

锅炉压力容器压力管道及特种设备安全系列教材

# 射线检测

强天鹏 主编  
全国锅炉压力容器无损检测人员资格鉴定考核委员会 主审

云南科技出版社

TH49/1

锅炉压力容器压力管道及特种设备安全系列教材

# 射线检测

强天鹏 主编

江苏工业学院图书馆  
藏书章

云南科技出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

射线检测/强天鹏编著. —昆明: 云南科技出版社,  
2001.10

锅炉压力容器压力管道及特种设备系列教材

ISBN 7-5416-1578-1

I.射... II.强... III.①锅炉—射线检测—技术培训—教材  
②压力容器—射线检测—技术培训—教材 IV.TH49

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第072093号

书 名: 射线检测

作 者: 强天鹏

出 版 者: 云南科技出版社(昆明市环城西路609号云南新闻出版大楼, 邮编: 650034)

责任编辑: 王超超

封面设计: 李 波

责任校对: 方效良

印 刷 者: 汤北胶印厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 20

字 数: 500千字

版 次: 2001年10月第1版

印 次: 2001年10月第1次印刷

书 号: ISBN 7-5416-1578-1/TB · 31

广告许可证: 5300004000065

定 价: 45.00元

# 通海TH-系列产品

www.dltonghai.com

惊世杰作

助长探伤业

竭智尽力

通海公司

## 通海检测设备有限公司

是中日合资企业。重点致力于射线探伤领域的高新技术，并大量引进国外的先进技术与器件，积极探索前人未曾涉及的领域，经长时期艰难困苦的实验调测，已全面掌握了各参量之间的关系。使得THX-系列的射线探伤机，无论是体积、穿透力还是可靠性都呈现出前所未有的进步。

### 主要特点：

#### ●《控制器》

采用单片机中央主控，并引进超级限量参数的进口功率模块，使得整机具有完备的功能（自动训机、故障检测、Kv延时开启等）及高可靠性。

#### ●《射线发生器》

采用全新概念（内外）的散热系统，较原先提高散热效率40%，独特的高压均场设计理念、日本原装金属波纹陶瓷管、特殊的高压包绕制工艺及进口高绝缘、高导磁材料等。实现了具有强劲能量的，而且是可靠性极高的超小型化X射线探伤机。

#### ●《电缆线》

特制超细的27.5米长控制电缆其直径为13毫米，加上10米长的电源电缆，总重8千克。

超小体积  
强劲能量！



| 型号<br>参数 | THX-2204TD                                   | THX-2204BZ    | THX-2705TD    | THX-2705BP    | THX-3006TD    | THX-3006BP    |
|----------|----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 重量       | 发生器：15kg                                     | 发生器：14kg      | 发生器：21kg      | 发生器：23kg      | 发生器：27kg      | 发生器：32kg      |
| 输出       | 4mA 120~220kV                                | 4mA 120~220kV | 5mA 170~270kV | 5mA 170~270kV | 6mA 200~300kV | 6mA 200~300kV |
| 穿透       | 32mm                                         | 30mm          | 45mm          | 43mm          | 66mm          | 62mm          |
| 备注       | 以上X射线发生器均配备THX-型或THXA型（有自动训机功能）控制器，重量为7.5kg。 |               |               |               |               |               |

（注：T-波纹陶瓷管 D-定向 B-玻璃管 Z-周向锥靶 P-周向平靶）

通海系列产品均经中国计量院检测鉴定，所有证书函索即寄，欢迎垂询。

大连通海检测设备有限公司

DaLian TongHai Testing Equipment Co., Ltd

地址：西岗区威海街69-7号 电话：2498858 传真：0411-2498828 邮编：116013

Add: 69-7 weihua street, xigang district Tel: 2498858 Fax: 2498828 Post code: 116013

E-mail: th-ndt@dltonghai.com



TONGHAI

每一年 每一天 我们都在进步

品牌标志



品牌的标志

### TH-100系列工业射线底片评片灯

TH-100系列是全国锅炉压力容器无损检测高级人员考核专用灯，是获国家专利产品（专利号：ZL95 2 30666.2）。

主要特点：

1.TH-100A型 极强的冷光高亮度（ $D \geq 4.5$ ），并三档可调；连续工作长达12小时以上，并配有脚踏开闭装置及放大评片系统，使底片缺陷清晰可见。该灯可能是国际上最亮的冷光源评片灯。

2.TH-100B型 亮度（ $D \geq 4.0$ ）三档可调，别致小巧。便于携带，脚踏开闭，极为灵活，适合流动或监检人员。

3.照度：TH-100A  $\geq 160000lx$ （经中国计量院鉴定）  
100B  $\geq 120000lx$

注：TH-100A为白色光源；TH-100B为绿色光源。



### 电脑数字式黑白密度计（TH-386A型）

该产品采用了具有极其稳定的电子光源，并进行光频数模转换，送至单片计算机分析计算。从而获得稳定的高精度的密度值。该产品小巧别致，特别适合流动或监检人员携带。

测量范围： $D=0.00 \sim 5.00$ （TH-386A型）

$D=0.00 \sim 4.00$ （TH-386型）

测量精度： $\pm 0.02$  整机功耗： $\leq 15W$

外型尺寸： $245 \times 110 \times 95$ （mm）

### 射线现场警报器（JBQ-3A型）

该产品外形设计新颖美观，具有射线自动检测报警，无需外接电源和连线。体积小、重量轻、输出功率大、声光一体化，便于携带。360°声压场，并有磁性吸盘，适合于任何放射性工作现场，重量为2.8kg。



《注：JBQ-3型为线控连接》

### 个人音响计量仪（TH-2000型）

该仪器是一种佩戴式个人计量监测仪。主要用于同位素应用、 $\gamma$ 辐照、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线等领域中工作人员进行个人计量监测。仪器灵



敏度高、体积小、重量只有100克。耗电省，

《注：TH-2000A型为数字显示累计计量、超计量率报警仪》

### 爬行探伤车（THXPXQ-2705TP型）

THXPXQ-2705TP爬行探伤车是本公司2001年最新研发的高科技产品，它综合了国内外各名优产品之特长，依据管道探伤的特殊性，专门设计了微机全智能化控制、自动离合的前驱动装置、悬浮升降的X射线发生器及特殊的机体结构，使得整个探伤过程运行迅速、平稳、定位准确、安全可靠。具有技术含量高，实用性强等特点，是管道探伤设备的首选产品。

车体长度： $1100 \times 230 \times 200mm$ （长×宽×高）



性能指标：

适用管道直径： $550 \sim 1400mm$

适用管道壁厚： $\leq 45mm$

爬坡角度： $\leq 42^\circ$

射线参量： $270kV/5mA$

使用环境温度： $-20^\circ C \sim +60^\circ C$

转弯半径： $5D$ （ $D$ 为管道直径）

运行速度： $12 m/min$



# 上海宏达检测设备有限公司

——国内外无损检测设备、理化分析仪器总汇



**总代理**

## 日本理学工业用便携式X射线机

### 定向射线机

模拟控制: 200SPS(超小型)、200EG-S3

250EG-S3、300EG-S3

微机控制: 200EGM、250EGM、300EGM

### 周向射线机

200EG-B1C、250EG-B2F、300EG-B2F

常用的整机和易损件长期备有现货

## 台式全自动洗片 宏达2067

适用于移动作业场合

### 产品特点:

- 智能化电脑控制系统
- 药槽温度和冲洗速度可自由调节
- 先进的输片系统和精密的传动系统
- 高效节能的烘干系统
- 使用简单、维护方便
- 可高质量冲洗国产和进口工业X光胶片



## 全自动洗片机 宏达2108

适用于固定场合较大批量冲洗胶片

## 代理和经销的部分产品种类

- ◆ 工业X/γ射线探伤机
- ◆ X/γ射线剂量、报警仪
- ◆ 工业X光胶片及暗房设备
- ◆ 超声波探伤仪、测厚仪
- ◆ 磁粉探伤仪、着色探伤剂
- ◆ 裂纹测深仪、荧光探伤仪
- ◆ 各类气体检测、报警仪

- ◆ 金相显微镜、工业内窥镜
- ◆ 涂层测厚仪、防腐层针孔检测仪
- ◆ 便携式金属材质分析仪、硬度计
- ◆ 水质分析仪、油质分析仪
- ◆ 表面温度计、非接触式红外测温仪

- ◆ 振动测试仪、噪音计、转速仪
- ◆ 便携式钢筋扫描仪、混凝土强度测试仪
- ◆ 各类焊机、现场用汽油(柴油)发电机

地址: 上海谈家桥路152号合建大楼6楼

邮编: 200070

电话: 021-56083815 56083816 传真: 021-66610026

电子信箱: shhd@sh163a.sta.net.cn

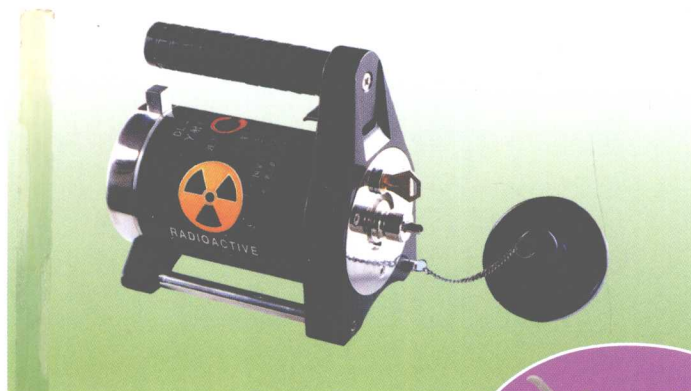


国家电力公司  
电力建设研究所

海门探伤设备联营厂

## 隆重推出国内创新产品

DL-V A型 75  $\gamma$  射线探伤机 专利号: ZL00220091.0



### 主要技术参数

- 1、额定装载量: 75 源 100Ci
- 2、泄漏剂量: 容器表面 $<10\text{mR/h}$   
距容器1m处 $<2\text{mR/h}$
- 3、穿透厚度: (Fe)10mm ~ 40mm  
小径管壁厚 $\geq 3.5\text{mm}$
- 4、操作距离: 10m ~ 15m
- 5、射源输出距离: 5m ~ 10m
- 6、射源焦点:  $\phi 2.5 \times 2.5$ 、 $\phi 3 \times 3$
- 7、主机重量: 9.8kg
- 8、外型尺寸: 220 × 105 × 175(mm)



$\gamma$  射线传输机构

DL-IIA 型  $^{192}\text{Ir}$   $\gamma$  射线探伤机

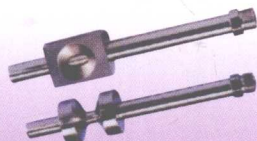
专利号: ZL002206194.6

### 技术参数

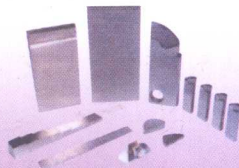
额定装载量:  $^{192}\text{Ir} 3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$   
透照范围: (Fe) 10mm ~ 100mm  
泄漏剂量: 符合 ISO 3999 标准  
操作距离: 10m ~ 15m  
源输出距离: 5m ~ 10m  
射源回位后各道蔽锁自动关闭  
重量: 20kg  
源尺寸:  $\phi 2 \times 3(\text{mm})$   
 $\phi 2 \times 3(\text{mm})$ ,  $\phi 3 \times 2(\text{mm})$



DL (系列) X、 $\gamma$  射线铅房  
生产许可证号: 卫射证字第 94 号

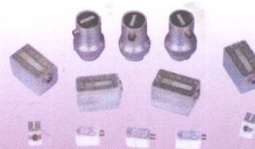


$^{75}\text{Se}$  射线周向、定向准直器



超声波 (系列) 试块

生产许可证号: (苏) 制 068400010



超声波 (系列) 探头

|                 |       |             |
|-----------------|-------|-------------|
| 董 事 长 (厂 长)     | 何 正 兵 | 13901479475 |
| 副 董 事 长 (副 厂 长) | 丁 建 平 | 13506281576 |
| 经 理 (市 场 部)     | 陆 向 社 | 13951306708 |
| 副 经 理 (市 场 部)   | 周 飞   | 13951306187 |

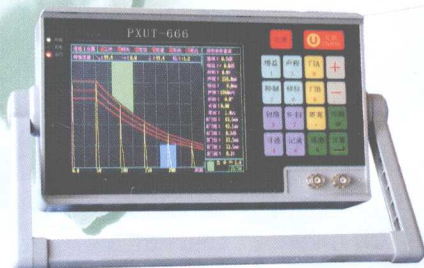
|        |                  |         |
|--------|------------------|---------|
| 厂 址:   | 江苏省海门市三阳镇        |         |
| 电 话:   | 0513-2665761     | 2665825 |
| 传 真:   | 0513-2665825     |         |
| 邮 编:   | 226134           |         |
| 开 户 行: | 江苏海门建行悦来办事处      |         |
| 账 号:   | 263401512        |         |
| 税 号:   | 32062513882646-2 |         |

# 数字超声在友联!

公司备有各种仪器详细资料, 欢迎垂询!



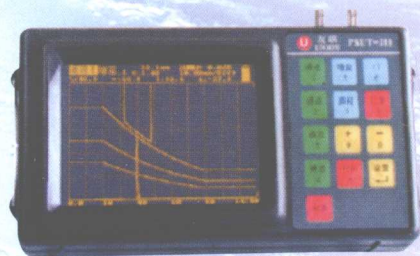
PXUT-280型 全数字超探仪  
手掌式超薄型



PXUT-666型 全数字超探仪  
彩色高分辨率、超薄笔记本式



PXUT-27型 全数字式超探仪  
经济实用型



PXUT-211型 全数字超探仪  
开创国内首台超薄笔记本式数超仪

## 便携式

- PXUT-26型: 普及增强型;
- PXUT-27型: 模拟仪价格, 数字仪功能;
- PXUT-28型: 专家型设计, “傻瓜型”操作。

## 主要技术参数

通道数量: 1 ~ 15; 水平线性:  $< 0.2\%$   
垂直线性:  $< 3\%$ ; 分辨率:  $> 30\text{dB}$ ;  
动态范围:  $> 30\text{dB}$ ; 频带范围:  $0.4 \sim 15\text{MHz}$ .  
探测范围:  $0 \sim 5000(\text{mm})$   
增益范围:  $100\text{dB}(0.1/2/6\text{dB})$  连续可调)  
灵敏度余量:  $> 60\text{dB}(2.5\text{P}20/200\text{Ø}2)$   
抑制:  $0 \sim 100\%$  不影响线性  
存储量:  $60 \sim 1000$  幅探伤数据。

## 笔记本式

- PXUT-211型: 厚度仅  $5.8\text{cm}$ , 重量仅  $1.8\text{kg}$ ; 含电池;
- PXUT-230型: 传统操作, 实用性强, 使用方便;
- PXUT-260型: 六通道采用“模糊控制”技术, 专业化设计;
- PXUT-280型: 十通道, 功能齐全, 实用快捷;
- PXUT-666型: 十通道, 国际首台高分辨率彩色探伤仪。

## 主要功能

探伤: 测厚、测声速、探头和仪器参数测量和校准;  
DAC、AVG 按标准自动生成; B 扫描; 进波 / 失波门报警;  
缺陷测高; 曲面自动修正; 波峰记忆; 回波包络; 工作剖面显示;  
焊缝显示; 存储多种探伤工艺和探伤结果, 存储量巨大;  
探伤报告打印和计算机通讯等。

# 数字超声在友联!

公司备有各种仪器详细资料, 欢迎垂询!



打印及计算机系统

所有友联牌探伤仪均能实行打印和电脑通讯  
探伤真正驶上信息高速公路

PXUT-28 型: 专家型 数字式超声波探伤仪  
品质超群, “傻瓜机”操作  
有“专家”, 探伤工作自然轻松



NDC-2 型: 多通道专家型 数字式超声波探伤仪  
五个探伤硬通道, 操作“傻瓜化”



NDC-1 型: 多通道全数字车辆轮轴专用超探仪  
通过铁道部评审, 已在全路推广使用  
铁路车辆系统轮轴探伤的首选仪器

## 多通道式

NDC-1 型: 全数字多通道车辆轮轴专用超探仪, 已在铁道部推广使用;

NDC-2 型: 全数字五通道超探仪;

NDC-4/256 型: 全数字实时多通道超探仪。

## 主要技术指标

通道数量: 4 ~ 256 可选择;

每通道重复频率: 10kHz;

增益范围: 0 ~ 100dB;

动态 TGC: 40dB;

带宽: 0.5 ~ 15.0MHz, 滤波器可选择;

检波方式: 全波、正半波、负半波、RT;

报警门数: 可选择。

南通友联数码技术开发有限公司

南通市友联智能仪器公司

公司地址: 江苏省南通市人民东路小石桥花苑 A 栋 3 楼

公司电话: 0513-3567210 3577098 5296971

传 真: 0513-3577098-9

电子信箱: unionint@public.nt.js.cn

邮 编: 226008

# 《德宇泛美》世界著名无损检测产品代理商

**PANAMETRICS**



**SPECTROLINE**



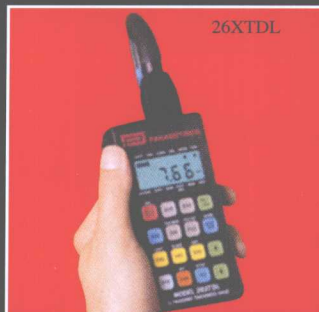
美国《泛美》公司  
超声波探伤仪, 测厚仪, 自动测试系统

美国《派克》公司  
交流 / 直流 / 水下磁轭探伤仪, 高斯计, 磁粉检测辅助器材

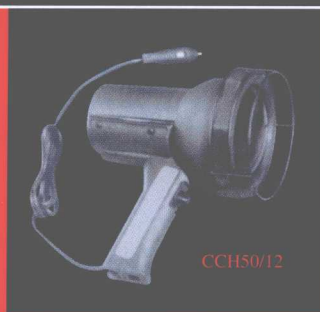
美国《斯贝力》公司  
紫外线荧光灯, 紫外线照度计

美国《赛克》公司  
荧光磁粉, 彩色磁粉, 水下磁粉

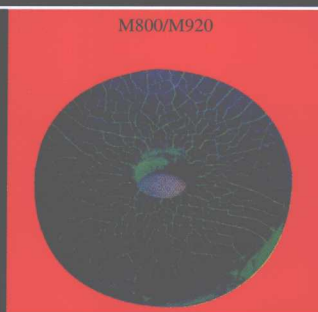
在这里, 您可以了解到新的无损检测信息, 见到世界著名的无损检测产品, 更重要的是可以为您解决您所遇到的难题。我们期待着您的光临, 并为能向您提供服务而荣幸。



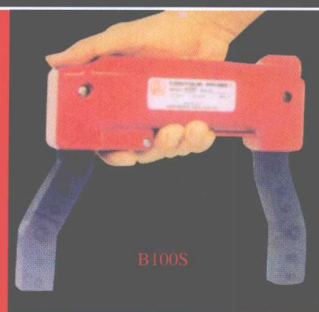
26XTDL



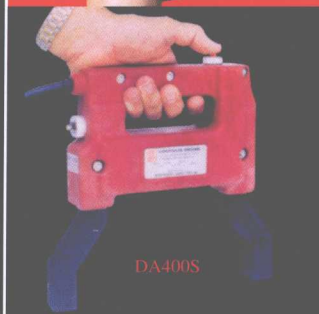
CCH50/12



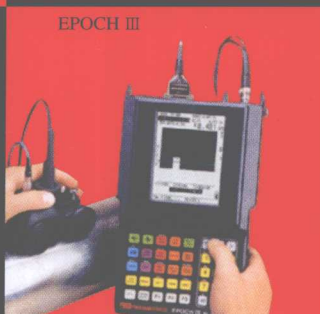
M800/M920



B100S



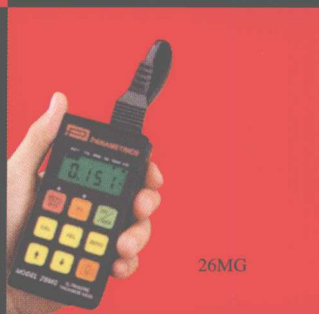
DA400S



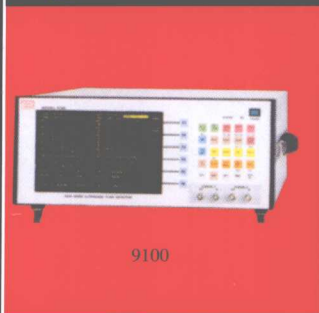
EPOCH III



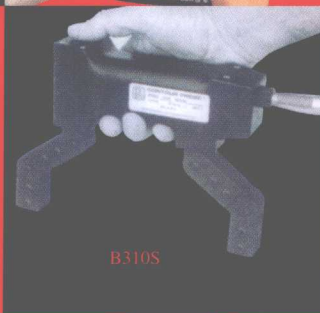
BIB150/F



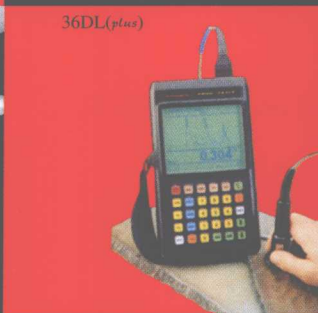
26MG



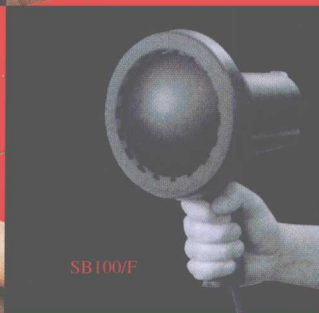
9100



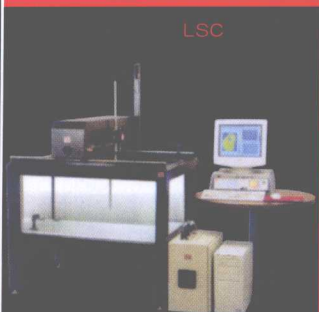
B310S



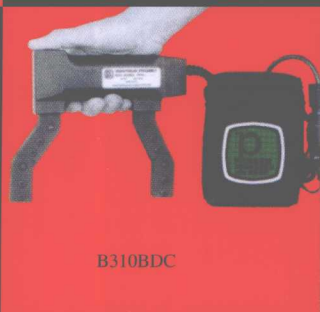
36DL(plus)



SB100/F



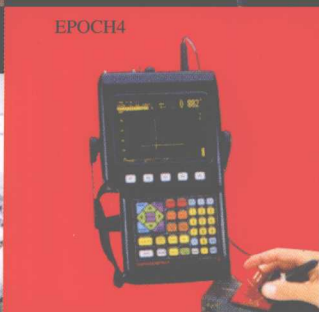
LSC



B310BDC



超声 C 扫描测试系统



EPOCH4

**Deyupana**

北京德宇泛美测试技术有限公司

<http://www.deyupana.com> E-mail: [deyupana@ns.east.cn.net](mailto:deyupana@ns.east.cn.net)

Tel: (010)8835-5151 13801090771 Fax: (010)8835-5137

北京市海淀区首体南路 20 号国兴家园 7 号楼 1601 座 邮政编码: 100044



# 浙江省缙云像质计厂

ZHE JIANG JINYUN IMAGE QUALITY INDICATOR CO.

我厂是集二十年科、工、贸一体的无损检测器材专业厂，是获国家教委、国家计委、劳动部和财政部颁发的全国勤工俭学先进单位。生产的像质计、增感屏、暗盒、铅字等系列产品，客户遍及全国并远销国外。欢迎新老客户来人、来电、来函订购。

- 1985年线型像质计通过省级技术鉴定。
- 1988年孔型像质计（ASME）通过省级技术鉴定。
- 1997年像质计、铅字、增感屏、暗盒、磁钢、洗片架等产品出口世界各国。
- 2000年国家标准样品金属线型像质计研制成功。
- 2001年通过ISO9002质量体系认证。
- 本厂产品注册商标《海鸥牌》。



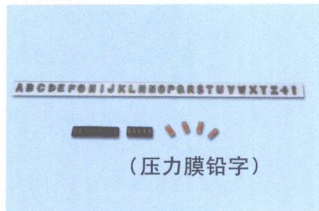
金属线型像质计国家标准样品



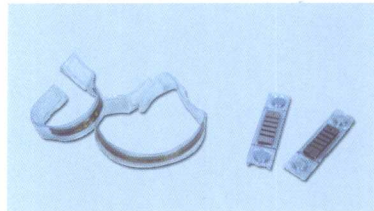
本厂生产的各种国外标准像质计系列



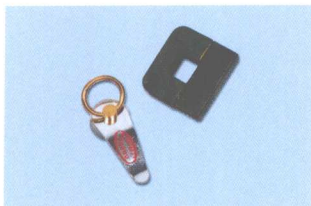
管道增感屏、常规金属增感屏  
特殊工艺、经热处理



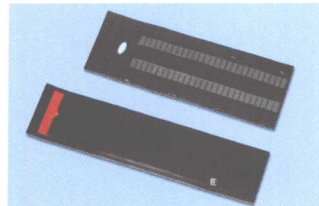
铅字系列  
字型美观、粘贴牢固



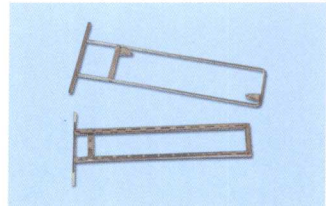
沟槽对比块与专用对比块



采用永磁磁钢、磁力强劲



多种人造革、塑料、橡胶暗盒



采用进口不锈钢原材料

地址：浙江省缙云县壶镇镇贤母西路148号

E-mail: jyxzjc@163.com

电话：(0578) 3154321 3152035

传真：3152035

邮编：321404

手机：13905781602

13906889359

13905889738

开户行：中国工商银行缙云县支行

账号：28102458005895

法人代表：柳章龙

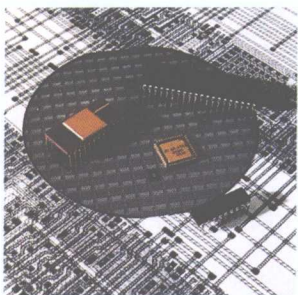
经营厂长：蔡耀辉

顾问：潘云南

# IX

**FUJIFILM**

I&I-Imaging & Information



## 富士工业用X光线胶片介绍

能够快速地拍照出高质量的图像。  
能够完美无缺地适用于要求有高度可靠性的“非破坏性检查”。  
使用自动显影机进行显影处理只需五分钟。  
根据用途能够选择的多彩的阵容。

富士工业用X光线胶卷共有三种，七个品种。具有灵敏度、反差、鲜锐度、粒状性等卓越的特性。根据用途及要拍照的物体的种类可拍照出高质量的工业用X光线照片。



### 工业用X光线胶片

此胶片被剪辑成适当的尺寸，用于暗室装填。在各个领域都能广泛应用。此胶片显绿色，是一种理想的、高质量的胶片。人们即使长时间地工作也不会感到疲倦。柔和的图像使人的眼睛感到舒服。



### 工业用X光线封装胶卷

封装胶卷从胶卷的剪辑到拍照，整个过程都可以在明室里进行。包装方式很严密，里面的胶卷从头至尾全部可以使用。尺寸可根据需要剪辑。另外，由于使用了用铝箔制成的三层包装材料，所以即使在恶劣的气候条件下，也能够使用。共有两种，一种是用铅箔增光屏的，另一种是不用铅箔增光屏的。



### 工业用X光线封装胶片

封装胶片从取出胶片至拍照，整个过程都可以在明室里进行。包装采用了铝箔和塑料三层真空包装方式，具有卓越的耐水、耐油功能。在任何恶劣的条件下都能够使用。共有两种，一种是用铅箔增光屏的，一种是不用铅箔增光屏的。

**中国独家总代理**

**浙江省温州市鹿城无损检测设备总公司**

地址：温州市府前街利府大楼A2-305室 邮编：325000  
电话：0577-88293040 88293242 传真：0577-88293040

沪办：上海江宁路301号新江大楼807室  
电话/传真：021-62653239 邮编：200041

**制造厂商**

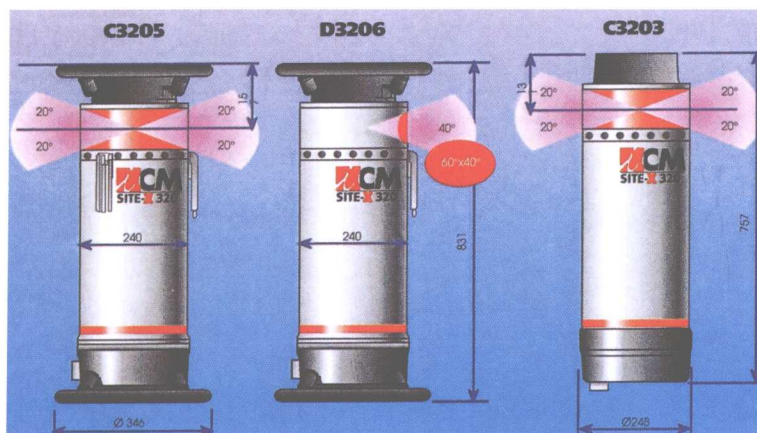
**日本富士胶片株式会社**



# 比利时ICM公司推出的SITE-320系列

国际一流全新一代便携式工业X射线机，最大穿透能力**69mm**

| 项 目                                                 | 型号<br>单位 | D1603      | D2008      | D2506<br>D2258   | D3006      | D3206      | C1603          | C2007          | C2505<br>C2257   | C3005          | C3205          |
|-----------------------------------------------------|----------|------------|------------|------------------|------------|------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| 输出电压范围                                              | kV       | 50-160     | 70-200     | 80-250<br>70-225 | 100-300    | 90-320     | 50-160         | 70-200         | 80-250<br>70-225 | 90-300         | 90-320         |
| 电压级差                                                | kV       | 1          | 1          | 1                | 1          | 1          | 1              | 1              | 1                | 1              | 1              |
| 电流输出范围                                              | mA       | 1-3        | 1-8        | 1-6/8            | 1-6        | 1-6        | 1-3            | 1-7            | 1-5/7            | 1-5            | 1-5            |
| 电流级差                                                | mA       | 0.1        | 0.1        | 0.1              | 0.1        | 0.1        | 0.1            | 0.1            | 0.1              | 0.1            | 0.1            |
| 辐射形式                                                | - - -    | 定向         | 定向         | 定向               | 定向         | 定向         | 周向(锥靶)         | 周向(锥靶)         | 周向(锥靶)           | 周向(锥靶)         | 周向(锥靶)         |
| 辐射角                                                 | ( ° )    | 60 × 40    | 60 × 40    | 60 × 40          | 60 × 40    | 60 × 40    | 360 × (2 × 20) | 360 × (2 × 20) | 360 × (2 × 20)   | 360 × (2 × 20) | 360 × (2 × 20) |
| 焦点尺寸                                                | mm       | 0.8 × 0.8  | 2.5 × 2.5  | 2.5 × 2.5        | 2.5 × 2.5  | 2.5 × 2.5  | Ø4 × 0.5       | Ø5 × 0.9       | Ø5 × 0.9         | Ø5 × 0.9       | Ø5 × 0.9       |
| 固有过滤                                                | mm       | 3Al        | 3Al        | 3Al+0.4Ni        | 3Al+0.4Ni  | 3Al+0.4Ni  | 3Al            | 3Al            | 4Al+0.4Ni        | 4Al+0.4Ni      | 4Al+0.4Ni      |
| 可转动光栏                                               | - - -    | 有          | 有          | 有                | 有          | 有          | 无              | 无              | 无                | 无              | 无              |
| 40℃时暂载率                                             | %        | 100        | 100        | 100              | 100        | 100        | 100            | 100            | 100              | 100            | 100            |
| 工作温度范围                                              | ℃        | -25 ± 70   | -25 ± 70   | -25 ± 70         | -25 ± 70   | -25 ± 70   | -25 ± 70       | -25 ± 70       | -25 ± 70         | -25 ± 70       | -25 ± 70       |
| 最大钢穿透力<br>(焦距700mm)<br>(D7胶片)<br>(铝增感, 黑度1.5, 20分钟) | mm(Fe)   | 15/8分钟     | 44         | 52<br>46         | 64         | 69         | 15/8分钟         | 42             | 48<br>44         | 61             | 65             |
| 总尺寸                                                 | mm       | Ø120 × 530 | Ø346 × 771 | Ø346 × 771       | Ø346 × 831 | Ø346 × 831 | Ø124 × 510     | Ø346 × 771     | Ø346 × 771       | Ø346 × 831     | Ø346 × 831     |
| 不含拎环重量                                              | kg       | 8          | 27         | 27               | 29         | 34         | 8              | 26             | 26               | 28             | 34             |



生产制造商:



Industrial Control Machines S.A  
Zoning des Plennes  
Rue L. Crosset  
B-4840 Welkenraedt-BELGIUM  
Tel: (32) 8744 0150  
Fax: (32) 8744 0160

中国地区联合总经销(2001年度):

温州市鹿城无损检测设备公司

浙江省温州市府前街利府大楼A2-305室

总经理: 黄国栋 手机: 13906634154

网址: <http://www.ndtinfo.net>

电子邮箱: [lcndt@163.com](mailto:lcndt@163.com)

电话: (0577) 8829 3040, 8829 3242

传真: (0577) 8829 3040 邮编: 325000

上海渝港实业有限公司(兼维修中心)

上海市法华镇路681弄2号

总经理: 朱文钰

电话: (021) 6283 1230

传真: (021) 6283 1230 邮编: 200052

中国总代理:

Tera Corporation (Pacific) Ltd.

港万隆(太平洋)有限公司

Rm. 2306, Singga Comm. Ctr.,

148 Connaught Rd. West, HK.

香港干诺道西148号成基商业中心2306室

E-mail: [teraco@netvigator.com](mailto:teraco@netvigator.com)

Tel: (852) 2517 8900

Fax: (852) 2517 8983

## 说 明

本书是锅炉压力容器压力管道及特种设备系列教材之一,主要用于锅炉压力容器无损检测射线Ⅱ级和Ⅲ级资格人员的培训,受全国锅炉压力容器无损检测人员资格鉴定考核委员会委托编写。

本书由强天鹏主编。

本书主要编写人:强天鹏、李衍、顾闾如。

参与本书编写工作的人员还有:徐长发、唐明智、郑世才、鲍应龙、王永丰、袁彪、李宏富。

本书采用两种字体编排,其中楷体部分为Ⅲ级人员学习内容,也可供Ⅱ级人员选学。

在本书的编写过程中,全国考委会的领导以及秘书处和射线专业组给予了有力的支持和全面的帮助,没有这些支持与帮助,编写工作是难以完成的。

本书自1997年开始试用,征询到不少宝贵意见并进行了修改。1999年12月由全国锅炉压力容器无损检测人员资格考核委员会组织召开了审稿会,张泽丰、刘一鸣、梁金昆等同志参加了审稿工作。根据审稿意见又作了进一步修改,于2001年初最终定稿。

由于编者水平所限,书中缺点和错误在所难免,欢迎批评指正。

编 者

2001年8月

# 目 录

## 说明

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 第 1 章 射线检测的物理基础            | (1)  |
| 1.1 原子与原子结构                | (1)  |
| 1.1.1 元素与原子                | (1)  |
| 1.1.2 核外电子运动规律             | (2)  |
| 1.1.3 原子核结构                | (3)  |
| 1.2 射线的种类和性质               | (4)  |
| 1.2.1 X 射线和 $\gamma$ 射线的性质 | (4)  |
| 1.2.2 X 射线的产生及其特点          | (5)  |
| 1.2.3 $\gamma$ 射线的产生及其特点   | (7)  |
| 1.2.4 波粒二像性                | (8)  |
| 1.2.5 射线的种类                | (9)  |
| 1.2.6 关于标识 X 射线的进一步讨论      | (10) |
| 1.2.7 工业探伤常用放射性同位素的特性      | (11) |
| 1.3 射线与物质的相互作用             | (12) |
| 1.3.1 光电效应                 | (13) |
| 1.3.2 康普顿效应                | (14) |
| 1.3.3 电子对效应                | (15) |
| 1.3.4 瑞利散射                 | (16) |
| 1.3.5 各种相互作用发生的相对几率        | (16) |
| 1.3.6 窄束、单色射线的强度衰减规律       | (17) |
| 1.3.7 宽束、多色射线的强度衰减规律       | (20) |
| 1.3.8 吸收(衰减)曲线             | (21) |
| 1.3.9 截面与吸收系数              | (23) |
| 1.4 射线照相法的原理与特点            | (24) |
| 1.4.1 射线照相法的原理             | (24) |
| 1.4.2 射线照相法的特点             | (25) |
| 第 2 章 射线检测的设备和器材           | (26) |
| 2.1 X 射线机                  | (26) |
| 2.1.1 X 射线机的种类和特点          | (26) |
| 2.1.2 X 射线管                | (28) |
| 2.1.3 高压发生电路               | (35) |

|            |                               |             |
|------------|-------------------------------|-------------|
| 2.1.4      | X射线机的基本结构 .....               | (38)        |
| 2.1.5      | X射线机的主要技术条件 .....             | (43)        |
| 2.1.6      | X射线机的使用、维护和修理 .....           | (44)        |
| 2.2        | $\gamma$ 射线机 .....            | (50)        |
| 2.2.1      | $\gamma$ 射线源的主要特性参数 .....     | (50)        |
| 2.2.2      | $\gamma$ 射线探伤设备的特点 .....      | (51)        |
| 2.2.3      | $\gamma$ 射线探伤设备的分类与结构 .....   | (52)        |
| 2.2.4      | $\gamma$ 射线探伤机的操作 .....       | (55)        |
| 2.2.5      | $\gamma$ 射线探伤设备的维护及故障排除 ..... | (57)        |
| 2.3        | 射线照相胶片 .....                  | (58)        |
| 2.3.1      | 射线照相胶片的构造与特点 .....            | (58)        |
| 2.3.2      | 感光原理及潜影的形成 .....              | (59)        |
| 2.3.3      | 底片黑度 .....                    | (60)        |
| 2.3.4      | 射线胶片的特性 .....                 | (60)        |
| 2.3.5      | 卤化银粒度对胶片性能的影响 .....           | (65)        |
| 2.3.6      | 胶片的光谱感光度 .....                | (66)        |
| 2.3.7      | 工业射线胶片系统的分类 .....             | (66)        |
| 2.3.8      | 胶片的使用与保管 .....                | (68)        |
| 2.4        | 射线照相辅助设备器材 .....              | (69)        |
| 2.4.1      | 黑度计(光密度计) .....               | (69)        |
| 2.4.2      | 增感屏 .....                     | (69)        |
| 2.4.3      | 像质计 .....                     | (73)        |
| 2.4.4      | 其他照相辅助器材 .....                | (76)        |
| <b>第3章</b> | <b>射线照相质量的影响因素 .....</b>      | <b>(78)</b> |
| 3.1        | 射线照相灵敏度的影响因素 .....            | (78)        |
| 3.1.1      | 概述 .....                      | (78)        |
| 3.1.2      | 射线照相对比度 .....                 | (79)        |
| 3.1.3      | 射线照相清晰度 .....                 | (82)        |
| 3.1.4      | 射线照相颗粒度 .....                 | (85)        |
| 3.2        | 灵敏度和缺陷检出的有关研究 .....           | (86)        |
| 3.2.1      | 日本学者关于灵敏度的有关研究 .....          | (86)        |
| 3.2.2      | 日本学者的缺陷检出试验 .....             | (93)        |
| 3.2.3      | 欧美学者有关缺陷检出灵敏度的理论研究的综述 .....   | (96)        |
| 3.2.4      | 不清晰度的叠加、取值和计算 .....           | (107)       |
| 3.2.5      | 信噪比 .....                     | (109)       |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| <b>第4章 射线透照工艺</b>          | (112) |
| 4.1 透照工艺条件的选择              | (112) |
| 4.1.1 射线源和能量的选择            | (112) |
| 4.1.2 焦距的选择                | (115) |
| 4.1.3 曝光量的选择与修正            | (119) |
| 4.2 透照方式的选择和一次透照长度的计算      | (122) |
| 4.2.1 透照方式的选择              | (122) |
| 4.2.2 一次透照长度的计算            | (124) |
| 4.3 曝光曲线的制作及应用             | (132) |
| 4.3.1 曝光曲线的构成和使用条件         | (132) |
| 4.3.2 曝光曲线的制作              | (134) |
| 4.3.3 曝光曲线的使用              | (135) |
| 4.3.4 曝光曲线的特殊用途            | (136) |
| 4.4 散射线的控制                 | (140) |
| 4.4.1 散射线的来源和分类            | (140) |
| 4.4.2 散射比的影响因素             | (140) |
| 4.4.3 散射线的控制措施             | (142) |
| 4.5 焊缝透照常规工艺               | (144) |
| 4.5.1 概述                   | (144) |
| 4.5.2 透照工艺的分类和内容           | (144) |
| 4.5.3 焊缝透照专用工艺卡示例          | (145) |
| 4.5.4 焊缝透照的基本操作            | (148) |
| 4.6 射线透照技术和工艺研究            | (148) |
| 4.6.1 大厚度比试件的透照技术          | (148) |
| 4.6.2 特殊工艺三例               | (149) |
| 4.6.3 小径薄壁管的透照技术与工艺        | (150) |
| 4.6.4 球罐 $\gamma$ 射线全景曝光工艺 | (157) |
| <b>第5章 暗室处理技术</b>          | (163) |
| 5.1 暗室基本知识                 | (163) |
| 5.1.1 暗室布局知识               | (163) |
| 5.1.2 暗室设备器材使用知识           | (163) |
| 5.1.3 配液注意事项               | (164) |
| 5.1.4 胶片处理程序和操作要点          | (164) |
| 5.1.5 胶片处理的药液配方            | (165) |
| 5.2 暗室处理技术                 | (167) |
| 5.2.1 显影                   | (167) |