

# 一种用于航管雷达供电的测控系统设计

苏桂芝, 林回祥

(中国电子科技集团第三十八研究所, 安徽 合肥 230031)

**摘要:** 为了实现对雷达供电系统中直流电源的电压、电流参数和机柜温度的实时监测, 以及各种电源之间的互锁控制, 设计了一种用于航管雷达供电电源的测控系统。阐述了系统的测控原理和硬件实现方法, 并给出了系统软件的设计思路及流程。

**关键词:** 电源测控; 传感器; 模数转换; 嵌入式技术

中图分类号: TP206

文献标识码: B

## A monitor system design for radar power supply of ATC

SU Gui Zhi, LIN Hui Xiang

(No.38 Research Institute of CETC, Hefei 230031, China)

**Abstract:** In order to monitor the voltage, electric current parameters and the temperature of the power supply system, and interlocking control of each electrical source in radar, a monitor system used for radar power supply has been designed. The paper expatiates on the monitoring elements and the measure of hardware realizing for this system, and introduces the thought and the process of system's software.

**Key words:** monitoring of power supply; sensor; A/D; embedded technology

随着航管雷达体制的快速发展及其技术的不断进步, 对航管雷达机内测控系统的要求也越来越高<sup>[1]</sup>。作为航管雷达正常工作的动力源泉, 对航管雷达供电系统的测控更显得尤为重要。电源工作正常与否, 会直接影响航管雷达整机的性能, 因此电源测控系统是航管雷达必不可少的重要组成部分<sup>[2]</sup>。

为了排除电源故障, 需要实时地了解电源发生故障时的状态<sup>[3]</sup>。这就要求在电源发生故障的瞬间, 能够捕捉到电源实时的故障数据, 并能在故障环境下稳定地保存下来, 进而对系统电源参数进行实时测控、数字信息交换和故障记录显示等, 从而降低操作人员和维护人员的技能要求, 提高系统的可靠性, 减少系统故障的平均维修时间<sup>[4]</sup>。

### 1 系统总体组成设计

系统的总体组成如图 1 所示, 主要包括 PC104 嵌入式计算机、传感器及其检测电路部分、接触器及其控制检测电路部分。

采用 PC104 总线的嵌入式计算机, 其优点在于硬件性能优越、成熟可靠、结构标准、更新换代容易、可以扩充电子硬盘、彩色显示卡、键盘接口、打印机接口以及各

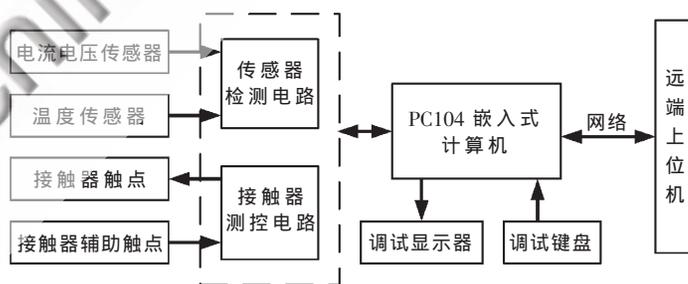


图 1 系统设计总体框图

种可选配的功能卡。同时 PC104 计算机拥有丰富的软件资源, 如各种操作系统的支持环境以及可以配置的各种工具软件, 因而使得软件的编程和开发更加快捷和方便。本系统采用 VxWorks 实时操作系统为平台, 它包括一个微内核, 可以提供强大的网络支持、文件系统和 I/O 管理、C++ 编程环境支持各种模块。

该电源测控系统采用霍尔元件传感器采集被测电源的电流和电压信号, 传感器检测到的信号以电流信号输出给检测电路, 经过 A/V 变换后, 送到 AD 进行模拟量到数字量的转换, PC104 计算机读取 AD 输出的数据并做相应的运算, 之后将检测结果通过网络送到远端的

## 技术与方法 Technique and Method

上位机进行实时监视。

该系统还接收由远端的上位机发来的接触器控制命令,通过控制电路输出到接触器的触点,对某一路电源进行开/关机控制。同时通过接触器状态检测电路检测接触器辅助触点的状态,观测被控制后的接触器是否动作,并将检测到的状态通过网络送到远端的上位机进行实时监视。

### 2 传感器及其检测电路

#### 2.1 电压、电流传感器

系统采用霍尔电压传感器和霍尔电流传感器。两者都是应用霍尔效应和零磁通原理的新一代传感器,可以在隔离条件下测量直流电压或电流。其主要功能特点有:(1)应用了霍尔原理的闭环补偿特性;(2)具有良好的线性度;(3)优化了响应时间;(4)宽频带、高灵敏度;(5)体积小无插入损耗<sup>[5]</sup>。

电压传感器的输入是宽范围的直流电压信号,电流传感器的输入是宽范围的直流电流信号,输出均为 4 mA~20 mA 的测量信号。

#### 2.2 电流电压检测电路设计

该电路由精密电阻、电容、模数转换器 AD7891 以及必要的 FPGA 输出的控制信号构成。来自传感器的 4 mA~20 mA 电流检测信号经过精密电阻转换成 0~5 V 的电压检测信号,经过电容滤波后送到 AD7891 进行模数转换,输出的数字量由 PC104 计算机读取并处理。

AD7891 是美国 ADI 公司推出的一种 12 位数据采集系统(DAS),应用电路如图 2 所示,AD7891 的主要特性是:

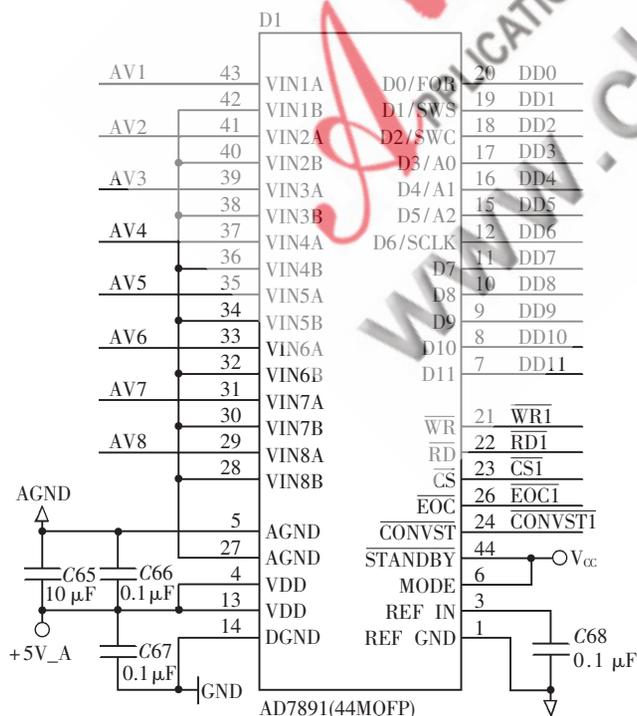


图 2 AD7891 应用电路图

- (1)分辨率 12 bit;
- (2)转换时间 1.6 μs;
- (3)8 个具有过压保护的模拟信号通道;
- (4)+5 V 单电源工作,低功耗;
- (5)非线性误差为±1LSB;
- (6)并行和串行接口;
- (7)芯片内有采样/保持放大器;
- (8)芯片内提供参考电源。

它具有外接元件少、功耗低、精度高等优点,适合作各种微处理器、控制器以及数字信号处理机的接口。

#### 2.3 温度检测电路设计

采用 MAX6673 温度传感器,温度检测电路如图 3 所示。

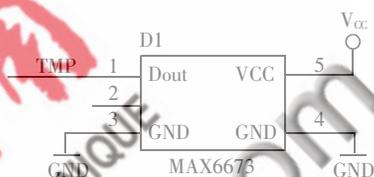


图 3 温度检测电路图

温度传感器的 1 脚输出 PWM 方波,通过 FPGA 内部的计数器和时钟对 PWM 方波的正、负脉宽进行计时,得到 PWM 波形中蕴涵的温度信息,最终由 PC104 计算机软件读取并计算出温度值,送监视界面显示。FPGA 内部的温度读取模块如图 4 所示。

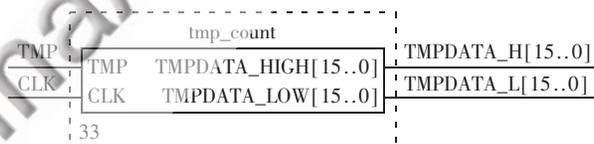


图 4 温度读取模块

### 3 接触器测控电路

#### 3.1 接触器控制电路设计

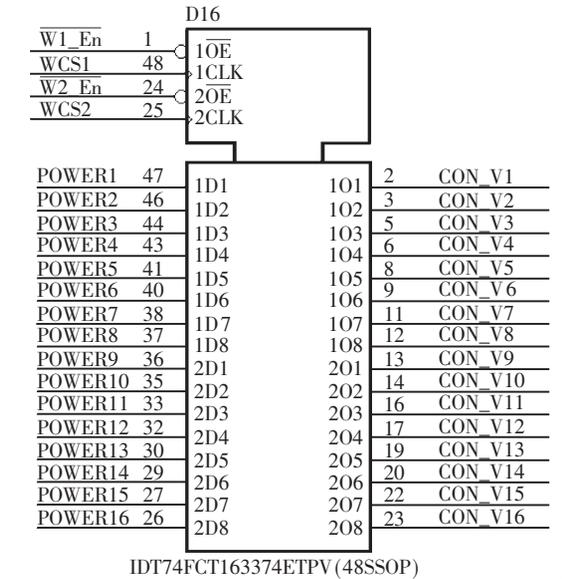
如图 5 所示,该电路由 FPGA、HC374、电阻和功率场效应晶体管 IFR7380 组成。来自远端的接触器开/关控制命令经过 FPGA 内部的端口,送到三态锁存器 HC374,并经过功率场效应晶体管 IFR7380 进行电流放大,输出给接触器,使接触器吸合或者断开。

控制电路内部还接有拨动开关,使系统可以方便地实现本地控制和远端遥控控制的相互切换。

IFR7380 是大电流小电阻的功率场效应晶体管,它的主要性能指标有:(1)V<sub>cc</sub> 为 80 V;(2)开关输出平均电流 3 A;(3)功耗 2 W。

#### 3.2 接触器状态检测电路设计

接触器状态检测电路如图 6 所示,由电阻、电容、HC244 和 FPGA 组成。被检测的接触器的辅助触点的一端接地,另一端接到该系统,经电阻上拉后输入到 HC244 驱动器,经过电容滤波去除干扰信号,再输入到



IDT74FCT163374ETPV (48SSOP)

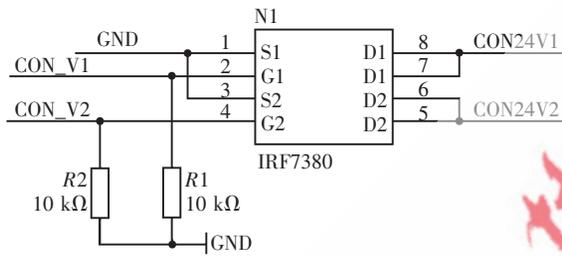
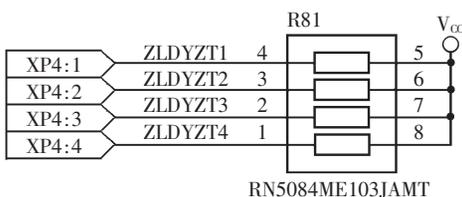


图5 接触器控制电路



IDT74FCT162244ETPV (48SSOP)



RN5084ME103JAMT

图6 接触器状态检测电路图

FPGA 的内部端口, 由 PC104 计算机读取接触器辅助触点的状态, 处理之后送远端上位机的电源监视界面。

当接触器断开时检测信号为高电平, 吸合时检测信号为低电平, 这种检测方法称之为干接点检测法。

#### 4 系统软件设计

操作系统选择 VxWorks 实时操作系统, 这是由 WindRiver 推出的一种嵌入式强实时操作系统<sup>[6]</sup>, 它存在多任务调度的方式, 可以管理多个外设, 而且可根据应用程序的需求对操作系统进行裁剪, 最大程度地压缩代码, 实现程序的优化。VxWorks 因其卓越的稳定性被首先应用于航天、导弹等尖端领域, 目前使用更加广泛<sup>[7-8]</sup>。

软件处理流程如图 7 所示, 系统引导成功后进入用户程序入口, 首先开始任务的初始化, 其主要包括初始化系统时钟、读取工作参数配置文件、控制端口复位、网络初始化等。软件通过网络对外进行通信, 系统初始化完成后要创建网络接收任务, 网络接收任务创建完成后就开始了主任务与网络接收任务的并行处理工作。

网络接收任务与主任务的优先级相同, 任务切换依靠系统时间片轮询来进行调度。两个任务之间依靠信

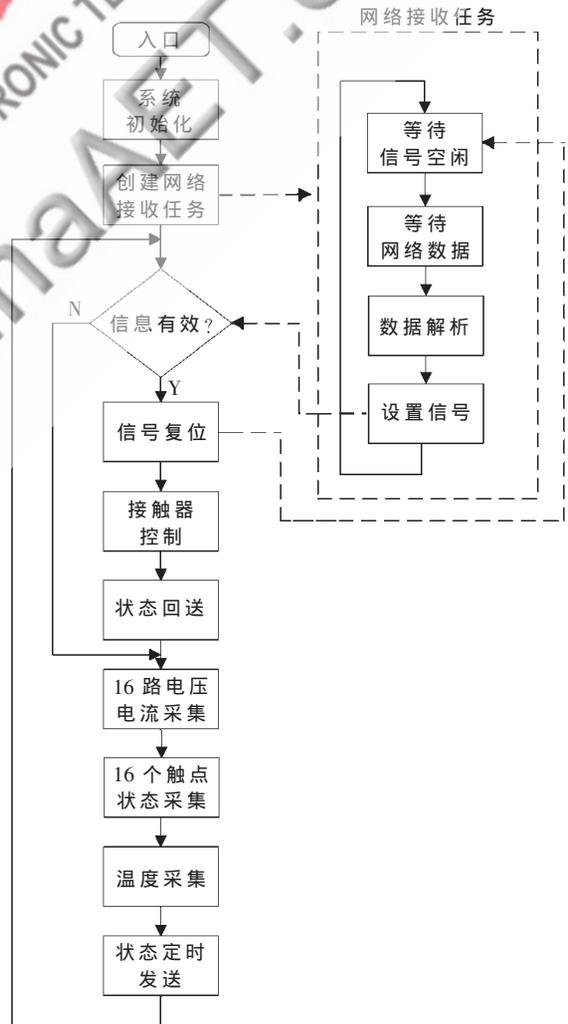


图7 软件处理流程图

## 技术与方法 Technique and Method

号量进行通信,网络接收任务收到网络数据后对数据进行解析处理,并设置信号量以通知主任务进行相应的控制响应,其主要包括信号量复位、接触器控制、状态回送等。

主任务除了处理外界的控制命令外还要实时地采集 16 路电压电流值、16 个触点状态值、系统温度值。主任务采集各种状态信息后要定时把所有信息打包发送给远端的上位机。远端上位机上的电源测控监视界面如图 8 所示。

由嵌入式 PC104 计算机和模拟器件构成的电源测控系统能够精确地对供电系统的各种电源的电流值、电压值进行实时监视,并通过远端操纵台对这些电源进行遥控开机或者关机,能实时监测这些电源的开机或者关机状态。该系统已经成功运用到某航管雷达的供电系统。

### 参考文献

- [1] 刘君华.现代检测技术与测试系统设计[M].西安:西安交通大学出版社,2000.
- [2] 胡建东.用于超视距雷达的电源远程监控系统[J].现代雷达,2003,25(5):55-56.
- [3] 刘玉云.基于 C8051F021 的机载雷达电源监控系统[J].电子工程师,2007,33(4):7-13.
- [4] 李更祥.嵌入式计算机应用于相控阵雷达机内测试设备的设计[J].计算机自动测量与控制,2001,9(2):59-62.
- [5] 王瑞峰,米根锁.霍尔传感器在直流电流检测中的应用[J].仪器仪表学报,2006,27(6):312-314.
- [6] 李方敏.VxWorks 高级程序设计[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [7] 黄幸.VxWorks 在电源监控系统中的应用[J].现代雷达,2007,29(9):98-100.
- [8] 黄银园.VxWorks 操作系统在多功能相控阵雷达中的应用[J].现代雷达,2001,23(4):46-49.



图 8 电源测控系统监视界面

(收稿日期:2009-11-18)

### 作者简介:

苏桂芝,女,工程师,主要研究方向:雷达监控系统设计。

林回祥,男,1978年生,工程师,主要研究方向:浮空器测控、雷达监控等软件开发与设计。