

基于 Cortex-A7 新型地面气象观测综合集成硬件设计

徐意泊¹, 杨笔锋^{1,2}, 詹艳军^{1,2}, 马尚昌^{1,2}

(1. 成都信息工程大学, 成都 610225; 2. 中国气象局大气探测重点开放实验室, 成都 610225)

摘要:随着科学技术的进步和计算机相关科学的快速发展,智能设备产品在各种环境得到越来越广泛的应用,在某种程度上影响了人类的生活和生产方式。当前,中国气象业务已利用智能传感器和计算机软件来帮助完成各项气象探测工作,改善了气象业务的管理和服务方式,极大地方便了气象工作人员的管理工作,提高了工作效率,但是其中也存在着一定的缺陷。比如,当前气象观测中,传感器与数据采集器连接线路冗杂,探测设备集约型太差,且达不到“局站分离”的目的。随着气象行业的不断发展,为改善当前地面气象观测综合系统所存在的问题。基于嵌入式系统原理和电路原理,高频电子线路原理,以 ARM 体系结构 Cortex-A7 内核为核心的新型地面气象观测综合集成硬件设计,该设计的微处理器采用恩智浦公司 i. MX6UltraLite 处理器,具有高性能、低功耗和低成本的特点,符合工业级的标准,被广泛地应用于嵌入式系统设计领域。该综合集成硬件设计具有 6 个全功能串口通道,1 个 Debug 调试串口通道,一个 GPRS 串口通道,且具有低功耗 Wi-Fi 和蓝牙无线通信等功能。新型地面气象观测综合集成硬件还实现将现有地面综合观测业务软件(ISOS)中的 SMO 部分功能从 PC 端下移到综合集成硬件上面,从而打破了 PC 电脑的限制,简化观测流程,提高了气象观测工作人员的效率,也符合中国气象行业发展的需求。

关键词:地面气象观测; Cortex-A7; 硬件设计; 嵌入式

中图分类号: TN802

文献标志码: A

doi: 10. 16836/j. cnki. jcuit. 2019. 04. 007

在气象行业领域,地面气象观测数据文件是最为重要的,要想获取准确可靠的气象数据文件,既需要地面气象观测数据准确可靠,还需要气象数据文件传输的准确可靠,才能保证气象数据分析与预报业务的顺利进行,所以地面气象数据观测是基础,也是重点。提升地面气象综合观测能力是提高中国气象探测技术水平的关键,也是国家气象事业可持续发展的保障。为解决当前地面自动气象观测中所存在的问题,设计出新型地面气象观测综合集成硬件,该集成硬件以 i. MX6UltraLite 为核心的控制器,具有高性能且低功耗的特点,符合气象行业的标准。新型地面气象观测综合集成硬件设计主要分为几大模块:控制模块、电源模块、网络模块、无线模块、通信模块、Debug 调试模块、存储模块和时钟模块等等。

当前,气象观测主要以自动气象站为主,自动气象站在整个地面气象观测系统中具有十分重要的作用。它大大提高了气象观测能力,同时也提高了气象自动化观测水平。中国各省市区县安装了大量的自动气象站,这为气象服务工作提供了更好的数据文件支撑,同时,也给气象信息的传输、处理和应用带来了新的压力,因此针对地面气象观测综合集成系统方面的研究势在必行。

1 总体设计方案

设计研究内容涉及气象学原理、地面气象观测规范、嵌入式软件开发技术和《地面观测气象数据字典》等知识。设计新型地面气象观测综合集成硬件,新型地面气象观测综合集成硬件主要有 8 个功能模块:控制电路模块、电源电路模块、网络电路模块、无线电路模块、通信电路模块、防雷电路模块、存储电路模块和下载电路模块。控制电路模块是整个综合集成硬件的核心部分,它在整个地面气象观测综合集成系统中所处的位置以及其内部框图如图 1 所示。该系统的设计思路是以高性能、低功耗嵌入式微处理器为核心,设计带有防雷的电源管理系统,设计 8 个多功能串口模块,百兆以太网模块,光纤转换模块等功能。

地面气象观测综合集成硬件平台的处理器选用的是 NXP 公司的 i. MX6UltraLite,该处理器具有高性能、低能耗且发热量低等特点,采用先进的 Arm Cortex-A7 架构,运行速度高达 528 MHz,并且具有丰富的 I/O 资源,有 8 个标准高速串口,恰好满足地面气象观测多路数据传输的要求。i. MX6UltraLite 应用处理器包括一个集成的电源管理模块,降低了外接电源的复杂性,并简化了上电时序。地面气象观测综合集成硬件平台构架框图如图 2 所示。

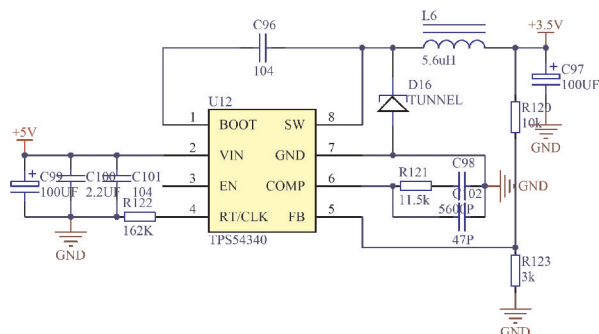


图 5 TPS54340 转化电源电路

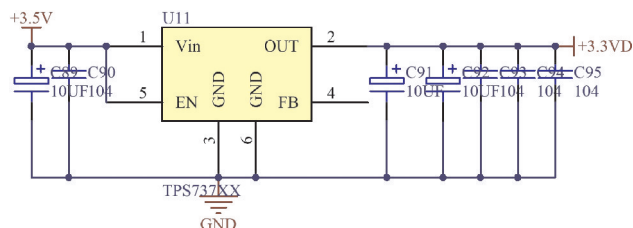


图6 TPS737XX 转化电源电路

在系统电源电路中,输入电压 9 ~ 15 V,输出电压 5 V,输出电流最大 2A。在电源的输出端需要连接 100 μ H 电感 L5、且需要接一个 110 μ F 的电容 C64 接地。输出电压由 TPS5430 的 VSNS 管脚的 R110、R111 两个电阻的阻值来决定,若要输出 5 V 额定电压,R01 和 R02 应分别选择为 10 k 和 3.3 k。TPS5430 需要外接一个捕获二极管,即 D13。

DCR010503 是 TI 公司的一款微型 1 W 隔离稳压 DC/DC 电源转换器,该芯片包括一个内置于装置内部的低压差线性调节器,以实现良好调节。输入电压宽度范围为 4.5 ~ 5.5 V,输出电压 3.3 V,输出电流最大可达 335 mA,转换速率为固定值 400 kHz,输入噪音小,具有热保护,高精度等特点。应用非常广泛,是一种简易的电源隔离方案。DCR010503 内部原理结构如图 7 所示。

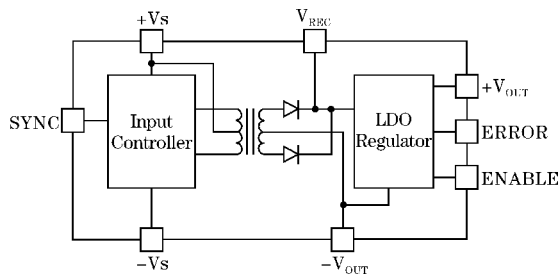


图 7 DCR010503 内部原理结构

如图 8 所示,在 DCR010503 输入端应该加一个大约 $100\ \mu\text{F}$ 的陶瓷电容,作用是耦合和滤波,在输出端需要连接并联几个 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容进行输出滤波处理,ENABLE 引脚与 V_{rec} 引脚相连,中间加一个 $10\ \text{K}$ 的电阻。ERROR 引脚低电平有效,于是该引脚通过一个电阻连

接到3.3 V电源。由 DCR010503 组建的隔离电路,其作用是为了将系统的核心电源与6个串口通信电路电源进行隔离,这样可以保证核心电源电路的安全,从而保证了核心处理器的安全。

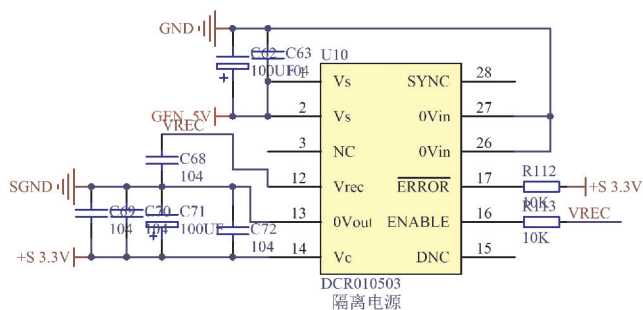


图 8 DCR010503 隔离电源电路

2.3 其他

基于 Cortex-A7 新型地面气象观测综合集成硬件设计还包括系统复位电路、RTC 时钟电路、主板电压采集电路、主板温度采集电路、SD 卡存储、OTG 下载电路、调试接口、WiFi 和蓝牙等电路,这些单元接口电路都较为简单,这里不再详述。

3 结束语

设计完成了新型地面气象观测综合集成硬件的所有基本功能,新型硬件设计保证了的实现常规地面气象观测数据的采集、传输、存储、和观测终端之间的以太网、光纤连接以及气象数据的无线发送;支持232/485/422三种标准通信协议与观测设备相连接,并支持远程 APP 升级和内核升级,十分便捷;其次还设计了完整、易于扩展的内部通信协议,可以实现观测终端的 ISOS 地面气象观测业务软件与地面气象观测硬件总集成的任务。

参考文献:

- [1] 宋长青. 自动气象站数据管理及应用系统的设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2011.
- [2] 杨春竹. 贵州省气象观测数据核查及反馈系统的设计与实现[D]. 厦门: 厦门大学, 2015.
- [3] 李勇. 串口设备的网络接入[J]. 电子产品世界, 2003, 17: 44-47.
- [4] 沈玉亮, 方海涛, 陆斌, 等. DPZ1 型综合集成硬件控制器系统组成及故障判断方法[J]. 气象水文海洋仪器, 2017, 34(3): 88-92.
- [5] 孟昭辉, 李庆军. 自动气象站综述[J]. 气象水文

- 海洋仪器,2009(4):54-56.
- [6] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003.
- [7] 芦潇静. 中国设计,服务中国市场:飞思卡尔 i.MX6 系列提供更高能效[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2015,15(11):82.
- [8] 徐健.《电子电路设计与制作》实训平台的研制[J]. 九江职业技术学院学报,2010(2):25-26.
- [9] 李迪,陆扬. DPZ1 型综合集成硬件控制器常见问题分析[J]. 气象水文海洋仪器,2016,33(4):105-108.
- [10] 黄妙芬,刘少民,刘素红,等. 地表温度和地表辐射温度差值分析[J]. 地球科学进展,2005,10:105-108.
- [11] 王颖. 飞思卡尔 i.MX6 系列满足中国市场需求[J]. 中国电子商情(基础电子),2015(10):24-25.
- [12] 刘语嫣,杨笔锋,马尚昌,等. 基于 AM3354 的气象观测综合集成控制系统硬件设计[J]. 成都信息工程大学学报,2016,31(3):271-276.
- [13] 吴荣斌. 基于 ARM9 的以太网串口服务器的设计与实现[D]. 兰州:兰州交通大学,2014.
- [14] 郭秦. 实时性容错以太网交换机的电路设计[D]. 北京:北京交通大学,2017.
- [15] Labeled J, Stoll M P. Spatial variability of land surface emissivity in the thermal infrared band: spectral signature and effective surface temperature[J]. Remote Sens. Environ, 1991, 38:1-17.
- [16] Bomin Sun, Baker, C Bruce, et al. A Comparative Study of ASOS and USCRN Temperature Measurements. Journal of Atmospheric & Oceanic Technology. 2005, 22(6):679-686.
- [17] Robert Love. Linux Kernel Development [M]. Third Edition, America: Novell Press, 2008:1-14.

Base Cortex-A7 New Ground Meteorological Observation Integrated Hardware Design

XU Yibo¹, YANG Bifeng^{1,2}, ZHAN Yanjun^{1,2}, MA Shangchang^{1,2}

(1. Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225; 2. The Key Laboratory of China Meteorological Administration, Chengdu 610225)

Abstract: With rapid development of computer-related science, intelligent equipment products are more and more widely used in various environments, which affects the way of human life and production to a certain extent. At present, China meteorological industry has used intelligent sensors and computer software to help complete the meteorological detection missions, which improves the management and service mode of meteorological industry, greatly facilitates the management of meteorological staff, and improves the work efficiency. But there are still some shortcomings. For example, in the current meteorological observation, the connection lines between sensors and data collectors are complex and the intensive type of detection equipment leaves much to be desired, failing to achieve the purpose of "separation of bureau and station". With the constant development of the meteorological industry, in order to improve the existing problems of the current surface meteorological observation integrated system. Based on the principle of embedded system, circuit and high frequency electronic circuit, a new ground meteorological observation integrated hardware design is presented in this paper. The core of this design is the Cortex-A7 core of ARM architecture. The microprocessor of design using the i.MX6UltraLite processor of NXP Company, which has the characteristics of high performance, low power consumption and low cost, as well as meets the industrial standard. This microprocessor is widely used in the field of embedded system design. The integrated hardware design has six full-function serial channels, one Debug debugging serial channel and one GPRS serial channel, as well as has low power Wi-Fi and Bluetooth wireless communication functions. The new integrated hardware of ground meteorological observation also realizes the transfer of SMO functions from PC to integrated hardware, which breaks the limitation of PC, simplifies the observation process, improves the efficiency of meteorological observation staff, and meets the demands of the development of China meteorological industry.

Keywords: ground meteorological observation; Cortex-A7; hardware design; embedded