

中国标准出版社 编

金属材料无损检测方法 标准汇编 (第3版)

上册

金属材料无损检测方法 标准汇编

(第 3 版)上册

中国标准出版社 编

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

金属材料无损检测方法标准汇编. 上册/中国标准出版社编. —3 版. —北京:中国标准出版社,2012

ISBN 978-7-5066-6896-5

I. ①金… II. ①中… III. ①金属材料-无损检验-标准-汇编-中国 IV. ①TG115.28-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 171329 号

中国标准出版社出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

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 36.50 字数 1 072 千字

2012 年 10 月第三版 2012 年 10 月第三次印刷

*

定价 190.00 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)68510107

出版说明

自 2007 年本汇编第 2 版出版以来,金属材料无损检测方法标准的制修订工作又有了很大的发展,许多标准陆续被修订,有更多的新标准被制定和颁布。对照现行有效的标准目录,第 2 版汇编现在看来已有些面目全非了,因此有必要出版新版的《金属材料无损检测方法标准汇编》。本次修订中,除保留了上一版的基础标准、超声检验方法标准、电磁检测方法标准、相关标准等部分外,因射线检测方法标准也逐渐发展成形和壮大,因此补充增加了“射线检测方法标准”部分。由于篇幅的原因,本次修订将全书分为上、下两册,上册包括基础标准、电磁检测方法标准、射线检测方法标准;下册包括超声检验方法标准和相关标准。本书是上册,共收入截至 2012 年 8 月底以前现行有效的金属材料无损检测方法标准 41 项,其中国家标准 38 项,行业标准 3 项。

本汇编所收集的国家标准和行业标准的属性(推荐性或强制性)已在目录中标明,标准年号用四位数字表示。鉴于部分标准是在标准清理整顿前出版的,目前尚未修订,故正文部分仍保留原样(包括标准正文中“引用标准”或“规范性引用文件”一章中的标准的属性),但其属性以本汇编目录中标明的为准,读者在使用这些标准时请注意查对。

本汇编目录中部分行业标准年代号后加“(××××)”,表示该标准在××××年进行了确认,但未重新出版。

鉴于本汇编收录的标准发布年代不尽相同,汇编时对标准中所使用的计量单位、符号等未作改动。

本次收录的所有标准均为 2005 年经中国国家标准化管理委员会与国家发展和改革委员会清理整顿之后现行有效的标准。

本汇编可供冶金、机械、电力、航空、造船、建筑、化工、教学等行业的有关工程设计、质量监督管理及试验操作人员查阅使用。

编 者

2012 年 8 月

目 录

一、基础标准

GB/T 5616—2006	无损检测 应用导则	3
GB/T 9445—2008	无损检测 人员资格鉴定与认证	15
GB/T 12604.1—2005	无损检测 术语 超声检测	37
GB/T 12604.2—2005	无损检测 术语 射线照相检测	87
GB/T 12604.3—2005	无损检测 术语 渗透检测	109
GB/T 12604.4—2005	无损检测 术语 声发射检测	117
GB/T 12604.5—2008	无损检测 术语 磁粉检测	135
GB/T 12604.6—2008	无损检测 术语 涡流检测	157
GB/T 12604.7—1995	无损检测术语 泄漏检测	187
GB/T 12604.8—1995	无损检测术语 中子检测	206
GB/T 12604.9—2008	无损检测 术语 红外检测	213
GB/T 12604.10—2011	无损检测 术语 磁记忆检测	229
GB/T 14693—2008	无损检测 符号表示法	239
GB/T 20737—2006	无损检测 通用术语和定义	249
GB/T 20967—2007	无损检测 目视检测 总则	257
GB/T 20968—2007	无损检测 目视检测辅助工具 低倍放大镜的选用	263
GB/T 26644—2011	无损检测 声发射检测 总则	271

二、电磁检测方法标准

GB/T 4957—2003	非磁性基体金属上非导电覆盖层 覆盖层厚度测量 涡流法	285
GB/T 5126—2001	铝及铝合金冷拉薄壁管材涡流探伤方法	290
GB/T 5248—2008	铜及铜合金无缝管涡流探伤方法	297
GB/T 7735—2004	钢管涡流探伤检验方法	311
GB/T 9444—2007	铸钢件磁粉检测	321
GB/T 10121—2008	钢材塔形发纹磁粉检验方法	337
GB/T 11260—2008	圆钢涡流探伤方法	347
GB/T 12606—1999	钢管漏磁探伤方法	355
GB/T 12969.2—2007	钛及钛合金管材涡流探伤方法	365
GB/T 14480.3—2008	无损检测 涡流检测设备 第3部分:系统性能和检验	371
GB/T 15822.1—2005	无损检测 磁粉检测 第1部分:总则	377
GB/T 15822.2—2005	无损检测 磁粉检测 第2部分:检测介质	393
GB/T 15822.3—2005	无损检测 磁粉检测 第3部分:设备	411
GB/T 21837—2008	铁磁性钢丝绳电磁检测方法	423
GB/T 25757—2010	无损检测 钢管自动漏磁检测系统 综合性能测试方法	433
YB/T 127—1997	黑色金属电磁(涡流)分选检验方	439

YB/T 143—1998(2006)	涡流探伤信号幅度误差测量方法	444
YB/T 4083—2011	钢管自动涡流探伤系统综合性能测试方法	449

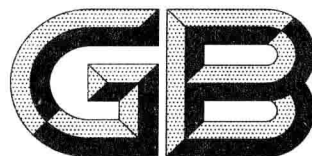
三、射线检测方法标准

GB/T 3323—2005	金属熔化焊焊接接头射线照相	457
GB/T 5677—2007	铸钢件射线照相检测	495
GB/T 12605—2008	无损检测 金属管道熔化焊环向对接接头射线照相检测方法	501
GB/T 19293—2003	对接焊缝 X 射线实时成像检测法	535
GB/T 19943—2005	无损检测 金属材料 X 和伽玛射线照相检测 基本规则	546
GB/T 26642—2011	无损检测 金属材料计算机射线照相检测方法	563



一、基础标准





中华人民共和国国家标准

GB/T 5616—2006
代替 GB/T 5616—1985

无损检测 应用导则

Non-destructive testing—Guidelines for application

2006-12-25 发布

2007-05-01 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

本标准代替 GB/T 5616—1985《常规无损探伤应用导则》。

本标准与 GB/T 5616—1985 相比主要变化如下：

- 增加了范围(见第 1 章)；
- 增加了规范性引用文件(见第 2 章)；
- 增加了术语和定义(见第 3 章)；
- 增加了缩略语(见第 4 章)；
- 对无损检测概述进行了调整和修改(1985 年版的 1.1；本版的第 5 章)；
- 调整和补充了无损检测方法种类(1985 年版的 1.2；本版的第 6 章)；
- 增加了应用无损检测时应注意的安全警示(见第 7 章)；
- 对应用无损检测的一般原则进行了调整和补充(1985 年版的 1.3 和第 2 章；本版的第 8 章)；
- 对常规无损检测方法的适用性和局限性进行了调整(1985 年版的第 3 章；本版的第 9 章)。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国无损检测标准化技术委员会(SAC/TC 56)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中心、上海锅炉厂有限公司、中国第一航空工业集团公司北京航空材料研究院、中国航天科技集团公司第八〇一研究所、上海宝钢工业检测公司。

本标准主要起草人：金宇飞、沈功田、阎建芳、史亦韦、徐国珍、罗云东。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：GB/T 5616—1985。

引 言

GB/T 5616 自 1985 年发布以来,它在我国无损检测技术的应用中起到了重要的指导作用。但 GB/T 5616 的 1985 年版主要涉及五种常规无损检测方法及其在应用时应遵守的规则,对应用无损检测的一般原则仅简略地提及。为了适应无损检测方法的不断发展和进步,以及其应用领域的越来越广,有必要修订 GB/T 5616 的内容,使无损检测工作实现全面规范化。

修订后的 GB/T 5616 为无损检测责任单位和无损检测人员提供了应用无损检测的基本规则,同时也为无损检测委托单位和监督(监理)单位及其有关人员提供了应用无损检测的基本知识,从而有助于有关各方了解和正确使用无损检测。

无损检测 应用导则

1 范围

本标准规定了应用无损检测时应遵循的基本规则。

本标准目的在于指导正确使用无损检测。

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 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证(GB/T 9445—2005,ISO 9712:1999,IDT)

GB/T 15481 检测和校准实验室能力的通用要求(ISO/IEC 17025:2005,IDT)

GB/T 19001 质量管理体系 要求(GB/T 19001—2000,ISO 9001:2000,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 9445 和 GB/T 20737 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

NDT 任务书 NDT assignment

雇主或责任单位要求本单位检测人员对某一项目实施和应用无损检测的书面文件。

3.2

NDT 委托书 NDT contract

甲方(委托单位)要求乙方(责任单位)对甲方的某一项目实施和应用无损检测的书面文件,该书面文件是经双方认可的合同、协议或其他有效格式。

4 缩略语

NDT:无损检测。

5 无损检测概述

5.1 NDT 是指对材料或工件实施一种不损害或不影响其未来使用性能或用途的检测手段。

5.2 NDT 能发现材料或工件内部和表面所存在的缺欠,能测量工件的几何特征和尺寸,能测定材料或工件的内部组成、结构、物理性能和状态等。

5.3 NDT 能应用于产品设计、材料选择、加工制造、成品检验、在役检查(维修保养)等多个方面,在质量控制与降低成本之间能起优化作用。NDT 还有助于保证产品的安全运行和(或)有效使用。

6 无损检测方法种类

6.1 NDT 包含了许多种已可有效应用的方法。按物理原理或检测对象和目的的不同,NDT 大致分为如下几种方法:

a) 辐射方法

——(X 和伽玛)射线照相检测(X-ray and gamma-ray radiographic testing);

- 射线透视检测(radioscopic testing);
- 计算机层析成像检测(computed tomographic testing);
- 中子辐射照相检测(neutron radiographic testing)。
- b) 声学方法
 - 超声检测(ultrasonic testing);
 - 声发射检测(acoustic emission testing);
 - 电磁声检测(electromagnetic acoustic testing)。
- c) 电磁方法
 - 涡流检测(eddy current testing);
 - 漏磁检测(magnetic flux leakage testing)。
- d) 表面方法
 - 磁粉检测(magnetic particle testing);
 - 渗透检测(penetrant testing);
 - 目视检测(visual testing)。
- e) 泄漏方法
 - 泄漏检测(leak testing)。
- f) 红外方法
 - 红外热成像检测(infrared thermographic testing)。

注：任何一种物理的、化学的或其他有效的技术手段，都有可能被开发和利用成一种 NDT 方法，因此不排除还有其他的 NDT 方法。

6.2 常规 NDT 方法是指目前应用较广又较成熟的 NDT 方法，它们是：射线照相检测(RT)、超声检测(UT)、涡流检测(ET)、磁粉检测(MT)、渗透检测(PT)（见第 9 章）。

7 安全警示

某些 NDT 方法会产生或附带产生诸如放射性辐射、电磁辐射、紫外辐射、有毒材料、易燃或易挥发材料、粉尘等，它们对人体会有不同程度的损害。因此在应用 NDT 时，应根据可能产生的有害物质的种类，按有关法规或标准要求进行必要的防护和监测，对相关的 NDT 人员应采取必要的劳动保护措施。

8 应用无损检测的一般原则

8.1 概述

应用 NDT，雇主或责任单位应对 NDT 人员、NDT 设施和 NDT 文件和记录进行有效管理或设立专门的 NDT 实验室。NDT 实验室应符合 GB/T 15481 的要求。

8.2 NDT 人员

8.2.1 NDT 人员应按 GB/T 9445 或等效标准、法规要求进行资格鉴定与认证，并取得相应的证书，此外还应得到雇主或责任单位的操作授权。

8.2.2 经认证的 NDT 人员按不同的 NDT 方法各分为 I、II、III 三个等级。NDT 人员应按其所认证的方法和等级，从事相应的 NDT 工作。

有关 I 级、II 级和 III 级人员的资格和职责权限，见 GB/T 9445。

8.3 NDT 设施

8.3.1 NDT 设施包括 NDT 设备和器材以及与 NDT 相关的场所、环境等综合条件。

8.3.2 NDT 设备和器材的工作性能应达到相应 NDT 标准的要求。

制造商应按相应的标准要求对 NDT 设备和器材等产品进行型式和出厂(或批量)检验，并出具检

验证书。型式检验宜由取得 GB/T 15481 认可的具有相应产品型式检验检测项目的实验室进行。出厂(或批量)检验应由质量体系予以限定和保证。该体系应符合 GB/T 19001 的要求。

8.3.3 为确保 NDT 设备(或仪器)的工作性能达到 NDT 应用标准的要求,应按相关标准的要求或制造商推荐的使用说明书自行组织校准(仪器校准)。必要时,可委托经由国家授权或经由合同双方认可的第三方进行校准,但第三方的校准人员的 NDT 等级不应低于委托方相应方法 NDT 人员的等级。

8.3.4 NDT 场所应满足相应 NDT 标准和 NDT 工作的要求。

8.3.5 除应遵守国家和地方有关环境卫生和劳动保护的法规外,还应尽量避免在环境温度 40℃ 以上和 0℃ 以下、弥漫着粉尘或刺激性气味的环境中进行 NDT(除非已采取有效的防护措施),这些对人体有较大影响的因素可能会干扰 NDT 人员对检测结果进行正常观察和做出正确判断。

8.4 NDT 文件和记录

8.4.1 NDT 文件和记录通常包括:

- a) NDT 委托书或 NDT 任务书;
- b) NDT 标准;
- c) NDT 工艺规程;
- d) NDT 操作指导书(或 NDT 工艺卡);
- e) NDT 记录;
- f) NDT 报告;
- g) NDT 人员资格证书;
- h) 其他与 NDT 有关的文件。

8.4.2 应用 NDT,应满足 NDT 委托书或 NDT 任务书的要求。

8.4.3 NDT 委托书或 NDT 任务书中,应明确指定现成和适用的 NDT 标准。

若没有现成和适用的 NDT 标准,可通过协商方式确定或临时制定经合同双方认可的专用技术文件,以弥补无标准之用。

注:专用技术文件的名称和形式不限,可以是技术协议或技术方案或其部分内容或其他有效形式。

应注意选用最新版本的 NDT 标准。为此,NDT 人员及其所在单位,应随时了解相关 NDT 标准的制修订和版本更新动态。

附录 A 给出了供参考的常用 NDT 标准一览表。

8.4.4 应事先由Ⅲ级人员编制 NDT 工艺规程。NDT 工艺规程应依据 NDT 委托书或 NDT 任务书的内容和要求、以及相应的 NDT 标准的内容和要求进行编制,其内容应至少包括:

- NDT 工艺规程的名称和编号;
- 编制 NDT 工艺规程所依据的相关文件的名称和编号;
- NDT 工艺规程所适用的被检材料或工件的范围;
- 验收准则、验收等级或等效的技术要求;
- 实施本工艺规程的 NDT 人员资格要求;
- 何时何处采用何种 NDT 方法;
- 何时何处采用何种 NDT 技术;
- 实施本工艺规程所需要的 NDT 设备和器材的名称、型号和制造商;
- 实施本工艺规程所需要的 NDT 设备(或仪器)校准方法(或系统性能验证方法)和要求的编写依据和要求;
- 被检部位及 NDT 前的表面准备要求;
- NDT 标记和 NDT 记录要求;
- NDT 后处理要求;
- NDT 显示的观察条件、观察和解释的要求;

- NDT 报告的要求；
- NDT 工艺规程编制者(Ⅲ级人员)的签名；
- NDT 工艺规程审核者(Ⅲ级人员)的签名；
- NDT 工艺规程批准者的签名。

必要时,可增加雇主或责任单位负责人的签名和(或)委托单位负责人的签名,也可增加第三方监督或监理单位负责人的签名。

如果一个项目仅采用一种常用的 NDT 技术,且被检材料或工件和检测目的相对于 NDT 来说是简单的,通过合同双方在合同中明确约定,NDT 工艺规程可不编制。

注:不编制 NDT 工艺规程的做法不适用于按 GB/T 15481 认证合格的 NDT 实验室。

8.4.5 应事先由Ⅱ级或Ⅲ级人员编制 NDT 操作指导书。NDT 操作指导书应依据 NDT 工艺规程(或相关文件)的内容和要求进行编制,其内容应至少包括:

- NDT 操作指导书的名称和编号；
- 编制 NDT 操作指导书所依据的 NDT 工艺规程(或相关文件)的名称和编号；
- (一个或多个相同的)被检材料或工件的名称、产品号、被检部位以及 NDT 前的表面准备；
- NDT 人员的要求及其持证的 NDT 方法和等级；
- 指定的 NDT 设备和器材的名称、规格、型号,以及仪器校准或系统性能验证方法和要求(如检测灵敏度)；
- 所采用的 NDT 方法和技术；
- 操作步骤及检测参数；
- 对 NDT 显示的观察(包括观察条件)和记录的规定和注意事项；
- NDT 操作指导书编制者(Ⅱ级或Ⅲ级人员)的签名；
- NDT 操作指导书审核者(Ⅱ级或Ⅲ级人员)的签名；
- NDT 操作指导书批准者的签名。

必要时,可增加雇主或责任单位负责人的签名和(或)委托单位负责人的签名,也可增加第三方监督或监理单位负责人的签名。

8.4.6 应按 NDT 操作指导书要求进行检测并做相应记录。检测和记录的人员应持有相应 NDT 方法的Ⅰ级或Ⅰ级以上证书,该人员应在每份 NDT 记录上签名并对记录的真实性承担责任。如果进行检测和记录的人员持有Ⅰ级证书,进行监督的相应 NDT 方法的Ⅱ级或Ⅲ级人员,也应在 NDT 记录上签名,并承担相应的技术监督责任。

8.4.7 应按 NDT 工艺规程(或相关文件)的要求,由相应 NDT 方法的Ⅱ级或Ⅲ级人员负责对 NDT 记录进行解释,负责编写和审核 NDT 报告,并对报告中的内容承担技术责任。

NDT 报告的内容应包含 NDT 委托书或 NDT 任务书的要求。

9 常规无损检测方法的适用性和局限性

9.1 概述

9.1.1 每种 NDT 方法均有其适用性和局限性,各种方法对缺欠的检测概率既不会是 100%,也不会完全相同。例如射线照相检测和超声检测,对同一被检工件的检测结果不会完全一致。

9.1.2 常规 NDT 方法中,射线照相检测和超声检测可检测出被检工件内部和表面的缺欠;涡流检测和磁粉检测可检测出被检工件表面和近表面的缺欠;渗透检测仅可检测出被检工件表面开口的缺欠。

9.1.3 射线照相检测较适用于检测被检工件内部的体积型缺欠,如气孔、夹渣、缩孔、疏松等;超声检测较适用于检测被检工件内部的面积型缺欠,如裂纹、白点、分层和焊缝中的未熔合等。

9.1.4 射线照相检测常被用于检测金属铸件和焊缝,超声检测常被用于检测金属锻件、型材、焊缝和某些金属铸件。

9.2 射线照相检测(RT)

9.2.1 适用性

- a) 能检测出焊缝中的未焊透、气孔、夹渣等缺欠；
- b) 能检测出铸件中的缩孔、夹渣、气孔、疏松、裂纹等缺欠；
- c) 能检测出形成局部厚度差或局部密度差的缺欠；
- d) 能确定缺欠的平面投影位置和大小，以及缺欠的种类。

注：射线照相检测的透照厚度，主要由射线能量决定。对于钢铁材料，400 kV X射线的透照厚度可达 85 mm 左右，钴 60 伽玛射线的透照厚度可达 200 mm 左右，9 MeV 高能 X射线的透照厚度可达 400 mm 左右。

9.2.2 局限性

- a) 较难检测出锻件和型材中的缺欠；
- b) 较难检测出焊缝中的细小裂纹和未熔合；
- c) 不能检测出垂直射线照射方向的薄层缺欠；
- d) 不能确定缺欠的埋藏深度和平行于射线方向的尺寸。

9.3 超声检测(UT)

9.3.1 适用性

- a) 能检测出锻件中的裂纹、白点、夹杂等缺欠；

注：用直射技术可检测内部缺欠或与表面平行的缺欠。用斜射技术(包括表面波技术)可检测与表面不平行的缺欠或表面缺欠。

- b) 能检测出焊缝中的裂纹、未焊透、未熔合、夹渣、气孔等缺欠；

注：通常采用斜射技术。

- c) 能检测出型材(包括板材、管材、棒材及其他型材)中的裂纹、折叠、分层、片状夹渣等缺欠；

注：通常采用液浸技术，对管材或棒材也采用聚焦斜射技术。

- d) 能检测出铸件(如形状简单、表面平整或经过加工整修的铸钢件或球墨铸铁)中的裂纹、疏松、夹渣、缩孔等缺欠；

- e) 能测定缺欠的埋藏深度和自身高度。

9.3.2 局限性

- a) 较难检测出粗晶材料(如奥氏体钢的铸件和焊缝)中的缺欠；
- b) 较难检测出形状复杂或表面粗糙的工件中的缺欠；
- c) 较难判定缺欠的性质。

9.4 涡流检测(ET)

9.4.1 适用性

- a) 能检测出导电材料(包括铁磁性和非铁磁性金属材料、石墨等)的表面和(或)近表面存在的裂纹、折叠、凹坑、夹杂、疏松等缺欠；
- b) 能测定缺欠的坐标位置和相对尺寸。

9.4.2 局限性

- a) 不适用于非导电材料；
- b) 不能检测出导电材料中远离检测面的内部缺欠；
- c) 较难检测出形状复杂的工件表面或近表面缺欠；
- d) 难以判定缺欠的性质。

9.5 磁粉检测(MT)

9.5.1 适用性

- a) 能检测出铁磁性材料(包括锻件、铸件、焊缝、型材等各种工件)的表面和(或)近表面存在的裂纹、折叠、夹层、夹杂、气孔等缺欠；