

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 21837—2008

---

## 铁磁性钢丝绳电磁检测方法

Practice for electromagnetic examination of ferromagnetic steel wire rope

2008-05-13 发布

2008-11-01 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

## 前 言

请注意本标准的某些内容有可能涉及专利。本标准的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本标准修改采用 ASTM E 1571-01《铁磁性钢丝绳电磁检测方法》(英文版)。

本标准根据 ASTM E 1571-01 重新起草。

考虑到我国国情,在采用 ASTM E 1571-01 时,本标准做了一些修改。有关技术性差异如下:

- a) 增加剩磁方法,见第 1 章、4.1.4、图 5 和 7.4;
- b) 将英制单位转化为国际单位制时,某些不影响本标准实施的带小数点的数值进行了圆整,如:第 1 章中的“63.5”改为“64”,10.2.2 中若干数值等;
- c) 删除 ASTM 标准的 3.2.1 和 3.2.4,以弱化对仪器种类的描述和依赖;
- d) 增加 9.4,有关检测报告的要求;
- e) 删除 ASTM 标准的第 11 章,相关要求已在 6.2 有表述;
- f) 删除 ASTM 标准的第 12 章,该内容不符合 GB/T 1.1—2000 的规定。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:上海材料研究所、中国特种设备检测研究院、上海宝钢工业检测公司、冶金工业信息标准研究院、逸悉开钢丝绳检测技术有限公司、北京杰安泰无损检测技术有限公司、上海且华虚拟仪器技术有限公司、欧美大地仪器设备中国有限公司、上海上材电磁设备有限公司、上海苏州美柯达探伤器材有限公司。

本标准主要起草人:金宇飞、沈功田、罗云东、王玲君、戴石锋、杨旭、贾社民、董信华、翟晶、赵成。

# 铁磁性钢丝绳电磁检测方法

## 1 范围

本标准规定了采用电磁、磁通、漏磁和剩磁方法检测铁磁性钢丝绳金属横截面积变化和损伤的仪器校准和应用规则。

如果合同各方同意,本标准可适用于各种铁磁性钢丝绳。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 5616 无损检测 应用导则

GB/T 8706 钢丝绳 术语、标记和分类(GB/T 8706—2006,ISO 17893:2004,IDT)

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证(GB/T 9445—2005,ISO 9712:2005,IDT)

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义(GB/T 20737—2006,ISO/TS 18173:2005,IDT)

## 3 术语和定义

GB/T 8706 和 GB/T 20737 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**局部损伤 local flaw**

LF

钢丝绳中的不连续,诸如断丝、钢丝的蚀坑、较深的钢丝磨损或其他钢丝绳局部物理状态的退化等。

### 3.2

**金属横截面积损失 loss of metallic cross-sectional area**

LMA

钢丝绳上特定区域中材料(质量)缺损的相对度量,它是用仪器进行检测,并通过比较检测点与钢丝绳上象征最大金属横截面积的基准点来测定的。

## 4 概述

### 4.1 仪器的工作原理

#### 4.1.1 交流电磁类仪器

交流电磁类检测仪器的的工作原理类同于变压器原理,初级和次级线圈环绕在钢丝绳上,钢丝绳犹如变压器的铁芯(见图1)。初级(激励)线圈的电源为10 Hz~30 Hz的低频交流电。次级(探测)线圈测定钢丝绳的磁特性。钢丝绳磁特性的任何关键变化会通过次级线圈的电压变化(幅度和相位)反映出来。电磁类仪器通常是在较低磁场强度的条件下工作,因此在开始检测前,有必要将钢丝绳彻底退磁。此类仪器主要用于检测金属横截面积变化。

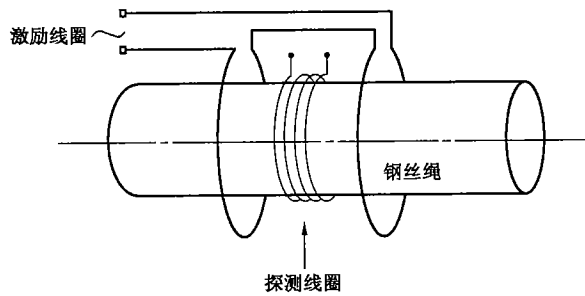


图 1 电磁类仪器传感器头示意图

4.1.2 直流和永磁(磁通)类仪器

直流和永磁类仪器提供恒定磁通,通过传感器头(磁回路)磁化一段钢丝绳(见图 2 和图 3)。钢丝绳中的轴向总磁通,能通过霍尔效应传感器、环绕(感应)线圈,或其他能有效测定磁场或稳恒磁场变化的适当装置来测定。传感器输出的是电信号,在磁回路可感应范围内,其输出的电压与钢含量或金属横截面积变化成正比。此类仪器用于测定金属横截面积变化。

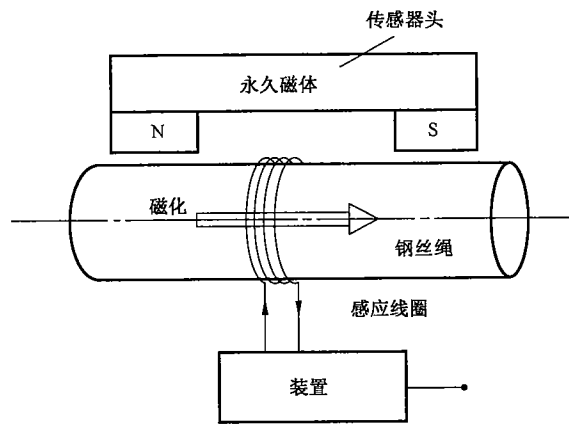


图 2 用感应线圈测量金属横截面积损失的  
永磁类设备传感器头示意图

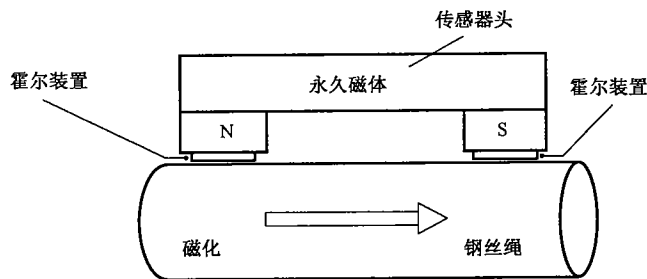


图 3 用霍尔装置测量金属横截面积损失的  
永磁类设备传感器头示意图

4.1.3 漏磁类仪器

直流或永磁类仪器提供恒定磁通,通过传感器头(磁回路)来磁化一段钢丝绳(见图 4)。钢丝绳中不连续(例如断丝)所引起的漏磁,能用不同传感器(例如霍尔效应传感器、感应线圈或其他适当装置)来检测。传感器输出的是电信号,并被记录。此类仪器用于测定 LF。但它不能明确给出有关损伤的确切数量方面的信息,只能给出钢丝绳中断丝、内腐蚀和磨损等是否存在的提示性信息。

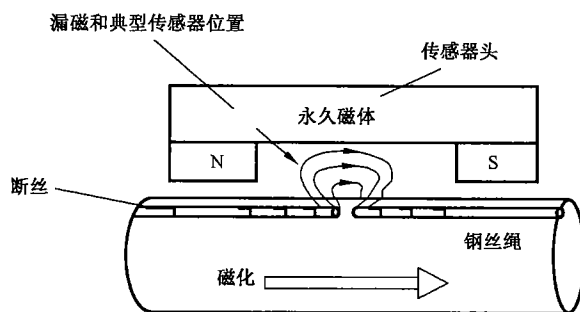
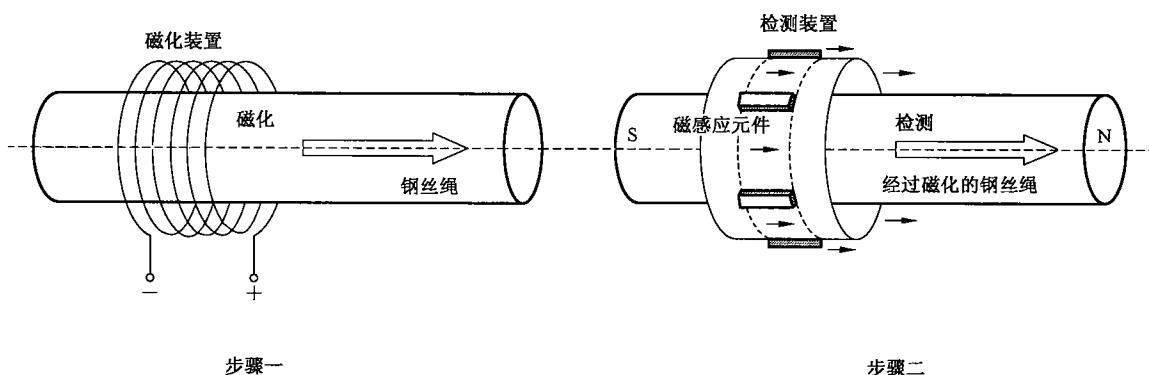


图 4 断丝导致漏磁的示意图

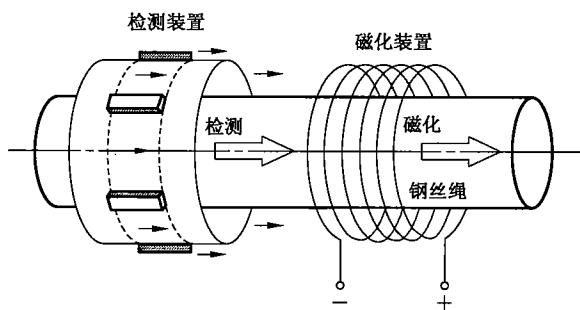
#### 4.1.4 剩磁类仪器

直流或永磁类磁化装置对钢丝绳磁化后,在确保外加磁场已移去或无外磁场影响的情况下,利用铁磁性钢丝绳的剩磁特性,采用能有效测定剩余磁场变化的适当检测装置,来测定钢丝绳内剩磁场的变化。此类仪器能用于测定金属横截面积的变化和局部损伤的存在。

注:该方法是新开发的一种钢丝绳检测技术,有待进一步的跟踪研究和应用验证。



a) 磁化和检测分步方式



b) 磁化和检测同步方式

图 5 剩磁类仪器测量金属横截面积损失的示意图

#### 4.2 检测原理

钢丝绳检测原理基于 4.1 所述的一种或多种方法。检测金属横截面积损失能用 4.1.1、4.1.2 和 4.1.4 所述检测原理的仪器。检测断丝和内(或外)腐蚀能用 4.1.3 所述的漏磁类仪器。检测应按第 9 章。一台仪器可同时具有磁通和漏磁检测原理。

#### 5 意义和用途

5.1 本标准阐述了采用电磁、磁通、漏磁、剩磁或不同方法组合的专用仪器来检测铁磁性钢丝绳产品的规程以及仪器校准规程。

5.2 仪器对钢丝绳在制造、安装和使用过程中产生的损伤的响应,与仪器对钢丝断口或增加钢丝等人工损伤的响应可能不同。因此,尽可能采用带有在使用过程产生的且肯定会影响使用性能的真实损伤的钢丝绳,来进行标定(即设定基准点)和检测。

## 6 应用要点

### 6.1 检测合同

检测合同宜包括下列内容:

- a) 验收准则;
- b) 测定 LMA 或 LF,或两者都检测;
- c) 钢丝绳检测区段(整段检测可要求设定多次,分段内检测可设定一次);
- d) 采用的校准方法:钢丝绳对比试样、钢条对比试样或两者都要;
- e) 设备校准的最大时间间隔。

### 6.2 人员资格

如果合同有约定,按本标准实施检测的人员,应按 GB/T 9445 或等效标准进行资格鉴定与认证,并由雇主或其代理进行职位专业培训和操作授权。

### 6.3 无损检测实验室资格

如果合同有约定,无损检测实验室应符合 GB/T 5616 的相关要求。

### 6.4 钢丝绳对比试样

钢丝绳对比试样(见图 6 和 10.2)的参数包括:

- a) 钢丝绳对比试样上人工损伤的类型、尺寸、位置和数目;
- b) 钢丝绳对比试样上人工损伤尺寸的验证方法和允许误差;
- c) 钢丝绳对比试样的直径和结构。

### 6.5 钢条对比试样

钢条对比试样(见图 7 和 10.3)的参数包括:

- a) 钢条对比试样是用于实验室,或现场,或两者都可;
- b) 钢条对比试样的数量、长度和直径。

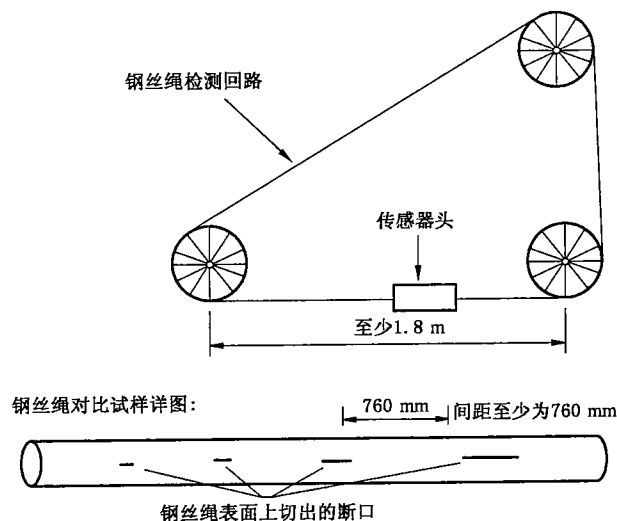


图 6 钢丝绳对比试样示例

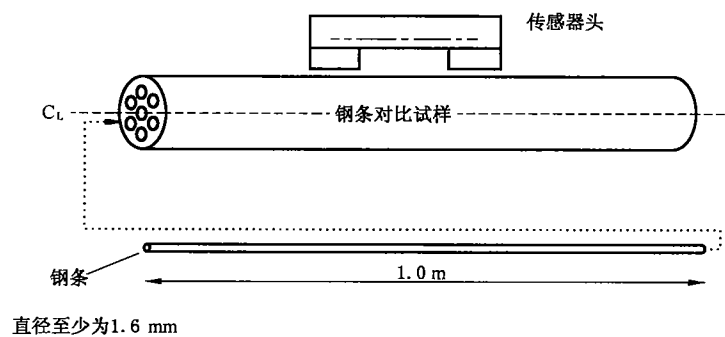


图7 钢条对比试样示例

## 7 局限性

### 7.1 概述

- 7.1.1 本标准仅限于检测铁磁性钢丝绳。
- 7.1.2 较难检测出钢丝绳端部或接近端部和铁磁性钢连接处的损伤。
- 7.1.3 不易辨别纯金属学性质(脆性、疲劳等)引起的退化。
- 7.1.4 给定大小的传感器头仅适用于有限直径范围的钢丝绳。

### 7.2 电磁和磁通方法的固有局限性

- 7.2.1 仪器所测得的金属横截面积变化,只能表示这是相对于仪器校准基准点处的变化。
- 7.2.2 这些方法的灵敏度,随损伤离钢丝绳表面的深度增大和断丝处断口的减小而降低。

### 7.3 漏磁方法的固有局限性

- 7.3.1 不大可能辨别出较细的断丝、小断口断丝或接近于多断丝处的单根断丝。不大可能辨别出带有蚀坑的断丝。
- 7.3.2 由于纯金属学性质引起的退化不易辨别,当钢丝绳是否报废是基于断丝增加的百分率时,在检测发现有断丝后,有必要增加检测的频次。

### 7.4 剩磁方法的固有局限性

- 7.4.1 仪器所测得的金属横截面积变化,只能表示这是相对于仪器校准基准点处的变化。
- 7.4.2 对于引起金属横截面积变化程度较小的磨损和锈蚀,剩磁类仪器可能不易辨别。
- 7.4.3 由于剩磁通常比较微弱,在有外磁场干扰下进行检测可能失效。
- 7.4.4 剩磁的大小通常随时间而有所变化,不同时间段的检测结果可能会不同。
- 7.4.5 剩磁方法不适用于相对磁导率很低的铁磁性材料。

## 8 系统

8.1 所用仪器应按设计规定来检测铁磁性钢丝绳产品。传感器头中的磁化组件,应包括永磁体或电磁体,或交流或直流线圈。除交流螺旋线圈外,磁化组件应能充分磁化仪器所设计范围(大小和结构)的钢丝绳。传感器头和其他部件宜设计成适用于不同直径的钢丝绳。钢丝绳宜放在传感器头的近似中心。仪器宜有连接器或其他辅助工具,用以传输输出信号至纸带记录仪、数据记录仪或多功能计算机。为方便仪器设定、校准和检测,必要时仪器也可包含仪表、条形指示器或其他显示装置。仪器宜具有检测距离和钢丝绳速度的输出,以显示当前检测移动距离和钢丝绳速度,如有必要,还宜具有一图示速度与钢丝绳速度同步且成正比的动态图像控制器。

8.2 应配置如下之一的辅助设备,以便于记录和永久保存检测结果:

- a) 纸带记录仪;
- b) 数据记录仪;
- c) 多功能计算机。

## 9 检测

9.1 电子系统应在检测前进行校准。

9.2 应在合同中规定,对钢丝绳是检测 LF 或 LMA,还是两者都检测。可根据被检对象,选择适宜的仪器。宜按如下要求进行检测。

9.2.1 用电磁类仪器检测之前,钢丝绳必须先退磁。用磁通或漏磁类仪器,则有必要反复检测钢丝绳是否均匀磁化。

9.2.2 传感器头必须与钢丝绳大致处在同一轴心线上。

9.2.3 仪器必须按检测工艺流程进行调节。开始检测前,宜通过对插入的已知横截面积的铁磁性钢条或钢丝的验证来设定灵敏度。此校准信号宜记录保存,以便日后对比用。

9.2.4 钢丝绳检测宜采用相对一致的速度:或移动传感器头,或移动钢丝绳。相关的信号必须用适当介质予以记录,例如纸带记录仪、磁带记录仪或计算机文件等,以便以后复核分析用。

9.2.5 下列信息作为检测数据应予记录,以便于分析:

- a) 检测日期;
- b) 检测编号;
- c) 客户标识;
- d) 钢丝绳标识(用途、位置、卷盘和绳号);
- e) 钢丝绳直径和结构;
- f) 仪器序列号;
- g) 仪器校准状态;
- h) 记录仪状态;
- i) 记录速度;
- j) 传感器头在钢丝绳上的评定基准点位置,即检测始点和再次设定运行开始之处;
- k) 钢丝绳或传感器头的移动方向;
- l) 被检钢丝绳总长度;
- m) 检测速度。

9.2.6 为确保检测结果的可重复性,应至少进行两次的重复操作。

9.2.7 当钢丝绳全部工作长度需要多次检测时,每次调整的传感器头磁极方向相对于钢丝绳宜前后一致。为了与记录仪联用,宜在钢丝绳上两次相邻运行点的地方打上临时标记(铁磁性标记在记录装置中呈现出一个显示)。检测信号宜由同一台仪器按同一标准且在检测同一根钢丝绳时得到。

9.2.8 当测定 LMA 的百分率时,必须明确这是与钢丝绳上象征钢丝绳最大金属横截面积的基准点在做比较。基准点的状况有可能已在钢丝绳运转中恶化而不再与所象征的最初的(新的)钢丝绳值相同。因此,基准点必须经目视或其他方法检测,以评定其现状。

9.2.9 如果检测显示在钢丝绳某些部位上存在严重的恶化,该部位宜实施附加检测,以对显示进行反复核实。在附加的检测中,检测显示有严重恶化的钢丝绳部位必须进行目视检测。

9.3 有关 LF 和 LMA/LF 仪器的局部损伤基准数据,可在最初检测(新)钢丝绳的时候建立。只要可行,检测同一根钢丝绳时,宜通过调节与被检钢丝绳相匹配的钢条或钢丝上的已知损伤,使产生的幅度彼此相同,如此反复而设定。

9.4 如果合同有约定,检测结果应出具报告。

## 10 对比试样

### 10.1 概述

10.1.1 仪器宜按合同约定的验收准则进行校准。



10.1.2 在仪器首次使用、定期校验期间或出现可疑故障时宜进行校准。

10.1.3 仪器宜采用一个或多个钢丝绳对比试样(见图 6)或钢条对比试样(见图 7)进行校准。

10.1.4 从实验室角度看,10.2 和 10.3 对于充分了解仪器的局限性是有用的。

## 10.2 钢丝绳对比试样

10.2.1 用于对比试样的钢丝绳宜先做检测,以确定和解决存在有妨碍人工损伤用途的先前已存在的损伤(如果存在)。对比试样的钢丝绳应与所使用的仪器和传感器头以及被检钢丝绳相匹配,除非用的是钢条对比试样。对比试样应有足够的长度,以满足人工损伤所要求的间距,以及拥有足够空间来避免钢丝绳端部效应。应按合同约定来选择钢丝绳对比试样。

10.2.2 钢丝绳对比试样上的人工损伤,应包括采用去除或增加在外层钢丝上形成的断口的方法。典型的断口长度应为 1.5 mm、3 mm、6 mm、12 mm、25 mm、50 mm、100 mm、200 mm、400 mm 和 800 mm。断口间的典型距离为 760 mm。断口距钢丝绳端部应至少有 1 200 mm。有些断口的长度可不作要求。所有钢丝的端部应平直且与钢丝垂直。

10.2.3 如果检测仪器被证实是可行的,并得到合同各方的同意,局部损伤和金属横截面积变化的要求可比上述更严格。

## 10.3 钢条对比试样

10.3.1 钢条对比试样是按总横截面积与被检钢丝绳金属横截面积相等的方式做成的。钢条束放进传感器头中,模拟钢丝绳沿传感器头轴向放置时所发生的情况。移动单根钢条,来模拟由磨损、腐蚀或缺丝等造成的钢丝绳中的金属横截面积损失。此规程能用于调节和校准仪器,非常精确地给出和控制仪器响应的变化。

10.3.2 实验室校准规程中所用的钢条对比试样,最小宜为 1 m 长或按仪器制造商的推荐长度,以使由钢条端部引起的端部效应最小化。

10.3.3 检测前的磁场校验,可使用较短的钢条或钢丝。

## 10.4 系统灵敏度的调节与校准

设定和校验系统灵敏度的规程如下:

- a) 对比试样应按合同规定制作;
  - b) 传感器头应根据被检材料尺寸进行调节;
  - c) 传感器头应环绕对比试样安置;
  - d) 对比试样应进行扫描,只要可行,增益和复零电位计、图像记录仪刻度或其他控制器应调节至所要求的状态;
  - e) 如果是静态校准,如电磁类仪器(4.1.1),钢丝绳对比试样应以检测时的速度穿过检测仪器中的磁场,以此来充分论证检测仪器的动态性能。按校准要求规定进行的仪器设定应做记录。
-

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
铁磁性钢丝绳电磁检测方法  
GB/T 21837—2008

\*

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](http://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

\*

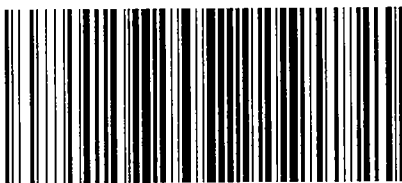
开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 16 千字  
2008年8月第一版 2008年8月第一次印刷

\*

书号:155066·1-32399 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



GB/T 21837-2008