

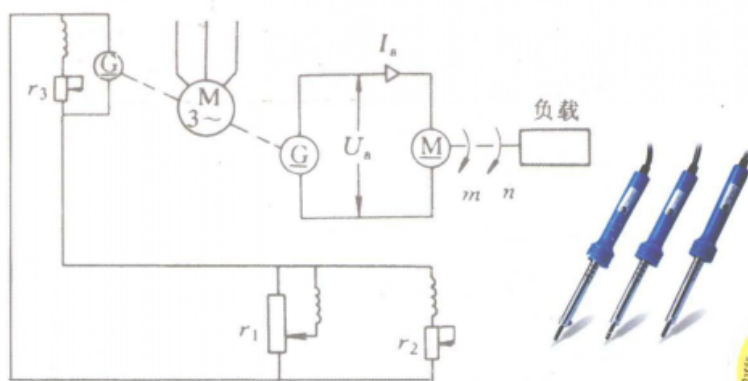


职业技能培训系列教材

中级电梯 安装维修工 技能实战训练

ZHONGJI DIANTI ANZHUANG
WEIXIUGONG JINENG
SHIZHAN XUNLIAN

郭昕文 主编



- ✓ 模块形式编写 理论技能一体
- ✓ 理论必需够用 技能训练强化
- ✓ 先进实用适用 成就中级技工



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书特色：

模块化——本书按模块式编写，理论技能一体化，在必备知识的指导下操作更加胸有成竹，在实操中学习理论知识更容易理解掌握，好教易学

先进性——依据《国家职业标准》，参照深圳职业技能鉴定要求，加强中级电梯安装维修工应具备的新技术、新设备、新标准、新工艺的知识和技能，培养现代电梯安装维修工高技能人才

实用性——理论技能有机结合，理论“必需够用”，技能训练强化，操作步骤详尽，犹如师傅手把手教

职业技能培训系列教材

- ◎ 初级电工技能实战训练
- ◎ 中级电工技能实战训练
- ◎ 高级电工技能实战训练
- ◎ 初级电梯安装维修工技能实战训练
- ◎ 中级电梯安装维修工技能实战训练
- ◎ 高级电梯安装维修工技能实战训练
- ◎ 初级制冷设备维修工技能实战训练
- ◎ 中级制冷设备维修工技能实战训练

上架指导：工业技术 / 电气工程 / 建筑电

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者服务部：(010)68993821

邮政编码：100037
网络服务
门户网站：<http://www.cmpbook.com>
教材网：<http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

定价：19.00元

ISBN 978-7-111-29827-4



9 787111 298274 >



职业技能培训系列教材

职业技能培训系列教材

中级电梯安装维修工 技能实战训练

主 编 郭昕文

副主编 刘贯华 黄太平 王跃军

主 审 岳庆来



机械工业出版社

本书根据《国家职业标准》和职业技能鉴定规范,并参考深圳市电梯职业技能标准,详细地讲述了中级电梯安装维修工技能考核必须掌握的相关知识和技能要求。本书以实践操作为重点,理论讲解围绕实际操作进行。

在了解掌握初级电梯安装维修工技术的基础上,本书共分7个模块进行介绍,模块1介绍电梯维修技术中使用的仪器、仪表,电子技术与拖动技术;模块2介绍可编程控制技术的应用;模块3介绍电梯维修技术中的机械知识及应用;模块4介绍电梯的安装维修与保养;模块5介绍通用电梯故障排除技术;模块6介绍电梯安全管理知识;模块7提供了一个实战训练平台模板,学员可以自己测试知识与技能的掌握程度。在本书最后附有交流双速货梯原理图,供教师及学员参考。

该书可供技工院校、职业院校电梯安装维修类专业使用,也可作为中级电梯安装维修工培训的实操技能训练指导教材,还可作为电梯应用技术爱好者的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

中级电梯安装维修工技能实战训练/郭昕文主编. —北京:机械工业出版社,2010.2

(职业技能培训系列教材)

ISBN 978-7-111-29827-4

I. ①中… II. ①郭… III. ①电梯—安装—技术培训—教材②电梯—维修—技术培训—教材 IV. ①TU857

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第028730号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何月秋 陈玉芝 责任编辑:王振国 版式设计:张世琴

封面设计:马精明 责任校对:李秋荣 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.25印张·298千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29827-4

定价:19.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

序

随着我国经济的不断发展和产业结构的转型升级以及经济的全球化发展，我国已逐步成为世界的“制造中心”，而制造业的主力军——技能人才却严重匮乏，成为影响我国经济进一步发展的瓶颈。为此，国家提出了新的人才发展战略目标，全面推进技能振兴计划和技能人才培养工程。

在技能人才培养的教学过程中，教材处于基础地位，是课程体系设计的核心。为加快技能人才的培养，我们精心策划了这套“职业技能培训系列教材”。本系列丛书的编写特色体现在以下几个方面：

一是书中内容突出一个“新”字，做到结合当前企业的生产实际，力求教学内容能反映本工种新技术、新标准、新工艺和新设备的应用。

二是根据《国家职业标准》和职业技能鉴定规范，同时结合深圳市电工、电梯、制冷等专业工种的职业技能标准，力求教学内容能覆盖相应工种、相应层次的技能鉴定要求。

三是教学中注重培养学员的职业能力，把相关知识点的学习与专业技能的训练有机地结合起来，摒弃以往“就知识讲知识”的做法，坚持技能人才的培养方向。

四是内容安排上符合认知规律，由浅及深，由易到难，做到理论知识以够用为度，侧重实践操作。

本系列教材的编者来自深圳技师学院从事培训教学的一线教师和企业的一部分专家，书中内容基本反映了深圳技能培训教学和社会化考核的方向。相信本书会受到中、高职类院校广大师生和广大青年读者的欢迎。

编委会主任 黎德良

前 言

随着我国国民经济的迅速发展,电梯维修业已成为发展速度最快的朝阳产业之一。根据国务院令(第373号)《特种设备安全监察条例》于2003年6月1日开始实施,电梯作为一种特种设备,其安全生产、使用、检验检测、检修安装工作引起社会的广泛关注。而目前我国电梯工程技术人员存在严重不足的现象,全国各大中小城市电梯工程技术人员的缺口在100万左右。

电梯作为特种设备广泛用于生产、生活、医疗、办公等场所,在投入使用前必须通过现场组装和调试,在这一过程中,从事电梯安装、维修保养人员的技术水平的高低,安装维修质量的好坏,将直接关系到运行中的安全性和可靠性。当今电梯的技术要求不断提高,控制技术日益自动化、信息化。为了确保电梯的正常运行,保障工业生产的顺利进行和人民生命财产的安全,必须将电梯安装、维修保养人员的安全技术培训纳入社会培训工作的重要内容之中。

我国人力资源与社会保障部门、质量技术监督部门针对此工种制定了培训大纲及考核标准。本书是根据《国家职业标准》和职业技能鉴定规范,并参考深圳市电梯技能职业技能标准编写的,详细地讲述了中级电梯安装维修工技能考核必须掌握的相关知识和技能要求。本书以实践操作为重点,理论讲解围绕实际操作进行。

在了解掌握初级电梯安装维修工技术的基础上,本书共分7个模块进行介绍,依次介绍电梯维修技术中使用的仪器仪表,电子技术与拖动技术;可编程序控制技术的应用;电梯维修技术中的机械知识及应用;电梯的安装维修与保养;通用电梯故障排除技术;电梯安全管理知识等。

本书由郭昕文主编,岳庆来教授主审。其中模块1、4、6、7及附录由郭昕文编写,模块2由刘贯华编写,模块3由黄太平编写,模块5由王跃军编写。全书由郭昕文统稿。

本书可供技工学校、职业院校电梯安装维修类专业使用,也可作为中级电梯安装维修工培训的实操技能训练指导教材,还可作为电梯应用技术爱好者的学习参考用书。

感谢深圳技师学院岳庆来教授、肖明耀副教授,以及本领域中从事教育与实践工作的同行在编写本教材过程中提供的专业指导与鼓励,同时对参考文献的相关作者表示衷心的感谢!

由于编写时间仓促,书中难免存在不足之处,敬请广大读者给予批评指正。

编 者

目 录

序

前言

模块 1 电工与电子技术	1
1.1 常用仪器、仪表的使用与维护	1
1.1.1 示波器	1
1.1.2 万用表	4
1.1.3 钳形电流表	7
1.1.4 携带式绝缘电阻表	7
1.1.5 半导体温度计	8
1.1.6 手持式转速表	9
1.1.7 声级计	9
1.1.8 接地电阻测量仪	10
1.2 电子技术	11
1.2.1 电子技术基础	11
1.2.2 集成运算放大器	16
1.3 电力拖动	22
1.3.1 变压器的结构原理与运行	22
1.3.2 直流电动机及拖动原理	26
1.3.3 调压调速与变频调速	28
1.4 电子技术实训	37
实训 1 二极管整流电路	37
实训 2 晶闸管全波整流电路	38
实训 3 光电感应电路	40
实训 4 振荡器电路	41
实训 5 移位寄存器	42
1.5 电力拖动实训	43
实训 1 并励直流电动机正反转控制电路的安装	43
实训 2 并励直流电动机调速控制电路的安装	45
实训 3 并励直流电动机能耗制动控制电路的安装	46
模块 2 可编程序控制技术	48
2.1 可编程序控制技术基础	48
2.1.1 PLC 的定义	48
2.1.2 PLC 的特点	48
2.1.3 FX2N 系列 PLC 的主要性能指标	48
2.2 PLC 的基本组成及工作原理	49
2.2.1 PLC 的基本组成	49
2.2.2 PLC 的工作原理	50
2.3 FX2N—64MR 型 PLC 的内部软元件	51



2.4 PLC 的基本指令系统	53
2.4.1 基本指令的使用	53
2.4.2 梯形图设计的规则和技巧	61
2.4.3 双重输出动作及其对策	62
2.5 PLC 的步进控制指令系统	63
2.6 FX—20P—E 型手持式编程器的使用	64
2.7 PLC 编程常见电路介绍	66
2.8 PLC 实训	68
实训 1 电梯层楼信号的 PLC 控制	68
实训 2 三相异步电动机星形—三角形起动的 PLC 控制	71
实训 3 三相异步电动机顺序起动的 PLC 控制	72
模块 3 常用机械知识	74
3.1 机械知识基础	74
3.1.1 常用机械传动与机械零件	74
3.1.2 公差与配合、表面粗糙度基本知识	79
3.1.3 齿轮传动与蜗杆传动	82
3.1.4 一般机械装配图及零件图的测绘方法	83
3.1.5 润滑基本理论、识别润滑油的种类及质量	86
3.1.6 一般金属材料的焊接技术和安全知识	89
3.2 常用机械知识实训	90
实训 1 识读机械装配图	90
实训 2 限速器的拆装	91
实训 3 安全钳的拆装	92
实训 4 电梯安装中的起重作业	93
实训 5 焊条电弧焊操作	94
实训 6 烙铁钎焊操作	95
实训 7 火焰钎焊操作	96
模块 4 电梯安装维修保养	98
4.1 电梯安装工作	98
4.1.1 电梯安装前的准备工作	98
4.1.2 电梯安装工程中的起重工作	101
4.1.3 电梯安装工程中的脚手架搭设	102
4.1.4 电梯安装工程中的放样板与放线	104
4.1.5 电梯安装工程中机房设备的安装	106
4.1.6 电梯安装工程中井道内设备的安装	111
4.1.7 电梯安装工程中轿厢与相关部件的安装	116
4.1.8 电梯安装工程中厅门与地坎的安装	119
4.1.9 电梯安装工程中电气设备的安装	119
4.1.10 电梯安装调试工作	124
4.1.11 电梯安装后检验试验工作	127
4.2 电梯保养工作	130
4.2.1 乘客电梯、载货电梯日常维护保养项目、内容和要求	130
4.2.2 液压电梯日常维护保养项目、内容和要求	133



4.2.3 自动扶梯和自动人行道日常维护保养项目、内容和要求	135
4.2.4 电梯维护保养记录	137
4.3 电梯安装维修实训	138
实训1 安全触板的调节	138
实训2 自动门锁的安装及调节	139
实训3 曳引钢丝绳头的制作及安装	140
实训4 电磁制动器的调节	140
实训5 曳引电动机轴同心度的调节	141
实训6 零件图的测绘	142
实训7 安全钳装置的调节	143
实训8 联轴器的拆装与调节	144
实训9 层门自闭装置的调节	145
模块5 通用电梯故障排除技术	146
5.1 继电器电梯故障排除技术	146
5.1.1 继电器电梯电路基础	146
5.1.2 继电器电梯电路原理	146
5.2 自动扶梯故障排除技术	153
5.3 电梯故障排除实训	156
实训1 继电器电梯故障排除	156
实训2 自动扶梯故障排除	157
模块6 电梯安全及管理	159
6.1 电梯安装安全管理	159
6.2 电梯维修安全管理	160
6.2.1 安全作业基本行动	160
6.2.2 保护第三者的安全对策	161
6.2.3 通电时的作业	161
6.2.4 作业的中断与恢复	161
6.2.5 维护一般遵守事项	162
6.2.6 机房作业	162
6.2.7 轿顶作业	163
6.2.8 轿内及厅外作业	164
6.2.9 底坑内作业	164
6.2.10 检修、保养工作结束后的检查	165
6.2.11 急修作业的一般遵守事项	165
6.2.12 维修作业的一般遵守事项	165
6.2.13 电梯层门专用钥匙的使用	165
6.3 电梯安全及管理实训	166
实训1 电梯维修人员上轿顶操作	166
实训2 电梯维修人员进入底坑操作	166
模块7 电梯安装维修工（中级）综合实战100分	168
附录 交流双速电梯原理图	182
参考文献	184

模块 1 电工与电子技术

1.1 常用仪器、仪表的使用与维护

1.1.1 示波器

目前电梯的控制单元大量地使用电子电路，示波器是用来测试电子电路电压波形的仪器，也可测试出电压的峰值、周期等。

1. 功能 这里以 MATRIX < OSCILLOSCOPE MOS—620 型示波器为例进行介绍，其他型号大同小异，请参照使用。MATRIX < OSCILLOSCOPE MOS—620 型示波器的面板示意图如图 1-1 所示，其面板常用按键、旋钮的功能见表 1-1。

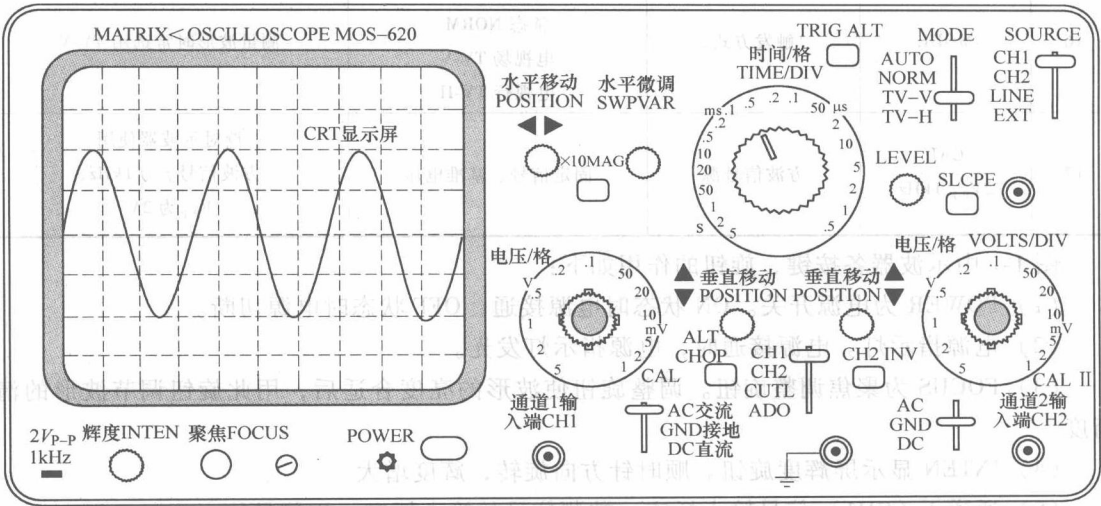


图 1-1 MATRIX < OSCILLOSCOPE MOS—620 型示波器的面板示意图

表 1-1 示波器面板常用按键、旋钮的功能

序号	英文	中文	作用	效果
1	POWER	电源开关		
2	CRT	显示屏	显示波形	显示波形
3	FOCUS	聚焦调节	清晰度调节	清晰显示波形
4	INTEN	辉度	亮度调节	显示波形明亮度适中
5	CH1, CH2	通道 1、2	接入被测信号	
6	AC	交流	根据被测信号选择	测量交流信号调至 AC
	GND DC	接地 直流		测量直流信号调至 DC



(续)

序号	英文	中文	作用	效果
7	VOLTS/DIV	幅值/刻度	电压/格	
8	CAL II	幅值微调		
9	SWP VAR	水平微调		
10	LEVEL	水平同步	波形显示水平稳定	
11	TIME/DIV	扫描时间/格	时间/格	
12	◀▶ POSITION	水平位移	调节使波形水平移动	
13	◆ POSITION	垂直移动	调节使波形垂直移动	
14	×10MAG	水平扩展	波形水平扩展 10 倍	
15	SOURCE	外触发输入端子 触发源选择	通道 CH1 通道 CH2 LINE EXT	测量波形时常选用 CH1
16	MODE	触发方式	自动 AUTO 常态 NORM 电视场 TV-V 电视行 TV-H	测量波形时常选用 TV-V
17	CAL 2V _{P-P} 1kHz	方波信号源	固定信号、基准电压	校对示波器使用 方波信号 f 为 1kHz、 V_{P-P} 为 2V

图 1-1 中示波器各按键、旋钮的作用如下：

- (1) POWER 为电源开关。ON 状态时电源接通，OFF 状态时电源切断。
- (2) 电源指示灯。电源接通时，电源指示灯发光。
- (3) FOCUS 为聚焦调整旋钮。调整旋钮使波形的亮度合适后，用此旋钮调节波形的清晰度。
- (4) INTEN 显示屏辉度旋钮。顺时针方向旋转，辉度增大。
- (5) 通道 1 (CH1) 信号输入插座。被测信号的输入插座，用信号线引入。
- (6) 通道 2 (CH2) 信号输入插座。被测信号的输入插座，用信号线引入。
- (7) AC—GND—DC 为输入耦合方式切换开关。其中，AC 为经电容器耦合，输入信号的直流分量被抑制，只显示其交流分量。GND 为垂直放大器的输入端被接地。DC 为直接耦合，输入信号的直流分量和交流分量同时显示。
- (8) VOLTS/DIV (垂直轴电压幅值标度开关，即每一格多少伏)。需要根据输入信号的幅度进行适当的设定。使用 10:1 探头时，请将测量结果进行 ×10 的换算。
- (9) LEVEL 为水平同步旋钮，通过调节使扫描周期与信号周期同步，信号波形稳定地显示在屏幕上。
- (10) TIME/DIV 为水平扫描速度开关。可以分 20 段从 0.2μs/DIV 到 0.5s/DIV 进行切换。
- (11) CAL II 为垂直轴微调旋钮。按箭头方向旋转到底，为 VOLTS/DIV 开关的设定值；



逆时针旋转,可以降低设定值;通常情况下,请将此旋钮置于 CAL 校准位置。

(12) SWPVAR 为时间轴微调旋钮。按箭头方向旋转到底,为 TIME/DIV 开关的设定值;逆时针旋转,可以降低设定值;通常情况下,请将此旋钮置于 UNCAL 校准位置。

(13) SOURCE 外触发输入端子。用于外部触发信号,即触发源选择:选择内 (INT) 或外 (EXT) 触发。选择可有 CH1、CH2、LINE、EXT。

(14) MODE 为触发方式切换开关 (垂直轴工作方式选择开关)。AUTO: 自动,当没有触发信号输入时扫描在自由模式下。NORM: 常态,当没有触发信号时,踪迹处在待命状态并不显示。TV-V 电视场: 当需观察一场的电视信号时,或波形时。TV-H 电视行: 当需观察一行的电视信号时。

(15) CAL ($2V_{p,p}$ 1kHz) 为方波信号源。用于校对示波器测量显示状况。

2. 示波器的使用方法

(1) 熟悉示波器各旋钮、开关的功能和作用。

(2) 显示水平线: 调节 CH1 通道选择开关使之处于 GND; 调节辉度旋钮和聚焦旋钮。

(3) 显示方波: 调节 CH1 通道选择开关使之处于 AC; 调节 SOURCE 开关使之处于 CH1; 调节 MODE (下部) 开关使之处于 CH1; 调节 MODE 开关使之处于 TV-V; 调节 VOLTS/DIV 开关, 调至 $1V/DIV$; 调节 TIME/DIV 开关, 调至 $1ms/DIV$; 将信号线接入 CH1 插孔, 将信号端连接到 CAL ($2V_{p,p}$ 1kHz) 信号源, 检查无误后将显示出方波信号, 通过换算得出信号的幅值和周期、频率。

(4) 读出信号周期和电压值:

信号周期 = 方格数 $\times$ 周期标度 / 周期放大倍数 (水平方向)

信号电压 = 方格数 $\times$ 幅值标度 $\times$ 指针衰减数 / 增益倍数 (垂直方向)

3. 注意事项

(1) 示波器使用前一定要校准, 否则测量值不准确。

(2) 注意电压 (有效值) 峰值与峰-峰值之间的区别。

(3) 电压 (频率) 值不能以信号发生器或电子实训台上的显示值为准, 而应以示波器测量的读数为准。

4. 示波器的读数举例 正弦波的测量, 如图 1-2 所示。将线路按要求接好并检查无误; 将电压格、时间格调至合适位置, 将水平微调、垂直微调旋钮调至最大。将信号发生器调至合适挡位, 通电测量。观察波形, 读出电压的峰-峰值 $V_{p,p}$ 或峰值 V_p , 周期 T , 即

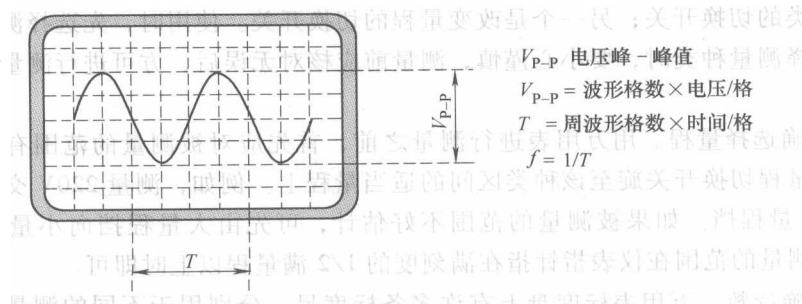


图 1-2 正弦波的测量



电压的有效值 U

$$U = V_{p-p}/2\sqrt{2} = V_p/\sqrt{2}$$

电压的频率 f 与周期 T 的换算

$$f = \frac{1}{T}$$

1.1.2 万用表

万用表是电梯安装维修中常用的电气测量仪表，它的精度虽然不高，但测量范围广，因此使用广泛。一般万用表用来测量电压、电流、电阻，有的万用表还可以测量电感、电容、晶体管的电流放大倍数等。万用表分为指针式和数字式两大类。

1. 指针式万用表 如图 1-3 所示，指针式万用表是具有多种用途和多个量程的直读式仪表，用来测量交、直流电压和电流及电阻等电量。正确、安全使用万用表，应注意以下事项：

(1) 接线柱的选择。测量之前，首先应检查表笔位置是否正确。红表笔应接在标有“+”的接线柱上，黑表笔应接在标有“-”的接线柱上。测量直流时，红表笔接被测电路的正极，黑表笔接被测电路的负极。如果不知道被测电路的正、负极时，可以这样判断：将仪表的转换开关切换到直流电压最大量程，将一支表笔接至被测电路任意一极上，然后将另一支表笔在被测部分另一极上轻轻一碰，并立即离开，观察仪表指针的转向，若表针正向偏转，则红表笔为正极，黑表笔为负极；反之，黑表笔为正极，红表笔为负极。有些万用表设有交直流 2500V 的高电压测量端钮，使用时黑表笔仍接在“-”接线柱上，而将红表笔接在 2500 V 的接线柱上。

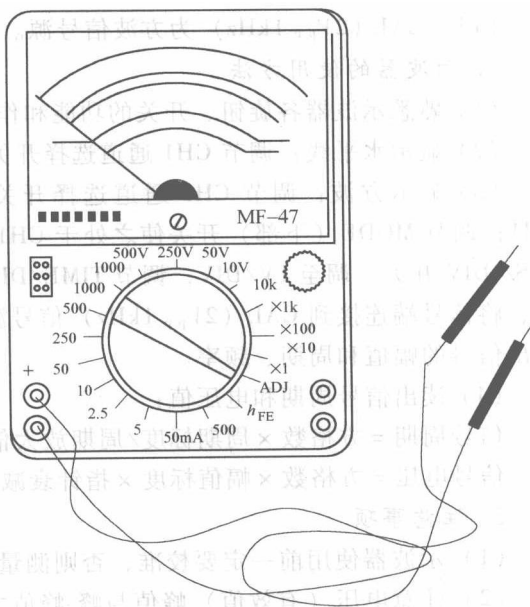


图 1-3 指针式万用表

有些万用表设有交直流 2500V 的高电压测量端钮，使用时黑表笔仍接在“-”接线柱上，而将红表笔接在 2500 V 的接线柱上。

(2) 测量挡的选择。根据测量的对象，将切换开关转换到所需要的位置上。例如，需要测量交流电压，将切换开关转换到标有 V 的位置。有些万用表有两个切换开关，一个是改变测量种类的切换开关；另一个是改变量程的切换开关。使用时，先选择测量种类，再选择量程。选择测量种类时，要小心谨慎，测量前应核对无误后，方可进行测量，否则会烧毁仪表。

(3) 正确选择量程。用万用表进行测量之前，首先应对被测量的范围有一个大概的估计，然后将量程切换开关旋至该种类区间的适当量程上。例如，测量 220V 交流电压时，就可选用 250V 量程挡。如果被测量的范围不好估计，可先由大量程挡向小量程挡处进行切换，应使被测量的范围在仪表指针指在满刻度的 1/2 满量程以上时即可。

(4) 正确读数。万用表标度盘上有许多条标度尺，分别用于不同的测量种类，测量时要在相应的标度尺上读取数据。万用表的标度盘如图 1-4 所示。



标有“DC”或“-”的标度尺为测量直流时用的。标有“AC”或“~”的标度尺为测量交流时用的（有些万用表的交流标度尺用红色标出）。交流和直流的标度尺合用读数时，就得另用一些斜短线将交流标度尺与直流标度尺相对应的标度连起来。读数时要注意的是，测量低压交流的标度尺一般位于标度盘的下方，此时读数比较准确。

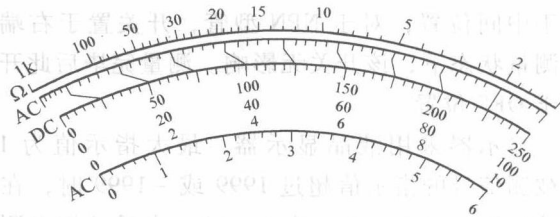


图 1-4 万用表的标度盘

(5) 正确使用欧姆挡。测量电阻时应使用不同的倍率。测量过程中仪表的指针越靠近标度尺的中心部分，读数越准确。一般可以比较清晰地读出中心阻值的 20 倍。例如：某万用表“ $R \times 1$ ”挡的中心值为 12Ω ，它的 20 倍约为 250Ω ，在这个数值以下可以清楚地读数，再大就不准确了，必须另选合适的量程。首先两表笔和在一起，调整旋钮，使指针指向零位。测量时，由指针读数 $\times$ 倍率，即为电阻值。倍率 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 、 $R \times 10k$ 。

例如：挡位在倍率 $R \times 10$ 进行，测量时，指针指在“30”，则电阻值为： $30\Omega \times 10 = 300\Omega$ 。

注意：测量电阻之前，选择适当的倍率挡后，首先将两表笔相碰使指针指在零位。如果表针不在零位时，应调节“调零”旋钮，使指针指在零位，以保证测量结果的准确性。若调整“调零”旋钮，指针仍不能指在零位，则说明电池的电压过低，应更换新电池。不允许带电测量，即在测量某一电路的电阻时，必须切断被测电路的电源，不能带电进行测量。因为测量电阻的欧姆挡是由干电池供电的，带电测量相当于接入一个外加电压，不但会使测量结果不准确，而且可能烧坏表头，这一点必须特别注意。不允许用万用表的电阻挡直接测量微安表表头、检流计、标准电池等仪表、仪器的内阻。

(6) 安全操作要点。使用万用表进行测量时，要注意人身和仪表设备的安全。一般测量时都用手拿住表笔进行测量，不得用手触摸表笔的金属部分。否则不仅会影响测量的准确性，而且还会有触电的危险产生。

(7) 电流测量。电流的测量需要将表串联在电路中，先估计电流的大小，再选择电流的挡位。另外，被测电路是交流时选交流挡位，是直流时选直流挡位。注意：无交流电流挡位的万用表不能直接测量交流电流。直流电流测量时，红表笔为电流进线端，黑表笔为电流出线端。

(8) 电压测量。确定电压挡位，即由被测电压是交流或直流及其高低来确定挡位——电压量程（量程：表针摆到头，指示的电压值即为此挡位的量程）。若不了解被测电压的高低，应先使用最大量程，由测量结果向下调，当表针指在表盘 $1/3$ 中部时，测量数值较为准确。

2. 数字式万用表 数字式万用表具有测量精度高、显示速度快、体积小、重量轻、耗电省、能在强磁场区使用等优点，因此得到广泛的应用。如图 1-5 所示为 DM—100 型数字式万用表的面板。

(1) 面板的布置：面板上有电源开关、量程开关、测量状态开关、显示器等。

电源开关能实现 PNP 和 NPN 型晶体管的选择功能，测量 h_{FE} 时，对于 PNP 型管，开关



置于中间位置；对于 NPN 型管，开关置于右端。其他测量状态下，该开关无影响。测量完毕后此开关应置于 OFF 位置。

显示器采用液晶显示器，最大指示值为 1999。当被测信号的指示值超过 1999 或 -1999 时，在靠左边的位置上显示 (1) 或 (-1)，表示已超出测量范围。

对于测量状态开关，它可用于选择测量直流电压、交流电压、直流电流、电阻的功能。而量程开关，可根据被测信号的大小，选择合适的量程。

h_{FE} 测试插座用以测试 PNP 与 NPN 型晶体管。插座上标有 B、C、E 三个插孔，小型晶体管可直接插入测试。

面板上有 4 个输入被测信号的端子。黑色测试表笔总是插入公共的“COM”端子，红色测试表笔通常是插入“+”端子，当测量交流电压时，需将红表笔插入“ACV”端子。当被测直流电流大于 200 mA 时，需将红色表笔插入“10 A”端子。

(2) 测量方法：直流电压测量时，把红色表笔接“+”端子，黑色表笔接“COM”端子，电源开关置“ON”，按下“V”状态开关。按照被测电压的大小，选择合适的量程开关，将表笔接到被测电路两端即可。交流电压测量时，把黑色表笔接“COM”端子，红色表笔接到“ACV”端子，电源开关置“ON”，按下“V”状态开关，再根据被测交流电压大小，在 200 V 或 1000 V 中间选择一个量程开关。将表笔接到被测电路上即可。直流电流测量时，把黑色表笔接到“COM”端子，红色表笔接到“+”端子，电源开关置“ON”，按下“DCmA”状态开关，按照被测电流大小，选择合适的量程开关，将表笔接入被测电路，显示器就有指示。被测电流超过 200 mA 时，红色表笔应插入“10A”端子，量程开关选 20 mA/10A 挡。电阻测量时，把红色表笔插入“+”端子，黑色表笔插入“COM”端子，电源开关置“ON”，按下“OHM”状态开关，按照被测电阻大小，选择量程开关，将表笔接于被测物两端，显示器显示电阻值。用电阻挡检查二极管或电路导通状况时，蜂鸣器发出声响表示通路。测量二极管时把黑色表笔接到“COM”端子，红色表笔接到“(+) V—mA— Ω ”端，按下状态开关“OHM”挡，电源开关置“ON”，按下量程开关，将表笔接到二极管两端。当正向检查时，二极管应有正向电流流过，若二极管良好时应显示一定值，其正向压降的电流值等于显示值乘以 10。例如：好的硅二极管正向压降的电流值在 400 ~ 800 mA 之间，如果显示 70，则正向压降的电流值近似为 700mA。如果被测二极管是坏的，则显示“000”（短路）或“1”（开路）。当反向检查时，若二极管是好的，则显示“1”，若二极管是坏的，则显示“000”或其他。 h_{FE} 测量时，测 PNP 型晶体管，应将电源开关置于中间的“ON”位置，按下 DCmA/ h_{FE} TEST 状态开关和 h_{FE} 量程开关，将晶体管三个极对应地插入 E、B、C 孔中，显示器即显出被测管的 h_{FE} 值。

(3) 注意事项：装入电池时电源开关应置于“OFF”位置。测量前应选好状态开关和

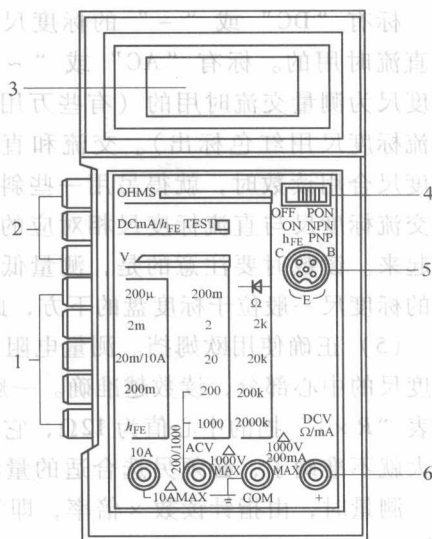


图 1-5 数字式万用表的面板

- 1—量程开关 2—测量状态开关 3—显示器
4—电源开关 5— h_{FE} 测试插座
6—输入端子

量程开关所应处的位置，不要搞错。改变测量状态和量程之前，测试笔不要接触被测物。万用表不要在能产生强大电气噪声的场合中使用，否则会引起读数误差或不稳定现象。测量完毕后，电源开关应置于“OFF”位置。

1.1.3 钳形电流表

钳形电流表是测量交流电流的携带式仪表，其结构如图 1-6 所示。

它可以在不切断电路的情况下测量电流，因此使用方便。但只限于在被测电路的电压不超过 500 V 的情况下使用。

1. 正确选用表计的种类 钳形表的种类和形式很多，有用来测量交流电流的 T—301 型钳形电流表，有测量交流电流、电压的 T—302 型钳形电流表和 MG24 型袖珍式钳形电流、电压表，还有 MG21、MG22 型的交、直两用的钳形电流表等。在进行测量时，应根据被测对象的不同，选择不同形式的钳形电流表。如果仅测量交流电流，可以选择 T—301 型钳形电流表。若使用其他形式的钳形电流表时，应根据测量的对象将转换挡位开关拨到需要的位置。

2. 正确选用表计的量程 钳形电流表一般通过转换开关改变量程。测量前，对被测电流进行粗略的估计，选择适当的量程。如果被测电流无法估计时，应将钳形电流表的量程放在最大挡位，然后根据被测电流指示值，由大变小转换到合适的挡位。切换量程挡位时，应在不带电的情况下进行，以免损坏仪表。

3. 注意事项

(1) 测量交流电流时，应使被测导线位于钳口中部，并使钳口紧密闭合。

(2) 每次测量后，要把调节电流量程的切换开关放在最高挡位，以免下次使用时，因未经选择量程就进行测量而损坏仪表。

(3) 测量 5A 以下电流时，为得到较准确的读数，在条件许可时，可将导线多绕几圈放进钳口进行测量，所测电流数值除以钳口内的导线根数即为导线电流值。

(4) 测量时，操作人员应注意保持与带电部分的安全距离，以免发生触电危险。

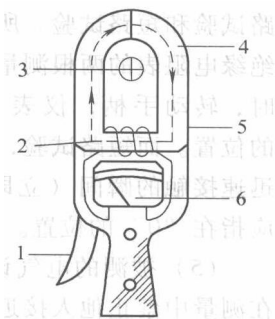


图 1-6 钳形电流表的结构

- 1—手柄 2—二次线圈
3—被测导线 4—互感器
5—铁心 6—电流表

1.1.4 携带式绝缘电阻表

绝缘电阻表用于测量各种变压器、电机、电器、电缆等设备的绝缘电阻，如图 1-7 所示。绝缘电阻表一般由手摇发电机及磁电系双动圈比率计组成。而晶体管绝缘电阻表是由高压直流电源及磁电系双动圈比率计或磁电系电流表组成。

电梯是额定电压为 500 V 以下的电气设备，一般选用 250 ~ 500V 的绝缘电阻表。而额定电压 500 V 以上的电气设备，应选用 500 ~ 1000V 的绝缘电阻表；额定电压 500V 以下的线圈绝缘，选用 500V 的绝缘电阻表。有些绝缘电阻表的标尺，不是从零开始，而是从 1MΩ 或 2MΩ 开始的，这种绝缘电阻表不适宜测量潮湿场所低压电气设备的绝缘电阻，由于这些电气设备的绝缘电阻低于 1MΩ 时，将得不到正确的读数。

(1) 测量前应正确选用表计的测量范围，使表计的额定电压与被测电气设备的额定电压相适应。



(2) 绝缘电阻表应水平旋转, 并应远离外界磁场。

(3) 使用表针专用的测量导线或绝缘强度较高的两根单芯多股软线, 不应使用绞形绝缘软线或其他导线。

(4) 测量前, 应对绝缘电阻表进行开路试验和短路试验。所谓开路试验, 就是在绝缘电阻表的两根测量导线不接触任何物体时, 转动手柄, 仪表的指针应指在“ ∞ ”的位置。而短路试验, 是指将两极测量导线迅速接触的瞬間(立即离开), 仪表的指针应指在“0”的位置。

(5) 被测的电气设备必须与电源断开。在测量中禁止他人接近设备。

(6) 对于电容性的电气设备, 如电缆、大功率的电机、变压器和电容器等, 测量前必须将被测的电气设备对地放电。

(7) 测量前, 应先了解周围环境的温度和湿度。当湿度过大时, 应使用屏蔽线。测量时应记录温度, 以便于事后对绝缘电阻进行分析。

(8) 使用绝缘电阻表时, 接线必须正确。绝缘电阻表的“线路”或标有“L”的端子, 用于接被测设备的相线; “接地”或标有“E”的端子, 用于接被测设备的地线; “屏蔽”或标有“G”的端子, 用于接屏蔽线, 可以减小因被测物表面泄漏电流存在而引起误差。

(9) 测量时, 顺时针摇动绝缘电阻表的摇把, 使转速逐渐增加到 120r/min, 待调速器发生滑动后, 即可得到稳定的读数, 一般读取 1min 后的稳定值。

(10) 测量电容性电气设备的绝缘电阻时, 应在得到稳定读数后, 先取下测量导线后再停止摇动摇把, 测完后立即对被测电气设备进行放电。

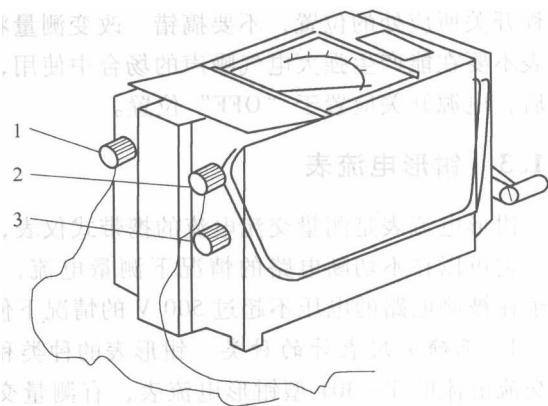


图 1-7 便携式绝缘电阻表
1—线路端 L 2—接地端 E 3—屏蔽端 G

1.1.5 半导体温度计

我们目前生产的温度计的品种、型号、式样较多, 常用的有 0~100℃, 0~400℃, 且有数字显示、指针显示两种。TH—80 型互换半导体温度计是应用热敏电阻的一种小的圆珠形半导体, 它与水银温度计相比较, 有高的灵敏度和短的时间常数, 测定方法简单。

半导体温度计专用于测定固体物的表面温度, 也可以浸入多种液体中测定温度。

(1) 使用前, 开关应在“关”或“0”的位置, 调准表头指针于零位。

(2) 将开关拨至“校”或“1”的位置, 转“满度调节”旋钮使电表指针恰至满刻度位置。

(3) 将开关拨至“测”或“2”的位置, 即可测量温度。测量时将探头接触到目的物上。

(4) 若发现“满刻度调节”不能使电表指针校到满刻度时, 应更换电池。电池极性不得接反。

(5) 测温探头所需元件是用玻璃制造的, 使用时应注意轻轻接触被测物体, 以免损坏。