

圆点博士 微型四轴飞行器

BS001版本使用手册

正式版2.0

2013年5月1日发布

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器目录（一）

第一部分：

圆点博士微型四轴飞行器电池，电机，遥控器硬件安装说明

第二部分：

圆点博士微型四轴飞行器程序说明

第三部分：

圆点博士微型四轴飞行器重量和尺寸

第四部分：

圆点博士微型四轴飞行器硬件设计资料(小四轴, 遥控器…)

第五部分：

圆点博士微型四轴飞行器外接液晶屏说明

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器目录（二）

第六部分：

圆点博士微型四轴飞行器各硬件接口源码解读

第七部分：

圆点博士微型四轴飞行器散件组装相关知识

第八部分：

圆点博士微型四轴飞行器飞行方向控制原理

圆点博士微型四轴飞行器版权和声明

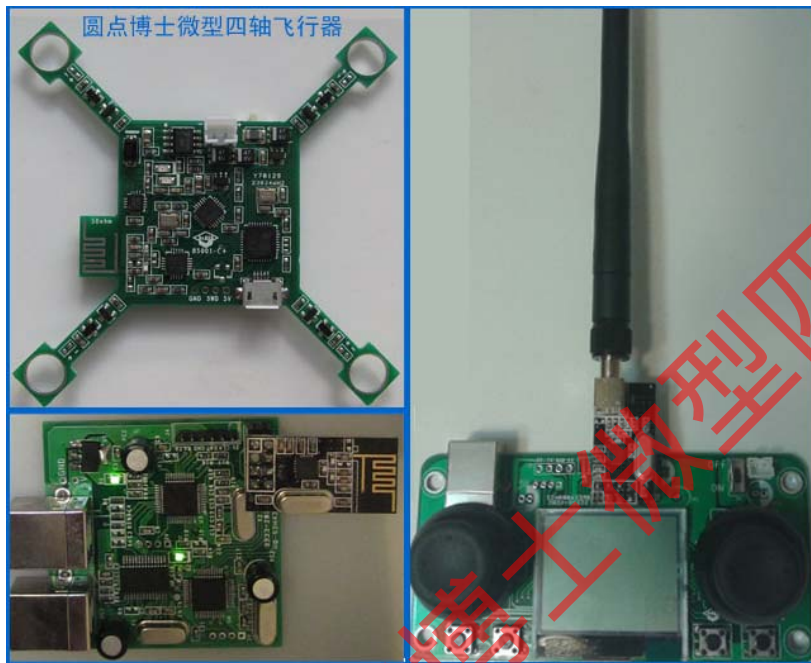
圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

第一部分

圆点博士微型四轴飞行器电池，电机，电源板硬件 安装说明

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器开发系统(一)



产品名称	产品型号
微型四轴飞行器	BS001-MB
微型四轴COM遥控器	BS001-COM
微型四轴手持遥控器	BS001-HH

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器开发系统(二)



产品名称	产品型号
微型四轴锂电池	BS001-BAT
空心杯电机和正反浆	BS001-MOT

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器开发系统之电池的使用(一)



圆点博士微型四轴飞行器锂电池参数:

- 1) 电量: 350mAh-400mAh
- 2) 电池电压: 3.7伏
- 3) 放电倍率: 25C
- 4) 充电终止电压: 4.2伏
- 5) 放电终止电压: 3.0伏
- 6) 尺寸: 39mm x 0.5mm
- 7) 重量: 11克
- 8) 红色为电源正极,黑色为负极

锂电池基本知识:

- 1) 1000mAh的意思是指充满电的情况下用1安培的电流放电,可以放电一个小时. 400mAh的电池在在1安培电流充放电情况下,充放电时间大约是25分钟. 如果采用4安培的电流放电,放电时间大约在6分钟($25/4$)左右.
- 2) 放电倍率指的是放电电流,以电池容量的倍数计算.上述电池的放电电流可根据下面的公式计算: $400\text{mAh} \times 25\text{C} = 10\text{A}$.

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器开发系统之电池的使用(二)

请注意: 反接电池有可能会烧毁小四轴飞行器

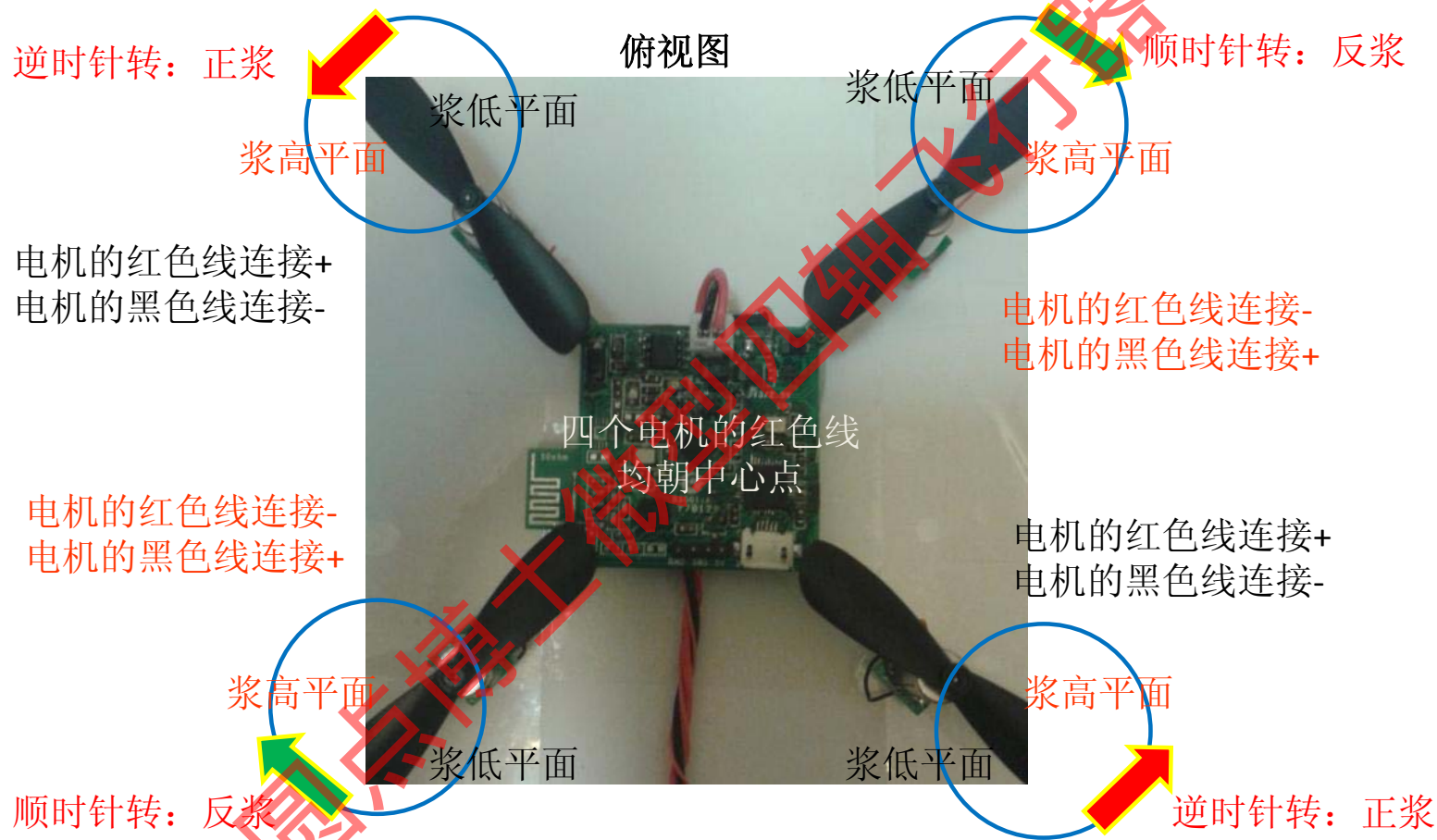


圆点博士微型四轴飞行器锂电池使用提示:

- 1) 红色为电源正极,黑色为负极,请严格按照电源正负极安装锂电池
- 2) 接上USB线,小四轴即开始对锂电池进行充电.
- 3) 充电过程中,请勿安装或者拆下锂电池.

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器开发系统之电机的安装(一)



圆点博士微型四轴飞行器开发系统之电机的安装（二）



- 1.圆点博士微型四轴飞行器在四个臂的末端(电机旁边)均有标注+和-,用于代表电机电源的正负极.
- 2.建议使用热融胶安装电机.也可是使用烙铁用焊锡把电机焊住.
- 3.使用液体胶水有胶水流进电机内部,损坏电机的风险.请谨慎操作.

圆点博士微型四轴飞行器开发系统之电机的安装(三)



1. 使用热溶胶对电机进行安装的时候, 注意保护好电机后盖, 避免小四轴从高空跌落时, 把电机后盖顶开.
2. 请注意, 并非每个电机的红色接线都会接到“+”上. 请参考图中的电机线连接方式

圆点博士微型四轴飞行器开发系统之电机的安装（三）

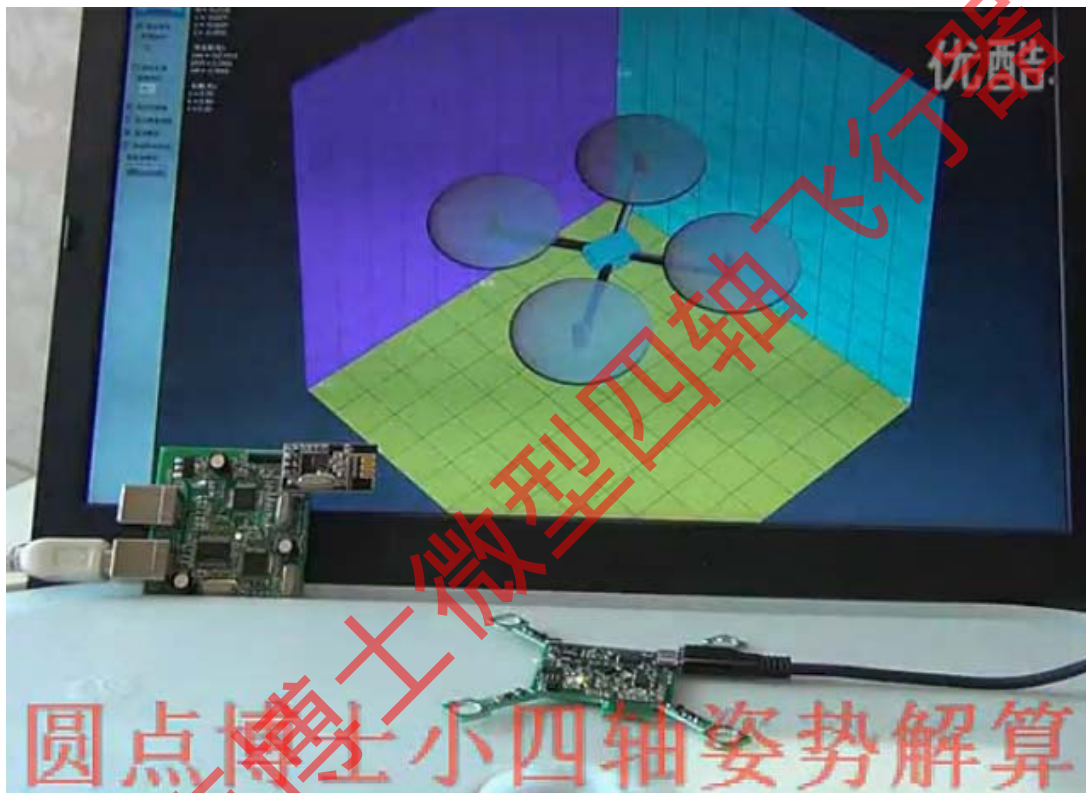
圆点博士微型四轴飞行器电机安装要点:

- 1) 电机的电源正反极: 驱动反浆,电机负极(黑色线)接小四轴电源正极(+).电机正极(红色线)接小四轴电源负极(-); 驱动正浆,电机负极(黑色线)接小四轴电源负极(-).电机正极(红色线)接小四轴电源正极(+).
- 2) 电机的正反机接错不会对电机或者小四轴造成损坏.

小四轴电机和浆基本知识:

- 1) 在小四轴系统中,我们需要一对电机顺时针转,一对电机逆时针转,在它们的共同作用力下,小四轴才能飞起来.
- 2) 当我们从俯视的角度来看电机转向的时候,电机的正时针转相当于浆的逆时针转.上面的图示中所描述的顺时针和逆时针是从浆俯视的角度来描述的.
- 3) 一般来说,电机的红色引线接电源正极,黑色引线接电源负极时,电机顺时针旋转.反之,电机作逆时针转动.
- 4) 正时针转的电机搭配正浆,逆时针转的电机搭配反浆.
- 5) 浆总是低平面的一边朝高平面的一边转动,风力向地面吹,提供升力.

圆点博士微型四轴飞行器开发系统之遥控板的安装(一)



根据上图所示,完成硬件的安装,即可以启动上位机对小四轴进行测试

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器开发系统之遥控板的安装(二)



圆点博士微型四轴飞行器遥控板下载用固件的方法:

1. 遥控板集成了SWD功能,包括CLK,DATA,GND三根信号.它由USB口驱动.
2. 当使用遥控板给小四轴下载程序时,请根据上图进行连接
3. 请勿连接图中的X处

请注意,由于可以使用上位机软件直接给小四轴下载固件,所以这种使用SWD下载的方法不是必须的. 如果你对SWD下载方法不熟悉,建议先不要进行该操作

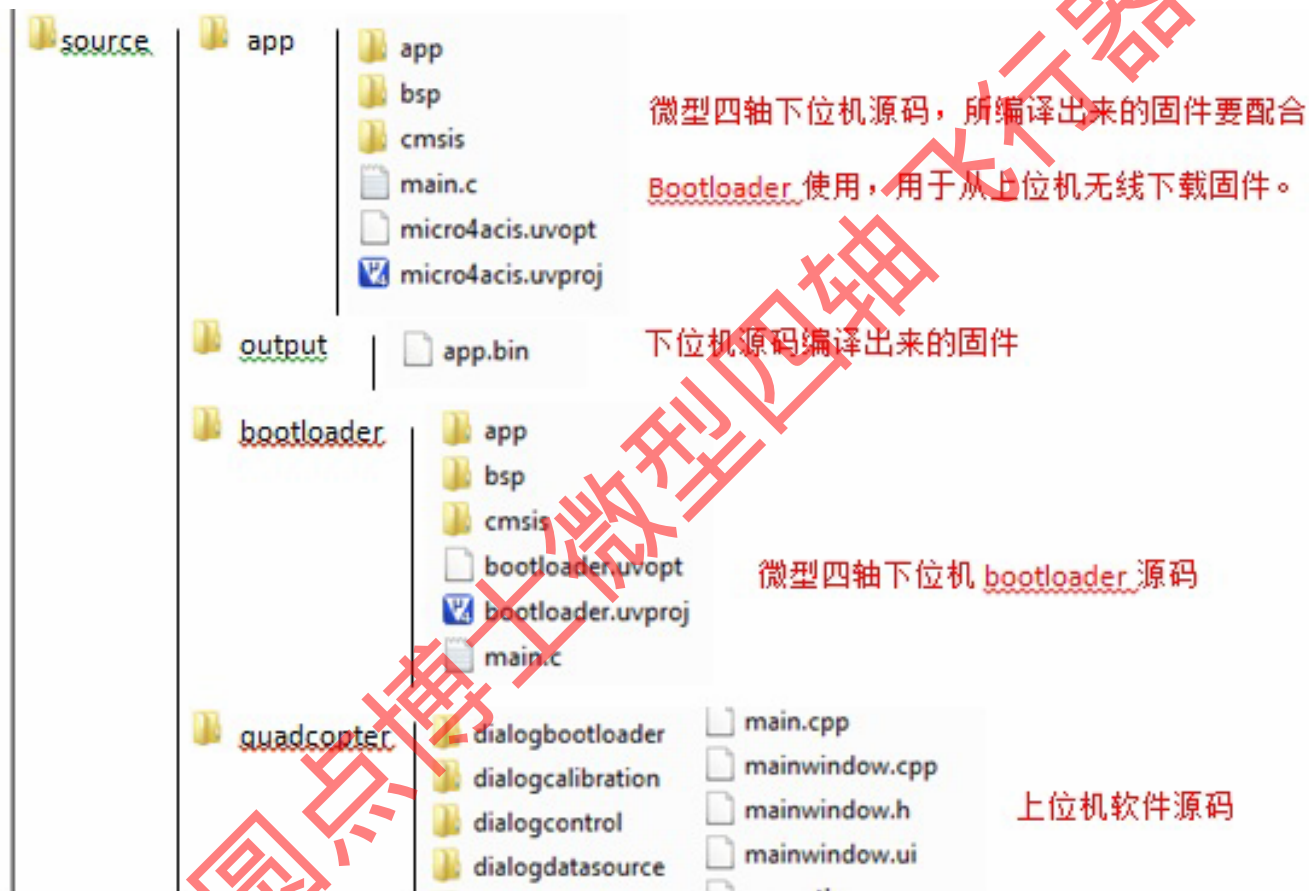
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

第二部分

圆点博士微型四轴飞行器程序说明

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

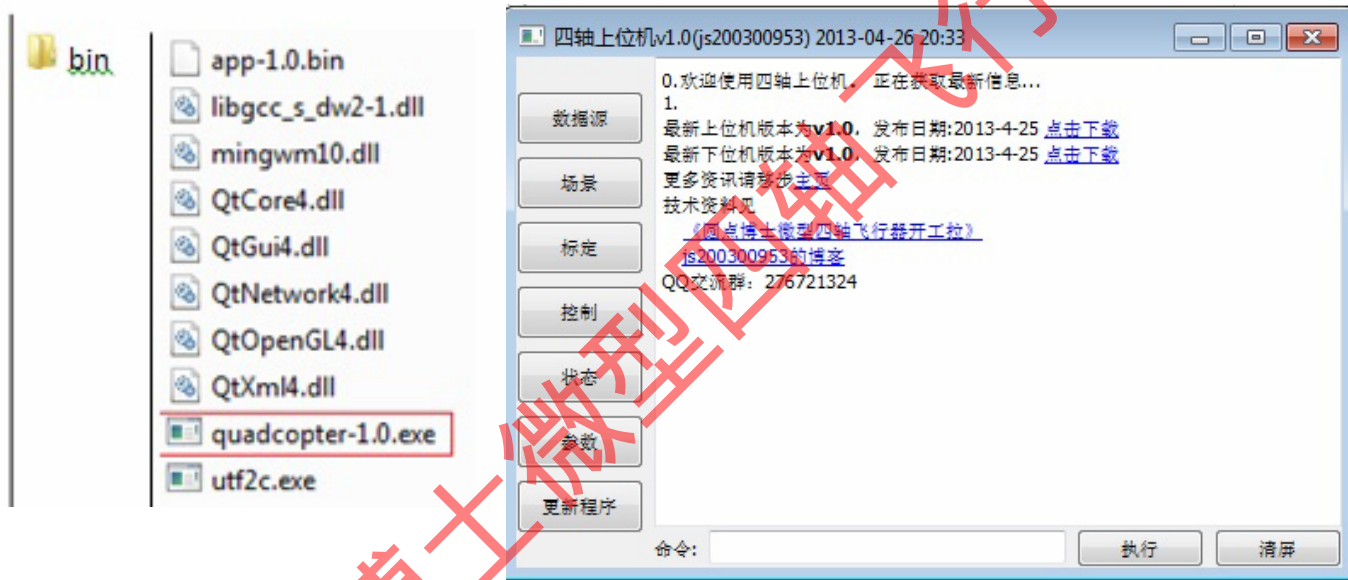
圆点博士微型四轴飞行器源代码结构(一)



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器源代码结构(二)

圆点博士微型四轴飞行器配套程序-1.0 程序结构

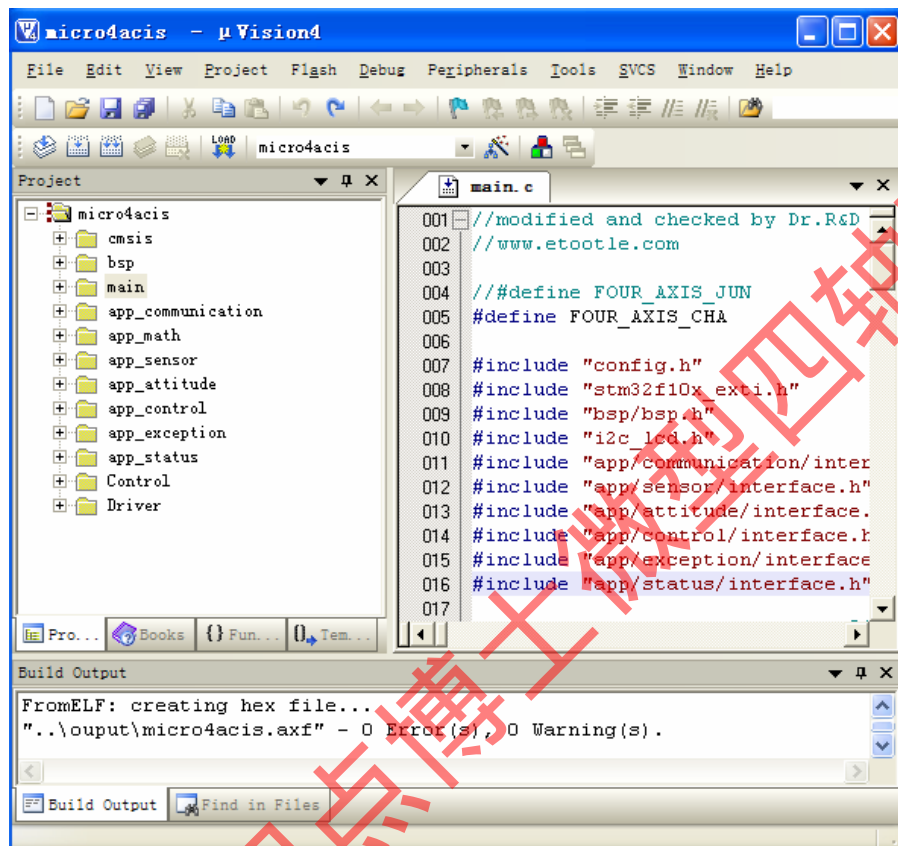


1. 用户可以使用该上位机控制小四轴的飞行,包括油门控制和方向控制
2. 用户可以通过该上位机使用无线的方式对小四轴固件进行更新
3. 用户可以通过该上位机在联网状态下随时获得程序的版本更新信息,并下载

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器下位机源代码编译环境

- 1) 源代码工程文件采用的是MDK工程文件,并采用C语言编写
- 2) MDK的软件版本是:4.02



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器上位机源代码编译环境

上位机源代码使用QT编译环境编辑,下载地址是:

http://www.developer.nokia.com/info/sw.nokia.com/id/da8df288-e615-443d-be5c-00c8a72435f8/Qt_SDK.html

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器遥控器驱动程序

遥控器使用了PL2303HX芯片,所以需要安装驱动程序,请从下列网站下载:

PL2303 Windows Driver Download

Download File: [PL2303_Prolific_DriverInstaller_v1.8.0.zip](#)

Windows Driver Installer Setup Program

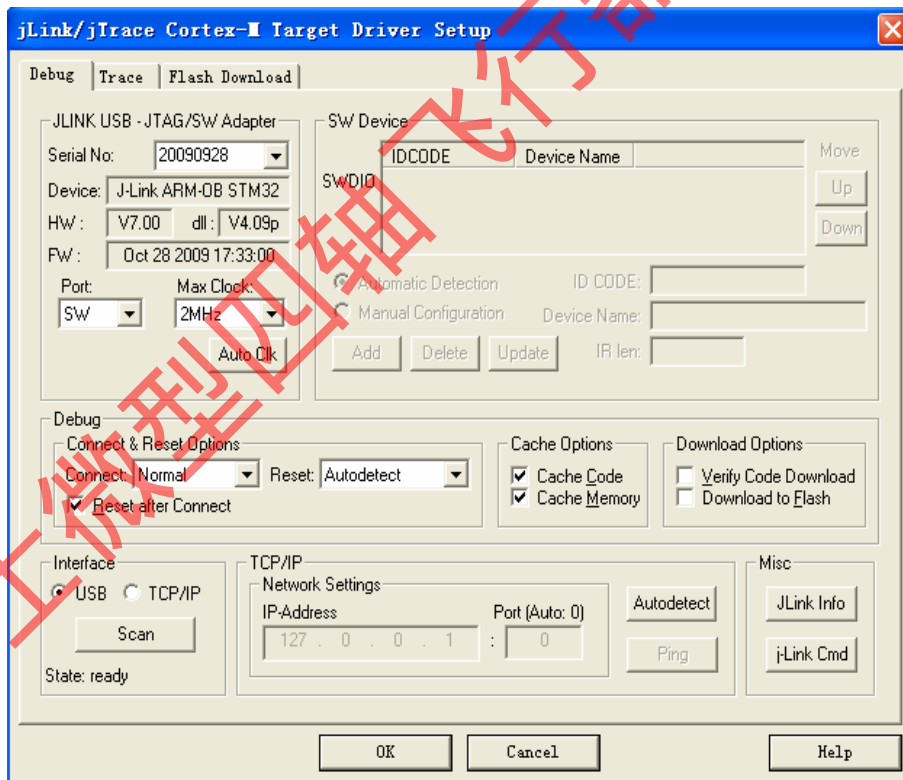
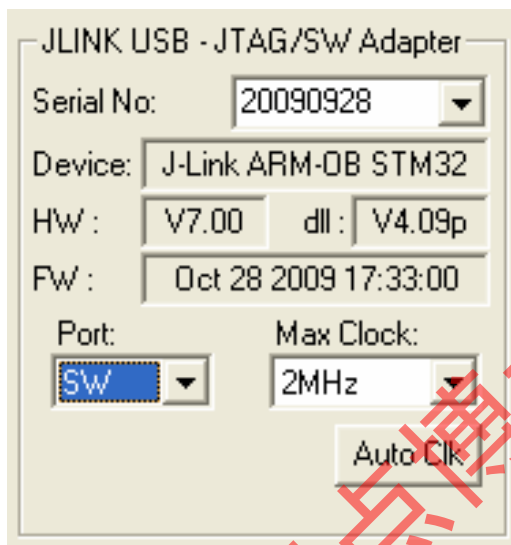
(For PL2303 HXA, XA, HXD, EA, RA, SA, TA, TB versions)

http://www.prolific.com.tw/US/ShowProduct.aspx?p_id=225&pcid=41

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器之使用SWD下载(一)

可采用MDK下的Cortex-M3
J-LINK 下载

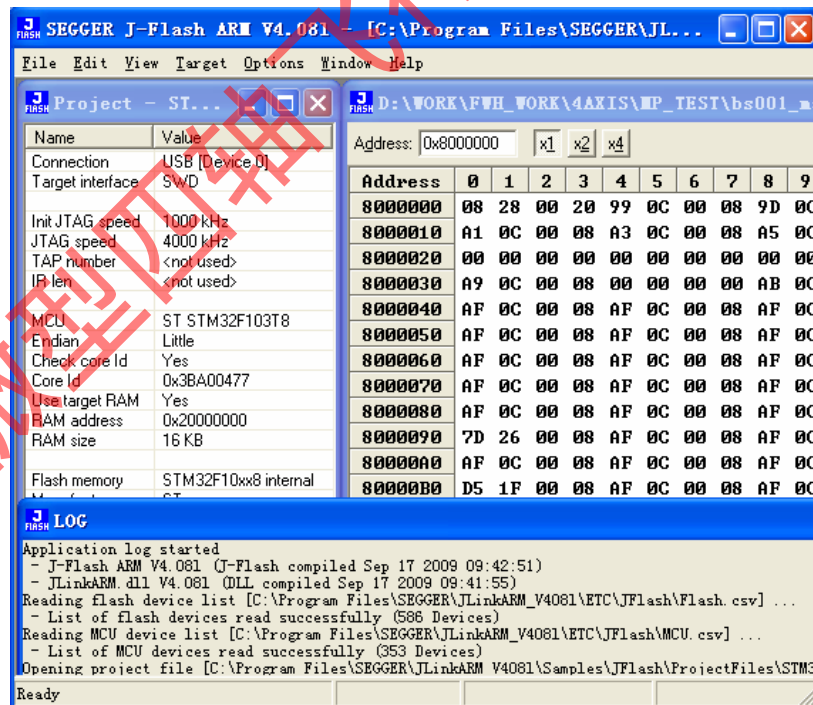


圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器之使用SWD下载(二)

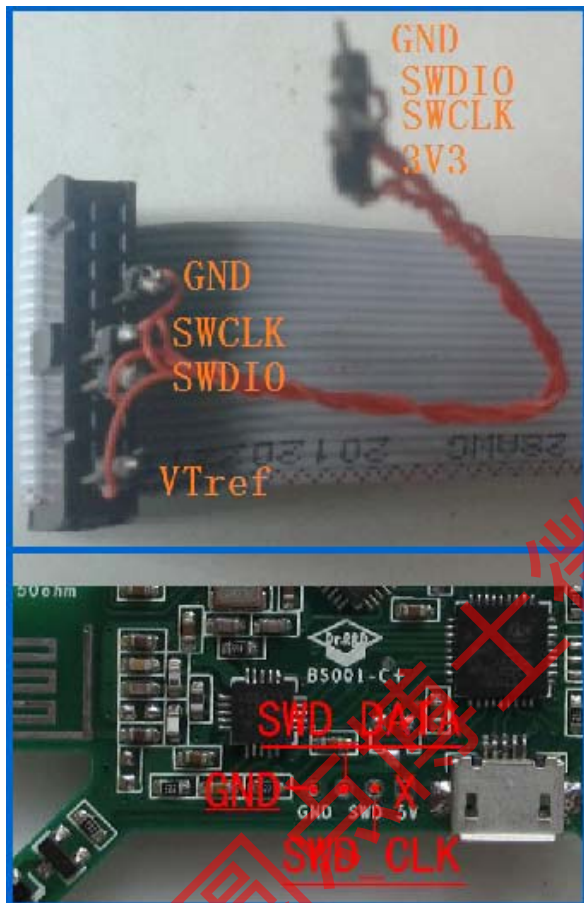
可采用SEGGER的J-Flash下载

Connection	USB [Device 0]
Target interface	SWD
Init JTAG speed	1000 kHz
JTAG speed	4000 kHz
TAP number	<not used>
IR len	<not used>
MCU	ST STM32F103T8
Endian	Little
Check core Id	Yes
Core Id	0x3BA00477
Use target RAM	Yes
RAM address	0x20000000
RAM size	16 KB



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器之使用SWD下载(三)



1) 如果你使用JLINK V7或者V8下载,需要先把SWD接口引出来:

2) V7或者V8的VTref需要提供一个3.3V的参考电压,用户可以把它连接到V7或者V8内部的3.3V电压上.

3) 请注意,小四轴上保留的电压引脚是5V,请勿把该5V电压连接到V7或者V8的VTref上.

请注意:

由于可以使用上位机软件直接给小四轴下载固件,所以这种使用SWD下载的方法不是必须的. 如果你对SWD下载方法不熟悉,建议先不要进行该操作

第三部分

圆点博士微型四轴飞行器重量和尺寸

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器之重量和尺寸图(一)



小四轴长度和高度为7.5毫米左右

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器之重量和尺寸图(二)

小四轴总重量在30克左右



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

第四部分

圆点博士微型四轴飞行器硬件设计资料

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

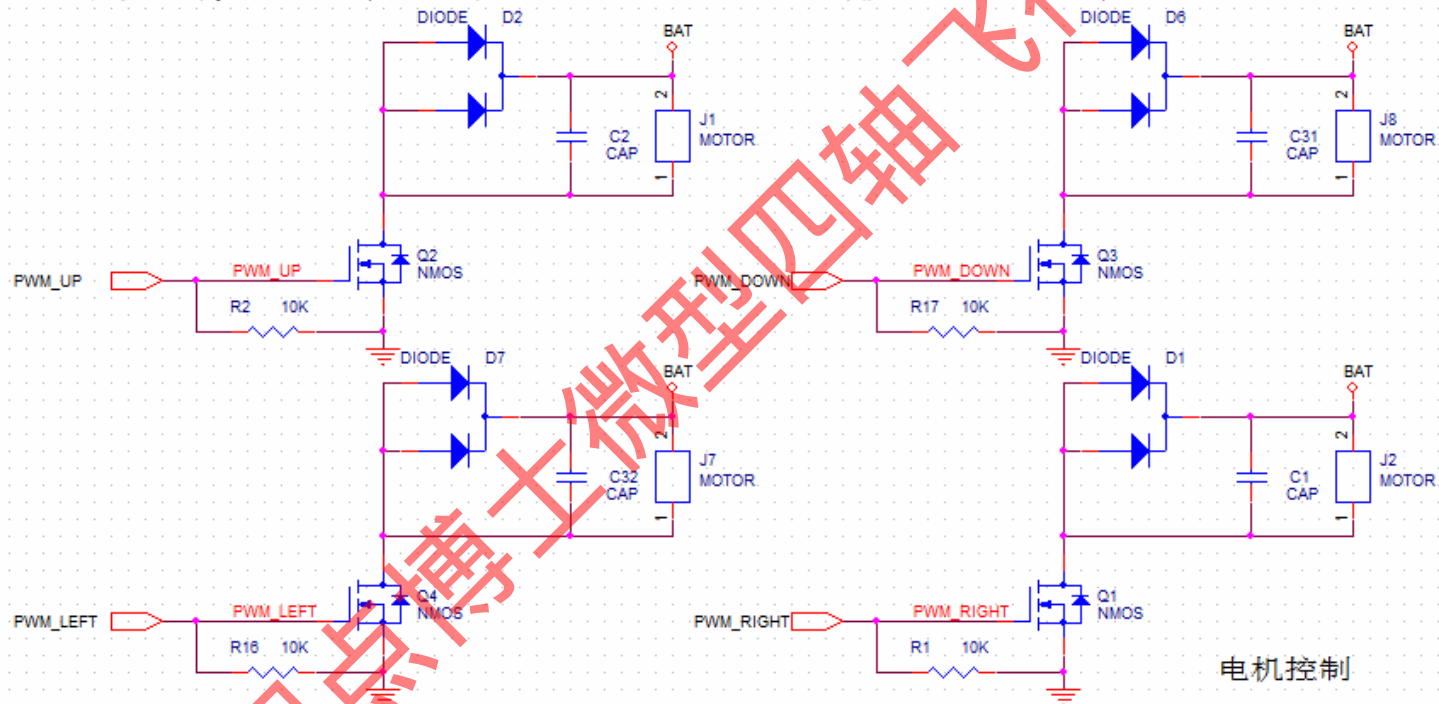
圆点博士微型四轴飞行器



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器原理图（一）

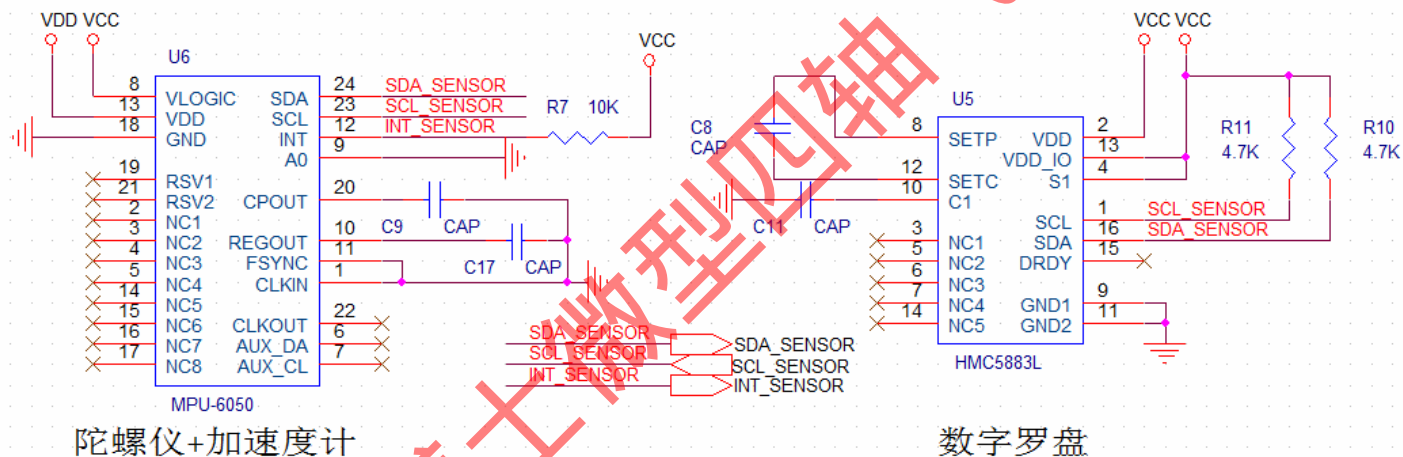
圆点博士微型四轴飞行器： BS001-B版



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器原理图（二）

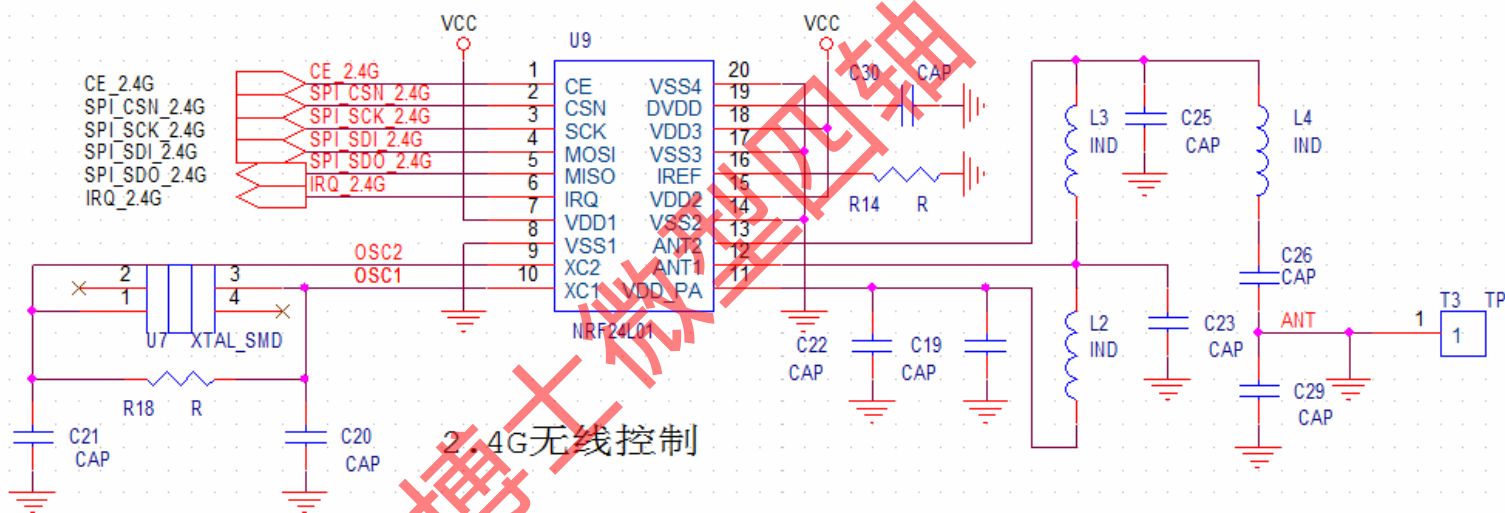
圆点博士微型四轴飞行器：BS001-B版



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器原理图（三）

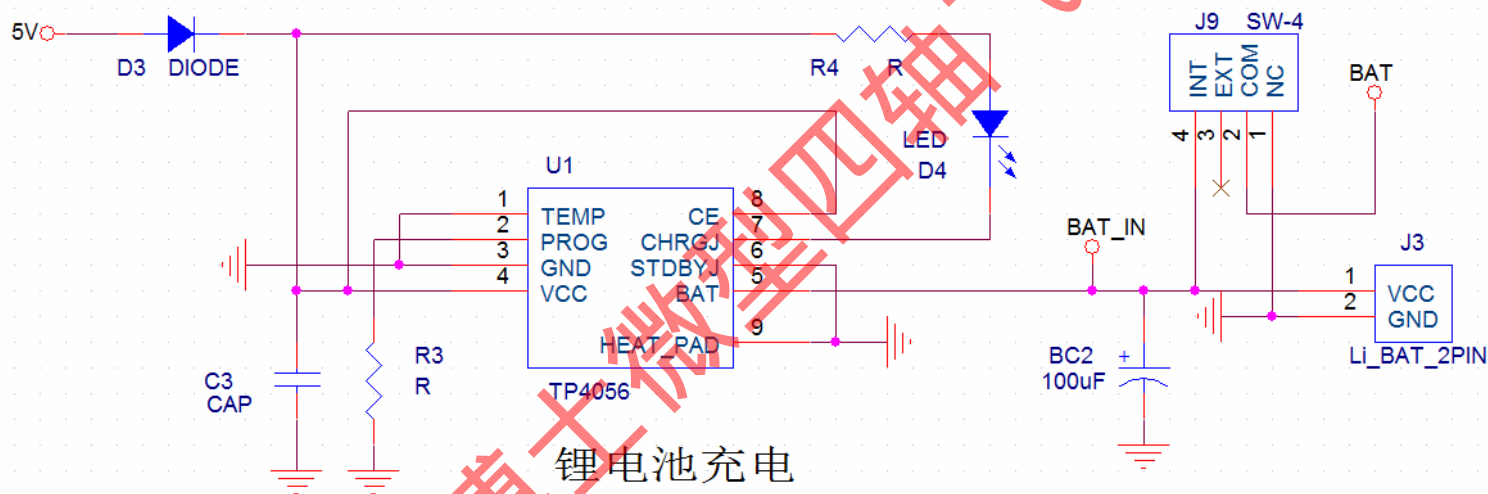
圆点博士微型四轴飞行器：BS001-B版



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器原理图（四）

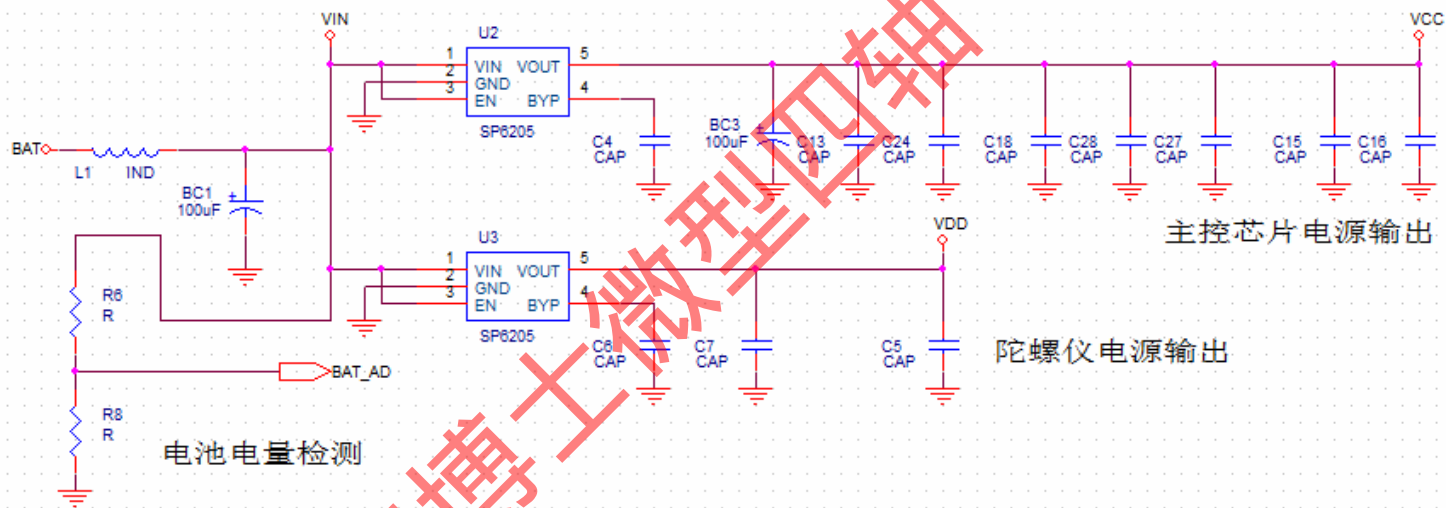
圆点博士微型四轴飞行器：BS001-B版



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

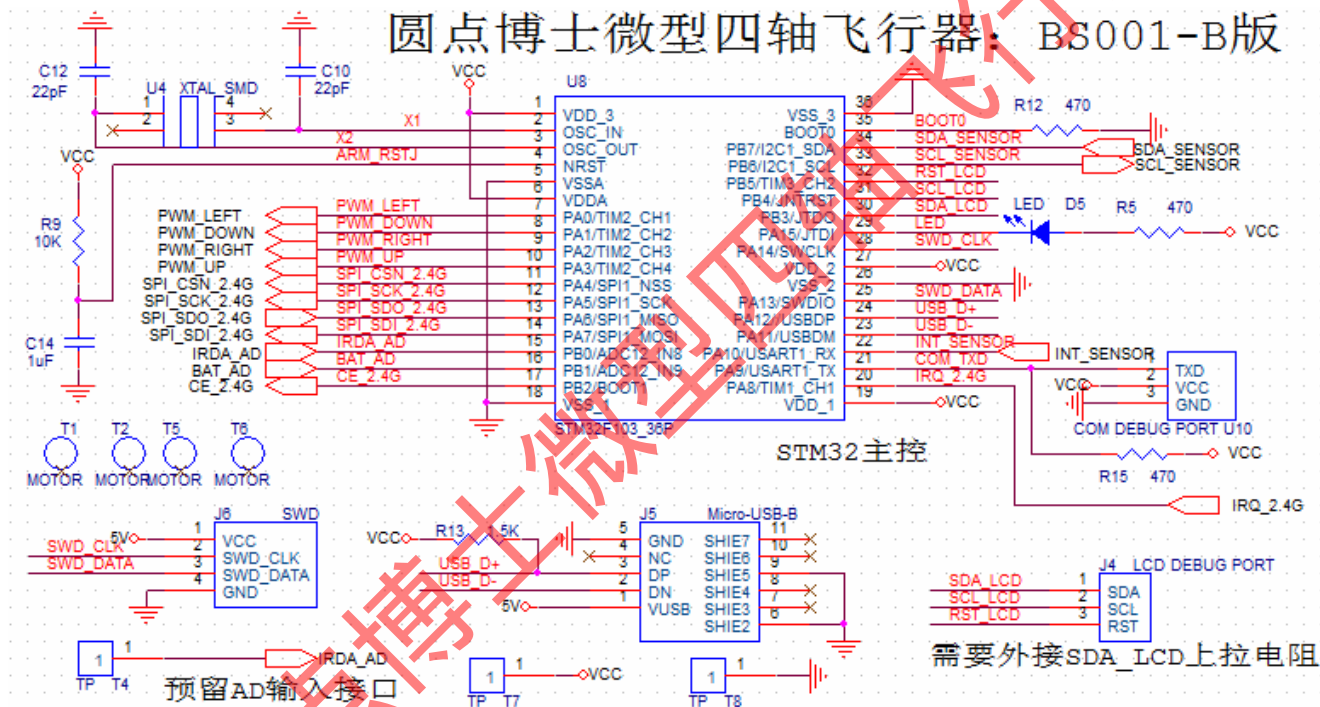
圆点博士微型四轴飞行器原理图（五）

圆点博士微型四轴飞行器：BS001-B版



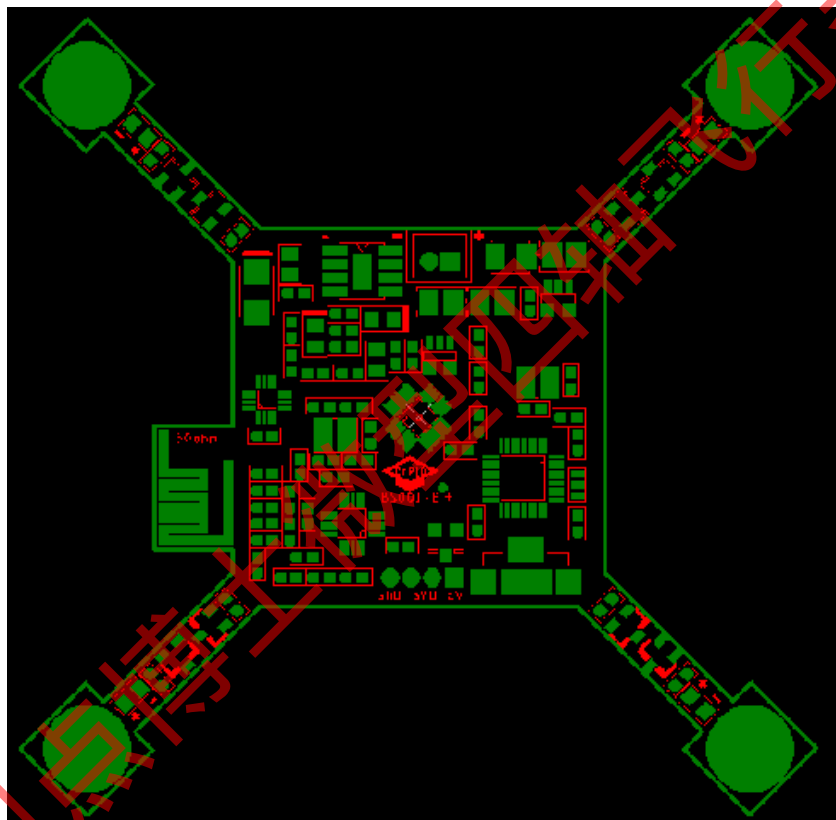
圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器原理图（六）



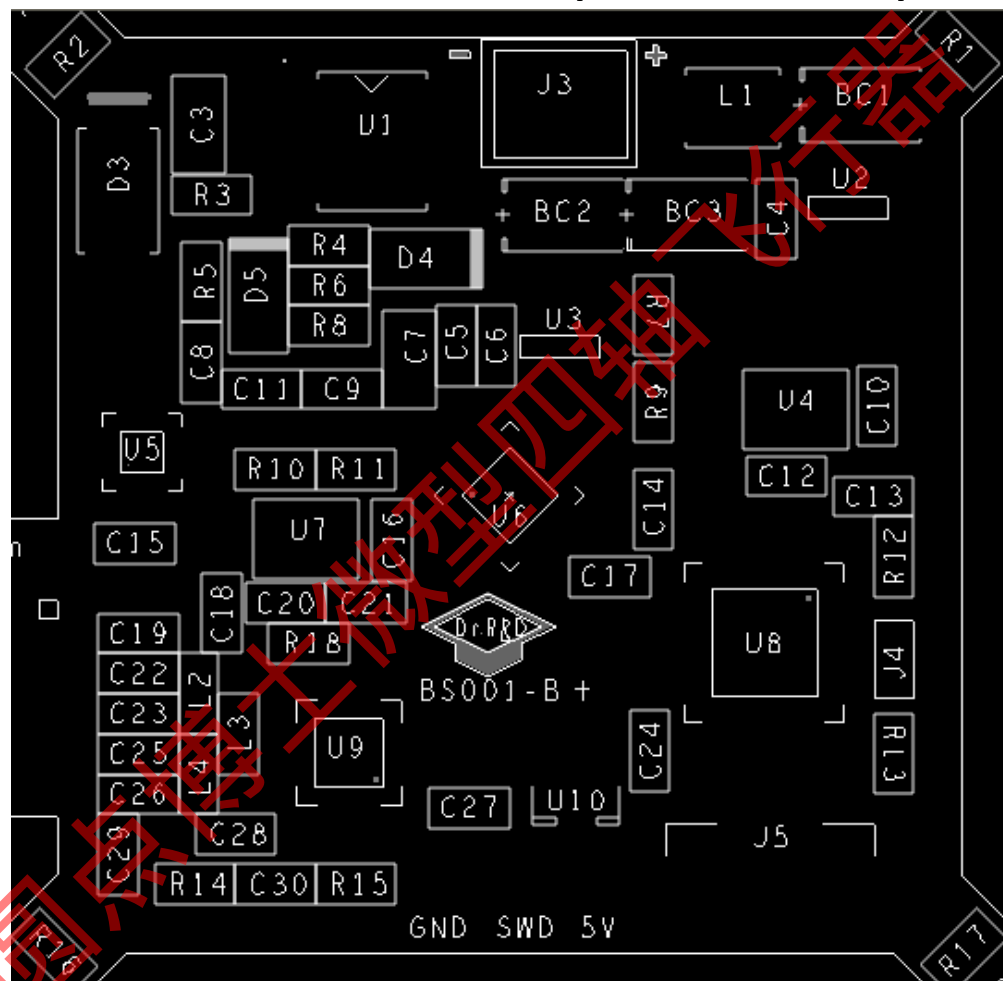
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器PCB



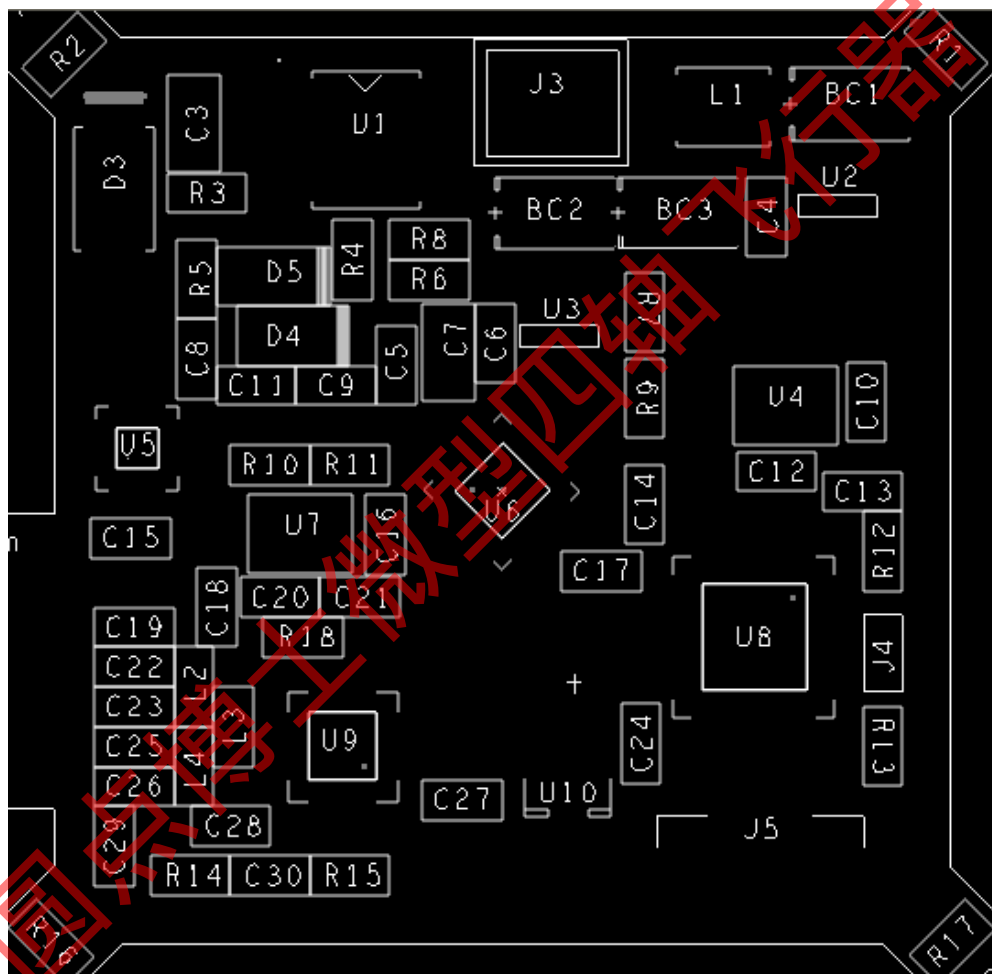
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器PCB(版本:BS001-B) (一)



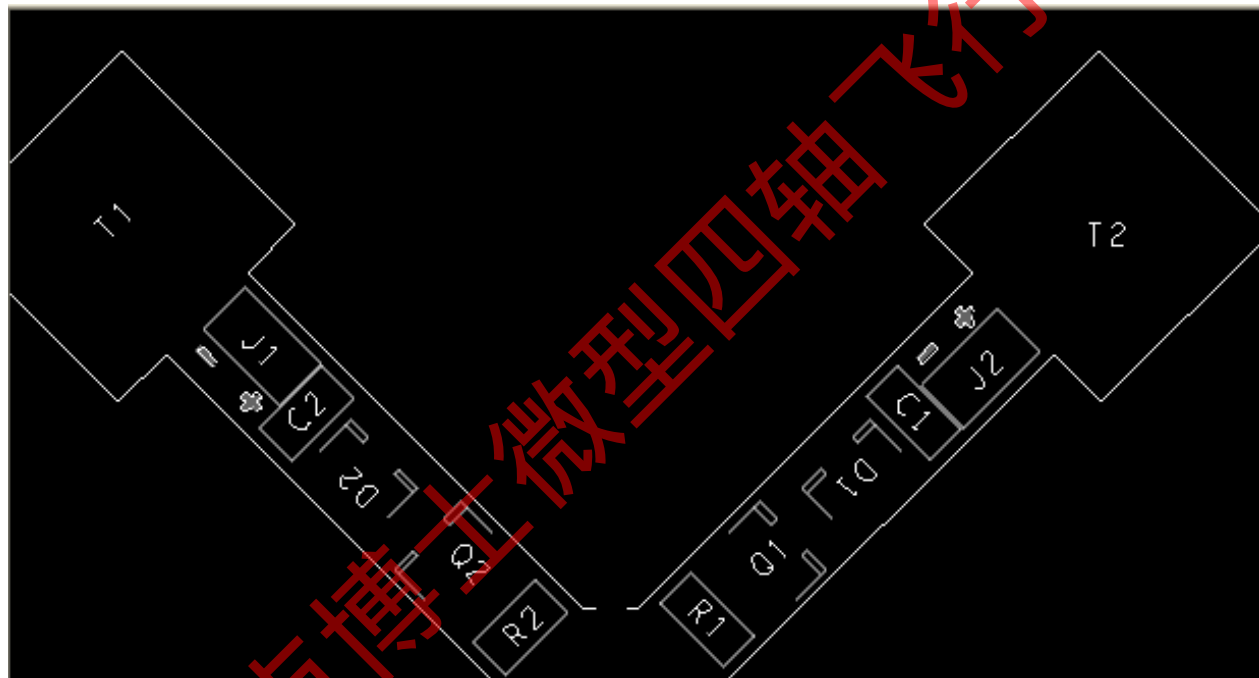
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器PCB(版本:BS001-C) (二)



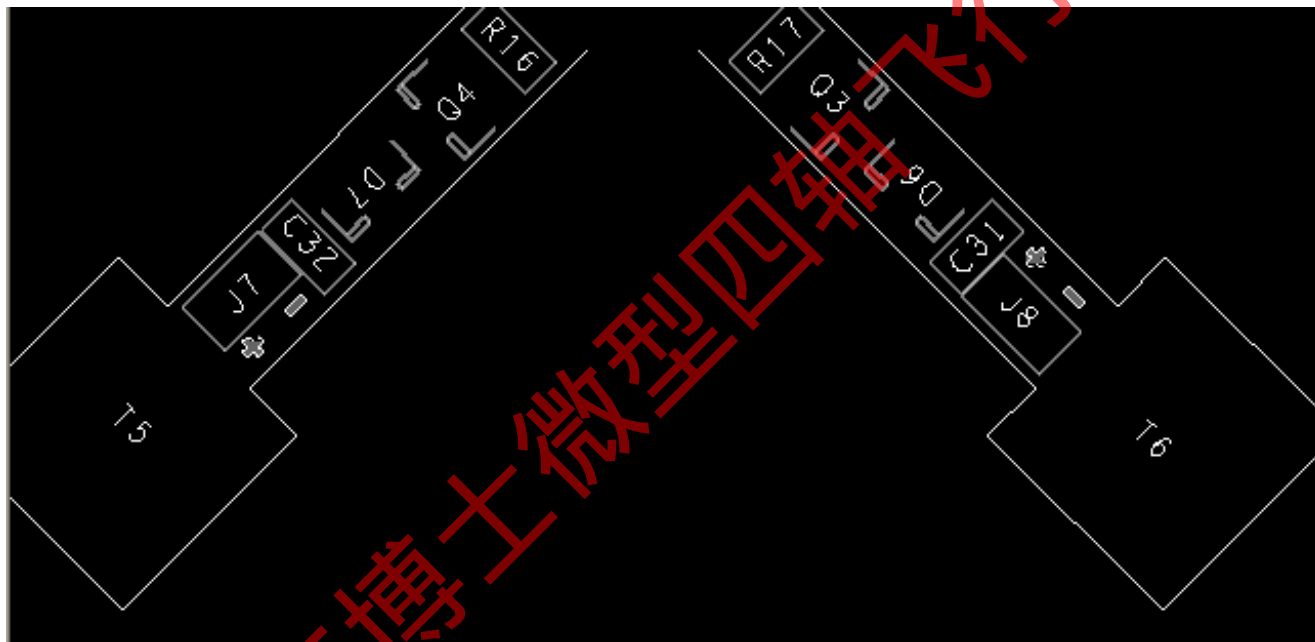
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器PCB（三）



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器PCB（四）



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器元器件表（一）

圆点博士微型四轴飞行器器件清单			
标号	位置	型号	描述
芯片类			
1	U8	STM32F103T8U6	主控芯片
2	U1	TP4056	充电芯片
3	U2,U3	SP6205	电压转换LDO
4	U6	MPU-6050	陀螺仪+加速度计
5	U5	HMC5883L	磁力仪
6	U9	NRF24L01+	无线芯片
7	Q1,Q2,Q3,Q4	SI2302	电机PWM驱动
8	D1,D2,D6,D7	BAT54C	电机保护二极管
9	D3	SS12	电源反插保护二极管
10	D4,D5	LED	LED指示灯
晶振类			
1	U4,U7	SMD3225 16M	主控芯片使用
电机			
1	J1,J2,J7,J8		电机电源
2	T1,T2,T5,T6		电机+桨

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器元器件表（二）

圆点博士微型四轴飞行器器件清单			
标号	位置	型号	描述
接口			
1	J5	Micro-USB-B	USB接口
2	J3	2脚带座插针	锂电池插座
3	J6	4脚插针	主控芯片程序下载插针
4	J9	开关	用于关闭飞行器电源
5	J4	无（不上）	用于使用液晶屏进行调试
6	U10	无（不上）	用于使用串口进行调试
7	T3	无（不上）	天线
8	T4,T7,T8	无（不上）	测试点

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器元器件表（三）

圆点博士微型四轴飞行器器件清单			
标号	位置	型号	描述
电感			
1	L2	2.7nH	
2	L4	3.9nH	
3	L3	8.2nH	
4	L1	10uH	
电阻			
1	R5	470	471
2	R3,R4	12K	122
3	R13	15K	152
4	R7,R10,R11,R15	22K	222
	R1,R2,R9,R12,R16		
5	R17	10K	103
6	R14	22K	223
7	R6,R8	100K	104
8	R18	1M	105

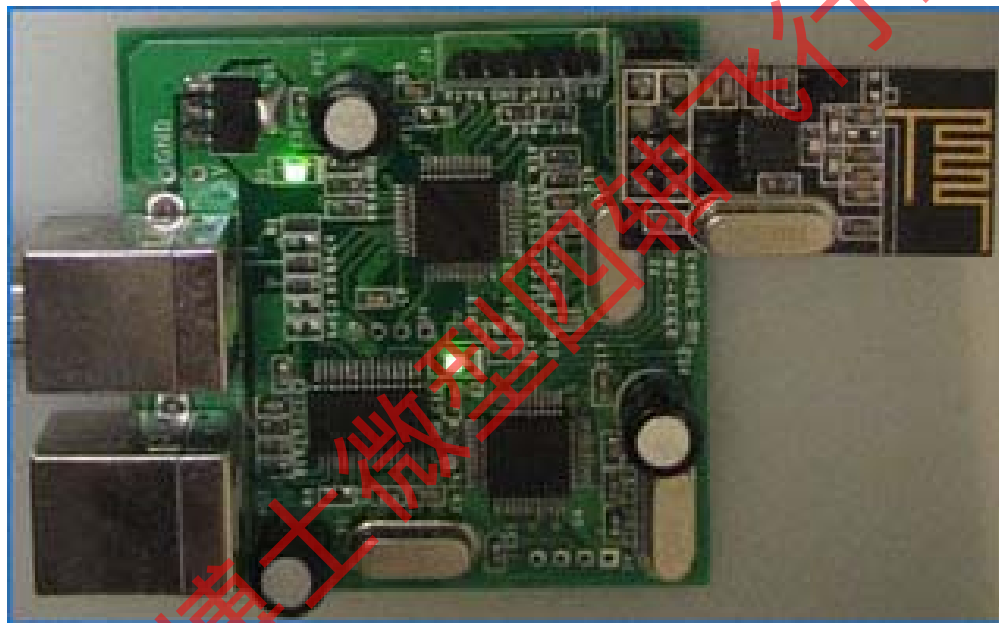
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器元器件表（四）

圆点博士微型四轴飞行器器件清单			
标号	位置	型号	描述
电容			
1	BC1,BC2,BC3	47uF	
电容			
1	C4,C6	0.01uF	103
2	C1,C2,C3,C5,C13, C15,C16,C17,C18, C24,C27,C28,C31, C32	0.1uF	104
3	C8	0.22uF	224
4	C14	1uF	105
5	C11	4.7uF	475
6	C7	10uF	106
7	C9,C22	2.2nF	222
8	C30	33nF	333
9	C26	1.5pF	
10	C19	4.7pF	
11	C10,C12,C20,C21	22pF	220
12	C23,C25,C29	无（不上）	

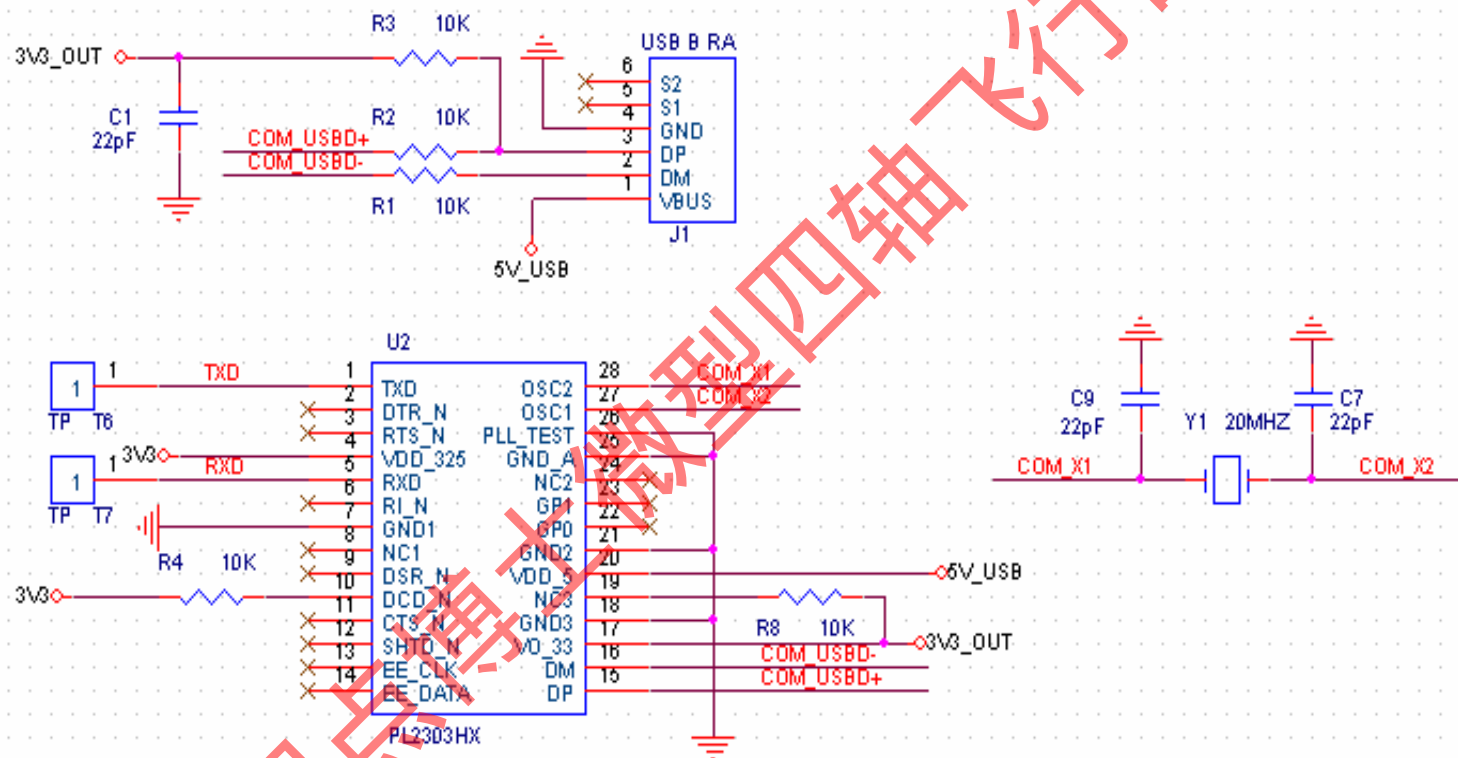
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器遥控器



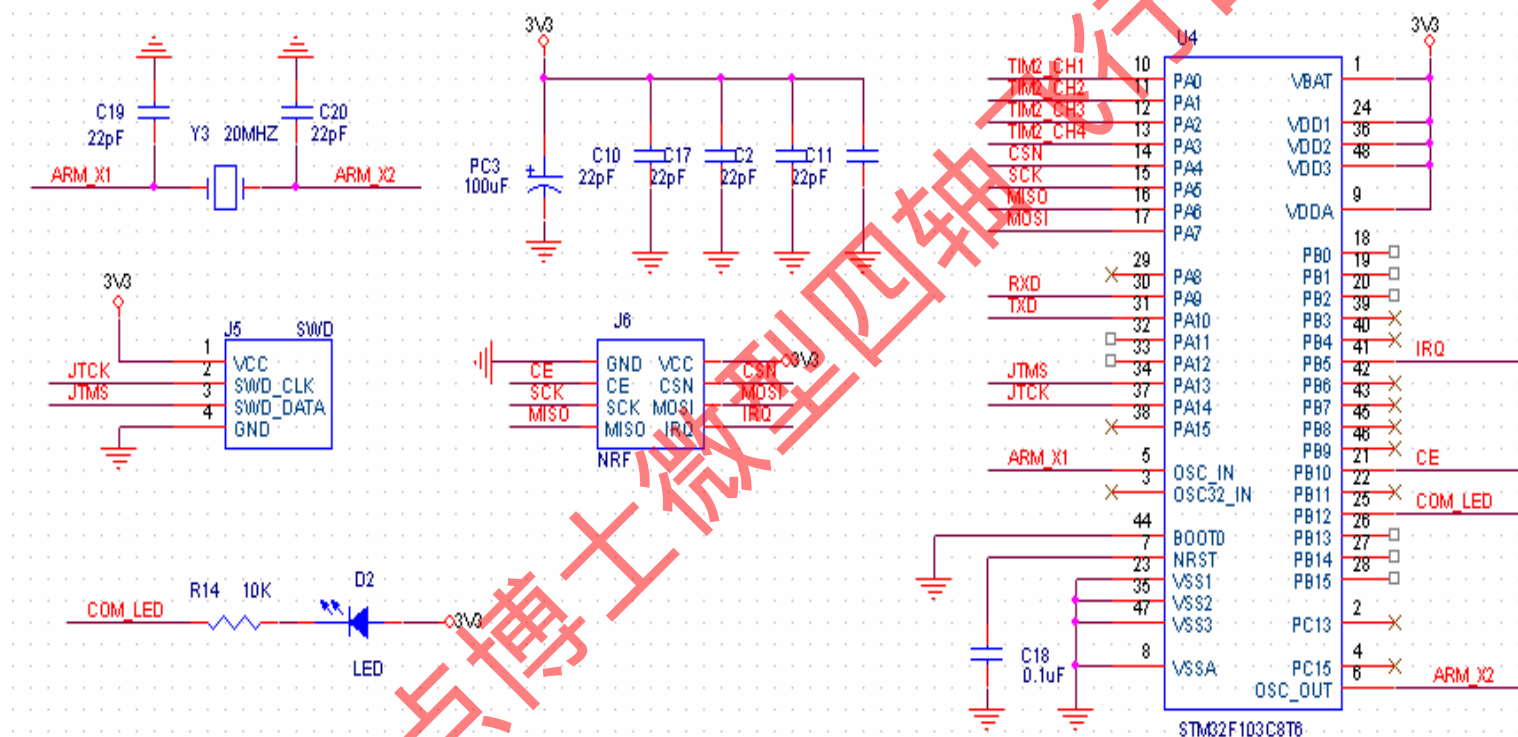
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴遥控器原理图（一）



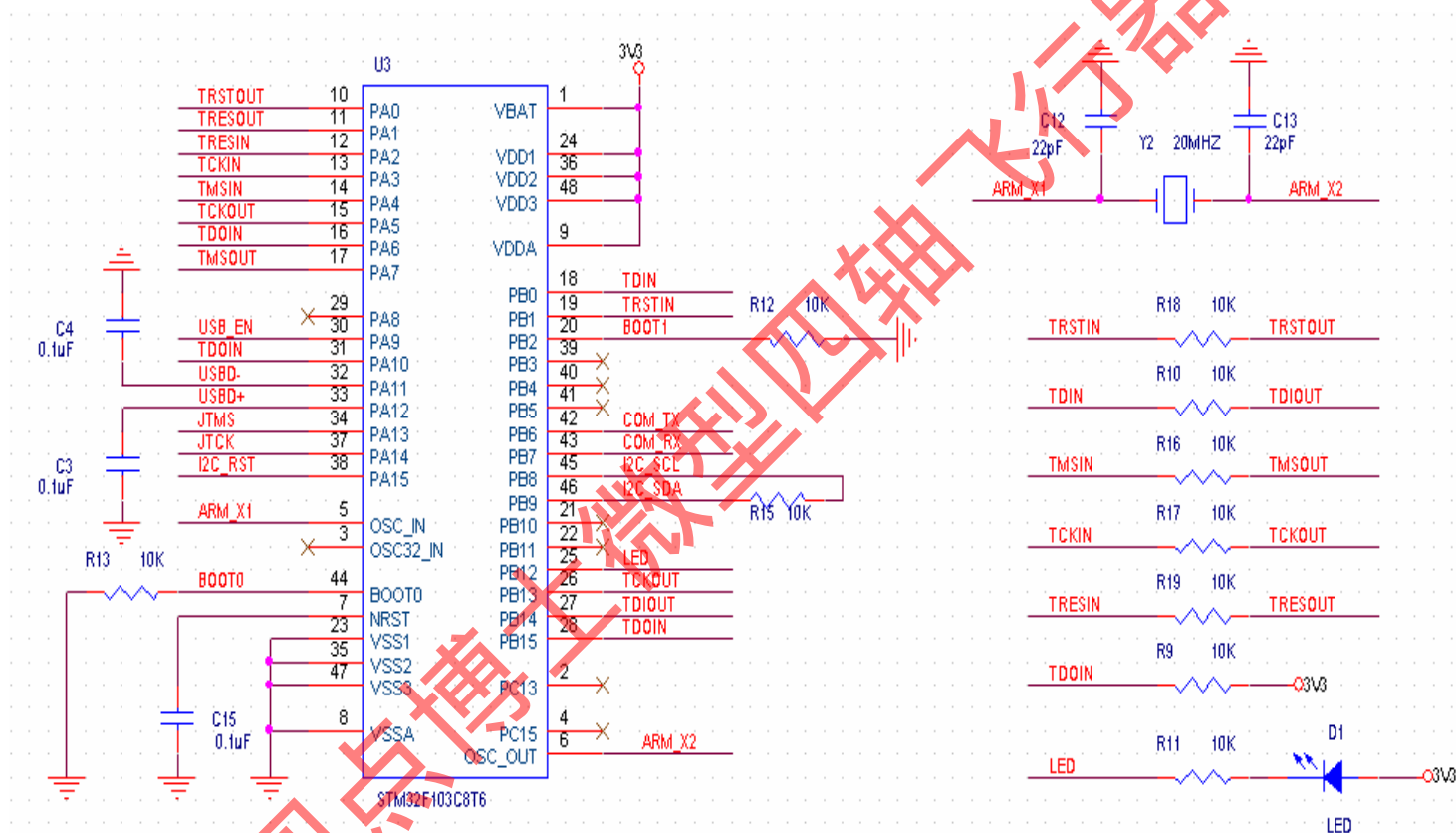
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴遥控器原理图（二）



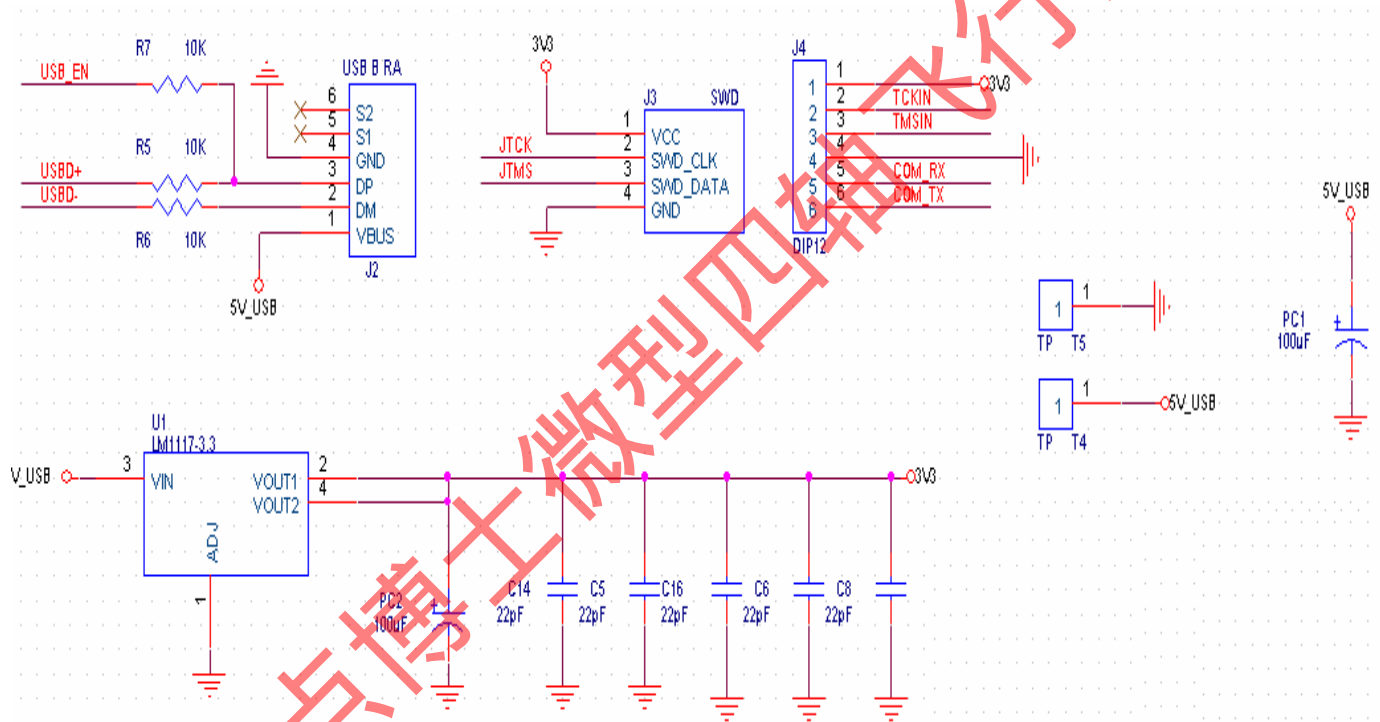
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴遥控器原理图（三）



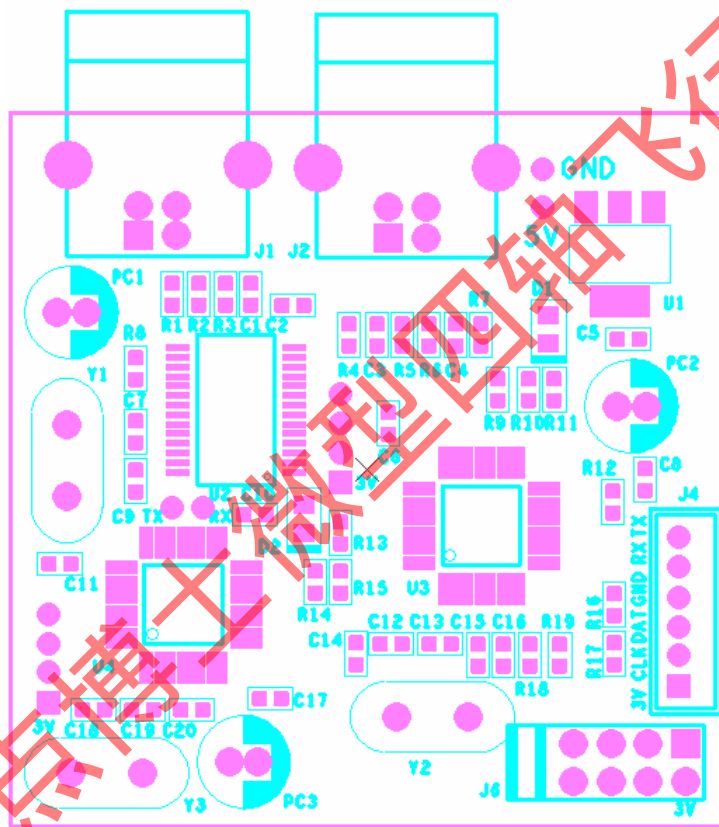
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴遥控器原理图（四）



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴遥控器PCB图



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴遥控器元器件列表图（一）

圆点博士微型四轴飞行器遥控器器件清单			
标号	位置	型号	描述
芯片类			
1	U3,U4	STM32F103C8T6	主控芯片
2	U2	PL2303HX	SSOP28
3	U1	LM1117-3.3	
4	D1,D2		LED指示灯
晶振类			
1	Y2,Y3	8M	
2	Y1	12M	
电阻			
1	R10,R16,R17,R18,R19	100	
2	R1,R2,R5,R6	22	
3	R3,R7	1.5K	
4	R11,R14	470	
5	R9,R13	10K	
6	R4,R8,R12,R15	无（不上）	

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴遥控器元器件列表图（二）

圆点博士微型四轴飞行器遥控器器件清单			
标号	位置	型号	描述
电容			
1	C1,C2,C5,C6,C8, C10,C11,C14,C15,C16, C17,C18	0.1uF	
2	C7,C9,C12,C13,C19, C20	22pF	
3	PC1,PC2,PC3	100uF	
4	C3,C4	无（坏上）	
接口			
1	J1,J2		USB接口
2	J6		2.4G无线模块接口
3	J4		SWD接口

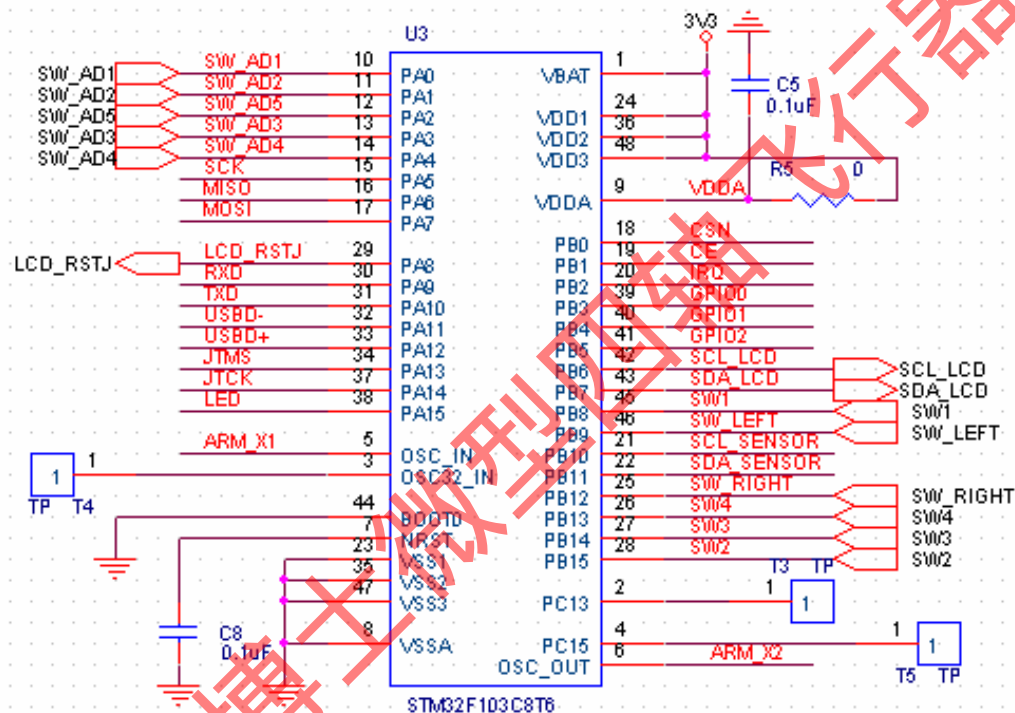
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器手持遥控器



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

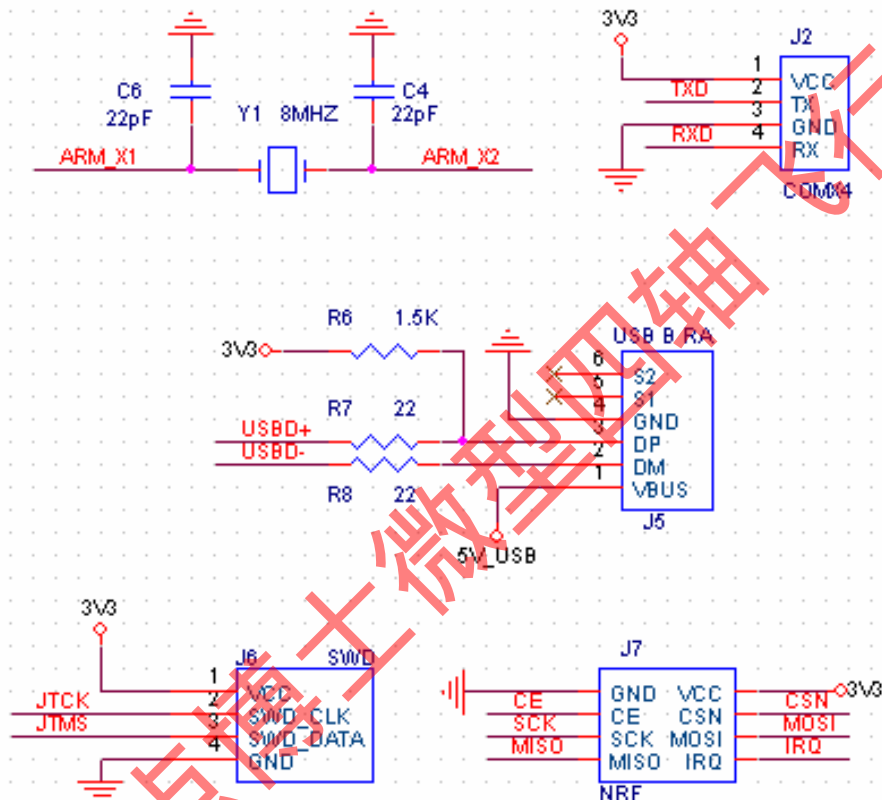
圆点博士微型四轴手持遥控器原理图（一）



圆点博士微型四轴手持遥控器主控

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

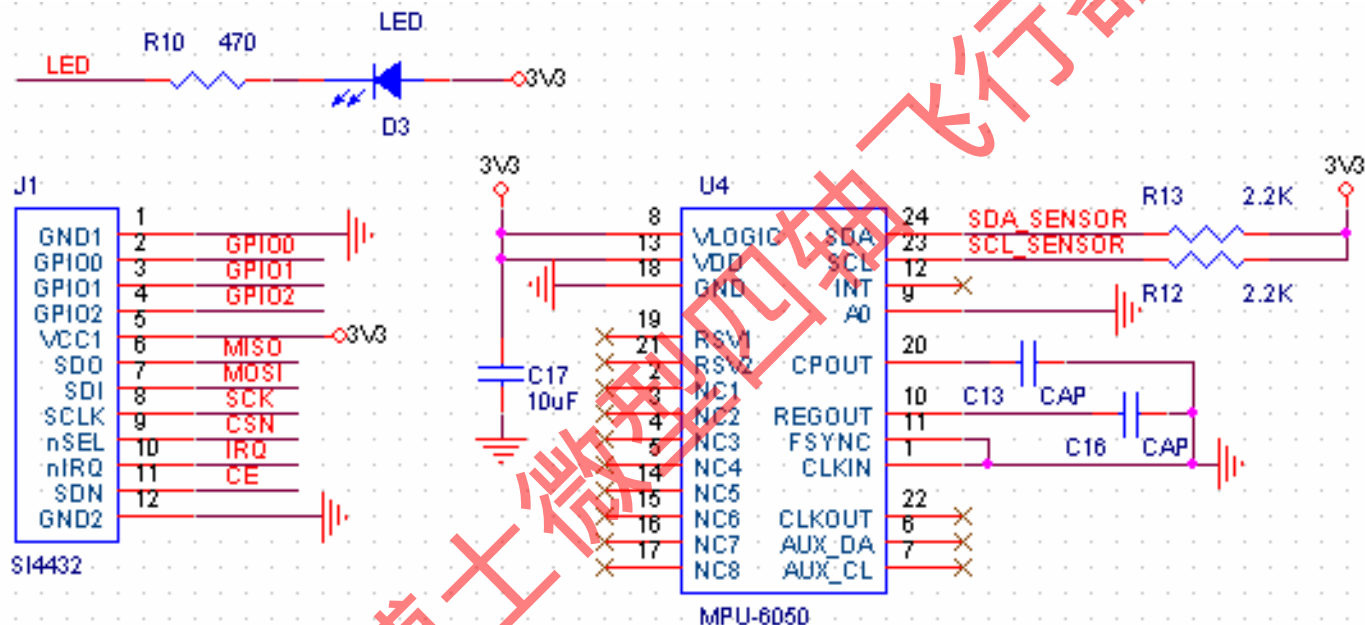
圆点博士微型四轴手持遥控器原理图（二）



圆点博士微型四轴手持遥控器主控

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

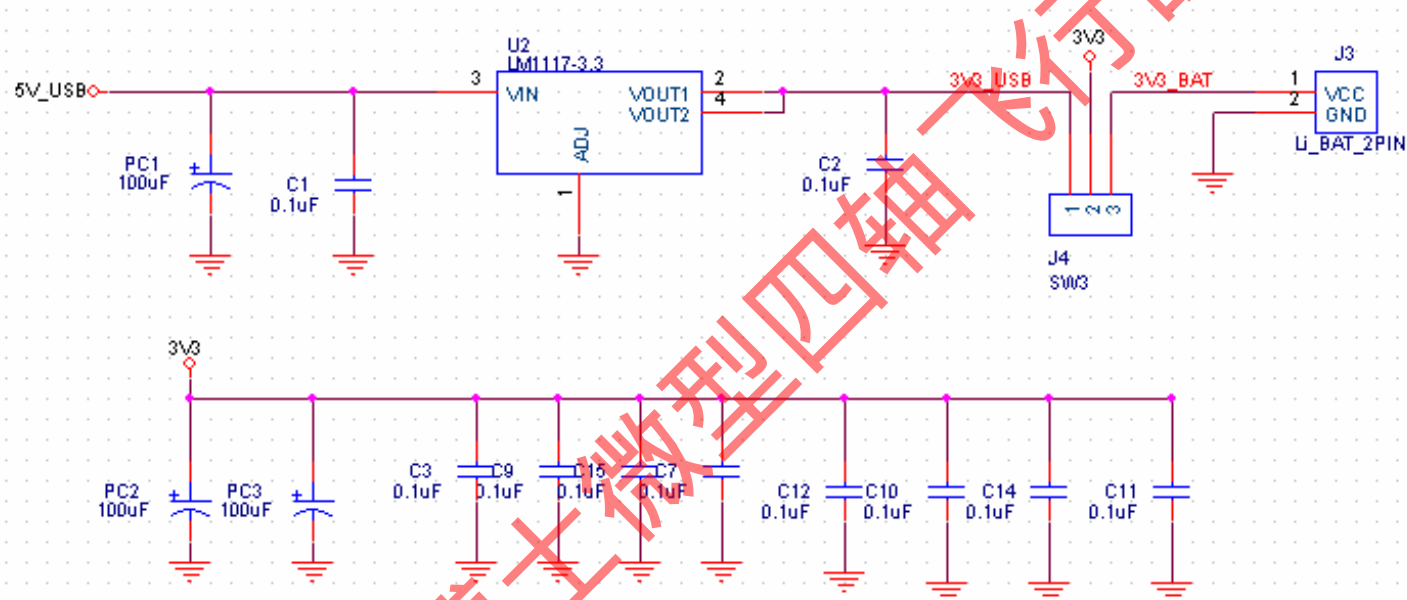
圆点博士微型四轴遥控器原理图（三）



圆点博士微型四轴手持遥控器主控

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

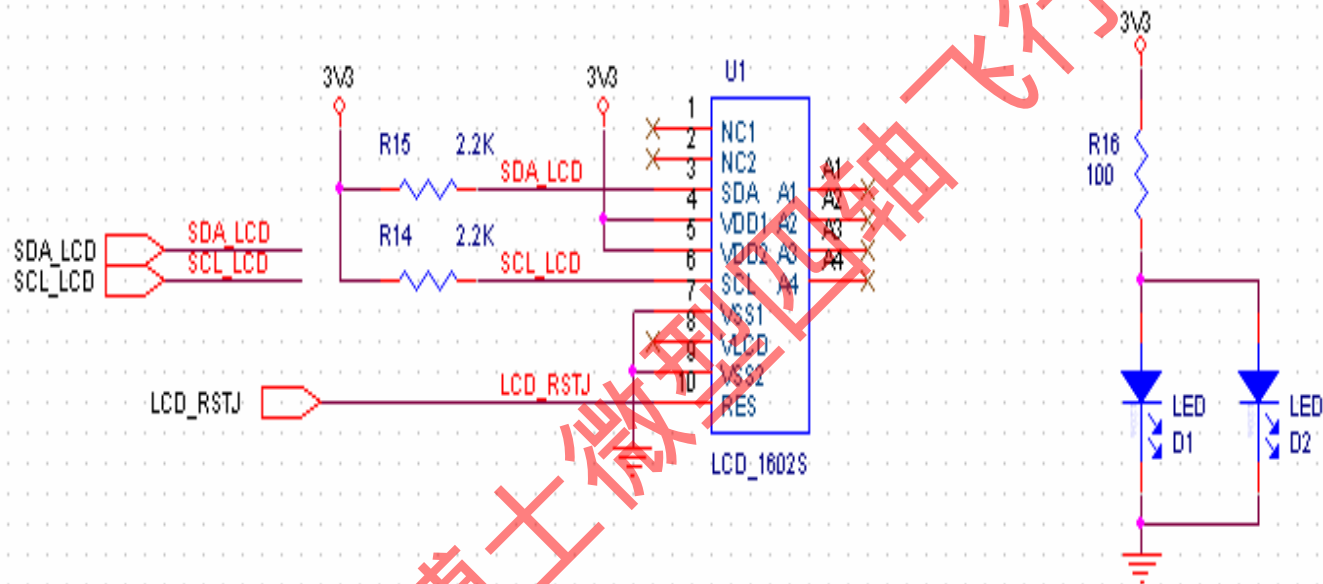
圆点博士微型四轴手持遥控器原理图（四）



圆点博士微型四轴手持遥控器主控

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

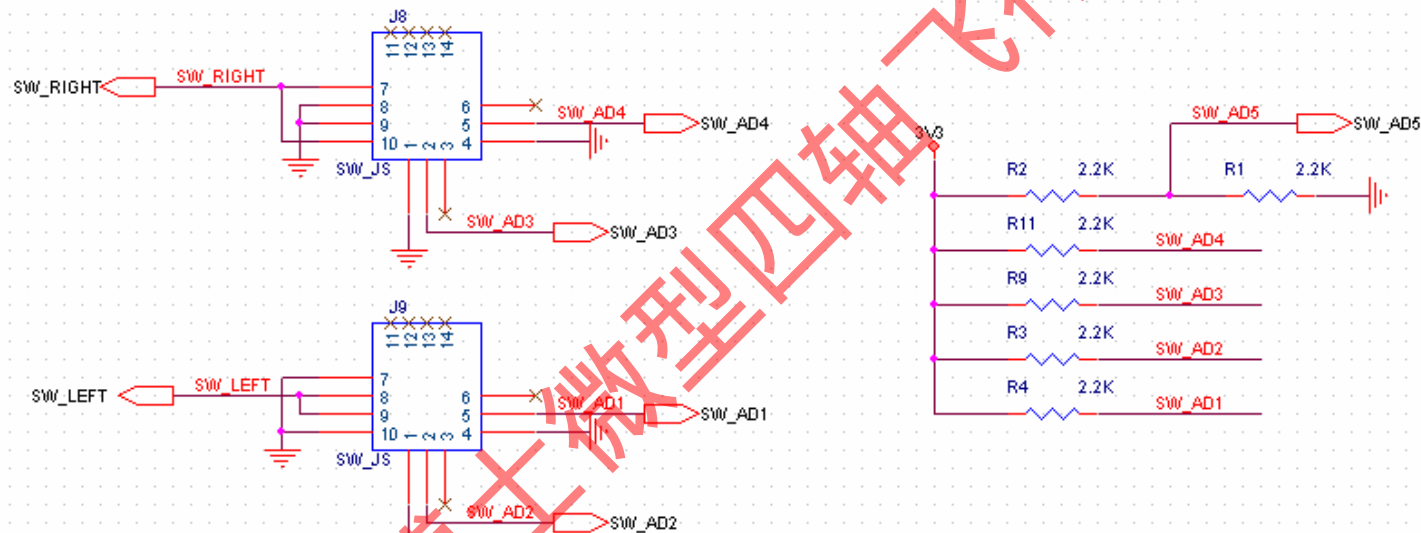
圆点博士微型四轴手持遥控器原理图（五）



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

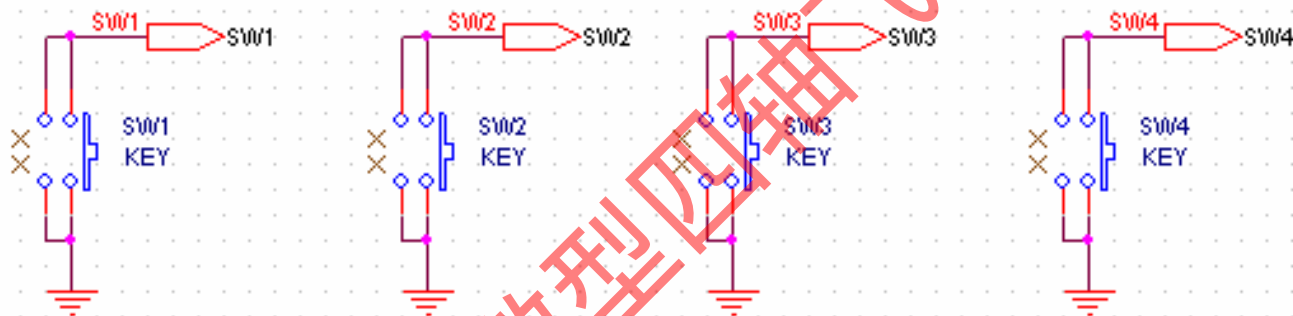
圆点博士微型四轴手持遥控器原理图（六）

圆点博士微型四轴手持遥控器按键部分



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

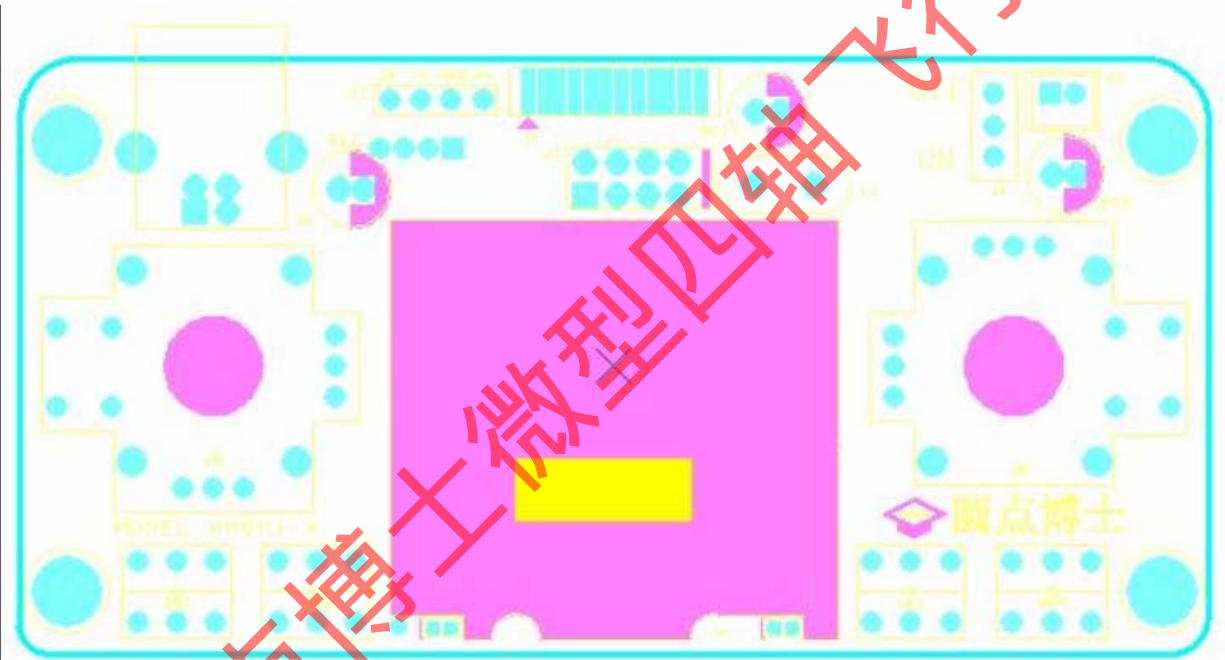
圆点博士微型四轴手持遥控器原理图（七）



圆点博士微型四轴手持遥控器按键部分

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴手持遥控器PCB



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴手持遥控器元器件列表图（一）

圆点博士微型四轴飞行器-手持遥控器元器件列表		
电阻		
1	R1,R2	10K
2	R3,R4,R9,R11,R14,R15	2.2K
3	R6	1.5K
4	R10	470
5	R16	100
6	R7,R8	22
7	R5	0
电容		
1	PC1,PC2,PC3	100uF
2	C1,C2,C3,C5,C7,C8,C9,C10, C11,C12,C14,C15	0.1uF
3	C4,C6	22pF
芯片		
	U3	STM32F103C8T6
	U2	LM1117-3.3
控制		
	J8,J9	摇杆（全平面）
	SW1,SW2,SW3,SW4	按键

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴手持遥控器元器件列表图（二）

圆点博士微型四轴飞行器-手持遥控器元器件列表		
其它		
	U1	液晶屏
	D1,D2	液晶屏背光
	D3	LED指示灯
	Y1	8M晶振
	J5	USB头
	J3	干电池接口(3V)
	J4	干电池电源开关
	J7	NRF无线模块接口
	J6	SWD下载口
	J2	串口

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴手持遥控器元器件列表图（三）

圆点博士微型四轴飞行器-手持遥控器元器件列表

其它		
	U1	液晶屏
	D1,D2	液晶屏背光
	D3	LED指示灯
	Y1	8M晶振
	J5	USB头
	J3	干电池接口(3V)
	J4	干电池电源开关
	J7	NRF无线模块接口
	J6	SWD下载口
	J2	串口

圆点博士微型四轴飞行器-手持遥控器元器件列表

预留姿势检测功能(不上)		
	U4	MPU-6050 (不上)
	C17	电容 (不上)
	C13,C16	电容 (不上)
	R12,R13	电阻(不上)
预留433M无线接口(不上)		
	J1	不上

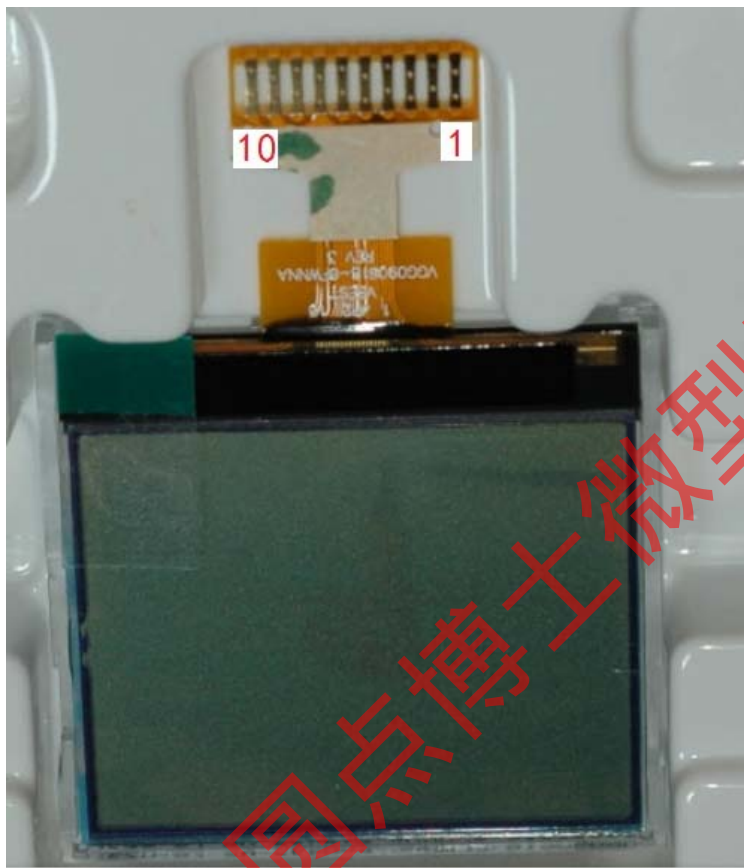
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

第五部分

圆点博士微型四轴飞行器外界液晶屏说明

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器专用液晶屏（一）



PIN NO.	SYMBOL
1	NC
2	NC
3	SDA
4	VDD
5	VDD
6	SCL
7	VSS
8	NC
9	VSS
10	RES

>>> 仅需连接4根线：

1) I2C的SDA （第3脚）

2) I2C的SCL （第6脚）

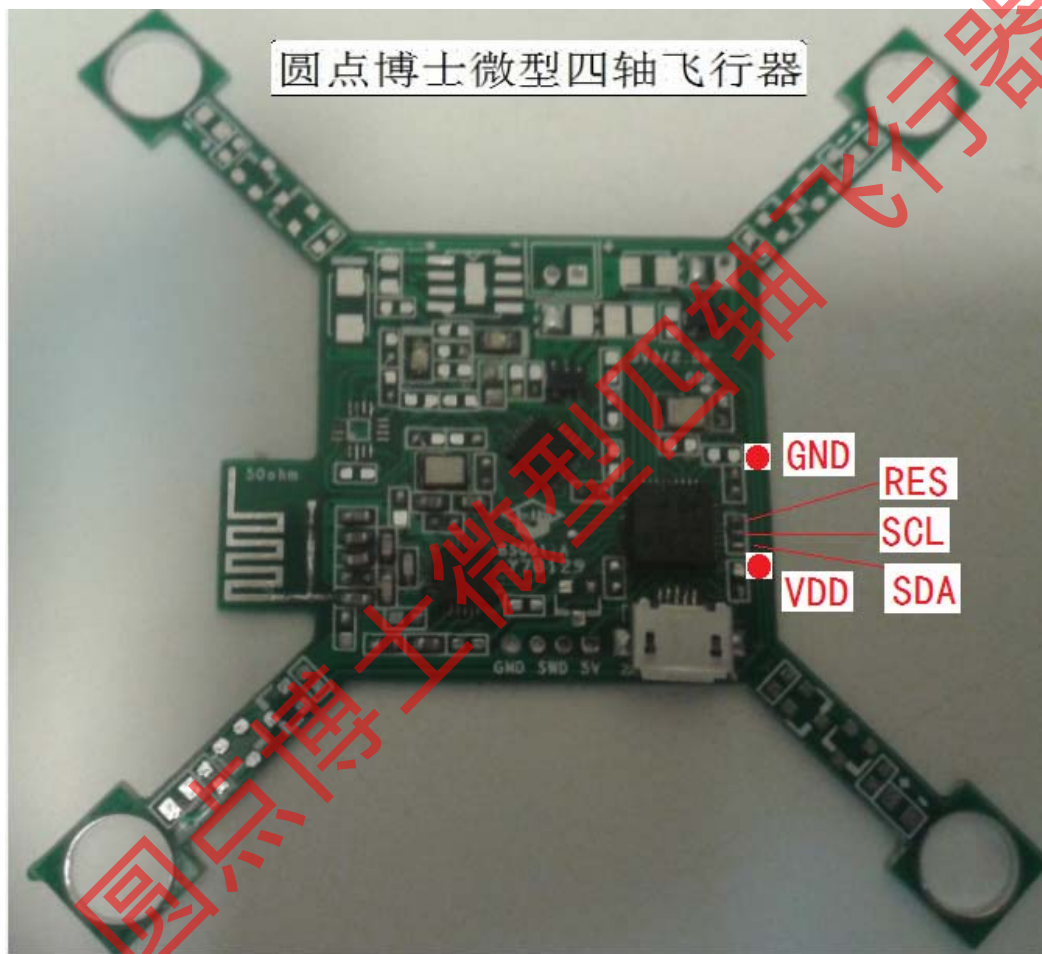
3) RESET信号 （第10脚）

4) GND信号 （第7,9脚）

5) 3.3V电源 （第4,5脚）

>>> 另外需要一个额外的电阻上拉SDA到VDD, 阻值范围为1K到10K

圆点博士微型四轴飞行器专用液晶屏（二）



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器专用液晶屏（三）



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

第六部分

圆点博士微型四轴飞行器各硬件接口源码解读

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器引脚配置(一)

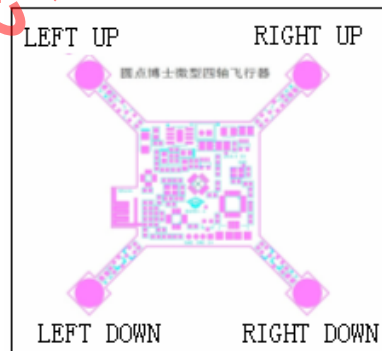
端口A:

```
#define PWM_LEFT_DOWN      GPIO_Pin_0
#define PWM_RIGHT_DOWN     GPIO_Pin_1
#define PWM_RIGHT_UP       GPIO_Pin_2
#define PWM_LEFT_UP        GPIO_Pin_3

#define SPI_WIRELESS_CSN    GPIO_Pin_4

#define SPI_WIRELESS_SCK    GPIO_Pin_5
#define SPI_WIRELESS_MISO   GPIO_Pin_6
#define SPI_WIRELESS_MOSI   GPIO_Pin_7
#define SPI_WIRELESS_IRQ    GPIO_Pin_8

#define LED_OUT             GPIO_Pin_15
```



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器引脚配置(二)

端口B:

```
#define BAT_Voltage_IN          GPIO_Pin_1
#define SPI_WIRELESS_CE         GPIO_Pin_2

#define I2C_LCD_SDA              GPIO_Pin_3
#define I2C_LCD_SCL              GPIO_Pin_4
#define I2C_LCD_RST              GPIO_Pin_5

#define I2C_SENSOR_SCL           GPIO_Pin_6
#define I2C_SENSOR_SDA           GPIO_Pin_7
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器时钟配置(一)

```
RCC_PLLConfig(RCC_PLLSource_HSE_Div2, RCC_PLLMul_9);
```

注释: 晶体时钟2分频,然后9倍频,相当于 $16\text{MHz}/2*9=72\text{MHz}$

```
RCC_HCLKConfig(RCC_SYSCLK_Div1);
```

```
RCC_PCLK2Config(RCC_HCLK_Div1);
```

```
RCC_PCLK1Config(RCC_HCLK_Div2);
```

```
RCC_ADCCLKConfig(RCC_PCLK2_Div6);
```

```
RCC_PLLCmd(ENABLE);
```

圆点博士微型四轴飞行器时钟配置(二)

打开所有IO口相关时钟:

```
RCC_APB2PeriphClockCmd( RCC_APB2Periph_GPIOA |  
                          RCC_APB2Periph_GPIOB |  
                          RCC_APB2Periph_AFIO, ENABLE);
```

打开各模块时钟:

```
RCC_APB2PeriphClockCmd( RCC_APB2Periph_USART1 |  
                          RCC_APB2Periph_SPI1 |  
                          RCC_APB2Periph_ADC1, ENABLE);  
RCC_APB1PeriphClockCmd( RCC_APB1Periph_TIM2 |  
                          RCC_APB1Periph_I2C1, ENABLE);
```

```
TIM_InternalClockConfig(TIM2);
```

关闭JTAG,使用SWD:

```
GPIO_PinRemapConfig(GPIO_Remap_SWJ_JTAGDisable, ENABLE);
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器点亮LED

设置IO口:

```
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = LED_OUT;  
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;  
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_PP;  
GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);
```

循环开关LED灯:

```
while(1)  
{  
    GPIO_ResetBits(GPIOA, LED_OUT);  
    Delay(100000);  
    GPIO_SetBits(GPIOA, LED_OUT);  
    Delay(100000);  
}
```

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(一)

LCD数字显示编码:

```
const u8 number6x8[][6] = {
{ 0x00, 0x3E, 0x51, 0x49, 0x45, 0x3E },// 0
{ 0x00, 0x00, 0x42, 0x7F, 0x40, 0x00 },// 1
{ 0x00, 0x42, 0x61, 0x51, 0x49, 0x46 },// 2
{ 0x00, 0x21, 0x41, 0x45, 0x4B, 0x31 },// 3
{ 0x00, 0x18, 0x14, 0x12, 0x7F, 0x10 },// 4
{ 0x00, 0x27, 0x45, 0x45, 0x45, 0x39 },// 5
{ 0x00, 0x3C, 0x4A, 0x49, 0x49, 0x30 },// 6
{ 0x00, 0x01, 0x71, 0x09, 0x05, 0x03 },// 7
{ 0x00, 0x36, 0x49, 0x49, 0x49, 0x36 },// 8
{ 0x00, 0x06, 0x49, 0x49, 0x29, 0x1E },// 9
{ 0x00, 0x7C, 0x12, 0x11, 0x12, 0x7C },// A
{ 0x00, 0x7F, 0x49, 0x49, 0x49, 0x36 },// B
{ 0x00, 0x3E, 0x41, 0x41, 0x41, 0x22 },// C
{ 0x00, 0x7F, 0x41, 0x41, 0x22, 0x1C },// D
{ 0x00, 0x7F, 0x49, 0x49, 0x49, 0x41 },// E
{ 0x00, 0x7F, 0x09, 0x09, 0x09, 0x01 },// F
};
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(二)

打开**LCD IO**:

```
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = I2C_LCD_RST | I2C_LCD_SCL;  
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;  
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_PP;  
GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);
```

```
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = I2C_LCD_SDA;  
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;  
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_OD;  
GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);
```

复位**LCD**:

```
GPIO_ResetBits(GPIOB, I2C_LCD_RST);  
Delay(100000);  
GPIO_SetBits(GPIOB, I2C_LCD_RST);
```

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(三)

软件模拟I2C ---开始:

```
void I2C_LCD_START(void)
{
    I2C_SDA_1;
    I2C_NOP;
    I2C_SCL_1;
    I2C_NOP;
    I2C_SDA_0;
    I2C_NOP;
    I2C_SCL_0;
    I2C_NOP;
}
```

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(四)

软件模拟I2C --- 结束:

```
void I2C_LCD_STOP(void)
{
    I2C_SDA_0;
    I2C_NOP;
    I2C_SCL_1;
    I2C_NOP;
    I2C_SDA_1;
    I2C_NOP;
}
```

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(五)

软件模拟I2C --- 发送数据:

```
u8 I2C_LCD_SendByte(u8 Data)
```

```
{  
    u8 i;  
    I2C_SCL_0;  
    for(i=0;i<8;i++)  
    {  
        if(Data&0x80) I2C_SDA_1;  
        else I2C_SDA_0;  
  
        Data<<=1;  
        I2C_NOP;  
  
        I2C_SCL_1;  
        I2C_NOP;  
        I2C_SCL_0;  
        I2C_NOP;  
    }  
}
```

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(六)

软件模拟I2C --- 发送数据:

```
I2C_SCL_1;  
I2C_NOP;  
I2C_SCL_0;  
}
```

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(七)

初始化LCD:

```
void I2C_LCD_Init(void)
{
    I2C_LCD_START();
    I2C_LCD_SendByte(0x78);
    I2C_LCD_SendByte(0x20);
    I2C_LCD_SendByte(0x2e);
    I2C_LCD_SendByte(0xE8);
    I2C_LCD_SendByte(0x81);
    I2C_LCD_SendByte(0xA0);
    I2C_LCD_SendByte(0xAF);
    I2C_LCD_SendByte(0x40);
    I2C_LCD_STOP();
}
```


圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(八)

LCD清屏:

```
void I2C_LCD_ClrScreen(void)
{
    u16 k;
    I2C_LCD_START();
    I2C_LCD_SendByte(0x7A);
    for(k=0;k<816;k++) I2C_LCD_SendByte(0x00);
    I2C_LCD_STOP();
}
```

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(九)

LCD设置坐标:

```
void I2C_LCD_SETXY(u8 dir_v,u8 dir_h)
{
    unsigned char tmp,tmp_low,tmp_high;
    tmp=dir_h*12;
    tmp_low=tmp & 0x0f;
    tmp_high=(tmp & 0x70)>>4;
    I2C_LCD_START();
    I2C_LCD_SendByte(0x78);
    I2C_LCD_SendByte(0xb0 | dir_v);
    I2C_LCD_SendByte(0x40);
    I2C_LCD_SendByte(tmp_low);
    I2C_LCD_SendByte(0x10 | tmp_high);
    I2C_LCD_STOP();
}
```

圆点博士微型四轴飞行器点亮LCD液晶屏(十)

LCD显示数据:

```
void I2C_LCD_Show_Num(u8 dis_num)
{
    u8 i,num_low,num_high;

    I2C_LCD_START();
    I2C_LCD_SendByte(0x7A);
    num_high=(dis_num & 0xf0)>>4;
    num_low=dis_num & 0x0f;
    for(i=0;i<6;i++)    I2C_LCD_SendByte(number6x8[num_high][i]);
    for(i=0;i<6;i++)    I2C_LCD_SendByte(number6x8[num_low][i]);
    I2C_LCD_STOP();
}
```

圆点博士微型四轴飞行器电池电压换算

```
bat_voltage_value=ADC_GetConversionValue(ADC1);  
voltage_temp=bat_voltage_value;  
voltage_temp=(voltage_temp*3300)>>11;
```

```
voltage_3th=voltage_temp/1000;  
voltage_temp=voltage_temp%1000;
```

```
voltage_2th=voltage_temp/100;  
voltage_temp=voltage_temp%100;  
voltage_1th=voltage_temp/10;  
voltage_0th=voltage_temp%10;
```

```
I2C_LCD_SETXY(0x04,0x02);  
I2C_LCD_Show_Num(voltage_3th);  
I2C_LCD_Show_Char('.');  
I2C_LCD_Show_Num((voltage_2th<<4)|voltage_1th);
```

圆点博士微型四轴飞行器MPU6050编程(一)

MPU6050初始化地址:

`#define MPU6050_ID_ADDR 0x75`

注: 设备标识I2C地址, 默认数值是0x68, 可用于检测I2C操作是否正常

`#define PWR_CFG_ADDR 0x6B`

注: 电源管理I2C地址, 典型值: 0x00(正常启用)

`#define SMPLING_RATE_ADDR 0x19`

注: 陀螺仪采样率I2C地址, 典型值: 0x07(125Hz)

`#define FILTER_CFG_ADDR 0x1A`

注: 低通滤波频率I2C地址, 典型值: 0x06(5Hz)

`#define ACCEL_CFG_ADDR 0x1C`

注: 加速计自检及测量范围I2C地址, 典型值: 0x01(不自检, 2G, 5Hz)

`#define GYRO_CFG_ADDR 0x1B`

注: 陀螺仪自检及测量范围I2C地址, 典型值: 0x18(不自检, 2000deg/s)

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器MPU6050编程(二)

加速度X,Y,Z轴，数据长度是2个字节

```
#define ACCEL_XOUT_H 0x3B
#define ACCEL_XOUT_L 0x3C
#define ACCEL_YOUT_H 0x3D
#define ACCEL_YOUT_L 0x3E
#define ACCEL_ZOUT_H 0x3F
#define ACCEL_ZOUT_L 0x40
```

陀螺仪X,Y,Z轴，数据长度是2个字节

```
#define GYRO_XOUT_H 0x43
#define GYRO_XOUT_L 0x44
#define GYRO_YOUT_H 0x45
#define GYRO_YOUT_L 0x46
#define GYRO_ZOUT_H 0x47
#define GYRO_ZOUT_L 0x48
```

温度值，数据长度是2个字节

```
#define TEMP_OUT_H 0x41
#define TEMP_OUT_L 0x42
```

圆点博士微型四轴飞行器MPU6050编程(三)

MPU6050 I2C 设备是：1101 000X (二进制)，具体到16进制，写地址是0xD0 (MPU6050_DEV_WR_ADDR=0xD0)

MPU6050 I2C写数据：

```
void MPU6050_I2C_WR (u8 MPU6050_REG_Addrs,u8 MPU6050_REG_data)
{
    I2C_Start();
    I2C_SendByte(MPU6050_DEV_WR_ADDR);
    I2C_SendByte(MPU6050_REG_Address);
    I2C_SendByte(MPU6050_REG_data);
    I2C_Stop();
}
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器MPU6050编程(四)

MPU6050 I2C 设备是：1101 000X (二进制)，具体到16进制，读地址是0xD1 (MPU6050_DEV_RD_ADDR=0xD1)

MPU6050 I2C读数据：

u8 MPU6050_I2C_RD (u8 MPU6050_REG_Addrs)

```
{  
    I2C_Start();  
    I2C_SendByte(MPU6050_DEV_WR_ADDR);  
    I2C_SendByte(MPU6050_REG_Address);  
    I2C_Start();  
    I2C_SendByte(MPU6050_DEV_RD_ADDR);  
    MPU6050_REG_data=I2C_ReciveByte();  
    I2C_Stop();  
    return MPU6050_REG_data;  
}
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器MPU6050编程(五)

初始化MPU6050:

```
void MPU6050_Init ()
{
    MPU6050_I2C_WR(PWR_CFG_ADDR, 0x00);
    MPU6050_I2C_WR (SMPLING_RATE_ADDR, 0x07);
    MPU6050_I2C_WR (FILTER_CFG_ADDR, 0x06);
    MPU6050_I2C_WR (ACCEL_CFG_ADDR, 0x01);
    MPU6050_I2C_WR (GYRO_CFG_ADDR, 0x18);
}
```

读取MPU6050数据:

```
u16 MPU6050_Get_Data(u8 MPU6050_REG_Address)
{
    u8 DATA_H, DATA_L;
    DATA_H = MPU6050_I2C_RD(MPU6050_REG_Address);
    DATA_L = MPU6050_I2C_RD(MPU6050_REG_Address+1);
    return (DATA_H << 8) + DATA_L;
}
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器遥控器编程(一)

```
void SPI_Init(void)
{
    SPI_InitTypeDef      SPI_InitStructure;
    SPI_I2S_DeInit(SPI1);
    SPI_Cmd(SPI1, DISABLE);
    SPI_InitStructure.SPI_Direction = SPI_Direction_2Lines_FullDuplex;
    SPI_InitStructure.SPI_Mode = SPI_Mode_Master;
    SPI_InitStructure.SPI_DataSize = SPI_DataSize_8b;
    SPI_InitStructure.SPI_CPOL = SPI_CPOL_Low;
    SPI_InitStructure.SPI_CPHA = SPI_CPHA_1Edge;
    SPI_InitStructure.SPI_NSS = SPI_NSS_Soft;
    SPI_InitStructure.SPI_BaudRatePrescaler = SPI_BaudRatePrescaler_4;
    SPI_InitStructure.SPI_FirstBit = SPI_FirstBit_MSB;
    SPI_InitStructure.SPI_CRCPolynomial = 7;

    SPI_Init(SPI1, &SPI_InitStructure);
    SPI_Cmd(SPI1, ENABLE);
}
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器遥控器编程(二)

使用NRF默认地址: 0xE7 0xE7 0xE7 0xE7 0xE7

```
void RX_Mode(void)
{
    CE_L();
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + EN_AA, 0x01); // 频道0自动 ACK应答允许
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + EN_RXADDR, 0x01); // 允许接收地址只有频道0.
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + SETUP_RETR, 0x11); // 设置自动重发时间和次数.
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + RF_CH, 40); // 设置信道工作为2.4GHZ.
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + RX_PW_P0, 32); // 设置接收数据长度.
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + RF_SETUP, 0x0F); // 设置发射速率为
    SPI_WR_Reg(NRF_WRITE_REG + DYN_PLOAD_WIDTH_P0, 0x01); // 设置动态数据接收
    SPI_WR_Reg(NRF_WRITE_REG + DYN_PLOAD_WIDTH, 0x06); // 设置动态数据接收
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + CONFIG, 0x0F);
    CE_H();
}
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器遥控器编程(三)

使用NRF默认地址: 0xE7 0xE7 0xE7 0xE7 0xE7

```
void TX_Mode(void)
```

```
{  
    CE_L();  
    SPI_Write_Buf(WRITE_REG + TX_ADDR, TX_ADDRESS, TX_ADR_WIDTH);  
    SPI_Write_Buf(WRITE_REG + RX_ADDR_P0, RX_ADDRESS, RX_ADR_WIDTH);  
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + EN_AA, 0x01); // 0x01; // 频道0自动 ACK应答允许  
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + EN_RXADDR, 0x01); // 允许接收地址只有频道0.  
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + SETUP_RETR, 0x11); // 设置自动重发时间和次数.  
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + RF_CH, 40); // 设置信道工作为2.4GHZ  
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + RF_SETUP, 0x0F); // 设置发射速率  
    SPI_WR_Reg(NRF_WRITE_REG + DYN_PLOAD_WIDTH_P0, 0x01); // 设置动态数据接收  
    SPI_WR_Reg(NRF_WRITE_REG + DYN_PLOAD_WIDTH, 0x06); // 设置动态数据接收  
    SPI_WR_Reg(WRITE_REG + CONFIG, 0x0E);  
    CE_H();  
}
```

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器遥控器编程(四)

```
void EXTI9_5_IRQHandler(void)    //使用中断或者查询的方式接收数据
{
    if(EXTI_GetITStatus(EXTI_Line8) != RESET)
    {
        NRF_Read_Buf(0x61,NRF24L01_RXDATA,32);    //NRF接收到数据
        if(NRF24L01_RXDATA[0]==0xC0) //数据头检查
        {
            GET_RCDATA();    //拷贝命令字
        }

        EXTI_ClearITPendingBit(EXTI_Line8);
    }
}
```

圆点博士微型四轴飞行器遥控器编程(五)

```
nrf_data_send_buffer[0]=0x5A;    //添加数据头
nrf_data_send_buffer[1]=0xB9;

. . .
nrf_data_send_buffer[30]=0xA5;    //添加数据尾
nrf_data_send_buffer[31]=0x46;

NRF24L01_TxPacket(nrf_data_send_buffer); //发送数据}
```

第七部分

圆点博士微型四轴飞行器散件组装相关知识

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

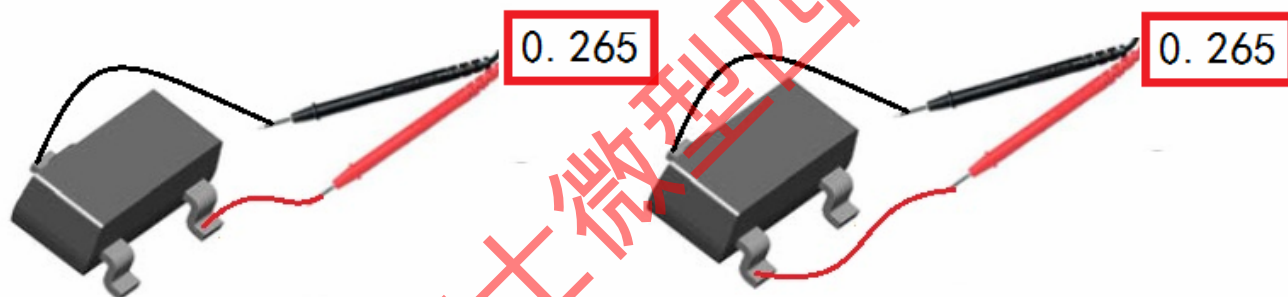
圆点博士微型四轴飞行器如何区分二极管(一)

BAT54C属于二极管，用数字万用表测量二极管时，它测量的是二极管的正向电压值

首先把数字万用表调到二极管档位：



然后把万用表按下面示意图进行测量：



两个读数均不是无穷大(显示1),即表明该芯片是BAT54C，万用表上的读数等于二极管的近似正向压降值，约0.2到0.8.

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器如何区分MOS管(二)

首先把数字万用表调到二极管档位：



左边图读数不是无穷大(显示1), 右图读数是无穷大(显示1), 即表明该管是SI2302. 另外, 有的SI2302的表明印丝上可能刻有A2字样.

圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器检查

上电前：

先用万用表检查各电源对地的阻值，确保无电源短路

上电后：

用万用表检查各电源电压，看电压值是否正常

故障排除：

1) 电压正常，**SWD**无法下载：

- ．检查**SWD**和芯片的连接是否正常，有没有短路
- ．检查晶体是否起振

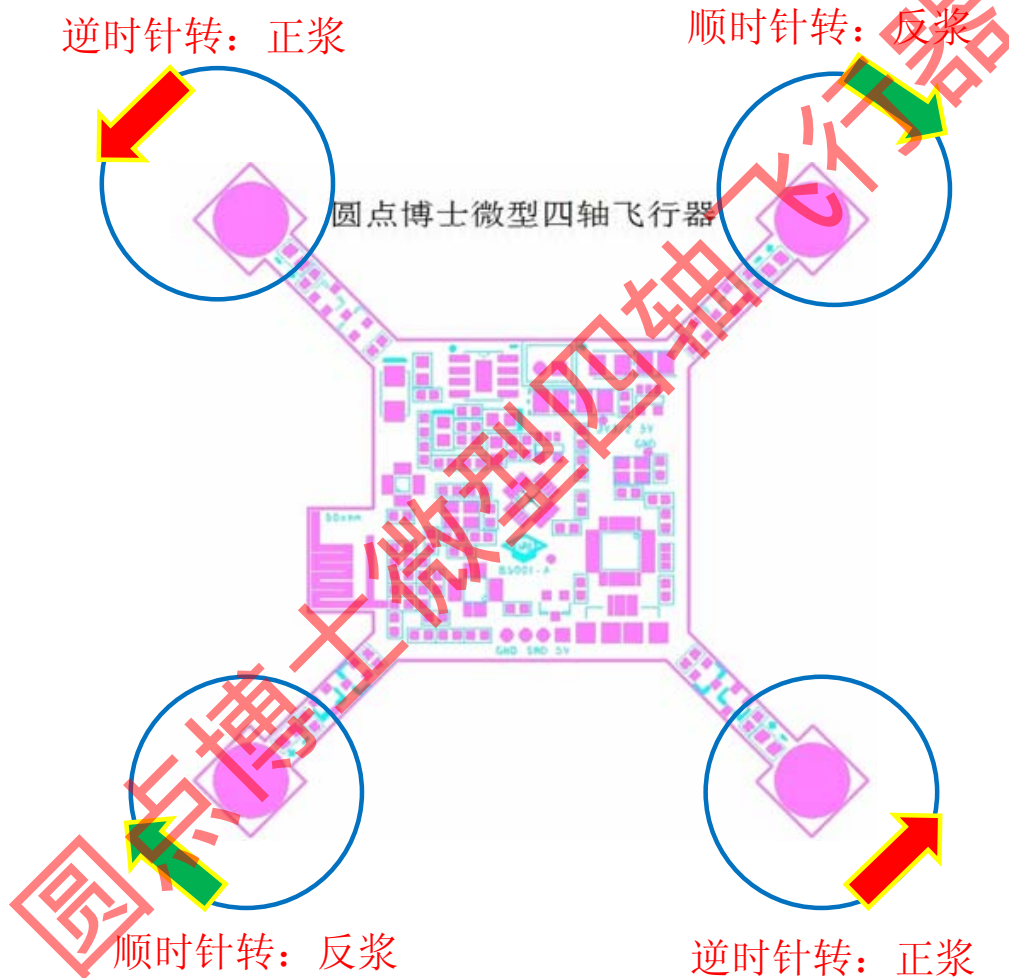
圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

第八部分

圆点博士微型四轴飞行器飞行方向控制原理

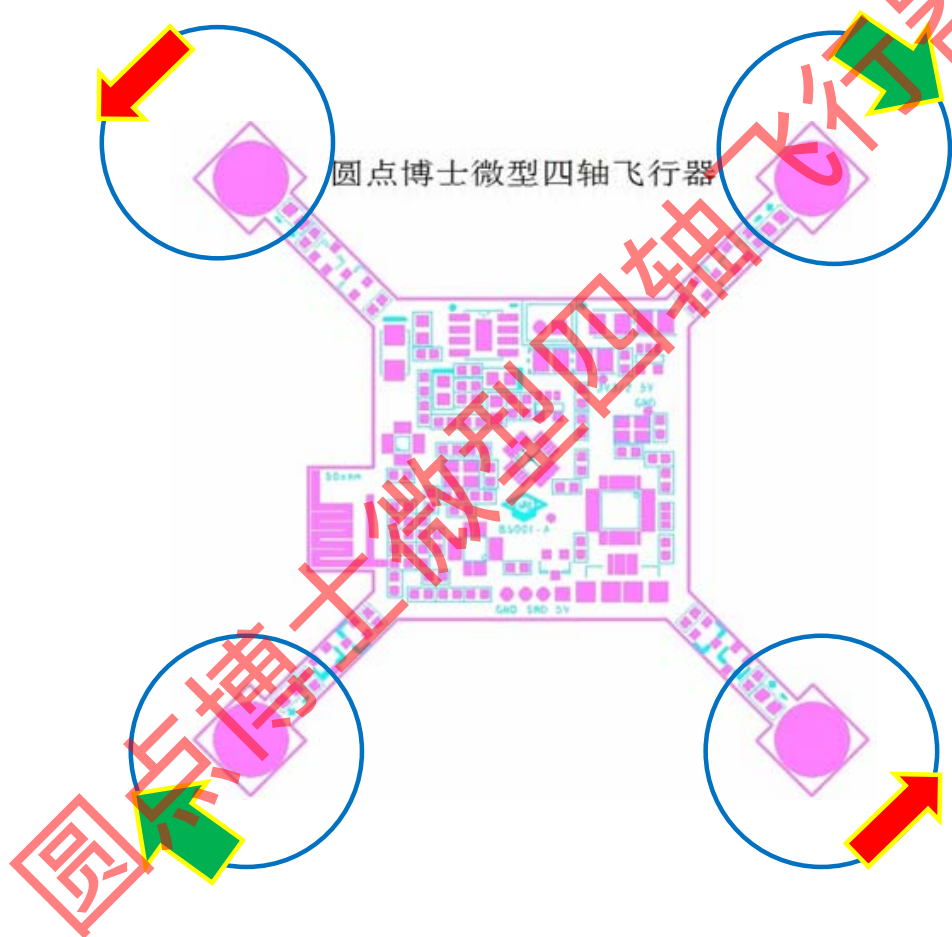
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器平衡电机转向图（一）



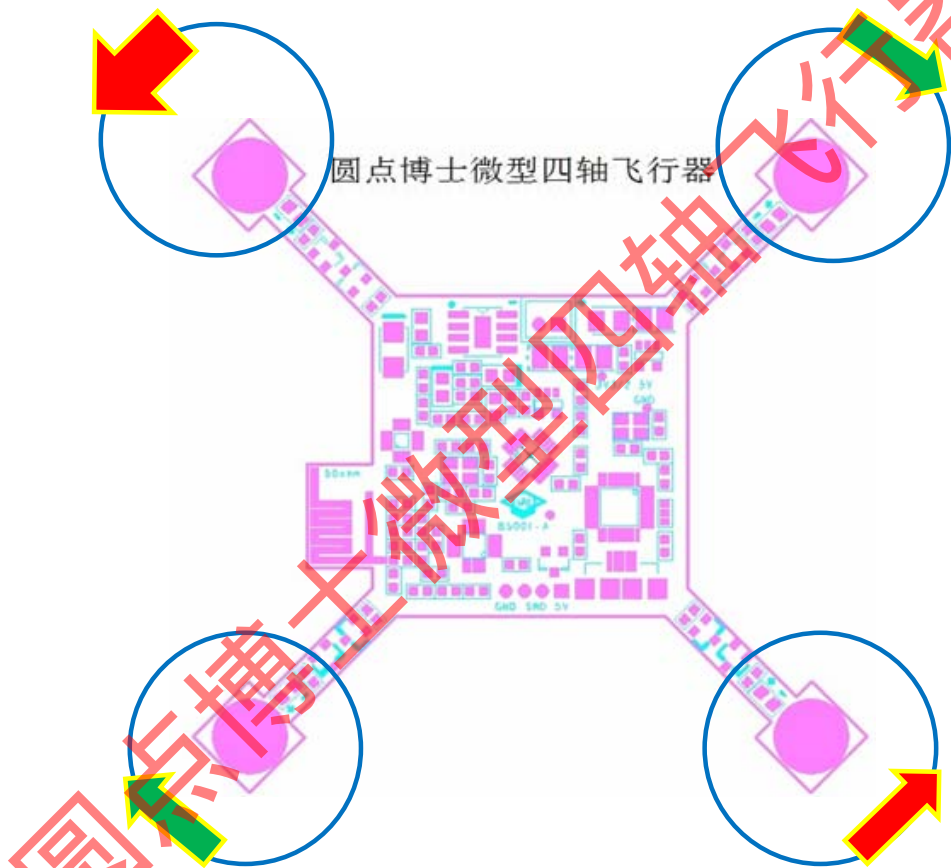
圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器旋转电机转向图（二）



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型四轴飞行器前飞电机转向图（三）



圆点博士微型四轴飞行器官方网站: <http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>

圆点博士微型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，请随时拜访官网获得最新的版本。

圆点博士微型四轴飞行器官方网站：<http://www.etootle.com/product/flight-kit.html>