

佳能 Aquilion CT 高压发生器等故障分析与处理

王国庆

(蚌埠医科大学第一附属医院 医学工程部, 安徽 蚌埠 233004)

摘要: 该文介绍了佳能 Aquilion CT 高压发生器、高压电缆及数据通讯三例故障的检修过程, 并对故障的原因进行了分析和处理。

关键词: 计算机断层成像; 高压发生器; 高压电缆; 数据通讯; CT 机维修

中图分类号: R197.39

Analysis and troubleshooting of error in high-voltage generator and other components for Canon CT

WANG Guoqing

(Medical Engineering Department, No. 1 Hospital Affiliated to Bengbu Medical University, Bengbu, Anhui 233004, China)

Abstract: This article analyzes the causes, troubleshooting processes and measures of error in high-voltage generator, high-voltage cable and data communication for Canon CT.

Keywords: CT; high-voltage generator; high-voltage cable; data communication; CT maintenance

1 故障一

1.1 故障现象

机器开机正常, 进入扫描状态准备开始曝光时, [scan start] 灯不亮, 控制台报错 “Error in XC, XC error detail: 3f3f3b3f3f3f3f3f2b2b2b...”。任何扫描条件下均无法曝光, 报错同上。

1.2 分析与处理

根据报错信息 “Error in XC, XC error detail: 3f3f3b3f3f3f3f3f2b2b2b...”, 查阅手册, 具体故障错误为: ‘37’ →XC error; ‘3b’ →MAC error (Filament Error)。根据错误信息可以初步判断可能为球管或球管灯丝控制电路故障。

首先应判断是否为球管问题。手动调整球管灯丝电流, 逐步调高电流值, 故障依旧, 打开机架, 拆下球管高压电缆测量球管灯丝, 发现灯丝完好, 并没有断, 由此可以排除球管问题。根据上述判断, 可以确定为球管灯丝控制电路的故障。

灯丝电路在高压发生器 (INV/HV) 内的逆变器板 (inverter board) 上, 其基本结构见图 1。

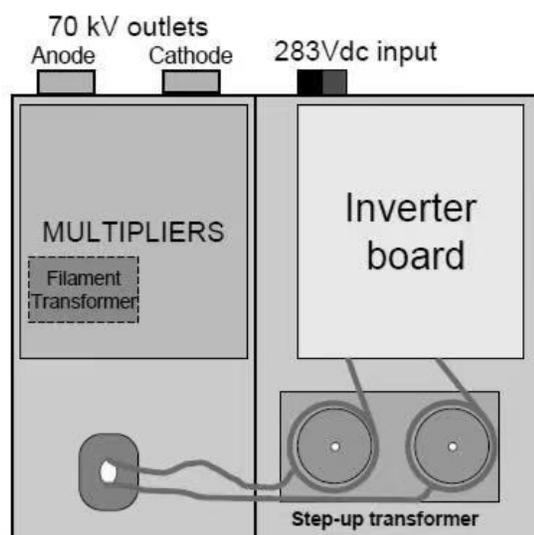


图 1 高压发生器 INV/HV 内部结构图

高压发生器的组成包含逆变器板、升压变压器 (step-up transformer)、倍增器 (multiplier)、灯丝变压器 (filament transformer)。其作用分别为：逆变器板将输入的 283 V 的直流电逆变成高频的交流电压信号，升压变压器将高频交流电压信号升压至峰值约 5 kV。倍增器将 5 kV 的交流电压信号通过半波整流倍增至 70 kV 的直流电压提供给球管，灯丝变压器给球管灯丝提供合适的电压^[1-3]。

由图 2 可见，逆变器板除了逆变的作用，还可对灯丝进行控制（包括灯丝电流的反馈、灯丝的控制、焦点的选择等），因此，故障点就在高压发生器的逆变器板上。

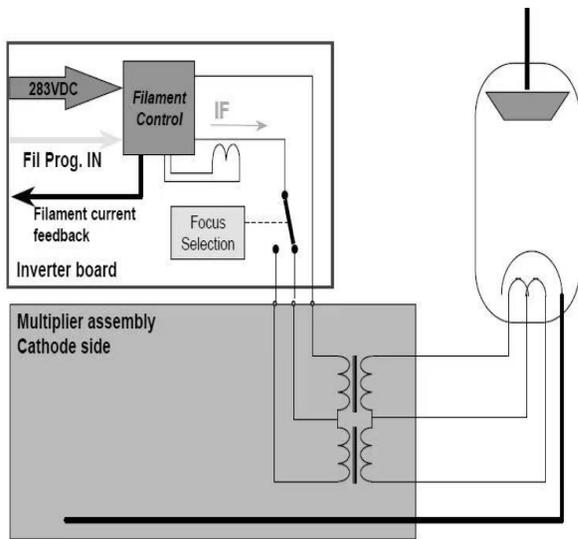


图 2 逆变器板中灯丝电路控制流程图

拆下高压发生器的高压电缆，用保护套封好阳极、阴极插孔。打开高压发生器的外壳，找到逆变器板，测量电路发现保险断路、两个场效应管 (TOSHIBA 品牌) 断路。由于找不到原型号的场效应管，因而使用其它品牌 (ST 品牌) 的进行替换。通过比较发现，ST 品牌的场效应管特性与原配场效应管的特性接近，见表 1。更换保险和场效应管后，故障解决。

表 1 TOSHIBA 与 ST 场效应管特性比较

品牌	Rds/ Ω	Id/A	Vdss/V	Vdgr/V
TOSHIBA	0.21	18	500	500
ST	0.22	20	500	500

2 故障二

2.1 故障现象

机器在曝光过程中报错“Error in XC”，点击 Reset 键，故障依旧。机架断电重启后，能够使用一段时间，但仍旧报错，扫出来的图像显示横纹状伪影。

2.2 分析与处理

查看 XC 报错日志，显示“HFG Error、Off X-ray Detect、Under mA”报错均为球管的大焦点。随后进行灯丝校准测试，排查 HV 部分。连接电脑，使用 SPAG 软件进行曝光测试，曝光前设置参数，球管电压为 120 kV、球管电流为 300 mA、曝光焦点为 L focus，点击 [Start] 进行曝光。从报错的波形图可以看出，HV 正常达到设定值，mA 为 0，见图 3。

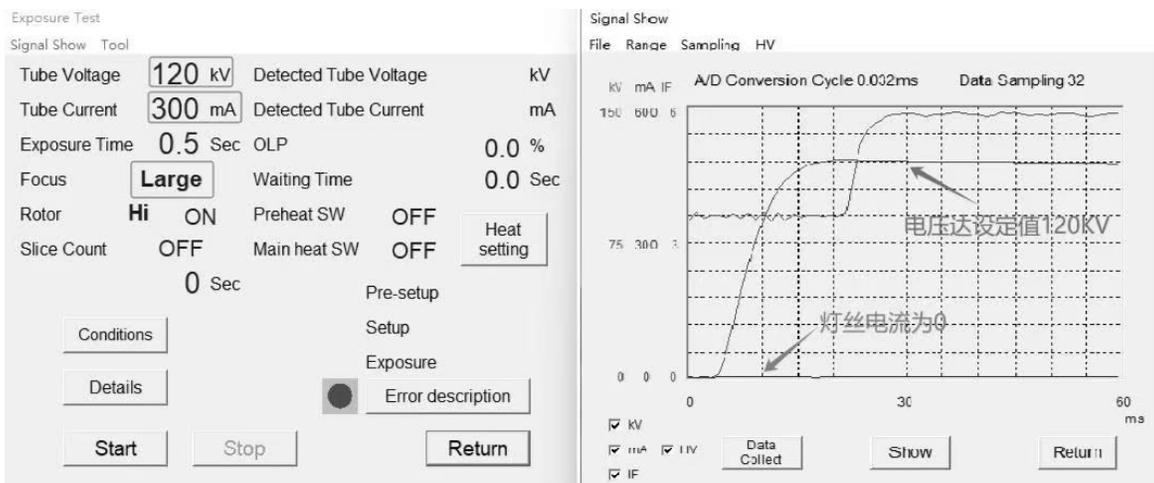


图 3 SPAG 软件设定值及波形

改变不同条件进行曝光测试，发现小焦点正常，而大焦点异常。在所有的扫描条件下，灯丝调整为小焦点，全部通过，而大焦点无论什么条件均不能正常曝光。因此可以判定，高压发生器端电缆到球管大焦点灯丝之间有问题，接下来就要排除是电缆还是球管的问题。

先拆下高压发生器端电缆，测量 L 和 C 断路、S 和 C 通路，说明大焦点回路有故障。拆下球管端电缆，分别测量高压电缆两端的导线，LL 通、SS 通、CC 通、CG 不通，见图 4。由此可以判断是高压电缆问题，也就解释了上一步的测量中，L 和 C 断路的原因。更换高压电缆后，经反复测试，故障解决。

3 故障三

3.1 故障现象

球管预热正常，当机器在校准、扫描有数据采集时，曝光键不亮，随后报错：No message。机器重启后，故障依旧。

3.2 分析与处理

根据报错信息“NO message”初步可以判断为

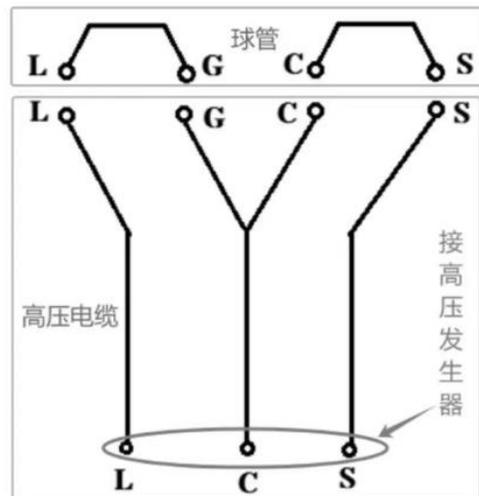


图 4 佳能 CT 球管灯丝连接示意图

控制台与机架之间的通信故障。控制台与机架之间的通信方式见图 5。

由图 5 可知，图像重建柜与机架通过 G-Conv、GCIFA-D 和 GCIFM 进行通信，其中 G-Conv 和 GCIFA-D 插在图像重建柜（REC Box）的背板（CPCI-CHASSIS）上，并通过其供电。

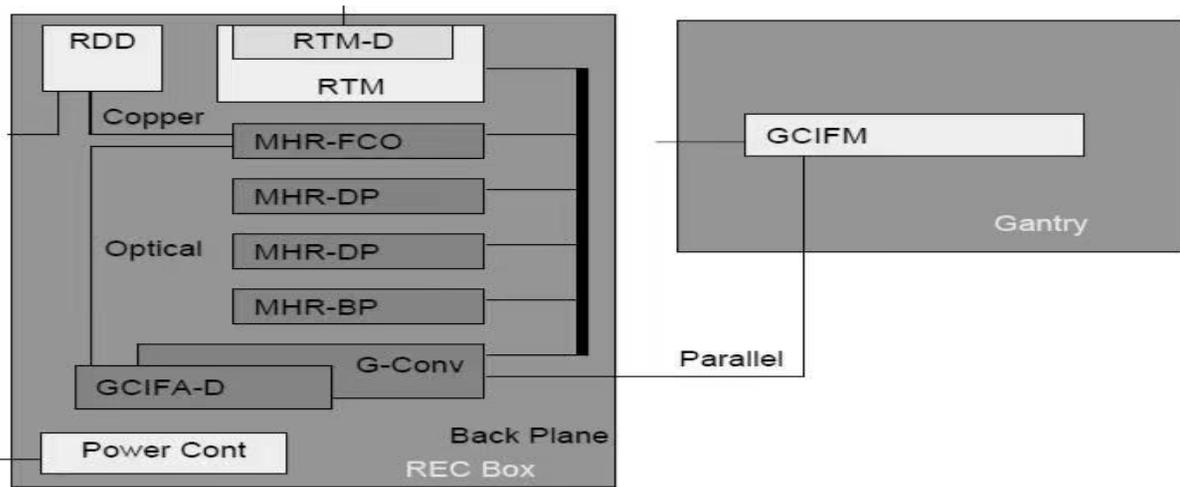


图 5 重建柜与机架的通讯方式结构图

使用系统自带的检测工具 MHR Test 进行自检，检测结果显示 GCIF-D exercise 和 Data collect 故障，说明机架 GCIFM 传输过来的数据到达控制台后，在控制台的数据链路出现了问题。

观察重建柜背板上的 LED 灯，发现 G-Conv 上的 LED2 红灯一直在闪烁，说明 G-Conv 一直在复位。关机把 G-Conv 拆下，移到左边的空槽，故障暂时消失，但不久后又出现同样的问题。

测量图像重建柜给 MHR-DP、MHR-BP 等图像重建板的供电情况。电源输出点 RPS2、PRS3 的端电压为 3.30 V 和 5.00 V 均在合理范围，在背板上测量输入电压，发现原来的 3.30 V、5.00 V 电压值变为 3.18 V 和 4.80 V，不在正常范围内，调节电源输出值使得背板上测量到的电压为 3.35 V 和 5.15 V，扫描测试，故障消失。

4 小结

佳能 CT 高压发生器是一个比较复杂的系统，维修难度高，对工程师来说，全面了解高压发生器的结构和主要电子元件的特性尤为重要。熟练的借助软件以及图纸判断故障，有助于快速找到故障发生点位。对于数据通讯故障，虽然电源输出端电压值正常，但是由于老化等原因使得输出电压有所衰减，造成给 G-Conv 及 GCIFA-D 的 5 V 供电电压低于正常值，导致电路板不稳定，可适当调高电源输出电压使供电电压恢复正常。

CT 机作为医学影像学检查的主要设备之一，在医院运转中起着至关重要的作用。临床工程师要充分了解 CT 设备的性能和工作原理，做到能够

看懂设备维修手册及故障代码，通过对故障代码的分析，快速准确地找出相应的故障点，以最短的时间解决故障，保障医院的就诊秩序^[4-5]。

参 考 文 献

- [1] 王志泉, 沈春花. CT机的维护与检测方法[J]. 中国医学装备, 2015, 12(7): 108-111.
- [2] 罗宁. 东芝 Aquilion64CT原理简介及维修实例探讨[J]. 中国医疗器械信息, 2019, 25(13): 175-177.
- [3] 冯远东, 刘斌, 薛云龙. CT设备的维修与保养研究[J]. 中国设备工程, 2023(9): 74-76.
- [4] 王琪, 张慧倩. 东芝 Aquilion 64 CT故障维修四例[J]. 中国医疗器械信息, 2019, 25(3): 178-179.
- [5] 翟伟. 螺旋CT机的常见故障因素及维修管理措施研究[J]. 中国医疗器械信息, 2023, 29(18): 160-162.

(张咏 编辑)