

磁共振射频放大管故障分析

陈怀亮 刘毅

(安徽省立医院磁共振室, 安徽合肥 230001)

[文章编号] 1002-2376(2000)10-0037-02 [中国分类号] TH774 [文献标识码] B

故障现象: Siemens Impact/1.0T 磁共振断层扫描仪开机后, 计算机自检正常, 但 RF 射频系统 Downloading 不能完成, 在控制台的错误报告中提示射频系统处在 Standby off 状态, 使用主菜单下的 System/standby 功能不能启动射频系统。

查看设备室环境温度为 20℃, RF 射频柜冷却风扇运转正常, 但高压电源 HVPS (E4B) 柜左上方四个 LED (Anode Spannung、Anode Strom、Screen Spannung、Screen Strom) 均亮, 正常情况下只有 Anode Spannung 和 Screen Spannung 的绿色 LED 亮, 右下方电源控制单元 PSCU D4 板的三个 LED 均灭, 正常时三个绿色 LED 亮, 拨下该板上的输入信号 RFPA-ON 光纤, 看到有红色光信号, 而输出信号 RFPA-Ready 光纤无光信号。

根据以上现象, 参照随机 Trouble Shooting Guide 书中的射频功率放大器 (RFPA) 工作流程图检查, 提示: PSCU D4 板正常, 检查阳极和屏极电压。

分析: RFPA 是由射频放大器 (RF Amplifier E6) 和高压电源 (HVPS E4B) 两部分组成。主机电源分配器中的一路 220VAC (F23) 为射频放大器供电, 另一路三相 380VAC (F4) 为 HVPS 供电, 并产生 10kV 阳极和 1.5kV 屏极高压, 该高压电源启动时序由 PSCU D4 板控制。

为证实阳极和屏极高压是否正常, 先断开电源分配器的 F4 和 F23 保险, 将 HVPS 柜背面的 RF 高压电缆拔出, 插入 service plug, 断开其后的负载即放大器部分, 再合上 F4 和 F23 保险, 观察 HVPS (E4B) 左上方只有两个绿色 LED 亮, 因此判定高压部分正常, 故障在其后的射频放大器 (RF Amplifier E6) 部分。

该射频放大器是由固态驱动放大器和球管末端功率放大器两级组成, 最大输出 10kw 峰值包络功率。驱动放大器接收来自射频信号单元 (RFSU) 的射频输入信号, 其输出信号送给球管末端功率放大器, 末端放大器则由球管和 D1、D2、D3 三块电

路板组成, HVPS 产生的 1.5kV 屏极高压直接由 D1 板输送给球管的屏级, 栅极电压由 D2 GRIDBI 板产生后亦经 D1 板提供给球管, 并通过 RFSU 输出的 Unblank 信号实现 RF 球管的导通 ($V\text{-grid} = -250\text{VDC}$) 和关断 ($V\text{-grid} = -400\text{VDC}$)。灯丝电压由 D3 FIPS (Filament Power Supply) 板提供, 另外 D3 板上有一温度控制开关 FCM 与冷却风扇连接, 风扇有问题使得 HVPS 柜过热时, FCM 自动切断灯丝电路, 保护射频放大器。

检查: 首先取下 service plug, 重新联接高压电缆, 测量输入球管的几路电压的情况:

在 RFPA 柜的正面, 用万用表直流电压档测 D3.X4 对 D3.X5 之间电压为 7.5V, 表明球管灯丝电压正常。

在 RFPA E6 柜的背面上拔下光纤 D2.J1 (RFPA-Unblank), 用万用表直流电压档测 D2.X9 对 D2.X7 之间电压为 -3.99V, 再用电筒照射 D2.J1 光纤联结器, 模拟 Unblank 信号, 此时测得电压为 -2.3V, 栅压正常。

各点电压均正常, 初步判定是射频放大器 (E11) 坏, 为了进一步确认是球管的问题, 断开 F23 和 F4 保险, 将 RF Amplifier E6 柜背面上各电缆拔下, 拉出 RF Amplifier E6 柜, 打开上盖板, 对球管各管脚放电, 然后卸下球管, 仔细观察发现球管表面有击穿痕迹。同时联接 E6 上电缆线, 合上 F4 和 F23, 进行空载通电试验, 观察 HVPS 上各 LED 灯显示正常, 从而判定是 RF 球管 (E11) 损坏。

维修: 更换球管, 按资料说明仔细调整各相关参数后, 机器恢复扫描。

讨论:

1. 鉴于磁共振 RF 系统是由 RF Application System (RFAS)、RF Power Amplifier (RFPA)、RF Signal Units (RFSU) 三个基本部分构成。磁共振开机后完成 Downloading 及 RFAS 正常工作是通过 RFPA 和 RFSU 的正常工作得以实现, 当 RFPA、RFSU 发生问题时都会出现 Downloading 失败或 Unable to switch units on/off 的提示。根据磁共振 RF 系统工作原理

及 RF 系统三个基本组成部分的相互关系，首先用 service plug 结合对各测试点进行测试以区分故障的大体部分，我们在五年对磁共振的维护中 RF 系统的故障多数集中在 RFPA。

2. 该型机器所用射频功率放大管（RF Tube）是由美国瓦里安（Varian）公司生产的四极电子管，是磁共振射频部分的重要部件，其价格昂贵，标定

使用寿命为 1—1.5 年。我们在实际使用中采取无检查病人时，通过计算机软件控制使 RF 系统进入 Standby off 状态，尽可能的减少 RF Tube 的使用小时数，以延长其使用寿命。此外，保证 MR 设备所规定的环境温度、温度处在相对恒定状态及定期清洁防尘散热网也是延长 RF Tube 使用寿命的重要环节。