

## 瓦里安医用直线加速器机载影像系统(OBI)维修及保养

林治学 王忠文 王克

110042 沈阳,中国医科大学肿瘤医院 辽宁省肿瘤医院放疗科

DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2017.06.020

随着科学技术的发展,肿瘤高精度放疗得以广泛开展。IGRT 技术使得肿瘤患者在放疗前可提前获取投照区域影像信息,修正位置误差,以提高剂量给予的精度。瓦里安公司作为世界上最大的医用直线加速器供应商之一,采用 OBI 和 PortalVision 作为其 IGRT 解决方案,目前已推出多款配备 OBI 和 PortalVision 的机型,如 IX、Trilogy 等。笔者单位目前有两台配备 OBI 系统<sup>[1]</sup>的瓦里安医用直线加速器在服役,在平时使用过程中也遇到诸多问题,现就维修及保养方面总结一些经验,与各位同仁分享,希望能有所帮助。

### 一、故障种类

瓦里安医用直线加速器所配备的 OBI 系统采用机械臂方式来控制影像探测板及 KV 射线源运动,其两条机械臂分别为千伏级探测器(KVD)和千伏级 X 线射线源(KVS,即 X 线球管)。每一条机械臂有肩(shoulder)、肘(elbow)、腕(wrist)3 个关节独立转动,而 KVD 的探测板(hand)还可以平移运动。在机械臂外部,探测板的外壳和 X 线球管的外壳分别设置了多个防碰撞联锁开关。一般常出现的故障有 7 种,下面分别加以介绍。

1.机械臂运动异常:通常是开机后不能运动。此类故障较为简单,一般通过正确重启 OBI 系统可以恢复。OBI 系统在开机启动后,运动控制单元(MCU)需要从 OBI 工作站计算机上下载控制程序,所以一定要先启动 OBI 工作站计算机再开 OBI 系统,如果已开机则可先关闭加速器固定机架上 MCU 的电源,启动 OBI 工作站计算机后再打开 MCU 电源。OBI 启动过程中会触发 3 次运动锁定,依次按机头红色复位按钮复位即可。

2.机械臂不能运动,手柄提示 cal:这种情况是机械臂位置参数丢失,需要重新校准。校准方法为按下手柄 mode 按钮选择模式(P1 为预存位置设置及修改,P2 为联锁及错误确认,P3 为物理模式,各机械轴校准及系统语言设置,P4 为维修模式),按下 P3,密码为 4 个 P1。进入后先按 P2,进入各机械轴确认,用水平尺确保各机械臂运动到水平或垂直位置及探测板下面的传动条两侧白点位置,之后返回再按 P1。依次拨动一次各轴对应的拨轮,让其自动校准,成功后退出即可;若失败,可能因为水平和垂直位置误差太大,需重新检查。

3.机械臂上防碰撞联锁触发后无法消除:一般发生在机械臂肩和肘关节处,发生碰撞后触发器会侧向挤压限位开关触发联锁,并发出报警蜂鸣声。出现故障时,解除碰撞并不

能使联锁不能复位。经过反复测试并拆解防碰撞联锁系统发现,其限位开关是塑料斜坡式,侧向挤压触发;而塑料斜面坡度较小也并不光滑,常造成挤压后不能弹出,以至于联锁不能复位。对此故障,可将限位开关拆下,用丝绸或者棉布摩擦塑料斜坡表面,使其变光滑以利于回弹,另外应及时清理灰尘。

4.遥控手柄不能控制 OBI 系统:此故障现象为使用遥控手柄做 OBI 机械校准<sup>[2]</sup>时手柄按键无响应,不能进入物理模式。此手柄采用红外线遥控模式,因此在使用时应注意将手柄顶端红外发射端对准加速器旋转机架上的红外接收器(不同型号加速器的接收器位置有所不同),在保证手柄电池电量充足的情况下,若仍不能控制,考虑机架上红外接收板故障。正常情况下在手柄发出指令后,接收器上 2 个 LED 红灯闪烁,并且用手机录像模式观看红外线接收板可发现有红光闪烁,肉眼不可见;若无此现象,基本判定为红外接收板损坏,可尝试更换。

5.图像质量变差:瓦里安医用直线加速器 OBI 系统采用非晶硅平板探测器作为影像板,型号为 VARIAN PAXSCAN 4030CB。使用一段时间后需要校准才能保证图像质量,而受照射达到一定量之后,则会造成不可逆损伤,需要更换影像板。

6.机架在某些角度无法获取图像:由于从 KVD 到 OBI Supervisor 的信号电缆穿过机架旋转部分<sup>[3]</sup>,因此考虑到仅在机架某些角度出现故障,有很大可能是信号电缆虚连所致。W100、W110、W111、W112 这几根电缆均穿过机架旋转部分,需重点排查。此故障解决方法为有条件的话直接换掉故障电缆,若无则尝试修复,关机后拆下电缆两头。用万用表逐根测试,同时活动电缆,找到存在虚连的芯线,查图纸用空头替换。

7.机架在某些角度曝光条件变低,无法完成 CBCT:该故障较不常见,笔者单位瓦里安 IX 医用直线加速器出现过一例此故障,现将故障排除过程总结如下。

2015 年 8 月,在做 IGRT 的 3D-3Dmatch 时,执行 CBCT 过程中发现,无论顺时针还是逆时针,只要转到 185°左右,即曝光中断并报 1018 错误,按 resume 按钮不能继续。经过测试发现在此角度降低曝光条件至 85 kV、63 mA 可以曝光,管电压升至 90 kV,管电流降至 50 mA 也可曝光,管电压升至 95 kV 时彻底不能曝光。旋转机架至 280°时,最高 120 kV、50 mA 可以曝光。旋转至 0°时,最高条件可以曝光,没

有故障。机架从 0° 开始, 逆时针转向 180°, 同时 OBI 用最高条件透视模式曝光, 发现机架转动至 240° 附近时, 曝光中断。经过分析, 造成允许曝光条件变低的原因可能为管球损坏或者高压电缆击穿, 此加速器在 2015 年 11 月进行过一次移机, 当时 OBI 机械臂系统是整体拆下转移的, 高压电缆两头均断开过, 并未发现有打火击穿的痕迹。为确保排除高压电缆故障, 我们用两条新电缆更换测试, 但故障现象依旧。

瓦里安 OBI 系统 X 线管球采用 VARIAN G242 X-Ray tube, 因其价格昂贵, 并不能简单找到新管球替换测试, 而且更换管球涉及位置校准, 较为复杂。依据 CT 机管球维修保养得经验<sup>[4]</sup>, 定期更换高压油十分必要, 而该管球自 2013 年 5 月装机至今两年多以来, 从未做过保养, 虽然工作负荷并不重, 但仍需保养。G242 型号管球采用旋转阳极配合油冷却来保证 CBCT 所要求的热容量。通过测试发现故障所在的角度, 管球正好是阳极在上阴极在下, 怀疑如果管球内高压油不足, 那么在此角度可能使阳极一侧玻璃外壳暴露于空气之中, 缺乏足够的耐高压及散热能力, 有可能导致高条件无法曝光。油循环冷却系统的油泵、热交换器和缓冲储油罐附着于加速器旋转机架的一侧, 将机架转至 0° 附近; 拔下油泵电源, 连同底座一起拆下油泵、热交换器及储油罐; 将加速器待机后关闭水泵, 适当放掉一部分冷却水, 使水位下降至低于水路主分配部分; 拆下油循环热交换器上的水管 (此举为了方便调整储油罐方向), 在适当角度使储油罐开口向上; 拆开顶盖, 取出缓冲气囊 (注意用干净容器盛放, 避免污染); 当时发现罐内油量很少, 并且油泵启动时有气泡冒出, 说明管球内确实缺油。我们首先加入一部分高压油, 再次测试, 发现故障消除, 说明缺油是主要故障原因。但管球内高压油颜色很深, 应该更换保养。将机架转至 250° 左右使管球处于较低位置, 下面放置一个较大容器, 拆下管球上油管; 将油全部放出, 弃掉废油, 用新油反复冲洗管球内部及油管, 直到放出的油颜色不变为止。最后接回管球上的油管, 在储油罐处将油加满, 并注意排气。换油后做全面测试, 高条件透视模式曝光在任何角度均可完成, CBCT 也无异常。最后检查油循环系统是否存在漏点, 检查发现在机架缝隙处有油的痕迹, 推测可能是缓冲储油罐顶盖未压紧, 导致油温升高时压力使油溢出, 冷却时吸入空气, 反反复复久而久之, 油量越来越少, 最后引发故障。

## 二、技巧分享

1. 校准时拆掉影像探测板外壳, 这样更精确, 做治疗计划验证时, 避免通过率过低。

2. 红外线遥控手柄要及时充电, 有时手柄显示屏有显示, 但不能控制, 实际为电量不足。建议治疗技师在不治疗时或当天治疗结束后, 将红外线遥控手柄挂到充电插座上进行充电, 以保证第二天正常使用。

3. 管球换油后排气小技巧: 在储油罐加多半罐油, 反复开闭油泵可使大气泡快速排出, 但管球内有空气时循环会产生细小气泡; 这时可静置一段时间, 使其汇聚成大气泡, 再用开闭油泵的方法排出; 排气过程中应及时补油, 避免再次吸入空气, 同时可稍微倾斜机架 (20° 以内)、伸缩机械臂使管球摆动, 利于气泡快速排出。

## 三、小结

目前国内放疗资源比较匮乏, 大多数医疗单位常规放疗占用较多时间, 但随着社会发展, 精确放疗将逐步成为主流, 届时 IGRT、DGRT 等精确放疗技术所依赖的影像设备 (如瓦里安公司的 OBI 系统) 的运行保障将尤为重要。本文对一些常见故障的维修和日常保养进行介绍分析, 唯望起到抛砖引玉的作用, 为放疗发展助力。

## 参 考 文 献

- [1] 纪春韶, 邓伟. 瓦里安医用放疗机 OBI (CBCT) 系统故障检修 [J]. 中国医学装备, 2014, 10 (10): 142-143. DOI: 10.3969/J. ISSN.1672-8270. 2014.10.052.  
Ji CS, Deng W. Varian Medical radiotherapy maintenance CBCT system fault OBI [J]. Chin Med Equip, 2014, 10 (10): 142-143. DOI: 10.3969/J. ISSN.1672-8270. 2014.10.052.
- [2] 孙小喆, 孟慧鹏, 毛京群, 等. OBI 影像引导放射治疗系统的质量保证 (QA) 及维护保养 [J]. 中国医学物理学杂志, 2013, 11 (6): 4527-4529. DOI: 10.3969/j.issn.1005-202X.2013.06.015  
Sun XM, Meng HP, Mao JQ, et al. Quality assurance (QA) and maintenance of OBI image guided radiotherapy system [J]. Chin J Med Phys, 2013, 11 (6): 4527-4529. DOI: 10.3969/j.issn.1005-202X.2013.06.015
- [3] 顾本广. 医用加速器 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.  
Gu BG. Medical accelerators [M]. Beijing: Science press, 2004.
- [4] 徐志荣, 王明书, 徐群武, 等. CT 球管加油排气法 [J]. 中国医疗器械信息, 1996 (2): 37. DOI: 10.15971/j.cnki.cm.di.1996.02.017.  
Xu ZR, Wang MS, Xu QW, et al. CT ball tube refueling exhaust method [J]. Chin Med Dev Infor, 1996 (2): 37. DOI: 10.15971/j.cnki.cm.di.1996.02.017.

(收稿日期: 2016-07-11)