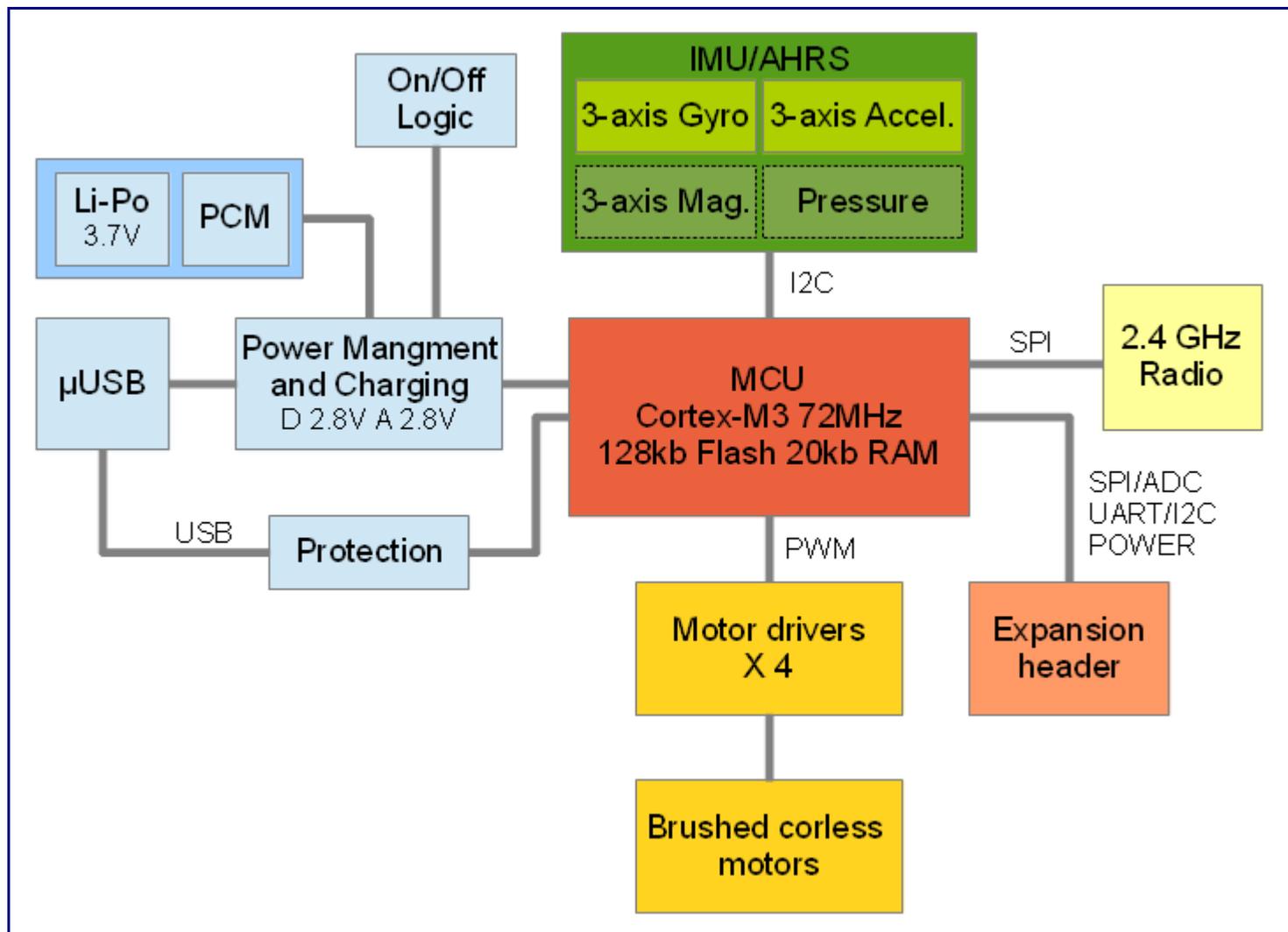


Crazyflie 飞控板电气原理

电气系统框图



电池



电池使用的是锂电池（锂离子聚合物电池），是目前流行的遥控模型电池。但锂电池也不是非常安全，必须小心使用，否则可能引起火灾。锂电池对欠压或者过充也很敏感，过放电或者短路将产生大量的热。即使有这些缺点，锂电池也是比较适合的选择，因为它具有目前最高的电能/质量比和最大的放电电流。

PCM

为了应付锂电池的这些缺点，我们使用电路保护模块（PCM）来防止电量不足、过放电或者短路。PCM 位于电池上部的橙色胶带下面，从中引出两条电源线。

PCM 的参数如下：

条目	额定值
过充电检测电压	4.20±0.025V
过充电解除电压	4.10±0.050V
过充电检测延时	0.92~1.38S
过放电检测电压	2.80±0.050V
过放电解除电压	2.90±0.100V
过放电检测延时	115~173 ms
过放电电流	4~9A
过放电电流延时	7.2~11ms
短路检测延时	220~380us
短路解除条件	断开负载
损耗电流	Max 0.7uA
建议最大连续充/放电电流	3A
建议使用温度	-20 - +60 deg C
内阻	<60mOhm

锂电池

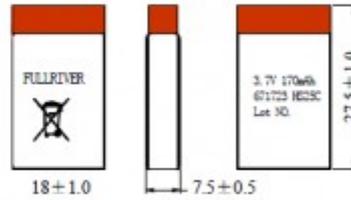
本装置使用的是来自 [Fullriver](#) 的锂电池。

产品规格：

型号	电压 (V)	容量 (mAH)	厚度 (±0.2)	宽度 (±0.5)	高度 (±0.5)	质量 (g)	充电率	连续放电率	突发 (≤5S)
671723HS25C	3.7	170	6.9	17	23	3.9	1C-5C	25C (≥ 80%)	50C

Lithium Polymer Battery 671723 HS25C

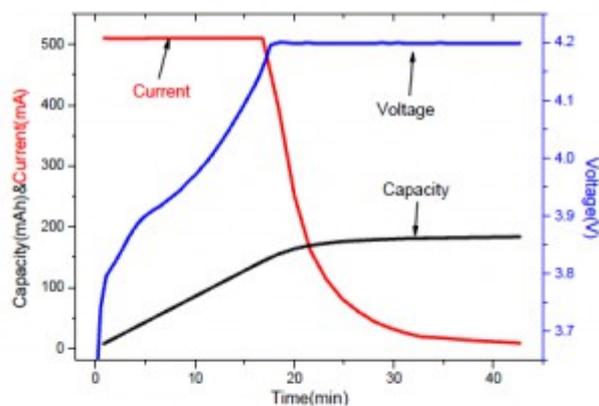
Nominal capacity and voltage	170mAh / 3.7V
Impedance Internal(1kHz AC)	$\leq 120\text{m}\Omega$
Cell Weight	$\leq 5.2\text{g}$
Charging Method	Constant Current +Constant Voltage
Charging Voltage	4.2V
Standard Charging/Discharge Current	170mA (1C)
Max Continuous Charging/Discharge Current	3C/10C
Discharge Cut-Off Voltage	3.0V
Operating Temperature	-20°C to +60°C
Storage Temperature	-20°C to +50°C



Charge/Discharge Characteristics

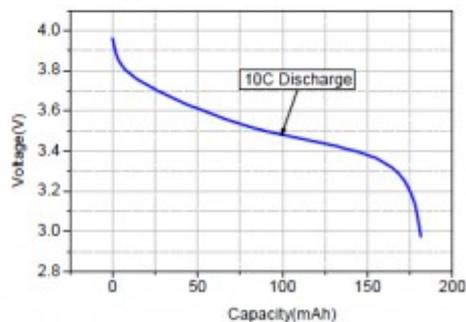
1. Charge Characteristics

Charge: 510mA(3C) CC/CV 4.2V C/20 cut-off, at 23±3°C



2. Discharge Characteristics

Discharge: 1700mA(10C) CC 3.0V cut-off, at 23±3°C



电源接头

我们在电池侧使用的是 [JST-ZHR-2P](#) 接头。根据它的规格只能连续通过 1A 的电流，但在若干次 4A 的测试中并未发现任何问题。我们测试此接头的接触电阻为 4 欧，即使在消耗电流大约 1.4A 的悬停状态和其他更多的突发电流，所以我们选择此接头。

更换电池

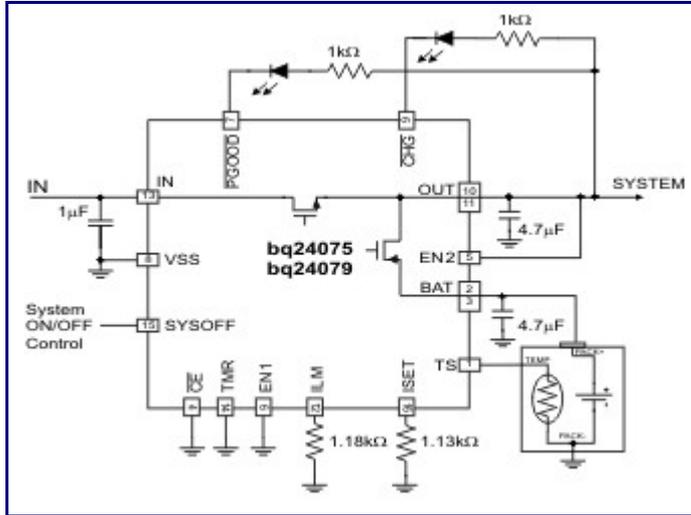
更换其他的锂电池可能会获得更长的飞行时间或使飞行器更轻。最好是使用相同接头的新锂电池，这种电池很普遍且能在大多数分销商处买到，亦或你也可以去掉 PCB 板上的连街头然后将其直接焊在板子上。如果你选择更换电池，确保它有一个高放电率的 PCM。

我们已经测试了若干个不同容量的锂电池，从 100mAh 到 400mAh，发现 150mAh 到 250mAh 是最

佳飞行性能的容量范围。

电源

电源管理



电源管理主要是由 [TI BQ24075](#) 电源管理芯片来完成。它能开/关和给锂电池充电。BQ24075 有三种输入限制模式，100mA，500mA 和用户自定义（当前设置为 740mA），这使得它更容易的遵守 USB 标准。当将 Crazyflie 接上家用适配器时也使它能快速的充电。但是我们的 170mAh 电池一般不允许超过 3C（510 毫安）的充电速率。

电源配置

Crazyflie 飞控板在 4 层 PCB 板中使用独立的电源层的方式。这已经被证明能很好的运行以及

具有低的纹波电流。然而，这并不完美，在某些无线通道，我们可以看到有时电机的 PWM 会干扰无线通讯。

几种不同类型的电源和地：

名称	范围 (V)	描述
+BATT	3.0 - 4.2	电池供电电压
VCOM	3.0 - 5.5	经过电源管理芯片后的电压，可能是+BATT 或者 USB 的电压
VCC	2.8 or 3.3	数字供电电压，输入是 VCOM
VCCA	2.8	模拟供电电压，经过滤波，输入是 VCOM
GND	0	电机和电池的共享地
DGND	0	数字地，在起始点连接到 GND
AGND	0	模拟地，在起始点连接到 GND

模拟和数字电源使用的是 TPS79301 可调稳压芯片。这是超低噪音的 200 毫安 LDO 稳压模块。我们选择可调节稳压片来支持两种电压以此获得最大的调节能力。可以通过改变一对偶电阻的阻值来设置输出电压。当接上 USB 线缆时，我们也能将数字供电从 2.8V 切换到 3.3V 来适应 USB 供电标准。

MCU

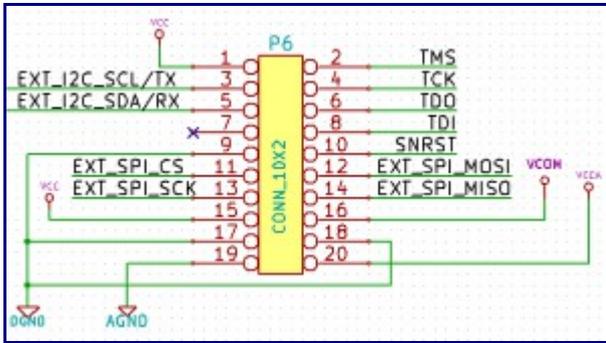
微控制器（MCU），Crazyflie 的大脑，我们使用的是 ST Microelectronics 的 STM32F103CB。实际上我们在 2009 年就选择了此 MCU，现在已经非常普遍被电子爱好者和其他无人机平台使用。我们的 STM32F103CB 运行在 72MHz 的全速状态，它具有 128KB 的 Flash 和 20KB 的 RAM。截至 2012 年 12 月，我们的固件需要 46KB 的 Flash 和 16KB 的 RAM。RAM 绝对可以更加的优化，以便有足够的空间来实现更多的算法和有趣的东西。我们使用了其处理能力的 40% 左右（包含了一个 500Hz 的更新循环）和大段的空闲，因为我们使用了一个“阻塞式”的 I2C 驱动。

传感器

至于传感器我们使用的是 Invensense 公司的 MPU-6050 单芯片六轴传感器，它包含了一个三轴陀螺仪和一个三轴加速度计。这已经足以保证 Crazyflie 的稳定。我们的第一个版本使用的是模拟的 IDG500 和 ISZ500 传感器，但 MPU-6050 的陀螺仪性能要好些。但 MPU-6050 的加速度计没有我们之前使用的博世 BMA145 好，到已经足够了。MPU-6050 和 BMA145 都无法屏蔽高频振动，所以保持电机振动在最低限度是提升性能的明智之举。六轴系统无法消除航线的漂移而这对于自主系统很重要。因此如果可能，可以手动焊接安装磁强计 HMC5883L/HMC5983（截至 2012 年 12 月我们还未测试 HMC5983）。然而我们花太多时间测试 Crazyflie 的磁强计，由于近距离电机强大的磁场，这可能是个挑战。

另外，如果你感兴趣的话也可以手动焊接 MS5611 压强传感器。这可能增加一个高度保持功能。虽然现在还没有 SW 的支持。

扩展口



扩展口位于 Crazyflie 的左侧，它是一个未焊接排针的 10*2 针 1.27mm 间距的过孔。我们是想通过这些过孔来连接上面或者两侧的扩展板。它甚至可以堆叠多个扩展板。

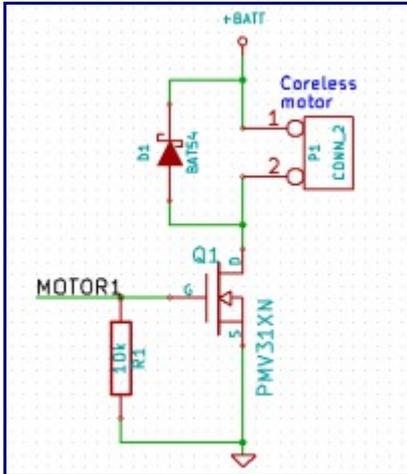
扩展口分为两部分。pin1 到 pin10 是 JTAG 部分，pin11 到 pin20 是总线/电源部分。UART 的 RX/TX 位于 JTAG 部分，因为很多基于 JTAG 的 FTDI 可以用作串口通讯，这在调试的时候非常方便。

接口描述

接口	名字	描述
1	VCC	数字电源
2	TMS	测试模式使能
3	EXT_I2C_SCL/TX	I2C_SCL 或 UART TX
4	TCK	测试时钟
5	EXT_I2C_SDA/RX	I2C_SDA 或 UART RX
6	TDO	测试数据输出
7	N/A	未使用
8	TDI	测试数据输入
9	DGND	数字地
10	SNRST	系统复位
11	EXT_SPI_CS/AIN4	SPI 片选或 4 管脚模拟输入
12	EXT_SPI_MOSI/AIN5	SPI 片上主机输出从机输入或 5 管脚模拟输入
13	EXT_SPI_SCK/AIN6	SPI 时钟或 6 管脚模拟输入
14	EXT_SPI_MISO/AIN7	SPI 片上主机输入从机输出或 7 管脚模拟输入
15	VCC	数字电源

16	VCOM	电池/USB 电源
17	DGND	数字地
18	DGND	数字地
19	AGND	模拟地
20	VCCA	模拟电源

电机驱动



我们使用的有刷电机驱动是一个简单的下拉场效应管(MOSFET)，如左侧原理图所示。还有一个续流二极管来分流由电机在 PWM 工作模式下产生的反电动势尖峰。

我们选择的是 SOT-23 封装的 PMV31XN 场效应管（MOSFET），它能很好的处理至少 3A 的大电流。MOSFET 最重要的属性是能够影响电机可用电能的导通电阻（ R_{dson} ）。我们测量了 PMV31XN 在 2.8V G-D 电压和 0.8A D-S 电流条件下的导通电阻约为 40 毫欧。

电机

我们使用的是 6*15mm 的空心杯有刷直流电机。

电气规格

参数	值
额定电压	4.2 V Max
适用电压	3.7 V
空载转速	45000 \pm 15% RPM
空载电流	80 mA Max
启动电压	0.8 V Max
额定负载转速	21000 \pm 15% RPM
额定负载电流	810 mA Max
电阻	2.3 \pm 20% Ω

机械规格

参数	值
轴径	0.8 mm
电机直径	6 \pm 0.05 mm
电机长度	15 mm
质量	1.7 g approx.