

# 汽车

## 发动机性能与电器

### 实验教程

(试验与检测技术)

主 编 斯海林 王志洪  
副主编 张 军 孙 庆  
主 审 邵毅明 曾祥齐



YZL10890124436



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

# 汽车发动机性能与电器实验教程

(试验与检测技术)

主 编 斯海林 王志洪  
副主编 张 军 孙 庆  
主 审 邵毅明 曾祥齐



YZLI0890124436

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内 容 提 要

本实验教程主要以汽车发动机性能试验与检测、汽车主要电器认识与检测等实验为主要内容,结合现代先进的汽车测试技术,按照“通过掌握性能检测来掌握总体技术内容”的思路,系统介绍了主要检测仪器设备原理及试验检测方法。本实验教程的编写侧重理论联系实际,避免了学生仅学理论知识的枯燥和单调,将理论学习与实验研究统一起来;同时注重创新与应用能力培养,可以有效调动学生的学习兴趣和主动性。本实验教程力图探索一种“性能、构造、影响因素、诊断参数及标准、诊断设备、诊断方法及分析一体化”的新型实验教学体系,具有较强的应用性和实践性。

本实验教程可作为汽车服务工程专业和相关专业(方向)本科生的实验教材,也可作为从事汽车销售、售后服务以及汽车维修检测等相关从业人员的实践参考书,或供汽车爱好者自学使用。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机性能与电器实验教程:试验与检测技术/  
斯海林,王志洪主编. —成都:西南交通大学出版社,  
2011.1

ISBN 978-7-5643-0959-6

I. ①汽… II. ①斯…②王… III. ①汽车—发动机—教材②汽车—发动机—电气设备—教材 IV. ①U472.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第225150号

---

## 汽车发动机性能与电器实验教程 (试验与检测技术)

主编 斯海林 王志洪

\*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 罗在伟

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段111号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都中铁二局永经堂印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸:185 mm×260 mm 印张:10.625

字数:264千字

2011年1月第1版 2011年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-0959-6

定价:18.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

# 前 言

进入 21 世纪以来,伴随国家汽车产业发展政策的调整,我国汽车产业进入健康、持续、快速发展的轨道。市场需求强劲旺盛,产销数量快速增长,新品上市步伐加快,车型品种不断丰富,民族品牌迅速崛起,初步实现国际接轨。在汽车工业大发展的同时,汽车消费主体日益多元化,广大消费者对高质量汽车服务的渴求日益凸现,汽车厂商围绕提升服务质量的竞争业已展开,市场竞争从产品、广告层面提升到服务层面,这些发展和变化直接催生并推进了一个新兴产业——汽车服务业。

汽车工业和汽车服务业的发展,使得汽车厂商和服务商对高素质的汽车服务人才的需求比以往任何时候都更为迫切,汽车服务业将人才竞争视作企业竞争制胜的关键要素。中国人事科学研究院发布的《中国人才报告》预计,到 2010 年我国专业技术人才供应总量为 4 000 万人,而需求总量为 6 000 万人。此项数据显示,专业技术人才在未来几年仍将出现供不应求的局面。预计到 2010 年,第二产业人才缺口数字最大,将达到 1 220 万人。而作为服务业的第三产业将是扩大就业岗位最多的部门,其中汽车服务人才全面紧缺。据中国汽车人才研究会的数字显示,“十一五”期间中国汽车运用维修人才缺口 80 万人。未来 5 年汽车人才全面紧缺,包括汽车研发人才、汽车营销人才、汽车维修人才和汽车管理人才等。从交通部《2015 年交通专门人才需求预测及交通教育发展战略研究》中的需求预测来看,我国从 2006—2015 年,公路交通专门人才需求量为 98 万人,其中汽车运用工程人才占 12.5%,而本科人才又占其中的 37.5%。2003 年,教育部启动了“国家技能型紧缺人才培养项目”“汽车运用与维修”是其中的项目之一。另外,汽车性能检测与故障诊断是保障汽车安全行驶、保证汽车维修质量的重要监控手段,对于促进道路运输业的发展发挥着重要作用。随着 GB 18565—2001《营运车辆综合性能要求和检验方法》和 GB 7258—2004《机动车运行安全技术条件》的实施,社会对汽车检测与维修人员的需求将不断增加。

在这种背景下,构建一个以学生为主体,以就业为导向,以创新能力和高技能型人才培养为核心的新的课程体系、教育模式与教学内容成为关键,而教材建设是最重要的一个环节。为适应目前高等教育的发展形势尤其是就业形势的需要,以重庆交通大学骨干教师、专家为主,组织召开《汽车发动机性能与电器实验教程》(试验与检测技术)教材研讨会,确定了本套教材的编写指导思想、编写计划及编写大纲。

根据人才培养方案的要求,在编写过程中注重介绍汽车发动机性能与电器试验及性能检测方法,每一实验项目都与理论教学内容密切联系又自成体系,以我国常见车型为代表又涵盖国外先进汽车技术,注重理论与实践相结合又紧密遵循生产实际。各院校可根据本学院和所处地区的实际情况进行取舍或增加其他实训内容,以提高学生和培训者在实际生产中的知识应用能力。

本实验教程紧紧围绕创新能力培养，以就业为导向，以技能训练为中心，以“更加实用、更加科学、更加新颖”为编写原则，旨在探索课堂与实验、实践的一体化，教材内容符合高校教学改革精神，适应我国汽车行业对高素质综合人才的需求，具有如下特点：

(1) 教材编写理念：融入课程教学设计新理念，以学生为主体，以老师为指导，以提高学生实践技能和创新能力为目标，理论紧密联系实际，思想性和学术性相统一。理论知识以够用为度，技能训练面向岗位需求，注重结合汽车后市场服务岗位群和维修岗位群的岗位知识和技能要求，反映了教学改革和课程建设的新成果。

(2) 教材结构体系：根据就业工作需求，采用任务驱动、项目导向的新模式构建新课程体系。理论教学与技能训练有机融合，系统性与模块化有机融合，方便不同学校、不同专业、不同实验条件剪裁选用。教材取材合适，要求恰当，深度适宜，篇幅符合各类院校的要求。

(3) 教材内容组织：精选学生终身有用的基础理论和基本知识，突出实用性、新颖性，重点介绍现代汽车检测与试验的新技术、新方法和新标准；内容安排采用实例引导的方式，以激发学生的兴趣，符合学生的认知规律。

(4) 教材编排形式：图文并茂，通俗易懂，简明实用，由浅入深，深浅适度，符合学生的心理特点。每一实验项目均结合人力资源和社会保障部职业资格考试要求，使教学与职业资格能力训练有机结合。

本实验教程主要包括十四个实验项目，由重庆交通大学斯海林、王志洪担任主编，重庆交通大学张军、孙庆担任副主编。其中，实验项目一、实验项目二、实验项目三、实验项目四、实验项目五由斯海林编写；实验项目六、实验项目七、实验项目八由王志洪编写；实验项目九、实验项目十由张军编写；实验项目十一、实验项目十二由孙庆编写；实验项目十三、实验项目十四由于勇编写。

本实验教程作为普通高等学校汽车服务工程专业和相关专业（方向）本科生的实验教材，将对教学起到促进作用。此外，本教程也可以作为汽车类专业、汽车服务业职工培训的教材或参考读物使用。

本实验教程在编写过程中参考了大量的国内外技术资料，得到了许多同行的大力支持，在此谨向所有参考资料的作者及关心支持本书编写的同志们表示感谢。由于编者水平有限，书中难免有许多不足之处，恳请各位专家、同行给予批评指正。

编者

2010年7月

# 目 录

|        |                  |     |
|--------|------------------|-----|
| 实验项目一  | 发动机速度特性实验        | 1   |
| 实验项目二  | 发动机负荷特性实验        | 7   |
| 实验项目三  | 发动机密封性检测实验       | 13  |
| 实验项目四  | 发动机点火系检测实验       | 23  |
| 实验项目五  | 柴油发动机喷油泵特性实验     | 33  |
| 实验项目六  | 发动机喷油器性能检测实验     | 40  |
| 实验项目七  | 电控汽油发动机认识与检测实验   | 48  |
| 实验项目八  | 发动机综合性能检测实验      | 71  |
| 实验项目九  | 蓄电池性能检测实验        | 84  |
| 实验项目十  | 发电机及调节器性能检测实验    | 94  |
| 实验项目十一 | 起动机性能检测实验        | 108 |
| 实验项目十二 | 一般汽车空调系统的认识与检测实验 | 119 |
| 实验项目十三 | 汽车辅助电器认识与检测实验    | 133 |
| 实验项目十四 | 汽车整车电路认识实验       | 146 |
| 参考文献   |                  | 163 |

## 实验项目一 发动机速度特性实验

### 一、实验教学组织

- (1) 集中讲授仪器、设备的结构和工作原理。
- (2) 讲解实验内容、操作步骤及注意事项。
- (3) 根据实验目的、要求进行分组。
- (4) 在教师指导下, 各组学生自己独立操作, 并对实验、检测数据进行记录。
- (5) 教师总结实验情况。

### 二、实验学时

2 学时。

### 三、实验目的

通过本次实验, 使学生进一步加深本专业所学“发动机原理”、“汽车理论”等相关课程课堂理论知识的理解, 增强感性认识。掌握汽车发动机速度特性台架试验的基本原理和方法, 提高实际动手能力, 为今后从事生产、科研打下较牢固的基础。

### 四、实验要求

- (1) 遵守实验规程, 注意设备、仪器及人身安全。
- (2) 掌握汽油发动机小时燃油消耗量、扭矩、进排气温度、机油温度及压力、冷却水温度等参数的检测方法。
- (3) 认真记录实验数据, 根据实验数据绘制汽油发动机速度特性曲线图, 并能分析实验用汽油发动机在不同工况下的经济性和动力性。
- (4) 按时完成实验报告。

### 五、实验内容

在发动机节气门开度不变的情况下, 测出实验用发动机在不同转速下的有效扭矩  $T_{tq}$ 、

有效油耗量  $b_e$ 、燃油消耗量  $B$  及排气温度  $T_r$  等参数。

## 六、实验仪器、设备

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 发动机性能实验台架（见图 1.1） | 1 台 |
| 汽油发动机             | 1 台 |
| 电源或蓄电池            | 1 台 |
| 转速表（转速传感器）        | 1 支 |
| 油耗仪               | 1 台 |
| 温度计               | 1 只 |

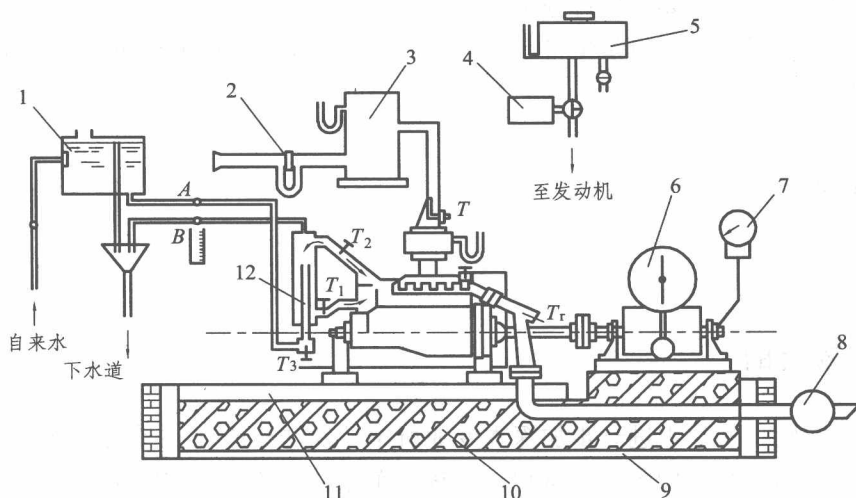


图 1.1 发动机性能实验台架简图

- 1—冷却水箱；2—空气流量计；3—稳压筒；4—量油装置；5—燃油箱；  
6—测功机；7—转速表；8—消声器；9—垫层；10—台架基础；  
11—台架底板；12—混合水箱

## 七、实验准备

- (1) 实验前，指导教师应对所有实验仪器、设备按实验要求进行标定，并准备好实验所需的油料、冷却水、辅料及调试所需的工量具。
- (2) 打开电源开关，预热发动机台架控制操作系统，使系统处于良好的工作状态。
- (3) 检查各仪器、设备连接线路是否牢固可靠。
- (4) 清除测试台架、发动机四周的障碍物。
- (5) 调整好发动机的点火装置，保证其最佳的点火提前角。



## 八、注意事项

- (1) 实验过程中, 应随时观察发动机及设备的运行情况, 发现异常应立即停车检查并及时排除。
- (2) 测量、记录数据要迅速、准确, 尽量缩短每一工况的运行时间。
- (3) 实验过程中, 应随时检查发动机油温、水温, 并及时补充发动机冷却水及台架的稳压水, 以保证实验的顺利进行。
- (4) 运行工况的调节应缓慢进行。
- (5) 实验完毕, 发动机需空转运行 5 min 之后才能停机。
- (6) 实验场所不得有明火。

## 九、实验步骤及方法

- (1) 开启控制系统电源, 对控制系统进行预热 3~5 min。
- (2) 检查冷却水泵的工作状况是否良好, 冷却循环水量、发动机机油量是否充足。
- (3) 检查发动机起动系统、点火系统线路连接情况。
- (4) 起动发动机, 并对发动机进行预热, 使发动机机油温度达到  $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$ , 出水温度应达到  $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。
- (5) 按要求调整发动机点火提前角。
- (6) 通过测功机油门执行器控制系统将发动机节气门开度大小固定在预先选定的位置上 (此时通过调整后的发动机最大转速应为额定转速的 70%)。
- (7) 选取、确定相应的工况点 (可根据实验需要而定, 一般为均匀的 8 个转速点)。
- (8) 逐渐增加发动机负荷 (也可逐渐减少发动机负荷), 使发动机转速按照所选取工况点顺序递减 (增), 为使测试数据较精确, 一般为每次递减 (增) 100~200 r/min。
- (9) 在每一个工况点稳定运行 1 min 后, 记录此时发动机转速、燃油消耗量、扭矩、排气温度、机油温度、冷却水温度等参数。
- (10) 测量燃油消耗量时, 根据国家标准, 其测量时间应大于 20 s。如测量时间小于 20 s, 则需重复测量 3 次, 取其算术平均值。

## 十、实验分析

由于汽车发动机大部分时间都是在部分负荷下进行工作的, 随着节气门开度的减小, 节流损失增大, 因进气终了的压力下降, 从而使决定充气量系数  $\phi_c$  也随之下降; 随着发动机转速的提高,  $\phi_c$  下降的速度更快。由图 1.2 可知, 当发动机转速越低, 有效扭矩  $T_{iq}$  随发动机转速的增加而下降的越快, 其最大转矩点及最大功率点均向低转速方向移动。

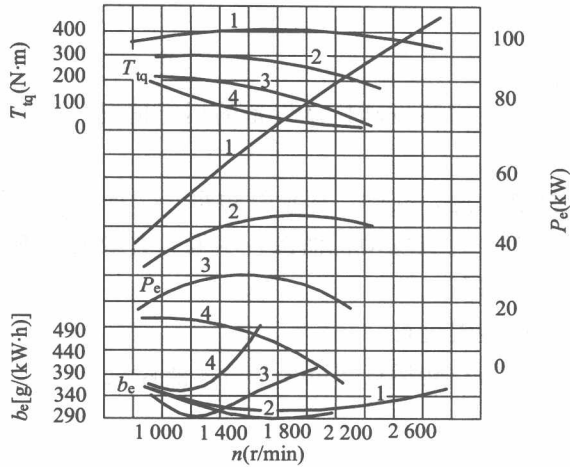


图 1.2 汽油发动机速度特性

1—全负荷；2—75% 负荷；3—50% 负荷；4—25% 负荷

## 十一、实验报告

### 实 验 报 告

姓 名\_\_\_\_\_ 班 级\_\_\_\_\_ 时 间\_\_\_\_\_ 实验地点\_\_\_\_\_

实验名称\_\_\_\_\_

发动机型号\_\_\_\_\_ 额定转速\_\_\_\_\_ 额定功率\_\_\_\_\_

环境温度\_\_\_\_\_ 进气温度\_\_\_\_\_ 燃料比重\_\_\_\_\_

仪器、设备\_\_\_\_\_ 型 号\_\_\_\_\_

#### (一) 实验目的、要求

#### (二) 实验数据记录

将实验采集的所有数据填入表 1.1 中。

表 1.1 实验数据记录表

| 进气总压  |                            | (kPa)                        |     | 速度特性实验的目的:                  |     |  |                          |                               |     | 发动机  |     | 型号                   |    |                  |  |                  |                   |  |  |
|-------|----------------------------|------------------------------|-----|-----------------------------|-----|--|--------------------------|-------------------------------|-----|------|-----|----------------------|----|------------------|--|------------------|-------------------|--|--|
| 温 度   |                            | 干球 (°C)                      |     |                             |     |  |                          |                               |     | 测功机  |     | 编号                   |    | 型号               |  |                  |                   |  |  |
|       |                            | 湿球 (°C)                      |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     | 编号                   |    | 型号               |  |                  |                   |  |  |
| 水蒸气气压 |                            | (kPa)                        |     |                             |     |  |                          |                               |     | 燃料比值 |     | (g/cm <sup>3</sup> ) |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 进气温度  |                            | (K)                          |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 校正系数  |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 序 号   | 转 速<br><i>n</i><br>(r/min) | 测 功 机 读 数<br><i>W</i><br>(N) |     | 有效功率                        |     | 有效扭矩                                     |                          | 燃油消耗量                         |     |      |     | 有效燃油消耗量              |    | 机 油 压 力<br>(kPa) | 排 气 温 度<br><i>T<sub>r</sub></i><br>(K) | 节 气 门 开 度<br>(%) | 点 火 提 前 角<br>(°C) |  |  |
|       |                            | 实 测                          | 校 正 | 实 测                         | 校 正 | 容 重 量<br>$\Delta r$<br>$\Delta W$<br>(g) | 历 时<br>$\Delta t$<br>(s) | 实 测                           | 校 正 | 实 测  | 校 正 |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
|       |                            | <i>P<sub>e</sub></i> (kW)    |     | <i>T<sub>iq</sub></i> (N·m) |     | <i>B</i> (kg/h)                          |                          | <i>b<sub>e</sub></i> (g/kW·h) |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 1     | 2                          | 3                            | 4   | 5                           | 6   | 7  | 8                        | 9                             | 10  | 11   | 12  | 13                   | 14 | 15               | 16                                     |                  |                   |  |  |
| 1     |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 2     |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 3     |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 4     |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 5     |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 6     |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 7     |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |
| 8     |                            |                              |     |                             |     |  |                          |                               |     |      |     |                      |    |                  |  |                  |                   |  |  |

(三) 实验结果分析

(1) 根据测量数据, 按下列公式计算所测各项参数值:

$$P_e = \frac{T \cdot n}{9\,550}; \quad T_{iq} = K \cdot W; \quad B = \frac{3.6\Delta W}{\Delta t}; \quad b_e = \frac{B}{P_e} \times 10^3$$

式中  $P_e$ ——发动机有效功率 (kW);

$b_e$ ——有效燃油消耗量 (g/kW·h);

$n$ ——发动机转速 (r/min);

$T_{iq}$ ——发动机有效扭矩 (N·m);

$B$ ——燃油消耗量 (kg/h);

$\Delta W$ ——油耗质量 (g);

$W$ ——测功机读数 (N);

$\Delta t$ ——燃油消耗时间 (s);

$K$ ——测功机常数。

(2) 绘制实验发动机的速度特性曲线:  $P_e=f(n)$ ;  $T_{iq}=f(n)$ ;  $B=f(n)$ ;  $b_e=f(n)$ ;  $T_r=f(n)$ , 如图 1.2 所示。图中,  $T_r$  为排气温度 (K)。

(3) 分析发动机在不同转速条件下  $T_{iq}$  与  $P_e$ ,  $T_{iq}$  与  $b_e$  等曲线之间的相互变化关系。

#### (四) 实验收获及心得

实验成绩\_\_\_\_\_ 指导教师(签名)\_\_\_\_\_ 日期\_\_\_\_\_

## 实验项目二 发动机负荷特性实验

### 一、实验教学组织

- (1) 集中讲授仪器、设备的结构和工作原理。
- (2) 讲解实验内容、注意事项及操作步骤。
- (3) 根据实验目的、要求进行分组。
- (4) 在教师指导下, 各组学生自己独立操作, 并对实验、检测数据进行记录。
- (5) 教师总结实验情况。

### 二、实验学时

2 学时。

### 三、实验目的

通过本次实验, 使学生进一步加深本专业所学“发动机原理”、“汽车理论”等相关课程课堂理论知识的理解, 增强感性认识。掌握汽车发动机负荷特性台架实验的基本原理和方法, 提高实际动手能力, 为今后从事生产、科研打下较牢固的基础。

### 四、实验要求

- (1) 遵守实验规程, 注意设备、仪器及人身安全。
- (2) 掌握汽油发动机台架实验燃油消耗量、扭矩、排气温度、机油温度及压力、冷却水温度等参数的检测方法。
- (3) 认真记录实验数据, 根据实验数据绘制汽油发动机速度特性曲线图, 并能分析实验用汽油发动机在不同工况下的经济性和动力性。
- (4) 按时完成实验报告。

### 五、实验内容

保持发动机在某一转速不变的条件下, 测出发动机不同负荷下的有效油耗量  $b_e$ 、燃油消耗量  $B$  及排气温度  $T_r$  等参数。

## 六、实验仪器、设备

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 发动机性能实验台架（见图 2.1） | 1 台 |
| 汽油发动机             | 1 台 |
| 启动电源或蓄电池          | 1 台 |
| 转速表（转速传感器）        | 1 支 |
| 油耗仪               | 1 台 |
| 温度计               | 1 支 |

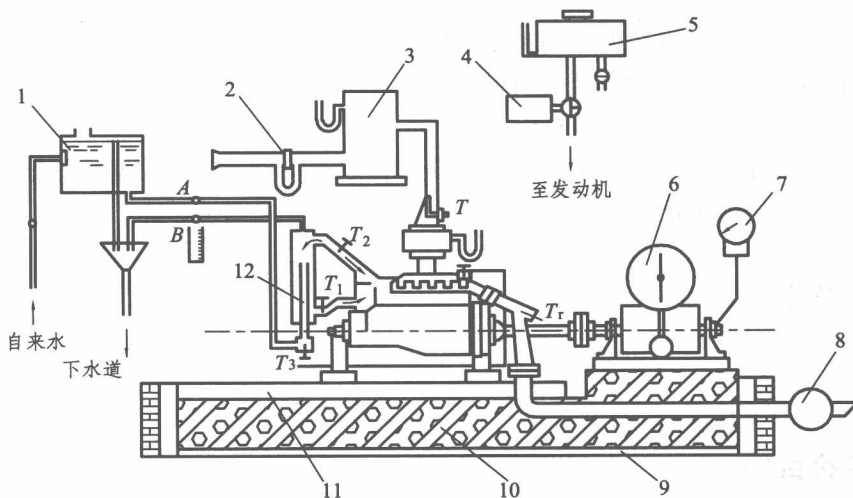


图 2.1 发动机性能实验台架简图

- 1—冷却水箱；2—空气流量计；3—稳压筒；4—量油装置；5—燃油箱；6—测功机；  
7—转速表；8—消声器；9—垫层；10—台架基础；  
11—台架底板；12—混合水箱

## 七、实验准备

- (1) 实验前，指导教师应对所有实验仪器、设备按实验要求进行标定，并准备好实验所需的油料、冷却水、辅料及调试所需的工量具。
- (2) 打开电源开关，预热发动机台架控制操作系统，使系统处于良好的工作状态。
- (3) 检查各仪器、设备连接线路是否牢固可靠。
- (4) 清除测试台架、发动机四周的障碍物。
- (5) 调整好发动机的点火装置，保证其最佳的点火提前角。

## 八、注意事项

- (1) 实验过程中，应随时观察发动机及设备的运行情况，发现异常应立即停车检查并及时排除。

- (2) 测量、记录数据要迅速、准确，尽量缩短每一工况的运行时间。
- (3) 实验过程中，应随时检查发动机油温、水温，并及时补充发动机冷却水及台架的稳压水，以保证实验顺利进行。
- (4) 运行工况的调节应缓慢进行。
- (5) 实验完毕，发动机需空转运行 5 min 之后才能停机。
- (6) 实验场所不得有明火。

## 九、实验步骤及方法

- (1) 开启控制系统电源，对控制系统进行预热 3~5 min。
- (2) 检查冷却水泵的工作状况是否良好，冷却循环水量、发动机机油量是否充足。
- (3) 检查发动机起动系统、点火系统线路连接情况。
- (4) 起动发动机，并对发动机进行预热，使发动机机油温度达到  $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，出水温度达到  $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。
- (5) 按要求调整发动机点火提前角。
- (6) 通过测功机油门执行器控制系统逐渐调节发动机节气门开度大小，使发动机转速稳定在额定转速的 50%~80%。
- (7) 选取、确定相应的实验工况点（可根据实验需要而定，一般为 8 个）。
- (8) 测试时，每一实验工况点的具体操作步骤是：
  - ① 通过测功机控制系统适量增加发动机负荷，此时发动机转速下降。
  - ② 通过测功机油门执行器控制系统逐渐调节发动机节气门开度大小（开度分别按 20%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100% 调节），使发动机仍然稳定在选定的转速上。
- (9) 在每一个工况点稳定运行 1 min 后，记录此时发动机的转速、燃油消耗量、扭矩、排气温度、机油温度及压力、冷却水温度等参数。
- (10) 测量燃油消耗量时，根据国家标准，测量时间应大于 20 s。如测量时间小于 20 s，则需重复测量 3 次，取其算术平均值。

## 十、实验分析

### 1. 燃油消耗量 $B$ 曲线变化趋势的分析

根据已学知识可知，当汽油发动机转速一定时，燃油消耗量  $B$  的多少主要取决于节气门的开度和混合气的浓度。当节气门开度由小逐渐加大时，充入气缸的混合气量逐渐增多，由于过量空气系数总体变化不大， $B$  也随之增加。在混合气变浓后， $B$  迅速增加。因此，燃油消耗量  $B$  曲线变陡，如图 2.2 所示。

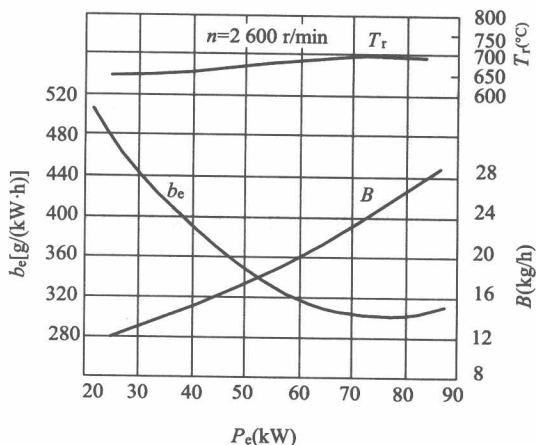


图 2.2 汽油发动机负荷特性

## 2. 有效燃油消耗量 $b_e$ 曲线变化的分析

根据已学知识可知,  $b_e$  曲线的变化取决于  $\eta_{it}$ 、 $\eta_m$  的变化。在进行发动机负荷特性实验时, 随着负荷的增加, 节气门的开度也会随着加大, 此时气缸内残余废气相对减少, 燃烧速度加快, 而且由于相对热损失减少及燃油汽化条件改善, 均可使  $\eta_{it}$  增大。当发动机转速一定, 但负荷增大时, 发动机机械损失功率  $P_m$  变化不大, 而指示功率  $P_i$  随负荷比例加大, 依次  $\eta_m = 1 - P_m / P_i$  迅速增加, 如图 2.3 所示。

在发动机空转时, 其指示功率完全消耗在内部损失上, 即  $P_i = P_m$ ,  $\eta_m = 0$ , 此时  $b_e$  为“ $\infty$ ”, 随着节气门开度的加大, 此时  $\eta_{it}$  和  $\eta_m$  同时上升, 而  $b_e$  迅速下降。在大负荷时, 由于需要较浓的混合气, 特别是当发动机处于全负荷时, 过量空气系数为 0.85~0.95, 由于燃烧不完全,  $\eta_{it}$  下降, 使  $b_e$  又重新上升。

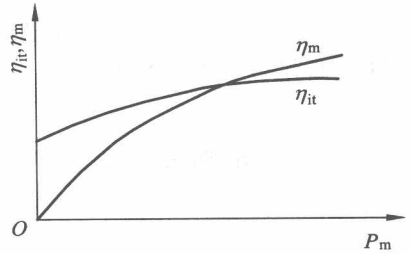


图 2.3 汽油发动机  $\eta_{it}$ 、 $\eta_m$  随负荷的变化

## 十一、实验报告

### 实 验 报 告

姓 名\_\_\_\_\_ 班 级\_\_\_\_\_ 时 间\_\_\_\_\_ 实验地点\_\_\_\_\_

实验名称\_\_\_\_\_

发动机型号\_\_\_\_\_ 额定转速\_\_\_\_\_ 额定功率\_\_\_\_\_

环境温度\_\_\_\_\_ 进气温度\_\_\_\_\_ 燃料比重\_\_\_\_\_

仪器、设备\_\_\_\_\_ 型 号\_\_\_\_\_

### (一) 实验目的、要求



(二) 实验数据记录

将实验数据记录在表 2.1 中。

表 2.1 实验数据记录表

| 进气总压   |                               | (kPa)                                    |                           | 负荷特性实验的目的： |                             |        |   |                             |                    | 发动机    |                                  | 型号     |                           |  |                              |                               |  |  |  |
|--------|-------------------------------|--|---------------------------|------------|-----------------------------|--------|---|-----------------------------|--------------------|--------|----------------------------------|--------|---------------------------|--|------------------------------|-------------------------------|--|--|--|
| 温 度    |                               | 干球 (°C)                                  |                           |            |                             |        |   |                             |                    | 测功机    |                                  | 编号     |                           | 型号   |                              |                               |  |  |  |
|        |                               | 湿球 (°C)                                  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  | 编号     |                           | 型号   |                              |                               |  |  |  |
| 水蒸气压   |                               | (kPa)                                    |                           |            |                             |        |   |                             |                    | 燃料比值   |                                  |        |                           | (g/cm <sup>3</sup> )                         |                              |                               |  |  |  |
| 进气温度   |                               | (K)                                      |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 校正系数   |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 序<br>号 | 转<br>速<br><i>n</i><br>(r/min) | 测<br>功<br>机<br>读<br>数<br><i>W</i><br>(N) | 有效功率                      |            | 有效扭矩                        |        | 燃油消耗量   |                             |                    |        | 有效燃油消耗量                          |        | 机<br>油<br>压<br>力<br>(kPa) | 排<br>气<br>温<br>度<br><i>T<sub>r</sub></i> (K) | 节<br>气<br>门<br>开<br>度<br>(%) | 点<br>火<br>提<br>前<br>角<br>(°C) |  |  |  |
|        |                               |  | 实<br>测                    | 校<br>正     | 实<br>测                      | 校<br>正 | 容<br>重<br>量<br>$\Delta r$<br>(cm <sup>3</sup> ) | 历<br>时<br>$\Delta t$<br>(s) | 实<br>测             | 校<br>正 | 实<br>测                           | 校<br>正 |                           |  |                              |                               |  |  |  |
|        |                               |  | <i>P<sub>e</sub></i> (kW) |            | <i>T<sub>iq</sub></i> (N·m) |        |   |                             | <i>B</i><br>(kg/h) |        | <i>b<sub>e</sub></i><br>(g/kW·h) |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 1      | 2                             | 3  | 4                         | 5          | 6                           | 7      | 8   | 9                           | 10                 | 11     | 12                               | 13     | 14                        | 15   | 16                           |                               |  |  |  |
| 1      |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 2      |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 3      |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 4      |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 5      |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 6      |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 7      |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |
| 8      |                               |  |                           |            |                             |        |   |                             |                    |        |                                  |        |                           |  |                              |                               |  |  |  |