

UU 马杰, 张民. 螺旋 CT 机的维护和检修探讨 [J]. CT 球理论与应用研究, 2011, 20(1): 123-129.
Ma J, Zhang M. Discussion on maintenance and service of spiral CT [J]. CT Theory and Applications, 2011, 20(1): 123-129.

螺旋 CT 机的维护和检修探讨

马杰, 张民[✉]

(煤炭总医院, 北京 100028)

摘要: 本文根据现阶段医院螺旋 CT 所处的环境及使用特点, 对其维护检修工作按优先级分三个方面依次进行论述: 首先强调加强预防性维护的重要性并综述相关内容和具体方法; 随后阐述对现场即时维修的要求和应做好的准备工作; 最后在分析若干实际故障解决案例的基础上总结了停机检修的经验和应注意的原则。

关键词: CT 故障; 预防性维护; 故障维修

文章编号: 1004-4140 (2011) 01-0123-07 **中图分类号:** R 81 **文献标识码:** A

CT 机自问世并投入临床以来, 经历了从单一头部到全身检查、从单次到连续扫描、从单排到多排扫描、从单源到双源等技术发展和革新, 确立了在医院骨干设备的地位。但随着功能和技术上的日趋完善未能改变甚至增加了 CT 自身电路及机械结构的复杂程度, 所以不可避免地会在运行中出现故障。考虑到很多医院由于成本等原因未给 CT 机购买保修, 而同时 CT 机完好率的高低又直接影响医院的工作质量和综合效益, 在此背景下, 为确保 CT 机正常运转所需进行的维护及检修工作就显示出了极为重要的意义。受目前大多数医院维修人员数量和专业水准的限制, CT 机的维修工作一般停留在故障发生后的停机检修阶段, 而日常维护保养工作往往职责不明确或流于形式, 致使小毛病酿成大故障。因此, 作为院方工程师, 我们应该转变原有“重修轻养”的观念, 主动做好日常养护, 将低层级的隐患消除在萌芽状态; 一旦出现故障, 又可得益于平时的养护记录, 缩小故障范围, 有针对性地快速判断出故障原因并“对症治疗”^[1]。

我院开院 16 年, 曾使用过 3 台 CT 机 (西门子公司滑环 CT 机 AR-C、GE 公司 4 排螺旋 CT 机 LightSpeed QXI2.0 和 GE 公司 64 排螺旋 CT 机 VCT), 下面仅就螺旋 CT 机 (包括滑环 CT 机) 维护和故障检修有关问题, 介绍我们的工作体会, 与同行进行探讨。

1 加强预防性维护做到持之以恒

院方设备工程师应该在 CT 机未发现异常的情况下, 根据先前制定的计划定期对机器进行清洁、测试及易损易耗部件的更换, 即做到“预防性维护”。之所以要充分重视“预防性维护”, 是因为作为医院诊断设备的支柱, CT 机往往不能长时间停机, 甚至要求其“终身待机”。一旦宕机, 即便设备厂商做出最快响应, 其工程师赶到现场也需要耗费相当长的时

间，更不用说设备已过保修期的情况下繁琐报修手续所耽误的时间。而“预防性维护”使维修工作变被动为主动，维修人员检修目标明确，针对性强，既能排除大部分隐患，大大延长机器的使用寿命和连续无故障的运行时间；同时相对于事后维修，消耗的时间和费用也会明显缩短和减少。

1.1 保持良好的机房环境

1.1.1 保持适合的温湿度

CT 机的工作环境温度需控制在 18~22℃，湿度应保持在 40~65% 左右。当环境湿度急剧变化，或夏季长时间停止空调后再次开启时，往往会有冷凝水附着在电气元件表面，在此情况下，须确保通风干燥后再开机。

1.1.2 保持良好的清洁度

为避免静电作用对电气板路造成的损害，应及时清除附着于元件表面的灰尘。空调回风要经过滤网后再送入机房，扫描间的药剂泄漏物和病人呕吐物，应及时清理干净。GANTRY、DAS 的过滤器，空调过滤网要定期除尘或清洗，最长不超过三个月，以保证其散热效率。

1.1.3 保证稳定的电源

我们建议电源应严格按照设备厂商提供的要求进行配置，采用专线、专用变压器。如果不能做到也要避免与电源电压变化大的负载共用。另外，CT 机的地线应当单独埋设，不应与电网变压器接地线合用^[2]。

1.2 定期擦拭滑环和碳刷

滑环技术的应用，是 CT 技术发展的一大飞跃，多层螺旋 CT 正是在滑环基础上发展起来的，而滑环与电刷之间的接触阻值决定着机器性能的稳定。

根据医院工作量，必须定时清理维护和保养。我们一般每 3 个月对滑环和碳刷进行清理保养一次。我院使用的三台滑环 CT 机，都是碳刷结构的滑环系统。擦拭滑环和碳刷，要在机房洁净，温、湿度适宜的环境下进行，并要带防护手套，防止污物、手纹留在滑环上。关闭电源，直流残存电压降到零后，再开始工作。首先打开机架和防护罩，拆下碳刷及碳刷架，检查碳刷和滑环磨损情况，用 600 号砂纸轻磨滑环，调整碳刷长度一致，然后用无水酒精或四氯化碳将纱布蘸湿，擦试滑环和碳刷，至少擦两遍，使接触电阻达到 0.6 欧姆以下^[3]。

1.3 进行定期检查和测试

现在的多排螺旋 CT 机是依靠电缆连接的整机网络，所以网络架构下的维护显得尤为重要，可以运行 PING 指令来对各个部件进行诊断。以 GE 公司 LightSpeed Plus 为例加以简单说明。图 1 为该机结构图，中心部位为局域网开关，左侧为总控制台，右侧为 Gentry 即扫描架。扫描架的旋转部分是由 OBC 控制器控制，床体是由 ETC 控制的，扫描架静止部分是由 STC 控制，都可以通过 Ping 指令像诊断 Ethernet 节点一样来诊断各控制器是否在工作状态。如果要登录某一部分的控制单元，可以在能 PING 通的情况下，运行 nbsClient 指令从操作台远程登录各子系统^[4]。

我院影像和信息管理系统统一联网, CT 机和信息管理系统时间一致非常重要, 夜晚 12:00 日期更换, 由于时间错误, CT 机和信息管理系统就会相差一日, 有的图像可能会丢失, 可按以下几步改动时间等设置:

在 Service 菜单中, ①从 Utility 选项中选择 Application Shutdown, 系统将退出应用程序, 回到底层初始界面, ②打开 Unix Shell, 进入超级用户(键入 su - 后, 输入密码, 密码从客户手册上可以查出), ③键入指令 reconfig, 即进入 Config 界面, 其中就有系统各种配置参数, 如网络接口、用户名称、相机设置等等, ④从中进行时区选择后, 可在 Shell 中键入命令: setdate, 根据提问设置时间即可, ⑤最后打 exit 回到应用程序界面。

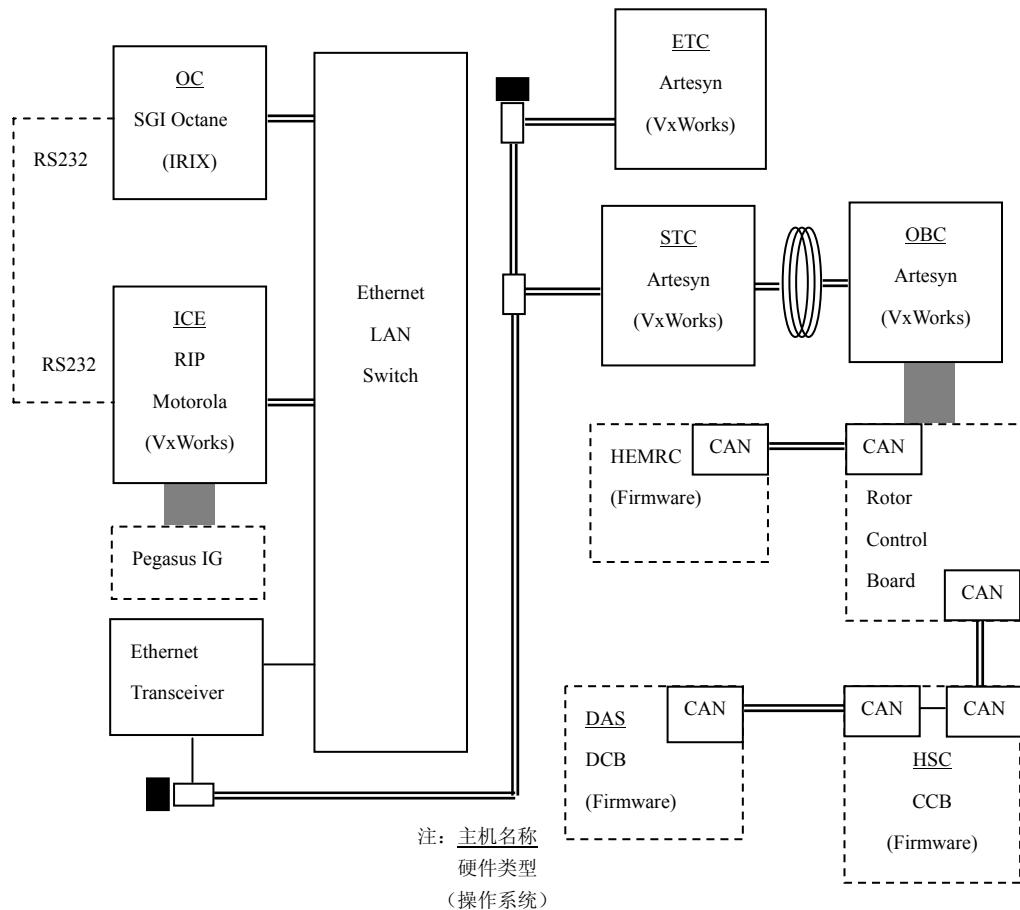


图 1 LightSpeed 主机架构

Fig. 1 LightSpeed host architecture

此外, 为了保证 CT 机在临床应用中的效率最大化和患者的安全, 应定期对它进行剂量、CT 值、像素噪声和分辨率等图像参数的检测。西门子公司 AR-C、GE 公司 LightSpeed QXI2.0 和 VCT 都提供了相应模块和测试及校准软件, 正确的使用能够取得较好的质控管理效果^[5]。

2 现场即时维修要快以准确保安全

现场即时维修是指 CT 机出现故障，而不是元、部件损坏。即操作不当、或开关位置错、或接触不良、或保险丝非线路故障断，或偶然跳闸等，经简单处理立即可使 CT 机恢复正常工作。CT 机使用中需现场维修故障很多，处理迅速会极大提高无故障开机率，方便患者。要做好这项工作，必须加强学习，才能做到有备无患。总结我们的经验要做到现场维修熟练、快捷；应熟练掌握 CT 总框图、配电图；对保险管位置、各开关位置和作用要心中有数；对各指示灯正常显示、故障显示了如指掌；对程序软件提示能一目了然。在做现场即时检修时，要请患者暂时离开，以确保患者安全。

现场即时检修因误操作引起的故障较多，特别是新机器刚安装、或新手操作时，所以当机器出故障时首先要考虑是否有误操作，以免走弯路。例如某 CT 机 Gantry 不转，根据扫描架上的指示灯提示“机器被紧急停机”检查发现是床边紧急开关不小心被按下，造成此假故障，拔起床边紧急停机开关，按控制台键盘上的复位键后恢复正常。又如开机后不能做预热，机架脱钩键未按，机架未还原，按下脱钩键后，工作正常。

现场即时检修，GE 公司 4 排螺旋 CT 机 LightSpeed QXI2.0 和 GE 公司 64 排螺旋 CT 机 VCT 常遇到的故障现象，还有以下几例：

例 1. 连续开机一段时间后，会出现死机，移动鼠标主机无响应，关机后再开机，工作正常。为防止这种故障出现，每星期主动关机一次。

例 2. 外界电源有瞬间而过的波动时，配电箱来不及掉闸，主控制台有 UPS 保证供电，工作正常；Gantry 受到影响，不能正常工作，此时需单独关闭 Gantry 电源，再重新加电，使 Gantry 自检还原后，恢复正常工作。

例 3. 开机后提示，磁盘没有空间存放 log 文件。并提问：

Do you want to save system log files to removable media(y/n) ?

Do you want to remove the system log files(y/n) ?

我们不想保留移动介质，希望清除 log 文件，以便记入新的纪录，前者回答 n，后者回答 y 即可。

3 停机检修要做到稳准省

停机检修是当设备元、部件损坏，或软件崩溃需重装软件时，设备停止接待患者，进行检修。虽应尽量避免但若发生就要力求做到稳、准、省。按照我们的经验主要遵循以下步骤和原则：

1) 注重故障状况调查：故障发生时，要首先查看系统提示的错误信息，最好回顾历史记录，从而能对近期设备状态有一个全面地了解，并向 CT 操作人员了解故障发生的时间和现象。

2) 逻辑分析用好排除法：通过调查，分析机器究竟是完全开不了机还是在特定状况下某些功能不可用，逐级缩小故障范围，特别要仔细观察各开关旋钮的位置是否正确，如无误再打开机器内部检查各指示灯是否正常，必要时可进行复位键复位。

3) 先抓主干再理细节：先检查各组供电电源，再检查各级线路板；先检查过去易出故障部位，再考虑新的问题。

4) 利用好维修手册和检测软件: 设备厂商提供的维修手册、电路图、结构框图以及配置的各种校验程序是搞清楚故障原理、性质甚至确定故障原因、部位的最直接有效和快捷的工具, 利用价值很大, 作为院方工程师应熟练掌握^[6]。

下面仅举几例供同行探讨:

例 1. GE 公司 LightSpeed QXI2.0 开机后报错: Hardware reset through serial connection failed. Some controllers (ETC, STC, OBC) do not response to ping.

错误提示含义是, 硬件通过各连接点还原故障, ETC、STC、OBC 等无响应。其中 STC 是控制台的主机; ETC 是床控制器, 用以控制床体运动和机架倾斜; OBC 是 Gantry 上的计算机, 用以监控机架内的旋转部件工作状态。根据报错提示可知硬件还原时连接失败, 上述控制器间通讯没有响应, 考虑机架与控制台通讯故障可能性大, 检查控制台部分发现 MC15 Ethernet Media Converter 转换器部件的 Power 指示灯和各工作状态指示灯都不亮, 该转换器的作用是将 Gantry 端通过同轴电缆传入的视频模拟信号转换为二进制逻辑信号, 工作站主计算机接收信号后控制 Gantry 端工作, 若该转换器坏, 致使 STC 与控制台的主机无法和 Gantry 端通讯, Gantry 端失控。转换器坏可能部件本身线路损坏或电源损坏, 按先易后难原则, 先测量变压器输出端发现没有电压输出, 确定变压器烧坏。更换变压器 (110 V 交流输入 12 V 直流输出) 后测量电压输出正常, 接入转换器后, 各指示灯亮。开机后无报错, 扫描也正常结构如图 2 所示。

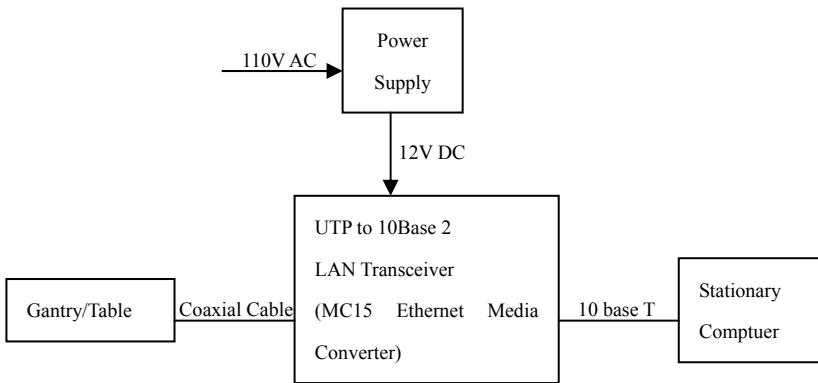


图 2 通讯硬件结构
Fig. 2 Communication hardware structure

例 2. 球管故障处理举例:

1) GE 公司 LightSpeed QXI2.0, 在运行过程中旋转阳极声音异常, 有较强的摩擦声音, 判断该故障为球管旋转阳极轴承严重磨损所致, 检查该球管使用曝光秒已达到 39 万秒 (一般公司保证为 20 万秒)。只能更换球管, 因该机已运行 8 年, 更换新球管价格昂贵, 考虑到该 CT 机专门用于穿刺定位, 并不用于诊断, 对病灶组织分辨率要求不高, 从节约成本角度考虑更换了按曝光计次付费的旧球管, 其后设备恢复正常工作。该球管使用三个月后, 图像出现严重条状伪影, 球管预热有时中断, 我们使用故障检测软件, 检查系统错误日志中有高压打火提示。有可能球管内打火; 也有可能管套内高压油打火。球管内打火该球管

必须更换；管套内高压油打火，更换高压油，有可能消除。卸下球管，重新注油、排气，后试机，工作正常，扫描图像正常，已连续工作一年。

2) 西门子公司 AR-C 机，不能进行预热，出现错误代码 EX082b，提示球管油循环频率低于 8 Hz，实测为 7.3~6.3 Hz，如果患者不多，球管仍可使用。但必须更改油循环频率指示的测试电平 OilFlow，当油循环频率大于 8 Hz 时 OilFlow 应是高电平，将 OilFlow 人为设置为高电平，设备恢复正常工作。

3) GE 公司 VCT 机扫描时，有特别大的鸣叫声，不是 Gantry 机架旋转的声音，设备提示信息为“Unable bring up rotor due to acceleration interval constraint”，考虑到该球管已做 14 746 位检查者，可判断旋转阳极不能正常加速，无法修复。该机每日接待受检者 50 人次以上，为尽快恢复设备正常运行，与公司联系尽快更换了球管。

例 3. GE 公司 4 排螺旋 CT 机 LightSpeed QXI2.0，开机后无法进行球管预热，屏幕提示硬件还原失败，无法做扫描检查。出现“The requested reset has failed, see log for more information”的提示对话框。

查询错误日志提示：In the -5V Analog DAS Power Supply measured -3 530 mV. Expected range -5 250 to -4 750 mV. The DCB has notified the system of an error condition which prevents scanning。

进入维修界面的 DAS tools 发现 Auxiliary Channel test 中显示 -5V 电压有锯齿波干扰。打开 Gantry 检查探测器“-5V 电源板”，发现其中一个电容已有鼓胀损坏，更换该电容 (22 000 μF) 后，单独测量该部件 -5V 电压准确。将该部件安装到 CT 机上，开机球管预热通过，但扫描图像有伪影，无法辨认穿刺针的位置。

进一步查看错误日志发现“-5V Analog DAS Power Supply”测得值为 -4 730 mV，超出 -5 250~-4 750 mV 的允许区间值。

由于该供电板给探测器上多个转换器供电，负载重，长期使用后 -5V 电压绝对值下降，所以判断伪影应为 -5V 直流供电不达标所致。在有负载情况下，调节该电源板上的可调电位器并用数字万用表监测，将电压调至 5 000 mV 后扫描图像，结果伪影消除。

例 4. 滑环故障维修举例：

1) 西门子公司 AR-C 机，一星期内经常出现 Reset，并出现错误代码 ED0718，提示主机与 Gantry 通讯错误，这与信号碳刷和信号环接触是否良好有关，经检查信号碳刷使用 3 年后，已经磨短，造成接触不良，全部更换后工作正常。

2) GE 公司 VCT 机，做一般检查工作正常，做冠脉检查时，经常停止扫描，故障提示“Early generator exposure end off signal based on”。

一般检查和冠脉检查一项最重要区别在于滑环运动速度不同，前者 0.5 秒/圈，后者 0.35 秒/圈。滑环转速快，不仅对信号碳刷与信号环接触要求更高，而且对控制信号传递板灵敏度要求也更高。多次擦拭信号环和信号碳刷都无效果，更换控制信号传递板后工作正常^[7-8]。

由此可见，对于 CT 机设备的维护、维修是非常重要而又细致复杂的工作，有时故障现象类似但产生的原因不同、有时由同一部件引起的故障现象却不完全一样。应该仔细分析，全面考虑，有步骤地排除问题。我们只有不断积累维修经验，精心地保养维护，才能使这些价格昂贵的卫生资源充分地发挥作用，更好地为人民健康服务。

参考文献

- [1] 石明国, 编. 医学影像设备学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008: 348–546.
Shi MG, ed. Medical imaging equipment[M]. Peking: Higher Education Press, 2008: 348–546.
- [2] 秦裕洁, 董自荣. 浅论CT机的保养与维护[J]. 中国医疗设备, 2010, 25(4): 92–93.
Qi YJ, Dong ZR. Discussion on maintenance of CT[J]. China Medical Devices, 2010, 25(4): 92–93.
- [3] 李秀忠, 钟洪波. 螺旋CT机滑环结构探讨与维修[J]. CT理论与应用研究, 2010, 19(1): 105–110.
Li XZ, Zhong HB. The discussion on spiral CT slipping structure and maintenance[J]. CT Theory and Application, 2010, 19(1): 105–110.
- [4] 吕文生. CT故障诊断中如何建立系统化功能化维修思路[J]. 医学信息, 2010, (4): 990–991.
Lv WS. CT fault diagnosis based on systematic and functional maintenance concept[J]. Medical Information, 2010, 25(4): 990–991.
- [5] 滕越, 谢迅雷. 医用CT性能检测及常见故障维修[J]. 医疗卫生装备, 2010, 31(1): 120–121.
Teng Y, Xie XL. Capability test and maintenance of medical CT[J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2010, 31(1): 120–121.
- [6] 程玉银, 丁玉宝. 浅谈CT故障的分类[J]. 中国医疗前沿, 2008, 3(10): 100.
Cheng YY, Ding YB. Discussion on classification of CT malfunction[J]. China Healthcare Innovation, 2008, 3(10): 100.
- [7] 曹俊华, 李荣秀, 戴捷, 等. GE LightSpeed Plus多排螺旋CT故障维修[J]. 中国医学装备, 2010, 7(7): 75–76.
Cao JH, Li XR, Dai J, et al. Troubleshooting for GE LightSpeed Plus spiral CT[J]. China Medical Equipment, 2010, 7(7): 75–76.
- [8] 罗焕江. GE LightSpeed 5.X CT OC部分故障分析与维修[J]. 北京生物医学工程, 2009, 28(4): 446–447.
Luo HJ. Troubleshooting of GE LightSpeed 5.X CT OC[J]. Beijing Biomedical Engineering, 2009, 28(4): 446–447.

Discussion on Maintenance and Service of Spiral CT

MA Jie, ZHANG Ming[✉]

(Coal General Hospital, Beijing 100028, China)

Abstract: In this article, the maintenance and service of spiral CT are discussed on three aspects according to priority based on the use and environment trait of it: firstly the significance of preventive maintenance is emphasized and correlative methods are introduced; the requests and preparations of immediate service are described later; some experiences and principles are summarized by example analyses of services lastly.

Key words: CT malfunction; preventive maintenance; troubleshooting

作者简介: 马杰 (1981—), 男, 煤炭总医院工程师, 主要从事医疗设备的维护、维修和计量工作, Tel: 010-64667755-2077, E-mail: mrmj_cishe@163.com; 张民[✉] (1967—), 男, 煤炭总医院高级工程师, 主要从事设备维修管理工作, Tel: 010-64667755-2066, E-mail: jialixin163@163.com。