

# 瓦里安 Clinac iX 直线加速器原理分析及故障解析

叶永来, 朱明琪, 毛燕正

丽水市中心医院 (浙江丽水 323000)

[关键词] 直线加速器; 联锁; 维修

[中图分类号] R197.39 [文献标识码] B [文章编号] 1002-2376 (2023) 05-0-0

直线加速器是常见的放疗设备,具有剂量率高、照射时间短、照射野大、剂量均匀性和稳定性强等优点<sup>[1-2]</sup>,在食管癌、宫颈癌、胰腺癌、肺癌等各种肿瘤放疗中发挥着重要作用<sup>[3-6]</sup>。随着肿瘤放疗患者的日益增多,直线加速器的运作时间增长,在治疗过程中出现故障联锁的频率随之增加<sup>[7]</sup>。直线加速器故障因素复杂,且设备具有“唯一性”,快速完成设备故障的排除成为备受关注的“攻坚战”。设备运行的快速恢复可节约患者等待治疗的时间,但对临床医学工程师的维修技术水平提出了极大挑战<sup>[8]</sup>。加速器的维修可通过查阅随机技术资料,并借鉴平时的经验总结,顺着联锁回路找到故障点,再进行针对性的维修。本研究介绍了瓦里安 Clinac iX 直线加速器两例联锁故障的原理分析和维修方法,以期为同行提供借鉴和参考。

## 1 故障一

### 1.1 故障现象

直线加速器在患者摆位时出现机架屏幕黑屏,治疗床控制面板和手控盒指示灯无显示,机房灯不亮,整个治疗床按键及手控盒按键无法操控,加速器主控屏幕无任何联锁出现。

### 1.2 故障分析

第一步,观察故障现象。出现机架屏幕黑屏,治疗床控制面板和手控盒指示灯无显示均出现在患者摆位过程中,刚出现该故障时,等待几秒钟后机架屏幕、控制面板和手控盒能自行恢复指示灯,治疗床及手控盒按键可以操控,但随着加速器运行时间的增加,该故障自行恢复的时间也逐渐增加,最长为 10 min 以上,故障出现时无任何联锁提示。

第二步,故障自行恢复时间增加后,加速器将转到待机模式,甚至关机重启,经过 12 min 的开机预热自检后,故障再次出现,自行恢复时间随机器治疗时间的增加而增加。

第三步,考虑到故障总是在患者摆位时出现,于是跟随技术员仔细查看摆位过程,当技术员按治疗床 ROOM LIGHT 键关机房灯,准备进行激光定位时,故障出现,重复观察多次,确认按下 ROOM LIGHT 键时机架屏幕出现了黑屏,治疗床和手控盒断电。

第四步,查看技术图纸,如图 1 所示,加速器的供电及机房电灯、激光灯、机房门的供电都是由一个稳压器稳压后分配的。按下 ROOM LIGHT 键时,调制柜中辅助电源分配板(AUX POWER DIST PCB)上的 K5、K8 继电器同时吸合,+24 V 电压输入稳压器 K1、K2 继电器的线包,K1、K2 继电器同时吸合,机房电灯关闭的同时激光灯点亮,K1、K8 继电器控制激光灯一路,K2、K5 继电器控制机房灯一路。加速器正常工作且机房灯亮时,测量稳压器端 K2、K5 继电器的线包电压为 0 V;按下 ROOM LIGHT 键时,测量 K2、K5 继电器的线包电压为 +24 V,机房灯灭,同时激光灯亮,但机架屏幕、治疗床控制面板和手控盒指示灯无显示,再按 ROOM LIGHT 键或其他按键,都无法恢复正常。通过以上分析,判断故障点位于 K2、K5 继电器的概率较大。

### 1.3 故障处理

稳压器端的继电器较易拆卸,将 K2 继电器换为新的继电器后,故障仍存在。拆开调制柜,找到辅助电源分配板上的 K5 继电器,替换为新的继电器后,反复按 ROOM LIGHT 键,故障未出现;持续观察一段时间,未再出现机架屏幕、治疗床控制面板和手控盒指示灯无显示的现象,故障排除。

## 2 故障二

### 2.1 故障现象

直线加速器运行过程中,六氟化硫(SF<sub>6</sub>)气体气压正常未出现联锁,次日晨检时出现 GAS 联锁。

### 2.2 故障分析

SF<sub>6</sub> 是一种人工合成的惰性气体,它作为超高压绝缘介质材料,被充入加速器的波导管,可防止

收稿日期: 2022-11-10

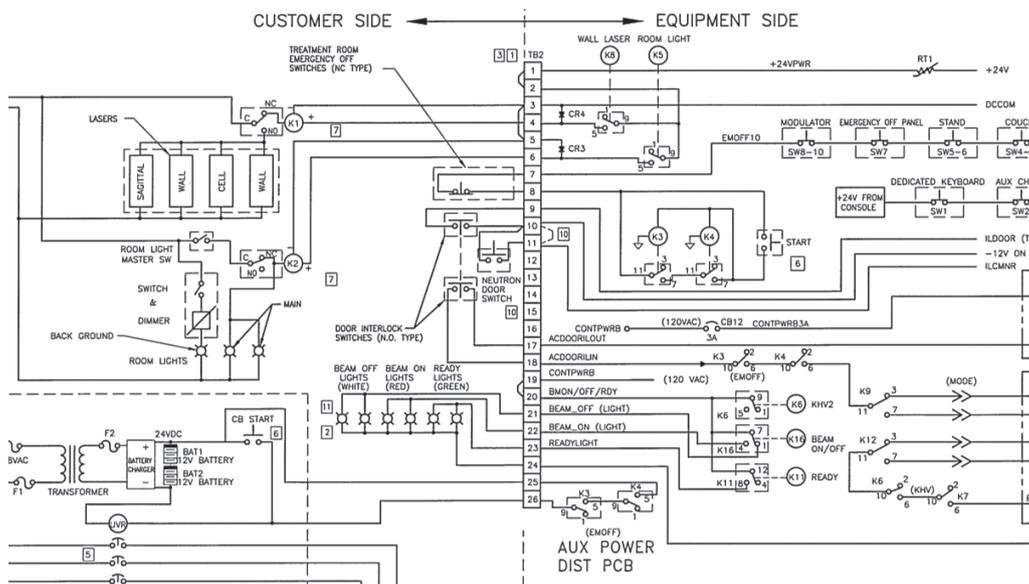


图 1 加速器供电分配图

产生电火花。正常要求波导管中的SF6压力为32 psi，如果出现漏气，绝缘性能就会降低，进而导致速调管、加速管、波导管因打火而损坏；当压力低于28 psi时，可能出现GAS联锁。SF6气路结构图如图2所示。

在加速器运行过程中，SF6的气压正常，待机次日，机器就出现了GAS联锁，查看SF6气体压力表，显示为22 psi，SF6气体压力不足。打开气罐，重新充入SF6气体，使压力至32 psi，并关闭气罐阀门和进气阀门，观察加速器使用过程中SF6气体的压力，发现一直保持正常。待机次日，SF6气体的压力显示为24 psi。

机器待机后，速调管不工作，波导管中无高压微波通过，机房温度稳定在26℃，波导管内外温度会明显下降，法兰金属接口处金属因热胀冷缩、密封不严而漏气。

综上所述，GAS联锁故障是法兰金属接口漏气导致。

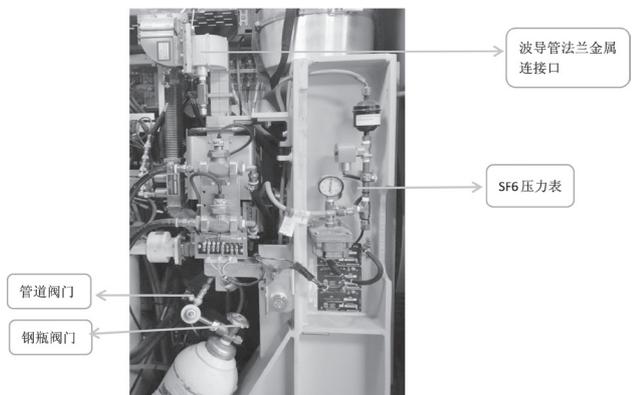


图 2 SF6 气路结构图

### 2.3 故障处理

波导管从速调管一直延伸至加速管，中间有多个法兰金属接口，可使用肥皂水测试漏点。

直线加速器待机一个多小时且波导管冷却后，用毛刷和肥皂水逐个对法兰金属接口进行测试，注意不能刷太多肥皂水，以免形成流水，电路部分需进行防水保护，最终发现，图2所示的波导管法兰金属接口处肥皂水冒细泡，说明该处存在漏气现象。用扳手拧紧波导管法兰金属接口的螺钉，再次刷肥皂水检查，未发现漏气，最后充入SF6气体，至压力为32 psi，次日观察压力表，压力指示为32 psi，漏气故障排除。

### 3 总结

医用直线加速器结构复杂、部件繁多、运动单元精度要求高，作为大型放疗设备，医院一般只配备一台，如果故障无法及时得到维修，往往会造成患者等待时间加长、心情焦躁，也会增加临床科室的工作压力<sup>[9-11]</sup>。临床医学工程师需掌握加速器的原理构造，熟悉技术图纸，多积累维修经验，才能更快、更准确地解决故障问题，保障临床工作的顺利开展，为患者和临床医务人员减轻压力，实现自我价值。

#### [参考文献]

[1] 金钊圳, 赵磊, 郑超. 临床运行中电子直线加速器的故障原因及干预对策[J]. 中国医学物理学杂志, 2022, 39(7): 881-885.  
 [2] 彭旭东, 张俞, 何垠波, 等. 瓦里安机器性能检测的故障维修案例分析[J]. 中国医学装备, 2021, 18(9): 192-195.  
 [3] 张鹏, 周静, 杨睿. 直线加速器放疗联合介入化疗

# 西门子 CT 设备故障维修案例分析

钟运娜

广州医科大学附属中医医院 (广东广州 510080)

[关键词] CT 设备; 故障; 维修; 检查床; 扫描机架

[中图分类号] R197.39 [文献标识码] B [文章编号] 1002-2376 (2023) 05-0-0

CT (computed tomography) 即电子计算机断层扫描, 是指利用高度准直的 X 线环绕人体某一部位进行断层扫描, 人体不同组织对 X 线的吸收与透过率不同, 利用具有高灵敏度的探测器接收透过的 X 射线, 最终通过计算机处理, 重建出图像, 具有扫描速度快、图像清晰等特点。CT 设备作为医院大型医疗设备, 为临床诊断提供可靠的影像数据<sup>[1]</sup>。CT 设备对医院临床工作的开展具有重要作用, 扫描机架和球管是 CT 设备的关键组成部分<sup>[2]</sup>, 在使用过程中容易出现故障, CT 球管更易达到球管本身的曝光上限阈值而导致报废, CT 设备的故障率与使用程度成正相关, CT 设备使用越频繁, 越容易出现故障。新型冠状病毒肺炎疫情期期间, CT 检查在临床诊疗中的作用更加明显, 检查人数急剧增加。在 CT 设备发生故障时, 必须提高维修效率, 快速完成维修。现对西门子 CT 设备使用过程中出现的 5 例故障进行分析与维修如下。

## 1 故障一

### 1.1 故障现象

系统偶发出现机架掉电时, 报错“CT\_XRS\_3040,

XRS detects a malfunction of the rotating anode control” (XRS 检测到旋转阳极控制故障), 并且在此故障未解决时, 又出现报错“CT\_XRS\_3017,XRS detects a HW fault concerning the fuction of D400” (XRS 检测到与 D400 功能相关的硬件故障), 有时 XRS\_3040 与 XRS\_3017 独立出现, 有时 XRS\_3017 与 XRS\_3040 同时出现。机架掉电导致 CT 机架无法正常旋转扫描。

### 1.2 故障分析与维修

首先报错 XRS\_3040, XRS 检测到旋转阳极控制故障, 根据旋转阳极控制电路图和报错信息判断, UDC 电压、旋转阳极变频器、D400 板和球管均有可能导致此故障, D400 控制旋转阳极变频器驱动旋转阳极工作。检查旋转阳极变频器前的 UDC 电压正常, 更换旋阳变频器测试<sup>[3]</sup>, 偶发报错“XRS\_3040”未消除, 排除旋转阳极变频器的问题; 继而怀疑控制旋转阳极变频器的 D400 板故障, 且结合另一个报错 XRS\_3017, XRS 检测到 D400 功能固件故障, 更换 D400 进行测试发现, XRS\_3040 与 XRS\_3017 报错均未消除; 只能进一步更换 D400 所在的 E-Box (electronic box), 更换

收稿日期: 2022-10-22

治疗中晚期食管癌临床效果观察 [J]. 临床军医杂志, 2021, 49 (2): 174-175.

[4] 黄洋洋, 李家兵, 田玉龙, 等. 宫颈癌直线加速器放疗时保卵巢对靶区和危及器官的影响 [J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37 (9): 1115-1119.

[5] 屈超, 梁广立, 刘桂芝, 等. ISCOUT 图像引导定位技术在肺癌调强放疗中的临床应用 [J]. 实用医学杂志, 2019, 35 (24): 3848-3852.

[6] 曹洋森, 李左峰, 徐宁, 等. 胰腺癌质子调强与光子容积旋转调强计划的剂量学比较 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2022, 42 (2): 103-109.

[7] 杨涛, 张虹, 高关心, 等. 医用直线加速器的故障分

析及维护 [J]. 中国医学装备, 2019, 16 (3): 147-150.

[8] 张庆钊, 周擎魄, 许光. 瓦里安 Clinac ix 直线加速器常见故障与处理 [J]. 医疗装备, 2015, 28 (2): 101-102.

[9] 查玉华, 李巍, 荆斌. 瓦里安 23EX 加速器内循环水系统及其常见故障的分析 [J]. 中国医学装备, 2011, 8 (11): 92-94.

[10] 阳建勋, 杨世伟, 叶昌盛, 等. 瓦里安 Trilogy 医用直线加速器故障维修三例 [J]. 中国医疗器械信息, 2019, 25 (11): 168-169.

[11] 桂龙刚, 石苗, 李军, 等. 瓦里安 Clinac-IX 医用直线加速器联锁故障维修 5 例 [J]. 医疗卫生装备, 2018, 39 (3): 103-105.