

## 无损检测——磁粉探伤——第一部分 一般通则（节选）

### 前言

本标准以 20XX 年发行其第一版的 ISO 9934-1 为基础，对技术内容进行修改而制定的日本工业标准。

在本标准文本的文字两侧划有侧线或者在文字下划有虚线的内容，是在对应国际标准中没有的内容，相关的修改变更参考附件 JA 的说明。

### 1 适用范围

本标准规定了铁磁性材料的磁粉探伤相关的一般通则，包括对检测对象表面的处理、磁化方法、检测介质的要求事项和适用方法，以及探伤结果的记录和其说明。

注：本标准与对应国际标准的一致性程度的表示符号如下所示。

ISO 9934-1 : 2001 Non-destructive testing — Magnetic particle testing — Part1 : General principles ( MOD )

一致性程度表示符号 MOD 是指依据 ISO/IEC Guide 21 为准进行了修改。

### 2 引用标准

以下标准为本标准所引用并构成本标准的规定的一部分。这些引用标准应使用其最新版本（包括修改通知单）。

JIS C 2504 电磁软铁（软磁铁）

JIS G 0431 铁钢製品の非破壊試験技術者の資格及認証（钢铁产品的无损检测技术人员的资格及认证）

JIS K 2203 灯油（煤油）

JIS W 0905 航空宇宙用非破壊検査員の技量認定基準（航空宇宙用无损检测人员的技能认定标准）

JIS Z 2300 非破壊検査用語（无损检测术语）

JIS Z 2305 非破壊試験 技術者の資格及び認証（无损检测——技术人员的资格及认证）

JIS Z 2320-2 非破壊試験 磁粉探傷試験 第 2 部：検出媒体（无损检测——磁粉探伤——第二部分：检测介质）

注 对应国际标准：ISO 9934-2, Non-destructive testing — Magnetic particle testing — Part 2 :Detection media ( MOD )

JIS Z 2320-3 非破壊試験 磁粉探傷試験 第 3 部：装置（无损检测——磁粉探伤——第三部分：设备）

注 对应国际标准：ISO 9934-3, Non-destructive testing — Magnetic particle testing — Part 3 : Equipment ( MOD )

JIS Z 2323 非破壊試験 浸透探傷試験及び磁粉探傷試験 観察条件（无损检测——渗透探伤及磁粉探伤——观察条件）

注 对应国际标准：ISO 3059, Non-destructive testing — Penetrant testing and magnetic

### 3 术语和定义

本标准中使用的主要术语和定义，除 JIS Z 2300 中规定的以外，如下所示。

#### 3.1 反差涂料

为了提高磁粉痕迹的识别性而在表面使用的涂层或薄膜。

#### 3.2 检测介质

能够在探伤检测中使用的分散在液体中的磁粉（湿法使用的检测液）或者分散在空气中的磁粉（干法）。

#### 3.3 与检测对象表面平行的磁场

在被磁化的检测对象的表面形成的磁场中，与检测对象表面平行的成分。

#### 3.4 A 波段紫外线

拥有波长 365nm 的最大公称强度的紫外线（UV-A）（波长 315nm ~ 400nm）。

#### 3.5 紫外光（黑光）灯

能发射 A 波段紫外线的设备。

#### 3.6 整流式电流

将交流整流过的电流（包括单相半波整流，单相全波整流，三相半波整流及三相全波整流）

#### 3.7 薄片型试验片

确认磁粉探伤的检测性能的试验片，指的是与 A 型标准试验片类似的薄片型试验片，有线、圆、十字等槽痕作为标准槽痕

#### 3.8 工序确认方式

通过磁化的定量确认及对使用比试验片（1 型或者 2 型）的检测介质的性能确认试验，确认磁粉探伤的检测性能的方式。

#### 3.9 标准试验片确认方式

通过标准试验片（A 型或 C 型）检测缺陷槽痕的性能确认试验来确认磁粉探伤的检测性能的方式。

### 4 技术人员的资格及认证

检测技术人员应具备试验项目相关的必要的基础知识，对于检测对象的性质、适用标准和规范、计测仪器的性能规范等有必要的知识和经验。技术人员最好是持有 JIS Z 2305、JIS G0431、JIS W 0905 或与这些标准同等的标准中规定的相应资格。

### 5 安全上的预防措施

磁粉探伤会涉及到使用有毒的、可燃性的或者挥发性的材料，应施行如下的预防措施。

——皮肤或粘膜应避免大面积和反复接触有机溶剂分散检测液、有机分散介质及反差涂料。

——检测场所应设置在依照劳动安全卫生法及消防法等法律规定进行了正确的换气处置的。原理热源、火花、火焰等场所。

——检测介质和检测设备应依照介质和设备制造商提供的使用说明书进行操作。

——使用紫外光（黑光）灯时，应注意避免紫外光直接进入检测人员眼睛。应保持紫外线过滤器的良好状态。

注：进行磁粉检测时，在检测对象和磁化设备周围会形成强磁场。应将容易被磁场影响的器具搬离磁场影响范围。

## 6 检测程序

在订货合同上要求按照文字化的磁粉探伤程序执行时，磁粉探伤应按要求执行。程序文件应详细指定检测条件，以便检测能反复进行。

注：程序文件可以是参照本标准及其他相应的标准制作的简单的工艺卡的形式。

## 7 检测性能的确认方式及检测方法的分类

磁粉探伤的检测性能的确认方式分为以下 2 种。

a) 工序确认方式 表示示出了按工序确认方式实施的检测方法的分类。

b) 标准试验片确认方式 表 2 示出了按标准试验片确认方式实施的检测方法的分类。

表 1 按工序确认方式实施的检测方法的分类

分类条件	分类
磁粉的使用时间	连续法
磁粉的种类	荧光磁粉，非荧光磁粉
检测介质的种类	干法，湿法
磁化电流的种类	直流、整流式电流、交流
磁化方法	轴向通电法，触头法，磁束贯通法（磁感应法），电流贯通法（中心导体法），邻接电流法，极间法（磁轭法），磁化绕组法

表 2 按标准试验片确认方式实施的检测方法的分类

分类条件	分类
磁粉的使用时间	连续法，残留法
磁粉的种类	荧光磁粉，非荧光磁粉
检测介质的种类	干法，湿法
磁化电流的种类	直流、整流式电流、交流、脉冲电流
磁化方法	轴向通电法，触头法，磁束贯通法（磁感应法），电流贯通法（中心导体法），邻接电流法，极间法（磁轭法）

## 8 工序确认方式

### 8.1 一般事项

一般事项如下所示。

a) 检测方法详细依据 8.2~ 8.5.

b) 检测中使用的检测介质的性能确认依据 JIS Z 2320-2。

c) 检测中使用的设备的性能确认依据 JIS Z 2320-3。

### 8.2 表面处理

检测对象表面不允许附着用影响检测灵敏度的污渍、氧化皮、可剥离的锈迹、焊瘤、干油、油污等异物。

对于表面状态的要求等级，根据需要检测出的缺陷的大小及方向而定。对表面进行处理，以保证能区别出疑似痕迹和磁粉模样。

紧密附着的油漆层等 50 μm 以内的非磁性涂层通常不会影响检测灵敏度，但更厚的涂层就会导致灵敏度降低，为此应对灵敏度进行确认。磁粉模样和检测对象表面应形成足够的视觉反差。使用非荧光磁粉时，也可以使用反差涂料（均匀地、薄薄地涂敷）。

### 8.3 磁化方法

### 8.3 磁化

#### 8.3.1 一般事项

一般事项如下所示。

a) 交流的实效值是利用计测仪器很容易测定的量，通过实效值来对磁场强度等提出要求是非常实用和有效。但是，支配检测对象的磁化状态的是波高值，通过利用波高值，可以不管电流的波形（交流，整流，脉冲电流或相位控制电流）而从原理上正确地把握磁化状态。因此，应在把握好磁化状态与波高值的关系的基础上通过实效值对磁化状态进行管理。但是，实用脉冲电流和相位控制电流时，需要用特殊的方法测定波高值。表 3 示出了交流和整流情况下，实效值、波高值和平均值的关系。

b) 检测对象表面附近（检测对象内部）的最小磁束密度设为实效值 1T。该磁束密度是能够在高导磁率的低合金钢及低碳素钢的检测对象表面形成与表面平行的实效值为 2000/m 的磁场强度的推荐值。

注 1：比低合金钢和低碳素钢的导磁率更低的其他钢种，需要与检测对象表面平行的、强度更高的磁场。磁化过度时，会形成背景模样（background）等疑似缺陷的模样，这会妨碍磁粉模样的观察。

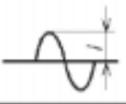
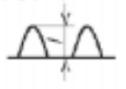
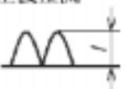
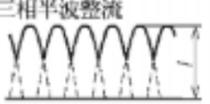
注 2：许多强磁体在磁束密度在实效值达到 1T 时，磁化曲线会产生变形，从而磁束密度的波高值无法达到 1.4T。

注 3：交流磁场的强度的实效值为 2000A/m 时，波高值为 2830A/m。

c) 裂纹和其他线状缺陷可能存在方向性的问题，因此尽可能形成磁束方向垂直相交的磁场。一般认为磁束能够有效检查出最佳方向角度到 60° 以内的方向角度的缺陷。因此，通过在检测对象表面进行垂直的两个方向的磁化，能够覆盖所有方向角度的缺陷。

d) 表面以下的缺陷，用交流不容易检测出时，使用直流或者整流。

表 3 各种正弦波的电流波形相应的波高值、平均值及实效值之间的关系

電流波形	波高值	平均值	实效值	实效值/平均值
交流 	$I$	0	$0.707 I$ ( $=I/\sqrt{2}$ )	—
单相半波整流 	$I$	$0.318 I$ ( $=I/\pi$ )	$0.5 I$	1.57
单相全波整流 	$I$	$0.637 I$ ( $=2I/\pi$ )	$0.707 I$ ( $=I/\sqrt{2}$ )	1.11
三相半波整流 	$I$	$0.826 I$	$0.840 I$	1.02
三相全波整流 	$I$	$0.955 I$ ( $=3I/\pi$ )	—	—

#### 8.3.2 磁化的确认

应利用下述的一种或两种以上的方法，确认检测对象表面的磁束密度师父达到磁粉探伤所需要的值。

a) 在检测对象检测性能最差的位置上检测细小的自然缺陷或人工缺陷。

b) 尽可能地接近表面，测定与检测对象表面平行的磁场的强度。

注 1：相关信息可以从 JIS Z 2320-3 获得。

c) 使用通电法时，计算与检测对象表面平行的磁场。

注 2：很多情况下可以通过单纯的计算获得磁场的的数据。附属资料 A 中指定的电流值就

是据此所求得的电流值，作为参考资料。

d) 根据已经确定的原理使用其他方法。

注 3：通过接设在检测对象的表面的磁束指示器（薄片型（shim type）试验片）可以作为表示与检测对象表面平行的磁场的大小与方向，但是在评价与检测对象表面平行的磁场的强度上还不够充分。

### 8.3.3 磁化方法

#### 8.3.3.1 磁化方法的种类

工程确认方式中使用的磁化方法如表 4 所示。只要满足 8.3.1 的要求可以进行适当的磁化时，也可以使用本条规定以外的方法进行磁化。

多向磁化在为了检测任意角度方向的缺陷时使用。对于单纯形状的检测对象，为了达到与检测对象表面平行的磁场强度，要通过计算式求出必要的电流近似值，计算式在附件 A 示出。磁化设备在符合 JIS Z 2320-3 的规定的规定的基础上，还要按照此条使用。

为了检测出整个检测表面的所有角度方向的缺陷，有时可能会使用到一种以上的磁化方法，这种情况下，不能前一种的磁化残留的磁场的影响时，应进行退磁。

表 4 工序确认方式适用的磁化方法

磁化方法	符号	说明	图
轴向通电法	EA	将检测对象设置在电极之间在轴方向同电流的磁化方法。	图 1
触头法	P	将 2 个电极（触头）接触在在面积比较大的检测对象表面通电进行磁化的方法。	图 2,3
磁束贯通法（磁感应法）	I	给穿过检测对象的孔等磁体施加交流磁束，将检测对象作为变压器的 2 次侧，通过在检测对象中产生的感应电流进行磁化的方法。	图 4
电流贯通法（中心导体法）	B	在有孔的检测对象的孔的部分穿过导体并通电流，通过在电流的周围形成的圆形磁场进行磁化的方法。	图 5
邻接电流法	AC	在检测对象的表面附近的检测范围内平行设置一根或者一根以上的导体并通电，通过电流周围形成的磁场进行磁化的方法。	图 6,7
极间法（磁轭法）固定型	FM	将检测对象或者检测对象的一部分接上电磁铁的刺激，将电磁铁产生的磁束加到检测对象中而进行磁化的方法	图 8
极间法（磁轭法）可移动型	PM (Y)	在检测对象表面接上交流电磁铁（磁轭）将其产生的磁场加到检测对象中而进行磁化的方法。	图 9
磁化绕组法（线圈法）（固定）	RC	将检测对象放置在线圈中并通电，通过线圈产生的磁场在线圈的轴向进行磁化的方法。	图 10
磁化绕组法（线圈法）（线缆）	FC	将线缆无重叠的绕在检测对象上形成线圈并通电，通过线圈产生的磁场磁化检测对象的方法。	图 11

轴向通电法，触头法，磁束贯通法（磁感应法），电流贯通法（中心导体法），邻接电流法，极间法（磁轭法），磁化绕组法

#### 8.3.3.3 加入磁束法

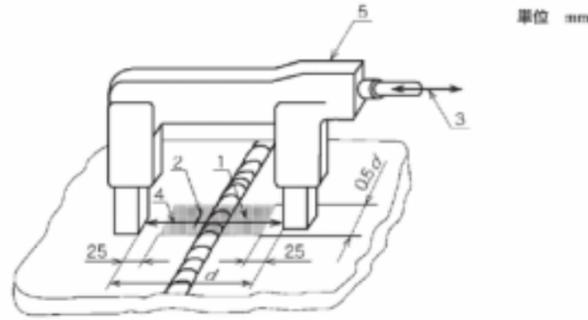
##### 8.3.3.3.4 极间法（可移动型）

极间法（可移动型）（又叫磁轭法）如图 9 所示，让电磁铁的磁极接触检测对象表面，通过交流电磁铁（磁轭）产生的磁场将检测对象磁化。每一次的检测范围是将连接两磁轭的中心的线作为中心线的  $d \times 0.5d$ （ $d$  是两磁轭的内侧表面的间距）的长方形范围，并且这个长方形范围还要除去与磁轭表面临近的 25mm 的范围或者是将连接两磁轭的中心的线的中点作为圆心的  $0.5d$  的半径的圆形范围，并且这个圆形范围还要除去与磁轭表面临近的 25mm 的范围。

注：极间法（可移动型）对与在检测对象形成的磁束呈垂直方法的缺陷具有很高的灵敏

度。

8.3.1 项规定的磁化的要求事项，仅适用于交流电磁铁。直流电磁铁及永久磁铁仅在订货文件同意时可以使用。



1.检测范围； 2.缺陷； 3.电流； 4.磁束； 5.电磁铁（磁轭）

图 9 极间法（可移动型）（也叫磁轭法）

## 8.4 检测介质

### 8.4.1 检测介质的特性及选择

检测介质的特性依据 JIS Z 2320-2。磁粉探伤可以使用各种类型的检测介质。检测介质是在分散介质流体中加入非荧光（含黑色）磁粉或荧光磁粉的悬浊液。用水作为分散介质时，检测介质中还包括表面活性剂及防锈剂。也可以使用各种干法用磁粉。

注：一般情况下，对于表面的细微缺陷，干法用磁粉没有湿法磁粉的效果好。

对检测表面进行适当的修整处理，排除检测表面的废液以使磁粉模样的反差达到最大，并且当观察条件（依据第 10 条）适当时，使用荧光检测介质能够获得最高的灵敏度。

非荧光磁粉也可以获得很高的灵敏度。可以使用黑色及其他颜色的磁粉。

为了使缺陷与检测表明的颜色形成良好的反差，也可以按照 8.2 及第 10 条涂敷薄薄的反差涂料，在反差涂料层上施加检测介质。

### 8.4.2 检测介质的性能试验

按照 JIS Z 2320-2 在检测前或者检查期间对检测介质进行定期性的性能试验。该性能试验有要求必须做的情况也有推荐做的情况，必须根据 JIS Z 2320-2 的规定使用适当的对比试验片在检查前或者检查期间定期实施检测性能的确证。

当二次使用检测液或者循环使用检测液时，为了维持检测液的性能，需要特别注意。

### 8.4.3 检测介质的施加

检测介质应在磁化后立即施加及在磁化过程中施加，并且在磁化完成前完成检测介质的施加。在移动和检查检测对象或者检测对象的结构件时，应给予足够的时间让其形成磁粉模样。

使用干法磁粉时，施加时应尽量不要妨碍到磁粉模样的形成。使用检测液时，应让检测液缓慢地在检测表面流动以形成磁粉模样，要防止因液流速度过快导致磁粉被冲走。

施加检测液后，为了提高磁粉模样的反差，应使检测对象能够排除废液。

## 8.5 综合性能试验

在开始检测前，最好能进行综合性的性能试验。综合性性能试验要明确检测程序、磁化方法及检测介质方面存在的问题。

最切实的性能试验是对含有已知种类、位置、尺寸及尺寸分布的自然缺陷或人工缺陷的检测对象的具有代表性的部分进行检测。对试验检测对象进行退磁，不能存在以前的检测中残留的磁粉模样。

当没有含有已知缺陷的试验检测对象时，也可以使用含有人工缺陷的试验片，比如是加工出了会妨碍磁束的流通的不连续部位的薄片型试验片。

## 9 标准试验片确认方式

## 9.1 一般事项

试验方法详细依据 9.2 ~ 9.5 项。检测中使用的磁粉及检测液的性能确认也可以使用 JIS Z 2320-2。检测中使用的设备的性能确认也可以使用 JIS Z 2320-3。

## 9.2 检测设备、磁粉及检测介质

### 9.2.1 检测设备

检测设备要求如下。

a) 检测设备一般要求应具有对检测对象进行磁化、施加磁粉、观察及退磁 4 项操作的功能。但若无必要，也可以不需要具备退磁的功能。

b) 检测设备应能够按照检测对象的形状、尺寸、材质、表面状态及缺陷的性质（种类、大小、位置及方向）以合适的林名都进行有效并且安全地检测。

c) 磁化设备分为电流磁化设备和永久磁铁磁化设备两种，而电流磁化设备又根据磁化电流的种类分为直流式、整流式、交流式和脉冲电流式。

d) 电流磁化设备应能够提供检测出检测对象的缺陷所需的磁场强度。因此，应配备用波高值表示磁化电流的电流计。但在磁铁磁化的设备中可以省去电流计。

e) 在磁铁磁化设备上应标明可以施加到检测对象的最大磁通量，在电磁铁磁化设备上还应标明电流的种类和频率。

f) 湿法检测设备的检测液槽应配备搅拌设备，以保证检测液中的磁粉均匀分散，能够进行稳定的检测，从而避免检测时产生磁粉紊乱的现象。

g) 干法检测设备应能保持干燥的磁粉通常处于均匀分散的状态，并且不会产生紊乱的现象，同时应把凭证能够稳定地进行检测。

h) 使用荧光性检测介质时，行检测的屋子或者场地应使周围的亮度在 20lx 白光等级以内。检测范围用紫外光灯照射，依据 JIS Z 2323 的规定对检测面的 A 波段紫外线进行测定，要保证照度在  $10\text{W}/\text{m}^2$  ( $100\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) 以上。

i) 退磁设备主要永固去除检测对象上残存的剩磁，应能够将剩磁降低到必要的限度。

### 9.2.2 磁粉及检测介质

检测介质要求如下。

a) 磁粉按照使用时分散介质不同分为干法用磁粉和湿法用磁粉，根据观察方法不同又分为荧光磁粉和非荧光磁粉。

b) 应根据检测对象的材质、表面状况及缺陷的性质，选择使用具有适当的磁性、粒度、分散性、悬浮性及颜色的磁粉。

c) 用显微镜测定磁粉粒子的定向直径，用累计筛上的 20% 及 80% 的直径范围表示磁粉粒子的粒度。

d) 采用湿法时，使用 JIS K 2203 规定的煤油、水灯作为分散介质，并且应根据需要在检测液中适当地添加防锈剂及表面活性剂。

e) 检测液中的磁粉分散浓度应以实际使用时检测液的单位体积（1L）所含的磁粉的质量（g），或者是以检测液的单位体积（100mL）所含的磁粉的沉淀体积来表示。应根据磁粉种类及粒度决定磁粉的分散浓度。特别是在决定荧光磁粉的分散浓度时，除了考虑磁粉的粒度外，还应考虑磁粉的施加时间和施加方式，避免过的磁粉浓度。

f) 应根据需要使用适当的标准试验片等确认检测介质的性能。

### 9.2.3 检测设备等的维护校检

#### 9.2.3.1 电流计

必须定期对用于设定磁化电流的电流计进行校检。

#### 9.2.3.2 定时器

必须定期对用于控制磁化电流持续时间的定时器进行校检。

### 9.2.3.3 紫外光灯

应按照 JIS Z 2323 的规定对检测面的 A 波段紫外线进行测定，当其强度超过  $10\text{W/m}^2$  ( $1000\ \mu\text{W/cm}^2$ ) 或者有可见光泄漏时，进行修理或者报废。

### 9.2.3.4 校检周期

对电流计、定时器和紫外光灯至少应该每年校检一次，对于停止使用超过一年的设备，在使用时应进行校检，确认了其性能方能使用。

## 9.3 标准试验片及对比试验片

### 9.3.1 A 型标准试验片

A 型标准试验片如下所述。

a) A 型标准试验片是检查确认检测设备，磁粉，检测液的性能，连续法检测时检测对象表面的有效磁场的强度、方向，探伤的有效范围及检测操作正确与否的试验片，应经过权威部门的校检。

b) A 型标准试验片的名称及材质如表 5 所示，形状及尺寸如图 12 所示。

c) A 型标准试验片中的 A2 与 A1 相比，需要在更高的有效磁场强度下显示磁粉模样。另外，A1、A2 的分数越小，就依次越需要在更高的有效磁场强度下才能显示磁粉模样。

d) 选择 A 型标准试验片时应根据磁粉探伤的规范或目的进行选择使用，并要能确保能够显示出需要检测出的缺陷的方向的磁粉模样。在规范书中规定使用的 A 型标准试验片的名称时，应依据检测对象的磁力特性及需要检测出的缺陷的种类及大小来进行规定。

另外，当需要的邮箱磁场强度超过 A 型标准试验片的磁场强度的相应规定范围时，按下例所示用标准试验片的名称的倍数来表示。

例：(A2-7/50) × 2——表示需要用能显示 A2-7/50 标准试验片的磁粉模样的磁化电流的 2 倍的磁化电流值进行检测。

e) A 型标准试验片有人工缺陷的一面应紧贴检测面，为此要用适当的有粘性的胶带将标准试验片粘贴在检测面上。此时，粘性胶带不能粘到标准试验片的人工缺陷的部位。

f) A 型标准试验片应使用连续法施加磁粉。

g) A 型标准试验片的形状、尺寸、磁力特性和最开始相比有所变化时，就不能再使用。

表 5 A 型标准试验片的名称及材质

名称			材质
A1-7/50 (圆形、直线)	A1-15/50 (圆形、直线)	A1-30/50 (圆形、直线)	电磁软铁 (JIS C 2504 规定的 SUY-1 类型) 进行退火 (惰性气体氛围 600 , 保温 1 个小时, 在同气体氛围中缓冷到 100 ) 的材料
A1-7/100 (圆形、直线)	A1-15/100 (圆形、直线)	A1-30/100 (圆形、直线)	
A2-7/50 (圆形、直线)	A2-15/50 (圆形、直线)	A2-30/50 (圆形、直线)	冷轧电磁软铁 (JIS C 2504 规定的 SUY-1 类型) 材料
A2-7/100 (圆形、直线)	A2-15/100 (圆形、直线)	A2-30/100 (圆形、直线)	

注 1：试验片的名称中，斜线左边表示的是人工缺陷的深度，斜线右边表示的是试验片的厚度，尺寸单位为  $\mu\text{m}$ 。

注 2：人工缺陷的深度的公差——人工缺陷我  $7\ \mu\text{m}$  时为  $\pm 2\ \mu\text{m}$ ， $15\ \mu\text{m}$  时为  $\pm 4\ \mu\text{m}$ ， $30\ \mu\text{m}$  时为  $\pm 8\ \mu\text{m}$ ， $60\ \mu\text{m}$  时为  $\pm 15\ \mu\text{m}$ 。

注 3：试验片的名称中，括弧内表示人工缺陷的形状。

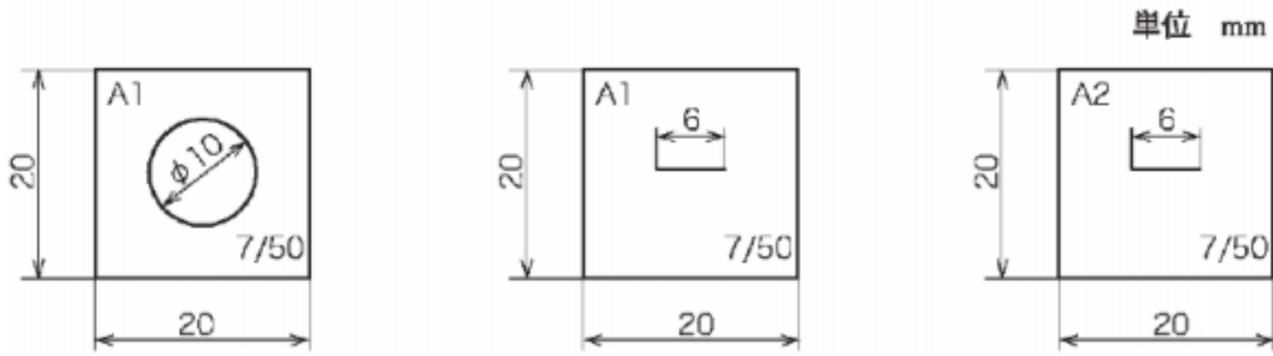


图 12 A 型标准试验片的形状及尺寸

### 9.3.2 C 型标准试验片

C 型标准试验片如下所述。

a) C 型标准试验片用在焊接的坡口面等狭窄的部位等尺寸上使用 A 型标准试验片比较困难的场合，作为 A 型标准试验片的替代而使用，应经过权威部门的校检。

b) C 型标准试验片的名称及材质如表 6 所示，形状及尺寸如图 13 所示。试验片的厚度为  $50 \mu\text{m}$ 。

c) C 型标准试验片的人工缺陷的尺寸为深度  $(8 \pm 1) \mu\text{m}$ ，长度为  $(50 \pm 8) \mu\text{m}$ 。

d) C 型标准试验片分别是 C1 与 A1-7/50，C2 与 A2-7/50 在近似的有效磁场下显示磁粉模样。

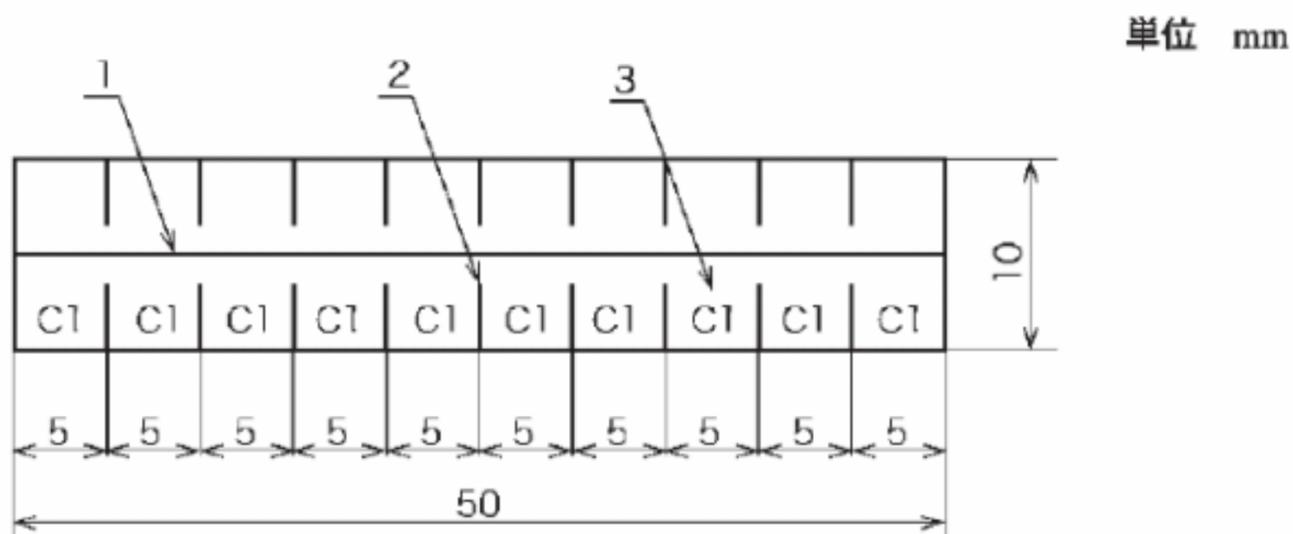
e) 使用 C 型标准试验片时，沿着切割线切成  $5\text{mm} \times 10\text{mm}$  的小片，将有人工缺陷的面紧贴检测面，为此可以使用适当的双面粘胶带或者粘贴剂将试验片粘贴到检测面上，此时，双面粘胶带等的厚度要在  $100 \mu\text{m}$  以内。

f) C 型标准试验片应使用连续法施加磁粉。

g) C 型标准试验片的形状、尺寸、磁力特性和最开始相比有所变化时，就不能再使用。

表 6 C 型标准试验片

名称	材质
C1	电磁软铁 ( JIS C 2504 规定的 SUY-1 类型 ) 进行退火 ( 惰性气体氛围 $600$ ，保温 1 个小时，在同气体氛围中缓冷到 $100$ ) 的材料
C2	冷轧电磁软铁 ( JIS C 2504 规定的 SUY-1 类型 ) 材料



1.人工缺陷； 2.切割线； 3.型号标示的刻印

图 13 C 型标准试验片的形状及尺寸 ( 型号标示为 C1 的情况 )

### 9.3.3 B 型对比试验片

B 型标准试验片如下所述。

- a) B 型对比试验片用于检查设备、磁粉及检测液的性能。
- b) B 型对比试验片的形状及尺寸如图 14 所示。通常，使用 JIS C 2501 规定的材料。但是，根据用途的不同，也可以使用与检测对象相同材质和直径的。
- c) 使用 B 型对比试验片时，将包覆的导体穿过通孔，用连续法在圆筒面施加磁粉。

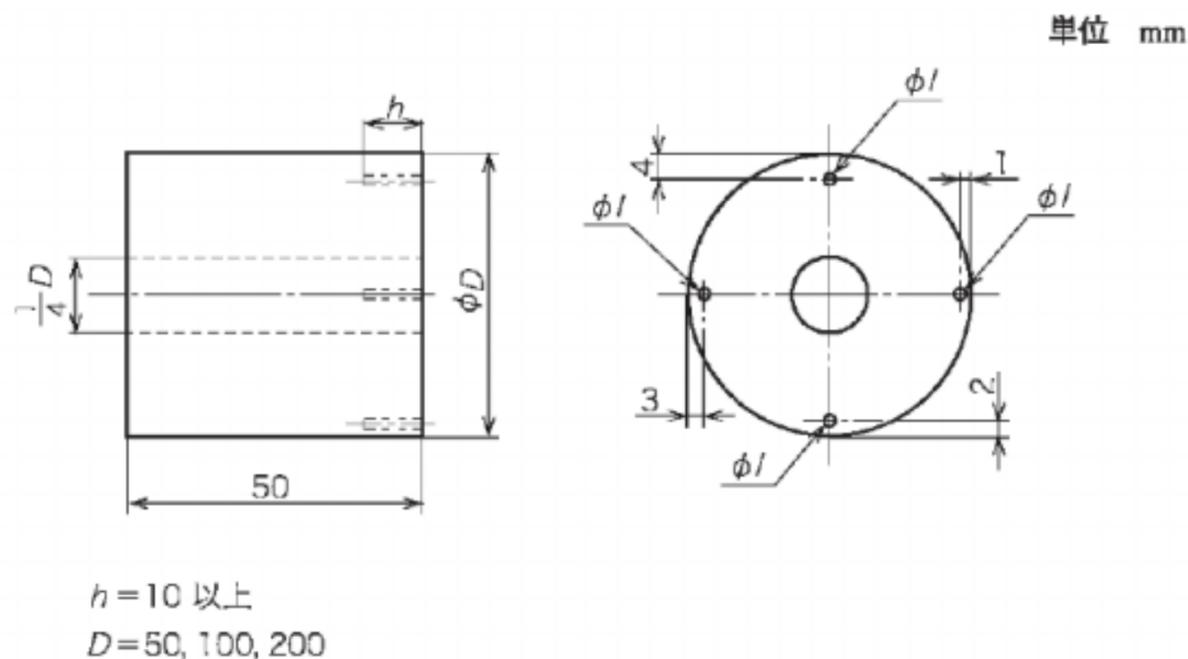


图 14 B 型对比试验片的形状及尺寸

#### 9.4 检测时间

检测时间要求如下。

- a) 探伤一般在检测对象所进行的加工及处理工序完成后进行。但是，因为表面处理会造成不容易检测出缺陷时，也可以在处理前进行检测。
- b) 对于转轴等装配件，检测后不能完全清除磁粉而导致对产品的性能产生影响时，在装配前对零件进行检测，不能在装配好的状态进行检测。

#### 9.5 检测方法

##### 9.5.1 检测的操作工序

检测由预备处理、磁化、磁粉的施加、磁粉模样的观察、记录及脱磁的操作工序构成，根据试验目的，适当地选择这些工序进行组合。

##### 9.5.2 预备处理

预备处理要求如下。

- a) 预备处理的区域必须大于检测区域。对于焊接部位，原则上应将大于检测区域的 20mm 范围的母材区作为预备处理区域。
- b) 检测对象一般应拆解成单个零件。并且在零件已经被磁化时应进行退磁。
- c) 在检测对象有油脂、锈斑、和其他粘附物及有涂料、镀层等膜层影响检测效果或者有可能造成检测液的污染时，必须除去并清洗被检测对象的表面。
- d) 使用干法磁粉时，必须使检测对象表面充分干燥。
- e) 为了防止烧损，和使电流顺畅，应仔细打磨电极和检测对象的接触部分，必要时可以在电极上装上导电板。
- f) 对于油孔或其他孔部在检测后很难出去内部的磁粉时，应在检测前用不会妨碍检测的材料堵上。

##### 9.5.3 磁化

磁化要求如下。

- a) 磁化时应根据设备的特性、检测对象的导磁性能、形状、尺寸、表面状态、预测到的缺陷的形状等因素，决定磁粉的施加时间及磁场的方向和强度，选择磁化方法、磁化电流

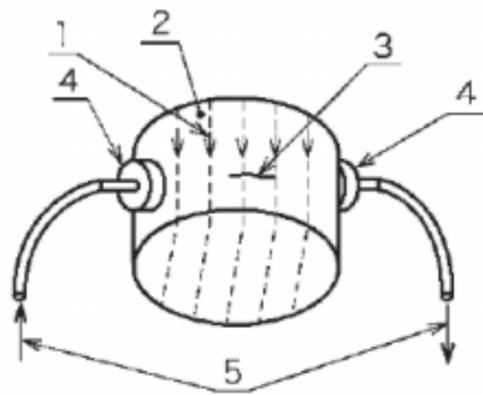
的种类、电流值和有效探伤范围。在需要确认磁场方向和强度时，原则上采用 9.3.1 项的 A 型标准试验片或 9.3.2 项的 C 型标准试验片或者特斯拉计（tesla meter）等磁性测定仪器设备进行测定。

b) 磁化操作应特别考虑以下内容，从表 7 中选择最合适的方法或者同事选择表 7 的几种方法进行组合。

- 1) 磁场的方向应尽量与要检测的缺陷的方向垂直。
- 2) 磁场的方向应与检测表面平行。
- 3) 反磁场应尽量小。
- 4) 在不允许烧损检测对象时，最好选择不直接对检测对象通电的磁化方法。

表 7 标准试验片方式适用的磁化方法

磁化方法	符号	说明	图
轴向通电法	EA	将检测对象设置在电极之间在轴方向同电流的磁化方法。	图 1
直角（径向）通电法	PR	电流沿检测对象的轴向成直角的方向流过而磁化的方法	图 15
触头法	P	将 2 个电极（触头）接触在在面积比较大的检测对象表面通电进行磁化的方法。	图 2,3
电流贯通法（中心导体法）	B	在有孔的检测对象的孔的部分穿过导体并通电流，通过在电流的周围形成的圆形磁场进行磁化的方法。	图 5
磁化绕组法（线圈法）	C	将检测对象放置在线圈中并通电或者将线缆无重叠的绕在检测对象上形成线圈并通电，通过线圈产生的磁场在线圈的轴向进行磁化的方法。	图 10,11
极间法（磁轭法）	M	在检测对象表面接上电磁铁或永久磁铁的磁极将其产生的磁场加到检测对象中而进行磁化的方法。	图 9
磁束贯通法（磁感应法）	I	给穿过检测对象的孔等磁体施加交流磁束，将检测对象作为变压器的 2 次侧，通过在检测对象中产生的感应电流进行磁化的方法。	图 4



1.磁束线； 2.检测对象； 3.缺陷； 4.电极； 5.电流

图 15 直角（径向）通电法

c) 选择磁化电流时应特别考虑了以下几点，从表 2 中选择最合适的磁化电流。

- 1) 交流或脉冲电流的磁化方法原则上只限于检测表面缺陷。
- 2) 交流电流的磁化方法原则上只限于连续法检测。
- 3) 用直流及整流的磁化方法可以检测出表面缺陷及近表面的内部缺陷。
- 4) 直流及整流的磁化方法可用于连续法和残留法。
- 5) 整流电流中喊的交流成分越大，内部缺陷的检测能力就越差。
- 6) 交流电流由于受趋肤效应的影 响，所以表面以下的磁化能力比直流差。
- 7) 脉冲电流的磁化方法只限于残留法。

d) 磁化电流的设定依据 a) 的磁场的确认方法进行，此时的磁场强度一般按表 8 进行选择。这里所说的磁场强度是与检测对象表面平行的磁场，与预测的缺陷的方向呈直角的强

度（波高值）。

表 8 探伤所需的磁场强度

检测方法	检测对象	磁场的强度 A/m
连续法	一般结构件及焊接件	1200 ~ 2000
	铸锻件及机械零部件	3400 ~ 3600
	经淬火的机械零部件	5600 以上
残留法	一般的淬火零部件	6400 ~ 8000
	工具钢等特殊材料零部件	12000 以上

e) 通电时间的设定应考虑一下 1) 和 2) 的要求。

1) 采用连续法是，通电时间必须满足在通电过程中磁粉能够完全施加。

2) 采用残留法时，通电时间一般为  $1/4s \sim 1s$ ，但在使用脉冲电流时，应该在  $1/120s$  以上，一般要求重复 3 次以上，但能够给予足够的起磁力时不受此限定。

#### 9.5.4 磁粉的施加

施加磁粉的要求如下。

a) 应将足够量的磁粉均匀的施加在检测对象表面的有效探伤范围内，使缺陷部位吸附磁粉，同事应注意不要弄脏检测对象表面，使检测表明形成鲜明的反差以易于辨认磁粉模样。因此，必须根据检测对象的形状、尺寸、表面对象、导磁性能和预测到的缺陷的性质、磁化方法及检测环境等，选择与之相适应的磁粉和分散介质的种类、检测液中的磁粉分散浓度及磁粉的施加方法。磁粉的浓度原则上是非荧光湿法为  $2 \sim 10g/L$ ，荧光磁粉湿法为  $0.2 \sim 2g/L$ 。

b) 在使用连续法时，应在磁化操作过程中完成磁粉的施加。此时，必须注意不要因磁化操作完成后分散介质的流动而造成磁粉模样消失。

c) 在使用残留法时，应在磁化操作完成后施加磁粉。此时必须注意在使用磁粉前不得有其他强磁体接触检测对象。

d) 在干法中，应在确认磁粉及检测表明都充分干燥的基础上再轻轻地喷洒磁粉。此时为了使磁粉模样容易形成，可以轻轻地震动检测表面，也可以在喷洒了足够的磁粉后用空气等轻轻地吹去多余的磁粉，但应注意不要让形成的磁粉模样消失。

e) 在湿法中，应在确认了检测表面都处于可被检测液浸湿的状态的基础上，往检测对象上喷洒检测液或将检测对象浸入到磁粉已经完全分散的检测液后缓缓取出。不管哪种方法，都必须注意不能使检测表面的检测液流动过快。当检测液产生滞留时，应使用适当的方法排开检测液。

#### 9.5.5 检测时的注意事项

检测时的注意事项如下所述。

a) 在整个检测面不能一次完成磁化、磁粉的施加、观察等连续检测操作时，应设定一次检测可以完成的有效检测范围，将检测面进行划分，分次进行检测。而每次检测区域的相邻的边缘部都应有足够的量进行重复检测。

b) 在不能预测到缺陷方向和必需检测出各个方向上的缺陷时，必须在检测对象上施加至少两个以上不同方向的磁场，再在各个方向分别进行检测。在这种情况下，可将检测对象在多个方向下一次反复磁化，在连续法中也可以使用能够同时进行检测的检测设备。

c) 采用残留法时，在磁化操作完成后到磁粉模样观察完成之前，不允许检测面与其他检测对象或者其他强磁体有所接触。

d) 在对数个检测对象进行检测时，要特别注意检测对象的配置、磁化方法、磁化电流等因素。

e) 对焊接部进行检测时，要主要以下 1) 和 2) 项。

1) 焊接部有焊接后热处理等要求时，判定合格与否的探伤检测应该在最终热处理后进

行。

2) 在焊接部的热处理后、压力容器的耐压试验完成后进行的检测的磁化方法，一般使用极间法，不能使用触头法。

## 10 磁粉模样的观察

观察条件依据 JIS Z 2323 的规定。

a) 通常是在磁粉模样形成后马上进行磁粉模样的观察。在检测程序进入下一个阶段前，应对检测对象的检测面全部进行观察。当不方便进行观察时，移动检测对象或者检测设备，以防全面观察检测对象的检测面。完成磁化后在检测对象的检查和磁粉模样的记录完成前，都应注意防止破坏磁粉模样。

b) 使用非荧光检测介质时，应满足以下要求。

1) 应使检测介质和检测面之间形成鲜明的对比。

2) 检测范围应保证自然光或者人工照明 500lx 以上的均匀照明。

注：应避免检测面反射强烈的反光。

c) 使用荧光检测介质时，应满足以下要求。

1) 进行检测的屋子或者场地应使周围的亮度在 20lx 白光等级以内。

2) 检测范围用紫外光灯照射，依据 JIS Z 2323 的规定对检测面的 A 波段紫外线进行测定，要保证照度在  $10\text{W}/\text{m}^2$  ( $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) 以上。

3) 周围的白光等级比较高时，也可以使用与白光等级相对应的更强的 A 波段紫外线进行观察，但此时应保证磁粉模样和周围的检测面之间保持足够的反差。

4) 在进行观察时，应花足够的时间让眼睛适应周围环境的亮度。

5) 为了保证紫外光等的正确的强度，使用前应先将紫外光等打开几分钟（通常是最少 5 分钟）。

6) 检测人员要避免直视 A 波段的紫外线或者 A 波段的紫外线的反射范围。

7) 佩戴能够造成光可逆变色眼镜时，通过紫外线后会变暗从而降低佩戴者检测出缺陷的能力，所以不能配管该类眼镜。

## 11 磁粉模样的分类、记录及缺陷相关的信息

### 11.1 磁粉模样的分类

磁粉模样的分类按下述程序进行。

a) 出现磁粉模样时，根据 11.2 确定到底是缺陷引起的磁粉模样，还是不是缺陷引起的疑似模样。

b) 缺陷引起的磁粉模样依据 11.3 进行分类。

### 11.2 疑似模样的确认

疑似模样的确认如下所示。

a) 疑似模样包括：划伤磁痕，磁力笔痕迹，截面转变磁痕，电流磁痕，电极磁痕，磁极磁痕，表面粗糙磁痕，材质界线磁痕。

b) 确认的磁粉模样不容易判断是否是由于缺陷引起时，按照如下操作，确认磁粉模样十分是疑似模样。

1) 磁力笔痕迹通过退磁后再次检测，磁粉模样会消失。

2) 电流磁痕如果减小电流或者用残留法进行再次检测，磁粉模样会消失。

3) 表面粗糙磁痕如果减小电流或者将检测面修整平滑进行尖刺检测，磁粉模样会消失。

4) 材质界线磁痕可以通过低倍检验或者显微镜观察等磁粉探伤以外的检查确认。

### 11.3 缺陷引起的磁粉模样的分类

磁粉探伤中缺陷引起的磁粉模样，按照形状和集中度按如下进行分类。

a) 裂纹引起的磁粉模样：多数检测对象表面的裂纹，可以通过擦去磁粉模样观察表面来识别。

b) 独立的磁粉模样：独立存在的磁粉模样可以分为以下 2 类。

1) 线状磁粉模样：长度超过宽度的 3 倍的磁粉模样。

2) 圆形磁粉模样：圆形或者圆形的磁粉模样中，长度在宽度的 3 倍以内的磁粉模样。

c) 连续的磁粉模样：复数个的磁粉模样差不多在同一直线上，其相互距离在 2mm 以下的磁粉模样。在没有特殊规定的情况下，磁粉模样的长度为每个磁粉模样的长度及相互之间的距离的和。

d) 分散的磁粉模样：在一定的面积内分散存在的复数个的磁粉模样

#### 11.4 磁粉模样的记录

磁粉模样根据需要进行记录，或进行照相，或作简图，或转印（粘胶带、磁性带等），或者用适当的材料（透明清漆 varnish、透明真漆 lacquer）将磁粉模样固定在检测面上。

#### 11.5 通过磁粉模样得到的缺陷的相关信息

通过磁粉模样可以得到检测对象表面的缺陷的长度，但要推断缺陷的深度一般比较困难，要活得缺陷的深度，需要依靠磁粉探伤以外的方法。

## 12 退磁

退磁要求如下。

a) 订货文件有要求时或者出于下述情况的考虑，应使用适当的方法在检测后对检测对象进行退磁，使残留磁场的强度都达到允许值范围内。

1) 下一阶段的检测的磁化会因为之前的磁化受到不良影响（有产生妨害的磁束等）时。

2) 检测对象的剩磁会对今后的加工产生不良影响时。

3) 检测对象的剩磁会对计量设备产生不良影响时。

4) 在检测对象的摩擦部位或者接近摩擦的部位使用磁粉，摩擦部位吸附磁粉等造纸摩擦增加时。

b) 进行退磁注意事项如下所示。

1) 退磁时，使用磁化时使用的磁场强度以上的强度值并逐渐降低交叉退磁。

2) 使用直流对检测对象进行磁化时，要达到完全退磁相当困难。对于用直流磁化过的检测对象，使用低频率的电流或者是正负极不断倒转的电流进退磁。

3) 检测对象的剩磁过强时，如本条 a) 的 1) ~ 4) 所述，会影响到检测的有效性。这种情况下，应在检测前进行退磁。

4) 退磁应根据需要，使用特斯拉计（tesla meter）等确认脱磁的情况。

## 13 清扫及防蚀

在有要求时，应在判定检测的合格与否后，对检查对象进行清扫以除去检测介质。另外，还应根据要求对检测对象采取防腐蚀措施。

## 14 检测报告

要求提供检测报告时，检测报告最少应包含以下项目。

a) 检测对象：应记录零件名，尺寸，材质，热处理状态，表面状态，检测时间（热处理的前或后，或者是最终机械加工的前或后等）及检测实施前的预备处理（表面的修整等）。

b) 检测条件：应明示使用的检测程序书及工艺卡，应记录是使用的工序确认方式或者是标准试验片确认方式的哪一种。并记录以下各项目。

- 1) 检测设备：记录名称、形式及制造商的名称
- 2) 磁粉：记录制造商名称，型号，粒度，荧光或者非荧光，颜色
- 3) 检测介质，磁粉的分散介质及磁粉分散浓度：记录湿法或者干法，分散介质的种类及磁粉分散浓度  
例：湿法，水，10g/L
- 4) 反差涂料（使用时）：记录制造商的名称及型号
- 5) 磁粉的使用时间：记录连续法或者残留法
- 6) 磁化电流的种类：记录使用的是直流、整流、交流或脉冲电流。使用整流时还应记录整流的方式。  
例：整流·单相半波整流方式
- 7) 磁化电流值，磁化时的形状，通电时间：磁化电流值记录波高值。使用极间法时附记极间间隔，使用磁化绕组法时附记线圈的尺寸及圈数，使用触头法时附记包含触头的电极、电极的形状配置等相关信息。使用工序确认方式进行检测时，附记与检测表明平行的磁场的波高值（按附件 A 等进行计算）
- 8) 磁化方法：按表 4 或者表 7 的分类进行记录
- 9) 对比试验片和标准试验片：按工序确认方式进行检测时，记录使用的对比试验片的型号。按标准试验片方式进行检测时，记录使用的 A 型标准试验片或者 C 型标准试验片的名称（附记各标准试验片对应的检测面的有效磁场的强度的值）。标准试验片确认方式中使用 B 型对比试验片时，记录材质和主要尺寸。
- 10) 观察条件：使用非荧光性检测介质时，记录检测面的亮度。使用荧光性检测介质时，记录检测面的 A 波段紫外线的照度和周围环境的亮度。
- 11) 检测后的残留磁场的最大值等：需要检测完成后（进行退磁时在退磁后）检测对象的残留磁场的相关信息时，记录其最大值。
- 12) 检测结果：应记录磁粉模样的有无和其位置、磁粉模样和其分类等有关磁粉模样的详细信息。  
磁粉模样根据第 10 条规定进行具体记录，磁粉模样的分类根据第 11 条的规定进行记录。另外还应根据记录合同双方协同的判定基准判定的合格与否的结果。

c) 其他

- 1) 检测技术人员：记录负责检测的技术人员的姓名及资格，并签名。
- 2) 检测年月日
- 3) 检测场所

现在 JIS Z 2320-1 的内容仅 8.3.3 磁化方法部分有关各种磁化方法的介绍 8.3.3.2 ~ 8.3.3.3  
两项没有完全翻译，附件也没有翻译。——译者注