

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47013.1~47013.6—2015
NB/T 47013.7~47013.9—2012
NB/T 47013.10~47013.13—2015

承压设备无损检测

Nondestructive testing of pressure equipments

2015-04-02 发布
2012-01-04 发布

2015-09-01 实施
2012-03-01 实施



国家能源局 发布

国家能源局

公告

2015 年 第 3 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）有关规定，经审查，国家能源局批准《压水堆核电厂用碳钢和低合金钢 第 31 部分：安全壳用 15Mn 锻件》等 203 项行业标准，其中能源标准（NB）106 项和电力标准（DL）97 项，现予以发布。

附件：行业标准目录

二〇一五年四月二日

附件:

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
1~84		(略)				
85	NB/T 47013.1—2015	承压设备无损检测 第1部分: 通用要求	JB/T 4730.1—2005		2015-04-02	2015-09-01
86	NB/T 47013.2—2015	承压设备无损检测 第2部分: 射线检测	JB/T 4730.2—2005		2015-04-02	2015-09-01
87	NB/T 47013.3—2015	承压设备无损检测 第3部分: 超声检测	JB/T 4730.3—2005		2015-04-02	2015-09-01
88	NB/T 47013.4—2015	承压设备无损检测 第4部分: 磁粉检测	JB/T 4730.4—2005		2015-04-02	2015-09-01
89	NB/T 47013.5—2015	承压设备无损检测 第5部分: 渗透检测	JB/T 4730.5—2005		2015-04-02	2015-09-01
90	NB/T 47013.6—2015	承压设备无损检测 第6部分: 涡流检测	JB/T 4730.6—2005		2015-04-02	2015-09-01
91	NB/T 47013.10—2015	承压设备无损检测 第10部分: 衍射时差法超声检测	NB/T 47013.10—2010 (JB/T 4730.10)		2015-04-02	2015-09-01
92	NB/T 47013.11—2015	承压设备无损检测 第11部分: X射线数字成像检测			2015-04-02	2015-09-01
93	NB/T 47013.12—2015	承压设备无损检测 第12部分: 漏磁检测			2015-04-02	2015-09-01
94	NB/T 47013.13—2015	承压设备无损检测 第13部分: 脉冲涡流检测			2015-04-02	2015-09-01
95	NB/T 47045—2015	钎焊板式热交换器			2015-04-02	2015-09-01
96~203		(略)				

备注: NB/T 47013.7~47013.9 由国家能源局 2012 年第 1 号公告发布。

目 录

承压设备无损检测	第 1 部分: 通用要求	1
承压设备无损检测	第 2 部分: 射线检测	19
承压设备无损检测	第 3 部分: 超声检测	83
承压设备无损检测	第 4 部分: 磁粉检测	203
承压设备无损检测	第 5 部分: 渗透检测	227
承压设备无损检测	第 6 部分: 涡流检测	243
承压设备无损检测	第 7 部分: 目视检测	285
承压设备无损检测	第 8 部分: 泄漏检测	293
承压设备无损检测	第 9 部分: 声发射检测	335
承压设备无损检测	第 10 部分: 衍射时差法超声检测	355
承压设备无损检测	第 11 部分: X 射线数字成像检测	401
承压设备无损检测	第 12 部分: 漏磁检测	429
承压设备无损检测	第 13 部分: 脉冲涡流检测	453

ICS 77.040.20

H 26

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47013.1—2015

代替 JB/T 4730.1—2005

承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求

Nondestructive testing of pressure equipments—
Part 1: General requirements

2015-04-02 发布

2015-09-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	4
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
4 总体要求	7
5 各无损检测方法的使用原则	9
6 无损检测质量管理和安全防护	13
7 无损检测资料和档案	13
附录 A (资料性附录) 各无损检测方法通常能检测的一般缺陷	16

前 言

本标准 NB/T 47013《承压设备无损检测》分为以下 13 个部分：

- 第 1 部分：通用要求；
- 第 2 部分：射线检测；
- 第 3 部分：超声检测；
- 第 4 部分：磁粉检测；
- 第 5 部分：渗透检测；
- 第 6 部分：涡流检测；
- 第 7 部分：目视检测；
- 第 8 部分：泄漏检测；
- 第 9 部分：声发射检测；
- 第 10 部分：衍射时差法超声检测；
- 第 11 部分：X 射线数字成像检测；
- 第 12 部分：漏磁检测；
- 第 13 部分：脉冲涡流检测。

本部分为 NB/T 47013 的第 1 部分：通用要求。

本部分按 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分代替 JB/T 4730.1—2005《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》，与 JB/T 4730.1—2005 相比，主要技术变化如下：

- 修改了范围；
- 修改了术语和定义；
- 修改了无损检测人员要求；
- 增加了对无损检测设备器材的要求；
- 增加了对无损检测方法和工艺的技术要求；
- 修改了无损检测方法的能力范围和局限性；
- 增加了无损检测质量管理和安全防护的要求；
- 增加了无损检测资料和档案的要求；
- 取消了对无损检测机构的要求。
- 取消了原附录，增加了资料性附录“各无损检测方法通常能检测的一般缺陷”。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分起草单位：中国特种设备检测研究院、合肥通用机械研究院、中国特种设备检验协会、江苏省特种设备安全监督检验研究院、上海材料研究所、机械工业兰州石油钻采炼化设备质量检测所和大连锅炉压力容器检测研究院。

本部分主要起草人：林树青、寿比南、郑晖、关卫和、沈钢、强天鹏、金宇飞、王纪兵、胡军。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB 4730—1994、JB/T 4730.1—2005。

承压设备无损检测

第1部分：通用要求

1 范围

NB/T 47013 的本部分规定了射线检测、超声检测、磁粉检测、渗透检测、涡流检测、泄漏检测、目视检测、声发射检测、衍射时差法超声检测、X 射线数字成像检测、漏磁检测和脉冲涡流检测等无损检测方法的一般要求和使用原则。

本部分适用于在制和在用金属材料制承压设备的无损检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12604 (所有部分)	无损检测 术语
GB/T 20737	无损检测 通用术语和定义
NB/T 47013.2	承压设备无损检测 第2部分：射线检测
NB/T 47013.3	承压设备无损检测 第3部分：超声检测
NB/T 47013.4	承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
NB/T 47013.5	承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47013.6	承压设备无损检测 第6部分：涡流检测
NB/T 47013.7	承压设备无损检测 第7部分：目视检测
NB/T 47013.8	承压设备无损检测 第8部分：泄漏检测
NB/T 47013.9	承压设备无损检测 第9部分：声发射检测
NB/T 47013.10	承压设备无损检测 第10部分：衍射时差法超声检测
NB/T 47013.11	承压设备无损检测 第11部分：X 射线数字成像检测
NB/T 47013.12	承压设备无损检测 第12部分：漏磁检测
NB/T 47013.13	承压设备无损检测 第13部分：脉冲涡流检测

3 术语和定义

GB/T 12604 (所有部分) 和 GB/T 20737 界定的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

无损检测 NDT **nondestructive testing**

在不损坏检测对象的前提下，以物理或化学方法为手段，借助相应的设备器材，按照规定的技术要求，对检测对象的内部及表面的结构、性质或状态进行检查和测试，并对结果进行分析和评价。

3.2

未焊透 incomplete penetration

焊接时接头根部未完全熔透的现象。对于对接焊缝，也指熔敷深度未达到设计要求的现象。

3.3

未熔合 lack of fusion

焊缝金属和母材或焊缝金属各焊层之间未结合的部分，可能是如下某种形式：

- a) 侧壁未熔合；
- b) 层间未熔合；
- c) 根部未熔合。

3.4

夹渣 slag

残留在焊缝金属中的熔渣。根据其形成的情况，这些夹渣可能是：

- a) 线状的；
- b) 孤立的；
- c) 成簇的。

3.5

烧穿 burn-through

焊接过程中，熔化金属自坡口背面流出形成的穿孔。

3.6

焊瘤 overlap

焊接过程中，熔化金属流淌到未熔化的母材或焊缝上所形成的金属瘤。

3.7

咬边 undercut

母材（或前一道熔敷金属）在焊趾处因焊接而产生的不规则缺口。

3.8

气孔 porosity

熔化的金属在凝固时，其中的气体未能逸出而残留下来所形成的空穴。

3.9

裂纹 crack

金属原子的结合遭到破坏而形成的新界面所产生的缝隙。

3.10

腐蚀 corrosion

金属与环境间的物理-化学相互作用（通常为电化学性质），其结果使金属的性能发生变化，并常可导致金属、环境或由它们作为组成部分的技术体系的功能受到损伤。

3.11

缩孔 shrinkage

铸件在凝固过程中，由于补缩不良而产生的孔洞。形状极不规则、孔壁粗糙并带有枝状晶，常出现在铸件最后凝固的部位。

3.12

疏松 loosen

铸件或锻件内部呈细密微孔分布的缺陷。

3.13

夹杂 inclusion

铸件或锻件中混进非金属夹渣或耐火材料所形成的缺陷。

3.14

公称厚度 nominal thickness

检测对象名义厚度，不考虑材料制造偏差或加工减薄。

3.15

检测灵敏度 detection sensitivity

检测最小缺陷的能力，一般以有效检出工件中某一规定尺寸大小的缺陷作为度量。

3.16

缺陷检出率 probability of detection

在给定环境条件下，由熟练的无损检测人员按给定的设备器材和工艺文件对工件进行检测，所能检测出的缺陷占缺陷总数的比例。

4 总体要求

4.1 检测人员

4.1.1 从事承压设备无损检测的人员，应按照国家特种设备无损检测人员考核的相关规定取得相应无损检测人员资格。

4.1.2 无损检测人员资格级别分为Ⅰ级（初级）、Ⅱ级（中级）和Ⅲ级（高级）。

4.1.3 取得不同无损检测方法不同资格级别的人员，只能从事与该方法和该资格级别相应的无损检测工作。

4.2 检测设备和器材

4.2.1 检测设备和主要器材应附有产品质量合格证明文件。

4.2.2 检测设备和器材应符合其相应的产品标准规定，且其性能应满足本标准 NB/T 47013.2 ~ 47013.13 中规定的有关要求并提供证明文件。

4.2.3 对于可反复使用的无损检测设备和灵敏度相关器材，为确保其工作性能持续符合本标准各部分的有关要求，承担无损检测的单位（即检验检测机构或企业的检测部门，以下简称检测单位）应定期（每年或更长周期，按本标准各部分的有关要求）进行检定、校准或核查，并在检测单位的工艺规程中予以规定：

a) 检定：凡列入国家强制检定目录应进行强制检定管理的无损检测设备和灵敏度相关器材，应定期送有资格的法定计量检定机构或授权计量检定机构进行检定；

b) 校准：对于未列入国家强制检定目录、可进行量值溯源的无损检测设备和灵敏度相关器材，应定期进行校准，校准可选择中国合格评定国家认可委员会认可的校准机构进行，也可由检测单位自行开展，自行开展内部校准的检测单位应具备按本标准各部分规定的校准要求开展的能力；

c) 核查：对于未列入国家强制检定目录且无法进行量值溯源的无损检测设备和灵敏度相关

器材，应定期进行核查，以证实其性能满足本标准各部分规定的有关要求，核查一般由检测单位自行开展。

4.2.4 对于可反复使用的无损检测设备和灵敏度相关器材，为维持其可信度，在检定、校准或核查周期内，应按本标准各部分中的有关要求运行核查，运行核查的项目、周期和性能指标应在检测单位的工艺规程中予以规定。

4.2.5 对于可反复使用的无损检测设备和灵敏度相关器材，每次无损检测前，应按本标准各部分中的有关要求进行检查，检查的项目应在检测单位的操作指导书中予以规定。

4.3 检测方法和工艺

4.3.1 无损检测方法的选用

4.3.1.1 本标准涉及的无损检测方法包括射线检测、超声检测、磁粉检测、渗透检测、涡流检测、泄漏检测、目视检测、声发射检测、衍射时差法超声检测、X射线数字成像检测、漏磁检测和脉冲涡流检测等。

4.3.1.2 采用射线检测、超声检测、衍射时差法超声检测和X射线数字成像检测等无损检测方法检测对接焊接接头时，根据技术工艺要求和所需设备器材条件的不同以及检测灵敏度、缺陷检出率和测量准确度的区别，将其检测技术等级分为若干级别。

4.3.1.3 应在遵循承压设备安全技术规范和相关产品标准及有关技术文件规定的基础上，根据承压设备的材质、结构、制造方法、工作介质、使用条件和失效模式，预计可能产生的缺陷种类、形状、部位和方向，按本部分和NB/T 47013.2~47013.13的规定，选择一种或多种适宜的无损检测方法，确定其检测技术等级、检测比例、质量要求和合格级别等，以形成明确的检测要求。

4.3.1.4 当采用未列入本标准规定或超出本标准适用范围的无损检测方法时，需具备相应的无损检测人员、设备器材和检测工艺文件，经现场试验和技术验证，形成企业标准，实际应用时还应符合相关法规和规程的规定。

4.3.2 无损检测工艺文件

4.3.2.1 检测单位应制定无损检测工艺文件，无损检测工艺文件包括工艺规程和操作指导书。

4.3.2.2 应根据相关法规、产品标准、有关的技术文件和本标准的要求，并针对本检测单位的特点和技术条件编制工艺规程；工艺规程应按本部分和NB/T 47013.2~47013.13的规定明确其相关因素的具体范围或要求，如相关因素的变化超出规定时，应重新编制或修订。

4.3.2.3 应根据工艺规程并结合检测对象的具体检测要求编制操作指导书；操作指导书中的内容应完整、明确和具体；操作指导书在首次应用时应进行工艺验证，验证可采用对比试块、模拟试块或直接在检测对象上进行。

4.3.2.4 无损检测工艺文件的内容应满足本部分和NB/T 47013.2~47013.13的相关要求。

4.4 检测场所和环境

4.4.1 检测场所和环境包括但不限于能源、照明和环境条件（包括风速、温度、湿度等因素），应有助于无损检测的有效实施。

4.4.2 检测场所和环境除应符合国家和地方有关环境卫生和劳动保护的法规外，还应尽量避免对人体有较大影响可能干扰正常操作、观察和判断的场所和环境。

4.4.3 若检测场所和环境对检测质量有影响时，应采取有效的控制措施，同时监测和记录环境条件；当环境条件危及到检测结果时，应停止检测。

4.4.4 应将不相容活动的相邻区域进行有效隔离，采取措施防止相互干扰。

4.5 无损检测的一般程序:

- a) 编制工艺文件;
- b) 确定检测人员;
- c) 检测设备和器材的准备;
- d) 检测场所和环境条件的检查;
- e) 安全防护的准备;
- f) 检测对象的准备;
- g) 检测操作;
- h) 检测设备复核(有要求时);
- i) 检测结果的评定;
- j) 填写检测记录;
- k) 出具检测报告。

5 各无损检测方法的使用原则

5.1 通用原则

5.1.1 每一种无损检测方法均有其能力范围和局限性,且应保证足够的实施操作空间。本部分所涉及到的各无损检测方法的能力范围和局限性见 5.2,通常能检测的一般缺陷见附录 A(资料性附录)。

5.1.2 仅能检测表面开口缺陷的无损检测方法包括渗透检测和目视检测。渗透检测主要用于非多孔性材料;目视检测主要用于宏观可见缺陷的检测。

5.1.3 能检测表面开口缺陷和近表面缺陷的无损检测方法包括磁粉检测和涡流检测。磁粉检测主要用于铁磁性材料;涡流检测主要用于导电金属材料。

5.1.4 可检测材料中任何位置缺陷的无损检测方法包括射线检测、超声检测、衍射时差法超声检测和 X 射线数字成像检测。一般而言,超声检测、衍射时差法超声检测对于表面开口缺陷或近表面缺陷的检测能力低于磁粉检测、渗透检测或涡流检测。

5.1.5 为确定承压设备内部或表面存在的活性缺陷的强度和大致位置,可采用声发射检测。声发射检测需要对承压设备进行加压试验,发现活性缺陷时应采用其他无损检测方法进行复验。

5.1.6 仅能检测承压设备贯穿性缺陷或整体致密性的无损检测方法为泄漏检测。

5.1.7 对于铁磁性材料,为检测表面或近表面缺陷,应优先采用磁粉检测方法,确因结构形状等原因不能采用磁粉检测时方可采用其他无损检测方法。

5.1.8 当采用一种无损检测方法按不同检测工艺进行检测时,如果检测结果不一致,应以危险度大的评定级别为准。

5.1.9 当采用两种或两种以上的检测方法对承压设备的同一部位进行检测时,应按各自的方法评定级别。

5.2 各无损检测方法的能力范围和局限性

5.2.1 射线检测

5.2.1.1 能力范围:

- a) 能检测出焊接接头中存在的未焊透、气孔、夹渣、裂纹和坡口未熔合等缺陷;
- b) 能检测出铸件中存在的缩孔、夹杂、气孔和疏松等缺陷;

- c) 能确定缺陷平面投影的位置、大小以及缺陷的性质;
- d) 射线检测的穿透厚度, 主要由射线能量确定。

5.2.1.2 局限性:

- a) 较难检测出厚锻件、管材和棒材中存在的缺陷;
- b) 较难检测出 T 型焊接接头和堆焊层中存在的缺陷;
- c) 较难检测出焊缝中存在的细小裂纹和层间未熔合;
- d) 当承压设备直径较大采用 γ 射线源进行中心曝光法时较难检测出焊缝中存在的面积缺陷;
- e) 较难确定缺陷的深度位置和自身高度。

5.2.1.3 射线检测的具体要求应按 NB/T 47013.2 的规定执行。

5.2.2 超声检测

5.2.2.1 能力范围:

- a) 能检测出原材料(板材、复合板材、管材、锻件等)和零部件中存在的缺陷;
- b) 能检测出焊接接头内存在的缺陷, 面积缺陷检出率较高;
- c) 超声波穿透能力强, 可用于大厚度(100mm 以上)原材料和焊接接头的检测;
- d) 能确定缺陷的位置和相对尺寸。

5.2.2.2 局限性:

- a) 较难检测粗晶材料和焊接接头中存在的缺陷;
- b) 缺陷位置、取向和形状对检测结果有一定的影响;
- c) A 型显示检测不直观, 检测记录信息少;
- d) 较难确定体积状缺陷或面积缺陷的具体性质。

5.2.2.3 超声检测的具体要求应按 NB/T 47013.3 的规定执行。

5.2.3 磁粉检测

5.2.3.1 能力范围

能检测出铁磁性材料中的表面开口缺陷和近表面缺陷。

5.2.3.2 局限性:

- a) 难以检测几何结构复杂的工件;
- b) 不能检测非铁磁性材料工件。

5.2.3.3 磁粉检测的具体要求应按照 NB/T 47013.4 的规定执行。

5.2.4 渗透检测

5.2.4.1 能力范围

能检测出金属材料中的表面开口缺陷, 如气孔、夹渣、裂纹、疏松等缺陷。

5.2.4.2 局限性

较难检测多孔材料。

5.2.4.3 渗透检测的具体要求应按 NB/T 47013.5 的规定执行。

5.2.5 涡流检测

5.2.5.1 能力范围:

- a) 能检测出金属材料对接接头和母材表面、近表面存在的缺陷;
- b) 能检测出带非金属涂层的金属材料表面、近表面存在的缺陷;
- c) 能确定缺陷的位置, 并给出表面开口缺陷或近表面缺陷埋深的参考值;

d) 涡流检测的灵敏度和检测深度，主要由涡流激发能量和频率确定。

5.2.5.2 局限性：

- a) 较难检测出金属材料埋藏缺陷；
- b) 较难检测出涂层厚度超过 3mm 的金属表面、近表面的缺陷；
- c) 较难检测出焊缝表面存在的微细裂纹；
- d) 较难检测出缺陷的自身宽度和准确深度。

5.2.5.3 涡流检测的具体要求应按 NB/T 47013.6 的规定执行。

5.2.6 目视检测

5.2.6.1 能力范围：

- a) 能观察出零件、部件、设备和焊接接头等的表面状态、配合面的对准、焊缝连接的几何准确度、变形或泄漏的迹象等；
- b) 能确定缺陷的位置、大小以及缺陷的性质；
- c) 目视检测的效果受人为因素影响较大。

5.2.6.2 局限性：

- a) 不能观测出有遮挡的工件表面状态；
- b) 较难观测出有油污等的工件表面状态。

5.2.6.3 目视检测的具体要求应按 NB/T 47013.7 的规定执行。

5.2.7 泄漏检测

5.2.7.1 能力范围：

- a) 能检测出压力管道、压力容器等密闭性设备的泄漏部位；
- b) 能检测出压力管道、压力容器等密闭性设备的泄漏率；
- c) 泄漏检测的准确度，主要由所采用的泄漏检测技术和检测人员视力确定。

5.2.7.2 局限性：

- a) 较难检测埋地管道的泄漏率；
- b) 埋地管道的内外压差对泄漏检测部位和泄漏率的确定影响较大。

5.2.7.3 泄漏检测的具体要求应按照 NB/T 47013.8 的规定执行。

5.2.8 声发射检测

5.2.8.1 能力范围：

- a) 能检测出金属材料制承压设备加压试验过程的裂纹等活性缺陷的部位、活性和强度；
- b) 能够在一次加压试验过程中，整体检测和评价整个结构中缺陷的分布和状态；
- c) 能够检测出活性缺陷随载荷等外变量而变化的实时和连续信息。

5.2.8.2 局限性：

- a) 难以检测出非活性缺陷；
- b) 难以对检测到的活性缺陷进行定性和定量，仍需要其他无损检测方法复验；
- c) 对材料敏感，易受到机电噪声的干扰，对数据的正确解释需有较为丰富的数据库和现场检测经验。

5.2.8.3 声发射检测的具体要求应按 NB/T 47013.9 的规定执行。

5.2.9 衍射时差法超声检测

5.2.9.1 能力范围：

- a) 能检测出对接接头中存在的未焊透、气孔、夹渣、裂纹和未熔合等缺陷且检出率较高;
- b) 能确定缺陷的深度、长度和自身高度;
- c) 厚壁工件缺陷检测灵敏度较高;
- d) 检测结果较直观,检测数据可记录和存储。

5.2.9.2 局限性:

- a) 较难检测出扫查面表面和近表面存在的缺陷;
- b) 较难检测粗晶粒焊接接头中存在的缺陷;
- c) 较难检测复杂结构工件的焊缝;
- d) 较难确定缺陷的性质。

5.2.9.3 衍射时差法超声检测的具体要求应按 NB/T 47013.10 的规定执行。

5.2.10 X 射线数字成像检测

5.2.10.1 能力范围:

- a) 能检测出对接接头中存在的未焊透、气孔、夹渣、裂纹和坡口未熔合等缺陷;
- b) 能检测出铸件中存在的缩孔、夹杂、气孔和疏松等缺陷;
- c) 能确定缺陷平面投影的位置、大小以及缺陷的性质;
- d) 射线检测的穿透厚度,主要由射线能量确定;
- e) 图像分辨率主要由数字探测器的像素大小和射线机焦点尺寸决定;
- f) 可实现静止成像和连续成像;
- g) 一次透照厚度宽容度大于常规射线检测;
- h) 尤其适合于大批量同规格对象的检测。

5.2.10.2 局限性:

- a) 较难检测出锻件、管材和棒材中存在的缺陷;
- b) 较难检测出 T 型焊接接头、角焊缝存在的缺陷;
- c) 较难检测出焊缝中存在的细小裂纹和未熔合;
- d) 较难检测出缺陷的自身高度;
- e) 数字探测器性能受检测环境的温度和湿度影响。

5.2.10.3 X 射线数字成像检测的具体要求应按 NB/T 47013.11 的规定执行。

5.2.11 漏磁检测

5.2.11.1 能力范围:

- a) 能检测出带涂层铁磁性材料母材表面的腐蚀、机械损伤等厚度减薄类体积性缺陷;
- b) 能检测出带涂层铁磁性材料母材表面的裂纹等面状缺陷;
- c) 能确定缺陷的位置,并给出表面开口缺陷的长度或体积型缺陷的深度当量;
- d) 漏磁检测的灵敏度和检测深度,主要由励磁深度和传感器的分辨率决定。

5.2.11.2 局限性:

- a) 较难检测出铁磁性材料内部的埋藏缺陷;
- b) 较难检测出厚度超过 30mm 工件的缺陷;
- c) 较难检测出与励磁方向平行的缺陷;
- d) 较难检测出焊接缺陷。

5.2.11.3 漏磁检测的具体要求应按 NB/T 47013.12 的规定执行。

5.2.12 脉冲涡流检测

5.2.12.1 能力范围：

- a) 能检测非铁磁性覆盖层下（保温层、保冷层、保护层等）金属壁厚的腐蚀或其他壁厚减薄缺陷；
- b) 能在设备处于运行状态（高温、低温、内有物料等）时进行检测；
- c) 检测结果是传感器投射面积下的平均剩余壁厚值。

5.2.12.2 局限性：

- a) 较难检出小体积缺陷；
- b) 检测精度受提高高度、电磁特性的影响；
- c) 难以对结构复杂、曲率较大或壁厚较大的设备进行检测；
- d) 难以对检出的缺陷精确定量，必要时仍需其他无损检测方法复验。

5.2.12.3 脉冲涡流检测的具体要求应按 NB/T 47013.13 的规定执行。

6 无损检测质量管理和安全防护

6.1 检测单位应建立无损检测质量管理制度，加强无损检测质量控制。

6.2 无损检测质量管理应包括如下内容：

- a) 无损检测人员；
- b) 无损检测设备器材；
- c) 无损检测工艺文件；
- d) 无损检测场所和环境；
- e) 无损检测的实施；
- f) 无损检测资料和档案。

6.3 安全防护措施至少应考虑如下因素

6.3.1 部分无损检测方法会产生或附带产生放射性辐射、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。在实施无损检测时，应根据可能产生的有害物质的种类，按有关法规或标准的要求进行必要的防护和监测，对相关的无损检测人员应采取必要的劳动保护措施。

6.3.2 在封闭空间内进行操作时，应考虑氧气含量等相应因素，并采取必要的保护措施。

6.3.3 在高空进行操作时，应考虑人员、检测设备器材坠落等因素，并采取必要的保护措施。

6.3.4 在极端环境下进行操作时，如深冷、高温等条件下，应考虑冻伤、中暑等因素，并采取必要的保护措施。

6.3.5 如存在有毒有害气体等其他可能损害人体的各种环境因素，在实施无损检测时，应仔细加以辨识，并采取必要的保护措施。

7 无损检测资料和档案

7.1 无损检测档案

检测单位应建立完整的无损检测档案，至少应包括以下内容：

- a) 无损检测委托单或检验检测合同；
- b) 无损检测工艺文件；

- c) 无损检测记录;
- d) 无损检测报告。

7.2 无损检测工艺文件

7.2.1 无损检测工艺文件包括工艺规程和操作指导书。

7.2.2 工艺规程至少应包含以下内容:

- a) 工艺规程版本号;
- b) 适用范围;
- c) 依据的标准、法规或其他技术文件;
- d) 检测人员资格要求;
- e) 检测设备和器材, 以及检定、校准或核查的要求及运行核查的项目、周期和性能指标;
- f) 工艺规程涉及的相关因素项目及其范围;
- g) 不同检测对象的检测技术和检测工艺选择, 以及对操作指导书的要求;
- h) 检测实施要求: 检测时机、检测前的表面准备要求、检测标记、检测后处理要求等;
- i) 检测结果的评定和质量分级;
- j) 检测记录的要求;
- k) 检测报告的要求;
- l) 编制者(级别)、审核者(级别)和批准者;
- m) 编制日期。

7.2.3 操作指导书至少应包含以下内容:

- a) 操作指导书编号;
- b) 依据的工艺规程及其版本号;
- c) 检测技术要求: 执行标准、检测时机、检测比例、合格级别和检测前的表面准备;
- d) 检测对象: 承压设备类别, 检测对象的名称、编号、规格尺寸、材质和热处理状态、检测部位(包括检测范围);
- e) 检测设备和器材: 名称和规格型号, 工作性能检查的项目、时机和性能指标;
- f) 检测工艺参数;
- g) 检测程序;
- h) 检测示意图;
- i) 数据记录的规定;
- j) 编制者(级别)和审核者(级别);
- k) 编制日期。

7.2.4 无损检测工艺文件的编制、审核及批准应符合相关法规或标准的规定。

7.3 无损检测记录

7.3.1 无损检测记录至少应包含以下内容:

- a) 记录编号;
- b) 依据的操作指导书名称或编号;
- c) 检测技术要求: 执行标准和合格级别;
- d) 检测对象: 承压设备类别, 检测对象的名称、编号、规格尺寸、材质和热处理状态、检测部位和检测比例、检测时的表面状态、检测时机;

- e) 检测设备和器材：名称、规格型号和编号；
- f) 检测工艺参数；
- g) 检测示意图；
- h) 原始检测数据；
- i) 检测数据的评定结果；
- j) 检测人员；
- k) 检测日期和地点。

7.3.2 无损检测记录应真实、准确、完整、有效，并经相应责任人员签字认可。

7.3.3 无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于7年。7年后，若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。

7.4 无损检测报告

7.4.1 无损检测报告至少应包含以下内容：

- a) 报告编号；
- b) 检测技术要求：执行标准和合格级别；
- c) 检测对象：承压设备类别，检测对象的名称、编号、规格尺寸、材质和热处理状态、检测部位和检测比例、检测时的表面状态、检测时机等；
- d) 检测设备和器材：名称和规格型号；
- e) 检测工艺参数；
- f) 检测部位示意图；
- g) 检测结果和检测结论；
- h) 编制者（级别）和审核者（级别）；
- i) 编制日期。

7.4.2 无损检测报告还应符合 NB/T 47130.2 ~ 47130.13 的有关要求。

7.4.3 无损检测报告的编制、审核应符合相关法规或标准的规定。

7.4.4 无损检测报告的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于7年。

附录 A
(资料性附录)

各无损检测方法通常能检测的一般缺陷

A.1 表 A.1 列出了无损检测方法通常能检测的一般缺陷。

A.2 表 A.1 作为一般的指导，而不是在一种特定应用中对某种无损检测方法的要求和禁用。对于使用产生的缺陷，检测部位的可接近性和空间条件也是考虑采用某种无损检测方法的重要因素。另外，表 A.1 未包含所有的无损检测方法，使用者在一种特定的应用中选择无损检测方法时，必须考虑所有相关的条件。

表 A.1 缺陷与无损检测方法对照表

	表面 ^a		近表面 ^b		所有位置 ^c				
	VT	PT	MT	ET	RT	DR	UTA	UTS	TOFD
使用产生的缺陷									
点状腐蚀	●	●	●		●	●		◎	
局部腐蚀	●	●						●	●
裂纹	◎	●	●	◎	◎	◎	●		●
焊接产生的缺陷									
烧穿	●				●	●	◎		◎
裂纹	◎	●	●	◎	◎	◎	●	○	●
夹渣			◎	◎	●	●	◎	○	●
未熔合	◎		◎	◎	◎	◎	●	◎	●
未焊透	◎	●	●	◎	●	●	●	◎	●
焊瘤	●	●	●	○	●	●	○		◎
气孔	●	●	○		●	●	◎	○	●
咬边	●	●	●	○	●	●	◎	○	
产品成型产生的缺陷									
裂纹(所有产品成型)	○	●	●	◎	◎	◎	◎	○	
夹杂(所有产品成型)			◎	◎	●	●	◎	○	
夹层(板材、管材)	◎	◎	◎					●	
重皮(锻件)	○	●	●	○	◎	◎		○	
气孔(铸件)	●	●	○		●	●	○	○	
<p>注1: 字母说明: VT——目视检测; PT——渗透检测; MT——磁粉检测; ET——涡流检测; RT——射线检测; DR——X射线数字成像检测; UTA——超声检测(斜入射); UTS——超声检测(直入射); TOFD——衍射时差法超声检测。</p> <p>注2: 符号含义: ●——在通常情况下,按本标准相应部分规定的无损检测技术都能检测这种缺陷。 ◎——在特殊条件下,按本标准相应部分规定的特定的无损检测技术将能检测这种缺陷。 ○——检测这种缺陷要求专用技术和条件。</p>									
<p>^a 仅能检测表面开口缺陷的无损检测方法。 ^b 能检测表面开口和近表面缺陷的无损检测方法。 ^c 可检测被检工件中任何位置缺陷的无损检测方法。</p>									