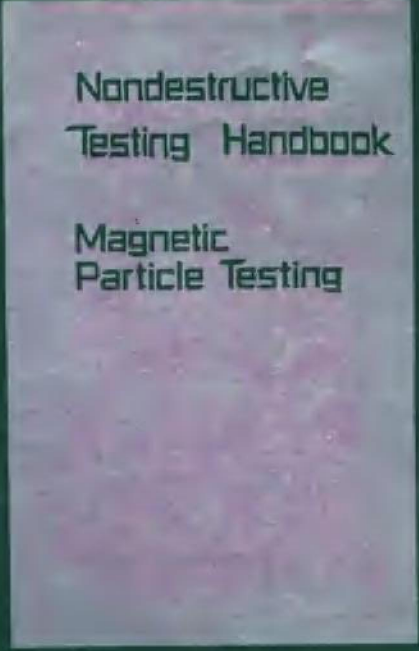




美国无损检测手册



磁粉卷



Nondestructive
Testing Handbook

Magnetic
Particle Testing

《美国无损检测手册》 (磁粉卷)

美国无损检测学会 编

技术编辑: J. Thomas Schmidt

Kermit Skeie

编辑: Paul McIntire

《美国无损检测手册》译审委员会 译

世界图书出版公司

1994

(沪)新登字 402 号

《美国无损检测手册》(磁粉卷)

美国无损检测学会编

《美国无损检测手册》译审委员会译

上海 ~~世界图书出版公司~~ 出版发行

上海延安西路 973 号 801 室

邮政编码 200050

新华书店经销

上海科海电脑排版印务中心 排版

江苏武进第三印刷厂 印刷 装订

开本 850×1168 1/32

印张 20.94 字数 576 千字

1994 年 1 月第 1 版 1994 年 1 月第 1 次印刷

印数:0,001~2,030

ISBN 7—5062—2693—6/Z·06

定价(豪华本): 48.00 元

致 谢

谨以本书中译本的顺利出版,特向美国无损检测学会所惠予的热情支持致以诚挚的谢意!

《美国无损检测手册》译审委员会



《美国无损检测手册》译审委员会

主任委员 方向威

副主任委员 张尔正 张家骏 王务同

委员 (按姓氏笔划)

王文忠(兼副秘书长) 王怡之 方效良(兼秘书长)

李家伟 李 勤 陈冬雨 陈金宝 郑家勋

顾世瑶 屠耀元 梅德松 鲁瑞银

为《美国无损检测手册》中译本出版而作

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。古代,人们借助简单的工具和人的五官感知物体的一些特性,而今,人们借助最先进的科学仪器和手段,可以获知物体的各种特性。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工业和经济发展的程度,以及科学技术发展水平高低的标志之一。《美国无损检测手册》全面、系统地反映了美国无损检测技术的水平,同时,也从一个侧面反映了美国科学技术和工业发展的水平,是一部内容丰富、有极大使用价值的无损检测技术丛书。

为学习和借鉴工业发达国家的先进技术,充分利用人类社会创造的一切文明成果,翻译出版《美国无损检测手册》不失为一工程浩大的杰作。它对促进我国无损检测技术的发展,拓展我国无损检测工作者和相关领域的工程技术人员的眼界,无疑将起到十分有益的作用。相信《美国无损检测手册》中译本将成为无损检测工作者的良师益友。

美国无损检测学会对中译本出版所给予的热情支持,理所当然地会得到我国无损检测同行的赞赏和诚挚的谢意。

对所有在这块翻译园地上辛勤耕耘的译、校、审、出版人员应当表示我们内心的感谢。没有他们的辛勤劳动,不可能有众多的我国无损检测工作者从中译本中受益。

祝愿《美国无损检测手册》中译本发挥它独特的作用。

机械电子工业部
科学技术司司长

朱森第

序

经济的发展离不开工业技术的进步,而作为工业技术重要学科的无损检测技术总是与工业发展紧密相连。一个国家的无损检测技术水平越高,这个国家的科学水平和工业水平也就越高。近年来我国无损检测技术虽然又有了很大的发展,但与世界先进水平相比还有不少差距。因此,迅速赶上世界工业先进国家的发展步伐是我国无损检测同行的决心和意愿。

为学习与吸收工业发达国家的先进技术,发展与提高我们自己,缩短我们与他们的距离,在机电部上海材料研究所、机电部标准化研究所和全国无损检测学会的共同组织下,在《美国无损检测手册》译审委员会的辛勤劳动下,我们翻译了《美国无损检测手册》一书,并按《射线卷》、《磁粉卷》、《渗透卷》、《超声卷》、《声发射卷》、《电磁卷》、《检漏卷》等卷先后出版。此手册是美国最新的反映美国无损检测技术水平和标准规范、世界无损检测领域公认的、具有较高技术权威的书籍,它的出版对于进入经济发展的特殊时期的我国来说无疑具有非常重要和现实的意义。愿本书在当前我国深化改革开放、加速经济发展的社会主义建设中发挥出它应有的作用,愿它成为我国无损检测同行的有力帮手。

在本书《磁粉卷》出版之际,我谨代表译审委员会全体同仁对支持关心、指导此书译审和出版的上级领导及有关专家,特别是美国无损检测学会所给予的支持、帮助和友谊深表谢忱。

敬希读者对我们的工作提出宝贵意见。

方向成

中国机械工程学会无损检测分会副理事长
《美国无损检测手册》译审委员会主任委员

1984年美国无损检测学会代表团来华访问期间,赠给中国机械工程学会无损检测学会一册第二版美国无损检测手册(磁粉卷)。中国机械工程学会无损检测学会在学习的基础上,认为该书是一本在无损检测领域具有较高学术水平的技术资料,内容丰富,实用性强,在我国翻译出版《美国无损检测手册》对开展我国无损检测工作具有积极作用,并能使我国广大从事无损检测技术的各类人员进一步了解和学习美国先进的无损检测技术和经验,促进我国无损检测技术的发展。为此,1991年12月向美国无损检测学会提出在我国正式翻译出版《美国无损检测手册》的要求。1992年2月得到美国无损检测学会来函正式认可,同意在我国翻译出版《美国无损检测手册》。

今天,《美国无损检测手册》译审委员会通过辛勤努力,在广大无损检测同仁的支持下,《美国无损检测手册》(磁粉卷)终于面世了。为此,衷心感谢美国无损检测学会的热情支持,感谢《美国无损检测手册》(磁粉卷)的各位编写者的辛勤劳作。愿本书能起到我国广大无损检测同仁与美国无损检测同仁之间相互沟通的桥梁作用,共同为推动和发展两国的无损检测技术而作出贡献。

张发荣

中国机械工程学会无损检测分会副理事长
《美国无损检测手册》译审委员会副主任委员

序 言

传播技术信息的途径有许多,如会议、技术论文、人际交往、课堂及手册。象美国无损检测学会(ASNT)、无损检测工业技术学会就是通过这些媒介直接传播技术信息的。

无损检测手册磁粉卷为 ASNT 十卷丛书中的第六卷。韦伯斯特(Webster)认为百科全书是包罗各学科知识信息的书,或者是全面论述某一特殊学科知识的书。那么,磁粉检测技术手册也就是一本单学科的百科全书。这本书的出版体现了许多专家对无损检测文献的慷慨奉献和他们对收集和组织工作所作的努力。这种信息的传播对整个工业的无损检测技术提高是极为重要的。

磁粉方法比中学物理课的马蹄铁和铁屑示范内容更多。它简单然而效率高,可检测铁磁材料表面和近表面的不连续。一般应用时,将试件置于磁场,材料中不连续使部分磁场跃过异常物,形成一漏磁场,然后将磁粉粉末,无论是干的还是于磁悬液中,施加在零部件上,漏磁场就会吸住粉末,从而形成检测指示。

磁粉检测用设备有简单而廉价的握持(Held-Held)磁轭,也有大型的湿式卧式装置,它能产生几千安培的电流通过部件或通过零部件周围的导电线圈。试件的尺寸小至缝衣针,大至非常大型的铸件,锻件或焊接件。可检测千分之英寸长的不连续。

这种高灵敏的,通用的廉价技术与操作者的技能,甚至与操作者的注意力和持久性有很大的关系。检验员目视观察试件表面乃是检测和判读磁粉显示的最好最有效的方法。

随着无损检测技术的迅速发展和对检测可靠性要求的不断提高,专业用,带有计算机数据分析的先进光学扫描系统的自动化装置也变得更加精确。然而,这种自动化装置仍需要具有良好受训的和经验丰富的磁粉检验员的操纵。

磁粉检测手册应包括该技术的物理学及理论方面的介绍,它适用于工程师和技术人员。另外,手册中还包括如何进行磁粉检测

的指导以及同样重要的即怎样情况下不能进行磁粉检测;论述了磁粉方法用在什么地方,什么时候,包括哪些材料可被检测以及使用在哪些结构形状为最佳;详细说明了磁粉方法的优缺点以及基本参数;描述了在一般检测情况和特殊检测情况下的设备及设备使用,这有助于检验员确定其检验程序。另外,标定指南同样也是很重要的。本手册还对那些研制方法的,制定工艺的,进行检测的以及评释检验结果的人员的资格进行了介绍,同时还说明了使用该方法易犯的错误和潜在的问题,以便读者在检测中碰到这些问题前就加以防止和作出处理。

总之,手册应向读者提供极大部分所需材料如(1)确定应使用的磁粉方法;(2)建立应用该方法的技术和(3)评定试验结果。这些是由本手册的许多撰稿者的努力工作和无私奉献所完成的。

有个别人值得特别表彰的,技术编辑 **Tom Schmidt** 和 **Kermit Skeie**;本书协调人 **Rod Stanley** 和公制换算评论家 **Jan Vanden. An del** 利用业余时间致力于本书工作四年之久并直接负责本书直至完稿。在 **ASNT** 总部成员 **Paul McIntire** 的指导和编辑协调下完成了出版工作。

在此感谢所有给本书圆满完成作出贡献的提及和未提及的同仁。

ASNT 主席
Robert Baker

前 言

《无损检测手册》各卷的编著宗旨是为无损检测技术领域奉献一部具有实用性和指导性的文献。为了能全面解释该技术并提高检测结果的精确度,本手册在提供物理和数学技术数据的同时,还提供有价值的应用资料。各分册的撰写者和技术编辑均由美国无损检测学会组织的自愿者担任。他们为了手册的问世贡献了极为宝贵的专业知识和时间。

在无损检测手册系列中,本分册是《电磁法无损检测》分册的姐妹篇。电磁分册主要涉及涡流检测、转向磁通法和微波无损检测法。该两分册均在美国无损检测学会的技术顾问委员会所属的电磁方法委员会的指导下诞生的。

美国无损检测学会的手册编委会在系列手册的编著出版中所起的作用应当受到充分表彰。在美国无损检测学会的电磁方法委员会的组织下,手册编委会直接负责《无损检测手册》第二版的编著、出版工作。作为编委会主任的 **Roderic Stanley** 先生在此期间还担任了该委员会的主席。与委员会的所有同仁一起,为手册的顺利出版作出了特殊的贡献。

尽管该手册由许多作者自行准备、编著,不少初稿竟有意想不到的不一致性尤其是本《磁粉无损检测》分册,这是因为他们的业务都很精湛。后来发现这与若干年前无损检测领域中已有高质量、有价值的文献发表不无关系。例如, **Carl Betz's** 先生的《磁粉检测原理》(1967 年)和 **F. B. Doane** 先生的《磁通量检测原理》(1940 年)。美国无损检测学会在此还对芝加哥、伊利诺的 **Magnaflux** 有限公司示以衷心感谢,感谢他们为手册的编著提供了珍贵的照片档案。

为使本手册能适用于世界各国的无损检测读者,以及认识到各国在无损检测领域中还存在着差别。本手册由来自美国、德国、英国、日本、荷兰和加拿大等国的作者撰写和评论。只要当他们的技术规范、工艺过程和设备与美国同行的有差异时,他们就努力参

考国际标准。除此之外,所有第二版手册均采用国际计量单位(SI)。

采用国际计量单位是一项费时、艰巨的工作,它影响到手册的水平。加拿大西层公司的 **Jan Vanden Andel** 又一次极为成功地担任了这项工作。他在为整个手册提供米制换算的同时还是我们最可信赖的和最受尊敬的评论员。

在本手册的出版工作中,美国无损检测学会还须致谢 **Hollis Humphries Black** 先生,他为所有文章编制了索引;**Turner Wainwright Design** 先生是我们手册的制图负责;**Michael McCinn** 先生是 **Lawhead Press** 的艺术指导。最终出现在我们面前的这部高质量手册体现了他们的精湛技艺和体现了他们对手册的贡献。

Paul McIntire(手册编辑)

磁粉检测中的国际单位制

SI 单位制的起源和使用

SI 单位制的目的是使所有的学科都能使用一套简单的相互关联的度量单位。并以特殊的方式对这些单位进行了修正,以适应于特殊学科的需要。若不采用 SI 单位制,本无损检测手册磁粉卷将会混乱地使用英制单位、老式 cgs 公制单位和某些地区的、工业的或某科学专业的单位。

使用 SI 单位制在数学计算中也具优点,在公式中,SI 单位及其乘方在等号两边得以平衡。这提供了双重校对的精确度:方程误差不仅可以以方程不平衡反应出来,也可通过不平衡产生的单位不同反应出来。

磁粉检测的 SI 单位

本卷所用单位主要是磁学、可见光和紫外线辐射的单位。这些单位重新编排成基本单位(表 1)和导出单位(表 2)。

对于磁理论来说,这意味着去消中间单位(例如单位磁极 pole),可直接从每秒切割磁通转换成伏特数。SI 单位包括韦伯(Wb)、特斯拉(T)和一些导出单位。特斯拉是大单位,往往和 SI 单位倍数连用。下面列出本卷中四个基本单位。

磁场强度:用每米安培表示(Am^{-1}),从前使用奥斯特(Oe),这是一个能分析复杂磁场问题的不存在的物理介质。每米安培约等于 $1.3 \times 10^{-2} \text{Oe}$ 。

磁通密度:用每平方米韦伯($\text{Wb} \cdot \text{m}^{-2}$)或特斯拉(T)度量,表示穿过单位面积中的磁通量。过去用高斯(G)度量,1 特斯拉等于 10^4 高斯。

紫外线辐照:用每平方米瓦特($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)表示,过去采用 cgs 公制单位每平方厘米微瓦($\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$)度量。用于可见光范围的度量单位不能用于紫外线辐照。

可见光强度:用勒克斯(lx)表示,以前采用英尺烛光度量,1

勒克斯等于 0.1 英尺烛光。

SI 单位制倍数

非常大或非常小单位用 SI 倍数表示,词头间隔 10^3 。本文涉及的倍数见表 3。这些倍数已成为 SI 单位的特点。例如,厘米(cm)是 1 米的 1/100,体积单位,立方厘米(cm^3)是 $(1/100)^3$ 或 10^{-6}m^3 。在 SI 单位制的技术应用中取消使用诸如厘米、分米、十分和百米的单位,因为间隔不是 10^3 。

对于本书中每个必要的 SI 单位及其转换数据都进行严格核对,如果问题亦然存在,请读者参照国家标准局现行资料,和技术学会编制资料(例如参见 ASTM E380 标准公制实施导则)。

表 1 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克	kg
时间	秒	s
电流	安培	A
热力学温度	开(尔文)	K
物质的量	摩(尔)	mol
发光强度	坎(德拉)	cd
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

表 2 导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	与其它 SI 单位的关系
频率	赫(兹)	Hz	$1 \cdot s^{-1}$
力	牛(顿)	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
压力(应力)	帕(斯卡)	Pa	$N \cdot m^{-2}$
能量(功)	焦耳	J	$N \cdot m$
功率	瓦	W	$J \cdot s^{-1}$
电荷	库仑	C	$A \cdot s$
电(动)势	伏(特)	V	$W \cdot A^{-1}$
电容	法(拉)	F	$C \cdot V^{-1}$
电阻	欧(姆)	Ω	$V \cdot A^{-1}$
电导	西(门子)	S	$A \cdot V^{-1}$
磁通(量)	韦(伯)	Wb	$V \cdot s$
磁通(量)密度	特(斯拉)	T	$Wb \cdot m^{-2}$
磁感强度	亨(利)	H	$Wb \cdot A^{-1}$
温度	摄氏度	$^{\circ}C$	$K - 273.15$
光通量	流明	lm	$cd \cdot sr$
(光)照度	勒(克斯)	lx	$lm \cdot m^{-2}$
(放射性)活度	贝可(勒尔)	Bq	$1 \cdot s^{-1}$
吸收剂量	戈(瑞)	Gy	$J \cdot kg^{-1}$
剂量当量	希(沃特)	Sv	$J \cdot kg^{-1}$

表 3 SI 单位制倍数

词头	英文词头	代号	所表示的因数
太(拉)	tera	T	10^{12}
吉(咖)	giga	G	10^9
兆	mega	M	10^6
千	kilo	k	10^3
百	hecto	h	10^2
十	deca	da	10
分	deci	d	10^{-1}
厘	centi	c	10^{-2}
毫	milli	m	10^{-3}
微	micro	μ	10^{-6}
纳(诺)	nano	n	10^{-9}
皮(可)	pico	p	10^{-12}

出版前言

学习和消化国外先进的无损检测技术,促进我国无损检测技术的发展,是我们翻译出版《美国无损检测手册》的宗旨。通过学习和消化,进一步编写出符合我国国情的无损检测手册,则又是我们的良好愿望。

《美国无损检测手册》是一部大型的无损检测技术丛书,共分《射线卷》、《磁粉卷》、《渗透卷》、《超声卷》、《声发射卷》、《电磁(涡流)卷》、《检漏卷》等卷。全书详尽地介绍了美国无损检测的现状,发展趋势和应用实例,对从事无损检测技术的各类人员实为一本良好的参考书籍。

由于《美国无损检测手册》采取的是分章编写、汇编成册的方式,章节独立性较强。在编辑过程中,我们除删去了原文中的参考文献部分外,还对文中某些段落作了编辑性的修改和调整。

参加《磁粉卷》译、校、审工作的有:

第一章 田尔慎译,郑家勋、屠耀元校;第二章 田尔慎译,郑家勋、屠耀元校;第三章 童火译,郑家勋、屠耀元校;第四章 童火译,郑家勋、屠耀元校;第五章 陆敏译,王怡之、顾英校;第六章 陆敏译,王怡之、屠耀元校;第七章 周左平译,吴祯云、郑家勋校;第八章 邱东耀译,朱亚青、屠耀元校;第九章 王昭洪译,陈冬雨、密中玉校;第十章 密中玉译,郑家勋、吴敏生校;第十一章 密中玉译,郑家勋、王怡之校;第十二章 王三囡译,密中玉、郑家勋校;第十三章 王三囡译,密中玉、郑家勋校;第十四章 翁琦华译,顾世瑶、顾英校;第十五章 翁琦华译,顾世瑶、顾英校;第十六章 翁德纬译,顾世瑶、顾英校;第十七章 密中玉译,郑家勋校。

编辑、校稿人员:

鲁瑞银 陈金宝 王三囡 朱亚青 苗荷萍 吴祯云
责任编辑 何耀萍 吴祯云