



中华人民共和国国家标准

GB/T 18851.1—2005/ISO 3452:1984

无损检测 渗透检测 第1部分：总则

Non-destructive testing—Penetrant testing—
Part 1: General principles

(ISO 3452:1984, IDT)

2005-06-08 发布

2005-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 原则	1
4 安全提示	1
5 渗透检测材料的分类	2
6 检测条件	3
7 检测步骤	3
8 观察条件	5
9 检测和解释	5
10 进一步检测	6
11 检测后的清洗	6
12 检测的灵敏度	6
13 结果报告	6
附录 A (规范性附录) 一组渗透检测材料的说明书	7
附录 B (规范性附录) 渗透检测材料配方表	7
附录 C (规范性附录) 渗透检测工艺卡(示例)	8

前　　言

GB/T 18851《无损检测 渗透检测》分为 5 个部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：渗透材料的检验；
- 第 3 部分：参考试块；
- 第 4 部分：设备；
- 第 5 部分：验证方法。

其中“第 3 部分：参考试块”发布时的标准编号和名称为 GB/T 18851—2002《无损检测 渗透检验 标准时试块》，经修改单的修改，标准编号和名称改为 GB/T 18851.3—2002《无损检测 渗透检测 第 3 部分：参考试块》，修改后的该国家标准的技术内容不变。

本部分为 GB/T 18851 的第 1 部分，等同采用 ISO 3452:1984《无损检测 渗透检测 总则》（英文版）。

本部分等同翻译 ISO 3453:1984。

为便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- a) “本国际标准”一词改为“本部分”或“GB/T 18851 的本部分”；
- b) 删除国际标准的前言；
- c) 在第 2 章中插入 GB/T 1.1—2000 规定的引导语。

本部分的附录 A、附录 B 和附录 C 为规范性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国无损检测标准化技术委员会(SAC/TC 56)归口。

本部分起草单位：上海材料研究所、苏州美柯达探伤器材有限公司。

本部分主要起草人：金宇飞、宓中玉。

无损检测 渗透检测

第1部分：总则

1 范围

1.1 GB/T 18851 的本部分规定了材料和工件在加工过程中和使用中实施渗透检测的方法通则，例如观场检测。

1.2 本部分不涉及验收或拒收的等级，它们宜在另外的标准或有关各方的协议中规定。

1.3 渗透检测适用于确定材料或工件的表面开口的不连续——例如重叠、折叠、裂纹(龟裂)、孔洞和裂缝等的位置。

渗透技术能适用于任何物理性质的材料，仅规定其表面对渗透过程是正常的非吸收体和相容的；参见 6.1。

1.4 在实施渗透检测时，若需对其进行验证，宜参照 GB/T 18851.5。

注：GB/T 18851 的本部分所适用的术语和定义由 GB/T 12604.3—2005/ISO 12706:2000《无损检测 术语 渗透检测》给出。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 18851 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注明日期的引用文件，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。凡是不注明日期的引用文件，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 5097—1985, eqv ISO 3059:1974)¹⁾

GB/T 18851.5 无损检测 渗透检测 第5部分：验证方法(ISO 3453:1984, IDT)

3 原则

渗透检测有下述基本操作顺序：

- a) 对材料或工件的表面进行预清洗和清除油污以作检测准备；
- b) 将渗透剂施加在准备好的表面，并停留一段时间，让渗透剂渗入该表面上开口的不连续；
- c) 去除多余的渗透剂，但其方法必须确保渗透剂能滞留在不连续内；
- d) 将显像剂施加在该表面，目的是为了吸出不连续内的渗透剂，以得到一个放大的不连续的显示；
- e) 在适当的观察条件下进行目视检测和评价；
- f) 对检测过的表面进行清洗，如有必要，附加防腐蚀处理。

宜注意的是，检测时的温度若与该渗透检测材料的规定不同，可能会导致错误的结果。

4 安全提示

4.1 渗透检测技术可允许使用有毒的、易燃的和易挥发的材料，因而应遵循所用各种材料相关的适用

1) GB/T 5097—1985 与 ISO 3059:1974 相比，除了在文本结构方面存在差异外，两者所述的技术要求和方法是完全相同的。因此本文引用 GB/T 5097 与引用 ISO 3059 在技术上是等同的。另，ISO 3059:1974 目前已被 ISO 3059:2001 所代替，而 GB/T 5097—1985 也将被 GB/T 5097—2005/ISO 3059:2001 代替。

范围和预防措施。工作区域应充分通风和远离热源、明火和燃烧物。

4.2 应注意养成这样的习惯,即保证不用眼睛直接对准未被过滤的来自紫外辐射源的辐射。应始终在安全的条件下工作,即紫外辐射源,无论是灯的整体还是分体部分都要经过过滤。(参照 GB/T 5097)

4.3 应按制造商提供的使用说明书来使用渗透检测材料和设备。

5 渗透检测材料的分类

5.1 概述

渗透检测材料是根据被检材料或工件及其表面条件,以及根据所实施检测的条件等情况进行配制或选择的。

用于特定用途的互相相容的材料构成了组(称之为“系统”,见附录 A),每组包括(部分或全部):

- 渗透剂;
- 去除剂;
- 显像剂。

并以配方表中给出的数据表征(见附录 B)。

注 1: 构成一组渗透检测的材料不宜对被检材料或工件产生有害的影响。

注 2: 用于表面预清洗的材料不把它看作是渗透检测材料。

5.2 渗透剂

本部分适用的渗透剂,分为:

- a) 荧光渗透剂;
- b) 着色渗透剂;
- c) 两用(荧光/着色)渗透剂;
- d) 特殊用途渗透剂。

5.3 去除剂

去除剂分成:

- a) 水。
- b) 乳化剂:
 - 1) 亲油性乳化剂;
 - 2) 亲水性乳化剂。
- c) 液体状溶剂。

5.4 显像剂

显像剂有:

- a) 干粉。
- b) 悬浮或溶解于水中:
 - 1) 水悬浮;
 - 2) 水溶性。
- c) 悬浮于非水挥发性溶剂中:
 - 1) 不可燃的;
 - 2) 可燃的。

5.5 渗透系统的分类

本部分将渗透系统分为:

- 按检测的方法分:
 - 荧光渗透检测;
 - 着色渗透检测;

- 两用(荧光/着色)渗透检测。
- 按渗透剂的类型(去除多余渗透剂的方法)分:
 - 水洗型;
 - 后乳化型;
 - 溶剂去除型。

注 1: 不宜推论到同类型的各种渗透检测材料,对于一种方法必须要完全可互换或有类似的灵敏度,不推荐将不同制造商生产的材料混合使用。当选择渗透材料时宜注意其功效,从而确保它们互相之间是相容的并可有效使用。

注 2: 荧光渗透检测不宜在着色渗透检测之后进行,除非该步骤是事先经鉴定认可的。

注 3: 建议制造商和用户双方都采用相同的分类系统。

6 检测条件

6.1 材料的相容性

- 6.1.1 对于被检材料,各种渗透检测材料应是相容的,另外特别要注意长期腐蚀问题。
- 6.1.2 为了检验相容性,可能需要实施一项特别的检验,检验的性质视被检材料而定。
- 6.1.3 对于渗透检测材料,在有燃料、润滑油、水压液体等污染物的地方可能会产生有害影响,因此应特别注意检测后的清洗操作,参见 11.1。
- 6.1.4 在预清洗、清除油污和干燥等操作中应当心,以确保不影响检测结果。
- 6.2 预清洗和表面准备
- 6.2.1 所有的清洗材料及其工序与渗透检测材料以及被检材料等应是相容的。为了去除防护性的涂层,如油漆层,宜采用化学方法进行处理,以避免装饰物进入到表面的不连续中。
- 6.2.2 应清洗表面及其上面的不连续,使其没有污染物。表面的整洁和粗糙情况宜符合规定要求。

注 1: 化学方法更适合于去除污染物,可以很容易地去除任何位置的污染物。物理方法主要去除表面和一般的污染物,不能去除在表面不连续里面的污染物。物理清洗方法,如喷丸,会使金属表面产生塑性变形,可能会完全或部分地封堵住不连续,以至于阻碍或限制渗透剂的渗入。

注 2: 若有可能,在使用了物理方法之后,推荐再用浸蚀法去除污染物。作为建议,预清洗剂的使用可以提高检测灵敏度,尤其是对曾经受压过的不连续更是如此。为使渗透剂的性能不产生有害影响,残留的浸蚀液经化学中和以及进行后续去除是必要的。

6.3 清除油污

施加渗透剂前,应对被检表面进行油污清除,并且所用的除油剂不存在不相容现象。清除油污后,应作短时检验,以确认温度与 7.1.1 所规定的相一致,然后再施加渗透液。

6.4 干燥

被检表面经清洗后,必须给予彻底地干燥,以免水或溶剂滞留在不连续的里面或上面而阻碍渗透剂的渗入。为减少干燥时间,可慢慢地在其上面局部区域加热,或用暖空气吹(见 7.1.1)。

7 检测步骤

7.1 施加渗透剂

7.1.1 施加的温度

通常,被检表面和渗透检测材料的温度不宜超过所使用的这组材料说明书中所标明的范围(见附录 A)。其他温度条件时,若得到制造商的认可,则可在该条件下使用其材料。

7.1.2 施加的方法

渗透剂应彻底地和均匀地润湿被检表面。渗透剂可以用刷、喷雾或用静电喷射、浇注、浸没等方法进行施加。

7.1.3 渗透时间

渗透时间与渗透剂的性能、检测时温度、被检材料和具体的缺陷等有关。在渗透时间内，渗透剂不应干燥；如果需要，应使用渗透剂反复润湿被检表面。渗透剂在表面停留并完全润湿的时间不应低于该渗透剂制造商所推荐的渗透时间；渗透时间长不会降低灵敏度，但通常，较长的渗透时间可以使不连续有较清晰的显示。

7.2 施加乳化剂

7.2.1 对于某些有特别要求的渗透剂类型，在过了渗透时间之后，应在被检表面上施加相应的乳化剂，施加方法可用浸没、浇注或喷射等。

7.2.2 乳化时间是关键的，其与当时的条件、表面结构以及所要寻找的不连续的类型等有关。因此，应遵循制造商的指导。通常，乳化时间应充足，以便被检表面可有效地进行水洗，但也不应过分，那样可能会乳化掉不连续中的渗透剂。

7.3 多余渗透剂的去除

7.3.1 概述

经过适当的渗透时间（如果有的话也包括乳化时间）之后，应去除表面一层渗透剂和乳化剂。不充分的去除将留下一个背景，从而影响以后的不连续的显示，容易产生错误显示。但也应避免过分的清洗，因为这将去除掉一些较大的表面不连续中的渗透剂。对于荧光渗透检测，应在紫外辐射下控制清洗。对于着色渗透检测，应持续地进行清洗，直至看不到有渗透剂颜色的痕迹滞留在被检表面上为止。

7.3.2 溶剂去除型渗透剂

分两个阶段进行去除更为可取：

- 用清洁、干燥、吸湿的无绒毛的布或纸巾擦去大部分渗透剂；
- 再用相应的溶剂略微地沾湿无绒毛的布或纸巾，擦去滞留在表面的渗透剂薄层，直至多余渗透剂的滞留痕迹都被去除掉为止。

不排斥使用其他的去除方法，但对于各种情况，应注意尽可能少地去除不连续中的渗透剂。

7.3.3 水洗型和后乳化型渗透剂

应用水冲洗、擦洗或喷洒来去除。推荐使用温水，但其温度不应超过渗透剂制造商推荐的范围。对于荧光渗透剂，冲洗应在紫外辐射下进行，以确保充分清洗所有表面（见 8.1）。

对于着色渗透剂，冲洗应进行至看不到有渗透剂颜色的痕迹滞留在被检表面上为止（见 8.2）。

如果某一部分不能完全被水洗掉，那是因为渗透剂的乳化不足，则该部分宜重做，即干燥、重新清洗、再施加渗透剂和乳化剂。

7.4 干燥

7.4.1 在去除多余渗透剂之后和施加显像剂之前，应选择下列之一种方法对表面进行干燥：

- 清洁、干燥、无绒毛的布或纸巾；
- 清洁、干燥、经过滤的压缩空气；
- 强制循环暖空气；
- 循环热空气烘箱。

注：通常，被检表面和空气的温度不宜超过所用的这组材料说明书中所标明的范围（见附录 A）。其他温度条件时，若得到制造商的认可，则可在该条件下使用其材料。

7.4.2 若使用干粉或非水湿式显像剂，干燥应采用特定的方法进行。当表面潮湿开始消失，才接近显示所要求的干燥度。

7.4.3 为防止不连续中的渗透剂被蒸发掉，应避免干燥时间过长或温度和气压过高。

7.4.4 若同一类型的溶剂去除型和水洗型渗透剂与溶剂型和水基型湿式显像剂连同使用，则不需要干燥。

7.5 施加显像剂

7.5.1 干粉显像剂

被检表面经干燥后,应立即把与渗透剂相容的显像剂均匀地施加到被检表面上。应采用可使被检表面呈现外观为粉末和无成团粉末的均匀薄层的方法进行施加,例如用静电喷射。

7.5.2 液体显像剂

经干燥后,在不超过制造商推荐的间隔期内,与渗透剂相容的显像剂应均匀地施加到被检表面上。按制造商的推荐,显像剂的施加能用喷雾、静电喷射、飘拂技术或浸没等方法。使用前,应剧烈地摇动液体显像剂,以确保载液中的固体粉末均匀分散。应避免液体显像剂形成郁积和厚层,这种结果可能会掩盖显示。应确定在干燥后需要得到一均匀的白色的表面覆盖层的显像条件和显像剂量。

注: 显像剂干后,在被检表面上留下一层粉末。显像剂液体是悬浮液,通常有良好的渗透性能,故在显像剂被稳定在被检表面上之前,可能偶尔会去除不连续(尤其是开口较大的不连续)中的渗透剂。其结果就是渗透剂在被检表面上蔓延,引起模糊显示。可采取这样一种施加显像剂的方法来防止这种事情发生,即当显像剂到达被检表面时它已经快干了。这是可以做到的,如增大喷射距离或选择在允许范围上限以内的温度环境中操作。

7.6 显像时间

施加显像剂后(如果是液体的,应允许进行干燥),被检工件应等待足够的时间(显像时间),以便出现显示。这个时间与所使用的检测介质、被检材料和缺陷显示的种类等有关。不管怎样,通常对细微的不连续,它大约是渗透时间(见 7.1.3)的 50% 直到整个渗透时间。标准的最大显像时间通常是两倍的渗透时间。过长的显像时间可能会引起较大的、深的不连续中渗透剂的回渗,由此会产生宽而模糊的显示。

8 观察条件

8.1 荧光渗透剂

当使用荧光渗透剂时,检测室或现场应布置得较暗,但可以用一盏暗淡的琥珀色灯照明,被检表面的检测应在 320 nm 至 400 nm 波长之间的紫外辐射下进行。检测之前,应确认紫外线灯能得到极其明亮的荧光。检测前,至少应有 5 min 时间让眼睛适应变化的光线环境。检测时被检表面上的紫外辐射强度不应低于 GB/T 5097 中的要求,并且以米制的千瓦每平方厘米为单位。

8.2 着色渗透剂

当使用着色渗透剂时,检测现场宜使用照度不低于 500 lx²⁾ 的日光或灯光进行照明,以便能够恰当地评定被检表面所呈现出来的显示。上述观察条件应避开眩目闪耀的光线。

8.3 辅助观察

如有必要,宜提供放大和反差眼镜。该眼镜用钠玻璃透镜制成,它使荧光渗透剂产生一个增强反差,还可遮挡对人不利的紫外线或蓝色光线,特别适用于检测具有高反射率表面的工件。戴眼镜人员通常可用夹子夹镜片的方式戴着。

注 1: 宜事先考虑到由于操作疲劳会引起的检测效率降低。

注 2: 不宜将光敏校准透镜用于荧光渗透检测。

9 检测和解释

9.1 检测

显像时间过了之后(见 7.6),被检表面应在适当的观察条件下进行观察(见第 8 章)。如果背景不利于显示的解释,该被检表面应全部重新检测(见 10.1)。有显示的位置应做标记,对有关的不连续应按约定的验收等级进行评定。

注: 特别情况下,在显像期间以及在此之后的较长时间内连续地观察被检表面上的显示有无变化,这是一种较适宜

2) 作为指导,这相当于用 80 W 荧光灯管照射在距离大约 1 m 处之所得。

的检测。

9.2 结果解释

不连续所显示出的点或线,随显像时间而不断增大。显示的特征(如迅速地显像以及形成的最终形状和尺寸),提供了揭示不连续性质的信息。有问题或可疑的显示区域应重新检测(见 10.1),以确认不连续是否真的存在。

10 进一步检测

10.1 重新检测

如果需要重新检测,应重复整个步骤,即使用相同的材料并包括相同的清洗过程(见 6.2)。如果重新检测是在第一次检测后过一段时间再进行,应特别注意进行特定的清洗,因为先前检测时留在不连续中的残余渗透剂,会阻碍新的渗透剂进入。

10.2 后续检测

如果在后续检测中使用的是不同的渗透剂,检测步骤应包括一个确保完全去除那些先前用过防腐剂和最初用过渗透剂的不连续的清洗过程。宜注意的是,残余的着色渗透剂会与荧光渗透剂起化学反应,这将导致荧光全部或部分地熄灭。

11 检测后的清洗

11.1 检测后,若有碍后续工序或使用要求,渗透剂和显像剂的去除将是必要的。如果残留的检测材料与使用中的其他因素互相影响可能产生腐蚀作用,因此检测后的清洗是特别重要的。对于水基型液体显像剂,推荐的做法是在检测后当场进行清洗,这样可以很容易地去除掉显像剂。

11.2 显像剂和渗透剂去除之后,被检工作应进行干燥,如有必要,再附加防腐处理。

12 检测的灵敏度

12.1 渗透检测过程的灵敏度是很高的,例如能显示只有 10^{-6} m 宽的微小裂纹。通常,越是周密的检测技术工艺,越能检测出更细或更小的不连续。总之,渗透剂常被用来快速和可靠地确定不连续的位置,尽管用眼睛即可见,但如有必要,也可使用光学辅助器材来确定不连续的位置,当然这需要增加时间和劳动。

12.2 灵敏度根据特定材料上一个特定类型的不连续的性质而定,例如细裂纹或开口裂纹,深裂纹或浅裂纹。特定的渗透剂和技术工艺将必然得到一个特定的灵敏度。在实际操作中,常使用人工制造的参考块或对比试块,即含有符合要求的人工缺陷和自然缺陷——通常是裂纹状的试样。

13 结果报告

13.1 数据表述

若需要出具渗透检测报告,则应包括如下信息:

- 检测项目所引用的标准;
- 检测的日期;
- 检测负责人的资格和签名;
- 技术工艺、环境温度和所用的渗透检测材料及制造商的名称;
- 所有相关显示的形状和位置(附带一个相应的草图)和采取的措施。

13.2 工艺卡

实施渗透检测的每项具体操作(连同其他所有相关数据)应表述在工艺卡上。渗透检测工艺卡宜为 A4 纸大小,宜至少包含有附录 C 中的条目。工艺卡具体的编排宜得到有关各方的认可。工艺卡上的附加说明栏中所要表述的内容,通常包括有关渗透剂、去除剂、显像剂的数据。

附录 A
(规范性附录)
一组渗透检测材料的说明书

名 称			
使用对象和条件	被检材料和(或)工件的说明		
	表面粗糙度参数		
	温度范围		
	其他数据		
渗透检测材料			
数 据	渗透剂	去除剂	显像剂
型 号 (参照 5.2、5.3、5.4)			
制造商的标识			
包装方式 (气雾罐或其他)			
制造商			
相关的标准			

附录 B
(规范性附录)
渗透检测材料配方表

渗透检测材料	
(渗透剂、去除剂、显像剂)	型号(参照 5.2、5.3、5.4)
制造商	
(名称、地址)	制造商的标识
成分(例如质量和体积的比例):	
1	(相关的标准)
2	(相关的标准)
3	(相关的标准)
4	(相关的标准)
5	(相关的标准)
制备和贮存说明:	
使用说明:	
安全提示:	

附录 C
(规范性附录)
渗透检测工艺卡(示例)

公司名称和地址

渗透检测工艺卡		第 _____ 页 共 _____ 页	工艺卡编号:
工件: 制造商: 交付地点:		工件号:	
检测目的: 被检部位: 验收标准:		工件材料的规格:	
有关文件: ^a	制定:	日期:	
	批准:	日期:	
渗透剂		去除剂	显像剂
操作	步骤	要求	说明
1	预清洗		
2	清除油污		溶剂
3	冷却		
4	施加渗透剂		渗透时间
5	水洗		
6	施加去除剂		接触时间
7	水洗		
8	干燥		
9	施加显像剂		显像时间
10	检测		放大率要求
11	清洗		
12	防护		
特别预防措施			
附加说明			

^a 国际标准、国家标准和(或)行业标准。