

中华人民共和国石油天然气行业标准

常压钢制焊接储罐及管道  
渗透检测技术标准

Technical standards for permeating  
test of welded atmospheric steel  
storage tanks and pipelines

**SY/T 0443—98**

主编单位：中国石油天然气第一建设公司  
批准部门：国家石油和化学工业局



力瑞管道服务号

石油工业出版社

1999 北京

## 目 次

1 总则 .....	1
2 术语 .....	2
3 检测人员资格 .....	3
4 检测材料 .....	4
5 试块 .....	5
6 安全防护 .....	6
7 现场操作 .....	7
7.1 外观检查 .....	7
7.2 基本步骤 .....	7
7.3 操作要求 .....	7
7.4 复验 .....	9
8 评定 .....	10
9 缺陷痕迹的记录和报告 .....	12
附录 A 渗透检测试块技术要求 .....	13
附录 B 非标准温度下检测操作方法的校正 .....	15
附录 C 检测报告格式 .....	16
标准用词和用语说明 .....	18
附件 常压钢制焊接储罐及管道渗透检测技术标准 条文说明 .....	19

# 国家石油和化学工业局文件

国石化政发(1999)93号

## 关于批准《输油输气管道线路工程施工及验收规范》等45项石油天然气 行业标准的通知

中国石油天然气集团公司：

你公司报批的《输油输气管道线路工程施工及验收规范》等45项石油天然气行业标准草案，业经我局批准，现予发布。标准名称、编号为：

强制性标准

SY 0401—98

输油输气管道线路工程施工及验收规范  
(代替 SYJ 4001—90)

SY 0453—98

石油建设工程质量检验评定标准 油田集输管道工程  
(代替 SY 4053—93)

SY 5131—1998

石油放射性测井辐射防护安全规程  
(代替 SY 5131—87)

SY 6360—1998

油田注聚合物开采安全规程

推荐性标准

SY/T 0318—98

石油浮放设备隔震技术标准

SY/T 0319—98	钢制储罐液体环氧涂料内防腐层技术标准
SY/T 0320—98	钢制储罐氯磺化聚乙烯外防腐层技术标准
SY/T 0379—98	埋地钢质管道煤焦油瓷漆外防腐层技术标准(代替SY/T 0079—93)
SY/T 0403—98	输油泵组施工及验收规范 (代替SYJ 4003—90)
SY/T 0404—98	加热炉工程施工及验收规范 (代替SYJ 4004—90)
SY/T 0414—98	钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层技术标准(代替SY 4014—93)
SY/T 0443—98	常压钢制焊接储罐及管道渗透检测技术标准(代替SYJ 4043—89)
SY/T 0444—98	常压钢制焊接储罐及管道磁粉检测技术标准(代替SYJ 4044—89)
SY/T 0469—98	石油建设工程质量检验评定标准 油田钢制容器及加热炉制作 (代替SY/T 4069—93)
SY/T 0510—1998	钢制对焊管件(代替SY 7510—87)
SY/T 5072—1998	石油厢式工程车通用技术条件(代替SY 5072—85)
SY/T 5106—1998	油气田用封隔器通用技术条件 (代替SY 5106—86)

SY/T 5170—1998	石油天然气工业用—钢丝绳规范 (代替 SY 5170—92、SY 5028—91)
SY/T 5359—1998	原油破乳剂 SP169 (代替 SY 5359—89)
SY/T 5367—1998	石油可采储量计算方法 (代替 SY 5367—89)
SY/T 5550—1998	空心抽油杆 (代替 SY/T 5550—92)
SY/T 5566—1998	低能源原油含水分析仪 (代替 SY/T 5566—93)
SY/T 5629—1998	采油采气用井下工具分类及型号编制 方法 (代替 SY 5629—93)
SY/T 6358—1998	石油野外作业体力劳动强度分级
SY/T 6361—1998	采油采气注水矿场健康、安全与环境 管理体系指南
SY/T 6362—1998	石油天然气井下作业健康、安全与环 境管理体系指南
SY/T 6363—1998	不稳定试井技术要求
SY/T 6364—1998	油藏流体性质和分布描述方法
SY/T 6365—1998	油气藏原始地层压力及压力系统确定 方法
SY/T 6366—1998	油田开发主要生产技术指标及计算方 法
SY/T 6367—1998	钻井设备的检验、维护、修理和修复 程序

SY/T 6368—1998	地下金属管道防腐层检漏仪
SY/T 6369—1998	岩心油水饱和度测定仪
SY/T 6370—1998	岩心气体渗透率测定仪
SY/T 6371—1998	地震检波器测试仪通用技术条件
SY/T 6372—1998	数控生产测井地面仪
SY/T 6373—1998	油气田供配电系统经济运行规范
SY/T 6374—1998	机械采油系统经济运行
SY/T 6375—1998	石油企业能源综合利用技术导则
SY/T 6376—1998	压裂液通用技术条件
SY/T 6377—1998	鱼顶打印作业方法
SY/T 6378—1998	油水井取套回接工艺作法
SY/T 6379—1998	颗粒调剖剂性能评价方法
SY/T 6380—1998	压裂用破胶剂性能试验方法
SY/T 6381—1998	加热炉热工测定（代替 SY 7505—87）

以上标准自 1999 年 10 月 1 日起实施。

国家石油和化学工业局  
1999 年 3 月 3 日

## 前　　言

本标准是依据原中国石油天然气总公司（96）中油技监字第52号文要求对《常压钢制焊接油罐渗透探伤技术标准》SYJ 4043—89进行修订而成的。

本标准主要内容包括：总则、术语、检测人员资格、检测材料、试块、安全防护、现场操作、评定、缺陷迹痕的记录和报告等。

本标准对 SYJ 4043—89 进行了修改、补充和完善，主要增加了常压钢制焊接水罐和钢制管道的渗透检测和评定等内容。

本标准由中国石油天然气第一建设公司负责解释。

本标准从生效之日起，同时代替 SYJ 4043—89。

本标准主编单位：中国石油天然气第一建设公司。

本标准参编单位：中国石油天然气集团公司工程技术研究院。

本标准主要起草人 严鸿钧 朱习山 王立春

## 1 总 则

**1.0.1** 为了统一常压钢制焊接储罐（以下简称储罐）及钢制管道（以下简称管道）渗透检测的要求，保证储罐及管道渗透检测质量，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于检查和评定储罐和管道的表面开口缺陷。储罐的渗透检测包括罐本体及与罐本体相连接的附件。管道渗透检测适用于输送原油、成品油、天然气、液化石油气等介质的管道（含油田注水、注气管道）。

**1.0.3** 本标准采用溶剂去除型着色渗透剂和快干式显像剂相结合的渗透检测方法。若采用其它渗透检测方法，应进行对比试验，检测灵敏度不得低于本标准的规定。

**1.0.4** 储罐及管道渗透检测除应符合本标准外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 对比试块 comparator test block

对比试块系指两个同种试块或一个试块的两个区域，其表面存在的人工缺陷几何尺寸和分布相同。

### 2.0.2 线性显示 linear indication

线性显示系指长度大于 3 倍宽度的迹痕显示。

### 2.0.3 圆形显示 circular indication

圆形显示系指长度小于或等于 3 倍宽度的迹痕显示。

### 2.0.4 链状圆形显示 chain circular indication

链状圆形显示系指在同一直线上的 4 个以上直径大于 1.5mm 且间距小于 1.5mm 的圆形显示。

### 3 检测人员资格

**3.0.1** 渗透检测人员必须经过技术培训，掌握渗透检测的方法和技术，包括进行检测操作、辨认显示迹痕及评定结果，并经有关技术资格考核机构考试合格，取得渗透检测资格证书后方可进行操作。

**3.0.2** 渗透检测人员所从事的渗透检测工作应与其持有的渗透检测资格证书的级别相一致。签发检测报告者必须持有Ⅱ级以上渗透检测资格证书。

**3.0.3** 渗透检测人员必须每年检查一次视力。色盲、色弱或近距离矫正视力在1.0以下者，不得参加渗透检测评定。

## 4 检测材料

**4.0.1** 渗透检测所使用的渗透检测剂包括渗透剂、清洗剂和显像剂。

**4.0.2** 渗透检测剂（以下简称检测剂）应采用经国家有关部门鉴定过的产品，不同型号的产品不应混合使用。

**4.0.3** 对每一批新的检测剂应从中取出 500ml 作为参照样品保存在玻璃容器内。储存环境温度宜为 10~50℃，应避免阳光照射。

**4.0.4** 当发现有下列情况之一时，检测剂应停止使用：

- 1 渗透剂有明显的混浊或沉淀物、变色，涂布后难以清洗；
- 2 显像剂浓度变化，不能在受检工件表面上均匀附着，显像性能不良；
- 3 按本标准第 5.0.3 条第 2 款的规定与参照样品进行对比试验，试验结果表明被检检测剂的性能降低。

**4.0.5** 当受检材料为奥氏体钢或钛及钛合金材料时，则一定量检测剂蒸发后的残渣中，氯、氟元素之和的质量分数不得超过 1%。当受检材料为镍基合金材料时，则一定量检测剂蒸发后的残渣中，硫元素含量的质量分数不得超过 1%。

**4.0.6** 检测剂应储存在密封容器内，置于阴暗凉爽的地方。

**4.0.7** 渗透检测中所使用的棉布、棉纱或吸湿纸必须清洁、干燥和无绒毛。

## 5 试 块

5.0.1 渗透检测应采用铝合金淬火裂纹试块或镀铬试块。

5.0.2 试块的制备应符合本标准附录 A 的要求。

5.0.3 试块的应用应符合下列规定：

1 确定检测工艺：把同一种检测剂以不同的检测工艺施加到铝合金淬火裂纹对比试块的裂纹面上，比较裂纹显示的迹痕，选定最佳检测工艺。

2 鉴别检测剂的性能：在相同的试验条件下，把供比较的检测剂（两种不同牌号的检测剂相比较，或使用过程中的检测剂和它的参照样品相比较）分别施加到一组对比试块的裂纹面上，比较所显示的裂纹迹痕。若裂纹显示较多，则表明检测剂的检测性能较好。

3 控制渗透检测灵敏度：按所采用的检测工艺，对试块表面进行着色渗透检测，观察试块上显示的裂纹迹痕，并与已知宽度的裂纹彩色照片进行对照。试块上应能清晰显示宽度为 3~5 $\mu\text{m}$  的裂纹迹痕。

5.0.4 试块在使用过程中不得敲击、摔打、碰撞。

5.0.5 试块使用后要及时进行彻底清洗。先用丙酮反复地仔细擦洗试块，干净后再放入装有丙酮和无水酒精混合液（体积混合比为 1:1）的密闭容器中保存，也可用其它等效方法保存。

## 6 安全防护

- 6.0.1 渗透检测现场应注意通风，并应远离火源、热源。
- 6.0.2 在管道内进行渗透检测或在狭窄通风不良的环境中渗透检测时，一次连续工作时间不宜超过 40min；若需较长时间工作，应在连续工作 40min 后离开渗透检测现场略做休息，再在有人在旁监护下进行第二次连续工作。
- 6.0.3 喷罐式检测剂的储存温度不得超过 50℃。
- 6.0.4 渗透检测完毕后应清理检测现场的破布和空喷罐。空喷罐应用尖硬物体刺破后再作处理。
- 6.0.5 渗透检测人员应配备乳胶手套、防毒口罩等防护用品。

## 7 现场操作

### 7.1 外观检查

7.1.1 渗透检测表面应先做外观检查，合格后方可进行渗透检测操作。

7.1.2 渗透检测表面应符合下列要求：

1 渗透检测表面不得有铁锈、氧化皮、焊接飞溅、其它污物及各种防护层。

2 焊缝成形较好时，可在焊缝自然状态下做渗透检测。如果焊缝成形不好、波纹严重凹凸不平或焊缝咬边深度超过 $0.5\text{mm}$ 时，应进行补焊、打磨。

3 被检测母材表面的粗糙度  $R_a$  应小于或等于  $12.5\mu\text{m}$ ，但对不能打磨的表面可适当放宽。

### 7.2 基本步骤

7.2.1 渗透检测应按下列基本步骤进行：

- 1 表面预清洗；
- 2 施加渗透剂；
- 3 清洗多余的渗透剂；
- 4 干燥；
- 5 施加显像剂；
- 6 观察及评定显示迹痕。

### 7.3 操作要求

7.3.1 对受检区域（焊缝宽度 + 1/2 倍板厚）及邻近不小于 $25\text{mm}$  宽度的范围内，应用水或清洗剂进行预清洗，完全清除表面的污垢。清洗后，应使受检区域表面充分干燥，且应保证在施

加渗透剂前不被污染。

### 7.3.2 渗透操作应符合下列规定：

1 渗透剂应以喷洒或涂刷方法施加到受检表面，受检区域应完全被渗透剂覆盖，并在整个渗透时间内保持润湿状态。

2 当环境温度为 10~50℃ 时，若产品说明书未作规定，渗透时间不宜少于 5min。

3 当环境温度低于 10℃ 或高于 50℃ 时，应按照本标准附录 B 的要求对操作方法进行校正。

### 7.3.3 清洗操作应符合下列规定：

1 宜使用干燥、清洁、不起毛的棉布、棉纱或吸湿纸依次擦拭探伤表面的渗透剂，直至大部分渗透剂被清除后，再用蘸有清洗剂的布进行擦拭，把受检表面上多余的渗透剂擦净。擦拭时不得往复擦拭。

2 严禁在受检表面大量倾倒、喷洒清洗剂或使受检表面较长时间处于清洗剂湿润状态。

3 在清洗操作过程中应防止清洗过度或清洗不足。

### 7.3.4 受检表面宜采用自然挥发的办法进行干燥。干燥时间宜为 5~10min。

### 7.3.5 显像操作应符合下列规定：

1 应在受检表面充分干燥后施加显像剂。

2 采用快干式喷涂显像法，将搅拌均匀的快干式显像剂喷涂或刷涂到受检表面，形成均匀的薄层。显像层厚度应适中，薄层覆盖的受检表面应能隐约可见。

3 喷施显像剂时，喷嘴离受检表面距离宜为 300mm，喷洒方向与受检表面夹角宜为 30°。以刷涂方式施加显像剂时，不得往复刷涂，且不得反复刷涂。

4 在环境温度为 10~50℃ 时，显像时间不宜少于 7min。

5 当环境温度低于 10℃ 或高于 50℃ 时，显像时间应按本标准附录 B 的要求进行校正。

### 7.3.6 观察应符合下列规定：

1 应在自然光或人工白光下观察迹痕显示，受检区域的可见光光照度应大于 500 lx。

2 观察迹痕显示应在显像剂施加后 7~30min 内完成。如显示迹痕的大小不发生变化，也可超过上述时间。

3 当出现显示迹痕时，必须判断是真缺陷还是伪缺陷。必要时应用 5~10 倍放大镜进行观察或进行复验。

7.3.7 渗透检测后，工件上残留的渗透剂或显像剂应清除干净。

7.3.8 当受检工件的材质有延迟裂纹倾向时，应在焊接 24h 后进行渗透检测。

## 7.4 复 验

7.4.1 当出现下列情况之一时，应进行复验：

- 1 检测过程中操作方法有误；
- 2 不能确定显示迹痕是否为缺陷迹痕；
- 3 缺陷迹痕显示的性质、分类和长度难以准确判断；
- 4 对检测结果有争议；
- 5 有其它需要。

## 8 评 定

**8.0.1** 对受检表面上所显示的迹痕应仔细辨认，只有缺陷造成的显示迹痕才是评定的对象。长度小于 1.5mm 的迹痕显示不作评定。

**8.0.2** 缺陷迹痕显示评定时，应以显示迹痕的尺寸为准，而不是指缺陷的实际大小。

**8.0.3** 大致处于同一直线上的 2 个以上长度大于 2mm 且间距小于 2mm 的缺陷迹痕显示，应视为一个连续的线性缺陷迹痕显示，其长度应为各个缺陷迹痕显示及其间距之和。

**8.0.4** 对任何有疑问的迹痕显示，应进行复验，以证实是否存在真正的缺陷。

**8.0.5** 储罐及管道渗透检测的评定等级分为合格与不合格。

**8.0.6** 储罐受检表面存在下列任一相关显示则不合格：

1 裂纹迹痕显示；

2 链状圆形显示；

3 单个缺陷迹痕显示尺寸超过表 8.0.6 的规定；

4 在 150mm×25mm 评定区域内缺陷显示迹痕长度的总和大于 9mm 或线性缺陷迹痕长度的总和大于 6mm。

**表 8.0.6 允许的单个最大迹痕显示尺寸 (mm)**

工件厚度 $T$	线性显示	圆形显示
$T \leqslant 16$	2.5	5.0
$T > 16$	4.0	6.5

注：当板厚小于或等于 10mm 时，单个圆形显示的尺寸大于相邻较薄板板厚的 1/2 则不合格。

**8.0.7 管道受检表面存在下列任一相关显示则不合格：**

- 1 任何裂纹显示；
  - 2 链状圆形显示；
  - 3 任何长度大于 2.5mm 的线性缺陷显示；
  - 4 单个圆形显示的尺寸大于相邻较薄管壁厚度的 1/2；
  - 5 工作压力小于或等于 4.0MPa 的管道，单个圆形显示大于 5mm 或在 150mm×25mm 评定区域内缺陷迹痕长度的总和大于 12mm 或线性缺陷迹痕长度的总和大于 9mm；
  - 6 工作压力大于 4.0MPa 的管道，单个圆形显示大于 4mm 或在 150mm×25mm 评定区域内缺陷迹痕长度的总和大于 9mm 或线性缺陷迹痕长度的总和大于 6mm。
- 8.0.8 所有不合格的缺陷迹痕显示均应返工并按原检测条件重新检测。**

## 9 缺陷迹痕的记录和报告

**9.0.1** 缺陷迹痕的记录应采用绘制示意图的方式。应记录缺陷的位置、性质、分类、数量和长度，必要时也可采用照相或薄膜复制的方式。

**9.0.2** 渗透检测报告应包括下列内容：

- 1 委托单位、受检产品及部件的名称、代号；
- 2 受检部位的规格、材质、表面状态和检测时机；
- 3 检测剂（渗透剂、清洗剂、显像剂）的牌号、型号；
- 4 试块型号；
- 5 检测方法；
- 6 检测条件（包括环境温度、渗透时间和显像时间）；
- 7 采用标准名称；
- 8 检测结论；
- 9 检测日期、检测人员和审核人员签名并注上其资格等级。

**9.0.3** 渗透检测报告的格式可参照本标准附录 C。

## 附录 A 渗透检测试块技术要求

### A.0.1 铝合金淬火裂纹试块

铝合金淬火裂纹试块应采用 LY12 铝合金制作，试块的形状及几何尺寸应符合图 A 的要求。在试块的中间部位用喷灯局部加热至 500~540℃，然后立即用冷水急冷，使之产生不规则分布的宽窄不等的开口裂纹，冷却后在试块中间加工一个凹槽，凹槽两侧表面的裂纹分布基本一致。

### A.0.2 镀铬试块

在一块尺寸为 130mm × 40mm × 4mm、材料为 0Cr18Ni9Ti 或其它不锈钢材料的试块上单面镀镍  $(30 \pm 1.5) \mu\text{m}$ ，在镀镍层上再镀铬  $0.5 \mu\text{m}$ ，然后退火。在未镀面上，以直径 10mm 的钢球，用布氏硬度法按 7500、10000、12500N 打三点硬度，使镀层上形成三处辐射状裂纹。

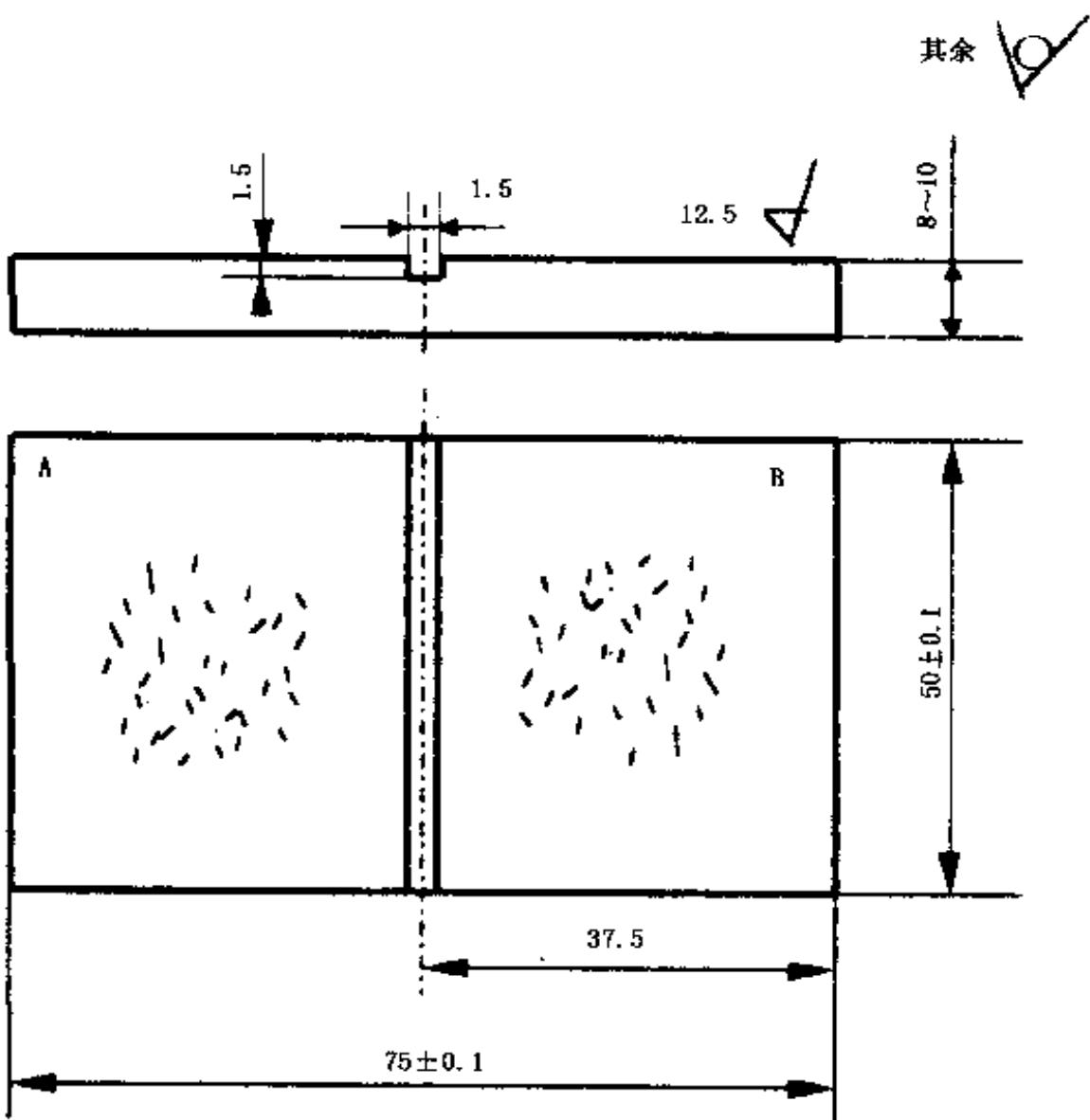


图 A 铝合金淬火裂纹试块

## 附录 B 非标准温度下检测操作方法的校正

**B.0.1** 当渗透检测在温度低于 10℃ 的环境下进行时，对检测操作方法的校正如<sup>下</sup>：

把试块和检测剂加热到 10~50℃ 之间，用标准方法对 A 区进行检测，然后把试块和检测剂的温度都降到检测环境温度后，按照所设定的低温检测工艺对铝合金对比试块的 B 区进行检测。比较 A、B 两区的裂纹显示迹痕，如果显示迹痕基本上相同，则认为所设定的低温检测工艺是可行的。

**B.0.2** 当渗透检测在温度高于 50℃ 的环境下进行时，对检测操作方法的校正如<sup>下</sup>：

把试块和检测剂都加热到检测环境温度后，按照所设定的高温检测工艺对铝合金对比试块的 B 区进行检测。然后把试块冷却到 10~50℃ 之间，用标准方法对 A 区进行检测。比较 A、B 两区的裂纹显示迹痕，如果显示迹痕基本上相同，则认为所设定的高温检测工艺是可行的。

## 附录 C 检测报告格式

### 渗透检测报告（一）

报告编号

共 页 第 页

委托单位		委托人		委托书编号		
工程编号		工程名称				
规格尺寸		受检部位				
材 质		厚 度		表面状态		
检测时机		采用标准				
检测剂	牌号：	生产厂：				
	渗透剂：	清洗剂：	显像剂：			
试 块	型号：	生产厂：				
检测条件	检测方法：					
	环境温度：	℃	渗透时间：	min	显像时间：	min
	清洗方法：					
	前处理方法：					
检测部位示意图：						
结论：						
检测人员签名						
PT 资格等级						

审核人及资格等级：

日期：

渗透检测报告（二）

报告编号

共 页 第 页

## 标准用词和用语说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

附件

# 常压钢制焊接储罐及管道 渗透检测技术标准

## 条文说明

## 修 订 说 明

根据原中国石油天然气总公司（96）中油技监字第 52 号文的要求，《常压钢制焊接油罐渗透探伤技术标准》SYJ 4043—89 由中国石油天然气第一建设公司修订后改为《常压钢制焊接储罐及管道渗透检测技术标准》SY/T 0443—98。经国家石油和化学工业局 1999 年 3 月 3 日以国石化政发（1999）93 号文批准发布。

在修订过程中，编制人员遵照国家有关方针政策，进行了比较广泛的调查研究，认真总结了储罐及管道渗透检测方面的实践经验，并广泛征求了有关单位的意见，反复讨论、修正，最后由中国石油天然气集团公司规划计划局会同有关部门审查定稿。

本标准对 SYJ 4043—89 进行了修改、补充和完善，主要是增加了钢制管道的渗透检测和评定等内容。

为便于有关部门和单位人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，本标准编写人员根据国家有关编制标准条文说明的统一要求，按正文的章、节、条顺序编制了本条文说明，供各有关人员参考。

为了提高标准质量，请各单位在执行本标准过程中注意总结经验，积累资料，随时将有关意见及建议同时寄交河南省洛阳市关林中国石油天然气第一建设公司（邮编：471023）及天津市塘沽区津塘公路 40 号工程技术研究院标准室（邮编：300451），以便今后修订时参考。

中国石油天然气第一建设公司  
1998 年 9 月

## 目 次

1 总则.....	22
3 检测人员资格.....	23
4 检测材料.....	24
5 试块.....	25
6 安全防护.....	26
7 现场操作.....	27
7.1 外观检查 .....	27
7.2 基本步骤 .....	27
7.3 操作要求 .....	27
8 评定.....	29

# 1 总 则

1.0.1 本条阐述了制定本标准的目的。由于储罐建造技术的提高，《立式圆筒形钢制焊接油罐施工及验收规范》GBJ 128—90对储罐提出了渗透检测的要求。为了施工验收的需要，原中国石油天然气总公司制定了《常压钢制焊接油罐渗透探伤技术标准》SYJ 4043—89。通过几年来的运行，证明该标准所规定的检测操作规则和验收标准是可行的，但也发现该标准需要完善和补充一些内容，例如安全防护应该增加一些必要的规定，验收标准的个别条款有些繁琐。为了使现场评定方便易行，在保证渗透检测质量的前提下，对此进行了修订。同时本次修订增加了对管道渗透检测的要求，并对油罐的渗透检测扩大为对储罐的渗透检测。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。国内大型储罐不少是从日本引进的，在施工制造和检测等方面均采用日本JIS标准，积累了一定的经验。因此本标准编制时，主要参照了日本《钢制焊接储罐结构》JIS B 8501附录3“无损探伤试验方法及其评定标准”。

《管道焊缝的无损检测方法》JIS Z 3050根据对管线的不同要求，在渗透检测的验收条件下提出了一般要求和较严要求两种情况，即A标准和B标准。这种规定比较符合工程实际情况，因此制定本标准时参照了JIS Z 3050的有关规定。由于国内石油管线的检测已经采用《管道焊接及有关设备》API Std 1104，所以在编制本标准时参考了其有关规定。同时还参考了ASME《锅炉及压力容器规范》第V卷和第III卷的有关规定。

1.0.3 本标准规定的渗透检测方法是对被检测的工件表面均匀地施加着色渗透剂，让它渗入到各种表面开口的缺陷中去，经过适当的停留时间，然后清除工件表面上所有多余的渗透剂，工件干燥后再施加显像剂。最后用目视检查工件表面，确定是否有显示的迹痕及评定受检工件是否合格。

### 3 检测人员资格

**3.0.1** 渗透检测人员的技术水平、实际操作经验对于检测结果会产生重大影响，所以要求从事渗透检测操作的人员必须经过培训并具有一定的资格。本标准规定检测人员必须经过有关技术资格考核机构考试并取得相应的资格证书。

**3.0.3** 检测人员的视力和颜色分辨力对于渗透检测评定结果有重要影响，为此参照 ASME 规范对渗透检测人员的视力和颜色分辨力作了规定。为了保证细小显示迹痕不被漏检，本条规定了色弱者也不得参加渗透检测评定工作，并参照《压力容器无损检测》JB 4730—94 第 4.3.3 条的规定，要求渗透检测结果评定者的近距离矫正视力不得低于 1.0。

## 4 检测材料

**4.0.2** 目前国内生产渗透检测剂的厂家较多，不同厂家的产品使用不同的配方，生产的检测剂性能不一。不同型号的检测剂混用有可能导致检测性能下降或对受检工件造成有害影响，故要求应采用经过批准及鉴定的产品，不同型号的产品不应混合使用。

**4.0.3** 如果渗透剂保存温度过高或受阳光直接照射或保存时间过长，渗透剂的成分或浓度可能发生变化而影响渗透检测的质量。但罐装渗透剂的颜色是否混浊、是否有沉淀等状况又无法观察到，无法借此判断渗透剂有否变质现象，所以本标准参照 JB 4730 的有关规定，要求对每一批新的渗透剂需从中取出 500ml 作为参照样品，在规定的环境中保存起来，以供和施工中使用的渗透剂按本标准第 5.0.3 条的规定作对比试验。

**4.0.4** 影响检测剂质量的理化性能指标很多，但一般说来，在施工现场没有条件对这些指标逐一进行测定。为了对检测剂的质量进行必要的控制，参照《渗透探伤检验方法及缺陷显示迹痕的等级分类》JIS Z 2343 的有关内容制定了本条款。

**4.0.5** 检测剂中的氯、氟元素容易与钛或钛合金起作用，在应力存在的情况下，产生应力腐蚀裂纹。检测剂中的硫元素在高温下会使镍基合金产生热裂纹，引起热脆，使工件遭到严重破坏。所以这次修订参照 ASME 规范的要求增加了本条规定。

## 5 试 块

**5.0.1** 本标准规定了两种试块。铝合金淬火裂纹试块用来确定检测工艺和鉴别检测剂的性能；镀铬试块用来控制渗透检测灵敏度。

**5.0.3** 《渗透探伤用 A 型灵敏度对比试块技术条件》ZB H 24002—89 中规定：“试块应有宽度不大于  $3\mu\text{m}$ 、大于  $3\sim 5\mu\text{m}$  和大于  $5\mu\text{m}$  非规则分布的开口裂纹”，分别用于对高、中、低三类灵敏度的渗透剂的鉴别。根据报道，国内生产的探伤剂可以达到中等灵敏度以上的水平，即能显示不大于  $3\mu\text{m}$ 、大于  $3\mu\text{m}$  且小于或等于  $5\mu\text{m}$  的裂纹迹痕。为此根据储罐和管道探伤的实际需要，经讨论决定以清晰显示宽度为  $3\sim 5\mu\text{m}$  的裂纹迹痕作为控制渗透探伤灵敏度的定量指标。

对于试块应用范围，除了一般标准均规定的试块用于鉴别探伤液性能和确定操作工艺之外，本标准增加了控制渗透探伤灵敏度这一作用。

**5.0.5** 渗透检测试块使用后应认真清洗。将裂纹中的渗透液充分清洗掉，以免堵塞裂纹，影响以后检测的灵敏度。为此规定了试块的清洗方法和保存条件。

## 6 安全防护

**6.0.1** 由于渗透检测剂属于易燃材料，所以规定应远离火源、热源。渗透检测剂内含有有害气体，所以要注意检测现场的通风。

**6.0.2** 当在管道内进行渗透检测或在狭窄通风不良的环境中渗透检测时，由于通风不良，有害气体不能及时散开，浓度会逐渐增加，长时间在此环境中工作会对人体造成较严重的伤害。所以规定一次连续工作时间不宜超过 40min，并应有人在旁监护等措施。

**6.0.3** 检测剂内含有大量沸点低和易挥发物质，受热后易变成气体，导致喷罐内的压力不断增加而造成喷罐爆破。参照有关生产厂家对检测剂的储运温度一般应不大于 50℃的规定，本标准规定了喷罐式检测剂的储存温度不得超过 50℃。

**6.0.4** 擦过检测剂的用品属易燃物质，检测完毕后应予以清理。用过的空喷罐内仍残留有一些检测剂，遇热后可能爆破造成危险，所以应刺破后再作处理。

## 7 现场操作

### 7.1 外观检查

7.1.2 受检工件的表面粗糙度对于检测灵敏度有很大影响。如果表面粗糙、凸凹不平，渗透后的清洗工作就相当困难，容易造成清洗不足或清洗过度的问题，或者形成假缺陷显示，给缺陷显示和判断带来不利影响。为此，本标准对受检工件表面提出要求。大型储罐野外施工的焊缝和罐区管道焊缝大多由手工焊完成，检测人员应根据焊缝表面是否影响缺陷的显示或可能产生假缺陷显示作出是否打磨的决定。参照 JB 4730 的有关规定，要求被检测母材表面的粗糙度  $R_a$  应小于或等于  $12.5\mu\text{m}$ 。

### 7.2 基本步骤

7.2.1 本条提出的操作步骤是按照溶剂去除型着色检测法作出的规定。

### 7.3 操作要求

7.3.1 受检区域及附近不小于 25mm 范围内作表面预清理的规定是参照 ASME 规范和 JIS Z 2343 标准作出的。

7.3.2~7.3.5 关于渗透时间、显像时间和正常操作的环境温度的规定，主要是参照《渗透探伤方法》ZB J04 005 及 ASME 规范和 JIS 标准作出的。这些标准对于上述三个参数（渗透时间、显像时间、正常操作的环境温度）的规定相差不多。但据调查，国内生产的渗透探伤剂的正常使用温度一般为 5~50℃。考虑到储罐和管道探伤一般是在野外进行，故规定检测剂的正常使用温度下限为 10℃，比上述三项标准所规定的温度下限（15℃）略作放宽。又据资料介绍，有的渗透剂的渗透时间最长仅需 1min，

显像时间为1~2min，所以本标准提出也可按产品说明书规定的渗透或显像时间。

**7.3.3 清洗操作对于渗透检测结果的正确和可靠性起着重要的作用。**对于溶剂去除型渗透，国内外一些标准都规定采用蘸有清洗剂的布或吸湿纸擦拭工件表面的办法，以除去多余的渗透剂。如果在受检表面大量倾倒或过量喷洒清洗剂，使受检表面较长时间处在清洗剂浸润下则是不允许的。因为这样会导致缺陷内渗透剂严重稀释和破坏，使检测失去意义。故本标准规定严禁这种做法。

**7.3.4 一般说来，溶剂去除型渗透剂的挥发性都较强，如果加热干燥，容易使缺陷内部的渗透剂蒸发，造成检测灵敏度下降。**所以国内外标准及有关资料都规定在溶剂去除型渗透检测中，采用干布或吸湿纸擦拭，再以自然干燥的方法作干燥处理，避免加热。但是考虑到：一是近来国内新研制的渗透剂有些挥发性较弱；二是若环境温度较低，清洗剂及渗透剂的挥发性下降。在这些情况下，可以采用擦净清洗剂后再用电吹风吹干的方法作干燥处理。

**7.3.6 对于观察迹痕显示时的光线强度要求，ZB J04 005、JIS Z 2343均提出受检区域的可见光度不宜低于350lx，JB 4730规定受检区域的可见光度应大于500 lx，考虑到适当提高受检区域可见光度有利于渗透检测微细缺陷的观察和评定，所以本标准规定受检区域可见光度应大于500 lx。**

参照JB 4730的有关内容，规定了“必要时应用5~10倍放大镜进行观察或进行复验”，是为了有利于判断真伪缺陷和对微细缺陷作观察和评定。

**7.3.7 残留的渗透剂或显像剂会对检测以后的工序（如焊接和涂漆）产生不良影响，所以本条提出清除干净工件上残留的渗透剂或显像剂是必要的。**

## 8 评 定

**8.0.1** 本条是参照 ASME 规范作出的规定。

**8.0.3** 本条规定是基于以下考虑：

1 一个连续缺陷的渗透显示迹痕在某些情况下可能是断续的。

2 在受力状况下，间距很小的断续缺陷很容易贯通。

3 所谓同一直线，即在一直线两侧各 2mm 范围内且两缺陷之间夹角不超过 30°，均可认为在同一直线上，且该直线应通过各缺陷中某一条的中心线。

**8.0.6~8.0.7** 本标准的评定条件主要参考了 ASME 规范、《管道焊接及有关设备》 API Std 1104 第六章“无损探伤标准”、《钢制焊接储罐结构》 JIS B 8501 附录 3 “无损探伤试验的方法及其评定标准”、《管道焊缝的无损检测方法》 JIS Z 3050 中的有关要求，结合国内储罐和管道无损检测的实践经验，经有关无损检测专家和技术人员充分讨论后提出的，与其它标准相比有以下特点：

1 对于裂纹的限制，本标准与其它标准无差别。

2 对于链状圆形显示的限制，本标准与 ASME 规范的规定相同，JIS B 8501 对此无规定。因为链状圆形显示系链状气孔所形成，极易互相贯穿，形成裂纹，所以本标准规定不允许存在链状圆形显示。

3 对于单个圆形缺陷的限制，本标准相当于 ASME 的要求，低于 API Std 1104 的要求而高于 JIS B 8501 的要求。对于单个线性缺陷的限制，本标准高于 API Std 1104 的要求而低于 ASME、JIS B 8501 的要求。

4 对于分散状缺陷密集度的限制，除了 ASME 规范外，其

它几项标准对此都作了相应地规定。我们认为还是有所规定比较合适。为了防止较大的缺陷密集，本标准参照 JIS B 8501 的规定作了一些限制，但避免了 JIS B 8501 规定中过于繁琐的计分方法，并且要求缺陷分布更为分散。

5 根据目前国内管道设计压力的现状，将管道渗透检测的评定标准按 4.0MPa 为界，分为小于或等于 4.0MPa 和大于 4.0MPa 两种情况。