

医用电子直线加速器的常见故障及其维修策略

张翔

(衡水市第二人民医院,河北衡水 053000)

摘要: 医用电子直线加速器在肿瘤疾病治疗中发挥着重要作用,其高精度的治疗能力深受医院的认可。然而,该设备体积庞大、结构复杂且科技含量高,其运行状态与患者的治疗效果密切相关。因此,对于医院而言,在确保医用电子直线加速器安全运行的同时科学预防故障的显得尤为关键。文章将从医用电子直线加速器的常见故障问题入手,提出相应的维修策略,以期提升设备质控水平,为患者提供最佳的治疗方案。

关键词: 医用设备;电子直线加速器;常见故障;维修

中图分类号: R197 **文献标识码:** A

Common faults and maintenance of medical electron linear accelerator

ZHANG Xiang

(The Second People's Hospital of Hengshui, Hengshui, Hebei 053000, China)

Abstract: Medical electronic linear accelerators play an important role in the treatment of cancer diseases, and their high-precision therapeutic capabilities are highly recognized by hospitals. However, the device has a large volume, complex structure, and high technological content, and its operating status is closely related to the treatment effect of patients. Therefore, for hospitals, it is particularly crucial to scientifically prevent malfunctions while ensuring the safe operation of medical electronic linear accelerators. The article will start with common troubleshooting issues of medical linear accelerators and propose corresponding maintenance strategies to improve equipment quality control and provide patients with the best treatment plan.

Key words: medical equipment, electron linear accelerator, common faults, repair

在现代医疗领域,放射性治疗是多数肿瘤疾病的主要治疗手段之一。目前,各大医院均配备了医用电子直线加速器,它如同一把精密的手术刀,能够协助医生精确锁定肿瘤的生长位置,并实时追踪病人体内药物的分布,使得整个治疗流程更加科学、合理且流畅,为肿瘤患者提供了坚实的医疗技术支撑。因此,如何正确地对医用电子直线加速器进行维护和保养,对于医院、医生及病患而言至关重要,这是确保设备发挥先进医疗效能、提升疾病诊疗水平的关键因素。

1 恒温水循环系统故障及其维修建议

恒温水循环系统是医用电子直线加速器的核心组件,主要负责维持设备内部温度的稳定性,确保加速器的正常运行并延长其使用寿命。然而,该系统在实际应用中可能遭遇水温异常、水路堵塞、水泵失效以及控制系统故障等问题。在水温异常的情况下,系统将无法保持原设定水温,导致加速器工作温差波动较大,影响整个设备的使用性能和效果。同时,若水质不纯或未及时进行清理,水路中可能会凝结水垢和杂质,导致水流不

畅或循环受阻。其中,水泵是水循环系统的动力源,一旦故障将会面临漏水和噪声过大等问题。此外,控制系统主要用于控制水温,若该系统故障或温度传感器损坏,则会影响水温的实时监测。针对上述恒温水循环系统常见的故障问题,维修方案建议如下。

(1)水温异常维修:首先检查温度传感器和控制系统是否正常工作,如有故障及时更换或修复;其次应检查加热和制冷元件的工作状态,确保它们能够正常调节水温;若问题仍然存在,可能需要考虑更换恒温水循环系统的部分组件。

(2)水路堵塞维修:定期对水路进行清洗和保养,防止结垢和杂质堵塞;如经检查发现水路已经堵塞,可使用专业的清洗剂或工具进行疏通,随后再次检查水路连接处是否存在松动或漏水,以确保水路密封良好。

(3)水泵故障维修:首先检查水泵电源和电路是否正常,在排除电路电源故障后,若水泵仍无法正常工作,则需要考虑更换新水,并注意选择与原水泵型号和性能相匹配的水泵。

(4)控制系统故障维修:首先检查控制系统的电源

和电路是否正常;然后检查温度传感器和控制器的状态,如有故障及时更换;在必要时,可以考虑升级或优化控制系统,以提高其稳定性和可靠性。

2 束流系统故障及其维修方案

束流系统是医用直线加速器中的关键组成部分,其主要作用是将电子精确高效地加速成高能粒子束,从而将这一高能粒子束准确无误地引导至预定的治疗区域,确保患者接受到精准且安全的放疗治疗^[1]。一旦束流系统产生故障,可能导致粒子束能量不稳定、束斑位置偏移、束流强度不足等问题,严重影响治疗效果和患者安全。常见束流系统故障包括磁控系统故障、真空系统故障、束流产生与传输系统故障等。其中,磁控系统主要负责精确控制粒子束的轨道,一旦故障可能造成束斑位置的偏移;真空系统负责为束流传输提供必要的环境,若出现故障则可能造成束流的散失;而束流产生与传输系统则是束流形成的直接环节,任何故障都有可能影响束流的品质及其稳定性。针对束流系统故障,维修方案建议如下。

(1)磁控系统故障维修:首先检查磁控系统的电源电路是否正常,然后使用专业检测仪器对磁场进行校准和调试,确保磁场强度和分布满足使用要求。一旦发现磁控元件有损坏迹象,应立即予以替换,同时注意选择与原元件型号和性能相匹配的替代品。

(2)真空系统故障维修:定期对真空系统的密封性和完整性进行检查,如发现漏气或破损等问题应立即采取修复措施;定期对真空泵进行维护和保养,确保其能够正常运行,以提供稳定的真空环境。对于真空度不达标的情况,应考虑更换高性能的真空泵或升级真空系统。

(3)束流产生与传输系统故障维修:首先检查束流产生器的电源电路是否正常,确保粒子束能够稳定产生;然后检查束流传输系统的元件(如传输管道、聚焦元件等)是否完好无损,如存在异常情况应及时予以替换;定期对束流传输系统进行校准和调试,确保束流能够准确传输至治疗区域。

3 多页光栅故障及其维修方案

多叶光栅(Multi-leave Collimators, MLC)是放疗设备中至关重要的组件,可根据预先制定的放疗计划精确地控制每个叶片的移动,从而在治疗过程中形成符合临床需求的不规则形状射野,以实现对肿瘤靶区的精准治疗^[2]。MLC的定位精度极高,不仅能精确调整射线的形状和强度,还能在一定程度上替代传统的组织补偿物,达到剂量补偿的目的。通常情况下,MLC的叶片由钨合金材料制成,该材料对X射线具有出色的屏蔽效应,能够有效阻止射线穿过非目标区域,保护周围正常组织免

受辐射损伤^[3]。然而,受高能X射线的长期照射,MLC叶片会逐渐产生磨损或弯曲变形的问题,导致叶片偏转不均匀,射线无法精准聚焦到肿瘤靶区,对治疗效果造成了一定影响。同时,叶片间隙过大会对射线的聚焦效果造成影响,导致治疗精度进一步降低。为了确保治疗的准确性和安全性,及时更换磨损或变形的叶片极为必要。例如,在执行三维适形放疗(3D-CRT)和调强适形放疗(IMRT)等进阶放疗时,由于治疗计划中涉及众多子野,需在治疗过程中根据既定计划多次调整MLC的叶片位置。这一过程中可能会出现叶片未能精确到位的情况,其维修步骤如下。

(1)初步排查。维修人员在服务维修模式下利用指令操控叶片运动,确保其在X轴和Y轴方向上的精准定位。若叶片依然无法精准就位,应深入分析故障原因。

(2)深度检测。常见检测方式为转动机架至180°,以测试机架马达的工作状态。若马达持续旋转但叶片无任何反应,则可确定驱动马达工作正常。此时,维修人员可尝试以微力用螺丝刀缓缓转动螺杆,观察叶片是否有如涡轮般的微动。

(3)故障处理。若叶片在深度检测完成后依旧无响应,则可能是螺杆存在问题。此时,维修人员应果断更换螺杆以消除故障,确保MLC的叶片始终维持精确、稳定的工作状态,为放疗治疗提供坚实的保障。

4 运控系统故障及其维修方案

运控系统在治疗过程中起着至关重要的作用,高频使用会使其成为故障引发的关键。在运控系统中,控制线路系统、传动系统以及驱动系统均为故障频发区域,它们结构复杂且相互关联,一旦出现故障就会对整个治疗过程产生严重的影响^[4]。同时,运控系统与治疗计划的设计、剂量的控制以及靶区的追踪密切相关。当运控系统发生故障时,可能导致治疗计划不准确,使得照射的能量无法精确控制,甚至可能导致射线无法精准地照射到病灶靶区,不仅可能影响治疗效果,还可能给患者带来不必要的风险。因此,若运控系统在收到运行指示后不响应,维修人员应做出如下故障应变处理。

(1)初步排查。维修人员利用专业的测试仪器和工具仔细检测控制继电器的接触是否良好,线路信号是否稳定,以及电路板上的各个元件是否工作正常。这些检测步骤需要细致入微,因为任何问题都可能导致运控系统无法正常工作。

(2)深入分析。若初步排查未能找到故障点,维修人员则需进行深入分析,通过查阅运控系统的技术文档来了解系统的工作原理和各个部分之间的关系;主动与系统设计者或生产厂家进行沟通,了解可能的故障原因和解决方案。在此阶段,维修人员需要借助高级诊断工具(如示波器、频谱分析仪等)深入分析系统的工作

状态。

(3)故障定位。在深入分析的基础上,维修人员能够准确定位故障点。此时,他们可能需要检查控制线路系统、传动系统、驱动系统中的特定部分或电子元件。此阶段要求维修人员必须具备一定的专业知识和经验,以便能够准确判断故障的原因和位置。

(4)维修处理。一旦故障点被准确定位,维修人员即可正式进行维修处理,此时可能需要更换损坏元件、修复断裂线路或调整机械部件位置等。在维修过程中,维修人员需要遵循相关的安全规定和操作规程,确保维修过程的安全和有效。

(5)测试验证。在维修完成后,维修人员需对运控系统进行测试验证,以确保故障被完全排除,通过运行一系列的诊断程序来检查系统各部分是否工作正常。同时,需对治疗计划进行实际测试,以确保照射的能量能够精确控制,要求射线能精准照射到病灶靶区。

5 结束语

医用电子直线加速器在肿瘤治疗中至关重要,但其高度的复杂性和科技含量导致其易发生故障,影响设备的运行和治疗效果。常见故障包括恒温水循环系统问题、束流系统异常、多页光栅故障和运控系统失灵等,维

修人员需根据具体情况制定维修方案,如检查温度传感器、更换磨损部件、调整叶片位置或更换叶片、更换故障元件或重新校准系统等。此外,定期保养和维护至关重要,维修人员按时清洗水路、更换润滑油、检测机械精度等。这些措施有助于提高设备的质控水平,确保其在肿瘤治疗中的稳定性和安全性,为患者提供最佳治疗效果。

参考文献:

- [1] 杨兴欢. 医用电子直线加速器常见故障维修方法[J]. 医疗装备, 2021, 34(15): 140-142.
- [2] 吴思宇, 潘建南. 瓦里安 Trilogy 医用电子直线加速器常见故障维修[J]. 医疗装备, 2021, 34(15): 150-151.
- [3] 屈小广. 医用电子直线加速器的故障分析与维修[J]. 设备管理与维修, 2022(10): 72-74.
- [4] 张波. 医用电子直线加速器的故障维修及质量控制分析[J]. 中国医疗器械信息, 2021, 27(3): 176-177.

作者简介:

张翔(1988—), 本科, 工程师, 研究方向: 加速器技术, E-mail: 865881980@qq.com.

(上接第192页)

机制的函数, 如 `strcpy()`, `snprintf()`, `strncat()` 等。如果必须使用 `strcpy()`, 应先检查输入字符串的长度是否超出目标缓冲区的大小。

(3)配置操作系统堆栈保护: 通过配置操作系统, 使堆栈内存区域不可执行, 从而防止攻击者通过覆盖返回地址执行恶意代码。

(4)利用内存保护机制: 利用现代操作系统的内存保护机制(如 ASLR, NX 位等), 增加攻击的难度。此外, 启用额外的安全保护功能, 如堆栈保护(StackGuard 或 StackShield)和数据执行保护(DEP), 可以有效防止缓冲区溢出攻击。

(5)使用现代编程语言和框架: 采用现代编程语言和框架, 这些语言和框架通常提供更高级别的抽象和自动内存管理, 有助于降低缓冲区溢出的风险。

(6)编写健壮代码: 开发人员应编写健壮的代码, 包括完善的错误处理和异常捕获机制。定期进行代码审查, 及时发现并修复潜在的缓冲区溢出漏洞。同时, 增强开发人员的安全意识, 减少因编程错误而引发的漏洞。

5 结束语

本文通过构造 C 语言程序代码, 详细阐述了本地缓冲区溢出的工作原理, 并提出了针对缓冲区溢出漏洞的有效防御措施。这些措施为系统管理员提供了应对这一类计算机安全威胁的方向。未来, 将在缓冲区溢出防御技术上开展更多的研究, 并期待更多研究者深入探索缓冲区溢出的防御策略, 以共同推动相关学科和领域的进步与繁荣。

参考文献:

- [1] 刘化君. 网络空间安全[M]. 北京: 电子工业出版社, 2023.
- [2] 网络安全技术联盟. 网络安全与攻防入门很轻松[M]. 北京: 清华大学出版社, 2023.
- [3] 刘远生. 计算机网络安全[M]. 北京: 清华大学出版社, 2018.
- [4] 邵思豪. 缓冲区溢出检测技术综述[J]. 信息安全研究, 2023, 9(12): 1180-1189.

作者简介:

张超生(1973—), 硕士, 工程师, 研究方向: 网络信息安全, E-mail: 369802217@qq.com.