

基于图像传感器的压力表识别研究

陈思雨，方元*

宝鸡文理学院 电子电气工程学院，陕西 宝鸡 721016

摘 要： 宝鸡市作为传感器生产主要集中地区，全市有传感器生产企业200余家，其中绝大多数是压力传感器。目前，这些企业的主流产品都是数字式压力变送器，随着5G技术和物联网技术的发展，传统压力传感器显示的数据需要远距离发送，以方便控制中心在远离传感器的地方能够实时监控数据。虽然数字式压力变送器传出的是数字信号，但由于厂家不同，各个接口和标准不一，传统智能数显控制设备有可能没有有线和无线网络模块，不能实现远距离互联。更换设备的成本较高，企业难以承担。另外，在工业应用中还有一部分企业由于设备老旧、应用场合特殊等影响仍然使用机械式压力表。在本文中上述问题，都可以通过图像传感器采集图片代替人工抄表的方式完成。

关 键 词： STM32；图像传感器；机械压力表

Research On Pressure Gauge Recognition Based On Image Sensor

Chen Siyu, Fang Yuan*

School of Electronic and Electrical Engineering, Baoji University of Arts and Sciences, Shaanxi, Baoji 721016

Abstract： Baoji City, as the main concentration area of sensor production, has more than 200 sensor manufacturers in the city, most of which are pressure sensors. With the development of 5G technology and Internet of Things technology, the data displayed by traditional pressure sensors needs to be sent over long distances to facilitate the control center to monitor the data in real time away from the sensors. Although the digital pressure transmitter transmits a digital signal, due to different manufacturers, different interfaces and standards, the traditional intelligent digital display control equipment may not have wired and wireless network modules, and cannot achieve long-distance interconnection. The cost of replacing equipment is high and difficult for businesses to afford. In addition, in industrial applications, there are still some enterprises that still use mechanical pressure gauges due to the influence of old equipment and special applications. In this paper, the above problems can be completed by collecting pictures by image sensors instead of manual meter reading.

Keywords： STM32; image sensors; mechanical pressure gauges

引言

物联网时代已经来临，伴随着新一代科技革命的出现。传感器技术在物联网计划中非常重要^[1]。但是，传感器种类繁多，发展速度和技术迭代很快，很多类型传感器无通用标准。宝鸡市作为老牌的扩散硅压力变送器老牌制造基地，其压力传感器的制造和发展得到本地政府高度关注与支持。预计到2025年，宝鸡地区的传感器产业规模将达百亿元，具有广阔的发展空间。

随着新一代技术革命的兴起，物联网时代已然到来。在物联网规划中，传感器技术相当重要。但是，传感器种类繁多，发展速度和计数迭代很快，很多类型传感器无通用标准。宝鸡市作为老牌的扩散硅压力变送器老牌制造基地，其压力传感器的制造和发展得到本地政府高度关注与支持。预计2025年，整个宝鸡的传感器规模能够达到100亿元规模，是一个很有前景的市场。

压力传感器技术已经相当成熟，通过调研传感器企业的主要问题在于降低成本和提高精度等传统竞争领域^[2]。同时，由于宝鸡本地传感器企业基本是中小型企业，在压力传感器的物联网技术升级方面较为落后，传感器数据的采集和管理较为原始。因此，迫切需要一个通用的解决方案来实现物联网的升级。除了新一代压力传感器的研发外，针对无法改造升级的设备也要有备用方案。其中，使用相机拍摄传统表并自动抄表的方案是一种易于实现、成本较低和兼容性强的方案。

一、系统总体框架

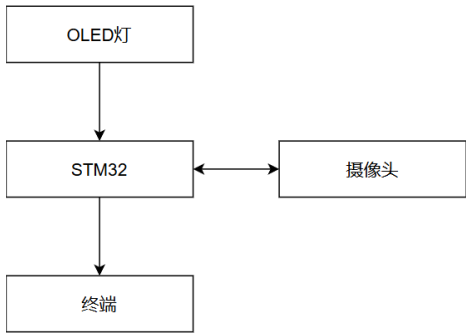
系统以STM32F10C8T6单片机为核心。结构框图如图1所示。该系统主要包括：图像传感器与摄像头组成的摄像头模组用于

采集数据，STM32F10C8T6单片机用于处理图像数据，报警电路用于拍摄出问题后的警报工作，WIFI上传电路，补光灯模组等。

在系统中，一组高质量的摄像头和图像传感器共同构成了摄像头模组。它负责捕捉周围环境中的图像数据并将其转化为数字

通讯作者：方元，邮箱：fangyuanmy@163.com

信号，这些信号随后被传输到 STM32F103C8T6 单片机上。这款单片机拥有强大的处理能力，能够对接收到的图像进行细致的处理工作。



> 图1. 系统设计总体框图

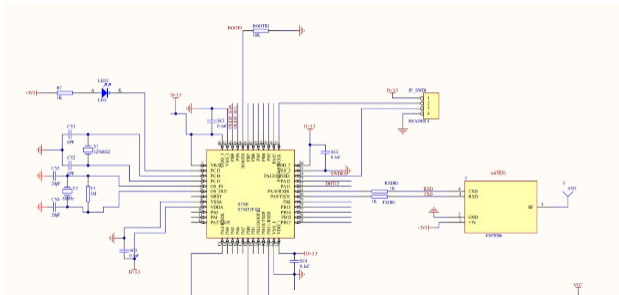
二、系统硬件电路设计

（一）STM32F10C8T6 模块

STM32F103C8T6是意法半导体（STMicroelectronics）推出的一款32位 ARM Cortex-M3微控制器（Microcontroller Unit，MCU）^[3]。

STM32F10C8T6分别与故障指示灯、补光灯、WIFI模块相连，STM32F10C8T6单片机是此系统的核心，分别控制几个模块同时运行保证系统正常运作。STM32F10C8T6单片机是主要模块是核心部分，连接了其他几个模块，控制其他模块的正常运作。

STM32F10C8T6与故障指示灯通过22号引脚 IO 接口相连，补光灯与18号引脚 IO 接口相连，摄像头模组与13号引脚 IO 接口相连，23,24 引脚为系统的主电源接口与48,47号引脚分区供电全部接入电源，30,31号引脚 IO 接口分别通过一个1KB的电阻接入WIFI模块 ESP8266的3,4号引脚相连。34,37 引脚 PA13:JTMS/SWDIO，PA14:JTCK/SWCLK，SW 两个下载调试端口。8、9号引脚：VSSA,VDDA，内部模拟部分电源，如 ADC,RC 振荡器，接3.3v。2号引脚，PC13-TAMPER-RTC，可以进行保护数据放在被读取，3-6号引脚，晶振输入。连接电路图如图2所示。

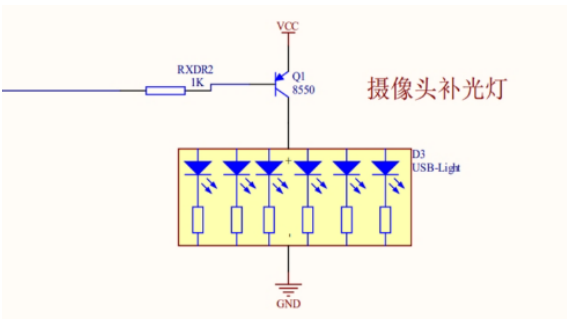


> 图2. STM32F10C8T6模块

（二）补光灯模块

补光灯模块与 STM32F10C8T6 模块相连接在检测到摄像头开始工作后，补光灯模块开始亮灯频闪辅助摄像头开始工作。在摄像头被遮掩光无法传出时，系统开始报错。补光灯模块由6个LED灯并联组成，接入PNP三极管基极接电阻、发射极接LED灯和集电极接电源，组成一个集电极开路电路集电极开路输出可

以吸收比标准输出更多的电流，很容易与其他数字设备连接，可用于在多个输出之间创建线或连接，使其成为驱动 LED 低电流设备的理想选择。补光灯模块如图3所示。



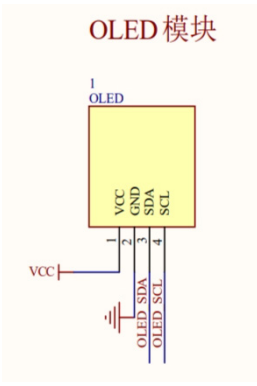
> 图3. 补光灯模块

（三）OLED 模块

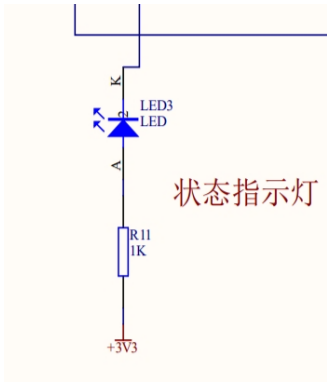
OLED 模块与 STM32F10C8T6 模块相连接，在系统正常工作或出现故障时通过屏幕显示进行提示，出现文字提醒系统故障。OLED 模块通过精心设计的接口与高性能 STM32F10C8T6 模块紧密相连，从而在整个系统中扮演着至关重要的角色。当系统运行平稳且一切按计划进行时，这个模块会保持沉默，仅仅作为一个普通的显示设备存在。然而，一旦遇到系统不稳定或异常情况，它就会变身为一位可靠的智能助手。OLED 模块如图4所示。

（四）错误指示灯模块

错误指示灯模块的主要作用是在系统故障时亮起对工作人员进行提示，红灯更加醒目明显，在紧急情况下发挥着至关重要的作用。它不仅仅是一个简单的指示灯，而是在系统出现故障或异常时，作为一种无声但强有力的提醒工具，向负责维护和操作的工作人员发出警示信号。特别是在红灯亮起来的时候，其高亮度、强对比度的设计让信息传递更为直接和迅速。而为了确保系统安全运行，示灯模块还会与电阻进行连接，这样就可以在遇到过大电压冲击的极端情况下，通过电阻吸收部分电压，从而保护内部的电子元件不受损坏。指示灯模块如图5所示



> 图4. OLED 模块



> 图5. 错误指示灯模块

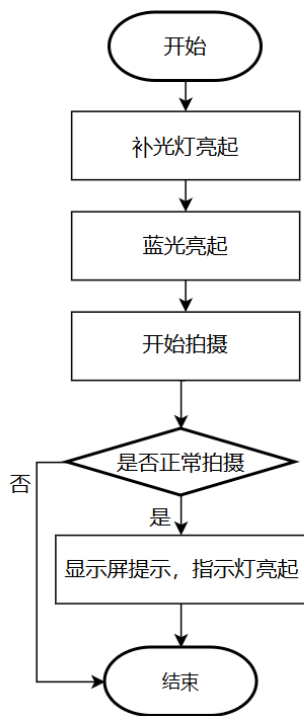
三、系统软件设计

（一）系统总体设计

机械压力表识别技术流程图如图6所示。系统的设计理念基于 STM32 系列芯片，这种芯片以其高效、

可靠和低功耗而著称。在整个系统中，当正常运行模式启动时，我们会看到蓝色的指示灯开始闪烁，这是一个积极的信号，表明系统正在准备就绪。紧接着补光灯随之点亮，为摄像头提供必要的光线，使其能够清晰地捕捉到图像。此时，STM32F10C8T6处理器将承担起重任，负责完成图像的拍摄任务。拍摄结束后，它会对照片进行处理，然后将最终处理结果上传至远程服务器。

然而，任何系统都难免遇到问题。一旦系统检测到异常情况，便会发出警告信号。这时警报指示灯就会亮起，显示屏上会出现详细的文字故障提示，同时终端设备也将同步显示故障信息。这样的设计确保了用户可以迅速了解系统当前的状态，及时采取措施解决问题，保证系统的稳定运行。



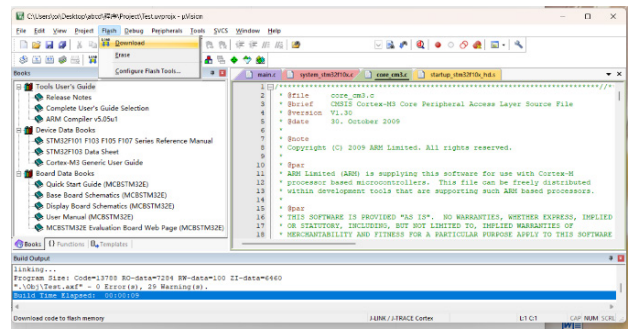
> 图6. 主程序流程图

四、系统测试与分析

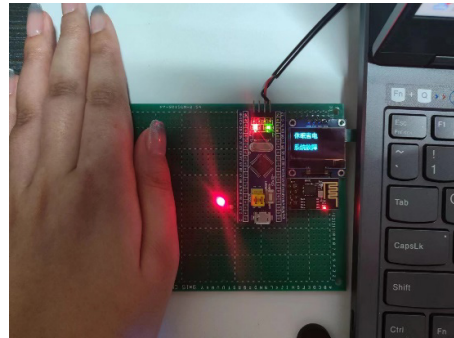
本课硬件接线检查。这是调试前的必要步骤，确保所有硬件连接正确且牢固。

模块的除错每个模块都要经过充分的测试，以保证其性能和界面是正确的。联调。在各个模块和子系统测试通过后，进行系统级的联调，以验证整体系统的功能。软件编写和调试。这包括整理功能框图、编写代码并进行测试。运行并进行测试。将硬件和软件相结合，以发现和纠正缺陷。修正并反复试验。当出现问题时，立即纠正和执行回归试验，以保证问题的解决^[4]。

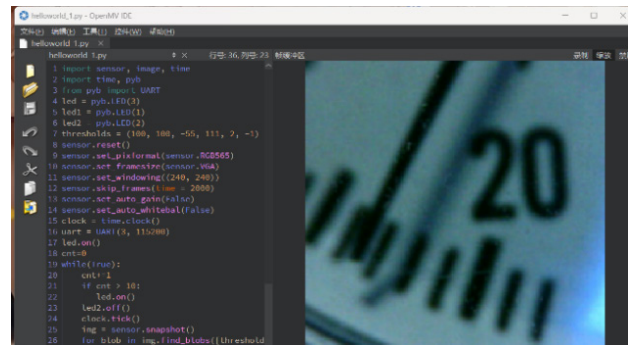
系统调试完成后进行测试实验，首先对代码进行运行测试保证代码无误（如图7所示）代码运行正确且没有错误，后对实物进行连接电源进行实物测试，接通电源后首先观察补光灯与摄像头是否能正常运行，将补光灯进行遮盖 OLED显示屏与警示灯能够正常报错（如图8所示）硬件设备运行无误，查看图像是否能够正常上传终端（如图9所示）。



> 图7 代码测试结果图7 代码测试结果



> 图8 OLED显示屏测试



> 图9 图像识别上结果

五、结束语

本项目设计了一款智能识别机械压力表的系统，能够实现自动补光、拍摄识别图像等多种功能，同时使用者也可以进行远程的实时检测，提升简便性与实用性。对系统进行测试后表明，系统能够实现图像识别拍摄、补光灯损坏等故障时能够及时报错，拍摄结果可上传至电脑终端。说明该系统具有实用性科学性，当然系统中还有不足之处对于不足之处日后可对系统进行升级优化等处理。

参考文献

- [1]王钱保, 黄华云, 李春苗, 等. 优质肉鸡不同环境控制下的舍内参数分布规律及性能差异性研究 [J]. 西南农业学报, 2024, 37(05): 1108-1115.
- [2]申会鹏, 韩春阳, 郭家宝, 等. 基于力传感器的刚性转子动平衡实验方法 [J]. 机电工程, 2024, 41(07): 1223-1230.
- [3]郑志安, 尹诗荷, 朱俊杰, 等. 体感交互智能型机械臂实验教学平台开发 [J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(01): 40-44+129.
- [4]闫亚林, 杭丽君, 龙艳. 基于 LabVIEW 的电动汽车动力电池管理系统测试平台设计 [J]. 汽车电器, 2024, (03): 25-27.