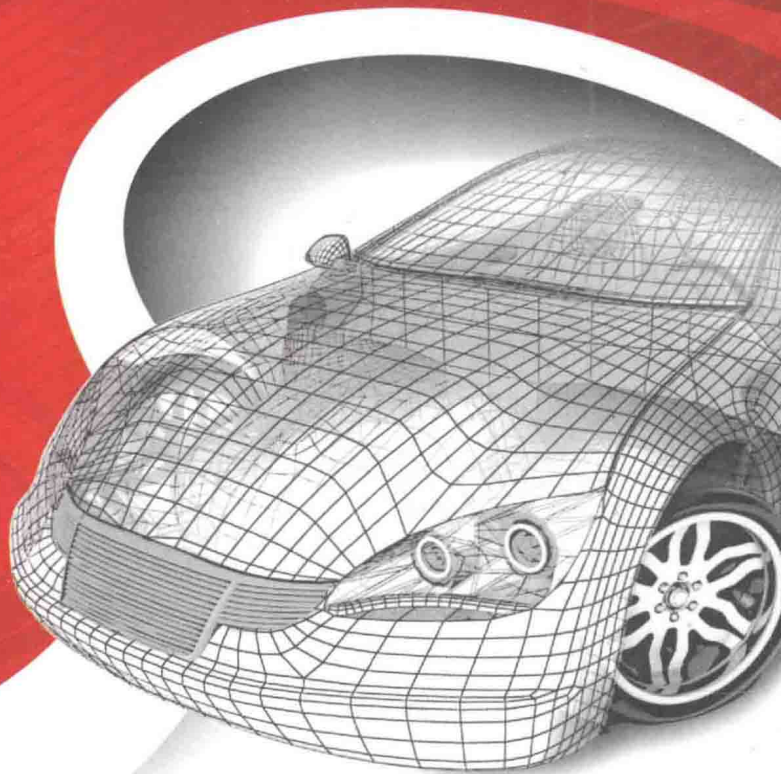


CAR 高职高专汽车类专业“十二五”课改规划教材



汽车

综合检测与诊断

陈天训 主编
朱建柳 主审



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专汽车类专业“十二五”课改规划教材

汽车综合检测与诊断

主 编 陈天训

副主编 王 琳

主 审 朱建柳

浙江省精品课程配套教材

全国汽车教指委精品课程配套教材

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书为省级精品课程配套教材,按基于工作过程的课程模式编写,适应行动导向、理实一体化教学。全书围绕汽车检测与诊断所需的知识储备和职业能力培养,共设9个学习情境,分别为:发动机综合性能检测,底盘综合性能检测,汽车车速表、前照灯及噪声的检测,汽车尾气的检测,电控发动机不能启动故障诊断,电控发动机工作不良故障诊断,ABS故障诊断,电控自动变速器故障诊断,汽车检修项目的确定。

本书可作为高职高专院校汽车检测与维修、汽车运用、汽车技术服务与营销、汽车制造与装配等专业的教材,也可作为相关岗位技术培训或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车综合检测与诊断/陈天训主编.—西安:西安电子科技大学出版社,2012.2

高职高专汽车类专业“十二五”课改规划教材

ISBN 978-7-5606-2713-7

I. ① 汽… II. ① 陈… III. ① 汽车—故障检测—高等职业教育—教材 ② 汽车—故障诊断—高等职业教育—教材 IV. ① U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 258610 号

策 划 马晓娟

责任编辑 马晓娟 雷鸿俊

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2012年2月第1版 2012年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 20

字 数 474千字

印 数 1~3000册

定 价 29.00元

ISBN 978-7-5606-2713-7/U·0009

XDUP 3005001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

现代企业制度的发展和管理模式的变化,对企业员工的创新能力提出了更高的要求。职业教育应使学生既掌握一定的专业技能,又获得为适应不断发展变化的工作任务而终身学习的关键能力。因此,工作过程导向的课程,已成为近年来职业教育课程改革的发展趋势。其实质在于,课程的内容和结构追求的**不是学科架构的系统化,而是工作过程的系统化**。工作过程导向理念下的高职教学的新特征主要表现在:以工作过程知识为核心的教学内容,以情境教学为典型的行动导向的教学方式,以营造真实职业情境为代表的教学环境。

“汽车综合检测与诊断”能力是汽车相关专业的核心能力,作为专业主干课程,进行工作过程系统化课程的改革建设,对学生的专业能力,尤其是社会能力和方法能力的培养与提高具有重要意义。为此,我们在历时三年多的基于工作过程的课程改革与实践的基础上与行业企业合作编写了本书。

本书共设9个学习情境,见下表:

学习情境			参考学时 (合计 84)
来车技术 状况评定	学习情境 1	发动机综合性能检测	12
	学习情境 2	底盘综合性能检测	12
	学习情境 3	汽车车速表、前照灯及噪声的检测	8
	学习情境 4	汽车尾气的检测	8
来车综合 故障诊断	学习情境 5	电控发动机不能启动故障诊断	8
	学习情境 6	电控发动机工作不良故障诊断	8
	学习情境 7	ABS 故障诊断	8
	学习情境 8	电控自动变速器故障诊断	8
来车检修 项目确定	学习情境 9	汽车检修项目的确定	12

每个学习情境均按照“任务描述—相关知识—任务实施—任务考核”的形式安排,适应行动导向、理实一体化教学。本书的主要特色如下:

(1) 通过对国家职业标准及职业岗位(群)的典型工作任务分析,依据行业企业发展和完成职业岗位实际工作任务的要求,以知识保证、突出发展能力和综合素质培养为原则并结合学生认知规律,对教材内容进行界定。

(2) 本教材学习利用国外先进的职业教育理念,结合我国高职教育的实际情况,采用行动导向、理实一体、工学结合的工作过程系统化课程模式组织编写,符合高职教育教学的特点,充分体现职业性、实践性和开放性的要求,代表了高职教材的发展方向。

(3) 教材内容是完整工作过程的学习性工作任务,以行业企业典型的检测诊断任务为载体,融合了实际工作任务所需要的知识、能力、素质要求,通过实施基于工作过程的行动导向六步法教学,让学生在掌握专业知识和技能的同时,锻炼职业岗位中需要运用的各种方法、社会能力,为学生的可持续发展奠定良好的基础。

(4) 本书为浙江省精品课程及全国汽车教指委精品课程(课程网址: <http://jpkc1.jhc.cn/w/ctx>) 配套教材, 拥有良好的网络教学信息平台, 为学生的自主学习和交流创造了条件, 将教学无限地延伸到课堂之外, 变有限为无限。

本书由金华职业技术学院陈天训主编, 参加编写的人员还有武汉船舶职业技术学院王琳、金华职业技术学院刘正怀、金华市长运汽车维修有限公司徐光明等。

本书由上海交通大学职业技术学院朱建柳担任主审, 她在百忙中对书稿进行了认真审阅, 并提出了许多宝贵的修改意见, 在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了相关的标准、教材和著作, 在此, 对其编写单位及个人表示深深的谢意。

由于编者水平有限, 书中疏漏在所难免, 恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 10 月

目 录

学习情境 1 发动机综合性能检测	1
1.1 学习情境描述	1
1.2 学习任务	2
1.2.1 任务描述	2
1.2.2 相关知识	2
一、发动机功率的检测	2
二、汽缸密封性的检测与诊断	11
三、点火系的检测与诊断	21
四、柴油机供油压力波形检测	33
五、机油品质的检测与分析	38
六、发动机异响的检测与诊断	42
1.2.3 任务实施	47
1.2.4 任务考核	52
学习情境 2 底盘综合性能检测	53
2.1 学习情境描述	53
2.2 学习任务	54
2.2.1 任务描述	54
2.2.2 相关知识	54
一、驱动轮输出功率与驱动力的检测	54
二、传动系的检测与诊断	60
三、转向系的检测与诊断	66
四、车轮平衡度的检测	82
五、制动系的检测与诊断	89
2.2.3 任务实施	100
2.2.4 任务考核	107
学习情境 3 汽车车速表、前照灯及噪声的检测	108
3.1 学习情境描述	108
3.2 学习任务	109
3.2.1 任务描述	109
3.2.2 相关知识	109
一、汽车车速表的检测	109
二、汽车前照灯的检测	113
三、汽车噪声的检测	122

3.2.3 任务实施	129
3.2.4 任务考核	135
学习情境 4 汽车尾气的检测	136
4.1 学习情境描述	136
4.2 学习任务	136
4.2.1 任务描述	136
4.2.2 相关知识	137
一、汽车排放污染物的主要成分及其危害	137
二、汽车排放污染物的限值标准及测试方法	138
三、汽车排放污染物的检测仪器	144
四、点燃式发动机汽车排气污染物产生的影响因素	149
4.2.3 任务实施	150
4.2.4 任务考核	155
学习情境 5 电控发动机不能启动故障诊断	156
5.1 学习情境描述	156
5.2 学习任务	156
5.2.1 任务描述	156
5.2.2 相关知识	157
一、电控发动机检测诊断的方法和程序	157
二、电控发动机故障自诊断系统	160
三、电控发动机不能启动故障诊断	165
四、M3.8.2 电子控制燃油喷射系统检测诊断	167
5.2.3 任务实施	176
5.2.4 任务考核	181
学习情境 6 电控发动机工作不良故障诊断	182
6.1 学习情境描述	182
6.2 学习任务	182
6.2.1 任务描述	182
6.2.2 相关知识	183
一、电控发动机故障诊断思路	183
二、电控发动故障诊断表	185
三、发动机电控系统主要元件故障现象	186
四、电控发动机常见故障诊断	189
五、卡罗拉轿车发动机控制系统检测诊断	191
6.2.3 任务实施	208
6.2.4 任务考核	213
学习情境 7 ABS 故障诊断	214
7.1 学习情境描述	214

7.2 学习任务	214
7.2.1 任务描述	214
7.2.2 相关知识	215
一、ABS 故障检修思路.....	215
二、ABS 检修的一般注意事项.....	216
三、ABS 正常工作及有故障时的典型特征.....	216
四、ABS 检修的一般程序.....	217
五、ABS 故障的一般检查.....	217
六、警告灯诊断	218
七、ABS 故障自诊断.....	218
八、ABS 主要部件的检测.....	221
九、MK20-1 型 ABS 电气检测.....	223
7.2.3 任务实施	225
7.2.4 任务考核	229
学习情境 8 电控自动变速器故障诊断	230
8.1 学习情境描述	230
8.2 学习任务	230
8.2.1 任务描述	230
8.2.2 相关知识	231
一、电控自动变速器检测诊断基本原则	231
二、电控自动变速器的检测	231
三、电控自动变速器的故障诊断	235
四、机械及液压控制系统的故障诊断	238
五、马自达 929 轿车电控自动变速器检测诊断	238
8.2.3 任务实施	260
8.2.4 任务考核	265
学习情境 9 汽车检修项目的确定	266
9.1 学习情境描述	266
9.2 学习任务	267
9.2.1 任务描述	267
9.2.2 相关知识	267
一、常用技术术语	267
二、汽车技术状况的变化	267
三、汽车检测与诊断的目的和方法	268
四、诊断技术基础	269
五、汽车检测与诊断的相关标准和法规	270
六、汽车故障的变化规律	271
七、汽车检测与诊断的参数、标准及周期	272

八、常用检测与诊断仪器设备	276
九、汽车二级维护检测项目	282
十、汽车检测站	283
十一、丰田威驰轿车维护检测及附加作业项目的确定	297
9.2.3 任务实施	302
9.2.4 任务考核	307
附录 机动车安全技术检验项目和方法	308
参考文献	312

学习情境 1 发动机综合性能检测

1.1 学习情境描述

学习情境 1 描述见表 1-1。

表 1-1 学习情境 1 描述

学习情境名称: 发动机综合性能检测		参考学时: 12
学习目标		
<ol style="list-style-type: none"> (1) 能通过与客户交流、查阅相关维修技术资料等方式获取车辆信息 (2) 能正确描述发动机的检测项目和内容 (3) 能制订发动机主要参数的检测方法及相关标准 (4) 能制订正确的检测诊断计划 (5) 能根据计划选择正确的检测诊断仪器设备对发动机进行检测诊断 (6) 能正确分析各检测结果并做出故障判断 (7) 能正确使用发动机检测诊断的仪器设备,并能描述其结构原理 (8) 能够检查、评价、记录工作结果 (9) 能根据环保要求,正确处理对环境对人体有害的辅料、废气、液体和损坏零部件 		
学习内容		
<ol style="list-style-type: none"> (1) 发动机功率的检测 (2) 汽缸密封性的检测与诊断 (3) 点火系的检测与诊断 (4) 燃料供给系的检测与诊断 (5) 发动机异响的检测与诊断 (6) 常用检测诊断仪器设备的使用 		
工具与媒体	学习已有基础	
实训车辆 专用工具 检测、诊断设备 多媒体教学设备 教学课件 维修资料 视频教学资料 网络教学资源 任务工单	电工、电子学基础 发动机结构原理 发动机拆装 汽车使用操作 电气与电控系统结构原理 安全操作知识	

1.2 学习任务

1.2.1 任务描述

针对某型发动机的综合性能检测,要求按照六步法(资讯、决策、计划、实施、检查、评估),紧密结合汽车维修企业实际生产过程,对发动机功率、点火系统(点火系)、供给系统(供给系)等技术状况进行检测诊断。在此过程中,学习相关理论知识和汽车检测诊断参数、标准及仪器设备的实际运用。

1.2.2 相关知识

汽车的动力性、经济性、可靠性和环保性等性能指标都直接与发动机有关。发动机经常在转速与负荷变化的条件下运转,部分零件还在高温及高压等苛刻条件下工作,故障率较高,成为汽车检测与诊断的重点对象。

发动机技术状况变化的主要外观症状有:动力性下降,燃料与润滑油消耗量增加,启动困难,排放污染物增加,漏水、漏油、漏气、漏电以及运转中有异常响声等。

用以评价发动机技术状况的诊断参数很多,主要有:

- 发动机功率;
- 发动机燃油消耗量;
- 汽缸密封性;
- 排气净化性;
- 点火系工作状况参数;
- 机油压力;
- 机油中含金属量;
- 发动机工作温度;
- 发动机振动和异响。

一、发动机功率的检测

发动机的动力性可用发动机的有效功率评价。发动机的有效功率是曲轴对外输出的功率,是一项综合性评价指标(发动机点火系统、燃油供给系统、润滑系统、冷却系统技术状况不良或机件磨损都会导致功率下降),通过检测,可掌握发动机的技术状况,确定发动机是否需要大修或鉴定发动机的维修质量。发动机功率的检测可分为稳态测功和动态测功。

(一) 稳态测功和动态测功

稳态测功是指发动机在节气门开度一定、转速一定和其他参数保持不变的稳定状态下,在测功器上测定功率的一种方法。

测功器作为发动机的负载,实现对测定工况的调节,模拟汽车实际行驶时外界负荷的变化,同时测量发动机的输出转矩和转速,由此计算出发动机的功率:

$$P_e = \frac{T_e \cdot n}{9550} \quad (1-1)$$

式中： P_e ——发动机有效功率(kW)；

n ——发动机转速(r/min)；

T_e ——发动机有效转矩(N·m)。

测功器的主要类型有水力式、电力式和电涡流式三种。水力测功器是利用水作为工作介质，调节制动力矩；电力测功器是利用改变定子磁场的励磁电压产生制动力矩；电涡流测功器是利用电磁感应产生电涡流起制动作用。

稳态测功的结果比较准确可靠，但需要大型、固定安装的测功器，费时费力且成本较高，多用于发动机设计、制造及院校和科研部门做性能试验，而一般运输、维修企业和检测站中采用不多。由于稳态测功时，需由测功器对发动机施加外部负荷，故也称其为有负荷测功或有外载测功。

动态测功是指发动机在节气门开度和转速等均变动的状态下，测定其功率的一种方法。动态测功时，无须对发动机施加外部负荷，故又称其为无负荷测功或无外载测功。

动态测功的基本方法是：当发动机在怠速或处于空载而以某一低速运转时，突然全开节气门，使发动机克服惯性和内部阻力而加速运转，用其加速性能的好坏直接反映最大功率的大小。因此，只要测出加速过程中的某一参数，就可得出相应的最大功率。由于动态测功时不加负荷，又不需要大型设备，既可以在台架上进行，也可以就车进行，因而提高了检测速度和方便性。虽然其测量精度较之稳态测功要差一些，但该方法特别适用于在用发动机的检测，故一般运输企业、维修企业和检测站采用较多。

(二) 无负荷测功测量原理

无负荷测功原理基于一种动力学方法。该方法通过测量发动机的瞬时角加速度或加速时间，经过公式计算，从而间接获得发动机功率的数值。

把发动机的所有运动部件看成一个绕曲轴中心线转动的回转体。没有外加负荷的发动机在怠速或低速情况下，突然加大节气门将其加速到某一高速，此时，发动机除克服各种机械阻力外，剩余的有效转矩将使发动机克服本身惯性力矩加速运转。对于某一型号的发动机，其运动件的转动惯量可认为是一定值，这就是发动机加速时的惯性负荷。发动机的有效功率愈大，其运动部件的加速度也愈大。这样，可以通过测定发动机在某一转速下的瞬时加速度或指定转速范围内的平均加速度、加速时间来确定发动机有效输出功率的大小。

按测功原理，无负荷测功可分为两类：用测定瞬时角加速度的方法测定瞬时功率；用测定加速时间的方法测定平均功率。

1. 测瞬时加速功率

转矩 T_e 与角加速度的关系为

$$T_e = I \frac{d\omega}{dt} = I \left(\frac{\pi}{30} \right) \left(\frac{dn}{dt} \right)$$

式中： T_e ——发动机有效转矩(N·m)；

I ——发动机运动机件对曲轴中心线的当量转动惯量(kg·m²)；

n ——发动机转速(r/min)；

$\frac{d\omega}{dt}$ ——曲轴的角加速度(rad/s²);

$\frac{dn}{dt}$ ——曲轴的瞬时加速度(1/s²)。

把 T_e 代入式(1-1)即得

$$P_e = \frac{\pi I}{9550 \times 30} n \frac{dn}{dt}$$

由于加速过程是非稳定工作状态,故测得的功率值小于同一转速下的稳态测功值,所以上式还应乘以修正系数 K ,即

$$P_e = \frac{K\pi I}{9550 \times 30} n \frac{dn}{dt} \quad (1-2)$$

式(1-2)表明,发动机在加速过程中,在某一转速下的有效功率与该转速下的瞬时加速度成正比。因此,只要测出加速过程中的这一转速和对应的加速度,即可求出该转速下的功率。对于一定型号的发动机,其转动惯量为一常数,所以,测量某一转速下的功率,就可以用测量该转速下的角加速度来取代。

修正系数 K 的值则可通过台架对比实验得出。

2. 测平均加速功率

如要测出在一定转速范围内的平均有效功率,可将式(1-2)经积分推导后演变为

$$P_{\text{eav}} = \frac{K\pi I}{9550 \times 30} (n_2^2 - n_1^2) \frac{1}{t}$$

式中: P_{eav} ——平均有效功率(kW);

n_1 、 n_2 ——发动机加速过程测定区间的起始转速和终止转速(r/min);

t ——加速时间(s)。

上式表明,平均有效功率与加速时间成反比。即节气门突然全开时,发动机由转速 n_1 加速到 n_2 的时间越长,表明发动机的有效功率越小;反之加速时间越短,有效功率越大。因此,测出某一转速范围内的加速时间,便可获得平均有效功率值。

通过发动机台架对比实验,可以找出动态平均有效功率与稳态有效功率之间的关系。其中加速时间 t 与有效功率 P_e 之间的关系可对无负荷测功仪进行标定,这样通过测量加速时间就能直接读出功率数值;也可以把它们之间的关系绘制成曲线图或排成表格,以便在测出加速时间后能直接在图中或表中查出对应的功率值。

(三) 发动机无负荷测功方法

发动机无负荷测功时,有两种加速方法:一种是在怠速下迅速踩下加速踏板(怠速加速法,适用于汽油机及柴油机);另一种是先将加速踏板踩到底,使化油器节气门全开,再启动发动机加速运转(启动加速法,仅适用于汽油机)。后一种加速方法排除了化油器加速泵的附加供油作用,因而可以检查化油器的调整质量。

无负荷测功仪也可测定某一汽缸的功率,断开某一缸的点火线或高压油路测得的功率与全功率比较,二者之差即为该缸的单缸功率。将各单缸功率进行对比,可判断各缸技术状况。也可以利用单缸断火情况下测得的发动机转速下降值,评价发动机各缸的工作状况。

(四) 无负荷测功仪及其使用方法

1. 无负荷测功仪的结构原理

目前使用的主要有单一功能的便携式测功仪和与其他测试仪表组装在一起的发动机综合测试仪两种无负荷测功仪。其显示方法和仪器方案如下所述。

1) 显示方法

无负荷测功结果的显示常见的有三种形式：指针指示式、数字显示式和等级显示式。指针指示式和数字显示式可指示出功率或加速时间的具体数值，等级显示只显示良好、合格和不合格三个等级。

2) 仪器方案

(1) 测瞬时加速度：通过测量加速过程中某一转速的加速度，从而获得瞬时功率的仪器方案。该方案仪器由传感器、脉冲整形装置、时间信号发生器、加速度计数器和控制装置、转换分析器、转换开关、功率指示表、转速表和电源等组成。其方框图如图 1-1 所示。

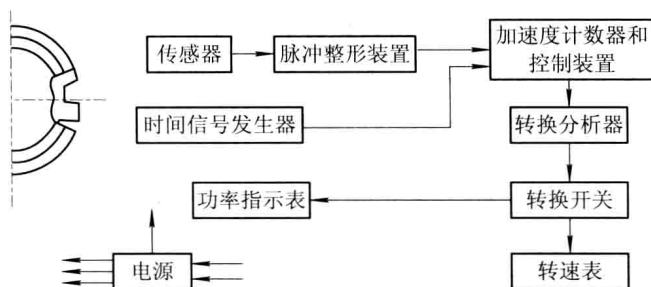
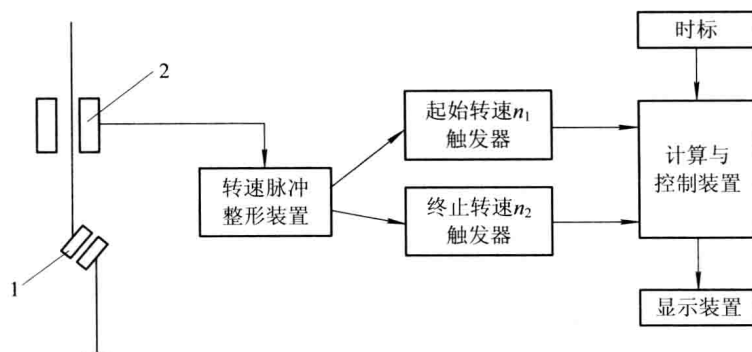


图 1-1 测瞬时加速度方案方框图

传感器从飞轮齿圈、分电器的高压线感应电压、低压电路感应电压等处取得转速脉冲信号，经整形(变成矩形触发脉冲信号)、放大(频率放大提高仪器灵敏度)后输入加速度计数器，并且只有发动机转速加速到规定值时，整形装置才输出触发脉冲信号。触发脉冲信号通过控制装置触发加速度计数器工作，计算一定时间间隔内的脉冲数。时间间隔由时间信号发生器控制：第一时间间隔内的脉冲数与发动机转速成正比，此后则是后一时间间隔和前一时间间隔脉冲数的差值与发动机的加速度成正比，而发动机的有效功率又与加速度成正比。转换分析器能把计数器输出的脉冲信号，亦即与功率成正比的相对加速度脉冲信号变成直流电压信号，然后输入功率指示表。该指示表可按功率单位标定，因而可直接读出功率数。时间间隔越小，测得的有效功率就越接近瞬时有效功率。

(2) 测加速时间：通过测量加速过程中某一转速范围内的加速时间，获得平均加速功率的仪器方案。该方案仪器由传感器、转速脉冲整形装置、起始转速 n_1 触发器、终止转速 n_2 触发器、时标、计算与控制装置和显示装置等组成。其方框图如图 1-2 所示。

来自传感器的发动机转速信号脉冲，经整形装置整形为矩形触发脉冲，并转变为平均电压信号。在发动机加速过程中，当转速达到起始转速 n_1 时，与 n_1 对应的电压信号通过 n_1 触发器触发计算与控制电路，使时标信号进入计算器并寄存。当发动机加速到终止转速 n_2 时，与 n_2 对应的电压信号通过 n_2 触发器又去触发计算与控制电路，使时标信号停止进入计算器，并把寄存器中的时标脉冲数经数/模转换转换成电流信号，通过显示装置显示出加速时间或直接标定成功率单位显示。国内便携式无负荷测功仪多为此种类型。



1—断电器触点；2—传感器

图 1-2 测加速时间方案方框图

2. 便携式无负荷测功仪的使用方法

便携式无负荷测功仪比较小巧，一般有指针式、数字式和等级显示式，使用中与发动机连接也很方便，甚至可制成袖珍型的，不必与发动机采取任何有线连接。抽出天线，对准发动机，突然加速即可遥测到发动机运转时的点火脉冲信号。图 1-3 所示为国产一单功能便携式无负荷测功仪的面板。

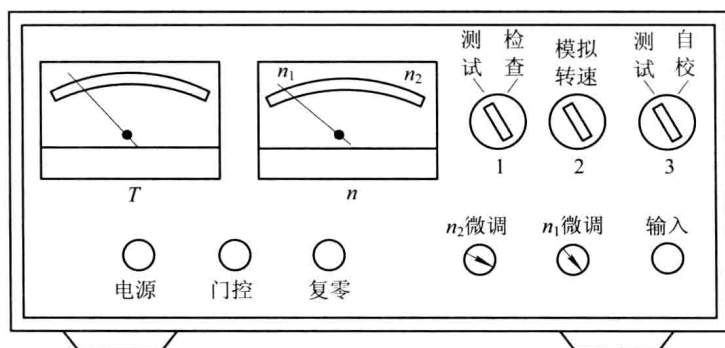


图 1-3 便携式无负荷测功仪面板

图 1-3 所示的便携式无负荷测功仪的使用方法如下：

(1) 仪器自校和预热。按使用说明书进行预热并自校。把计数检查旋钮 1 拨向“检查”位置，左边时间(T)表头指针摆动一次。把旋钮 1 拨向“测试”位置，把旋钮 3 拨向“自校”位置，再缓慢旋转“模拟转速”旋钮 2，注意转速(n)表头指针慢慢向右偏转(模拟增加转速)。当指针偏转至起始转速 $n_1 = 1000 \text{ r/min}$ 位置时，门控指示灯即亮。继续增加模拟转速至 $n_2 = 2800 \text{ r/min}$ 时，“ T ”表即指示了加速时间，以表示模拟速度的快慢。按下“复零”按钮，表针回零，门控指示灯熄灭，表示仪器调整正常。否则，微调 n_1 、 n_2 电位器。

(2) 预热发动机和安装转速传感器。预热发动机至正常工作温度($80 \sim 90^\circ\text{C}$)，并使发动机怠速正常，变速器置空挡，然后把仪器转速传感器两接线卡分别接在分电器低压接线柱和搭铁线路上(汽油机)。

(3) 测加速时间。操作者在驾驶室内迅速地把加速踏板踩到底，发动机转速猛然上升，当“ T ”表指针显示出加速时间(或功率)时，应立即松开加速踏板，切忌发动机长时间高速

空转。记下读数，仪器复零。重复操作三次，取平均值。

(4) 确定功率。仅能显示加速时间的无负荷测功仪，可对照仪器厂家推荐的加速时间和功率的对应关系曲线(图 1-4)或表格(表 1-2)确定发动机功率值。

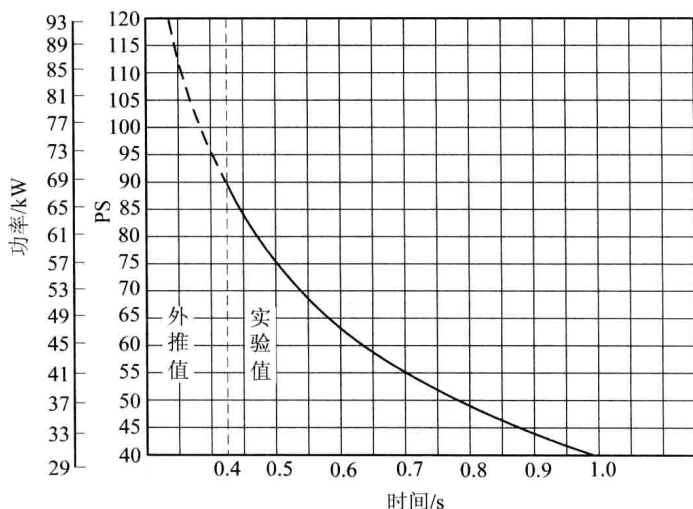


图 1-4 加速时间和功率的对应关系曲线

表 1-2 某发动机功率—加速时间对照表

加速时间/s	0.31	0.36	0.46
稳态外特性功率/kW	99.3	88.3	66.2

注意事项:

- ① 检测时的起始转速 n_1 一般稍高于怠速转速。终止转速 n_2 一般选取最高转速的 80%。
- ② 需要置入转动惯量的仪器，要把被测发动机的转动惯量置入仪器中。
- ③ 一些仪器在发动机转速升至 n_2 时不能熄火。操作时，当转速超过 n_2 时应立即松开加速踏板，切忌发动机长时间空转。

3. 发动机综合测试仪检测功率的方法

发动机综合测试仪一般具有无负荷测功功能。下面以元征 EA1000 型发动机综合性能分析仪为例说明其使用方法。

- (1) 预热发动机，开启元征 EA1000 型发动机综合性能分析仪，将仪器与发动机连接。
- (2) 在主菜单中点击“柴油机”或“汽油机”。
- (3) 在柴油机/汽油机下级菜单中选择“无外载测功”，进入测功界面，如图 1-5 所示。
- (4) 设定起始转速 n_1 和终止转速 n_2 。
- (5) 键入发动机当量转动惯量(查阅相关资料或使用转动惯量仪器测定)。
- (6) 点击“检测”按钮，界面上出现 5 s 倒计时。
- (7) 当倒计时为“0”时，迅速踩下加速踏板，至发动机转速超过 n_2 时松抬加速踏板。
- (8) 读取发动机的加速时间和最大平均功率。
- (9) 点击“保存报表”按钮，对数据进行保存或打印。

(10) 点击“显示菜单”返回。

EA1000发动机分析仪			
汽油机	4行程	6缸	发火次序:1—5—3—6—2—4
汽油机		无外载测功	
无外载测功			
[当时转速r/min]		设定转速 n_1 :	1500 r/min
		设定转速 n_2 :	3000 r/min
		加速时间:	0 ms
		最大平均功率	0 kW
		当量转动惯量	0.36 kg·m ²
<		检测	◇
		121	

图 1-5 发动机综合性能分析仪无外载测功界面

4. 单缸功率的检测

检查单缸功率及各缸动力性能是否一致是发动机诊断的一个重要内容。技术状况良好时,各缸功率大致相同(称为动力平衡),如果动力不平衡,则会造成运转不平稳。另一方面,在测得的发动机有效功率较小时,测试单缸功率,可发现引起动力性下降的具体原因和部位。单缸功率或动力性检测有以下两种方法。

(1) 无负荷测功仪测定。检测单缸功率的方法是先测出发动机整机功率,再测出某单缸断火(高压短路或柴油机输油管断开)后的发动机功率,两功率之差即为断火之缸的功率。

(2) 利用断火试验时的发动机转速下降值判断单缸动力性。发动机以某一转速稳定运转时,如果交替使各缸点火短路,则每次短路后发动机均应出现功率下降,导致发动机转速下降。若各汽缸工作状况良好,则每次转速下降的幅度应大致相等。若某缸断火后,发动机依旧以原来的转速旋转或下降幅度不大,则可以断定该缸不工作或工作状况不良。据此,可以采用简单的转速表测定某缸不工作时的转速下降值来判断该缸的动力性好坏。

断火试验时,发动机转速下降的程度与起始转速有关。试验表明:若发动机起始转速为 1000 r/min,使某缸不工作时,正常情况下发动机转速的下降范围见表 1-3。

表 1-3 某缸不工作时发动机转速的下降值

汽缸数	平均转速下降值/(r/min)	允许偏差/(r/min)
4 缸	100	±20
6 缸	70	±10
8 缸	45	±5

发动机综合性能分析仪通过提取汽油机一缸点火信号和点火系一次信号,在“动力平衡”菜单启动后,自动使各缸依次断火,从而获得各缸断火前转速、断火后转速及转速下