

铁路工人职业技能培训教材



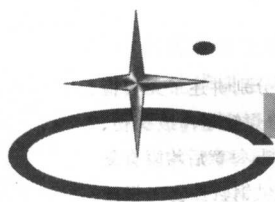
钢轨探伤工

GANGGUI TANSHANGGONG

铁道部劳动和卫生司
铁道部运输局



中国铁道出版社



铁路工人职业技能培训教材

钢轨探伤工

铁道部劳动和卫生司
铁道部运输局

中国铁道出版社

2005年 北京

内 容 简 介

本书包括“基础知识”及“职业技能”两部分。“基础知识”部分共九章,分别讲述了无损检测基础知识、钢轨和钢轨伤损、超声波探伤设备简介、钢轨超声波探伤、钢轨焊缝超声波探伤、电子学与电子技术、机械基础知识、轨道知识简介、手工检查和探伤工艺编制,每章后均附有复习思考题。“职业技能”部分按实作要求编写了五十四个单项作业项目,可供钢轨探伤工根据各自实际情况学习掌握相关部分知识和技能。

图书在版编目(CIP)数据

钢轨探伤工/铁道部劳动和卫生司、运输局组编.
北京:中国铁道出版社,2004.12(2005.11重印)
铁路工人职业技能培训教材
ISBN 7-113-06312-8

I. 钢… II. ①铁… ②铁… III. 钢轨-探伤-技术培训-教材 IV. U213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 135531 号

书 名: 钢轨探伤工(铁路工人职业技能培训教材)
作 者: 铁道部劳动和卫生司 铁道部运输局 组织编写
出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
责任编辑: 张 悦
封面设计: 马 利
印 刷: 北京市兴顺印刷厂
开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 20 字数: 492 千
版 本: 2004 年 12 月第 1 版 2005 年 11 月第 2 次印刷
印 数: 3001~4000 册
书 号: ISBN 7-113-06312-8/TU·797
定 价: 36.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:路(021)73169

本书参编单位及人员

主编单位:南昌铁路局

协编单位:郑州铁路局

主 编:马跃平 曾润忠

编写人员:陈春生 吴傅儿 徐国权 吴 翔 金昌旺

主 审:徐其瑞

审稿人员:边福生 沙 锐 刘焕钢

序

由铁道部劳动和卫生司、运输局牵头组织,一些从事铁路职业教育的教师、各业务部门骨干及工程技术人员参加编写的《铁路工人职业技能培训教材》与广大职工见面了。

这套培训教材通俗易懂、图文并茂、易于自学,有较强的现实性和针对性,既较好地适应了当前铁路职工岗位达标培训及技能鉴定的需要,又考虑了今后一定时期技术和管理的发展趋势,是一套有价值的培训教材。相信这套教材在提高职工技术业务素质方面,将会发挥很好的作用。

党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标,其中一个重要的文化目标,就是要形成全面学习、终身学习的学习型社会。十六届三中全会又进一步强调,要“构建现代国民教育体系和终身教育体系,建设学习型社会,全面推进素质教育”,并提出了包括统筹人与自然和谐发展的“五个统筹”的要求。在生产力的诸要素中,人是最能动、最积极的因素。人的素质提高,是开拓、创造先进生产力的重要保证。因此,我们抓好教育,培养人才,既是适应全面建设小康社会需要、实现铁路跨越式发展和促进社会主义物质文明、政治文明、精神文明协调发展的客观要求,也是实践“三个代表”重要思想的具体体现。

以胡锦涛同志为总书记的党中央对人才工作高度重视,把实施人才强国战略放在关系党和国家事业全局的重要地位。全路各单位要按照党中央的要求,把培养人才工作放在更加重要的战略位置,坚持以“三个代表”重要思想为指导,认真贯彻党的十六大和十六届三中全会精神,全面落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,积极推进铁路职业教育的体制创新、制度创新和教育教学改革,全面提高铁路职工队伍素质,使职业教育工作更好地为铁路跨越式发展服务,为促进铁路各项事业全面协调发展服务。

编好教材是提高培训质量的关键。随着铁路跨越式发展的全面推进,新知识、新技术、新设备、新工艺必将大量用于生产实践;同时,在铁路管理体制、经营机制、作业和建设标准、服务理念等方面也将产生深刻的变革,迫切要求铁路职工在知识、技术和观念上进行更新。加快职工培训教材建设,已成为加强和改进铁路职工教育培训工作的当务之急。

这套教材的编写和出版发行,应该说是一个良好的开端。希望今后看到更多、更好地反映铁路新知识、新技术的各类培训教材问世,为进一步抓好铁路职工素质教育提供高质量的精品。

刘志军

2003年12月

前言

近年来部领导反复强调:建设一支高素质的铁路职工队伍,既是保证运输安全的现实需要,也是铁路长远发展的根本大计;并多次指出:全面提高职工队伍素质,是实现科教兴路的重要内容,狠抓职工教育培训,在职工素质达标上抓落实、求深化,把可靠的行车设备、先进的技术装备与高素质的职工队伍结合起来,是实现运输安全基本稳定的必由之路。

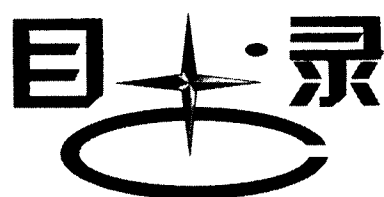
素质提高靠培训,教材是培训的基础。为了给铁路运输业主要工种的工人提供一套适应性较好、可读性较强的职业技能培训教材,以进一步提高其技术业务素质,更好的满足铁路科技进步对职工队伍素质的要求,为铁路安全运输生产服务,铁道部决定再统一组织编写《铁路工人职业技能培训教材》(指定培训教材)。教材由部劳卫司牵头,各铁路局分工编写,铁道部运输局各业务部门审定,携手合作,共同完成。

这套教材包括铁路运输(车务、客运、货运、装卸)、机务、车辆、工务、电务部门的45个工种(职名),是以《铁路职业技能标准》、《铁路职业技能鉴定规范》、《铁路运输企业岗位标准》中的知识和技能要求为依据,并参考《铁路工人职业技能培训教学计划、教学大纲》的内容编写的。教材本着突出技能的原则,强调培训的针对性、实用性和有效性,以专业知识为主要内容,充分反映铁路的新技术、新材料、新工艺、新设备及新标准、新规程;力求贴近现场实际,并应用案例教学的手法,用直观的案例和图示进行分析和说明,努力提高培训的质量和效果;以提高岗位技能为核心,突出非正常情况下应急处理能力的训练;同时,本着“少而精”的原则,知识以必须、够用为度,文字力争生动、通俗易懂,图文并茂。它既可以作为工人新职、转岗、晋升的规范化岗位培训教材,也可以作为各种适应性岗位培训的选学之用(适用于各级职业学校教学),还可作为职工自学的课本。同时,每章后面还列有复习、思考、练习题,作为考工、鉴定的参考。总之,这套教材的出版,将力图使培训、岗位达标及职业技能鉴定结合起来,使培训、考核、使用、待遇相统一的政策得以逐步落实。

铁道部劳动和卫生司

铁道部运输局

2003年12月



基 础 知 识

第一章 无损检测基础知识	3
第一节 无损检测概述	3
一、无损检测概念与地位	3
二、常用无损探伤方法	3
第二节 超声波探伤基础	6
一、超声波一般知识	6
二、超声波探伤方法.....	15
三、超声波探伤的影响因素*	17
四、缺陷的定位和定量*	19
复习思考题	22
第二章 钢轨和钢轨伤损	23
第一节 钢轨知识	23
一、钢轨的作用和要求	23
二、钢轨的分类和断面尺寸.....	23
三、钢轨的标志及说明*	24
四、钢轨生产过程**	28
五、钢轨的化学成分和机械性能**	29
第二节 钢轨伤损	31
一、钢轨伤损的定义、分类、标准和标记.....	31
二、钢轨伤损编码**	33
三、钢轨伤损产生原因及分布情况**	36
复习思考题	40
第三章 超声波探伤设备简介	41
第一节 超声波探伤仪	41
一、超声波探伤仪的种类.....	41
二、脉冲反射式探伤仪工作原理.....	42
三、A 型超声波探伤仪的主要性能指标	44
第二节 超声波探头	45
一、探头的分类.....	45
二、探头的结构和部件作用.....	45
三、常用探头的作用和特点.....	47

四、探头的型号编制	48
第三节 试块	49
一、试块的用途	49
二、试块的分类和作用	49
第四节 钢轨超声波探伤仪的特点和使用**	53
一、钢轨探伤仪的主要特点	53
二、钢轨探伤仪的操作使用	55
三、钢轨探伤仪和探头的主要性能指标	63
第五节 通用超声波探伤仪操作使用*	64
第六节 大型钢轨探伤车	68
一、结构简介	69
二、探伤信息处理*	70
三、功能概述*	71
四、探伤资料识读和伤损复核**	72
复习思考题	76
第四章 钢轨超声波探伤	78
第一节 70°探头的探伤	78
一、一、二次波概念	78
二、轨端回波显示	78
三、探测范围认识	79
四、核伤回波显示	79
五、非核伤回波识别	81
六、探伤注意事项	83
七、核伤定位定量*	84
第二节 37°探头探伤	88
一、正常钢轨内回波显示	88
二、探测螺孔裂纹范围	89
三、裂纹波显示规律	89
四、非螺孔裂纹回波的鉴别	92
五、探伤注意事项	92
第三节 0°探头的探伤	93
一、正常钢轨内回波	94
二、裂纹回波显示规律	94
三、非裂纹回波识别	96
四、探伤注意事项	96
五、纵向和水平裂纹定位定量*	97
第四节 钢轨探伤新方法*	98
一、螺孔小角度裂纹的探测	98
二、钢轨头部近表面中心部位核伤的探测	102
三、提速道岔特种断面钢轨的轨头探伤	104

复习思考题	106
第五章 钢轨焊缝超声波探伤	107
第一节 钢轨焊接*	107
一、钢轨焊接一般知识	107
二、钢轨焊缝缺陷	107
三、钢轨焊接工艺简介	109
第二节 钢轨焊缝探伤*	111
一、探伤一般要求	111
二、探伤设备	111
三、探伤仪调试	111
四、焊缝轨头探伤	112
五、焊缝轨腰探伤	114
六、钢轨轨底探伤	116
七、判伤标准	120
八、探伤注意事项	121
第三节 钢轨焊缝 K 型、串列式探伤法	121
一、K 型、串列式探伤原理	121
二、钢轨焊缝 K 型、串列式探伤	125
三、探伤注意事项	127
复习思考题	128
第六章 电工学与电子技术	129
第一节 直流电路	129
一、电路的基本概念	129
二、直流电路	131
第二节 正弦交流电路*	133
一、正弦交流电	133
二、单一参数交流电路	136
第三节 模拟电子技术**	137
一、常用半导体器件	137
二、基本放大电路	145
三、反馈电路与振荡电路	149
四、整流电路与稳压电路	153
五、RC 波形变换电路	157
第四节 数字电子技术**	158
一、逻辑函数	158
二、基本逻辑电路	160
三、触发器	162
四、数字集成电路	163
复习思考题	164
第七章 机械基础知识	165

第一节 机械钳工基础知识**	165
一、机械基础知识	165
二、机械钳工常用工具设备	165
三、机械的装配和修理	168
第二节 金属工艺学	170
一、铁碳合金	170
二、钢的热处理	173
复习思考题	176
第八章 轨道知识简介	177
第一节 轨道结构基本知识**	177
一、轨道的基本组成	177
二、钢轨接头	177
三、扣件	178
四、爬行及防爬设备	180
第二节 道岔知识**	180
一、普通单开道岔	180
二、特殊道岔	184
第三节 钢轨的受力与伤损**	186
一、竖向力	187
二、横向水平力	188
三、纵向水平力	189
复习思考题	189
第九章 手工检查和探伤工艺编制知识	191
第一节 手工检查	191
一、手工检查的一般方法	191
二、钢轨手工检查	192
三、道岔范围的手工检查	192
第二节 探伤工艺编制知识	194
一、探伤工艺的一般流程	194
二、探伤工艺规程的编制	195
三、探伤工艺的一般内容	196
四、探伤工艺编制参数确定实例	202
复习思考题	204

职 业 技 能

一、钢轨探伤作业前的仪器操作	207
二、钢轨探伤仪灵敏度余量测试	207
三、钢轨探伤仪缺陷检测能力测试	208
四、钢轨探伤仪现场探伤灵敏度修正	209
五、钢轨核伤判定	210

六、37°探头发现钢轨螺孔裂纹的判定	210
七、钢轨纵向裂纹判定	211
八、钢轨探伤仪探测范围(声程)的测试	211
九、钢轨探伤仪电池组充电	212
十、通用探伤仪水平线性测试*	212
十一、通用探伤仪垂直线性测试*	214
十二、通用探伤仪灵敏度余量测试*	215
十三、通用仪斜探头入射点、前沿长度和折射角的测试*	215
十四、通用探伤仪横波探测范围调试*	217
十五、通用探伤仪动态范围测试*	218
十六、通用探伤仪分辨率测试*	219
十七、钢轨探伤仪 0°探头水平线性测试*	220
十八、钢轨探伤仪斜探头前沿测试*	221
十九、钢轨探伤仪保护膜衰减值测试*	221
二十、钢轨探伤仪 70°探头距离幅度特性测试*	222
二十一、钢轨探伤仪探头楔内回波幅度测试*	222
二十二、手工检查钢轨*	223
二十三、手工检查道岔*	223
二十四、探伤工对发现的伤损钢轨和辙叉处理*	224
二十五、万用表的一般操作和使用*	224
二十六、开机无任何显示外故障排除*	225
二十七、开机后仪器显示电池电压低的外故障排除*	226
二十八、探伤仪某一通道灵敏度低回波显示不正常外故障排除*	226
二十九、仪器各通道回波显示均不正常外故障排除*	226
三十、钢轨探伤仪探测范围标定**	227
三十一、钢轨探伤仪显示部分调试**	228
三十二、示波器的基本操作和使用**	228
三十三、用万用表简单判断常用电子元器件好坏**	230
三十四、JGT-5 型钢轨探伤仪扫描电路故障检修**	231
三十五、JGT-5 型钢轨探伤仪发射电路故障检修**	232
三十六、JGT-5 型钢轨探伤仪接收电路故障检修**	234
三十七、JGT-5 型钢轨探伤仪报警电路故障检修**	235
三十八、JGT-5 型钢轨探伤仪电源电路故障检修**	237
三十九、GCT-2 型钢轨探伤仪扫描电路故障检修**	239
四十、GCT-2 型钢轨探伤仪发射电路故障检修**	240
四十一、GCT-2 型钢轨探伤仪接收放大电路故障检修**	241
四十二、GCT-2 型钢轨探伤仪报警电路故障检修**	243
四十三、GCT-2 型钢轨探伤仪电源电路故障检修**	245
四十四、JGT-6 型钢轨探伤仪扫描电路故障检修**	247
四十五、JGT-6 型钢轨探伤仪发射电路故障检修**	248

四十六、JGT-6 型钢轨探伤仪接收放大电路故障检修* * 250

四十七、JGT-6 型钢轨探伤仪报警电路故障检修* * 251

四十八、JGT-6 型钢轨探伤仪电源电路故障检修* * 252

四十九、SB-1C 钢轨探伤仪扫描电路故障检修* * 253

五十、SB-1C 钢轨探伤仪接收发射电路故障检修* * 255

五十一、SB-1C 钢轨探伤仪报警电路故障检修* * 257

五十二、SB-1C 钢轨探伤仪显示电路故障检修* * 259

五十三、SB-1C 钢轨探伤仪稳压电源故障检修* * 261

五十四、GT-1C 型钢轨探伤仪工作原理及故障检修方法* * 262

复习思考题答案..... 265

附件一：钢轨探伤管理规则 286

附件二：工务作业标准钢轨超声波探伤作业 294

(注：目录中“*”为中级工掌握项目；“* *”为高级工掌握项目；其余为初级工掌握项目。)



钢轨探伤工

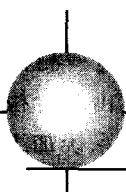
基础知识



钢轨探伤工



第一章



无损检测基础知识

第一节 无损检测概述

一、无损检测概念与地位

所谓无损检测(NDT)是指在不损及被检物体的前提下,借助于各种物理手段,对材料或构件或此两者进行宏观与微观缺陷检测,几何特性测量,化学成分、组织结构和力学性能变化的评定,并进而就材料或构件对特定应用的适应性做出评价的一门学科。工业领域中的无损检测类似于人们买西瓜时的“隔皮猜瓜”。买西瓜时,用手轻轻拍打西瓜外皮,听声响或凭手感,想猜一下西瓜的生熟,这是人们常有的习惯,这种并不损坏西瓜而知西瓜生熟的检测方式就是生活中的“无损检测”。不过,需要指出的是,类似“隔皮猜瓜”这些古老而简单的无损检测方法尽管至今仍在沿用,但因它们对缺陷的位置和大小做不出“基本相符”的判断,而不被视为无损检测的技术方法。真正的技术方法必须确保无损检测结果的准确性和可重复性。

具体说来,无损检测有如下一些特点:

1. 不破坏被检对象。
2. 可实现 100% 的检验。
3. 发现缺陷并做出评价,从而评定被检对象的质量。
4. 可对缺陷形成原因及发展规律做出判断,以促进有关部门改进生产工艺和产品质量。
5. 对关键部件和关键部位在运行中作定期检查,甚至长期监控以保证运行安全,防止事故发生。

随着现代工业的发展,无损检测已经广泛深入到产品的设计、制造、使用等各个方面,它在产品质量控制中所起的不可取代的重要作用已为日益众多的科技人员和企业所认同。在设计阶段,设计单位要充分考虑无损检测的实际能力,以保证结构设计要求与无损检测的灵敏度、分辨率和可靠性相一致;在制造阶段,为确保产品质量达到设计要求,同样要运用无损检测技术,根据一定标准对原料的缺陷以及非均质性进行鉴定和评价;在使用阶段,为保证使用的可靠性,使用部门必须根据设计部门规定的周期和方法及制造部门所提交的检测细则对指定零部件进行可靠的无损检测甚至适时监控。事实上,就是用户订货,也常常通过无损检测技术进行验收检查,有人说,现代工业是建立在无损检测基础之上的,此并非言过其实之词,现代无损检测技术不仅形式多样,技术手段也日臻成熟,在铸件、锻件、棒材、粉末冶金制件、焊接件、非金属材料、陶瓷制件、复合材料、锅炉、压力容器、核电设备等许多领域都有较好的应用,对于改进产品的设计制造工艺、降低制造成本以及提高设备运行的可靠性等具有十分重要的意义。

二、常用无损探伤方法

无损探伤以发现材料和构件中非连续性宏观缺陷(如裂纹、夹渣、气孔等)为主要目的。它

是无损检测(包括探伤、测量、评价)的一个重要组成部分,也是早期人们对无损检测内涵的理解。事实上,现代无损检测内涵已经完成了从探伤到评价的演变。一些工业发达国家更从一般无损评价发展到自动无损评价,即借助计算机技术进行检测和评价,从而在产品质量方面减少人为因素影响。如钢轨质量在线自动化检测中心,就由综合检测站和计算机综合信息管理系统两部分组成,检测站将有关检测数据传输给计算机系统加工,绘成图表和曲线,最终显示出被检钢轨的全面质量状态。

无损探伤的方法种类较多,据美国国家宇航局调研分析,认为可分六大类约 70 余种。但在实际应用中较普遍的为超声探伤、射线探伤、磁粉探伤、渗透探伤、涡流探伤五种常规方法,除此之外,还有红外监测、激光全息摄影、微波探伤、同位素射线示踪等非常规探伤技术,鉴于超声波探伤在目前占有举足轻重的地位,本书将在后面予以重点介绍,以下针对其它几种常规探伤简要介绍基本原理、主要特点和适用场合。

(一)射线探伤(RT)

所谓射线,通常指 X 射线、 γ 射线、 α 射线、 β 射线和中子射线等,其中, X 射线、 γ 射线和中子射线因易于穿透物质而在产品质量检测中获得了广泛应用,工业应用中的射线探伤技术大体上可以分为:射线照相探伤技术、射线实时成相探伤技术、射线层析(CT)探伤技术等,常规的射线探伤技术一般指射线照相探伤技术(以下均以此技术介绍),其基本原理(如图 1-1)为:射线在穿过物质的过程中,会受到物质的散射和吸收作用,依物体材料、缺陷和穿透距离的不同,射线强度将产生不同程度的衰减,这样,当把强度均匀的射线照射到物体的一侧,使透过的射线在物体另一侧的胶片上感光,把胶片显影后,得到与材料内部结构和缺陷相对应的黑度不同的图像,即射线底片。通过对图像的观察分析,最终确定物体缺陷的种类、大小和分布情况。

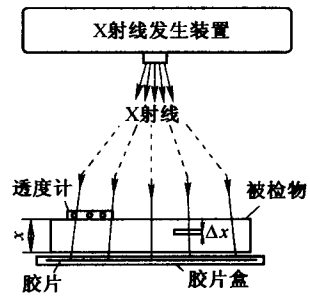


图 1-1 缺陷的射线照相

(二)磁粉探伤(MT)

磁粉探伤是指把钢铁等铁磁性材料磁化后,利用缺陷部位所发生的磁极吸附磁粉的特性,显示缺陷位置的方法。如图 1-2 所示,把一根中间有横向裂纹的强磁性材料试件进行磁化后,可以认为磁化的材料是许多小磁铁的集合体,在没有缺陷的连续部分,由于小磁铁的 N、S

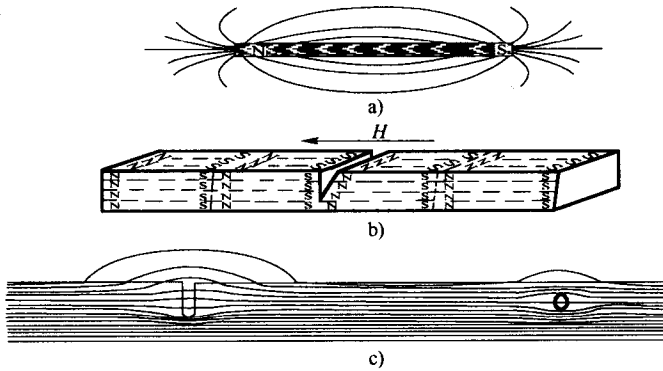


图 1-2 磁场的形成

a)磁棒磁力线分布;b)磁棒的磁极;c)缺陷漏磁。

磁极互相抵消,而不呈现出磁极,但在裂纹等缺陷处,由于磁性的不连续将呈现磁极,在缺陷附近的磁力线绕过空间出现在外面,此即缺陷漏磁,缺陷附近所产生的称为缺陷的漏磁场,其强度取决于缺陷的尺寸、位置及试件的磁化强度等,这样,当把磁粉散落在试件上时,在裂纹处就会吸附磁粉,称为缺陷磁粉迹痕,由此可以发现缺陷的部位。

(三) 渗透探伤 (PT)

通常所说的渗透探伤是指将溶有荧光染料(荧光探伤)或着色染料(着色探伤)的渗透剂施加在试件表面,渗透剂由于毛细作用能渗入到各型开口于表面的细小缺陷中,此时清除附着在表面的多余渗透剂,经干燥和施加显像剂后,在黑光或白光下观察,缺陷处可分别相应地发出黄绿色的荧光或呈现红色,从而能够用肉眼检查出试件表面的开口缺陷。因此又叫液体渗透探伤。渗透探伤的基本步骤如图 1-3。其它渗透探伤方法还有:滤出粒子探伤法,氦气体渗透成像等。

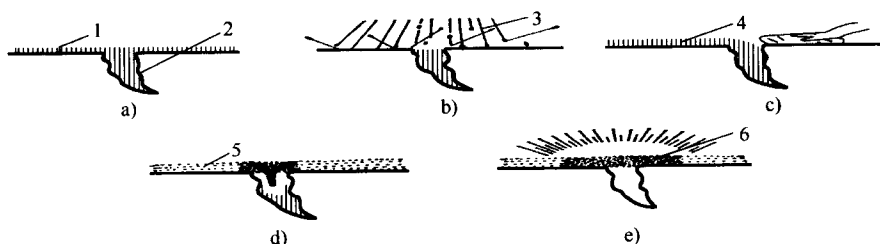


图 1-3 渗透探伤的基本操作过程

a) 渗透; b) 清水清洗; c) 溶剂清洗; d) 显像; e) 观察。

1—渗透液; 2—缺陷; 3—清水; 4—溶剂; 5—显像剂; 6—缺陷显像迹痕。

(四) 涡流探伤 (ET)

如图 1-4 所示,当把一个通有交流电的激励线圈靠近某一试件(导体)时,由于电磁感应作用,进入试件的交变磁场可在试件中感生出方向与激励磁场相垂直的、呈旋涡状流动的电流(涡流),此涡流会转而产生一与激励磁场方向相反的磁场使原磁场有部分减少,从而引起线圈阻抗的变化。由于涡流的大小既取决于激励条件,如线圈的形状和尺寸、交变电流的频率、线圈与试件的相对位置等;也取决于与试件有关的一些参量,如试件材料的电导率与磁导率、试件的冶金变量(化学成分、热处理状态等)、试件表面和近表面处缺陷的有无以及试件的形状和尺寸等,因此,在保持激励条件不变的情况下,通过对线圈阻抗变化的测量,或通过对另一附加的可感受磁场变化的专用探测线圈电参量变化的测量,就可得知试件中产生的涡流状况,从而获悉与试件有关的一些参量,如有无缺陷及形状和尺寸的变化等。涡流是交流电,所以在试件的表面较多。随着涡流向试件内部的深入,电流按指数函数而减少,这种现象称为集肤效应。因此,从试件上取得的信息以表面上的为最多,而对内部检测来说,则缺陷愈深,检测愈难。

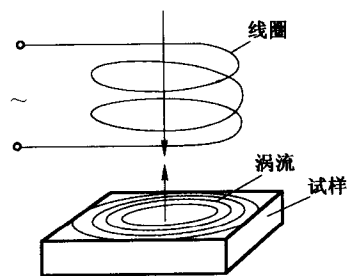


图 1-4 涡流的产生

以上介绍了几种常用探伤方法的基本原理,实际应用当中,射线探伤和超声波探伤适合于内部缺陷探测,而磁粉、渗透、涡流探伤则适合于表面缺陷探测,它们各有其优越性,因此必须结合缺陷具体情况合理配合使用,才会收到更好的效果。几种探伤方法的比较见表 1-1。