
基于树莓派的 宿舍智能节能管家系统

产品文档

版本： V1.0

时间： 2025.5

一、系统功能与环境

1.1 系统描述

宿舍节能管家是一款基于树莓派的智能用电管理系统，旨在解决学生宿舍常见的能源浪费和用电安全问题。该系统通过自动化控制和实时监测，帮助宿舍实现高效节能。

当学生离开宿舍忘记关闭电闸时，人体红外传感器会检测宿舍是否有人，若无人且电闸未关，系统会自动切断电源，避免电器空转和安全隐患。同时，系统还能自动查询宿舍剩余电费并实时显示在屏幕上，当电费不足时会发出醒目警示，学生还可以通过前端页面自定义提醒阈值，确保及时充值，避免突然断电影响生活。针对宿舍夜间强制断电带来的不便，系统特别优化了卫生间和热水器的供电逻辑。在晚上 11 点至次日早上 7 点期间，安装在卫生间的人体传感器会智能判断是否有人使用，无人时自动关闭热水器供电，避免整夜加热浪费电能，而有人时则保持供电，确保照明和热水正常使用。这一设计既遵守了学校的断电规定，又兼顾了实际需求，在节能的同时提升了居住体验。

整套系统结合了硬件传感、自动化控制和软件交互，利用树莓派作为核心处理单元，通过舵机、显示屏、人体红外传感器和网络通信实现智能管理。其模块化设计使得功能易于扩展，未来还可接入更多传感器或优化算法，进一步提升能效。宿舍节能管家不仅降低了用电成本，也培养了学生的节能意识，为校园绿色生活提供了可行的智能化解决方案。

1.2 硬件环境

| 模块名 | 具体配置 |
|--------|--|
| 主控模块 | 树莓派 4B: 四核 64 位 ARM Cortex-A72 处理器, 内存 1 - 4GB, 具备丰富接口如 USB 3.0、GPIO、HDMI 等。 |
| 人体感应模块 | HC-SR501 人体红外传感器: VCC 接 3.3v, GND 接地, OUT 接 GPIO27 引脚。 |
| 电量显示模块 | OLED SSH106 显示屏: VCC 接 3.3v, GND 接地, SCL 接引脚 5, SDA 接引脚 3。 |
| 动作执行模块 | SG90 舵机: VCC、GND、信号线连接树莓派电源、接地引脚及 GPIO18 引脚。 |
| 连接部件 | 连接线材: 包含各硬件与树莓派接口相连。 |

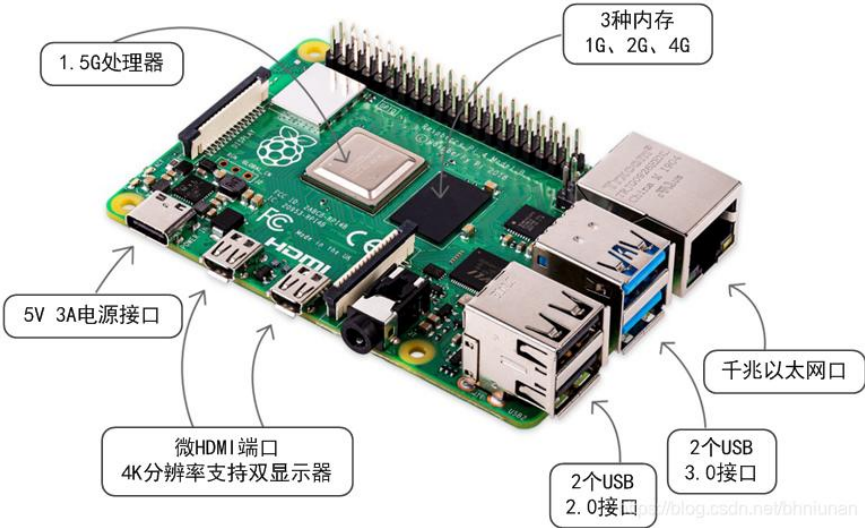


图 1-1: 树莓派 4B 介绍

| Pin# | NAME | NAME | Pin# |
|------|------------------------------------|------------------------------------|------|
| 01 | 3.3v DC Power | DC Power 5v | 02 |
| 03 | GPIO02 (SDA1 , I ² C) | DC Power 5v | 04 |
| 05 | GPIO03 (SCL1 , I ² C) | Ground | 06 |
| 07 | GPIO04 (GPIO_CLK) | (TXD0) GPIO14 | 08 |
| 09 | Ground | (RXD0) GPIO15 | 10 |
| 11 | GPIO17 (GPIO_GEN0) | (GPIO_GEN1) GPIO18 | 12 |
| 13 | GPIO27 (GPIO_GEN2) | Ground | 14 |
| 15 | GPIO22 (GPIO_GEN3) | (GPIO_GEN4) GPIO23 | 16 |
| 17 | 3.3v DC Power | (GPIO_GEN5) GPIO24 | 18 |
| 19 | GPIO10 (SPI_MOSI) | Ground | 20 |
| 21 | GPIO09 (SPI_MISO) | (GPIO_GEN6) GPIO25 | 22 |
| 23 | GPIO11 (SPI_CLK) | (SPI_CE0_N) GPIO08 | 24 |
| 25 | Ground | (SPI_CE1_N) GPIO07 | 26 |
| 27 | ID_SD (I ² C ID EEPROM) | (I ² C ID EEPROM) ID_SC | 28 |
| 29 | GPIO05 | Ground | 30 |
| 31 | GPIO06 | GPIO12 | 32 |
| 33 | GPIO13 | Ground | 34 |
| 35 | GPIO19 | GPIO16 | 36 |
| 37 | GPIO25 | GPIO20 | 38 |
| 39 | Ground | GPIO21 | 40 |

图 1-2: 树莓派 4B 接口详情图



| 引脚名称 | 描述 |
|------|-----------|
| VCC | 供给电压DC 5V |
| GND | 地线 |
| OUT | 信号 |

- 静止状态(无人靠近)时,OUT引脚为低电平
- 当有人靠近时, OUT引脚通常会从低电平变为高电平

图 1-3: HC-SR501 人体红外传感器



图 1-4: S90 舵机

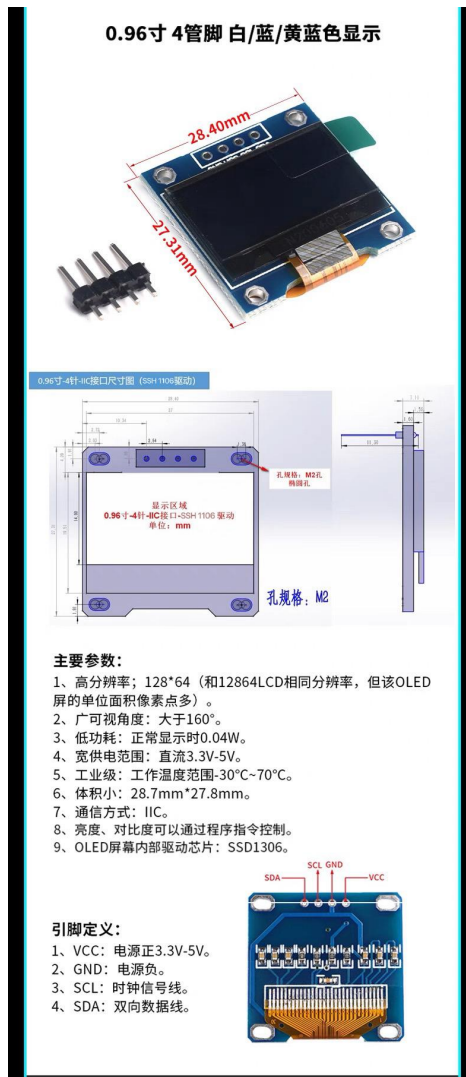


图 1-5: 显示屏 SSH1106

1.3 软件环境

1. **PUTTY:** 这是一个免费开源的终端仿真程序, 主要用于远程登录设备。在树莓派相关项目中, 当树莓派没有外接显示器, 可以通过网络对其进行命令行操作时。它支持多种协议, 最常用的是 SSH (安全外壳协议), 能够安全地连接到树莓派, 输入命令来配置系统、运行程序等。
2. **Real VNC:** 远程桌面协议, 你在本地计算机上看到并操作树莓派的桌面环境。通过在本地图像识别结果界面、配置传感器参数的图形化工具等。
3. **Flask:** 是一个轻量灵活的 Python Web 开发框架, 核心简单但可扩展性强。它提供了构建 Web 应用所需的核心功能, 如路由、请求处理和模板渲染, 同时保持代码结构简单直观, 让开发者可以快速上手。不同于一些重型框架, Flask 采用了“微内核”设计, 只包含基本功能, 其他高级特性 (如数据库集成、用户认证) 可以通过丰富的扩展库按需添加。它内置开发服务器和调试工具, 支持 RESTful API 开发, 适合构建从小型个人项目到中型企业应用的各种 Web 服务。

二、操作说明

宿舍智能节能管家操作界面如下：

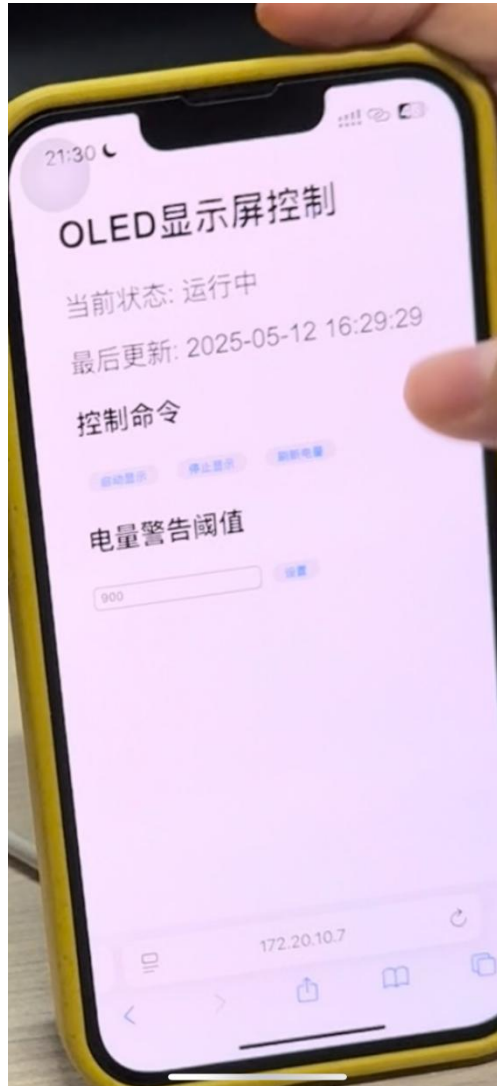


图 2-1：前端操作界面

具体功能如下：

1. 当前状态：检查系统当前状态，程序是运行中还是无法访问。
2. 最后更新：查看电量最后更新时间。
3. 启动显示：启动 oled 显示屏 API，实时查看电量。
4. 停止显示：停止 oled 显示屏 API。
5. 刷新电量：实时刷新电量。
6. 电量警告阈值：设置电量警告阈值，当宿舍当前电量低于该阈值时，系统发出警告。

2.1 人体感应检测：

1. 准备工作

确保树莓派已正常启动，HC-SR501 人体红外传感器已正确连接且能正常工作，系统软件运行正常且正确部署至 flask 服务器。

2. 具体步骤

运行程序，等待传感器预热 30s，晃动手掌模拟有人经过，传感器识别出后返回给程序，程序调用舵机转动接口，舵机自下而上转动模拟开闸。

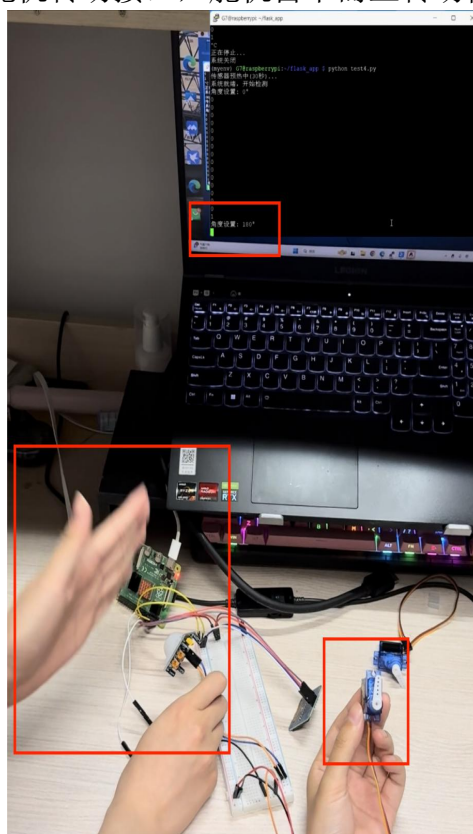


图 2-2：检测有人，舵机开闸

随后放下手掌模拟无人情况，发现舵机自上而下转动模拟关闸。

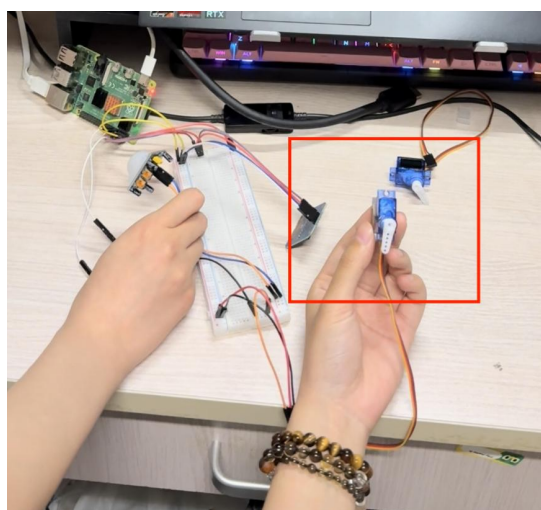


图 2-4：模拟无人，舵机关闸

2.2 定时检测:

设置树莓派系统时间为夜间 11:46, 模拟夜间 11:00-早晨 7:00 区间, 发现上述系统可自动运行检测。

```
(myenv) G7@raspberrypi:~/flask_app $ sudo date -s "21:46:00"
Mon 12 May 21:46:00 CST 2025
(myenv) G7@raspberrypi:~/flask_app $ date
Mon 12 May 21:46:02 CST 2025
(myenv) G7@raspberrypi:~/flask_app $ python test5.py
^CTraceback (most recent call last):
  File "/home/G7/flask_app/test5.py", line 80, in <module>
    while True:
KeyboardInterrupt
```

图 2-5: 模拟工作时间

设置树莓派系统时间为夜间 10:46, 模拟非工作时间内, 发现上述系统无法启动, 因此可以实现自动定时功能。

```
(myenv) G7@raspberrypi:~/flask_app $ sudo date -s "23:46:00"
Mon 12 May 23:46:00 CST 2025
(myenv) G7@raspberrypi:~/flask_app $ date
Mon 12 May 23:46:02 CST 2025
(myenv) G7@raspberrypi:~/flask_app $ python test5.py
/home/G7/flask_app/test5.py:23: RuntimeWarning: This channel is already in use, continuing anyway. Use GPIO.setwarnings(False) to disable warnings.
  GPIO.setup(SERVO_PIN, GPIO.OUT)
传感器预热中 (30秒)...
```

图 2-6: 模拟非工作时间

2.3 数据监控:

运行程序并在操作页面点击“启动显示”, oled 显示屏会实时显示宿舍电量。



图 2-7: 实时显示宿舍电量

设置电量警告阈值，当当前宿舍电量低于该阈值时，oled 显示屏右上角会出现“!!!!!!”，警示学生电量不足需要尽快充值。

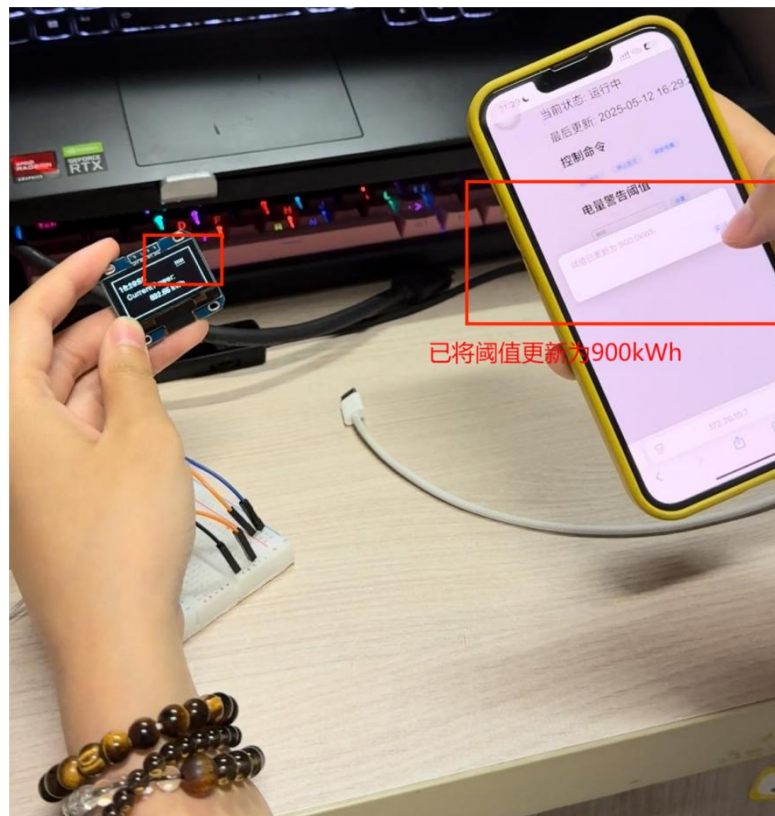


图 2-8: 电量预警提示