

ICS:19.100

CCS:H26

团 体 标 准

T/CAMAC 0004—2020

民用航空无损检测 磁粉检测

Civil Aviation Nondestructive Testing

Magnetic Particle Testing

2020年5月12日 发布

2020年5月18日 实施

中国民用航空维修协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 一般要求	2
5 技术要求	4
6 质量控制	11
附录 A 磁粉检测的材料适用性	14
附录 B AS5371 磁粉检测标准刻痕试片	15
附录 C 柔性试片确定磁场方向	17
附录 D AS5371 标准刻痕试片使用说明	18
附录 E 切线磁场强度的测量	20
附录 F 确定周向磁化电流值方法	21
附录 G 确定线圈法电流值的公式	23
附录 H 使用 AS5282 或 KETOS01 工具钢环进行系统性能测试	25
附录 I 交流磁粉探伤机系统性能检查	27
附录 J 湿式磁粉灵敏度检查	28

前 言

本标准按照GB/T 1.1给出的规则起草。

本标准与MH/T 3008-2012相比主要变化如下：

- 目次结构进行了调整；
- 将用词“检验”修改为“检测”；
- 在“规范性引用文件”中增加了引用标准 ASTM E1444 《磁粉检测标准实施规程》；
- 在“规范性引用文件”中增加了引用标准 ISO 9934-1 《无损检测-磁粉检测-基本原理》；
- 在“术语和定义”增加了“认可的工程机构”定义；
- 修改了 4.1 磁粉检测人员资格鉴定与认证参考标准；
- 修改了 4.6.2 油载液闪点要求；
- 修改了 5.2.2 和 5.2.3 “静负荷检查”；
- 修改了 5.2.9 适用零件的要求；
- 增加了 5.3.1. a) 和 5.3.1. b) 的应用限定条件；
- 修改了 5.3.1. b) 高斯计的统一用词；
- 增加了 5.3.1. b) 磁场强度上限的要求；
- 修改了 5.7.1.2 交流线圈退磁的要求；
- 修改了 5.8 检测记录的要求；
- 修改了 6.1.1 “磁场指示器”；
- 修改了表 2 引用章节号；
- 增加了 6.3.3 受限区域黑光灯测试要求；
- 增加 6.4.2 磁粉机电流表输出稳定性要求；
- 删除了附录 F.2 中剩磁法计算公式；
- 增加了附录 G.2.1 中零件长度大于线圈有效磁化长度的要求。
- 本标准由中国民用航空维修协会无损检测人员资格鉴定委员会提出。
- 本标准由中国民用航空维修协会批准立项。
- 本标准由中国民用航空维修协会归口。

本标准起草单位：中国国际航空公司工程技术分公司成都维修基地、广州飞机维修工程有限公司、中国东方航空工程技术公司

本标准主要起草人：胡小虎、李光浩、张循

本标准代替MH/T 3008-2012《航空器无损检测 磁粉检测》。

本标准历次版本发布情况为：MH/T 3008-2004，MH/T 3008-2012。

航空器无损检测

磁粉检测

1 范围

本标准规定了用磁粉检测法检测民用航空器所用铁磁性材料及零部件表面和近表面不连续的最低要求。

本标准适用于用磁粉检测法检测民用航空器所用铁磁性材料及制成品,包括原材料、毛坯、成品和半成品、焊接件和在役零件表面和近表面的裂纹、折叠、发纹、夹杂和其他不连续。磁粉检测的材料适用性参见附录A。

本标准不适用于检测非铁磁性材料,如奥氏体不锈钢。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是标注日期的引用文件,仅所标注日期的版本适用于本标准。凡是未标注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。

GB/T 12604.5 无损检测术语 磁粉检测

T/CAMAC 0001—2020 民用航空无损检测人员资格鉴定与认证

ASTM E1444 磁粉检测标准实施规程

ISO 9934-1 无损检测-磁粉检测-基本原理

HB 5370 磁粉探伤—橡胶铸型法

A-A-59230 磁粉检测载液¹⁾

AMS 2641 磁粉检测载液²⁾

AMS 3041 预混合非荧光磁粉油基磁悬液

AMS 3042 非荧光湿法干磁粉

AMS 3043 喷罐装预混合非荧光磁粉油基磁悬液

AMS 3044 荧光湿法干磁粉

AMS 3045 预混合荧光磁粉油基磁悬液

AMS 3046 喷罐装预混合荧光磁粉油基磁悬液

ASTM E709 磁粉检测指南

ASTM E3022 测试用于渗透和磁粉检测的LED紫外线灯的发射特性和要求的实施规程

AS 4792 磁粉检测水基载液水调节剂³⁾

AS 5282 用于磁粉检测的工具钢环标准

AS 5371 用于磁粉检测的人工刻痕试片

¹⁾ A-A-59230 为美国军用标准

²⁾ AMS 标准为美国航空材料标准

³⁾ AS 标准为美国宇航标准

3 术语和定义

下列术语的定义在本标准内有特别的含义，作为GB/T 12604.5中确立的术语和定义的补充。

3.1 认可的工程机构 cognizant engineering organization

主承包商、制造商或最终用户授权负责有关NDT决定和批准相关NDT事项的工程机构或NDT机构。

3.2 环境光 Ambient light

检测环境内待检零件表面的可见光，包括黑光灯发射部分。

3.3 低填充系数 Low fill factor

线圈横截面积与待检工件横截面积之比大于或等于10。

3.4 中填充系数 Intermediate fill factor

线圈横截面积与待检工件横截面积之比为2~10。

3.5 高填充系数 High fill factor

线圈横截面积与待检工件横截面积之比小于2。

4 一般要求

4.1 人员资格

从事磁粉检测的人员应按T/CAMAC 0001的规定进行资格鉴定与认证，或按合同、订单中的要求执行。

4.2 机构

从事磁粉检测的机构应获得中国民用航空局颁发的适航维修许可证。

4.3 作业指导书

磁粉检测应按照相应的作业指导书进行。作业指导书应满足本标准的要求。当按照作业指导书操作时，应能够检测出验收标准中所规定的拒收不连续。如果作业指导书适用于所有的受检零件，并且符合本标准的要求，则可作为通用作业指导书。作业指导书应经满足4.1要求的磁粉检测3级人员批准，如果需要，应提交给认可的工程机构审核和（或）批准。无论是通过直接描述还是参考适用的文件的方式，作业指导书应至少包括以下要素：

- a) 作业指导书的编号和编写日期；
- b) 作业指导书适用的受检零件，包括名称、材料、件号（如适用）等；
- c) 需要时，可包括与零件制造过程有关的磁粉检测工序；
- d) 用于系统性能校验的试件；
- e) 质量控制；
- f) 检测的部位和区域（包括示意图、草图或照片）；
- g) 检测前的预处理要求；

- h) 零件相对于磁化设备的放置方向；
- i) 磁化设备的型号和磁化电流类型；
- j) 检测方法（连续法、剩磁法）及磁化方法（触头法、线圈法、支杆法、磁轭法和电缆缠绕法等）；
- k) 磁化方向、磁化顺序和磁化间的退磁程序；
- l) 磁化电流强度或安匝数以及施加电流的持续时间；
- m) 磁悬液种类（非荧光或荧光），施加磁悬液的方法和设备以及磁悬液的浓度范围；
- n) 检测后的记录方式和标记方法；
- o) 磁痕显示评判的验收标准和零件评判后的处理；
- p) 检测后零件的退磁和清洗要求；

4.4 工序安排

4.4.1 磁粉检测应安排在所有可能产生或暴露不连续的操作如锻造、热处理、电镀、成型、焊接、磨削、矫正、机加工和负载试验等以后实施。

4.4.2 工序间的磁粉检测不应代替最终检测。

4.4.3 磁粉检测应安排在下列工序之前实施：

- 喷丸；
- 施加保护层，例如底漆、面漆、镀层或其它涂层。

4.4.4 对需要电镀或涂层的零件进行磁粉检测时：

- 在施加非电镀层前进行；
- 镀层的最终厚度小于或等于 0.02 mm (0.000 8 in) 的零件，应在电镀、磨削、电镀磨削前或后进行磁粉检测；
- 镀层的最终厚度为 0.02 mm~0.13 mm (0.000 8 in~0.005 in) 的零件，应在电镀、磨削、电镀磨削前和后进行磁粉检测；
- 镀层的最终厚度在大于或等于 0.13 mm (0.005 in) 的零件，应在电镀、磨削、电镀磨削前进行磁粉检测；
- 对于抗拉强度低于或等于 1 100 MPa (160 ksi) 的钢，电镀后不需要进行磁粉检测；
- 应当注意镀镍零件可能会由于镍层本身产生漏磁场显示；
- 在役零件磁粉检测前不必去除镀层或涂层，除非镀层或涂层对检验过程和结果有影响。

4.5 材料

- 4.5.1 湿法磁粉应符合 AMS 3041, AMS 3042, AMS 3043, AMS 3044, AMS 3045 或 AMS 3046 的要求;
- 4.5.2 油基载液应采用符合 AMS 2641 (I 型) 或 A-A-59230 规定的轻石油蒸馏品载液, 只有得到特殊批准, 才可以使用 AMS 2641 (II 型) 规定的轻石油蒸馏品载液。
- 4.5.3 采用水作为磁悬液载液时, 应使用符合 AS 4792 规定的调节剂。通过水断试验 (见 6.2.2) 来判断零件是否被正确润湿。通常, 检测较光滑表面需要使用的润湿剂比例比粗糙表面大。槽液中的泡沫应降低到不影响检测的程度。水基载液调节剂的使用应符合磁粉制造商的要求;
- 4.5.4 磁悬液中的磁粉浓度应符合作业指导书的规定。每 100 毫升荧光磁悬液中应含有 0.1 毫升~0.4 毫升固体磁粉, 每 100 毫升非荧光磁悬液中应含有 1.2 毫升~2.4 毫升固体磁粉。荧光磁粉和非荧光磁粉不应混合使用。

4.6 安全性

4.6.1 材料安全数据清单

磁粉、油载液、水载液和水调节剂浓缩液应根据供应商的材料安全数据清单进行管理, 供应商应向使用者提供材料安全数据清单。

4.6.2 可燃性

油载液的闪点应符合 AMS 2641 的规定, 供应商的材料安全数据清单中应确认载液的闪点。

4.6.3 人身伤害

供应商的材料安全数据清单中详细说明了对于吸入、皮肤接触和眼睛暴露等伤害的预防性措施, 应遵守这些预防性措施。

4.6.4 电气伤害

磁化设备应正确使用和维护, 以避免电气短路造成人身伤害, 应注意防止产生电弧和点燃油槽。

4.6.5 黑光灯

有裂纹或破损的黑光滤片应立即更换, 破损的滤片会导致有危害的短波紫外线的泄露。在进行近距离, 强背景紫外辐射检查时, 应佩戴吸收紫外辐射的眼镜。磁痕显示评判所使用的 LED 黑光灯应符合 ASTM E3022 的要求。

5 技术要求

5.1 受检零件的准备

- 5.1.1 当零件在先前操作中产生了可能影响检测结果可靠性的剩磁时, 应在检测前对零件进行退磁。
- 5.1.2 受检零件的表面应光滑、清洁、干燥, 并且无油污、氧化皮、机加工痕迹等妨碍检测效果的污染物或状态。零件与电极的接触表面应当清洁防止产生电火花。
- 5.1.3 应根据认可的工程机构的规定对受检零件进行堵塞与遮盖。
- 5.1.4 钢制航空器零件磁粉检测应采用符合材料特性的方法清洁。然而, 采用该种材料加工而成的零件的检测应按照本标准的要求进行。

5.2 磁化方法

5.2.1 磁化电流的类型

磁粉检测所使用的磁化电流类型有全波整流直流电（单相或三相）、半波整流脉动直流电和交流电。所使用的设备应充分满足本标准的磁化和退磁要求，不损伤受检零件，并且应满足安全操作的要求。全波整流直流电（单相或三相）、半波整流脉动直流电的电流值为平均值，交流电的电流值为有效值。

注：本标准采用的磁化电流值均为全波整流直流电平均值。

5.2.2 永久磁铁

除非得到认可的工程机构的批准，永久磁铁不得应用于磁粉检测。使用永久磁铁时，应按照6.4.5的规定进行静负荷检查。

5.2.3 电磁轭

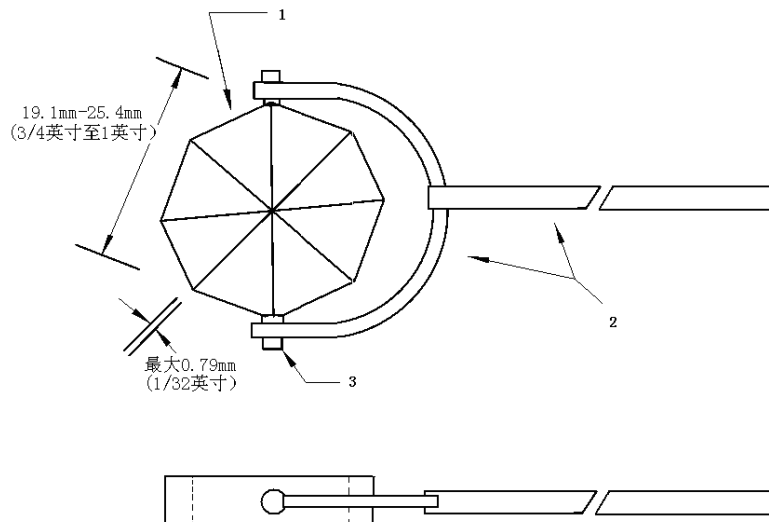
采用电磁轭进行磁粉检测时，应按照6.4.5的规定进行静负荷检查。

5.2.4 磁化电流的应用

交流电仅用于检测表面开口缺陷。全波整流直流电的检测深度最大，应在检测表面下缺陷时采用。半波整流脉动直流电产生的单向脉动磁场能够增加磁粉的移动性。

5.2.5 磁场方向

当不连续的方向与磁场方向的夹角小于 45° 时，很难被磁粉检测检查出来。为了确保检测出所有方向的不连续，每个零件应至少进行两次方向近似垂直的磁化。根据零件的几何形状，可以采用两个或两个以上方向的周向磁化或纵向磁化，或者采用纵向磁化和周向磁化。可以采用图1规定的磁场指示器、贴有附录B规定的刻痕试片的零件或者附录C中规定的航空用柔性试片来确定外部磁场方向，磁场指示器和航空用柔性试片不能用于确定磁场强度。如果因为零件的几何形状，尺寸或其他原因而不能进行至少两次方向近似垂直的磁化，则需要认可的工程机构的特别批准。



说明：

1—熔铜焊接的八片低碳钢和铜片，2—非铁磁性手柄，3—非铁磁性轴。

图1 饼型磁场指示器

5.2.6 复合磁化

当可以证明复合磁化对所有被检区域均有效时，则可以采用复合磁化来满足两个或多个方向的磁化要求。应使用符合5.3.1.a)要求的测试零件或符合AS5371要求的试片，或者其他经过认可的工程机构批准的方法来验证复合磁化的磁场方向、强度和平衡性。所有方向的磁场强度应平衡。磁粉的施加应定时完成，以保证磁粉在受检零件表面移动时，各个方向的磁化水平达到最大值。

5.2.7 直接磁化

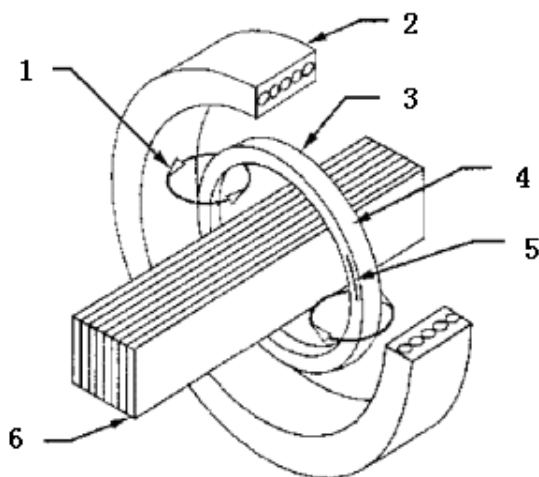
直接磁化由电流直接通过受检零件而实现。直接磁化的电接触方式有触头、支杆、夹钳或其他方式。当电极接触或脱离零件时，应保证断开电流并且电接触区域不应发生过热。除非认可的工程机构特别规定，航空器零件或精加工零件的表面不应采用支杆法磁化。

5.2.8 间接磁化

在无电接触的情况下，采用线圈、电缆缠绕、磁轭或中心导体在零件内部产生磁场从而间接磁化受检零件。

5.2.9 感应电流磁化

通过零件与通电线圈之间的感应耦合，在零件中产生磁化电流（见图2）。这种方法适用于检测中空环形且长径比小于3的零件，特别是在不容许出现电弧或烧蚀的情况下。



当初级磁场突然变化时，在环形工件中会感生出涡流，该涡流产生出的环形感应磁场可用于检查工件中的周向缺陷

说明：

1—感应磁场，2—初级磁化线圈，3—环形工件，4—感应电流路径，5—周向缺陷，6—层叠铁芯

图2 感应电流磁化示例

5.2.10 平行导体感应电流磁化

当铁磁性工件平行靠近通电导体放置时，工件中会产生横向感应磁场。使用该方法应得到认可的工程机构的批准。

5.2.11 航空地面设备的磁化

经认可的工程机构的批准，可以使用永久磁铁、线圈缠绕、电磁轭或支杆法磁化航空地面设备零件。

5.3 磁场强度

5.3.1 确定磁场强度的基本方法

施加的磁场应有足够的强度以产生满意的磁痕显示，但不应过强以防止磁粉的过度堆积遮盖了相关显示。可以采用以下的一种方法或几种方法相结合来综合测定磁场强度是否足够：

- a) 单向或多方向磁化时，检测具有验收标准中规定类型、尺寸和位置的已知不连续或人工不连续的零件，或者按照附录 D 规定的方法通过附录 B 中定义的标准刻痕试片来确定；
- b) 仅当单向磁化时，使用能够测量切线磁场峰值的，采用霍尔效应探头的高斯计，测量方法见附录 E。当采用高斯计测量时，在零件上的任何被检区域的最小切线磁场强度应为 3 毫特（30 高斯）。最大切线磁场强度不应导致磁粉过度堆积遮盖了相关显示；
- c) 采用附录 F 或附录 G 中公式计算出的电流值，这些电流值仅提供粗略的参考，应结合上述 a) 或者 b) 的磁场强度测定方法使用，或者得到认可的工程机构批准，使用时应注意公式计算出的电流值可能导致零件过度磁化。

5.3.2 磁场强度的基本要求

除非另有说明，本标准给出的磁化电流值都是全波整流电的平均值。对于其他类型的电流，可以参考设备使用手册，咨询设备制造商或者认可的工程机构。当采用交流电剩磁法磁化时，应配备断电相位控制器。

5.3.3 线圈法纵向磁化

通常将电流通过环绕零件或零件受检区域的线圈来实现纵向磁化。线圈产生的磁场方向与线圈轴线平行。线圈两端的有效磁场范围约等于线圈的半径。实际的有效磁化长度应根据具体的受检零件加以确认。对于长度大于有效磁化长度的零件，应分段磁化，相邻磁化间有10%的有效磁场重叠。线圈法磁场强度确认方法参考5.3.1。

5.4 磁粉的施加

5.4.1 湿连续法

- 5.4.1.1 应将浓度合适的荧光或非荧光磁悬液柔和地喷撒或流涂到零件待检表面。
- 5.4.1.2 为了正确地形成并且保留磁痕显示，需要按照正确的顺序和时间磁化零件和施加磁悬液。应在施加磁悬液的同时或稍后，接通磁化电流。
- 5.4.1.3 至少通电两次，每次时间应不少于 0.5 秒，第二次通电应紧随第一次，并且当磁粉仍然在零件表面移动时。
- 5.4.1.4 在特殊情况下，如使用自动设备或检测关键零件时，只要证明检查程序能够检测出参考零件上的已知不连续，则可以不按照通电两次，每次不少于 0.5 秒的要求。
- 5.4.1.5 应注意防止由于过热或其他原因损坏零件。高精度加工的零件表面微弱吸附的磁痕显示容易被磁悬液液流冲洗消失，必须注意避免高流速的磁悬液流经关键表面。

5.4.2 剩磁法

采用剩磁法时，零件磁化后，应立即通过喷洒或浸泡的方式施加磁悬液。剩磁法不如连续法的灵敏度高。剩磁法可以用于检测高矫顽力材料上的在役疲劳裂纹，也可以用于检测受几何形状限制而无法进行连续法检测的零件或零件上的部分区域。使用剩磁法应得到认可的工程机构的批准，或者可以证明其能够检测出测试零件上的不连续或人工不连续。用于测试的零件应具有和受检零件相同的材料、加工工艺和相似的几何形状。

5.4.3 磁膏或磁漆的施加

在磁化之前或磁化过程中，用刷子、挤压瓶或喷罐将磁膏或磁漆施加到零件上。本方法用于特殊场合，如顶部或水下检测。只有得到认可的工程机构特别批准，才可以使用本方法。

5.4.4 磁聚合物的施加

常规方法难以检测的部位，如螺栓孔内壁，可采用含有磁粉的聚合物材料，将磁聚合物注入到受检零件的受检部位并在固化期间保持与零件接触，在固化之前，磁粉可以移动期间，通过加长磁化时间或进行反复磁化使零件达到合适的磁化水平。只有在得到认可的工程机构特殊批准时，才可以使用此方法。也可以按 HB 5370 使用磁粉探伤—橡胶铸型法进行检测。

5.4.5 航空地面设备磁粉选用

在获得认可的工程机构批准后，航空地面设备磁粉检测可以采用干磁粉或湿式非荧光磁粉。

5.5 评估

- 5.5.1 被检零件表面上的磁痕显示分为相关显示、非相关显示和伪显示，相关显示应按该零件的验收标准进行验收。
- 5.5.2 使用荧光磁粉时，检测人员不应佩戴变色镜或墨镜，但可以佩戴吸收紫外辐射的保护眼镜。
- 5.5.3 检测人员进入黑暗区域以后，在进行荧光磁粉检查之前至少应等待 1 分钟以适应暗区环境。
- 5.5.4 作业指导书中应包含对零件或组合件的验收要求。验收所依据的标准可以是专门规定的，也可以参考其他适用文件。当零件被分区检测时，应规定每一区域的验收标准。

5.6 磁痕记录

当客户或作业指导书要求时，应在受检零件上标记出所有拒收显示的位置。可选用下述方法永久性记录显示的位置、方向、尺寸、分布、数量和频次：

- 用文字或图表的形式记录磁痕显示；
- 经过干燥后的磁痕显示，使用粘性的透明胶带，将磁痕显示附着在胶带上，并将胶带放在经过批准的，记录有磁痕显示位置的表格中；
- 通过喷洒可剥性薄膜固定磁痕显示，并且将所产生的磁痕显示复制品放在经过批准的，记录有磁痕显示位置的表格中；
- 以照相或录像等手段将磁痕显示图形、透明胶带或可剥性薄膜复制品记录下来，并将照片放在经过批准的，记录有磁痕显示位置的表格中。

5.7 检测后的退磁和清洁

5.7.1 退磁

- 5.7.1.1 在最终检测后，所有的零件都应进行退磁。无论采用哪种退磁方法，退磁磁场的方向应近似于磁化磁场的方向，退磁磁场强度应大于磁化磁场的强度；
- 5.7.1.2 采用交流电退磁时，应使退磁电流大于磁化电流峰值，退磁方向保持与磁化方向一致，使交流磁场逐渐衰减至零。用交流线圈退磁时，保持线圈通电，而后让零件缓慢地通过线圈。对几何形状复杂的零件进行退磁时，当零件通过线圈磁场时，应将零件旋转或翻滚，以便零件充分退磁，如有需要应重复此过程。
- 5.7.1.3 采用三相全波整流电或直流电退磁时，应使退磁磁场大于磁化磁场，退磁方向保持与磁化方向一致，应反复变换磁场方向并逐渐降低磁场幅值，直至剩余磁场达到规定值。可采用超低频退磁或直流换向衰减退磁装置。
- 5.7.1.4 只要可能，凡进行周向磁化的零件在退磁前应先进行纵向磁化。零件退磁后，用磁强计测量零件剩磁大小，在零件的任何部位，剩磁不应大于 0.3 毫特（3 高斯）

5.7.2 检测后的清洁

- 5.7.2.1 在最终检测后，所有的零件都应进行清洁；
- 5.7.2.2 应使用合适的溶剂、压缩空气、或其他方法对零件进行清洁；
- 5.7.2.3 按清洁程序清除孔、缝隙和通道等部位中的剩余磁粉，以免影响零件以后的使用；
- 5.7.2.4 去除所有影响零件以后使用的塞子、遮蔽物及其他检测辅助物；

5.7.2.5 如果需要，按照规定对零件进行防腐和保护处理，以避免腐蚀或损伤。

5.8 检测记录

磁粉检测的结果应按照客户要求进行记录。检测结果的记录应具有对指定零件的可追溯性。如果需要出具检测报告，则应至少包含下列要素：

- a) 参考文件；
- b) 检测要求；
- c) 零件名称、件号（如果适用）；
- d) 检测设备；
- e) 检测日期；
- f) 检测员姓名、签名。
- g) 检测结果，包括显示的详细描述及是否符合验收标准的结论。

所有的检测记录应编号，存档至少保存三年，或按合同、订单要求执行。

5.9 合格零件的标记

5.9.1 除非认可的工程机构另有规定，经磁粉检测合格的零件在离开检测场所之前应按照相应的图纸、采购书、合同或本标准的规定进行标记；

5.9.2 标记的方式和位置应不损伤零件。标记不应被后续的操作抹去，如果允许，标记应位于零件组装后的可见位置。如果后续的操作会去掉标记，则应将标记加盖在成品零件或组件所附的记录单上。对于磁粉检测合格的螺栓和螺帽以及其他紧固件产品，应在每个包装上做明显的标记；

5.9.3 如果作业指导书、规范或图纸允许或要求，或者零件的特性允许在零件上加盖零件件号或检测人员印章时，可以使用压印、墨水印、激光标记、染色、振刻或蚀刻标记。压印标记应位于零件件号或检测人员印章附近；

5.9.4 对于结构或功能不允许使用印章、振刻或蚀刻的零件，如经过彻底打磨或抛光的滚珠、销子或轴衬，则可以使用其他标记方法，如：挂标签。

5.10 标记符号和颜色标记

5.10.1 经过百分之百检测并合格的零件标记方法如下：

——采用染色法标记时，应使用具有足够附着力的醒目的蓝色染料。如果颜色与其他工序的标记冲突时，磁粉检测可以使用相邻的两个蓝色圆点或其他方法来表示；

——使用压印、墨水印、激光标记、染色、振刻或蚀刻时，应使用带圈的“M”标记。

5.10.2 抽样检测并合格的零件标记方法如下：

——采用染色法标记时，应使用具有足够附着力的醒目的橙色染料；

——使用压印、墨水印、激光标记、染色、振刻或蚀刻时，应使用不带圈的“M”标记。

6 质量控制

6.1 系统性能校验

6.1.1 磁粉检测系统的总体性能，包括所使用的设备、材料和照明环境均应进行初次使用校验，并在此后进行周期性校验，校验的项目及周期见表 1。所有用于系统性能校验的电流和电压测量装置、分流器、定时器、照度计、高斯计和磁强计应定期进行校准；

表 1 校验周期表

项 目	最长校验周期 ^a	有关条款
可见光照度 ^b	7d	6.3.1
环境光照度 ^b	7d	6.3.1
黑光辐照度 ^b	1d ^c	6.3.2, 6.4.6
电池供电黑光灯的黑光辐照度检查	每次使用前和使用后	6.4.6.3
黑光灯完好性检查	每周	6.3.2
系统性能检查 ^b	1d ^c	6.1
磁悬液浓度	8h或每班前	6.2.1
磁悬液污染度 ^b	7d	6.2.1
水断试验	1d ^c	6.2.2
电流表精度 ^b	6个月	6.4.2
定时器 ^b	注：6个月	6.4.3
磁场快断 ^b	6个月	6.4.4
磁轭静负荷检查 ^b	6个月	6.4.5
黑光和可见光照度计 ^b	6个月	6.4.8
高斯计或磁强计精度 ^b	6个月	6.4.7
^a 当设备处于使用状态时 ^b 在有实际稳定或有可靠技术资料证明的前提下，以上最长校验周期可以延长 ^c 如当日无工作，可在下一次工作前检查		

6.1.2 使用带有验收标准中规定类型、位置和尺寸的不连续，有代表性的参考零件，并按作业指导书进行系统性能检测，如果在参考零件上显示正确、可识别的磁痕，则检测系统的性能验证合格。用于系统性能验证的试件应在检测后退磁和彻底清洁，并按照验证程序在黑光或可见光下检查，以确保无剩余的磁痕显示；

6.1.3 如果没有 6.1.2 中的参考零件，也可以使用带有人工不连续的模拟试件，或者使用附录 H 中的环形试块。人工不连续可以根据特定需要模拟制造，也可以使用附录 B 所示的标准刻痕试片。使用模拟试件应遵守 6.1.2 的规定。

6.2 磁悬液测试（喷罐包装溶液不按此要求）

6.2.1 浓度、污染度测试

6.2.1.1 磁悬液在新配制、改变或调整槽液，以及在使用期间应按表 1 的周期进行浓度和污染度测试。

6.2.1.2 测试磁悬液浓度时，应充分搅拌磁悬液至少 30 分钟，使槽液中的磁粉均匀分布。在梨形管中注入 100 毫升试样，将试样退磁并静置至少 60 分钟（油载液）或 30 分钟（水载液），读取沉淀磁粉的固体体积。如果浓度超过作业指导书所规定的范围，则应按要求添加磁粉或载液并重新测定磁悬液浓度。如果沉淀的磁粉为松散的絮状物，应再次取样测定，如果第二次测定结果与第一次相同，则应更换全部的磁悬液。只要可以验证使用的方法能够产生与本段所述等效的结果，油载液也可以采用 30 分钟的静置沉淀时间或其他测试方法。

梨形管的外形和尺寸应符合 ASTM E709 的规定。对于荧光磁粉，梨形管管茎部分 1 毫升以下的最小刻度为 0.05 毫升，对于非荧光磁粉，梨形管管茎部分 1.5 毫升以下的最小刻度为 0.1 毫升。

6.2.1.3 测试磁悬液污染度时，应按照 6.2.1.2 规定的程序，在黑光（仅对荧光磁悬液）和可见光（对荧光和非荧光磁悬液）下检查梨形管刻度部分是否有不同颜色和外观的条纹或带状物。条纹或带状物代表污染物。如果污染物的总体积超过磁粉体积的 30%，则应调整或更换磁悬液。

6.2.2 水断试验

使用水基磁悬液时，应先进行水断试验。方法是用水磁悬液施加到表面状况与受检零件相同的零件或者实际零件表面，在停止施加水磁悬液后观察零件表面状态。如果整个零件表面形成连续均匀的液膜，则表明润湿剂充足；如果液膜断开而暴露出没有液膜的表面，则表明润湿剂不充足或零件没有被彻底地清洗干净。

6.2.3 湿法磁粉灵敏度检查

湿法磁粉灵敏度检查方法参见附录 J。

6.3 照明

6.3.1 可见光

6.3.1.1 在初始安装照明光源或发生可能影响光源照度的变化时应进行光照度测量，并在此后按照表 1 规定的间隔进行测量；

6.3.1.2 非荧光磁粉检测以及解释荧光磁粉所发现的磁痕显示时，受检零件表面所测得的可见光照度应不低于 1076 lx（100 fc）；

6.3.1.3 荧光磁粉检测应在黑暗的环境中进行。受检零件表面所测得的环境光照度应不大于 22 lx（2 fc）。

6.3.2 黑光

采用荧光磁粉检测时，受检零件表面的黑光辐照度应不低于 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。黑光的检查应符合 6.4.6 的要求。应每天检查黑光灯清洁度和完好度，并根据需要对其进行清洁、维护或更换，这些检查无需记录。磁痕显示评判所使用的 LED 黑光灯应符合 ASTM E3022 的要求。

6.3.3 受限制区域的检测

当光源体积太大而无法直接照亮受检表面时，应使用特殊的照明手段，如：笔式黑光光源、黑光光导管或内窥镜。所观察的影像应具有足够的分辨率，以便有效地评判验收标准中规定的拒收不连续。应在工作距离测量黑光照度，黑光照度应符合6.3.2的要求。

6.4 设备校准

6.4.1 基本要求

磁粉检测设备应进行初次使用校准，并且在此后根据表1规定的时间间隔进行周期性校准。当怀疑设备功能异常、认可的工程机构要求或进行了可能影响设备精度的电气维修后，都应进行校准。

6.4.2 电流表

为了校准设备所使用的电流表，应将经过校准的电流表串联在设备的输出电路上。应读取包含设备使用电流范围的三个输出值。设备所使用的电流表读数与经过校准的电流表读数之间的偏差不应超过 $\pm 10\%$ 或50安培，取其中的较大值。当测量半波整流电流时，经过校验的直流电流表读数应加倍。在任意设置电流值，设备输出稳定性应不超过 $\pm 10\%$ 或50安培，取其中的较大值。设备应标识最低可重复使用的电流值。

6.4.3 定时器

对于使用定时器控制电流持续时间的设备，定时器的允许误差应为 ± 0.1 秒。

6.4.4 磁场快断

对于具有磁场快断性能的设备，应使用示波器或设备厂家所规定的其他方法进行测试，以确定该电路的功能是否正常。

6.4.5 静负荷

电磁轭和永久磁铁（被允许使用时）应进行静负荷检查。交流磁轭或永久磁铁两磁极间距离为50毫米~150毫米时应有不少于4.5千克的提升力；直流电磁轭两磁极间距离为50毫米~100毫米时应有不少于13.5千克的提升力，或者距离为100毫米~150毫米时应有不少于22.5千克的提升力。

6.4.6 黑光灯

6.4.6.1 应按照表1规定的周期检查黑光灯的黑光辐照度，每次更换灯泡以后也应进行此项检查。当黑光照度计传感器表面与黑光灯黑光滤片表面之间的距离为381毫米（15英寸）时，可接受的最低黑光辐照度为 $1000 \mu \text{W}/\text{cm}^2$ 。

注：使用充电式黑光灯或LED黑光灯时，可能会产生过多的白光使黑光衰减和眩光，降低检测可靠性。

6.4.6.2 使用的LED黑光灯应符合ASTM E3022的要求。

6.4.6.3 电池供电的黑光灯在使用前和使用后均应测量黑光辐照度。

6.4.7 高斯计或磁强计

高斯计或磁强计均应校准。校准时，除零点之外，在每个极性的动态范围内至少还应测量3个点。

6.4.8 黑光和可见光照度计

黑光和可见光照度计均应由具备资质的机构按照设备使用说明手册定期校准并溯源至国家标准。

附录 A
(资料性附录)
磁粉检测的材料适用性

- A.1 一些材料相比其他材料更适合磁粉检测。在某些情况下，渗透检测可能是一种更可靠的检测方法。
- A.2 一些经过退火或低热处理范围的沉积硬化 (PH) 钢是奥氏体钢。磁粉检测不能检测奥氏体钢。
- A.3 低磁导率钢，如：沉积硬化钢，需要使用足够大的磁化电流以达到合适的磁场强度。高磁导率钢易于被磁化，但不能使用剩磁法检测。
- A.4 表A.1是关于不锈钢和抗腐蚀钢及其磁粉检测适用性的图表。
- A.5 铝和铝基合金、铜和铜基合金、镍基合金不能用磁粉检测的方法检查。
- A.6 所有的低合金碳钢，1000系列 (1020, 1050, 1117, 1340等)，4000系列 (4130, 4300 4340M等)，5000, 6000, 8000, 9000系列, HY80, HY100, 9Ni-4Co, 和马氏体钢是铁磁性材料，可以用磁粉检测方法进行检查。

表 A.1 磁粉检测适用性材料表

不锈钢和抗腐蚀钢							
铬镍锰型	高温合金	铬镍型			铬型		低铬型
奥氏体	非磁性	奥氏体	半奥氏体	马氏体	铁素体	马氏体	磁性
非磁性		非磁性	磁性	磁性	磁性	磁性	
201	A-286	301, 302	17-7PH	17-4PH	400	403	501
202	Discaloy	303, 304	PH15-7Mo	15-5PH	405	410	502
21-6-9	Incoloy800, 801, 802,	305, 308	PH14-8Mo	PH13-8Mo	409	414	
204	901,	309, 310	AM350	AM363	429	416	
204L	903RA330	311, 314	AM355	Custom 450	430	420	
203EZ	Haynes 25,	316, 317	AM357	Custom 455	434	422	
	188	321, 347,	AM359	14-4	436	431	
	Stellite 6B	348, 19-9			442	440A, B, C	
	ALL Hasteloy	22-13-5			443	440F	
	All Inconel	18-2Mn			446	12MoV	
	All Nimonic	17-14Cu-Mo			18SR		
	All Udimet	22-4-9					
	Rene 41,	17-10P					
	95, 100						
	Astroloy						
	D-979						
	In-100, 102RA330,						
	Haynes25, 188						

附录 B

(规范性附录)

AS5371 磁粉检测标准刻痕试片

B.1 试片的应用范围

制定磁粉检测工艺时，通常采用下列标准刻痕试片确定适合的磁场方向和磁场强度。图B.1所示的试片可用于单向磁化中确保磁场的建立，也可用于复合磁化中确保磁场的建立和平衡。

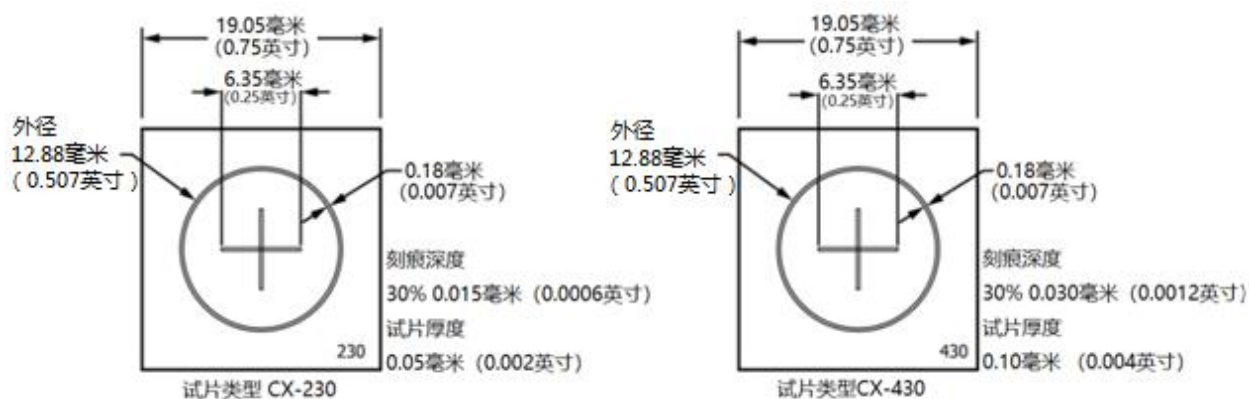


图 B.1 CX 型试片

B.2 试片的规格和材料

B.2.1 试片有两种厚度：0.05 毫米（0.002 英寸）和 0.10 毫米（0.004 英寸）。当厚的试片不能与所检测的零件表面贴合时可以使用薄的试片。

B.2.2 试片有两种尺寸：图 B.1 和图 B.2 所示的正方形试片的边长为 19.05 毫米（0.75 英寸），图 B.3 所示的正方形试片的边长为 20.07 毫米（0.79 英寸）。图 B.3 所示的试片可以切成四个边长为 10.03 毫米（0.395 英寸）的正方形以用于受局限的区域。

B.2.3 试片材料为低碳钢或同等材料。

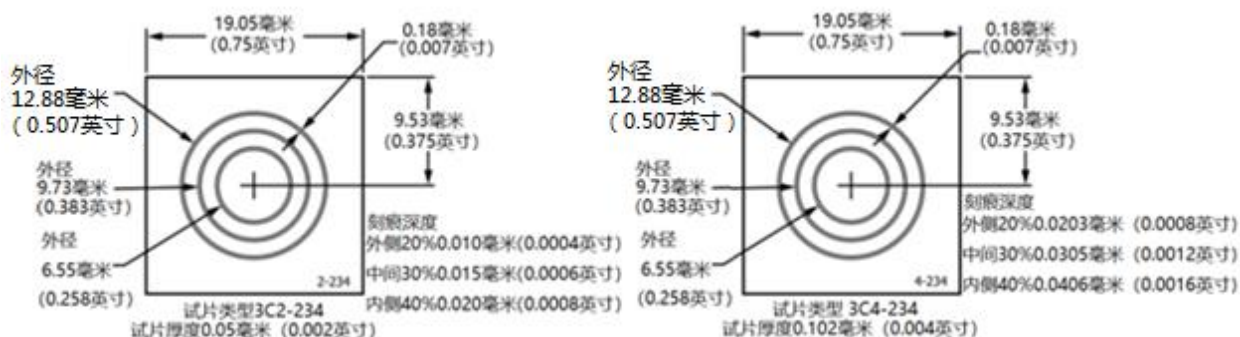


图 B.2 3C 型试片

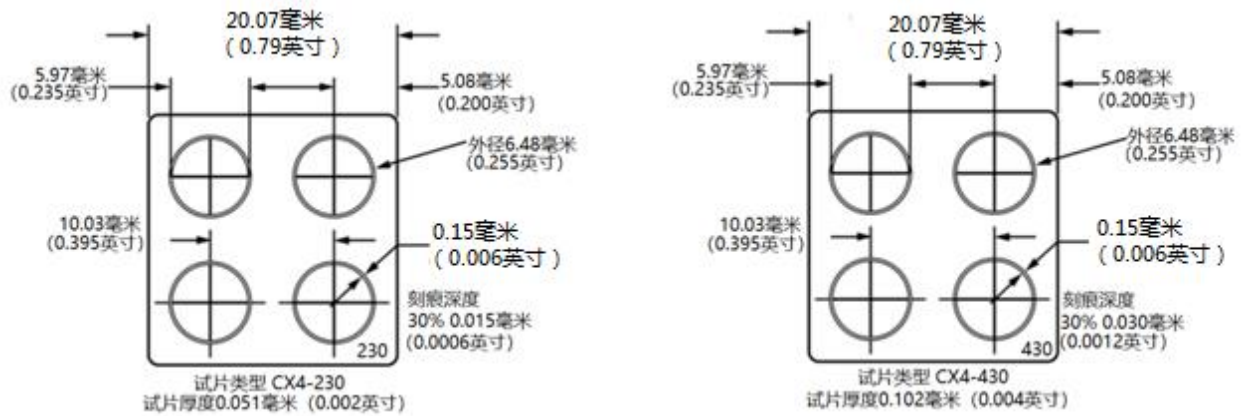


图 B.3 CX4 型试片

B.3 试片的使用方法

试片按 AS 5371 的规定使用。应将试片刻痕面朝向零件表面，放置在零件的被检区域上。应在多个区域上放置试片以确保得到正确的磁场方向和磁场强度。

附录 C
(资料性附录)
柔性试片确定磁场方向

- C.1 本附录所示柔性试片可用于确定磁粉检测时确定合适的磁场方向。使用时将试片纵向垂直于磁化方向摆放，以得到最强的显示。
- C.2 试片由低碳钢制造，在不使用时应进行腐蚀防护。试片应储存在干燥的区域，在试片粘贴到零件上之前，应清洁并干燥零件和试片。
- C.3 使用时，试片应紧贴受检零件。

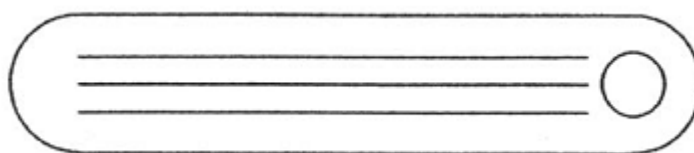


图 C.1 柔性试片

附录 D

(规范性附录)

AS5371 标准刻痕试片使用说明

D.1 试片的应用

- D.1.1 在使用和粘贴附录 B 所示的 AS5371 标准刻痕试片过程中，应特别小心，以确保试片能够精确地指示磁场强度和方向。在设定复合磁化中的磁化电流时，必须使用 AS5371 试片或者 5.3.1. a) 所描述的零件进行验证；
- D.1.2 弯曲或复杂的工件表面应使用厚度为 0.05 毫米（0.002 英寸）的试片；
- D.1.3 试片由低碳钢制造，在未使用时应进行防腐保护，可以将试片浸泡在溶剂中，如丁酮或石脑油中保存。在零件上粘贴试片之前，应确保零件表面及试片清洁、干燥；
- D.1.4 试片有刻痕的一侧应朝向受检零件，并紧贴受检零件；
- D.1.5 应使用粘合剂或胶带将试片牢固地固定在零件上，以防止磁悬液进入零件和试片之间。不论采用何种固定方法，都不应干扰刻痕显示。用于固定试片的胶带应具有以下特性：
- a) 与钢有良好的附着力；
 - b) 不会被所使用的磁悬液浸透；
 - c) 胶带不产生荧光（对于荧光磁悬液）。
- D.1.6 如果胶带变松，使磁悬液流入试片与零件之间时，则应小心地摘下胶带和试片，清洁试片和零件，并且重新粘贴试片。
- D.1.7 如果取下的试片没有变形，并且重新粘贴后胶带和零件能够紧密接触，则可以重复使用。

D.2 磁场强度和方向的测定

D.2.1 试片粘贴位置

在编写作业指导书时，应首先确定试片放置的位置，以确保磁场强度和方向的监测具有足够的覆盖面，然后粘贴试片。

D.2.2 连续法直接通电磁化

使用连续法，电流值从最小值开始缓慢增加，直至试片出现清晰的磁痕显示。磁化时，试片上“十”字刻痕中与磁场方向垂直的刻痕将形成磁痕显示，环形刻痕中与磁场方向大致垂直的区域将形成磁痕显示。

D.2.3 复合磁化时纵向和周向磁场的确定

- D.2.3.1 应缓慢地增加电流值，直到每一个试片上都能观察到符合要求的磁痕显示，以确定第一个方向上的磁场强度。
- D.2.3.2 记录设置的电流值，对零件退磁并仔细地清洁试片。
- D.2.3.3 确定第二个方向磁场时，缓慢地增加电流值，直到每一个试片上都能观察到符合要求的磁痕显示，以确定第二个方向的磁场强度。
- D.2.3.4 记录设置的电流值，
- D.2.3.5 将磁化选择开关设定在复合磁化模式，并按照所记录的电流值磁化零件。如果能够清晰观察

到试片上的整个环形刻痕，则表明被检零件中的磁场平衡。如果环形刻痕的部分区域的磁痕显示不清晰，则应相应地调节电流值并且重复上述确定磁场的步骤。

D.2.4 注意事项

D.2.4.1 为了在试片上得到正确的磁痕显示，应轻柔地施加磁悬液。

D.2.4.2 试片由低矫顽力，高磁导率材料制成，在制定磁粉检测作业指导书时不能用于指示剩磁场。

D.2.4.3 在单向磁化中，应将霍尔效应探头放置于紧邻试片的位置或试片附近易于重复放置探头的位置来测量实际的磁场强度。

附录 E
(规范性附录)
切线磁场强度的测量

测量5.3.1中规定的切线磁场强度时注意：

- a) 霍尔效应探头的有效区域应不大于 5.1 毫米×5.1 毫米，并且有效区域中心位置离零件表面不超过 5 毫米；
- b) 在所测量的部位，探头的平面应垂直于零件表面，倾斜不应超过 5°。手工定位困难时，可以采用工装或夹具来保持探头的位置；
- c) 当施加冲击电流，或使用交流电或半波整流电时，应将高斯计设置在读取冲击电流峰值的档位；
- d) 高斯计应具有 300 Hz 或更高的频率响应；
- e) 零件表面的切线磁场方向和幅值可以在同一个点，通过两次互成直角的测量来确定；
- f) 高斯计探头的导线应屏蔽或缠绕，以免在磁粉检测时受到较大的磁场变化干扰造成读数错误。

附录 F
(规范性附录)
确定周向磁化电流值方法

F.1 支杆法磁化电流值

使用支杆法检测厚度不大于19毫米的材料时,每毫米支杆间距的电流强度应为3.5安培~4.5安培。材料的厚度大于19毫米时,每毫米支杆间距的电流强度应为4.0安培~5.0安培。支杆间距应在50毫米~200毫米的范围内。有效磁场宽度为支杆中心连线两侧各1/4支杆间距。

F.2 直接通电法周向磁化

采用在零件上直接通电法磁化时,每毫米零件直径的磁化电流强度通常为12安培-32安培。零件直径应取零件外周上任意两点间距离的最大值。通常情况下,每毫米零件直径的磁化电流强度不大于20安培。检查夹杂物或低磁导率合金,如:沉淀硬化类钢,则应采用更大的磁化电流值,可达每毫米零件直径32安培。当使用低于每毫米零件直径12安培的电流磁化时必须得到3级人员和认可的工程机构批准。

F.3 中心导体法周向磁化

F.3.1 零件直径的确定

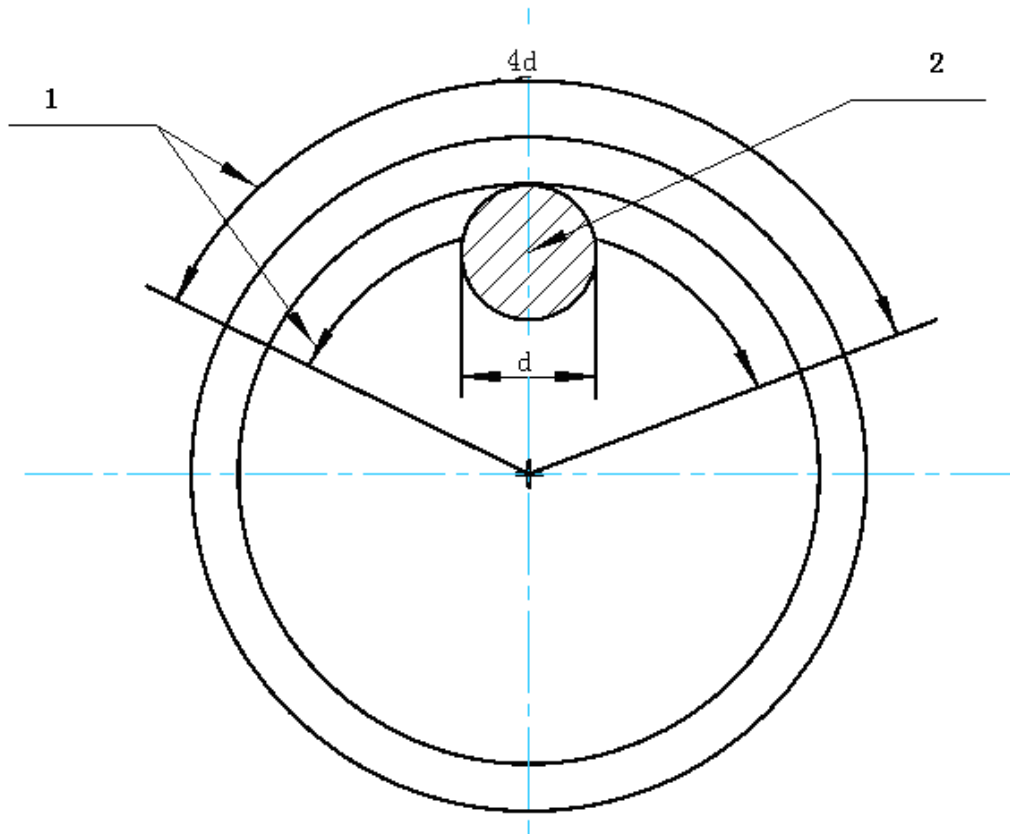
电流通过放置在空心零件内的导体进行周向磁化。在中心导体法磁化中,如果仅检查零件内表面的不连续,计算磁化电流强度时应以零件内表面圆周上间隔180°的两点间的最大距离作为零件直径,如果不仅仅检查零件的内表面,则根据F.2确定零件的直径。

F.3.2 正中心导体法

当中心导体的轴线位于零件轴线附近时,应采用F.2规定的方法计算磁化电流强度。

F.3.3 偏置中心导体法

当中心导体紧贴零件内壁放置时,按F.2规定的方法计算磁化电流强度,此时零件的直径应为中心导体直径加上两倍的零件壁厚。如果可以验证存在符合规定的磁场,则零件沿圆周(内部)的有效检查区域应为中心导体直径的四倍至整个圆周(内部)。应绕中心导体旋转零件以检测其全部周长,每次应有10%的有效磁场重叠区。见图F.1所示。



说明：

1—有效检查区，2—中心导体

图 F.1 偏置中心导体法有效磁化范围示例

附录 G
(规范性附录)
确定线圈法电流值的公式

G.1 关于线圈法电流值公式的说明

多年来,下列公式通常用于制定线圈法和电缆缠绕法磁粉检测工艺。目前的研究表明,按这些公式确定的磁场对于一些零件可能太大,但仍可以用于确定初始磁化电流,并应用5.3.1中的确定磁场强度方法进行确认。

G.2 线圈法和电缆缠绕法

G.2.1 通则

公式(G.1)~公式(G.6)仅用于零件长径比(L/D)大于2、小于15时。如果L/D值小于2,则可以将延长棒(与被检查的零件相同直径的由铁磁性材料所制的棒)置于零件的一端或两端以有效地将L/D值增加到2或更大。如果零件有中空部分,则采用G.5或G.6所列的 D_{eff} 代替D。如果零件长度大于线圈有效磁化长度,计算长径比时零件的长度应取有效磁化部分的长度。

G.2.2 使用低填充系数线圈纵向磁化

G.2.2.1 线圈的横截面面积是受检零件横截面面积的10倍或更大时,使用公式(G.1)~公式(G.2)。

G.2.2.2 对于放置在线圈侧壁的零件,公式为:

$$NI = \frac{K}{L/D} \pm (10\%) \dots\dots\dots (G.1)$$

式中:

- N —— 线圈的匝数;
- I —— 对线圈施加的电流值,单位为安培;
- K —— 45000 安匝;
- L —— 零件的长度;
- D —— 与零件长度相同单位的零件直径。

G.2.2.3 对于放置在线圈中心的零件,公式为:

$$NI = \frac{KR}{(6L/D) - 5} \pm (10\%) \dots\dots\dots (G.2)$$

式中:

- N —— 线圈的匝数;
- I —— 对线圈施加的电流值,单位为安培;
- R —— 线圈的半径,单位为毫米或英寸;
- K —— R单位是毫米时,K为1690安匝/毫米;R单位是英寸,K为43000安匝/英寸;
- L —— 零件的长度;
- D —— 与零件长度相同单位的零件直径。

G.2.3 使用高填充系数线圈或电缆缠绕纵向磁化

线圈的横截面面积小于两倍的受检零件的横截面（包括中空部分）面积，使用公式(G.3)：

$$NI = \frac{K}{(L/D) + 2} (\pm 10\%) \dots\dots\dots (G.3)$$

式中：

- N —— 线圈的匝数；
- I —— 对线圈施加的电流值，单位为安培；
- K —— 35000 安匝；
- L —— 零件的长度；
- D —— 与零件长度相同单位的零件直径。

G.2.4 使用中填充系数线圈纵向磁化

当线圈的横截面面积是受检零件的横截面面积的2倍~10倍时，使用公式(G.4)：

$$NI = (NI)_h \left[\frac{10 - \tau}{8} \right] + (NI)_l \left[\frac{\tau - 2}{8} \right] \dots\dots\dots (G.4)$$

式中：

- N —— 线圈的匝数；
- I —— 对线圈施加的电流值，单位为安培；
- $(NI)_h$ —— 使用公式G.3算出的高填充系数线圈的NI值；
- $(NI)_l$ —— 使用公式G.1或G.2计算出的低填充系数线圈的NI值；
- τ —— 线圈的横截面面积与零件的横截面面积之比。

G.2.5 计算中空或部分中空零件的 L/D

G.2.5.1 当计算中空或部分中空零件的 L/D 时，可以用公式(G.5)计算的有效直径 D_{eff} 代替 D，计量单位可以同是国际单位制或英制，但不能混用。

$$D_{eff} = 2 \sqrt{\frac{A_t - A_h}{\pi}} \dots\dots\dots (G.5)$$

式中：

- A_t —— 零件横截面的总面积；
- A_h —— 零件中空部分横截面的总面积。

G.2.5.2 对于中空的圆筒形零件，有效直径按公式(G.6)计算，计量单位可以同是国际单位制或英制，但不能混用。

$$D_{eff} = \sqrt{(OD)^2 - (ID)^2} \dots\dots\dots (G.6)$$

式中：

- OD —— 圆筒的外径；
- ID —— 圆筒的内径。

附录 H (规范性附录)

使用 AS 5282 或 KETOS 01 工具钢环进行系统性能测试

H.1 全波、半波整流电磁粉探伤机系统性能检查

- H.1.1 将直径为 25.4 毫米~31.75 毫米，长度大于等于 406.4 mm 的非铁磁性导体穿过 AS 5282 或 KETOS 01 工具钢环（见图 H.1）的中心，保持导体位于环的中心。
- H.1.2 在导体上通过表 H.1 中规定的对应环的电流值，周向磁化环形试块。
- H.1.3 用连续法检测，在通电后 1 分钟内检查环形试块。
- H.1.4 采用非荧光磁悬液时，应在照度不低于 1076lx 的可见光下检查。
- H.1.5 采用荧光磁悬液时，应在辐照度不低于 1000 微瓦每平方厘米的黑光和照度不超过 221lx 的环境光下检查。
- H.1.6 在环的外部边缘上要求看见的最少孔数如表 H.1 所示。
- H.1.7 使用的电流值和观察的孔的数目可能受设备电流容量或检测工作范围的限制。表 H.2 为 AS 5282 或 KETOS 01 工具钢环的规格。

表 H.1 对于 AS 5282 和 KETOS 01 工具钢环电流值和所显示的孔的数目要求

对于 AS5282 工具钢环电流值和所显示的孔的数目要求		
磁悬液类型	中心导体全波、半波整流直流电流 单位 安培	最少显示孔数
荧光磁悬液	500	3
	1000	5
	1500	6
	2500	7
	3500	9
非荧光磁悬液	500	3
	1000	4
	1500	5
	2500	6
	3500	8
对于 KETOS 01 工具钢环电流值和所显示的孔的数目要求		
磁悬液类型	中心导体全波、半波整流直流电流 单位 安培	最少显示孔数
荧光磁悬液或 非荧光磁悬液	1400	3
	2500	5
	3400	6

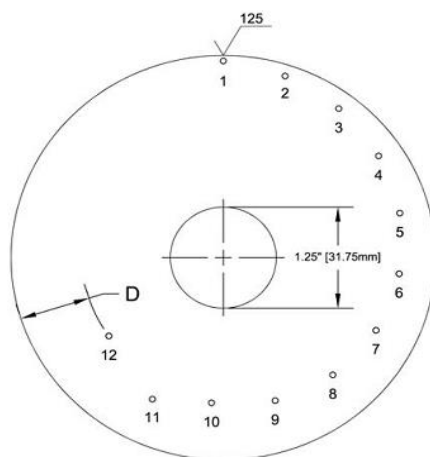


图 H. 1 AS5282 或 KETOS01 工具钢环

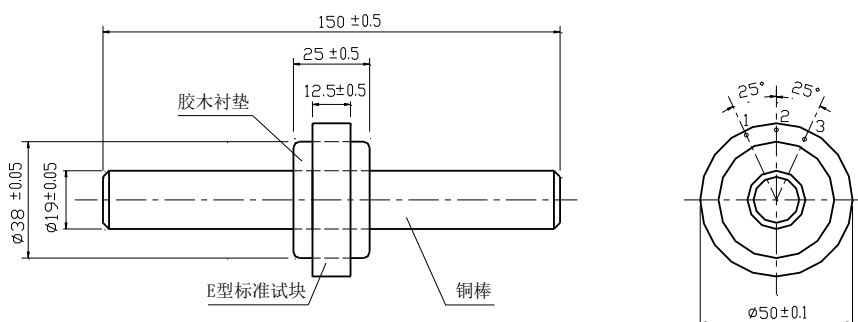
表 H. 2 AS 5282 或 KETOS01 工具钢环的规格

孔号	1	2	3	4	5	6
通孔中心距外缘 距离D(单位: 毫米)	1.78	3.56	5.33	7.11	8.89	10.67
孔号	7	8	9	10	11	12
通孔中心距外缘 距离D(单位: 毫米)	12.45	14.22	16.00	17.78	19.56	21.34
<ul style="list-style-type: none"> • 12个通孔直径为1.78 ± 0.13毫米。 • 通孔中心距外缘距离D的尺寸公差为± 0.13毫米。 • 环外径为127毫米，厚度为22.22毫米。 • 其他尺寸公差为± 0.76毫米 						

附录 I
(规范性附录)
交流磁粉探伤机系统性能检查

1.1 交流磁粉探伤机系统性能检查

将E型标准试块(图I.1)穿在铜棒上,通以有效值700 A的交流电,用中心导体法磁化,用连续法检验,在试块外部边缘上,最少有一个人工孔磁痕显示清晰为综合性能(系统灵敏度)试验合格。若通以平均值1 000 A的单相半波整流电(HWDC),在试块外部边缘上,最少有三个人工孔磁痕显示清晰为综合性能(系统灵敏度)试验合格。



说明:图中尺寸单位为毫米

图 I.1 E 型标准试块

表 I.1 E 型标准试块的规格

孔号	1	2	3
通孔中心距外缘距离	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm
通孔直径	$\phi 1$ mm		
(1) 三个通孔直径为 $\phi 1.0 \pm_{0.05}^{0.08}$ mm。 (2) 通孔中心距外缘距离公差为 ± 0.05 mm。			

附录 J
(资料性附录)
湿式磁粉灵敏度检查

本附录中涉及的两类器具已经磁化，操作时不需要磁化或退磁，可用于评估与检测系统无关的磁粉性能。

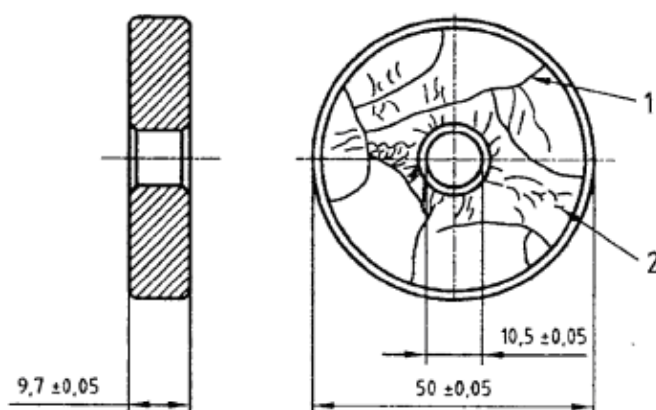
采用浇、喷或其他适当方法将与检测时同样浓度的磁悬液施加到测试器具上，在合适的照明条件下观察显示。如果不能观察到规定的显示，则该磁悬液不得使用，除非有其他方法证明其可用。以下因素会导致器具上显示不良：浓度不足，磁粉磁性不良，显示被抹去。以下措施可以防止器具上显示不良：器具表面清洁无污物，器具不使用时不应存放在高温或强磁场附近。



显示出现在条码试样上，磁性从“0”（最强）到“X”（最弱），以最弱显示为基础进行分级。

图 J.1 磁性卡片

单位为毫米



说明：

1—磨削裂纹，2—应力腐蚀裂纹

图 J.2 圆盘状永久磁化试样