
四轴飞行器实践教学

(内部资料)



大学霸

www.daxueba.net



目 录

第 1 章	什么是飞行器	1
1.1	飞行器的历史	1
1.1.1	飞行器的定义	1
1.1.2	飞行器的发展	2
1.2	飞行器的分类	6
1.2.1	航空器	6
1.2.2	航天器	7
1.2.3	火箭和导弹	7
1.3	四轴飞行器的原理和组成	8
1.3.1	四轴飞行器的实现原理	8
1.3.2	四轴飞行器的安装平台——机架	9
1.3.3	四轴飞行器的控制系统——飞行控制器	10
1.3.4	四轴飞行器的动力——电机与电调	10
1.3.5	四轴飞行器的——传感器	11
第 2 章	四轴飞行器的材料准备	13
2.1	机架的选择	13
2.1.1	机架的种类	13
2.1.2	推荐机架	14
2.1.2	机架的选择原则	16
2.2	飞控的选择	16
2.2.1	飞控的作用	16
2.2.2	KK飞控板	17
2.2.3	FF飞控板	18
2.2.4	玉兔二代飞控板	20
2.2.5	MWC飞控板	21
2.2.6	APM飞控板	23
2.2.7	NAZA（哪吒）飞控板	26
2.2.8	零度飞控板	27
2.2.9	WooKong-M飞控板	30
2.2.10	飞控的选择原则	31
2.3	电调、电机和桨片的选择	32
2.3.1	电调、电机和桨片的作用	32
2.3.2	电调、电机和桨片的种类	33
2.3.3	电调、电机和桨片的选择	34
2.4	遥控器的选择	34
2.4.1	遥控器的种类	34
2.4.2	选择合适的遥控器	35
第 3 章	硬件的组装	36

3.1	机架的组装	36
3.1.1	首先组装机架的原因	36
3.1.2	F450 机架的组装	36
3.1.3	组装完成后的思考	47
3.2	整体组装前的准备	48
3.2.1	线路的焊接	48
3.2.2	线路的走线方式	56
3.3	整体组装	58
3.3.1	安装机架、电机和电调	58
3.3.2	安装飞控	63
第 4 章	无桨调试	68
4.1	无桨调试的主要作用	68
4.1.1	无桨调试的原因	68
4.1.2	无桨调试的目的	68
4.2	调试方式	69
4.2.1	调试步骤 1——连接线路	69
4.2.2	调试步骤 2——发射机检查	72
4.2.3	调试步骤 3——接通电源，匹配接收机	73
4.2.4	调试步骤 4——检查电机转动是否正常	74
4.2.5	调试完成后的检查工作	77
4.3	注意事项	79
4.3.1	安装完成后的检查内容	79
4.3.2	调试过程与注意事项	79
第 5 章	有桨调试	81
5.1	有桨调试的作用	81
5.1.1	有桨调试注意事项	81
5.1.2	有桨调试前的检查	81
5.2	调试方式	82
5.2.1	调试步骤	82
5.2.2	调试完成后的首飞	85
5.2.3	首飞测试	87
5.3	新手基础操作练习	89
5.3.1	起飞与降落练习	89
5.3.2	升降练习	89
5.3.3	俯仰练习（前行与后退）	90
5.3.4	偏航练习	91
5.3.4	翻滚练习	91
5.4	日常飞行练习	92
5.4.1	悬停	92
5.4.2	直线飞行	92
5.4.3	曲线飞行	93
5.4.4	爬升练习	93

5.4.5	下降练习	93
第 6 章	航模模拟器的使用	94
6.1	模拟器的种类	94
6.1.1	Phoenix	94
6.1.2	RealFlight	95
6.1.3	XTR	95
6.2	凤凰模拟器的安装	96
6.3	凤凰模拟器的使用	100
6.3.1	首次启动Phoenix	100
6.3.2	选择飞机	118
6.3.3	修改遥控器控制	120
6.4	模拟器练习与现实操作的差异	122

第 3 章 硬件的组装

了解了四旋翼飞行器（四轴飞行器）的不同部件的名称，并且知道如何选择各种不同部件，笔者依然不建议读者马上购买这些东西。笔者建议先看完本章内容，再决定购买什么样的部件。本章的内容将介绍四旋翼飞行器的安装过程，以及安装注意事项。旨在向读者朋友介绍普通四轴的安装方式，让读者了解安装过程，指导读者首次安装四轴的设备。

3.1 机架的组装

作为四旋翼飞行器的“骨架”部分，机架有着重要的作用。机架为四旋翼提供了安装平台，支撑起整个飞行器。通过以下三小节内容，我们要学会如何安装机架。同时，需要读者在安装机架过程和完成后，总结以后整体安装的规律和方法。

3.1.1 首先组装机架的原因

在真正的开始安装四轴飞行器前，笔者建议首先将空的机架组装起来。也许有些人会说，这是多此一举。在对四轴飞行器没有任何概念的情况下，先把机架组装完整可以给制作者一些具象化的体验。有了这种体验，制作者可以先在头脑中对电机、电调和飞控的安装的位置有一个整体的了解，并可实验安装及布线方式。

安装完成机架后应该考虑的问题：

- ❑ 飞控安装的位置（可以同时考虑飞控的方向的朝向），以飞控为中心考虑其他的部件的安装。
- ❑ 电调安放的位置，此时需要考虑电调的电源线和信号线的走线方式。
- ❑ 电机的安装位置，此时要注意是机架上固定电机的螺孔及螺丝是否符合规定。同时，还要注意电机安装桨后，两桨是否会有交叉（这应该是在制作机架是考虑的问题，这时需要实际比一下，确定确实不会出现两桨交叉的情况）。
- ❑ 其他设备的安装。例如，安装接收器或 GPS，需要考察是否有安装这些部件的位置。既不影响原本走线方式，也不会妨碍桨的旋转，同时不受其他部件的电磁干扰。

3.1.2 F450 机架的组装

在本书中使用的机架是 F450 的机架。F450 机架组装拆卸十分方便，适合作为新手的练习机架，如图 3.1 即为 F450 机架的所有配件（不包含螺丝等）。



图 3.1 四旋翼飞行器机架部分配件

在单独的安装机架时比较简单，仅仅是不停的拧螺丝。但还是要注意托架较为脆弱，安装时不要损坏了托架。机架的安装步骤如下。

（1）将四个悬臂与一个托架固定，如图 3.2 为安装第一个悬臂的配件图。在图中可以看到其中配件包括：一个托架、一个悬臂和四个固定用螺丝。安装部分的细节如图 3.3 所示。



图 3.2 第一个悬臂安装配件



图 3.3 悬臂一安装的细节图

由图 3.3 可以看出安装时只需要将托架的四个孔对准悬臂的四个孔，然后安装螺丝即可。但要注意托架需要在悬臂之上，其相对位置如图 3.4。安装时需要找准相对应的孔对齐，如图 3.5 和图 3.6



图 3.4 悬臂一与托架的相对位置



图 3.5 悬臂一与托架的相对位置（鸟瞰图）

知道了相对位置，就可以将配件安放好，并拧上螺丝，如图 3.7。



图 3.6 悬臂一与托架的相对位置（侧视图图）



图 3.7 悬臂一与托架的螺丝的安装

安装完成后的样子应该如图 3.8 所示。



图 3.8 悬臂一安装完成图

（2）安装第一个悬臂时，没有什么特别需要注意的，只要注意把螺丝拧紧即可。下面看安装第二个悬臂，其配件应该如图 3.9 所示。



图 3.9 悬臂二安装配件图

（3）第二个悬臂安装时（需要提一下，悬臂二与悬臂一的颜色应该是不同的），需要特别注意不能把第一个已安装的悬臂悬空，否则有可能因为突然的用力使飞控托架断裂。同样，我们按照第一个悬臂安装的方式来安装。其中，安装配件的细节如图 3.10。



图 3.10 悬臂二安装细节图

同安装悬臂一时相同，对齐后才能安装，其相对位置如图 3.11 所示。依然需要注意不能，太过用力，以免损坏已经安装好的机架部分。安装时只需要参照悬臂一的安装，拧紧螺丝，然后就可以了完成后如图 3.13。



图 3.12 悬臂二安装相对位置



图 3.13 悬臂二安装完成图

接下来是第三个悬臂和第四个悬臂的安装，在安装前需要提醒一下。笔者安装时是安照对角线的分布安装的，所以在那部分时需要注意不能单独拿一个悬臂，否则容易折断托架。若需要拿放，最要用双手分别抓握两个悬臂。

安装第三个悬臂时需要的配件依然是一个悬臂和已经安装好的的部分，加四个螺丝（如图 3.14）。其中安装的部分细节如图 3.15。



图 3.14 悬臂三安装配件



图 3.15 悬臂三安装细节

安装时托架与悬臂三的相对位置如图 3.16。同之前的安装一样，对准螺孔，拧上螺丝，固定稳当，然后就安装完第三个悬臂了（如图 3.16 和 3.17）。



图 3.16 悬臂三与托架相对位置



图 3.16 对准螺孔进行安装

螺丝拧紧后悬臂三就算安装完成了，完成后的样子应该如图 3.18 所示。



图 3.17 拧紧螺丝



图 3.18 悬臂三安装完成

紧接着，就是需要安装的就是最后一个悬臂，这是安装过程已经完成的大部分，但是也不能掉以轻心。安装时还是需要小心一些，毕竟保证器械安全是很重要的。下面就来说说第四个悬臂的安装，安装前还是需要知道需要那些器件，如图 3.19。安装悬臂四时已经有三个悬臂安装，这时，应该保持已安装好的部分放在平台上，尽量少移动。安装时安装细节部分如图 3.20。



图 3.19 悬臂四安装配件



图 3.20 悬臂四安装细节

其中安装时的相对位置如图 3.21。知道了相对位置，即可开始安装螺丝。因为三个悬臂已经安装，

最后没有安装的悬臂是需要用手拖起来才可以安装螺丝，螺丝的安装如图 3.22 所示。



图 3.21 悬臂四安装相对位置



图 3.22 悬臂四的螺丝安装

好了，四个悬臂已经安装完成。不过，整个安装过程还没有完，最后还需要将电池托架安装好才算真的结束了整机安装的过程。电池托架安装需要的配件如图 3.23，其中有若干螺丝、一个电池托架和上面安装完的部分。



图 3.23 电池托架配件

电池托架安装时应该将安装好的机架翻过来，让悬臂上的“脚”朝上如图 3.24。



图 3.24 安装电池托架（一）

在安装时需要注意，固定电池托架的螺丝共有八个，每个悬臂上需要两个来固定电池托架。悬臂的安装位置细节如图 3.25。

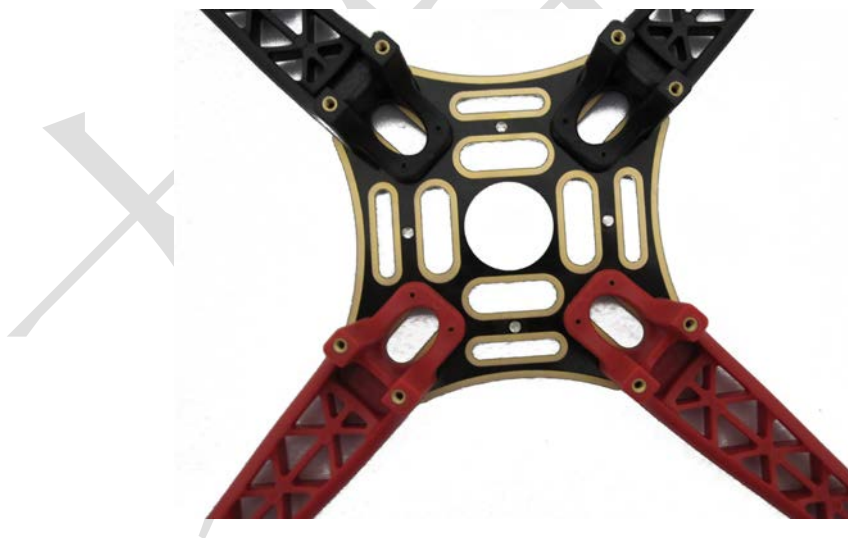


图 3.25 安装电池托架（二）

电池托架相对位置如图 3.26。



图 3.26 安装电池托架（三）

安装时需要先将电池托架平放在机架上，如图 3.27。



图 3.27 电池托架安装（四）

在安装螺丝时需要主要先要找见悬臂的螺孔（如图 3.28），然后将电池托架上对应的空与其对齐（如图 3.29 和 3.30）。



图 3.28 电池托架安装（五）



图 3.29 电池托架安装（六）

对准后就可以安装螺丝了（如图 3.31）。



图 3.30 电池托架安装（七）

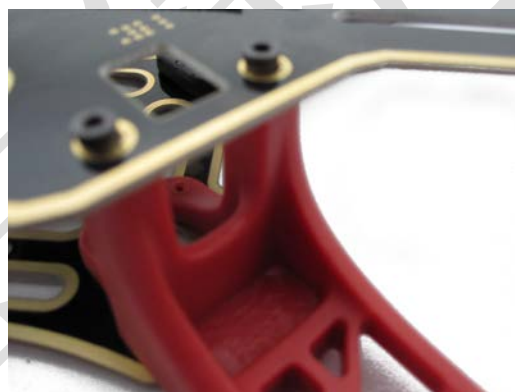


图 3.31 电池托架安装（八）

分别将四个悬臂的螺丝安装并固定好后就安装完成了，如图 3.32 和 3.33 所示。



图 3.32 电池托架安装完成（一）



图 3.33 电池托架安装完成（二）

到此，整个机架的安装完成。安装完成后的效果如图 3.34、3.35 和 3.36



图 3.34 安装完成的机架（一）



图 3.35 安装完成的机架（二）



图 3.36 安装完成的机架（三）

安装完成机架后，就需要思考一些关于安装飞控、电机、电调和电池的方式及位置。下一节将介绍这些内容。

3.1.3 组装完成后的思考

就机架的安装而言，安装方式是比较简单的。因为，在单单安装机架时不需要注意安装的走线问题，不需要思考其他部件的安装方式问题。而接下来，我们就需要为以后整体安装做一个必要的总结，总结的内容包括以下的几个方面：

- ❑ 回忆安装过程。回忆安装过程，主要目的是为了巩固安装过程，在接下来的整体安装时避免犯一些严重的错误。
- ❑ 规划部件的安装方式。此步骤主要考虑电机、电调、飞控和电池等的安装位置。不过，对于 F450 已经有确定的安装方式，所以这部分可以省略，只要读者知道安装方式即可。
- ❑ 规划走线。规划走线可以通过实体部件的安放（只是电机和飞控等放置在固定位置），然后进行大致的实验性连接。

通过机架安装，读者可以体会到整机安装的感觉。此过程可以增加读者首次整机安装的成功概率，这也是俗语所说的，磨刀不误砍柴工。体验安装机架重在为整机安装提供安装经验，并让读者了解整体

安装时应该注意什么问题。

3.2 整体组装前的准备

整体组装是指将电机、电调和飞控等安装在机架上，而在完成这之前需要处理一些准备工作。这准备工作包括线路的焊接和走线的安排，只有这些工作完成，整体组装的工作才可以正常进行。

3.2.1 线路的焊接

在刚买回来的部件中的线头没有经过处理，只是一些裸露的线头。如果简单将这些线头绑在一起，可能会因为电流过大导致绝缘胶带烧毁，而且不便于拆卸。为了使安装拆卸方便，现在普遍使用“香蕉头”（如图 3.37）作为电机和电调连接的接头。



图 3.37 香蕉头

香蕉头的焊接方式有如下两个部分：

1. 电机线与香蕉头的焊接

电机焊接香蕉头的方式如图 3.38 所示。焊接时需要使用到电烙铁、焊锡、香蕉头（子头）和电机。在焊接前需要检查从电机中接出的线是否有裸露的线头，若没有需要读者自行切出一小段线头（如图 3.12）。准备好了焊接的材料和工具，即可开始焊接，不过需要提醒读者，为了方便焊接需要使用一些工具固定好香蕉头。如果读者希望长期进行香蕉头的焊接最好选用好的焊接台辅助焊接。而在本文中使用了最简陋和简单的工具——钳子。



图 3.38 电机线与香蕉头的焊接



图 3.39 电机线裸露的线头

（1）焊接结构。我们需要焊接的是电机线和香蕉头（如图 3.40），焊接时需要按照如图 3.41 的方式来焊接。



图 3.40 电机与香蕉头焊接配件



图 3.41 焊接方式

（2）焊接方式焊接方式的分解如图 3.42 与 3.43。



图 3.42 电机与香蕉头连接（一）



图 3.43 电机与香蕉头连接（二）

在焊接时，需要将香蕉头立起来，在没有专用的工具时可以使用钳子代替，如图 3.44。



图 3.44 钳子辅助焊接

这样即可方便焊接，又保证了不会烫伤自己。读者也可以发挥自己想象，使用自己的方式，但请注意安全！

（3）套热缩管。焊接完成后的样子就如前面的图 3.38 一样，但这并不表示已经处理完毕。在没有将铜制的香蕉头用热缩管包裹时，紧挨着的香蕉头会在接触的时候形成短路，通电后就会烧毁电路。其后果将是烧坏电路或起火，焊接完成，检查焊接牢固后，需要套上热缩管。热缩管是一种受到高温的熏烤后会缩小的空心管，一般用于包裹线路的接口部分（类似与本书中的香蕉头的含接口）。热缩管也有不同的规格，本书中用的是 $\Phi 5.5/2.75$ 热缩管。而读者需要按照自己的需要来自行选购需要的热缩管。

在使用热缩管时需要准备好剪刀和热风枪。不过有时候读者可以使用吹风机或打火机代替热风枪，但效果不太好。因为吹风机的温度有些低，可能不能使得热缩管完全收缩，而打火机温度过于高。所以这两者都不太好操作，但可以作为临时的替代品。

在使用热缩管的时候，需要注意使用足够的热缩管，否则过长容易浪费，过短不能实现保护电路的效果。图 3.45 展示了需要包裹多长的热缩管。



图 3.45 热缩管需要的长度

热缩管在安装时需要注意，热风枪的温度较高，请注意不要对着人的身体部位吹，否则容易烫伤。在选择热缩管的时候还要注意，热缩管的颜色要与线的颜色保持一致。套热缩管非常容易，不过因为在使用热风枪时热缩管已经固定好位置，所以需要套上热缩管后需要固定好位置，意见缩小时偏离。需要注意的是，热缩管的长度是不会有太大变化的，而是在高温下热缩管的直径一直在变小。

2. 电调输出线与香蕉头的焊接

电调与电机连接时要直接焊机不是一个好的选择，除非你计划安装完以后就不想在拆卸了，可以选择这么做。由于这样一个原因，我们才选择了香蕉头。在上面的内容已经给电机安装了香蕉头的一部分，而这一部分就是学习给电调装香蕉头的另一半。其中需要的配件就是电调和香蕉头（如图 3.46）。



图 3.46 电调与香蕉头焊接配件

（1）焊接结构。在安装时需知道安装方式，首先，了解一下在给电调焊接时的香蕉头结构（如图 3.47）。



图 3.47 香蕉头结构

在焊接时需要确定安装方式，图 3.48 安装的相对位置。焊接方式如图 3.49。



图 3.48 相对安装位置

图 3.49 电调焊接方式

(2) 焊接及套热缩管步骤。具体如下

焊接。焊接时同电机线的焊机需要使用相应的设备，同样也可以采用，比较简陋的方式，一个电烙铁、一个尖嘴钳，如图 3.50 中方式进行焊接。



图 3.50 钳子辅助焊接

套热缩管。焊接完毕以后，同样需要将接头用热缩管包裹。使用时仍需注意，三个接头的颜色不要使用相同的颜色的热缩管，否则容易混淆。需要热缩包裹的部分如图 3.51。

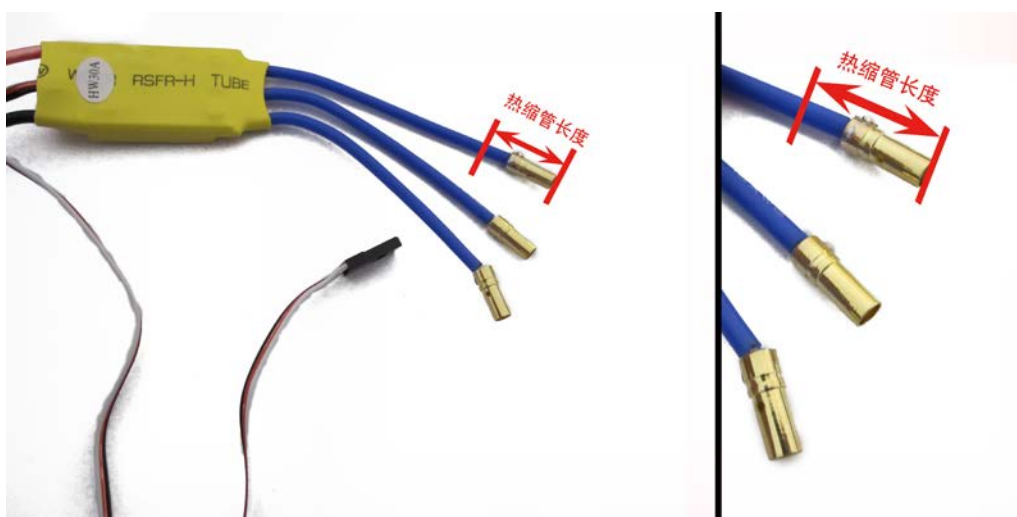


图 3.51 电调热缩管长度

在包裹好热缩管以后，就已经完成了一部分的线路焊接，完成后的效果如图 3.52 和 3.53 所示。



图 3.52 电机



图 3.53 电调

3.电调之间的连接

处理完成以上的操作后，就可以开始处理电调与电源的连接了。连接多个电调和电池时，使用 F450 机架的可以通过电池托架（如图 3.54）连接。使用其它机架安装的四旋翼飞行器，则可以通过他们特有的连接方式来连接。而在本书中，为了读者可以看清楚连接线实际接线效果，采用了电源线连接（并没有直接连接在托架上）。

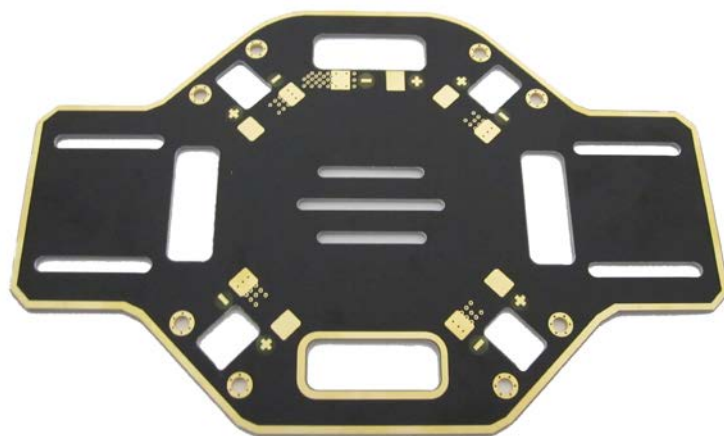


图 3.54 可以连接电源与电调的线路

连接方式如下：

(1) 区分正负极

一般情况下，规定红色的线为正极，而黑色线为负极或接地线。如图 3.55 所示。



图 3.55 电调上的正负极

(2) 焊接

此时焊接顺序读者可以自己选择，笔者采用了每个电调分别焊接方式。最后的结果如图 3.56 所示。中间的焊接部分由绝缘胶布包裹，以防漏电或短路。

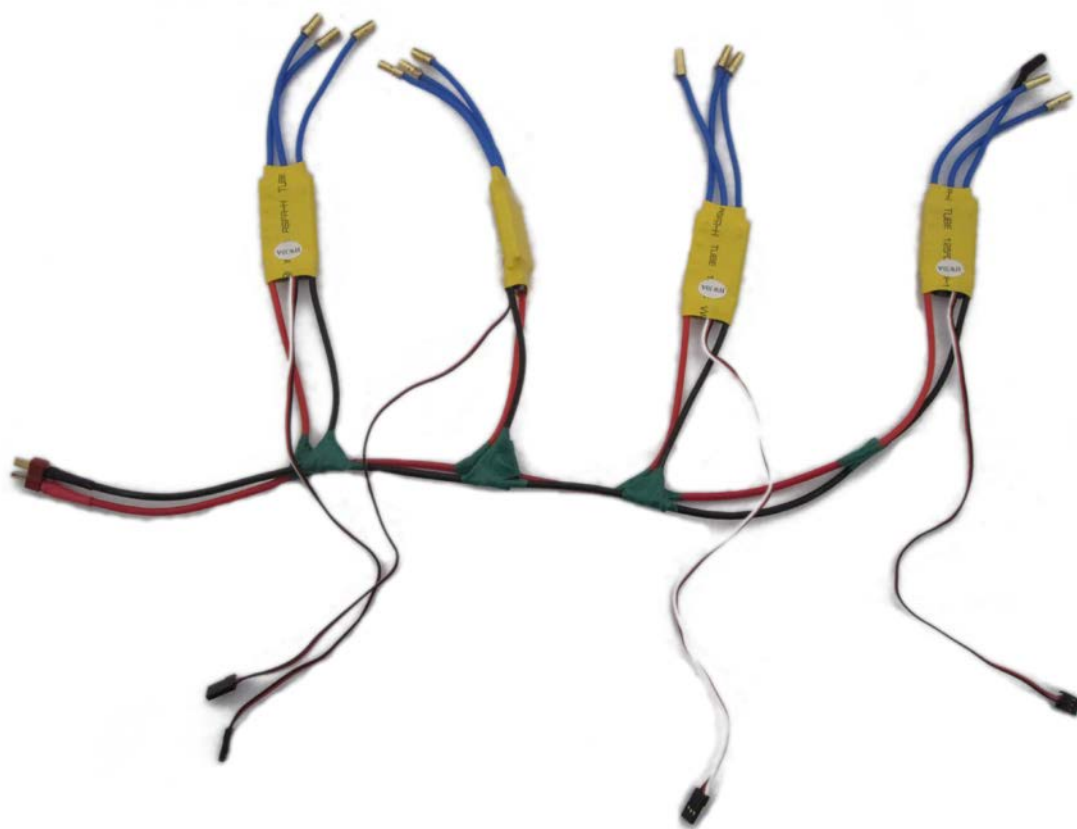


图 3.56 电调的焊接

下面为读者提供了焊接在托架上的连接方式，如图 3.57。需要说明在托架中的线路连接方式与上面的连接方式相同，不过，连接在托架上接线更方便。在这里同样提醒读者朋友，有些不好的 F450 机架的托架（可能是山寨的）不是很好，不一定可以承受得了大电流，所以，读者要谨慎选着连接方式。

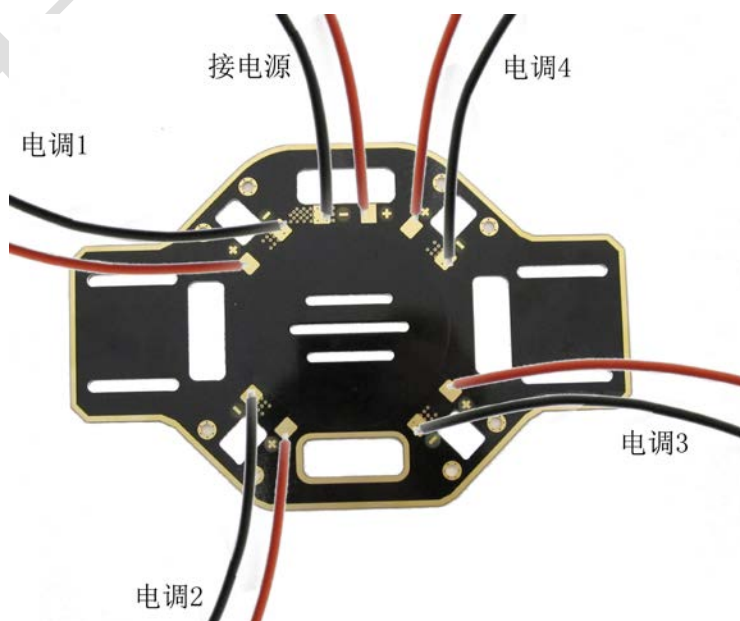


图 3.57 电调连接托架

4.T 型头焊接

最后还有一项比较重要的焊接工作，电池 T 型头的焊接。首先，不谈如何焊接，而是要提醒读者焊接时注意 T 型头焊接时绝对不能短路，否则，电池可能会烧毁或爆炸（注意安全！）。不过，在购买电池时一般电池的 T 型头已经焊接好，所以不需要读者自己连接。接下来就是焊接电调接电源线的 T 型头接线的焊接，同样焊接时要区分正负极——根据电池的 T 型头确定其正负极的焊接方式。笔者的连接方式如图 3.58（在焊接 T 型头时需要确认电池 T 型头，保证正负连接正确，也就是黑色线连接黑色线、红色线连接红色线）。



图 3.58 T 型头的焊接

3.2.2 线路的走线方式

由于四旋翼飞行器的实用空间较小，而线路又较为多，所以“走线”在安装时是一个比较重要的问题。这里展示的走线方式只是在安装前模拟一下，不至于在安装时出现太多的问题。笔者的整机安装方式如图 3.59。

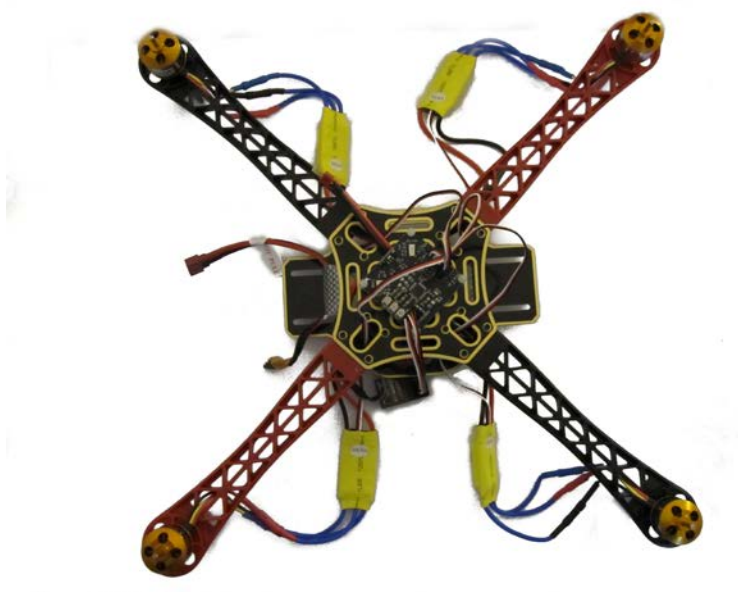


图 3.59 走线方式

其中电池安装在电池托上（如图 3.60），安装在机架上时，是在两个托架之间如图（3.61）。



图 3.60 电池托与电池

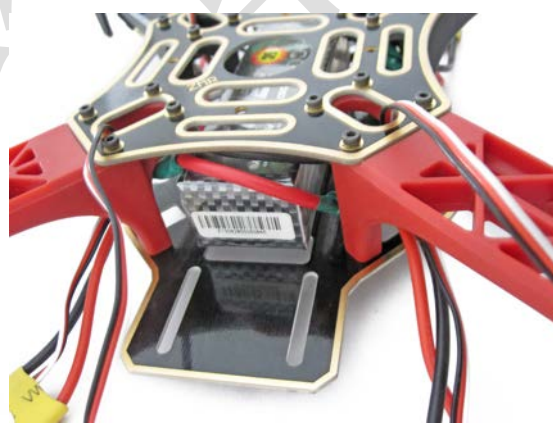


图 3.61 机架上的电池

电池的安装还好理解，而电调电源线和信号线就需要知道怎么安装了。如图 3.62、图 3.63 和图 3.64 为其中一个电调的线路安装方式。

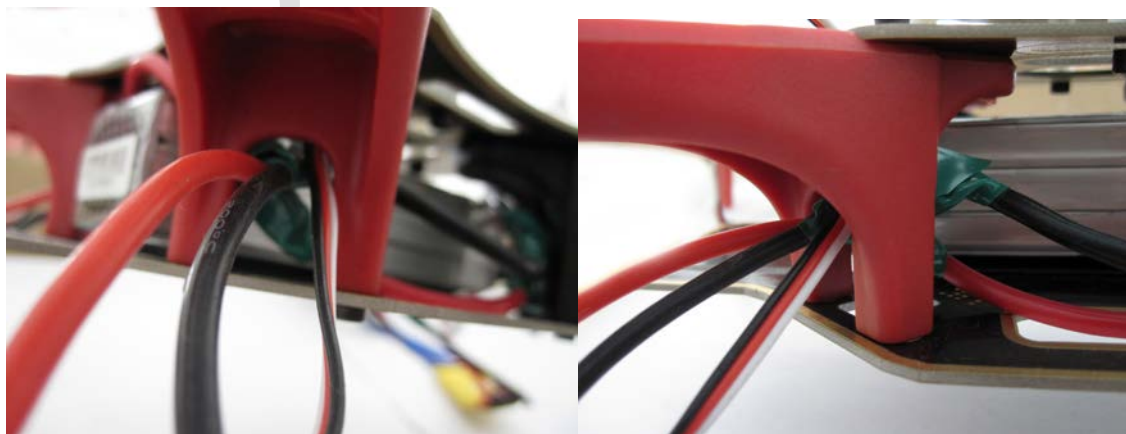


图 3.62 电调线路（一）图 3.63 电调线路（二）

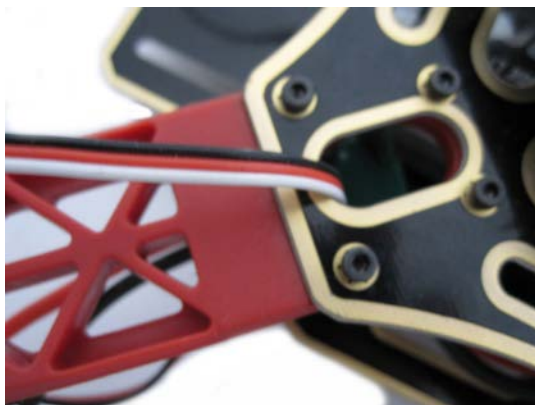


图 3.64 电调线路（三）

主要的走线和安装方式就是这些，具体安装方式可以参照下一节。

3.3 整体组装

经过以上的机架安装和整体组装前的准备，即可开始我们安装四旋翼飞行器的安装过程。安装过程需要谨记电路的连接线不能短路。

3.3.1 安装机架、电机和电调

在做完了上面所有的准备工作以后，我们就可以正式开始整机安装。安装时笔者采用了安装电机、固定电池、安装电调、安装飞控板的顺序。

1. 安装电机

电机安装时，需要注意固定电机时需要将电机固定牢固、稳定，同时，拧螺丝时注意不要先将一边的螺丝拧紧。所以安装电机时要先将一个电机的所有螺丝拧上（而不是拧紧），然后，逐步的将每个螺丝拧紧。固定好以后，需要用手稍加用力摇动电机检查是否将电机固定牢固。具体操作过程如下。

（1）检查需要的安装设备和部件电机、螺丝和悬臂（如图 3.65）。安装时，注意电机应该安装的位置（如图 3.66），螺丝是安装在电机的底部的。



图 3.65 电机安装配件图



图 3.67 电机与机架的位置

（2）确定了位置，就可以安装螺丝将电机固定在悬臂上。在安装的同时要把线整理好，如图 3.68 和图 3.69 中安装完成后的样子。



图 3.68 电机安装完成图（侧面）



图 3.69 电机安装完成图（顶部）

2. 固定电池

电池是为四旋翼飞行器提供能源的部件，同时也是一个危险的部件。在安装时需要考虑到不能让其短路，而且不能将其安装在容易受到冲击的部分。在飞行器飞行过程中，由于电流量比较大，所以电池会发热，最好不要将电池封闭起来。下面（图 3.70）即为笔者固定电池的方式。（切记本章中不要将电池连接到飞控或电调上）



图 3.70 固定电池

(1) 在固定时，需要检查是电池是否固定牢固。为以后的测试和飞行做好第一次的检查。安装时需要注意需要的配件有电池托、电池、和带胶粘扣如图 3.71。

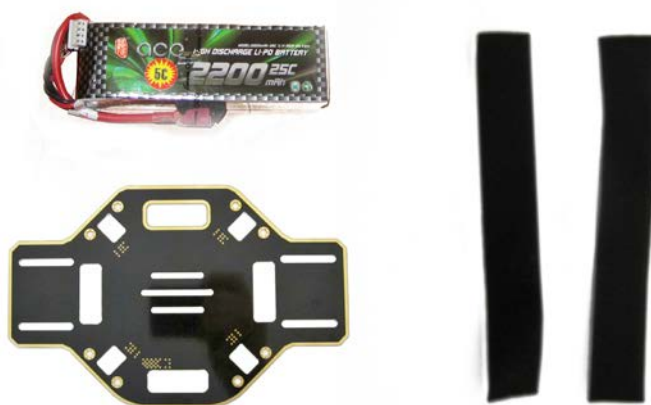


图 3.71 电池安装配件

(2) 分别在电池和电池托架上粘上一对粘扣的不同部分，安装时直接扣上即可。此固定方式为临时测试方式，在实际使用时读者还需要使用一条固定用的绳子（最好是带状）将电池固定牢。固定方式如图 3.71

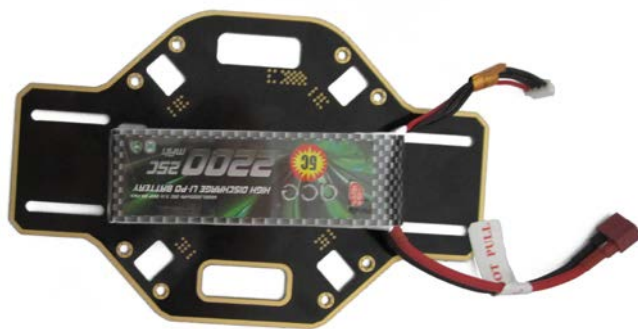


图 3.71 电池安装

安装完以后不要着急安装到机架上，还需要安装其他东西。

3. 安装电调

此时已将电机和电池固定好了，所以在安装电调时要注意不要将电池短路。安装电调时需要注意的不多，只要安装方向正确就行。在此时需要提一下，电调在连接飞控后是有顺序的。这样飞控才能识别出电调控制的电机是哪里的电机，才可以给出正确的判断，让飞行器按照你的想法飞行。

废话不多说，下面就开始电调的安装。安装前需要主要我们需要的配件和器材有机架和已经连接好的电调，如图 3.72 所示。

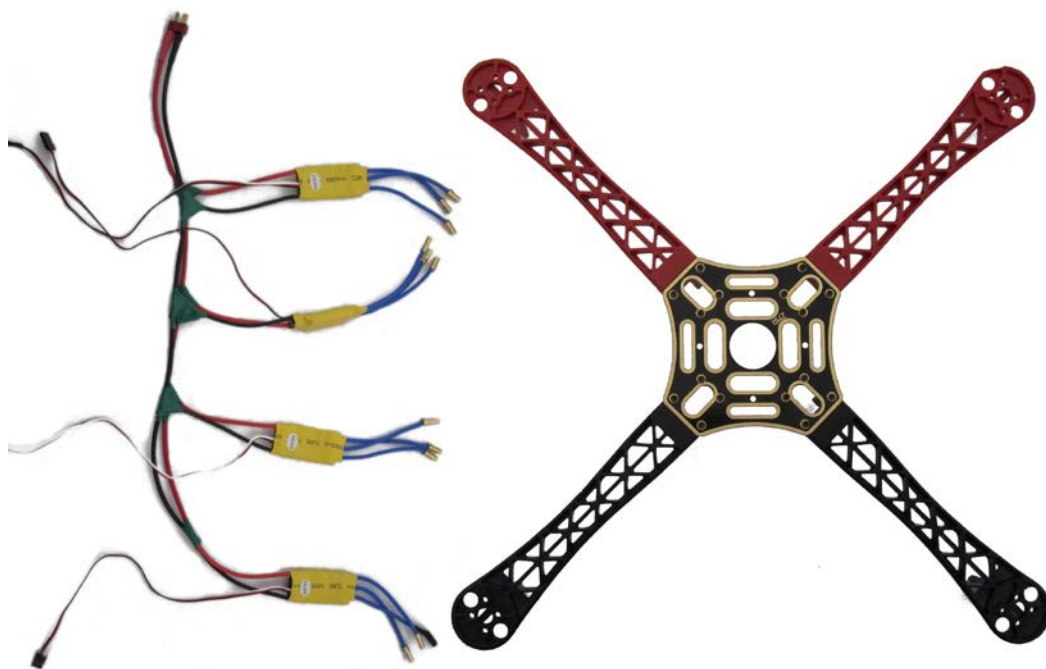


图 3.72 电调安装配件

安装时的相对位置如图 3.73 所示。

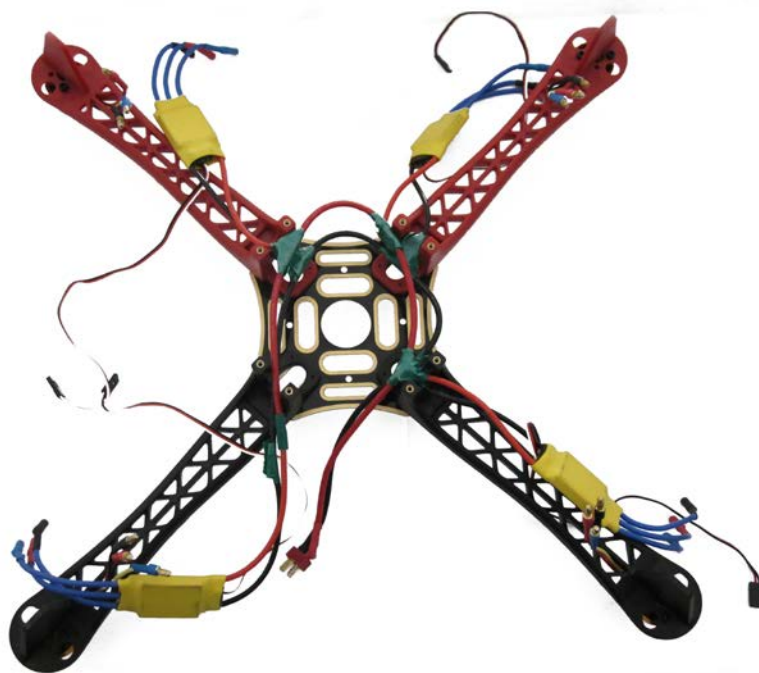


图 3.73 电调安装相对位置

在此安装时需要注意安装的线路走线方式。图 3.74 展示了电调信号线的走线方式，图 3.75 展示了电调电源线的走线方式。

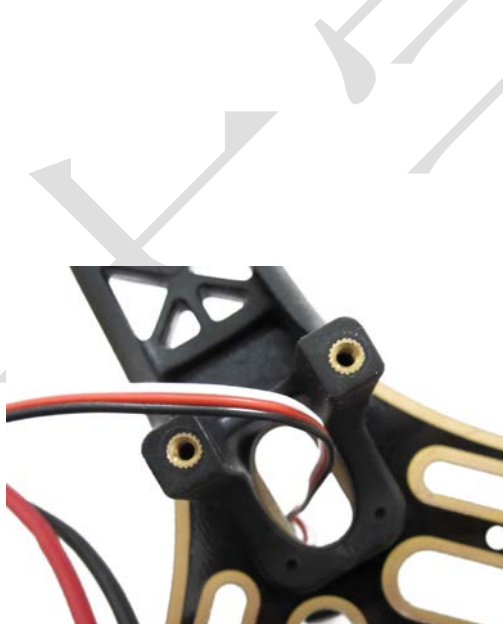


图 3.74 电调信号线走线方式



图 3.75 电调电源线走线方式

将线路放置好以后就可以将安装好电池的电池托架安装，这样就将线路固定下来了。

如此经过这几步已经安装好了大部分部件，但是飞行器的核心部件——飞控还没有安装，下面的内容就是这一部分的内容。

3.3.2 安装飞控

安装飞控是一件很简单的事，但是如果没有注意细节，那将造成灾难性的后果。安装每一款飞控时都需要注意一个严重的问题——飞控的正面方向朝向哪里？（这个正面方向决定了飞行器的前行方向）一般的飞控都有一个指示箭头指向飞控的正前方，同时，除了飞控的正面，还要知道你自己向飞控中烧录的程序是什么样的才可以（烧录方式将在后面的章节介绍到，需要读者看后面的章节进行烧录）。

1. 判断正面方向

我们这里安装的方式是 X 飞行模式，其正前方如图 3.76 所示。

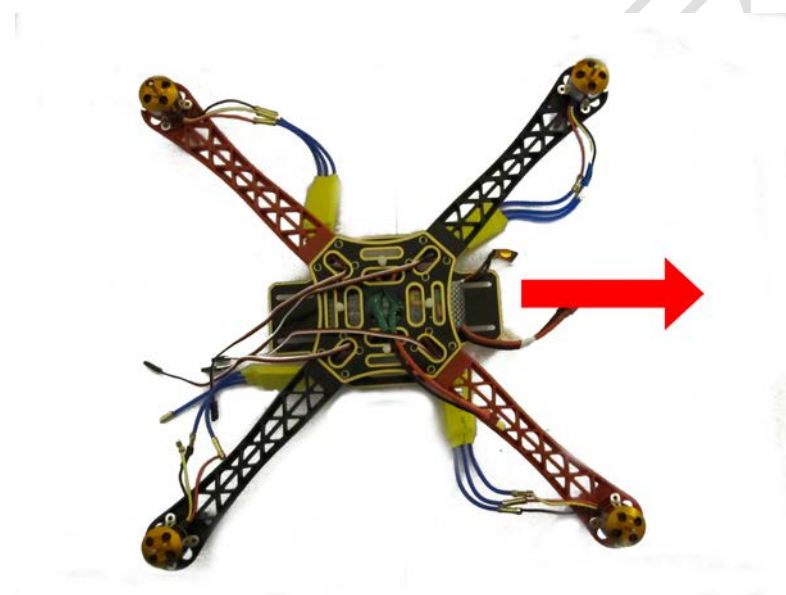


图 3.76 飞行器的正前方

飞控的正方向判断方式如图 3.77 所示（图中飞控上的箭头，必须与飞行器的正前方相同）。

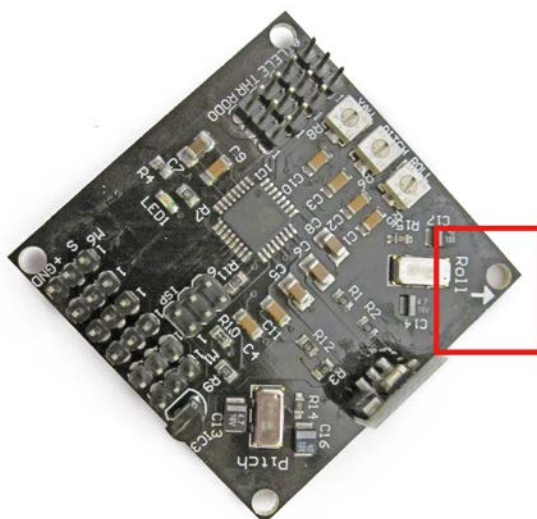


图 3.77 飞控的正方向

2. 选择及安装配件

在安装飞控前需要将其配件都整理好，配件都有飞控板、飞控托架、六棱柱，还有与六棱柱匹配的螺丝。首先，我们需要安装固定飞控的六棱柱。需要的配件有飞控托架、六棱柱和固定六棱柱的螺丝，如图 3.78。安装步骤如下：

(1) 将四个六棱柱固定在飞控托架的四个孔上。如图 3.79 所示。



图 3.78 六棱柱安装配件

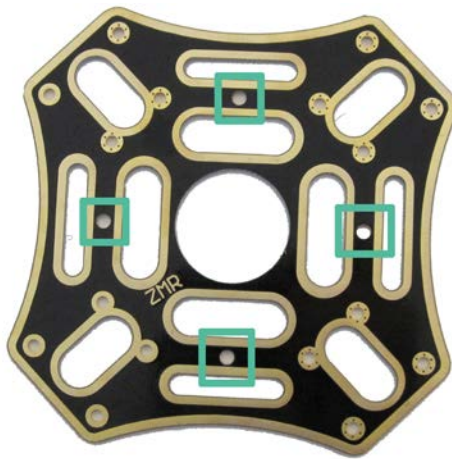


图 3.79 六棱柱安装位置

安装上六棱柱后，应该呈现如图 3.80、图 3.81 和图 3.82 中的样子。



图 3.80 六棱柱安装（正面）



图 3.81 六棱柱安装（背面）



图 3.82 六棱柱安装侧面图

(2) 安装完六棱柱，需要准备将飞控固定在六棱柱上。此时就需要的配件就成了安装好六棱柱的飞控托架、飞控板和对应的螺丝，如图 3.83 所示。安装时的先对位置如图 3.83 所示。



图 3.82 飞控安装配件图

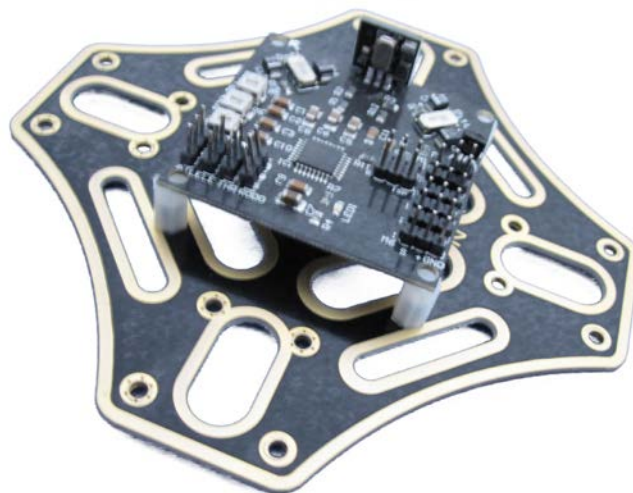


图 3.83 飞控安装相对位置

将飞控放置好，拧上螺丝。飞控就固定在了六棱柱上，最后把飞控托架安装到机架上就完成了安装。

3、飞控控制线路连接

只有上面的安装还没有彻底安装完成，还需要将接收器和电调的信号线连接在飞控上，这样才可以让飞控通电，并且让飞控控制电调从而实现控制电机的转速。这里需要注意信号线的连接方式，如图 3.84 区分了接电调与接收器的针脚。

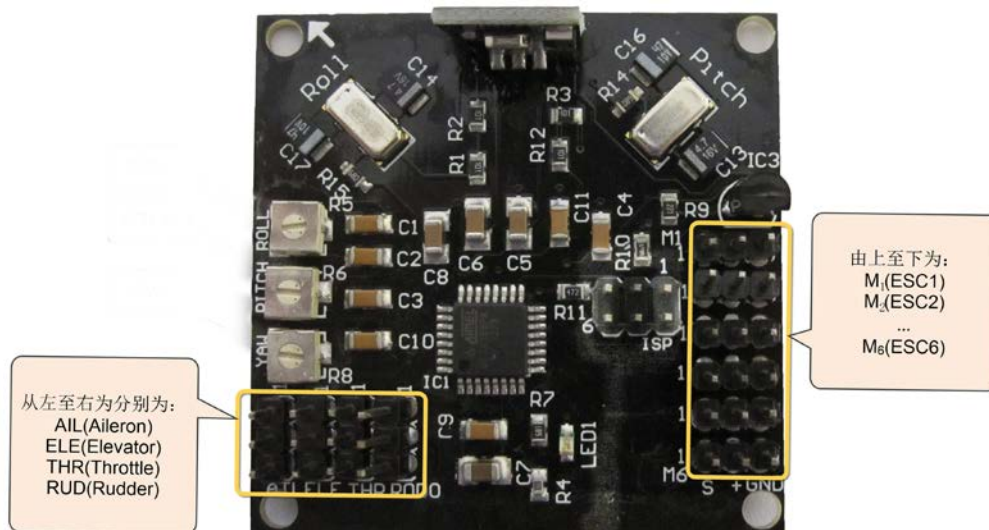


图 3.84 针脚介绍

其中 AIL、ELE、THR 和 RUD 分别接收器的对应针脚，M1、M2 等分别接电调。这些接口必须一一对应，否则无法正常使得飞行器起飞或飞行。首先，我们先连接电调。电调连接时需要确定烧录的是什么程序，KK 可以烧录很多飞行器的程序（不过一次只能烧录一种，不能两种以上的模式共存）。本文中准备烧录的是 X 模式的四轴飞行器模式。按照这种方式安装时电机（或连接电机的电调）的对应的顺序如图 3.85。

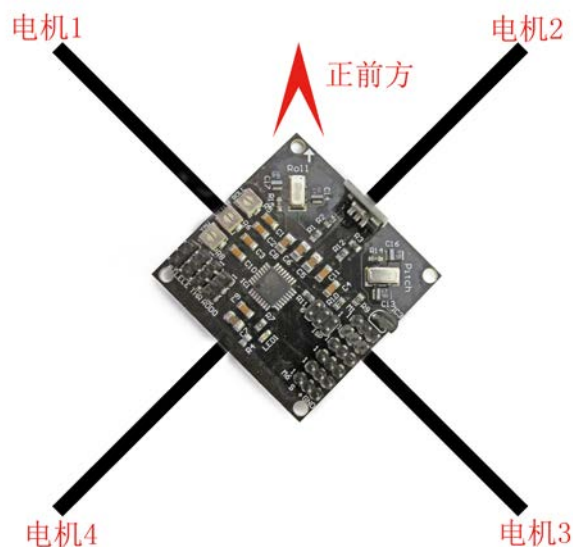


图 3.85 电机电调信号线连接

图中电机 1、电机 2、电机 3 和电机 4 分别对应于飞控上的 M1、M2、M3 和 M4 针脚。连接时需要将对应电机的电调的信号线连接到对应针脚，同时应当注意同一个电调的信号线也需要按顺序连接针脚。按照第一个电调的连接如图 3.86 所示。

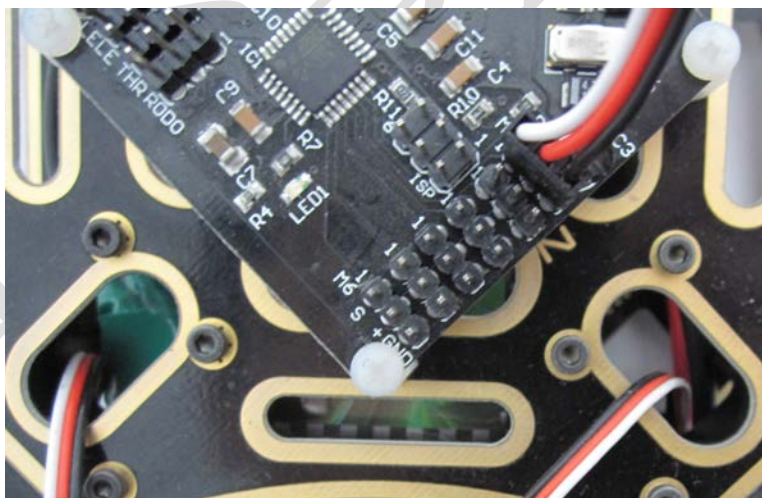


图 3.86 电调连接飞控

在连接时需要注意针脚上标有三个标记分别为“S”、“+”和“GND”分别表示信号、电源正极和接地线。与电调线的颜色对应关系是：“S”对应白色线；“+”对应红色线；“GND”对应黑色线。每一个电调都要按这个顺序连接。电调连接好以后还需要连接接收器。

接收器的连接同样不能掉以轻心，因为接收器需要接收发射器的信号并传递给飞控，飞控才可以做出处理。需要注意在 KK 飞控中只有 4 组针脚分别对应着 AIL（Aileron，副翼）、ELE（Elevator，升降舵）、THR（Throttle，油门）和 RUD（Rudder，方向舵）。这些必须对应连接在接收器上，不过由于接收器可能会因为厂家不同构造也会有所不同，所以在这里不多讲，只给大家看一下连接后的结果如图 3.87。

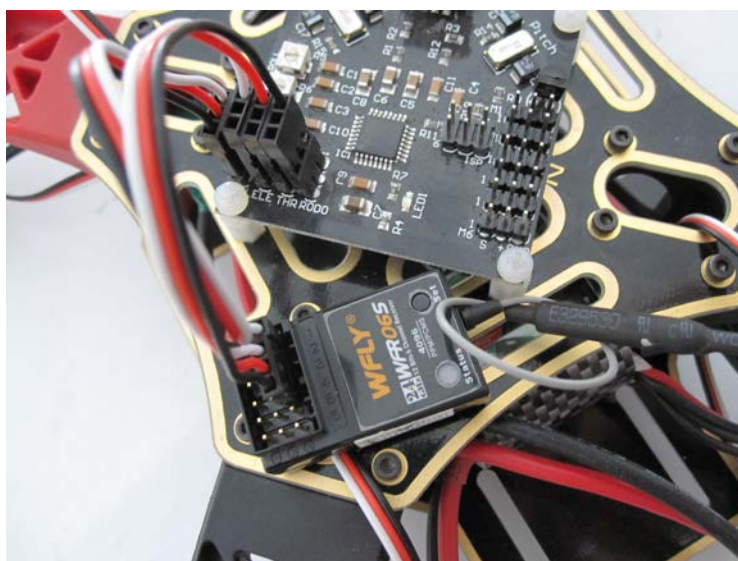


图 3.87 连接接收器

需要注意的是，在连接接收器时需要查看说明书，了解了应该如何连接接收器的针脚。这一步务必要认真查看，反复检查，以免酿成大祸。

到此，我们的飞行器整机安装已然完成，不过在此过程中初入入手的新人一定遇到了不少困难。在本书中也尽量为读者考虑所有可能遇到情况，但总会有一些疏忽，所以有些情况需要读者自己认真判断，如若无法确定可以通过网络查找。最后，我们来看整机安装完以后的样子如图 3.88。

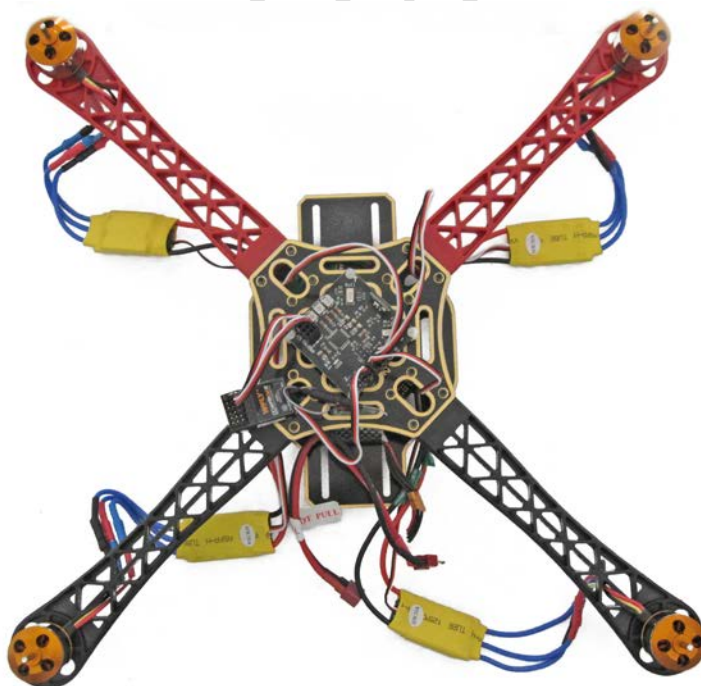


图 3.88 整机

最后需要说明，本接内容中没有安装桨片，具体的内容需要等到第 5 章才会讲到。这里是为了下一章的无桨调试做一些准备，建议读者朋友也按照本书提供的顺序来进行操作。