



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5616—××××  
代替GB/T 5616—1985

---

## 无损检测 应用导则

Non-destructive testing — Guidelines for application

(送审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

## 目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	1
5 无损检测概述.....	1
6 无损检测方法种类.....	1
7 安全提示.....	2
8 应用无损检测的一般原则.....	2
8.1 概述.....	2
8.2 NDT 人员.....	2
8.3 NDT 设施.....	2
8.4 NDT 档案.....	3
9 常规无损检测方法的能力范围和局限性.....	4
9.1 概述.....	4
9.2 射线照相检测 (RT).....	4
9.3 超声检测 (UT).....	5
9.4 涡流检测 (ET).....	5
9.5 磁粉检测 (MT).....	5
9.6 渗透检测 (PT).....	5
附录 A (资料性附录) 常用无损检测标准.....	7

## 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提示（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能力范围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（GB/T 15481—2000，ISO/IEC 17025:1999，IDT）

GB/T 19001 质量管理体系 要求（GB/T 19001—2000，ISO 9001:2000，IDT）

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

## 3 术语和定义

GB/T 9445 和 GB/T ×××× 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，该书面文件可以是经双方认可的合同、协议，也可以是经双方认可的其他有效格式。

## 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）等多方面，在质量控制与降低成本之间能起最优化作用。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 大致已可分为如下几种方法：

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 (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 安全提示

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、粉尘等物质，这些物质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 档案进行有效管理或设立专门的 NDT 实验室。NDT 实验室宜符合 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。

涉及特定目的的 NDT 人员，还应按相关的法规或标准要求进行附加认证。

8.2.2 经认证的 NDT 人员按不同的 NDT 方法各分为 1、2、3 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 1 级、2 级和 3 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。型式检验应由取得 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。该体系最好是符合 GB/T 19001 的要求。

8.3.3 为确保 NDT 设备（或仪器）的工作性能随时达到 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或定期校准（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。NDT 场所应满足相应 NDT 标准和 NDT 工作的要求。

8.3.4 除应遵守国家和地方有关环境卫生和劳动保护的法规外，还应尽量避免在高温（60℃ 以上）、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 档案

8.4.1 应用 NDT，应有完整的 NDT 档案。NDT 档案应至少包括：

- 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 显示记录；
- f) NDT 结果报告。

必要时，还可包括 NDT 人员资格证书或其他与 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代用标准。

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 3 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 显示记录要求；
- NDT 后处理要求；
- NDT 显示的观察条件、观察和解释的要求；
- NDT 结果报告的要求；
- NDT 工艺规程编制者（3 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 2 级或 3 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；
- 指定的 NDT 人员的姓名及其持证的 NDT 方法和等级，必要时注明证书编号和发证机构；
- 指定的 NDT 设备和器材的名称、规格、型号、编号，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（2 级或 3 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对 NDT 显示作忠实记录。进行检测和记录的人员应持有相应 NDT 方法的 1 级或 1 级以上证书，该人员应在每份 NDT 显示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 1 级证书，还应附加相应 NDT 方法的 2 级或 3 级人员的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 2 级或 3 级人员负责对 NDT 显示记录进行解释，负责编写和签署 NDT 结果报告，并对报告中的内容承担技术责任。

NDT 结果报告的内容应包含 NDT 委托书或 NDT 任务书的要求。

## 9 常规无损检测方法的能力范围和局限性

### 9.1 概述

9.1.1 每种 NDT 方法都有其能力范围和局限性，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用于检测被检工件内部和表面的缺欠；涡流检测和磁粉检测用于检测被检工件表面和近表面的缺欠；渗透检测仅用于检测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。在对焊缝中缺欠的检测能力上，超声检测通常要优于射线照相检测。

### 9.2 射线照相检测（RT）

#### 9.2.1 能力范围：

- a) 能检测出焊缝中存在的未焊透、气孔、夹渣等缺欠；
- b) 能检测出铸件中存在的缩孔、夹渣、气孔、疏松、热裂等缺欠；
- 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存在的缺欠；
- b) 较难检测出焊缝中存在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垂直高度。

### 9.3 超声检测（UT）

#### 9.3.1 能力范围：

- a) 能检测出锻件中存在的裂纹、白点、分层、大片或密集的夹杂等缺欠；

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) 能检测出焊缝中存在的裂纹、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）中存在的裂纹、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）中存在的热裂、冷裂、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）中存在的缺欠；
- b) 较难检测出形状复杂或表面粗糙的工件中存在的缺欠；
- c) 较难判定缺欠的性质。

### 9.4 涡流检测（ET）

#### 9.4.1 能力范围：

- 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存在于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存在的缺欠；
- d) 难以判定缺欠的性质。

### 9.5 磁粉检测（MT）

#### 9.5.1 能力范围：

- 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；

- b) 能确定缺欠在被检工件表面的位置、大小和形状。

#### 9.5.2 局限性：

- a) 不适用于非铁磁性材料，如奥氏体钢、铜、铝等材料；
- b) 不能检测出铁磁性材料中存在于远离检测面的内部缺欠；
- c) 难以确定缺欠的深度。

### 9.6 渗透检测（PT）

9.6.1 能力范围：

- a) 能检测出金属材料和致密性非金属材料的表面存在开口的裂纹、折叠、疏松、针孔等缺欠；
- b) 能确定缺欠在被检工件表面的位置、大小和形状。

9.6.2 局限性：

- a) 不适用于疏松的多孔性材料；
- b) 不能检测出表面未开口而存在于材料内部和（或）近表面的缺欠；
- c) 难以确定缺欠的深度。

附 录 A  
(资料性附录)  
常用无损检测标准

### A.1 导言

本附录给出了部分常用的 NDT 标准一览表(有些常用的 NDT 标准可能没有包括进去)<sup>1)</sup>。

### A.2 术语

- GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测 (GB/T 12604.1—2005, ISO 5577:2000, IDT)  
 GB/T 12604.2 无损检测 术语 射线照相检测 (GB/T 12604.2—2005, ISO 5577:2000, IDT)  
 GB/T 12604.3 无损检测 术语 渗透检测 (GB/T 12604.3—2005, ISO 12706:2000, IDT)  
 GB/T 12604.4 无损检测 术语 声发射检测 (GB/T 12604.4—2005, ISO 12716:2001, IDT)  
 GB/T 12604.5 无损检测术语 磁粉检测 (GB/T 12604.5—1990)  
 GB/T 12604.6 无损检测术语 涡流检测 (GB/T 12604.6—1990)  
 GB/T 12604.7 无损检测术语 泄漏检测 (GB/T 12604.7—1995)  
 GB/T 12604.8 无损检测术语 中子检测 (GB/T 12604.8—1995)  
 GB/T 12604.9 无损检测术语 红外检测 (GB/T 12604.9—1996)

### A.3 辐射方法

- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相 (GB/T 3323—2005)  
 GB/T 5677 无损检测 铸钢件射线照相检测 (GB/T 5677—xxxx, ISO 4993:1987, IDT)  
 GB/T 12605 钢管环缝熔化焊对接接头射线透照工艺和质量分级 (GB/T 12605—1990, neq ISO 1106-3:1984)  
 GB/T 19943 无损检测 金属材料 X 和伽玛射线照相检测 基本规则 (GB/T 19943—2005, ISO 5579:1998, IDT)

### A.4 声学方法

- GB/T 5777 无缝钢管超声波探伤检验方法  
 GB/T 7233 铸钢件超声探伤及质量评级方法 (GB/T 7233—1987)  
 GB/T 11343 接触式超声斜射探伤方法 (GB/T 11343—1989, neq ASTM E587-88)  
 GB/T 11344 接触式超声波脉冲回波法测厚 (GB/T 11344—1989, neq ASTM E797-87)  
 GB/T 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级 (GB/T 11345—1989)  
 GB/T 15830 钢制管道对接环焊缝超声波探伤方法和检验结果的分级 (GB/T 15830—1995, neq BS 3923)  
 GB/T 18182 金属压力容器声发射检测及结果评价方法 (GB/T 18182—2000)  
 GB/T 18694 无损检测 超声检验 探头及其声场的表征 (GB/T 18694—2002, eqv ISO 10375:1997)  
 GB/T 18852 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 (GB/T 18852—2002, ISO 12715:1999, IDT)

<sup>1)</sup> 最新和更为完整的无损检测标准目录可从全国无损检测标准化技术委员会秘书处获得 (<http://www.ChinaNDT.org>)。

GB/T 19800 无损检测 声发射检测 换能器的一级校准 ( GB/T 19800—2005 , ISO 12713:1998 , IDT )

GB/T 19801 无损检测 声发射检测 声发射传感器的二级校准 ( GB/T 19801—2005 , ISO 12714:1999 , IDT )

#### A.5 电磁方法

GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法 ( GB/T 7735—2004 , eqv ISO 9304:1989 )

GB/T 12606 钢管漏磁探伤方法 ( GB/T 12606—1999 , eqv ISO 9402:1989、ISO 9598:1989 )

#### A.6 表面方法

GB/T 5097 无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件( GB/T 5097—2005 , ISO 3059:2001 , IDT )

GB/T 9443 无损检测 铸钢件渗透检测 ( GB/T 9443—×××× , ISO 4987:1992 , IDT )

GB/T 9444 无损检测 铸钢件磁粉检测 ( GB/T 9444—×××× , ISO 4986:1992 , IDT )

GB/T 15822.1 无损检测 磁粉检测 第1部分 :总则( GB/T 15822.1—2005 , ISO 9934-1:2001 , IDT )

GB/T 15822.2 无损检测 磁粉检测 第2部分 :检测介质( GB/T 15822.1—2005 , ISO 9934-2:2002 , IDT )

GB/T 15822.3 无损检测 磁粉检测 第3部分 :设备( GB/T 15822.1—2005 , ISO 9934-3:2002 , IDT )

GB/T 17455 无损检测 表面检查的金相复制件技术 ( GB/T 17455—1998 , idt ISO 3057:1974 ( 96DIS ) )

GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第1部分 :总则( GB/T 18851.1—2005 , ISO 3452:1984 , IDT )

GB/T 18851.2 无损检测 渗透检测 第2部分 :渗透材料的检验 ( GB/T 18851.2—2005 , ISO 3452-2:2000 , IDT )

GB/T 18851.3 无损检测 渗透检测 第3部分 :参考试块( GB/T 18851.3—2002 , ISO 3452-3:1998 , MOD )

GB/T 18851.4 无损检测 渗透检测 第4部分 :设备( GB/T 18851.4—2005 , ISO 3452-4:1998 , IDT )

#### A.7 泄漏方法

GB/T 15823 氦泄漏检验 ( GB/T 15823—1995 , eqv ASME 第10章《泄漏检验》 )

#### A.8 人员资格

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