目录

[1项目简介： 1](#_Toc132129616)

[2硬件 1](#_Toc132129617)

[2.1控制器 1](#_Toc132129618)

[2.2电源 2](#_Toc132129619)

[2.3电压转换器 2](#_Toc132129620)

[2.4 PWM调节电子开关控制板 3](#_Toc132129621)

[2.5气泵 4](#_Toc132129622)

[2.6水泵 4](#_Toc132129623)

[2.7浸入式电阻式加热器 5](#_Toc132129624)

[2.8 温度传感器 5](#_Toc132129625)

[2.9环境光传感器 6](#_Toc132129626)

[2.10连接件 6](#_Toc132129627)

[2.11端口分配 6](#_Toc132129628)

[2.12原理图与实物图 7](#_Toc132129629)

[3系统功能 7](#_Toc132129630)

[2.1水温传感器-加热器控制（实时性） 7](#_Toc132129631)

[2.2含氧量控制-气泵（PWM控制速率） 8](#_Toc132129632)

[2.3投喂系统（可不做） 8](#_Toc132129633)

[2.4浑浊度-水泵控制（可不做） 8](#_Toc132129634)

[2.5流速控制（可不做） 9](#_Toc132129635)

[2.6灯效（没有实时性） 9](#_Toc132129636)

[2.7其他硬件设计与选型 9](#_Toc132129637)

[3算法与原理问题分析 10](#_Toc132129638)

[3.1实时性问题 10](#_Toc132129639)

[3.2尺寸问题 10](#_Toc132129640)

[3.3PWM控制问题 11](#_Toc132129641)

# 1项目简介：

我们的项目是设计一个智能鱼缸。它主要具有温度控制，含氧量维持，水质维持，水流速调节以及光效这几种功能。

由于不同种类的鱼需要不同的水温，我们使用温度传感器和加热棒控制水温。同时，当鱼缸内温度过高和过低时警报会被触发

鱼的活动需要氧气，当鱼缸里有很多鱼时这非常重要，我们使用氧气传感器和气泵维持水中氧气含量

我们设计了自动投喂系统，可以定时定量投放鱼饲料

稳定至关重要。频繁的换水不但费时费力，并且会对鱼缸内脆弱的的生态系统造成毁灭性伤害，我们设计了过滤系统，降低换水频率

生命在于运动。平静的水流对鱼完全没有吸引力，我们设计了水流控制系统，这使得鱼的游动姿态更美观，进食更方便

单调的感受会毁掉一切！变化的光线带来不同风格的美，我们还设计了适合水草生长的光照，保护促进鱼缸内生态稳定

# 2硬件

## 2.1控制器

Raspberry Pi 4B是一款基于ARM架构的微型电脑，由英国树莓派基金会开发。它采用了由博通公司出品的、集成了GPU和CPU的BCM2711芯片，支持4K分辨率视频输出，最大支持4GB LPDDR4-3200 SDRAM内存，支持Gigabit以太网、双频WiFi、蓝牙5.0等多种接口和协议。它还有两个Micro-HDMI接口、两个USB3.0接口、两个USB2.0接口、一个40针GPIO接口、一个2针电源接口等。

卡通人物

中度可信度描述已自动生成

Fig ：Raspberry Pi 4B

## 2.2电源

在同功率下，高电压会带来较低的电流，而低电压会带来更大的电流，这会导致发热更为严重，综合考虑了安全性与系统其他部件的用电需求后，我们决定使用24V加热器进行加热。

我们选用了一款名为DT-NT24V的恒压直流电源进行供电，它可以将 230V的交流电转换为24V的低压直流电。这是一款设计紧凑的电源，有蜂窝状散热设计，有半透明盖板对接线端子进行保护，可提供过压、过热、过流和短路保护，可以进行小电流输出，电压波纹小，运行噪音低。它可以提供最高6.25安培的电流，功率可以达到150瓦特。

图片包含 侧面, 游戏机, 挂, 街道

描述已自动生成

Power Supply

## 2.3电压转换器

我们使用了一款基于LM2596S稳压器设计的DC-DC降压器，当输入电压为4.0V 至 40V时，输出电压可以通过外部分压电阻进行调整，范围为 1.23V 至 37V。同时，输出电流为2安培（正常稳定）和最大3安培，足以驱动许多电子设备。它的转换效率可以达到92%，输出纹波在30mV以下，开关频率150KHz，工作温度-45至85摄氏度。为了提高系统的稳定性，我们为每一个系统都配备了独立的电源。

图片包含 游戏机, 电路, 街道

描述已自动生成

LM2596S DC-DC Buck Converter

## 2.4 PWM调节电子开关控制板

PWM（Pulse Width Modulation，脉宽调制）是一种广泛应用于电子和通信领域的技术。它通过控制脉冲波形的宽度（即脉冲的持续时间）来调整信号或电源的有效值。PWM信号通常是一个方波，具有固定的频率，但脉冲宽度可以改变。

PWM的原理是利用脉冲宽度的变化来表示不同的模拟信号或控制电源的输出电压。在PWM信号中，脉冲宽度的比例（占空比，duty cycle）与所表示的模拟信号或输出电压成正比。占空比是指在一个完整的PWM周期内，高电平状态所占的时间与整个周期时间的比例。占空比的范围通常在0%（全低电平）到100%（全高电平）之间。

因此，我们利用PWM技术，实现了气泵与水泵的电机控制，通过调整PWM信号的占空比，可以精确控制电机的速度和扭矩。我们也将其应用在了LED的亮度调节，通过调整PWM信号的占空比，可以实现LED灯的亮度调节，而不会影响其发光效率和寿命。

我们使用的这款PWM调节电子开关控制板可以对5V-36V的直流电进行调控，使用3.3V-20V之间的直流电进行触发，在散热良好的情况下连续电流最高可达15A，功率可达400W。这款PWM调节电子开关控制板采用双MOS并联有源输出，具有低内阻，高功率的特点，支持频率在0--20KHZ之间的PWM信号。

图片包含 图形用户界面

描述已自动生成

PWM Adjustment Electronic Switch Control Board

## 2.5气泵

气泵在鱼缸中扮演着重要的角色，气泵通过产生气泡，将空气中的氧气输送到鱼缸水中。当气泡破裂时，氧气释放到水中，从而为鱼类提供充足的氧气。足够的氧气对于鱼类的生长、新陈代谢和生存至关重要。气泵产生的气泡在上升过程中，可以带动水流产生循环。水流的循环有助于水中的营养物质、废物和氧气在鱼缸内均匀分布，使鱼类生活环境更加舒适。气泵提供的氧气有助于有益细菌的生长。这些细菌可以分解鱼类排泄物中的氨、亚硝酸盐等有毒物质，将其转化为无害的硝酸盐。这有助于维持鱼缸水质的稳定，为鱼类提供一个健康的生活环境。

这款气泵重约150g，采用增压电陶瓷电机，使用5V电源进行供电，功耗约为1W，最大流量为210L/H。具有供氧稳定，发热低，噪音低的特点。

图片包含 游戏机

描述已自动生成

气泵

## 2.6水泵

水泵可以推动水流循环，这有助于水中的氧气、营养物质和废物在鱼缸内均匀分布，从而为鱼类提供一个舒适的生活环境。水泵可以将水中的废物输送到过滤器，提高过滤器的工作效率，帮助维持水质。水泵产生的水流可以帮助模拟自然环境中的水流，使鱼缸形成一个良好的生态平衡。这对于鱼类的生长、繁殖以及整个鱼缸生态系统的稳定非常重要。水泵产生的水流可以带动鱼缸中的装饰物，如仿真水草、喷泉等，为鱼缸增添动感和美观效果。

这款水泵长38毫米，宽38毫米，高29毫米，重约125g，使用4.5V~12V的直流电进行驱动，水流量可以达到100~350L/H，功率可达0.5~5W。它可以在40db以下的声级下安静地工作，通过吸盘吸附在鱼缸表面上。

图片包含 电缆, 桌子, 对, 躺

描述已自动生成

水泵

## 2.7浸入式电阻式加热器

浸入式电阻式加热器是一种利用电阻发热的原理来加热水的设备。它主要由电阻发热元件、外壳、温度控制器和绝缘材料等部分组成。在加热器中，电阻发热元件是核心部件，它将电能转化为热能，从而实现对水的加热，同时，电阻发热元件直接与水接触，热量传递效率较高，因此加热速度较快。当电流通过电阻发热元件时，由于电阻元件的电阻作用，电流会产生焦耳热。这种热量会被传递到水中，使水温升高。通过调整PWM信号的占空比，可以控制加热元件产生的热量，从而实现对水温的控制。

我们采用的加热器可以工作在24V的电压下，并且最大功率可以达到140瓦特。

卡通人物

低可信度描述已自动生成

浸入式电阻式加热器

## 2.8 温度传感器

DS18B20 是一款能够在 -55°C 至 +125°C 的范围内测量温度的数字温度传感器。当温度在 -10°C 至 +85°C 范围内时，DS18B20 的测量精度可达到 ±0.5°C。它可以将测量到的温度值转换为数字信号，便于微控制器等数字设备读取和处理。输出数据为 9 位至 12 位可编程分辨率的数字信号。DS18B20 使用一根数据线（1-Wire 协议）与微控制器进行通信，可以简化接线和减少硬件成本。

卡通人物

中度可信度描述已自动生成

DS18B20温度传感器

## 2.9环境光传感器

## 2.10连接件

在连接性方面，为了方便测试，我们使用了2针的JST 插头，这是一种广泛应用于各种电子设备和电气应用的连接器，具有小巧轻便、插拔方便和稳定性好的优点，同时设计有锁扣与单向插槽，因此该插头不容易意外松脱，同时不会出现电源接反的情况。在线材上，我们主要使用了规格为22AWG的线材，最大电流可以通过5-7安培。考虑到加热元件的功率与运行电压，并且为了降低发热以及提高稳定性，因此我们在加热元件的连接上使用了两根此规格的线材。

## 2.11端口分配

图示

描述已自动生成

Raspberry Pi 4B Pin Out

|  |  |
| --- | --- |
| 模块 | 端口 |
| 温度传感器 | GPIO 5，GPIO 6，GPIO 13 (PWM1)，GPIO 19 (PCM FS) |
| 加热器PWM控制 | GPIO 26 |
| 光照度传感器 | GPIO 2 (2C1 SDA)， GPIO 3 (2C1 SCL) |
| LED PWM控制 | GPIO 4 (GPCLK0) |
| 蓝牙通讯模块 | GPIO 14 (UART TX)，GPIO 15 (UART RX) |
| 气泵PWM | GPIO 23 |
| 水泵PWM | GPIO 24 |

## 2.12原理图与实物图

# 3系统功能

## 2.1水温传感器-加热器控制（实时性）

本系统的目的在于，利用温度传感器与加热器的配合，将水域内温度控制在设定值附近。在系统运行过程中，首先使用Raspberry Pi读取温度传感器数据，将温度数据与设定值比较，获得差值，然后根据差值的大小控制加热器进行不同功率的加热，当检测到温度达到预定值时停止加热。在加热的过程中，水域内温度将始终作为反馈值参与温度调节。

元件：温度传感器，驱动，加热器，上拉电阻

？指示功能：加热时亮红灯，达到设定温度为绿灯，（长时间未达到设定温度进行警报）

## 2.2含氧量控制-气泵（PWM控制速率）

元件：带有驱动的气泵

逻辑： PWM调控，控制气泵

## 2.3投喂系统（可不做）

元件：舵机，光电断路传感器

逻辑：控制舵机旋转量控制投食量，光电断路传感器检测余粮

## 2.4浑浊度-水泵控制（可不做）

浑浊度传感器

浑浊度传感器并不完全防水

元件：浑浊度传感器

逻辑：io口采集水溶氧浑浊度传感器数据，作为水泵控制的参考变量

算法：采集可用滤波

（长时间未达到设定温度进行警报）

## 2.5流速控制（可不做）

元件：水流速传感器，带有驱动的水泵

逻辑：io口采集水流速传感器数据，与设定值比较，使用差值进行PWM调控，控制水泵

算法：采集可用滤波

## 2.6灯效（没有实时性）

## 2.7其他硬件设计与选型

# 3算法与原理问题分析

## 3.1实时性问题

嵌入式系统中的实时性是指系统必须在特定的时间限制内完成特定的任务或响应特定的事件。在嵌入式系统中，这些时间限制通常都是非常紧迫的，因为这些系统通常被用于控制和监测现实世界中的物理过程，比如汽车制动、航空导航和医疗设备等。

实时性的要求分为两种：硬实时和软实时。硬实时要求系统必须在特定的时间限制内完成任务，否则会导致系统失效或损失。而软实时要求系统可以在一定的时间限制内完成任务，但如果时间超过限制，系统的性能会下降，但不会导致系统失效或损失。

嵌入式系统中实时性的实现需要通过各种技术，如实时操作系统（RTOS）、实时任务调度、中断处理等，来确保任务在时间限制内得以完成。

实时性要求并不是与事件发生的速度有关，而是与事件的响应时间和完成时间有关。在该嵌入式系统中，即使水的温度变化比较缓慢，但是系统需要在特定的时间内读取温度传感器数据、与设定值比较、控制加热器的功率，直到检测到温度达到预定值时停止加热。因此，该嵌入式系统需要在特定的时间限制内完成任务，具有硬实时性要求。为了保证系统的实时性，可能需要采用实时操作系统、实时任务调度、中断处理等技术来优化设计，以确保系统能够按照要求在特定的时间内完成任务。

## 3.2尺寸问题

一升水升高1℃需要约4200焦耳能量，设加热器为100W，热效率100%

每增加一升水，或升高的温度增加1℃，都需要42秒来加热

倘若鱼缸为12L，则需要50400J，则需要504秒，约8.4分钟，所以12L过大，

如果使用20-20-20鱼缸，水深10cm，则为5升，需要3.5min，升高2摄氏度为7min，但鱼缸是否过小？

不使用20-20-10鱼缸，水太浅，会洒出来

关于加热器，若12v则电流将近10A，不如使用24V电压

## 3.3PWM控制问题

我有这样一个控制结构，我的处理器给电机驱动PWM波，然后电机驱动根据PWM波提供给电机相应的功率。

如果我不给电机驱动PWM波会发生什么？

如果我给电机驱动占空比比为0的PWM波会发生什么？

如果你不给电机驱动提供PWM波，那么电机驱动将无法识别输入信号，从而导致电机不会运行。没有PWM波的输入，电机驱动不会将电能传递给电机，因此电机处于停止状态。

如果你给电机驱动一个占空比为0的PWM波，这意味着PWM波的高电平时间为0，即始终处于低电平状态。在这种情况下，电机同样不会运行，因为占空比决定了电机的运行速度。占空比为0表示没有电能传递给电机，所以电机不会旋转。简而言之，无论是不给电机驱动PWM波还是给予占空比为0的PWM波，都会导致电机停止运行。

在控制顺序算法上，我有两种选择：

一种是程序一开始就初始化电机，并且一直给电机驱动占空比为0的PWM波，直到条件达成，再给电机合适的占空比进行控制，条件失效后继续给电机驱动占空比为0的PWM波

另一种是程序开始时不初始化电机，直到条件达成，再初始化电机，再给电机合适的占空比进行控制，条件失效后不再提供PWM波

这两种方法有何异同？

这两种控制顺序算法的异同如下：

相同点：

在条件达成之前，两种方法都不会使电机旋转。

在条件达成时，两种方法都会通过提供合适的占空比来控制电机。

不同点：

在第一种方法中，程序一开始就初始化电机，并始终给电机驱动占空比为0的PWM波。这意味着电机驱动始终在工作状态，即使在条件失效后，电机驱动依然在接收PWM波，只是占空比为0。这种方法可能会导致电机驱动不必要地消耗能源。

在第二种方法中，程序开始时不初始化电机，只有在条件达成时才初始化电机并提供合适的占空比。在条件失效后，程序会停止向电机驱动提供PWM波。这种方法在条件失效时会让电机驱动处于非工作状态，从而降低能源消耗。