

# 基于 CC2530 的震动侦测节点的设计

孔祥金<sup>1</sup>,冯禹<sup>1</sup>,刘军<sup>2</sup>,何秀春<sup>1</sup>,林语<sup>1</sup>

(1.武警工程大学 研究生管理大队,陕西 西安 710086;

2.武警工程大学 信息工程系,陕西 西安 710086)

**摘要:** 针对现有震动侦测节点存在的体积大、电路复杂、功耗大和不易组网等问题,提出了基于 CC2530 的震动侦测节点设计方案。该方案采用 VBS061100 型震动与倾斜传感器,实现了对震动信息的采集和预处理;采用 CC2530 作为主控芯片,控制节点的信息采集、处理和发送。实验结果表明,该节点能够很好地实现对震动的侦测,具有灵敏度高、成本低、布设方便、功耗低、抗毁性强的特点,应用前景很好。

**关键词:** 震动侦测;CC2530;VBS061100

中图分类号: TP274

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)13-0027-03

## Design of vibration detection node based on CC2530

Kong Xiangjin<sup>1</sup>,Feng Yu<sup>1</sup>,Liu Jun<sup>2</sup>,He Xiuchun<sup>1</sup>,Lin Yu<sup>1</sup>

(1.Graduate Management Team,Engineering University of CAPF,Xi'an 710086,China;

2.Department of Information Engineering,Engineering University of CAPF,Xi'an 710086,China)

**Abstract:** To find a solution to the existing problem of vibration detection node, circuit complexity, power consumption and difficult network, this paper designs a vibration detection node based on CC2530. The node uses VBS061100 type vibration and tilt sensor to achieve vibration information acquisition and pre-processing; CC2530 as the master chip control node information collection, processing and sending. Experimental results show that the node can achieve good vibration detection with high sensitivity, low cost, convenient layout, low power consumption, invulnerability, and has a very good prospect.

**Key words:** vibration detection; CC2530; VBS061100.

在日常生活中,风力、车辆运动、海浪等原因导致的震动不可避免,会对一些大型土木工程(如桥梁、高楼、海洋平台等)及一些精密仪器造成一定的影响,缩短其寿命,甚至造成不可逆转的破坏,所以对震动的实时侦测成为了建筑业的一个重要问题。目前,震动侦测常用的加速度传感器有:MEMS 振动加速度传感器,机械式振动加速度传感器,压电、光纤式振动加速度传感器。其中,MEMS 振动加速度传感器又分为压阻式和电容式两种;而光纤式振动加速度传感器虽然精度高,但同时具有体积大、电路复杂、能耗高的缺点,不适合现场长时间应用<sup>[1-4]</sup>。本文设计了一种基于 CC2530 的低成本、低能耗、布设方便的无线式震动侦测节点,使得长时间无人值守的震动侦测成为现实。

## 1 节点硬件设计

### 1.1 节点硬件结构

为方便侦测节点的扩展和维修等问题,节点硬件采用模块化的设计方案。节点硬件由射频收发模块、处理器模块、传感器模块和电源模块 4 部分组成,如图 1 所示。射频收发模块负责节点间通信;处理器模块负责对节点进行控制管理;传感器模块负责采集震动信息并进行压缩编码;电源模块负责各个模块的供电<sup>[5]</sup>。

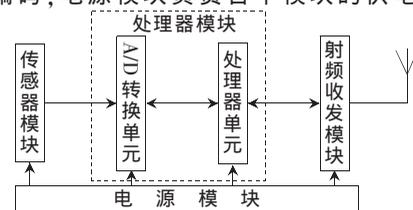


图 1 震动侦测节点硬件结构图

## 1.2 硬件具体设计

### 1.2.1 传感器模块设计

震动传感器是震动侦测节点的重要组成部分,其好坏决定了震动侦测节点是否能够精确采集震动信息。在综合考虑传感器的能耗、体积、成本和稳定性等因素的基础上,本设计采用了 VBS061100 型震动与倾斜传感器。该传感器结构简单,通过震动与倾斜来控制电路开关,并输出二进制信号,具有体积小、能耗低、价格便宜等优点。传感器模块的电路设计如图 2 所示。

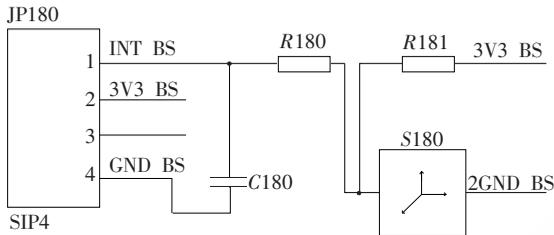


图 2 传感器模块电路

### 1.2.2 处理器模块设计

本设计处理器模块采用 TI 公司生产的 CC2530 芯片。该芯片完全支持 IEEE 802.15.4、ZigBee2007、ZigBeePRO 和 RF4CE 的各种应用,内置高性能的 RF 收发器与一个增强型 8051 微处理器,8 KB 的 RAM,256 KB 闪存。CC2530 是首款符合 ZigBee 和 RF4CE 兼容协议的芯片,拥有出色的接收器灵敏度和抗干扰能力。为提高芯片工作的稳定性,获取芯片的最佳性能,输入电压应采用调制后的 3.3 V 稳压电源,接内部参考电压的外围电阻 R301 精度要在 0.5% 以上,且在电源处加入去耦电容。其芯片结构及外围电路如图 3 所示。

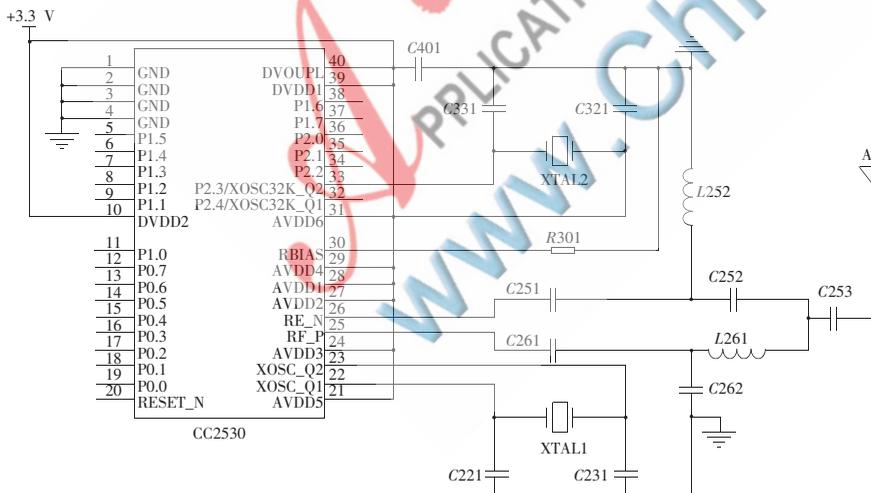


图 3 CC2530 芯片结构及外围电路

### 1.2.3 射频收发模块

本设计的射频收发模块为满足通信协议、调制方式、通信频段等条件,采用了单级子不平衡天线,配合分立电感 (C252、C262) 和分立电容 (L252、L262) 组成的输入/输出电路,满足了天线的阻抗为 50  $\Omega$  的匹配要求。

本设计选用两个晶振确保 CC2530 无线发射/接收电路正常工作,其中,主时钟晶振采用 32 MHz 无源晶振,由 XTAL1 及电容 C221 和 C231 组成;32.768 kHz 时钟晶振由 XTAL2 及电容 C321 和 C331 组成,用于低睡眠电流消耗和精确唤醒时间的应用。

### 1.2.4 电源模块设计

电源模块为节点的运行提供所需的能量。电源设计的合理性至关重要,其性能的好坏直接影响到电路干扰的大小及整个节点的可靠性、稳定性、散热性、持续性和可恢复性。电源模块的设计思想在于利用有限的电能以有效的方式为节点供电并管理节点电能消耗,使电池的功效能充分发挥,确保感知节点在所有可能条件下无缺陷工作并处于最优状态,简单地说就是降低能量消耗,延长电源工作时间,更有效地使用设备。为便于侦测节点的携带及维护,节点采用两节 1.5 V 干电池进行供电。

## 2 节点软件设计

### 2.1 软件开发平台

本节点的软件设计平台采用 Windows 操作系统。软件开发使用 IAR Embedded Workbench for MCS-51、Microsoft Visual 6.0、SmartRF Flash Programmer。IAR Embedded Workbench for MCS-51 集成开发环境是一款针对 51 处理器的 C/C++ 开发工具,可为用户提供一个易学且具有最大量代码继承能力的开发环境以及对大多数和特殊目标的支持,主要撰写语言为 C 语言,可直接透过软件本身进行烧录。Microsoft Visual 6.0 是微软推出的一款 C++ 编译器,是一个基于 Windows 操作系统的可视化集成开发环境,主要负责上位机界面的开发。SmartRF Flash Programmer 是 TI 公司推出的一款 ZigBee 烧录软件,可用来为 ZigBee 模块烧录程序及 IEEE 地址。

### 2.2 软件流程图

震动侦测节点的软件流程图如图 4 所示。节点供电后进入监测状态,对震动信号进行侦测,如果收到结果为 TRUE,则发出报警信号;如果收到结果为 FALSE,则继续进行侦测。

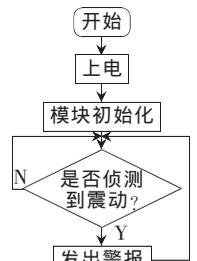


图 4 软件流程图

### 2.3 软件程序

由于 VBS061100 型震动与倾斜传感器结构简单,输出信号仅有两种状态,因此软件程序也相应简单,仅需对输入信号进行简单判定,减少了语句的使用,降低了节点能耗,提高了节点的寿命。软件程序如下:

```
M180_Init();
```

```

M180_Enable();
while (TRUE)
{
    halMcuWaitMs(200);
    halLedToggle(7);
    val=M180_GetValue();
    pTxData[0]=val+'0';
    basicRfSendPacket(RECV_ADDR, pTxData, 1);
}

```

### 3 实验测试

#### 3.1 节点功能测试

为验证节点的工作性能,在实验室环境下模拟了震动的发生,并通过与震动侦测节点相配套的上位机软件对节点进行了测试。节点供电并工作后,开始侦测震动状况,若无异常,报警信号将以绿灯表示正常,同时信号显示为0;若发生震动且被系统判定为危险时,报警信号将以红灯表示异常,同时信号显示为1。

#### 3.2 节点性能测试

本文主要测试了震动测试节点的功耗和传输距离两个主要性能。

节点功耗决定了节点的使用寿命,是节点设计的一个重要指标。由于CC2530在不同拓扑结构及不同信息负载时功耗不同,因此只能对其功耗进行估算,如表1所示。

表1 节点功耗

节点模块	工作模式	功耗电流/mA	占空比%
处理器	工作	7.3	1
	休眠	$15 \times 10^{-3}$	99
射频模块	接收	17.2	0.75
	发送	20.0	0.25
	休眠	$18 \times 10^{-3}$	99
传感器	工作	5.5	1
	休眠	$5 \times 10^{-3}$	99

由表1可计算出节点一小时总功耗为: $7.3 \text{ mA} \times 0.01 +$

$15 \times 0.001 \text{ mA} \times 0.99 + 17.2 \text{ mA} \times 0.0075 + 20 \text{ mA} \times 0.0025 + 18 \times 0.001 \text{ mA} \times 0.99 + 5.5 \text{ mA} \times 0.01 + 5 \times 0.001 \text{ mA} \times 0.99 = 0.34462 \text{ mA}$ 。因此可得节点的功耗约为1 mW,可以满足节点长时间、连续工作的要求。

经实验测试,本节点的通信距离可达250 m,能够满足对大型土木工程的侦测需求。

本文对于无人值守情况下的震动侦测进行了研究,针对目前存在的震动侦测技术的不足进行了分析,选取了先进的处理器和震动传感器,编写了软件代码。设计的基于CC2530的震动侦测节点具有低功耗、低成本、布设方便、抗毁性强、通信距离远等优点,可以广泛应用于大型土木工程及精密仪器的震动侦测,拥有较为广阔的应用空间。

#### 参考文献

- [1] 郭斌,李昕欣.无线传感网用振动加速度传感器几点探索[J].今日电子,2007(3):64-66.
- [2] 李志瑞,喻言,周雷,等.无线低频振动检测系统的研制与实验研究[J].物联网技术,2011(6):37-40.
- [3] 余鸣.基于无线传感网络的桥梁结构振动检测系统[J].科技通报,2012,28(8):165-167.
- [4] 王春茂.无线传感网络在桥梁健康检测中的新应用[J].计算机与现代化,2011(1):145-148.
- [5] 刘军,张金榜,于湘珍,等.基于CC2530的脉搏感知节点设计[J].电子技术应用,2013,39(1):34-46.

(收稿日期:2013-03-13)

#### 作者简介:

孔祥金,男,1989年生,硕士研究生,主要研究方向:无线数据通信。

冯禹,女,1989年生,硕士研究生,主要研究方向:无线数据通信。

刘军,男,1963年生,教授,主要研究方向:无线数据通信、电子技术应用、无线传感器网络。