

新型数字减影血管造影设备床旁控制器的改进研究

田光美,张广达,郭颖,齐现英
泰山医学院放射学院,山东 泰安 271016

【摘要】数字减影血管造影设备(DSA)是介入手术的关键设备,但其床旁控制器与可编程控制器(PLC)之间的接口电路复杂,存在接线繁琐、安装调试周期长且难以维护维修等缺点。本文提出一种用触摸屏代替床旁控制器的新型控制方案。该方案利用触摸屏组态软件设计床旁控制器的操作命令,命令的发送通过PLC和触摸屏之间的以太网进行传递。新方案不但有效简化了原有接口电路,大大减少信号线的数量,而且使安装维修及功能扩展变得简单易行。

【关键词】数字减影血管造影;床旁控制器;可编程控制器;触摸屏

【中图分类号】R318.6

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2018)10-1193-04

Improvement of bedside controller of digital subtraction angiography device

TIAN Guangmei, ZHANG Guangda, GUO Ying, QI Xianying
College of Radiology, Taishan Medical University, Tai'an 271016, China

Abstract: The digital subtraction angiography (DSA) device is a key device in interventional surgery. But the interface circuits between bedside controller and programmable logic controller are complex. To overcome the disadvantages of the current control mode of DSA device, such as complicated wirings, long installation periods and being difficult to maintenance and repair, etc, a new scheme based on touch screen is proposed. In the new scheme, commands originally performed by the bedside controller are accomplished with the configuration software of touch screen, and are transmitted through the Ethernet between PLC and touch screen. The new scheme not only simplifies the original interface circuits effectively and reduces the number of signal lines greatly, but also makes the installation, maintenance and function expansion easier and more feasible.

Keywords: digital subtraction angiography; bedside controller; programmable logic controller; touch screen

前言

数字减影技术是一种通过对掩模像与充影像作减影操作,进而消除骨骼与软组织等背景影像而突出血管影像的摄影技术^[1-2]。数字减影血管造影设备(Digital Subtraction Angiography, DSA)将常规血管造影技术、大型X线机技术、计算机及图像处理技术相结合^[3-6],是介入手术的关键设备^[7-9]。

DSA设备的支架一般采用C形臂结构,X线管头和遮线器安装在C形臂的一端,影像增强器和摄像机则安装在C形臂的另一端。根据支架运动方式,DSA

设备可分为悬吊式C型臂和落地式C型臂两种^[10]。悬吊式C型臂支架的运动具有灵活性和多样性,最大优点就是检查过程中仅通过改变C型臂与导管床的相对距离和角度,即可获得合适的投照方位。CGO-3000型DSA设备属于悬吊式C型臂,其支架主要包括C形臂、L臂、天轨3部分,支架及导管床的运动受控于导管床旁边的床旁控制器。本文针对CGO-3000型DSA设备床旁控制器与可编程控制器(Programmable Logic Controller, PLC)之间的接口电路进行研究,针对其现有控制模式存在的不足给出一种基于触摸屏与PLC的改进方案。

1 DSA设备支架及导管床现有控制模式

DSA设备的控制系统主要包括X线影像系统、计算机图像处理系统、支架及导管床运动控制系统等3部分。其中支架及导管床运动控制系统的作用是使X线管、导管床、影像增强器等相互配合,以便在检查或手术过程中获得最佳的投照角度、方位和摄

【收稿日期】2018-07-18

【基金项目】国家级大学生创新创业训练计划项目(201610439079)

【作者简介】田光美,研究方向:生物医学工程,E-mail:zmb9228@163.com

【通信作者】齐现英,博士,副教授,从事数字医疗设备的教学与研究,
E-mail: qxy9228@163.com

影距离。由于支架及导管床的运动比较灵活,所以它是DSA控制系统中比较复杂的一部分。由于PLC不但具有功能强、抗干扰能力高等突出优点^[11-16],而且具有开关量控制功能及通信功能,因而被广泛地应用于工业控制领域^[17-18],DSA支架及导管床运动控制系统的核心即为PLC。运动命令由床旁控制器传递到PLC,然后再由PLC发出控制信号驱动相应执行部件。

DSA支架及导管床控制系统结构图如图1所示。由图1可见,作为控制系统的核心,PLC经接口电路及输入模块接收来自床旁控制器的命令,分析后输出运动控制信号到输出模块,经接口电路把命令传送给电机或变频器,进而驱动控制C形臂、L臂、导管床或影像

增强器运动的电机,使其按一定速度正传或反转。当支架或导管床达到规定角度或距离时,电机停止,从而完成摄影体位、投照距离或方位的调整。床旁控制器的操作命令主要包括以下几种。(1)L臂运动命令:L臂绕竖直轴的 $+90^\circ$ 及 -90° 运动,L臂水平方向的前进及后退运动;(2)C形臂运动命令:C形臂绕主轴方向的 $+120^\circ$ 及 -120° 运动,C形臂沿主轴方向的 $+45^\circ$ 及 -45° 运动;(3)影像增强运动命令:影像增强器的上升及下降运动;(4)导管床运动及锁止命令:导管床升降运动、纵向运动及锁止,当锁止命令被按下,导管床因锁止而不能进行纵向和横向运动;(5)限速器运动命令:限速器的照射野包括圆形视野和方形视野,对应运动包括视野增大和缩小。

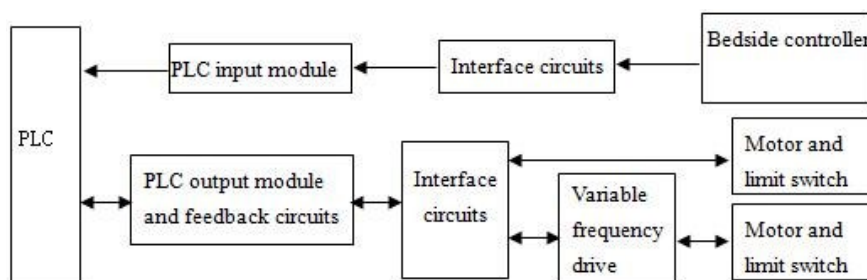


图1 支架及导管床控制系统结构图

Fig.1 Structure diagram of the frame and pipe bed control system

PLC: Programmable logic controller

按照图1所示控制方式,由于导管床、C形臂、L臂的运动方位较多,床旁控制器与PLC之间的命令传输线达50根之多,除此之外还有部分控制信号线。上述控制模式存在如下缺点:(1)控制逻辑简单,但接口电路复杂、接线繁琐;(2)床旁控制器与PLC之间接线过多,不但延长了安装调试周期,而且不便于维修;(3)受PLC输入输出接口数量限制,日后设备功能扩展受限。

2 改进后的系统结构

触摸屏作为一种较新的电脑输入设备,它是目前最方便、最自然的一种人机交互方式^[19]。作为人机交互界面设备,触摸屏的核心是组态软件。工程人员根据现场控制过程设计好组态程序后,操作人员即可对触摸屏画面上的按钮等进行操作,以实现现场自动化设备(如PLC)的控制。另外,触摸屏与PLC可直接通过以太网接口相连,因此两者的通讯具有连接简便、交互性好、可靠性高、组态简单等优点^[20]。利用PLC和触摸屏的以太网通讯对床旁控制器控制模式进行改进,将会简化命令操作及传送电路。

为克服图1所示控制方式的缺点,本文提出基于触摸屏和PLC以太网通讯模式的改进方案,其系统结构如图2所示。用触摸屏替换原PLC输入模块、接口电路及床旁控制器3部分,而控制器内针对C形臂、L臂、影像增强器、限速器、导管床等的相关操作命令,直接利用触摸屏组态软件进行设计,实现控制器硬件电路的软件化。用一根以太网网线代替原PLC输入模块及接口电路,实现操作命令的网络化传送。需要发送操作命令时,只需按下触摸屏界面上相应命令按钮即可通过以太网将此命令发送到PLC内部继电器单元。PLC接收到命令后,按要求输出控制信号并发送到输出模块,经接口电路隔离后驱动对应电机做相应运动。这种新型控制模式不但取消了原有床旁控制器、接口电路、输入模块等硬件电路及大量信号线,而且触摸屏形象生动的操作界面使设备功能实现更加灵活和方便。所以,基于触摸屏和PLC以太网通讯控制模式的床旁控制器具有以下几个突出优点:(1)一根网线代替了原控制系统大量信号传输线;(2)接线简单,易于安装、调试、维修;(3)具有良好的扩展功能,将来系统增加新功能时无需另外设计硬件电路,直接从触摸屏组态软件上增加部分程序即可。

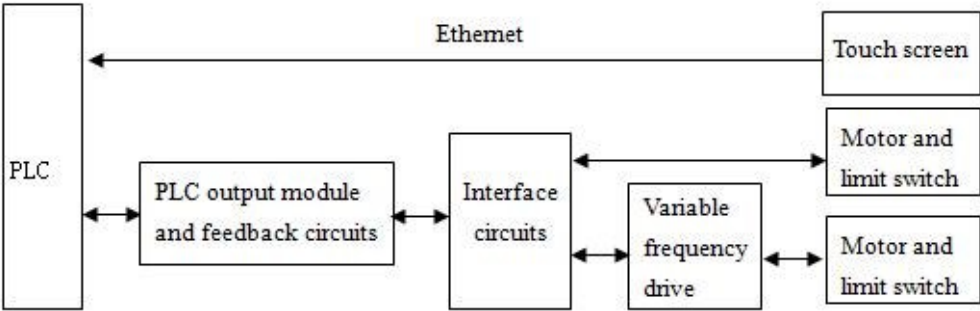


图2 通讯控制模式结构图

Fig.2 Schematic diagram of communication control mode

3 触摸屏操作界面设计

WinCC flexible是西门子公司工业全集成自动化的子产品,是一款面向机器自动化的触摸屏编辑软件。软件系统具有工具箱,它包含选择对象的选项,可将这些对象添加到操作界面完成相应功能,例如图形对象或操作员控制元素等。通过属性视图可编辑对象属性,完成对象颜色、字体等的设计;通过对象事件等的编程可控制和监视自动化设备。利用WinCC flexible设计床旁控制器命令的部分界面如图3所示。图3中设计了5个十字形开关,分别代表C形臂、影像增强器、限速器视野、L臂、导管床等的运动命令。每个十字形开关由4个方向组成,每个方向

代表支架部件的某个运动命令,例如:C形臂旋转十字开关4个方向命令依次为:C形臂-45°运动、+120°运动、+45°运动、-120°运动;另外,图3中还有6个单按钮命令,分别代表影像增强大视野、中视野、小视野及导管床锁止、上升、下降命令。当操作者按下界面上某个操作按钮时,按钮的按下事件被触发,执行按钮的SET事件,PLC内部继电器的某位被置为高电平,驱动支架部件向某一个方向运动。当操作者释放按钮时,按钮的释放事件被触发,执行按钮的RESET事件,PLC内部继电器的某位被置为低电平,支架部件停止运动。另外,PLC还可实现对伺服电机转向、转速和行程的监控^[11],以便使支架或床在合适的角度和位置停下来。

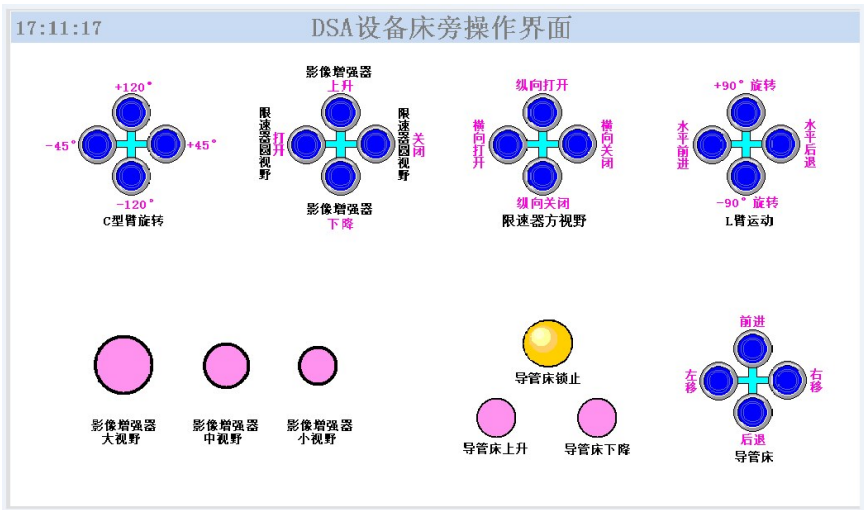


图3 DSA 触摸屏操作界面

Fig.3 Operation interface of DSA touch screen

DSA: Digital subtraction angiography

另外,PLC和触摸屏通讯时,需要首先设定PLC和触摸屏的IP地址,且务必保证两者在同一个地址范围内,例如图4中PLC和触摸屏IP地址的前面几位均为192.168.2,保证了同一个地址范围;IP地址的最后一位可任意设定,图4中触摸屏设为5,PLC设为

7。如此,即完成了PLC和触摸屏通讯地址的设置。

4 结束语

本文提出的基于触摸屏与PLC通讯模式的床旁控制器控制模式,不但简化了DSA设备支架及导管

图4 触摸屏PLC的IP地址设定

Fig.4 IP address setting of touch screen and PLC

床操作命令传输电路,而且使机器安装、维修、维护、功能扩展变得简单易行。该方案不但在DSA设备中具有重要的实际意义,而且对其它种类医学影像设备的人机接口控制也具有一定的参考价值。

【参考文献】

- [1] 康晓斌,王坤,鄢清.医用诊断数字减影血管造影体模研究及遥控装置设计[J].中国医疗设备,2017,32(12):44-48.
KANG X B, WANG K, YAN Q. Study of medical diagnostic digital subtraction angiography and design of remote control device[J]. China Medical Devices, 2017, 32(12): 44-48.
- [2] 钟承双.X线数字减影血管造影设备技术的应用性能[J].医疗装备,2016,29(20):33.
ZHONG C S. Application performance of X-ray digital subtraction angiography equipment[J]. Chinese Journal of Medical Device, 2016, 29(20): 33.
- [3] 石明国,韩丰谈.医学影像设备学[M].北京:人民卫生出版社,2016:152-154.
SHI M G, HAN F T. Medical image device science[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016: 152-154.
- [4] 韩丰谈.医学影像设备学[M].第4版.北京:人民卫生出版社,2016:112-114.
HAN F T. Medical image device science[M]. 4th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016: 112-114.
- [5] 张秀梅,李福星.DSA成像原理及影像质量控制[J].数理医药学杂志,2007,20(4):546.
ZHANG X M, LI F X. Imaging principle of DSA and control of picture quality[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2007, 20(4): 546.
- [6] 李传东,孙士龙,王玉丽.数字减影血管造影设备的校准及维护方法[J].中国医学装备,2015,12(7):54-56.
LI C D, SUN S L, WANG Y L. Research on calibration and maintenance of digital subtraction angiography[J]. China Medical Equipment, 2015, 12(7): 54-56.
- [7] 扈尚泽,胡益斌,姚绍卫.数字减影血管造影(DSA)系统性能测试探讨[J].计量技术,2008(4):39-41.
HU S Z, HU Y B, YAO S W. Study on the test of DSA function[J]. Measurement Technique, 2008(4): 39-41.
- [8] 廖火平.数字减影血管造影机的故障维修[J].医疗装备,2018,31(17):146-147.
LIAO H P. Repair of digital subtraction angiography equipment[J]. Chinese Journal of Medical Device, 2018, 31(17): 146-147.
- [9] 孙志丹,杨秀华,徐善才.数字减影血管造影设备的维护与维修[J].现代生物医学进展,2015,15(7):1350-1352.
SUN Z D, YANG X H, XU S C. Maintenance and repair for digital subtraction angiography[J]. Progress in Modern Biomedicine, 2015, 15(7): 1350-1352.
- [10] 韩丰谈,朱险峰.医学影像设备学[M].北京:人民卫生出版社,2004:22-23.
HAN F T, ZHU X F. Medical image device science[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2004: 22-23.
- [11] 王彬,郁琰.基于S7-300PLC与触摸屏的仓库温度控制系统[J].自动化应用,2018(2):46-51.
WANG B, YU Y. The warehouse temperature control system based on S7-300PLC and touch screen[J]. Automation Application, 2018(2): 46-51.
- [12] 刘少军,张思雨.基于PLC及触摸屏的隧道通风系统的设计[J].国外电子测量技术,2016(6):92-95.
LIU S J, ZHANG S Y. Design of tunnel ventilation system based on PLC and touch screen [J]. Foreign Electronic Measurement Technology, 2016(6): 92-95.
- [13] 陈琛.PLC和触摸屏组合控制系统的应用[J].自动化应用,2016(12):71-72.
CHEN C. Application of PLC and touch screen combined control system[J]. Automation Application, 2016(12): 71-72.
- [14] 刘靖雯.电气设备自动控制系统中PLC的应用与设计[J].自动化应用,2018(4):57-58.
LIU J W. Application and design of PLC in electrical equipment automatic control system[J]. Automation Application, 2018(4): 57-58.
- [15] 王莉莉,徐滕岗,朱建军.基于PLC和触摸屏的自动纸板折盒机控制系统[J].化工自动化及仪表,2018,45(4):269-272.
WANG L L, XU T G, ZHU J J. PLC and touch screen-based control system for automatic cardboard box folding machine[J]. Control and Instruments in Chemical Industry, 2018, 45(4): 269-272.
- [16] 安雅丽,牛小东,谢晓斌.基于S7-200PLC和SMARTLINE触摸屏的特性试验控制系统设计[J].机械研究与应用,2017,30(5):123-126.
AN Y L, NIU X D, XIE X B. Characteristic test control system based on the S7-200PLC and SMARTLINE touch screen[J]. Mechanical Research & Application, 2017, 30(5): 123-126.
- [17] 霍锦.PLC-300与触摸屏组合数据采集、控制系统[J].自动化应用,2018(3):35-36.
HUO J. Data acquisition and control system based on PLC-300 and touch screen[J]. Automation Application, 2018(3): 35-36.
- [18] 李强.基于PLC和触摸屏的机井控制系统设计[J].电工技术,2018(6):1-3.
LI Q. Design of control system of motor-pumped well based on PLC and touch screen[J]. Electric Engineering, 2018(6): 1-3.
- [19] 李瑞锋,郑振华.基于工业触摸屏的伺服电机控制系统研究[J].科技创新与应用,2016(16):76.
LI R F, ZHANG Z H. Research on servo motor control system based on industrial touch screen [J]. Technological Innovation and Application, 2016(16): 76.
- [20] 任云丽,来长胜.西门子触摸屏在过程监控中的应用[J].机械工程与自动化,2017(6):197-198.
REN Y L, LAI C S. Application of Siemens touch screen in process monitoring[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2017(6): 197-198.

(编辑:薛泽玲)