

文章编号:1672-058X(2013)06-0029-05

# 基于无线监控网络的智能输液系统设计

李昔华<sup>a</sup>,代小红<sup>b</sup>

(重庆工商大学 a. 计算机科学与信息工程学院;b. 学术期刊社,重庆 400067)

**摘要:**介绍一种非接触式红外温度传感器检测管路内药液温度的方法和智能输液装置的动力、加热和安全监控模块的系统组成,详细分析了红外温度传感器在输液过程的监测作用和高精度反馈控制原理;介绍了 ZigBee 模块与输液装置监控系统的接口电路,分析了利用 ZigBee 技术实现输液中心无线传感器网络的组网原理;解决了安装布线、治疗过程无人值守、护士多点监管等难题,实现了中心监控、移动监测,安全警示与应急处置相结合的综合管理功能,提升了医护人员的工作效率,大大降低了治疗安全风险。

**关键词:**红外温度传感器;输液;ZigBee;短距离无线通信;监护中心

**中图分类号:**TN 72

**文献标志码:**A

## 0 引言

静脉输液是临床医学中广泛采用的一种医疗手段,各级医疗机构在输液治疗过程中存在两个方面的难题不易解决:一方面,寒冷环境或者病人发高烧时,输液与人体血液温差大,易造成病人身体发冷、精神畏缩,并引起血管收缩、痉挛、关节酸痛、胃痛等多种并发症,甚至有可能危及生命;生理盐水和葡萄糖水在冬季保存的温度约 5~10℃,低温药液配药会使药物溶解差,易产生微小晶粒和小气泡,而在输液时除泡,会使患者产生手臂冰凉发麻发痛,周身发冷寒颤。另一方面,药物和患者病情不同,输液量、滴速、换液时间等也是不同的,人工方式的监管容易导致经验偏差,影响治疗效果;特别是在无人看护的情况下,不能及时拔去针头,还易导致空气栓塞、凝血堵针头等医疗事故<sup>[1]</sup>。

解决输液过程温差大的方法是采用恒温加热。国内外现有加热模式往往采用 PTC 材料或者“螺旋形”加热器,夹持或者缠绕输液管路,通过管路壁的热传导实现药液加热功能,能在一定程度上起到减小温差的作用;但由于缺乏对加热后药液的温度检测,无法通过反馈调节精确地控制进入患者静脉的药液温度,偏差仍然较大,效果并不明显。本装置通过红外温度传感器,直接检测药液温度,实现恒温加热输液。

解决安全监测与管理的有效措施是采取关键指标检测、预报、应急处置及信息监管。国内外现有的高端输液设备,一般均有蠕动泵速率控制、气泡监测部件与声光报警单元等,但不能解决无人值守或护士一人多点管理的问题,导致效率低,具有安全风险。系统采用短距离无线网络实现各装置的联网信息传输,结合监控站软件与护士移动终端,实现全方位、无间断监控,有效地解决了上述难题。

收稿日期:2013-01-21;修回日期:2013-02-23.

\* 基金项目:重庆市教委科技项目(KJ120714);重庆市科委软科学研究项目(CSTC2012CX-RKXA00024);重庆市社科规划项目(2012YBCB055);重庆市教育科学规划项目(2012-CX-149).

作者简介:李昔华(1971-),男,讲师,重庆市人,从事智能仪器仪表和系统控制研究.

## 1 红外温度测温原理及在智能输液装置中的应用

### 1.1 红外温度检测原理

管路式的红外测温传感器,由一个具有光学瞄准或激光瞄准功能的可调焦探头、信号转换和信号电缆等组成,如图 1 所示。药液在管路中流动,热量会通过管壁的传导散失一部分,其产生的红外辐射光谱通过光学探头检测,光学探头是一个可调焦光学系统,测量对象是视场锥管以内物体的温度,而不是外部物体的温度,因此被检测管路中的液体必须在其观测视场的焦点范围内,才能有效进行检测。通过对光学镜片的特殊处理,使其在特定 10 ~ 45 °C 温度的红外波长范围内有效,可以避免阳光或其他辐射光源的影响<sup>[2]</sup>。

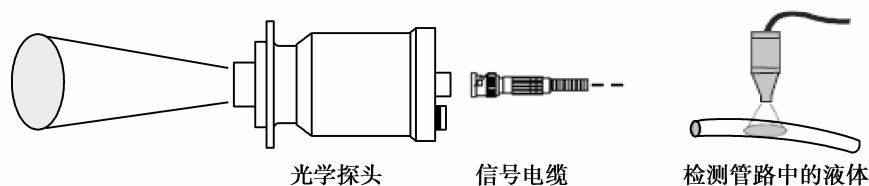


图 1 红外测温原理

### 1.2 系统结构设计

图 2 是智能输液装置的系统结构示意图。药袋中配置好的药液经管路引出来,由蠕动泵提供动力并按照设定的流量经管路式加热装置恒温加热后,再通过管道夹持检测方式的超声波“气泡监测器”,然后缓慢的经静脉端,回输到患者体内。

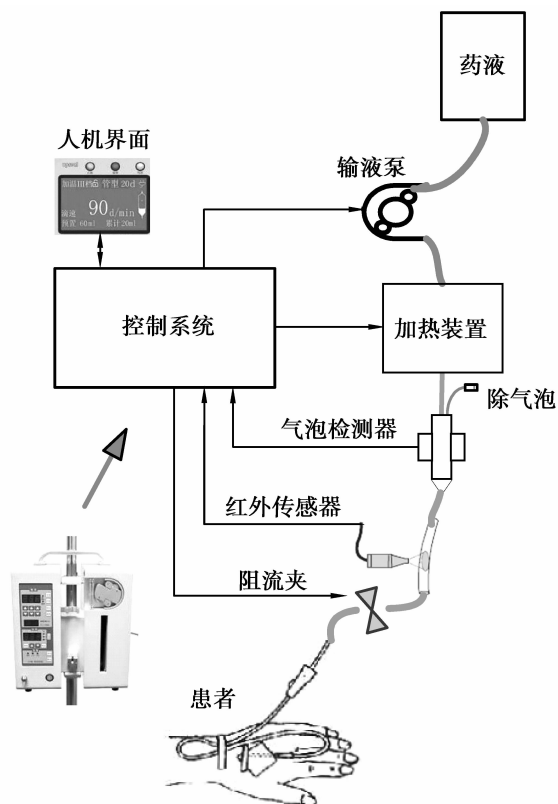


图 2 系统结构

红外温度传感器安装于气泡监测器之后和患者静脉输入端之前,以便于测量到真正进入人体的药液温度。输液硅胶管道透光性强,传感器光学探头聚焦于管道中液体的中心,对药液的红外辐射进行实时温度测量,并传送到控制系统 A/D 转换器。控制系统根据该目标温度值的反馈,结合输液流量参数,采用数字 PID 实现药液的恒温加热。

通过加热器的作用,溶解于液体中的空气会分离出来,气泡监测器中的除气管道排除气泡到大气中;因为药袋中液体完毕或者患者静脉端针头掉落,都会使气泡监测器中液位低于检测面,而使超声波监测电路感知并发出信号到控制系统。一旦接收到“空气”可能进入人体的报警,控制系统会即刻关闭蠕动泵和加热器,并打开阻流夹阻断可能混入的空气随药液进入到患者体内。

由于采用红外温度检测方法,获取的目标温度精度大大提高,使得补液加热装置出口温度的恒温误差稳定在  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  以内。通过补液管路壁对液体进行间接加热,完全隔绝了污染源,对改善病人精神状态,消除多种并发症,提高血液净化治疗效果,大大改善医院的服务水平和质量,在临床应用中必将产生极大的社会效益。

## 2 短距离无线网络及在输液监护系统中的应用

在门诊输液或社区输液病床区域,建设之初往往未能考虑输液治疗的多点监控,有线通信方式的布线非常不便,利用短距离无线网络 ZigBee 就能很好地解决这一难题。

### 2.1 ZigBee 传输原理

ZigBee 技术是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线网络技术,主要适合于承载数据流量较小的业务,可嵌入各种设备中,同时支持地理定位功能,如图 3 所示。相对于现有的各种无线通信技术,ZigBee 技术是最低功耗和成本的技术,非常适合于本监护系统,一个 ZigBee 基站便可以覆盖整个室内直径几百米的应用范围<sup>[3]</sup>。

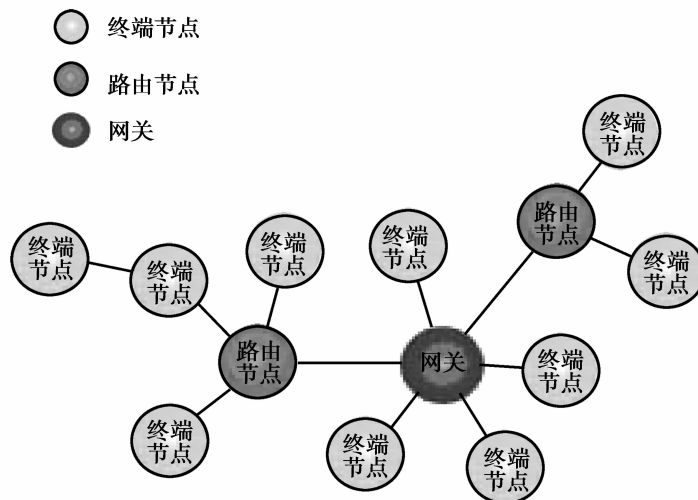


图 3 ZigBee 组网拓扑结构

### 2.2 输液监护网络的系统结构

图 4 是基于 ZigBee 技术的智能输液装置联网系统的结构示意图。各个床旁治疗用输液装置通过 ZigBee 模块及其接口实现无线网络的连接,并最终由一个 ZigBee 模块通过 PC 机的扩展接口,与输液监护中心(护士站)PC 机连接起来。一方面,智能输液装置是一个具有人机界面和运行控制的独立监控系统,可以在护士的参数调整、功能选择等操作下对患者进行有效的输液治疗,提供现场的安全监测、应急处置和报

警;另一方面,它又是输液集中监护系统的一个终端,通过 ZigBee 短距离无线网络向监护主机(护士站)上传工作状态、运转参数、报警以及药液换袋(瓶)提示等综合信息。使得患者在输液过程中,即便无人值守的情况下,护士也可以通过监控主机的指示信息,同时掌握多个病床的输液情况并及时解决异常状况,大大提升了工作效率和服务质量。

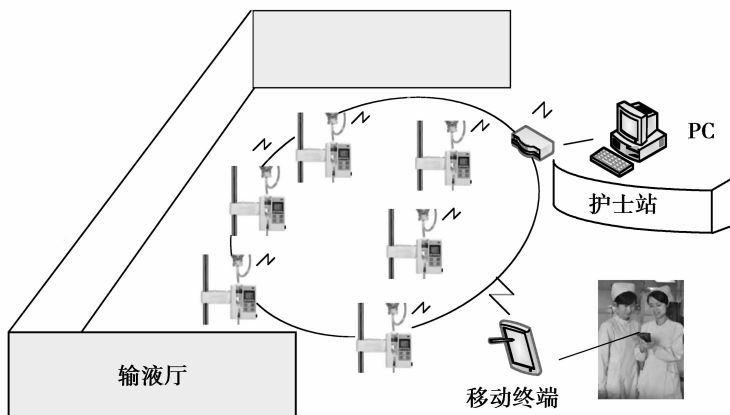


图 4 智能输液监护系统结构

此外,基于 ZigBee 无线网络的特点,还设计了一套平板式移动终端,护士随身携带。在输液大厅的每个角落,只要是 ZigBee 覆盖的区域内,都可以实时接收并监控输液病床患者的信息,以便就近处理患者请求或输液过程,让护士一直守护在患者“身边”。

### 2.3 ZigBee 模块选型与接口电路

课题选用美国 CEL 公司的 ZIC2410 内核芯片解决方案,它遵从 ZigBee 规范和 IEEE 802.15.4 标准,含有基带 modem 的射频收发器、硬连线的 MAC 和内嵌 8051 内核的微控制器,包括多个通用 I/O 引脚、定时器、UART,

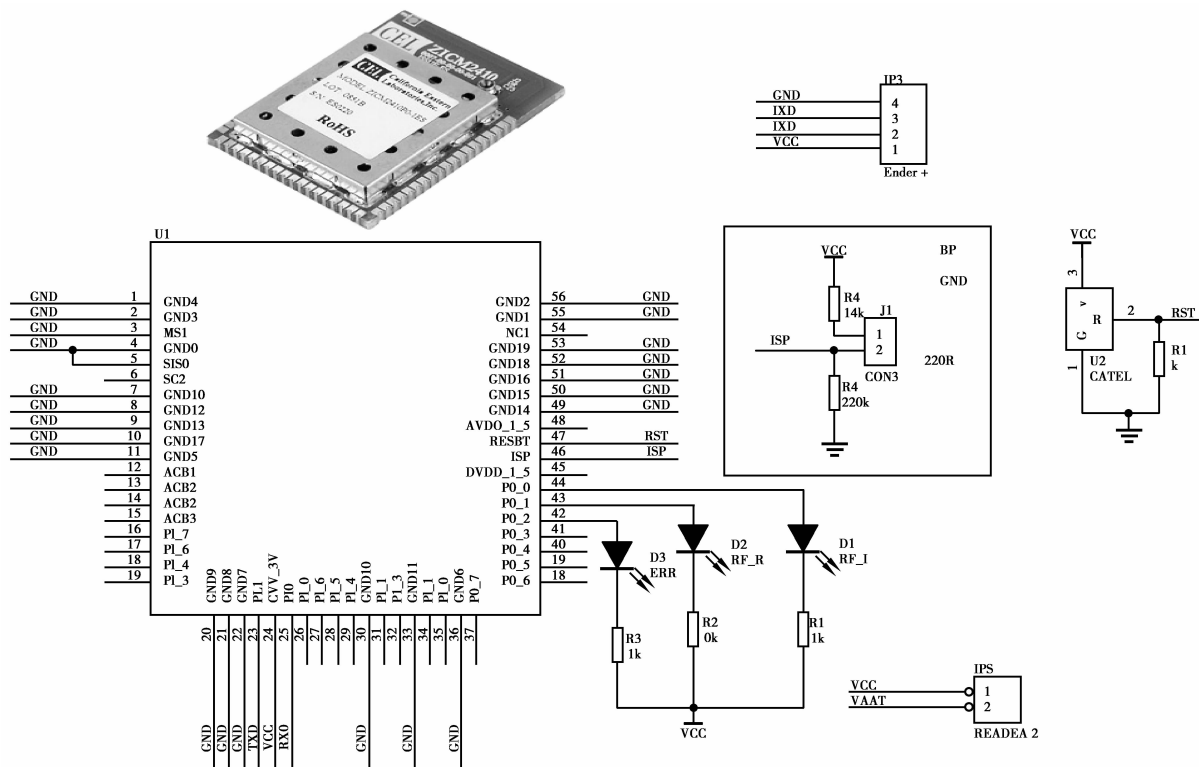


图 5 ZigBee 模块及其接口电路

SPI等。可选数据速率:250 kbps(标准)、500 kbps和1 Mbps,集成PCB板载天线,支持16条射频通道等<sup>[4]</sup>。

ZigBee模块的电路接口非常简单,仅需要一个TTL电平的UART接口、复位电路和ISP下载端口就可以了。通过UART与智能输液装置的单片机串行口通信,完成监测数据和报警信息的收发、处理(图5)。

### 3 结束语

既要避免加热过程对药液的污染,又要实现高精度温度检测与反馈控制,最佳解决办法就是采用了红外温度传感器及其光学系统对药液本身进行温度测量;并且通过单片机软件的数字PID调节,克服了一般输液加热装置采用加热元件控温方法的技术缺陷,大大增强患者治疗舒适度和治疗效果。通过引入目前广泛应用的ZigBee短距离无线网络技术,结合到输液装置临床监护应用中,解决了安装布线、治疗过程无人值守、护士多点监管困难等问题,实现了中心监控、移动监测,安全警示与应急处置相结合的综合管理功能,有效的提升了疗效与患者治疗安全,提升了医护人员的工作效率,很大程度地避免了医患矛盾,大大降低了治疗安全风险<sup>[5]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 陈宇,王玺.基于光电技术智能输液监控系统设计[J].核电子学与探测技术,2009,29(5):1149
- [2] 王光利.非接触温度检测在血液净化技术中的应用研究[J].重庆邮电大学学报,2010,22(3):392-393
- [3] 广州周立功单片机发展有限公司.基于ZigBee的远程医疗监护系统[EB/OL].[http://www.embedcontrol.com/products/wuxian/cel/download/zigbee\\_yiliao.pdf](http://www.embedcontrol.com/products/wuxian/cel/download/zigbee_yiliao.pdf),2009
- [4] 广州周立功单片机发展有限公司.ZigBee模块ZICM2410应用开发指南[EB/OL].[http://www.embedcontrol.com/products/wuxian/cel/download/zigbee\\_zicm2410\\_um.pdf](http://www.embedcontrol.com/products/wuxian/cel/download/zigbee_zicm2410_um.pdf),2009
- [5] 宋茹,郑玉山.一种低功耗无人值守输液监控系统的研制[J].医疗卫生装备,2009(9):12-13

## Design of Intelligent Transfusion System Based on Wireless Monitoring Network

LI Xi-hua<sup>a</sup>, DAI Xiao-hong<sup>b</sup>

(a. School of Computer Science and Information Engineering; b. Academic Periodical Office,  
Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

**Abstract:** This paper introduces medicine solution temperature detecting method in non-contact infrared temperature sensor detecting pipeline consisting of power, heating and safety monitoring modules of a intelligent transfusion equipment, elaborates the monitoring role of infrared temperature sensor in the process of transfusion and high-precision feedback principle, introduces interface circuit of ZigBee module and monitoring system of transfusion equipment, and in detail analyzes the network principle for realizing transfusion center wireless sensor network by using ZigBee technique. This system solves the problem in installment and wiring, no-person in duty during treatment process and multiple monitoring by nurses and so on, realizes comprehensive management function by centrally monitoring, mobile detection, safety warning and emergency treatment, improves working efficiency of medical persons and greatly decreases risk in the treatment.

**Key words:** infrared temperature sensor; transfusion; ZigBee; short-distance wireless communication; monitoring center

责任编辑:代小红