

# 激光准直定位装置应用于手术室C型臂X线机的研究

王晓民, 杨 蕾, 贾汉泉, 刘延梅

(山东大学附属省立医院医学工程部, 济南 250014)

**[摘要]** 目的: 研制一款激光准直定位装置应用于手术室西门子ARCADIS Varic C型臂X线机。方法: 通过比较几种不同设计方案的优、缺点, 确定了最优设计方案, 并完成了装置的制作。采用2个由3节5号电池供电的一字形半导体激光器, 在平行于影像增强板的平面上形成十字形定位线, 实现中心定位; 电池置于开关控制盒内并固定在机架上; 供电线采用铝塑板、线扎及热熔胶等固定; 激光器部分与球管端的斜外缘塑料外壳相配合。结果: 此装置所形成的十字定位线距离影像增强板最高可达80 cm, 定位准确、操作方便, 很好地满足了临床诊断的需要。结论: 该激光准直定位装置大大减少了设备采购支出, 有望缩短X线照射检查时间, 减少患者和医务人员的长时间累积辐射剂量, 值得在其他C型臂X线机上推广使用。

**[关键词]** C型臂X线机; 激光; 定位

**[中国图书资料分类号]** TH774 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-8868(2012)05-0032-03

## Application of Laser Positioning Device to C Arm X-ray Machine in Operating Room

WANG Xiao-min, YANG Lei, JIA Han-quan, LIU Yan-mei

(Medical Engineering Department, Provincial Hospital Affiliated to Shandong University, Jinan 250014, China)

**Abstract Objective** To design a laser positioning device so as to apply on C arm X-ray machine of SIEMENS ARCADIS Varic in the operating room. **Methods** Several design schemes had been compared. The optimal design was then determined and made. Positioning line cross was formed on the plane paralleled to the image enhancement board using two semiconductor lasers supplied by three NO.5 batteries, so precise orientation of laser spot center was realized. The batteries were put in a switch box fixed on the chassis. The electric wire was held in place by aluminum plate, wire clip and hot-melt adhesive. Lasers matched the oblique outer edge of C arm X-ray machine perfectly. **Results** The maximal distance between the positioning line cross and the image enhancement board was 80 centimeters. The technical indicators, such as security, positioning accuracy and handiness, had been realized. And the clinical diagnosis demands had been met. **Conclusion** The device is cost-effective and reliable. The X-ray irradiation time can be reduced, and the accumulated radiation dose of patients and doctors can also be reduced. The device can be applied to other C arm X-ray machines in this way. [Chinese Medical Equipment Journal, 2012, 33(5): 32-34]

**Key words** C arm X-ray machine; laser; localization

## 1 引言

C型臂X线机可按各种特定临床手术体位, 满足不同手术的影像检查, 发挥影像诊断导向手术的主导作用, 在手术室中的应用日益增多<sup>[1]</sup>。而X线照射检查给患者及医务人员带来的辐射伤害也不能忽视。据 UNSCEAR(辐射效应科学委员会)估计, 医学诊断照射占人工辐射的95%以上, 约占人类受到总照射量的14%, 是最大的人工辐射源。若机体在较长时间内连续或间断受到X射线照射且达到一定剂量时, 组织中的细胞被电离辐射灭活, 会引起以造血组织损伤为主的放射性损伤, 甚至导致白血病、放射性白内障、皮肤癌等<sup>[2]</sup>。因此, 采取适当的防护措施减少患者及医务人员所受辐射尤为重要。目前, X线防护的基本方法主要有时间防护、距离防护、屏蔽防护<sup>[3]</sup>。研究表明, X射线剂量与透视和减影时间呈正相关, 随着透视和减影时间的增加, 患者及医务人员所接受的X射线量也明显增加<sup>[4]</sup>。C臂球管产生的X射线照射到患者待检查部位时会产生一定程度的散射,

而中间部分的光信号强度最大, 所形成的图像也最清晰。在其他条件不变的情况下, 迅速准确的定位可缩短照射时间, 提高检查的准确性, 减少患者及医务人员的辐射损伤。因此, 准直定位装置变得尤为重要。目前, 大多数C型臂X线机的准直定位装置都是选配模块, 市场价近10万元人民币, 价格昂贵。我院在某进口C型臂X线机基础上, 研制了一款激光准直定位装置。该装置造价在几千元人民币以内, 既满足了临床对定位的需求, 缩短了检查时间, 减少了患者及医务人员所受的辐射剂量, 又以其流线的造型与C型臂机体的斜外缘形成了良好的配合。研制本装置可为其他C型臂X线机提供借鉴。

## 2 国内外研究现状

激光问世于1960年, 它是一种受激辐射而强化的光, 具有单色性好、相干性好、方向性强及亮度高等普通光所不具备的特点。基于此, 激光被广泛用于医疗保健、军事、测量、仪器、设备、水平尺及激光标线仪等处, 其中激光在准直测量及指向中的应用是一个重要方面。目前, 激光准直在多管火箭炮管平行性测量<sup>[5]</sup>、水库倒垂孔双铝管垂直度检测等工业直接测量领域应用前景良好<sup>[6]</sup>。随着计算机技术的快速发展, 激光准直仪与数据处理系统相结合的大型激光准直系统应用更加广泛。文献[6]研制了一种用于长导轨直线度测量的准直系统, 该系统使



作者简介: 王晓民(1973—), 男, 博士研究生, 副主任医师, 主要从事生物医学工程、医学电子方面的研发与管理工作, E-mail: antwxm@163.com。

用WINCE5.0操作系统,通过 Embedded C++实现了相关算法。同时,激光器本身的性能也在不断改进。通过对导轨直线度误差的测量与计算<sup>[7]</sup>,表明干涉条纹的激光准直仪比普通光强型激光准直仪及偏振型激光准直仪具有更长的测量距离及更高的分辨力。近年来,半导体激光器因其波长的扩展、高功率激光阵列以及可兼容的光纤导光和激光能量参数微机控制的出现,成为发展极为迅速的一种激光装置<sup>[8]</sup>,如何解决半导体激光器激光束漂移等问题也是一个重要的研究方向<sup>[9]</sup>。

目前,直接利用激光器的准直定位功能,自行研制准直定位装置应用于C型臂X线机的研究较少。因此,本文针对我院西门子 ARCADIS Varic C型臂X线机自行设计激光准直定位装置。

### 3 准直定位装置的主要技术指标

该准直定位装置的主要技术指标包括:(1)所选取的激光波长是否安全可靠;(2)光束形状及激光头数量选取是否合理;(3)激光头的供电方式选择是否合理;(4)准直定位装置的固定方式是否牢固、便于操作;(5)激光头位置及角度的确定是否合理。

只有以上各项技术指标设计合理,才能保证激光束定位准确,满足临床诊断需要。

### 4 准直定位装置实现方案的比较与选择

针对准直定位装置的主要技术指标,对各种不同的实现方案进行比较、选择,从而达到综合设计的最优化。

#### 4.1 激光波长的选取

激光器所采用的激光波长应该能确保医务人员及患者的安全。国际上对激光有统一的分类和统一的安全警示标志,根据 IEC60825-1:2001 激光产品的辐射安全,激光器分为4类,要求严格管理。一类激光器对人是安全的,一般无须防护;二类激光器对人有较轻的伤害,三类以上的激光器对人有严重伤害。3B类激光器会对眼睛的视网膜造成严重伤害,而3A类激光标线仪由于激光束通过柱面镜散射成一条线,能量分散,相对安全<sup>[10]</sup>。例如,红光教学激光笔使用的半导体激光器波长为630 nm,功率为5 mW 计算机光驱激光头是波长在628~650 nm 的红光;激光温度计、夜视红激光采用的是635 nm 的红光,这个激光只起到瞄准的作用,波长为635~650 nm,一般为650 nm。因此,本准直定位装置激光头采用635 nm 的红激光。

#### 4.2 光束形状及激光头数量的选取

半导体激光器所发射的光线有点状和线状。点状光源用于指示某个确切的位置,如教学用的激光笔等。线状光源常用的有一字形和十字形,能起到辅助标线与定位作用,用途广泛。十字形可准确定位中心位置,且形成4个分区,便于进行定位,因此,一般C型臂X线机的激光定位都采用十字形光束。

实现十字形激光束有2种方案:(1)采用一个集成度高的十字形半导体激光器,但需要安装在球管部分的中心位置,会阻碍X线的发射,同时安装困难;(2)采用2个一字形半导体激光器在垂直于激光束的远场截面上形成十字形光斑,优点是便于在球管端固定,缺点是成本稍高,激光头固定位置的精确才能保证十字形光斑的垂直度。

综合比较,采用2个一字形激光器较为合理。针对 ARCADIS Varic,球管端呈楔形,2个激光器应分别固定在如图1所示的位置1、位置2处,并使光束在垂直于激光束的截面上相互垂直。

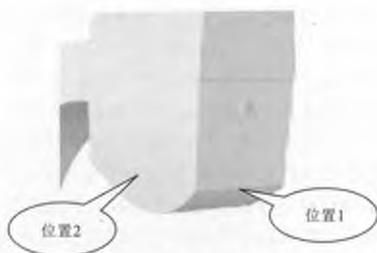


图1 球管端楔形外壳

#### 4.3 激光头供电方式的选择

半导体激光器的工作电压很低,一般在5 V以下,可采用3种供电方式:(1)用3节5号电池串联供电,不但电路连接简单,且长期使用费用低;(2)纽扣电池供电,虽然小巧轻便,但长期使用费用较高;(3)市电电源加适配器供电,通过电源适配器将220 V市电转换成5 V直流电供给激光头,其长期使用费用低,但线路繁杂,市电无法从机器上取得,从而限制了C型臂X线机的自由移动。

综合比较,采用3节5号电池串联给激光头供电且设置开关是一个较好的方案。

#### 4.4 准直定位装置的固定

新增的物件都应牢固固定,且不能破坏设备的完好性,同时要与C型臂X线机的斜外缘相配合。基于此,我们对新增物件进行如下固定:激光头用热熔胶固定于一个塑料块的槽中;塑料块固定于球管端塑料外壳上;充电电池置于市场购买的开关控制盒中;开关控制盒用502胶固定在机架上便于医务人员操作的位置;供电线沿C型臂的原配电缆线用线扎固定其上,后沿C型臂内侧用铝板条覆盖其下;铝板条用热熔胶固定于C型臂内侧。

#### 4.5 激光头位置及角度的确定

激光头发射的线激光在发射面上呈梯形形状,十字形定位激光束是2个线激光形成的梯形激光面相交形成的。从球管端到影像增强器端所形成的激光束投影是逐渐交汇的。在投影交汇截面A与影像增强器之间的部分才能使用激光十字形定位功能。为扩大激光准直定位装置的使用范围,需要增大激光头与中心线(影像增强板的中心垂直线)之间的角度,以便使两激光交汇面A的位置更加靠近球管端,如图2所示。

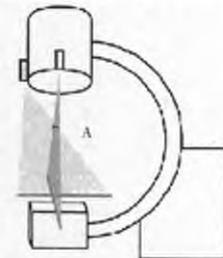


图2 十字形激光束定位效果

借助球管端楔形外壳的倾角可以使交汇面A距离影像增强器80 cm,可满足临床使用要求。故直接将固定激光头的塑料块用502胶固定于楔形外壳。

另外用开有1 mm槽的约1 cm<sup>2</sup>的黑色圆形铝塑片将激光束限制在必要的操作区域内,以免激光束过长,干扰正常工作。

### 5 准直定位装置最终设计方案

本激光准直定位装置采用2个一字形半导体激光器(使用635 nm 的红激光)在平行于影像增强板的平面上形成十字形定位线;调整激光头位置,使十字形交叉点正好处于影像增

强板中心与球管端中心的连线上;激光头用热熔胶固定于一个塑料块的槽中,用开有1 mm槽的约1 cm<sup>2</sup>的黑色圆形铝薄片将激光束限制在必要的操作区域内,所形成的十字定位线距离影像增强板最高可达80 cm;固定激光头的塑料块用502胶固定于球管端塑料外壳,并与球管端的斜外缘配合;采用3节5号电池给2个激光头供电,电池置于开关控制盒中,开关控制盒用502胶固定在机架上便于医务人员操作的位置;供电线沿C型臂的原配电缆线用线扎固定其上,后沿C型臂内侧用铝板条覆盖其下,铝板条用热熔胶固定于C型臂内侧。安装完成的整体外观,如图3所示。



图3 激光准直定位装置整体效果

### 6 临床使用验证

所设计的激光准直定位装置在本院手术室连续使用6个月,临床反映良好。其定位准确度高,一定程度上缩短了照射时间,减少患者及医务人员长时间的累积辐射剂量;装置固定牢固;开关操作方便;电池取放简单方便;整个装置的造型和颜色与C型臂匹配良好。

### 7 结语

本文设计了一款用于C型臂X线机的激光准直定位装置,

通过比较不同设计方案的优缺点确定了最终设计方案,并完成了装置的制作。临床使用效果良好,达到了准确定位、缩短照射检查时间、降低患者及医务人员长时间累积辐射剂量的目的。另外,此激光准直定位装置使用及维护方便,大大减少了医院的设备采购成本,且装置外形与C型臂X线机外缘相配合,是一个很好的技术创新,值得在其他C型臂X线机上进行类似推广。

### 【参考文献】

- [1] 洪惠民,陈东杰,林辉. C形臂X射线机辐射防护状态调查[J]. 中国辐射卫生,2006,15(1):42-43.
- [2] 朱卫萍,朱华勇,潘葵芬,等. C形臂X线机对手术室护士辐射剂量和防护措施的探讨[J]. 现代中西医结合杂志,2007,16(14):1986-1987.
- [3] 刘鹏程,杜端明,陈在中,等. 介入放射治疗中的立体防护研究[J]. 中国辐射卫生,2006,15(1):18-20.
- [4] 罗宽,张晖. 多管火箭炮炮管平行性测量系统[J]. 兵工自动化,2008,27(11):75-76.
- [5] 苏艳宇,张福利,胡雨泽. 闹德海水库倒垂孔垂直度的检测[J]. 中国科技信息,2010,21(19):54.
- [6] 王文丹,赵美蓉,付鲁华,等. 基于激光剪切干涉的长导轨直线度测量系统设计[J]. 传感器与微系统,2009,28(12):77-79.
- [7] 付鲁华,林玉池,周欣,等. 基于干涉条纹的激光准直仪的研究[J]. 传感器与微系统,2007,26(9):64-66.
- [8] 杨小燕,杨继庆. 半导体激光的医学应用[J]. 医疗卫生装备,2005,26(6):21-23.
- [9] 胡新和,杨博雄. 半导体激光准直仪及其激光束漂移补偿研究[J]. 光学与光电技术,2007,5(3):25-27.
- [10] 激光类测试产品的安全常识[EB/OL]. (2009-04-15)[2010-11-07]. <http://wenku.baidu.com/view/9126b2ec102de2bd96058811.html>. (收稿:2011-08-22 修回:2011-11-07)

(◀◀上接第29页◀◀)

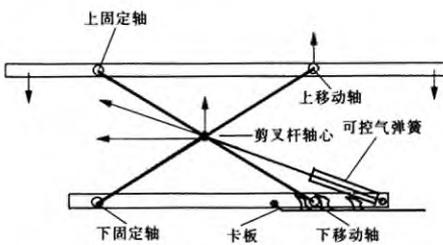


图5 采用可控气弹簧助力后升降床床面的受力图

便于安装,仅改变卡口2与卡口3的位置即可改变升床后的高度,可增加备用组合式卡口以适应不同的摄影床高度。上移动轴作用力点向固定轴方向改变后,床面下的空间进一步增大,为插入的无线数字DR成像板提供了更大的移动空间,做到一床多用,充分提高了产品的性价比。

### 3.2 临床应用对比

40名体质量低于80 kg的患者,采用新床搬运后,过床时间平均为23 s,比旧床快6 s,而且患者均感到床平稳、安全,心理恐惧感减轻;32名体质量高于80 kg的患者,采用新床搬运后,虽然操作者需要略用力向上搬抬,但与旧床相比,有2

根气弹簧助力后,较以前明显省力,过床时间平均为25 s,比旧式升降床快8 s,所有操作者均认为采用新床较旧床操作时更省力,提高了工作效率。

### 3.3 提高人性化服务理念

通过使用增强型X线摄影检查专用自锁式升降床,能够方便患者、节省人力,提高工作效率,防止在搬运患者过程中发生二次损伤,减轻患者恐惧的心理,对提高医疗服务人性化具有十分重要的意义。

### 【参考文献】

- [1] 陈凯. 影像检查专用自锁式升降床. 中国,201020572228.5[P]. 2010-10-22.
- [2] 张东煜,李树森,唐铎峰,等. 遥控气动可升降病床的设计[J]. 林业机械与木工设备,2004,32(8):19.
- [3] 姜生元,胡艳娟,李建永,等. 智能化多功能电动康复床的研制[J]. 机械设计,2008,25(5):61-62.
- [4] 胡名玺,高万玉,张彦军,等. 轻便型野战手术床结构设计与研究[J]. 机械设计与制造,2009(9):123-124.
- [5] 王子秀. “过床易”在临床的应用及改进[J]. 护理产品介绍及应用,2004,18(4):567.

(收稿:2011-10-10 修回:2011-12-20)