

ICS 75.180.10; 77.040.20

E 92; H 26

备案号: 53441—2016

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6858.6—2016

代替 SY/T 6508—2000

油井管无损检测方法 第 6 部分：非铁磁体螺纹渗透检测

Nondestructive testing method for OCTG—
Part 6: Liquid penetrant flaw detection for nonferrous magnetic thread

2016—01—07 发布

2016—06—01 实施

国家能源局 发布

SY/T 6858.6—2016

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 原理	1
4 操作人员要求	1
5 检测方法	2
6 检测剂	2
7 设备、仪器和试块	4
8 检测灵敏度和标定	5
9 检测步骤	5
10 检测结果标记和记录	7
11 检测报告	8
12 安全要求	8
附录 A（规范性附录） 用于非标准温度的检测方法	9

SY/T 6858.6—2016

前 言

SY/T 6858《油井管无损检测方法》分为以下部分：

- 第1部分：套铣管螺纹漏磁探伤；
- 第2部分：钻杆加厚过渡带漏磁探伤；
- 第3部分：钻具螺纹磁粉检测；
- 第4部分：钻杆焊缝超声波检测；
- 第5部分：超声测厚；
- 第6部分：非铁磁体螺纹渗透检测；

……

本部分为 SY/T 6858 的第 6 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分代替 SY/T 6508—2000《油井管无损检测方法 非铁磁体螺纹渗透检测》，与 SY/T 6508—2000 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了规范性引用文件（见第2章）；
- 增加了渗透检测原理（见第3章）；
- 修改了对渗透检测人员的资质要求和视力要求（见4.1和4.2）；
- 增加了对渗透检测方法的选用说明（见5.2）；
- 增加了渗透剂中特殊成分的说明（见第6章）；
- 增加了对设备、仪器和试块的要求（见第7章）；
- 修改了被检测螺纹表面清洗要求（见9.1）；
- 修改了水洗型渗透检测时去除多余渗透剂的冲洗要求（见9.3.2）；
- 修改了溶剂去除型检测时清除多余渗透剂要求（见9.3.3）；
- 增加了评定缺陷显示的要求（见9.7）；
- 增加了去除缺陷的说明（见9.8）；
- 增加了复验的要求（见9.10）；
- 增加了检测仪器设备的定期校验要求（见9.11）；
- 修改了渗透检测时的安全说明（见第12章）；
- 增加了用于非标准温度的检测方法（见附录A）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由石油管材专业标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：中国石油集团石油管工程技术研究院、中国石油塔里木油田公司、中国石油新疆油田公司、渤海装备第一机械厂华新检测公司、西安三环科技开发总公司。

本部分主要起草人：蒋承君、卢强、方伟、徐勇、张建青、姚欢、曹峰。

SY/T 6858.6—2016

油井管无损检测方法

第 6 部分：非铁磁体螺纹渗透检测

1 范围

SY/T 6858 的本部分规定了非铁磁性油井管螺纹渗透检测的检测原理、操作人员要求、检测方法、检测用检测剂和装置、检测灵敏度和标定、检测步骤等。

本部分适用于非铁磁性油井管如无磁钻铤、钛合金钻杆、铝合金钻杆等螺纹渗透检测，也适用于铁磁性油井管螺纹渗透检测，以发现螺纹部位疲劳裂纹等表面开口缺欠或缺陷。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5097 无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB 11533 标准对数视力表

JB/T 6064 无损检测 渗透检测用试块

3 原理

工件表面被施涂含有荧光染料或着色染料的渗透剂后，在毛细作用下，经过一定时间，渗透剂渗入表面开口缺陷中；去除工件表面多余的渗透剂，经过干燥后，再在工件表面施涂吸附介质——显像剂；同样在毛细作用下，显像剂吸引缺陷中的渗透剂，即渗透剂回渗到显像剂中；在一定的光源下（黑光或白光），缺陷处的渗透剂痕迹被显示（黄绿色荧光或鲜红色），从而探测出缺陷的形貌及分布状态。

4 操作人员要求

4.1 资质

操作人员应持有国家有关主管部门或行业颁发的并与其工作相适应的检测人员技术资格证书，签发检测报告者应持有渗透Ⅱ级或Ⅱ级以上资格证书，其他要求应按 GB/T 9445 或等效标准、法规执行。

4.2 视力

操作人员的近距离矫正视力须在 1.0 以上，辨色能力应达到能区分与渗透检测方法有关的颜色对比度，操作人员的视力测定方法应符合 GB 11533 的规定要求，并且 1 年检测 1 次，不得有色盲。

SY/T 6858.6—2016

5 检测方法

5.1 分类

5.1.1 渗透检测按所用渗透剂含染料的类别分为：

- a) 荧光渗透检测。
- b) 着色渗透检测。
- c) 荧光着色（两用）渗透检测。

5.1.2 渗透检测按渗透剂去除方法分为：

- a) 水洗法渗透检测。
- b) 亲油性后乳化法渗透检测。
- c) 溶剂去除法渗透检测。
- d) 亲水性后乳化法渗透检测。

5.1.3 渗透检测按显像的类型分为：

- a) 干粉显像。
- b) 水溶性湿显像。
- c) 水悬浮性湿显像。
- d) 非水湿显像。
- e) 特殊显像。
- f) 自显像。

5.2 方法的选择

渗透检测方法的选用，应满足检测缺陷类型和灵敏度的要求。根据非铁磁性油井管生产使用状况，采用水洗型、溶剂去除型荧光渗透检测方法和着色渗透检测方法对非铁磁性油井管螺纹进行渗透检测，对现场无水源、电源的检测，宜采用溶剂去除型着色法；对工厂大批量油井管检测，宜采用水洗型着色法或水洗型荧光法。

荧光法比着色法有较高的灵敏度。

5.3 工艺

5.3.1 水洗型荧光渗透检测和水洗型着色渗透检测的工艺流程如图 1 所示。

5.3.2 溶剂去除型荧光渗透检测和溶剂去除型着色渗透检测工艺流程如图 2 所示。

6 检测剂

6.1 检测剂包括渗透剂、清洗剂 and 显像剂，不同型号的检测剂不能混用。

6.2 渗透剂应有良好的性能、对被检螺纹表面无腐蚀、对人体基本无毒害作用，对于奥氏体钢和钛及钛合金材料，一定量的渗透检测剂蒸发后残渣中的氟、氯元素含量质量比不得超过 1%；对于铝及铝合金材料，一定量渗透检测剂蒸发后残渣中的氯元素含量质量比不得超过 1%。如有更高要求，可由供需双方另行商定。

6.3 氟、氯的测定方法：取渗透检测剂试样 100g，放在直径 $\phi 150\text{mm}$ 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、氟的含量。

6.4 清洗剂应能去除被检表面的多余渗透剂又不会过洗。

6.5 显像剂应能在被检表面上形成均匀的背景，对渗透剂有强的吸附性能。

SY/T 6858. 6—2016

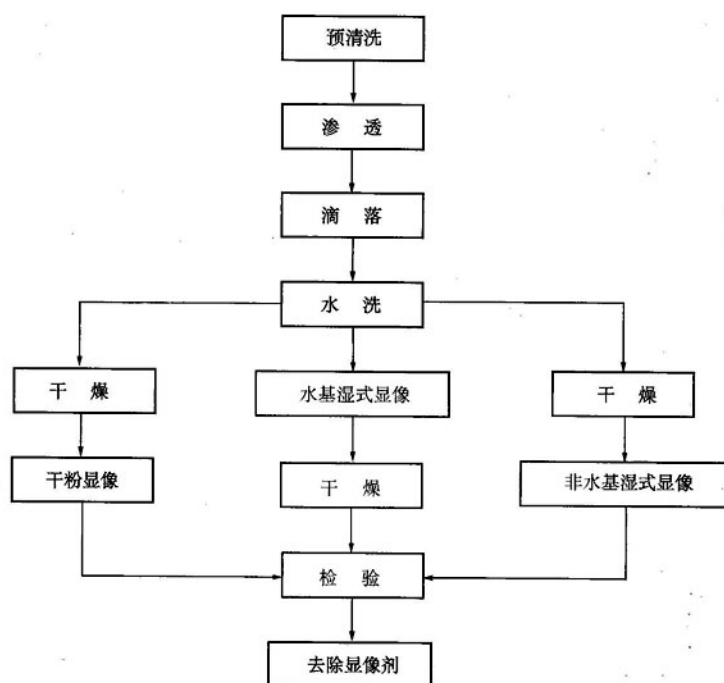


图 1 水洗型荧光（着色）渗透检测工艺流程图

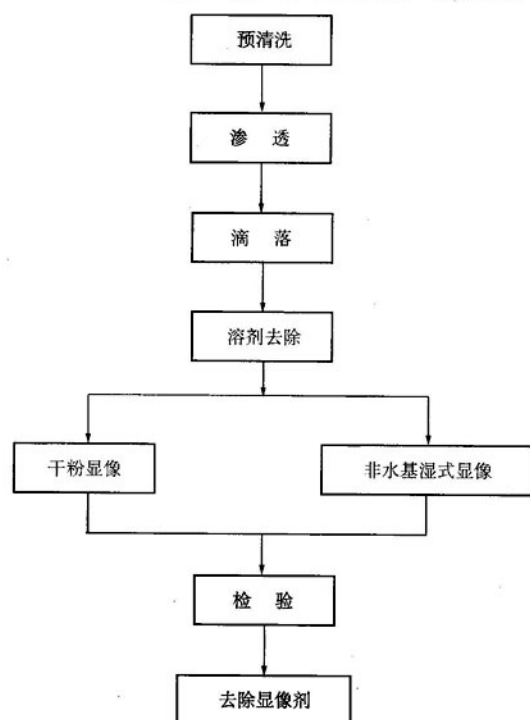


图 2 溶剂去除型荧光（着色）渗透检测工艺流程图

SY/T 6858.6—2016

7 设备、仪器和试块

7.1 暗室或检测现场

暗室或检测现场应能满足检测的要求，荧光检测时暗室或暗处可见光照度不大于 20lx。

7.2 黑光灯

黑光灯的紫外线波长应在 320nm~400nm 范围内，峰值波长为 365nm，距黑光灯滤光片 38cm 处的工件表面的照度大于或等于 $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，紫外线辐照度的测量应按照 GB/T 5097 的规定进行测定。

7.3 黑光照度计

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

7.4 荧光亮度计

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

7.5 照度计

照度计用于测量白光照度。

7.6 试块

7.6.1 渗透检测用试块包括铝合金试块（A 型对比试块）和镀铬试块（B 型试块）。

7.6.2 铝合金试块如图 3 所示，试块由同试块剖开后具有相同大小的两部分组成，并打上相同序号，分别以“A”，“B”记号，A，B 试块上均应具有稠密相对称的裂纹图形。铝合金试块的其他要求应符合 JB/T 6064 的相关规定。

7.6.3 将尺寸为 130mm×40mm×4mm、材质为 0Cr18Ni9Ti 或其他不锈钢材料试块上单面镀铬，用布氏硬度在背面施加不同负荷形成的 3 个辐射裂纹区，按大小顺序排列区号分别为 1，2，3，其位置、间距、其他要求均应符合 JB/T 6064 中 B 型试块的相关规定。裂纹尺寸分别对应 JB/T 6064 中 B 型试块上的裂纹区域 2，3，4。

7.6.4 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) 对用于非标温度下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。

该试块为单面镀铬的长方型不锈钢试块，推荐尺寸为 130mm×25mm×4mm，不锈钢材料可采用 1Cr18Ni9Ti。单面磨光后镀铬，铬层厚度为 25μm 左右，镀铬后退火，消除内应力。然后，从未镀面以直径 10mm 的钢球，用布氏硬度法按 7500N，10000N 及 12500N 打三点硬度，使在镀层上形成三处辐射状裂纹。

带有已知裂纹的螺纹对比试块，应具有与被检螺纹部位相同的表面状态、几何形状和特性。

试块使用后应进行清洗，不应残留任何渗透探伤剂的痕迹。清洗后，将试块放在含有 50% 乙醇溶剂的密封容器内保存，或将试块放入丙酮或乙醇溶液中浸渍 30min，晾干或吹干后置于试块盒内，并放置于干燥处保存。

7.6.5 发现试块有阻塞或灵敏度有所下降时，必须及时修复或更换。试块使用后应用丙酮彻底清洗，

SY/T 6858.6—2016

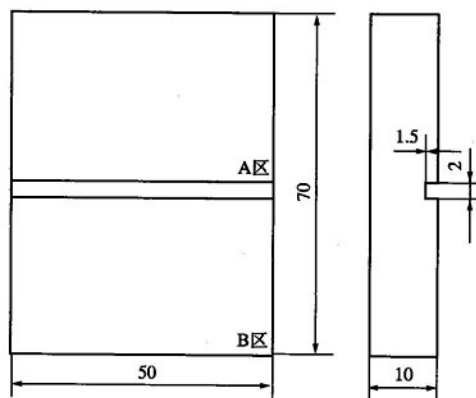


图3 铝合金试块

清洗后将试块放入装有丙酮和无水酒精的混合液体中（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。

8 检测灵敏度和标定

8.1 灵敏度一般要求

用不锈钢镀铬辐射状裂纹试块（B 型试块）检查检测剂性能和标定检测灵敏度，应能发现 B 型试块上的辐射状裂纹型缺陷。

8.2 灵敏度特殊要求

B 型试块表面与实际检验螺纹表面形状相差较大，清洗状况相差也较大，因此，在检测前，也可用带有裂纹的自然缺陷试块标定检测灵敏度，自然缺陷试块与 B 型试块之间的关系应通过试验确定。标定步骤同本部分第 9 章的检测步骤。

9 检测步骤

9.1 预清洗

为了有效地进行渗透检验，在被检螺纹表面施加渗透剂前，必须将螺纹表面及缺陷内的油污、钻井液、切屑、油漆及其他任何能影响检测灵敏度的外来杂物清洗干净，任何清洗或表面准备都不应影响渗透显示的形成。清洗方法根据附着物的不同，可采用溶剂清洗、碱液清洗等方法进行。清洗后，被检部位要进行充分干燥，以便排除缺陷内的溶剂及水分。可采用自然蒸发或压缩热空气吹干的方法进行。

9.2 渗透

将渗透剂喷涂于被检螺纹表面，使整个被检部位完全覆盖，并使被检螺纹表面的渗透时间内保持润湿状态。环境温度以 15℃～40℃ 为宜，渗透时间通常在 10min～15min 之间。当温度条件不能满足该条件时，应按附录 A 对操作方法进行鉴定。

9.3 去除多余渗透剂

9.3.1 去除被检螺纹表面多余的渗透剂，以不使渗透于缺陷中的渗透剂流出为限，同时应注意去除

SY/T 6858.6—2016

不足造成对缺陷显示识别困难。

9.3.2 水洗型渗透剂用水进行清洗,清洗时,必须边清洗边观察,以免清洗不足或清洗过度。冲洗装置喷嘴处水压一般为 $0.1\text{MPa}\sim 0.3\text{MPa}$,水温为 $15^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$,冲洗时,水射束与被检测面的夹角以 30° 为宜。使用荧光渗透剂时,水清洗过程应在黑光灯下进行。应适当缩短水洗时间,以螺纹表面形成合适的本底为宜,避免过洗。水洗后应先擦干,然后用压缩空气吹干。若发现过洗,按工艺重新进行渗透和水洗。

9.3.3 溶剂去除型渗透剂用清洗剂去除,首先应选用干燥、洁净不脱毛的布擦拭,直至清除部分多余的渗透剂。再用蘸有溶剂的干燥、洁净不脱毛的布或纸进行擦拭,直到将被检面上多余的渗透剂全部擦净,注意不得往复擦拭。为了不清除掉缺陷内的渗透剂,应避免使用清洗剂直接在被检面上冲洗。如发现渗透剂去除过量,应从预清洗开始,按工艺重新处理。

9.4 干燥

9.4.1 施加显像剂之前,被检螺纹表面要进行干燥处理。

9.4.2 采用水洗方法去除渗透剂时,可采用清洁、干净的压缩空气吹干或用吹风机吹干的方法进行干燥。

9.4.3 采用清洗剂去除渗透剂时,因多余渗透剂可用清洗剂擦除,故应采用自然干燥或用布擦干的方法,但不得加热干燥。

9.4.4 干燥时间不宜过长,以避免蒸发掉缺陷内的渗透剂,降低检测灵敏度。

9.5 显像

9.5.1 显像是通过毛细管作用将缺陷内的渗透剂吸至表面,并扩散形成清晰可见的缺陷图像的过程。

9.5.2 湿式显像剂在被检螺纹干燥前施加,其他类型的显像剂,均应在被检螺纹部位干燥之后立即施加。

9.5.3 施加湿式或干式显像剂可采用喷涂、喷淋等方法,施加时应确保完全且均匀地覆盖被检螺纹表面,以微显被检螺纹表面为宜。

9.6 观察

9.6.1 为了保证显像剂将缺陷内的渗透剂充分吸出,观察显示的痕迹应在显像剂施加后 $7\text{min}\sim 30\text{min}$ 内进行,如果显示痕迹的大小不过分扩大,则可超过上述时间观察,内螺纹显示痕迹可借助反光镜观察。

9.6.2 荧光渗透法检测时,检验人员不应佩戴光敏眼镜,在黑光灯启动后 $10\text{min}\sim 15\text{min}$ 方可工作,被检测螺纹表面的上黑光辐照度应大于或等于 $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$,局部暗室环境白光照度应不大于 20lx 。观察前要有 3min 以上时间使眼睛适应暗室环境,检测人员所能观察到的所有表面,不应发荧光。

9.6.3 着色渗透法检测时,应在大于 500lx 的自然光或人造白光下观察,观察时应避开眩光或反射光。

9.6.4 当出现显示痕迹时,可用 $5\text{倍}\sim 20\text{倍}$ 放大镜仔细观察,并确定此痕迹是真缺陷还是假缺陷显示。

9.7 缺陷显示的评定

缺陷显示分为相关显示、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。

除确认缺陷是由外界因素或操作不当造成的之外,其他任何大于或等于 0.5mm 的显示痕迹均应作为缺陷痕迹处理。长度与宽度之比大于 3 的缺陷显示痕迹,按线形缺陷处理;长度与宽度之比小于或等于 3 的缺陷显示痕迹,按圆形缺陷处理。缺陷显示痕迹长轴方向与工件轴线或母线的夹角大于或

SY/T 6858.6—2016

等于 30° 时, 作为横向缺陷处理, 其他按纵向缺陷处理。缺陷显示痕迹在同一直线上且间距小于或等于 2mm 时按一条缺陷处理, 其长度为缺陷之和加间距。缺陷显示等级评定及油井管的合格判定按油井管的相关标准执行。

9.8 缺陷的去除

若油井管技术条件允许, 可通过局部打磨去除或减小缺陷显示, 返修区域应使用相同的渗透系统和技术重新检测评定。

9.9 后处理

检测结束后, 为了防止残留的显像剂影响被检螺纹的使用, 应将被检螺纹表面上的显像剂清除掉, 清除方法可用刷洗、水洗、布或纸擦除等方法, 并进行防护处理。

9.10 复验

当出现下列情况之一时, 应进行复验:

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

当决定进行复验时, 应对被检面进行彻底清洗。

如有必要, 检测工艺规程应选择更为有利的检测条件, 不允许使用不同类型的渗透剂或来自不同供应商的同一类型渗透剂。除非经清洗后已确认彻底去除了滞留在不连续处的渗透剂残余物。

9.11 质量控制

使用新的渗透检测剂、改变或更换渗透检测剂类型或操作规程时, 检测实施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。

应定期测定检验环境白光照射度和工件表面黑光照射度、荧光照射度。

黑光灯、黑光照度计、荧光照射度和照度计等仪器应按相关规定定期校验。

10 检测结果标记和记录

10.1 显示痕迹的记录

缺陷显示痕迹根据需要可用文字、照片、草图等记录。

10.2 标记

对被检部位需要标记时, 应采用如下方法进行标记:

- a) 对每个检验合格品用着色 (酱紫色或黄色) P 符号进行标记。
- b) 对存在缺陷的被检部位用白色油漆等标记缺陷存在位置。

10.3 检测记录

填写检测记录时可记录如下事项:

- a) 检测日期。
- b) 油井管的名称、规格及材质。
- c) 检测方法:

SY/T 6858.6—2016

- 1) 着色法;
- 2) 荧光法。
- d) 检测剂的名称。
- e) 检测灵敏度。
- f) 操作方法:
 - 1) 清洗方法;
 - 2) 渗透方法;
 - 3) 去除方法;
 - 4) 干燥方法;
 - 5) 显像方法。
- g) 操作条件:
 - 1) 检验时的温度 (环境温度及渗透液温度);
 - 2) 渗透时间;
 - 3) 洗净用水的温度和水压;
 - 4) 干燥温度及时间;
 - 5) 显像时间及观察时间。
- h) 检测结果:
 - 1) 有无缺陷;
 - 2) 缺陷显示痕迹的特征 (位置和形状), 并附草图或照片。
- i) 检测人员的姓名及取得的资格。

11 检测报告

报告内容包括:

- a) 被检油井管的名称、材质和数量。
- b) 委托单位、依据的技术条件或检测要求。
- c) 渗透检测剂的型号、类别。
- d) 检测灵敏度、检测结果。
- e) 检测人员、审核人员签署。
- f) 检测日期、报告日期。
- g) 检测单位的检测试验公章。

12 安全要求

12.1 检测剂中含有易燃、有毒、易挥发的材料, 检测人员应遵循所使用材料相关的使用范围和预防措施, 检测现场应通风良好, 远离火源、热源。

12.2 操作人员应戴乳胶手套和口罩, 避免皮肤长时间或多次接触检测剂。

12.3 操作人员不要用眼睛直接观看未被过滤来自紫外辐射源的辐射, 防止损害眼睛, 可以配戴防紫外线的眼镜。

SY/T 6858.6—2016

附 录 A
(规范性附录)
用于非标准温度的检测方法

A.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。

A.2 鉴别方法

A.2.1 温度低于 10℃ 条件下渗透检测方法的鉴定

当试块和所有使用材料都降至预定温度后,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 两区的裂纹显示痕迹。如果显示痕迹基本上相同,则可认为准备采用的方法经鉴定是可靠的。

A.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 加温并在整个过程中保持这一温度,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 两区的裂纹显示痕迹。如果显示痕迹基本上相同,则可认为准备采用的方法经鉴定是可靠的。

SY/T 6858.6—2016

中华人民共和国
石油天然气行业标准
油井管无损检测方法
第 6 部分：非铁磁体螺纹渗透检测
SY/T 6858.6—2016

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷
新华书店北京发行所发行

880×1230 毫米 16 开本 1 印张 25 千字 印 1—800
2016 年 5 月北京第 1 版 2016 年 5 月北京第 1 次印刷
书号：155021·7407 定价：12.00 元
版权专有 不得翻印