

# 专业快启版（Pro-K 系列）发动机 技术说明书



## 您和我们：

欢迎来到涡喷航模时代！SWIWIN 已准备就绪，带您体验不一样的飞行乐趣！

首先，请仔细阅读本手册，以便对发动机、发动机组件以及操作过程有一个整体的了解和印象，以确保发动机的安全运行和最佳性能。

本手册将向您介绍如何安装、操作和保养发动机，如仍有疑惑之处，欢迎联系我们，我们将竭诚为您提供 SWIWIN 快启版发动机的销售、技术和售后支持服务。

本使用说明书旨在为使用者提供详细的使用指南和建议，以确保发动机的安全运行和最佳性能。



## 目录

1、 发动机介绍.....	3
2、 产品规格.....	4
2.1 尺寸图.....	4
2.2 发动机基本参数.....	5
2.3 发动机运行控制相关参数.....	6
3、 安全说明.....	7
4、 安装与调试.....	9
5、 发动机使用说明.....	10
5.1 发动机附件清单.....	10
5.2 发动机连接.....	10
5.3 数据连接定义.....	11
5.4 通讯协议.....	12
5.5 不同启动方式的发动机连接说明.....	18
5.6 GSU 启动发动机.....	20
5.7 地面支持单元-GSU.....	21
5.8 ECU (V4) 使用说明.....	24
6、 发动机调试.....	29
6.1 设置操作模式.....	29
6.2 检查清单.....	29
6.3 发动机启动和停止.....	30
6.4 使用遥控器启动和停止.....	30

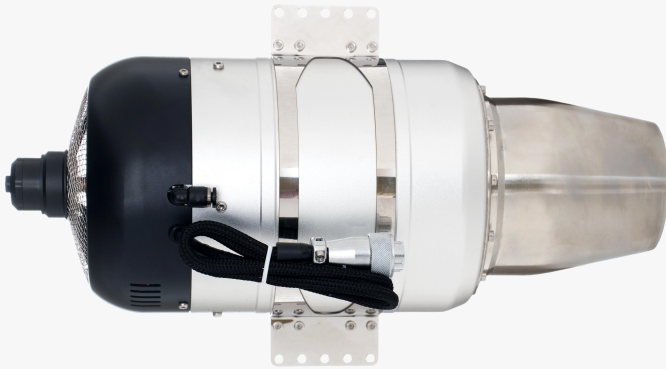
6.5 PC 端控制启动和停止.....	31
<b>7、 发动机运行状态说明.....</b>	<b>32</b>
<b>8. 常见问题排除.....</b>	<b>33</b>
8.1 常见问题排除.....	33
8.2 ECU 报错故障分析.....	34
<b>9、 兼容性.....</b>	<b>35</b>
9.1 串口转接线接头兼容性.....	35
9.2 升级器兼容性.....	35
<b>10、 储存和润滑.....</b>	<b>36</b>
<b>11、 发动机维护保养.....</b>	<b>36</b>
<b>12、 售后服务.....</b>	<b>36</b>

## 1、发动机介绍

玄云专业快启版发动机整体设计集成程度高、安装简易、操作便捷。发动机整体包含本体和外置 ECU 控制器两大部分。

发动机本体内集成的电子组件：

- TCU（电子控制单元）
- 无刷启动电机
- 发动机控制线缆



ECU 控制器内部集成的组件：

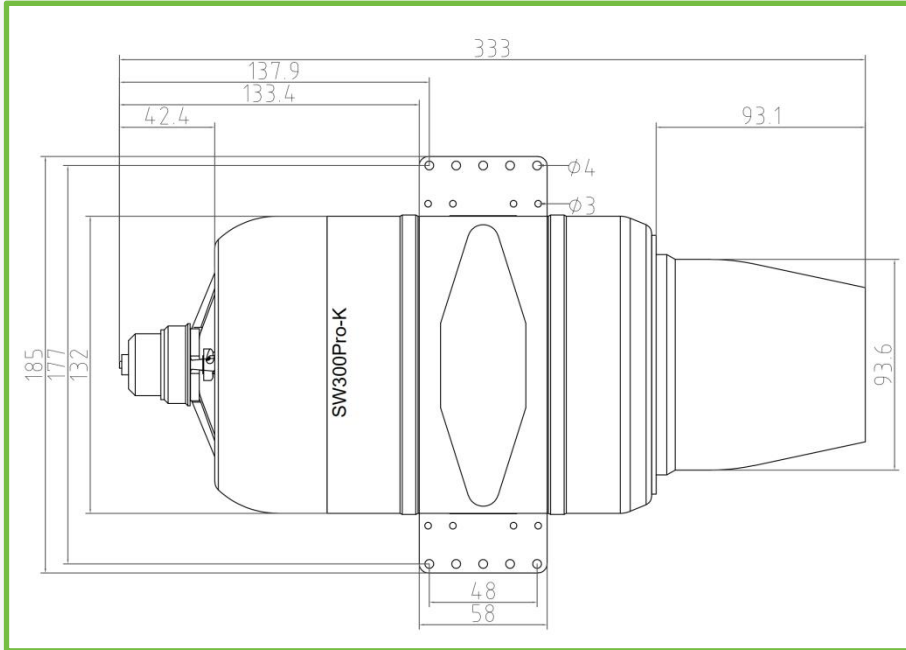
- ECU（电子控制单元）
- 无刷油泵
- 电源、发动机控制、信号传输航插接头



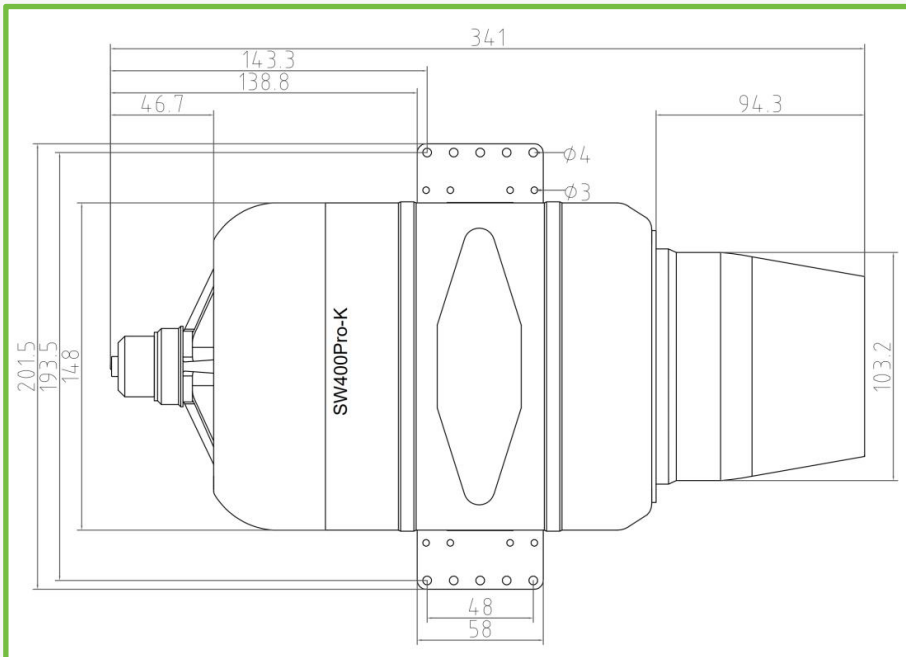
## 2、产品规格

### 2.1 尺寸图

SW300Pro-K



SW400Pro-K



## 2.2 发动机基本参数

项目	SW300Pro-K	SW400Pro-K
推力	30kg	40kg
直径 (mm)	132mm	148mm
长度 (mm)	333mm	341mm
重量	2620g	3240g
ECU 重量	353g	436g
使用温度	-40℃~50℃	-40℃~50℃
最大使用高度	12000 米	12000 米
弹射起飞最大纵向过载	20G	20G
最大允许飞行速度	300m/s	300m/s
供电电压	4SLiPo 电池, ≥3000mAh, 35C	4SLiPo 电池, ≥3000mAh, 35C
启动方式	一键电子启动	一键电子启动
转速范围	38,000-98,000	35,000-97,000
额定排气温度	750℃	750℃
最大油门油耗	820g/min	1000g/min
使用燃料	航空煤油	航空煤油
润滑油	3%-5%	3%-5%
定期保养周期	25h/次	25h/次
启动时间	小于 30S	小于 30S

### 2.3 发动机运行控制相关参数

项目	SW300Pro-K	SW400Pro-K
油泵电压	1.34V	1.6V
转速斜率	80%-100%	80%-100%
油泵斜率	7-15	8-15
热火头电压	6.6-7V	6.6-7V
点火油阀	50	40
点火转速	3,000 rpm	3,000 rpm
预热转速	8,000 rpm	8,000 rpm
离合器分离转速	18,000 rpm	23,000 rpm
加速曲线	25	40
减速曲线	25	40
最高转速	98,000 rpm	97,000 rpm
怠速转速	38,000 rpm	35,000 rpm
最低转速	18,000 rpm	23,000 rpm
最高温度	1000℃	1000℃
最低电压	10V	10V
熄火重启	关闭	关闭
重启火头电压	同火头电压一致	同火头电压一致
油泵限制	13V	13V
怠速稳定	8	8
弹出时间	0.4S	0.4S
弹出电压	4V	4V
运行电压	5V	5V
转速稳定	50	20
冷却转速	4,000 rpm	4,000 rpm

注：所有数据均在标准气压下测



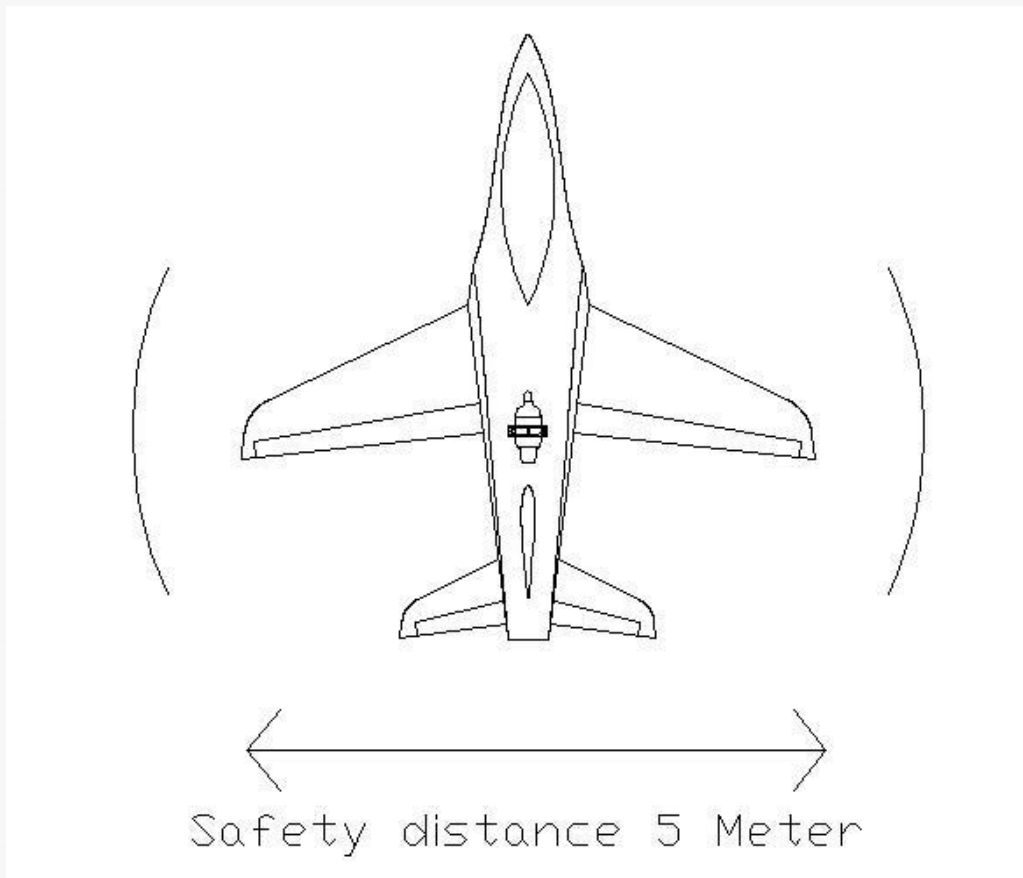
### 3、安全说明

#### 安全须知

感谢您使用 SWIWIN 玄云微型发动机，发动机的工作状态实质为高度极端的机械工作，存在一定的危险性，操作者使用前必须熟知操作要点与认识风险，不慎操作容易造成涡喷本体损坏与人员伤害，请仔细阅读说明书上的操作指示，严格遵守操作规定。如果您是第一次操作发动机，请在有操作经验人的带领之下学习操作。第一次启动发动机之前，请仔细阅读本说明书。

#### 安全距离

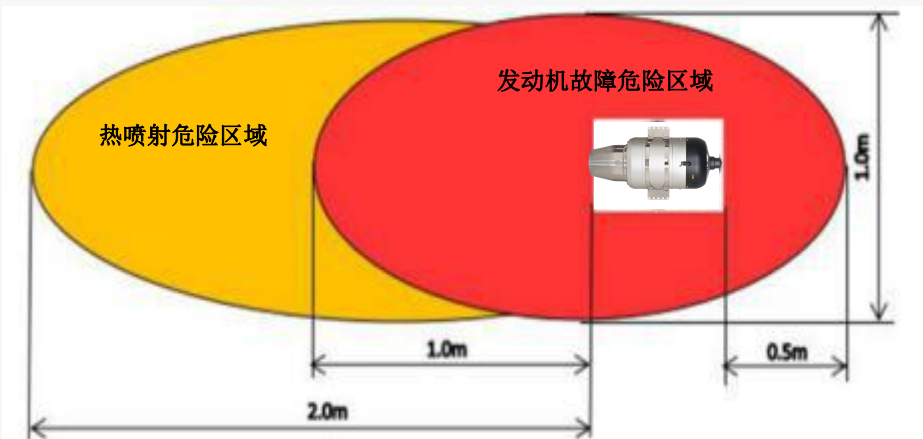
发动机在极高的旋转速度下工作，发动机运转时，一定要与飞机保持安全距离，发动机前方保持三米距离，左右侧保持五米距离。



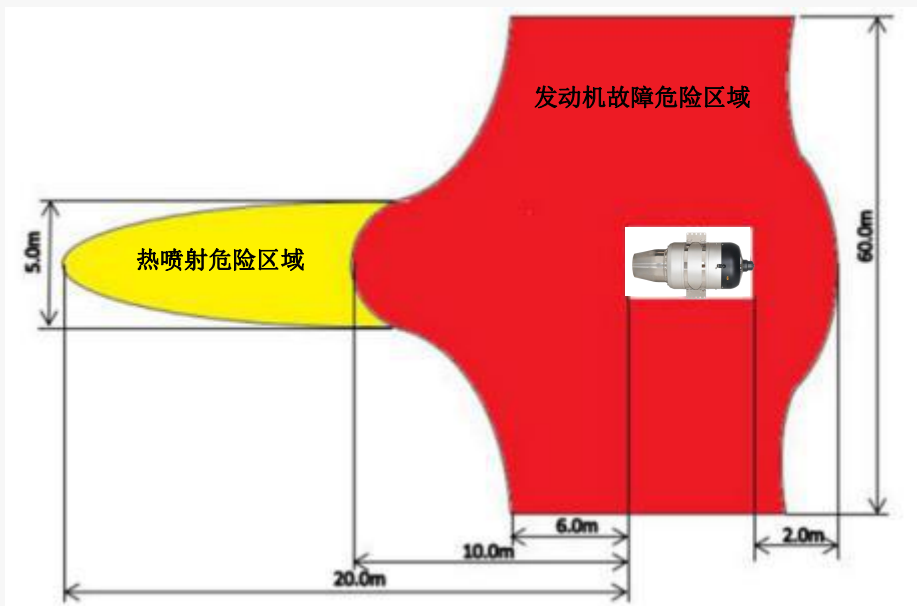
### 发动机启动和怠速时的危险区域

- 操作期间确认危险区域内没有人员进入。
- 操作发动机时必须佩戴安全眼镜、耳塞。
- 确保进气区域内没有可能被吸入的杂物。
- 操作发动机时手指远离进气区域。
- 操作发动机前准备好灭火器材。

### 发动机启动和怠速时的危险区域



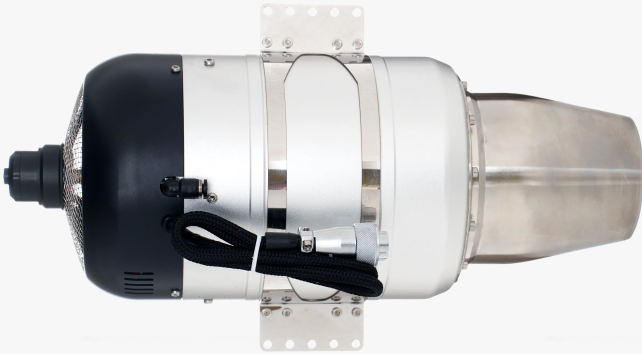
### 发动机 20%油门到全推力危险区域



## 4、安装与调试

玄云专业快启版（Pro-K 系列）发动机安装固定发动机

玄云专业快启版发动机都配有专用固定抱箍。发动机操作前将抱箍锁紧固定，注意不要过度拧紧固定螺钉，以免发动机外壳变形影响固定效果。



**SW300Pro-K**



**SW400Pro-K**

发动机最佳的安装位置：旋转发动机使进油口位于 12 点位

## 5、发动机使用说明

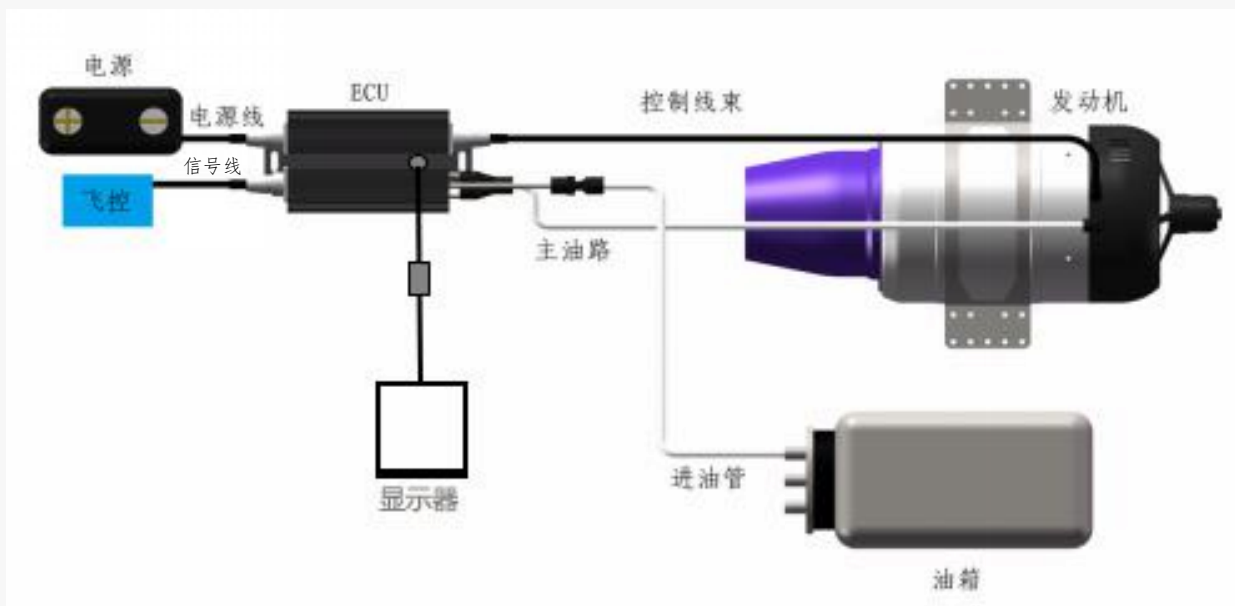
### 5.1 发动机附件清单

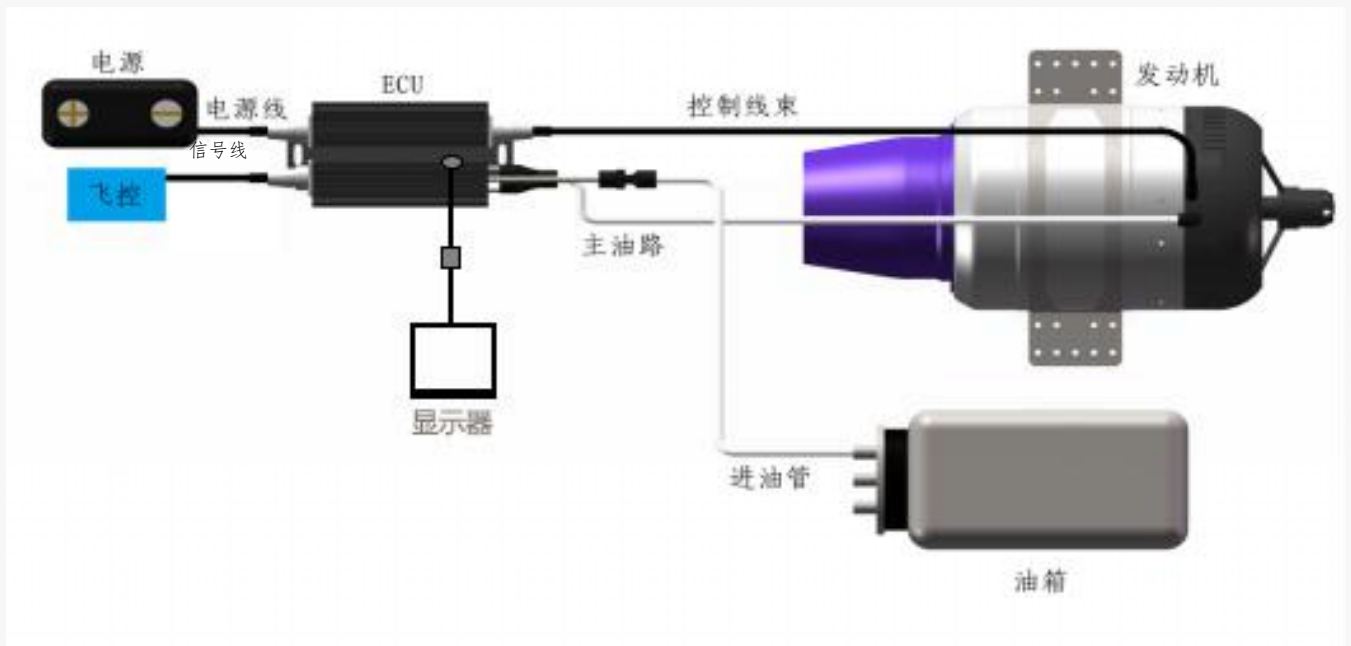
打开包装，发动机附件清单如下：

 <p>发动机本体</p>	 <p>ECU (V4)</p>	 <p>GSU</p>
 <p>固定支架</p>	 <p>球阀</p>	 <p>油滤</p>
 <p>电源线</p>	 <p>信号线</p>	 <p>油管</p>

### 5.2 发动机连接

打开包装，认识各个组件后，按照下图所示进行连接  
SW300Pro-K





### 说明：

控制线束：发动机和 ECU 的连接线。

电源线：电源线航插端连接 ECU，另一端 XT60 插头连接电源。插头型号可根据需要定制。

信号线：提供的信号线默认选择遥控器操作方式，如有特殊要求信号线可定制。信号线航插端连接 ECU，另一端分成 3 根线，分别是开关（连接接收机开关通道），RS232（PC 端控制时与 232 串口工具连接），油门线（连接接收机油门通道）。

显示器：显示器连接 ECU 数据线，用于显示发动机运行数据。

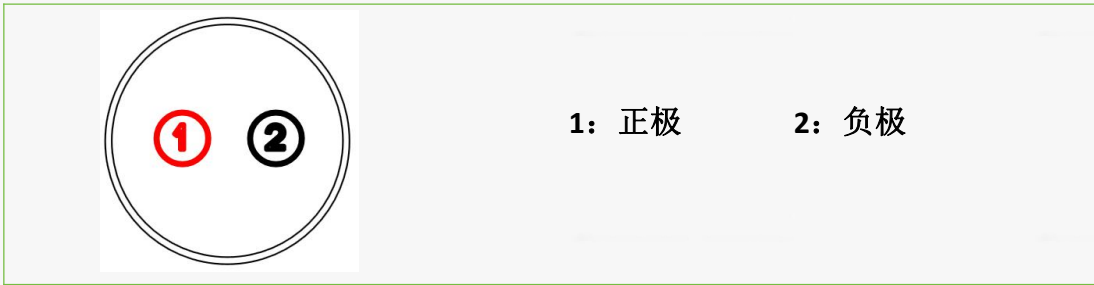
电源：专业快启版发动机，电源电压建议使用 16.8-24V，容量 3000mAh 或更大。

所有线束连接完成后，ECU 发出“滴-滴滴-滴滴滴”音乐提示，说明连接完好。

### 5.3 数据连接定义

发动机数据连接通过 ECU 完成，ECU 侧面有 3 个插口，分别是 WS16J2 2 针航插头、WS16J3 3 针航插头、WS16J7 7 针航插头，3 个插头分别对接发动机控制线、电源线、信号线。

ECU 电源接口定义



ECU 控制插头定义



ECU 信号插头定义 (RS232)



ECU 信号插头定义 (RS422)



5.4 通讯协议

● ECU 接口

支持 RS232 或 RS422 电气接口

● 串口数据格式

UART: 2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200 (其它可设置)

数据长度：8 位

奇偶校验：无

停止位：1/2 位（可设置）

●控制命令数据包含义

byte:0								byte:1								byte:2								byte:3																							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0																
Head (0xFF)								Cmd ID: 0								reserve								CRC																							
Head (0xFF)								Cmd ID: 1								SW								Throttle								CRC															
Head (0xFF)								Cmd ID: 2								reserve								Param								CRC															
Head (0xFF)								Cmd ID: 3								reserve																CRC															
Head (0xFF)								Cmd ID: 4								reserve								Ignition Pump Voltage								CRC															
Head (0xFF)								Cmd ID: 5								reserve								Acceleration curve								CRC															
Head (0xFF)								Cmd ID: 6								reserve								RPM_X								SW								CRC							
Head (0xFF)								Cmd ID: 7								set rpm																CRC															
Head (0xFF)								Cmd ID: 8																air pressure								CRC															

通讯协议·控制命令数据包含义

请注意支持的协议版本号。当前 ECU 协议版本号请查看 ECU 状态 ID6

命令 ID	说明	支持的协议版本
Cmd ID: 0	<b>空循环</b> 主机不控制 ECU，但是 ECU 会返回发动机状态，用于保持连接	1
Cmd ID: 1	<b>控制引擎状态(SW):</b> 0 串口不控制引擎（PWM 输入控制模式） 1 控制引擎进入停止状态（超温不冷却） 2 控制引擎进入待机状态（超温自动冷却） 3 控制引擎进入运行状态 <b>注意：如果开关非零，则舵机控制信号无效。</b> <b>控制引擎油门(Throttle):</b> 范围 0~1000（代表 0%~100%油门）	1 1 1 1 1









Cmd ID: 4	RPM: 引擎转速 $VAL = \{BYTE2[7:0], BYTE1[7:0]\} * 10$ Current: ECU 当前电流 $VAL = \{BYTE4[0], BYTE3[7:0]\} \text{ Unit: } 0.1A$ Thrust: 引擎推力, 无测量模块, 输出为 0 $VAL = \{BYTR4[7:1], BYTE5[7:0]\} \text{ Unit: } 0.1Kg$	1   1  2
Cmd ID: 5	RPM: 引擎转速 $VAL = \{BYTE2[7:0], BYTE1[7:0]\} * 10$ Ignition Pump Voltage: 点火油泵电压 $VAL = \{BYTE3[7:0]\} * 2 \text{ Unit: } 0.01v$ Curve Increase: 引擎加速曲线参数 $VAL = \{BYTE4[7:0]\}$ Curve Decrease: 引擎减速曲线参数 $VAL = \{BYTE5[7:0]\}$	1   1  1  1
Cmd ID: 6	RPM: 引擎转速 $VAL = \{BYTE2[7:0], BYTE1[7:0]\} * 10$ Max RPM: 引擎最大转速 $VAL = \{BYTE3[7:0]\} * 1000 \text{ Unit: RPM}$ Max Pump Voltage: 已经学习的油泵最高电压 $VAL = \{BYTE4[7:0]\} \text{ Unit: } 0.1V$ $VAL = \{BYTE4[7:0]\} \text{ Unit: } 0.2V$ Protocol Version: 协议版本 $VAL = \{BYTE5[7:2]\}$ SRate: 当前数据更新速率 $VAL = \{BYTE5[1:0]\}$ 0: 20Hz 1: 50Hz 2: 100Hz	1   1   1  <=3  >=4  1  1
Cmd ID: 7	RPM: 引擎转速 $VAL = \{BYTE2[7:0], BYTE1[7:0]\} * 10$ Flow Rate: 燃油流速 $VAL = \{BYTR4[1:0], BYTE3[7:0]\}$ $Unit: 0.01L/min$ Flow Total: 燃油消耗累积量 $VAL = \{BYTE5[7:0], BYTE4[7:2]\} \text{ Unit: } 0.1L$	2   2   2
Cmd ID: 8	RPM: 引擎转速 $VAL = \{BYTE2[7:0], BYTE1[7:0]\} * 10$ Max RPM: 引擎待机转速 $VAL = \{BYTE3[7:0]\} * 1000 \text{ Unit: RPM}$ ESR: 请求飞控发送大气静压力 $VAL = \{BYTE4[5]\}$ 0: 不需要飞控发送大气压力 1: 需要飞控发送大气压力	3   3  4

	SCL: 转速闭环状态 VAL = {BYTE4[4]} 0: 转速开环状态 1: 转速闭环状态  Startup Time: 引擎启动时间 VAL = {BYTE4[3:0], BYTE5[7:0]} Unit:0.1s	4      4
Cmd ID: 9	RPM:引擎转速 VAL = {BYTE2[7:0],BYTE1[7:0]} * 10  ECU Temperature: ECU 温度 (摄氏度) VAL = {BYTE3[7:0]} - 50  reserve: 保留 {BYTE4[7:0]} {BYTE5[7:0]}	5   5  5

### ●控制模式

#### 1. 油门控制模式 - 油门和发动机状态在同一个控制命令

引擎状态: ID1 - SW

引擎油门: ID1 - Throttle

#### 2. 油门控制模式 - 油门和发动机状态在不同控制命令

引擎状态: ID6 - SW

引擎油门: ID1 - Throttle

#### 3. 转速控制模式

引擎状态: ID6 - SW

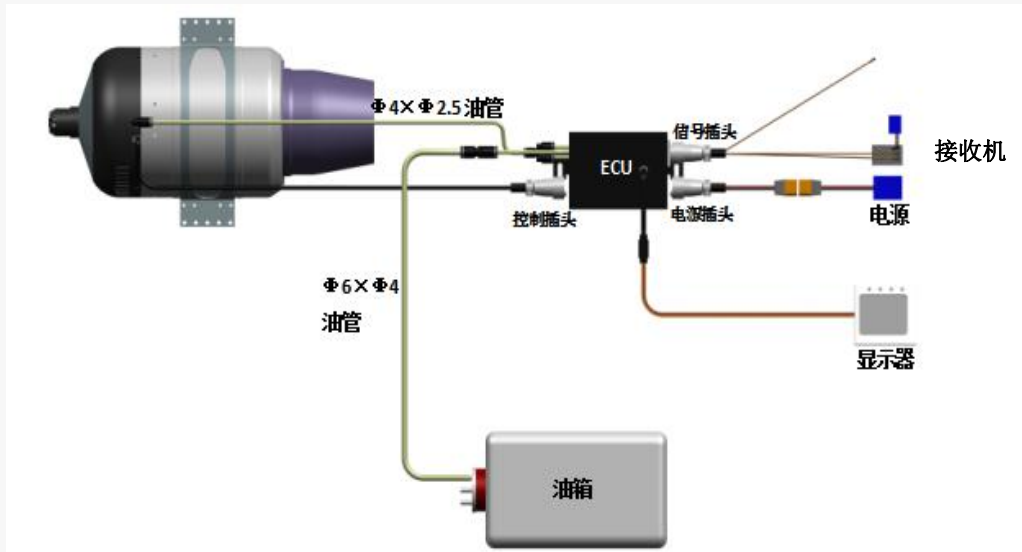
引擎转速: ID7 - RPM

转速倍率: ID6 - RPM\_X (RPM\_X 非零, 进入转速控制模式)

目标转速 = [ID7:RPM] \* [ID6:RPM\_X] \* 10

## 5.5 不同启动方式的发动机连接说明

使用遥控器控制的发动机连接及启动说明（遥控器与接收机等产品需要自备）



说明：

发动机固定牢固并按照上图连接好发动机、ECU、油路。注意信号线标有“RS232”的插头不用，其余两个插头“开关”连接接收机开关通道，“油门”连接接收机油门通道。

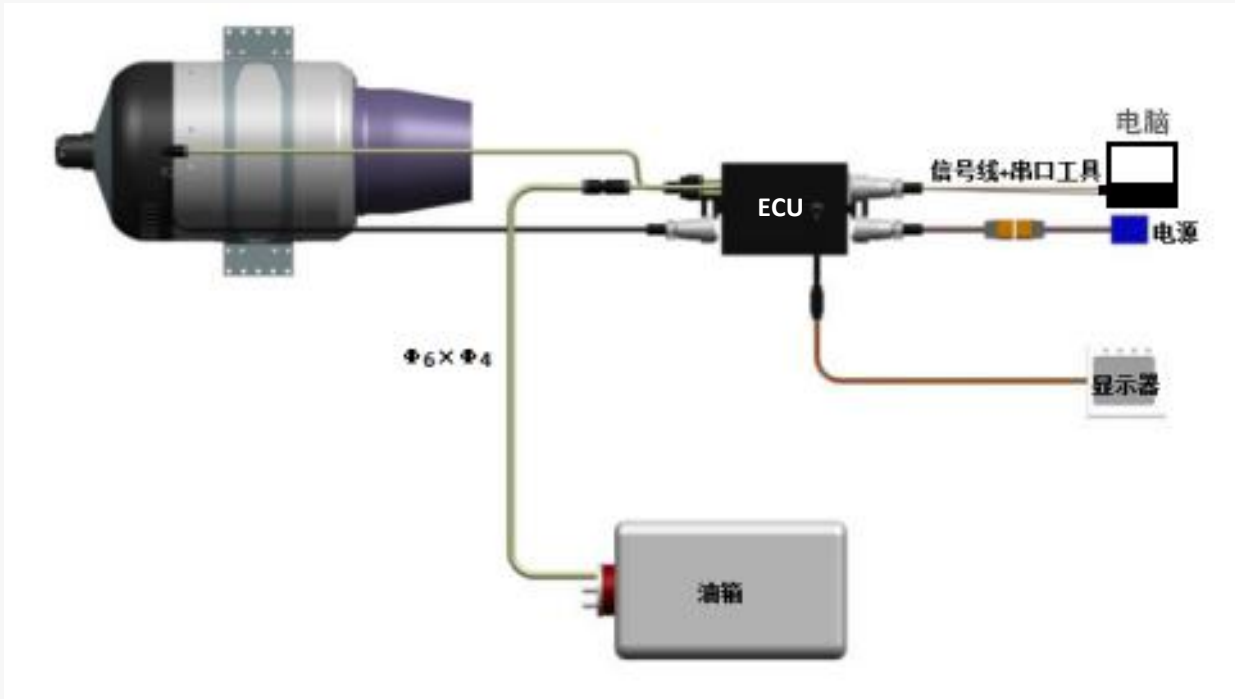
所有线束连接完成后，ECU发出“滴-滴滴-滴滴滴”音乐提示，说明连接完好。发动机连接后，无任何指令情况下，ECU会间歇性发出“滴”提示音。

- 1、发动机连接前确定电源电压，SW300Pro-K 和 SW400Pro-K 使用 16.8-24V 电池。注意遥控接收机电池符合要求（一般选择 2S 电池），电压过大会烧坏接收机。
- 2、根据遥控器使用说明完成遥控器和接收机对频。
- 3、使用显示器（GSU）完成遥控器和发动机油门校准。校准方法见第 19 页。

校准完成后，使用 GSU 测试功能测试主油泵，长按“测试主油泵”至燃油充满油管，注意燃油液面进入发动机立即停止泵油，防止发动机内部富油启动时喷大火。

4、发动机启动过程分为：点火、预热、加速、运行 4 个阶段，这些过程在地面测试时可以通过显示器观察到。发动机停止运行前先将转速降至怠速，再将遥控器油门锁调至散热档位，发动机自动冷却。发动机在冷却状态和停机状态都可以重新启动。

## 使用 RS232/RS422 串口工具控制的发动机连接及启动说明



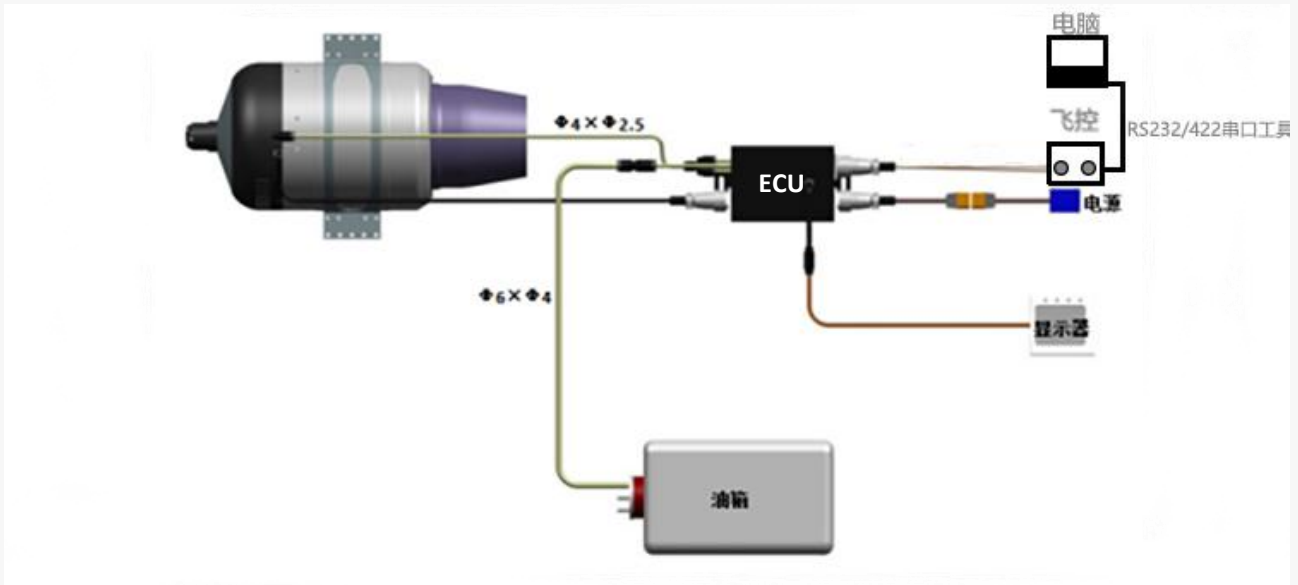
说明：按照上图连接好发动机、ECU、油路。

- 1、信号线 RS232 与 232 串口工具的杜邦头对接，注意插接方向 2 个插头的棕色线对齐。如果需要其它接口定义，可以联系玄云售后定制线束。
- 2、建议选择 ZK 软件控制发动机，软件可以联系玄云售后免费获取。
- 3、以上操作无异常，ZK 软件界面显示发动机参数即回传正常。

先使用测试功能测试主油泵，排干净油管里边的空气。注意燃油液面进入发动机立即停止泵油，防止发动机内部富油启动时喷大火。

4、发动机启动过程分为：点火、预热、加速、运行 4 个阶段，这些过程在地面测试时可以通过显示器观察到。发动机停止运行前先将转速降至怠速，再点击“停机散热”，发动机自动冷却。发动机在冷却状态和停机状态都可以重新启动。

## 使用飞控控制的发动机连接及启动说明



说明：按照上图连接好发动机、ECU、油路。

- 1、信号线 RS232 与飞控信号插头对接。如果需要其它接口定义，可以联系玄云售后定制线束。
- 2、以上操作无异常，电脑的飞控软件界面显示发动机参数即回传正常。
- 3、先使用测试功能测试主油泵，排干净油管里边的空气。注意燃油液面进入发动机立即停止泵油，防止发动机内部富油启动时喷大火。
- 4、发动机启动过程分为：点火、预热、加速、运行 4 个阶段，这些过程在地面测试时可以通过显示器观察到。发动机停止运行前先将转速降至怠速，再点击“停机散热”，发动机自动冷却。发动机在冷却状态和停机状态都可以重新启动。

### 5.6 GSU 启动发动机

ECU V3 版本提交 2.1.16/1.00.28 以上；

ECU V4 版本提交 2.1.16 以上；

GSU 提交 1.3.26 以上

1. 同时按住 GSU “+” 和 “-” 键 3 秒，GSU 显示器 “启动引擎”，选择启动。
  - ① 发送启动指令后，3 秒没有进入启动，自动退出控制；
  - ② 进入启动后，可使用 GSU “+” 和 “-” 键控制引擎转速，“10”%为 1 档，进行油门的控制；
  - ③ 进入启动后按 “C” 键立刻停车散热；
  - ④ 进入启动后，油门进度条持续闪烁。

## 5.7 显示器-GSU

GSU 是一个显示和编辑发动机参数的终端，它随时可以与发动机连接或断开，即使在发动机运行过程中，您也可以通过 GSU 调整发动机的部分参数。

### GSU 的连接

GSU 通过 ECU 和发动机连接，它的连接接口是杜邦头，和 ECU 上的数据线接口连接，连接时请注意两个杜邦头的黄色线对应，连接后 GSU 显示如下界面表示连接成功。

### GSU

GSU 出厂设置语言默认简体中文，如果您需要修改，在设置界面“语言”栏选择。有 4 个选项：英文、简体中文、繁体中文、西班牙语。



### 使用说明

初始界面点击“OK”，进入设置界面。第一次使用发动机，主要用到“校准遥控”“测试”两项功能，其余参数出场时已经调试到最佳状态，请勿随意更改。



### 测试发动机的方法

发动机点火前，使用 GSU 测试功能确认各硬件工作是否正常，测试方法是选中测试项目，点击“OK”键。测试时电磁阀有嗒嗒嗒声音，启动电机带动叶轮转动为正常。最后测试油泵，可观察到燃油液面流向发动机内部说明油泵工作正常。





## 校准遥控器的方法

校准前确定遥控器油门锁打开。

在显示器上选择校准遥控，进入如下界面。

单击“最大”，油门杆推到最大，点“OK”完成 100%油门校准。

单击“待机”，油门杆推到最小，点“OK”完成怠速校准。

关闭油门锁，单击“最小”，油门杆推到最小，点“OK”完成停机状态校准。

以上操作完成后，GSU 回到初始界面，推动油门控制杆，观察 RC 数值随油门变化，说明遥控校准成功。



## 启动设置

**油泵电压：**控制启动出油量，电压越高，供油就越多。

**转速斜率：**是指点火到离合器分离前的一个时间段，启动电机转速增加的斜率，斜率越高，转速增加越快。

**油泵斜率：**是指发动机启动阶段油泵供油斜率，斜率值越高，供油就越大。

**热火头电压：**发动机点火时供给火头电压值，一般不超过 7v。

**点火电磁油阀：**发动机点火时控制点火油路油量的大小，油阀值越高，打开的时间就越长，供油就越多。





## 主界面

发动机运行界面包含三部分内容：最上面时上一次发动机运行参数情况。中间部分显示的是发动机运行状态，正常状态为绿色字体，异常报错为红色字体。最下面部分显示的是发动机转速、内部温度、油泵功率、油门的实时数据。



除以上说明外，如果您需要设置其它参数，可联系玄云售后帮您解决。

## 温度校准

发动机启动过程，ECU 通过判断内置温传温度来控制发动机运行，如果发动机内置温传温度与环境温度相差较多，会影响 ECU 判断，需要使用 GSU 对发动机进行温度校准。

在 GSU 运行主界面，选择“其它”

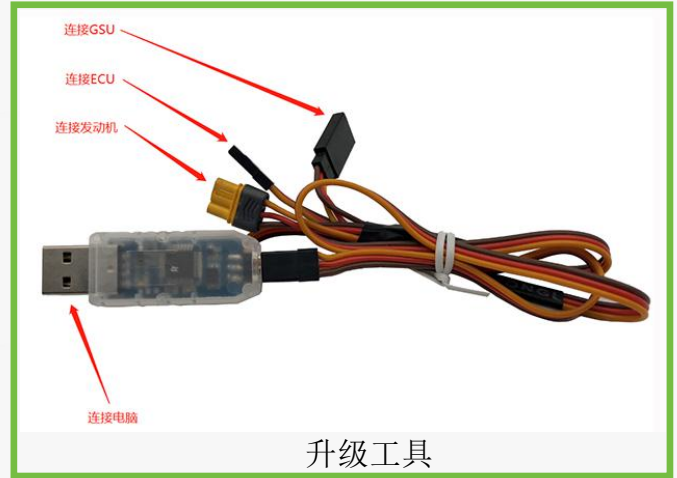


选择“修正温度”，点击“+ -”  
可以上下调节温度，修正温度和  
环境温度保持一致。



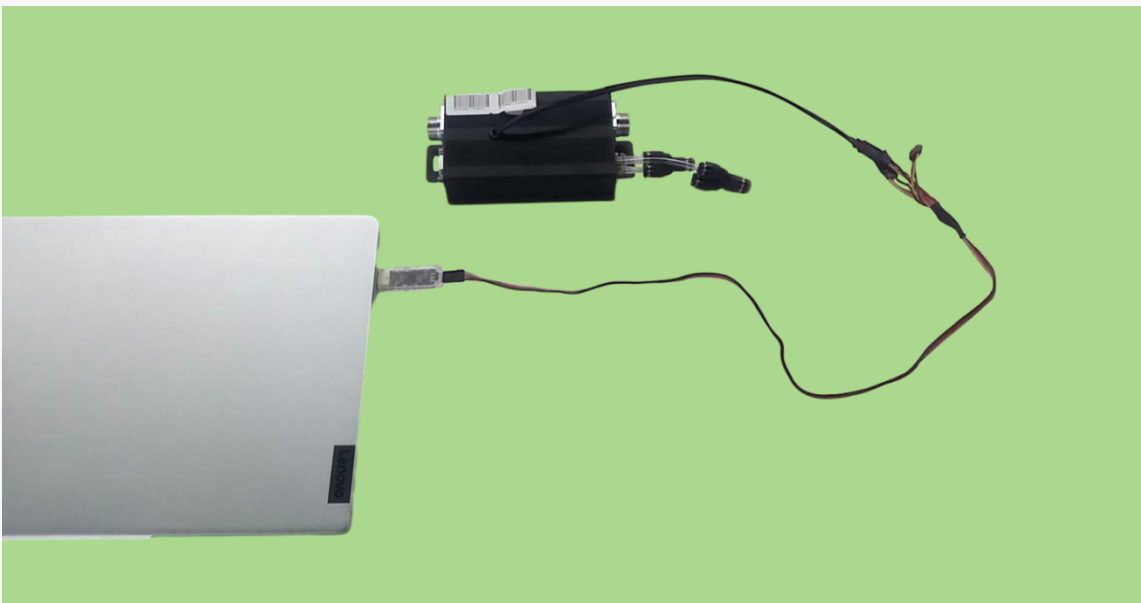
## 5.8 ECU (V4) 使用说明

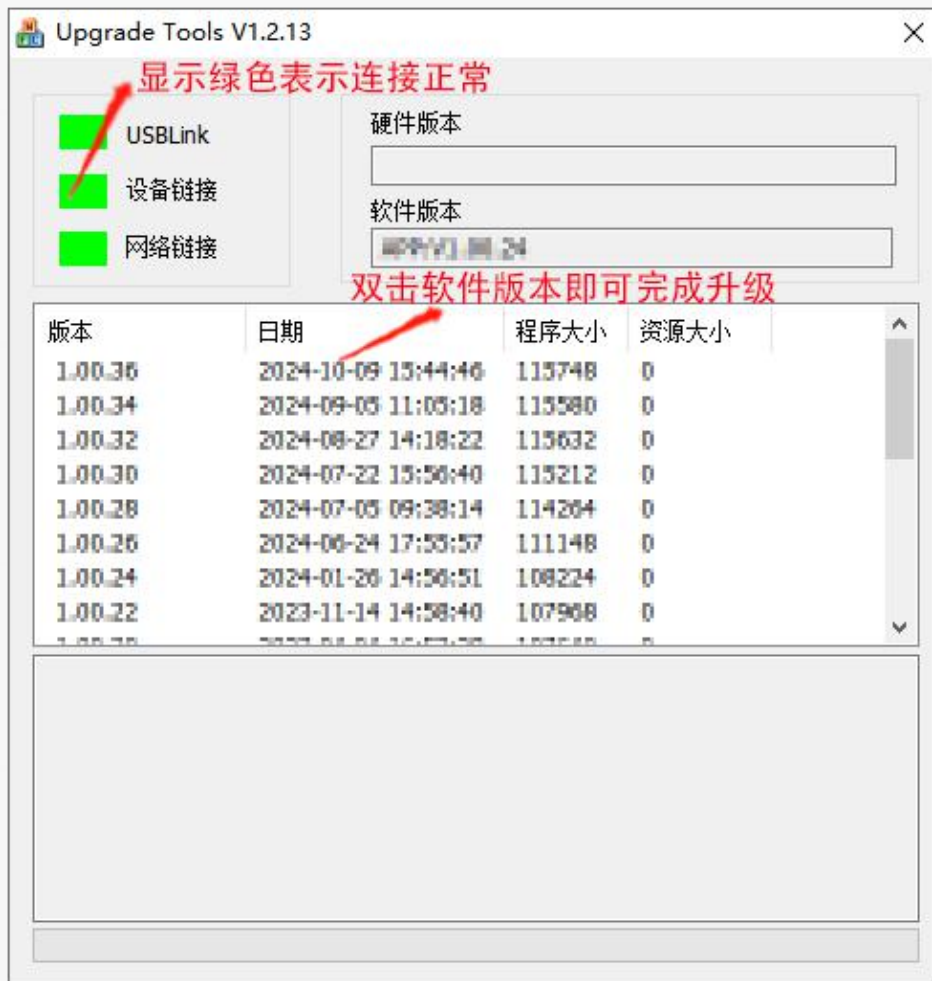
**硬件准备：** ECU (V4) 数据下载或者更改设置及参数均需准备如下硬件



### 连接

按照下图所示连接，ECU 通过升级线和电脑连接





1、硬件准备好后，登录玄云网站 <http://www.swiwin.com> 点击技术支持，下载 Upgrade Tools 到电脑。

2、打开 Upgrade Tools 升级软件，双击选择相应的软件版本等待完成升级即可。

## 数据下载



1、硬件准备好后，登录玄云网站 <http://www.swiwin.com> 点击技术支持，下载 ECU Tools(User) 软件到电脑。

2、打开 ECU Tools (User) 软件，点击“历史记录”等待数据加载完成，点击保存数据即可。

## 修改波特率/更改设置参数



1、硬件准备好后,登录玄云网站<http://www.swiwin.com>点击技术支持,下载 ECU Tools(User) 软件到电脑。

2、打开 ECU Tools (User) 软件,点击“设置参数”打开设置界面,点击“修改”即可修改设置及参数。



## 取消遥控信号丢失监测



打开 ECU Tools (User) 软件，点击“设置参数”，在“特性参数栏”，勾选“取消遥控信号丢失监测”即可。**注意：**勾选“取消遥控信号丢失监测”后，ECU 接受信号中断后发动机持续执行最后一个指令，不勾选“取消遥控信号丢失监测”则发动机接受信号中断 2.5s 后，发动机直接停车，且随即进入冷却状态。

您也可以用同样的方法更改“加速冷却”“熄火重启”“转速闭环控制”等。

**注：**出厂时，发动机各项参数及特性参数已根据发动机性能及客户要求设置完毕，请务必在与玄云售后人员沟通后再改动。

## 6、发动机调试

### 6.1 设置操作模式

设置操作模式

第一次运行发动机之前请检查是否设置了您期望的发动机启动方式。您可以根据下面的图表提前准备需要的工具。

启动方式	所需软件/硬件	线束连接
232/422 串口启动	ZK V0.1.32	信号线+RS232/422 串口工具
遥控器	遥控器、接收机	信号线
飞控	飞控软件	ECU 到飞控转接线

#### ●选择正确的电池类型

SWIWIN 专业快启版发动机电源供电电压要求：16.8-24V。

### 6.2 检查清单

发动机启动前准备

- 检查电池电压。
- 准备至少 1 个 CO<sub>2</sub> 灭火器。
- 检查燃油管路，确保油管内干净通畅，没有折曲。确保油箱到 ECU 及 ECU 到发动机段油管内充满燃油且发动机内部没有富油。确保油箱进气阀打开，油箱没有进气阀或进气阀未打开会导致油路不畅，发动机无法启动。
- 确定燃油内混合了 3%-5% 润滑油。
- 油箱油量充足，专业快启版发动机油耗 0.8-1.2L/min，根据您预订的飞行时间确定充足的油量。
- 发动机各线束连接正确，遥控器油门校准正常，手持终端/地面站数据回传正常。
- 发动机固定牢固，确定周围环境安全，确定发动机进气口附近没有杂物。

### 6.3 发动机启动和停止

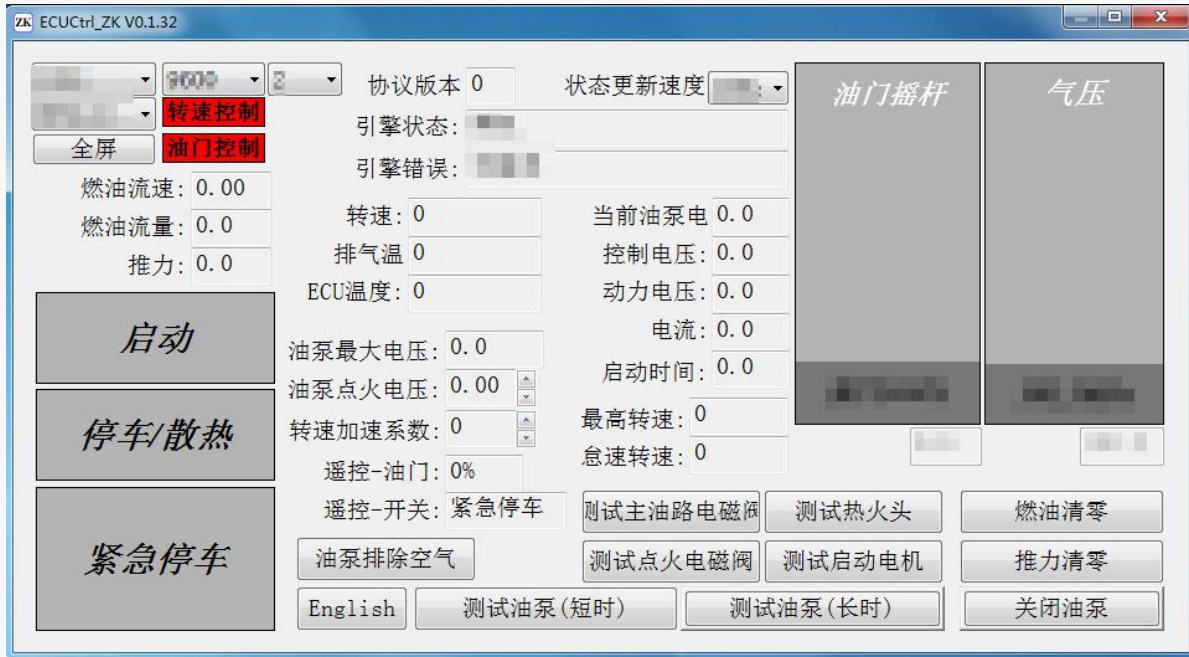
启动清单检查完毕，发动机各线束连接完成，可以启动发动机。

### 6.4 使用遥控器启动和停止

- 启动前，使用显示器（GSU）完成遥控器和发动机油门校准。校准方法见 19 页。校准完成后，使用 GSU 测试功能测试主油泵，长按“测试主油泵”至燃油充满油管，注意燃油液面进入发动机立即停止泵油，防止发动机内部富油，启动时喷大火。点按测试点火电磁阀和主电磁阀，听到“嗒嗒嗒”声音说明电磁阀功能正常。测试启动电机（叶轮顺时针转动），火头（使用 GSU 测试功能界面有电流变化），判定发动机各部件工作正常后可以启动测试。
- 启动前，遥控器油门杆在最小位置，油门微调在停机位置。将油门微调调制启动档位，发动机开始点火启动。
- 发动机启动过程分为准备启动、点火、预热、加速几个阶段。启动成功，发动机转速到达并维持怠速。
- 发动机到达怠速后，通过油门杆控制发动机油门来控制发动机转速，100%油门对应发动机最大转速。注意，新机第一次运行时要慢加速至最大转速并稳定运行，以便 ECU 学习油门。
- 发动机停止运行前，先将油门杆调到最小，发动机转速降到怠速后，将油门微调调到停机散热档位，发动机自动冷却散热。冷却时发动机的启动电机将以一个较低的恒定转速带动压气轮工作直到排气温度低于 100℃，发动机停机。
- 当发动机运转时，进气口的吸气犹如真空状态，绝对不能把手靠近发动机的进气道附近，进气道周围保持净空，电线妥善固定，并装上防护网。发动机吸入异物会造成严重损坏。发动机工作时会产生大量高温热气，排气温度可高达 750 摄氏度，注意周围隔热与防温措施。绝对禁止在室内启动，发动机会消耗大量氧气，造成人员窒息，排出的热气与强大气流有引燃干燥易燃物，吹散杂物危险。
- 飞行时，速度快，需绝对注意空域与地面安全情况。



## 6.5 PC 端控制启动和停止



●打开 ZK 软件。点击“油门控制”，此时 ZK 界面各动力参数回传正常，点击“启动”即可。如 ZK 界面没有回传，点击页面左上角上的键，选择不同的 COM 通道、波特率，或检查串口工具与电脑兼容性（参考 29 页 ZK 软件数据回传）。

●确认有回传后，使用 GSU 测试功能测试主油泵，长按“测试主油泵”至燃油充满油管，注意燃油液面进入发动机立即停止泵油，防止发动机内部富油，启动时喷大火。点按测试点火电磁阀和主电磁阀，听到“嗒嗒嗒”声音说明电磁阀功能正常。测试启动电机（叶轮顺时针转动），火头（使用 GSU 测试功能界面有电流变化），判定发动机各部件工作正常后可以继续进行启动测试。

●点击“启动”启动发动机，到达怠速以后，通过油门摇杆控制发动机转速，点击“停车/散热”停机。

## 7、发动机运行状态说明

SWIWIN 发动机从点火到冷却经过几个不同的状态，这些状态的转换由 ECU 和用户命令自动控制，发动机全部运行状态都会在 GSU 显示。

### 发动机状态说明

显示名称	说明
停止	遥控器微调在关闭档位或者发动机控制软件未向 ECU 发送启动指令。
准备启动	发动机 ECU 接收到启动指令，发动机准备启动，这个阶段时间很短，显示准备启动以后发动机会立即进入点火状态。
点火	点火状态时，发动机火花塞通电，点火电磁阀打开，发动机完成点火，同时启动电机带动发动机到达点火转速，发动机内部温度上升。
预热	进入预热状态，启动电机继续带动发动机转速增加 1000-2000 转/min，发动机内部温度继续上升。
加速	进入加速阶段，启动电机继续带动发动机转速增加到离合器分离转速，启动电机停止工作，发动机内部温度达到 100℃ 以上，点火成功。
运行	加速阶段完成后，发动机转速达到怠速，此后，需要通过油门控制发动机转速，油门 100% 对应发动机最大转速。
冷却	遥控器微调调至停机散热档位，发动机启动电机带动压气轮以 1 个较低的恒定转速运行，直至发动机内部温度降至 100℃ 以下，发动机停车。
未检测到引擎	发动机与 ECU 连接断开。
发动机型号	GSU 运行界面，玄云 LOGO 下面的白色框内显示的是发动机的型号。
时间	表示发动机此次运行的总时间
ACC	表示发动机从怠速到最大转速的时间，这个时间可以通过改变加减速曲线调整。
转速	GSU 运行界面，“转速”表示发动机运行时的实时转速。
温度	GSU 运行界面，“温度”表示发动机运行时的实时内部温度。
油泵功率	GSU 运行界面，“油泵”表示发动机运行时的实时油泵功率。
遥控油门	GSU 运行界面，“遥控”表示发动机运行时的实时油门状态。

## 8. 常见问题排除

### 8.1 常见问题排除

问题说明	原因分析	补救措施
发动机点火失败	燃油管内没有提前注满燃油、油管折曲或堵塞 火花塞故障	使用 GSU 测试功能将油管内注满燃油 使用 GSU “测试火头”，没有显示电流或者从尾喷口处观察不到亮点，这种情况需要联系玄云售后返厂维修
发动机启动失败	电池电量低 启动电机故障 火花塞故障	电池充电 返厂维修 返厂维修
油门与发动机实际转速不一致	未进行遥控校准	重新校准遥控
启动电机打滑，有异常噪音	压气轮螺母和启动电机离合器胶圈接触表面有燃油 胶圈磨损	用棉签蘸酒精或清洗剂清理胶圈 更换胶圈
发动机点火成功但启动过程中止	供油管内有气泡 油泵没有工作	油路漏气，检查所有快接头
排气温度或发动机转速不稳定	遥控器天线信号受到干扰	排查干扰源
ZK 软件没有数据回传	电源没有打开  信号线连接不到位/连接错误  电脑没有安装驱动  信号通道与实际不符	打开电源  检查各插头、线束是否连接到位，串口工具和信号线 232 连接正确，串口是否插入电脑 USB 口  联系玄云售后获取或电脑安装驱动精灵、驱动人生，在有网络的环境下下载驱动并安装  拔掉电脑端 USB 插头，查看电脑设备管理器，打开 ZK 软件的左上角选择相应的信号通道。（通常

	回传协议不一致	电脑设备管理器会显示 COM3 或 COM3 或 COM7 这些数字)  打开 ECU Tools 软件，打开设置参数，检查设置的回传协议设置是否为“ZK”。  
--	---------	---

## 8.2 ECU 报错故障分析

发动机运行过程中，信号出现故障，ECU 自动报错，下表对这些故障做了说明。

报错名称	说明
超时	点火时：温度 20 秒无变化 强制冷却：时间超过 60 秒
电池电压低	动力电池电压低于最低值（最低值可以修改） 遥控器接收机电压低于 4V
火头故障	检测不到火头电流
油泵异常	无法连接到油泵电机控制器（仅无刷电机版本支持）
启动电机故障	点火时： 引擎转速无法达到点火转速
转速低	点火时： 引擎转速下降到 50%点火转速 预热时： 引擎转速下降到点火转速以下 加速时： 引擎转速下降到预热转速以下 运行时： 引擎转速低于设定的最低转速
转速不稳定	加速时： 引擎转速上下跳动 加速时： 引擎转速严重下降
温度高	点火时： 排气温度大于设定最高温度值 预热时： 排气温度大于设定最高温度值 加速时： 排气温度大于设定最高温度值 4 秒
温度低	预热时： 排气温度出现严重下降 加速时： 排气温度出现严重下降

温度传感器故障	运行时： 排气温度低于 200 度
丢失遥控器信号	遥控器输入信号丢失，时间超过设定值
启动电机温度高	启动电机控制器温度过高（仅无刷电机版本支持）
油泵温度高	油泵电机控制器温度过高（仅无刷电机版本支持）
电流过载	ECU 工作电流超过设计极限，不同版本 ECU 电流极限不一样
发动机离线	ECU 没有检测到发动机连接（仅总线控制器版本支持）

## 9、兼容性

如果使用 ZK 或飞控软件控制发动机，发动机与您设备的连接涉及到兼容性的问题。

### 9.1 串口转接线接头兼容性

名称	性能指标	兼容性
RS232 转接头 YHL-B232	USB2.0, 兼容 USB1.1 支持 RS232 三线式串口接口 USB 总线直接取电，无需外接电源 带有一组 5V/500mA 电源输出	支持电脑系统：Windows2000、WindowsXP、 Windows Server 2003（32、64 位） /Vista/Windows 7（32、64 位）、Windows 8、 Windows10

### 9.2 升级器兼容性

名称	性能指标	兼容性
升级器 (ZK-Link V1.4)	-----	支持电脑系统：Windows7、Windows 8、 Windows10

## 10、储存和润滑

玄云公司所有型号的发动机均可使用煤油或柴油作为燃料，同时混合加注 3%-5% 润滑油，该混合润滑油也被用于轴承润滑系统，润滑油建议使用玄云品牌或美孚飞马二号润滑油。

发动机储存时间超过 3 个月，为了防止轴承腐蚀，建议对发动机用燃料充分润滑后，垂直放置，并用密封袋密封。如有地面测试条件，点火测试可使发动机得到更好的保养。必要时，您也可以联系售后人员返厂保养。

## 11、发动机维护保养

产品的维护保养要求和周期，包括清洁、更换部件等。

1. 维护计划: 发动机定期检查和更换润滑油、空气滤清器等部件。
2. 日常检修: 定期检查发动机各个连接件和管路的紧固情况，清洁发动机表面。
3. 故障排除: 如遇到发动机性能下降、异常噪音等问题，根据维修手册和故障排除流程进行操作。

为保证发动机稳定可靠运行，在使用过程中定期检查以下内容：

- 发动机外壳有无烧灼变色。
- 发动机固定架是否完好。
- 进气口与叶轮是否完好。
- 油路系统是否有渗漏、油滤是否堵塞。
- 轴承：手动转动转子，仔细辨别轴承声音，如出现“沙沙”声，则轴承可能因进入杂质或冷却不当轻微受损。建议使用清洁燃料或更换油滤。如检查后轴承明显一损坏，禁止再次使用发动机，您可以登陆玄云官网，联系售后人员更换轴承。

**保养周期：专业快启版发动机定期保养周期为：每累计运行时长 25h/次。**

## 12、售后服务

### 有限责任保固

发动机的使用寿命，与操作环境，操作手法有直接关系，发动机使用最精简的结构达到最极端的工作状态，每个零配件皆为极致化的设计生产，工作条件极为严苛。切勿自行拆解进气道与主轴结构，发动机一旦拆解，必须依照规范重新精密安装才能达到原有性能，随意的组装将使涡喷本体失去平衡，高速运转下会引起严重的后果。

玄云发动机新品购买者享有一年或使用 25 小时自然损坏保固，使用中若遇疑问或操作问题，请与销售部门联系。

如您需要发动机返厂保养、维修，请登录玄云公司官网 <http://www.swiwin.com> 或“玄云动力”公众号联系客服，并填写发动机维护申请表，准备好以下相关内容：

发动机维护申请表			
姓名		发货日期	
发货地址			
故障描述	_____ 机型：		
其他服务需求	<input type="checkbox"/> 技术咨询	<input type="checkbox"/> 发动机保养	<input type="checkbox"/> 配件购置



保定市玄云涡喷动力设备研发有限公司

SWIWIN TURBOJET EQUIPMENT CO.,LTD

电话：15531598038

邮箱：swiwin@foxmail.com

网址：<http://www.swiwin.com>

地址：中国河北省保定市高开区建业东路66号

