

工业射线检测影像 识别与评定

Gongye Shexian Jiance Yingxiang
Shibie Yu Pingding

侯若明 主编

工业射线检测影像 识别与评定

侯若明 主编



中国质检出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

工业射线检测影像识别与评定/侯若明主编. —北京:
中国质检出版社, 2013

ISBN 978-7-5026-3541-1

I. ①工… II. ①侯… III. ①射线检验-图象处理
IV. ①TG115.28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 249647 号

内 容 提 要

本书主要包括射线检测概述、评片基本条件、评片基本知识、焊接基本知识、底片自身质量评定、底片影像分析、缺陷定性分析方法及注意事项、焊接接头质量等级评定、射线检测记录与报告、X 射线实时成像影像的识别与评定、底片影像图例等。本书结合影像图例介绍工业射线检测影像识别、分析和评定。

本书主要供从事射线检测的工作人员以及不需懂原理、操作,只需会识别、分析、评定的特种设备检验检测机构的检验人员、各行业的企业管理人员、焊接技术人员及焊工使用。

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010)64275323 发行中心: (010)51780235

读者服务部: (010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 11.75 字数 252 千字
2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月第一次印刷

*

定价 39.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010)68510107

前 言

无损检测(非破坏性检测)是控制产品质量、保证设备安全运行极为重要的技术手段,广泛应用于机械制造、冶金、化工、航空航天、石油天然气、电力、船舶、核工业、兵器等众多行业,也是特种设备制造质量、安装质量和安全使用评价必不可少的技术手段之一。

射线检测是目前无损检测领域五大检测方法中应用范围最广、应用量最大的一种。射线检测,即通过用射线作为检测源,用胶片作为记录介质,对金属焊缝进行照相,通过对获得的底片上的各种影像进行分析、识别、判断,进而对焊缝内部质量做出正确评价。射线检测具有准确、可靠、直观及易于存查等特点。在我国特种设备生产领域(含制造、安装、维修、检验)、电力行业、航空航天行业、军工行业及机械行业等许多领域,射线检测已成为一种必不可少的检测方法。对底片上反映的各种信息能够进行准确的识别、分析、判断、评定,不仅是专业无损检测人员必备的基本技能,也是从事特种设备监察或检验检测的监察人员或检验人员、各领域特种设备管理人员、无损检测管理人员、焊接技术人员及从事焊接缺陷返修的焊接人员应当了解和熟知的基本知识。对射线底片上的信息进行正确识别、准确分析、精确判定对于所检设备的安全及寿命评估是非常重要的。20世纪70年代以来,各行业都开始对从事射线检测的人员进行培训、考核、发证,要求必须持证上岗。为配合培训、考核工作,各相关部门编辑印刷或出版了许多射线检测教材。这些教材重点是讲射线检测的原理、器材和操作,对于影像识别、分析及评定的内容则介绍得较简单,大多只是文字叙述,缺少具体图像实例和标准应用举例等,而专业介绍射线影像识别、评定的书籍更是少见,本书的出版将在这方面予以补充。

本书主要适用于从事射线检测的人员以及不需要懂较多原理、操作,只需会识别、分析、评定射线检测影像的特种设备安全监督管理部门的监察人员、检验检测机构的检验人员、各行业的管理人员、焊接工程技术人员及焊工等,是一本实用易懂、由浅入深、图文并茂、易于快速掌握和查找的实用教材和资料。其中许多内容是作者多年来从事射线检测、底片评定和人员培训实际工作经验的积累和总结。

全书共11章。由侯若明主编,参加编写的人员还有侯建平、董丽萍、谢亚斌、冀晋川。山西省无损检测人员资格考核委员会为本书的出版提供了大力支持。在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不当之处,望广大读者批评指正。

编 者

2012年9月

目 录

第 1 章 概述

1.1 射线及射线检测	1
1.2 射线照相法	2
1.3 X 射线实时成像法	3

第 2 章 影像识别与评定基本条件

2.1 观看底片的前提条件	5
2.2 评片基本条件与评定质量的关系	12

第 3 章 影像识别与评定基本知识

3.1 投影的概念	13
3.2 投影特点	14
3.3 射线照相投影特点	14
3.4 射线照相缺陷检出及射线底片评定特点	16

第 4 章 焊接基本知识

4.1 常用焊接方法简介	17
4.2 常用焊接术语	27
4.3 工艺参数对焊缝形状的影响	32
4.4 焊接接头、焊缝及坡口的形式	33
4.5 焊接冶金基础	40
4.6 焊接接头缺陷分类及产生原因	44

第 5 章 底片自身质量的评定

5.1 射线照相灵敏度的检查与评价	59
5.2 底片黑度的检查	65
5.3 底片标记检查	67

5.4 底片伪缺陷检查 68

5.5 底片背散射情况检查 68

第 6 章 底片影像分析

6.1 观片基本操作 70

6.2 底片上可获得的影像分类 71

6.3 焊接成形影像分析 72

6.4 常见伪缺陷影像及识别 78

6.5 外部(表面)缺陷影像识别 83

6.6 内部缺陷影像识别 88

第 7 章 缺陷定性分析方法及注意事项

7.1 缺陷定性分析常用方法 101

7.2 缺陷定性分析注意事项 103

第 8 章 焊接接头质量等级评定

8.1 概述 105

8.2 标准对底片上缺陷影像的级别规定 111

8.3 标准对底片上缺陷影像的定性定量规定 112

8.4 射线照相底片缺陷影像的评级方法 116

第 9 章 射线检测记录与报告

9.1 射线检测记录内容 147

9.2 射线检测记录填写与缺陷标注 147

9.3 射线检测报告 151

第 10 章 X 射线实时成像影像的识别与评定

10.1 X 射线实时成像的特点 152

10.2 X 射线实时成像影像的识别与评定 154

第 11 章 专题

11.1 制造、安装射线检测质量监督检验内容和方法 164

11.2 承压类特种设备定期检验射线底片评定特点 167

11.3 特种设备监督管理部门对无损检测工作的监督抽查 172

11.4 电站锅炉工程质量监督检查中射线检测质量检查 175

11.5 角接接头射线检测底片评定 175

11.6 焊接缺陷的返修 177

11.7 射线检测人员、特种设备检验人员评片考试一次性规定 178

参考文献 180

第 1 章 概 述

1.1 射线及射线检测

1. 射线

射线,是指高速运动的微观粒子流,在物理学上称为辐射。射线的种类很多,如 α 射线(氦的核子流)、 β 射线(电子流)、中子射线(中子流)、X 射线和 γ 射线(光子流)等。其中,X 射线和 γ 射线是一种波长很短(大致在 10^{-10} cm $\sim$ 10^{-6} cm)的电磁波,从现代物理学波粒二象性的观点看也可将其视为一种能量极高的光子束流。能够用于工业射线检测的射线只是那些易于穿透物质的射线,如:X 射线、 γ 射线和中子射线。其中 X 射线和 γ 射线是工业射线检测中应用最广泛、最多的射线源,中子射线主要用于特殊行业、特殊装置及特殊材料的检测。

X 射线是在高电压下在专用装置(X 射线管)中产生的,其能量和波长是可控制和可调节的。 γ 射线是放射性同位素衰变产生的,其能量和波长是由源的种类决定的,是不可控制和不可调节的。

X 射线的能量取决于 X 射线管两端所施加的电压,X 射线的强度取决于 X 射线管灯丝的电流大小。 γ 射线的能量取决于源的种类, γ 射线的强度取决于放射性同位素的活度。无论 X 射线还是 γ 射线,其能量和强度适当与否是对给定工件能否进行射线检测的前提条件。

2. 射线检测

射线检测,是指使用不可见但能够以直线穿透可见光不能穿透的物质并按一定规律衰减。在穿透物质过程中,会与物质发生复杂的物理和化学作用(如电离作用、荧光作用、光化学作用)的 X 射线、 γ 射线、中子射线或其他高能射线照射被检工件,射线强度在工件内密度变化区域(有缺陷与无缺陷区域)被不同程度地吸收,放置在工件背面对射线敏感的感光材料(胶片)能记录透射的射线强度差异(形成潜影),经暗室处理后可转变成有可见黑度差的图像;或通过工件背面的图像接收装置将图像直接显示在显示屏上等方法显示工件中的缺陷平面投影图像,以供分析评定。

射线检测对焊接缺陷的尺寸和性质判定直观、准确、可靠,它可以明显地显示缺陷的形状、数量、平面位置和尺寸大小,且射线检测的底片及图像均可长期保存,以备以后的比对、检查。缺点是成本较高,检验周期较长,射线对人体有伤害危险。

射线检测是工业无损检测的一个重要专业门类。射线检测主要用于探测工件内部的宏观几何缺陷。按照使用的射线种类、记录射线透过工件后的强度的器材(介质)、工艺和

技术特点的不同,可将射线检测分为多种不同的方法,如胶片射线照相法、X 射线实时成像法、数字化射线成像法、X 射线层析照相法等。胶片射线照相法又分为 X 射线照相法、 γ 射线照相法、高能射线照相法和中子射线照相法。目前,应用最广泛的是 X 射线照相法、 γ 射线照相法和 X 射线实时成像法,本书只讨论和介绍 X 射线照相法、 γ 射线照相法(以下简称为射线照相法)和 X 射线实时成像法。

射线检测在各领域的使用中,主要是用于各种设备焊接接头的质量检测,在许多领域的制造、施工验收规范、标准中都要求在焊接接头的最终检验中使用射线检测。

1.2 射线照相法

射线照相法,指使用 X 射线或 γ 射线照射工件,以胶片作为记录信息的器材的无损检测方法,见图 1—1。X 射线和 γ 射线都是波长极短的电磁波,都具有物理学中的波粒二象性,都能穿透可见光不能穿透的物质。X 射线和 γ 射线除了能量和产生机理不同外,其检测原理和检测方法基本上是相同的。

射线穿透物质时受到吸收和散射因而强度衰减,强度减弱程度与射线穿透部位的物质种类、材料厚度、材料密度、材料内部有无缺陷以及缺陷种类、大小有关,强度衰减遵循一定的规律,即

$$I = (1 + n) I_0 e^{-\mu T} \quad (1-1)$$

式中 I ——射线穿过厚度为 T 的材料后的强度,即透射线强度;

I_0 ——射线进入工件前的强度,即入射线强度;

e ——自然对数的底($e=2.718\cdots$);

μ ——材料对射线的衰减系数(与射线能量、射线穿透的物质的原子序数和密度有关);

T ——工件的厚度;

n ——散射比(与射线能量、射线穿透的物质的种类、穿透厚度有关)。

从式(1-1)中可知,射线穿透工件处的物质厚度(或材料密度)越大,则射线的衰减程度越大;反之亦然。当工件厚度相同时,若工件中存在比基体材料密度大的物质,如钢中存在钨、铜等高密度夹杂物,由于钨、铜密度高于钢,对射线吸收作用大,即对射线的衰减作用

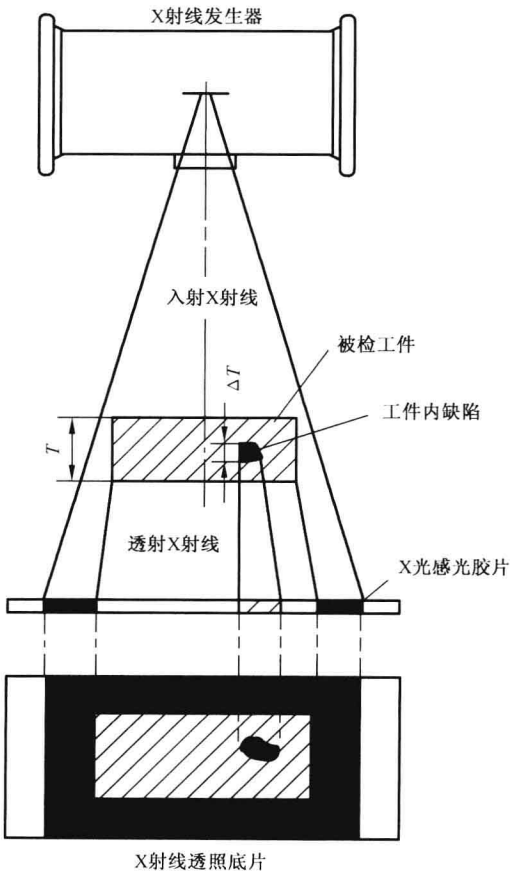


图 1—1 射线照相法示意图

大,通过存在钨、铜处的工件后的射线的强度就小;若工件中存在对射线吸收较小的物质或缺陷(如气孔、裂纹、未熔合、未焊透、夹渣、非金属夹杂物、空气缝隙等),则对射线的衰减作用小,透过工件的射线的强度就大。同样,不同焊接方法其焊缝表面形状、尺寸也不尽相同,穿透焊缝处的射线强度与穿透母材处的射线强度也不同。我们在射线穿透工件的背面放置专用的感光胶片,由于透过工件的射线强度因上述各种原因而不同,导致胶片感光程度也不同,将感光后的胶片经显影、停止显影、定影、水洗、干燥等一系列暗室处理后,就得到具有与工件结构和内部缺陷相对应的、以不同黑度显示的在可见光下可直接观察的图像——射线照相底片(简称射线底片)。在射线照相中,射线通过物体因吸收作用,在射线底片上产生不同程度的明暗影像,即黑度差异,也叫对比度,在底片上黑暗部分对应于工件中射线易通过,对射线吸收小,衰减作用小的部分;底片上的淡亮部分对应于工件中射线难以通过,对射线吸收作用大,衰减强烈的部分。底片上这些不同程度的明暗,有的是工件形状、焊缝成形形状和尺寸造成的,有的是工件内部缺陷造成的,把底片放在专用观片灯上观察,就可以看到底片上这些黑度不同、形状不同的影像,通过对底片上影像的观察、分析、判断,可以确定工件中是否有缺陷,以及缺陷的种类、大小、形状和分布状态等内容,将底片上反映出的缺陷与验收标准对照,即可对所检工件焊接接头质量做出等级评定,这就是射线底片评定的内容,也是射线照相的最终目的。

射线照相法使用胶片作为记录介质,可以直接看到缺陷的直观图像,且可以长期保存,不但能让任何有关人员评片,还可供检验、监察人员随时查验,因而广泛应用于锅炉、压力容器、压力管道的制造检验、安装检验和在用设备的定期检验中,检测对象主要是各种熔化焊对接接头,也可用于检测角焊缝或其他一些特殊结构。

X射线和 γ 射线的选择依被检工件的厚度、检测环境条件、检测工作量大小等因素而定。(详见有关射线检测专业书籍,此处不再赘述。)

1.3 X射线实时成像法

X射线实时成像法就是应用X射线透照工件的同时就可在显示屏上观察到检测部位图像的检测方法,见图1—2。该方法主要用于生产线上工件的快速检测,验收与否可以立即决定,而无需胶片处理的等待时间,工作效率大大提高,还可以进行数字化存储且存储、调阅、传递比底片方便。与X射线和 γ 射线照相法不同的是记录介质的不同,实时成像不使用胶片,不需要处理胶片用的化学药品,运行成本低,不会造成环境污染。X射线实时成像法工作原理是:X射线照射工件后,经射线接受转换装置将透过被检工件后的射线转换为携带了工件内部信息的可见光图像或可供计算机采集卡使用的电压信号,经数字成像系统及图形处理系统,将携带工件内部信息的X射线转变为数字化图像,显示在电脑屏幕上,供检测人员依据验收标准对屏幕上显示的图像直接进行判定,评定被检工件的内部质量。近年来,一种称为扫描式X射线成像器的射线接收装置代替图像增强器,实现射线——数字直接转换,实现了动态降噪,具有图像噪声低、灵敏度高、体积小、重量轻等优点。X射线实时成像的主要缺点是设备一次投资大,检测系统的灵敏度和适应性现阶段还不如射线照相法。

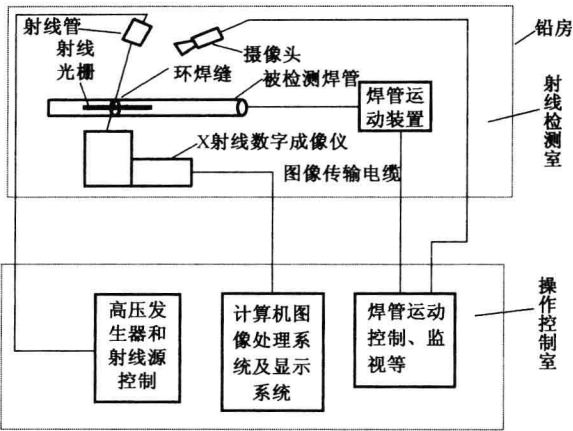


图 1—2 锅炉管子环焊缝 X 射线实时成像检测示意图

第2章 影像识别与评定基本条件

射线检测的最终目的是判定被检工件的内部质量状况,即从射线底片影像(或 X 射线实时成像影像)上来辨别缺陷的有无,说明缺陷的性质,解释缺陷存在的情况(位置、深度、大小、数量、分布等),推测缺陷可能发展的趋势,根据被检工件的质量要求,给出能否使用(合格与否)的结论,同时,将检测结果反馈到生产过程中,使生产工艺得到及时纠正或改进,不断提高产品质量及可靠性。

被检工件的内部质量信息在射线检测中就包含在射线底片影像或 X 射线实时成像影像中,影像识别与评定就是从射线底片影像或 X 射线实时成像影像(以下简称为底片影像)中提取最大信息的技术。就是根据底片影像确定出工件内部缺陷的位置、性质、大小、数量,按照有关标准定出级别,或根据被检工件的质量要求判定是否合格。

2.1 观看底片的前提条件

由前述可知,无论是射线照相底片影像还是射线实时成像影像,它们都包含两大类信息:一类是被检工件表面几何影像,如工件结构影像(板、管、带垫板情况、厚度差、对接偏差等)、焊接成形影像(焊接方法、焊接位置、焊接形式);一类是缺陷影像,包括焊接缺陷、非焊接缺陷、伪缺陷。工件中的缺陷能否通过射线检测方法检测出来,取决于:一是底片上能否留下可识别的影像(这与照相质量有关);二是底片上的影像在一定条件下能否显示出来(这与观片设备、环境条件有关);三是评定人员对显示出来能观察到的影像是否能做出正确的分析与判断,得出准确的结论(这与评定人员的素质有关)。能否做到上述三点,对于缺陷的检出至关重要。所以说,这三点是影像识别与评定的基本要求,也是前提条件,其中任何一点出了问题,都将失去射线检测的意义。

影像识别与评定(简称评片)的基本前提:

- (1) 待评底片及透照资料、检测目的与要求、执行标准具备;
- (2) 评片所需的工作环境及设备、用具具备;
- (3) 具有射线检测 II 级或以上资质人员两名。

一、待评底片及资料、标准准备

观看底片的前提条件一是底片必须经暗室处理且烘干或干燥后进行,严禁湿片评判;二是底片的编号方法严格执行单位的有关规定,一般采用“工件编号+焊缝编号+检测部位编号”排序号;三是底片的透照设计、透照工艺(F,I,KV,L₃,K 值等)应符合所执行标准的规定。要做到第三点,除透照工艺的编制符合要求,拍片操作人员严格按工艺执行外,评

片人员在开始评片前,要对所提供的透照资料——透照工艺卡、焊口布片图、透照原始记录等进行查看、熟悉,通过查看记录,判断工艺执行情况,有经验的评片人员通过评价底片本身质量(详见第5章)也可间接评价工艺执行情况。通过查看委托单了解检测目的、检测要求及执行标准等;通过委托单中提供的材质、规格、焊接方法、坡口形式、工件结构等,事先分析和预测可能出现的缺陷种类、位置、方向、产生时机等,做到心中有数。然后熟悉要执行的标准,弄清标准规定的缺陷种类名称,各级允许的缺陷种类、数量等,弄清标准中对于底片质量的判定项目和方法,弄清检测比例、扩探要求等。

二、评片环境、设备及用具

评片环境,指评片的工作场所,场所内照明(光线)情况及办公条件等。

要使射线底片评定有意义,就必须在良好的工作环境条件下使用适当的符合相关技术标准要求的观片设备(观片灯、黑度计等)。如果射线底片上的微小黑度变化无法观察,超标缺陷就可能漏评。在许多情况下,即使是使用最佳技术和高类别胶片(微粒胶片),各种微小缺陷也往往只能勉强识别。为使影像识别与评定人员尽可能正确分析与评定射线底片上的影像,使用理想的观片环境条件和适当(符合相关技术要求)的观片设备是绝对必要的。因此,影像识别与评定应在一定的条件下进行,此条件应提供最大的细节可见对比度,且使影像识别与评定人员感到舒适而疲劳程度最小。

(一) 评片室

射线底片影像评定应有独立的工作间,即评片室(观片室),评片室应整洁、安静,有适当的光线,温度适宜。这样可以使评片人员免受各种干扰,能聚精会神开展评片工作。现场射线检测时,评片室一般设在暗室邻近位置;固定场所射线检测,评片室根据设计及周围环境设置,除应避免辐射外,还应远离噪声区域。评片室内光线应柔和偏暗,不要全暗,否则,易导致评片人员的视觉疲劳。评片室亮度一般等于或略低于透过底片的光的亮度,即接近 30 cd/m^2 (坎德拉/米²) 左右。墙壁应不反光,无强光(日光)直射;窗户应悬挂深蓝或黑色窗帘;室内照明应避免直接射入人的眼睛或在底片上产生反光;应有适宜的工作台(桌)、椅等,工作台上除能放置观片灯、黑度计外,观片灯两侧应有适当的空间,以便于放置底片、记录、标准、评片尺、放大镜、笔、纸等。

对于射线实时成像来说,也应有相同的一般条件,使观察者获得最大视觉敏感度。

注意:从亮处进入暗处应适应一定时间再开始评片,一般为(5~10)min,从一般的室内进入评片室的适应时间应不少于30s。这样做的目的是,避免因光强的突然变化使人的视觉灵敏度下降从而造成评片时的漏检。

(二) 观片灯

射线底片由于本身黑度较大,无法在日光或普通灯光下看出其影像细节,必须在底片背后放置一均匀的光源,借助于透过底片的光线用肉眼进行影像细节观察。为了达到这个目的而设计的专用照明器具叫观片灯,观片灯就是一种观察底片的可见光源。按光源分,观片灯可分为热光源观片灯和冷光源观片灯两种;热光源观片灯发热大,需有风扇冷却,噪

音大;冷光源观片灯几乎无噪音,现大多使用的是冷光源观片灯。

(1) 观片灯主要部件

- ① 观察屏;
- ② 外壳;
- ③ 亮度调节装置;
- ④ 散热装置;
- ⑤ 必要的附件,如遮光板等。

(2) 观片灯必须有足够的光亮度^[1]。按现行标准,要求能观察到黑度为 4.0 的底片,则观片灯的最大亮度应不小于 10^5 cd/m^2 (坎德拉/米²)。当底片评定范围内的黑度 $D \leq 2.5$ 时,透过底片的光亮度不应小于 30 cd/m^2 ;当底片评定范围内的黑度 $2.5 < D \leq 4$ 时,透过底片的光亮度不应小于 10 cd/m^2 。实际工作中应用亮度计测定透过底片后可见光的亮度是否达到标准的要求。观片灯的亮度必须可调,以便观察不同黑度底片时满足上述要求,即观察低黑度底片时,可使光强减弱,而观察高黑度底片时,可将光强调至最大。光源的颜色通常为白色,也可使用橙色或黄绿色的光源。观片灯应有足够的照明区,工业用观片灯为长条式观片灯,见图 2—1,工业用观片灯照明区一般为 $300 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$,观片灯一般配有不同照明区的遮光板以便于观察不同形状、不同规格底片的需要,使用原则:照明区大小略小于底片尺寸,使照明集中在底片上要评定的区域,同时不产生直射光从而避免多余光线进入评片人员眼中,在细节评定时应特别注意这点。

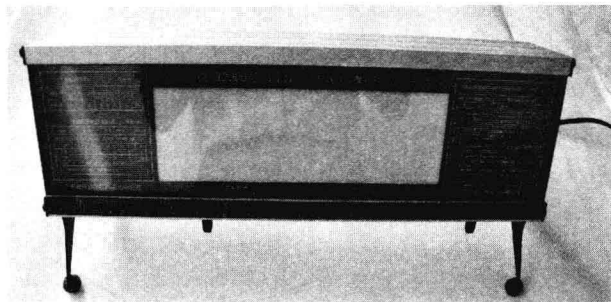


图 2—1 观片灯

(3) 观片灯的观察屏须有散射光的性能,即照射到底片上的光应是均匀漫射光;观察屏受热时应不变形、不变色;观察屏表面应不易被刮伤,也不会划伤射线底片,并易清洁。

(4) 此外,观片灯应散热良好、绝缘好,噪声低(小于 40 dB)。

注: 1. 光学单位

发光强度——光源在给定方向上单位立体角内传输的光通量(坎德拉,cd);

光通量——光源在包含给定方向的立体角元内传输的光通量等于光源在该方向的发光强度与该立体角元的乘积(流明,lm);

辐射通量——以辐射的形式发射、传播和接收的功率(瓦特,W);

[光]照度——照射到表面一点处的面元上的光通量除以该面元的面积(勒克斯,lx);

辐射度——表面一点处的面元在给定方向上的辐射强度,除以该面元在垂直于给定方向的平面上的正投影面积(瓦特/米²,W/m²);

[光]亮度——表面一点处的面元在给定方向上的发光强度,除以该面元在垂直于给定方向的平面上的正投影面积(坎德拉/米²,cd/m²)。

数值关系:1 lm=1 cd·sr,1 lx=1 lm/m²

2. 人眼的视觉特性

人眼对不同颜色的可见光敏感程度是不同的,在强光下(日光下)对颜色变化敏感,在暗处对光的变化敏感。在较暗环境中对黄绿色光最敏感,其次是白色、橙色(热光源是黄色,冷光源有白色、有绿色)。人眼难以适应光强不断变化的环境,因此,从亮环境进入暗处应有一段适应时间(5~10) min。

光的强度变化还易引起眼睛疲劳,所以,观片室不宜过暗。

人眼能分辨的最小尺寸:一般条件下为 0.25 mm 的点,0.025 mm 的线。

3. 表观对比度

非透过底片缺陷部位的光线引起的人眼辨别影像黑度差能力的下降值。

因此,应尽量避免室内环境光线、底片上缺陷周围的透过光线进入观片者眼中。前面说到的暗室亮度控制、墙面不反光、遮挡等都是为了此目的。

4. 观片条件对影像识别的影响

先介绍一下 ΔD 和 $\Delta D_{\min}$ 的概念。

ΔD ——对比度(底片上某缺陷影像与周围背景客观存在的黑度差)。

$\Delta D_{\min}$ ——底片上能够辨认的某一尺寸影像的最小黑度差,也叫最小可见对比度或识别界限对比度,它反映人眼对底片影像黑度差的辨别能力,即识别灵敏度, $\Delta D_{\min}$ 的数值越小,意味着人眼对底片影像的辨别能力越强。

当底片黑度为 D_1 的部位存在着黑度为 D_2 的缺陷影像时,能否识别底片上存在的缺陷呢?这要由缺陷影像所显示的黑度差 $D_2 - D_1$,即对应于缺陷的底片对比度 ΔD 和为辨认缺陷所需要的最小黑度差即识别界限对比度 $\Delta D_{\min}$ 之间的大小关系来决定。当底片的对比度 ΔD 比识别界限对比度 $\Delta D_{\min}$ 大时缺陷能识别,小时缺陷不能识别,即底片上影像能够识别的条件是 $\Delta D \geq \Delta D_{\min}$ 。

5. 底片黑度对识别的影响

底片黑度对识别的影响见图 2—2。

从图 2—2 中可以看出,黑度太低和太高时,最小可见对比度 $\Delta D_{\min}$ 都大于底片的对比度 ΔD ,此时,存在缺陷,人眼也识别不出来。只有底片黑度在一定黑度范围(1.5~4.0)内,才满足识别条件。

6. 观片灯亮度对识别的影响

观片灯亮度对识别的影响见图 2—3。

从图 2—3 中可以看出,观片灯亮度提高,可识别的黑度范围随之增大,即提高观片灯亮度,有利于缺陷影像细节的识别。

7. 环境亮度对识别的影响

环境亮度对识别的影响见图 2—4。从图 2—4 中可以看出,观片室内有亮度(散射光)存在时,可识别缺陷影像的黑度范围比在暗室中的可识别缺陷影像的黑度范围减小,也就是说,同样大小缺陷,在暗室里更易于识别。因此,在观片时,若对某个影像是否是缺陷或对某个缺陷难以定性时,可临时关闭评片室内所有照明,待确定后,再恢复室内原有照明或光线,这是有经验的评片人员常用的一种方法。

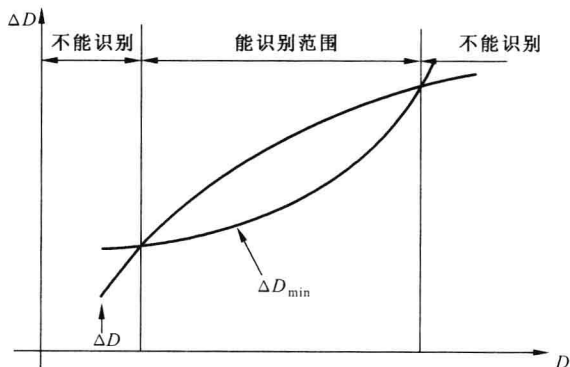


图 2—2 黑度对识别的影响示意图

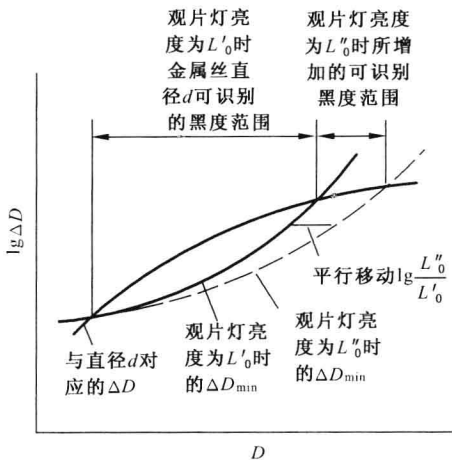


图 2—3 观片灯亮度对识别的影响示意图

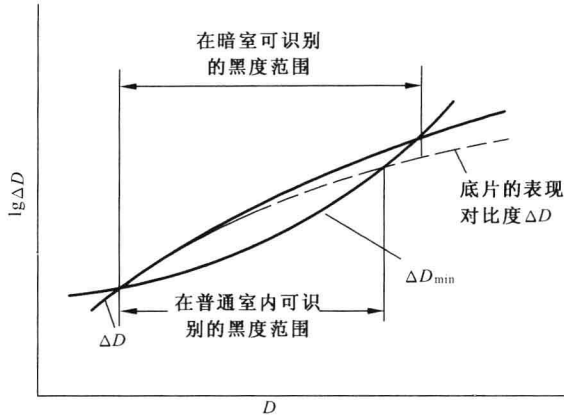


图 2—4 环境亮度对识别的影响示意图

(三) 黑度计

黑度计是用来测量射线照相底片黑度的一种专用仪器,全称是黑白密度计,也叫光学密度计。目前,广泛使用的是数字显示黑度计,见图 2—5。对黑度计的要求是读数准确、稳定性好,可测量最大黑度不小于 4.5,测量误差 $\leq \pm 0.05$ 。黑度计应至少每 6 个月校验一次(黑度计不是强制检验设备,属自校仪器,校验应有记录并有校验人和审核人签字,校验记录至少应保存到下一校验周期)。校验方法可参照 JB/T 4730.2—2005《承压设备无损检测 第 2 部分 射线检测》附录 B(资料性附录)《黑度计(光学密度计)定期校验方法》的规定进行。黑度计配带的标准黑度片属强制检验的范围。

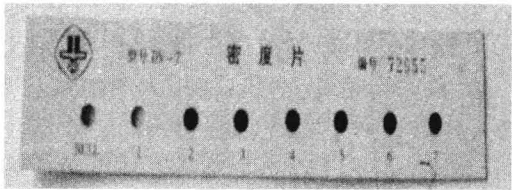
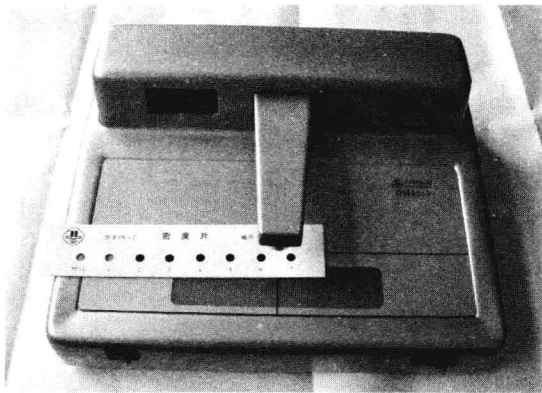


图 2—5 黑度计及标准黑度片

1. 黑度计使用注意事项

- (1) 黑度计接通电源后,至少等 5 min 后再使用,这样是为了预热仪器,使电路稳定。
- (2) 每次开始使用仪器时,均应先进行零点校准(不同产品操作步骤有所不同,应按使用说明书进行)。
- (3) 应定期使用仪器附带的标准黑度片对仪器进行校正。当对仪器读数产生怀疑时,

应及时对仪器进行校正。

(4) 底片未完全干燥,切不可测取黑度读数。

(5) 黑度计属精密测量仪器,使用和保管时应注意轻拿轻放,防尘、防潮、防酸碱物质;仪器应远离强电磁场。

(6) 标准黑度片每次使用完,应及时放入保护袋中。

2. 黑度计校验

黑度计应按生产厂推荐的方法或标准规定的方法进行校验,校验步骤如下。

(1) 接通黑度计电源和测量开关,预热 10 min 左右。

(2) 用标准黑度片(密度片)的零黑度点(区)校准黑度计零点,校准后顺次测量黑度片上不同黑度的各点的黑度,记录测量值。

(3) 按上条规定反复测量 3 次。

(4) 计算出各点测量值的平均值,以平均值与黑度片该点的黑度值之差作为黑度计的测量误差。

(5) 对黑度不大于 4.5 的各点的测量误差均应不超过 ± 0.05 ,否则黑度计应校准、修理或报废。

(6) 标准黑度片至少每两年送法定计量部门检定一次。

(四) 评片时各种用具(观片用附件)

(1) 遮光板:观片灯一般都配带有几种规格的遮光板(见图 2—6),以备观看不同规格的底片使用。也可用包胶片的黑纸自行制作几个不同规格的遮光板,以满足本单位需要。

使用遮光板的目的是:遮挡底片周围区域的透射光,避免非透过底片的光线进入观片者眼中,影响观片者对影像细节的观察判断。

(2) 放大镜:通常,不用放大镜就可评定射线底片影像,只有当难以定性或影像细节不易判定时,才使用放大镜。放大镜有带刻度和不带刻度两种,放大倍数,一般为(2~5)倍,最大不超过 10 倍,使用太高倍数放大镜,易使影像产生畸变,易将胶片药膜不均等看成缺陷。

(3) 直尺:直尺主要用于缺陷长度的测定。一种是普通带有刻度的透明有机玻璃或透明塑料做的尺子;一种是将评片标准主要内容刻印在透明有机玻璃或透明塑料上的尺子,又叫评片尺,若上述二者均无,也可使用钢板尺。

(4) 小电筒:用于识别划伤、压痕、污迹等表面伪缺陷。

(5) 手套:拿底片时使用,避免评片人手指与底片直接接触,产生污痕,增加底片影像识别难度。

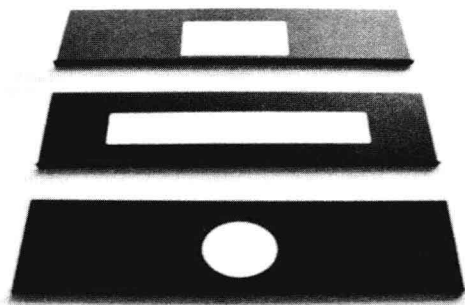


图 2—6 遮光板