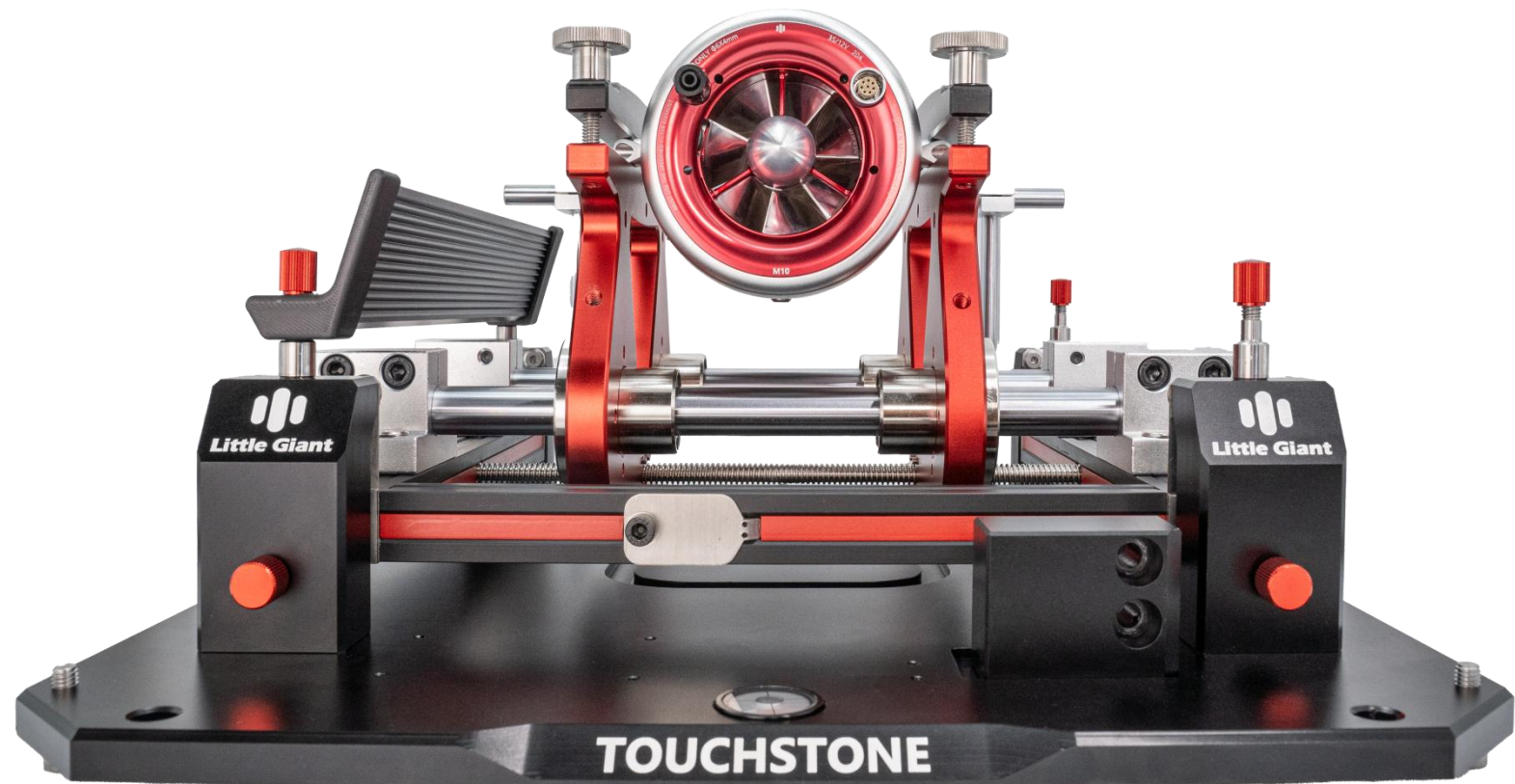




M10Pro 微型涡喷发动机 快速使用指南

小巨人动力

2025年8月

目录

一、简介	1
(一) 产品特点	1
(二) 产品参数	2
(三) 尺寸数据	2
(四) 发动机标准配置清单	4
二、安全须知	4
(一) 安全距离	4
(二) 火情处理办法	5
三、发动机连接与安装	6
(一) 发动机连接	6
(二) 电气连接	10
(三) 发动机安装	13
四、使用方法	14
(一) 启动前检测	14
(二) 油门学习	18
(三) 泵油	20
(四) 最大推力设置	21
(五) 发动机启动	22
(六) 自适应学习	25
(七) 加减速设置	27
(八) 熄火重启	28
(九) 失控保护策略	29
(十) 发动机停机	30
(十一) 手动散热	30
(十二) 历史数据查看	31
(十三) 高级设置	33
(十四) 故障信息解释及处理办法	35
五、名词释义	37
六、免责说明	38
七、保修政策	39

（一）产品特点

4. 该款发动机首创了燃油气泡检测功能，它由一个集成在进油口位置的光学检测传感器和后处理电路组成，可以检测油路中的气泡并显示、记录和远程通知用户。可以帮助用户清楚的发现油路存在的漏气情况。

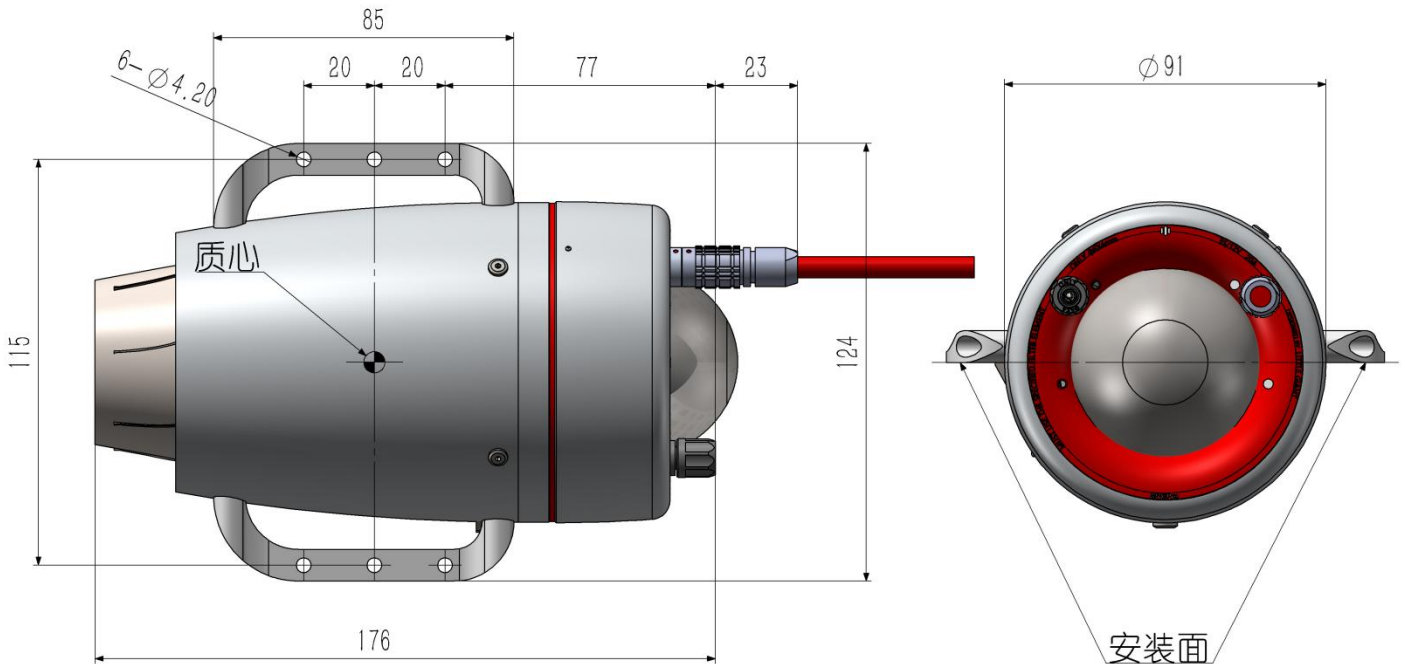


(二) 产品参数

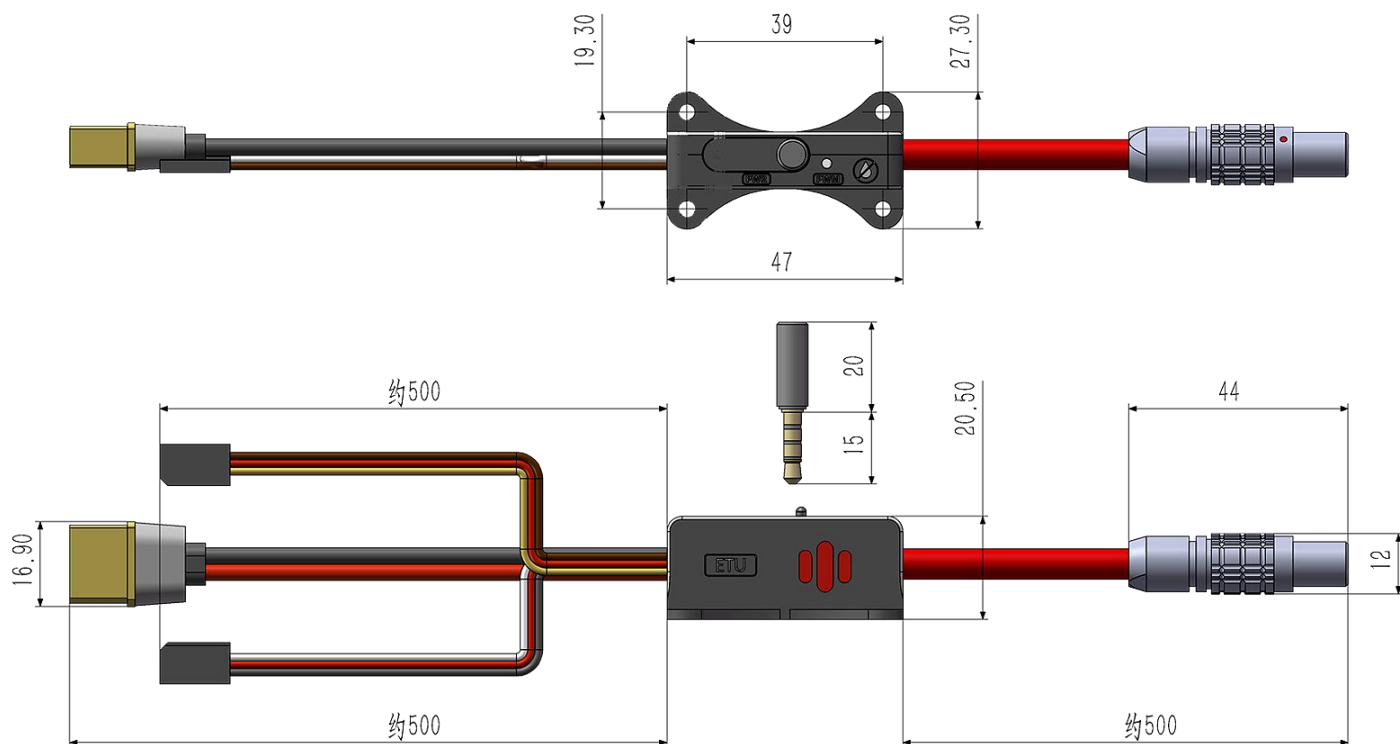
M10Pro涡喷发动机参数							
序号	项目	单位	参数	序号	项目	单位	参数
1	标态怠速	RPM	46000	13	直径	mm	91
2	最大转速	RPM	150000	14	长度	mm	176
3	怠速推力	N	5	15	电池类型	—	Li-Po3S
4	最大推力	N	105	16	使用燃油	—	航煤/车用柴油
5	排气温度	°C	695	17	润滑油	—	美孚小霸王2T 比列5%
6	压缩比	—	3.7	18	ECU	—	内置
7	空气流量	kg/s	0.242	19	油泵	—	内置
8	最大排气速度	m/s	430	20	启动电机	—	内置
9	怠速油耗	ml/min	80	21	发电功率	—	无
10	最大油耗	ml/min	380	22	保养周期	h	25
11	耗油率sfc	kg/ (kgf·h)	1.85	空气条件: 1atm 15°C 航煤密度: 0.812kg/L			
12	飞行重量	g	997				

(三) 尺寸数据

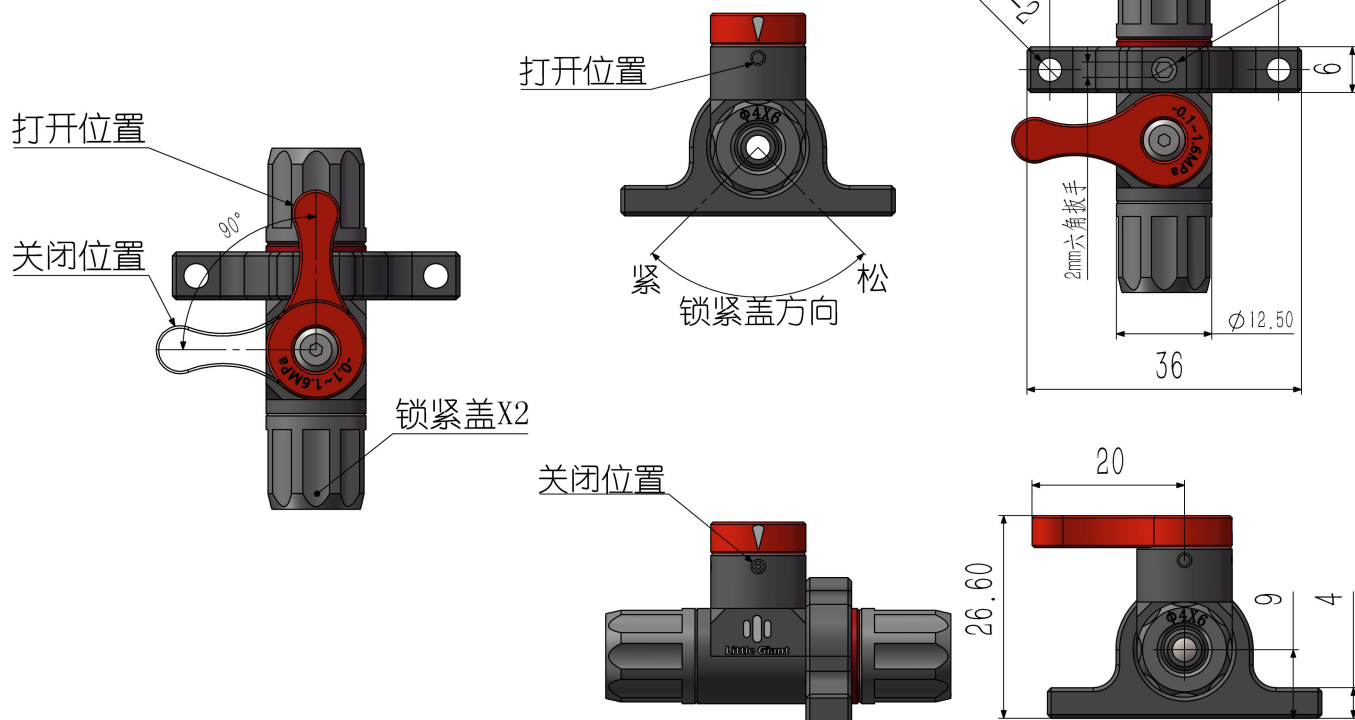
单位: mm



单位：mm



单位：mm



（四）发动机标准配置清单

- ◆发动机及配件在生产过程中可能会改变配色、标识及表面处理工艺
- ◆进气道红圈在长时间使用之后，颜色会慢慢的变淡。
- ◆不同批次的球阀锁紧盖不能混用，否则可能会造成软管锁紧力度不足。



二、安全须知

（一）安全距离



1. 发动机运行时，请保持安全距离，发动机前方（进气方向）保持 3 米以上距离，左右侧保持 5 米以上距离，发动机后方（喷流方向）不得靠近。



2. 发动机只能在室外环境启动，启动前需准备 2kg 以上二氧化碳灭火器及隔音耳机。

3. 发动机若多次启动失败或油箱压力过大可能会导致启动喷大火现象，此时迅速将遥控器微调调至“停机”（也可拔掉动力电池），立即关闭油路球阀，喷火消失后需要插上电池以供发动机自动散热。发动机自动散热结束后，可再次启动。

（二）火情处理办法

飞机机载电池或发动机故障导致着火后，火势可在电池、发动机与机身之间迅速蔓延，在地面期间遭遇上述情况的处置办法为：

1. 现场操作人员要保持高度冷静、切忌惊慌，立即疏散周围无关人员，首先确保人员安全。

2. 在确保自身安全的前提下，应立即切断电源、关闭油路球阀，对燃烧部位用二氧化碳灭火器抵近扑救，同时要注意冷却和保护油箱及发动机，阻止火势向这些部位蔓延。若飞机外形仍保持完整，可将二氧化碳灭火器喷口对准飞机进气道位置，每隔 0.5 秒间断按压手柄，脉动注入二氧化碳至飞机内部。

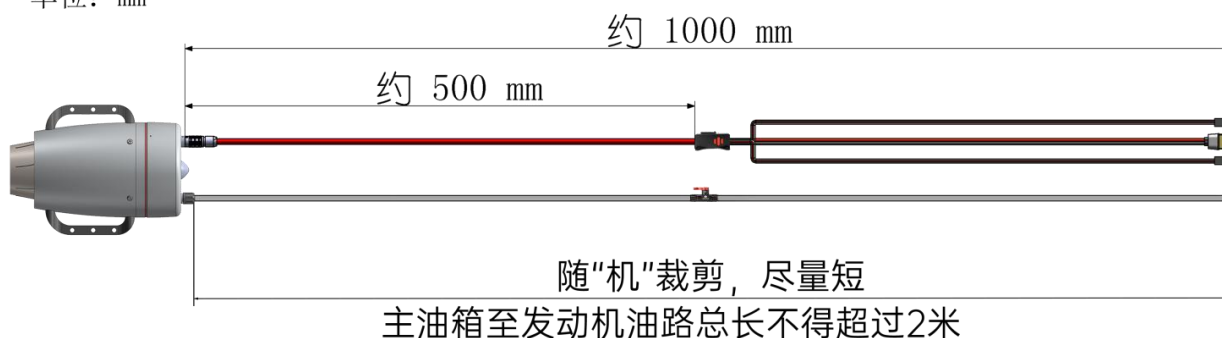
3. 如果地面上有流散的燃油，可先设法将着飞机拖离险区，然后将飞机和地面的火焰扑灭。

三、发动机连接与安装

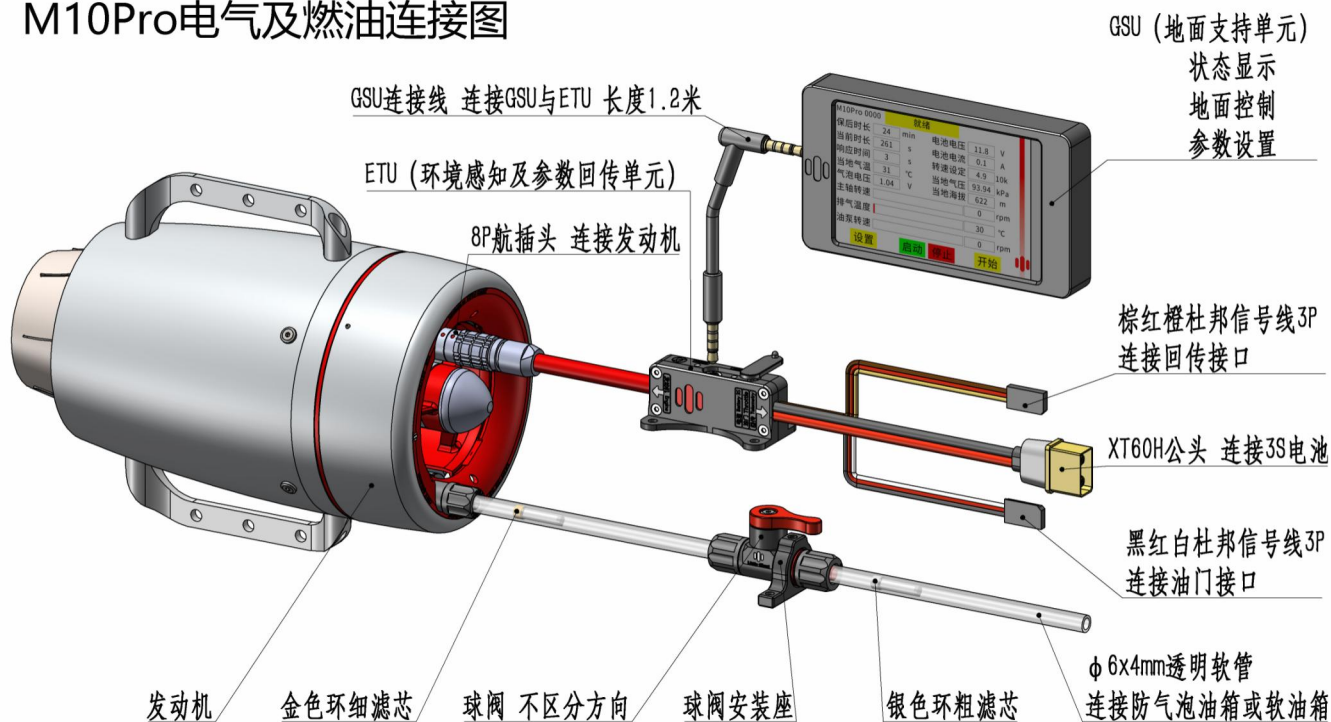
（一）发动机连接

M10Pro 发动机连接非常简便，仅需连接一条主线束及一条油管即可工作，主线束及油管、油滤、安装支架等在发动机包装内。

单位：mm



M10Pro电气及燃油连接图



1. 油路连接

1. 油路连接请使用外径6、内径4的透明PU供油软管，连接油路附送1.5米森田PU管，油滤已安装在PU管内。油路流动顺序为:油箱-粗油滤-球阀-细油滤-发动机，油路总长度不得超过2米。滤芯拆装操作请参照《管内油滤拆装方法》视频进行。

2. 软管在球阀及发动机接口上锁紧后，抗拉脱强度取决于软管本身的厚度和硬度。用户使用自备软管时，壁厚公差不能超过 $\pm 0.05\text{mm}$ ，否则无法达到设计锁紧力度，或锁紧盖无法安装到位。

细油滤为金色圆环，安装在**进油口锁紧接头前端**距离15毫米处，滤芯的滤网一端朝向来流方向，以提供滤芯堵塞状态可视化。



粗油滤为银色圆环，安装在**球阀前端**距离15毫米处，滤芯的滤网一端朝向来流方向，以提供滤芯堵塞状态可视化。

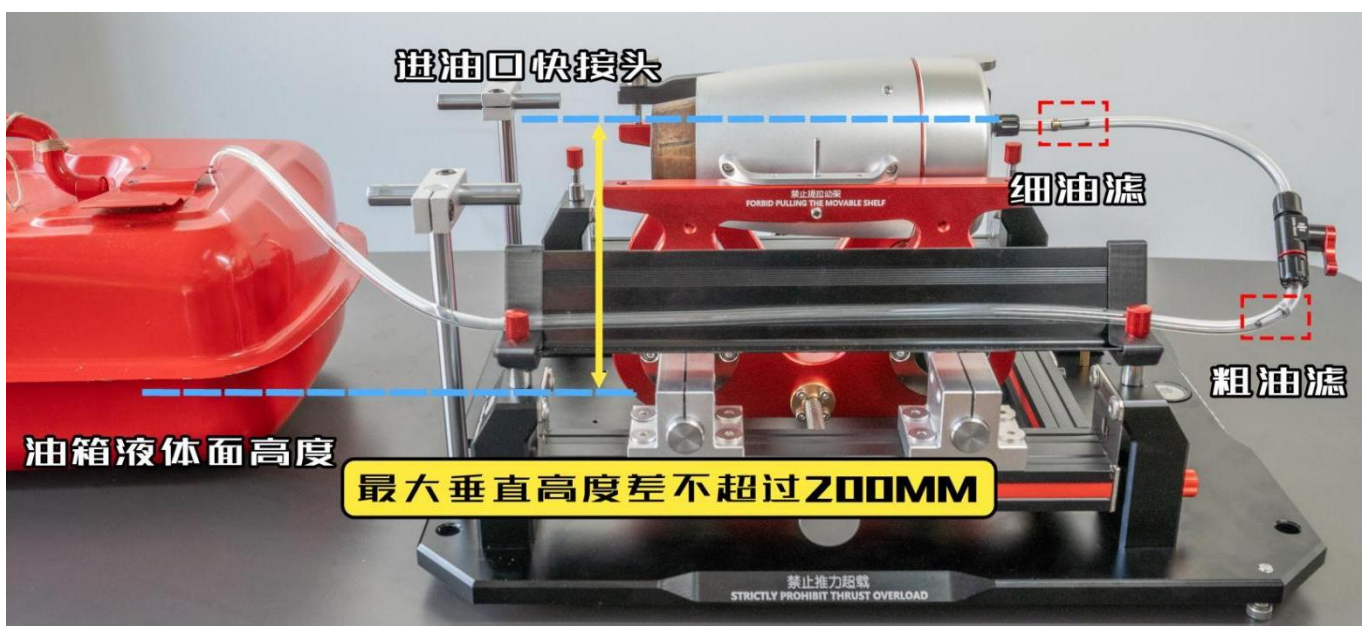


3. 双油滤即可延长油滤的使用寿命，又可提高过滤精度。

4. 由于内置油泵的原因，该油路属于负压传输系统，在该油路中必须使用小巨人公司随箱附送的锁紧接头球阀，不得使用快接头球阀，以保证油路接头的气密性，可有效防止发动机熄火。

5. 原理同上，当软管端口位置出现明显松动痕迹，或使用时长超过 4 个月时间，应剪掉端口 10mm 长度的软管，重新安装，以保证油路接头的气密性，可有效防止发动机熄火。

油路连接示意图如下：



6. 若使用软油箱供油，如前文所述，加油过程中须保持球阀关闭，在加压排气操作完成后，应将燃油回抽一部分到油桶，尽量保持软油箱松弛。启动时应将球阀阀门全部打开，无需半阀启动，否则发动机检测不到燃油可能会终止启动，导致启动失败。

7. 确定油管连接可靠性方法为：将发动机启动之后，以大油门运转观察油管中是否存在气泡流动，气泡是导致发动机熄火的主因，必须特别注意。M10pro机型可以在主界面右上角查看气泡情况，如在运行中油路出现气泡，该位置会以数值方式显示气泡数值，停机后，长按两秒“停止”按钮可将上述值清零。

8. 根据油品杂质含量的不同，滤芯的维护周期也具有较大差异，通常滤网上能明显看到有超过表面积50%有杂质附着时，就需要维护滤芯，推荐使用附带的专用拆装工具直接更换滤芯，也可进行反向冲洗。

9. 油滤反向冲洗时，连同油滤两端所连接的管路一并取下，使用20ml以上全新注射器，抽吸洁净燃油，按照燃油流向相反方向，连接不含针头的注射器，用力推动注射器，以大致2秒左右全部推完，20ml的速率反复冲洗5次以上，再正向冲洗两次，可大致恢复滤芯性能。



10. 严禁使用羊毛毡、金属烧结以及非燃油专用滤芯，否则可能会严重损坏发动机。严禁使用内部含有大容量空间的油滤，油滤内部容易积蓄气泡，导致发动机熄火。

11. 寒冷地区使用柴油作为燃料的用户，要注意**柴油在低温下（ $<4^{\circ}\text{C}$ ）的结蜡情形**，容易堵塞油滤油泵，造成无法启动、无法到达最大转速、油路报堵塞故障、突然熄火等故障，上述问题可以通过更换使用煤油燃料解决。

（二）电气连接

（1）主线束连接

主线束由航空连接器、线缆、ETU模块、电源插头及信号插头插座等组成。发动机所有的电气连接都经由主线束与外界连通。

航插公、母头红点对红点位置进行连接，航插头具有密封及锁定结构，取下时，严禁拔线，必须捏住解锁滑环，拔出航插头。



◆在不使用发动机的时候，应及时安装航插及油路快接头位置的防尘盖。



(2) 电源连接

- 1、仅支持使用 3SLiPo 电池，容量 $\geq 2200\text{Mah}$ （建议使用 3300Mah ），电压范围：11.4-12.6V，使用 XT60 插头连接，发动机一端为公头；
- 2、可使用 DC12V 20A 直流稳压电源供电；
- 3、连接 XT60 外部供电并插入航插至发动机后，ETU（环境感知和参数回传单元）上的电源小灯亮起，如下图所示，表示发动机控制单元的逻辑部分供电正常。

(3) 油门信号线连接

将油门信号线（黑红白）按照正确方向插入接收机油门通道，接收机连接并供电（一些接收机需要与遥控器建立连接后），ETU 上的油门信号小灯亮起，如下图所示，油门信号灯仅在发动机控制单元识别到正确的 PWM 信号后才会亮起，插错线、信号不正常的情况下都不会亮起。由此，该灯的状态可以作为判断油门信号线是否正确连接的依据。油门信号线不会给接收机供电，接收机需外部供电，电压范围视接收机而定；



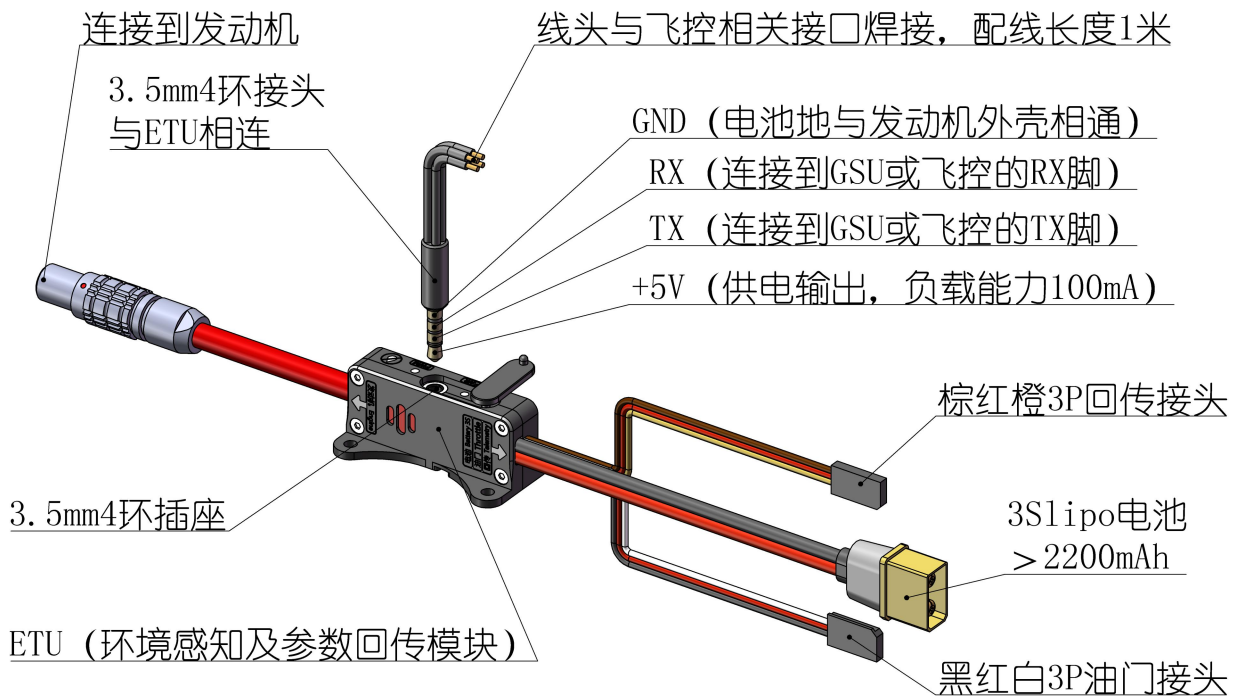
(4) 回传信号线连接

将回传信号线（棕红橙）插入接收机的回传端口。

(5) 无人机串口通讯

M10系列发动机支持无人机串口通讯，可与无人机飞控连接，飞控可通过预设协议控制发动机启停、调速等操作并实时获取发动机各项运行参数。串口通讯连接线由RX线、TX线等组成。用户可按照以下接线图自行制作通讯插头，也可联系小巨人公司购买高品质飞控连接专用插头及线缆。

M10Pro串口通讯连接线序图

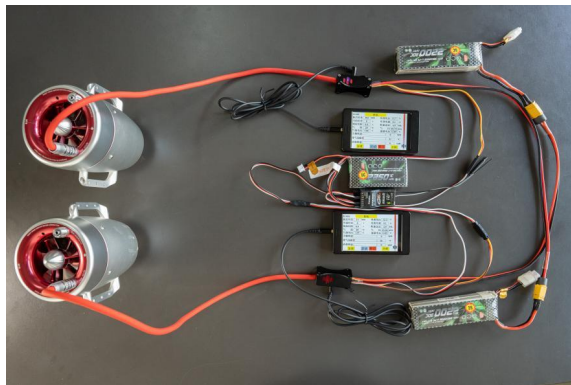


(6) ETU简介

ETU(环境感知及参数回传单元)用于环境大气压力和温度的感知，GSU主界面可以显示上述参数，该功能可以让发动机跟随大气环境变化，在启动和运行中自动调整相应的运行参数，从而适应不同地区或季节的大气环境，确保发动机正常启动和运行。厂家工作人员也可通过该参数的提示，协助用户通过手动调整的方法，尝试运行无法正常启动的发动机。ETU单元的外壳由铝合金加工而成，为了传感器芯片更加灵敏的感知大气环境信息，在铝合金外壳上开有“小巨人”标致形状的窗口，用于传感器芯片与外界大气连通，在开窗位置的背面张贴有防水透气膜用于阻挡外界的液体（燃油）及异物进入到模块内部，请勿使用尖锐物品穿刺该薄膜；防水透气膜有红色和黑色两种规格。请注意，发动机和模块都没有防水设计，雨天使用和进水会严重损坏发动机。



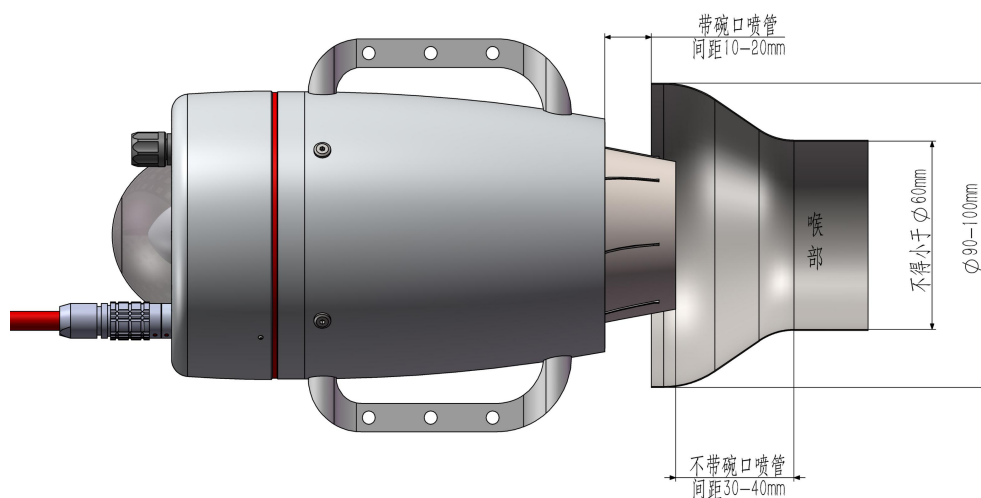
M10系列发动机首次将参数回传单元集成到发动机的线束中，而用户不需要单独购买，该单元由一个微型的处理器与数据交换芯片组成，可以将发动机实时的运行参数回传给遥控器，根据遥控器功能的不同，可回传发动机转速、耗油量、发动机温度、电池电流、电池电压等参数；目前，发动机支持JETI，Frsky、futaba三款遥控器的回传功能，最多支持两台发动机同时回传，需使用回传功能的用户，请参照相应遥控器的《回传使用指南》进行操作，具有视频和文字两种说明方式可供选择。



（三）发动机安装

1. 引射喷管相对安装位置

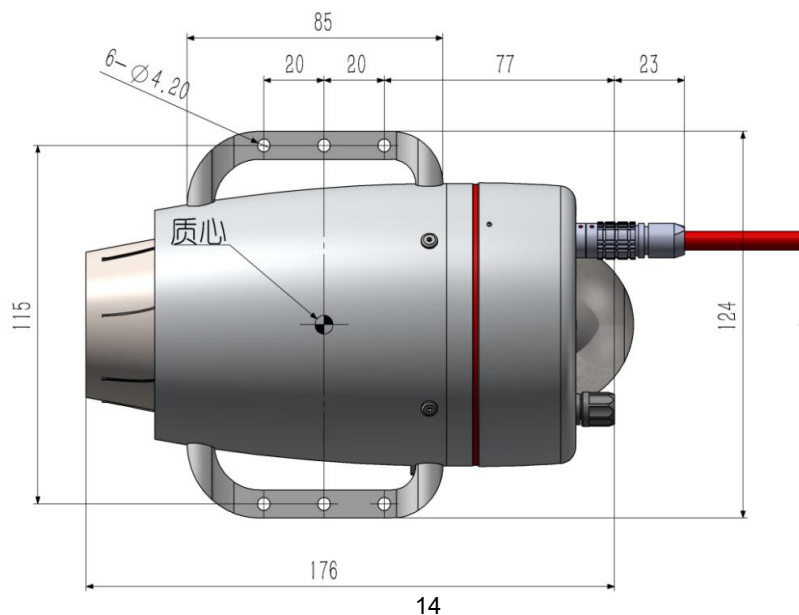
合适的喷管安装位置可以最大程度利用发动机推力，推荐按照下图尺寸选择及安装引射喷管。对于有碗口的引射喷管调整发动机外壳后边缘距离引射喷管进口端面相距 10-20mm。对于没有碗口的引射喷管，发动机喷管出口距离引射喷管喉部入口位置30-40mm。



2. 发动机质心位置

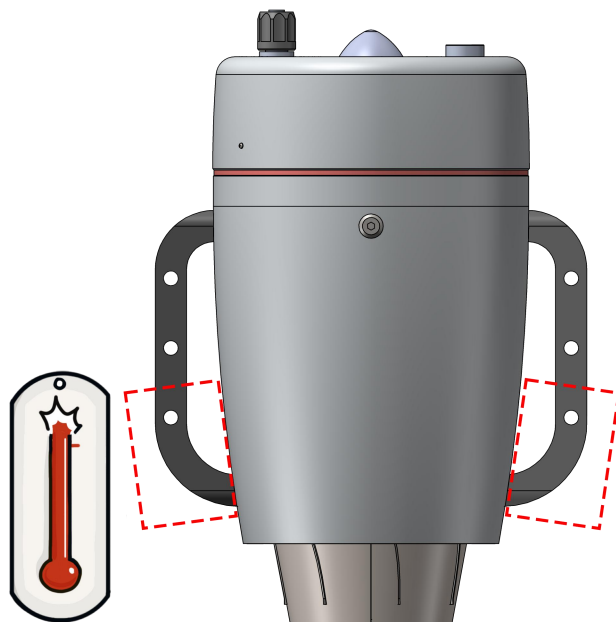
发动机左右两边安装板中部的安装孔，孔圆心的连接线中点为发动机的质心位置飞机设计和安装发动机时，可参考该位置为初步配平依据。

单位：mm



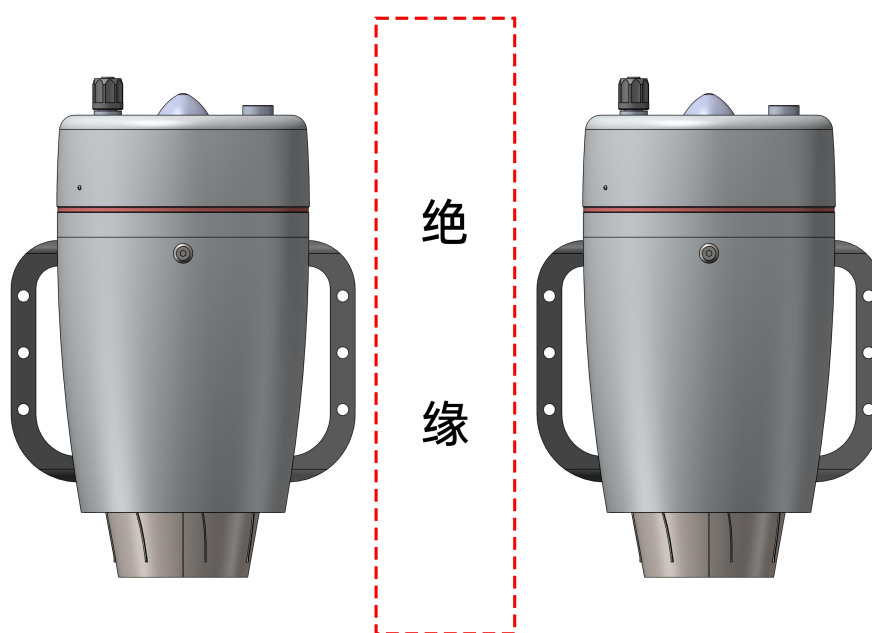
3. 安装板温度

发动机在运行中喷管温度较高，喷管的热量会传导到安装板后端，在安装发动机时安装板后端不可与塑料材质接触，轻木材质可与安装板接触，正常使用。



4. 多台发动机安装

当多台发动机同时安装时，所有发动机的金属外壳之间均应保持电气绝缘，确保彼此之间无导通。否则，可能会烧坏ECU功率驱动部分。



四、使用方法

（一）启动前检测

1. 开机自检

发动机上电后，在一定的条件下，发动机会进行自检，自检完成时发动机启动电机发出“滴滴滴”三声蜂鸣，表示自检完成，且无故障，GSU 显示进入主页面。

◆ 在上电自检的过程中，请不要插拔 GSU，以免造成自检不准确。



2. 部件手动检测

1. 自检完成时发动机启动电机发出连续不停报警声，表示自检完成，且有故障，GSU 显示进入主页面。画面右上角将显示故障类型。

M10Pro 0000		设备故障		火头故障	
保后时长	24 min	电池电压	11.8 V		
当前时长	261 s	电池电流	0.5 A		
响应时间	3 s	转速设定	4.9 10k		
当地气温	31 °C	当地气压	93.94 kPa		
气泡电压	1.04 V	当地海拔	622 m		
主轴转速			0 rpm		
排气温度			30 °C		
油泵转速			0 rpm		
设置		启动		停止	
				开始	

2. 此时按“停止”键，可消除报警。

3. 通过 GSU 进入“设置”菜单对发动机各项功能进行部件手动测试，发现属于自检误报情况后，可按正常流程启动发动机。

温度单位		部件测试	
°C	°F	热火头	电压 12.0
		点火电磁阀	电流 0.1
		主油电磁阀	主轴 0
		启动电机	油泵 0
		油泵	
熄火重启		返回	
开	关		
高级设置			

4. 如无法解决故障，请联系售后技术支持。

3. 上电注意事项

发动机上电时，必须将航插头与发动机先连接妥当，再连接电池！**如先连接电池和GSU后，再插入发动机航插头，将烧毁ECU或GSU。**发动机断电时，必须先断开电池，再断开航插头。

当发动机内部温度高于70℃上电时，发动机会进入自动散热程序进行散热，此时发动机上电时不再进行自检。

当遥控器与发动机未进行油门学习时，上电后发动机启动电机可能会启动，进入散热程序，油门学习后恢复正常。

（二）油门学习

在主页面点击“开始”按钮进入开始页面，点击“对码设置”按钮，此按钮变绿后开始油门学习。

M10Pro 0000		停机	
保后时长	24 min	电池电压	11.8 V
当前时长	261 s	电池电流	0.5 A
响应时间	3 s	转速设定	4.9 10k
当地气温	31 °C	当地气压	93.94 kPa
气泡电压	1.04 V	当地海拔	622 m
主轴转速	0 rpm		
排气温度	30 °C		
油泵转速	0 rpm		
设置		启动 停止 开始	

点击“开始”

6 推力设置	0 泵油
语言设置	
中文	English
本机信息	
历史曲线	
自适应学习	
对码设置	
0 信号值	
0 最大	
0 怠速	
0 停机	
返回	

点击“对码设置”



“对码设置”按钮变绿

“对码设置”按钮变绿后，开始对码设置。

1. 将遥控器油门杆最大、微调最大后，点击“最大”按钮，此时跳出对话框选择“是”，最大油门设置完成。



2. 将遥控器油门杆最小、微调最大后，点击“怠速”按钮，此时跳出对话框选择“是”，怠速油门设置完成。

3. 将遥控器油门杆最小、微调最小后，点击“停机”按钮，此时跳出对话框选择“是”，停机油门设置完成。

4. 点击“对码设置”按钮，此按钮变灰后油门学习全部完成。

注意：当“对码设置”按钮变绿时，GSU 将遥控器数据与发动机 ECU 进行了隔离，此时不能控制发动机，当“对码设置”按钮变灰时，遥控器数据与发动机连通，可控制发动机。

（三）泵油

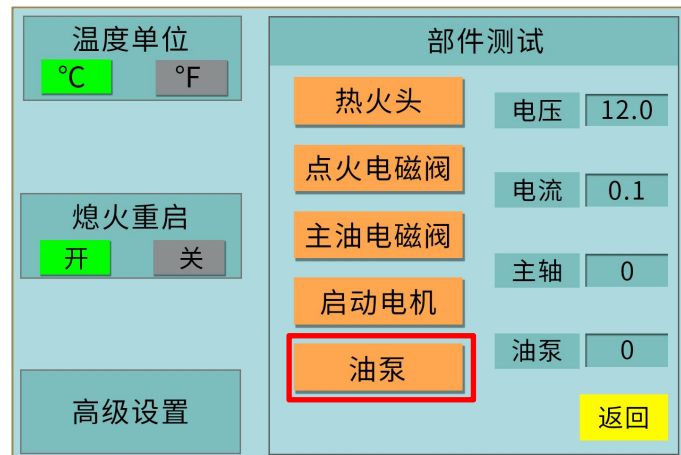
1. 在主页面点击“开始”按钮进入开始页面，按住“泵油”按钮不松，油泵电机机会不断加速直至达到6000RPM；同时，主油电磁阀将自动开启。

M10Pro 0000		停机	
保后时长	24 min	电池电压	11.8 V
当前时长	261 s	电池电流	0.5 A
响应时间	3 s	转速设定	4.9 10k
当地气温	31 °C	当地气压	93.94 kPa
气泡电压	1.04 V	当地海拔	622 m
主轴转速			0 rpm
排气温度			30 °C
油泵转速			0 rpm
设置		启动	停止
		开始	

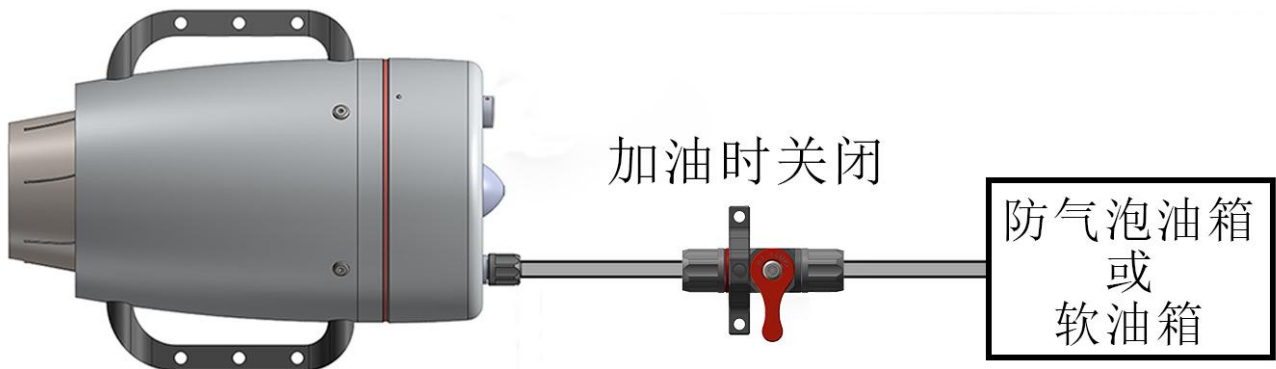
6 推力设置	0 泵油
语言设置	对码设置
中文 English	15124 信号值
本机信息	15033 最大
历史曲线	9812 怠速
自适应学习	7787 停机
	返回

2. 当燃油进入发动机油嘴后再过 0.5 秒松手，油泵电机停止泵油。
3. 应尽量避免长时间无油状态高速干磨油泵。油泵在出厂前已进行新机磨合并检测性能。若额外磨合油泵，将会导致寿命降低。

◆请不要通过“设置”页面的“油泵”测试按钮进行泵油操作。

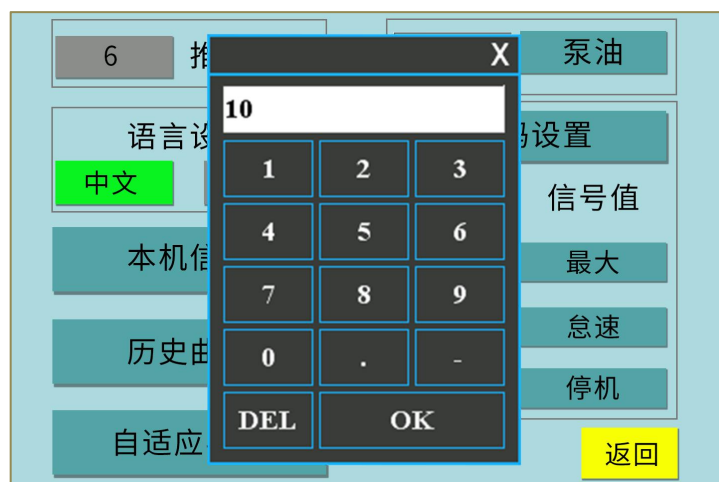


4. 对油箱加油时，应缓慢加油，煤油与柴油的粘度大，过快的加油速度会对油箱施加很大压力，可能引起油箱爆开或造成燃料进入发动机内部积油，启动时引起喷大火现象，必须在防气泡油箱与发动机之间加装球阀，防止燃料流进发动机内。



（四）最大推力设置

1. 点击主页面“开始”按钮，进入开始页面；
2. 点击“推力设置”按钮，可设置发动机最大推力限制，输入值限制为 6-10，（如 6, 7, 8-10）点击“OK”保存；



3. 进行自适应学习后生效。

（五）发动机启动

1. GSU 启动发动机

GSU（地面支持单元）通过 4 段式 3.5mm 连接线接驳至ETU。连接ETU后，请不要将线缆另一端插头（公头）接触发动机壳体，否则会有短路风险，烧毁ECU。



可单独使用 GSU 启动、控制发动机而不需要遥控器及其它配件。

M10Pro 0000		停机	
保后时长	24 min	电池电压	11.8 V
当前时长	261 s	电池电流	0.5 A
响应时间	3 s	转速设定	4.9 10k
当地气温	31 °C	当地气压	93.94 kPa
气泡电压	1.04 V	当地海拔	622 m
主轴转速	0		rpm
排气温度	30		°C
油泵转速	0		rpm
设置 启动 停止 开始			

进入主页面点击“启动”按钮，发动机启动，通过上下滑动小巨人品牌标志滑块，控制发动机转速，点击“停止”按钮，发动机停止。

当接收机与 GSU 同时连接发动机时，发动机控制单元会以接收机信号为第一优先源来控制发动机。

M10Pro 0000		停机	
保后时长	24 min	电池电压	11.8 V
当前时长	261 s	电池电流	0.5 A
响应时间	3 s	转速设定	4.9 10k
当地气温	31 °C	当地气压	93.94 kPa
气泡电压	1.04 V	当地海拔	622 m
主轴转速	0		rpm
排气温度	30		°C
油泵转速	0		rpm
设置 启动 停止 开始			

此时，GSU 主页面“启动”字样和“滑块”将变成灰色，表示只能通过遥控器控制发动机的启动和调速。

当遥控器与 GSU 同时连接发动机时，遥控器和 GSU 主页面的“停止”按钮都能停止在运行中的发动机。

2. 遥控器启动发动机

M10Pro 0000		停机	
保后时长	24 min	电池电压	11.8 V
当前时长	261 s	电池电流	0.5 A
响应时间	3 s	转速设定	4.9 10k
当地气温	31 °C	当地气压	93.94 kPa
气泡电压	1.04 V	当地海拔	622 m
主轴转速			0 rpm
排气温度			30 °C
油泵转速			0 rpm
设置		启动	停止
		开始	

1. 将遥控器油门杆处于最小位置，油门微调最小位置（此时 GSU 主页面显示“停机”）；

M10Pro 0000		就绪	
保后时长	24 min	电池电压	11.8 V
当前时长	261 s	电池电流	0.5 A
响应时间	3 s	转速设定	4.9 10k
当地气温	31 °C	当地气压	93.94 kPa
气泡电压	1.04 V	当地海拔	622 m
主轴转速			0 rpm
排气温度			30 °C
油泵转速			0 rpm
设置		启动	停止
		开始	

2. 再将微调调至最大，油门杆处于怠速位置（此时 GSU 主页面显示“就绪”）；

M10Pro 0000		下拉启动（3秒）	
保后时长	24 min	电池电压	11.8 V
当前时长	261 s	电池电流	0.5 A
响应时间	3 s	转速设定	4.9 10k
当地气温	31 °C	当地气压	93.94 kPa
气泡电压	1.04 V	当地海拔	622 m
主轴转速			0 rpm
排气温度			30 °C
油泵转速			0 rpm
设置		启动	停止
		开始	

3. 上推油门杆至最大位置（此时 GSU 主页面显示“下拉启动 3 2 1”），在 3 秒内油门杆下拉至怠速位置，发动机开始自动启动。

◆为防止误启动:

①未在 3 秒内下拉油门杆至怠速位置，则不启动发动机。如需重新启动发动机，请将油门杆再次处于怠速（此时 GSU 主页面显示“就绪”）位置，重新进行启动操作（上推、下拉油门杆）。

②若在微调最小、微调最大操作后，移动过油门杆，但又没有达到启动的位置，或微调最大后，油门杆操作太快，发动机将会进入到手动散热而不会启动。需要再次操作，微调最小、微调最大、上拉、下拉的操作才可以启动发动机。

（六）自适应学习

在首次使用发动机、调整推力设置、更新油路、更换滤芯、上次学习后发动机外部环境温度发生较大变化（季节变化）、海拔高度发生较大变化时，需手动或半自动操作进行一次发动机自适应学习。当发动机因为更换了环境或油路后，推油门熄火或转速悬挂时（指令全油门但发动机维持在较低转速不继续增加转速）使用手动操作自适应学习。其余状态时发动机均可自动进行自适应学习。自适应学习可以使发动机与大气环境、油路环境保持在最佳匹配状态，有效降低加减速熄火风险。

手动操作自适应学习方法为:

1. 发动机成功启动后，遥控器油门杆处于怠速位置；
2. 进入 GSU 开始页面，点击“自适应学习”按钮，此时 GSU 页面跳转至主页面；



3. 在主页面右上方将出现“学习中，保持怠速”字样，将遥控器油门杆处于怠速位置，随后出现“学习中，保持全速”字样时，将遥控器油门杆缓慢（3-5 秒推完行程）匀速推至最大值，等待数秒；



4. 当显示“学习完成”后，自适应学习设置完成，油门杆可正常使。



半自动操作自适应学习方法：

发动机启动后，将遥控器油门杆（或GSU油门滑块）处于怠速位置等待数秒，当GSU屏幕显示“怠速学习完成”后，将遥控器油门杆（或GSU油门滑块）缓慢（3-5 秒推完行程）匀速推至最大值等待数秒，当GSU屏幕显示“全速学习完成”后，自适应学习设置完成。

手动学习时，发动机内部会清除出厂时设定的油泵匹配数据，发动机会根据当前的环境重新学习匹配的油泵转速。此方法操作时一定要缓慢推进油门，否则可能会导致发动机超转或熄火，**造成发动机学习失败或损坏**。

半自动学习时，发动机会在出厂设定泵转速的基础上，逐步学习当前环境的匹配值，怠速和全速时，等待一段时间发动机会自动学习该值。

（七）加减速设置

发动机出厂时，已经对运行时加减速响应时间进行了设置，根据用户当地海拔和温度的变化，从怠速至15万最大转速的加速时间一般在3.2-3.8秒左右，减速时间在5.1-7.9秒左右，该加减速时间可以满足绝大场景的飞行需求。加减速参数调整时，立即生效无需熄火，可在发动机运行时直接操作。

对于追求极快加减速相应时间的用户，可以在“高级设置”中通过设置进行调速。具体方法为：

1. 将“初段加速”或“初段减速”，建议每次调整0.1个单位，数值越大，发动机加/减速响应越快；
2. 如果发动机在急加速过程中熄火，则将“初段加速”减少0.1或将“上边界”调小0.05个单位，再反复多次进行从怠速至15万急加速测试不熄火为原则。

3. 由于环境气温高或海拔高时，急加速过程中发动机出现“噗噗噗”的声响时，表示发动机加速处于熄火边缘，则将“初段加速”减少0.1个单位或将“标态怠速”提高500-1000转。

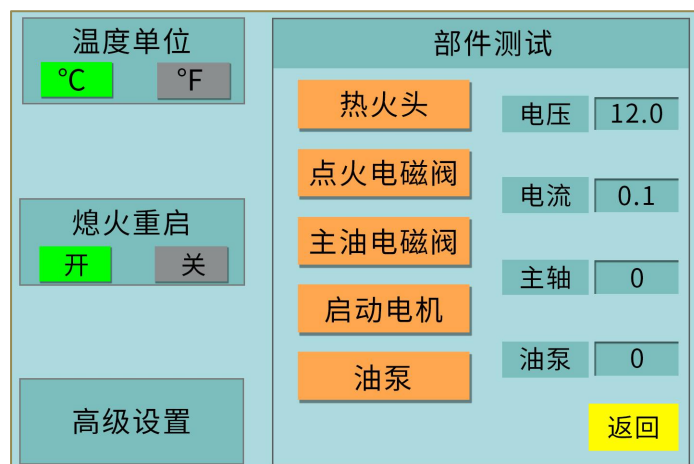
4. 上边界出厂时一般设置为1.1-1.3；海拔0-2000米，一般设置值为1.3；海拔2000以上，上边界一般设置值为1.15-1.2。

5. 下边界出厂时一般设置为0.3-0.5；海拔0-2000米，一般设置值为0.5；海拔2000以上，下边界一般设置值为0.3。

高级设置					
火头预热	5	预热转速	15000	油泵占空	125
火头电压	6.2	升速占空	30	标态怠速	45000
点火转速	7000	预热占空	60	初段加速	0.60
点火泵速	4000	预热温度	90	初段减速	0.50
点火时长	8	预热最短	0	调速系数	1.00
温升率	0.2	推进切换	17000	上边界	1.30
升速速率	2000	速率下限	200	下边界	0.50
预热泵速	2000	推进泵速	4500		
				保存	返回

（八）熄火重启

进入“设置”页面，点击“熄火重启”开关按钮，开启或关闭此功能（绿色背景为执行当前显示内容），开启功能后，发动机在运行过程中，未收到任何停机指令导致发动机熄火时，发动机会立刻进入熄火重启，重启时间 16秒左右，熄火重启次数 1 次，重启不成功，发动机进入停机散热程序。为了提升熄火重启的速度，在执行熄火重启时发动机的供油量会超出正常启动时很多，可能造成发动机喷大火的情况出现，但在飞行时，前方有来流的情况下该喷火对飞机结构和安全是没有任何影响的，**但在地面不论是有意或无意执行发动机熄火重启动作时，可能会烧毁飞机**。若发动机装机后，在地面熄火，请立即将微调调整到最小，关闭发动机，避免在地面使用熄火重启功能。



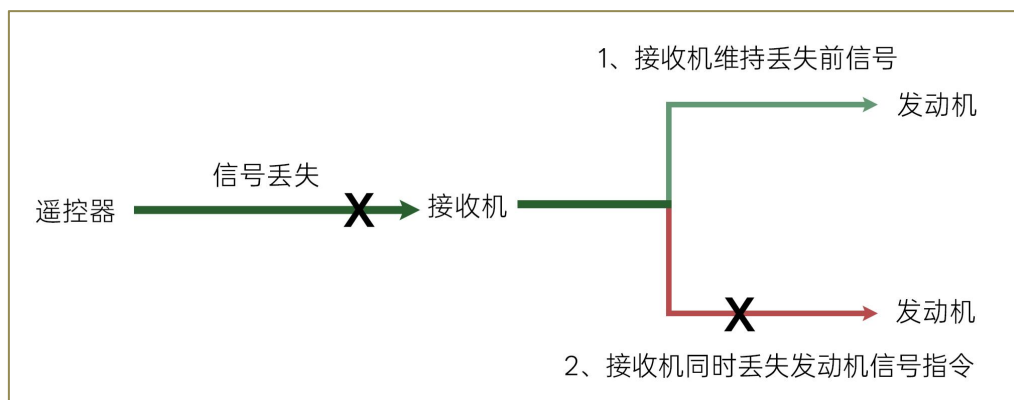
建议将遥控器微调行程设置为3档，若飞机在离地后发动机不幸熄火，飞手可根据实时的高度与速度条件，判断是否关闭发动机，以防止其重启干扰迫降操作。此设置即可防止误操作，又可快速控制发动机启停。

◆发动机熄火重启功能的打开或关闭，需用户根据自身的专业知识，了解此功能的风险再决定是否使用此功能。

（九）失控保护策略

接收机丢失信号后，接收机可能有两种状态（遥控器设置状态有关）：

1. 接收机继续保持丢失前指令；
2. 接收机与发动机之间信号丢失。



发动机在运行中状态为：

第一种情况，发动机会保持当前转速持续运行；

第二种情况，发动机维持当前转速 3 秒后，进入怠速再维持 10 秒，信号仍未恢复，进入停机程序；

◆发动机丢失接收机信号在 13 秒内恢复时，发动机按照遥控器油门杆当前位置继续运行。

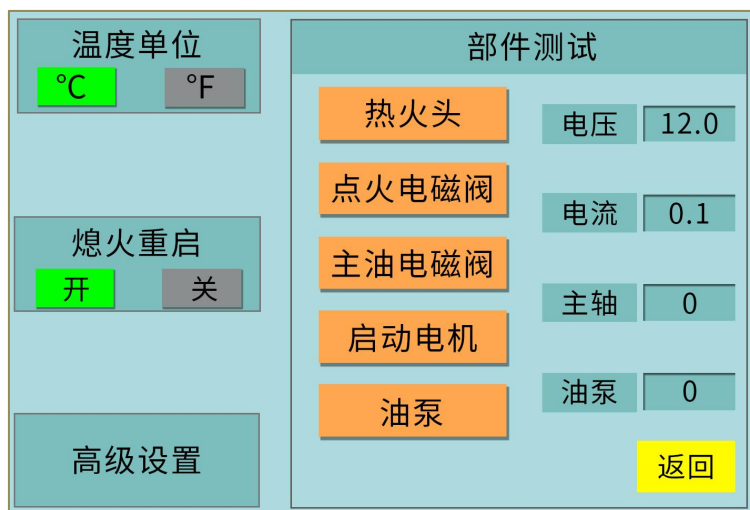
（十）发动机停机

将遥控器油门杆调至最小、油门微调调至最小时，发动机熄火并进入自动散热阶段，散热时电机转速为 7000RPM，当发动机内部温度低于70℃时，发动机停止散热。

◆在散热程序未结束时，不可再次启动发动机。

（十一）手动散热

通过遥控器可进行手动散热，将油门杆及微调调至最小位置，再将油门杆推至最大位置，发动机开启手动散热。将油门杆拉回至最小位置，停止手动散热。

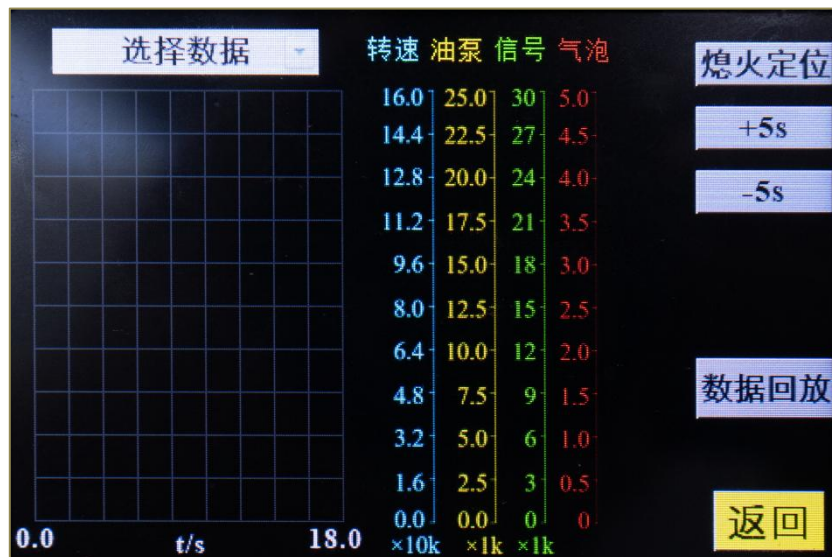


通过 GSU 可进行手动散热，进入“设置”页面，点击“启动电机”开启手动散热，再次点击“启动电机”关闭手动散热。

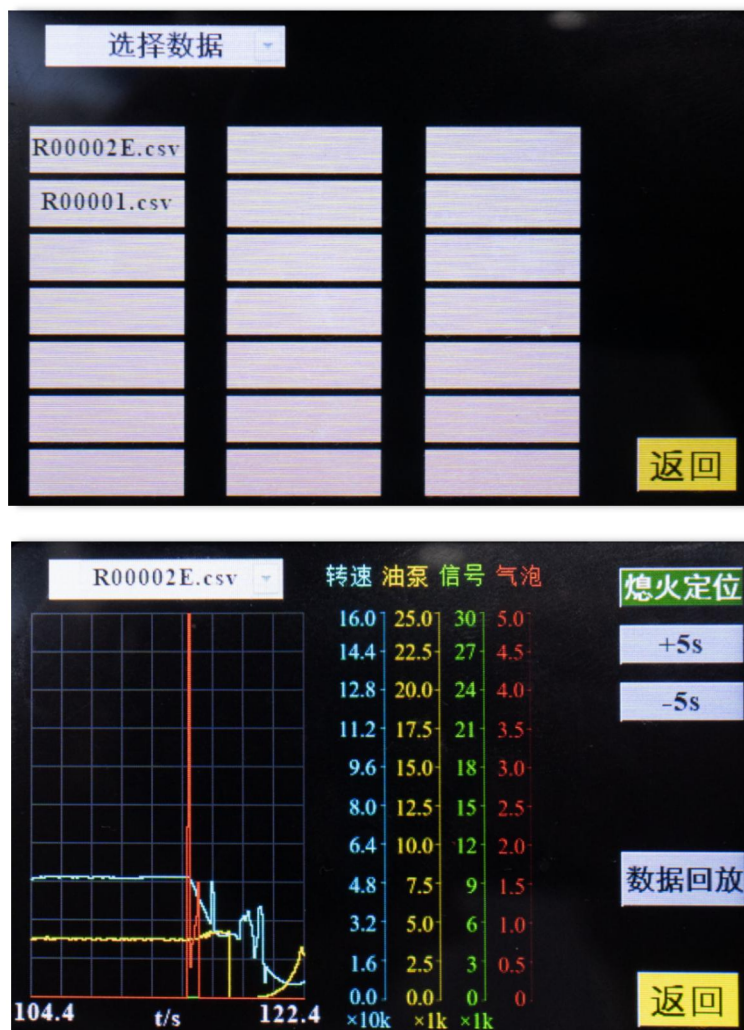
（十二）历史数据查看

可通过GSU历史数据查看功能查看每次启停飞行的转速、油泵、油门信号、油路气泡等数据。

点击GSU“开始”界面，点击“历史曲线”



在历史曲线里先点击左上角选择数据找到要查看的飞行启停数据，数字后带字母“E”则代表本次运行期间有熄火情况出现。历史飞行启停数据按倒序排列（最近一次启停数据，排序第一位），可按需查看，以点击“R00002E.csv”为例。



点击“数据回放”可自动回放本次启停数据，再次点击“数据回放”可暂停到当前位置。不同颜色的曲线代表不同的参数，横坐标代表数据数值，纵坐标代表时间，每格纵坐标间隔2秒。

如上图所示，红色代表油路气泡，红色曲线峰值对应气泡数值5.0，在本次飞行114秒到116秒之间时出现了较大气泡，并导致了发动机熄火。

◆散热程序结束后，才可查看本次历史数据。

M10系列发动机装备的气泡传感器是基于光学特性而研发的，具体原理是，光线穿过不同密度的介质时，会发生折射现象，检测这个折射的强度，可以判断管路中留存的是油液还是空气。由于受到体积和成本的限制，该气泡传感器仅能对管路中的油液和空气分布做定性的检测，如果出现油气混合物通过检测点时，反馈的电压信号仅能非常粗略的判断二者之间的比例。

(十三) 高级设置



Turbine engines

M10Pro发动机·高级设置使用指南

M10Pro发动机高级设置功能主要针对发动机启动阶段以及运行加减速阶段 对发动机状态 性能进行调整 以适应不同的飞机油路及环境变化

高级设置					
火头预热	5	预热转速	15000	油泵占空	125
火头电压	6.2	升速占空	30	标态怠速	45000
点火转速	7000	预热占空	60	初段加速	0.60
点火泵速	4000	预热温度	90	初段减速	0.50
点火时长	8	预热最短	0	调速系数	1.00
温升率	0.2	推进切换	17000	上边界	1.30
升速速率	2000	速率下限	200	下边界	0.50
预热泵速	2000	推进泵速	4500		

保存 返回

M10Pro发动机在出厂时对于发动机启动时间以及运行时加减速响应时间进行的调试中预留部分冗余量 对于追求极致的用户可进行高级设置微调 以达到发动机极致性能 能由于发动机加减速过程中控制较为复杂 参数设置较多 我们将在后续工作中持续优化参数设置 尽量简化用户参数设置操作 如对以下设置有任何疑问 请联系小巨人技术人员 我们非常乐意为提供支持

T U R B I N E E N G I N E S

下图为小巨人M10 Pro发动机高级设置参数设置使用说明：



阶段	名称	解 释	参数范围	一般 设置值	单位	该值的影响
点火阶段	火头预热	启动指令下达后，火头工作该秒数后进行下一步程序。	3-6	5	s	当点火困难或环境温度零下时，可调高预热时长。
	火头电压	热火头的工作电压	5.8-6.5	6	V	1、太低点不燃； 2、太高火头易损坏。
	点火转速	转速达到该值后，开启点火油路。	6500-8000	7000	rpm	1、该值为标态值，会随海拔高度变化； 2、太低氧气不足； 3、太高吹灭火焰或造成早期点火温升率不足。
	点火泵速	开启点火油路时，油泵的转速值。	3000-5000	3500-4000	rpm	1、根据油路阻力情况（滤芯等）调整该值； 2、太低雾化不充分、燃烧能量不足、造成点火不成功或温升率低； 3、太高发动机积油喷火。
	点火时长	点火预热时长	6-10	8	s	1、时间短无法预热燃烧室； 2、时间长增加启动时间。
升温/预热阶段	温升率	在点火阶段和升温/预热阶段，用于判定发动机是否正常燃烧的保护值。	0-0.3	0.2	%	1、太低起不到保护作用； 2、太高温升率低造成启动误判熄火
	升温速率	主轴转速以该值的速率加速到“预热转速”	1500-2000	2000	rpm/s	1、太低燃烧室温度很高，有高温卡死涡轮的风险； 2、太高燃烧室温度低，后续步骤喷液体燃油或烟大。
	预热泵速	发动机温度到达“预热温度”之前，油泵的转速。	1700-2300	2000	rpm	1、太低发动机会熄火 2、太高喷液体燃油或烟大。
	预热转速	转速达到该值后，具备进入“怠速推进”阶段的条件之一。	15000	15000	rpm	1、值小，有喷火风险； 2、值大，启动电机可能超负荷。
	升温占空	点火阶段进入预热阶段，主油阀的开启供油比例。	20-50	35	%	1、值小，主油阀可能无法开启以及温度上升慢； 2、值大，发动机“阶段”切换时熄火。
	预热占空	发动机达到预热转速后，主油阀的开启供油比例。	50-100	60-80	%	1、值小，温度上升慢； 2、值大，喷液体燃油或烟大。
	预热温度	达到设定温度后，具备进入“怠速推进”阶段的条件之二	80-120	90	℃	1、预热温度低，影响怠速推进阶段喷火或喷烟以及启动能量不足； 2、预热温度高，有高温卡死涡轮的风险以及启动时间变长。 3、海拔2000米以上，该值设置为110-120。
	预热最短	在预热阶段必须达到的最短时间限制	0-2	0	s	特殊情况使用，在技术指导下调整该值。
怠速推进阶段	推进切换	从预热转速通过慢速推进的方式达到该转速。	17000-18000	17000	rpm	1、值小，造成后续流程喷火程度增大； 2、值大，启动时间加长。
	速率下限	在本阶段，发动机主轴升速率低于该值，终止启动。	100-200	200	rps	1、过低，发动机启动时间长； 2、过高，易造成启动失败误判。
	推进泵速	油泵以该转速给发动机供油并进入“运行阶段”	3500-5000	4000-4500	rpm	1、过低，发动机启动时间长或主轴升速率低； 2、过高，易造成发动机喷火。
	油泵占空	油泵控制参数	110-180	125	%	1、太低，油泵无法完成控制切换。 2、太高，临近怠速时，造成瞬间喷蓝火。
运行阶段	标态怠速	在101.32Kpa\15℃时，维持发动机稳定运行的最小转速	45000	45000	rpm	1、用户当地的怠速会随高度、温度自适应调节； 2、太低，加速变慢，排温高。 3、太高，怠速推力大。
	初段加速	控制怠速至9万转区间范围的加速能力表现	0.5-1	0.5-0.8	rps	1、数值越大，主轴转速加速越快，太高有熄火风险。 2、数值越小，主轴转速加速越慢。 3、数值过大后，如果发动机在地面测试怠速加速过程中熄火，则减少0.1或将“上边界”调小0.05个单位，在反复多次进行从怠速至15万怠速测试，不熄火为原则。
	初段减速	控制怠速至9万转区间范围的减速能力表现	0.4-0.8	0.5-0.6	rps	1、数值越大，主轴转速减速越快，太高有熄火风险。 2、数值越小，主轴转速减速越慢。
	调速系数	控制怠速至15万区间，整体加速减速能力倍数。	1	1		特殊情况使用，在技术指导下调整该值。
	上边界	油泵加速运行时，其最大加速的上限保护值。	1.1-1.3	1.3	%	1、海拔0-2000米设置为1.25-1.3； 2、海拔2000米以上设置为1.1-1.2。 3、太高，加速时起不到保护作用，可能造成熄火； 4、太低，怠速至9万转，推油转速不增加。
	下边界	油泵减速运行时，其最大减速的下限保护值。	0.2-0.5	0.3	%	1、海拔0-2000米设置为0.5； 2、海拔2000米以上设置为0.3。 3、太高，发动机转速难降至怠速； 4、太低，发动机转速降至怠速以下偏离值较大，可能造成熄火。

(十四) 故障信息解释及处理办法

序号	故障信息 (中文)	故障信息 (英文)	分析错误原因	解决办法	备注
1.	电机停转	MotorStop	1. 转子阻力大, 卡滞 2. 电流保护 3. 磁铁对位失败 4. 电机程序错误	1. 返厂维修 2. 单动电机, 观察瞬时电流和工作电流 3. 再次启动电机 4. 返厂更新程序	
2.	油泵停转	PumpStop	1. 油泵电机阻力大, 卡滞 2. 电流保护 3. 油泵占空比偏低 4. 程序错误 5. 预热泵速低于正常值	1. 单动油泵电机, 观察油泵电机是否转动; 检查电机是否卡滞 2. 单动油泵电机, 观察瞬时电流和工作电流 3. 【油泵占空】每次增加10个单位占空 4. 返厂更新程序 5. 【预热泵速】调整至2000-3000之间	
3.	超 温	OverEGT	1. 热电偶探头位置可能发生变化 2. 发动机漏气 3. 热电偶损坏	1. 返厂校准温度系数 2. 检查各部位固定螺栓 3. 返厂维修	
4.	温度异常	TempFault	1. 热电偶损坏 2. 热电偶驱动线焊点脱落 3. ECU硬件损坏	1. 返厂维修 2. 检查热电偶焊接位置 3. 返厂维修	
5.	点火失败	IgniteBad	1. 燃油未正确进入发动机或未开油阀 2. 雾化喷嘴堵塞或点火泵速低 3. 点火电磁阀未正常工作 4. 热火头未工作或点火电压低	1. 油管前端有气泡或球阀未开; 如有气泡, 先泵油进入发动机; 如未打开球阀, 则打开球阀后再泵油进入发动机 2. 每次增加300-500【点火泵速】, 如一直未能点火成功则需返场维修 3. 单动点火电磁阀, 检查是否正常工作 4. 单动火头, 检查是否正常工作(2-3A之间); 检查高级设置点火电压(6V)	
6.	预热失败	PreHeatBad	1. 主油阀未正常工作 2. 预热泵速未在正常范围内 3. 预热转速偏高, 油气比不合理	1. 单动主油电磁阀, 检查是否正常工作 2. 调整【预热泵速】至2000 3. 根据现象调整【预热转速】: 烟大少油或持续喷油, 说明预热转速高——每次降低1000	
7.	启动失败	StartBad	1. 电机无法达到预定转速	返厂维修	
8.	电压低	VoltageLow	1. 电池电压低于11.4V, 无法进入启动程序	1. 更换电池	
9.	电压高	VoltageHigh	1. 启动电机最速设置偏高(工厂设置)	1. 设置为【45000】	
10.	电机故障	MotorBad	1. 电机本体故障 2. 电机驱动线焊点脱落或破损接地 3. 程序故障 4. 电机驱动板损坏	1. 返厂维修 2. 检查电机驱动线焊点和绝缘线 3. 返厂更新驱动程序 4. 通电后检查电机驱动板有无亮灯	
11.	油泵故障	PumpBad	1. 油泵电机损坏 2. 油泵电机驱动线焊点脱落或破损接地 3. 程序故障	1. 返厂维修 2. 检查油泵电机驱动线焊点和绝缘线 3. 返厂更新驱动程序 4. 通电后检查油泵驱动板有无亮灯	

			4. 油泵电机驱动板损坏		
12.	火头故障	FiredBad	1. 火头损坏 2. 驱动线焊点脱落，地线焊点脱落 3. ECU硬件损坏	1. 返厂维修 2. 检查焊点 3. 返厂维修	
13.	主油阀故障	MainValveBad	1. 电磁阀损坏 2. 电磁阀插头脱落 3. 电磁阀端子线接地短路	1. 返厂维修 2. 检查电磁阀插头是否脱落或针脚脱落 3. 检查绝缘线是否破损	
14.	点火阀故障	FireValveBad	1. 电磁阀损坏 2. 电磁阀插头脱落 3. 电磁阀端子线接地短路	1. 返厂维修 2. 检查电磁阀插头是否脱落或针脚脱落 3. 检查绝缘线是否破损	
15.	检查油滤	CheckOilFilter	1. 油滤堵塞，油路阻力大 2. 油路各连接或密封部位漏气	1. 检查清洗滤芯 2. 检查油路各连接或密封部位及气泡传感器电压	
16.	预热超时	PreheatTimeout	1. 预热温度设置不合理 2. 预热泵速设置不合理 3. 预热超时设置不合理	1. 根据现象调整高级设置参数； 2. 根据现象调整高级设置参数； 3. 预热超时出厂设置15s	
17.	温升率低	TempRateLow	1. 点火阶段：点火泵速或点火转速设置不合理，点火不正常 2. 预热阶段：预热泵速、预热转速设置不合理 3. 温升率设置不合理 4. 怠速推进阶段：发动机本体异常、油路阻力大	检查油路，并根据现场情况，调整各阶段的油气比配合	
18.	速升率低	SpeedRateLow	怠速推进阶段：发动机本体异常、油气比不合理	并根据现场情况，调整推进泵速（适当减小推进泵速）和油门限制（适当调小）	
19.	启动超时	StartTimeout	推进超时设置不合理	推进超时设置过小	
20.	电机转速未至	RPMnotReached	-	-	
21.	本次气泡***	ThisBubble***	1. 油路漏气 2. 气泡传感器故障	1. 本次气泡阈值 2. 返厂维修 3. 长按“停止”消除提示	
22.	近期气泡***	RecentBubble***	1. 油路漏气 2. 气泡传感器故障	1. 累计近期气泡阈值 2. 返厂维修 3. 长按“停止”消除提示	
23.	火头电流低	LowCurrent	火头即将失效	返厂维修	
24.	运行电压低	LowRunVol	电池电压低	更换电池	

五、名词释义

总 时 间：发动机出厂后，累积运行总时长。

启动次数：发动机出厂后，累积启动的次数。

保养时间：本次保养后到下次保养剩余时间，采用倒数计数，当显示为0或负数时，发动机应返厂保养。

飞行重量：指发动机本体、油泵、电磁阀、ECU、数据连接线总重量。

最高转速：指发动机前一次运行时，主轴达到的最高转速。

泵全速值：指发动机前一次运行时油泵电机达到的最高转速。

泵怠速值：指发动机前一次运行至怠速时，油泵电机对应的转速。

保后时长：上次保养后运行时长，保养时厂家进行清零。

当前时长：发动机本次启动运行时长。

响应时间：从当前转速至遥控器给定转速所用时长。

标态怠速：温度15℃、大气压力1atm(101.32Kpa)环境下的怠速值。

当地怠速：发动机在用户当地，根据此时此刻的温度以及大气压力情况会换算一个实际怠速转速，该转速为当地怠速。

气泡电压：发动机进入怠速后，在无气泡时显示的电压为满油电压，有气泡进入发动机时，该电压值会发生波动。

六、免责声明

1. 无保证声明

绵阳小巨人动力设备有限公司不就本说明书所含信息的准确性、完整性或适用性提供任何形式的保证，无论是明示或暗示的（包括但不限于关于适销性或特定用途适用性的暗示性保证）。

2. 信息与使用责任免除：

对于因本说明书信息错误，或因提供、使用或实施本手册内容而产生的任何直接损失、附带损失或后果性损失，本公司概不承担责任。

3. 操作责任限制：

因用户未能按照要求正确安装、操作或使用发动机（包括但不限于操作不当）而导致的任何财产损失、人身伤害或其他损害，本公司不承担任何责任。此免责基于公司无法持续监控用户操作的事实。

4. 用户责任：

- 用户有义务充分阅读、理解本手册全部内容，并全面掌握产品功能特性。
- 用户必须充分认识并自行承担产品操作过程中固有的潜在风险。
- 本公司未对产品的性能或功能做出任何承诺或担保；用户应依靠自身的专业知识和判断进行产品选购及操作决策。

5. 飞行安全特别提示：

- **飞行场地：**使用本公司涡喷发动机进行飞行活动时，必须选择法律许可且符合安全标准的飞行场地。
- **风险自担：**用户须充分认知涡喷发动机飞行过程中存在的意外风险，并独自承担由此引发的全部责任。
- **飞行前检查：**强烈建议在每次飞行前进行地面模拟测试，以最大程度排查潜在的故障隐患。

6. 系统复杂性与责任界定：

○ 鉴于涡喷发动机及其搭载机体构成高度复杂的技术系统，本公司无法精确预判或涵盖所有可能导致故障的具体原因。

○ **最终免责：**因此，除经确认为产品本身制造缺陷所直接导致的问题外，本公司对因使用产品而产生的任何直接或间接损失、损害或责任，均不承担赔偿或法律义务。

七、保修政策

小巨人动力（以下简称小巨人）承诺符合以下情况，自产品售出之日起，在产品有效保修期内，小巨人将提供免费的产品保修服务，客户不需要支付更换零配件费用，请客户直接联系小巨人官方售后技术办理产品返修事宜。

● 实行免费保修服务需满足以下条件

1. 保修期限为自产品售出之日起1年或产品累计运行时长25小时内(以先到为准)；
2. 自购买产品在规定的产品保修期限内正常使用，出现非人为的性能故障的；
3. 无擅自拆机、无非官方说明书指引的改装或加装、其它非人为引起的故障；
4. 机器编号、出厂标签及其他标示无撕毁、涂改迹象；

● 以下情况不属于免费产品保修服务的情形

1. 发生人为的非产品本身质量问题导致的碰撞、烧毁，摔机事故；
2. 发生非官方说明书指导的私自改装、拆解、开壳等行为而造成的损坏；
3. 未按说明书指导的不正确安装、使用及操作所造成的损坏；
4. 未按产品说明书操作的一切操作行为导致的损坏；
5. 在恶劣的环境下操控导致的损坏，如大风、雨天、沙尘、草地等；
6. 在电磁环境复杂或强干扰源环境下操控导致的损坏，如矿区、发射塔、高压线、变电站等；
7. 与其他无线设备相互干扰的情况下操控导致的损坏，如发射机、图传信号、Wifi信号干扰等；
8. 在超过起飞重量下起飞造成的损坏；

9. 在零部件发生老化或损坏的情况下强制飞行造成的损坏；

10. 发动机保修期限到期。

• **保修须知**

1. 用户需先自付快递费将问题产品寄回，小巨人售后技术收到问题机后，将对产品进行故障检测以确定问题责任。如属于产品本身质量缺陷，小巨人负责承担国内运费、检测费、材料费、人工费，将产品维修好后寄回并补退用户国内运费；

2. 若经过检测产品不符合免费维修条件，与用户协商原机寄回并承担运费或者付费维修；

2. 如果您遇到的问题不在保修范围或者是人为原因导致，我们会根据问题性质进行收取检测费、更换零件费、测试费及人工费，会提前与客户沟通；

3. 整个维修过程及维修记录请联系小巨人售后技术或通过官方微信进行咨询；

4. 产品在返修快递时必须妥善包装，若在运输途中损坏或丢失，小巨人将不负赔偿责任。

献给百万分之一的你