

JB

中华人民共和国行业标准

JB 4730.5—2004
代替JB 4730—1994

承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

**Nondestructive Testing of Pressure Equipments—
Part 5 : Penetrant Testing**

2005-07-26发布

2005-11-01实施

国家发展和改革委员会 发布

目 次

| | |
|----------------------------------|-------|
| 前言..... | ..... |
| 1. 范围..... | ..... |
| 2. 规范性引用文件..... | ..... |
| 3. 一般要求..... | ..... |
| 4. 渗透检测基本程序..... | ..... |
| 5. 渗透检测操作方法..... | ..... |
| 6. 渗透显示的分类和记录..... | ..... |
| 7. 质量分级..... | ..... |
| 8. 在用承压设备渗透检测 ..... | ..... |
| 9. 渗透检测报告 ..... | ..... |
| 附录A 荧光和着色渗透检测工艺流程示意图（规范性附录）..... | ..... |
| 附录B 用于非标准温度的检测方法（规范性附录）..... | ..... |

前 言

JB /T4730.1-4730.6-2005《承压设备无损检测》分为以下六部分：

- 第1部分：通用要求；**
- 第2部分：射线检测；**
- 第3部分：超声检测；**
- 第4部分：磁粉检测；**
- 第5部分：渗透检测；**
- 第6部分：涡流检测。**

本部分为JB /T4730.1-4730.6-2005的第5部分：渗透检测。本部分主要参照ASME《锅炉压力容器规范》第 卷SE-165《液体渗透检测的标准推荐操作方法》的有关要求并结合国内的实际情况制定。本部分与JB 4730—1994相比主要变化如下：

- 1. 增加了规范性引用文件。**
- 2. 增加了灵敏度等级分类。**
- 3. 增加了质量控制内容。**
- 4. 增加了在用承压设备的渗透检测；增加了对高强钢以及裂纹敏感材料的荧光渗透检测。**

5. 增加了渗透基本程序、渗透检测时机等章节。

本部分的附录A和附录B 为规范性附录。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC262）提出。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC262）归口。

本部分主要起草人：范宇、邢兆辉、孙殿寿、陈用坚。

承压设备无损检测

第5部分：渗透检测



1 范围

JB/T 4730的本部分规定了承压设备的液体渗透检测方法以及质量分级。

本部分适用于非多孔性金属材料或非金属材料制承压设备在制造、安装及使用中产生的表面开口缺陷的检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过JB/T4730的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

- GB/T 5097 黑光源的间接评定方法 
- GB/T 5616 常规无损探伤应用导则
- GB11533-1989 标准对数视力表
- GB/T 12604.3 无损检测术语 渗透检测
- GB/T 16673 无损检测用黑光源（UV-A）辐射的测量 
- JB/T 4730.1 承压设备无损检测 第1部分：通用要求
- JB/T 6064-1992 渗透探伤用镀铬试块 技术条件
- JB/T 9213-1999 无损检测 渗透检查 A型对比试块
- JB/T 9216 控制渗透探伤材料质量的方法

3 一般要求

渗透检测的一般要求除应符合JB/T4730.1的有关规定外，还应符合下列规定。

3.1 渗透检测人员

渗透检测人员的未经矫正或经矫正的近（距）视力和远（距）视力应不低于5.0（小数记录值为1.0），测试方法应符合GB 11533的规定。并一年检查一次，不得有色盲。

3.2 渗透检测剂

渗透检测剂包括渗透剂、乳化剂、清洗剂和显像剂。

3.2.1 渗透剂的质量控制要求：

3.2.1.1 在每一批新的合格散装渗透剂中应取出500mL贮藏在玻璃容器中保存起来，作为校验基准。

3.2.1.2 渗透剂应装在密封容器中，放在温度为10 ~ 50 的暗处保存，并应避免阳光照射。各种渗透剂的相对密度应根据制造厂说明书的规定采用相对密度计进行校验，并应保持相对密度不变。

3.2.1.3 散装渗透剂的浓度应根据制造厂说明书规定进行校验。校验方法

是将10mL待校验的渗透剂和基准渗透剂分别注入到盛有90mL无色煤油或其他惰性溶剂的量筒中，搅拌均匀，然后将两种试剂分别放在比色计纳式试管中进行颜色浓度的比较。如果被校验的渗透剂与基准渗透剂的颜色浓度差超过20%时，就应作为不合格。

3.2.1.4 对正在使用的渗透剂进行外观检验，如发现有明显的混浊或沉淀物、变色或难以清洗，则应予以报废。

3.2.1.5 被检渗透剂与基准渗透剂利用试块进行性能对比试验，当被检渗透剂显示缺陷的能力低于基准渗透剂时，应予报废。

3.2.1.6 荧光渗透剂的荧光效率不得低于75%。试验方法按GB/T 5097-1985 附录A中的有关规定执行。

3.2.2 显像剂的质量控制要求

3.2.2.1 对干式显像剂应经常进行检查，如发现粉末凝聚、显著的残留荧光或性能低下时要废弃。

3.2.2.2 湿式显像剂的浓度应保持在制造厂规定的工作浓度范围内，其比重应经常进行校验，校验方法是用比重计进行测定。

3.2.2.3 当使用的湿式显像剂出现混浊、变色或难以形成薄而均匀的显像层时，则应予以报废。

3.2.3 渗透检测剂必须标明生产日期和有效期,要附带产品合格证和使用说明书。 

3.2.4 对于喷罐式渗透检测剂，其喷罐表面不得有锈蚀，喷罐不得出现泄漏。

3.2.5 渗透检测剂必须具有良好的检测性能，对工件无腐蚀，对人体基本无毒害作用。

3.2.6 对于镍基合金材料，一定量渗透检测剂蒸发后残渣中的硫元素含量的重量比不得超过1%。如有更高要求，可由供需双方另行商定。

3.2.7 对于奥氏体钢和钛及钛合金材料，一定量渗透检测剂蒸发后残渣中的氯、氟元素含量的重量比不得超过1%。如有更高要求，可由供需双方另行商定。

3.2.8 渗透检测剂的氯、硫、氟含量的测定可按下述方法进行。

取渗透检测剂试样100g，放在直径150mm的表面蒸发皿中沸水浴加热60min，进行蒸发。如蒸发后留下的残渣超过0.005g，则应分析残渣中氯、硫、氟的含量。

3.2.9 渗透检测剂应根据承压设备的具体情况进行选择。对同一检测工件，不能混用不同类型的渗透检测剂。

3.3 设备、仪器和试块

3.3.1 暗室或检测现场

暗室或检测现场应有足够的空间，能满足检测的要求，检测现场应保持清洁，荧光检测时暗室或暗处可见光照度应不大于20lx。

3.3.2 黑光灯

黑光灯的紫外线波长应在320nm~400nm的范围内，峰值波长为365nm，距黑光灯滤光片38cm的工件表面的辐照度大于或等于1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，自显像时距黑光灯滤光片15cm的工件表面的辐照度大于或等于3000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。黑光灯的电源电压波动大于10%时应安装电源稳压器。



3.3.3 黑光辐照度计

黑光辐照度计用于测量黑光辐照度，其紫外线波长应在320nm ~ 400nm的范围内，峰值波长为365nm。

3.3.4 荧光亮度计

荧光亮度计用于测量渗透剂的荧光亮度，其波长应在430nm ~ 600nm的范围内，峰值波长为500 nm ~ 520nm。

3.3.5 照度计

照度计用于测量白光照度。  

3.3.6 试块

3.3.6.1 铝合金试块(A型对比试块)

铝合金试块尺寸如图1所示，试块由同一试块剖开后具有相同大小的两部分组成，并打上相同的序号，分别标以A、B记号，A、B试块上均应具有细密相对称的裂纹图形。铝合金试块的其他要求应符合JB/T 9213相关规定。  

6.3
▽

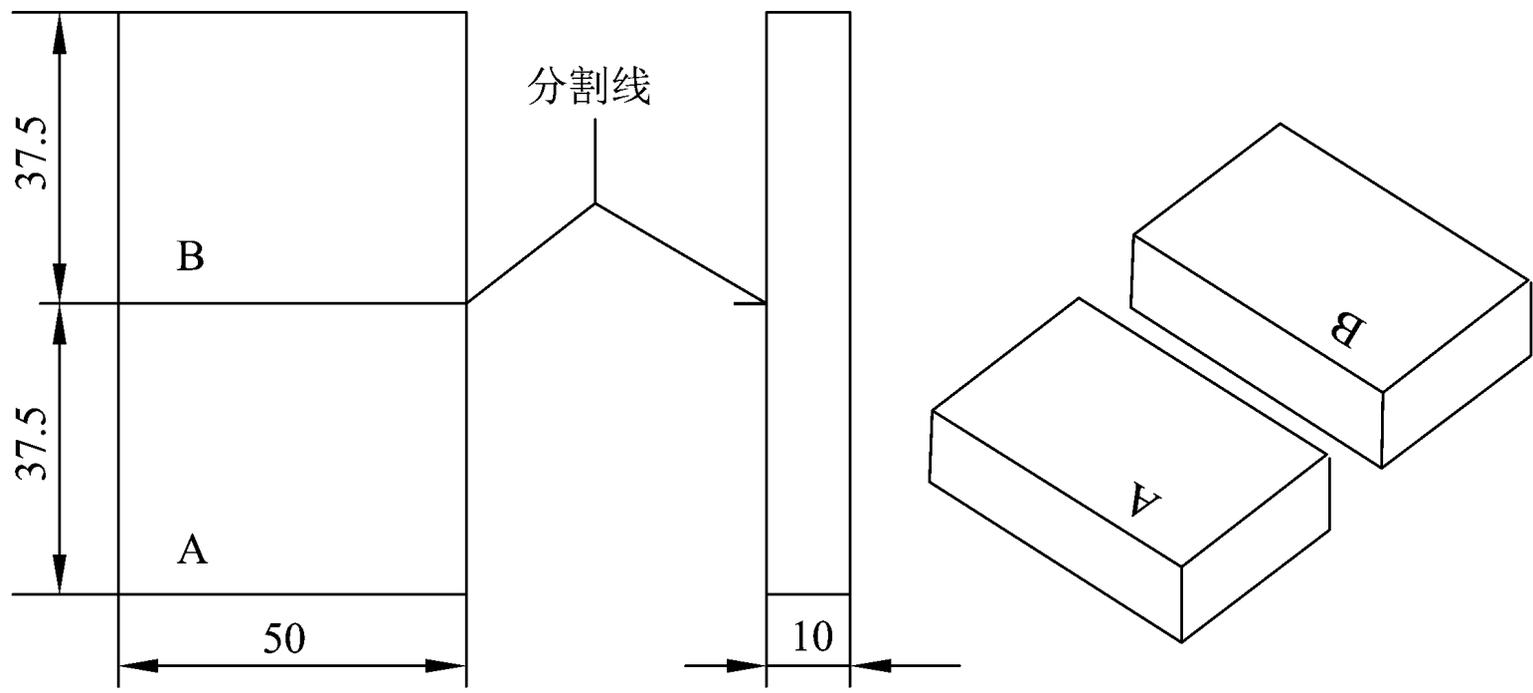


图1 铝合金试块

3.3.6.2 镀铬试块(B型试块)。

将一块尺寸为130mm × 40mm × 4mm、材料为0Cr18Ni9Ti或其他不锈钢材料的试块上单面镀铬，用布氏硬度法在其背面施加不同负荷形成3个辐射状裂纹区，按大小顺序排列区位号分别为1、2、3，其位置、间隔、及其他要求应符合JB/T 6064—1992中B型试块的相关规定。裂纹尺寸分别对应JB/T 6064—1992 中B型试块上的裂纹区位号2、3、4。



3.3.6.3 铝合金试块主要用于以下两种情况：

- a) 在正常使用情况下，检验渗透检测剂能否满足要求，以及比较两种渗透检测剂性能的优劣；
- b) 对用于非标准温度下的渗透检测方法作出鉴定。

镀铬试块主要用于检验渗透检测剂系统灵敏度及操作工艺正确性。

3.3.6.4 着色渗透检测用的标准试块不能用于荧光渗透检测，反之亦然。

3.3.6.5 发现标准试块有阻塞或灵敏度有所下降时，必须及时修复或更换。  

3.3.6.6 试块使用后要用丙酮进行彻底清洗。清洗后，再将试块放入装有丙酮和无水酒精的混合液体（体积混合比为1：1）的密闭容器中保存，或用其他有效方法保存。 

3.4 渗透检测方法分类和选用

3.4.1 渗透检测方法分类

根据渗透剂和显像剂种类不同，渗透检测方法可按表1进行分类。

表1 渗透检测方法分类

| 渗透剂 | | 渗透剂的去除 | | 显像剂 | |
|--|-------------------------------|------------------|--|-----------------------|---|
| 分类 | 名称 | 方法 | 名称 | 分类 | 名称 |
| | 荧光渗透检测 着色渗透检测 荧光、着色渗透检测 | A B C D | 水洗型渗透检测 亲油型后乳化渗透检测 溶剂去除型渗透检测 亲水型后乳化渗透检测 | a b c d e | 干粉显像剂 水溶解显像剂 水悬浮显像剂 溶剂悬浮显像剂 自显像 |
| 注：渗透检测方法代号示例： C-d 为溶剂去除型着色渗透检测(溶剂悬浮显像剂)。 | | | | | |

3.4.2 灵敏度等级

灵敏度等级分类如下：1级——低灵敏度；2级——中灵敏度；3级——高灵敏度。

不同灵敏度等级在镀铬试块上可显示的裂纹区位数应按表2的规定。

表2 灵敏度等级 

| 灵敏度等级 | 可显示的裂纹区位数 |
|-------|-----------|
| 1级 | 1 ~ 2 |
| 2级 | 2 ~ 3 |
| 3级 | 3 |

3.4.3 渗透检测方法选用

3.4.3.1 渗透检测方法的选用，首先应满足检测缺陷类型和灵敏度的要求。在此基础上，可根据被检工件表面粗糙度、检测批量大小和检测现场的水源、电源等条件来决定。

3.4.3.2 对于表面光洁且检测灵敏度要求高的工件，宜采用后乳化型着色法或后乳化型荧光法，也可采用溶剂去除型荧光法。

3.4.3.3 对于表面粗糙且检测灵敏度要求低的工件宜采用水洗型着色法或水洗型荧光法。

3.4.3.4 对现场无水源、电源的检测宜采用溶剂去除型着色法。

3.4.3.5 对于批量大的工件检测，宜采用水洗型着色法或水洗型荧光法。

3.4.3.6 对于大工件的局部检测，宜采用溶剂去除型着色法或溶剂去除型荧光法。

3.4.3.7 荧光法比着色法有较高的检测灵敏度。

3.5 检测时机

3.5.1 除非另有规定，焊缝的渗透检测应在焊接完工后或焊接工序完成后进行。对有延迟裂纹倾向的材料，至少应在焊接完成24h后进行焊缝的渗透检测。

3.5.2 紧固件和锻件的渗透检测一般应安排在最终热处理之后进行。 

4 渗透检测基本程序

渗透检测操作的基本步骤如下：

- a) 预清洗；
- b) 施加渗透剂；
- c) 去除多余的渗透剂；
- d) 干燥；
- e) 施加显像剂；
- f) 观察及评定。

荧光和着色渗透检测工艺程序见附录A(规范性附录)。

5 渗透检测操作方法

5.1 表面准备

5.1.1 工件被检表面不得有影响渗透检测的铁锈、氧化皮、焊接飞溅、铁屑、毛刺以及各种防护层。

5.1.2 被检工件机加工表面粗糙度 $Ra \leq 12.5 \mu m$ ；被检工件非机加工表面的粗糙度可适当放宽，但不得影响检验结果。

5.1.3 局部检测时，准备工作范围应从检测部位四周向外扩展25mm。

5.2 预清洗

检测部位的表面状况在很大程度上影响着渗透检测的检测质量。因此在进行表面清理之后，应进行预清洗，以去除检测表面的污垢。清洗时，可采用溶剂、洗涤剂等进行。清洗范围应满足5.1.3的要求。铝、镁、钛合金和奥氏体钢制零件经机械加工的表面，如确有需要，可先进行酸洗或碱洗，然后再进行渗透检测。清洗后，检测面上遗留的溶剂和水分等必须干燥，且应保证在施加渗透剂前不被污染。

5.3 施加渗透剂

5.3.1 渗透剂施加方法

施加方法应根据零件大小、形状、数量和检测部位来选择。所选方法应保证被检部位完全被渗透剂覆盖，并在整个渗透时间内保持润湿状态。具体施加方法如下：

- a) 喷涂：可用静电喷涂装置、喷罐及低压泵等进行。
- b) 刷涂：可用刷子、棉纱或布等进行。
- c) 浇涂：将渗透剂直接浇在工件被检面上。
- d) 浸涂：把整个工件浸泡在渗透剂中。

5.3.2 渗透时间及温度

在10 ~ 50 的温度条件下，渗透剂持续时间一般不应少于10min。当温度条件不能满足上述条件时，应按附录B（规范性附录）对操作方法进行鉴定。

5.4 乳化处理

5.4.1 在进行乳化处理前，对被检工件表面所附着的残余渗透剂应尽可能去除。使用亲水型乳化剂时，先用水喷法直接排除大部分多余的渗透剂，再施加乳化剂，待被检工件表面多余的渗透剂充分乳化，然后再用水清洗。使用亲油型乳化剂时，乳化剂不能在工件上搅动，乳化结束后，应立即浸入水中或用水喷洗方法停止乳化，再用水喷洗。

5.4.2 乳化剂可采用浸渍、浇涂和喷洒(亲水型)等方法施加于工件被检表面，不允许采用刷涂法。

5.4.3 对过渡的背景可通过补充乳化的办法予以去除，经过补充乳化后仍未达到一个满意的背景时，应将工件按工艺要求重新处理。出现明显的过清洗时要求将工件清洗并重新处理。 

5.4.4 乳化时间取决于乳化剂和渗透剂的性能及被检工件表面粗糙度。一般应按生产厂的使用说明书和对比试验选取。 

5.5 去除多余的渗透剂

5.5.1 在清洗工件被检表面以去除多余的渗透剂时，应注意防止过度去除而使检测质量下降，同时也应注意防止去除不足而造成对缺陷显示识别困难。用荧光渗透剂时，可在紫外灯照射下边观察边去除。

5.5.2 水洗型和后乳化型渗透剂（乳化后）均可用水去除。冲洗时，水射束与被检面的夹角以 30° 为宜，水温为 $10 \sim 40$ ，如无特殊规定，冲洗装置喷嘴处的水压应不超过 0.34MPa 。在无冲洗装置时，可采用干净不脱毛的抹布蘸水依次擦洗。

5.5.3 溶剂去除型渗透剂用清洗剂去除。除特别难清洗的地方外，一般应先用干燥、洁净不脱毛的布依次擦拭，直至大部分多余渗透剂被去除后，再用蘸有清洗剂的干净不脱毛布或纸进行擦拭，直至将被检面上多余的渗透剂全部擦净。但应注意，不得往复擦拭，不得用清洗剂直接在被检面上冲洗。

5.6 干燥处理

5.6.1 施加干式显像剂、溶剂悬浮显像剂时，检测面应在施加前进行干燥，施加水湿式显像剂（水溶解、水悬浮显像剂）时，检测面应在施加后进行干燥处理。

5.6.2 采用自显像应在水清洗后进行干燥。

5.6.3 一般可用热风进行干燥或进行自然干燥。干燥时，被检面的温度不得大于50℃。当采用溶剂去除多余渗透剂时，应在室温下自然干燥。

5.6.4 干燥时间通常为5min ~ 10min。

5.7 施加显像剂

5.7.1 使用干式显像剂时，须先经干燥处理，再用适当方法将显像剂均匀地喷洒在整个被检表面上，并保持一段时间。多余的显像剂通过轻敲或轻气流清除方式去除。

5.7.2 使用水湿式显像剂时，在被检面经过清洗处理后，可直接将显像剂喷洒或涂刷到被检面上或将工件浸入到显像剂中，然后再迅速排除多余显像剂，并进行干燥处理。

5.7.3 使用溶剂悬浮显像剂时，在被检面经干燥处理后，将显像剂喷洒或涂刷到被检面上，然后进行自然干燥或用暖风(30 ~ 50)吹干。

5.7.4 采用自显像时，停留时间最短10min，最长2h。 

5.7.5 悬浮式显像剂在使用前应充分搅拌均匀。显像剂的施加应薄而均匀，不可在同一地点反复多次施加。

5.7.6 喷涂显像剂时，喷嘴离被检面距离为300mm ~ 400mm，喷涂方向与被检面夹角为30 ° ~ 40 °。

5.7.7 禁止在被检面上倾倒湿式显像剂，以免冲洗掉渗入缺陷内的渗透剂。

5.7.8 显像时间取决于显像剂种类、需要检测的缺陷大小以及被检工件温度等，一般不应少于7min。

5.8 观察

5.8.1 观察显示应在显像剂施加后7min ~ 60min内进行。如显示的大小不发生变化，也可超过上述时间。对于溶剂悬浮显像剂应遵照说明书的要求或试验结果进行操作。

5.8.2 着色渗透检测时，缺陷显示的评定应在白光下进行，通常工件被检面处白光照度应大于等于1000lx；当现场采用便携式设备检测，由于条件所限无法满足时，可见光照度可以适当降低，但不得低于500lx。

5.8.3 荧光渗透检测时，显示的评定应在暗室或暗处进行，暗室或暗处白光照度应不大于20lx。检测人员进入暗区，至少经过3min的黑暗适应后，才能进行荧光渗透检测。检测人员不能戴对检测有影响的眼镜。 

5.8.4 辨认细小显示时可用5倍~10倍放大镜进行观察。必要时应重新进行处理和渗透检测。

5.9 复验

5.9.1 当出现下列情况之一时，需进行复验：

- a) 检测结束时，用试块验证检测灵敏度不符合要求；**
- b) 发现检测过程中操作方法有误或技术条件改变时；**
- c) 合同各方有争议或认为有必要时。**

5.9.2 当决定进行复验时，应对被检面进行彻底清洗。

5.10 后清洗

工件检测完毕应进行后清洗，以去除对以后使用或对材料有害的残留物。

5.11 显示记录

缺陷的显示记录可采用照相、录相和可剥性塑料薄膜等方式记录，同时应用草图标示。

5.12 质量控制

5.12.1 使用新的渗透检测剂、改变或替换渗透检测剂类型或操作规程时，实施检测前应用镀铬试块检验渗透检测剂系统灵敏度及操作工艺正确性。

5.12.2 一般情况下每周应用镀铬试块检验渗透检测剂系统灵敏度及操作工艺正确性。检测前、检测过程或检测结束认为必要时应随时检验。

5.12.3 应定期测定检测环境白光照度和工件表面黑光辐照度、荧光亮度。

5.12.4 黑光灯、黑光辐照度计、荧光亮度计和照度计等仪器应按相关规定进行定期校验。

6 渗透显示的分类和记录

6.1 显示分为相关显示、非相关显示和虚假显示。非相关显示和虚假显示不必记录和评定。

6.2 小于0.5mm的显示不计，除确认显示是由外界因素或操作不当造成的之外，其他任何显示均应作为缺陷处理。 

6.3 缺陷长轴方向与工件（轴类或管类）轴线或母线的夹角大于或等于 30° 时，按横向缺陷处理，其他按纵向缺陷处理。

6.4 长度与宽度之比大于3的缺陷显示，按线性缺陷处理；长度与宽度之比小于或等于3的缺陷显示，按圆形缺陷处理。

6.5 两条或两条以上线性显示在同一条直线上且间距不大于2mm时，按一条显示处理，其长度为两条显示之和加间距。

7 质量分级

7.1 不允许任何裂纹和白点，紧固件和轴类零件不允许任何横向缺陷显示。

7.2 焊接接头和坡口的质量分级按表3进行。

表3 焊接接头和坡口的质量分级

| 等级 | 线性缺陷 | 圆形缺陷 (评定框尺寸35mm × 100mm) |
|----|---------|----------------------------|
| | 不允许 | $d < 1.5$, 且在评定框内少于或等于1个 |
| | 不允许 | $d < 4.5$, 且在评定框内少于或等于4个 |
| | $L < 4$ | $d < 8$, 且在评定框内少于或等于6个 |
| | | 大于 级 |

注：L为线性缺陷长度，mm； d 为圆形缺陷在任何方向上的最大尺寸，mm。

7.3 其他部件的质量分级评定见表4。

表4 其他部件的质量分级 

| 等级 | 线性缺陷 | 圆形缺陷（评定框尺寸2500mm ² 其中一条矩形边的最大长度为150mm） |
|-------------------------------------|---------|---|
| | 不允许 | $d < 1.5$ ，且在评定框内少于或等于1个 |
| | $L < 4$ | $d < 4.5$ ，且在评定框内少于或等于4个 |
| | $L < 8$ | $d < 8$ ，且在评定框内少于或等于6个 |
| | | 大于 级 |
| 注：L为线性缺陷长度，mm；d为圆形缺陷在任何方向上的最大尺寸，mm。 | | |

8 在用承压设备渗透检测

对在用承压设备进行渗透检测时，如制造时采用高强度钢以及对裂纹（包括冷裂纹、热裂纹、再热裂纹）敏感的材料；或是长期工作在腐蚀介质环境下，有可能发生应力腐蚀裂纹的场合，其内壁宜采用荧光渗透检测方法进行检测。检测现场环境应符合5.8.3的要求。

9 渗透检测报告

报告至少应包括下列内容：

- a) 委托单位；
- b) 被检工件：名称、编号、规格、材质、坡口型式、焊接方法和热处理状况；
- c) 检测设备：渗透检测剂名称和牌号；
- d) 检测规范：检测比例、检测灵敏度校验及试块名称，预清洗方法、渗透剂施加方法、乳化剂施加方法、去除方法、干燥方法、显像剂施加

方法、观察方法和后清洗方法，渗透温度、渗透时间、乳化时间、水压及水温、干燥温度和时间、显像时间；

e) 渗透显示记录机工件草图（或示意图）；

f) 检测结果及质量分级、检测标准名称和验收等级；

g) 检测人员和责任人员签字及其技术资格；

h) 检测日起。

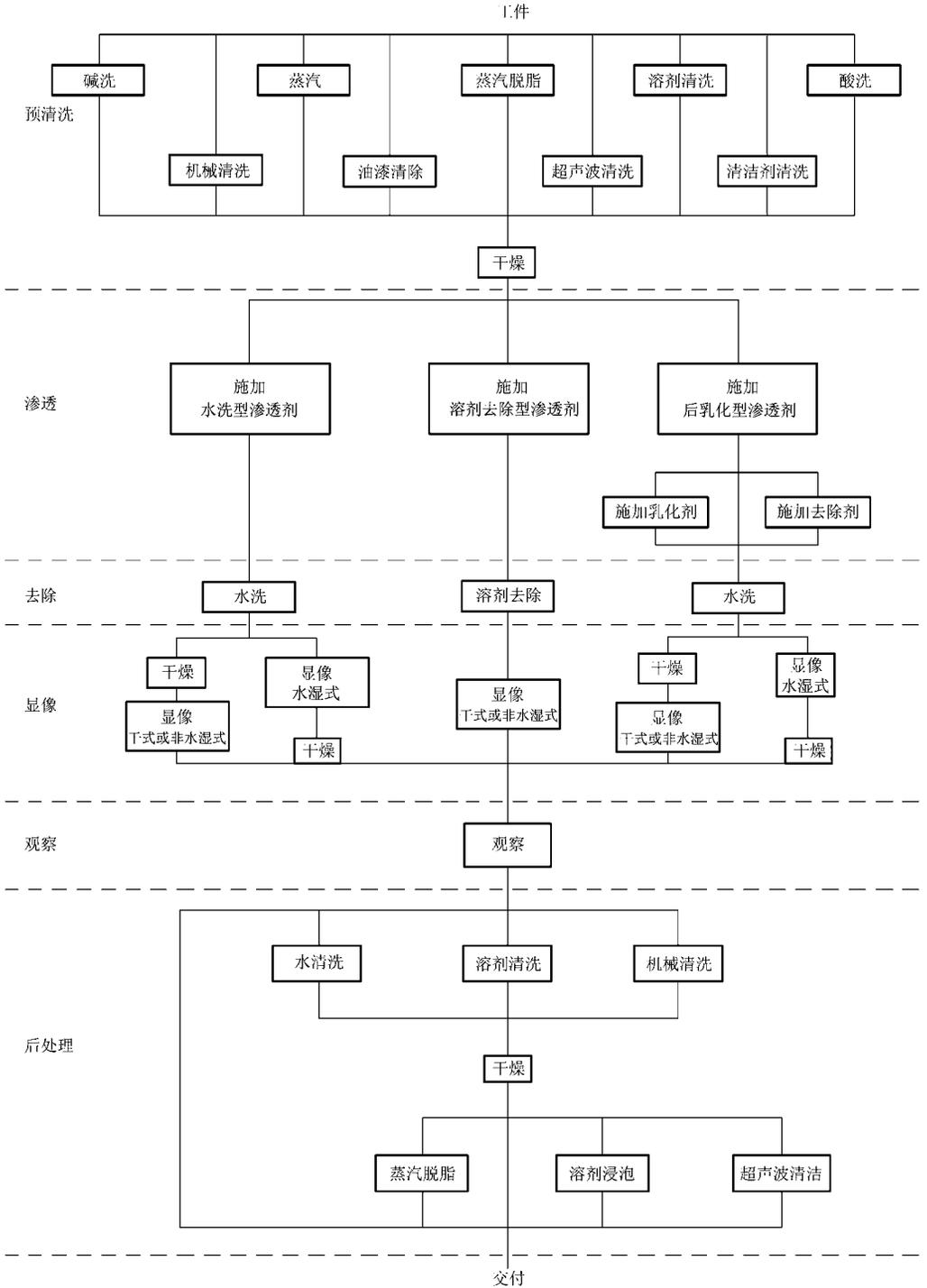
附录A

(规范性附录)

荧光和着色渗透检测工艺流程示意图

A.1 荧光和着色渗透检测工艺流程见图A.1。

图A.1 荧光和着色渗透检测工艺流程示意图 



附录B

(规范性附录)

用于非标准温度的检测方法

B.1 概述

当渗透检测不可能在10 ~ 50 温度范围内进行时，应对检测方法作出鉴定。通常使用铝合金试块进行。

B.2 鉴定方法

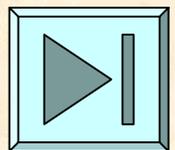
B.2.1 温度低于10 条件下渗透检测方法的鉴定

在试块和所有使用材料都降到预定温度后，将拟采用的低温检测方法用于B区。在A区用标准方法进行检测，比较A、B两区的裂纹显示迹痕。如果显示迹痕基本上相同，则可以认为准备采用的方法经过鉴定是可行的。

B.2.2 温度高于50 条件下渗透检测方法的鉴定

如果拟采用的检测温度高于50℃，则需将试块B加温并在整个检测过程中保持在这一温度，将拟采用的检测方法用于B区。在A区用标准方法进行检测，比较A、B两区的裂纹显示迹痕。如果显示迹痕基本上相同，则可以认为准备采用的方法是经过鉴定可行的。

谢谢！



JB4730 《承压设备无损检测》应用指南

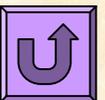
第五部分：渗透检测使用说明

说明1. JB/T4730 - 2005中渗透检测部分的编写结构与94标准的不同之处。

JB/T4730 - 2005标准第5部分渗透检测的编写结构为：
范围 规范性引用文件 一般要求 渗透检测基本程序 渗透检测操作方法 渗透显示的分类和记录 质量分级 在用承压设备渗透检测 渗透检测报告。

JB4730 - 94标准表面检测的渗透部分的编写结构为：检测范围和一般要求 检测人员 一般要求 渗透检测方法分类和选用 操作 缺陷显示迹痕分类 缺陷显示迹痕等级评定 报告。

05版标准渗透检测内容增加了规范性引用文件、灵敏度等级和质量控制内容；增加了在用承压设备渗透检测，特殊材料和使用环境内壁宜采用荧光渗透检测方法建议性要求；增加了规范性附录A“荧光和着色渗透检测工艺流程示意图”。



说明2. JB/T4730 - 2005渗透检测部分的编制依据

JB4730 - 2005渗透检测部分是在JB4730 - 94《压力容器无损检测》第四篇“表面检测”基础上，结合国内渗透检测应用实际，本着与发达国家接轨的原则，充分研究借鉴了美国和欧洲国家标准中先进部分，努力体现科学性、先进性和适应性。编制过程主要参考了以下国内外标准：

国内参考标准已列入标准规范性引用文件中

国外参考标准：ASME V A分卷 无损检测方法 第6章 液体渗透检验，ASME V B分卷 第V卷应用的文件 第24章 液体渗透检测标准 SE-165、SE-1209、SE-1219、SE1220，EN1289、EN571.1等。



说明3. JB/T4730 - 2005渗透检测部分的特点

增强了标准的可操作性，镀铬试块标准化、规定了灵敏度等级；

增加了检测材料、检测质量控制内容；

对在用设备特殊材料、特殊使用环境和部位的检测提出了建议性要求；

质量分级更趋合理和便于应用。



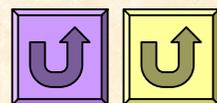
说明4. 标准引用了GB 5097和GB/T 16673两个规范性引用文件，这两个文件的主题内容及其在本标准中的主要应用

GB 5097《黑光源的间接评定方法》规定了用间接比较方式评定黑光源强度时的测试装置和操作方法。适用于检查黑光源的强度，检查被检物表面上的黑光强度以及渗透液荧光性能的变化。05版标准引用其附录A“检查渗透液荧光性能的方法”，对荧光染料吸收紫外线转换成可见荧光的效率计算方法。

GB/T 16673《无损检测用黑光源（UV-A）辐射的测量》提供了一种准确的以辐射单位度量黑光灯输出的测量方法。适用于荧光渗透检测时对黑光源的照度进行测量，对检测过程中被检工件表面上的黑光照度是否符合规定的核查。05版标准引用其原理和方法测量黑光源的性能及工件表面黑光照度。

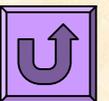
注：315-400nm的紫外线称紫外线-A（UV-A）

280-315nm的紫外线称紫外线-B（UV-B）



说明5. 对渗透检测人员视力的特殊要求

对渗透检测人员视力要求，05版标准在色辨能力方面只规定了不得有色盲。医学上对色盲和色弱是这样定义的：色盲是指全部或部分失去对颜色的分辨能力；色弱是指对颜色能正确认出，但表现出识别困难或辨认时间延长。色盲对着色、荧光渗透检测过程处理控制和显示观察评定都会产生严重影响，标准在这方面继续加以严格限制。着色检测只是简单的红色和白色的颜色对比，荧光检测则主要是亮度对比，浅绿色是使眼睛观察、捕捉显示时更敏感一些，色弱者对简单的颜色辨认是具备能力的，因此05版标准渗透部分对检测人员视力只限制不得有色盲。

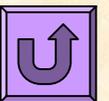


说明6. 检测单位如何进行渗透检测剂质量控制

散装渗透剂需要按批取定量合格品作为校验基准，与在用渗透剂进行性能对比试验

散装渗透剂，一般每次进货量较多，使用过程受污染的机会多，使用周期有时也比较长，有必要定期对正在使用的渗透剂与刚进货时合格的基准渗透剂进行对比试验，以确保所使用的渗透剂的性能与基准渗透剂相一致。05版标准同样也没有对对比试验周期作出规定，因为各使用单位的使用数量、使用周期都不尽相同，并且可能相差很大，作统一的规定反倒不合理，这就要求检测部门应根据各自具体情况，规定出合理的周期定期进行对比试验，以提高检测质量控制的有效性。

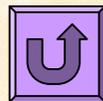
对携带式喷罐装渗透剂，在正常贮存环境、使用条件和有效期内，喷罐内由于密封与外界隔离，污染、分解等现象是不会发生的，所以其成份、性能也不会发生变化，没有必要取合格样品保存进行对比试验，况且保存环境和条件要达到与喷罐内相一致，对每个使用单位而言也是不可能的。因此05版标准在使用过程性能、质量控制方面将喷罐装渗透剂排除在外，只规定了散装渗透剂相关要求，对喷罐检测剂则从生产日期、有效期、合格证明及喷罐外观质量等方面进行控制。



说明7. 要求渗透检测剂生产厂家在其生产的产品上标明相关信息的意义

目前，渗透检测剂生产厂家产品多数不标注产品批号、生产日期、有效期等。使采购者、使用者无法从时间标识上确定检测剂可否继续采购使用，使积压了几年甚至更长时间的检测材料仍在使用，有些渗透剂、显像剂在使用时性能已明显发生变化，如果质量控制不严格，很容易对检测结果造成严重影响。

要求提供使用说明书，一是为检测剂质量控制提供依据，如渗透剂和湿式显像剂的浓度检验结果，要与产品说明书提供的数据进行比较，二是要求检测剂生产单位应对其生产的检测剂性能进行测试，不断优化配方，向使用者提供参考操作参数及使用中应注意的事项。



说明8. 检测单位控制检测剂中污染物含量的方式

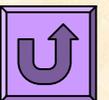
对用于镍基合金、奥氏体不锈钢以及钛材的所有渗透检测材料，检测人员应当取得有关污染物（硫、氯、氟等有害元素）含量的证明材料，以确保对检测对象不会造成损伤。证明材料可从两种途径获得，一是按标准提供的方法进行实验测定。检测者进行这样的测定，由于器械、手段、经验等限制，获得的数据不一定准确。另一种途径是向检测剂制造商索取相关证明报告。证明报告应当包括检测剂生产厂的产品批号及试验所取得的结果。这些报告应随检测报告一起归档保存。

国外已有采用离子层析法测定阴离子，来替代蒸发后测定残渣有害元素含量的方法。离子层析法是用仪器测定方法来快速连续测定有害阴离子，如氯、氟和硫离子等。



说明9. 渗透检测配备辅助仪器设备的作用

为满足检测要求、保证检测结果的可靠性，94版和05版标准都对检测条件、检测仪器性能进行了具体规定，如荧光检测时，工件表面的黑光辐照度、观察时暗室白光照度；着色检测观察时工件表面白光照度等。如何控制、如何确定是否满足了上述要求，05版标准规定了测定仪器及性能要求，提供了测定手段，检测单位应根据情况配备相应的仪器，并在检测规程中规定出具体的使用要求。

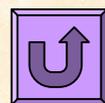


说明10. 限制黑光灯的电源电压波动值的目的

电源电压的改变会引起黑光灯输出功率的变化。当电源电压降低5%时，输出功率将下降20%左右，当电压下降超过10%时，输出功率将大大降低。

黑光灯的使用电压超过额定电压时，黑光灯寿命将下降。当电压变化超过10%时，每点燃1小时，黑光灯寿命将减少约48小时。

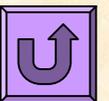
可见，黑光灯的输入电压过低将严重影响检测结果，过高将影响其使用寿命。05版标准规定当电源电压波动大于10%时，应安装稳压器。



说明11. 黑光辐照度计、荧光亮度计、（白光）照度计分别具有的作用

黑光辐照度计主要用于校验黑光源性能和测定被检工件表面黑光照度。GB/T 16673规定了具体测量方法。黑光源性能具体校验方法简单叙述为：将带有探测器的辐射照度计放置于距灯正前面400mm处，移动探测器，使其平面垂直于灯光束轴线，直至获得最大读数为止，在灯的校验单上记录辐射照度计上的读数。被检工件表面黑光照度测定方法较为简单，将探测器放置在工件表面，给以辐射使之曝光即可。

荧光亮度计是一种一定波长范围的可见光照度计。其作用主要是用于两种荧光渗透检测材料性能比较时，较视觉更为准确一些的判定，而不是荧光显示亮度的真实测定，不是真正的额定亮度。在实际渗透检测条件下，通常是不能用荧光亮度计来可靠地测定实际荧光显示的亮度，因为诸多的可变因素以及检测人员缺乏精确控制这些变化的能力，即使使



用同样的渗透检测材料和程序，再次检测相同的不连续性时，在测定渗透显示的亮度时也会出现较大的差别。

照度计是用于测定被检工件表面白光照度值的。着色渗透检测操作过程和观察显示时工件表面都需要一定的可见光照度（荧光检测观察时则需要控制可见光照度），以提高显示的可见度。05版标准对观察时工件表面可见光照度提出了要求，利用照度计测定，通过调整光源强度、与观察表面的距离及角度等方式，以满足标准对观察时表面照度的要求。

应该指出，作为无损检测单位，应用荧光渗透检测方法，（白光）照度计和黑光辐照度计是必须配备的检测辅助器具，荧光亮度计不是必备器具；应用着色渗透检测方法，（白光）照度计是必须配备的检测辅助器具。

说明12. 铝合金试块的正确使用

05版标准将铝合金试块由一体式改为分体式，主要是为了方便使用。铝合金试块的用途有两方面：一是两种检测剂性能比较，二是进行非标准温度下检测方法鉴定。当用于两种检测剂性能对比时，一体式和分体式使用上无明显差异，但用于非标准温度下检测方法鉴定时，会产生明显的影响。由于温度对渗透检测结果影响较大，在超出标准温度范围检测时，需对原工艺参数进行修正（工艺鉴定），按94版标准进行鉴定，无论高于或低于标准检测温度都需对试块进行加温或降温到实际检测温度。将拟定的检测方法用于B区，然后把试块进行加热（或冷却）至标准温度范围，在A区用标准方法进行的操作，比较两区的裂纹显示。采用一体式试块只能用照相或录像方式先记录B区显示，然后对A区进行上述操作，也必须用照相或录像方式，再记录A区显示，然后比较照片或录像，否则对A区的加热或冷却会严重影响B区。由于不能同步操作，如保留B

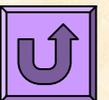
区显示，A区操作时B区显示会扩散、模糊，而失去可比性。如同步操作，由于铝合金良好的导热性能，对A区的加热或冷却必然会对B区温度产生影响，从而影响试验结果。采用分体式试块则避免了上述不良影响，可对B区单独采取措施进行加热或冷却，使A区保持在室温条件（标准温度范围内），同时对A、B两区进行检测操作，可直接对两区显示进行比较鉴定。

JB/T9213-1999标准铝合金试块是采用分体式的，ASME规范第6章 液体渗透检验中的铝合金试块也是分体式的。

一体式和分体式试块制作方法基本一样，前者在试块中间用分割槽形成A、B区，后者则直接在试块中间加工，将试块分成两个独立的试块（A、B区）。应当注意，由于试块上人工裂纹制作时具有随机性，分体式铝合金试块分割

后的两部分（称为一组）与同类试块（另一组）之间不具备互换性，即不同组试块不能混用。

试块制造商应在试块上印制“JB/T4730.5-2005用试块”字样，其要求应符合JB/T9213-1999。



说明13. 不锈钢镀铬试块标准化及具有的意义

不锈钢镀铬试块作为渗透检测质量控制中检测灵敏度及操作工艺正确性验证的手段，被广大检测者普遍接受并广泛采用。但94版标准不锈钢镀铬试块制作方式和要求不能对最终产生的人工裂纹进行量化控制，且试块生产厂家也没有采用标准规定的制作方法制造试块，可以说采用的试块本身不标准。

JB/T6064-92《渗透探伤用镀铬试块技术条件》中的B型试块（不锈钢镀铬试块），由 152×45 mm的镀铬带和 152×57 mm的喷砂区组成。镀铬带表面采用布氏硬度计在其背面施加不同负荷形成5个辐射状裂纹区（称5点式），其位置按25 mm的间隔并按大小顺序排列。当用不同灵敏度的渗透剂系统进行检测时，试块上可显示的裂纹区数如表一：

表一：

| 渗透剂系统的灵敏度 | 可显示的裂纹区数 |
|-----------|----------|
| 低灵敏度 | 2—3 |
| 中灵敏度 | 3—4 |
| 高灵敏度 | 4—5 |
| 超高灵敏度 | 5 |

当用高灵敏度或超高灵敏度的渗透剂系统进行检测时，试块上各裂纹区由大到小的直径显示应达到表二要求。

表二：

| 次序 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 直径 | 4.5— 5.5 | 3.5— 4.5 | 2.4— 3.0 | 1.6— 2.0 | 0.8— 1.0 |

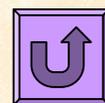
JB/T6064规定的是5点试块，05版标准沿用了94版标准采用的3点试块且只有裂纹区没有粗糙面对比区。原因是目前特种设备生产、检验检测单位使用的几乎都是3点试块，已成习惯，成本也低。但3点试块与5点试块的对应没有统一的标准，各厂家制造的试块也不完全一致，有的对应前3点，有的对应中间3点，使同样的3点裂纹试块，裂纹尺寸却没有一致的要求，造成试块不标准。05版标准明确了3点试

块上1、 2、 3处裂纹区，分别对应JB/T-6064标准的2、 3、 4区，即对应的3处裂纹直径显示由大到小分别为：

| | | | |
|----|---------|---------|---------|
| 次序 | 1 | 2 | 3 |
| 直径 | 3.5-4.5 | 2.4-3.0 | 1.6-2.0 |

这样规范了人工裂纹的尺寸范围，制造商在提供试块时应提供各裂纹区裂纹尺寸的实测值，使不锈钢镀铬试块标准化。

试块制造商应在试块上印制“JB/T4730.5-2005用试块”字样，其要求除满足标准正文规定外还应符合JB/T6064-1992标准。



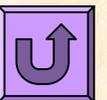
说明14. 有效维护和保存渗透检测试块的方法

05版标准参照JB/T 9216《控制渗透探伤材料质量的方法》附录A“对比试块”保存方法，提供了“试块使用后经彻底清洗后，将试块放入装有丙酮和无水酒精混合液的密闭容器中保存”的具体方法，同时也提出了可用其他有效方法保存。

试块的正确维护和保管对试块的使用寿命至关重要，针对不同种类试块、不同使用频次也可区分对待。首先在维护上应注意使用和保管时不要损伤试块有效表面，镀铬试块要避免弯曲，因为弯取会使试块已有的裂纹尺寸增大，并可能产生新的裂纹。每次使用之后，进行彻底的后清洗十分重要，建议采用下列方法：用沾有饱和状态的清洗剂的柔软的布先擦拭试块，再用亲水的乳化剂作适当的清洗，然后用喷射水漂洗，以消除试块上的显像剂和某些渗透剂。将试块浸没在丙酮中，以某种方式搅动几分钟，

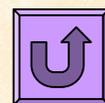
每隔几分钟再重复搅动一次，以将渗入裂纹的渗透剂清除干燥试块。

镀铬试块使用较频繁，人工裂纹也容易堵塞，建议使用标准推荐方法保存。铝合金试块一般不经常使用，JB/T 9213标准建议清洗后放入丙酮或乙醇溶液中浸渍30min，晾干或吹干后置入试块盒内，并放置在干燥处保存。铝合金试块可以采取这种保存方法。



说明15. 对使用中的试块进行质量控制的措施

05版标准规定，发现标准试块有阻塞或灵敏度有所下降时，必须及时修复和更换。此条规定是为了保证试块本身的灵敏度要满足要求。标准试块的可重复使用次数是有限的，人工裂纹中总会不断截留检测剂，逐渐表现为虽操作工艺等方面都符合标准要求，试块上细小的裂纹显示却模糊不清或不能显示。标准此处提出的修复，主要是指超声波清洗，使干涸到裂纹内部的检测剂被清洗出来，使堵塞的裂纹重新开口。当修复措施仍达不到要求时，则应更换试块。



说明16. 试块发生阻塞和灵敏度下降的典型现象

试块发生阻塞的典型现象是显示的人工缺陷花纹（花样）不完整。灵敏度下降表现为试块人工缺陷显示的亮度、清晰度降低，显示尺寸减少或模糊不清。按标准规定，当重复试验上述现象较为明显时，应修复或更换试块。



说明17. 05版标准将渗透检测灵敏度等级划分及应用

大家知道，其他常规无损检测方法都采用不同的间接方式来反映或描述可检测细小缺陷的能力。如RT用金属丝象质计，UT用人工缺陷当量，MT用可显示的试片上的人工缺陷尺寸，渗透检测在不锈钢镀铬试块标准化的前提下通过灵敏度等级划分，也可以来描述检测剂或操作方法可检测细小缺陷的能力，可以对渗透检测能够达到的要求进行相对量化和规范。此外，增加灵敏度等级划分也是为了增加标准的可操作性，94版和05版标准都在渗透检测方法选用时，要求首先满足检测缺陷类型和灵敏度的要求，在“复验”和“质量控制”中都提出了检测前和检测结束时用标准试块验证灵敏度是否符合要求，没有灵敏度等级划分和量化规定，这些要求是不好操作的。

05版标准将渗透检测灵敏度等级划分为3级，各级别的判定按标准正文表2进行。

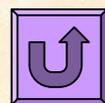
承压类特种设备渗透检测，采用3点式不锈钢镀铬试块，灵敏度等级应达到3级（高级），即要能够清晰发现试块上的第3区位人工裂纹。



说明18. 检测时机选择

选择合理的检测时机，可以增加缺陷检出的针对性，也可以避免由于检测时机选择不当，后续工序需重复进行，造成不必要的损失。除非另有要求，焊缝的渗透检测应安排在焊接工序完成后进行。一方面，如果焊接工序未完全完成而进行检测，继续焊接可能会产生新的缺陷，而造成漏检；另一方面，如果焊接工序完成后还有其他工序，如热处理、压力试验等，则应该在这些工序之前完成，否则检测出超标缺陷返修后可能需要重新进行这些工序。

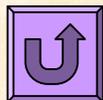
对于有延迟裂纹倾向的材料，焊接后24小时进行表面检测是常规要求，对现场组焊的球形贮罐，现行标准要求焊接36小时后进行表面检测。检测时机选择要结合材料、工艺及标准要求等进行。



说明19. 标准对被检测工件表面粗糙度要求予以放宽的理由。

表面粗糙程度用Ra0.1-50描述，数值越大表示表面越粗糙。Ra小于6.3时加工精度要求较高，如车削加工进刀速度较慢，表面形状特征为微见加工痕迹；Ra12.5-25为粗加工表面，表面形状特征为微见、可见刀痕。

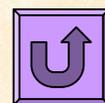
表面粗糙度对渗透检测有着明显影响。94版标准机加工表面要求Ra 6.3，非机加工表面为Ra 12.5。对机加工件表面检测，机加工原状态一般可以满足要求不需再进行加工；对焊缝表面检测，当表面较粗糙时，常用角向磨光机进行打磨（磨光机打磨属机加工），表面粗糙度一般可以达到Ra25，非机加工原始表面一般较难达到Ra 12.5。05版标准对表面粗糙度要求适当予以放宽，主要是为了在满足检测要求前提下，尽量减少表面加工量。但应注意，如果检测人员认为表面粗糙程度能影响检测效果，则应提出对被检表面进行适当修整的要求。



说明20. 标准检测温度范围变宽的依据

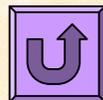
所谓标准检测温度，应指在此温度范围内，所选定的工艺参数对检测灵敏度或检测结果不会产生明显影响，而一旦超出了此温度范围，则不能确定，需要对原检测工艺参数进行修正（鉴定），或采取相应辅助措施（如加热或冷却）。

标准温度范围为15—50 源于ASME：60-125华氏度（15-52 ）。但ASME鉴定温度为10-50 ，欧洲标准EN571.1也为10-50 ，结合实际应用情况，05版标准也将标准温度范围定为10-50 。超出标准温度范围检测时，应按附录B进行鉴定，鉴定过程应详细纪录并存档保存。



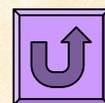
说明21. 乳化时间的确定

乳化时间取决于乳化剂的类型（快作用、慢作用、油基或水基）及工件表面状态（光滑或粗糙）。乳化时间一般可在几秒钟到几分钟范围。如此大的时间范围，规定具体数值已没有什么实际意义和可参考性，因此05版标准删掉了乳化时间规定，建议按生产厂使用说明书选取，但对每一种类工件具体的应用，都应通过实验确定出应采用的乳化时间。



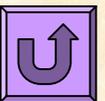
说明22. 对过度的背景可补充乳化去除，仍不满意时“重新处理”的含义

采用后乳化方法进行渗透检测时，如果通过一次乳化去除后背景明显较重，则应对过渡的背景进行补充乳化去除，背景仍不满意时，应将工件按工艺要求重新处理。如果出现过清洗现象也应重新处理。标准中“重新处理”的含义是指从预清洗开始，按顺序重新操作，进行渗透、乳化、清洗去除及显像全过程。



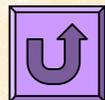
说明23. 延长观察显示时间的原因

观察显示的时间由94版标准7—30分钟修改为7—60分钟。在经过满足施加显像剂后最小等待时间（干式显像剂施加完成或湿式显像剂层干燥）后，显示会逐渐形成，这段时间即为显像时间，标准一般规定为不小于7分钟。此后的观察时间，为观察显示时间，ASME SE-165规定：检查前，显像剂保持在工件表面上的时间应不小于10分钟，非水基（溶剂悬浮）显像时间最长为1小时。溶剂悬浮显像方法是我们目前最常用的，因此05版标准将观察显示时间由7—30分钟延长为7—60分钟。从实际应用来看，很多文章都提出了对细小缺陷检测时应适当延长观察时间的观点。但应当注意，在气温较高、空气干燥季节，有些显示在显像剂干燥过程已开始形成，较短时间（小于7分钟）就形成稳定的显示。因此观察显示的时间应当灵活掌握，在显示形成过程即开始观察（这也有利于对显示性质的判定），在显示开始扩散前记录。在未出现显示时应分阶段对检测部位进行观察，并应满足规定的显示观察时间，以防细小缺陷漏检。



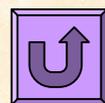
说明24. 限制检测人员进行显示观察时，配戴眼镜种类的原因

05版标准“对检测有影响的眼镜”是指变色光敏眼镜。变色光敏眼镜有平光变色眼镜和近视、散光变色眼镜，前者检测时很少有故意配戴的，后者配戴人员应注意，在检测时需更换符合要求的眼镜。在着色检测时配戴变色镜，会使反射到眼睛的光亮度降低，影响背景和显示的颜色对比度；在荧光检测时，紫外线也会对眼镜作用，使其变成有色眼镜，降低背景与显示亮度对比度，而影响检测结果。



说明25. 荧光渗透检测时眼睛暗适应时间

人的眼睛对光强弱变化的适应是通过调节瞳孔大小来实现的。光强时瞳孔缩小，光弱时瞳孔放大，这种适应性变化是正常人视觉的一种自然调节过程，需要有一定的时间。荧光渗透检测清洗和观察时，检测人员要从亮处进入暗室，由于外界与暗室的明暗相差很大，因此在进入暗室后，为了看清事物，人的眼睛通过瞳孔的自扩大调节，使眼睛接收到更多的光线，并在一定时间内适应这种变化，以达到最大的敏感度。这个过程称为暗适应。暗适应的时间随人及其年龄和健康状况等而异。各标准对暗适应的时间规定也不相同，94版标准为5分钟，SE-165为不小于1分钟，05版标准规定为不小于3分钟。检测人员应根据自己的情况来确定最小暗适应时间。



说明26.可靠的显示记录方法

可靠而有效的显示记录方法，可以真实形象地将显示记录 and 保存下来，对显示定性、产生原因分析等都有着重要意义。94版标准未做规定，JB/T9218是这样规定的：缺陷显示痕迹可以根据需要分别用照相、示意图或描绘等方法记录。美国《无损检测手册·渗透检测篇》提出可用照相、绘图、可剥性塑料薄膜法及胶带法记录显示。05版标准规定显示记录可采用草图法、照相和录相法、可剥性塑料薄膜法，未推荐采用胶带法。实践证明，胶带法无法完整、长时间记录显示痕迹，特别是着色显示，胶带法记录保存时间非常短，显示随时间延长而扩散，最终会完全失去原显示特征，只留下模糊的印迹。

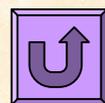


说明27. 检测过程中检测质量控制

使用新的检测剂、改变检测剂类型或操作工艺规程等影响渗透检测的关键因素发生变化时，用B型试块进行系统灵敏度验证是必须的。对正常检测过程，即使关键因素不发生变化，也应当定期验证检测系统灵敏度及操作工艺，以监控检测过程的正确性，保证检测结果稳定可靠。

SE-165《液体渗透检验的标准试验方法》10.4款，重新审核规定：“如果渗透材料的类型或操作工艺有了改变或更换，应当要求重新进行审核”，与05版标准5.12.1规定基本一致。

正常检测过程，“每周”应用镀铬试块进行检验是一般性要求，检测单位应根据本单位具体情况、检测工作量大小、检测质量稳定情况等，在检验工艺规程或工艺卡片中规定出具体的检验验证周期及时机（检测前、检测过程、检测结束）。（有资料介绍，每天应进行检验验证）。具体多长时间既合理又能有效控制检测质量，由检测单位确定，但周期不能过长，因为当出现验证不符合要求时，需要对上次验证合格之后所进行的检测重新进行。



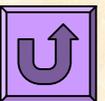
说明28. 黑光灯、黑光辐照度计等仪器定期校验规定。

黑光辐照度计、荧光亮度计、照度计属国家法定计量器具，应按规定周期送交计量部门进行检定；黑光灯不属法定计量器具，检测单位应建立自行校验程序，定期进行校验。校验程序至少应包括：校验内容、校验方法、使用器材、校验周期、合格标准、校验人员、校验记录等。



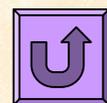
说明29. 确定测定被检工件表面黑光照度或白光照度周期

05版标准规定，应定期测定被检工件表面黑光照度或白光照度，但未给出具体周期。着色渗透检测被检工件表面白光照度通过照度计测定后，会给人的视觉留下感受，当工件表面白光亮度偏低时人的视觉会察觉得到。荧光渗透检测时被检工件表面黑光照度直接影响荧光转换效率，并且黑光照度的变化无法使人的视觉察觉，因此依靠黑光照度计进行测定更为重要。ASME（1998）第六章“液体渗透检验”规定“至少每8小时和工作状态变化时测定一次黑光强度”。因此也建议荧光渗透检测时至少每8小时测定一次被检工件表面黑光强度，检测单位应在检验工艺规程或工艺卡片中作出具体规定。



说明30.小于0.5mm显示的处理

渗透检测目前为止，人的眼睛是检测观察评定中所使用的唯一接收器，所以检测人员的视力极限便决定着渗透检测显示的检出能力（即可见能力）。资料介绍，通常，尺寸为0.25mm的缺陷可作为渗透检测可以发现的值。由于渗透显示本身具有的缺陷放大作用，而实际检测中，人眼通常能分辨出的缺陷显示尺寸在0.5mm左右。所以05版标准规定小于0.5mm的显示不计，即可以不予考虑。



说明31. 自显像检测方法的应用

自显像检测方法在渗透教材、文献中都有介绍。SE1209、SE1219两个荧光渗透检测标准都已将其列入，认为对于某些应用，不使用显像剂而直接进行检验是允许的，且是合理的。05版标准也将不使用显像剂的自显像检测方法纳入可选检测方法之中。但检测者如果采用，须经过严格实验来确定对具体对象检测应用的可行性和可靠性。

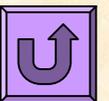


说明32.质量分级的依据及应用

渗透检测质量分级的依据是存在的缺陷性质、数量、尺寸以及密集程度，主要参考了BS EN1289:1998。

表面缺陷除能够使材料强度降低外，更容易引起应力集中，而成为断裂源，因此表面缺陷的数量、尺寸控制比埋藏缺陷要求严格。05版标准质量分级部分就是依据了这样的原则。线性缺陷质量分级：对焊接接头和坡口，I、II级规定不允许存在线性缺陷，III级允许 4mm的线性缺陷；对其他部件，I级规定不允许存在线性缺陷，II级允许 4mm，III级允许 8mm。需要说明的是，裂纹和白点是危险性的表面缺陷，所以是不允许的；对于螺栓等紧固件和轴类零件，根据其受力情况，横向缺陷在受到拉、扭、剪等应力作用时，非常容易成为断裂源。所以标准在此处专门提出了不允许存在横向缺陷。

圆形缺陷质量分级：规定了圆形缺陷评定区，I级允许 1.5mm的1个缺陷存在；II级允许 4.5mm的4个缺陷存在；III级允许 8mm的6个缺陷存在。例如：某评定区内存在4个4.5mm的圆形缺陷应评为II级；存在2个1.2mm、1个0.8mm和1个4.5mm的圆形缺陷也应评为II级，存在1个1.6mm的圆形缺陷也应评为II级；III级同样评定。对圆形缺陷的质量分级是限定单个最大尺寸和限定密集程度相结合的。

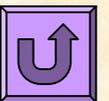


说明33. 高强度钢、裂纹敏感性材料、应力腐蚀裂纹概念的基本认识。

(1) 高强度钢：对承压类特种设备而言，高强度钢主要是指抗拉强度 540MPa 的低合金钢。由于合金元素的加入，使这类钢既具有较高强度，又有较好的塑性和韧性。特别是强度指标要比低碳钢高得多，且随着合金元素含量的提高，钢材的强度等级也增高，碳当量增大，可焊性变差。如常用的18MnMoNb等。

(2) 裂纹敏感性材料：在焊接领域，用于验证金属材料承受焊接加工工艺时，产生裂纹敏感性的试验方法称为工艺可焊性试验。把可焊性试验中容易产生裂纹的材料称为裂纹敏感性材料。

对承压类特种设备简单地讲，冷裂纹敏感性材料主要指低合金钢(除化学成份外还要考虑：结构、板厚、焊接工艺、冷却条件等)。



热裂纹敏感性材料主要指：单相A氏体钢、杂质较多的碳钢焊缝、镍基合金、铝及铝合金等。

再热裂纹敏感性材料主要指低合金高强度钢、珠光体耐热钢、A氏体不锈钢、镍合金等，特别是厚壁高强度钢。

(3) 应力腐蚀裂纹：指受压元件在腐蚀介质和应力共同作用下引起的裂纹，其特点是腐蚀与裂纹同时存在。

应力腐蚀有三个要素：敏感性介质（如湿硫化氢、硝酸盐等）。敏感性材料和拉应力。如：不锈钢堆焊层，在高温（220 以上）、高压下， H_2S 介质容易产生应力腐蚀微裂纹。有关资料介绍，开始形成的微裂纹着色法检测不出来，荧光法或金相才能发现，所以05版标准对在用设备在上述情况下，推荐选用荧光渗透检测法。

说明34. 渗透检测方法选择、确定检测程序与步骤的依据。

渗透检测方法的选择应充分考虑检测对象的具体情况，并满足检测缺陷类型和灵敏度要求，按正文表1选取和标识。当检测方法确定后，应按附录A推荐的程序与步骤制定检测工艺，进行检测和记录。



复上述操作，并从照度计取得另一个数据（读数2）。读数1和读数2之间的差异将表示黑光灯的输出强度有无减低。

4 检查被检物表面上的黑光强度

可采用类似于第3章中所叙述的操作方法，来检查荧光磁粉探伤和荧光渗透探伤时被检物表面处的黑光照明强度。进行此项检查时，应将第1章中所叙述的装置放在被检物所处的位置上，在黑光灯位于最大工作距离时取得指示电表读数。在此项检查中所取得的指示电表读数应不小于50勒克司。

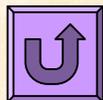
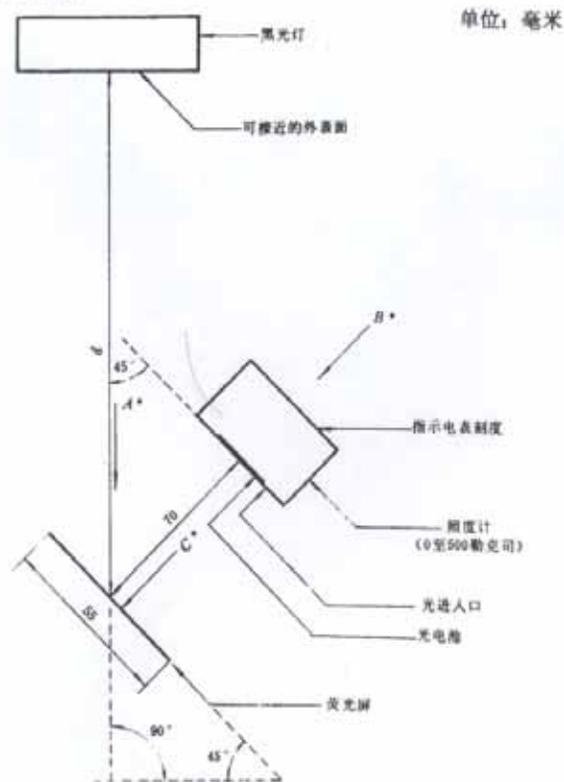
注：最大工作距离可不同于3.1中所确定的距离 d 。

5 检查渗透液荧光性能

检查渗透液荧光性能的方法已规定于附录A（补充件）。

6 安全防护

工作时必须十分谨慎，黑光灯上的滤光板不能破碎缺损。更不能在使用时将滤光板取下，以防止未经滤光的紫外线直接射至眼中。



附录 A
检查渗透液荧光性能的方法
(补充件)

A.1 操作方法

A.1.1 分别制备“标准”渗透液和被测试渗透液的样品,方法是将1份渗透液加入9份二氯甲烷或其他合适的溶剂中进行稀释,并使其充分混合。

A.1.2 将与标准荧光屏相同尺寸的滤纸在每种渗透液中浸透,然后用热空气干燥器使其在80至100℃之间干燥约10分钟。

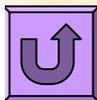
A.1.3 在第2章中所叙述的条件下,将两张滤纸依次放入装置中,分别取得照度计读数(读数1 = 被测试渗透液,读数2 = “标准”渗透液)。

A.1.4 从A.1.2条中所使用的同一批滤纸中,取出一张清洁的空白滤纸放入装置中,取得另一个读数(读数3)。

A.2 荧光效率计算

相对于“标准”渗透液,被测试渗透液的荧光效率可用百分值表示如下:

$$\frac{\text{读数1} - \text{读数3}}{\text{读数2} - \text{读数3}} \times 100$$



a. 当用不同灵敏度的渗透剂系统进行检验时,试块上可显示的裂纹区数应如表 1 所示。

表 1

| 渗透剂系统的灵敏度 | 可显示的裂纹区数 |
|-----------|----------|
| 低灵敏度 | 2~3 |
| 中灵敏度 | 3~4 |
| 高灵敏度 | 4~5 |
| 超高灵敏度 | 5 |

b. 当用高灵敏度或超高灵敏度的渗透剂系统进行检验时,试块上各裂纹区由大到小的直径显示应如表 2 所示。

表 2

mm

| 次序 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 直径 | 4.5~5.5 | 3.5~4.5 | 2.4~3.0 | 1.6~2.0 | 0.8~1.0 |

c. 试块镀铬带的表面粗糙度值 R_a 应为 $0.63 \sim 1.25 \mu\text{m}$; 喷砂后的表面粗糙度值 R_a 应为 $1.25 \sim 2.5 \mu\text{m}$ 。

2.2 C型试块

2.2.1 C型镀铬试块的形状及尺寸

C型镀铬试块的形状及尺寸见图 2。



图 2 C型镀铬试块

2.2.2 试块的材料及制作

a. C型镀铬试块是在 0.4 或 1 mm 厚的黄铜板上镀 $10 \sim 50 \mu\text{m}$ 厚的镍镀层,然后再镀上一层很薄的铬镀层($1 \mu\text{m}$ 左右)。

b. 将试块拉伸或在压弯机上弯曲(镀面朝外),使镀层产生裂纹,然后将曲面整平面制成。

c. 由于裂纹的深度与镀层的厚度一致,可通过调整镀层的厚度来控制裂纹的深度。

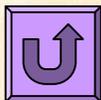
2.2.3 质量要求

C型镀铬试块每套有 3 块,其裂纹等级、裂纹深度和宽度如表 3 所示。

表 3

 μm

| 裂纹等级 | 粗裂纹 (C_1) | 中裂纹 (C_2) | 细裂纹 (C_3) |
|--------|---------------|---------------|---------------|
| 深度 D | 40~50 | 20~30 | <13 |
| 宽度 W | | 0.1~5 | |



渗透探伤用镀铬试块

技术条件

1 主题内容与适用范围

本标准对渗透检验所使用的B、C两种镀铬试块规定了最基本的要求。
本标准适用于渗透检验B、C两种镀铬试块的生产 and 出厂质量的要求。

2 技术要求

2.1 B型试块

2.1.1 B型镀铬试块的形状及尺寸

B型镀铬试块的形状及尺寸见图1。

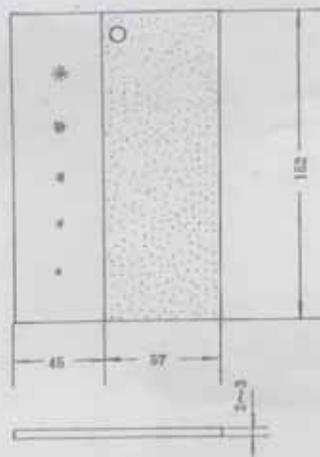
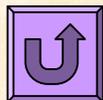


图1 B型镀铬试块

2.1.2 试块的材料及制作

- B型镀铬试块的基体材料应是不锈钢板(如1Cr18Ni9Ti、Cr17Ni2等)。
- 试块正面(工作面)沿长边分成两部分,一侧有面积为 $152\text{mm} \times 45\text{mm}$ 的镀铬带,此镀铬面上采用布氏硬度计在其背面施加不同负荷而形成的5个辐射状裂纹区,其位置按25 mm的间隔并按大小顺序排列(见图1),与镀铬带相邻的另一侧是0.2 mm的细砂喷砂面,喷砂时的气压为0.4 MPa,喷砂后的底色应均匀。
- 在试块一端中部粘有悬挂用的 $\phi 6\text{mm}$ 通孔。
- 试块上的镀铬层应细密均匀,镀层厚度应为 $20 \sim 60\ \mu\text{m}$ 。

2.1.3 质量要求



中华人民共和国机械行业标准

JR/T 9213—1999
代替 JB H24 002—1989

无损检测——渗透检查 A型对比试块

NONDESTRUCTIVE TESTING — PENETRANT TESTING
A TYPE COMPARATOR BLOCK

中图分类号: TG115.28 文献标识码: C 文章编号: 1000-6656(2002)09-0406-01

1 范围

本标准规定了渗透探伤用A型灵敏度试块的材质、型式、尺寸、技术要求、检验要求及标记、包装和贮存。

本标准适用于渗透探伤用A型灵敏度对比试块。该试块用于渗透探伤剂的性能测试和渗透探伤灵敏度的比较。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 3190—1982 铝及铝合金加工产品化学成分
- GB/T 3191—1982 铝及铝合金挤压棒材
- GB/T 3192—1982 高强度铝合金挤压棒材
- GB/T 3193—1982 铝及铝合金热轧板材

3 型式尺寸

3.1 试块的形状及尺寸

对比试块的形状及其尺寸见图1。

3.2 试块的取向

对比试块的长度方向应与板材轧制方向一致。

3.3 试块上的裂纹

在试块A、B的表面上,应具有宽度为 $\geq 3\mu\text{m}$ 、

长度 $>3\sim 5\mu\text{m}$ 和 $>5\mu\text{m}$ 非规则分布的开口裂纹,并且每块上有 $\geq 3\mu\text{m}$ 的裂纹不得少于两条。

4 技术要求

4.1 材质

采用LY12铝合金板材或棒材,其化学成分应符合GB/T 3190的规定,板材的技术条件应符合GB/T 3193的规定,棒材的技术条件应符合GB/T 3191或GB/T 3192的规定。

4.2 试块加工

4.2.1 按3.1和3.2要求加工试块外形尺寸。

4.2.2 在试块上表面粗糙度为 $R_a 6.3\mu\text{m}$ 的一面中间部位用喷灯进行局部加热,使其温度达 $500\sim 540^\circ\text{C}$,然后立即投入水中急冷,使之产生的裂纹符合3.3的要求。

4.2.3 然后将试块加热至约 140°C 进行干燥。冷却后,将试块按A型对比试块制作尺寸图分割成A、B两块,分割时应采取措施,防止加工中造成裂纹的污染。

5 检验要求

5.1 试块尺寸及表面粗糙度应符合3.1的规定。

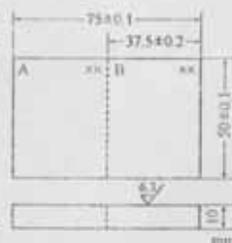


图1 A型对比试块制作尺寸图

(下转第406页)

