

T 形焊接接头的超声波检测工艺

邢成锋, 赵德江, 李效国

(中国第十三冶金建设公司 金属结构厂, 太原 030008)

Ultrasonic Inspection of T-Shape Weld Joint

XING Cheng-feng, ZHAO De-jiang, LI Xiao-guo

(Metal Structure Plant, China 13th Metallurgical Construction Corp., Taiyuan 030008, China)

中图分类号: TG115.28

文献标识码: B

文章编号: 1000-6656(2006)06-0332-03

GB 11345—1989 标准推荐, T 形焊接接头的超声波检测可采用纵波与横波两种方法, 横波法可用单斜探头在腹板一侧作直射法和一次反射法探测焊接接头及腹板侧热影响区的裂纹(图 1)。为探测腹板和翼缘板间未焊透或翼缘板侧焊接接头下层状撕裂等缺陷, 可采用直探头(图 2 中的位置 1)或斜探头(图 2 中的位置 3)检测, 也可用斜探头在翼缘板内侧作一次反射法检测(图 1 中的位置 3)。

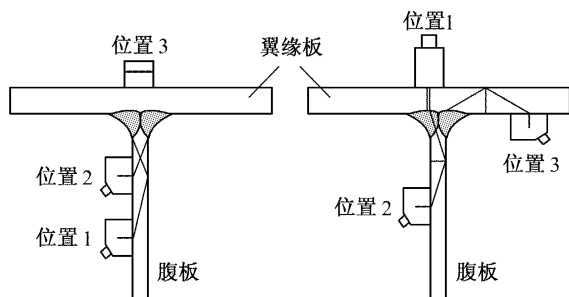


图 1

图 2

纵波检测法, 由于受到 T 形焊接接头腹板厚度及仪器盲区的限制, 检测范围相应受到限制。横波虽然不受此限制, 但因仪器的干扰波较多, 采用单斜探头在技术上不易掌握, 而且由于需要同时在不同方向进行检测, 耗费工时, 对操作人员的技术要求很高, 而且容易造成误判, 对工程质量造成严重影响。

1 双斜探头法的基本原理

笔者目前检测的 T 形接头大多由厚度为 30~

45 mm 的翼缘板和厚度为 20~30 mm 的腹板焊接而成, 焊接工艺多采用腹板开 K 形坡不留间隙, 此工艺所产生的缺陷多为根部未焊透(图 3)。

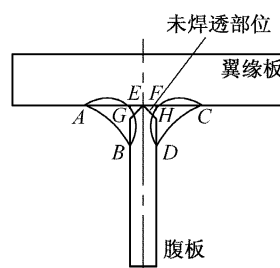


图 3

由于 T 形焊接接头的缺陷多出现在根部及其附近, 因而可用一发一收的双斜探头并接在一起的方法进行检测(图 4), 其原理和单直探头在翼缘板上进行检测相类似。

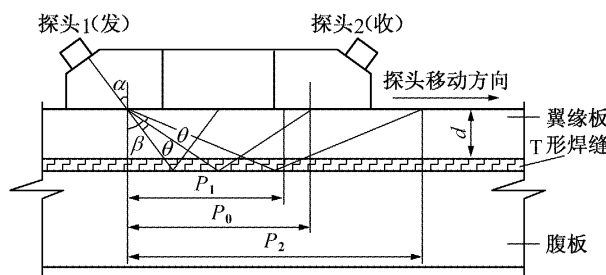


图 4

如图 3 和 4 所示, 由于焊脚的对称性, 所以由 AB, CD 和 EF 面所引出的法线都有互相 $>30^\circ$ 的交角, 因此探头 1 所发出的声束, 虽然可能由 AB 或 CD 面反射, 但不能为探头 2 接收。

焊接接头中存在未焊透时, 即 EF 与 GH 两平面间留有 10^{-6} mm 以上的间隙时, 就足以使从探头 1 发出而投射到 EF 面上的声束几乎 100% 反射, 由于探头 1 和 2 中两压电晶片的法线与 EF 面的法线

收稿日期: 2005-09-09

作者简介: 邢成锋(1965~), 男, 钢结构焊接高级工程师。

在同一平面内,所以反射声束恰被探头2接收,因而在检测仪的示波屏上显示出未焊透的波形。

从图3中可以看出只要探头直径小于AC,用双斜探头法对T形焊接接头进行检测是行之有效的。而且为了避免焊接接头外翼缘板底部的反射,所以取AC的宽度应大于探头直径的1/3倍,不过,一般具有T形焊接接头的构件(如吊车梁)都能满足此条件。

如果具有T形焊接接头的构件腹板厚度远大于探头直径,探头在翼缘板上沿焊接接头作平行移动的同时,还要随时沿焊接接头的纵方向移动,使探头1发出的声束能达到AC范围内。

在此方法中,两只并接探头之间的距离可根据翼缘板厚度 d 和斜探头入射角 α 的大小等参数加以计算。以常用的斜探头为例,其压电晶片直径为 $\phi 12$ mm,频率为2.5 MHz,入射角 α 所对应的折射角为 β ,声束的扩散角为 2θ 。设两探头压电晶片的中心距离为 P_0 ,在相应扩散角下其间距为 P_1 和 P_2 ,按反射定律由图4计算出

$$P_0 = 2d \tan \beta$$

$$P_1 = 2d \tan(\beta - \theta)$$

$$P_2 = 2d \tan(\beta + \theta)$$

如果再考虑声源压电晶片的直径,则发射声束的中心至接收声束间的最小距离为 $P_1 - \phi/2$,最大距离为 $P_2 + \phi/2$,根据上述数据的计算结果如表1所示。

从图4可知,对不同厚度翼缘板的T形焊接接头构件进行检测时,应该从表1中选择相应的 P_0 ,但考虑到声束的扩散角及探头晶片所发出的柱形声束,因而只要两探头间的距离在 $P_1 - \phi/2$ 和 $P_2 + \phi/2$ 之间就可进行检测。不过当间距不为 P_0 时,其它距离的灵敏度较 P_0 时的低。因此,有时为了方便,可用一固定的距离对几种厚度的翼缘板构成的T形焊接接头的构件进行检测。例如,笔者采用两只 30° 斜探头,其固定距离约为50 mm,用来检查25~40 mm厚的翼缘板构成的T形焊接接头;采用 40° 斜探头,其固定距离为50 mm,用来检查16~20 mm厚度翼缘板构成的T形焊接接头;至于 50° 斜探头则由于 P_0 较大,使用固定检测不便,并且会出现较多的表面波,因此不宜采用。

2 参考试块与灵敏度

参考试块如图5所示,用以调节仪器灵敏度参数, H 相当于翼缘板厚度。

由于埋弧自动焊T形焊接接头中的主要缺陷

表1

α (°)	β (°)	2θ (°)	d mm	P_0 mm	P_1 mm	P_2 mm	$P_1 - \phi/2$ mm	$P_2 + \phi/2$ mm
30	40	6	10	16.8	15.0	18.8	9.0	21.8
			14	23.4	21.0	26.4	16.0	32.3
			16	26.8	24.0	30.1	18.0	36.1
			20	33.6	30.0	37.6	24.0	43.6
			25	42.0	37.2	47.0	31.5	53.0
			30	50.3	45.0	56.5	39.0	62.5
			35	58.5	52.5	66.0	46.5	72.0
			40	67.2	60.0	75.4	54.0	81.4
40	51	9	10	24.8	21.0	24.0	15.0	35.0
			14	34.8	29.4	40.6	23.4	46.6
			16	44.6	37.8	52.2	31.8	58.2
			20	49.6	42.0	58.0	36.0	64.0
			25	62.0	53.5	72.5	47.5	78.5
			30	74.5	63.0	87.0	57.0	93.0
			35	87.0	73.5	101.0	67.5	107.0
			40	99.5	84.0	116.0	78.0	122.0
50	69	12	10	52.0	39.2	75.0	33.2	81.0
			14	73.0	55.0	105.0	49.0	111.0
			16	83.5	62.6	120.0	52.8	126.0
			20	105.0	78.4	150.0	72.4	155.0
			25	130.0	97.0	188.0	91.0	194.0
			30	156.0	117.0	225.0	111.0	231.0
			35	184.0	137.0	263.0	131.0	269.0
			40	208.0	157.0	300.0	151.0	306.0

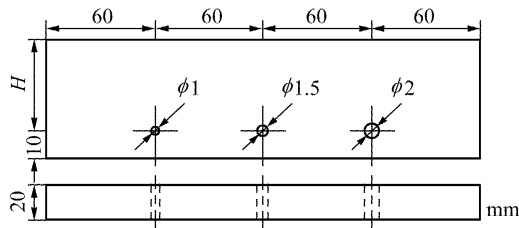


图5

为未焊透及与其并存的夹渣,双斜探头对此类缺陷特别灵敏。使用如图5所示的人工缺陷试块,使双斜探头正对 $\phi 1$ mm $\times$ 20 mm的横通孔,在检测仪示波屏调节波高为50%满屏高时进行检测,其灵敏度经多次对存在缺陷的试件解剖证实,最小可发现宽度为0.1~0.2 mm的未焊透及与其并存的夹渣。

检测时用 $\phi 1$ mm $\times$ 20 mm的横通孔调节仪器,使其反射波幅度为50%满屏高,并以此作为检测初

始灵敏度。在检测过程中当发现反射波高超过50%满屏高时,则记录为缺陷。双斜探头和单斜探头检测的缺陷波分别如图6和7所示。

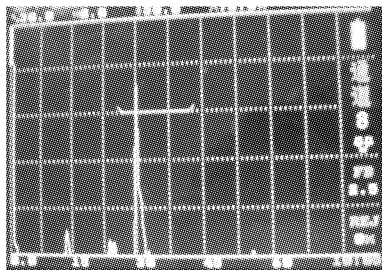


图6 双斜探头缺陷波

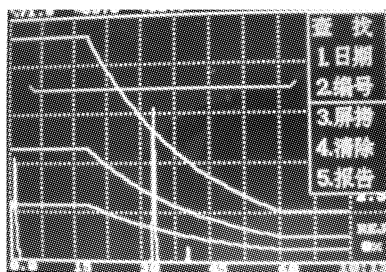


图7 单斜探头缺陷波

对于参考试块上的其它横通孔,一般用来校核仪器及探头性能是否有变化,当然也可以用来粗略估计缺陷的大小。

3 检测条件和方法

(1) 检测时机 原则上在焊后24 h,为不影响施工进度,对Q235钢材可在焊接冷却后进行。

(2) 工件表面处理 双斜探头的检测方法是在翼缘板上进行,因此要求翼缘板的表面应平整,清除影响检测的氧化皮、铁锈和油污等。

(3) 探头扫查形式 探头沿翼缘板外侧焊接接头相对应的位置,与焊接接头平行方向进行扫查,采用相对简易的定位工具进行探头的定位。

(4) 检测速度 检测速度应不影响检测,但在使用不带自动报警功能的检测装置进行扫查时,检测速度应 ≥ 100 mm/s。

4 实例分析

为检验检测结果,对部分焊接试件进行解剖分析。解剖时对于试件焊接缺陷部位进行切割取样,取样后用什锦锉和0~2号砂布打磨,打磨光滑后,再用10%~15%的硝酸酒精腐蚀,进行低倍分析。表2为解剖试样所获得的部分对比资料。

表2

试样 编号	材 料	翼缘板 厚度 mm	腹板 厚度 mm	检测时的缺陷 波幅情况	解剖后未 焊透情况
T-2	16q	20	16	满格,并有群峰	宽度 >2 mm
T-4	Q345	30	20	满格	宽度 >1.5 mm
T-5	Q345	20	12	20%满屏高	宽度0.5 mm左右
T-8	Q345	30	20	50%满屏高	宽度0.7 mm左右

目前超声波检测技术还不能准确地从波形上区分出焊接接头中的缺陷类型,但埋弧自动焊的焊接特点是不易单独出现较大的单个夹渣和点状的内部裂纹。而如果是片状的夹渣和链状的气孔则在性质上与未焊透相似,所以在检测中没有加以区别的必要时,都按未焊透处理。

5 检测中存在的问题

(1) 焊接接头的成形问题

焊接接头的表面成形,多数与内部缺陷有直接的联系,如果表面成形存在焊瘤、咬边和未焊满等,应进行表面修磨,修磨合格后再进行内部检测。

(2) 缺陷的类型

T形焊接接头检测中,发现的缺陷主要是未焊透和夹渣。单个的内部气孔也常出现,当探头移到某一位置时,示波屏上突然出现一个波,当探头稍微移动此波立刻消失,这是单个气孔的典型反映。

(3) 点焊问题

T形焊接接头的构件组装时,翼缘板与腹板的点焊缝过长和焊脚尺寸过大均直接影响焊接质量,易在点固焊部位产生未焊透。因此在检测前应对点固焊的情况进行充分了解。

6 结论

利用一发一收双斜探头在翼缘板上平行移动对T形焊接接头进行检测,具有以下优点:

(1) 原理简单,操作方便,干扰波少,缺陷波容易辨认,检测结果准确可靠。

(2) 与GB 11345—1989标准中介绍的方法相比较,效率高,只需在翼缘板一侧移动探头即可检测整个焊接接头。

(3) 节省检测材料,此法只需将探头在翼缘板外侧中间进行,不需要在腹板、翼缘板内侧或再采用直探头在翼缘板外侧进行检测,可节约三分之二的检测用耦合剂。

专利名称: 一种用于射线探伤底片分析管理方法

专利申请号: 200310104941.1

公开号: CN1540325

申请日: 2003.10.28 **公开日:** 2004.10.27

申请人: 张家勤

内容: 先将一台用于射线探伤底片的透射扫描仪和数码相机读取卡与一台电子计算机的输入端相连接;再将射线探伤底片经扫描仪输入计算机中,同时将由数码相机拍照的射线探伤实物由读取卡输入计算机中;然后将计算机内预置的若干个标准等级样片与输入底片比较,判断是否有缺陷,根据缺陷划分焊接质量的等级;按照探伤底片号、拍照日期、产品编号及出厂编号分类查找原材料;最后将射线探伤底片通过计算机处理后的信息,存入计算机内存或由刻录机刻录成光盘保存,并可根据需要由打印机输出,填写有质量标准及返修过程的检测报告;且可以通过网络向高级探伤人员咨询。该发明可加快检验的速度、降低成本,同时提高了准确性和可靠性。

专利名称: 工业应用的相控阵超声检测方法

专利申请号: 03159421.2 **公开号:** CN1530651

申请日: 2003.09.16 **公开日:** 2004.09.22

申请人: 美国通用电气公司

内容: 用于检测元件的一种方法,包括激励源形成阵列的多个换能器,产生聚焦到元件的超声发射束(超声束)。阵列和元件由间隔物分开。利用换能器产生多个回声信号,并在多个频道中处理回声信号。处理包括动态聚焦和提供动态接收孔径,二者均可补偿超声束在元件/间隔物界面的折射。一种单次检测方法包括① 定位面对元件的阵列。② 激励换能器。③ 产生多个回声信号。④ 围绕轴改变阵列和元件的相对角度,并重复步骤②和③。⑤ 处理回声信号,以形成至少一个处理的回声信号。

专利名称: 全数字式相控阵超声波无损检测的图像重建方法

专利申请号: 03115221.X **公开号:** CN1521502

申请日: 2003.01.28 **公开日:** 2004.08.18

申请人: 上海市计算技术研究所

内容: 包括如下步骤,① 用同一强度同一入射角的超声波束去检测同一物体的相距 ΔX 的并排点得到 A 超曲线的集合,即 M 超图像。② 逐行重复上

述的逐点检测,得出物体的断面图像,即 B 超图像。

③ 等距离截面上重复上述检测并把所获得的多张 B 超或断层图像层叠起来构成立体数字图像,即 C 超图像。采用该发明的图像重建方法所显示的图像比现有医学用的头颅 CT 图像效果还要好,比现有医用 B 超仪所显示的图像要清晰得多。

专利名称: 相控阵超声检测系统控制声束聚焦扫描和接收的方法

专利申请号: 03115224.4 **公开号:** CN1521501

申请日: 2003.01.28 **公开日:** 2004.08.18

申请人: 上海市计算技术研究所

内容: 包括如下步骤,① 计算各振元中心点的坐标值。② 确定振元组。③ 确定声程时间。④ 对振元组内所有振元求对应的发射和接收延迟时间以及时间窗。⑤ 各振元按上述对应的发射及接收延迟时间分别发射及接收。

采用该种阵列型探头的检测系统具有如下突出优点,① 所需要的聚焦声束和回波接收是由多路高速电子器件控制完成的,不需要改变探头和检测区域的相对位置即可高速完成对检测区域的声束聚焦扫描检测,具有很高的工作效率。② 可以数字化地精细确定聚焦声束扫描方案和缺陷反射源位置,提高了检测质量。

专利名称: 悬浮式跟踪钢管超声自动探伤装置

专利申请号: 200320126745.X

公开号: CN2660533

申请日: 2003.12.09 **公开日:** 2004.12.01

申请人: 北京有色金属研究总院

内容: 装置包括储水槽、密闭式浮箱、铰接摆动轴、跟踪轮、支杆、溢水式探头、燕尾槽调节托板、滑板和轮距调节杆。所述的密闭式浮箱设置在储水槽内,浮箱顶部设置有两个支座,支座内设置有一根铰接摆动轴,摆动轴中部沿径向两侧分别固定连接有向上倾斜的托板,托板上分别设置有燕尾槽调节托板和滑板,在滑板上设置有溢水式探头;所述的跟踪轮是设置在溢水式探头的两侧,跟踪轮的下部连接有支杆,在溢水式探头一侧的两个跟踪轮下交叉连接有轮距调节杆。装置的优点是,探伤时探头对钢管外壁的跟踪效果好,在更换被探测钢管规格时调整、操作方便,机械振动小,噪音低。 (王元荪 供稿)

莫忘订阅 2006 年度下半年《无损检测》杂志!

上海科桥无损检测有限公司

www.KeQiaoNDT.com

英国 SONATEST(Asia)CO.Ltd 华东地区总代理,专门经销英国声纳集团公司各成员单位的产品,如 DAKOTA,SONATEST 的超声探伤仪和测厚仪。BALTEAU 的射线机,NDT SOLUTION 的快速扫描仪以及 HAFANG 公司的便携式超声相控阵等。

电话:(021)6769 2080/6769 2015/6413 6531
传真:(021)6769 2080/6413 6772
E-MAIL:sonatestshg@vip.sina.com
keqiaondt@sina.com.cn

《无损检测资讯网》

www.ndtinfo.net

欢迎浏览

详尽的无损检测业界资讯!
大量的无损检测技术资料!
资讯更新、充实速度最快!
简、繁体中文版同步发布!
诚恳为无损检测同仁服务!
受广东无损检测学会支持!

无损检测标准网

www.ChinaNDT.org

全国无损检测标准化技术委员会主办的无损检测技术领域标准化专业网站。发布有关无损检测标准化动态和相关技术信息。

A Website of China NDT Standardization

NDT 北京有色金属研究总院
CENTER 无损检测中心

拥有强大的开发和研制涡流、超声和漏磁等无损检测设备的技术力量。

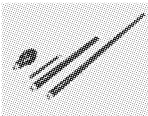
与俄罗斯动力诊断公司合作推广金属磁记忆检测技术,并设立联合研发培训中心。

地址:(100088)北京市西城区新街口外大街2号
联系人:袁琪 手机:13501390616
电话:010-62010116 传真:010-62352572
E-mail:enerdiag@163bj.com

PHILIPS
WINGSPAN NDT 专用光源专家

- PHILIPS系列NDT黑光灯管;高显专用观片灯管;
- WINGSPAN加强型黑光灯,黑光效果遥遥领先,独有技术,HPW125、HPW250、BLB40W/R、BLB60W/R;
- UV-5040 大面积高强度紫外线灯。高强度、大面积、荧光渗透和磁粉探伤最佳伴侣,性能卓越。

飞利浦特种光源进口产品中国服务中心
上海市浦东新区96号平盛大厦1001室
(200433)
Tel:021-65349470,65349471
021-65504069,65503721
Fax:021-65503025
Email:sales@wingspan.com.cn
Website:www.wingspan.com.cn

《中国机械工业标准汇编
金属无损检测与探伤卷》
(第二版) 上市销售

由中国标准出版社第三编辑室与全国无损检测标准化技术委员会共同选编,收集了截止至2004年12月底前批准发布的现行标准165个,其中国家标准88个,机械行业标准77个,分上、中、下三册出版。全套定价:315元。邮购另加15元,合计:330元。

地址:上海市邯郸路99号,邮政编码:200437
电话:021-28859943,65529936
传真:021-65552554

山东科捷工程检测有限公司

关于征集射线照相颗粒度
相关资料的公告

为了展开射线照相颗粒度影响因素的研究,本公司决定征集以下资料:

1. 关于国内外射线胶片银盐粒度的资料。
2. 不同射线能量下底片黑度扫描图片(扫描仪精度不低于美国产PDS)。
3. 国内外关于射线照相颗粒度研究的最新进展信息。

以上资料有偿征用。具体事宜,电话商定。联系人:梁金昆,王健。
电话:0531-82926346,13605313597。

中国机械工程学会无损检测分会
迁址通告

中国机械工程学会无损检测分会秘书处于2006年3月1日起迁址至上海市邯郸路99号722室(上海材料研究所内)。邮编:200437;联系电话:021-65550277,65556775 转483;传真:021-65550277;E-mail:chsndt@public2.sta.net.cn;chsndt2008@163.com。

全国无损检测标准化技术委员会
迁址通告

根据上海材料研究所整体发展规划和内部调整安排,全国无损检测标准化技术委员会秘书处自2006年3月1日起,由原址上海市辉河路100号,迁至上海市邯郸路99号(上海材料研究所科研处);邮编:200437;电话:021-28859943,65529936,65556775 转278;传真:021-65552554;E-mail:tc56@chinandt.org;网址:www.chinandt.org。

(上接第318页)

17 都能明显地看出,无论是沿 Y, Y_1 还是 Y_2 轴的分布,或是 H_x 还是 H_y ,其有效值都随着位置的不同而变化,尤其是沿 Y_1 和 Y_2 轴的变化更为突出。

(3) 交叉磁轭的磁化场有四个点(图14中的P、Q、M和N点)只存在单相磁场,所以不能形成旋转磁场。如P和Q点 $H_y=0$,M和N点 $H_x=0$ 。

(4) 在交叉磁轭四个磁极的外侧也存在磁化场,只是外侧的有效磁化场范围较小。在实施检测时,需要通过灵敏度试验来确定有效检测范围。

(未完待续)

(上接第331页)

社,1992。

- [2] GB/T 9711.2—1999,石油天然气工业输送钢管 交货技术条件 第2部分:B级钢管[S]。
- [3] SY/T 6423.2—1999,石油天然气工业承压钢管无损检测方法 电阻焊和感应焊钢管焊缝纵向缺陷的超声波检测[S]。
- [4] SY/T 6423.6—1999,石油天然气工业承压钢管无损检测方法 无缝和焊接(埋弧焊除外)焊接钢管分层缺陷的超声波检测[S]。

上海科桥无损检测有限公司

www.KeQiaoNDT.com

英国 SONATEST(Asia)CO.Ltd
华东地区总代理,专门经销英国
声纳集团公司各成员单位的产品,
如 DAKOTA,SONATEST 的超声
探伤仪和测厚仪。BALTEAU 的
射线机,NDT SOLUTION 的快
速扫描仪以及 HAFANG 公司的
便携式超声相控阵等。

电话:(021)6769 2080/6769 2015/6413 6531
传真:(021)6769 2080/6413 6772
E-MAIL:sonatestshg@vip.sina.com
keqiaondt@sina.com.cn

《无损检测资讯网》

www.ndtinfo.net

欢迎浏览

详尽的无损检测业界资讯!
大量的无损检测技术资料!
资讯更新、充实速度最快!
简、繁体中文版同步发布!
诚恳为无损检测同仁服务!
受广东无损检测学会支持!

无损检测标准网

www.ChinaNDT.org

全国无损检测标准化技术委员会主办的无损检测技术领域标准化专业网站。发布有关无损检测标准化动态和相关技术信息。

A Website of China NDT Standardization

NDT 北京有色金属研究总院
CENTER 无损检测中心

拥有强大的开发和研制涡流、超声和漏磁等无损检测设备的技术力量。

与俄罗斯动力诊断公司合作推广金属磁记忆检测技术,并设立联合研发培训中心。

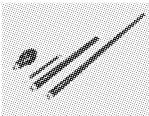
地址:(100088)北京市西城区新街口外大街2号
联系人:袁琪 手机:13501390616
电话:010-62010116 传真:010-62352572
E-mail:enerdiag@163bj.com

PHILIPS

WINGSPAN NDT 专用光源专家

- PHILIPS系列NDT黑光灯管;高显专用观片灯管;
- WINGSPAN加强型黑光灯,黑光效果遥遥领先,独有技术,HPW125、HPW250、BLB40W/R、BLB60W/R;
- UV-5040 大面积高强度紫外线灯。高强度、大面积、荧光渗透和磁粉探伤最佳伴侣,性能卓越。

飞利浦特种光源进口产品中国服务中心
上海市浦东新区96号平盛大厦1001室
(200433)
Tel:021-65349470,65349471
021-65504069,65503721
Fax:021-65503025
Email:sales@wingspan.com.cn
Website:www.wingspan.com.cn

《中国机械工业标准汇编
金属无损检测与探伤卷》
(第二版) 上市销售

由中国标准出版社第三编辑室与全国无损检测标准化技术委员会共同选编,收集了截止至2004年12月底前批准发布的现行标准165个,其中国家标准88个,机械行业标准77个,分上、中、下三册出版。全套定价:315元。邮购另加15元,合计:330元。

地址:上海市邯郸路99号,邮政编码:200437
电话:021-28859943, 65529936
传真:021-65552554

山东科捷工程检测有限公司

关于征集射线照相颗粒度
相关资料的公告

为了展开射线照相颗粒度影响因素的研究,本公司决定征集以下资料:

1. 关于国内外射线胶片银盐粒度的资料。
2. 不同射线能量下底片黑度扫描图片(扫描仪精度不低于美国产PDS)。
3. 国内外关于射线照相颗粒度研究的最新进展信息。

以上资料有偿征用。具体事宜,电话商定。联系人:梁金昆,王健。
电话:0531-82926346,13605313597。

中国机械工程学会无损检测分会
迁址通告

中国机械工程学会无损检测分会秘书处于2006年3月1日起迁址至上海市邯郸路99号722室(上海材料研究所内)。邮编:200437;联系电话:021-65550277, 65556775 转483;传真:021-65550277; E-mail: chsndt@public2.sta.net.cn; chsndt2008@163.com。

全国无损检测标准化技术委员会
迁址通告

根据上海材料研究所整体发展规划和内部调整安排,全国无损检测标准化技术委员会秘书处自2006年3月1日起,由原址上海市辉河路100号,迁至上海市邯郸路99号(上海材料研究所科研处);邮编:200437;电话:021-28859943, 65529936, 65556775 转278;传真:021-65552554; E-mail: tc56@chinandt.org; 网址: www.chinandt.org。

(上接第318页)

17 都能明显地看出,无论是沿 Y, Y_1 还是 Y_2 轴的分布,或是 H_x 还是 H_y ,其有效值都随着位置的不同而变化,尤其是沿 Y_1 和 Y_2 轴的变化更为突出。

(3) 交叉磁轭的磁化场有四个点(图14中的 P, Q, M 和 N 点)只存在单相磁场,所以不能形成旋转磁场。如 P 和 Q 点 $H_y=0, M$ 和 N 点 $H_x=0$ 。

(4) 在交叉磁轭四个磁极的外侧也存在磁化场,只是外侧的有效磁化场范围较小。在实施检测时,需要通过灵敏度试验来确定有效检测范围。

(未完待续)

(上接第331页)

社,1992。

- [2] GB/T 9711.2—1999,石油天然气工业输送钢管 交货技术条件 第2部分:B级钢管[S]。
- [3] SY/T 6423.2—1999,石油天然气工业承压钢管无损检测方法 电阻焊和感应焊钢管焊缝纵向缺陷的超声波检测[S]。
- [4] SY/T 6423.6—1999,石油天然气工业承压钢管无损检测方法 无缝和焊接(埋弧焊除外)焊接钢管分层缺陷的超声波检测[S]。