

1.1 实验仪器及功能介绍

本书主要涵盖机器人检测及控制基础技术相关实验,实验内容包括基础验证实验及综合实验。本书所采用的实验仪器平台硬件部分包括机器人检测与控制实验箱和检测对象。

1.1.1 机器人检测与控制实验箱

机器人检测与控制实验箱由电子模块构成,包括控制模块、传感模块、执行模块及通信模块等,分布在本书第 2~5 章内容。参考图 1.1,具体参数如下。

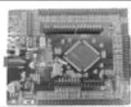
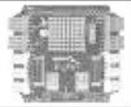
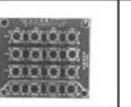
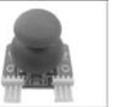
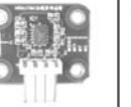
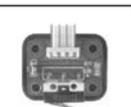
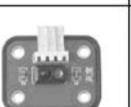
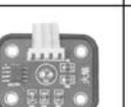
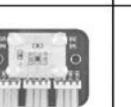
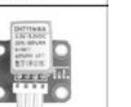
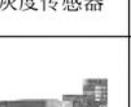
						
主控板	扩展板	LED模块	OLED	4×4键盘	4位数码管	摇杆模块
						
步进电机	数字舵机	直流电机	标准伺服电机	加速度传感器	压力传感器	超声测距传感器
						
触碰传感器	近红外传感器	灰度传感器	光强传感器	红外测距传感器	颜色识别传感器	温湿度传感器
						
WiFi无线路由器	蓝牙串口模块	NRF无线串口模块	GPS模块	霍尔传感器	高清摄像头	红外编码器

图 1.1 电子模块简介

控制模块：使用 STM32 单片机进行控制。采用基于 ARM[®] Cortex-M4 设计的 F407ZGT6 芯片和意法半导体的 NVM 工艺和 ART 加速器[™]。

执行模块：4 相 5 线步进电机、直流电机、伺服电机、数字舵机执行装置。

传感模块：触碰、触须、光强、闪动、声控、语音识别、白标、颜色识别、灰度、近红外、加速度、超声测距、温湿度、电位器、RFID 模块、RFID 标签、霍尔、红外测距、GPS 模块、烟雾传感器、热释电、压力传感器等典型传感装置。

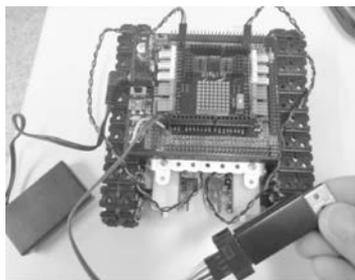
通信模块：3 种共 4 个通信模块，其中包含蓝牙通信模块、NRF 无线串口模块、WiFi 通信模块。

单片机应用：4×4 键盘、双通道 A/D、8 位 D/A、RS-232 串行通信、4 位 8 段数码管、128×64 点阵 OLED、8×8 LED 阵列、LED 灯、语音模块等。

执行器：模拟舵机、数字舵机、直流电机(两个输出轴,额定电压为 4.5V)、步进电机、伺服电机(金属齿轮,额定电压为 6V)。

1.1.2 检测对象

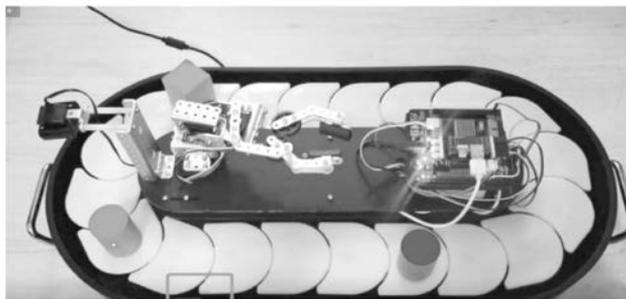
检测对象包括履带车、视觉环形检测台以及桌面级三自由度机械臂。分布在本书第 6~9 章。参考图 1.2,具体详细参数如下。



履带车底盘



桌面级二自由度机械臂



基于视觉的环形检测台

图 1.2 检测对象

1. 履带车底盘

尺寸：17cm×15cm×5cm,结构件采用铝镁合金零件,包含 2 个红外编码器。

2. 三自由度机械臂

最大展开尺寸：200mm×150mm×400mm,工作半径：220mm,重量：2kg。主控板采

用集成树莓派 3B 与 STM32 两块控制板,数字舵机驱动,配套气动吸盘、机械手、电磁铁、笔架等末端执行器。工件有 3 个,配有高清 720P 摄像头,1280×720 分辨率,即插即用。

3. 基于视觉的环形检测台

基于视觉分拣的生产线模型一台,尺寸:80cm×40cm×22cm,采用铝镁合金零件塑料月牙链板,包含 1 个直流电机、1 对红外对射传感器、1 个高清摄像头和 6 个工件。

1.2 实验仪器使用说明

1.2.1 集成开发板

本书中实验采用 STM32 开发板,如图 1.3 所示。其基于 Cortex-M4 内核,具有多达 192KB 字节的片内 SRAM、1024KB 片上闪存。具有 12 个 16 位定时器、2 个 32 位定时器、2 个 DMA 控制器(共 16 个通道)、3 个 SPI 通信接口、2 个全双工 I2S 接口、3 个 IIC 通信接口、6 个串口、1 个 USB 接口、2 个 CAN 通信接口、3 个 12 位 ADC 模块、2 个 12 位 DAC 模块、1 个 RTC 实时时钟(带日历功能)。其最高运行频率为 168MHz,功耗 238 μ A/MHz。STM32 开发板引脚功能映射表见附录 A。

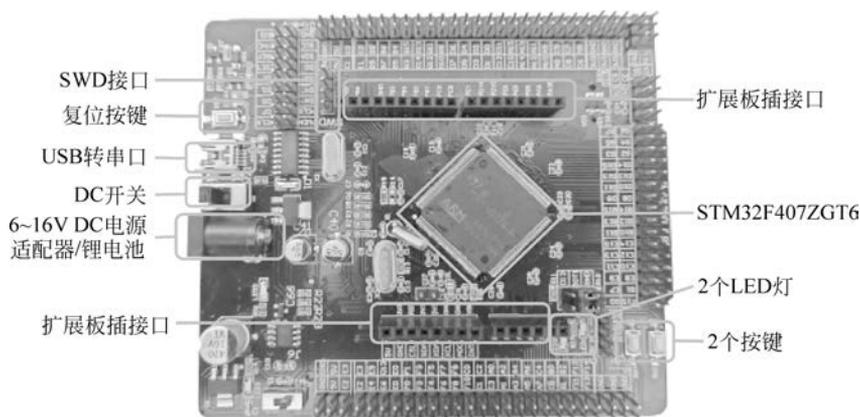


图 1.3 STM32 开发板详细内容

本书使用 SWD 模式进行程序的烧录和调试。烧录程序时,主控板接 STLink,将电源或 USB 接口接到主控板上供电才可以运行程序。如果同时连接 STLink 和 DC 供电或 USB 供电,烧录程序结束后可能会出现程序运行不了的情况,STLink 下载连接如图 1.4 所示。

1.2.2 BigFish 扩展板

除 STM32 开发板外,本书采用 BigFish 扩展板连接电路,如图 1.5 所示。扩展板具有 5V、3.3V 及 VIN 3 种电源接口,便于为各类扩展模块供电。扩展板采用 3P、4P 接口防反

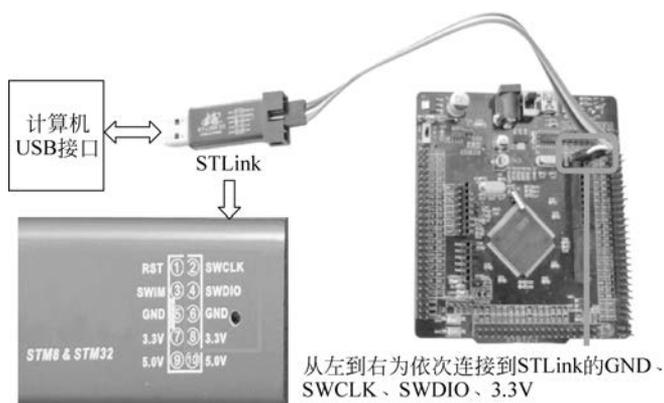


图 1.4 STLink 下载连接

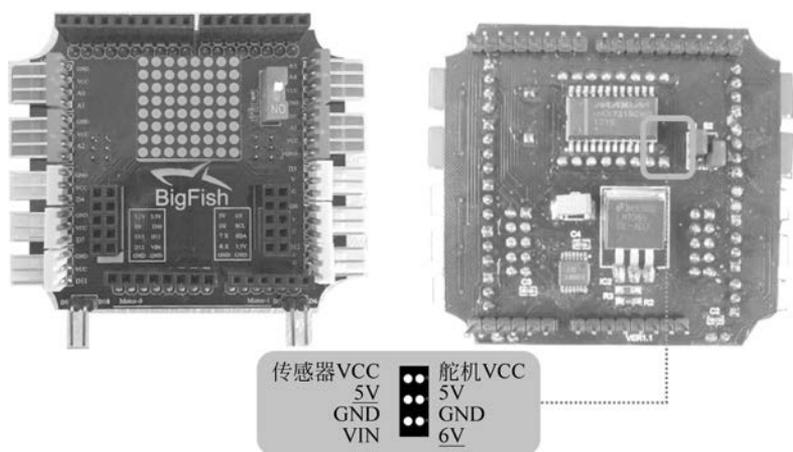


图 1.5 BigFish 扩展板

插设计,避免电子模块间连线造成的误操作。其中,4 针防反插接口供电为 5V。扩展板具有舵机接口,舵机接口使用 3A 的稳压芯片 LM1085ADJ,为舵机提供 6V 额定电压。板载两片直流电机驱动芯片 L9170,支持 3~15V 的 VIN 电压,可驱动两个直流电机。扩展板上 8×8 LED 模块采用 MAX7219LED 驱动芯片。扩展板具有 2 个 2×5 杜邦座扩展坞,方便无线模块、OLED、蓝牙等扩展模块直插连接,无须额外接线与外围电路,可直接连接机器人常规执行部件。引脚接口如图 1.6 所示。

1.2.3 主控板与扩展板引脚对照表

STM32 主控板与 BigFish 扩展板通过引脚连接,BigFish 扩展板上引脚对应 STM32 主控板引脚如表 1.1 所示。

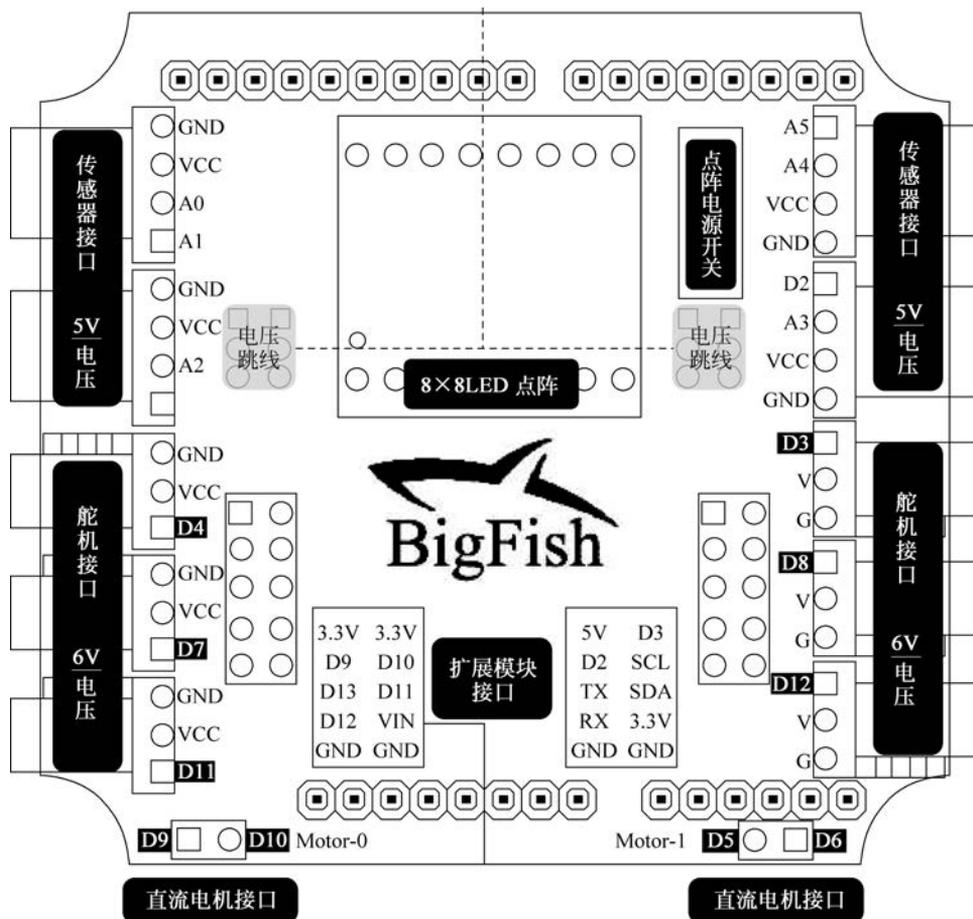


图 1.6 BigFish 扩展板引脚接口

表 1.1 引脚对照表

BigFish 扩展板	STM32 主控板	BigFish 扩展板	STM32 主控板
A0	PC0	D10	SS: PB7
A1	PC1	D9	PWM: PC8
A2	PC2	D8	PWM: PC9
A3	PC3	D7	GPIO: PE1
A4	PA0	D6	PWM: PD14
A5	PA1	D5	PWM: PD15
SCL	PB8	D4	GPIO: PE0
SDA	PB9	D3	PWM: PE5
D13	LED/SCK: PB3	D2	PWM: PE6
D12	MISO: PB4	TX	PA9
D11	MOSI: PB5	RX	PA10

1.2.4 使用说明

STM32 开发板一般由 USB 接口供电,在第一次上电时由于 CH340G 和计算机建立连接过程中导致 DTR/RTS 信号不稳定,会引起 STM32 复位 2~3 次,为正常现象,后续按复位键不会出现此问题。

STM32 开发板上由于 1 个 USB 接口供电不到 500mA,且由于导线电阻存在,开发板供电电压一般不会达到 5V。在使用大负载外设,如屏幕、电机、摄像头等模块时,可能引起 USB 供电不够。因此在使用或者同时使用多个模块时,建议使用电源适配器或锂电池通过 DC 电源接口供电,供电电压为 6~16V。

使用 STM32 开发板上外设时,可先查看开发板原理图,原理图见附录 B。如果 I/O 端口连接开发板上外设,该外设信号可能会对使用造成干扰。如 PF9、PF10 在内部连接 LED 灯,因此不再适合用做其他输出,若输出低电平则 LED 灯会点亮。

STM32 开发板上存在较多跳线帽,在使用某个功能时,可先查看是否需要设置跳线帽,以免造成错误。在使用时注意不要随意改变跳线帽的设置,以免影响正常使用。

STM32 开发板 I/O 端口不要接入超过 5V 电压,以免发生损坏。不要用 I/O 端口直接驱动感性负载,如电机、电磁阀、继电器等。

BigFish 扩展板上 D11、D12 舵机端口与 LED 点阵复用,应注意避免同时使用。BigFish 扩展板背面两侧的跳线分别作用于两侧的红色接口(通常采用 5V 接传感器)或白色接口(通常采用 6V 接舵机),使用前应检查背面跳线设置是否与器件电压相符。

1.3 安全事项

1. 日常管理防混乱

- (1) 使用前应学习说明书全部内容,并在使用中随时查阅,避免臆测使用。
- (2) 将产品电池充电时,必须使用探索者产品附带的充电器。
- (3) 在进行清洁时,避免清洁电子模块。
- (4) 切勿在靠近水源、火源处存放或使用本产品。
- (5) 锂电池长时间存放之前应充满电。

2. 电子部件防短路

- (1) 主控板和传感器等电子模块设计有绝缘壳,组装时应保持绝缘壳垫在底部。
- (2) 保护电子模块上有接口或焊点的部位,切勿直接与金属接触。

3. 接口防误插

- (1) 主控板每个接口都有预设功能,在插接前应确认接口功能。
- (2) 不要带电进行机构改装、线材插拔等操作。

4. 操作防暴力

- (1) 不要用力拉扯电线、数据线等,如果线材不够长,应调整组装方式,或使用延长线。
- (2) 注意保护接口插针,不要弄弯、弄折。

- (3) 不要用手拧电机输出头。
- (4) 不要对部件执行弯折、切割、捶打、焊接等不可复原的操作。

5. 接线注意事项

(1) 伺服电机都是 3 根线, 黑色为地线(GND), 红色为电源线(VCC), 白色为信号线(D*), 如图 1.7 所示。



图 1.7 伺服电机线

(2) 伺服电机一般接在 BigFish 3 针伺服电机口上, 注意观察板子上的针脚名称, 不要插反。简单来说, 露出金属的那一面朝下, 如图 1.8 所示。

(3) 4 芯输出线普通头可以接在 BigFish 传感器口上, 如图 1.9 所示。注意, 黑线接 GND, 简单来说, 露出金属的那一面朝上(与舵机线相反)。

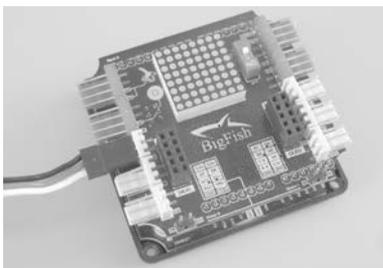


图 1.8 伺服电机接口

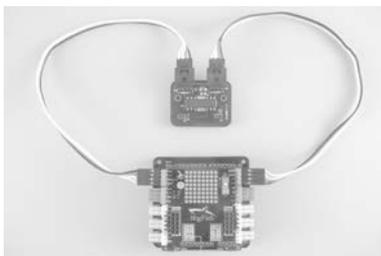


图 1.9 4 芯输出线接线

1.4 本章小结

本章介绍了本书所使用的实验仪器平台及检测对象, 读者需要了解和掌握以下内容。

- (1) 各实验仪器的操作与使用。
- (2) STM32 及 BigFish 扩展板的引脚使用注意事项。
- (3) 实验操作安全注意事项。

本书器件材料说明书可扫描下方二维码下载。



二维码 1.4 第 1 章器件材料说明书

2.1 点亮 LED 灯实验

实验目的

学习掌握程序编译流程,学会使用 STLink 烧录程序,学习查阅开发板原理手册。通过对 STM32 开发板 GPIO 端口高低电平输出进行控制,实现点亮一个 LED 灯功能。

2.1.1 STM32 GPIO 基本原理

STM32F407ZGT6 共有 7 组 GPIO 端口,每组有 16 个 I/O 端口,外加 PH0 端口和 PH1 端口,一共 114 个 I/O 端口。STM32 的大部分引脚除了当 GPIO 使用外,还可以复用为外设功能引脚(如串口),并且可以兼容 5V 输入。

STM32 的 GPIO 端口可以由软件配置为输入上拉、输入下拉、模拟输入、输入浮空 4 种输入模式和开漏输出、推挽式输出、开漏复用、推挽式复用功能 4 种输出模式。可以配置 4 种速度:2MHz、25MHz、50MHz、100MHz。

1. 输入模式

输入上拉模式是由 GPIO 端口内部经过上拉电阻输入高电平;输入下拉模式是由 GPIO 端口内部下拉电阻输入低电平;模拟输入模式是由模拟通道输入,片上外设直接获得外部的模拟信号;输入浮空模式是 GPIO 端口既不接高电平,也不接低电平。

2. 输出模式

开漏输出模式是 GPIO 端口接 GND 输出低电平,当 GPIO 端口输出高阻态,外接上拉电阻时,才实现输出高电平;推挽式输出模式是 GPIO 端口接 GND 输出低电平,GPIO 端口接 VCC 输出高电平;开漏复用模式与推挽式复用模式是片内外设复用功能输出模式。STM32 的大部分引脚除了作 GPIO 使用外,还可以复用为外设功能引脚,可以通过查阅引脚功能映射表查看 GPIO 引脚映射及复用功能引脚映射情况。

如表 2.1 所示,每组 GPIO 端口含 10 个寄存器,可以控制每组 GPIO 16 个 I/O 端口。

表 2.1 端口寄存器

寄 存 器		个数
模式寄存器	GPIOx_MODER	1
输出类型寄存器	GPIOx_OTYPER	1

续表

寄存器		个数
输出速度寄存器	GPIOx_OSPEEDR	1
上拉/下拉寄存器	GPIOx_PUPDR	1
输入数据寄存器	GPIOx_IDR	1
输出数据寄存器	GPIOx_ODR	1
置位/复位寄存器	GPIOx_BSRR	1
配置锁存寄存器	GPIOx_LCKR	1
复位功能寄存器	GPIOx_AFRL & GPIOx_AFRH	2

2.1.2 硬件设计

STM32 主控板引脚如图 2.1 所示,SWD 模式连接 STLink 的接口如图 2.2 所示,当采用 SWD 模式烧录程序时,用杜邦线将 STLink 与 STM32 的 SWD 接口从左到右连接引脚 GND、SWCLK、SWDIO、3.3V,如图 2.3 所示。

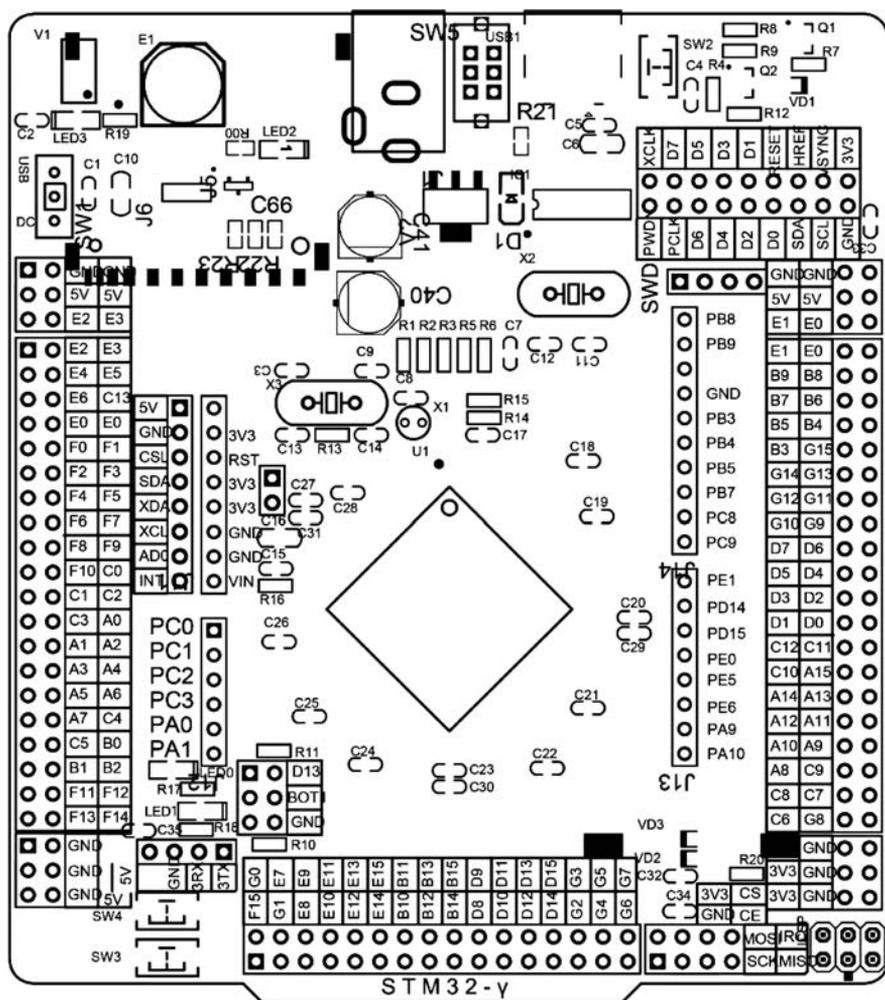


图 2.1 STM32 主控板引脚



图 2.2 SWD 接口

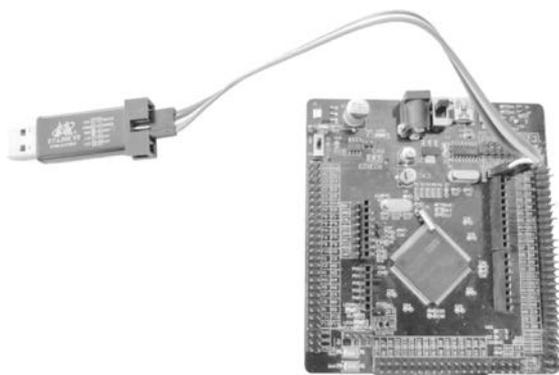


图 2.3 SWD 与 STM32 连接图

本实验所用到的 LED 电路接线为 LED0 接 PF9 引脚,LED1 接 PF10 引脚。引脚可通过 STM32F407 最小系统板原理图查看,最小系统板原理图见附录 B。

本实验所用到的 LED 电路已在开发板上连接好。图 2.4 中 2 个 LED 的阳极连接到 3.3V 电源,阴极分别经过 1 个电阻将 LED0 连接至 PF9 引脚,LED1 连接至 PF10 引脚。因此,仅需控制 PF9 与 PF10 的引脚输出高低电平即可控制 LED0 与 LED1 的亮灭。当引脚输出低电平时,LED 灯亮,引脚输出高电平时,LED 灯灭。将 GPIO 输出方式设置为推挽输出模式,并且默认为上拉模式。

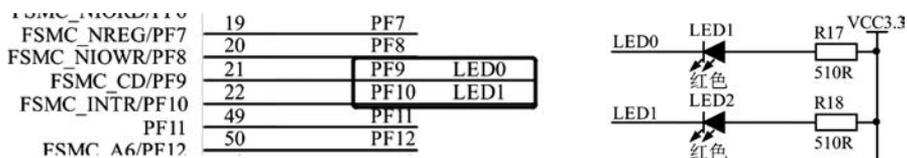


图 2.4 连接原理图

2.1.3 软件设计

打开工程文件,在 led.h 中,运用宏定义 LED 端口,将 LED 端口封装起来,这样在实际操作过程中,直接操作宏即可,达到方便操作代码的目的。代码如下。

```
#ifndef __LED_H
#define __LED_H
```