



锐影检测科技(济南)有限公司
Ray Image Testing Technology (Ji Nan) Co. Ltd.

X 射线检查仪

使用说明



1. 系统组成

本系统主要由两大核心部件（便携式 X 射线源和无线 X 射线探测器）及其他辅助设备（三脚架/支架、旋转平台等）构成。本 X 射线检查仪的主要工作原理为 X 射线源发出锥形束 X 射线，穿透被检测物体。由于物体内部结构密度不同，对 X 射线的衰减程度不同。探测器接收穿透后的 X 射线，将其转换为数字信号，并通过无线传输至控制终端，最终可视化为二维灰度图像。

1.1 射线源

本系统射线源采用 IXS 便携式射线源，型号为 P366-IXS120BP120P366。该射线源是一款 120kV、120W、连续输出、结构紧凑且坚固耐用的电池供电便携式 X 射线发生器，且可通过以太网或无线接口进行控制和监控。

1.1.1 电源配置

该射线源可通过内部电池或连接外部 24VDC/10A 电源供电，具体如表 1 所示。

供电方式	说明
内部电池	锂离子电池组： 24V， 2500mAh。 最大连续曝光时间：在输出120W（120kV@1mA）条件下，可持续工作14分钟。 充电时间：从低电量线21V开始充电，充满需2小时。
24VDC外部电源	24VDC±10%， 10安培。

表 1 射线源电源配置表

1.1.2 高压性能

该探测器的高压性能如表 2 所示。

项目	规格
输出功率	最大120W（120千伏@1.0毫安）
管电压工作范围	30 – 120千伏
千伏调节与监测分辨率	最小步进 < 100伏
千伏精度	设定值与千伏输出值之间的误差 < ±2.0%

千伏上升时间	< 0.5秒（达到设定最终千伏值的1%范围内）
--------	-------------------------

表 2 射线源高压性能表

1.1.3 管电流性能

该探测器的管电流性能如表 3 所示。

项目	规格
管电流工作范围	0.2 – 1.0毫安
毫安调节与监测分辨率	最小步进 < 10微安
毫安上升时间	< 0.5秒（达到设定最终毫安值的1%范围内）
毫安精度	最大毫安输出值的±1%

表 3 射线源管电流性能表

1.2 探测器

简介

本系统探测器采用无线数字平板探测器，型号为 NDT1717MA。该平板探测器利用数字成像的设计方案用于满足现场作业需要而设计，是一款轻便的、电池供电的 X 射线成像设备。

技术规格

本系统采用的探测器相关技术规格如表 4 所示。

项目	规格
型号	NDT1717MA
闪烁体	CSI
传感器类型	a-Si TFT
像素间距	100 μm
ADC	16 位
Binning	1×1 / 2×2 / 3×3 / 4×4
最大帧率	1fps (1×1) / 4fps (2×2) / 10fps (3×3) / 16fps (4×4)
动态范围	≥60dB @ 4.2pC
极限空间分辨率	4.6 lp/mm (1×1 binning)
电池续航时间	6h (90s cycle) @Software 模式
X 射线能量	40kV~160kV
数据接口	GigE (有线模式) 2.4G and 5G @IEEE802.11 a/b/g/n/ac (无线模式)
供电	外部供电 (适配器) : 24V (DC) 1.3A 内部供电 (电池) : 11.55V 4700mAh
防尘防水等级	IP56
尺寸 (W×D×H)	460mm×458mm×15mm
重量	4kg (含电池不含把手)

表 4 探测器技术规格表

2. 软件操作说明

在运行本软件之前，需要按照本节 1. 网络连接部分正确连接并设置网络，打开探测器和射线源电源，等待其启动并与控制终端建立 Wi-Fi 连接。

程序的运行主界面如下所示：

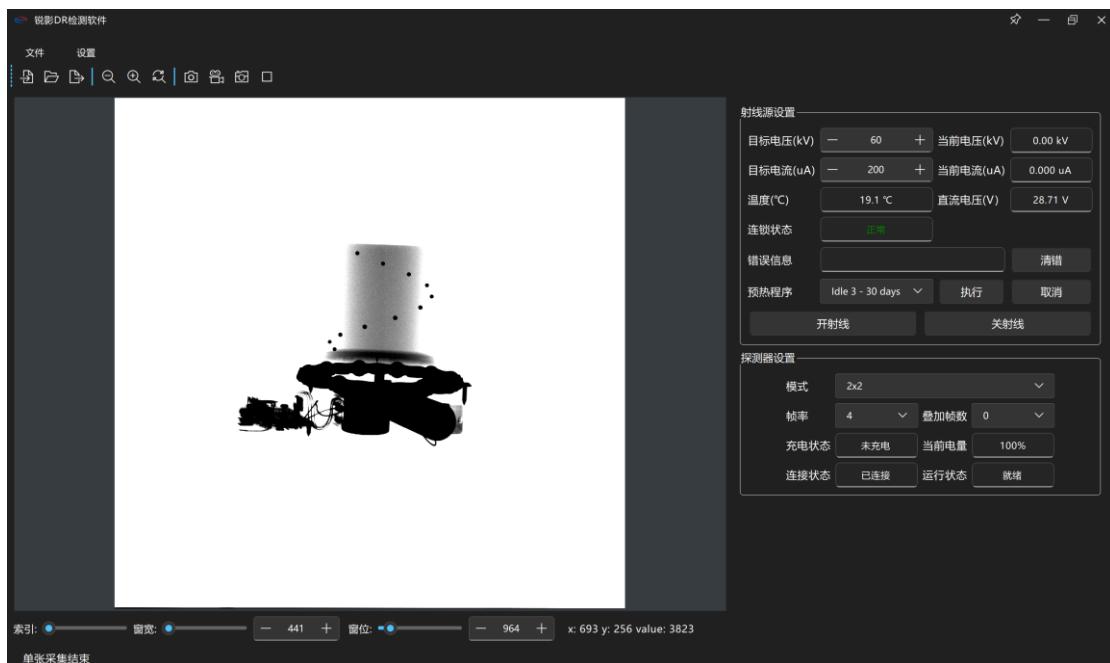


图 1 程序运行主界面



注意：使用前应确认工作区域已清场、设立警示标识、符合辐射安全规定。



注意：使用前应检查射线源、探测器电量是否充足，检查所有设备外观有无明显损坏。

2.1 系统连接

本系统支持有线、笔记本无线和全无线三种连接方式。

连接方式	说明
方式1：有线	1. 射线源与探测器通过有线方式连接交换机； 2. 笔记本通过有线方式连接交换机，并修改 IP 为固定

	<p>192.168.10.110;</p> <p>3. 将配置文件中的连接方式修改为 1;</p>
方式2：笔记本无线	<p>1. 射线源与探测器通过有线方式连接交换机；</p> <p>2. 交换机通过网线连接路由器；</p> <p>3. 笔记本连接无线：ZTE-4eYkef 密码：12345678，并修改 IP 为固定 192.168.10.111；</p> <p>4. 将配置文件中的连接方式修改为 2；</p>
方式3：全无线	<p>1. 笔记本需要连接一个额外的无线网卡，该无线网卡连接射线源的无线 AP：Z25366-B00322，修改该网卡的 IP 地址为自动获取；</p> <p>2. 笔记本自带无线网卡连接探测器的无线 AP：FPD-DE440100TA21240001X，并配置该网卡的 IP 地址为 192.168.10.112；</p> <p>3. 将配置文件中的连接方式修改为 3；</p> <p>4. 将交换机断电，或者将探测器与交换机的连接断开；</p>

表 5 系统网络连接配置表



注意：无线连接方式依赖现场网络复杂性，可能会出现网络连接不稳的情况，建议使用全有线的方式或者笔记本无线的方式进行 X 射线检查仪的操控。



注意：修改连接方式需要先修改程序运行目录下的 config.ini 文件，然后重新启动 X 射线检查仪控制软件。



注意：采用全无线连接方式时，需要将探测器与交换机的网线连接断开。

2.2 探测器校正

注意事项

建议在下述情况出现时，创建或更新校正模板：

- 当探测器首次安装至系统后，创建 offset, gain, defect 校正模板

- 2) 系统设置或硬件配置发生变化后，更新 offset, gain, defect 校正模板
- 3) 在射线源改变时，更新 gain, defect 校正模板
- 4) 探测器和射线源的相对位置发生改变时，更新 gain, defect 校正模板
- 5) 每隔 6 个月，更新 gain, defect 校正模板

为获得更好的校正效果，创建模板前，请确保：

- 1) 冷启动设备已预热 15 分钟
- 2) 探测器的整个成像区域能被 X 射线覆盖，并且射线源锥型束射场中心落在探测器的成像视野中心
- 3) 视野中无其他物体（滤过除外）

创建模板时，请确保：

- 1) 保持探测器的稳定，避免产生振动
- 2) 切勿断开系统电源
- 3) 采集亮场图像时有 X 射线发出
- 4) 采集暗场图像时和创建 Offset 模板时无 X 射线发出

表 6 探测器校正说明表

2.3.1 暗场校正

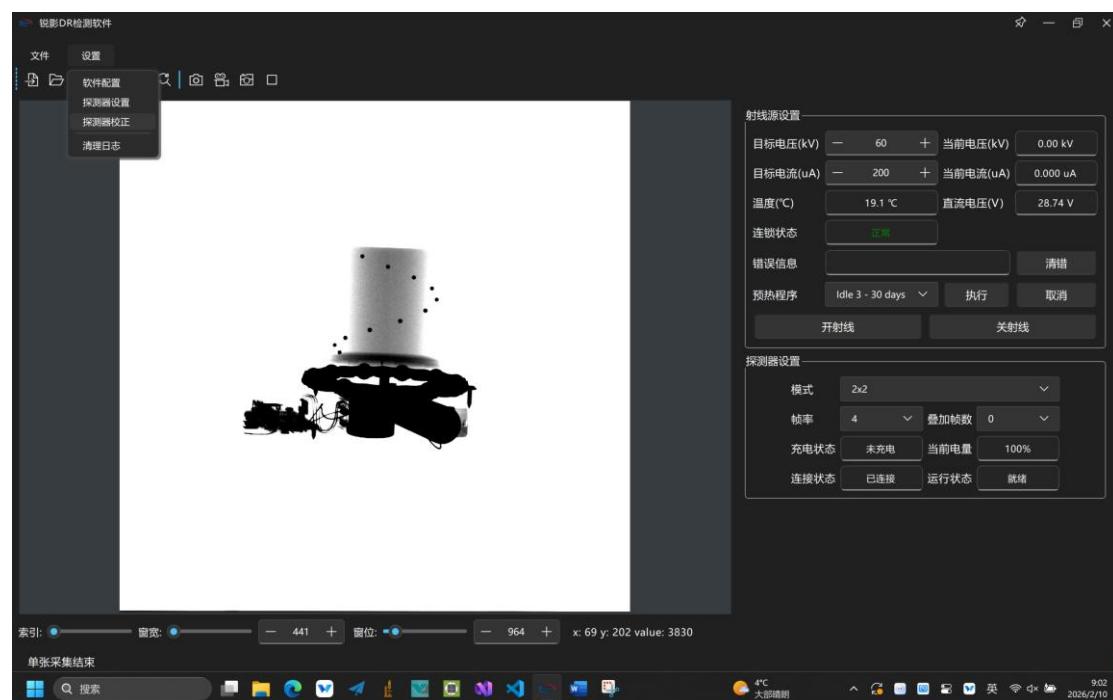


图 2 探测器校正入口

从主页面点击探测器校正菜单，进入校正界面。

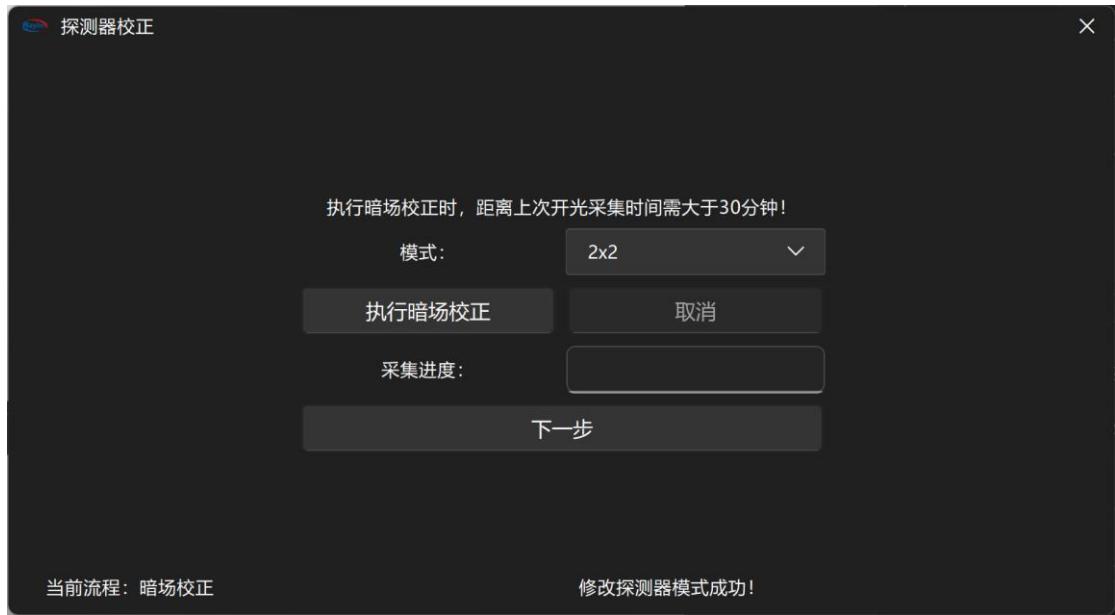


图 3 暗场校正界面

选择需要标定的模式后，点击执行暗场校正按钮，便开始进行执行暗场校正。



注意：进行暗场校正时，需确保上次开光采集的时间大于 30 分钟！



注意：进行校正时，需确保探测器的全部视野中不能存在任何物体！

2. 3. 2 亮场校正



图 4 亮场矫正界面

执行完暗场校正后，点击下一步，然后点击一键生成按钮，便开始进行亮场矫正，校正过程中会实时显示采集到的空场图像。



注意：进行亮场校正时，需确保已经进行暗场校正，或已经存在暗场校正模板。执行亮场校正时，会自动开启 X 射线，需要保证在执行亮场校正时，探测器的整个视野中没有任何物体！

2. 3. 3 缺陷校正

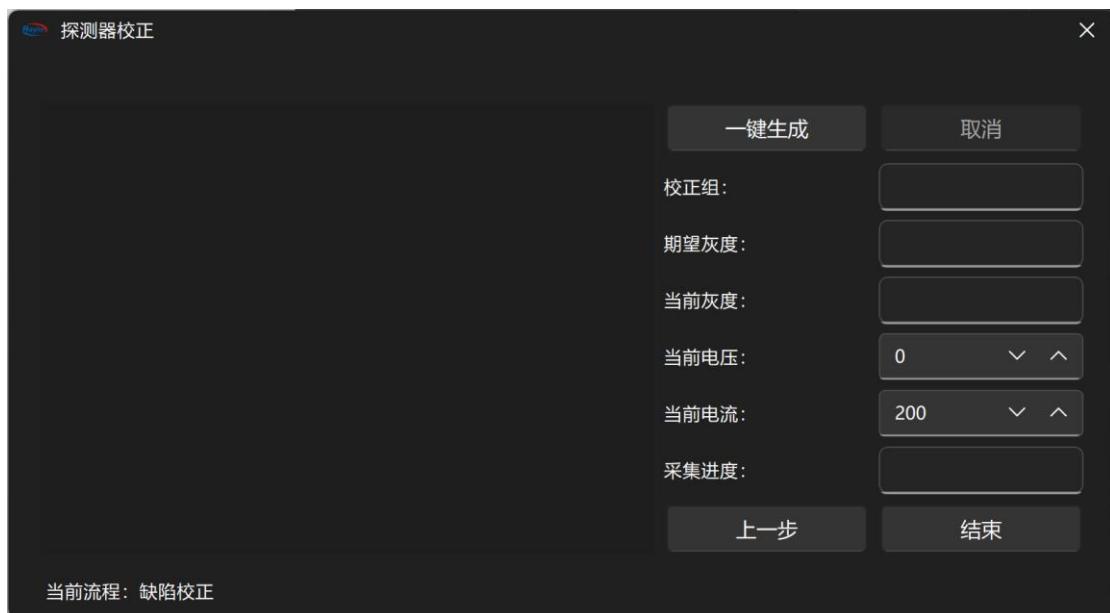


图 5 缺陷校正说明

执行完暗场校正后，点击下一步，然后点击一键生成按钮，便开始进行缺陷矫正，校正过程中会实时显示采集到的空场图像。在进行缺陷校正过程中，会执行多次的开射线-关射线动作。

执行完缺陷校正后，即可点击结束按钮，然后可以进行正常的图像采集动作。



注意：进行缺陷校正时，需确保已经进行暗场校正和亮场校正，或已经存在暗场校正模板和亮场校正模板。执行缺陷校正时，会多次自动开启和关闭 X 射线，需要保证在执行缺陷校正时，探测器的整个视野中没有任何物体！

2.3 射线源训管

为延长设备使用寿命，在操作设备前，请参照表 7，根据停机时长和环境温度进行不同时长的训管操作。



注意：如设备需要长时间闲置，必须每 6 个月开启设备进行一次慢速训管。



注意：如果环境温度低于 0° C，在训管前需要将油温回温至 0° C 以上。建议油温高于 5° C，以确保设备正常运行。

环境温度	停机时长	训管等级	预计完成时间
5°C 及以下	少于1天	快速	5分钟
	1-30天	中速	10分钟
	1月以上	慢速	50分钟
5°C 以上	少于3天	无需训管	
	3-30天	快速	5分钟
	1-3月	中速	10分钟
	3月以上	慢速	50分钟

表 7 训管程序选择表



图 6 射线源操作界面

1. 打开主页面，点击训管显示区中预热程序的下拉选项，选择合适的训管时长。
2. 选择时长后，点击“执行”按钮，开始训管。
3. 电压电流反馈区将会显示当前电压和电流。训管开始后，电压电流会自动上升来达到球管升温的效果。
4. 请等待至电压电流反馈区反馈为零，训管过程自动结束。



注意：训管过程中会自动开启 X 射线！

2.4 DR 拍照



图 7 探测器设置界面

通过探测器设置区，选择进行采集的模式、帧率、叠加帧数等参数。

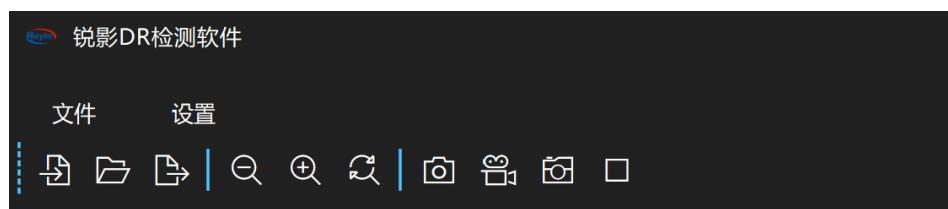


图 8 菜单栏和工具栏界面

点击菜单栏的单帧采集按钮，连续采集按钮，多帧采集按钮，即可进行单帧采集、连续采集和多帧采集。



图 9 多帧采集参数设置

进行多帧采集时，可以指定需要采集的帧数，是否保存的文件，保存位置，以及保存类型等参数，当前支持. RAW/. TIFF/. PNG/. JPG 格式数据的保存。



注意：进行 DR 拍摄时会发射射线源！



注意：进行连续采集或者多帧采集时，如果指定了叠加帧数，会导致图像存在图像的多帧残影，请按需开启叠加功能！

通过菜单-设置-设置软件参数，可以弹出系统软件参数配置界面，通过此界面可以对采集时的显示选项，选择“显示叠加之后的数据”时，当指定了叠加帧数后，不会显示采集到的每一帧图像，只有当前角度的所有数据叠加完成后，才会显示叠加之后的图像；若选择“显示每一帧数据”，实时采集过程中的每一帧图像都会实时显示。



图 10 设置软件参数

2.5 图像操作

通过菜单栏中的文件操作，或者工具栏的文件操作按钮，可以打开已保存的图像文件、图像文件夹。

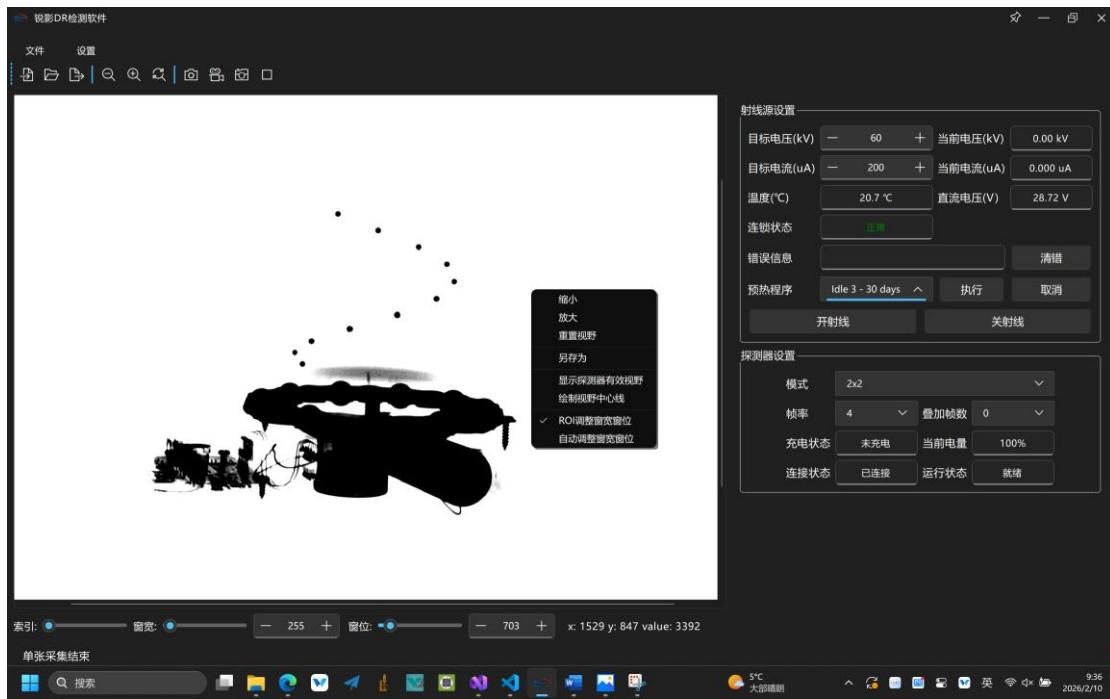


图 11 图像操作示意

鼠标右键单击图像，可以选择需要进行的图像操作，比如缩小、放大、恢复等功能。

对于对比度显示不佳的采集场景，可以通过框选 ROI 区域，或者调节窗宽窗位来实现图像的显示效果优化。

通过菜单栏-设置-设置软件参数界面，可以对图像参数进行配置，如选择是否进行水平方向和垂直方向的翻转，是否进行图像的旋转等操作。



注意：打开文件夹时，需确保文件夹下的文件格式一致（例如全部为.RAW 数据，或者全部为.TIFF 数据）。打开的图像为.RAW 格式时，还需要在弹窗的输入框中输入图像的宽高，对于本系统采集出来的图像数据，1×1 模式下的图像尺寸为 4300×4300，2×2 模式下的图像尺寸为 2133×2133，3×3 模式下的图像尺寸为 1422×1422，4×4 模式下的图像尺寸为 1066×1066。

3. 异常问题处理

3.1 射线源异常

射线源配备了故障检测技术，如打火检测、过温检测、过流检测和过压检测等。所有这些条目在射线源运行时都会进行实时监控。如果检测到故障，GUI 操作面板将显示发生的故障类型。本节对故障进行了详细的描述，便于故障的诊断和处理。

问题	可能原因	解决方案
电源指示灯熄灭	无电源供应	检查输入电源是否通电
	电源输入错误	检查输入电压范围
无法连接通讯	无电源供应	请确保已接通电源
	线缆接触不良	确保串口或以太网电缆连接牢固，同时检查电缆是否损坏
	IP 地址设置错误	对于以太网，请确保 IP 地址设置为 192.168.10.110，或参照节 2.1 进行设置
无法发射 X 射线	互锁打开	关闭互锁
	故障报警保护	如果出现故障报警信息，点击复位按钮
	输入电源不足	在 X 射线打开时检查输入交流电源是否稳定

表 8 射线源常见异常表



注意：若发生射线源故障，在重新运行机器前，需要先按清错按键，清除所有错误信息。

3.2 探测器异常

故障	解决方法
探测器上电无法开机	电池供电：

	<p>检查电池是否插入；</p> <p>检查电池仓内插针引脚是否弯曲或脏污；</p> <p>检查电池电量，如电量过低，插入电量充足的电池；</p> <p>适配器供电：</p> <p>检查是否电源适配器、分线盒和探测器牢固连接；</p> <p>检查电源适配器上指示灯是否亮起；</p>
探测器无法与工作站建立连接	<p>检查工作站是否已正确安装千兆网卡；</p> <p>检查网线是否正确插入探测器和工作站网卡的网络接口；</p> <p>检查是否已按 2.1 所述正确配置 IP 地址（工作站对应网卡、探测器 IP 地址应处于同一网段）；</p>
传图速度过慢	<p>检查设置帧率是否过低；</p> <p>检查当前网络速度与带宽设置是否匹配；</p>
采集图像异常	<p>检查 X 射线系统的 X 射线是否能完全覆盖探测器的整个有效成像区域；</p> <p>检查射线源和探测器的 SID 距离是否达到要求；</p> <p>检查是否有灰尘、或异物附着在 X 射线系统上或在探测器 有效成像区；</p>

表 9 探测器常见异常表

4. 系统维护

操作	说明
清洁	使用柔软干布清洁设备外壳。
电池维护	每次使用后及时充电。长期不用时，每3个月进行一次充放电维护。
存储	存放于干燥、阴凉、无尘的环境中。避免极端温度。

表 10 系统维护说明表