

射线探伤胶片本底灰雾度测量分析

刘光杰

(中广核惠州核电有限公司, 广东 惠州 516000)

摘要:从本底灰雾度的产生原因、影响因素、标准内容、暗室操作等方面开展测试分析,以此纠正部分单位关于灰雾度测量的不正确操作,规范暗室胶片灰雾度测量过程,剔除不合格胶片,确保合格底片能准确记录质量信息,满足工程无损检测需求。

关键词:本底灰雾度;显影;定影;测量

中图分类号:TG115.281 **文献标志码:**B **文章编号:**1001-9898(2021)02-0047-02

Analysis on Film Fog Density Measurement by Radiographic Inspection

LIU Guangjie

(CGN Huizhou Nuclear Power Co., Ltd., Huizhou 516000, China)

Abstract: This paper discusses and analyzes the causes, influence factors, standard contents, and operations in darkroom of the fog density, to standardize the measurement process of the film fog density in darkroom and eliminate the unqualified films, to make sure the quality information could be recorded in the qualified negatives and the requirements of non-destructive testing during the project could be satisfied.

Key words: fog density; developing; fixing; measurement

作为五大常规无损检测方法之一,射线探伤在工业生产上有着非常广泛的应用。通过射线检查焊缝质量,穿透金属材料,对胶片产生感光作用,焊缝缺陷对射线的吸收能力不同,透射射线对胶片的照射强度不同,导致胶片感光程度随之变化,因而就能准确、可靠、非破坏性地反应缺陷的形状、位置和大小。胶片是射线探伤过程中最重要的记录介质,而本底灰雾度属于胶片的基本性能指标,灰雾度小,就能识别出更细小的缺陷。本文通过本底灰雾度的3种测量过程对比分析研究,摒弃错误机巧,获得正确测量方法,确保符合标准规程的胶片用于实践活动,获得最佳影像质量,提高缺陷检出灵敏度。

1 本底灰雾度的产生原因

本底灰雾度(D_0)是未经射线曝光工序的胶片在显影、定影变得“通透”后,呈现的“黑度”,在胶片特性曲线上,从坐标原点至纵轴A点的距离就是 D_0 ,胶片特性曲线见图1。

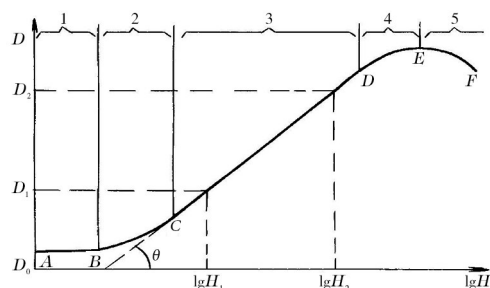


图1 胶片特性曲线

D_0 包括两部分,既片基自身黑度和胶片乳剂产生的黑度,从贡献上来源于以下几个方面。

- 浅蓝色片基和乳胶的固有灰雾。
- 溴化银与显影液药品作用而产生的化学灰雾。
- 长期储存与宇宙射线作用产生老化灰雾。
- 暗室处理暗红色灯光照射而增加的灰雾。

2 本底灰雾度的影响因素

对本底灰雾度贡献最大的是来自于感光乳剂层的不稳定卤化银所造成的化学灰雾,显影过程

收稿日期:2021-01-05

作者简介:刘光杰(1972—),男,高级工程师,主要从事核电厂无损检测技术管理工作。

中发生能量传递,显影液输出电子,少数未感光的银盐颗粒由于性能不稳定被还原为银原子。就其影响因素而言,感光度高的胶片灰雾度较大;胶片过期或贮藏温度过高,灰雾度均有不同程度增加。

灰雾严重时会影响或掩盖缺陷细节的显示和识别,影响对比度和清晰度,导致反差下降,最终降低射线照相灵敏度,影像给视觉以沉闷感,观察起来不顺畅。胶片的灰雾度越低越有利于细节显示,不大于 0.30 时,对底片中的微小缺陷观察基本无影响。法国标准、我国国家能源局标准均规定本底灰雾度不应超过 0.3。

3 不同标准规定的本底灰雾度测量方法差异性分析

法国标准《压水堆核电站核岛机械设备设计与建造法则》中规定 MC3152 灰雾度,灰雾度应不超过 0.3。灰雾度就意义来讲就是未经曝光显影胶片的总黑度(乳胶+片基)。灰雾度应至少每 6 个月测量一次。从一批未曝光的胶片中抽一件样品在与制好的底片相同条件下冲洗后测量灰雾度^[1]。

国家能源局 NB/T 47013.2—2015《承压设备无损检测 第 2 部分:射线检测》中规定灰雾度测量,胶片灰雾度应不超过 0.3。应从购进胶片中按批取样,采用与实际检测相同的暗室处理条件处理,然后进行灰雾度测量。

国家能源局 NB/T 20003.3—2010《核电厂核岛机械设备无损检验规范 第 3 部分:射线检测》中规定胶片系统,胶片灰雾度不得超过 0.3。至少每 6 个月一次从一批生产条件相同且未经曝光的胶片中抽取一个样品,在经过与胶片相配备的显影液、定影液处理后,在底片上测定灰雾度,以核查胶片是合格。

这里有 2 个问题,第 1 个是关于冲洗过程的描述不同,承压设备侧重与实际相同的冲洗条件,核电厂侧重与胶片相配备的冲洗条件,建议在实际工作中整合为“采用与胶片相配备的显影液、定影液并与实际检测相同的暗室条件处理后”测量。第 2 个是关于“develop”翻译,国内有些单位错误翻译为“显影”(本意为“冲洗”),如照此执行,割裂了显影、定影的内部有机联系,操作过程和结果数据都是不正确的。

4 不同暗室处理工艺对本底灰雾度数据影响分析

显影液是将已感光的卤化银还原为黑色的金属银 Ag,而对未曝光的卤化银不起作用,用下式表示:

$\text{AgBr(已感光)} + \text{显影液} = \text{Ag} + \text{显影剂氧化物} + \text{HBr}$

显影后的胶片,其乳剂层中至少还有 70% 的卤化银未被还原,见光会导致二次曝光,必须经过定影将在显影中未发生反应的卤化银除去,才能固定显影形成的影像,定影液与卤化银反应生成能溶于水的银盐络合物,而对金属银不发生作用,见下式:

$\text{定影液} + \text{AgBr(未感光)} = \text{无色可溶性银盐络合物}$

关于 D_0 测定,针对不同类型的胶片系统,现从显影后直接测量、不显影直接定影后测量、经显影定影完整过程后测量 3 个不同过程的数据,分析比较数据大小、含义,如表 1、表 2、表 3 所示。

表 1 承压设备行业 AGFA-C5 乐凯套药(20℃)

序号	A	B	C	备注
1	1.31	0.16	0.19	单片
2	1.29	0.15	0.20	单片
3	2.60	0.31	0.39	双片叠加

注:A 为显影 7 min,水洗 15 min 后直接测量;B 为不显影,直接定影 10 min,水洗 15 min 后测量;C 为显影 7 min,定影 10 min,水洗 15 min 后测量;

表 2 核电行业 AGFA D3 G128/G335(22℃)

序号	A	B	C	备注
1	1.84	0.13	0.11	单片
2	1.84	0.13	0.11	单片
3	3.68	0.26	0.22	双片叠加

表 3 承压设备 富明威 C5 胶片 固体药粉(22℃)

序号	A	B	C	备注
1	1.25	0.23	0.31	单片
2	1.26	0.24	0.30	单片
3	2.51	0.47	0.61	双片叠加

从以上 3 组数据比较分析,可以看出。

a. 显影并水洗后直接测量,大量的卤化银粒子二次曝光变成潜影留下来,阻光率变大,导致数据明显偏离正常值范畴,表明操作方法错误,不可取。

b. 不显影,直接定影 7 min,水洗 20 min 后测量,其前提就是默认胶片没有任何包括工序、宇宙射线、散射线、安全灯等形式的曝光,(下转第 55 页)

5 结束语

华能邯峰电厂汽机房疏水温度较高,在清洁疏水扩容器降压冷凝后,会有一部分蒸汽排入大气中,存在一定凝结水资源浪费和热量损失,同时由于排汽温度较高,会对汽机房C列墙瓦楞板造成损坏。通过对清洁疏水扩容器增设喷嘴和喷淋盘,引入备用凝结水与疏水充分混合,降低了疏水温度,有效回收汽机房疏水和热量。并在清洁疏水箱出口添加多级水封筒,利用凝汽器的高真空,将清洁疏水箱内的疏水自动抽至凝结水泵入口管

(上接第48页)

也没有考虑储存环境条件影响(如胶片不可接近氨、硫化氢、煤气、乙炔和酸等有害气体,否则产生灰雾),测得数据接近真实值,没有超过0.3,也作为国内部分单位采用直接定影处理测定的理论支撑。本底灰雾度不是固定值,随着环境变迁及时间延长,在储存过程中卤化银颗粒表面有来自空气或明胶中的还原性物质产生可以诱发显影进行的质点和微斑,使银离子还原成银,灰雾度会逐渐增加,所以标准明确规定6个月后进行复测。直接定影测量灰雾度,因为没有经历显影过程,不存在显影灰雾,超过通透时间2倍的定影过程,对本底灰雾度数值没有影响,直接定影后的测量数据其实是片基和乳剂层的固有灰雾,这种方法获得的数据偏小。如表格3的C过程测试,超过0.3时的胶片,用B过程测量,数据符合要求,这样质量次等的胶片将成为合格品,进入无损检测领域,留下质量隐患。其真实的本底灰雾度已超过标准上限,B过程不符合规范标准要求,不可采用。

c. 按批取样,采用与实际检测相同的暗室处理条件处理,然后测量,实际上考虑了全部影响灰雾度的因素,以最终数据判定胶片是否合格,是唯一正确的测量过程。影响底片观察评定的是包括本底在内的总体灰雾度,胶片本底灰雾度可以准确测量,但底片中总黑度中的灰雾度量值目前无法定量。有些底片经测定黑度值虽已达到标准要求,但由于总体灰雾度偏高,一些细小缺陷难以识别,很有可能漏检。在胶片生产过程中,重点是控制片基和乳胶的固有灰雾。胶片流通开始使用,除片基和乳胶的固有灰雾生产出来保持不变外,其余的化学灰雾、老化灰雾、曝光(包括安全灯、散

之中,大大减少了清洁疏水泵的启停次数,节约了清洁疏水泵的电耗和更换弹簧加载阀的费用,确保清洁疏水系统安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 门宁.火电厂运行精细化管理工作探讨[J].南方农机,2018,49(24):173-174.
- [2] 李秀江.火力发电厂轴加和多级水封系统应用研究[J].中国高新技术企业,2016(14):43-44.
- [3] 陆杰.U型水封筒改造对真空严密性的影响[J].电力与能源,2018,39(4):576-577.

本文责任编辑:王丽斌

射线等)灰雾都与储存环境、检验环境、冲洗环境有关,需采取多种技术手段,具体从器材、射线能量、曝光量、几何布置、屏蔽、显定影(显影液碱性较强、液温过高、显影时间过长、抑制剂太少,暗室安全灯太亮或者距离灯光太近以及拍摄后长期不冲洗,都可导致底片灰雾度增加)环节全面控制,尽力将总体灰雾度维持在最低水准。

5 结论及建议

a.《承压设备无损检测》和《核电厂核岛机械设备无损检验规范》关于灰雾度测量描述略有差异,建议在实际工作中整合为“采用与胶片相配备的显影液、定影液并与实际检测相同的暗室条件处理后”测量。

b. 严格按照规范标准要求执行灰雾度测量,显影后直接测量及不显影直接定影后测量的过程均不正确,该过程会把 $D_{0.}>0.3$ 的不合格胶片引入生产中,极有可能导致焊缝缺陷漏检,给工程建设、生产运营留下质量隐患。

c. 射线探伤时采用双片透照技术可以增大宽容度,提高底片的黑度,进而增加有缺陷处和无缺陷处底片的黑度差,提高检验灵敏度,但双片观察影像时,底片叠加后本底灰雾度增加一倍,或已经超过0.3,灰雾度过大将降低射线照相灵敏度,因此建议双片透照的单片灰雾度不超过0.15(介于0.15~0.30时,单片透照观察),这样单双片观察都符合规范标准要求,在不降低检验灵敏度前提下,还可增大透照厚度宽容度。

参考文献:

- [1] 强天鹏.射线检测2版.[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2007.

本文责任编辑:罗晓晓