

MUX-200D 移动式数字 X 线摄影设备故障维修三例

罗朝亮¹, 陆柏成² (通信作者)

1 南方医科大学南方医院 (广东广州 510515); 2 南方医科大学珠江医院 (广东广州 510280)

[关键词] 移动式数字 X 线摄影; 故障; 维修

[中图分类号] R197.39 [文献标识码] B [文章编号] 1002-2376 (2023) 23-0-0

数字 X 线摄影 (digital radiography, DR) 设备因具有操作简单、成像速度快、辐射剂量低、空间分辨率高、购买成本低等优势在临床应用广泛。相较于传统 DR 设备, 移动式 DR 设备具有体积小、移动方便、自带储备电源、传输图像便利等优点, 被广泛应用于医院危重患者与行动不便患者的床旁检查。MUX-200D 移动式 DR 设备是岛津公司生产的第六代无线平板移动 DR。本研究针对我院 MUX-200D 移动式 DR 设备日常使用过程中常见的 3 个故障案例进行分析总结, 为广大医工同行维修该设备提供参考。

1 MUX-200D 移动式 DR 设备的构成与原理

MUX-200D 移动式 DR 设备的硬件主要由 X 线球管、高压发生装置、无线平板探测器、微计算机、移动台车和外围辅助装置等组成。其基本工作原理为球管的阴极在灯丝驱动板驱动下产生大量电子, 电子在高压发生器驱动下高速运动撞击球管阳极靶面产生 X 线, X 线经过滤器和束光器修正, 穿透人体照射在无线平板探测器, 探测器接收 X 线信号获得光信号, 并转换为电信号; 电信号经模数转换转化为数字信号, 传输至计算机处理后获得图像, 并将图像以 DICOM3.0 标准传至用户终端, 显示、处理和存储影像图像。

2 故障案例

2.1 故障一

2.1.1 故障现象

设备使用后进行充电约 1 min, 出现“滴、滴”蜂鸣声报警, 设备操作台显示故障报错代码 F5F。停止充电后, 报警自动消失; 继续对设备进行充电, 故障再次出现。

2.1.2 故障分析

首先分析 MUX-200D 移动式 DR 设备的充电过程, 通过改变 R3 和 R4 连接方式启动充电, 耗时约 1 min。充电过程具体为以下 4 步 (图 1): (1) 连

接充电电源后, 设备监测电池电压; (2) 开关 1 闭合, 串联电阻 R3、R4 和电池, 小电流为电池充电; (3) 通过继电器将 R3、R4 改成并联, 电阻变小, 充电电流进一步加大; (4) 开关 2 闭合, 跳开电阻 R3、R4, 充电电流达到正常值。报错 F51~F5F 是由充电控制电路错误引起的。当充电反馈电路连续 10 s 内监测到充电电流比预设值低于 30% 的时候, 就会引发报错 F5F, 因此需要从以下 3 方面考虑排除故障: 电池、充电电路、充电控制电路。

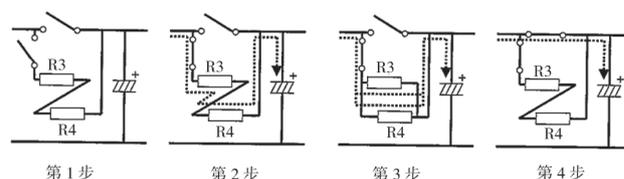


图 1 MUX-200D 移动 DR 设备充电过程示意图

2.1.3 故障维修

首先, 拆开设备左右侧外壳和前盖, 检查电池情况。用万用表测量电池组空载时的电压为正常电压范围, 开机测量电池负载时电池电压, 测试显示负载时电压无明显降低; 使用电池测试仪测量电池组的内阻, 未超出标称值的偏差范围, 判断并非电池过度损耗导致故障。其次, 检查充电控制电路。在设备左侧找到充电控制电路板 MUX CHARGE-32K PCB, 观察充电状态下充电信号指示灯情况, 发现充电指示灯未显示绿色, 说明充电异常; 使用万用表测量测试点 CP25, 电压输出信号正常, 说明 CPU 能正常预设充电电流值; 使用示波器测试 CP20 和 CP22 波形, 未测试到充电信号, 说明充电异常。最后, 排查充电电路 MUX CHARGE-04B, 用万用表测量输入电压正常 (125 V AC), 测量输出电压为 0, 判断充电电路板 MUX CHARGE-04B 故障^[1]。采用替代法, 更换充电电路板 MUX CHARGE-04B 后进行空载测试, 输出电压正常, 接负载后再次测试充电, 故障消失, 设备恢复正常。后经排查, 充电电路板的功率放大管损坏, 导致设

收稿日期: 2023-07-25

备无法正常充电。更换功率放大管，测试后设备可正常充电，故障排除。

2.2 故障二

2.2.1 故障现象

设备开机后发生报错，故障报错代码 D0。设备运动受限，推倒时有明显阻力和顿挫感。

2.2.2 故障分析

根据说明书，报错 D0 与设备运动相关，需要检查与运动相关的部件。先检查设备有无充电，设备充电时会进入保护状态，限制设备运动防止拉断充电线；再检查设备有无碰撞，若安装前盖的 2 个防撞装置受压，会触发限位开关导致设备运动受限^[2]；检查轮子转动有无异物，若有异物卡住会导致设备运动阻力过大，设备进入保护状态，运动受限。此外，导致该故障还有 2 个重要原因：两侧驱动电机的编码器反馈位置信号异常；控制手柄上检测运动信号的压力传感器异常。正常情况下，当手柄无任何操作时，系统依然检测到驱动电机反馈的运动信号，系统就会发生报错，或同时检测到 2 个相反方向的运动信号，也会重新报错。该运动控制信号通过 4 个电阻式压敏传感器 FSR402 实现。该传感器由综合机械性能优异的聚酯薄膜、高导电材料和纳米级压力敏感材料组成。当设备控制手柄前推或后拉，对应 2 组压敏传感器受压，其阻值发生线性变化并转化成电信号，发送给微型计算机处理，进而控制设备运动方向和驱动力大小^[3]。

2.2.3 故障维修

检查运动控制信号，测量手柄两侧的 4 个压敏电阻时发现，左侧压敏电阻在压力改变条件下阻值未发生改变，趋于无穷大。正常情况下，压敏电阻未受压时阻值为 20 kΩ，受压时，阻值会根据压力大小出现相应变化。因此，判断是由于压敏电阻故障导致设备运动受阻。更换全新压敏传感器后进行测试，设备出现新的报错 D16。拆卸该压敏传感器后，设备恢复原来报错 D0；查阅手册，可知报错 D16 可能是由于压敏电阻安装时未密封好管脚，导致其管脚与设备金属外壳短接，进而引发报错。重新焊接压敏传感器后使用热缩管封好接触管脚，再次测试，报错消失。对设备进行前进、后退测试，发现左右运动速度不均衡。进入维修模式，重新校准推动手柄传感器的压力值，各方向均设置 1.0、1.5、3.0 kg 拉力进行线性调节^[4]。完成校准后测试，设备恢复正常状态，故障排除。

2.3 故障三

2.3.1 故障现象

预设好调节参数，按下延时曝光信号后，出现蜂鸣器预警声音，在设定时间内设备一直未曝光；

使用曝光手闸测试曝光，设备可正常曝光采集图像。

2.3.2 故障分析

通过测试手闸可以曝光，说明设备是正常的，而是延时曝光控制器出现故障。延时曝光控制器的主要工作原理是当按下延时曝光控制按键，曝光延时控制器就会持续输出 1 个低电平的曝光信号，延时继电器 1 就会在 15 s 倒计时后闭合，预曝光信号“READY”导通设备进入预曝光状态，此时设备高压启动，导致旋转阳极启动；再过 1 s 后继电器 2 闭合曝光信号导通设备开始曝光，2 s 后同时断开继电器 1 和继电器 2，终止持续曝光信号^[5-6]。

2.3.3 故障维修

故障检修发现，达到预设时间时能看到光野定位灯亮，能听到旋转阳极转动的声音，说明继电器 1 能正常工作，预曝光能正常启动；而在预定时间内未曝光且持续曝光信号未中止，说明曝光信号未触发。去除负载并测量延时曝光器上的继电器 2 在启动 16 s 后的触点管脚两侧电压正常（5 V DC）；再测量继电器常开端与公共端的通断性，显示继电器未导通，因此判断继电器 2 故障。更换该继电器后，空载测试预定时间内继电器能正常吸合。接上线路后，再次测试，故障消失，设备恢复正常。

3 总结

相较于上代 AC 产品，MUX-200D 移动式 DR 设备更新了驱动电机和充电电路，优化了图像算法，加大了蓄电池容量等，使设备体积更小巧，移动更方便。MUX-200D 移动式 DR 设备的构造及原理与同类设备保持一致，同时模块化的布局 and 系统自检电路更利于工程师检修，但也对维修人员提出更高的要求。通过查阅故障报错代码及相关维修案例，维修人员可快速分析故障原因并探究解决方法，为医院的医疗服务提供保障。

[参考文献]

- [1] 廖添发. 岛津 MUX-100D 型移动 DR 移动故障和充电故障的检修[J]. 中国医疗设备, 2011, 26(6): 137, 112.
- [2] 朱伟, 徐赛, 蔡玉萍. 岛津 MUX-100DJ 移动 DR 维修 4 例[J]. 北京生物医学工程, 2021, 40(6): 654.
- [3] 王婧, 雷程, 梁庭, 等. 压敏电阻的热应力分析及结构优化[J]. 仪表技术与传感器, 2023(2): 44-49.
- [4] 喻志才, 蒋元林. MUX-100DJ 移动 DR 故障分析及处理三例[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(2): 181-184.
- [5] 谢怡, 何超健, 周地福, 等. 移动 DR 无线遥控延时曝光控制器的设计与研制[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(6): 54-58.
- [6] 艾述强. 移动 DR 设备 Wi-Fi 遥控延时曝光装置的设计与应用[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(1): 62-65.