



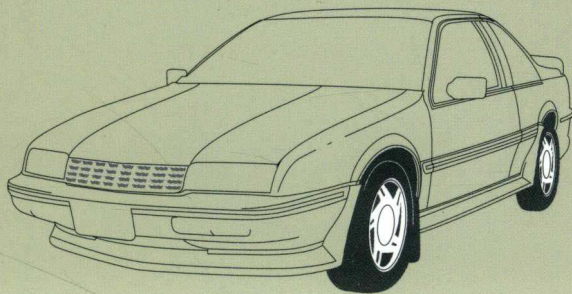
普通高等教育“十三五”规划教材

普通高等院校汽车工程类规划教材

汽车综合创新 实验教程

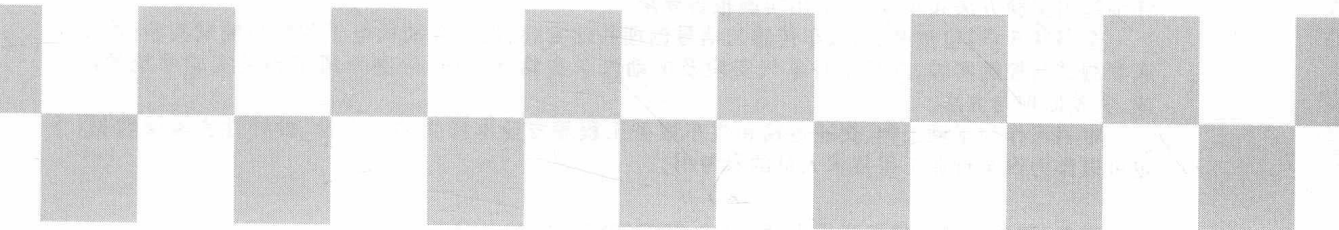
魏民祥 主编

林 棻 石志伟 陈国平 张开友 周 冠 副主编



清华大学出版社

普通高等院校汽车工程类规划教材



汽车综合创新 实验教程

魏民祥 主编

林 棻 石志伟 陈国平 张开友 周 冠 副主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以汽车整车性能、重要总成和系统等实验为主要内容,提供汽车创新性、综合性的实验原理、实验内容和方法步骤等方面的指导,详细介绍测试与控制仪器设备的组成,系统分析实验原理,详细给出实验方法和步骤,并提出实验报告要求。

全书共6章,包括概述、汽车传感与信号调理基础实验、汽车发动机电子控制与测试实验、汽车底盘测试与控制实验、汽车车身电气实验及电动汽车实验等方面,分别介绍了相关实验系统的组成、实验原理与方法。

本书可作为车辆工程、交通运输和汽车服务工程等专业本科生的综合性、设计性实验课教材,也可以作为汽车行业工程技术人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车综合创新实验教程/魏民祥主编. —北京:清华大学出版社,2018

(普通高等院校汽车工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-51921-8

I. ①汽… II. ①魏… III. ①汽车—高等学校—教材 IV. ①U46

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第288548号

责任编辑:许 龙

封面设计:傅瑞学

责任校对:王淑云

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×230mm 印 张:7.25

字 数:99千字

版 次:2018年11月第1版

印 次:2018年11月第1次印刷

定 价:26.00元

产品编号:078544-01

前言

本教程主要针对车辆工程专业本科学生的培养目标,特别是“卓越工程师计划”培养方案,需求的创新性、综合性实验教学环节,拟强化工程实践能力、综合分析解决问题的能力培养,提高人才培养质量。

本教程覆盖汽车实验学、汽车综合实验、汽车理论、汽车发动机原理、汽车电子控制技术、汽车电气技术、电动汽车技术等课程。其中,第2章汽车传感与信号调理基础实验,包括信号调理电路设计与实验、压力测量与标定实验、多传感器转速测量及标定实验;第3章汽车发动机电子控制与测试实验,包括内燃机台架性能综合测试实验、发动机燃油喷射控制研究性实验、电子点火控制与能量测试综合实验、电子节气门位置测量与控制设计实验、电控发动机故障诊断综合实验;第4章汽车底盘测试与控制实验,包括汽车制动性能台架综合实验、汽车自动防抱死系统综合控制实验、ABS/EBD/ESP系统综合实验、汽车电子空气悬架实验、汽车道路综合性能试验、汽车底盘测功实验;第5章汽车车身电气实验,包括汽车照明电路设计实验、汽车车灯CAN总线设计性实验;第6章电动汽车实验,包括纯电动汽车动力系统认知与演示实验、电动车半物理仿真控制实验、纯电动车电池管理实验。

本教程内容新颖,在车辆工程传统实验内容基础上,增添了电动汽车技术实验内容。同时,结合作者的科研成果,自制多台实验设备和仪器,增添了大量特色实验,包括信号调理电路设计与实验、发动机燃油喷射控制研究性实验、电子点火

控制与能量测试综合实验、汽车车灯 CAN 总线设计性实验、电动车半物理仿真控制实验等,以增强学生科研素养,提高学生动手能力以及分析问题解决问题的能力。

本书由魏民祥任主编,由林菜、石志伟、陈国平、张开友、周冠任副主编。其中,第1章,第3章,第4章4.2节、4.3节,第5章5.2节,第6章6.2节、6.3节由魏民祥编写;第4章4.1节、4.3节、4.4节、4.5节、4.6节,第6章6.1节由林菜编写;第2章由石志伟编写;第5章5.1节由陈国平编写;张开友、周冠参与了部分资料的编写与整理工作。写作过程中,参阅上海天威教学实验设备有限公司、南京中邦工业技术有限分公司,中山市卡特世检测设备科技有限公司、淄博琦星电子科技有限公司、杭州中成测试设备有限公司等的资料,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,本书难免存在一些不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2018年6月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 课程背景	1
1.2 实验教学大纲	2
1.3 实验报告模板	5
第 2 章 汽车传感与信号调理基础实验	6
2.1 信号调理电路设计与实验	6
2.2 压力测量与标定实验	9
2.3 多传感器转速测量及标定实验	14
第 3 章 汽车发动机电子控制与测试实验	18
3.1 内燃机台架性能综合测试实验	18
3.2 发动机燃油喷射控制研究性实验	41
3.3 电子点火控制与能量测试综合实验	44
3.4 电子节气门位置测量与控制设计实验	49
3.5 电控发动机故障诊断综合实验	51

第 4 章 汽车底盘测试与控制实验	55
4.1 汽车制动性能台架综合实验	55
4.2 汽车自动防抱死系统综合控制实验	58
4.3 ABS/EBD/ESP 系统综合实验	61
4.4 汽车电子空气悬架实验	65
4.5 汽车道路综合性能实验	69
4.6 汽车底盘测功实验	82
第 5 章 汽车车身电气实验	86
5.1 汽车照明电路设计实验	86
5.2 汽车车灯 CAN 总线设计性实验	89
第 6 章 电动汽车实验	96
6.1 纯电动汽车动力系统认知与演示实验	96
6.2 电动车半物理仿真控制实验	100
6.3 纯电动车电池管理实验	102
参考文献	107

第 1 章 概述

1.1 课程背景

针对车辆工程专业等相关专业本科学生的培养目标,特别是“卓越工程师计划”培养方案需求创新性、综合性实验教学环节,旨在强化工程实践能力、综合分析问题、解决问题能力培养的实验教学,以巩固所学理论知识。

对于“汽车实验学”“汽车综合实验”等课程的教学,迫切需要汽车新技术创新性综合性实验原理、实验内容和方法等方面指导,包括汽车测量与电路基础实验、汽车发动机与电子控制设计及综合测试实验、汽车底盘与车身综合性及设计实验、电动汽车实验等,其他课程如“汽车理论”“发动机原理”“汽车电子控制技术”“汽车电气技术”“电动汽车技术”等,同样需求。

为了达到上述培养目的,力求本教程内容新颖,因而增添了电动汽车技术等实验内容。同时,结合作者的科研成果,自制多台实验设备和仪器,增添了大量特色实验,包括汽车测试调理电路设计实验、发动机燃油喷射控制研究性实验、电子点火控制与能量测试综合实验、汽车车灯 CAN 总线设计性实验、电动车半物理仿真控制实验等,以提高学生创新素养,提高学生动手能力以及分析问题解决问题的能力。

1.2 实验教学大纲

车辆工程专业本科课程体系中的实验课程,需要制订实验教学大纲,界定和规范实验目的、实验内容等。实验教学大纲可根据每个学校的实验条件和课程特色制订,开设的基本实验大致相同。例如“汽车实验学”课程一般开设汽车用传感器与测试实验、汽车综合测功实验,“汽车理论”课程一般开设汽车道路综合性能实验,“发动机原理”课程一般开设内燃机台架性能综合测试实验,“汽车电子控制技术”课程一般会开设汽车自动防抱死系统(ABS)综合控制实验,“汽车电气技术”课程一般会开设汽车线路实验,“电动汽车技术”课程一般会开设电动车电池管理实验和电机控制实验等。下面给出汽车电子控制技术课程实验大纲,仅作大纲范例参考。

实验教学大纲

课程编号: 02304110

课程名称: 汽车电子控制技术

Automobile Electronic Control Technology

课程总学时: 36

课程总学分: 2

实验总学时: 8

适用专业: 车辆工程

课程类型: ☐必修

☒选修

先修课程: 电工电子技术、自动控制原理、汽车构造

一、实验项目与内容

序号	实验项目	学时	实验目的及主要内容	实验类型	备注
1	多传感器转速测量及标定实验	2	1. 了解转速传感器测速原理; 2. 掌握转速计算及信号处理电路。	基本	
2	压力测量与标定实验	2	本实验加强学生对压力传感器基本原理的认识,培养学生测量和标定压力的基本操作能力。 1. 了解扩散硅压阻式压力传感器测量压力的原理和方法; 2. 了解传感器静态特性及其标定原理和方法。	基本	
3	电控发动机故障诊断实验	2	1. 主要对丰田凯美瑞汽车电控发动机的传感器、ECU 和执行器数据流进行动态测试,并进行故障诊断; 2. 可以根据实验者的要求,进行故障设置,进行正向实验分析或反向实验验证,加强学生对现代汽车电子控制技术的理解,提高故障分析和实际诊断能力。	综合	
4	汽车自动防抱死系统(ABS)综合控制实验	2	1. 利用时代超人 ABS 实验台,动态演示 ABS 的制动防抱死控制过程,加强学生对 ABS 制动防抱死控制原理的理解; 2. 设置某轮速传感器故障,考察 ABS 的制动防抱死控制过程的变化,提高学生对 ABS 故障诊断的实际能力。	综合	

二、主要教材、参考书

1. 魏民祥. 汽车电子控制技术实验指导书. 南京航空航天大学能源与动力学院, 2006.
2. 魏民祥, 等. 汽车电子与电气现代设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2015.
3. 冯崇毅, 等. 汽车电子控制技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

三、考核方式

考查。

四、使用主要仪器设备说明

(1) 多传感器转速测量及标定台。该仪器为自主研发, 分别利用磁电式转速传感器、霍尔式转速传感器和光电式转速传感器测量转速, 实现转速测量及标定。

(2) 压力测量与标定实验台。该仪器为自主研发, 实现自动测试, 实现气体压力测量与标定。

(3) 元征 X-431 汽车故障分析仪。该仪器能对电控发动机的传感器、ECU 和执行器数据流进行动态测试, 并且可读取、擦除故障代码。

(4) 时代超人 ABS 实验台。利用电机模拟旋转四轮, 全套时代超人 ABS 组件真实再现汽车制动防抱死控制过程, 通过计算机分析制动防抱死控制原理, 并能设置故障。

1.3 实验报告模板

实 验 报 告

课程名称

实验名称

班级

姓名

学号

实验组别

同实验者

实验日期

实验地点

评定成绩

审阅老师

实验报告项目

◇ 实验目的

◇ 实验仪器和设备

◇ 实验原理

◇ 实验内容与步骤

◇ 实验原始数据和分析

◇ 实验结论

2.1 信号调理电路设计与实验

一、实验目的

- (1) 掌握信号放大电路、滤波电路设计方法。
- (2) 掌握利用信号发生器和示波器调试模拟电路技巧。
- (3) 了解信号调理电路原理。

二、实验仪器和设备

示波器、信号发生器、信号调理电路板、 $\pm 15\text{V}$ 直流电源、万用表。

三、实验原理

对微伏级微弱信号进行两级放大后,并进行二级低通滤波。调理电路原理如图 2.1 所示。

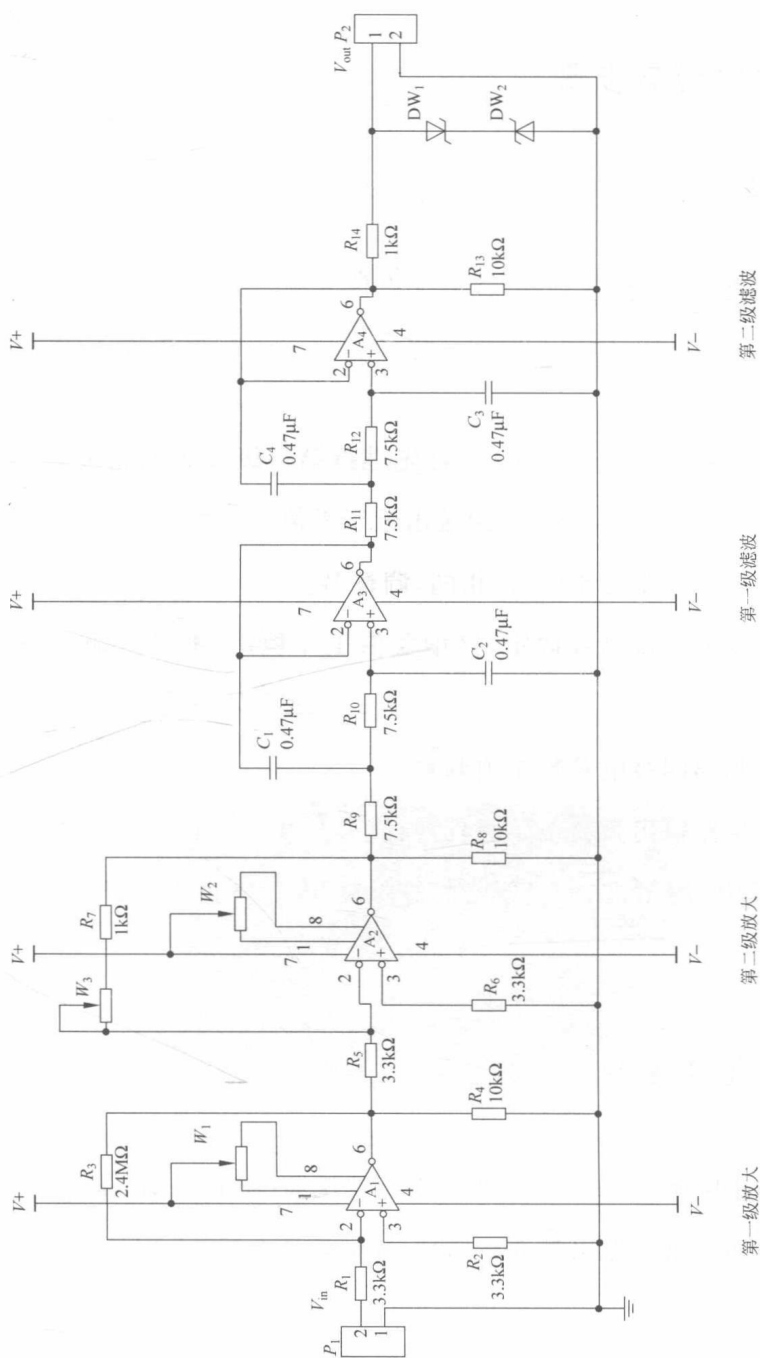


图 2.1 调理电路原理

四、实验内容与步骤

1. 实验内容

完成调理电路设计、焊接、调试与信号仿真实验。

2. 实验步骤

(1) 按图 2.1 连接好测试电路后,首先进行第一级放大电路的调零。调零方法是:将输入信号端接地,调整 W_1 使输出近于零值。

(2) 第二级放大调零与步骤(1)相同,调整 W_2 。

(3) 第一级放大增益已经固定,该增益值工作稳定,不要改动,调整 W_3 确定增益大小。

(4) 第三级和第四级电参数无须调整。

(5) 信号发生器输出微弱正弦信号,幅值为 $0.01\sim 10\text{mV}$,频率选为 7Hz 。

在实验过程中,用示波器分别观察各级输出信号的波形,观察放大和滤波效果。

五、实验报告要求

(1) 设计截止频率为 7Hz 的低通两级巴特沃斯(Butterworth)滤波器;

(2) 实验中如果出现输出为方波信号,如何解决?

2.2 压力测量与标定实验

一、实验目的

(1) 了解扩散硅压阻式压力传感器测量原理和方法。

(2) 了解传感器静态特性及其标定原理和方法。

本实验加强学生对压力传感器基本原理的认识,培养学生测量和标定压力的基本操作能力。

二、实验仪器和设备

压力测量与标定实验台(见图 2.2)、蓄电池、PC 机。

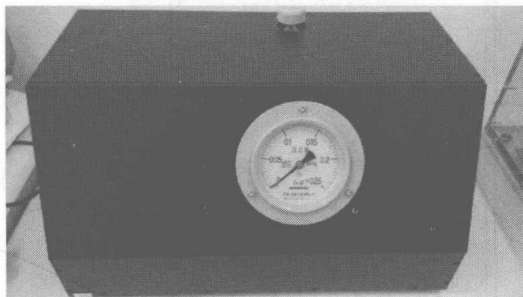


图 2.2 压力测量与标定实验台

三、实验原理

采用扩散硅压阻式压力传感器测量静态压力,得到传感器的灵敏度和线性

度。半导体单晶硅受压力作用时电阻率发生变化,这个现象称为压阻效应。扩散硅压阻式压力传感器在单晶硅的基片上扩散出 P 型或 N 型电阻条,形成惠斯通电桥。在压力作用下,根据半导体的压阻效应,基片产生应力,电阻条的电阻率产生变化,引起电阻的变化,把这一变化引入测量电路,其输出电压的变化反映了所受到的压力变化。

摩托罗拉公司生产的 X 形硅压力传感器采用单个 X 形电阻元件,而不是电桥结构,其压敏电阻元件呈 X 形,因而称为 X 形压力传感器,结构原理及外部连接如图 2.3 所示。该系列压力传感器精度很高,其模拟输出电压正比于输入的压力值和电源偏置电压,具有极好的线性度,且灵敏度高,重复性好。此系列中的 MPX2053DP 压力传感器是其中典型的高精度硅压阻式压力传感器,本系统采用 MPX2053DP 作为压力传感器,可以满足系统的要求。X 形传感器的基本特性如下:

(1) 压力测量范围为 $0\sim 50\text{kPa}$ 。

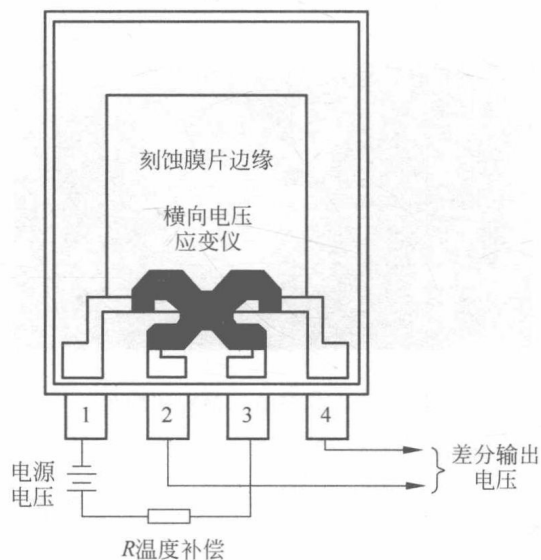


图 2.3 X 形传感器结构及外部连接