

德国标准

DIN EN 571-1

无损检测

渗透性测试

第 1 部分：一般原理

=	无损检测 渗透性测试 第 1 部分：一般原理 DIN EN 571-1 的英文版	DIN EN 571-1
---	---	-------------------------------

ICS 19.100

代替 DIN 54152-1,
1989 年 7 月版。

关键词：无损检测、检测、渗透瑕疵探测。

欧洲标准 EN 571-1：1997 具有 DIN 标准的地位。

国家标准前言

本标准由 CEN/TC 138 制定。

负责参与本标准制定的德国成员组织是材料试验标准委员会、技术委员会。

修订件

EN 571-1 的技术规范取代了 1989 年 7 月版的 DIN 54152-1。

以前的版本

DIN EN 54152-1: 1979-03, 1989-07。

EN 标准由 16 页组成。

欧洲标准

EN 571-1

1997 年 1 月

ICS 19.100

关键词：无损检测、检测、渗透瑕疵探测。

英文版

无损检测

渗透性测试

第 1 部分：一般原理

本欧洲标准 1995 年 1 月 14 日由 CEN 核准。

CEN 成员必须遵守 CEN/CENELEC 的内部规定，规定指出本欧洲标准不需作任何修改就具有国家标准的地位。

有关这些国家标准的最新目录与参考书目可以向中心秘书处或任何 CEN 成员申请获取。

本欧洲标准有三种官方版本（英语、法语和德语）。任何其它语言的版本只要是 CEN 成员负责翻译成本国语言并通知到中心秘书处将享有与官方版本同等的地位。

CEN 成员是指以下国家的国家标准成员组织：奥地利、比利时、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、意大利、卢森堡、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士和英国。

CEN

欧洲标准委员会

目录

前言

- 1 应用范围
- 2 引用标准
- 3 定义
- 4 安全防护措施
- 5 一般原理
- 6 产品、灵敏度和名称
- 7 测试材料和待测部件的兼容性
- 8 测试程序
- 9 测试报告

附录 A (标准件) 渗透测试的主要步骤

附录 B (参考件) 测试报告示例

前言

本欧洲标准由 CEN/TC 138“无损检测”技术委员会制定，其秘书处由 AFNOR 领导。

本欧洲标准 EN 571 系列包括以下几个部分：

- EN 571-1 无损检测—渗透性测试—第 1 部分：一般原理
- EN 571-2 无损检测—渗透性测试—第 2 部分：渗透材料的测试
- EN 571-3 无损检测—渗透性测试—第 3 部分：参考测试块

本欧洲标准根据欧洲委员会和欧洲自由贸易协会对 CEN 提出的要求制定，并且支持有关 EU 指导书的基本要求。

本欧洲标准应通过统一文本出版物或批注的形式被赋予国家标准的地位，并且取消与之冲突的国家标准，最迟至 1997 年 7 月。

根据 CEN/CENELEC 的内部规定，下列国家必须执行本欧洲标准：

奥地利、比利时、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、意大利、卢森堡、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士和英国。

1 应用范围

本标准定义了渗透测试方法，用来探测诸如：裂纹、分层、折迭、气孔和未熔合这些在待测材料表面开口的不连续性。它主要适用于金属材料，但是也可在其它材料上执行，只要它们与测试介质不起化学反应并且是非多孔性的。这类材料例如：铸件、锻件、焊接件、陶制品等。

本标准并不是作为验收标准并且对于测试设备有特殊用途或要求的单独测试系统的适应性没有作出任何说明。

这里的术语“不连续性”是在有关验收或不验收的评估被排除在外这一层面上来使用的。

EN 571-2 和 EN 571-3 指出了确定和监测渗透测试产品基本特性所采用的方法。

2 引用标准

本标准包含了其它出版物上的条款，有的引用标准注明了日期有的未注明日期。在本文的适当位置引用这些标准，其相应出版物列在下面。对于注明了日期的引用标准，这些出版物以后的增补或修订件只有以增补或修订件形式包含在出版物中时才适用于本标准。对于未注明日期的引用标准，则采用出版物的最新版本。

EN 473	NDT 人员的资格认证—基本原则
prEN 571-2	无损检测—渗透性测试—第 1 部分：渗透材料的测试 ¹⁾
prEN 571-3	无损检测—渗透性测试—第 3 部分：参考测试块 ¹⁾
prEN 956	无损检测—渗透性测试—设备
prEN 1330-6	无损检测—术语—第 6 部分：渗透系统中使用的术语 ¹⁾
prEN 1956	无损检测—渗透性测试和磁粉测试—观察条件 ¹⁾

¹⁾ 制定中

3 定义

出于本标准的用途，prEN 1330-6 中的定义适用。

4 安全防护措施

作为渗透测试技术，通常要求使用有害、易燃和/或易挥发的材料，应采取适当的防护措施。

应避免皮肤或粘膜长时间或反复接触这些材料。

按照当地的规定，工作区域应保持足够的通风并且应远离热源、火花和明火。

应小心并一贯遵照制造商提供的说明书来使用渗透测试产品和设备。

当使用 UV-A 源时，应当小心以确保 UV-A 源产生的未过滤辐射不会直接到达操作者的眼睛。不管它是灯的组成部分还是一个独立的部件，UV-A 过滤器应一直保持在良好的状态下。

还有关于健康、安全、污染和贮存等方面的法令和法规。

5 一般原理

5.1 人员

应由胜任的人员来执行或监督该项测试，并且如果有要求的话，应按照 EN 473 或合同双方认可的系统对人员作出资格认证。

5.2 方法说明

在渗透测试前，应先清洗并干燥待测表面。然后将合适的渗透剂施加到测试区并且让它们渗入到表面的不连续性中。经过一段渗透时间后，从表面除去多余的渗透剂并施加显像剂。显像剂吸收已经进入并保留在不连续性中的渗透剂，使不连续性显示痕迹增强从而变得清晰可见。

如果要求有补充的无损检验，则应首先执行渗透测试，除非合同双方达成

一致不让污染物进入开口的不连续性中。如果在另一种无损检验技术之后采用渗透测试，则应在执行之前仔细清洗表面以清除污染物。

5.3 处理顺序

附录 A 中图示说明了一般情况下的操作顺序。

测试通常按照以下步骤进行：

- a) 准备和预清洗 (见 8.2 条);
- b) 施加渗透剂 (见 8.3 条);
- c) 清除多余的渗透剂 (见 8.4 条);
- d) 施加显像剂 (见 8.5 条);
- e) 检查 (见 8.6 条);
- f) 记录 (见 8.7 条);
- g) 验后清洗 (见 8.8 条)。

5.4 设备

执行渗透测试的设备取决于待测部件的数目、尺寸和形状。有关设备的要求，参见 EN 956。

5.5 效果

渗透测试的效果取决于许多因素，例如：

- a) 渗透材料和测试设备的类型
- b) 表面准备和表面状态
- c) 待测材料和预期的不连续性
- d) 测试表面的温度
- e) 渗透时间和显像时间
- f) 观察条件，等。

6 产品、灵敏度和名称

6.1 产品系列

渗透测试中存在着各种测试系统。

产品系列可理解为下列渗透测试材料的组合：渗透剂、过量渗透剂清除剂和显像剂。当所测类型按照 prEN 571-2 时，渗透剂和过量渗透剂清除剂应出自同一制造商。只能采用认可的产品系列。

6.2 测试产品

表 1 中给出了测试产品。

表 1：测试产品

渗透剂		过量渗透剂清除剂		显像剂	
类型	名称	方法	名称	形态	名称
I	荧光渗透剂	A	水	A	干粉
II	着色对比渗透剂	B	亲脂乳化剂	b	水性可溶型
III	双重作用（荧光 着色对比渗透 剂）	C	1 油基乳化剂	c	水性悬浮型
			2 用流动水冲洗	d	溶剂基（非水性 液体）
			溶剂（液态）	e	特殊用途的水或 溶剂基（如：可 剥离的显像剂）
		D	亲水乳化剂		
			1 可选择的预冲洗 (水)		
		E	2 乳化剂（水稀 释）		
			3 最后冲洗（水）		
			水和溶剂		

注：对于某些特殊情况，有必要遵照关于易燃性、硫磺、卤素、钠含量和其他污染物的特定要求来使用渗透剂测试产品，参见 prEN 571-2。

6.3 灵敏度

一个产品系列的灵敏度等级应采用 prEN 571-3 中所述的参照试块 1 来确定。评定等级总是参照认可的产品系列测试类型所采用的方法。

6.4 名称

用于渗透测试的认可的产品系列的名称由测试产品的类型、方法和形态以及一个说明用 prEN 571-3 所述参照试块 1 测试所达到的灵敏度等级的数字。

例如：

当渗透测试系统按照 EN 571-1 和 prEN 572-2 时，一个由荧光渗透剂 (I)、水作为过量渗透剂清除剂 (A) 和干粉显像剂 (a) 以及系统灵敏度等级 2 组成的认可产品系列的名称示例如下：产品系列 EN 571-1-IAa-2。

7 测试材料和待测部件的兼容性

7.1 概述

渗透测试产品应与待测材料和部件的设计用途相兼容。

7.2 渗透测试产品的兼容性

一个系统的渗透测试材料应彼此兼容。

在设施最初填充时不同制造商的渗透测试材料不应混合。废酸洗液的损耗不应用不同制造商的渗透材料来替换。

7.3 渗透测试材料与待测部件的兼容性

7.3.1 大多数情况下，产品的兼容性可在使用前通过 prEN 571-2 所述的腐蚀测试进行评估。

7.3.2 某些非金属的化学或物理特性可能受到渗透测试材料的负面影响，它们的兼容性应在测试由这些材料制成的部件和由这些材料组成的组件之前确定。

7.3.3 在污染物可能出现的情况下，主要是确保渗透测试材料不对燃料、润滑剂、液压液体等产生有害影响。

7.3.4 对于过氧化氢火箭燃料辅助的部件、炸药储存（包括所有含有爆炸推进剂、启动或烟火材料的物体）、氧气设备或核应用，渗透测试材料的兼容性应特殊考虑。

7.3.5 如果验后清洗后仍有渗透测试材料滞留在部件上，则会有腐蚀的可能性，例如：胁强腐蚀或腐蚀疲劳。

8 测试程序

8.1 书面测试程序

当合同要求时，应在测试前制定和核准一份书面测试程序。

8.2 准备和预清洗

如果必须，则应采用机械或化学方法或这些方法的结合去除污染物如垢、锈、油、脂或油漆。预清洗应确保测试表面没有残渣并且允许渗透剂渗入所有不连续性中去。清洗区域应足够大以防止实际测试表面相邻区域的干扰。

8.2.1 机械预清洗

垢、渣、锈等应采用适当的方法来去除，例如刷、擦、磨、吹、高压水冲等。这些方法可从表面去除污染物但通常不能去除表面不连续性中的污染物。所有情况下特别是在喷丸处理时，应当小心以确保不连续性不被塑性变形遮盖或被研磨料堵塞。如果要确保不连续性在表面开口，则应执行其后的蚀刻处理，紧接着充分冲洗和干燥。

8.2.2 化学预清洗

应采用合适的化学清洗剂来执行化学预清洗以去除残渣例如：脂、油、油漆或蚀刻材料。

化学预清洗处理的残渣可与渗透剂起反应并大大降低它的灵敏度。特别是酸和铬酸盐可以大大降低荧光渗透剂的荧光和着色对比渗透剂的着色。因此，清洗处理后，应采用合适的清洗方法可以是水冲洗从待测表面去除化学药剂。

8.2.3 干燥

在预清洗的最后阶段，待测部件应彻底地干燥，这样不管是水或溶剂都不会滞留在不连续性中。

8.3 施加渗透剂

8.3.1 施加方法

渗透剂可通过喷涂、刷、流布、浸渍或浸泡施加到待测部件上。

应当注意以确保测试表面在整个渗透时间内保持完全湿润。

8.3.2 温度

为了减小进入到不连续性中的湿气，测试表面的温度通常应在 10°C 到 50°C 的范围内。特殊情况下，可将温度降低到 5°C。

对于低于 10°C 或高于 50°C 的情况，只能采用按照 prEN 571-2 核准过的此类用途的渗透产品系列和程序。

注：特别是在较低的温度范围时，不连续性中和表面上有凝结水的危险，这些水将阻止渗透剂渗入到不连续性中。

8.3.3 渗透时间

相应的渗透时间取决于渗透剂的特性、应用温度、待测部件的材料和要探测的不连续性。

渗透时间可以从 5 分钟到 60 分钟。渗透时间至少应和用来确定灵敏度的时间一样长（见 6.3），如果达不到，则应在书面测试程序中记录下实际的渗透时间。无论什么情况下，都不允许渗透剂在渗透时间内干燥。

8.4 过量渗透剂清除剂

8.4.1 概述

清除剂介质的施加应保证渗透剂不会从不连续性中去除。

8.4.2 水

过量渗透剂应采用适当的冲洗技术来去除。例如：喷洗或用湿布擦。应当小心以减少由冲洗方法所造成的机械作用的影响。水的温度应不超过 50°C。

8.4.3 溶剂

通常，应首先用一块干净无绒毛的布去除过量渗透剂。然后用一块干净无绒毛的布稍微蘸吸一些溶剂来清洗。任何其它的去除技术应由合同双方认可，特别是当溶剂清除剂直接喷洒到待测部件上。

8.4.4 乳化剂

8.4.4.1 亲水性（水稀释）

为了从测试表面去除后乳化渗透剂，施加乳化剂后应可用水冲洗。在施加乳化剂前，应先用水洗以便从测试表面去除大部分的过量渗透剂并且促进稍后施加的亲水性乳化剂的一贯作用。

应通过浸渍或泡沫设备来施加乳化剂。乳化剂的浓度和停留时间应由用户按照制造商的说明书进行预测试来评估。不应超过预先确定的乳化剂停留时间。乳化完成后，应按 8.4.2 所述进行最后的清洗。

8.4.4.2 亲脂性（油基）

为了从测试表面去除后乳化渗透剂，施加乳化剂后应可用水冲洗。这只能通过浸渍实现。乳化剂停留时间应由用户按照制造商的说明书进行预测试来评估。

时间应充分使得在其后的水洗过程中只有过量渗透剂从测试表面去除。不应超过乳化时间。乳化完成后应立即按照 8.4.2 所述进行水洗。

8.4.5 水和溶剂

首先应用水去除可水洗的过量渗透剂（见 8.4.2）。然后用一块干净无绒毛的布稍微蘸吸一些溶剂来清洗。

8.4.6 过量渗透剂去除检查

在去除过量渗透剂过程中，应目测检查测试表面有没有渗透剂残余。对于荧光渗透剂，应在 UV-A 源下进行此项操作。测试表面上 UV-A 源的最小辐照度应不低于 $3\text{W}/\text{m}^2$ ($300\mu\text{W}/\text{cm}^2$)。

当过量渗透剂去除完成后面临着过强的部件本底时，则应由有资格胜任的人员来决定以后要采取的行动。

8.4.7 干燥

为了让多余的水分快速干燥，应去除部件上所有的水滴和水坑。

除非采用水基显像剂，否则测试表面应在过量渗透剂去除后尽快干燥，可

以采用下列一种方法：

- a) 用一块干净无绒毛的干布来擦拭
- b) 热水浸渍后在室温下蒸发
- c) 在高温下蒸发
- d) 强迫空气循环
- e) 方法 a) 到 d) 的结合。

如果采用压缩空气，应特别小心以确保无水无油并且部件表面上的冲击压力尽可能低。

待测部件的干燥法应在确保不连续性中滞留的渗透剂不会干燥的方式下进行。

除非另外核准，否则干燥时表面温度不应超过 50°C。

8.5 施加显像剂

8.5.1 概述

使用过程中显像剂应保持在同一状态下并且应均匀施加到测试表面上。

过量渗透剂去除后应尽快施加显像剂。

8.5.2 干粉

干粉显像剂只和荧光渗透剂一起使用。应通过以下一种方式将显像剂均匀地施加到测试表面上：粉雾、静电喷涂、喷粉枪、流动干粉床或喷粉室。测试表面上应薄薄地覆盖一层；不允许局部结块。

8.5.3 水性悬浮型显像剂

应按照核准的程序通过在搅动的悬浊液中浸渍或用适当的设备喷涂来薄薄均匀地施加一层显像剂。显像剂的浸渍时间和温度应由用户按照制造商的说明书通过预测试来评估。浸渍时间应尽可能短以达到最佳结果。

部件应通过蒸发和/或使用强迫空气循环炉来干燥。

8.5.4 溶剂基显像剂

应通过均匀喷涂来施加显像剂。显像剂的喷涂应轻微湿润表面，形成薄薄均匀的一层。

8.5.5 水性可溶型显像剂

应按照核准的程序通过浸渍或用适当的设备喷涂来薄薄均匀地施加一层显像剂。显像剂的浸渍时间和温度应由用户按照制造商的说明书通过预测试来评估。浸渍时间应尽可能短以达到最佳结果。

部件应通过蒸发和/或使用强迫空气循环炉来干燥。

8.5.6 特殊用途的水或溶剂基显像剂（例如：可剥离的显像剂）

当用渗透剂测试方法显示出一个需作记录的缺陷磁痕时，应采用以下程序：

- 用一块干净无绒毛的干布擦去显像剂。
- 用任意便利的方式施加同样的渗透剂，然后按照当初采用的一模一样的方法一直进行到施加显像剂。
- 过量渗透剂去除和部件干燥后，施加制造商推荐的可剥离的显像剂。
- 经过推荐的显像时间后，仔细地剥离显像剂涂层。缺陷磁痕显现在与部件直接接触的涂层面上。

8.5.7 显像时间

显像时间应在 10 分钟到 30 分钟之间，可由合同双方协商更长的时间。

显像时间的计算

- 施加干粉显像剂后立即开始
- 施加湿显像剂干燥后立即开始。

8.6 检查

8.6.1 概述

通常应在施加显像剂或显像剂干燥之后马上开始检查。这有助于更好地解释缺陷磁痕。

当经过显像时间后应进行最后的检查。

可以采用辅助手段例如：放大仪器或对比眼镜来帮助目测检查。

注：缺陷磁痕的直径、宽度或深度只提供出了有限的信息。

8.6.2 观察条件

8.6.2.1 荧光渗透剂

不应佩戴彩色眼镜。

应允许在检查室中有足够的时间让操作者的眼睛适应黑暗，通常至少为 5

分钟。

UV 射线不应直接照射到操作者的眼睛。操作者可观察到的所有表面不应发出荧光。

在操作者的视线范围内不应有在 UV 灯下发荧光的纸或布。

如果需要，可提供一个 UV-A 背景灯以便操作者在暗室中自由行动。

按照 prEN 1956，应在 UV-A 射线源下观察测试表面。检查表面上的 UV-A 辐照度不应低于 10W/m^2 ($1000\mu\text{W/cm}^2$)。

上述内容适应于暗室中的检查，其中的可见光最大值限制为 20 lx。

8.6.2.2 着色对比渗透剂

应在日光或人工白光下观察测试表面，其在测试部件表面上的照明度应不低于 500 lx。观察条件应避免强光和反射光。

8.7 记录

可用下列任何一种方法来记录：

- a) 书面说明
- b) 草图
- c) 胶带
- d) 可剥离的显像剂
- e) 照片
- f) 影印件
- g) 录相

8.8 验后清洗和保护

8.8.1 验后清洗

最后检查完成后，只有在渗透测试产品可能会干扰到以后的加工或应用要求的情况下才需要进行部件的验后清洗。

8.8.2 保护

如果要求，应进行适当的防腐蚀保护。

8.9 重新测试

如果需要重新测试，例如：不能对缺陷磁痕进行清晰地评估，则应从预清洗开始重复全部的测试程序。

如果需要，这一程序应选择更多有利的测试条件。不允许使用不同类型的渗透剂或者相同类型不同制造商生产的渗透剂，除非进行了彻底的清洗来去除滞留在不连续性中的渗透剂残余。

9 测试报告

参照本标准，测试报告应包括以下信息：

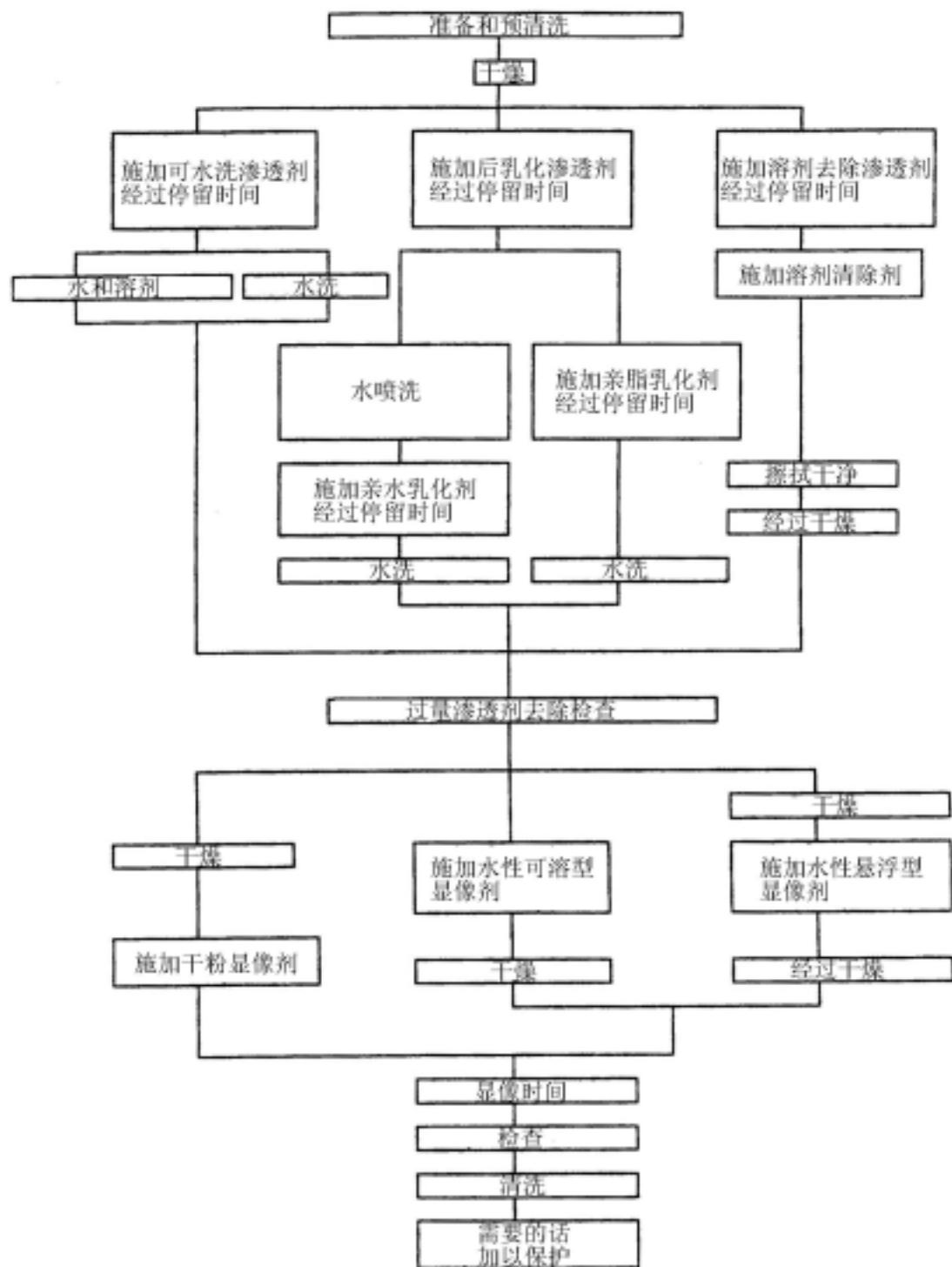
- a) 待测部件的信息
 - 名称
 - 尺寸
 - 材料
 - 表面状态
 - 生产步骤
- b) 测试目的
- c) 所用渗透系统的名称，按照 6.4 条的规定，给出制造商的名称、产品名称和批号
- d) 测试说明
- e) 与测试说明的偏差
- f) 测试结果（探测到的不连续性的说明）
- g) 测试地点、测试日期、操作者姓名
- h) 测试监督人的姓名、证明和签字。

附录 B 给出了测试报告所采用的一份表单式样。它包括对测试结果评估很重要的方法的全部细节，以及有关待测部件的其它信息，尽管这些数据取决于部件类型适当时会作出修改。如果采用另外的表单，则也应包含 a) 到 h) 项的所有信息。

如果提交一份满足 8.1 条要求的测试程序，它包含第 9 条 a) 到 d) 项提出的

信息，并且如果以适当方式提供 e)到 h)项信息的文件则可省略测试报告。

附录 A (标准件)
渗透测试的主要步骤



附录 B (参考件)

测试报告示例

测试报告

公司名称: 参考号:
部门: 子参考号:
 渗透测试
测试报告号: _____ 表的表 _____
项目: 部件:
委托部门: 制造号:
委托单号: 图号:
待测部件: 进一步的细节, 例如:
 焊接计划号: 测试后续计划号:
尺寸: 焊接号: 表单号:
 单元号: 部件号:
材料: 铸造号: 模型号:
表面状态:
热处理条件:
预处理:
测试说明: (例如: 技术规范、测试指导、发货条件)
测试范围:

渗透系统

名称: (进一步的细节, 例如: 按照 EN 571-2, 无腐蚀性成分)

制造商:

产品名称

渗透剂: 批号:
过量渗透剂清除剂: 批号:
显像剂: 批号:

程序

测试温度: 过量渗透剂去除 (进一步细节, 例如: 防腐剂):

预清洗: 乳化时间:
干燥: 干燥:
渗透时间: 显像时间:
验后清洗:

与测试说明的偏差:

与 EN 571-1 的偏差:

测试结果: (例如: 对于不连续性: 其位置、类型、分布、
尺寸和数目的详情; 草图)

测试地点: 测试日期: 操作者姓名:

评估 可接受: 不可接受:

(按照测试说明):

备注:

测试监督人: 证明: 日期: 签名:

或

委托人/专家: 日期: 签名:

或

实验室: 日期: 签名: