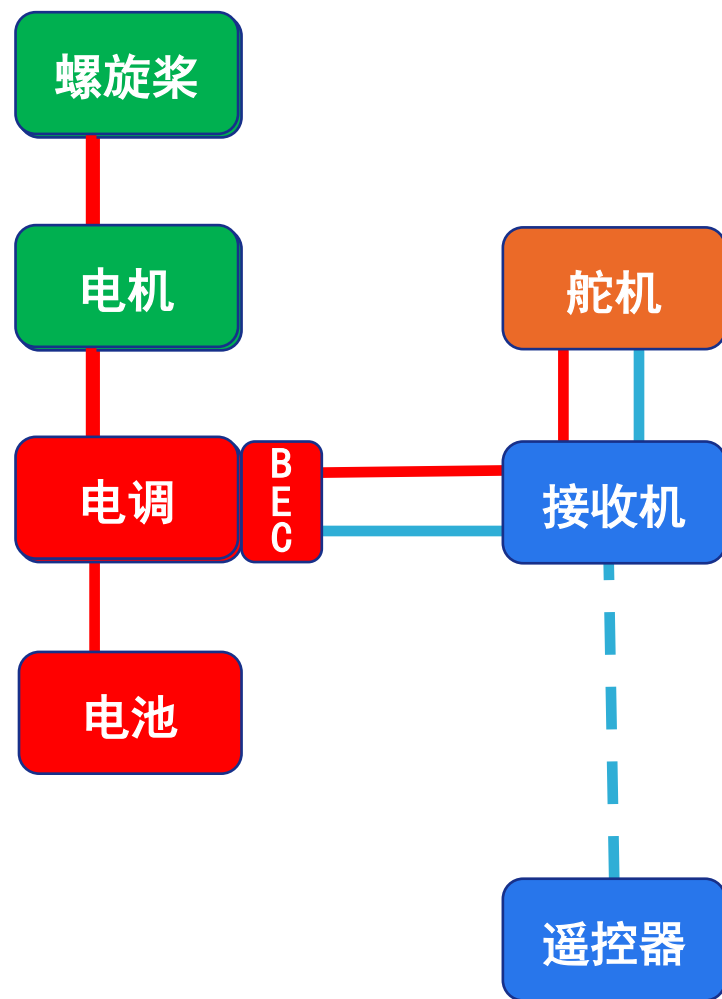


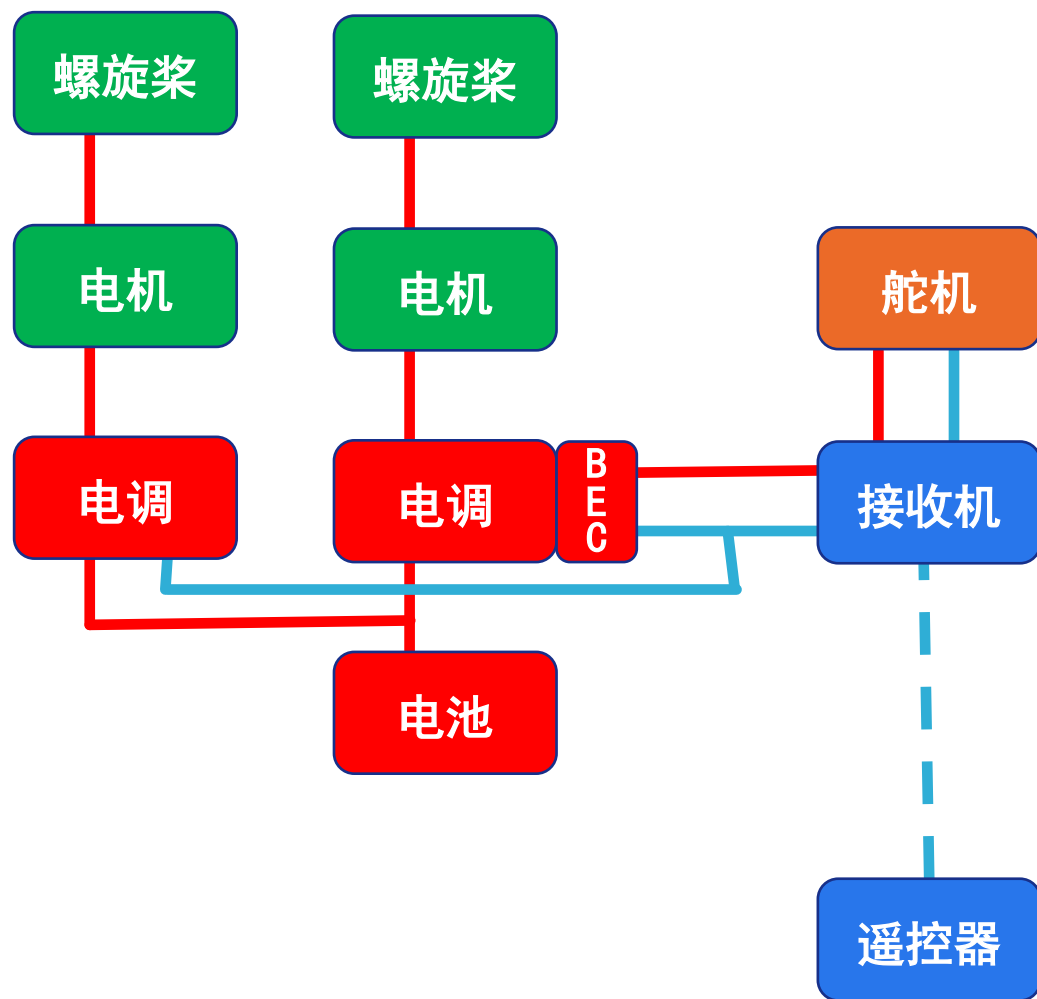
电子设备 进阶





—— 能量

—— 信号



—— 能量

—— 信号

(一) Y线 (二合一线)

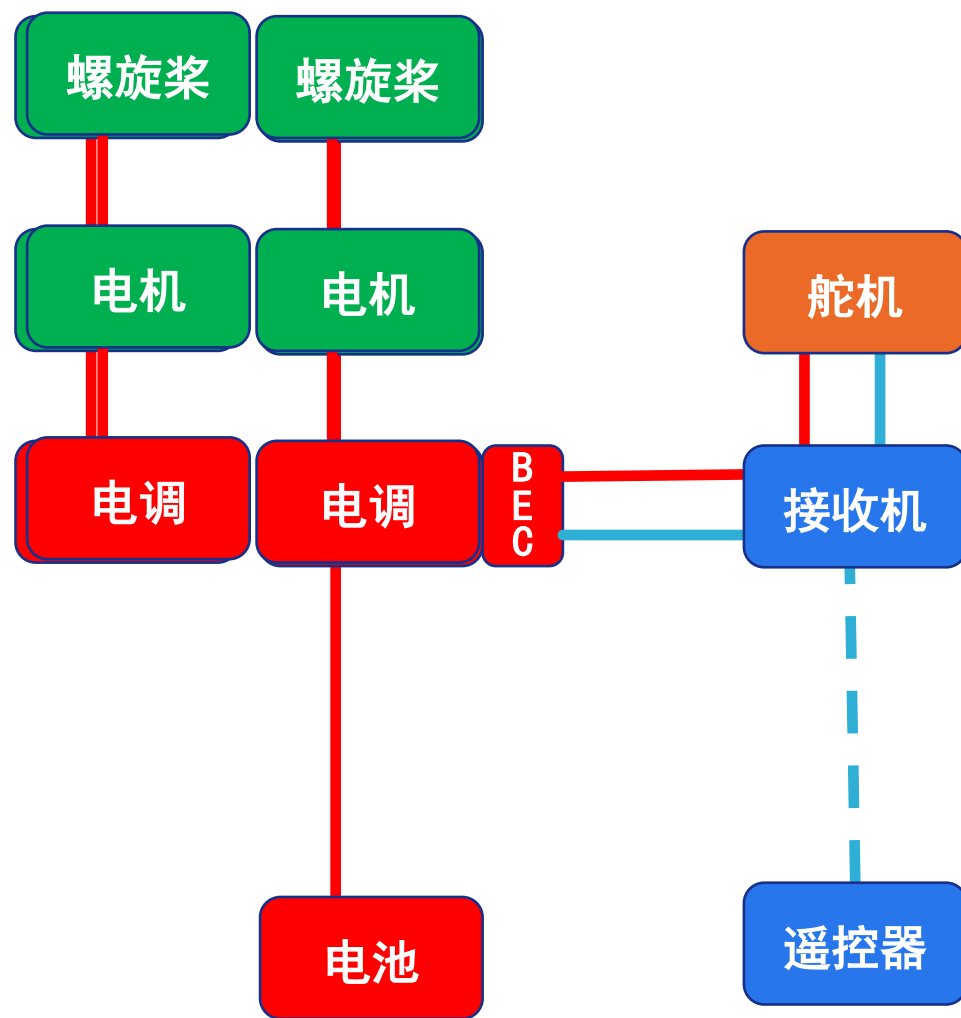
顾名思义，Y线就是形状像字母“Y”的电线，具有将两根导线整合为一根导线的能力。

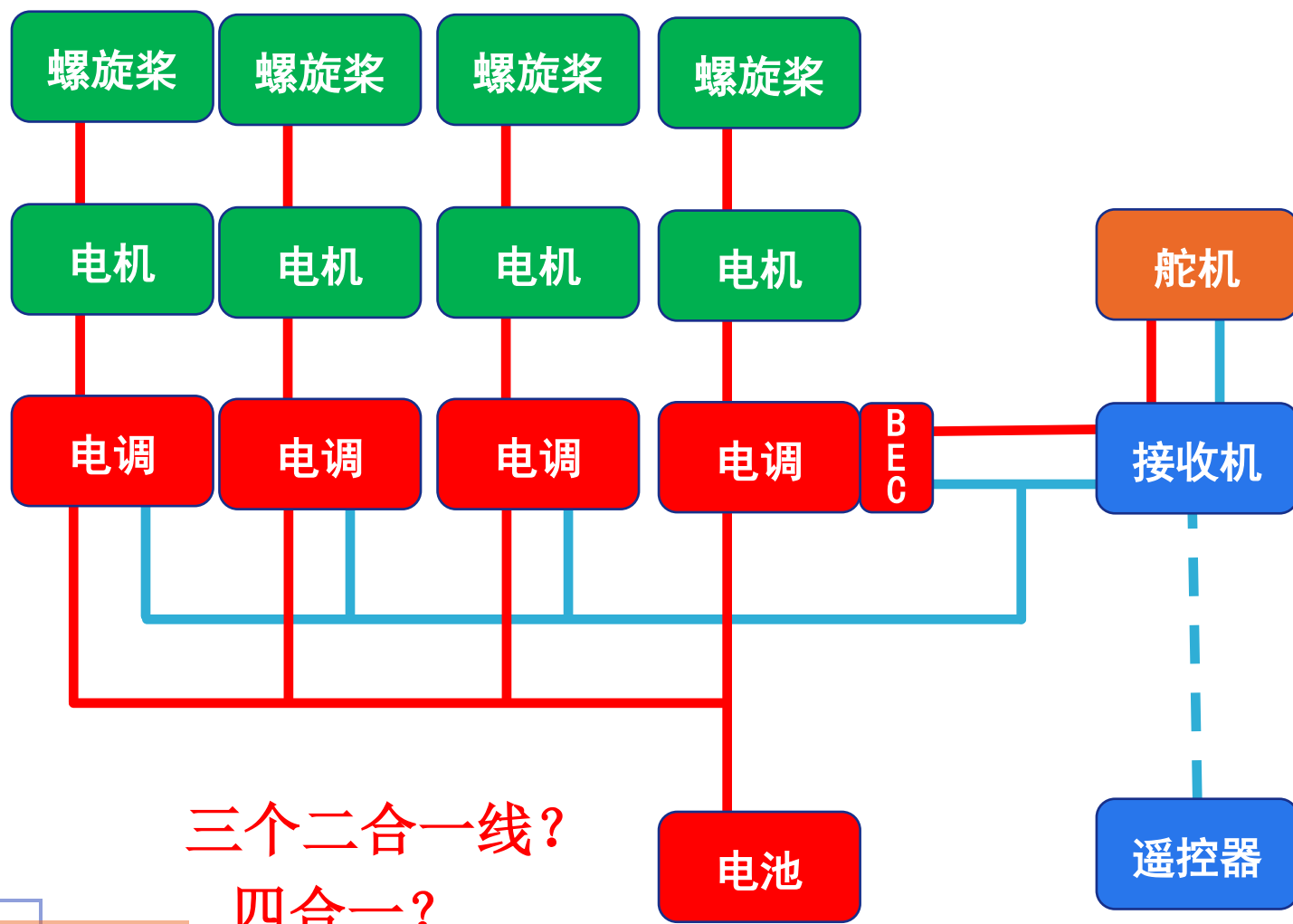
其本质与普通导线并无差异，只是在交汇处将三根导线头的铜丝搭接并焊在了一起，可以看作是电路图中导线交汇处的节点。

正因如此，通过Y线连接的两个设备，所接收到的电流、电压应该是完全相同的，故其做出的响应也应完全相同，可以看作是对同一设备的复制粘贴。

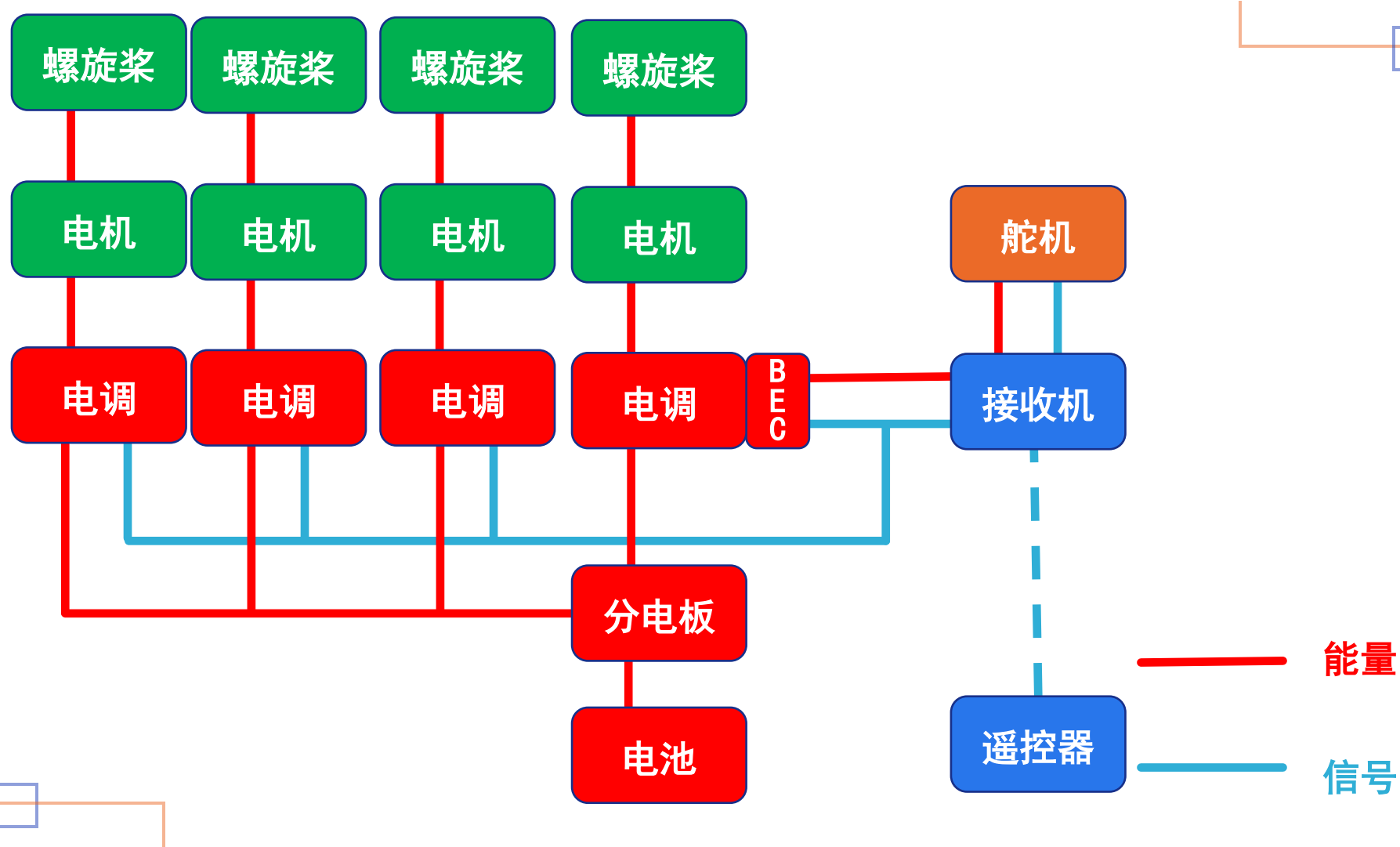
例如：两个通过Y线一起连接到接收机上的舵机，在收到遥控器的指令后，会做出相同的动作，比如都顺时针旋转，无法使用遥控器的反向指令单独改变其中一个舵机的转向。所以要想令两个用Y线连接舵机在输入指令后产生的效果相反，则两个舵机在安装时应为镜像对称的。







三个二合一？
四合一？



(二) 分电板

当需要分流的设备过多时，仅依靠Y线的堆叠不仅会使布线错综复杂，也会使一些导线上的电流过大，增加了能量的损耗，甚至有起火的风险。因此，我们需要使用分电板。

最简单的分电板在本质上与Y线没有差别，都是引出导线分流。

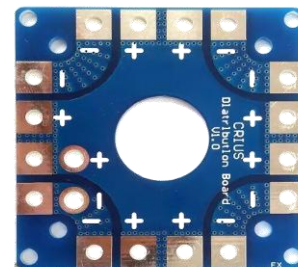
需要注意的是通过分电板引出的导线是**并联分流**，所以**电压等于电池电压，电流之和应小于电池最大放电电流。**

高端的分电板集成了过载保护、短路自断、电压监测等功能。还有部分高端型号还配备**LED**指示灯，实时反馈电量及故障状态。

注：分电板上电流较大，考虑到**电磁感应**，应远离重要精密电子器件

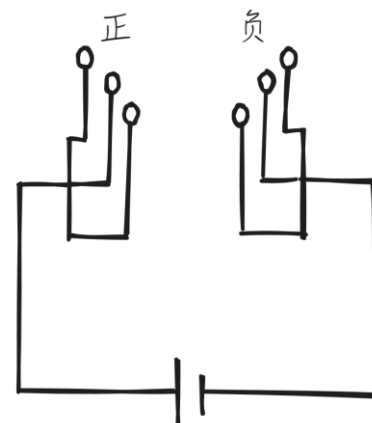
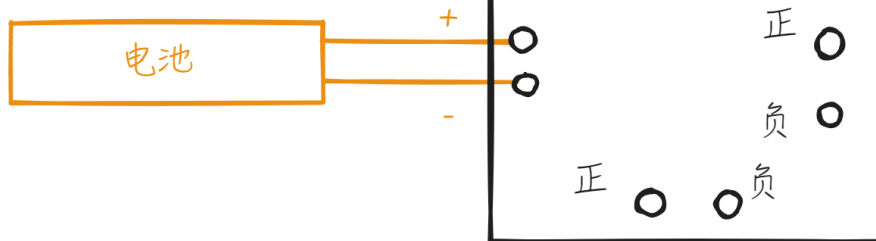
注：**电压过大的危害大于电流过大**，但是用电器不是电阻，由 **$Q_{\text{损失}} = I^2 R t$** 可知，电流越大则电流热损失越大，一般在额定电压下，电压尽量选择较高

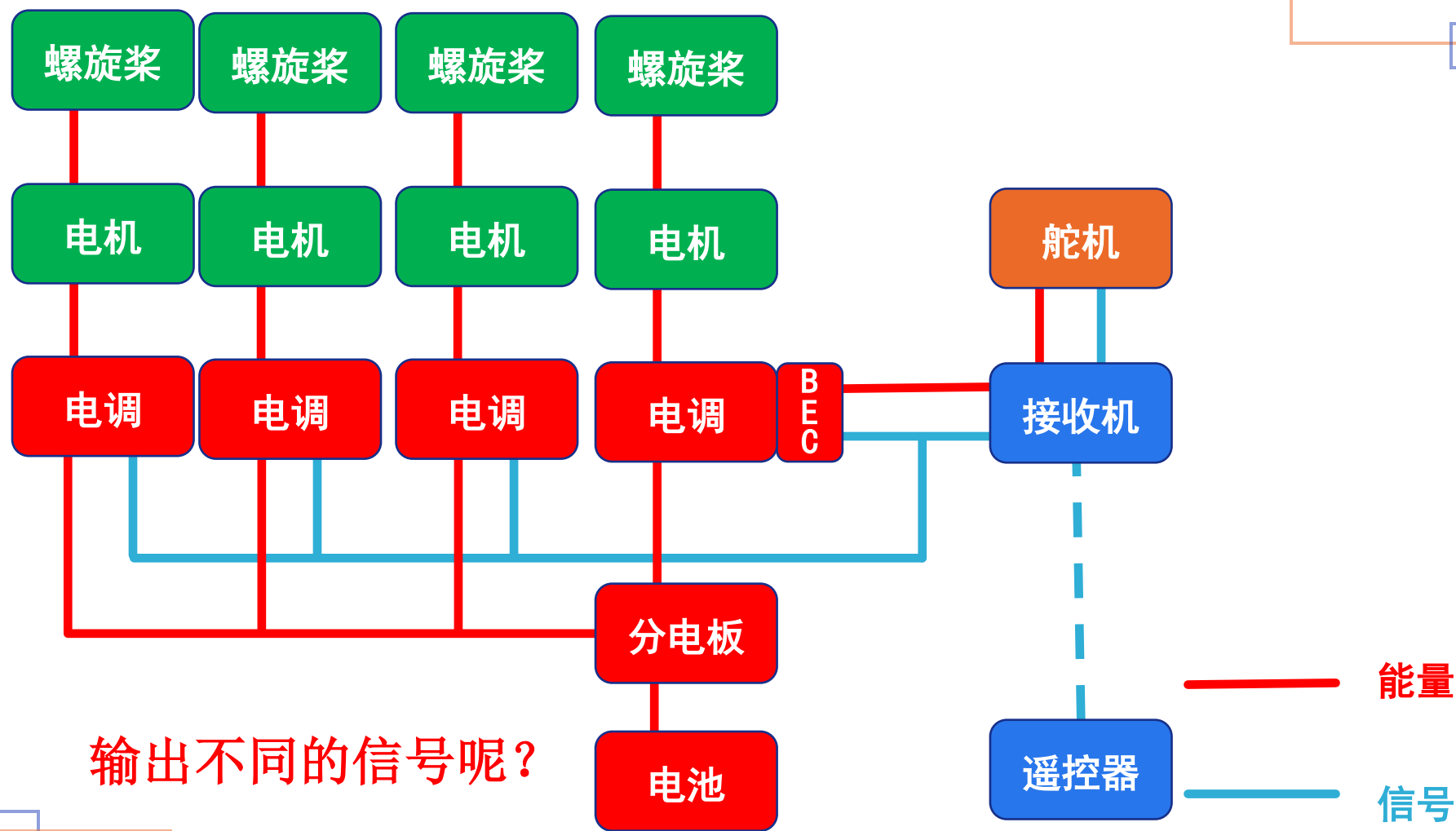
电调插线 分电板

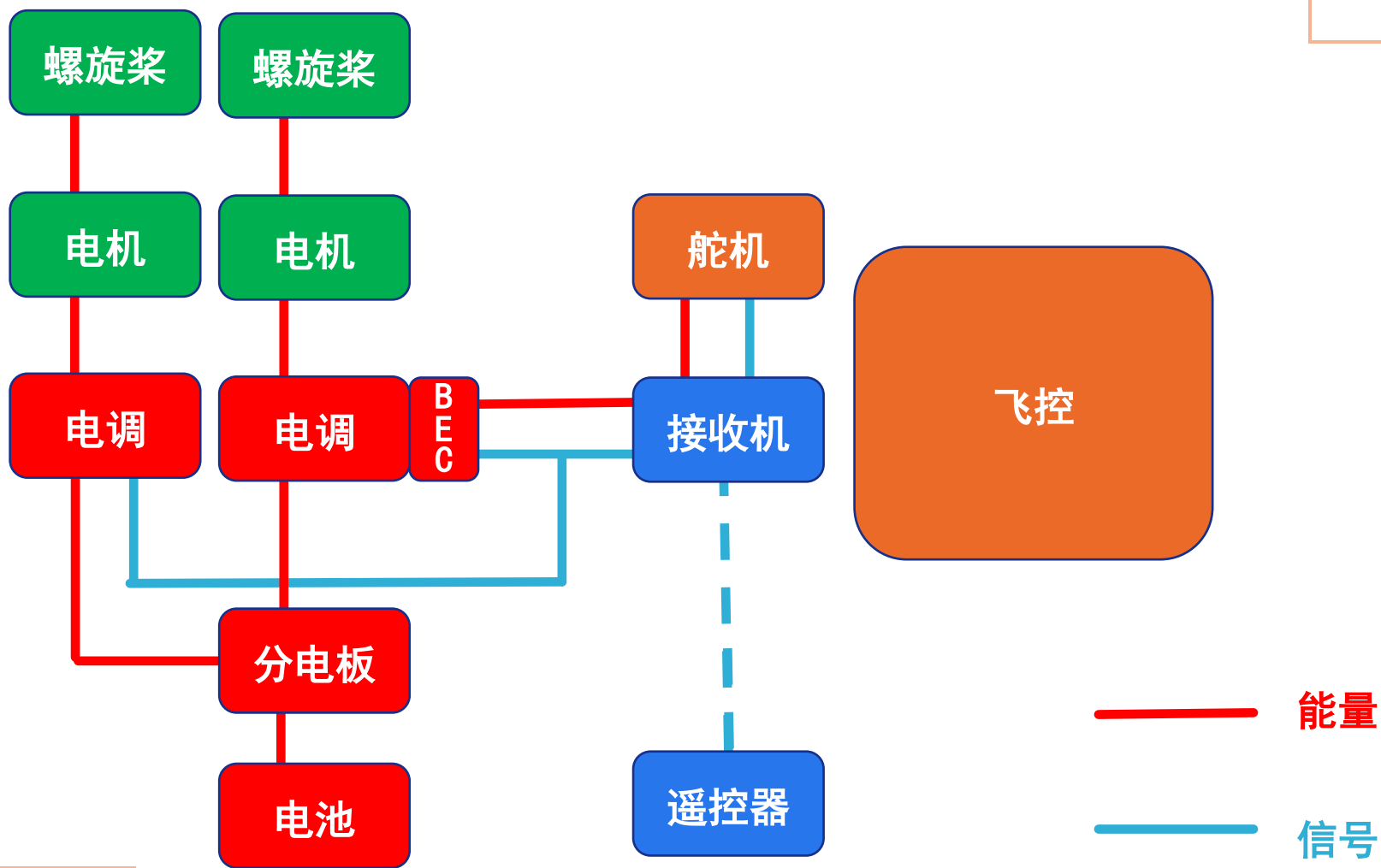


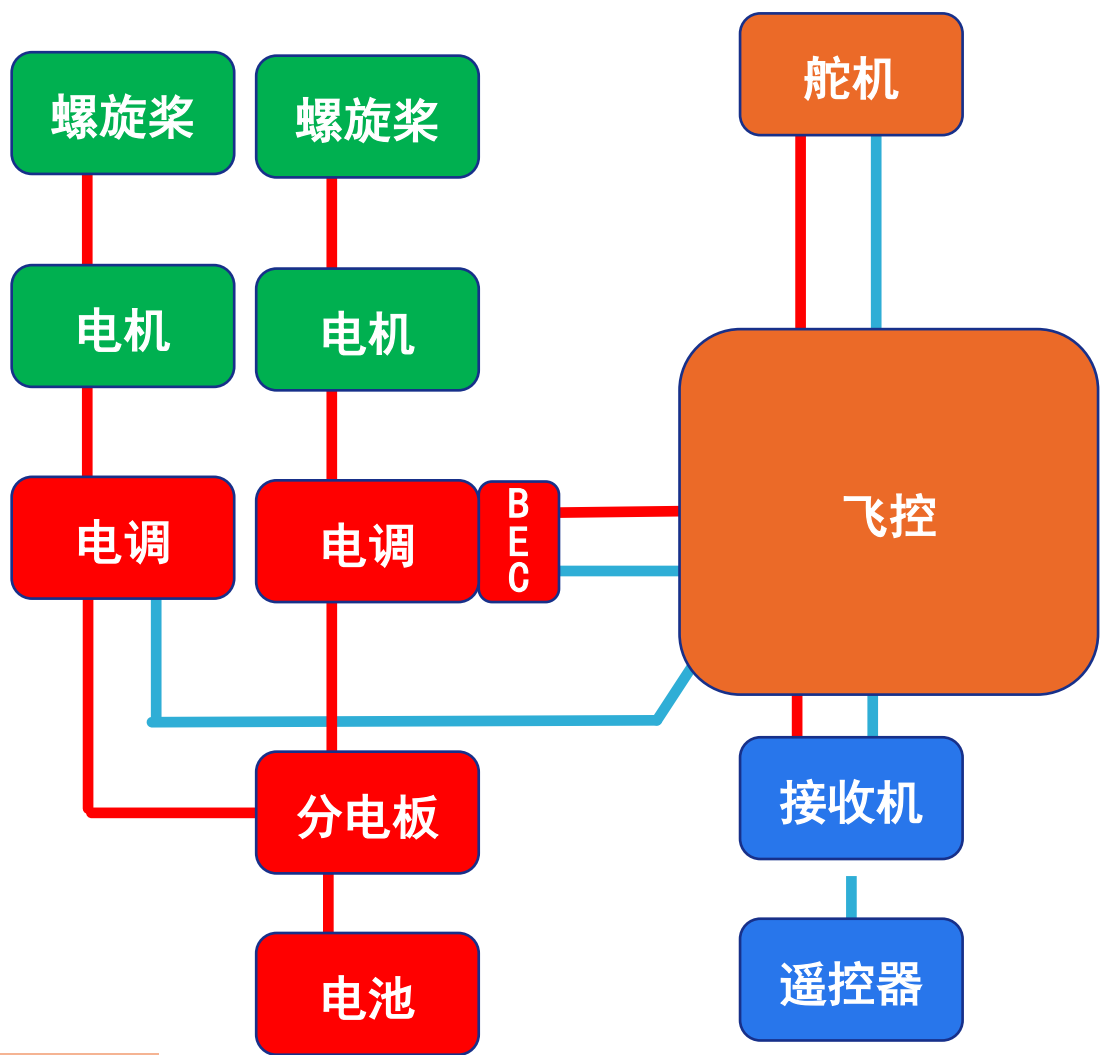
尺寸 50X50MM

重约7克









(三) 飞控

一、什么是飞控

飞行控制器，简称飞控，是无人机的核心控制设备。它通过内置的处理器和算法，对来自各个传感器的数据进行实时分析和处理，进而向电机等执行器发送精确的控制指令，就如同无人机的“小脑”一样，确保无人机能够稳定、安全地飞行。

二、飞控的组成部分

1. 传感器

- **IMU（惯性测量单元）**：包含三个角速度传感器（陀螺仪）和三个加速度传感器，实时检测无人机姿态（俯仰、横滚、偏航）
- **磁力计**：校准航向角，解决陀螺仪漂移问题
- **气压计**：测量高度。
- **GPS**：定位与航线规划

2. 芯片：整合传感器数据，输出信息

3. 外置接口：连接不同设备，输入输出信号以及提供电能



三、飞控的工作原理

1. 数据采集：飞控借助各类传感器，实时收集无人机的飞行状态数据。这些传感器就如同飞控的“眼睛”和“耳朵”，为其提供关于无人机姿态、位置、速度等多方面的信息。
2. 数据处理：飞控的处理器会对采集到的大量数据进行快速运算和分析。它会将当前的飞行状态与预设的目标状态进行对比，计算出两者之间的偏差。
3. 指令输出：根据计算得到的偏差，飞控会迅速生成相应的控制指令，并将这些指令发送给电机、舵机等执行器。执行器根据指令调整自身的工作状态，从而改变无人机的飞行姿态和运动轨迹。
4. 实时反馈：在无人机飞行过程中，传感器会持续采集数据，飞控不断重复上述的数据处理和指令输出过程，形成一个闭环的反馈控制系统，确保无人机始终按照预定的飞行路径和姿态飞行。

四、飞控的三大算法

1. 捷联惯性导航系统：

核心部件——IMU（惯性测量单元）

捷联惯性导航通过陀螺仪和加速度计推算出预测的位置、速度和姿态。

2. 卡尔曼滤波算法：

惯性导航有一种特性——随着时间的增加，漂移和误差会越来越大，此时需要卡尔曼滤波来结合GNSS（全球导航卫星系统）对惯导提供的信息进行过滤和修正，向PID输出一个更准确的最优估计值。

3. 飞行控制PID算法：

P（比例）：修正的响应速度，偏差相同时，**P**越大，修正越大，提供静稳定

D（微分）：超前调节（预判），提供动稳定和阻尼作用

I（积分）：消除静态余差，提供准确性

五、飞控的功能

1. 切换不同的飞行模式

- 自稳：在没有操作输入时，自动回到水平姿态飞行
- 增稳：以输入为主，飞控短时间内辅助保持当前飞行姿态
- 手动
- 任务：无人机会执行已上传到飞行控制器的预定义的自主任务（飞行计划）。该任务通常是通过地面控制站应用程序创建和上传的。
-

固定翼：

- 简易手动相关模式: Position (定点), Altitude (定高), Stabilized (自稳), Manual (手动)
- 手动-特技相关模式: Acro (特技)
- 自动相关模式: Hold (保持), Return (返航), Mission (任务), Takeoff (起飞), Land (降落), Offboard

多旋翼：

- 简易手动相关模式: Position (定点), Altitude (定高), Stabilized (自稳), Orbit (轨迹)
- 手动-特技相关模式: Rattitude, Acro (特技模式)
- 自动相关: Hold (保持), Return (返航), Mission (任务), Takeoff (起飞), Land (降落) (#land), Follow Me (跟随我), Offboard

五、飞控的功能

2. 安全保护

- 冗余设计：双传感器或双控制器备份，确保单点故障时系统仍能运行。
- 地理围栏：通过内置地图或**GPS**定位，禁止飞入机场、军事区等敏感区域。
- 紧急降落：低电量或信号丢失时，自动触发返航或安全着陆程序。

3. 任务执行与自主飞行

六、地面站

两大软件：

Mission Planner（Windows）

QGroundControl（跨平台）



地面站相对于飞控的关系就好比电脑的操作系统相对于硬软件的关系。

飞控作为无人机的执行机构与输入指令之间的中继，我们可以通过地面站对飞控以及它控制的机构进行参数设置与测试。除此之外，地面站还集成了飞行监控，飞行控制，任务规划，数据记录与分析等功能。

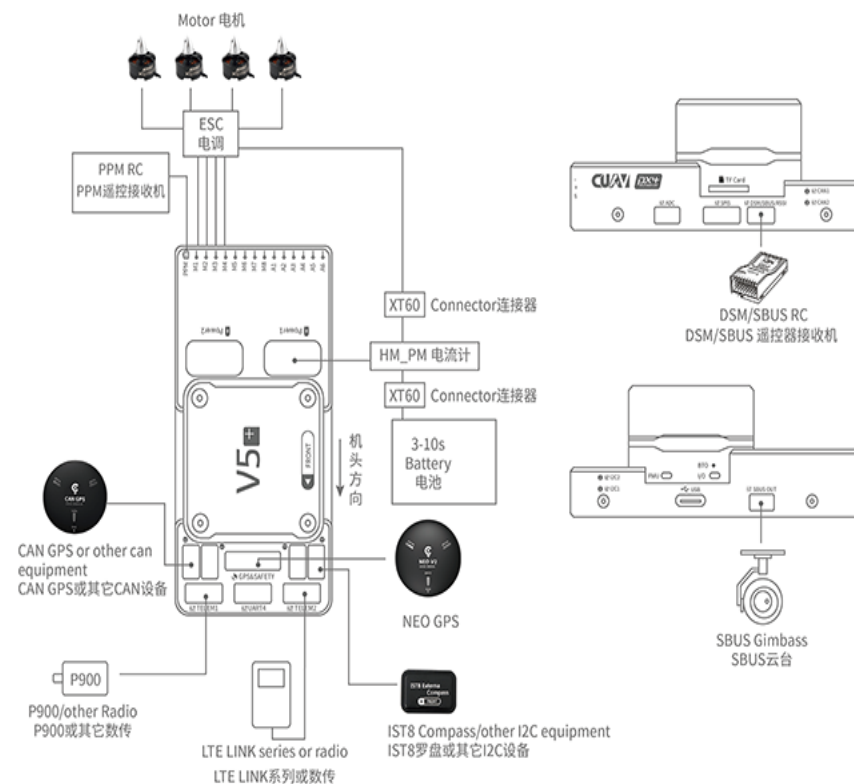
将安装有地面站的电脑与飞控进行连接（有线——**USB**线；无线——数传）即可进行操控。

七、飞控的安装与使用

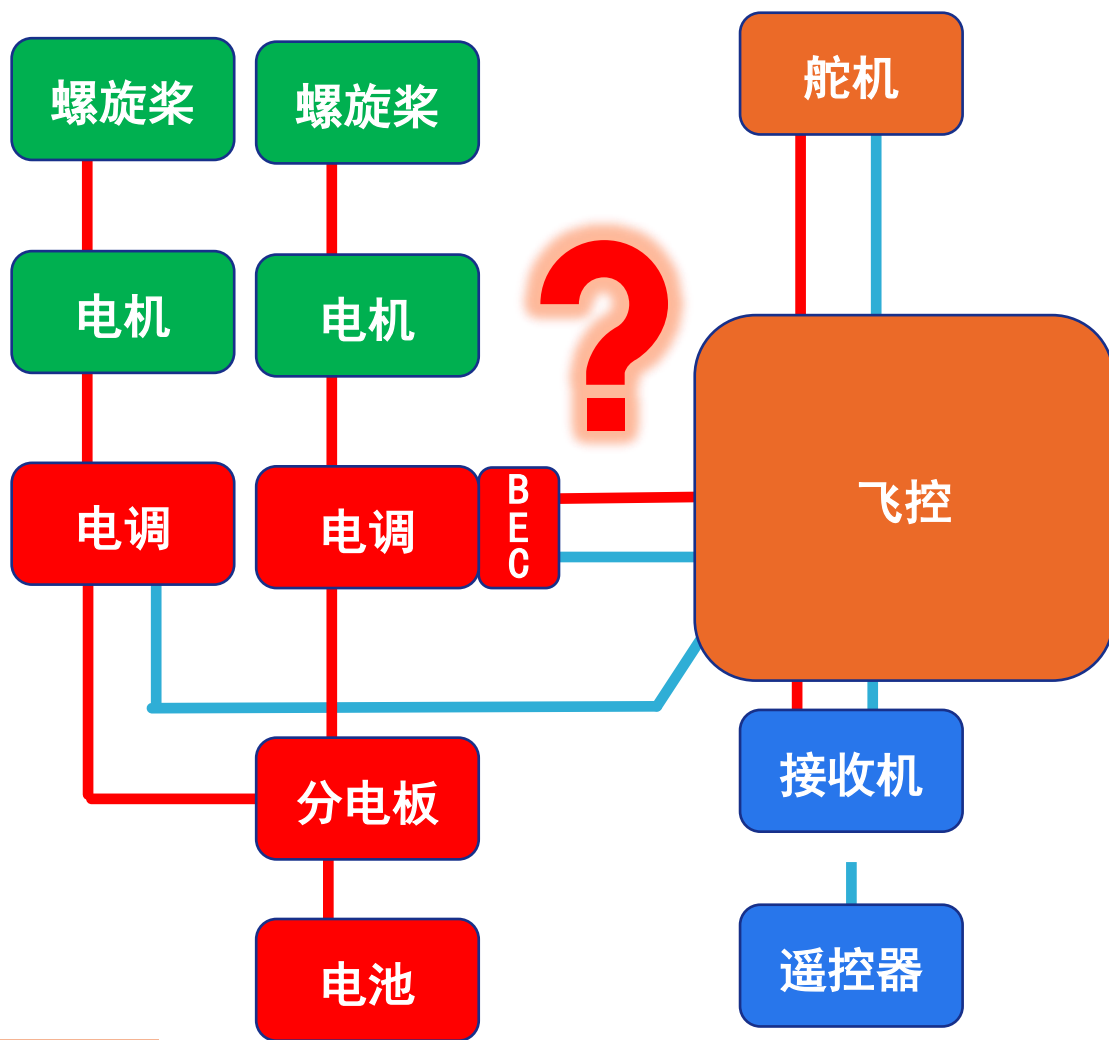
1.飞控因为内置有陀螺仪，所以在安装时有特定的朝向要求，必须确保内部的坐标系方向与无人机的坐标系方向相同，并且在飞行中飞控固定安稳，不会发生位移。通常飞控上会印有一个箭头，箭头指向的方向为机头方向。

2.飞控上预留了许多接口，用于连接电脑、接收机、数传、GPS、电机、舵机等，如图，安装时建议查阅说明书

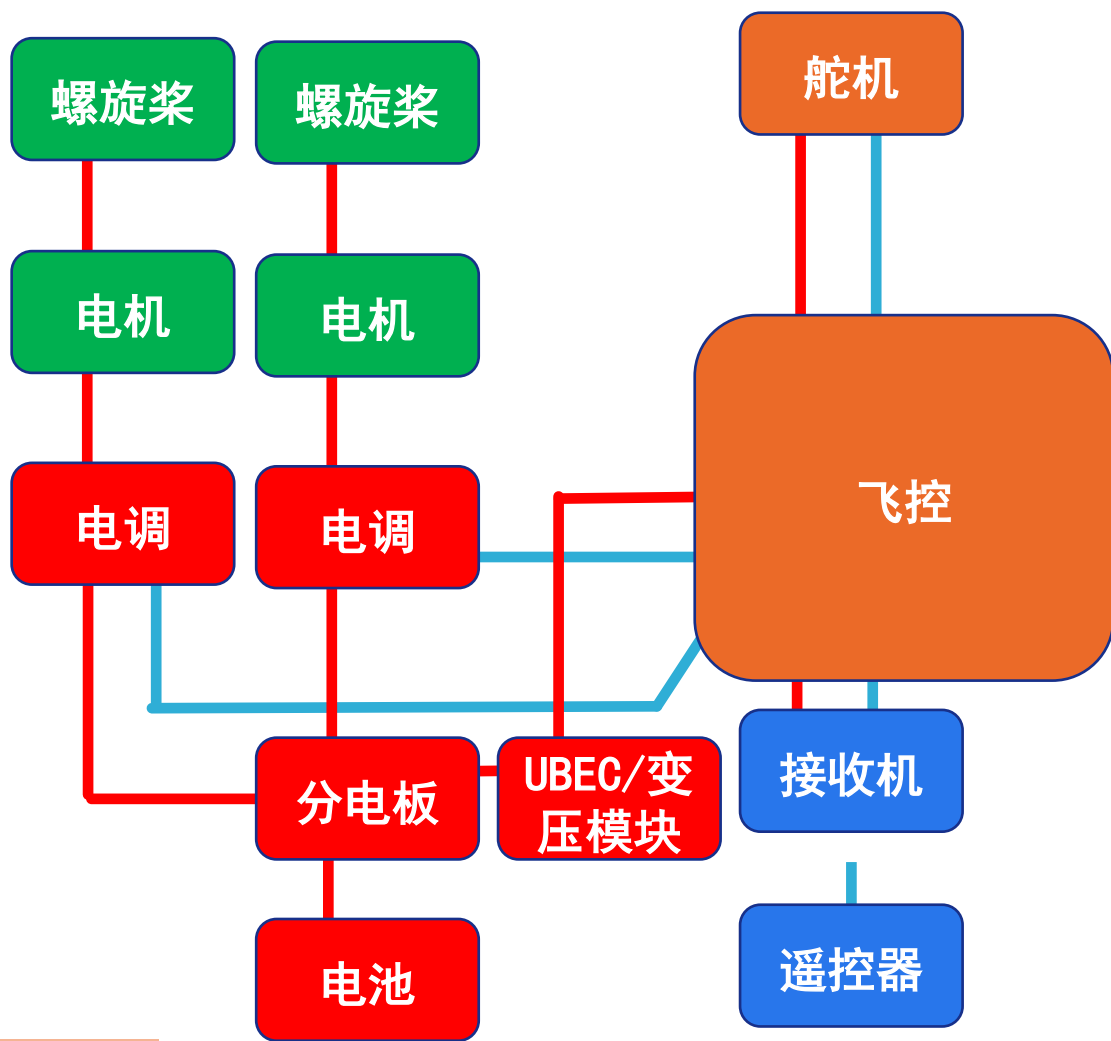
主要接口	功能及用途
POWER1	连接电源PM模块；具有电源输入&AD电压电流检测功能
POWER2	连接i2c智能电池等；具有电源输入功能
GPS&SAFETY	连接Neo Gps,它包含GPS、安全开关、蜂鸣器接口
UART 4	可用于连接GPS,可作为第二个GPS
TELEM1/TELM2	连接数传等，用于MAVLINK交互数据
TF CARD	插入SD卡，可实现日志存储功能
M1~M8	PWM信号输出口，可用于控制电机或舵机
A1~A8	PWM/电平信号输出口，可用于控制云台/舵机
DSU7	用于FMU芯片调试，读取DEBUG设备信息
TYPE-C(USB)	连接电脑，用于飞控与电脑的通信，比如烧写固件
I2C1/I2C2/I2C4	连接外置指南针等I2C设备，用于飞控与I2C设备的通信
CAN1/CAN2	连接CAN GPS等UAVCAN设备，用于飞控与UAVCAN设备的通信
SBUS OUT	该接口为SERVO接口SBUS总线协议的输出，可用于控制SBUS信号控制的相机云台等
DSM/SBUS/RSSI	包含DSM、SBUS、RSSI信号输入接口，DSM接口可以连接DSM卫星接收机、SBUS接口连接SBUS遥控器接收机、RSSI用于信号强度回传模块



注:一般飞控都支持PWM协议, 但是否支持Dshot协议需要查看详情



— 能量
— 信号



— 能量

— 信号

(四) 变压模块

我们知道，电子元件在正常工作时额定电压，低于额定电压，元器件的功率会降低，甚至无法正常工作；高于额定电压，有可能烧毁元器件。不同的元器件的额定电压不一定相同，而无人机上通常只用固定的一或两块电池供电，电压不一定匹配电子元件的额定电压。因此，我们需要使用变压模块进行升压或降压来满足特定元件的电压需求。

以机载电脑Intel NUC系列为例：额定为19V5A。

一般而言，电子元件需要：

- 1.首先需要电压不高于额定电压(超出一点点没问题，略低也没问题)
- 2.其次供给功率>额定功率（在满足第一条的情况下，一般供给电流需要大于额定电流）

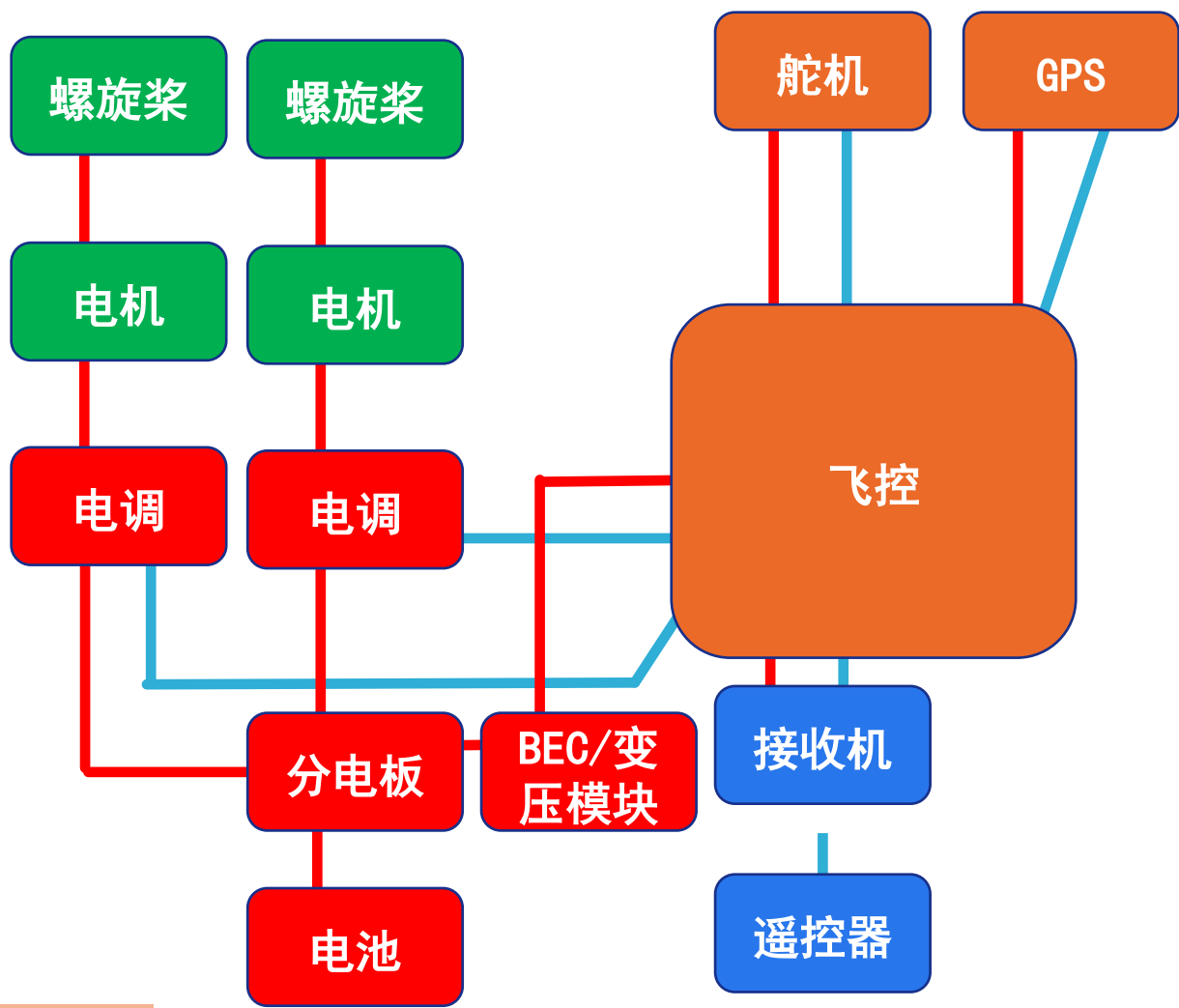
可以发现4S(16.8V)<19V，6S(19.8V)>19V，因此需要使用变压模块

UBEC（通用电池消除电路）：一种降压的稳压模块，通过DC-DC降压转换器将电池电压（如12V或更高）稳定降至5V或其他设备所需电压，避免因电压波动导致电子设备损坏。

不管是升压模块还是降压模块，输入输出的电压、电流都应在其标定的限度内。

当变压模块接在电池上时，哪怕没有外接负载，但因为内部形成了回路，有微弱的电流，仍然会耗电。





—— 能量

—— 信号

(五) GPS

一、GNSS的原理

GPS由空间、地面和用户三部分构成，他们之间时间同步协同工作，每颗导航卫星都会实时广播自己的轨道参数，也就是星历，用户通过接收器接收到卫星的信息，计算出卫星在特定时间内准确的位置，然后通过接收时间和卫星的广播时间对比，再根据传播速度计算出设备到卫星的直线距离。

一颗卫星确定设备在以卫星为球心，距离为半径的球面上；两颗卫星确定设备在两个球面相交的圆上；三颗卫星确定设备在三个球面相交的两个点上，通常有一个点的位置很不合理，从而被排除，由此可以获得设备的二维坐标（经度和纬度），这就是**GPS**的三角测量定位。如果想要获得设备的高度信息，就需要第四颗卫星的数据来推算。所以三维空间里想获取包含高度的具体位置，至少需要**4**颗卫星，卫星数量越多，精度越高。同时，因为带有位置和时间属性，所以设备也可以通过**GPS**信息计算出用户的速度和方向。

我们所说的，实际上是**GNSS**（全球导航卫星系统）的工作原理。

GNSS

{ 美国 **GPS**（全球定位系统）
中国 **BDS**（北斗系统）
俄罗斯 **GLONASS**（格洛纳斯）
欧盟 **Galileo**（伽利略）



二、RTK技术

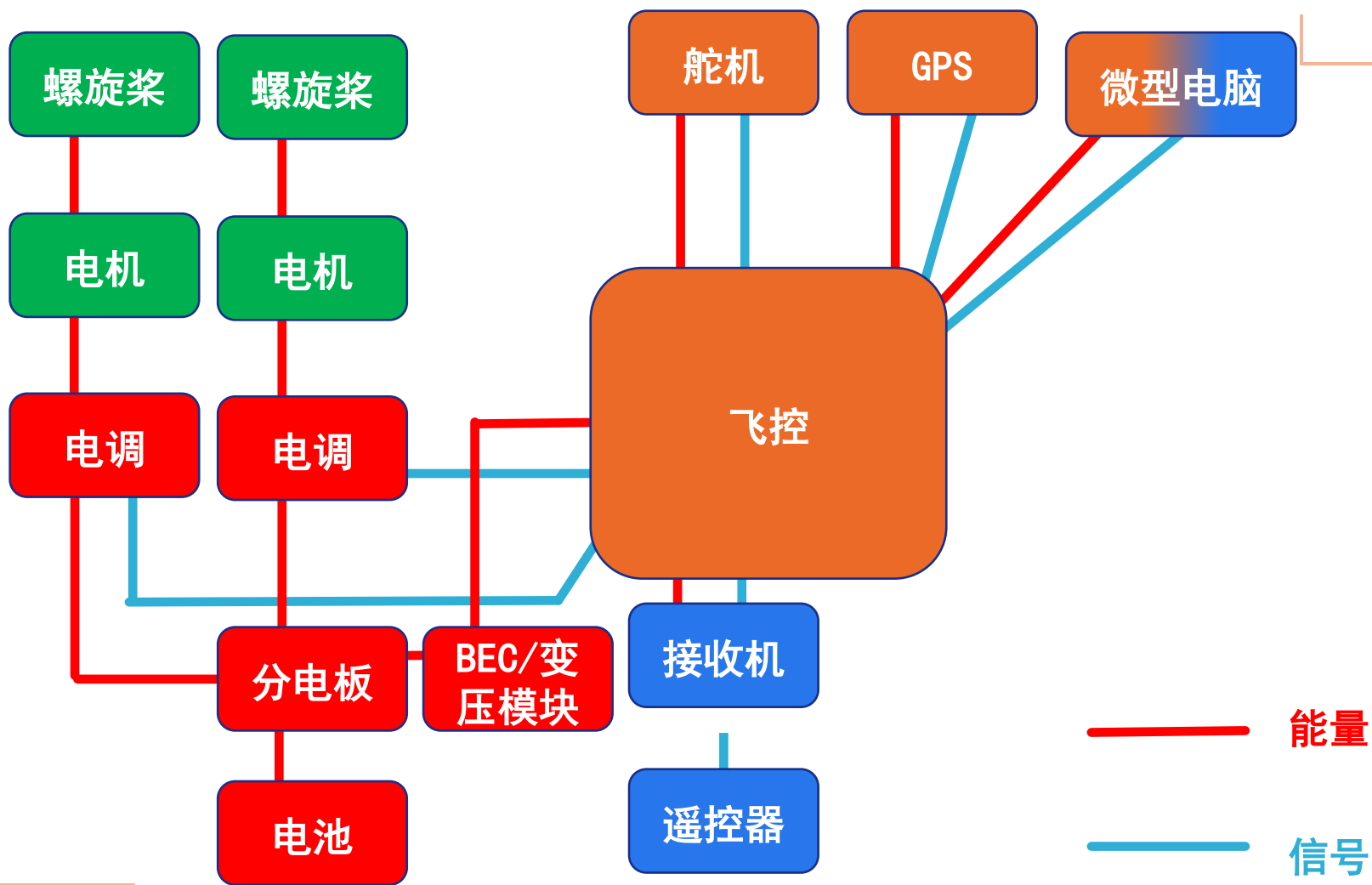
RTK (Real-Time Kinematic)：实时动态载波相位差分技术
又名 实时动态差分定位

是一种能够实时提供厘米级精度定位的技术。

GNSS的卫星定位信号从卫星传播到接收机的过程中会受到卫星时钟误差、轨道误差、大气延迟等多种误差的影响，会产生米级的误差。提高精度就需要范围内一个已知精准坐标位置的基站来协助降低误差。基站通常在几公里到十几公里的范围内和接收机观测同一组卫星，所观测到的误差也是几乎相同的。然后基站根据已知的自身精确坐标计算和误差坐标之间的差值，得到差分改正数，移动接收机，同时接收到卫星信号和基站通过电台或网络发来的差分改正数，就能通过改正数修正自身的卫星定位结果，从而实现厘米级的高精度定位。

总结：**RTK**，通过基准站与移动站之间的实时差分改正，消除卫星信号传播过程中的误差，从而大幅提升定位精度。这种技术依赖于稳定的通信链路传输差分数据，并要求基准站和移动站在同一观测环境下同步接收卫星信号，以确保误差相关性。





(六) 微型电脑

微型电脑，也就是机载计算机，以极小的体积实现了电脑的所有基本功能，可谓“麻雀虽小，五脏俱全”。我们一般使用微型电脑来在飞行中运行自己编写的代码程序，就像飞机的“大脑”一样。

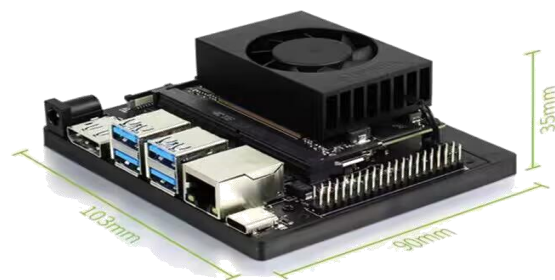
我们常使用的微型主机有：

树莓派、香橙派(<1000RMB)，

NVIDA ORIN NANO(<3000RMB)，

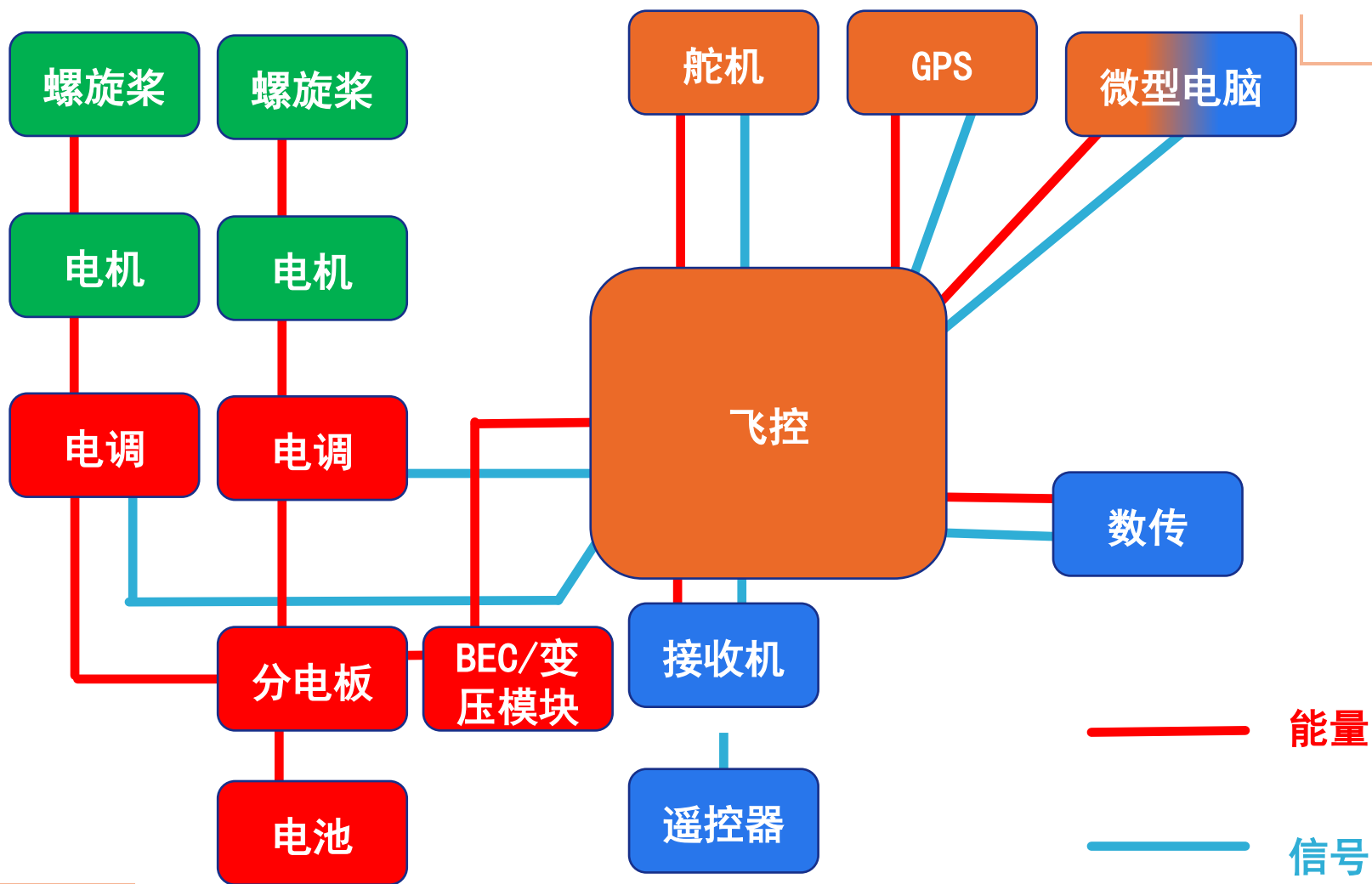
NVIDA ORIN NX，InTel NUC(>3000RMB)

产品尺寸



*实际到货已预装保护外壳





(七) 数传

前面提到，将无人机与电脑连接需要用到**USB**数据线，这种连接方式是有线连接。但是飞机飞上天去之后怎么办呢？

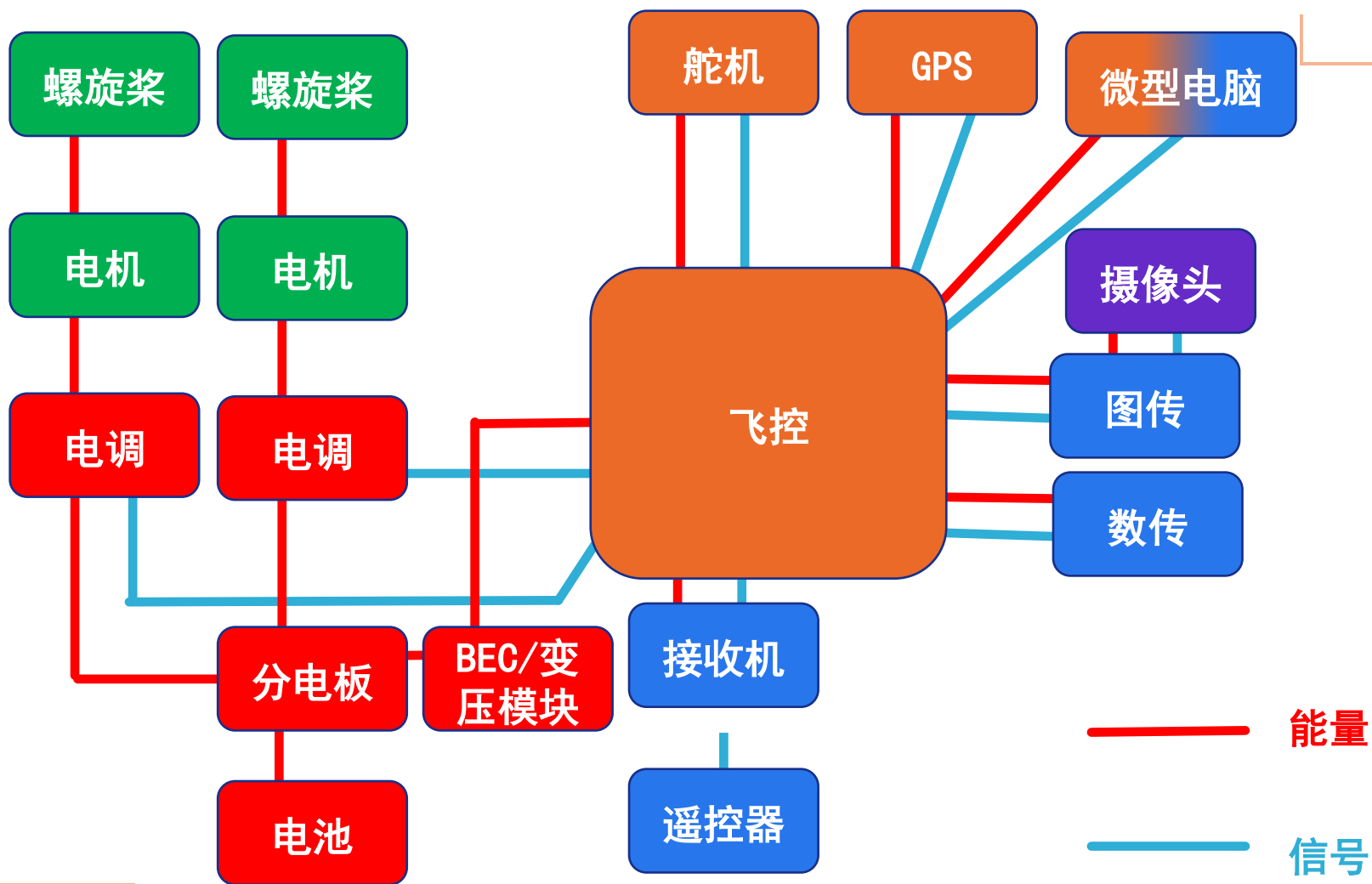
这时就需要使用无线连接方式——数传。

数传，说白了，就是两根天线，用来代替数据线，也只能代替数据线。一个接在飞控上作为天空端，另一个接在电脑上作为地面端。

飞机在飞行途中可以通过数传实现地面与无人机的上下行链路通信。

需要注意：多台数传同时使用时可能会造成相互干扰或者“串台”





(八) 图传&摄像头

无人机图传系统由天空端（发射机）、地面端（接收机）和显示端（地面站或远端显示器）组成。

其中天空端部署在无人机上，由摄像头和嵌入式视频处理单元组成，主要完成视频采集、视频编码、视频发送，无人机上的摄像机采集到图像和视频信息后，由天空端以无线信号的形式发射出去。

地面端部署在云服务器上，主要负责转发无人机推送的视频流，地面端接收天空端发射的信号，并对其进行还原处理，然后发送给显示端。

显示端部署在本地 PC 机上，主要负责从流媒体服务器拉流到本地并渲染播放。显示端将地面端还原的图像和视频信息显示出来供查看。一般由地面站充当图传显示端，也可以由远端显示设备作为图传显示端。





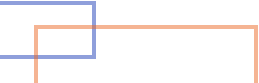
供电系统

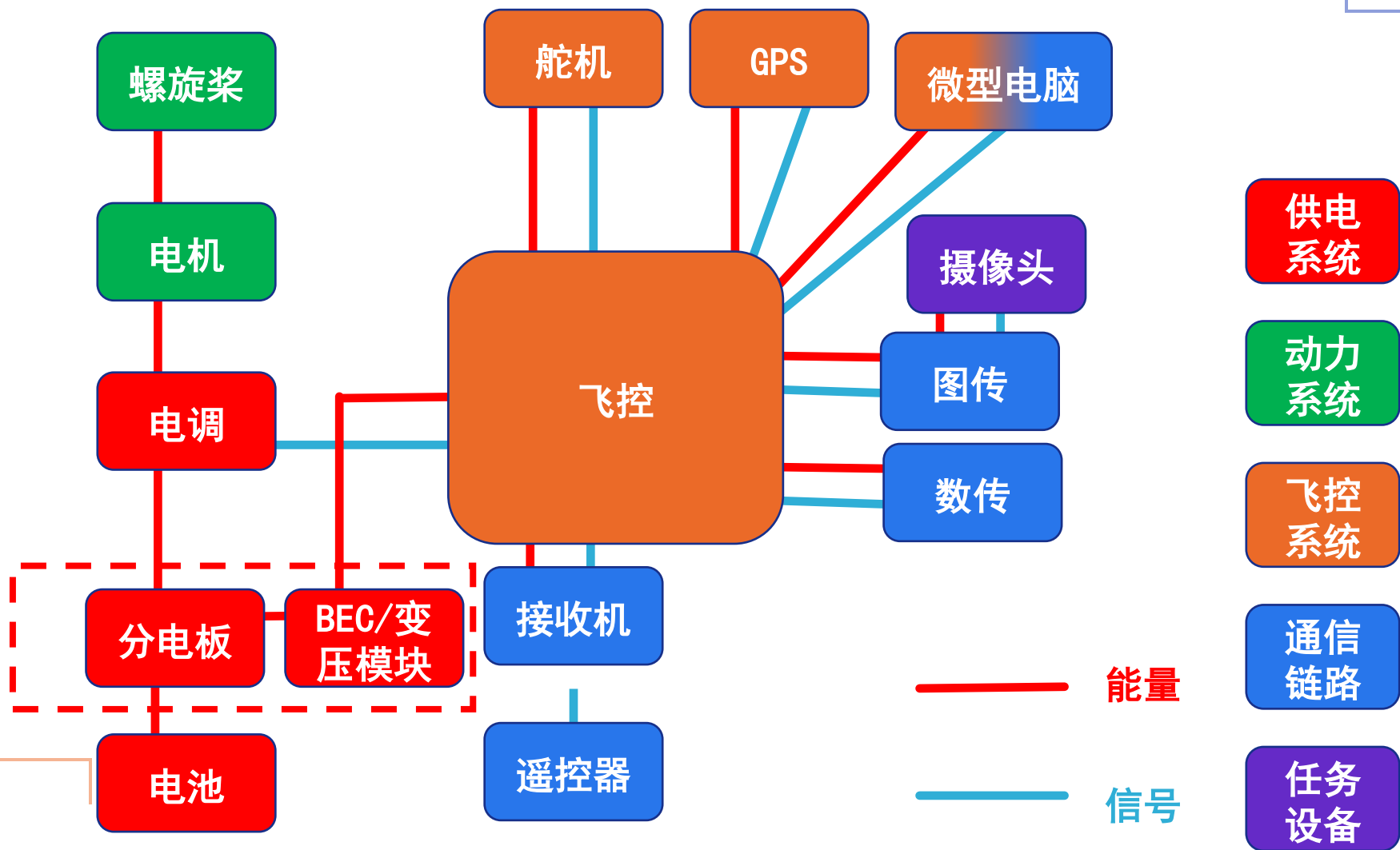
动力系统

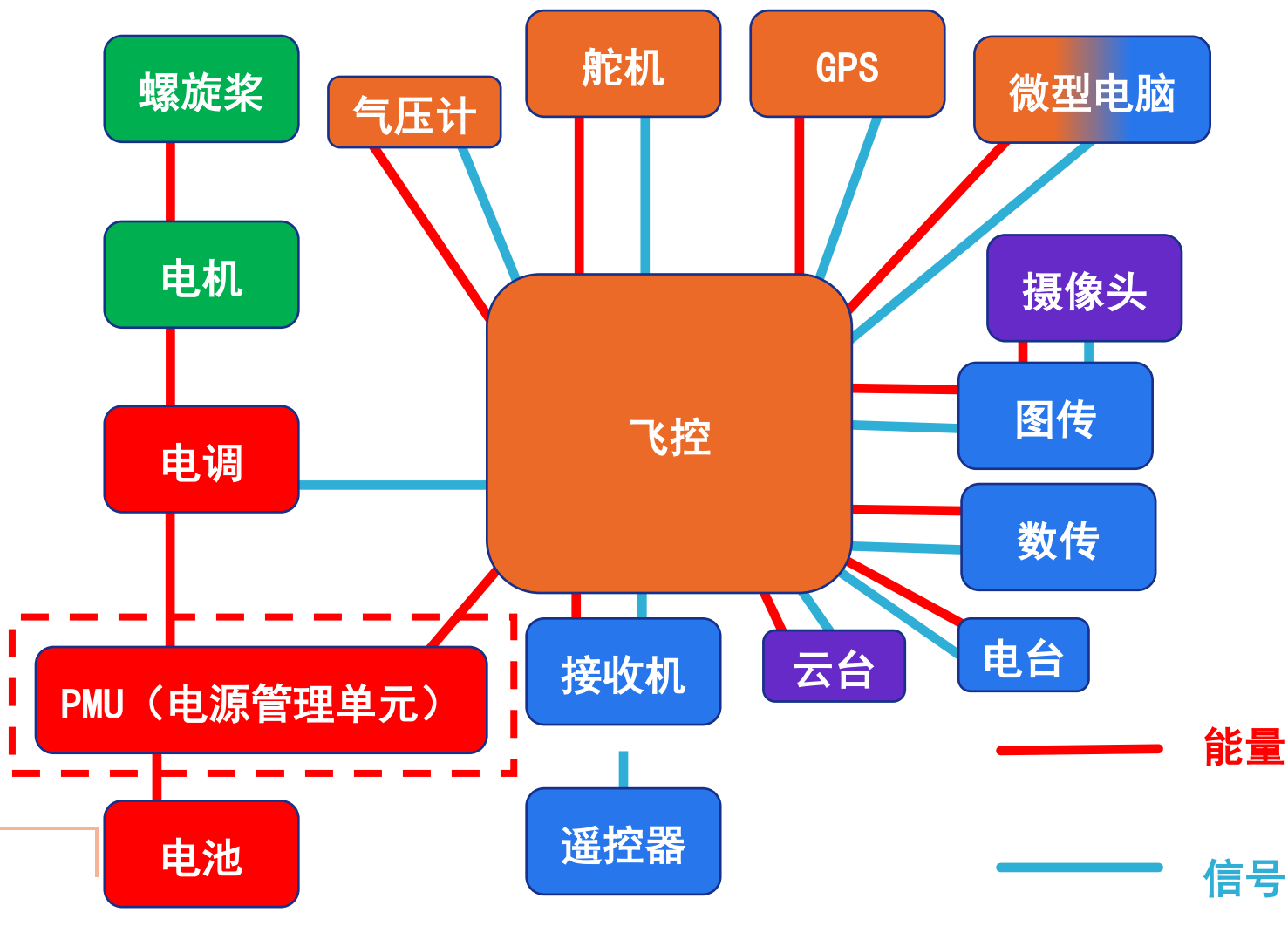
飞控系统

通信链路

任务设备







供电系统

动力系统

飞控系统

通信链路

任务设备



THANK YOU