

高级射线检测人员培训复习-2004.11

(郑世才 航天二院 201 所 北京 142 信箱 23 分箱 3 室 100854; 010-68387653)

复习：(1) 教材内容复习

(2) 模拟试题讨论

0. 教材基本内容构成的理解

教材的基本内容：

(ASTM E1316-00 标准的分类：

射线照相；实时成像；层析成像；其他)

第 1 章 物理基础——解答射线能够用于检测的物理原理

第 3 章 影象质量——射线照相检验技术的理论基础

——射线照相灵敏度构成因素

——构成因素的影响因素

第 4, 5, 6 章 射线照相检验技术——透照技术；辅助技术；

暗室技术；评片技术；典型工件射线照相检

验技术

第 2 章 设备和器材

第 8 章 其他射线检测技术——简要介绍

第 9 章 质量管理

第 7 章 辐射防护——射线检测的安全问题

1. 教材基本内容的理解----内容构成要点

1.1 射线检测物理基础

- 基本概念:

原子结构; 原子核; 光量子; 射线

- X 射线和 γ 射线:

性质; 产生; 常用放射性同位素特性

- X 射线谱:

连续谱的产生和特点; 特征谱的产生和意义

- 放射性衰变:

放射性衰变概念; 放射性衰变方式; 放射性衰变规律

- 射线(电磁辐射)与物质的相互作用:

主要过程; 特点

- 射线(电磁辐射)的衰减规律:

概念; 单色窄束和宽束连续谱 吸收规律

- 射线照相检验的基本原理

1.2 射线检测的设备与器材

- X 射线机结构:

基本组成与各部分作用;

X 射线管的结构, 各部分的作用, X 射线的产生过程;

- X 射线机的性能:

技术性能; 电气性能; 安全性能; 保护功能

- X 射线机的使用和维护:

训机; 冷却

- **γ 射线机:**

基本构成; 常用 γ 源特性;

- **射线胶片:**

分类与特点; 胶片系与其分类

- **概念:** 潜影; 潜影形成; 黑度; 曝光量

- **胶片感光特性:**

参数; 特性曲线; 特性相关因素; 特性曲线的函数关系

- **增感屏:**

增感概念; 增感屏类型; 增感机理; 特点; 使用

- **象质计:**

作用; 类型; 特点

线(丝)型象质计: 结构; 规格; 使用; 特点

平板孔型象质计: 结构; 规格; 使用; 特点; EPS 灵敏度概念

1.3 射线照相影象质量的基本因素

- **影象形成与影象的基本特点 (第 6.2.2 节):**

点源沿直线传播; 几何投影; 射线衰减规律。

- **影象质量的基本因素:**

对比度、清晰度、颗粒度: 概念; 影响因素

不清晰度对对比度的影响: 条件; 关系式

颗粒度与信噪比的关系讨论

- **射线照相灵敏度:**

三因素的综合评价

- **缺陷的射线照相检验:**

典型细节影象的可识别性公式 (重点: 裂纹)

缺陷影象的识别条件

缺陷的射线照相检验讨论

1.4 射线照相检验技术

- 射线照相检验基本技术:

透照布置（总结 JB 4730 规定）；透照参数

- 射线照相检验辅助技术:

散射防护；增感技术；暗室处理技术

- 射线照相检验评片技术

- 典型工件的透照技术:

环缝；小管；球罐；管座；椭圆封头；法兰对接；（管板）

1.5 其他射线检测技术

- 高能射线照相检验技术:

主要特点（灵敏度，散射）

- 射线实时成像检测技术:

系统的基本性能，图象增强器的结构与作用；

几何不清晰度，最佳放大倍数，不清晰度与空间分辨力关系

- 中子射线照相检验技术:

中子与物质的相互作用，热中子的吸收系数；

直接曝光法，间接曝光法，应用

- CT 与康普顿散射成像检测技术:

成像原理与特点

1.6 辐射防护

- 主要辐射量:

照射量, 吸收剂量, 剂量当量; 吸收剂量与照射量之间的关系

- 辐射生物效应与辐射损伤

随机性效应, 非随机性效应 (确定性效应), 辐射损伤相关因素

- 外照射防护方法

- 辐射防护目的 (辐射防护原则) 与辐射防护标准

- 辐射防护计算

- (辐射防护管理)

1.7 质量管理的内容构成与要点

- 全面质量管理概念

- 人员管理

- 设备与器材管理

- 工艺管理

- 射线检测人员的健康管理

1.8 射线照相检验标准

- ASME 第 V 卷的规定:

胶片分类: 八类

平板孔型像质计的 EPS 灵敏度

阶梯黑度片和黑度计校验

底片黑度控制: +30%; -15%

像质计放置个数

2. 教材一些部分内容的归纳与理解

2.1 射线概念(物理基础)

射线分类：电磁辐射；粒子辐射。

电磁辐射：X射线和 γ 射线，其基本单元是光（量子），与物质的作用是光子与物质的作用，这决定了其衰减的规律。

粒子辐射：各种实物粒子，包括带电粒子（电子、质子、 β 粒子、 α 粒子等），不带电粒子（中子）。其基本单元是粒子，不同的粒子与物质的作用机理不同，作用的主要过程不同，衰减规律也不同。

例如，X射线与热中子，在物质中的吸收特点不同。
不能将电磁辐射与物质的作用过程用到粒子辐射。

2.2 放射性衰变(物理基础) (参见 p4,p7,p8,p11-12)

- **概念：**核素自发地、放出射线、转变为其他核素的现象
- **主要衰变方式：** α 衰变、 β 衰变、 γ 衰变（跃迁）
- **放射性衰变规律：**指数衰减规律；统计规律；衰变常数概念
- **放射性衰变特点：**

衰变方式和速率由本身决定；与核素的物理状态和化学状态无关

- **常用放射性同位素的特点：**

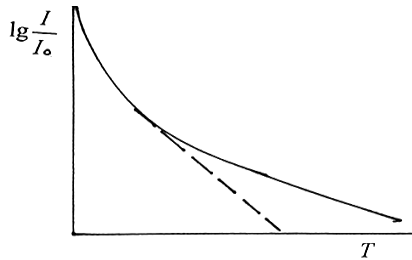
Co-60;Ir-192;Se-75;Tm-170;Cs-137;

能量；半衰期；照射量率常数；衰变方式；适宜厚度

2.3 宽束连续谱 X 射线衰减规律(物理基础)

(参见 p21-23)

对宽束连续谱 X 射线穿过物体时衰减的基本特点：“硬化”（强度减小；谱的改变）加深理解。实验吸收曲线：



$$\ln \frac{I}{I_0} = -\mu T + \ln(1+n)$$

类比直线方程： $[y = kx + b]$ $y = \ln \frac{I}{I_0}$ $k = -\mu$ $b = \ln(1+n)$

2.4 胶片特性曲线的函数关系（设备和器材）

对正常曝光区，梯度近似为常数，可写出

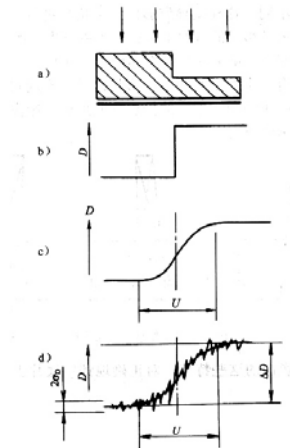
$$D = G \lg H + C$$

$$H = It$$

H 与 E （通常用的曝光量）仅差一个常数倍数。

2.5 影象质量因素（射线照相质量的影响因素）

2.5.1 影象质量基本因素的导出与物理意义



对比度：影象黑度与周围背景的黑度差，决定了可识别的最小厚度（或密度）差；

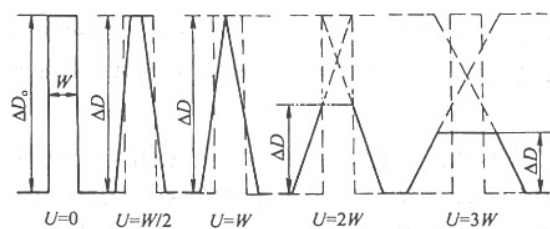
不清晰度：影象边界的扩展宽度，决定了可分辨的细节尺寸；

颗粒度：影象黑度的不均匀性，决定了可记录（显示）的细节尺寸。

2.5.2 不清晰度对对比度的影响

- **影响的前提条件：**细节影象的宽度尺寸小于不清晰度
- **影响的基本规律：**减小对比度

$$\Delta D = \Delta D_o \frac{W}{U} \quad (W \leq U)$$



2.5.3 缺陷影象的可识别性

- 可识别条件

$$|\Delta D| \geq \Delta D_{\min}$$

$$|\Delta D| \geq (3-5)\sigma_D$$

- ΔD_{\min} 的说明 (参见 p109-111;p86-88)

决定于眼睛的视觉特性

相关于细节的尺寸和形状、观察的照明条件

它与底片的灵敏度不相关。

满足第一条条件,眼睛可确认存在一个信号。

理解:一般标准关于暗适应、透过底片的亮度等的规定。

- “3~5” 的意义说明: (p109 ↑ 2;p111 ↓ 1 有误)

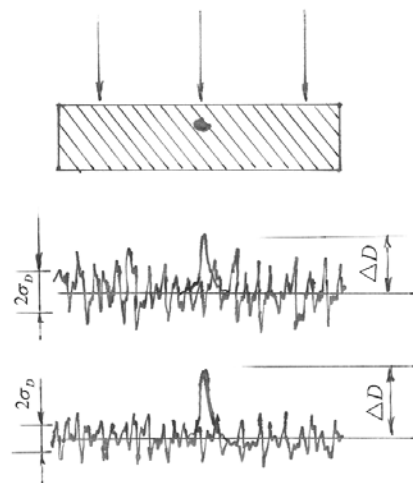
按统计理论,对存在偶然误差时,测量值服从正态分布:

测量值出现在 真值 $\pm \sigma$ 范围的概率为: 68.3%;

测量值出现在 真值 $\pm 2\sigma$ 范围的概率为: 95.4%;

测量值出现在 真值 $\pm 3\sigma$ 范围的概率为: 99.7%.

因此,满足第二条条件的信号,几乎有 100%的把握认为,它是由缺陷产生的信号。



2.5.4 教材第二，三章中需要勘误的地方

(1) 图 3-1 (P78)

此图（一般是逻辑关系图），不能表达灵敏度由影象质量因素决定的关系，也不能表达灵敏度是影象质量综合测定的关系。

(2) 表 3-1 中关于对比度的公式 (P79, 80)

射线照相对比度公式是射线照相检验技术的基本关系式，其正确的表示式应是

$$\Delta D = - \frac{0.434 \mu G \Delta T}{1 + n}$$

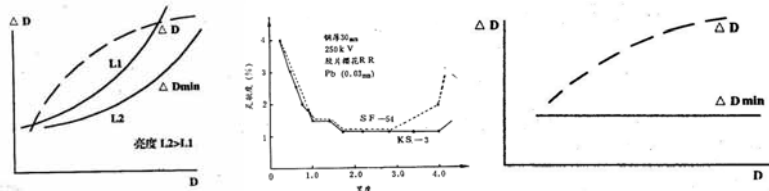
此关系式不能加上一个“+”号。如果加上“+”号，则反映在概念上存在错误。关系式中的负号表示的是，对应于增量 ΔT 所得到的黑度增量 ΔD 是相反的。类似的，在本章中，还存在一些缺少“-”号的表达式。

(3) 关于“最佳黑度”问题 (p87-88)

教材引述了日本培训教材关于底片“最佳黑度”的讨论，实际上不存在所讨论的结论。

日本的培训教材中，同时给出的另一幅图（见下面左侧第一图）已否定了本身的讨论。日本工业标准编制说明给出的灵敏度-黑度-观片灯亮度关系图（见下面中间图），也否定了“最佳黑度”的讨论。实际讨论的应是观察底片时的亮度对识别缺陷的影响。

正确的结论是，当观察底片时，只要保证透过底片的亮度在 $30\text{cd/m}^2 \sim 100\text{cd/m}^2$ 范围，对于目前使用的底片黑度，对某个形状和尺寸的细节，其最小可识别的黑度差为一定值。其一般关系如下面图中右侧图。



《新编教材配套习题集》中是非题的第 3.30 题答案有误。

(4) 关于 EPS 灵敏度 (P75)

EPS 灵敏度概念：某种射线照相技术的 EPS 灵敏度是指，在同样的透照技术下，2T 孔为可识别的最小孔时，象质计的板厚 T 与透照厚度的百分比。例如，

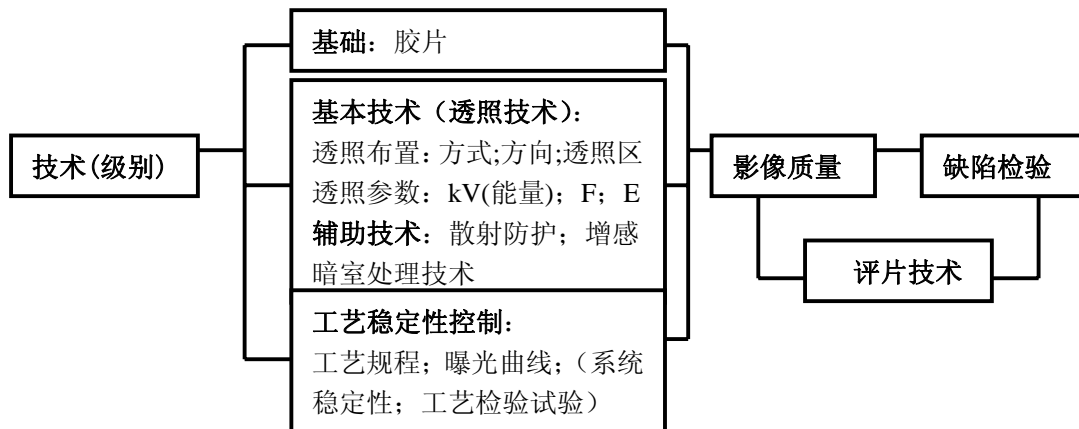
对 1-2T 灵敏度级别，其 EPS 灵敏度显然为 1%；

对 2-2T 灵敏度级别，其 EPS 灵敏度显然为 2%；

对 4-2T 灵敏度级别，其 EPS 灵敏度显然为 4%。

2.6 射线照相检验技术构成（工艺）

射线照相检验技术构成的理解-----技术构成线索



按照上面的技术构成基本线索, 归纳有关的内容, 形成对技术的理解和掌握。
对 JB 4730 标准技术规定部分的内容, 也应如上总结, 以利于应用该标准。

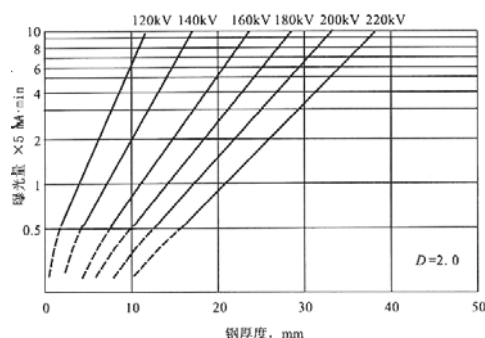
2.7 曝光曲线（工艺）

- 曝光曲线直线的条件：一定厚度；近似单色窄束射线
- 曝光曲线的函数关系（对直线部分）为：

$$\lg E = kT + C$$

$$k = \mu \lg e$$

- 曝光曲线小厚度区延伸的分析：（ $\lg E - T$ ）（见 p133 图 4-18）。



$\mu = \frac{\tan \theta}{\lg e} \rightarrow$ 从连续谱吸收规律, 向小厚度延伸时, 应向下弯曲。

- 曝光曲线应用：确定半值层厚度（P136）；

从曝光曲线函数关系证明：

$$\lg E_1 = kT_1 + C$$

$$\lg E_2 = kT_2 + C$$

$$\lg \frac{E_2}{E_1} = k(T_2 - T_1) \quad k = \mu \lg e$$

$$T_2 - T_1 = \frac{\lg(E_2 / E_1)}{k} = \frac{\ln(E_2 / E_1)}{\mu}$$

$$\text{令} \quad E_2 = 2E_1$$

$$\text{则} \quad T_2 - T_1 = \frac{\ln 2}{\mu} = T_{1/2}$$

从基本理论证明方法：

$$I = \frac{\alpha i Z V^2}{F^2} \quad H = It \quad E = it \quad H = kE$$

对不同厚度，到达胶片的曝光量为

$$H_1 = kE_1 e^{-\mu T_1}$$

$$H_2 = kE_2 e^{-\mu T_2}$$

黑度相同，则应是到达胶片的曝光量相等，因此

$$E_1 e^{-\mu T_1} = E_2 e^{-\mu T_2}$$

$$\ln E_2 - \ln E_1 = \mu(T_2 - T_1)$$

$$T_2 - T_1 = \frac{\ln(E_2 / E_1)}{\mu}$$

2.8 其他重要内容点

- 散射线的影响与防护
- 增感屏的类型与特点
- 显（定）影液的组分与作用
- 环缝的透照方式与特点
- 小管的透照技术
- 变截面工件的透照技术
- 球罐 γ 射线全景曝光工艺特点

2.9 辐射防护部分重点

- 三个主要辐射量概念与单位
- 从辐射防护观点，辐射生物效应分类与特点(P210)
- 辐射损伤与相关因素
- 辐射监测类型

3 工艺编制问题

依据：产品的法规、规程、技术条件；射线照相检验方法标准

编制的主要工作：

- (1) **全面理解**有关产品的法规和规程的规定，确定检验方法、检验标准、检验时机、检验部位、检验比例、验收级别等；
- (2) **分析**产品的结构、材料、工艺特点，结合具备的检测条件，确定透照方式；
- (3) **依据**检验标准的规定、具有的经验 and 掌握的有关理论，确定基本透照参数，采取必要的工艺措施，提高底片质量；

编制注意：

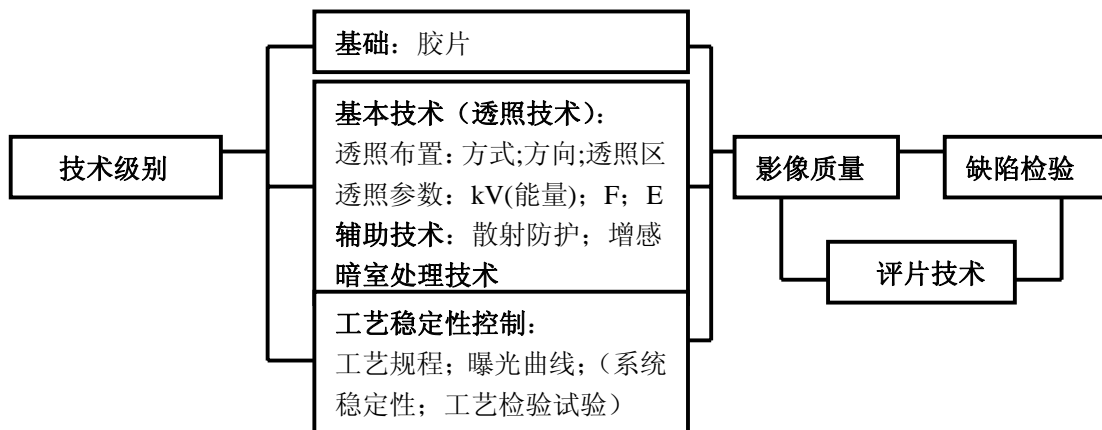
- (1) **检验比例：**应注意考虑扩展的必检部位方面的规定。
- (2) **透照方式：**产品结构特点、材料与工艺产生缺陷特点、条件、效率等；检验标准的规定。
- (3) **透照参数确定：**正确运用曝光曲线（特殊时应结合胶片感光特性曲线）；所给出的透照参数，应符合检验标准的规定和理论的基本要求。
- (4) **透照布置示意图：**注意溯源性，按教材（p146）可采用十字形箭头，规定起点和延续方向。
- (5) **技术要求及说明：**可对必检部位、布片加以简要说明，标记、散射控制、防护等引用（按）“通用工艺规程”（规定）。

4. 关于 A2 卷模拟试题说明（JB 4730 标准（射线部分）与工艺问题）

4.1 对 JB 4730 标准（射线部分）的理解（补充）

4.1.1 标准关于技术规定内容的理解线索

标准关于技术的规定，其核心内容贯穿了下图所示的基本线索。



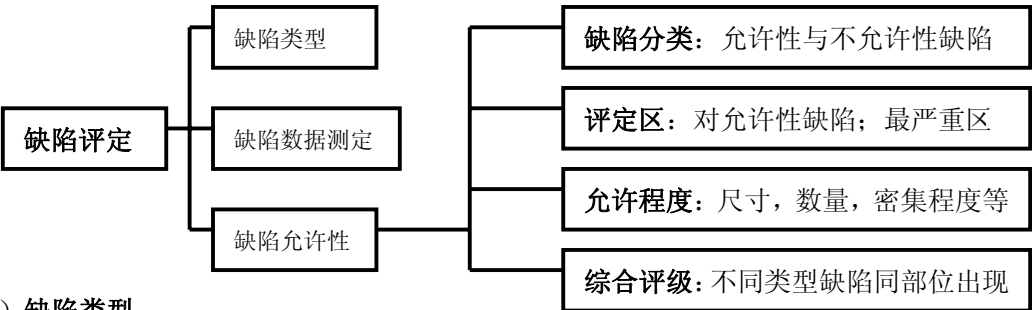
对某一方面的规定，应自行作出归纳，以便系统性掌握。

例如，关于透照方式的规定，是否可归纳为：

- (1) 明确规定了透照方式选择原则（见 4.1.1）
- (2) 可用的透照方式（见附录 C 和 4.1）
 - 大管：周向；源在内单壁（偏心）；源在外单壁；源在外双壁单影
 - 中管（ $100\text{mm} < D \leq 400\text{mm}$ ）（特殊点：透照厚度比控制）
 - 小管：（条件；要求；次数等）
 - 更小管（ $D \leq 80\text{mm}$ ； $T \leq 6\text{mm}$ ）：椭圆成像或垂直透照一次
 - 纵缝：源在内单壁（偏心）；源在外单壁；源在外双壁单影
- (3) 涉及透照方式的特殊规定
 - 周向透照方式： f_{\min} 可减少不超过规定值的 50%
 - 源在内单壁透照方式： f_{\min} 可减少不超过规定值的 20%

4. 1. 2 质量分级规定的构成——质量分级规定的理解线索

一般标准在质量分级中对缺陷评定规定的线索，如下图。



(1) 缺陷类型

在质量分级中，所设定的缺陷类型，是按照结构失效模式和缺陷对结构性能的影响给出的，因此，它可以不同于缺陷的性质。例如，在 JB 4730-94 中给出的圆形缺陷，可以是气孔，也可以是夹渣，后者才是缺陷的性质。而裂纹、未焊透等则与缺陷的性质相同。

在理解一个质量分级标准（或技术条件、验收条件）时，首先要理解清楚标准中给出了哪些类型的缺陷。其后续的质量分级规定中，将对不同类型缺陷作出不同的评定规定。

(2) 缺陷数据测定方法

也就是关于缺陷评定时，对缺陷尺寸、数量及其转换为质量分级评定数据的规定。典型的例子是，一个气孔的尺寸，可以是其最大尺寸，也可以是长与宽的平均值等。

这方面的规定，将统一不同评定人员对缺陷数据的测定结果。

(3) 缺陷允许性的具体规定——质量分级的具体规定

规定一般分为四个方面：缺陷分类、评定区、缺陷允许程度、综合评级。

缺陷分类：将给出的各类缺陷，对设定的质级别，区分为允许性缺陷和不允许性缺陷。允许性缺陷，在评定区中按允许程度评定质量级别。不允许性缺陷，不在考虑其尺寸、数量等，直接评定质量级别。

评定区：对允许性缺陷设定的长度、面积区，在这个区中评定缺陷尺寸和数量等的符合性。评定区应选在被评定焊缝缺陷最严重的区域。

缺陷允许程度：一般包括缺陷的尺寸、数量、间距、位置。科学的规定，应依据失效机理，从理论分析、经验总结、实验验证等提出。借鉴其他标准的规定，在理论和经验不足的时候是常常采用的方法，但作出一定的分析是完全必要的。

综合评级：当标准给出的不同类型缺陷，同时出现在一个部位时（**可以是评定区，也可能不是评定区**），应进行综合评级，即这种情况下质量级别的评定规则。

在 JB 4730-94 标准的这次修订中，质量分级规定的内容基本上按照上述的线索规定了有关的内容。

4.1.3JB 4730 稿中的有误条文

- 图 1: 100kV 标注位置有误
- 图 2: 三线上下相对位置有误

例: $d=3\text{mm}$

技术	厚度	10	20	60
A	查图	65	约 110	约 225
	计算	104	165	345
B	查图	130	约 220	约 450
	计算	208	330	690

- 表 18 中 “ $>3\sim 8$ ” 似应为 “ $>4\sim 8$ ”

4.2 模拟试题中关于 JB 4730 标准部分的问题

4.2.1 设计考虑

- (1) 熟悉标准的规定
- (2) 能运用标准的规定处理问题
- (3) 理解标准的重要规定

4.2.2 判断题的分类

- (1) 熟悉标准内容: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11
- (2) 简单运用标准规定处理问题: 8, 9, 10
- (3) 综合与理解: 12, 13, 14, 15

4.2.3 单选题的分类

- (1) 同一点上熟悉标准内容: 1, 2
- (2) 简单运用标准规定处理问题: 4, 5, 6
- (3) 多点综合与理解: 3, 7, 8, 9, 10

4.2.4 多选题的分类

- (1) 同一点上熟悉标准内容: 1
- (2) 多点归纳问题: 2
- (3) 综合与理解: 3, 4, 5

4.2.5 解答时应注意的点

(1) 透照厚度

标准中使用的“**透照厚度**”，在标准的术语中作出了定义。按照这个定义，它主要是对确定应达到的射线照相灵敏度规定的厚度。当确定所应采用的射线能量时，所采用的厚度，应考虑具体情况，对于某些工件可能不同于确定灵敏度时的厚度，特别是对于双壁透照情况。所采用的射线能量（如透照电压）应适于透照区的厚度情况，但确定灵敏度时，只能按照规定的透照厚度计算方法确定。

对小管，标准未明确给出确定透照电压的厚度，一是原 GB/T12605 附录给出的计算式适用性存在问题，二是编写组曾给出的较适用的计算式复杂了一些。这可能是标准本版存在的问题之一。

(2) 对 5.1.5.5 等关于不计点数缺陷限制的类似条文的理解——单选第 6 题的说明

应用时应注意的是，所规定的限制点数，是在级别的基础上规定的数。因此，在执行时必须考虑接头级别，不能单纯地以条文中的此点数评定级别。

例 1. 钢，母材厚度为 8mm，评定区中存在 10 个 0.4mm 的气孔和 1 个 0.8mm 气孔。

按标准第 5.1 条的规定，应评定为 I 级。

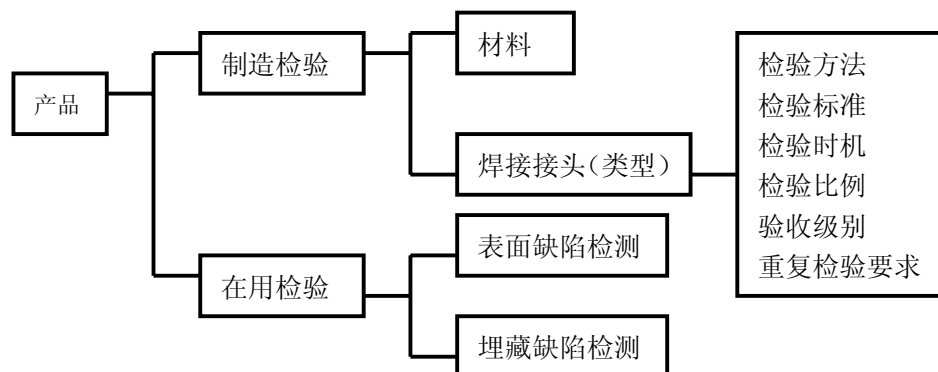
例 2. 钢，母材厚度为 8mm，评定区中存在 11 个 0.4mm 的气孔。

按标准第 5.1 条的规定，也应评定为 I 级。不能简单地因为是 11 个而降低一级。

4.3 工艺编制问题

4.3.1 复习准备——熟悉法规和规程的规定

应进行必要的归纳总结，形成个人（习惯）总结的规定内容。例如，对某一规程，按照下面的系统归纳规程的规定，一方面系统化了规程的规定内容，另一方面也利于个人能比较快速、完整地查到所需要的规定内容。



例如：对 GB 150 的规定可作出(关于 A,B 类焊缝规定)一个粗略整理（例）

焊接接头	“规定容器” A,B 类焊缝 (10.8.2.1)	100%; RT 或 UT (10.8.2.1)	合格: RT- II ;UT- I (10.8.4.1);(10.8.4.2)
	必检部位(6 种情况) 焊缝 (10.8.2.2)	100%; RT 或 UT (10.8.2.2)	合格: RT-III;UT- II (10.8.4.1);(10.8.4.2)
	“规定外容器” A,B 类焊缝 (10.8.2.2)	$\geq 20\%$; RT 或 UT (10.8.2.2)	合格: RT-III;UT- II (10.8.4.1);(10.8.4.2)
	(10.8.2.1) $\Phi < 250$ 接管与... (10.8.3)	100%; MT 或 PT (10.8.3)	合格:MT- I ;PT- I (10.8.4.3)
	(10.8.2.2) $\Phi < 250$ 接管与... ?		

4.3.2 工艺问题解答的简单说明

(1) 工艺卡表头部分

从题目给出的产品情况、设计要求、检验要求，确定：

- 容器类别；
- 检验时机；(10.8.1)
- 检验比例；(10.8.2.2)
- 检验执行标准、采用的技术级别、验收级别；[第 88 条； (10.8.4.1)]
- 从检验标准 (JB 4730) 给出底片质量的一般要求和技术的一般要求。

(2) 按照 GB 150 的规定，确定实际需要检验的焊缝区长度

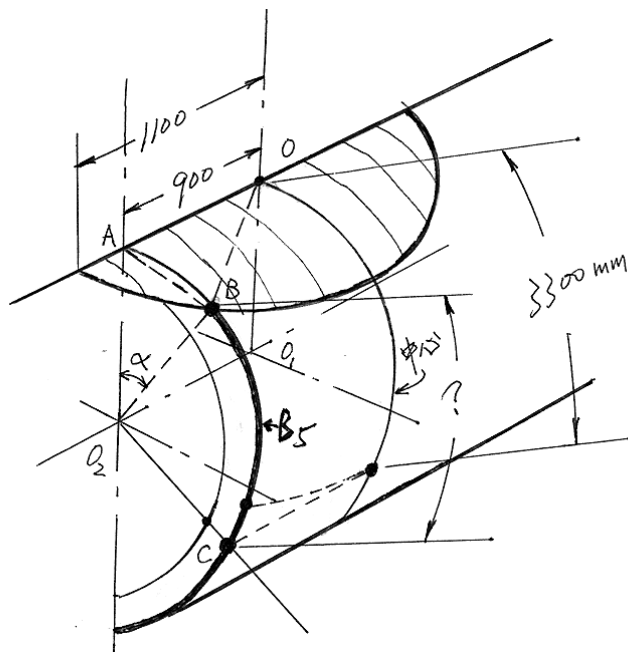
度

应考虑：按比例应检验的长度和必检部位焊缝。

本问题：必检部位包含交叉焊缝和开孔包容的焊缝 (10.8.2.2; 10.8.2.2c)。

A5 缝应处于开孔包容范围内；

B5 缝处于开孔包容范围内的区域按下图作出近似估计：



$$AB = \sqrt{(OB^2 - OA^2)} = 632 \text{ mm}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{AB}{D} \quad \frac{\alpha}{2} = 12.17^\circ \quad \alpha = 24.34^\circ$$

对外表面

$$\widehat{AB} = 637 \text{ mm} \quad \widehat{BC} = 2663 \text{ mm}$$

对内表面

$$\widehat{AB} = 630 \text{ mm} \quad \widehat{BC} = 2635 \text{ mm}$$

(3) 分析产品特点, 结合设备条件, 考虑缺陷检验与效率,

选取透照方式——关键步骤

本问题:

A5 缝: 应采用 RF-250EGM 机以垂直透照方式 (纵缝透照) 透照, 源在内或外不存在本质差别;

B5 缝: 无定性规定时, 一般应采用 RF200EG-BIC 机以周向或源在内偏心 ($F < R$) 方式透照。当源在内偏心 ($F < R$) 方式透照采用较小焦距时, 也可以采用 RF-250EGM 机。

(4) 对选定的透照方式, 确定透照参数——给出的参数应符合检验标准的规定

一般的步骤是：从曝光曲线确定透照电压→选定焦距→修正曝光曲线给出的曝光量

在确定参数前，应确定 JB 4730 的有关规定限值，对本问题（AB 级，透照厚度：20mm）：

$kV_{max}=260kV$ ；

$E \geq 15mA \cdot min$ （ $F=700mm$ ）；

$F_{min}=168mm$

A5 缝：按 JB 4730 标准 AB 级： $K=1.03$ ； $\alpha=13.8624^\circ$ 。

从 RF-250EGM 机曝光曲线得到的可供选用的参数如下表

焦距,mm		160kV	170kV	180kV
600	曝光时间	2.6	2.2	(1.7)
	一次透照区	288 mm		
700	曝光时间	3.6(修正值)	3(修正值)	2.3(修正值)
	一次透照区	337 mm		
800	曝光时间	4.6(修正值)	4(修正值)	3(修正值)
	一次透照区	386 mm		

- 考虑到 **A5 缝** 的长度，取一次透照区长度为 300mm，透照 6 张；
- 焦距为 700mm 和 800mm 的三组参数都可以作为选用的参数，一般取较低透照电压组参数。

B5 缝：按 JB 4730 标准 AB 级： $K=1.1$ ； $\theta=24.6^\circ$ 。

从 RF200EG-BIC 机曝光曲线得到的可供选用的参数如下表（透照厚度：20mm）

焦距	α		170kV	180kV	190kV	200kV
600 ,mm	18.7°	曝光时间	8min	6min	4.5min	3.5min
		一次透照区	内壁：932mm/外壁：942 mm			
700 ,mm	25.95°	曝光时间	11(修正值)	8.2(修正值)	6.2(修正值)	4.8(修正值)
		一次透照区	内壁：1332mm/外壁：1346 mm			
800 ,mm	37.4°	曝光时间	14(修正值)	11(修正值)	8(修正值)	6.2(修正值)
		一次透照区	内壁：1865mm/外壁：1884 mm			

- 考虑到 **B5 缝** 需透照区在孔的二侧，长度各为内壁：2635mm/外壁：2663 mm，如有效片长取为 340mm，则它们均可用 8 张片完成。故取片长度为 340mm。共透照 16 张；
- 从所列参数情况，焦距为 700mm 或 800mm 较适宜，全部透照焊缝分四次透照，每次完成 4 张片。所给出的各组参数均符合标准，一般取较低透照电压组参数。

(5) 示意图——应注意溯源性，即以后可准确地按图定位

底片

应标记出布片起点和连续延伸的方向。

(从表中的透照方式，一般都应可以确定透照的具体布置。)

5. 关于 B2 卷模拟试题说明（专业理论知识）

5.1 设计考虑

- 全面覆盖主要知识点
- 难中易程度按要求考虑

5.2 判断、选择与问答题的设计

5.2.1 问题设计分类——三类

(1) 单点知识性问题——比较简单问题，例如

- 连续谱 X 射线穿过一定厚度物体时的改变
- 胶片系分类与胶片分类的特点比较
- 在射线照相检验中关系裂纹检出的主要参数
- 辐射损伤与相关因素

(2) 综合性问题（即，至少把二个知识点相结合）——较复杂问题，例如

- 射线照相检验基本参数对缺陷检验的影响（影象质量因素；参数与它们的关系）
- 胶片在射线照相中对缺陷检验的影响（胶片的特性与缺陷检验的因素）
- 小管对接环缝透照时的问题与改进（小管透照方法；射线照相工艺理论）
- 比较环缝各种透照方式的优缺点（综合各种透照方式的 k , θ , L 等）

(3) 理解性问题（即，运用理论对问题作出分析说明）——具有难度的问题。

理解内容的重点：连续谱 X 射线的吸收规律；影像质量的三个基本因素；胶片特性曲线与曝光曲线

（问题）例如：

- X 射线机在低管压下不能使用较大管电流原因（X 射线管阳极特性曲线运用）

- 小缺陷可检验性讨论（缺陷的影象质量因素的变化讨论）
- 在射线照相检验标准中规定底片黑度的作用（综合特性曲线与影象质量三因素）
- 曝光曲线小厚度段延伸的分析（依据射线衰减规律，自行作出判断，给出说明）

5.2.2 判断题设计

多数为单点知识性问题，要求准确把握或理解有关内容。

5.2.3 选择性问题的设计

多数是一个点上较全面的知识，至少二点需要作出一定的分析判断。

5.2.4 问答题设计

覆盖面和问题类型应较全面。问题包括：基本理论性内容，主要技术性内容，综合分析性内容和辐射防护知识内容。

5.3 计算问题设计

5.3.1 计算问题类别——归纳为四个类别。

（1）基本理论与概念方面的计算

- 基本概念的简单计算：半值层厚度、半衰期、黑度等
- 基本理论计算：强度衰减规律、放射性衰变规律、散射比、对比度比等
- 特性曲线与曝光曲线计算：平均梯度、感光速度、增感系数等

（2）曝光量计算

- 直接运用曝光因子的简单计算
- 曝光因子结合放射性衰变规律的曝光量计算（源活度改变）
- 曝光因子结合胶片特性曲线的曝光量计算（黑度改变）

（3）透照布置计算

- 几何不清晰度----最小焦距关系计算
- 环焊缝一次透照区（透照次数）计算
- 小管环缝透照布置计算

（4）辐射防护计算

- 概念性简单计算
- 外照射防护计算
- 辐射屏蔽防护设计的近似计算

5.3.2 计算题设计

选择了其中的三种类别：

- (1) 基本理论方面：对比度公式与胶片特性曲线相结合的计算；
- (2) 曝光量计算方面：曝光因子与胶片特性曲线相结合的计算
- (3) 辐射防护方面：简单的屏蔽厚度计算