

多旋翼设计计算报告

计算任务

1. 无人机最大重量计算
2. 预设计总重500g状态下的续航时间
3. 续航五分钟以上总重计算

已知条件

- 电机参数：2004无刷电机，KV值为2500
- 电池参数：4S航模锂电池，放电倍率60C，1100mAh
- 桨叶参数：3.5英寸三叶桨，PC材质，螺距3英寸
- 飞控参数：MicoAir743-AIO-35A，重量10g
- 接收机参数：5V，35mA
- 推重比要求： ≥ 2.0

基础参数计算

电机转速

- 电池电压： $4S \times 3.7V = 14.8V$
- 电机转速： $2500 \times 14.8V = 37,000RPM$

电池参数

- 电池容量： $1100mAh = 1.1Ah$
- 电池能量： $14.8V \times 1.1Ah = 16.28Wh$
- 最大放电电流： $1.1Ah \times 60C = 66A$

1. 无人机最大重量计算

1.1 电机空载转速

电机空载转速计算：

$$n_{\text{空载}} = KV \times U = 2500 \times 14.8V = 37,000RPM$$

结论：电机空载转速为37,000 RPM

1.2 负载转速计算

假设高负载状态下负载转速为空载转速的65%：

$$n_{\text{负载}} = n_{\text{空载}} \times 65\% = 37,000 \times 0.65 = 24,050RPM$$

结论：负载转速为24,050 RPM

1.3 螺旋桨拉力计算

根据螺旋桨拉力经验公式：

$$L = D \times P \times W \times n^2 \times P_{atm} \times K$$

其中：

- D = 桨叶直径 = 3.5英寸 = 0.0889m
- P = 桨叶螺距 = 3英寸 = 0.0762m
- W = 桨叶宽度 = 16.5mm = 0.0165m
- n = 转速 = 24,050RPM = 400.83转/秒
- P_{atm} = 标准大气压力 = 1.0
- K = 经验系数 = 0.025

单电机拉力：

$$L = 0.0889 \times 0.0762 \times 0.0165 \times (400.83)^2 \times 1.0 \times 0.25 = 449g$$

结论：单电机螺旋桨拉力为449g

1.4 四旋翼总拉力与最大负载

四旋翼总拉力：

$$F_{\text{总}} = 4 \times 449g = 1,796g$$

根据推重比要求 ≥ 2.0 :

$$m_{\text{max}} = \frac{F_{\text{总}}}{\text{推重比}} = \frac{1,796g}{2.0} = 898g$$

结论：无人机最大负载为898g

2. 预设计总重500g状态下的续航时间

2.1 电池总能量

$$E_{\text{电池}} = 14.8V \times 1.1Ah = 16.28Wh$$

结论：电池总能量为16.28Wh

2.2 电机总功耗计算

若每100g拉力增加3A电流，平均电压为16V:

500g总重需要的拉力 = 500g

$$\text{电机总电流} = \frac{500g}{100g} \times 3A = 15A$$

$$\text{电机总功耗} = 15A \times 16V = 240W$$

结论：电机总功耗为240W

2.3 接收机功耗

$$P_{\text{接收机}} = 5V \times 0.035A = 0.175W$$

结论：接收机功耗为0.175W

2.4 续航总时间计算

系统总功耗:

$$P_{\text{总}} = P_{\text{电机}} + P_{\text{飞控}} + P_{\text{接收机}} = 240W + 2.5W + 0.175W = 242.675W$$

续航时间:

$$t = \frac{16.28Wh}{242.675W} = 0.067\text{小时} = 4.0\text{分钟}$$

结论：500g状态下续航时间为4.0分钟

3. 续航五分钟以上总重计算

3.1 5分钟续航功耗限制

要达到5分钟续航，最大功耗为：

$$P_{max} = \frac{16.28Wh}{5/60h} = 195.4W$$

3.2 最大设计重量计算

根据电机功耗关系：每100g拉力增加3A电流，平均电压16V

设最大重量为Wg，则：

- 电机电流： $\frac{W}{100} \times 3A$
- 电机功耗： $\frac{W}{100} \times 3A \times 16V = \frac{48W}{100} W$
- 系统总功耗： $\frac{48W}{100} W + 2.5W + 0.175W = \frac{48W}{100} W + 2.675W$

当系统总功耗 = 195.4W时：

$$\frac{48W}{100} + 2.675 = 195.4$$
$$W = 401.5g$$

结论：续航5分钟以上的最大设计重量为401.5g

计算结果汇总

计算项目	结果
1. 电机空载转速	37,000 RPM
2. 电机负载转速（65%）	24,050 RPM
3. 单电机螺旋桨拉力	449g
4. 四旋翼总拉力	1,796g
5. 无人机最大负载	898g

计算项目	结果
6. 电池总能量	16.28Wh
7. 500g状态电机功耗	240W
8. 接收机功耗	0.175W
9. 500g状态续航时间	4分钟
10. 续航5分钟最大重量	401.5g