

21世纪应用型人才汽车类专业规划教材

—— 实验教程系列



BORN FROM JETS

汽车检测技术

实验教程

主编 沈辉 徐礼超 / 副主编 诸鑫瑞

- ★ 紧密结合专业教材，以专项能力的培养为单元，实验项目可独立开设或综合进行。
- ★ 注重对学生技能操作能力和操作规范化的培养，突出实践教学的特点。
- ★ 紧密联系汽车行业发展现状，反映新知识、新工艺、新方法、新技术。



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

21世纪应用型人才汽车类专业规划教材

—— 实验教程系列

汽车检测技术

实验教程

主 编 沈辉 徐礼超

副主编 诸鑫瑞

中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本实验教程紧密结合高等院校及高职高专汽车类专业的教材,吸收各编写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和充分激发学生的兴趣为出发点编写而成。

本书分3章,分别为整车性能检测与诊断、发动机性能的检测、底盘性能检测,共22个实验。

本书以专项能力的培养为单元,实验项目可根据各院校具体的教学及教材要求,独立开设或综合起来进行。

本书可作为高等院校及高职高专汽车类专业的实验教材,也可作为广大汽车维修从业人员的培训指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测技术实验教程/沈辉,徐礼超主编. —北京:中国电力出版社, 2007

21世纪应用型人才汽车类专业规划教材. 实验教程系列

ISBN 978-7-5083-5847-5

I. 汽… II. ①沈… ②徐… III. 汽车-故障检测-高等学校-教材
IV. U472.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第094292号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007年8月第一版 2007年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 11.125印张 284千字

印数0001—3000册 定价20.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《21 世纪应用型人才汽车类专业规划教材——实验教程系列》

编 委 会

主 任：淮阴工学院 吴建华

副主任：青岛理工大学 王丰元

河南科技大学 周志立

扬州大学 陈靖芯

淮阴工学院 陆昌龙

主 编：淮阴工学院 司传胜

编 委：青岛理工大学 王丰元 王吉忠 阎 岩 邹旭东 于 波

河南科技大学 张 毅 周建立 张孝友 李金辉

扬州大学 陈靖芯 沈 辉 马明星

淮阴工学院 范钦满 司传胜 王庆安 余文明 郁大同

徐礼超 徐红光 王建胜

淮安信息职业技术学院 汪东明

金陵科技学院 凌秀军 诸鑫瑞

连云港交通职业技术学校 徐同华

参 考

2005年8月

前言

Preface

为了解决全国各高校及高职高专汽车类专业实验指导书短缺、不规范等问题,为更好地满足这些院校教育改革与发展的需要,为教学和培训提供更加实用、丰富的实验指导书,按照高校及高职高专汽车类专业教材的教学要求,特编写《21 世纪应用型人才汽车类专业规划教材——实验教程系列》教材。

本实验教材根据高等院校及高职高专院校培养 21 世纪应用型人才的指导思想编写,取材来源于各编写院校先进的教学方法和实践教学经验的总结,以最大限度地满足教学要求和充分激发学生的兴趣为出发点设置实验内容,使本教材更适合各院校的实践教学。

本实验教材在编写上,具有如下特点:

- (1) 紧密结合高等院校及高职高专汽车类专业的教材,以专项能力的培养为单元,即实验项目可根据具体教学及教材要求,独立开设或综合起来进行,形式灵活,适用面广。
- (2) 注重对学生技能操作能力和操作规范化的培养,突出实践教学的特点。
- (3) 紧密联系我国现代汽车业的发展现状,反映新知识、新工艺、新方法、新技术。
- (4) 编写人员来自本科与高职高专院校从事一线实践教学工作的老师,综合了这几类院校实验课的优势,避免了不足,使本教材具有更好的可操作性和广泛的适用性。

本系列书包括:《汽车电器与电控系统实验教程》、《汽车理论与运用实验教程》、《汽车构造与拆装实验教程》、《汽车服务工程实训指导》、《汽车故障诊断与维修实验教程》、《车用单片机系统实验教程》、《汽车检测技术实验教程》、《发动机原理实验教程》、《汽车设计课程设计指导书》。

《汽车检测技术实验教程》是本系列书之一,主要包含整车检测、发动机检测和底盘检测三部分实验内容,每个实验项目均详细介绍了实验目的与要求、实验仪器与设备、实验技术标准与规范、实验内容与操作步骤、实验结果整理与分析,突出实验的可操作性与实用性,本教程内容丰富,图文并茂,通俗易懂。

本书由扬州大学沈辉老师、淮阴工学院徐礼超老师任主编,金陵科技学院诸鑫瑞老师任副主编。沈辉老师编写了本书第一章内容,徐礼超老师编写了第二章与第三章内容;诸鑫瑞老师参与了部分章节的编写工作。

本书在编写过程中,得到了扬州大学机械学院和淮阴工学院交通系领导和老师的大力支持,在此谨向这些关心和支持本书编写工作的同志表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不足和错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2007 年 8 月

Contents

目 录

前言

第1章 整车性能检测与诊断	1
实验1 整车输出功率的测定	1
实验2 汽油车排气污染物的测定	10
实验3 柴油车自由加速烟度的测量	16
实验4 车速表的检验	19
实验5 汽车前照灯检测	23
实验6 汽车噪声的测定	38
实验7 汽车异响的测定	43
实验8 汽车密封性测定	49
第2章 发动机性能检测	56
实验9 发动机功率的检测	56
实验10 发动机油耗的检测	63
实验11 发动机气缸密封性的检测	72
实验12 发动机起动系性能的检测	81
实验13 发动机点火系的检测	84
实验14 发动机燃油供给系的检测	98
实验15 发动机润滑系的检测	111
实验16 发动机冷却系的检测	119
第3章 底盘性能检测	123
实验17 传动系的检测	123
实验18 汽车转向系的检测	129
实验19 汽车制动系的检测	133
实验20 汽车行驶系的检测	147
实验21 轿车车轮定位的检测	153
实验22 车轮平衡度的检测	166
附录 实验报告样例	172

第1章 整车性能检测与诊断

实验1 整车输出功率的测定

实验目的及要求

实验目的

- (1) 测定整车输出功率。
- (2) 测定传动系统的传动效率。
- (3) 掌握底盘测功试验台的工作原理和测功方法。

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，答辩。

实验预习及准备

整车输出功率的测定是汽车综合性能检测的必检项目。汽车整车的输出功率（即驱动轮输出功率）是评价汽车技术状况的基本参数之一。检测汽车整车的输出功率，是为了获得汽车驱动轮的输出功率或牵引力，以评价汽车的动力性，也可以用测得的驱动轮输出功率与发动机输出功率进行对比，求出传动系统的传动效率，以判定底盘传动系的技术状况。

汽车整车的输出功率的室内试验具有周期短、节省人力、精度高等特点。

实验原理

汽车整车输出功率室内检测如图 1-1 所示。主要检测设备是底盘测功试验台。

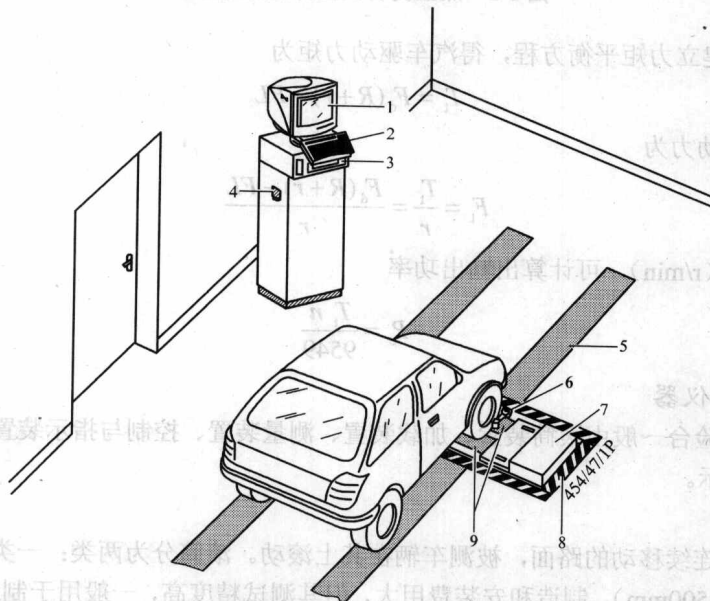


图 1-1 汽车整车输出功率室内检测

1—显示器；2—操控键盘；3—工控主机；4—电源开关；5—导向线；6—滚筒；7—罩盖；8—安全线；9—举升器

底盘测功试验台又称底盘测功机，是一种不解体检验汽车性能的检测设备，它通过在室内台架上的汽车，模拟道路行驶工况的方法来检测汽车的动力性，同时还可以测量多工况排放指标及油耗，能方便地进行汽车的加载调试和诊断汽车在负载条件下出现的故障等。由于汽车底盘测功机在试验时能控制试验条件，使周围环境影响减至最小，同时通过功率吸收加载装置来模拟道路行驶阻力，控制行驶状况，故能进行符合实际的复杂循环试验，因而得到广泛应用。

底盘测功试验台的测量原理如图 1-2 所示，由具有加载装置的滚筒表面代替路面，滚筒相对于汽车做旋转运动，从而带动汽车驱动轮旋转。底盘测功试验台具有加载装置，通过加载装置可以模拟汽车在道路上行驶时的各种阻力（图 1-2 中的测力计 F 和 F_d ），再现汽车行驶中的各种工况，从而测定汽车在各种转速下驱动轮上的输出功率或牵引力。

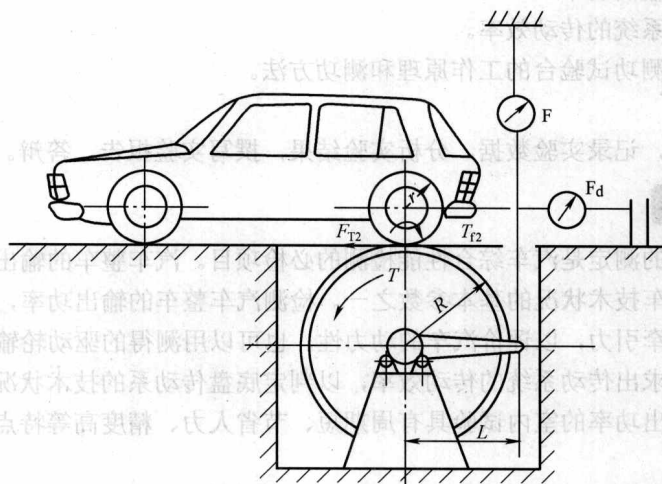


图 1-2 底盘测功试验台的测量原理

由图 1-2 中建立力矩平衡方程，得汽车驱动力矩为

$$T_t = F_d(R+r) - FL \quad (1-1)$$

从而可得汽车驱动力为

$$F_t = \frac{T_t}{r} = \frac{F_d(R+r) - FL}{r} \quad (1-2)$$

测得转鼓转速 n (r/min)，可计算出输出功率

$$P_e = \frac{T_t n}{9549} \quad (1-3)$$

❏ 实验设备及仪器

底盘测功试验台一般由滚筒装置、加载装置、测量装置、控制与指示装置和辅助装置等组成，如图 1-3 所示。

1. 滚筒装置

滚筒相当于连续移动的路面，被测车辆在其上滚动。滚筒分为两类：一类是单滚筒，滚筒直径大（1500~2500mm），制造和安装费用大，但其测试精度高，一般用于制造厂和科研单位；另一类是双滚筒，滚筒直径小（180~500mm），设备成本低，使用方便，但测试精度较差，一般用于汽车维修行业及汽车检测线、站。滚筒的结构形式如图 1-4 所示。

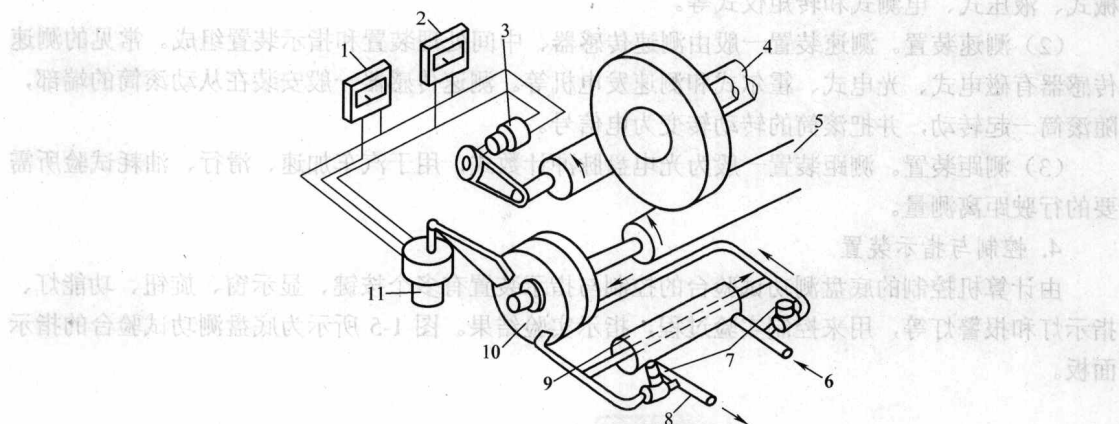


图 1-3 底盘测功试验台结构示意图

- 1—功率表；2—车速表；3—测速发动机；4—从动滚筒；
5—主动滚筒；6—进水管；7—电磁阀；8—排水管；
9—热交换器；10—功率吸收装置；11—转矩传感器

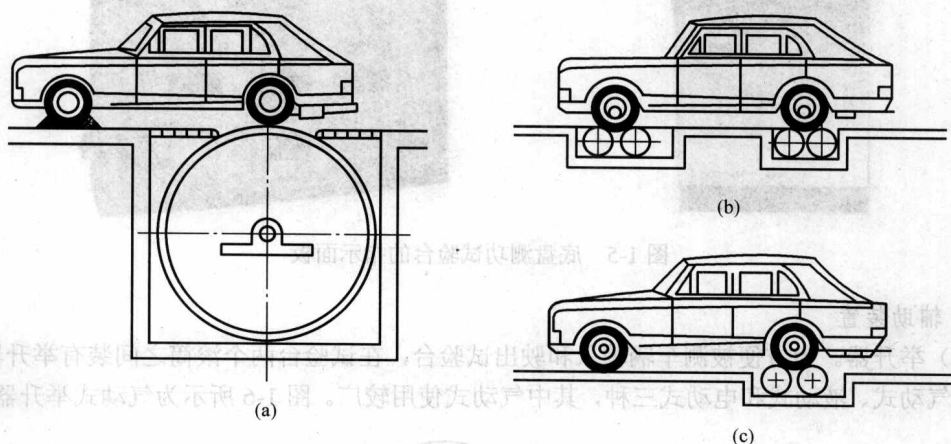


图 1-4 滚筒装置的结构形式

- (a) 大直径滚筒；(b) 前后轮双滚筒；(c) 后轮双滚筒

2. 加载装置

加载装置用来吸收和测量驱动轮上的输出功率，亦称测功器。测功器的类型有水力测功器、电力测功器和电涡流测功器等。水力测功器可控性差；电力测功器可用于反拖式底盘测功机，但制造成本高；电涡流测功器测试范围广，结构紧凑，耗电量小，易于实现自动控制，且造价适中，故应用较广。

3. 测量装置

测量装置包括测力装置、测速装置、测距装置和功率指示装置等。

(1) 测力装置。测功器的转子与定子之间的制动力矩由与定子相连的测力臂传给测力装置，然后由仪表指示数值，该指示值即为驱动轮上的驱动力。根据测量原理的不同，测力装置有机

Note

械式、液压式、电测式和转矩仪式等。

(2) 测速装置。测速装置一般由测速传感器、中间处理装置和指示装置组成。常见的测速传感器有磁电式、光电式、霍尔式和测速发电机等。测速传感器一般安装在从动滚筒的端部，随滚筒一起转动，并把滚筒的转动转变为电信号。

(3) 测距装置。测距装置一般为光电盘脉冲计数式，用于汽车加速、滑行、油耗试验所需要的行驶距离测量。

4. 控制与指示装置

由计算机控制的底盘测功试验台的控制与指示装置有多个按键、显示窗、旋钮、功能灯、指示灯和报警灯等，用来控制实验过程，指示实验结果。图 1-5 所示为底盘测功试验台的指示面板。

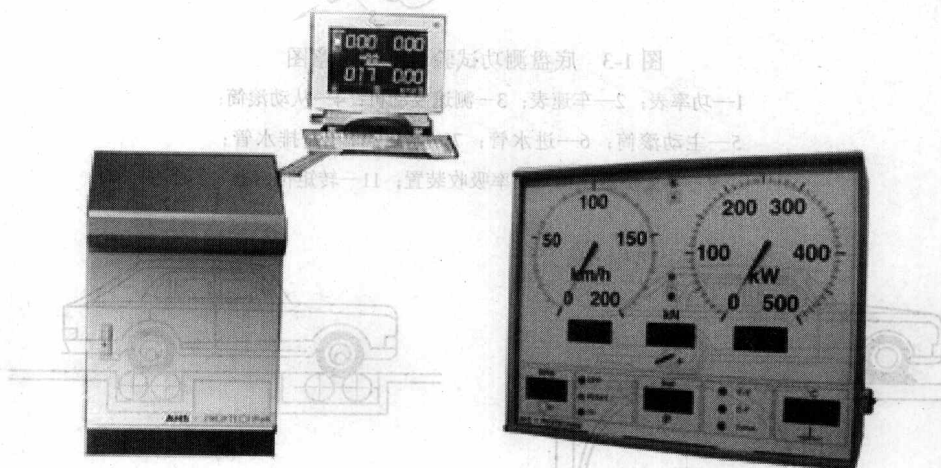


图 1-5 底盘测功试验台的指示面板

5. 辅助装置

(1) 举升器。为方便被测车辆驶入和驶出试验台，在试验台两个滚筒之间装有举升器。举升器有气动式、液动式和电动式三种，其中气动式使用较广。图 1-6 所示为气动式举升器结构。

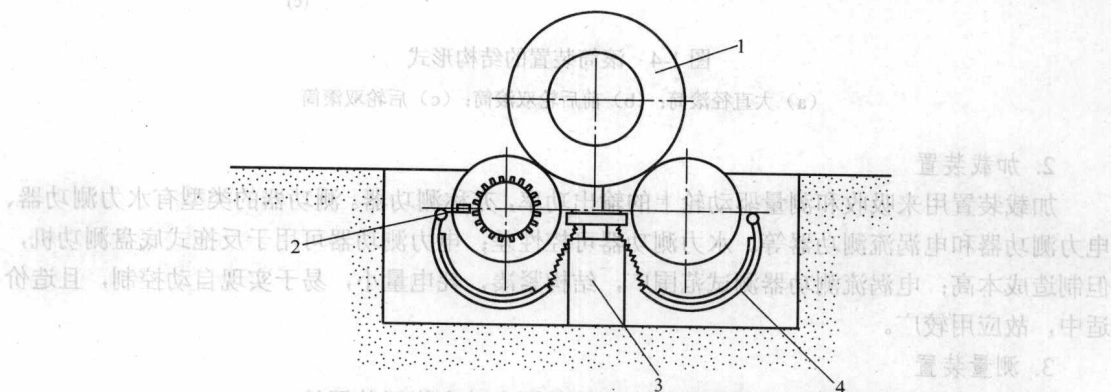


图 1-6 气动式举升器结构

1—车轮；2—滚筒转速传感器；3—举升器；4—滚筒制动器

(2) 移动式风冷装置。由于汽车在底盘测功试验台测试时并不发生位移, 缺少迎风冷却, 会导致发动机冷却系的散热速度相对不足, 特别是进行长时间大负载、全负载试验时, 发动机易过热, 为此, 在试验台设有移动式风冷装置, 以加强冷却。

(3) 惯性模拟装置。在进行汽车性能试验时, 为模拟汽车惯性质量的影响, 试验台旋转质量的动能应与汽车在道路上行驶的动能相等, 因此在底盘测功试验台的传动系统上装有飞轮, 如图 1-7 所示。飞轮可以通过离合器直接与主动滚筒相连。

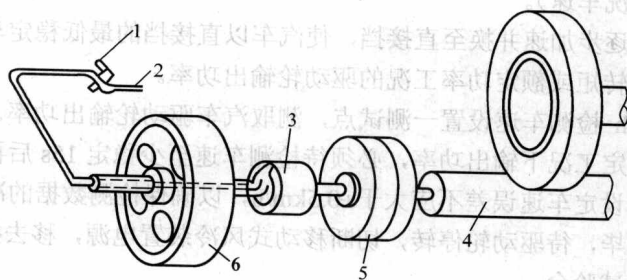


图 1-7 带飞轮的底盘测功试验台

1—离合器调节阀; 2—压缩空气管; 3—气压传动离合器;

4—主动滚筒; 5—功率吸收装置; 6—飞轮

实验技术标准及规范

汽车动力性台架实验技术标准及规范应遵循 GB/T 18276—2000《汽车动力性台架试验方法和评价指标》的有关要求。

实验课时

本实验 2 课时。

实验内容及方法

底盘测功试验台的准备

- (1) 检查调整底盘测功试验台各部件, 补充润滑油。
- (2) 检查举升器有无漏气(油)现象, 工作是否正常。
- (3) 检查指示仪表指针是否归零, 注意指针的回位情况。
- (4) 检查各连接导线是否连接可靠。

被检测车辆的准备

- (1) 被检车辆测试前应处于热车状态, 检测过程中受检车辆的发动机冷却液出口温度应控制在 $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$, 必要时可设置外加风扇向汽车发动机吹拂降温, 以确保检测结果可靠。
- (2) 按 GB/T 18276—2000 规定, 检测前检查受检汽车空气滤清器, 需按时更换空气滤清器滤芯, 以排除因空滤器滤芯堵塞而降低充气效率, 减小发动机功率。
- (3) 检查轮胎胎压, 使之达到制造厂的规定值。轮胎花纹深度必须符合车辆使用手册的要求, 一般不得小于 1.6mm。胎面、胎壁不得有暴露出轮胎帘布层的破裂和割伤。
- (4) 检查动力传动路线有无连接松脱。
- (5) 车辆为空载, 以简化检测作业。
- (6) 所用燃料和润滑油必须符合车辆生产厂技术条件的规定, 以保证受检车辆运转条件与

Note

同型号新车一致, 才可将测得的驱动轮输出功率与新车的额定值进行比较。

实验步骤

- (1) 打开底盘测功试验台电源开关, 调整功率表换挡开关置相应挡位。
- (2) 升起举升器托板, 使被测车辆的驱动轮与滚筒垂直停放在托板上。
- (3) 降下举升器托板, 用挡块抵住试验台的一对车轮, 接通移动式风冷装置电源。
- (4) 受检车的型号按 GB/T 18276—2000 的规定设定检测车速, 见表 1-1 (额定转矩检测工况或额定功率检测工况车速)。
- (5) 起动汽车, 逐步加速并换至直接挡, 使汽车以直接挡的最低稳定车速运转, 将加速踏板踩到底, 测定额定转矩或额定功率工况的驱动轮输出功率。
- (6) 以每 10km/h 检测车速设置一测试点, 测取汽车驱动轮输出功率。为使测取的驱动轮输出功率是发动机稳定工况下输出功率, 必须待检测车速至少稳定 15s 后再取值。
- (7) 实测车速与设定车速误差不应大于 $\pm 0.5\text{km/h}$, 以确保检测数据的准确、可靠。
- (8) 全部测试完毕, 待驱动轮停转, 切断移动式风冷装置电源, 移去挡块, 升起举升器托板, 将被测车辆驶出试验台。
- (9) 切断底盘测功试验台电源, 合上罩盖板。

实验结果分析

检测的数据处理

按发动机外特性 (功率) 测试汽车驱动轮输出功率, 从最低稳定检测车速至与发动机额定功率转速对应的检测车速 (额定功率车速) 区间, 至少应设置 6 个测试点。有的底盘测功机测试 3~4 个速度点后, 即可显示、打印出驱动轮输出功率的特性曲线 (功率)。由于测试点太少, 所显示的驱动轮输出功率特性曲线与实际的相差很大, 最大功率点与实际不符。这样的特性曲线用来评价车辆动力性状况, 其可靠性甚差, 但特性曲线外观与发动机外特性曲线 (功率) 相似, 很能迷惑人, 使之信以为真。这种特性曲线是通过测试取得两三个数据后, 用经验公式靠计算机算出来的, 不可信, 也不可取。

对于读数异常的测试点, 可重复测试。

记录测试时环境状态各参数值。

将测得的受检汽车驱动轮输出功率校正为标准大气状态的输出功率。

驱动轮输出功率的校正

汽车使用手册中提供的额定功率 (最大功率) 和额定转矩 (最大转矩) 均是指发动机在标准环境状态和规定的额定转速下输出的功率和转矩。标准环境状态是, 大气压力 $p_0 = 100\text{kPa}$; 相对湿度 $\phi_0 = 30\%$; 环境温度 $T_0 = 298\text{K}$ (25°C)。

由于实际测试环境状态与标准环境状态差别较大, 使得同一辆汽车在不同的测试环境下驱动轮的输出功率将明显不同。如: 在高原、热带和寒带地区工作时, 汽车发动机功率显著下降, 同一辆汽车在冬季和夏季发动机性能也差别明显, 如以实测汽车驱动轮输出功率与额定输出功率比较就会导致错误的检测结论。为此, 必须将实测驱动轮输出功率校正为标准环境状态下的功率, 即使其转换为与额定功率相同的环境状态下的功率, 然后再与额定输出功率进行比较, 这样就可避免误判, 保证动力性检测作业的公正性和科学性。

实测环境状态下的输出功率校正为标准环境状态下的输出功率, 是采用校正系数的方法解决, 即

Note

$$P_0 = \alpha \times P \tag{1-4}$$

式中 P_0 ——校正功率（即标准环境状态下的功率），kW；

α ——校正系数（汽油车 α_a ；柴油车 α_d ）

P ——实测功率，kW。

汽油车驱动轮输出功率的校正系数（ α_a ）可用算法或查表法求得。

α_a 的计算法为

$$\alpha_a = (99 / p_s)^{1.2} \times (T / 298)^{0.6} \tag{1-5}$$

式中 T ——测试时的环境温度，K；

p_s ——测试时的干空气气压，kPa。

式中的 99（kPa）为标准环境状态下的干空气气压，298（K）为标准环境状态下的环境温度。测试环境的干空气气压（ p_s ）可据下式计算

$$p_s = p - \phi \times p_{sw} \tag{1-6}$$

式中 p ——测试环境状态下的大气压，kPa；

ϕ ——测试环境状态下的相对湿度，%；

p_{sw} ——测试环境状态下的饱和蒸气压，kPa。

式（1-6）中的 $\phi \times p_{sw}$ 亦可从表 1-2 查得。

表 1-1 汽车驱动轮输出功率的限值

汽车类别	汽车型号		额定扭矩工况		额定功率工况	
			直接挡检测车速 v_M (km/h)	校正驱动轮输出功率/额定扭矩功率的限值 η_{Ma} (%)	直接挡检测速度 v_P (km/h)	校正驱动轮输出功率/额定功率的限值 η_{Pa} (%)
载货汽车	1010、1020 系列	汽油车	60	50	90	40
	1030、1040 系列	汽油车	60	50	90	40
		柴油车	55	50	90	45
	1050、1060 系列	汽油车	60	50	90	40
		柴油车	50	50	80	45
	1070、1080 系列	柴油车	50	50	80	45
	1090 系列	汽油车	40	50	80	45
		柴油车	55	50	80	45
	1100、1110、1120、1130 系列	柴油车	50	45	80	40
	1140、1150、1160 系列	柴油车	50	50	80	40
半挂列车	1170、1190 系列	柴油车	55	50	80	40
		柴油车	55	50	80	40
	10t 半挂列车系列	汽油车	40	50	80	45
		柴油车	50	50	80	45
	15、20t 半挂列车系列	柴油车	45	45	70	40
	25t 半挂列车系列	柴油车	45	50	75	40

Note

续表

汽车类别	汽车型号		额定扭矩工况		额定功率工况	
			直接挡检测车速 v_M (km/h)	校正驱动轮输出功率/额定扭矩功率的限值 η_{Ma} (%)	直接挡检测速度 v_P (km/h)	校正驱动轮输出功率/额定功率的限值 η_{Pa} (%)
客车	6600 系列	汽油车	60	45	85	35
		柴油车	45	50	75	40
	6700 系列	汽油车	50	40	80	35
		柴油车	55	45	75	35
	6800 系列	汽油车	40	40	85	35
		柴油车	45	45	75	35
	6900 系列	汽油车	40	40	85	35
		柴油车	60	45	85	35
	6100 系列	汽油车	40	40	85	35
		柴油车	40	45	85	35
	6110 系列	汽油车	40	40	85	35
		柴油车	55	45	80	35
	6120 系列	柴油车	60	40	90	35
轿车	夏利、富康		95/65 ^①	40/35 ^①	—	—
	桑塔纳		95/65 ^①	45/40 ^①	—	—

注 5010~5040 系列厢式货车和罐式货车驱动轮输出功率的允许值按同系列普通货车的允许值下调 2%；其他系列厢式货车和罐式货车驱动轮输出功率的允许值按同系列普通货车的允许值下调 4%。

- ① 半挂列车是按载质量分类。
- ② 为汽车变速挡使用三挡时的参数值。

表 1-2 不同湿度和温度下的 $\phi \times p_{sw}$ 值

T (°C)	ϕ				
	1	0.8	0.6	0.4	0.2
	$\phi \times p_{sw}$ (kPa)				
-10	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
-5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2
0	0.6	0.5	0.4	0.1	0.2
5	0.9	0.7	0.5	0.2	0.4
10	1.2	1.0	0.7	0.2	0.5
15	1.7	1.4	1.0	0.7	0.5
20	2.3	1.9	1.4	0.9	0.5
25	3.2	2.5	1.9	1.3	0.6
27	3.6	2.9	2.1	1.4	0.7
30	4.2	3.4	2.5	1.7	0.9

续表

T (°C)	ϕ				
	1	0.8	0.6	0.4	0.2
	$\phi \times p_{sw} \text{ (kPa)}$				
32	4.8	3.8	2.9	1.9	1.0
34	5.3	4.3	3.2	2.1	1.1
36	6.0	4.8	3.6	2.6	1.2
38	6.6	5.3	4.0	2.7	1.3
40	7.4	5.9	4.4	3.2	1.5
42	8.2	6.6	4.9	3.3	1.6
44	9.1	7.3	5.5	3.6	1.8
46	10.1	8.1	6.1	4.0	2.0
48	11.2	8.9	6.7	4.5	2.2
50	12.3	9.9	7.4	4.9	2.5

求 α_a 的计算题例。设在大气压 $p=98\text{kPa}$ ，温度 $T=303\text{K}$ ，相对湿度 $\phi=0.8$ （80%）的测试环境状态下，测得某EQ1092F汽油车驱动轮输出功率 P_s 为64kW，求汽车驱动轮在标准环境状态下的输出功率。

$$\begin{aligned} \text{由式 (1-5)} \quad \alpha_a &= (99/P_s)^{1.2} \times (T/298)^{0.6} \\ &= [99/(p-\phi \times p_{sw})]^{1.2} \times (T/298)^{0.6} \end{aligned}$$

由表1-2查得，在 $T=303\text{K}$ （30℃）， $\phi=0.8$ 时， $\phi \times p_{sw}=3.4\text{kPa}$ 。

$$\alpha_a = [(99/98-3.4)]^{1.2} \times (303/298)^{0.6}$$

$$\begin{aligned} \text{所以} \quad \alpha_a &= (1.047)^{1.2} \times (1.017)^{0.6} \\ &= 1.068 \end{aligned}$$

$$\text{所以} \quad P_0 = \alpha_a \times P_s = 1.068 \times 64 = 68.352 \text{ (kW)}$$

由算例可见，在图例中给定的测试环境状态下，驱动轮输出功率较标准环境状态少4.35kW，降低了6.3%。若不将测得的驱动轮输出功率校正为标准环境状态下的功率，就可能将合格车判为不合格。

底盘测功机显示的数值，是功率吸收装置的吸收功率的数值，在处理检测结果的数据时，必须增加汽车在滚筒上滚动阻力消耗的功率、台架机械阻力消耗的功率及风冷式功率吸收装置的风扇所消耗的功率，其计算式应为

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \quad (1-7)$$

式中 P_1 ——电涡流测功器测得的功率；

P_2 ——车轮在滚筒上滚动的损失功率；

P_3 ——风冷式功率吸收装置冷却风扇所消耗的功率。

实验报告

格式参见附录。

实验2 汽油车排气污染物的测定

实验目的及要求

实验目的

- (1) 测定汽油车排气污染物。
- (2) 掌握测量仪器的工作原理和测量方法。

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，答辩。

实验预习及准备

随着汽车保有量的迅速增加，汽车排放污染物造成的环境污染情况正变得越来越严重，对汽车排放污染物的监控与防治已到了刻不容缓的地步。汽车排放的污染物主要有：一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化合物（NO_x）、微粒物（由炭烟、重金属氧化物和烟灰等组成）和硫化物等。这些污染物由汽车的排气管、曲轴箱和燃油系统排出，分别称为排放污染物（又称排气）、曲轴箱污染物和燃油蒸发污染物。此外还有含氯氟烃（CFCI）、硫（S）和二氧化碳（CO₂）等各种有害成分，直接或间接危害人类的健康。要搞好汽车排放污染物的监控与防治，首先必须做好检测工作。

汽油车的怠速

汽油车怠速工况分为，正常怠速和高怠速两种。正常怠速指发动机无负载运转状态，即离合器处于接合位置、变速器处于空挡位置（对于自动变速箱的车应处于“停车”或“P”挡位）、油门踏板处于完全松开位置。高怠速工况指满足上述（除最后一项）条件，用油门踏板将发动机转速稳定控制在50%额定转速或制造厂技术文件中规定的高怠速转速时的工况。GB 18285—2005《点燃式发动机汽车排气污染物排放限及测量方法（双怠速法及简易工况法）》标准中将轻型汽车的高怠速转速规定为（2500±100）r/min，重型车的高怠速转速规定为（1800±100）r/min。

实验原理

汽车排气中的CO、HC、NO和CO₂等气体，都分别具有吸收一定波长范围红外线的性质，如图1-8所示，而且红外线被吸收的程度与排气浓度之间有一定的关系。不分光红外线分析法就是利用这一原理，即根据检测红外线被汽车排气吸收一定波长范围红外线后能量的变化，来检测排气中各种污染物的含量。在各种气体混在一起的情况下，这种检测方法具有测量值不受混合影响的特点。

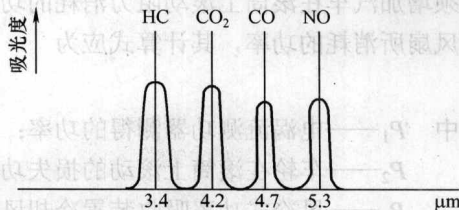


图1-8 不同气体吸收红外线情况

实验设备及仪器

不分光红外线四气分析仪是一种基于不分光红外线分析法检测原理，能够从汽车排气管中采集气样，对汽油车排放污染物成分（CO、HC、CO₂、O₂）与含量进行连续测量的仪器。不同厂家生产的四气分析仪虽然结构不尽相同，但其

检测原理是一致的。这里以 NHA-400 型废气分析仪为例加以详细说明。

NHA-400 型废气分析仪由仪器本体、取样探头、取样管、前置滤清器、短导管等组成,如图 1-9 所示。采用不分光红外线吸收法原理检测汽油车排气中 CO 、 HC 、 CO_2 的浓度,采用电化学电池原理检测排气中 O_2 的浓度,并可根据四气测得成分计算过量空气系数 λ 。汽车排气在分析仪内流动路线如图 1-10 所示。

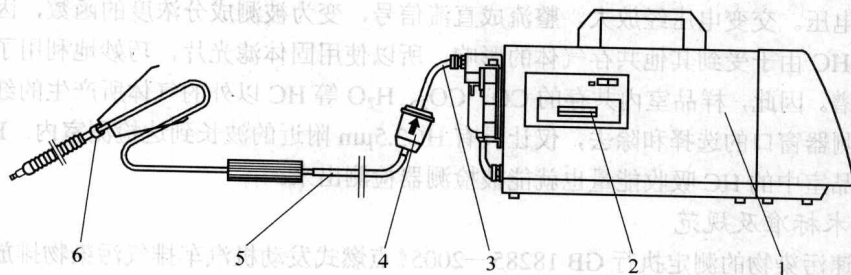


图 1-9 NHA-400 型四气分析仪的组成

1—仪器本体; 2—微型打印机; 3—短导管; 4—前置滤清器; 5—取样管; 6—取样探头

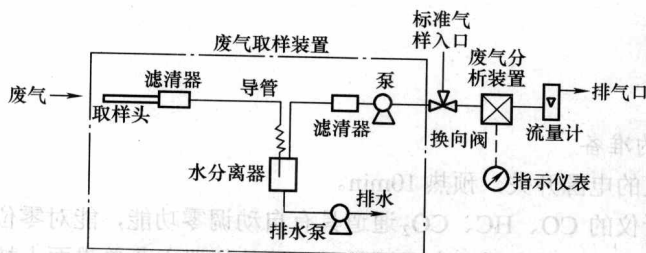


图 1-10 汽车排气在分析仪内流动路线

此外,仪器还配备感应式转速传感器和温度传感器,可在检测汽车排气的同时监测发动机的转速和润滑油的温度。

该分析仪仪器本体中的排气分析部分主要由红外线光源,测量室(测定室,比较室),回转扇片和检测器构成,如图 1-11 所示。从采集部分输送来的多种气体共存在排气中,通过不分光红外线分析部分测定气体(CO 、 HC 、 CO_2)的浓度,用电信号将其输送到浓度指示部分。

工作原理:由两个红外线光源发出两组分开的射线被两旋转扇片同相地遮断,从而形成射线脉冲,射线脉冲经滤清室、测量室而进入检测室,测量室由两个腔室组成,一个是比较器,另一个是测定室。比较室中充有不吸收红外线的氮气,使射线能顺利通过。测定室中连续填充被测试的排气,排气中 CO 含量越高,被吸收的红外线就越多。检测室由容积相等的左右两个腔室组成,

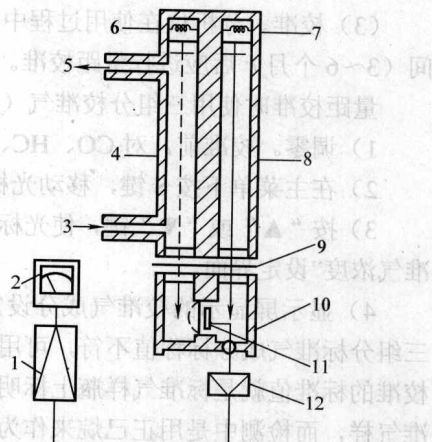


图 1-11 不分光红外线气体分析仪排气分析部分结构原理图

1—主放大器; 2—指示仪表; 3—废气入口;
4—测量气样室; 5—排气口; 6、7—红外线光源;
8—标准气样室; 9—旋转扇轮; 10—测量室;
11—电容微音器; 12—前置放大器