

无损检测标准汇编

超声检测方法(上)

全国无损检测标准化技术委员会 编
中国质检出版社第三编辑室



中国质检出版社
中国标准出版社

无损检测标准汇编

超声检测方法

(上)

全国无损检测标准化技术委员会 编
中国质检出版社第三编辑室

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

无损检测标准汇编. 超声检测方法. 上/全国无损检测
标准化技术委员会, 中国质检出版社第三编辑室编. —北
京: 中国标准出版社, 2011

ISBN 978-7-5066-6184-3

I. ①无… II. ①全…②中… III. ①无损检验-标准-
汇编-中国②超声检测-标准-汇编-中国 IV. ①TG115.28-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 078655 号

中国质检出版社
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)
北京市西城区复外三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn

电话:(010)64275360 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 41.5 字数 1 227 千字

2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月第一次印刷

*

定价 215.00 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

随着近年来我国经济的高速发展,尤其在应对金融危机过程中,经济发展的强劲增长势头仍不可阻挡。制造行业作为我国经济发展的支柱行业,其生产的各类产品数量极其庞大,其中很多产品有特殊的质量要求。无损检测是制造行业发展必不可少的工具,在一定程度上反应了一个国家的工业发展水平,其重要性已得到公认。无损检测应用于产品设计、材料选择、加工制造、成品检验、在役检查(维修保养)等多方面,在质量控制与降低成本之间能起到最优化作用。无损检测还有助于保证产品的安全运行和/或有效使用。

无损检测标准是实施无损检测的依据,在我国标准事业迅速发展的这几年,国家和相关部委发布实施了一大批无损检测方面的国家标准和行业标准,当中大多数标准等同采用 ISO 标准。为了满足广大无损检测责任单位和无损检测相关人员对无损检测标准的需求,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应用无损检测的基本知识和标准,从而有助于各方了解和正确使用无损检测方法,推进我国各行业无损检测技术水平的提高,使无损检测工作实现全面规范化,全国无损检测标准化技术委员会与中国质检出版社(中国标准出版社)共同选编并出版《无损检测标准汇编》系列丛书。本系列丛书共分为四卷:《无损检测标准汇编 表面检测方法》、《无损检测标准汇编 超声检测方法》、《无损检测标准汇编 射线检测方法》、《无损检测标准汇编 其他检测方法》。

本汇编收录了截至 2010 年 12 月底批准发布的现行的关于无损检测超声检测方法的标准,共收录国家标准 46 项,机械行业标准 30 项,石油天然气行业标准 11 项,电力行业标准 4 项,黑色冶金行业标准 4 项,有色金属行业标准 1 项,分上、下两册出版。上册内容包括:基础通用,超声检测仪器、探头和试块,通用超声检测方法;下册内容包括:原材料超声检测方法,无缝和自动焊管材超声检测方法,焊缝超声检测方法,铸件超声检测方法,锻件超声检测方法,其他加工件超声检测方法。

本汇编所收录标准的发布年代不尽相同,我们对标准中所涉及的有关量和单位的表示方法未做改动。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。读者在使用本汇编时请注意查对并使用标准的最新版本。

本汇编适用于冶金、机械、电力、航空、造船、建筑、化工、教学等部门涉及无损检测的各类工程技术人员。

编 者

2010 年 12 月

目 录

基础通用

GB/T 5616—2006 无损检测 应用导则	3
GB/T 6417.1—2005 金属熔化焊接头缺欠分类及说明	15
GB/T 6417.2—2005 金属压力焊接头缺欠分类及说明	29
GB/T 9445—2008 无损检测 人员资格鉴定与认证	43
GB/T 12604.1—2005 无损检测 术语 超声检测	65
GB/T 14693—2008 无损检测 符号表示法	115
GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准	125
GB/T 20737—2006 无损检测 通用术语和定义	327

超声检测仪器、探头和试块

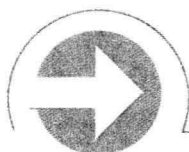
GB/T 11259—2008 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法	337
GB/T 18694—2002 无损检测 超声检验 探头及其声场的表征	345
GB/T 18852—2002 无损检测 超声检验 测量接触探头声束特性的参考试块和方法	363
GB/T 19799.1—2005 无损检测 超声检测 1号校准试块	387
GB/T 19799.2—2005 无损检测 超声检测 2号校准试块	390
GB/T 23905—2009 无损检测 超声检测用试块	399
JB/T 8428—2006 无损检测 超声检测用试块	415
JB/T 10061—1999 A型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件	431
JB/T 10062—1999 超声探伤用探头性能测试方法	451
SY/T 4112—2007 石油天然气钢质管道对接环焊缝全自动超声波检测试块	477

通用超声检测方法

GB/T 11343—2008 无损检测 接触式超声斜射检测方法	497
GB/T 11344—2008 无损检测 接触式超声脉冲回波法测厚方法	509
GB/T 20935.1—2007 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	520
GB/T 20935.2—2009 金属材料电磁超声检验方法 第2部分:利用电磁超声换能器技术进行超声检测的方法	531
GB/T 20935.3—2009 金属材料电磁超声检验方法 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	547
GB/T 23900—2009 无损检测 材料超声速度测量方法	559
GB/T 23902—2009 无损检测 超声检测 超声衍射声时技术检测和评价方法	577

注:本汇编收集的国家标准和行业标准的属性已在本目录上标明(推荐性或强制性),年号用四位数字表示。鉴于部分国家标准是在国家清理整顿前出版的,故正文部分仍保留原样;读者在使用这些国家标准时,其属性以本目录上标明的为准(标准正文“引用标准”中标准的属性请读者注意查对)。

GB/T 23904—2009	无损检测	超声表面波检测方法	593
GB/T 23908—2009	无损检测	接触式超声脉冲回波直射检测方法	601
GB/T 23912—2009	无损检测	液浸式超声纵波脉冲反射检测方法	609
JB/T 4008—1999	液浸式超声纵波直射探伤方法		614
JB/T 4009—1999	接触式超声纵波直射探伤方法		618
JB/T 7522—2004	无损检测	材料超声速度测量方法	623
JB/T 9214—1999	A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能测试方法		642
YB/T 144—1998(2006)	超声探伤信号幅度误差测量方法		652



基 础 通 用





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负责。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；