) 磁粉检测。

5.6.3.2 每种无损检测方法至少应包括以下内容:

a) 方法的基本原理; b) 常用的检测装置; c) 重要的检测技术; d) 适用性与局限性。

5.6.4 燃料元件工艺

5.6.4.1 课程内容应包括一般金属材料的工艺知识,燃料元件及其常用材料的工艺知识。

5.6.4.2 一般金属材料的工艺知识应包括以下内容:

- a) 金属和合金的组织结构;
- b) 金属及合金的物理性能和机械性能;
- c) 热处理原理与方法;
- d) 制造工艺及其所造成的常见缺陷;
- e) 使用状态及其所造成的常见缺陷。

5.6.4.3 燃料元件及其常用材料的工艺知识应包括的内容:

- a) 铀及其合金;
- b) 二氧化铀及铀的化合物;
- c) 燃料元件芯体的制备;
- d) 常用包壳材料及包壳制造工艺。

5.6.5 质量与标准化

5.6.5.1 课程内容对 I 级和 II 级人员应限于无损检测关系密切的质量与标准化基本概念。对 III 级人员,培训则应侧重有关无损检测的法规、核安全法规、标准、规范和规程的应用与制定。

5.6.5.2 课程应包括以下内容:

- a) 质量知识;
- b) 计量知识;
- c) 标准化知识。

5.6.6 辐射防护

5.6.6.1 课程内容应着重辐射防护的基本方法。

5.6.6.2 课程应包括以下内容:

- a) 电离辐射的特征;
- b) 电离辐射的生物效应;
- c) 常用物理量及其单位;
- d) 辐射防护标准;
- e) 辐射防护的基本方法。

5.6.7 反应堆

5.6.7.1 课程要求了解反应堆工作环境对燃料元件的使用所提出的特殊质量要求和检测要求。

5.6.7.2 课程应包括以下内容:

- a) 反应堆原理;
- b) 反应堆分类;
- c) 对反应堆材料和部件的特殊要求;
- d) 反应堆材料和部件的无损检测特点。

5.7 燃料元件无损检测方法

5.7.1 课程要求

应以压水堆电站元件和研究试验堆元件为主,按符合教学大纲要求的培训教材进行理论和实践培训。

5.7.2 课时分配

I 级和 II 级人员培训总学时应符合 5.3 的要求,其中燃料元件无损检测应不少于总学时的四分之一。

5.7.3 超声检测

除通用检测技术外,燃料元件超声检测还应培训以下内容:

- a) 核级管材、棒材和板材的超声探伤(I 级、II 级);
- b) 包壳和芯体结合质量的超声检测(I 级、II 级);
- c) 铀铀及其它放射性材料工件的超声探伤(I 级、II 级);
- d) 辐照后燃料元件及压水堆堆芯相关组件的超声检测(I 级、II 级);
- e) 超声检测标准和规程(II 级)。

5.7.4 射线检测

除通用检测技术外,燃料元件射线检测还应培训以下内容:

- a) 燃料元件的焊缝 X 射线精密探伤(I 级、II 级);
- b) 燃料元件芯体及内部结构的透视检查技术(I 级、II 级);

- c) γ 射线法检查芯体密度及其均匀性(I 级、II 级);
- d) γ 射线检查放射性同位素富集度及其分布(I 级、II 级);
- e) 中子照相检验技术(II 级);
- f) 射线检测标准和规程(II 级)。

5.7.5 泄漏检测

除通用检测技术外,燃料元件泄漏检测还应培训以下内容:

- a) 气泡检漏(I 级、II 级);
- b) 氦质谱检漏(I 级、II 级);
- c) 检漏标准和规程(II 级)。

5.7 涡流检测

除通用检测技术外,燃料元件涡流检测还应培训以下内容:

- a) 核级管材、板材和棒材的涡流探伤(I 级、II 级);
- b) 包壳与镀层的涡流测厚(I 级、II 级);
- c) 涡流检测标准和规程(II 级)。

5.7.7 渗透检测

除通用检测技术外,燃料元件渗透检测还应培训以下内容:

- a) 燃料元件表面缺陷检测(I 级、II 级);
- b) 燃料组件及其零部件的焊缝表面缺陷检测(I 级、II 级);
- c) 渗透检测标准和规程(II 级)。

5.7.8 目视检测除通用检测技术外,燃料元件目视检测还应培训以下内容:

- a) 辐照后燃料元件包壳的热室和水下目视检查(I 级、II 级);
- b) 目视检查标准和规程(II 级)

注: III 级培训内容可参考 5.7.3 ~ 5.7.8,但不作专门规定。

5.8 无损检测新方法和新技术

本标准对无损检测新方法和新技术不作要求,但提倡在培训中尽可能予以介绍。