

# 无损检测术语 中子检测

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了在中子检测的一般概念,中子检测设备、器件和材料,中子检测方法中使用的术语。

本标准适用于中子检测。供制订标准和指导性技术文件及编写和翻译教材、图书、刊物等出版物时使用。

## 2 中子检测的一般概念

### 2.1 中子 neutron

一种具有原子质量接近于1的中性基本粒子。处于核外游离状态的中子是不稳定的,其半衰期约为10 min。

### 2.2 热中子 thermal neutron

能量范围在0.01eV和0.5eV之间的中子。它们由快中子慢化到中子的平均能量等于慢化介质的温度时得到。

### 2.3 同位素 isotope

原子核内具有相同的质子数和不同的中子数,但在元素周期表中处于同一位置的一些核素。

### 2.4 $\gamma$ 射线 gamma ray

产生于原子核的电磁辐射。

### 2.5 低能光子辐射 low-energy photon radiation

能量低于200 keV(除可见光和紫外光外)的 $\gamma$ 和X射线光子辐射。

### 2.6 半衰期 half life

一定数量的放射性原子一半发生衰变所需的时间。

### 2.7 中子扩散 neutron diffusion

在介质内,中子通过相继散射趋向由高密度区向低密度区迁移的现象。

### 2.8 中子能谱 neutron spectrum

单位能量间隔内的中子数目随中子能量变化的分布。

### 2.9 散射中子 scattered neutrons

经受散射碰撞,但仍然有助于胶片曝光的中子。

### 2.10 物体散射中子 object scattered neutrons

由试件散射的有利于胶片曝光的中子。

### 2.11 设备散射中子 facility scattered neutrons

设备内部散射的有助于胶片曝光的中子。

### 2.12 激活 activation

物质受到中子或其他粒子的轰击而成为人工放射性物质的过程。

同义词:活化

### 2.13 电子偶产生 pair production

能量高于  $1.02\text{MeV}$  的 X 或  $\gamma$  辐射与原子核或其它粒子相互作用的结果,同时产生一正电子和一负电子。正电子的随后湮没导致产生两个能量为  $0.511\text{MeV}$  的  $\gamma$  光子。

### 2.14 衰减系数 attenuation coefficient

射线束穿过物质时,其强度的相对变化率。

### 2.15 线性衰减系数 linear attenuation coefficient

射线束在材料中穿行单位距离时,其强度相对减弱的量度( $\text{cm}^{-1}$ )。

### 2.16 质量衰减系数 mass attenuation coefficient

射线束强度在单位表面密度中相对减弱的量度( $\text{cm}^2 \cdot \text{mg}^{-1}$ )。

### 2.17 半值层 half-value layer

将入射射线束的强度降低到原强度的一半所需的吸收材料厚度。

### 2.18 工艺过程控制射线照片 process control radiograph

在与试件射线照片的曝光和处理程序都相同的条件下,成像光束纯度显示器和灵敏度指示器的一幅射线照片。工艺过程控制射线照片可用来确定几何形状大的或复杂的试件的图像质量参数。

### 2.19 灵敏度值 sensitivity value

由射线照相图像中观察得到的任何给定灵敏度指示器上最小标准不连续性所测定的值。该值可通过识别指示器的类型、缺陷尺寸,以及在其上可观察到不连续性的吸收体厚度来确定。

### 2.20 $L/D$ 比 $L/D$ ratio

从入射孔径到图像平面之间的距离( $L$ )与入射孔径的直径( $D$ )之比。它是中子射线照相系统分辨能力的一个量度。

### 2.21 镉比 cadmium ratio

中子探测器的响应与在同样条件下包覆了特定厚度镉层时的响应之比。

### 2.22 $S$

散射中子的有效含量。 $S$  是由散射中子引起的底片变黑的本底百分数。

### 2.23 $\gamma$

$\gamma$  射线的有效含量。 $\gamma$  是由  $2\text{mm}$  铅吸收的低能光子辐射引起的底片变黑的本底百分数。

### 2.24 $P$

电子偶产生的有效含量。 $P$  是由  $2\text{mm}$  铅中电子偶产生而引起的曝光的本底百分数。

### 2.25 $NC$

有效热中子含量或中子射线照相对比度。 $NC$  是由不散射热中子引起的胶片曝光的本底百分数。

### 2.26 截面 cross section

根据与粒子碰撞反应发生的几率计算的核的视在截面积。它不一定与几何截面积  $\pi r^2$ , 相等。截面用面积单位靶恩(barn)表示。

### 2.27 总截面 total cross section

吸收截面和散射截面之和。

### 2.28 衰减截面 attenuation cross section

中子被原子核完全吸收的几率,用靶恩(barn)表示。

### 2.29 靶恩 barn

一种用以表示核截面面积的单位,  $1\text{barn}=10^{-24}\text{cm}^2$ 。

### 2.30 电子伏特 electron volt

电子通过 1V 电位差后所获得的动能。

## 3 中子检测设备、器件和材料

### 3.1 中子源 neutron source

能发射中子的装置或物质。

### 3.2 同位素中子源 isotope neutron source

利用放射性同位素衰变时放出的一定能量的射线去轰击某些靶物质,发生核反应而放出中子的装置。

### 3.3 加速器中子源 accelerator neutron source

利用粒子加速器加速某些带电粒子(如质子、氦核、 $\alpha$  粒子等)去轰击靶原子核以产生中子的装置。

### 3.4 反应堆中子源 reactor neutron source

利用重核裂变,在反应堆内形成链式反应来产生中子的一种体中子源。

### 3.5 中子发生器 neutron generator

指利用直流高压、加速离子的能量在 1MeV 以下,利用( $\alpha, n$ )反应获得中子的小型加速器。

### 3.6 像质指示器 image quality indicator

一种器件或器件的组合,其中子射线底片上的图像可提供有关中子射线照相透照灵敏度的形象化或量化的资料,或此两者兼而有之。

### 3.7 准直器 collimator

一种用辐射吸收材料制成的用于限制射线束的方向和扩散角的器件。

### 3.8 滤线板 filter

置于射线源与胶片之间,用于优先吸收较软射线的均匀薄层材料,其原子序数通常比试件的高。

### 3.9 暗盒 cassette

在曝光过程中,用来放置胶片或使转换屏与胶片保持紧密接触的一种不透光器件。

### 3.10 真空暗盒 vacuum cassette

一种具有柔性入射窗口的不透光器件,在真空状态下运用时,该器件可使胶片与转换屏在曝光过程中保持紧密接触。

### 3.11 转换屏 conversion screen

一种将成像的中子束转变为射线或光的器件,这种射线或光再使射线照相胶片曝光。

### 3.12 迹蚀探测器 track-etch detector

在中子射线照相术中所用的一种胶片,可利用  $\alpha$  发射体转换屏在介电材料中所引起的辐射损伤来探测带电粒子。这种辐射损伤可通过化学腐蚀法而成为可见的。

### 3.13 对比剂 contrast agent

一种添加到组分中,通过对入射辐射有选择性的吸收以增强细节轮廓的材料。

### 3.14 慢化剂 moderator

一种用来降低快中子速度的材料,当中子与轻元素(如氢、氘、铍和碳)的原子碰撞时,中子的速度就会被减慢。

## 4 中子检测方法

### 4.1 中子射线照相术 neutron radiography

通过物体对中子束有选择性的衰减,使物体内部细节成像的一种方法。

## 4.2 直接曝光成像 direct exposure imaging

在直接曝光成像法中,转换屏和图像记录器同时受中子束的照射。

## 4.3 间接曝光 indirect exposure

中子束仅照射对  $\gamma$  射线不敏感的转换屏的一种方法。照射后,将转换屏与图像记录器接触放置。

## 附 录 A

## 汉语索引

## (补充件)

A	加速器中子源 .....	3. 3
暗盒 .....	间接曝光 .....	3. 9
	截面 .....	2. 26
B	L	
靶恩 .....	L/D 比 .....	2. 29
半衰期 .....	灵敏度值 .....	2. 6
半值层 .....	滤线板 .....	2. 17
D	M	
低能光子辐射 .....	慢化剂 .....	2. 5
电子伏特 .....		3. 14
电子偶产生 .....	N	
对比剂 .....	NC .....	3. 13
	NC .....	2. 25
F	P	
反应堆中子源 .....	P .....	3. 4
	P .....	2. 24
G	R	
$\gamma$ .....	热中子 .....	2. 23
$\gamma$ 射线 .....		2. 4
镭比 .....	S	
工艺过程控制射线照片 .....	S .....	2. 21
	散射中子 .....	2. 18
H	设备散射中子 .....	
活化 .....	衰减截面 .....	2. 12
	衰减系数 .....	2. 28
J	T	
激活 .....	同位素 .....	2. 12
迹蚀探测器 .....		3. 12

同位素中子源 .....	3. 2	中子 .....	2. 1
W		中子发生器 .....	3. 5
物体散射中子 .....	2. 10	中子扩散 .....	2. 7
X		中子能谱 .....	2. 8
线性衰减系数 .....	2. 15	中子射线照相术 .....	4. 1
像质指示器 .....	3. 6	中子源 .....	3. 1
Z		转换屏 .....	3. 11
真空暗盒 .....	3. 10	准直器 .....	3. 7
直接曝光成像 .....	4. 2	总截面 .....	2. 27
质量衰减系数 .....	2. 16		

## 附 录 B

### 英 文 索 引

( 补 充 件 )

A	E		
accelerator neutron source .....	3. 3	electron volt .....	2. 30
activation .....	2. 12	facility scattered neutrons .....	2. 11
attenuation coefficient .....	2. 14	filter .....	3. 8
attenuation cross section .....	2. 28	G	
B		$\gamma$ .....	2. 23
barn .....	2. 29	gamma ray .....	2. 4
C		H	
cadmium ratio .....	2. 21	half life .....	2. 6
cassette .....	3. 9	half-value layer .....	2. 17
collimator .....	3. 7	I	
contrast agent .....	3. 13	Image quality indicator .....	3. 6
conversion screen .....	3. 11	indirect exposure .....	4. 3
cross section .....	2. 26	isotope .....	2. 3
D		isotope neutron source .....	3. 2
direct exposure imaging .....	4. 2	L	
		L/D ratio .....	2. 20

linear attenuation coefficient ..... 2.15  
 low-energy photon radiation ..... 2.5

## M

mass attenuation coefficient ..... 2.16  
 moderator ..... 3.14

## N

NC ..... 2.25  
 neutron ..... 2.1  
 neutron diffusion ..... 2.7  
 neutron generator ..... 3.5  
 neutron radiography ..... 4.1  
 neutron source ..... 3.1  
 neutron spectrum ..... 2.8

## O

object scattered neutrons ..... 2.10

## P

P ..... 2.24

pair production ..... 2.13  
 process control radiograph ..... 2.18

## R

reactor neutron source ..... 3.4

## S

S ..... 2.22  
 scattered neutrons ..... 2.9  
 sensitivity value ..... 2.19

## T

thermal neutron ..... 2.2  
 total cross section ..... 2.27  
 track-etch detector ..... 3.12

## V

vacuum cassette ..... 3.10