

基于电路联动的X线机模拟操作装置研究

刘燕茹,郑艳芬,史晓霞,石继飞
包头医学院医学技术学院,内蒙古 包头 014040

【摘要】针对医学影像学 and 医学影像技术专业学生在步入工作岗位之前对X线机操作流程不熟悉,对X线机常规维修问题知之甚少等现状,设计了一种基于电路联动的X线机模拟操作装置,该装置以低廉的成本、较高的安全性能、无电离辐射等特点解决了以下实际问题:(1)通过该实验装置使无法接触到X线机的学生熟悉X线机透视/点片或摄影操作的基本流程,熟悉在透视/点片以及摄影操作过程中各个单元电路的作用、相互联系、工作原理以及各个关键继电器的工作状态;(2)通过故障点的设计,为学生日后从事X线机维修或操作工作打下坚实的基础。

【关键词】X线机;摄影;透视;点片;电路联动

【中图分类号】R197.39

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2016)06-0614-05

X-ray machine simulation operation devices based on linkage circuit

LIU Yan-ru, ZHENG Yan-fen, SHI Xiao-xia, SHI Ji-fei
College of Medical Technology, Baotou Medical College, Baotou 014040, China

Abstract: Based on the fact that students majoring in medical imaging and medical imaging technology are not familiar with the X-ray machine operation flow and maintenance before they enter the job position, a X-ray machine simulation operation devices based on linkage circuit was designed to solve the practical problems in condition of low cost, high safety performance, no ionizing radiation characteristics. Firstly, the device provided an opportunity for students who can't contact with X-ray machine to be familiar with the basic operation flow of radiography and fluoroscopy/spot, the function, connection and operating principle of each unit circuit, the working state of the key relay in the operation flow of radiography and fluoroscopy/spot. The design of fault points provided solid foundation for students to do the work such as X-ray machine maintenance or X-ray machine operation.

Key words: X-ray machine; radiography; fluoroscopy; spot; linkage circuits

前言

X线发现伊始即用于临床医学,随后各种X线设备相继问世。X线机的两大主要功能即摄影和透视,医生利用X线光片进行诊断。目前,各大医学类高校都成立了医学影像学或医学影像技术专业,该类专业主要课程有医学影像检查技术学、医学影像设备学、医学影像诊断学,其办学的终极目标是培养医学影像诊断师或医学影像设备操作技师。但是,医学影像设备体积庞大、价格昂贵,少则几万,多则几百万甚至上千万,受到经济和场地的限制,很多高校医学影像实验中心存在实验设备配备不全的问题,学校即使开设了影像检查技术学、医学影像设备

学,但很多医学影像学或医学影像技术的学生在实习之前基本没有接触过X线机,不熟悉X线机的操作流程,对X线机常见问题的维修更是知之甚少^[1]。按照专业设置与课程设置,医学影像学 and 医学影像技术专业的学生都必须去医院实习半年到一年,但医院设备的数量少、设备价格高,以及设备任务繁重等现状,使学生们在实习期间接触X线设备的机会也是少之甚少。另外,由于高校X线机实验设备配备不全,导致了医学影像学专业或医学影像技术专业的部分课程实验教学与理论教学结合困难^[2-3]。

为解决在教学中遇到的以上几个问题,借鉴参考文献[4-6],笔者设计了一种简易的基于电路联动的X线机模拟操作装置,该X线机虽然价格低廉,但具备如下特点:模拟真X线机相应功能(摄影或透视)的操作流程,并显示透视/点片以及摄影操作过程中各个单元电路的作用、相互联系、工作原理以及各个

【收稿日期】2016-02-20

【作者简介】刘燕茹(1982-),硕士,讲师,研究方向:医学影像技术,E-mail: liumin_1009@126.com

关键继电器的工作状态;方便对X线机常见故障进行简单诊断与维修;另外该实验装置避免了高kV和X线的电离辐射给师生带来的潜在安全隐患,保护了师生的人生安全。

1 基于电路联动的模拟X线机功能

该电路联动的X线机模拟操作装置主要模拟了利用X线机进行透视/点片和摄影时的操作方法(或流程);并显示与每一步操作所对应的关键电路以及关键继电器的工作状态;同时,对X线机常见故障点设置了测试点方便故障的排查。

1.1 基于电路联动的X线机透视/点片操作与故障排查

基于电路联动的X线机透视/点片操作与故障排查模拟主要有以下几个功能^[7]:(1)模拟了利用X线机进行透视/点片的操作流程,并利用发光二极管显示X线机透视/点片时各单元电路之间工作的先后关系,以及各主要继电器工作的先后次序;(2)通过故障点和测试点的设计,模拟了X线机透视/点片过程中常见故障的检测和维修。

1.2 基于电路联动的X线机摄影操作与故障排查

基于电路联动的X线机摄影操作与故障排查模拟主要有以下几个功能:(1)模拟X线机摄影过程中管电流、管电压,曝光参数调节;(2)模拟利用X线机进行摄影的操作流程,并利用发光二极管显示X线机摄影操作时各单元电路之间工作的先后关系,以及各主要继电器工作的先后次序;(3)通过故障点和测试点的设计,模拟了X线机摄影过程中常见故障的检测和维修。

另外,为了避免高kV和X线可能给师生带来安全隐患,基于电路联动的模拟X线机用模拟X线管代替了真正的X线管,用低电压代替了产生X线所必需的高kV的管电压。

2 X线机操作与电路联动实验箱的设计

为实现上述功能,该电路联动的X线机模拟操作装置包含有外壳,外壳外面有模拟X线球管,各关键电路的简化电路图,关键继电器以及关键测试点;外壳内集成有电源电路、控制电路、容量保护电路、旋转阳极启动电路、旋转阳极延时保护电路、灯丝加热初级电路、高压初级电路、高压次级电路、点片/透视和摄影限时电路。其中电源电路分别与控制电路、旋转阳极启动电路、旋转阳极延时保护电路、容量保护电路、灯丝加热初级电路、高压初级电路和限时电路连接以提供电源,控制电路分别与容量保护电路、旋转阳极启动电路、旋转阳极延时保护电路、灯丝加热初级电路、高压初级电路和限时电路连接以实现控制,所述旋转阳极启动电路和灯丝加热初级电路分别与旋转阳极延时保护电路连接,所述高压初级电路和灯丝加热初级电路分别与高压次级电路连接^[8-10]。该X线机模拟操作装置在摄影或点片/透视时电路之间的调用关系以及关键继电器工作状态如下:

2.1 基于电路联动的X线机摄影操作模拟设计

(1)按下摄影开关 K_1 (图1),模拟X线机电源电路接通,自耦变压器获得220 V电压并为后续各个单元电路提供电源,灯丝加热电路中小焦点灯丝变压器得电,灯丝处于微温状态(图2)。

(2)设定摄影参数管电流、管电压、曝光时间。当参数设置完成后,容量保护电路开始工作,当 $\text{mA} \cdot \text{kV} \cdot \text{s} < \text{X线管容量标准值}$,图1电路中继电器 JC_5 的得电回路中继电器 J_3 的常闭触点得电,为灯丝升温,旋转阳极启动做好准备。

(3)如果上述第二步中参数设置满足X线管容量标准值时,按下图1电路中开关 K_2 (相当于摄影操作的手闸一挡),继电器 JC_8 得电,继而 JC_5 得电,大焦点灯丝变压器和旋转阳极启动电路得电,同时灯丝加热电路根据设定的mA值确定mA值并选择电阻(图

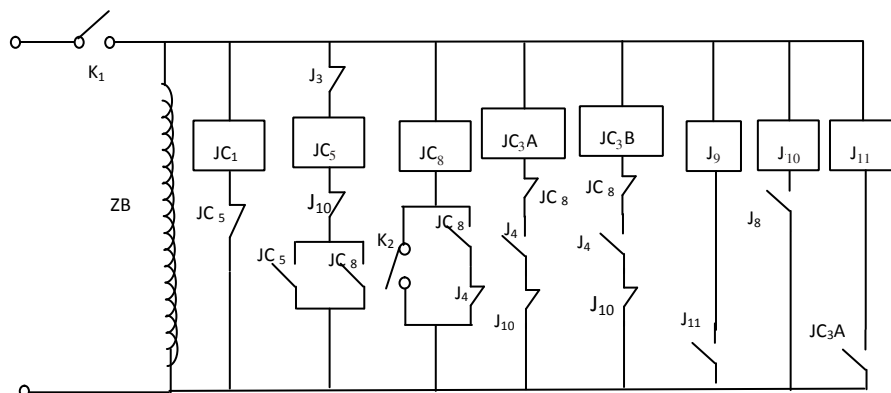


图1 摄影电源电路、控制电路

Fig.1 Power and control circuit of radiography

最后,再次按下开关 K_1 时电源电路断开,自耦变压器失电,灯丝加热电路失电,模拟X线机关机。

2.2 基于电路联动的X线机点片透视/点片操作模拟设计

(1)按下透视开关 K_1 (图5)。模拟X线机电源电路接通,自耦变压器获得220 V电压并为后续各个单元电路提供电源。

(2)按下开关 K_3 (相当于按下手闸或是踩下脚闸), JC_1 继电器得电,灯丝加热电路中的小灯泡 DP_1 (对应小焦点灯丝)亮(图2),高压初级电路得电,同时高压次级电路也得电,透视开始;再次按下开关 K_3 (松开手闸或放开脚闸)时,停止透视。

(3)当透视过程中需要点片时,按下开关 K_2 (图5)。相当于拉动点片架,灯丝加热电路中小灯泡 DP_2 (对应大焦点灯丝)得电(图2)、旋转阳极启动电路、旋转阳极延时与保护电路得电,为点片摄影做准备,其中旋转阳极延时与保护电路(图3)工作原理及关键继电器工作状态与“基于电路联动的X线

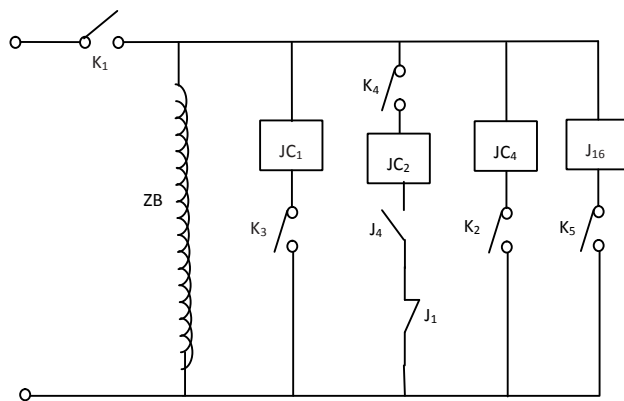


图5 透视/点片电源、控制电路

Fig.5 Power and control circuit of fluoroscopy/spot

机摄影操作模拟设计”中的步骤(3)相同。

(4)按下开关 K_4 时(相当于点片架到位),曝光开始,同时点片摄影限时电路开始工作;到了预设的曝光时间,图6的点片限时电路中的继电器 J_1 得电,其常闭触点切断 JC_2 (图1)的得电通路的通路,点片摄影结束。

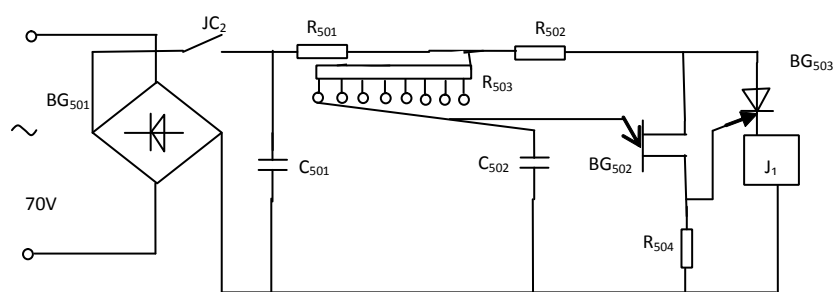


图6 点片限时电路

Fig.6 Time limit circuit of spot

最后按下开关 K_1 时电源电路断开,自耦变压器失电,模拟X线机关机。

3 总结

针对医学影像学和医学影像技术专业的学生在步入工作岗位之前对X线机的操作流程不熟悉,对X线机常规问题的维修知之甚少以及该专业的部分课程理论与实践课程结合困难的现状,笔者设计了一种基于电路联动的X线机模拟装置,该X线机装置以低廉的成本、较高的安全性能、无电离辐射的特点解决了如下实际问题:

(1)通过该实验装置使无法接触到X线机的学生对X线机的操作有一直观的认识,并熟悉X线机透视/点片或摄影操作的基本流程,熟悉在透视/点片以及摄影操作过程中个单元电路的作用、相互联系、工作原理以及各个关键继电器的工作状态;(2)通过故

障点的设计,为学生以后从事X线机维修或X线机操作工作打下坚实的基础。

【参考文献】

- [1] 韩丰谈,朱险峰. 医学影像设备安装与维修[M]. 北京:人民卫生出版社,2007:136-146.
HAN F T, ZHU X F. Installation and maintenance of medical imaging equipment [M]. Beijing: People's Medical Publishing, 2007: 136-146.
- [2] 齐现英,鲁文,韩丰谈. X线机设备学项目驱动式教学模式探索[J]. 中国医疗设备,2012,27(10):131-133.
QI X Y, LU W, HAN F T. Research of project-driven teaching model in the course of X-ray machine[J]. China Medical Equipment, 2012, 27(10): 131-133.
- [3] 赵海涛,陆军,朱霆,等.《医学影像设备学》教学体会[J]. 医疗卫生装备,2008,29(10):354-355.
ZHAO H T, LU J, ZHU T, et al. Reflections on teaching of medical imaging equipment science [J]. China Medical Equipment, 2008, 29(10): 354-355.
- [4] 齐现英,刘慧琴,韩丰谈,等. 基于通信模式的虚拟程控X线机的

- 设计与实现[J]. 中国医学物理学杂志, 2005, 26(3): 1213-1215.
- QI X Y, LIU H Q, HAN F T, et al. Design and implementation of virtual programmable X-ray machine based on communication mode [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2005, 26(3): 1213-1215.
- [5] 齐现英, 鲁文, 韩丰谈. 虚拟仿真教学在医学影像设备学教学中的研究与应用[J]. 中国医学物理学杂志, 2012, 29(1): 3208-3210.
- QI X Y, LU W, HAN F T. Research and application of virtual simulation teaching in teaching of medical imaging equipment [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2012, 29(1): 3208-3210.
- [6] 齐现英, 付海鸿, 鲁雯. 基于WT588D的高频X线机智能语音提示系统设计[J]. 中国医学物理学杂志, 2012, 29(3): 3397-3400.
- QI X Y, FU H H, LU W. Design of intelligent voice prompt system of high frequency X-ray machine based on WT588D [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2012, 29(3): 3397-3400.
- [7] 刘燕茹, 石继飞, 史晓霞, 等. 一种X线机单元电路实验箱设计——基于电路联动的点片、透视模拟操作[J]. 物理通报, 2016 (2): 68-70.
- LIU Y R, SHI J F, SHI X X, et al. A design of unit circuit experiment box in X-ray machine ——fluoroscopy and spot film based on linkage circuits[J]. Physics Bulletin, 2016(2): 68-70.
- [8] 石继飞, 王毅迪, 曹允希. 医学影像设备实训与考核[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2014: 111-114.
- SHI J F, WANG Y D, CAO Y X. Training and assessment of medical imaging equipment [M]. Zhengzhou: Zhengzhou University Publishing, 2014: 111-114.
- [9] 徐跃. 医学影像设备学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 70-156.
- XU Y. Medical imaging equipment [M]. Beijing: People's Medical Publishing, 2007: 70-156.
- [10] 韩丰谈, 朱险峰. 医学影像设备学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 111-130.
- HAN F T, ZHU X F. Medical imaging equipment [M]. Beijing: People's Medical Publishing, 2004: 111-130.
- (编辑: 薛泽玲)

(上接598页)

- 分割方法研究与实现[J]. 计算机应用与软件, 2013, 30(12): 81-86.
- LÜ X Q, MENG H H, REN X Y, et al. Research and implementation of three-dimensional region growing based brain MR image segmentation[J]. Computer Application and Software, 2013, 30(12): 81-86.
- [9] ZHDANOV I N, KAPLIEV N N, POTAPOV A S, et al. Geometrical normalization of three-dimensional biomedical images for efficient presentation and compression by means of octrees [J]. J Opt Tech, 2012, 79(11): 704-707.
- [10] KIM Y H, KO S L. Improvement of cutting simulation using the octree method[J]. Int J Adv Manuf Tech, 2006, 28(11-12): 1152-1160.
- [11] ZHANG J H, OWEN C B. Octree-based animated geometry compression[J]. Comput Graph-UK, 2007, 31(3): 463-479.
- [12] 邵正伟, 席平. 基于八叉树编码的点云数据精简方法[J]. 工程图学学报, 2010, 31(4): 73-76.
- SHAO Z W, XI P. Data reduction for point cloud using octree coding[J]. Journal of Engineering Graphics, 2010, 31(4): 73-76.
- [13] KAMMERL J, BLOWDOWN N, RUSUR B, et al. Real-time compression of point cloud streams[J]. IEEE Int Conf Robot Autom, 2012, 48: 778-785.
- [14] 闫帅, 邱崧, 刘锦高. 基于PCL的点云数据压缩研究[J]. 信息通信, 2015(4): 5-7.
- YAN S, QIU S, LIU J G. Point cloud data compression based on PCL[J]. Information and Communications, 2015(4): 5-7.
- [15] SALERNO A, ZEPPELELLI S, MAIO E D, et al. Novel 3D porous multi-phase composite scaffolds based on PCL, thermoplastic zein and ha prepared via supercritical CO₂ foaming for bone regeneration[J]. Compos Sci Technol, 2010, 70(13): 1838-1846.
- [16] RUSUR B, COUSINS S. 3D is here: point cloud library (PCL) [J]. IEEE Int Conf Robot Autom, 2011, 47(10): 1-4.
- [17] 朱德海. 点云库PCL学习教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012: 1-6.
- ZHU D H. Learning guide for point cloud PCL [M]. Beijing: Beihang University Press, 2012: 1-6.
- [18] 黄玉峰, 黄远亮, 牛茂, 等. 计算机辅助种植义耳手术规划的研究[J]. 生物医学工程学杂志, 2009, 26(4): 706-710.
- HUANG Y F, HUANG Y L, NIU M, et al. Computer-aided surgery planning for implantation of artificial ear[J]. Journal of Biomedical Engineering, 2009, 26(4): 706-710.
- (编辑: 陈丽霞)