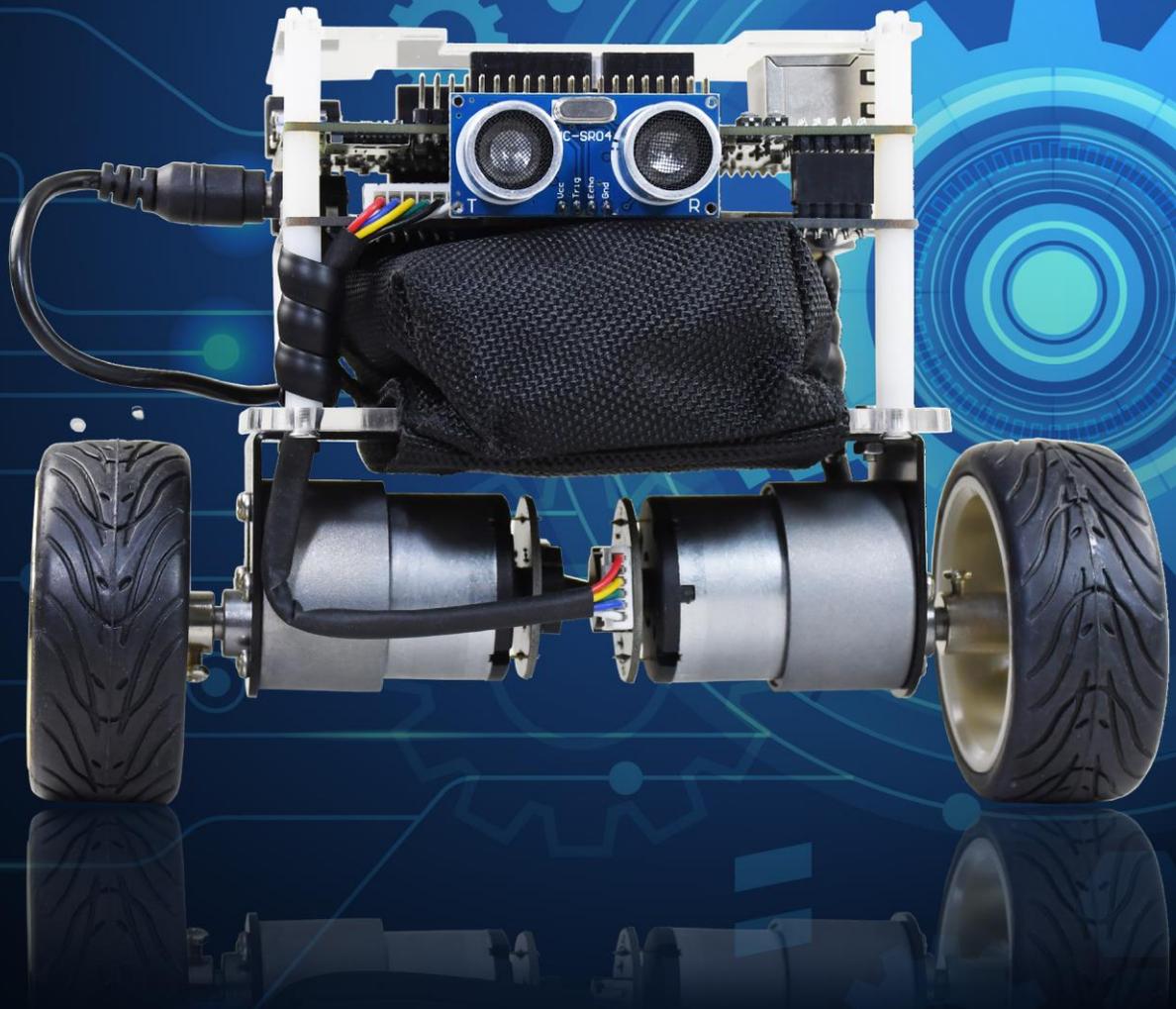


# *Self-Balancing Robot*

## Hardware\_Manual



# 目录

第 1 章 平衡车硬件.....	3
1.1. 概述.....	3
1.2. DE10-NANO 开发板.....	5
1.2.1. 与 DE10-Nano 单独销售版的差异 .....	7
1.2.2. 2x20 GPIO 接口 .....	8
1.2.3. ADC 接头 .....	9
1.2.4. LED .....	10
1.2.5. 开关.....	12
1.2.6. USB Blaster II 接口.....	13
1.2.7. EPCS 器件.....	13
1.2.8. Micro SD 卡槽.....	14
1.2.9. UART to USB .....	15
1.2.10. 电源接口.....	16
1.2.11. 其他接口.....	17
1.3. MOTOR DRIVER BOARD.....	17
1.3.1. Board Layout.....	18
1.3.2. 系统框图.....	18
1.3.3. 12 V 电源与电源开关.....	19
1.3.4. LED .....	20
1.3.5. GPIO 接口 .....	21
1.3.6. 蓝牙和 Wi-Fi 模块 .....	21
1.3.7. Motion Tracking Device .....	23
1.3.8. Motor Driver .....	25

1.3.9. DC 电机与接头 .....	27
1.3.10. 超声波模块 .....	30
1.3.11. ADC 电源监测 .....	34
1.3.12. 红外接收器 .....	35

# 第 1 章

## 平衡车硬件

本章将介绍平衡车上硬件的规格与用途。

### 1.1. 概述

平衡车控制系统主要由两部分硬件组合而成，分别是 Terasic DE10-Nano SoC FPGA 开发板以及 Motor Driver Board，如图 1-1 所示。DE10-Nano 开发板主要负责平衡车系统的控制,通过 SoC FPGA,用户可以在 FPGA 内使用 Nios 系统或者 ARM 来运行车身平衡算法,并对车内的许多硬件进行控制调整。Motor Driver Board 主要接收来自 DE10-Nano 的电机控制信号,通过板子上的电机驱动芯片控制电机。另外还能接收来自 Wi-Fi、蓝牙、IR 等协议的控制信号,传回 DE10-Nano 进行处理。同时板子还通过一些感应器提供许多状态数据给 DE10-Nano，如车身倾斜角度、电池电量、超声波模块传回的距离信息等。图 1-2 显示了 Nios 控制平衡车的系统框图，图 1-3 显示了 ARM 控制平衡车的系统框图。

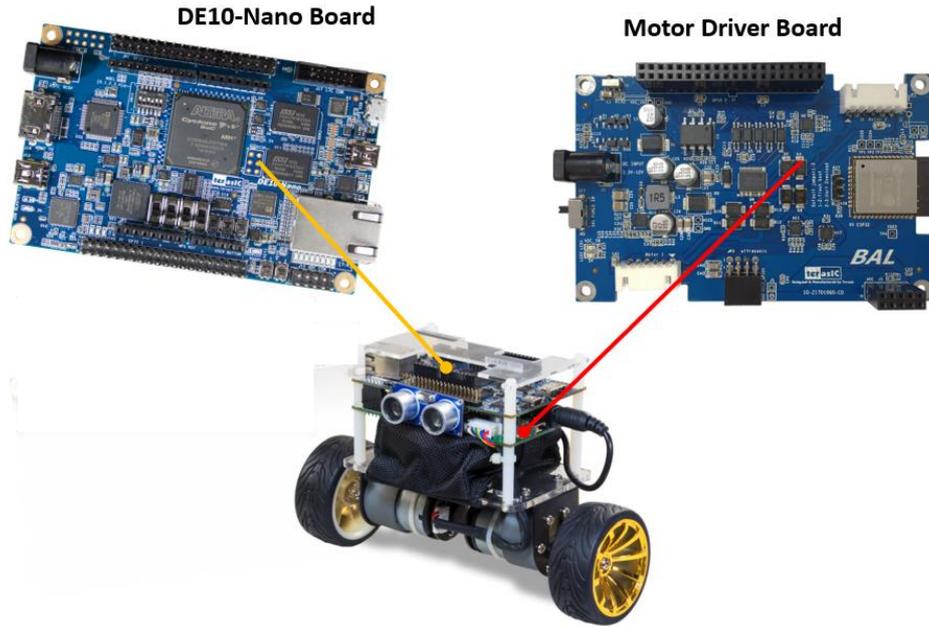


图 1-1 DE10-Nano 与 Motor Driver 开发板

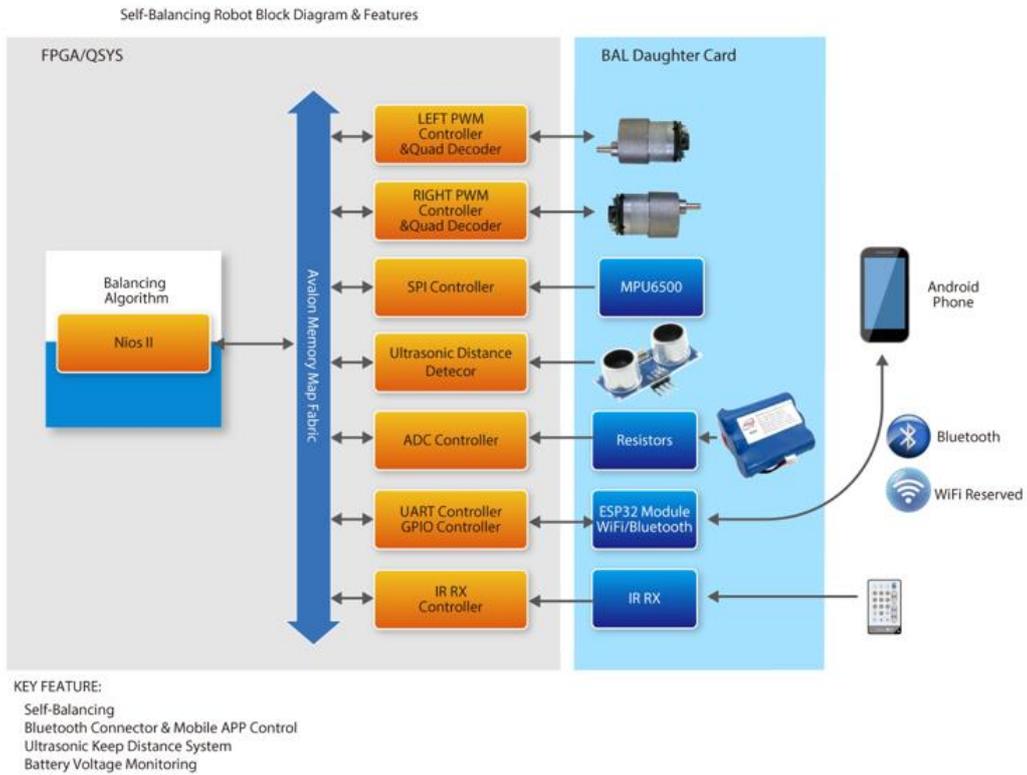


图 1-2 Nios 控制平衡车的系统框图

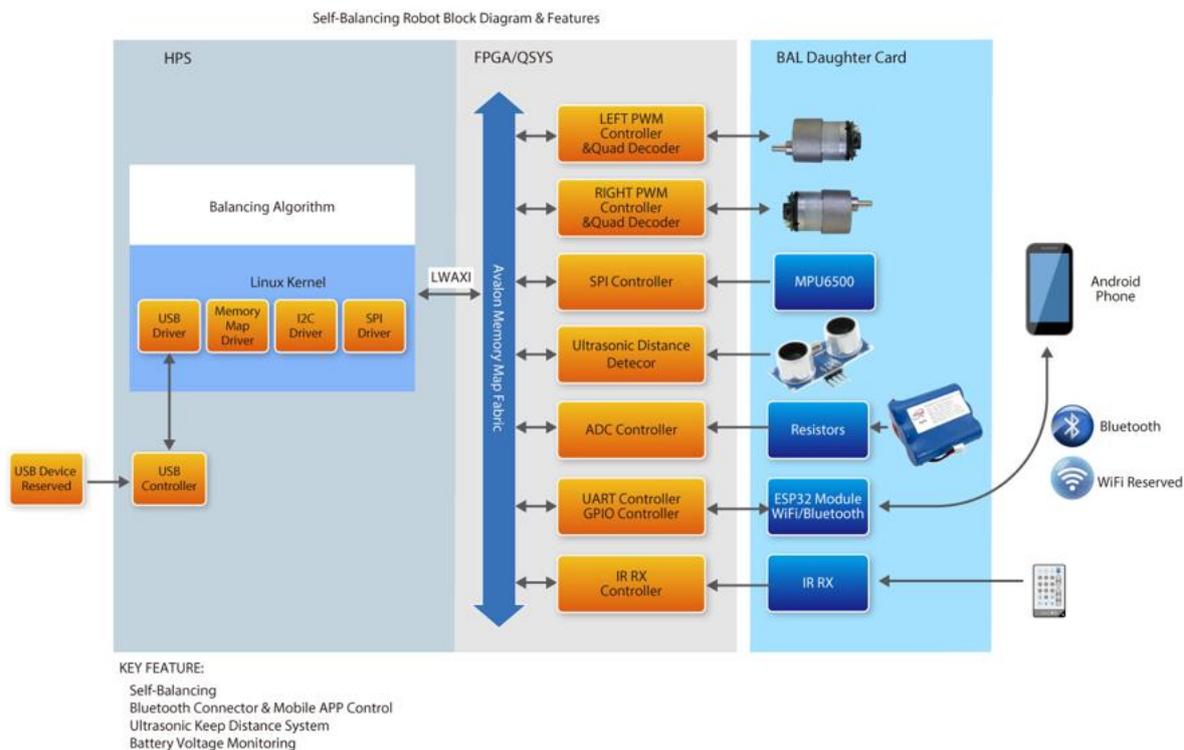


图 1-3 使用 ARM 来控制平衡车的方块图

## 1.2. DE10-Nano 开发板

DE10-Nano 开发板采用 Intel Cyclone V SoC FPGA，还有双核 ARM Cortex A9 处理器以及相关的控制器。DE10-Nano 可运行操作系统，提供强大的控制与通信能力。开发板具有轻巧与低功耗的特性，是开发便携式相关应用的绝佳控制板。

图 1-4 为 DE10-Nano 的功能组件图。图 1-5 为系统的功能方框图。关于

DE10-Nano 开发板的更多详细数据可以通过下列网址获取。

<http://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&CategoryNo=167&No=1046&PartNo=4>.

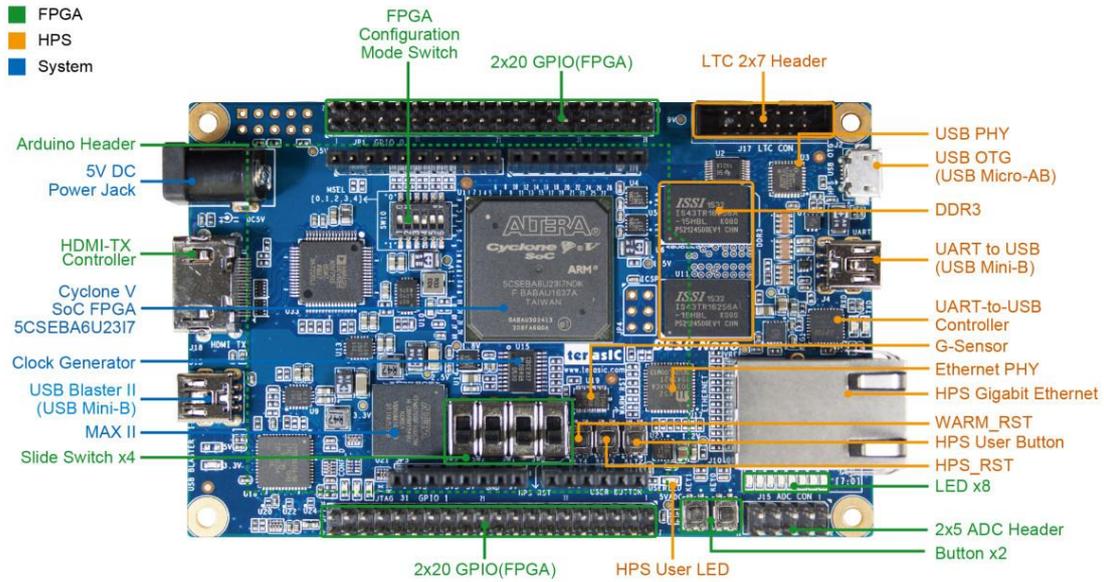


图 1-4 DE10-Nano 功能组件图

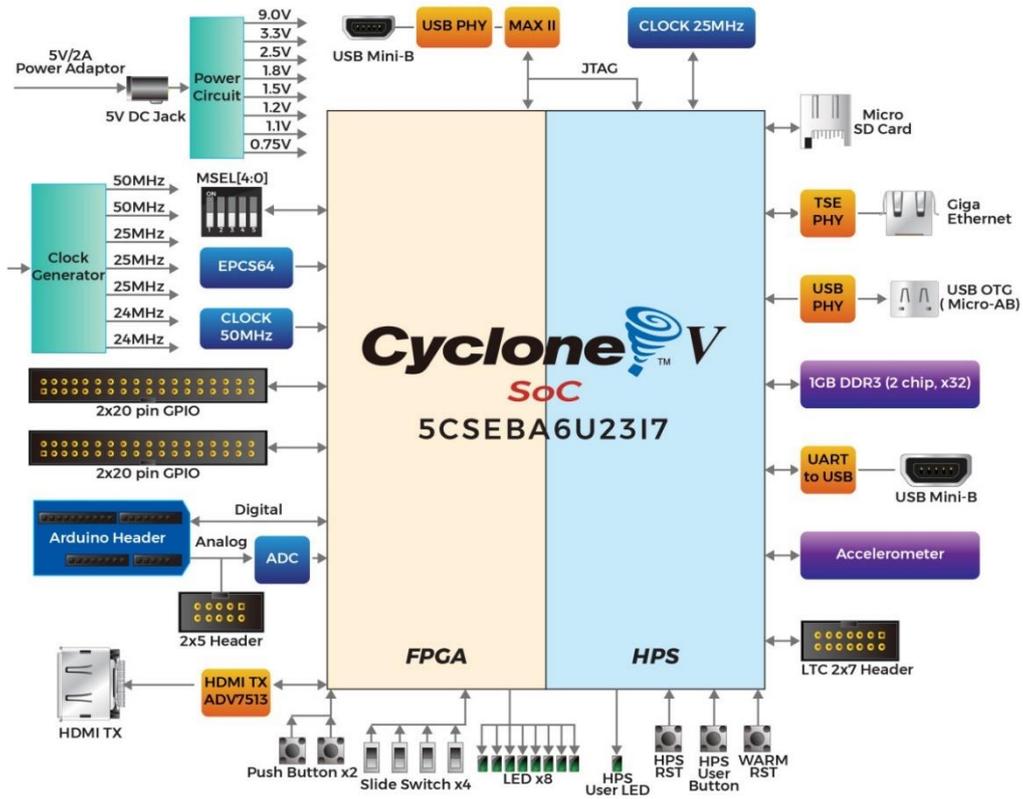


图 1-5 DE10-Nano 功能方框图

我们建议用户在开发平衡车应用前，先熟悉 FPGA 工具与开发流程，并能了解如何使用 DE10-Nano 开发板，如何创建 Quartus 工程及使用 Nios、Qsys 工具，以及如何使用 SoC FPGA 的 HPS 内的 ARM。以下将会特别介绍 DE10-Nano 开发板用在平衡车套件上时需要的常用接口以及注意事项。

### 1.2.1. 与 DE10-Nano 单独销售版的差异

平衡车上使用的 DE10-Nano 开发板与单独销售的 DE10-Nano 开发板有差异，如图 1-6 所示，主要是一个 2x20 Pin GPIO 接口(GPIO 0)与 2x5 ADC(J15)接口的方向不同，平衡车上的接口是 180 度朝下，以便与 Motor Driver Board 连接,如图 1-7 所示。

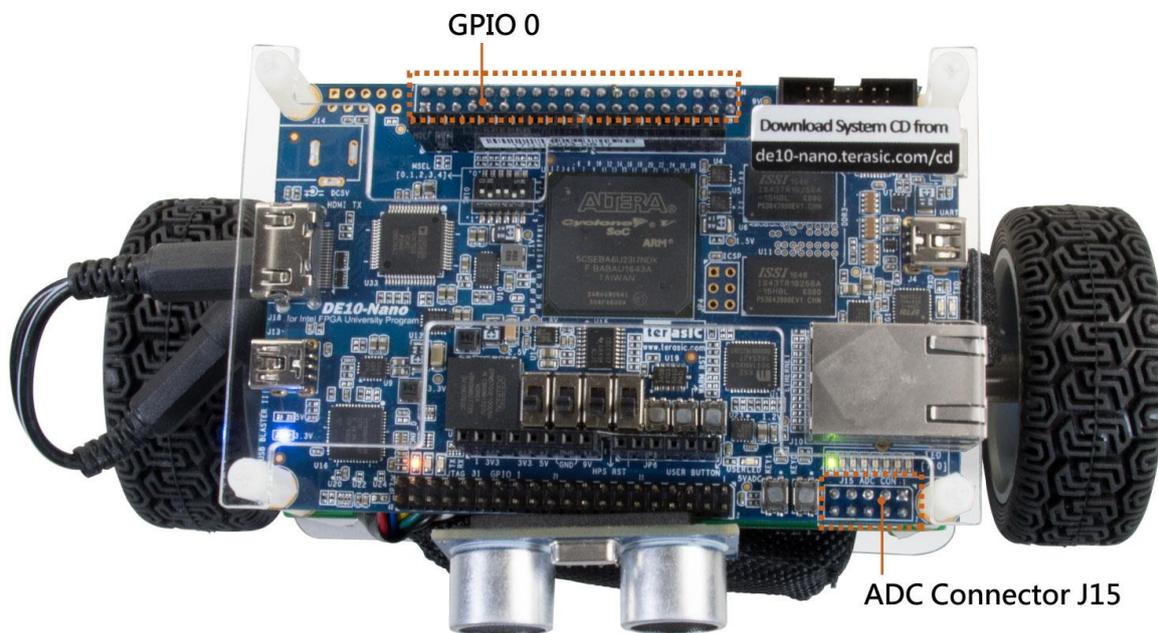


图 1-6 平衡车上的 DE10-Nano 开发板不同之处

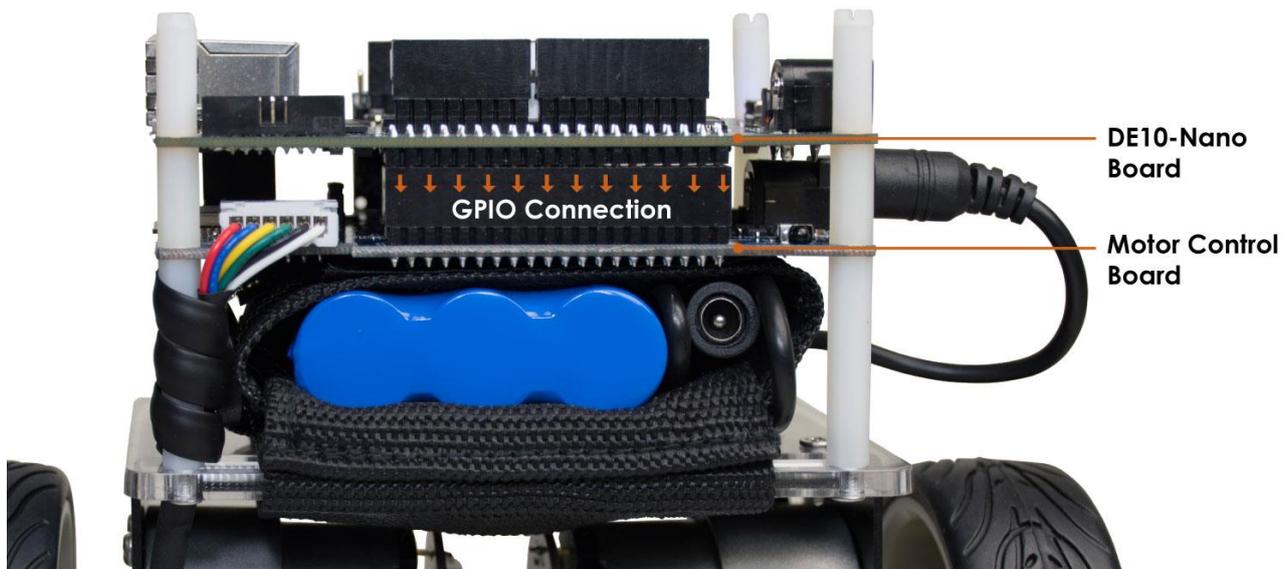


图 1-7 DE10-Nano 与 Moto Driver Board 通过 GPIO 接口相连

## 1.2.2. 2x20 GPIO 接口

DE10-Nano 上共有两个 2x20 pin GPIO 接口, 分别为 GPIO 1 以及 GPIO 0。GPIO 1 可以用作扩充功能, 用户可以自定义 I/O, 连接有 GPIO 接口的子卡(如 Terasic D8M)。GPIO 0 如 1.2.1 节所描述, 用于连接 Motor Driver Board, 传输 DE10-Nano 的电机控制信号以及其他的通信与状态信号(见图 1-8)。同时, DE10-Nano 开发板的 DC 5V 电源也通过 GPIO 接口从 Motor Driver Board 传输过来。详细的信号分布与说明将在 1.3 节介绍。

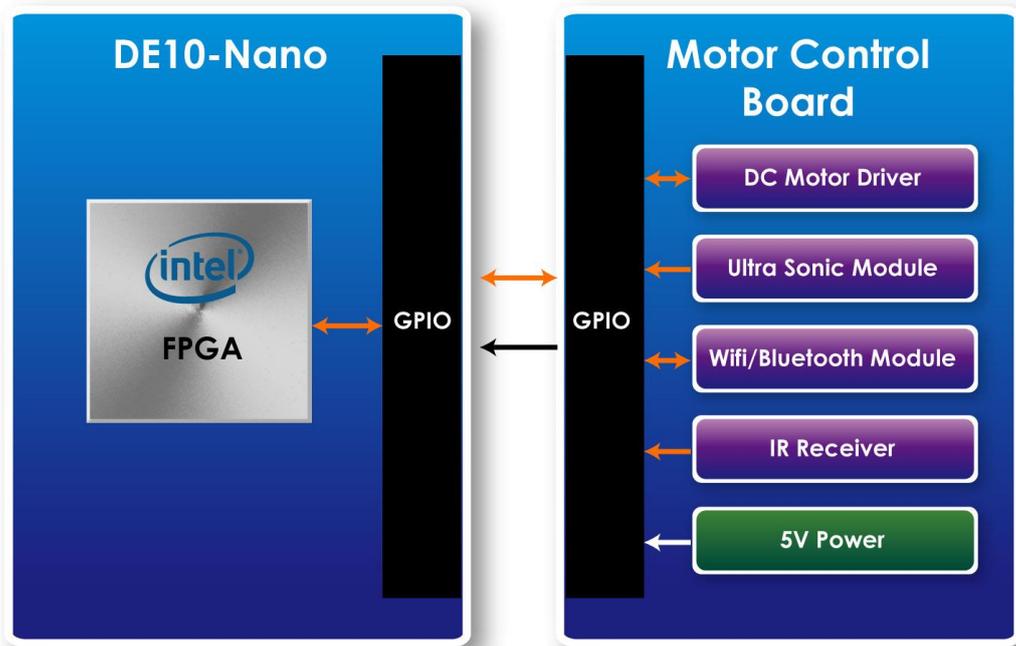


图 1-8 DE10-Nano GPIO 0 与 Motor Driver Board 连接图

### 1.2.3. ADC 接头

如 1.2.1 节介绍，平衡车上的 DE10-Nano 开发板的 ADC 接头在开发板的背面，以便直接连接到 Motor Driver Board，如图 1-9 所示。

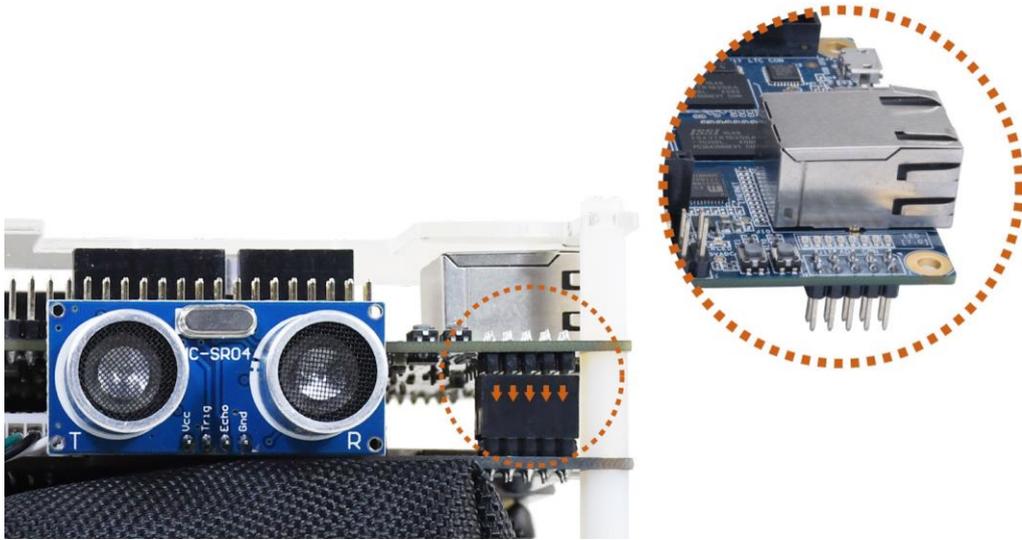


图 1-9 ADC 接头

DE10-Nano 上的 ADC 2x5 pin 接头连接到 ADC 芯片，最终与 FPGA 相连，此 ADC 芯片提供 8 通道、500K 采样率。Motor Driver Board 上的电池电压感应器电路可通过这个接口传送到 ADC，系统可以读取当前电池的电压值并显示在设备上。

#### 1.2.4. LED

DE10-Nano 上的 FPGA LED，如图 1-10 所示，用于指示平衡车的各种状态，如电源指示，运动方向以及操作模式等。表 1-1 列出了各个 LED 代表的状态。

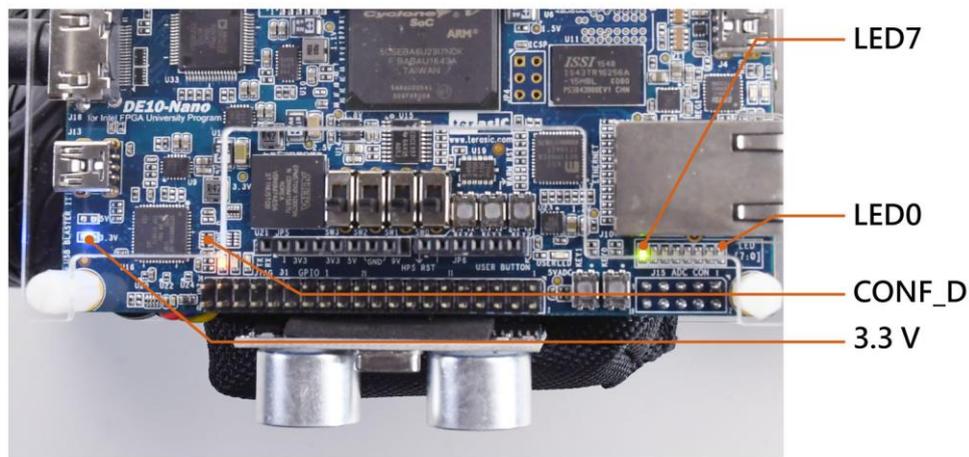


图 1-10 DE10-Nano 开发版指示灯

表 1-1 LED 指示状态描述

指示灯名称	指示灯状态	描述
3.3V 电源指示灯	亮起	指示 DE10-Nano 开发板可以提供 3.3V 电源
CONF_D	亮起	指示 DE10-Nano 开发板 FPGA 配置成功
LED7	亮起	指示平衡车保持平衡状态
LED6~5	1—亮起 0—熄灭	00—指示平衡车处于默认模式(蓝牙和 IR 遥控器控制); 01—指示平衡车处于默认模式和超声波避障模式; 10—指示平衡车处于超声波跟随与避障模式
LED4	亮起	指示电池电量不足 10.5V
LED3	亮起	指示平衡车右转
LED2	亮起	指示平衡车左转
LED1	亮起	指示平衡车后退
LED0	亮起	指示平衡车前进

## 1.2.5. 开关

DE10-Nano 上的开关与 FPGA 相连, 用户可以设定相关功能的输入, 在出厂默认功能中, 这些 Switch 用于功能模式的切换, 比如开启超声波跟随与避障功能、蓝牙/IR 控制器来控制平衡车。

图 1-11 所示为 DE10-Nano 开发板上的 SW0 与 SW1, 表 1-2 列出了 SW0 和 SW1 在设定在不同位置时, 平衡车所处的工作模式及相关功能。

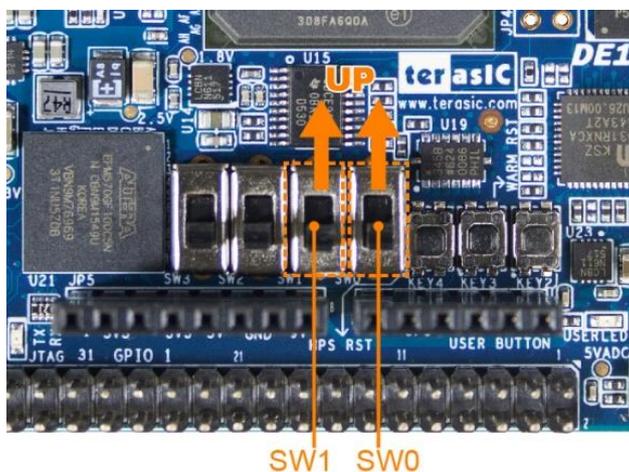


图 1-11 DE10-Nano 开发板上的 SW0 与 SW1

表 1-2 拨动开关 SW0 与 SW1 的功能

SW[1:0]	平衡车工作模式	描述
00	默认模式 (蓝牙 & IR 模式)	可以用手机 APP 和 IR 遥控器控制平衡车
10	默认模式 & 避障	可以用手机 APP 和 IR 遥控器控制平衡车, 实现避障功能 (仅 IR 遥控器支持)
01	跟随 & 避障	实现跟随与避障功能 (不支持手机 APP 和 IR 遥控器控制)
11	调试模式	仅支持 ARM 版平衡车, 控制程序停止运行, 用户需要重启平衡车或者重新运行程序来控制平衡车。通常用于调试平衡车

注意：0 代表开关处在 DOWN 位置，1 代表开关处在 UP 位置。

### 1.2.6. USB Blaster II 接口

用户可以通过 USB Blaster II 接口对 FPGA 进行配置，如图 1-12 所示。使用 SignalTab 调试，同时也能通过 JTAG 链对 EPCS 进行配置。用户可以通过 DE10-Nano CD 内的 Getting Start Guide 了解如何使用 USB Blaster II。

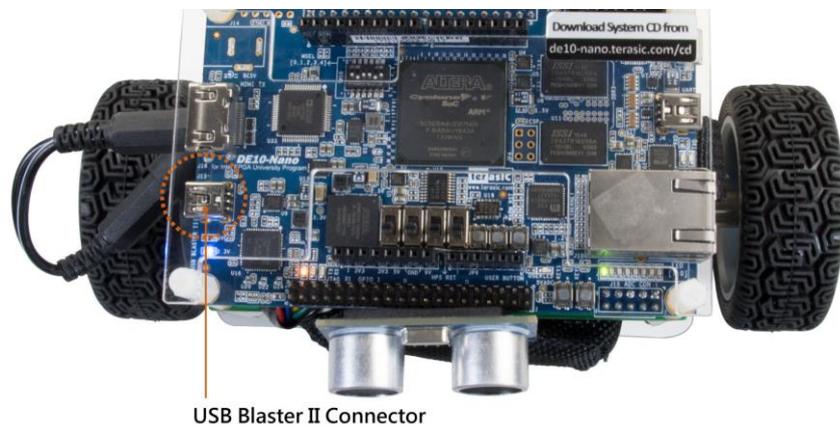


图 1-12 USB Blaster II 接口

### 1.2.7. EPCS 器件

DE10-Nano 开发板接通电源后，用户可以通过 EPCS 器件自动配置 FPGA，使系统运行。注意，要让 FPGA 能通过 EPCS 配置，MSEL 开关需设定为 AS Mode，即  $MSEL[4:0] = "10010"$ 。当用户想用 Nios 系统来控制平衡车时，便可以选择使用这个设定。如图 1-13 所示。

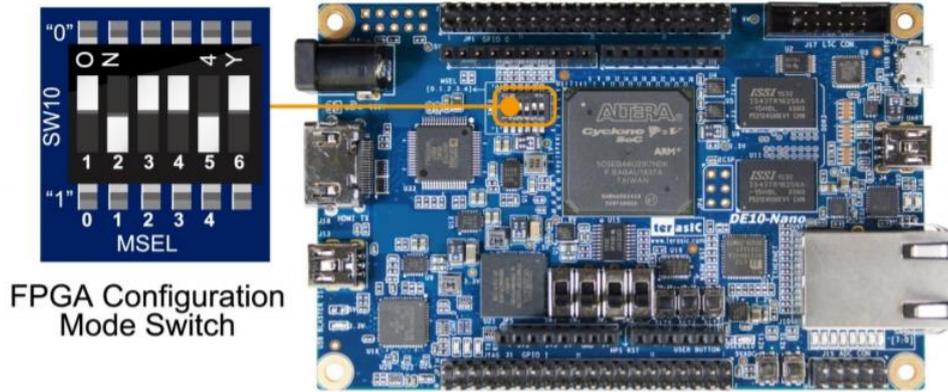


图 1-13 设定 MSEL 为 AS Mode

### 1.2.8. Micro SD 卡槽

DE10-Nano 提供了一个 Micro SD 卡槽, 连接到 FPGA 的 HPS 部分, 如 图 1-14 所示。用户可以将预存有 Linux image 的 Micro SD 卡插进卡槽, 并将 MSEL 开关设定为 FPPx32 模式, 即  $MSEL[4:0] = "01010"$ , 如图 1-15 所示。这样 DE10-Nano 便可以通过 SD 卡启动, 运行 Linux 系统。用户可以使用这种方式通过 ARM 来控制平衡车。

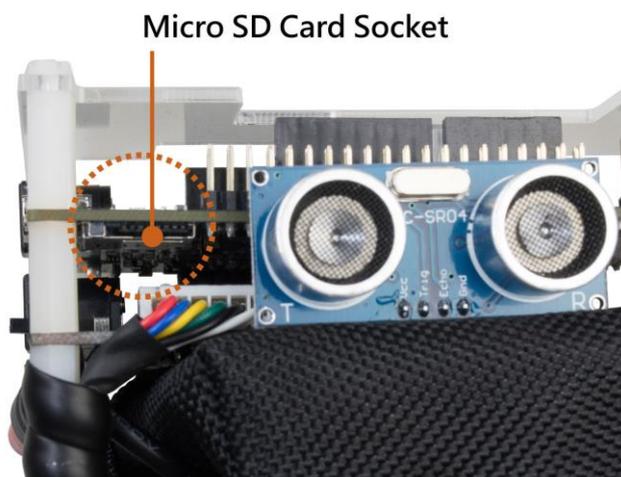


图 1-14 DE10-Nano Micro SD 卡槽

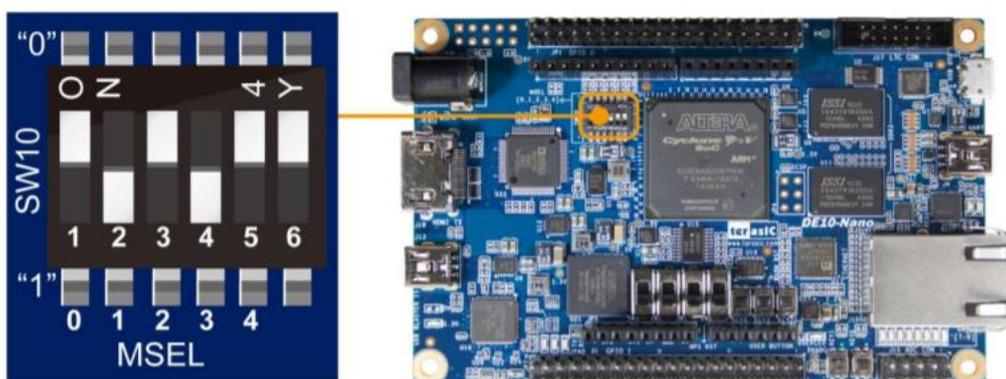


图 1-15 设定 MSEL 为 FPPx32 模式

### 1.2.9. UART to USB

当用户在 DE10-Nano 上运行操作系统时，可以使用 Mini-USB 线将 USB UART 接口与 PC 连接进行调试，如图 1-16 所示。用户可以通过 DE10-Nano CD 内的 Getting Start Guide 了解如何使用 USB UART。

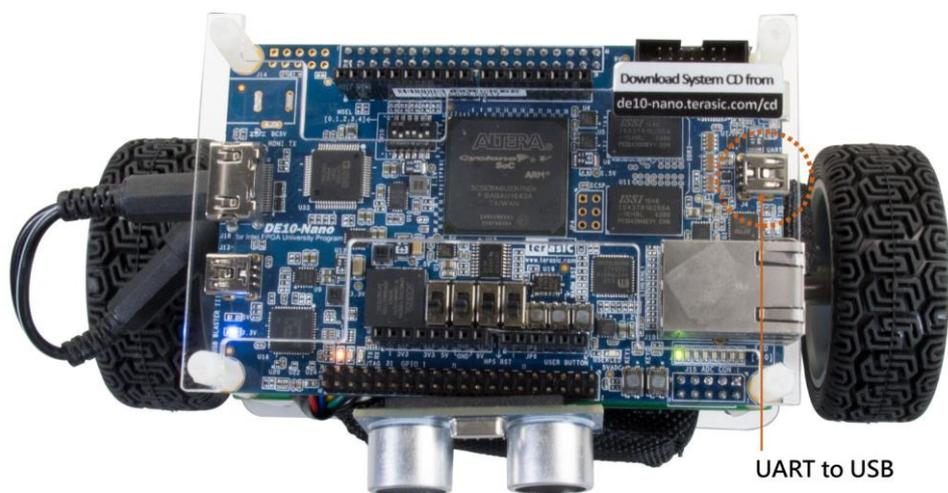


图 1-16 UART to USB 接口

## 1.2.10. 电源接口

DE10-Nano 上有一个 DC 5V 电源接口。如果用户单独使用 DE10-Nano，可以外接一个 DC 5V@2A 的电源适配器供电。如图 1-17 所示。

注意:平衡车电源系统中，DE10-Nano 开发板电源由 Motor Driver Board 通过 GPIO 0 接口提供。使用平衡车时，请不要将任何 5V 电源连接到这个电源插口上。另外，也不要使用 12V 的锂电池来连接这个电源插口。如图 1-18 所示。

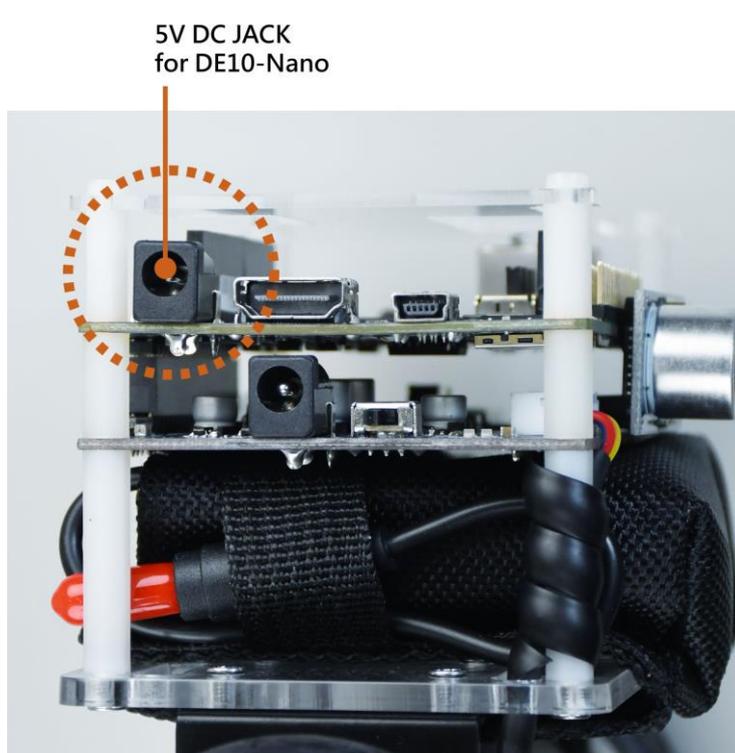


图 1-17 DE10-Nano 的 DC 5V 电源接口

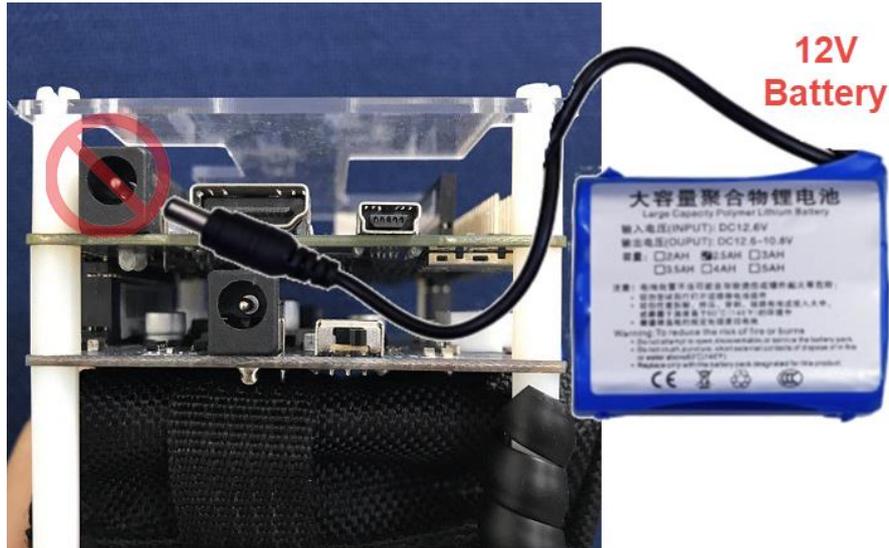


图 1-18 禁止连接 12V 锂电池到 DC 5V 插口

### 1.2.11. 其他接口

DE10-Nano 开发板上还有诸如 HDMI TX、Ethernet、USB OTG 等接口。用户可以参考 DE10-Nano CD 内的 user manual 与 datasheet 来使用。

## 1.3. Motor Driver Board

本节将介绍 Motor Driver Board 上的所有功能与器件，这块板子的主要功能为接收来自 FPGA 的电机控制讯号，通过电机控制电路来驱动电机。另外还有一些通讯组件如蓝牙、Wi-Fi 模块、IR 红外接收器、超声波模块等。还有一些模拟感应器，提供跟随、电池电量等信息。

### 1.3.1. Board Layout

图 1-19 显示了 Motor Driver Board 的 layout。

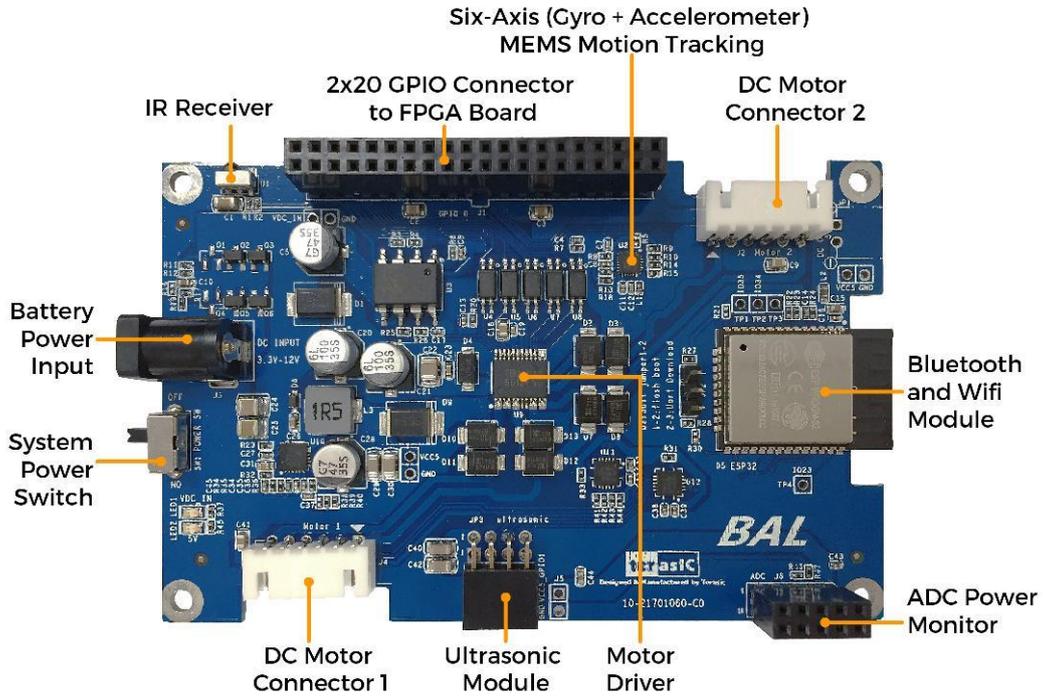


图 1-19 Motor Driver Board 的 layout

### 1.3.2. 系统框图

图 1-20 为 Motor Driver Board 的系统框图

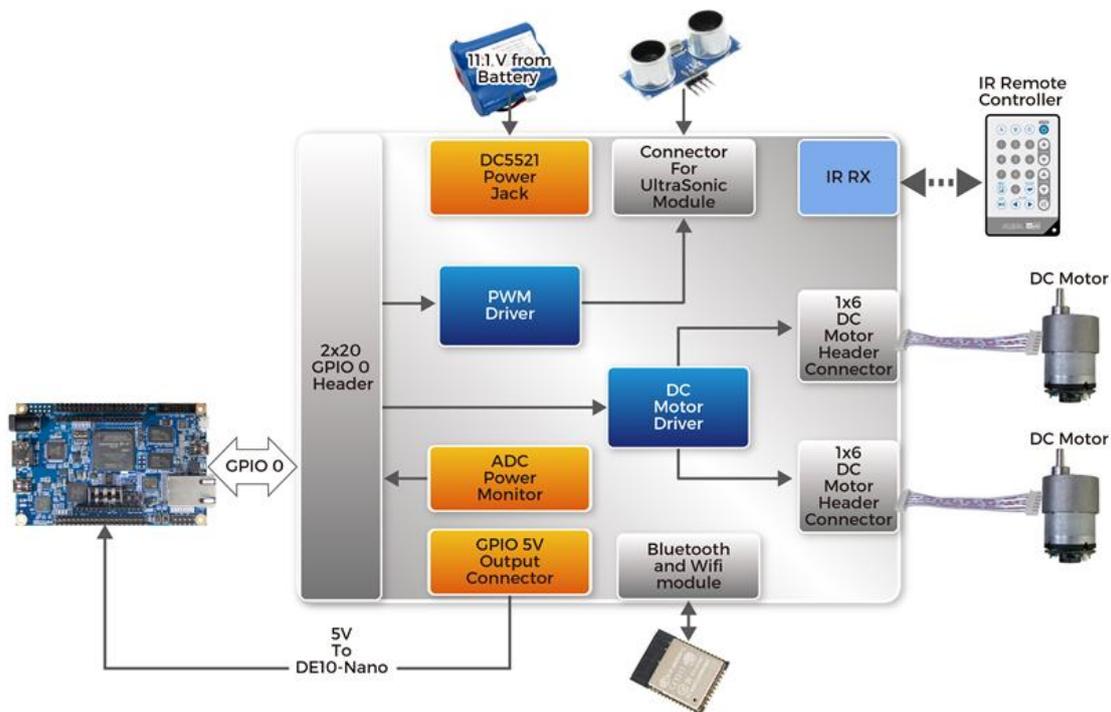


图 1-20 Motor Driver Board 的系统框图

### 1.3.3. 12 V 电源与电源开关

平衡车的系统电源输入接口在 Motor Driver Board 上，是一个 12V 的 DC 接口，如图 1-21 所示。用于连接 12V 的电池或者电源适配器。如果使用电源适配器，请注意输出电流应大于 1.5A，否则无法驱动平衡车。当接通电源后，用户可以通过电源开关来控制系统电源。

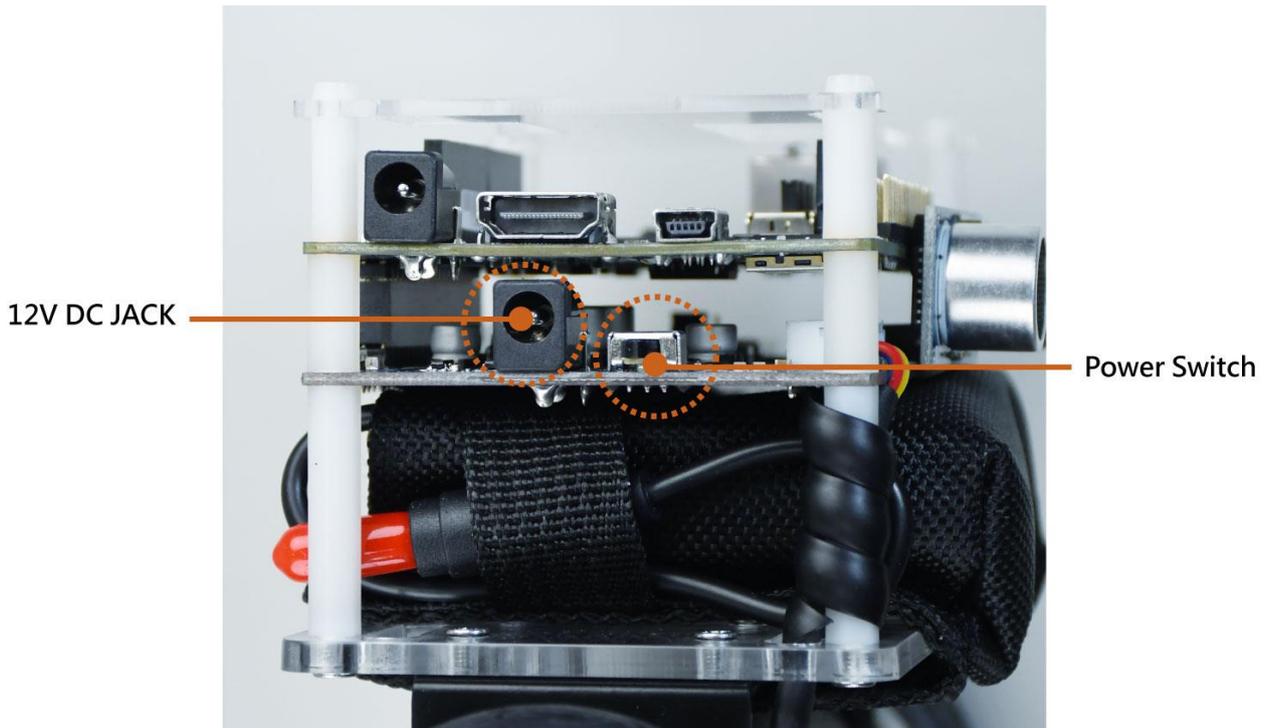


图 1-21 平衡车的 12V DC 系统电源接口与电源开关

### 1.3.4. LED

Motor Driver Board 上有两个 LED 灯，LED1 与 LED2，如图 1-22 所示。这两个 LED 分别指示了系统的 12V 输入以及 DE10-Nano 开发板的 5V 电源状态。

当 LED1 亮起，代表系统有来自电池或者电源适配器的 12V 输入。LED2 亮起，代表了系统 12V 电源正常转换成 5V 电源提供给 DE10-Nano 开发板。表 1-3 描述了驱动板 LED 功能。

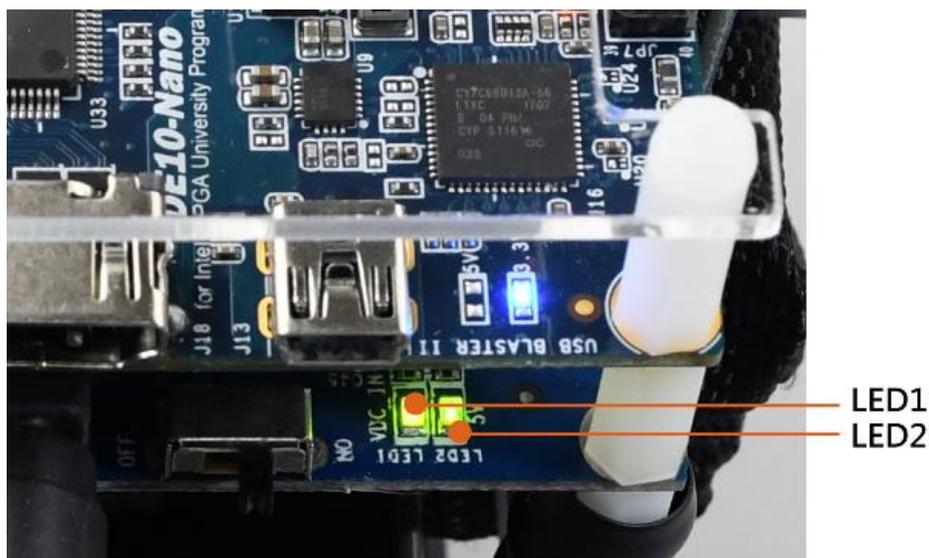


图 1-22 Motor Driver Board 上的电源指示 LED

表 1-3 驱动板指示灯功能

指示灯名称	描述
LED1	指示有电源输入
LED2	指示驱动板给 DE10-Nano 开发板 5V 供电

### 1.3.5. GPIO 接口

如 1.2.1 节所描述，Motor Driver Board 上的 GPIO 接口用于连接 DE10-Nano 开发板。以下将详细介绍所传送的信号与信息。

### 1.3.6. 蓝牙和 Wi-Fi 模块

ESP-WROOM-32 是一款通用型 Wi-Fi+BT+BLE MCU 模块，ESP-WROOM-32 集成了传统蓝牙，低功耗蓝牙和 Wi-Fi，具有广泛的用途，Wi-Fi 支持大范围的通信连接，也支持通过路由器直接连接互联网，用户可以通过蓝牙连接手机或

者广播 BLE Beacon，以便于信号检测。另外模块还提供了数种接口，比如 SPI、SDIO、I2C 、UART 可连接到 FPGA，如图 1-23 所示，用户可以很快地通过这些接口与其他的 Wi-Fi 或者蓝牙设备进行数据传输。在平衡车内的 ESP32 预设只有 UART 接口(baud rate 为 115200)与 FPGA 连接，其他接口需要重新设定 ESP32，详情请参考 ESP32 的 datasheet，表 1-4 列出 EPS32 与 FPGA 连接的引脚分配。

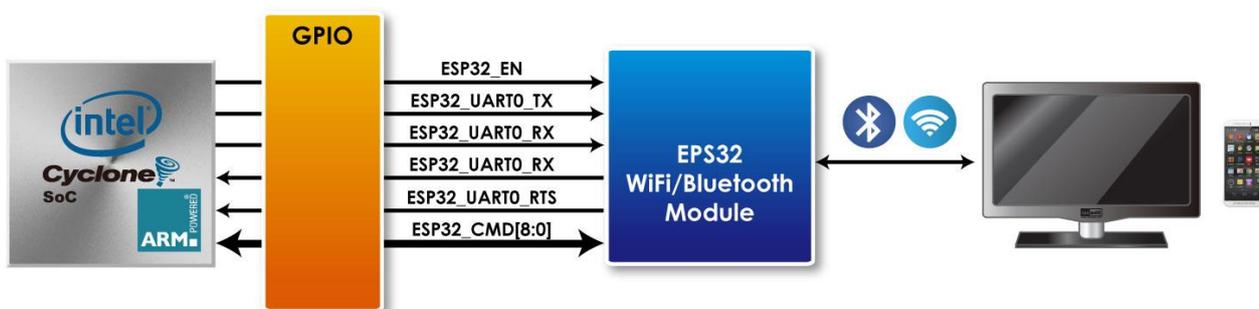


图 1-23 EPS32 与 FPGA 连接图

表 1-4 EPS32 与 FPGA 连接的管脚分布

ESP32 信号	GPIO 引脚	DE10-Nano FPGA 引脚分配	描述	到 FPGA 方向	I/O 标准
ESP32_EN	2	E8	Chip-enable signal. Active high.		3.3-V
ESP32_UART0_TX	27	AA19	UART Transmitter		3.3-V
ESP32_UART0_RX	28	W11	UART Receiver		3.3-V
ESP32_UART0_RTS	32	AA18	UART Request to Send		3.3-V

ESP32_UART0_CTS	31	W14	UART Clear to Send		3.3-V
ESP32_CMD0	33	Y18	GPIO (Reserve) *1		3.3-V
ESP32_CMD1	35	AB25	GPIO (Reserve) *1		3.3-V
ESP32_CMD2	37	Y11	GPIO (Reserve) *1		3.3-V
ESP32_CMD3	39	AA13	GPIO (Reserve) *1		3.3-V
ESP32_CMD4	34	Y17	GPIO (Reserve) *1		3.3-V
ESP32_CMD5	36	AB26	GPIO (Reserve) *1		3.3-V
ESP32_CMD6	38	AA26	GPIO (Reserve) *1		3.3-V
ESP32_CMD7	40	AA11	GPIO (Reserve) *1		3.3-V
ESP32_CMD8	9	AF4	GPIO (Reserve) *1		3.3-V

**注意：**ESP32\_CMD[8:0]这些 I/O 预留给用户设置其他外设接口，用户可以修改 ESP-WROOM-32 内的设定，指定这些 I/O 为特殊的接口。

### 1.3.7. Motion Tracking Device

平衡车中的 MPU-6500 Motion Tracking Device 扮演了很重要的核心角色。MPU-6500 包含一个三轴陀螺仪、三轴加速计和一个数字运动处理器（DMP）。用户可以通过陀螺仪得到平衡车的转角，加速计可以测量平衡车的倾斜角度与加速度，可以通过修改这些数据来校准车子的平衡状态。用户通过 I2C 接口从 FPGA 读取 MPU-6500 内的数据，I2C 的地址是 0xD2/0xD3，如图 1-24 所示，表 1-5 列出 MPU-6500 与 FPGA 连接的引脚分布。

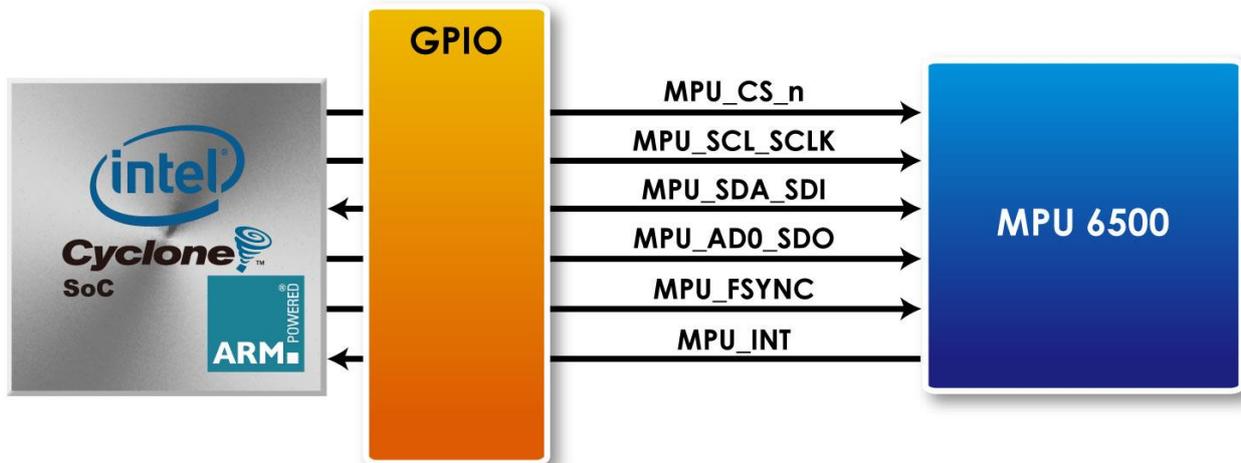


图 1-24 MPU-6500 与 FPGA 连接图

表 1-5 MPU-6500 与 FPGA 连接的引脚分配

MPU-6500 信号	GPIO 引脚	DE10-Nano FPGA 引脚分配	描述	到 FPGA 方向	I/O Standard
MPU_CS_n	17	AD23	Chip-enable signal. Active high.	Output	3.3-V
MPU_SCL_SCLK	19	D12	I2C serial clock (SCL); SPI serial clock (SCLK)	Output	3.3-V
MPU_SDA_SDI	20	AD20	I2C serial data (SDA); SPI serial data input (SDI)	Input	3.3-V
MPU_AD0_SDO	21	C12	I2C Slave Address LSB (AD0); SPI serial data output (SDO)	Output	3.3-V
MPU_FSYNC	22	AD17	Frame synchronization digital input. Connect to GND if unused.	Output	3.3-V
MPU_INT	1	V12	Interrupt digital output	Input	3.3-V

### 1.3.8. Motor Driver

在平衡车中，负责驱动电机的器件为 TB6612FNG。它有两路输出，能同时控制平衡车上的左右两个电机，每个通道可提供 1.2A 的输出电流。如图 1-25 所示。通过两根控制与 PWM 讯号的输入，可以给电机提供四种控制模式，如表 1-6 所描述，共有正转、反转、刹车、停止等模式。PWM 的控制讯号最高可为 100KHz，我们的 demo 设定为 7.124KHz。表 1-7 列出 TB6612FNG 与 FPGA 连接的引脚分布。

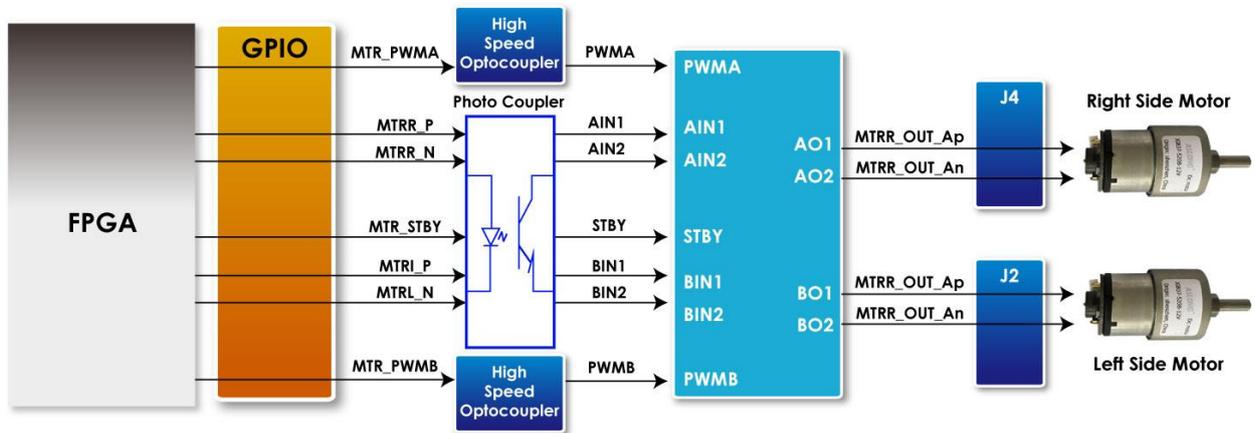


图 1-25 Motor Drive 与 FPGA 连接图

表 1-6 Motor Driver 支持的控制模式

FPGA Control Output				Driver Input				Driver Output		Modes description
MTR X_P	MTR X_N	MTR_P WMX	MTRX_ STBY	IN 1	IN 2	PW M	STBY	O1	O2	--
0	0	1/0	0	1	1	1/0	1	0	0	刹车
1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	反转
		0	0			0	1	0	0	刹车
0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	正转
		0	0			0	1	0	0	刹车
1	1	1	0	0	0	1	1	OFF (High Impedance)		停止
0/1	0/1	1/0	1	1/0	1/0	1/0	0	OFF (High Impedance)		待命

表 1-7 TB6612FNG 与 FPGA 连接的管脚分布

Motor Driver 信号	GPIO 引脚	DE10-Nano FPGA 引脚 分配	描述	到 FPGA 的方向	I/O 标准
MTRR_P	4	AH13	Right Motor Control Signal Input 1	Output	3.3-V
MTRR_N	3	AA19	Right Motor Control Signal Input 2	Output	3.3-V
MTRL_P	5	W11	Left Motor Control Signal Input 1	Output	3.3-V
MTRL_N	8	AA18	Left Motor Control Signal Input 2	Output	3.3-V
MTR_STBY	10	W14	Standby (Power save) Control Signal	Output	3.3-V

MTR_PWMA	4	D11	Right Motor PWM	Output	3.3-V
MTR_PWMB	18	AE24	Left Motor PWM	Output	3.3-V

### 1.3.9. DC 电机与接头

平衡车上使用的电机为 DC 减速电机，如图 1-26 所示，与一般的电机不同，减速电机带有减速器(Speed Reducer)，可以降低转速增加转矩。减速后的直流电机力矩增大，可控性更强。其参数列于表 1-8。另外电机上还有两颗霍尔效应感应器以及编码器，如图 1-27 所示，编码器会有 AB 相的方波输出到 FPGA，如图 1-28。用户可以通过方波的脉冲数计算得到转速，还可以通过 AB 相位差计算电机的转向，如图 1-29 所示,当 A 相领先 B 相，代表电机正转。有了这些数据便可以应用在平衡车控制上。表 1-9 列出了 FPGA 与电机连接的 AB 相位信号引脚分配。



图 1-26 带有减速器的 DC 电机

表 1-8 DC 电机的参数

供应商	ASLONG	
序列号	JGB37-520B	
电压	工作范围	6~15V
	指定	12V
负荷	速度	333rpm
	电流	120ma
负荷转矩	速度	266rpm
	电流	350ma
	转矩	1.14kg.cm
	输出	3W
转动	转矩	4.5kg.cm
	电流	1ma
减速器	比例	1:30
	尺寸	22mm
重量	180g	

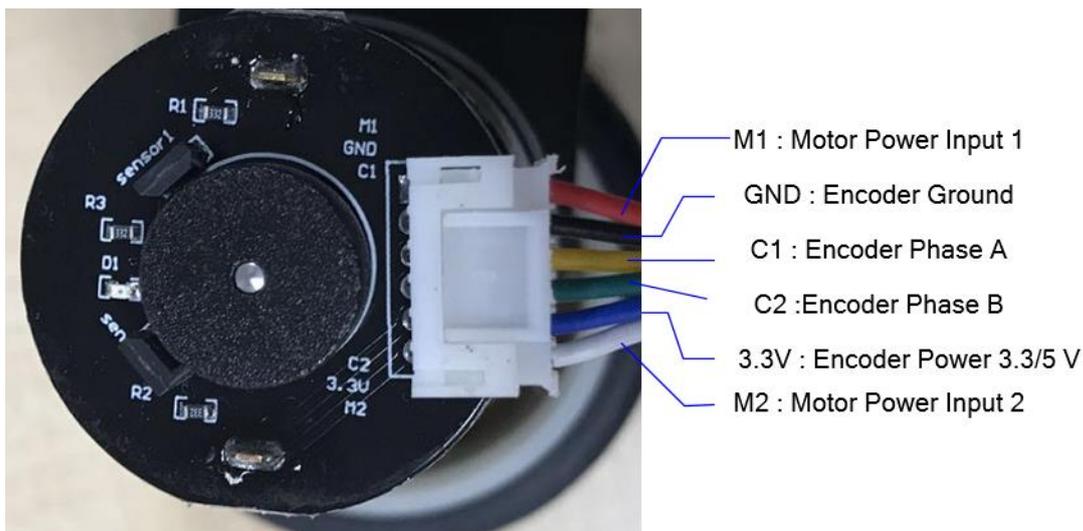


图 1-27 DC 减速电机的管脚定意图

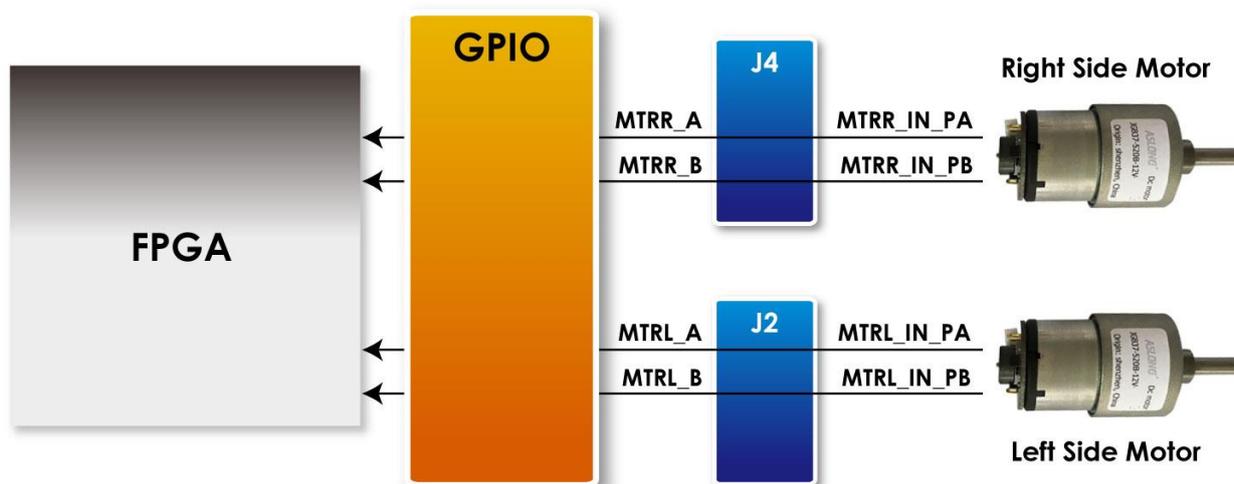


图 1-28 DC 设置 DC 电机连接

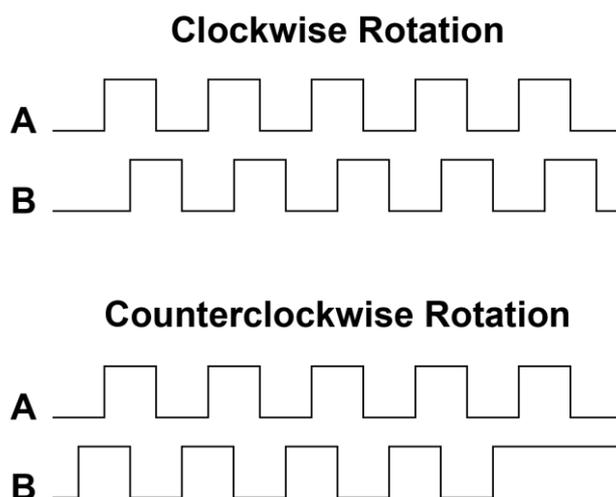


图 1-29 霍尔效应编码器输出的 AB 相波型

表 1-9 FPGA 与电机间连接的 AB 相讯号管脚分布

电机解码器信号	GPIO 引脚	DE10-Nano FPGA 引脚分配	描述	到 FPGA 方向	I/O 标准
MTRR_A	11	AD5	The Right Motor Encoder A Signal	Input	3.3-V
MTRR_B	12	AG14	The Right Motor Encoder B Signal	Input	3.3-V
MTRL_A	13	AE23	The Left Motor Encoder A Signal	Input	3.3-V
MTRL_B	14	AE6	The Left Motor Encoder B Signal	Input	3.3-V

### 1.3.10. 超声波模块

平衡车上留有一个超声波模块接口，可连接两组超声波模块，用于侦测平衡车前方障碍物距离，如图 1-30 所示（一般仅使用一组）。图 1-31 显示了超声波模

块默认连接引脚设置。搭配使用的超声波模块型号为 HC-SR04 ，当用户要侦测前方物体时，先对 Trig 引脚发出至少 10us 的高电频信号，这样模块将会发射一连串 40 KHz 的声波,并且从离它最近的物体接收反射声波，如图 1-32 所示，当收到回声后,Echo 引脚电平上升，高电平持续的时间就是超声波从发出物体反射到被接收的时间。模块与障碍物间的距离可以通过高电平时间  $\times$  音速(340m/s)/2 得到。除 2 的是因为发射到反射之间是两倍障碍物距离。表 1-10 列出了超声波模块的引脚分配，超声波模块的电气特性如表 1-11 所示，图 1-33 显示了超声波模块的工作时序图。

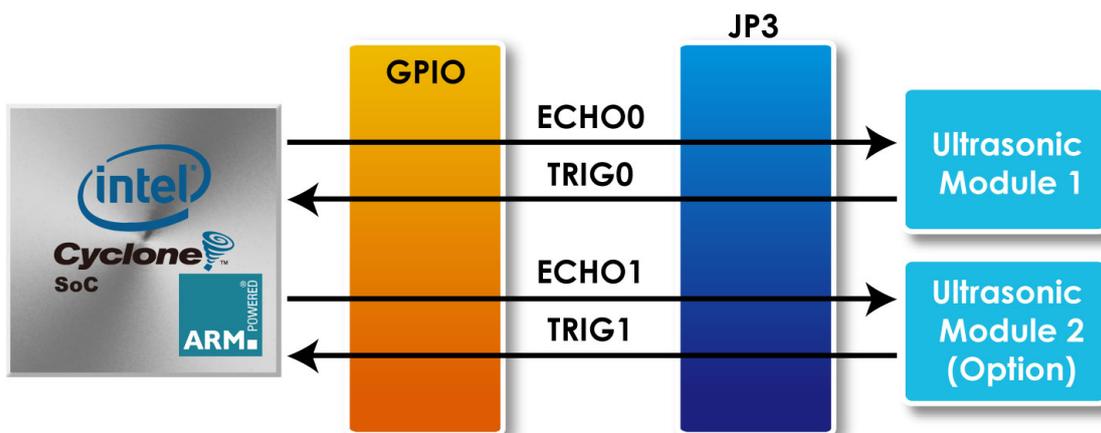


图 1-30 超声波模块与 FPGA 连接图

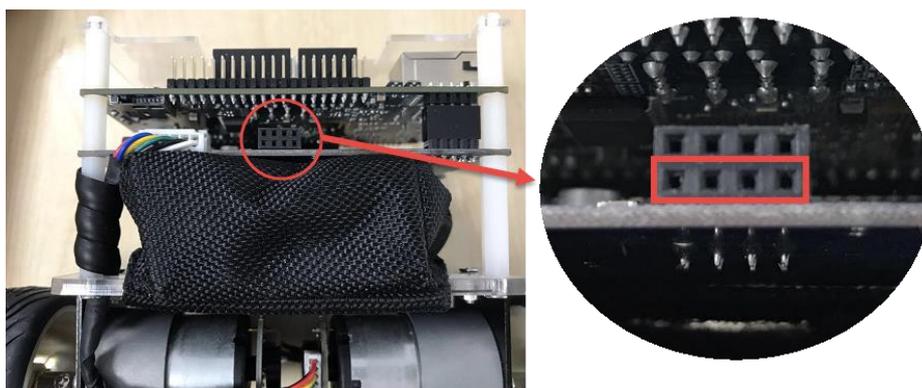


图 1-31 默认超声波模块连接管脚设置

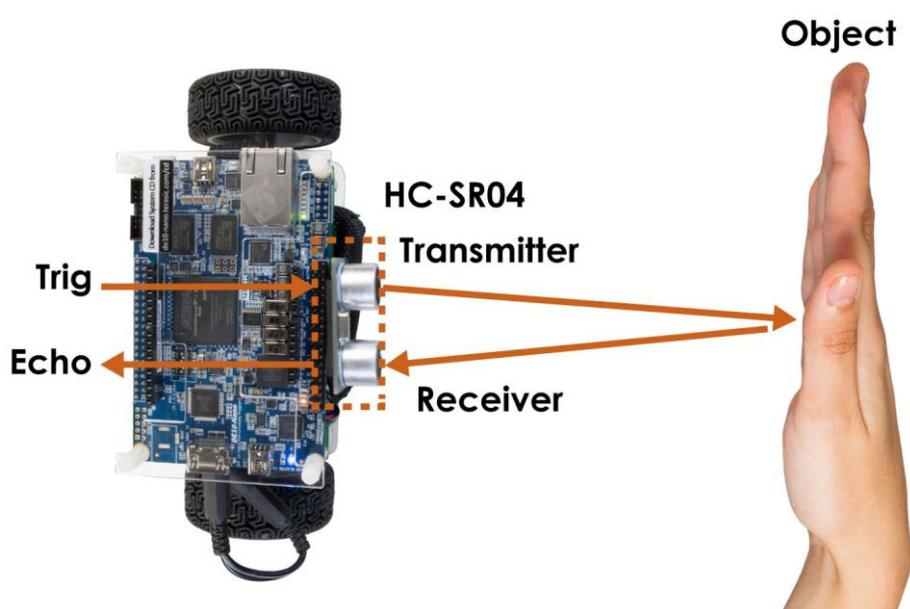


图 1-32 超声波模块工作示意图

表 1-10 超声波模块与 FPGA 连接的管脚分布

超声波模块信号号	GPIO 引脚	DE10-Nano FPGA 引脚分配	描述	到 FPGA 的方向	I/O 标准
TRIG0	21	AC23	Module Triger Signal 0	Output	3.3-V
ECHO0	22	AC22	Module Echo Signal 0	Input	3.3-V
TRIG1	23	Y19	Module Triger Signal 1	Output	3.3-V

ECHO1	24	AB23	Module Echo Signal 1	Input	3.3-V
-------	----	------	----------------------	-------	-------

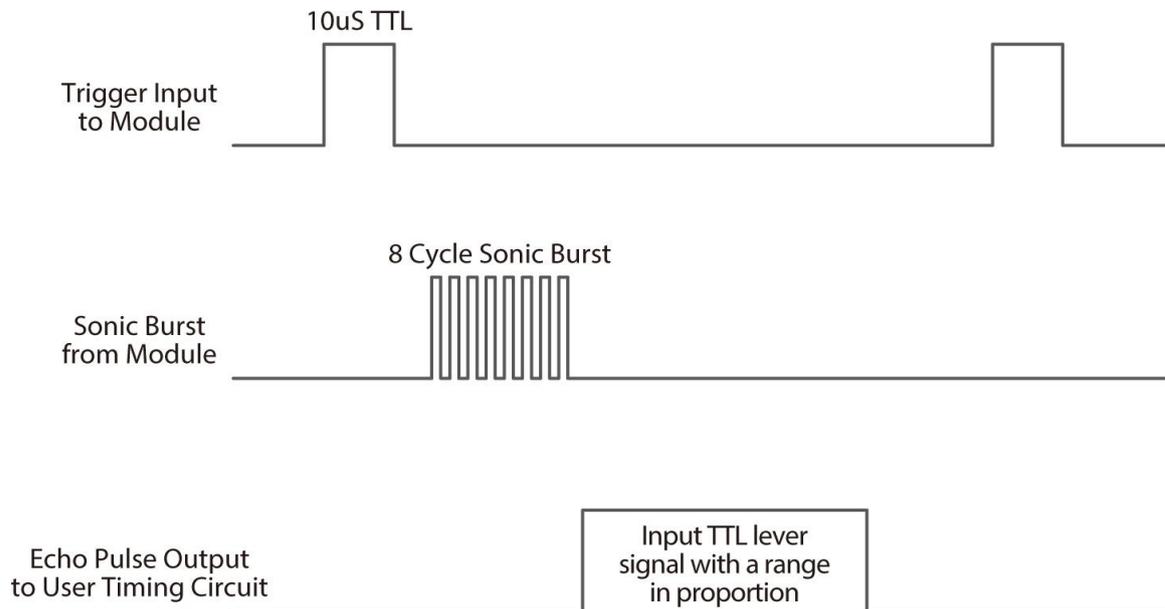


图 1-33 超声波模块时序图

表 1-11 超声波模块电气参数

电气参数	HC-SR04 超声波模块
工作电压	DC 5V
工作电流	15mA
工作频率	40Hz
最远射程	4m
最近射程	2cm
测量角度	15 度
输入触发信号	10uS 的 TTL 脉冲
输出回响信号	输出 TTL 电平信号，与射程成比例
规格尺寸	45*20*15mm

### 1.3.11. ADC 电源监测

平衡车上有一组电阻分压电路,将平衡车上的电池电压值传到 DE10-Nano 开发板的 ADC 器件,通过 FPGA 读取当前电池的容量,如图 1-34 所示。相关的引脚分配如表 1-12 所示。

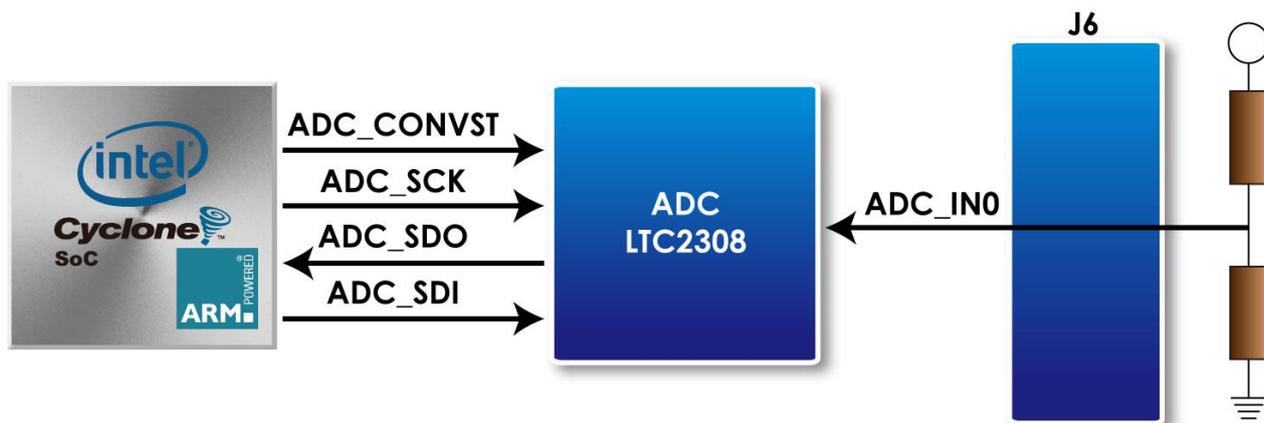


图 1-34 电池监测功能框图

表 1-12 ADC 器件与 FPGA 连接的引脚分配

Signal Name	DE10-Nano FPGA Pin Assignment	Descriptions	Direction for FPGA	I/O Standard
ADC_CONVST	U9	Conversion Start	Output	3.3-V
ADC_SCK	V10	Serial Data Clock	Output	3.3-V
ASC_SDO	AC4	Serial Data Input	Input	3.3-V
ADC_SDI	AD4	Serial Data Out (ADC to FPGA	Output	3.3-V

### 1.3.12. 红外接收器

Motor Driver Board 包含有一个红外远程控制模块，型号为 IRM-V538/TR1)，其 datasheet 在平衡车的系统 CD 目录\Datasheets\ IR Receiver and Emitter 中。IR 控制器可从官网上选购。接收器内嵌有一个编码芯片 uPD6121G，用于产生红外信号。图 1-35 显示了 IR 控制器与 FPGA 的连接。表 1-13 列出了 IR 控制器与 FPGA 相连的引脚分配。

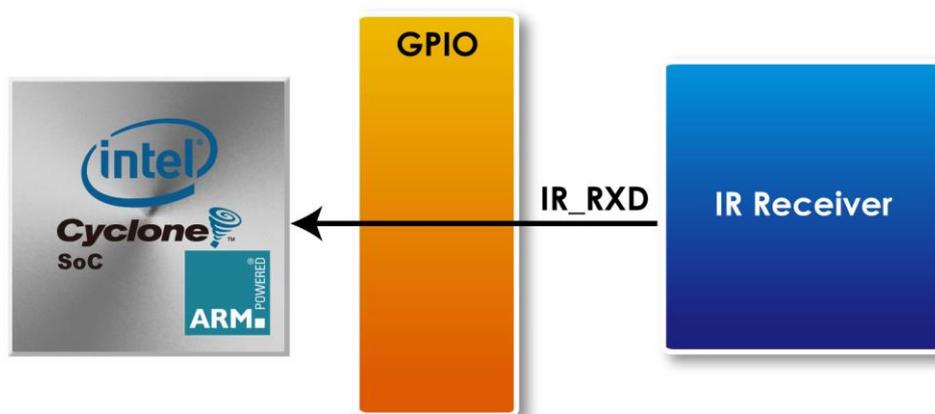


图 1-35 红外接收器与 FPGA 连接图

表 1-13 红外接收器与 FPGA 连接的引脚分布

红外接收器信号	GPIO 引脚	DE10-Nano FPGA 引脚分配	描述	到 FPGA 的方向	I/O 标准
IR_RXD	3	W11	IR Receiver	Input	3.3-V

## 获得帮助

通过以下方式联系我们获取进一步技术支持：

Terasic Inc.

9F, No.176, Sec.2, Gongdao 5th Rd, East Dist, Hsinchu City, Taiwan 300-70

Email : [support@terasic.com](mailto:support@terasic.com)

Web : [www.terasic.com](http://www.terasic.com)

## 版本历史

日期	版本	修改记录
2018.04.16	First publication	
2018.05.29	V1.1	修改 Table 1-2 描述
2018.07.11	V1.2	修改 1.3.12 节描述