



中华人民共和国国家标准

GB/T 34644—2017

锆及锆合金管材涡流检测方法

Eddy current testing method for zirconium and zirconium alloy tube

2017-09-29 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准起草单位：国核宝钛锆业股份公司、宝钛集团有限公司、西部金属股份有限公司、西部新锆核材料科技有限公司、有色金属技术经济研究院。

本标准主要起草人：李恒羽、卢辉、马小怀、李小宁、于海慧、冯辉、王晨阳、杨军红、凌海军、张江峰。

锆及锆合金管材涡流检测方法

1 范围

本标准规定了锆及锆合金管材的涡流检测方法。

本标准适用于外径 5 mm~16 mm 锆及锆合金管材涡流检测,其他规格的锆及锆合金管材可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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

3 检测原理

涡流检测是利用电磁感应在导电试件的表面和近表面产生涡流来检测试件中是否存在缺陷的方法。

对锆及锆合金管材,一般采用外穿式探头的检测方法,可采用单频或多频检测。必要时也可采用放置式探头的检测方法,放置式探头检测时,要求管材相对探头螺旋扫查,保证被检管材 100%检测。

4 一般要求

4.1 人员

从事涡流检测的人员应持有有关主管部门颁发的符合 GB/T 9445 或其他认证要求的资格等级证书。各级人员只能从事与资格等级证书相符的工作。

4.2 管材

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、金属碎屑及其他外来物质,管端无毛刺。对管材所用的清洗方法及检测前的表面准备,不应损伤管材表面。管材的直线度及尺寸公差应符合技术条件要求。

4.3 环境

检测环境应清洁,不应有影响仪器设备正常工作的磁场、震动、粉尘、腐蚀性气体及其他干扰。

4.4 设备鉴定

仪器设备应根据使用要求进行周期性鉴定。

5 对比试样

5.1 对比试样是加工有人工缺陷的管材,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。

5.2 对比试样应选用与被检管材的材质、几何尺寸、表面状态及加工工艺相同、并无干扰人工缺陷检测的自然缺陷和本底噪声的管材制备。

5.3 人工缺陷分为孔型和槽型两类。对于外穿式检测,人工缺陷为孔型缺陷;对于放置式探头检测,人工缺陷为槽型缺陷;应满足下列要求:

- a) 孔型人工缺陷为径向通孔,通孔的孔径根据涡流检测的质量要求,按表 1 规定分为 A、B 两级。在材料技术标准或订货单上应指定适用级别。

表 1

级别	管材外径 D	孔径
A	$D \leq 10 \text{ mm}$	$0.30 \text{ mm} \pm 0.03 \text{ mm}$
	$D > 10 \text{ mm}$	$0.35 \text{ mm} \pm 0.03 \text{ mm}$
B	$D \leq 10 \text{ mm}$	$0.50 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$
	$D > 10 \text{ mm}$	$0.80 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$

- b) 槽型人工缺陷为管材外表面上平行于管材轴向加工的纵向刻槽,刻槽的横截面可为 U 型、□ 或 V 型,V 型刻槽的夹角为 $60^\circ \pm 2^\circ$,U 型为仲裁标准形状。检测要求较高时,可在内表面增加纵向刻槽。槽型伤的深度为被检管材名义壁厚的 12.5% 或 0.1 mm,选择其中较大者,深度允许偏差为 $\pm 0.03 \text{ mm}$;槽型伤的宽度不大于 0.8 mm,刻槽的长度为 3 mm~5 mm。

5.4 人工缺陷加工时,沿管轴向至少加工 4 个相同的人工缺陷,其中 1 个人工缺陷距管端头 $\leq 40 \text{ mm}$,用于检测管端部盲区长度;其他三个人工缺陷之间间距不小于 200 mm,并沿圆周方向间隔 $120^\circ \pm 5^\circ$ 分布,用于测试设备检测灵敏度。也可在管材两端分别加工 1 个人工缺陷,检测管材盲区长度,对比试样示意图见图 1、图 2。

5.5 孔型人工缺陷采用机械钻孔方法加工,要求所有通孔孔径尽可能一致,内壁光滑无毛刺,且不得引起管材变形。槽型人工缺陷一般采用电火花或机械方法在管材外表面加工的纵向槽,要求形状规整、内壁和底部光滑无毛刺。

单位为毫米

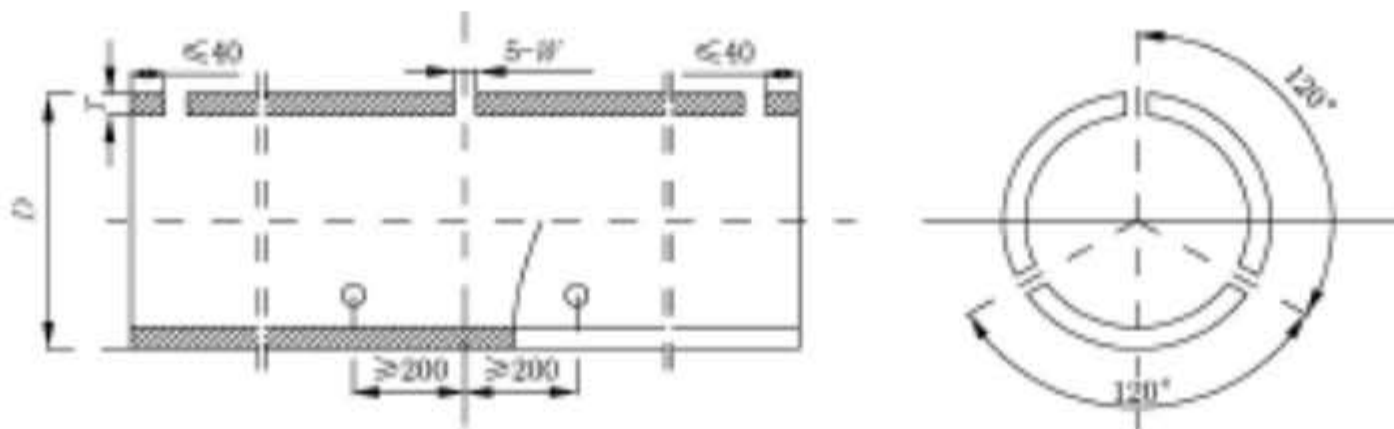


图 1 孔型人工缺陷对比试样示意图

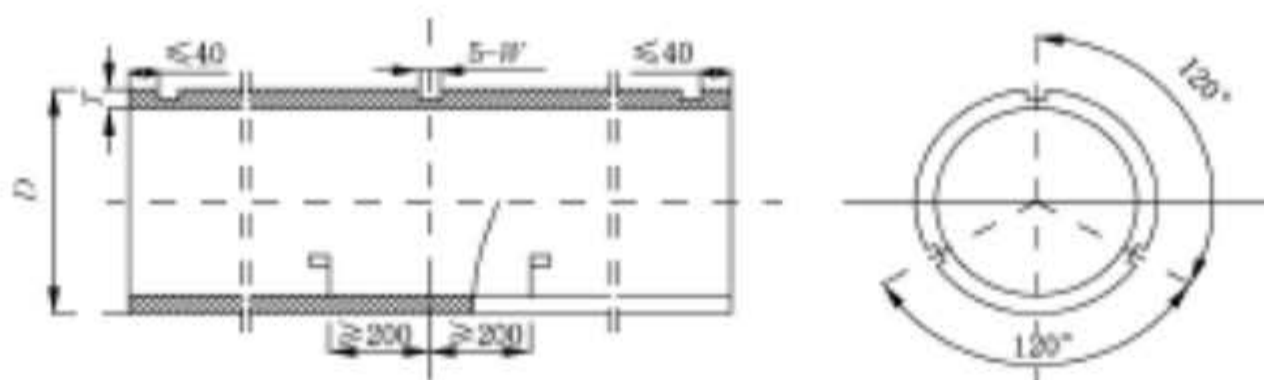


图2 槽型人工缺陷对比试样示意图

6 检测设备

6.1 涡流检测仪

6.1.1 涡流检测仪分为单频、双频或多频检测仪。

6.1.2 涡流检测仪激励频率范围应至少满足：孔型人工缺陷 30 kHz~700 kHz，槽型人工缺陷 30 kHz~1 000 kHz。

6.1.3 涡流检测仪应包括激励、信号处理、相位调节、滤波等单元，并有相应的报警设置、扩展分析功能及可靠的存储记录装置。

6.1.4 采用阻抗平面图和时基(带式)记录显示方式，可测试缺陷的相位、幅度等特征信息。

6.2 探头

6.2.1 探头与涡流检测仪组合后，应能在被检管材表面及近表面产生感应电流，并能检测出管材电特性的变化。

6.2.2 检测使用探头的形状、尺寸应和检测要求及受检管材的尺寸相适应，其适检频率应满足激励频率和检测灵敏度要求。

6.2.3 探头与管材的间隙在保证检测灵敏度的前提下，应有足够的距离，以避免损伤探头或划伤管材。

6.3 机械传动装置

6.3.1 机械传动装置应保证管材匀速、平稳地通过设备，送进速度变化率不大于 5%。传动装置不应造成管材表面的损伤或产生有影响检测结果的振动。

6.3.2 检测机械传动装置应具有探头与受检管材中心一致的调节机构。管材的推荐送进速度为 10 m/min~20 m/min。

7 调试、检测和校验

7.1 设备调试

7.1.1 检测前，应使用对比试样对涡流检测系统进行调试。根据被检管材规格，选用并安装符合检测要求的涡流探头及导向套。

7.1.2 检查或调节探头位置，使探头与被检管材中心一致。

7.1.3 按下列要求对涡流检测仪进行调试：

- a) 在与检测速度相同的条件下，按仪器说明书操作调节检测系统，使对比试样通过探头时，仪器能显示出清晰可辨的人工缺陷信号。

- b) 调试时,对比试样上用于测试检测灵敏度的 3 个同尺寸人工缺陷的显示幅度尽可能一致,最大与最小信号相差不大于 2 dB。
- c) 激励频率的选择应根据受检产品的材质、壁厚、检测灵敏度、检出缺陷的深度等条件综合考虑来选择,推荐激励频率的标准渗透深度应至少达到受检管材的壁厚。

涡流检测的标准渗透深度计算可参照式(1)进行计算。

$$\delta = \frac{503.3}{\sqrt{\sigma f}} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- δ ——标准渗透深度,单位为毫米(mm);
- σ ——电导率,单位为兆西门子每米(MS/m);
- f ——激励频率,单位为赫兹(Hz)。

不同的铝合金电导率不同,具体可参照附录 A 给出的数据。

- d) 调节仪器相位,将噪声或抖动信号设置在阻抗平面图水平方向,人工缺陷信号的相位角不小于 30°。
- e) 以满幅度的 50%~80%之间的某一幅度作为人工缺陷基准幅度,调节仪器增益(dB),将对比试样中间 3 个人工缺陷信号幅度均调整到不低于该基准幅度。
- f) 无特殊要求时,以基准幅度作为报警阈值。

7.1.4 调试状态检查

完成 7.1.3 规定的调试后,将对比试样不少于 3 次通过探头,对比试样上用于测试检测灵敏度的 3 个人工缺陷幅度均不低于基准幅度。

7.2 检测

保持仪器设备的状态不变,开始对管材进行涡流检测。

7.3 设备校验

每次检测开始和结束前,以及在检测过程中,每 2 h 应用对比试样校对检测设备的工作状态。每次所检测的人工缺陷信号幅度应不低于 7.1.3 中设置的基准幅度,且波动值不大于 2 dB,否则,应重新调试设备,并对上次校验后的所检管材进行重新检测。

8 检测结果的评定

- 8.1 检测结果的评定,主要依据缺陷响应幅度进行评定,必要时,可结合相位进行综合评定。
- 8.2 经检测,未发现缺陷响应幅度低于报警幅度时,管材判定合格。
- 8.3 经检测,发现有缺陷响应幅度大于或等于报警幅度时,管材判定不合格。
- 8.4 必要时,不合格管材可以重新处理,再次进行检测,检测结果评定参照 8.2 和 8.3。
- 8.5 管端盲区长度应在检测记录中注明。

9 检测报告

检测报告应至少包括下述内容:

- a) 管材的牌号、批号、规格和数量;
- b) 检测仪型号、探头形式和激励频率;
- c) 本标准编号;

- d) 人工缺陷的类型、尺寸；
- e) 合格与不合格管材数量；
- f) 签发报告者姓名、技术级别；
- g) 签发报告日期。

附录 A
(资料性附录)
常用锆及锆合金电导率

常用锆及锆合金常温下的电导率见表 A.1。

表 A.1 锆及锆合金的电导率

合金牌号	电导率 MS/m	合金牌号	电导率 MS/m
Zr-0	2.023	Zr-Sn	1.267
Zr-Nb	1.740	Zr-Sn-Nb	1.467