

锅炉无损探伤工艺规程

1 适用范围

1.1 本规程适用于锅炉压力容器管道焊工考试焊接试件的无损检验。

1.2 本规程适用的检测方法包括：

1.2.1 射线检测（RT）

1.2.4 渗透检测（PT）

2 引用标准

JB4730-94 《压力容器无损检测》

3 人员要求

3.1 检测人员须持有国家有关部门颁发的资格证书，且在有效期内。

3.2 检测人员应按技术等级从事该等级范围内的检测工作。

3.3 射线透照底片的评判及质量评定和检验应由 II 级以上资格人员担任。

4 一般要求

4.1 受检工件必须经外观检验合格后方可进行无损检测。

4.2 受检工件受检区域内不得有药皮、焊渣、焊痕、飞溅、油、锈等污物。

5 射线探伤工艺

5.1 透照工艺

5.1.1 对接接头的射线探伤按 JB4730-94《压力容器无损检测》规定执行射线照相方法等级不低于 AB 级

5.1.2 透照前应根据被透照焊件的规格、材质、位置、焊接方法、工艺特点及防护条件做好透照工艺设计。

5.1.2.1 射线源，工业射线胶片，增感屏的选用，按 AB 级规定执行，且质量符合有关标准规定。在使用中，胶片和增感屏，在透照过程中应始终相互紧贴。

5.1.2.2 线型象质计采用 GB5618-85《线型象质计》规定的 R10 系列，探伤实施时按下表 5-1 执行。

5.1.3 透照前，应对焊缝及热影响区的表面质量（包括余高高度）进行外观检查，经确认合格，才能实施射线探伤检验。

5.1.4 线型象质计应放在射线源一侧的工件表面上被检焊缝区的一端（被检长度的四分之一部位）。钢丝应横跨焊缝并与焊缝方向垂直，细钢丝置于外侧。当射线源一侧无法放置象质计时，也可放在胶片一侧的工件表面上，但应通过对比试验，使实际象质指数值达到规定的要求。

象质计放在胶片一侧工件表面上时，象质计应附加“F”标记，以示区别。

对比试验的作法：截取一个与被检工件完全相同的短试块，在被检部位的内外表端部各放一个象质计，采用与工件相同的透照条件进行透照，观察所得到的底片以确定相应的象质指数。

表 5-1 单

位：mm

要求达到的象质指数

线直径

透照厚度（AB 级）TA

0.125

≥6

13

0.160

>6~8

13

0.200

>8~12

12

0.250

>12~16

11

0.320

>16~20

10

0.400

>20~25

9

0.500

>25~32

8

0.630

>32~50

7

0.800

>50~80

6

1.000

>80~120

5

1.250

>120~150

4

1.600

>150~200

5.1.5 对于管径大于 $\Phi 89\text{mm}$ 的环缝，透照前，应将识别标记、中心标记、搭接标记（如铅箭头）等放在适当部位，均应距焊缝边缘 5mm。象质计固定在焊缝上，细丝置于胶片端；对于管径小于或等于 $\Phi 89\text{mm}$ 且大于等于 $\Phi 76\text{mm}$ 的环缝，透照前，象质计必须放置在焊缝表面中间；对较长的焊缝进行分段透照时，应作出明确的分段标记，当一个暗匣不足以覆盖整条焊缝长度时，暗匣必须搭接，其搭接长度不小于 20mm。

筑龙网 www.zhulong.com

3

5.1.6 透照方式。按射线源、工件和胶片之间的相互位置关系，透照方法分为纵缝透

照法、环缝外透法、环缝内透法、双壁单影法和双壁双影法。

5.1.6.1 板材试件采用纵缝透照法。

5.1.6.2 对于管径大于等于 $\Phi 76\text{mm}$ ，小于或等于 $\Phi 89\text{mm}$ 的管子焊缝，可采用双壁双影法，射线方向与焊缝纵断面夹角的选择，以焊缝的投影不重叠为原则，且要求焊缝成像的内侧距离以 $3\sim 10\text{mm}$ 为宜，最大间距不超过 15mm 。

5.1.6.3 当用外透法透照大于 $\Phi 89\text{mm}$ 管道焊缝时，一般按管道的周长进行分段透照，以保证焊缝全长不漏检。

5.1.6.4 无论采用哪种透照方法，焦距的选择应满足透照底片成像质量的要求，最小焦距的计算方法按下列公式：

$$f=d\sigma/Ug+\sigma$$

式中：f——射源焦点至胶片的垂直距离，mm；

Ug——几何不清晰度，mm；

d——射源焦点尺寸，mm；

σ ——焊件厚度，mm；

对几何不清晰度（Ug 值）规定如下：

X 射线透照时， $Ug\leq 0.2\text{mm}$ 。

小管径双壁双影透照时，射线源侧焊缝的 $Ug\leq 0.4\text{mm}$ 。

5.1.7 几何条件

5.1.7.1 焊缝的透照厚度比 K 值，AB 级规定环缝不大于 1.1，纵缝不大于 1.03。

5.1.7.2 射线源至工件表面距离 L_1 ， L_1/d 与工件表面至胶片距离 L_2 的关系， L_1 的诺模图可参照 JB4730.94 标准中的图 5-2、图 5-3 和图 5-4。

5.1.7.3 一次透照长度即每次曝光所检验的焊缝长度，应满足下列规定：

1) 平板焊缝应采用射线束垂直于检验位置中心表面的纵焊缝透照法。

2) 采用双壁单影法透照时，射线源对管子外表面的距离大于 15mm 时，应分为至少 4 段透照，即每段对应的中心角小于或等于 90° 。当外径与内径比大于 1.4 时，应进行曝光的次数按其实际外径与内径比的 2 倍，四舍五入取整数确定，透照曝光间隔按 180° 等分之；当外径与内径比为 1.8 时，曝光次数取 4 次 ($1.8\times 2=3.6$)，间隔角度：取 45° ($180\div 4$)。

筑龙网 www.zhulong.com

4

3) 对外径大于等于 $\Phi 5\text{mm}$ 且小于或等于 $\Phi 89\text{mm}$ 的管子，采用双壁双影法透照时，至少分两次透照，透照角度每次偏转小于或等于 90° 。

4) 无论用何种透照方式进行射线照相检验，如检测位置的影像是由两张或两张以上的底片组成时，相邻底片应有连续影像的重叠部分，重叠部分应为底片有效部分长度的 $1/10$ 或大于 15mm 。

5) 底片有效评定区域内的黑度 D 值在 $1.2\sim 3.5$ 范围内，灰雾度 D₀ 应 ≤ 0.3 。

6) 象质指数符合表 5-1 的规定。

5.1.8 定位标记和标识的放置

5.1.8.1 底片上应有表示工件被检测范围的定位标记，定位标记包括中心标记 (○) 和搭接标记 (↑)。应放置在射线源一侧的工件表面上，中心标记应放置在被检焊缝中心距焊缝边缘 5mm 以外处，搭接标记放在被检焊缝两次曝光搭接重叠线处（第一次曝光照相有效段内），搭接标记应待第二次曝光后才可取下。

5.1.8.2 识别标记的内容极其方式，应在照相程序中规定，标记至少包括：工件编号、焊缝编号、部位编号、透照日期。

识别标记可以防止在射线源侧暗盒表面的边缘上，亦可放置在工件表面上，但应保证标记可以在照相底片上清晰完整的显现，且不遮挡被检焊缝的影像，其位置应距焊缝边缘至少 5mm。

5.1.9 曝光参数

5.1.9.1 各种射线机和胶片均应制作曝光曲线或采用相应措施。

5.1.9.2 焊缝透照时应保证足够的曝光量，以使底片达到规定的黑度。

5.1.9.3 防止用短焦距高电压，采用不低于 $15\text{mA} \cdot \text{min}$ 。

5.1.10 无用射线及散射线的屏蔽

5.1.10.1 当工件较小（如管焊缝或型钢焊缝）可能发生侧散射时，应采取有效的屏蔽方法（如设置铅窗口）限制受监部位的照射面积。

5.1.10.2 当以混凝土或土、木等为背景进行透照时，应加厚后屏铅屏的厚度或暗盒背面放置铅板，以防止背散射线影响。

为检查背散射，应在暗盒背面贴附一个“B”字的铅质标记（B 的高度为 13mm，厚度为 1.6mm）。若在较黑背景上出现“B”的较淡影像，就说明背散射线防护不够，应采取防护措施后重照。如在较淡背景上出现“B”的较黑影像则不作为底片判废的依据。

筑龙网 www.zhulong.com

5

5.1.11 暗盒和暗盒放置

5.1.11.1 射线照相用暗盒必须保证密光，内装胶片不感光。胶片与增感屏紧贴并不被损坏，暗盒有与被透照工件紧密接触的可能。

5.1.11.2 暗盒在暗室无照明条件下应可方便的装卸胶片及增感屏，并有可靠的密封。

5.1.11.3 在照相底片上发现边缘或拐角处的黑斑及灰雾时，应仔细检查使用暗盒的漏光处，如无修复可能应予报废。

5.1.11.4 暗盒放置时应与工件表面紧密贴合，固定牢固。透照后，应核实在透照中暗盒固定良好，位置无移动后，方可将盒取下，送交暗室处理。

5.1.12 照相操作。照相过程中必须保证射线及被检工件安放稳定，不发生晃动或位移。

5.1.13 底片拍完后要妥善保管，不得与未曝光底片进行混放，并应尽快进行暗室处理。

5.2 胶片的暗室处理

5.2.1 暗室处理的一般要求：

5.2.1.1 暗室与暗室的所有装备与附件都必须始终保持清洁，而且只能允许用于胶片的装卸及处理。

5.2.1.2 胶片的装卸与处理宜在不同的工作台上进行，不得同时交叉进行。

5.2.1.3 胶片的装卸过程中，操作者双手必须保持清洁干燥，手汗多时应戴洁净橡胶或全棉细纱手套操作。

5.2.1.4 溅溢出的药液及水应立即擦净，以免在照相底片上造成斑点。

5.2.1.5 胶片的暗室处理条件，必须符合相应药品的说明，并尽力减少变化范围。

5.2.1.6 处理过程冲洗用水应为流动的洁净水、冲洗槽容积应保证满足在规定时间内完成冲洗工作的需要。

5.2.1.7 为控制水斑，宜使用润湿剂溶液将冲洗过的底片浸泡 1~2min 后再进行干燥，应在有空调的密闭房间中进行。如用干燥机应先滴控几分钟再送入干燥。

5.2.1.8 底片干燥后，应进行整理，检查后方可交付观察评定。

5.3 暗室处理

5.3.1 药液

5.3.1.1 药液必须按胶片所配方进行配制。

5.3.1.2 药液应密封保存在避光的暗处。

5.3.2 显影

5.3.2.1 室温 20℃时正常显影时间约为 5~8min。

5.3.2.2 显影过程中应不时将胶片作垂直方向的上下移动，以使胶片均匀显影。

5.3.3 停显

5.3.3.1 停显时间为 1min，温度为 20℃左右。

5.3.4 定影

5.3.4.1 定影时间为 10~15min，要根据药液的新旧程度灵活控制。

5.3.4.2 定影液温度应在 20℃左右，定影时应将胶片均匀的作上下移动以保证均匀定影。

5.3.5 水冲洗

5.3.5.1 水冲洗要充分一般不少于 30min，冲洗时要经常的抖动胶片，使之充分冲洗干净。

5.4 底片质量

5.4.1 灰雾度：胶片本身不大于 0.3。

5.4.2 黑度，选择的曝光条件应使底片有效评定区域内的黑度应满足表 5-2 的规定。

表 5-2

射线种类

底片黑度 D

灰雾度/DC

X 射线

AB 级

1.2~3.5

≥0.3

5.4.3 象质，线型象质计的象质指数符合表 5-1 规定。

5.4.4 影像识别要求，底片上的象质计影像位置正确，定位标记和标识齐全，且不掩盖被检焊缝影像。

5.4.5 不允许存在假像，底片有效评定区域内，不应有胶片处理不当或其它原因造成的可能妨碍底片评定的底片缺陷及黑度变化。

5.5 验评标准

焊缝缺陷等级按 JB4730-94《压力容器无损检测》进行评定，低于 II 级为合格。

5.6 检验报告

5.6.1 射线检验报告内容

5.6.1.1 工程名称、工件编号。

筑龙网 www.zhulong.com

7

5.6.1.2 被检工件材质、规格、焊接方式、焊工代号。

5.6.1.3 检验方法及透照规范。

5.6.1.4 检验结果、缺陷性质及检验标准。

5.6.1.5 检测人员、评选人员签名及技术资格。

5.6.1.6 检验报告编号及检测日期。

5.7 施工现场射线照相防护

深圳华清仪器仪表有限公司

- 5.7.1 射线照相防护应符合《放射卫生防护基本标准》(GB4792-84)的有关规定。
- 5.7.2 工程施工现场的射线照相工作宜安排在其他工作人员不在现场的时间内进行。
- 5.7.3 工程施工现场射线照相作业现场外照射剂量超过放射工作人员的剂量限值的区域应规定为禁止进入区，透照时任何人不得进入。
- 5.7.4 工程施工现场射线照相作业现场，外照射剂量超过个人剂量限值的区域应规定为管制区，透照时应禁止非照相工作人员入内。
- 5.7.5 禁止进入区及管制区都应配置标志，清楚的标明界限。

6 超声波探伤工艺

6.1 探伤仪和探头

- 6.1.1 仪器和探头的组合灵敏度：在达到所探工件最大声程处的探伤灵敏度时，有效灵敏度余量至少应为 10dB。
- 6.1.2 探伤仪应具有衰减量不少于 50dB 连续可调的衰减器，其精度为任意相邻 12dB 的误差小于 ±1dB，累计最大误差不超过 ±1dB。
- 6.1.3 分辨力应能将 CSK-IA 型试块上 Φ50 与 Φ44 两孔分开，当两孔反射波的波幅相同时，其波峰与波谷的差不小于 6dB。
- 6.1.4 探头主声束偏离：
- 6.1.4.1 水平方向：将探头放在 CSK-IA 型试块上，探测棱角反射，当反射波幅最大时，探头中心线与被测棱边的夹角应在 $90^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 的范围内。
- 6.1.4.2 垂直方向：不应有明显的双峰。
- 6.1.5 入射角和 K 值（斜探头折射角 β 的正切值即 $K = \tan \beta$ ）的测定：在标准中规定的试块上进行。K 值的测定应在 2N（N 为近场区长度）以外进行。

6.2 试块

- 6.2.1 试块采用与被探工件相同或相近的材料制作，用直探头探伤，不得有 $\geq X1$ 平底

筑龙网 www.zhulong.com

8 当量的缺陷。

- 6.2.2 仪器和探头性能的测试应采用 SD-1 型标准试块。
- 6.2.3 采用 SD-II (a) 和 SD-II (b) 型试块作为灵敏度试块。两种试块的适用范围见下表 6-1。

表 6-1 灵敏度试块的适用范围

管道厚度 mm

灵敏度试块

15~46

SD-II (a)

>46~120

SD-II (b)

- 6.2.4 采用 SD-II 型对比试块，作为焊根要部缺陷的对比测定。该试块用被探管材制作。
- 6.2.5 在满足灵敏度要求的条件下，可以采用其它型式的试块，但在报告中必须注明。

6.3 工艺要求及探伤准备

- 6.3.1 对探伤面的要求：为了保证探头与探伤面之间有良好的声字接触，焊缝两侧探头移动范围内的飞溅、锈蚀、氧化物及油垢等必须清除干净，表面应打磨平滑（深坑应先补焊），露出金属光泽，以保证良好的声滴水穿石接触。
- 6.3.2 每道被探焊缝两侧的母材，应测量管壁厚度，至少每相隔 90° 测量一点。若发

现焊缝缺陷时，则应测量该处两侧的母材厚度。

6.3.3 每道焊缝可按圆周方向分成若干区，以便标记缺陷的位置。

6.3.4 耦合剂可采用工业甘油、浆糊或机油等。若使用对管壁有腐蚀性的耦合剂，探伤后应及时清洗干净。

6.3.5 焊缝外观及探伤面经检查合格后方可探伤。

6.4 探伤

6.4.1 采用的斜度头 K 值见下表 6-2。在条件允许下，尽量采用大 K 值探头。

表 6-2 采用的斜度探头 K 值

板厚 T (mm)

K 值

8~25

3.0~2.0

>25~46

2.5~1.5

筑龙网 www.zhulong.com

9

>46~120

2.0~1.0

6.4.2 探测频率一般采用 2.5MHz，当管壁厚度或板厚较薄时，可采用 5MHz。

6.4.3 探伤位置及探头移动范围：

6.4.3.1 厚度 8~46mm 的焊缝探伤面为筒体外壁或内壁焊缝的两侧，探头移动区为：

$$P1 \geq TK + 50\text{mm}$$

式中：P1——探头移动区，mm；

T——不探伤件厚度，mm。

6.4.3.2 厚度 46~120mm 的焊缝，探伤面为筒体内、外壁焊缝的两侧，探头移动区为：

$$P2 \geq TK + 50\text{mm}$$

式中：P2——探头移动区，mm；

T——被探伤件厚度，mm。

6.4.3.3 对于厚板焊缝如因条件限制，只能从一面或一侧探伤时，还应加大 K 值探头探测。

6.4.3.4 如需检验横向缺陷，应将焊缝磨平后探测。

6.4.3.5 管道焊缝一般要求从焊缝两侧探伤。对管道与铸钢件（如铸造阀门、铸造三通等）连接的焊缝，因条件限制只能从焊缝一侧探伤时，应采用几种不同折射角的探头进行探伤，并在报告中注明。

6.4.3.6 管道焊缝用一、二次波探伤、探头移动区为：

$$P3 = 2KT + 50\text{mm}$$

式中：P3——探头移动范围，mm；

T——管壁厚度，mm。

6.4.3.7 当管壁较厚时，可用一次波探伤，但还需增大探头的 K 值，探头在焊缝两侧移动的范围为：

$$P4 = KT + 50\text{mm}$$

式中：P4——探头移动范围，mm；

T——管壁厚度，mm。

6.4.4 扫查方式

6.4.4.1 板缝或管道焊缝一般采用探头沿焊缝作锯齿形或矩形的基本扫查方式，探头每次移动的距离 d 不得超过探头晶片的直径。在保持探头移动方向与焊缝中心线垂直的同时，还要作 $10^\circ \sim 15^\circ$ 的摆动。

6.4.4.2 为发现焊缝或热影响区的横向缺陷，对于磨平的焊缝可将斜探头直接放在焊缝上作平行移动，对于有加强层的焊缝可在焊缝两侧边缘，使探头与焊缝成一定夹角（ $10^\circ \sim 45^\circ$ ）作平行或斜平行移动。但灵敏度要适当提高。

6.4.4.3 为了确定缺陷的位置、方向、大小或区分缺陷反射信号与假信号，可采用前后扫查、平行焊缝扫查、旋转扫查、摆动扫查等扫查方式。

6.4.5 距离——波幅曲线

1) 距离——波幅曲线以所用探头和仪器在 CSK-II 或 CSK-III A 试块上实测的数据绘制而成。该曲线族由定量线、判废线或测长线组成，测长线与定量线之间称为 I 区，定量线与判废线之间称为 II 区，判废线以上部分称为 III 区，不同板厚范围的距离——波幅曲线的灵敏度如下表 6-3。

表 6-3 距离——波幅曲线的灵敏度

试块型式
板厚 (mm)
测长线
定量线
判废线

8~46
 $\Phi 1 \times 40-13\text{dB}$
 $\Phi 2 \times 40-12\text{dB}$
 $\Phi 2 \times 40-4\text{dB}$

CSK-II A

>46~120

$\Phi 1 \times 40-14\text{dB}$

$\Phi 2 \times 40-8\text{dB}$

$\Phi 2 \times 40+2\text{dB}$

8~15

$\Phi 1 \times 6-12\text{dB}$

$\Phi 1 \times 6-6\text{dB}$

$\Phi 1 \times 6+2\text{dB}$

>15~46

$\Phi 1 \times 6-9\text{dB}$

$\Phi 1 \times 6-3\text{dB}$

$\Phi 1 \times 6+5\text{dB}$

CSK-III A

>46~120

$\Phi 1 \times 6-6\text{dB}$

$\Phi 1 \times 6$

$\Phi 1 \times 6+10\text{dB}$

6.4.6 扫描速度的调节

深圳华清仪器仪表有限公司

6.4.6.1 扫描速度的调节可在标准试块或对比试块上进行。扫描速度比例依据工件厚度和选用擦头角度来确定。探伤时由于管件表面耦合损失，材料衰减以及内外曲率的影响，应对探伤灵敏度进行综合补偿，综合补偿量必须计入距离一波幅曲线。补偿的测量方法参考《GB/T15830-95 附录 F（补充件）》，探伤速度应小于 150mm/s。

6.4.6.2 探伤灵敏度不得低于测长线。探伤过程中应注意对探伤灵敏度进行校验。

6.4.6.3 现场探伤时，允许使用携带型试块对扫描速度及灵敏度进行校对，灵敏度如下表 6-4。

筑龙网 www.zhulong.com

11

表 6-4 根部未焊透缺陷的允许范围

质量等级

对比灵敏

缺陷根部的长度

I 级

1.5×20

≤焊缝周长的 10%

I 级

$1.5 \times 20 + 4\text{dB}$

≤焊缝周长的 15%

6.4.7 缺陷的定性。

6.4.7.1 为了改进焊接工艺、应尽可能对缺陷性能进行推断。

6.4.7.2 焊缝缺陷的性质，可根据缺陷反射信号的特征、部位、采用动态包络线波形分析法、改变探头角度或扫查方式，并结合焊接工艺等进行综合分析。

6.4.7.3 探伤中当荧光屏上同时出现三个以上缺陷反射信号，且当探头移动，波幅相互交替变化时，定为密集性缺陷。

6.4.8 缺陷的定量

6.4.8.1 位于定量线和定量线以上的缺陷反射信号，应进行波幅和缺陷指示长度的测定；根部缺陷应测量深度。

6.4.8.2 缺陷波幅的测定：将探头移至缺陷出现最大反射信号的位置，根据波幅确定它在距离——波幅曲线图中的区域。

6.4.8.3 缺陷指示长度的测定：

- 1) 当缺陷反射信号只有一个高点时，用半波高度法（6dB 法）测量缺陷的指示长度。
- 2) 当缺陷反射信号有多个高点，缺陷端部反射波幅位于定量及 II 区时，用端点半波高度法测量缺陷的指示长度。
- 3) 当缺陷反射信号有多个高点，缺陷端部反射波幅位于 I 区时，可将探头向左右两个方向移动，使反射波幅降至测长线的一点，以此两点间的距离表示缺陷的记录指示长度，并在报告中注明。

6.4.8.4 当缺陷反射波幅达到测量线及 I 区时，只作记录。

6.4.9 缺陷的定位：缺陷在焊缝中三位置可根据荧光屏上显示的缺陷信号的声程，水平程度或深度、探头的折射角以及室测的探头至焊缝距离。采用计算方法、查定位尺或作图法确定。

6.4.10 焊缝经初探发现有不允许存在的缺陷时，必须将仪器重新调整，校验探头的折射角及探伤灵敏度后再进行复探。

筑龙网 www.zhulong.com

12

6.4.11 小径管焊接接头超声波探伤可参考 DL/T5048-95《电力建设施工及验收技术规范》管道焊接接头超声波检验篇进行。

6.4.12 焊缝质量的评定

6.4.12.1 板缝或管道焊缝的质量以每道焊缝为评定单位。

6.4.12.2 板缝中的缺陷存在下列情况之一时，该焊缝为不合格：

1)当缺陷反射波的高位于判废线及Ⅲ区时。

2)当缺陷反射波的波高位于定量线上及Ⅱ区的条状缺陷，且缺陷的指示长度超过下表 6-5 数值时。

表 6-5 最大允许的缺陷指示长度

级 别

条状缺陷指示长度 L(mm)

I 级

$L=1/3T$ 但最小可为 10，最大不超过 30

II 级

$L=2/3T$ 但最小可为 12，最大不超过 40

注：板厚或管缝不等的对接焊缝，T 取薄板或薄壁管的厚度。

3) 当探头沿焊缝周向移动，缺陷累计指示长度经修正超过下表 6-6 的规定时。

表 6-6 允许的缺陷累计长度

级 别

缺陷累计指示长度 L(mm)

I 级

在 $10T$ 范围内，缺陷累计指示长度之和 $\leq T$

II 级

在 $5T$ 范围内，缺陷累计指示长度之和 $\leq T$

4) 在密集缺陷的反射信号中，有一个波幅达到定量线以上时。

6.4.12.3 探伤中如检验人员能判断缺陷性质为裂纹，未熔合等危险性缺陷，不受 6.5.2 限制，该焊缝应评为不合格。

6.4.12.4 不合格的焊缝应返修，返修的部位及返修时有影响的部位均应进行复探。复探按原探伤条件进行，质量评定依据长 6.5.2 条及 6.5.3 条规定。

6.4.13 探伤记录和探伤报告

6.4.13.1 探伤记录包括下列内容：

1) 工件名称、编号、材质、坡口形式、所使用的仪器探头（频率、尺寸、K 值），试块形式、耦合剂、探伤部位、返修部位、返修的长度，深度和返修的次数、焊工号，操作者等。

筑龙网 www.zhulong.com

13

2) 反射波高于Ⅱ区时，指示长度大于 10mm 的缺陷应予记录；反射波高于Ⅰ区，指示长度较长时，也应加以记录备案。

6.4.13.2 探伤报告的主要内容：工件名称、厚度、编号、探伤方法所使用仪器、探头、试块、验收标准、探伤比例、部位示意图、缺陷情况、返修情况、探伤结论、操作者、负责人或探伤日期等。

7 渗透探伤工艺

7.1 人员要求

7.1.1 焊缝渗透检验人员应按有关规程的规定经过严格培训和考核，并持有相应考核组织颁发的等级资格证书。

7.1.2 焊缝渗透检验人员的视力应每年检查一次，校正视力不得低于 1.0，无色盲和色弱。

7.2 探伤方法：根据渗透剂种类和显像剂种类的不同，渗透探伤具体分荧光渗透探伤，着色渗透探伤，干式显像法，湿式显像法和无影像显像法。

7.3 探伤步骤按 ZB J04 005-87《渗透探伤方法》表 3 的顺序进行。

7.4 探伤操作按 ZB J04 005-87《渗透探伤方法》3.3.1~3.3.9 各款规定进行。

7.5 探伤所用的渗透剂、乳化剂、清洁剂、显像剂必须具有良好的性能，保证其探伤灵敏度。控制探伤剂的质量要求按 ZB J04 003-87《控制渗透探伤材料质量的方法》的有关规定。

7.6 缺陷显示迹痕的等级分类按 ZB J04 005-87 标准 6.2 条各款规定执行。

7.7 探伤结果的标识与记录按 ZB J04 005-87 标准 7.1；7.2 及 7.3 各款规定。

8 磁粉探伤工艺

8.1 人员要求，磁粉探伤人员应持有经有关部门考试合格的资格证书。

8.1.1 签发探伤报告人应持有磁粉探伤 II 级以上资格证书。

8.1.2 色盲、近距离矫正视力在 0.8 以下者，不得参加磁粉探伤评定。

8.2 锅炉及压力容器焊缝的磁粉探伤应按 JB3965-85《钢制压力容器磁粉探伤》的规定执行。

8.3 磁粉探伤设备应满足 GB3721-83《磁粉探伤机》中的记述要求。

8.4 磁粉探伤材料主要采用黑色磁悬液，各项性能指标应满足标准中的技术要求，其控制标准执行 JB/T6063《磁粉探伤用磁粉技术条件》。

筑龙网 www.zhulong.com

14

8.5 被检工件表面应清洁、干净、没有油脂、铁锈、氧化皮、纤维、被检涂层、焊剂和焊接飞溅物等，需经外观检查合格后，方可进行探伤。

8.6 探伤之前应作系统性能和灵敏度试验以保证磁性结果的可靠性。

8.7 磁粉探伤方法按 JB4730-94《压力容器无损检测》规定执行。

8.8 磁粉探伤的步骤

8.8.1 对工件进行磁化；

8.8.2 在被磁化的区域施加磁粉或悬液；

8.8.3 对施加过磁粉或磁悬液的部位进行磁痕观察，分析和评定。

8.9 磁痕的评定，验收标准按 JB4730-94 中的规定进行。

8.10 磁粉探伤报告至少应包括下列内容：记述草图、被检区域及缺陷记录、工件状况、磁化电流、磁化方式、磁粉种类、磁痕的解释和评定、探伤日期、探伤者及其资格等级。