

# 基于电瓶电量检测的挖掘机通信终端设计\*

陈录根, 刘 强, 赵文昌

(华侨大学 机电及自动化学院, 福建 厦门 361021)

**摘 要:** 为了延长挖掘机通信终端的待机时间, 提出了一种基于电瓶电量检测的挖掘机通信终端的设计方案。该方案在选定的 LM3S9B96 微控制器的外围, 配置了 3G 无线通信模块、BD2/GPS 双系统定位模块和电源管理模块等, 构建整个应用装置的硬件平台。在该硬件平台上可实现数据传输、定位导航、状态检测等功能。而且, 该方案通过电瓶电量的检测来控制挖掘机的数据传输周期, 可有效地延长挖掘机通信终端的待机时间。

**关键词:** 无线通信模块; 数据传输周期; 电瓶电量

中图分类号: TP368.2

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)15-0093-03

## Design of communication terminal of excavator based on battery power detection

Chen Lugen, Liu Qiang, Zhao Wenchang

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** In order to prolong the standby time of communication terminal, a design scheme of communication terminal of excavator based on battery power detection was brought forward. In the scheme, 3G wireless communication module, BD2/GPS dual system positioning module and power management module were allocated around the microcontroller LM3S9B96, consequently the whole hardware platform was established. Data transmission, positioning and navigation, state detection could be realized on the hardware platform. And the standby time of communication terminal could be prolonged by means of controlling the data transmission cycle based on battery power detection.

**Key words:** wireless communication module; data transmission cycle; battery power

挖掘机是国家基础设施建设的重要装备之一, 许多发达的工业国家都将挖掘机等机电装备的发展作为国家重点支持的项目。当大量不同类型的挖掘机之间要相互协调完成工程任务时, 要求对作业的各单机及机群的工作状态有准确的掌握和控制<sup>[1]</sup>。这就需要以挖掘机通信终端为基石的监控系统来实现上述功能。

通常, 在挖掘机停机后, 挖掘机上的通信终端还需与远程监控中心按一定的频率进行通信, 向其上传挖掘机状态、位置等信息, 以方便远程监控中心对挖掘机群进行管理。通信终端一般由机载电瓶供电, 但此时机载电瓶无法自动充电, 当挖掘机一定时间未启动运行时, 车载电瓶电量将耗尽, 不仅严重影响电瓶的使用寿命, 并使挖掘机无法启动; 同时机载通信终端也将停止工

作。目前大多数挖掘机通信终端并没有有效的降低功耗的方案。因此本文针对上述问题, 提出了一种基于电瓶电量检测的挖掘机通信终端的设计方案。

### 1 系统整体方案

#### 1.1 系统功能需求

一般来说, 挖掘机通信终端需要与远程监控中心进行通信, 具体就是一方面机载通信终端对作业中的挖掘机机载状态、位置和施工进度等进行监测, 并将数据传送给回监控中心进行分析、统计、诊断; 另一方面现场施工人员通过机载通信终端将施工或维修过程中遇到无法解决的问题及时向监控中心发出诊断请求, 监控中心则会对其进行远程技术支持。另外, 由于挖掘机停机后, 通信终端仍由机载电瓶供电, 为了降低通信终端的功耗, 延长其待机时间, 就需要合适的电源管理。

\* 基金项目: 福建省高校产学研合作重大项目(项目编号: 2010H6015)

## 1.2 系统整体架构

本文所设计的挖掘机通信终端,采用如图 1 所示的系统架构,包括硬件系统和软件系统。其中硬件系统是以微控制器为核心的硬件平台,软件系统包括嵌入式操作系统、驱动程序和应用程序。

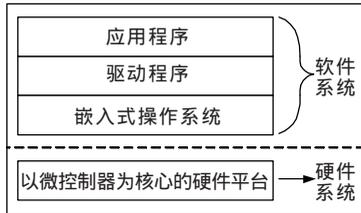


图 1 系统架构

## 2 硬件设计

根据机载终端所需要实现的功能,如数据采集、定位导航、无线数据传输、电源管理等,进行微控制器、数据采集模块(包括 RS232 接口和 CAN 总线接口)、BD2/GPS 双系统定位模块、3G 网络通信模块、电源管理模块、编程调试模块等的设计,硬件系统结构如图 2 所示。

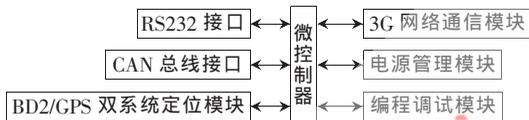


图 2 硬件系统结构

其中微控制器为 TI 公司的群星系列的 LM3S9B96,该微控制器基于 ARM Cortex-M3 内核,具有 80 MHz 的运行速度,同时可配置睡眠模式及深度睡眠模式,这将有效地降低通信终端的功耗。

定位模块为和芯星通的 UM220 模块,该模块支持 BD2 和 GPS 双系统联合定位。而且功耗只有 350 mW。同时无需外接 CPU 即可直接输出 NMEA 数据。第二代北斗卫星导航系统(BD2)是我国自主研发、独立运营的卫星导航定位系统<sup>[2]</sup>,相对于 GPS,北斗具有在地面通信设施被破坏的情况下还可进行短报文通信的特点,这将为抢险救灾的应急通信带来巨大的方便。采用 BD2 和 GPS 双系统联合定位,可降低对 GPS 系统的依赖性,缩短定位时间并提高定位精度。

3G 网络通信模块采用 SIMCOM 公司的 SIM5218 模块,SIM5218 是一款 WCDMA/HSDPA/GSM/GPRS/EDGE 模块解决方案,支持下行速率达 7.2 Mb/s 和上行速率为 5.76 Mb/s 的数据传输服务。这对视频和图像等数据量较大的信号传输而言是非常理想的选择。

电源管理模块采用飞思卡尔半导体公司的 MM912J637 智能电池传感器,它能准确地测量铅酸电池的电压、电流和温度并计算出电池的状态,即使是在恶劣的行车状态下也可完成。在挖掘机停机时,微控制器将凭借该传感器所检测得到的电瓶电量控制 3G 网络通信模块的数据传输周期,从而降低车载通信终端功耗。

## 3 软件设计

软件设计包括嵌入式操作系统、驱动程序和应用程序设计。软件系统结构如图 3 所示。

|             |                |             |            |
|-------------|----------------|-------------|------------|
| 状态监测和电源管理任务 | 数据采集任务         | 数据传输任务      | 数据周期传输定时任务 |
| 数据采集驱动程序    | BD2/GPS 定位驱动程序 | 3G 网络传输驱动程序 | 电源管理驱动程序   |
| 嵌入式操作系统     |                |             |            |

图 3 软件系统结构

其中嵌入式操作系统选用  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ , $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  是一种可移植的、可植入 ROM 的、可裁减的、抢占式的实时多任务操作系统内核,包含了任务调度、任务管理、时间管理、内存管理及任务间的通信与同步等基本功能<sup>[3]</sup>。本设计只需将  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  移植到微控制器 LM3S9B96 里。

驱动程序主要是各功能模块如数据采集模块、BD2/GPS 双系统定位模块、3G 网络传输模块和电源管理模块的驱动程序。

应用程序主要包括状态监测与电源管理任务、数据采集存储任务、数据传输任务、数据传输周期定时任务等等。所有的任务的运行由  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  进行管理和调度。 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  中,每个任务总处于休眠、就绪、运行、等待或挂起、中断服务 5 种状态之一,任务间通信可使用全局变量、信号量、消息邮箱和消息队列实现。 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  使用优先级调度法调度任务,即处于就绪状态的优先级最高的任务先运行。

## 4 机载通信终端低功耗策略研究

3G 网络通信模块是挖掘机通信终端里功耗最大的部分。因此降低通信终端功耗的重点是降低 3G 无线通信模块的功耗。本文提出了一种基于电瓶电量检测的低功耗策略。通信终端的工作模式如表 1 所示。

表 1 通信终端的工作模式

| 工作模式 | 模式描述   |
|------|--|
| 正常模式 | 挖掘机运行或停机未满足 1 小时,供电充足;所有功能正常运行                   |
| 睡眠模式 | 挖掘机停机满一小时;将微控制器和无线通信模块首次唤醒;以后两者每次都按照微控制器设置的周期来唤醒 |
| 停机模式 | 电瓶电量剩余 10% 时,供电完全切断;机载通信终端关机                     |

由于挖掘机停机一小时后,微控制器进入睡眠模式,所以首先需要将微控制器唤醒。然后通过电瓶电量检测模块对车载电瓶的相关参数进行检测,包括电压、电流和温度等。接着由微控制器采用合适的算法,以上述参数为变量,估算当前车载电瓶的剩余电量,并对需要传输的状态、位置信息进行采集。然后依据指数函数关系,如式(1):

$$y = e^{(-x/20+9)} + 5 \quad (1)$$

《微型机与应用》2013 年第 32 卷第 15 期

式中  $x$  表示电瓶剩余电量,  $10 \leq x \leq 100$ ,  $y$  表示无线通信模块的数据传输周期, 该指数函数曲线如图 4 所示。

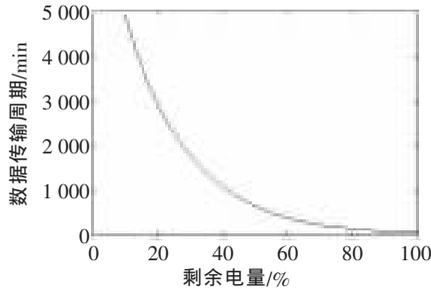


图 4 数据传输周期与剩余电量关系曲线图

微控制器以估算的剩余电量为自变量, 来设置无线通信模块的数据传输周期, 并按周期唤醒无线通信模块。无线通信模块被唤醒后进行一次数据传输, 而后进入睡眠模式, 等待下一次被唤醒。微控制器也随即再次进入睡眠模式, 依据设置好的数据传输周期等待下次数据传输的时刻, 当下次数据传输的时刻到来时, 微控制器再次被唤醒, 接着重复上述过程。当机载电瓶剩余不足 10% 电量时机载通信终端关机。以上过程总结为图 5。

通过以上策略的实施, 可以有效地降低挖掘机通信终端的功耗, 从而延长其待机时间。

本文所设计的挖掘机通信终端, 可以方便地实现挖掘机与远程监控中心进行大容量数据传输, 并可对挖掘机进行较高精度的定位。此外, 本文所提出的低功耗策略, 将很大程度地延长机载通信终端的待机时间。本文只对挖掘机通信终端进行了研究, 对于远程监控中心如何对挖掘机机群进行监控和调度, 有待在后续研究中进一步探索和完善。

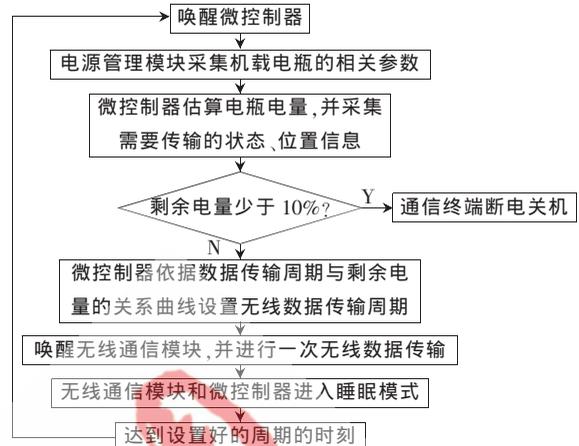


图 5 挖掘机停机 1 小时后通信终端工作流程

#### 参考文献

- [1] 陈智博. 挖掘机远程智能信息系统的研究[D]. 厦门: 华侨大学, 2012.
- [2] 范一大, 张宝军. 中国北斗卫星导航系统减灾应用概述与展望[J]. 中国航天, 2010(2): 2-7.
- [3] 龙垌. 基于嵌入式的挖掘机远程监控机载系统及其关键技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.

(收稿日期: 2013-04-03)

#### 作者简介:

陈录根, 男, 1989 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 机电一体化。

刘强, 男, 1972 年生, 硕士生导师, 教授, 主要研究方向: 机械电子。

赵文昌, 男, 1987 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 智能测控仪器与测控方法。