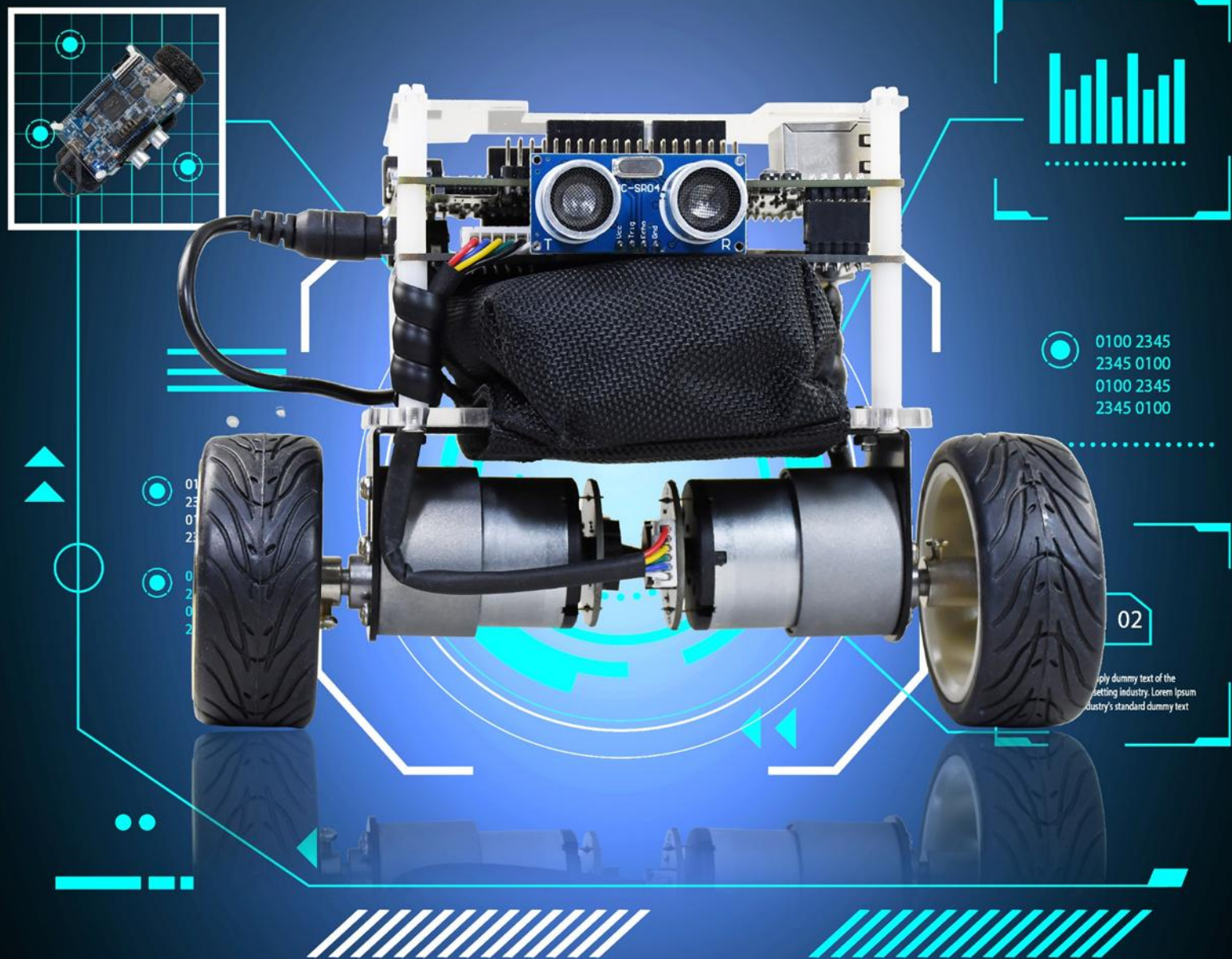


# Self-Balancing Robot

## Getting Started Guide



0100 2345  
2345 0100  
0100 2345  
2345 0100

02

Apply dummy text of the  
setting industry. Lorem ipsum  
industry's standard dummy text

# 目录

第 1 章 简介.....	2
1.1 包装内容.....	2
第 2 章 部件与功能名称.....	4
第 3 章 开关按键及指示灯.....	7
3.1 MSEL[4:0]设置.....	7
3.2 拨动开关 SW0 和 SW1.....	8
3.3 驱动板指示灯.....	8
3.4 DE10-Nano 开发板指示灯.....	9
第 4 章 基础操作.....	10
4.1 连接电源.....	11
4.2 开机.....	11
4.3 进入平衡状态.....	12
4.4 姿态识别.....	12
第 5 章 进阶功能演示.....	13
5.1 避障与跟随.....	13
5.2 手机 APP 控制.....	14
5.3 IR 遥控器遥控.....	19
第 6 章 锂电池充电.....	20
第 7 章 恢复出厂设置.....	22
7.1 ARM 版恢复出厂.....	22
7.2 Nios 版恢复出厂.....	24

# 第1章

## 简介

该平衡车以友晶科技 DE10-Nano 开发板为平台，是由友晶科技自主设计生产的多功能应用套件，可以实现如跟随、避障等进阶功能，更可以用手机 APP、遥控器进行控制。本手册将对平衡车的使用做详细的讲解。

### 1.1 包装内容

图 1-1 显示了平衡车套件的包装。



图 1-1 平衡车包装

平衡车套件包装内容如下：

- ① 平衡车
- ② 锂电池
- ③ 锂电池充电器
- ④ IR 遥控器
- ⑤ Mini USB 线

⑥ Micro USB 线

⑦ Quick Start Guide

# 第2章

## 部件与功能名称

本章主要描述平衡车各部件名称及其功能，如超声波模块、电机、车轮、驱动板电源接口等。以下图 2-1、图 2-2、图 2-3 及图 2-4 指出了平衡车全部部件，并对每个部件功能作了说明。

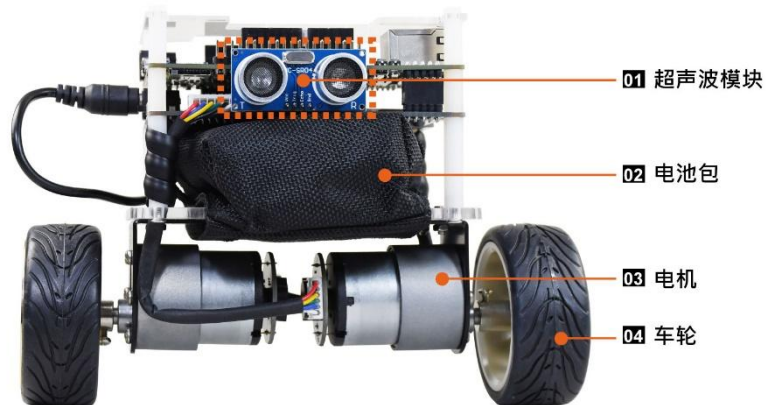


图 2-1 平衡车部件

- (1) 超声波模块：用于实现避障功能
- (2) 电池包：用于包裹给平衡车供电的电池，以免磕碰损坏电池
- (3) 电机：驱动车轮移动
- (4) 车轮：实现平衡车的行走

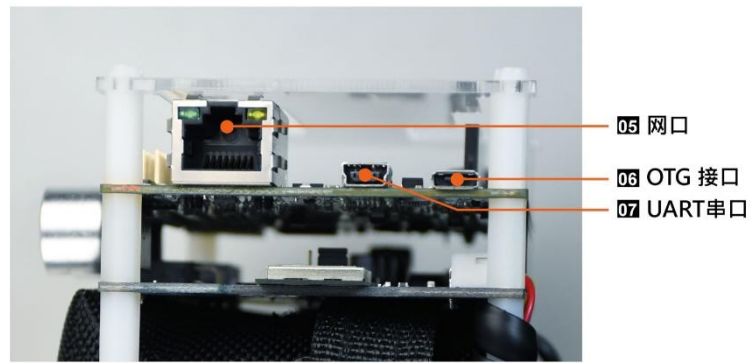


图 2-2 平衡车部件

- (5) 网口：用 DE10-Nano 开发板自主开发时，实现联网功能
- (6) OTG 接口：用 DE10-Nano 开发板自主开发时，可实现 Host 或者 Device 模式
- (7) UART 串口：用 DE10-Nano 开发板自主开发时，实现开发板与主机的通信

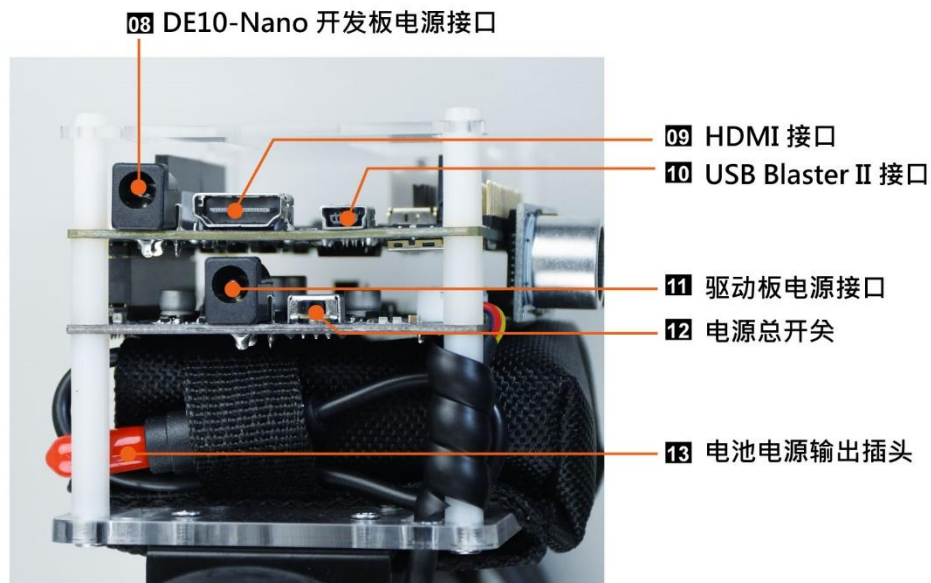


图 2-3 平衡车部件

- (8) DE10-Nano 开发板电源接口：开发板 5V 电源供电接口
- (9) HDMI 接口：用于 DE10-Nano 开发板做自主开发时，可接显示器做图像处理
- (10) USB Blaster II 接口：用与 DE10-Nano 开发板做自主开发时，可通过该接口下载自己的程序到开发板
- (11) 驱动板电源接口：连接电池电源接口，给平衡车供电

(12) 电源总开关：启动或关闭平衡车

(13) 电池电源输出插头：连接驱动板电源接口的插头

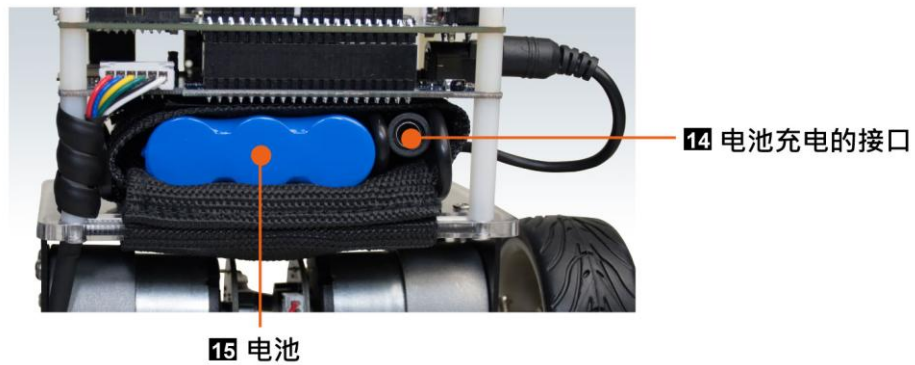


图 2-4 平衡车部件

(14) 电池充电接口：给电池充电的接口

(15) 电池：用来给平衡车供电

# 第3章

## 开关按键及指示灯

### 3.1 MSEL[4:0]设置

该平衡车基于 Nios II 和 ARM 提供 2 个版本的设计，其主要区别在于程序加载到 FPGA 的方式不同。Nios II 版本的设计（不带 Micro SD 卡），需要将 DE10-Nano 开发板 MSEL[4:0]设置为 10010，如图 3-1 所示，此时程序会从 EPCS128 加载来配置 FPGA；ARM 版本的设计（带 Micro SD 卡），需要将 MSEL[4:0]设置为 01010 模式，如图 3-2 所示，程序会从 Micro SD 卡加载来配置 FPGA。平衡车出厂默认设置成 Nios 版本，另外切换到 ARM 版本再开机需要等待大约 20 秒后 LED7 才亮起。



图 3-1 MSEL[4:0]设置为 10010

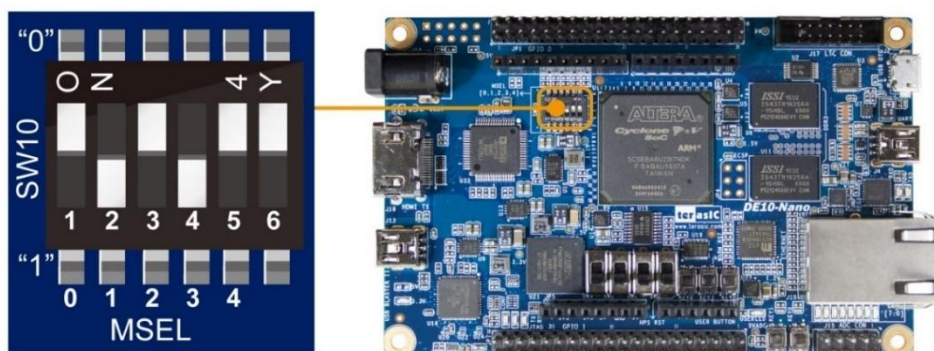


图 3-2 MSEL[4:0]设置为 01010



## 3.2 拨动开关 SW0 和 SW1

图 3-3 指出了平衡车 DE10-Nano 主板上的拨动开关 SW0 和 SW1, 表 3-1 列出了 SW0 和 SW1 在不同位置时所实现的功能。

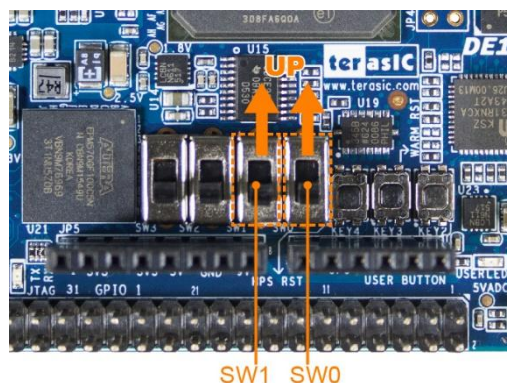


图 3-3 DE10-Nano 主板拨动开关 SW0 和 SW1

表 3-1 拨动开关 SW0 和 SW1 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

说明：表拨开向上的位置；表拨

说明：表拨开向上的位置；表拨

动开关位于向上的位置。

## 3.3 驱动板指示灯

图 3-4 指出了驱动板上的 LED1 和 LED2 指示灯, 表 3-2 列出了 LED1 和 LED2 指示的功能。

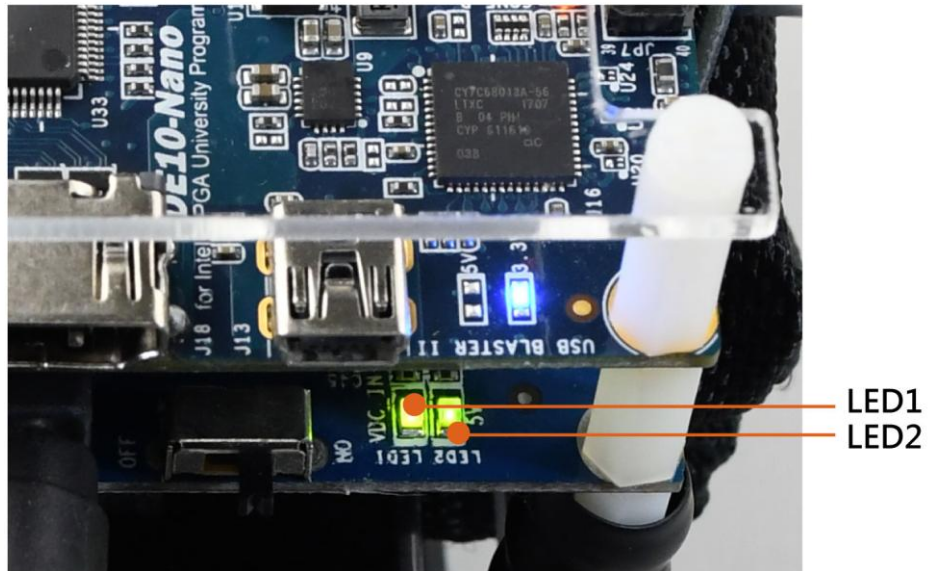


图 3-4 驱动板 LED1 和 LED2 指示灯

表 3-2 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

### 3.4 DE10-Nano 开发板指示灯

图 3-5 指出了 DE10-Nano 开发板的 3.3V 电源指示灯、CONF\_D 指示灯以及 LED0~LED7 指示灯，表 3-3 列出了 DE10-Nano 开发板指示灯的功能。

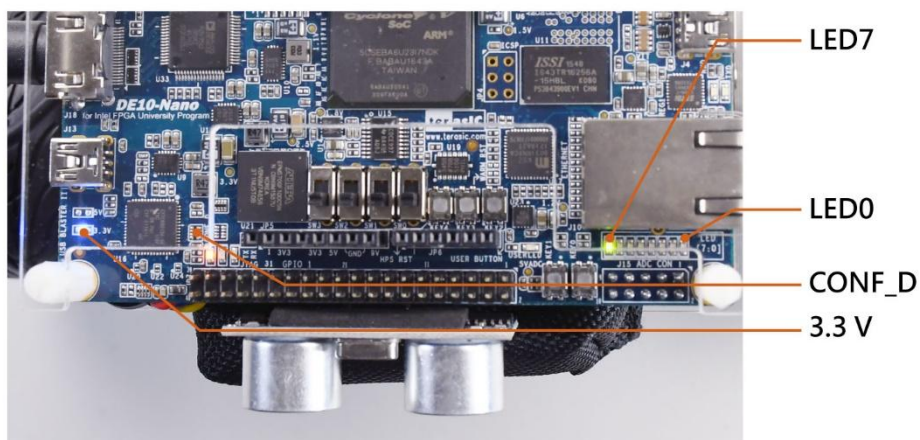


图 3-5 DE10-Nano 开发板指示灯

表 3-3 DE10-Nano 开发板指示灯

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&IR 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

注意：若 LED3~0 全部亮起，表示此时平衡车处于 DEMO 模式。

## 第4章

### 基础操作

这一章主要介绍用户收到平衡车后如何开机等基本操作。

## 4.1 连接电源

如图 4-1 所示，拔掉电池电源输出接头的保护帽（红色）。

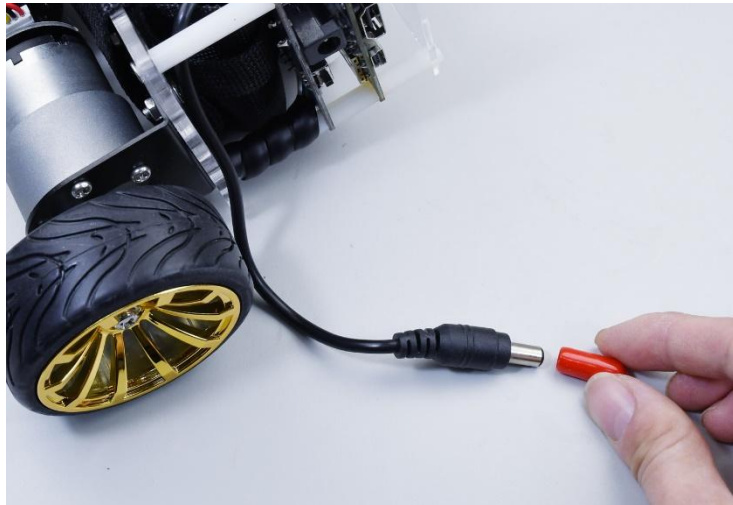


图 4-1 拔电源输出接头保护帽

如图 4-2 所示，将电池输出接头接到电机控制板的电源输入孔。

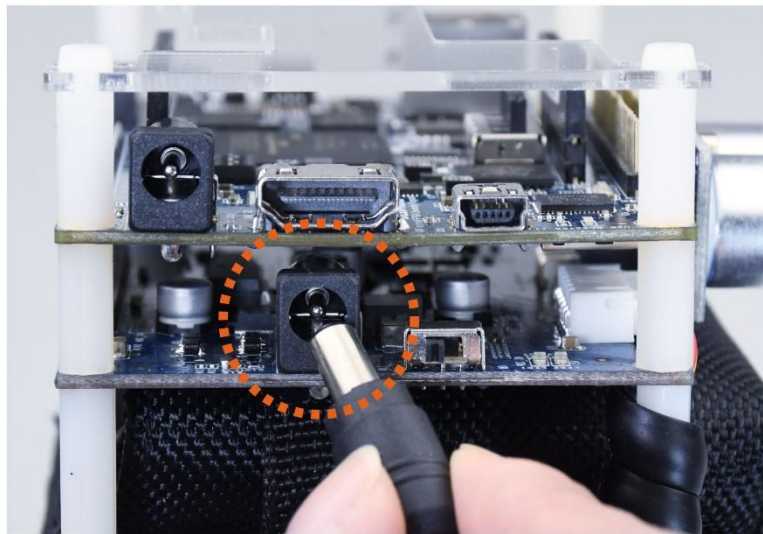


图 4-2 连接电源输入孔

## 4.2 开机

如图 4-3 所示，将平衡车放于平面上，手扶保持平衡车水平状态，将电机控制板上的拨动开关 SW1 拨到 ON 位置。

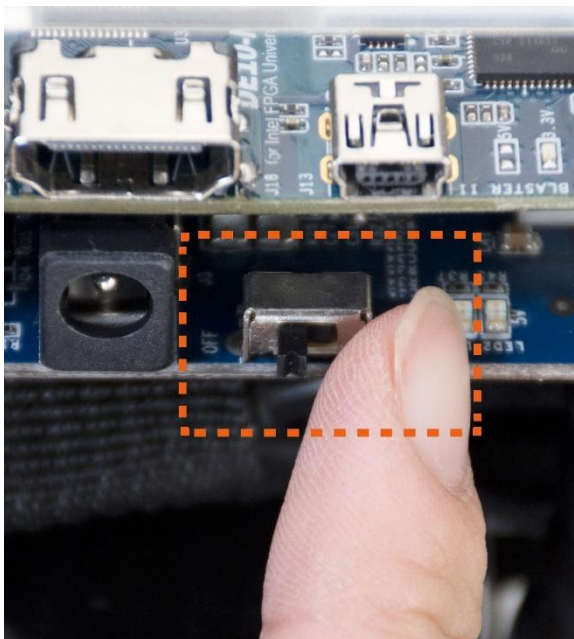


图 4-3 拨动开关 SW1 设为 ON

### 4.3 进入平衡状态

等到 DE10-Nano 开发板上的 LED7 灯亮起时，可以松开平衡车，平衡车就会自动保持平衡，如图 4-4 所示。

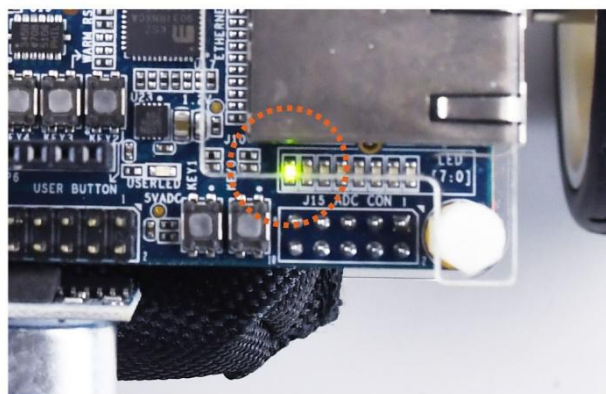


图 4-4 LED7 灯亮

### 4.4 姿态识别

平衡车会通过加速度传感器和陀螺仪实时进行姿态检测，通过控制电机，校准姿态来实现平衡。比如此时拿起平衡车，平衡车将检测到当前状态不在水平状态，当把平衡车平衡地放在

水平面，平衡车检测到平衡后将保持平衡。比如外力作用使平衡车向前倾斜，电机会迅速的产生向前的运动力矩来补偿倾斜的角度，保持平衡车的平衡。还比如在平衡车上放置不规则的物体时，车身会保持平衡并协调一致。

## 第5章

# 进阶功能演示

基于 DE10-Nano SoC FPGA 平台的友晶科技自主平衡车能执行姿态识别、动作控制以及自主运动，比如向前行驶、左右转弯、电源电压监测、避障与跟随。下面将分章节说明几个具体的功能。

### 5.1 避障与跟随

平衡车上装配了一个超声波模块，用来实现平衡车的避障与跟随功能。

当平衡车处于超声波跟随&避障时(SW[1:0]开关位置为 01，详见表 3-1)，如果通过超声波传感器探测到前方距离平衡车 10cm 以内的障碍物，平衡车会自动后退，实现避障功能，如图 5-1 所示。

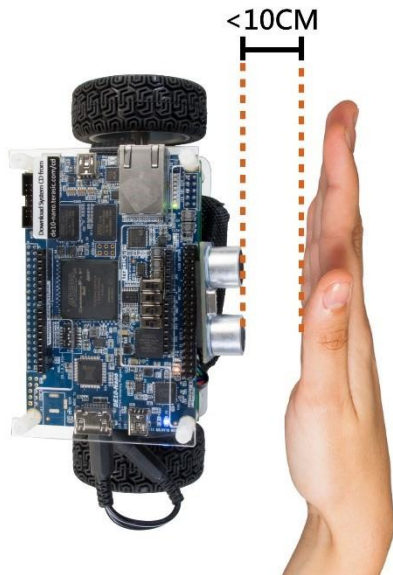


图 5-1 避障功能演示

而将手或其他物体放于超声波模块 10cm~20cm 范围内，并慢速移动时，平衡车会跟随手或其他物体继续前进，实现跟随功能，如图 5-2 所示。

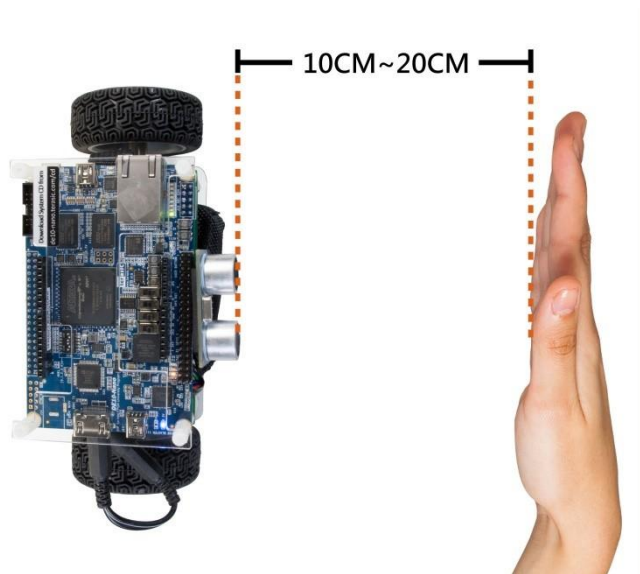


图 5-2 跟随功能演示

## 5.2 手机 APP 控制

这套平衡车可以通过手机 APP 应用进行远程操控，这一章我们将介绍如何通过 APP 应用操控平衡车。

## 5.2.1 Android APP 控制

### ■ 下载手机 APP

用户可用手机扫描下面的二维码下载 APP 安装文件，或者从以下链接下载：

<http://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&CategoryNo=238&No=1096&PartNo=4>

APP 安装完成后，显示图标如图 5-3 所示。



图 5-3 Android APP 图标

### ■ 连接

接通平衡车电源，并把平衡车主板 DE10-Nano 上的 SW0~3 开关调至 Down 位置，如下图 5-4 所示。



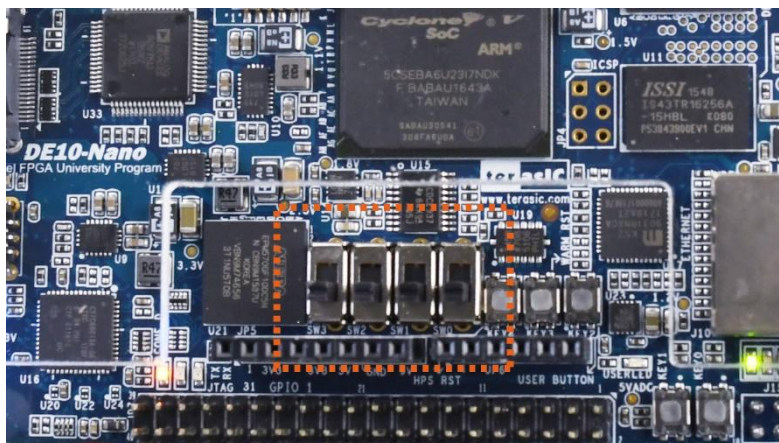


图 5-4 主板 SW0~3 开关调至 Down 位置

打开手机 APP，点击右上角的搜索图标，如图 5-5 所示。

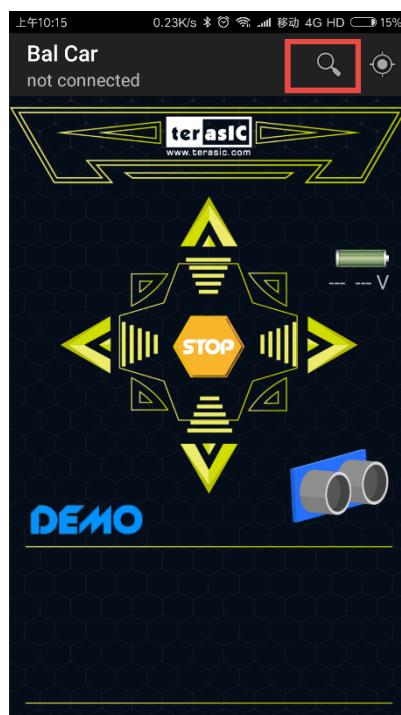


图 5-5 点击 APP 上的搜索图标

搜索到平衡车实际的蓝牙设备名称后，点击进行连接，如图 5-6 所示。

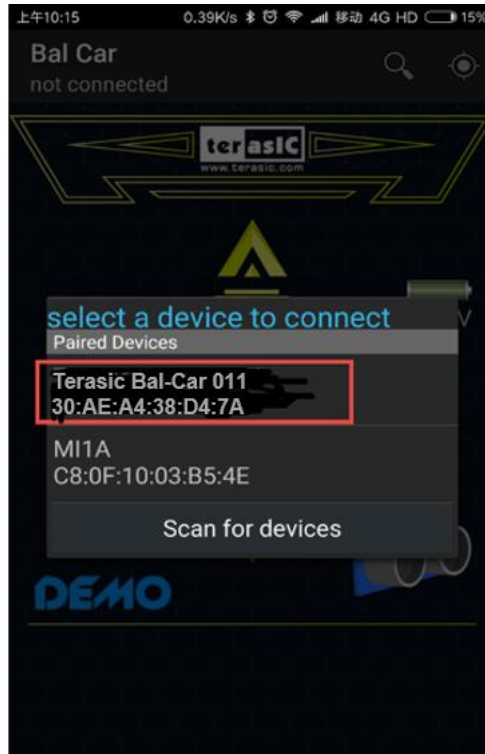


图 5-6 连接平衡车蓝牙设备

连接成功后，APP 左上角显示已连接状态，如 图 5-7 所示。

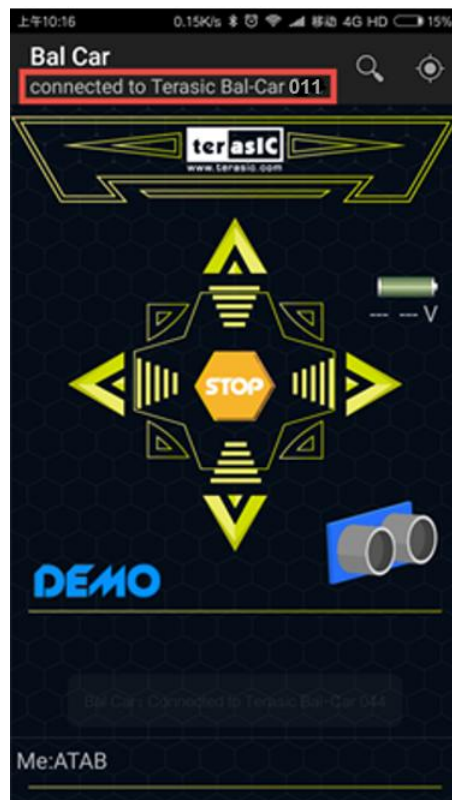


图 5-7 平衡车成功连接

## ■ 控制

连接成功后，APP 功能控制界面如图 5-8 所示，现在就可以在 APP 上点击黄色方向键、STOP 键和 DEMO 键对平衡车进行操控。



图 5-8 APP 控制按键功能

- 前进：平衡车向前行驶（确认已装载超声波模块）
- 后退：平衡车向后退行
- 左转：平衡车向左转弯
- 右转：平衡车向右转弯
- STOP：平衡车停止运动
- 超声波 ON/OFF：激活/禁止超声波模块的避障功能
- DEMO 模式：点击之后，平衡车会执行预定的一套动作，动作执行完后会自动退出 Demo

模式;在动作执行过程中如果再次点击 DEMO,或者点击停止,平衡车会自动退出 Demo 模式,原地保持平衡状态;如果在中途点击前、后、左、右按钮,平衡车会立即退出 Demo 模式,执行按钮相对于的动作。

### 5.3IR 遥控器遥控

平衡车相配的遥控器如图 5-9 所示。将遥控器对着平衡车方向进行控制,按下数字 2 后,平衡车开始向前行驶。按下数字 5 后,平衡车停止。数字 8 可控制平衡车后退行驶。数字按键 4 可以控制平衡车向左转弯,数字按键 6 控制平衡车向右转弯。表 5-1 列出了遥控器各按键功能。



图 5-9 平衡车遥控器

表 5-1 遥控器功能按键

按键数字	功能应用
2	前进
5	停止
8	后退
4	左转
6	右转
A	DEMO

---

## 第6章

# 锂电池充电

平衡车采用三节锂电池供电（电池具体参数在电池外包装可见），当电量小于 10.5V 时，DE10-Nano 主板上的 LED4 会亮红色，提示电池需要及时充电，手机 APP 上也会显示电量。锂电池如果从完全不能给平衡车供电时开始充电直到充满，预计最多需要 2 个小时的充电时间，电池充电步骤如下：

关闭平衡车电源，拔掉电源线后，将电池从平衡车电池包取出，如图 6-1 所示为取出后的电池。



图 6-1 平衡车锂电池

如图 6-2 所示，连接充电器与电池。



图 6-2 连接充电器与电池

如图 6-3 所示，将充电器插入 AC 220V 电源插座，待充电器显示灯变绿色即为充满，可拔下充电器停止充电。



图 6-3 锂电池充电

## 第7章

### 恢复出厂设置

这一章将介绍平衡车上可以设置的拨动开关和按钮开关，说明了设置的功能。平衡车有 ARM 和 Nios 控制 CPU 的两种出厂代码，所以以下将描述两种方式的恢复出厂方法。

#### 7.1 ARM 版恢复出厂

ARM 版的出厂代码存储在 Micro SD 卡中。以下介绍如何恢复 Micro SD 卡中的出厂代码。

■ 所需设备：

- PC: 将 Linux 镜像文件写入 Micro SD 卡
- Micro SD 卡: 最小 8G
- Micro SD 卡读卡器: 写 Micro SD 卡
- 所需软件和文件:
  - Win32DiskImager.zip: 将镜像文件写入 Micro SD 卡的工具, 位于 CD\Tool\中
  - balance\_car.zip: 用于 ARM 版平衡车的示例镜像压缩文件, 位于 <http://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&No=1096&PartNo=4>
- 步骤:
  - 将 balance\_car.zip 拷贝到 PC, 解压缩获取 balance\_car.img 文件。
  - 将 Micro SD 卡插入读卡器, 将读卡器插入 PC 的 USB 端口。
  - 拷贝 Win32DiskImager.zip 到 PC 并解压缩, 在 Win32DiskImager 文件中执行 Win32DiskImager.exe
  - 如图 7-1 所示, 选择 balance\_car.img 镜像文件。

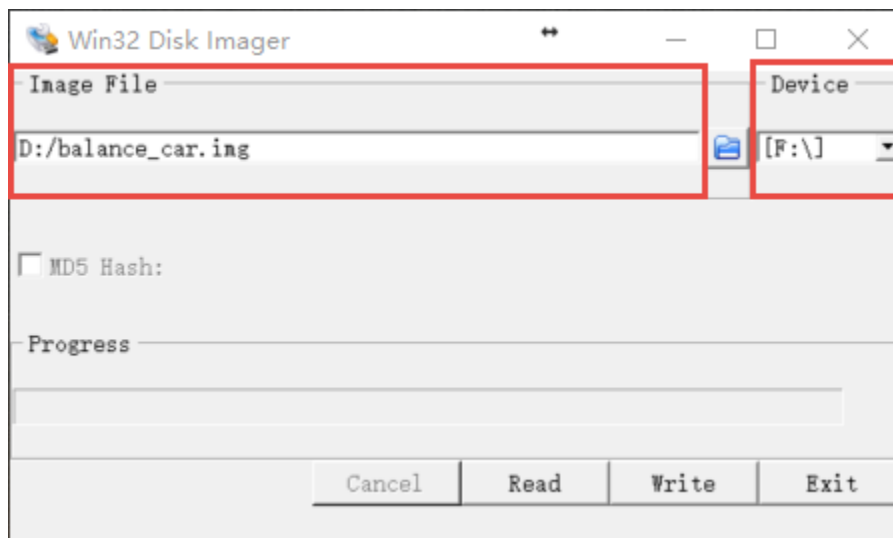


图 7-1 Win32DiskImager 窗口

- 在 Device 下拉项选择 Micro SD 卡的驱动盘。
- 开始将镜像文件写入 Micro SD 卡, 直到成功写入。



- 如图 7-2 所示，将 Micro SD 卡插入平衡车。设置 SW10 MSEL[4:0] 为"01010"，如图 7-3 所示。

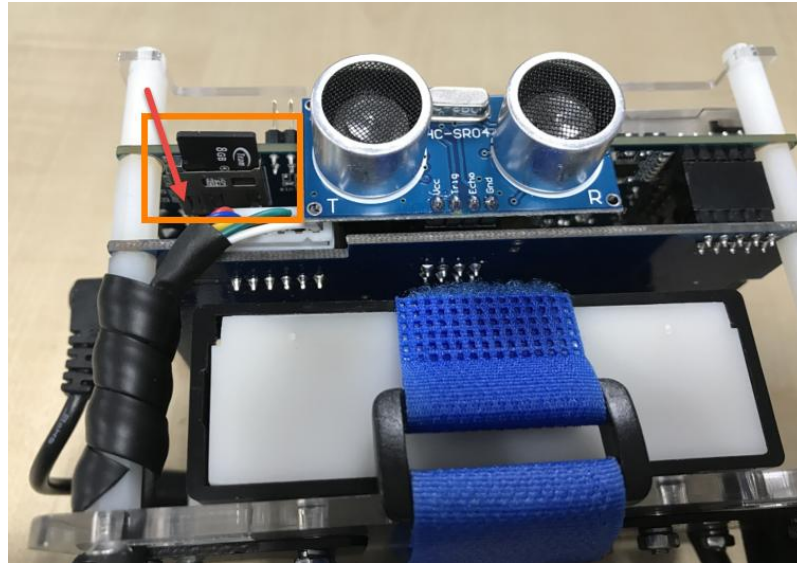


图 7-2 Micro SD 卡插入平衡车

- 接通平衡车电源，开始使用平衡车。



图 7-3 设置 MSEL[4:0] 为"01010"

## 7.2 Nios 版恢复出厂

Nios 版出厂代码存储在 EPCS 器件中。以下介绍如何恢复 EPCS 中的出厂代码。

- 所需设备：

- PC: 将.jic 文件配置到平衡车的 EPCS 器件中
- Mini USB Cable x 1: 连接平衡车与 PC
  
- 所需软件与文件:
  - 确保已正确安装 Intel Quartus 工具。
  - Nios 版平衡车的压缩.jic 文件, 位于 CD\Demonstration\factory\nios\
  
- 步骤:
  - 如图 7-4 所示, 将 Mini USB 线连接平衡车的 USB Blaster II 接口与 PC。

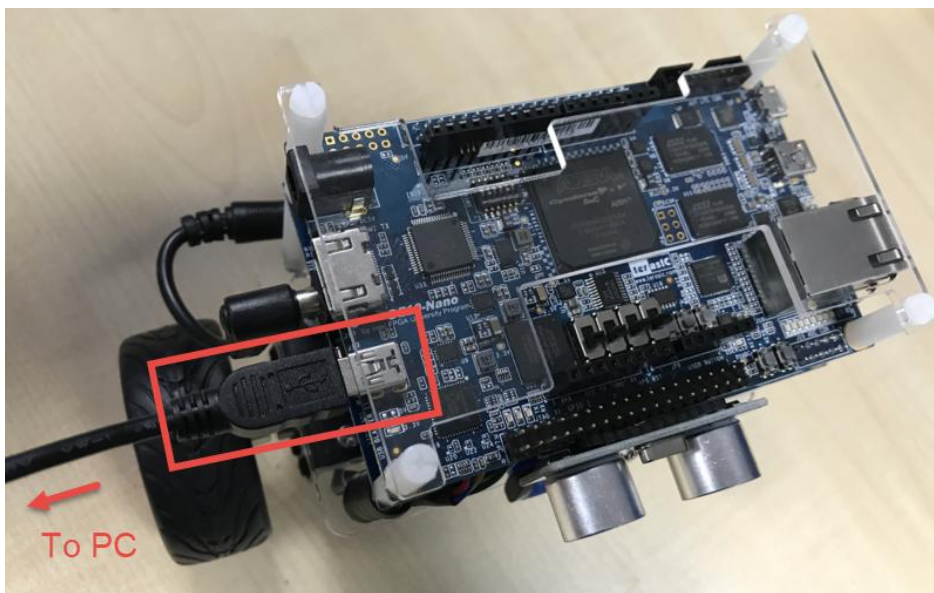


图 7-4 通过 Mini USB 线连接 PC 与平衡车

- 如图 7-5 所示, 设置 SW10 MSEL[4:0] 为"10010"。

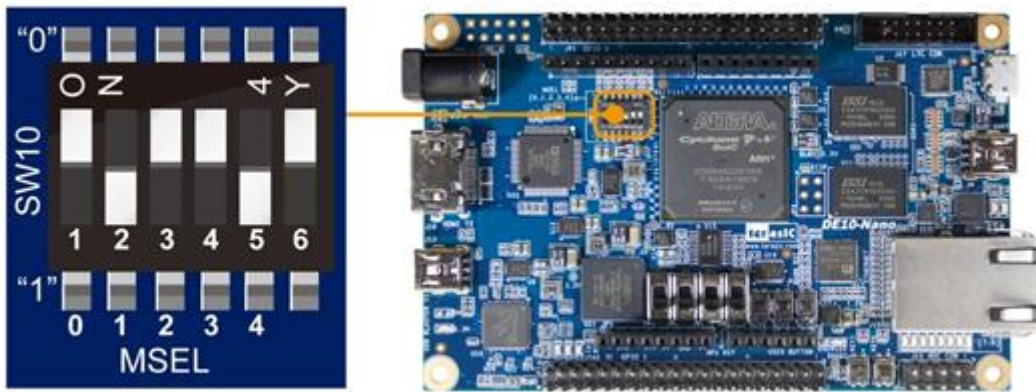


图 7-5 设置 MSEL[4:0]为"10010"

- 将 demo\_batch\_jic.zip 拷贝到 PC，解压缩获取 demo\_batch\_jic 文件夹。
- 如图 7-6 所示，在命令行串口输入 3，点击 Enter，开始将.jic 文件配置到 EPCS 器件。
- 配置完成后，移除 USB 线。接通平衡车电源，检验代码配置是否正确。

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
*****
Makesure MSEL[4:0] is set to "10010"
Plesase choose your operation
"1" for programming .sof to FPGA.
"2" for converting .sof to .jic
"3" for programming .jic to EPCS.
"4" for erasing .jic from EPCS.
*****
Please enter your choise: [1,2,3,4]?3
=====
"Programming EPCS with .jic"
=====
Device: 5CSXFC6D6F31ES
Warning (210120): Cyclone U information is incomplete. The ISP clamp functional
ity will be disabled.
Info: *****
Info: Running Quartus Prime Programmer
Info: Version 17.0.0 Build 290 04/26/2017 SJ Pro Edition
Info: Copyright (C) 2017 Intel Corporation. All rights reserved.
Info: Your use of Intel Corporation's design tools, logic functions
Info: and other software and tools, and its AMPP partner logic
Info: functions, and any output files from any of the foregoing
Info: (including device programming or simulation files), and any
Info: associated documentation or information are expressly subject
Info: to the terms and conditions of the Intel Program License

```

图 7-6 烧录.jic 文件到 EPCS 器件的命令行串口

## 获取帮助

当您遇到问题时，请通过以下信息联系我们：

- Terasic Technologies  
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
2018.03.16	First publication	
2018.05.29	V1.1	修改 Table 3-1 和 section 5.1 描述
2018.07.11	V1.2	修改 3.4 节和 5.1 节描述
2020.10.27	V1.3	删除 ios app 描述