

高等农业院校試用教材

发动机原理及 拖拉机理论实验

南京农学院农业机械化分院編

农业机械化专业用

农业出版社

15.7122

3

高等农业院校試用教材

发动机原理及拖拉机理論实验

南京农学院农业机械化分院編

农业机械化专业用

农 业 出 版 社

高等农业院校试用教材
发动机原理及拖拉机理论实验
南京农学院农业机械化分院编

农业出版社出版
北京老钱局一号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海洪兴印刷厂印刷装订

统一书号 K15144·412

1964年10月北京初版

1964年11月初版

1964年11月上海第一次印刷

印数 1—5,000册

开本 787×1092毫米
十六分之一

字数 154千字

印张 七又二分之一

插页 一

定价 (科五) 八角

前 言

本书系配合高等农业院校試用教材“拖拉机汽車学”第三册(拖拉机汽車发动机理論基础)及第四册(拖拉机理論基础)教学内容所編写的实验指导书,本书总共包括了12个实验。

1962年12月,农业部宣教局在南京农学院农业机械化分院召开高等农业院校农业机械化专业拖拉机汽車課程教学大綱會議,确定了拖拉机汽車学教学大綱(草案)。根据拖拉机汽車学教学大綱的建議,本书发动机理論部分的重点实验是第四章§1、§2、§3及§4;拖拉机汽車理論部分的重点实验是第二章§1及§2。

进行理論課的实验,要使用較多而复杂的精密仪器与设备。对仪器设备的合理使用,各項試驗中的操作技术,均屬学生必学的内容。这是一項重要的基本訓練。为此,本书对实验最低限度的常用仪器设备作了重点叙述(电测仪器暫不作介紹)。这部分内容可通过課堂讲授、实验或学生自学等方式来完成。

考虑到节省篇幅起見,我們把第三册与第四册实验内容編成一书,凡在发动机理論实验部分已叙述过的仪器,在拖拉机理論实验部分不再重复。

为了便于讲授学习,本书采用了章节分段編写形式(每一实验一般按实验目的;实验要求;实验设备仪器与工具;实验步骤与指示;实验报告以及教学法参考等項目編写)。在发动机理論实验步骤中,由于柴油机及汽油机的各項步骤大部分是相同的,为节省篇幅起見,均以同一順序号表示,例如以(1)、(1a)及(1b)等順序号,(1)是表示柴油机与汽油机共同步骤;(1a)是表示柴油机的实验步骤;(1b)是表示汽油机的实验步骤。由于发动机理論及拖拉机理論的实验性质有某些差别,所以每章节实验内容的篇幅长短有所区别。

本书是农业机械化专业学生实验的参考用书,并可供国营农場、拖拉机修理厂、农业机械站試驗研究工作者参考。

本书发动机理論部分的第一、二、四、六全章及第五章§1、§2由张包釗編写,第三章(其中§5由宮鎮編写)及第五章§3由朱挺章編写。拖拉机理論部分的第一章由袁生林編写,第二章由沈龙德編写,第三章由項祖訓編写。全书由张包釗、項祖訓二人审校。

由于編者水平所限制,书中遺誤之处是难免的,尚待广大讀者批評指正。

南京农学院农业机械化分院拖拉机汽車教研組

一九六三年四月

目 录

前言

拖拉机汽车发动机理论实验

第一章 概述	1
§ 1. 发动机试验的目的与分类	1
§ 2. 发动机试验中测定的主要参数	1
第二章 测定有效功率的设备和仪器	3
§ 1. 对测功器的要求及分类	3
§ 2. 测功器的构造与工作原理	3
§ 3. 测功器的磅秤机构	15
§ 4. 测功器的校正	16
第三章 发动机试验中其他参数的测量仪器	18
§ 1. 转速的测量仪器	18
§ 2. 燃油消耗量的测定装置	20
§ 3. 测量压力与测录示功图的仪器	22
§ 4. 温度的测量仪器	28
§ 5. 测量空气消耗的设备	34
§ 6. 烟气的分析仪器	37
第四章 发动机特性的测定实验	41
§ 1. 发动机的混合气成分调整特性测定	41
§ 2. 发动机喷油或点火提前角调整特性测定	45
§ 3. 发动机的速度特性测定	48
§ 4. 发动机的载荷特性测定	50
§ 5. 发动机的惰转特性测定	54
§ 6. 发动机的工作稳定性测定	56
§ 7. 发动机的摩擦功率及工作均匀性测定	57
第五章 发动机试验前的准备与试验结果的整理	62
§ 1. 实验室试验用发动机的准备	62
§ 2. 发动机在测功器上的安装与试验前的准备	64
§ 3. 试验结果的整理	65
第六章 实验课的組織、试验方法与技术	70

§ 1. 实验課的组织	70
§ 2. 試驗方法与技术	71
§ 3. 試驗中的安全技术	72

拖拉机汽車理論实验

第一章 牵引試驗的使用仪器与設備	73
§ 1. 弹簧式拉力表	73
§ 2. 液压自記拉力計	73
§ 3. 万向軸节式扭力仪	78
§ 4. 軸式扭力仪	80
§ 5. 負荷車	82
§ 6. 測量燃油消耗量的油筒	83
§ 7. 电动轉数計	83
§ 8. 地中衡	88
第二章 拖拉机結構参数的測定实验	85
§ 1. 拖拉机重心坐标的測定	85
§ 2. 拖拉机纵向横向极限角的測定	88
§ 3. 拖拉机行走部分載荷分布測定	90
第三章 拖拉机牵引試驗方法及参数測定	94
§ 1. 拖拉机牵引試驗方法	94
§ 2. 牵引效率、滚动阻力及附着系数的参数測定方法	103
附表	107
参考文献	113

拖拉机汽車发动机理論实验

第一章 概 述

§ 1. 发动机試驗的目的与分类

拖拉机汽車发动机在工作过程中,将热能轉变为机械能是一个非常复杂的化学 物理过程,对这个过程的研究必須以試驗数据为根据。

在設計拖拉机汽車发动机时,計算所需要的很多原始数据只能用試驗的方法才能获得。这些原始数据选择得是否正确,也需要对試制的发动机用試驗方法加以驗證。

对工厂新生产的或修理好的发动机质量的全面检查,也必須通过試驗加以評定。

拖拉机汽車发动机的試驗,根据其試驗目的可以分为三类:

一、**检查試驗或交接試驗** 对于新的或修理后的发动机,經磨合運轉及必要的調整后,在規定的发动机曲軸轉速下測定其主要特性,检查发动机各系統和机构的工作情况 以及发动机的动力性能与經濟性能指标是否达到規定的技术要求。

发动机磨合運轉的目的是使发动机各运动副間得到良好配合和稳定的技术状态,使能發揮最大功率并增加零件的耐磨性。

为使发动机在試運轉时期內均匀地增加負荷及获得較高的磨合质量起見,新的或修理后的发动机一般先經過冷的(借外來能源帶動发动机)和热的(借发动机本身轉动)二个磨合时期。磨合总時間一般不少于 50 小时。

进行試驗时,发动机的運轉必須保持稳定,无停車与过热現象。

二、**基本指标或典型試驗** 这种試驗的目的在于找出和表明发动机动力性能与經濟性能的基本参数。其中包括制取发动机的各种特性曲綫;确定空气过量系数(α)、充气系数(η_v);測取示功图并确定平均指示压力(p_i)、摩擦压力(p_f)、机械效率(η_m)等值;測定热平衡;以及发动机工作的稳定性等等。从而可以由热力过程或結構完善程度对发动机进行評价。

三、**研究性的專門試驗** 这种試驗的范围是根据任务的性质与要求而不同的。例如,发动机是否可以換用另一种燃料或潤滑油的試驗,查明新的机械加工或热处理方法对耐磨性影响的試驗;改进个别零件或部件后发动机基本特性变化的試驗等等。

§ 2. 发动机試驗中測定的主要参数

由于試驗目的不同,发动机試驗时需要進行測定的参数范围以及精確度均有很大的

差异。

除了非稳定工作情况下的特种试验以外,所有的试验必须在发动机稳定工作情况下进行测量,即须当发动机的功率、转速和热力状态不变的情况下进行测量。对发动机热力状态的观察大致地可以根据冷却介质、润滑油和排气温度来确定。达到稳定的热力状态所需的时间决定于发动机的尺寸、零件的质量(包括磨合质量)、系统中的水量和润滑油量以及试验前后工作情况的差异程度。

试验中所测定的参数,有的可以直接用仪表测量出来,有的则需要由直接测量所得数据通过适当的计算才能求得。

发动机在规定的工作情况下测量的参数,可以是不变的或变化极慢的数值,也可能是周期性或非周期性变化的数值。在测定后一种参数时对测量用仪表的选择提出了更严格的要求。

发动机试验中在最适宜的调整情况下,所需研究的最基本参数如下:

一、最大有效功率及最大有效功率时的曲轴转速;

二、最大扭矩及最大有效功率时的扭矩;

三、发动机的适应性系

数;

四、储备扭矩利用范围内的功率变化特性;

五、调速器的不均匀度;

六、最小比耗油量及最大功率时的比耗油量;

七、最小比耗油量时的功率范围;

八、发动机在负荷不足及超负荷时比耗油量的增加程度;

九、最低和最高空转转速时的小时耗油量。

为保证发动机试验具有必要的精确性,国家标准对主要参数测量的精确度规定如右表:

被 测 量 的 参 数	试验中测量的 允许误差	误差计量单位
发动机扭矩	± 1	%
发动机曲轴转速	± 1	%
液体、气体燃料消耗	± 1	%
空气消耗	± 1.5	%
温 度		
大气温度	0.1	°C
冷却系各点温度		
曲轴箱润滑油温度		
废气温度		
压力(或真空度)		
大气压力	0.1	毫米水银柱
主油道压力		
燃油泵后的压力		
进气管道中各点可燃混合气压力		
点火或喷油提前角	0.1	度
大气湿度		
绝对湿度	0.1	毫米水银柱
相对湿度		%
时 间	0.1	秒

第二章 測定有效功率的設備和儀器

发动机的有效功率(N_e)可由下式求得

$$N_e = \frac{M_e n}{716.2} \text{ 馬力,}$$

式中: M_e ——发动机发出的扭矩,公斤-米;

n ——发动机曲軸轉速,轉/分。

可見发动机的有效功率可以由試驗中直接測量到的扭矩和轉速而求得。扭矩通常是用測功器測得的。曲軸轉速則可由轉速表測得。

§ 1. 对測功器的要求及分类

測功器是一种对发动机产生人为載荷的裝置,又称为平衡式制動机。发动机試驗时,它在发动机曲軸上造成不同的(試驗所要求的)載荷,并可改变載荷的大小。

对測功器的要求应该是:

- 一、在发动机工作轉速与載荷范围内能造成稳定的載荷;
- 二、可以相当平稳地与足够精确地調节載荷,且其調节間隔能充分滿足試驗的需要;
- 三、結構簡單,操作方便。

发动机試驗,大多数情况是在实验室内进行的。在某些情况下可以不将发动机从拖拉机或汽車的底盘上拆下,而直接进行田间試驗或道路試驗。

实验室内常用測功器型式有: 机械的、空气制動浆的、液力的和电力的四种。其中以后二种型式应用得最为广泛。

§ 2. 測功器的构造与工作原理

实验室内測定发动机有效功率的設備布置见图 1-1。

被試驗的发动机 4 安装在試驗台底座 1 上,并利用万向节軸 3 与測功器 2 相連接。

空气经过測量裝置 13 进入气罐 14,再由气罐沿空气管道 15 进入发动机,送风机 12 为的是造成气罐中一定的压力,以便使发动机空气进口处的压力計 16 的指示不致有真空度。废气經由消声器 22、軟管 25 排到总排气管 26 中。

发动机的冷却水,利用水泵推动经过水套和混合水箱 5 进行循环,混合水箱的容积約等

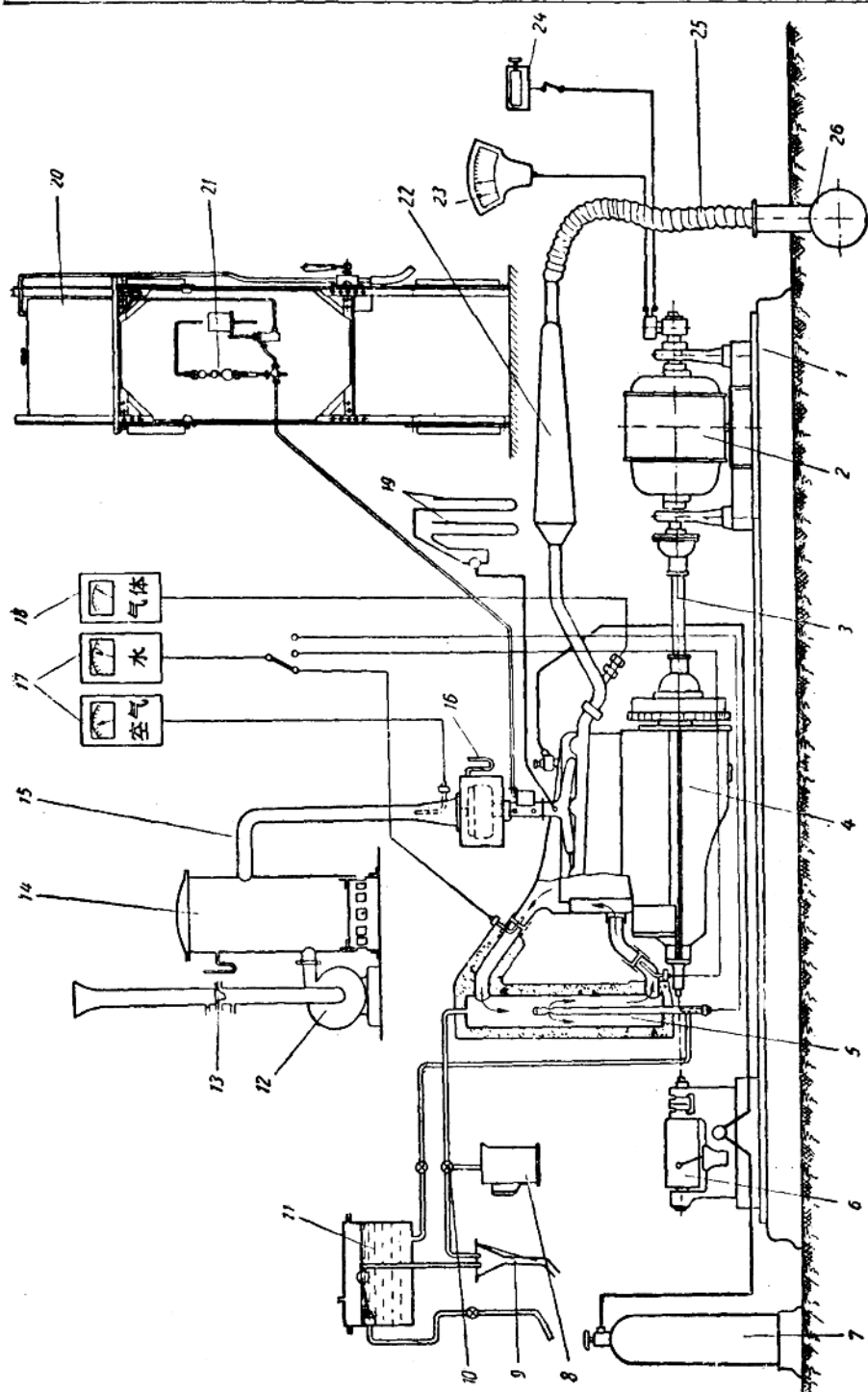


图 1-1 发动机试验装置布置简图

于所试验的发动机散热器的容积。用水箱 11 补充冷水的方法以维持冷却系中所需的水温，多余的热水经过水门 10 流向下水道 9 或量筒 8 中。

发动机曲轴的转速用转速计 23 或转数计 24 测量。

发动机的示功图可用示功仪 6 画出。

空气和水的温度可用电阻温度计 17 或用水银温度计测量，但后者使用不太方便。废气的温度用高温计 18 测量，它的感受器应沿着管道的轴线安装并对着气流的方向。

燃料的消耗量可用量瓶 21 测量（有时可用天秤测量）。

进气管中的真空度用压力计 19 测量（在节流阀部分开启时用水银柱，在节流阀全开时用水柱），安装在没有弯曲且不受混合气动力影响的地方。

一、机械式测功器的结构、工作原理及其特性 机械式测功器的作用原理是基于以制动摩擦力消耗发动机所发出的功率，使其变为热能。这种测功器的构造简单，制造方便。

图 1-2 为机械式测功器简图。铸铁滑轮 3 与发动机曲轴相连接；制动蹄片 7 用木制成，其内表面复以铝片或耐磨材料，并可用螺钉 1 来调整它与滑轮 3 之间的压力。当发动机

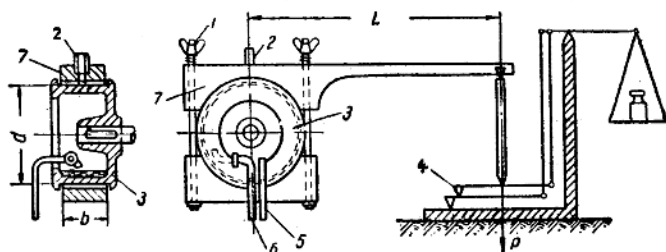


图 1-2 机械式测功器简图

1—螺钉 2—短管 3—滑轮 4—台秤 5—进水管 6—出水管 7—蹄片

带动滑轮旋转时，在蹄片与轮缘间便产生摩擦力，此力通过上蹄片连接的横杆及立杆传给台秤 4。蹄片与轮缘表面因摩擦产生的热量可由进水管 5 引入的冷水带走，已热的水则由出水管 6 导出。为使制动均匀，可由管 2 引入肥皂水或少量机油，用以润滑表面。

利用传给台秤 4 上的作用力 P 可以求在制动力矩 ($M_{e\text{ 摩}}$) 的值，

$$M_{e\text{ 摩}} = (P - P_1)L$$

式中： P ——台秤上的读数，公斤；

P_1 ——杠杆重量换算到台秤上立杆支点处的重量，公斤；

L ——滑轮中心到立杆支点中心之臂长，米。

制动力矩亦可用下式表示：

$$M_{e\text{ 摩}} = \frac{716.2 N_e \eta_{\text{摩}}}{n}$$

式中： $\eta_{\text{摩}}$ ——制动器的效率；

n ——滑轮每分钟转速，转/分。

所以

$$(P - P_1)L = \frac{716.2 N_e \eta_{\text{摩}}}{n}$$

即

$$N_e = \frac{(P - P_1) L n}{716.2 \eta_{\text{mop}}}$$

取 $L = 0.7162$ 米, 并设滑轮直接与发动机曲轴相连则 $\eta_{\text{mop}} = 1$

$$\text{则 } N_e = \frac{(P - P_1) n}{1000} \text{ 馬力。}$$

机械式测功器的主要缺点是輪緣及蹄片表面的摩擦系数往往并非一常数, 这将造成测功器工作的不稳定, 因此轉速不能保持常数。所以不得不經常調节制動蹄片上的压力, 于是就引起額外的時間、燃料及試驗人員的精力消耗。其次冷却水自滑轮槽內溅出, 会使工作地点不易保持清洁。

二、液力式测功器的结构、工作原理及其特性 液力式测功器的原理是基于以运动物体与液体之间的摩擦力来消耗发动机所发出的功率, 并使它变为热能。

图 1-3 为液力测功器的原理图。与发动机曲轴相连接的测功器轴 1 上固定着轉子 (圓板) 2, 轉子是位于可以在滾珠軸承上摆动的外壳 5 內; 由进水管 3 引入的水经过調节閥 4 的控制直接进入外壳 5 的內腔, 工作后的热水通过出水管 7 排出。

测功器工作时, 外壳中始終保持着一定量的水, 被发动机带动的轉子在水中旋轉; 由于运动着的轉子与水之间的摩擦力, 水被引入旋轉并抛向外壳的外围, 于是形成了涡流运动。落在外壳上的水又回到轉子中心, 由于它和外壳表面的摩擦力而降低了速度, 所丧失的动能即轉变为热能而使水的温度提高。当工作稳定时, 水对外壳所发生的摩擦扭矩等于轉子传给水的扭矩。因此, 测出外壳所传出的力矩即可求得发动机发出的扭矩值。严格地说, 从外壳上所测得的力矩应为发动机发出的扭矩减去滾珠軸承上的摩擦力矩。因为发动机的能量除了要克服水的阻力外, 还有一部分是用来克服测功器軸承和水封中的摩擦阻力, 但由于后者数值很小, 可略去不計; 它所引起的誤差仅为测功器最大制动力矩的 0.01—0.02%。

由上述可知, 轉子是經常旋轉于圓环形的水层中, 它的部分表面被水层所浸湿; 当水层厚度愈大, 轉子浸湿表面愈多时, 则和水的摩擦面积也愈大, 测功器的制动力矩也愈大。为了达到改变水层厚度的目的, 可以轉动蜗輪 6 使出水管 7 繞着蜗輪中心綫作摆动。

当测功器尺寸加大时, 制动力矩也增大。为了在减小测功器尺寸的条件下提高制动力矩, 一般是設法增加水和轉子、外壳之间的摩擦程度来达到。例如增加轉子的圓板数目, 在轉子上打孔、鋸釘、装叶片和在外壳內表面装上径向方形涡流子等。

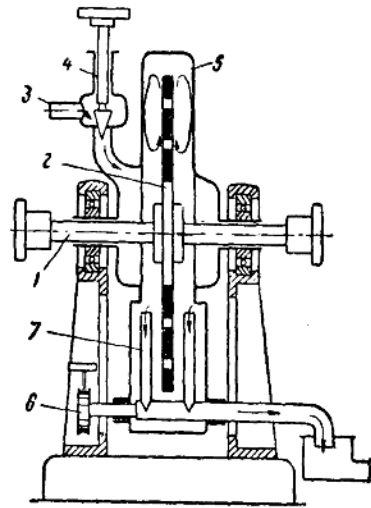


图 1-3 液力式测功器原理图
1—测功器軸 2—轉子 3—进水管 4—进水調节閥 5—外壳 6—蜗輪 7—出水管

外壳上传出的力矩可以通过磅秤机构讀出,由此发动机发出的扭矩也可用下式求出:

$$M_e = \frac{PL}{\eta_{mop}} \text{ 公斤-米}$$

式中: P ——加于磅秤机构连接杆中心的力,公斤;

L ——由测功器轉子中心到连接杆中心的距离,米。

当轉子直接与发动机曲軸相連时 $\eta_{mop}=1$, 則发动机之有效功率为

$$N_e = \frac{PLn}{716.2} \text{ 馬力}$$

取 $L=0.7162$ 米时

$$N_e = \frac{Pn}{1000} \text{ 馬力。}$$

式中: n ——测功器的轉速,轉/分。

苏式 OT-6 型(KO-2204 型)多盘式液力测功器的詳細結構見图 1-4 及 1-5。

OT-6 型液力测功器共有五个內腔,它由四片表面上作有許多方形凹坑的固定板 1 (或參看圖 1-5 的 $a-a$ 剖面) 及五片表面上作有許多圓孔的圓板 3 組成的; 其中固定板之一为間隔板 11, 它将五个內腔又間隔成左右二个大腔室。轉子的五片圓板 3 分別用圓环 16 間隔,并緊固于軸 4 的中央鍵槽上。其中一組有二片圓板位于左腔,另一組有三片圓板位于右腔內。由圓板 3 及軸 4 組成的轉子通过鍵与被試驗的发动机相連接,并在單列滾珠軸承 5 內旋轉。由固定板 1 及側板 2 組成的定子則通过軸頸 6 支承在雙列滾珠軸承上,該軸承安裝在底座 9 的支柱 8 上,因此整個定子有可能在雙列滾珠軸承上摆动。

試驗时,水可以由進水口 12 加入通过滤网 13 分別进入左右腔室內。测功器內的水层厚度是由下面排水閥門 14 上的弧形孔位置決定的。閥門 14 則利用左右二套調節手輪通过蝸輪蝸杆机构 (或參看圖 1-5 的 22) 來轉動的。可見测功器結構提供了可以根据試驗时的需要使左右二組(二个大腔室)同时或分別工作的条件。

为了防止测功器內腔的水溢出,在軸 4 中央鍵槽部分左右二端均作有回水螺紋,螺紋的方向保証在工作时将水从外方推引到里面去。此外,尚按有迷宫式油封 10 以防止軸承 5 处的油泄出。

测功器左方的齒輪 19 和 20 是用来帶动远距离轉速表工作的。

测功器工作时所产生的制动力矩表現在测功器本体的摆动上,由此摆动而作用于連接杆 15 (图 1-5) 的力通过偏心机构軸 16、扇形齿 24 和齒輪 19 用指針 20 在刻度盘上表示出来(以公斤表示)。OT-6 型测功器的臂长 L 选用 0.7162 米,因此有效功率 N_e 等于

$$N_e = \frac{Pn}{1000} \text{ 馬力}$$

测功器的总体布置見图 1-5。被試驗的发动机是通过角鉄 5 緊固在支柱 2 上。角鉄 5 利用螺帽 4 來調整其高度,以便使发动机曲軸中心綫测功器軸心綫一致。发动机与测功器是用專門的联轴节 6 連接的。

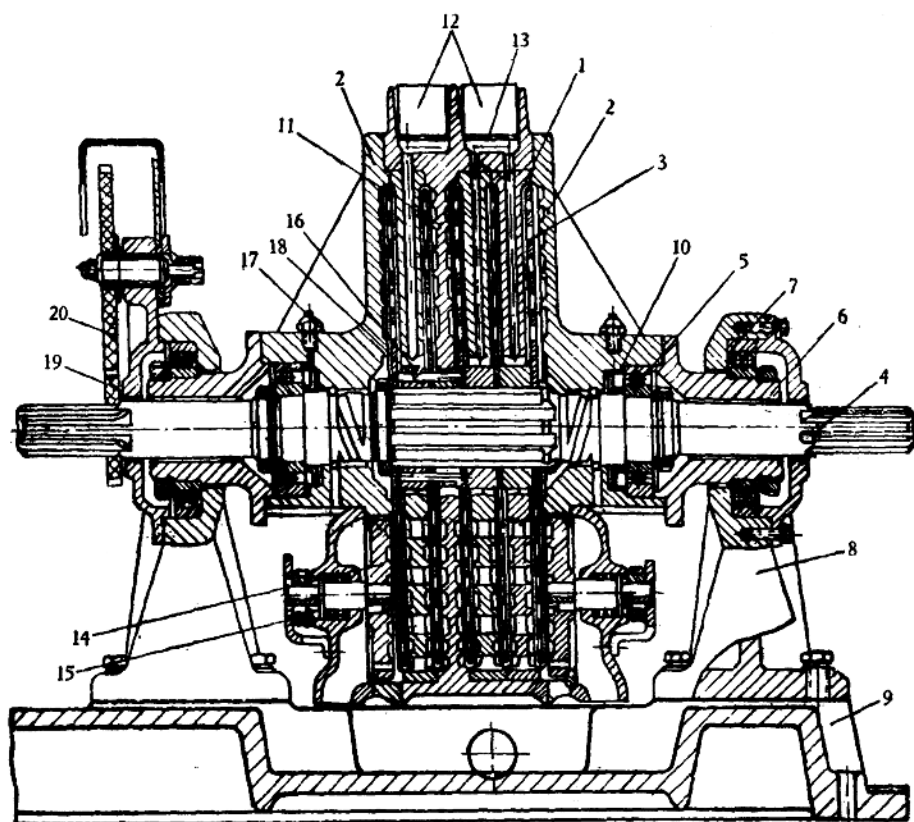


图 1-4 OT-6 型液力测功器

1—定子上的固定板 2—定子上的隔板 3—转子上的圆板 4—轴 5—滚珠轴承 6—轴颈
7—滚珠轴承 8—支柱 9—底座 10—油封 11—间隔板 12—进水口 13—滤网 14—
排水阀门 15—蜗轮 16—圆环 17—固定螺帽 18—销 19—主动齿轮 20—被动齿轮

OT-6 型测功器附有用于发动机磨合的电动机 12, 电动机通过三角皮带经离合器 (采用 KД-35 的非常压式离合器)、变速箱 9、单向联轴节 25、测功器轴及联轴节 6 而带动被试验的发动机。为适应发动机磨合的需要, 变速箱可以使发动机获得每分钟 300; 385; 522; 685; 880; 1200 六个不同的转速。电动机动力的传递是借离合器控制的。当必要时可利用电动机来带动发动机启动, 此时为防止发动机启动后反向带动电动机而造成意外起见, 单向联轴节 25 保证了当发动机曲轴转速高于变速箱转速时即自动脱离动力的传递。

液力测功器中所吸收的功转变为热量, 并随测功器溢水带出。液力测功器的给水装置应保证能供应测功器在全负荷下工作时所需的流量以及发动机冷却系所需的流量。

当实验室有压力水源时, 可直接由给水管取用, 水路的布置见图 1-6a 所示。引入的水, 一路直接引到发动机的冷却水套供发动机冷却之用; 由水套内排出的热水, 直接排出试验室外; 进入发动机的水量可在进水管处安置阀门来调节。另一路水则引入供水箱, 然后再

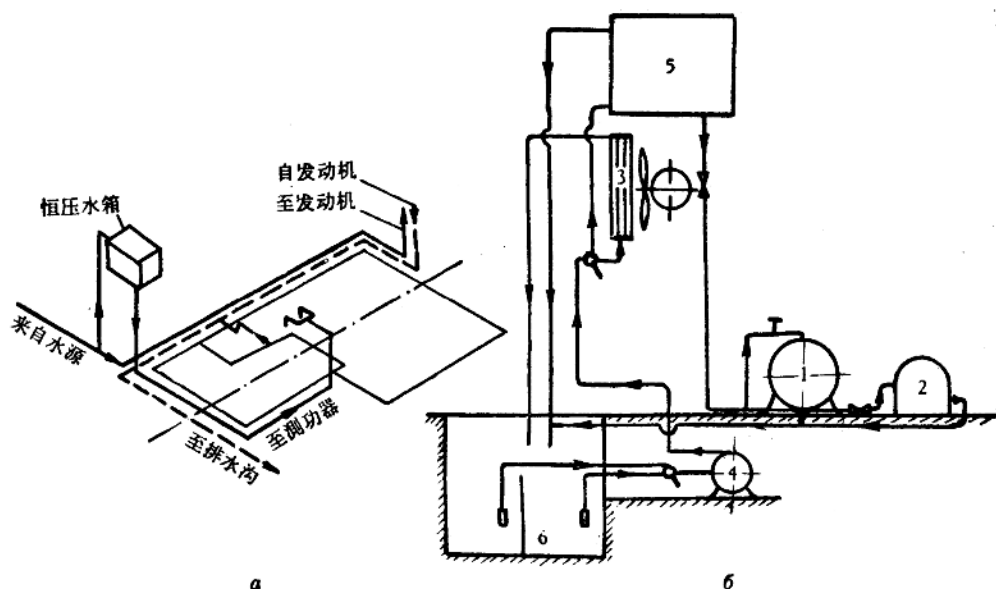


图 1-6 测功器装置的给水线路图

1—测功器 2—被试验的发动机 3—散热器 4—水泵 5—恒压供水箱 6—水池

以恒定的压力供给测功器使用。供水箱一般是安置在离地面 2 米以上的高度，并有自动控制水箱内液面的装置，以保持恒定的供水压力，便于测功器获得稳定的工作。进入测定器的水量可以分别由二个水阀来调节，经测功器而溢出的热水也直接排出室外。

为避免工作时测功器的水温过高而产生气泡影响到它的工作稳定性，测功器的水温必须调整在 $50-70^{\circ}\text{C}$ 范围内进行工作。

当实验室附近没有压力水源时，则可以采用包括有散热装置的给水系统（图 1-6 b）。这种系统往往包括有容量较大的水池 6 及供水箱 5。水池分成左右二个小池，总容积在 3米^3 左右。由图中可见，凡自发动机 2、测功器 1 及散热器 3 流出的热水均流回右池 6 中，当右池水面达到一定高度后，即溢流到左池。由电动机带动的水泵 4 通过三通阀的控制可以从任一水池吸出冷却水送往供水箱 5（容积为 1米^3 ）。供水箱 5 也安有自动控制液面的装置，并以恒定水压同时供给测功器 1 及发动机 2 冷却用。流入二者的水量可以分别通过调节阀加以控制，自测功器 1 及发动机 2 流出的热水仍流回右池。自水泵 4 送往供水箱 5 的管路中并连有散热器 3（采用 C-80 型拖拉机上的），工作过程中若冷却水温过高时，即可将三通阀转动到使水泵 4 压出的水经过散热器 3 而流回右池的位置数次，使它冷却。当供水箱 5 内水已大部分消耗后，可以再转动水泵 4 前的三通阀，使水泵自左池内吸入温度较低的水送往供水箱 5 使用。这种供水系统可以在有限的水量下，使冷却水循环使用，并不致使冷却水温度过高而影响测功器工作的稳定性。

实际上，前一种供水系统以采用在测功装置功率不大、耗水量小的实验室内较为合适。

情况相反时,则宜采用后一种供水系统。

有些测功器中采用冷却水塔进行冷却,由于这样的装置复杂而占地面积大,目前大部分采用拖拉机上的散热器来代用。

液力测功器的特性曲线 特性曲线是表示该测功器在不同转速下所能吸收最大的和最小的功率。被验的发动机特性必须落在测功器特性曲线范围之内时,方可利用该测功器进行测定。

典型的液力测功器特性曲线如图 1-7 所示,它由五段限制线组成的。

OA 线——相当于测功器中充满水时所能吸收的功率,它与转子转速的三次方成正比, A 点即为转子扭转强度所允许的最大制动扭矩。

AB 线——相当于保证转子有足够的扭转强度时,再进一步提高转速所能吸收的功率。为保证上述条件,必须减小测功器内水层的厚度,而此线段功率的变化,仅是由于转子转速增加的结果。

BC 线——相当于测功器出水温度达到最高允许值时的限制功率,亦即达到测功器可能吸收的最大功率。

CH 线——相当于转子材料受离心力负荷所限制的最大转速限制线。

OH 线——相当于测功器内无水时,仅由于内部摩擦力及空气阻力的作用能稳定工作的最小制动功率限制线。

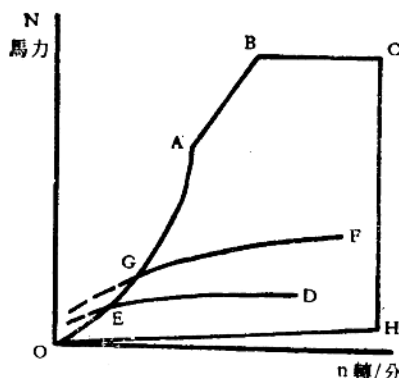


图 1-7 液力测功器的典型特性曲线

各线段所包围的 **OAB** 轮廓表示测功器可以吸收的功率范围,因此被试验的发动机特性曲线必须处于此轮廓线之内才能测出。图 1-7 中所示二台发动机的特性曲线只有 GF 及 ED 部分可测出。

OT-6 型液力测功器的特性曲线如图 1-8 所示。图中 O_I , O_{II} , O_{III} 分别表示转子上五片,三片及二片圆盘满负荷工作时所能吸收的功率曲线;虚线 O_{IV} 表示 T-4 型液力测功器的特性曲

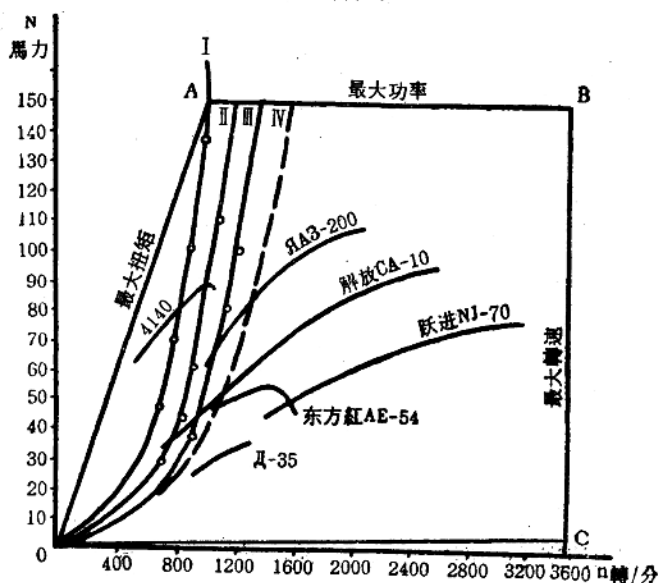


图 1-8 OT-6 型及 T-4 型液力测功器特性曲线

线；图中亦同时标出了几种典型发动机的特性曲线。

上述液力测功器的特点是较机械式测功器具有较平稳的制动力矩，并有足够的精确度；它的构造简单、保养方便、尺寸不大而有足够大的功率储备量。适用于一般大、中、小功率发动机试验工作。

因此这种测功器是目前实验室中广泛采用的型式之一。但它的缺点是低速工作时制动力矩小；小负荷时由于水层厚度薄，当水层厚度有变化时工作稳定性即受到影响；并且当调整水层厚度以改变制动力矩而过渡到新的平衡位置所经历的时间较长，造成试验时操作上的不便。

上述缺点在一种被称为“定充量”的测功器中得到完全克服，该测功器在任何工作情况下机壳内都充满了水，而用转子与定子之间位置可变的隔板来调节制动力矩，这里不加详述。

三、电力式测功器的结构、工作原理及其特性 电力测功器是由发动机带动一发电机，使发动机输出的功率转变为电能，然后送入负载线路网中加以利用或直接消耗于电阻上。

最简单的电力测功器是由发动机直接驱动普通的直流或交流发电机，然后根据发电机的功率与效率求得发动机的有效功率 N_e ，

对于直流发电机

$$N_e = \frac{UI}{736 \eta_g} \text{ 马力；}$$

对于三相交流发电机

$$N_e = \frac{\sqrt{3} UI}{736 \eta_g} \cos \varphi \text{ 马力。}$$

式中： U ——发电机的电压（三相电机中是指相压），伏；

I ——发电机的输出
电流，安培；

$\cos \varphi$ ——交流发电机的
功率因数；

η_g ——发电机的效率，即考虑到
发电机工作时
铜、铁、机械以
及风扇损失等
的效率。

上述各项损失是随发电机的负荷和转速的变化而变动的，因此使计算趋于复杂，

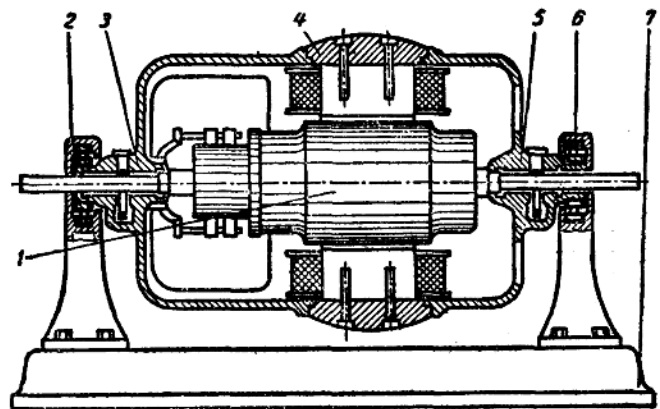


图 1-9 平衡式发电机简图

1—电枢 2、6—支承外壳的轴承 3、5—支承电枢的轴承
4—外壳 7—底座