

# FAI 燃油喷射单元 MFUA02

## 说明书

## 内容

1. 概述
2. 工作原理
3. T3 计量理论
4. 特性与规格
5. 失效模式与维修
6. 使用说明
7. 安装尺寸
8. 包装运输

## 1. 概述

FAI-MFUA02 是一种分体式燃油喷射计量单元（separated dosing unit），包括电子油泵、喷嘴和高压油管三部分。电子油泵是一种由螺线管电子装置驱动的柱塞泵，喷嘴是一种依靠压力开启的球阀喷嘴，高压油管为一种耐温的聚合物柔性管。螺线管电子驱动装置包括一个相对柱塞自由的运动件-电枢，故此技术称之为自由电枢喷射（free armature injection-FAI）。MFUA02 的燃油喷射单元的工作基于 T3 计量理论。MFUA02 的燃油喷射单元具有较高的喷射压力，计量精度受进气管压力波动的影响较小。分体式喷射单元 MFUA02 特别适合在踏板车和弯梁车上应用。

## 2. 工作原理

如图 1 所示，MFUA02 包括电子油泵、喷嘴和高压油管。电子油泵包括螺线管驱动部、柱塞泵、汽液分离腔和过滤室。燃油从进油嘴进入过滤室，穿过过滤

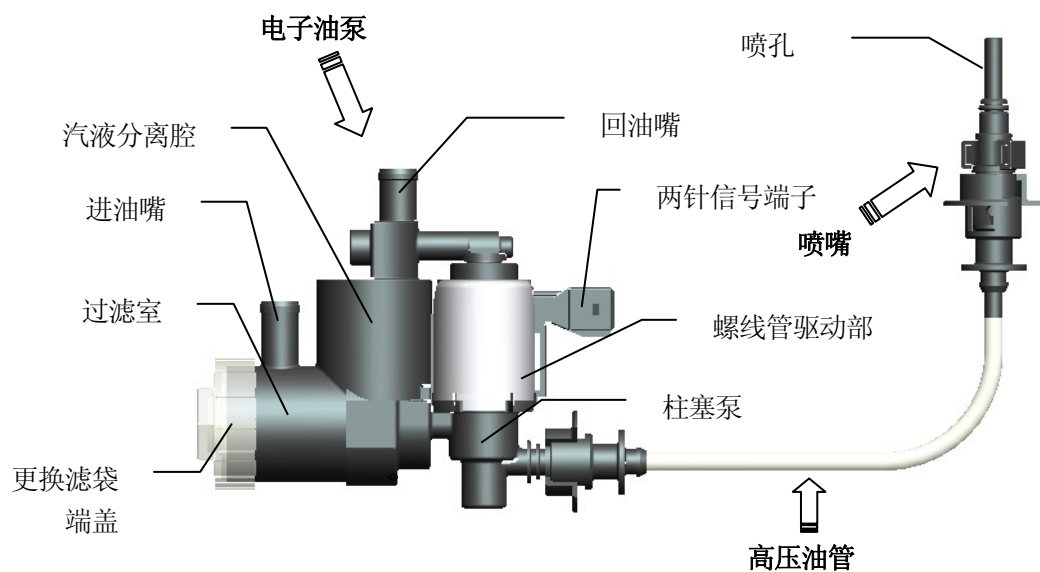


图 1

袋后进入柱塞泵，控制信号通过两针信号端子与螺线管驱动部连接，在螺线管力的作用下，电枢下行驱动柱塞泵压缩燃油，被压缩的燃油进入高压油管，再通过喷孔喷入发动机进气道。在弹簧力的作用下，电枢上行，部分燃油进入油气分离腔再循环进入柱塞泵，燃油的蒸汽通过回油嘴排出泵体外。

### 3. T3 计量理论

图 2 为 MFUA02 喷射单元的物理模型，其中  $f_{fld}$  为电磁场力， $K$  代表弹性力， $f_p$  为柱塞反作用力， $D$  代表阻尼力， $M$  代表机械摩擦力， $r$  为线圈电阻， $\lambda$  为磁链  $e$  为线圈两端电动势。

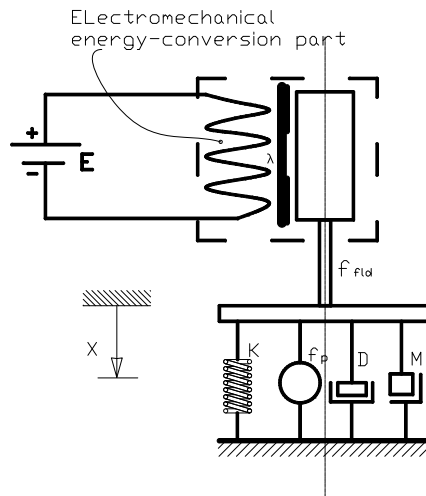


图 2

MFUA02 喷射单元的工作受一下方程控制

能量平衡

$$\int_0^{t_1} (ei - ri^2) dt = \int_0^{x_e} D \left( \frac{dx}{dt} \right) dx + \int_0^{x_e} K(x + x_0) dx + \int_{x_d}^{x_e} f_p dx + w_{fld} \quad (1)$$

电学方程

$$\frac{d\lambda}{dt} = e - ir \quad (t < t_1) \quad (2)$$

$$\frac{d\lambda}{dt} = e - iR \quad (t > t_1) \quad (3)$$

上述方程可以通过引入一个可测量的变量  $T3$  近似求解，其结果称之为全状态方程：

$$Q = \alpha(-T3^2 + cT3) - \beta \quad (4)$$

其中， $c$  是一个时间不变量， $c=5.5\text{ms}$ ， $\alpha$   $\beta$  和  $c$  是一组与喷射单元的热力学状态无关的常数。

方程 4 表明，MFUA02 喷射单元的燃油喷射量仅仅是  $T3$  的函数，它与喷射单元的热力学状态，机械摩擦力的变化无关。

$T3$  作为计量燃油喷射量的基本变量，可以一定程度补偿因为机械磨损等因素造成的流量偏差。此外， $T3$  还可以用于喷射单元的失效模式分析和判断。

#### 4. 特性与规格

集成式喷射单元 MFUA02 系列产品包括 MFUA210902。它的流量特性和规格如图 3 所示。

图中， $TS=-T3^2+cT3$ ，曲线为流量标准，产品的下线流量的品控标准为  $\pm 5\%$ 。电子油泵的标准阻值为  $1.1 \pm 0.1$  欧姆。

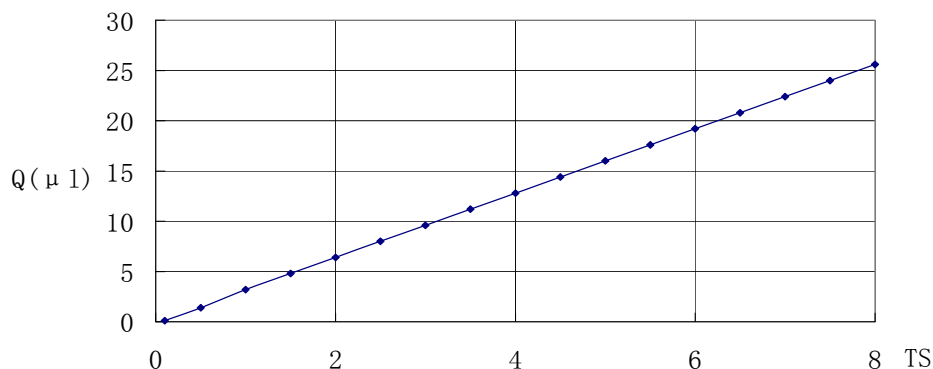


图3 MFUA210902流量特性

## 5. 失效模式与维修

喷射单元失效多半是燃油污染物导致的。当一定粒度和几何形状的污染物进入喷射单元后，可能会导致喷嘴阀无法密封（即处于常开状态）或者电枢等运动件

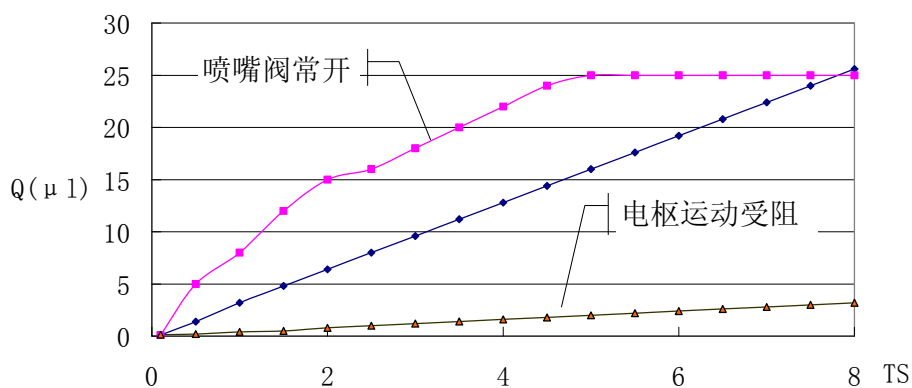


图4 失效模式分析

运动受阻。这是，喷射单元的流量特性会发生较大的变化，如图4所示，两种情况的失效模式对流量特性的影响。

一旦喷嘴失效，用户采取的方法可以是持续轰油门（如果发动机能够燃烧），最好是变工况。经过一段时间后，如果氧传感器反馈数据正常，则说明喷射单元

有恢复，否则必须寄回到原厂进行更换。

采用测试油在理想环境中，MFUA02 的工作循环寿命为  $3 \times 10^8$  次标准循环。

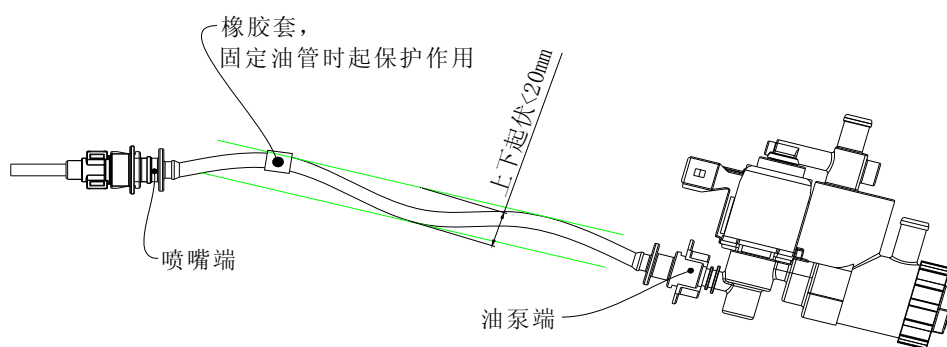
## 6. 使用说明

MFUA02 电子油泵要求安装位置低于燃油箱，其进油嘴与位于油箱底部的进油接嘴用橡胶油管连接，要求橡胶油管顺直上下，垂直方向不打弯，其回油嘴与位于油箱顶部的排气接嘴用橡胶管连接，同样要求顺直上下，垂直方向不打弯。

油泵通过一个 15X1.5 的金属片固定的车体上，金属片焊接在车体上。

MFUA02 的喷嘴固定在发动机接头上，喷孔指向进气阀。喷嘴通过 1-2 个金属固定耳用发动机接头的螺栓压紧。

MFUA02 的高压油管一端连接电子油泵，另一端连接喷嘴，两端都是快速接插结构。

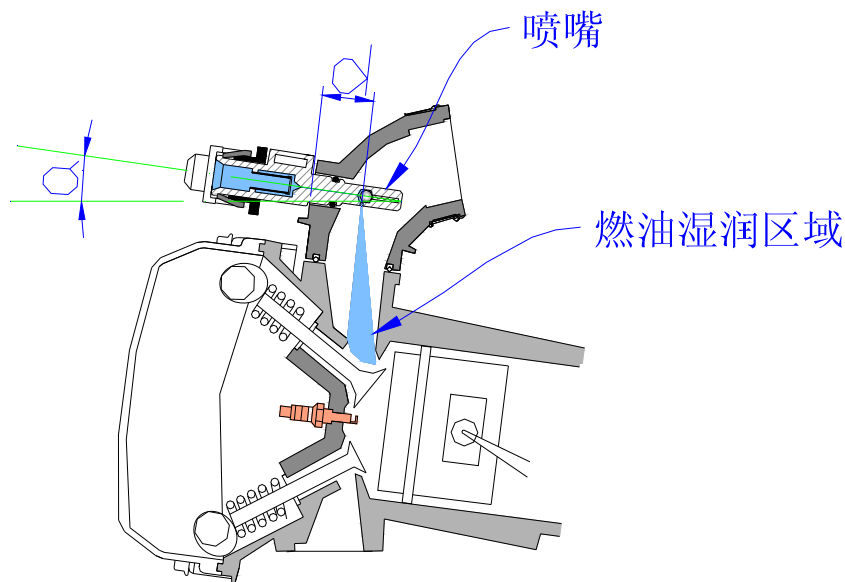


如图 5 MFUA02 的使用要求

原则上，高压油管的喷嘴一端要高于电子油泵一端，中间不允许在垂直方向有较大起伏，可以通过一个金属管夹固定在车体上，如图 5 所示。

电子油泵和喷嘴与高压油管连接的两个快速接插头，分别有两个高压油管拆卸环。当需要拆卸高压油管时，首先用力将高压油管拆卸环推向高压油管一边，推到头后，然后才有可能拔下高压油管。安装时，需要将高压油管接头的凸起部对准拆卸环的缺口，然后用力插入并听到“咔嚓”到位的声音为准。

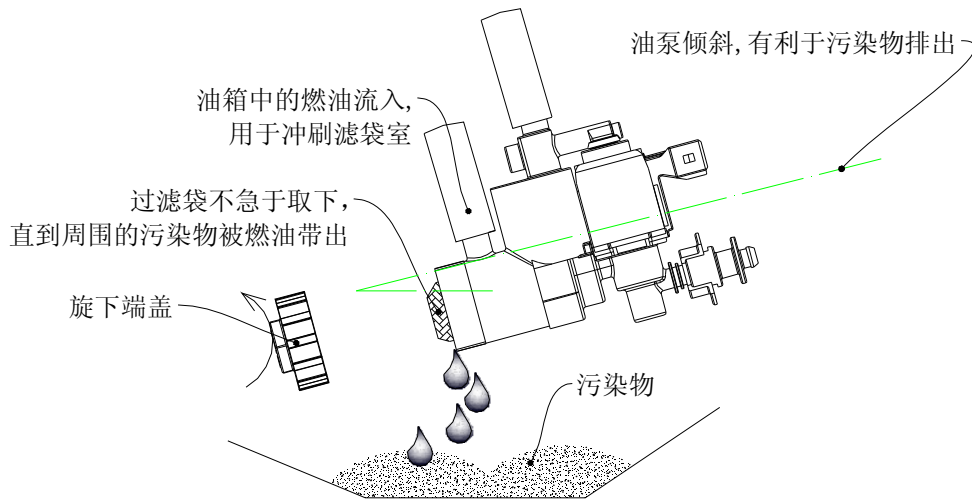
无论是踏板车还是弯梁车，喷嘴都是安装在发动机接头（经改造）上。安装的原则是：燃油尽可能将大部分燃油喷射在进气阀背上或者附近，即燃油的湿润区域尽可能接近气阀（如图 6 所示）。燃油的湿润区域的大小和位置主要影响油膜的厚度，选择喷射在气阀附近是因为这个区域的温度较高，在闭阀喷射时，会有较多的燃油蒸发，从而可以缩短暖车时间。如果确实由于几何尺寸和形状的限制不能实现这一点，对冷车过渡时间的影响大约在 0-20S 左右。对于冷热车加速度的影响可以通过标定，尤其是调整油膜参数消除。



如图 6 喷嘴的安装原则



## 过滤袋的维护与更换



如图 7 MFUA02 过滤网清洗更换示意图

MFUA02 的滤网清洗与更换必须遵守以下操作步骤（参考图 7）：

第一步，用一个止血钳（或者替代物）将进油管夹住，让燃油不能从油箱流出。

第二步，旋下端盖，将油泵倾斜一定角度，使得位于滤袋外面的污染物有利于从滤袋室中流出。

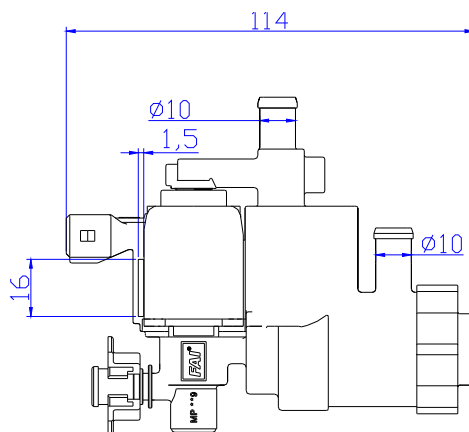
第三步，轻轻地松开止血钳（或者替代物），让燃油以可控的方式从滤袋室中流出，同时确保污染物被燃油带出。

第四步，如果污染物数量较多，可以考虑用一只木质筷子协助燃油带出其中的污染物。

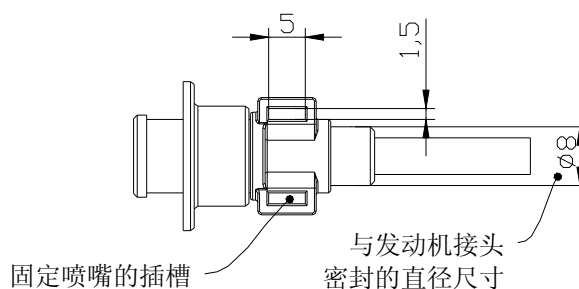
第五步，确保没有明显污染物存在于滤袋室中时，拔出滤袋，并同时保持油泵角度不变，再安装一个新的滤袋。

## 7. 安装与安装尺寸

油泵的固定是通过一个 15X1.5mm 的方形的插槽,喷嘴是通过两个 5X1.5mm 的方形的插槽,其尺寸如图 8 和图 9 所示。



如图 8 MFUA02 油泵的安装固定尺寸



如图 9 MFUA02 喷嘴的安装固定尺寸

## 油箱改造

油箱需要固定进油接嘴和排气接嘴,常用的固定方式有两种。图 10 示意了第一种进油接嘴/排气接嘴与油箱的固定方式。图 11 示意了第二种排气接嘴与油箱的固定方式。

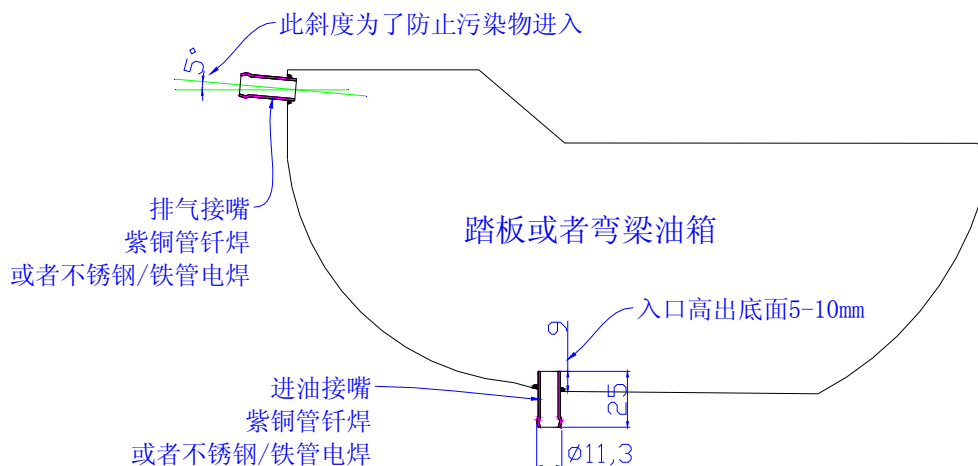


图 10 踏板/弯梁接嘴方案 1

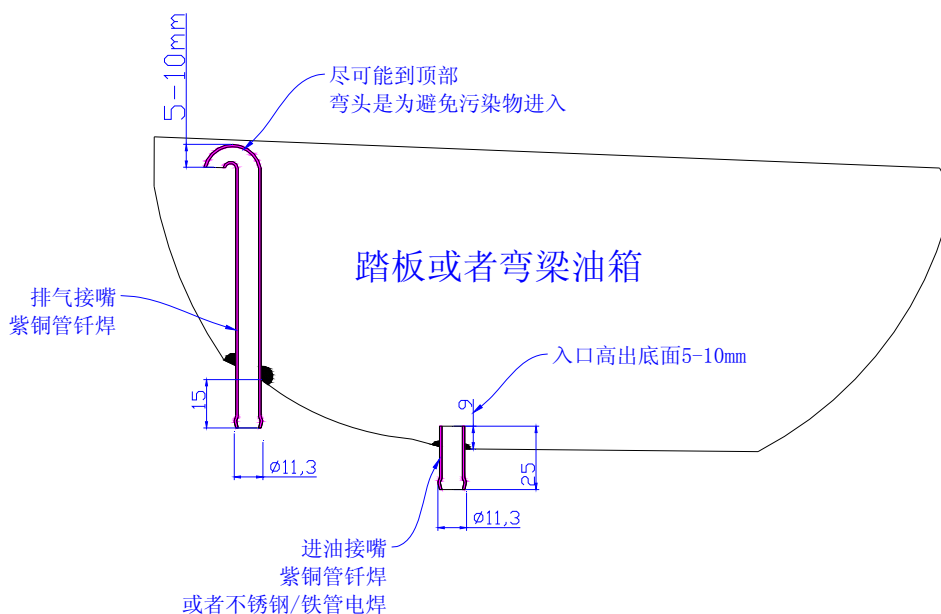


图 11 踏板/弯梁接嘴方案 2

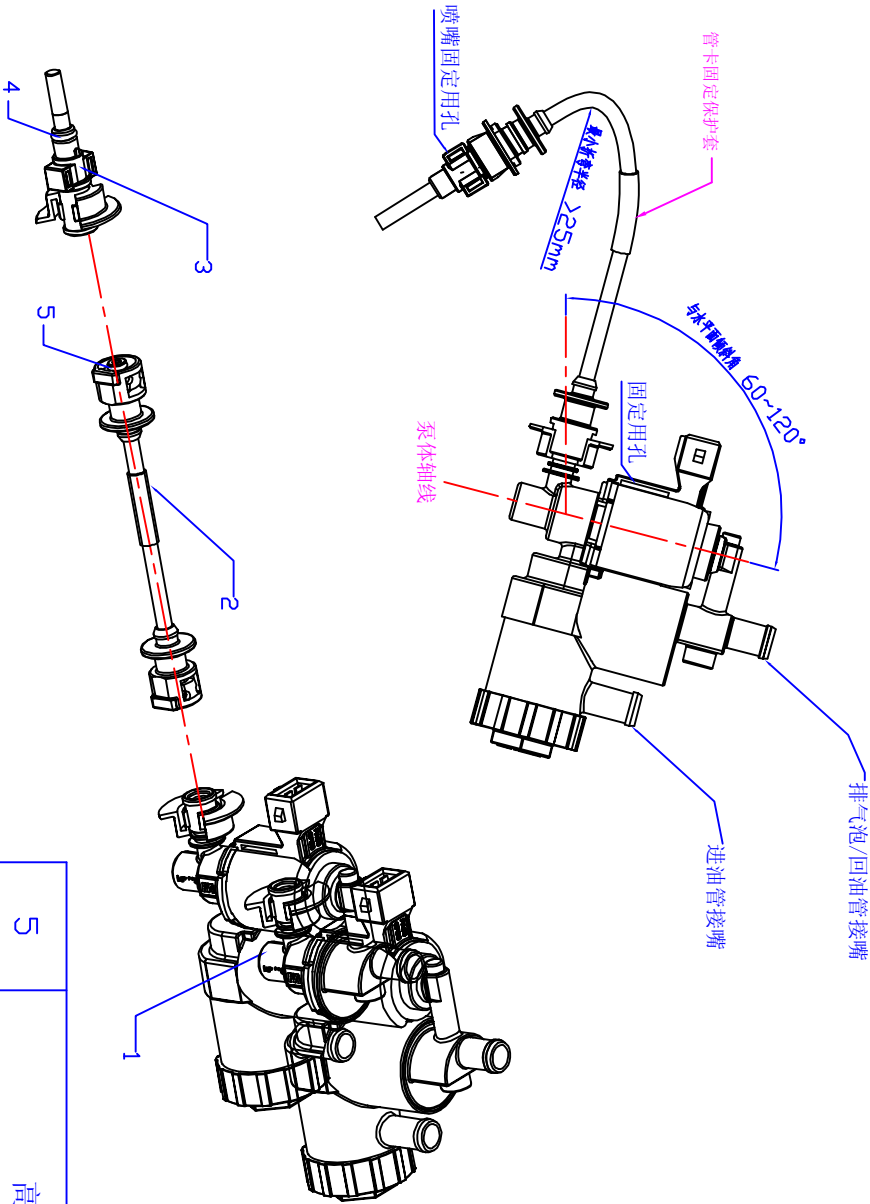
## 8. 包装运输

MFUA02 喷射单元下线后，进油嘴和回油嘴必须一直配戴大油嘴防尘帽 (MPPA009160)，直到安装相应的油管时，才允许去掉。

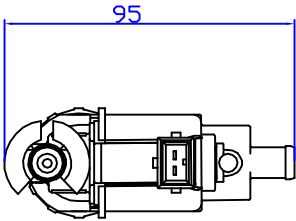
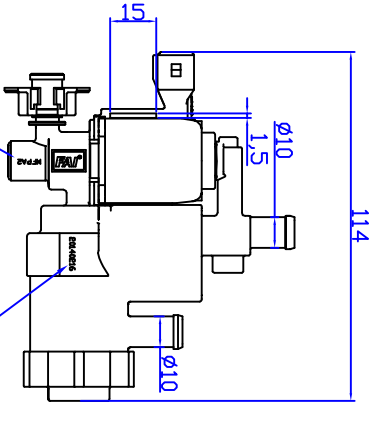
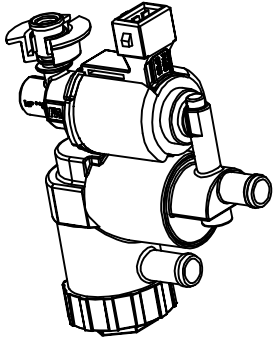
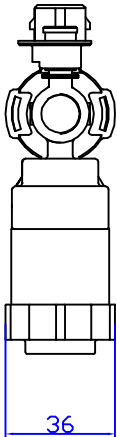
MFUA02 喷射运输和储存过程中必须始终保持油泵、高压油管 and 喷嘴处于连接状态。需要两级包装，第一级是内包装，为一个发泡减振塑料袋，要求封闭包装，第二级为硬纸盒包装，要求选择纸板厚度考虑到喷射单元的承重，搬运时不能有明显弯曲变形。

说明

- 1、结构:泵体为FAL脉冲加压式直线泵，并且与燃油过滤器集成，喷嘴为自开式，喷嘴通过高压油管与泵体相连接，分别固定。适用于踏板车、弯梁车等。
- 2、高压油管为柔性可弯曲油管，允许最小弯曲半径大于25mm，上下起伏尽可能小。与电子油泵和喷嘴的连接通过带有拆卸环的专用快速接头连接。
- 3、喷嘴喷射角度:90°（与喷嘴轴线的夹角），可安装在改造过的发动机进气接头上。
- 4、电子油泵、喷嘴不允许与周围部件发生相对摩擦运动或碰撞，并保证10mm以上的安全距离；高压油管不能承受拉力，并且要设置合理的管卡卡住保护套固定状态，不与固体壁面摩擦。
- 5、在电子油泵安装使用状态，回油接嘴处于上部，泵体的轴线与水平面的夹角不得小于60°；并且要特别注意进油管 and 回油管的走向；因为进油管和回油管必须具有排气泡功能，所以必须使用设计规格的橡胶油管。
- 6、过滤流量确认：将电子油泵连接到油箱上后，加入半箱燃油，然后从回油接嘴放出燃油，测量10分钟内流出燃油量，新品必需大于1 L，小于0.5 L 时就应该清洗或更换滤袋；
- 7、清洗更换滤袋：用止血钳切断进油管，拧下过滤器端盖，用回油管中的燃油冲洗滤袋，或更换过滤袋。注意不要让过滤出来的杂物进入内部空间。建议同时更换密封圈（更换时间与油箱内燃油洁净度相关，建议每6000km确认1次流量，不够时更换）。长期使用油杯中可能积存水，会影响供油运转，建议每3个月或者3000km拧下端盖放水1次。
- 8、装卸油管时，不能用力过猛，以防止油管折断；
- 9、喷射单元包装运输时，在进油接嘴和回油接嘴上套有防尘罩，在接油管前才能拆除，不要忘记。长期存放喷射单元时，必须套上防尘罩，防止杂物进入内部。



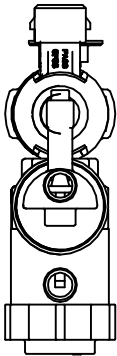
5	高压油管O型密封圈		MPPA009042
4	分体喷嘴外密封圈		MPPA009082
3	分体喷嘴	1	MFPN1*0912 MFPN2*0922
2	高压油管	1	MFFA093500 MFFA094000
1	分体式电子油泵	1	MFPA1*0902 MFPA2*0902 MPPA3*0902
序号	名称	数量	物料编码



型号标记

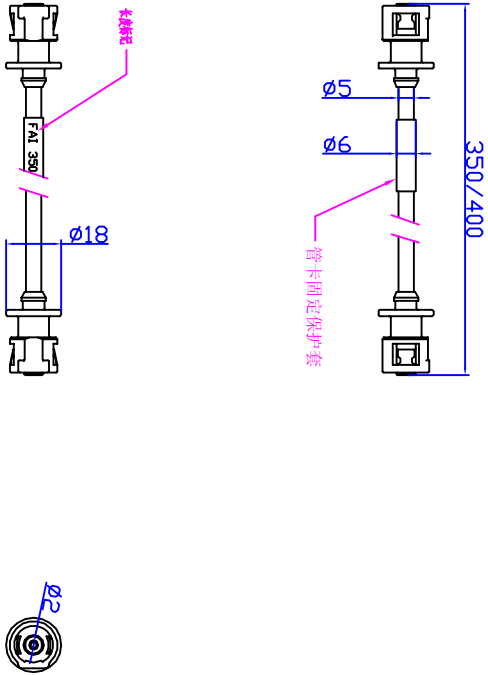
物料编码: MPPA1\*0902, 型号标记: MPPA1  
物料编码: MPPA2\*0902, 型号标记: MPPA2  
物料编码: MPPA3\*0902, 型号标记: MPPA3

生产日期

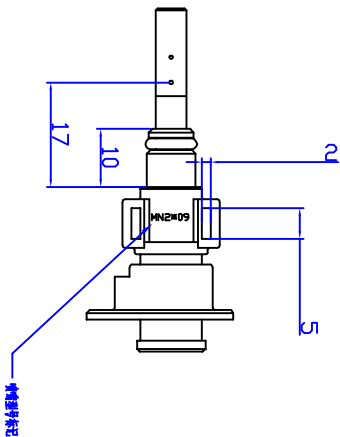


浙江福爱电子有限公司		分体式喷射单元 / 电子油泵
MFUA02.pdf	页码 2 / 3	
版本	日期	
VA.0	2014-2-21 第一稿, 2014-4-30 修改	

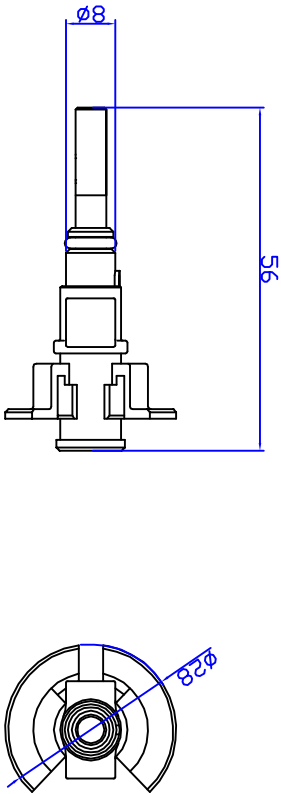
物料编码：MFFA093500，型号标记：MH 350  
物料编码：MFFA094000，型号标记：MH 400



高压油管



物料编码：MFPN1\*0912，型号标记：MN1\*09  
物料编码：MFPN2\*0922，型号标记：MN2\*09



喷嘴总成

版本		日期		浙江福爱电子有限公司		分体式喷射单元 / 喷嘴及高压油管	
V3.0		2014-2-21 第一稿, 2014-4-30 修改				MFUA02.pdf	
						页码 3 / 3	