

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 20935.1—2007

GB/T 20935.1—2007

GB/T 20935.1—2007

阻焊工序完成之后来检测焊缝。

## 9.2.4 真空电阻焊焊缝的检测

宇航工业中使用很多特殊合金,这些合金必须使用电弧或高能激光在真空容器中焊接。在实际检测中,使用传统的无损检测技术需要耗费时间(移动被检测的工件),当需要重焊工件时必须将其放回真空管。使用电磁超声脉冲反射式斜声束横波技术,检测在真空管中刚焊接过工件的方法已经比较成熟。由于其可在真空管中实现电磁耦合,所以电磁超声换能器能在焊接后的高温下工作。

## 9.3 测厚

超声方法广泛应用于测量厚度。电磁超声在高速或高温场合也已得到很好的应用。使用一发一收和脉冲反射式的直、斜声束电磁超声装置可成功实现 1 mm 厚的多种材料的测厚。

## 9.4 复合钢板的检测

已经研究在铁素体基体与奥氏体复合钢板的检查中,利用电磁超声 SH 波在铁素体基体和奥氏体复合层之间的反射和透射特性检测复合层界面,拓展了新的无损检测方法。

## 9.5 材料加工性能评价

电磁超声技术已经发展到可以提供自动化的超声设备无损评估金属板材的拉拔性能。这种设备通过测量  $S_0$  模式兰姆波在与板材轧制方向成  $0^\circ$ 、 $45^\circ$  和  $90^\circ$  夹角的传播时间,计算在每个方向上的声速和杨氏模量,从而得到表征金属板材轧制结构和拉拔性能的参数。

## 9.6 高温检测

电磁超声技术不需要液体耦合,特别适合于高温环境下的检测,在检测缺陷和测量厚度等方面已得到成功应用。

## 9.7 铁路应用

### 9.7.1 铁路钢轨

电磁超声特别适合动态检测,这使其在铁道行业有很多应用。在钢轨上使用润滑剂减小摩擦力来降低磨损,但由于润滑剂的存在,使传统超声检测所用的耦合剂很难充分润湿轨道,无法满足良好的声耦合要求,使得无损检测复杂化。电磁超声换能器通过润滑剂层激发和接收超声振动没有任何困难,使用垂直入射的横波和具有一发一收及脉冲反射功能的电磁超声样机已经设计出来,并成功运用在美国科罗拉多州普韦布洛市的钢轨的检测中。美国铁路联合会在这里对重载下润滑钢轨的磨损率进行检测。

### 9.7.2 铁路车轮

轮轨系统、底盘和车轮承受高的负载,这些地方会因高热产生疲劳裂纹而导致轮轨系统损坏。针对这一问题,德国铁路协会采用一种新研制的电磁超声系统检测在役高速列车车轮踏面。此系统采用一发一收和脉冲方式,使用回折线圈发射的瑞利波能动态地对有害的不连续性进行探测和评级。

## 9.8 应力测量

超声波技术依靠超声波速或传播时间判断金属材料上施加的外力或残余应力。误差产生的主要原因是很难区分由材料组织结构和应力导致的声速变化。已经证明如果两个横波的偏振和传播方向垂直,那么就得出与结构无关而与应力成正比的速度差。使用 SH 波的电磁超声换能器测量应力的装置已经研制出来,在这种系统中由换能器耦合引起的误差更小。

## 金属材料电磁超声检验方法 第 1 部分:电磁超声换能器指南

Method of electromagnetic acoustic inspection for metal materials—  
Part 1: Standard guide for electromagnetic acoustic transducers(EMATs)



GB/T 20935.1—2007

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-29831

定价: 14.00 元

2007-05-14 发布

2007-12-01 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

能足够迅速恢复以便探出缺陷信号。电磁超声发射和接收系统的详细描述已经超出了本部分的范围。

### 7.3 数据处理器

为电磁超声换能器信号处理所配置的个人电脑配以通用板卡和数据转换器应提供足够的数据处理能力。个人电脑可以用来采集和存储电磁超声系统产生的数据,同时也可以采集和存储诸如扫查检测中换能器的位置。信号也可以用传统超声方法来评价。

### 7.4 试样

由于电磁超声换能器技术是依靠电磁原理在被检材料上发射和接收声能量的,所以被检材料要求是金属材料(铁磁性或非铁磁性)。

#### 7.4.1 表面粗糙度

由于电磁超声换能器技术是非接触的,尽管在检测过程中表面粗糙度不能被忽视,但其灵敏度受表面粗糙度的影响要比传统的压电检测系统小的多。

#### 7.4.2 试样温度

因为电磁超声换能器不需要液体耦合,所以将其应用于高温试样要比传统的压电检测系统有利得多。

## 8 人员资格

电磁超声换能器的正确使用要求无损评价专家参与设计和指导检测过程。使用电磁超声换能器的人员必须具备超声检测的理论知识,应该是传统超声检测及其信号发生、采集、处理、解释等相关方法有经验的从业者,例如符合 GB/T 9445 规定的资格。特别重要的岗位应安排精通和具有足够电磁理论和信号分析的人员。

## 9 应用

### 9.1 金属母材缺陷的检测

#### 9.1.1 钢棒的检测

电磁超声换能器被用来检测钢棒的裂缝和折叠。电磁超声换能器的设计包括脉冲磁场和回折线圈。电磁超声换能器产生 2MHz 的瑞利波,此波沿着钢棒表面成管状传播,可检查数十微米的裂缝和折叠。在这种电磁超声换能器技术的应用中使用脉冲磁铁,由于电磁趋肤效应,磁场集中在棒的外表面这一区域。

#### 9.2 焊缝缺陷的检测

##### 9.2.1 燃料箱焊缝检测

美国国家宇航局已经开始使用一种便携式电磁超声换能器系统对空间飞行器外部液体燃料箱的铝焊缝进行检测,当这种系统代替传统的液体渗透检测表面开口型缺陷时,也经常辅助使用射线检测内部缺陷。电磁超声系统使用多种换能器(瑞利波和垂直偏振横波)沿焊缝轴线方向进行单扫查,可同时实现对焊缝及其两侧表面和内部缺陷的检测。

##### 9.2.2 海上钻井平台焊缝的检测

海上钻井平台已经在北海建成用来开采石油。波浪的周期冲击会使平台承力支架上的裂纹沿焊缝圆周方向扩展。为了确保承力支架的完好,设计出一种电磁超声系统用于焊缝的自动检测。这种电磁超声探测器装在管道爬行者上对焊缝进行自动检测,超声波通过电控传到不同的区域,但一般主要集中在裂纹扩展比较严重的根部和余高区域。该系统是全自动化的,由计算机控制扫描、数据采集、显示和结果记录。

##### 9.2.3 带钢对接电弧焊缝的检测

为了使冷轧带钢生产过程保持连续,在冷轧前采用电阻焊(ER)将单卷带钢的端部焊接在一起。在焊接过程中产生的任何缺陷都可能导致带钢的断裂。可设计一种电磁超声系统,用水平偏振横波在电

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
金属材料电磁超声检验方法  
第 1 部分:电磁超声换能器指南  
GB/T 20935.1—2007

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 20 千字

2007 年 8 月第一版 2007 年 8 月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-29831 定价 14.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前 言

GB/T 20935《金属材料电磁超声检验方法》分为以下 3 个部分：  
 ——第 1 部分：电磁超声换能器指南；  
 ——第 2 部分：利用电磁超声换能器技术进行超声检测的方法；  
 ——第 3 部分：利用电磁超声换能器技术进行超声表面检测的方法。

本部分为 GB/T 20935 的第 1 部分。

本部分等同采用 ASTM E 1774-96(2002)《电磁超声换能器部分导则》(英文版)。

本部分与 ASTM E 1774-96(2002)有关差异如下：

- a) 将规范性引用文件 ASTM E 428《超声波检验用钢对比试块的制作与校验方法》改为 GB/T 11259；
- b) 将规范性引用文件 ASTM E 1065《超声波检测装置性能评价导则》改为 JB/T 10062；
- c) 将规范性引用文件 ASTM E 1316《无损检测术语》改为 GB/T 12604. 1 和 GB/T 12604. 6；
- d) 将规范性引用文件 SNT-TC-1A《无损检测人员资格鉴定与认证》改为 GB/T 9445。

为便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- a) “本导则”一词改为“本部分”；
- b) 在第 2 章中插入 GB/T 1. 1—2000 规定的引导语；
- c) 删除原 ASTM 标准中的关键词；
- d) 删除原 ASTM 标准中的参考文献。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国钢标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：钢铁研究总院、冶金工业信息标准研究院。

本部分主要起草人：贾慧明、范弘、张建卫、张伟代、童凯、黄颖。

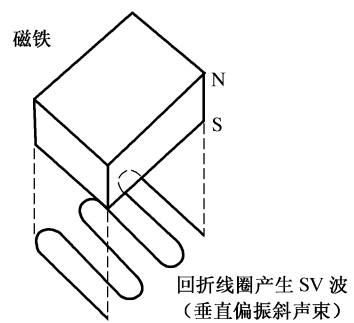


图 5 回折线圈型电磁超声换能器

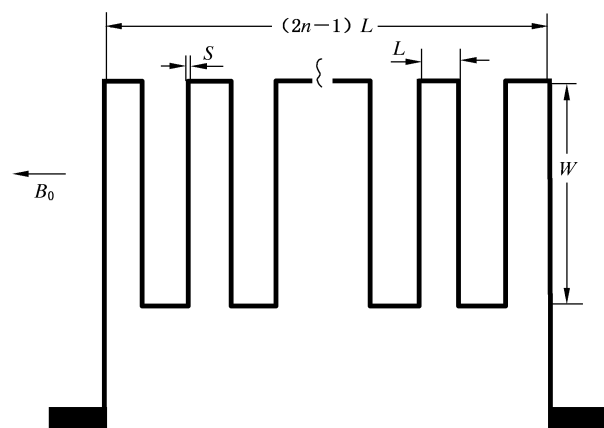


图 6 回折线圈型电磁超声换能器几何形状

7.1.4 提高效应

因为电磁超声在检测材料时是非接触的，所以线圈与被检材料的接近程度是影响信号强度的主要因素，它遵循等式(6)：

$$S(g) = S_0 e^{\left(\frac{-2\pi g}{D}\right)} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$S(g)$ ——信号强度随提高间隙的变化函数；

$S_0$ ——零间隙时的信号强度；

$g$ ——线圈距材料表面的间隙；

$D$ ——线圈导线间距。

可见，保持最小间隙而得到最强信号是很重要的。除了保持小间隙，保持间隙恒定对于信号的重复性和信号分析也是至关重要的。一般情况下，在电磁超声换能器线圈和被检工件之间有薄层材料，这种材料为高电阻金属，粘在电磁超声换能器上，材料厚度应小于其电磁趋肤深度。这种材料也可为陶瓷和碳增强塑料，在扫查时很耐磨，可以作为电磁超声换能器线圈的保护层。

7.2 发射器、接收器

虽然一些厂家提供的脉冲发射器可同时兼容用在电磁超声上，但是电磁超声换能器在电特性上与传统的压电换能器有明显区别。电磁超声换能器一般是电感性负载，而压电换能器是电容性负载，因此，电磁超声脉冲发射器与传统超声明显不同。在设计电磁超声换能器脉冲发射器时，另一个需要考虑的是，与传统的压电装置相比较，电磁超声换能器的插入损失高达 40 dB 甚至更高。此外，由于前置放大器需要高增益，所以噪声电平和饱和恢复时间在电磁超声接收器的设计中也成为重要的考虑因素。例如，在电磁超声换能器脉冲回波系统中，前置放大器应能承受加到电磁超声换能器上的峰值电压，应