无损检测技术及其进展

卢 杉
(焦作大学，河南 焦作 454001)

摘要：无损检测技术（简称 NDT）是一门新兴的、综合性应用学科，随着现代科学技术的发展而获得越来越广泛的应用。文章对该技术的历史、现状、发展趋势及其应用进行了系统介绍，并对其带来的巨大的社会和经济效益进行了说明。

关键词：无损检测技术；检测方法
中图分类号：TM931 **文献标识码**：A **文章编号**：1008 - 7257（2004）01 - 0073 - 02

无损检测在日常生活中经常被人们使用，有着古老的历史，比如，人们通过拍打西瓜听声音来判断西瓜的好坏，中医通过号脉来看病，但真正作为一门技术学科的分支则是新兴的。无损检测（Non - Destructive Testing，简称 NDT）是在不破坏被检测材料、零部件或设备的情况下，应用一定的检测技术和分析方法，对原材料、半成品、成品零部件、设备中的零部件、在役设备等的结构、几何关系、物理性能、状态特性以及各种工艺参数等加以测定，并按一定的准则对其作出评价的过程。

无损检测是随着现代工业和科学技术的发展而不断发展起来的[1]。1906 年，南非的 C. Mc Cann 与 R. Colson 共同研制了第一台钢丝绳电磁无损检测装置，它对于减少当时南非的金矿由于钢丝绳断裂而引起的事故起到了一定的作用；1919 年，世界上第一台磁粉探伤仪问世[2]；为了提高钢管的生产质量，1930 年，德国研制成功了便携式 X 射线探伤仪[3]。

第二次世界大战以后，人们开始认识到产品质量的重要性，无损检测技术也得到了迅速发展。为了检验厚工件，研制了高能 X 射线探伤装置。1950 —1954 年，德国的福斯特（Foerster）博士发表了一系列论文，开创了现代涡流检测方法和设备的研究工作，从此涡流检测技术有了较快的发展并为生产检验所采纳。许多学者从不同方面进行了广泛而深入的研究，取得了大量成果[2,3,4]。经过各国科技工作者的不懈努力，无损检测技术得到了很大进展，并形成了五种常规无损检测方法，即超声检测（Ultrasonic）、射线检测（Radiographic）、涡流检测（Eddy Current）、磁粉检测（Magnetic Particle）、渗透检测（Penetrant）。同时，声发射检测（Acoustic Emission）和红外检测（Infrared）也逐渐被采用。这一阶段，研究的重点放在如何得到稳定、可靠、明显的缺陷信息检测方法及装置上，如探伤传感器的研制。

到了 80 年代后期，随着微电子技术和电子计算机技术的不断发展，人们开始注重无损检测仪器的微计算机化和智能化，计算机模式识别技术、人工智能技术的迅速发展为这类仪器的产生提供了坚实的理论基础。X 射线、r 射线和中子射线的计算机辅助层析摄影术（CT 技术）在无损检测界已经得到应用，出现了数字化的超声检测仪并已开始走向实用化阶段，用于高速自动化检测漏磁的录磁探伤装置和多频多参量涡流测试仪也获得了迅速发展，在某些项目上达到了在线和实时检测的目的[4,5]。

无损检测技术是应生产实践需要而产生的，并直接服务于生产实践的各个环节，因此，生产的发展推动着这门学科的发展。同时，它的进展和发现又推动着生产水平的提高，这一相辅相成的关系使得无损检测技术充满活力。另一方面，无损检测技术是一门交叉学科，各种无损检测方法的基本原理几乎涉及到现代物理学的各个分支，它的发展需要相关学科的发展为基础。例如，计算机技术的产生和发展，使得无损检测技术得到突飞猛进的发展，超声成像技术、工业计算机断层扫描技术等就是它们相互接合的结晶。相关学科的理论研究成果可迅速转化为生产力，既激发了理论研究的活力，新理论和新技术也会迅速在这一技术中得到应用。因此，可以说无损检测技术水平从一个侧面反映了一个国家科学技术的发展水平。

目前，无损检测技术已明显地表现出下列发展趋势：

(1) 由定性检测向定量检测和直接显示缺陷的图象发展。

(2) 在线自动化检测和仪器的智能化。

(3) 与断裂力学相结合，对重要工程构件的寿命进行评价。

(4) 和材料的物性评价相结合，在新材料的设计、

收稿日期：2003 - 04 - 22

作者简介：卢 杉（1969 —），男，河南洛阳人，焦作大学机电系讲师。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

加工和工程应用中得到迅速发展。

无损检测技术对现代工业的重大意义，还在于它在新材料和新加工方法研究中的关键性作用。对新材料的加工和装配，也相应提出了新的成形、连接等工艺方法，这些新材料和加工方法往往由于材料本身或加工工艺过程的特殊性，而必须进行无损检测。实践表明，研究新的检测方法往往比研究制造工艺本身更为重要，因为新的检测方法可以使新材料、新工艺的优化设计变得更为有效。美国为了保持它在世界科技上的领先地位，十分重视对无损检测的高科技化研究。美国有近 10 个无损检测中心，100 多所大学设置了无损检测课程，政府实施研究计划，分别由各大学、中心实验室进行前沿性基础研究，而由各大公司进行应用和开发。日本认为，“现代工业是建立在无损检测基础之上的”，并在工业中坚持普遍采用无损检测技术，使得其产品占有广泛的国际市场。由此可见，无损检测技术是现代工业发展必不可少的重要内容。

我国自 50 年代以后开始了无损检测技术的研究，先后开展了渗透检验、涡流检测、超声检测等无损检测技术的基本原理和应用技术的研究，制成了用于探伤、材料分选等用途的无损检测设备，建立了无损检测仪器生产的专业工厂。在航空航天、冶金、机械、石油化工等部门，无损检测技术的应用已日益增加并日趋成熟。近 10 年来，由于工业发展的刺激，我国的无损检测技术得到了较快发展。但总的看来，无损检测技术是我国发展较为薄弱的环节之一。目前，我国国民生产总值只及日本的四分之一左右，这种现象的原因之一，是由于我国产品质量上存在问题而导致大量产品报废。据测算，我国企业不良品年损失约 2000 亿元。若能在生产过程中采用无损检测技术，及早发现不良品，则可以将损失减到最低程度。如第一、第二汽车制造厂仅对连杆进行无损检测一项，赔偿费用就比不采用前下降了 99.7 %，每厂每年因此可节省数十万元。又如上海热电设备行业大量采用无损检测技术后，每年的经济效益以百万元计。从产品质量来看，无损检测所带来的经济效益将直接表现在产品的市场竞争能力上。无损检测是提高产品质量的有力工具，是免受国外同类产品冲击的重要条件。这在我国经济与世界经济接轨后将具有更重要的意义。

无损检测还将给我国工业发展带来巨大的社会效益，无损检测技术的实施能够有效确保设备的安全运行。现代工业的发展趋势之一，是集机、电、光与计算机为一体的现代设备工作在高温、高压、高速和重载荷下。在这种条件下，如果不对零件进行无损检测，使得零部件带缺陷运行，则必然降低系统的安全性和可靠性，甚至导致恶性事故，不仅会造成巨大的经济损失，而且可带来严重的社会影响。如 1986 年前苏联契尔诺贝利核电站泄漏事故，死亡 5000 人以上，核污染遍及欧洲大陆。国内以锅炉和压力容器为例，据不完全统计，近 10 年间发生爆炸事故 2254 起，停炉停产重大事故 2 0 ,0 00 起，除了造成直接经济损失 4 亿～5 亿元外，间接经济损失 80 亿～100 亿元，因事故而丧生约 1200 人，受伤约 4900 人。而据评估，在目前现役的 130 多万台锅炉和固定式压力容器中，仍有 30 万～40 万台存在着各种缺陷或超期服役现象，极需在无损检测的基础上，对它们进行全面的安全评估，避免或减少重大事故的发生。

总之，无损检测技术发展的历史，清楚地记载了人类对物体各种特性的认识过程。无损检测技术随着科学技术的发展而发展，可以说是先进科学技术的集锦。无损检测技术也促进了工业以致整个经济的发展，因而，无损检测技术水平从某种意义上讲，可以作为衡量一个国家经济发展的程度以及现代科学技术发展水平的标志之一。

参考文献：

[1] 张俊哲. 无损检测技术及其应用 . 北京：科学出版社，1993.

[2] 中国无损检测协会编译 电磁检测 . 北京：机械工业出版社，1985.

[3] 李瑞棠，X 射线探伤检测技术 . 北京：机械工业出版社，1985.

[4] 马铭刚，国外无损检测若干动态，无损检测，1989，(11)：41～25.

（责任编辑 石香玉）

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net