

NB/T 47013.2—2015

承压设备无损检测 第2部分：射线检测

学习-培训

宁波市特种设备行业协会

张明

2015年10月

NB/T 43013.2的修订过程与特点

➤ (一) 修订过程

2012年1月标准修订启动；

2012年7月，形成标准本部分初稿；

2013年3月，工作组完成本部分征求意见稿；4-5月，通过锅容标委网站向社会征求意见；

2013年6月，完成本部分送审稿；11月，完成标准本部分报批稿。

(二) 修订特点：

- 适用范围有所扩大（增加了管座角焊缝，管子管板角焊缝等焊接接头型式，适用的材质、厚度范围也有所增加）；
- 进一步与国际接轨（体现在：胶片分类、放射源品种、孔型像质计应用，一些工艺参数等）；
- 更加完整、严密、规范（多处内容、条款、文字的补充完善）

目次（标准内容浏览，正文8章）

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语和定义

4 一般要求

5 检测工艺及其选择

6 承压设备熔化焊焊接接头射线检测结果评定和质量分级

7 承压设备管子及压力管道熔化焊环向焊接接头射线检测结果评定
和质量分级

8 检测记录和报告

目次（附录标题浏览，12个）

| | |
|------------|---------------------|
| 附录A（资料性附录） | 管子—管板角焊缝射线照相技术要求 |
| 附录B（规范性附录） | 工业射线胶片系统的特性指标 |
| 附录C（资料性附录） | 黑度计（光学密度计）定期核查方法 |
| 附录D（资料性附录） | 暗室安全照明时间确定 |
| 附录E（资料性附录） | 典型透照方式示意图 |
| 附录F（资料性附录） | 环向对接焊缝透照次数确定方法 |
| 附录G（规范性附录） | 焦点尺寸计算方法 |
| 附录H（规范性附录） | 几何不清晰度（ U_g ）计算方法 |
| 附录I（资料性附录） | 滤光板 |
| 附录J（规范性附录） | 定位标记的放置原则 |
| 附录K（资料性附录） | 底片硫代硫酸盐离子浓度测量方法 |
| 附录L（规范性附录） | 对比试块的型式和规格 |

前言 (31处主要技术变化浏览-1)

本部分代替JB/T 4730.2—2005《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》中的内容，与JB/T 4730.2—2005相比，主要技术变化如下：

- 1) 扩大了标准的适用范围，增加插入式管座角接接头对接焊缝、安放式管座角接接头对接焊缝和管子—管板角焊缝的X射线及 γ 射线检测技术和质量分级要求，并取消了钢的分类；
- 2) 修改和增加了部分规范性引用文件；
- 3) 增加了射线检测专用术语和定义的内容；
- 4) 增加Tm170和Yb169射线源应用的规定；
- 5) 修改了特殊条件下射线检测技术等级允许放宽原则；

前言（主要技术变化浏览-2）

- 6) 修改了工业射线胶片系统分类，将胶片分为C1、C2、C3、C4、C5和C6六类。胶片类型的选择按照新的分类标准重新进行修订，同时补充了胶片灰雾度测量的要求；
- 7) 修改了黑度计核查时机和内容；
- 8) 增加了标准密度片的黑度范围和测量点数目的相关规定；
- 9) 增加了孔型像质计应用的内容，并修订了不同材料的像质计适用的工件材料范围及像质计使用和放置原则；
- 10) 修改了检测时机要求，明确检测时机应满足相关法规、规范、标准和设计技术文件的要求，同时还应满足合同双方商定的其他技术要求；
- 11) 增加了焊接接头检测区宽度范围确定的内容；
- 12) 增加了内偏心透照（ $F < R$ ）时透照次数的计算公式（附录E）

前言（主要技术变化浏览-3）

- 13) 增加了暗室安全照明时间确定的内容；
- 14) 增加了增感屏质量及使用要求、中屏材料及厚度范围、以及Tm170和Yb169两种 γ 射线增感屏材料及厚度范围，并明确了增感屏制造标准；
- 15) 增加了射线检测工艺规程内容的基本要求和验证的相关规定；
- 16) 增加了双胶片透照技术和底片观察技术应用的内容；
- 17) 增加了确定管座角焊缝、椭圆形封头和蝶形封头小r区的焊缝，以及其他曲率连续变化的焊缝确定一次透照长度的原则；
- 18) 增加了有效评定区搭接的技术要求；
- 19) 修改了结构限制特殊情况下小径管的透照原则；
- 20) 增加了安放式和插入式管座角焊缝采用源在内透照方式时f的放宽原则；

前言（主要技术变化浏览-4）

- 21) 增加了胶片与被检工件之间距离的放置原则；
- 22) 增加了 γ 射线源曝光时间限值和限制使用多源曝光的规定，以及球罐全景曝光像质计摆放要求；
- 23) 增加了滤光板应用的推荐技术要求（附录H）；
- 24) 修改了定位标记和识别标记的放置原则；
- 25) 增加了胶片暗室处理试剂选用原则、胶片处理延迟时间及其底片处理质量检验的内容；
- 26) 修改了底片质量要求的内容，增加了底片保存的内容；
- 27) 修改了不同透照厚度应达到的像质计灵敏度，对应的材料厚度范围有所扩大，并增加了孔型像质计的灵敏度要求；

前言（主要技术变化浏览-5）

- 28) 焊接接头射线检测结果评定和质量分级部分增加了适用的焊接结构型式；
- 29) 增加和修定了射线检测记录和报告的内容；
- 30) 取消了“专用像质计的型式和规格”的内容；
- 31) 修改了小径管专用对比试块。

重点介绍——重大技术变化内容（8项）

- 1、管座角焊缝射线检测（意义、结构难点、应用难点和标准的具体规定）；
- 2、管子管板角焊缝射线检测（意义、原理、适用范围、工艺、工装和标准的规定）；
- 3、新的胶片分类（各类别的特性指标，标准关于针对不同技术等级和检测对象选择胶片类别的具体规定）；
- 4、新增加的放射源（品种及其特性参数，标准关于新放射源应用的具体规定）；
- 5、孔型像质计（结构、标准关于应用的规定）；
- 6、球罐 γ 射线全景曝光技术（原理、优缺点、标准中限制球罐 γ 射线全景曝光技术应用的条款）；
- 7、双胶片技术（原理、特点、标准中关于应用的规定）；
- 8、滤光板技术（原理、特点、标准中关于应用的规定）。

重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

(意义、结构难点、应用难点和标准的具体规定)

新标准的适用范围扩大到管座，包括插入式管座角接接头对接焊缝、安放式管座角接接头对接焊缝。

意义：可以将RT与UT配合应用于管座角焊缝检测。

$T \leq 25\text{mm}$: RT (X射线或Se75) ;

$25 < T \leq 75\text{mm}$: RT (Ir192) 或UT;

$75 < T \leq 110\text{mm}$: UT或RT (Co60) ;

$T > 110 \text{ mm}$: UT。



重点介绍1：管座角焊缝射线检测

（意义、结构难点、应用难点和标准的具体规定）

新标准的适用范围扩大到管座，包括插入式管座角接接头对接焊缝、安放式管座角接接头对接焊缝。

意义：可以将RT与UT配合应用于管座角焊缝检测。

介绍：

- a、管座角焊缝检测技术的应用背景
- b、管座角接接头对接焊缝结构特点
- c、超声技术应用角焊缝检测的局限性
- d、射线检测技术应用于角焊缝检测的难点
- e、新标准关于角焊缝射线照相的规定及解释



重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

a. 管座角焊缝检测技术的应用背景

- 目前国内管座角焊缝的无损检测应用的情况:

- 1、超声检测;
- 2、磁粉或渗透检测;
- 3、目视检测;

- 国外管座角焊缝的无损检测应用的情况:

- ① ASME没有针对管座角焊缝射线技术应用的具体规定;
- ② 欧洲标准管座角焊缝的检测技术应用包括RT、UT、MT、PT等。
EN1435:1997已将RT技术应用扩大到管座角焊缝。

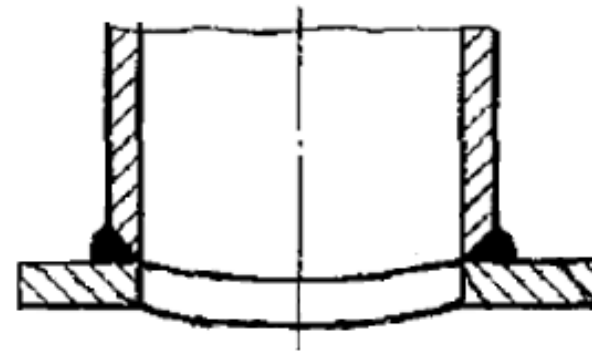
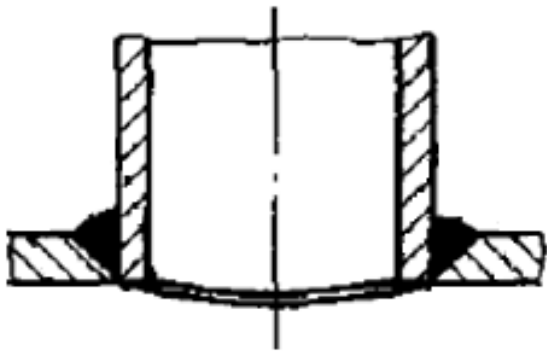
- JB/T4730-2005

起草时曾考虑将RT技术扩大到管座角焊缝,但由于当时掌握的技术资料不足,最终未纳入。

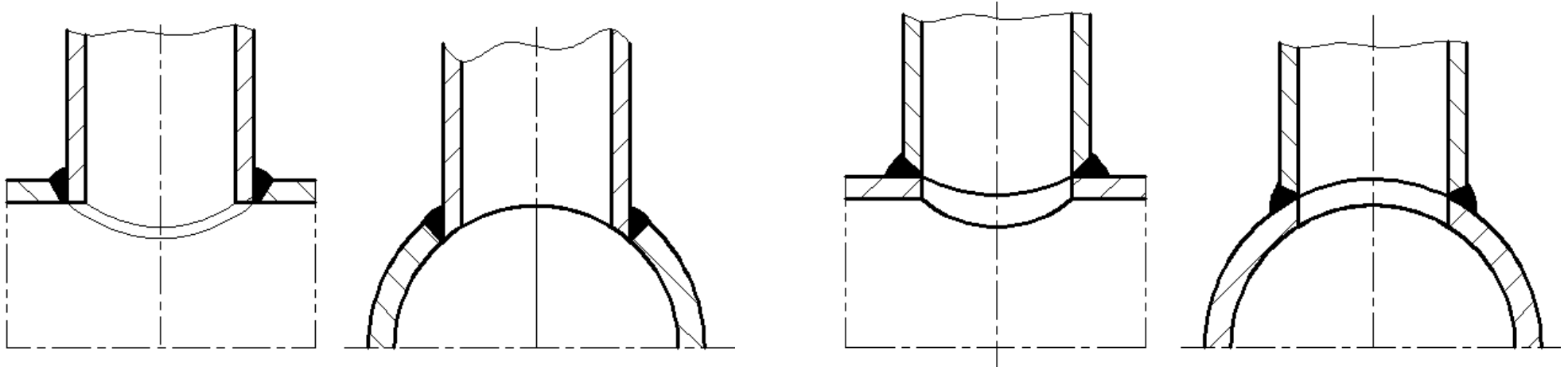
重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

b. 管座角接接头对接焊缝型式结构特点

1、按焊接结构，管座角焊缝分为插入式（左）和安放式（右）



2、从相互垂直的两个方向看，管座角焊缝结构的形状是变化的



重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

b. 管座角接接头对接焊缝型式结构特点

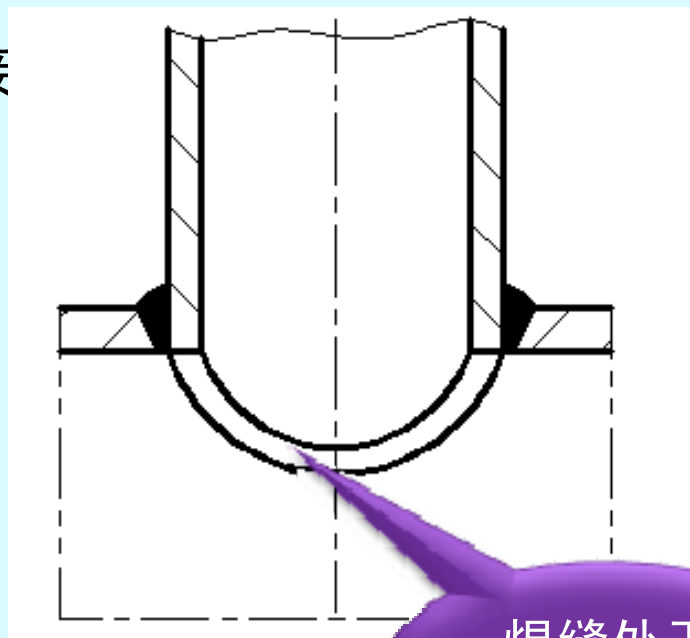
3、管座角焊缝焊缝弯曲程度与支管/母管的直径差有关

- 支管直径大大小于母管直径，焊缝接近于平面上，例如大直径容器上



焊缝接近处于平面上

- 支管直径与母管直径相近，焊缝处于曲面上；支管直径与母管直径越接近，焊缝弯曲程度越大



焊缝处于曲面上

重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

b. 管座角接接头对接焊缝型式结构特点

4、管座角焊缝变形程度与支管和母管的轴线偏差有关

- 支管轴线与母管轴线垂直时，或接管轴线与容器筒体（封头）中心线在同一直线上时，变形程度最小，
- 支管轴线与母管轴线倾斜时，或接管轴线与容器筒体（封头）中心线不在同一直线上时，变形程度随偏离程度增加而增加

变形小

变形大



重点介绍1：管座角焊缝射线检测

C.超声技术用于角焊缝检测的局限性

- 1、**超声耦合**效果差，尤其从内壁扫查时。
- 2、**覆盖**关系复杂，一种探头扫查难以实现两个方向覆盖。
- 3、探头在不同位置**声程变化**复杂，信号识别和定位困难。
- 4、检测信号不能**成像**。
- 5、检测结果**无直接见证**，无过程记录。

重点介绍1：管座角焊缝射线检测

d. 射线技术用于角焊缝检测的难点

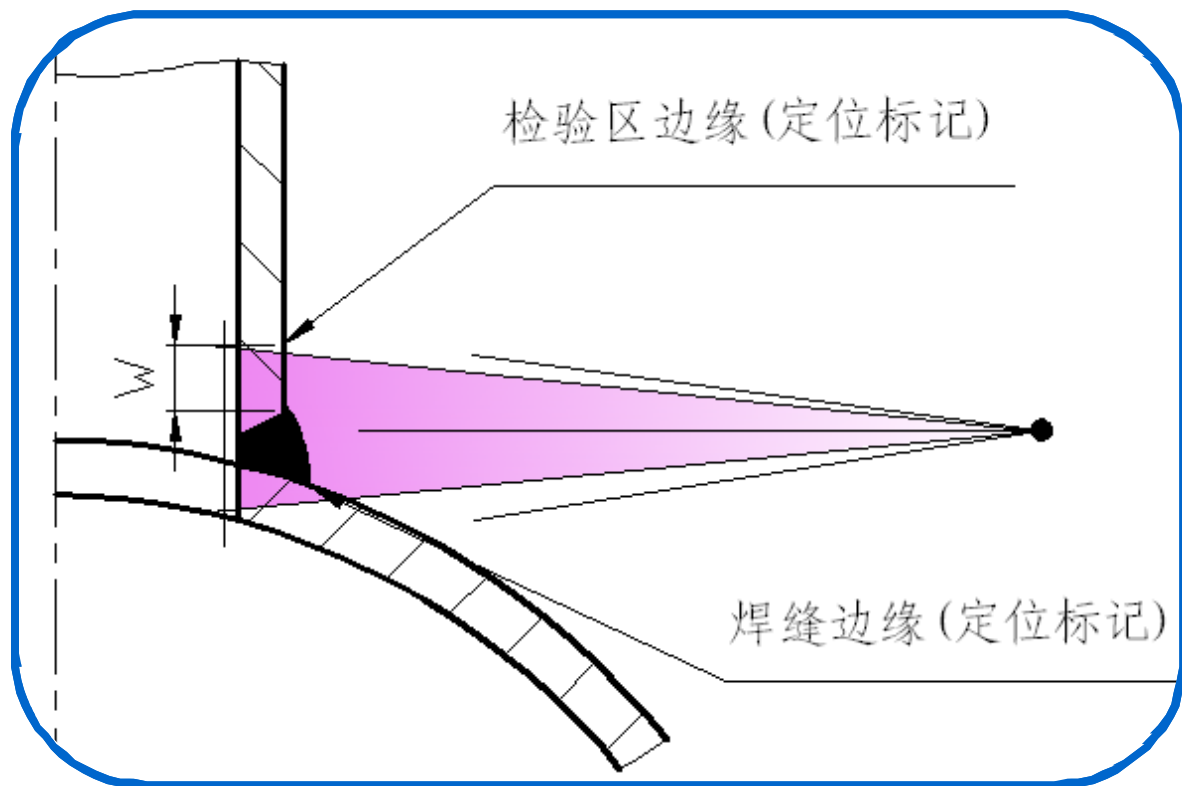
- 1、**透照布置**（射线机放置和对焦）实施较难；
- 2、透照厚度变化大，**参数选择**较难；
- 3、焊缝曲率大，角接结构导致**贴片**较难；
- 4、K值变化复杂，**一次透照长度计算**较难；
- 5、**底片黑度、像质计灵敏度控制**较难；

重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e. 新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

5.2.1 b) 对于管座角焊缝，检测区包括焊缝金属及相对于焊缝边缘至少为5mm的安放式接管相邻母材区域或插入式主管（或筒体、封头、平板等）相邻母材区域。

难点1、检测区的母材部分的黑度控制。黑度与透照角度相关。

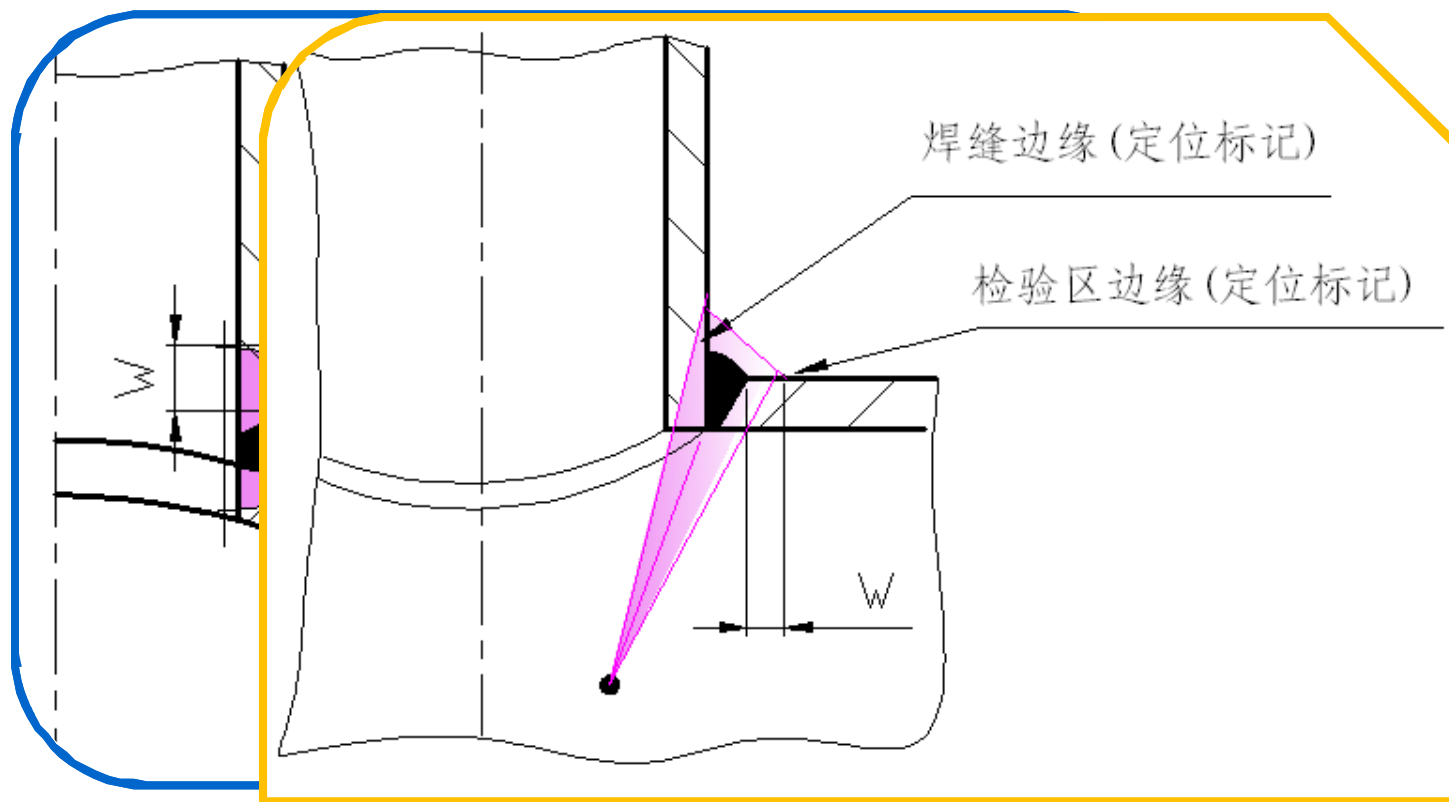


重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e.新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

5.2.1 b) 对于管座角焊缝，检测区包括焊缝金属及相对于焊缝边缘至少为5mm的安放式接管相邻母材区域或插入式主管（或筒体、封头、平板等）相邻母材区域。

难点1、检测区的母材部分的黑度控制。黑度与透照角度相关。

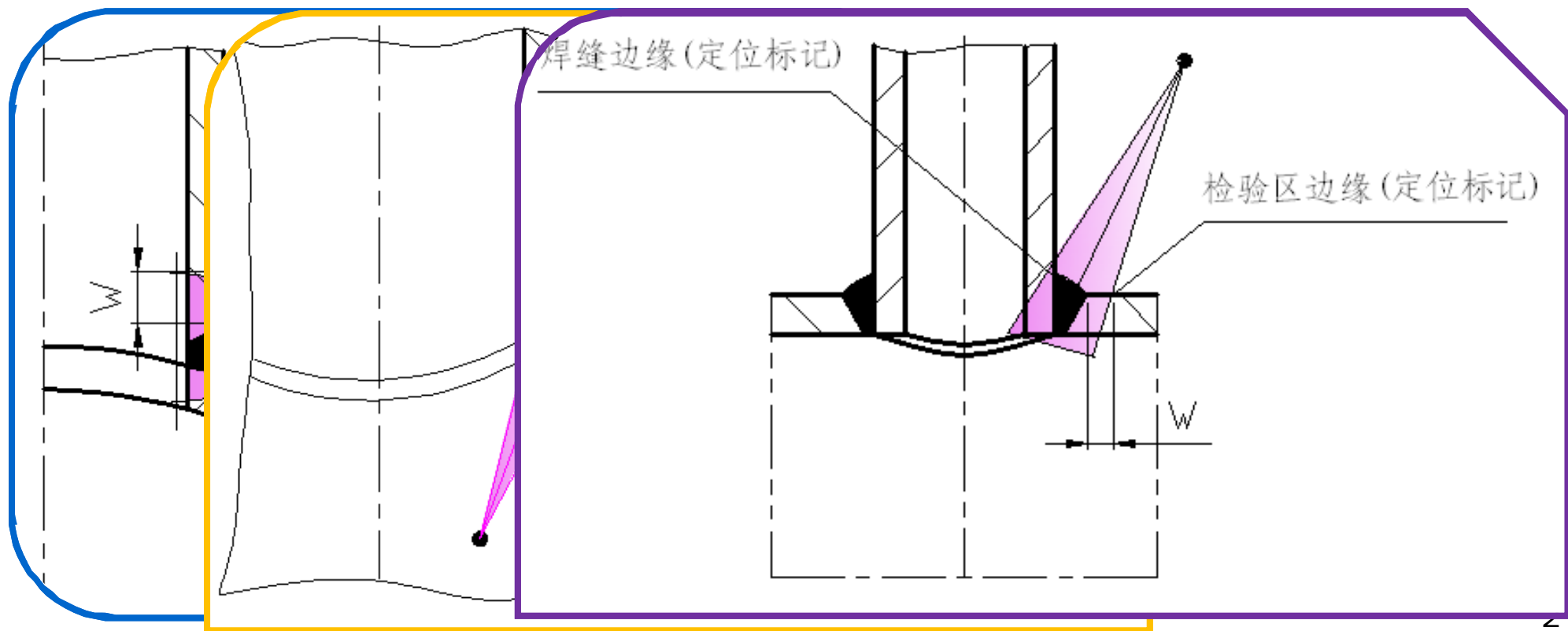


重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e. 新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

5.2.1 b) 对于管座角焊缝，检测区包括焊缝金属及相对于焊缝边缘至少为5mm的安放式接管相邻母材区域或插入式主管（或筒体、封头、平板等）相邻母材区域。

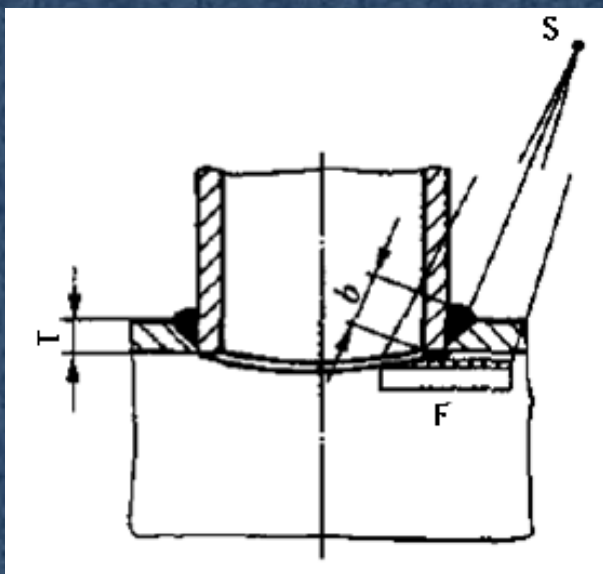
难点1、检测区的母材部分的黑度控制。黑度与透照角度相关。



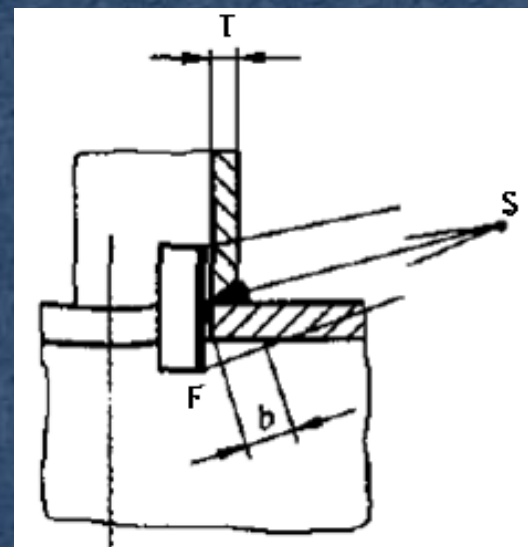
重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e.新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

5.5.2.2 安放式和插入式管座角焊缝应优先选择源在外透照方式。插入式管座角焊缝源在内透照方式时，应优先选择射线源放置在支管轴线上的透照布置。



插入式管座角焊缝源在外透照方式

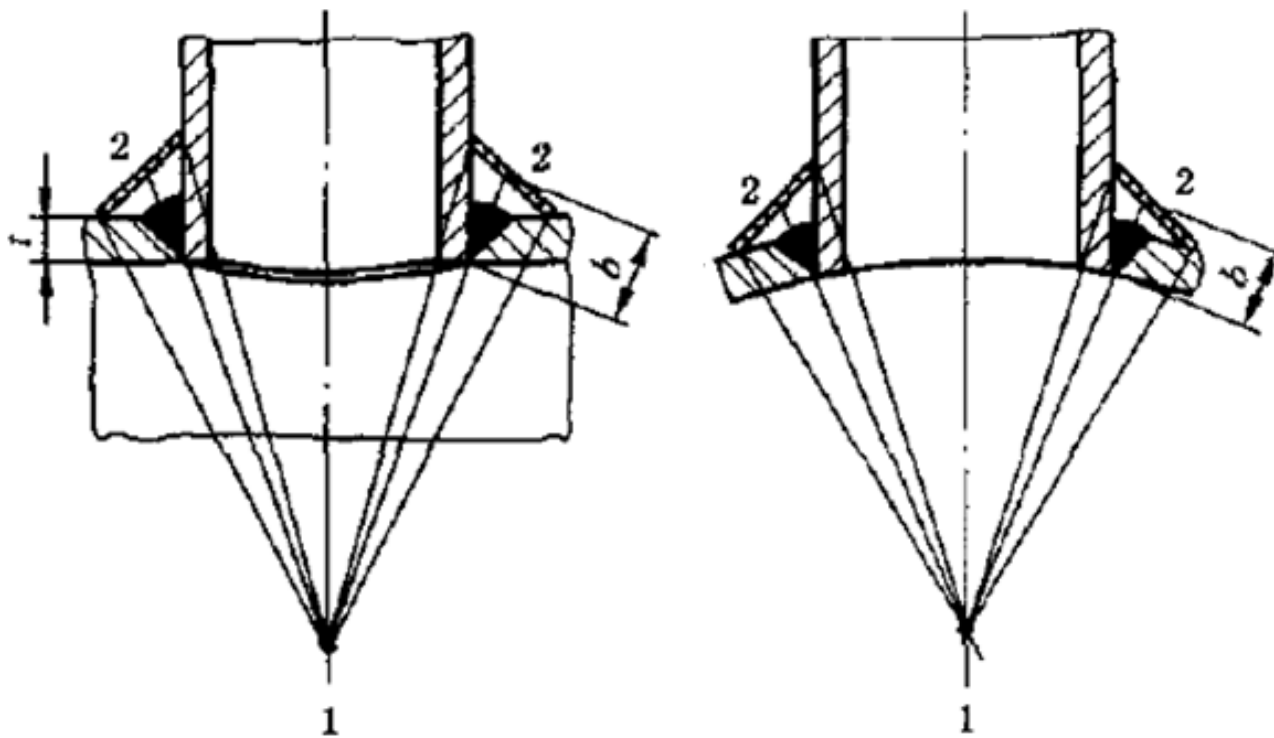


安放式管座角焊缝源在外透照方式

重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e. 新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

5.5.2.2 安放式和插入式管座角焊缝应优先选择源在外透照方式。插入式管座角焊缝源在内透照方式时，应优先选择射线源放置在支管轴线上的透照布置。



重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e.新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

- 为什么管座角焊缝优先选择源在外透照方式?

解释:

源在外透照方式属于单壁透照, 灵敏度高。另外, 射线机的安放、对焦比源在内方便。

- 为什么源在内透照方式时优先选择射线源放置在支管轴线上的透照布置?

解释:

源在内透照时, 把射线源放置在支管轴线上类似源在中心的周向曝光, 底片像质好, 灵敏度高, 横向裂纹检出率高。

重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e. 新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

管座角焊缝确定一次透照长度的方法

5.5.4 c) 管座角焊缝、椭圆形封头、碟形封头小 r 区的焊缝, 以及其他曲率连续变化的焊缝可不采用以 K 值确定一次透照长度的方法, 允许用黑度范围来确定一次透照长度, 底片黑度满足5.16.1的长度范围即为允许采用的一次透照长度。

解释:

难点2、曲率连续变化的焊缝的 K 值计算难度大。

解决方法:

避开 K 值计算, 通过控制黑度来解决一次透照长度和横向裂纹检出角问题。

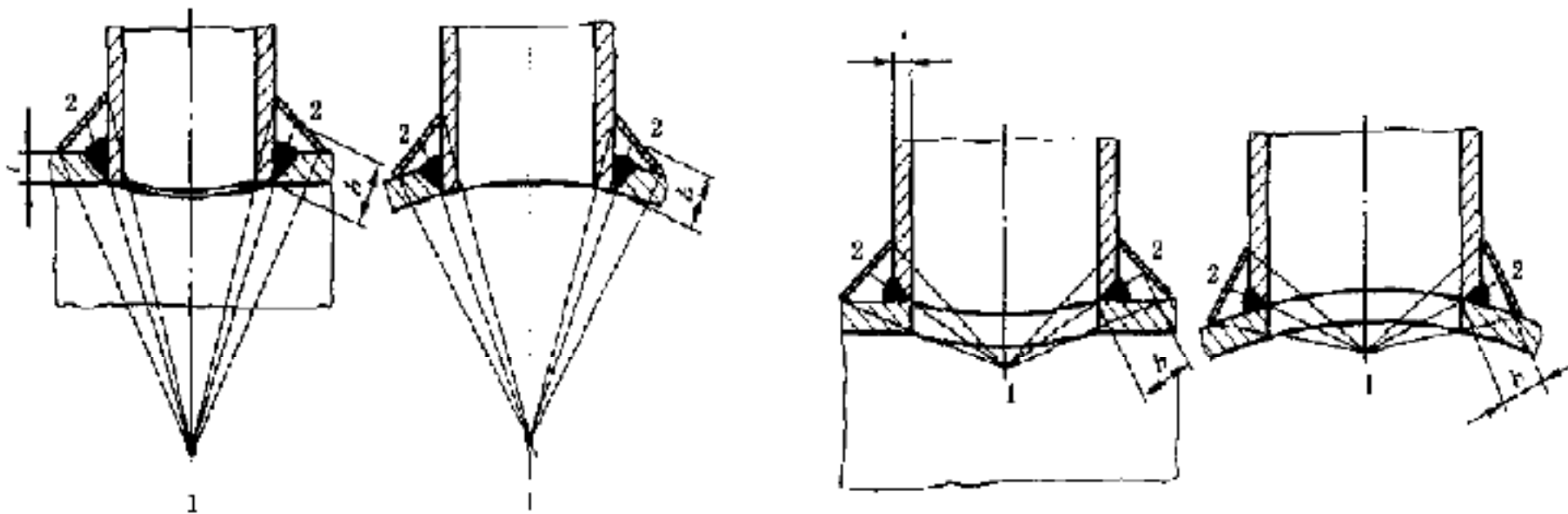
重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e. 新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

5.7.4 安放式和插入式管座角焊缝采用源在内单壁中心透照方式（附录E中图E.9和E.13）时，只要得到的底片质量符合5.16.1和5.16.2的要求 f 值可以减小，但减小值不应超过规定值的50%。

解释:

源在内单壁中心透照方式影像质量好，效率高，宜多采用。



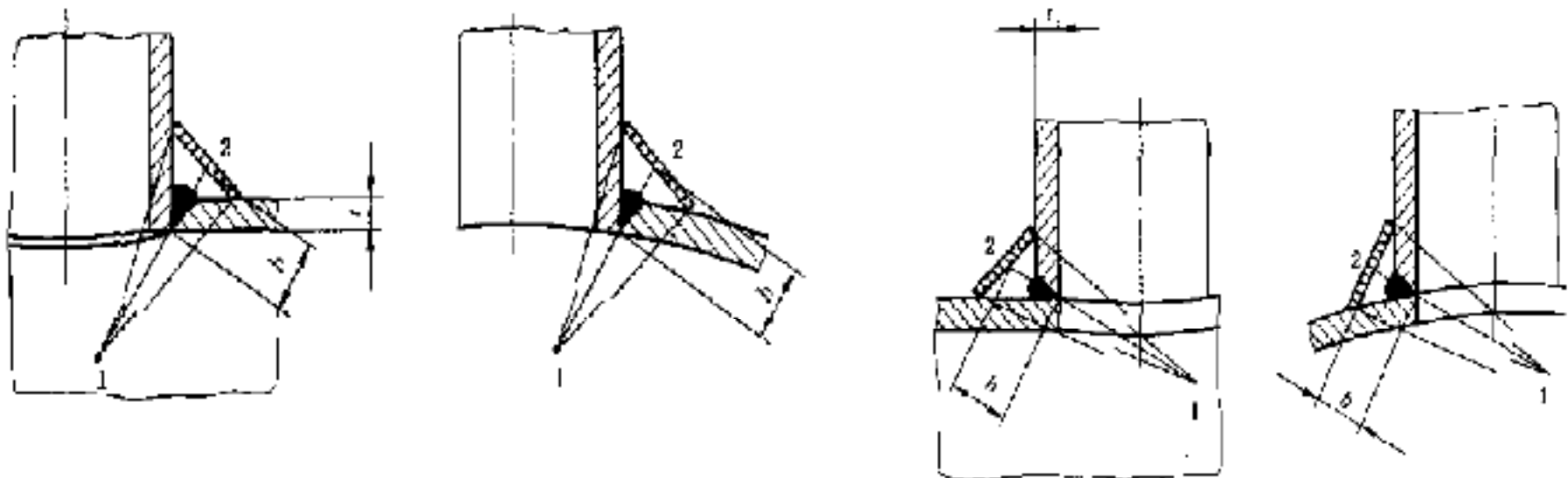
重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e. 新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

5.7.5 安放式和插入式管座角焊缝采用**源在内单壁偏心透照方式**（附录E中图E.10和E.14）时，只要得到的底片质量符合5.16.1和5.16.2的要求 f 值可以减小，但减小值不应超过规定值的20%。

解释:

源在内比源在外透照好，单壁比双壁透照好，所以允许 f 值减小。



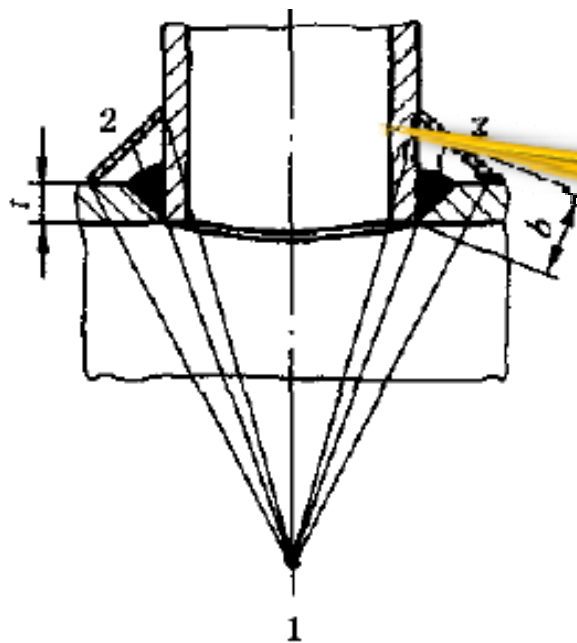
重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e. 新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

管座角焊缝胶片与被检工件之间的距离

5.8 胶片与被检工件之间的距离

曝光期间，胶片应紧贴于工件，除非有特殊规定或透照布置能使被检区域得到更好的透照影像。管座角焊缝源在内透照时，胶片应尽可能的靠近被检工件焊缝。



胶片难以
紧贴焊缝

重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e. 新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

有些管座角焊缝的像质计灵敏度值可降低一个等级

表5（丝型像质计灵敏度值——单壁透照、像质计置于源侧）的注：

管或支管外径 $\leq 120\text{mm}$ 时，管座角焊缝的像质计灵敏度值可降低一个等级。

表6（孔型像质计灵敏度值——单壁透照、像质计置于源侧）的注：

管或支管外径 $\leq 120\text{mm}$ 时，管座角焊缝的像质计灵敏度值可降低一个等级。

解释：

管座角焊缝实际穿透厚度大于公称厚度，且不同位置透照厚度差变化大，透照布置难度大，胶片无法紧贴焊缝，尤其对小直径管子，所以允许灵敏度降低。

重点介绍1: 管座角焊缝射线检测

e.新标准关于角焊缝射线照相的规定与解释

管座角焊缝像质计放置

5.12.5 管座角焊缝

推荐采用丝型像质计，根据像质计能够投影到被检测区的位置而放置。如果允许，像质计尽可能置于黑度最小的区域。

重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测

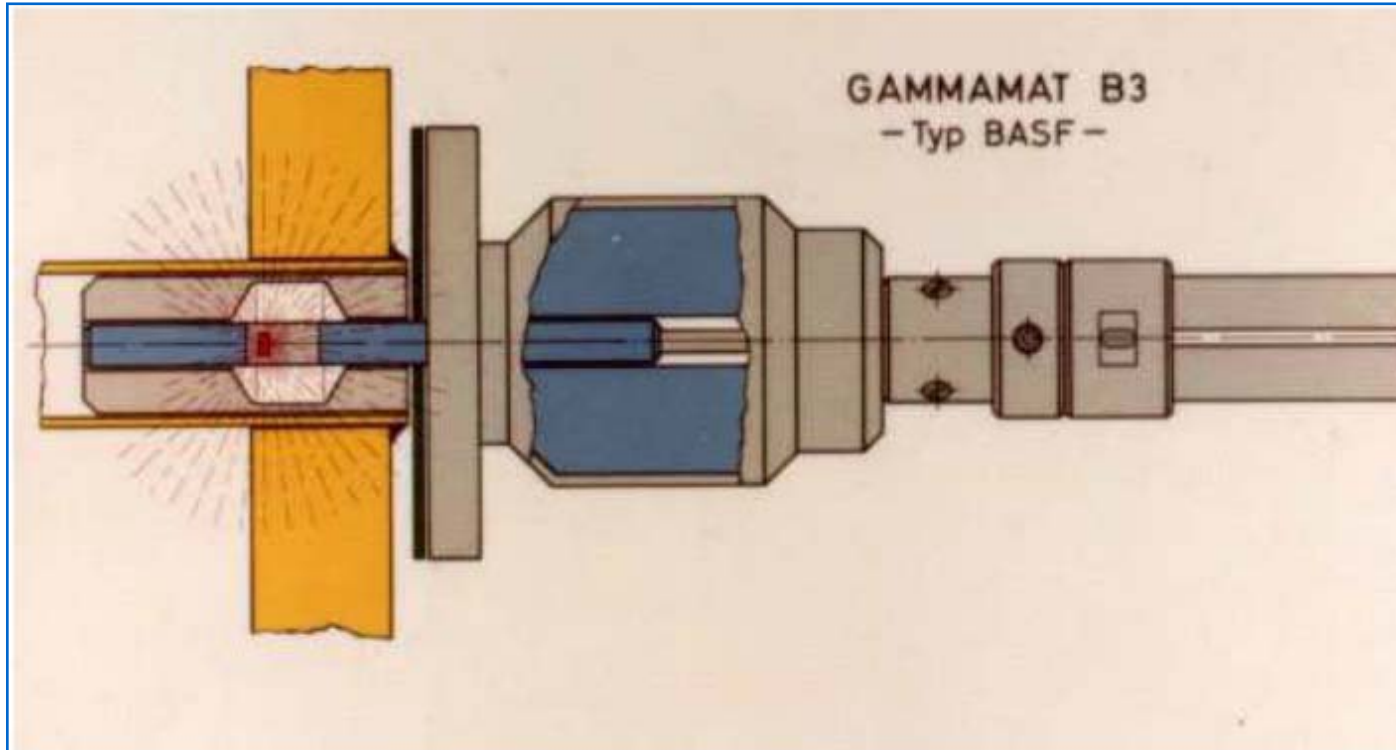
意义、原理、适用范围、工艺、工装和标准的具体规定

意义：

- 1、管子管板角焊缝泄漏严重影响换热器产品质量和正常运行；
- 2、管子管板角焊缝缺少有效检测手段；
- 3、采用特殊的源、工装和工艺，可检出管子管板角焊缝中的各种缺陷；
- 4、技术可靠、检测速度快、效率高、缺陷定性定量准确。（来自德国巴斯夫公司的数据：管子管板角焊缝射线照相技术应用使换热器泄漏率从1978年的18%降低到1992年的2~4%。）

重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测

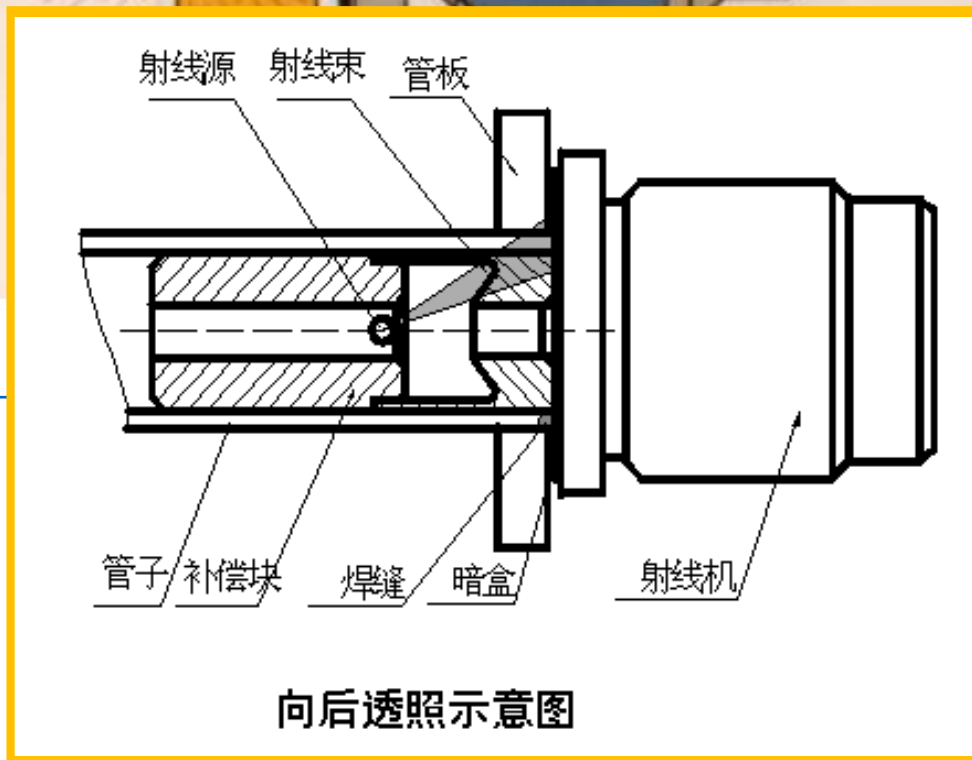
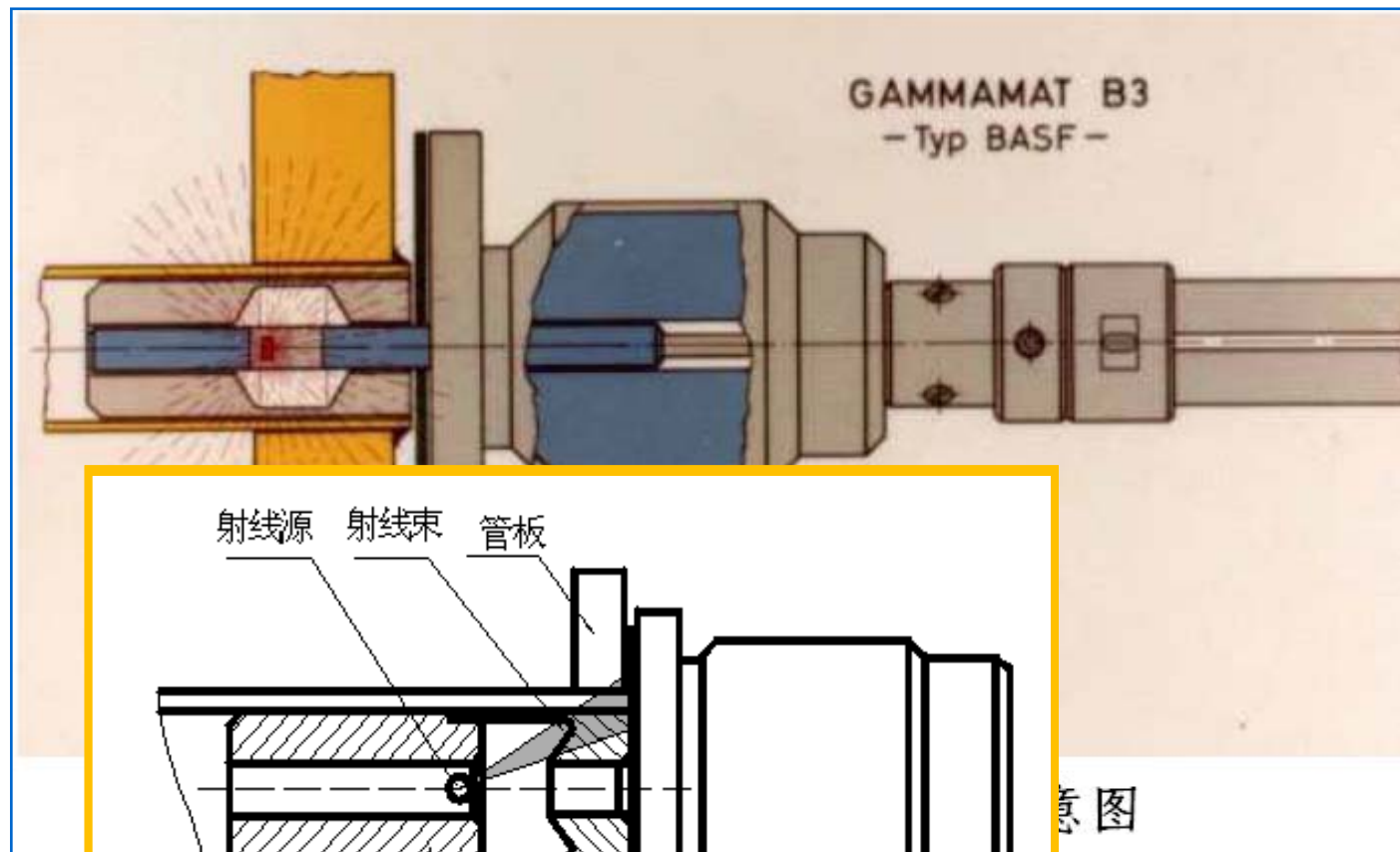
管子管板角焊缝射线照相示意图



管子管板角焊缝 γ 射线照相示意图

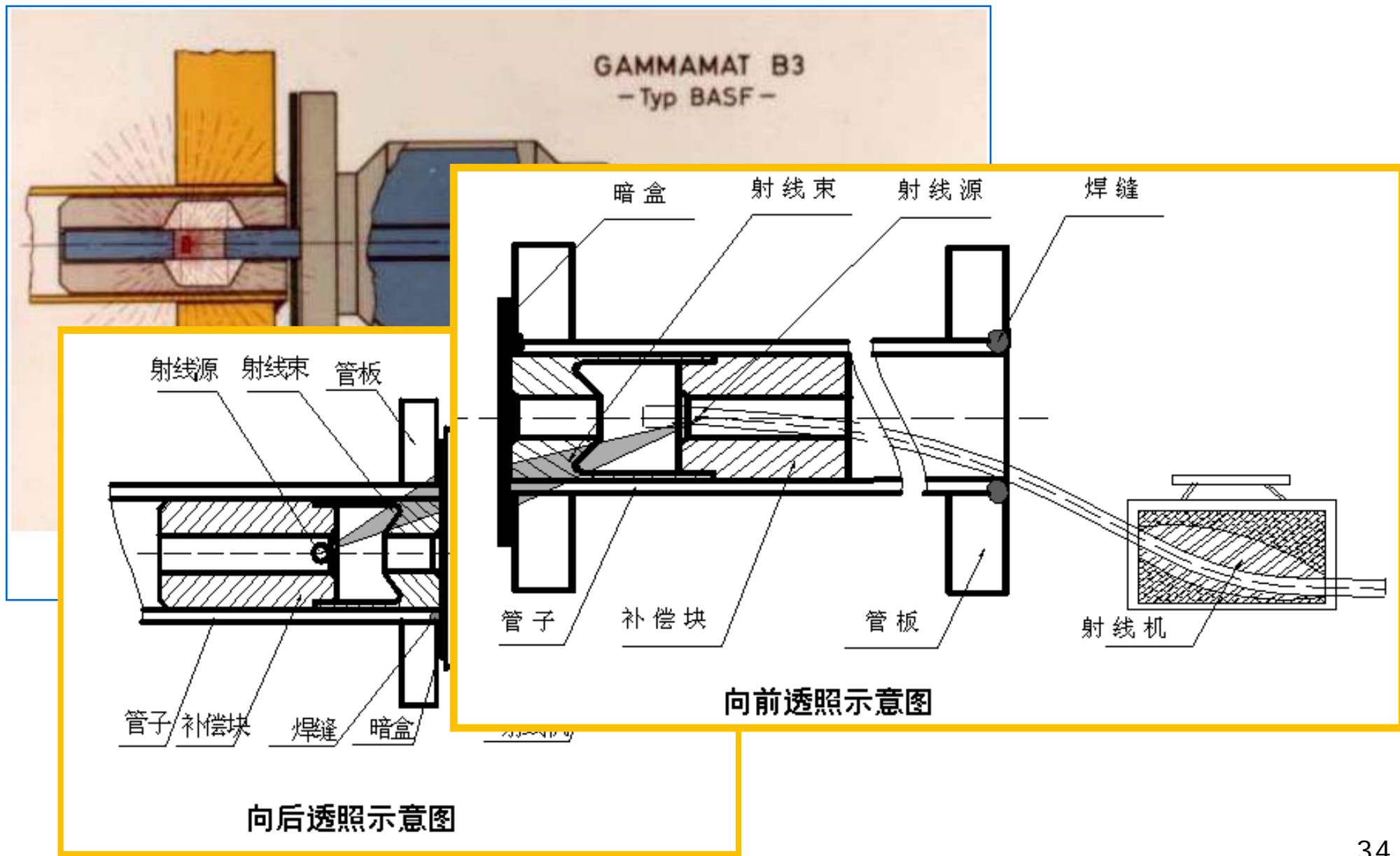
重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测

管子管板角焊缝射线照相示意图



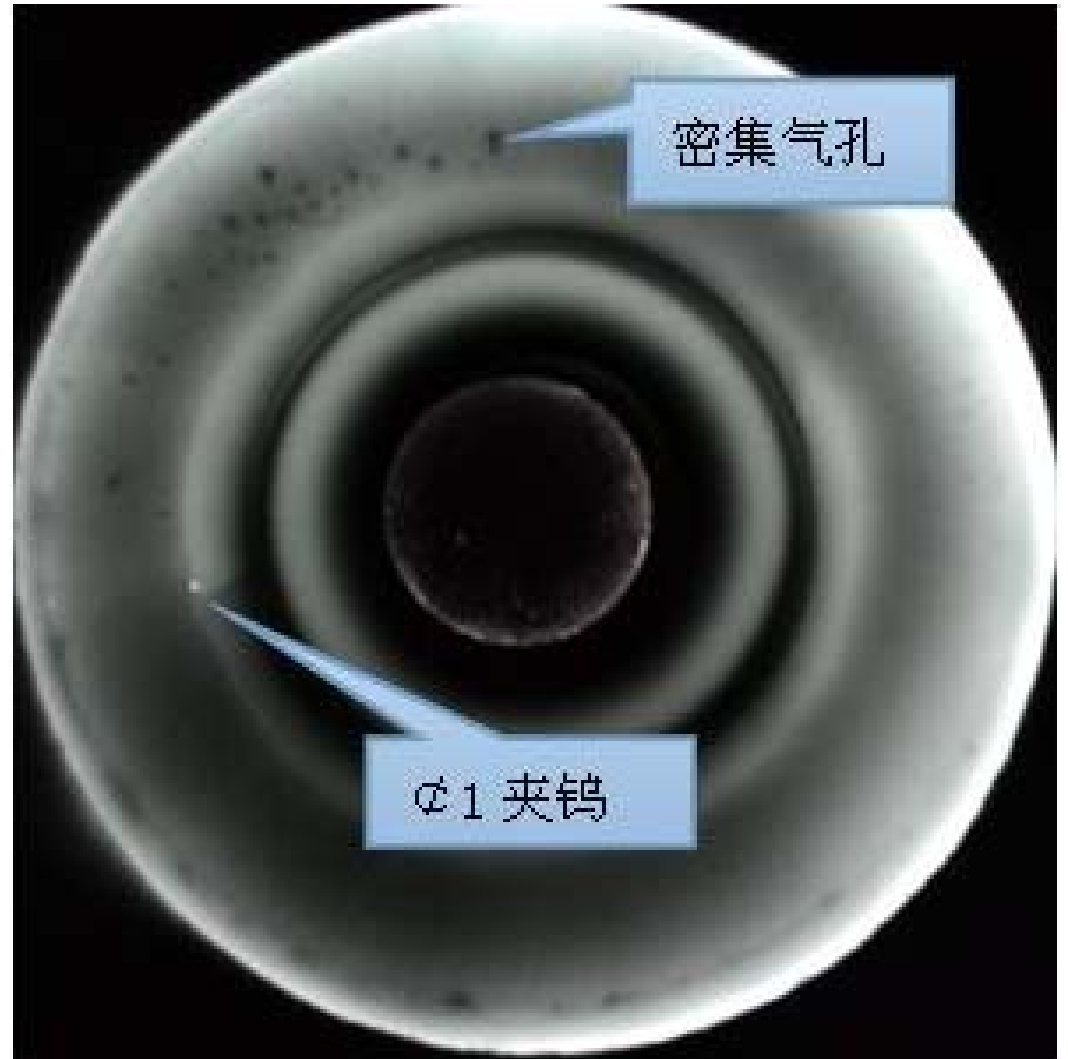
重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测

管子管板角焊缝射线照相示意图



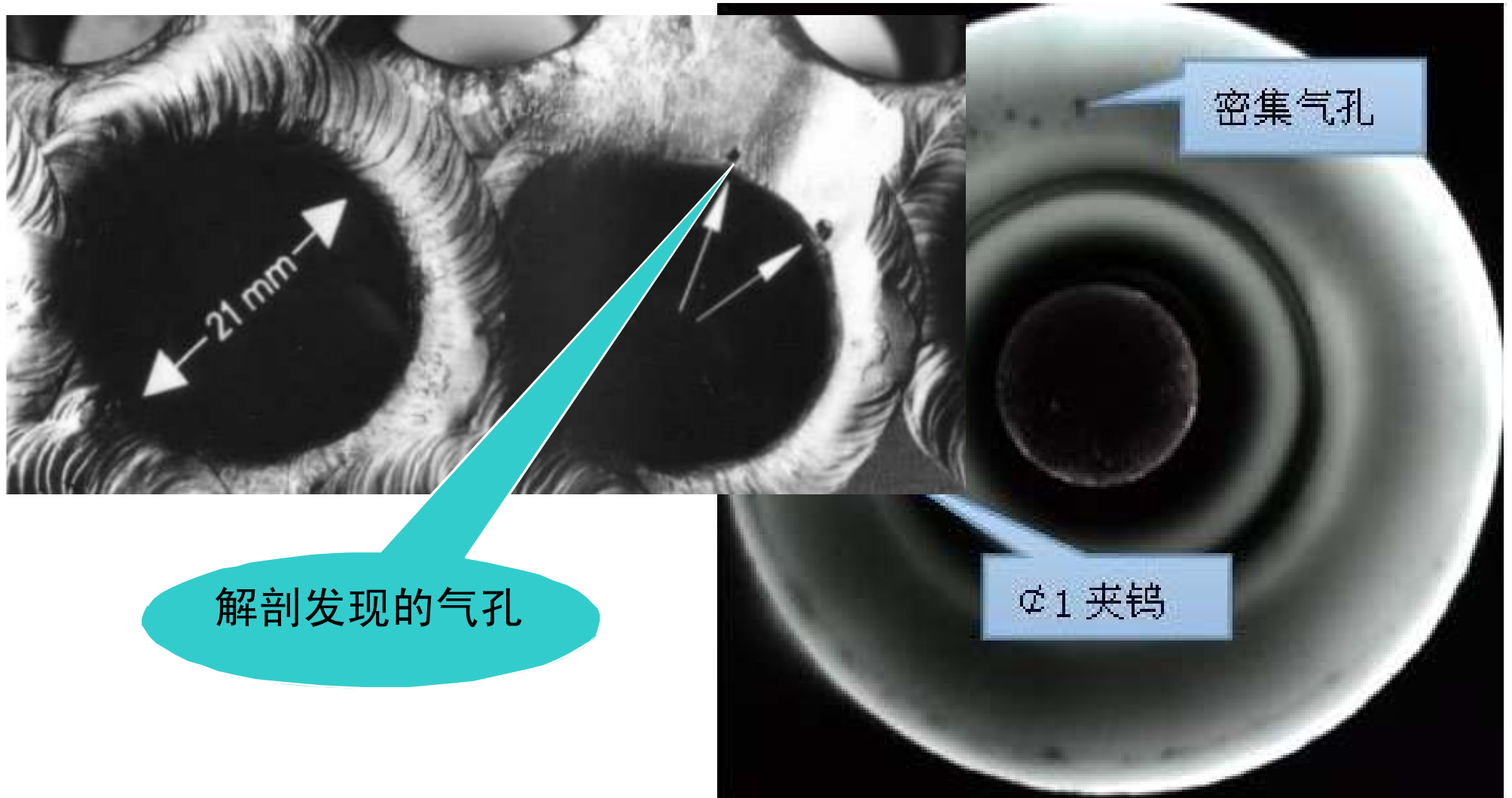
重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测

气孔是换热器泄漏的元凶



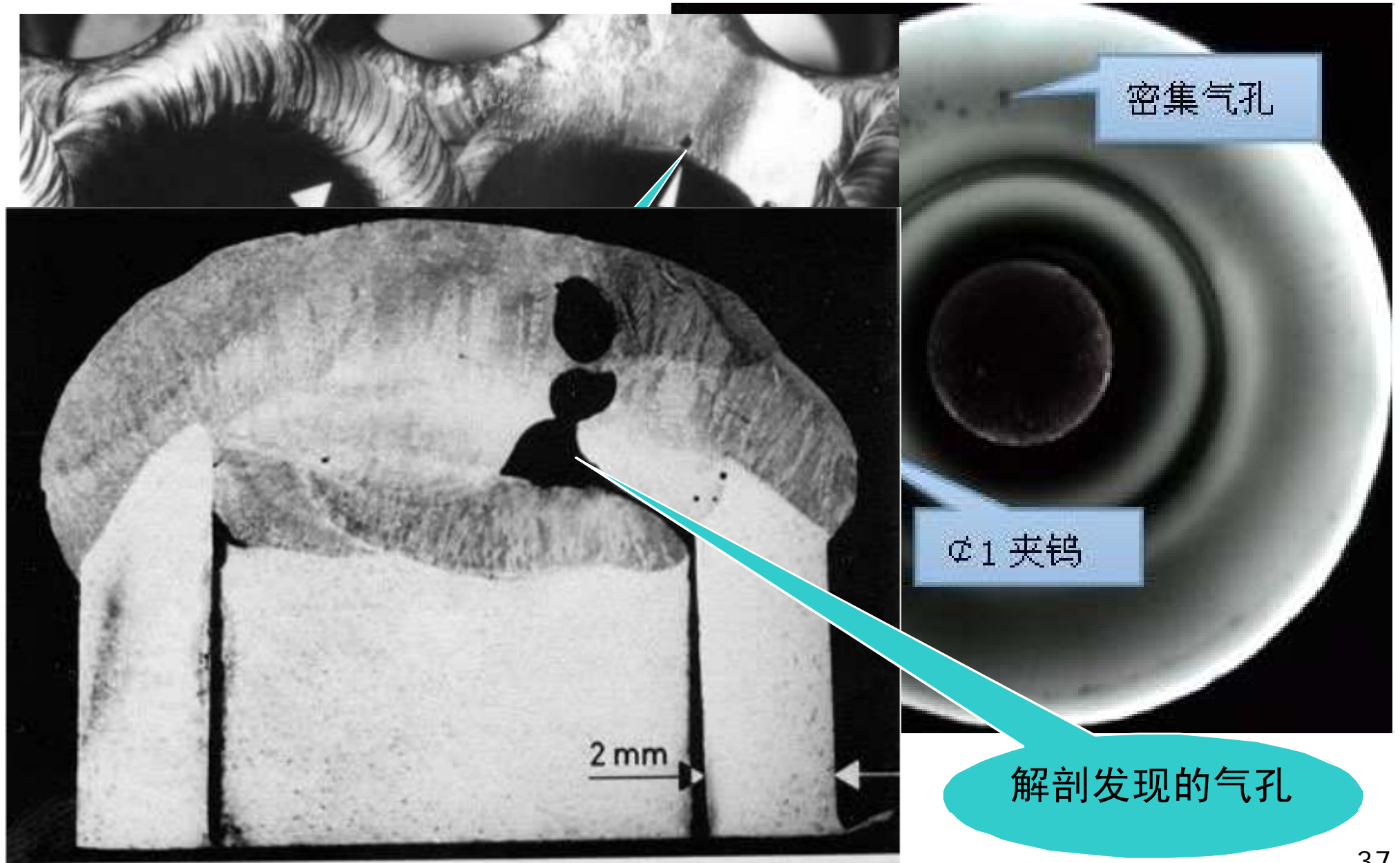
重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测

气孔是换热器泄漏的元凶

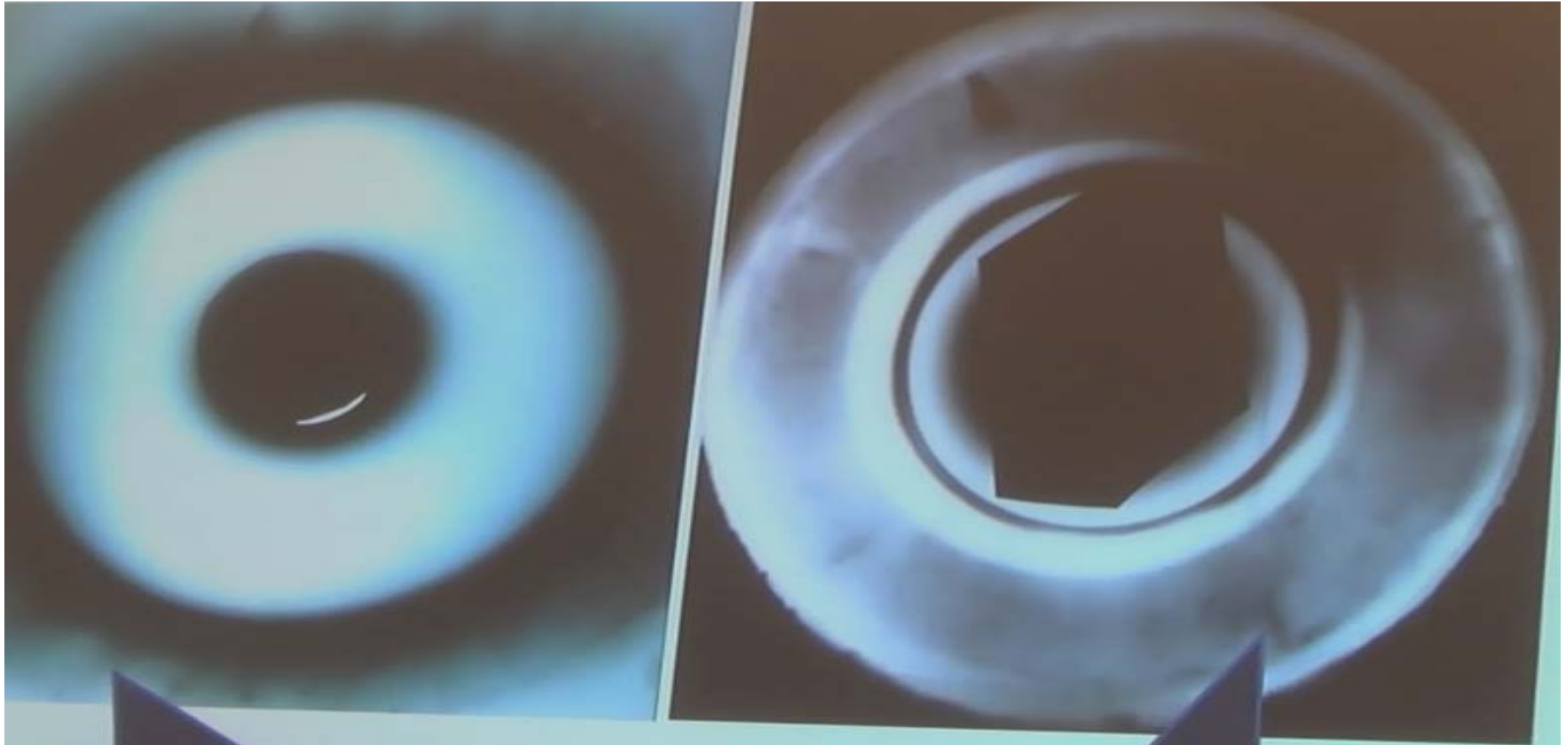


重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测

气孔是换热器泄漏的元凶



重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测 裂纹是在用换热器泄漏的另一个元凶



裂纹（贵州2014）

裂纹（四川2015）

重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测

附录A 管子—管板角焊缝射线照相技术要求

A1 范围

本附录规定了管子—管板角焊缝的X射线和 γ 射线检测技术和质量分级要求。

本附录适用管壳式列管热交换器和管壳式反应器的管子与管板角接焊接接头的射线检测。被检测的管子内径应在12.5mm~80mm，厚度1.5mm~5mm范围，用于制作焊接接头的金属材料包括钢、钛及钛合金、镍及镍合金、锆及锆合金，焊接型式为密封焊。

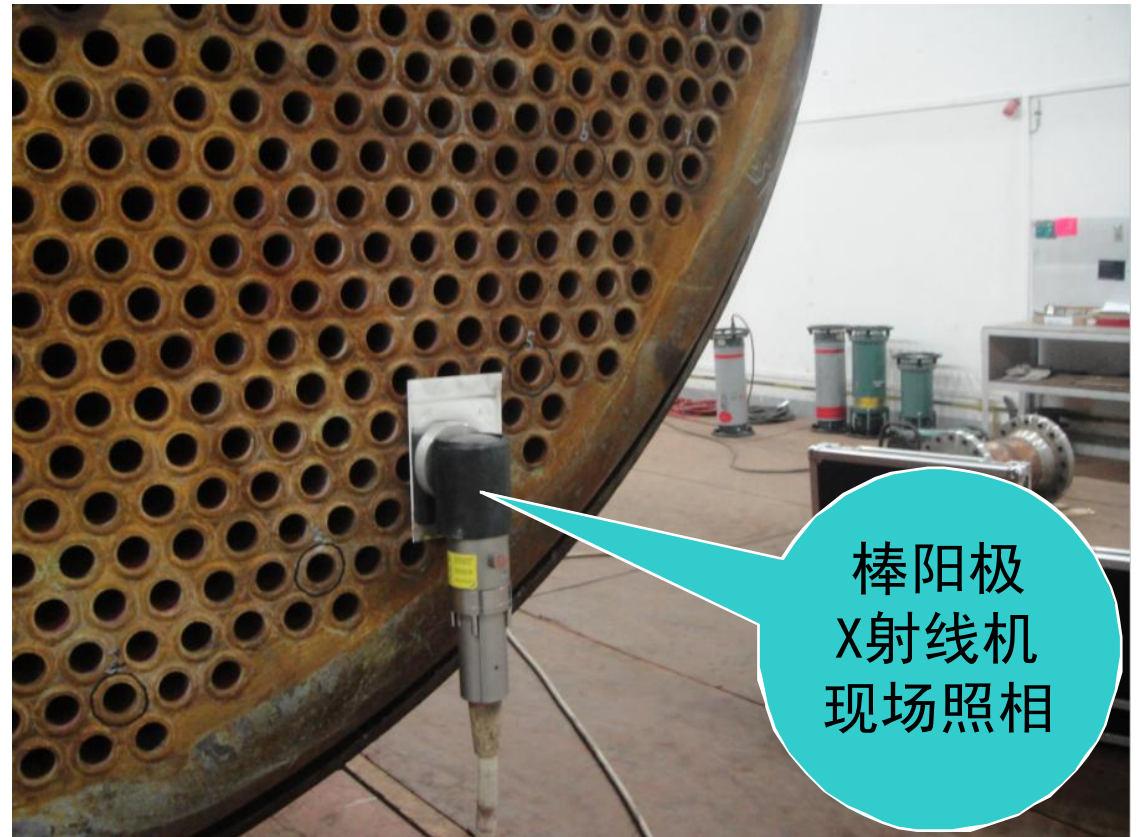
本附录规定的射线检测技术分为三级：A级——低灵敏度技术；AB级——中灵敏度技术；B级——高灵敏度技术。

管内径更小的管子—管板角焊缝射线检测也可参照本部分，但需要使用更小的源棒尺寸并选择合适的工艺参数；强度焊角焊缝射线检测也可参照本标准，但灵敏度和缺陷评级应另作规定。

重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测 管子管板角焊缝棒阳极X射线照相

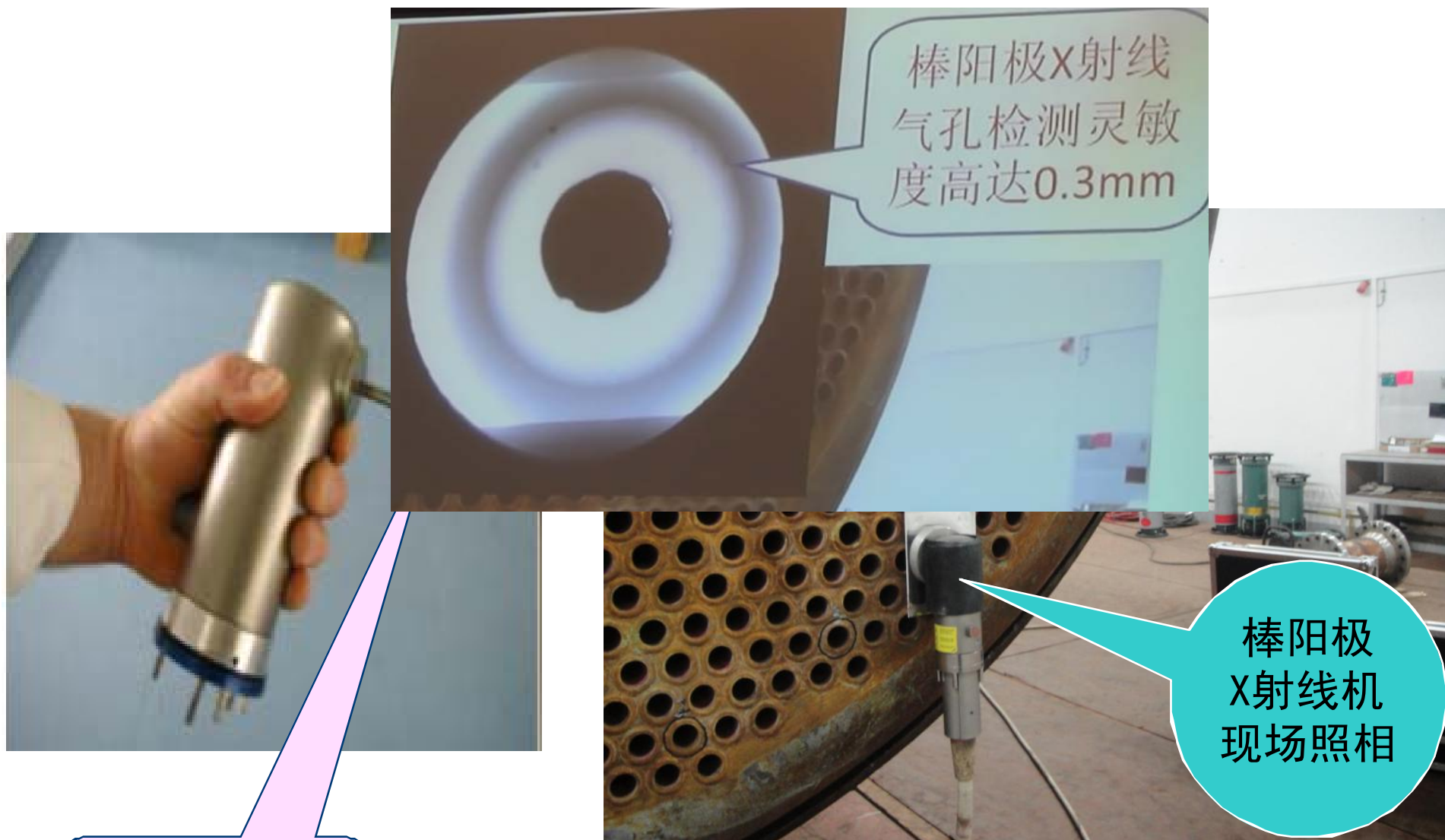


棒阳极外观



棒阳极
X射线机
现场照相

重点介绍2、管子管板角焊缝射线检测 管子管板角焊缝棒阳极X射线照相



棒阳极外观

重点介绍3 新的胶片系统分类

■ 4.2.2 射线胶片

■ 4.2.2.1 胶片系统按照GB/T 19348.1分为六类，即C1、C2、C3、C4、C5和C6类。C1为最高类别，C6为最低类别，胶片系统的特性指标见附录B。……

■ 4.2.2.2 胶片制造商应对所生产的胶片进行系统性能测试并提供类别和参数……。

各类别的特性指标，标准关于针对不同技术等级和检测对象选择胶片类别的具体规定

对照老标准JB/T 4730-2005:

3.2.1 胶片系统按照GB/T 19348.1分为四类，即T1、T2、T3和T4类。T1为最高类别，T4为最低类别。

重点介绍3 新的胶片系统分类

表B.1 胶片系统的主要特性指标

| 胶片系统类别 | 梯度最小值 (G_{\min}) | | 颗粒度最大值 (σ_D) _{max} | (梯度/颗粒度) 最小值 (G/σ_D) _{min} |
|--------|----------------------|-------|---|--|
| | D=2.0 | D=4.0 | D=2.0 | D=2.0 |
| C1 | 4.5 | 7.5 | 0.018 | 300 |
| C2≈T1 | 4.3 | 7.4 | 0.020 | 230 |
| C3 | 4.1 | 6.8 | 0.023 | 180 |
| C4=T2 | 4.1 | 6.8 | 0.028 | 150 |
| C5=T3 | 3.8 | 6.4 | 0.032 | 120 |
| C6=T4 | 3.5 | 5.0 | 0.039 | 100 |

注：表中的黑度均指不包括灰雾度的净黑度。

重点介绍3 新的胶片系统分类

新标准关于针对不同技术等级和检测对象选择胶片类别的具体规定

5.4 胶片选择

5.4.1 A级和AB级射线检测技术应采用C5类或更高类别的胶片，B级射线检测技术应采用C4类或更高类别的胶片。

5.4.2 采用 γ 射线和高能X射线进行射线检测时，以及对标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 高强度材料射线检测时，应采用C4类或更高类别的胶片。

5.14.3 灰雾度测量

胶片灰雾度应不超过0.3。应从购进胶片中按批抽样，采用与实际检测相同的暗室处理条件处理，然后进行灰雾度测量。经过测量的胶片如果6个月还没使用完，应再次测量，以核查胶片是否符合4.2.2规定的储存要求。

重点介绍4：新增加的放射源

品种及其特性参数，标准关于新放射源应用的具体规定

新增加放射源品种：Tm170和Yb169。

关于Tm170射线源的进一步知识

元素符号：Tm；英文名：Thulium；中文名：铥；

原子序数：69；放射性核素Tm170；相对原子质量：169

K γ 放射常数为 $0.0014R \cdot m^2 / (h \cdot Ci)$

实际比活度为 $1000Ci/g$ ，（ $370000 \times 10^9 Bq/g$ ）

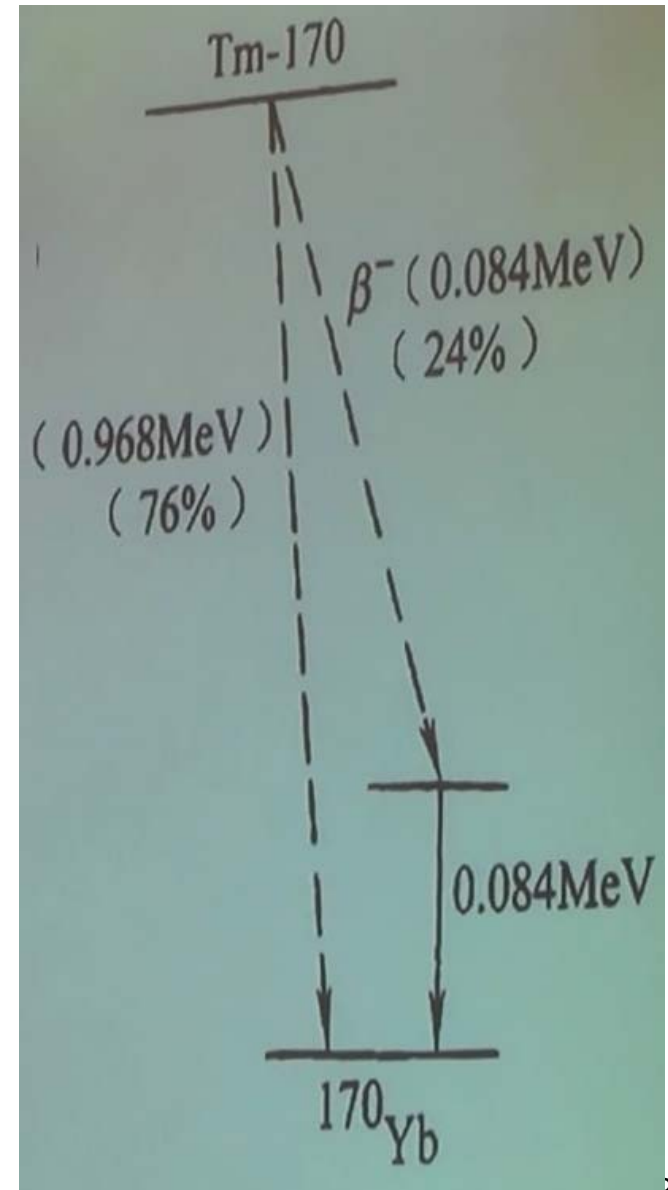
Tm170的平均能量 $0.072MeV$ ，半衰期为127天

Tm170发出的 γ 射线有较低的能量，可用作薄钢工件及轻金属的透照。

重点介绍4: 新增加的放射源 关于Tm170射线源的进一步知识

衰变过程:

用热路子照射稳定同位素Tm169, 形成放射性同位素Tm170, 在蜕变时, 约有76%的Tm170的核放射出最大能量为0.968MeV的 β 粒子而形成稳定的同位素Yb170 (无 γ 射线), 约有24%的Tm170核放出最大能量为0.886MeV的 β 粒子 (无 γ 射线) 而形成处于激发状态的同位素Yb170。在转变到稳定状态时, 约有3%放出能量为0.084MeV的 γ 射线, 约有5%通过内转换发射K层轨道电子, 随后发生电子跃迁发射出52KeV的特征X射线。

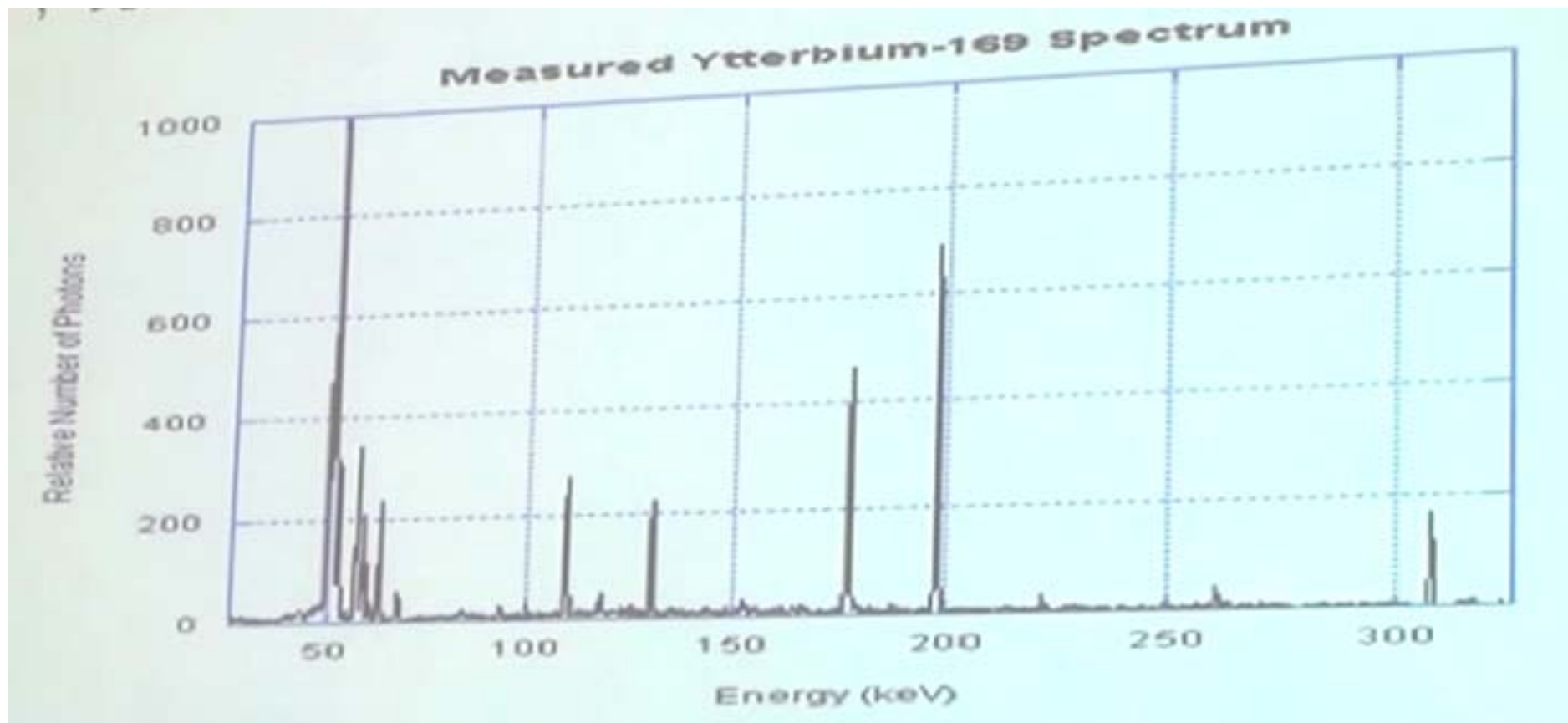


重点介绍4: 新增加的放射源 关于Yb169射线源的进一步知识

元素符号: Yb 英文名: Ytterbium; 中文名: 镱[yi]放射性核素Yb169;

原子序数: 70; 相对原子质量: 173; 平均能量: 0.156MeV, 半衰期32天;

Yb169能谱—— γ 辐射强度最大的部分在49keV到59keV之间, 此外, 在63keV到308keV范围内有强度较小的 γ 辐射。



重点介绍4：新增加的放射源

标准中关于Yb169和Tm170射线源应用的规定

4.2.1 射线装置

4.2.1.1 可以使用两种射线源：

- a) 由X射线机和加速器产生的X射线；
- b) 由Co60、Ir192、Se75、**Yb169**和**Tm170射线源**产生的 γ 射线。

5.5.1 胶片透照技术

本部分允许以下两种胶片透照技术：

a) 单胶片透照技术

使用单张胶片。X射线（ $\leq 100\text{kV}$ ）和**Tm170射线源**只允许采用单胶片透照技术。

重点介绍4: 新增加的放射源

标准中关于Yb169和Tm170射线源应用的规定

表1 增感屏的材料和厚度 (节选)

| 射线源 | 材料 | 前屏厚度/mm | 后屏厚度/mm | 中屏厚度/mm |
|--------------------------------|----|----------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| X射线 ($\leq 100\text{kV}$) | 铅 | 不用或 ≤ 0.03 | ≤ 0.03 | - |
| Tm170 | 铅 | 不用或 ≤ 0.03 | 不用或 ≤ 0.03 | - |
| Yb169 ^d | 铅 | 0.02~0.15 | 0.02~0.15 | $2 \times 0.02 \sim 2 \times 0.10$ |
| Se75 | 铅 | A级0.02~0.2 | A级0.02~0.2 | 2×0.10 |
| | | AB级、B级 0.10~0.20 ^a | AB级、B级 0.10~0.20 | 2×0.10 |

a 如果AB级、B级使用前屏 $\leq 0.03\text{mm}$ 的真空包装胶片，应在工件和胶片之间加0.07mm~0.15mm厚的附加铅屏。

c 双胶片透照技术应增加使用中屏。

d 采用X射线和Yb169射线源时，每层中屏的厚度应不大于前屏厚度。

重点介绍4：新增加的放射源

标准中关于Yb169和Tm170射线源应用的规定

表4 γ 射线源和能量1MeV以上X射线设备的透照厚度范围（钢、铜、镍合金等）（节选）

| 射线源 | 透照厚度W/mm | |
|--------|-------------------|-------------------|
| | A级、AB级 | B级 |
| Tm170 | ≤ 5 | ≤ 5 |
| Yb169a | $\geq 1 \sim 15$ | $\geq 2 \sim 12$ |
| Se75b | $\geq 10 \sim 40$ | $\geq 14 \sim 40$ |

a 对于铝和钛，A级和AB级透照厚度为： $10 < W < 70$ ，B级透照厚度为： $25 < W < 55$ 。

b 对于铝和钛，A级和AB级透照厚度为： $35 < W < 120$ 。

Yb169 和Tm170射线源的应用规定主要参考ISO17636和EN1435标准。

重点介绍4: 新增加的放射源 从薄到厚工件的放射源应用系列

| 射线源 | 透照厚度W/mm | |
|--------|--------------------|--------------------|
| | A级、AB级 | B级 |
| Tm170 | ≤ 5 | ≤ 5 |
| Yb169a | $\geq 1 \sim 15$ | $\geq 2 \sim 12$ |
| Se75b | $\geq 10 \sim 40$ | $\geq 14 \sim 40$ |
| Ir192 | $\geq 20 \sim 100$ | $\geq 20 \sim 90$ |
| Co60 | $\geq 40 \sim 200$ | $\geq 60 \sim 150$ |

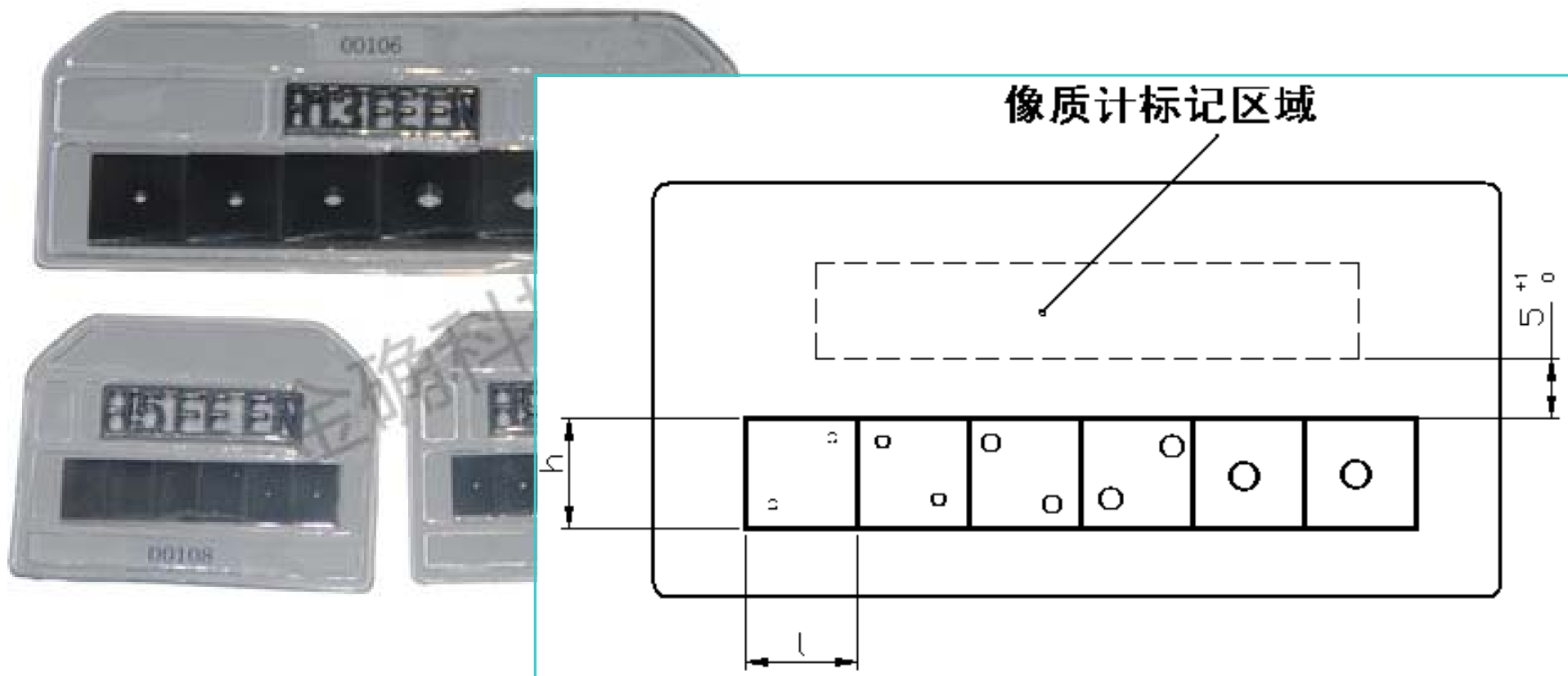
重点介绍5：孔型像质计

孔型像质计结构：4组（H1、H5、H9、H13）；每一组6个连续孔和台阶（H1-H6，H5-H10，H9-H14，H13-H18），孔径=台阶厚度；引用标准GB/T23091.2
射线照相用孔型像质计，该标准等同采用ISO19232



重点介绍5：孔型像质计

孔型像质计结构：4组（H1、H5、H9、H13）；每一组6个连续孔和台阶（H1-H6，H5-H10，H9-H14，H13-H18），孔径=台阶厚度；引用标准GB/T23091.2
射线照相用孔型像质计，该标准等同采用ISO19232



重点介绍5：孔型像质计

孔径和台阶厚度系列

| | |
|------------|-------------|
| H1 (0.125) | H10 (1.000) |
| H2 (0.160) | H11 (1.250) |
| H3 (0.200) | H12 (1.500) |
| H4 (0.250) | H13 (2.000) |
| H5 (0.320) | H14 (2.500) |
| H6 (0.400) | H15 (3.200) |
| H7 (0.500) | H16 (4.000) |
| H8 (0.630) | H17 (5.000) |
| H9 (0.800) | H18 (6.300) |

重点介绍5：孔型像质计

标准中关于孔型像质计应用的规定

■表2 不同材料的像质计适用的材料范围

| 像质计材料代号 | Al | Ti | Fe | Ni | Cu |
|---------|-------|-------|-----|-------|-------|
| 像质计材料 | 工业纯铝 | 工业纯钛 | 碳素钢 | 镍-铬合金 | 3#纯铜 |
| 适用材料范围 | 铝、铝合金 | 钛、钛合金 | 钢 | 镍-镍合金 | 铜、铜合金 |

■5.12 像质计的使用

■5.12.1 像质计放置原则

■……**阶梯孔型像质计一般应放置于被检区中心部位的焊接接头热影响区以外，在不可能实现的情况下，至少应放置于熔敷金属区域以外。当一张胶片上同时透照多条焊接接头时，像质计应放置在透照区最边缘的焊缝处。**

重点介绍5：孔型像质计

标准中关于孔型像质计应用的规定

5.12.6 像质计影像识别

使用阶梯孔型像质计时，底片上能够识别的最小孔的编号即为像质计灵敏度值，当同一阶梯上含有两个孔时，则两个孔都应在底片上可识别

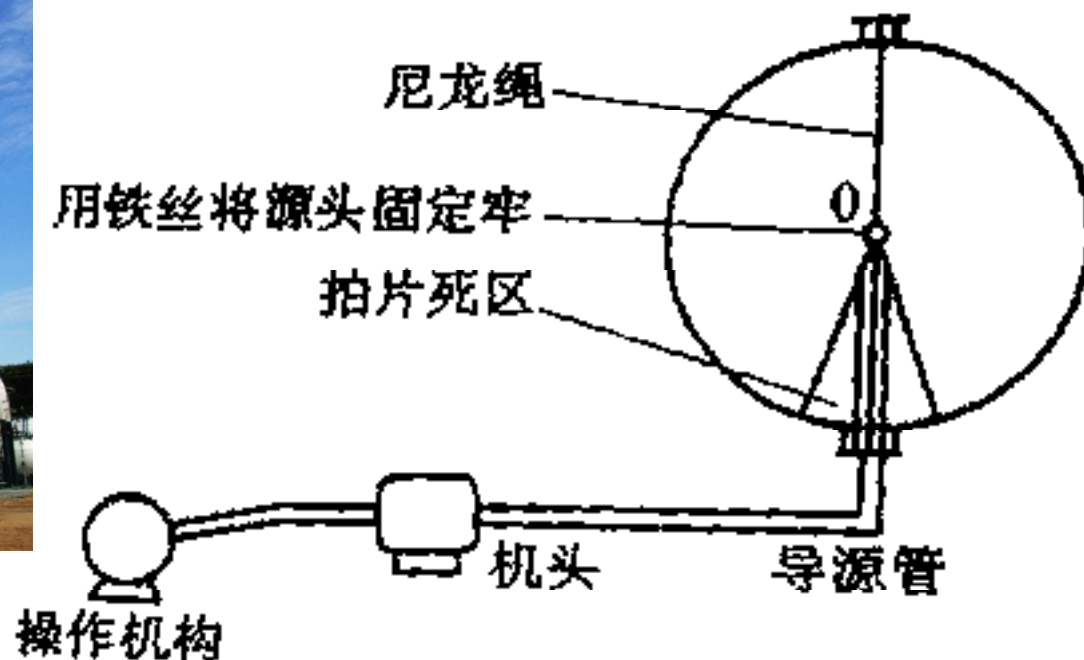
表6 孔型像质计灵敏度值——单壁透照、像质计置于源侧

表8 孔型像质计灵敏度值——双壁双影透照、像质计置于源侧

表10 孔型像质计灵敏度值——双壁单影或双壁双影透照、像质计置于胶片侧

重点介绍6：限制球罐 γ 射线全景曝光技术应用

球罐 γ 射线全景曝光的原理、优缺点、标准中限制球罐 γ 射线全景曝光技术应用的条款



球罐 γ 射线全景曝光示意图

重点介绍6：限制球罐 γ 射线全景曝光技术应用

球罐全景曝光技术应用背景和优缺点

- 球罐全景曝光技术的应用背景

1、上世纪八十年代末发明

2、上世纪八十年代的法规要求球罐对接焊缝进行100%射线检测。当时的国产X射线机穿透力和质量难以满足要求。为满足球罐射线照相要求，大量进口日本X射线机。

- 球罐全景曝光技术的优缺点

- 优点：检测速度快，效率高

- 缺点： γ 射线属线状谱射线，对比度低；焦距过大，曝光时间过长，直射透射线少，散射线多，散射比大，灵敏度低，信噪比低，成像质量差裂纹检率低。

- 上下极板焊缝的底片灵敏度更差。

重点介绍6：限制球罐 γ 射线全景曝光技术应用

新标准中限制球罐全景曝光的条款

从两个方面：1、限制曝光时间和限制使用多源曝光的规定；2、球罐全景曝光像质计摆放位置和数量：

5.9.3 采用Co60 γ 射线源透照时，曝光时间不应超过12h；采用Ir192 γ 射线源透照时，曝光时间不应超过8h，且不得采用多个射线源捆绑方式进行透照。

5.12.1 b) 单壁透照中，如果像质计无法放置在源侧，允许放置在胶片侧（球罐全景曝光除外）；

一般单壁透照中，如果像质计无法放置在源侧，允许通过对比试验修正灵敏度后放置在胶片侧，而球罐全景曝光不允许。

5.12.2 b) 球罐焊接接头采用源置于球心的全景曝光时，在上极和下极焊缝的每张底片上都应放置像质计，且在每带的纵缝和环缝上等间隔至少放置3个像质计；

重点介绍6：限制球罐 γ 射线全景曝光技术应用

GB12337-2014《钢制球形储罐》关于无损检测的规定

8.6 无损检测

8.6.1 无损检测方法的选择

8.6.1.1 检测方法包括射线检测（X射线定向曝光、 γ 射线周向曝光、 γ 射线全景曝光）、超声检测[包括衍射时差法超声检测（TOFD）、可记录的脉冲反射法超声检测、不可记录的脉冲反射法超声检测]、磁粉检测、渗透检测。

8.6.1.4 不宜采用 γ 射线全景曝光技术。

重点介绍6：限制球罐 γ 射线全景曝光技术应用

限制球罐全景曝光技术后怎么办

替代球罐全景曝光的先进检测技术——衍射时差法超声检测（TOFD）有以下优点：速度快、效率高、成本低、无辐射、无污染，可全程记录检测信息，检测结果能够成像，灵敏度高、可靠性好。

重点介绍7：双胶片技术

- 原理、特点、标准关于双胶片技术应用的规定

- 什么是双胶片技术？

暗盒内装两张胶片和三片增感屏（前、中、后屏）进行曝光，在观片灯上采用双片叠加方式进行底片观察的检测技术。

- 双胶片技术特点：

- 1、可排除多种伪缺陷干扰，有利于提高底片评定准确性；
 - 2、可增加透照厚度宽容度，检测大厚度差工件。
 - 3、可缩短曝光时间，提高效率。
 - 4、可减少像质不合格造成的返工。
- 有关规定主要参考了ASME 和RCC-M标准。

重点介绍7：双胶片技术

新标准关于双胶片技术应用的规定

4.2.6.2 表1 增感屏的材料和厚度，注C：双胶片透照技术应增加使用中屏。

5.5.1 胶片透照技术

■ b) 双胶片透照技术 使用两张分类等级相同或相近的胶片。

5.16.1.2 双胶片透照技术，双底片叠加观察评定，评定范围内的黑度 D 应符合 $2.7 \leq D \leq 4.5$ 的规定。

注1：双底片叠加评定时，黑度范围超过4.5的局部区域，如果单底片黑度范围符合5.16.1.1的规定时，可以对该区域进行单底片评定。

注2：采用分类相同的胶片时，在有效评定区内每张底片上相同点测量的黑度的差应不超过0.5。

注3：用于双底片叠加评定的任何单底片的黑度应不低于1.3。

注4：应同时观察、分析和保存每张底片。

重点介绍7：双胶片技术

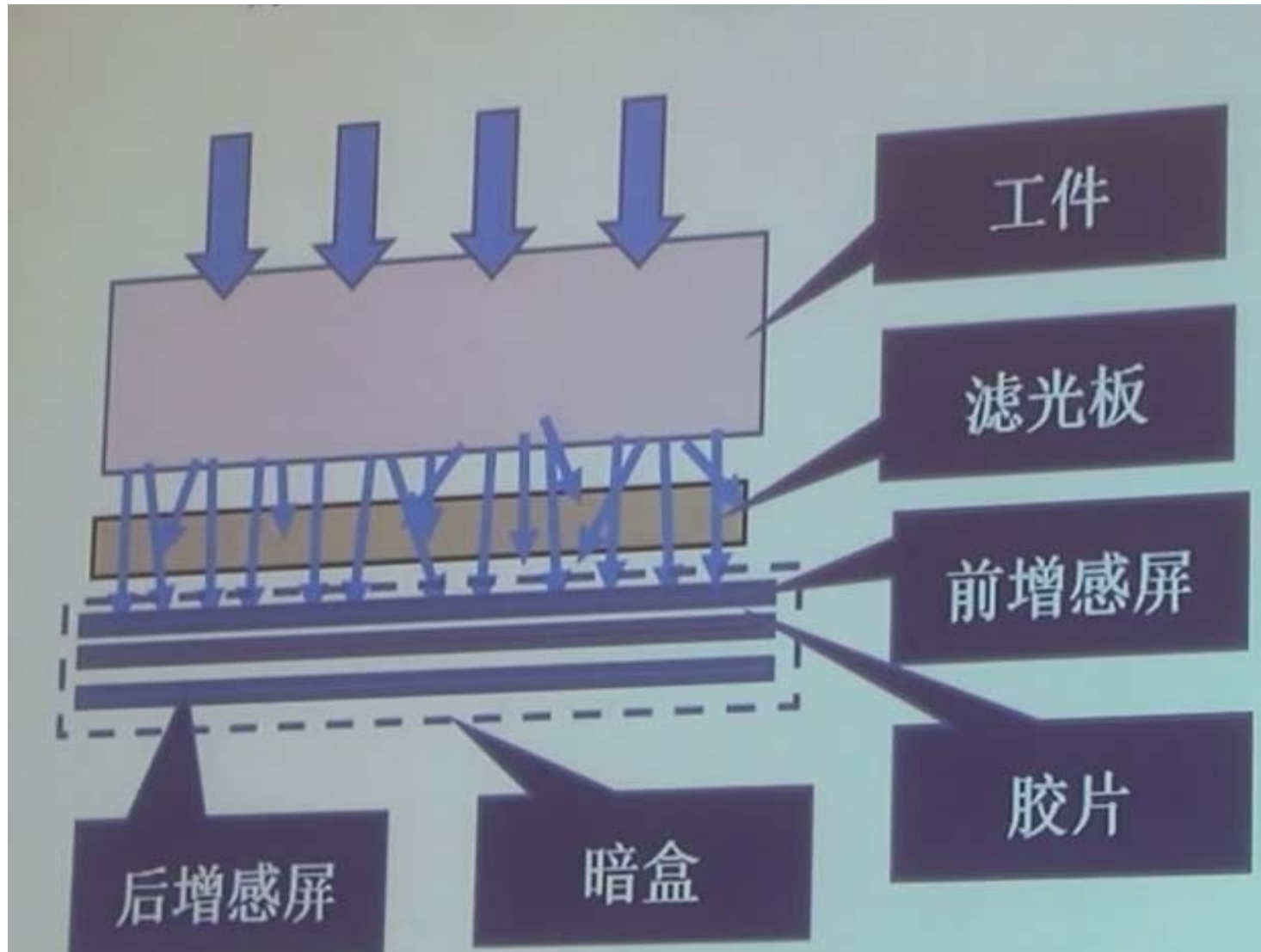
新标准关于双胶片技术应用的规定

5.16.3 其他要求

在采用双胶片叠加观察评定时，如果其中一张底片存在**轻微伪缺陷或划伤**，在**能够识别和不妨碍底片评定**的情况下，**可以接受**该底片。

重点介绍8：滤光板技术

原理、特点、标准关于滤光板应用的规定



滤光板放置在工件与暗盒之间，滤掉散射线，减小散射比，提高灵敏度。

重点介绍8：滤光板技术

使用滤光板为什么能够提高灵敏度？

■注意：

- 1、滤光板位置：加在**工件和暗盒之间**。
- 2、低能射线一般不采用，主要应用于中等能量的 γ 射线，如：Ir192、Co60等。
- 3、滤光板作用——减少康普顿效应的散射线，降低散射比。（暗盒中的铅箔厚度一般比较薄，能够阻挡光电效应的低能散射线，但对阻挡康普顿效应的中等能量散射线不够有力，滤光板厚度0.5-2mm，对阻挡康普顿效应的散射线比较有力）。

重点介绍8：滤光板技术

附录I（资料性附录）滤光板

■表I.1 滤光板的材料和厚度

| 透照厚度/mm | 滤光板厚度（铅）/mm |
|------------------|--------------------------|
| $T \leq 40$ | 0.5 |
| $40 < T \leq 60$ | 1 |
| $60 < T \leq 80$ | 1.5或2（用于碳素钢或低合金钢）、2（其他钢） |
| $T > 80$ | 2 |

注：X射线检测使用滤光板时，可参考表中的厚度或通过试验进行确定。

重点介绍8：滤光板技术

新标准关于滤光板使用的规定

5.11 无用射线和散射线屏蔽

5.11.1 应采用金属增感屏、铅板、滤光板、准直器等适当措施，屏蔽散射线和无用射线，限制照射场范围。钢制承压设备滤光板推荐的技术要求见附录I。

老标准 JB/T 4730-2005无此规定。

EN1435-1997和ISO17636.1:2010规定：

在使用Ir192、Co60放射源时，或在有边缘散射的情况下，可以用铅板插在工件和暗盒之间，作为低能量散射过滤器。按照透照厚度不同，该板厚度为0.5-2.0mm。

■ 标准其他修改内容解说

关于适用范围扩大

1.2 本部分适用的金属熔化焊焊接接头的金属包括钢、铜及铜合金、铝及铝合金、钛及钛合金、镍及镍合金。焊接接头的型式包括板及管的对接接头对接焊缝（以下简称“对接焊缝”）、插入式和安放式接管角接接头对接焊缝（以下简称“管座角焊缝”）和管子-管板角焊缝（见资料性附录A）。

JB/T 4730-2005规定：本部分适用于承压设备的制造、安装、在用检测中对接焊接接头的射线检测。用于制作焊接接头的金属材料包括碳素钢、低合金钢、不锈钢、铜及铜合金、铝及铝合金和钛及钛合金、镍及镍合金。

解释：用“钢”代替“碳素钢、低合金钢、不锈钢”不仅简洁，而且范围扩大了，有些新钢种，例如9Ni、P91等合金含量超过5%，不属于低合金钢，老标准不能覆盖，而新标准能够覆盖。

修改和增加了部分规范性引用文件

- GBZ 117 工业X射线探伤卫生防护标准
- GBZ 132 工业 γ 射线探伤卫生防护标准
- GB 11533 标准对数视力表
- GB/T 12604.2 无损检测 术语 射线照相检测
- GB 18871 电离辐射防护及辐射源安全基本标准
- GB/T 19348.1 无损检测 工业射线照相胶片 第1部分：工业射线胶片系统的分类
- GB/T 19348.2 无损检测 工业射线照相胶片 第2部分：用参考值方法控制胶片处理
- GB/T 19802 无损检测 工业射线照相观片灯 最低要求
- GB/T 23901.2 无损检测 射线照相底片像质 第2部分：阶梯孔型像质计 像质指数的测定
- NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分：通用要求
- JB/T 5075 无损检测 射线照相检测用金属增感屏
- JB/T 7902 射线照相用线型像质计

增加了射线检测专用术语和定义的内容

3.8 透照厚度比 K ratio of max. and min. penetrated thickness

一次透照长度范围内射线束穿过母材的最大厚度和最小厚度之比。

3.9 一次透照长度 effective area of a single exposure 符合标准规定的单次曝光有效检测长度。

3.10 底片评定范围 film evaluation scope

本部分规定底片上必须观察和评定的范围。

3.11 缺陷评定区 defect evaluation zone 在质量分级评定时，为评价缺陷数量和密集程度而设置的一定尺寸区域，可以是正方形或长方形。

3.12 双胶片透照技术 double film technique 暗盒内装两张胶片和三片增感屏（前、中、后屏）进行曝光，在观片灯上采用双片叠加方式进行底片观察的透照技术。

3.13 小径管 small diameter tube

外径 D_0 小于或等于100mm的管子。

新标准关于黑度计的内容

增加了黑度计核查内容，标准密度片的黑度范围和测量点数目的相关规定

4.2.4 黑度计（光学密度计）

4.2.4.1 黑度计可测的最大黑度应不小于4.5，测量值的误差应不超过 ± 0.05 。

4.2.4.2 黑度计首次使用前应进行核查，以后至少每六个月应进行一次核查，核查方法可参照附录C的规定进行，每次核查后应填写核查记录。在工作开始时或连续工作超过8h后应在拟测量黑度范围内选择至少两点进行检查。

4.2.5 标准密度片

标准密度片应至少有8个一定间隔的黑度基准，且能覆盖0.3~4.5黑度范围，应至少每2年校准一次。必须特别注意标准密度片的保存和使用条件。

标准密度片主要参考了RCC-M标准和ASME规范对标准密度片黑度范围和基准数量的要求。

不等厚或不同材料焊缝，以及管座焊缝的像质计摆放

5.12.4 不等厚或不同种类材料之间对接焊缝

如果焊接接头的几何形状允许，不同厚度或材料类型不同的部位应分别采用与被检材料厚度或类型相匹配的像质计，并分别放置在焊接接头相对应部位。

5.12.5 管座角焊缝

推荐采用丝型像质计，根据像质计能够投影到被检测区的位置而放置。如果允许，像质计尽可能置于黑度最小的区域。

JB/T 4730-2005 未作规定

修改了特殊条件下射线检测技术等级允许放宽原则

■ 4.3 检测技术等级

■ 4.3.3 检测的某些条件不能满足AB级（或B级）射线检测技术的要求时，经合同双方商定，在采取有效补偿措施（例如选用更高类别的胶片）的前提下，若底片的像质计灵敏度达到了AB级（或B级）射线检测技术的规定，则可认为按AB级（或B级）射线检测技术进行了检测。

■ 4.3.4 承压设备在用检测中，检测的某些条件不能满足AB级射线检测技术的要求时，经合同双方商定，在采取有效补偿措施（例如选用更高类别的胶片）后可采用A级技术进行射线检测，但应同时采用其他无损检测方法进行补充检测。

在JB/T 4730.2-2005中均是：
经检测方技术负责人批准

修改了检测时机的要求

5.1 检测时机

5.1.1 检测时机应满足相关法规、规范、标准和设计技术文件的要求，同时还应满足合同双方商定的其他技术要求。

5.1.2 除非另有规定，射线检测应在**焊接接头制造完工后**进行。对有延迟裂纹倾向的材料，至少应在焊接完成24h后进行射线检测。

JB/T 4730-2005:

除非另有规定，射线检测应在焊后进行。对有延迟裂纹倾向的材料，至少应在焊接完成24h后进行射线检测。

增加了焊接接头检测区宽度范围确定的内容

5.2 检测区

5.2.1 检测区宽度应满足相关法规、规范、标准和设计技术文件的要求，同时还应满足合同双方商定的其他技术要求，对于非电渣焊焊接接头，一般应满足以下规定：

- a) 对于对接焊缝，检测区包括焊缝金属及相对于焊缝边缘至少为5mm的相邻母材区域；
- b) 对于管座角焊缝，检测区包括焊缝金属及相对于焊缝边缘至少为5mm的安放式接管相邻母材区域或插入式主管（或筒体、封头、平板等）相邻母材区域。

5.2.2 对于电渣焊焊接接头，其检测区宽度可通过实际测量热影响区确定，或由合同双方商定。

增加了内偏心透照时透照次数计算公式

■ 5.5.4 一次透照长度:

a) 一次透照长度应以透照厚度比K进行控制。不同级别射线检测技术和不同类型对接焊接接头的透照厚度比应符合表3的规定。通过K值确定的整条环向对接焊接接头所需的透照次数可参照附录F的曲线图确定;

附录F, 增加了F.3 射线源在内偏心透照 ($F < D_o/2$) 最少透照次数N计算公式

$$N = \frac{180^\circ}{\alpha} \quad \alpha = \eta - \theta$$

$$\eta = \sin^{-1} \left(\frac{D_i}{D_i - 2f} \sin \theta \right) \quad \theta = \cos^{-1} \left[\frac{1 - (K^2 - 1)T / D_i}{K} \right]$$

■ 当 $D \gg T$ 时, 可简略计算 $\theta \approx \cos^{-1} K^{-1}$

增加了暗室安全照射时间确定的内容（附录D）

4.2.8 暗室安全照明时间确定

胶片应在胶片制造商所推荐的安全灯光条件下进行暗室处理，暗室安全照明时间的确定方法可参考附录D（资料性附录）进行。

附录D（资料性附录）暗室安全照射时间确定

- 曝光前照射试验
- 曝光后照射试验
- 潮湿胶片的曝光后照射试验
- 射线曝光用阶梯试块
- 安全灯照射用多条胶片分别试验；
- 暗室处理后对底片进行黑度测量和目视观察；

增加了增感屏质量及使用要求、中屏材料及厚度范围、以及Tm170和Yb169两种 γ 射线增感屏材料及厚度范围，并明确了增感屏制造标准

■ 4.2.6 增感屏

■ 4.2.6.1 射线检测一般应使用金属增感屏或不用增感屏，金属增感屏应满足JB/T 5075的要求，增感屏应完全干净、抛光和无纹道。

■ 4.2.6.2 使用增感屏时，胶片和增感屏之间应接触良好。增感屏的选用应符合表1的规定。

■ 表1 增感屏的材料和厚度

增加了射线检测工艺文件的基本要求和验证的相关规定

■ 4.4 检测工艺文件

■ 4.4.1 检测工艺文件包括工艺规程和**操作指导书**。

■ 4.4.2 工艺规程除满足NB/T 47013.1的要求外，还应规定下列相关因素的具体范围或要求；如相关因素的变化超出规定时，应重新编制或修订工艺规程：

■ a) 适用范围中的结构、材料类别及厚度；

■ b) 射线源种类、能量及焦点尺寸；

■ c) 检测技术等级；

■ d) 透照技术；

■ e) 透照方式；……

增加了射线检测工艺文件的基本要求和验证的相关规定

4.4.3 应针对具体检测对象根据标准和工艺规程编写操作指导书，其内容除满足NB/T 47013.1的要求外，至少还应包括：

a) 编制依据； b) 适用范围：被检测工件的类型（形状、结构等）、尺寸范围（厚度及其他几何尺寸）、所用材料的种类； c) 检测设备器材……

4.4.4 首次使用的操作指导书应进行工艺验证，以验证底片质量是否能达到标准规定的要求。验证可通过专门的透照试验进行，或以产品的第一批底片作为验证依据。在这两种情况下，作为依据的验证底片应做出标识。

JB/T 4730-2005 未作规定

增加了有效评定区搭接的技术要求， 修改了定位标记和识别标记的放置原则

5.5.5 有效评定区搭接

5.5.5.1 焊缝进行全部射线检测时，采取的曝光次数和有效评定区的重叠应能保证检测到被检测区的整个体积范围。

5.5.5.2 如果采用暗盒直接搭接透照的方式，也应保证整个有效评定区的底片黑度满足5.16.1的要求。

5.13.3 定位标记一般包括中心标记、搭接标记、检测区标记等。中心标记指示透照部位区段的中心位置和分段编号的方向，一般用……表示。搭接标记是连续检测时的透照分段标记，可用……表示。检测区标记采取的方式能够清晰标识检测区范围即可。

5.13.6 定位标记应放在工件上，其摆放应符合附录J的规定。……当由于结构原因，应放置于射线源侧的定位标记需要放置于胶片侧时，检测记录和报告应标注实际的评定范围。

增加了胶片暗室处理试剂选用原则、胶片处理延时时间及其底片处理质量检验的内容

5.14 胶片处理和底片质量检测

5.14.1 胶片处理

胶片处理一般应按胶片使用说明书的规定进行。可采用自动冲洗或手工冲洗方式处理，推荐采用自动冲洗方式处理。原则上应采用胶片厂家生产或推荐的冲洗配方或药剂，并按照GB/T 19384.2的规定，经比较试验证明的条件下，也可以使用其他厂家的配方或药剂。

手工冲洗和自动冲洗胶片宜在曝光后8h之内完成，最长不得超过24h。

JB/T 4730-2005 的规定：

4.9 胶片处理

4.9.1 可采用自动冲洗或手工冲洗方式处理，推荐采用自动冲洗方式处理。

4.9.2 胶片处理一般应按胶片使用说明书的规定进行。

增加了胶片暗室处理试剂选用原则、胶片处理延时时 间及其底片处理质量检验的内容

■ 5.14.2 底片质量检验

暗室处理后的底片硫代硫酸盐离子的浓度一般应低于 $0.050\text{g}/\text{m}^2$ 。底片上硫代硫酸盐离子的浓度测量可参考附录K的要求执行，测量结果应记录。

检验的频率由检测方确定，但在此期间暗室处置条件应保持不变。

如果检验发现，硫代硫酸盐离子浓度大于 $0.050\text{ g}/\text{m}^2$ ，应采取以下行动：

- a) 停止暗室处理，并采取纠正措施；
- b) 重新核查定影和冲洗工序验证的符合性；
- c) 重新处置所有含有缺陷的底片。

■ 附录K（资料性附录）底片硫代硫酸盐离子的浓度测量方法（见P80）

修改了底片质量要求的内容

5.16.1 黑度

底片黑度应采用黑度计（光学密度计）进行测量，不同胶片透照技术和底片观察技术对应的黑度范围如下。

5.16.1.1 单胶片透照技术，单底片观察评定，底片评定范围内的黑度 D 应符合下列规定：

A级： $1.5 \leq D \leq 4.5$ ； AB级： $2.0 \leq D \leq 4.5$ ； B级： $2.3 \leq D \leq 4.5$ 。

5.16.1.2 双胶片透照技术，**双底片叠加观察评定，评定范围内的黑度 D 应符合 $2.7 \leq D \leq 4.5$ 的规定。**

5.16.1.3 用X射线透照小径管或其他截面厚度变化大的工件，单底片观察评定时，AB级最低黑度允许降至1.5；B级最低黑度可降至2.0。

修改了底片质量要求的内容

5. 16

底

片

5.

符

2. 3

注1：双底片叠加评定时，黑度范围超过4.5的局部区域，如果单底片黑度范围符合5.16.1.1的规定时，可以对该区域进行单底片评定。

注2：采用同类胶片时，在有效评定区内每张底片上相同点测量的黑度的差应不超过0.5。

注3：用于双底片叠加评定的任何单底片的黑度应不低于1.3。

注4：应同时观察、分析和保存每张底片。

5.16.1.2 双胶片透照技术，双底片叠加观察评定，评定范围内的黑度 D 应符合 $2.7 \leq D \leq 4.5$ 的规定。

5.16.1.3 用X射线透照小径管或其他截面厚度变化大的工件，单底片观察评定时，AB级最低黑度允许降至1.5；B级最低黑度可降至2.0。

修改了底片质量要求的内容

5.16.1.4 对检测区进行评定时，对应着不同的胶片透照技术或不同的底片观察技术的区域的黑度范围应分别在检测报告中进行标识。

5.16.1.5 评定区的最大黑度限值允许提高，但观片灯应经过校验，观片灯亮度应保证在底片最高黑度评定范围内的亮度能够满足5.15.3的要求。

5.16.2 底片的像质计灵敏度

单壁透照、像质计置于源侧时应符合表5和表6的规定；双壁双影透照、像质计置于源侧时应符合表7和表8的规定的规定；双壁单影或双壁双影透照、像质计置于胶片侧时应符合表9和表10的规定。

修改了底片质量要求的内容

5.16.3 其他要求

底片上，定位和识别标记影像应显示完整、位置正确。

底片评定范围内不应存在影响影像观察的灰雾，干扰缺陷影像识别的水迹、划痕、显影条纹、静电斑纹、压痕等伪缺陷影像，以及增感屏缺陷带来的各种伪影像。

在采用双胶片叠加观察评定时，如果其中一张底片存在轻微伪缺陷或划伤，在能够识别和不妨碍底片评定的情况下，可以接受该底片。

JB/T 4730-2005：底片上，定位和识别标记影像应显示完整、位置正确。底片评定范围内不应存在干扰缺陷影像识别的水迹、划痕、斑纹等伪缺陷影像。

修改了不同透照厚度应达到的像质计灵敏度，对应的材料厚度范围有所扩大，并增加了孔型像质计的灵敏度要求

| 应识别丝径号 丝径/mm | 公称厚度 (T) 范围/mm | | |
|-----------------|---------------------|------------------|------------------|
| | A级 | AB级 | B级 |
| 19 (0.050) | — | — | ≤ 1.5 |
| 18 (0.063) | — | ≤ 1.2 | $> 1.5 \sim 2.5$ |
| 17 (0.080) | ≤ 1.2 | $> 1.2 \sim 2.0$ | $> 2.5 \sim 4.0$ |
| 16 (0.100) | $\leq 1.2 \sim 2.0$ | $> 2.0 \sim 3.5$ | $> 4.0 \sim 6.0$ |
| 15 (0.125) | $> 2.0 \sim 3.5$ | $> 3.5 \sim 5.0$ | $> 6.0 \sim 8.0$ |

JB/T 4730-2005的灵敏度要求:

| 应识别丝径号 丝径/mm | 公称厚度 (T) 范围/mm | | |
|-----------------|----------------|------------|------------------|
| | A级 | AB级 | B级 |
| 18 (0.063) | — | — | ≤ 2.5 |
| 17 (0.080) | — | ≤ 2.0 | $> 2.5 \sim 4.0$ |

焊接接头射线检测结果评定和质量分级部分 增加了适用的焊接结构型式

6.1.1 范围

本条规定适用于厚度 $\leq 400\text{mm}$ ，材质为钢、镍及镍合金，以及厚度为 $\leq 80\text{mm}$ ，材质为铜及铜合金的承压设备焊接接头的射线检测结果评定和质量分级。适用的焊接接头的型式包括双面熔化焊对接焊缝、相当于双面焊的全焊透对接焊缝，以及沿焊缝根部全长有紧贴基本金属的垫板的单面焊对接焊缝。

JB/T 4730-2005的规定：

5.1.1 范围 本条规定适用于厚度为 $2\text{mm}\sim 400\text{mm}$ ，材质为碳素钢、低合金钢、奥氏体不锈钢、镍及镍基合金制承压设备，以及厚度为 $2\text{mm}\sim 80\text{mm}$ 铜及铜合金制承压设备的熔化焊对接焊接接头射线检测的质量分级。

承压设备管子及压力管道熔化焊环向焊接接头 射线检测结果评定和质量分级

7.1.1 范围

本条适用于壁厚 $T \geq 2\text{mm}$ ，材质为钢、镍及镍合金、铜及铜合金的承压设备管子及压力管道熔化焊对接环向焊接接头射线检测结果评定和质量分级，**适用的焊接接头的型式包括沿焊缝根部全长有紧贴基本金属的垫板的单面焊对接焊缝和不加垫板的单面焊对接焊缝。**

JB/T 4730-2005的规定：

6.1.1 范围

本条规定适用于 $T \geq 2\text{mm}$ 碳素钢、低合金钢、奥氏体不锈钢、镍及镍基合金、铜及铜合金承压设备管子及压力管道的熔化焊环向对接焊接接头射线检测的质量分级。

增加和修订了射线检测记录和报告的内容

8 检测记录和报告

8.1 应按照现场操作的实际情况详细记录检测过程的有关信息和数据。射线检测记录除符合NB/T 47013.1的规定外，还至少应包括下列内容：

- a) 委托单位或制造单位；
- b) 被检工件：名称、检测部位、焊缝坡口型式、焊接方法；
- c) 检测设备器材：射线源（种类、尺寸、焦点尺寸）；胶片（牌号及其分类等级）；增感屏（类型、数量和厚度）、像质计（种类和型号）、滤光板、背散射屏蔽铅板；
- d) 检测工艺参数：检测技术等级，透照技术（单或双胶片），透照方式、透照参数 F 、 f 、 b 、管电压、管电流、曝光时间（或源强度、曝光时间），暗室处理方式和条件；
- e) 底片评定：底片黑度、底片像质计灵敏度、缺陷位置和性质；

增加和修订了射线检测记录和报告的内容

8 检测记录和报告

8.1 应按照现场操作的实际情况详细记录检测过程的有关信息和数据。射线检测记录除符合NB/T 47013.1的规定外，还至少应包括下列内容：

- f) 布片图；
- g) 操作指导书工艺验证情况（必要时）；
- h) 检测结果及质量分级；
- i) 编制、审核人员及其技术资格；
- j) 其他需要说明或记录的事项。

增加和修订了射线检测记录和报告的内容

8 检测记录和报告

8.2 **应依据检测记录出具检测报告。** 射线检测报告除符合NB/T 47013.1的规定外，还至少应包括下列内容：

- a) 委托单位或制造单位；
- b) 被检工件：名称、检测部位、焊缝坡口型式、焊接方法；
- c) 检测设备器材：射线源（种类、型号、焦点尺寸）；胶片（牌号及其分类等级）；增感屏（类型、数量和厚度）、像质计（种类和型号）；
- d) 检测工艺参数：检测技术等级、透照技术（单或双胶片），透照方式、透照参数 F 、 f 、 b 、管电压、管电流、曝光时间（或源强度、曝光时间），暗室处理方式和条件；

增加和修订了射线检测记录和报告的内容

8 检测记录和报告

8.2 **应依据检测记录出具检测报告。** 射线检测报告除符合NB/T 47013.1的规定外，还至少应包括下列内容：

- e) 底片评定：底片黑度、底片像质计灵敏度、缺陷位置和性质；
- f) 检测结果及质量分级；
- g) 布片图；
- h) 编制、审核人员及其技术资格；
- i) 检测单位。

对检测记录和检测报告内容的规定比JB/T 4730-2005更详细。

修改了小径管专用对比试块

附录 L（规范性附录） 对比试块的型式和规格

L.1 对比试块

管焊缝对比试块分为 I 型（小径管环焊缝专用对比试块）和 II 型（通用槽型对比试块）两类。制作对比试块的材料应与被检工件的材料的射线吸收系数相同或相近。

L.2 I 型对比试块的型式、规格和尺寸

I 型对比试块型式、规格和尺寸应符合图 L.1 的规定。

L.3 II 型对比试块的型式、规格和尺寸

II 型对比试块的型式、规格和尺寸应符合图 L.2 和表 L.1 的规定。

修改了小径管专用对比试块

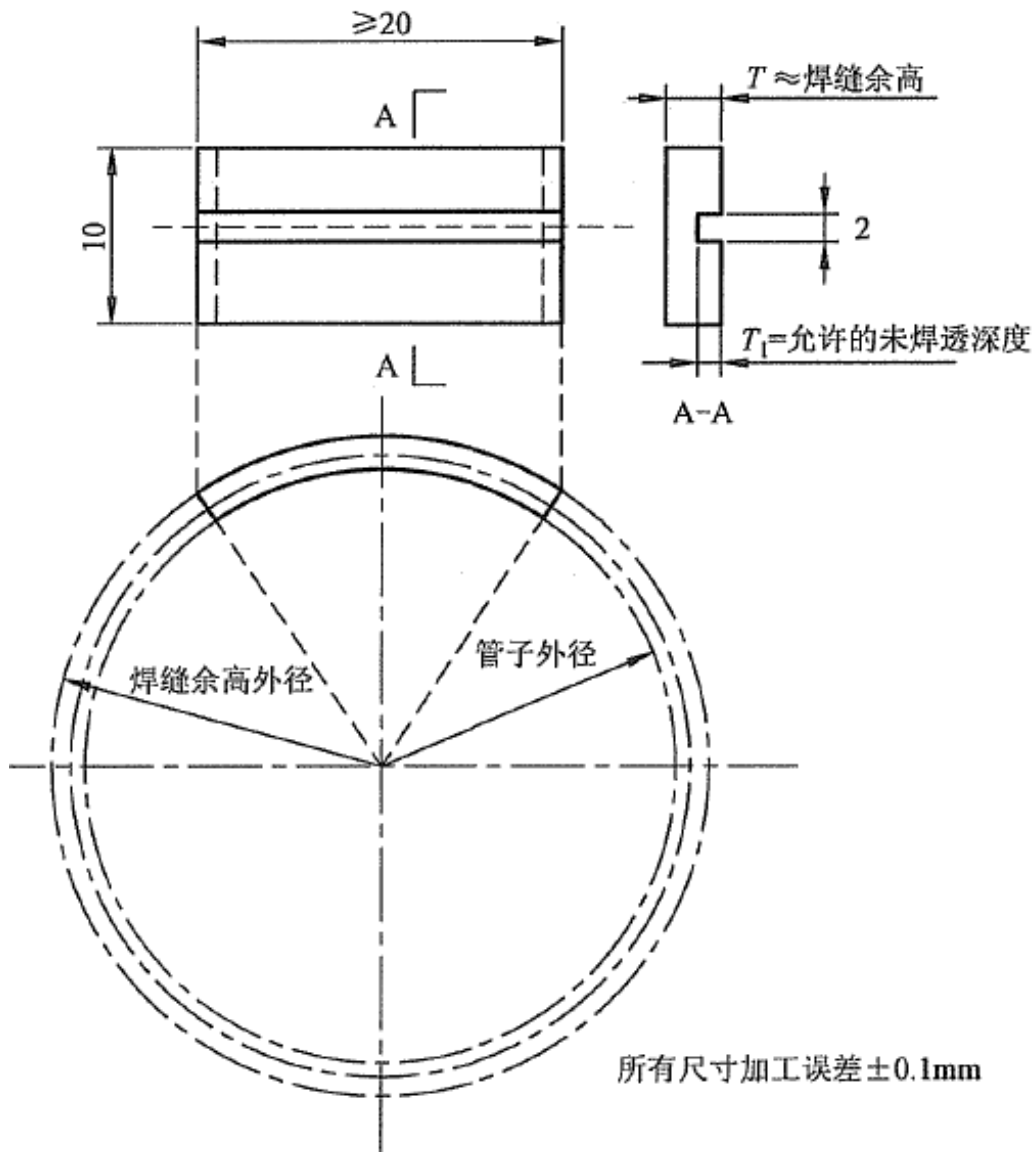


图 L. 1 I 型对比试块

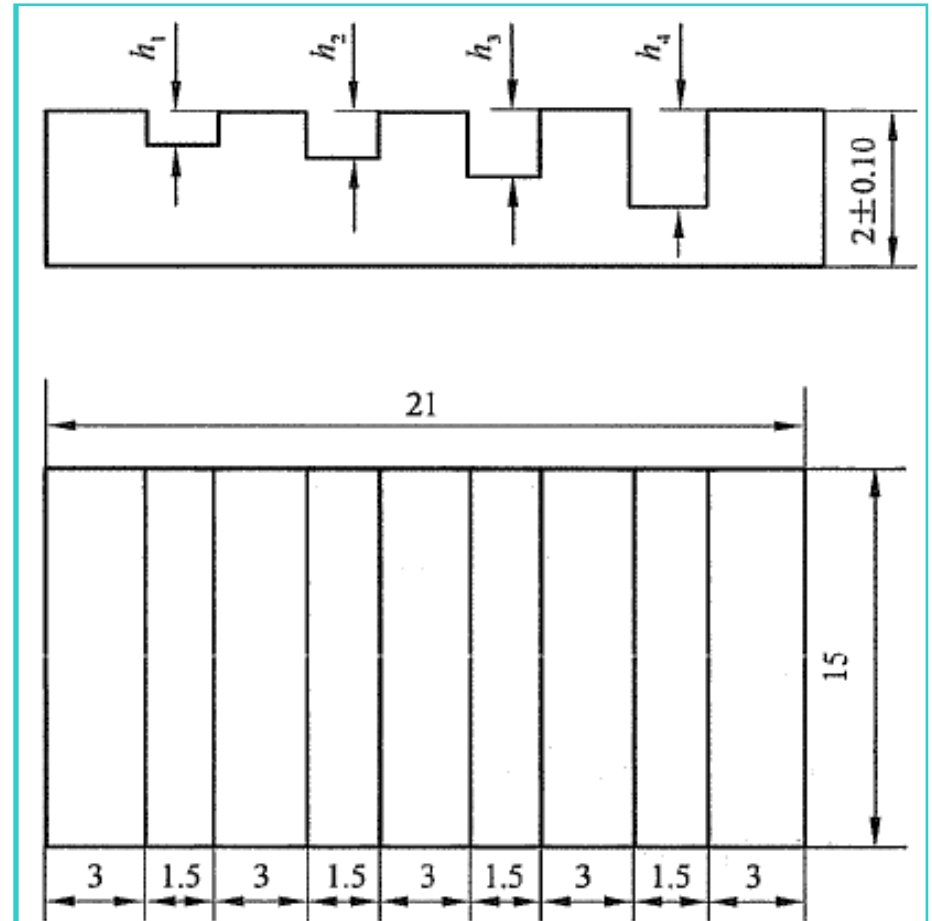


图 L. 2 II 型对比试块

表 L. 1 II 型对比试块的尺寸 单位为 mm

| h1 | h2 | h3 | h4 | 尺寸偏差 |
|-----|-----|-----|-----|------------|
| 0.3 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | ± 0.05 |

报告结束，谢谢！

关于本标准的问题和建议可联系：

全国锅炉压力容器标准化委员会

www.cscbpv.org.cn 010-59068953

本部分的问题也可联系：

强天鹏（1377 666 3939 jsbpvqtp@vip.163.com）