



海船船员轮机适任考证必备

轮机维护与修理

——实验指导书

主 编 田 野 王艳琼 主 审 范世东



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



海船船员轮机适任考证必备

轮机维护与修理

——实验指导书

主 编 田 野 王艳琼 主 审 范世东

第 1 版 第 1 次印刷 2015 年 10 月 第 1 次印刷 16 开 128 页 3.5 元

出版发行：武汉大学出版社

（地址：武汉市武昌区珞珈山）

（电话：027-68752300）

（网址：http://www.wupress.com.cn）

（电子邮箱：wupress@163.com）

（邮政编码：430072）



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

轮机维护与修理——实验指导书/田野,王艳琼主编. —武汉:武汉大学出版社,2012.10

海船船员轮机适任考证必备

ISBN 978-7-307-10221-7

I. 轮… II. ① 田… ② 王… III. 轮机—维修—资格考试—自学参考资料 IV. U676.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 240134 号

责任编辑:刘小娟

责任校对:郭 芳

装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:武汉鑫泰和印务有限责任公司

开本:787×1092 1/16 印张:9.25 字数:228 千字

版次:2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-10221-7/U·22 定价:24.00 元

前 言

为了更好地履行经修订的《STCW 公约马尼拉修正案》和交通部 2011 年颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》,进一步提高船员素质,使参加考试的学员更好地掌握专业知识,强化对《海船船员适任考试大纲》中要求内容的理解,从容面对全国统考,我们组织轮机工程专业任课教师认真领会《海船船员适任考试大纲》的要求,整理编写了《轮机维护与修理——实验指导书》。

本书根据轮机工程专业的教学特点,结合船舶机械维护与修理具体生产实际,以培养理论联系实际的能力、分析与解决相关工程问题的能力,以及提高科学实验的技能为目的,针对轮机工程专业对实验教学的需求编写而成。全书内容包括:船机零件的无损检验、油液监测分析、船机零件的修复实验、柴油机主要零件的检修和船舶动力装置主要部件的检修共 5 章,并按教学环节进行合理组合。

本书由武汉理工大学田野、王艳琼担任主编,武汉理工大学范世东担任主审。具体编写分工为:第 1 章、第 2 章的 2.1~2.7、第 3 章的 3.1、3.2、第 5 章的 5.2 由王艳琼编写;第 2 章的 2.8~2.10 由白秀琴编写;第 3 章的 3.3、第 4 章、第 5 章由田野编写。全书由田野统稿。

本书可作为轮机工程专业的实验教材,也可作为航运部门和修船厂技术人员的参考书。

本书编写过程中参阅、引用了相关文献资料,在此一并对作者致以衷心感谢。

由于编写水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请从事轮机维修工作的同行提出宝贵意见,使之日臻完善。

编 者

2012 年 8 月

目 录

第 1 章 船机零件的无损检验	(1)
1.1 渗透探伤实验	(1)
1.2 磁粉探伤实验	(3)
1.3 超声波探伤实验	(5)
1.4 X 射线照相法探伤实验	(11)
第 2 章 油液监测分析	(17)
2.1 油品运动黏度测定实验	(17)
2.2 油品开口闪点测定实验	(21)
2.3 油品闭口闪点测定实验	(24)
2.4 石油产品水分测定实验	(27)
2.5 润滑脂滴点测定实验	(29)
2.6 石油产品水溶性酸及碱测定实验	(31)
2.7 石油产品酸值测定实验	(33)
2.8 油料光谱分析实验	(35)
2.9 T2FM 型蓟式铁谱仪制谱实验	(37)
2.10 油液颗粒计数实验	(39)
第 3 章 船机零件的修复实验	(44)
3.1 电刷镀实验	(44)
3.2 电弧喷涂实验	(46)
3.3 研磨修理	(49)
第 4 章 柴油机主要零件的检修	(57)
4.1 柴油机拆装	(57)
4.2 气缸盖的检修	(62)
4.3 气缸套磨损测量及圆度、圆柱度计算	(66)
4.4 活塞环的检修	(70)
4.5 活塞的检测	(78)

4.6	柴油机活塞销的磨损测量·····	(82)
4.7	曲轴臂距差的测量与轴线状态分析·····	(85)
4.8	柴油机主轴承的检修·····	(94)
4.9	喷油器的检修·····	(97)
4.10	连杆螺栓的检验·····	(107)
第5章	船舶动力装置主要部件的检修·····	(110)
5.1	废气涡轮增压器的检修·····	(110)
5.2	主机机座上平面误差测量实验·····	(128)
5.3	用投射仪检查轴系两端轴同轴度误差·····	(131)
5.4	螺旋桨的检修·····	(135)
参考文献	·····	(141)

第1章 船机零件的无损检验

无损检验是在不损坏被检测对象的前提下,利用材料内部结构异常或缺陷所引起的对热、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,对缺陷的类型、性质、数量、形状、位置、尺寸、分布及危害程度做出判断和评价,并对其寿命、使用性能、缺陷的发展趋势等进行预测、监控和评价的一种方法。

1.1 渗透探伤实验

渗透探伤是使用较早的一种检验表面缺陷的方法。液体渗透探伤的原理是利用液体的流动性和渗透性,借助毛细管作用显示零件表面上的开口性缺陷。

渗透探伤原理简单,操作方便、灵活,适应性强,可检查各种材料和各种形状、尺寸的零件,对表面裂纹有很高的检测灵敏度,但不能检测表面非开口性缺陷和皮下缺陷。

一、实验目的

- (1) 了解着色法探伤、荧光法探伤的基本原理、方法和适用范围。
- (2) 熟悉着色探伤的操作步骤,初步掌握探伤结果的分析及缺陷判定方法。
- (3) 学生通过实际操作达到深化教学内容和提高学生动手能力的目的。

二、实验内容

渗透探伤包括荧光法和着色法。渗透探伤操作简单,不需要复杂设备,费用低廉,缺陷显示直观,具有相当高的灵敏度,能发现宽度 $1\ \mu\text{m}$ 以下的缺陷。

由于渗透探伤的检验对象不受材料组织结构和化学成分的限制,因而它广泛应用于黑色和有色金属锻件、铸件、焊接件、机加工件以及陶瓷、玻璃、塑料等表面缺陷的检查。它能检查出裂纹、冷隔、夹杂、疏松、折叠、气孔等缺陷;但对于结构疏松的粉末冶金零件及其他多孔性材料不适用。

1. 渗透探伤的原理

着色法探伤的基本原理是利用毛细管现象使含着色染料的渗透液渗入缺陷,经清洗使表面渗透液去除,而缺陷中的渗透液残留,再利用显像剂的毛细管作用吸附出缺陷中的残留渗透液从而达到检验并显示零件表面缺陷的目的。渗透着色探伤依图 1.1(a)、图 1.1(b)、图 1.1(c)、图 1.1(d)所示的工艺过程,利用某些渗透性很强的有色液体,渗入到零件表面的开口缺陷中,在除去零件表面多余的有色液体之后涂以显像剂,从缺陷中吸出渗透液,从而将缺陷的图像显现出来,再根据显示出的图像判定缺陷的位置、大小,并依此评定零件质量。

荧光法探伤是将含有荧光物质的渗透液涂敷在被探伤件表面,通过毛细管作用渗入表面缺陷中,然后清洗去除表面的渗透液,将缺陷中的渗透液保留下来,进行显像。典型的显

像方法是将均匀的白色粉末显像物质撒在被探伤件表面,将渗透液从缺陷处吸出并扩展到表面。这时,在暗处用紫外线灯照射表面,缺陷处发出明亮的荧光。

一般情况下,荧光法探伤的灵敏度高于着色法探伤。

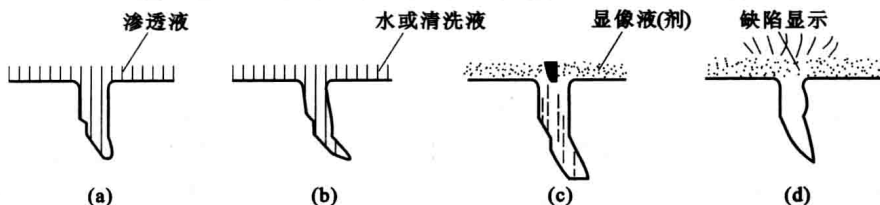


图 1.1 渗透探伤过程

(a) 渗透; (b) 清洗; (c) 显像; (d) 缺陷显示

2. 实验物品

渗透探伤剂: 套装溶剂清洗型着色探伤液(包括清洁剂、渗透剂和显像剂); 有表面缺陷的零件(如不锈钢镀铬辐射状裂纹试片); 抹布; 紫外线灯等。

3. 实验过程及步骤

着色法与荧光法都包括渗透、清洗、显像和检查四个基本步骤。

(1) 准备: 用清洁剂清洁零件表面, 并使其干燥。

(2) 渗透处理: 在零件待检表面均匀地喷涂一层薄薄的渗透剂, 10~15 min 后, 使渗透剂充分渗入表面缺陷中。

(3) 清洗处理: 用抹布擦去表面上的渗透剂, 再用清洁剂洗干净; 或者按照探伤剂的使用说明洗去被探伤件上的渗透剂。

(4) 显像处理: 在干净的表面上均匀且薄薄地喷涂一层显像剂, 待干燥后进行检查。在表面上显示出红色缺陷痕迹。

(5) 检查与判断。

着色法是在白光或日光下检查工件表面, 可以在缺陷处的工件表面显示出相应的颜色的痕迹。

荧光法则是在暗处用紫外线灯照射工件表面, 缺陷处会发出明亮的荧光。

仔细观察工件表面上缺陷的部位、形状和大小, 分析缺陷的性质及形成原因, 做出可否使用或可否修复的判断。

三、实验注意事项

(1) 实验中所用着色渗透探伤液为灌装, 内有一定的压力, 因此参加实验者不得带入烟火, 注意防爆。

(2) 本实验所用试剂均有一定的挥发性, 故整个实验过程应在通风状态下进行。

(3) 零件表面粗糙度不低于 $R_a 6.3 \mu\text{m}$, 表面一定要干净。

(4) 喷涂试剂不可过量, 以免影响探伤效果和造成浪费。

四、实验思考题

(1) 影响显影的主要因素有哪些?

(2) 着色(渗透)探伤时有哪些安全注意事项?

1.2 磁粉探伤实验

磁粉探伤是基于铁磁性材料磁导率高的特性来检验缺陷,当表面或近表面存在缺陷的零件在磁场中被磁化后产生漏磁磁场,漏磁磁场吸附磁粉,从而显示出零件表面或近表面缺陷的大小、形状和部位,如图 1.2 所示。

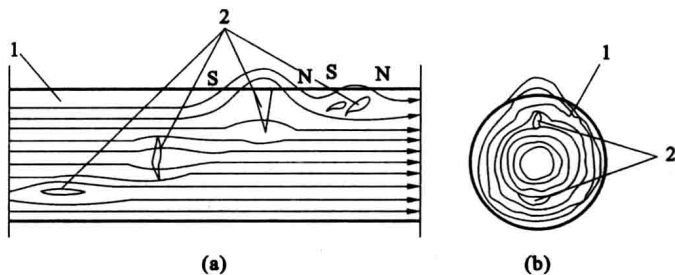


图 1.2 磁粉探伤原理

1—零件;2—缺陷

一、实验目的

- (1) 通过磁粉探伤实验,进一步了解磁粉探伤的基本原理、方法和适用范围。
- (2) 学生通过动手操作、记录、分析实验,达到深化教学内容和提高其动手能力的目的。
- (3) 掌握磁化规范的制定及实施方法,初步学会缺陷的识别及评定。

二、实验内容

1. 实验原理

磁粉探伤仅适用于检验铁磁性材料零件的表面和近表面的缺陷。当表面及近表面存在缺陷的铁磁性金属材料及其构件被磁化后,由于缺陷磁阻的影响,在这些部位磁力线会发生弯曲并在其表面产生漏磁现象。磁粉探伤就是利用磁粉显示漏磁的办法来显示出被探表面及近表面的缺陷。

2. 实验设备及用品

实验设备:CEW-2000 交直流两用磁粉探伤机。

实验用品:磁悬液、磁悬液浓度测定器、磁粉探伤灵敏度试片。

3. 实验步骤

(1) 处理试件表面。

被探工件表面应清理干净,不得有油污、氧化皮、金属屑、锈斑等,否则会增大磁悬液流动的阻力,影响缺陷磁痕的形成,还可能产生非缺陷磁痕,从而影响缺陷的判别。

(2) 选择磁化方法。

常用磁化方法有周向磁化、纵向磁化、复合磁化三种方法。

为了有效地检验出缺陷,选择磁化方法的原则是尽可能使磁力线与缺陷方向垂直。例如,对轴类零件,可用周向磁化检测纵向缺陷,用纵向磁化检测周向缺陷。

(3) 制定磁化规范。

磁化规范是指使工件缺陷表面处形成清晰的磁痕所需施加的磁化电流大小和磁化时间。

① 磁化电流大小的确定。

a. 根据被检测材料的磁化曲线求得所需电流值。

例如,对圆形工件进行周向磁化时,根据试验要求,一般试件表面磁感应强度 B 达到饱和磁感应强度的 80%,即 $B=0.8\text{ T}(8000\text{ Gs})$ 时,就能较好地发现各种微小缺陷,确保探伤灵敏度。从大多数常用钢的磁滞回线可知,要达到 $B=0.8\text{ T}$,外加磁场强度 H 都在 $1600\sim 3200\text{ A/m}(20\sim 40\text{ Oe})$ 的范围内。计算电流值的公式如下:

$$I = \frac{H}{4} D = \frac{20 \sim 40}{4} D = (5 \sim 10) D \quad (1.1)$$

式中 H ——外加磁场强度, A/m ;

D ——圆棒直径, mm 。

若要保证各种特定材质的探伤灵敏度,最好的办法是事先知道其磁滞回线,而后决定所需的外加磁化电流。

b. 利用经验公式确定电流值大小。

根据磁化电流规范经验公式确定电流值大小,见表 1.1。

表 1.1 磁化电流规范经验公式

磁化方法	磁化电流	单位	符号说明
周向磁化	连续法 $I=(8\sim 12)D$ 剩磁法 $I=(20\sim 30)D$	A	I ——电流强度 D ——圆棒直径, mm
纵向磁化	$NI=\frac{45000}{L/D}$	A	N ——线圈匝数 L ——试棒长度, mm

c. 利用磁粉探伤灵敏度试片确定电流值大小。

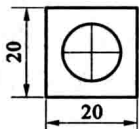


图 1.3 A 型标准试片

如图 1.3 所示为 A 型标准试片,在试片的一面刻有一定深度的细槽,试片型号的标志为分数形式,分子表示槽的深度,分母表示试片厚度,单位为 μm ,A 型标准试片分为高、中、低三种灵敏度。分子越小,则要求能显示磁痕的有效磁场强度越高。

试片法不能定量反映被检测试件的缺陷大小。并且在使用时,应使有槽的一面面对工件,用胶带纸将其紧密固定在被检工件表面上。

② 磁化次数及时间的确定。

磁化时间的选择主要是考虑磁化效果、生产效率及避免引起工件过热或烧伤等因素。一般情况下,连续法探伤可通电 $2\sim 3$ 次,每次 $1\sim 3\text{ s}$;剩磁法探伤可通电 $1\sim 2$ 次,每次 $0.5\sim 1\text{ s}$ 。

(4) 磁粉探伤步骤。

下面以湿粉连续法探伤为例说明磁粉探伤工艺过程:

① 按下探伤机电源按钮,电源指示灯亮。

② 调节行程控制开关,将检测工件牢固地夹在两触头之间。

③ 按确定的磁化方法将周向通或纵向通拨至通状态位置,调整好磁化电流。

④ 按动磁悬液喷淋按钮开关或用手动喷枪对工件进行磁悬液喷淋,同时按下转动按钮开关,使工件转动,保证工件各个部位充分润湿。

⑤ 将磁化/退磁功能开关选择磁化功能,按动工作按钮开关,以合适的磁化控制时间对工件进行磁化。在磁化结束前,必须先将喷淋停止,否则工件上形成的缺陷磁迹有可能被喷淋的磁悬液冲掉,出现漏检。

⑥ 按下转动按钮开关,使工件转动,在足够的自然光或灯光下对试件表面磁痕进行仔细观察,必要时可使用2~10倍的放大镜。

⑦ 记录探伤结果。

⑧ 将磁化/退磁功能开关选择退磁功能,按动工作按钮对工件进行退磁,且退磁场强度必须大于磁化时的强度。

三、实验注意事项

(1) 参加实验者不要佩戴机械手表,以免磁化。

(2) 开机前检查磁悬液喷淋头的方向,避免污染。

(3) 夹持工件时,确保触头与工件接触良好,以免打火。

四、实验思考题

(1) 试述磁粉探伤的种类。

(2) 磁粉探伤主要能发现哪些缺陷?

(3) 磁粉探伤灵敏度试片的作用是什么?

1.3 超声波探伤实验

超声波是一种机械振动波,是机械振动以波的形式在弹性介质中的传播。超声波探伤是利用超声波通过两种介质的界面时发生反射、折射或透射的特性来探测零件内部的缺陷。

一、实验目的

(1) 通过超声波探伤实验,使学生进一步了解超声波探伤的原理及方法。

(2) 熟悉超声波探伤仪的基本操作步骤,掌握缺陷的定位及计算方法。

(3) 掌握DAC曲线制作,研究分析试件缺陷波的幅度随距离的变化关系。

(4) 锻炼动手操作、记录、分析实验的能力,达到深化教学内容和提高学生能力的目的。

二、实验内容

1. 实验原理

超声波探伤是利用某些晶体(石英、钛酸钡等)的压电效应产生超声波,超声波通过两种介质的接触面时发生折射、反射现象的原理,将探头接触或通过水(液浸法)等耦合剂接触被

检查零件,使超声波传至零件内部。当超声波遇到声阻不同的介质(如空气、夹渣、疏松等)时,就会在这些不同的介质中引起反射或被吸收,通过仪器的波形显示来判断缺陷的大小、位置和性质。如图 1.4 所示,超声波透入金属材料的深处,并由一界面进入另一界面时,利用在界面边缘发生反射的特点来检查零件缺陷。当超声波束自零件表面由探头通至金属内部,遇到缺陷与零件底面时就分别产生反射波束,在显示屏上形成脉冲波形,根据这些脉冲波形来判断缺陷的位置和大小。

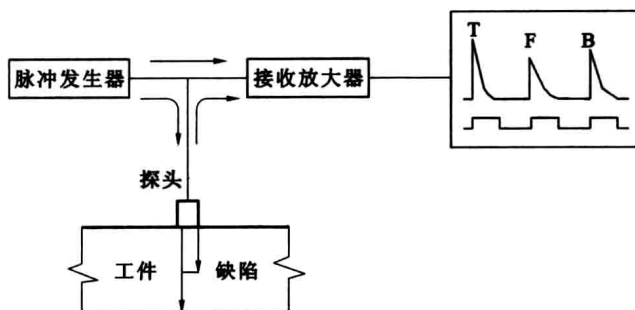


图 1.4 超声波脉冲反射法探伤原理

T—发射线;F—缺陷波;B—底波

2. 实验设备及用品

(1) 实验仪器:本实验所用仪器为 CTS-22 型超声波探伤仪(见图 1.5)或 CTS-8003 型超声波探伤仪(见图 1.6)。其最小探测距离(相邻缺陷之间的距离)不大于 3 mm,探测深度为 10~3000 mm。

(2) 耦合剂:机油、变压器油。

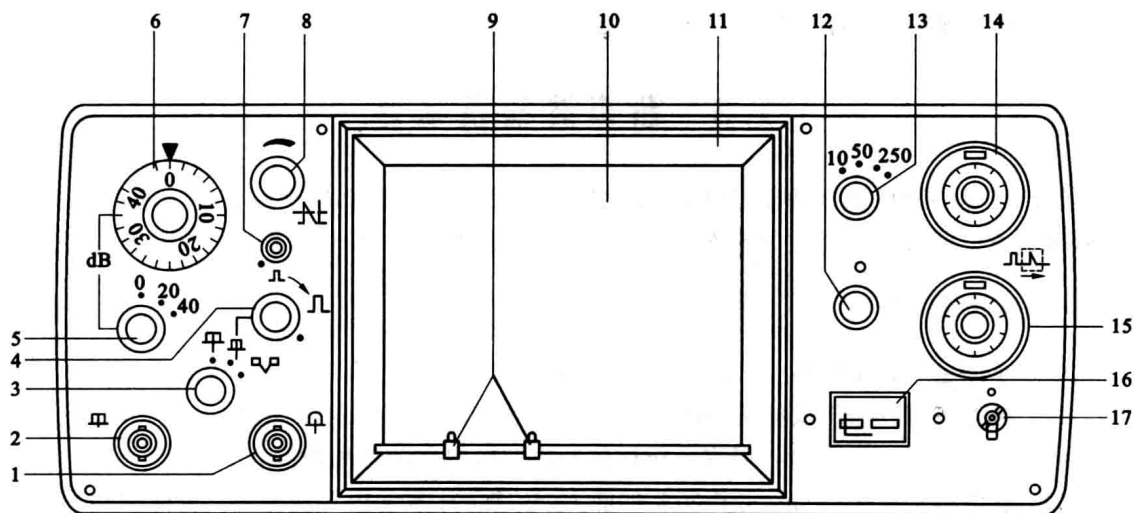


图 1.5 CTS-22 型超声波探伤仪面板图

1—发射插座;2—接收插座;3—工作方式选择;4—发射强度;5—粗调衰减器;6—细调衰减器;7—抑制;

8—增益;9—定位游标;10—示波屏;11—遮光罩;12—聚焦;13—深度范围;14—深度微调;

15—脉冲移位;16—电源电压指示器;17—电源开关

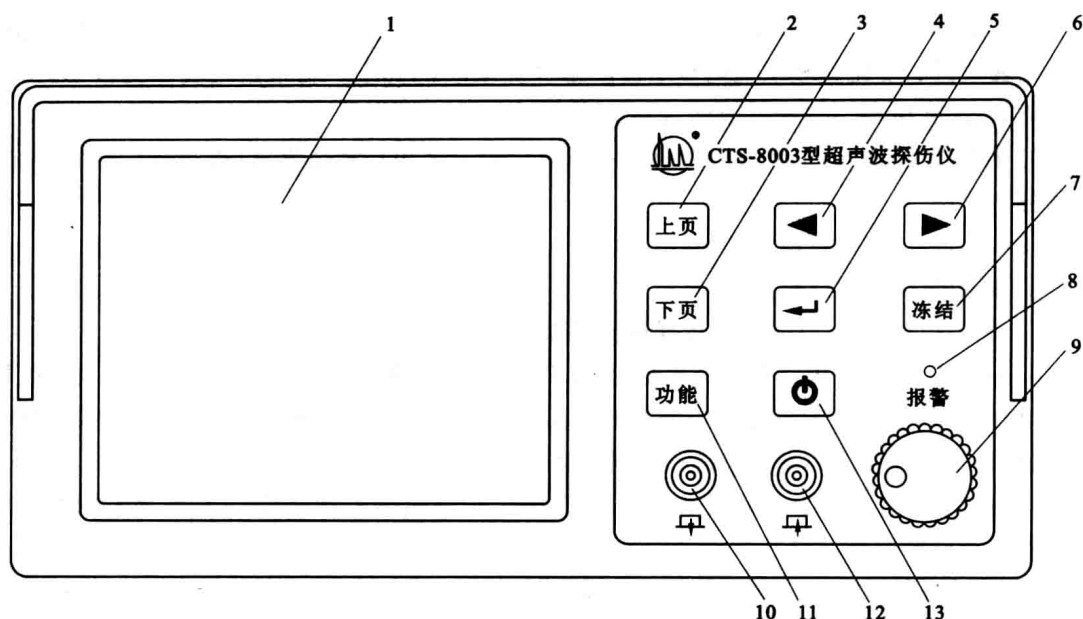


图 1.6 CTS-8003 型超声波探伤仪面板图

1—显示器;2—上页键;3—下页键;4—光标左移;5—回车键;6—光标右移;7—冻结;
8—报警指示灯;9—万能旋钮;10—发射插座;11—功能键;12—接收插座;13—电源开关

(3) 各种标准试块。

(4) 实验探伤用试件。

(5) 钢直尺。

3. 实验内容与步骤

(1) CTS-22 型超声波探伤仪探伤。

① 根据所用探伤仪的性能特点和工件的形状、缺陷特点、材料性质以及探伤要求等拟订探伤方案。

② 根据被测材料的性质和探伤要求确定工作频率,一般常用的工作频率为 2.5 MHz 和 5 MHz。

③ 根据确定的探伤方案和工作频率选择探头的结构形式、晶片尺寸和标称工作频率。纵波选择直探头,横波选择斜探头。若估计缺陷的方向与表面平行,则选用直探头。缺陷的方向与表面有较大的夹角时,选用斜探头。实验时记下所选探头的种类。

④ 探伤之前应进行探伤灵敏度的校准,即根据探伤工艺规定需发现的缺陷大小及深度等,在人工缺陷试块或标准试块上进行校核,并通过调整仪器的“衰减器”、“增益”、“工作方式选择”及“发射强度”等旋钮,使之达到所需的探伤灵敏度要求。

⑤ 探伤之前为方便缺陷的定位,必须进行显示深度的校准:根据被测工件的大小、形态、缺陷距离和所用的探头种类,先选好“深度范围”挡级,然后反复调节“深度微调”和“脉冲移位”旋钮,使选定的回波处于基线适当的位置上。本仪器采用参考试块多次底波与显示深度成比例的校准方法使始波前沿对准校准水平刻度“0”,而将第一次底波对准某一水平刻度。用“脉冲移位”可便于进行深度校准,同时与“深度范围”配合后还可将“脉冲波形”放大以利观测。

⑥ 在试件上进行探伤,调节“衰减粗调”和“衰减微调”,直至荧光屏上出现合适的波形,并依此衰减器的变化量和缺陷的显示深度来计算缺陷的大小。若未出现满意的波形,可先适当调节“深度粗调”和“深度微调”,直至出现波形。

⑦ 观察实验波形,记录波形中每个波所对应的刻度和相对高度,以进行缺陷的定位、定量分析与计算。

(2) CTS-8003 型超声波探伤仪探伤。

① 试件探伤检测过程。

a. 确定工艺方法,根据试件选择探头类型,设置探伤参数。

b. 探伤范围的校准。根据探头延时,工件材料的声速及工件尺寸,调节屏幕显示范围设定值,使屏幕显示范围与实际要校准的探伤范围一致。特别是斜探头初次使用或检测新工件时,要先标定探头 K 值、前延和材料声速。

c. 探伤灵敏度校准。探伤之前应根据探伤工艺规定需发现缺陷的大小及采用的探头种类等调节仪器的衰减量。

d. 抑制功能的使用。抑制是对整个显示屏基线上的杂波显示的高度进行处理,把小于此高度的杂波全部去掉,把大于此高度的有用信号的原有高度保存下来。在缺陷比较小时,抑制有利于发现大量杂波掩盖下的缺陷回波。但由于抑制是把信号和杂波的一定高度一起削去,使之易于观察,因此使用时应比较慎重,以免造成漏检误判。

e. 调节“A 门位”,选通某一回波并且该回波幅度大于门限值,图 1.7 右侧显示该回波的幅度(波高为垂直坐标的百分比)和深度。

f. 记录实验波形图。

衰减	Δ dB	范围	移位	抑制	A 门位
60.0	0	250	0	0	100
					幅度 % ×× 声程 ×× 深度 ×× 水平 ××
0					250 mm

图 1.7 屏显菜单 1

② 制作 DAC 曲线(距离-幅度曲线)。

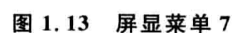
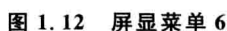
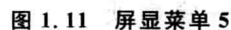
在 DAC 曲线条件下利用图 1.8 研究分析缺陷波的幅度随距离的变化关系。DAC 曲线制作按探伤工艺规程进行:

a. 制作前对探头标定,以得到准确的延时和 K 值,或直接将已知值输入到图 1.9。

b. 在图 1.7 按“功能”键,进入图 1.10,选择“DAC”进入图 1.11,光标在“制作 DAC”,按“回车”键出现图 1.12,按工艺规程的要求,输入 3 条 DAC 曲线的 dB 值,按“回车”键进入图 1.13。



图 1.9 屏显菜单 3



c. 按规程调节扫描“范围”至探伤使用的最大探测范围。

d. 根据规程以及工件厚度和曲率,选择合适的对比试块。在试块上所有孔深小于等于探测深度的横孔中,选取能产生最大反射波幅的横孔为第一基准孔,调节“衰减”,使该孔的反射波为荧光屏满幅度高度的 80%。调节“A 门位”,使闸门 A 选取该回波,无论光标在何处按“回车”键,则得到第一个标记点。

e. 选定另一较深横孔,并找到最大反射波高,调节“A 门位”,选通该回波,按“回车”键,这时获取的标记点与以前的标记点用线段相连。

f. 依次探测其他横孔,重复以上步骤,直至整个探测范围。制作出一条基准 DAC 曲线。若较深孔的反射回波幅度较小,则可通过 dB 调节,把回波升高,这不影响 DAC 曲线的形状。

g. 完成全部孔输入后,把光标移到“A 门位”以外的菜单项,按“下页”键,得到一组 3 条 DAC 曲线。

h. 在 DAC 曲线条件下探伤时,使用图 1.8。在图 1.8 右边,闸门 A 所选通缺陷回波的幅度表示为该回波处于 DAC 曲线的某一区域内,并超过某一曲线的 dB 值。例如“Ⅱ + 3 dB”表示该缺陷波峰点位于曲线Ⅱ区并超过定量线 3 dB。

i. 已制作的 DAC 曲线在图 1.11 中可随探伤条件存贮。

4. 实验波形记录

(1) 记录 CTS-22 型超声波探伤仪探伤实验波形图,判断并记录试件缺陷的位置。

(2) 记录 CTS-8003 型超声波探伤仪探伤实验波形图,判断并记录试件缺陷的位置。

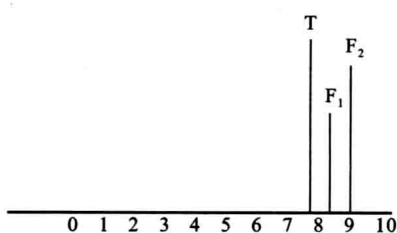


图 1.14 CTS-22 型超声波探伤仪
实验实测图

(3) 记录或打印 DAC 曲线,研究分析试件缺陷波的幅度随距离的变化关系。

5. 实验分析与判断

根据记录的波形,判断零件内部质量。有缺陷时,计算内部缺陷的位置。图 1.14 为实测图形,其中 F_1 、 F_2 所在横坐标代表缺陷所在工件的厚度位置,而图形的纵坐标(也就是图形的高低)与缺陷的大小有关,与所在的位置无关。

三、实验注意事项

(1) 试件表面粗糙度不能低于 $R_a 6.3 \mu\text{m}$ 。

(2) 实验时应清洁待测件表面并涂上机油。

(3) 注意仪器的电源要求,正确使用仪器。

(4) 超声波探头晶片材质较脆,实验中注意不要将其摔落。

(5) 试块不要随意搬动,避免溅油与伤人。

(6) 应适当选择工作频率和探头。选用斜探头探伤能够发现某些直探头难以发现的缺陷,如裂纹等,它常用于焊缝、曲轴、弧形工件等探伤。

四、实验思考题

- (1) 超声波探伤的主要特性有哪些?
- (2) 超声波探头的主要作用是什么?
- (3) 超声波试块的作用是什么?

1.4 X 射线照相法探伤实验

射线探伤是利用射线探测零件内部缺陷的无损探伤方法。X 射线、 γ 射线和中子射线在辐射时沿直线前进,在穿过物质的过程中,由于受到物质的散射和吸收作用,射线强度逐渐减小,强度减小的程度取决于被通过部位的材质、厚度、存在缺陷的性质和射线的种类。因此,在被检测零件的另一面显示或测量穿透射线的强度及其分布,即可发现和判别缺陷。利用透过零件后的不同强度的射线使胶片感光,再经暗室处理得到射线底片,用射线底片来显示这种强度分布,并观察、分析底片,从而发现缺陷,判断缺陷的大小、性质及分布情况。

一、实验目的

- (1) 通过 X 射线照相法探伤实验,使学生进一步了解射线探伤的原理及应用。
- (2) 熟悉 X 射线探伤的工艺过程,了解 X 射线机的使用方法和操作步骤。
- (3) 初步掌握 X 射线照相法探伤中依据有关标准判定缺陷的方法。

二、实验内容

1. 实验原理

X 射线照相法探伤是利用 X 射线在物质中的衰减规律和射线能使某些物质产生荧光、光化作用的特点,将射线穿过被探工件照射到 X 射线胶片上使胶片感光,再经过暗室处理,得到反映工件内部情况的照相底片,利用这种底片在强光灯上分析,从而判断被探工件内部质量。

2. 实验设备及用品

(1) 实验设备。

工业用 X 射线探伤机(如图 1.15 所示)、观片灯、胶片恒温干燥箱、黑度计。

(2) 实验用品。

评片尺、像质计、X 射线胶片、暗袋、增感屏、铅字标记、显影药水、定影药水、洗片夹等。

3. 实验步骤(依据 GB 3323—1987)

(1) 配制显影药水、定影药水(一般应提前 24 h 配制),做好暗室准备。

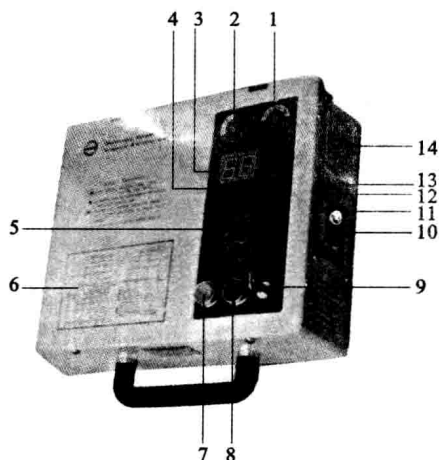


图 1.15 XXQ-2505 型便携式 X 射线探伤机外观图

- 1—工作状态指示灯(B); 2—工作状态指示灯(A);
3—时间显示器; 4—时间调节旋钮; 5—kV 调节旋钮;
6—透明曲线板; 7—高压开键(START); 8—高压开关;
9—高压保护锁; 10—电源开关; 11—保险丝;
12—电源插座; 13—接地端子; 14—接地电缆插座。