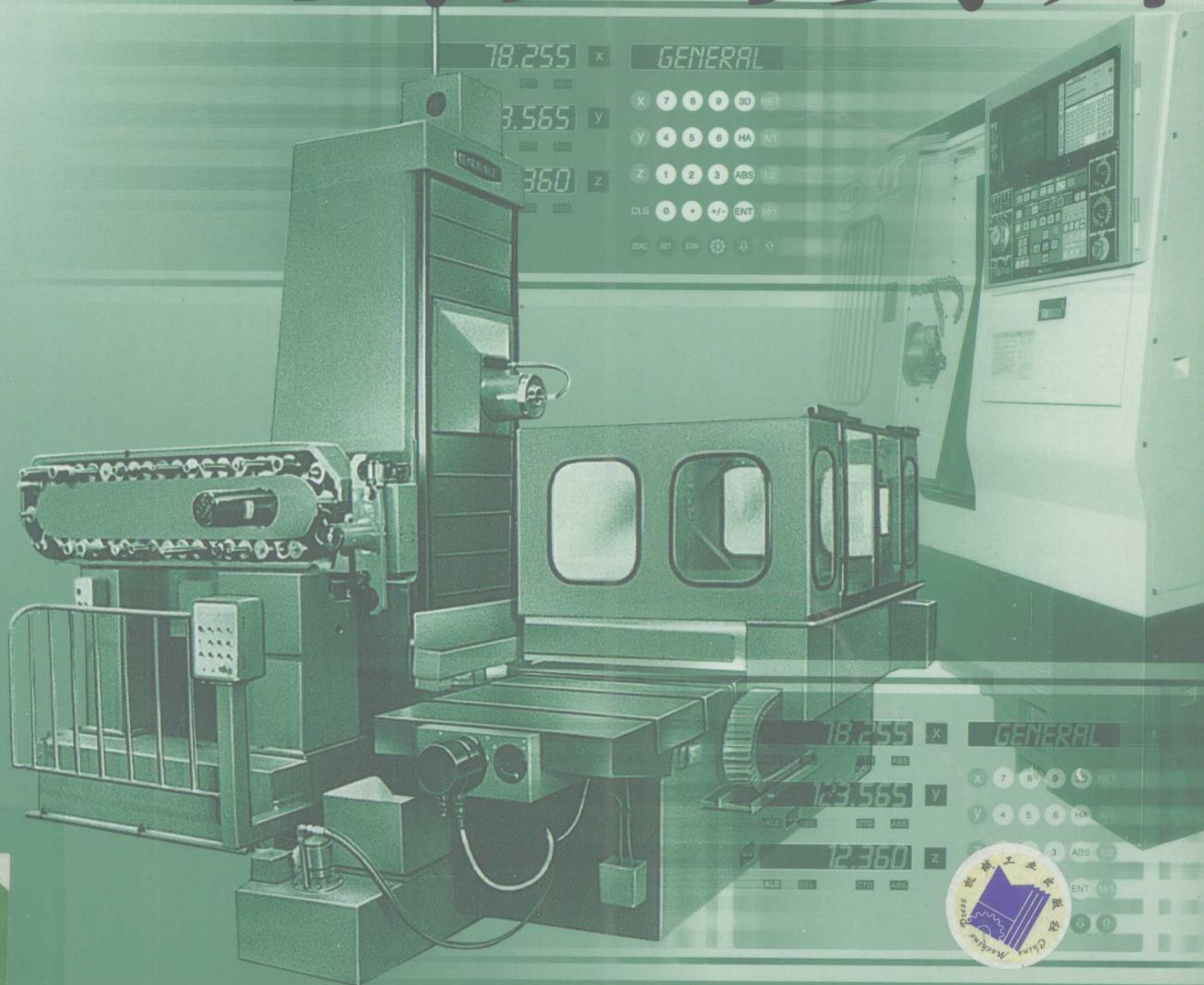


职业技术教育教材

机电一体化——数控机床加工技术专业

电子技术基础 实验与实训



机械工业出版社
China Machine Press



职业技术教育教材

机电一体化——数控机床加工技术专业

电子技术基础实验与实训

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会 组编



机械工业出版社

本书是配合本套教材中的《电子技术基础》而编写的。本书包括与《电子技术基础》相对应的实验和实训内容。

本书的教学内容包括电路基础、模拟电子电路和数字电路三个主要部分。

本书适于作为数控机床加工技术专业的职业技术教育教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术基础实验与实训/上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会组编. —北京: 机械工业出版社, 2001.9 (2007.7 重印)

职业技术教育教材. 机电一体化——数控机床加工技术专业

ISBN 978-7-111-09365-7

I. 电… II. 上… III. 电子技术 - 实验 - 专业学校 - 教材 IV. TN - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 064150 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 郑 丹 汪光灿 郑文斌 版式设计: 张世琴 责任校对: 林去菲

封面设计: 姚 毅 责任印制: 杨 曦

三河市宏达印刷有限公司印刷

2007 年 7 月第 1 版·第 4 次印刷

184mm × 260mm · 7 印张 · 170 千字

8001—10000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-09365-7

定价: 12.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

上海市职业技术教育机械专业 教材编审委员会名单

主 任	夏毓灼		
副 主 任	徐韵发	吴志清	
委 员	(按姓氏笔画排列)		
	吉广镜	刘际远	金瑞樑
	徐孝远	高奇玲	谢卫华
秘 书	相雅蓉		
本书主编	冯满顺		
本书参编	骆秋秋	朱林江	
本书主审	吴汉森		

序

我国的现代化建设不但需要高级科学技术专家，而且迫切需要职业技术人才、管理人员和技术工人，而这类人才的培养主要是通过职业技术教育来实现的，所以党和国家非常重视职业技术教育的改革和发展。努力培养出各行各业所需的职业人才，是社会、经济发展对职业技术教育提出的迫切要求。我国的职业技术教育长期实行的是“学科本位”的教学模式，这种模式重理论轻实践，重知识轻技能，培养出的学生不适应社会、经济发展的要求。因此，职业技术教育要深化改革，办出特色，为社会培养出既有理论又有技能，德、智、体、美全面发展的一代新人。

职业技术教育要办出自己的特色，关键在于课程改革与教材建设。为此，1996年上海市教委启动了职业技术教育课程改革与教材建设工程（简称“10181”工程），即用5年左右的时间，完成10门普通文化课程的改革及示范教材的编写工作；完成18个典型专业（工种）的课程改革以及同步编写出部分典型示范性教材；经过10年左右的改革实践，基本形成一个具有职教特色的课程结构和教材体系。

这次课程改革与教材建设是以社会和经济发展的需要为出发点，以职业（岗位）需求为直接依据，以现行职业技术教育课程、教材的弊端为突破口，积极学习并借鉴国外职业技术教育课程、教材改革的有益经验，以实现办出职业技术教育特色的根本目的。在充分研究和广泛征求意见的基础上，确立了“能力为本位”的改革指导思想。目的是为了克服职业技术教育长期存在的重理论轻实践、重知识轻技能的倾向，真正培养出经济和社会发展所需要的职业技术人才。

在各方面的共同努力下，新的教材终于与广大师生见面了。这些新的教材并不是职业技术教育课程改革与教材建设的全部，它只是典型的示范性教材，因为职业技术教育的专业门类繁多，不可能在较短的时间内，依靠少数编写人员解决职业技术教育中全部的课程、教材问题。职业技术教育的课程改革和教材建设是一项系统的长期的工作，只有充分发挥广大教师的改革积极性，在教学过程中不断用“能力本位”的教育思想，主动进行课程与教材的改革，我们的课程、教材改革才能全面、持续而深入，才能真正全面提高教学质量和效益，以不断适应社会、经济发展的需要。

新的教材代表新的思想、新的教法和学法。希望通过这些教材给大家一些启迪，同时也希望大家对新教材提出宝贵的意见。

在课程改革与教材建设过程中，得到了各方面的大力支持，特别是广大编审人员为此付出了辛勤的劳动。在此，向他们表示衷心的感谢！

上海市教育委员会副主任

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会主任

薛喜民

前 言

“机电一体化——数控机床加工技术专业”教材，全套共14本，经过5年的努力，终于付梓出版了。这套教材是上海市教委组织的“10181”课程改革和教材建设工程的重要组成部分，也是机械专业课程改革的教材建设的可喜成果。

随着科学技术的高速发展，传统的机械工业呈现出了新的技术发展趋势，进入了智能化领域。机电一体化的迅猛发展和数控机床加工技术在企业的普遍应用，对生产一线操作人员的知识和能力要求越来越高，客观上要求一线操作人员应由经验型向智能型转变。这套新教材正是为顺应这一发展趋势而组织编写的。

近5年来，我们机械专业教材编审委员会为此付出了辛勤的劳动。首先组织了长达半年的调查研究，并且参照加拿大CBE经验，制作了DACOM表，就数控机床加工技术专业职业技术人员的知识、能力要求，在五大行业、72个企业中问卷调查了780人次，从而明确了该专业的知识和能力结构。其次，认真进行了课程改革方案的讨论和研究，确定了机电结合，“以机为主，以电为辅”；在课程安排中“以机为主，突出工艺”、“以电为辅，够用为度”的原则。然后对传统的课程体系进行重组优化，如对陈旧老化的知识予以删除，对烦琐的内容予以简化，对某些课程进行重新组合，针对新知识，特别是新的能力需求，设置了新课程。最后，我们按照教材的编写要求，组织了14个编写组，实施主编负责制。所聘的编写人员都是具有改革创新精神、有丰富教学经验、熟悉专业技术的专业人才；同时聘请了有较高造诣的高校教授任主审。为了确保教材质量，对每本教材的编写提纲都组织有关专家进行了逐一论证，从而保证了这套教材的科学性、针对性、实用性。

在这里，我觉得有必要对本专业的设计作一概要介绍。

专业学习期限：4年。

培养目标是德、智、体、美全面发展，具有相当于高中的文化基础知识，掌握数控机床加工技术的理论和职业技能，面向生产第一线的工艺实施和智能型操作人员。

本专业强调实务能力，学生通过本专业的学习后，可具有中级水平的数控机床操作能力；具有编制中等复杂程度零件数控加工程序的能力；具有数控机床的刀具选用、调整、工件装夹等技能；具有数控机床维护、保养，并能排除简单故障的能力；具有正确解决零件在数控机床加工过程中质量问题的能力。

这套教材能得以顺利出版，无疑是集体智慧的结晶，是团队合作的成果。在此，我要感谢上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会的正确领导和指导；要感谢上海工业系统各行业、企业的支持和通力合作；要感谢为此呕心沥血、伏案疾书的近百名编审人员；最后还要感谢机械工业出版社的同志们。

当今，我们正处在改革的年代，正是这个年代催生了这套具有改革精神、时代特色和专业个性的新教材。愿随着这套教材的教学实施，能造就一批又一批新型的职业技术人才，以服务于国家、造福于企业。

上海市职业技术教育机械专业教材编审委员会副主任 徐韵发

编 者 的 话

本教材是根据1999年1月由上海职业技术教育机械专业教材编审委员会审定的《电子技术基础》课程标准编写的。适用于职业技术教育机电一体化专业,而且计算机、自动化及机械、化工、轻工等非电类专业都可使用。

本教材的教学内容包含电路基础、模拟电子电路和数字电路三个部分。本教材不强调学科的系统性和完整性,但注意到三个部分教学内容的内在联系和教材的前后呼应。本教材采用模块编排,分为电路基础、模拟电子电路和数字电路三大教学模块。每一大的模块内含若干个小的教学模块,以便删减不需要的教学内容,增加新的教学内容,使教材具有可扩展性。

本教材是面向实际,力图贯彻以能力为本位的教学思想。在教材内容的选取上,根据学生学习机电一体化——数控机床专业技术的课程以及完成职业岗位所应具备的能力而选编的。如二极管、三极管、集成电路,主要讲清器件的外特性,避开了器件内部载流子运动的情况;又如整流电路、放大电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路,主要着眼于应用,简化了定量的分析计算。

本教材的主要特点是理论联系实际。本教材知识点的引入,采用实物示教、演示实验等直观的教学方法;每个单元都配有相应的实验;另外还编写了电子实训的教学内容,供专用实验周使用。这一切试图培养和提高学生的动手能力和实际操作水平。

本教材的另一个主要特点是把边讲边练、讲练结合的教学方法写入了教材。本教材的选编推行目标教学法。每个知识点都配有课堂练习,每一节之后都配有自我检查题,每一章之后都配有相应的适量的习题,以便检查教学效果。这一切试图培养和提高学生的基本的分析计算能力。

本书是《电子技术基础》的配套教材,教学内容包括电工仪表和电子仪器、电路基础、模拟电路、数字电路的实验以及电子实训。本书第一篇由朱林江高级讲师编写,第二篇由朱林江和骆秋秋高级讲师编写,第三篇由冯满顺高级讲师编写。全书由冯满顺任主编。

本书承蒙上海电子技术学校吴汉森高级讲师仔细审阅,他提出了许多十分宝贵的意见,在此谨表示衷心的感谢。本书在编写过程中,参考了不少的文献和教材,在此也一并表示感谢。

由于编写时间过于仓促,加上编者水平有限,教材中一定会有不少欠缺或错误之处。恳请使用本教材的师生和读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

序	
前言	
编者的话	

第一篇 电工仪表和电子仪器

第一章 电工仪表	1	第一节 直流稳压电源	11
第一节 磁电式直流电流表和电压表	1	第二节 电子电压表	12
第二节 电磁式交流电流表和电压表	3	第三节 信号发生器	14
第三节 万用表	5	第四节 电子示波器	17
第四节 电动式功率表	8	第五节 数字万用表	27
第二章 电子仪器	11		

第二篇 实 验

第三章 电路基础实验	31	用考核	49
实验一 直流电路的初步认识	31	实验六 集成运放的简易测试及线性应用	50
实验二 基尔霍夫定律的验证	33	实验七 晶闸管调压电路	53
实验三 直流电阻电路故障的检查	34	第五章 数字电路实验	55
实验四 简单交流电路的研究	36	实验一 门电路的逻辑功能测试	55
实验五 交流参数的测定	38	实验二 编码器、译码器功能测试及应用	57
第四章 模拟电路实验	40	实验三 触发器功能测试及应用	59
实验一 常用电子仪器的使用	40	实验四 集成寄存器功能测试及应用	61
实验二 单管电压放大电路的调试	42	实验五 集成计数器功能测试及应用	63
实验三 OTL 功率放大电路的测试	46	实验六 计数、译码、显示电路	65
实验四 正弦波振荡电路	48		
实验五 常用电工仪表电子仪器使			

第三篇 电子实训

第六章 常用电子元器件的识别	67	第七章 电子线路的组装及调试	90
第一节 常用电子材料	67	第一节 印制电路板	90
第二节 常用阻容元件的性能与规格	71	第二节 电子电路的安装和焊接	92
第三节 半导体二极管、三极管的型号和参数	78	第三节 电子电路的调试及故障排除	95
第四节 半导体集成电路的性能和规格	84	第四节 电子实训课题举例	100
		参考文献	104

第一篇 电工仪表和电子仪器

第一章 电工仪表

凡是利用磁力进行测量的仪表均称为电工仪表。电工仪表由测量机构和测量线路两个基本部分组成，如图 1-1 所示。

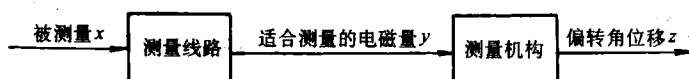


图 1-1 电工指示仪表的组成框图

测量线路的作用是将被测量变换成适合测量机构直接测量的电磁量。

测量机构的作用是将电磁量变换为其活动部分的偏转角位移。由驱动装置（产生转动力矩）、控制装置（产生反作用力矩）和阻尼装置（产生阻尼力矩）等三部分组成。测量机构是仪表的核心，同一种测量机构配合不同的测量线路，可以组成测量不同电量的仪表。测量机构按工作原理可分为磁电式、电磁式、感应式和静电式。

直流电流表和直流电压表多采用磁电式测量机构，交流电流表和交流电压表多采用电磁式测量机构，而电动式测量机构常用于交流电流和电压的精密测量及功率测量中。

电工仪表主要工作于强电领域。

第一节 磁电式直流电流表和电压表

一、磁电式测量机构

1. 结构 磁电式测量机构由固定部分和可动部分组成，如图 1-2 所示。

固定部分由永久磁铁 1、极掌 2 和固定铁心 3 组成，其作用是产生均匀的磁场。

可动部分由支撑装置的可动线圈 4、游丝 5 和指针 6 等组成，其作用是可动线圈通电时产生转动，带动指针偏转，指示读数。

2. 工作原理 当处在永久磁铁中的可动线圈有电流通过时，可动线圈受转动力矩的作用（如图 1-3 所示）而发生偏转，游丝变形，产生反作用力矩。当转动力矩与反作用力矩平衡时，指针稳定在某一位置，并在标尺上指出被测量的值。

指针的偏转角 α 与通过线圈的电流 I 成正比

$$\alpha = KI$$

式中 K ——比例系数。

3. 特点

- 1) 刻度均匀。
- 2) 只能测量直流，通常在仪表的端子上标有 +、- 极性。
- 3) 灵敏度高。
- 4) 过载能力小。
- 5) 功耗小。

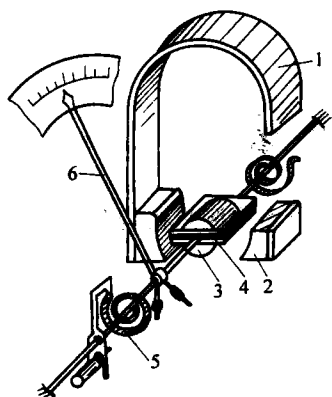


图 1-2 磁电式测量机构的结构

1—永久磁铁 2—极掌 3—固定铁心
4—可动线圈 5—游丝 6—指针

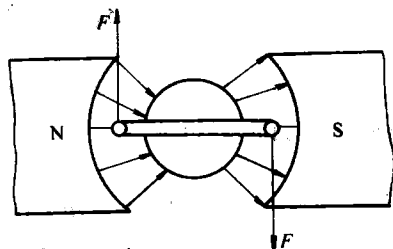


图 1-3 磁电式仪表产生转动动力矩原理图

二、磁电式直流电流表

磁电式直流电流表由磁电式测量机构和分流器 R_S 组成，如图 1-4a 所示。

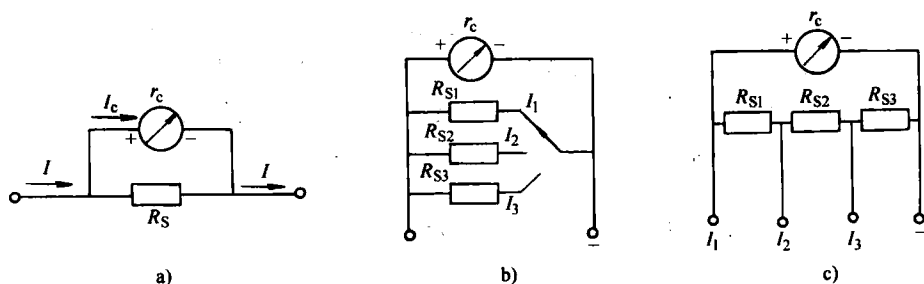


图 1-4 磁电式直流电流表原理图

a) 磁电式直流电流表原理线路 b) 分流器开路连接 c) 分流器闭路连接

分流器 R_S 的计算如下：

$$I \left(\frac{R_S r_c}{R_S + r_c} \right) = I_c r_c$$

$$R_S = \frac{r_c}{n - 1}$$

式中 n ——仪表量程扩大倍数， $n = \frac{I}{I_c}$ 。

改变分流器 R_S 的大小，可改变量程。在多量程直流电流表中，分流器的接线有开路连接和闭路连接两种方式，如图 1-4b、c 所示。开路连接方式很少采用。

三、磁电式直流电压表

磁电式直流电压表由磁电式测量机构和附加电阻 R_S 串联组成，如图 1-5、图 1-6 所示。

附加电阻 R_S 的计算如下:

$$\frac{U_c}{r_c} = \frac{U}{r_c + R_S}$$

$$R_S = (m - 1) r_c$$

式中 m ——电压量程扩大倍数, $m = \frac{U}{U_c}$ 。

改变附加电阻 R_S 的大小, 可改变量程。扩程可采用串联多个附加电阻来实现。

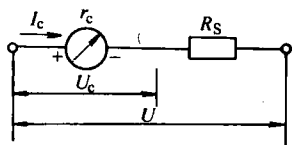


图 1-5 用附加电阻扩大电压表量程

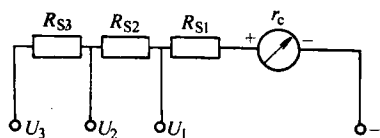


图 1-6 多量程磁电系电压表电路图

四、使用方法

- 1) 电流表串联在被测电路中, 电压表并联在被测电路上。
- 2) 电流必须从 + 极性端流入。

第二节 电磁式交流电流表和电压表

一、电磁式测量机构

1. 结构 电磁式测量机构有扁线圈吸引型和圆线圈排斥型两种, 如图 1-7 所示。

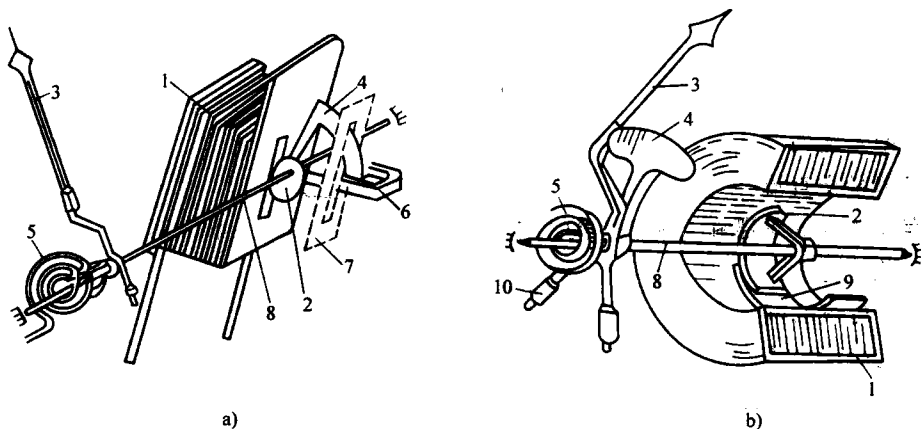


图 1-7 电磁式仪表结构图

a) 扁线圈吸引型 b) 圆线圈排斥型

1—固定线圈 2—可动铁片 3—指针 4—阻尼片 5—游丝
6—永久磁铁 7—磁屏蔽 8—转轴 9—固定铁片 10—平衡块

2. 工作原理

(1) 扁线圈吸引型 当扁线圈通电后, 产生磁场, 使可动铁片被磁化。于是, 固定线圈产生的磁场对铁片产生吸引力, 形成转动力矩, 带动可动部分发生偏转。当转动力矩与游丝产生的反作用力矩平衡时, 指针在标尺上指示出被测量的值, 如图 1-8 所示。

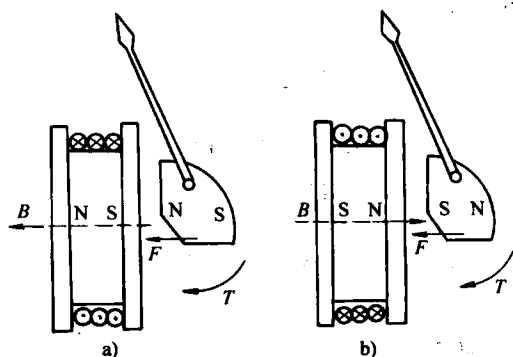


图 1-8 吸引型测量机构的工作原理

(2) 圆线圈排斥型 当圆线圈通电后, 产生磁场, 使固定铁片和可动铁片同时被磁化, 两铁片上产生统一方向的磁极性, 即产生排斥力, 从而产生转动力矩, 带动可动部分发生偏转。当转动力矩与游丝产生的反作用力矩平衡时, 指针在标尺上指示出被测量的值, 如图 1-9 所示。

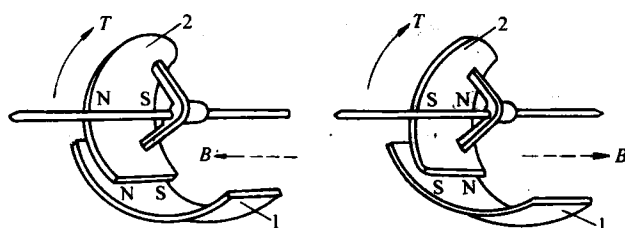


图 1-9 排斥型测量机构的工作原理

1—固定铁片 2—可动铁片

无论吸引型或排斥型, 指针偏转角 α 与被测的直流电流或交流电流的有效值的二次方成正比, 即

$$\alpha = KI^2$$

式中 K ——比例系数。

3. 特点

- 1) 刻度不均匀。
- 2) 可测量交直流。
- 3) 存在铁片的磁滞和涡流产生的误差。
- 4) 过载能力大。
- 5) 受外磁场影响大。
- 6) 结构简单、成本低。

二、电磁式交流电流表

电磁式交流电流表由电磁式测量机构组成, 分为安装式和便携式两种结构。

安装式一般制成单量程, 且最大量程不超过 200A。如果要测量较大的交流电流时, 需加装电流互感器配合使用。

便携式一般制成多量程。扩程采用固定线圈分段, 然后利用串联的分段线圈改为并联来实现。

三、电磁式交流电压表

电磁式交流电压表由电磁式测量机构与附加电阻串联组成, 分为安装式和便携式两种结构。

安装式一般制成单量程，且最大量程不超过 600V。如果要测量较高的交流电压时，需加装电压互感器配合使用。

便携式一般制成多量程。扩程采用串联多个附加电阻来实现。

四、使用方法

电流表串联在被测电路中，电压表并联在被测电路上。

第三节 万 用 表

万用表是由表头、测量线路和转换开关组成的一种量程多、用途广的仪表。它可以用来测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电平，因而被普遍使用。

表头采用磁电式测量机构，具有较高的灵敏度。其表面有直流电流与电压、交流电压、交流 10V、电阻及电平等多条刻度线，有的还有反射镜，以减小读数视差。

测量线路是由内部元件组成的，可用于各种线路的测量。

转换开关是由固定触点、可动触点和开关柄组成，其作用是按测量种类及量程选择的要求，在测量线路中组成所需的测量电路。其结构如图 1-10 所示。

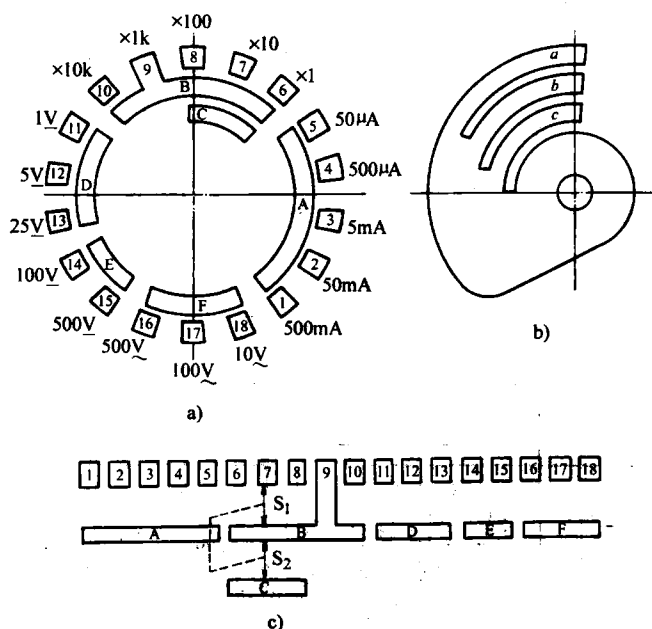


图 1-10 MF—30 型转换开关的结构示意图

a) 固定触头 b) 可动触头 c) 平面展开图

以下以 MF—30 型万用表为例分析，其面板图如图 1-11 所示，电路图如图 1-12 所示。

一、MF—30 型万用表技术性能

MF—30 型万用表技术性能见表 1-1。

二、MF—30 型万用表工作原理

1. 直流电流的测量 测量范围为 $50\mu\text{A} \sim 500\text{mA}$ ，共五挡。将转换开关旋至直流电流范

围内，测量电路如图 1-13 所示。

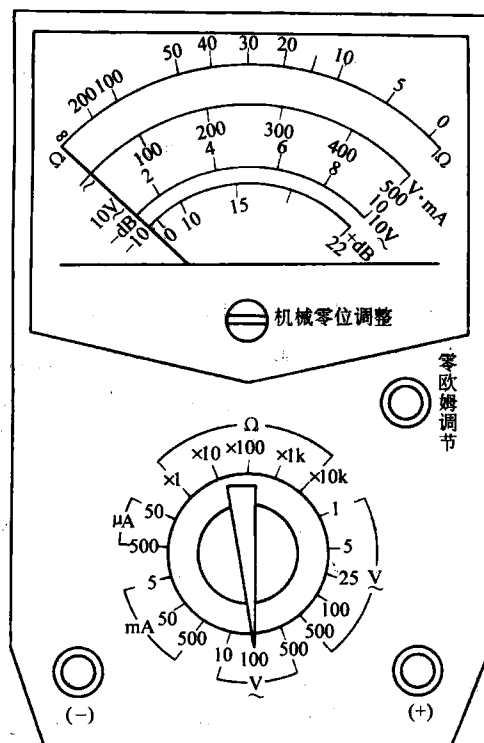


图 1-11 MF-30 型万用表面板图

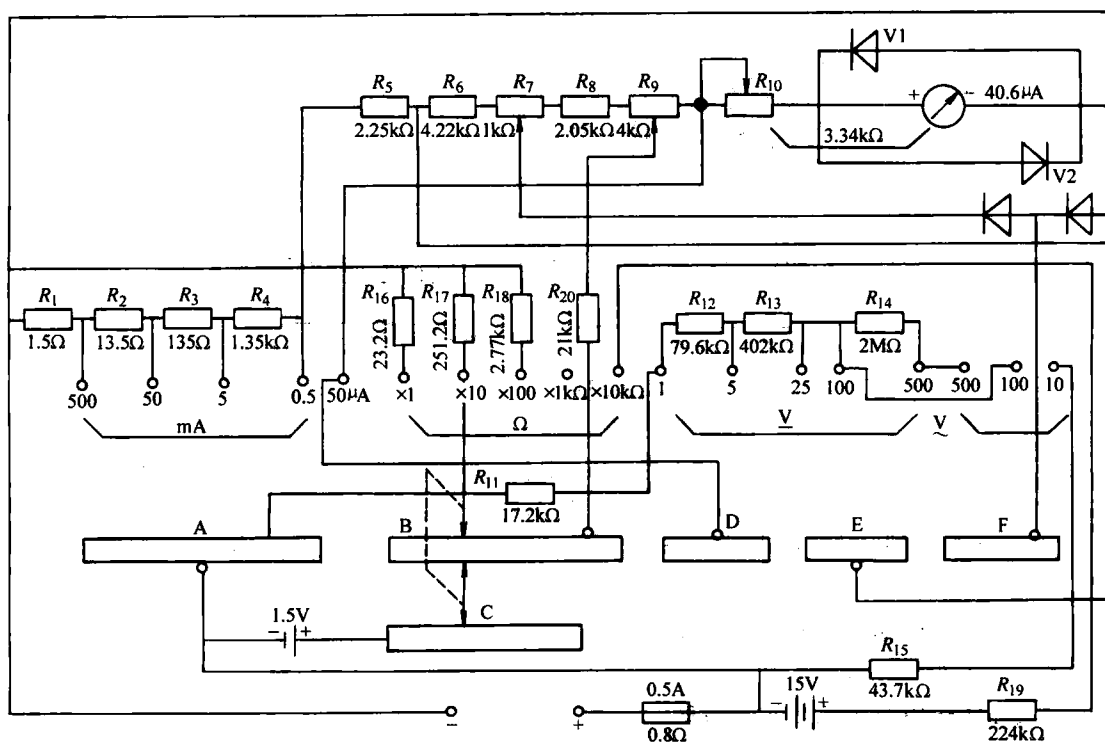


图 1-12 MF-30 型万用表总电路图

表 1-1 MF-30 型万用表技术性能

测量范围		灵敏度 / (Ω/V)	精度
直流电压满量程范围 / V	1~5~25	20000	2.5
	100~500	50000	2.5
交流电压测量范围 / V	10~100~500	5000	4.0
直流电流测量范围	50 μ A~0.5~5~50~500mA		2.5
电阻测量范围	$\Omega \times 1$, $\Omega \times 10$, $\Omega \times 100$, $\Omega \times 1k$, $\Omega \times 10k$		2.5
音频电平测量范围	10~+22dB		4.0

在图 1-13 中, 转换开关拨在 1.5mA 位置上, 被测电流从 + 端流进, 经熔丝和触头后分为两路, 然后都从 - 端流出, 转换开关可改变接通分流电阻的位置, 实现不同量程的电流测量。

2. 直流电压的测量 测量范围为 1~500V, 共五挡。将转换开关旋至直流电压范围内, 测量电路如图 1-14 所示。

图 1-14 中, 转换开关拨在 5V 位置上, 此时接入的附加电阻为 $R_{11} + R_{12}$ 。转换开关可改变接入的附加电阻, 实现不同量程的电压测量。

3. 交流电压的测量 测量范围为 10~500V, 共三挡。转换开关旋至交流电压范围内, 交流电压必经过两只晶体二极管组成的半波整流电路, 转换为直流电压。其测量电路如图 1-15 所示。

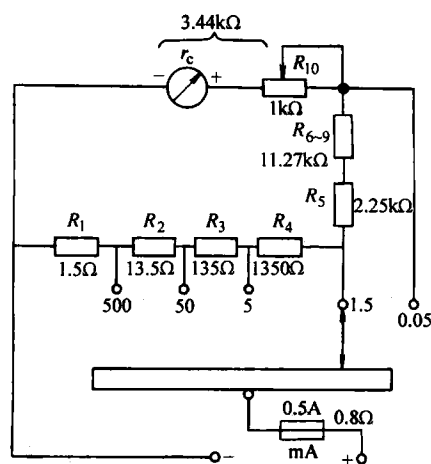


图 1-13 MF-30 型万用表直流电流测量电路

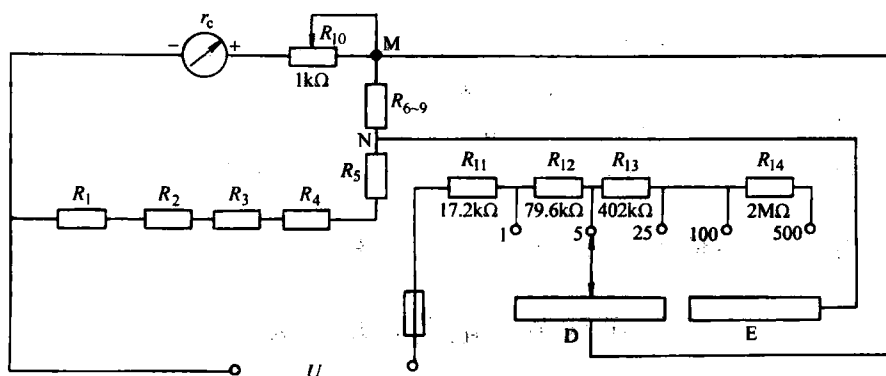


图 1-14 MF-30 型万用表直流电压测量电路

在图 1-15 中, 转换开关拨在 500V 位置上, 此时接入的附加电阻为 $R_{11} + R_{12} + R_{13} + R_{14}$ 。转换开关可改变接入的附加电阻, 实现不同量程的电压测量。

4. 电阻的测量 测量范围为 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1k$ 、 $\times 10k$, 共五挡。转换开关旋至电阻范围内, 测量电路如图 1-16 所示。

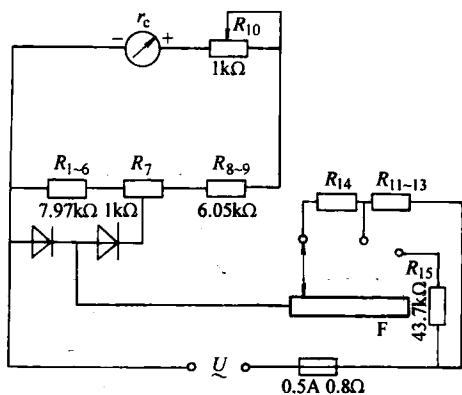


图 1-15 MF-30 型万用表交流电压测量电路

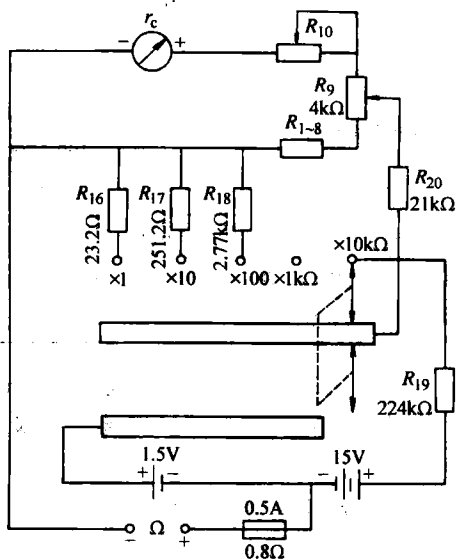


图 1-16 MF-30 型万用表电阻测量电路

在 $\times 1 \sim \times 1k$ 各低电阻挡, 电池电压均为 1.5V。图 1-16 中, 在 $\times 10k$ 挡, 此时, 1.5V 电池退出, 加进 15V 叠层电池, 这是大电阻测量时通常采用的方法。转换开关可改变与表头并联的分流电阻, 实现不同量程的电阻测量。

三、使用方法

1) 水平放置。使用前, 先机械调零。

2) 使用前, 正确选择量程, 最好使指针指在 $1/2$ 以上的刻度范围内。若不知被测量的大约值, 可先旋至最大量程上预测, 然后再旋至合适的量程上。在测量时, 量程转换开关不能转动, 必须断电后再转动。

3) 接线要正确。测量直流时, 要注意正负极性。测电流时, 仪表应和电路串联。测电压时, 仪表应和电路并联。

4) 电阻测量前必须进行欧姆调零。即开关旋至 Ω 挡的选用量程上, 两表棒短路, 用零欧姆调节旋钮调零。每变换一次量程, 需重新欧姆调零。

5) 直流电压测量时, 开关旋至 V 挡相应的量程上; 直流电流测量时, 开关旋到 μA 或 mA 的相应量程上; 交流电压测量时, 开关旋至 V 挡相应的量程上; 电阻测量时, 开关旋至 Ω 挡相应的量程上。

6) 测量结束后, 将量程开关置零位, 无零位的置交流最高电压挡。

第四节 电动式功率表

一、电动式测量机构

1. 结构 电动式测量机构由固定线圈、可动线圈、指针、游丝及阻尼片等组成, 如图 1-17 所示。

2. 工作原理 当固定线圈和可动线圈中分别通入电流 I_1 和 I_2 时, 固定线圈产生的磁场使可动线圈受到转动力矩的作用, 可动线圈发生偏转, 如图 1-18 所示。当转动力矩与游丝所产生的反作用力矩平衡时, 指针在标尺上指示出被测量的值。

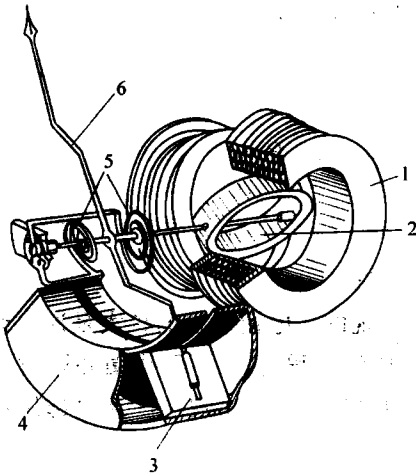


图 1-17 电动系测量机构的基本结构

1—固定线圈 2—可动线圈 3—阻尼片

4—阻尼盒 5—游丝 6—指针

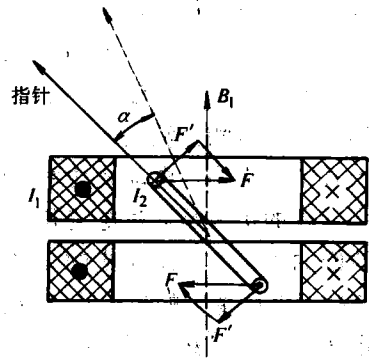


图 1-18 电动系测量机构的工作原理

直流中，偏转角 $\alpha = KI_1 I_2$ ；交流中，偏转角 $\alpha = KI_1 I_2 \cos \varphi$

式中 K ——比例系数；

φ —— I_1 和 I_2 两电流的相位差。

3. 特点

- 1) 刻度不均匀。
- 2) 可测量交直流，适用于交流精密测量。
- 3) 精度高。
- 4) 过载能力差。
- 5) 功耗大。
- 6) 受外磁场影响大。

二、电动式功率表

1. 结构 电动式功率表由电动式测量机构与附加电阻 R_S 构成。固定线圈 A 与负载串联，反映了流过负载的电流称为电流线圈；可动线圈 D 串联附加电阻 R_S 后与负载并联，反映了负载两端的电压称为电压线圈，如图 1-19 所示。

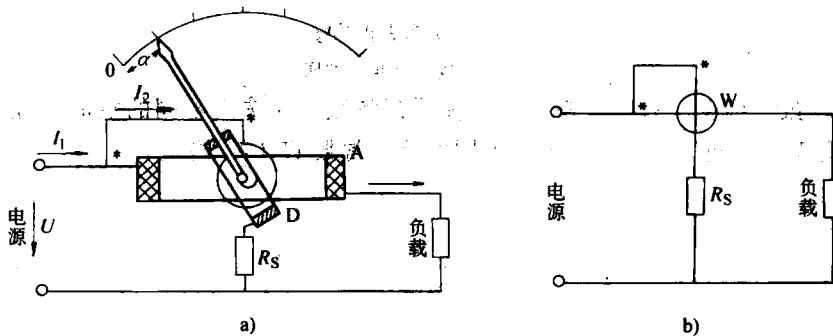


图 1-19 电动式功率表

a) 原理示意图 b) 电路图