

全国新闻出版系统职业技术学校统编教材

印刷机械 电气控制

全国新闻出版系统职业技术学校统编教材审定委员会 组织编写

王 乔 主编

陈世军 主审



印刷工业出版社

全国新闻出版系统职业技术学校统编教材

印刷机械电气控制

全国新闻出版系统职业技术学校统编教材审定委员会组织编写

主 编 王 乔
参 编 荣华阳 陈世军
主 审 陈世军

印刷工业出版社

内容提要

本书是全国新闻出版系统职业技术学校统编教材中的一本。

本书共分六章,主要介绍了印刷设备基本控制电器元件、印刷设备中常用的电动机与控制方法、印刷设备中的基本控制电路、胶印设备典型电路分析、气动部分、印刷机的电气维修等,内容全面、概念透彻。是一本难度适中、内容新颖的适合中等职业技术学校师生教学使用的印刷电气控制专业教材。也适合印刷、包装、轻工、电子及机械行业企业操作人员、技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

印刷机械电气控制/王乔主编.—北京:印刷工业出版社,2008.5

全国新闻出版系统职业技术学校统编教材

ISBN 978-7-80000-735-4

I. 印… II. 王… III. 印刷机—电气控制—专业学校—教材 IV. TS803.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第053760号

印刷机械电气控制

主 编:王 乔

参 编:荣华阳 陈世军

主 审:陈世军

责任编辑:吴 嘉

出版发行:印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编:100036)

经 销:各地新华书店

印 刷:河北省高碑店鑫宏源印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:225千字

印 张:9.5

印 数:1~3000

印 次:2008年5月第1版 2008年5月第1次印刷

定 价:18.00元

I S B N : 978-7-80000-735-4

◆ 如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话:010-88275707 88275602

全国新闻出版系统职业技术学校统编教材审定委员会

委 员 名 单

主 任：孙文科

副主任：李宏葵 严 格 吴 鹏 刘积英

委 员：王国庆 杨速章 刘宁俊 庞东升

尚曙升 杨保育

全国新闻出版系统职业技术学校统编教材
(第一批)

拼晒版与打样实训教程·····	陈世军	主编
印刷实训指导手册·····	周玉松	主编
印前工艺·····	郝景江	主编
印后加工 ·····	徐建军	主编
柔性版印刷工艺·····	严 格	主编
印刷机械基础·····	王 芳	主编
印刷机械电气控制·····	王 乔	主编

序

新闻出版总署发布的印刷业“十一五”发展指导实施意见提出，争取在2010年把我国建设成为全球主要的印刷基地之一，“十一五”末期我国印刷业总产值达到4400亿元。迅猛发展的产业形势对印刷人才的培养和教育工作提出了更高的要求。新闻出版系统中等职业技术学校作为专业人才培养的重要组成部分必须因循产业发展的需求做出相应的变革和创新。其中，教材作为必不可少的教学工具也必须紧跟产业形势，体现产业技术和管理发展的最新成果。

总署一直十分重视和支持系统内中等职业技术学校教材建设工作，于1995年专门成立了印刷类专业教材编审委员会，组织有关学校的教师和行业专家规划、编写了电脑排版、平版制版和平版印刷三个专业的9本专业课统编教材。这批教材突出技工学校印刷类专业教育、教学的特点，陆续出版之后一举扭转了相关专业教材陈旧落后的局面，对近十几年技能型印刷专业人才的培养做出了很大贡献。但近年来，随着印刷专业技术的飞速发展和职业教育改革的不断深化，无论在体系、内容还是形式上都显露出一些问题，有的还比较突出，亟需根据新的形势进行必要的调整和革新。

2006年，汇集了国内相关院校教学骨干的全国新闻出版系统职业技术学校教材审定委员会经新闻出版总署批准成立。委员会的首要任务就是根据新的产业形势，做好系统内院校印刷及相关专业统编教材的更新换代工作。委员会成立后，先后三次召开专题工作会议，明确了新版教材的编写指导思想，并制定了首批7本统编教材编写的进度及出版安排。根据委员会的规划，新版统编教材将突出以下显著特点。

1. 面向职业需求，突出实践导向。面向实践，针对企业需求制定有针对性的课程内容，争取使培养出来的学生能较快融入到生产实践中。

2. 关注持续成长，注意延伸学习。在突出实践导向的同时，注意各知识点的

延伸性，培养学生的持续学习能力，举一反三，以适应企业的不同需要。

3. 强调任务驱动，理论适度够用。引入职业教育流行的任务驱动理念，明确每一教学单元的培养目标和知识点、技能点，知识教学和技能训练交叉进行。

4. 重视双证融通，接轨技能标准。注重教材内容与职业技能鉴定标准的衔接，以体现职业教育双证融通的特点。

5. 丰富教材体系，适应教改要求。突破纯技术教学倾向，在技术性课程之外，增加营业、计价和营销等业务员相关知识，扩展学生就业面。

经过委员会的辛勤工作，首批7本陆续出版。从整体上看，这7本教材紧密结合中职院校的教学需求，较好贯彻了委员会的教材编写指导思想，在选题和编写模式上都有了很大突破。比如《拼晒版与打样实训教程》是第一本印前方面的实训指导书；《印刷实训指导手册》对整个印刷流程的实训给出了详尽而实用的指导意见；《柔性版印刷工艺》是中职层次第一本关于柔性版印刷的教材。其他几本教材也都有特点，具有鲜明的实践性、前瞻性特征，能更好地满足有关院校的教学需要。

首批7本教材的出版标志着新版统编教材的编写工作迈出了实质性的第一步。希望审定委员会和有关院校在总结已有经验的基础上继续做好后续教材的编写工作。同时，由于教材编写是一项复杂的系统工程，难度很大，也希望有关院校的师生及行业专家不吝赐教，将发现的问题及时反馈给我们，以利于我们改进工作，真正编出一套能代表当今产业发展需求，体现职业教学特点的高水平教材。

新闻出版总署人事教育司

孙文科

2007年11月

前 言

本书在编写过程中按照职业教育的特点，力求处理好基础理论与实际应用的关系，主要包括印刷电工基础知识、电动机、印刷机电气常用电路、印刷机电气控制及电气维修实例，还列举了典型北人、海德堡、曼罗兰的电气控制实例。现代印刷机的电气结合控制越来越多，本书加入了气动控制的内容与在高宝印刷机上气动控制的实例。

本书由王乔主编，参加编写的人员有：第一章电工仪表部分和第四章第二节由陈世军编写，第五章由荣华阳编写，其他章节由王乔编写。全书由王乔统稿，陈世军主审。

由于编者水平有限，书中难免会出现不妥之处，恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

2008 年 2 月

目 录

第一章 印刷电工基础知识	1
第一节 电的基础知识.....	1
一、直流电路.....	1
二、欧姆定律.....	2
三、电工测量仪表.....	3
第二节 印刷设备电器元件.....	7
一、低压电器的命名.....	7
二、常用低压电器.....	9
第二章 电动机	19
第一节 直流电动机.....	20
一、直流电动机的结构与工作原理.....	20
二、直流电动机的分类.....	23
第二节 交流电动机.....	24
一、三相异步电动机.....	24
二、电磁调速异步电动机.....	27
三、三相整流子式电动机.....	28
第三节 印刷设备中常用的特种电动机.....	32
一、步进电动机.....	32
二、伺服电动机.....	35
三、测速发电机.....	36
第三章 印刷设备中的基本控制电路	38
第一节 电器设备图样的分类.....	38
第二节 电动机的基本控制电路.....	39
一、点动、连动电路.....	39
二、电动机的正反转.....	41
三、行程控制电路.....	41
四、电流控制电路.....	43
第三节 电动机的启动与制动.....	43
一、电动机的降压启动电路.....	43
二、电动机的制动电路.....	46

第四章 印刷机电气控制	49
第一节 胶印生产自动控制的内容	49
一、输墨装置的自动控制	49
二、供水量控制	51
三、温度控制	52
四、给纸控制	53
五、套准控制	54
六、现代典型印刷机控制系统——印刷生产过程的计算机控制	56
第二节 国产胶印机电气控制实例	59
一、J2108B 单张纸单色平版印刷机	61
二、BEIREN 300 印刷机电气系统	67
第三节 进口胶印机电气控制实例	74
一、海德堡 SM102V 四色胶印机电路	74
二、主传动控制	82
三、合压	87
四、纸张故障检测控制	89
五、给纸与收纸部分的控制	91
六、曼罗兰 700 控制系统分析	93
第五章 气动控制	99
第一节 气动系统的基本构成	100
一、阀门	100
二、气动执行元件	100
三、压缩空气	100
第二节 气动控制阀	100
一、气动方向控制阀	101
二、气动压力控制阀	106
三、气动流量控制阀	109
四、气动伺服控制阀	110
五、气动数字控制阀	111
六、阀岛	111
七、气动控制阀的选用	112
第三节 气动系统的执行元件	113
一、常用气缸	113
二、气马达的工作原理	114
第四节 气源装置及辅件	114
一、气源装置	114

二、气动辅件·····	115
第五节 气动基本回路·····	116
一、方向控制回路·····	116
二、压力控制回路·····	117
三、速度控制回路·····	118
四、同步回路·····	118
五、往复运动回路·····	119
第六节 气动系统在印刷机上的应用·····	119
第六章 安全用电与机器维修 ·····	122
第一节 安全用电·····	122
第二节 印刷机电气维修工作的最优方案·····	123
一、电气维修工作的分工·····	124
二、以预防性维修为主的工作方针·····	124
三、改善性维修·····	125
第三节 印刷机电气维修的方法·····	126
一、故障点的判定·····	126
二、故障点的检测要点·····	127
第四节 印刷机维修实例·····	128
一、胶印机电路实例分析·····	128
二、常见故障的分析和处理·····	135
参考文献 ·····	140

第一章

印刷电工基础知识

本章学习目标:

1. 掌握电工基础知识, 会用仪器仪表对相关参数进行测量。
2. 了解印刷设备中常用的电器元件的命名与分类方法, 能正确识别电器元件。
3. 掌握几种常用低压电器的工作原理与符号, 为读懂电路图作准备。

本章应重点掌握术语:

电场 电流 电压 电位 欧姆定律 接触器 继电器 开关 熔断器 主令电器

【任务】

1. 了解电工基础知识的基础上, 会使用万用电表。
2. 掌握低压电器的分类、原理与符号。

第一节 电的基础知识

一、直流电路

电荷有规则的定向移动, 就称为电流。正电荷运动的方向规定为电流的方向。产生电流有两个基本条件, 即运动着的电荷, 二是有能使电荷作定向运动的电场。

电流的大小用电流强度来量度, 简称为电流, 用“ I ”表示。电流强度在数值上等于一秒钟内通过导体横截面的电荷所带电量的大小。用公式表示:

$$I = Q/t$$

式中 I ——电流强度, 单位为安培 (简称安, 或用符号 A 表示);

Q ——电量, 单位为库仑;

t ——时间, 单位为秒。

如果在一秒钟内通过导体横截面的电荷的电量为 1 库仑, 此时导线中通过的电流为 1 安培。有些电路中的电流很小, 常用毫安或微安来计量, 其换算关系为:

$$1 \text{ 安培 (A)} = 1000 \text{ 毫安 (mA)}$$

$$1 \text{ 毫安 (mA)} = 1000 \text{ 微安 (}\mu\text{A)}$$

如果通过导体横截面上电流的方向和大小不随时间的变化而变化,这种电流称为恒定电流,或称为直流电流。

电路就是能使电流流通的闭合回路,由电源、导线和负载组成。图 1-1 就是一个简单电路。

电源是产生电能的设备,如发电机、蓄电池等。负载是消耗电能的设备,如电动机。导线用来连接电源和负载。常用的是铝线或铜线。电路中一般都装有开关等设备,这样可以根据需要随时接通电路或切断电路。电路只有接通时才有电流存在。图 1-2 就是简单的电气原理图,与图 1-1 是同一个电路。

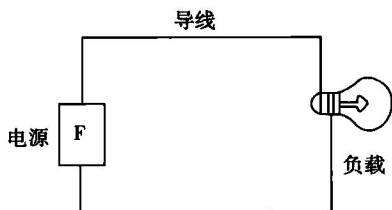


图 1-1 简单电路

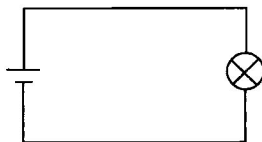


图 1-2 电气原理图

电路中任意两点间的电位差,称为电压,用符号“ U ”表示。两个物体电位高低的不同称为电位差。当电压加在电路两端时,导体中的自由电荷便在高、低电位的作用下进行有规则的移动而形成电流。电压是促进电路中产生电流的直接外因。

电源中因其他形式的能量转换为电能所引起的电位差,叫做电动势,简称电势。用符号“ E ”表示。

电位的数值与高度一样,不是绝对的而是相对的,它与零电位的选择有关。高于零电位的是正电位,低于零电位的是负电位。通常把大地作为标准,称为零电位。

电位、电压、电动势的单位都是伏特,简称“伏”,用“ V ”表示。高压用千伏表示,小电压用毫伏表示。其换算关系为:

$$1 \text{ 千伏 (kV)} = 1000 \text{ 伏 (V)}$$

$$1 \text{ 伏 (V)} = 1000 \text{ 毫伏 (mV)}$$

电动势与电压的大小可用电压表来测量。当电路断开时,电势在数量上等于电源两端的电压。

二、欧姆定律

获得持续电流的条件是导体两端有持续电压。

既然导体两端有电压,才有电流流过导体,那么导体中的电流与导体两端的电压有什么关系呢?

连接如图 1-3 所示的电路图,闭合开关,移动滑动变阻器 P 滑片观察现象。

由实验现象可知导体中的电流随电压变化而变化,换用另一规格灯泡会发觉在相同电压(或电流)时,电流(或电压)表示数不同。

德国物理学家欧姆最早用实验研究了电流跟电压、电阻的关系,最后得出用他的名

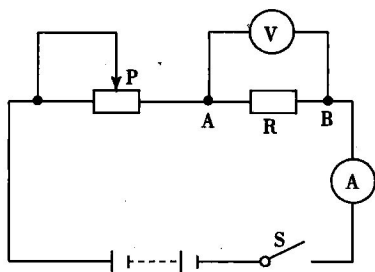


图 1-3 电路图

字命名的定律,即欧姆定律。通过导体中的电流强度跟它两端电压成正比,跟它的电阻成反比。

例:把5.0V的电压加在一段电阻丝的两端测得通过电阻电流为 $1.0 \times 10^2 \text{ mA}$ 。当电阻丝两端电压增至8.0V时,通过电阻丝电流增加多少?

解: 已知 $U_1 = 5.0 \text{ V}$ $I_1 = 1.0 \times 10^2 \text{ mA}$ $U_2 = 8.0 \text{ V}$

由欧姆定律 $I = U/R$ 得

$$R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{5.0 \text{ V}}{1.0 \times 10^{-1} \text{ A}} = 50 \Omega$$

$$\therefore I_2 = \frac{8.0 \text{ V}}{50 \Omega} = 1.6 \times 10^{-1} \text{ A} = 1.6 \times 10^2 \text{ mA}$$

$$\therefore \Delta I = I_2 - I_1 = 1.6 \times 10^2 \text{ mA} - 1.0 \times 10^2 \text{ mA} = 0.6 \times 10^2 \text{ mA}$$

答: 电流增加 $0.6 \times 10^2 \text{ mA}$ 。

三、电工测量仪表

电工测量仪表是电工技术中不可缺少的一个重要部分。它的主要任务是应用适当的仪器和方法,测量电流、电压、功率、电能以及电路的其他参数,如电阻、电感、电容等。在印刷机的电气操作中,主要用万用电表。如图1-4所示。

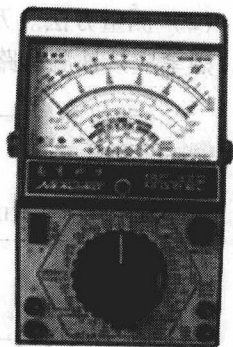


图1-4 万用电表外形图

1. 万用电表的结构

(1) 表头。万用电表的表头是灵敏电流计。表头上的表盘印有多种符号,刻度线和数值(图1-4)。符号 $A-V-\Omega$ 表示这只电表是可以测量电流、电压和电阻的多用表。表盘上印有多条刻度线,其中右端标有“ Ω ”的是电阻刻度线,其右端为零,左端为 ∞ ,刻度值分布是不均匀的。符号“-”或“DC”表示直流,“~”或“AC”表示交流,“~”表示交流和直流共用的刻度线。刻度线下的几行数字是与选择开关的不同挡位相对应的刻度值。

表头上还设有机械零位调整旋钮,用以校正指针在左端指零位。

(2) 选择开关。万用电表的选择开关是一个多挡位的旋转开关。用来选择测量项目和量程(图1-4)。一般的万用电表测量项目包括:直流电流(mA)、直流电压(V)、交流电压(V)、电阻(Ω)。每个测量项目又划分为几个不同的量程以供选择。

(3) 正确读数。仔细观察表盘,直流电压挡刻度线是第二条刻度线,用10V挡时,可用刻度线下第三行数字直接读出被测电压值。注意读数时,视线应正对指针。

(4) 表笔和表笔插孔。表笔分为红、黑两只。使用时应将红色表笔插入标有“+”的插孔,黑色表笔插入标有“-”的插孔。

2. 万用电表的使用方法

(1) 万用电表使用前,应做到:

- a. 万用电表水平放置;
- b. 应检查表针是否停在表盘左端的零位,如有偏离,可用小螺丝刀轻轻转动表头上的机械零位调整旋钮,使表针指零;

- c. 将表笔按上面要求插入表笔插孔；
- d. 将选择开关旋到相应的项目和量程上，就可以使用了。

(2) 万用电表使用后，应做到：

- a. 拔出表笔；
- b. 将选择开关旋至“OFF”挡，若无此挡，应旋至交流电压最大量程挡，如“1000V”挡；
- c. 若长期不用，应将表内电池取出，以防电池电解液渗漏而腐蚀内部电路。

3. 万用电表测电压

以 J0411 型万用电表为例。

(1) 选择量程。万用电表直流电压挡标“V”，有 2.5V、10V、50V、250V 和 500V 五个量程，应根据电路中电源电压大小选择量程。由于电路中电源电压只有 3V，所以选用 10V 挡。若不清楚电压大小，应先用最高电压挡测量，逐渐换用低电压挡。

(2) 测量方法。万用电表应与被测电路并联。红笔应接被测电路和电源正极相接处，黑笔应接被测电路和电源负极相接处（图 1-5）。

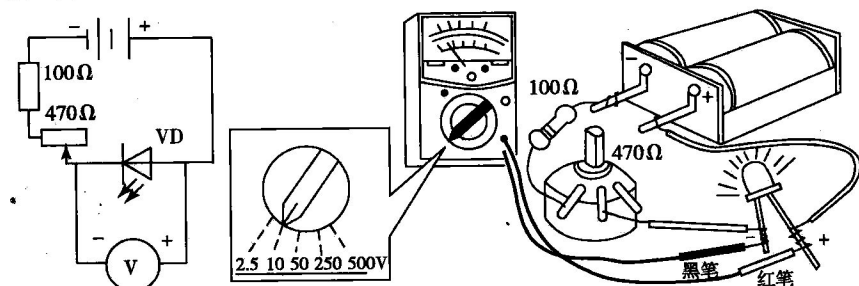


图 1-5 用万用电表测电压

(3) 正确读数。仔细观察表盘，直流电压挡刻度线是第二条刻度线，用 10V 挡时，可用刻度线下第三行数字直接读出被测电压值。注意读数时，视线应正对指针。

4. 测量直流电流

(1) 选择量程：万用电表直流电流挡标“mA”有 1mA、10mA、100mA 三挡量程。选择量程，应根据电路中的电流大小。如不知电流大小，应选用最大量程。

(2) 测量方法：万用电表应与被测电路串联。应将电路相应部分断开后，将万用电表表笔接在断点的两端。红表笔应接在和电源正极相连的断点，黑表笔接在和电源负极相连的断点（图 1-6）。

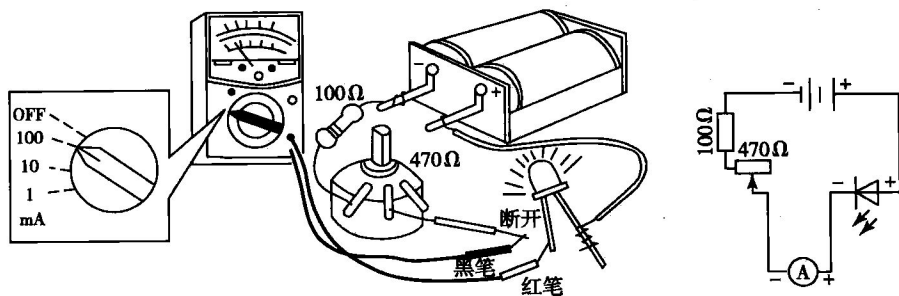


图 1-6 用万用电表测电流

(3) 正确读数: 直流电流挡刻度线仍为第二条, 如选 100mA 挡时, 可用第三行数字, 读数后乘 10 即可。

5. 数字万用表

现在数字测量万用表已成为主流, 有取代模拟式万用表的趋势, 下面以 C9802 型数字万用表为例介绍其使用方法和注意事项。

(1) 使用方法如下。

①使用前, 应认真阅读有关的使用说明书, 熟悉电源开关、量程开关、插孔、特殊插孔的作用。

②将电源开关置于“ON”位置。

③交、直流电流的测量: 根据需要将量程开关拨至 DCV (直流) 或 ACV (交流) 的合适量程, 红表笔插入“V/”孔, 黑表笔插入“COM”孔, 并将表笔与被测线路并联, 读数即可。

④电阻的测量。将量程开关拨至欧姆的合适量程, 红表笔插入“V/”孔, 黑表笔插入“COM”孔。如果被测电阻值超出所选择量程的最大值, 万用表将显示“1”, 这时应选择更高的量程。测量电阻时, 红表笔为正极、黑表笔为负极, 这与指针式万用表正好相反。因此, 测量晶体管、电解电容器等有极性的元器件时, 必须注意表笔的极性。

(2) 使用注意事项。如果无法预先估计被测电压或电流的大小, 则应先拨至最高量程挡测量一次, 再视情况逐渐把量程减小到合适位置。测量完毕, 应将量程开关拨到最高电压挡, 并关闭电源。

满量程时, 仪表仅在最高位显示数字“1”, 其他位均消失, 这时应选择更高的量程。

测量电压时, 应将数字万用表与被测电路并联, 测电流时应与被测电路串联, 测直流流量时不必考虑正、负极性。

当误用交流电压挡去测量直流电压, 或者误用直流电压挡去测量交流电压时, 显示屏将显示“000”, 或低位上的数字出现跳动。

禁止在测量高电压 (220V 以上) 或大电流 (0.5A 以上) 时换量程, 以防止产生电弧, 烧毁开关触点。

当显示“BATT”或“LOW BAT”时表示电池电压低于工作电压。

6. 摇表

摇表又称兆欧表, 是用来测量被测设备的绝缘电阻和高值电阻的仪表。它由一个手摇发电机、表头和三个接线柱 (即 L: 线路端与被测物体中用大地绝缘的导体部分连接, E: 接地端与被测物体外壳连接, G: 屏蔽端) 组成。如图 1-7 所示。

(1) 摇表的选用原则

①额定电压等级的选择。一般情况下, 额定电压在 500V 以下的设备应选用 500V 或 1000V 的摇表; 额定电压在 500V 以上的设备, 选用 1000 ~ 2500V 的

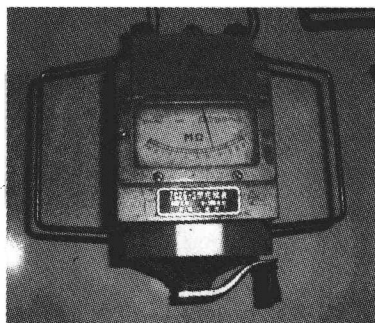


图 1-7 摇表

摇表。

②电阻量程范围的选择。摇表的表盘刻度线上有两个小黑点之间区域为有效测量范围。

③要根据被测对象来选用不同电压和电阻测量范围的兆欧表。

(2) 摇表的使用

①校表。测量前应将摇表进行一次开路和短路试验，检查摇表是否良好。将两连线开路，摇动手柄，指针应指在无穷大处，再把两连线短接一下，指针应指在“0”处，符合上述条件者即良好，否则不能使用。被测设备与线路断开，对于大电容设备还要进行放电。

②选用电压等级符合的摇表。

③测量绝缘电阻时，一般只用“L”和“E”端，但在测量电缆对地的绝缘电阻或被测设备的漏电较严重时，就要使用“G”端，并将“G”端接屏蔽层或外壳。线路接好后，可顺时针方向转动摇把，摇动的速度应由慢而快，当转速达到每分钟 120 转左右时（ZC-25 型），保持匀速转动 1 分钟后读数，并且要边摇边读数不能停下来读数。

④拆线放电。读数完毕，一边慢摇，一边拆线，然后将被测设备放电。放电方法是将测量时使用的地线从摇表上取下来与被测设备短接一下即可（不是摇表放电）。

注意事项如下。

a. 禁止在雷电时或高压设备附近测绝缘电阻，只能在设备不带电也没有感应电的情况下测量。

b. 摇测过程中，被测设备上不能有人工作。

c. 摇表接线柱上的引线，应采用多芯软线，并要有良好的绝缘。两根引线不能绞在一起，要分开。

d. 摇表未停止转动之前或被测设备未放电之前，严禁用手触及，拆线时，也不要触及引线的金属部分。

e. 测量结束时，对大电容设备要进行放电处理。

f. 要定期校验其准确度。

7. 钳型电流表（简称钳表）

钳表是一种用于测量正在运行的电气线路的电流大小的仪表，可在不断电的情况下测量电流。如图 1-8 所示。

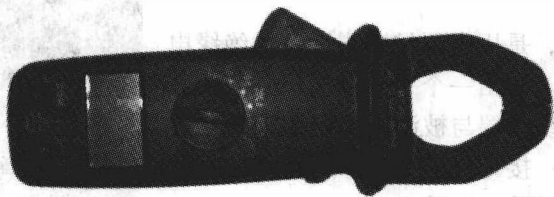


图 1-8 钳型电流表

钳表实质上是一只电流互感器钳型扳手和一只整流式磁电系有反作用力仪表所组成。

(1) 使用方法