

# 基于光电传感器远程监控软件对各输液点的全程监控\*★

张 玉<sup>1</sup>, 陆小英<sup>2</sup>

## Remote monitoring software to monitor the whole infusion points based on photoelectric sensor

Zhang Yu<sup>1</sup>, Lu Xiao-ying<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teaching and Research Section of Automation, Department of Mechanical and Control Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China;  
<sup>2</sup>Department of Nursing, Changshai Hospital, Shanghai 200433, China

Zhang Yu★, Master, Lecturer, Teaching and Research Section of Automation, Department of Mechanical and Control Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China  
zhyuw@163.com

Lu Xiao-ying★, Master, Associate professor, Department of Nursing, Changshai Hospital, Shanghai 200433, China  
lxtytian@yahoo.com.cn

Zhuang Yu and Lu Xiao-ying equally contributed to this article.

Supported by: the Scientific Research Program of Guangxi Education Department in 2010, No. 201010LX201\*

Received: 2010-08-10  
Accepted: 2010-10-14

### Abstract

**BACKGROUND:** At present, manual monitoring on venous transfusion is commonly used, and medical personnel should check the monitoring to make sure the infusion speed is reasonable and whether the infusion is completed. If the medicine was not changed or the infusion was not stopped in time, the advantageous treatment time could be delayed or medical malpractice may happen, which affects the safety of patients.

**OBJECTIVE:** To propose an infusion monitoring system based on photoelectric sensor to prevent accidents and improve the efficiency of medical staff.

**METHODS:** The system uses chip AT89C51 as a control center, and the infusion circumstances are monitored by the photoelectric sensor. The wireless communication technology feedbacks the infusion of information to the host computer, so the medical personnel can control the infusion in the host computer by visualization software and cut the infusion when emergency happens.

**RESULTS AND CONCLUSION:** The system can monitor and adjust the infusion speed automatically, and monitor progressing of infusion, accompanied by automatic alarming. The medical personnel can monitor the whole points of all transfusion through remote monitoring software. Clinical application of this system can effectively ensure transfusion safety, reduce medical risks, greatly improve the quality of care, reduce the accompanying stress, and meet current needs for clinical transfusion. The system has practical values.

Zhang Y, Lu XY. Remote monitoring software to monitor the whole infusion points based on photoelectric sensor. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(52): 9812-9815. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**背景:** 目前对静脉输液的监控普遍采用人工方式, 医护人员要不定时的进行巡检, 以确定输液速度是否合理, 输液是否即将结束。如果没有及时换药或停止输液, 轻则延误患者的治疗, 重则发生严重医疗事故, 影响患者的生命安全。

**目的:** 为了避免意外情况发生以及合理提高医务人员的工作效率, 探寻一种安全的无人输液监控系统。

**方法:** 提出了以光电传感器为技术基础的输液监控系统, 该系统以单片机 AT89C51 为控制核心, 通过光电传感器检测输液的速度以及整个输液过程是否即将结束, 并采用无线通讯技术将各输液点的信息反馈给上位机, 医务人员可以在上位机通过可视化软件监控患者输液情况, 并可根据实际情况对输液进行应急切断。

**结果与结论:** 该系统具有输液速度实时监测和自动调整, 监控输液是否完成, 自动报警等功能, 医务人员可通过远程监控软件对各输液点进行全程监控。该系统的临床应用可有效确保输液安全, 降低医疗风险, 同时还可以显著提高医护质量, 减轻陪护人员的工作压力, 能够满足目前常规临床输液监护的需要, 具有一定的实际应用价值。

**关键词:** 光电传感器; 无线传输; 实时监控; 可视化软件; 步进电机; 输液

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.52.030

张玉, 陆小英基于. 光电传感器远程监控软件对各输液点的全程监控[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(52):9812-9815. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

静脉输液是现在医院中常用的治疗方式, 在输液治疗过程中, 需要根据药物和患者病情选择合适的静脉输液速度。

目前, 对静脉输液的监控普遍采用人工方式, 医护人员要不定时的进行巡检, 以确定输液速度是否合理, 输液是否即将结束。如果没有及时换药或拔针头, 将有可能出现空气进入血管内形成空气栓塞, 凝血堵塞针头等情况, 轻则延误治疗, 重则发生严重医疗事故, 影响患者的生命安全<sup>[1]</sup>。

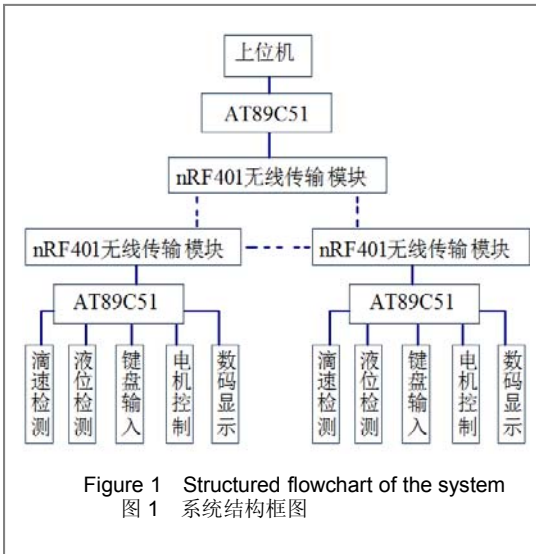
本文在总结国内外研究成果的基础上, 结

合医院的实际要求, 采取以单片机为控制核心, 结合光电检测技术、电机控制技术、无线通讯技术等提出了输液监测与控制系统的设计方案。系统包括电源模块、滴速检测与控制模块、输液液位超限报警模块、键盘及显示模块。通过对硬件电路的设计和软件编程设计, 实现了滴速的自动测量以及调整, 当输液即将结束时发出报警信号。该无人监控输液系统可以高效、安全、全面的监控整个病房患者的输液情况, 在医疗领域有广阔的应用前景。

## 1 系统总体框架

系统由上位PC主机、监控接收总站节点、

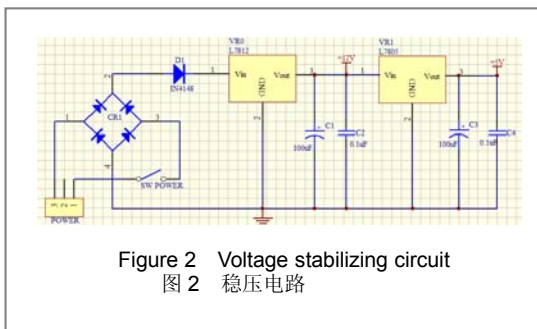
现场监控子节点等模块组成。通过无线传输模块将各监控子节点连接成一个分布式网络，系统结构见图1。



系统通过对射式红外发射、接收传感器完成输液是否即将结束以及输液滴速的采集，由单片机AT89C51为核心组成的现场监控子站完成对采集数据的分析与处理。按照设定值要求实时控制步进电机以保证滴液速度，若瓶内液位低于设定值时，自动启动报警，提示医护人员换药或拔针。各监控现场控制器通过无线传输芯片nRF401实现与控制总站的数据通信，控制总站核心控制器AT89C51与上位机通过USB接口连接。上位机采用普通PC机，医务人员通过可视化软件可以实时监控整个病房的输液情况，负责进行整个系统的监视管理<sup>[2-4]</sup>。

## 2 电源电路

输液监控系统中各个模块所需要的电压大小可分为12 V和5 V两种。见图2。

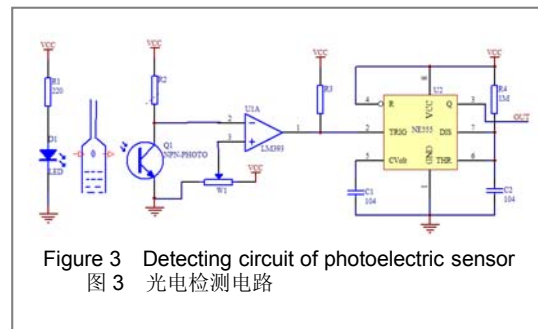


如图2所示，电源变压器把220 V的电源变换为15 V交流电压接至POWER接口，

SW-POWER为电源开关，经过4个IN4001二极管的整流，接入的电源不必区分极性，都能保证输入给L7812稳压芯片的是正电压信号<sup>[5-8]</sup>。用L7812, L7805得到+12 V、+5 V电压，+12 V电压为步进电机提供驱动电源，+5 V为液晶显示屏提供背景电压，为无线通讯模块提供电源电压以及为单片机AT89C51提供工作电压。

## 3 光电检测模块

本系统对液体点滴速度和输液是否结束的检测采用对射式红外光电式传感器，由水平方向的红外光发射和接收检测传感元件组成，使用时将一次性输液器的莫菲氏滴管放置在传感器的检测点上，红外光发射器和红外接收器分别安装在滴管两侧，见图3。



当药液在重力的作用下以自由落体的方式滴下时，该液滴对红外发射器发出的红外光线产生阻挡作用，红外接收传感器上的电压便产生相应的变化<sup>[9-12]</sup>。由于光耦接收管的 $\beta$ 值较大，故电压变化也较强烈，将光耦输出的信号传给电压比较器LM393。可根据实际光耦输出信号大小，调整比较器的参考电压，从而实现将不规则光耦信号转化为电压的电平转换。以此就可以得出每分钟输入的液滴数，当单位时间内没有检测到液滴时，说明输液即将完成，此时马上向上位机发出报警信号。由于液滴滴下是一个运动的过程，在此过程中，红外光被液滴阻挡的强度会发生变化，而引起信号的抖动，因此使用了时基集成电路555作为滤波去抖电路，该电路的滤波时间常数为 $S = 1.1 \times R1 \times C2$ ，图3中为110 ms。

## 4 无线传输模块

本系统的上位机与下位机之间的通讯采用无线传输方式，传统的有线通信产品在现场安装时，需要花费大量的人力物力来进行布线，一些应用系统中的电缆成本甚至超过了设备本

<sup>1</sup>桂林理工大学机械与控制工程学院自动化教研室，广西壮族自治区桂林市541100；<sup>2</sup>上海市长海医院护理部，上海市200433

张玉★，女，1980年生，湖北省应城市人，汉族，2007年桂林理工大学毕业，硕士，讲师，主要从事检测技术与自动化装置研究。  
zhyuwu@163.com

并列第一作者：陆小英★，1975年生，江苏省太仓市人，汉族，硕士，副教授，主要从事病人护理安全研究。  
lxytiantian@yahoo.com.cn

中图分类号:R318  
文献标识码:B  
文章编号:1673-8225  
(2010)52-09812-04

收稿日期:2010-08-10  
修回日期:2010-10-14  
(20100612005/G·A)

身的价格, 而且有线通信系统在日常的维护时需要更多的成本, 以至于很多系统完全无法使用有线通信方式。

本系统采用挪威Nordic公司推出的一体化无线收发芯片nRF401, 工作在433 MHz国际通用的ISM频段, 双工作频段可以自由切换, FSK调制解调, 采用直接数字合成 DSS+锁相环稳频PLL进行频率合成, 频率稳定性好, 抗干扰能力强, 接收灵敏度高达-105 dBm, 最大发射功率为+10 dBm, 功耗低, 接收待机状态时, 电流仅为8 μA, 数据传输速率可达20 kbit/s。

nRF401采用常用的4 MHz晶振作为PLL频率基准源, 而无需昂贵的变容二极管; 此外它的解调器是DC平衡的, 输入数据可以使各种011序列, 无需进行曼切斯特编码, 微控制器的UART直接与nRF401的DIN、DOUT端连接, 经过MAX232电平转换后可直接与计算机的串口连; nRF401另一个非常重要的特点是接收机的频带阻抗很高, 不需要外部声面波滤波器, 无需调试部件[13-17]。

nRF401模块原理图见图4, 内部结构可分为发射电路、接收电路、模式和低功耗控制逻辑电路及串行接口几部分。

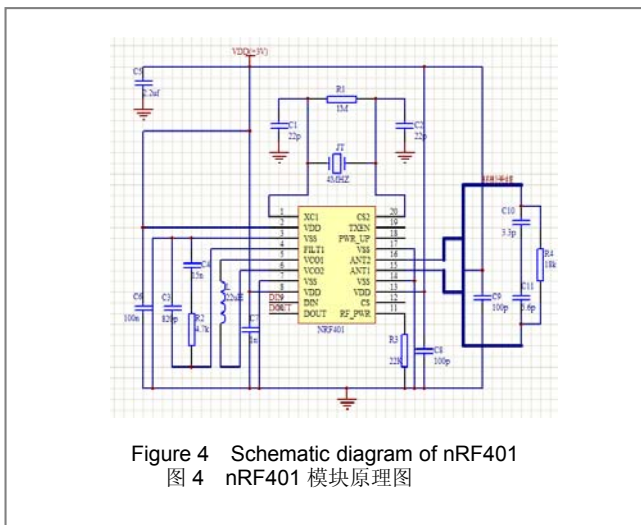


Figure 4 Schematic diagram of nRF401  
图4 nRF401 模块原理图

### 5 键盘模块

现场监控子站键盘电路用于设定点滴速度, 根据药液类型以及患者特征等因素, 点滴速度一般为10~200滴/min, 因此, 利用三位数码显示管即可实现滴速显示[18]。

本系统因使用的按键较多, 故采用矩阵式(也称行列式)键盘, 选择单片机AT 89C51的P0.0~P0.3口与7段译码器74HC4511的A, B, C, D管脚相连, 对数码管提供数据。P0.4~P0.6作为行选信号与数码显示管相连; 将P1.0~P1.7作为按键接口, 实现功能按键与单片机的输入连接, 键盘及显示电路见图5。

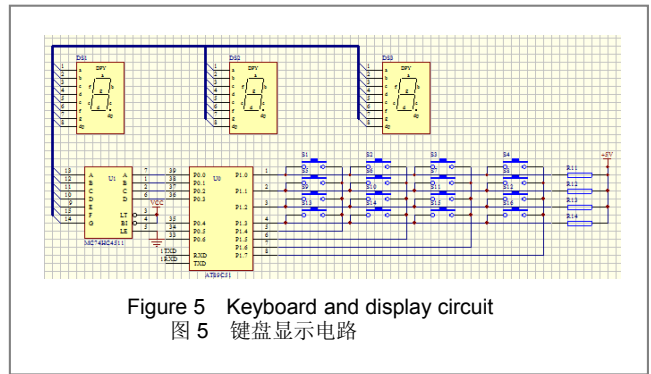


Figure 5 Keyboard and display circuit  
图5 键盘显示电路

### 6 步进电机控制模块

步进电机只要是用来控制输液的速度, 使输液按设定速度进行, 输液的液滴的速度可以用  $v=KA\Delta p/m$  表达, 其中,  $A$  为流通截面积, 取决于管夹对输液软管夹力引起的软管变形的大小, 变形越大, 流通截面积越小;  $\Delta p$  为压差, 取决于吊瓶悬挂的高度, 悬挂的高度越高, 压差越大;  $K$  为比例系数, 取决于液体的黏度等一些流体特性;  $m$  为流量特性指数, 介于0.5~1之间[18-22]。本文利用步进电动机控制吊瓶悬挂的高度, 从而调整压差 $\Delta p$ 控制液滴的速度。通过键盘设定点滴速度后, 单片机控制器AT89C51将该设定滴速与当前测得的滴速进行比较, 确定步进电机的转动方向, 同时求出这两个速度对应高度差值, 以确定转动的角度。然后启动电机按照求出的转动方向、角度进行转动。其电机控制程序流程图见图6。

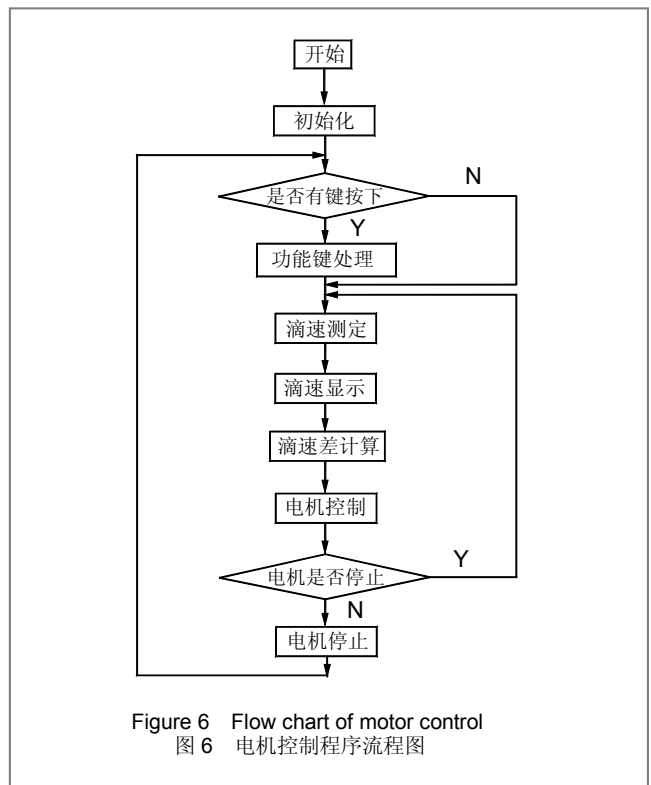


Figure 6 Flow chart of motor control  
图6 电机控制程序流程图



## 7 可视化监控界面

输液监控管理软件是在 Windows环境下的一个可视化窗口程序,是一套操作简便、具有实用价值的软件。可视化监控界面用于医疗单位的输液监控,由下位机完成数据检测、执行,上位机进行集中管理,并实现形象直观的可视化操作界面,上位机的输液监控可视化软件不但可以形象地显示输液瓶内液体的液位,还能以准确实时地显示床位、限定速度、即时滴速、输液总量、已输入量和剩余时间等信息<sup>[23]</sup>。本可视化软件采用VB实现,上位机的主界面见图7。护理人员可以通过上位机软件查看所有输液信息的记录,设定各个正在工作的监控器的数据信息。遇到紧急情况上位机会同步报警,护理人员可直接在上位机停止输液。

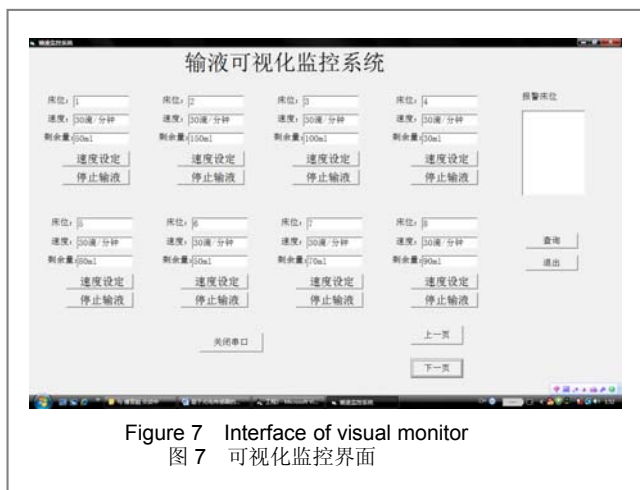


Figure 7 Interface of visual monitor  
图7 可视化监控界面

## 8 结论

本文设计的以单片机为控制核心的无人监控输液系统,满足了临床输液监护的需要。该输液监控系统对输液过程进行了实时监控,实时检测输液速度以及输液是否结束,并能对输液速度进行调整,当输液即将结束时发出报警信号,代替了传统的人工不定时的巡检,使医护人员在工作强度明显降低的情况下提高了监护质量,具有一定的实际意义。

## 9 参考文献

[1] Jia SQ, Li AH, Chen P. Shandong Ligong Daxue Xuebao. 2007; 21(4):66-68.  
贾少青,李爱华,陈平. 智能输液监控系统设计与实现[J]. 山东理工大学学报, 2007,21(4):66-68.

[2] Diao HM, Zhan XF, Ji B. Jiefangjun Huli Zazhi. 2009;26(2A): 73-74.  
刁惠民,詹宪凤,季兵. 静脉输液监控系统的研制[J]. 解放军护理杂志, 2009,26(2A):73-74.

志, 2009,26(2A):73-74.

[3] Neaman DA. Semiconductor Physics and Devices, IRWIN, Homewood, Boston. 1992; 609-657.

[4] Abbas MM, Tankosic D, Craven PD, et al. Lunar dust charging by photoelectric emissions. Planet Space Sci. 2007;55:953-965.

[5] Tian XL, Lin FQ. Chuanganqi yu Weixitong. 2009;28(10):73-75.  
田学隆,林芳钦. 基于光电传感器的液位检测方法 with 装置[J]. 传感器与微系统, 2009,28(10):73-75.

[6] Qian JQ, Cui YM, Xu P. The study for measuring rotor speed and direction with quadrant photoelectric detector. Measurement. 2008; 41:626-630.

[7] Carotenuto G, Longo A, Repetto P, et al. New polymer additives for photoelectric sensing. Sens Actuators B. 2007;125: 202-206

[8] Ting CC, Chao WS. Measuring temperature dependence of photoelectric conversion efficiency with dye-sensitized solar cells. Measurement. 2010;43: 1623-1627.

[9] Wang LT. Jilin Daxue. 2007.  
王立婷. 光电检测电路的设计及实验研究[D]. 吉林大学,2007

[10] Damm C, Israel G. Photoelectric properties and photocatalytic activity of silver-coated titanium dioxides. Dyes Pigments. 2007; 75: 612-618.

[11] Yu V, Skorov HU, Keller AV. Rodin Optical properties of aerosols in Titan's atmosphere. Planet Space Sci. 2008;56:660-668.

[12] Sharma P. Enhancement of speed of digital operation in bacteriorhodopsin based photonic switch. Optik Int J Light Electr Optics. 2010;121: 384-388.

[13] Li CJ, Wang TQ. Guowai Dianzi Celiang Jishu.2005;24(6):17-19.  
李春杰,王天庆. 无线传输通讯模块在数据采集系统的应用[J]. 国外电子测量技术, 2005,24(6):17-19.

[14] Hännikäinen M, Hämäläinen TD, Niemi M, et al. Trends in personal wireless data communications. Comput Communicat. 2002;25:84-99.

[15] Remondo D, Niemegeer LG. Adhoc networking in future wireless communications. Comput Communicat. 2003;26: 36-40.

[16] de la Garza JM, Howitt I. Wireless communication and computing at the construction jobsite. Autom Construct. 1998;7: 327-347.

[17] Pahlavan K, Krishnamurthy P. Principles of Wireless Networks: A Unified Approach. Pearson Education. 2003.

[18] Huang B, Li P. Dalian Tiedao Xueyuan Xuebao. 2004.  
黄彬,李萍. 医用液位超限报警装置[D]. 大连铁道学院学报,2004.

[19] Feng X, Liu ZS. Beijing: China Machine Press. 2005: 60-77.  
冯晓,刘仲恕. 电机与电器控制[J]. 北京:机械工业出版社,2005: 60-77.

[20] Rogers JR, Craig K. On-hardware optimization of stepper-motor system dynamics. Mechatronics. 2005;15:291-316.

[21] Carrica DO, González SA, Benedetti M. A high speed velocity control algorithm of multiple stepper motors. Mechatronics. 2004;14:675-684.

[22] Dong H, Zhao MG, Zhang J, et al. Hardware design and gait generation of humanoid soccer robot Stepper-3D. Robot Autonom Systems. 2009;7:828-838.

[23] Zhong J. Beijing: Science Press. 2004.  
钟军. Visual Basic数据库高级实例导航[M].北京: 科学出版社,2004.

### 来自本文课题的更多信息一

**基金资助:** 2010 年度广西教育厅科研立项项目 (201010LX201)。

**作者贡献:** 张玉、陆小英对本文作出同样贡献。系统的软硬件设计、实施、调试由张玉完成,评估、实验环境提供、数据采集由陆小英完成。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**本文创新性:** 文章以单片机为控制核心,采用光电检测技术、无线通讯技术提出了输液监测与控制系统的设计方案。该输液监控系统可以显著提高医务工作人员的工作效率,减少医疗事故的发生;同时还可以明显提高医护质量,减轻陪护人员的工作压力,能够满足目前常规临床输液监护的需要,具有一定的实际应用价值。