

无损检测导论

WUSUN JIANCE DAOLUN

无损检测导论

• 夏纪真 编著

中山大学出版社

无损检测导论

夏纪真 编著

中山大学出版社

· 广州 ·

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

无损检测导论/夏纪真编著. —广州: 中山大学出版社, 2010. 1
ISBN 978 - 7 - 306 - 03525 - 7

I. 无… II. 夏… III. 无损检测 IV. TG115. 28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 196743 号

出 版 人: 祁 军

策划编辑: 施国胜

责任编辑: 李 文

封面设计: 贾 萌

责任校对: 鲍 磊

责任技编: 黄少伟

出版发行: 中山大学出版社

电 话: 编辑部 020 - 84111996, 84111997, 84113349, 84110779

发行部 020 - 84111998, 84111981, 84111160

地 址: 广州市新港西路 135 号

邮 编: 510275 传 真: 020 - 84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn> E-mail: zdcbs@mail.sysu.edu.cn

印 刷 者: 广州市怡升印刷有限公司

规 格: 635mm × 960mm 1/16 4 插页 16.5 印张 292 千字

版次印次: 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1 - 3000 册 定 价: 36.00 元

本书如发现因印装质量问题影响阅读, 请与出版社发行部联系调换

前言

无损检测 (Non - Destructive Testing, 简称 NDT, 也译作非破坏检查) 技术是第二次世界大战后迅速发展起来的一门新兴的工程科学。

顾名思义, 相对于理化试验等破坏性试验技术, 无损检测技术是在不损伤被检物使用性能与形状的条件下进行检测的技术, 因此能实现百分之百检查, 从而在工业生产、在役检验、物理研究、生物工程等广大领域获得高度重视并促其迅速发展。

目前, 无损检测技术已经在机械装备制造、冶金、石油化工、兵器、船舶、航空与航天、核能、电力、建筑、交通、电子电器、医药、轻工乃至食品工业等行业, 以及地质勘探、安全检查、材料科学研究等领域都获得了广泛的应用, 成为极其重要的检测与测试手段。

不仅如此, 无损检测技术正从单纯的检验测试技术发展为无损评价 (Non - Destructive Evaluation, 简称 NDE) 技术, 它不仅包含了无损检查与测试, 还涉及材料物理性质的研究、产品设计与制造工艺、产品与设备使用中的应力分析及安全使用寿命评估, 它与以断裂力学理论为基础的损伤容限设计概念发生了紧密的联系, 在材料科学中起着重要的作用。

尽管无损检测技术本身并非一种直接的生产技术, 但是其技术水平却能反映应用无损检测技术的部门、行业甚至一个国家的工业水平, 特别是对一个国家的经济发展而言, 可以说无损检测与评价技术具有重要的意义。

无损检测与评价技术是一门新兴的、多学科综合应用的、理论与实践紧密结合的工程学科, 无论在理论性、系统性和工艺性方面都有较高的要求, 它涵盖了物理学、材料科学、电子技术、测量技术、信息技术以及计算机技术等多方面的内容, 材料的每一种特性几乎都可以成为某种无损检测方法的基础, 几乎所有形式的能量都能被利用来确定材料的物理特性或用于缺陷检测。就目前应用的无损检测技术方法而言, 涉及的物理基础就有声、光、热、电、磁、电磁、机械、放射线辐射、物理



化学、粒子束、高能物理,以及其中某些特性的组合应用。

因此,从事无损检测与评价技术的人员要求具备较深厚的物理基础、材料基础、加工工艺基础等,需要有较广泛的知识面和较高的综合分析判断能力。即便从事非无损检测专业工作的工程技术人员,也需要对无损检测技术有较深入的了解,因为无损检测与评价技术在产品设计及制造工艺的确定、保证材料和产品质量、确保产品的使用可靠性,以及降低制造成本、提高生产效率和产品使用效率、延长产品使用寿命以达到提高经济效益等方面都起着关键性的作用。

本书力图将无损检测与评价技术的基本内容及其应用范围,它在产品设计与制造和使用维护中所起的作用,以及对它的人员管理、组织管理、质量控制与管理以及经济管理等方面作简明扼要的介绍。

本书适合作为高级职业技术学院、大学本科与大专的无损检测专业教师与学生的参考书,也可作为无损检测专业中级和高级技术资格人员培训的参考教材,并且对以无损检测为研究方向的硕士、博士有开拓思路的参考作用,对于从事非无损检测专业工作的工程技术人员也有重要的参考价值。

本书原型为原劳动部《锅炉压力容器安全》杂志社于1988年12月出版的、由本人编著的《无损检测导论》(原劳动部锅炉压力容器检测研究中心张泽丰主审)。至今已经过去了二十多年,无损检测与评价技术已经有了突飞猛进的发展,故著者对本书重新作了大幅度的补充与修订。

本书的出版得到以下企业的热情资助,在此一并表示衷心感谢:

香港德华材料检测有限公司

上海艾因蒂克实业有限公司

北京维泰凯信新技术有限公司

广东汕头超声电子股份有限公司超声仪器分公司

北京市德光电子公司

爱德森(厦门)电子有限公司

北京声华兴业科技有限公司

上海美柯达探伤器材有限公司

山东济宁模具厂

夏纪真

2010年1月于广州

目 录

前言

第一章 无损检测的概念与目的	(1)
1.1 无损检测的概念	(1)
1.2 无损检测的目的	(1)
1.2.1 质量管理	(1)
1.2.2 质量鉴定	(3)
1.2.3 在役检测	(3)
1.2.4 无损评价	(4)
1.3 无损检测的本质	(4)
1.4 无损检测技术的应用对象与应用范畴	(5)
第二章 无损检测技术及其应用	(6)
2.1 利用声学特性的无损检测技术	(7)
2.1.1 超声波检测技术	(7)
2.1.2 声发射检测技术	(35)
2.1.3 声振检测技术	(37)
2.1.4 声全息法	(39)
2.1.5 强功率超声波应用	(42)
2.1.6 超声频谱分析法	(44)
2.1.7 超声波计算机层析扫描技术	(44)
2.1.8 激光超声检测	(45)
2.1.9 利用振动波的残余应力测试	(46)



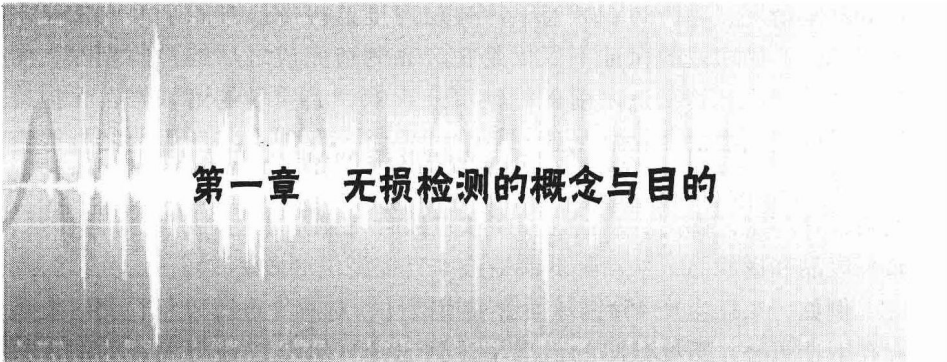
2.2 利用电、磁和电磁特性的无损检测技术	(47)
2.2.1 磁粉检测	(47)
2.2.2 漏磁检测	(52)
2.2.3 巴克豪森噪声分析	(54)
2.2.4 涡流检测	(56)
2.2.5 金属材料涡流分选技术	(58)
2.2.6 金属材料电磁分选技术	(59)
2.2.7 远场涡流检测技术	(59)
2.2.8 涡流阵列检测技术	(59)
2.2.9 脉冲涡流检测技术	(60)
2.2.10 涡流法覆层厚度测量	(60)
2.2.11 电流扰动检测技术	(61)
2.2.12 磁光涡流成像检测	(61)
2.2.13 磁性法覆层厚度测量	(61)
2.2.14 磁测(应力)法	(62)
2.2.15 电位法检测	(63)
2.2.16 介电法	(64)
2.2.17 电容法	(64)
2.2.18 涡流-声(电磁-超声)检测技术	(64)
2.2.19 微波检测	(66)
2.2.20 探地雷达	(68)
2.2.21 太赫兹波检测	(69)
2.2.22 微波断层成像技术	(70)
2.2.23 电磁层析成像	(70)
2.2.24 金属探测器	(70)
2.2.25 金属磁记忆检测	(71)
2.2.26 核磁共振	(72)
2.2.27 里氏硬度测量	(74)
2.2.28 警惕无损检测工作中的电磁辐射污染	(76)
2.3 利用放射性辐射特性的无损检测技术	(82)
2.3.1 射线照相检测	(84)
2.3.2 X射线实时成像检测	(89)
2.3.3 计算机射线照相检测	(94)

2.3.4	数字化 X 射线照相检测	(97)
2.3.5	中子射线照相检测	(100)
2.3.6	中子活化分析	(101)
2.3.7	荧光 X 射线检测	(102)
2.3.8	β 射线反向散射法	(102)
2.3.9	辐射测厚	(103)
2.3.10	计算机辅助层析扫描射线检测技术	(103)
2.3.11	放射性气体吸附检测	(105)
2.3.12	穆斯堡尔谱分析	(105)
2.3.13	正电子湮灭技术	(106)
2.3.14	X 射线表面残余应力测试技术	(107)
2.3.15	射线检测工作的辐射防护	(108)
2.4	利用热学特性的无损检测技术	(131)
2.4.1	热图像法 (红外检测)	(131)
2.4.2	热图法	(134)
2.4.3	热电法	(134)
2.4.4	红外热波无损检测技术	(134)
2.4.5	液晶无损检测	(137)
2.5	利用渗透现象的无损检测技术	(138)
2.5.1	着色渗透检验的基本检验程序	(139)
2.5.2	荧光渗透检验的基本检验程序	(141)
2.5.3	过滤微粒法检验	(143)
2.6	利用光学特性的无损检测技术	(143)
2.6.1	激光全息照相检测	(143)
2.6.2	激光散斑干涉技术	(145)
2.6.3	激光电子散斑剪切技术	(146)
2.6.4	紫外成像技术	(147)
2.6.5	目视检测	(148)
2.6.6	荧光测温	(151)
2.7	泄漏检测技术	(152)
2.8	中国工业无损检测技术业界的现状	(156)
2.8.1	关于中国无损检测技术业界的一些相关数字	(156)
2.8.2	中国无损检测设备器材制造业的基本状况	(157)



2.9 结束语	(163)
第三章 无损检测人员的技术资格鉴定与认证	(164)
3.1 对无损检测人员技术资格鉴定与认证的条件	(164)
3.2 对无损检测人员技术资格鉴定与认证的要求	(167)
3.2.1 分类与职责	(167)
3.2.2 无损检测人员资格鉴定与认证的报考条件	(169)
3.2.3 无损检测人员的资格鉴定考试	(171)
3.2.4 无损检测人员资格的证书有效期	(172)
第四章 无损检测技术的组织管理、质量控制与技术经济分析	(173)
4.1 无损检测技术的组织管理	(173)
4.2 无损检测技术的质量控制与管理	(175)
4.2.1 无损检测方法的选择原则	(175)
4.2.2 实施无损检测的时机(检测工序)的选择	(177)
4.2.3 无损检测验收标准选用或制定的原则	(179)
4.2.4 无损检测技术的质量管理	(180)
4.3 无损检测技术的经济管理	(182)
4.3.1 无损检测技术的经济意义	(182)
4.3.2 无损检测技术费用的经济核算	(183)
第五章 无损检测人员应掌握的金属材料与冶金工艺基础知识	(196)
5.1 金属材料的基础知识	(196)
5.1.1 金属结构的基本知识	(196)
5.1.2 金属材料的分类	(199)
5.2 金属材料性能的基础知识	(203)
5.3 金属冶炼工艺的基础知识	(210)
5.3.1 钢的冶炼方法	(210)
5.3.2 钢的冶炼缺陷(冶金缺陷)	(211)
5.4 金属压力加工的基础知识	(220)
5.4.1 金属压力加工的方法	(220)

5.4.2 金属压力加工制件的缺陷	(221)
5.5 金属铸造加工的基础知识	(232)
5.5.1 金属铸造加工的方法	(232)
5.5.2 铸件中的缺陷	(232)
5.6 金属热处理的基础知识	(233)
5.6.1 金属热处理的方法	(233)
5.6.2 常见的热处理缺陷	(236)
5.7 金属焊接工艺的基础知识	(238)
5.7.1 金属焊接的方法	(238)
5.7.2 常见的焊接缺陷	(241)
5.8 粉末冶金	(246)
5.9 金属材料使用过程中产生缺陷的基础知识	(246)
5.9.1 疲劳损坏	(246)
5.9.2 腐蚀损坏	(247)
5.9.3 应力腐蚀损坏	(249)
5.9.4 应力腐蚀疲劳破坏	(249)
5.10 断裂力学与损伤容限设计概念的基础知识	(249)
主要参考文献	(253)



第一章 无损检测的概念与目的

1.1 无损检测的概念

无损检测技术是利用物质的某些物理性质因存在缺陷或组织结构上的差异而使其物理量发生变化的现象，在不损伤被检物使用性能、形状及内部结构和形态的前提下，应用物理方法测量这些变化，从而达到了解和评价被检测的材料、产品和设备构件的性质、状态、质量或内部结构等目的的技术，它是一种特殊的检测技术。

1.2 无损检测的目的

无损检测的目的主要可从四个方面来阐述。

1.2.1 质量管理

无损检测技术应用的目的之一是根据验收标准将材料、产品的质量水平控制在适合使用性能要求的范围内。

每一种产品均有其使用性能要求，这些要求通常在该产品的技术文件中加以规定并以一定的技术质量指标对其进行反映，例如技术条件、技术规范、验收标准等。

(1) 无损检测技术对非连续加工（例如多工序生产）或连续加工（例如自动化生产流水线）的原材料、半成品、成品以及产品构件提供实时的工序质量控制，特别是控制产品材料的冶金质量与生产工艺质量，



例如缺陷情况、显微组织状态、涂镀层厚度监控等。按照全面质量管理的理念,产品质量的保证不仅仅是在产品制造完成之后的检验剔除,而是应该从产品开始制造之前就杜绝可能影响产品质量的诸因素,无损检测技术的应用恰恰能够满足这一理念的要求,即除了实现百分之百检查以剔除产品成品中的不合格品外,还能把通过检测了解到的质量信息反馈给设计与工艺部门,从而进一步改进设计与制造工艺以提高产品质量,减少废品和返修品,从而降低制造成本,提高生产效率。

例如,某厂生产45#钢球面管嘴模锻件,对锻件进行磁粉检测时发现存在锻造折叠,折叠缺陷的出现率达到30%~40%,使得大量的锻件报废或需要返修而成为次品。根据检测结果的反馈,通过改进模具设计和模锻前的毛料荒形设计,以及改进模锻时摆放毛料的方式,使折叠缺陷的出现率下降到0,杜绝了因为折叠缺陷造成的废品和返修品出现,从而大大节约了原材料和能源消耗,节省了返修工时,明显提高了生产效率。

例如,某厂用电弧炉冶炼5CrNiMo热作模具钢,钢锭经过开坯锻造制成模具毛坯,在投入机械加工之前采用超声波检测,发现比率高达48%存在白点缺陷而导致报废。经过改进冶炼原材料的质量控制,增加炉料烘烤工艺以去除湿气,并且在钢锭开坯锻造制成模具毛坯后立即进行红装等温退火处理等一系列的工艺改进,杜绝了白点的产生,大大提高了钢材的收得率,节约了冶炼与锻造的能源消耗,明显提高了生产效率。

在生产制造过程中采用无损检测技术,可以及时检出原始的和加工过程中出现的各种缺陷并据此加以控制,防止不符合质量要求的原材料、半成品流入下道工序,避免产品成品不合格所导致的工时、人力、原材料以及能源的浪费,同时也促使设计和工艺方面的改进,亦即避免出现最终产品的“质量不足”。

(2) 利用无损检测技术也可以根据验收标准将材料、产品的质量水平控制在适合使用性能要求的范围内,避免无限度地提高质量要求造成所谓的“质量过剩”。利用无损检测技术还可以通过检测确定缺陷所处的位置,在不影响设计性能的前提下使用某些存在缺陷的材料或半成品,例如缺陷处于加工余量之内,或者允许局部修磨或修补,或者调整加工工艺使缺陷位于将要加工去除的部位等等,从而可以提高材料的利用率,获得良好的经济效益。

因此,无损检测技术在降低生产制造费用、提高材料利用率、提高

生产效率,使产品同时满足使用性能要求(质量水平)和经济效益的需求两方面都起着重要的作用。

1.2.2 质量鉴定

已制成的产品(包括材料、零部件等)在投入使用或作进一步加工、或进行组装之前,需要进行最终检验。通过无损检测技术的应用,确定其是否达到设计性能要求,能否安全使用,亦即判别其是否合格(符合产品技术条件、验收标准的要求),以免给以后的使用造成隐患,此即质量鉴定的意义。

例如,某厂从国外进口的 WNr2713 热作模具钢轧棒,未经无损检验即投入锻造加工,结果出现 56% 的锻件开裂报废,经济损失很大,其原因是该批轧棒中存在严重的白点缺陷。

例如,某厂使用 5CrNiMo 热作模具钢制成的 3 吨模锻锤用整体模具,在 3 吨模锻锤上锻制铝合金锻件,仅生产了数十件锻件模具即开裂报废,按模具的正常设计寿命应能至少生产数千件,其原因是该模具存在严重的过热粗晶。

例如,某汽车制造厂从国外进口的汽车发动机曲轴,在装配前发现曲轴轴颈部位存在若干肉眼可见的白斑,经涡流检测确认属于曲轴轴颈表面的氮化层剥落,剔除具有这种缺陷的曲轴,从而避免了装配后因轴颈快速磨损甚至卡死造成发动机事故,保障了汽车的安全使用,而且通过索赔挽回了可能造成的经济损失。

在许多的产品和制件中,例如涡轮叶片出现裂纹、传动齿轮含有夹杂等造成航空发动机试车以及飞行过程中发生损坏,以及机械设备中的零部件质量低劣而在后续使用中早期破损甚至酿成灾难性事故的例子和教训是很多的,这里不予赘述。

因此,产品使用前的质量验收鉴定是非常必要的,特别是那些将在高应力、高温、高循环载荷等复杂恶劣条件下以及恶劣环境中工作的零部件或构件等,仅仅靠一般的外观检查、尺寸检查、破坏性抽检等是远远不够的。在这方面,无损检测技术能够百分之百地全面检查材料内外部,表现出无比的优越性。

1.2.3 在役检测

使用无损检测技术对运行期间或正在运行中的设备构件进行经常性



的、定期或不定期的检查，或者实时监控，称为在役检测。在役检测能够尽早发现和确认危害设备继续安全运行及使用的隐患并予以及时清除，防止事故的发生，这些隐患包括疲劳损伤、腐蚀损害，或者产品中原有的微小缺陷在使用过程中扩展成为危险性缺陷等。特别是对于重要的大型设备，例如锅炉、压力容器、核反应堆、飞机、铁路车辆、铁轨、桥梁建筑、水坝、电力设备、输送管道等，防患于未然，特别是预防因为产品失效引起灾难性后果，在役检测更有着不可忽视的重要意义。

1.2.4 无损评价

定期或不定期在役无损检测的目的并不仅仅是尽早发现和确认危害设备安全运行及使用的隐患并予以及时清除，从经济意义上来说，当今对无损检测技术还要求在发现早期缺陷（例如初始疲劳裂纹）后，通过无损检测技术定期或实时（连续）监视其发展，对所探测到的缺陷能够确定其类型、尺寸、位置、形状与取向等，根据断裂力学理论和损伤容限设计、耐久性等对设备构件的状态、能否继续使用、安全使用的极限寿命或者剩余寿命作出评估和判断。

1.3 无损检测的本质

无损检测技术不仅是产品设计制造过程和最终成品静态质量控制的极重要手段，而且是保障产品安全使用与运行的动态质量控制中几乎唯一的手段。因此，可以说无损检测的必要性贯穿于设计、制造和运行全过程中的各个环节，其目的可以一言以蔽之，即是为了最安全、最经济地生产和使用产品。

必须明确的是，尽管无损检测技术在生产设计、制造工艺和质量管理、质量鉴定与控制、安全评价、经济成本、生产效率等方面都显示了极其重要的作用，但是无损检测技术本身并非一种直接的生产技术，对具体某项产品而言，似乎并未直接增加什么内容，即不是所谓的“成形技术”。对产品所期待的使用性能和质量只能在产品制造中达到而不可能在产品检测中达到，但是无损检测技术的根本作用是保证产品的质量或使用性能符合预期的目标，是一种经济效益好的、保证产品质量的、高科技的检测技术。

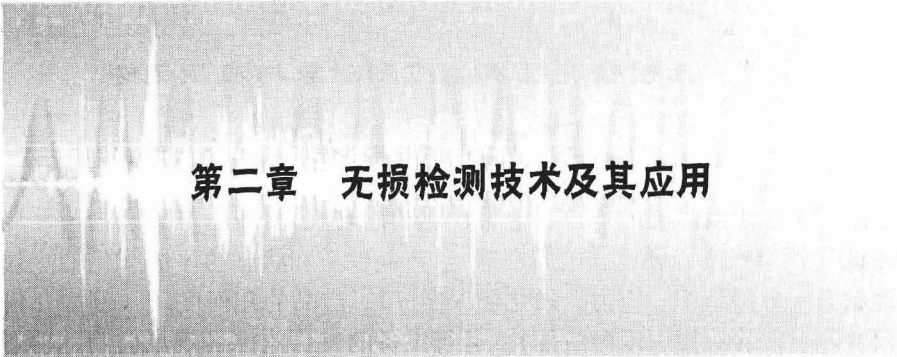


1.4 无损检测技术的应用对象与应用范畴

现代无损检测技术应用的内容包括缺陷的检测（俗称“探伤”，包括缺陷的检出以及缺陷的定位、定量、定性评定）、材料的机械或物理性能测试（例如强度、硬度、电导率等）、产品性质和状态的评估（例如热处理状态、显微组织、应力、硬化层深度等）、产品的几何度量（例如几何尺寸测量、涂镀层厚度测量等）、运行设备的安全监控（现场监测、动态监测）以及安全寿命评估等，是对产品、构件的完整性、可靠性、使用性能等的综合评价。

无损检测技术几乎已经应用于所有领域，例如常规的金属材料、结构与零部件产品（除了机械设备、构件外，甚至已经应用到民生用品中的零部件，例如电风扇的铝合金压铸转子、微波炉磁控管里的铁氧体芯，自行车的铝合金压铸刹车柄，烹饪用的铝合金压力锅等）、非金属产品（例如复合材料、橡胶轮胎、混凝土桩基及混凝土结构、陶瓷制品等）、水下钢结构（如海上石油平台、海底管道等）、地下金属管线管道探测以及管道的腐蚀检测、民用金属钢结构与建筑钢结构、超高温超高压应用的钢制件（如人造金刚石反应釜、人造水晶反应釜）、起重设备或其他承载设备使用的钢丝绳、特种设备（例如电梯、大型游乐设施等），甚至包括食品工业和医药行业（如冷冻馒头、包子之类也要求采用无损检测方法检查，因为机械化生产而可能存在于食物中的金属屑及啤酒纯净度监测、针剂纯净度监测等）。

因此，现代无损检测技术的应用范畴已经涉及航空与航天器、兵器、船舶、锅炉压力容器、汽车、摩托车、机械装备制造、核电、火力发电、水力发电、输变电、海洋石油、石油化工、钢铁、建筑、铁路与铁路车辆、地铁、高速公路、桥梁工程、电子工业、食品工业、医药行业等，可以说，几乎所有行业及其产品都可用到无损检测技术。



第二章 无损检测技术及其应用

无损检测技术的基础是物质的各种物理性质或它们的组合以及与物质相互作用的物理现象，无损检测技术是应用物理、材料科学和电子技术与计算机技术等多门学科相互渗透与结合的产物。迄今为止，包括在工业领域已获得实际应用的和已在实验室阶段获得成功的无损检测方法已达几十种，随着工业生产与科学技术的发展，物理学、材料学研究的不断深入，测试技术与电子技术的不断发展，计算机技术应用的不断深入与提高，以及工业生产和其他广大领域对无损检测技术的需求不断增加，还将会出现更多的无损检测方法与种类，无损检测技术的方法与应用范围还存在着极大的潜力。当然，就无损检测技术应用的仪器设备自身而言，还要向多功能、自动化、智能化不断深入发展，还要进一步提高无损检测的可靠性、准确性、效率以及经济效益，还将进一步扩大其应用范围。因此，需要继续深入探索、研究和开拓的领域还有很多，这都有待广大无损检测技术人员去努力发掘。本书仅就几个主要方面作简单扼要的介绍。除了对工业上已经广泛应用的五大常规无损检测技术（超声波检测、磁粉检测、涡流检测、渗透检测和射线照相检测）给予一定的工艺介绍外，对其他方法仅作概念性介绍。若需对其中某项方法作深入了解，读者可查阅相应方法的专业技术介绍资料。

本章将按物理领域分类简单介绍各种无损检测方法。



2.1 利用声学特性的无损检测技术

2.1.1 超声波检测技术

人耳能感受到的机械振动波是声波（纵波模式），其振动频率范围为16Hz～2kHz。频率低于16Hz的机械振动波叫做次声波，频率高于2kHz的机械振动波则称为超声波。工业超声波检测技术中应用的超声波频率一般在2kHz到25MHz，在航天工业中甚至应用到数百MHz。

超声波是由机械振动源在弹性介质中激发的一种机械振动波，其实质是以应力波的形式传递振动能量，其必要条件是要有振动源和能传递机械振动的弹性介质（实际上包括几乎所有的气体、液体和固体），它能透入物体内部并可以在物体中传播。

工业无损检测技术中应用的超声波检测（Ultrasonic Testing，简称UT）利用了超声波在物体中的多种传播特性，例如反射、透射与折射、衍射与散射、干涉、衰减、谐振以及声速等的变化，可以用于检测物体的尺寸、表面与内部缺陷的大小与位置、显微组织变化等，因此是无损检测技术中发展最快、应用最广泛的一种重要的无损检测技术，在工业无损检测技术中占有非常重要的地位。除了在工业领域可用于例如工业材料及制品（包括金属、非金属，锻件、铸件、焊接件、型材、胶接结构与复合材料、紧固件等）上的缺陷探测、硬度测量、测厚、显微组织评价、混凝土构件检测、陶瓷土坯的湿度测定、陶瓷制件的缺陷检测、气体介质特性分析、黏度与密度测定、流量测定、应力测量等外，还应用于医疗上的超声诊断（如B超）、海洋学中的声呐、鱼群探测、海底地貌探测、海洋测深、地质构造探测等。超声波具有如下特性：

（1）超声波的波长短、沿直线传播（在许多场合可应用几何声学关系进行分析研究）、指向性好，能在气体、液体、固体等介质中有效传播，因此可应用于几乎所有材料。

（2）超声波可传递很强的能量，能传播很长的距离，可用于检测大型工件。

（3）超声波检测可利用的传播特性包括反射与折射、衍射与散射、