

## 基于可穿戴计算技术的保暖服监控系统设计

**摘要：**可穿戴计算技术是一种将计算机穿戴在人体上进行各种应用的国际性前沿计算机技术，是智能环境的一个主要研究课题。可穿戴计算技术并非是把计算机微小化后直接穿戴在人们身上，它需要解决很多关键性的技术才能真正发展起来，以满足人们的应用需求。其中最重要的四项技术为人机交互技术、嵌入式控制系统技术、无线连接技术和高效能源技术。若将可穿戴计算技术应用于智能服装，可为人们提供一个舒适的智能环境。因此，可以用 Android 智能手机作为上位机，AVR 单片机作为微控制器，采用蓝牙无线通信方式，大容量锂离子电池作为能源，为运动受限的病人设计一款智能保暖服装，为他们提供一个舒适的生活环境。

### 0 引言

可穿戴计算技术是探索和创造能直接穿在身上或是整合进用户衣服或配件的设备的科学技术。其最核心理念是让人们能够更便捷地使用智能化的设备而感觉不到它的特殊存在。可穿戴健康设备是把可穿戴技术应用于健康领域，对用于检测身体情况、统计运动数据及改善健康状况的设备的统称。可穿戴计算是随着新的通信技术、计算机技术、微电子技术不断发展而产生的。可穿戴设备是目前市场热点，要设计、生产该类电子设备，选择高性能、高可靠性的专用集成电路是其关键因素。可穿戴计算系统是一个人与计算机密不可分的集合体，因此，人机交互技术是可穿戴计算机系统的关键技术，它解决了人与计算机之间的交互问题，人通过这种交互提高了对环境感知的能力。而 Android 智能手机已实现人机交互，通过自带的蓝牙设备即可实现与智能服装的交互式通信。因此，将“智能化保暖”引入医疗装备行业，用 Android 智能手机通过蓝牙无线通信方式实时监控保暖服温度。该系统能够根据用户需求设定温度，实现保暖服的自动保暖功能，为其提供智能保暖，为研制新型医用智能服装奠定软硬件基础。

### 1 系统构成与试验方法

#### 1.1 系统硬件构成及功能

本系统的硬件部分由 Android 智能手机、蓝牙通信模块、主控模块组成。其中主控模块集成了以 ATmega16 芯片为核心的主控板、DS18B20 温度检测电路、BQ27210 电量检测电路、加热电路。硬件系统整体框架如图 1 所示。

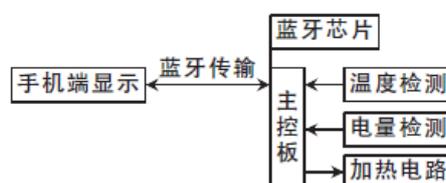


图 1 硬件系统整体框架

目前，在短距离无线通信中所使用的技术主要有无线局域网（IEEE802.11）、HomeRF 和蓝牙，它们均工作在 2.4GHz 频段，除此之外还有红外技术。考虑到手机控制终端和远程温度控制器之间的距离一般不会超过 10m，而且用在开放的环境中，还要降低成本，所以选择手机蓝牙无线通信方式。

把手机作为人机交互的终端，主要用于保暖服监控系统的温度设置、保暖服实时温度的显示、环境温度的显示、供电电源剩余电量的显示等。另外手机端还控制着主控模块加热电路的开启和停止。手机屏上的自动温控系统软件图标如图 2 所示。



图 2 自动温控系统软件图标

点击自动温控系统图标进入图 3 所示的手机控制页面。



图 3 手机控制页面

点击“连接设备”，手机自动搜索附近蓝牙设备，该系统默认蓝牙名称为 HC-07，连接到该蓝牙设备需输入密码，默认密码为 1234，蓝牙名称和配对密码可以通过蓝牙串口助手修改，但为了安全起见，不允许用户修改。

蓝牙通信协议直接对字节消息格式编码，代码移植性差，对平台依赖性很强。为了消除这种依赖，把蓝牙通信协议提供的接口封装成为蓝牙转串口通信接口。封装后的蓝牙转串口通信接口很好地满足了要求，符合编程习惯。封装以后，实现了协议无关，不需要对协议命令格式的考究，只需连接到单片机串口，按照串口通信协议编程即可，增加了应用层软件开发的灵活度和可靠度。蓝牙转串口模块如图 4 所示。核心模块使用 HC-07 从模块，引出接口包括 RXD、TXD、GND、VCC 等，可直接连接单片机串口。

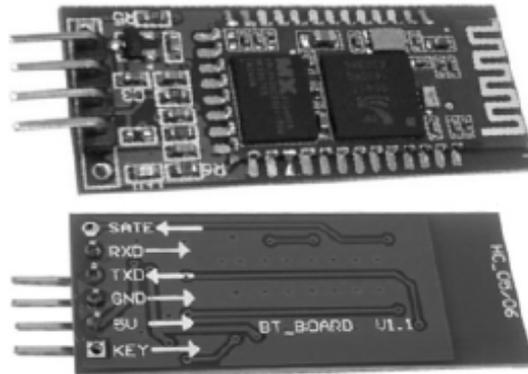


图 4 蓝牙转串口模块

主控系统接收手机端发来的数据或命令，并作出相应动作。控制器核心是由微控制器 ATmega16 构成的温度控制系统，该系统通过温度传感器感知保暖服装温度，不断地与温度设定值进行比较、计算温度偏差，控制算法依据温度偏差的大小和控制参数计算出控制量，按计算出的控制量控制保暖服装加热装置的加热时间，最终实现将保暖服装的温度控制到预先设定的温度值附近。

主控系统有 3 个温度传感器 DS18B20，其中两个用来测量衣服内两个点的温度，系统把这两个点的温度的平均值发送到手机端，另外一个用来测量环境温度，环境温度值也通过主控系统发送到手机端。

BQ27210 是 TI 公司的一款电池监测器件，对由独立单体锂离子和锂聚合电池构成的电源系统进行高精度的监测与报告。该器件能够对电池的容量、温度和放电速率等进行相应补偿，以便在各种工作条件下提供剩余电量等信息。在从满电到无电的放电周期内，自动重新校准或获取电池容量。该器件内部寄存器记录了电池容量、电流、电压等信息。外部控制器可通过 I2C 串

行总线与 BQ27210 进行通信，读取芯片内部寄存器中记录的电池容量等实时信息。BQ27210 与外部处理器通信的典型电路如图 5 所示。

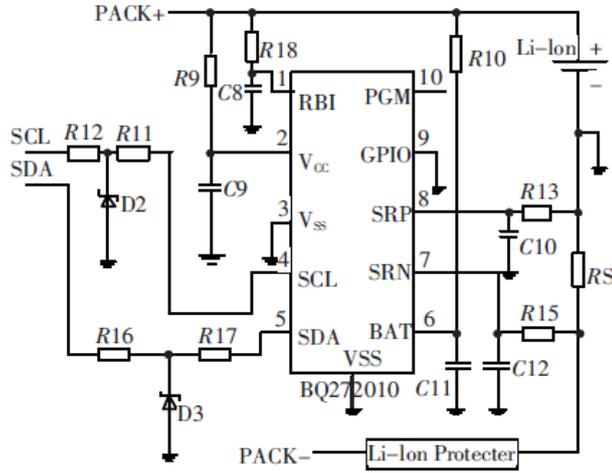


图 5 BQ27210 典型电路

PACK+、PACK- 分别接充电器的正负极，SCL、SDA 各接一个单片机端口。BQ27210 检测到的电池信息通过 I2C 总线发送到主控板，经主控板处理后发送到手机端显示。

加热电路的核心器件是 XL4016，该器件为大功率降压型 DC-DC 电源变换器芯片，具有低功耗、高频率、高效率、大电流、高可靠性等特点，另外其内置有过流保护、过热保护、输出短路保护，很容易实现 PWM 控制。加热电路如图 6 所示。其中 FB 接单片器端口，输出端接入衣服，衣服由我校材料院用特殊加热丝织成，衣服导电能产生热量。

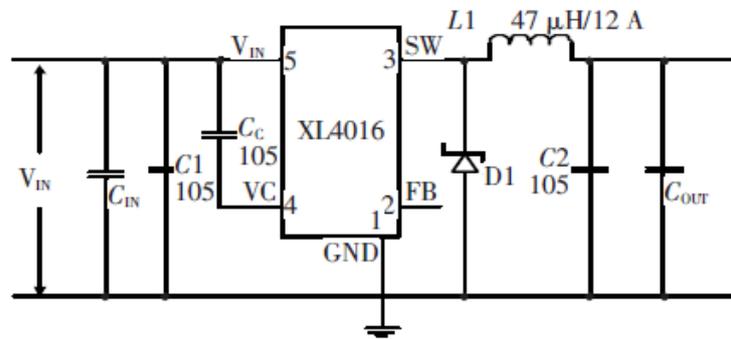


图 6 加热电路

## 1.2 蓝牙通信协议设计

蓝牙模块只是手机与主控系统通信的中转站，手机与主控系统之间的数据交换和数据区分还需要特殊的通信协议。

手机与主控系统之间的通信协议如表 1 所示。当手机端依次接收到 0X01、0X00 两个字节数据后，下一个字节是剩余电量数据，把电量数据显示到手机端，依次类推，上传数据都是以该模式进行的。当用户点击手机端“打开”或“关闭”时，手机端分别下发 0X00、0XFF，当主控系统接收到数据后，分别做出打开加热电路、关闭加热电路的动作。用户设置的温度数据直接下发到主控系统，主控系统就可以接收到。

表 1 手机与主控系统之间的通信协议

数据传输	数据类别	数据格式
上传数据	电量	0X01+0X00+电量数据
	环境   正数	0X02+0X00+温度数据
	温度   负数	0X02+0X01+温度数据
	衣服温度	0X03+0X00+温度数据
下发数据	打开	0X00
	关闭	0XFF
	温度设置	设置的数据

### 1.3 试验方法

通过试穿衣服，记录下身体感受，调节各控制参数，尽量达到用户体验最佳的状态。另外，体感温度受环境温度和个人体质等各方面的影响，用户可以自行调节温度，直到自己感觉舒适。

## 2 系统测试与结果分析

### 2.1 系统测试

主控系统启动时默认设置温度为 15℃。主控板上设有加热电路启动和关闭按钮，还有设置温度增加和减小按钮，保证主控系统在与上位机失去联系时能单独良好地运行。另外，主控系统中设有保护系统，当衣服内温度低于 11℃时，蜂鸣器报警并自动闭合加热电路；当衣服内温度高于 39℃时，蜂鸣器报警并自动断开加热电路；当 DS18B20 有一个或多个故障时，蜂鸣器报警并断开加热电路。其实，经过多次试验，选择 12V 供电电源，在直接对衣服通电的情况下，衣服最高温度只能达到 38.7℃。如此很好地保护了用户的安全。

打开手机端自动温控系统，点击“连接设备”，需要输入密码才能连接到蓝牙设备，而且用户手机一旦连接到该系统蓝牙设备，其他手机就算密码

正确也不能再连接上该蓝牙设备，再加上特殊设计的通信协议，保证了该系统通信的安全。

手机端温度设置框内只能输入 11~39 之间的数字。温度低于 11℃时，手机端报警显示“温度过低”并向下位机发送闭合加热电路的命令；温度高于 39℃时，手机端报警显示“温度过高”并向下位机发送断开加热电路的命令。系统运行时手机端控制页面如图 7 所示。



图 7 系统运行时手机页面

## 2.2 结果分析

由于温度的惯性很大，为了提高控制的精度，需要采样控制。采样控制系统不同于连续控制系统，它的特点是系统中一处或几处的信号具有脉冲序列或数字序列的形式。应用采样控制，有利于提高系统的控制精度和抗干扰能力，也有利于提高控制器的利用率和通用性。经过多次试验，每 5s 采样一次，能达到很好的控制效果。

## 3 结论

今后服装行业的科技发展最主要的任务就是利用高新技术和信息技术改变和提升传统服装的功能，这主要体现在智能服装的研究和开发上。可穿戴计算技术正成为服装行业提升附加值的发展方向之一。现在，智能服装正在从实验室里走出来，迈向更加广阔的市场。未来，本监控系统将不再局限于



中国高科技行业门户

---

调节温度，可以增加一些传感器，能够检测出人体心跳、呼吸频率、血压等各项生命特征，为研制医用智能服装奠定一些基础，然后进一步实现医用智能服装市场化、商品化。