

此教程就是从一个菜鸟的角度来讲解，现在论坛上的帖子都突然冒很多名词出来，又不成体系，我自己开始学的时候往往一头雾水，相信很多新手也一样。所以在这个帖子里面，我都会把自己遇到的疑惑逐一讲解。

如果一下你不知道要从哪里入手，又想做点东西活动活动筋骨，那么小编给你推荐一家电子成品方案的店铺，平常都在这家买的，种类齐全，很多是前几年的比赛原题，有些还是工业自动化设备，可直接用在市场。<http://url.cn/RyBD1z>

【概述】

1、diy 四轴需要准备什么零件

无刷电机（4 个）

电子调速器（简称电调，4 个，常见有好盈、中特威、新西达等品牌）

螺旋桨（4 个，需要 2 个正浆，2 个反浆）

飞行控制板（常见有 KK、FF、玉兔等品牌）

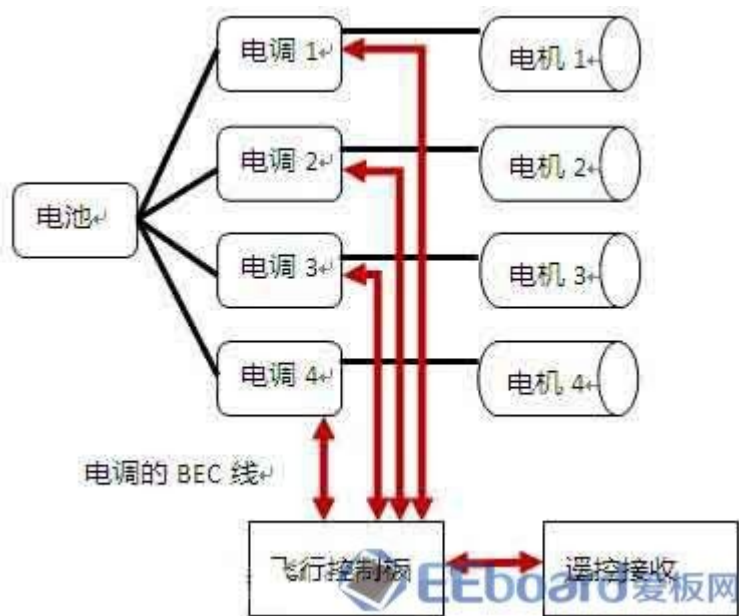
电池（11.1v 航模动力电池）

遥控器（最低四通道遥控器）

机架（非必选）

充电器(尽量选择平衡充电器)

2、四轴零件之间的接线与简单说明



4 个电调的正负极需要并联（红色连一起，黑色连 1 一起），并接到电池的正负极上；

电调 3 根黑色的电机控制线，连接电机；

电调有个 BEC 输出，用于输出 5v 的电压，给飞行控制板供电，和接收飞行控制板的控制信号；

遥控接收器连接在飞行控制器上，输出遥控信号，并同时从飞行控制板上得到 5v 供电；

【基本原理与名词解释】

1、遥控器篇

什么是通道？

通道就是可以遥控器控制的动作路数，比如遥控器只能控制四轴上下飞，那么就是 1 个通道。但四轴在控制过程中需要控制的动作路数有：上下、左右、前后、旋转

所以最低得 4 通道遥控器。如果想以后玩航拍这些就需要更多通道的遥控器了。

### 什么是日本手、美国手？

遥控器上油门的位置在右边是日本手、在左边是美国手，所谓遥控器油门，在四轴飞行器当中控制供电电流大小，电流大，电动机转得快，飞得高、力量大。反之同理。判断遥控器的油门很简单，遥控器 2 个摇杆当中，上下扳动后不自动回到中间的那个就是油门摇杆。

## 2、飞行控制板篇

一般简称飞控就是这个东西了。

### 飞控的用途？

如果没有飞控板，四轴飞行器就会因为安装、外界干扰、零件之间的不一致型等原因形成飞行力量不平衡，后果就是左右、上下的胡乱翻滚，根本无法飞行，飞控板的作用就是通过飞控板上的陀螺仪，对四轴飞行状态进行快速调整（都是瞬间的事，不要妄想用人肉完成），如发现右边力量大，向左倾斜，那么就减弱右边电流输出，电机变慢，升力变小，自然就不再向左倾斜。

### 什么是 x 模式和+模式？

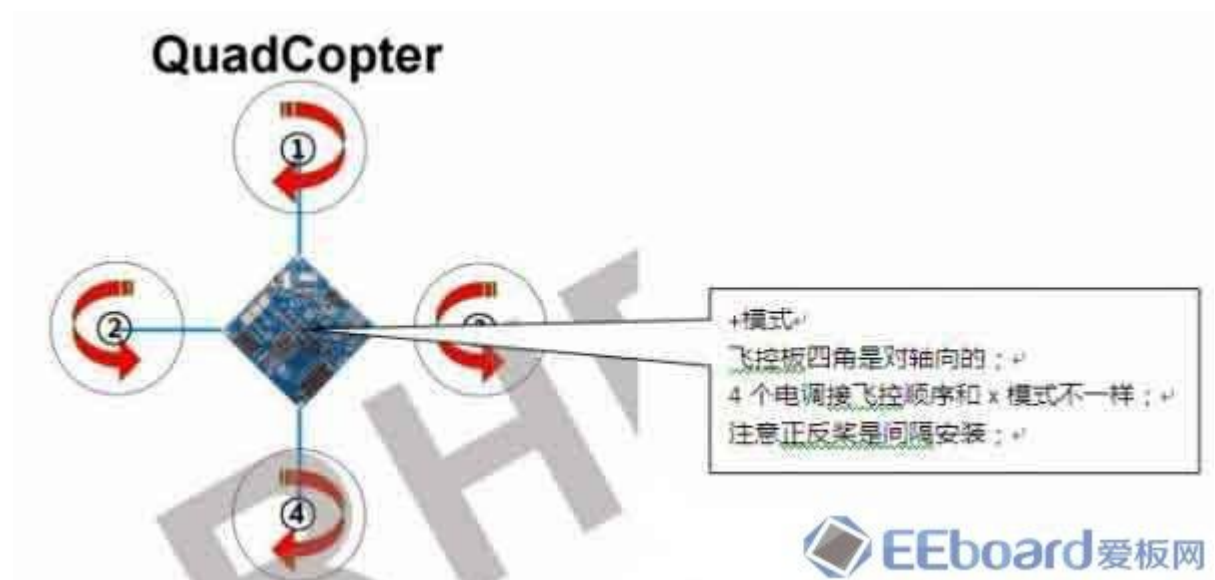


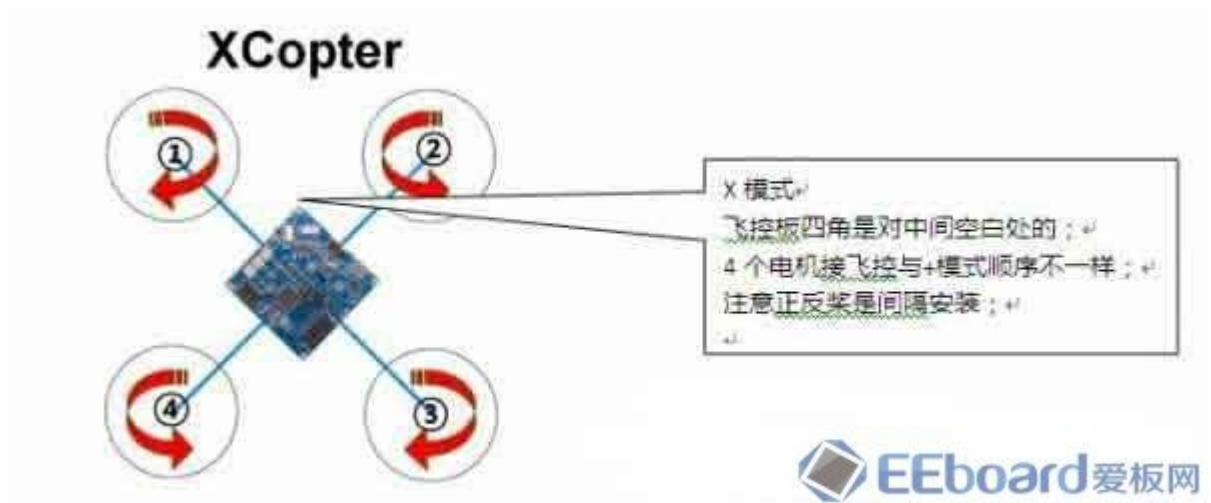
购买飞控的时候老板都要问这个问题，刷买什么模式的，以上就是区别。

X 模式要难飞一点，但动作更灵活。+模式要好飞一点，动作灵活差一点，所以适合初学者。

特别注意，x 模式和+模式的飞控安装是不同的（我只有 kk 飞控板，所以只能讲 kk 飞控）。

如果飞控板安装错误，会剧烈的晃动，根本无法飞。





### 选什么飞控好？

个人意见初学的先来个 kk 飞控吧，最便宜，尝个鲜够用了。

### 电调篇

#### 为什么需要电调？

电调的作用就是将飞控板的控制信号，转变为电流的大小，以控制电机的转速。

因为电机的电流是很大的，通常每个电机正常工作时，平均有 3a 左右的电流，如果没有电调的存在，飞控板根本无法承受这样大的电流（另外也没驱动无刷电机的功能）。

同时电调在四轴当中还充当了电压变化器的作用，将 11.1v 的电压变为 5v 为飞控板和遥控器供电。

#### 买多大的电调？

电调都会标上多少 A，如 20a，40a 这个数字就是电调能够提供的电流。大电流的电调可以兼容用在小电流的地方。小电流电调不能超标使用。

根据我简单测试，常见新西达 2212 加 1045 浆最大电机电流有可能达到了 5a，为了保险起见，建议这样配置用 30a 或 40a 电调（大家用 20a 电调的也多），说买大一点，以后还可以用到其他地方去。

#### 四轴专用电调是什么意思？

因为四轴飞行要求，电调快速响应，而电调有快速响应和慢速响应的区别，所以四轴需要快速响应的电调。

其实大多数常见电调是可以编程的，能通过编程来设置响应速度。所以其实并没有什么专用一说。

#### 电调编程什么意思？

首先要说明电调是有很多功能模式的，选择这个功能就是对电调编程。

编程的途径可以直接将电调连接至遥控接收机的油门输出通道（通常是 3 通道），按说明书，在遥控器上通过搬动摇杆进行设置，这个方法比较麻烦，但节约。另外，还可以通过厂家的编程卡来进行设置（需要单独购买），方法简单，无需接遥控器。

为了保险，一定要将购买的电调设置一致，否则容易难于控制。如：电调的启动模式不一样，那么有些都转很快了，有些还很慢，这就有问题了。

注：通过遥控器进行设置电调，一定要接上电机，因为说明书上说的“滴滴”类的声音，是通过电机发出来的。我开始就是因为没有接电机，还疑惑怎么没声音，以为坏了。

## 无刷电机与螺旋桨篇

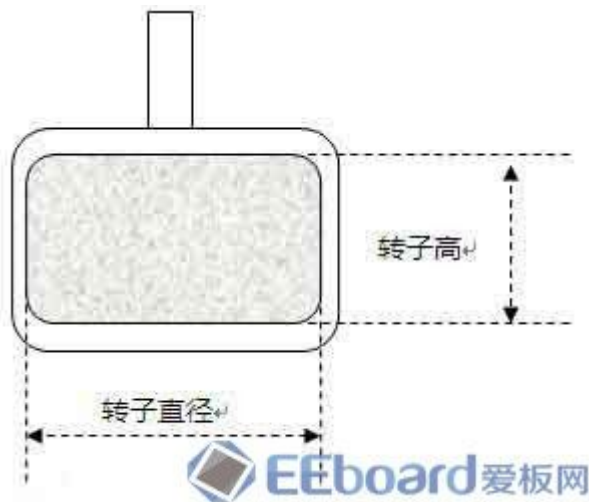
电机分为有刷电机和无刷电机，不要买错了，无刷是四轴的主流。它力气大，耐用。

### 电机的型号含义？

经常看人说什么 2212 电机，2018 电机等等，到底是什么意思呢？这其实电机的尺寸。

不管什么牌子的电机，具体都要对应 4 位这类数字，其中前面 2 位是电机转子的直径，后面 2 位是电机转子的高度。注意，不是外壳哦。

简单来说，前面 2 位越大，电机越肥，后面 2 位越大，电机越高。 又高又大的电机，功率就更大，适合做大四轴。 通常 2212 电机是最常见的配置了。



### 什么是电机 kv 值？

每个无刷电机都会标准多少 kv 值，这个 kv 是外加 1v 电压对应的每分钟空转转速，例如：1000kv 电机，外加 1v 电压，电机空转时每分钟转 1000 转，外加 2v 电压，电机空转就 2000 转了。

### 桨的型号含义？

同电机类似，桨也有啥 1045,7040 这些 4 位数字，前面 2 位代表桨的直径（单位：英寸 1 英寸=254 毫米）后面 2 位是桨的角度。

### 什么是正反桨，为什么需要它？

四轴飞行为了抵消螺旋桨的自旋，相隔的桨旋转方向是不一样的，所以需要正反桨。正反桨的风都向下吹。适合顺时针旋转的叫正桨、适合逆时针旋转的是反桨。安装的时候，一定记得无论正反桨，有字的一面是向上的（桨叶圆润的一面要和电机旋转方向一致）。

### 电机与螺旋桨的搭配

这是非常复杂的问题，我自己也在研究当中，所以建议采用大家常见的配置吧，但原理这里可以阐述一下。

螺旋桨越大，升力就越大，但对应需要更大的力量来驱动；

螺旋桨转速越高，升力越大；

电机的 kv 越小，转动力量就越大；

综上所述，大螺旋桨就需要用低 kv 电机，小螺旋桨就需要高 kv 电机（因为需要用转速来弥补升力不足）

如果高 kv 带大桨，力量不够，那么就很难，实际还是低俗运转，电机和电调很容易烧掉。

如果低 kv 带小桨，完全没有问题，但升力不够，可能造成无法起飞。

例如：常用 1000kv 电机，配 10 寸左右的桨。

## 电池和充电器篇

### 为什么要选锂电池？

同样电池容量锂电最轻，起飞效率最高。

### 电池的多少 mah 时什么意思？

表示电池容量，如 1000mah 电池，如果以 1000ma 放电，可持续放电 1 小时。如果以 500mh 放电，可以持续放电 2 小时。

### 电池后面的 2s，3s，4s 什么意思？

代表锂电池的节数，锂电池 1 节标准电压为 3.7v，那么 2s 电池，就是代表有 2 个 3.7v 电池在里面，电压为 7.4v。

### 电池后面多少 c 是什么意思？

代表电池放电能力，这是普通锂电池和动力锂电池最重要区别，动力锂电池需要很大电流放电，这个放电能力就是 C 来表示的。

如 1000mah 电池 标准为 5c，那么用 5x1000mah，得出电池可以以 5000mh 的电流强度放电。

这很重要，如果用低 c 的电池，大电流放电，电池会迅速损坏，甚至自燃。

### 多少 c 快充是什么意思？

这个与上面的 c 一样，只是将放电变成了充电，如 1000mah 电池，2c 快充，就代表可以用 2000ma 的电流来充电。所以千万不要图快冒然用大电流，超过规定参数充电，电池很容易损坏。

### 怎么配电池？

这与选择的电机、螺旋桨，想要的飞行时间相关。

容量越大，c 越高，s 越多，电池越重；

基本原理是用大桨，因为整体搭配下来功率高，自身升力大，为了保证可玩时间，可选高容量，高 c，3s 以上电池。最低建议 1500mah，20c，3s。

小四轴，因为自身升力有限，整体功率也不高，就可以考虑小容量，小 c，3s 以下电池。（没玩过，不做建议）

### 平衡充电什么意思

如 3s 电池，内部是 3 个锂电池，因为制造工艺原因，没办法保证每个电池完全一致，充电放电特性都有差异，电池串联的情况下，就容易照常某些放电过度或充电过度，充电不饱满等，所以解决办法是分别对内部单节电池充电。动力锂电都有 2 组线，1 组是输出线（2 根），1 组是单节锂电引出线（与 s 数有关），充电时按说明书，都插入充电器内，就可以进行平衡充电了。

## 机架篇

### 机架的轴长短有没有规定？

理论上讲，只要 4 个螺旋桨不打架就可以了，但要考虑到，螺旋桨之间因为旋转产生的乱流互相影响，建议还是不要太近，否则影响效率。这也是为什么四轴用 2 叶螺旋桨比用 3 叶螺旋桨多的原因之一（3 叶的还有个缺点，平衡不好做）

## 【实战调试】

安装好四轴以后是需要做一些准备工作的，这里以我用过的 kk 飞控为例

[illegible]

飞控接上电不是马上可以起飞的，这是安全设计，所以需要解锁。（飞控设置略，很多攻略了）

调试完毕，最后安装螺旋桨，安装好后，第一件事是拿手上，轻加油门，看看是否风都往下吹，电机的旋转是否是 正转和反转间隔的。如果剧烈抖动，并且升力很小，就应该是正反浆没有安装对。交换一下。 如果旋转方向不是间隔的，就需要将电调和电机的连接线 1 和 3，交换一下，进行旋转方向校正。 次序为，先方向，后螺旋桨。

电调是可以设置电池低压保护的，但尽量不要等电调保护的时候才充电，这样可以延长使用寿命。

一切准备完毕，怎么知道可以试飞了呢，我个人建议为了避免匆忙上马，秒炸。先拿手上试飞比较好，但要注意离身体距离。拿手上通电，加油门，如果一切正常，四轴是 不会大幅度的晃动的，而是比较平稳。还可以故意左右晃动一下，会感觉到四轴保持平衡的反力量，只要达到这个效果，就基本达到了试飞的条件。kk 飞控我复位了好几次，只要没有意外，是基本都能成功的。

我感觉初学者最容易犯的错误是看见一飞高，紧张了就猛减油门，这样就会垂直落地，一定要有心理准备，只要不伤人，在比

较高的情况下，还是慢减油门比较好。

一楼是新整理了一个 关于导线知识的帖子，请各位一起研究：

导线这个东西，粗看很简单，但实际蕴含了深奥的学问，非常有深入研究的必要。

开篇让我先卖个关子，你知道航模常用线材 **AWGxxx** 是什么意思吗？拿起你的好赢 **40a** 电调，上面的电源输入导线用的是 **AWG12**，你知道为什么选它吗？相信你问很多人可能口若悬河的吹电调、飞控，可遇到最简单无厘头的问题也会哑口无言，那就看完这篇帖子，你会知道答案。

### 【什么是 AWG？】

淘宝店上的航模店所卖的线材几乎都表面了 **AWG** 多少多少，这个 **AWG** 其实是一直导线的标准，**AWG (American Wire Gauge)** 是指“美国线规”。知道了导线的参数，我们去查导线参数就会知道这个导线适用的环境。**AWG** 一般用 **AWG+数字** 来进行标识，后面的数字就是参数，例如 **AWG12**。

### 【AWG 常用参数对应表】

#AWG 号数 mm 直径厘米 圆平方厘米(c/m)

8	3.264	16440
9	2.906	12960
10	2.588	10380
11	2.305	8234
12	2.053	6530
14	1.628	4110
15	1.450	3257
16	1.291	2580
17	1.150	2048
18	1.024	1620
19	0.9116	1288
21	0.7229	810
22	0.6438	645
23	0.5733	509.4
24	0.5106	405
33	0.1798	50.13

这里我们可以发现一个简单的规律那就是，参数越小，导线越粗，比如：**AWG12** 肯定比 **AWG18** 粗，以后我们逛淘宝买线就不会闹因为想买粗的线，就买更大参数的笑话了，如你还因为 **AWG18** 导线比 **AWG16** 导线细而给老板差评，那老板真是地下室躺着也中枪了，呵呵。

### 【导线最大电流原理】

在航模领域，我们买不同粗细导线理由无外就是考虑能过更大的电流（其他领域可能还考虑强度，外部环境等因素），何为最大电流？即中间铜芯和绝缘皮融化之前的电流。请注意，这里的绝缘皮也很重要，为啥航模常用高温线？那是因为环境温度高，电流大，这里的高温其实是指绝缘皮，铜芯本身其实熔点是固定的。如果不用高温线，即使铜芯没问他，绝缘皮熔了也会短路，照成电路损坏。

鉴别高温线很简单，用 **25** 瓦左右烙铁烫一下，如果一下就熔了肯定不是。

整理来讲，导线最大电流受以下条件制约：

#### 1、导线切面积大小

这个很好理解，就是看上去越粗，所承受的电流就越大（因为面积越大电阻越小，消耗的功率越小，发热就越小）。



2、与材质相关

即使用有杂质的铜，纯铜，镀银的铜等等，材质越好，相同面积下，电阻越小，所能承受的电流越大。

3、与环境温度相关

这个也没啥说的，环境温度高，相当于起点高，离融化温度越近。所以不同温度下，最大电流不一样。

4、与线芯数目相关

这个是学问了，在相同截面面积情况下（也就是一样粗的线），电芯数目越多，越不易散热，所以（排除高频趋肤效应情况下）在航模领域，用芯少的最大电流更大。

5、与安装环境相关

这个没啥说的，就是环境散热越好电流越大，比如你把航模弄得严严实实，那就得打折了。四轴基本是敞篷飞机，无视。


【导线最大电流速算公式】

基于以上原理。我们下面将引入一个经验公式，有了这个公式，我们就可以根据导线型号速算最大电流（因为是经验公式，所以是有误差的，但大方向没错）。

$$I_n = K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot \alpha \cdot S$$

式中  $I_n$  —— 电线电缆的速算载流量, A;  
 $S$  —— 线缆标称截面积, mm<sup>2</sup>;  
 $\alpha$  —— 速算电流系数, 见附表, A / mm<sup>2</sup>;  
 $K1$  —— 温升折算系数, 环境温度为 25℃ 时,  $K1$  为 1, 当超过 30℃ 时, 九折;  
 $K2$  —— 导线折算系数, 铜线  $K2$  为 1, 塑料铝线九五折;  
 $K3$  —— 管质折算系数, 穿钢管  $K3$  为 1, 穿塑料管八五折. 因穿塑料管后, 散热差, 故需打折;  
 $K4$  —— 穿线共管折算系数, 明敷设  $K4$  为 1, 穿 2, 3 根七五折, 4 根共管为六折.

截面积 $S$ (mm <sup>2</sup> )	120	95	70	50	35	25	16	10	6	4	2.5	1.5
电流系数 $\alpha$ (A / mm <sup>2</sup> )	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10	14	18



根据以上公式我们用最理想的环境来分析 AWG12 导线。

环境温度：25° 铜线 不穿管

由于以上环境为理想环境，所以公式简化为了：

**最大电流 (IN) = 导线面积 (s) x 电流系数 (a)**

查表可知，AWG12 导线面积为：2.053x2.053=4.21mm<sup>2</sup>（平方毫米） 查表对应电流系数为 10。 因此得出，AWG12 导线最大电流为 42.1A。

好了，基于以上计算，我们可以有理有据的来回答开篇的问题了。 好盈 40A 电调，所用的 AWG12 最大电流刚好比设计最高输出电流高一点，非常科学。假设有人看见非 AWG12 规格的导线，完全可以大胆假设是买到山寨货了（从一根导线识别了真假电调，内涵了吧，嘿嘿）。

有了这个速算公式的威力，以后不要再问人，该怎么配电线了，等人来问你吧，形象迅速高达。

【事实与想当然】

航模很多时候可以凭经验，但如果更讲科学的化，将会让人看清很多迷雾，我下面与菜鸟们在分享一个很简单的事实，与导线相关的。

0.2 欧的导线电阻大不大？



很多人认为已经很小了，想当然的忽略了，事实上在大电流情况下是不可忽视的。计算如下。

假设，你想将一个 **11.1v** 动力电池延长，需要自己加一根导线，这个导线电阻有 **0.2 欧**， 整系统运行时，有 **20a** 的电流（这基本是四轴飞行时的动力电池输出电流），那么根据欧姆定律：电压=电流 x 电阻， 那么这个导线上将产生 **4v** 的压降，也就是说，输出到电调的电压其实只有 **7.1v** 了。对于很多电调将会直接进入低压保护状态，四轴根本无法起飞，你这个时候会想到仅仅是 **1 根电线** 惹的货吗？还是把电调退货让老板在核掩体内穿着防弹衣也中枪？ 这个例子生动的说明了，不讲科学没文化太可怕了，哈哈。

最后友情提示，绝大多数普通万用表的表笔是很差的，自身短路状态测试你会发现也有 **0.5 欧** 以上的电阻，所以测量小电阻一定要记得去除表笔电阻。