

基于超声波传感器的智能跟随系统

本实验要求设计制作超声波应用电路，实现超声波测距功能，并将其应用至智能自动跟随系统中。

1. 超声波测距原理

激励信号通过超声波发射器发射超声波，声波在空气中传播，经障碍物反射或者直接传播至超声波接收器，获得收发信号间的时间差 Δt ，结合声波在空气中的传播速度 v ，即可得出发射器与障碍物及接收器的距离 d ，如图 1 所示为超声波收发器，T 为发射器，R 为接收器，且管脚中更靠近外壳的为负。



图 1 超声波收发器

2. 超声测距参考电路

如图 2 所示为测距的电路结构，核心控制器产生激励信号，为能更好得振荡超声波发射器，将激励信号经过电平转换后加至发射器，接收器接收的声波信号，声波信号经过信号调理模块进行滤波，比较和电平转换，送至核心控制器，核心控制器记录收发时间差，计算距离。

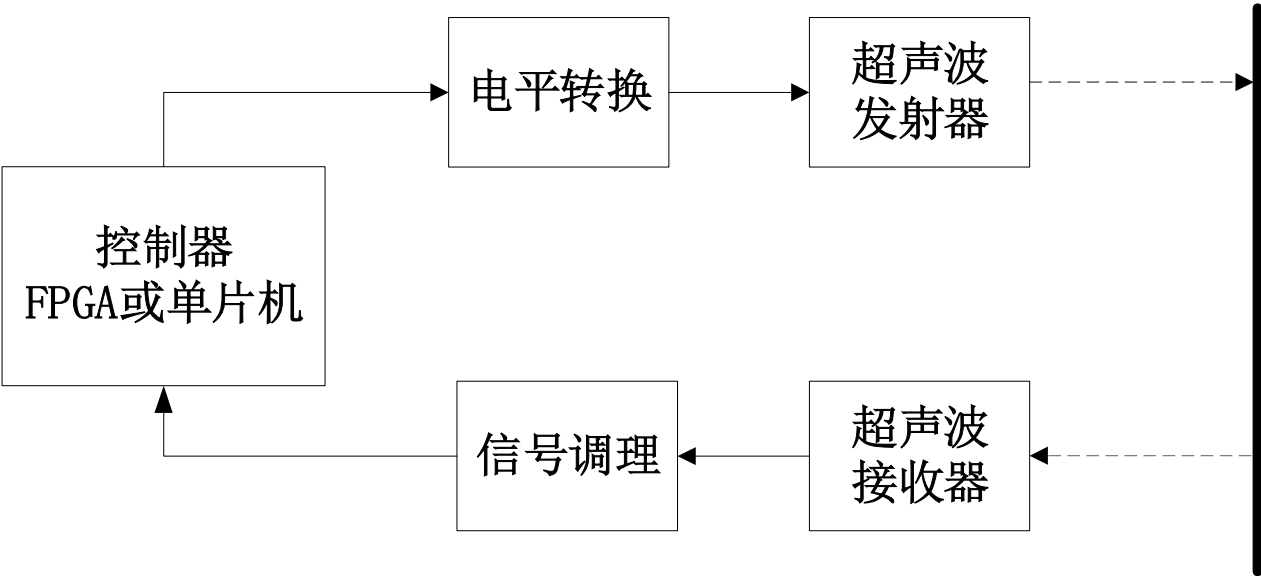


图 2 超声测距系统结构

(1) 发射端

发射激励信号一般选择 n 个 40kHz 的脉冲激励信号，如图 3 所示为通过 Max232 芯片进行电平转换的参考电路，控制器输出两路反相的脉冲激励信号，经过 Max232 转换为电压更高的差分信号激励超声波发射器。

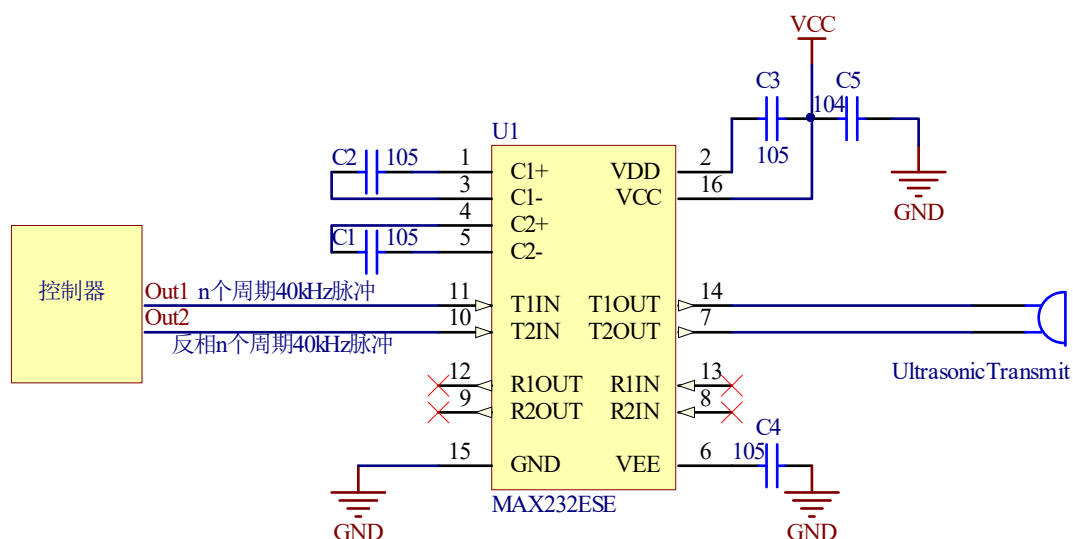


图 3 MAX232 构成发射端参考电路

(2) 接收端

超声波接收器受到声波振荡后经过滤波电路，滤出与发射段同频信号，经过比较电路、电平转换电路整形出 40kHz 脉冲信号送至控制器进行识别。

如图 4 所示为接收端的滤波参考电路。

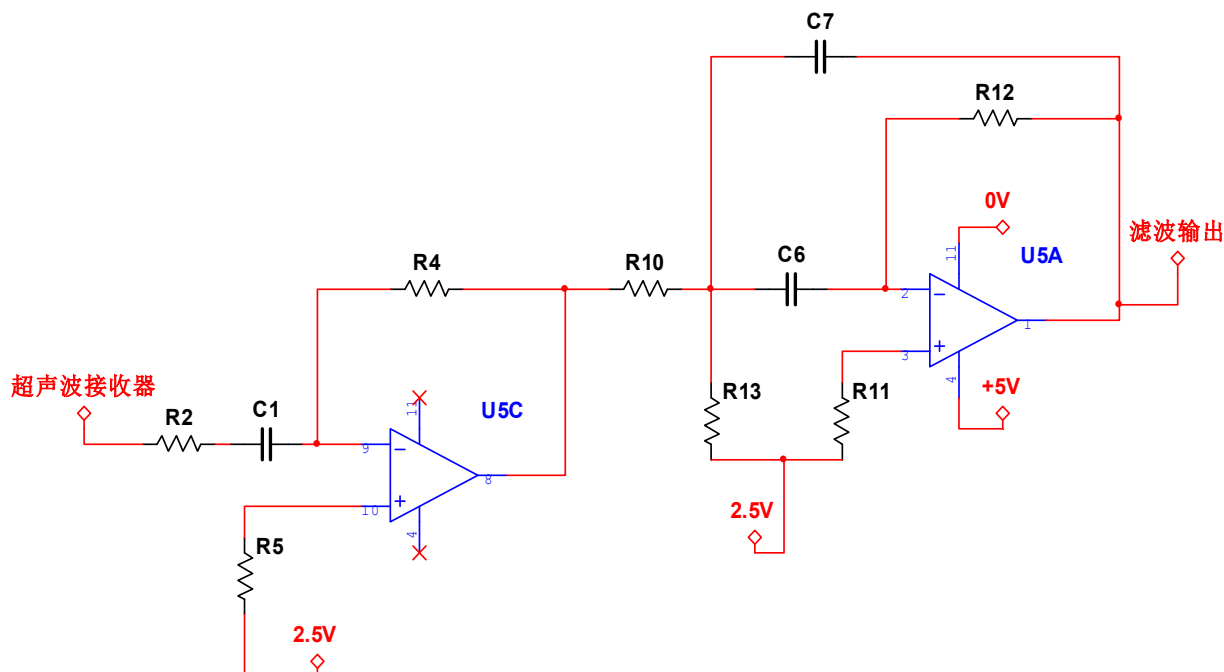


图 4 接收端滤波电路

滤波电路由高通滤波级联带通滤波电路构成，运放使用 LM324，电路采用单电源低电压 5V 供电，将信号进行电压抬高至 2.5V，如图 5 所示为 TL431 构成的 2.5V 基准电路。

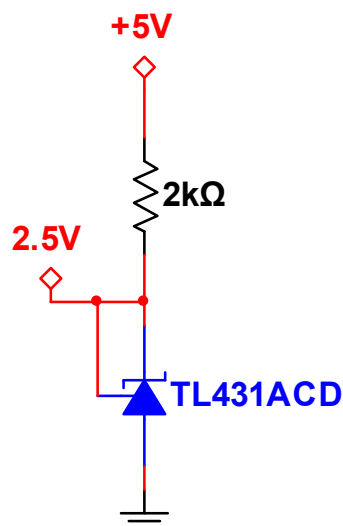


图 5 2.5V 基准电路

如图 6 所示为信号整形电路，由比较电路和 NPN 晶体管构成的电平转换电路组成，将滤波输出信号整形为 40kHz 脉冲信号，高电平为 5V，若需 3.3V 电平可将晶体管供电改为 3.3V。

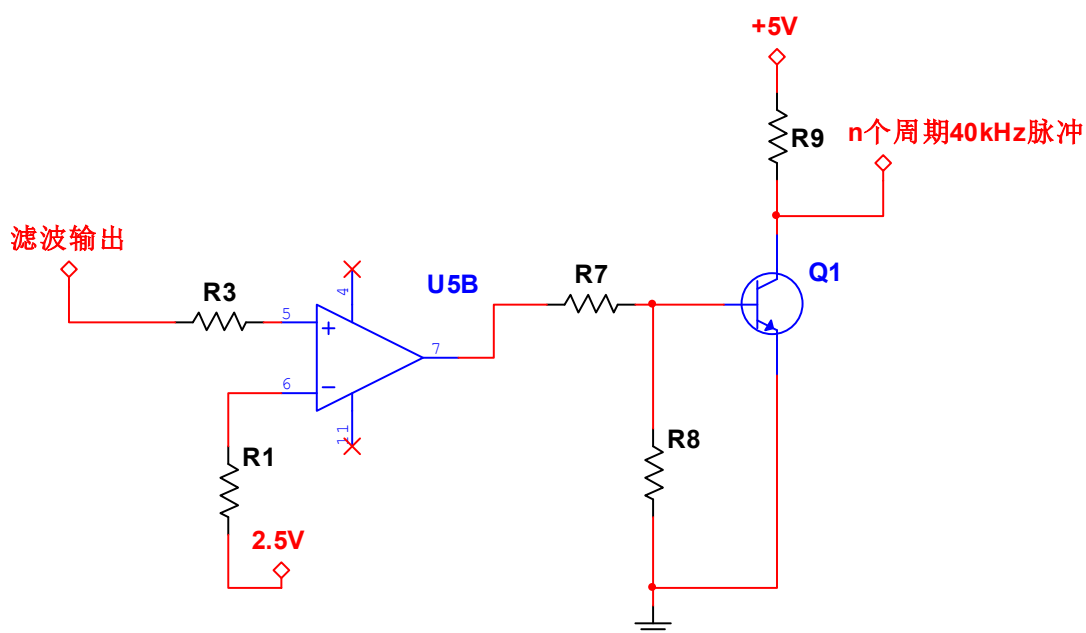


图 6 接收端信号整形电路

如图 7 所示为单次测距接收端实测信号参考，通道 2 为超声波接收器管脚处波形，通道 1 为信号调理输出的 40kHz 脉冲信号波形。

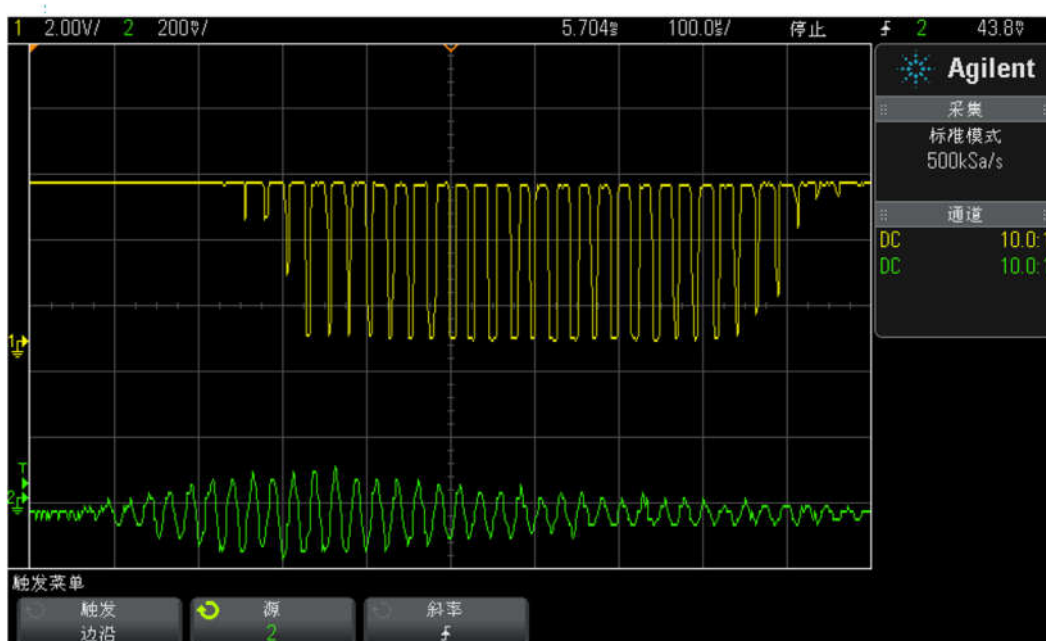


图 7 接收端信号调理实测波形参考

(3) 控制器软件设计

控制器可根据情况选择 FPGA 板、单片机或其他开发平台，控制器软件设计需要完成：

- 测距激励信号的输出及时间标识；
- 测距接收信号的输入、识别及时间标识；
- 测距的距离计算及结果显示；
- 其他自行扩展内容。

3. 基于超声波传感器的智能跟随系统设计

将超声波测距系统设计为分离的发射部分和接收部分，发射部分可固定也可移动，接收部分安装在小车上，接收部分控制小车转向进行寻找、接收并分析收到的超声波信号，进而控制小车行进去寻找或跟随发射部分。如图 8 所示为小车追踪示意图。

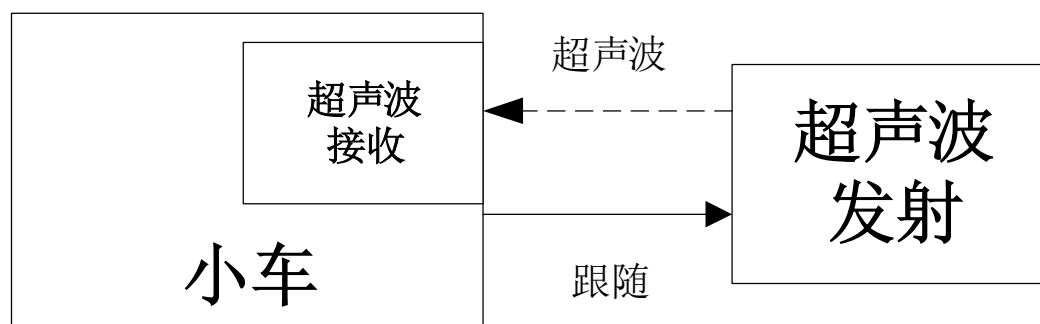


图 8 小车追踪示意图

如图 9 所示为实验室提供的两轮驱动小车车架，也可选择其他自制小车，两轮差动即可转向。

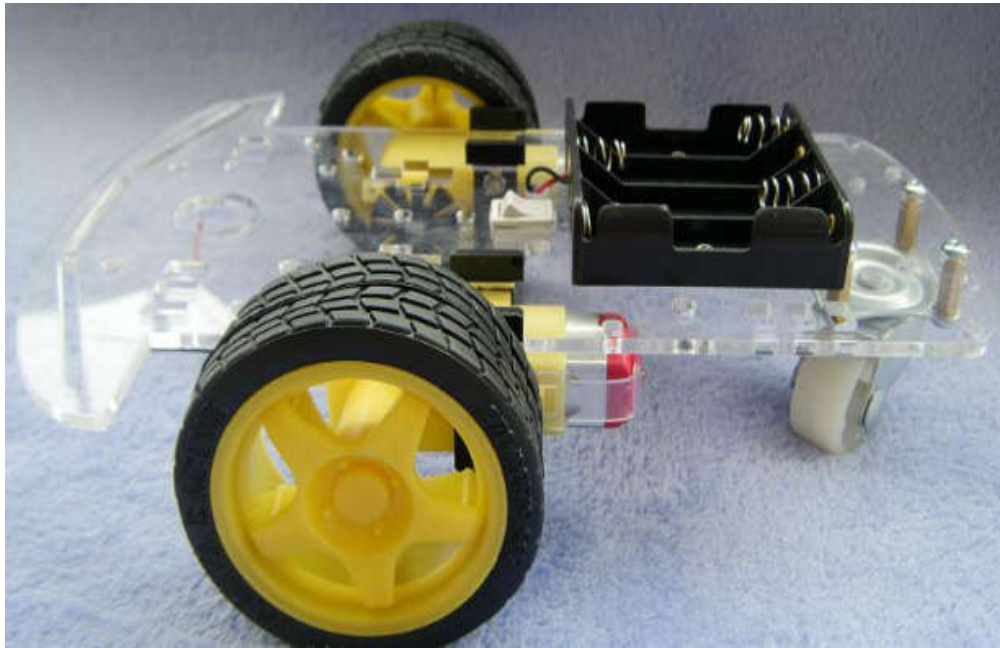


图 9 小车车架

如图 10 所示为实验室提供的单片机及小车电机驱动模块及其工作原理，也可选用其他驱动模块。

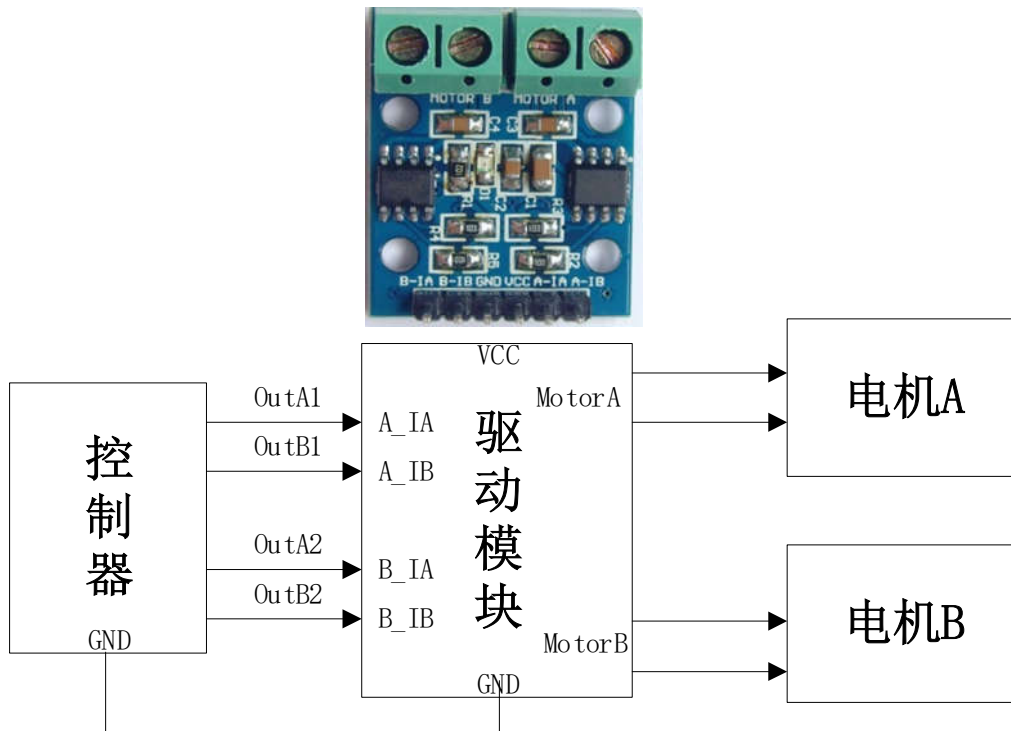


图 10a 小车电机驱动模块

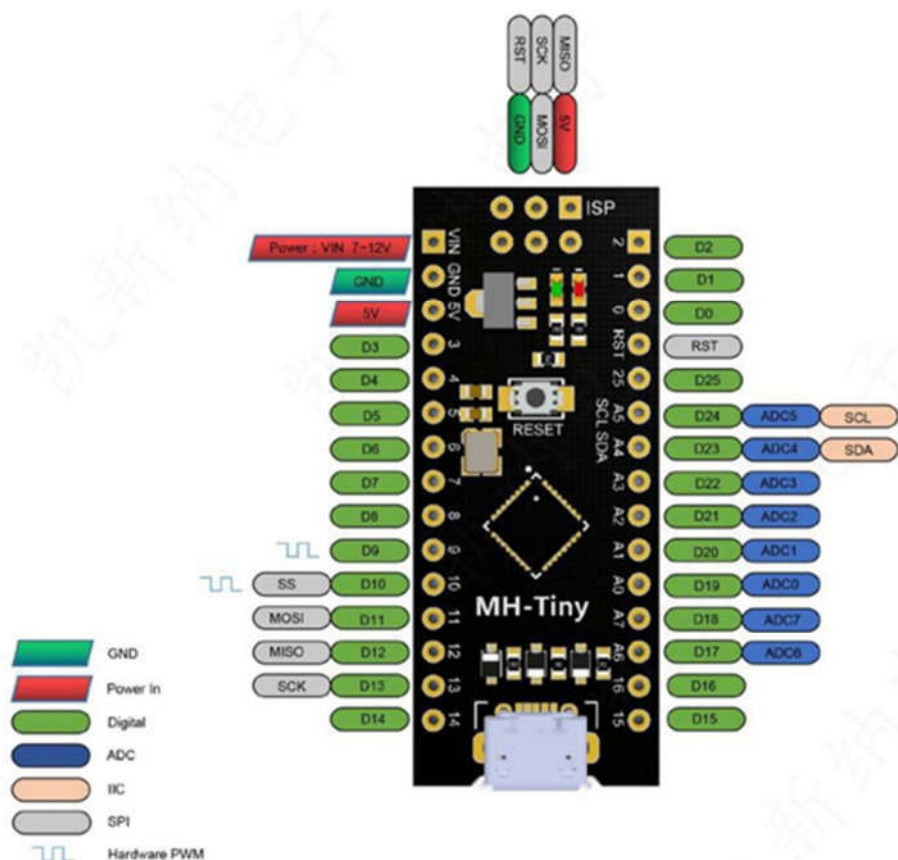


图 10b MH-Tiny 板管脚图

如表 1 所示为驱动模块的驱动 1 个电机的信号控制原理，控制器输出的 2 路控制信号电平为反相时电机全速转动，电平为正的信号决定电机的正反转。若要实现调速，则要产生脉冲宽度可调的 PWM 信号代替高电平信号。

表 1 电机驱动模块控制原理

信号	全速正转	全速反转
A-1A	0	1
A-1B	1	0
Vcc、GND	2.5-12V	与控制器信号电平匹配

4. 基本任务

- (1) 采用洞洞板或面包板搭建超声波发送接收硬件电路（不得采用成品超声测距模块）；
- (2) 实现适当范围内小车跟随或寻找超声波发射点；
- (3) 完成作品展示，撰写实验报告。

5. 扩展任务

- (1) 设置两个以上的发射点，识别并追踪特定发射点；
- (2) 通过无线方式，蓝牙或 WIFI 实现在线更改追踪目标，EGO1 板配有蓝牙模块如图 11 所示，或采用单片机+蓝牙模块。

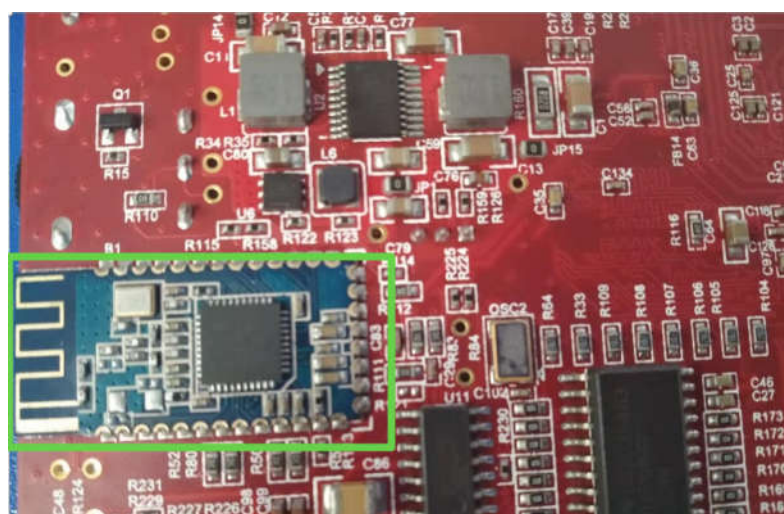


图 11 EGO1 板上蓝牙模块