

# 圆点博士微型四轴飞行器第III版本使用手册

初版3.11

2013年8月14日发布



## 圆点博士小四轴第III版本（全开源）

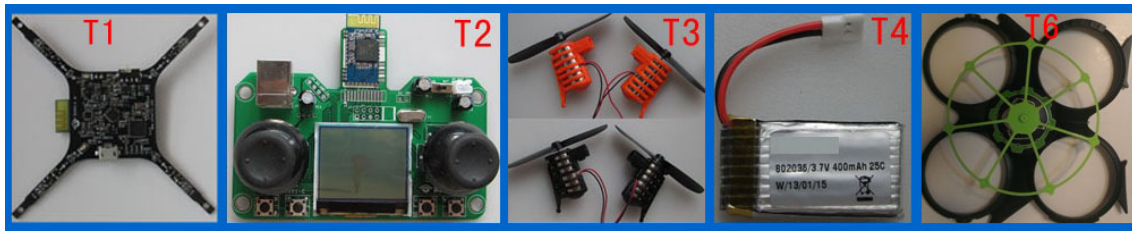
涉及：四元数，欧拉角，互补/IIR滤波，FreeRTOS等



软件和硬件全开源，做中国最好的开源小四轴！

圆点博士微型四轴飞行器论坛: [www.eboard.com](http://www.eboard.com)  
千人QQ交流群: 276721324  
圆点博士微型四轴官方网站: [www.etootle.com](http://www.etootle.com)

学生毕业设计，电子竞赛最爱，已被百余所高校采用！！



## 圆点博士微型四轴飞行器第III版:

### >>>硬件篇

- 1, 采用了72MHz主频的STM32F103T8控制芯片
- 2, 采用了三轴陀螺仪和三轴加速度传感器的MPU6050
- 3, 集成蓝牙通讯系统, 可以实现小四轴和电脑/手机的通讯
- 4, 集成锂电池充电系统, 可以使用micro-USB接口直接充电
- 5, 预留电磁传感器HMC5883L芯片安装位置, 方便用户进行扩展
- 6, 预留I2C接口, 用于扩展电磁传感器HMC5883L和高度计BMP085等模块
- 7, 预留SPI接口, 用于扩展2.4G NRF24L01+ 无线通讯模块
- 8, 全机重约45克, 对角电机中心点宽度120毫米左右
- 9, 采用400mAh左右锂电池, 飞行时间6分钟左右

### >>>软件篇

- 1, 小四轴固件采用四元数进行姿态解算的源码, 支持无线更新固件
- 2, 基于MPU6050 DMP的姿态解算源码
- 3, 基于国外开源软件Crazyflie姿态解算源码的部分移植
- 4, 基于windows/Linux下的上位机, 能够控制小四轴飞行
- 5, 基于Android的上位机, 可以实现对小四轴的飞行控制
- 6, 基于labview的部分上位机编程, 实现波形显示

### >>>开源说明:

- 1, PDF格式原理图和元器件列表
- 2, 小四轴固件全部源码
- 3, PC上位机全部源码
- 4, Android的上位机全部源码

# 目录:

## 第I部分: 小四轴

- 第1.1节: 圆点博士微型四轴飞行器的蓝牙连接
- 第1.2节: 圆点博士微型四轴飞行器电机的组装
- 第1.3节: 圆点博士微型四轴飞行器电池的组装
- 第1.4节: 圆点博士微型四轴飞行器的外部模块(HMC5883L/BMP085)连接
- 第1.5节: 圆点博士微型四轴飞行器飞行测试
- 第1.6节: 圆点博士微型四轴飞行器固件更新
- 第1.7节: 圆点博士微型四轴飞行器PID调节方法
- 第1.8节: 圆点博士微型四轴飞行器使用注意事项

## 第II部分: 手持遥控器

- 第2.1节: 圆点博士微型四轴飞行器手持遥控器电源选择开关
- 第2.2节: 圆点博士微型四轴飞行器手持遥控器固件更新
- 第2.3节: 圆点博士微型四轴飞行器手持遥控器连接小四轴

## 第III部分: 源码编译环境和说明

请参考视频教程

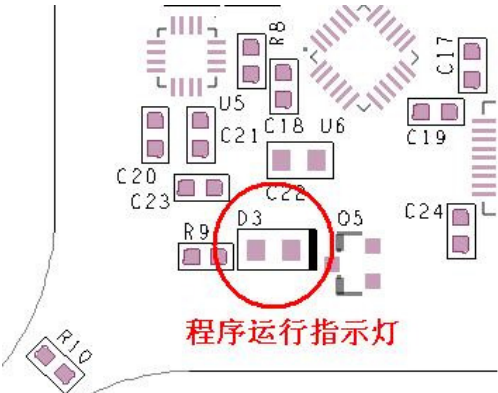
## 第IV部分: 飞行理论

请参看论文部分

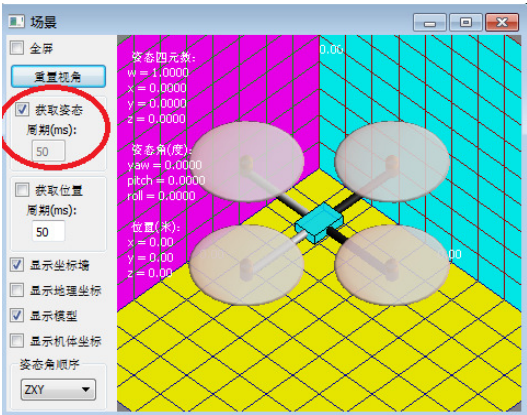
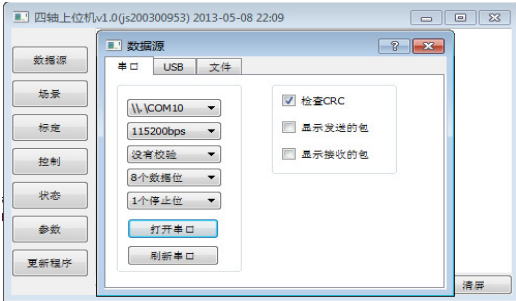
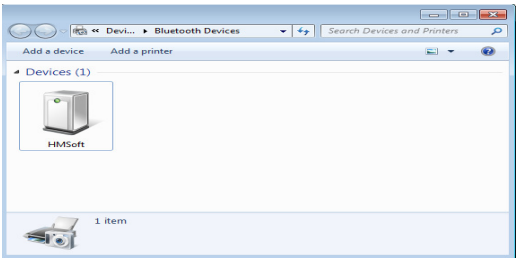
## 第V部分: 附录

- 附录1: 圆点博士微型四轴飞行器电路图
- 附录2: 圆点博士微型四轴手持遥控器电路图
- 附录3: 圆点博士微型四轴第III版元器件列表
- 附录4: 圆点博士微型四轴蓝牙模块指令说明
- 附录5: 圆点博士资料链接和版权声明

## 第1.1节：圆点博士微型四轴飞行器的蓝牙连接



程序运行指示灯



蓝牙连接步骤：

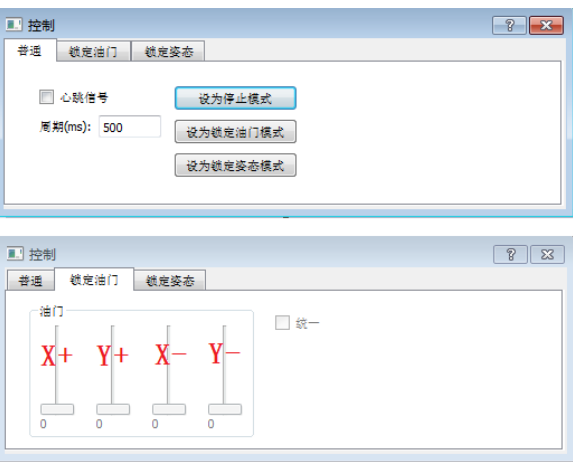
- 1, 打开小四轴的开关，此时小四轴上的程序运行指示灯会以每秒一次的速度进行闪烁。
- 2, 打开PC的蓝牙开关，并添加新的蓝牙设备。蓝牙配置密码是数字“1234”
- 3, 配对成功后，连接蓝牙，并找到蓝牙的映射端口
- 4, 打开小四轴上位机，选择数据来源，并选择对应的COM口（也可手动输入COM口）.
- 5, 打开COM口成功后，即可以在状态栏查看锂电池电压，和在场景栏看到小四轴姿势。

注意：

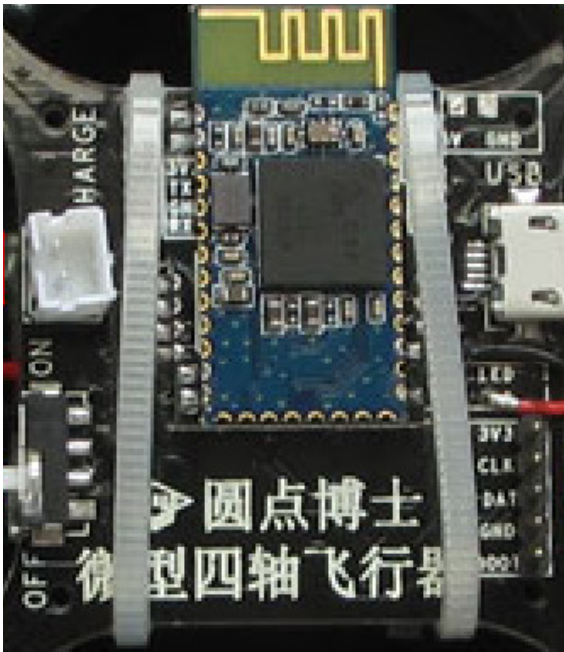

1. 进行该测试的时候，用户也可以不装锂电池，而仅仅通过USB线给小四轴通电。
2. 在场景测试下，即使小四轴静止不动，可能也能观察到小四轴的缓慢围绕轴心转动。这是由于yaw的飘动引起的，属于正常现象。对陀螺仪进行校正可以缩小yaw的偏移。
3. 当使用蓝牙把小四轴连接到PC蓝牙的时候，注意不要用电池等物品遮挡住小四轴上的蓝牙天线，也不要身体或者其它物品放置在PC蓝牙天线发射点和小四轴之间，否则会引起蓝牙信号不佳的问题。



第1.2节：圆点博士微型四轴飞行器电机的组装（只有T1套件需要进行电机组装，对于T1+T3套件，电机已经组装好，用户无需自行组装）：

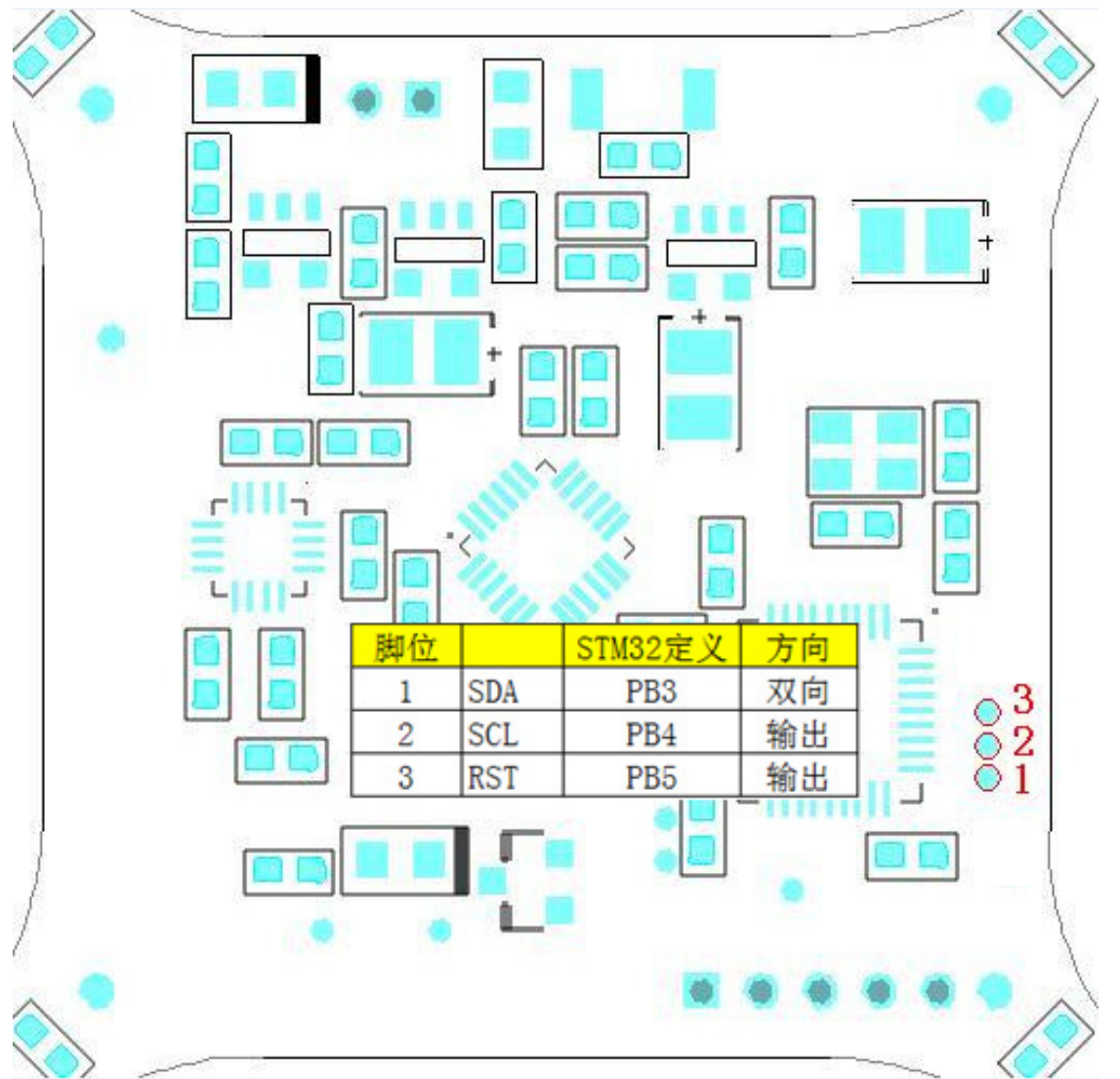
	<p>步骤一：选定电机位置</p> <p>电机浆分为正浆和反浆。在俯视情况下，顺时针旋转浆，如果浆是从低平面向高平面方向旋转，则为反浆；如果浆是从高平面向低平面方向旋转，则为正浆。</p>
	<p>步骤二：焊接电机线</p> <p>把所搭配的电机的红色电线连接到小四轴的“-”号上，黑色电线连接到小四轴的“+”号上。</p> 
	<p>步骤三：测试电机</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 打开上位机</li><li>2. 设置为锁定油门模式</li><li>3. 用鼠标拉动油门值</li></ol> <p>测试中，请检查是否每个电机都是朝地面吹风。如果发生朝上面吹风的现象，请检查浆的安装，或者电机电线的焊接。四个油门分别对应小四轴上X+，Y+，X-，Y-的电机。注：上述测试需要在小四轴和上位机已经连接的情况下进行，并且需要安装上电池。</p>

### 第1.3节：圆点博士微型四轴飞行器电池的组装：

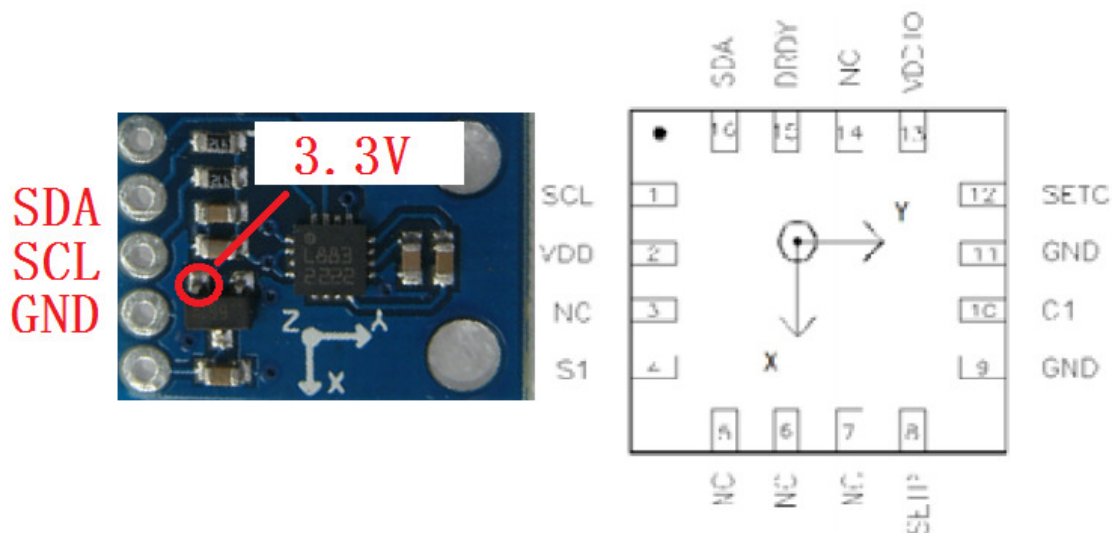
	<p>组装步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 用双面贴固定电池并安装到正面。</li><li>2. 捆上塑料条固定整个电池，建议按照图示方向安装塑料条。</li><li>3. 连接电池接口，红线和红线连接。小四轴上有防反插接口，请勿反插电池。</li><li>4. <u>注意：请勿让电池阻挡蓝牙天线</u></li></ol>
	<p>小四轴已经集成锂电池充电系统。把USB头通过USB线连接到电脑的USB口，或者带USB口的电源适配器，小四轴即开始对锂电池进行充电。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 充电过程中，充电指示灯会亮起，充电完成后，指示灯会熄灭。</li><li>2. 如果充电指示灯以微弱的亮度在闪烁，则表明锂电池没有连接好。</li><li>3. 开关的打开或者闭合不影响充电过程。</li></ol>

第1.4节：圆点博士微型四轴飞行器的外部模块连接（可选，仅针对有需要的用户）。

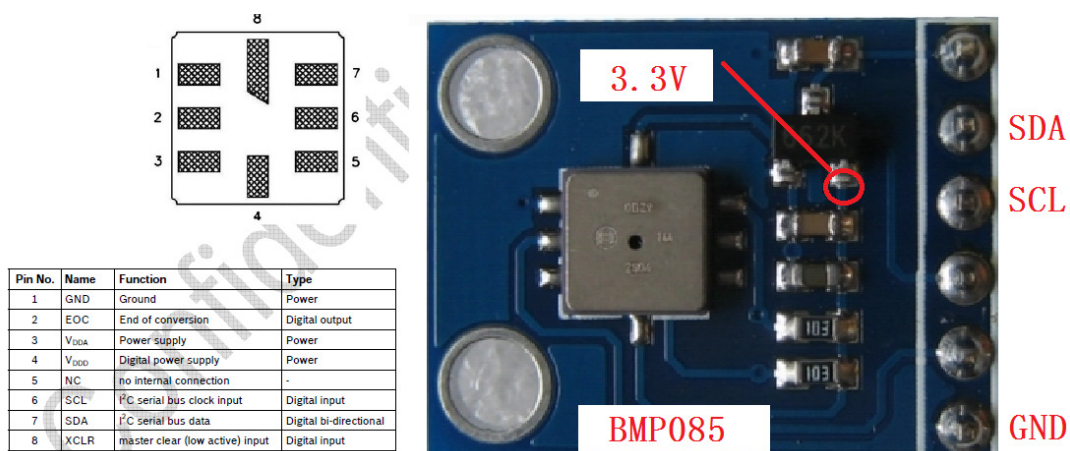
外接I2C接口，可以用作普通I2C接口或者普通GPIO。用户可以通过该接口连接磁场传感器HMC5883L模块和气压计模块BMP085。  
注意：当连接I2C模块时，用户需要确保模块的SDA引脚上有上拉电阻。



示例一：小四轴和地磁传感器HMC5883L连接（模块的SDA引脚上已有上拉电阻）。把SDA/SCL/3.3V/GND和上图的小四轴板连接即可。

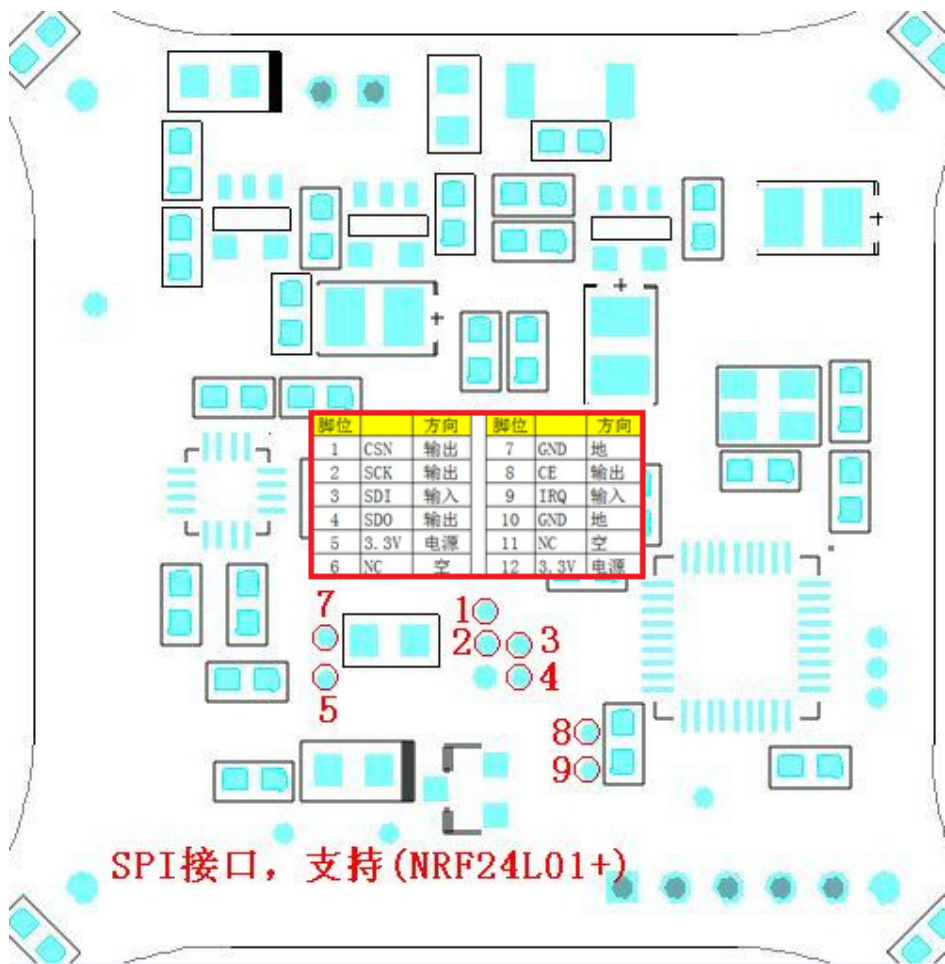


示例二：小四轴和气压计BMP085连接（模块的SDA引脚上已有上拉电阻）。把SDA/SCL/3.3V/GND和上图的小四轴板连接即可。





外接NRF24L01+ SPI 接口，也可以用作普通SPI接口或者普通GPIO

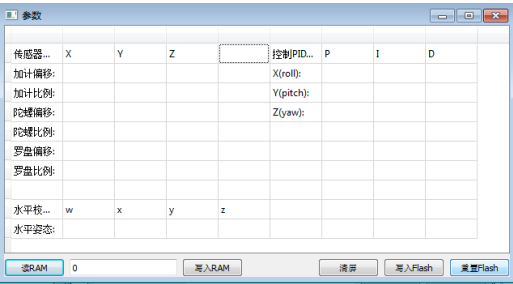
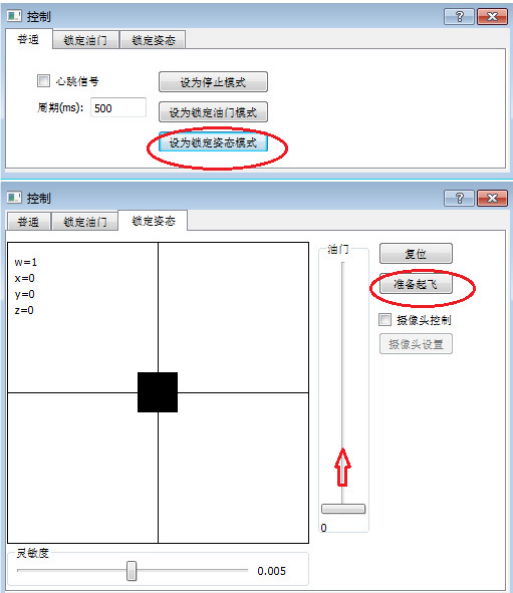
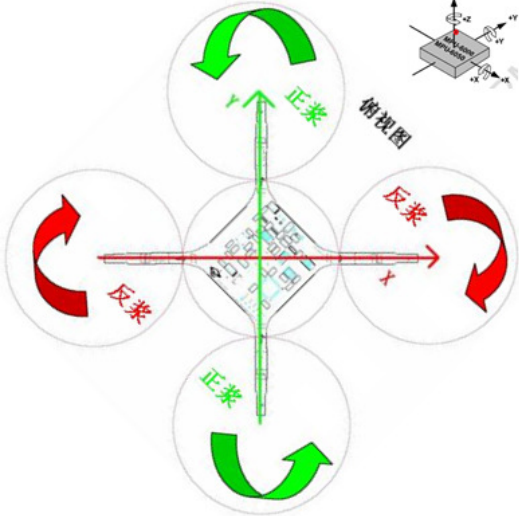


脚位		STM32定义	方向	脚位		STM32定义	方向
1	CSN	PA4	输出	7	GND	--	地
2	SCK	PA5	输出	8	CE	PB2	输出
3	SDI	PA6	输入	9	IRQ	PA8	输入
4	SDO	PA7	输出	10	GND	--	地
5	3.3V	--	电源	11	NC	--	空
6	NC	--	空	12	3.3V	--	电源



用户可以通过该接口连接图示NRF24L01+模块

第1.5节：圆点博士微型四轴飞行器飞行测试



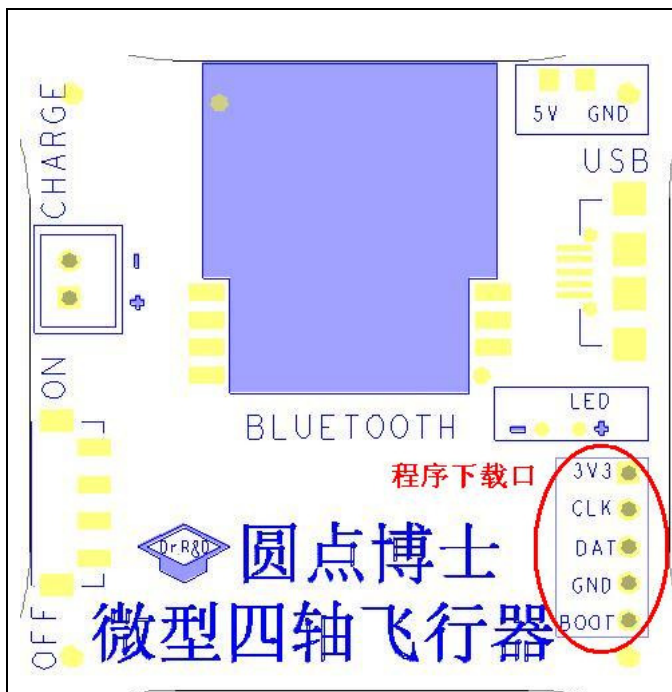
- 1, 把小四轴按照左图所示方向放置，以对应于上位机的方向控制。
- 2, 在上位机设置模式为“锁定姿势模式”。
- 3, 在姿势界面点击“准备起飞”。
- 4, 轻轻拉动油门。
- 5, 根据小四轴起飞后的偏移方向微调小黑块位置，反复调试，即可获得较佳的起飞角度。
- 6, 小四轴起飞后，可通过调整小黑块来实现飞行方向的控制
- 7, 用户也可以通过调整PID参数来获得更好的飞行和悬浮稳定性。

注意：小四轴代码集成了电机保护和电池保护功能：

1. 如果小四轴机身倾斜超过一定角度，电机会被锁死。此时，用户需要到“控制界面”重新设定模式为锁定姿势模式”。
2. 如果电池电压过低，电机也会停止运转，此时用户应该对电池进行充电。

当用户发现电机无法转动的时候，请根据上位机主界面的提示排除上述情况。

## 第1.6节：圆点博士微型四轴飞行器固件更新



**警告：**在使用SWD下载的时候，请勿把3.3V和GND反接。反接会引起小四轴的永久损坏。如非必要，请勿使用SWD方式下载固件。

小四轴在出厂前已经预装好固件。用户可以通过上位机以无线的方式来更新固件。

注意：如果你对STM32 SWD不熟悉，请勿匆忙使用该接口下载固件。**建议总是通过上位机以无线的方式更新固件。**

当一个不正确的固件被通过上位机以无线的方式更新到小四轴后，可能导致你无法再通过上位机无线更新固件。在这种情况下，请使用镊子或者电线短接左图中的BOOT脚和GND脚，然后给小四轴上电。**此时小四轴将会一直停留在bootloader状态，等待用户从上位机通过无线更新固件。**当小四停留在Bootloader状态下时，只有更新固件部分可以使用，其它姿态和电压显示等均无法使用。当完成固件更新后，如果小四上的LED灯不闪烁，建议给小四**重新上电**，即先关闭开关，然后再打开开关。

第1.7节：圆点博士微型四轴飞行器PID调节方法

参数名	获取值	修改值	状态
11 陀螺比例_Y			未读取
12 陀螺比例_Z			未读取
13 罗盘偏移_X			未读取
14 罗盘偏移_Y			未读取
15 罗盘偏移_Z			未读取
16 罗盘比例_X			未读取
17 罗盘比例_Y			未读取
18 罗盘比例_Z			未读取
19 水平校正_W			未读取
20 水平校正_X			未读取
21 水平校正_Y			未读取
22 水平校正_Z			未读取
23 X轴PID_P	0.68	0.68	已读取
24 X轴PID_I	0		已读取
25 X轴PID_D	5	5	已读取
26 Y轴PID_P	0.68	0.68	已读取
27 Y轴PID_I	0		已读取
28 Y轴PID_D	5	5	已读取
29 Z轴PID_P	0.68	0.68	已读取
30 Z轴PID_I	0		已读取
31 Z轴PID_D	5	5	已读取
32 停机电压(V)			未读取
33 停机倾角(cos)			未读取



为了获取最佳的飞行参数，用户可能需要自行调整小四轴的PID参数。用户可以根据下面的步骤方便地进行小四轴的PID参数调节：

第一步：连接小四轴和上位机

第二步： 点击“读RAM”获取小四轴当前的PID参数

第三步：在“修改值”栏填入新的PID参数

第四步：点击“写入RAM”把参数写入小四轴

第五步：到上位机的控制界面进行飞行测试

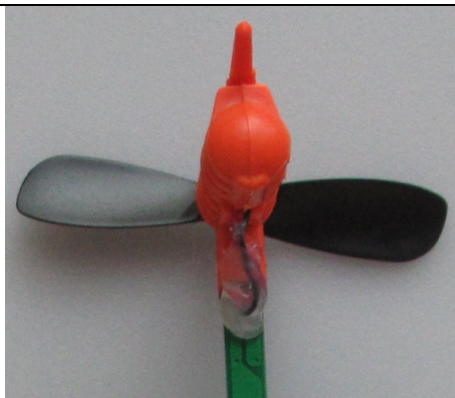
第六步：反复上述步骤，直至找到合适的PID参数为止。

第七步：点击“写入Flash”把上述参数写入小四轴的Flash.

注意：在PID参数的调节过程中，要注意保护好小四轴，避免摔坏。可参考左图给小四轴进行保护。



## 第1.8节：圆点博士微型四轴飞行器使用注意事项

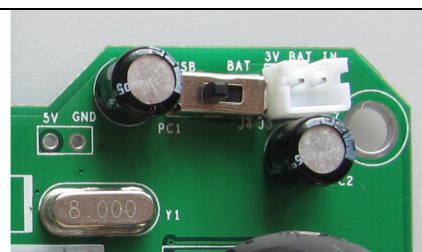


1. 注意避免小四轴以左图的方式掉到地上。巨大的冲击力可能会把电机后盖顶开，导致电机损坏。建议在小四正面固定合适的泡沫，用于保护电机。

2. 每次起飞前，检查电机。如果电机后盖已经脱落，请勿继续飞行。损坏的电机可能会导致驱动电路损坏，并起火。

**注意：用户需要要小心使用并熟悉套件。电机是最容易损坏的部件，请务必小心。**

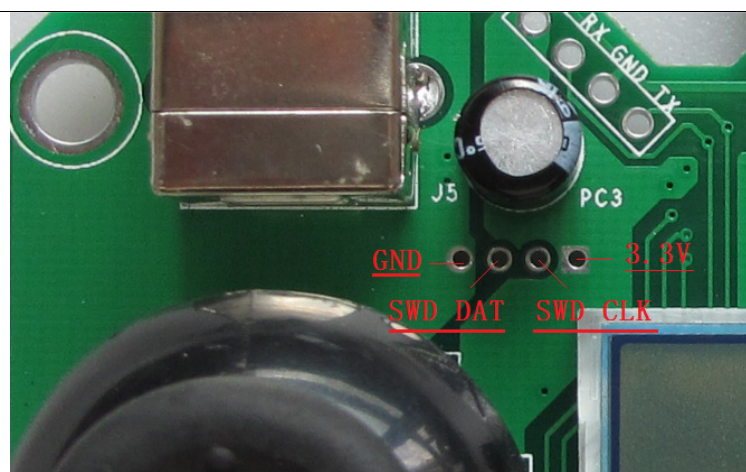
## 第2.1节：圆点博士微型四轴飞行器手持遥控器电源选择开关



1. 当使用USB供电的时候，需要把开关拨至“USB”位置。
2. 当使用干电池供电的时候，需要把开关拨至“BAT”位置。

注意：当使用电池供电的时候，电池输入必须是3V到3.3V。用户可使用2节干电池串连。请勿直接使用锂电池提供电源，因为锂电池的电压是3.7V到4.2V，该电压可能会损坏该手持遥控器。

## 第2.2节：圆点博士微型四轴飞行器手持遥控器固件更新



遥控器在出厂前已经预装好固件。目前，遥控器并不支持通过上位机更新固件，只能使用SWD来进行固件更新。

**警告：**在使用SWD下载的时候，请勿把3.3V和GND反接。反接会引起遥控器的永久损坏。

## 第2.3节：圆点博士微型四轴飞行器手持遥控器连接小四轴

给小四轴和手持上电，进入手持的飞行菜单，看是否能看到小四轴上的电压值，如能看到，则表明连接成功，如不能，请执行下面步骤：

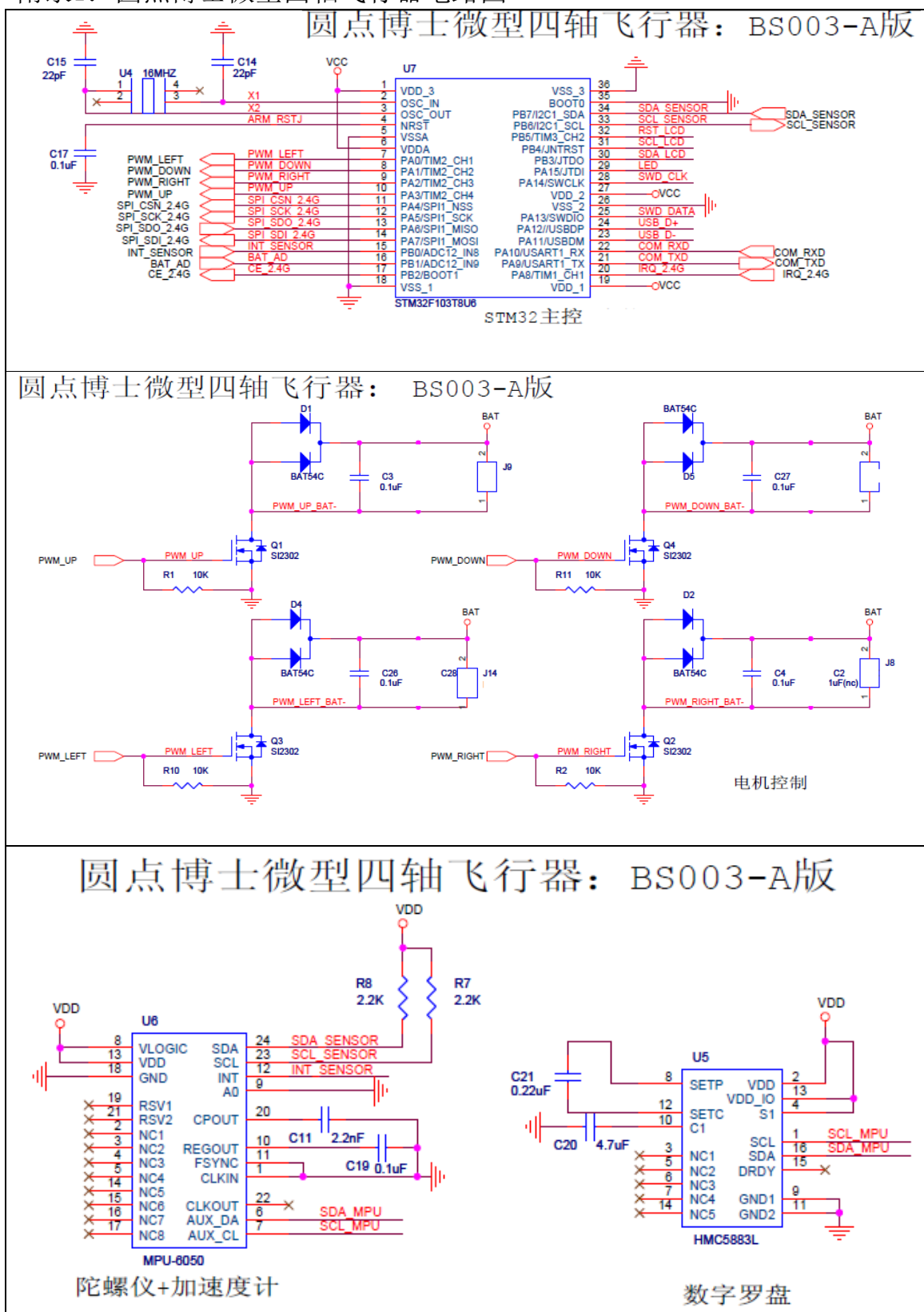
第一步：进入手持遥控器的蓝牙菜单

第二步：选择“Clear”清除

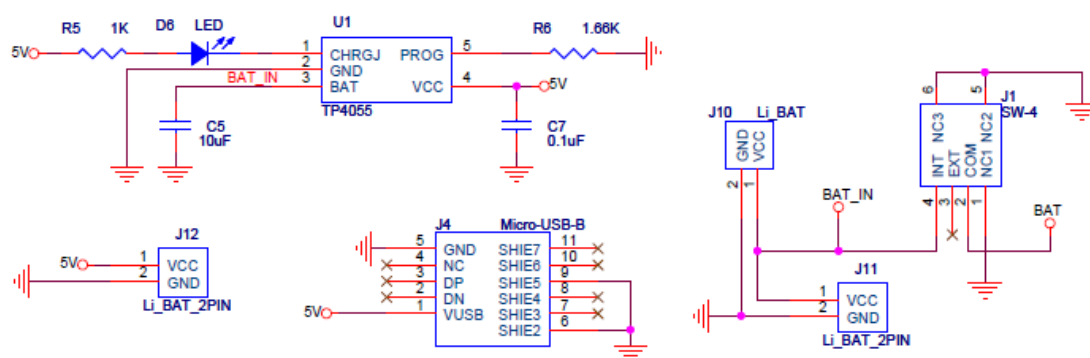
第三步：重新给手持遥控器上电，手持即开始自动寻找并连接小四轴。

**注意：**由于小四轴的蓝牙同一时间只能和一个蓝牙主设备连接，当进行手持遥控器连接时，必须断开小四轴和PC蓝牙的连接。

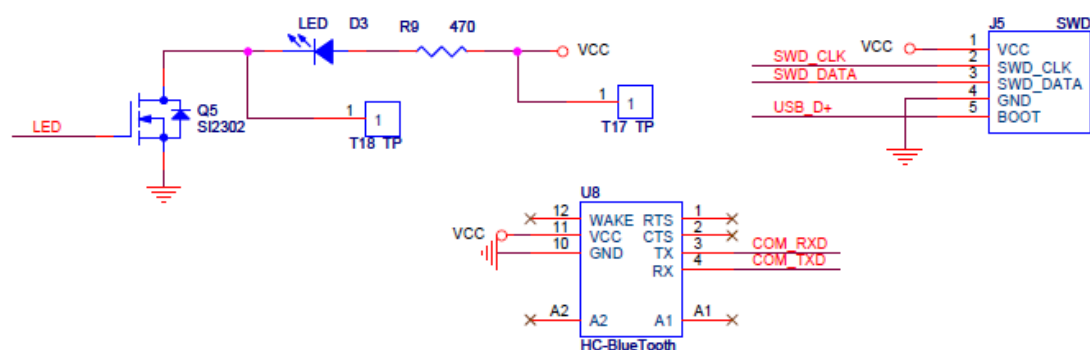
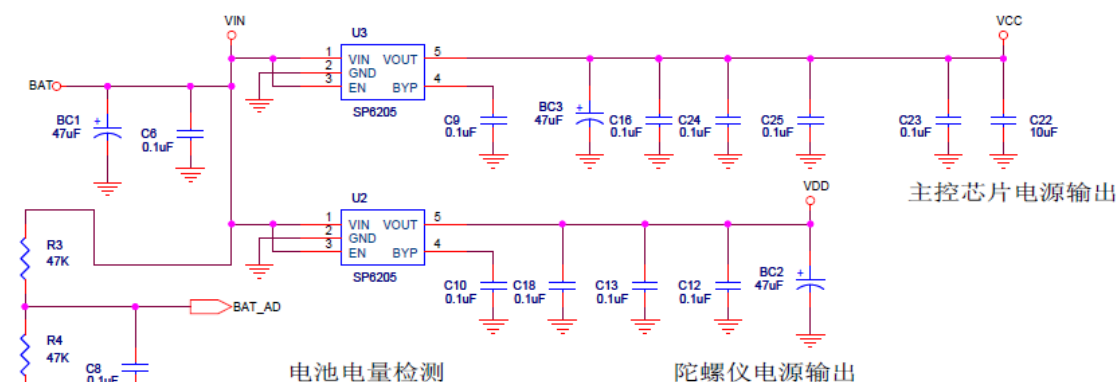
附录1：圆点博士微型四轴飞行器电路图



## 圆点博士微型四轴飞行器：BS003-A版



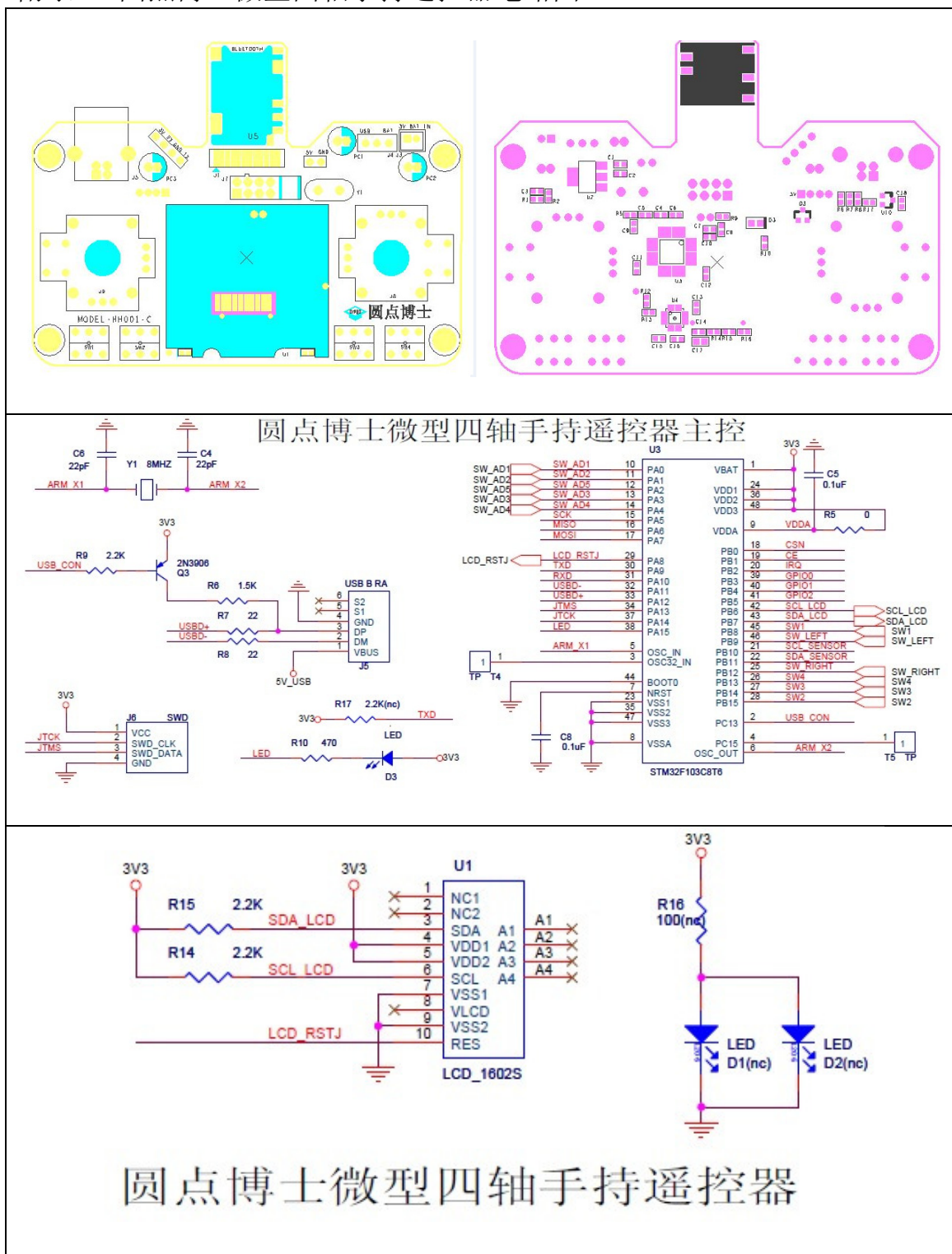
## 圆点博士微型四轴飞行器：BS003-A版

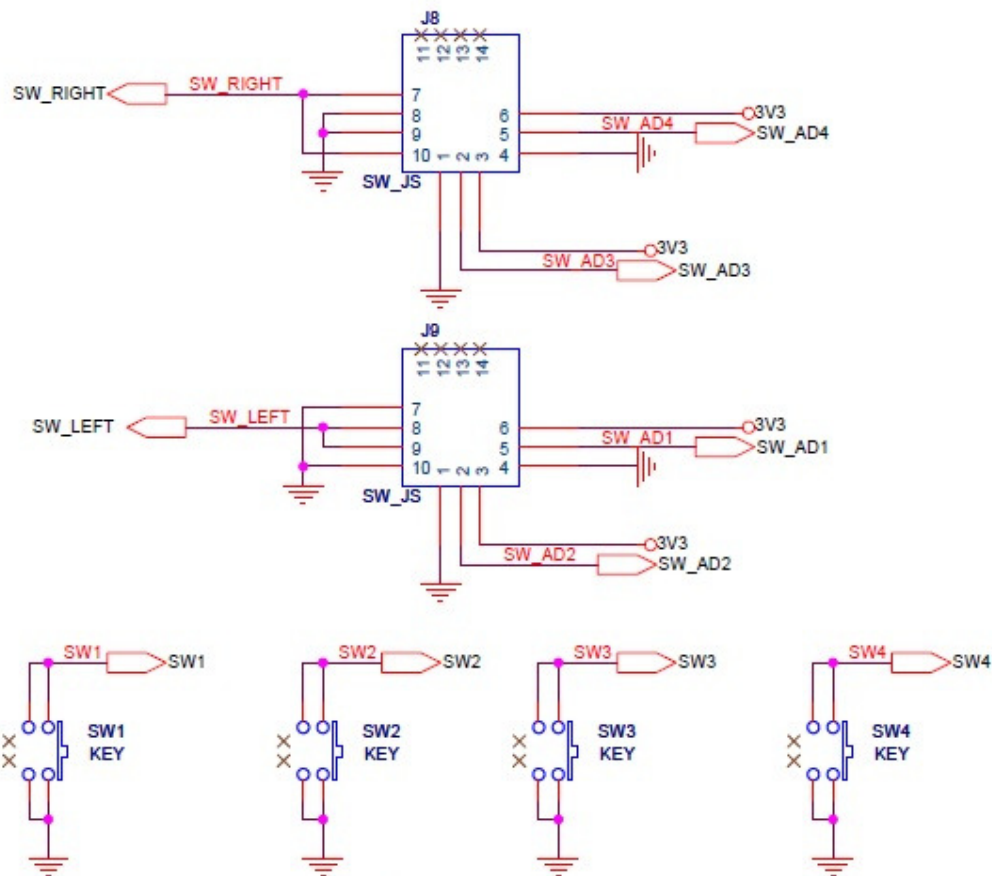


## 圆点博士微型四轴飞行器：BS003-A版

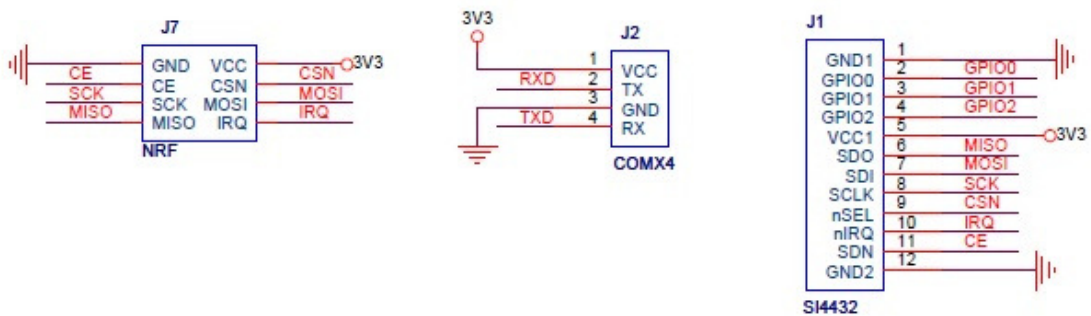


附录2：圆点博士微型四轴手持遥控器电路图

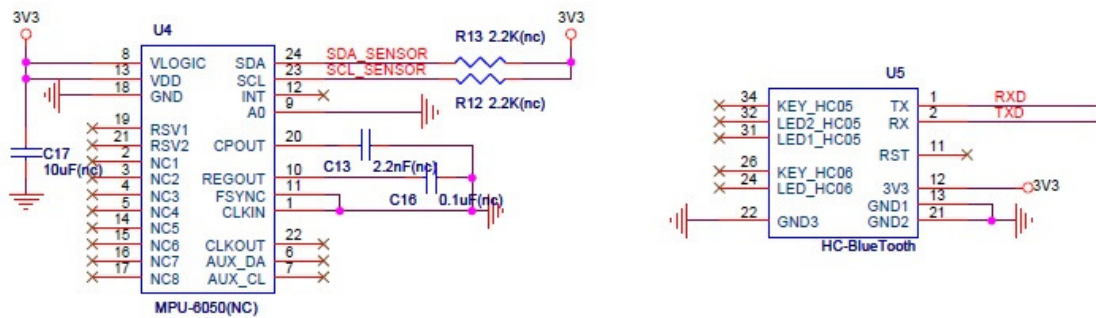




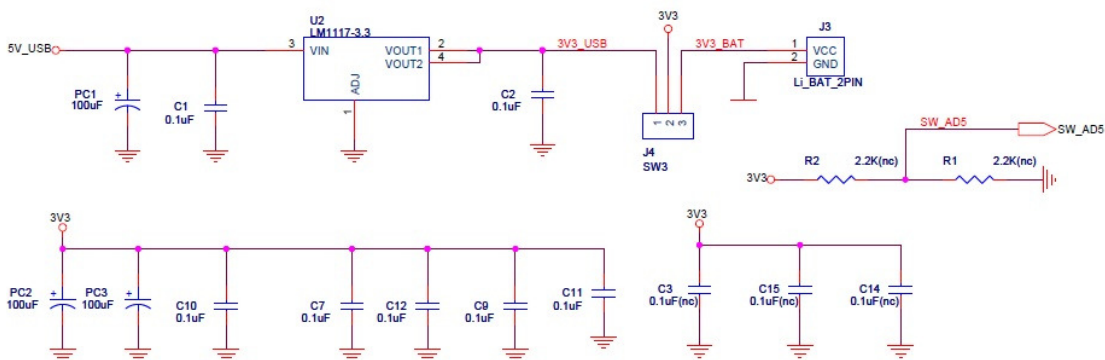
圆点博士微型四轴手持遥控器按键部分



圆点博士微型四轴手持遥控器



圆点博士微型四轴手持遥控器



圆点博士微型四轴手持遥控器

附录3：圆点博士微型四轴第III版元器件列表

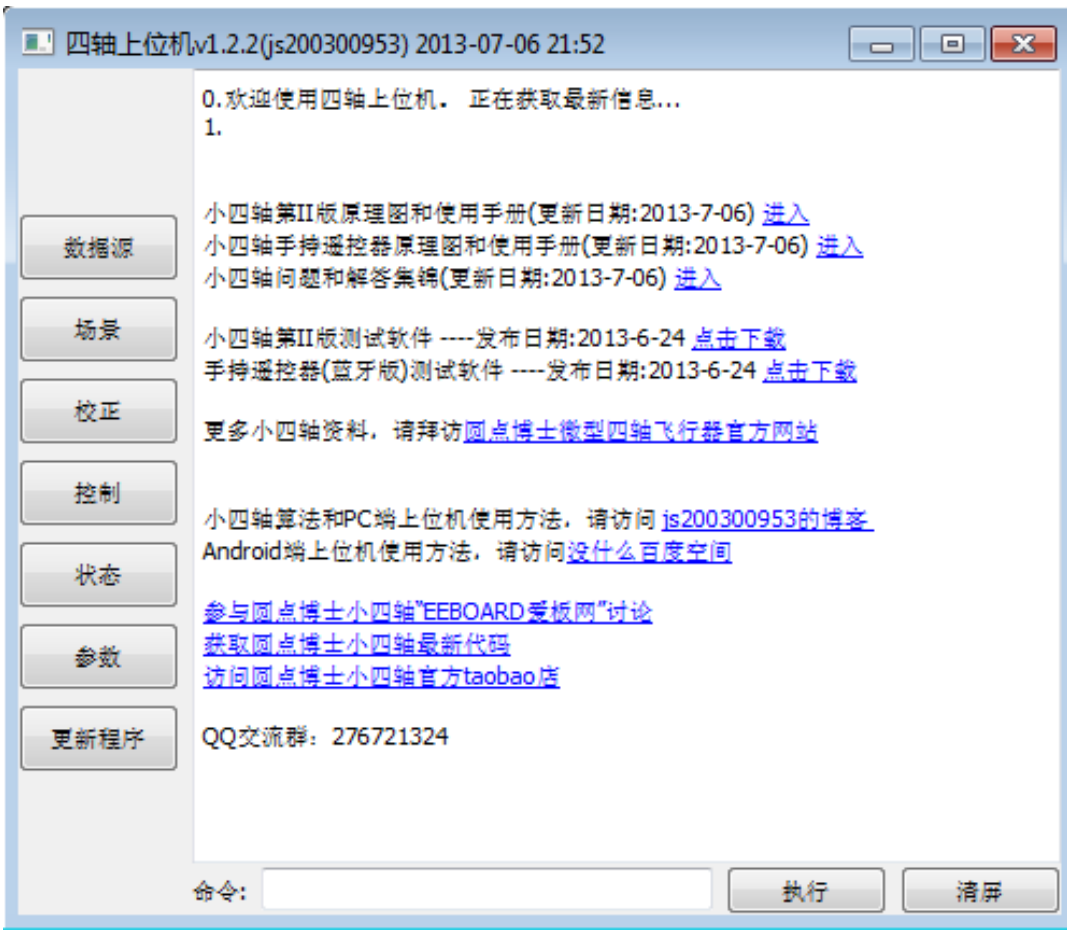
圆点博士微型四轴第三代(BS003-B)元器件列表		
电容		
1	C14, C15	22pF
2	C3, C4, C6, C7, C8, C9, C10, C12, C13, C16, C17, C18, C19, C23, C24, C25, C26, C27	0.1uF
3	C5, C22	10uF
4	C11	2.2nF
5	C21	0.22uF
6	C20	4.7uF
7	BC1, BC2, BC3	47uF
电阻		
1	R1, R2, R10, R11	10K
2	R3, R4	47K
3	R5	1K
4	R6	1.66K
5	R7, R8	2.2K
6	R9	470
芯片		
1	U7	STM32F103T8U6
2	U6	MPU-6050
3	U2, U3	SP6205-3.3
4	U1	TP4055
5	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5	SI2302
6	D1, D2, D4, D5	BAT54C
7	U4	16MHZ晶振
8	D3, D6	LED灯
9	U5	HMC5883L(不上,默认为不安装)
其他		
	J4	USB头
	J5	SWD插针
	J1	开关
	U8	蓝牙模块



#### 附录4：圆点博士微型四轴蓝牙模块指令说明

功能	指令	应答	参数和注释
设置主从模式	AT+ROLE[par]	OK+Set:[par]	Par: M(主)或S(从)
设置配对密码	AT+PIN[par]	OK+Set:[par]	Par: 密码(默认: 1234)
清除配对信息	AT+CLEAR	OK+CLEAR	清除上次连接的设备
搜索并连接从设备	AT+SEARCH	OK	连接新的设备
连接原来的从设备	AT+CONLAST	OK	连接上一次连接过的设备
连接指定的从设备	AT+CONN[par]	OK	Par: 蓝牙地址码
设置尝试连接时间	AT+TCON[par]	OK+Set:[par]	Par:0000-9999(0表示持续)
查询本机MAC地址	AT+LADD?	OK+LADD: 地址	无
设置上电模式	AT+IMME[par]	OK+Set:[par]	Par: 0(等待) 或1(工作)
进入工作模式	AT+WORK	OK+WORK	当上电模式为等待时适用
复位模块	AT+RESTART	OK+RESTART	无
恢复默认设置	AT+DEFAULT	OK+DEFAULT	无
设置设备名称	AT+NAME[par]	OK+Set[par]	Par: 设备名称
设置波特率	AT+BAUD[par]	OK+Set:[波特率]	Par:1-C 对应:1200-1382400
查询波特率	AT+BAUD?	OK+BAUD:[par]	Par: 波特率
设置串口校验	AT+CHK[par]	OK+Set:[par]	Par:0(无), 1(ODD), 2(ENEN)
设置停止位宽度	AT+STOP[par]	OK+Set:[par]	Par:1(一位), 2(两位),
通讯测试	AT	OK	无
系统帮助	AT+HELP?	帮助信息	无

## 附录5：圆点博士资料链接和版权声明



0. 欢迎使用四轴上位机。正在获取最新信息...

1.

小四轴第II版原理图和使用手册(更新日期:2013-7-06) [进入](#)

小四轴手持遥控器原理图和使用手册(更新日期:2013-7-06) [进入](#)

小四轴问题和解答集锦(更新日期:2013-7-06) [进入](#)

小四轴第II版测试软件 ---发布日期:2013-6-24 [点击下载](#)

手持遥控器(蓝牙版)测试软件 ---发布日期:2013-6-24 [点击下载](#)

更多小四轴资料, 请拜访[圆点博士微型四轴飞行器官方网站](#)

小四轴算法和PC端上位机使用方法, 请访问 [js200300953的博客](#)

Android端上位机使用方法, 请访问[没什么百度空间](#)

[参与圆点博士小四轴"EEBOARD爱板网"讨论](#)

[获取圆点博士小四轴最新代码](#)

[访问圆点博士小四轴官方taobao店](#)

QQ交流群: 276721324

命令:  [执行](#) [清空](#)

请总是通过打开“PC上位机软件”获取最新的源码和资料。要获得这些更新信息，需要在有网络连接的情况下打开“PC上位机软件”。

请拜访圆点博士微型四轴飞行器官方网站获得上位机软件：  
<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

请拜访圆点博士微型四轴飞行器专坛查看常见问题和解决方法：  
<http://www.eeboard.com/bbs/forum-98-1.html>

欢迎加入圆点博士微型四轴飞行器QQ讨论群（群号：276721324） 参与小四轴技术讨论。



## 圆点博士微四轴飞行器版权和声明

感谢大家阅读该使用手册：

圆点博士微型四轴飞行器使用手册仅为使用者提供参考，而圆点博士不对该使用手册提供任何明示或暗含的担保。圆点博士不对在使用该使用手册中可能出现的意外或者损失负责，也不对因使用该使用手册而引起的第三方索赔负责。该使用手册内容有可能会被随时变更，相关信息的更新恕不另行通知。

该使用手册仅以学习的形式发布，并受版权保护，未经书面授权，请勿以商业的目的使用或者修改该使用手册。圆点博士对该使用手册保留最终解释权。

该使用手册和相关的文件在官网提供下载，请随时拜访官网 [www.etootle.com](http://www.etootle.com) 获得最新的版本。