

数字减影血管造影系统机电分系统 构成原理与可靠性设计

田学光^{1,2} 常丰吉¹ 田兴志¹ 冯长有¹

(¹ 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130033)

(² 中国科学院研究生院, 北京 100039)

Structure and reliability design of digital subtraction
angiography machine - electron subsystem

TIAN Xue-guang^{1,2}, CHANG Feng-gi¹, TIAN Xing-zhi¹, FENG Chang-you¹

(¹ Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

(² Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

【摘要】数字减影血管造影系统是进行血管疾病诊断和介入治疗的先进的大型医疗设备,是图像诊断和医学治疗的结合产品,集医学、光学、机械学、电子学、计算机控制和图像处理等多种学科和技术于一体,是典型的光机电算一体化设备。详细介绍了其机电分系统的工作原理和构成,并指出研制中需要重点考虑的安全可靠性问题。

关键词: 数字减影血管造影(DSA); C型臂; 导管床

【Abstract】 Digital Subtraction Angiography System is the advanced large scale system for diagnosis and cure of blood vessel illness. It is a characteristic production that image diagnosis technique combines to medicine cure. It includes multiple technology. For example medicine, optics, mechanics, electronics, computer control, image manipulation technique etc. The article introduces the work principle and structure of digital subtraction angiography machine - electron subsystem and points out the important problems of safety and reliability in design.

Key words: DSA; C - Arm; Catheter bed

中图分类号: TH744 文献标识码: A

1 引言

数字减影血管造影主要应用于血管疾病的介入治疗。为了改变此设备依赖进口的局面,国内有关医疗设备公司合作研制出了大型高档的数字减影血管造影系统,使此医疗设备成功实现了国产化。

2 数字减影血管造影原理及系统组成

2.1 数字减影血管造影原理

DSA的基本原理是通过软导管将造影剂注射到感兴趣的血管部位,将注入造影剂前后拍摄的两帧X线图像经过数字化处理后送入到数字图像处理器,通过减影、增强和再成像过程除去非感兴趣器官造成的背景影像来获得清晰的纯血管影像,同时实时地显现血管影像随时间推移的动态变化状况。

2.2 数字减影血管造影系统组成和工作原理

数字减影血管造影系统主要由机电系统(C型臂系统和导管床系统)、X线发生接受系统、图像采集系统、控制系统、计算机系统、图像处理系统和图像显示储存系统等部分组成,其构成关系如图1所示。

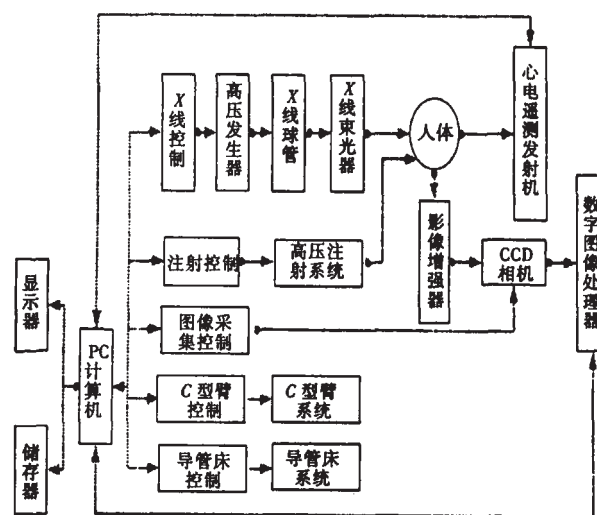


图1 数字减影血管造影系统构成框图

Fig. 1 the structure diagram of digital subtraction angiography system

系统的工作原理是:(以时间减影法为例)患者躺在导管床上,C臂和导管床控制器控制C臂和导管床的运动,使球管和影

像增强器对准人体被检查部位。在没注入造影剂前,高压发生器使 X 球管发出的 X 射线穿透人体被检查部位,影像增强器使透过人体被检查部位的 X 射线增强,再利用高分辨率的 CCD 相机将增强后的图像做行列扫描,形成像素组成的视频图像,然后储存起来,得到未注入造影剂的图像。然后启动注射控制,控制高压注射器注入造影剂,和前面一样操作得到注入造影剂的图像并储存起来,然后把注入造影剂和未注入造影剂的图像通过数字图像处理器处理,送入计算机显示和储存起来。这样骨骼和软组织的影像被消除仅留下含造影剂的血管图像。

3 数字减影血管造影系统机电分系统组成

在大型数字减影血管造影系统中,机电系统是关键分系统之一,此部分主要包括 C 型臂机械系统、导管床机械系统、C 型臂运动控制系统和导管床运动控制系统。

3.1 C 型臂机械系统结构及组成

C 型臂机械系统构成如图 2 所示,由 L 轴系统、P 轴系统、C 轴系统、Z 轴系统构成。L 轴系统分为四级减速传动,即蜗轮蜗杆传动、同步带 I 传动、同步带 II 传动、链传动;P 轴系统分为三级减速传动,即蜗轮蜗杆传动、链 I 传动、链 II 传动;C 轴系统分三级减速传动,即蜗杆传动、链传动、同步带传动;Z 轴传动系统分三级减速传动,即多楔带传动、蜗轮蜗杆传动、链传动。

其中 L 轴系统是整个系统的基础,对上起支承 P 轴、C 轴、Z 轴的作用,对下与地基连接并实现绕 Z 轴 $\pm 90^\circ$ 的回转;P 轴系统用来连接 L 轴系统和 C 轴系统并带动 C 轴系统,使其绕 Y 轴作 $\pm 90^\circ$ 回转;C 轴系统中的 C 臂带动 Z 轴和球管、束光器、影像增强器绕 X 轴做 $\pm 45^\circ$ 回转,C 臂上连接 Z 轴系统,Z 轴系统沿 Z 轴带动影像增强器上下移动,从而实现对患者从不同角度和不同部位的 X 线透视成像。

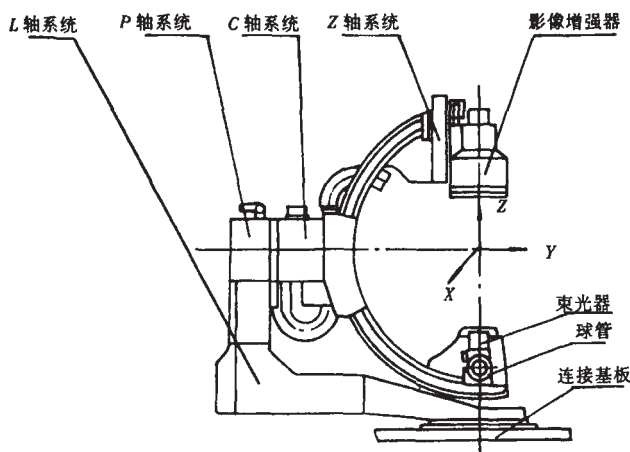


图 2 C 型臂机械系统构成图

Fig. 2 the structure diagram of C - Arm machine system

3.2 C 型臂和导管床控制系统原理

C 臂的 L 轴系统、P 轴系统、C 轴系统、Z 轴系统和导管床的升降系统和 XY 移动系统均采用如图 3 所示的控制方案,根据操作需要分为手动控制和自动控制,操作者即可以手动操作任意位置,又可以采用程序已经设定好的位置提高定位效率。图中虚线左下侧为手动控制部分原理图,右侧为自动控制部分原理图,采用电压调速控制交流伺服电机转速。手动控制通过

双向速率信号发生器调节电机转动方向和转速大小,自动控制通过 PLC 编程产生的速度信号调节电机的转动方向和转速大小,C 臂和导管床的位置由精密电位计检测出,通过 PLC 处理后由 LED 显示板显出,供操作者观察,如果位置超过了安全限定的范围就自动停止运动并报警。C 臂和导管床在极限位置装有限位开关作为检测装置,当运动到极限位置时,限位开关控制电机自动停止,但可以反向转动。

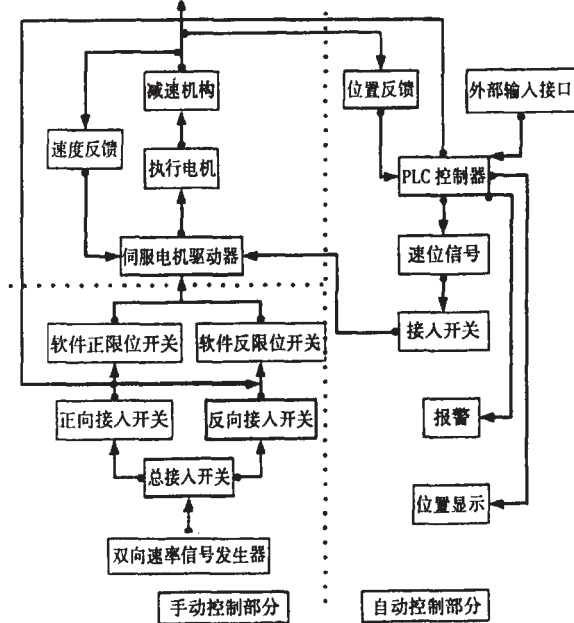


图 3 控制系统原理图

Fig. 3 the principle diagram of control system

4 机电分系统的安全设计

做为大型数字医疗设备,C 型臂系统和导管床系统(照片如图 5 所示)的设计中除了要考率满足使用功能需要和外形美观外,其安全性和可靠性最为重要,因为在设备的使用中接触的是医护人员和患者,特别是患者在治疗之中不能动,所以我们在设计中利用多种方式保证系统的安全可靠。

4.1 采用多重限位保护

C 臂的 L 轴系统、P 轴系统、C 轴系统、Z 轴系统,导管床的升降系统和 XY 移动系统的极限位置均装有行位开关、机械碰块,分别采用程序限位、开关限位及机械限位三级限位方式依次保护,提高安全性和可靠性。程序限位由程序给定任意位置为限定位置,程序限位作为第一级限位保护,当程序限位失灵时候,行位开关闭合,起到电限位的作用,最后一级有机机械挡块组成,构成机械限位。

4.2 在设计中采用自锁机构和冗余设计保证结构安全可靠

L 轴系统在电机突然断电时蜗轮蜗杆可以实现自锁,使 L 臂不能随意动。P 轴系统在电机突然断电时蜗轮蜗杆可以实现自锁,使 P 轴不能动随意动;为防止链非正常破坏,致使 P 轴系统失控,在两级链传动中,均采取防护措施。在链 I 传动中采用冗余设计,即强度设计上按单列链计算,实际采用双列传动,当一根链发生非正常破坏时,另一根链条仍可维持正常运动,不会使 P 轴系统运动失控;在链 II 传动中设置紧急限位机构,保证链条破坏时快速卡住链轮,使其处于锁住状态。C 轴系统在电机

基于概率神经网络的 CAPP 系统中零件表面加工方法选择的研究

姜莞西(石油大学 机电装备实习总厂,东营 257061)

Study of selection of processing method of component side based on PNN in CAPP system

JIANG Wan - xi (Mechanical and Electronic Equipment Factory for Practice

Teaching in the University of Petroleum ,Dongying 257061 ,China)

【摘要】零件表面加工方法的选择是 CAPP 系统的重要组成部分,利用概率神经网络以逐步分解的方式来实现零件表面加工方法的选择,并给出了网络的构造、训练和组织训练数据的方法。结果表明,利用人工神经网络可以很好地选择零件表面的加工方法,克服了 CAPP 专家系统存在的工艺知识获取“瓶颈”问题和“无穷递归”、“推理薄弱”等推理过程中出现的问题。

关键词: 人工神经网络;CAPP 系统;概率神经网络;零件表面的加工方法

【Abstract】 Selection of processing method of component side was an important constituent of CAPP system. The paper, taking the way accepted by Probabilistic Neural Network(PNN) and using the method of gradually resolution, brought about selection of processing method; provided construction, training of network; Organized training sample data. The experiment results proved that ANN could successfully solve selection of processing method of component side, and it could overcome difficulties in acquiring knowledge as well as shortcomings of endless recursion, weak in reasoning in CAPP system.

Key words: Artificial Neural Networks;CAPP system;Probabilistic Neural Network; Selection of processing method of component side

中图分类号:TH164 文献标识码:A

CAPP 系统是计算机辅助工艺规程设计系统的简称,它是机械加工工艺规程发展的必然趋势,是使机械制造业实现计算机集成化的桥梁和纽带。本文将概率神经网络运用到 CAPP 系统中,解决系统中知识获取、知识表示和并行推理等问题。

零件表面加工方法的选择是工艺规程设计系统的重要组成部分。零件表面加工方法的选择实际上就是先将零件表面分解为一些基本表面,诸如外圆、内孔等,每一类基本表面都有几

种相对固定的加工方法,再根据零件表面形状、材料、粗糙度、加工精度等条件具体确定加工该表面需要哪种加工方法^[1]。所以零件表面加工方法的选择本质上属于分类问题,即先将零件表面分解为一些基本表面类型再根据其它条件确定这些基本表面的加工方法。而概率神经网络主要用于解决分类问题^[2]。

1 零件表面加工方法的选择

基于概率神经网络的零件表面加工方法的选择是一个大规模神经网络的组织和学习问题。为了减小工作复杂性,减少

* 来稿日期:2006 - 04 - 26

突然断电蜗轮蜗杆可以实现自锁,使 C 轴不能随意动,链传动和同步带传动均采用冗余设计提高可靠性。Z 轴系统在电机突然断电蜗轮蜗杆可以实现自锁,使 Z 轴不能随意动,链传动采用冗余设计。导管床的升降系统在电机突然断电蜗轮蜗杆可以实现自锁,使导管床停在空中不动。

4.3 采用自动保护防撞装置

在束光器球管一侧和影像增强器另一侧分装有红外探测防撞安全保护装置。在接近物体 10cm 自动减速,在 1cm 时自动停止,在应用时候不至于碰到病人。

4.4 控制开关锁定和脚踏开关急停功能

只有按下总接入开关和正向或反向接入开关,操作者操作手柄才能使 C 型臂和导管床系统开始运动,防止操作者不小心

碰到手柄。当万一操作失误时候可以踩脚踏开关紧急停止。

5 结论

数字减影血管造影系统属于血管疾病诊断和介入治疗的关键设备,与国外同档次设备比较价格便宜,使得许多中等医院能购买的起。该设备的研制成功,使同内科、外科并列的三大诊疗技术的介入治疗得到普及和提高,促进了我国医学治疗诊断的发展。

参考文献

- 1 血管减影数字造影技术 余建明[M] 北京:人民军医出版社,1999.
- 2 史习敏,黎永明,精密机械设计[M] 上海:上海科学技术出版社,1987.
- 3 郑堤,机电一体化设计基础[M] 北京:机械工业出版社,2001.