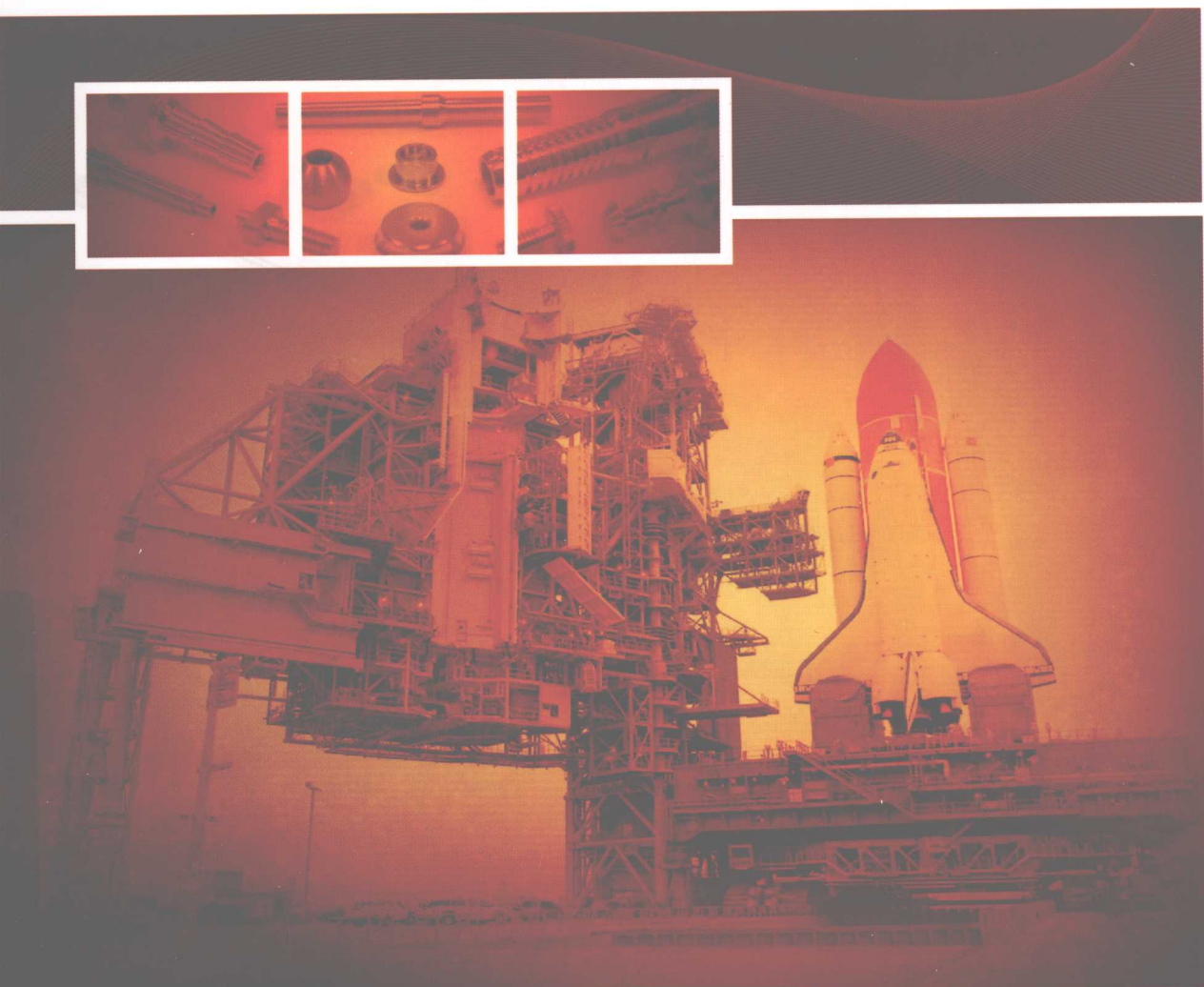
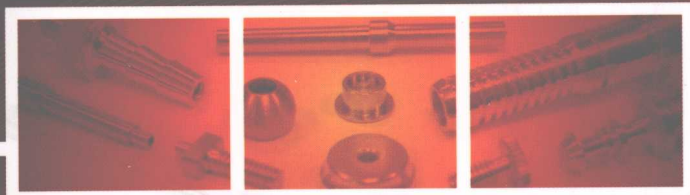


Modern Non-destructive Testing & Evaluation

李国华 吴淼 编著

现代无损检测与评价



化学工业出版社

Modern Non-destructive Testing & Evaluation

李国华 吴淼 编著

现代无损检测与评价



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

现代无损检测与评价/李国华, 吴森编著. —北京: 化学工业出版社, 2008.10
ISBN 978-7-122-03681-0

I. 现… II. ①李…②吴… III. 无损检验 IV. TG115.28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 136083 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 郑 捷

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 20 字数 488 千字 2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

前言

无损检测与评价的技术体系庞大,全世界业已报道的无损检测与评价方法不下 70 种,其发展日新月异,新理论、新技术和新设备在源源不断地涌现。因此,要想用一本篇幅并不大的书籍反映无损检测与评价的全貌实非易事。本书的内容体系,是笔者在多年从事无损检测与评价的教学与科研的基础上,参考了国内外大量同类和相关著作后确定的。

撰写本书的构想大约萌生于 2002 年,但因笔者杂事较多而迟迟没有动笔,也正因为这几年的拖延,使本书有机会补充这段时间内的国内外最新进展。但有关无损检测与评价的最新文献可谓浩如烟海,虽想竭尽全力将其收集齐全,终因心有余而力不足未能如愿。因此,最新、最好的文献还有待读者自己去查阅、去选择,希望本书所列的信息资源能为读者查阅最新资讯提供一点方便。

全书共分十章,第一章是绪论部分,简要介绍无损检测与评价的含义、特点、现状与发展;第二章集中讨论材料与构件中的各种常见缺陷;第三章~第十章,分别讨论超声、射线、磁粉、渗透、涡流、声发射、红外与激光全息八种无损检测与评价方法,包括它们的物理基础、基本原理、设备、技术与工艺、特点与典型应用等内容。希望通过学习本书,读者能对无损检测与评价的学科体系、现状与发展等方面有一个比较全面而基本的了解,对超声、射线等无损检测与评价方法有比较深入的认识,为进行无损检测与评价的实践打下比较坚实的基础。应该说明,无损检测与评价既有较强的理论性,更有很强的实践性,现有的各类无损检测标准与规范是从事无损检测与评价实践的指南,但更多、更有效的检测技巧还需要大家在实践中学习、总结和提高。

本书得到了中国矿业大学(北京)2006 年教材建设的重点立项资助,为此,本书编者感谢中国矿业大学(北京)机电与信息工程学院副院长钱旭教授,材料科学与工程系主任陈华辉教授和副主任马向东教授,学校教务处常维亚处长、丁钢副处长和戚鹏老师,校教材建设委员会以及副校长范迅教授等有关领导和专家的大力支持。

在资料收集过程中,笔者得到了本校图书馆的陈征和管向东老师、清华大学图书馆的王红和王蓉老师、新加坡国立大学的宋志刚博士和陈余峰博士、英国剑桥大学工程系的徐彦猛博士和材料科学与冶金系的王棒柱博士、北京交通大学曾凡仔博士等许多人的无私帮助,任玉锁博士为笔者提供了珍贵的射线探伤实例照片,材料科学与工程专业 2001 级本科生吕晓畅同学为查对有关无损检测与评价的最新标准付出了辛勤劳动,研究生于小川、宁华荣、马保全、温庆丰、聂锋、邓凡宇、黄永玲、曹党超、闫敏、刘国正在有关材料的特性数据的查找、收集、整理、翻译、校对和录入排版等方面给予了帮助,编者在此一并致谢。

书中不妥之处,敬请各位读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 无损检测与评价概述	1
一、无损检测与评价的含义	1
二、无损检测与评价的特点	1
三、开展无损检测与评价研究与实践的意义	1
四、无损检测与评价的发展历程	2
五、无损检测与评价的学术组织和主要出版物	3
六、无损检测与评价在各国的发展	4
第二节 无损检测与评价的主要技术体系及各自特点	4
一、超声检测	4
二、射线检测	5
三、磁粉检测	5
四、渗透检测	6
五、涡流检测	6
六、声发射检测	6
七、红外检测	7
八、激光全息检测	7
第三节 无损检测与评价的发展趋势	7
复习思考题	9
参考文献	9
第二章 常见缺陷的分类描述	11
第一节 金属材料与构件中的常见缺陷现象	11
一、铸件中的常见缺陷现象	11
二、锻件中的常见缺陷现象	13
三、焊缝中的常见缺陷现象	15
四、金属型材中的常见缺陷现象	15
五、热处理中的常见缺陷现象	16
六、使用与维修过程中的常见缺陷现象	17
第二节 无机非金属材料与构件中的常见缺陷现象	18

一、钢筋混凝土结构中的常见缺陷现象	18
二、陶瓷材料中的常见缺陷现象	20
第三节 橡胶与塑料制品中的常见缺陷现象	22
一、橡胶制品中的常见缺陷现象	22
二、塑料制品中的常见缺陷现象	23
第四节 复合材料中的常见缺陷现象	23
一、树脂基纤维增强叠层结构复合材料中的常见缺陷现象	23
二、金属蜂窝胶接结构中的常见缺陷现象	24
参考文献	25

第三章 超声检测 27

第一节 超声检测的基本原理	27
一、机械振动与机械波	27
二、超声波基础	28
三、超声波的传播特性	34
第二节 超声检测设备	45
一、超声波检测仪	45
二、超声波探头	47
三、试块	50
四、耦合剂	52
第三节 超声检测技术	53
一、超声波检测方法的分类	53
二、探测条件的选择	54
三、超声检测的缺陷定位、定量与定性	56
第四节 超声检测的应用	60
一、金属板材的超声波检测	60
二、锻件的超声波检测	61
三、金属焊缝的超声波检测	62
四、非金属材料的超声波检测	63
五、小型压力容器壳体的超声波检测	63
六、超声波检测的其他应用	64
第五节 超声检测的新近进展	65
一、激光超声	65
二、电磁超声	68
三、相控阵超声	69
复习思考题	71
参考文献	71

第四章 射线检测 74

第一节 概述	74
--------------	----

一、射线及其种类	74
二、射线的发现	75
三、射线检测的基本原理、特点及应用	75
第二节 射线检测的物理基础	76
一、射线的产生	76
二、射线的特性	78
三、射线与物质的相互作用和衰减	78
第三节 射线检测方法	81
一、照相法	81
二、电离检测法	82
三、荧光屏直接观察法	82
四、电视观察法	83
第四节 射线照相检测设备	83
一、射线探伤机	83
二、透度计	86
三、增感屏	90
四、胶片	91
五、暗室设备	94
第五节 射线透照工艺	94
一、典型工件的透照方法	94
二、曝光参数的选择	98
第六节 评片技术	101
一、概述	101
二、射线照相底片的质量指标及要求	102
三、常见缺陷的影像特征	102
四、伪缺陷的出现与处理	105
五、缺陷位置和大小的确定	106
第七节 中子射线检测简介	107
一、中子射线的发现	107
二、中子的基本性质	107
三、中子的主要类型	108
四、中子与物质的相互作用	108
五、中子射线的产生及中子源	109
六、中子射线通过物质时的衰减	109
七、中子射线照相检测原理及特点	110
八、中子射线照相检测的应用	111
第八节 射线的防护	111
一、射线对人体的危害	112
二、射线防护的有关法令	112
三、辐射量及其单位	112

四、射线防护原则	114
五、射线防护方法	115
六、中子射线防护	116
第九节 射线检测的新近进展	116
一、工业射线 CT 的发展历程	117
二、工业射线 CT 技术的工作原理	117
三、工业射线 CT 的系统组成	118
四、工业射线 CT 的主要技术指标	119
五、工业射线 CT 技术的特点	119
六、工业射线 CT 技术的应用	120
参考文献	120
第五章 磁粉检测	122
第一节 概述	122
一、磁粉检测发展简史	122
二、磁粉检测的特点及应用	123
第二节 磁粉检测的基本原理	123
一、磁场及其特征参量	123
二、介质的磁特性及其影响因素	126
三、典型电流的磁场强度	128
四、漏磁场及其影响因素	130
第三节 磁粉检测设备与器材	131
一、磁粉探伤机	131
二、磁粉和磁悬液	133
三、人工缺陷试块	133
第四节 磁粉检测技术与工艺	137
一、磁化方法	137
二、磁化电流	141
三、磁化规范	142
四、检测方法	143
第五节 磁粉检测的基本步骤	144
一、预处理	144
二、磁化	144
三、施加磁粉或磁悬液	145
四、磁痕的观察、分析与记录	145
五、后处理	147
第六节 磁粉检测的应用	148
一、轴、杆类工件的检测	148
二、管类工件的检测	148
三、盘类工件的检测	149

四、环形工件的检测	149
五、焊接件的检测	149
六、弹簧的检测	150
七、钢制压力容器的检测	150
八、内燃机活塞销的磁粉探伤	151
九、起重机吊钩的磁粉检测	151
第七节 磁粉检测的新近进展	152
复习思考题	152
参考文献	153

第六章 渗透检测 155

第一节 概述	155
一、渗透检测的发展简史	155
二、渗透检测的特点	155
三、渗透检测的应用	156
第二节 渗透检测的理论基础	156
一、表面张力	156
二、润湿现象	157
三、毛细现象	158
四、表面活性和表面活性剂	159
五、乳化作用和乳化剂	159
六、光学基础知识	160
第三节 渗透检测材料与设备	161
一、渗透检测材料	161
二、渗透检测设备	166
第四节 渗透检测技术	169
一、渗透检测方法的分类	169
二、渗透检测的基本步骤	170
三、常见缺陷的显像特征	172
四、虚假显像	173
五、影响渗透检测灵敏度的因素	173
第五节 渗透检测的应用及新近进展	174
一、渗透检测的应用	174
二、渗透检测的新近发展	174
复习思考题	175
参考文献	175

第七章 涡流检测 176

第一节 涡流检测概述	176
一、涡流检测的发展简史	176

二、涡流检测的特点	176
三、涡流检测的应用	177
第二节 涡流检测的基本原理	177
一、涡流及其趋肤效应	177
二、检测线圈的阻抗分析	179
三、有效磁导率	180
四、特征频率	181
五、涡流检测的相似律	182
六、填充系数	182
七、影响线圈阻抗的因素	183
第三节 涡流检测设备	185
一、传感器	185
二、涡流检测仪器主机	186
三、参考试样	187
四、其他辅助设施	188
第四节 涡流检测技术	189
一、检测线圈的使用方式	189
二、涡流检测的一般程序	190
三、抗干扰措施	191
第五节 涡流检测的应用	192
一、涡流探伤	192
二、材质检验	193
三、涡流测厚	194
第六节 涡流检测的新近进展	195
一、远场涡流检测概述	195
二、远场涡流技术的检测原理	196
三、远场涡流和常规涡流技术的简要对比	196
四、远场涡流应用中的主要问题	197
复习思考题	197
参考文献	197

第八章 声发射检测..... 200

第一节 声发射检测的理论基础	200
一、声发射的产生	200
二、声发射的传播	201
三、声发射检测的基本原理	202
四、声发射检测的特点	202
第二节 声发射检测的技术基础	204
一、声发射信号的表征	204
二、声发射源定位	206

三、提高信噪比的措施	208
第三节 声发射检测设备	209
第四节 声发射检测的应用	213
一、在材料研究中的应用	213
二、焊接过程监测和焊缝质量的检测与评定	216
三、切削加工过程的在线监测	219
四、在泄漏检测中的应用	220
五、压力容器的结构完整性监测与评价	221
六、其他应用	223
第五节 声发射检测的新近进展	224
一、模态声发射的基本理论	224
二、模态声发射的技术特点	226
三、模态声发射技术的典型应用	226
复习思考题	227
参考文献	227
第九章 红外无损检测	231
第一节 红外无损检测概述	231
第二节 红外检测的物理基础	232
一、红外辐射的基本概念	232
二、红外辐射的基本定律	234
三、红外辐射的传输与衰减	237
第三节 红外检测设备	237
一、红外探测器	237
二、红外检测仪器	240
第四节 红外无损检测技术	243
一、检测方式	243
二、激励源和激励方式	244
三、红外辐射能的获取	244
四、缺陷的定性、定位与定量	244
第五节 红外无损检测的应用	244
一、红外无损检测在电力工业的应用	245
二、红外无损检测在石油化工中的应用	245
三、材料和构件的红外无损检测与评价	245
四、红外无损检测在机械领域的应用	245
五、构(建)物的红外无损检测与评价	246
六、红外无损检测在自动测试方面的应用	246
七、红外热像技术在灾害防治方面的应用	246
八、医学红外热像诊断	247
九、红外泄漏检测	247

十、红外无损检测的其他应用	247
复习思考题	248
参考文献	248
第十章 激光全息检测	252
第一节 概述	252
一、全息术及其特点	252
二、全息术的发展历程	253
三、激光全息无损检测及其特点	254
四、激光全息无损检测的典型应用	255
第二节 激光全息检测的基本原理	255
第三节 激光全息检测设备	258
一、激光光源	258
二、工作台	260
三、记录介质	261
四、漫射照明设备	264
第四节 激光全息检测技术	264
一、激光全息照相操作过程	264
二、物体表面微差位移的观察方法	265
三、激光全息检测的加载方法	267
第五节 激光全息检测的应用	268
复习思考题	272
参考文献	273
附录 1 国内部分无损检测标准目录	275
一、超声检测	275
二、射线检测	277
三、磁粉检测	279
四、渗透检测	280
五、涡流检测	280
六、声发射检测	281
七、红外检测	281
八、激光全息检验	281
九、其他	281
参考文献	282
附录 2 部分材料的声学特性	283
附录 3 常用钢种的磁特性参数表	284
参考文献	288

附录 4 部分材料的光谱发射率数据	289
参考文献	292
附录 5 部分材料的热物性和电阻率数据	293
附表 1 常用钢铁材料的热物性和电阻率数据	293
附表 2 常用铝及铝合金的热物性和电阻率数据	297
附表 3 常用镁合金的热物性和电阻率数据	299
附表 4 常用钛合金的热物性和电阻率数据	299
附表 5 其他常用金属材料的热物性和电阻率数据	300
附表 6 部分非金属材料的热物性数据	301
参考文献	301
附录 6 无损检测的信息资源	303
一、国内外部分无损检测专业期刊	303
二、国内外部分无损检测专业网址	303

第一章

绪论

第一节 无损检测与评价概述

一、无损检测与评价的含义

所谓无损检测与评价 (NDT & E: Non-destructive Testing and Evaluation), 就是利用物质的声、光、磁和电等特性, 在不损害或不影响被检对象使用性能的前提下, 检测被检对象中是否存在缺陷或不均匀性, 给出缺陷的大小、位置、性质和数量等信息, 进而判定被检对象所处技术状态 (如合格与否、剩余寿命等) 的所有技术手段的总称。

二、无损检测与评价的特点

与破坏性检测相比, 无损检测与评价具有以下显著特点。

(1) 非破坏性 检测不会损害被检对象的使用性能, 因此, 无损检测又称非破坏性检测。

(2) 全面性 由于检测是非破坏性的, 因此必要时可对被检对象进行 100% 的全面检测, 这是破坏性检测所办不到的。

(3) 全程性 破坏性检测一般只适用于对原材料进行检测, 如机械工程中普遍采用的拉伸、压缩、弯曲、疲劳等破坏性检验都是针对制造用原材料进行的, 对于产成品和在用品, 除非不准备让其继续服役, 否则是不能进行破坏性检测的。而无损检测因不损坏被检对象的使用性能, 所以, 不仅可对制造用原材料、各中间工艺环节、直至最终的产成品进行全程检测, 也可对服役中的设备进行检测, 如桥梁、房屋建筑、各类输送管道、机械零部件及成套设备、汽车、机车、飞机、轮船、核反应堆、宇航设备及电力设备等, 都可进行无损检测。

(4) 可靠性问题 目前还没有一种对所有材料或缺陷都可靠的无损检测方法, 无损检测结论的正确与否还有待其他手段 (如解体检测) 的检验, 其可靠性还有待提高。

三、开展无损检测与评价研究与实践的意义

无损检测与评价技术是工业发展必不可少的有效工具, 在一定程度上反映了一个国家的工业发展水平, 其重要性已得到公认。

美国为保持它在世界上科技方面的领先地位, 在 1979 年的一次政府工作报告中提出要成立六大技术中心, 其中之一就是无损检测技术中心。1981 年, 美国前总统里根在给美国无损检测学会成立 40 周年大会的贺信中说: “你们能够给飞机和空间飞行器、发电厂、船舶、汽车和建筑物等带来更大程度的可靠性, 没有无损检测, 我们就不能享有目前在这些领域和其他领域的领先地位”。

在我国,无损检测与评价也得到了国家有关部门的高度重视,不仅成立了专门的学术组织,还设立了专门从事无损检测与评价的研究机构。在“973”、“863”和国家自然科学基金等高水平的科研计划中,都列有无损检测与评价的专门课题。

开展无损检测与评价的研究与实践的意义是多方面的,主要表现在以下几个方面。

(1) 改进生产工艺 采用无损检测方法对制造用原材料直至最终的产成品进行全程检测,可以发现某些工艺环节的不足之处,为改进工艺提供指导,从而也在一定程度上保证了最终产品的质量。

例如,汽缸体在使用过程中开裂,一般认为是铸造应力造成的,应进行热处理消除。但通过残余应力测定表明,缸体表面存在的是压应力,对缸体使用有好处,说明缸体开裂不是应力所致,用热处理来消除此应力,反而增加开裂危险,所以应从改进缸体设计、增加铸件危险断面的厚度等方面来解决。

(2) 提高产品质量 无损检测可对制造产品的原材料、各中间工艺环节直至最终的产成品实行全过程检测,为保证最终产品的质量奠定了基础。

以汽车连杆为例,第一、第二汽车制造厂在未采用无损检测前,连杆断裂事故经常发生,采用无损检测后,连杆断裂事故比以前下降了90%以上。第二汽车制造厂的球墨铸铁曲轴采用100%无损检测后,近百万件曲轴未发现因球化不合格而发生断裂事故。日本小汽车中30%的零件采用无损检测后,质量迅速超过美国。德国奔驰汽车公司对汽车的几千个零件全部进行无损检测后,运行公里数增加了一倍,大大提高了在国际市场上的竞争能力。

(3) 降低生产成本 在产品的设计制造阶段,通过无损检测,将存有缺陷的工件及时清理出去,可免除后续无效的加工环节,减小原材料和能源的消耗,节约工时,降低生产成本。

(4) 保障设备的安全运行 由于破坏性检测只能是抽样检测,不可能进行100%的全面检测,所得的检测结论只反映同类被检对象的平均质量水平。

由于生产工艺的分散性,即使经破坏性检验为100%的合格品,也不能完全排除其中有不合格品存在。退一步讲,即使所有刚投入运行的设备100%都是完好的,但由于磨损、疲劳和腐蚀等不可避免的因素的作用,设备在使用过程中,也可能发生各种各样的缺陷,如磨损、疲劳损伤、腐蚀、裂纹、断裂等,危及设备的安全运行。如何保障在用设备的安全运行,是摆在我们面前的一个重要课题,对危及人们的生命财产安全的设备(如飞机、火车、轮船、核反应堆等)来说尤其如此。

显然,在这方面破坏性检测是无能为力的。目前,无损检测技术在保障设备的安全完好运行方面,起着举足轻重的作用。

此外,无损检测与评价技术在农作物优种和病虫害防治、自然灾害监测与预防、文物保护、资源勘探、军事侦察、科学研究、新材料研究、新工艺开发、新产品研制等诸多方面都大有其用武之地,“现代工业是建立在无损检测技术基础之上的”并非言过其实。

四、无损检测与评价的发展历程

无损检测与评价起源于何时目前难以考证,历史上著名的阿基米德(Archimedes,约公元前287~212年)利用液体浮力原理评判“真假金皇冠案”大概可算作无损检测的一个实例。无损检测由最初的个别实践逐渐发展成为一门学科,大致经历了无损探伤(NDI: Non-destructive Inspection)、无损检测(NDT: Non-destructive Testing)、无损评价

(NDE: Non-destructive Evaluation) 几个发展阶段, 各阶段之间没有绝对明确的时间界限, 它们之间既有继承与发展, 又有各自不同的研究重点。

(1) 无损探伤 在无损检测发展的初期阶段 (20 世纪 50 年代), 主要是利用超声、射线等技术手段来推断被检对象中是否存在缺陷 (或异常), 缺陷的检出是当时最为关心的问题。在无损探伤发展阶段, 研究的重点是如何检出被检对象中的缺陷, 其基本任务是将被检对象区分为有缺陷和无缺陷两大类。

(2) 无损检测 随着生产和科技的发展, 人们不再满足于仅仅探测出被检件中是否存在缺陷, 而是对无损检测提出了更高的要求。在这个发展阶段中, 不仅要回答被检件中是否存在缺陷, 还希望进一步提供有关缺陷的性质 (类型)、位置等方面的信息, 这个阶段称为无损检测阶段。对工业发达国家来说, 无损检测发展阶段大致始于 20 世纪 70 年代末 80 年代初。

(3) 无损评价 目前, 无损检测已进入无损评价发展阶段, 在这个阶段中, 不仅要对缺陷的有无、性质、位置等进行检测, 还要进一步评价缺陷的大小及其对被检件性能指标 (如强度、寿命) 的影响。

为及时反映无损检测的这种变化趋势, 20 世纪 70 年代末 80 年代初, 美国无损检测学会把其会刊刊名由 “Materials Testing” 改为 “Materials Evaluation”, 无损检测领域的国际期刊 “NDT International” 改名为 “NDT & E International”。

对压力容器、输送管道等在役设备来说, 无损评价比无损探伤或无损检测要重要得多, 当然, 相应的技术难度也大得多。

五、无损检测与评价的学术组织和主要出版物

在世界各国广大无损检测工作者的共同努力下, 无损检测与评价技术受到越来越广泛的关注, 从业队伍不断壮大, 各种学术组织相继建立, 积极开展学术活动, 并有正式的专门出版物, 为推动无损检测与评价技术的发展做出了重要贡献。

在我国, 1978 年 11 月成立了全国性的无损检测学术组织——中国机械工程学会无损检测分会。此外, 冶金、电力、石油化工、船舶、宇航等行业还成立了各自的无损检测学会或协会; 部分省、自治区、直辖市和地级市成立了省 (市) 级、地市级无损检测学会或协会; 东北、华东、西南等区域还各自成立了区域性的无损检测学会或协会。

世界各主要工业先进国家也有类似的组织, 如美国无损检测学会 (ASNT: The American Society for Nondestructive Testing, 成立于 1941 年)、英国无损检测学会 (BINDT: The British Institute of Non-Destructive Testing, 1954 年成立)、加拿大无损检测学会 (CINDE: Canadian Institute for NDE, 1976 年 12 月成立)、德国无损检测学会 (DGZfP: Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V., 1933 年成立)、法国无损检测学会 (COFREND: the “Comité Français d’Etudes des Essais Non-Destructifs”)、日本非破坏性检查协会 (JSNDI: the Japanese Society for Non-Destructive Inspection, 1952 年 10 月 25 日成立, 1955 年取名 JSNDI)、俄罗斯无损检测与技术诊断学会 (RSNTTD: Russia Society for Non-Destructive Testing and Technical Diagnostics, 1957 年成立)、澳大利亚无损检测学会 (Australian Institute for Non-Destructive Testing, 1963 年成立) 等。

除国家内的学术组织外, 在世界范围内还成立了区域性的学术组织, 如无损检测国际委员会 (ICNDT: The International Committee for Non Destructive Testing)、欧洲无损检测联盟 (EFNDT: European Federation for Non-Destructive Testing, 成立于 1998 年)、亚太

地区无损检测委员会 (APCNDT: Asian Pacific Committee on Non Destructive Testing, 1976 年 3 月 15 日在日本东京成立) 等。

以上学术组织都定期、不定期地开展学术活动, 如无损检测国际委员会每三、四年召开一次世界无损检测大会 (WCNDT: World Conference on NDT), 亚太地区无损检测委员会每两年召开一次亚太地区无损检测会议 (Asia-Pacific Conference on Non-Destructive Testing)。欧洲无损检测联盟也开展经常性的学术交流活动。

有关无损检测与评价的专门期刊, 除前面已经提到的 “Materials Evaluation” 和 “NDT&E International” 外, 影响比较大的还有 “The ICNDT Journal” (无损检测国际委员会会刊)、“Insight-Non-Destructive Testing and Condition Monitoring” (英国无损检测学会会刊)、“非破坏检查” (日本无损检测协会会刊)、“Non-Destructive Testing-Australia” (澳大利亚无损检测学会会刊)、“ZFP-ZEITUNG” (德国、奥地利、瑞士三国无损检测学会联合会刊)、“CINDE Journal” (加拿大无损检测学会会刊), 以及中国无损检测学会会刊 “无损检测”。在我国, 除 “无损检测” 外, 还有辽宁省无损检测学会主办的专门期刊 “无损探伤”。

六、无损检测与评价在各国的发展

无损检测与评价在世界各国的发展极不平衡。

由于政府的高度重视和多渠道的大量资金支持, 使美国在无损检测的基础理论研究、高新设备的研发以及无损检测标准化等诸多方面都保持世界领先地位, 是公认的当今世界无损检测最先进的国家。

德国是世界上最早成立无损检测学会的国家, 目前, 在超声和声发射的基础理论研究、仪器设备研制方面保持世界领先地位, 其中 K. K 公司的产品代表超声检测设备的世界最高水平。

俄罗斯在电磁检测和声显微镜方面处于世界领先地位。

英国在超声相控阵和红外检测方面具有一定的优势。

在无损检测的基础理论研究和仪器设备开发方面, 我国与世界先进国家之间还有较大差距, 特别是在红外、声发射等高新技术检测设备方面更是如此。

第二节 无损检测与评价的主要技术体系及各自特点

据不完全统计, 世界各国业已报道的无损检测与评价方法不下几十种, 其中, 理论基础比较成熟、应用比较广泛的无损检测与评价方法主要有: 超声 (UT: Ultrasonic Testing)、射线 (RT: Radiographic Testing)、磁粉 (MT: Magnetic Particle Testing)、渗透 (PT: Penetrant Testing)、涡流 (ET: Eddy Current Testing) 这五大常规技术, 以及声发射 (AE: Acoustic Emission)、红外检测 (IR: Infrared)、激光全息检测 (HNT: Holographic Nondestructive Testing) 等几种比较新的无损检测方法。现将以上各检测方法的简要工作原理、性能特点及主要应用分述如下。

一、超声检测

超声检测的基本原理是: 利用超声波在界面 (声阻抗不同的两种介质的结合面) 处的反