



“十二五”高等学校专业教材建设工程

汽车实验教程

(下册)

QICHE SHIYAN JIAOCHENG

主 编 石 晶 段 敏



東北大學出版社
Northeastern University Press



“十二五”高等学校专业教材建设工程

汽车实验教程

(下册)

主编 石晶 段敏

东北大学出版社
· 沈 阳 ·

© 石晶 段敏 2013

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车实验教程: 全2册 / 石晶, 段敏主编. —沈阳: 东北大学出版社, 2013.7
ISBN 978-7-5517-0409-0

I. ① 汽… II. ① 石… ② 段… III. ① 汽车工程—实验—教材 IV. ① U46-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 185971 号

内 容 提 要

《汽车实验教程》紧密结合高等院校本科及高职高专汽车类专业的教材, 吸收多所院校先进的教学方法和实践教学经验, 以最大限度地满足各院校的实践教学要求为出发点编写而成, 是汽车类专业学生的专业课程实验指导和参考教材。

全书分为上下册, 共分7章。上册包括: 第1章 汽车测试基础实验, 第2章 汽车性能实验, 第3章 汽车构造实验, 第4章 汽车电器与电子控制技术实验。下册包括: 第5章 汽车检测与诊断技术实验, 第6章 汽车运行材料实验, 第7章 汽车美容实验。

各章均包括实验目的及要求、实验预习及准备、实验内容与方法以及实验报告等。

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路3号巷11号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph@neupress.com

http: //www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳航空发动机研究所印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 13.75

字 数: 343千字

出版时间: 2013年7月第1版

印刷时间: 2013年7月第1次印刷

策划编辑: 王兆元

责任编辑: 郎 坤

责任校对: 李 莉

封面设计: 唯 美

责任出版: 唐敏智

ISBN 978-7-5517-0409-0

定 价 (上下册): 48.00 元

前 言

为全面贯彻国家和省中长期教育改革和发展规划纲要及教育部全面提高高等教育质量工作会议精神,深化教育教学改革,全面提高本科人才培养质量,必须围绕人才培养这一根本任务,以全面实施素质教育为战略主题,以提高本科教学质量为核心,以强化大学生创新实践能力培养为重点,以提高教师队伍的教学能力为关键,着力创新人才培养模式,着力改革体制机制,着力推进优质教育资源共享,着力健全质量保障体系,充分发挥省级项目的引领、示范和辐射作用,更好地满足经济社会发展需要。

汽车类专业属于应用型学科,包括车辆工程、交通运输(载运工具应用工程)及汽车服务工程等专业,相比其他学科而言,贴近产业的要求分外突出,不仅仅要求学生掌握理论知识和前沿知识,更需要培养实践能力,而课程实验正是重要的教学环节之一。

本书是一本指导汽车类本科学生专业实验的实验教程,是将汽车类专业实验方法、法规等融为一体的新颖教材,是编者参阅了大量技术资料,并结合汽车类专业教学实践编著而成的。全书分上下册,共计7章:第1章 汽车测试基础实验,第2章 汽车性能实验,第3章 汽车构造实验,第4章 汽车电器与电子控制技术实验,第5章 汽车检测与诊断技术实验,第6章 汽车运行材料实验,第7章 汽车美容实验。本教材取材新颖,内容全面,实用性强。

本书由石晶、段敏主编,陈学文、谢佳茵、张忠洋、薛传亮、张玉成等参加了部分编写工作,蒋小健、周正、汤传军、付尔第、李健等参加了资料搜集与书稿校对工作。在本书的编写过程中,编者尽最大的努力来避免错误的发生,但由于水平所限,书中难免会有一些不足和缺陷,希望广大读者给予指正与建议。

编 者

2012年4月

目 录

第5章 汽车检测与诊断技术实验	1
实验 50 发动机功率的检测	1
实验 51 气缸压力的检测	9
实验 52 起动系的检测	12
实验 53 点火系的检测	16
实验 54 燃油供给系的检测	30
实验 55 冷却系的检测	41
实验 56 发动机异响的检测	45
实验 57 发动机电子控制系统的检测	49
实验 58 驱动轮输出功率的检测	69
实验 59 传动系的检测	74
实验 60 转向系的检测	81
实验 61 制动系的检测	85
实验 62 行驶系的检测	100
62.1 悬架性能检测	100
62.2 车轮定位的检测	106
62.3 车轮平衡度的检测	115
实验 63 底盘电子控制系统的检测	120
63.1 ABS 控制系统的检测	120
63.2 电子控制悬架系统的检测	126
实验 64 全气囊系统的检测	130
实验 65 汽车前照灯的检测	133
实验 66 车速表的检测	149
第6章 汽车运行材料实验	154
实验 67 汽油馏程的测定	154
实验 68 汽油饱和蒸气压测定	157
实验 69 石油产品硫含量测定	162

实验 70	石油产品凝点测定	166
实验 71	石油产品浊点测定	169
实验 72	润滑油开口闪点测定	172
实验 73	润滑油泡沫特性测定	175
实验 74	发动机油运动黏度的测定	179
实验 75	发动机油水分的测定	182
实验 76	在用机油品质测定(滤纸斑点试验法、仪器法)	185
76.1	滤纸斑点试验法	185
76.2	仪器法	188
实验 77	润滑材料抗极压性测定(四球法试验)	190
实验 78	润滑脂锥入度测定	195
实验 79	汽车制动液平衡回流沸点的测定	200
第 7 章	汽车美容实验	202
实验 80	车身及发动机清洗实验	202
实验 81	汽车防爆太阳膜识别及装贴实验	204
实验 82	车身漆面护理实验	207
实验 83	车身喷涂实验	209
参考文献		214

第5章 汽车检测与诊断技术实验

实验 50 发动机功率的检测

一、实验目的及要求

1. 实验目的

- (1) 了解发动机功率检测。
- (2) 掌握发动机无负载测功原理。
- (3) 掌握发动机无负载测功方法。

2. 实验要求

遵循操作规程，记录实验数据，分析实验结果，撰写实验报告。

二、实验预习及准备

1. 实验技术标准及规范

发动机功率检测应遵循 GB 18565—2001《营运车辆综合性能要求和检验方法》及 GB7258—2012《机动车运行安全技术条件》中的有关规定与检测标准。

2. 实验设备及仪器

目前常用的无负载测功仪有很多，国产 QFC-5 型、EA3000 型和 WFJ-I 型等发动机检测仪都具有无负载测功的功能，另外还有 QFL-2A 型、QCG-2GJ 型等汽车无负载测功表。

(1) QFC-5 型发动机检测仪

该检测仪主要由主机和显示器、键盘、打印机、检测信号接收和处理系统、电源等几部分组成，既可单独使用，还可安装在检测线、检测车上组成配套仪器使用。除了能进行功率检测之外，还具有发动机起动系统、燃油系统、点火系统及各种异响的检测功能。该仪器是以计算机为核心的测量和数据处理系统，通过各种不同的传感器，从发动机的相应部位采集到多种信号并经放大和处理后送往计算机，采用相应的软件，通过键盘操作完成发动机各种参数的测量和故障判断。检测结果可由屏幕显示出来，还可由打印机输出。

(2) EA3000 型发动机检测仪

该检测仪主要由带液晶触摸屏主机（内置高速采集卡与通信卡）、信号提取系统、键盘和打印机等部分组成。其中信号提取系统又由各类夹持器、探针和传感器组成，与发动机的被测部位直接或间接连接以拾取被测信号。信号提取系统通常由十二组拾取器组成，每一组拾取器根据其任务不同由相应的夹持器、探针及传感器通过电缆与其适配器或接头连接构成，各拾取器测试电缆上均带有活动滑块，用以标识其名称。EA3000 型发动机

检测仪可检测发动机各系统的工作状态、运行参数及排放性能;可实现采集初(次)级点火信号、喷油信号、电控传感器信号、进排气系统等动态波形;同时可进行性能分析、波形存储与回放、测试结果查询等;与 smart-box 连接还能对汽车电控系统进行诊断,如读故障码和数据流等。

(3) QCG-2GJ 型汽车无负载测功表

该仪器面板由表头、指示灯、按键、测功按钮及天线组成。表上有上、下两个刻度,上刻度为转速刻度,范围为 0~5,读数时用指示值 $\times 1000$;下刻度为功率指数刻度,范围为 0.5~1。指示灯有两个,表头右下方的绿色指示灯为电源指示灯,表头左下方的红色指示灯为仪表工作指示灯。仪器有两个按键:绿灯下面的按键为电源按键,红灯下面的按键为仪表功能转换键。测功按钮位于面板中央,天线装于仪表右上角。汽车无负载测功表的工作原理与负载测功仪相同,但它只能测发动机无负载功率及转速。

3. 实验原理及准备

发动机的额定功率是指发动机携带必要的部件运转时所发出的最大功率。发动机在使用一段时间后,所能够输出的最大功率会比刚出厂时小,因而其动力性能逐渐变差。因此,测量发动机最大功率的下降程度,可以作为衡量发动机使用前后或维修前后技术状况变化的一个指标。

测量发动机功率的实验通常也称测功实验。测量发动机功率的方法通常有稳态测功和动态测功两种。

稳态测功亦称有负载测功,是指在发动机节气门开度一定、转速一定和其他参数保持不变的稳定状态下,通过给发动机加一定的模拟负载,来测量发动机的转速、转矩和功率的方法。稳态测功的结果准确可靠,多为发动机设计、制造部门,高等院校和科研部门进行性能实验所采用。但测功时需要吊装发动机,费时费力,成本高,且需要大型固定安装的测功器,例如水力测功器、电涡流测功器等,因而汽车维修企业和道路运输管理机构通常不采用该方法。

动态测功也叫无负载测功或无外载测功,是指在发动机不带负载的情况下,突然开全节气门,使发动机克服惯性和内摩擦阻力而加速运转,通过测量发动机的加速性能来测量所发出瞬时功率的方法。由于无负载测功不加负载,不需大型设备,既可以在台架上进行,也可以就车进行,这样就提高了检测的方便性和迅速性,特别适用于对在用汽车发动机功率的检测。但其测量精度较低,误差较大,一般在交通管理部门和维修厂家应用较多。

4. 发动机无负载测功原理

将发动机自身的以及所带动的所有运动部件等效地看作一个绕曲轴中心转动的简单回转体。发动机怠速运转情况下,突然打开节气门加速到某一高转速,此时发动机产生的动力除克服各种机械阻力外,其有效转矩将使发动机加速运转,也就是发动机以其自身运动部件为载荷加速运转。因此,只要测出指定转速范围内急加速时的角加速度,或测出从低速到高速所用的时间,就可计算出发动机所发出的功率。

(1) 通过测量转速和角加速度计算发动机的瞬时功率

发动机发出的有效转矩与角加速度之间存在如下关系:

$$M_e = J \frac{d\omega}{dt} \quad (50-1)$$

式中, M_e ——发动机发出的有效转矩, $N \cdot m$;

ω ——转动角速度, s^{-1} ;

$\frac{d\omega}{dt}$ ——角加速度, s^{-2} ;

J ——发动机转动系统的当量惯量, $kg \cdot m^2$ 。

发动机的转速 n 和角速度 ω 有如下关系:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (50-2)$$

发动机发出的功率除一部分用于克服机械阻力被消耗之外, 其有效功率部分将使发动机加速运转。有效功率 P_e 与有效转矩和瞬时转速 n 的关系为

$$P_e = \frac{2\pi}{60} \times 10^{-3} M_e n = \frac{M_e n}{9550} \quad (50-3)$$

将式 (50-1) 和式 (50-2) 代入式 (50-3), 可得

$$P_e = \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 \times 10^{-3} J n \frac{dn}{dt} = C_1 J n \frac{dn}{dt} = C_2 n \frac{dn}{dt} \quad (50-4)$$

式中, C_1 ——常数, $C_1 = \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 \times 10^{-3}$ 。

发动机的转动惯量 J 可以由手册资料或者经过实验得到, 因而 $C_2 = C_1 J$ 也是常数。由式 (50-4) 可以看出, 发动机在加速过程中所发出的瞬时功率与转速和转速变化率的乘积成正比。因此, 只要能够测量发动机的转速和转速变化率, 就可以计算出发动机的瞬时功率。

(2) 通过测量加速时间来计算发动机的平均功率

在实际检测过程中, 通常不是测量某一转速下的瞬时功率, 而是测量加速过程中某段时间内的平均功率, 即要计算发动机转速从设定初速加速到设定终速的平均功率。将式 (50-4) 写成平均值形式:

$$P_{eav} = C_2 n_{av} \left(\frac{dn}{dt}\right)_{av} \quad (50-5)$$

式中, P_{eav} ——平均有效功率, kW;

n_{av} ——平均转速, r/min;

$\left(\frac{dn}{dt}\right)_{av}$ ——平均转速变化率, r/s²。

而

$$n_{av} = \frac{n_1 + n_2}{2} \quad (50-6)$$

$$\left(\frac{dn}{dt}\right)_{av} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} = \frac{n_2 - n_1}{\Delta T} \quad (50-7)$$

因此可以得出

$$P_{eav} = C_2 n_{av} \left(\frac{dn}{dt}\right)_{av} = C_2 \frac{n_2^2 - n_1^2}{2\Delta T} = C_3 \frac{n_2^2 - n_1^2}{\Delta T} \quad (50-8)$$

式中, n_1 ——设定的加速初速, r/min;

n_2 ——设定的加速终速, r/min;

t_1 ——发动机转速达到设定的加速初速时对应的时间, s;

t_2 ——发动机转速达到设定的加速终速时对应的时间, s;

C_3 ——常量, $C_3 = \frac{1}{2}C_2$ 。

由式(50-8)可知, 发动机发出的平均有效功率 P_{eav} 与设定的加速初速 n_1 到加速终速 n_2 所需时间成反比。实际测量时, n_1 和 n_2 是给定的, 所以只要测量出时间 ΔT , 就可以算出发动机的平均有效功率 P_{eav} 。

5. 实验课时

2 课时。

三、实验内容与方法

目前, 国内外生产的无外载加速测功仪型号很多, 其使用方法也略有不同, 因此, 使用前一定要认真地阅读仪器的使用说明书。这里以 QFC-5 型、EA3000 型发动机综合测试仪以及 QCG-2GJ 型汽车无负载测功表为例, 来说明发动机功率的检测方法。

1. 实验内容

(1) 发动机整机功率的检测。

(2) 各缸功率均衡性的检测。

2. 实验方法

发动机整机功率的检测

(1) 用 QFC-5 型发动机综合测试仪检测

被测发动机的准备: 检测前要调整发动机的配气机构、供油系和点火系, 使其处于完好技术状态。调整不正确将影响测试结果。起动发动机并预热到规定温度 ($75 \sim 85^\circ\text{C}$)。

发动机综合测试仪的准备: 按使用说明书的要求安装好工作台, 检查仪器是否正常, 并对发动机综合测试仪进行使用前的检查、自校和调整。自校与调整应在开机达到预热时间后进行。

按说明书要求, 汽油机功率的检测步骤如下:

① 打开计算机电源进行检测。屏幕显示出汉字系统配置选择。

② 按“ESC”键, 就进入 DOS 状态; 按“Enter”键, 进入 QFC-5 型发动机综合测试仪程序。

屏幕除显示出检测程序的版本号、生产厂家外, 还出现:

- | | |
|----------|-----------|
| 1. 汽油机检测 | 2. 柴油机检测 |
| 3. 输入新车型 | 4. 返回 DOS |

③ 键入“1”, 进入汽油机检测。屏幕显示:

实际检测吗 (Y/N)?

键入“Y”, 实际检测状态, 键入“N”, 模拟检测状态。

④ 键入“Y”, 按回车选择实际检测。此时, 屏幕显示出各种车型, 按序号排列, 如果键入选中车型的序号, 该车型即所检测的车型。

⑤ 键入所选车型的序号, 选出所测车型。屏幕显示:

汽油机检测项目

- | | |
|-------------|------------|
| 1. 起动系检测 | 2. 点火系检测 |
| 3. 动力性检测 | 4. 发动机异响检测 |
| 5. 综合检测 | 6. 充电系检测 |
| 7. 打印综合输出表格 | 8. 显示存盘数据 |
| 9. 快速检测 | |
- D: 返回 CCDOS N: 返回前级目录 Z: 返回主目录

⑥ 键入“3”，进入“动力性检测”程序。屏幕显示：

汽油机动力性能检测

- ◇ 接好“触点传感器”，黑夹子搭铁，红夹子接触点
 - ◇ 操作步骤
 - ◇ 数据分析
- 开始功率测量吗(Y/N)? Y

注意：上述屏幕显示第一项“接好‘触点传感器’……”在模拟时可接。

第二项“操作步骤”中，应首先使发动机转速处于怠速状态，然后猛踩油门，使发动机在最短的时间内达到高速状态，当发动机达到一定转速后，将会自动熄火，以保护发动机并结束功率检测。

第三项“数据分析”中，加速时间越小，功率就越大，如果是已标定的车型，“K”值就已经给定，可直接得到功率值。用户可通过“新车信息输入表”输入“K”系数，进行自动计算，否则按原有的“K”值计算会有很大误差。

⑦ 键入“Y”，进行功率测量。屏幕再次显示“汽油机动力系检测结果”目录。

⑧ 键入“Y”进入“检测”程序，对发动机进行检测。按说明书要求进行正确操作，此时屏幕分别显示出转速值、加速时间、减速时间、功率平均值。

输入正确的“K”系数。

⑨ 重复检测3次。键入“C”，重新测量，此时屏幕显示同上；键入“P”，可自动将数据打印出；键入“N”，将退出检测程序，返回目录。

(2) 用 EA3000 型发动机综合测试仪检测

① 被测发动机与发动机综合测试仪的准备工作同 QFC-5 型发动机综合测试仪。

② 检测步骤：

- 输入用户及车辆信息。系统通过自检后首先进入主界面，在主界面中点击“检测”图标，进入检测界面，再点击用户资料图标，提示用户输入所测车型的相关资料。用户根据被测发动机的实际情况输入相应的信息后，点击“确定”按钮，进入检测界面。

- 信号提取系统的连接。根据发动机的检测项目，参照信号提取系统的说明将相关的信号提取传感器、信号夹和汇接器连到发动机的相应部位。对于汽油机而言，应将一缸信号适配器夹在一缸高压线上；对于柴油机而言，应将柴油机喷油压力测试线夹在一缸高压油管上。

- 发动机功率检测。在“汽油机测试菜单”下点击“无外载测功”图标，系统即进入无外载测功界面，或点击“方式选择”图标选择 P 进入无外载测功界面。设定发动机怠

速转速 n_1 、额定转速 n_2 和当量转动惯量(当量转动惯量可在同型号的车上通过测试得到,但此车必须保证处于良好的工作状态,一般小型车的当量转动惯量在 $0.1 \sim 0.5$ 之间,大货车的当量转动惯量在 $1.0 \sim 5.0$ 之间)。

点击“测试”,系统开始倒计时(“测试”被点击后变为“停止”,再次按下后“停止”恢复为“测试”,且系统停止测试)。

倒计数为零时,迅速踩下发动机加速踏板,使发动机尽可能快地提高转速。当发动机转速超过设定的额定转速 n_2 时,迅速松开加速踏板,使发动机回到怠速工况,此时系统将自动检测出发动机的输出功率并予以显示。

柴油机功率测试与汽油机相类似,不同之处是其小型车的当量转动惯量在 $0.2 \sim 0.5$ 之间,大货车的当量转动惯量在 $2.0 \sim 5.0$ 之间。

(3) 用 QCG-2GJ 型汽车无负载测功表检测

① 转速的测量:

- 将仪表天线完全拉出。
- 打开仪表功能选择键,此时仪表为转速测量状态。
- 按下电源按键,此时绿色信号灯亮,表示仪表已接通电源。
- 起动发动机,调整在怠速状态,待水温达到 80°C 左右后,调整天线顶端与分电器的距离,直到红色信号灯亮度稳定。此时加减油门,仪表即指示汽车相应的转速。

• 读数(确定汽车转速)时,如被测汽车为 6 缸汽油机,将仪表指示值乘以 1000 (例如:指针指在 1.5 的刻度上,转速则为 $1.5 \times 1000\text{r/min} = 1500\text{r/min}$); 如被测汽车为 4 缸发动机,则再乘以 1.5 (例如:指针指在 1.5 的刻度线上,转速为 $1.5 \times 1000 \times 1.5\text{r/min} = 2250\text{r/min}$)。

② 无负载测功方法:

• 测完转速后,将节气门关小到怠速位置,按下仪表功能转换键,此时仪表由转速工作状态转换到测功状态。

• 按下测功按钮,待指针指“M”位置后松开,与此同时猛踩加速踏板,使发动机转速迅速上升到最大,此时仪表指针即会停在功率指数刻度的某一刻度上,如 0.5, 0.7, ...。

• 查 P-S 对照表(在仪表的背面有 P-S 对照表),确定发动机功率,其横坐标为功率指数 S,纵坐标为相对应的功率 P。如被测汽车为东风 EQ1090 型,仪表指针停在功率指数 0.7 刻度线上,从 P-S 对照表上即可查得该车发动机功率为 91.1kW。

在 P-S 表上未列入的汽车,则由仪表指针所停的区域来判断汽车功率。停在蓝色区域为功率良好的汽车,停在黄色区域为功率中等以上的汽车,停在红色区域为功率较差的汽车。表针所指的功率指数值越小,功率越大。

• 测功结束后,如需进行第二次测功,必须关闭电源,并按下测功按钮 2s 左右,使其完全放电后再进行。使用时,切忌碰撞仪器,当仪器指针指不到“M”时,应更换电池。为节省电池,在不使用时应及时关闭电源。

各气缸功率均衡性的检测

发动机所发出的整机功率,应该是各气缸发出功率的总和。从理论上讲,正常运行时,发动机各气缸所发出的功率应是相同的。但由于结构、供油系统以及点火系统方面的

差异，各气缸实际发出的功率会有所不同，特别是当某气缸有故障时，这种差别就更加明显。依据这种分析，在检测时就可采用将各气缸轮流断火或断油的方法，来判断某缸技术状况是否完好。“单缸断火”的具体检测方法有两种：一种是检测发动机功率的变化；另一种是检测发动机转速的变化。

(1) 单缸功率的检测

利用前面介绍的发动机无负载测功原理，可以测量某单个气缸的功率。方法是：首先测出发动机的整机功率，然后在某单缸断火或断油的情况下，再测出此时的发动机功率。两次测量功率之差即断火或断油气缸在正常工作时所发出的功率。用同样的方法，依次将各缸断火或断油，分别测量各缸断火或断油后的发动机功率，并得出相应各单缸功率。比较各单缸功率，即可判断各缸工作情况。技术状况良好的发动机，各单缸功率应是基本相同的，单缸断火或断油后的发动机功率也应该是相近的。若某缸断火或断油后测得的功率变化很小，则可认为该缸基本没有参与做功。

(2) 单缸断火或断油后转速的变化

发动机在一定转速下运行时，若某缸突然断火或断油，则发动机输出功率将减少，因而转速也会降低，以寻求与负荷和摩擦功率新的平衡。若各缸的功率是均衡的，则当各缸轮流断火或断油时，发动机转速下降的幅度应基本相同；反之，若发动机转速下降的幅度差别很大，则说明有的气缸工作异常，因而可以利用单缸断火或断油情况下的转速下降数值来评价各缸的工作状况。正常情况下，发动机转速下降的平均值与气缸数有关，气缸数越多，单缸断火或断油后转速下降值就应越小。表 50-1 给出了发动机在 800r/min 转速下稳定工作时，一个气缸断火或断油后转速的平均下降值。一般要求最高与最低下降值之差不应大于平均下降值的 30%。若某缸断火或断油后，转速下降值远小于平均值，说明该缸工作不良。

表 50-1 单缸断火后转速平均下降值

发动机 气缸数	转速平均下降值 /(r/min)	发动机 气缸数	转速平均下降值 /(r/min)	发动机 气缸数	转速平均下降值 /(r/min)
4 缸	150	6 缸	100	8 缸	50

3. 实验注意事项

(1) 测试仪器与发动机之间的连接电缆、所有插接件、传感器等应可靠、有效，防止发动机运转部件和灼热零件的损伤。

(2) 每一次的检测结束时，应将发动机的节气门退回至怠速位置。

四、实验报告

写出实验目的、实验原理（可以概括）、实验方法、操作步骤以及数据整理分析。

1. 实验结果记录与整理

认真记录各状态的数值。

瞬时功率检测

发动机型号	额定转速/(r/min)	瞬时功率/kW	技术状况评价

平均功率检测

发动机型号	初转速/(r/min)	末转速/(r/min)	加速时间 t_1 /s	加速时间 t_2 /s	平均功率/kW	技术状况评价

功率均衡性检测

发动机型号	总功率	断 1 缸后功率	断 2 缸后功率	断 3 缸后功率	断 4 缸后功率	功率均衡性评价

功率均衡性检测

发动机型号	稳定怠速	断 1 缸后转速	断 2 缸后转速	断 3 缸后转速	断 4 缸后转速	功率均衡性评价

2. 实验结果分析

(1) 发动机动力性指标值。

表 50-2 所列为部分汽车发动机的动力性指标(不带风扇、空气压缩机、空气滤清器、排气消声器等附件时输出的功率),是在一定实验条件下测得的功率曲线最高值。

表 50-2 部分汽车发动机动力性指标

汽车型号	排量/L	发动机型号	最大功率/kW	最大功率对应转速/(r/min)
上海桑塔纳 LX	1.8	JV	66	5200
上海桑塔纳 2000GLi	1.8	AFE	72	5200
上海桑塔纳 2000GSi	1.8	AJR	74	5200
夏利 TJ7101U	0.993	TJ376Q-E	39	6000
夏利 TJ7131U	1.342	8A-FE	63	6000
广州本田雅阁 HG7231	2.254	FA20	110	5700
上海别克“新世纪”, GLX, GL	2.98	L46	126	5200
富康 AL	1.6	TU5JP	65	5600
捷达(GT, GTX, AT)	1.6	EA113	74	5800

(2) 检测结果分析如下。

根据 GB 7258—2012《机动车运行安全技术条件》规定,在用车发动机功率不得低于原额定功率的 75%,否则需进行修理,大修后的发动机功率不得低于原额定功率的 90%。发动机功率偏低,一般是燃料供给系统调整状况不佳、点火系状况不佳或气缸密封性不佳等原因造成。发动机单缸功率偏低,一般是该缸高压分线、分线插座或火花塞技术状况不

佳, 气缸密封性不佳, 气缸窜润滑油等原因造成的。

3. 复习思考题

- (1) 发动机功率的测试方法有哪些?
- (2) 分析汽车发动机功率不足的常见原因。

实验 51 气缸压力的检测

一、实验目的及要求

1. 实验目的

- (1) 了解气缸压力表的结构特点及使用方法。
- (2) 掌握实验方法和步骤; 初步掌握实验的操作技能。
- (3) 根据测试结果, 对发动机泄漏原因、部位及严重程度等做出一定的分析和合理的判断。

2. 实验要求

遵循操作规程, 记录实验数据, 分析实验结果, 撰写实验报告。

二、实验预习及准备

1. 实验技术标准及规范

对于在用汽车发动机, 其气缸密封性实验技术标准及规范应遵循 GB18565—2001《营运车辆综合性能要求和检验方法》和 GB/T 15746.2—1995《汽车修理质量检查评定标准发动机大修》的规定。

2. 实验设备及仪器

气缸压力表是一种专用压力表, 一般由表头、导管、单向阀和接头等组成。接头有锥形橡胶接头和螺纹接头两种, 前者可以压紧在火花塞或喷油器的孔中, 后者可以拧紧在火花塞或喷油器的螺纹孔中。与之相适应, 导管也有橡胶软导管和金属硬导管两种, 前者与螺纹接头匹配, 后者与橡胶接头匹配。单向阀用于控制压缩气体。当单向阀处于关闭位置时, 压缩气体控制在压力表内, 可保持测得的气缸压缩压力读数(保持压力表指针位置); 当单向阀打开时, 压缩空气从压力表泄入大气, 可使压力表指针回零, 以便于下次测量。

汽油机气缸压力表如图 51-1 所示, 量程通常为 $0 \sim 1.4 \times 10^3 \text{ kPa}$ 。

柴油机气缸压力表如图 51-2 所示, 结构与汽油机基本相同, 但由于柴油机压缩比大, 测量时用手按不住压力表, 故须用螺纹接头旋入喷油器孔中。柴油机气缸压力表的单位为 bar ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$)。

3. 实验原理及准备

汽车发动机气缸密封性是由活塞组、气门、气门座、气缸盖、气缸体及气缸垫等零件来保证的。在发动机使用过程中, 这些零件磨损、烧蚀、结胶或积炭, 使气缸的漏气量增加, 密封性下降, 而导致发动机的功率下降, 燃油消耗率增加, 使用寿命大大缩短。

评价气缸密封性的主要参数有: 气缸压缩压力、气缸漏气率、进气管真空度、曲轴箱窜气量等。检测时, 只要检测其中的一项或两项, 就能确定气缸密封性的好坏。

发动机气缸活塞组的技术状况正常, 气缸的密封性好, 是保证发动机气缸内压缩压力

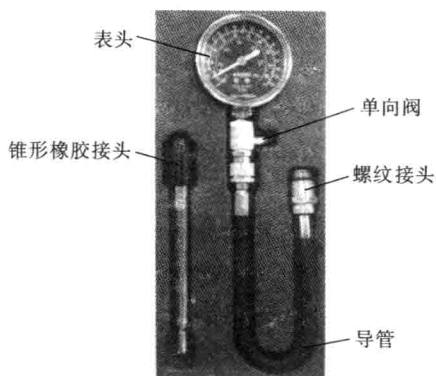


图 51-1 汽油机气缸压力表

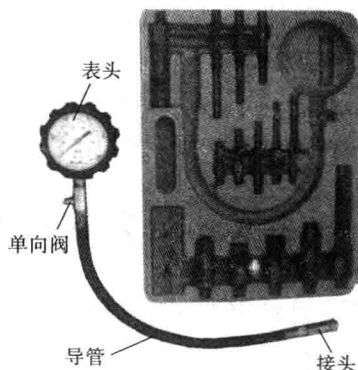


图 51-2 柴油机气缸压力表

正常的基本条件。气缸密封性差,则压缩过程中压缩空气从缸内泄漏量大,必然使气缸压缩压力降低。所以说气缸压缩压力是评价气缸密封性最为直接的指标,常用来诊断发动机性能和气缸活塞组的技术状况,并且由于所用仪器简单,测量方便而得到广泛应用。

实验准备:

- (1) 预热发动机。
- (2) 检查蓄电池充电状态。
- (3) 发动机冷却液温度达到正常工作温度时,熄火,拔去火花塞端高压线接头,充分清洁火花塞及火花塞孔凹部,拆除点火线圈中央高压线。

4. 实验课时

2 课时。

三、实验内容与方法

1. 实验内容

测试发动机各缸的压缩压力值。

2. 实验方法

发动机气缸压缩压力的检测方法如下:

- (1) 发动机应运转至正常的工作温度,水冷发动机冷却液温度为 $75 \sim 95^{\circ}\text{C}$, 机油温度为 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 拆除全部火花塞(汽油机)、喷油器(柴油机)或预热棒(柴油机),以减少曲轴转动阻力。
- (3) 拔下分电器中央电极高压线,使其可靠搭铁,以免发生电击着火,或断开油路。
- (4) 把节气门和阻风门置于全开位置,以减少空气阻力。
- (5) 把气缸压力表的锥形橡胶接头压紧在被测的火花塞或喷油器安装孔上,或把螺纹管接头拧在火花塞或喷油器安装孔上。
- (6) 用起动机带动曲轴旋转 $3 \sim 5\text{s}$, 其汽油机转速应 $\geq 130 \sim 250\text{r/min}$, 柴油机转速应 $\geq 500\text{r/min}$, 待指针稳定后读取读数,然后按下单向阀使指针回零。
- (7) 按上述方法依次检测各个气缸,每个气缸的测量次数应不少于两次,测量结果应取平均值。
- (8) 对个别指示值偏低的气缸,可向气缸内注入机油 $10 \sim 15\text{mL}$, 用起动机驱动发动

机运转 3 ~ 5s 后, 重新测试该缸的气缸压力, 进一步判断气缸密封状况。

3. 实验注意事项

- (1) 蓄电池的充电状态及起动机技术状况良好。
- (2) 发动机的冷却液温度应在规定的范围内。
- (3) 发动机的润滑条件良好。
- (4) 测量每缸压力时, 压缩行程应不少于 4 次。
- (5) 测试时, 应注意远离发动机的外部运转零件以及灼热部位, 以免造成人身损伤。
- (6) 在拆装发动机火花塞时, 应注意防止异物进入发动机内部, 造成发动机的损坏。

四、实验报告

1. 实验结果记录与整理

写出实验目的、实验原理(可以概括)、实验方法、操作步骤以及数据整理分析。
设计表格, 记录各缸多次测量数值并求平均值。

发动机型号: _____

	1 缸压缩压力	2 缸压缩压力	3 缸压缩压力	4 缸压缩压力	...
第 1 次					
第 2 次					
第 3 次					
⋮					
平均值结果分析					

2. 实验结果分析

(1) 检测标准

气缸压缩压力与发动机的压缩比有直接关系。由于发动机结构和压缩比不同, 各车型发动机气缸压缩压力的标准值也不相同。几种车型发动机气缸压缩压力标准见表 51-1。

表 51-1 发动机气缸压缩压力标准值

车 型	压缩比	气缸压力/kPa	检测压力时的转速/(r/min)
捷达	8.5	900 ~ 1200 (各缸差 < 300)	200 ~ 250
奥迪 100	8.5	800 ~ 1100 (各缸差 < 300)	200 ~ 250
桑塔纳 JV	8.5	1000 ~ 1300	200 ~ 250
桑塔纳 2000AFE	9.0	1000 ~ 1300	200 ~ 250
桑塔纳 200AJR	9.5	1000 ~ 1300	200 ~ 250
夏利 TJ7100	9.5	1029 ~ 1225	350
夏利 8A-FE	9.3	981 ~ 1370	200 ~ 250
切诺基	8.6	1068 ~ 1275 (各缸差 < 206)	200 ~ 250
广州本田雅阁	8.9	930 ~ 1230	200 ~ 250
上海别克 k46	9.0	不小于 689	200 ~ 250
北京 2020	6.6	784	200 ~ 250

根据《汽车运输业车辆技术管理规定》, 在用汽车发动机气缸压缩压力不得低于原设计发动机压缩压力标准值的 75%, 否则应该大修。根据《汽车维修质量检查评定标准发动