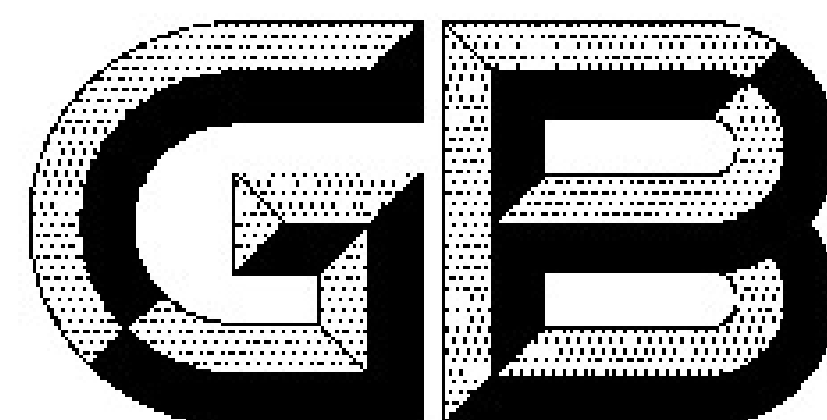




中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 41399—2022

无损检测仪器 工业 X 射线数字成像系统

Non-destructive testing instruments—Industrial digital X-ray imaging system

2022-04-15 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本文件起草单位：辽宁仪表研究所有限责任公司、辽宁省先进装备制造业基地建设工程中心、长沙戴卡科技有限公司、中国工程物理研究院应用电子学研究所、华测检测认证集团股份有限公司、济宁鲁科检测器材有限公司。

本文件主要起草人：于志军、徐海耕、王玉强、李俊霖、陈浩、黄庆、马军、刘钦双、刘军、王琳。

无损检测仪器

工业 X 射线数字成像系统

1 范围

本文件规定了工业 X 射线数字成像系统的原理、技术要求、试验方法及标志。
本文件适用于工业 X 射线数字成像系统(以下简称系统)的生产、使用及调试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 12604.2 无损检测 术语 射线照相检测
- GB/T 17618 信息技术设备 抗扰度 限值和测量方法
- GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GB/T 36015—2018 无损检测仪器 工业 X 射线数字成像装置性能和检测规则
- JB/T 5453—2011 无损检测仪器 工业 X 射线图像增强器成像系统
- JB/T 7902 无损检测 线型像质计通用规范

3 术语和定义

GB/T 12604.2 和 GB/T 36015—2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

X 射线数字探测器 X-ray digital detector
接收 X 射线并转换成计算机可处理数字信号的装置。

4 原理

X 射线机发射 X 射线,穿透被检测工件后被图像探测器系统接收,经过采集处理将图像信息输入到计算机;之后,利用计算机软件进行图像处理,以提高图像的对比度、清晰度,并将处理后的图像显示在显示屏上。示意图见图 1。

注:图像探测器系统包含 X 射线数字探测器、图像增强器等部件。

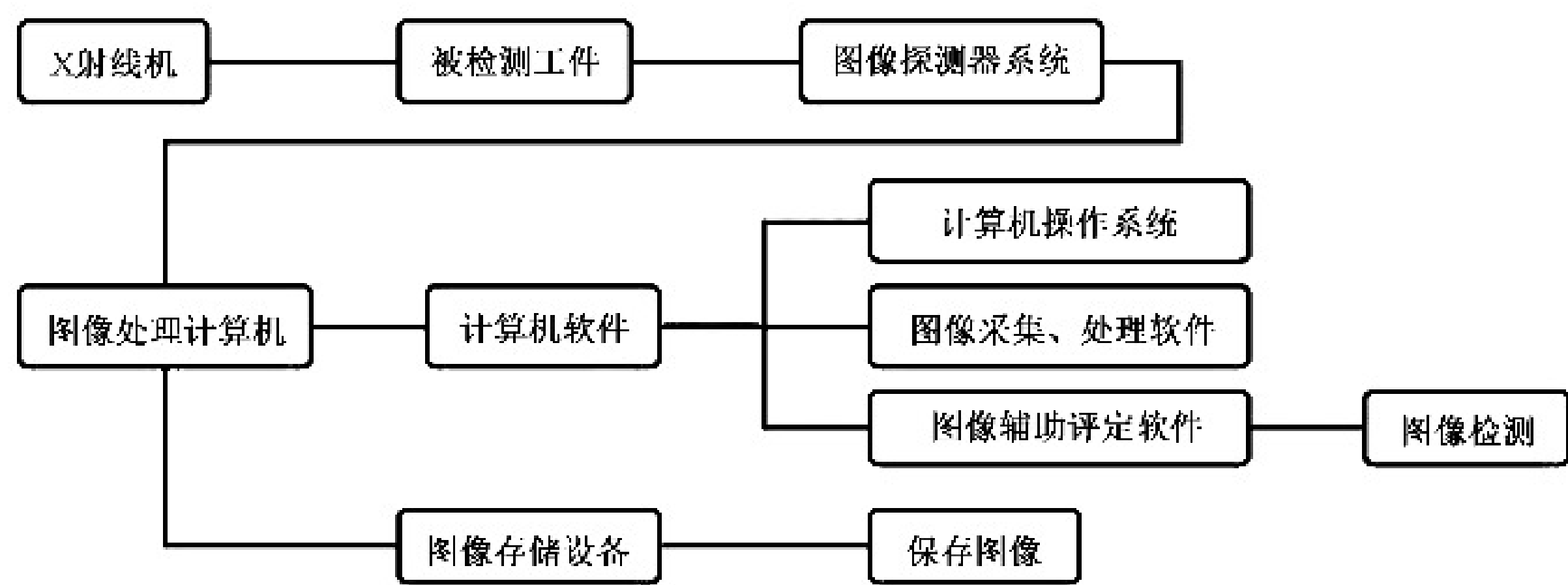


图 1 系统工作原理示意图

5 技术要求

5.1 工作条件

系统在下列条件下正常工作：

- a) 温度： $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： $\leq 85\%$ ；
- c) 大气压力： $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ ；
- d) 电源电压： $[380\times(1\pm 10\%)]\text{V}$ 或 $[220\times(1\pm 10\%)]\text{V}$ ；
- e) 电磁干扰：应符合 GB/T 17618 中相关要求。

5.2 主要部件

5.2.1 X 射线机

5.2.1.1 应选用能连续工作的恒定直流高压 X 射线机，以保证射线穿透被检测工件后探测器能够获得足够的灰度值。

5.2.1.2 X 射线机管电压稳定度应不大于 2%。

5.2.1.3 X 射线机管电流稳定度应不大于 2%。

5.2.2 X 射线数字探测器

5.2.2.1 分辨率宜大于 1.5 LP/mm 。

5.2.2.2 动态范围应不小于 8 bit。

5.2.3 图像处理计算机

5.2.3.1 系统配置应符合数据处理计算机图像显示要求。

5.2.3.2 图像处理软件应满足以下要求：

- a) 具有降噪、亮度/对比度增强、边缘增强等基本功能；
- b) 能适应相应检测产品所规定的技术标准；
- c) 具有图像几何尺寸标定和测量以及缺陷定位功能；
- d) 在检测图像中标定的缺陷位置与实际位置误差小于或等于 2 mm 。

5.3 技术性能

5.3.1 像质计灵敏度

像质计灵敏度应满足以下要求：

- a) 静态像质计灵敏度优于 2%；
- b) 动态像质计灵敏度优于 4%。

5.3.2 系统分辨率

系统分辨率应大于 1.5 LP/mm。

5.4 安全保护

5.4.1 接地电阻

系统应有接地保护，接地电阻应小于 0.5 Ω。

5.4.2 漏散射线空气比释动能率

距防护设施外 50 mm 处的漏散射线空气比释动能率应不大于 25 μGy/h。

5.4.3 警示信号

防护设施外应安装表示射线发生的预警信号灯及 X 射线发射警示信号灯。

5.4.4 联锁装置

铅防护门与 X 射线机之间应设有联锁保护装置。当铅防护门打开时，X 射线机应立刻停止发生射线，保证周围环境人员的安全；当铅防护门关闭后，X 射线机才能进行工作。

5.5 外观质量

系统的外观质量应符合 GB/T 36015—2018 中 5.6 的规定。

6 试验方法

6.1 像质计灵敏度

- 6.1.1 采用符合 JB/T 7902 的像质计。
- 6.1.2 将像质计贴于试块的外表面。试块应符合 JB/T 5453—2011 附录 A 的要求。
- 6.1.3 调整系统的管电压、管电流和显示器亮度、对比度。目视读出图像屏上可识别的连续长度不短于 10 mm 的像质计最细钢丝线径。
- 6.1.4 按公式(1)计算像质计灵敏度 K 。

$$K = d / T \times 100\%$$

.....(1)

式中：

K ——像质计灵敏度；

d ——可识别的像质计最细钢丝线径，单位为毫米(mm)；

T ——试样厚度，单位为毫米(mm)。

6.2 系统分辨率

系统分辨率按照附录 A 的规定进行测试。

6.3 接地电阻

控制器各开关置于接通位置,在不接通电源的情况下,用接地电阻测量仪测量控制器外壳任何可能带电部分和电源接地端子之间电阻。

6.4 漏散射线空气比释动能率

6.4.1 将系统在工作状态下调至规定的最大工作管电压、管电流。

6.4.2 用防护级辐射剂量仪在距防护设施外侧 50 mm 空间的任何位置上测量漏散射线空气比释动能率,并取最大值。

6.5 警示信号

打开 X 射线发射机,目视检查 X 射线发射前预警信号灯是否亮起,X 射线发射过程中 X 射线发射警示信号灯是否亮起。

6.6 联锁装置

切断任一联锁装置,检测 X 射线发生回路电源是否同步被切断,X 射线发射警示灯是否熄灭。重新接通联锁装置时,检测 X 射线机是否自行恢复发射 X 射线。

6.7 外观质量

外观检测用目测法,在工厂的正常照明条件下和无辅助观察设备情况下进行。

7 标志

7.1 外表面明显位置处按 GB 18871—2002 中图 F1 规定,喷涂电离辐射标志。

7.2 在明显位置上做如下标志:

- a) 型号规格、产品名称;
- b) 制造厂商名称及商标;
- c) 出厂日期及编号;
- d) 主要技术参数;
- e) 认证合格标志。

附 录 A
(规范性)
系统分辨率测试方法

A.1 概述

系统分辨率是数字成像系统识别栅条图像来表征识别图像细节的能力,是 X 射线数字成像系统性能的综合反映。

A.2 图像测试卡

A.2.1 图像测试卡样式

图像测试卡样式如图 A.1 所示。在一定宽度内,均匀地排列着若干条宽度相等、厚度为 0.1 mm 的铅质栅条,栅条间的距离等于栅条的宽度。一条栅条和与它相邻的一个间距构成一个线对。

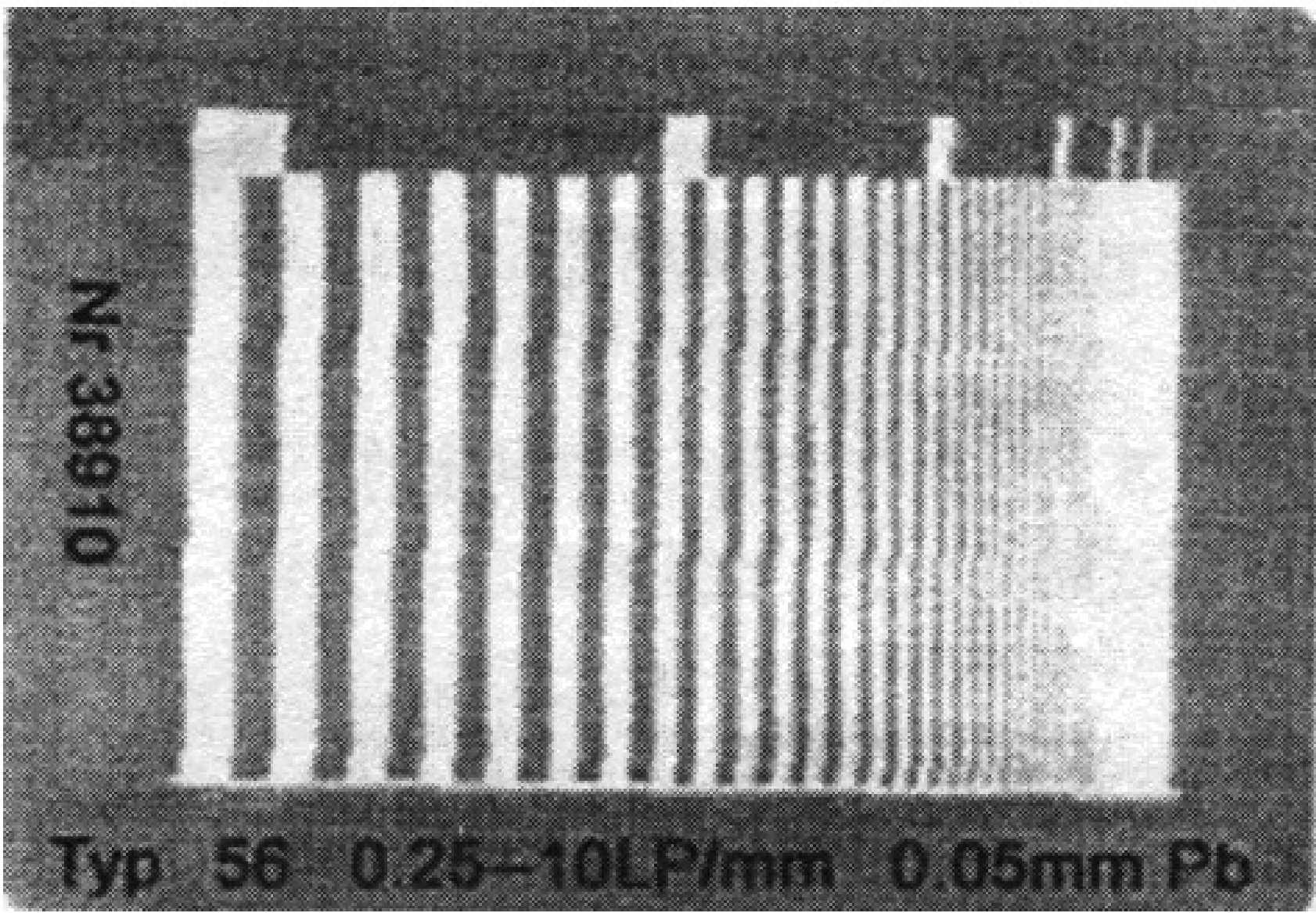


图 A.1 图像测试卡样式

A.2.2 图像测试卡的结构和对应关系

图像测试卡的结构和线对值对应关系见表 A.1。

表 A.1 图像测试卡的结构和线对值对应关系

标记号 ^a	标记的 线对值 LP/mm	后续位置的线对值 LP/mm								
		第 1 线 对	第 2 线 对	第 3 线 对	第 4 线 对	第 5 线 对	第 6 线 对	第 7 线 对	第 8 线 对	第 9 线 对
1	0.25	0.275	0.30	0.33	0.36	0.40	0.44	—	—	—
2	0.48	0.52	0.57	0.63	0.69	0.76	0.83	0.91	—	—
3	1.00	1.10	1.20	1.30	1.45	1.60	1.75	1.90	—	—
4	2.10	2.30	2.50	2.75	3.00	3.30	3.60	—	—	—

表 A.1 图像测试卡的结构和线对值对应关系（续）

标记号 ^a	标记的 线对值 LP/mm	后续位置的线对值 LP/mm								
		第 1 线 对	第 2 线 对	第 3 线 对	第 4 线 对	第 5 线 对	第 6 线 对	第 7 线 对	第 8 线 对	第 9 线 对
5	4.00	4.40	4.80	5.20	5.70	6.30	6.90	7.60	8.30	9.10
6	10.00	9.10	8.30	7.60	6.90	6.30	5.70	5.20	—	—
^a 图像测试卡上方标记方块的编号。图 A.1 中,标记号从左至右顺序为 1,2,……。										

A.3 测试方法

A.3.1 图像测试卡紧贴在 X 射线接收转换装置输入屏表面中心区域,线对栅条与水平位置垂直,按如下工艺条件进行透照,并在显示屏上成像:

- a) X 射线机焦点至 X 射线接收转换装置输入屏表面的距离不小于 600 mm;
- b) 在 X 射线管窗口前放置 0.3 mm 厚的铜滤板;
- c) 管电压不大于 40 kV;
- d) 管电流不大于 2.0 mA;
- e) 图像对比度适中。

A.3.2 在显示屏上观察图像测试卡的影像,在图 A.1 所示的图像测试卡中,按线对上方的方块标记数出恰好不能区分线对的顺序位置,根据表 A.1 确定该组线对所对应的线对值,即为系统的分辨率。

示例:测定时恰好不能区分线对的位置为第 3 标记后的第 5 线对,则从表 A.1 中查得该组线对对应的系统分辨率值为 1.60 LP/mm。