



中华人民共和国国家标准

GB/T 15822.3—2024/ISO 9934-3:2015

代替 GB/T 15822.3—2005

无损检测 磁粉检测 第3部分:设备

Non-destructive testing—Magnetic particle testing—Part 3: Equipment

(ISO 9934-3:2015, IDT)

2024-09-29 发布

2024-09-29 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 安全要求	1
5 设备类型	2
6 UV-A 源	6
7 检测介质系统	7
8 检测室	8
9 退磁	8
10 测量	9
参考文献	11

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 15822《无损检测 磁粉检测》的第 3 部分。GB/T 15822 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：检测介质；
- 第 3 部分：设备。

本文件代替 GB/T 15822.3—2005《无损检测 磁粉检测 第 3 部分：设备》，与 GB/T 15822.3—2005 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了磁化床的总体要求(见 5.3.1, 2005 年版的 4.3.1)；
- b) 更改了 UV-A 源的技术数据(见 6.2, 2005 年版的 5.2)；
- c) 更改了测量的总体要求(见 10.1, 2005 年版的 9.1)；
- d) 更改了电流测量的规定(见 10.2, 2005 年版的 9.2)；
- e) 更改了可见光测量的规定(见 10.4, 2005 年版的 9.4)；
- f) 删除了 UV-A 辐射测量(见 2005 年版的 9.5)。

本文件等同采用 ISO 9934-3:2015《无损检测 磁粉检测 第 3 部分：设备》。

本文件增加了“术语和定义”一章。

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专利的责任。

本文件由全国无损检测标准化技术委员会(SAC/TC 56)提出并归口。

本文件起草单位：上海材料研究所有限公司、上海锅炉厂有限公司、苏州天河中电电力工程技术有限公司、中国特种设备检测研究院、广东省特种设备检测研究院、杭州市特种设备检验科学研究院(杭州市特种设备应急处置中心)、江苏省特种设备安全监督检验研究院、浙江省电力锅炉压力容器检验所有限公司、济宁鲁科检测科技有限公司、嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司、湖南碳源科技有限公司。

本文件主要起草人：蒋建生、丁杰、林世昌、季鹏、张佩铭、刘正存、陈涛、李龙、李绪丰、马君、史润章、张杰、张辉、杨芸、宋光伟、赵光。

本文件于 1995 年首次发布，2005 年第一次修订，本次为第二次修订。

引 言

磁粉检测是无损检测常规方法之一,广泛应用于机械、冶金、航天、航空、石油、船舶、铁道等领域的铁磁性材料及产品的表面和近表面缺陷。

GB/T 15822 旨在规范开展磁粉检测活动。GB/T 15822 拟由 3 个部分构成:

- 第 1 部分:总则。目的在于规定磁粉检测的总体要求。
- 第 2 部分:检测介质。目的在于规定磁粉检测产品(包括磁悬液、干磁粉、载液和反差增强剂)的主要特性及其性能核查方法。
- 第 3 部分:设备。目的在于规定用于磁粉检测设备的性能、实用性方面的最低要求和测量特定参数的方法。

本文件是 GB/T 15822 的第 3 部分。本次对 GB/T 15822.3—2005 进行修订,明确且细化磁粉检测设备(便携式或移动式设备、固定设备、用于连续检测工件的专用检测系统),以及用于磁化、退磁、照明、测量和监控用的辅助设备的要求,促进磁粉检测设备规范化,保障产品质量及服役安全具有重要的意义。

无损检测 磁粉检测 第3部分:设备

1 范围

本文件描述了以下3种类型的磁粉检测设备:

——便携式或移动式设备;

——固定设备;

——用于连续检测工件的专用检测系统,包括一系列操作工位依次排列组成的检测线。

本文件还描述了磁化、退磁、照明、测量和监控用设备。

本文件规定了供应商所提供设备的性能、实用性方面的最低要求和测量特定参数的方法。如适用,还规定了测量和校准要求以及在役检查。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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。

ISO 3059 无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件(Non-destructive testing—Penetrant testing and magnetic particle testing—Viewing conditions)

注:GB/T 5097—2020 无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件(ISO 3059:2012,IDT)

ISO 9934-1 无损检测 磁粉检测 第1部分:总则(Non-destructive testing—Magnetic particle testing—Part 1: General principle)

注:GB/T 15822.1—2024 无损检测 磁粉检测 第1部分:总则(ISO 9934-1:2016,IDT)

IEC 60529 外壳防护等级(IP代码)[Degrees of protection provides by enclosures (IP Code)]

注:GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2013,IDT)

EN 10250-2 一般工程用自由锻钢锻件 第2部分:非合金钢和特种钢(Open steel die forgings for general engineering purposes—Non-alloy quality and special steels)

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 安全要求

设备设计应关注所有涉及健康、安全、电气和环境要求的法规。

5 设备类型

5.1 便携式电磁体(AC¹⁾)

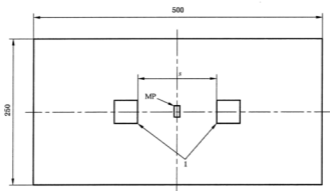
5.1.1 通则

手持便携式电磁体(磁轭)在两极间产生磁场。当按 ISO 9934.1 进行检测时,只有在询价或订货阶段达成协议时,才宜使用 DC 电磁体。

应通过测量磁极延长块(若使用)极面中心连线上的切向磁场强度 H , 来确定磁化。将电磁体放在钢板上,极间距为 s , 见图 1。钢板应采用符合 EN 10250-2 规定的 C 22(1.0402) 钢材,其规格应为 $(500 \pm 25) \text{ mm} \times (250 \pm 13) \text{ mm} \times (10 \pm 0.5) \text{ mm}$ 。定期功能核查可用上述方法或用提升力检测。当磁极调至推荐间距时,电磁体应提起符合 EN 10250-2 规定的 C 22(1.0402) 材料制作且质量至少为 4.5 kg 的钢板或矩形钢条。钢板或钢条的主要尺寸应大于电磁体的极间距 s 。

注:提起质量为 4.5 kg 钢板的提升力为 44 N。

单位为毫米



标引符号说明:

1 ——板;

s ——极间距;

MP ——切向磁场强度测量点。

图 1 便携式电磁体性能测定

5.1.2 技术数据

应提供以下数据:

- 推荐的极间距(最大和最小极间距)(s_{\max} 、 s_{\min});
- 极接触面尺寸;
- 电源(电压、电流和频率);
- 有效电流波形;
- 电流控制与影响波形的方法(如可控硅);
- 最大输出时的负载周期(以百分比表示的通电时间与总时间之比);

1) AC=交流电,DC=直流电。

- 最长通电时间；
- 分别在 s_{\max} 和 s_{\min} 时的切向磁场强度 H_t (按 5.1)；
- 设备整体尺寸；
- 设备质量,单位为千克；
- 符合 IEC 60529 规定的外壳防护等级(IP)。

5.1.3 技术要求

在环境温度为 30 ℃ 和最大输出时,应满足以下要求:

- 暂载率大于或等于 10%；
- 通电时间大于或等于 5 s；
- 手柄表面温度小于或等于 40 ℃；
- s_{\max} 时的切向磁场强度(见 5.1)大于或等于 2 kA/m(有效值)；
- 提升力大于或等于 44 N。

5.1.4 附加要求

电磁体应安装电源开关,最好安装在手柄上。

通常,宜单手使用电磁体。

5.2 电流发生器

5.2.1 总则

电流发生器为磁化设备提供电流,电流发生器通过开路电压 U_0 、短路电流 I_k 和额定电流 I_r (有效值)来表征。

若无其他规定,额定电流 I_r 被定义为电源暂载率为 10% 且通电时间为 5 s 时的最大电流。

开路电压 U_0 和短路电流 I_k 是由电流发生器在最大功率(无任何反馈控制连接)时的负载特性导出。电流发生器的负载线可通过依次连接两个差异很大的负载(诸如不同长度的电缆)而得出。对于第一条电缆,测出电缆中电流 I_1 和输出极电压 U_1 , 并且在图 2 上标出点 P_1 。重复上述过程给出第二条负载的 P_2 。用直线连接 P_1 和 P_2 构成负载线,此线与坐标轴的交点就给出了开路电压 U_0 和短路电流 I_k , 见图 2。

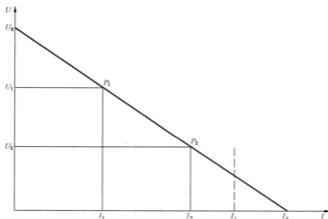


图 2 电流发生器的负载特性

5.2.2 技术数据

应提供以下数据：

- 开路电压 U_0 (有效值)；
- 短路电流 I_s (有效值)；
- 额定电流 I_r (有效值)；
- 最大输出的暂载率(若与 5.2.1 规定不同)；
- 最长通电时间(若与 5.2.1 规定不同)；
- 可用电流波形；
- 电流调节与影响波形的的方法；
- 工作范围和增量设置步进；
- 稳定电流的有效控制方法；
- 仪表类型(数字、模拟)；
- 输出电流表的分辨率和准确度；
- 最大电流输出时的电源要求(电压、相位、频率和电流)；
- 符合 IEC 60529 规定的外壳防护等级(IP)；
- 设备整体尺寸；
- 设备质量,单位为千克；
- 退磁类型,若有(见第 9 章)。

5.2.3 技术要求

在环境温度为 30 ℃ 和额定电流为 I_r 时,应满足以下要求：

- 暂载率大于或等于 10%；
- 通电时间大于或等于 5 s。

注：高检测率要求更高的暂载率。

5.3 磁化床

5.3.1 通则

固定式磁化床可包含通电和通磁技术的装置。通磁可通过电磁轭或固定线圈来实现。电流发生器特性满足 5.2 的规定。

如果装置带有多向磁化功能,每个电路应独立控制。磁化应保证在各个方向上达到要求的检测能力。

电磁轭的特性是在同时符合设备验收规定尺寸和符合 EN 10250-2 规定的 C22 圆柱形棒的长度中点处测量的切向磁场强度 H_t [单位为千安培每米(kA/m)]。

如果磁化床用于整体磁化大于 1 m 的工件或分段磁化时,供应商应规定如何测定磁化能力,应包括在一个适当长度和直径的条钢上测量切向磁场强度的说明。

5.3.2 技术数据

应提供以下数据：

- 可用磁化类型；
- 可用电流波形；
- 电流控制与影响波形的的方法；

- 工作范围和增量设置步进；
- 稳定电流的有效控制方法；
- 磁化电流的监控；
- 磁化持续时间范围；
- 自动化特征；
- 最大输出时的暂载率；
- 最长通电时间(若与 5.2 规定不同)；
- 切向磁场强度 H_t (见 5.3)；
- 开路电压 U_o (有效值)；
- 短路电流 I_s (有效值)；
- 额定电流 I_r (有效值)；
- 极接触面尺寸；
- 最大夹持长度；
- 夹持方式；
- 压缩空气压力；
- 头架与磁化床之间的最大尺寸；
- 最大试件直径；
- 最大试件质量(有支撑和无支撑)；
- 可使用的检测介质类型(水基/油基)；
- 设备布置图(电流发生器、控制面板、检测介质贮液器位置)；
- 仪表类型(数字、模拟)；
- 仪表准确度和分辨率；
- 最大电流输出时的电源要求(电压、相位、频率和电流)；
- 设备整体尺寸；
- 设备质量,单位为千克；
- 线圈特性：
 - 匝数；
 - 可达到的最大安匝数；
 - 线圈长度；
 - 线圈内径或矩形线圈各边长度；
 - 线圈中心磁场强度。

5.3.3 技术要求

在 30 ℃ 时,应满足以下要求:

- 最大输出时的暂载率大于或等于 10%；
- 通电时间大于或等于 5 s；
- 切向磁场强度(见 5.3.1)大于或等于 2 kA/m；
- 检测能力(如需要)。

5.3.4 附加要求

对于特定的工件,设备供应商应验证其检测能力。

5.4 专用检测系统

此类系统通常是自动化的并被设计用于检测特定工作。复杂的工件可能要求使用多向磁化。电路

个数及磁化值取决于被检不连续的位置和方向。因此在很多场合,检测能力只能用在相应部位和方向上有自然或人工不连续的试件进行验证。

5.4.1 技术数据

应提供以下数据:

- 磁化电路个数及类型;
- 磁化电路特性;
- 可用电流波形;
- 电流控制与影响波形的方法;
- 工作范围及增量设置步进;
- 稳定电流的有效控制方法;
- 磁化电流的监控;
- 系统循环时间;
- 预喷淋和喷淋时间;
- 磁化时间;
- 后磁化时间;
- 仪表类型(数字、模拟);
- 仪表准确度和分辨率;
- 最大输出时的暂载率;
- 最长通电时间(若与 5.2 规定不同);
- 最大电流输出时的电源要求(电压、相位、频率和电流);
- 退磁类型;
- 可使用的检测介质类型(水基/油基);
- 设备布置图(电流发生器、控制面板、检测介质贮液器位置);
- 压缩空气压力;
- 设备整体尺寸;
- 设备质量,单位为千克。

5.4.2 技术要求

在 30 ℃时,应满足以下要求:

- 符合约定的检测能力;
- 符合约定的循环时间;
- 各回路独立控制。

6 UV-A 源

6.1 一般要求

UV-A 源应按 ISO 3059 进行设计和使用。

6.2 技术数据

应提供以下数据:

- 工作 1 h 后的 UV-A 源外壳表面温度;
- 冷却方式(如热交换器);

- 电源要求(电压、相位、频率和电流);
- 设备整体尺寸;
- 设备质量,单位为千克;
- 在标称电压下,距 UV-A 源 400 mm 处的:
 - 辐照区域(在最大表面辐照度一半处测得的直径或长×宽);
 - 工作 15 min 后的辐照度;
 - 连续工作 200 h 后的辐照度(典型值);
 - 工作 15 min 后的照度(见 6.3);
 - 连续工作 200 h 后的照度(典型值)。

6.3 技术要求

在工作条件下,应满足以下要求:

- 在最大环境温度下的防飞溅屏幕;
- 手持工件放置处的防护;
- 距源 400 mm 处的 UV-A 辐照度大于或等于 10 W/m^2 ;
- 距源 400 mm 处的照度小于或等于 20 lx ;
- 手柄表面温度小于或等于 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

7 检测介质系统

7.1 总则

通常在磁化床和专用检测系统中,检测介质通过储液器、喷淋单元和排液槽等形成循环。

7.2 技术数据

应提供以下数据:

- 搅拌方式;
- 储液器、喷淋单元和排液槽的材料;
- 腐蚀防护;
- 可使用的检测介质类型(水基/油基);
- 系统传送率;
- 储液器容量;
- 泵电源要求(如果作为单独的设备);
- 人工/自动喷淋;
- 固定/移动式喷淋单元;
- 手持软管。

7.3 技术要求

应满足以下要求:

- 检测介质循环所用的防腐材料;
- 传送率的调节。

8 检测室

8.1 通则

当使用荧光检测介质时,检测应在较低的环境可见光下进行,以确保不连续显示与背景之间有良好的反差(见 ISO 3059)。

为此,应配置一个检测空间,它可与磁化设备(床)形成一体式设计,也可为一个独立的隔间。

8.2 技术数据

应提供以下数据:

- 无 UV-A 辐射时的可见光;
- 可燃等级;
- 结构件材料;
- 通风类型;
- 尺寸和通道。

8.3 技术要求

应满足以下要求:

- 可见光小于 20 lx;
- 阻燃的材料;
- 在操作者视野内无刺眼的可见光和(或)紫外辐射。

9 退磁

9.1 通则

退磁装置包含在磁化设备中,也能用单独设备进行退磁。

如果是在退磁后观察显示,则应采用适当的方法保存显示。

9.2 技术数据

应提供以下数据:

- 退磁方法;
- 电流调节类型;
- 磁场强度(若用线圈时则在空心线圈中心);
- 特定工件的剩磁场;
- 最大电流输出时的电源要求(电压、相位、频率和电流)(如与总设备分开);
- 设备整体尺寸(如与总设备分开);
- 设备质量,单位为千克(如与总设备分开)。

9.3 技术要求

若无其他协议,设备的退磁能力应达到规定水平(典型为 0.4 kA/m~1.0 kA/m)。

10 测量

10.1 通则

本文件规定以下测量要求：

- 设备性能测定；
- 校验检测参数。

应使用直接对波形响应的测量仪器测量所有的电流和磁场参数，而不应使用基于其他数值推算峰值或有效值的测量仪器。用于测量真有效值的仪表，其规定的峰值因子应大于被测量波形的峰值因子，且一般不小于5。

10.2 电流测量

纯正弦交流波形能使用钳形表或其他常规仪器精确测量。有相位控制的电流测量可能更为复杂，在对这类波形进行测量前，应验证仪器具备正确的响应特性。具有合适电压测量装置配合分流器构成的测量系统应视为电流表。该测量系统满足电流测量仪器的要求。

10.3 磁场测量

10.3.1 通则

磁化能通过用霍尔探头测量切向磁场强度来测定。为获得所要求的磁场强度，针对不同的磁化方法和测量部位，宜考虑以下三个因素：

- 磁场感应元件的指向性

磁场感应元件的面宜与表面保持垂直。如果存在有法向磁场分量，倾斜可能导致显著测量错误。

- 磁场感应元件的表面接近性

如果表面磁场随离表面高度明显变化，则有必要在不同的高度上进行两次测量，以便推算数值。

- 磁场方向

为了测定磁场的方向和大小，应转动探头以便给出最大读数。

10.3.2 技术数据

应提供以下数据：

- 测量值；
- 探头类型和尺寸；
- 传感器距探头表面的距离；
- 感应元件的几何形状；
- 仪器类型；
- 仪器尺寸；
- 电源（电池、电网电源）。

10.3.3 技术要求

应满足以下要求：

- 测量准确度优于10%。

10.4 观察条件

设备的要求应符合 ISO 3059 的规定。

10.5 仪器验证与校准

应执行仪器验证与校准规程,以便使仪器在校准有效期内的测量误差保持在本文件给出的允许范围内。该项工作应按照仪器制造商的推荐和用户的质量保证体系进行。

参 考 文 献

- [1] ISO 9712 Non-destructive testing—Qualification and certification of NDT personnel
- [2] ISO 9934-2 Non-destructive testing—Magnetic particle testing—Part 2; Detection media
- [3] ISO 12707 Non-destructive testing—Terminology—Terms used in magnetic particle testing
- [4] EN 1330-1 Non-destructive testing—Terminology—Part 1; General terms
- [5] EN 1330-2 Non-destructive testing—Terminology—Part 2; Terms common to non-destructive methods
-

— — E n d — —