

# 锅炉压力容器无损检测 考试复习题及解答

主编 潘荣宝 康纪黔



机械工业出版社



数据加载失败，请稍后重试！

# 前 言

为了提高锅炉、压力容器无损检测工作质量，保证设备安全运行，凡从事锅炉、压力容器无损检测的人员，必须进行资格鉴定考核，取得相应的技术等级资格证书。因此，锅炉、压力容器无损检测人员资格鉴定考核工作是一项经常性工作。为了帮助广大无损检测人员牢固地掌握压力容器无损检测的基础知识和基本技能，我们编写了这本考试复习题集，供报考Ⅰ级（高级）无损检测资格和Ⅱ级（中级）无损检测资格时复习使用，亦可供大专院校无损检测专业师生以及有关无损检测工程技术人员参考。

本书共分三章，第一章是供Ⅰ级（高级）和Ⅱ级（中级）无损检测人员考试复习用的有关射线、超声波、渗透、磁粉及涡流五种探伤方法共1000多道习题及解答；第二章选编了部分Ⅰ级（高级）试题和解答以及部分Ⅱ级（中级）试题和解答；第三章汇集了现行考核规则、考试大纲和考试细则，本书还附有我国有关无损检测的标准目录。

本书由全国锅炉、压力容器无损检测人员资格鉴定考核委员会（简称考委员）超声Ⅰ级考核组长潘荣宝和Ⅰ级考委会主任康纪黔主编。射线探伤部分的习题由康纪黔、徐彦、潘荣宝等编写；超声波探伤部分的习题由潘荣宝、康纪黔、李明、陈程玉、李家鳌等编写；磁粉探伤部分的习题和渗透探伤部分的习题均由左厚扬和潘荣宝编写；涡流探伤部分的习题由康纪黔编写。张国诚、徐立贤、胡汝舜、王开松、范

宇、阎长周、陈文虎、杜护军等人参加了部分编写工作；劳动部张振鑫、宋全等同志对一些习题提出了宝贵意见；在本书出版发行工作中得到中国机械工程学会压力容器专业学会《压力容器》杂志编辑部的大力支持和协助，在此一并表示感谢。

由于无损检测涉及到许多学科，加上编者水平有限，书中错误难免，希望广大读者提出宝贵意见。

# 目 录

## 前言

## 第一章 锅炉压力容器无损检测人员资格考试复

习题 .....	1
§1-1 射线探伤 .....	1
I. 射线探伤基础知识 .....	1
II. 射线探伤工艺 .....	10
III. 射线探伤设备、防护 .....	31
IV. 射线探伤标准 .....	43
§1-2 超声波探伤 .....	48
I. 超声波探伤基础理论 .....	48
II. 超声波探伤仪器、探头、试块 .....	65
III. 产品探伤 .....	79
(I) 钢板部分 .....	79
(II) 钢管部分 .....	83
(III) 锻件部分 .....	87
(IV) 焊缝部分 .....	96
(V) JB3144—82标准部分 .....	105
§1-3 渗透探伤 .....	108
§1-4 磁粉探伤 .....	123
§1-5 涡流探伤 .....	138
第二章 试题选编 .....	144
§2-1 全国锅炉压力容器 I 级无损检测人员第三期射线 考试试题 (1986) .....	144

I . 材料、制造工艺及锅炉压力容器基础知识和有关 规程 .....	144
II . 常规无损检测方法基础 .....	146
III . 射线专业部分 .....	150
§2-2 全国锅炉压力容器 I 级无损检测人员第四期考 试基础试题 (1986年) .....	158
I . 材料、制造工艺及锅炉压力容器基础知识和有关 规程 .....	158
II . 常规无损检测方法基础 .....	160
§2-3 全国锅炉压力容器 I 级无损检测人员第五期考 试基础试题 (1987年) .....	165
I . 金属材料、产品制造工艺及锅炉压力容器基础知 识和有关规程 .....	165
II . 常规无损检测方法基础 .....	167
§2-4 全国锅炉压力容器 II 级无损检测人员射线专业 第一期考试试题 .....	171
§2-5 冶金系统锅炉压力容器 II 级无损检测人员射线 专业考试试题 (1987年) .....	177
§2-6 全国锅炉压力容器 I 级无损检测人员第四期考 试超声专业试题 (1986年) .....	182
§2-7 全国锅炉压力容器 I 级无损检测人员第五期考 试超声专业试题 (1987年) .....	191
§2-8 兵器系统锅炉压力容器 II 级无损检测人员超声 专业考试试题 (1987年) .....	198
§2-9 全国锅炉压力容器 II 级无损检测人员表面检测 专业试点考试磁粉专业试题 (1987年) .....	203
§2-10 全国锅炉压力容器 II 级无损检测人员表面检测 专业试点考试渗透专业试题 (1987年) .....	313
§2-11 全国锅炉压力容器 II 级无损检测人员表面检测 专业试点考试锅炉压力容器基础知识试题 (1987年) .....	217

**第三章 锅炉压力容器无损检测人员考核规则、考****试大纲及考试细则 .....220****§3-1 锅炉压力容器无损检测人员资格鉴定考核规则.....220****§3-2 锅炉压力容器 I 级无损检测人员考试大纲.....230****§3-3 锅炉压力容器 II 级无损检测人员考试细则.....232****附录一 我国无损检测标准目录 .....235****附录二 第一章锅炉压力容器无损检测人员资格考****试复习题解答..... 239****附录三 第二章试题解答.....300**

# 第一章 锅炉压力容器无损检测

## 人员资格考试复习题

### §1-1 射线探伤

#### I. 射线探伤基础知识

##### 一、是非题 (正确的画○, 错误的画×)

1. X、 $\gamma$ 射线是光子流, 因为它的波长短, 因而不可见。 ( )
2. X、 $\gamma$ 射线的能量是不同的, 其能量愈高, 传播速度就愈快。 ( )
3. 放射性同位素 $\gamma$ 射线的能量是一定的 (如  $\text{Co}^{60}$  是 1.25MeV), 但经过几个半衰期后其能量要相应改变。 ( )
4. 当X射线通过三个半价层后, 其能量仅剩下最初的 3/4。 ( )
5. X射线束的强度由打到钨靶上的电子数决定。 ( )
6. X射线的发生电源是交流电, 因而产生的是连续谱。 ( )
7. 射线穿过试件时, 其强度的减弱程度取决于试件的厚度和材质。 ( )



8.  $\text{Ir}^{192}$  与  $\text{Co}^{60}$  射线源相比具有较短的半衰期和较低的能量。 ( )

9. X射线管中电子的速度越大, 则发出的射线能量就越高。 ( )

10. 放射性同位素衰减与衰变实质上是一回事。 ( )

11. 光电效应也叫光电吸收, 因为发生光电效应后光子即消失了。 ( )

12. 当光子经过康普顿效应后, 通常要产生二次射线。 ( )

13. 硬X射线比软X射线的传播速度快, 所以硬X射线具有更高的能量。 ( )

14. 当X射线通过3个半价层后, 其强度仅为初始值的1/3。 ( )

15. 高速运动的电子同靶原子核的库伦场作用, 电子失去的部分能量以光子的形式辐射出来, 这种辐射称为韧致辐射。韧致辐射产生连续X射线。 ( )

16. 高速运动的电子同靶原子的轨道电子碰撞时, 有可能将原子内层的一个电子击到未被电子填满的外层轨道上, 其外层的电子向内层跃迁, 以光子的形式辐射出多余的能量, 这就产生了标识X射线。 ( )

17. 用于探伤的X和 $\gamma$ 射线, 它们之间的主要区别在于: X射线是韧致辐射的产物; 而 $\gamma$ 射线是放射性同位素的原子核衰变的产物; X射线是连续谱,  $\gamma$ 射线是线状谱。 ( )

18. 康普顿散射线系数虽然与入射光子的能量无关, 但入射光子的能量增大时, 散射光子的方向愈接近入射光子的

初始方向，对底片质量影响就愈小。 ( )

19.  $\gamma$  射线源经过 2 个半衰期后，它的射线能量仍然不变。 ( )

20. 打到靶上的电子数是决定 X 射线强度的因素之一。 ( )

21. 管电压越高，X 光管中电子的速度就越大，辐射出的射线能量就越高。 ( )

22. 放射性同位素的衰变和射线的衰减实际上是一回事。 ( )

23. 半衰期是指放射性同位素的能量衰减一半时所需要的时间。 ( )

24. 康普顿作用过程的特征是光子与电子碰撞时发生部分能量转移。 ( )

25. 将 X 光管的阳极靶材料由钨换成钨，其它条件不变，那么

(1) 此时产生的连续 X 射线的最短波长不变。 ( )

(2) 此时产生的连续 X 射线的总强度不变。 ( )

26. 射线不受电磁场的影响。 ( )

27.  $\beta$  射线和 X 射线在真空中的传播速度相同。 ( )

28.  $\text{Co}^{60}$  和  $\text{Ir}^{192}$  射线源是由稳定的同位素在中子反应堆中俘获中子而获得的，当射线源经过几个半衰期后，将此射线源置于中子反应堆中激活，仍可复原。 ( )

## 二、选择题 (将正确答案的代号填在括号内)

29. X 射线属光子流，而  $\alpha$  射线辐射流是 ( )。

A. 电子流

B. 质子流

- C. 中子流                      D. He 的原子核
30. 常见的放射性同位素的半衰期,最短的是 ( )。
- A. Co<sup>60</sup>                      B. Cs<sup>137</sup>  
C. Tm<sup>170</sup>                      D. Ir<sup>192</sup>
31.  $100 \times 10^9 \text{Bq}$  的 Co<sup>60</sup> 源经 21.2 年后,其放射性活度变为 ( )。
- A.  $50 \times 10^9 \text{Bq}$                       B.  $12.5 \times 10^9 \text{Bq}$   
C.  $6.25 \times 10^9 \text{Bq}$                       D.  $25 \times 10^9 \text{Bq}$
32. X 射线发出的连续谱是电子打在钨靶上后由 ( ) 产生的。
- A. 原子核                      B. 核外库仑场  
C. 撞击核外电子                      D. 核内质子
33. X 射线透照时,穿透能力的大小主要取决于 ( )。
- A. 管电压                      B. 管电流  
C. 焦距                      D.  $u_g$  值
34. 射线与物质相互作用时,可能发生电子对生成效应,但射线能量必须 ( )。
- A. 小于 1.02MeV                      B. 大于 1.02MeV  
C. 与 MeV 无关                      D. 大于 0.1MeV
35. 射线经过一个半价层后,其 ( ) 衰减一半。
- A. 能量                      B. 强度  
C. 散射射线                      D. 灵敏度
36. 中子辐射具有独特的穿透能力,但容易被 ( ) 吸收。
- A. 重金属                      B. 铅  
C. 含氢物质                      D. 铝
37. X、 $\gamma$  射线除射线源不同外,其本质是 ( )。

- A. 不同类型的辐射
- B. 同种类型的辐射
- C. 声发射
- D. 速度不同的辐射

38. 在发生光电效应时, 光子的能量是 ( )。

- A. 全部付给电子
- B. 部分付给电子
- C. 不变
- D. 根据情况来确定是全部或部分付给电子

39. 半价层厚度与 ( ) 有关。

- A. 源的强度
- B. 源的种类、被检材料的种类和密度
- C. 源的几何尺寸
- D. 被检材料的厚度

40. 衰减系数  $\mu$  与 ( ) 无关。

- A. 射线源的种类或管电压
- B. 被检材料的种类和密度
- C. X光管阳极靶的原子序数
- D. 被检材料的原子序数

41. 假定某放射性同位素的衰变常数  $\lambda = 0.231/\text{年}$ , 则其半衰期为 ( )。

- A. 5.3年
- B. 33年
- C. 3年
- D. 75天

42. X射线与物质作用的衰减规律, 用公式表达为  $I = I_0 e^{-\mu x}$ , 它适用于 ( ) ; 而  $I = (1+n)I_0 e^{-\mu x}$  适用于 ( )。

- A. 单色平行窄射束
- B. 单色平行宽射束

- C. 连续平行窄射束  
D. 连续平行宽射束
43. X、 $\gamma$ 射线是（ ）。
- A. 电子流                      B. 质子流  
C. 中子流                      D. 光子流
44. 管电压为 400kV 时产生的 X 射线光子的最大能量是（ ）。
- A. 0.4MeV                      B. 400eV  
C. 0.4keV                      D.  $4 \times 10^6$ eV
45. 光电效应中，（ ）。
- A. 光子能量被部分吸收  
B. 光子能量被全部吸收  
C. 光子改变方向  
D. 光子能量不被吸收
46. 下列放射性同位素中，射线能量最高的是（ ），能量最低的是（ ）。
- A.  $\text{Tm}^{170}$                       B.  $\text{Co}^{60}$   
C.  $\text{Ir}^{192}$                       D.  $\text{Cs}^{137}$
47. 射线束有窄束和宽束之分，它们的区别是（ ）。
- A. 窄束是散射线和未散射的射线均到达检测器，而宽束是指只有未散射的射线到达检测器  
B. 窄束是指只有未散射的射线到达检测器，而宽束是指散射线和未散射的射线均到达检测器  
C. 窄束和宽束只与源的尺寸有关  
D. 窄束和宽束均取决于胶片和屏的配合
48. X 射线荧光屏系统检测方法的主要缺点是（ ）。
- A. 操作者需要比较广泛的训练

- B. 屏的图象亮度高  
 C. 缺陷图象放大  
 D. 发现细微缺陷的能力差
49. 连续 X 射线的波长与 ( ) 有关。  
 A. 靶的材料                      B. 管电流  
 C. 管电压                         D. 曝光时间
50. 标识 X 射线的波长与 ( ) 有关。  
 A. 靶的材料                      B. 管电流  
 C. 管电压                         D. 曝光时间
51. 散射线的的主要成分是低能射线, 这种低能射线是 ( ) 过程中能量减弱的光子。  
 A. 光电效应                      B. 电子对生成  
 C. 康普顿散射                    D. 衰变

### 三、填空题 (在括号内填上适当的内容)

52. 元素  $Al^{27}$  中有 ( ) 个质子和 ( ) 个中子。
53. 某 X 光机发出的最短波长  $\lambda_{\min}=0.0124\text{nm}$  ( $0.124\text{\AA}$ ), 那么其管电压应为 ( ) kV。
54. 对于 X 射线机表征射线的能量是采用 ( )。
55. 当射线能量小于  $1.02\text{MeV}$  时, 射线与物质相互作用主要是 ( ) 效应和 ( ) 效应。
56. 单位质量放射物质的活度称为该放射物质的 ( )。
57. 射线的能量越高, 穿透力越 ( ); 物质的密度越大, 对射线的吸收越 ( )。
58. 吸收系数  $\mu$  值的大小取决于 ( )。
59. 半衰期是指放射性同位素的 ( ) 衰减一半所需要时间。
60. 光电效应和康普顿效应都可以产生 ( )。

61. 同位素就是 ( ) 相同, ( ) 不同的一种元素。

62. 试件厚度愈大, 散射比  $n$  ( )。

63. 开始时, 射线能量愈高,  $\mu$  值 ( ), 试件厚度愈大,  $\mu$  值 ( )。

64. X射线管的发射效率主要取决于 ( )。

65. 散射线对 照相底片的影响主要是降低射线照相的 ( ) 和 ( )。

66. 在 X光机窗口加一层薄的过滤器, 其目的主要是 ( )。

67. 常规的五大探伤方法和代号是 ( )、( )、( )、( )、和 ( )。

68. T × 2005 X光机在额定输出时, 射线束的最短波长是 ( ) nm。

69. 已知光子的波长为 0.0012395nm, 它的能量应为 ( ) MeV。

70. X、 $\gamma$ 射线与物质相互作用时主要产生 ( ) 效应、( ) 效应和 ( ) 效应。

71. X、 $\gamma$ 射线与可见光的本质都是电磁波, 它们的主要区别就在于射线的波长 ( )、能量 ( ), 能穿透 ( ) 的物质, 包括金属。

72. 连续 X射线的能量取决于 ( )。在距离、管电压与阳极靶材料不变时, 其强度取决于 ( );  $\gamma$ 射线的能量取决于 ( ), 其强度取决于 ( )。

73.  $\text{Co}_{27}^{59}$  的原子中有电子 ( ) 个, 中子 ( ) 个, 质子 ( ) 个, 其原子序数为 ( )。

74.  $100 \times 10^9 \text{Bq}$  的  $\text{Ir}^{192}$   $\gamma$ 源, 经过 5个月, 其活度

还有 ( )  $\times 10^4 \text{Bq}$ 。

75. 低能 X 光机之所以用铅作防护层, 是因为铅的原子序数  $Z$  大, 在此能量范围内衰减系数  $\mu$  与  $Z$  的 ( ) 次方成正比。

76. 常用的  $\gamma$  源  $\text{Co}^{60}$  的半衰期是 ( ) 年,  $\text{Cs}^{137}$  的半衰期是 ( ) 年,  $\text{Ir}^{192}$  的半衰期是 ( ) 天。

77. 用连续宽束 X 射线透照试板时, 试板厚度越大, 则: (1) 散射比  $n$  越 ( ), (2) 平均衰减系数  $\mu$  越 ( )。

78. X、 $\gamma$  射线在真空中的传播速度为 ( ) 万  $\text{km/s}$ 。

79. 透照厚工件时, 要选用较高的 ( ), 因为它的波长 ( ), 穿透能力 ( )。

#### 四、问答题与计算题

80. 无损检测中常用的能量范围内的  $\gamma$  射线衰减是通过哪种方式产生的?

81. 产生 X 射线的必备条件是什么?

82. X、 $\gamma$  射线具有哪些主要特征?

83. 叙述射线穿过物质发生的三个效应与入射线能量之间的关系。

84. 何谓中子射线?

85. 对于实用的 X 射线, 为了要用半价层公式, 应以什么波长为计算半价层厚度的基准?

86. 某射线源对钢的半价层厚度为  $1.2\text{cm}$ , 透照  $12\text{mm}$  厚的钢件, 需曝光  $2\text{min}$ 。现欲透照  $36\text{mm}$  厚的钢件, 问曝光时间应为多少 (假定透照条件、散射比  $n$  不变)?

87. 写出窄束射线穿过物质的衰减定律公式, 并注明各



符号的含义。

88. 何谓放射性同位素?
89. X射线的能量取决于什么?  $\gamma$ 射线的能量是取决于什么?
90.  $\text{Co}^{60}$   $\gamma$ 射线源半衰期为5.3年, 求其蜕变常数 $\lambda$ 。
91. X光管阳极靶由钨换成钨会产生什么结果?
92. 某管电压产生的X射线穿过某物质其半价层为0.5cm, 问它的1/10价层应是多少?
93. 透过厚铝板的X射线窄射束的照射剂量率是 $400 \times 10^{-7} \text{C/kg}$ , 再透过20mm厚的铝板时, 剂量率变为 $200 \times 10^{-7} \text{C/kg}$ , 那么再透过10mm厚的铝板时, 剂量率为多少?
94. 母材厚15mm, 焊缝加强层高度3.0mm的钢焊缝进行透照时, 考虑到胶片的增感效果, 此时的散射比 $n$ 对于母材是1.5, 对于焊缝是3.0, 如果吸收系数为 $4.62 \text{cm}^{-1}$ , 那么对该X射线试验件的半价层是多少毫米? 到达母材部位胶片的剂量是到达焊缝部位胶片剂量的多少倍?
95. 十个月前购进  $\text{Ir}^{192}$   $\gamma$ 射线机, 当时的射线源强度为 $148 \times 10^{10} \text{Bq}$ , 现在的强度为多少?

## II. 射线探伤工艺

### 一、是非题 (正确的画○, 错的画×)

96. 一般来讲管电压低于150kV时, 铅增感屏对射线的削弱作用大于射线的增强作用。 ( )
97.  $\text{AgBr}$  的颗粒度决定了胶片的性质。颗粒度越大, 胶片感光速度越快, 成象清晰度越差。 ( )
98. 透度计的主要用途就是确定缺陷是否合格。 ( )