



设备诊断现场实用技术丛书

无损检测诊断现场 实用技术



王仲生 主 编
万小鹏 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



设备诊断现场实用技术丛书

无损检测诊断现场 实用技术

主 编 王仲生 副主编 万小鹏
编委 贺尔铭 李由佳 张加圣 王海涛



机械工业出版社

本书比较全面系统地介绍了无损检测诊断技术的基本原理和方法,突出了无损检测诊断仪器和无损检测诊断标准的介绍。对每种无损检测诊断方法都给出了诸多工程应用实例,便于使用人员参考。

本书主要为从事无损检测诊断工作的现场使用人员和管理干部编写,也可供其他人员参考和作为相关专业教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

无损检测诊断现场实用技术/王仲生主编. —北京:
机械工业出版社, 2002. 8

(设备诊断现场实用技术丛书)

ISBN 7-111-10199-4

Ⅰ. 无… Ⅱ. 王… Ⅲ. 无损检验—基本知识
N. TG115. 28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 014639 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李万宇 周国萍 版式设计: 张世琴 责任校对: 魏俊云

封面设计: 陈 沛 责任印制: 闫 焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm (1400mm B5·13 印张·505 千字

0 001--3 000 册

定价: 36.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

封面防伪标均为盗版

《设备诊断现场实用技术丛书》编委会

主任 黄昭毅

委员 袁宏义 邢开明 杨其明

叶晓明 莽克伦 吴柏青

序

随着现代化生产的高速发展，设备不仅是作为重要的物质基础，而且还在其中起着越来越重要的作用，诸如生产的提高、质量的改善、成本的降低、资源的节约、环境的保护以及效益的增长等，都无一不和它有着密切的关系。然而当这些现代化设备一旦发生了故障，所带来的严重后果也非过去可比，有的还会成为人类历史的悲剧。过去的一个世纪里，曾在世界范围内发生的重大设备事故，是很值得我们予以充分重视的。

在 20 世纪 80 年代初，世界上一些发达国家在总结经验教训的基础上，开发和创立了一种叫作“设备诊断技术”的高新技术，它能在设备运行中或基本不拆卸全部设备的情况下，掌握设备运行状态，判定产生故障的部位和原因，并预测预报未来的技术状态，从而可在早期有效地发现，以及在后期及时地抑制故障，保障生产的可持续发展。1983 年 1 月国家经委采纳了各方建议，及时地在国营工业交通企业设备管理试行条例中作了明确规定，强调采用这项技术，发展以状态监测为基础的预防维修体制。

十八年来，在国家倡导、企业重视以及各级有关管理部门、大专院校、科研单位和群众团体的大力支持、共同努力下，设备诊断技术已经兴旺发达，得到了广泛共识，取得了众多效益，不仅在理论研究、科研试验、产品开发及工程应用上达到了较高水平，而且在保证设备安全、防止突发事件、保障设备精度、提高产品质量、节约维修费用以及防止环境污染上，也都体现出重要的地位与作用。

为了把这项先进技术成果充分肯定，努力推向未来并与世界接轨，国内的设备工程界人士，特别是在现场从事设备诊断的广大技术人员，长期以来盼望能有一套诊断丛书是由我们自己的现场人员，在消化吸收国外经验，并经过充分生产考核认定的基础上写作出来，它们应当有别于当前一些教科书、专著，具备为现场维修服务的明确观点，能够采用通俗易懂的语言和图表，总结介绍丰富的现场经验与工作案例，以求达到更好地适合企业技术人员学习和使用的目的。

在机械工业出版社的大力支持下，经过了充分酝酿和多方论证，进行了必要性与可行性研究，终于在 1999 年秋于北京筹组了一个七人的小型编委会，以负责确定丛书的题目，提出编写内容及特点要求，以落实各分册作者的任务，与此同时还多方面地收集了丛书的编写意见，从而为这一工作的美好进展提供了条件。

编委会成立后，首先明确了书的名称为《设备诊断现场实用技术丛书》，按照诊断技术及对象设备的综合分类，初步定为十个分册，每册 30 万字左右，分期发行；其次明确了读者对象为在现场从事设备诊断技术应用的初、中级技术人员（包括技术员、技师和工程师），大中专院校有关专业的教师和学生以及有关管理

人员；再次明确了编写人员的要求，主要邀请有十年以上现场经验、并具有一定理论基础、善于总结和有写作能力的工程师们参加，但也要吸收那些理论联系实际较好，并有一定现场体会的教授们，以及仪器公司和生产厂家中从事技术开发及咨询服务的工程师们。

为了统一编写，编委会还制定了“通用写作导则”以及“分类编写参考意见”，其中对写作特点强调了要以现场性、实用性和系列性为主，既不同于学报，也有别于教科书。现在丛书的编写进展顺利，作者们都把此书作为自己一生经验的总结，广泛收集资料，认真比较分析，以此作为对伟大的社会主义建设的积极贡献，读者们不难从书中内容有所理解。

此套丛书共分为十个分册，分别为《简易振动诊断现场实用技术》；《精密振动诊断现场实用技术》；《油液监测分析现场实用技术》；《红外诊断现场实用技术》；《无损检测诊断现场实用技术》；《电气设备诊断现场实用技术》；《往复机械诊断现场实用技术》；《大型回转机械诊断现场实用技术》；《滚动轴承诊断现场实用技术》；《齿轮和齿轮箱诊断现场实用技术》。

此套丛书的创式有别过去，尚少经验可供借鉴，更限于作者的时间和水平，不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

《设备诊断现场实用技术丛书》编委会

前 言

《无损检测诊断现场实用技术》是以现场从事无损检测诊断工作的工程技术人员和管理干部为主要对象编写的,同时也可供大中专院校教师与学生参考和作为相关专业的教材。

本书共分12章。第1章概论,主要对无损检测诊断技术的特点、无损检测诊断方法及其选择、无损检测诊断技术的评价内容和方法作了简要介绍。第2章对无损检测人员资格鉴定和认证的有关法规作了介绍。第3~11章分别对超声、声发射、噪声、射线、涡流、激光、工业CT、磁粉和渗透、微波与工业内窥镜等无损检测诊断方法的原理、特点、所用仪器设备、缺陷判定与评价标准等作了比较全面系统地介绍,每种方法都列举了若干工程实例,以便在使用中参考。第12章对正电子湮灭、液晶、中子照相、磁记忆效应等无损检测诊断新技术及无损检测诊断仪器的计算机化作了介绍和展望。书后给出了部分国内外有关无损检测诊断标准题录和无损检测诊断仪器厂家两个附录。

本书的主要特点是理论联系实际,突出实用技术。在对各种无损检测诊断技术的基本原理与方法进行简要介绍的基础上,着重突出了最新仪器仪表、缺陷评定标准和工程应用实例三个方面的内容,同时注意反映当前国内外无损检测诊断技术的最新动态和最新研究成果。书中尽量避免繁杂的数学公式和数学推导,叙述力求深入浅出、图文并茂、通俗易懂,使读者知其理、懂其用,并努力体现科学性、实用性、先进性与可查性。

本书由王仲生教授担任主编、万小朋教授担任副主编,参加编写的人员还有贺尔铭教授、西安航空发动机公司原航空无损检测人员资格鉴定委员会西北分会秘书长李由佳高级工程师、张加圣讲师和王海涛讲师。

本书第1~5章由王仲生编写,第6~8章由万小朋编写,第9章由贺尔铭编写,第10章由李由佳、张加圣编写,第11、12章由王海涛编写。全书由王仲生统稿。

在本书编写过程中,黄昭毅教授给予了热情关心、帮助和指导,并提供了不少宝贵资料;燕山石化曹发美高级工程师对书稿进行了认真审阅,并提出了许多宝贵意见,顺向他们表示衷心感谢。《设备诊断现场实用技术丛书》编委会、机械工业出版社李万字和周国萍编辑为本书的出版都作了许多具体工作,特向各编委、编辑和出版社同志表示衷心谢意。

在本书编写过程中,西安天宝航天工业发展有限公司李建国副经理提供了部

分资料，西北工业大学硕士研究生王军强同学在收集资料、文字录入等方面作了许多具体工作，在此一并致谢。

本书在编写过程中参阅了不少著作和文献资料，特向有关作者和编著者深表谢意。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2001年5月于西安

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 无损检测诊断技术概述	1
1.2 无损检测诊断技术的特点	3
1.3 无损检测诊断方法及其选择	4
1.3.1 无损检测诊断方法简介	4
1.3.2 无损检测诊断方法的选择	7
1.4 无损检测诊断技术的评价	9
1.4.1 无损检测诊断技术的评价对象	9
1.4.2 无损检测诊断技术的评价过程	10
1.4.3 无损检测诊断技术的评价内容和方法	10
参考文献	13
第 2 章 无损检测人员资格鉴定和认证	14
2.1 无损检测人员资格鉴定和认证工作概况	14
2.2 无损检测人员技术资格鉴定通则	14
2.2.1 无损检测人员技术资格等级的划分及职责	14
2.2.2 报考人员的资格	15
2.2.3 考试	16
2.3 无损检测人员资格鉴定与认证	19
2.3.1 资格等级	19
2.3.2 报考及认证条件	20
2.3.3 资格鉴定考试	22
2.3.4 认证	26
参考文献	26
第 3 章 超声检测诊断技术	27
3.1 概述	27
3.2 超声检测诊断方法	28
3.2.1 超声波的基本特征	28
3.2.2 超声波的产生和接收	29
3.2.3 超声检测诊断方法	30
3.2.4 超声检测诊断的图像显示	33

3.2.5 超声检测诊断条件的选择	35
3.3 缺陷的判定与评价	35
3.3.1 缺陷位置的确定方法	35
3.3.2 板材缺陷的判定与评价	36
3.3.3 管材缺陷的判定与评价	38
3.3.4 锻件缺陷的判定与评价	38
3.3.5 焊缝缺陷的判定与评价	39
3.4 超声检测诊断标准	41
3.4.1 焊缝超声检测诊断标准	41
3.4.2 无缝钢管超声波探伤检验方法标准	43
3.4.3 中厚钢板超声波检测诊断标准	48
3.4.4 航空器超声检测诊断标准	50
3.5 超声检测诊断仪器	52
3.5.1 反射式超声检测诊断仪	53
3.5.2 数字化超声检测诊断仪	54
3.5.3 超声泄漏检测仪	60
3.6 超声检测诊断工艺规程的编制	61
3.6.1 检验规程	61
3.6.2 无损检测诊断工艺卡	63
3.7 工程应用实例	67
3.7.1 汽车半轴缺陷超声水浸检测诊断	67
3.7.2 港口集装箱龙门桥吊缺陷超声检测诊断	70
3.7.3 吊车梁 T 形角焊缝缺陷超声检测诊断	71
3.7.4 铁路内燃机车轮箍缺陷超声检测诊断	73
3.7.5 锅炉小管裂纹超声检测诊断	74
3.7.6 容器壁厚超声检测诊断	75
3.7.7 球罐焊缝缺陷超声 P 扫描成像检测诊断	78
参考文献	81
第 4 章 声发射检测诊断技术	83
4.1 概述	83
4.1.1 声发射检测诊断特点	83
4.1.2 声发射技术应用范围	84
4.1.3 优点和局限性	85
4.2 声发射检测诊断原理	86
4.3 声发射检测诊断方法	86
4.3.1 声发射信号的基本特征	86
4.3.2 声发射信号的表征参数	88
4.3.3 声发射信号的检测与处理	88

4.4 声发射检测诊断仪器	91
4.4.1 声发射传感器	93
4.4.2 中间测量仪表	94
4.4.3 数字式声发射仪	95
4.4.4 MHC-SOLO 声发射仪	97
4.5 缺陷判定与评价	98
4.5.1 声发射源位置的确定	98
4.5.2 缺陷评价	99
4.6 工程应用实例	104
4.6.1 压力管道泄漏声发射检测诊断	104
4.6.2 飞机机翼疲劳破坏声发射检测诊断	106
4.6.3 疲劳裂纹的模态声发射检测诊断	111
4.6.4 钢丝绳疲劳损伤声发射检测诊断	115
4.6.5 不锈钢压力容器声发射检测诊断	119
参考文献	122
第5章 噪声检测诊断技术	123
5.1 噪声及其度量	123
5.2 噪声测量与评价	124
5.2.1 噪声测量方法	124
5.2.2 噪声评价指标	126
5.2.3 噪声评价方法	127
5.3 噪声允许标准	128
5.3.1 环境噪声允许标准	128
5.3.2 机械设备和产品噪声允许标准	128
5.4 噪声测量仪器	129
5.4.1 声级计	129
5.4.2 频率分析仪	129
5.4.3 噪声级分析仪	131
5.5 工程应用实例	132
5.5.1 机床故障噪声检测诊断	132
5.5.2 主轴箱故障噪声检测诊断	133
5.5.3 发动机故障噪声检测诊断	135
5.5.4 机车变速箱故障噪声检测诊断	135
5.5.5 BJ212 型变速箱故障噪声检测诊断	138
5.5.6 发电机定子绕组故障噪声检测诊断	142
5.5.7 风机故障噪声检测诊断	144
5.5.8 家用电器电动机噪声检测诊断	149
5.5.9 电动机噪声监测与控制	152

参考文献	153
第 6 章 射线检测诊断技术	154
6.1 概述	154
6.2 射线源及其特性	154
6.2.1 射线的本质	155
6.2.2 射线的种类	155
6.2.3 X 射线的产生及其性质	156
6.2.4 γ 射线的产生及其性质	160
6.2.5 射线的衰减特性	161
6.3 射线检测诊断原理和方法	165
6.3.1 射线检测诊断的基本原理	165
6.3.2 X 射线检测诊断方法	165
6.3.3 γ 射线检测诊断方法	172
6.3.4 高能 X 射线检测诊断方法	175
6.3.5 背散射射线检测诊断方法	177
6.4 射线防护	178
6.5 射线检测诊断新技术及仪器	179
6.5.1 射线实时检测技术及仪器	179
6.5.2 数字式 X 射线检测技术及仪器	182
6.6 射线检测诊断标准	182
6.6.1 射线照相检测诊断标准	182
6.6.2 压水堆燃料棒焊缝 X 射线照相检测诊断标准	186
6.6.3 铝合金铸件 X 射线照相检测诊断标准	187
6.6.4 航空轮胎 X 射线检测诊断标准	188
6.6.5 线型像质计	190
6.6.6 铸钢件射线照相检测诊断标准	191
6.7 射线检测诊断工艺规程的编制	192
6.7.1 工艺规程	193
6.7.2 工艺卡	194
6.8 工程应用实例	195
6.8.1 水电站大型引水压力钢管纵环焊缝的射线检测诊断	195
6.8.2 液化石油气钢瓶焊缝的 X 射线实时成像检测诊断	197
参考文献	199
第 7 章 涡流检测诊断技术	200
7.1 概述	200
7.2 涡流检测诊断原理	201
7.2.1 基本原理	201
7.2.2 线圈的阻抗和阻抗归一化	203

7.2.3	有效磁导率和特征频率	205
7.2.4	涡流检测相似定律	207
7.2.5	导电圆柱体穿过线圈的阻抗分析	207
7.3	涡流检测诊断方法	209
7.3.1	检测线圈的分类与使用方法	209
7.3.2	涡流检测的频率选择	211
7.3.3	涡流检测信号分析	213
7.3.4	涡流检测的对比试样	213
7.4	涡流检测诊断仪器及其标准	215
7.4.1	涡流检测诊断仪的组成及显示装置	215
7.4.2	涡流检测仪一般操作步骤	217
7.4.3	涡流检测诊断的典型仪器	217
7.4.4	涡流检测诊断标准	219
7.5	工程应用实例	221
7.5.1	凝汽器铜管的多频涡流检测诊断	221
7.5.2	国产 600MW 机组凝汽器铜管的涡流检测诊断	223
7.5.3	B30 白铜管的多频涡流检测诊断	224
7.5.4	汽轮机叶片的涡流检测诊断	224
	参考文献	226
第 8 章	激光全息检测诊断技术	227
8.1	概述	227
8.2	激光全息检测原理	228
8.2.1	全息照相的特点及原理	228
8.2.2	全息干涉检测原理	233
8.3	激光全息检测诊断方法	234
8.3.1	检验方法	234
8.3.2	加载方法	236
8.3.3	诊断技术	239
8.4	工程应用实例	242
8.4.1	旋翼后段件蜂窝夹层结构的激光全息检测诊断	242
8.4.2	飞机蜂窝结构的现场激光全息检测诊断	244
8.4.3	宇航器碳纤维天线激光全息检测诊断	245
8.4.4	轮胎的激光全息检测诊断	247
8.4.5	压力容器的激光全息检测诊断	249
	参考文献	252
第 9 章	工业 CT 检测诊断技术	253
9.1	工业 CT 技术发展概述	253
9.1.1	工业 CT 与医用 CT 的比较	253

9.1.2	工业 CT 成像方法	254
9.1.3	工业 CT 系统的硬件	255
9.1.4	工业 CT 软件技术	257
9.1.5	工业 CT 应用展望	258
9.2	工业 CT 检测基本原理与性能	259
9.2.1	工业 CT 检测原理	259
9.2.2	工业 CT 检测性能指标	265
9.3	工业 CT 检测系统的结构及配置	267
9.3.1	工业 CT 系统的组成结构	267
9.3.2	工业 CT 系统配置	268
9.3.3	ACTIS300 工业 CT 系统的配置	272
9.4	工业 CT 的图像质量	273
9.4.1	工业 CT 图像的一般特点	273
9.4.2	工业 CT 图像质量性能指标及影响因素	274
9.4.3	伪像	276
9.4.4	工业 CT 图像质量的测试方法	277
9.5	工业 CT 在无损检测诊断中的应用	279
9.5.1	概述	279
9.5.2	工业 CT 在无损检测诊断中的应用特点	280
9.5.3	工业 CT 无损检测诊断应用实例	281
9.5.4	结束语	286
参考文献		286
第 10 章 表层缺陷检测诊断技术		287
10.1	磁粉检测诊断技术概述	287
10.2	磁粉检测诊断基础知识	288
10.2.1	磁场	288
10.2.2	磁场强度和单位	288
10.2.3	电流的磁场	289
10.2.4	磁介质的磁化	290
10.3	磁粉检测诊断方法	291
10.3.1	磁化方法	291
10.3.2	磁化电流	293
10.3.3	磁粉检测设备	293
10.3.4	磁粉及磁悬液	293
10.3.5	试块及试片	294
10.3.6	退磁	294
10.3.7	磁粉检测诊断工艺	294
10.3.8	质量控制及管理	296

10.4	磁粉检测诊断标准	298
10.4.1	美国 API SPEC 5CT 套管和油管规范	298
10.4.2	铸钢件磁粉探伤及质量评级方法	298
10.4.3	压力容器磁粉检测诊断标准	300
10.4.4	汽轮机铸钢件的磁粉探伤及质量分级标准	300
10.4.5	压气机传动轴质量验收标准	301
10.4.6	柴油机油泵油嘴三对偶件磁粉探伤技术条件	301
10.4.7	内燃机连杆螺栓磁粉探伤技术条件	301
10.5	磁粉检测诊断应用实例	301
10.5.1	锻件管材等工件磁粉检测诊断	302
10.5.2	铸件磁粉检测诊断	304
10.5.3	焊接件磁粉检测诊断	306
10.5.4	维修件磁粉检测诊断	308
10.6	渗透检测诊断的特点	310
10.7	渗透检测诊断的基本原理	311
10.8	渗透检测诊断的基本方法	312
10.8.1	着色检测法	313
10.8.2	荧光检测法	314
10.8.3	渗透检测法的质量控制和管理	315
10.8.4	其他渗透检测法	318
10.9	渗透检测诊断标准	319
10.9.1	铸钢件渗透探伤及缺陷显示迹痕的评定方法	319
10.9.2	压力容器渗透检测诊断标准	319
10.9.3	民用船舶铜合金螺旋桨着色探伤方法和评定	320
10.10	渗透检测诊断应用实例	321
	参考文献	324
第 11 章	微波与工业内窥镜检测诊断技术	325
11.1	微波检测诊断特点	325
11.2	微波检测诊断原理和方法	326
11.2.1	微波的性质	326
11.2.2	微波检测诊断原理	327
11.2.3	微波检测诊断方法	329
11.3	微波检测诊断仪器	331
11.3.1	微波测试装置	331
11.3.2	微波探头	333
11.3.3	微波信号源	335
11.4	微波检测诊断技术的应用	337
11.4.1	微波测厚度	337

11.4.2 微波测湿	339
11.4.3 微波探伤	341
11.5 微波检测诊断应用实例	342
11.5.1 蜂窝夹层结构微波检测诊断	342
11.5.2 火箭壳体裂纹微波检测诊断	342
11.5.3 玻璃钢抽油杆微波检测诊断	343
11.6 工业内窥镜检测诊断特点	345
11.7 工业内窥镜检测诊断原理	347
11.7.1 直杆内窥镜	347
11.7.2 光纤内窥镜	348
11.7.3 电子视频镜	350
11.8 工业内窥镜检测诊断应用实例	351
11.8.1 民航发动机叶片检查	351
11.8.2 光纤裂纹检测仪	352
参考文献	353
第 12 章 其他无损检测诊断新技术	355
12.1 正电子湮灭检测诊断技术	355
12.1.1 概述	355
12.1.2 正电子湮灭检测诊断原理和方法	355
12.1.3 正电子湮灭在检测诊断中的应用	356
12.2 液晶检测诊断技术	357
12.2.1 液晶的特性	358
12.2.2 液晶检测诊断原理和方法	360
12.2.3 液晶检测诊断应用实例	365
12.3 中子照相检测诊断技术	367
12.3.1 中子照相检测诊断原理	368
12.3.2 中子照相装置	370
12.3.3 中子照相技术的应用	376
12.4 磁记忆效应检测诊断技术	379
12.4.1 金属磁记忆原理	380
12.4.2 金属磁记忆检测诊断仪器	380
12.4.3 金属磁记忆检测诊断应用实例	381
12.5 磁性金属基体上非磁性涂层厚度检测诊断技术	382
12.6 无损检测诊断仪器的计算机化	384
参考文献	388
附录 A 无损检测诊断部分国内外标准	389
附录 B 国内外部分无损检测诊断仪器厂家	392

第 1 章 绪 论

1.1 无损检测诊断技术概述

无损检测诊断技术是一门新兴的综合性应用学科。它是在不损伤被检测对象的条件下,利用材料内部结构异常或缺陷存在所引起的对热、声、光、电、磁等反应的变化,来探测各种工程材料、零部件、结构件等内部和表面缺陷,并对缺陷的类型、性质、数量、形状、位置、尺寸、分布及其变化作出判断和评价。

无损检测诊断的目的在于定量掌握缺陷与强度的关系,评价构件的允许负荷、寿命或剩余寿命;检测设备(构件)在制造和使用过程中产生的结构不完整性及缺陷情况,以便改进制造工艺,提高产品质量,及时发现故障,保证设备安全、高效可靠地运行。

无损检测一般有三种含义,即无损检测 NDT (Nondestructive Testing)、无损检查 NDI (Nondestructive Inspection) 和无损评价 NDE (Nondestructive Evaluation)。目前,所说的无损检测大多指 NDT。但是,近年已逐步从 NDT 和 NDI 向 NDE 过渡,也即用无损评价来代替无损检测和无损检查。一方面是 NDE 包含了 NDI 和 NDT;另一方面 NDE 还具有更广泛的内容,它要求无损检测工作者有更宽广的知识面、更扎实的基础和更强的综合分析能力。一般地说,NDT 仅仅是检测出缺陷;NDI 则以 NDT 检测结果为判定基础,对检测对象的使用可能性进行判定,含有检查的意思;而 NDE 则是指掌握对象的负载条件、环境条件(如断裂力学中预测材料的安全性及寿命等)下,对构件的完整性、可靠性及使用性能等进行综合评价。

无损检测诊断 NDTD (Nondestructive Testing Diagnostic) 不但要检测设备(构件)有无缺陷,而且要判断缺陷的性质、部位、分布及危害程度,还要对其寿命、使用性能、缺陷的发展趋势等进行预测、监控和评价,它为保证材料构件和设备的高质量、高性能和高可靠性提供了一种重要监视手段。近年来,无损检测诊断技术得到工业界的普遍重视,特别是在航空航天、石油化工、核发电站、铁道、舰艇、建筑、冶金等领域得到广泛应用,并取得了显著的经济效益和社会效益。

随着微电子学和计算机等现代科学技术的飞速发展,无损检测诊断技术也得到了迅速发展。它涉及的领域不仅局限于无损检测和试验,还涉及到材料的物理