

第 章

汽车发动机电子控制与测试实验

3.1 内燃机台架性能综合测试实验

一、实验目的

(1) 了解 CWF110G 电涡流测功器的基本结构、工作原理和使用方法,掌握内燃机功率、扭矩的测试方法。

(2) 了解 MCS-960 型燃油消耗仪的基本结构、工作原理和使用方法,掌握电控汽油喷射发动机燃油消耗率的测试方法。

(3) 了解 EST-2002 型内燃机测控系统的基本组成,了解测控系统前面板示意图,掌握 EST-2002 型内燃机测控系统的使用方法。

(4) 测试发动机性能(功率、扭矩、燃油消耗率等)随转速变化的规律,绘制发动机不同节气门开度下的速度特性曲线。

(5) 测试发动机性能(如燃油消耗率等)随负荷(功率、扭矩)变化的规律,绘制发动机不同转速下的负荷特性曲线。

二、实验仪器和设备

内燃机台架性能实验系统实验设备(见图 3.1)、CWF110G 电涡流测功器、

MCS-960 型燃油消耗仪、EST-2002 型内燃机测控系统、发动机。

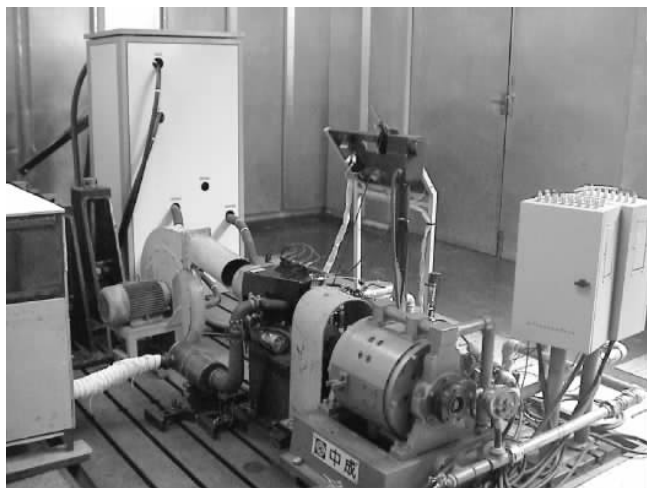


图 3.1 内燃机台架性能实验系统实验设备

三、实验原理

1. CWF110G 电涡流测功器的基本结构和工作原理

1) CWF110G 电涡流测功器的基本结构

CWF110G 电涡流测功器由电涡流制动器、测力机构和校正机构组成。

如图 3.2 所示,电涡流测功器由转子(同轴带有联轴器和转速传感器槽轮)、定子(由涡流环和励磁线圈、端盖组成)、底座等组成。

电枢体(带有涡流环)由对称的两个半部组成,在这两个半部电枢体中设置有相同的冷却水路,励磁线圈装在两个半电枢体之间。冷却水从进水口进入电枢体下半部,再进入涡流环冷却水槽中,然后从电枢体上半部流到出水口座,通过出水口流出。

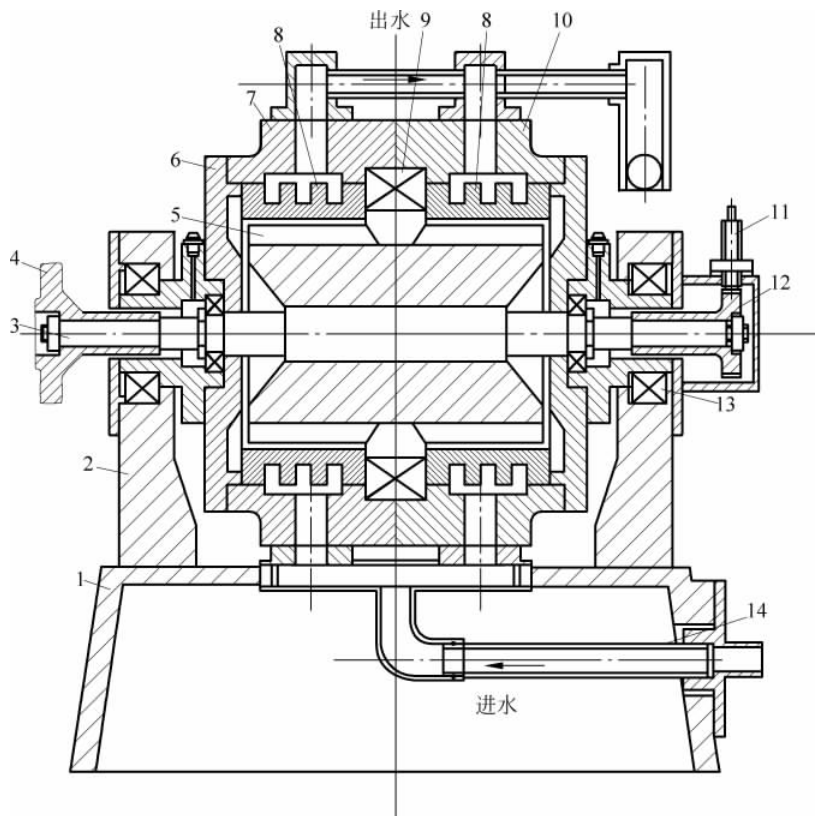


图 3.2 CWF 系列间接冷却型电涡流测功器结构示意图

- 1—底座；2—轴承座；3—旋转主轴；4—联轴器；5—转子；6—端盖；7—左电枢体；8—涡流环；
9—励磁线圈；10—右电枢体；11—转速传感器；12—槽轮；13—摆动轴承；14—摆动管

装在底座上的轴承座内装有轴承，定子部分可绕这一对轴承自由摆动，因此，又称之为摆动轴承。

如图 3.3 所示，测力机构在电枢体(定子)的外圈上装有一传力臂，通过传力臂将制动力矩传递到力传感器上，而传力臂上的关节轴承使力传感器处于二力杆状态。

校正机构是进行转矩测量精度标定时使用的，由校正杆、砝码盘和砝码块组成。

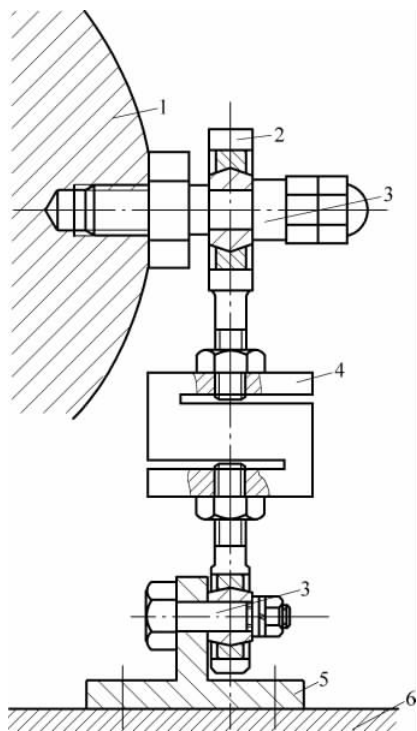


图 3.3 测力机构结构示意图

1—电枢体；2—关节轴承；3—传力轴；4—力传感器；5—力传感器底座；6—测功器底座

2) CWF110G 电涡流测功器的工作原理

当与转子同轴装配的励磁线圈通有直流电时，其产生的磁通经电枢体（定子）、涡流环、空气隙和转子形成闭合回路，如图 3.4 所示。当发动机带动转子旋转时，由于转子外圆周面被加工成有均匀分布的齿和槽，故在空气隙和涡流环的内表面产生疏密相间的磁力线，因而在涡流环内产生感应电动势而形成涡电流的流动，此电流与产生的磁场相互作用即形成一定的电磁转矩（与拖动转矩方向相同），从而使浮动在架子上的电枢体偏转一定角度，由测力机构（装在电枢体上的力传感器）检测出来。发动机输出的功率被转化成涡流环上涡电流产生的等值发

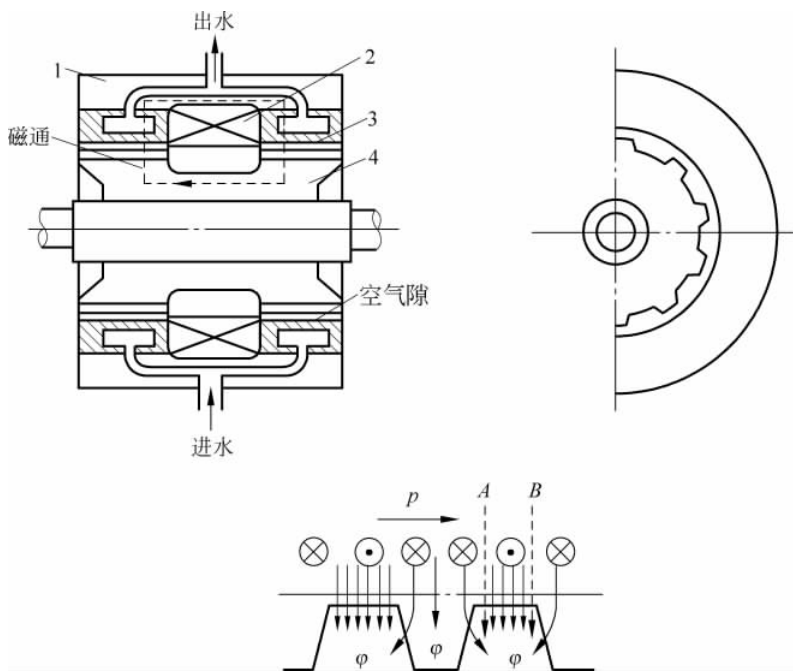


图 3.4 电涡流测功器工作原理图

1—电枢体；2—励磁线圈；3—涡流环；4—转子

热量,该热量由进入涡流环冷却水槽中持续不断的冷却水带走。对应于励磁线圈每一恒定的电流,电涡流制动器均表现出一条转矩 M 依附于转速 n 的稳定制动特性曲线。改变励磁电流的大小,就可改变制动力矩,如图 3.5 所示。

电枢体上产生的与发动机输出相等的转矩,通过电枢体上长度为 L (对 CWF110G 型电涡流测功器, $L=0.81577\text{m}$) 的力臂转换成施加在力传感器上的集中力 F ,故有 $M=FL$ 。该式表明,力传感器的受力与发动机输出的力矩成正比,由于力传感器输出的电压信号又与受力 F 成正比,所以通过测量该电压信号,即可测出发动机的输出转矩。

在测量转矩的同时,磁电式转速传感器输出可供计数用的频率信号(60 个脉

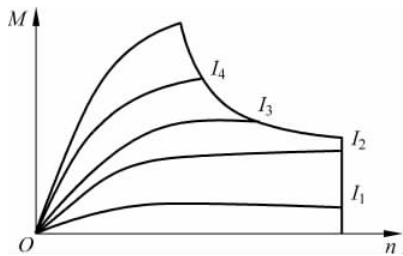


图 3.5 制动特性曲线

冲/转)表示发动机的转速 n ,据此可计算发动机的输出功率为

$$P = 1.0472 \times 10^{-4} Mn (\text{kW})$$

式中, M 的单位是 $\text{N} \cdot \text{m}$; n 的单位是 r/min 。

3) CWF110G 电涡流测功器的技术性能指标

CWF 110G 电涡流测功器的型号规格见表 3.1,其综合技术指标见表 3.2。

表 3.1 CWF110G 电涡流测功器的型号规格

额定制动功率 /kW	额定制动扭矩 /($\text{N} \cdot \text{m}$)	额定转速/最高 转速/(r/min)	冷却水压力 /MPa	冷却水流量 /(L/min)
110	300	3500/10000	0.04	60

表 3.2 CWF110G 电涡流测功器的综合技术指标

测量精度/%	冷却水温度/ $^{\circ}\text{C}$	额定励磁电压/V	额定励磁电流/A	轴中心高/mm
$\leq 0.4 \text{ F. S.}$	进水温度 ≤ 25 , 出水温度 ≤ 55	110(DC)	4.0(DC)	400

2. MCS-960 型燃油消耗仪的工作原理与工作方式设定

1) MCS-960 型燃油消耗仪的工作原理

MCS-960 型燃油消耗仪由高精度称重传感器、密封储油罐、进口电磁阀和油

路等构成一次仪表,如图 3.6 所示。而二次仪表则由功能强大的单片机系统组成,其原理框图如图 3.7 所示。

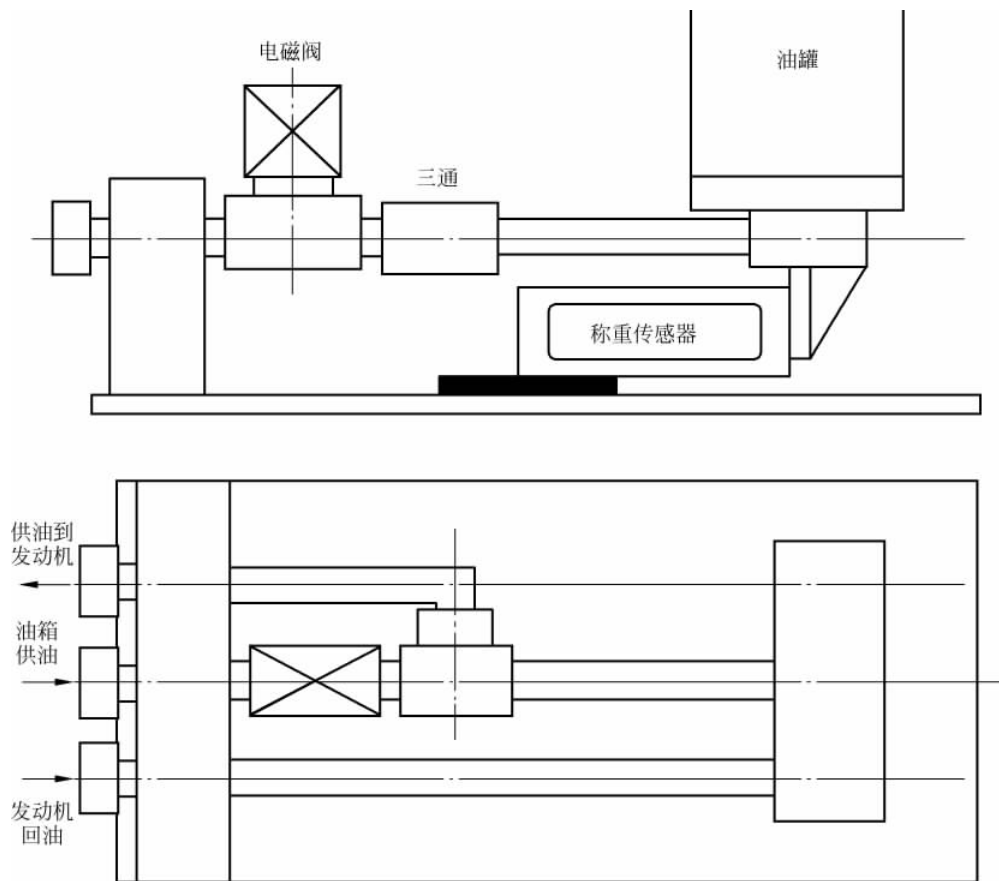


图 3.6 MCS-960 型燃油消耗仪的组成

MCS-960 型燃油消耗仪工作原理如下:

将油箱的油管接入进油口,同时将出油口与发动机进油口相连。当密封油罐内油位在下限时,二次仪表自动控制电磁阀开启,油箱一边向密封油罐充油,一边向发动机供油。当密封油罐充油到上限时,二次仪表自动控制电磁阀关

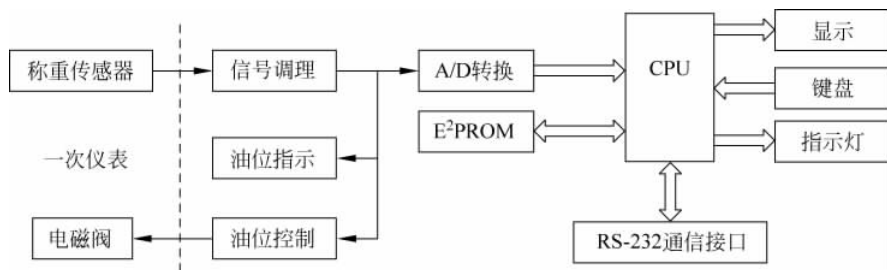


图 3.7 MCS-960 型燃油消耗仪的组成原理

闭,此时发动机由密封油罐供油,油耗仪可进入测量状态,也可不进入测量状态。MCS-960 型燃油消耗仪具有多种工作方式供用户选择,可任选其中一种工作方式。

MCS-960 型燃油消耗仪对耗油量的测量是基于测量油罐的失重,通过专门的测量电路,可精确测定发动机每秒的耗油量或规定时间内的总耗油量。该仪器有 7 个功能键、8 个状态指示灯、8 位数码管显示器和 20 位液位指示光柱,可以全方位地控制或指示仪器的工作状态。仪器配置了双向 RS-232 通信,与计算机连接,既可由计算机读取油耗仪数据,又可由计算机控制油耗仪的工作和数据输出。

2) MCS-960 型燃油消耗仪工作方式设定

图 3.8 所示为二次仪表的前面板。仪器出厂时设置在 FL 工作方式,此方式表示接通电源后 15s 内如不按任何键,油耗仪可自动转入测量状态,无须任何操作,是一种开机后仪器自动测量的工作状态。这种自动测量的工作状态实际上是以下几种工作方式设置:

(1) S—单次测量

每按一次“工作”键,油耗仪控制为:打开电磁阀充油→油杯中的油超位→油耗仪关闭电磁阀,油杯向发动机供油→延时(避免充油振荡对测量精度的影响)→开始测量,显示器不断刷新显示耗油的重量和时间→到规定的时间测量结束,显示器显示规定时间内测量参数的平均值→保持状态不变,等待下一次指令。

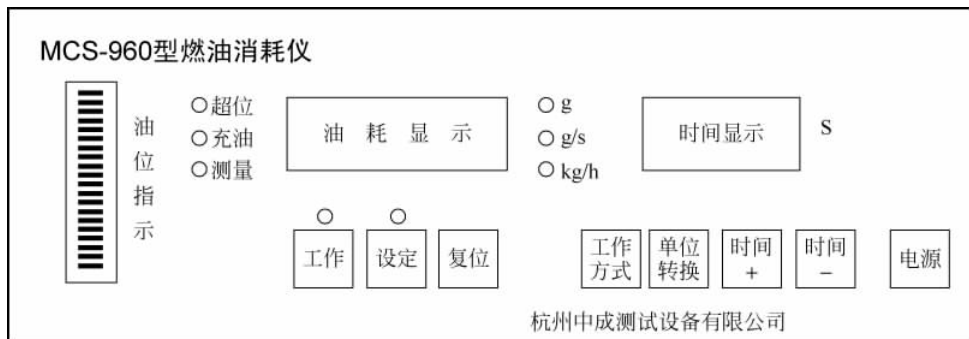


图 3.8 MCS-960 型燃油消耗仪二次仪表的前面板

(2) C—连续测量

按下“工作”键,油耗仪控制为:充油→超位→延时→测量→测量结束→充油→超位→延时→测量→测量结束……油耗仪循环往复地不断工作。只有按下“复位”键,油耗仪才被复位,回到刚开机时的工作状态。

(3) L—一次充油、多次测量

按下“工作”键,油耗仪控制为:充油→超位→延时→测量→测量结束→延时→测量→测量结束→……一直到油杯的液位低于下限,油耗仪自动充油→超位→延时→测量→测量结束→延时→测量→测量结束……如此循环往复地不断工作。只有按下“复位”键,油耗仪才被复位,回到刚开机时的工作状态。

油耗仪出厂时,FL 自动测量工作状态被预设置为 L 工作方式,用户可以更改:在开机后先按“设定”键,设定指示灯亮,显示器显示为“—FL—”和“36”,表示已进入设定状态。每按一次“工作方式”键,显示器设定的工作方式按 FL→L→C→S→FL 依次变化。出厂时,油耗仪一次测量的时间被设定为 36s,按“时间+”和“时间-”键可以改变一次测量的工作时间,每按一次键时间变化 1s。

用户在完成所有的时间设定后,再按一次“设定”键,此时设定指示灯灭,表示仪器已经完成所有设定,返回到初始状态。下次开机不必重新设定。

3. EST-2002 型内燃机测控系统的基本组成、工作原理与使用方法

1) EST-2002 型内燃机测控系统的基本组成

如图 3.9 所示,整个 EST-2002 型内燃机测控系统由 4 个子系统组成:

- (1) 测功器和油门测控子系统。
- (2) 温度压力参数测量子系统。
- (3) 报警控制子系统。
- (4) 电源子系统。

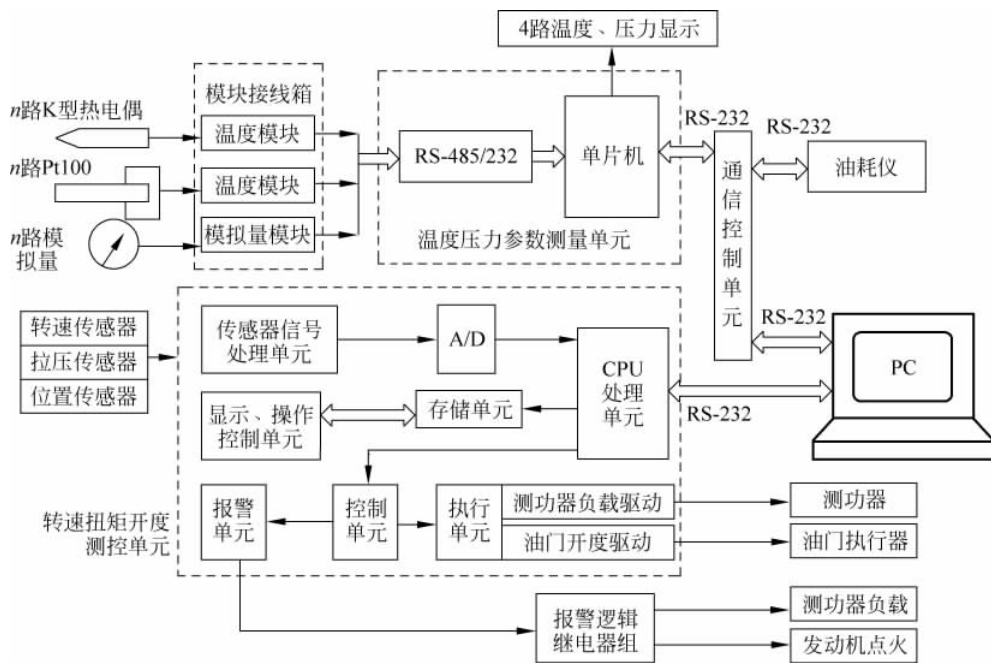


图 3.9 EST-2002 型内燃机测控系统的基本组成原理

2) EST-2002 型内燃机测控系统的特点

- (1) 采用测功器回路和发动机油门双回路的直接数字 PID 控制技术,实现对