



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 12969.2—202×  
代替GB/T 12969.2—2007

---

## 钛及钛合金管材涡流检测方法

Method of eddy current inspection for titanium and titanium alloy tubes

(讨论稿)

××××-××-××发布

××××-××-××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



## 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。

本文件代替GB/T 12969.2—2007《钛及钛合金管材涡流探伤方法》。与GB/T 12969.2—2007相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 将标准名称更改为“钛及钛合金管材涡流检测方法”（见名称，2007年版的名称）；
- b) 将适用范围扩大到外径 $\Phi 3\text{mm}\sim\Phi 80\text{mm}$ ，壁厚为 $0.5\text{mm}\sim 12\text{mm}$ （见第1章，2007年版的第1章）；
- c) 增加了涡流检测原理（见第3章）；
- d) 增加了内插式探头检测方法（见第4章、6.3）；
- e) 增加了对比试样加工示意图（见图1、图2）；
- f) 更改了对比试样的要求（见表1，2007年版的表1）；
- g) 更改了检测设备的要求（见第7章，2007年版的第5章）；
- h) 更改了检测调试中的部分内容（见第8章，2007年版的第6章）；
- i) 增加了频率等有关参数的选取指导要求（见8.1.1.2）。

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）归口。

本文件起草单位：XXX、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

本文件于1991年首次发布，2007年第一次修订。本次为第二次修订。



## 钛及钛合金管材涡流检测方法

### 1 范围

本标准规定了钛及钛合金管材不连续性缺陷涡流检测的检测原理、检测方法、一般要求、对比试样、检测设备、调试、检测和校对、检测结果的评定及处理、检测报告。

本标准规定了以人工对比试样的反射信号为依据,检测钛及钛合金管材不连续性缺陷的涡流检测方法。

本标准适用于外径为 $\Phi 3\text{mm}\sim\Phi 80\text{mm}$ ,壁厚为 $0.5\text{mm}\sim 12\text{mm}$ 的钛及钛合金无缝或焊接管材的涡流检测。

### 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。

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 30565 无损检测 涡流检测 总则

### 3 检测原理

将管材沿长度方向穿过或靠近一个以一种或几种频率的交变电流来激励的线圈。线圈的电阻抗由于管材的靠近而发生变化,其程度取决于线圈与管材的间距、管材尺寸、管材电导率及磁导率。管材中若存在不连续性缺陷将改变线圈的视在阻抗,管材通过线圈时,由于管材不连续的存在会引起线圈特性的变化,从而产生电信号。将电信号进行放大、处理,可将不连续性缺陷显示出来。

涡流检测渗透深度与电导率和检测频率成反比。标准渗透深度的表达式如下:

$$\delta = \frac{503.3}{\sqrt{\sigma f}}$$

式中:

$\delta$ —标准渗透深度,单位为毫米(mm);

$\sigma$ —电导率,单位为兆西门子/米(MS/m);

$f$ —激励频率,单位为赫兹(Hz)。

### 4 检测方法

采用外穿式或内插式线圈进行管材涡流检测。必要时也可采用放置式线圈的检测方法。

### 5 一般要求

5.1 进行涡流检测的人员,应按 GB/T 9445 或与此相当的涡流检测标准进行资格鉴定。操作人员应达到 I 级(初级)或 I 级以上资格鉴定的水平,签发及解释检测报告的人员,应达到 II 级或 II 级以上资格鉴定的水平。

5.2 被检测管材的内、外表面应清洁，不得有妨碍检测的污垢、油脂、金属屑及其他外来物质，管端无毛刺。对管材所用的清洗方法及检测前的表面准备，应不损坏管材表面。管材的弯曲度、表面粗糙度和尺寸公差应符合有关标准的要求。

5.3 工作场所应无强电磁干扰，并保持清洁，避免灰尘及外来杂物污染而破坏检测条件。

## 6 对比试样

6.1 对比试样是用于调试和校准检测设备及评判自然缺陷是否符合标准要求的刻有人工标准缺陷的管材。

6.2 对比试样应选用与被检管材的材质、公称几何尺寸、表面状态及热处理工艺一致、且没有干扰人工标准缺陷信号识别的管材制备。

6.3 除另有规定或在合同中注明外，检测时可采用孔型或槽型人工标准缺陷。推荐外穿式或内插式线圈检测，人工缺陷为孔型缺陷；放置式线圈检测时人工缺陷为槽型缺陷。

### 6.3.1 钻孔

6.3.1.1 在制备对比试样的管材上，垂直钻四个径向通孔，其中三个孔径相同的  $d_1$ ，一个孔径不同的  $d_2$ （允许偏差为  $\pm 0.05\text{mm}$ ）。

6.3.1.2 钻孔的垂直度允许偏差应不大于  $5^\circ$ ，钻孔时不得引起管材变形。钻孔的毛刺应清除干净。

6.3.1.3 根据管材外直径的不同，按表 1 选取人工钻孔尺寸。

表 1 人工标准钻孔尺寸

管材外径 mm	人工标准钻孔尺寸 $d_1$ mm	人工标准钻孔尺寸 $d_2$ mm
$\Phi 3 \sim < \Phi 10$	$\Phi 0.6$	$\Phi 0.5$
$\Phi 10 \sim < \Phi 18$	$\Phi 0.7$	$\Phi 0.6$
$\Phi 18 \sim < \Phi 24$	$\Phi 0.8$	$\Phi 0.7$
$\Phi 24 \sim < \Phi 38$	$\Phi 1.0$	$\Phi 0.8$
$\Phi 38 \sim < \Phi 55$	$\Phi 1.2$	$\Phi 1.0$
$\Phi 55 \sim < \Phi 65$	$\Phi 1.4$	$\Phi 1.2$
$\Phi 65 \sim < \Phi 80$	$\Phi 1.6$	$\Phi 1.4$

### 6.3.2 纵向刻槽

6.3.2.1 在制备对比试样的管材外表面上，平行于管材轴向，采用电火花或其它方法加工三个人工刻槽。

6.3.2.2 刻槽的横截面形状为 U 型、 $\sqcup$  型或 V 型。U 型为仲裁试验标准缺陷。

6.3.2.3 刻槽深度的测量可采用光学法、复膜法、机械或其它方法。

6.3.2.4 U 型、 $\sqcup$  型刻槽的宽度为  $0.5\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ ，V 型刻槽的夹角为  $60^\circ \pm 2^\circ$ 。 $d_1$  刻槽长度和深度可按表 2 选择。

表 2 刻槽长度和深度

人工标准尺寸	A 级	B 级	C 级
长度	25mm	10mm	5mm
深度	管材名义壁厚的 12.5% 或 0.1mm， 两者选取大者。	管材名义壁厚的 10% 或 0.1mm，两者选取大者。	管材名义壁厚的 5% 或 0.1mm，两者选取大者。
注：深度允许偏差为 $\pm 0.02\text{mm}$ 。			

6.4 每根人工标准对比试样上应有 4 个通孔（3 个  $d_1$  通孔及 1 个  $d_2$  通孔）或 4 个刻槽（3 个  $d_1$  刻槽及 1 个  $d_2$  刻槽， $d_2$  刻槽深度为  $d_1$  刻槽的 85%）。每个人工标准缺陷的周向间隔为  $120^\circ$ ，轴向间隔及与管端的距离，以在检测条件下能清楚地分辨、报警为准（一般推荐为  $300\text{mm} \sim 700\text{mm}$ ）。

6.5 人工标准对比试样推荐按下图加工：

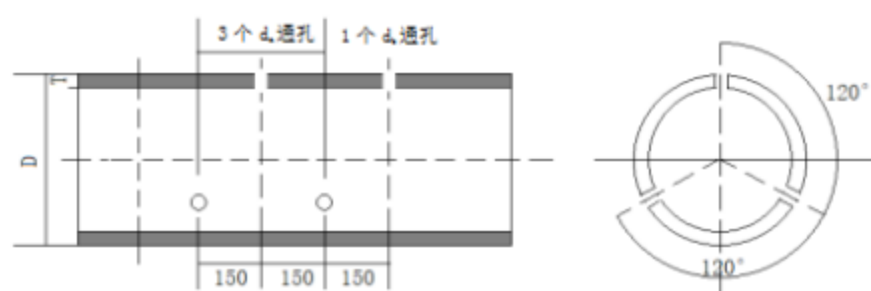


图1 孔型人工缺陷对比试样示意图

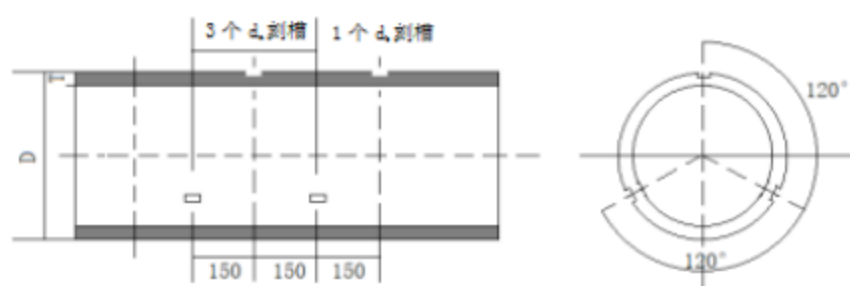


图2 槽型人工缺陷对比试样示意图

## 7 检测设备

### 7.1 涡流检测仪

7.1.1 涡流检测仪应能以一种或多种频率的交变电流激励探头线圈，并能可靠地检测出线圈电磁感应信号的变化。具有一定的抗干扰能力，并能长时间稳定工作。

7.1.2 仪器应包括激励、接收放大、相位调节、滤波等单元，并具有报警、显示、存储和记录功能。

### 7.2 检测线圈

7.2.1 检测线圈与涡流检测仪组合，应能在管壁内产生感应电流，并能检测出管材电特性的变化。

7.2.2 穿过式线圈检测时，填充系数应在不影响检测的情况下尽可能的大，以提高检测灵敏度和信噪比。

### 7.3 机械传动装置

机械传动装置应保证管材均匀、平稳地通过探头，不得造成管材表面的损伤，不得有影响检测信号的振动；具有探头线圈中心与被检测管材中心一致的调节机构。管材送进速度的变化与送进速度相比应不大于 $\pm 10\%$ 。

## 8 调试、检测和校对

### 8.1 调试

#### 8.1.1 设备状态的调试

8.1.1.1 每次检测前，首先用相应的对比试样进行检测设备状态的调试。

8.1.1.2 检测仪器激励频率的选择依据被检管材壁厚确定，薄壁管材检测时激励频率的选择应是标准渗透深度应至少达到受检管材的壁厚。厚壁管材检测时，在不影响检测灵敏度的情况下标准渗透深度应尽可能大。

8.1.1.3 在与检测条件相同的条件下，调节检测设备，使对比试样通过探头时，仪器应能显示出清晰可辨的人工标准缺陷信号。

8.1.1.4 三个相同孔径的人工标准缺陷  $d_1$  的显示幅度应基本一致，相差不大于平均幅度的  $\pm 10\%$ ；另一不同孔径  $d_2$  的显示幅度应与  $d_1$  的显示幅度有一定的差异。

8.1.1.5 将三个人工标准缺陷  $d_1$  的显示信号幅度调到满幅度的  $40\% \sim 80\%$  之间的某一幅度，选取其中最低幅度作为标准报警幅度。此时信号应处于仪器放大器的线性区内。

8.1.1.6 采用记录报警时，三个人工标准缺陷  $d_1$  的信号应调到记录满幅度的  $40\% \sim 80\%$  之间的某一幅度，其差别应不大于平均记录幅度的  $\pm 10\%$ ，选取其中最低幅度为记录标准报警幅度。此时信号应处于仪器记录仪组合的线性区内。

#### 8.1.2 调试状态检查

在完成 8.1 条规定的调试后，在与检测条件完全相同的情况下，对比试样不少于 3 次连续通过探头时，检测设备对三个人工标准缺陷  $d_1$  必须 100% 报警。采用记录报警时，三个人工标准缺陷  $d_1$  的记录幅度 3 次中最低者应不小于记录标准报警幅度。

#### 8.2 检测

完成 8 条规定的内容后，保持仪器设备的状态不变，开始对管材进行涡流检测。

#### 8.3 校对

每次开始和结束检测前，以及检测过程中不大于 2h 必须用对比试样对检测设备的工作状态进行校对，如发现不符合 8.1.2 条规定的要求时，应立即对检测设备重新调试，并对上次校对以来检测的有怀疑的管材重新检测。

### 9 检测结果的评定

9.1 经检测未发现报警信号或缺陷记录幅度低于标准报警幅度时，管材判为合格。

9.2 经检测发现报警信号或缺陷记录幅度大于或等于标准报警幅度的缺陷为不允许缺陷。

9.3 凡在合同规定的定尺长度内出现不允许缺陷信号的管材判为不合格。

9.4 经检测不合格的管材，可以重新处理，然后再重新检测，如果重新检测合格，可判管材合格。

### 10 检测报告

检测报告至少包括下述内容：

- a) 标准编号；
- b) 管材的牌号、批号、规格、数量；
- c) 检测设备型号、检测线圈形式和检测频率；
- d) 人工标准缺陷的形状、尺寸；
- e) 合格与不合格管根数；
- f) 签发报告者签名或印章、技术级别；
- g) 签发报告日期。