

Typical Malfunction and Maintenance of Medical Electron Linear Accelerator Electron Gun

Lemin He*, Fengtan Han, Yunxi Cao, Xiaotao Cai, Liting Shi

Taishan Medical University, Taian Shandong
Email: *helemin@163.com

Received: Sep. 5th, 2018; accepted: Sep. 23rd, 2018; published: Sep. 30th, 2018

Abstract

The electron gun is the core component of the medical electron linear accelerator. Based on the actual work, this paper systematically analyzes the typical fault according to the structure and working principle of the electron gun, and puts forward the fault analysis ideas and maintenance precautions of the electron gun, which is the working life of the electron gun. Improvement provides the basis.

Keywords

Accelerator, Electron Gun, Malfunction, Maintenance

医用电子直线加速器电子枪的典型故障与维护

何乐民*, 韩丰谈, 曹允希, 蔡小涛, 石丽婷

泰山医学院, 山东 泰安
Email: *helemin@163.com

收稿日期: 2018年9月5日; 录用日期: 2018年9月23日; 发布日期: 2018年9月30日

摘要

电子枪是医用电子直线加速器的核心部件, 本文结合实际工作, 根据电子枪的结构和工作原理, 对其典型故障进行分析, 提出故障分析思路和维护注意事项, 为电子枪的使用寿命提供依据。
*通讯作者。

文章引用: 何乐民, 韩丰谈, 曹允希, 蔡小涛, 石丽婷. 医用电子直线加速器电子枪的典型故障与维护[J]. 仪器与设备, 2018, 6(3): 118-122. DOI: 10.12677/iae.2018.63018

型故障进行了系统的分析, 提出了电子枪的故障分析思路和维护注意事项, 为电子枪工作寿命的提高提供了依据。

关键词

加速器, 电子枪, 故障, 维护

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 背景

电子枪的主要作用是产生电子并将电子束适时注入加速管内进行加速, 因此, 加速管的使用寿命直接受到电子枪寿命的制约。电子枪的寿命主要取决于它的阴极, 因此要使用好加速器, 就必须充分了解电子枪及其阴极结构, 掌握电子枪的应用与维护[1]。在加速器中, 电子枪和加速管的相对位置如图 1 所示。

所有的电子枪均由电子发射极(阴极)、电子注形状的限制极(聚焦极)和电子的加速引出极(阳极)三部分组成。具体类型分为二极枪(图 2)和三极枪(图 3)或栅控枪。

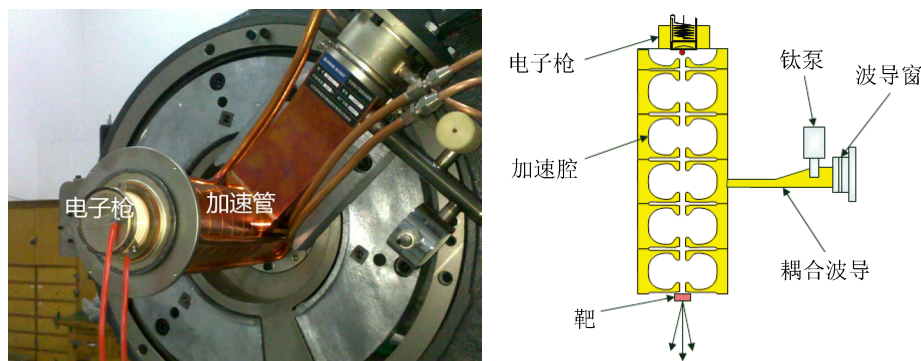


Figure 1. Relative position of the electron gun and the accelerating tube

图 1. 电子枪和加速管的相对位置

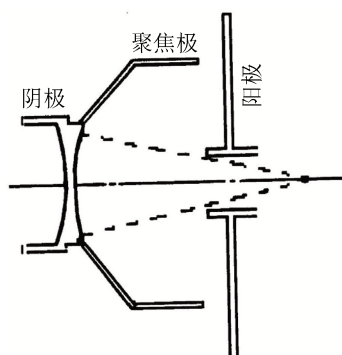


Figure 2. Two-pole gun structure principle

图 2. 二极枪结构原理

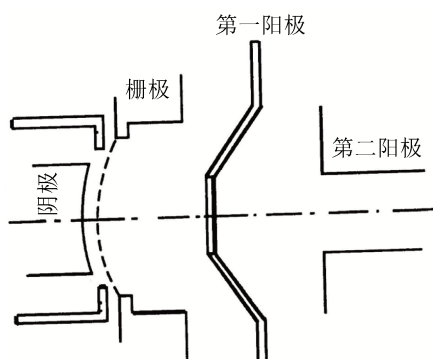


Figure 3. Three-pole gun structure principle
图 3. 三极枪结构原理

加速管工作中需要电子枪注入具有一定的能量, 一定的流强、束流直径和发散角的电子束。因此, 对电子枪的基本性能有如下要求: ① 有足够的耐压强度; ② 有足够的发射能力; ③ 有准确的电子束径与发射角; ④ 有简单的结构, 易于安装并耐用[2]。

2. 典型故障分析

故障现象: 加速器剂量率不稳定或偏低

故障分析: 根据加速器的工作原理, 造成加速器剂量率不稳定或偏低的原因很多, 具体分析总结如图 4 所示。

从图 4 可以看出, 造成加速器剂量率不稳定的主要原因包括: ① 加速管本身; ② 微波系统; ③ 电子枪。可见电子枪的故障是造成这一故障的主要原因之一, 而结合电子枪的结构原理, 在接下来的故障检修中就要重点检查电子枪的灯丝电源、阴极灯丝本身和阴极高压等方面的故障。只有这样才能将故障范围逐步缩小, 最终确定故障点并解决。

故障总结: 由此故障可以看出, 电子枪能否稳定放射电子对加速器的正常工作至关重要, 因此在实际工作中要密切关注电子枪的工作稳定性, 并且要定期维护, 尽量延长电子枪的工作寿命。

3. 应用与维护

在一些文献中已经强调过电子枪在应用过程中的存放、排气、阴极的分解、激活等相关问题, 实际工作中要参考实施, 确保做到正确合理的使用[3]。除此之外, 还应注意以下两点。

3.1. 阴极灯丝功率与阴极发射电流的关系

阴极灯丝功率与阴极发射电流的关系如图 5 所示, 因此, 从这一方面来看, 电子枪工作中应注意: ① $W_f < W_{f0}$, 对阴极发射电子不利; ② $W_f > W_{f0}$, 对阴极发射电子几乎无贡献; ③ W_f 越高, 灯丝寿命越短; ④ 厂家提供给用户加速管的灯丝功率 W 值; 用户自己也可以做实验找到此工作点; ⑤ 维护人员要时时保证此最佳工作点; ⑥ 有些机器在指标允许的情况下可以适当降低 W_f 值, 延长加速管的寿命。

3.2. 操作注意事项

电子枪的使用应特别注意以下几点:

- ① 要注意清洁和干燥, 定期进行除尘维护, 保持干燥, 防止耐压性能下降;
- ② 应注意枪体的清洁, 否则不仅影响发射性能, 而且还会对后面的加速管有影响, 虽然灯丝一般已经经过高温烧氢净化处理, 但暴露大气后应好好保存;

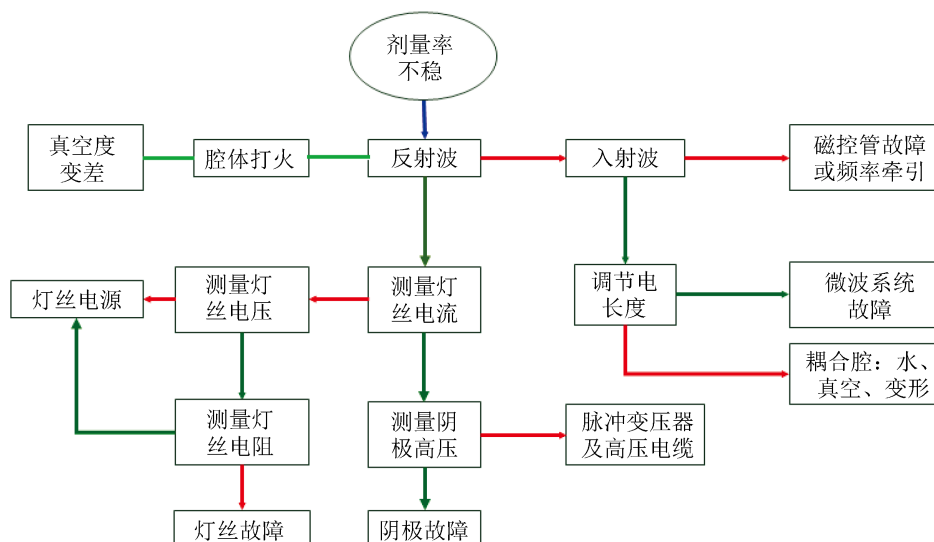


Figure 4. Failure analysis of accelerator dose rate instability

图 4. 加速器剂量率不稳的故障分析

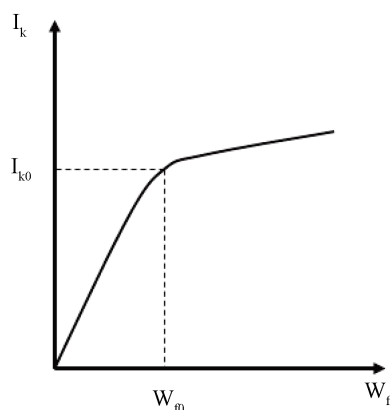


Figure 5. Relationship between cathode filament power and cathode emission current

图 5. 阴极灯丝功率与阴极发射电流的关系

③ 要保证足够高的真空度，一般真空度应在 $0.133 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ (10^{-5} 托)以上，同时，新灯丝加热也要采用逐步升压的方式进行训练，从而提高真空度；

④ 如需更换灯丝，要保证灯丝的位置准确合理，防止工作中的变形；

⑤ 要时刻注意灯丝加热电压和灯丝电流的大小，防止灯丝短路[4]。

4. 结语

在医用电子直线加速器中，电子枪虽然属于一个极小的部件，但其功能作用和运行状态却至关重要。为了使加速器稳定而准确地工作，电子枪的应用与维护必须重视起来。通过本文对电子枪相关典型故障的分析与维护研究，为电子枪的操作维护提供了参考依据。

基金项目

山东省自然科学基金(ZR2014HM072)，山东省高等学校科技计划项目(J13LL51)，泰安市科技发展计划项目(20123061)。

参考文献

- [1] 亢锐等. 简述医用直线加速器的结构与故障维护[J]. 计量与测试技术, 2015(12): 71-75.
- [2] 顾本广. 医用加速器[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 205-237.
- [3] 莫纯昌. 电真空工艺[M]. 北京: 国防工业出版社, 1980.
- [4] 程杭. 西门子 PRIMUS 医用直线加速器电子线剂量率故障检修[J]. 中国医疗器械信息, 2016(16): 110-113.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2332-6980, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: iae@hanspub.org