



21 世纪高职高专规划教材

计算机系列

自动检测技术实训教程

俞志根 李天真 主 编
童炳金 副主编



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>



21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

自动检测技术实训教程

俞志根 李天真 主编

童炳金 副主编

清华大学出版社
北京交通大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本实训教程是高等职业技术学院自动检测技术课程的配套教材,主要是为了完成自动检测技术课程的实践性教学任务而编写的。本教程以主教材中传感器的出现为先后顺序,共设计了21个实训项目,其中有12个为验证性实训,另安排了9个自主性实训,用以检验同学们灵活运用所学理论知识的能力,使学生能充分发挥自己的主观能动性,调动他们的学习积极性。在每个实训的最后都有一些习题,以进一步巩固所学理论知识,拓宽知识面,更好地达到实训的目的。

本实训教程内容全面,结构完整,深入浅出,图文并茂,通俗易懂,可读性、可操作性强,既适合作为高职高专的应用电子、工业自动化和机电一体化等专业,以及与工业过程控制有关的各种工科类专业的实训教材,同时也可供中等职业学校选用,还可作为业务岗位培训和企业职工自学用书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

自动检测技术实训教程/俞志根,李天真主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2004.8

(21世纪高职高专规划教材·计算机系列)

ISBN 7-81082-345-0

I. 自… II. ①俞… ②李… III. 自动检测—高等学校:技术学校—教材 IV. TP274

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第068396号

责任编辑:陈晓明

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686045, 62237564

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:8.75 字数:203千字

版 次:2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-81082-345-0 / TP·136

印 数:1~5 000册 定价:13.00元

21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

编审委员会成员名单

主任委员 李兰友 边奠英

副主任委员 周学毛 崔世钢 王学彬 丁桂芝 赵伟
韩瑞功 汪志达

委员 (按姓名笔画排序)

马辉	万志平	万振凯	王永平	王建明
尤晓晔	丰继林	尹绍宏	左文忠	叶华
叶伟	付晓光	付慧生	冯平安	江中
佟立本	刘炜	刘建民	刘晶	曲建民
孙培民	邢素萍	华铨平	吕新平	陈小东
陈月波	李长期	李可	李志奎	李琳
李源生	李群明	李静东	邱希春	沈才梁
宋维堂	汪繁	张文明	张权范	张宝忠
张家超	张琦	金忠伟	林长春	林文信
罗春红	苗长云	竺士蒙	周智仁	孟德欣
柏万里	宫国顺	柳炜	钮静	胡敬佩
姚策	赵英杰	高福成	贾建军	徐建俊
殷兆麟	唐健	黄斌	章春军	曹豫菽
程琪	韩广峰	韩其睿	韩劼	裘旭光
童爱红	谢婷	曾瑶辉	管致锦	熊锡义
潘玫玫	薛永三	操静涛	鞠洪尧	

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要，在教育部的指导下，我们在全国范围内组织并成立了“21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”（以下简称“教材研究与编审委员会”）。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21 世纪高职高专规划教材编审委员会”（以下简称“教材编审委员会”）成员和征集教材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选，对列选教材进行审定。

目前，“教材研究与编审委员会”计划用 2~3 年的时间出版各类高职高专教材 200 种，范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写，其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构，力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知识的应用和实践技能的培养；适应“实践的要求和岗位的需要”，不依照“学科”体系，即贴近岗位群，淡化学科；在兼顾理论和实践内容和同时，避免“全”而“深”的面面俱到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度；尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法，以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来，推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时，希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们，以便对已出版的教材不断修订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版。适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会
2004 年 8 月

前 言

本实训教程是高等职业技术学院自动检测技术课程的配套教材，主要是为了完成自动检测技术课程的实践性教学任务而编的。按照高职教育重动手能力和专业技能培养的要求，重点在于培养学生对各种常用传感器在自动控制、信号采集与处理等方面的应用能力，学会常用系统的组成与调试。通过一系列的实训使学生基本掌握各种常用传感器的结构、性能特点和各种应用，学会分析和排除各种可能出现的故障，并通过自主性实训来开发学生们的创新潜能。

作为一本实训教程，本书侧重于对实训原理、过程及具体要求上的说明。力争尽量清晰地分析清楚每个实训的基本原理、所用仪器仪表的性能特点及操作过程中应注意的问题。为更好地训练学生的实际动手及应用能力，本实训教程共有 21 个实训项目，其中 12 个为验证性实训，9 个为自主性实训，以锻炼学生灵活运用所学理论知识的能力，充分发挥学生们的创新潜能，培养他们的学习主动性和创造欲。在内容编排上主要以 YL-CG 型传感器实训台为主，参考《自动检测技术》主教材。为更好地巩固所学知识，每个实训除要求完成实训报告外，都附加了一定量的习题，以进一步强化实训效果。

另外，在文中、公式或标题中，有时会出现右上角标有方括号的数字，这是书后参考文献的序号，希望能给读者查阅提供些方便。

本教程由湖州职业技术学院的俞志根副教授、李天真副教授主编，俞志根副教授负责第 1~20 章的大部分、21 章的全部编写及全书的总纂工作；李天真副教授负责第 11~18 章的部分编写及对外联络工作；温州职业技术学院的童炳金副教授为副主编，负责第 15~20 章的部分编写工作；陆勤丰高级讲师参编了第 14 章和第 18 章的部分内容；周志青老师参编了第 5~10 章的部分内容。在本书的编纂过程中得到了校内外广大同行专家的大力支持和批评指正，在此向他们表示衷心感谢。

由于时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在一些问题和不足，欢迎广大读者批评指正。

编者

2004 年 8 月

目 录

第 1 章 电阻式传感器的性能测试	1
1.1 实训的目的要求	1
1.1.1 实训目的	1
1.1.2 实训要求	1
1.2 实训的基本原理	1
1.2.1 电阻应变式传感器的工作原理	1
1.2.2 电阻应变式传感器性能测试原理	3
1.2.3 电阻应变式传感器在工程中的应用状况	4
1.3 实训的具体内容	4
1.4 所用仪器设备介绍	5
1.5 操作步骤	6
1.6 注意事项	7
1.7 思考题	7
第 2 章 半桥、全桥测量电路的性能比较	8
2.1 实训的目的要求	8
2.1.1 实训目的	8
2.1.2 实训要求	8
2.2 实训的基本原理	8
2.2.1 半桥直流测量电路分析	8
2.2.2 全桥直流电路的测量原理	9
2.2.3 全桥交流电路的测量原理	10
2.3 实训的具体内容	10
2.3.1 半桥直流测量电路的性能测试	10
2.3.2 直流全桥测量电路的性能测试	10
2.3.3 交流全桥测量电路的性能测试	11
2.4 所用设备介绍	12
2.5 操作步骤	12
2.5.1 半桥测量电路性能测试的操作步骤	12
2.5.2 全桥测量电路性能测试的操作步骤	12
2.5.3 交流全桥电路性能测试的操作步骤	13
2.6 注意事项	13
2.7 思考题	14
第 3 章 电阻应变片的应用——电子称重装置的设计	15

3.1 实训的目的要求	15
3.1.1 实训目的	15
3.1.2 实训要求	15
3.2 实训的基本原理	15
3.3 实训的具体内容	17
3.3.1 方案一	17
3.3.2 方案二	18
3.4 操作步骤	18
3.5 注意事项	18
3.6 电阻应变式传感器实际应用简介	19
3.7 思考题	20
第4章 差动变面积式电容传感器的性能测试	21
4.1 实训的目的要求	21
4.1.1 实训目的	21
4.1.2 实训要求	21
4.2 实训的基本原理	21
4.2.1 差动变面积式电容传感器的结构原理	21
4.2.2 性能测试原理	22
4.3 实训的具体内容	22
4.4 所用设备介绍	23
4.5 操作步骤	24
4.6 注意事项	24
4.7 思考题	25
第5章 差动变面积式电容传感器的应用——振幅测量装置的设计	26
5.1 实训的目的要求	26
5.1.1 实训目的	26
5.1.2 实训要求	26
5.2 实训的基本原理	26
5.3 实训的具体内容	27
5.4 操作步骤	28
5.5 注意事项	28
5.6 差动电容式传感器实际应用简介	29
5.7 思考题	29
第6章 差动螺线管电感传感器的性能测试	30
6.1 实训的目的要求	30
6.1.1 实训目的	30
6.1.2 实训要求	30

6.2 实训的基本原理	30
6.2.1 差动螺线管电感传感器性能测试原理	30
6.2.2 激励频率对差动螺线管电感传感器性能的影响	33
6.3 实训的具体内容	33
6.4 所用设备介绍	34
6.5 操作步骤	39
6.6 注意事项	39
6.7 思考题	40
第7章 差动螺线管式电感传感器的应用——振动的检测系统的设计	41
7.1 实训的目的要求	41
7.1.1 实训目的	41
7.1.2 实训要求	41
7.2 实训的基本原理	41
7.3 实训的具体内容	42
7.4 操作步骤	43
7.5 注意事项	43
7.6 差动螺线管式电感传感器实际应用简介	43
7.7 思考题	44
第8章 差动变压器式电感传感器的性能测试	45
8.1 实训的目的要求	45
8.1.1 实训目的	45
8.1.2 实训要求	45
8.2 实训的基本原理	45
8.2.1 差动变压器式电感传感器的结构原理	45
8.2.2 差动变压器式电感传感器的常用测量电路	47
8.2.3 差动变压器式电感传感器性能测试原理	48
8.3 实训的具体内容	49
8.4 所用设备介绍	50
8.5 操作步骤	51
8.5.1 基本性能测试步骤	51
8.5.2 零点残余电压的测试与补偿步骤	51
8.5.3 性能参数标定的步骤	51
8.6 注意事项	52
8.7 思考题	52
第9章 差动变压器式电感传感器的应用——振动测量装置的设计	53
9.1 实训的目的要求	53
9.1.1 实训目的	53

9.1.2 实训要求	53
9.2 实训的基本原理	53
9.3 实训的具体内容	54
9.4 操作步骤	55
9.5 注意事项	55
9.6 差动变压器式传感器实际应用介绍	56
9.7 思考题	56
第 10 章 扩散硅压阻式传感器的性能测试	57
10.1 实训的目的要求	57
10.1.1 实训目的	57
10.1.2 实训要求	57
10.2 实训的基本原理	57
10.3 实训的具体内容	59
10.4 所用设备介绍	59
10.5 操作步骤	59
10.6 注意事项	60
10.7 思考题	60
第 11 章 扩散硅压阻式传感器的应用——压力的测量装置的设计	61
11.1 实训的目的要求	61
11.1.1 实训目的	61
11.1.2 实训要求	61
11.2 实训的基本原理	61
11.3 实训的具体内容	62
11.4 操作步骤	62
11.5 注意事项	63
11.6 扩散硅压阻式传感器的主要类型及其典型应用	63
11.6.1 MPM 系列扩散硅压阻式传感器简介	63
11.6.2 CYG 系列扩散硅压阻式传感器简介	65
11.6.3 CY-YZ 系列扩散硅压阻式传感器简介	65
11.6.4 MPX 系列扩散硅压阻式传感器简介	66
11.7 思考题	68
第 12 章 霍尔式传感器的性能测试	69
12.1 实训的目的要求	69
12.1.1 实训目的	69
12.1.2 实训要求	69
12.2 实训的基本原理	69
12.2.1 关于霍尔效应	69

12.2.2 霍尔式传感器的结构原理	71
12.2.3 霍尔式传感器的测量电路	71
12.2.4 霍尔式传感器的静态性能测试原理	72
12.3 实训的具体内容	73
12.4 所用设备介绍	73
12.5 操作步骤	74
12.5.1 霍尔式传感器在直流激励下的静态位移特性测试	74
12.5.2 霍尔式传感器在交流激励下的静态位移特性测试	74
12.6 注意事项	75
12.7 思考题	75
第 13 章 霍尔式传感器的应用——位移测量装置的设计	76
13.1 实训的目的要求	76
13.1.1 实训目的	76
13.1.2 实训要求	76
13.2 实训的基本原理	76
13.3 实训的具体内容	77
13.4 操作步骤	77
13.5 注意事项	78
13.6 霍尔式传感器的主要类型及典型应用	78
13.6.1 开关型霍尔式传感器	78
13.6.2 电流型霍尔式传感器	78
13.6.3 电压型霍尔式传感器	81
13.7 思考题	82
第 14 章 电涡流式传感器的性能测试	83
14.1 实训的目的要求	83
14.1.1 实训目的	83
14.1.2 实训要求	83
14.2 实训的基本原理	83
14.2.1 电涡流式传感器的结构原理	83
14.2.2 电涡流式传感器的测量电路	84
14.2.3 电涡流式传感器的特性测试原理	86
14.3 实训的具体内容	87
14.4 所用设备介绍	87
14.5 操作步骤	87
14.6 注意事项	88
14.7 思考题	89
第 15 章 电涡流式传感器的应用——振幅测量装置的设计	90

15.1 实训的目的要求	90
15.1.1 实训目的	90
15.1.2 实训要求	90
15.2 实训的基本原理	90
15.3 实训的具体内容	91
15.4 操作步骤	91
15.5 注意事项	92
15.6 电涡流式传感器实际应用简介	92
15.6.1 高频反射式涡流传感器	92
15.6.2 低频透射式涡流传感器	93
15.6.3 变面积式涡流传感器	94
15.6.4 差动螺线管式涡流传感器	94
15.7 思考题	94
第 16 章 光纤位移传感器的性能测试	95
16.1 实训的目的要求	95
16.1.1 实训目的	95
16.1.2 实训要求	95
16.2 实训的基本原理	95
16.2.1 光纤传感器的工作原理	95
16.2.2 光纤传感器的结构类型	96
16.2.3 光纤位移传感器简介	97
16.2.4 本次实训的基本原理	97
16.3 实训的具体内容	98
16.4 所用设备介绍	99
16.5 操作步骤	99
16.5.1 静态试验	99
16.5.2 动态测量	100
16.6 注意事项	100
16.7 思考题	100
第 17 章 光纤传感器的应用——转速测量系统的设计	101
17.1 实训的目的要求	101
17.1.1 实训目的	101
17.1.2 实训要求	101
17.2 实训的基本原理	101
17.3 实训的具体内容	102
17.4 操作步骤	102
17.5 注意事项	103
17.6 光纤传感器应用简介	103

17.6.1 光纤温度传感器	103
17.6.2 TB-850 型光纤比色计	104
17.7 思考题	104
第 18 章 压电式传感器的性能测试	105
18.1 实训的目的要求	105
18.1.1 实训目的	105
18.1.2 实训要求	105
18.2 实训的基本原理	105
18.2.1 压电式传感器的工作原理	105
18.2.2 常用压电材料	106
18.2.3 测量电路简介	106
18.2.4 本次实训的原理	108
18.3 实训的具体内容	108
18.4 所用设备介绍	109
18.5 操作步骤	109
18.6 注意事项	110
18.7 思考题	110
第 19 章 集成温度传感器的温度检测与调理	111
19.1 实训的目的要求	111
19.1.1 实训目的	111
19.1.2 实训要求	111
19.2 实训的基本原理	111
19.2.1 集成温度传感器的工作原理	111
19.2.2 集成温度传感器的主要类型及性能参数	111
19.2.3 集成温度传感器的主要应用	112
19.2.4 AD590 集成温度传感器测温原理	113
19.3 实训的具体内容	113
19.4 所用设备介绍	113
19.5 操作步骤	115
19.6 注意事项	115
19.7 思考题	115
第 20 章 PN 结型温度传感器性能测试	116
20.1 实训的目的要求	116
20.1.1 实训目的	116
20.1.2 实训要求	116
20.2 实训的基本原理	116
20.2.1 PN 结型温度传感器的基本原理	116

20.2.2 PN 结型温度传感器的性能特点.....	116
20.2.3 PN 结型温度传感器的应用领域.....	118
20.2.4 本实训的测试原理.....	118
20.3 实训的具体内容.....	119
20.4 所用设备介绍.....	119
20.5 操作步骤.....	119
20.6 注意事项.....	119
20.7 思考题.....	120
第 21 章 热电偶测温电路的设计	121
21.1 实训的目的要求.....	121
21.1.1 实训目的.....	121
21.1.2 实训要求.....	121
21.2 实训的基本原理.....	121
21.2.1 热电偶的基本原理.....	121
21.2.2 热电偶的性能特点.....	122
21.2.3 热电偶的应用领域.....	123
21.3 实训的具体内容.....	123
21.4 所用设备介绍.....	123
21.5 操作步骤.....	124
21.6 注意事项.....	124
21.7 思考题.....	124
参考文献	125

第 1 章 电阻式传感器的性能测试

1.1 实训的目的要求

1.1.1 实训目的

- (1) 弄清电阻应变式传感器的基本结构、工作原理及实际应用情况。
- (2) 掌握基本电桥电路的测量原理和方法。
- (3) 了解温州亚龙公司的 YL—CG 型传感器实训台的构造情况及基本布置。
- (4) 学会液晶直流电压表的使用。

1.1.2 实训要求

- (1) 实训前应认真做好预习准备工作, 弄清电阻应变式传感器及其基本测量电路的工作原理, 了解本次实训所用设备的基本情况、工作原理及使用中的注意事项等。
- (2) 做完实训后应认真完成实训报告, 对实训过程进行全面总结, 找出实训中存在的问题及解决问题的办法。
- (3) 认真完成实训后面的思考题。

1.2 实训的基本原理

1.2.1 电阻应变式传感器的工作原理

电阻应变式传感器是一种利用电阻材料的应变效应, 将工程结构件的内部变形转换为电阻变化的传感器, 此类传感器主要是在弹性元件上通过特定工艺粘贴电阻应变片来组成^[1]。通过一定的机械装置将被测量转化成弹性元件的变形, 然后由电阻应变片将变形转换成电阻的变化, 再通过测量电路进一步将电阻的改变转换成电压或电流信号输出。可用于能转化成变形的各种非电物理量的检测, 如力、压力、加速度、力矩和重量等, 在机械加工、计量和建筑测量等行业应用十分广泛。

1. 电阻应变效应

所谓电阻应变效应是指具有规则外形的金属导体或半导体材料在外力作用下产生应变的同时其电阻值也会产生相应地改变, 这一物理现象称为“电阻应变效应”。以圆柱形导体为例: 设其长为 L 、半径为 r 、材料的电阻率为 ρ 时其电阻 R 为 (根据电阻的定义式)

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi \cdot r^2} \quad (1-1)$$

当导体因某种原因产生应变时, 其长度 L 、截面积 A 和电阻率 ρ 的变化为 dL , dA , $d\rho$ 相应的电阻变化为 dR 。对式 (1-1) 全微分得电阻变化率 dR/R 为

$$\frac{dR}{R} = \frac{dL}{L} - 2\frac{dr}{r} + \frac{d\rho}{\rho} \quad (1-2)$$

式中, $\frac{dL}{L}$ 为导体的轴向应变变量 ε_L , $\frac{dr}{r}$ 为导体的横向应变变量 ε_r 。

由材料力学得 $\varepsilon_L = -\mu\varepsilon_r$ (1-3)

式中, μ 为材料的泊松比, 大多数金属材料的泊松比为 0.3~0.5 左右, 负号表示两者的变化方向相反。将式 (1-3) 代入式 (1-2) 得

$$\frac{dR}{R} = (1+2\mu)\varepsilon + \frac{d\rho}{\rho} \quad (1-4)$$

式(1-4)说明电阻应变效应主要取决于它的几何应变(几何效应)和本身特有的导电性能(压阻效应)。

2. 应变灵敏度

它是指电阻应变片在单位应变作用下所产生的电阻的相对变化量。

(1) 金属导体的应变灵敏度 K : 主要取决于其几何效应。

可取 $\frac{dR}{R} \approx (1+2\mu)\varepsilon_r$ (1-5)

其灵敏度系数为 $K = \frac{dR}{\varepsilon_r R} = (1+2\mu)$ (1-6)

金属导体在受到应变作用时将产生电阻的变化, 拉伸时电阻增大, 压缩时电阻减小, 且与其轴向应变成正比。金属导体的电阻应变灵敏度一般在 2 左右, 不超过 5。

(2) 半导体的应变灵敏度 K : 主要取决于其压阻效应; $dR/R \approx d\rho/\rho$ 。半导体材料之所以具有较大的电阻变化率, 是因为它有远比金属导体显著得多的压电电阻效应。在半导体受力变形时会暂时改变晶体结构的对称性, 因而改变了半导体的导电机理, 使得它的电阻率发生变化, 这种物理现象我们称之为半导体的压阻效应^[2]。且不同材质的半导体材料在不同受力条件下产生的压阻效应不同, 可以是正(使电阻增大)的或负(使电阻减小)的压阻效应。也就是说, 同样是拉伸变形, 不同材质的半导体将得到完全相反的电阻变化效果。半导体的压阻效应可表示为

$$\frac{d\rho}{\rho} = \pi\varepsilon E$$

其中 π 为材料的压阻系数, 取决于材料本身性质;
 E 为材料的弹性模量。

故半导体的应变灵敏度系数为 $K = dR/R\varepsilon = \pi E$

半导体材料的电阻应变效应主要体现为压阻效应, 可正可负, 与材料性质和应变方向有关, 其灵敏度系数较大, 一般为 100~200。

3. 基本结构

电阻应变式传感器主要由四个部分组成, 如图 1-1 所示^[3]。图中引出线作为连接测量导线用, 对测量精度至关重要; 电阻丝也叫敏感栅, 是应变片的转换元件,

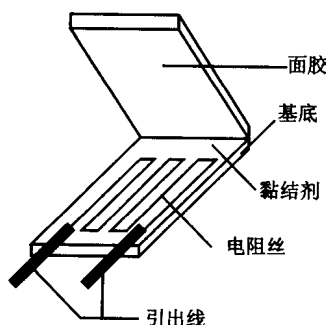


图 1-1 应变片结构

是这类传感器的核心构件；黏结剂的作用是将电阻丝与基底粘贴在一起；基底是将传感器弹性体的应变传送到敏感栅上的中间介质，并起到在电阻丝和弹性体之间的绝缘作用和保护作用；面胶或叫覆盖层，是一层薄膜，起到保护敏感栅的作用。

4. 检测原理

电阻应变片直接感受到的是构件的应变或应力，测量时必须把应变片粘贴在机械的弹性体上，当外力作用到弹性体元件上时，弹性体被压缩或拉伸，即产生微小的机械变形，粘贴在弹性体上的应变片感受到应力 σ 的作用，根据材料力学中的虎克定律可知：应变 ε 与应力 σ 成正比，即： $\varepsilon = \sigma E$ 。又由应变效应可知应变片的应变 ε 与其电阻值的相对变化率 dR/R 成正比，以此实现对微小的机械变量的检测。

5. 测量电路

为了将电阻应变式传感器的电阻变化转换成电压或电流信号，在应用中一般采用电桥电路作为其测量电路。电桥电路具有结构简单、灵敏度高、测量范围宽、线性度好且易实现温度补偿等优点。能较好地满足各种应变测量要求，因此在应变测量中得到了广泛的应用。

电桥电路按辅助电源分有直流电桥和交流电桥，由于直流电桥的输出信号在进一步放大时易产生零漂，故交流电桥的应用更为广泛。直流电桥只用于较大应变的测量，交流电桥可用于各种应变的测量。

电桥电路按其工作方式分有单臂、双臂和全桥三种，单臂工作输出信号最小，双臂输出是单臂的两倍，全桥工作时的输出是单臂时的四倍。因此，为了得到较大的输出电压或电流信号一般都采用双臂或全桥工作。基本电路如图 1-2 所示。

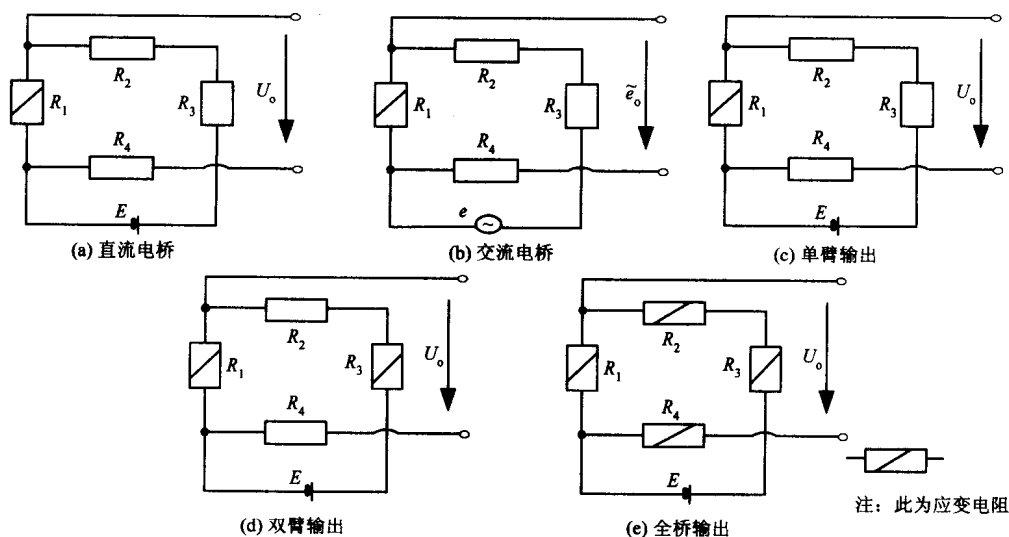


图 1-2 测量电路类型

1.2.2 电阻应变式传感器性能测试原理

根据电阻应变式传感器的工作原理，利用 LY—CG 型传感器实训台提供的设备来进行测试。基本原理如图 1-3 所示，图中 R_1, R_2, R_3 为普通电阻， R_4 为应变电阻； RP 和 r 组成