

基于 STM32 的宠物健康检测及定位系统设计

朱娟溪

湖南信息学院电子科学与工程学院，湖南长沙 410151

摘要：为实现对宠物健康状况的实时监测和位置的精准追踪，为宠物主人提供便捷、可靠的宠物照护手段。提出一种基于 STM32 微控制器的宠物健康检测及定位系统。系统以 STM32 单片机为核心控制原件，集成了温度检测、心率检测、GPS 定位、电池电量检测、液晶显示以及 WiFi 远程通信等模块。可通过传感器测得宠物体温、心率、血氧、位置等信息在 OLED 上显示出来；并且使用 WiFi 通信模块将系统与远程终端相连接，让饲养者可以随时随地用手机查看宠物状态和位置；当检测到宠物的健康情况不正常时，系统则通过蜂鸣器预警并通知饲养者。经测试，该系统可以完成体温、血氧、心率的检测及显示，危险警报以及定位功能，实现了对宠物的健康检测以及精准定位，达到了设计的目的。

关键词：STM32 单片机；传感器；GPS 定位；健康检测

DOI:10.63887/jeti.2025.1.4.9

引言

宠物作为人类忠实的伙伴，其健康与安全状况牵动着每一位宠物主人的心。然而，传统的宠物照护方式，在实时性、全面性和便捷性上存在一定的局限性，难以满足现代宠物主人对精细化、智能化照护的需求。

近年来，物联网、微电子和传感器技术的飞速发展，为宠物健康管理带来了新的机遇。将微型化、低功耗的传感器与强大的微控制器相结合，可以实现对宠物生理参数和活动状态的连续、非侵入式监测^[1]。同时，全球定位系统（GPS）及各类室内定位技术的成熟，使得对宠物位置的实时追踪成为可能^[2]。这为开发一款集健康监测与定位追踪于一体的智能宠物管理系统奠定了坚实的技术基础。STM32 系列微控制器以其高性能、低功耗、丰富的外设接口和成熟的生态系统，成为嵌入式系统设计的理想选择，特别适合应用于需要集成多种传感器和无线通信模块的复杂应用场景^[3]。

基于上述技术的基础上，本设计旨在利用 STM32 平台，开发一套功能完善的宠物健康检测及定位系统。该系统将集成心率、体温、血氧等健康监测模块，并结合 GPS 定位技术，实现对宠物健康状况的实时评估和位置的精准掌握。研究成果有望为饲养者提供一种主动、智能、便捷的宠物照护新方式，减轻主人的照

护负担与焦虑感，具有重要的现实意义和应用价值。

1 系统设计

1.1 设计要求

本系统的目标是对宠物身体情况及位置进行实时监测和远程管理，主要功能要求如下：

- （1）能够实时检测宠物的体温、心率、血氧，在出现异常情况后及时进行预警；
- （2）使用 GPS 定位功能对宠物的位置进行实时定位和更新；
- （3）将体温、心率、血氧、位置等信息显示在 OLED 显示屏上
- （4）利用 WiFi 网络将宠物身体的各项指标发送给手机，并且进行阈值设置和基本信息的管理；
- （5）进行电池电量检测，在电量低于阈值的时候进行告警提示。

1.2 系统方案设计

根据以上设计要求，系统需包含温度检测、心率检测、定位、通信、报警、电量检测和 WiFi 等功能模块：温度检测模块用来检测宠物体温；心率检测模块来检测宠物心率、血氧；定位模块用 GPS 定位技术来定位宠物的位置，并更新经度和纬度；通信模块将宠

物体温、血氧、心率、定位等数据信息发送到手机端，并且可以通过手机给定阈值以及输入相关信息；电量检测模块检测设备内电池电量，在电量过低后会提醒

用户；报警模块当心率、血氧、温度、电量低于或高于阈值时，蜂鸣器发出警报。系统总体方案框图如图 1 所示。

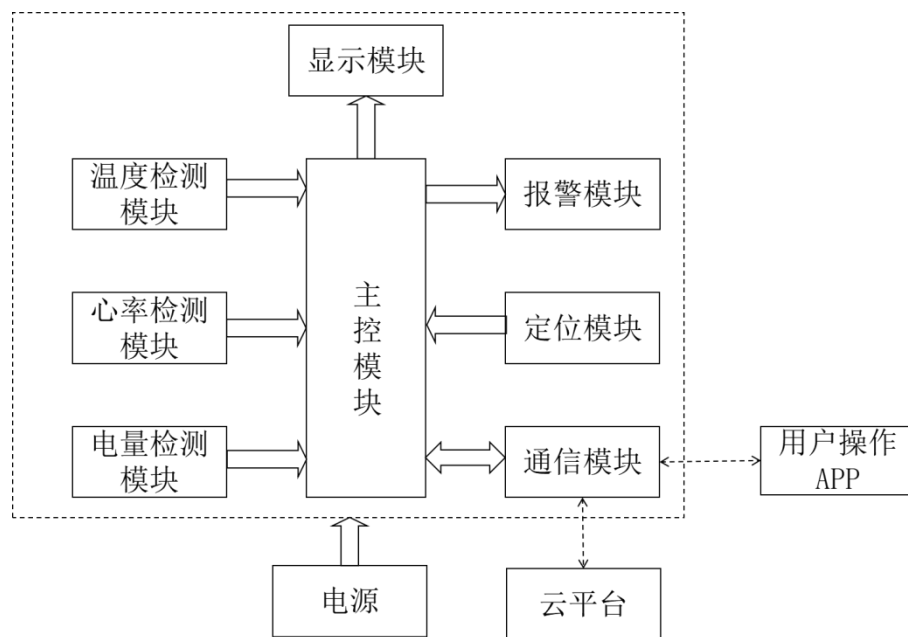


图 1 系统设计框图

2 硬件设计

2.1 主控模块

主控模块是整个系统的核心，负责协调整个系统的运行，包括数据采集、处理、存储、定位信息获取以及与上位机或移动终端的通信。本设计选用基于 ARM Cortex-M3 内核的高性能、低功耗、高性价比的 32 位微控制器 STM32F103C8T6 作为主控芯片。

本设计以 STM32F103C8T6 为控制核心，最小系统由单片机、时钟电路、复位电路 3 部分组成，选用

LDO 稳压器将 5V 输入电压稳压为 3.3V，为 STM32F103C8T6 以及其他模块提供电源；时钟电路用 16MHz 外置晶振加负载电容组成，为 STM32F103C8T6 提供稳定的时钟信号；复位电路用外部复位 IC 或 R-C 网络来保证系统上电的时候会进行复位操作，让系统进入正常工作状态。

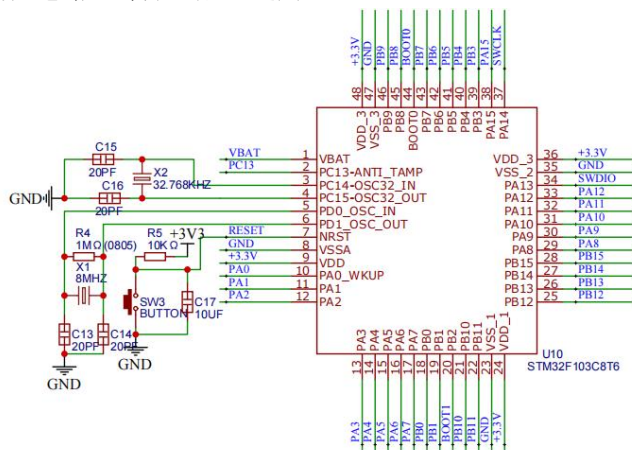


图 2 单片机最小系统

2.2 温度检测模块

宠物的正常体温范围相对固定，体温的异常升高或降低往往预示着可能存在的健康问题。因此，实时监测宠物的体温对于及时发现健康隐患至关重要。而 DS18B20 有高集成度、数字化输出和单总线接口等优势，非常适合作为本宠物健康监测系统中温度检测模块的核心传感器^[4]。

DS18B20 温度传感器通过单总线协议与 STM32 微控制器连接，其 VCC 引脚接至+5V 电源，GND 引脚接地，DATA 引脚则连接至 STM32 的 PB11 口用于数据传输。温度检测电路如图 3 所示。

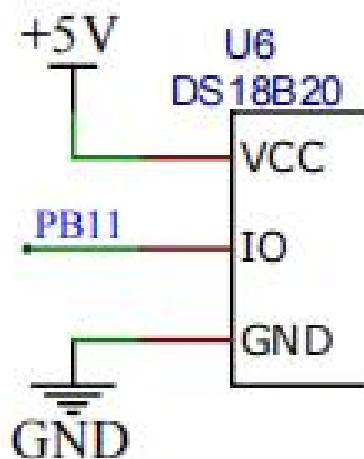


图 3 温度检测电路

2.3 心率检测模块

MAX30102 是一款高度集成的脉搏血氧仪和心率传感器模块。可通过光电容积脉搏波描记法（PPG）来检测血液流动的变化，从而计算出心率和血氧饱和度。其优势在于高集成度、高灵敏度、低功耗以及抗干扰强，即使在宠物活动时也能提供相对稳定可靠的测量结果。因此本系统选用 MAX30102 作为心率检测

的核心传感器^[5]。

MAX30102 其 VCC 引脚连接至+5V 电源供电，GND 引脚接地，SCL 和 SDA 引脚则分别连接至 STM32 微控制器的 PB8 和 PB9 接口，用于数据的双向传输。系统通过 STM32 的 I2C 总线与 MAX30102 建立通信，由传感器实时采集宠物体表的光学反射信号，并将原始数据传输至 STM32。心率检测电路如图 4 所示。

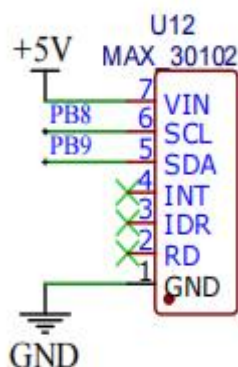


图 4 心率检测电路

2.4 定位模块

为了提高宠物的安全性，实时或准实时地掌握宠

物的位置信息至关重要，而 NEO-6M GPS 有其灵敏度

高，定位精确度高，功耗低，模块体积小巧，启动速度快等优点。因此本系统定位模块选用 NEO-6M GPS。

NEO-6M GPS 模块通过其 VCC 引脚连接至+3.3V 电源，GND 引脚接地，RX 引脚则连接至 STM32 的 PA10，用于向 STM32 发送配置命令。在电路中，GPS

模块通过接收卫星信号，实时测量并计算宠物的经纬度信息。GPS 模块将测得的经纬度数据通过 RX 引脚以串口形式发送至 STM32 微控制器，STM32 负责接收并解析这些数据。GPS 定位模块电路如图 5 所示。

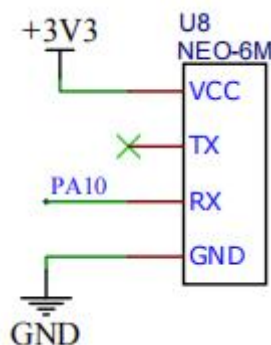


图 5 GPS 定位模块电路

2.5 电量检测模块

电量检测模块采用锂电池+分压检测+STM32 内置 ADC 的模式，对于电路连接部分，锂电池是经过分压后接入 STM32 的 ADC 输入通道中，比如 PA1 通道。首先是获取 VREFINT 通道上的 ADC 值(简称 ADrefint)，然后是得到电池电压通道上的 ADC 值(简称 ADchx)，

最后根据公式 1.1 得出实际电池电压值。

$$V_{bat} = V_{refint} \times \frac{ADchx}{ADrefint} \quad (\text{公式 1.1})$$

根据电池电压和电量百分比的经验曲线关系，可以将测得的电压值换算成电量百分比来分档判断。电量检测模块电路如图 6 所示。

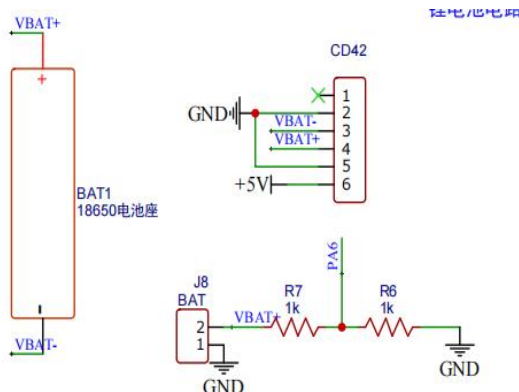


图 6 电量检测模块电路

2.6 显示模块

显示模块虽然不是核心功能，但可以让用户在不依赖手机或其他外部设备的情况下，快速了解设备的工作状态、当前的宠物状态信息等。考虑到设备的便携性、功耗以及显示内容的简洁性需求，选择 OLED 显示屏作为本系统的显示方案。

OLED 的 VCC 引脚连接至+5V 电源，GND 引脚接地。数据线 SDA 引脚连接至 STM32 的 PB7 接口，用于传输显示所需的数据信息；时钟线 SCL 引脚则连接至 PB6 接口，传输时钟信号以保持数据同步。通过 I2C 总线协议，主控芯片能够高效地向 OLED 模块发送各种显示指令与数据内容，实现诸如实时显示宠物的体温、心率、位置信息等功能。液晶显示屏电路如

图 7 所示。

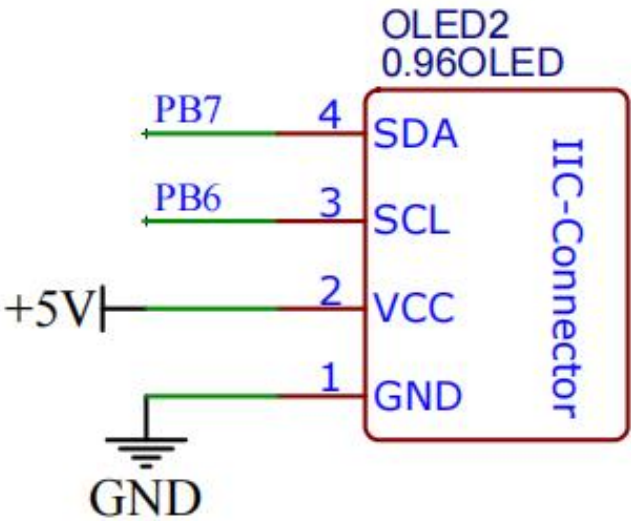


图 7 液晶显示屏电路

2.8 通信模块

为了实现宠物健康数据及定位信息的远程传输与监控，考虑成本、功耗、易用性以及当前物联网应用的普及程度等方面，选择基于 ESP8266 芯片的 WiFi 模块作为系统的通信解决方案。

ESP8266 模块 VCC 引脚连接至+3.3V 电源，GND

引脚接地；TXD（1 号）和 RXD（8 号）引脚分别连接至 STM32 微控制器的 PA2 和 PA3 端口，用于实现通信模块与主控之间的串口数据通信。通过该串口连接，通信模块能够周期性地将采集到的位置信息（如经纬度数据）发送至 STM32，同时 STM32 也可以通过串口向通信模块发送必要的配置指令，实现位置数据的解析与控制逻辑配合。WiFi 模块电路如图 8 所示。

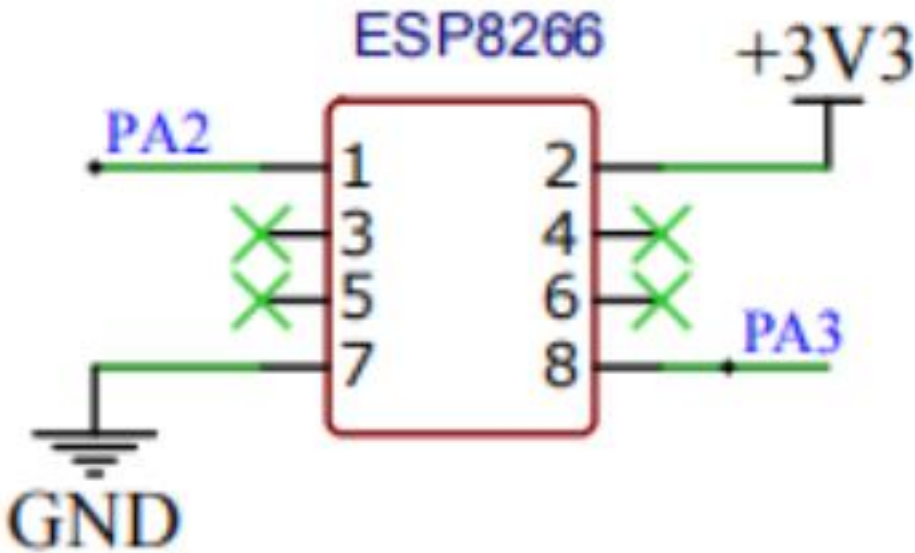


图 8 WiFi 模块电路

3 系统软件设计

系统以 STM32 对所有功能模块调度，完成对各子模块的初始化、任务调用以及状态管理；系统启动后先对 STM32 的外设资源进行初始化并完成各传感器

模块、定位模块、通信模块的初始化配置，在进入主循环后根据预设的采样顺序调用温度检测、心率监测、电量检测、定位等功能模块，对得到的数据进行逻辑判断是否超出预先设置的阈值范围，一旦有异常会马

上触发报警功能模块；同时主程序每隔一段时间也会更新 OLED 屏内数据以显示当前最新的体征参数，并通过 WiFi 模块将数据上传至机智云和手机客户端；

GPS 的数据采集处理通过串口中断的形式接收、缓存、解析获取的结果。系统主流程图如图 9 所示。

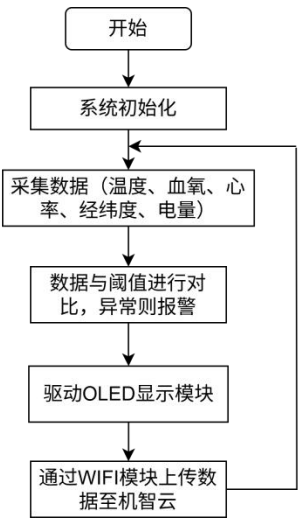


图 9 系统主流程图

4 实物制作与分析

4.1 实物焊接制作

在硬件制作时，根据原理图检查元器件的功能是否符合要求，并完成元器件的排版、优化。使用 EDA 软件将各个功能模块中各器件的位置布局和布线完善，考虑到模块之间所占用的空间以及信号之间的互相干扰等问题，通过多次试验后确定最佳方案，在实际焊

接中先焊好贴片元件，再焊好其余元件，最后将所有元件焊接完毕并调试完后再连接各种接口；将 OLED 屏幕放置到最下方靠近中央处方便调试，将 GPS 模块及通信模块分别安置在上方两侧，在不阻碍线路走线的情况下尽量占据大的面积。反复检测到焊接好的电路正常工作，达到系统要求。宠物健康检测及定位系统实物如图 10 所示。

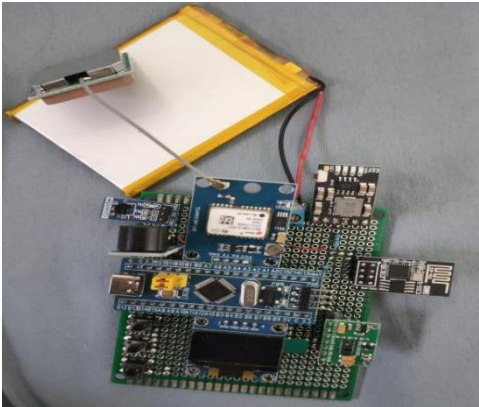


图 10 宠物健康检测及定位系统实物

4.2 整体系统运行测试

开机后，模块自动开始初始化，此时 OLED 屏会正常显示设备当前的温度、心率、电量等信息；系统处于正常监测的状态下，保持与 WiFi 连接，在此状态下可将监测到的心率、体温、电量等数据发送给手机

端 App 接收，也可以接收手机端 App 设置的阈值参数，一旦超过或低于阈值便能通过蜂鸣器发出报警信号，其响度大。

5 结论

为实现对宠物健康状况的实时监测和位置的精准

追踪,设计并实现了一套集成多种功能的智能监控系统。系统以 STM32 微控制器为核心,集成了体温检测、心率监测、GPS 定位、电量检测、报警、OLED 显示、WiFi 通信等多个模块,并通过云平台实现数据的远程可视化管理。测试结果表明系统数据采集、阈

值判断、异常报警、信息上传等功能运行正常,能够帮助用户在日常养宠过程中实现对宠物健康状态与安全位置的持续监测与有效管理,具有较强的应用价值与推广前景。

参考文献

- [1] 万涛,吴杰,葛晶晶,等.智能宠物管家系统的设计[J].现代电子技术,2023,46(16):155-159.
- [2] 范浩,徐龙,赖福明,等.基于 STM32 和 MPU6050 的姿态控制系统[J].电子元器件与信息技术,2020,4(2):74-75,86.
- [3] 王文博,马凯凯.家养宠物智能监控项圈控制系统设计[J].农业装备与车辆工程,2025,63(02):152-157.
- [4] 刘立勋,郑嘉仪,卢曼妮,等.智能宠物项圈设计[J].电子测试,2021(16):25-26,24.
- [5] 陈典,涂晔,沈映涛,成霜,方愉,段如意.基于 STM32 的宠物远程投喂和监测系统设计[J].计算机科学与应用,2023,13(10),1882-1888.