



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



目录

1.	系统组成	3
1.1	射线源	3
1.1.1	电源配置	3
1.1.2	管电压性能	3
1.1.3	管电流性能	4
1.2	探测器	5
	简介	5
	技术规格	5
2.	软件操作说明	6
2.1	系统连接	6
2.2	探测器校正	8
2.3.1	暗场校正	9
2.3.2	亮场校正	10
2.3.3	缺陷校正	11
2.3	射线源训管	11
2.4	DR 拍照	13
2.5	图像操作	14
3.	异常问题处理	16
3.1	射线源异常	16
3.2	探测器异常	16
4.	系统维护	17

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：从低电量阈值21V开始充电，充满需2小时。
24VDC外部电源	24VDC±10%，10A。

表 1 射线源电源配置表

1.1.2 管电压性能

该射线源的高压性能如表 2 所示。

项目	规格
输出功率	最大120W（120kV@1.0mA）
管电压工作范围	30 – 120 kV
管电压调节与分辨率	最小步进 < 100V
管电压精度	设定值与实际输出值之间的误差<±2.0%

管电压调整时间	< 0.5秒（达到设定电压值(kV)的1%范围内）
---------	---------------------------

表 2 射线源高压性能表

1.1.3 管电流性能

该射线源的管电流性能如表 3 所示。

项目	规格
管电流工作范围	0.2 - 1.0mA
管电流调节与分辨率	最小步进 < 10 μ A
管电流精度	设定值与实际输出值之间的误差<±1.0%
管电流调整时间	< 0.5秒（达到设定电流(μ A)的1%范围内）

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。这款平板探测器采用数字成像设计方案，专为满足现场作业需求研发，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)：24VDC 1.3A 内部供电 (电池)：11.55VDC 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。（设置网络步骤请参照 2.1 系统连接）

程序的运行主界面如下所示：

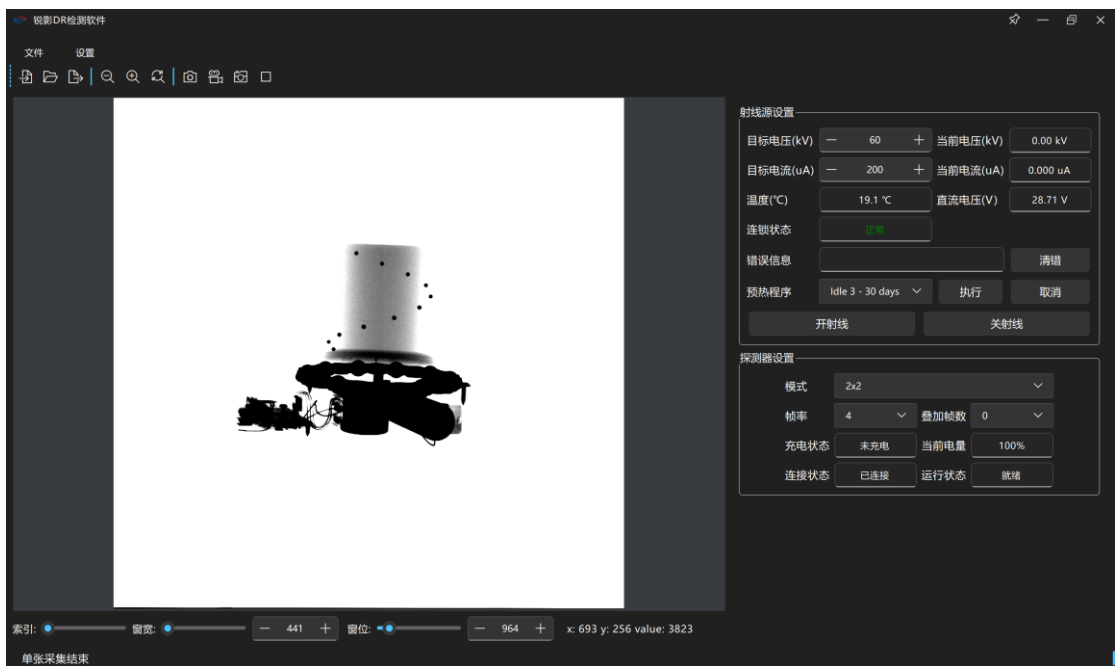


图 1 程序运行主界面



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. 射线源与探测器使用网线接入交换机； 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;掩码配置为 255.255.255.0</p> <p>3. 通过软件界面-菜单栏-帮助-打开配置文件，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；掩码配置为 255.255.255.0；</p> <p>4. 通过软件界面-菜单栏-帮助-打开配置文件，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. 通过软件界面-菜单栏-帮助-打开配置文件，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：无线网络连接受现场网络环境影响，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
<p>建议在下述情况出现时，创建或更新校正模板：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 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
<p>为获得更好的校正效果，创建模板前，请确保：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 冷启动设备已预热 15 分钟2) 探测器有效成像面应被 X 射线锥形束完全覆盖，且射线源锥型束射场中心落在探测器的成像视野中心，视野中无其他物体（滤过除外）
<p>创建模板时，请确保：</p> <ol style="list-style-type: none">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

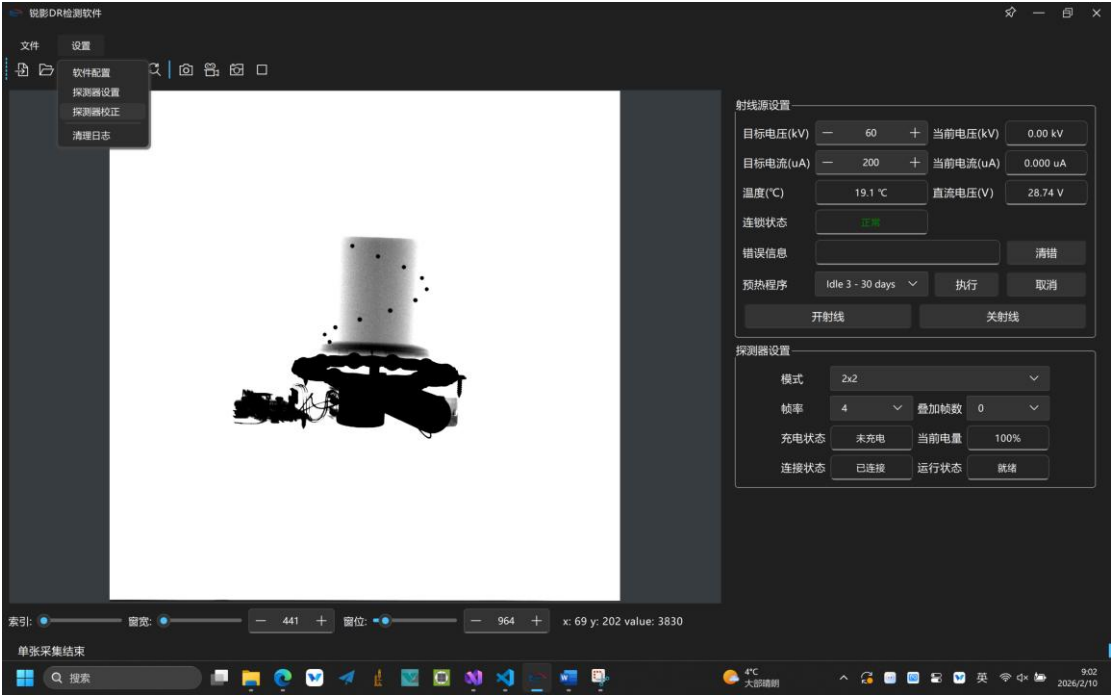


图 2 探测器校正入口

从主页面点击探测器校正菜单，进入校正界面。

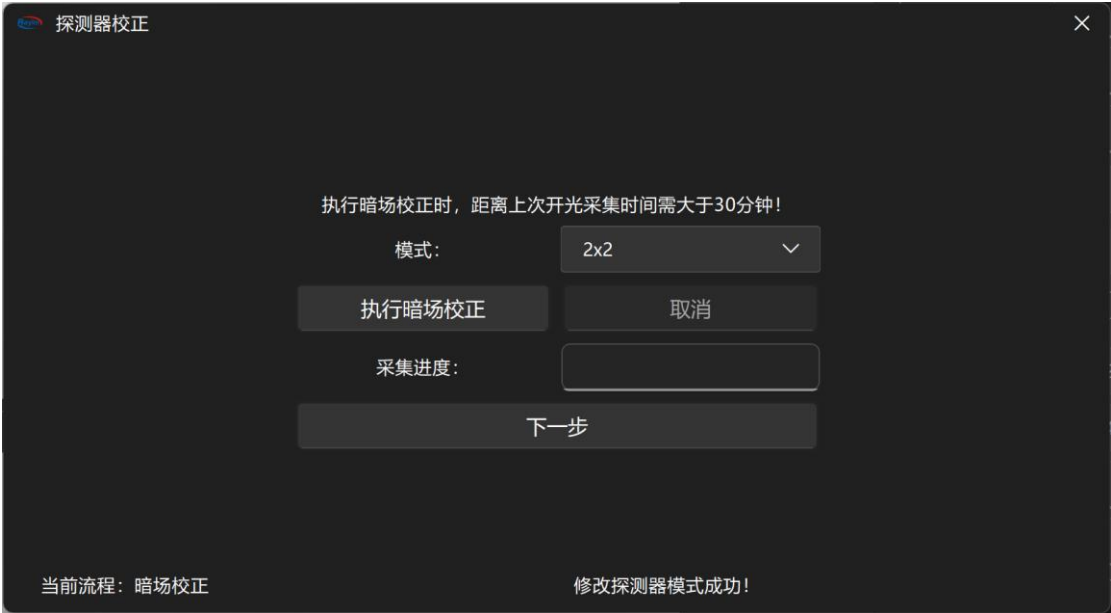


图 3 暗场校正界面

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，需确保距离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 亮场校正界面

执行完暗场校正后，点击下一步，然后点击一键生成按钮，便开始进行亮场校正，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，便开始进行缺陷校正，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间的训管操作。



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℃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℃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

射线源设置

目标电压(kV)

—

60

+

当前电压(kV)

0.00 kV

目标电流(uA)

—

200

+

当前电流(uA)

0.000 uA

温度(°C)

20.3 °C

直流电压(V)

28.71 V

连锁状态

正常

错误信息

清错

预热程序

Idle 3 - 30 days ^

执行


取消

开射线

关射线

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。

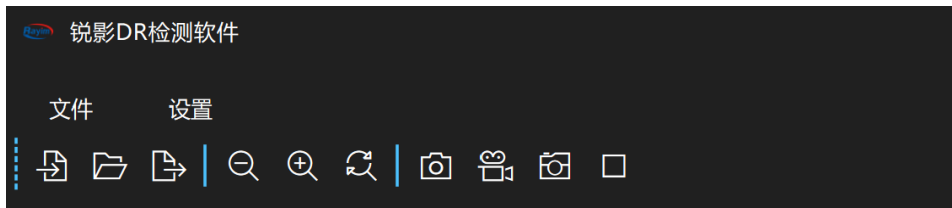


图 8 菜单栏和工具栏界面

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，通过此界面可以对可以配置采集时的显示选项，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。

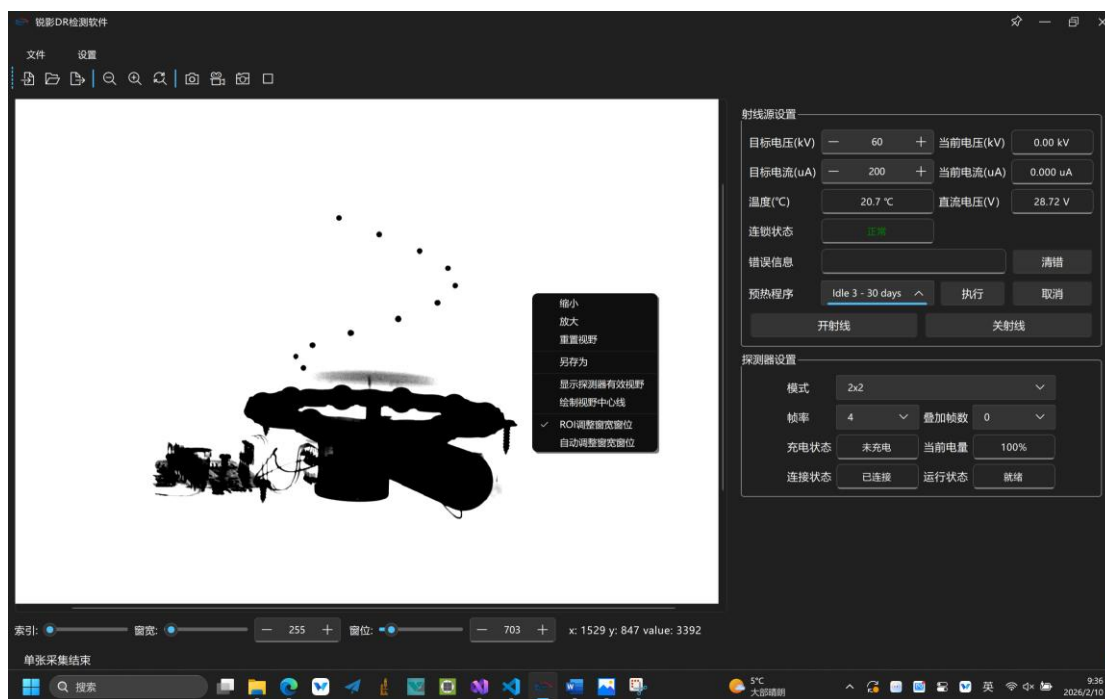


图 11 图像操作示意

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功能，如打火检测、过温检测、过流检测和过压检测等。在射线源运行时会对工作状态进行实时监控，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>检查电源适配器、分线盒和探测器是否连接牢固 ；</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 射线锥束能否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 SID（射线源到探测器的距离）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